



# एआरसीआई

## वार्षिक प्रतिवेदन 2016-17



एआरसीआई, विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग का स्वायत्त अनुसंधान एवं विकास केन्द्र है, जिसकी स्थापना का मिशन प्रोन्नत सामग्रियों के क्षेत्र में असामान्य, नयी और प्रौद्यो-वाणिज्यिकीय व्यवहार प्रौद्योगिकियों का विकास करके उन्हें उद्योगों को अंतरित करना है।



## दबाव क्षेत्र

नैनो सामग्रियाँ

इंजीनियर्ड कोटिंग्स

सिरैमिक संसाधन

लेजर सामग्रियों का संसाधन

फ्यूल सैल्स

सोल-जैल कोटिंग्स

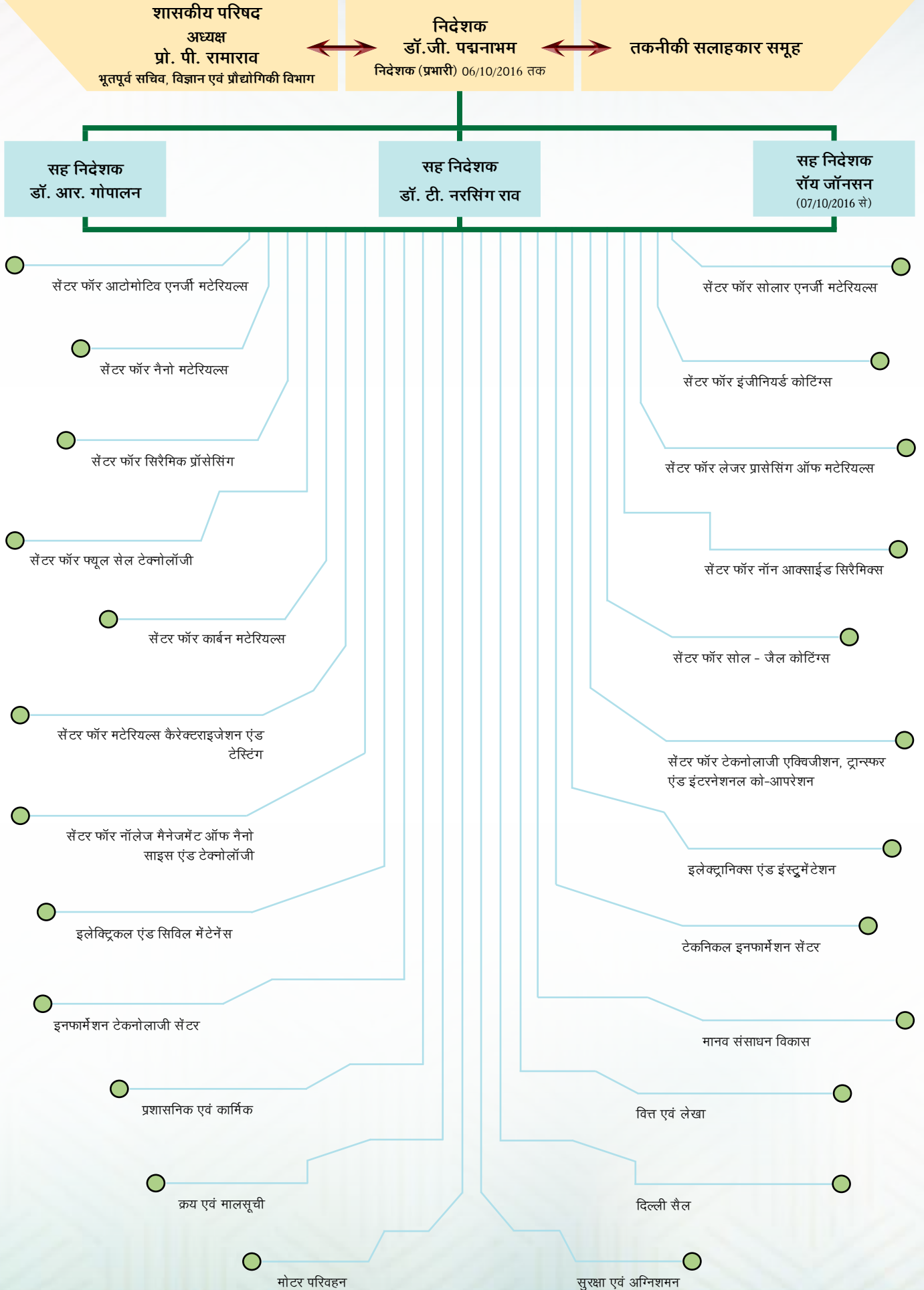
सोलार एनर्जी मटेरियल्स

आटोमोटिव एनर्जी मटेरियल्स

## विषय - सूची

निदेशक का प्रतिवेदन	.....	v
सेंटर फॉर ऑटोमोटिव एनर्जी मटेरियल्स (सीईईएम)	.....	2
सेंटर फॉर सोलार एनर्जी मटेरियल्स (सीएसईएम)	.....	14
सेंटर फॉर नैनो मटेरियल्स (सीएनएम)	.....	24
सेंटर फॉर इंजीनियर्ड कोटिंग्स (सीईसी)	.....	36
सेंटर फॉर सिरैमिक प्रोसेसिंग (सीसीपी)	.....	47
सेंटर फॉर लेजर प्रासेसिंग ऑफ मटेरियल्स (सीएलपीएम)	.....	53
सेंटर फॉर फ्यूल सैल टेक्नोलॉजी (सीएफसीटी)	.....	59
सेंटर फॉर नॉन ऑक्साइड सिरैमिक्स (सीएनओसी)	.....	65
सेंटर फॉर कार्बन मटेरियल्स (सीसीएम)	.....	69
सेंटर फॉर सोल - जैल कोटिंग्स (सीएसओएल)	.....	72
सेंटर फॉर मटेरियल्स कैरेक्टराइजेशन एंड टेस्टिंग (सीएमसीटी)	.....	77
सेंटर फॉर नॉलेज मैनेजमेंट ऑफ		
नैनो साइंस एंड टेक्नोलॉजी (सीकेएमएनटी)	.....	82
सेंटर फॉर टेक्नोलॉजी एक्विजिशन, ट्रान्सफर एंड इंटरनेशनल कॉ-ऑपरेशन (सीटीएटीआईसी)	.....	83
समर्थन समूह	.....	90
घटनाएँ, डेटा एवं सांख्यिकी	.....	96
पेटेंट पोर्टफोलियो	.....	122
प्रकाशन	.....	128
कार्मिक	.....	138
वित्तीय रिपोर्ट	.....	141

# संगठनात्मक संरचना



# इंटरनेशनल एडवांस्ड रिसर्च सेंटर फॉर पाउडर मेटलर्जी एंड न्यू मटेरियल्स (एआरसीआई)

शासकीय परिषद (मार्च 31, 2017 की स्थिति)

प्रो. पी. रामाराव (अध्यक्ष)  
भूतपूर्व सचिव  
विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग

प्रो. वी. रामगोपाल राव  
निदेशक  
भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान - बम्बई

प्रो. आशुतोष शर्मा  
सचिव  
विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग

श्री. जे. बी. महापात्र  
संयुक्त सचिव एवं वित्त सलाहकार  
विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग

डॉ. बलदेव राज  
निदेशक  
राष्ट्रीय उन्नत अध्ययन संस्थान

डॉ. अरबिंदा मित्रा  
प्रधान, अंतर्राष्ट्रीय प्रभाग  
विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग

डॉ. समीर वी. कामत  
उत्कृष्ट वैज्ञानिक और निदेशक  
रक्षा धातुकर्मी अनुसंधान प्रयोगशाला, हैदराबाद

सदस्य सचिव

डॉ. जी. पद्मनाभम  
निदेशक, एआरसीआई

श्री. एम. नारायण राव  
भूतपूर्व अध्यक्ष एवं प्रबंध निदेशक  
मिश्रधातु निगम लिमिटेड



# इंटरनेशनल एडवांस्ड रिसर्च सेंटर फॉर पाउडर मेटलर्जी एंड न्यू मटेरियल्स (एआरसीआई)

## तकनीकी सलाहकार समूह (मार्च 31, 2017 की स्थिति)

प्रत्येक एक्सिलेन्स केंद्र के अध्यक्ष और तकनीकी सलाहकार समूह के सदस्य

### सेंटर फॉर आटोमोटिव एनर्जी मटेरियल्स

डॉ. आर. मुरलीधरन (अध्यक्ष)  
आगंतुक प्रोफेसर, सेंटर फॉर नैनो साइंस एंड इंजीनियरिंग (सीईएनएसई)  
इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस, बेंगलूरु

प्रो. एस. राम  
प्रोफेसर - मटेरियल्स साइंस सेंटर  
भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, खड़गपुर

डॉ. के. आर. ए. नायर  
कार्यपालक निदेशक - विकास  
लूकास - टीवीएस निगम, चेन्नै

डॉ. आर. रंगानाथन  
वरिष्ठ प्रोफेसर, परमाणु भौतिक सहारा संस्थान  
कोलकाता

श्री के. उमेश  
अध्यक्ष, एमटीएस टेस्टिंग सोलुशन इंडिया प्राइवेट लिमिटेड  
(एमटीएस सिस्टम कॉर्पोरेशन का भाग), चेन्नै

### सेंटर फॉर सोलार एनर्जी मटेरियल्स

प्रो. आर. ओ. दूसेन (अध्यक्ष)  
प्रोफेसर, मेटलर्जीकल इंजीनियरिंग एंड मटेरियल्स साइंस विभाग  
भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, बाम्बे

प्रो. प्रदीप दत्ता  
मकेनिकल इंजीनियरिंग विभाग  
भारतीय विज्ञान संस्थान, बेंगलूरु

प्रो. अम्लन जे. पाल  
प्रधान-सोलिड स्टेट फिजिक्स विभाग  
भारतीय कृषि विज्ञान संगठन, कोलकाता

डॉ. एम. चंद्रशेखरम  
प्राचार्य वैज्ञानिक, इंआर्गेनिक एंड फिजिक्स कैमिस्ट्री विभाग  
भारतीय रसायन प्रौद्योगिकी संस्थान, हैदराबाद

### सेंटर फॉर नैनो मटेरियल्स और सेंटर फॉर कार्बन मटेरियल्स

प्रो. अशोक के. गांगुली (अध्यक्ष)  
निदेशक  
नैनो विज्ञान और प्रौद्योगिकी संस्थान, मोहाली

प्रो. सुंदर रामप्रभु  
प्रधान-अल्टरनेटिव एनर्जी एंड नैनोटेक्नोलॉजी प्रयोगशाला (एईएनएल)  
भौतिक विभाग, भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान-मद्रास

प्रो. जी. यू. कुलकर्णी  
निदेशक  
सेंटर फॉर सॉफ्ट मैटर एंड नैनोमटेरियल्स, बेंगलूरु

प्रो. डी. बहादुर  
मेटलर्जी इंजीनियरिंग एंड मटेरियल्स साइंस विभाग  
भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, बाम्बे

### सेंटर फॉर इंजीनियर्ड कोटिंग्स

प्रो. ए. सुब्रमणियम (अध्यक्ष)  
भौतिक विभाग  
भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, मद्रास

डॉ. हरीश बर्शलिया  
मुख्य वैज्ञानिक  
राष्ट्रीय एअरोस्पेस प्रयोगशाला, बेंगलोर

डॉ. एस. के. सेशद्री  
उत्कृष्ट प्रोफेसर  
मेटलर्जीकल एंड मटेरियल्स इंजीनियरिंग विभाग  
भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, मद्रास

डॉ. पी. वी. अनंतपद्मनाभम  
भूतपूर्व उत्कृष्ट वैज्ञानिक एवं प्रधान  
लेजर और प्लाज्मा प्रौद्योगिकी विभाग  
भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र, मुंबई

डॉ. सुब्रतो मुखर्जी  
प्रधान, एफसीआईपीटी विभाग  
प्लाज्मा अनुसंधान संस्थान, गाँधीनगर

### सेंटर फॉर सिरैमिक प्रोसेसिंग और सेंटर फॉर नॉन आक्साइड सिरैमिक्स

प्रो. विक्रम जयराम (अध्यक्ष)  
अध्यक्ष, मटेरियल्स इंजीनियरिंग विभाग  
भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, बेंगलोर

डॉ. एच. एस. मैती  
आईएनएई उत्कृष्ट प्रोफेसर  
सिरैमिक इंजीनियरिंग विभाग  
भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, रुयरेकेल

प्रो. एल. एम. मनोचा  
प्रधान, मटेरियल्स साइंस विभाग  
सरदार पटेल विश्वविद्यालय, वल्लब विद्यानगर

प्रो. पराग भारगव  
मेटलर्जीकल इंजीनियरिंग एंड मटेरियल्स साइंस विभाग  
भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, बाम्बे

डॉ. एम. विजय कुमार  
वैज्ञानिक - जी (सेवानिवृत्त)  
रक्षा धातुकर्मी अनुसंधान प्रयोगशाला, हैदराबाद

## सेंटर फॉर लेजर प्रासेसिंग ऑफ मटेरियल्स

प्रो. इंद्रानी मन्ना (अध्यक्ष)  
निदेशक  
भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, कानपुर

डॉ. जी. मधुसुदन रेड्डी  
उत्कृष्ट वैज्ञानिक और समूह प्रधान, मेटल जवाइनिंग ग्रुप  
रक्षा धातुकर्मी अनुसंधान प्रयोगशाला, हैदराबाद

प्रो. आशिष कुमार नाथ  
मकेनिकल इंजीनियरिंग विभाग  
भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, खड़गपुर

डॉ. कमलेश दासगुप्ता  
उत्कृष्ट वैज्ञानिक, लेजर और प्लाज़्मा प्रौद्योगिकी विभाग  
भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र, बुंबई

## सेंटर फॉर फ्यूल सेल टेक्नोलॉजी

डॉ. जे. नारायण दास (अध्यक्ष)  
सेवानिवृत्त, उत्कृष्ट वैज्ञानिक एंड सीसी आर एंड डी (एनएसएम एंड एचआर) -  
डीआरडीओ

डॉ. बी. विश्वनाथन  
प्रतिष्ठित प्रोफेसर  
भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, मद्रास

डॉ. मैथ्यू अब्राइम  
वरिष्ठ महाप्रबंधक (आर एंड डी), महीन्द्रा एंड महीन्द्रा लिमिटेड,  
महीन्द्रा अनसंधान वेल्लै, चेन्नै

प्रो. प्रकाश चंद्र घोश  
एनर्जी साइंस एवं इंजीनियरिंग विभाग  
भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, बोम्बे

## सेंटर फॉर सोल - जैल कोटिंग्स

प्रो. डी. चक्रवर्ती (अध्यक्ष)  
प्रतिष्ठित प्रोफेसर, भारतीय कृषि विज्ञान संगठन, कोलकाता

डॉ. गौतम डे  
मुख्य वैज्ञानिक और प्रधान, नैनो - स्ट्रक्चर मटेरियल्स विभाग  
केंद्रीय ग्लास और सिरैमिक अनुसंधान संस्थान, कोलकाता

डॉ. के. जी. के. वालियर  
प्रतिष्ठित वैज्ञानिक, मटेरियल्स एंड मिनरल्स विभाग  
राष्ट्रीय आन्तरिक नियम विज्ञान और प्रौद्योगिकी संस्थान, त्रिवनद्रम

डॉ. दिबेन्दु गांगुली  
सेवानिवृत्त प्रधान, सोल - जैल विभाग  
केंद्रीय ग्लास और सिरैमिक अनुसंधान संस्थान, कोलकाता

## सेंटर फॉर मटेरियल्स कैरेक्टराइजेशन एंड टेस्टिंग

प्रो. इंद्रदेव समजदार (अध्यक्ष)  
मटलर्जीकल इंजीनियरिंग एंड मटेरियल्स साइंस विभाग  
भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, बोम्बे

प्रो. बी. एस. मूर्ति  
प्रधान, मेटलर्जीकल एंड मटेरियल्स इंजीनियरिंग विभाग  
भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, मद्रास

डॉ. समीर वी. कामत  
उत्कृष्ट वैज्ञानिक और निदेशक  
रक्षा धातुकर्मी अनुसंधान प्रयोगशाला, हैदराबाद

डॉ. सत्यम सुवास  
मटेरियल्स इंजीनियरिंग विभाग  
भारतीय विज्ञान संस्थान, बेंगलोर

प्रो. सुंदररामन महादेवन  
आगतुक प्रोफेसर  
भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, मद्रास

## सेंटर फॉर टेक्नोलाजी एक्विजीशन, ट्रान्सफर एंड इंटरनेशनल को-आपरेशन और सेंटर फॉर नॉलेज मैनेजमेंट ऑफ नैनो साइंस एंड टेक्नोलॉजी

डॉ. डी. योगेश्वर राव (अध्यक्ष)  
वैज्ञानिक - जी एवं कार्यालय प्रधान (सेवानिवृत्त)  
भारत सरकार का प्रधान वैज्ञानिक सलाहकार, नई दिल्ली

डॉ. आर. आर. हीरवानी  
प्रधान, सूचना उत्पादन के अनुसंधान एवं विकास  
के लिए सीएसआईआर इकाई, पूणे

डॉ. प्रेमनाथ वेणुगोपाल  
प्रधान - एनसीएल इन्वेंशन्स एंड इंटेल्चुअल प्रोपर्टी ग्रुप  
राष्ट्रीय रसायन प्रयोगशाला, पुणे

डॉ. कृष्णा तनुकू  
भूतपूर्व कार्यपालक निदेशक, अद्यमिता विकास के लिए वाधवानी केंद्र  
इंडियन स्कूल ऑफ बिजनेस, हैदराबाद

प्रो. ऋषिकेश टी. कृष्णन  
सामरिक प्रबंधक के निदेशक एवं प्रोफेसर  
भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, इन्डोर



# निदेशक का प्रतिवेदन

मुझे, वर्ष 2016-17 हेतु इंटरनेशनल एडवांस्ड रिसर्च सेंटर फॉर पाउडर मेटलर्जी एंड न्यू मटेरियल्स (एआरसीआई) की वार्षिक रिपोर्ट प्रस्तुत करते हुए अपार हर्ष हो रहा है। इस प्रतिवेदन में केन्द्र के अधिदेश, विकास, प्रदर्शन एवं प्रौद्योगिकी अंतरण के अनुसार कई सामग्रियों एवं प्रक्रियाओं का अनुपालन किया गया है।

एआरसीआई के अंतर्गत "वैकल्पिक ऊर्जा सामग्री एवं प्रक्रियाओं" पर तकनीकी अनुसंधान केन्द्र (टीआरसी) में पदार्थ प्रौद्योगिकी एवं ऊर्जा संचयन हेतु प्रणाली, ऊर्जा रूपांतरण एवम ऊर्जा संरक्षण सम्मिलित चार उत्कृष्ट केन्द्रों में मुख्य गतिविधि के रूप में परिव्याप्त है। कार्यक्रम ने संतोषजनक प्रगति प्राप्त कर ली है। ली-ऑयन बैटरी (एलआईबी) गतिविधि के अंतर्गत 48V, 10Ah (480Wh) क्षमता के एलआईबी मॉड्यूल को ई-साइकिल एवं ई-स्कूटर पर बिना-भार वाली परिस्थितियों के अंतर्गत सफलतापूर्वक विकसित एवं निदर्शित किया गया। ली-ऑयन बैटरी कार्यक्रम हेतु इलेक्ट्रोड पदार्थों की वृहत स्तर की प्रक्रिया को ली-आयन बैटरी के स्वदेशी विकास हेतु हासिल कर लिया गया। फ्यूल सैल तकनीकी विकास के प्रयास, भारतीय गैस प्राधिकरण लिमिटेड, (गेल) नोएडा में अभिकारक प्रबंधन प्रणाली के साथ संपूर्ण पीईएमएफसी प्रणाली के क्षेत्र निष्पादन (प्रयोग) के माध्यम से अगले स्तर तक पहुँच गए हैं। इस प्रणाली के द्वारा गेल में उपलब्ध हाइड्रोजन के प्रयोग से 500KWh की ऊर्जा, सफलतापूर्वक जनित की गयी। चुंबकीय सामग्रियों के क्षेत्र में 24V, 35W क्षमता की डीसी मोटरों के प्रतिरूप को उद्योग के सहयोग से स्वदेशी रूप से विकसित Fe-P धातु मिश्रण को विनिर्मित किया गया तथा वाणिज्यिक रूप से उपलब्ध Si-इस्पात मोटर के मुकाबले मानकीकृत किया गया। निष्पादन मूल्यांकन हेतु लुकास टीवीएस के साथ घनिष्ठता से ऑटोमोटिव अनुप्रयोगों हेतु ऑल्टरनेटर्स के विनिर्माण हेतु नूतन रूप से विकसित चुंबकीय मिश्रधातु को भी संसाधित किया गया एवं इसके आरंभिक प्रतिरूप परिणाम आशाजनक रहे। ऑर्गेनोमेटल हैलाइड पेरोवस्काइट सौर सेल (पीएससी) के द्वारा आशाजनक परिणाम प्रस्तुत हुए हैं। प्रयोगशाला-परिणाम (लैब-स्केल) (पीएससी) में 16% की अधिकतम क्षमता की प्राप्ति हुई तथा 70 mW के पावर आउटपुट सहित 50मिमी से 50मिमी प्रतिरूप मॉड्यूल का निष्पादन हुआ।



नैनोसामग्रियों, नैनो - सम्मिश्रित लेपन एवं मृत्तिका कला अनुसंधान पर महत्वपूर्ण प्रगति हुई है तथा इनमें से कुछ इस प्रकार हैं: धातु-आयन बैटरियों हेतु कार्बन आधारित नैनोइलेक्ट्रोड का विकास, ग्राफीन का तेल में योगशील के रूप में प्रयोग करते हुए नैनो लुब्रिकेशन,  $2-6 \times 10^{-2}$  S/cm की रेंज में आयनिक प्रचालकता सहित ठोस इलेक्ट्रोलाइट के रूप में सोडियम बीटा एल्युमिना, संक्षारण प्रावरोधक (इनहिबिटर) के जैविक/अजैविक कैप्सूलकरण (एनकैप्सुलेशन) के प्रयोग से एल्युमिनियम एवं मैग्नीशियम मिश्रधातुओं पर हैक्सावैलेंट क्रोम - मुक्त, स्व-तापीय लेपन, तथा लेज़र विनिर्मित एवं सोल-जैल लेपन के संयोजन/सम्मिश्रण के प्रयोग से टिकाऊ अल्ट्रा-हाइड्रोफोबिक सतह आदि।

उन्नत विनिर्माण की ओर कदम बढ़ाते हुए शीतल फुहारित प्रौद्योगिकी, स्पंदित वैद्युत निक्षेपण प्रौद्योगिकी एवं अगली पीढ़ी की अधिस्फोटन लेपन प्रौद्योगिकी, औद्योगिक कुशलता तक पहुँच गयी हैं तथा इसे इच्छुक उद्योगों को प्रौद्योगिकी अंतरण के लिए प्रस्तुत कर दिया गया है। लेज़र आधारित धातु योगशील विनिर्माण से संबंधित प्रौद्योगिकी प्रदर्शन केन्द्र को अगली पीढ़ी के एयरोस्पेस उपकरणों, जैव चिकित्सा उपकरणों एवं औज़ारों के विकास हेतु एसएलएम घोल एवं डिज़ाइन टेक सिस्टम लिमिटेड के साथ संयुक्त रूप से स्थापित किया गया है। लेज़र ठोसीकरण प्रक्रिया को नियंत्रित विरूपण एवं सतही चमक के साथ रोलर धारक तत्वों पर विकसित किया गया जो ट्रायबोलोजिकल निष्पादन में मौलिक सुधार का परिणाम है।

एआरसीआई की निरूपण क्षमता में नैनो मेकेनिक्स इंको., यूएसए, जो नैनोयांत्रिक परीक्षण पद्धति के विकास में वैश्विक रूप से अग्रणी है, के सहयोग से उन्नत नैनोयांत्रिक निरूपण के लिए संयुक्त निष्पादन केन्द्र की स्थापना के साथ वास्तव में वृद्धि हुई है। यह संयुक्त केन्द्र उपकरणों एवं परीक्षण पद्धतियों को न केवल एआरसीआई में चल रही प्रौद्योगिकी विकास गतिविधियों में ही सहयोग करेगा, अपितु भारत में नैनोयांत्रिक परीक्षण बाजार की संवृद्धि में अपेक्षित गति को भी बढ़ाएगा।

आउटरीच प्रयासों के संदर्भ में यह वर्ष काफी घटनापूर्ण रहा है। एआरसीआई के परिचालन/ संचालन के सफलतापूर्वक 20 वर्ष पूर्ण होने पर दिनांक 27-28 फरवरी 2017 को एआरसीआई टेक एक्स 2017 के आयोजन के रूप में मनाया गया जिसमें एआरसीआई की विभिन्न प्रौद्योगिकियों एवं क्षमताओं को दर्शाया गया। सीआईआई (CII) ने उद्योगों के प्रतिनिधियों की सहभागिता जुटाने के द्वारा आयोजन करवाने में अपनी साझेदारी निभाई। इस आयोजन में प्रौद्योगिकी प्रदर्शनी, "अभियांत्रिक लेपन" एवं "फ्यूल सैल प्रौद्योगिकी" पर व्यावसायिक लाभ हेतु कार्यशालाएँ, प्रोफेसर पी. रामा राव तथा प्रोफेसर वी. एस. रामामूर्ति के द्वारा दैनिक विशिष्ट विज्ञान व्याख्यान तथा "पदार्थ/सामग्री प्रौद्योगिकी एवं विनिर्माण अनुसंधान व विकास के अंतर्गत दृष्टिकोण और चुनौतियाँ" पर विशिष्ट पैनल चर्चा आदि शामिल थे। श्री वाई एस चौधरी, माननीय राज्यमंत्री, विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी तथा पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय ने इस आयोजन एवं "सेन्टर फॉर इंजीनियर्ड कोटिंग्स" के नए भवन का उद्घाटन किया। डॉ. सतीश रेड्डी, रक्षा मंत्री के वैज्ञानिक सलाहकार द्वारा एसएलएम इंटरनेशनल GmbH के

साथ संयुक्त रूप से स्थापित योगशील विनिर्माण केंद्र का शुभारंभ किया गया। इस आयोजन में लगभग 140 औद्योगिक उद्यमियों, 100 शिक्षाविदों, अनुसंधान एवं विकास कार्मिकों तथा 600 विद्यार्थियों ने भाग लिया। कई उद्यमियों ने विभिन्न एआरसीआई प्रौद्योगिकियों में अपनी उत्साहपूर्वक रुचि दिखाई। केन्द्र ने हैदराबाद में "मृत्तिका, काँच एवं रिफ्रेक्ट्रीज़ - उभरते हुए नवोन्मेष" पर अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन आयोजित करने के लिए भारतीय मृत्तिका सोसायटी के साथ भागीदारी से दिसम्बर 2016 के दौरान "उन्नत मृत्तिका प्रसंस्करण एवं विनिर्माण" पर एक कार्यशाला का आयोजन भी किया। केन्द्र ने आईईसी, बेंगलुरु में लेज़र वर्ल्ड ऑफ फोटोनिक्स इंडिया के साथ सह-अवस्थित मेस्से मुएनचेन इंडिया के सहयोग से "भारतीय ऑटोमोटिव उद्योग का भविष्य : लेज़र एवं इसके अनुप्रयोग" पर एक दिवसीय सम्मेलन भी आयोजित किया।

प्रौद्योगिकी अंतरण एवं बाज़ारीकरण के परिप्रेक्ष्य में, टेक्सटाइल पर विषाणुरोधी अनुप्रयोगों हेतु प्रलंबन/सस्पेंशन प्रौद्योगिकी पर आधारित नैनो सिल्वर की स्वदेशी प्रौद्योगिकी के सफलतापूर्वक बाज़ारीकरण हेतु भारत के माननीय राष्ट्रपति के द्वारा, प्रतिष्ठित टीडीबी राष्ट्रीय पुरस्कार 2016 प्रदान किया गया। तापावरोधन के उद्देश्य से सिलिका एयरोजेल के विनिर्माण हेतु प्रौद्योगिकी अंतरण, प्रौद्योगिकी प्राप्तकर्ता को निष्पादन प्रक्रिया एवं उनके द्वारा उत्पादकता योजना के प्रारंभ, आदि के माध्यम से प्रभावित हुआ। तापीय ऊर्जा संयंत्र उपकरण के प्रयोग काल में विस्तार हेतु लेज़र क्लैडिंग प्रौद्योगिकी के लिए एक प्रौद्योगिकी अंतरण समझौते पर हस्ताक्षर किए गए। शीत फुहारित एवं अधिस्फोटन फुहारित लेपन प्रौद्योगिकियां, अंतरण हेतु प्रस्तुत की गईं।

संक्षेप में, एआरसीआई ने नई सामग्रियों एवं प्रक्रियाओं को विकसित करने एवं अधिसंख्यक प्रौद्योगिकियों की प्रगति को, उद्योगों को अंतरित करने के संदर्भ में उल्लेखनीय प्रगति की है। मौजूदा समय में, हम आधारभूत अनुसंधान के साथ ही 3 के औसत प्रभाव घटक पर 70 प्रकाशनों के संदर्भ में उचित संतुलन बनाए रख सकते हैं। योगशील विनिर्माण एवं नए नैनोयांत्रिक अभिलक्षणों पर मुख्य प्रयासों से सामान्यतः केन्द्र सहित पूरे देश को काफी हद तक लाभ की प्राप्ति अपेक्षित है। इसी प्रकार, सामग्रियों, उत्पादों एवं प्रक्रियाओं के बेहतर व्यवस्थापन की ओर एआरसीआई की क्षमताओं की प्रभावकारी उपयोगिता हेतु वर्ष के दौरान किए गए आउटरीच प्रयासों से बहुत अधिक परियोजनाएं एवं उपयोगी सहभागिता प्राप्त की जा सकती है।

मैं सभी कर्मचारियों को, विभिन्न गतिविधियों के कार्यान्वयन में उनकी निष्ठा हेतु धन्यवाद देना चाहता हूँ। प्रत्येक वैज्ञानिक/तकनीकी अधिकारी द्वारा वर्ष के दौरान दिए गए विशिष्ट योगदान, इस रिपोर्ट में प्रस्तुत किए गए हैं। मैं, अनुसंधान एवं विकास कार्यक्रमों को संचालित करने में, विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग (डीएसटी) के सहयोग, हमारे विशिष्ट संचालन परिषद के बहुमूल्य मार्गदर्शन तथा विभिन्न तकनीकी सलाहकार समूहों के परामर्श/ प्रतिपालकता हेतु निष्ठापूर्वक आभार प्रकट करता हूँ। एआरसीआई के निष्पादन सूचक नीचे प्रस्तुत हैं:

कार्य-निष्पादन संकेतक		
संकेतक	2015-16	2016-17
संदर्भित पत्रिकाओं में लेख	134	137
पुस्तकों में अध्याय	2	11
सम्मेलनों में लेखों का प्रस्तुतीकरण एवं आमंत्रित व्याख्यान	159	193
पूर्ण की गई पी.एच.डी. की संख्या	1	2
विदेशी पेटेंट आवेदन (आविष्कार की स्वीकृति हेतु प्रतीक्षा) **	5	7
स्वीकृत किए गए विदेशी पेटेंट **	11#	14#
भारतीय पेटेंट आवेदन (स्वीकृति हेतु **)	71	79
स्वीकृत किए गए भारतीय पेटेंट **	24	26
प्रौद्योगिकियों/डिजाइनों की संख्या और अन्य आईपी व्यावसायीकरण	15	13
अंतरण हेतु प्रतीक्षा करने वाली प्रौद्योगिकी की संख्या	15	36
प्रशिक्षित अनुसंधान श्रमशक्ति (पीएचडी के अलावा)	26	09
प्रशिक्षित तकनीकी श्रमशक्ति	407	118
निर्देशित बीटेक/यूजी परियोजना	62	38
निर्देशित एम. टेक/एम. एससी/एम. फिल परियोजनाएँ	78	52

\*\* वित्त वर्ष के अंत तक के कुल आंकड़े

# समान आविष्कारों को कई देशों में शामिल किया गया।

जी. पद्मनाभम  
(डॉ. जी. पद्मनाभम)



# राष्ट्रीय मिशन में योगदान

## मेक इन इंडिया

- विभिन्न औद्योगिक क्षेत्रों में अनुप्रयोगों के साथ विकसित अत्याधुनिक इंजीनियरिंग विलेपन प्रौद्योगिकियाँ (जैसे, विस्फोटीकरण फुहार और योग्य शीत फुहार विलेपन उपकरण)।
- सामरिक अनुप्रयोगों के लिए आईआर पारदर्शी सिरैमिकों का विकास एवं उत्पादन।
- थर्मल इन्सुलेशन अनुप्रयोगों के लिए विकसित सिलिका एअरोजैल शीट। इस प्रौद्योगिकी का अंतरण उद्योग को कर दिया गया है और प्रायोगिक संयंत्र की योजना बनाई गई है, जिसकी जल्द ही स्थापना होने की संभावना है।
- थर्मल पावर प्लांट बॉयलर घटकों के जीवन सुधार हेतु विकसित और अंतरित लेजर आवरण प्रौद्योगिकी।
- सेना और अन्य सुरक्षा कर्मियों के लिए जीवन रक्षक बारुदरोधक जूते।
- लिथियम-ऑयन बैटरी का देशी प्रायोगिक उत्पादन।



## स्वास्थ्य, ऊर्जा और पर्यावरण

- नैनोसिल्वर-लेपित जीवाणुरोधी वस्त्रों के सफल व्यावसायीकरण के लिए प्राप्त राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी दिवस पुरस्कार।
- वस्त्रों की स्वयं सफाई हेतु नैनो-टाइटैनिया संश्लेषण के लिए विकसित और अंतरित प्रौद्योगिकी, जिससे पानी बचाया जा सकता है।
- सिरैमिक मधुकोश आधारित ऊर्जा कुशल एयर हिटर और परिस्थिति के अनुकूल सैनिटरी नैपकिन ग्रीन डिस्को इंसिनरेटर्स।
- ईवी अनुप्रयोगों के लिए ऊर्जा कुशल मोटर निर्माण के लिए चुंबकीय सामग्री का विकास।
- कार्सिनोजेनिक हेक्सावैलेंट क्रोम कन्वर्जन कोटिंग्स के लिए प्रतिस्थापन के रूप में विकसित पर्यावरण-अनुकूल सोल-जैल आधारित विलेपन।
- क्षेत्र में 5 किलोवाट से 20 किलोवाट तक का प्रदर्शित किए गए स्वदेशी रूप से निर्मित पीईएम फ्यूल सैल स्टैक।



# सेंटर फॉर आटोमोटिव एनर्जी मटेरियल्स

सेंटर ऑफ ऑटोमोटिव एनर्जी मटेरियल (सीएईएम), एआरसीआई के उत्कृष्ट केंद्रों में से एक है जो भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान मद्रास रिसर्च पार्क, चेन्नै में स्थित है। केंद्र का उद्देश्य भारतीय ऑटोमोटिव उद्योग में सामग्रियों और घटकों की तकनीक का निष्पादन करना है और उनकी संभावित समस्याओं के लिए तकनीकी सहायता प्रदान करना है। केंद्र में तीन मुख्य गतिविधियाँ हैं (i) विद्युत वाहन (ईवी) अनुप्रयोग के लिए लिथियम-आयन बैटरी (LIB) की सामग्रियों और इंजीनियरिंग संसाधन प्रौद्योगिकी का विकास करना, (ii) मोटर्स और ऑटोमोटिव अनुप्रयोग में वैकल्पिक के लिए नरम और ठोस चुंबकीय सामग्री का विकास करना और (iii) ऊर्जा में ऑटोमोटिव विकास गर्मी के रूपांतरण पर, विशेष रूप से अपशिष्ट गर्मी वसूली के लिए ताप विद्युत डिवाइस का विकास करना।

लिथियम-आयन बैटरी गतिविधि में, 2016-17 के दौरान, मुख्य रूप से 48V, 10 Ah (480 Wh) के प्रोटोटाइप लिथियम-आयन बैटरी मॉड्यूल का सफल विकास किया गया और इसके निष्पादन का प्रदर्शन भाररहित स्थिति के ई-चक्र और ई-स्कूटर में किया गया, जो 15 चक्रों के बाद > 98% के क्षमता को बनाए रखने का प्रदर्शन करता है। बहुत कम उपभोगकर्ताओं ने हमारे प्रौद्योगिकी में अपनी रुचि दिखाई है और अपने वाहनों में हमारे लिथियम आयन बैटरी मॉड्यूल को मान्यता देने के लिए तैयार हुए हैं। हमने अपनी ईवी बैटरियों की पूर्ण रूप से जाँच कर महिंद्रा इलेक्ट्रिक लिमिटेड का भी समर्थन किया है और इसके निष्पादन और असफलता विश्लेषण रिपोर्ट भी उन्हें उपलब्ध कराए हैं। चुंबकीय सामग्री समूह में, होर्स मोटर्स के सहयोग से 24V, 35W प्रोटोटाइप ब्रश डीसी मोटर का निर्माण किया गया, जिसमें स्वदेशी रूप से विकसित Fe-P मिश्रधातु का इस्तेमाल किया गया है जो व्यावसायिक रूप से उपलब्ध सी-स्टील मोटर की तुलना में बेहतर उत्पादन सामर्थ्य और टोक दर्शाता है। आवर्तित्र के निष्पादन विश्लेषण के लिए, केंद्र ने धातुकीय जांच करने में लुकास टीवीएस तकनीकी की जानकारी भी उपलब्ध करायी है जिसमें एबीबी के लिए चुंबकीय माप गुणों का प्रदर्शन किया गया। ताप विद्युत समूह में, 1.2 लीटर डीजल कार इंजन की विशिष्ट निकास स्थितियों की प्रतिलिपिकारक परीक्षण रिग का डिजाइन और उसका विकास किया गया। प्रायोजित परियोजनाओं द्वारा इन सभी तीन गतिविधियों को क्रियान्वित किया जा रहा है।

उपर्युक्त प्रमुख गतिविधियों में, वर्तमान में विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग के प्रौद्योगिकी अनुसंधान केंद्र (टीआरसी) परियोजना द्वारा वैकल्पिक ऊर्जा सामग्री और प्रणालियों पर कार्यान्वयन किया जा रहा है, जहाँ प्रौद्योगिकी और उत्पादों में इन शोध परिणामों का अंतरण मुख्य फोकस है। उपर्युक्त के अतिरिक्त, टीआरसी परियोजना के अंतर्गत दो और नई गतिविधियाँ भी शुरू की गई हैं, जैसे ऊर्जा भंडारण अनुप्रयोग के लिए सोडियम आयन बैटरी और उच्च ऊर्जा कुशल के लिए चुंबक-कैलोरीमेट्रिक सामग्री और पर्यावरण के अनुकूल कमरा तापमान चुंबकीय प्रशीतन प्रौद्योगिकी, और इसका उद्देश्य भविष्य में इन सामग्री प्रौद्योगिकी पर कार्य करना है।

गत वर्ष के दौरान, केंद्र ने कई नई सुविधाएं स्थापित की हैं जैसे: पाउच सेल निर्माण लाइन, चिपकने वाला-पील सामर्थ्य परीक्षक, कार्ल-फिशर टिटेटेशन प्रणाली, एफई एसईएम, एफटी आईआर, संभावित सीबैंक माइक्रोप्रोब, और माइक्रोवेब संश्लेषक।

## विकसित उत्पाद



एलआईवी मॉड्यूल



मोटर



अल्टरनेटर



टीईजी परीक्षण रिग

# इलेक्ट्रिक वाहनों के अनुप्रयोगों के लिए लिथियम आयन बैटरी : $\text{LiFePO}_4$ / ग्रेफाइट प्रोटोटाइप मॉड्यूल और परीक्षण का संयोजन

आर. प्रकाश

rprakash@arci.res.in

लिथियम-ऑयन बैटरी (एलआईबी) सबसे अधिक विश्वसनीय इलेक्ट्रोकेमिकल भंडारण प्रौद्योगिकियों में से एक हैं, जिसका उपयोग परिवहन के लिए पारंपरिक जीवाश्म ईंधन के विकल्प के तौर पर करने के साथ ही सौर तथा पवन ऊर्जा आदि जैसे अक्षय ऊर्जा स्रोतों के माध्यम से सृजित ऊर्जा के प्रभावी भंडारण के लिए भी किया जाता है। भले ही लिथियम ऑयन बैटरियों ने उपभोक्ता इलेक्ट्रॉनिक बाजारों में अग्रणी स्थान हासिल किया हो, फिर भी इलेक्ट्रिक वाहनों संबंधी अनुप्रयोगों के लिए, अभी भी अपने अपर्याप्त ऊर्जा घनत्व और बिजली घनत्व के कारण इनका दायरा सीमित ही है। इसके अलावा, विद्युत गतिशीलता संबंधी अनुप्रयोगों की आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए अधिक सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए लिथियम ऑयन बैटरियों अत्यंत आवश्यक हैं।

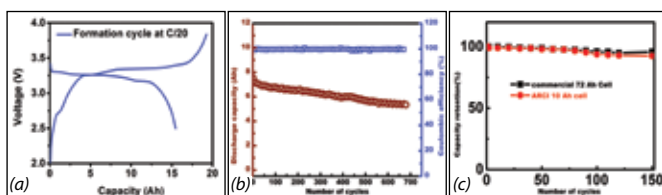
हाल ही में, हुलिकवल इलेक्ट्रो इंडिया ने 48 वॉल्ट और 10 एम्पियर प्रति घंटा (48V-200Ah) की क्षमता वाली लिथियम ऑयन बैटरी पर चलने वाली बिजली आधारित साइकिल पेश की है। यह साइकिल, एक बार बैटरी चार्ज करने के बाद 25 किलो मीटर तक चलती है और 48 वॉल्ट तथा 10 एम्पियर प्रति घंटा (48V-200Ah) लिथियम ऑयन बैटरी पैक से युक्त महिंद्रा रेवा की ई2ओ कार एक बार बैटरी चार्ज करने पर 80 किलो मीटर तक चलती है। इन दोनों वाहनों में उपयोग की जाने वाली लिथियम ऑयन बैटरियाँ आयातित हैं, जिनमें महँगे कल-पुर्जों (काम्पोनेंट्स) का उपयोग किया गया है। इन लिथियम ऑयन बैटरियों के सेल/मॉड्यूल के विकास के लिए मेक-इन-इंडिया दृष्टिकोण अपेक्षित हैं, जिससे इनकी कीमत लगभग 20 प्रतिशत कम हो सकती है। इस मामले में 'मेक इन इंडिया' दृष्टिकोण को सफल बनाने के उद्देश्य से इस केंद्र ने 80 एम्पियर प्रति घंटा क्षमता वाले बृहद आकार वाले लिथियम ऑयन सेल के निर्माण हेतु लिथियम ऑयन बैटरी की एक पथदर्शी परियोजना की स्थापना करने के साथ ही लिथियम ऑयन सेल/ मॉड्यूल पैक परीक्षण सुविधा की भी स्थापना की है। संस्थान के सेंटर फॉर ऑटोमोटिव एनर्जी मटेरियल्स (सीईईएम), वर्तमान में ई-साइकिल अनुप्रयोगों के लिए लिथियम ऑयन फॉस्फेट ( $\text{LiFePO}_4$ ) और ग्रेफाइट इलेक्ट्रोड के साथ 48 वॉल्ट और 10 एम्पियर प्रति घंटा वाली एक प्रोटोटाइप लिथियम ऑयन बैटरी मॉड्यूल विकसित करने का प्रयास भी कर रही हैं।

सबसे पहले कॉमा कोटिंग तकनीक के माध्यम से लिथियम ऑयन फॉस्फेट ( $\text{LiFePO}_4$ ) कैथोड और ग्रेफाइट एनोड (11-17 मिली ग्राम/ प्रति वर्ग सेंटी मीटर में भरी हुई सक्रिय सामग्री) तैयार की गई। इलेक्ट्रोडों को सिलेंडरिंग प्रक्रिया के माध्यम से समान मोटाई और सरंघता (यूनिफॉर्म थिरनेस एंड पोरोसिटी) के लिए घनीभूत (डेंसिफाइड) किया गया और बाद में उन्हें स्लीटिंग प्रक्रिया के माध्यम से आवश्यक आकार में काट दिया गया। इन इलेक्ट्रोडों की अण्डाकार वाइडिंग को प्रिन्मीय जैली रोल बनाने के लिए विभाजक की सहायता से सामग्री के बीचोंबीच स्थापित किया गया। इसके बाद उनके दोनों छोर विद्युत संग्राहकों से जोड़े गए जैली रोलों को टर्मिनल कनेक्शनों के साथ प्रिज़म आकार के एक कंटेनर में सील बंद किया गया। इलेक्ट्रोलाइट लिथियम हेक्सा (फ्लोरो फॉस्फेट ईसी:डीएमसी:ईएमसी) निर्वात स्थिति में फिल पोर्ट के माध्यम से सेल के भीतर इंजेक्ट किया गया और संतुलित वॉल्टेज प्राप्त होने तक इसे भिगोने के लिए

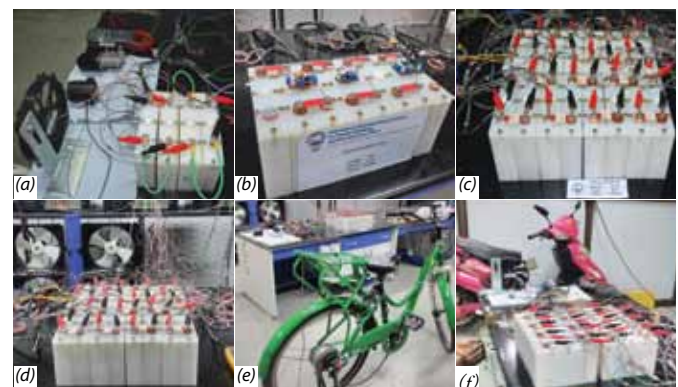
रखा गया। सी/ 20 पर बहु-चरणीय गठन चक्र के बाद, सेल ने 23 डिग्री सेल्सियस पर निर्बाध विद्युत धारा वोल्टेज मोड के भीतर सी/3 पर 2.7 और 3.65 वोल्ट के दायरे में 11 से 12 एम्पियर प्रति घंटा की प्रतिवर्ती क्षमता का प्रदर्शन किया। 1 सी प्रभारण/ निस्सरण (चार्ज/डिस्चार्ज) दर पर सेल ने 8 एम्पियर प्रति घंटा की प्रारंभिक निस्सरण क्षमता और लगभग 99 कोलम्बिक प्रभावशीलता के साथ 700 चक्रों के बाद 75% से भी अधिक प्रतिघरण (रिटैन्शन) क्षमता का प्रदर्शन किया (चित्र 1 बी)। 1 सी दर पर प्रोटोटाइप सेल की प्रतिघरण क्षमता व्यवहार लगभग एक वाणिज्यिक लिथियम ऑयन सेल (चित्र 1 बी) के बराबर पाया गया। 12 वॉल्ट, 10 एम्पियर प्रति घंटा (120 वॉट प्रति घंटा), 24 वॉल्ट, 10 एम्पियर प्रति घंटा (240 वॉट प्रति घंटा) तथा 48 वॉल्ट, 10 एम्पियर प्रति घंटा (480 वॉट प्रति घंटा) के प्रोटोटाइप मॉड्यूलों को संयोजित किया गया और उनका प्रदर्शन मूल्यांकन समुचित भार के आधार पर किया गया ( चित्र क्र. 2, तालिका 1)। कुल 15 चक्रों तक भार के अनुसार साथ चार्ज/डिस्चार्ज ट्रायल लिये गये और 15 चक्रों के बाद निरीक्षित की गई रिटैशन क्षमता 98% से अधिक (> 98%) रही। फिलहाल 1000 चक्रों (साइकल) के बाद 1 सी पर प्रतिघरण क्षमता के चक्रों की दर 85% से अधिक (>85%) के स्तर पर बनाई रखने के लिए सुधार के प्रयास किये जा रहे हैं।

तालिका 1. विभिन्न समुचित भार पर प्रोटोटाइप बैटरी पैक का मूल्यांकन

बैटरी मॉड्यूल	भार	विनिर्देश	चलने का समय
120 Wh	डीसी मोटर	12V, 1A	9h 20 min @ 950 rpm
	रेडिएटर फैन	12V, 0.5A	18h @ 1500 rpm
	वाइपर मोटर	12V, 0.1A	80 h @ 50 rpm
240 Wh	डीसी मोटर	24V, 3A	3h 10 min @ 5300 rpm
	सिरीज़ में लगाए 2 रेडिएटर फैन	24V, 6A	1h 20 min @ 1500 rpm
	सिरीज़ में लगाए गए 2 तथा समांतर लगाए गए 2 फैन	24V, 12A	40 min @ 1500 rpm
480 Wh	ई-स्कूटर	48V, 2A (कोई भार नहीं)	5h @ 28 km/h
	ई-साइकिल	48V, 0.8A (कोई भार नहीं)	10h @ 26 km/h
	सिरीज़ में लगाए गए 4 रेडिएटर फैन	48V, 6A	1h 20 min @ 1500 rpm



चित्र 1 (क) चक्र की सुष्टि और (ख) एआरसीआई के सेल की चक्रण क्षमता (ग) एआरसीआई और वाणिज्यिक सेल के बीच 1 सी दर पर कार्यप्रदर्शन की तुलना।



चित्र 2. (क) 120 वॉट प्रति घंटा (ख) 240 वॉट प्रति घंटा (ग) 480 वॉट प्रति घंटा बैटरी मॉड्यूल और विभिन्न भार के अनुसार इन सभी का प्रदर्शन (घ) रेडिएटर फैन (च) आ-साइकल (छ) ई-स्कूटर

योगदानकर्ता: एल बाबू, के षण्मुगम, ए शिवराज, एस. जान., टी. पी. सारंगन, एस. आर. साहू, आर. वल्लभ राव, के. कुमारी, एस. वासु, पी. लक्ष्मण मणि कांता और आर. गोपालन

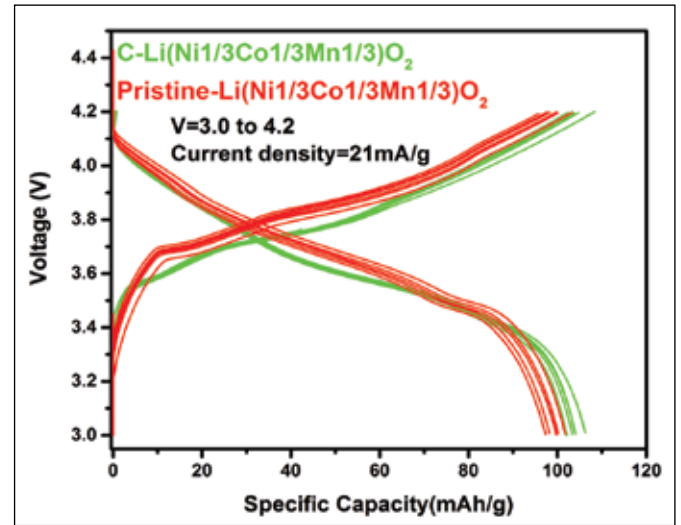
## कैथोड सामग्री के रूप में आंतरिक विकसित कार्बन लेपित $\text{LiNi}_{1-x-y}\text{Co}_x\text{Mn}_y\text{O}_2$ का उपयोग कर लिथियम ऑयन पाउच सैल का निर्माण

एम बी सहाना

sahanamb@arci.res.in

$\text{LiNi}_{1-x-y}\text{Co}_x\text{Mn}_y\text{O}_2$  (NMC) व्युत्पन्न एक आशाजनक कैथोड सामग्री है जिसका उपयोग विद्युत वाहन अनुप्रयोगों के लिए, कई वाणिज्यिक लिथियम आयन बैटरी में किया जाता है। यद्यपि, सतही गिरावट के कारण, जब इसे उच्च कटऑफ वॉल्टेज में चार्ज किया जाता है, तब यह एनएमसी कैथोड रसायन के साथ लिथियम ऑयन बैटरी केवल 4.2 वोल्ट तक ही चार्ज होती है। सतही गिरावट को कम करने के प्रयास में, हमने एनएमसी के इन-सीटू कार्बन विलेपन की एक नई पद्धति विकसित की है जिसमें यह देखा गया है कि सीआर 2032 लिथियम ऑयन मुद्र बैटरी में चक्रीय स्थिरता की वृद्धि हुई है। यद्यपि, कैथोड सामग्री के विद्युत रासायनिक गुण भी विभिन्न विद्युत निर्माण मापदंडों पर निर्भर करती है जैसे- इलेक्ट्रोड विलेपन की मोटाई, छिद्र, सक्रिय सामग्री का अनुपात: बांधने की मशीन: ब्लैक कार्बन। इलेक्ट्रोड की संरचना गुणवत्ता संबंधित जांच करने के लिए, पूर्ण सैल को तैयार करना आवश्यक है। इस संबंध में, हमने एक पाउच सैल निर्माण लाइन स्थापित की है, जिसमें ~ 1Ah की क्षमता वाले सैलों को इकट्ठा करने की क्षमता थी। पाउच सैल निर्माण लाइन एआरसीआई के सीईईएम में स्थापित है जो सैल निर्माण पैरामीटर को अनुकूलन के लिए इनपुट देने के लिए प्रमुख भूमिका निभाएगी। जिसके तहत, बड़े पैमाने पर बैटरी का उत्पादन किया जाएगा। पाउच सैल के निर्माण में शामिल हैं: (i) इलेक्ट्रोड घोल की तैयारी (ii) इलेक्ट्रोड विलेपन (iii) सुखाना और कैलेंड्रिंग (iv) इलेक्ट्रोड की कटाई (v) स्टैकिंग (vi) वेलिंग टैब (vii) पाउच कप का निर्माण (viii) पाउच कप को तीन तरफ से बंद करना (ix) इलेक्ट्रोलाइट भर कर बंद करना (x) निर्माण, दुबारा गैस भरकर अंतिम बंद करना। चित्र.1 पाउच सैल के साथ पाउच सैल निर्माण लाइन दर्शाता है जिसमें आंतरिक विकसित कार्बन लेपित एनएमसी एवं

वाणिज्यिक ग्रेफाइट का उपयोग किया गया है और विद्युत रसायनिक विलक्षण पर कार्य किया जा रहा है। पूर्ण सैल के चक्रीय चार्जिंग/डिस्चार्जिंग घटकों का प्रारंभिक परिणाम चित्र 2 में दर्शाया गया है। सी/एनएमसी का उपयोग कर पूर्ण सैल की विशिष्ट क्षमता को तैयार किया गया है जो यह दर्शाता है कि प्राचीन एनएमसी की तुलना में यह अधिक मूल्यवान है और चक्रीय स्थिरता का जांच कार्य प्रगति पर है।



चित्र 2: ग्रेफाइट के  $\text{LiNi}_{1-x-y}\text{Co}_x\text{Mn}_y\text{O}_2$  एवं  $\text{C-LiNi}_{1-x-y}\text{Co}_x\text{Mn}_y\text{O}_2$  की चार्ज-डिस्चार्ज प्रोफाइल।



चित्र.1 पाउच सैल निर्माण लाइन

# ग्रिड/ ग्रिड विरहित संग्रहण अनुप्रयोगों के लिए अल्प दर वाली रिचार्ज योग्य सोडियम ऑयन बैटरी का विकास

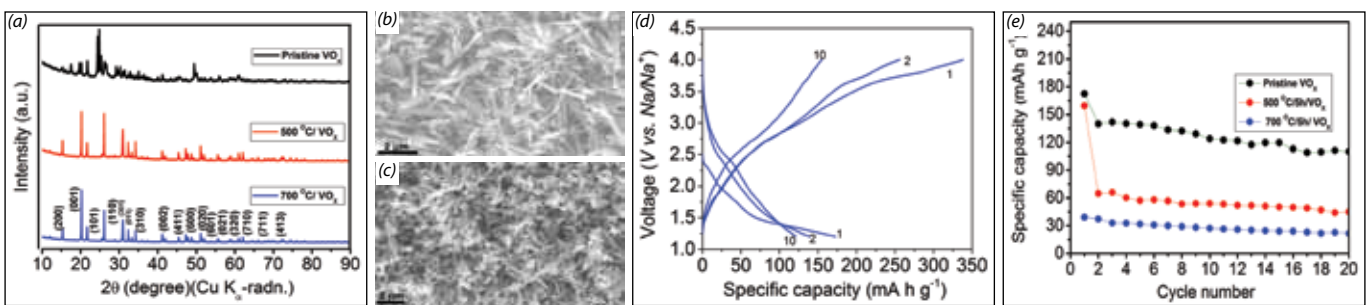
विजोय कुमार दास

bijoydas@project.arci.res.in

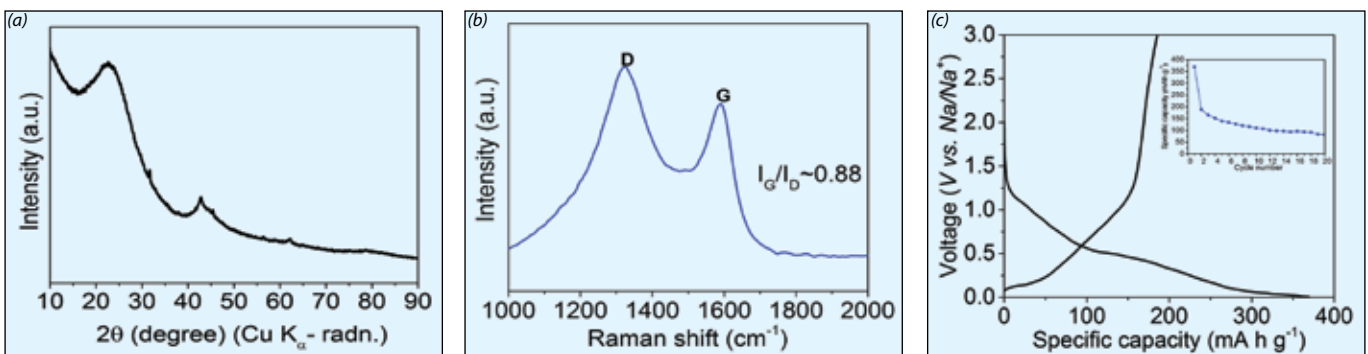
ऊर्जा की बढ़ती माँग को पूरा करने के लिए सौर ऊर्जा और पवन ऊर्जा जैसे नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों को जीवाश्म ईंधन, विकल्प के रूप में तेज़ी से फल-फूल रहे हैं। हालाँकि नवीकरणीय ऊर्जा के इन संसाधनों के बड़े पैमाने पर प्रभावी कार्यान्वयन के लिए कम खर्चीली और अच्च प्रभावी ऊर्जा संग्रहण प्रणालियों की आवश्यकता है। वर्तमान में मौजूद संग्रहण प्रणालियों में बड़े पैमाने पर ऊर्जा का संग्रहण करने के लिए बैटरियाँ ही एक मात्र सबसे महत्वपूर्ण और प्रभावी प्रौद्योगिकी के रूप में उपलब्ध हैं। लिथियम ऑयन बैटरी (एलबीआईएस) पूरी तरह से विकसित और परिपक्व संग्रहण प्रणाली के रूप में उभरकर सामने आयी हैं और नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों से सृजित ऊर्जा का संग्रहण करने में यह काफी हद तक समक्ष हैं। हालाँकि वर्तमान में उपलब्ध अन्य रिचार्जिंग बैटरियों की तुलना में उनकी लागत प्रति वॉट-घंटा लगभग 4-5 गुना अधिक है। इसके अतिरिक्त लिथियम का एक सीमित स्रोत, इन बैटरियों की ऊँची कीमत रहने का प्रमुख कारण है। सोडियम-ऑयन बैटरी (एनआईबीएस) कमरे के सामान्य तापमान के अनुकूल रहने के साथ ही सुलभ उपलब्धता और लिथियम ऑयन बैटरी के समान संग्रहण प्रणाली के अतिरिक्त काफी कम खर्चीली होने के कारण बड़े पैमाने पर ग्रिड ऊर्जा संग्रहण की ज़रूरत की पूर्ति करने के लिए एक बेहतर विकल्प साबित हो सकती हैं। जहाँ तक सोडियम सल्फर बैटरियों की बात है, इन बैटरियों का वाणिज्यिक तौर पर प्रदर्शन किया जा चुका है, हालाँकि उच्च तापमान (300-350° सेल्सियस) पर कार्य संचालन के दौरान तरल सोडियम सल्फर सुरक्षा की दृष्टि से खतरनाक होने की संभावना अधिक है। पिछले कुछ वर्षों से लिथियम ऑयन बैटरी के समान परफार्मेंस की क्षमता से युक्त इलेक्ट्रोड सामग्री के विकास की दिशा में पिछले कुछ वर्षों से अनुसंधानों में तेज़ी लायी गई है, ताकि कमरे के सामान्य तापमान पर कार्य करने में सक्षम और कम खर्चीली सोडियम ऑयन

बैटरियों का विकास किया जा सके। फोटोटाइप सोडियम ऑयन बैटरियों का सफल प्रदर्शन इलेक्ट्रोड और इलेक्ट्रोलाइट जैसी महत्वपूर्ण सामग्री के चयन पर निर्भर करता है।

इस लक्ष्य को हासिल करने के लिए उच्च ऊर्जा घनत्व कैथोड सामग्रियों तथा वैनाडियम ऑक्साइड (VO<sub>x</sub>) (2 ≤ x ≤ 2.5) का निर्माण वैनाडियम-काम्प्लेक्स के एक चरणीय ताप प्रक्रिया के माध्यम से वियोजन कर किया गया, जिसके बाद हवा से युक्त वातावरण में 500° सेल्सियस और 700° सेल्सियस कैल्शियनेशन किया गया। चित्र क्र. 1 में एक्स रे डिफ्रैक्शन पैटर्न (एक्सआरडी), स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी (एसईएम) की छवियाँ (ए-सी) तथा प्रिस्टाइन (V<sub>4</sub>+ / V<sub>5</sub>+ का मिश्रित चरण) की सोडियम आयोन रिएक्टिविटी तथा कैल्शियनेड VO<sub>x</sub> की तस्वीरें दिखाई गई हैं। 500 तथा 700 डिग्री सेल्सियस के तापमान पर प्रिस्टाइन VO<sub>x</sub> ने mAh g<sup>-1</sup> की उच्च प्रथमिक क्षमता का प्रदर्शन किया, जिसकी तुलना में कैल्शियनेटेड VO<sub>x</sub> ने क्रमशः 160 तथा 40 mAh g<sup>-1</sup> की क्षमता का प्रदर्शन किया। (चित्र 1डी-ई)। हालाँकि प्रिस्टाइन VO<sub>x</sub> ने फॉर्मर केस में बेहतर इलेक्ट्रॉनिक कंडक्टिविटी की अपनी क्षमता के कारण कैल्शियनेटेड VO<sub>x</sub> की तुलना में बेहतर प्रतिधारण क्षमता का प्रदर्शन किया। निगेटिव इलेक्ट्रोड सामग्री के रूप में निष्क्रिय वातावरण में ग्लूकोज के संशोधित पायरोलिसिस के माध्यम से ठोस कार्बन (एचसी) तैयार किया गया। चित्र क्र. 2 में ठोस कार्बन के एक्सआरडी पैटर्न, रामन स्पेक्ट्रम (ए-बी) तथा सोडियम आयोन रिएक्टिविटी (सी) को दर्शाया गया है। हालाँकि चक्रों की संख्या में क्षमता की अवनति का पता चला। स्थिर चक्रण कार्यक्षमता प्राप्त करने के लिए ठोस कार्बन के सतही क्षेत्र के इष्टतमीकरण और सरंघता अत्यंत आवश्यक है और इस बारे में कार्य अभी जारी है।



चित्र क्र. 1 : (ए) एक्सआरडी पैटर्न (बी, सी), स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी की तस्वीरें, (डी) गैल्वानोस्टैट डिस्चार्ज / चार्ज चक्रण और (ई) क्षमता बनाम प्रिस्टाइन और कैल्शियनेटेड VO<sub>x</sub> के चक्रों का खंड. वॉल्टेज दायरा : 1.2-4.0V बनाम सोडियम/सोडियम<sup>+</sup>, विद्युत प्रवाह : सी/10 ओज (1सी = 170 mA g<sup>-1</sup>)



चित्र 2 : ग्लूकोज से उत्पन्न ठोस कार्बन (इनसेट : क्षमता बनाम चक्रण संख्या) के (ए) एक्सआरडी पैटर्न, (बी) रामन स्पेक्ट्रम और (सी) गैल्वानोस्टैटिक डिस्चार्ज / चार्ज चक्रण खंड. वॉल्टेज दायरा : 0.05-3.0 वोल्ट बनाम सोडियम / सोडियम<sup>+</sup> ; विद्युत प्रवाह : सी/10 दर (1 सी = 372 मोगा एम्पीयर g<sup>-1</sup>)

योगदानकर्ता : वीवीएन फणिकुमार, पी. लक्ष्मण मणिकांता, एम. वैकटेश, आर. प्रकाश, आर. गोपालन

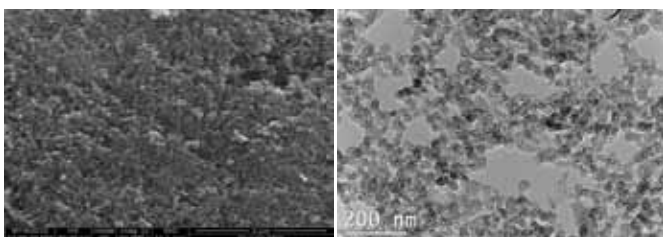
## सिंगल वाल्ड कार्बन नैनोहॉर्न्स से ग्राफीन का अभिनव संश्लेषण

सुमित रंजन साहू

sumitranjansahu@project.arci.res.in

ग्राफीन मुख्य रूप से दो कोणीय (2डी) सामग्री के रूप में पाया जाता है, जिसमें अद्भुत भौतिक, यांत्रिकी (मैकेनिकल) और विद्युतीय गुण देखे जाते हैं और यह मेटल नैनो पार्टिकल्स सपोर्ट, गैस संग्रहण, बिद्युतीय तैप ऊर्जा संग्रहण, कैपेसिटर आदि जैसे विभिन्न अनुप्रयोगों के लिए इसका इस्तेमाल किया जाता है। ग्राफीन के गुण इसको बनाने की पद्धति पर निर्भर करते हैं। आम तौर पर ग्राफीन ग्रैफाइट को भूसी में तब्दील कर, द्रव चरणीय (लिविचड फेज़) के माध्यम से भूसी कर, रासायनिक भॉप का संग्रहण कर तथा रासायनिक ह्रास के माध्यम से तैयार किया जाता है। हालाँकि एकल कोणीय (1डी) कार्बन नैनो ट्यूब (सीएनटी) अथवा शून्य कोणीय (0डी) एकल बाधा कार्बन नैनोहॉर्न्स (एसडब्ल्यूसीएनएचएस) से ग्रोफाइन का संश्लेषण काफी कठिन होता है और इसमें उच्च ऊर्जा युक्त बहु कार्बन-कार्बन (सी-सी) बंधों का विभाजन शामिल होता है। हालाँकि ग्राफीन नैनो रिबन की प्राप्ति रासायनिक, प्लाज्मा इचिंग, विद्युतीयरासायनिक और लेज़र विकीरण पद्धति के माध्यम से सीएनटी को बंधमुक्त कर की जाती है। हमने एकल बाधा कार्बन नैनोहॉर्न्स से सी-सी के बंधों को रासायनिक प्रक्रिया से भंग कर संश्लेषित किया। 760 Torr दबाव पर एआरसी डिस्चार्ज पद्धति के भीतर एकल बाधा (सिंगल वाल्ड) कार्बन नैनोहॉर्न्स तैयार किये गये। कार्बन नैनो ट्यूब्स की संरचना के विपरीत कोण एंगल पर ज्यामितीय अवरोध के कारण एकल बाधा (सिंगल वाल्ड) कार्बन नैनोहॉर्न्स से मुख्य रूप से (~2-3 मिमि के व्यास, ~80 न्यूटॉन मीटर के कुल व्यास योग) कार्बन नैनोहॉर्न्स की शंक्वाकार संरचनाएँ तैयार हुईं। (चित्र 1 ए-बी)।

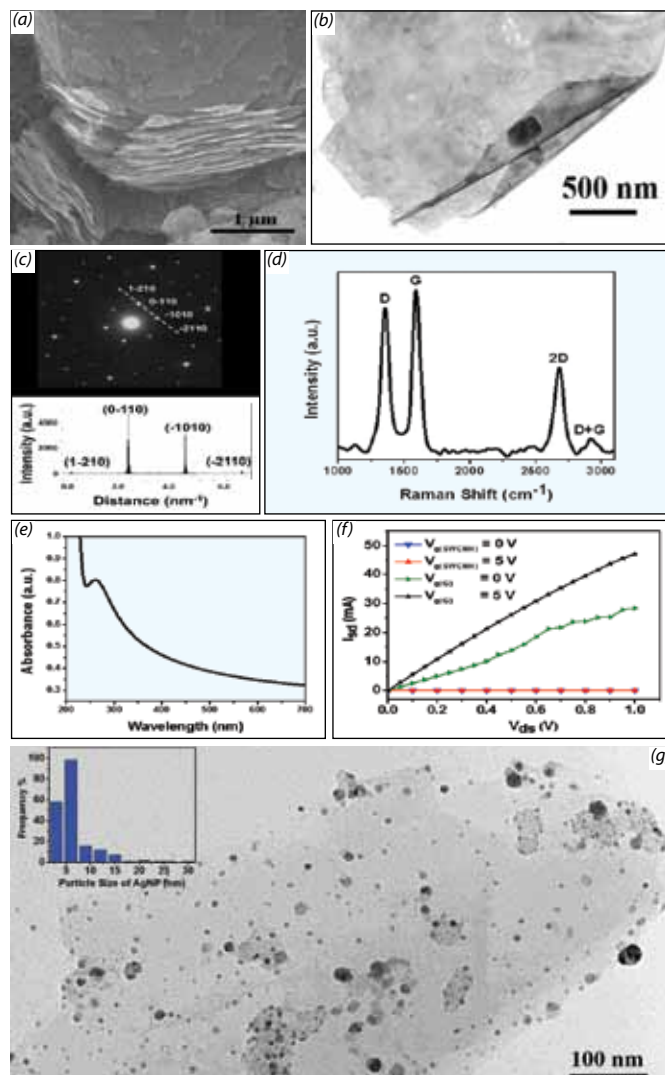
एकल बाधा (सिंगल वाल्ड) कार्बन नैनोहॉर्न्स की हाईड्रोजन पेरोक्साइड (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) के साथ 100 डिग्री सेल्सियस पर 10 मिनट तक उच्च अनुवर्ती (हाई वोल्टेज) अभिक्रिया के बाद ग्राफीन शीट्स के क्रमबद्ध ढेर पाए गए। एक-दूसरे की ऊपरी सतह पर पड़े हुए अर्ध पारदर्शी और करीब 2µm (माइक्रो मीटर) मोटाई वाले ग्राफीन से युक्त घुंघराली परतों वाले क्रमबद्ध ढेर पाए गए, जिनमें औसत 3x3 माइक्रो मीटर विस्तार वाली परतें पाई गईं (चित्र 2 ए)। ट्रान्समिशन इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी (टीईएम) ग्रीड के माध्यम से निरीक्षण के दौरान विभिन्न स्थानों पर ग्राफीन की अर्ध पारदर्शी परतें पाई गईं। एसईडी पैटर्न विश्लेषण के माध्यम से एकल परत वाले ग्राफीन की पहचान की गई। जालीदार स्वरूप के भीतर अंतर की गणना क्रमशः {1100} और {2110} (2.14 S एवं 1.25 S) पाई गईं और घनत्व का अनुपात I<sub>{1100}</sub>/I<sub>{2110}</sub> तक पाया गया, जो चित्र क्र. 2 सी में दर्शाया गया है, जो स्पष्ट करता है कि ग्राफीन शीट एकल परतों की हैं। रामन स्पेक्ट्रम क्रमशः 1355 सेंमी<sup>-1</sup> तथा 1591 सेंमी<sup>-1</sup> पर क्रमशः डी और ई का स्वरूप स्पष्ट करता है (चित्र 2 डी)। ID/IG का अनुपात ~0.88 तक लगाया गया। ~2680 सेंमी<sup>-1</sup> पर 2डी ढेर के शिखर का तेज़ स्वरूप दर्शाता है कि ग्राफीन की एकल परत ही है। ग्राफीन के सी=सी बंध 261 नैनो मीटर पर ग्राफीन की उन्नत चोटियाँ π→π\* तक



चित्र 1 (ए) एकल बाधा कार्बन नैनोहॉर्न्स की (ए) एसईएम तथा (बी) एचआरटीईएम तस्वीरें

का अनुकूलन दर्शाती हैं (चित्र 2ई)। तैयार की गई ग्राफीन शीटों और एकल बाधा कार्बन नैनोहॉर्न्स के विद्युतीय विशेषताओं का अध्ययन इंटर डिजिटेटेड एरी इलेक्ट्रोड उपकरण में किया गया। ग्राफीन शीटों का I<sub>sd</sub> मूल्य दिये गए गेट वॉल्टेज पर एकल बाधा कार्बन नैनोहॉर्न्स की तुलना में कीन गुना अधिक पाया गया (चित्र 2 एफ)।

एकल बाधा कार्बन नैनोहॉर्न्स से ग्राफीन के संश्लेषण की इस अभिनव पद्धति से बहु कार्यात्मक अनुप्रयोगों के लिए ग्राफीन आधारित मिश्र सामग्री के आसान संश्लेषण के रास्ते खुल गए हैं। एक इसी प्रकार का अनुप्रयोग ग्राफीन-चांदी नैनो पार्टिकल (G-AgNP) मिश्रण का संश्लेषण इस पद्धति से सफलतापूर्वक किया गया। G-AgNP मिश्रण ने ग्राफीन शीट पर चांदी के नैनो पार्टिकलों (काले धब्बों) का 6±2 नैनो मीटर तक प्रसार दर्शाया (चित्र क्र. 2जी)। इस मिश्रण का उपयोग विद्युत उत्प्रेकों, इलेक्ट्रोडों, नैनो इलेक्ट्रॉनिक्स, सेंसरों तथा जैव चिकित्सकीय अनुप्रयोगों में किया गया है।



चित्र 2 : एकल बाधा (सिंगल वाल्ड) कार्बन नैनोहॉर्न्स से ग्राफाइन. (ए) एसईएम तस्वीर (बी) एसईडी पैटर्न (सी) रामन संरचना (डी) रामन संरचना (ई) यूवी ड्रश्य स्पेक्ट्रम (एफ) आई-वी गुण विशेषताएँ (जी) G-AgNP मिश्रण की टीईएम तस्वीर (कणों के आकार का छितराव इन्सेट में)।

# लिथियम ऑयन बैटरियों के लिए SS एंड Al अलॉय आवरण की लेज़र वेल्डिंग

वल्लभ राव रिक्का

vallabha.rao@project.arci.res.in

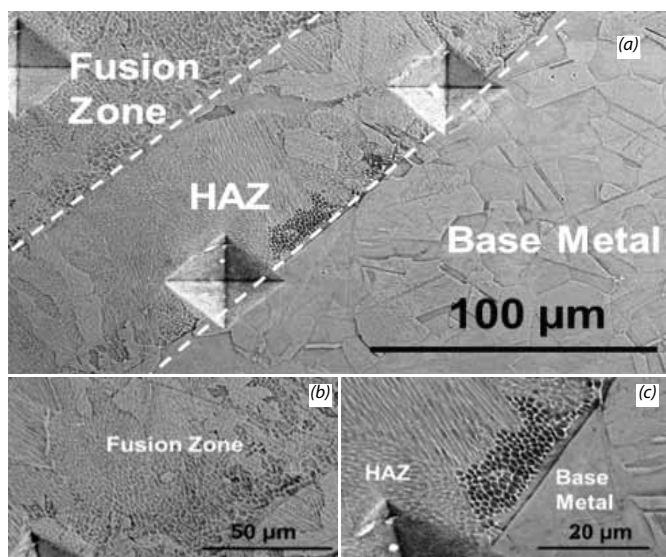
लिथियम-ऑयन बैटरी (LIBs) अपने उच्च ऊर्जा घनत्व, उच्च विशिष्ट सामर्थ्य और लंबे चक्र जीवन के कारण, इलेक्ट्रिक वाहनों (ईवीएस) के लिए अति आशाजनक ऊर्जा स्रोतों के रूप में उभरी हैं। लिथियम-ऑयन बैटरी निर्माण प्रक्रिया में विभिन्न घटकों का समावेश है। विद्युत रासायनिक प्रणाली का निर्माण करने में इलेक्ट्रोलाइट के इंजेक्शन के बाद विभाजक के साथ इलेक्ट्रोड (कैथोड और एनोड) को भी क्षति पहुँचती है। इलेक्ट्रोलाइट और अन्य सेल घटकों की प्रतिक्रियाशील प्रकृति के कारण, लिथियम-ऑयन बैटरी के सभी घटकों को इकट्ठा करने के बाद, संमुद्रित आवरण (कर सकते हैं/कंटेनर) में मिला दिए जाते हैं। आमतौर पर, बैटरी आवरण सामग्री तनावरहित स्टील, निक्कल आवरित हल्के स्टील, एल्यूमीनियम एवं उसके मिश्रधातु से बनी होती है। कम घनत्व और हल्के वजन के कारण, ईवी बैटरियों के मामले में एल्यूमिनियम मिश्रधातु को अन्य सामग्रियों से अधिक महत्व दिया जाता है। फिर भी, कठोर परिस्थितियों और सुरक्षा के आवश्यकतानुसार, दीर्घकाल तक संचालित करने के लिए, स्टेनलेस स्टील को भी बैटरी आवरण के लिए शामिल किया जाता है। लेजर वेल्डिंग प्रक्रिया में कई फायदे हैं जैसे - उच्च वेल्डिंग गति, निरंतर वेल्डिंग करने की गुणवत्ता, असमान सामग्री को वेल्ड करने की क्षमता, और कम गर्मी इनपुट के साथ सटीक वेल्ड।

यहाँ, हमने लिथियम-ऑयन बैटरी आवरण के लिए एनडीआईएजी पल्स लेजर वेल्डिंग का उपयोग करते हुए तनावरहित इस्पात (एसएस) 316 एल और एल्यूमीनियम (Al) 3003 मिश्रधातु की जांच की है। 0.5 SS316Al (0.5 मिमी, 1 मिमी) और SS3003 (1 मिमी, 2 मिमी) मोटी प्लेटों की लेजर वेल्डिंग करने के लिए, सबसे पहले वेल्ड मापदंडों को अनुकूलित कर मोटी प्लेट को वेल्ड किया गया। अंतराफलक एचएजेड (चित्र 1) के समीप, ताप प्रभावित क्षेत्र (HAZ) में संभावित मार्टेंसाइट और मार्टेंसाइट के आंशिक सटिक के निर्माण लेजर वेल्डिंग प्रक्रिया के परिणाम है। एसएस316एल वेल्ड नमूना संलयन क्षेत्र की सूक्ष्म संरचना में बारिक सेलुलर अणु होते हैं जिसमें परिणामस्वरूप स्पंदित

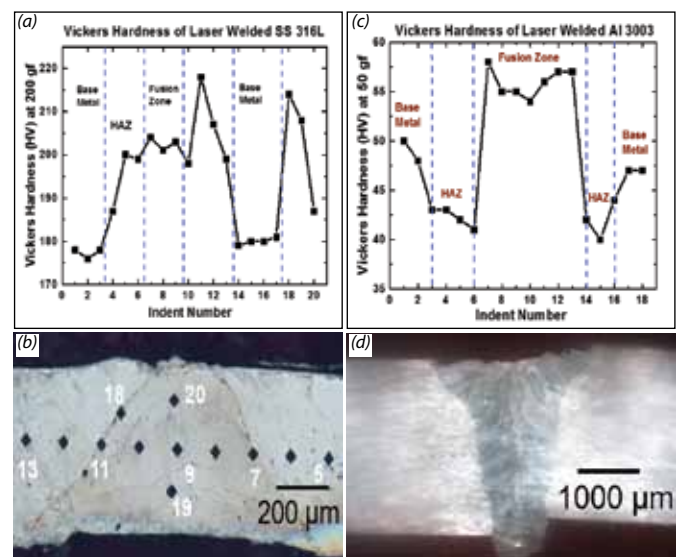
लेजर वेल्डिंग प्रक्रिया के लिए उसमें सामान्य उष्म एवं कठोर स्थिरता निहित होती है। एचएजेड (HAZ) स्तंभ-अणु वृद्धि को ठोस-तरल सीमा तक लगभग सीधा दर्शाते हैं और क्रमशः कठोरता प्रोफाइल और एसएस316एल (0.5 मिमी) और Al3003 (2 मिमी) की ऑप्टिकल प्रतिबिंब मोटी वेल्डित शीट चित्र 2 दर्शाते हैं। एचएजेड में SS316Al और Al 3003 की कठोरता मान एचवी 200 और एचवी 40 हैं। लेजर वेल्डित एल 3003 का कठोर आचरण यह दर्शाता है कि एचएजेड में पृथक नरमी है और संलयन क्षेत्र की (एचवी 54-58) कठोरता में वृद्धि हुई है।

एचएजेड में कठोरता की कमी Al 3003 मिश्रधातु की प्रकृति से संबंधित है। महीन अणु संरचना के कारण, SS316Al की संलयन क्षेत्र की कठोरता Al3003 से अधिक है। एल और एसएस बेलनाकार डिब्बों को जोड़ने के लिए अनुकूलित मापदंडों का उपयोग किया गया। SS316Al और Al3003 वेल्ड बेलनाकार आवरण के अरिसाव परीक्षण यह दर्शाते हैं कि वे < 4.4 x 10<sup>-9</sup> mbar l/s की दर से नहीं रिसते (लीक) हैं। वेल्डिंग (चित्र 3) की गुणवत्ता का पता लगाने के लिए लेजर वेल्डित SS316Al और Al3003 बेलनाकार बैटरी आवरण पर एक्स-रे 3 डी कंप्यूटेड टोमोग्राफी को स्कैन किया गया। स्कैन यह दर्शाते हैं कि एसएस316एल और एल 003 दोनों के लिए वेल्डिंग अत्यंत कठिनाइयों से प्राप्त की गई। गहरी वेल्डिंग आवरण को सील करने वाले SS316Al लगभग 0.37 मिमी का था, जबकि Al 3003 बैटरी के लिए यह 3.62 मिमी का था।

वेल्ड क्षेत्र में स्पैट्टर अपशिष्ट होने के कारण एसएस316एल की संयुक्त क्षमता Al3300 से अधिक है। यद्यपि, Al3003 के लिए लेजर वेल्डिंग मापदंडों के आशाजनक कार्य चल रहे हैं। जिसमें स्पैटर्स के निशुल्क वेल्ड क्षेत्र का अनुमान लगाया जा सकता है और एल 3,300 संयुक्त क्षमता की वृद्धि की जा सकती है।



चित्र 1. लेजर वेल्डित 0.5 मि.मी. मोटी SS 316L प्लेटों की क्रॉस-सेक्शनल SEM माइक्रो ग्राफ (ए) वेल्डिंग जॉन फ्यूजन क्षेत्र, एचएजेड और बेस मेटल माइक्रो संरचना दिखा रहा है, और (बी) संलयन क्षेत्र के बढ़ते दृश्य (सी) एचएजेड- बेस मेटल इंटरफ़ेस के बढ़ते दृश्य



चित्र 2. लेजर वेल्डित प्लेट्स के वेल्ड क्षेत्र और क्रॉस-आंशिक माइक्रोग्राफ में सूक्ष्म-कठोरता प्रोफाइल। (ए) और (बी) 0.5 मिमी मोटी एसएस316एल प्लेट। (सी) और (डी) 2 मिमी मोटी Al 3,300 प्लेट।

योगदानकर्ता: एस. आर. साहू, आर. बाथे, आर. प्रकाश, जी. पञ्चनाभम और आर. गोपालन

# लिथियम-ऑयन बैटरी के विद्युतरासायनिक निरूपण पर $\text{LiFePO}_4$ और ब्लैक कार्बन के बॉल की पिसाई का प्रभाव

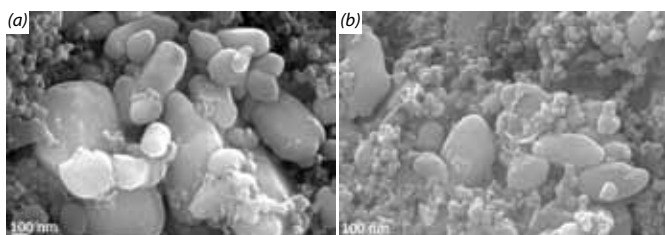
कुमारी कौंडा

kumariarci@gmail.com

लिथियम ऑयन बैटरी (LIBs) का विद्युतरासायनिक निरूपण सक्रिय सामग्री और इसके इंटरफ़ेस निष्पादन पर निर्भर करता है। लिथियम आयन बैटरी की सैद्धांतिक सैल संभावना, क्षमता और ऊर्जा घनत्व सक्रिय सामग्री के आंतरिक गुणों पर निर्भर करती है, जबकि उसके व्यावहारिक मान समान है। इलेक्ट्रोड विलेपन के बाहरी गुणों पर चक्र जीवन निर्भर करता है और इसके विभिन्न घटकों के बीच अंतरापृष्ठ है। इलेक्ट्रोड को विलेपन द्वारा निर्मित किया गया, जिसमें सक्रिय सामग्री, ब्लैक कार्बन और पीवीडीएफ बाइंडर एन-मिथाइल 2-पिरोलिडोन विलायक शामिल है, जिसे डॉक्टर ब्लेड पद्धति द्वारा Al/Cu वर्तमान कलेक्टर से लिया है। बेहतर इलेक्ट्रॉनिक और ईओण चालकता के लिए, यहाँ ब्लैक कार्बन और सक्रिय सामग्री को समान वितरण प्राप्त करना एक चुनौतीपूर्ण कार्य है।

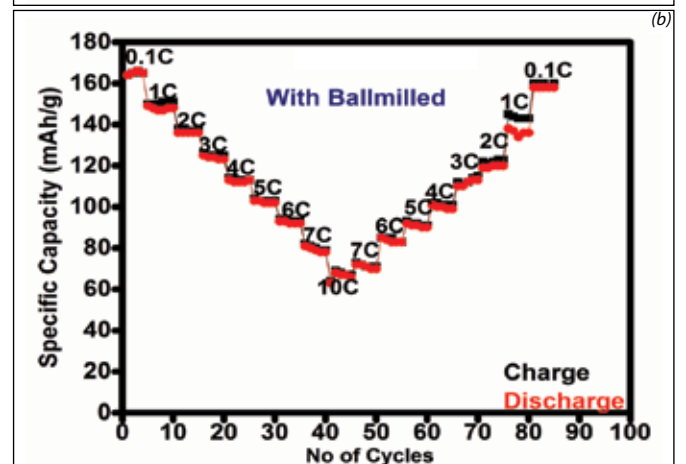
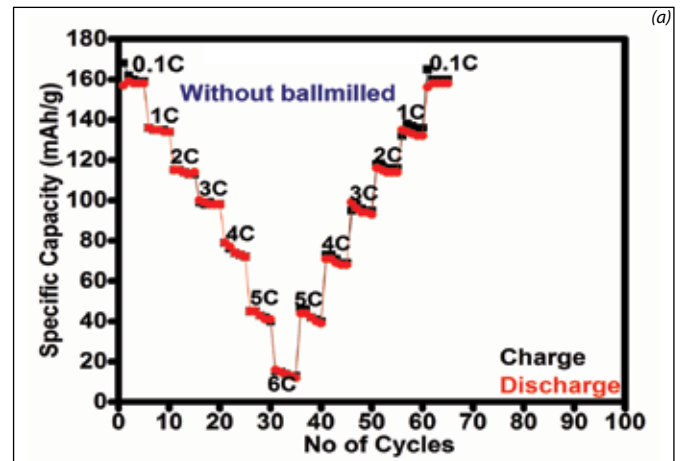
$\text{LiFePO}_4$  (100-350 nm) के नैनो कणों के समीप कार्बन के समान वितरण प्राप्त करने के लिए, दोनों पाउडर को 100 आरपीएम पर एक घंटा के लिए बॉल को पीसा गया। इस जांच में, दो प्रकार के घोल का उपयोग करके इलेक्ट्रोड की सूक्ष्मसंरचना और इलेक्ट्रो के रासायनिक गुणों की तुलना की गई।

इस घोलों को ब्लैक कार्बन और  $\text{LiFePO}_4$  के प्री-बॉलमिलिंग (विधि -1) एवं बिना प्री-बॉलमिलिंग (विधि -2) के साथ फैलाव वैक्यूम में 83:13:4 अनुपात वजन में,  $\text{LiFePO}_4$ ; ब्लैक कार्बन: पीवीडीएफ के मिश्रण द्वारा तैयार किया गया। दो इलेक्ट्रोड के स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोग्राफ को चित्र 1 (ए, बी) में दर्शाया गया है, जिसमें यह देखा जा सकता है कि पद्धति -1 का उपयोग कर इलेक्ट्रोड तैयार किया गया है, जिसने विधि-2 की तुलना में ब्लैक कार्बन ने बेहतर फैलाव का प्रदर्शन किया। विधि-1 और विधि-2 इलेक्ट्रोड का उपयोग कर ली-आयन आधा सैल का निर्माण किया गया। 0.1-10 डिग्री सेल्सियस से विभिन्न सी-दरों पर चार्ज-डिस्चार्ज चक्रों को निष्पादित किया गया, जिसे चित्र 2 (ए, बी) में दिखाया गया है, जो यह दिखाता कि 10 डिग्री सेल्सियस पर बॉलमाइड इलेक्ट्रोड ने 60-65 mAh/g विशिष्ट क्षमता प्राप्त की और 6 डिग्री सेल्सियस पर बिना बॉल की पिसाई के इलेक्ट्रोड ने 15-20 mAh/g विशिष्ट क्षमता प्राप्त की। आधुनिक डिस्चार्ज (चित्र 3) के अंतर्गत, 0.1 डिग्री सेल्सियस पर 5 चक्रों के प्रतिबाधा का विश्लेषण किया गया। इससे यह संकेत मिलता है कि पिसे हुए बॉल के इलेक्ट्रोड (110 Ohms) की चार्ज अंतरणरोधी बिना बॉलमिलिड इलेक्ट्रोड (210 Ohms) से कम है। विधि-1 का उपयोग कर ली-आयन आधा सैल ने विधि-2 की तुलना में विशिष्ट क्षमता और दर दमता और कम चार्ज अंतरणरोधी बेहतर निष्पादन प्राप्त किया है।

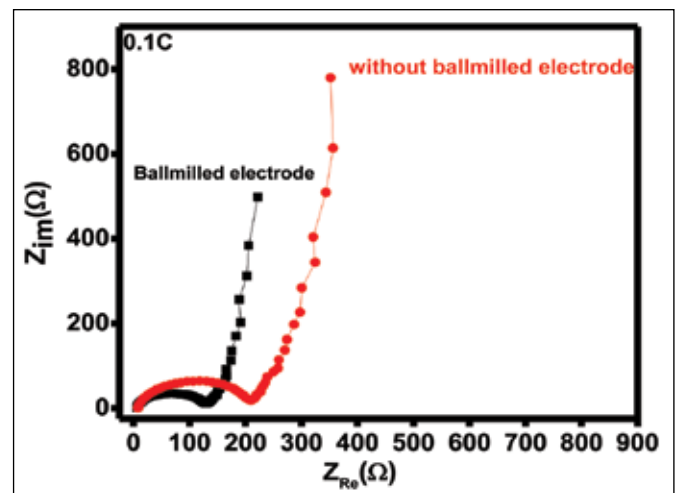


चित्र 1: बिना बॉल पिसाई के एसईएम प्रतिबिंब (ए) बॉलमिलिंग सहित (बी) इलेक्ट्रोड्स।

यह सुझाव दे रहे हैं कि  $\text{LiFePO}_4$  के बॉल पिसाई का उपयोग कर इलेक्ट्रोड को तैयार कर और ब्लैक कार्बन के सक्रिय सामग्री घटकों के बेहतर फैलाव में सुधार हुआ है, जो बेहतर विद्युत रासायनिक निष्पादन को दर्शाता है।



चित्र 2: बिना बॉल पिसाई की दर क्षमता परीक्षण (ए) बॉलमिलिंग सहित (इलेक्ट्रोड्स)



चित्र 3: बिना बॉल पिसाई की प्रतिबाधा स्पेक्ट्रम (ए) इलेक्ट्रोड सहित (2.5V) डिस्चार्ज स्तर (2.5V) पर बॉल पीसा



# इलेक्ट्रिक वाहन अनुप्रयोगों एवं लिथियम-ऑयन बैटरियों के लिए उच्च ऊर्जा घनत्व कैथोड सामग्री के रूप में लिथियम-युक्त स्तरित ऑक्साइड

वासु षण्णमुगम

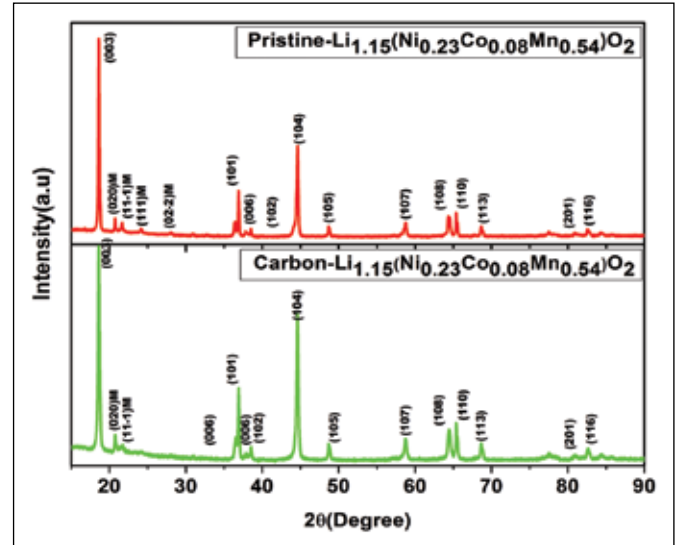
vasu@project.arci.res.in

हाल ही में,  $x\text{Li}_2\text{MnO}_3 \cdot (1-x) \text{LiMO}_2$  ( $M = \text{Mn, Co, Ni}$ ) द्वारा प्रस्तुत की गई लिथियम-युक्त सामग्री ने लिथियम-ऑयन बैटरी के लिए, उच्च निर्वहन क्षमता (250 mAh/g) के कारण कैथोड सामग्री के रूप में अत्यधिक आकर्षित किया है। यद्यपि, इलेक्ट्रॉनिक और आयोनिक चालकता, विस्तृत पहले चक्र के अपरिवर्तनीयता औसत वोल्टेज और विशिष्ट क्षमता क्षय कम होने के कारण लिथियम-युक्त स्तरित ऑक्साइड (एलएलओ) व्यावसायिक उपयोग सीमित है। हमने चक्रीय स्थिरता में सुधार किया है और एलएलओ के औसत वोल्टेज क्षय को कम करके एकरूप कार्बन विलेपन के साथ नवीनतम इन-सिटू तकनीक का उपयोग किया है।

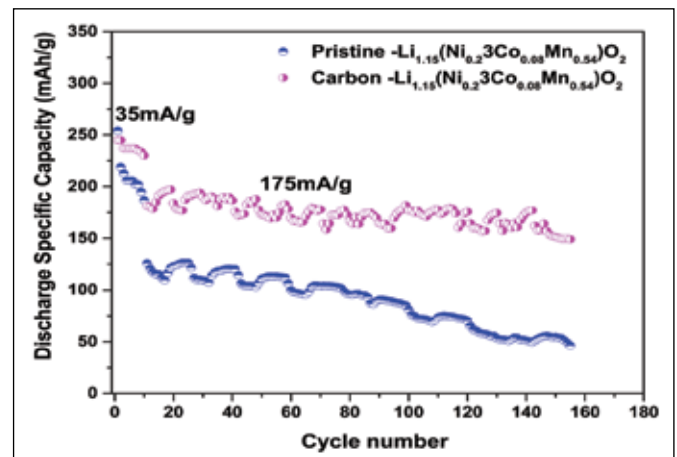
इसे एक्सआरडी पैटर्न चित्र 1 में दिखाया गया है जो  $2\theta = 20.7^\circ, 21.5^\circ, 24.1^\circ$ , एवं  $28.1^\circ$  पर कम तीव्रता स्तर की उपस्थिति को सचित्रित करती है जो ओनो क्लिनिक ( $C/2m$ )  $\text{Li}(\text{Li}_{1/3}\text{M}_{2/3})\text{O}_3$ , [ $M = \text{Ni, Co, Mn}$ ] फेज के रूप में क्रमशः (020), (III), (III) एवं (022') से संबंधित है। त्रिकोणीय ( $R3m$ )  $\text{LiMO}_2$  के समान अन्य सभी तीव्रता स्तर भी दो चरण के संयुक्त निर्माण की पुष्टि करते हैं। प्राचीन और कार्बन लेपित एलएलओ के स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोग्राफ को चित्र 2 में दिखाया गया है। दोनों में दो अलग-अलग आकारिकी शामिल हैं जिनमें से एक औसत कण का आकार 50 से 100 एनएम और दूसरे का 4 से 5  $\mu\text{m}$  मीटर होता है।

लिथियम-युक्त स्तरित ऑक्साइड (LLOs) के लिथियम संबंधित गाल्वन ऑस्टाटिक का चार्जिंग/डिचार्जिंग, पहले 10 चक्रों के लिए 35mA/g और 150 चक्रों के लिए 175mA/g के वर्तमान घनत्व पर किया जाता है, जिसे चित्र 3 में दर्शाया गया है। प्राचीन एलएलओ (257mAh/g) के लिए पहली निर्वहन क्षमता सी-एलएलओ (250mAh/g) से थोड़ा अधिक है, यद्यपि, प्राचीन सी-एलएलओ बेहतर क्षमता प्रतिधारण (9.2%) को दर्शाता है, जो पहले एलएलओ की तुलना में (73%) पहले 10 चक्र थे।

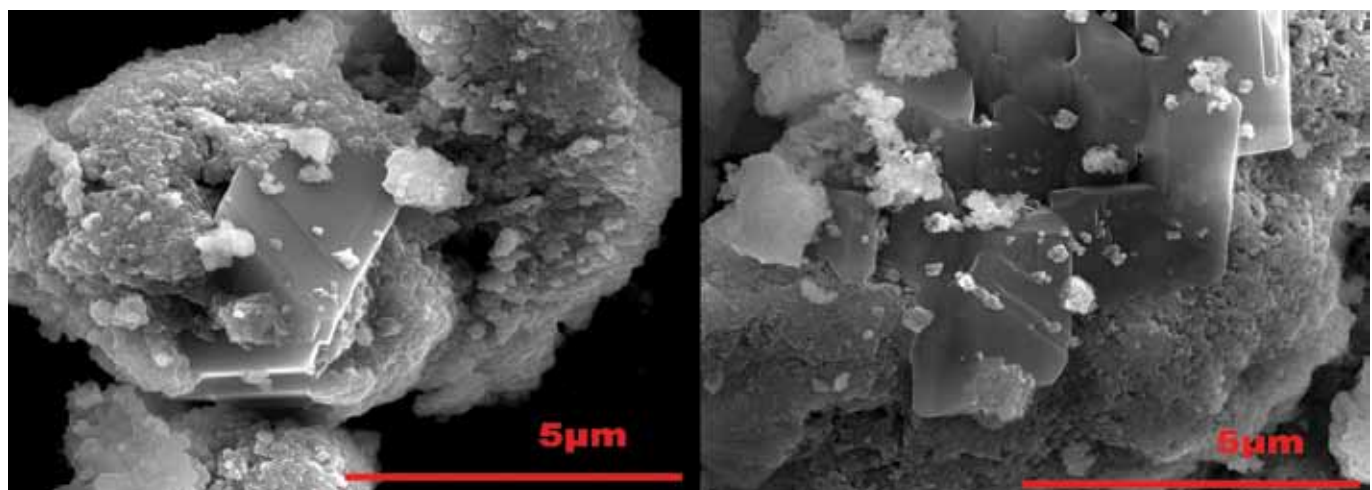
175mA/g की वर्तमान घनत्व पर, सी-एलएलओ ने 200mAh/g उच्च निर्वहन क्षमता की आपूर्ति की, जिसकी तुलना प्राचीन LLO 126 mAh/g से की गई। 150 चक्रों के बाद भी 175mA/g में क्षमता प्रतिधारण क्रमशः सी-एलएलओ (87.5%) और प्राचीन एलएलओ (40%) को देखा गया। अतः एलएलओ इलेक्ट्रोड पर कार्बन विलेपन में एक बेहतर चक्रीय स्थिरता, विशिष्ट क्षमता दिखाई दिया। एलएलओ संशोधित सतह के पूर्ण सैल अध्ययन कार्यरत है।



चित्र 1: (ए) प्राचीन  $\text{Li}_{1.15}(\text{Ni}_{0.23}\text{Co}_{0.08}\text{Mn}_{0.54})\text{O}_2$  की एक्स-रे विवर्तन पैटर्न (बी) कार्बन लेपित  $\text{Li}_{1.15}(\text{Ni}_{0.23}\text{Co}_{0.08}\text{Mn}_{0.54})\text{O}_2$



चित्र 2: (ए) प्राचीन  $\text{Li}_{1.15}(\text{Ni}_{0.23}\text{Co}_{0.08}\text{Mn}_{0.54})\text{O}_2$  की एसईएम सूक्ष्म संरचना (बी) कार्बन लेपित  $\text{Li}_{1.15}(\text{Ni}_{0.23}\text{Co}_{0.08}\text{Mn}_{0.54})\text{O}_2$



चित्र 3: प्राचीन की इलेक्ट्रोकेमिकल निर्वहन विशिष्ट क्षमता (बी) कार्बन लेपित  $\text{Li}_{1.15}(\text{Ni}_{0.23}\text{Co}_{0.08}\text{Mn}_{0.54})\text{O}_2$

योगदानकर्ता: एम. बी सहना, आर. गोपालन और जी.सुंदरराजन

## मोटर-अनुप्रयोगों के लिए वैकल्पिक रूप में Si- इस्पात के Fe-P आधारित मिश्रधातु

डी. प्रभु

dprabhu@arci.res.in

मेक इन इंडिया अवधारणा के साथ विभिन्न उच्च निष्पादन अनुप्रयोगों के लिए स्वदेशी प्रौद्योगिकी का विकास करने पर बल दिया जा रहा है। कई प्रौद्योगिकियों में नरम चुंबकीय सामग्री अनिवार्य घटक हैं। वर्तमान में, उच्च स्तर के Si-इस्पात को उन प्रौद्योगिकियों के लिए आयात किया जा रहा है जिनके लिए उच्च निष्पादन चुंबकीय सामग्री की आवश्यकता होती है।

आटोमोटिव उद्योग इन चुंबकीय सामग्रियों के सबसे बड़े उपभोक्ताओं में से एक है क्योंकि मोटरवाहन में इस्तेमाल किए गए सभी मोटर्स बनाने के लिए इन घटकों की आवश्यकता होती है। इनकी लागत प्रभावशीलता या कार्यक्षमता में थोड़ी सी वृद्धि हो सकती है क्योंकि बाजार का आकार विशाल है। Fe-P आधारित नरम चुंबकीय सामग्री को Si-इस्पात के वैकल्पिक रूप में स्वदेशी रूप से विकसित किया गया है। वाणिज्यिक Si-इस्पात (एम530 50ए5) की तुलना में यह चुंबकीय सामग्री बेहतर डीसी चुंबकीय गुण और समकक्ष एसी चुंबकीय गुण प्रदर्शित करती है।

वास्तविक अनुप्रयोग में सामग्री के निष्पादन का परीक्षण करने के लिए, एक प्रोटोटाइप ब्रश डीसी मोटर बनाई गई है जिसकी संरचना मानक मोटर के समान है और इसे अभी मानक Si-इस्पात रोटर से नये Fe-P अलॉय रोटर में बदला गया है। प्रोटोटाइप मोटर के निष्पादन का मूल्यांकन एक डायनामामीटर का उपयोग करके किया गया और विभिन्न लोड परिस्थितियों में उत्पादन टॉर्क और सामर्थ्य को मापा गया।

मोटर विन्यास :

प्रकार	:	ब्रश डीसी मोटर
पोल्स	:	2 पोल्स
चुंबक	:	ग्रेड 6 फेराइट चुंबक
दर	:	24 वॉल्ट - 35 वाट
रोटर	:	Si-इस्पात (मानक मोटर) Fe-P अलॉय (प्रोटोटाइप मोटर)



चित्र 1. रोटर और स्तरिका के साथ विकसित प्रोटोटाइप मोटर

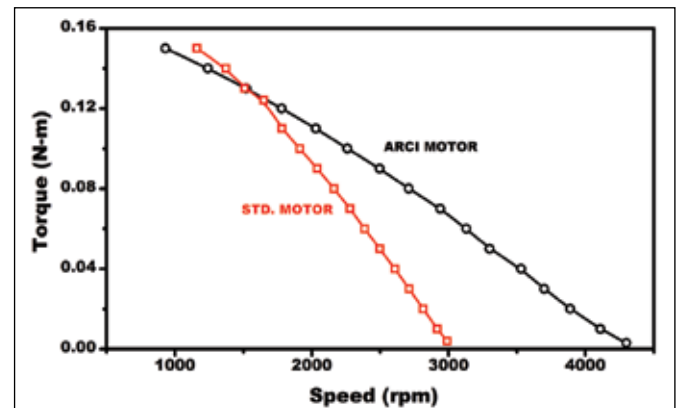
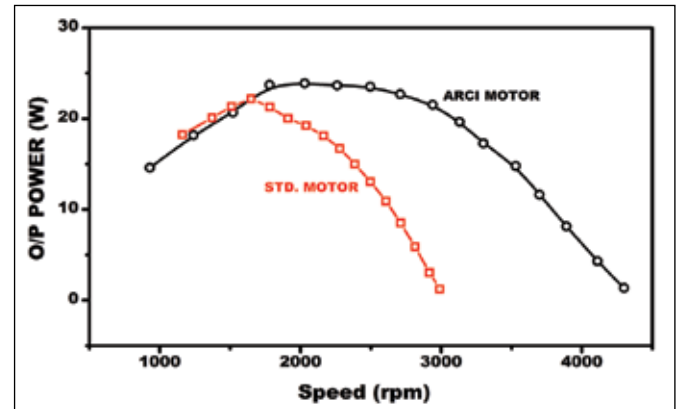
मोटर को 24 वी डीसी बिजली आपूर्ति से जोड़ा गया और मोटर की गति को टॉर्कमीटर का उपयोग करते हुए भाररहित स्थिति में मापा गया। प्रोटोटाइप मोटर को 5300 आरपीएम पर घुमाया गया जो मानक मोटर (2700 आरपीएम) से अधिक है।

मोटर का भी परीक्षण लोडेड स्थिति में किया गया और इस परीक्षण में इसके आउटपुट टॉर्क में विविधता थी और विभिन्न भार/गति पर उत्पादन बिजली को चित्र 2 में आरेखित किया गया है। तुलना करने के लिए, मानक मोटर के मापन को एक साथ प्लॉट किया गया।

प्रोटोटाइप मोटर ने लगभग सभी गति पर बेहतर उत्पादन सामर्थ्य और टॉर्क का प्रदर्शन किया। इसे वाणिज्यिक Si-इस्पात की तुलना में Fe-P मिश्रधातु के उच्च इंडक्शन और पारगम्यता के लिए जिम्मेदार ठहराया जा सकता है।

यद्यपि, टॉर्क का प्रदर्शन बेहतर था, लेकिन मानक मोटर की तुलना में क्षमता थोड़ी कम थी जिसके कारण मौजूदा एडी की कमी हुई। वर्तमान में, Fe-P मिश्रधातु के मौजूदा नुकसान को कम करने और मानक मोटर के समकक्ष क्षमता प्राप्त करने का प्रयास कार्यरत है।

आभार: मोटर निर्माण के लिए होर्स मोटर्स, बेंगलूर और मोटर के निष्पादन मूल्यांकन के लिए लुकास-टीवीएस, चेन्नै, मिश्रधातुओं को बड़े पैमाने पर पिघलने के लिए डीएमआरएल।



चित्र.2 प्रोटोटाइप मोटर द्वारा बेहतर उत्पादन सामर्थ्य और टॉर्क का प्रदर्शन

योगदानकर्ता: रवि गौतम, यू. गौतम, वी. चंद्रशेखर और आर. गोपालन

# Ni-Mn आधारित हेउस्लर मिश्रधातुओं में कम क्षेत्र के चुंबकीय प्रभाव

एस. कविता

skavita@project.arci.res.in

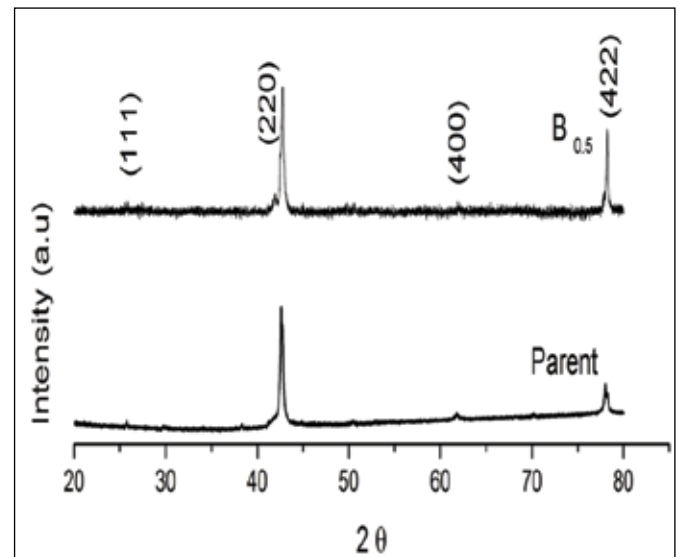
कमरा तापमान चुंबकीय प्रशीतन एक उभरती हुई तकनीक है जो अत्यधिक ऊर्जा कुशल और पर्यावरण के अनुकूल है क्योंकि यह रेफ्रिजरेट को समाप्त कर देता है जो ग्रीनहाउस गैस है। चुंबकीय प्रशीतन मैग्नेटो कैलोरी प्रभाव (एमसीई) पर आधारित है जिसे बाहरी चुंबकीय क्षेत्र की विभिन्नताओं द्वारा प्रयुक्त नमूने के हीटिंग और कूलिंग के रूप में परिभाषित किया जा सकता है।

मैग्नेटोकैलोरीक प्रोजेक्ट में हमारा उद्देश्य प्रणाली का पता लगाना है जो कम क्षेत्रों ( $\leq 2$  टी) पर विशाल चुंबकीय प्रभाव का प्रदर्शन कर सके। विशाल चुंबकीय प्रभाव में मिश्रधातु एक दिलचस्प समूह में से एक है जो अपने विशाल मैग्नेटोकैलोरीक प्रभाव(जीएमसीई) और कमरे के तापमान पर चुंबकीय प्रशीतन के अनुप्रयोग क्षमता के कारण Ni-Mn आधारित फेरोमॅग्नेटिक आकृति स्मृति मिश्रधातु (एफएसएमए) है। ये मिश्रधातु पहले चुंबकीय संक्रमण से होते हुए उच्च-समरूपता चरण (एस्ट्रनिएट) से कम क्रमबद्धता चरण (मार्टेसाइट) से गुजरती है। इस क्रम में इसे कम तापमान, चुंबकीयकरण तेज परिवर्तन से जुड़ते हुए, बड़े चुंबकरोधी के लिए अग्रणी, विशाल चुंबकीय प्रभाव और चुंबकीय क्षेत्र-प्रेरित तनाव के साथ गुजरना पड़ता है। इनमें से अधिकांश गुण उनके पहले क्रम मार्टेसिटिक ट्रांजिशन (एमटी) को जिम्मेदार ठहराते हैं, जिसे रासायनिक संरचना या मौलिक प्रतिस्थापन को बदल कर वैलेंस इलेक्ट्रॉन एकाग्रता का समायोजन करके ट्यून किया जा सकता है। Ni<sub>43</sub>Mn<sub>46</sub>Sn<sub>11</sub> (मूल मिश्र धातु) एवं Ni<sub>43</sub>Mn<sub>46</sub>Sn<sub>10.5</sub>B<sub>0.5</sub> मिश्रधातु को चाप पिघला कर तैयार किया गया है।

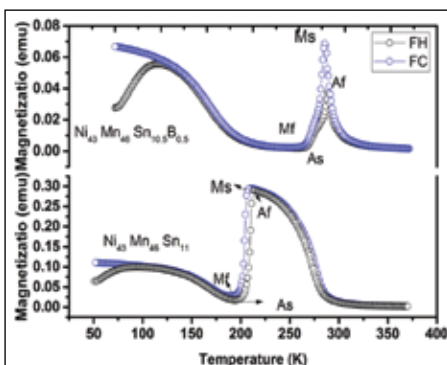
72 घंटे के लिए 900 डिग्री पर आर्कमेलटेड नमूनों को वैक्यूम अभितापन किया गया और पानी में डुबाया गया। दोनों मिश्रधातुओं में, कमरा तापमान एक्सरे विवर्तन (एक्सआरडी) एल 21 क्यूबिक संरचना (1 छवि) की उपस्थिति की पुष्टि करता है। 0.01T के चुंबकीय क्षेत्र में आश्रित मैग्नेटिकेशन एम (टी) तापमान को हीटिंग और कूलिंग (चित्र 2) पर उल्लिखित मिश्रधातुओं में चुंबकीय संक्रमण की विशेषताओं पर मापा गया। एमएस, एएस और एमएफ मार्टेसाइट के अनुरूप हैं और ऑस्टेनाइट क्रमशः प्रारंभ होकर तापमान पर खत्म होती है। चुंबकीयकरण का आकस्मिक परिवर्तन 196 के

आसपास वाले क्षेत्र में होता है, जो एमटी के अनुरूप हैं और क्रमशः ठंडा और हीटिंग प्रक्रिया के लिए एमटी वापस चली जाती है।

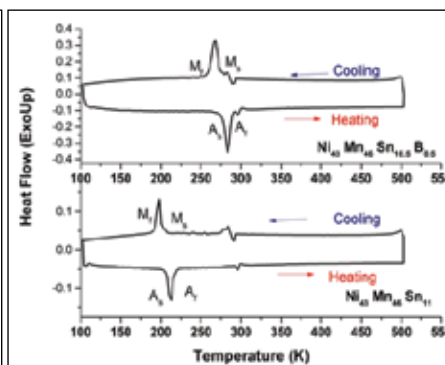
मूल मिश्रधातु में थर्मल हिस्टैरिसिस को देखा गया है, जहाँ थर्मल हिस्टैरिसिस बी डोपिंग के रूप में गायब हो जाता है या ऑस्टेनाइट एवं मार्टेसाइट संक्रमण की सह-अस्तित्व की ओर जाता है। लगभग 267 के.मी. में एमटी में परिवर्तित होती है। पूर्ववर्ती मिश्रधातुओं के संरचनात्मक रूपांतरण तापमान को विभेदक स्कैनिंग कैलोरीमीटर (डीएससी) से निर्धारित किया गया और हीटिंग और शीतलन चक्र (चित्र 3) के दौरान वक्र रिकार्ड किया गया। हीटिंग के दौरान, पूर्ण परिभाषित एंडोथर्मिक पीक मार्टेसाइट (एम) से ऑस्टेनाइट (ए) तक के चरण रूपांतरण में दिखाई देता है, जबकि शीतलन के दौरान एक्सओथर्मिक पीक ऑस्टेनाइट से मार्टेसाइट तक के चरण रूपांतरण दिखाई देता है। 2T तक चुंबकीय क्षेत्र में क्रियात्मक तापमान के रूप में चुंबकीय एंट्रोपी ( $\Delta S_M$ ) की गणना मैक्सवेल रिलेशन का उपयोग कर समतापीय चुंबकन वक्र द्वारा की गई। मूल मिश्रधातु में 22 जे/कि.ग्रा.-के एक विशाल  $\Delta S_M$  पाया गया और एमटी(चित्र 4) के पास 2T पर बी डोप्ट मिश्रधातु में 10 जे/कि.ग्रा.-के पाया गया। अगला अध्ययन एमसीई गुणों को पूर्ण रूप से दर्शाता है और मिश्रधातु के महीन ट्यूनिंग कार्य प्रगति पर हैं



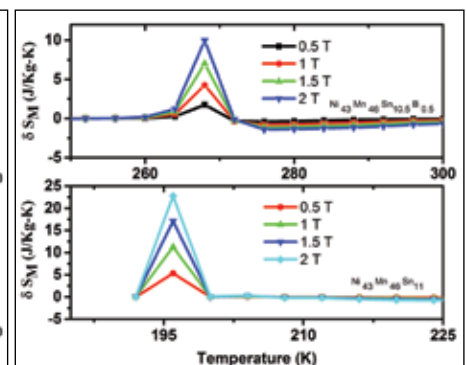
चित्र.1 मूल की XRD पैटर्न और बी डोप्ट मिश्र धातु



चित्र.2 मूल के लिए  $M$  Vs  $T$  वक्र और बी डोप्ट मिश्र धातु



चित्र.3 मूल के बी डोप्ट मिश्र धातु



चित्र.4 मूल के चुंबकीय एन्ट्रपी और बी डोप्ट मिश्र धातु

योगदानकर्ता: वी.वी. रामकृष्ण और आर गोपालन

# सिम्युलेटेड आटोमोटिव निकास स्थिति के अंतर्गत तापीयविद्युत मॉड्यूल की विश्वसनीयता और निष्पादन का मूल्यांकन

डी. शिव प्रहसम

sprakash@arci.res.in

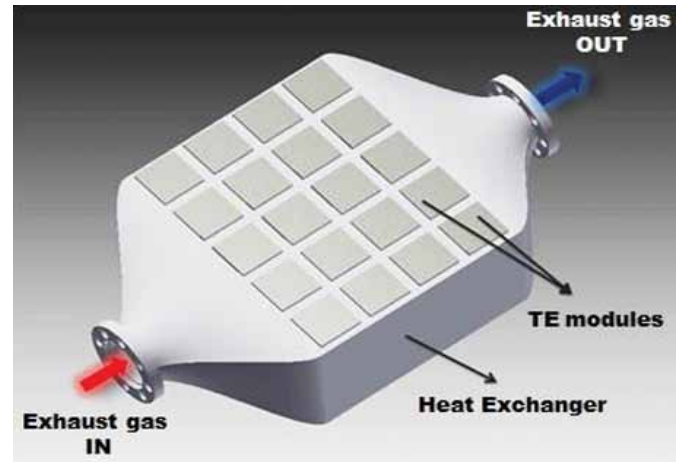
तापीयविद्युत जनरेटर (टीईजी) गर्मी को बिजली में परिवर्तित करने के लिए एक सरल, विश्वसनीय, टिकाऊ तकनीक है, जो विभिन्न गैसों जैसे ऑटोमोबाइल, डीजल जनरेटर और इस्पात पिसाई में उपलब्ध अपशिष्ट गर्मी की प्रचुरता का उपयोग करता है। यद्यपि, 1000 डिग्री सेल्सियस के समीप तापमान पर कार्य करने के लिए इस प्रौद्योगिकी की परिकल्पना की गई है, और जहां अन्य प्रतिस्पर्धी प्रौद्योगिकियाँ महंगी हैं और अपनाते के लिए अत्यधिक जटिल हैं वहाँ पर, 250 से 600 डिग्री सेल्सियस के तापमान की रेंज में अपशिष्ट गर्मी से अत्यधिक आर्थिक लाभ प्राप्त किया जा सकता है। ऑटोमोबाइल निकासी से अपशिष्ट गर्मी को परिवर्तित करना और विभिन्न सहायक भागों को चलाने के लिए बिजली का इस्तेमाल करने का विचार, जिसे कई वाहन निर्माताओं द्वारा बड़े पैमाने पर उपयोग किया जा सकता है। यद्यपि, इस अवधारणा की दो प्रमुख चुनौतियों जैसे कम डिवाइस क्षमता और इसकी परिचालन स्थिति के दौरान इसकी विश्वसनीयता का सामना करना पड़ता है।

टीईजी का प्रदर्शन ज्यादातर मूल्यांकन सामग्री की योग्यता का आंकड़ा (जेडटी) के आधार पर किया गया। सामान्य तौर पर, इसे स्थिर स्थिति के अनुसार मापा जाता है, जो निकास अपशिष्ट गर्मी गैस की तरह, गतिशील स्थितियों के तहत वास्तविक मूल्य को प्रतिबिंबित नहीं कर सकता है।

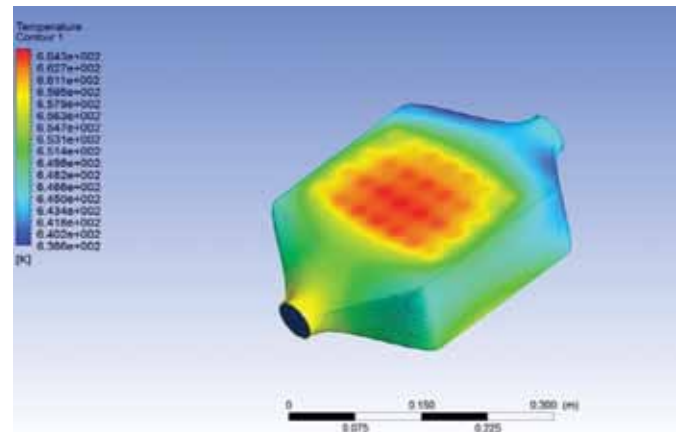
तापीयविद्युत मॉड्यूल के निष्पादन और उसकी विश्वसनीयता का मूल्यांकन करने के लिए, परीक्षण रिग का डिजाइन बनाकर उसका विकास किया गया, जिससे चलित 1.2 लीटर डीजल इंजन की विशिष्ट निकास स्थितियों का अनुकरण किया जा सकता है। नमूने में गर्मी गैस की एक गर्म वायु धौकनी है जो विभिन्न प्रवाह दर के साथ 4000 एसएलपीएम हवा को 500 डिग्री सेल्सियस तक पहुंचाने में सक्षम है। तनावरहित इस्पात से बने पिन-फिन प्रकार ताप एक्सचेंजर का विकास किया गया, जो सतही तापमान की भिन्नता के साथ सीएफडी समूने (आंकड़ा 1 में दी गई) पर आधारित है और इसकी लंबाई 25 डिग्री सेल्सियस (आंकड़ा 2) के भीतर है। तापीयविद्युत मॉड्यूल का ताप वाला हिस्सा ताप एक्सचेंजर से जुड़ा हुआ है, और शीत वाले हिस्से को खाली छोड़ दिया गया है। ताप एक्सचेंजर एकल तापीयविद्युत मॉड्यूल के निष्पादन का मूल्यांकन करने के लिए उपयुक्त है, इसके मूल्यांकन के लिए भी एकल तापीयविद्युत मॉड्यूल का विकास किया गया है। चित्र 3 टीईजी परीक्षण रिग की प्रतिबिंब चित्र दर्शाता है।

5वॉट क्षमता वाले सक्षम Bi<sub>2</sub>T<sub>e</sub>3 आधारित तापीयविद्युत मॉड्यूल जो 300 डिग्री सेल्सियस तक कार्य करते हैं, का परीक्षण किया गया, जिसका ताप गैस तापमान 300

डिग्री सेल्सियस तक है और जो मॉड्यूल में 120 डिग्री सेल्सियस ताप वाले हिस्सा का तापमान उत्पादित करता है। जिसका परीणाम 90 डिग्री सेल्सियस का  $\Delta T$  और 1 वाट बिजली है। उक्त पैरामीटर सहित लंबे परीक्षण के बाद मापित आंतरिकरोधी में परिवर्तन 1% से कम है।



चित्र 1: तनावरहित इस्पात से बना 300 वाट टीईजी के लिए पिन-फिन प्रकार ताप एक्सचेंजर का डिजाइन



चित्र 2: ताप एक्सचेंजर सतह में तापमान का वितरण, जहां टीई मॉड्यूल को इकट्ठा किया जाएगा



चित्र 3: टीईजी निष्पादन मूल्यांकन के लिए प्रयोगशाला स्तर परीक्षण रिग

# अपशिष्ट गर्मी पुनःप्राप्ति अनुप्रयोगों के लिए नैनो संरचित तापविद्युत जिक ऐन्टी- मोनाइड की थर्मल स्थिरता

मंजूषा बत्तावयल

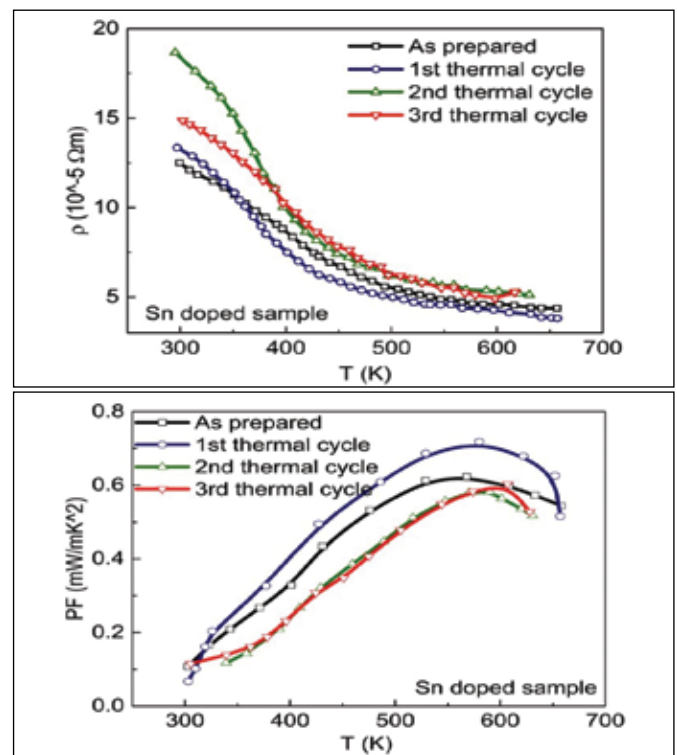
manjusha@project.arci.res.in

हाल के वर्षों में, ऊर्जा संसाधनों की कमी ने शोधकर्ताओं को वैकल्पिक ऊर्जा स्रोतों जैसे संलयन ऊर्जा, सौर ऊर्जा, अपशिष्ट गर्मी वसूली आदि को प्रोत्साहित किया है। ऑटोमोबाइल और बड़े उद्योग, अपशिष्ट गर्मी की पुनःप्राप्ति ताप विद्युत (टीई) तकनीक पर आधारित है जो गर्मी को बिजली में परिवर्तित करती है। अपशिष्ट गर्मी पुनःप्राप्ति के लिए आवश्यक टीई सामग्री की क्षमता मेरिट आंकड़े (जेडटी) के संदर्भ में वर्णित है। आटोमोटिव के अपशिष्ट गर्मी पुनःप्राप्ति के लिए टीई सामग्री का उपयोग करने के लिए, टीई सामग्री के ZT को तापमान (300 किलो -900 किलो) पर संचालित किया जाना चाहिए। अपने निर्माण और प्रभावी लागत के लचीलेपन के कारण, मोटर वाहन के अपशिष्ट गर्मी पुनःप्राप्ति अनुप्रयोगों के लिए, जिक ऐन्टी- मोनाइड को कुशल टीई सामग्री के रूप में शामिल किया गया। नैनो संरचित पी-प्रकार Zn<sub>4</sub>Sb<sub>3</sub>, Zn<sub>4</sub>Sb<sub>2.95</sub>Sn<sub>0.05</sub> और Co<sub>0.05</sub>Zn<sub>3.95</sub>Sb<sub>3</sub> नमूनों को चूर्ण धातुकीय मार्ग द्वारा संसाधित किया गया। नमूनों में Zn<sub>4</sub>Sb<sub>3</sub>, ZnSb और मौलिक Zn / Sb चरण शामिल हैं।

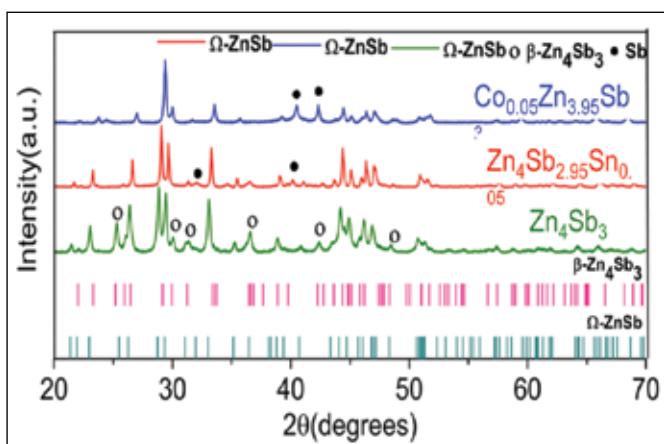
573 किलो तक 5 किलो/मिनट की ताप दर पर आर्गन के तहत एक थर्मल चक्र के बाद, नमूनों में Zn की एकाग्रता कम हो गयी, परन्तु नैनो स्फटिकता अभी भी बरकरार है (चित्र 1)। जबकि, Zn<sub>4</sub>Sb<sub>3</sub> नमूना धातु के संचालन व्यवहार को दर्शाता है, Zn<sub>4</sub>Sb<sub>2.95</sub>Sn<sub>0.05</sub> और Co<sub>0.05</sub>Zn<sub>3.95</sub>Sb<sub>3</sub> नमूनें विकृत अर्धचालक की तरह व्यवहार करते हैं। डोप्ड नमूनों (चित्र 2) के लिए तीन थर्मल चक्र के बाद भी, थर्मल बैन्डगैप मान, तापऊर्जा और तापीय चालकता मान लगभग स्थिर हैं। Zn<sub>4</sub>Sb<sub>3</sub> के मामले में, क्रमशः ताप चक्र से पहले और बाद में भी थर्मल बैन्डगैप ~ 0.2 ईवी और 0.26 ईवी है।

मिश्रित-Ω-ZnSb और β-Zn<sub>4</sub>Sb<sub>3</sub> चरणों की उपस्थिति के कारण, Zn<sub>4</sub>Sb<sub>3</sub> में थर्मल चक्र के बाद, 0.2 ईवी से 0.26 ईवी तक बैन्डगैप की वृद्धि हो सकती है। Zn<sub>4</sub>Sb<sub>2.95</sub>Sn<sub>0.05</sub> नमूनें के लिए 573 किलो पर ~ 0.3 के ZT को प्राप्त किया गया। बर्कोविच टिप का उपयोग करते हुए कठोरता और कम माड्यूल

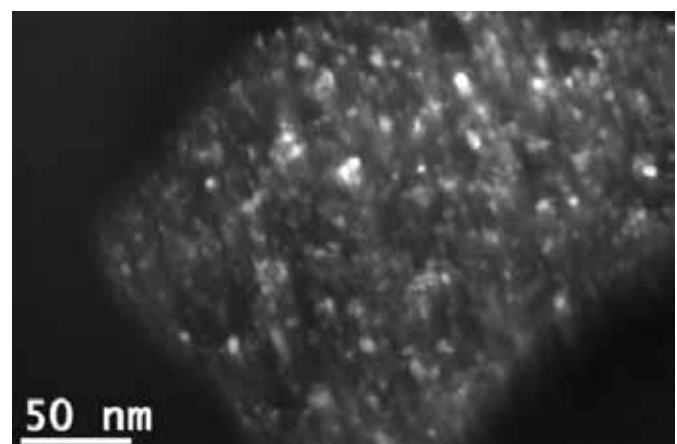
मापांक दर्शाते हैं कि ताप चक्र के बाद Zn<sub>4</sub>Sb<sub>2.95</sub>Sn<sub>0.05</sub> में यांत्रिक गुणवत्ता की वृद्धि हुई है। इसका अर्थ है कि Ω-ZnSb, प्रयुक्त चरण में थर्मल चक्र के बाद भी बिना गिरावट के ताप विद्युत के साथ-साथ नमूनों के यांत्रिक गुणों को बेहतर बनाने में मदद करता है। Zn<sub>4</sub>Sb<sub>2.95</sub>Sn<sub>0.05</sub> नमूने की तापविद्युत और यांत्रिक गुणवत्ता के थर्मल स्थिरता पर किए गए महत्वपूर्ण टिप्पणियों ने यह पुष्टि की है कि डिवाइस अनुप्रयोगों के लिए एमएन डोप्ड एंटीमोनाइड नमूनों का इस्तेमाल कुशल तापीय सामग्री के रूप में किया जा सकता है।



चित्र 2: (ए) विद्युतररोधी की तापमान भिन्नता ( $\rho$ ) और (बी) तीन थर्मल चक्र तक एसएन डोप्ड जिक एंटीमोनाइड (Zn<sub>4</sub>Sb<sub>2.95</sub>Sn<sub>0.05</sub>) के लिए पावर कारक (पीएफ)।



चित्र 1: स्पार्क प्लाज्मा सिल्टरिड नमूनों samples (Zn<sub>4</sub>Sb<sub>3</sub>, Zn<sub>4</sub>Sb<sub>2.95</sub>Sn<sub>0.05</sub>, Co<sub>0.05</sub>Zn<sub>3.95</sub>Sb<sub>3</sub>) की एक्सआरडी एवं टीईएम प्रतिबिंब। नमूनें में मौजूद विभिन्न चरण के बेहतर दृश्य के लिए β-Zn<sub>4</sub>Sb<sub>3</sub> एवं Ω-ZnSb चरणों के पैटर्न संदर्भ दिये गये हैं।



योगदानकर्ता: बी. प्रियदर्शनी, डी. शिवप्रहसम और आर. गोपालन

# सेंटर फॉर सोलार एनर्जी मटेरियल्स

सेंटर फॉर सोलार एनर्जी मटेरियल्स (सीएसईएम), सौर ऊर्जा और फोटो वोल्टाइक से संबंधित उद्योग प्रासंगिक सामग्रियाँ, संसाधन और घटकों में प्रयुक्त अनुसंधान एवं विकास गतिविधियों का संचालन करता है। प्रमुख शोध क्षेत्रों में सीआईजीएस पतली फिल्म सौर ऊर्जा, ध्यान केंद्रित सौर तापीय बिजली (सीएसपी) के लिए पेरोवस्काइट सौर ऊर्जा और चयनात्मक अवशोषक ट्यूब शामिल हैं। पारंपरागत के लिए, परावर्तकरोधी और धूलरोधी से बचने वाली विलेपन का विकास किया गया और उभरते हुई पीवी मॉड्यूल गतिविधि के प्रमुख क्षेत्र का गठन किया गया। हम छोटे उद्योगों के साथ मिलकर अति भार वाले ऊर्जा उद्योग का सहयोग करते हैं। सीएसईएम में अत्याधुनिक सुविधाएँ उपलब्ध हैं। यहाँ, हमारे सहयोगियों द्वारा विभिन्न फोटोवॉल्टिक और सौर तापीय घटकों का निष्पादन और परिचालन स्थिरता का मूल्यांकन करने के लिए उद्योग को सेवाएँ उपलब्ध कराई जाती हैं।

ऑर्गेनेटैलिक हलाइड पेरोवस्काइट सौर ऊर्जा (पीएससी) अपनी उच्च क्षमता के कारण तीव्र गति से विघटनकारी तकनीक के रूप में उभरा है। प्रयोगशाला-पैमाने पर पीएससीएस और 50मिमी x 50मिमी प्रोटोटाइप मॉड्यूल में अधिकतम क्षमता 16% प्राप्त की गई, जिसमें 70 मेगावाट बिजली उत्पादन का प्रदर्शन किया गया। पृथ्वी का संश्लेषण, गैर-विषैले और आंतरिक रूप से स्थिर पेरोवस्काइट को भी सक्रिय किया गया। वर्तमान प्रयासों में, ई-बाइक रिचार्जिंग स्टेशन और स्मार्ट विंडो अनुप्रयोगों के लिए पीएससी प्रौद्योगिकी के स्तर पर 100 मिमी X 100मिमी सौर टाइलों पर ध्यान केंद्रित किया जा रहा है।

> 95% abs और 0.16 उत्सर्जन के साथ, 4 मीटर लंबाई वाले प्रोटोटाइप सौर रिसीवर ट्यूब का सफलतापूर्वक विकास, रासायनिक ऑक्सीकरण और सोल-जैल की पद्धतियों के संयोजन द्वारा किया गया और इसके अलावा, मध्यम तापमान सीएसपी अनुप्रयोग के क्षेत्र में परीक्षण किया जा रहा है। पूर्व स्थापित पीवी पैनलों में धूलरोधी के लिए उच्च संप्रेषण और मौसम की स्थिरता के साथ कम तापमान का शोधन और ऑन-सिट स्वयं-सफाई विलेपन का विकास किया गया। वाणिज्यिक पीवी विद्युत संयंत्र से संचयी ऊर्जा उत्पादन पर इसी विलेपन का दीर्घकालिक लाभ के लिए मूल्यांकन कार्य प्रयासरत है।

परंपरागत सी- Si सौर ऊर्जा की तुलना में प्रत्यक्ष बैंड-गैप सीआईजीएस पतली फिल्म के आधार पर पीवी मॉड्यूल अपना प्रदर्शन और लागत लाभकारी प्रस्तुत करते हैं। कांच सबस्ट्रेट पर 300 मिमी x 300 मिमी आकार के मिनी मॉड्यूल का निर्माण करने की अवधारणा के लिए, हमारी सीआईजीएस पायलट लाइन 'स्पटरिंग + सिलेनाइजेशन' पर संचालित होती है। गैर-वैक्यूम इन्क आधारित मार्ग द्वारा सीआईजीएस अवशोषक परत का विकास और स्थापित संसाधनों के लिए स्पंदित विद्युत निक्षेपण विधि को भी कम लागत के विकल्प के रूप में देखा जा रहा है।

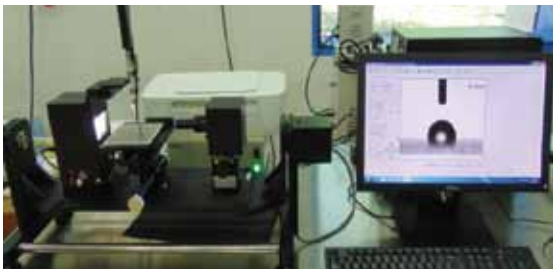
## केंद्र में स्थापित नई सुविधाएं



थर्मल बाष्पीकरण प्रणाली



आरएफ-मैग्नेट्रॉन स्पुटरिंग प्रणाली



संपर्क कोण और सतह तनाव मापन प्रणाली



स्टाइलस प्रोफाइलर

# पेरोव्स्काइट सौर ऊर्जा के लिए व्यापक प्रक्रियात्मक अकार्बनिक होल ट्रांसपोर्टिंग मटेरियल (एचटीएम)

ईश्वरमूर्ति रामासामी

caswar@arci.res.in

ओर्गेनोमेटल हलाइड पेरोव्स्काइट ने अपने उत्कृष्ट चार्ज व वाहक परिवहन, उच्च प्रकाश अवशोषण गुणाक और न्यून-तापमान फिल्म प्रक्रिया के कारण महत्वपूर्ण ध्यान आकर्षित किया है। अत्याधुनिक प्रयोगशाला स्तर पर (सक्रिय क्षेत्र :  $< 0.1 \text{ cm}^2$ )

पेरोव्स्काइट सौर ऊर्जाओं (पीएससी) को  $\text{MAPbI}_3$  पेरोव्स्काइट प्रकाशीय अवशोषक तथा स्पैरो-OMeTAD लघु- मॉडिफ़ायल कार्बनिक छिद्र परिवहन सामग्री (एचटीएम) को बनाया गया है, जो कि 22% से भी अधिक पावर रूपांतरण क्षमता को प्राप्त किया है। अतः वाणिज्यिक अनुप्रयोगों हेतु नये प्रयासों ने कैप्स्युलीकरण, दीर्घावधि स्थिरता और पीएससी तकनीक के उन्नयन पर ध्यान केंद्रित किया जा रहा है। नमी-मुक्त और निष्क्रिय ग्लोव-बॉक्स वातावरण एक जटिल घटक होता है, जो ऊपर बताए गए अधिकाधिक सभी मुद्दों को प्रभावित करता है।

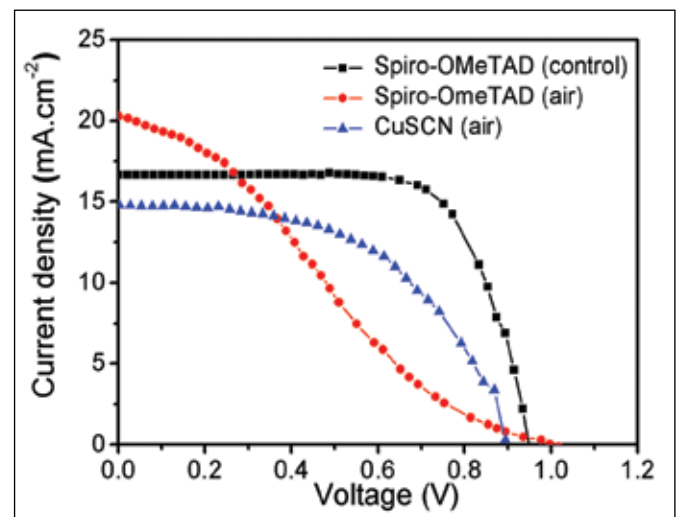
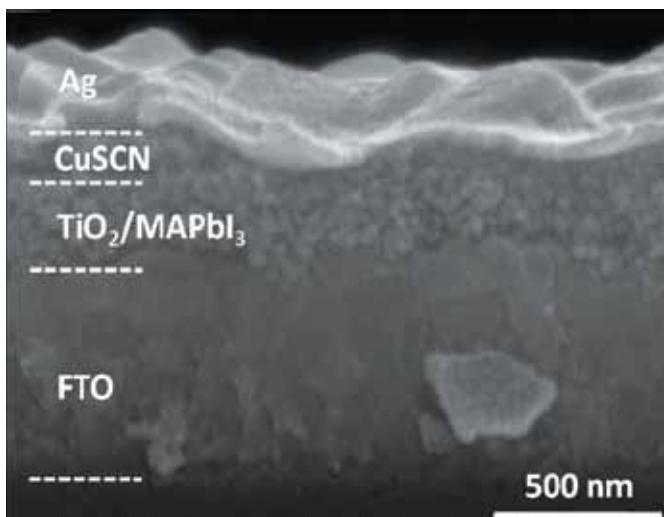
दोष - मुक्त अवशोषक परत तैयार करने के लिए ओर्गेनोमेटल हलाइड की प्रारम्भिक परिकल्पना में "नमी व ऑक्सीजन" ग्रहणशीलता और ग्लोव-बॉक्स वातावरण की आवश्यकता थी। तथापि, बाद में यह प्रमाणित किया गया है कि नमी की अनुकूलतम मात्रा लाभदायक ढंग से अभिभावक वर्णों को पिघला सकती है और पेरोव्स्काइट फिल्म को केंद्रित और क्रिस्टलीकरण को त्वरित करती है। फिर भी, स्पैरो-OMeTAD एचटीएम के कारण उच्च सक्षम पीएससीयों की व्यापक प्रक्रिया चुनौतीपूर्ण रहती है। एचटीएम के ओर्गेनिक की छिद्र गतिशीलता में सुधार करने के लिए हैग्रोस्कोपिक LiTFSI लवण को अतिरिक्त नियोजित किया गया है, जो ग्लोव-बॉक्स के अंदर स्याही के संपूर्ण सूचीकरण एवं एचटीएम परत के निक्षेप को प्रतिबंधित करता है। यहाँ हम यह दर्शाते हैं कि पीएससीयों के लिए अकार्बनिक पी-प्रकार मध्यक वाहक कॉपर थायोसायनेट ( $\text{CuSCN}$ ) को वायु प्रक्रियात्मक एचटीएम के रूप में प्रयुक्त कर सकते हैं।

चित्र - एचटीओ ग्लास सबस्ट्रेट पर निर्माण किए गए पीएससी आधारित  $\text{CuSCN}$  - एचटीएम के एसईएम के अनुप्रस्त काट एसईएम की प्रतिकृति दर्शाता है। एचटीएम घोल को 5 एमजी/एमएल  $\text{CuSCN}$  लवण को प्रोपाइल सल्फाइड में घोलने और

तत्पश्चात 30 सेकण्ड के लिए 2000 आरपीएम पर स्पिन विलेपन द्वारा किया गया है। नीचे वाले पेरोव्स्काइट अवशोषक फिल्म की परत की मोटाई के 200~ 300 एनएम को प्राप्त करने हेतु विलेपन प्रक्रिया को अनुकूलित किया जाता है। एसईएम प्रतिकृति  $\text{MAPbI}_3/\text{TiO}_2/\text{FTO}$  स्टैक पर एक समान एवं पिन-होल सीयूएससीएन परत को सुनिश्चित करती है।  $\text{CuSCN}$  एचटीएम के उपकरणों के फोटोवोल्टनिक निष्पादन को 1 सन स्थिति और मानक स्पैरो - OMeTAD एचटीएम उपकरणों के अंतर्गत मापा गया है (सारणी)। ग्लोव-बॉक्स का उपयोग करते हुए नियंत्रण उपकरण को तैयार किया गया तथा यह संसाधित स्पैरो - OMeTAD एचटीएम 11.1% पावर रूपांतरण को दर्शाता है ( $\eta$ )। वायु - संसाधित स्पैरो - OMeTAD एचटीएम के लिए न्यून  $\eta$  पाया गया है, यह मुख्यतः खराब प्रवाहकत्व द्वारा कम भरण कारक से आता है। इसके परिणाम कार्बनिक एचटीएमों को संसाधित करने के लिए नियंत्रित वातावरण की आवश्यकता होती है। दूसरी ओर, वायु संसाधित  $\text{CuSCN}$  एचटीएम आधारित उपकरण उन नियंत्रण उपकरणों के लिए समान  $V_{oc}$  और  $J_{sc}$  दर्शाते हैं। तथापि, भरण कारक मध्यम है और यह  $\text{CuSCN}$  के दौरान अवशोषक परत की हानि को आरोपित करता है। तथापि, ईटीएम/पेरोव्स्काइट एवं पेरोव्स्काइट/एचटीएम अंतरफलक के अनुकूलन में 0.60 से भी अधिक वृद्धि करता है। यह सभी वायु-संसाधित उच्च क्षमता प्राप्त के लिए मार्ग बनाता है।

तालिका 1: विभिन्न छिद्र परिवहन सामग्रियों के साथ पीएससीयों के साधन मानदंडों की सारणी

छिद्र परिवहन सामग्री	$J_{sc}$ ( $\text{mA cm}^{-2}$ )	$V_{oc}$ (mV)	FF (%)	$\eta$ (%)
Spiro-OMeTAD (वायु)	19.9	998	0.26	5.2
Spiro-OMeTAD (नियंत्रण)	16.7	960	0.69	11.1
$\text{CuSCN}$ (वायु)	14.8	900	0.54	7.2



चित्र 1. पीएससी आधारित  $\text{CuSCN}$  - एचटीएम के अनुप्रस्त काट एसईएम की प्रतिकृति और विभिन्न एचटीएमों (दाहिने) के साथ पीएससीयों के करंट वोल्टेज विशेषताएँ

योगदानकर्ता: विशेष मंजुनाथ और के रमेश कुमार

# संक्रमण धातु आक्साइड के स्पाइनल प्रकार का उपयोग करते हुए उच्च निष्पादन और तापीय अग्रानुक्रम सौर चयनात्मक अवशोषक विलेपन

षण्मुगसुंदरम शक्तिवेल

ssakthivel@arci.res.in

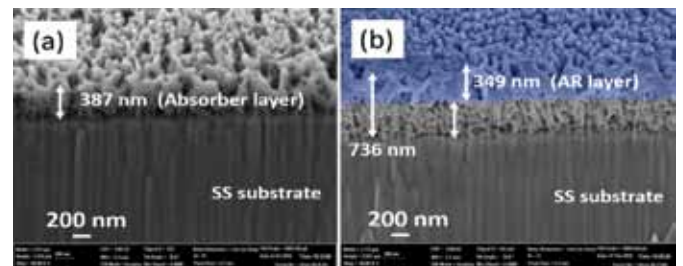
सौर तापीय ऊर्जा (सीएसपी) प्रौद्योगिकी का ध्यान असीम सौर संसाधनों का दोहन करने में सक्षम होना है और यह ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन के निम्न स्तर के साथ बिजली उत्पन्न करने के लिए एक महत्वपूर्ण तकनीक के रूप में उभर रहा है। सौर तापीय ऊर्जा में, सूर्य के किरणों को ध्यान में रखते हुए रिफ्लेक्टर की सहायता से ऊष्मप्रवैगिकी (थर्मोडायनामिक) चक्र में बिजली का उत्पादन करने के लिए ऊष्मीय तापमान का सृजन किया जा सकता है। सीएसपी संयंत्रों में, सहयोगी सीएसपी के सौर विकिरण की अनुपस्थिति में भी, तापीय ऊर्जा के भंडारण बिजली उत्पादन में सक्षम है, जिससे बिजली उत्पन्न किया जा सकता है।

केंद्रित सौर ऊर्जा प्रणाली की समग्र क्षमता में रिसेवर और कार्नेट दोनों की क्षमता प्रमुख भूमिका निभाती हैं। इस परिप्रेक्ष्य में, उच्च फोटो-थर्मल रूपांतरण क्षमता को विशिष्ट चयनात्मक अवशोषक विलेपन (एसएसएसी) द्वारा प्राप्त किया जा सकता है और उच्च कार्नेट क्षमता तब प्राप्त होगी, जब ताप अंतरण द्रव (HTF) का तापमान 600 डिग्री सेल्सियस या उससे अधिक होगा। एसएसएसीएस (SSACs) यह नियोजित करते हैं कि उसे 700 डिग्री सेल्सियस या उससे अधिक तापमान पर संचालित किया जा सकता है उसमें एचटीएफ के उच्च तापमान के साथ-साथ कार्नेट क्षमता भी होता है। इसलिए, क्रमशः 0.3-2 माइक्रोन और 2-25 माइक्रोन की श्रेणी के उच्च अवशोषण ( $\alpha_s$ ) > 0.95 और कम उत्सर्जन  $\epsilon_r$  < 0.10 के चरण में उच्च वर्णक्रमीय चयनात्मकता SSACs के लिए, यह महत्वपूर्ण है, जिसमें जीवन के उच्च स्तर के साथ उच्च तापीय और रासायनिक स्थिरता होती है।

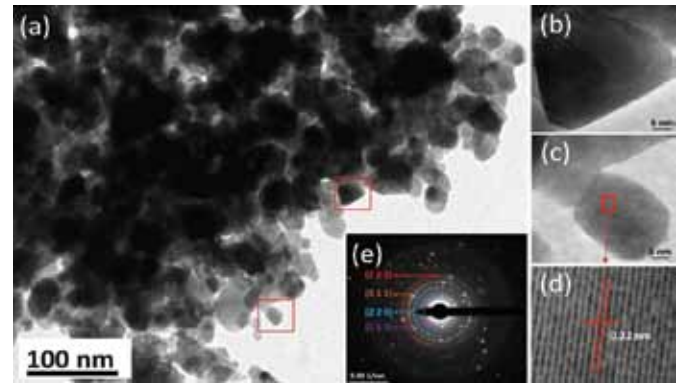
सामान्य तौर पर, उच्च तापमान चयनात्मक अवशोषक विलेपन को प्राप्त किया जा सकता है और मध्यम और उच्च तापमान अनुप्रयोगों के लिए भौतिक वाष्प जमापन मार्ग, विशेष रूप से स्पुटरिंग, स्पार्क-क्षरण, कैथोडिक चाप पीवीडी, परमाणु परत निक्षेप अनुकूल होते हैं। भारी मात्रा में सामग्री की खपत, जटिल और महंगे उपकरण के कारण इन पद्धतियों की अधिक लागत होती है और यह लागत प्रभावी उत्पादन के लिए एक संभावित समस्या हो सकती है। गीले रासायनिक पद्धतियों जैसे-एनोडाइजेशन, विद्युत रसायन निक्षेपण और रासायनिक ऑक्सीकरण भी वाष्प निक्षेपण तकनीक की तुलना में कम लागत वाली पद्धतियों के रूप में भी रिपोर्ट देते हैं, परन्तु इन पद्धतियों से प्राप्त विलेपन उच्च रासायनिक और थर्मल स्थिरता प्रदान नहीं कर सकते हैं। इसके अलावा, ये पद्धतियाँ जैसे क्रोम इलेक्ट्रोप्लेटिंग, रासायनिक ऑक्सीकरण पर्यावरण के अनुकूल नहीं होते। भौतिक दृष्टिकोण से, पिछले दशक के दौरान, अपने उच्च तापमान और ऑक्सीकरण स्थिरता के कारण स्पेक्ट्रल चयनात्मक अवशोषक के रूप में खनीज पदार्थ सामग्री ने बहुत आकर्षित किया है। इसके अलावा, खनीज पदार्थ संक्रमण, धातुओं की बड़ी संख्या के प्रतिस्थापन के लिए उत्तरदायी हैं, जिसे एसएसएसी के प्रकाशीय गुणों को ट्यून करने के लिए रासायनिक रूप से तैयार किया जा सकता है।

वर्तमान कार्य में, उच्च निष्पादन अवशोषक विलेपन प्राप्त करने के लिए एक नवीनतम अवशोषक प्रणाली के डिजाइन और निर्माण के बारे में वर्णन किया गया है, जो उच्च वर्णक्रमीय चयनात्मकता के साथ हवा में  $\geq 500$  डिग्री सेल्सियस तापमान पर स्थिर होती है। घोल पूर्ववर्ती विधि द्वारा उच्च तापीय स्थिरता हासिल करना हमारे लिए एक उत्तेजक समस्या थी। यद्यपि, घोल पूर्ववर्ती (Mn-Cu-Co) में लैओथरामीली संश्लेषित क्रिस्टलीय नैनो ज़िरकोनिया कणों को समाविष्ट कर

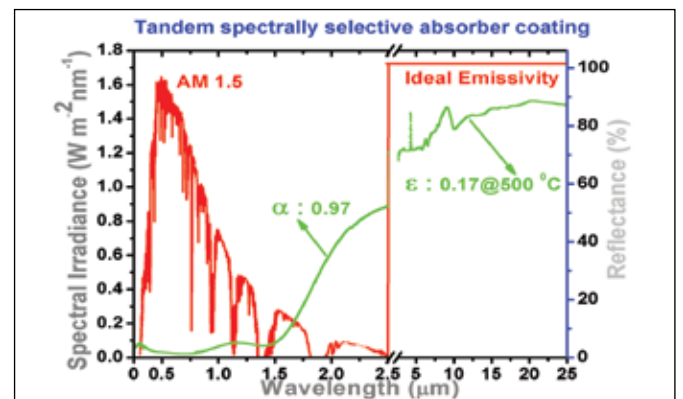
और समग्र नैनो कण परत के निर्माण द्वारा हम इसे खत्म कर सकते हैं। अवशोषक परत के ऊपर मेसोफोरस MgF<sub>2</sub> नैनो-कण परत की सहायता से अवशोषण बढ़ाया गया। हमने विशिष्ट प्रक्रिया द्वारा  $\alpha_{sol}$ : 0.97;  $\epsilon_{500^\circ C}$ : 0.17 के उत्कृष्ट ऑप्टिकल अवशोषक परत प्राप्त किये, जो खुले हवादार वातावरण की स्थिति में उत्कृष्ट थर्मल की स्थिरता अधिकतम 700 डिग्री सेल्सियस पर दिखाई देता है। अग्रानुक्रम अवशोषक प्रणाली का निर्माण सरल है, इसमें स्टील सबस्ट्रेट के आर्थिक वर्ग का इस्तेमाल किया जाता है, और यह जटिल उपकरण की मांग नहीं करता, और जो अग्रानुक्रमिक अवशोषक प्रणाली बनाई जाती है, वह सघन सौर ऊर्जा (सीएसपी) प्रणाली द्वारा लागत प्रभावी बिजली उत्पादन के लिए सबसे बेहतर विकल्प है।



चित्र 1: एफआईबी क्रॉस - सेक्शनल प्रतिबिंब (ए) एकल और (बी) अग्रानुक्रम समग्र नैनो कण अवशोषक परत



चित्र 2: Mn-Cu-Co-Ox-ZrO<sub>2</sub> समग्र नैनोकणों की टीईएम और एचआरटीईएम प्रतिबिंब : ए) टीईएम; बी) और सी) एचआर-टीईएम डी) Mn-Cu-Co-Ox-ZrO<sub>2</sub> संमिश्र नैनोकणों के चयनित क्षेत्र इलेक्ट्रॉन विवर्तन (एसएईडी) पैटर्न।



चित्र 3: अग्रानुक्रम स्पेक्ट्रल चयनात्मक अवशोषक विलेपन के ऑप्टिकल गुण

योगदानकर्ता: एम. शिव प्रसाद और श्रीनिवास राव अच्युता



# Cu(In,Ga)(S,Se)<sub>2</sub> पतली फिल्म अवशोषक परत के लिए कणिका-इंक आधारित गैर-वैक्यूम मार्ग

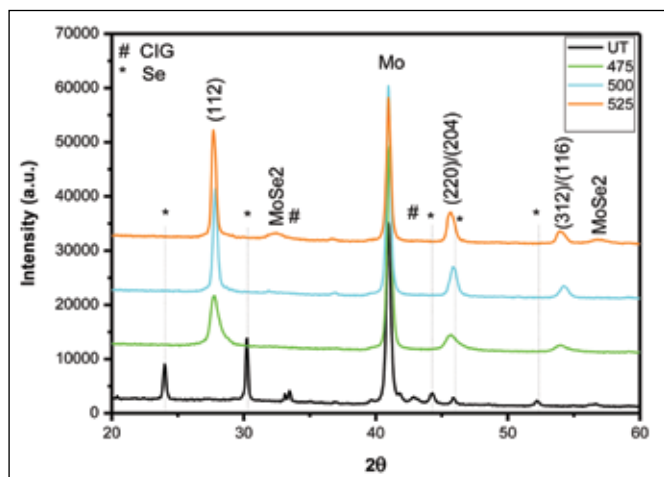
अमोल सी. बद्गुजार

badgujaramol@project.arci.res.in

Cu(In,Ga)(S,Se)<sub>2</sub> या सीआईजीसीई, उच्च अवशोषण गुणांक वाले क्लैकोपीराइट-आधारित प्रत्यक्ष बैंड-गैप सामग्री होते हैं। इसलिए, सौर ऊर्जा अनुप्रयोगों के लिए केवल 1.5-2 सूक्ष्ममापी की CIGSSe फिल्म की मोटाई हेतु यह पर्याप्त है। इसमें सीआईजीसीई के थर्मल और रासायनिक स्थिरता के साथ-साथ बैंड-गैप को समायोजित करने की क्षमता है। अतः पतली फिल्म अवशोषक सामग्री को लोकप्रिय बनाने और ऊर्जा एवं मॉड्यूल के लिए क्रमशः, 22% और 16% से अधिक की क्षमता तक पहुँचाने में भी, इसने योगदान दिया है। परंपरागत सह-वाष्पीकरण, स्पुटरिंग-सिलेनाइजेशन मार्ग वैक्यूम आधारित महंगे और अत्यधिक जटिल है। CIGSSE को प्रौद्योगिकी, वाणिज्यिक, प्रतिस्पर्धी बनाने के लिए, स्केलेबल गैर-वैक्यूम इंक आधारित संसाधन का अन्वेषण किया जाना चाहिए। डिवाइस गुणवत्ता अवशोषक की परतों को प्राप्त करने के लिए कणिका आधारित पूर्ववर्ती, आवश्यक रचनात्मक के उच्च स्तर उपलब्ध कराते हैं

इस कार्य में, हमने CuInGa अलॉय NPs (<100 nm), Se NPs (< 100 nm) और विस्तृत सल्फर गीत के रूप में थियोरिया को मिलाकर जलीय नैनो-इंक के फुहार विलेपन द्वारा सीआईजीसीई पतली फिल्म अवशोषक परत को प्रस्तुत किया है। 150 डिग्री सेल्सियस के तापमान पर सोडा लाइम कांच सबस्ट्रेट द्वारा लेपित बिलेयर मोलिब्डेनम पतली फिल्मों (500 एनएम) पर नैनो-इंक को फुहारित किया गया। N<sub>2</sub> वायुमंडल के तहत क्वार्ट्ज भट्टी में 475-525 डिग्री सेल्सियस तापमान पर प्राचीन पतली फिल्मों को साधित किया गया। क्रमशः एक्सआरडी, रमन, एक्सआरएफ-ईडीएस, यूवी-वीआईएस-एनआईआर और हॉल प्रभाव का उपयोग कर चरण, संरचना, संयोजन, प्रकाशीय और विद्युत गुणों के लिए प्राप्त किये गये CIGSSE पतली फिल्मों को निपणित किया गया।

ट्रायरी चाल्कोपीराइट सीजीएसएस चरण के लिए, एक्सआरडी प्लॉट द्वारा फिहारित एनपी पूर्ववर्ती के चरण रूपांतरण को प्राप्त किया गया, जैसे चित्र 1 में प्रस्तुत किया गया है। सीआईजीएसएस चरण से संबंधित शिखर तेज और तीव्र हो गए और सिलेनाइजेशन तापमान बढ़ने के कारण क्रिस्टलीकरण और अणु की वृद्धि का संकेत देते हैं। CuSe / CuS और या In<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> / In<sub>2</sub>S<sub>3</sub> में कोई



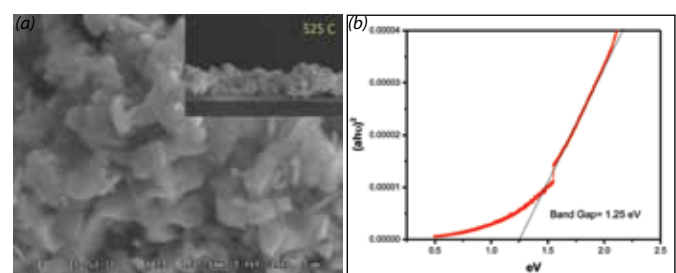
चित्र 1: सीआईजीसीई पतली फिल्मों के एक्सआरडी प्लॉटों को अलग-अलग तापमानों पर सेलेनित किया गया।

बाइनरी चरण नहीं पाए गए, और इसकी पुष्टि रमन विश्लेषण द्वारा की गई। बड़े अणु सहित सघन शून्य-मुक्त सेलेनित पतली फिल्मों के लिए, फिहारित फिल्म की तरह प्राचीन सूक्ष्मसंरचना का मूल्यांकन चित्र 2 (ए) द्वारा साधित किया जा सकता है। बेहतर आकारिकी संरचना, विश्लेषण के अनुरूप क्रिस्टलीयता की उच्च डिग्री का संकेत देते हैं। रचनात्मक और ऑप्टो इलेक्ट्रॉनिक गुण तालिका 1 में संक्षेपित किये गये हैं। सीआईजीएसएस पतली फिल्मों के बैंड-गैप और वाहक एकाग्रता, Ga/(Ga+In) एवं Se/(S+Se) अनुपात पर निर्भर होने के लिए जाने जाते हैं। इसी तरह, सीआईजी मिश्रधातु एनपीएस पूर्ववर्ती के रूप में कार्यरत हैं, Ga/(Ga+In), Cu/(In+Ga) अनुपात अपरिवर्तित हैं, जो उपकरण निर्माण के लिए महत्वपूर्ण हैं।

सिलेनाइजेशन तापमान में वृद्धि के साथ Se/(S+Se) अनुपात में वृद्धि हुई है, जो चाल्कोपीराइट संरचना में परमाणु द्वारा एस के प्रतिस्थापन को इंगित करता है। परिणामस्वरूप, 525°C के सिलेनाइजेशन तापमान में सीआईजीसीई पतली फिल्मों का बैंड-गैप 1.25 ईवी तक घट गया, जिसे चित्र 2 (बी) द्वारा देखा जा सकता है। ट्रांसमिशन स्पेक्ट्रम से मापे जाने वाले 105 सेमी<sup>-1</sup> क्रम के अवशोषण गुणांक के लिए सभी फिल्मों देखी गईं। सभी फिल्मों को पी-प्रकार के रूप में देखा गया, जब फिल्मों को उच्च तापमान पर साधित किया गया, तब वह बेहतर गतिशीलता की पुष्टि करता है और संघटन के साथ सुधरे हुए क्रिस्टलीयलिटी के वाहक एकाग्रता का संकेत देता है। निष्कर्ष में, डिवाइस गुणवत्ता CIGSSE पतली फिल्म अवशोषक परत तैयार करने के लिए, गैर-वैक्यूम इंक आधारित मार्ग को सफलतापूर्वक नियोजित किया गया।

तालिका 1: संघटन, हॉल माप और सेलेनिज्ड सीआईजीसीई पतली फिल्मों के प्रकाशीय बैंडगैप।

सेलेनिजेशन तापमान (°C)	Ga/(Ga+In)	S/(S+Se)	कैरियर कंसंट्रेशन (cm <sup>-3</sup> )	हॉल मोबाइलिटी (cm <sup>2</sup> /V.s)	बैंड गैप (eV)
475	0.35	0.31	6.7e15	3.91	1.30
500	0.35	0.28	2.71e17	0.773	1.28
525	0.35	0.25	1.59e17	12.01	1.25



चित्र 2: (ए)संचरण स्पेक्ट्रम द्वारा टीओसी प्लॉट की गणना और (बी) सतह और क्रॉस सेक्शन आकृति विज्ञान (इनसेट) सीआईजीसीई पतली फिल्मों को सेलेनित किया गया

योगदानकर्ता: संजय आर. ढुंगे

# अति कुशल और स्थिर परोवस्काइट सौर ऊर्जाओं के लिए लंबवत संरेखित टाइटेनियम डाइऑक्साइड (TiO<sub>2</sub>)

गणपति विरप्पन

ganapathy.inspire@project.arci.res.in

पारंपरिक रूप से व्यापक-बैंडगैप अर्धचालक (TiO<sub>2</sub>, ZnO, SnO<sub>2</sub> इत्यादि) का इस्तेमाल परोवस्काइट सौर ऊर्जा (पीएससी) में इलेक्ट्रॉन ट्रांसपोर्ट लेयर (ईटीएल) के रूप में किया जाता है, और ईटीएल की अधिकांश रिपोर्ट नैनो कण इलेक्ट्रोड से बनाई गई हैं। पारंपरिक नैनो कण TiO<sub>2</sub> (NC-TiO<sub>2</sub>) ETL में, हमें कई जटिलताओं को दूर करने की जरूरत है जैसे: नैनो क्रिस्टलीय परत में उच्च अंतर कणरोधी के कारण इलेक्ट्रॉनों का अवरोधन, जो खुले सर्किट वोल्टेज में कम होता है, ईआरएल की गहरी परतों में परोवॉक्साइट की खराब अंतःस्यंदन, कभी-कभी खराब वर्तमान घनत्व के कारण होता है। यद्यपि, 1 डी या 2 डी धातु ऑक्साइड (टाइटेनियम डाइऑक्साइड (TiO<sub>2</sub>), जिंक ऑक्साइड (ZnO), SnO<sub>2</sub>) नैनोस्ट्रक्चर के साथ नैनो क्रिस्टलीय टाइटेनियम डाइऑक्साइड को बदलकर, इन जटिलताओं को प्रभावी ढंग से नियंत्रित किया जा सकता है।

तीव्र इलेक्ट्रॉन परिवहन के बावजूद, जिंक ऑक्साइड (ZnO) नैनोरॉड आधारित परोवस्काइट और सौर ऊर्जा TiO<sub>2</sub> नैनोरॉड आधारित सौर ऊर्जाओं के लिए निम्न गुणवत्ता वाले थे। जब, नैनोरॉड संरचित TiO<sub>2</sub> का इस्तेमाल लोकप्रिय ईटीएल के रूप में किया गया, तब इसमें उच्च इलेक्ट्रॉन प्रसार की लंबाई है और यह पुनर्संयोजन दर को कम करके इलेक्ट्रोड को प्रत्यक्ष इलेक्ट्रॉन परिवहन प्रदान करता है। इस कार्य में, हमने ऊर्ध्वाधर विधि द्वारा खड़ी संरेखित 1-डी TiO<sub>2</sub> नैनोरॉड (TiO<sub>2</sub>-NR) को संश्लेषित किया है और ईटीएल परत के रूप में व्यापक संसाधित परोवस्काइट सौर ऊर्जा में इसका सफल उपयोग किया गया। परोवस्काइट संवेदीकरण और छेद परिवहन सामग्री (एचटीएम) की घुसपैठ में इलेक्ट्रोड के छिद्र और लम्बाई महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है।

चित्रा 1ए, और बी TiO<sub>2</sub> नैनो कण और नैनोरॉड पीएससी उपकरणों के क्रॉस-अनुभागीय FE-SEM प्रतिबिंबों को दर्शाता है। प्रत्येक रोड के बीच नैनोरॉड्स आकारिकी, उच्च मात्रात्मक सतही क्षेत्र और सूक्ष्म छिद्रों के कारण 1-D TiO<sub>2</sub> सभी फोटोएक्लेक्ट्रोड के संवेदनशील वाले परोवस्काइट के लिए पर्याप्त मार्ग बचाता है। इसके अतिरिक्त, TiO<sub>2</sub> नैनोरॉड फोटोएक्लेक्ट्रोड में मौजूद बड़े छिद्रों के कारण, छोटे आणविक एचटीएम की घुसपैठ को भी बढ़ाया गया। जबकि, उपर्युक्त उल्लेखनीय वस्तुएँ नैनो कण TiO<sub>2</sub> इलेक्ट्रोड (चित्र 1 सी) में सरलता

से उपलब्ध नहीं होते हैं। जबकि, उपरोक्त उल्लेखनीय वस्तुएँ नैनो कणिकाएँ TiO<sub>2</sub> इलेक्ट्रोड (चित्र -1 सी) में आसानी से उपलब्ध नहीं होतीं ।

फोटोवोल्टिक निष्पादन आधारित TiO<sub>2</sub> नैनोरॉड की लंबाई में भिन्नता की जांच की गई और उक्त आंकड़े में जे-वी विशेष लक्षण के द्वारा प्रस्तुत किया गया ।

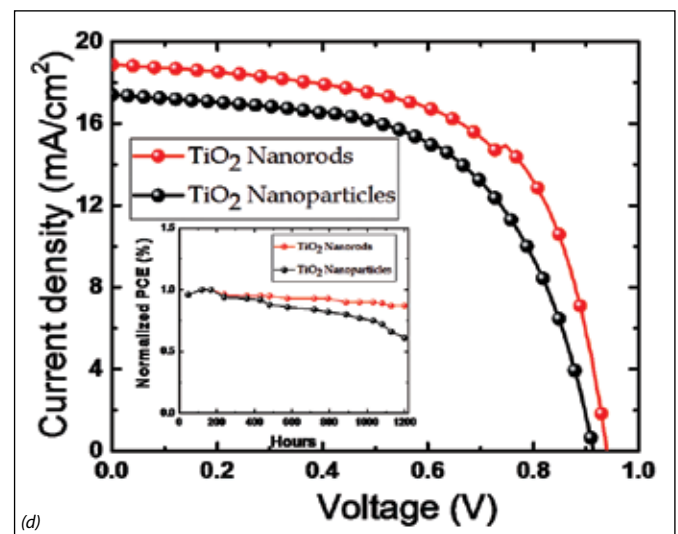
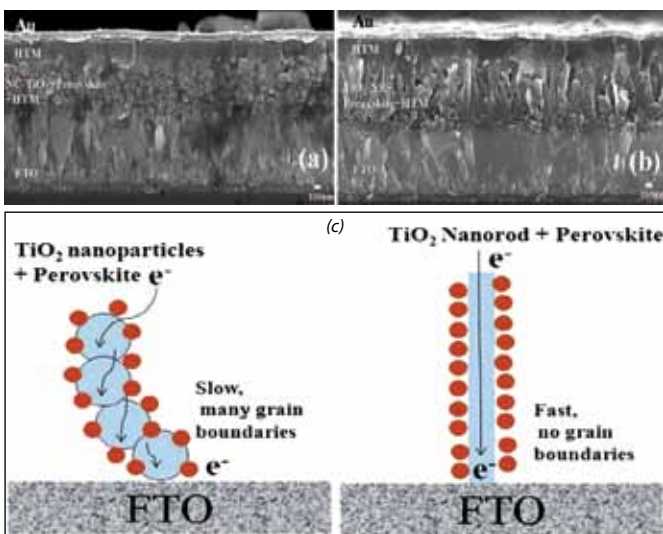
350 नैनोमीटर लंबाई वाली परोवस्काइट सुग्राहित TiO<sub>2</sub> नैनोरॉड 18.8mA/cm<sup>2</sup> की शॉर्ट सर्किट वर्तमान घनत्व को दर्शाती है, जो 939 mV के खुले सर्किट वोल्टेज के साथ होती है । इसमें 1 सूर्य रोशनी के तहत 61.9% की भरण कारक (एफएफ) और 11% की सभी बिजली का रूपांतरण करने की क्षमता (पीसीई) है ।

TiO<sub>2</sub> नैनो कणिका उर्जाओं पर TiO<sub>2</sub> नैनोरॉड आधारित उर्जाओं के लिए क्षमता उल्लेखनीय वृद्धि सभी फोटोवोल्टिक पैरामीटर (चित्र 1 डी और तालिका 1) से आती है। TiO<sub>2</sub> नैनोरॉड आधारित डिवाइस के लिए VOC और JSC में वृद्धि देखी गई क्योंकि ईटीएल में परोवस्काइट (सीएच 3 एनएच 3 पीबीआई 3) ने संपर्क और गहरी अंतःस्यंदित की, जिससे श्रृंखलारोधी और क्षमता वृद्धि में कमी आई।

चित्र 1सी में चित्रित प्रतिबिंब दो भिन्न-भिन्न फोटोएक्लेक्ट्रोड की सामान्यीकृत स्थिरता वक्र दर्शाता है। और उनमें से, जब पारंपरिक TiO<sub>2</sub> नैनो कणिका पीएससी की तुलना की गई, तब TiO<sub>2</sub> नैनोरॉड आधारित उपकरणों ने बेहतर स्थिरता को दर्शाया है ।

तालिका 1: दो विभिन्न फोटो इलेक्ट्रोड से बना पीएससीएस का फोटोवोल्टिक निष्पादन

फोटो इलेक्ट्रोड	$J_{SC}$ (mA cm <sup>-2</sup> )	$V_{OC}$ (mV)	FF (%)	$\eta$ (%)
TiO <sub>2</sub> -NR	18.8	939	61.9	11.0
NC-TiO <sub>2</sub>	17.4	912	58.5	9.3



चित्र 1: बनाये गए परोवस्काइट सौर ऊर्जा उपकरणों के क्रॉस-संक्षालन FE-SEM प्रतिबिंब (a) TiO<sub>2</sub> नैनो कण इलेक्ट्रोड, (b) TiO<sub>2</sub> नैनोरॉड इलेक्ट्रोड, (सी) TiO<sub>2</sub> नैनो कण इलेक्ट्रोड बनाम नैनोरॉड में जाने वाले इलेक्ट्रॉनों को संरेखित चित्र पुस्तुत कर रहे हैं, और (डी) दो विभिन्न फोटोइलेक्ट्रोड के करंट-वोल्टेज स्पेक्ट्रम (चित्रित प्रतिबिंब अपने संबंधित स्थिर डेटा दर्शा रहे हैं ।

योगदानकर्ता: एम सुरेश और के वैशिनानथन

# एकल क्रिस्टल नैनो-रोड युक्त सीआईजीएस फिल्मों की संरचना विद्युत निक्षेप द्वारा डिजाइन

बी वी शारदा

sarada@arci.res.in

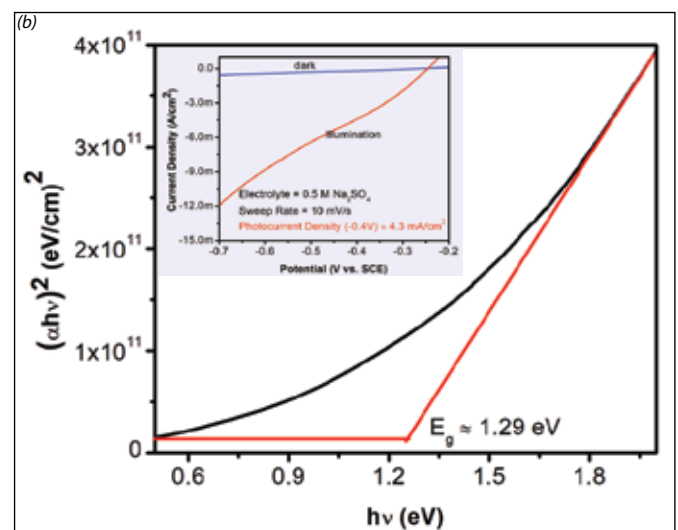
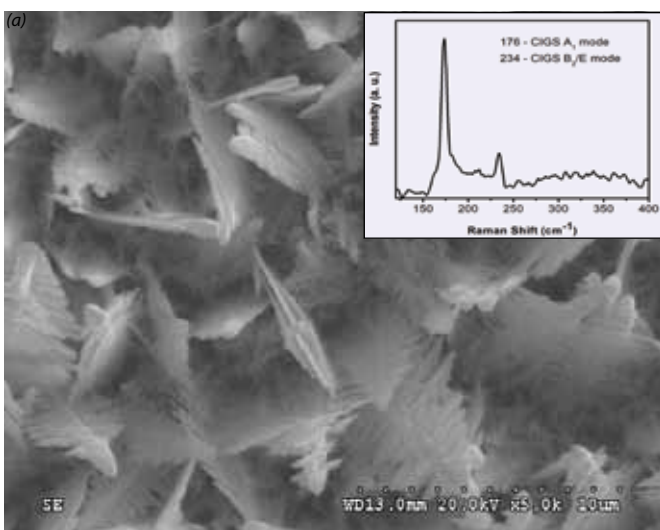
स्वच्छ ऊर्जा उत्पादन के लिए सौर ऊर्जा के प्रत्यक्ष रूपांतरण हेतु कई नवीन सामग्री एवं प्रक्रियाओं को शामिल करते हुए वातावरणीय अनुकूल विद्युतीय ऊर्जा के उत्पादन की बढ़ती मांग ने इस अनुसंधान को संप्रेरित किया है। विभिन्न अवशोषक परतों में से पतले - फिल्म आधारित सौर कणों, प्रत्यक्ष ऊर्जा अंतराल सामग्री, Cu (In, Ga) Se<sub>2</sub>, 1.1-1.7 eV की श्रेणी में समायोजनीय ऊर्जा अंतराल के साथ अनुसंधान किया गया है जो अधिकतम सौर अवशोषक क्षेत्र में एक बृहत अवशोषक गुणक एवं दीर्घावधि स्थिरता को आशाजनक दर्शाया गया है। इसके अतिरिक्त, एकल आकार स्थापत्य, अपेक्षित भौतिक और ज्यामितीय गुणों को स्वीकारना सौर फोटोवोल्टिक अनुप्रयोगों के लिए प्रलोभक होता है। तथापि, नैनो-संरचित स्थापत्यां (डिसाइनों) का विकास करना, विशेषकर एक जटिल प्रणाली में जैसे सीआईजीएस, जहां धातुओं की स्टोइकियोमेट्री जटिल होती है, कमरे की तापमान प्रक्रिया द्वारा यह चुनौतीपूर्ण होता है।

प्रस्तुत अध्ययन Mo स्पुटित कांच पर नवीन कंपनी प्रतिलोम विद्युत निक्षेपों की तकनीक द्वारा एकल क्रिस्टल नैनोरोड युक्त सीआईजीएस नैनो-जैल जैसी संरचनाओं की रिपोर्ट है। नैनो संरचनाएं कंपनी मानदंडों को आगे पीछे अनुकूलन द्वारा निर्मित की जाती है, जहां स्थापत्य के अपेक्षित अनुपात सामग्री के विस्तृत विघटन द्वारा होता है। प्रस्तुत अध्ययन का अत्यंत रोचक अवलोकन यह है कि बिना किसी उच्च तापमान के उपचार के एकल सीआईजीएस स्टोइकियोमेट्रिक के क्रिस्टल नैनो रोडों का निर्माण करना है। पारंपरिक विद्युत निक्षेप तकनीकों के लिए चारकोलाइट क्विस्टालिन फेस एफईएसईएम (चित्र क) को प्राप्त करने के अनुक्रम में, पश्च - अन्नीलिंग उपचार ~ 550nm पर अपेक्षित है और टीईएम विश्लेषण से यह पता चलता है कि नैनो रोड का व्यास ~ 50nm होना चाहिए। इस प्रकार के नैनो डिजाइन युक्त फिल्मों पारंपरिक आयोजित फिल्मों की तुलना में विस्तारित तल क्षेत्रफल दर्शाते हैं

और रोड की लंबाई के माध्यम से प्रकाश अवशोषण करने में सक्षम होते हैं। चार्ज पृथक्करण पूरे रोड में दिखता है, जिसके द्वारा अल्प वाहक प्रसार लंबाई को कम करता है। उच्च संकल्प टीईएम और एसएईडी विश्लेषण से पता लगता है कि नैनो रोड एकल क्रिस्टलाइन प्रकृति के होते हैं और यह सीआईजीएस के अभिमुखीकरण (112) के अनुरूप होते हैं।

सीआईजीएस नैनो-जैल संरचनाओं और कोई अनपेक्षित अवस्था के साथ एकल क्रिस्टलाइन चारकोलाइट अवस्था के निर्माण को स्टोइकियोमेट्रिक सृजन टीईएम, एक्सआरडी रामन विश्लेषण द्वारा मूल्यांकित किया गया है (आकृति व अंकित करें)। स्वच्छ सीआईजीएस अवस्था बिना तांबे के सेलेनाइड द्वितीय अवस्था का निर्माण करती है जैसा कि यह रामन स्पेक्ट्रम (चित्र क अंकित करना) मॉट - स्कॉटकी अध्ययन से यह सुनिश्चित किया गया है कि फिल्म p-प्रकार के प्रकृति के सेमी कंडक्टर का सृजन करता है। यह नैनो मेश अति उत्कृष्ट अवशोषण, विद्युतीय रासायनिक एवं फोटो विद्युतीय रासायनिक (पीईसी) गुण दर्शाते हैं। इसके अतिरिक्त मॉट - स्कूटकी विश्लेषण से अधिकाधिक 150 घ<sup>2</sup> स्पेस चार्ज कपिसीटेंस देखा गया और सौर उत्तेजित प्रकाश पीईसी जे-V विशेषताओं से 4.3 mA/cm<sup>2</sup> फोटोकॉरेंट घनत्व को पाया गया है। टीएयूसी का प्लॉट लगभग 1.29 eV के विद्युत अंतराल का उत्पादन करता है जो उच्चतर सक्षम सीआईजीएस उपकरणों के लिए (चित्र ख) रिपोर्ट किए गए मूल्यों के साथ अनुकूल होता है।

प्रस्तुत दृष्टिकोण से यह पता चलता है कि विद्यमान उच्च तापमान विस्तृत सामग्री दृष्टिकोण की तुलना में प्रभावी सामग्री के उपयोग के साथ उत्कृष्ट गुणों सहित नैनो संरचित सीआईजीएस अवशोषक परत की संरचना के साथ कमरा तापमान कंपनी प्रतिलोम विद्युत निक्षेप प्रक्रिया बृहत सबस्ट्रेट प्रभावी होती है।



चित्र 1 (क) एईएसईएम सीआईजीएस नैनो मेश संरचनाओं की प्रतिकृति रामन स्पेक्ट्रम का प्रतिनिधित्व करने वाले निक्षेपित सीआईजीएस नैनो संरचित पतले फिल्मों को अंकित करें, (ख) नैनो मेश सीआईजीएस फिल्म के लिए प्राप्त टीएयूसी का प्लॉट। पीईसी के मानदंडों से अवशोषक परत के IV विशेषताओं के प्रतिनिधित्व को अंकित करें।

योगदानकर्ता : श्रीकान्त मंडती

## दो-चरण सिलेनाइजेशन प्रक्रिया द्वारा सीआईजीएस पतली फिल्म सौर ऊर्जाओं का विकास

संजय आर. ढंगे

dhage@arci.res.in

विश्वसनीयता और क्षमता के संदर्भ में, सबसे आशाजनक पतली फिल्म फोटोवोल्टिक प्रौद्योगिकी के लिए, Cu(In,Ga)Se<sub>2</sub> (CIGS) सौर ऊर्जा पर विचार किया गया। पिछले कुछ वर्षों के दौरान, पतली फिल्म सौर प्रौद्योगिकियों के भीतर सीआईजीएस क्षमता का विकास सबसे प्रभावशाली रहा है, इसके अलावा, बहु-क्रिस्टलीय सिलिकॉन ऊर्जा तुलनीय है, यहाँ तक कि अनाकार सिलिकॉन (a-Si) और कैडमियम, टेल्यूरिड (CdTe) से भी ज्यादा कुशल है।

वर्तमान चुनौतियों में, सीआईजीएस पतली फिल्म प्रौद्योगिकियों के विनिर्माण लागत को कम करना और औद्योगिक उत्पादन के लिए अनुसंधान एवं विकास के परिणामों का तेजी से अंतरण करना है। विभिन्न मौजूदा संसाधन प्रौद्योगिकियों के बीच में स्पटलिंग और सिलेनाइजेशन दो-चरण संसाधन है ; जिसमें सिलेनियम वाष्प का उपयोग किया जाता है और इसमें प्रभावी ढंग से उपयोग करने की क्षमता और न्यूनतम विषाक्तता भी है।

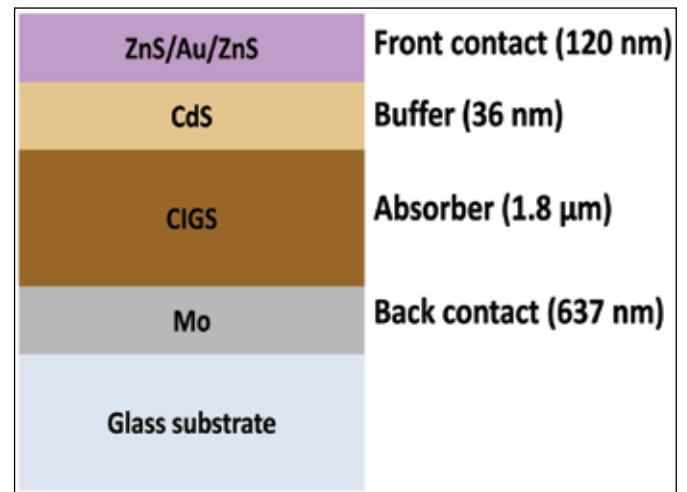
इस दृष्टिकोण में, डिवाइस की गुणवत्ता को बनाने के लिए दो-चरण संसाधन को अनुकूलित किया गया और सीआईजीएस अवशोषक और पतली फिल्म सौर डिवाइस का निर्माण किया गया। दो-चरण दृष्टिकोण का उपयोग कर, गुणवत्ता वाली पी-प्रकार सीआईजीएस अवशोषक पतली फिल्म का विकास किया गया। CuGa/In पूर्ववर्ती पतली फिल्मों का निक्षेपण मेगनेट्रॉन स्पुटरिंग द्वारा किया गया तथा इसका अनुसरण गीत के रूप में Se वाष्प का उपयोग कर तीव्र थर्मल संसाधन (आरटीपी) द्वारा किया गया।

लगभग 1.8 माइक्रोन की सीआईजीएस पतली फिल्म की विशेषता अति क्रिस्टलीय कैल्कोपाइराइट चरण Cu/(In+Ga)=0.99 के रचनात्मक एकरूपता में वांछित है। Ga/(In+Ga)=0.38 अनुपात को विभिन्न सिलेनाइजेशन संसाधन स्थितियों को अनुकूलित करके प्राप्त किया गया।

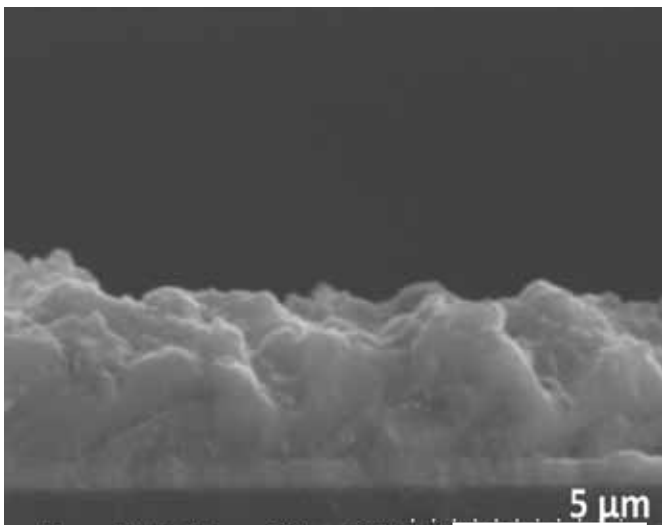
उच्च प्रवाहकीय (शीट प्रतिरोध: 0.3 Ω / □) मोलिब्डेनम बिलेयर पतली फिल्म को 673 एनएम पर वापस संपर्क कर, सोडा नीबू कांच पर बीजों और थोक परतों में स्पुटित किया गया, जिसका उपयोग सबस्ट्रेट के रूप में किया गया। इसके अलावा, पी-एन जंक्शन के रूप में बनाने के लिए, रासायनिक बाथ निक्षेपण द्वारा उच्च सीआईजीएस अवशोषक परत पर लगभग 36 एनएम एन-प्रकार अर्धचालक सीडीएस बफर परत को

लेपित किया गया। सीआईजीएस/ Mo की FESEM क्रॉस-सेक्शन प्रतिबिंब आंकड़ा 1 में दर्शाया गया है। उर्जा को पूर्ण करने के लिए, 60 Ω / □ शीटरोधी सहित ZnS-Au-ZnS प्रत्यक्ष संपर्क और दृश्य प्रकाश में लगभग 65% संप्रेषण को लेपित किया गया। पूर्ण स्टैक सीआईजीएस पतली फिल्म सौर ऊर्जा डिवाइस विन्यास की योजनाबद्ध को चित्र 2 में देखा जा सकता है। पूर्ण ऊर्जा के निष्पादन के लिए एक परीक्षण अंधेरे में और दूसरा परीक्षण सूर्य में किया गया। इस परीक्षण में, 6 मिमी x 3 मिमी के पृथक सक्रिय क्षेत्र के पूर्ण स्टैक सौर ऊर्जा डिवाइस (ZnS-Au-ZnS/CdS/CIGS/ Mo/कांच) द्वारा 0.6% फोटो-रूपांतरण क्षमता प्राप्त की गई।

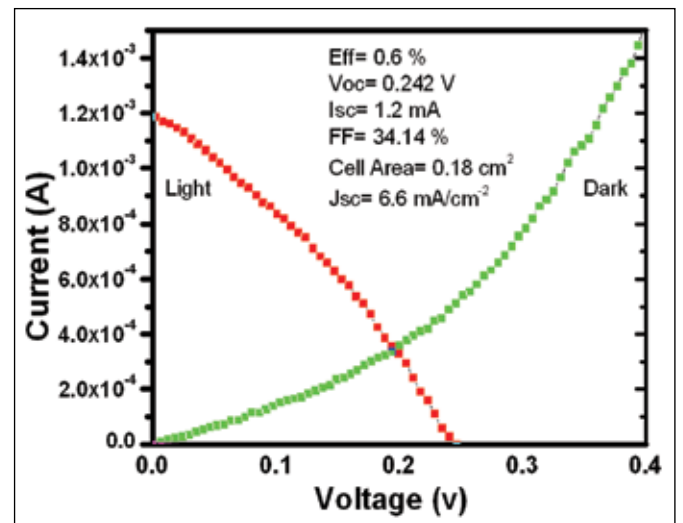
फोटो सक्रिय डिवाइस द्वारा 0.242वी के खुले सर्किट वोल्टेज और 6.6 mA/cm<sup>2</sup> के वर्तमान घनत्व को साधित किया गया, जिसे चित्र 3 में दर्शाया गया है। फोटो-रूपांतरण क्षमता में सुधार करने का प्रयास आगे कार्यरत हैं। वोक (V<sub>oc</sub>) सीधे सामग्री की गुणवत्ता से संबंधित है, सीआईजीएस-सीडीएस इंटरफेस में सुधार करने के लिए, बायनेरिज़ को नष्ट कर और सीआईजीएस सतह का निश्चेष्टकरण कर सीआईजीएस अवशोषक की सुधार गुणवत्ता द्वारा सुधारीकरण वोक का लक्ष्यीकरण किया जा रहा है।



चित्र 2: योजनाबद्ध सीआईजीएस पतली फिल्म सौर ऊर्जा का विन्यास।



चित्र 1: सीआईजीएस/Mo पतली फिल्म के FESEM क्रॉस-सेक्शन प्रतिबिंब



चित्र 3. अंधेरा और प्रकाश के तहत पतली फिल्म सौर ऊर्जा (ZnS-Au-ZnS/CdS/CIGS/ Mo/कांच) का I-V प्रदर्शन

# चर मोटाई की विस्तृत क्षेत्र में सीडीएस पतली फिल्म को तैयार करने के लिए पूर्ववर्ती स्थितियों का अनुकूलन

पी उदय भास्कर

pudayb@project.arci.res.in

रासायनिक बाथ निक्षेपण (सीबीडी) तकनीक द्वारा बनाई गई कैडमियम सल्फाइड (सीडीएस) ( $E_g = 2.42 \text{ eV}$ ) का इस्तेमाल आमतौर पर, उच्च क्षमता में हेटरजंक्शन भागीदारी के रूप में किया जाता है, जो  $\text{Cu(InGa)Sc}_2$  पतली फिल्म सौर ऊर्जा को सूचित करती है। अर्ध-स्वचालित सीबीडी प्रणाली का उपयोग कर, 30 सेंटीमीटर x 30 सेंटीमीटर के सबस्ट्रेट आकार पर उच्च गुणवत्ता वाले एन-प्रकार सीडीएस बफर लेयर का आकलन किया गया। सीडीएस में वांछित प्रकाशीय और विद्युत गुणों को प्राप्त करने के लिए, रासायनिक बाथ के विभिन्न प्रयोगात्मक स्थितियों का अनुकूलन किया गया।

यहाँ, प्रारंभिक ध्यान 50 से 100 एनएम तक की सीमा में मोटाई सहित कण-मुक्त सीडीएस पतली फिल्म को प्राप्त करना था, इसकी तरह चर मोटी सीडीएस फिल्म प्राप्त करना वांछनीय है जो सीआईजीएस अवशोषक की आकृति विज्ञान पर निर्भर करता है और पूरी सतह को भी ढकता है।

सीडीएस गठन की प्रतिक्रिया से, यह अनुमान लगाया जा सकता है कि सीआईजीएस सौर ऊर्जा अनुप्रयोग के लिए सीडीएस बफर परत में, वांछित प्रकाशीय और विद्युत गुणों को प्राप्त करने के लिए, कैडमियम से अमोनिया (सीडी/एएमएम) और सीडी से थियोरे (टीयू) महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।

प्रायोगिक कार्य में,  $\text{CdSO}_4$ , थियोऊरिया, अमोनिया और डीआई पानी का इस्तेमाल पूर्ववर्ती घोलों को शुरू करने के लिए किया गया। 30 सेमी x 30 सेमी कांच सबस्ट्रेट के क्षेत्र में सीडीएस पतली फिल्म बनाने के लिए प्रत्येक पूर्ववर्ती सांद्रता द्वारा  $\text{Cd/Tu}$  (1.84 to 1.93) और  $\text{Cd/Amm}$  (1.09 to 1.80) अनुपातों को पृथक-पृथक किया गया। 30 सेमी x 30 सेमी सबस्ट्रेट के विभिन्न स्थानों पर, मोटाई, आकृति विज्ञान, संप्रेषण और बैंड अंतर जैसे फिल्म गुण निर्धारित किए गए।

प्रयोगात्मक विश्लेषण में, यह पाया गया है कि  $\text{Cd/Amm} = 1.09$  and  $\text{Cd/Tu} = 1.84$  के अनुपात का उपयोग कर कण-मुक्त 50 एनएम मोटी गुणवत्ता वाली सीडीएस पतली फिल्म को साधित किया गया। सीडीएस फिल्म की मोटाई

पर प्रभाव का अनुमान लगाने के लिए, पूर्व विभिन्न प्रयोगात्मक पैरामीटर जैसे प्रतिक्रिया समय, सीडी/टीयू, सीडी/एएमएम अनुपातों को पृथक-पृथक किया गया। जहाँ, बड़ी हई सीडी/एएमएम अनुपात (तालिका 1) के साथ मोटाई में वृद्धि होती हुई देखा गया। इसके लिए, सीडी/एएमएम अनुपात में वृद्धि को जिम्मेदार ठहराया जा सकता है, परन्तु मुक्त  $\text{Cd}^{2+}$  आयनों की उपलब्धता में वृद्धि की उम्मीद है जो कुछ समय के लिए मोटी सीडीएस फिल्म के विकास में योगदान देगा।

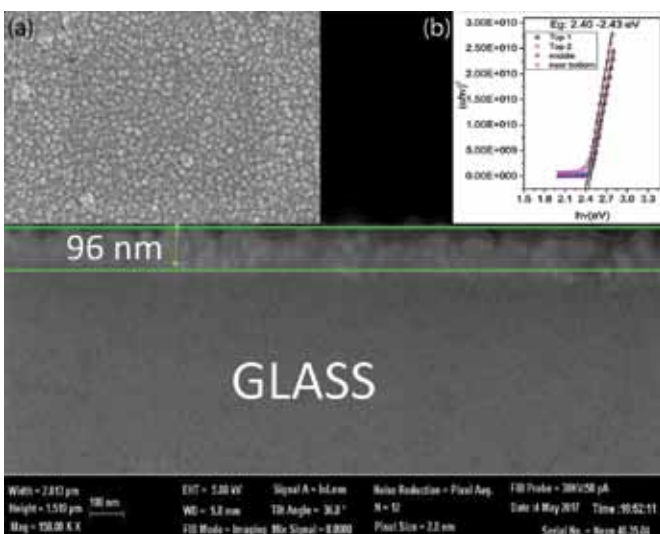
एक्सआरएफ के मापन ने 1.8 अनुपात वाले सीडी/एएमएम के लिए 30 सेमी x 30 सेमी के सबस्ट्रेट क्षेत्र पर ~ 12% मोटाई वाली एकरूपता के साथ 106 एनएम औसत की उच्चतम फिल्म मोटाई की पुष्टि की गई। फिल्म की क्रॉस-सेक्शनल प्रतिबिंब और सीडीएस फिल्म के जटिल सघन अणु आकारिकी की समान वृद्धि की पुष्टि को चित्र 1 में देखा जा सकता है।

बड़े क्षेत्र के 4 अलग-अलग स्थानों पर, फिल्मों की पारस्परिकता को रिकार्ड किया गया और इसमें इसे 70-75 प्रतिशत तक पाया गया,  $(\alpha h\nu)^2 \text{ Vs } h\nu$  प्लॉट का उपयोग कर बैंड-गैप का अनुमान लगाया गया, जिसकी सीमा 2.40-2.43 eV (चित्र 1) है। 30 सेमी X 30 सेमी (चित्र 2) के  $\text{Mo}$ -लेपित कांच सबस्ट्रेट के निक्षेपित फिल्मों पर, दृष्टिगत फिल्म की मोटाई की भिन्नता को देखा जा सकता है।

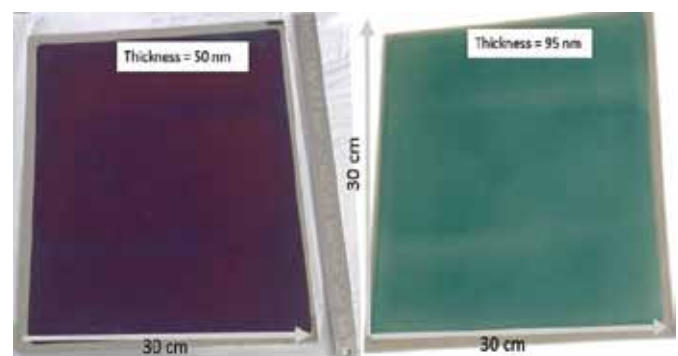
निष्कर्ष में, पूर्ववर्ती अनुकूलन द्वारा बड़े क्षेत्र सीडीएस फिल्मों को एक समान मोटाई के साथ लेपित किया जा सकता है, जो बड़े क्षेत्र CIGS पैनों के लिए इसके आशाजनक परिणामों को इंगित करते हैं।

तालिका 1: सीडीएस विभिन्न मोटाई को प्राप्त करने के लिए प्रयोगों का सारांश

संभावित सं.	Cd/Amm (मात्रा अनुपात)	Cd/Tu (मात्रा अनुपात)	मोटाई (nm)	समय	समानता %
1	1.09	1.84	50	5 m 50sec	11.7
2	1.09	1.84	60	7 m 50sec	13.7
3	1.34	1.86	80	6 m 10sec	20.1
4	1.34	1.93	63	5 m 50sec	18.6
5	1.34	1.84	43	5 m 50sec	41.4
6	1.80	1.85	106	6 m 10sec	11.5



चित्र 1: (ए) क्रॉस-सेक्शनल सतह आकृति विज्ञान इनसेट: (ए) सीडीएस फिल्म  $(\alpha h\nu)^2 \text{ Vs } h\nu$  प्लॉट के सतही प्रतिबिंब



चित्र 2: 30 सेमी x 30 सेमी सबस्ट्रेट के  $\text{Mo}$  लेपित नमूनों पर निक्षेपित विभिन्न मोटाई वाले सीडीएस फिल्म

योगदानकर्ता: संजय आर ढगे

# आरएफ मैग्नेट्रोन स्पट्टरिंग द्वारा पतले फिल्म सौर ऊर्जा केलिए विंडो परतों पर उच्च गुणवत्ता वाले ZnO और ZnO:Al के कम तापमान पर निक्षेप

प्रशांत मिश्रा

prashant.misra@project.arci.res.in

ZnO (i-ZnO) और Al मिलाकर डाले गए ZnO (ZnO:Al या AZO) के रूप में जाना जाता है) के स्वाभाविक द्विपरत समावेशित पारदर्शक विंडो परत CuInSe<sub>2</sub> के पतले फिल्म सौर ऊर्जा आधारित एक अविभाज्य भाग है, जो व्यावहारिक बड़े पैमाने के फोटोवोल्टाइक सिस्टमों के लिए प्रमुख प्रतियोगियों में से एक होते हैं। i-ZnO परत (~50 एनएम) अत्यंत प्रतिरोधात्मक होती है, कि यह एक अलग धकेलने वाले पर्दापाश करने के रूप में कार्य करने के अतिरिक्त AZO परत के आगामी निक्षेप के दौरान आधारभूत Cdएस-Cl(G)S के अंतरफलक को स्पट्टरिंग हानि से बचाता है। ऊपर में AZO की गाढ़ी परत (~500 एनएम) अत्यंत प्रवाहकत्व वाली होती है और यह फोटो संग्रहण के कार्य का निष्पादन करती है। दोनों परतें दृश्य क्षेत्र में अत्यधिक दृष्टि संबंधी संचरण (- 80%) वाले होने चाहिए तथा इसके अतिरिक्त एजेडओ परत अपने अपेक्षित कार्य को पूरा करने के लिए न्यून विद्युतीय प्रतिरोधात्मकता ( $10^{-3} - 10^{-4}$ )  $\Omega$  cm श्रेणी की होनी चाहिए। मैग्नेट्रोन स्पट्टरिंग अपने उत्कृष्ट फिल्म मोटाई एकसमानता, सरल उपलब्धता एवं नियंत्रण प्रक्रिया मानदंडों के सम्बद्ध सरलता के कारण इन परतों को अनुकूल निक्षेपण के रूप में विकसित किया गया है जैसे निक्षेपण पावर, कार्य दबाव, सबस्ट्रेट दूरी केलिए लक्ष्य, और सबस्ट्रेट तापमान विशिष्टतः स्पट्टर्ड फिल्मों में श्रेष्ठ गुणों की प्राप्ति हेतु मूल्यांकित सबस्ट्रेट तापमानों पर निक्षेपण (200-400°C) और / या उन्ही उच्च तापमानों पर व्यतिरेक वातावरण में पश्च निक्षेपण ऊष्म उपचार को आवश्यक माना गया है। एएआरसीटी पर हमने इन कमरा तापमान एवं बिना किसी अतिरिक्त पश्च निक्षेपण ऊष्म उपचार के तुलनीय विद्युतीय तथा प्रकाशकीय गुणों की प्राप्ति हेतु आरएफ स्पट्टरिंग प्रक्रिया को अनुकूलित किया है।

50 एनएम के एसएलजी सबस्ट्रेट क्षेत्र पर फिल्मों को निक्षेपित करने हेतु i-ZnO और एजेडओ के 2" प्लानर कैथोडों द्वारा संसाधित एक दोहरे आरएफ मैग्नेट्रोन स्पट्टरिंग सिस्टम (APT, पूर्ण, भारत) द्वारा बनाया गया है। पूर्ण सबस्ट्रेट क्षेत्र पर श्रेष्ठ समानता फिल्मों में अपेक्षित गुण प्राप्त करने केलिये RF पावर, कर्ष के दबाव और सबस्ट्रेट दूरी की लक्ष्य प्राप्ति को अनुकूलित किया गया है।

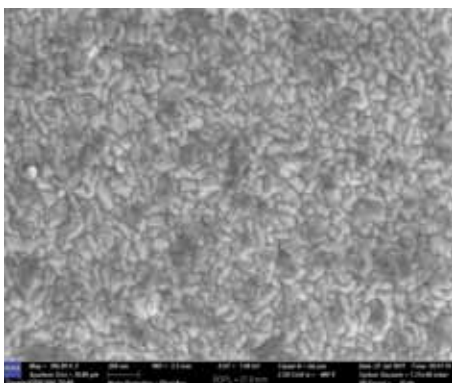
एकसमानता में सुधार करने हेतु निक्षेपण के दौरान सबस्ट्रेट को लगातार घुमाया जाता है। लगभग 50 एनएम और 500 एनएम के i-ZnO और AZO के फिल्मों को क्रमानुसार प्राप्त करने केलिए निक्षेपण समय को स्वतंत्र रूप से नियंत्रित किया जाता है। फिल्म की मोटाई, प्रकाशनीय संचरण और विद्युतीय प्रतिरोधात्मकता को क्रमानुसार XRF, 4-प्रोब और स्पेक्ट्रोमेट्री तकनीकों का प्रयोग करने द्वारा मापा जाता है।

अनुकूलित AZO परत के SEM सतह बिना सरंध्रता के एक उच्च सघन फिल्म की संरचना को संसूचित करता है। AZO और i-ZnO के संचरण को चित्र 2 में एक तरंग लंबाई के रूप में आलेखित किया गया है। चित्र 3 में AZO परत के प्रतिरोधात्मकता मानचित्र को दर्शाया गया है। AZO और i-ZnO केलिए औसतन दृश्यगत संचरण (400 - 800 nm) क्रमानुसार 77% और 74% है। AZO केलिए प्रतिरोधात्मकता  $7.32 \times 10^{-3} \Omega\text{-cm}$  है। दोनों परतों में दर्शाये गए गुण (सारणी 1 में सारांशित) पतले फिल्म सौर ऊर्जा के अनुसार विंडो परतों के रूप में उनके प्रयोग हेतु समुचित है। इसके आगे, किसी भी प्रकार के उच्च तापमान चरण लचीले बहुलक सबस्ट्रेटों पर पतले फिल्म सौर ऊर्जा के लिए प्रक्रिया को अत्यंत प्रलोभक बनाते हैं और साथ ही साथ कई अन्य पारदर्शी इलेक्ट्रोड अनुप्रयोगों के लिए भी, जहां बहुलक सबस्ट्रेट उपकरण संरचना के दौरान उच्चतम प्रक्रियात्मक तापमान पर प्रतिबाधा होती है। प्रस्तुतः i-ZnO / AZO की यह द्विपरत सीआईजीएस उपकरण संरचना के लिए प्रयुक्त किया जा रहा है जब कि फिल्म गुणों में सुधार हेतु और आगे अनुकूलन प्रक्रियागत है।

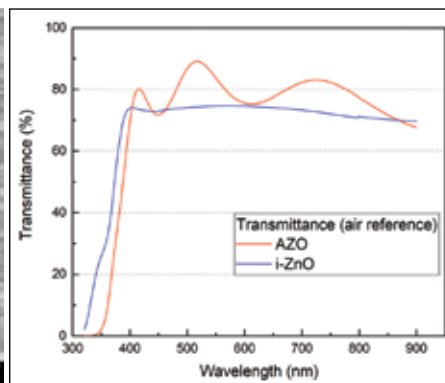
तालिका 1: AZO और i-ZnO के परतों के औसत गुण

परत	50 mm x 50 mm क्षेत्र पर औसतन गुण		
	मोटाई (nm)	प्रतिरोधात्मक ( $\Omega\text{-cm}$ )	प्रत्यक्ष T* (%)
i-ZnO	49.2	NA	74
AZO	513	7.32E-03	77

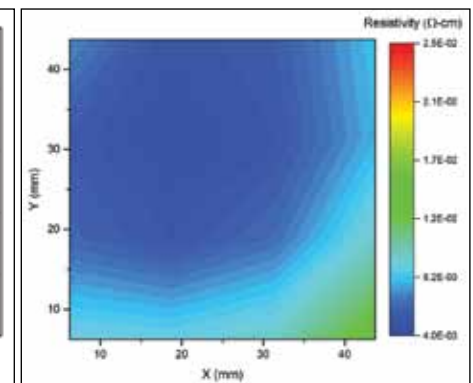
\*वायु संदर्भ के साथ संचरण मूल्य



चित्र 1: एजेडओ परत की सतह एसईएम



चित्र 2 : AZO और i-ZnO का संचरण



चित्र 3 : एजेडओ के प्रतिरोधात्मकता मापन

# 4विद्युत निक्षेपित सीआईजीएस अवशोषक का उपयोग करते हुए पतली फिल्म सौर ऊर्जा स्टैक का निर्माण

श्रीकांत मंडती

mandatisree@project.arci.res.in

विद्युत निक्षेपण पद्धति प्रमुख गैर-वैक्यूम पद्धतियों में से एक है जिसका उपयोग संसाधित लागत को प्रभावी ढंग से कम करने के लिए Cu(In,Ga)Se<sub>2</sub> (सीआईजीएस) पतली फिल्मों के सौर ऊर्जा के निर्माण के लिए किया जाता है। यद्यपि, पारंपरिक विद्युत निक्षेपण पद्धति का इस्तेमाल बहु-चरण संसाधित करना, तीन विद्युत प्रणाली, जटिल एजेंटों का उपयोग, सिलेनाइजेशन इत्यादि में किया जाता है, ताकि इससे चरण-शुद्ध ताँबे की कैल्कोपाइराइट सीआईजीएस फिल्मों में निक्षेप किया जा सके।

इस संदर्भ में, एकल चरण विद्युत निक्षेपण पद्धति में उन्नत पल्स चढ़ाने की विशेषताएं शामिल हैं, जिसका निष्पादन स्टोइचीओमेट्रिक पालीक्रिस्टलीय सीआईजीएस फिल्म तैयार करने के लिए किया गया और इसकी तैयारी जटिल एजेंटों और पारंपरिक सिलेनाइजेशन चरण से रहित दो विद्युत प्रणाली द्वारा नियोजित किया गया। स्पंदित विद्युत निक्षेपण का निक्षेपण Mo की महीन धातु वाली परत पर किया गया, जबकि उच्च शुद्धता ग्रेफाइट प्लेट का उपयोग -1 से -1.5वी तक की क्षमता और 60-70% का सेवा चक्र में संभावित निक्षेपण का उपयोग करते हुए एनोड के रूप में किया गया। 30 मिनट के लिए अपनी क्रिस्टलाइनिटी में सुधार के लिए, एआर वायुमंडल में 550 डिग्री सेल्सियस के तापमान पर सीआईजीएस फिल्मों का अभितापन पोस्ट निक्षेपण किया गया। चित्र 1ए ठोस सघन आकारिकी का अनावरण करने वाली अभितापन सीआईजीएस फिल्मों की एसईएम प्रतिबिंब को मुख्य रूप से दर्शाता है, जो पतली फिल्म सौर ऊर्जा में अनुप्रयोग के लिए उपयुक्त है। चित्र 1 बी में एक्सआरडी पैटर्न सीआईजीएस की चतुर्भुज चल्कोपीराइट संरचना की पुष्टि की गई है और इससे (112) से संबंधित अभिमान्य अभिविन्यास का खुलासा किया गया है।

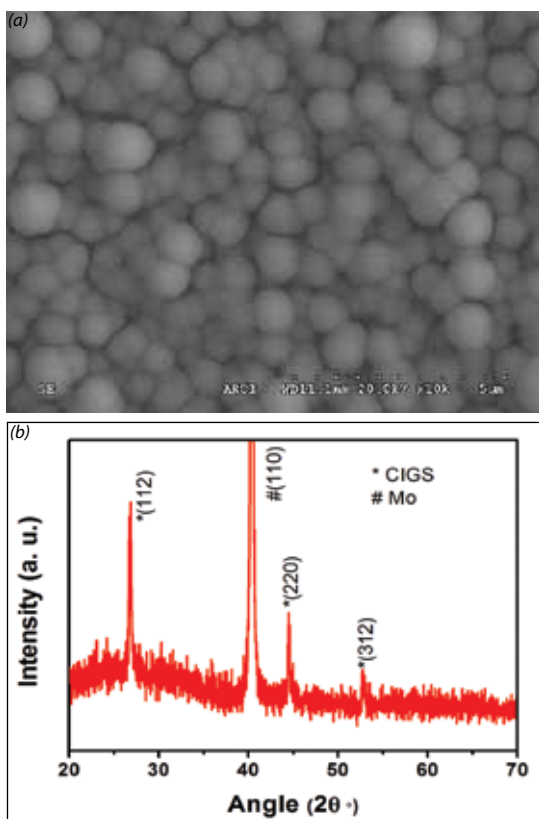
निक्षेपित पल्स विद्युत और अभितापन सीआईजीएस फिल्मों को सीआईजीएस सौर

ऊर्जा के निर्माण के लिए, इसे आगे और संसाधित किया गया, जिसमें एन-प्रकार सीडीएस, अंतर्निहित ZnO और एल्यूमीनियम डोपड ZnO (एजेडओ) शामिल है।

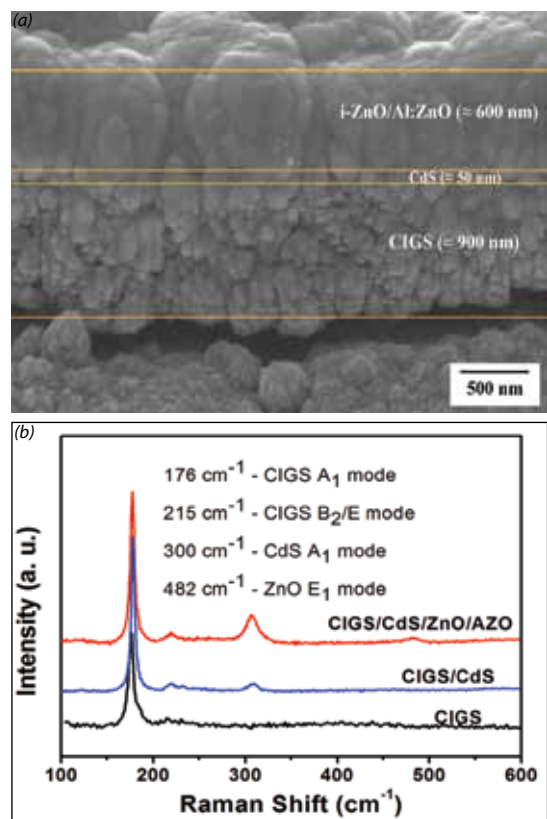
स्टैक में, सीडीएस एक बफर परत के रूप में कार्य करता है और पी-टाइप सीआईजीएस के साथ पी-एन संयोजन के रूप में है, जबकि i-ZnO एक सुरक्षात्मक परत है, और एजेडओ पारदर्शी का संचालन ऑक्साइड करता है तथा सीडीएस चार्ज वाहकों के संग्रह के लिए सामने वाले संपर्क के रूप में कार्य करता है। ≈ 50 एनएम मोटाई के सीडीएस पतली फिल्म को निक्षेप करने के लिए रासायनिक बाथ निक्षेपण को अपनाया गया। तत्पश्चात, सह-प्लानर अभिविन्यास में आरएफ मैग्नेट्रॉन स्पटरिंग संसाधन का उपयोग करके ZnO और एजेडओ पतली फिल्म निक्षेपित किया गया। प्रारंभ में, O<sub>2</sub> गैस के साथ प्रतिक्रियाशील कण क्षेपण का उपयोग कर 50 एनएम मोटी ZnO का कण क्षेपणित किया गया, जबकि 10-3 Torr के क्रम में चैंबर के दबाव को बनाए रखा गया। परिणामस्वरूप, सीआईजीएस CdS/ ZnO स्टैक पर लगभग 550 एनएम एजेडओ कण क्षेपणित हुए।

चित्र 2ए CIGS/CdS/ZnO/AZO स्टैक के क्रॉस-सेक्शनल आकारिकी को दर्शाता है और प्रत्येक परत के जटिल आकारिकी का संकेत देता है। परतों की मोटाई क्रमशः सीआईजीएस, सीडीएस और जेडओ/एजेओ बिलेयर के लिए ≈900, 50 और 600 एनएम मानी जाती है।

चित्र 2बी में विद्युत निक्षेपन सीआईजीएस, सीआईजीएस/सीडीएस और CIGS/CdS/ ZnO/AZO परतों के रमन स्पेक्ट्रा दर्शाया गया है, जो संकेत के अनुसार रमन मोड के साथ स्टैक में प्रत्येक परत की उपस्थिति की पुष्टि करते हैं। वर्तमान में, सीआईजीएस सौर ऊर्जा स्टैक के ऑप्टोइलेक्ट्रॉनिक का निपण कार्य प्रगति पर है।



चित्र 1: (ए) सतही आकृतिविज्ञान और (बी) पल्स विद्युत निक्षेपित अभितापन सीआईजीएस पतली फिल्म का एक्सआरडी पैटर्न



चित्र 2: (ए) क्रॉस-सेक्शनल आकृतिविज्ञान (बी) CIGS/CdS/ZnO/AZO सौर ऊर्जा स्टैक का रमन स्पेक्ट्रा

योगदानकर्ता: दिव्या, प्रशांत मिश्रा और वी. वी. शारदा

# सेंटर फॉर नैनोमटेरियल्स

प्रौद्योगिकी प्रदर्शन पैमाने पर नैनो पाउडरों और नैनो संरचित सामग्रियों का विकास और उत्पादन करने के लिए सेंटर फॉर नैनो मटेरियल्स की स्थापना की गई है। अनुसंधान और प्रौद्योगिकी विकास गतिविधियों को जारी रखने के लिए बड़े पैमाने पर नैनो सामग्रियों का उत्पादन करने के लिए, विभिन्न सुविधाओं जैसे आरएफ प्रेरण प्लाज्मा ईकाई, लौ फुहार उच्च ताप - अपघटन ईकाई आदि की स्थापना की गई। विशेष रूप से, लिथियम-ऑयन बैटरी और सुपरकैपेसिटर्स के लिए इलेक्ट्रोड सामग्री का उत्पादन करने के लिए, उच्च ऊर्जा क्षैतिज बॉल मिलों और विशेष प्रयोजन भट्टियों जैसी सुविधाओं की स्थापना की गई।

केंद्र में की जाने वाले प्रमुख अनुसंधान गतिविधियां इस प्रकार हैं: इलेक्ट्रिक वाहन अनुप्रयोगों के लिए लिथियम-ऑयन बैटरी और सुपरकैपेसिटर के प्रभावी लागत सामग्री का विकास कर उत्पादन करना, उच्च तापमान अनुप्रयोगों के लिए ऑक्साइड फैलाव सामर्थ्य इस्पात, स्नेहक के लिए योगज के रूप में 2-डी संक्रमणकालीन धातु सल्फाइड, ग्राज़ एवं उत्प्रेरक, पानी से फ्लोराइड और खून से अंतोटॉक्सिन हटाने के लिए निस्पंदन मीडिया।

प्रौद्योगिकी अंतरण और व्यावसायीकरण के संदर्भ में, विभिन्न जीवाणुरोधी और स्व-सफाई वाले वस्त्र उत्पादों, जैसे शर्ट और जीन्स, जो एआरसीआई के नैनो सिल्वर एवं नैनो टाइटनियम डाइऑक्साइड प्रौद्योगिकियों पर आधारित है और इसे बाजार में लांच किया गया। इन प्रौद्योगिकियों को बेंगलुरु स्थित एक कंपनी को अंतरित कर दिया गया है।

वस्त्रों पर जीवाणुरोधी अनुप्रयोग के लिए नैनो सिल्वर आधारित स्वदेशी प्रौद्योगिकी को भारत के राष्ट्रपति से प्रतिष्ठित टीडीबी राष्ट्रीय पुरस्कार 2016 प्राप्त हुआ। थर्मल इन्सुलेशन के लिए सिलिका एअरोजेल लचीला शीट्स के उत्पादन की प्रक्रिया को प्रौद्योगिकी प्राप्तकर्ता में सफलतापूर्वक प्रदर्शित किया गया और उत्पाद जल्द ही लॉन्च होने की उम्मीद है। ऑटोमोटिव उद्योग के लिए द्विघातीय बियरिंग के लिए लीड-मुक्त तांबे वाली मिश्रधातुओं को सफलतापूर्वक पूरा किया गया और इसके प्रौद्योगिकी अंतरण की प्रतीक्षा की जा रही है। हाल ही में, केंद्र 2 डी संक्रमण धातु सल्फाइडों के उत्पादन की प्रक्रिया पर भी जोर दे रही है।

एआरसीआई टेकएक्स 2017 के दौरान इलेक्ट्रिक साइकिल और सुपरकैपेसिटर के खिलौने के प्रदर्शन ने कई आगंतुकों का ध्यान आकर्षित किया है।



नैनो सिल्वर आधारित जीवाणुरोधी वस्त्रों के स्वदेशी प्रौद्योगिकी व्यावसायीकरण के लिए प्रतिष्ठित टीडीबी राष्ट्रीय पुरस्कार 2016



एअरोजेल आधारित थर्मल इन्सुलेशन शीटों के उत्पादन के लिए प्रौद्योगिकी के प्राप्तकर्ता के उत्पाद का प्रदर्शन करते हुए



लीड मुक्त द्विघातीय जुड़े हुए रॉड बियरिंग



संक्रमण धातु सल्फाइड के विकास के लिए एआरसीआई और एचपीसीएल के बीच समझौते पर हस्ताक्षर



एआरसीआई टेकएक्स 2107 के दौरान सुपरकैपेसिटर के साथ विद्युत साइकिल और खिलौनों का प्रदर्शन

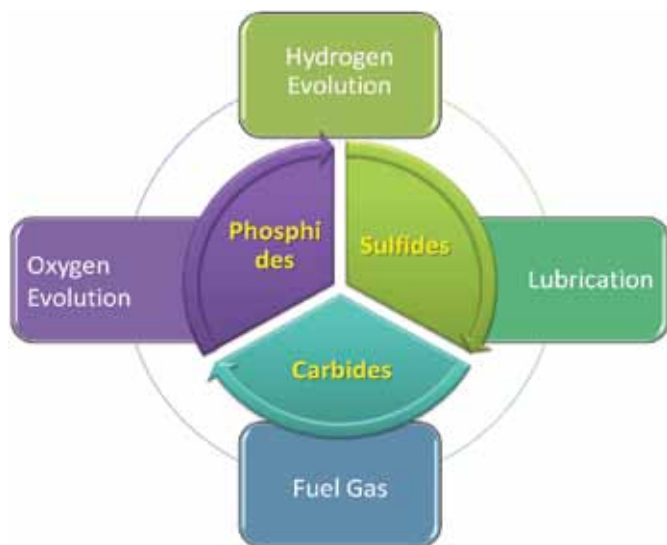


# एचएआर और ओईआर जल विभाजन पर आधारित सौर ऊर्जा भंडारण के लिए नैनो संरचित विद्युतउत्प्रेरक का विकास

प्रमोद एच. बोस

phborse@arci.res.in

सौर ऊर्जा भंडारण के लिए हाइड्रोजन और ऑक्सीजन में विद्युत रासायनिक जल विभाजन एक आशाजनक पद्धति है। जल विभाजन के लिए कुशल विद्युत-उत्प्रेरक के विकास ने बहुत अधिक ध्यान आकर्षित किया है। यद्यपि, उत्प्रेरक, जो हाइड्रोजन और ऑक्सीजन दोनों के विकास प्रतिक्रियाओं के लिए सक्रिय हैं, दुर्लभ हैं। हाइड्रोजन विकास प्रतिक्रिया (एचईआर) और ऑक्सीजन विकास प्रतिक्रियाओं (ओईआर) के लिए नैनोसंरचित सल्फाइड/कार्बाइड/फास्फोरस एक संभावित वैकल्पिक विद्युत उत्प्रेरक हैं। एआरसीआई में, हम एचएआर/ओईआर आधारित हाइड्रोजन/ऑक्सीजन गैस जनरेशन के लिए नैनोसंरचित सल्फाइड, फास्फाइड और कार्बाइड इलेक्ट्रोड के उत्पादन हेतु सरल आर्थिक पद्धति तैयार कर रहे हैं। परिवहन, खनन, इस्पात, आभूषण और स्वास्थ्य क्षेत्र उद्योगों के लिए वैकल्पिक ईंधन के रूप में, यह एक अनन्य अनुप्रयोग है। जिसे चित्र 1 में चित्रित किया गया है। कुशल इलेक्ट्रोलाइजर के विकास का ध्यान रखते हुए, एचईआर अनुप्रयोग के लिए, हम नैनो संरचित इलेक्ट्रोड विकसित कर रहे हैं।

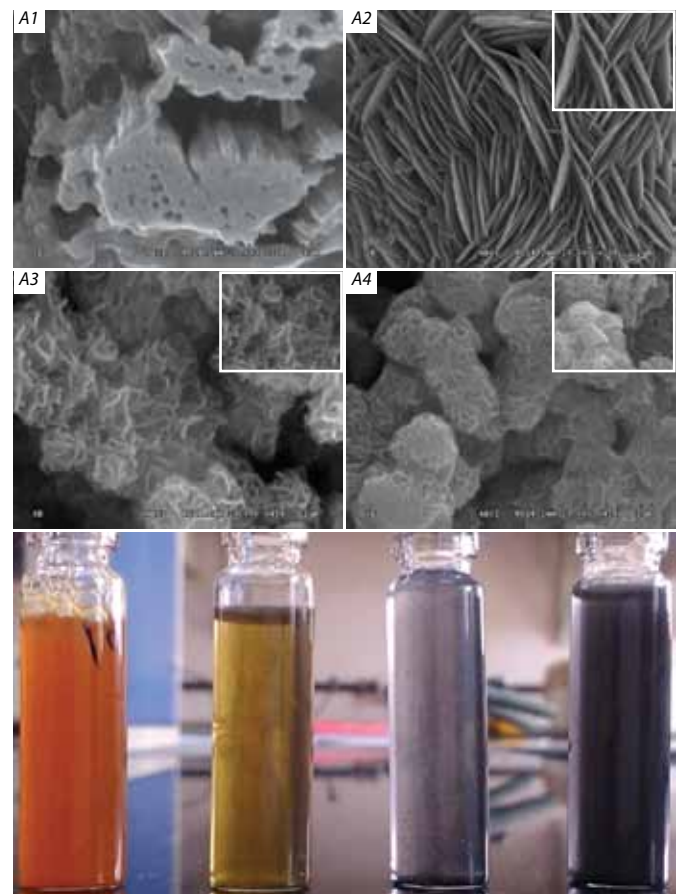


चित्र 1 Wt एचईआर आधारित जल विभाजन और अन्यो वाली विभिन्न ऊर्जा अनुप्रयोगों के लिए विभिन्न संभावित सामग्री प्रणाली।

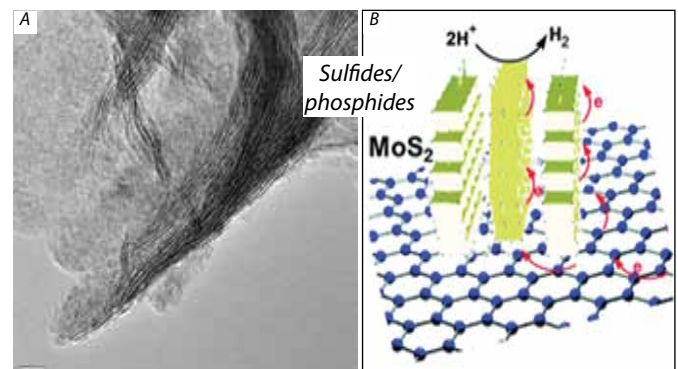
नैनोसाईट्स और अन्य समान आकार वाले नैनोसंरचना के रूप में, विभिन्न प्रकार के नैनोसंरचना चित्र 2 दर्शाते हैं, जिसे आर्थिक पद्धति द्वारा संश्लेषित किया गया है। ऑप्टिकल गुणों की विविधता द्वारा नैनोसंरचनाओं के आकारिकी विकास स्पष्ट रूप से मान्य है जिसे ह्यू विश्लेषण द्वारा दर्शाया गया है।

इन नैनोसंरचनाओं को वैक्यूम और एच<sub>2</sub> एस गैस मुक्त तकनीक द्वारा तैयार किया गया है। ये संरचनाओं रूपात्मक परिवर्तनों के साथ अपने बैंड अंतर ट्यूनिटी संबंधित फैलाव को प्रोजेक्ट करते हैं, जो दृश्यमान और साथ ही आईआर आधारित फोटो उत्प्रेरक और फोटो कंडक्टर के लिए उपयोगी हो सकते हैं।

चित्र 3, नैनोशीट्स के टीईएम को दर्शाता है, जो अति-अधिकरण को कम करने के लिए उपयोगी हैं और इलेक्ट्रोलाजर में एचईआर अनुप्रयोग के लिए प्रतिस्पर्धी प्रणाली की तरह पीटी उत्पन्न करते हैं। इन प्रणालियों में आईआर/ऑप्टिकल डिटेक्टर, फोटो कंडक्टर, होलोग्राफिक-डिटेक्टर आदि अनुप्रयोग अधिक पाए जाते हैं। आर्थिक और कुशल इलेक्ट्रोलाजर के लिए, हम एचईआर इलेक्ट्रोड को तैयार कर रहे हैं।



चित्र 2 एचईआर अनुप्रयोग Wt ऑप्टिकल गुणों के विभिन्न सल्फाइड नैनोसंरचनाओं के FESEM फोटोग्राफ



चित्र 3 विशिष्ट सल्फाइड नैनो संरचना का टीईएम फोटोग्राफ, इसका उपयोग हाइड्रोजन विकास प्रतिक्रिया के दौरान एचईआर अनुप्रयोग के लिए किया जाता है। जल विभाजन के लिए संबंधित तंत्र योजनाबद्ध संकेत देते हैं।

योगदानकर्ता: ज्योति चंद्रन

## उच्च तापमान अनुप्रयोगों के लिए ग्रेफाइट पर Ni-P सुरक्षात्मक विलेपन का विकास

मालोबिका करंजर्ड

malobika@arci.res.in

सैद्धांतिक घनत्व के समीप पहुंचने के लिए, नए पद्धतियों जैसे गर्म संघनन, पुनःदबाना, गर्म रोलिंग, गर्म फोर्जिंग, धातु घुसाना, इंजेक्शन मोल्डिंग, दबाव सिंटरिंग, गर्म निकासी, गर्म समस्थितिक को दबाना आदि में कणिकीय सामग्री (पीएम) संसाधन प्रौद्योगिकी को शामिल किया गया। यद्यपि, द्वितीयक गर्म समेकन तकनीकों की निषेधात्मक लागत, हमेशा पारंपरिक पीएम बाजार के लिए एक सीमित कारक रही है। इसके अलावा पीएम, बाजार में प्रवेश करने वाले समग्र और परंपरागत पीएम भागों को बदलना और उच्च समाप्ति वाले अनुप्रयोगों के गर्म दबाव, सिंटरिंग भट्टियों का महत्वपूर्ण हिस्सा बन रहे हैं। इस प्रकार, पीएम बाजार की चालन शक्ति, गर्म दबाव को सस्ता और कम ऊर्जा खपत वाली शक्ति बनाती है।

जब 1000-2000 डिग्री सेल्सियस क्रम के उच्च तापमान पर संपीड़न भार और उसके सामर्थ्य को प्रयुक्त करते हैं तो, गर्म समस्थितिक को दबाना, स्पार्क प्लाज्मा सिंटरिंग उपकरणों, ईसीएएस तकनीकों, आदि गर्म दबाव तकनीकों में, विचार करने के लिए, क्रूसिबल्स, डाइज्ड या ढालना जैसे उपभोग्य पदार्थ एक अत्यंत महत्वपूर्ण कारक बन जाते हैं। ग्रेफाइट, सिलिकॉन कार्बाइड या डब्ल्यूसी-सीओ जैसी विभिन्न सामग्रियों का उपयोग डाइज्ड या क्रूसिबल के रूप में किया जाता है जो दबाव-तापमान प्रणाली पर निर्भर करती है। इनमें से, इसके अपने उत्कृष्ट तापीय और बिजली गुणवत्ता, सरलता से मशीनिंग करने की क्षमता और कम लागत के कारण, ग्रेफाइट का उपयोग सबसे अधिक किया जाता है। यद्यपि, ऑक्सीकरण वातावरण में, इसके दोष 600 डिग्री सेल्सियस से ऊपर की गिरावट है, जिससे निष्क्रिय या वैक्यूम के गर्म दबाव में संचालित वातावरण सीमित है। और इसलिए, महंगे संसाधन वाले गर्म-दबाव को प्रस्तुत करते हैं।

इसलिए एआरसीआई में, ग्रेफाइट सबस्ट्रेट पर कुछ सुरक्षात्मक विलेपन विकसित करने का प्रयास किया जा रहा है। विभिन्न सबस्ट्रेटों पर Ni, Mg, Cu, Si आदि के फास्फाइड, ऑक्साइड या कार्बाइड आधारित विलेपन के लिए, फिल्म निक्षेपण प्रौद्योगिकी के रूप में पीवीडी, सीवीडी, घोल तकनीक जैसे विभिन्न पद्धतियों का उपयोग किया गया। ग्रेफाइट सबस्ट्रेट पर Ni/ Ni मिश्रधातु फिल्म का निक्षेपण करने के लिए निक्कल (ईएन) की विद्युतरहित विलेपन जैसी एक तकनीक को अपनाया गया।

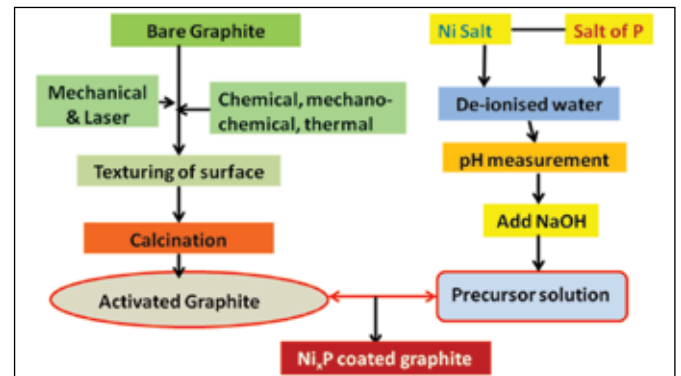
अपेक्षित पूर्ववर्ती घोलों (धातु आयनों (लवण), स्टेबलाइजर, घटाने वाले एजेंटों और अन्य), को शामिल करते हुए घोलों में, जब सबस्ट्रेट को डूबाया जाता है, तक यह एक स्वतः उत्प्रेरक प्रक्रिया बनती है क्योंकि यह क्षमता विकसित करती है, घोल और सबस्ट्रेट के बीच आयनों के चार्ज अंतरण प्रक्रिया के द्वारा ऊर्जा रिलीज करने में सक्षम हाती है।

प्रक्रिया प्रवाह चार्ट आंकड़ा 1 में दिखाया गया है। ग्रेफाइट सबस्ट्रेट बिखरे हुए थे और विभिन्न सक्रियण तकनीकों का उपयोग करके इसे सक्रिय किया गया। अपेक्षित एकाग्रता प्राप्त करने के लिए, Ni और Ni के लवण की स्टोइचीओमेट्रिक एकाग्रता को उचित मोलार अनुपात में मिश्रित किया गया, जबकि अपेक्षित पीएच को नियंत्रित किया गया।

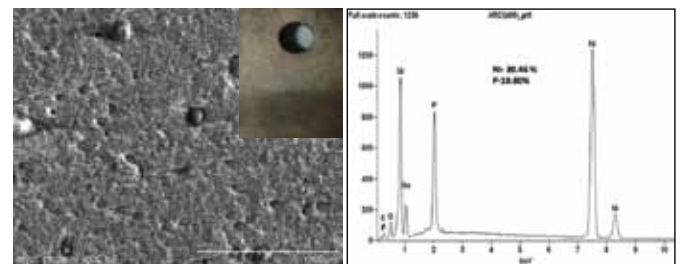
ग्रेफाइट पर उचित फिल्म निक्षेपण प्राप्त करने के लिए घोल मिश्रण समय, पीएच, नमक घोल, विसर्जन के समय, और समय के साथ पूर्ववर्ती घोल की

पुनःपूर्ति और Ni और P के विभिन्न मोलार एकाग्रता को अलग-अलग किया गया। ग्रेफाइट सबस्ट्रेट को घोल से बाहर निकालने के बाद, उसे सुखाया गया और 2 घंटे के लिए 800 डिग्री सेल्सियस पर निष्क्रिय, हाइड्रोजन और ऑक्सीकरण वातावरण में गर्म किया गया और इसके निषेपण विचाराधीन है। ईडीएक्स विश्लेषण के साथ एसईएम आकारिकी को चित्र 2 में दिखाया गया और यह Ni एंड P निक्षेपण की उपस्थिति की पुष्टि करता है। इसके अलावा, निस्तापन के पहले और बाद की Ni-P लेपित ग्रेफाइट के एक्स-रे विवर्तन अध्ययन, निक्षेपित फिल्म की Ni-P चरण में बदलाव को दर्शाते हैं जिसे चित्र 3 में दिखाया गया है।

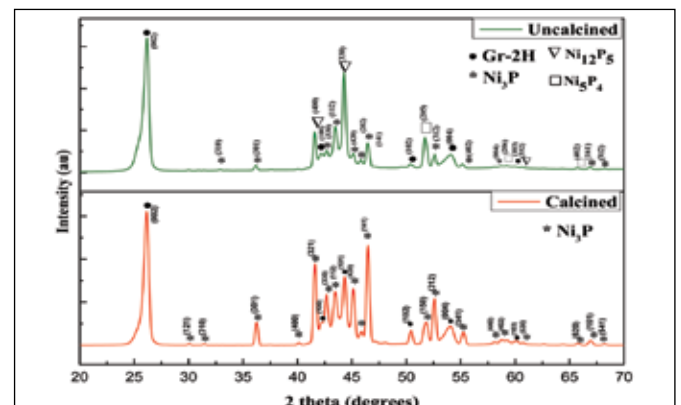
खरोंच परीक्षण के अधीन, Ni-P लेपित ग्रेफाइट यह संकेत देते हैं कि Ni-P विलेपन पक्षपाती है। मोटे विलेपन में वृद्धि करने के लिए लेपित सबस्ट्रेट पर इस प्रक्रिया को पुन दोहराया गया और जिसमें यह पाया गया कि 3.15 माइक्रोन मीटर के पहले लेपन से वृद्धि हुई मोटे विलेपन और निस्तापन पर दरारें आई हैं।



चित्र 1: ग्रेफाइट की इलेक्ट्रोलेस विलेपन की प्रक्रिया प्रवाह चार्ट



चित्र 2: एनआईसीपी लेपित ग्रेफाइट की एसईएम (ईडीएक्स) सूक्ष्म संरचना



चित्र 3: निस्तापन के पहले और बाद की Ni-P लेपित ग्रेफाइट के एक्सआरडी

योगदानकर्ता: प्रमोद एच. बोर्से, शैक रायजुदीन और जॉयदीप जोअरद्वार

# नैनो संरचित 2D-WS<sub>2</sub> के ऑक्सीकरण व्यवहार

जाँयदीप जोअरदार

joydip@arci.res.in

नैनोसंरचित द्विविमीय (2 डी) टंगस्टन डाइसल्फाइड (WS<sub>2</sub>) एक उत्कृष्ट बहुआयामी सामग्री है जिसमें संभावित अनुप्रयोगों की विस्तृत श्रृंखला है, जैसे: एयरोस्पेस और ऑटोमोटिव क्षेत्रों के लिए ठोस स्नेहक, इलेक्ट्रॉनिक सामग्री, एक बहुमुखी उत्प्रेरक एवं लिथियम-ऑयन बैटरी के लिए इलेक्ट्रोड सामग्री आदि। इन अनुप्रयोगों में से कई सामग्री, सामान्य परिवेश की स्थितियों से ऊपर के तापमान पर उजागर या पाए जाते हैं। इस प्रकार, सभी अनुप्रयोगों के लिए सामग्री का ऑक्सीकरणरोधी एक महत्वपूर्ण मुद्दा है।

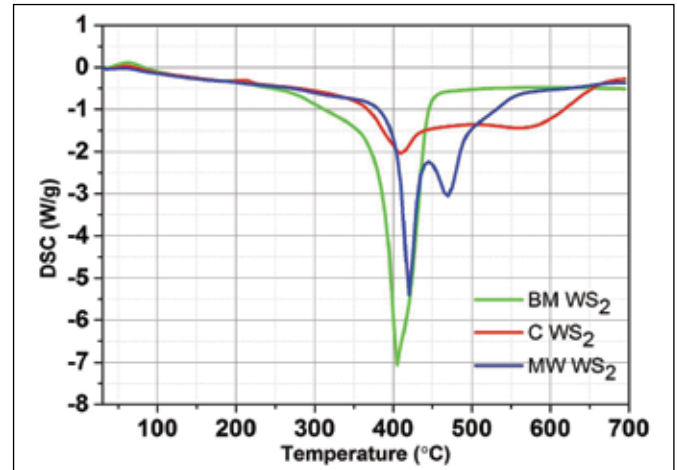
एआरसीआई में, नवीकृत गैस-ठोस प्रतिक्रिया संश्लेषण पद्धति (पेटेंट दाखिल किया गया) द्वारा, लगभग 10 एनएम की औसत मोटाई के साथ, 2D-WS<sub>2</sub> नैनो शीट पाउडर के विभिन्न ग्रेडों का संश्लेषण किया गया। बॉल पिसाई (बीएम) या माइक्रोवेव (मेगावाट) द्वारा अभिकारकों के पूर्व संसाधन के आधार पर, बीएम या मेगावाट ग्रेड के रूप में संश्लेषित 2D-WS<sub>2</sub> पाउडर को वर्गीकृत किया गया। विभिन्न स्कैनिंग कैलोरीमेट्री (डीएससी) का उपयोग कर हवा में उच्च तापमान पर बीएम और मेगावाट ग्रेड नैनोसंरचित 2D-WS<sub>2</sub> के ऑक्सीकरण व्यवहार का अध्ययन किया गया।

डीएससी नमूनों की उच्च तीव्रता वाले सूक्ष्म-क्षेत्र 2 डी-एक्स-रे विवर्तन (एक्सआरडी) द्वारा, डीएससी चलाने के दौरान होने वाले चरण संक्रमण और ऑक्सीकरण के विभिन्न चरणों, जिसे हीटिंग के भिन्न चरणों और डीएससी प्रोफाइल के भिन्न चरणों द्वारा प्रकट किया जाता है, की जांच की गई। माइक्रोगैक्स 007 एचएफ एनोड के साथ रीगाकू रैपिड II डी/मैक्स प्रणाली का उपयोग कर, डीएससी नमूनों पर उच्च तीव्रता वाले सूक्ष्म-क्षेत्र 2डी-एक्सआरडी का अध्ययन किया गया। प्रत्येक डीएससी पीक घटना के ठीक बाद डीएससी प्रयोगों से सूक्ष्म-एक्सआरडी अध्ययन के नमूने एकत्र किया गया। WS<sub>2</sub> नैनो शीट पाउडर के विभिन्न ग्रेडों के ऑक्सीकरण रोधी की तुलना, वाणिज्यिक तौर पर उपलब्ध अपरिष्कृत (सी) ग्रेड के साथ की गई। WS<sub>2</sub> नमूनों के विभिन्न ग्रेड के डीएससी भूखंडों को चित्र 1 दर्शाते हैं। वाणिज्यिक अपरिष्कृत ग्रेड, WS<sub>2</sub> 600 डिग्री सेल्सियस पर पूर्ण ऑक्सीकरण को दिखाते हैं। एमडब्ल्यू ग्रेड 2 डी-WS<sub>2</sub> नैनोशीट पाउडर के महत्वपूर्ण ऑक्सीकरण को 430 से 500 डिग्री सेल्सियस के बीच देखा गया। WS<sub>2</sub> के लघु भाग को अभी भी बरकरार रखा गया, इस चरण को चित्र 2 द्वारा स्पष्ट रूप से देखी गई है। ऑक्सीकृत पाउडर में विषमलंबाक्ष WO<sub>3</sub> है, जो कि ऑर्थोरोमिक संरचना में 330-740 डिग्री सेल्सियस तापमान पर अपनी स्थिरता के अनुसार मौजूद है।

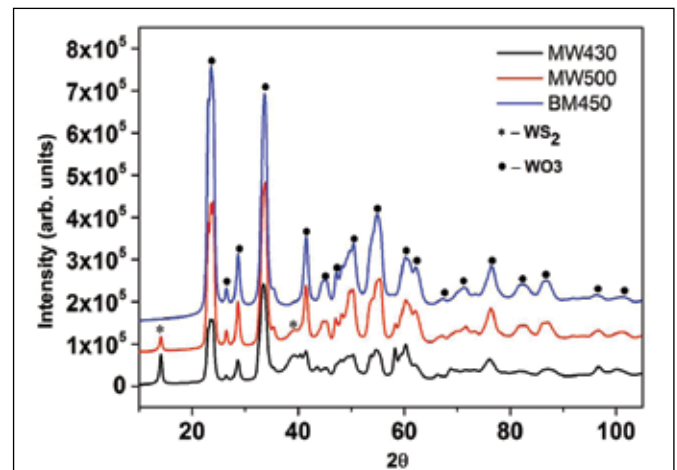
WS<sub>2</sub>नैनोशीट पाउडरों के बी.एम. ग्रेड के लिए बॉल की पिसाई की गई, दूसरी ओर, लगभग 450 डिग्री सेल्सियस पर अपरिष्कृत WO<sub>3</sub> को पूर्ण रूप से ऑक्सीकृत किया गया। सूक्ष्म-क्षेत्र एक्सआरडी विश्लेषण (चित्र 2) द्वारा इसमें, WS<sub>2</sub> नैनोशीट्स का कोई निशान नहीं देखा गया। यद्यपि, इस चरण (चित्र 3) में कुछ हद तक, अभी भी सूक्ष्मसंरचित 2 डी-कण आकारिकी बरकरार है। इन ऑक्साइड कणों को अंततः बहुत महीन और लगभग गोलाकार कणों में बदलकर 700 डिग्री सेल्सियस उच्च तापमान पर गर्म किया गया, जैसा कि चित्र 3 से स्पष्ट है।

जब अपरिष्कृत ग्रेड (~600 डिग्री सेल्सियस) की तुलना इन अध्ययनों से की गई, तो लगभग 450-500 डिग्री सेल्सियस पर सूक्ष्मसंरचित WS<sub>2</sub> के ऑक्सीकरणरोधी में गिरावट पाई गई। जब, बीएम ग्रेड में नैनोशीट्स के छोटे आकार और मोटाई की

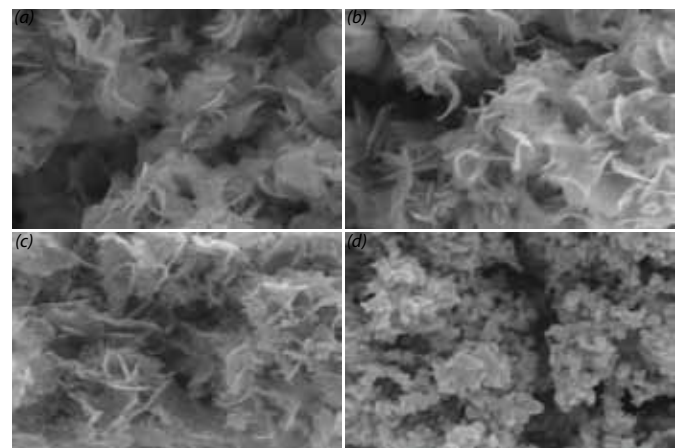
तुलना MW-2D-WS<sub>2</sub> के साथ की गई, तब 2D-WS<sub>2</sub> के बीएम और एम डब्ल्यू ग्रेड के ऑक्सीकरण व्यवहार में सीमांत अंतर सहसंबद्ध हो सका।



चित्र 1. WS<sub>2</sub> नैनोशीट के विभिन्न ग्रेड वाले प्लाट और हवा में डीएससी गर्म किये गये अपरिष्कृत पाउडर (ताप दर 10 डिग्री सेल्सियस/न्यूनतम)



चित्र 2. डीएससी चलाने के दौरान हवा में विभिन्न तापमानों पर गर्म करने के बाद एमडब्ल्यू और बीएम ग्रेड WS<sub>2</sub> नैनोशीट पाउडर के उच्च तीव्रता वाले माइक्रो-क्षेत्र एक्सआरडी पैटर्न।



चित्र 3. (ए) संश्लेषित के रूप में नैनोसंरचित 2डी-WS<sub>2</sub> कणों की एफई-एसईएम प्रतिबिंब और (बी) 350° सी (सी) 450° सी और (डी) 700° सी के बाद हवा में ऑक्सीकरण।

योगदानकर्ता : ए. हरीश कुमार, के. मुरुगन, बालाजी पड्या, एल. वेंकटेश और पी. वी. वी. श्रीनिवास

# नैनो से माइक्रोन अणु तक के आकार वाले CU - 1 Wt % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> कॉम्पोजिट के बाहरी अणु और आंतरिक अणु के अनुदानों को सुदृढ बनाना

एस. वी. चन्द्रशेखर

chandru@arci.res.in

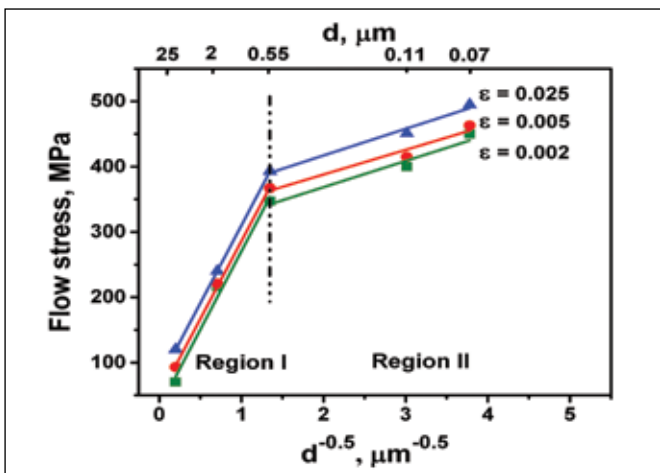
कम तापमानों पर, बाहरी अणु (जीबीएस), अव्यवस्थाओं के गीत एवं साथ ही अव्यवस्था गति के प्रतिरोध के रूप में कार्य करती हैं। इसके कारण हॉल- पेच (एच-पी) के अनुसार अणु के आकार (डी) में कमी के साथ सुदृढता में वृद्धि होती है। अणु के आकार में कमी के साथ जीबी के क्षेत्र में त्वरित वृद्धि होती है तो और अधिक सब माइक्रोन और नैनो क्रिस्टलाइन श्रेणी में भी वृद्धि होती है। सेट पर जीबी एवं आंतरिक अणु (जीआई) के बीच प्लास्टिक स्ट्रेन आगे और विरूपण के दौरान हास जारी रहता है। जब कि विरूपण के प्रारंभिक अव्यवस्थाएं जीआई के माध्यम से सरलतापूर्वक चलता है परन्तु, जीबी पर उच्चतर प्रतिरोध का सामना करता है, बढ़ती अव्यवस्था घनता (डीडी) बाद में जीबी को नयी अव्यवस्थाओं द्वारा पहुंचने नहीं देता है। इसके परिणामस्वरूप स्थानीय ढांचे और पॉलीक्रिस्टलाइन सामग्री में तनाव वितरण जारी रहेगा। यह प्रस्तुत CU - 1 Wt % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> के कॉम्पोजिट में 25 μm, 2 μm, 0.55 μm, 0.11 μm और 70 nm जैसे विभिन्न अणु आकारों के साथ संश्लेषण जैसे परिवर्तनों की गतिशीलता को प्रस्तुत करते हैं।

प्रारंभिक 10<sup>-1</sup> S<sup>-1</sup> की स्ट्रेन दर पर आरटी कमरा तापमान टेंसिल परीक्षण निष्पादित किए गए तथा विभिन्न अणु आकारों के लिए स्ट्रेस कर्वों से स्ट्रेस उत्पाद (σ<sub>y</sub>) पर अणु आकारों के प्रभाव का वर्णन करने के लिए एच-पी प्रकार प्लॉट को तथा चयनित स्ट्रेन स्तरों पर प्रवाह स्ट्रेस को बनाया गया है।

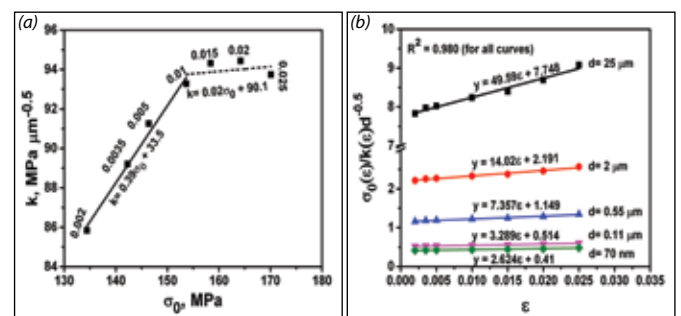
एच-पी के मूल्य स्थिरक के σ<sub>0</sub> और के (K) पर विभिन्न स्ट्रेन स्तर बै-लीनियर एच-पी स्पॉट के प्रत्येक क्षेत्र के लिए प्रतिगमन (वापसी) विश्लेषण द्वारा प्राप्त किया जाता है। एच-पी मानदण्ड के (K) बढ़ रहे स्ट्रेन के साथ σ<sub>0</sub> को चित्र 2 (ए) में अनुरूप कार्य के रूप में आलेखित किया गया है। यह छोटे स्ट्रेनों पर दोनों रेखित मानदण्डों पर वृद्धि का पता लगाता है जब कि के (K) σ<sub>0</sub> का लगभग स्थिर एवं स्वतंत्र बनता है जो बड़ा स्ट्रेन बनने तक जारी रहता है। इस प्रकार आरंभिक भाग में जीबी का सुदृढ होना, अधिक महत्वपूर्ण है जब कि बड़े स्ट्रेनों पर जीआई का सुदृढ होना अधिक महत्वपूर्ण हो सकता है। इस संभाव्यता को सहायता करने की ओर जीबी को सुदृढ करने हेतु जीआई का अनुपात, σ<sub>0</sub>(ε)/k(ε)d<sup>-0.5</sup> को

विभिन्न आकार के ग्रेनों के लिए स्ट्रेन के कार्य के रूप में आलेखित किया गया। जैसा कि चित्र 2 (बी) में दर्शाये गये के अनुसार अनुपात σ<sub>0</sub>(ε)/k(ε)d<sup>-0.5</sup> >1 को अणु के आकार एवं स्ट्रेन की वृद्धि के साथ नोट किया गया है तथा यह d > 0.55 < μm के लिए त्वरित रूप से बढ़ जाता है। इस से यह पता लगता है कि जीबी प्रभाव G1, σ<sub>0</sub>(ε)/k(ε)d<sup>-0.5</sup>, d < 0.55 μm के लिए अधिक होता है जब कि यह बड़े अणु आकारों के लिए इसका ठीक उल्टा सही होता है।

विकृति की मैक्रो - उत्पादन की स्थिति पर विकृति की गतिविधि प्रारंभ होती है। प्लास्टिक विकृति के प्रारंभ में अव्यवस्थाएं जीबी यों एवं कणों जैसे बैरिअरों पर एकत्रित हो जाती हैं। जब कि अन्य बैरिअर अव्यवस्था की नक्काशी रेखाओं द्वारा बिगाड देती है। एक बार जब अव्यवस्थाएं एकत्रित हो जाती हैं, इसके परिणाम स्वरूप जीआई में वापस स्ट्रेन होता है और यह नवीन अव्यवस्था की गति एवं नयी अव्यवस्थाओं के लिए प्रतिरोध का सृजन करता है। यह आंतरिक स्ट्रेस का स्ट्रोत, इस बात का कारण हो सकता है कि विकृति के प्रारंभ में, के (K) छोटा होता है और d ≤ 0.55 μm के लिए σ<sub>0</sub> बड़ा होता है। (छोटी अव्यवस्था-एकत्रीकरण लम्बाई) तथा उसके d ≥ 0.55 μm के लिए उनके परिणामों के व्यतिरेक अनुक्रम में होता है। छोटे स्ट्रेनों के लिए आगे और अव्यवस्था के लिए GB यों के समीप में उच्च डी डी अव्यवस्थाओं के नेतृत्व, समानांतर अव्यवस्था एकत्रीकरण को जोड़ने के साथ संयोजन के रूप में ज्यामितीय आवश्यक अव्यवस्थाओं (जीएनडीएस) के रूप में कम ऊर्जा विन्यास को व्यवस्थित करता है। (जीएनडीएस (पीजी) का घनत्व स्ट्रेन ग्रेडिएंट (dε/dr) का आनुपातिक होता है, जो बढ़ते औसत स्ट्रेन (ρ<sub>G</sub>) तथा घटते डी के साथ बढ़ता है। इसके परिणाम स्वरूप जीबी यों पर अधिक से अधिक दृढीकरण का कार्य होता है, उसके द्वारा एच-पी समीकरण में विकृति के आरंभिक भाग में के (K) का मूल्य प्रभावी रूप से बढ़ता है। उसी प्रकार कणों के निर्धारित आकार एवं आयतन अंश के लिए पीजी स्ट्रेन के साथ बढ़ता है। डीडी जीआई (सांख्यिक रूप से संग्रहित अव्यवस्था घनत्व, P<sub>s</sub>) में बढ़ता है। साथ ही जीआई और मैट्रिक्स/कण अंतर्फलक (पीजी + पीएस) अधिक समीप होता है। 70 nm अणु आकार नमूने को डीडी के उच्चतर कार्य दृढीकरण दर के गीत के कणों/उप ग्रेनों के विकास के गतिशील वसूली के रूप में उत्तरदायी पाया गया है। उसके द्वारा यह अपेक्षा की जाती है कि जीआई में निहित कण उप संरचनाओं तथा उप ग्रेन सीमा प्रतिरोधक बन जाते हैं, कि अव्यवस्थाएं जीबी तक पहुंचने की अनुमति नहीं देते हैं। इस प्रकार ऐसे उप संरचनाओं के दृढीकरण का प्रभाव कुल रूप से जीबी से अधिक हो सकता है।



चित्र 1: पारंपरिक लीनियर संबंध की जगह बै-लीनियरी का सुझाव देते हुए ε = 0.002 - 0.025 पर एच-पी प्लॉट प्रवाह स्ट्रेस



चित्र 2: (a) एच-पी मानदण्डों σ<sub>0</sub> और के (K) के तत्संबंध (बी) विभिन्न ग्रेन स्ट्रेनों के आकारों के लिए स्ट्रेन के कार्य के रूप में प्रतिरूप।

# बोन इम्प्लान्ट के लिए स्पार्क प्लाज़्मा सिंट्रिंग द्वारा 3D छिद्र ग्रेफीन

दिव्यं दु चक्रवर्ती

dibyenduc@arci.res.in

स्पार्क प्लाज़्मा सिंट्रिंग (एसपीएस) प्रक्रिया द्वारा अल्ट्रा-कम घनत्व, सूक्ष्म-छिद्र सूक्ष्मसंरचना और उच्च सामर्थ्य और कठोरता वाले 3 डी स्कॉफॉल्ड्स का विकास किया गया। जीओ (GO) फ्लेकों के शुरुआत में स्पार्क प्लाज़्मा 200 और 400 डिग्री सेल्सियस के बीच में सिंट्रित थे। शुद्ध द्वि-परतों वाली ग्रेफीन में जीओ की कमी देखी गई, संभवतः डीसी स्पंदित होने के कारण, वर्तमान एसपीएस संसाधन की अवधि 250-300 डिग्री सेल्सियस के बीच की था। विभिन्न एसपीएस स्थितियों के लिए विभिन्न घनत्व 35 से-50 प्रतिशत तक की है। एसईएम विश्लेषण समग्र सूक्ष्म संरचना की समानता का पता लगाता है, जिसमें ग्रेफीन शीट की लंबाई 2-4 माइक्रोन होती है। टीईएम विश्लेषण विभिन्न अभिविन्यास के साथ एक दूसरे पर लगे शीट्सों के स्टैकिंग चित्र 1 दर्शाता है, जिसके परिणामस्वरूप, सूक्ष्म ग्राफ क्षेत्रों में कई जगह काला अतिव्यापन हुआ है। इन अतिव्यापन क्षेत्रों में, सटे हुए ग्रेफीन शीटों की वेल्डिंग के लिए स्पार्क प्लाज़्मा सिंट्रिंग (एसपीएस) के उच्च वर्तमान घनत्व का विकास लगातार पोरस नैनो संरचित नेटवर्क द्वारा हो रहा है। विभिन्न अभिविन्यास में ग्रेफीन शीट्सों की संरचना और संबंधित रचनायंत्र की जांच एमडी सिमुलेशन द्वारा की गई, जो सटे हुए ग्रेफीन शीट्स के बीच मजबूत सहसंयोजक अनुबंधों की उपस्थिति दर्शाता है, जिससे बेहतर यांत्रिक गुणों वाली संरचनाएं बनाई गई हैं। चित्र 2 में संपीड़न लोडिंग के अंतर्गत यांत्रिक परीक्षण को दर्शाया गया है। 300 डिग्री सेल्सियस पर सिंट्रित स्पार्क प्लाज़्मा नमूना, उच्च उपज तनाव (<40 एमपीए) पर है, जिसकी तुलना उनके अपने संबंधों के कारण संभवतः अन्य नमूनों (~10 एमपीए) के साथ की गई।

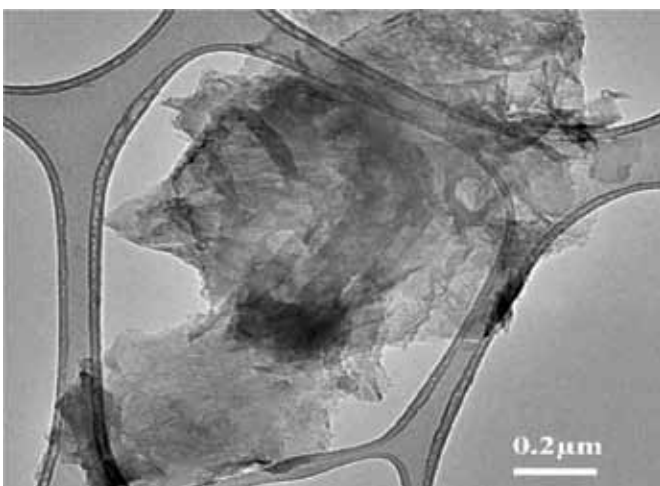
नमूने में, प्रतिधारण के कारण कमजोर एच-आकार का निर्माण 200 डिग्री सेल्सियस पर हुआ, जिसमें जीओ का सामर्थ्य कम बनता है। सटे हुए ग्रेफीन शीटों (300 डिग्री सेल्सियस) के बीच मजबूत सहसंयोजक अनुबंधों के गठन द्वारा, 250 डिग्री सेल्सियस पर जीओ से ग्रेफीन में रूपांतरण हुआ है। जो अपने उच्च संपीड़न सामर्थ्य मानों में परिलक्षित होते हैं। उच्च एसपीएस

तापमान (400 डिग्री सेल्सियस) अत्यधिक गर्मी के कारण 3 डी ग्राफीन संरचना को तोड़ देता है, जिसके परिणामस्वरूप नमूने में कम उपज तनाव होता है। इस कार्य में, ग्रेफीन स्कॉफॉल्ड्स के लिए छिद्र के रूप में यांत्रिक गुणों का तुलनात्मक मूल्यांकन किया गया है और अन्य अस्थिर प्रत्यारोपण तालिका 1 में दिखाया गया है। बोन (हड्डी) प्रत्यारोपण तालिका 1 में दर्शाया गया है।

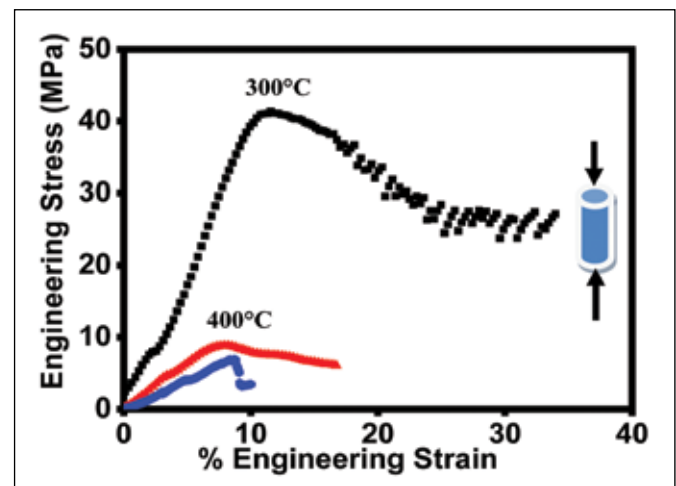
नमूनों की साइटोटॉक्सिसिटी का आकलन करने के लिए एमटीएस जाँच का इस्तेमाल किया गया। एमटीएस जाँच के परिणाम में, सेल व्यवहार्यता में कोई महत्वपूर्ण कमी नहीं दिखाई देती हैं और ये तीन दिन के बाद विभिन्न सांद्रता पर >90% टाइटेनियम नियंत्रण का मान प्रदान करते हैं। सेलों की संख्या समय के साथ बढ़ती है और इन सेलों को स्वस्थ एवं व्यवहार्य, व्यावसायिक टी बोन (हड्डी) प्रत्यारोपण के समान पाया गया। प्रत्यारोपण सामग्री के रूप में इसकी व्यवहार्यता को आगे बढ़ाने के लिए पानी में ग्राफीन की थर्मल स्थिरता का मूल्यांकन किया गया, जिसमें कोई संरचनात्मक गिरावट नहीं देखी गई, और जो अपने सरंघ्रता के बावजूद, उच्च तापमान पर उच्च संरचनात्मक स्थायित्व रखने वाले नमूनों को दर्शाते हैं। शरीर प्रत्यारोपण के रूप में उपयोग करने के लिए, उच्च सरंघ्रता और बेहतर यांत्रिक गुणों के साथ जैव-संगतता की उच्च तापमान, ग्रेफीन को एक आदर्श सामग्री बनाती है।

तालिका 1: यांत्रित गुणों एवं विभिन्न हड्डी जोड़ की सरंघ्रता

सामग्री	सरंघ्रता, %	सामर्थ्य MPa	कठोरता kN/m	Young's Mod.
Ti	48	54 ± 5	-	7.7 ± 2
HAp	41	34 ± 2	-	-
TCP	50	11 ± 1.3	-	-
पॉलियन हाइड्राइड	-	25-27 ± 3	-	-
वर्तमान कार्य में 3 डी ग्रेफीन	42	40 ± 3	8 ± 1	4.1 ± 0.5



चित्र 1: स्टैक की गई कई ग्रेफीन परतों के साथ टीएम माइक्रोग्राफ: जिसमें वेल्डिंग द्वारा डार्क पैच के संकेत मिलते हैं



चित्र 2: विभिन्न एसपीएस तापमान पर नमूनों के संपीड़न परीक्षण

# जल आधारित टेप कास्टिंग का उपयोग कर डोपड ZnO नैनोपाउडर से उच्च निष्पादन बहु-परतीय वरिस्टर (एमएलवी)

कल्याण हेम्ब्रम

kaliyan@arci.res.in

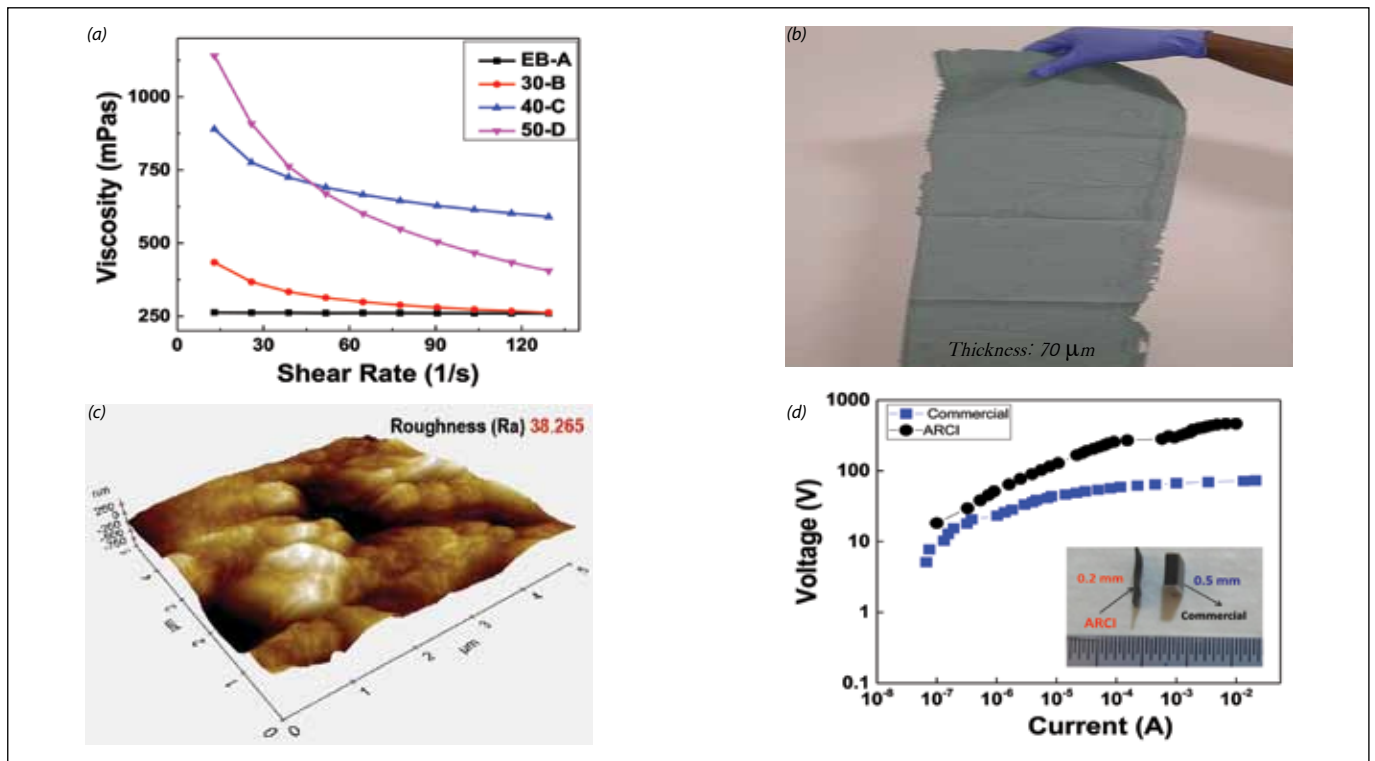
बहु-परतीय वरिस्टर (एमएलवी) एक ओवर वोल्टेज सुरक्षात्मक उपकरण है, जिसका उपयोग वोल्टेज ट्रांसिपेंट और इलेक्ट्रोस्टैटिक डिस्चार्ज (ईएसडी) को दबाने के लिए किया जाता है। इस कार्य का उद्देश्य है: (1) सिंटरिंग तापमान कम करने और एक डिवाइस की परतों (मोटोई) की संख्या को कम करने के लिए, प्रारंभिक सामग्री के रूप में डोपड ZnO नैनोपाउडर का उपयोग किया गया। (2) उच्च प्रदर्शन एमएलवी के निर्माण के लिए, कम लागत वाले जल आधारित टेप कास्टिंग के साथ गैर-विषाक्तता का उपयोग किया गया। मोटी फिल्म बनाने के लिए टेप कास्टिंग का घोल बनाने के लिए पाउडर, बाइंडर, प्लास्टाइज़र, डिस्प्रेसंट और सर्फैक्टेंट को पानी में फैलाया गया।

विभिन्न ठोस लोडिंग द्वारा दोष मुक्त फिल्म प्राप्त करने के लिए, मोटी फिल्मों के घोल और सूक्ष्म संरचना की प्रवाहिकीय विशेषताओं का अध्ययन किया गया। निर्मित एमएलवी की I-V विशेषताओं को मापा गया और वाणिज्यिक के साथ उसकी तुलना की गई। तटस्थ पीएच में, 30 मिलीलीटर की विभिन्न लोडिंग घोल (नमूने ए, बी, सी और डी 0%, 30%, 40% और 50%) के साथ, डोपड ZnO नैनोपाउडर (~ 30 एनएम) को तैयार किया गया। चित्रा 1 (ए) में दिखाया गया है कि इसकी पतली व्यवहार के कारण, घोल के कट्टाई दर में वृद्धि होने के साथ इसके चिपचिपेपन में कमी आई है।

पतले कट्टाई प्रवाह आचरण के रूप में, नमूनों बी, सी और डी के प्रवाहिकीय आचरण का प्रदर्शन किया जा रहा था, जो कमजोर रूप से ठोस रूप से फ्लेक्केलेटेड होते हैं जबकि नमूना ठोस की अनुपस्थिति के कारण न्यूटनियन प्रवाह आचरण दर्शाता है। नमूना सी ने बेहतर प्रवाहिकीय गुणों का प्रदर्शन किया,

जिसके लिए जैविक घटकों के बेहतर सजातीय फैलाव को जिम्मेदार ठहराया गया और नमूना बी और डी की तुलना में बुलबुले की अनुपस्थिति है। फिल्म की गुणवत्ता को जानने के लिए, फिल्म का तथ्य निरीक्षण और बी, सी और डी फिल्म नमूने के एसईएम और एएफएम का विश्लेषण किया गया। घोल के सजातीय वितरण के कारण, नमूना सी में बिना क्रैक के समानरूप वाले फिल्म (~ 0.1 मिमी) प्राप्त किये गये, जिसे चित्र 1 (बी) में दर्शाया गया है। जब नमूने बी और डी की तुलना नमूना सी फिल्म के एएफएम विश्लेषण के साथ की गई, तो नमूना सी फिल्म के एएफएम विश्लेषण ने बेहतर खुरदरापन (38.30 एनएम) का प्रदर्शन किया, जिसे चित्र 1 (सी) में दर्शाया गया है। नमूना बी में पानी की उपस्थिति के कारण, अधिक छिद्र उत्पन्न हो रहा था, और जिसे सूखने पर, इसमें अधिक खुरदरापन उत्पन्न हुआ। नमूना डी में घोल की एकरूपता के कारण अधिक दरारें आ रही थी जिसके कारण, नमूना बी और सी की तुलना में इसमें बहुत अधिक खुरदरापन उत्पन्न हुआ।

एजी-पीडी के आंतरिक इलेक्ट्रोड के साथ 150 एमपीए में, नमूना सी से बनाई गई फिल्म के टुकड़ों से एमएलवी का निर्माण किया गया। रंग की एमएलवी को 950 डिग्री सेल्सियस पर 2 घंटे के लिए सिंटरित किया गया। एआरसीआई और वाणिज्यिक एमएलवी के लिए, क्रमशः 16 और 15 की असमानता का गुणांक, और 316 और 75वी के ब्रेकडाउन वोल्टेज और 13 और 10 माइक्रोन वर्तमान रिसाव को प्राप्त किया गया। वाणिज्यिक की तुलना में, एआरसीआई के ब्रेकडाउन वोल्टेज से बना एमएलवी को बेहतर पाया गया, जैसे आंकड़ा 1 (डी) में दिखाया गया है। डिवाइस की लागत को कम करने के लिए विविध गुणों पर विभिन्न इलेक्ट्रोड (Ni और Cu) का प्रभाव जांच के कार्यरत है।



चित्र 1: (ए) विभिन्न ठोस लोडिंग पर घोलों की चिपचिपाहट, (बी) फोटोग्राफ (सी) घोल नमूना सी से बनी मोटी फिल्म की एएफएम प्रतिबिंब और (डी) वाणिज्यिक की तुलना में एआरसीआई के ब्रेकडाउन वोल्टेज से बना एमएलवी

योगदानकर्ता: एम गिरिराज और के. मुरुगन

# लिथियम-ऑयन बैटरी अनुप्रयोगों के लिए लागत-प्रभावी उन्नत कार्य निष्पादन लिथियम टैटनेट का विकास

एस आनंदन

anandan@arci.res.in

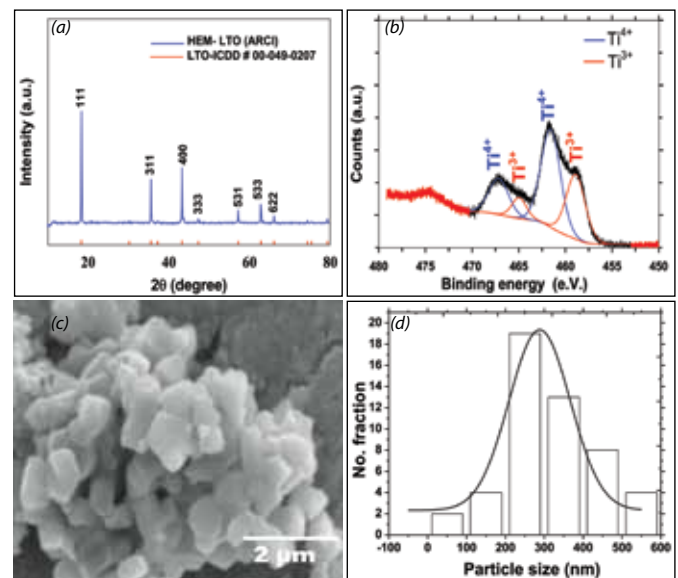
लिथियम ऑयन बैटरी (LIB) अपनी विशिष्टताओं से उभरी है और अपनी उच्च ऊर्जा घनता, गैर-विषैले और दीर्घ जीवन चक्र जैसी विशिष्ट विशेषताओं के कारण इलेक्ट्रॉनिक एवं इलेक्ट्रिक वाहनों (ईवी) के उद्यमों के बाजार को उलट पुलट करके रख दिया है। वाणिज्यिक लिथियम आयन बैटरी में ग्राफाइट को विशिष्टतः एनोड के रूप में प्रयुक्त किया गया है। यह एक निम्न वोल्टेज (~0.02V) एक ठोस इलेक्ट्रोलाइट इंटरफेस को प्रवृत्त कर रहा है (एसईआई) और अतः इलेक्ट्रो केमिकल कार्यनिष्पादन को प्रभावित कर रहा है। इसके विपरीत  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$  (लिथियम टैटनेट एलटीओ) अपने उच्च वोल्टेज (~1.5V) दृढ़ रेडॉक्साइड प्रतिक्रिया के कारण, अपनी शून्य तनाव विशेषताओं के लिए यह अत्यंत आशाजनक एनोड सामग्रियों में से एक है। लिथियम टैटनेट के लिए विभिन्न प्रकार की तकनीकी रिपोर्ट को जानने के बावजूद भी, ये जटिल संश्लेषण प्रक्रियाओं, सॉल्वेंटों व विषैले रसायनिक पदार्थों तथा महंगे प्रक्रिया लागतों को शामिल करते हैं। आगे, वाणिज्यिक अनुप्रयोगों के लिए प्रक्रिया को और अधिक जटिल और अनुचित बनाते हुए उसके नुकसानों पर कम इलेक्ट्रॉनिक तथा अयोनिक वाहक (डी) पर काबू पाने के लिए संश्लेषित सतह पर आशोधन करना है। इन मुद्दों पर काबू पाने के लिए एआरसीआई ने एकल चरणीय उच्च ऊर्जा मिलिंग प्रक्रिया का उपयोग करते हुए (एचईएम), कार्बन कोटेड एलटीओ के उत्पादन हेतु एक सरल, किफायती और ऊर्जा सक्षम मापनीय तकनीक और साथ में उष्मा उपचार का विकास करने का उद्देश्य रखा है।

एचईएम प्रक्रिया में प्रयुक्त स्टीरिक ऐसिड एक दोहरी भूमिका निभाता है, एक तो प्रक्रिया नियंत्रण एजेंट तथा दूसरा कार्बन अग्रगामी के रूप में, जो कि अन्य तकनीकों की तुलना में यह एक संकलित सुविधा है। आग, यह ऑक्सिजन रिक्तियों का उत्पादन करने में भी सहायता करता है जो एलटीओ की इलेक्ट्रॉनिक वाहकता में सुधार कर सकता है। टाइटेनियम (Ti) और लिथियम (Li) के लिए क्रमानुसार टाइटेनियम डाइऑक्साइड ( $\text{TiO}_2$ ) और  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  का उपयोग करते हुए एचईएम प्रक्रिया द्वारा अनुकूलित स्थिति के साथ ~2 किलो एलटीओ को सफलता पूर्वक संश्लेषित किया जाता है।

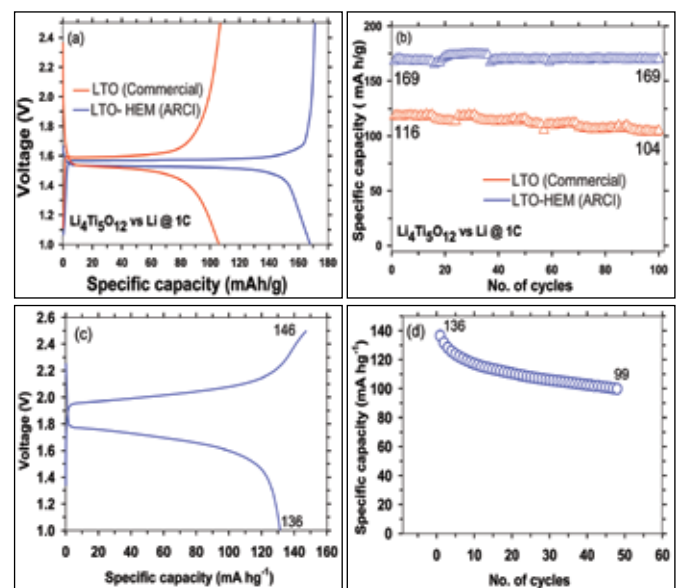
एलटीओ का एक्स-रे विवर्तन प्रकार (चित्र 1 A)  $2\theta = 18.39^\circ, 35.57^\circ, 43.24^\circ, 57.21^\circ, 62.83^\circ, 66.07^\circ$  सेल्सियस को दर्शाता है जो इसे क्रमानुसार स्वच्छ चरणबद्ध करने के लिए अनुक्रमित कर सकता है, (आईसीडीडी# 00-049-0207 के साथ अनुबंध में), एलटीओ के एक्सपीएस परिणाम ऑक्सिजन रिक्ति की पृष्टि करते हुए  $\text{Ti}^{4+}$  के अतिरिक्त  $\text{Ti}^{3+}$  की उपस्थिति को भी दर्शाता है। जो एलटीओ की इलेक्ट्रॉनिक संवाहकता में सुधार करने में सहायता करता है।

एलटीओ को एफई - एसईएम इमेज बिना किसी समूहन के समान रूप से कण संवितरण के साथ मध्यम आकार के कणों को दर्शाता है। एचईएम द्वारा एलटीओ के लिए प्राप्त औसत कण आकार ऊपर मान (चित्र 1 डी) का होता है। इलेक्ट्रो केमिकल परिणामों ने यह दर्शाया है कि एलटीओ (चित्र 2ए और 2बी) 1सी दर पर 100 चक्रों के पश्चात ~169 mAh/g की स्थिर क्षमता को दर्शाता है। बेंच मार्क अध्ययन से यह पता लगा है कि (चित्र 2बी) एचईएम द्वारा संश्लेषित एलटीओ को विशिष्ट क्षमता (169 mAh/g) वाणिज्यिक एलटीओ की विशिष्ट क्षमता से उच्चतर

होती है। लघुतम कण आकार, कार्बन लेपित तथा ऑक्सिजन की उपस्थिति एलटीओ के इलेक्ट्रो केमिकल निष्पादन में विसतार का कारण बताता है। आगे पूर्ण कण विन्यास में इलेक्ट्रो केमिकल परीक्षण  $\text{LiFePO}_4$  को एक केथोड के रूप में उपयोग करते हुए किया गया है और इसके परिणाम आशाजनक रहे हैं (चित्र 2सी और 2डी) आगे 1 किलो सामग्री के संश्लेषण के लिए अनुमानित लागत से यह पता चलता है कि एचईएम द्वारा संश्लेषित एलटीओ (~135 यूएसडी) की लागत वाणिज्यिक (~215 यूएसडी) इलेक्ट्रोड सामग्री से कम होती है। आगे, एलटीओ के बृहत मात्र में उत्पादन के कार्य को बढ़ाने तथा पूर्ण कण अध्ययन के अनुकूलन का कार्य प्रगति पर है।



चित्र 1 : (ए) एक्सआरडी पैटर्न (बी) एक्सपीएस स्पेक्ट्रम, (ई) एफई-एसईएम के प्रतिबिंब (डी). एचईएम एलटीओ कण आकार संवितरण



चित्र 2 : (ए) चार्ज-डिसचार्ज प्रोफाइल और (बी) सैलिक स्थिरता वाणिज्यिक एवं एचईएम एलटीओ अर्धकण में (सी) और (D)  $\text{LiFePO}_4$  के साथ एचईएम एलटीओ का पूर्ण कण निष्पादन

योगदानकर्ता: पी एम प्रतिक्षा, शेख नागुर बाबा, पी वी वी श्रीनिवास, आर विजय और टी. एन राव

## क्रायो मिलिंग द्वारा आयरन अल्युमीनाइड का विकास

एस. सुधाकर शर्मा

sssarma@arci.res.in

उच्च तापमान संरचनात्मक अनुप्रयोगों के लिए बढ़ते सामर्थ्य, ऑक्सीकरण एवं जंगरोधी और कम लागत के कारण, आयरन अल्युमीनाइड संभावित प्रत्याशी हो सकते हैं। यद्यपि, खराब लचीलेपन और 500 डिग्री सेल्सियस से अधिक सामर्थ्य में गिरावट के कारण, व्यावसायिक अनुप्रयोगों में घटकों के रूप में इन सामग्रियों का उपयोग दिखाई नहीं देता है। कार्बन एवं क्रोमियम और महीन कण संरचना का विकास करने के अलावा, लचीलेपन में सुधार के लिए दुनिया भर में अनुसंधान किया जा रहा है। महीन (~5 nm) परिक्षेपण और धातुओं में स्थिर ऑक्साइड कणों ने न केवल महीन कण संरचना को बरकरार रखा है बल्कि उच्च तापमान पर सामर्थ्य में भी सुधार किया है। एआरसीआई ने गैस टरबाइन ब्लेड के लिए ऑक्साइड परिक्षेपण सामर्थ्य (ओडीएस) आयरन अल्युमीनाइड का विकास करने हेतु एक अनुसंधान एवं विकास कार्यक्रम शुरू किया है।

क्रायो मिलिंग, एक तकनीक है जिसमें ऑक्साइड कणों के परिक्षेपण के लिए क्रायोजेनिक तापमान पर उच्च ऊर्जा बॉल मिलिंग किया जाता है। मिलिंग के दौरान, पाउडर के कणों में भारी विकृति उत्पन्न होती है जिससे बड़ी संख्या में क्रिस्टल दोष उत्पन्न होते हैं जैसे: विस्थापन, रिक्तियों, अंतरालीय और कण की सीमाएं, जो कण शोधन को बढ़ावा देती है, गैर-संतुलन ठोस स्तर मिश्रधातु और नए चरणों का निर्माण।

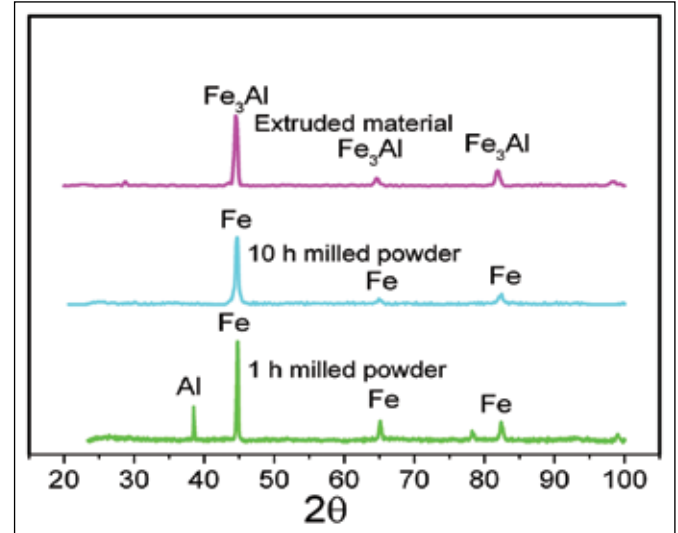
स्टिओचियोमेट्रिक  $Fe_3Al$  के निर्माण के लिए मूल  $Fe$  और  $Al$  पाउडर को, क्रायो मिल में 10 घंटे के लिए -180 डिग्री सेल्सियस पर नैनो येट्रिया पाउडर के साथ पीसा गया। पिसे हुए पाउडर को डिब्बों में भरा गए और 450 डिग्री सेल्सियस पर  $1 \times 10^{-5}$  kPa वैक्यूम के नीचे विगैसित किया गया। डिब्बे में बंद पाउडर को 900 डिग्री सेल्सियस पर रखा गया और बाद में 250 टी हाइड्रॉलिक दबाव में 1050 डिग्री सेल्सियस पर फैलाया गया। पिसे हुए पाउडर से प्राप्त एक्स-रे विवर्तन पैटर्न तथा बल्क नमूना चित्र 1 में दर्शाया गया हैं। इसमें यह पाया गया है कि लंबी अवधि तक मिलिंग समय  $Fe$  में  $Al$  का पूर्ण विलयन हुआ और समेकित नमूने में  $Fe_3Al$  के निर्माण को देखा गया।  $Fe_3Al$  चरण के निर्माण के लिए, उत्सारण के दौरान उच्च तापमान जोखिम और विकृति प्रेरित तनाव को बढ़ाया गया।

उत्सारित नमूने के क्रिस्टल अभिविन्यास मानचित्र को चित्र 2 में दिखाया गया है। सूक्ष्मसंरचना में 449 nm औसत कण आकार की महीन कणदार संरचना शामिल है। उत्सारित सामग्री ने 2किलो भार पर 425एचवीएन की कठोरता का प्रदर्शन किया।

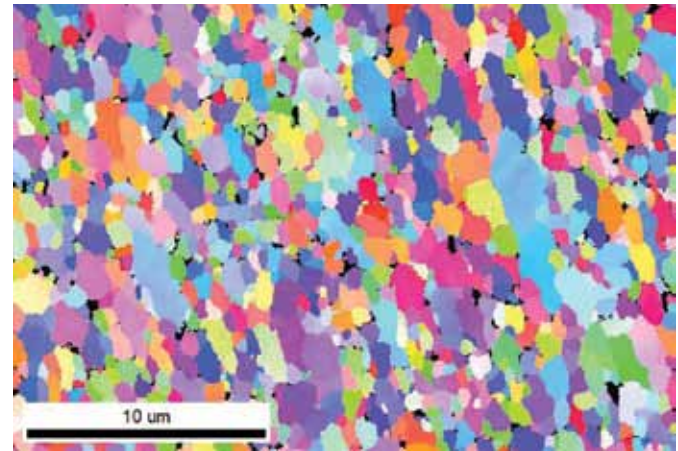
सामग्री के लचीलेपन को संपीडन परीक्षण के साथ मापा गया और संपीडन लोडिंग के तहत कमरे के तापमान पर तनावरहित वक्र चित्र 3 में दिखाया गया है। नमूने ने 45 डिग्री कतरनी की विफलता का प्रदर्शन किया और असफल परीक्षण नमूने के चित्र को, चित्र 3 में दर्शाया गया है।

संपीडन परीक्षण के परिणाम यह सूचित करते हैं कि उत्सारित ओडीएस-आयरन अल्युमीनाइड नमूना ने 1822 एमपीए संपीडन सामर्थ्य और कमरे के तापमान पर 24 प्रतिशत तनाव का प्रदर्शन किया, जो पारंपरिक रूप से निर्मित  $Fe_3Al$  से

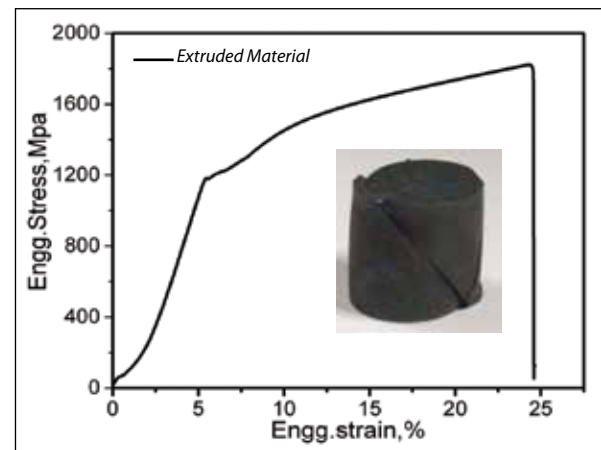
क्रमशः 30 और 50 प्रतिशत से अधिक है। उच्च तापमान पर सूक्ष्मसंरचना और लचीलेपन गुणों का मूल्यांकन संबंधित अध्ययन प्रगति पर है।



चित्र 1: क्रायो माइल्ड पाउडरों और अप्रत्याशित जाली नमूना के एक्सआरडी पैटर्न।



चित्र 2: उत्सारित नमूने के क्रिस्टल अभिविन्यास मानचित्र



चित्र 3: कमरे के तापमान पर उत्सारित नमूने के संपीडन परीक्षण के तहत तनावरहित वक्र

योगदानकर्ता: ए. वी. रेड्डी, आर. विजय और टी. एन. राव



# ऊर्जा भंडारण अनुप्रयोगों के लिए बायो गैस से उत्पन्न कार्बन - मैग्नीशियम ऑक्साइड (MgO) मिश्रण

ज. रेवती

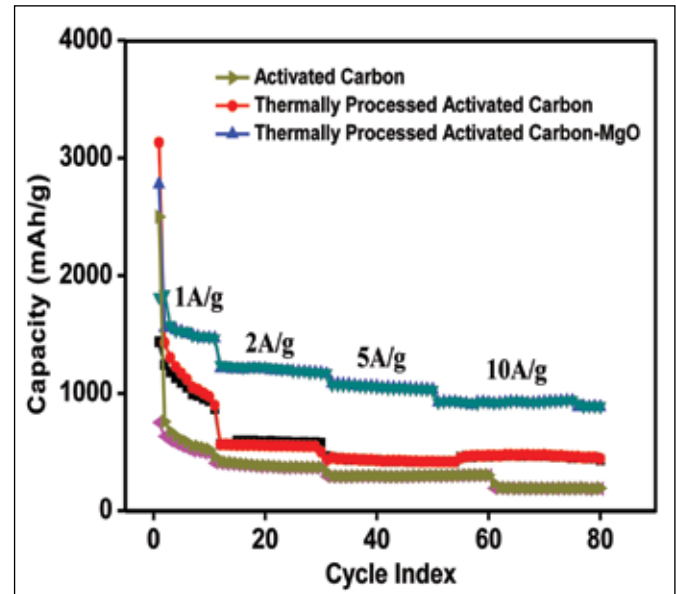
revathi@arci.res.in

इलेक्ट्रो केमिकल मिश्रधातु एवं इलेक्ट्रोड सामग्रियों के वर्ग में, संपरिवर्तन में मैग्नीशियम ऑक्साइड में पता न लगाया एनोड होता है जब कि तुलनात्मक दृष्टि से Sn, Si. अध्ययन किया गया है। Mg और मैग्नीशियम ऑक्साइड में क्रमानुसार 3300 mAh/g तथा 2200 mAh/g की सैद्धितिक क्षमता होती है। ऐसी उच्च क्षमताएं 300% की आयतन विस्तारता सहित होती है। Sn और Si आधारित कॉम्पाउंडों के समान ही मैग्नीशियम ऑक्साइड भी लिथिएशन/डी लिथिएशन के दौरान आयतन परिवर्तन को समायोजित करने हेतु एक सक्षम कार्बन आधारित मेकानिकल बफर चाहता है। बृहत् रूप से उपलब्ध बायो मास कार्बन के लिए एक स्पष्ट प्राकृतिक स्रोत है। मैग्नीशियम ऑक्साइड के लिए धातु स्रोत भी विस्तृत रूप से उपलब्ध है और यह बायो मास से उत्पन्न कार्बन बनाता है - मैग्नीशियम ऑक्साइड मिश्रण ऊर्जा भंडारण अनुप्रयोगों के लिए मित व्यवसायपूर्ण इलेक्ट्रोड सामग्री घटक होता है। नारियल के खोल से उत्पन्न सक्रिय कार्बन को, कार्बन के स्रोत के रूप में लेते हुए पारंपरिक उष्णता प्रक्रियात्मक तकनीक द्वारा सावधानी पूर्वक कार्बन - मैग्नीशियम ऑक्साइड मिश्रण को बनाया गया। नारियल खोल की जटिल ज़र विशिष्टता से उत्पन्न सक्रिय कार्बन जैसा कि चित्र 1 में दिखाया गया है, सक्षम इलेक्ट्रोलाइट पुनरीक्षण जोड़ा गया लाभ है और संरचनात्मक स्थिरता को बनाये रखने के लिए मेकानिकल बफर होता है।

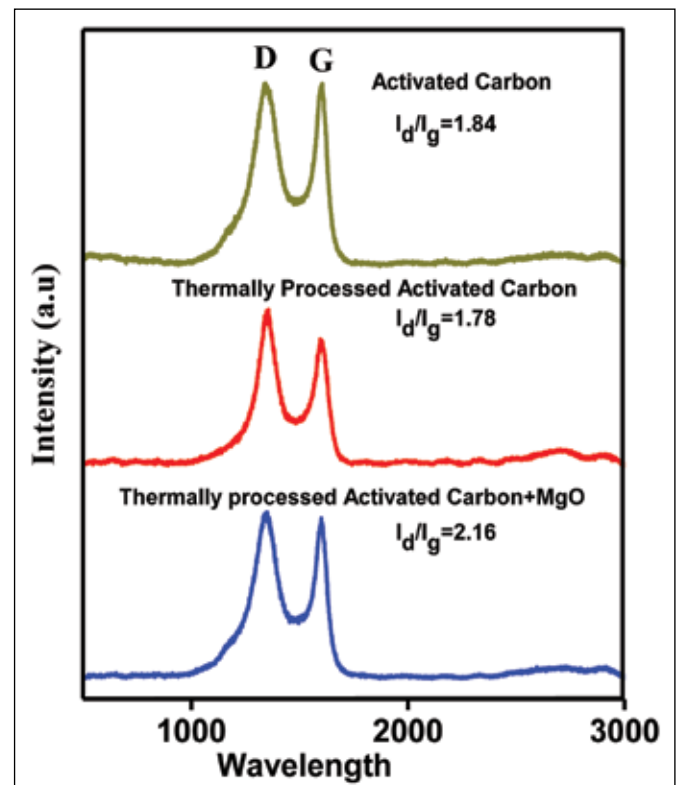
सक्रिय कार्बन की थर्मल संसाधित प्रक्रिया ने कार्बन की विशिष्टता को संशोधित करता है तथा चित्र 2 में देखे गये के अनुसार रामन स्पेक्ट्रम में किये गये के अनुसार  $I_d/I_g$  मूल्यों को पाए गए अनुसार, मैग्नीशियम ऑक्साइड की उपस्थिति के परिणाम स्वरूप पाया गया है। नारियल खोल थर्मल संसाधन के पश्चात हाइड्रो थर्मल सक्रिय कार्बन उत्पन्न करता है और उन्नत इलेक्ट्रो केमिकल कार्य निष्पादन है। मैग्नीशियम ऑक्साइड डाला गया सक्रिय कार्बन थर्मल प्रसंस्करण से एक इलेक्ट्रो केमिकल कार्य निष्पादन जो कि हाइड्रो थर्मली सक्रिय कार्बन से भी बेहतर कार्य निष्पादन देता है।

मैग्नीशियम ऑक्साइड को सक्रिय कार्बन के साथ मिलाकर डालने से चित्र 3 में देखे गये के अनुसार सैविलिंग स्थिरता एवं दर क्षमता के साथ इलेक्ट्रो केमिकल क्षमताओं को विस्तृत करता है। थर्मली संसाधित सम्मिश्रण में मात्र 6 wt % मैग्नीशियम ऑक्साइड सामग्री इलेक्ट्रो केमिकल कार्य

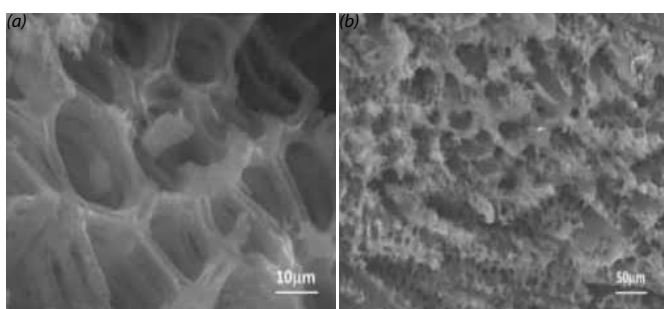
निष्पादन को 5A/g विद्युत सघनता से 1200mAh/g पर थर्मली संसाधित कार्बन तथा सक्रिय कार्बन क्रमानुसार 500mAh/g और 200mAh/g की तुलना में उल्लेखनीय रूप से बताया गया है।



चित्र 2: एक सक्रिय कार्बन का रामन स्पेक्ट्रम ख-थर्मली संस्करणीय सक्रिय कार्बन एवं सी, उसके मैग्नीशियम ऑक्साइड के साथ मिश्रण



चित्र 3: सक्रिय कार्बन और उसके मैग्नीशियम ऑक्साइड मिश्रण की सैविलिंग स्थिरता और दर क्षमता



चित्र 1: थर्मल संसाधित सक्रिय कार्बन - मैग्नीशियम ऑक्साइड सम्मिश्रण एफईएसईएम

## यांत्रिक मिश्रधातु द्वारा ऑस्टेनीटिक ओडीएस इस्पात पाउडर का संश्लेषण

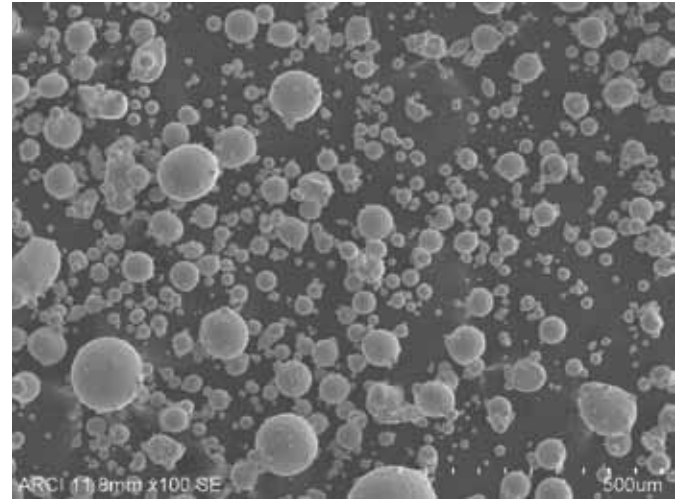
पी साई कार्तिक

saikarthik@project.arci.res.in

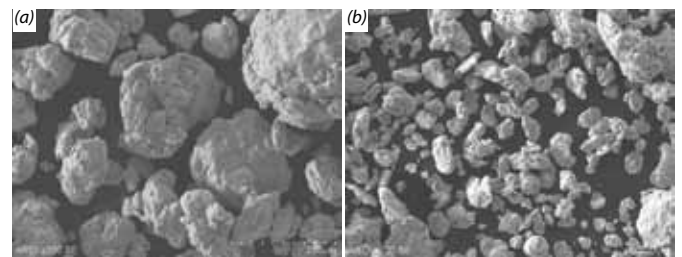
आधुनिक भूमि आधारित गैस टर्बाइनों के उच्च दबाव कंप्रेसर और कम दबाव टरबाइन ब्लेड में इस्तेमाल हुए निकल आधारित सुपर मिश्रधातु के लिए एक विकल्प के अन्वेषण में, एआरसीआई ने, आकर्षक उच्च तापमान गुणों पर संभावित विकल्प के रूप में ऑस्टेनीटिक ऑक्साइड फैलाव सामर्थ्य इस्पात (एओडीएस) की पहचान की है। यांत्रिक मिश्रधातु तकनीक का उपयोग कर पाउडर मेटलर्जी (पी एम) मार्ग (गढ़ा धातुकीय द्वारा संभव नहीं) द्वारा एओडीएस इस्पात का विकास किया जा रहा है, और 650 डिग्री सेल्सियस से -750 डिग्री सेल्सियस तापमान तक कार्य करने की संभावना है।

यांत्रिक पिसाई में पाउडर चिपकने के कारण, ऑस्टेनीटिक ( $\gamma$ -FCC) इस्पात पाउडर को पिघलाते समय चुनौती आ रही है। इसलिए, एआरसीआई, Fe-18Cr-22Ni-1.6W-0.2Ti-0.35Y2O3 नाममात्र संरचना के एओडीएस इस्पात का निर्माण करने के लिए एक वैकल्पिक तकनीक विकसित करने का प्रयास किया जा रहा है। इस अध्ययन के लिए, अक्रिय गैस परमाणुकृत पूर्व-मिश्रित फेराइटिक स्टील (Fe-15.2Cr-2.01W-0.17Ti), Ni-20Cr, Cr, Ti और नैनो Y2O3 पाउडर का उपयोग किया गया। आर्गन वातावरण के तहत, 15: 1 अनुपात में बॉल के पाउडर के साथ एसएस शीशा और ठोस इस्पात बॉलों का उपयोग करते हुए पिसाई करने वाली बॉल मील (फ्रिक्श-पी 5) में मैकेनिकल मिश्रधातु को डाला गया। सभी पाउडर हैंडलिंग को दस्ताने बॉक्स में डाला गया। चरण, जिस पर Ni को प्रस्तुत किया गया था, चिपकने के विनाशकारी प्रभावों के बिना सजातीय संरचना प्राप्त करने के लिए, उसे बदल दिया गया। पिसाई पाउडर को ठोस किया गया और बाद में वैक्यूम में 1050 डिग्री सेल्सियस पर अभितापित किया गया।

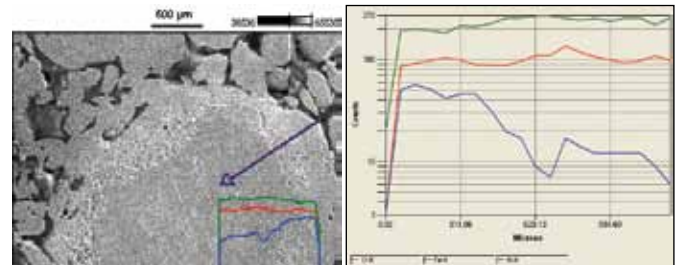
पूर्व-मिश्रित 15 सीआर फेराइटिक इस्पात पाउडर की आकृतिविज्ञान चित्र 1 में दिखाया गया है। जिसमें यह पाया गया है कि आकार में, पाउडर गोलाकार है जिसकी व्यापक विविधता आकार में 10 से 115  $\mu\text{m}$  तक की है। परमाणुकरण प्रक्रिया के दौरान, विभिन्न मापदंडों के कारण वाइंडर आकार वितरण कार्यरत है। पिसाई पाउडरों के एसईएम प्रतिबिंब को चित्र 2 (ए) एवं (बी) दर्शाया गया है। जिसमें यह देखा जा सकता है कि पाउडर कणों ने मैकेनिकल मिश्र धातु के विशिष्ट परतदार संरचना का प्रदर्शन किया है। यह भी देखा गया है कि कण आकार और आकारिकी पर, फेराइटिक स्टील मैट्रिक्स के Ni की शुरुआत का महत्वपूर्ण प्रभाव पड़ा है। एक मामले में, मिलिंग के दौरान वेल्लिंग प्रभावशाली था जिसके परिणामस्वरूप कण आकार में 67 माइक्रोन वृद्धि हुई और दूसरे मामले में, फ्रैक्चर प्रभावशाली था जिसके फलस्वरूप कणों का आकार में 25 माइक्रोन वृद्धि हुई। पहले मामले में, कण (चित्र 3) में Ni संरचना में, विस्तृत भिन्नता से पाउडर कणों के ईडीएस विश्लेषण किया गया, जबकि दूसरे मामले में, Ni को अधिक या कम समानतापूर्वक वितरित किया गया। पिसाई और अभितापित स्थितियों के रूप में, एक्स-रे विवर्तन का अध्ययन किया गया। आंकड़े (चित्र 4) दिखाते हैं कि मुख्यतः बीसीसी (फेराइट) पैटर्न को अभितापित स्थितियों के रूप से बदल कर अभितापन कर एफसीसी (एस्ट्रुनिट) में बदल दिया गया। उच्च तापमान पर अनावरण करने के बाद, ऑस्टिनिक्स चरण प्राप्त करने के लिए अगला अध्ययन प्रगति पर है। अनुकूलित प्रायोगिक परवर्ती का उपयोग कर, विस्तृत मूल्यांकन के लिए बड़ी मात्रा का उत्पादन किया जाएगा।



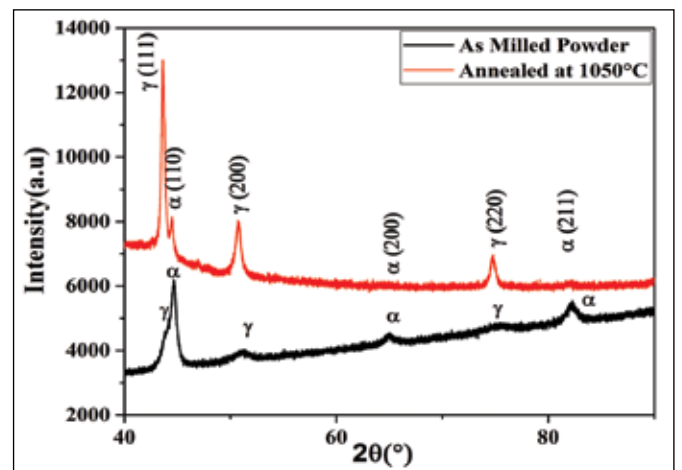
चित्र 1: अक्रिय गैस परमाणुकरण से प्राप्त पूर्व-मिश्रित पाउडर की एसईएम प्रतिबिंब



चित्र 2: (ए) वेल्ल प्रमुख (ख) फ्रैक्चर प्रमुख मामलों में पिसाई पाउडर



चित्र 3: पाउडर में वेल्ल किये गये मुख्य पाउडर कण का ईडीएस स्कैन करते हैं जो Ni (नीला), ग्रीन (Fe), लाल (Cr) में भिन्नता को इंगित करते हैं।



चित्र 4: पिसाई और अभितापित पाउडर के एक्सआरडी भूखंड (Ni-Cr पाउडर के बहु-चरण जोड)

# उच्च-दर सुपरकैपेसिटर अनुप्रयोगों के लिए सक्रिय कार्बन-कार्बन आधारित इलेक्ट्रोड के विद्युत रसायन निष्पादन में क्रमिक मेसोपोरस की निर्णायक भूमिका

मणि कार्तिक

mkarthik@project.arci.res.in

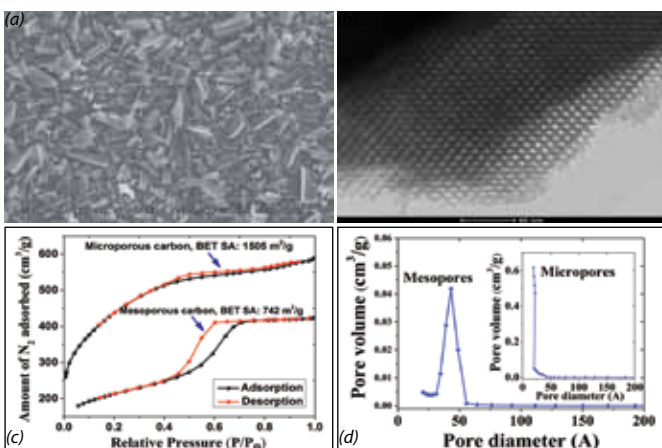
शहरी वायु प्रदूषण को और जीवाश्म ईंधन खपत को भी कम करने के लिए, परिवहन के लिए वैकल्पिक हरी ऊर्जा प्रौद्योगिकी की आवश्यकता है। इस संबंध में, सुपरकैपेसिटर संचालित विद्युत वाहन (ईवीएस) को वैकल्पिक हरी ऊर्जा प्रौद्योगिकियों में से एक माना जाता है। अपने तीव्रगति से चार्जिंग होने और कुछ ही सेकंड में बिजली तीव्रगति से देने के कारण, सुपरकैपेसिटर एक उभरती हुई ऊर्जा भंडारण डिवाइस है। अपने उच्च विशिष्ट सतही क्षेत्र, उत्कृष्ट इलेक्ट्रॉनिक चालकता, बेहतर रासायनिक स्थिरता और अपेक्षाकृत कम लागत के कारण, वाणिज्यिक सुपरकैपेसिटर में सक्रिय कार्बन आधारित इलेक्ट्रोड का उपयोग व्यापक रूप से किया जाता है। यद्यपि, कार्बन आधारित इलेक्ट्रोड संबंधी संरचना गुण एक महत्वपूर्ण कारक हैं जो विशिष्ट ऊर्जा और सुपरकैपेसिटर की विशिष्ट पावर को प्रभावित करती हैं। विशेषतः, विशिष्ट धारित और सुपरकैपेसिटर इलेक्ट्रोड की दर क्षमता, इलेक्ट्रोड के छिद्रों में प्रवेश कर इलेक्ट्रोलाइट पर वृद्धतापूर्वक निर्भर होती है।

एआरसीआई में इसका अध्ययन करने का उद्देश्य, सक्रिय कार्बन-कार्बन आधारित इलेक्ट्रोड के विद्युत रसायन निष्पादन में लगाए गए मेसोपोरस की निर्णायक भूमिका की जांच करना है। कार्बन के संरचना गुणों और कार्बन इलेक्ट्रोड की दर क्षमता के बीच के संबंधों की जांच की गई। इस संबंध में, केओएच सक्रियण के साथ पाइन लकड़ी के सरल कार्बनीकरण द्वारा उच्च सतह क्षेत्र माइक्रोपोरस कार्बन को संश्लेषित किया गया। टेम्पलेट विधि द्वारा मेसोपोरस कार्बन (एमसी) को तैयार किया गया।

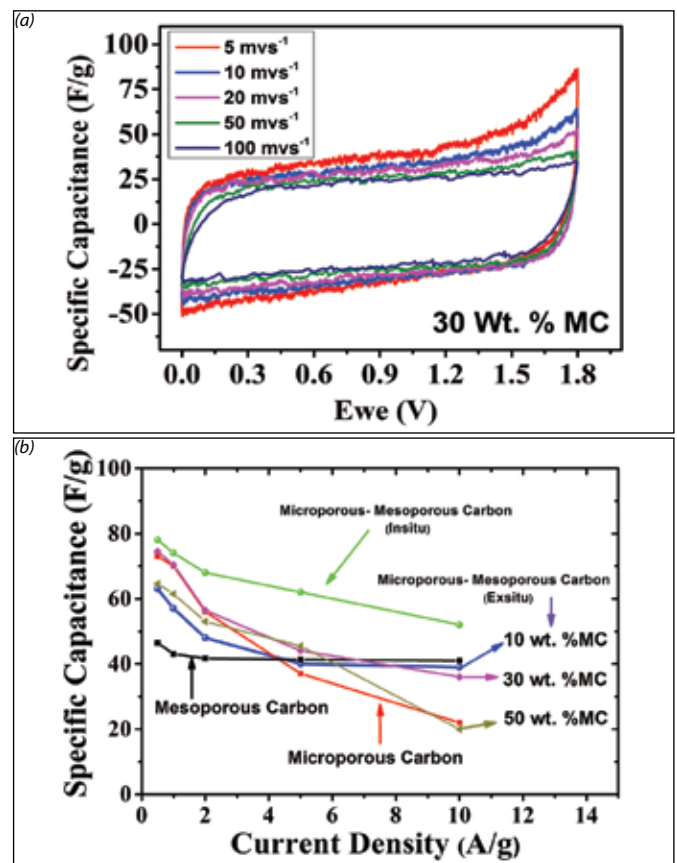
इसके अलावा, सरल समग्र द्वारा विभिन्न मेसोपोरस रचनाओं के साथ माइक्रोपोरोस-मेसोपोरोस कार्बन रचनाओं की श्रृंखलों को तैयार किया गया और विद्युतरसायन निष्पादन का मूल्यांकन किया गया। तुलना के लिए, केओएच के साथ सक्रिय मेसोपोरस कार्बन को तैयार कर उसकी जांच भी की गई। एसईएम और टीईएम का उपयोग कर प्राप्त कार्बन की संरचनात्मक आकृतिविज्ञान का विशेषीकृत किया गया, जिसे चित्र 1 ए एवं 1 बी में दिखाया गया है। टीईएम प्रतिबिंब में, लंबी रेंज की उच्च क्रमिक मेसोसंरचित कार्बन

को स्पष्ट रूप से देखा गया। N<sub>2</sub> शोषण- विशोषण मापों का उपयोग कर कार्बनों के संरचना संबंधी गुणों का विश्लेषण किया गया। जिसे चित्र 1सी और 1डी में दर्शाया गया है। टाइप I आइसोथर्म को चित्र 1 सी से स्पष्ट रूप से देखा गया है जो संरचनात्मक सूक्ष्मरंध्रता का संकेत करते हैं। दूसरी ओर, प्रकार IV आइसोथर्म को देखा गया है (चित्र 1डी) जो मेसोपोरोसिटी की उपस्थिति को दर्शाता है। इसके अलावा, नमूना के छिद्र आकार वितरण (बीजेएच) को चित्र 1 डी में दिखाया गया है, ये लगभग क्रमशः सूक्ष्म छिद्र 1.5 nm और मेसोपोरस लगभग 4 nm की उपस्थिति को दर्शाती है।

अंततः, चक्रीय वोल्टेंमेट्री (सीवी) और चार्ज-डिस्चार्ज मापन का उपयोग कर दो इलेक्ट्रोड सममित प्रणाली के साथ तटस्थ Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> इलेक्ट्रोलाइट (1.8 वी तक) में प्राप्त कार्बन सामग्रियों के विद्युत रासायन निष्पादन की जांच की गई। विद्युत रासायन मापन में, यह स्पष्ट रूप से देखा जा सकता है कि मेसोपोरस की उपस्थिति अनुकूल आयन परिवहन के साथ इलेक्ट्रोलाइट फैलाव को बढ़ा सकती है और इसके परिणामस्वरूप सुपरकैपेसिटरों की दर क्षमता में सुधार किया जा सकता है। यह पाया गया कि समग्र जिसमें 30% मेसोपोरस थे, ने विशिष्ट धारिता के साथ-साथ दर क्षमता (चित्र 2 ए और 2 बी) की तरह सर्वश्रेष्ठ प्रदर्शन दिखाया है।



चित्र 1: कार्बन सामग्रियों के संरचनात्मक आकृतिविज्ञान एवं रचना संबंधी गण



चित्र 2: कार्बन सामग्रियों का विद्युत रसायन निष्पादन

योगदानकर्ता: एम. विजयकुमार, ए. ज्योतिर्मयी, के. नानाजी, एस. आनंदन और टी. एन. राव

# सैंटर फॉर इंजीनियर्ड कोटिंग्स

सतह इंजीनियरिंग प्रौद्योगिकियों के विकास के क्षेत्र में अपने नेतृत्व की स्थापना और भारतीय उद्योग को अंतरित करने के पिछले प्रयासों की निरंतरता में, नए विलेपन प्रौद्योगिकियों को इस वर्ष में महत्वपूर्ण प्रयास प्रारम्भ किए गए हैं, जैसे उन्नत उच्च आवृत्ति विस्फोटी फुहारित प्रणाली, अकादमी और अंतरण के लिए सूक्ष्म वृत्त चाप ऑक्सीकरण प्रणाली और पोर्टेबल शीत फुहार प्रणाली के अनुसंधान संसाधन ।

केंद्र के लिए यह वर्ष विशेष रहा है, जैसा कि इसे एक नई सुसज्जित केंद्रीयकृत सुविधा प्राप्त हुई है, जो कि विभिन्न विलेपन, लक्षण निरूपण और कार्यनिष्पादन मूल्यांकन की सुविधा प्रदान की है। 27.02.2017 को नई सीईसी सुविधा का उद्घाटन माननीय डॉ. वाई. एस. चौधरी, विज्ञान और प्रौद्योगिकी एवं पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय के राज्य मंत्री, भारत सरकार द्वारा किया गया और देश को समर्पित किया गया। सतह के लक्षण निरूपण सहित सतह इंजीनियरिंग के उभरते क्षेत्रों में कदम बढ़ाने के सीईसी के उद्देश्य से, नैनोमेकेनिकल इंक, संयुक्त राज्य अमेरिका के सहयोग से उन्नत नैनोमेकेनिकल लक्षण निरूपण की एक संयुक्त प्रदर्शन केंद्र की स्थापना की गई, जो कि नैनोकेमिकल परीक्षण पद्धतियों के विकास में एक वैश्विक दिग्गज है। यह संयुक्त केंद्र अगली पीढ़ी के नैनोकेमिकल परीक्षण उपकरणों और परीक्षण पद्धतियों का विकास ही नहीं करेगा बल्कि, एआरसीआई में जारी प्रौद्योगिकी विकास गतिविधियों का समर्थन करेगा और भारत में नैनोमेकेनिकल परीक्षण बाज़ार की वृद्धि के विकास को भी गति प्रदान करेगा। संयुक्त केंद्र में वर्तमानतः अत्याधुनिक उच्च तनाव स्तरीय नैनोमेकेनिकल परीक्षक और गैर-परिवेश बहु-आयामी नैनोमेकेनिकल परीक्षक हैं, जो कि पतली फिल्मों और मोटी विलेपनों सहित सामग्री की एक विस्तृत श्रृंखला के त्वरित मैकेनिकल गुण के मानचित्रण को सक्षम बनाता है।

केंद्र ने ऊर्जा, मोटर वाहन और विमानन क्षेत्रों के समर्थन में सफलतापूर्वक एक दर्जन से भी अधिक बाहरी वित्त पोषित परियोजनाओं को निष्पादित किया है। इन परियोजनाओं में कैथोडिक वृत्त निरूपण भौतिक भाष्य निक्षेप का उपयोग करते हुए अपरक्षण प्रतिरोधक विलेपन के निक्षेप के लिए कई तरह की आंतरिक प्रौद्योगिकियों का प्रयोग करते हुए प्रायोगिक अनुसंधान किए गए, जैसे शीत फुहार, समाधान अफरगामी प्लाज्मा स्प्रे, इलेक्ट्रॉन बीम भौतिक वाष्प निक्षेप, स्पंदित विद्युत निक्षेप और सूक्ष्म वृत्त निरूपण ऑक्सीकरण।

एआरसीआई टेकएक्स 2017 के भाग के रूप में, केंद्र ने बाज़ार को संवेदनशील बनाने और अपनी प्रौद्योगिकियों और उपलब्धियों का प्रदर्शन करने हेतु एक व्यवसाय अवसर कार्यशाला का आयोजन किया। कार्यशाला की काफी प्रशंसा की गयी, और कई संभावित उद्यमियों ने विभिन्न तकनीकों में अपनी अत्यंत रुचि व्यक्त की। कार्यशाला के दौरान, ऊपर उल्लिखित कुछ नवप्रवर्तित प्रौद्योगिकियों के अतिरिक्त, जिनको स्पंदित इलेक्ट्रो निक्षेप तकनीक का उपयोग करते हुए कुछ चयनित कोटिंग रचनाओं के लिए प्रक्रिया का पता है, को भी प्रदर्शित किया गया।



एआरसीआई टेकएक्स 2017 के दौरान, सैंटर फॉर इंजीनियर्ड कोटिंग्स (सीईसी) के नए सुविधा का उद्घाटन माननीय डॉ. वाई. एस. चौधरी, राज्य मंत्री, विज्ञान और प्रौद्योगिकी एवं पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय, भारत सरकार, द्वारा किया गया और देश को समर्पित किया गया।

## सूक्ष्म ताप ऑक्सीकरण (एमएओ) परत द्वारा अल्युमिनियम-ताम्र (Al-Cu) धातु आव्यूह(मेट्रिक्स) के प्रबलित मिश्रण एवं कार्बन नैनोट्यूब (सीएनटी) की परिष्कृत ट्राइबोलॉजिकल उपलब्धि

एल. रामाकृष्णा

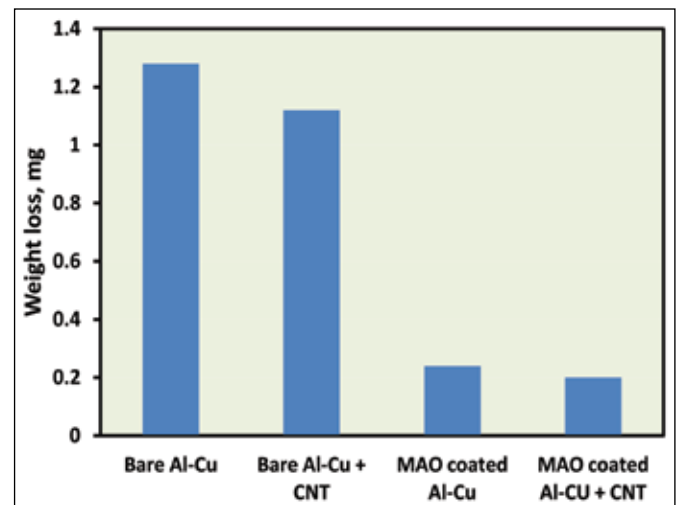
Irama@arci.res.in

उन्नत यांत्रिक विशेषताओं के कारण कार्बन नैनोट्यूब (सीएनटी) आधारित धातु ने आव्यूह मिश्रण (एमएमसी) के द्वारा अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी, ऑटोमोबाइल एवं ऊर्जा क्षेत्रों का ध्यान आकृष्ट किया है। विशेष रूप से, कार्बन नैनोट्यूब (सीएनटी) द्वारा प्रबलित अल्युमिनियम आव्यूह मेट्रिक्स मिश्रण का प्रयोग उच्च विशिष्ट क्षमता, उच्च ताप एवं विद्युतीय चालकता, लोड धारण अनप्रयोगों एवं इलेक्ट्रॉनिक पैकेजिंग में किया जाता है। तथापि, अल्युमिनियम आव्यूह(मेट्रिक्स) के आसंजी व्यसन नालीदार प्रणाली संयोजन व्यवहार (अडैसिव वियर डोमिनेटड ग्रूव फॉर्मेशन बिहेवियर) के परिणामस्वरूप उत्पन्न घर्षण के उच्च गुणक तथा समरूपता से उच्च व्यसन दर के कारण ये मिश्रण न्यूनतम ट्राइबोलॉजिकल लक्षण प्रदर्शित करते हैं। इन तकनीकी चुनौतियों की व्याख्या करने के उद्देश्य से इन धातु मेट्रिक्स मिश्रणों (एमएमसी) पर जमा सूक्ष्म आर्क ऑक्सीकरण परत के द्वारा घर्षण के समरूप गुणक एवं घिसाई दर को कम करने का प्रयास किया गया।

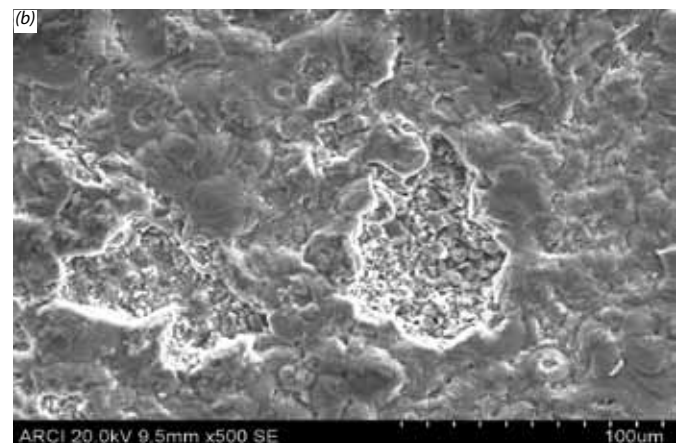
अयौगिक पाउडरों की मिलिंग एवं इसके पश्चात बहिर्वेधन अनुपात 16 के साथ 550 डिग्री सेल्सियस पर गर्म बहिर्वेधन के द्वारा एएल(Al) -4.4 सीयू(Cu) -0.5 मि.ग्रा. मिश्र धातु एवं एएल-4.4 सीयू-0.5 मि.ग्रा.-2.5 सीएनटी का मिश्रण उत्पन्न हुआ। तत्पश्चात इन दोनों पदार्थों की बेलनाकार पिनों पर  $45 \pm 5 \mu\text{m}$  मोटी एमएओ जमा हो गयी। एमएओ कोटिंग के द्वारा इसकी औसत सूक्ष्म कठोरता, इसके अनुरूप अपरतीय सबस्ट्रेटों की तुलना में 8 गुना उन्नत हो गयी। ट्राइबोलॉजिकल प्रक्रिया के रूप में मूल्यांकित एसटीएम - जी99 मानकों के अनुसार की गई शुष्क पिन ऑन डिस्क स्लाइडिंग वियर जांच के द्वारा चित्र.1 में दिखाए गए गैर परतदार सबस्ट्रेटों की तुलना में एमएओ आवरित सबस्ट्रेट के लिए व्यय दर में 80% प्रतिशत की कमी इंगित हुई। इसके साथ, गैर परतदार मिश्र धातु में सीएनटी यौगिक से व्यसन दर में 12.5% प्रतिशत की कमी का निरूपण हुआ जबकि एमएओ परतदार सामान्य अल्युमिनियम-ताम्र (Al-Cu) मिश्र धातु की तुलना में एमएओ परतदार सीएनटी प्रबलित मिश्रण से व्यसन दर में 16% की कमी का निरूपण हुआ तथा इससे नए पदार्थों के डिज़ाइन एवं विकास में सीएनटी की प्रगतिशील भूमिका का पता लगा।

व्यसन दर के जैसी प्रवृत्तिघर्षण के गुणकों के मामले में भी दर्ज की गई है।

एमएओ परत के द्वारा घर्षण के गुणकों में लगभग 0.61 से 0.40 के स्तर तक की कमी नोट की गई। रोचक रूप में, सीएनटी के योग से गैर परतदार एवं एमएओ परतीकरण दोनों मामलों में घर्षण के गुणकों के परिणामस्वरूप लगभग 5-10% प्रतिशत की कमी हो गयी। यह जांच अपेक्षित व्यवहार की तर्ज पर है जिसमें स्लाइडिंग व्यसन दर जांच के दौरान सीएनटी एक तैलीय कारक के रूप में कार्य करता है तथा इसके कारण घर्षण के संपूर्ण गुणकों के साथ ही व्यसन दर को कम किया जा सकता है। ऐसी संभावना के समान गैर परतदार सबस्ट्रेट में सीएनटी का योग करने पर नालीदार गहराई में सार्थक कटौती तथा चित्र सं.2 में दिखाए गए एमएओ परतदार मिश्रण के मामले में किसी खांचे की कमी एवं गहरी खुदाई के चिह्न से इन अदभुत पदार्थों के ट्राइबोलॉजिकल प्रक्रिया में वृद्धि हेतु चयनित मार्ग की प्रभावकारिता का स्पष्ट रूप से पता चलता है। इसके साथ ही एमएमसी में सीएनटी के समरूप निक्षेपण से संबंधित इस दिशा में हुए अनुसंधान/अध्ययन तथा वर्तमान में एमएओ परतदार सबस्ट्रेटों के यांत्रिक एवं ट्राइबोलॉजिकल गुणों में परिवर्तन करने में सीएनटी की भूमिका की विस्तृत जांच प्रगति पर है।



चित्र 1: बर्रे और एमएओ लेपित समग्रों फिसलन घिसाई का निष्पादन



चित्र 2: घिसा हुआ सतह आकारिकी (ए) बर्रे Al-Cu-मिश्रधातु और (बी) सूख पिन-ऑन-डिस्क फिसलन घिसाई परीक्षण के बाद एमएओ लेपित Al-Cu-CNT संमिश्र।

योगदानकर्ता : वाई माधवी, आर. विजय, एन.एस. अनास एवं डी. श्रीनिवास राव

# विस्फोटीकरण फुहारित $Cr_2O_3-20Al_2O_3$ विलेपन की सूक्ष्मसंरचना, घिसाई, जंगरोधी आचरण

देबज्योति सेन

dsen@arci.res.in

विभिन्न प्रकार के इंजीनियरिंग घटकों पर घिसाई, घर्षण और जंगरोधी सामग्री के रूप में क्रोमियम ऑक्साइड ( $Cr_2O_3$ ) का उपयोग व्यापक रूप से किया जा रहा है। एयरोस्पेस, समुद्री, रसायन, तार विनिर्माण, कपड़ा, कागज और पल्प उद्योगों में इसका उपयोग किया जाता है। इसी तरह, अल्युमीनियम ऑक्साइड ( $Al_2O_3$ ) विलेपन भी बेहतर यांत्रिक और सिधाईरोधक निष्पादन को प्रदर्शित करते हैं। क्रोमियम ऑक्साइड-अल्युमीनियम ऑक्साइड ( $Cr_2O_3-20Al_2O_3$ ) विलेपनों में, अंतिम विलेपन में  $\alpha$ -अल्युमीनियम ऑक्साइड ( $Al_2O_3$ ) चरण के क्रोमियम ऑक्साइड ( $Cr_2O_3$ ) स्थिर है।

यह बताया गया है कि जब शुद्ध  $Cr_2O_3$  एवं  $Al_2O_3$  प्लाज्मा फुहार विलेपन की तुलना 10-30 भार % तक की सीमा में  $Al_2O_3$  सामग्री के साथ की गई, तो प्लाज्मा फुहारित  $Cr_2O_3-Al_2O_3$  विलेपन, बेहतर यांत्रिक गुण दर्शाते हैं। यद्यपि, विस्फोटीकरण फुहार लेपित  $Cr_2O_3-Al_2O_3$  विलेपन की जानकारी बहुत सीमित रूप में उपलब्ध है।

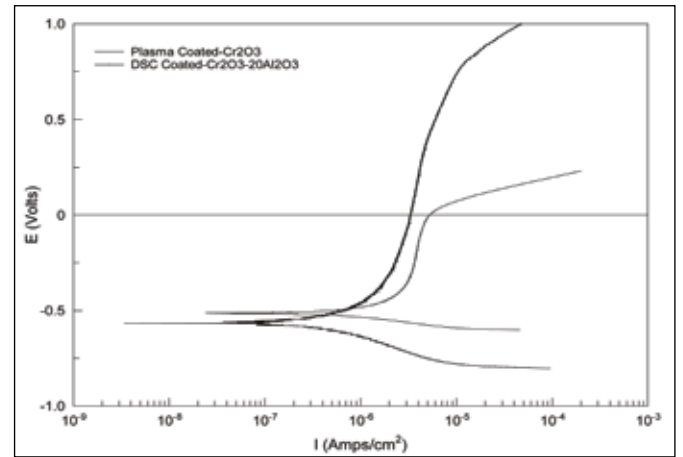
Ti सब्सट्रेट पर विस्फोटीकरण फुहार विलेपन (डीएससी) तकनीक द्वारा  $Cr_2O_3-20wt.\% Al_2O_3$  विलेपन को निक्षेपित किया गया, और प्रोपेलर शाफ्ट सील्स के लिए यंत्रवत् मिश्रित  $Cr_2O_3$  एवं  $Al_2O_3$  पाउडर्स का उपयोग किया गया। विस्तृत सूक्ष्मसंरचनात्मक विश्लेषण और निष्पादन मूल्यांकन परीक्षण जैसे सर्पि घिसाई, जंग का अध्ययन किया गया और इसकी तुलना हवा प्लाज्मा फुहारित  $Cr_2O_3$  विलेपन के साथ की गई। विस्फोटीकरण फुहारित  $Cr_2O_3-20wt.\%Al_2O_3$  के कॉस-सेक्शन विलेपन की एसईएम प्रतिबिंब और प्लाज्मा फुहारित  $Cr_2O_3$  विलेपन चित्र 1 (ए-बी) में दिखाए गए हैं।

वैकल्पिक Cr- एवं Al ऑक्साइड परतों के साथ विस्फोटीकरण फुहारित  $Cr_2O_3-20wt.\%Al_2O_3$  विलेपन की सूक्ष्मलेखिकी, मोटी और घन (सरंग्रता ~ 0.35%) संरचना प्रदर्शित करते हैं और कुछ स्थानों पर ठोस घोल बनाते हैं। इसके विपरीत, हवा प्लाज्मा फुहारित  $Cr_2O_3$  विलेपन में, सूचक सहित सूचक सीमाओं में उच्च छिद्र (1.8%) और दरारें देखी गईं। विलेपन क्रॉस-सेक्शन पर 200 ग्राम भार वाले विकर कठोरता मानों को मापा गया जो 1221HV0.2 और 1139HV0.2 पाए गए।

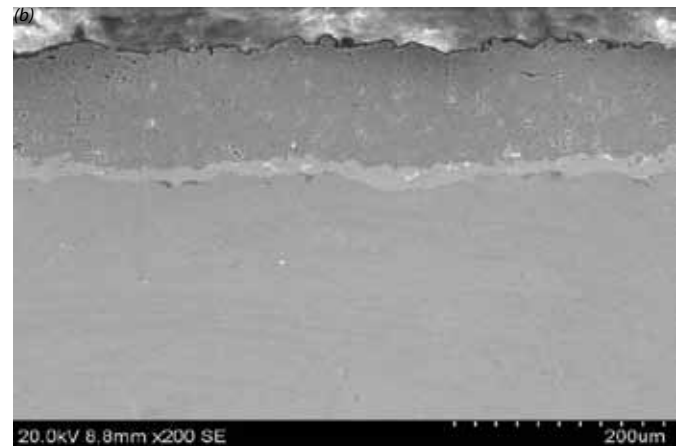
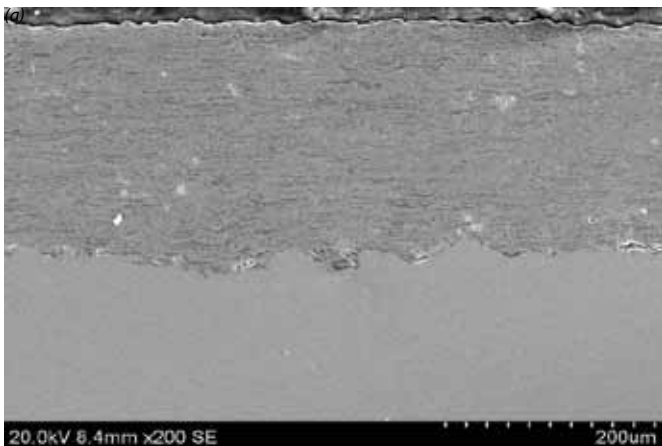
एक्सआरडी विश्लेषण में  $Cr_2O_3$  की उपस्थिति और विस्फोटीकरण फुहारित  $Cr_2O_3-20wt.\%Al_2O_3$  विलेपन में  $\alpha$ -  $Al_2O_3$  की तुलना हवा प्लाज्मा फुहारित विलेपन में सिर्फ  $Cr_2O_3$  चरण के साथ की गई। जब विस्फोटीकरण फुहारित  $Cr_2O_3-20wt.\%Al_2O_3$  विलेपन के प्रतिकूल ग्रेफाइट पिन स्लाइड की तुलना हवा प्लाज्मा फुहारित  $Cr_2O_3$

विलेपन के साथ की गई, तो बेहतर सर्पि घिसाई निष्पादन पाया गया। जब विस्फोटीकरण फुहारित  $Cr_2O_3-20wt.\%Al_2O_3$  विलेपन के प्रतिकूल स्लाइड की तुलना हवा प्लाज्मा फुहारित  $Cr_2O_3$  विलेपन के साथ की गई, तो ग्रेफाइट पिन का वजन तीन गुना कम हो गया। इसी तरह, हवा प्लाज्मा फुहारित  $Cr_2O_3$  विलेपन की तुलना में विस्फोटीकरण फुहारित  $Cr_2O_3-20wt.\%Al_2O_3$  विलेपन बेहतर अपघर्षक घिसाईरोधी प्रदर्शित करते हैं।

विलेपनों पर पोटेंशियो डायनामिक ध्रुवीकरण परीक्षण किया गया और जिसके परिणाम चित्र 2 में दिखाए गए हैं। ध्रुवीकरण वक्र का विश्लेषण करने के लिए एक तफ़ील फिट तैनात किए गए, और तफ़ील ढलानों के विस्तार द्वारा जंग दर प्राप्त किए गए। विस्फोटीकरण फुहारित  $Cr_2O_3-20wt.\%Al_2O_3$  विलेपन की जंग दर 0.24 एमपी है, जो हवा प्लाज्मा फुहारित  $Cr_2O_3$  विलेपन (0.75 mpy) के जंग दर का एक तिहाई है, और यह हवा प्लाज्मा फुहारित विलेपन की तुलना में विस्फोटीकरण फुहारित विलेपन की उत्कृष्ट जंगरोधी इंगित करते हैं। उपर्युक्त चर्चा से, यह स्पष्ट है कि हवा प्लाज्मा फुहारित विलेपन की तुलना में विस्फोटीकरण फुहारित  $Cr_2O_3-20wt.\%Al_2O_3$  विलेपन के परिणाम बहुत उत्साहित हैं।  $Cr_2O_3-20wt.\%Al_2O_3$  विलेपन को प्रोपेलर शाफ्ट सील पर निक्षेपित किया जाता है और वास्तविक समय परीक्षण कार्य प्रगति पर है।



चित्र 2: 3.5 wt.% NaCl घोल में विस्फोटीकरण फुहारित  $Cr_2O_3-20wt.\%Al_2O_3$  और प्लाज्मा फुहारित  $Cr_2O_3$  विलेपन की पोटेंशियो डायनामिक ध्रुवीकरण प्लॉट



चित्र 1: (ए) विस्फोटीकरण फुहारित  $Cr_2O_3-20wt.\%Al_2O_3$  एवं (बी) प्लाज्मा फुहारित  $Cr_2O_3$  विलेपन के कॉस-सेक्शनल एसईएम प्रतिबिंब

# विस्फोटीकरण फुहार WC-(W,Cr)2C-Ni विलेपन की सूक्ष्म विसंरचना और गुणधर्म

पी. सुरेश बाबू

pitchuka@arci.res.in

उद्योग में उन सामग्रियों की मांग बढ़ रही है, जो कठोर वातावरण का सामना कर सकें। उष्ण फुहार तकनीक द्वारा, विभिन्न औद्योगिक घटकों पर सुरक्षात्मक घर्षणरोधी सामग्री के रूप में डब्ल्यूसी (WC) आधारित कोटिंग्स को सफलतापूर्वक अनुप्रयुक्त किया गया। डब्ल्यूसी कार्बाइड विलेपन, जिसमें मैट्रिक्स चरण के रूप में कार्बन मोनोऑक्साइड (Co) होते हैं, जो अपने घर्षण गुणों को कम किए बिना, 538 डिग्री सेल्सियस तक ऑक्सीकरणरोधक के साथ हो सकते हैं और इसके कार्बाइड - कार्बन मोनोऑक्साइड (WC-Co) विलेपन के गुणधर्म, सूक्ष्म ऑक्सीकरण के कारण उक्त 538 डिग्री सेल्सियस तक कम हो जाएंगे। इसके अलावा, कार्बन मोनोऑक्साइड (Co) के कारण हल्के क्षारीय स्थितियों के अंतर्गत टंगस्टन कार्बाइड - कार्बन मोनोऑक्साइड (WC-Co) विलेपन के जंगरोधी खराब होते हैं।

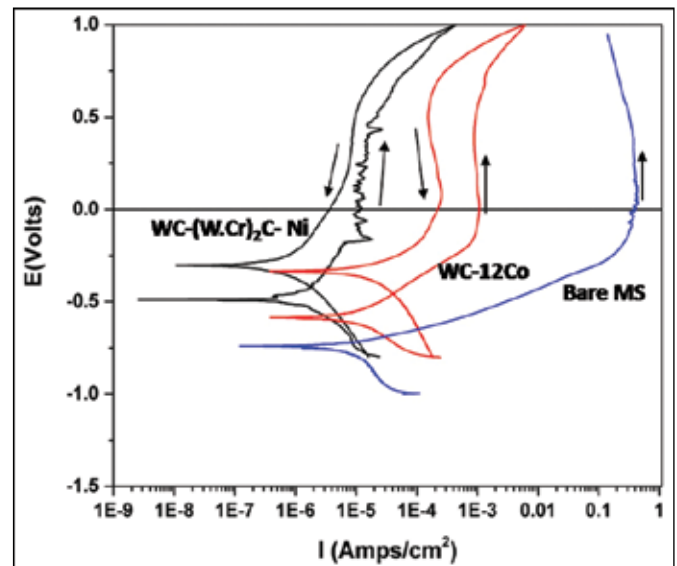
धातु मैट्रिक्स में, नवीन संरचना WC-(W,Cr)2C-Ni के एक ठोस (डब्ल्यूसी) चरण के बजाय दो कार्बाइड चरण शामिल होते हैं, जिसका विकास लेपित घटकों के ऑक्सीकरणरोधी और संक्षारणरोधी को बढ़ाने के लिए किया गया। कार्बाइड विलेपन को निक्षेपित करने के लिए, विस्फोटीकरण फुहार तकनीक का उपयोग व्यापक रूप से किया जा रहा है, जहां, निक्षेपण संसाधन में उच्च गतिज ऊर्जा और अपेक्षाकृत कम तापीय ऊर्जा शामिल है और इसकी तुलना प्लाज्मा फुहार पद्धति के साथ की गई, जो डब्ल्यूसी चरण के कम विघटन को दर्शाते हैं, अतः यह एक बेहतर घर्षणरोधी है। विस्फोटीकरण फुहार विलेपन पद्धति द्वारा WC-(W,Cr)2 C-Ni विलेपन को ग्रिट विस्फोटित हल्के स्टील सबस्ट्रेट पर निक्षेपित किया गया। चूर्ण के एसईएम प्रतिबिंब को विलेपन के क्रॉस-सेक्शन को चित्र 1 में दर्शाया गया है।

पाउडर पर ईडीएस विश्लेषण (चित्र.1ए) क्रॉस-सेक्शन ने दो कार्बाइड चरणों की उपस्थिति की पहचान की है, जहाँ केंद्र में, पाउडर कण के (W,Cr)2C चरण (ग्रे क्षेत्र (बी)) और Ni रीच चरण (अंधेरे क्षेत्र (सी)) में डब्ल्यूसी चरण (उज्ज्वल क्षेत्र(ए)) अंतःस्थापित है।

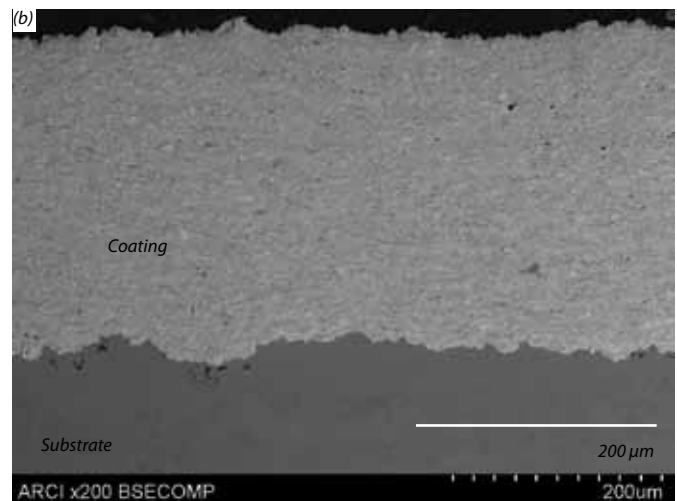
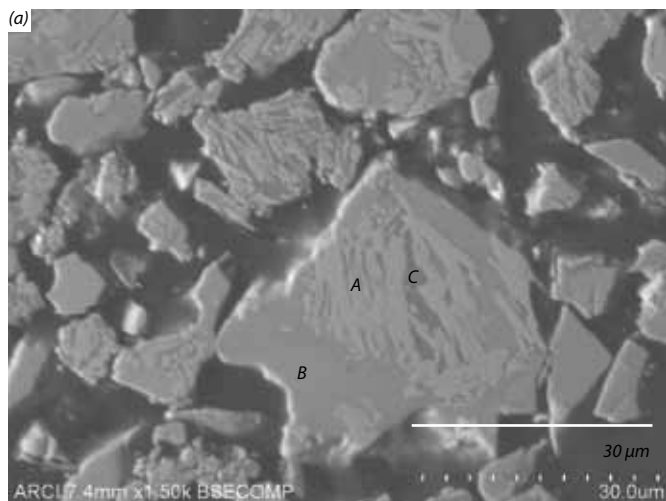
विस्फोटीकरण फुहारित WC-(W,Cr)2C-Ni विलेपन ने थोड़ा अधिक विकर कठोरता और तीन भौतिक अपघर्षक घर्षणरोधी के साथ घन संरचना को प्रदर्शित किया। जिसकी तुलना विस्फोटीकरण फुहारित WC-12Co विलेपन के साथ की

गई। 3.5 भार में, विस्फोटीकरण फुहारित WC-(W,Cr)2 C-Ni पर पेटेंटियो डायनामिक ध्रुवीकरण परीक्षण किया गया। आगे और वापसी स्कैन में NaCl घोल और उसके परिणाम ई बनाम आई प्लॉट को चित्र 2 में दिखाया गया है। विस्फोटीकरण फुहारित WC-(W,Cr)2 C-Ni विलेपन ने रिवर्स स्कैन में कम हिस्टैरिसिस का प्रदर्शन किया।

जंग परीक्षणों द्वारा विस्फोटीकरण फुहारित WC-(W,Cr)2 C-Ni विलेपन में विस्फोटीकरण फुहारित WC-12Co विलेपन के बदले बेहतर जंगरोधी पाया गया। इसलिए, परंपरागत WC-12Co की तुलना में, अनुप्रयोगों के लिए विस्फोटीकरण फुहारित WC-(W,Cr)2 C-Ni विलेपन में निहित घिसाई के वांछनीय गुणों और जंगरोधों का उपयोग किया जा सकता है, जहां घिसाई और जंगरोधक दोनों महत्वपूर्ण हो।



चित्र 2 : विस्फोटीकरण फुहारित WC-(W,Cr)2C-Ni के पोटेंटियो डायनामिक ध्रुवीकरण परिणाम (ई बनाम आई प्लॉट) एवं 3.5 wt% NaCl घोल में बर्ले हल्के स्टील का परीक्षण



चित्र 1: WC-(W,Cr)2C-Ni कौंस- सेक्शन के एसईएम प्रतिबिंब (ए) पाउडर और (बी) विस्फोटीकरण फुहार विलेपन।

योगदानकर्ता : डी. श्रीनिवास राव

## आईटीईआर में पहली सतह के अनुप्रयोग के लिए टंगस्टन विलेपन का विकास

जी. शिव कुमार

gsivakumar@arci.res.in

टंगस्टन के पास कई आवश्यक गुण हैं जैसे उच्च पिघलन तापमान, बेहतर तापीय चालकता, कम ट्रिटियम की अवधारण, कम स्पुटरिंग दर, उच्च वाष्प दबाव एवं अधिक महत्वपूर्ण, कम कटाव दर, जो इसे संलयन रिएक्टरों में विभिन्न अनुप्रयोगों के लिए पसंद की सामग्री बनती है। भविष्य के संलयन रिएक्टरों में डिवायवर प्लेटों के प्लाज्मा घटकों के लिए, टंगस्टन और टंगस्टन मिश्रधातु विलेपन एक प्रत्याशी सामग्री हैं। सब्सट्रेटों पर टंगस्टन विलेपन सक्षम करने के लिए वर्षों से विलेपन तकनीकों की एक बड़ी संख्या उभर कर सामने आई, जिनका उपयोग डाइवर्टर अनुप्रयोगों में किया जाना है। भौतिक वाष्प निक्षेपण (पीवीडी) और रासायनिक वाष्प निक्षेपण (सीवीडी) के माध्यम से डब्ल्यू विलेपन का निक्षेपण बहुत महंगा है और कम मोटाई वाली विलेपन द्वारा सीमित भी है।

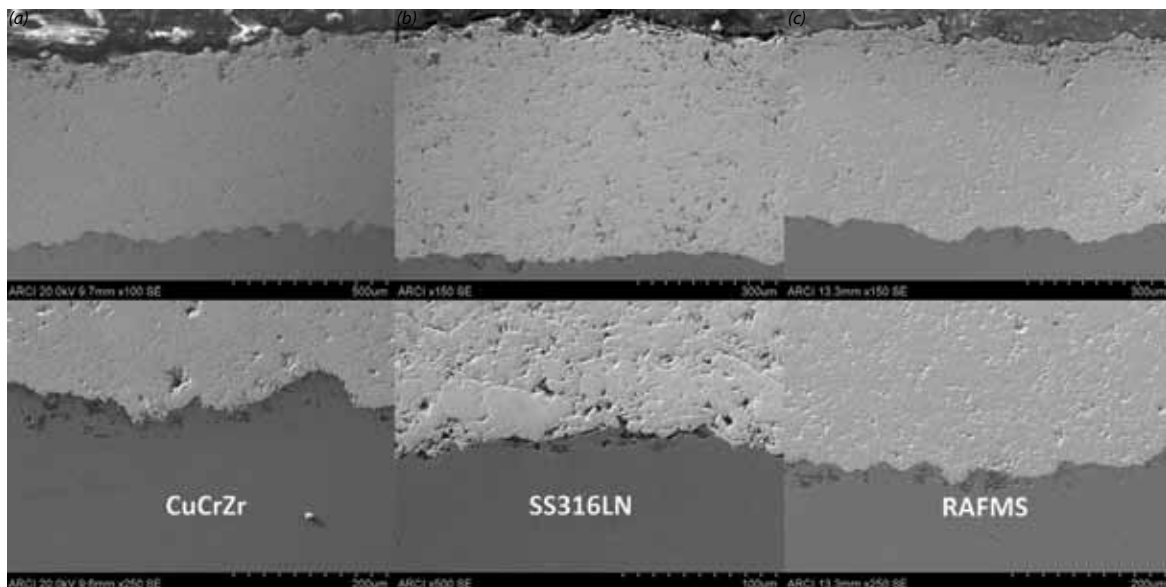
प्लाज्मा फुहार अपने लाभ के लिए जाना जाता है, जैसे उच्च निक्षेपण दर और क्षतिग्रस्त विलेपन की इंस्ट्रू मरम्मत, एवं विशेष रूप से, लागत और संचालन में अधिक प्रभावी है, यद्यपि उच्च दोष, सरंघ्रता और अपेक्षाकृत उच्च ऑक्साइड सामग्री आदि में कुछ दोष हैं। वैक्यूम प्लाज्मा फुहार (वीपीएस), कम दबाव प्लाज्मा फुहार (एलपीपीएस) आदि सहित प्लाज्मा फुहार के विभिन्न रूपों में Cu, तनावरहित इस्पात आदि जैसी विशिष्ट डाइवर्टर सब्सट्रेट सामग्री के परिणाम का एक व्यापक श्रेणी प्रदान किया गया है। नियंत्रित गैस वातावरण में डब्ल्यू विलेपन फुहार द्वारा या आच्छदित लगाव का उपयोग कर अशुद्धियों और ऑक्साइड सामग्री की भी कमी करने की कोशिश की गई।

उपरोक्त पृष्ठभूमि को देखते हुए वर्तमान अध्ययन का उद्देश्य, वातावरणीय प्लाज्मा फुहार का उपयोग कर न्यूनतम संभव सरंघ्रता और ऑक्साइड सामग्री के साथ मोटी विलेपन निक्षेप करने की स्थिति विकसित करना है। उपरोक्त विलेपन की विशेषताओं के आधार पर, उच्च ताप प्रवाह परीक्षण द्वारा निष्पादन विश्लेषण किया जाएगा। प्लाज्मा पावर, फुहार दूरी, पाउडर फीड दर आदि जैसी पैरामीटरों के अनुकूलन फुहार द्वारा वांछित विशेषताओं का प्रयास किया जा रहा है। वर्तमान

अध्ययन के लिए क्रमशः 12, 35, 71 माइक्रोन के औसत कण आकार के साथ तीन अलग-अलग थर्मल फुहार डब्ल्यू पाउडर का चयन किया गया।

यह विश्वास करना तर्कसंगत है कि प्लाज्मा फुहार के दौरान टंगस्टन पूरी तरह से पिघल जाएगा, फुहार के दौरान उपलब्ध बड़ी ऊर्जा की तीव्रता देखी गई। यद्यपि, सूचक शमन द्वारा ताप प्रवाह का अधिक हिस्सा सब्सट्रेट को अंतरित कर दिया जाता है, जो सब्सट्रेट और डब्ल्यू निक्षेप के बीच बड़े सीटीई बेमेल के साथ मिलकर हानिकारक तन्धता तनाव पैदा करते हैं। यह विलेपन की मोटाई को सीमित कर सकती है और सब्सट्रेट को काफी नुकसान पहुंचा सकती है। इसलिए, प्लाज्मा पावर, नोजल निकास और सब्सट्रेट, पाउडर फीड दर एवं प्राथमिक गैस प्रवाह की दर के बीच की दूरी के प्रभाव का विस्तार पूर्वक अध्ययन किया जाना है। इसके साथ ही, वांछित अभिलक्षण सहित डब्ल्यू विलेपन प्राप्त करने के लिए ओवरलैपिंग और आच्छदित लगाव संबंधित अनुकूलन अध्ययन भी किए गए। विभिन्न सब्सट्रेट पर निक्षेपित डब्ल्यू विलेपन की विशिष्ट सूक्ष्म संरचना चित्र 1 में दर्शायी गयी है।

डब्ल्यू विलेपन में ऑक्साइड सामग्री 0.2% से कम पाए गए और सूक्ष्मसंरचना के भीतर मौजूद छिद्रण को 3.7  $\pm$  0.8% के रूप में मापा गया, जिसके भीतर वांछित अभिलक्षण काफी थे। संशोधित ओलार्ड तकनीक द्वारा विलेपन आसंजन सामर्थ्य को मापा गया जो 93 से 113 एमपीए है और जो स्वीकार्य पाया गया। उपर्युक्त परिणामों के आधार पर, CuCrZr, SS316एलएन एवं आरएएफएम इस्पात जैसे विभिन्न सब्सट्रेट सामग्री पर मॉकअप को विसंरचित किया गया और इसे उच्च ताप प्रवाह परीक्षण के अधीन रखा गया। 500 डिग्री सेल्सियस पर किए गए चक्रीय ताप भार परीक्षणों के साथ सफलतापूर्वक विभिन्न सब्सट्रेट पर डब्ल्यू विलेपन को निक्षेपित किया गया। चित्र 1. विभिन्न सब्सट्रेट पर निक्षेपित डब्ल्यू विलेपन के कॉस-सेक्शनल सूक्ष्मसंरचना, सभी सूक्ष्मसंरचना और अंतरफलक को भी दर्शा रहे हैं।



चित्र 1: विभिन्न सब्सट्रेटों पर निक्षेपित डब्ल्यू विलेपन के क्रॉस-अनुभागीय सूक्ष्म संरचनाएं जो समग्र सूक्ष्मसंरचना और अंतरफलक को भी दर्शा रहे हैं

योगदानकर्ता: डी. श्रीनिवास राव



# हार्ड क्रोम प्रतिस्थापन के लिए स्पंदित विद्युत निक्षेपण के माध्यम द्वारा Ni-W/SiC नैनो समग्र विलेपन

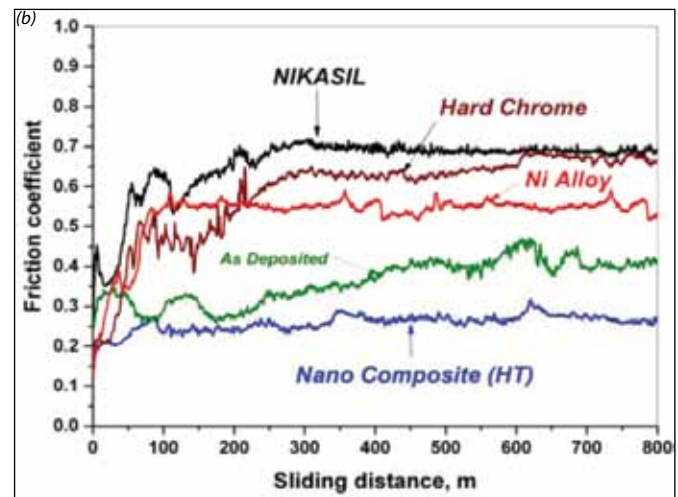
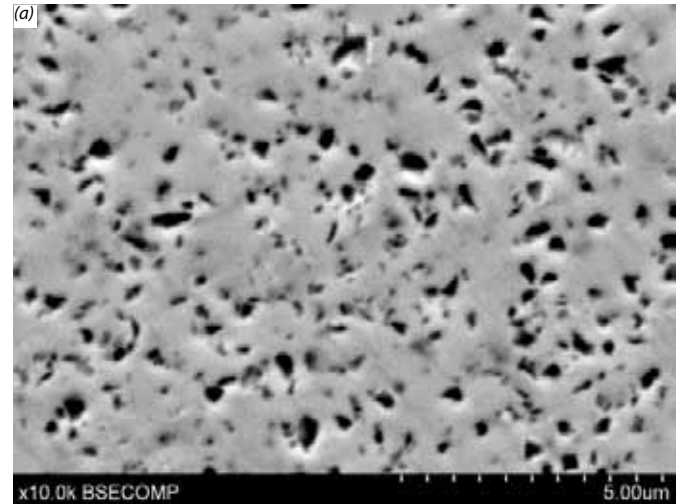
नितिन पी. वासेकर

nitin@arci.res.in

Ni और Cr मिश्रधातुओं की तुलना में, अपने बेहतर जंगरोधिता के कारण, Ni-W मिश्रधातु विलेपन ने विभिन्न औद्योगिक घटकों जैसे वाल्व, पाइप, पंप, ऑटोमोबाइल, एयरोस्पेस, ऊर्जा और पेट्रोलियम उद्योगों में हीट एक्सचेंजर्स जैसी महत्वपूर्ण पहलुओं को आकर्षित किया है। इन सभी अनुप्रयोगों में, Ni-W विलेपनों का उपयोग कठोर संक्षारक वातावरण के लिए किया जाता है। इन विलेपनों में भी न्यूनतम जंग दरारें या छिद्रों का विकास हो सकता है और अंततः घटकों के खराब होने का कारण भी बन सकता है। Ni-W विलेपनों की जंग गुण में और अधिक सुधार करने के लिए, Ni-W-X विलेपन की कई संख्या का विकास किया गया (जहाँ X= Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, SiC)। इसकी उच्च निक्षेपण दर और कम लागत के कारण, अधिकांश त्रिगुट धातु मैट्रिक्स समग्र सामग्रियों को विद्युत निक्षेपण पद्धति द्वारा विसंरचित किया गया। जहाँ स्पंद विद्युत निक्षेपण (पीईडी) पद्धति में बेहतर लाभ हैं, वहाँ प्रत्यक्ष और स्पंद करंट के साथ इसे निष्पादित किया जा सकता है।

पीईडी के लाभ का उपयोग करते हुए, हमने इसे सफलतापूर्वक निक्षेपित कर Ni-W-SiC नैनोसमग्र विलेपन को बेहतर जंग के साथ पेटेंट किया है और पारंपरिक हार्ड क्रोम और निकसिल विलेपन की तुलना घर्षणरोधी के साथ किया है। जब हार्ड क्रोम कोटिंग्स की तुलना की गई, तब निक्षेपण के लिए उपयोग किया गया इलेक्ट्रोलाइट पर्यावरण के अनुकूल था। हार्ड क्रोम और निकसिल विलेपन के विपरीत Ni-W मैट्रिक्स (चित्र 1 (ए)) के भीतर उपमाइक्रोन आकार के SiC कणों के समान वितरण के साथ दरारों द्वारा ये विलेपन लगभग मुक्त हैं। क्रमशः हार्ड क्रोम और निकसिल विलेपन की तुलना में घिसाई दर 15 और 2 गुणा कम है। ऊपर विलेपन की तुलना में घर्षण गुणांक (चित्र 1 (बी)) भी दोगुना कम है। ये विलेपन एएसटीएम बी 112 के अनुसार नमक

कोहरे के वातावरण में 1000 घंटे का सामना करते हैं। महीने SiC कण समान तेल प्रतिधारण क्षमता को बढ़ाता है।



चित्र 1. नैनो समग्र विलेपन (ए) SiC कणों के समान वितरण दर्शाते हुए और (बी) विभिन्न विलेपनों के लिए घर्षण गुणांक की तुलना

तालिका 1 वाणिज्यिक निकसिल और हार्ड क्रो विलेपनों के साथ नैनो समग्र विलेपनों के बेहतर निष्पादन दर्शाते हैं।

	Ni-W-SiC	वाणिज्यिक निकसिल	हार्ड क्रोम
SiC वॉल्यूम फ्रैक्शन	2-15%	-	-
कठोरता (HV)	700-800 1400 (उष्ण शोधित)	610 200 (उष्ण शोधित)	600-1000 (300 उष्ण शोधित)
घिसाई दर (mm <sup>3</sup> /m x10 <sup>-5</sup> )	1 (निक्षेपित रूप में) 0.5 (उष्ण शोधित)	1.25 (निक्षेपित रूप में)	3.75 (निक्षेपित रूप में)
घर्षण के गुणांक	0.4 (निक्षेपित रूप में) 0.3 (उष्ण शोधित)	0.65	0.6
साल्ट फुहार दर	10 for >700 hrs	-	7 for 12 hrs. 1 by 48 hrs.
निक्षेपण चरण	स्पंदित करंट	प्रत्यक्ष करंट	प्रत्यक्ष करंट

## शीत फुहार प्रक्रिया का उपयोग कर बहु-घटक विलेपन का विकास

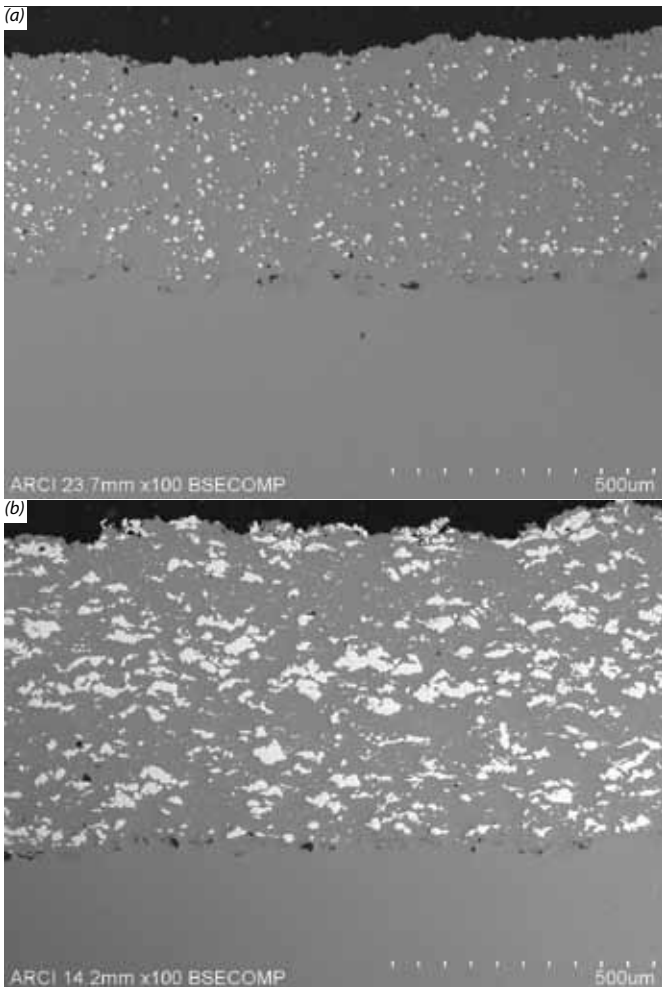
एस कुमार

skumar@arci.res.in

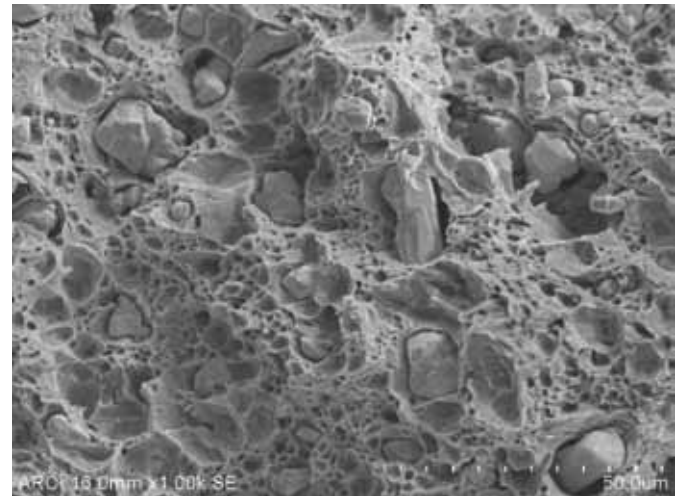
विभिन्न उष्णयुग्म शीत फुहार में से शीत फुहार विलेपन एक तकनीक है, जो सबस्ट्रेट/पूर्व निक्षेपित परतों पर उच्च वेग माइक्रोन आकार के कणों को प्रभावित करता है ताकि अपरूपण अस्थिरता के साथ तनाव प्रेरित समोष्ण ताप द्वारा विलेपन किया जा सके। कम संसाधन तापमान और उच्च निक्षेपण दर के कारण, यह प्रक्रिया कई धात्विक विलेपनों के अधिक उत्पादन के लिए उपयुक्त है। प्रक्रिया गैस के रूप में वायु का उपयोग कर, कई पारंपरिक धातुओं को सफलतापूर्वक निक्षेपित किया गया है। बहु घटक प्रणाली में निक्षेपण अभिलक्षित, जो समान विरूपणीय सामग्री में शामिल होती हैं, को स्थापित करना आसान है। सामग्री प्रणाली में निक्षेपण परिदृश्य जरूरी है, जिसमें विरूपता के विभिन्न डिग्री शामिल हैं। विभिन्न कार्यात्मक अनुप्रयोगों के लिए शोधकर्ताओं द्वारा बहु-घटक चूर्ण मिश्रणों को निक्षेप करने के लिए, कुछ प्रयासों का प्रदर्शन किया गया। उच्च तापमान पर क्षरण अनुप्रयोगों में सह-निक्षेप धातुओं के साथ उच्च घनत्व वाली धातुएं जैसे टंगस्टन और टैंटलम की तकनीक महत्वपूर्ण हैं। इस बात को ध्यान में रखते हुए, टंगस्टन और टैंटलम पाउडर को विभिन्न भार प्रतिशत में तांबे

के पाउडर के साथ मिलाकर रखा गया और फुहार का उपयोग कर, पाउडर को फुहारित किया गया। चित्र 1ए और 1 बी, क्रमशः Cu-W और Cu-Ta मिश्रित विलेपन के क्रॉस-सेक्शन स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोप प्रतिबिंबों को दर्शाते हैं।

विद्युत चालकता, कठोरता और स्लाइड के निष्पादन के लिए विलेपन को अभिलक्षित किया गया। इसके अलावा, प्रतिबिंब विश्लेषण प्रणाली का उपयोग कर विलेपनों में दुर्दम्य पाउडर के मरम्मत का अनुमान लगाया गया और इसके परिणाम को तालिका 1 में प्रस्तुत किए गए हैं। इंटर-स्प्लेट बॉन्डिंग स्तर को बढ़ाने के लिए 600 डिग्री सेल्सियस में विलेपन को तापीय रूप में शोधित किया गया। फ्रैक्चर के अध्ययन से पता चलता है कि तांबे के कणों के बीच के अंतर क्षेत्र में कण (टंगस्टन और टैंटलम) को रखा गया। चित्र 2. फ्रैक्चर Cu-W विलेपन दर्शाते हैं। तांबा मैट्रिक्स में संपाशित टंगस्टन कणों का स्पष्ट रूप से निरीक्षण किया जा सकता है जो गर्म शोधन (डिप्लिक्स के रूप में दर्शाया गया) के कारण पूरी तरह से फैल गया है।



चित्र.1. एसईएम प्रतिबिंब (ए) Cu-W एवं (बी) Cu-Ta



चित्र 2. फ्रैक्चर Cu-W विलेपन

तालिका 1: विद्युत चालकता, कठोरता एवं विलेपन का फिसलाव निष्पादन

विलेपन	विलेपन में टोस धातु (%)	विद्युत चालकता (MS/cm)	कठोरता (HV at 500g)	घिसाई दर (mm <sup>3</sup> /Nm)
Cu-25Ta	10.86	45.03	141.66	4.66714E-06
Cu-50Ta	26.40	34.95	166.5	9.4978E-06
Cu-25W	7.50	49.8	126	3.86474E-06
Cu-50W	10.29	47.01	108	3.23053E-06
Cu-25Mo	12.71	39.69	84.2	8.08211E-06
Cu-50Mo	18.50	39.74	83.5	1.07314E06

# शीत फुहार विलेपन में कठोर मैपिंग: चितिदोष ऊर्जा और पोस्ट शोधन का प्रभाव

नवीन मनहर चहवाण

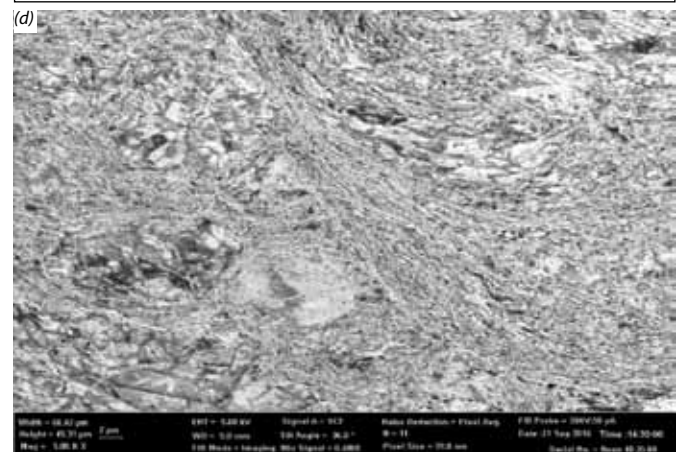
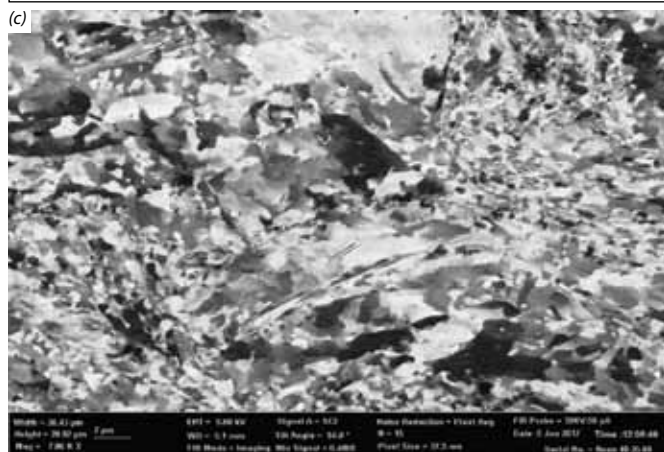
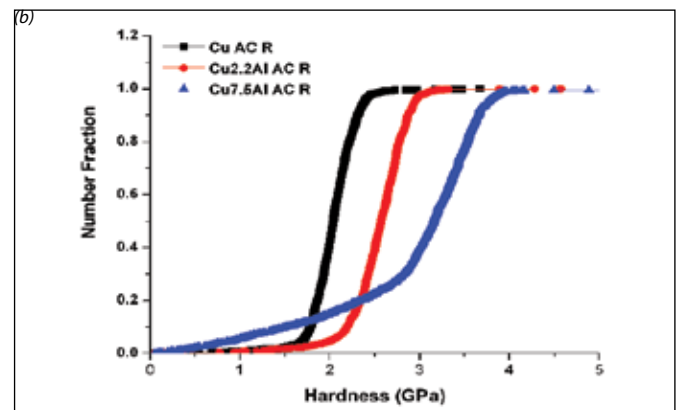
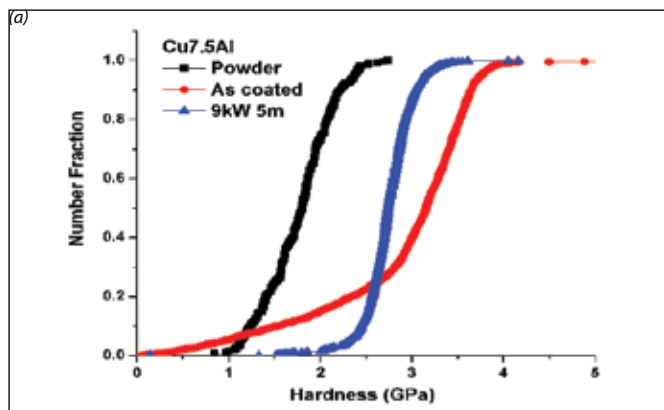
naveen@arci.res.in

शीत गैस गतिशील फुहार एक विलेपन तकनीक है जिसमें सबस्ट्रेट के साथ ही ठोस अवस्था में, कणों के रूप में माइक्रोन आकार के धातु/मिश्र धातु/समग्र पाउडर कणों (10-45 माइक्रोन) के उच्च वेग (या उच्च तनाव दर) प्रभावित होते हैं। यद्यपि, विलेपन की विसंरचना, कण/सबस्ट्रेट और कण/ सामान्य कण के बीच सफल संबंधों पर आधारित होती है और आम तौर पर, इस प्रभाव के कुछ महत्वपूर्ण वेग से ऊपरी प्रचलित स्थिरोष्म कतरनी अस्थिरता के कारण, संबंधित अंतरफलक में स्थानीयकृत क्षेत्रों तक ही सीमित होता है। पूर्ण और/या एकल स्प्लेट के रूप में विलेपन के सूक्ष्म संरचना का अनिवार्य रूप से यह कार्य होता है कि : 1) कण वेग और तापमान जैसी बाहरी मापदंड और (ii) प्रभाव प्रक्रिया के बाद तनाव/तनाव दर/तापमान पर फीडबैक के ऊष्म यांत्रिक गुणों जैसी आंतरिक पैरामीटर। उपरोक्त के अलावा, एक और महत्वपूर्ण सामग्री गुण (विशेषकर एफसीसी सामग्री में) जो उच्च तनाव दरों पर सूक्ष्म संरचना के विकास का निर्णय लेती है जिसे चितिदोष ऊर्जा (एसएफई) कहते हैं। सामान्य तौर पर, उच्च एसएफई सामग्रियाँ, स्लिप के कारण (क्रॉस स्लिप में आसानी के कारण) मुख्य रूप से खराब होती हैं और विरूपण ट्विनिंग को आमतौर पर कम एसएफई सामग्री में देखा जाता है।

वर्तमान कार्य में, तीन सामग्रियों के विलेपन अर्थात्, Cu ( $\approx 80 \text{ mJ/m}^2$ ), Cu-2.2Al ( $\approx 28 \text{ mJ/m}^2$ ) एवं Cu-7.5Al ( $\approx 6 \text{ mJ/m}^2$ ) प्राप्त किये गये हैं और समान कण वेग, सूक्ष्म संरचना और गुणों का विश्लेषण, पोस्ट शोधन के बाद एसएफई करने

की पद्धति की तरह किया गया। अल्ट्रा फास्ट मैपिंग तकनीक (नैनोमैकेनिक्स इंक, यूएसए) का उपयोग कर, कठोरता को मापा गया। जिसमें यह देखा गया कि प्रारंभिक चूर्ण (चित्र.1ए) "लेपित" स्थिति में विलेपन में कठोरता काफी मात्रा में है। बढ़ी हुई कठोरता के विस्तार को एसएफई द्वारा कम किया गया (चित्र 1बी)। Cu 7.5 Al, Cu2.2Al के मध्यवर्ती और न्यूनतम शुद्ध Cu (चित्र 1.1बी) में अधिकतम फैलाव के साथ, एसएफई कमी की तरह कठोरता में भिन्नता भी बढ़ी है। सभी विलेपनों की कठोरता में भिन्नता को अवरक्त उत्सर्जक का उपयोग कर, संक्षिप्त पोस्ट शोधन के बाद काफी कम किया गया। जिसके कारण, कुछ मामलों में शीत कार्य के जुड़े दोष और अणु की वृद्धि में कमी आई। कमी की वृद्धि, शुद्ध Cu सबसे ज्यादा पाई गई और इसका अनुसरण Cu2.2Al और Cu7.5Al द्वारा किया गया। उपरोक्त सभी परिणाम को इन विलेपनों में सूक्ष्म संरचनाओं के साथ स्वयं संगत के रूप में पाया गया जिसे चित्र 1 सी और 1 डी में दिखाया गया है।

औसत अणु का आकार तांबे में अधिक है और विभिन्न प्रकार की विविधता को चित्र 1 सी में दिखाया गया है, जबकि Cu7.5Al के मामले में इसे विपरीत रूप में देखा जा सकता है। जहां सूक्ष्म संरचना में उच्च विविधता है और अन्य दो सामग्रियों की तुलना में उच्चतम स्थानीय कठोरता के मानों में अधिक बेहतर अणु/विरूपण ट्यूविंग पाए गये हैं।



चित्र.1 कठोरता के संचयी वितरण कार्य इसमें है : (ए) लेपित जैसी और आईआर शोधित स्थितियों में Cu 7.5 एएल पाउडर में (बी) "लेपित" स्तर में तीन सामग्री में (सी) और (डी) "लेपित" स्तर में शुद्ध Cu और Cu 7.5 Al विलेपनों के एफआईवी प्रतिबिम्बा में।

योगदानकर्ता: एस. पी. फणि, क्रितिका, एल. वेंकटेश एवं जी सुंदरराजन

## विविध अनुप्रयोगों के लिए उन्नत कठोर और घर्षणरोधी कैथोडिक चाप पीवीडी (सीएपीवीडी) विलेपन

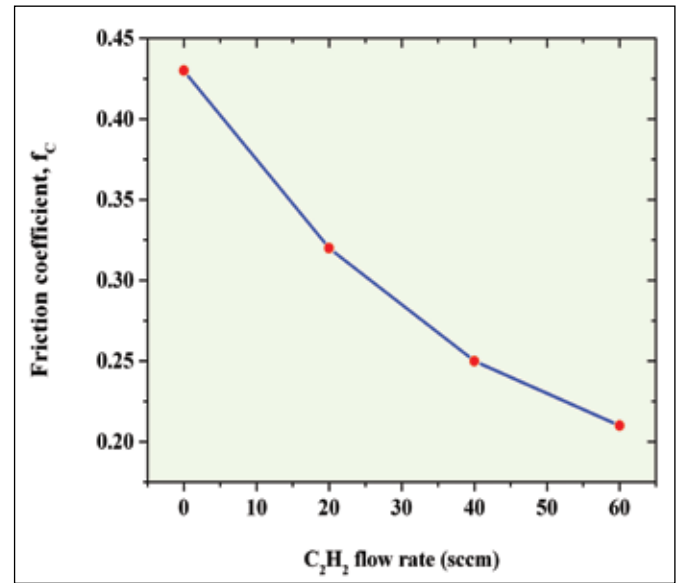
कृष्णा वेल्ल्टी

krishna@arci.res.in

1980 के दशक से, मशीनन उपकरणों के लिए कठोर और घर्षणरोधी सुरक्षात्मक विलेपन आरंभ किया गया। तब से, अपने यांत्रिक और ट्रीबॉयोलिजिकल गुणों को निर्धारित करने के लिए टीआईएन, सीआरएन, टीएएलएन, सीआरएएन, आदि जैसे विलेपनों पर मूल रूप से अध्ययन किया गया। अपने बेहतर घर्षणरोधी, थर्मल स्थिरता और ऑक्सीकरणरोधिता के कारण दशकों से, ये कोटिंग्स बाजार में उपलब्ध हैं। यद्यपि, ऑटोमोटिव, एयरोस्पेस, बायलर आदि उद्योगों में मौजूदा सामग्रियों के विकल्प के रूप में, उन्नत प्रौद्योगिकियों और नवीन सामग्रियों के विकास के साथ, इन सामग्रियों के लिए प्रभावी समाधान खोजने की आवश्यकता भी महत्व प्राप्त कर रही है। कई सीमाओं के कारण, इन सामग्रियों की मशीनिंग में परंपरागत उपकरण/पद्धतियाँ अपर्याप्त साबित हो रही हैं। नैनोसमग्र विलेपन के विकास से इन सामग्रियों की मशीनिंग का सरलीकरण हो गया है। नैनोसमग्र विलेपन, दोहरी कठोरता सहित उच्च कठोरता के साथ उच्च - तापमान स्थिरता को प्रदर्शित करता है। अत्याधुनिक प्रौद्योगिकियों एवं आवश्यकताओं के अनुरूप, वर्तमान में, विभिन्न विनिर्माण/औद्योगिक अनुप्रयोगों के लिए कई कार्यात्मक विलेपन (मोनो, बहु या वर्गीकृत संरचनाओं) के साथ मिलकर विभिन्न नैनोसमग्र विलेपन के विकास की प्रवृत्ति की ओर अग्रसर है।

इंजीनियर विलेपन केंद्र, अतिरिक्त कार्बो-नाइट्राइड कार्यात्मक परत जोड़कर, उपर्युक्त पारंपरिक और नैनोसमग्र विलेपन कोटिंग्स के घर्षण गुणांक को कम करने की ओर एक प्रयास कर रहा है। अन्य यांत्रिक गुणों में से किसी भी कमी के बिना, घर्षण गुणांक की कमी में कार्बन-नाइट्राइड फ्रंक्शनल परत के अतिरिक्त परिणाम चित्र 1 में दिखाए गए हैं। अब तक, विभिन्न अनुप्रयोगों में TiCrN/DLC, CrAlSiN/DLC, CrAlSiN/CrAlSiCN, आदि विलेपनों का विकास और परीक्षण किया गया, जैसे- बहुलक काट काटने वाला उपकरण (चित्र 2 ए), मिलिंग और ड्रिलिंग

उपकरण (चित्र 2 बी), मिंटिंग डाइस (चित्र 2 सी), आदि। किसी भी प्रक्रिया (यानी मशीनन, छिद्रण या काटना) में कम से कम दो गुना उपकरण जीवन वृद्धि के साथ, वास्तविक समय निष्पादन अध्ययन को प्रोत्साहित किया जा रहा है। विशेष रूप से, मिंटिंग अनुप्रयोग में प्राप्त कम घर्षण गुणांक ने सामग्री की प्रवाह क्षमता को बढ़ाया है। सीजीआई, इंकनल, Ti6Al4V, आदि जैसे उन्नत सामग्री मशीनन के मामले में, तापमान का विकास बहुत अधिक हुआ है और इसलिए, कम घर्षण गुणांक अत्यधिक सहायक होगा। इन सामग्रियों पर वास्तविक-समय की मशीनन अध्ययन प्रगति पर है। संक्षेप में, कम घर्षण गुणांक की कमी में, घर्षण गुणांक कार्बो-नाइट्राइड सतही परत के साथ विकसित कठोर विलेपन के परिणाम है और इसलिए मशीनन प्रक्रिया के दौरान उत्पन्न तापमान को कम कर उपकरण जीवन में वृद्धि हुआ है।



चित्र 1: निक्षेपित प्रवणता CrAlSiCN कार्यात्मक विलेपन के घर्षण गुणांक प्रतिक्रियाशील एसिटिलीन गैस प्रवाह दर (प्रतिक्रियाशील निक्षेपण के दौरान) का प्रभाव।



चित्र 2: ए) पॉलिमर काट WC ब्लेड, बी) नैनोसमग्र + कार्बो-नाइट्राइड लेपित मिलिंग आवेषण, सी) TiCrN + कार्बो-नाइट्राइड लेपित को पिघलाने वाला डाइ।

योगदानकर्ता: डी. श्रीनिवास

## चक्रीय नैनो प्रभाव परीक्षणों के दौरान nc-TiAlN/a-Si3N4 नैनोसमग्र विलेपन के फ्रैक्चर व्यवहार पर सूक्ष्म ब्लास्टिंग प्रभाव

एन. रवि,

nravi@arci.res.in

उपकरण, ढालना, डाइज आदि सुपरहार्ड विलेपन के लिए, 40 जीपीए क्रम की nc-TiAlN/a-Si3N4 नैनोसमग्र संसाधन कठोरता को हाल ही में विकसित किए गए और पारंपरिक पीवीडी विलेपन जैसे TiN, TiAlN आदि का बेहतर निष्पादन करने के लिए रिपोर्ट प्रस्तुत किए गए। चक्रीय नैनो प्रभाव परीक्षण, जो बाधित मशीनन परिचालनों जैसे मिलिंग को प्रेरित करता है, हाल ही में, चक्रीय लोड के अंतर्गत नैनोइंटेंट का उपयोग कर लेपित नमूनों का परीक्षण करने के लिए प्रदर्शन किया गया। नैनो समग्र विलेपन को कैथोडिक चाप पीवीडी इकाई में निक्षेपित किया गया और मशीनन के दौरान उनके प्रदर्शन को सत्यापित करने के लिए सूक्ष्म ब्लास्टिंग के अधीन किया गया, और साथ में लेपित नमूने के साथ उनकी तुलना की गई। ब्लास्टिंग माध्यम के निर्भर पर, सूक्ष्म ब्लास्टिंग को या तो संक्रमित या तन्यता तनाव के रूप में प्रस्तुत किया जाता है, जो परीक्षण के नमूने में दरार घटनाओं को प्रभावित करती हैं। इस प्रयोजन के लिए, अनियमित आकार की एल्युमिना और गोलाकार जिर्कोनिया रेत कणों को ब्लास्टिंग मीडिया के रूप में पृथक रूप से उपयोग किया गया। ब्लास्टिंग दबाव का रखरखाव दो बार में किया गया और हर मामले में, इसे 10 सेकेंड तक जारी रखा गया। इसके बाद, बर्कोविच इंडेंटर का इस्तेमाल करते हुए 100 एमएन भार में लेपित और सूक्ष्म ब्लास्ट नमूनों पर, नैनो प्रभाव परीक्षण को संचालित

किया गया और प्रत्येक नमूने को 10 विभिन्न स्थानों पर दोहराया गया।

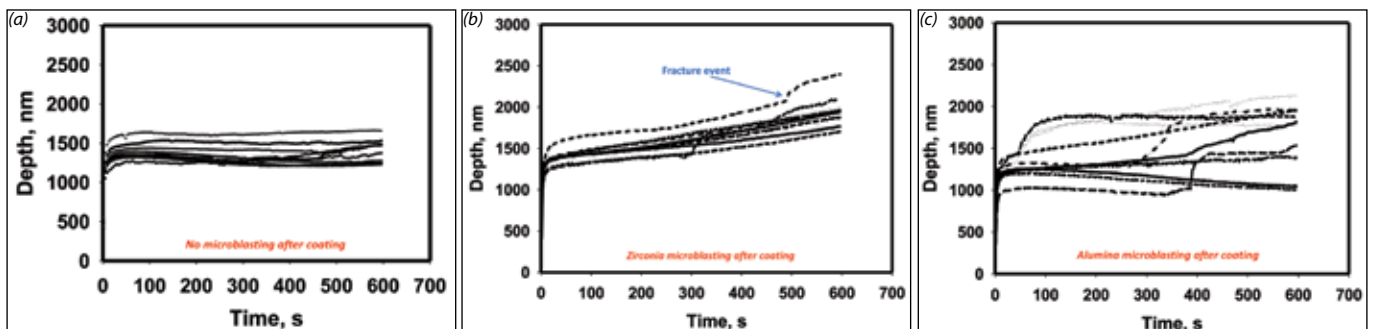
आंकड़े 1 (ए) - (सी) बिना ब्लास्टिंग के और जिर्कोनिया और एल्युमिना ब्लास्टिंग के साथ विलेपन की सतहों को दर्शाते हैं। बिना ब्लास्टिंग और जिर्कोनिया ब्लास्टिंग की सतही सीमांत मतभेद को दर्शाते हैं जो सतह विरूपण से संबंधित है, जबकि एल्युमिना ब्लास्टिंग, विलेपन के गंभीर विरूपण को दर्शाते हैं। आंकड़े 2 (ए) - (सी) चक्रीय नैनो प्रभाव परीक्षण के दौरान प्राप्त तीन नमूनों के लिए समय-गहराई वक्र दर्शाते हैं। जबकि, वक्र के चिकनी संक्रमण, विलेपन के बेहतर निष्पादन को इंगित करते हैं, और वक्र में अचानक परिवर्तन, कोटिंग में फ्रैक्चर का प्रतीक है।

आंकड़ों द्वारा यह स्पष्ट रूप से देखा गया है कि जिर्कोनिया लेपित नमूनों की फ्रैक्चर होने की संभावना (परीक्षणों की संख्या फ्रैक्चर की घटनाएं देखी गई हैं) ज़्यादा या कम समानता वाली है, जो बिना ब्लास्टिंग की सतह है, जबकि, अधिक फ्रैक्चर की संभावना को अल्युमिना ब्लास्टिंग के साथ नमूने के मामले में देखा गया।

इससे पता चलता है कि अनियमित अल्युमिना, जो कोटिंग में गंभीर विरूपण का कारण बनते हैं, यह फ्रैक्चर को कमजोर बनाते हैं।



चित्र 1 नैनो समग्र विलेपन की सतहें (ए) बिना ब्लास्टिंग के, (बी) जिर्कोनिया और (सी) एल्युमिना ब्लास्टिंग



चित्र 2 विलेपनों के लिए समय-गहराई वक्र (ए) बिना ब्लास्टिंग के, जिर्कोनिया और (सी) एल्युमिना ब्लास्टिंग

योगदानकर्ता: आर. मार्कडेय, पी. सुरेशबाबू और एस.वी जोशी

## अल्ट्रा फास्ट यांत्रिक गुण की मापन तकनीक

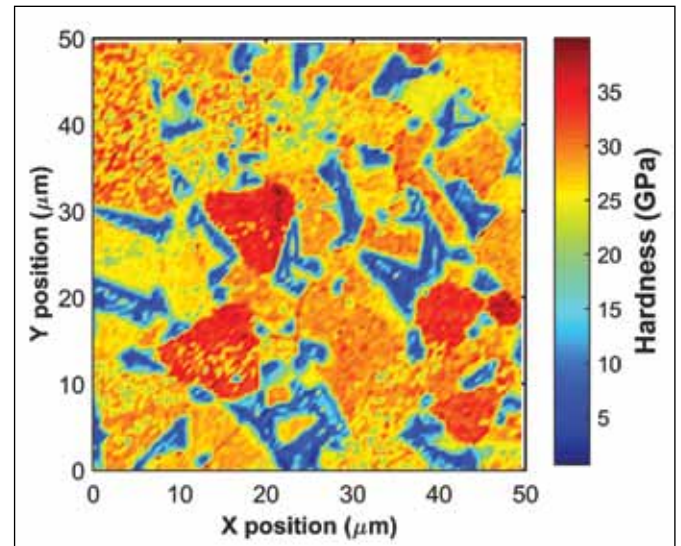
पी. सुदर्शन फणि

sphani@arci.res.in

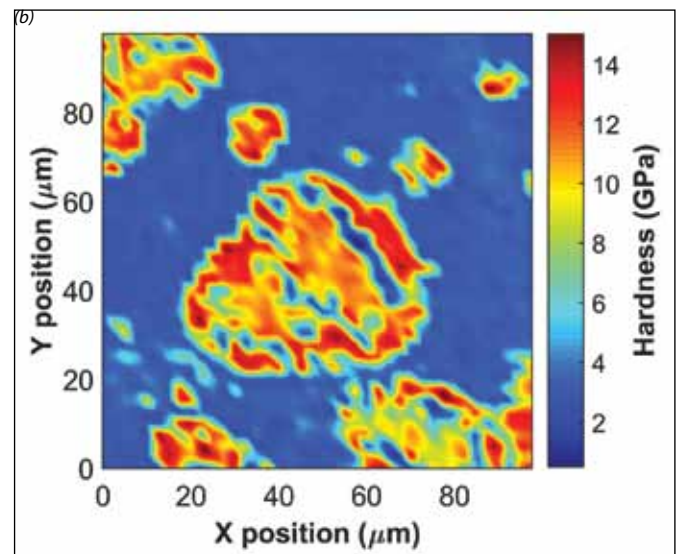
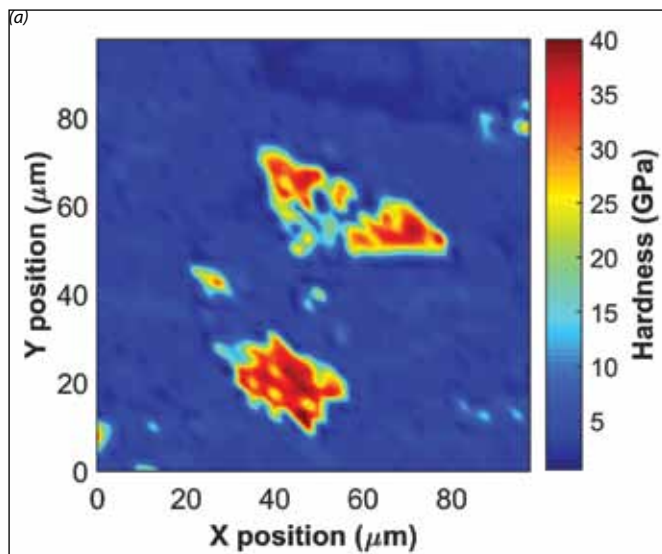
नैनो यांत्रिकी इंक. सहयोग से उन्नत नैनो यांत्रिक अभिलक्षणन के लिए, हाल ही में स्थापित संयुक्त प्रदर्शन केंद्र में, परिवेश और गैर-परिवेश की स्थितियों के अंतर्गत विभिन्न प्रकार की सामग्रियों को चिह्नित करने के लिए लघु स्तर पर अत्याधुनिक यांत्रिक अभिलक्षणन सुविधा उपलब्ध है। बेहतर मापन प्रौद्योगिकी, लघु स्तर पर संपर्क प्रयोगों की एक विस्तृत श्रृंखला मापने में सक्षम है, जिसमें कठोरता के निरंतर मापन के साथ नियमित नैनोइंडेंटेशन परीक्षण, पतली फिल्मों के लिए अल्ट्रा-लॉ लोड इंडेंटेशन, यांत्रिक गुणों के उच्च गति स्थानिक और अनुमापी मापन, आवृत्ति विशिष्ट विस्कोइलास्टिक अभिलक्षणन, चरण लोडिंग द्वारा उच्च तनाव दर परीक्षण, ताकि तनाव दर 104 s<sup>-1</sup> के समीप पहुँचा जा सके, कम तनाव दर पर धीमी प्रतिक्रिया के लिए निरंतर भार और पकड़ परीक्षण आदि भी शामिल हैं। धातु, सिरैमिक, समग्र, पॉलिमर, एमईएमएस उपकरण, जैव सामग्री, पतली फिल्मों और मोटी विलेपन सहित विभिन्न प्रकार की सामग्री प्रणालियों का परीक्षण करने में, ये क्षमताएँ (मापन) सक्षम हैं।

अपने बेहतर मापन प्रौद्योगिकी के अलावा, इन उपकरणों की मुख्य विशेषता यह है कि कई व्यावसायिक रूप से उपलब्ध उपकरणों की तुलना में इनकी अपनी क्षमता अधिक होती है। अल्ट्रा फास्ट इंडेंटेशन परीक्षण, जहाँ प्रत्येक इंडेंट एक सेकेंड से कम समय लेता है, उसका निष्पादन नियमित रूप से किया जा सकता है, और यह बड़े क्षेत्रों पर यांत्रिक गुण का (कठोरता और लोचदार मापांक) मापन करने में सक्षम है, इसके अलावा उन्नत सांख्यिकीय विश्लेषण के लिए बड़े डेटा सेट भी प्राप्त कर सकता है। कटाई उपकरण में प्रयुक्त WC-Co नमूना पर अल्ट्रा-फास्ट मापन तकनीक का उपयोग कर उत्पन्न कठोरता मापन को चित्र 1 दर्शाते हैं। यह मापन इंडेंटेशन सरणी का परिणाम है जिसमें 10000 इंडेंट शामिल हैं, जिसमें प्रत्येक इंडेंट ने 1 सेकेंड से कम में निष्पादन किया।

कोबाल्ट (नीला रंग) और डब्ल्यू सी चरण के बीच की कठोरता में अंतर दिखाने के अलावा, मापन डब्ल्यू सी के विभिन्न अणुओं के बीच की भिन्न कठोरता और सी-अक्ष उन्मुख अणुओं (त्रिकोणीय आकृति) के साथ उच्चतम कठोरता को भी दर्शाते हैं। क्रमशः लेपित और उष्ण शोधित स्थिति में शीत फुहारित Ni-B4C धातु मैट्रिक्स समग्र विलेपन के लिए कठोरता मापन को चित्र 2 ए और 2 बी दर्शाते हैं। अपेक्षित होने पर, मैट्रिक्स की तुलना में B4C कण बहुत अधिक कठोरता प्रदर्शित करते हैं। दिलचस्प बात यह है कि 3 घंटे के लिए 600 डिग्री सेल्सियस पर वैक्यूम में उष्ण शोधन के बाद, मैट्रिक्स की कठोरता में बहुत कुछ परिवर्तन नहीं हुआ, किन्तु B4C कणों में काफी नरमता आ गई और बाहरी सतह के कण उच्च कठोरता के समीप आ कर शेल-जैसी संरचना से विघटित हो गए, जिसे चित्र 2 बी में दर्शाया गया है।



चित्र 1: कटाई उपकरण का उपयोग कर WC-Co की कठोरता मापन



चित्र 2: (ए) लेपित और (बी) उष्ण शोधित स्थिति में शीत फुहारित Ni-B4C की कठोरता मापन

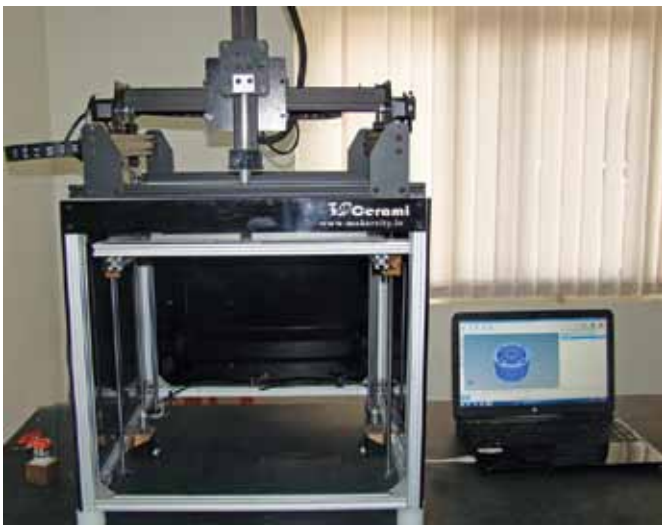
योगदानकर्ता: एस कुमार और नवीन एम चहान

# सेंटर फॉर सिरैमिक प्रोसेसिंग

इसकी अपनी अत्याधुनिक संसाधन सुविधाएं और पारदर्शी सिरैमिक विकास के साथ उन्नत सिरैमिक का आकार देने के लिए, सेंटर फॉर सिरैमिक प्रोसेसिंग की कोर सामर्थ्य जटिल है। केंद्र में प्रमुख अत्याधुनिक सुविधाएं हैं, जैसे रासायनिक वाष्प निक्षेपण, गर्म समस्थितिक दाब, प्रेशर स्लीप कास्टिंग, उच्च तापमान प्रतिबाधा विश्लेषक, विस्फारमापी और समान थर्मल विश्लेषक।

उत्पादों की श्रेणी पूर्णरूप से घन से लेकर अत्यधिक सरंघ सिरैमिक भागों तक फैली हुई हैं, जिनमें इंजीनियरीकृत गुणों के साथ-साथ कई तरह के अनुप्रयोगों की पूर्ति की जाती है। पिछले वर्ष में, विनिर्माण उत्पादों के लिए, केंद्र ने तकनीकी रूप से सफलतापूर्वक अंतरित किए गए तकनीकी की जानकारी दी थी, जैसे ऊर्जा कुशल हवा हीटर के लिए मधुकोश, दुर्दम्य अनुप्रयोग के लिए उच्च एल्यूमिना कैल्शियम एल्यूमिनेट सीमेंट और वाणिज्यिक दोहन के लिए उच्च तापमान भट्ठी सीलेंट। केंद्र ने सरंघ जिर्कोनिया आधारित तापीय रोधक आस्तीन की आपूर्ति के लिए इसका विकास किया है। कम उत्सर्जन के साथ बेहतर और कुशल दोहन के लिए जालीदार सिरैमिक फोम के साथ बुमर का प्रदर्शन किया गया और सुरक्षा मुद्दों को संबोधित किया जा रहा है। हाल ही में, निजी कंपनी के सहयोग के साथ सैनिटरी नैपकिन के लिए नवप्रवर्तनकारी सिरैमिक आधारित भस्मक की संकल्पना की गई है।  $\sim 6 \times 10^{-2}$  एस/सेमी की आयनिक चालकता के साथ ठोस इलेक्ट्रोलाइट के रूप में सोडियम बीटा एल्यूमिना पर कार्य सफलतापूर्वक प्रगति पर है।

केंद्र ने, अमेरिकी कंपनी से उच्च तापमान और उच्च मात्रा वाली थर्मल शोक कूसिबल और भट्ठी हीटिंग तत्व घुमाव के लिए उच्च शुद्धता एल्यूमिना स्पूल की आपूर्ति के लिए तकनीकी जानकारी भी विकसित की है। सिरैमिक के 3 डी प्रिंटिंग, उन्नत सिरैमिक के प्रेशर स्लीप कास्टिंग, और 100% सैद्धांतिक घनत्व को प्राप्त करने के लिए सिरैमिक एवं धातु भागों का गर्म समस्थितिक दाब के कुछ अन्य गतिविधियों को अपनाया गया है। अपनी गतिविधियों का विस्तार करने के लिए, केंद्र ने भारतीय सिरैमिक सोसाइटी के भागीदारी के साथ दिनांक: दिसंबर, 2016 को हैदराबाद में "सिरैमिक, ग्लास और रेफ्रेक्ट्रीज के उभरते हुए नवीनीकरण" पर अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन का आयोजन किया और "उन्नत सिरैमिक संसाधन और निर्माण" विषय पर कार्यशाला का भी आयोजन किया।



सिरैमिक के 3 डी प्रिंटिंग



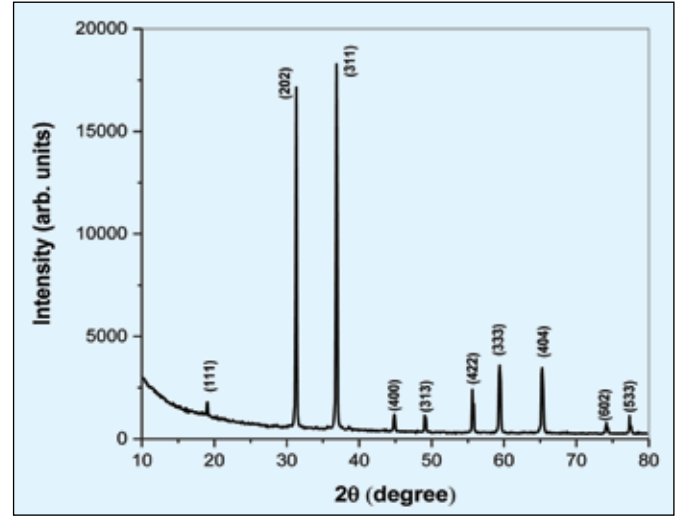
पारदर्शी सिरैमिक विकास

# आरएफ पारदर्शी अनुप्रयोग के लिए $ZnAl_2O_4$ सिरैकम का संश्लेषण, आकार एवं निरूपण

एम. बुच्ची सुरेश

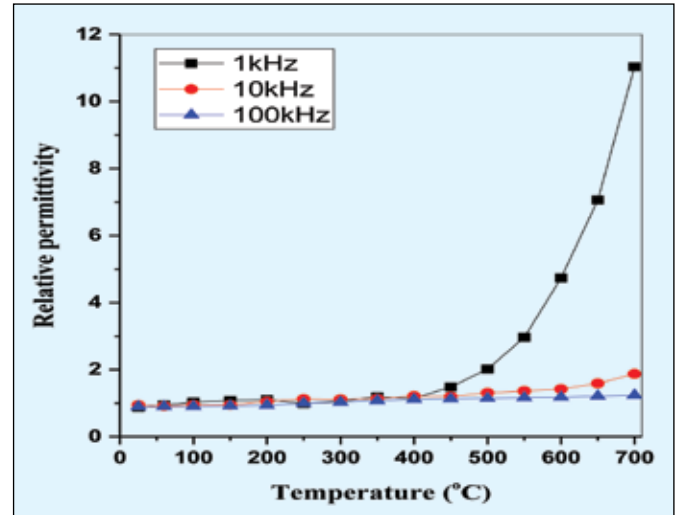
suresh@arci.res.in

अपनी विशिष्ट निम्न डायइलेक्ट्रिक निरंतरता ( $\epsilon_r=8.5$ ) एवं उच्च गुणवत्ता घटक वाले गुणों के संयोजन सहित अपने उच्च ताप स्थिरता एवं बेहतर यांत्रिक प्रकृति के कारण ऑप्टो-इलेक्ट्रॉनिकी अनुप्रयोगों में जिंक एल्युमिनेट ( $ZnAl_2O_4$ ) का प्रयोग काफी रोचक है। विशाल प्रकाशशील बैंड गैप (3.8eV) के कारण यह 320nm से अधिक प्रकाश में पारदर्शी है तथा अल्ट्रावायलट(UV) क्षेत्र के लिए भी चयन का विषय है। वर्तमान कार्य के अंतर्गत, अनुकूल सिंटरिंग/धातुनिक्षेपण अवस्था पर घनत्विकरण एवं कॉम्पैक्ट डिस्क तैयार करने पर चरणीय शुद्ध  $ZnAl_2O_4$  को संश्लेषित करने के लिए प्रयास किए गए हैं। सिंटरिंग / धातु निक्षेपण के नमूने संरचनात्मक, डायइलेक्ट्रिक, जटिल प्रतिबाधा एवं वैद्युत प्रवाहकत्व की व्यवस्थित रूप से निरीक्षित की गयी। निम्न डायइलेक्ट्रिक परमिटिविटी एवं ग्रेन/ग्रेन बाउंडरी संवहन प्रक्रिया को नियंत्रित करने की प्रणाली को स्पष्ट किया गया है।



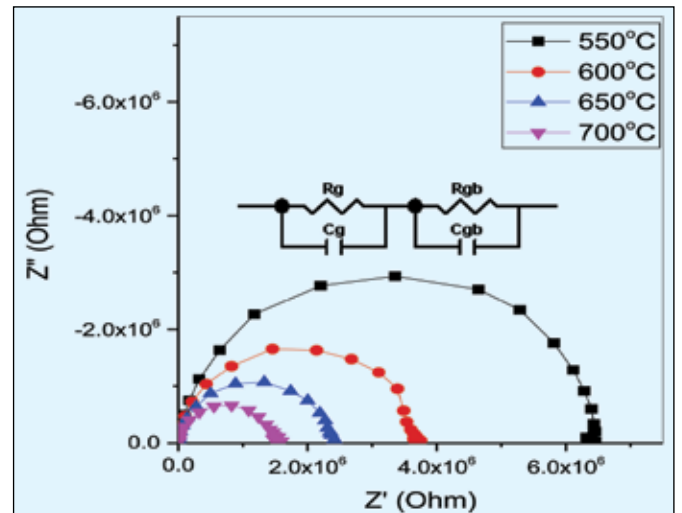
चित्र 1:  $ZnAl_2O_4$  सिरैकम का एक्सआरडी पैटर्न

अग्रगामी ऑक्साइड का उचित तत्वानुपाती मिश्रण से ठोस स्थिति प्रतिक्रिया करने पर  $ZnAl_2O_4$  पाउडर को जमा दिया गया और अनुकूल धातु जमाव स्थिति को उत्पन्न करने के लिए सिंटरिंग/धातु निक्षेपण प्रयोग के आधार पर प्रतिरूप लिए गए। सिंटरिंग नमूनों को एक्सआरडी एवं जटिल प्रतिबाधा स्पेक्ट्रोस्कोपी द्वारा चिह्नित किए गए।  $ZnAl_2O_4$  स्पिनल मृत्तिका के रुम तापमान एक्सआरडी को चित्र 1 में दिखाया गया है। चरम स्थिति को अनुक्रमित किया गया एवं सूचकांकों को पीसीपीडीएफ कार्ड सं. 65-3104 में रिपोर्ट किए गए मानक प्रतिरूप के साथ मेल किया गया। एक्सआरडी प्रतिरूप के विश्लेषण से पता चलता है कि नमूनों में अधिक गहन (311) चरम स्थिति के साथ स्पिनल संरचना है। डेबि शेरर के फार्मूले का प्रयोग करते हुए प्रतिरूप के औसत क्रिस्टलाइट आकार की गणना की गयी और 40nm पाई गई।



चित्र 2 : तापमान के साथ संबंधित अनुमता की विविधता

चित्र 2 में विभिन्न आवृत्तियों पर तापमान की प्रक्रिया के रूप में संबद्ध परमिटिविटी ( $\epsilon_r$ ) में विभिन्नता दिखाई देती है। सभी आवृत्तियों/फ्रीक्वेंसियों पर 400 $\times$ सेल्सियस तापमान तक संबद्ध परमिटिविटी स्थिर रहती है और निम्न आवृत्तियों में 400 $\times$ सेल्सियस से तापमान से ऊपर बढ़ना आरंभ हो गया।



चित्र 3: कोल-कोल प्लॉट एवं समान सर्किट

चित्र 3 से  $Z''$  एवं  $Z'$  के मध्य विभिन्न तापमान पर आवृत्तियों की प्रक्रिया के रूप में कोल-कोल प्लॉटों का पता चलता है। सूक्ष्म संरचनात्मकता की दृष्टि से  $ZnAl_2O_4$  एक पॉली क्रिस्टलाइन मृत्तिका है जो ग्रेन बाउंडरी से पृथक करते हुए ग्रेन से बना है। सामान्यतः दो अर्ध गोलाकार ग्रेन एवं ग्रेन बाउंड्री से आरोपित दो अर्धवृत्तों का प्रेक्षण किया गया। निम्न आवृत्ति क्षेत्र वाले अर्धवृत्त को प्रतिरोधकता एवं संभाव्यता के समानांतर संयोजन के कारण होता है। इसके अनुरूप फिट किया हुआ प्लॉट भी दिखाया गया है। निम्न डायइलेक्ट्रिक सतत स्थिरता के परिणामस्वरूप यह सामग्री रेडियो फ्रीक्वेंसी प्राप्तकर्ता अनुप्रयोग हेतु उचित है।



## नैनो वाइट्रिया सिरैमिक का संसाधन एवं गणुधर्म

आर. संधिल कुमार

senthil@arci.res.in

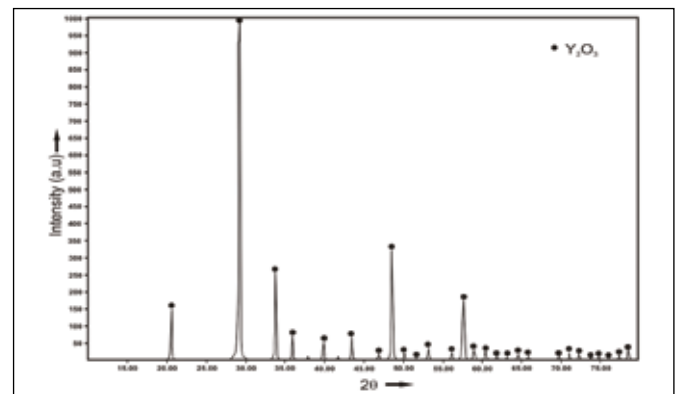
वाइट्रियम ऑक्साइड (वाइट्रिया), अपनी क्यूबिक क्रिस्टलीकरण प्रक्रिया एवं प्रकाशीय आइसोट्रोपिक प्रकृति के कारण एवं विभिन्न उन्नत एवं उच्च निष्पादन अनुप्रयोगों जैसे उच्च ऊर्जा ठोस स्थिति, लेज़र एवं आईआर पारदर्शी डोम के लिए उचित बनाती है। इन अनुप्रयोगों हेतु वाइट्रिया पाउडर के लिए 50nm एवं 500nm के बीच की रेंज एवं 99.99% कण आकार की अति-उच्च शुद्धता जो जैसी कठोर विशेषता आवश्यक होती है। पारंपरिक सिंटरिंग तापमान की तरह तुलनीय निम्न तापमान पर सिंटेरिबिलिटी एवं आकार प्रदान करने की क्षमता, बाज़ार में उपलब्ध वाइट्रिया पाउडर महंगा है और अपने महत्वपूर्ण अनुप्रयोगों के कारण इसकी आपूर्ति भी प्रतिबंधित है। अतः महत्वपूर्ण क्षेत्रों सहित विभिन्न उन्नत अनुप्रयोगों के लिए प्रयोग किए जाने वाले अति - महिन सिरैमिक पाउडरों के उत्पादन हेतु देशीय पाउडर -संश्लेषण प्रक्रिया लाभकारी है।

मौजूदा अध्ययन में, सैद्धांतिक घनत्व के समान रूप में उच्च घन सब-माइक्रोन वाइट्रिया सिरैमिक को सोल-जैल प्रक्रिया के माध्यम से अति - महीन एवं अति-उच्च शुद्ध वाइट्रिया पाउडर के संश्लेषण के पश्चात आकार देने एवं घनीकरण के द्वारा विरचित किया गया। वाइट्रियम हाइड्रो-ऑक्साइड तलछट को अमोनिया के प्रयोग से वाइएनएचएच घोल से संश्लेषित किया गया। तलछट को आसुत जल से धोया गया एवं 80 डिग्री सेल्सियस पर सुखाया गया। मिश्रण के pH को 2 और 3 के बीच अनुकूलित करते हुए सूखे पाउडर को जल में वाइट्रिया सोल बनाने के लिए नाइट्रिक एसिड के प्रयोग से बिखेरा गया। वाइट्रिया पाउडर की पर्याप्त मात्रा के चरणीय निर्माण एवं अंतिम रूप से वाइट्रिया पाउडर की धातु निक्षेपण प्रक्रिया में वृद्धि करने के लिए सोल को अतिरिक्त रूप से प्रारंभ किया गया। वाइट्रिया नैनो पाउडर उत्पन्न करने के लिए सोल एवं मूल मिश्रण को 80 डिग्री सेल्सियस पर अमोनिया का प्रयोग करते हुए जेल किया गया एवं सुखाने के पश्चात निश्चूर्णन किया गया।

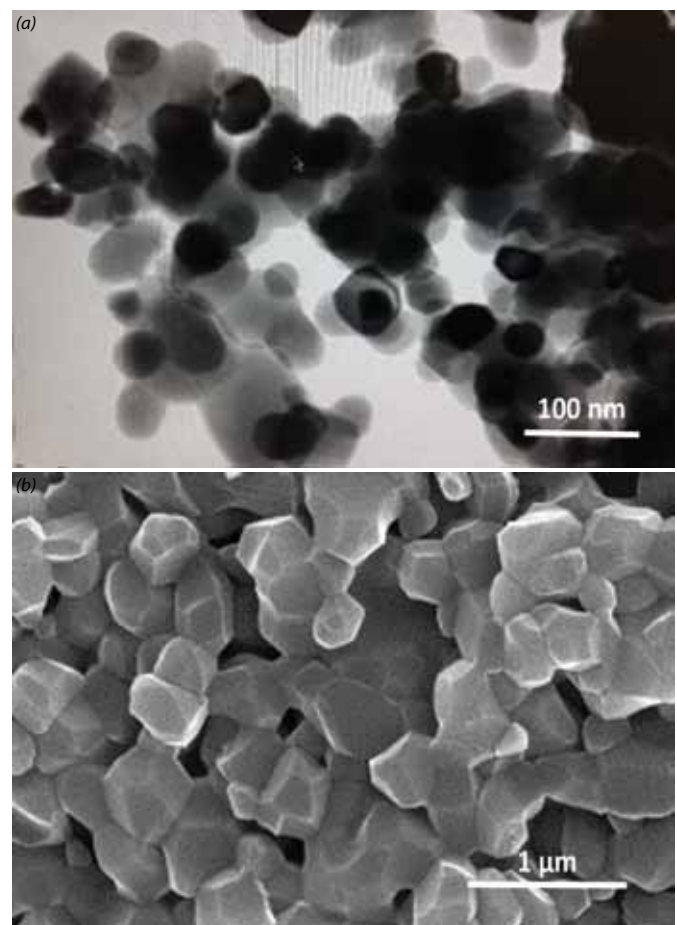
पाउडर को 160Mpa पर ठंडे आइसोस्टेटिक दाब के द्वारा आकार दिया गया। आकारित गोलियों को घनीकरण के लिए 1200 से 1500 डिग्री सेल्सियस के बीच तापमान पर हवा में धातु निक्षेपण/ सिंटरिंग किया गया। संश्लेषित पाउडर की चरणीय शुद्धता एवं कण आकार को क्रमशः एक्सआरडी एवं टीईएम विश्लेषण से विश्लेषित किया गया। धातु निक्षेपण/ सिंटरिंग नमूनों को उनकी भौतिक, यंत्रिक एवं सूक्ष्म संरचनात्मक गुण के लिए भी विश्लेषित किया गया।

चित्र 1 में देशी सोल-जैल प्रक्रिया के माध्यम से उत्पादित वाइट्रिया पाउडर के एक्सआरडी प्रतिरूप दर्शाया गया है। चित्र 1 से यह प्रेक्षित किया जा सकता है कि पाउडर, अन्य चरणों एवं अशुद्धताओं की किसी चरम स्थिति के बिना उच्च क्रिस्टलीय थे। चित्र 2 में आंतरिक संश्लेषित वाइट्रिया पाउडर के संचरित इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मसंरचना को दर्शाया गया है। यह प्रेक्षित किया जा सकता है कि 50 से 60nm के औसत आकार के संकुचित आकार वितरण सहित कण, आकार में समरूप हैं। संकुचित आकार वितरण सहित सोल जैल प्रक्रिया नियंत्रित आणविक संकेंद्रण, सोल के pH, बीजक कण आकार एवं आकृति विज्ञान, उचित निस्तापन तापमान के परिणामस्वरूप मिलिंग के द्वारा नैनो पाउडर को प्राप्त किया गया।

सिंटरिंग प्रतिरूप से 1500ओसे. के सिंटरिंग तापमान हेतु 99% तक के सैद्धांतिक घनत्व को दर्शाया गया। चित्र 3 में घनीभूत वाइट्रिया प्रतिरूप के खंडित सूक्ष्म संरचना को दर्शाया गया है। यह देखा गया कि धातु निक्षेपण/सिंटरिंग ग्रेन 700 एवं 900nm के मध्य औसत कण आकार सहित सब-माइक्रोन श्रेणी में है। धातु निक्षेपण/सिंटरिंग प्रतिरूप से 1 किलो ग्रा. लदान अवस्था से कम 700औ10 कि./mm<sup>2</sup> तक की विकर्स कठोरता को दर्शाया गया है।



चित्र 1. इन हाउस संश्लेषित Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> पाउडरों का एक्सआरडी प्रतिरूप।



चित्र 2. (क) इन हाउस संश्लेषित Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> पाउडरों की टीईएम छवि तथा (ख) Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> मुक्तिका की सिंटरिंग सूक्ष्मसंरचना की एसईएम छवि।

योगदानकर्ता: वाई. श्रीनिवास राव और रॉय जॉनसन

## मैग्नीशियम एल्युमिनेट स्पिनेल की त्वरित धातु जमाव प्रक्रिया

पापिया विस्वास

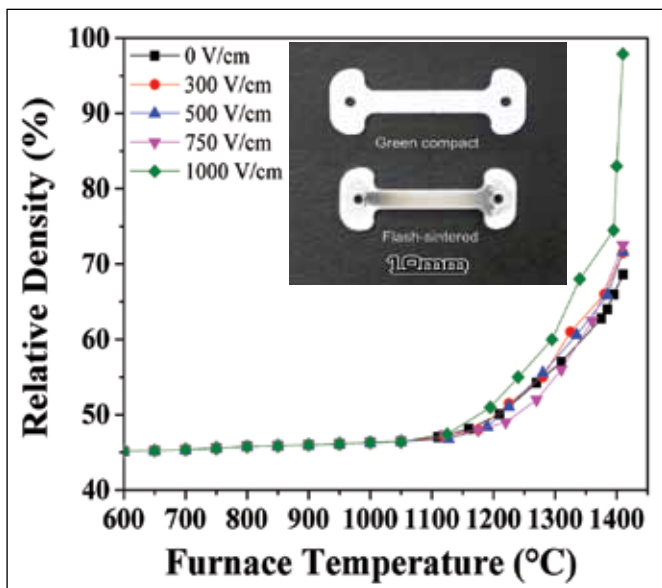
papiya@arci.res.in

मैग्नीशियम एल्युमिनेट स्पिनेल ( $MgAl_2O_4$ ) अपने यांत्रिक, प्रकाशीय एवं संक्षारण प्रतिरोधी गुणों के विशिष्ट संयोजन के कारण एक उभरती हुई मृत्तिका/मृद सामग्री है। कई अनुसंधानकर्ता ने धातु निक्षेपण प्रक्रिया एवं दाब सहायक एवं फील्ड सहायक धातु निक्षेपण तकनीकों जैसी विभिन्न तकनीकों के द्वारा  $MgAl_2O_4$  के धातु निक्षेपण की खोज की है। यद्यपि विस्तृत  $MgAl_2O_4$  में स्पिनेल प्रणाली में निष्पादित त्वरित धातु निक्षेपण को प्रतिवेदित नहीं किया गया अतः इस अध्ययन का दायित्व लिया गया। त्वरित धातु निक्षेपण के दौरान, उच्च डीसी क्षेत्र में घनीकरण लगभग तुरन्त (आदर्श  $<5S$ ) होने से परिवर्तनात्मक धातु निक्षेपण तकनीक के रूप में गहनता से ध्यानाकर्षण हुआ है। इसके परिणामस्वरूप न केवल ग्रेन संवृद्धि का महत्वपूर्ण रूप से अवरोध हुआ है अपितु संतोषजनक आर्थिक लाभ हुआ है। राष्ट्रीय सामग्री विज्ञान संस्थान, जापान के सहयोग से एआरसीआई द्वारा प्रतिरोधकता बनाए जाने वाले स्पिनेल पाउडर सतह को त्वरित धातु निक्षेपण किया गया। स्पिनेल पाउडर को जल में पॉलीविनाइल एल्कोहल के साथ संयोजी प्ररूप में मिश्रित किया गया और श्वान की हड्डी के आकार के सांचे में 200 एमपीए दाब में एक घुरी पर दाब दिया गया। श्वान की हड्डी के आकार के प्रतिरूप का आयाम में 3.3mm के प्रमापी भाग चौड़ाई 1.4 mm की मोटाई एवं सैद्धांतिक घनत्व की  $0.45 \pm 0.005$  की हरे घनत्व के साथ 20mm की लंबाई है।

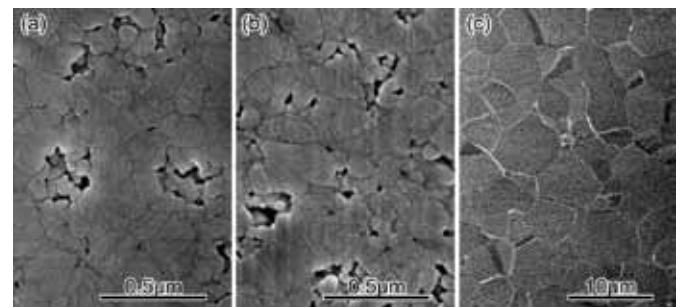
यह प्रतिरूप श्वान की हड्डी के नमूने के कुदे पर बंधे दो प्लेटिनम तारों के द्वारा हवा में भट्टी के केंद्र में लटका हुआ था। इस प्रतिरूप पर उच्च-वोल्टेज ऊर्जा आपूर्ति (एचएआर-3पी 100, मातसुसादा प्रेसिशन, शिगा, जापान) के द्वारा 300 से 1000 V/cm की रेंज की निरंतर डीसी वोल्टेज प्रभावित की गई। ऊर्जा

आपूर्ति की वर्तमान सीमा 60 एमए पर सेट की गयी। भट्टी का तापमान में  $10^\circ C$  प्र.मि. की ताप दर पर हवा में 1410 डिग्री सेल्सियस तक वृद्धि की गयी। सीमित मान तक पहुँचने पर बिजली की आपूर्ति विद्युत धारा नियंत्रण में बदल दी गयी। त्वरित प्रसंग के पश्चात वोल्टेज आपूर्ति एवं भट्टी को 60s के पश्चात बंद कर दिया गया। एक सीसीडी कैमरा द्वारा भट्टी के सामने लगे क्वार्ट्ज विन्डो के माध्यम से सैंपल प्रतिरूप आयामों को रिकॉर्ड किया गया। प्रतिरूप का तापमान समानांतर रूप से भट्टी के पीछे लगे अन्य क्वार्ट्ज विन्डो के माध्यम से पाइरोमीटर (आईआर-सीएएस, चिनो, टोक्यो, जापान) द्वारा नापा जाता है। प्रतिरूपों को त्वरित धातु जमाव अवस्था के साथ सह-संबंधी बनाने के उद्देश्य से घनीकरण एवं सूक्ष्म संरचना हेतु चिह्नित किया गया।

भट्टी के तापमान की प्रक्रिया के रूप में प्रयुक्त विभिन्न डीसी फील्ड मूल्यों हेतु नापी गई  $MgAl_2O_4$  सामग्री के घनीकरण वक्र को चित्र 1 में बेहतर एवं त्वरित धातु निक्षेपण स्पिनेल प्रतिरूप की डिजिटल चित्र के साथ दिखाया गया है। V/cm पर  $MgAl_2O_4$ , एवं 1410 डिग्री सेल्सियस तक तापमान में वृद्धि होने पर 68.6% की अंतिम संबद्ध घनत्व प्रदर्शित करता है। 300 से 750V/cm पर फील्ड पर, धातु जमाव प्रयोग के अंत में अंतिम घनीकरण में केवल हल्की वृद्धि हुई तथा घनीकरण प्रतिक्रिया पर फील्ड में विशेष प्रभाव प्रदर्शित नहीं हुआ। 1000V/cm पर एफएएसटी के पश्चात त्वरित धातु जमाव जिसे संकुचन घुमाव के सीधे ढालों द्वारा चिह्नित किया गया है। घनीकरण को 1410 डिग्री सेल्सियस पर 97.9% प्रतिशत की अंतिम घनत्व के साथ 1200 डिग्री सेल्सियस से अधिक तापमान पर तीव्रतम कर दिया गया। फ्लैश की शुरुआत के लिए तापमान 1000 V/cm पर 1408 डिग्री सेल्सियस था। चित्र 2 में 0, 750 एवं 1000 V/cm की विभिन्न फील्ड में 1410 डिग्री सेल्सियस पर त्वरित धातु जमाव प्रतिरूप की सूक्ष्म संरचना को दर्शाता है। 0 V/cm के धातु निक्षेपण पर  $MgAl_2O_4$  से लगभग  $0.2\mu m$  के छोटे ग्रेन आकार दर्शाता है। 750 V/cm पर धातु जमाव किए गए स्पिनेल के द्वारा समरूप ग्रेन आकार प्राप्त किया गया। यद्यपि 1000V/cm पर धातु जमाव प्रतिरूप का औसत आकार 97.9 के अंतिम सैद्धांतिक घनत्व सहित लगभग  $5\mu m$  है।



चित्र.1 भट्टी के तापमान के प्रकार्यों के रूप में भिन्न डीसी फील्ड के साथ  $MgAl_2O_4$  प्रतिरूप का संबद्ध घनत्व। 1000V/cm पर त्वरित धातु निक्षेपण से पूर्व एवं पश्चात प्रतिरूप की छवि।



चित्र.2- अनुगामी अवस्था में धातु जमाव की हुई  $MgAl_2O_4$  तत्वों की एसईएम छवियां (क) 0 V/cm (परंपरागत धातुजमाव) की फील्ड दर पर 1410 डिग्री सेल्सियस पर गर्म किया गया, (ख) 750V/cm पर 1410 डिग्री सेल्सियस तक गर्म किया हुआ है (ग) 1000 V/cm पर त्वरित धातु जमाव।

योगदानकर्ता: वाई. श्रीनिवास राव और रॉय जॉनसन

## जालीदार कॉर्डिएराइट फोम आधारित छिद्रपूर्ण बर्नर

पांडु रामावथ

pandu@arci.res.in

जीवाश्म ईंधन के ह्रास होने के कारण विभिन्न जीवनाधार क्षेत्रों में ऊर्जा प्रबंधन के लिए ऊर्जा दक्ष एवं पर्यावरण के अनुकूल प्रौद्योगिकी की आवश्यकता बढ़ गयी है। जालीदार फोम संरचना के छिद्रों के भीतर सुराखदार मीडियम ज्वलन एक ऐसा संभाव्य विकल्प है जो बड़ी हुई ऊर्जा दक्षता हेतु खोजा जा सकता है। कॉर्डिएराइट ( $2MgO \cdot 2Al_2O_3 \cdot 5SiO_2$ ) सिरैमिक अपने उच्च रासायनिक स्थिरता के साथ जुड़ी है एवं निम्न ताप आयाम के विशिष्ट गुण के कारण एक रोचक सिरैमिक है।

कॉर्डिएराइट फोम संरचना में 10 पीपीआई सहित जालीदार पॉली यूरेथेन फोम पर अनुकूलतम रियोलॉजी सहित अग्रगामी कॉर्डिएराइट घोल से भराव से इसका निर्माण किया गया है। समान रूप से लेपित फोम को ओवन में सुखाया गया तथा पीयूएफ का दहन, ताप अनुक्रम का प्रयोग एवं मृत्तिका फोम को 2 घंटों के लिए 1405ओसेल्सियस पर धातु जमाव/सिंटरिंग किया गया। धातु जमाव/सिंटरिंग किए गए फोम में 70% के शून्य भिन्न/फ्रेक्शन सहित 1.88मि.मि. एवं 0.8मि.मि. के सेल व्यास को दर्शाया गया।

फोम का प्रयोग करते हुए छिद्रपूर्ण बर्नर की संकल्पना को दिखाने के उद्देश्य से नियंत्रित विशालकाल प्रवाह के साथ गीत के रूप में द्रवरूप पेट्रोलियम गैस से युक्त एक प्रायोगिक व्यवस्था को निर्मित किया गया तथा एक देशीय डिजाइन बर्नर का प्रयोग करते हुए परीक्षण निष्पादित किए गए।

बर्नर में एक पूर्व मिश्रण कोष्ठक एवं छिद्रपूर्ण दहन साधन के रूप में शिरा पर फोम डिजाइन किया गया है। निर्बाध लपटों के मुकाबले, छिद्रपूर्ण माध्यम से प्रभावी ताप संचरण, परिणाम के दो से तीन क्रम में होना अपेक्षित है। छिद्रपूर्ण मीडियम उच्च ताप हस्तांतरण के परिणामस्वरूप तीव्र लपट का फैलाव होता है जिससे दहन के दौरान लपटों का स्थिरीकरण होता है। यद्यपि लपटों के स्थिरीकरण के विभिन्न प्रक्रियाएं हैं, बर्नर अनुप्रयोगों के लिए सबसे अधिक संबद्ध प्रक्रियाएं उच्चतम एवं निम्नतम संवेगों के समान दो व्यवस्थाएँ हैं जो संशोधित Peclet-संख्या  $P_c$  द्वारा परिभाषित हैं:-

$$P_c = \frac{S_L d_{p,eff} \rho_f c_{p,f}}{\lambda_f} = \frac{S_L d_{p,eff}}{a_f}$$

पर्णदलीय दहन गति (लपटों की गति) के निर्मित  $P_c$ ,  $S_L$  एक प्रवाह गति जो छिद्र की दीवारों पर ताप निराकरण एवं छिद्रों में दहन के द्वारा ताप छोड़ने के बीच संबंध की व्याख्या करता है। यह अनुपात छिद्रपूर्ण माध्यम में 65 कर दिया गया है, में लपटों के फैलाव के लिए विकट मूल्य से अधिक होना चाहिए। फोम में लपटों का फैलाव संवहन द्वारा श्रेष्ठतम होता है अपितु ठोस मेट्रिक्स की विकिरणशील गुणों एवं उच्च ताप प्रवाहकत्व लपटों की गति को प्रभावित करता है। इसके साथ  $P_c$  का प्रभावी मानक, ताप विसरणशील  $a_f$  होती है तथा प्रभावी छिद्र का व्यास  $d_{p,eff}$  है। मृत्तिका के छिद्र आकार का विकल्प से यह निश्चित होता है कि छिद्रपूर्ण माध्यमों में लपटों का फैलाव हुआ है अथवा नहीं। इस प्रकार, श्रेष्ठतम छिद्र आकार का चयन किया

जाना चाहिए जिससे अधिक होने पर लपटों का फैलाव और जिसके कम होने पर लपटों का शमन हो सके। यदि मेट्रिक्स का तापमान उच्च है तो लपटों का फैलाव हो सकता है।

यह प्रेक्षित किया गया कि लपटों का फैलाव एलपीजी में परिमाण में 1:20 के वायु अनुपात में तथा पेक्लेट संख्या के अनुरूप कुल प्रवाहदर लगभग 65 हुआ है। आम तौर पर स्थिर फोम आधारित प्रज्वलित बर्नर चित्र1 (ख) में दर्शाया गया है तथा फोम आधार का तापमान 1200डिग्री सेल्सियस पाया गया। एलपीजी की उज्ज्वल दहन के लिए फोम का प्रयोग करते हुए प्रारंभिक परीक्षण से औद्योगिक बर्नर के रूप में अनुप्रयोगों की खोज हेतु संभाव्यता दर्शाता है।



चित्र 1: (क) कॉर्डिएराइट आधारित फोम (ख) फोम के भीतर लपटों का स्थिरीकरण।

योगदानकर्ता: वाई. श्रीनिवास राव और रॉय जॉनसन

# लेज़र एवं ताप शोधन के संयोजन के द्वारा रुपांतरित बल्क मोनोलिथ निक्कल इलेक्ट्रोड सर्फेस पर एल्कलाइन एलेक्ट्रोलाइज़र में जल विपाटन

आई. गणेश

ibramganes@arci.res.in

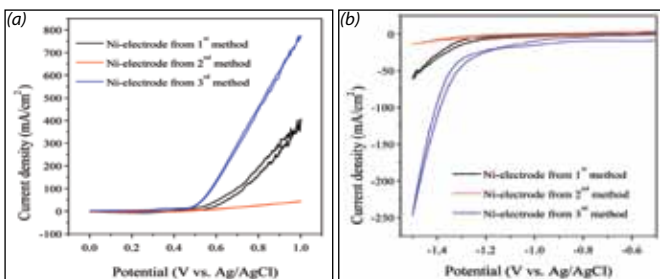
वर्तमान औद्योगिक प्रक्रियाओं जिसमें केवल जीवाश्म ईंधन से व्युत्पन्न ऊर्जा के अतिरिक्त निम्नतम अति-क्षमताओं एवं उच्च ऊर्जा दक्षता पर जल का हाइड्रोजन एवं ऑक्सीजन गैसों में विपाटन न केवल ग्लोबल वार्मिंग समस्याओं एवं संबद्ध कार्बन डाइऑक्साइड को कम करने की दृष्टि से वृहत् रूप से महत्वपूर्ण है अपितु गैर-जीवाश्म ईंधन, सौर एवं अन्य नवीनीकृत ऊर्जा से परिवर्तित करते समय, जो कि जीवाश्म ईंधन ऊर्जा निर्भरता से गैर-जीवाश्म ईंधन, सौर एवं अन्य नवीनीकृत ऊर्जा में रुपांतरण के समय बिना किसी कठोर आर्थिक परिणामों के वर्तमान मौजूदा ऊर्जा वितरण अवसंरचना के अंतर्गत नियोजनीय वैकल्पिक नवीनीकृत द्रव्य ईंधन रसायन का उत्पादन करने हेतु कुशल कृत्रिम प्रकाश संश्लेषण प्रक्रिया का पता लगाने से भी महत्वपूर्ण है।

इसके अतिरिक्त, वर्तमान औद्योगिक एच<sub>2</sub> उत्पादन प्रक्रिया (अर्थात् मिथेन का भाप से सुधारना) से उत्पादित प्रत्येक टन एच<sub>2</sub> गैस हेतु लगभग 9-12 टन सीओ<sub>2</sub> गैस उत्पादित होती है। इस दृष्टि से एवं बना किसी कार्बन के निशान के जल से एच<sub>2</sub> गैस उत्पादित करने के लिए एक साफ एवं उचित प्रक्रिया को विकसित करने हेतु हाल ही में एआरसीआई, हैदराबाद द्वारा इन-हाउस (अंतर्गृहीत) अनुसंधान एवं विकास कार्यक्रम (आर एण्ड डी) प्रारंभ किया है तथा वर्तमान औद्योगिक प्रक्रियाओं में प्रयोग किए जाने वाले साधारण एवं सस्ते बल्क मोनोलिथ निकेल एनोड्स एवं कैथोड्स का प्रयोग करते हुए एवं इसके अतिरिक्त उच्च ऊर्जा क्षमताओं से उच्च फैराडेयक से निम्नतम एवं अति क्षमता पर एल्कलाइन जल से एच<sub>2</sub> एवं ओ<sub>2</sub> गैसों के उत्पादन हेतु एल्कलाइन इलेक्ट्रोलाइज़रों को सफलतापूर्वक डिज़ाइन एवं विकसित किया है। चित्र 1(क) एवं (ख) से क्रमशः निम्नलिखित तीन विभिन्न प्रकार के बल्क मोनोलिथ निकेल वर्किंग इलेक्ट्रोड सरफेस एवं एज़-परचेज़्ड निकेल शीट कार्टर इलेक्ट्रोड पर जल ऑक्सीकरण एवं कटौती प्रतिक्रिया हेतु व्युत्पन्न चक्रीय वोल्तामीट्री (सीवी) प्रोफाइल का पता चलता है।

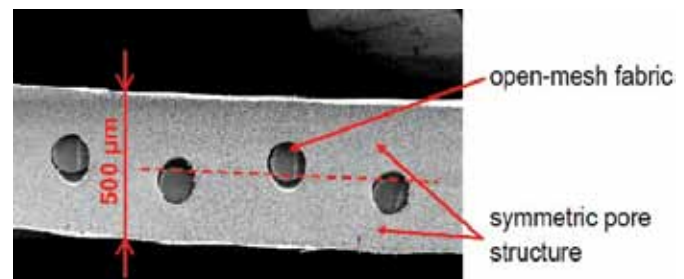
प्रथम, सामान्य प्रयोगशाला सरफेस सफाई प्रक्रिया का पालन करते हुए साफ किए हुए एज़-परचेज़्ड निकेल शीट सरफेस और द्वितीय, एक खुले वातावरण में रखे ढके हुई भट्टी में >5 घंटे के लिए 1000 डिग्री सेल्सियस पर ताप शोधन के आधार पर, जो दो बार आसुत जल में 1000 डिग्री सेल्सियस से सीधे तौर पर तदनंतर शमन

कर रहा था, तृतीय, दूसरे के समान एक जैसे नमूने हैं परन्तु ताप शोधन के पहले इसे ~400W पर खुले वातावरण पर लेज़र शोधन के आधार पर होता है। अन्य दो शेष नमूनों की तुलना में हाइड्रोजन क्रमागत प्रतिक्रिया (एचईआर) एवं ऑक्सीजन क्रमागत प्रतिक्रिया (ओईआर) हेतु अपेक्षाकृत निम्न आरंभिक क्षमता पर उच्चतम वर्तमान सघनता को तृतीय नमूने (चित्र 1 में नीली लाइन में दर्शाया गया है) में देखा जा सकता है।

तीसरे नमूने में अति स्वच्छ एवं चमकदार सर्फेस था जबकि दूसरे में पूर्ण काला-हरा रंग का सर्फेस था जिससे निक्कल धातु के सरफेस पर NiO एवं Ni<sub>2</sub>O<sub>3</sub> की ऑक्साइड फिल्मों की मौजूदगी आरोपित की जा सकती है। हम समझते हैं कि किसी एल्कलाइन इलेक्ट्रोलाइज़र में जल विपाटन की एनोडिक सहित नोट किए गए वर्धित कैथोडिक प्रतिक्रिया गतिविधियों के लिए तृतीय नमूने के स्वच्छ एवं काफी चमकदार सर्फेस जिम्मेदार हैं। इसके साथ हमारे लिए यह अप्रत्याशित है कि इन चालू सघनता मूल्यों की गतिविधियों, बल्क मोनोलिथ निक्कल इलेक्ट्रोड हेतु रिपोर्ट किए हुए साहित्य में पाए जाने वाले उच्चतम मूल्य हैं। संयोग से यह रिपोर्ट किसी एल्कलाइन इलेक्ट्रोलाइज़र में जल विपाटन प्रतिक्रिया के क्रियान्वयन हेतु कैथोड या एनोड के रूप में प्रयुक्त लेज़र शोधित निक्कल से संबद्ध है। इस प्रतिक्रिया में एल्कलाइन जल के उच्च दाब वैद्युत अपघटन हेतु प्रयुक्त वैद्युत रासायनिक सेल एवं एनोडिक व कैथोडिक कोष्ठकों हेतु प्रयुक्त जिरफॉन® पर्ल एनायन संचरण मेम्ब्रेन, चित्र 2(क) एवं (ख) में क्रमशः दिखाया गया है।



चित्र 1: 25 wt% एक्वायस केओएच घोल की चक्रीय वोल्तामीट्री जिसे एनोडिक रूप से संशोधित निक्कल बल्क मोनोलिथ धातु इलेक्ट्रोड पर रिकॉर्ड किया गया है। (क) एवं कैथोडिक रूप से (ख) 20 की दर से ऑरगन गैस के साथ इलेक्ट्रोलाइट को मिटाने और ढकने के पश्चात 100 एमवी प्रति से. की स्केनिंग दर पर रिकॉर्ड किया गया।



चित्र 2: (क) विशेष रूप से निर्मित एसएस-316 उच्च-दाब दो कोष्ठक वाला वैद्युत रासायनिक सेल तथा (ख) सर्फेस शोधित निकेल(Ni) इलेक्ट्रोड का प्रयोग करते हुए 25 wt% एक्वायस केओएच घोल से जल विपाटन को एच<sub>2</sub> एवं ओ<sub>2</sub> गैसों में प्रयुक्त मेम्ब्रेन को संचरित करते हुए जिरफॉन पर्ल एनायन।

# सेंटर फॉर लेज़र प्रोसेसिंग ऑफ मटेरियल्स

सेंटर फॉर लेज़र प्रोसेसिंग मटेरियल्स, उद्योगों के लिए लेज़र आधारित उत्पादन समाधानों के विकास एवं संवर्धन के लिए कार्यरत है। इसकी गतिविधियों की सीमा के अंतर्गत अनुसंधान एवं विकास के कार्यों की ओर विभिन्न प्रक्रियाओं की गहरी समझ, प्रयोगकर्ता उद्योगों के व्यवहार ज्ञान के द्वारा अनुप्रयोगों एवं विनिर्माण के समाधान निहित हैं। अनुसंधान के विषय इस प्रकार हैं: सामग्रियों को जोड़ना (लेज़र वेल्डिंग, लेज़र चाप संकर वेल्डिंग, लेज़र ब्रेजिंग, सतही शोधन ठोसीकरण (हार्डनिंग), क्लैडिंग, धातुमिश्रण (अलायीकरण) तथा मृदुकरण, मरम्मत तथा नवीनीकरण एवं माइक्रोमशीनन (सतही आवरण, माइक्रोकटिंग, माइक्रोड्रिलिंग आदि)। इस वर्ष में, अगली पीढ़ी के एयरोस्पेस उपकरणों, जैव चिकित्सा उत्पाद, विशेषीकृत औज़ार एवं डाइयां तथा क्षतिग्रस्त उपकरणों का नवीनीकरण के विकास के उद्देश्य के साथ लेज़र आधारित धातु योगात्मक विनिर्माण पर गतिविधियाँ आरंभ की गईं। एसएलएम सॉल्यूशन्स, सिंगापुर प्राइवेट लिमिटेड तथा डिज़ाइन टेक सिस्टम लिमिटेड के साथ संयुक्त रूप से एक 400W वाईबी-फाइबर लेज़र से सज्जित 280 x 280 x 365 मिमी बिल्ड एनवेलप सहित पाउडर बेड टाइप योगिक विनिर्माण (एएम) निष्पादन मशीन की स्थापना की गई।

अति-तीव्र लेज़र प्रक्रिया में विभिन्न अनुप्रयोगिक विकास/ प्रदर्शन गतिविधियाँ जैसे उन्नत ट्रायबोलॉजिक निष्पादन हेतु ऑटोमोटिव इंजन सामग्री के लेज़र के सतह का आवरण, सूक्ष्म ताप की विसंरचना को-फायर्ड मृदा पीसीबी में रूपांतरण, तीव्र एक्स-रे एपर्चर की माइक्रोड्रिलिंग, खगोलीय टेलिस्कोप की माइक्रोस्लिट कटिंग आदि का दायित्व लिया गया।

लेज़र ठोसीकरण क्षेत्र में, बहुत कम कार्बन पर पानी के नीचे लेज़र माइक्रोस्ट्रक्चरिंग की अभिनव प्रक्रिया एवं महीन ऑटोमोटिव इस्पात शीटों को प्रदर्शित किया गया। इसी प्रकार, नियंत्रित विरूपण एवं सतही परिष्करण सहित रेसर्स और रोलर्स जैसे रोलर बियरिंग एलिमेंट्स पर लेज़र ठोसीकरण प्रक्रिया एवं ट्रायबोलोजिकल निष्पादन में संतोषजनक सुधार हेतु विकास किया गया।

एक अत्यंत लेज़र ब्रेजिंग प्रणाली जिसे हाल ही में प्रमाणिता-प्राप्त हुआ था, को समरूप एवं असमान संयोजनों में सीम ट्रैकिंग आधारित धात्विक सामग्री को जोड़ने के कार्यान्वयन हेतु व्यापक रूप से प्रयोग किया गया। विशेष तौर पर एल्युमिनियम मिश्रित धातु एवं इस्पात के संयोजन को सफलतापूर्वक क्रियान्वित किया गया तथा फिज़िकल डिमोन्स्ट्रेशन असेम्बलीज़ का प्रयास किया गया।

निक्कल आधारित सुपर मिश्र धातु IN617 एवं HAYNES 230 ट्यूबों एवं प्लेटों के मोटे भाग, जो उन्नत अल्ट्रा सुपर क्रिटिकल (एयूएससी) भाप बायलर हेतु सामग्री होती है, के लिए लेज़र एवं लेज़र-एमआईजी हाइब्रिड वेल्डिंग का सफलतापूर्वक प्रयोग किया गया। ताप ऊर्जा संयंत्र बर्नर के सिरों के प्रयोगकाल में सुधार हेतु लेज़र क्लैड विलेपन तकनीक, जिसे विगत रूप से विकसित किया गया था, को वाणिज्यिक अनुप्रयोगों के लिए उद्योगों द्वारा दायित्व लिया गया। लेज़र क्लैडिंग तकनीक में प्रयोग किये जाने वाले महंगे एयरो-इंजन उपकरण एवं डीजल इंजन ब्लॉकों की मरम्मत एवं नवीकरण को क्रियान्वित किया गया तथा क्षेत्र जांच हेतु नमूनों की विसंरचना की गयी।

एआरसीआई केन्द्र ने, लेज़र वर्ल्ड ऑफ फोटोनिक्स इंडिया, बीआईईसी, बंगलुरु के साथ सह-स्थापित मेस्सेस म्यूचुअल इंडिया के सहयोग से " भारतीय ऑटोमोटिव उद्योग का भविष्य : लेज़र एवं इसके अनुप्रयोग" पर एक दिन का सम्मेलन आयोजित किया गया।

संक्षेप में, विभिन्न औद्योगिक क्षेत्रों जैसे ऑटोमोटिव, ताप ऊर्जा, इलेक्ट्रॉनिक एवं औज़ार एवं डाइयों में अनुप्रयोग हेतु लेज़र आधारित विनिर्माण प्रक्रियाओं को विकसित किया गया। वर्तमान वर्ष में केन्द्र ने एएम में भी सफलतापूर्वक प्रवेश किया है।



एसएलएम सॉल्यूशन एवं डिज़ाइन टेक सिस्टम सहित संयुक्त प्रौद्योगिकी प्रदर्शन केंद्र



पाउडर बेड प्रकार योगशील विनिर्माण (एएम) प्रदर्शन मशीन

# अपने घर्षण आचरण में सुधार के लिए मोटरवाहन के पुर्जों की अल्ट्राफास्ट लेज़र सतह की सूक्ष्म-बनावट

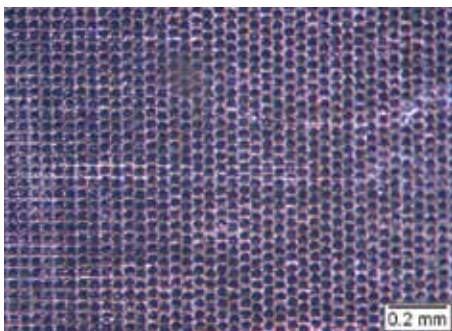
रवि बथे

ravi@arci.res.in

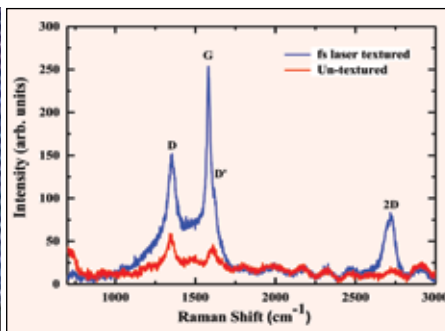
लेज़र सतह की सूक्ष्म बनावट एक सतही इंजीनियरी प्रक्रिया है जिसका उपयोग सूक्ष्म विशेषताओं वाली संरचनाओं के लिए किया जाता है अर्थात् सतही ट्राइबोलोजिकल गुणों को संशोधित करने के लिए संपर्क सतह पर धंसे भाग (डिम्पल्स), सूक्ष्म खांचे (माइक्रो ग्राव्स), सूक्ष्म उभरे भाग(माइक्रो प्रोट्रूशियंस), माइक्रो क्रॉस हेच में उपयोग किया जाता है। इन सतह के सूक्ष्म बनावट पैटर्न अतिरिक्त जल-गत्यात्मक (हाइड्रोडायनमिक) दबाव बनाने में सक्षम होते हैं जिससे सतह की भार वहन क्षमता में वृद्धि होती है। इस प्रकार की बनावट घिसाव से निकले कणों के संग्रहण में भी उस समय उपयोगी होते हैं, जब यह शुष्क फिसलन स्थिति में काम करते हैं और कभी-कभी उस समय तेल की आपूर्ति (स्नेहन टंकी) जैसे प्रभाव देते हैं जिसके कारण घर्षण गुणांक एवं घर्षण दर में कमी होती है।

भूरे ढलवे लौह कूपन का उपयोग कर लेज़र तल बनावट का प्रयोग किया गया है। भूरा ढलावा लोहा मोटर वाहन उद्योग में सिलंडर लाइनर और पिस्टन रिंग बनाने के लिए व्यापक रूप से उपयोग की जाने वाली सामग्री है। इसके अंदर अपनी सूक्ष्म संरचना में काले सीसे के गुच्छे के रूप में कार्बन होते हैं। 5 mm मोटे और 10 x 10 mm<sup>2</sup> वर्गाकार नमूने को यांत्रिकी रूप से लगभग 0.1 μm के औसत खुरदरेपन तक इसे चमकाया जाता है। अपनाया जाने वाला लेज़र विकिरण फेम्टोसेकेंड पल्सित टी:सैफाइ रीजनरेटिव एम्लीफायर लेज़र होता है। किरण को सामान्यतः नमूने पर विशेष रूप से 50 मिमी केंद्रीय लेंस से, ~ 30 μm / cm<sup>2</sup> व्यास तक केंद्रित किया। इस नमूने को सतही क्षेत्र के विभिन्न प्रतिशत तक आच्छादित करने के लिए उपचारित कर बनावटी घनत्वों के प्रभाव का अध्ययन किया गया। चकती पर गेंद घर्षण मापी का उपयोग कर घर्षण और घिसाव परीक्षण किया गया। गेंद 8 मिमी व्यास वाला अल्युमिनियम आक्साइड होता है और ट्रैक के व्यास को 6 मिमी तक नियत किया जाता है। सभी परीक्षण शुष्क संपर्क और स्नेहन स्थिति (एसएई 15W40 डीज़ल इंजन तेल) में किया गया है। साथ ही इसमें 49.09 N का सामान्य बल और 200 आरपीएम की फिसलन गति दी गयी है। सभी परीक्षणों को (27 ± 20°C) के कमरे के तापमान और 50 ± 5 % सापेक्षित आर्द्रता पर किया गया। ढलावे लोहे के सतह पर अत्यंत तेज लेज़र विकिरण से सूक्ष्म बनावट के साथ-साथ सतह पर ग्रेफाइट की परत बनती है। बने

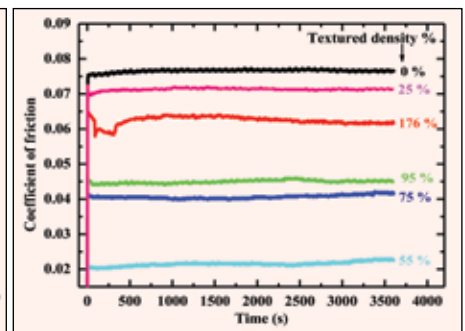
हुए इस ग्रेफाइट का स्वरूप सूक्ष्म रमण स्पैक्ट्रोस्कोपी विशेषता है। चित्र 1 लेज़र आवरण सतह आकृति विज्ञान को दर्शाता है जैसा कि आप्टिकल माइक्रोस्कोप में देखा गया है। इन सूक्ष्म आवरण सतह में 3.3 μm व्यास और 3-4 μm गहराई वाले सूक्ष्म-आवरण सतह थे। आवरित सतह थोड़े पुनःघनीकरण को दर्शाती है। देखा गया है कि परिधि के आस-पास किसी प्रकार का फुहार नहीं था। चित्र 2 में बिना आवरण के रमण स्पैक्ट्रा और फेम्टोसेकेंड लेज़र आवरित नमूने को दर्शाया गया है। फेम्टोसेकेंड लेज़र आवरण नमूने के मामले में 1582 cm<sup>-1</sup> पर गहन G बैंड शिखर इस बात को प्रतिपादित करती है कि आवरण सतह पर कोई ग्रेफाइट की परत नहीं बनी है। चित्र 3 बिना स्नेहन स्थिति में फिसलन समय के अनुपात में घर्षण गुणांक में घट-बढ़ को दर्शाता है। यह देखा गया है कि भूरे ढलवे लोहे के घर्षण और घिसाव व्यवहार पर सूक्ष्म बनावट और ग्रेफाइट सतह परत के बनने का प्रभाव डालता है। जब लोहे का आवरण फेम्टोसेकेंड लेज़र द्वारा की जाती है, तब सतह पर ग्रेफाइट की पतली परत जमती है और आसंजक घिसाव तथा घर्षण गुणांक में काफी कमी होती है। यदि ऐसे सूक्ष्म लोहे के सतह पर धातु की परत जमती है (बिना बनावटी तल) जिस पर घर्षण के कारण प्लास्टिक प्रवाह हुआ है तो उसमें भारी आसंजकता घिसाव तत्काल होता है। फेम्टोसेकेंड लेज़र बनावट में बिना बनावट वाले सतह की तुलना में काफी कम घर्षण गुणांक होता है। इसका कारण यह है कि इसमें पुनःघनीकरण या तो नहीं होता है या फिर काफी कम होता है। साथ ही फेम्टोसेकेंड लेज़र आवरण सतह पर फुहार कण कम मात्रा में होते हैं। फिसलन घिसाव परीक्षण के दौरान आवरित नमूने में फुहार और पुनःनिक्षेपित सामग्री का पतन आसानी से होता है और उसके स्थान पर घिसाव के अवशेष आ जाते हैं। घिसाव सतह पर चिपके अवशेष से भी घर्षण प्रतिक्रिया में वृद्धि होती है। घर्षण का मुख्य उन्नत तंत्र हैं-घिसाव अवशेषों का भंडारण, ग्रेफाइट की पतली परत और दबाव निर्मुक्ति। जैसे-जैसे बनावट के घनत्व में वृद्धि होगी, वैसे-वैसे संपर्क के वास्तविक क्षेत्र में कमी होगी जिसके कारण आसंजकता में कमी होगी, लेकिन यांत्रिकी विरूपता में वृद्धि होगी जिसका कारण सकेंद्रित उच्च तनाव है। कार्य में लगे परीक्षित आवरणों में से 55% आवरित घनत्व वाले नमूने सर्वोत्तम परिमाण देते हैं। अतः फेम्टोसेकेंड लेज़र विकिरण द्वारा सूक्ष्म-आवरण सतह मोटर वाहनों के इंजनों के पुर्जों के ट्राइबोलोजिकल विशेषता में सुधार के लिए एक अपेक्षित उपयोगी औजार है।



चित्र 1: सामग्री सतह पर फेम्टोसेकेंड लेज़र सतह सूक्ष्म आवरण से सृजित डिम्पल के आप्टिकल माइक्रोस्कोप प्रतिबिंब



चित्र 2: बिना आवरण के रमण स्पैक्ट्रा और फेम्टोसेकेंड लेज़र आवरण नमूने



चित्र 3: कमरे के तापमान पर किया गया चकती पर गेंद परीक्षण: समय के प्रकार्य के रूप में घर्षण गुणांक

## पाउडर – तल लेज़र सहायक धातु योगशील विनिर्माण

गुरुराज तेलसंग

gururajst@arci.res.in

लेज़र योगशील विनिर्माण(एलएएम) प्रोटोटाइप एवं उत्पादन धातु कलपुर्जों की विरचना हेतु महत्वपूर्ण पद्धति बन गयी है। योगशील प्रक्रिया के द्वारा डिजाइन, नवोन्मेष की नई संभावनाओं के द्वार खोलता है जो कि पूर्व में विद्यमान नहीं थी। एलएएम के लाभ के पूर्ण रूप से उल्लिखित करने के लिए कार्यप्रणाली के विकास एवं पुर्जों के चयन के लिए मानदंड, चयनित कलपुर्जों के पुनर्डिजाइन/पुनर्अभिकल्प के प्रयत्नों आदि को विकसित करने की आवश्यकता है। बहरहाल, यह तकनीक अभी अपनी प्रारंभिक अवस्था में है तथा इसके परिणामों एवं नई सामग्रियों के विकास को प्रभावित करने वाले विभिन्न मापदंड की प्रक्रियाओं को समझने के लिए विशिष्ट कार्य किए जाने की आवश्यकता है। आम तौर पर, एलएएम पद्धतियां, लेज़र मापदंडों की संबद्ध छोटी प्रक्रिया है, जहां बीम आयाम एवं स्कैनिंग कार्यनीतियां गुणवत्ता पर महत्वपूर्ण प्रभाव डाल सकती हैं।

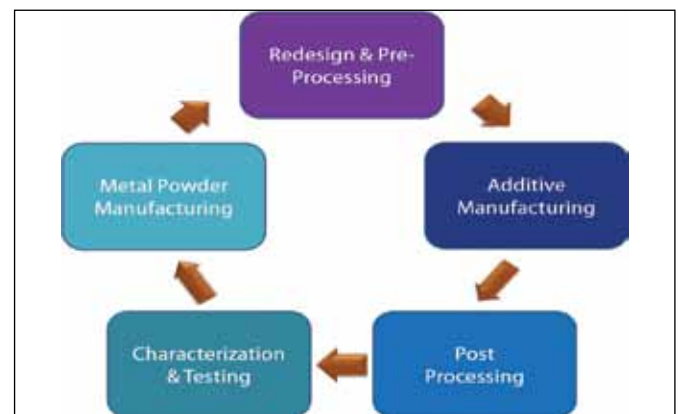
एआरसीआई ने मैसर्स एसएलएम सॉल्यूशन जीएमबीएच (GmbH) के सहयोग से लेज़र असिस्टेड धातु योगशील विनिर्माण सुविधा के लिए संयुक्त तकनीक प्रदर्शन केन्द्र स्थापित किया है।

सुपर अलॉयज़/मिश्र धातु, एल्युमिनियम मिश्र धातु, इस्पात एवं टायटेनियम मिश्र धातु जैसे भिन्न भिन्न मिश्र धातुओं के साथ नई पीढ़ी के अभियांत्रिकी उपकरणों हेतु पारंपरिक प्रक्रिया के साथ भी पाउडर-तल (एलएएम) के साथ पाउडर फीड (एलईएनएस) एवं/अथवा वायर फीड लेजर प्रक्रिया को मिश्रित करके पाउडर-तल एएम प्रक्रिया को स्थापित करने तथा हाइब्रिड एएम प्रक्रिया का विकास करने के प्रयास किए जा रहे हैं। एएम प्रक्रिया को और अधिक नवोन्मेष, सतत एवं पर्यावरण अनुकूल बनाने में सुधार करने के लिए भी परिकल्पना की जा रही है।

चुनौतीपूर्ण एवं विकट उपकरणों हेतु एएम प्रक्रिया के विकास में शामिल विभिन्न चरण चित्र 1 में दर्शाए गए हैं। उपयोगी एएम उपकरणों का पता लगाने के अनुरूप लेज़र प्रक्रिया, पाउडर धातुकर्म तथा एचआईपी एवं उच्च तापमान वैक्यूम और इनर्ट वातावरण भट्टी जैसी सुविधाओं में एआरसीआई की विशेषज्ञता, भली प्रकार पूरक है। एएम आपूर्तिकर्ता, डिजाइनरों एवं लक्ष्य उपयोक्ता, नए उत्पादों जो पारंपरिक तकनीकों के माध्यम से एकसाथ डिजाइन एवं विनिर्मित करने के लिए कठिन हैं, की अवधारणाओं को प्रेरित कर सकते हैं। एआरसीआई की लेज़र सहायक धातु एएम प्रणाली (चित्र 2) में अनूठी विशेषताएं हैं जैसे 80-110  $\mu\text{m}$  का स्पॉट आकार, 280x280x365 mm<sup>2</sup> के निर्मित क्षेत्र में 10 मी/से. की क्रियान्वित गति सहित वेरियो-स्कैन। टॉप-हेड पाउडर रिफिलिंग, द्वि- दिशात्मक पुनर्लेपन, ऑटो करेक्टिव परत फैलाव तकनीक के साथ परत नियंत्रण प्रणाली, 1  $\mu\text{m}$  की वृद्धि सहित 20 से 100  $\mu\text{m}$  की परत मोटाई तथा एकल 400W लेज़र का प्रयोग करते हुए 22-24 cm<sup>3</sup>/h की गति तक अबाधित उपकरण निर्माण आदि।

एएम द्वारा उत्पादित उपकरण की गुणवत्ता विभिन्न प्रक्रिया मानदंडों को प्रभावित करती है। ऐसी लगभग 50 विभिन्न प्रक्रिया मानदंड हैं जो प्रक्रिया भौतिकी को समझने में विशिष्ट चुनौती के सृजन करने एवं प्रभावी प्रक्रिया नियंत्रण कार्यनीति को विकसित करते हुए तैयार भाग की आधारभूत गुणवत्ता को प्रभावित करती हैं। चित्र 3 में एएम का प्रयोग करते हुए एआरसीआई द्वारा निर्मित उपकरणों के चित्र

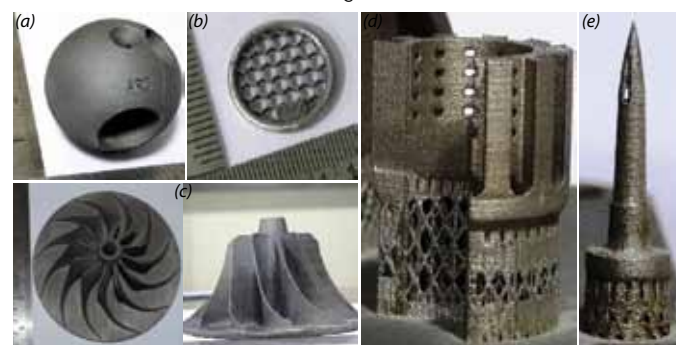
दिखाए गए हैं जो पारंपरिक (सूक्ष्म) विनिर्माण हेतु अन्यथा चुनौतीपूर्ण हैं, (क) अनुकोण शीत सरणि सहित होल स्फियर में छेद, मैट फिनिश परिणामतः शॉट ब्लास्टिंग है। (ख) फाइन छिद्रांकृत ढांचे सहित बने रिंग, (ग) मुड़े हुए ब्लेडों सहित निर्माण के अनुसार तथा शॉट ब्लास्टेड इम्पेलेर, (घ) योगशील विनिर्माण के द्वारा धात्विक फिल्टर निर्माण, (ङ) सिरे पर तीन ओपनिंग स्लॉटों सहित 22 मि.मी. के छोटे होलो इंजेक्शन नोज़ल आदि का निर्माण किया गया था। एआरसीआई में सुविधाओं का प्रयोग करते हुए उपरोक्त उपकरणों सहित निर्मित टेस्ट कूपन द्वारा 99.68% सैद्धांतिक घनत्व दिखाया जो 0.32% की सरंघता के समान है।



चित्र 1: एएम प्रक्रिया विकास के विभिन्न चरण



चित्र 2: एआरसीआई में धातु पाउडर तल एएम प्रणाली



चित्र 3: (क) होल स्फियर में छेद, (ख) रिंग (ग) इम्पेलेर, (घ) मेटेलिक फिल्टर एवं (ङ) नोज़ल

योगदानकर्ता: के दिव्या और जी. पदमनाभम

# 1% सी-स्टील से प्राप्त लेज़र युक्त सतह के अवशिष्ट तनाव स्तर पर संसाधन स्थितियों का प्रभाव

एस. एम. शरिफ

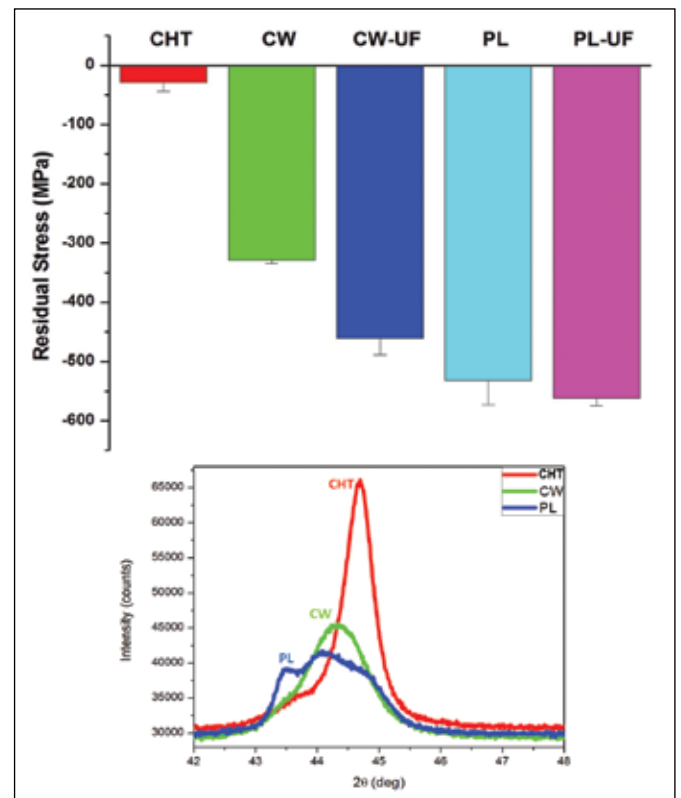
shariff@arci.res.in

लेज़र सतही ठोसीकरण के कारण इस्पात पर लगाया गया अवशिष्ट तनाव, उपकरण के जीवनकाल को वर्धित करने में टूट-फूट, श्रम आदि जैसी विशेषताओं को सुधारने के सदाचार के द्वारा आधारभूत भूमिका निभाता है। इस्पात की लेज़र शोधित सतहों के अवशिष्ट तनाव में परिवर्तनों से केवल पूर्वगामी सूक्ष्म संरचना एवं लगाई गई ताप झुकाव प्रक्रिया पर ही नहीं परन्तु शोधन एवं रासायनिक संयोजन से पूर्व तनाव की अवस्था पर भी प्रभाव डालती है। यद्यपि लेज़र ठोसीकृत इस्पात में लगा रुपांतरण खिंचाव को भली प्रकार रिपोर्ट किया जाता है, विभिन्न अवस्थाओं जैसे कार्य समय से नीचे द्रव्य संबंध सहित लेज़र संसाधन एवं संसाधन की स्पंदित प्रकार के कारण तनाव अवस्थाओं में परिवर्तन करना नया है एवं इसे आगे समझने की आवश्यकता है।

मौजूदा कार्य विभिन्न व्यवस्थाओं एवं अवस्थाओं के अंतर्गत 1%-C लेज़र ठोसीकृत इस्पात की सतह पर प्राप्त किए गए अवशिष्ट तनाव स्तरों की तुलना से संबंधित है। इस उद्देश्य के लिए विशिष्टता से मार्टेनसाइट सम्मिलित पूर्व-माइक्रोस्ट्रक्चर सहित 3 एमएम मोटी इस्पात ग्राइंडेड प्लेट तथा 700-800 एच वी (पारंपरिक पारगामी - ठोसीकरण शोधन द्वारा प्राप्त) तक की रेंज की पारगामी-मोटाई एवं कठोरता का प्रयोग हुआ है। अविरत तरंग (सीडब्ल्यू) एवं स्पंदित तरंग (पीएल) साधन में 160 J/mm के निरंतर ताप इन्पुट सहित आरगन शील्ड वातावरण में पूर्व-ठोसीकृत सतह के साथ एक 20mm चौड़े डायोड लेज़र बीम को स्कैन किया गया। इसके अतिरिक्त यह शोधन ताप निराकरण में वृद्धि हेतु कार्य मद के निचली सतह से नीचे द्रव्य संपर्क को उत्प्रेरित करने के लिए उचित प्रबंध के साथ शोधन को निष्पादित किया गया। लेज़र संसाधन की विभिन्न अवस्थाओं के लिए प्रयोग की जाने वाले पारिभाषिक शब्दावली जो कि इस प्रकार हैं- (क) सीएचटी (अशोधित, पारंपरिक रूप से पूर्व-ठोसीकृत), (ख) सीडब्ल्यू (सीडब्ल्यू अवस्था में संसाधित लेज़र), (ग) सीडब्ल्यू-यूएफ (प्रतिरूप से नीचे द्रव्य संपर्क सहित सीडब्ल्यू अवस्था के अंतर्गत संसाधित लेज़र), (घ) पीएल(स्पंदित अवस्था में संसाधित लेज़र), (ङ) पीएल-यूएफ (प्रतिरूप से नीचे द्रव्य संपर्क सहित स्पंदित अवस्था के अंतर्गत संसाधित लेज़र)। अवशिष्ट तनाव माप को 2-एमएम छिद्र सहित Cr-K $\alpha$  लक्ष्य का प्रयोग करने पर एक्सआरडी तकनीक आधारित  $\sin^2\psi$  को प्रयोग करते हुए निष्पादित किया गया। स्ट्रेस टेन्सर को प्राप्त करने के लिए एक्स-रे इलास्टिक कॉन्सटेंट से तनाव के मूल्यांकन के साथ -45 से +45 डिग्री की रेंज में तीन भिन्न एंगलों एवं कई  $\psi$  टिल्ट पर 15 परिमाण से जालीदार खिंचाव का पता लगाने के लिए 156ओ होने वाले एक विवर्तन एंगल शिरा/चरम (213) को चयनित किया गया।

चित्र से वर्णित परिणामों से द्रव्य (जल)-संपर्क के अंतर्गत संसाधित शोधन सतहों पर संपीडित तनाव स्तर में महत्वपूर्ण वृद्धि को स्पष्ट रूप से दर्शाया गया है। अशोधित इस्पात सतह जो कि मार्टेनसाइट रुपांतरण के साथ पूर्व- ठोसीकृत है, के द्वारा परिमाण से पूर्व सतही ग्राइंडिंग प्रचालन के कारण  $-30 \pm 15$  MPa का निम्न अवशिष्ट तनाव स्तर निष्पादित किया गया। प्रसंस्करण के सीडब्ल्यू अवस्था के अंतर्गत लेज़र शोधन के साथ शोधित सतह पर उत्प्रेरित संपीडन तनाव/ खिंचाव को द्रव्य संपर्क अवस्थाओं के साथ एवं के बिना क्रमशः  $-330 \pm 6$  MPa एवं  $-450 \pm$

25 MPa तक वर्धित कर दिया गया। यह मार्टेनसाइट रुपांतरण सहित संबद्ध परत में उत्प्रेरित खिंचाव के स्तर पर अधिरोपित किया जा सकता है। इनसेट एक्सआरडी ग्राफ में प्रेक्षित विस्तृतीकरण सहित  $\alpha$ -Fe एक्स-रे चरम तीव्रता में व्यापक कमी के द्वारा इसके प्रभाव में निस्संदेह संपुष्टि हुई है। प्रत्यक्ष रूप से उच्च आवर्धन सूक्ष्म संरचनात्मक विश्लेषण के द्वारा विशिष्ट रूप से प्रतिधारित ऑस्टेनाइट की पॉकेट सहित परिष्कृत मार्टेनसाइट/ वैश्विक कार्बाइड का पता चलता है। इसके अतिरिक्त, द्रव्य संपर्क के बिना प्रसंस्करित की तुलना में द्रव्य संपर्क (सीडब्ल्यूयूएफ) के अंतर्गत प्रसंस्करित शोधित सतही माइक्रोस्ट्रक्चर के अंतर्गत मार्टेनसाइट में परिष्करण प्रचलित उच्च ताप अंतरण गुणक के साथ जुड़े हैं। पीएल एवं पीएल-यूएफ प्रसंस्करित अवस्था के मामले में संपीडित अवशिष्ट खिंचाव स्तर ( $-530 \pm 40$  एवं  $-565 \pm 15$  MPa) में अग्रिम वृद्धि को सीडब्ल्यू एवं सीडब्ल्यू-यूएफ अवस्थाओं की तुलना में प्रेक्षित किया जा सकता है। पीएल अवस्था में प्रचलित उच्च शीतलन दरों के द्वारा वर्धित कार्बाइड परिष्करण सहित संयोजित उच्च बलित मार्टेनसाइट परिष्करण को सुविधाजनक बनाता है। कुल मिलाकर, प्रतिरूप के नीचे द्रव्य संपर्क के अंतर्गत प्रसंस्करित लेज़र शोधित सतही परत की उच्च संपीडित मार्टेनसाइट परिष्करण की अवस्था से टूट-फूट प्रतिरोधकता में व्यापक सुधार के साथ श्रम बल एव अग्रिमकाल में भी व्यापक सुधार होता है।



चित्र 1 : विभिन्न स्थितियों में लेज़र शोधित इस्पात पर संसाधित सतहों पर प्राप्त अपशिष्ट तनाव स्तर ( चित्रित किए गए ग्राफ, विभिन्न स्थितियों में अंतर्गत संसाधित एक्स-रे विवर्तन पैटर्न को दर्शाते हैं )

योगदानकर्ता: ई. अनुषा



# लेज़र क्लैडिंग वाली तकनीक का उपयोग कर उच्च सामर्थ्य इस्पात का नवीकरण

मनीष टाक

manish@arci.res.in

उच्च सामर्थ्य हल्के मिश्र धातु इस्पात का उपयोग मोटर, उर्जा और सामान्य इंजीनियरिंग के क्षेत्र में सामर्थ्य चालित गियर शाफ्ट पारेषण, छड़ों को जोड़ने, स्वप्रणोदित शाफ्ट और रोटर, शाफ्ट मील आदि जैसे भारी लोहारी कार्य में किया जाता है। कार्यचालन के दौरान ऐसे पुर्जे संपर्क स्थल पर घर्षण के कारण क्षतिग्रस्त हो जाते हैं। इस प्रकार के पुर्जों पर लेज़र क्लैडिंग का उपयोग कर इसे नया बनाने से प्रतिस्थापन लागत में कमी की जा सकती है। साथ ही नवीकरण तकनीक पर्यावरणीय विषयों से संबंधित समस्याओं का समाधान करने में भी यह लाभदायक है।

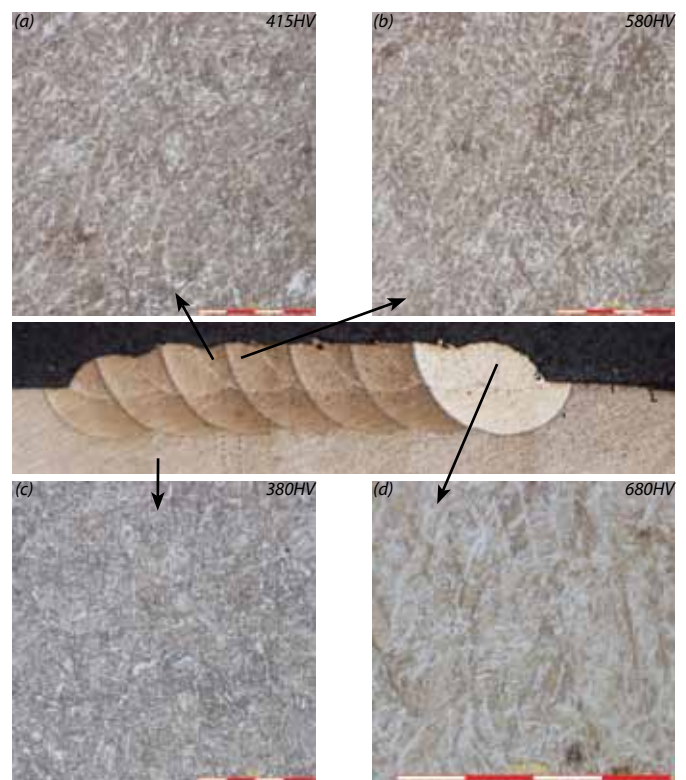
वर्तमान कार्य में, लेज़र क्लैडिंग प्रक्रिया का उपयोग कर कठोर और दृढ़ स्थिति में हल्के मिश्रधातु उच्च सामर्थ्य इस्पात का अध्ययन किया गया। कम से कम अधःस्तर (सबस्ट्रेट) पर घिसावरोधी संगत सतह की कठोरता; और थर्मल विस्तारण से संबंधित अधःस्तर (सबस्ट्रेट) की अनुरूपता जैसे अपेक्षित गुण-धर्म के साथ-साथ अन्य यांत्रिक गुण-धर्म के अनुसार आवरित चूर्ण को चुना गया। लेज़र क्लैडिंग प्रयोगों के लिए मिश्रधातु एआईएसआई 4340 चूर्ण को चुना गया। इसके रसायनिक संरचनाओं का विवरण तालिका 1 में दिया गया है। प्रयोग के लिए कठोरीकृत और दृढ़ीकृत अधःस्तर का उपयोग किया गया। एक्सिस रोबोटिक प्रणाली के साथ एकीकृत 6+26 किलोवाट उच्च सामर्थ्य वाले डायोड लेज़र से लेज़र युक्त क्लैडिंग किया गया।

अधिकतम मानदंड युक्त इकहरे ट्रेक का अनुप्रस्थीय-काट मैक्रोग्राफ और माइक्रो-कठोर क्षेत्र, अकृति 1 और 2 में दर्शाया गया है। चूंकि यह एक अत्यंत कठोरीय इस्पात है, इसमें 650HV0.1 कठोरता के साथ 300 $\mu$ m गहरा तापीय प्रभावित क्षेत्र (एचएजेड) देखा जा सकता है। यह क्लैडिंग वाला क्षेत्र भी तापीय प्रभावित क्षेत्र (एचएजेड) दर्शाता है लेकिन चूंकि क्षेत्र का लेज़र क्लैडिंग, इकहरे ट्रेक क्लैडिंग के अधिव्यापन (ओवरलैपिंग) द्वारा किया जाता है इसलिए पहला क्लैडिंग उस समय कठोर और दृढ़ होगा जब कि इसके आस-पास धातु के क्लैड जमा होते हैं। चित्र 3 में धातु के परिवर्ती पर्णों के कारण क्लैड में विभिन्न ताप प्रभावित क्षेत्र दर्शाए गए हैं। इन क्षेत्रों की सूक्ष्म-कठोरता 480 से 680एचवी तक बदलती है। प्रत्येक क्षेत्र के लिए 2000 x पर सूक्ष्म लेखी(माइक्रोग्राफ) को चित्र 3 में दर्शाया गया है। इस सूक्ष्म संरचना को एकरूपता देने के लिए बाद में क्लैड ताप शोधन किया गया। पीसीएचटी के बाद अनुप्रस्थीय काट की कठोरता की रूपरेखा चित्र 4 में दर्शायी गई है। यह देखा जा सकता है कि क्लैड, एचएजेड और अतःस्तर में कठोरता की रूपरेखा एक समान है। उच्च सामर्थ्य कम मिश्रधातु इस्पात की मरम्मत के लिए लेज़र क्लैडिंग घोल की सफलता पूर्वक विकास, इस प्रकार किया गया है कि इसमें दरार

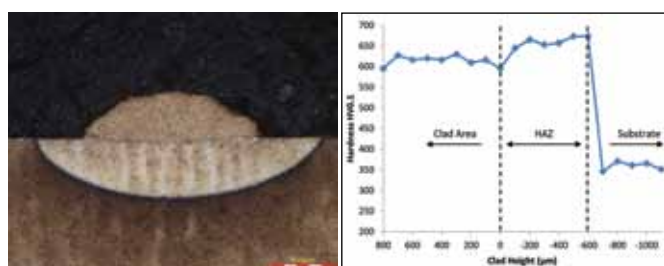
बिल्कुल नहीं है और छिद्रता न्यूनतम (0.5 % से कम छिद्रता) के साथ-साथ एक समान कठोरता वाली रूपरेखा है। यांत्रिक सामर्थ्य और घिसाव गुण-धर्म के मूल्यांकन के उद्देश्य से सूक्ष्म तन्धता परीक्षण और मील में गंद के फिसलने से होने वाले घिसाव का परीक्षण पर्ण सामग्री पर किया गया।

तालिका 1: 4340 चूर्ण की रासायनिक संरचना

	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo
Wt %	0.40	0.75	0.30	0.80	1.80	0.25

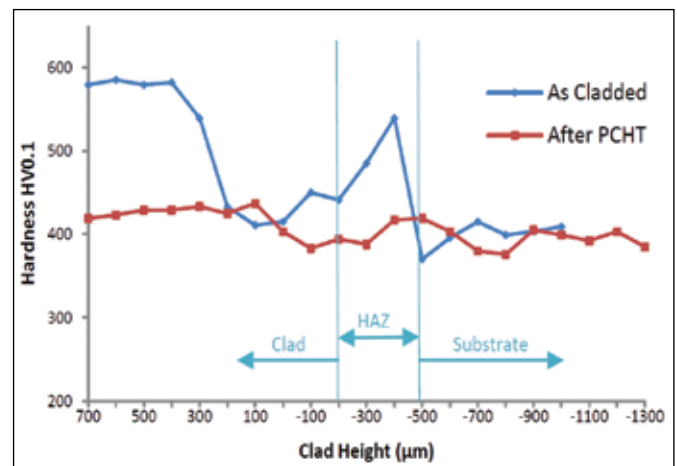


चित्र 3 : विभिन्न ताप प्रभावित और दृढ़ीकृत क्षेत्रों का क्षेत्र पर्ण मैक्रो और माइक्रोग्राफ



चित्र 1 : इकहरे ट्रेक क्लैड का अनुप्रस्थीय काट माइक्रोग्राफ

चित्र 2 : इकहरे क्लैड बीड की अनुप्रस्थीय सूक्ष्म कठोरता रूपरेखा



चित्र 4 : क्लैडित और पीसीएचटी स्थिति में क्षेत्र की अनुप्रस्थ सूक्ष्म कठोरता रूपरेखा

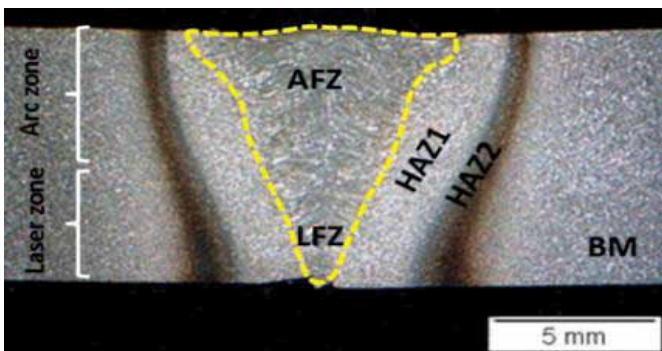
## मराजिंग इस्पात के मोटे भाग (खंड) की गैर-पारंपरिक वेल्डिंग

के.वी. फणी प्रभाकर

phani@arci.res.in

सूचना "मराजिंग इस्पात", जो इस्पात-निकेल का मिश्र धातु है, से अति उच्च शक्ति एवं उत्कृष्ट खंडित (फ्रेक्चर्ड) कठोरता प्रदर्शित होती है। 18Ni-8Co-5Mo-0.4Ti-0.1 ए1 ग्रेड 250 मराजिंग इस्पात प्रक्षेपण यानों की संचालक प्रणाली में क्रिटिकल मोटर केसिंग के लिए संरचनात्मक सामग्री के रूप में प्रयोग किया जाता है। यह सामान्यतः सॉल्यूशन अभितापन अवस्था है जिसके पश्चात 480ओसेल्सियस तापमान पर वेल्डिंग के पश्चात पुराना एजिंग शोधन किया जाता है। पोस्ट वेल्ड एजिंग के पश्चात संलयन ज़ोन में प्रत्यावर्तित ऑस्टेनाइट का गठन तथा ताप प्रभावित जोन की चौड़ाई एचएजेड /डार्क बैंड (आईब्रो ज़ोन) से विशेषकर जब मल्टी-पास एमआईजीएम वेल्डिंग सहित मोटे खंड/भाग को वेल्ड किया जाता है, संयुक्त निष्पादन वेल्ड में कमी लाई जा सकती है। वेल्डिंग के दौरान, एचएजेड के भाग में मिश्र धातु के काल प्रभावित तापमान की तुलना में तापमान (500-600 डिग्री सेल्सियस) का अनुभव होता है। चूंकि वेल्डिंग के दौरान इस क्षेत्र में अवक्षेप पहले ही बन जाता है, वेल्डिंग पश्चात एजिंग शोधन के परिणामतः अवक्षेप क खुरदरा बन जाते हैं जिससे वेल्डिंग की शक्ति में कमी आती है। अतः इस बैंड की चौड़ाई को नियंत्रित करना आवश्यक है क्योंकि बैंड जितना पतला हो उतना ही यह आसपास की सामग्री के द्वारा प्रभावी रूप से अधिक सपोर्ट करता है। संलयन क्षेत्र में वेल्ड धातु दृढीकरण के दौरान अंतः-डेन्ड्रायटिक क्षेत्रों में निक्कल, मोलिब्डेनम एवं टायटेनियम से भरपूर बन जाते हैं। इन धातु मिश्रण तत्वों की संवृद्धि से इन क्षेत्रों की ऑस्टेनाइट रिवर्जन तापमान को सामान्य काल प्रभावी तापमान से नीचे काफी कम कर देता है। इसके कारण काल प्रभावी होने पर प्रत्यावर्तित ऑस्टेनाइट का रूप जो सख्त मॉटेन्साइट से बहुत पहले ही विकट दबाव पर पहुंच गया। विभिन्न वेल्डिंग प्रक्रियाओं के गहन अध्ययनों से यह संकेत मिलता है कि निम्न ताप इनपुट प्रक्रियाओं के साथ उच्चतम संलयन/संयुक्त दक्षताओं को प्राप्त किया जा सकता है।

एक इलेक्ट्रिक आर्क (एमआईजी/एमएजी) सहित लेज़र बीम को मिलाकर लेज़र हाइब्रिड(संकर) वेल्डिंग व्यापक रूप से वर्धित तकनीक है जिससे दोनों तकनीकों की लाभकारी परन्तु जटिलताएं भी संयोजित हो रही हैं। 10 मि.मी. मोटाई की 10 मि.मी. मोटे, ग्रेड 250 मराजिंग इस्पात प्लेटों की लेज़र आर्क हाइब्रिड वेल्डिंग के एकल पास का प्रयोग करते हुए वेल्ड करने के लिए अन्वेषण निष्पादित किया गया।लेज़र हाइब्रिड (संकर) वेल्डिंग प्रणाली में केईएमपीपीआई पीआरओएमआईजी 530 (समन्वित) वेल्डिंग प्रणाली सहित रोफिन डीसी035 स्लैब CO<sub>2</sub> लेज़र एकीकृत समाविष्ट होते हैं। फिलर तार एमडीएन 250 1.2 एमएम व्यास का डब्ल्यू2 टाइप जिसमें आधार सामग्री की तुलना में उच्चतम कोबॉल्ट है परन्तु निम्नतम मॉलीब्डेनम एवं टायटेनियम के तत्वों का प्रयोग होता है।

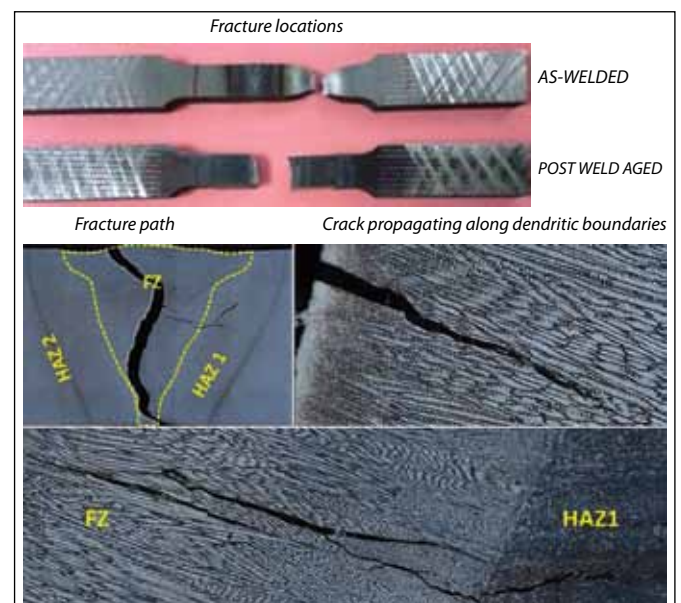


चित्र 1 : हाइब्रिड वेल्ड क्रॉस सेक्शन का मैक्रोग्राफ

एकल-पास लेज़र हाइब्रिड (संकर) बट्ट वेल्ड के व्यास संबंधी क्रॉस सेक्शनल मैक्रोग्राफ को चित्र 1 में दर्शाया गया है। मैक्रोएचिंग (निष्कारण) से आधारीय धातु के अलावा वेल्ड में तीन पृथक क्षेत्रों का पता चलता है: (क) संलयन जोन (एफजेड) जिसमें चौड़े ऊपरी आर्क संलयन ज़ोन (एएफजेड) तथा संकरा निम्न लेज़र संलयन ज़ोन (एलएफजेड) होता है, (ख) हल्का एचड(निष्कारित)(एचएजेड)/एचएजेड1) तथा (ग) डार्क एचड/गहरा निष्कारित (एचएजेड (आईब्रो ज़ोन)/ एचएजेड2. एचएजेड की चौड़ाई संलयन लाइन के साथ ऊपर से नीचे तक 0.6 एमएम निकट एएफजेड से लगभग 1.2 एमएम निकट एलएफजेड का परिवर्तन होता है। इसके अतिरिक्त वेल्ड पश्चात एजिंग ताप प्रभावी ज़ोन (एचएजेड) की चौड़ाई कम हो गई तथा सूक्ष्म कठोरता के परिणामस्वरूप एचएजेड में बहुत कम कोमलता का संकेत मिला। यह एमआईजी की तरह मल्टी पास वेल्डिंग की प्रक्रियाओं की तुलना में एकल पास हाइब्रिड संकर वेल्डिंग प्रक्रिया में संपूर्ण निम्न ताप इनपुट के कारण हुआ।

संलयन ज़ोन में प्रत्यावर्तित ऑस्टेनाइट का आकार एवं परिमाण भिन्न भी निम्न दिखाई पड़ता है। एएफजेड एवं एलएफजेड में प्रत्यावर्तित ऑस्टेनाइट पूल का आकार क्रमशः 4 से 8 μm तथा 2 से 5 μm था। ये आरए पूल मात्रा/परिमाण में संलयन सीमा से वेल्ड केन्द्र तक बढ़ गए। व्यास संबंधी दिशा में वेल्ड की टेन्साइल/लचीले परीक्षण द्वारा 97.3% वेल्ड दक्षता का पता चला। खंडित/फ्रेक्चर्ड प्रतिरूप चित्र 2 में दिखाए गए हैं। संलयन ज़ोन में आधारीय धातु के 1.10MPa√m की तुलना में 77.4MPa√m की K<sub>IC</sub> खंडित (फ्रेक्चर्ड) कठोरता प्रदर्शित हुई जो संभवतः प्रत्यावर्तित ऑस्टेनाइट का स्वरूप था। सॉलिडिफिकेशन प्रतिक्रिया में बदलाव करते हुए संलयन ज़ोन की खंडित/फ्रेक्चर्ड कठोरता में सुधार करने हेतु आगे के अध्ययन किए जा रहे हैं।

इस अध्ययन में संकुचित गूब(नाली) एवं न्यून फिलर तार खपत के साथ एकल-पास में मराजिंग स्टील के मोटे भाग के वेल्ड हेतु एलएचडब्ल्यू की लाभकारी प्रक्रिया का प्रदर्शन हुआ है। बहरहाल, वेल्ड ज़ोन विशेषताओं में सुधार हेतु आगे के अध्ययन किये जाने की आवश्यकता है।



चित्र 2: खंडित (फ्रेक्चर्ड) व्यास संबंधी लचीला परीक्षण नमूने

योगदानकर्ता: सुभाषिनी, अन्बुरासु एवं जी. पदमनाभम

# सेंटर फॉर फ्यूल सैल टेक्नोलॉजी

सेंटर फॉर फ्यूल सैल टेक्नोलॉजी (सीएफसीटी), देश में पॉलिमर इलेक्ट्रोलाइट मेम्ब्रेन फ्यूल सैल (पीईएमएफसी) प्रौद्योगिकी के विकास में सबसे आगे चल रहा है। केंद्र, अनुसंधान एवं विकास गतिविधियों का संचालन करती है, जिसमें प्रणाली के घटकों के लिए सामग्री के सभी पहलुओं को शामिल किया गया है। संबंधित उद्योगों के परामर्श से फ्यूल सैल घटकों और स्ट्रेको के निर्माण के लिए पहल की गई। वर्ष के दौरान, आंतरिक पीईएमएफसी प्रौद्योगिकी का प्रदर्शन करते हुए, सीएफसीटी ने प्रौद्योगिकी की आउटरीच और बाजार स्वीकृति को बढ़ाने के लिए और इस प्रौद्योगिकी का प्रदर्शन करने के लिए पुरे भारत में कुछ सहयोगियों की पहचान की है। उदाहरण के लिए, सीएफटीटी ने ईएससीआई, हैदराबाद द्वारा आयोजित एआरसीआईटी टेकएक्स 2017 और डिजी टेक मैन 2017 के दौरान, पोर्टेबल पीईएमएफसी प्रणाली, जिसमें इलेक्ट्रोलाइज़र्स/ मेटल हाइड्रोजन कैन्सिस्ट्स शामिल हैं, के साथ पूरे प्रोटोटाइप पीईएमएफसी प्रणाली के कार्यों का प्रदर्शन किया।

हाल ही में, गैस अथॉरिटी ऑफ इंडिया, लिमिटेड, (गेल) नोएडा, नई दिल्ली में, केंद्र ने अभिकारक प्रबंधन प्रणाली (प्रवाह नियंत्रकों, ब्लोअर, आर्द्रकर) के साथ पूर्ण पीईएमएफसी प्रणाली के कार्य, और करेंट, वोल्टेज, तापमान, व्यक्तिगत सैल मॉनिटरिंग प्रावधान के लिए डेटा लॉगिंग सुविधा के साथ फ्यूल सैल नियंत्रण निगरानी प्रणाली का प्रदर्शन किया। गेल में, प्रणाली ने उपलब्ध हाइड्रोजन का उपयोग कर सफलतापूर्वक 500 किलोवाट बिजली उत्पन्न किया।

फ्यूल सैल प्रौद्योगिकी प्रदर्शन के अलावा, Zn आधारित बैटरी का उपयोग कर फ्यूल सैल एवं ऊर्जा भंडार के परिवहन अनुप्रयोग, एलन का उपयोग कर हाइड्रोजन का भंडारण, और कृत्रिम अपशिष्टों से व्युत्पन्न कार्बन का उपयोग कर सुपरकैपासिटर के लिए, सीएफटीटी टिकाऊ विद्युत उत्प्रेरक, मॉडलिंग, हाइड्रोजन उत्पादन के लिए इलेक्ट्रोलाइजर, धातु द्विध्रुवी प्लेट्स से संबंधित अनुसंधान एवं विकास गतिविधियों पर भी कार्य कर रही है।

नए बुनियादी ढांचे के निर्माण के संदर्भ में, एएनएसवाईएस सॉफ्टवेयर ने पीईएमएफसी स्ट्रैक सिमुलेशन की जगह ले ली है। इसके अलावा, केंद्र में एफटी-आईआर स्पेक्ट्रोफोटोमीटर और बैटरी साइक्लर स्थापित हैं। वर्ष के दौरान, कुछ छात्रों और वैज्ञानिकों ने अंतरराष्ट्रीय सम्मेलनों में सर्वश्रेष्ठ प्रस्तुतीकरण पुरस्कार प्राप्त किए। संक्षेप में, इस वर्ष के दौरान केंद्र ने पीईएम फ्यूल सैल प्रणाली का सफलतापूर्वक क्षेत्र परीक्षण किया और संभावित प्रयोक्ता उद्योगों के सहयोग के लिए अपने आउटरीच को बढ़ाया है।



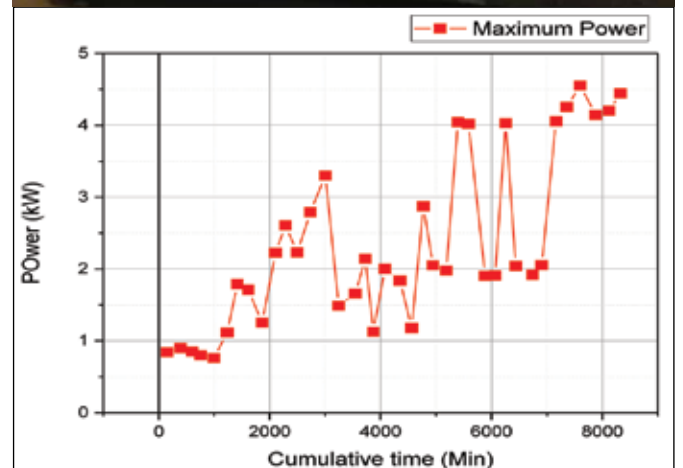
## पॉलीमर इलेक्ट्रोलाइट मेम्ब्रेन फ्यूल सैल प्रदर्शन

एन राजलक्ष्मी

rajalakshmi@arci.res.in

पॉलीमर इलेक्ट्रोलाइट मेम्ब्रेन फ्यूल सैल को हाइड्रोजन की उपलब्धता के आधार पर गैर-केन्द्रीयकृत ऊर्जा उत्पादन, के लिए आदर्शतः उपयुक्त हैं। फ्यूल सैलों की जांच करने के लिए उन्नत पद्धतियों की अनुपस्थिति में फ्यूल सैल प्रणालियों के जीवनकाल का पता लगाने के लिए, इन्हें सतत रूप से प्रचालित किया जाना ही एक विकल्प है। यह केवल हाइड्रोजन के उपलब्ध होने पर ही संभव है। यह परियोजना विभिन्न स्थलों पर पीईएमएफसी के निदर्शन एवं विभिन्न वातावरणों में विकसित प्रणालियों के आंकड़ों को जनित करने के लिए लक्षित है। सीएफसीटी-एआरसीआई तथा एनएलसी, नेवेली के मध्य इस सहभागिता का उद्देश्य, अनुसंधान एवं प्रायोगिक अनुप्रयोगों के लिए फ्यूल सैल कार्यान्वयन को आगे ले जाना है। एलेक्ट्रोलाइट प्रक्रिया, शीतलक जल, एवं आवश्यक लोड के माध्यम से जनित हाइड्रोजन के अनुसार उपर्युक्त निदर्शन हेतु आवश्यक संसाधन, एनएलसी के द्वारा मुहैया करवाए गए। 5 kW की चरम क्षमता सहित उच्च निष्पादित पीईएम फ्यूल सैल स्टैक के साथ पूर्णरूप से एकीकृत ईंधन सेल प्रणाली, सीएफसीटी-एआरसीआई द्वारा विकसित पावर कन्वर्टर सहित फ्यूल सैल प्रणाली एवं ताप प्रबंधन प्रणाली को एसी एवं डीसी लोड सहित स्थायी अनुप्रयोगों हेतु पीईएमएफसी के निदर्शन हेतु एनएलसी, नेवेली के परिसर में परीक्षण किया गया। पीईएमएफसी प्रणाली में प्रयोज्य बिजली प्रानुकूलित्र (पावर कंडीशनर) के अंतर्गत डीसी-एसी इन्वर्टर एवं डीसी-डीसी कन्वर्टर, दोनो शामिल थे। एनएलसी में हुई संक्रिया (ऑपरेशन) के दौरान कुल 54 kWh ऊर्जा जनित हुई तथा इसका उपयोग हैलोजन लैम्प, एसी डिस्प्ले यूनिट, एलईडी पैनल, औद्योगिक पंखे एवं सीएफएल बल्बों जैसे लोड हेतु किया गया। पीईएमएफसी प्रणाली एनएलसी के द्वारा प्रदत्त हाइड्रोजन का प्रयोग करते हुए औद्योगिक स्थलों पर 90% की विद्युत धारा/वोल्टेज दक्षता एवं 45% की प्रणालीगत क्षमता के साथ कार्य करती है।

भारतीय गैस प्राधिकरण (गेल), लिमिटेड, भारत, नोएडा, नई दिल्ली में भी समान निदर्शन प्रारंभ किए गए। संस्थापन के पश्चात, पीईएमएफसी स्टैक को प्रचालित किया गया तथा गेल के अनुसंधान एवं विकास (आर एंड डी) केन्द्र के कई स्कंध, ईंधन सेल ऊर्जा का प्रयोग से रोशन हो गए। नियंत्रण निगरानी प्रणाली एवं इन्वर्टरों के कारण विभिन्न चुनौतियां, जिन पर ध्यान दिए जाने की आवश्यकता है, वे हैं कई बार आरंभ करने - रोकने के बिना प्रणाली का सतत् प्रचालन।



एनएलसी, नेवेली में पीईएमएफसी का प्रदर्शन

गेल, नोएडा, नई दिल्ली में पीईएमएफसी का प्रदर्शन

योगदानकर्ता: डॉ. के. राम्या, डॉ. आर. बालाजी, डॉ. ए. बालामुरुगन, श्री आर. वासुदेवन, श्री आर. पार्थसारथी, श्री एन. कन्नादसन, श्री एन. सुदालई और श्री. वेलमुगुन

# पीईएमएफसी (पॉलीमर इलेक्ट्रोलाइट मेम्ब्रेन ईंधन सेल) – विज्ञान एवं अभियांत्रिकी दृष्टिकोण

एन. राजलक्ष्मी

rajalakshmi@arci.res.in

पीईएमएफसी के पारवहन अनुप्रयोगों में पारंपरिक कार्बन आधारित प्लैटिनम वैद्युत उत्प्रेरक के चुनौतीपूर्ण स्थायित्व का मुद्दा प्रखर है। ईंधन सेल के आरंभ होने और बंद होने के कारण उत्प्रेरक सहायक सामग्री में एनोड पर वायु ईंधन सीमा विरचना के कारण एवं सृजित उच्च क्षमता के कारण कार्बन तेजी से नष्ट हो जाता है। इससे यह पीईएमएफसी के निष्पादन में गिरावट आने का मुख्य कारण बन जाता है। सीएफसीटी में, हमने प्लैटिनम उत्प्रेरक हेतु जंग रोधक सहायक (1) जिर्कोनियम कार्बाइड (Pt/ZrC एवं Pt/ZrC) सक्रियण सहित एवं रहित तथा (2) पॉलीमर पॉलीबेन्जिमिडिज़ोल (Pt/VXC-PBI) से लेपित वल्कन कार्बन, को विकसित किया है। वैद्युत उत्प्रेरक को अपनी ईसीएसए हानि के प्राक्कलन हेतु विभिन्न प्रयासों के साथ वैद्युत रासायनिक रूप से परीक्षित किया गया और डीओई लक्ष्यों के साथ तुलना की गयी। पॉलीमर इलेक्ट्रोलाइट मेम्ब्रेन ईंधन सेल (पीईएमएफसी), हाइड्रोजन ईंधन में मौजूद अशुद्धियों की उपस्थिति में सीमित रूप से निष्पादित होता है। इन अशुद्धियों का प्लैटिनम उत्प्रेरक की बलगति पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है। तापीय-रासायनिक एवं भौतिक रासायनिक प्रक्रियाएं जो सेल प्रचालन के दौरान गैस व्यापन परत (जीडीएल) के भीतर होती हैं, को समझने के लिए संख्यात्मक प्रतिरूपण एक शक्तिशाली साधन है। C++ के प्रयोग से कार्यान्वित क्लोड सॉल्वर का प्रयोग करते हुए संख्यात्मक अभिरूपण को पीईएमएफसी में Cl2 जैसी अशुद्धियों के प्रभाव के प्रतिरूपण हेतु प्रयोग किया जाता है।

वायु अनुकूलित पॉलीमर इलेक्ट्रोलाइट ईंधन सेल अपने साधारण विनिर्माण, प्रचालन में आसानी एवं संयंत्र के निम्नतम संतुलन के कारण स्थायित्व एवं लघु ऊर्जा अनुप्रयोगों के लिए क्षमतापूर्ण सामग्री है। मौजूदा उद्देश्य, वर्धित निष्पादन सहित एक वायु अनुकूलित पॉलीमर इलेक्ट्रोलाइट मेम्ब्रेन आधारित ईंधन सेल स्टैक को विकसित करना है जिसे सामग्री निगरानी उपकरण में सरलतापूर्वक फिट किया जा सके। प्रवाह व्यापन रूपरेखा को एनएसआईएस (ANSYS) सॉफ्टवेयर के प्रयोग से कम्प्यूटेशनल द्रव्य गतिकी (सीएफडी) के द्वारा विश्लेषित किया गया। भिन्न स्तंभ अंतरालन सहित 20 से 100 सीएफएम के वायु प्रवाह दर से निहित प्रवाह गति वितरण को चित्र में दर्शाए गए प्रवाह वितरण प्रतिरूप को समझने के लिए अनुकरणीय है। निम्न तापमान पीईएमएफसी में, बाढ़ एवं निर्जलीकरण में कमी लाने में अनिवार्य होने के कारण पॉलीमर इलेक्ट्रोलाइट मेम्ब्रेन के जल-योजन के संतुलन के लिए जल प्रबंधन महत्वपूर्ण है। सीएफसीटी में हम, वायु आर्द्रिकरण के लिए जल से गैस पर ध्यान केंद्रित करते हैं और स्टैक के प्रचालन तापमान पर निर्भर रहते हैं। बिना किसी बाह्य ताप के वायु आर्द्रिकरण हेतु एक बंद लूप द्रव्य शीतलन प्रणाली का प्रभावी रूप से प्रयोग किया गया। वायु संबद्ध आर्द्रता 12 से 94% तक बढ़ गयी। 3किलोवाट पीईएमएफसी मॉड्यूल मेम्ब्रेन आर्द्रिकरण के साथ एकीकृत किया गया और इसके स्टैक निष्पादन का मूल्यांकन किया गया और पाया गया कि स्टैक के प्रचालन हेतु ऑक्सीडेंट का आर्द्रता स्तर संतोषजनक है। ग्राफाइट, एक पारंपरिक पदार्थ है जिससे द्विध्रुवीय प्लेट बनायी जाती है, का अपनी विशालकायता एवं मशीनरी समस्याओं से सामना हो रहा है। मेटेलिक प्लेट इसका एक अन्य विकल्प है और स्टील को एक समर्थवान सामग्री

के रूप में देखा जा रहा है। मेटेलिक द्विध्रुवी प्लेट (एमबीपीपी) सृजनता का प्रायोगिक रूप से विस्तृत अध्ययन किया गया तथा ANSYS-CFD (कम्प्यूटेशनल द्रव्य गतिकी) के प्रयोग से अभिकारकों से विश्लेषण कार्यान्वित हुआ। प्रारंभिक रूप में, प्रवाह क्षेत्र का 3डी कैड डिज़ाइन को ढाला गया और ढाचों के सेट विनिर्मित किए गए, जिसके पश्चात पारंपरिक द्रव्य चालित प्रेस के प्रयोग से मुद्रांकन प्रक्रिया के द्वारा प्रवाह क्षेत्र प्लेटों को विकसित किया गया। बिना किसी प्राकृतिक हानि के एमबीपीपी निर्मित करने के लिए सबस्ट्रेट सामग्री में प्रवाह क्षेत्र डिज़ाइन को भाग करने के लिए लोड को कम किया गया। 0.2मिमी मोटी एसएस316L शीट का प्रयोग करते हुए लक्ष्य (1मिमी) के मुकाबले 0.95मिमी की प्रवाह चैनल की गहराई प्राप्त हुई जिससे 95% का संरचनात्मक घटक प्राप्त हुआ।

इसके अतिरिक्त, पीईएम ईंधन सेल वातावरण में SS316L प्रवाह क्षेत्र प्लेटों की संक्षारण प्रतिरोधकता में सुधार हेतु सतही शोधन एवं लेपन को क्रियान्वित किया गया। प्लाज्मा नाइट्राइडिकरण, जो एक प्रकार का सतही शोधन है को SS316 प्रवाह क्षेत्र प्लेटों पर प्रयोग किया गया जिसमें पारंपरिक चक्रण के द्वारा प्रवाह क्षेत्रकों को भाग किया गया तथा प्लाज्मा नाइट्राइडिकृत SS316 प्रवाह क्षेत्र प्लेटों सहित 2-सेल स्टैक अध्ययन किया गया।

हालांकि, निर्मित परत में असमानता के कारण 20 घंटे के ईंधन सेल परिचालन के पश्चात ये संक्षारित हो गयी। एमबीपीपी पर संपूर्ण, सरंध्रता मुक्त, समान लेपन को प्राप्त करने के लिए सभी संबद्ध मापदंडों के अनुकूलन के प्रयास किए जा रहे हैं।

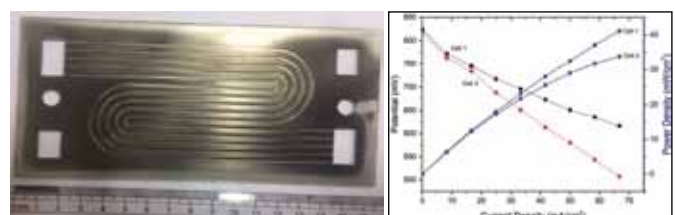


संवैग रूपरेखा प्रतिरूप

आर्द्रिकरण अध्ययन हेतु प्रायोगिक सुविधा



डाइ डिज़ाइन एवं सांचे



प्लाज्मा नाइट्राइड SS316L प्रवाह क्षेत्र प्लेट एवं इसका FC निष्पादन

योगदानकर्ता : डॉ. आर. बालाजी, श्री एम. राजकुमार, श्री रामाकृष्णन, सुश्री एस. अंबिनया, श्री अश्विन नाम्बी, डॉ. एस मीनाक्षी, श्री हरिगोपी, सुश्री प्रिथि जयराज, सुश्री अनुश्री उन्निकृष्णन, श्री आर. पार्थसारथी और श्री आर. वासुदेवन.

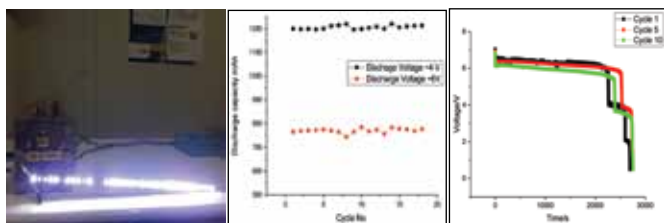
## जिंक आधारित रिचार्जबल बैटरियां

के. रम्या

ramya@arci.res.in

उच्चतम ऊर्जा दक्षता संचयन उपकरण, ऊर्जा संयंत्रों, नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों जैसे वायु ऊर्जा एवं सौर फार्मों आदि द्वारा जनित ऊर्जा का भंडार होती है। जिंक आधारित बैटरी प्रणाली से मामूली लागत पर दीर्घ ऊर्जा डिस्चार्ज / चार्ज अवधि सहित उचित निष्पादन होता है और यह अज्वलनशील तथा गैर-विस्फोटक प्रकृति की है। यद्यपि, जिंक पर आधारित रिचार्जबल बैटरियों से जिंक इलेक्ट्रोड द्वारा धारित चुनौतियों, जैसे मंद चक्रण स्थिरता, उच्च गिरावट दर, निष्क्रियता एवं जिंक इलेक्ट्रोड द्वारा जनित स्व-शोधन आदि कठिनाइयों पर काबू किया जाना है। एल्केलाइन Zn-Ni बैटरियों एवं Zn-एअर बैटरियों को जिंक आधारित प्रणालियों के लाभ के अनुसार कैपिटलाइज़ करने के लिए विकसित किया जा रहा है।

उच्च क्षमता की Zn-एअर बैटरियों के विकास के लिए दो विभिन्न पद्धतियों को अपनाया गया है। पहली पद्धति में पृथक चार्जिंग एवं डिस्चार्ज इलेक्ट्रोड सहित तीन इलेक्ट्रोड सेल को विकसित किया गया, जैसे त्रिचरणीय ऑक्सीजन न्यूनन प्रतिक्रिया (ओआरआर) तथा ऑक्सीजन वृद्धि प्रतिक्रिया (ओईआर) को अलग-अलग करने के लिए। Pt/C से लेपित गैस फैलाव इलेक्ट्रोड पर आधारित एक तीन इलेक्ट्रोड Zn/एअर सेल, Ag/C तथा एक धातु रहित जैविक रूप से आशोधित ग्राफीन उत्प्रेरक को ~75% कुलॉम्बिक दक्षता सहित विकसित किया गया। इस सेल को विभिन्न वैद्युत धारा सघनता पर लगभग 300 चक्रण के लिए घूर्णित किया जा सकता है और 15mA/cm<sup>2</sup> की अधिकतम वैद्युत सघनता से 1.5Wh की क्षमता प्राप्त हुई। उपर्युक्त छह सेल आधारित विन्यास संरचना को संकलित किया गया एवं 5Wh की अधिकतम क्षमता को प्राप्त किया गया। इसके अतिरिक्त, मुक्त रूप से जीवंत Zn/एअर सेल, जिसे 3mA/cm<sup>2</sup> के वैद्युत सघनता के साथ डिस्चार्ज किया जा सकता है, का भी परीक्षण किया गया।



चक्रण स्थिरता सहित 6 सेल Zn/Air बैटरी पर अध्ययन

एक अन्य प्रयास के अंतर्गत दो इलेक्ट्रोड विन्यासों पर आधारित सेलों का निर्माण विनिर्मित करने के लिए ऑक्सीजन की कमी और ऑक्सीजन जनित करने की क्षमता वाले द्वि-प्रक्रियात्मक उत्प्रेरक का प्रयोग करते

हुए Zn-एअर बैटरियों को विकसित किया गया। कार्बन आधारित पदार्थों का ओआरआर प्रतिक्रिया हेतु इलेक्ट्रोड के विनिर्माण के लिए सामान्यतः प्रयोग किया जाता है क्योंकि इससे उच्च क्षमता पर इनके संक्षारण के लिए मान्य आवश्यक क्षेत्र, एवं संरधता (3 चरणीय प्रतिक्रिया हेतु) संचालकता प्राप्त होती है। अतः कार्बन पदार्थों में विद्युत रहित निकेल विद्युत लेपन के द्वारा आशोधन किए गए जिससे कार्बन के संक्षारण में कमी करने एवं उच्च क्षमता और रिचार्जबिलिटी प्राप्त करने में सहायता मिली है।

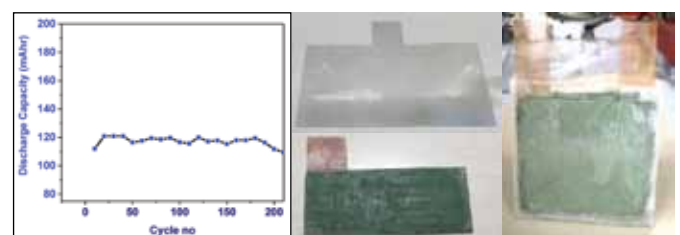
उत्प्रेरक (CO<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) एवं कार्बन आशोधनों के परिणामस्वरूप सेलों में उच्च क्षमता और रिचार्जबिलिटी में वृद्धि हुई है। इलेक्ट्रोड आशोधन को दो इलेक्ट्रोड विन्यासों में चक्रण में सुधार हेतु Ag आधारित उत्प्रेरकों सहित भी निष्पादित किए गए।



Zn/AIR सेल की सोलार चार्जिंग

यह इलेक्ट्रोड चार्जिंग एवं डिस्चार्जिंग की आवृत्ति के 50 से अधिक चक्र हेतु स्थिर पाए गए। धातु जैविक तंत्र आधारित उत्प्रेरकों को कैथोड इलेक्ट्रोड हेतु द्विकार्यात्मक उत्प्रेरक के रूप में प्रयोग करने के लिए भी संश्लेषित किया गया।

सीएफसीटी में, पारवहन अनुप्रयोग के लिए रिचार्ज योग्य एल्केलाइन जिंक-निकल को विकसित करने के लिए प्रयास किया जाना जारी है। शोधित इलेक्ट्रोड का निष्पादन लगभग 40cm<sup>2</sup> के इलेक्ट्रोड क्षेत्र के एकल सैल में परीक्षण किया गया तथा इससे इसके जीवन चक्र में 100 से 220 चक्र की वृद्धि हुई। इसके अतिरिक्त, इलेक्ट्रोड क्षेत्र में 40 sq.cm से 150 sq.cm तक बढ़ गया तथा इसके बड़े परिमाण सैल को विनिर्मित कर संकलित किया गया।



चक्रण स्थिरता सहित 1AH बैटरी के लिए विस्तृत क्षेत्र वाली Ni इलेक्ट्रोड

# ऑनसाइट हाइड्रोजन जनित करने हेतु पीईएम आधारित वैद्युत रासायनिक रिफार्मर का विकास

आर. बालाजी

rbalaji@arci.res.in

सीएफसीटी में हाइड्रोजन उत्पादन के लिए पीईएम आधारित वैद्युत रासायनिक मेथेनॉल रिफार्मर (ईसीएमआर) की उच्च क्षमता (2.5Nm<sup>3</sup>/hr) को विकसित करने के लिए प्रयास, प्रगति पर हैं। इलेक्ट्रोलाइज़र की लागत कम करने की दृष्टि से पूर्व में दो भिन्न पद्धति से प्रयास किये गए हैं: (i) प्रणाली निष्पादन में सुधार द्वारा (ii) वर्तमान में प्रयोग किए जाने वाले नेफियन मेम्ब्रेन के स्थान पर इलेक्ट्रोलाइट के रूप में प्रयोग करने हेतु वैकल्पिक मेम्ब्रेन का विकास तथा (iii) हाइड्रोजन वृद्धि प्रतिक्रिया (एचईआर) के रूप में प्रयोग हेतु Pt/c के स्थान पर विद्युत रासायनिक विघटन/उत्प्रेरक का विकास। वर्तमान में मौजूदा प्रोजेक्ट के उद्देश्यों में से एक को पूरा करने के लिए उन्नत इलेक्ट्रोड निष्पादन सहित GEN2ECMR स्टैक का विकास प्रगति पर है।

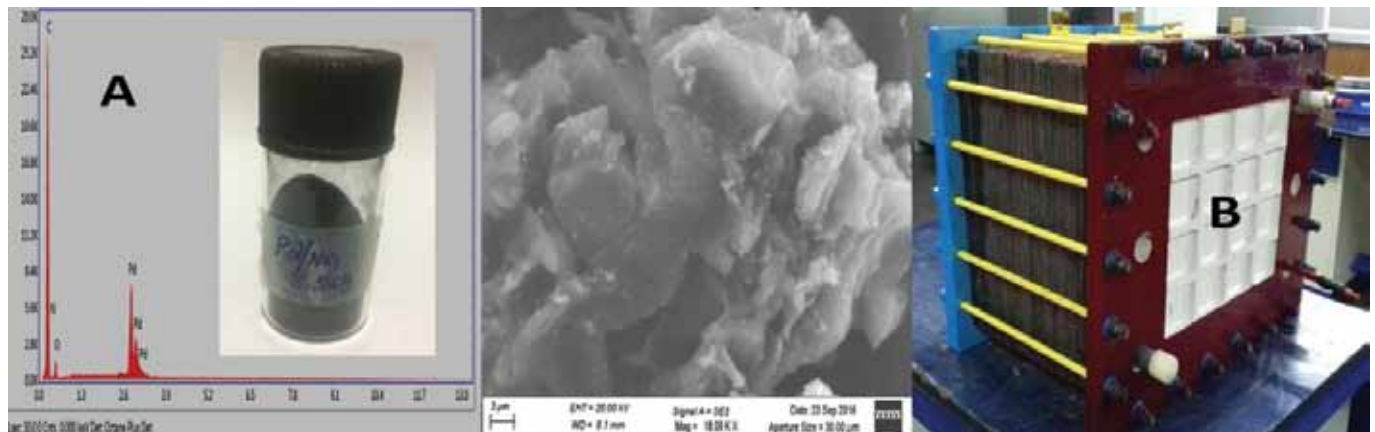
इसके अतिरिक्त, इसका उद्देश्य नवीकरणीय ऊर्जा, विशेषकर सौर ऊर्जा, जो हाइड्रोजन की तीव्रता एवं क्षमता से जनित करने के लिए उत्तम विकल्प हैं, पर आधारित ईसीएमआर विकसित करने का है। ग्रिड से जुड़ने के बजाय हाइड्रोजन उत्पन्न करने के लिए पीबी एरे को किसी इलेक्ट्रोलाइज़र से जोड़ दिया जाता है जो विभिन्न अनुप्रयोगों में प्रयोज्य है। इस विकसित प्रणाली में (i) इलेक्ट्रोलाइसिस हेतु सौर ऊर्जा का आवश्यक बिजली में रूपांतरण हेतु एक पीवी एरे अधिकतम ऊर्जा पॉइंट ट्रेकर उपकरण (एमपीपीटी) के साथ संबद्ध है। (ii) डीसी/डीसी कन्वर्टर, यह कन्वर्टर पीवी यूनिट को इलेक्ट्रोलाइज़र स्टैक से लिंक करने के लिए प्रयोग किया गया। (iii) एक इलेक्ट्रोलाइज़र यूनिट तथा (iv) जलीय मेथेनॉल आपूर्ति प्रणाली तथा (v) ताप प्रणाली, विकसित ईसीएमआर प्रणाली की छवियां चित्र 1 में दिखाई गई हैं। यह विकसित प्रणाली 10 लीटर / घंटा की दर से हाइड्रोजन उत्पन्न करेंगी।

एचईआर के लिए कार्बन आधारित प्लेटिनम केटेलिस्ट को बदलने की दृष्टि से प्लेटिनम से बेहतर प्रदर्शन प्राप्त करने के लिए पेल्लेडियम आधारित इलेक्ट्रोकेटेलिस्ट का अध्ययन किया गया। ग्राफीन आधारित पेल्लेडियम इलेक्ट्रोकेटेलिस्ट को ग्रेन स्तर पर संशोधित हम्मर प्रक्रिया का उपयोग करते हुए

तैयार किया गया। विरचित इलेक्ट्रोकेटेलिस्ट हेतु भौतिक रासायनिक/ फिज़ियो-रासायनिक निरूपण निष्पादित किया गया। अर्ध सैल वैद्युत रासायनिक निरूपण एवं ईसीएमआर पूर्ण सैल अध्ययन भी किए गए। इससे प्राप्त परिणाम कार्बन आधारित प्लेटिनम केटेलिस्ट से उत्तम है तथा इससे ईसीएमआर स्टैक लागत में लगभग 15-20 % की कमी हुई।



ऑनसाइट हाइड्रोजन उत्पन्न करने एवं इसके निष्पादन हेतु पीवी समन्वित पीईएम आधारित ईसीएमआर



(क) एचईआर (HER) हेतु एन-ग्राफीन आधारित Pt इलेक्ट्रोकेटेलिस्ट (ख) GEN-2 ईसीएमआर स्टैक

योगदानकर्ता: वी. गौतम, मंजुला रेड्डी, एन. सुदालईयन्दी, आर. वासुदेवन, आर. पार्थसारथी, एन. राजलक्ष्मी और के. राम्या

## कृषि संबंधी संसाधनों से उत्पन्न कार्बन- ऊर्जा पदार्थों का परिप्रेक्ष्य

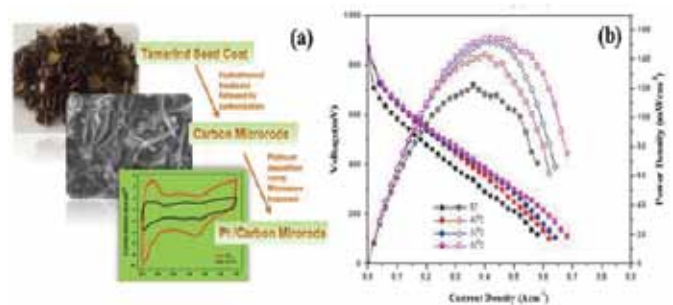
डॉ. इमरान जाफरी

imraniit@gmail.com

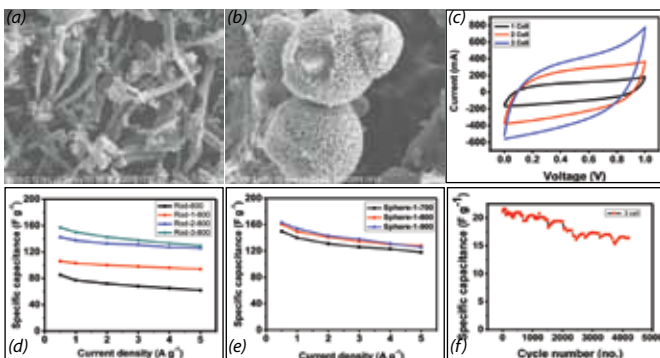
बैटरियों, फ्यूल सैल एवं अति-संधारित्रों (सुपरकेपेसिटर्स) हेतु इलेक्ट्रोड के रूप में कार्बन पदार्थों के विषय में व्यापक अध्ययन किया गया है। अति-संधारित्रों (एससी), प्रचालक पदार्थों की सतह पर उत्प्रेरक आयनों की द्वि-परत का निर्माण करते हुए ऊर्जा का भंडारण करते हैं। इसमें बिना दक्षता की कमी के उच्च ऊर्जा घनत्व त्वरित चार्जिंग एवं डिस्चार्जिंग के लाभ होते हैं तथा बहुत दीर्घ चक्रिय स्थिरता होती है। संश्लेषण प्रक्रिया को कार्बन की विभिन्न आकृतियों एवं आकृतियन की प्राप्ति हेतु अनुकूलित किया जा सकता है जो विभिन्न अनुप्रयोगों के लिए उचित है। वर्तमान प्रयोग, इमली के बीजों के घटक से संरचनात्मक कार्बन के संश्लेषण पर केन्द्रित है। कार्बन की सूक्ष्म रॉड एवं सूक्ष्म पिंड / स्फियर को क्रमशः इमली के बीज लेपन एवं बीजों की गुठली के प्रयोगों से जलतापीय शोधन द्वारा तैयार किया जाता है। संश्लेषित कार्बन सूक्ष्म रॉड एवं सूक्ष्म पिंडों की सरंध्रता को विभिन्न केओएच मिश्रण एवं तापमान पर रासायनिक सक्रियण द्वारा वर्धित किया जाता है। संश्लेषित कार्बन सूक्ष्म रॉड एवं सूक्ष्मपिंड की स्कैन इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी छवि को चित्र 1(क) व (ख) में दिखाया गया है। परिणामों से स्पष्ट रूप से पता चलता है कि सामग्री के आकृतियन को आशोधित किया जा सकता है और कार्बन प्रणेता के चयन एवं उचित पूर्वशोधन प्रक्रिया के द्वारा समंजित किया जा सकता है। नमूनों के सरंध्र परिमाण एवं विशिष्ट सतह क्षेत्र की सीमा/ रेंज 508 m<sup>2</sup> से 1784 m<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> एवं 0.61 cm<sup>3</sup> g<sup>-1</sup> से 1.53 cm<sup>3</sup> g<sup>-1</sup> है। संश्लेषित पदार्थों को अति संधारित्र इलेक्ट्रोड के रूप में प्रयोग किया गया तथा उत्प्रेरक के रूप में 6M केओएच में सममित दो इलेक्ट्रोड के विन्यासों में परीक्षित किया गया। कार्बन सूक्ष्म रॉड नमूनों की विशिष्ट संधारित्र(केपेसिटेंस) की सीमा 82Fg<sup>-1</sup> से 157Fg<sup>-1</sup> तथा 0.5Ag<sup>-1</sup> की वैद्युत सघनता पर कार्बन सूक्ष्म पिंड हेतु 150Fg<sup>-1</sup> से 163Fg<sup>-1</sup> है (चित्र 1 (ग एवं घ))। अति संधारित्र उपकरण को इमली के बीज के लेपन (508 m<sup>2</sup>g<sup>-1</sup>) से प्राप्त कार्बन सूक्ष्म रॉड नमूनों के प्रयोग से विरचित किया गया है। अति संधारित्रों के निष्पादन एकल सेल (1,2 एवं 3) का परीक्षण किया गया तथा सभी सेल द्वारा 6M के ओएच में 20mVs<sup>-1</sup>

की स्कैन दर पर लगभग 5F का प्रदर्शन किया गया। एक समानांतर विन्यास में 100mA के वैद्युत प्रवाह पर अधिकतम संधारित्र 21F प्राप्त हुआ। उपकरण की चक्रीय स्थिरता 4500 चक्र तक 100mA चार्ज डिस्चार्ज तक किए गए परीक्षण को चित्र (च) में दर्शाया गया है।

इन पदार्थों को गैस व्यापन परतों के रूप में ईंधन सेल अनुप्रयोगों हेतु भी प्रयोग किया गया। जैव मात्रा/बायोमास एवं इसके उपोत्पाद से प्राप्त कार्बन पदार्थ नवीकरणीय एवं सतत् होने के कारण उच्चतम रूप से लाभकारी है। प्राप्त कार्बन की भौतिक एवं वैद्युत रासायनिक विशेषताएं, जैव मात्रा प्रणेता पदार्थ की संरचना एवं आकृतियन के आधार पर भिन्न हो सकते हैं। वर्तमान प्रयोग के अंतर्गत जलतापीय प्रक्रिया के प्रयोग से इमली के बीज के लेपन से संश्लेषित कार्बन सूक्ष्म रॉड (अपनी संरचना पर आधारित नाम) पदार्थ है। विरचित कार्बन सूक्ष्म रॉड पदार्थ का सतही क्षेत्र 508m<sup>2</sup>/g एवं सरंध्र परिमाण 0.60cm<sup>3</sup>/g है, जो दक्ष उत्प्रेरक विक्षेपण एवं अभिकारक गैस व्यापन हेतु आवश्यक गुण हैं। उत्प्रेरक सहायक के रूप में विरचित कार्बन एवं गैस व्यापन परत (जीडीएल) पर सूक्ष्म सरंध्र परत का निष्पादन इसके निम्न तापमान ईंधन सेलों में अनुप्रयोगों हेतु आंका जाता है। माइक्रोवेव आधारित प्रक्रिया के प्रयोग से सूक्ष्म रॉड सहायक सामग्री पर प्लेटिनम निक्षेप से संश्लेषित Pt/CR के लिए 106m<sup>2</sup>/g के उच्च वैद्युत रासायनिक सक्रिय सतही क्षेत्र(ईसीएसए) की प्राप्ति हुई जो वाणिज्यिक Pt/VXC उत्प्रेरकों की तुलना में लगभग 3 गुना उच्चतर है।



फ्यूल सैल अनुप्रयोग के लिए सक्रिय कार्बन व्युत्पन्न सहायक सामग्री



कार्बन सूक्ष्म रॉड के एसईएम चित्र (क) एवं कार्बन सूक्ष्म पिंड (क्षेत्र) (ख) सूक्ष्म-रॉड हेतु विशिष्ट संधारित्र वैद्युत सघनता प्लॉट (ग) एवं पिंड(क्षेत्र) (घ) सीवी (ङ) एवं चक्रिय स्थिरता (च) एससी उपकरण का वक्र।

संश्लेषित उत्प्रेरक की गतिविधि को एसिडिक मीडिया एवं मेथेनॉल ऑक्सीकरण प्रतिक्रिया में प्रयोग के लिए मूल्यांकित किया गया है। एमपीएल के रूप में संश्लेषित कार्बन की भूमिका को प्रोटोन विनिमय मेम्ब्रेन ईंधन सेल (पीईएमएफसी) एकल सेल में भी सत्यापित किया गया है।



# सेंटर फॉर नॉन-ऑक्साइड सिरैमिक्स

सेंटर फॉर नॉन- ऑक्साइड सिरैमिक्स (सीएनओसी), अनुप्रयोगों के विस्तृत रेंज के विभिन्न कार्बाइड, नाइट्राइड, और बोराइड्स के अपने विलेपन और समग्र क्षेत्र के लिए अनुसंधान एवं विकास गतिविधियों का सक्रिय रूप से अनुसरण कर रहा है। केंद्र ने, गर्म गैस और पिघले हुए धातु को छानने, हीट एक्सचेंजर्स, और अनुमापी सौर विकिरण अवशोषक आदि में संभावित अनुप्रयोगों के साथ निकट-शुद्ध आकार सरंघ सिलिकॉन कार्बाइड भागों (सरंघता के विस्तृत रेंज के साथ) का विकास किया है। योगज और बाइंडर के उचित चयन द्वारा जालीदार सिलिकॉन कार्बाइड फोम का विकास; कार्बन नैनो फाइबर और नैनो ट्यूब प्रबलित सिलिकॉन कार्बाइड कंपोजिट या प्राथमिक चरण के रूप में नैनो पाउडर का उपयोग कर या द्वितीयक चरण के रूप में मैट्रिक्स में शामिल कर और प्लाज्मा वातावरण में अनुप्रयोग के लिए थर्मल आघातरोधी कम अचालक संवेदक, का विकास के लिए अनुसंधान और विकास गतिविधियों का अनुसरण किया जा रहा है।

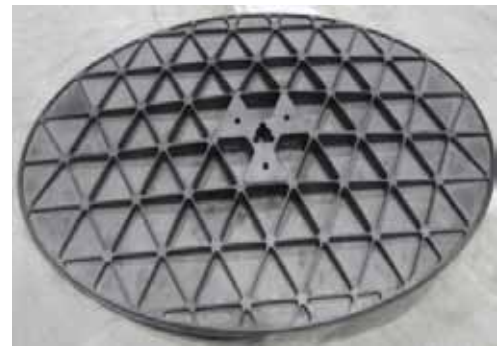
केंद्र ने जाल के समीप वाले आकार के पोरस SiC भागों को विकसित किया गया, जिसमें से गर्म गैस और पिघली हुई धातु को छानने पर, हीट एक्सचेंजर्स, और अनुमापी सौर विकिरण अवशोषक आदि में अनुप्रयोगों को प्राप्त किया जाएगा। विभिन्न जेलकास्टिंग मापदंडों के अनुकूलन के माध्यम से, फैलाने वाली एकाग्रता, घोल चिपचिपापन और ठोस लोडिंग सहित व्यापक श्रेणी के छिद्र के साथ SiC भागों का उत्पादन किया गया है।

केंद्र के चल रहे अनुसंधान एवं विकास गतिविधियों में, रेटिक्यूलेटेड SiC फोम का विकास, योगजों और बाइंडरों के उचित चयन के माध्यम से SiC पाउडर को प्रेस करने के लिए तैयार करना, कार्बन नैनो फाइबर और नैनो ट्यूब प्रबलित सिलिकॉन कार्बाइड कंपोजिट या तो प्राथमिक चरण के रूप में नैनो पाउडर का उपयोग कर या उन्हें द्वितीयक चरण के रूप में मैट्रिक्स में मिलाना भी शामिल हैं। केंद्र, प्लाज्मा वातावरण में अनुप्रयोगों के लिए थर्मल शोकरोधी कम पराविद्युत नमूना धारक सामग्री के विकास के लिए अनुसंधान का अवलोकन किया जा रहा है। प्रेस (आरटीपी) कर तैयार विभिन्न आकार वाली कणिकाओं का उत्पादन करने के लिए, केंद्र ने फुहार फ्रीज़ सुखाने वाली तकनीक विकसित की है, जिसमें सबमाइक्रोन और नैनो आकार का सिरैमिक पाउडर मिलाया गया है।

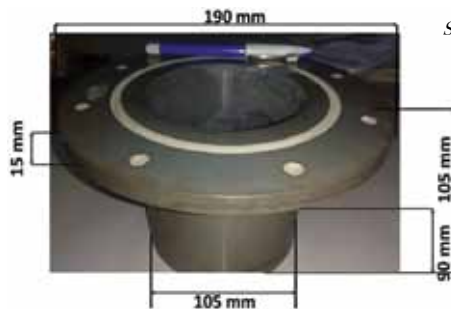
इसके अलावा, केंद्र ने उत्पादों की श्रेणी के लिए प्रौद्योगिकियों को सफलतापूर्वक विकसित किया है, जैसे यांत्रिक सील और घर्षणरोधी भागों आदि के लिए प्रतिक्रिया बॉन्डेड और दबावरहित सिंटरित सिलिकॉन कार्बाइड समग्र रूप से, अत्याधुनिक सुविधाओं द्वारा विस्तृत अनुप्रयोगों के लिए कई गैर-ऑक्साइड सिरैमिकों को संसाधित किया गया और विभिन्न घटकों और प्रौद्योगिकियों को साकार करने वाले विशेषज्ञता विकसित की गई।



फुहार फ्रीज़ सुखाने वाली इकाई



SiC जटिल ज्यामितीय के साथ हल्के भारित सिंटरित सबस्ट्रेट



Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> आधारित सबस्ट्रेट होल्डर

# β-SiAlON सिरैमिक के डी-इलेक्ट्रिक गुणों पर चिपचिपेपन का प्रभाव

भास्कर प्रसाद साहा

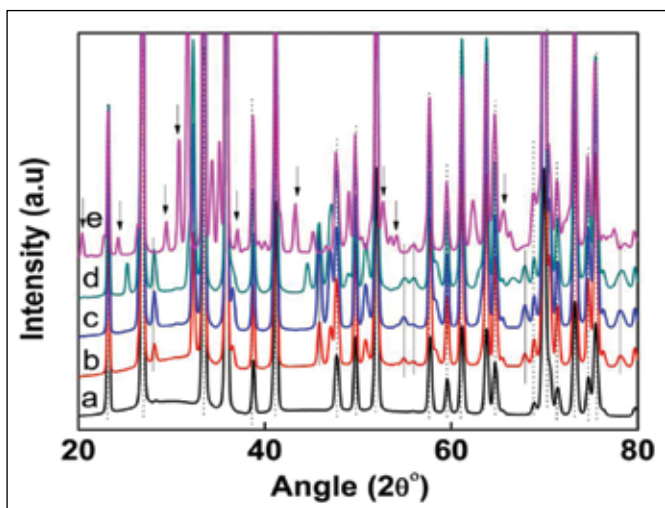
bpsaha@arci.res.in

β-SiAlON सिरैमिक जो मूल Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> संरचना से व्युत्पन्न है, और अपने अंतर्निहित सामग्री अभिलक्षण और अनन्य सूक्ष्मसंरचना के कारण, ये यांत्रिक, उष्ण और परावैद्युत गुणों के उत्कृष्ट संयोजन को दर्शाते हैं। टेट्राहीड्रली समन्वित AlO<sub>4</sub> व्यवस्था में, अल्युमीनियम और ऑक्साइड के साथ सिलिकॉन और नाइट्रोजन का प्रतिस्थापन द्वारा लघु और मजबूत अल्युमीनियम-ऑक्साइड बॉन्ड लंबाई को निर्मित किया गया। उच्च आकृति अनुपात हेक्सागोनल लम्बे आकार के अणु के साथ दुर्दम्य अंतर कणिका कांच मैट्रिक्स, β-SiAlON को कठोरक बनाते हैं और मूल Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> सामग्री की तुलना में, इसे कड़ा बनाते हैं। इसके अलावा, β-SiAlON का कम वाष्प दबाव, इसके उच्च तापमान को विघटित करने के लिए प्रतिबंधित करता है ताकि जिसका उपयोग, इसके उच्च तापमान अनुप्रयोगों जैसे कटाई उपकरण, रासायनिक स्थिर तापरोधी कूबीबल आदि के लिए किया जा सके। इसके अलावा, इसका कम विशिष्ट घनत्व, कम परावैद्युत गुण, थर्मल, अपरदन और ऑक्सीकरणरोधी अभिलक्षण जैसी उत्कृष्ट मौसम संगतता के कारण, β-SiAlON को तरंग-संचारण सामग्री के रूप में भी शामिल किया गया है।

यद्यपि, सामग्री का परावैद्युत स्थिरांक को कम करने और उपर्युक्त अनुप्रयोगों के लिए फ्रैक्चर की सामर्थ्य में सुधार करने की आवश्यकता है। β-SiAlON सिरैमिक के लिए समान रूप से वितरित छिद्रों को नियंत्रित करने का प्रयास किया गया और यांत्रिक सामर्थ्य को कम किये बिना परावैद्युत स्थिरांक को कम किया गया। इसके अलावा, सूक्ष्म संरचना को परिष्कृत कर समग्र के फ्रैक्चर कठोरता को बढ़ाया जा सकता है, जिसे चयनात्मक योगज के समायोजन द्वारा प्राप्त किया जा सकता है जो मैट्रिक्स में समुदाय जालक के साथ ठोस घोल बनाता है। वर्तमान में, विभिन्न योगज, सूक्ष्म संरचना के पूर्व छिद्र और β-SiAlON के गुणों के अलावा, इसके प्रभाव की जांच के लिए अध्ययन कार्यरत है। समान रूप से वितरित योगज और छिद्रों के साथ आसानी से भुरभुरा कणिकाओं का उत्पादन करने के लिए, 3-6 भार % की सीमा में यौथियम ऑक्साइड (Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)

और नाइओबियम ऑक्साइड (Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) के अतिरिक्त β-SiAlON समग्र को और 1-10 भार % की सीमा में स्टार्च को फ्रीज सुखावक पद्धति द्वारा तैयार किया गया। फ्रीज कणीय नमूनों को 80 एमपीए दाब में संकुचित किया गया और नाइट्रोजन वातावरण में 1650 से 1750 डिग्री सेल्सियस तक के तापमान पर कम दाब सिल्टरिंग द्वारा अनुसरण किया गया।

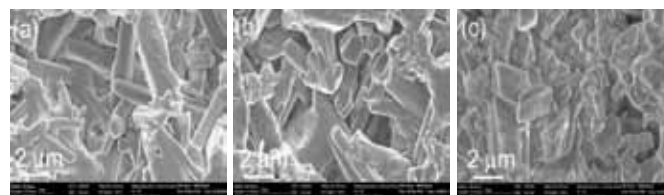
एक्सएआरडी पैटर्न चित्र.1 में दिखाया गया है, जो एल्यूमीनियम सिलिकॉन ऑक्साइड नाइट्राइड हेक्सागोनल Si<sub>4</sub>Al<sub>2</sub>O<sub>2</sub>N<sub>6</sub> (β-SiAlON) क्रिस्टल संरचना की उपस्थिति इंगित करते हैं, और साथ ही, क्रमशः यॉटियम एल्यूमीनियम सिलिकॉन ऑक्साइड नाइट्राइड (YSi<sub>0.5</sub>Al<sub>10.5</sub>O<sub>0.5</sub>N<sub>2.5</sub>) की अतिरिक्त रेखाओं के साथ और ऐरो रेखा द्वारा इंगित यॉटियम सिलिकॉन नाइट्राइड (Y<sub>2</sub>Si<sub>3</sub>N<sub>6</sub>) चरण और ठोस लाइनों द्वारा इंगित करते हैं। समतल और समसामयिक मिश्रित अणु आकारिकी को स्टार्च के साथ या इसके बिना सिल्टरित नमूनों में देखा गया। Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> और Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> युक्त समग्रों के मामले में, यह पाया गया कि Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> युक्त समग्र समीकरणित अणु को दर्शाते हैं, जबकि 6% Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> युक्त समग्र के मामले में, अणु आकारिकी लम्बी हो जाती है। Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> और Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> दोनों युक्त समग्रों में मिश्रित अणु आकारिकी को पाया गया जिसे चित्र 2 में दिखाया गया है। हेक्सागोनल Si<sub>4</sub>Al<sub>2</sub>O<sub>2</sub>N<sub>6</sub> (β-SiAlON) के लिए 0.76 एनएम की जालक अंतराल भी साहित्य मानों से मेल खाती है। सिल्टरित नमूनों में चिपचिपेपन का स्तर 0 से ~ 22% तक बढ़ गया, जिसमें स्टार्च सामग्री की वृद्धि 0 से 10% तक हुई। नमूनों की कठोरता में ~ 1700 एचवी से 422 एचवी तक की कमी पाई गई, किन्तु परावैद्युत स्थिरांक को 7.5 से 5.5 तक कम पाया गया जिसे तालिका 3 में दर्शाया गया। उपरोक्त परिणामों से यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि SiAlON सिरैमिक में उपयुक्त योजक का उपयोग महत्वपूर्ण सूक्ष्मसंरचना को परिवर्तित कर सकता है और विभिन्न अनुप्रयोगों के बिजली, उष्ण और यांत्रिक गुणों के अनुकूलन के लिए दिशा-निर्देश प्रदान कर सकता है।



चित्र 1: छिद्रण टेम्पलेट के रूप में स्टार्च की विविधता द्वारा अलग-अलग पोरसिटी SiAlONs की एक्सएआरडी पैटर्न : (ए) 0, (बी) 1.0, (सी) 2.5, (डी) 5.0 एवं (ई) 10.0 wt%

तालिका 1 1700° डिग्री सेल्सियस पर पूर्व पोर और सिल्टरित विभिन्न विवर्तन% स्टार्च के साथ पोरसिटी SiAlONs के गुण

स्टार्च (wt. %)	सिल्टरित घनत्व	2.0 किलो भार में विकर कठोरता (एचवी)	15.0 GHz पर पारद्युतिक स्थिरांक
0	99.85%	20.7±1.5	7.88
1.0	97.9%	13.39±89.5	7.62
2.5	96.5%	11.94±62.8	7.37
5.0	93.6%	10.58±62.8	6.75
10.0	78.1%	4.22±277	5.25



चित्र 2: (ए) 6% Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (बी) 3% Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-3% Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (सी) 6% Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> की SiAlONs की सूक्ष्म संरचना

योगदानकर्ता: के माधव रेड्डी

# अल्युमीनियम (Al) वाष्प अंतःस्यंदन द्वारा समेकित सिलिकॉन कार्बाइड (SiC) सिरैमिक की सूक्ष्मसंरचना और यांत्रिक गुण

डी. एस. जाना

janad@arci.res.in

सिलिकॉन कार्बाइड (SiC) आधारित सिरैमिक, अपने उच्च यांत्रिक और तापीय गुणों, ऑक्सीकरणरोधी और रासायनिक आक्रमण आदि के कारण, संरचनात्मक भागों सहित कई अनुप्रयोगों के लिए वांछित हैं। आम तौर पर, 2100 डिग्री सेल्सियस से उच्च तापमान में ठोस स्तर सिंटरिंग योग्य की तरह या लगभग 2000 डिग्री सेल्सियस पर तरल चरण सिंटरण योग्य की तरह  $Y_2O_3/Al_2O_3$  का उपयोग कर या विभिन्न प्रतिक्रिया सिंटरण तकनीक द्वारा, बी और सी उपस्थिति में पाउडर कॉम्पैक्ट के दबावरहित सिंटरण द्वारा सिलिकॉन कार्बाइड भाग को निर्मित किया जाता है। यद्यपि, संरचनात्मक अनुप्रयोगों के लिए कम दरार की कठोरता में मोनोलीथिक सिलिकॉन कार्बाइड प्रमुख रूप से हानिकारक है। उच्च-प्रौ अनुप्रयोगों में SiC सिरैमिक की विश्वसनीयता को बढ़ाने के लिए और दरार की कठोरता में सुधार लाने के लिए व्यापक अध्ययनों की सूचना मिली है, जैसे एयरोस्पेस, कास्टिंग उद्योग आदि। वर्तमान अध्ययन रिपोर्ट में संबंधित घनत्व (आरडी) के साथ प्रतिक्रिया सिंटरित SiC की तैयारी की गई, जिसमें योग्य की तरह 6 wt.%  $Y_2O_3$  सहित SiC कॉम्पैक्ट में Al वाष्प की अंतःस्यंदन द्वारा 96% से अधिक है।

गीले मिलिंग द्वारा 6%  $Y_2O_3$  योग्य के साथ SiC पाउडर के जलीय घोलों को तैयार किया गया। घोल की तैयारी के बाद, मिलिंग मीडिया को छान कर चिपचिपे घोल से अलग किया गया और फिर घोल को 100 डिग्री सेल्सियस पर सुखाया गया तथा पाली विनील अल्कोहल (पीवीए) बाइंडर की उपस्थिति में कणीभूत किया गया। इस्पात डाइज में कणिका पाउडर के सुखे रूप में, ग्रीन नमूनों (अनुमानित आयाम  $32.5 \times 32.7 \times 3$  मिमी) को दबाकर तैयार किया गया। फिर, नमूनों को 1 घंटे के लिए 2000 डिग्री सेल्सियस पर ग्रेफाइट हॉट-ज़ोन वैक्यूम भट्टी में एल्युमीनियम वाष्प द्वारा अंतःस्यंदन करने के लिए, एल्युमीनियम और कार्बन ब्लैक (1: 3 वजन अनुपात में) को पाउडर के उपरी भाग में लगाया गया। प्रयुक्त ताप दर 8 डिग्री सेल्सियस/मिनट से 1600 डिग्री सेल्सियस तक थी, उसके बाद 6 डिग्री सेल्सियस/मिनट से 2000 डिग्री सेल्सियस तक होगी। सिंटरित नमूनों का मूल्यांकन उनके घनत्व, सूक्ष्म संरचना और यांत्रिक गुणों के संबंध में किया गया।

$Al_2O_3 / C$  पाउडर बेड के साथ SiC नमूने को 2000 डिग्री सेल्सियस पर समेकित किया गया, जो  $3.10 \text{ g/cm}^3$  घनत्व (96.6% आडी) दर्शाते हैं। और इसकी तुलना SiC में  $2.31 \text{ g/cm}^2$  (~ 72% आडी) के साथ की गई तथा 6 wt.%  $Y_2O_3$  के साथ, 2000 डिग्री सेल्सियस पर पृथक रूप से ताप शोधित किया गया। यह प्रस्तावित है कि  $Y_2O_3$  युक्त SiC कॉम्पैक्ट के घनीकरण के बढी हुई निम्नलिखित प्रतिक्रिया द्वारा Al वाष्प का उत्पादन किया गया।

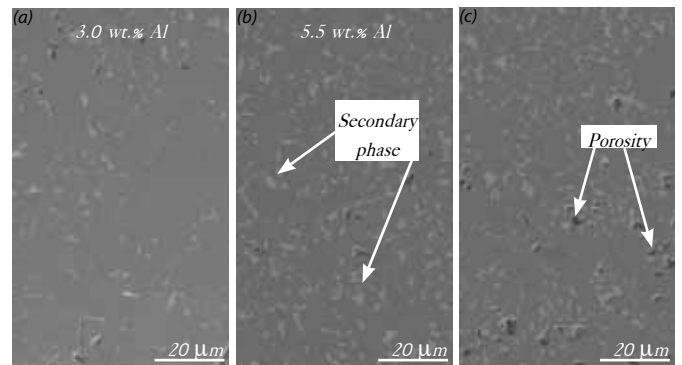


विभिन्न गहराई पर घनीभूत SiC की पॉलिश सतह SEM सूक्ष्म ग्राफ चित्र 1 में दिखाई गई है, जिसमें वर्गीकृत छिद्रण और द्वितीयक चरण का पता चलता है। 800 माइक्रोन से कम नमूने गहराई [चित्र 1 (सी)] में उच्च छिद्रण, नमूना गहराई ~700 माइक्रोन [चित्र 1 (बी) और (ए)] का अनुसरण करती है जिसका कारण दूरी के रूप में SiC के प्रगतिशील घनीकरण हो सकता है और Al प्रसंग में वृद्धि हुई है।

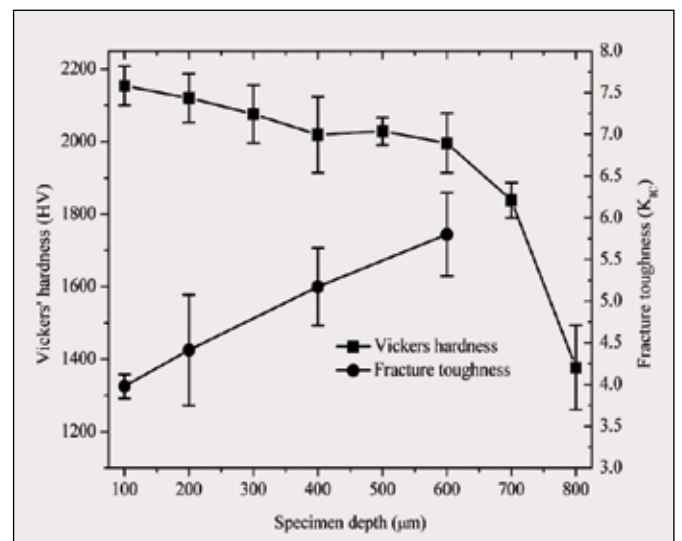
चित्र 1 (ए) और चित्र 1 (बी) की तुलना से यह भी देखा गया है कि द्वितीय चरण

का अनुपात ~700 माइक्रोन गहराई तक बढ़ता है, जो ईडीएक्स विश्लेषण (100 में Al wt.% और 600 माइक्रोन की गहराई क्रमशः 3.0 और 5.5% है) द्वारा पाए गए Al wt.% के अनुरूप है। चित्र 2 विकर्स की कठोरता (एचवी) और अभिस्थापन फ्रैक्चर कठोरता (केआईसी) में बदलाव को दर्शाता है जो नमूने की गहराई में वृद्धि के साथ बदला है। यह देखा जा सकता है कि दरार की कठोरता में, गहराई बढ़ने के साथ ही एचवी कम होती जा रही है। कम एचवी में ~700 माइक्रोन गहराई का महत्वपूर्ण कारण पोरस की उपस्थिति है, जो अभिस्थापन पद्धति द्वारा KIC को मापने में कठिनाई का भी मुख्य कारण है।

दरार की कठोरता की वृद्धि ~700 मील की गहराई तक बढ़ सकती है, द्वितीयक चरण में वृद्धि को इसका जिम्मेदार ठहरा सकते हैं, जो कि चित्र 1 में दिखाए गए अनुसार माइक्रोस्ट्रैचर फीचर के अनुरूप है। इसलिए, SiC-6% $Y_2O_3$  के साथ SiC बोडिज को Al वाष्प अंतःस्यंदन द्वारा समेकित किया गया। जहाँ पर, दरार की कठोरता ~ 700  $\mu\text{m}$  अंतःस्यंदन गहराई तक बढी है। SiC समेकन में Al-रीच माध्यमिक चरण के गठन का पूर्ण विवरण अध्ययन दिया गया है जिसमें SiC दरार की कठोरता में बढोतरी कार्य प्रगति पर है।



चित्र 1. (ए) 100  $\mu\text{m}$  (बी) 600  $\mu\text{m}$  और (सी) 1000  $\mu\text{m}$  के विभिन्न गहराई में Al अंतःस्यंदित सिलिकॉन कार्बाइड की पॉलिश सतह पर एसईएम माइक्रोग्राफ



चित्र 2: एल वाष्प अंतःस्यंदन द्वारा समेकित एसआईसी नमूनों में गहराई के साथ विकर्स की कठोरता और दरार की ठोसता के बदलाव।

योगदानकर्ता: एस.वी. अमृत राज

## परमाणु अनुप्रयोगों के लिए पतली SiC समग्र ट्यूब का विकास

एम. इलयराजा

ilaiyaraaja@arci.res.in

वैज्ञानिकगण उपयुक्त प्रतिस्थापन के लिए निरंतर सामग्री के अन्वेषण में लगे हुए हैं, जिसका सामान्यतः उपयोग, दुर्घटनाग्रस्त होने पर अचानक हाइड्रोजन गैस निर्मित होने से बचने के लिए, जिर्कालाई आधारित परमाणु फ्यूल-रौंड आवरण में किया जाता है। इसमें परमाणु फ्यूल-रौंड ज्यादा गर्म होने के साथ, गर्म भाप भी संपर्क में आते हैं। इसकी कम प्रेरित रेडियोधर्मिता और गतिविधि के त्वरित क्षय, उच्च-ऊर्जा न्यूट्रॉन विकिरण के लिए बेहतर रोधी, उत्कृष्ट उच्च तापमान यांत्रिक, थर्मल और संक्षारणरोधी गुणों के कारण, सिलिकॉन कार्बाइड (SiC) और इसके कंपोजिट परमाणु को फ्यूल-आवरण अनुप्रयोगों के लिए आशाजनक सामग्री मानी जाती है। इसलिए, परमाणु अनुप्रयोगों के लिए SiC समग्र आधारित पतली ट्यूब विकसित करने के लिए, केंद्र में नॉन-ऑक्साइड सिरैमिक्स (सीएनओसी) परियोजना शुरू की गई है। कार्बन नैनो फाइबर (सीएनएफ) के विभिन्न प्रतिशत के साथ, SiC आधारित समग्र पाउडरों का उत्पादन किया गया। SiC मैट्रिक्स में फाइबरों का फैलाव एक चुनौतीपूर्ण कार्य था, जिसे उच्च ऊर्जा अल्ट्रा जांच सॉनिकेटर में उपयुक्त पृष्ठ सक्रियक के साथ फाइबर के सतही शोधन से पूरा किया गया। सीएनएफ सामग्री के साथ फैले हुए SiC/CNF कंपोजिट 1 वाट% से लेकर 10 वाट% तक है और उच्च प्रवाहरहित गोलाकार पाउडर प्राप्त करने के लिए कणिका को फ्रीज किया गया, जिसे चित्र 1 में दिखाया गया है। डाइ इस्पात मोल्ड का उपयोग कर, 30X30X6 मिमी आयामों वाले ग्रीन पेलेट्स को 80 एमपीए में एकाक्षीय रूप से दबाया गया और विभिन्न सिंटरिंग मापदंडों पर सिंटरण किया गया। जब 2.5% सीएनएफ वाले समग्रों को 1 घंटा के लिए आर्गन वातावरण में सिंटरित किया गया, तब सबसे बेहतर घनत्व (98.5% सैद्धांतिक) को 2150 डिग्री सेल्सियस में प्राप्त हुए।

अनुकूलित घनत्व मान के आधार पर, 2.5% सीएनएफ युक्त समग्र पाउडरों का चयन किया गया, और शीत समस्थितिक दाब से पतली ट्यूबों की अगली प्रक्रिया का चयन किया गया। समान दबाव, सिंटरित द्वारा अनुसरित कूपन के लिए भी प्रयुक्त किया गया। लगभग 500 मिमी की लंबाई, 30 मिमी व्यास और 1 मिमी से कम की दीवार की मोटाई वाली वार्प मुक्त पतली ट्यूबों का उत्पादन किया गया। इन ट्यूबों को चित्र 2 में दिखाया गया है। जहाँ, कूपन के साथ

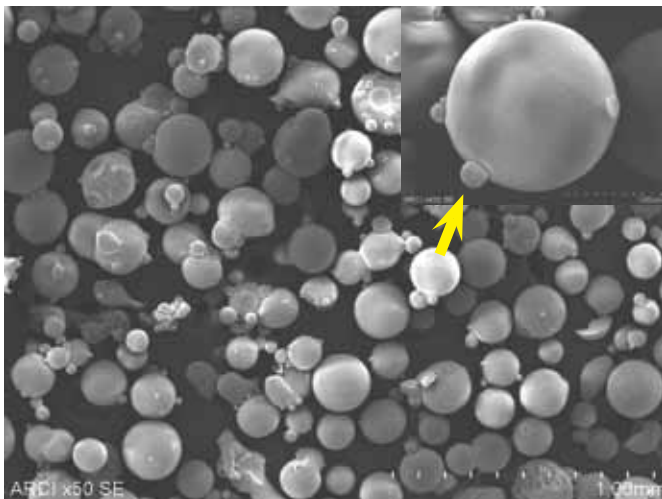
थर्मल और यांत्रिक गुणों को अभिलक्षित किया गया। इसके परिणाम तालिका 1 में दर्शाए गए हैं। इस तालिका से स्पष्ट यह है कि 2.5% सीएनएफ युक्त समग्र के लिए विभिन्न तापमानों पर थर्मल

चालकता मान एकीकृत सीआईसी मानों और 5% सीएनएफ युक्त समग्र से अधिक है, जैसा कि साहित्य में बताया गया है। इसके अलावा, अन्य यांत्रिक गुणों के साथ थर्मल विस्तार मानों का संबंध है कि परमाणु अनुप्रयोगों के लिए, 2.5% सीएनएफ युक्त SiC ट्यूब एक प्रत्याशी सामग्री हो सकता है।

यद्यपि, SiC मैट्रिक्स में कार्बन नैनो ट्यूब (सीएनटी), सिलिकॉन कार्बाइड फाइबर (एसआईसीएफ) इत्यादि जैसे विभिन्न माध्यमिक चरणों को शामिल कर, SiC ट्यूबों के गुणों को और बेहतर बनाने के लिए सीएनओसी में शोध जारी है।

तालिका 1: SiC - 2.5% सीएनएफ समग्र के गुण

गुण	एकीकृत SiC	SiC/ सीएनएफ समग्र
घनत्व (g/cc)	3.15	3.14
कठोरता (GPa)	27.81/500g	25.26/500g
खरोज अस्थिरता कठोरता MPam <sup>1/2</sup> )	3.75	4.3
ऊष्मीय चालकता (W/m/K)	30/1000°C	79/1000°C
गुणांक थर्मल विस्तार (10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup> )	4.8/1000°C	5.4/1000°C



चित्र 1: SiC/सीएनएफ समग्र की फ्रीज कणिकाएँ



चित्र 2: परमाणु अनुप्रयोगों के लिए सिंटरित SiC - 2.5% सीएनएफ समग्र पतली ट्यूब

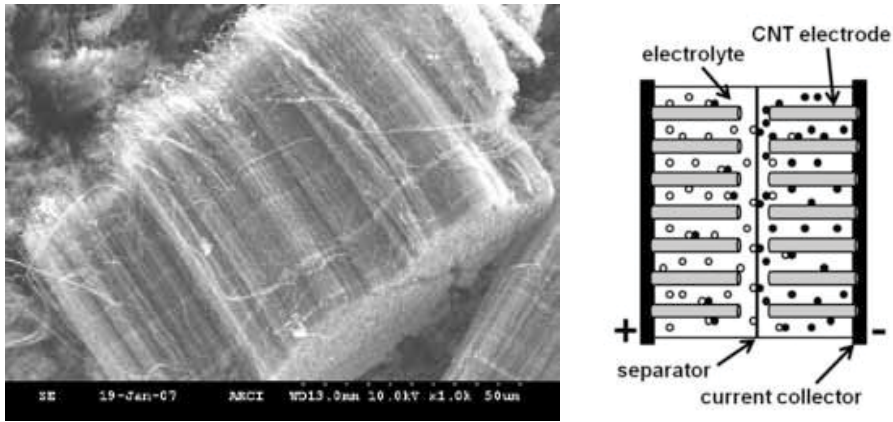
योगदानकर्ता: बी.पी.साहा और शेक मुबिना

# सेंटर फॉर कार्बन मटेरियल्स

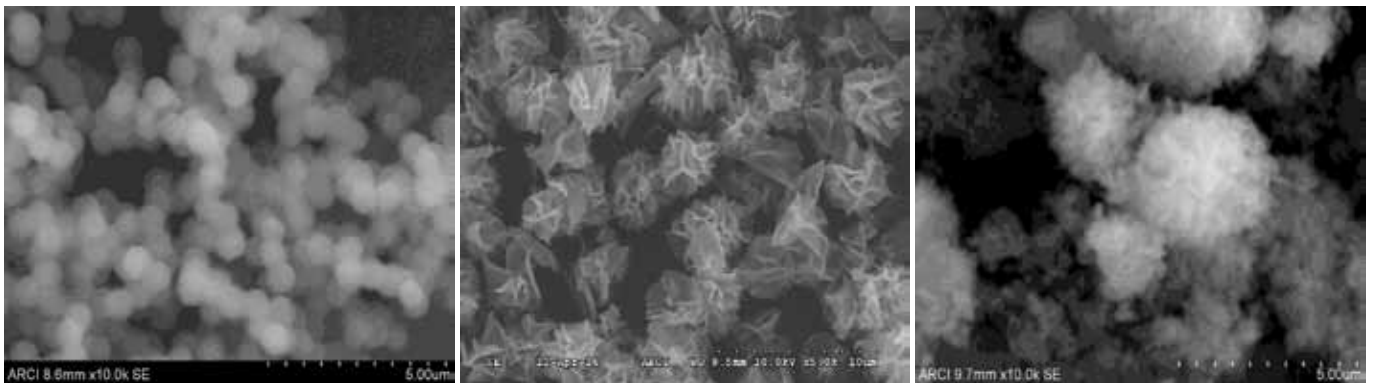
सेंटर फॉर कार्बन मटेरियल्स (सीसीएम) ने विभिन्न मूल्यवर्धित उत्पादों जैसे सील, लचकदार ग्रेफाइट शीट, विशेष प्रबलित समुद्र एवं प्रबलित ऑटोमोबाइल गैसकेट शीट और अपशक्तित ग्रेफाइट का उपयोग कर फ्यूल सैल अनुप्रयोगों के लिए द्वि-ध्रुवीय प्लेट के विकास के लिए कृमि की तरह अपशक्तित ग्रेफाइट के थोक उत्पादन पर मुख्य रूप से ध्यान केंद्रित किया है। यह केन्द्र, कार्बन नैनोट्यूब, विशेष रूप से क्षेत्र उत्सर्जन अनुप्रयोगों के लिए संरेखित कार्बन नैनोट्यूब वन के सटीक नियंत्रित विकास पर भी कार्य कर रहा है, । अन्य लक्ष्य अनुप्रयोगों में रक्षा, एयरोस्पेस, इलेक्ट्रॉनिक्स और संरचनात्मक अनुप्रयोग शामिल हैं । ग्रेफाइन नैनो प्लेटलेट को मापने की तैयारी है, जिसका उपयोग नैनो स्नेहन, सुपरकैपसिटर, बैटरियों और संरचनात्मक समग्रों में योजक के रूप में किया जा सकता है, सुपरकैपसिटर के लिए नैनो कार्बन-सक्षम संकर, धातु आयन बैटरी और गैस संवेदन अनुप्रयोगों के लिए भी केंद्र द्वारा अवलोकन किया जा रहा है। बड़ी मात्रा में ग्रेफाइट का उत्पादन करने के लिए स्केलेबल सिंथेटिक दृष्टिकोण प्रगति पर है, जिससे भंडारण उपकरणों, उत्प्रेरक इत्यादि स्नेहन के विस्तृत अनुप्रयोगों को रखा जा रहा है।

वर्ष के दौरान, केंद्र द्वारा उठाए गए कुछ पहलों में, तेल में योजक की तरह ग्राफीन का उपयोग कर धातु-आयन बैटरी और नैनो स्नेहन के लिए कार्बन आधारित नैनोइक्लेक्ट्रोड का विकास करना है।

लंबवत संरेखित कार्बन नैनोट्यूब और सुपर संधारित्र के लिए CNT आधारित इलेक्ट्रोड



सुपरकैपसिटर अनुप्रयोगों के लिए कार्बन क्षेत्र-निक्कल समृद्ध कोबाल्टाइट नैनो-समग्र इलेक्ट्रोड सामग्री



निक्कल कोबाल्टाइट

सी क्षेत्र-निक्कल कोबाल्टाइट समग्र

## घर्षण एवं घिसाव में कमी के लिए नैनोलुब्रिकेंट एडिटिव आधारित कुछ-परत ग्रेफीन

पी के जैन

pkjain@arci.res.in

घर्षणों के कारण क्षमता एवं घिसाव - समबद्ध मेकानिकल विफलता पर विपरीत प्रभाव अपवादात्मक ट्राइबोलॉजिकल गुण ने विस्तृत रूप से ध्यान आकर्षण प्राप्त किया है। अत्यंत प्रामाणिक हानि घर्षण के कारण होती है। क्षमता एवं वातावरणीय पहलुओं के अर्थों में बेहतर लुब्रिकेंट के लिए लुब्रिकेंट एडिटिव के रूप में कई समग्रियों के परीक्षण पर अनुसंधान किये गए। विभिन्न सम्मिश्रणों का धातु सम्मिश्रण एक अच्छा विकल्प हो सकता है परंतु उत्तम के लिए अनुसंधान जारी है। सकारात्मक परिणामों हेतु विभिन्न धातुओं के नैनो योगज की रिपोर्ट किये जाने के बावजूद भी कार्बन नैनो सामग्री अपनी निहित मेकानिकल और उष्णता संबंधी गुणों के लिए लगातार पता लगाना जारी रहा है। ग्रेफाइट अपने स्वयं लुब्रिकेंट वाले गुण के कारण यह ऐसे अनुप्रयोगों की संरचना करने में अधिक आकर्षित करता है। ग्रेफाइट से ग्रेफीन को अलग करने से लुब्रिकेशन और ट्राइबोलॉजिकल के क्षेत्र में भी नए क्षेत्रों का नेतृत्व करता है।

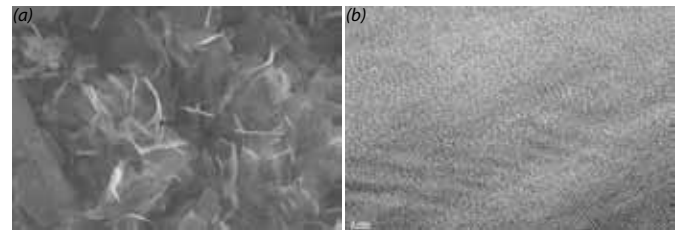
ग्रेफीन सैद्धान्तिक रूप से लुब्रिकेंट ऑइलों में नैनो एडिटिव है जो उसकी लुब्रिकेशन गुणों में सुधार लाता है और साथ ही उष्णता गुणों में भी। ग्रेफीन को अपने विभिन्न प्रकार के गुणों से (एकल परत, कुछ परतों तथा बहु परतों) वर्तमानतः बहु एडिटिवों को संभाव्य स्थानापन्न के रूप में प्रयुक्त किया जा रहा है। पारंपरिक एडिटिवों के कार्बन नैनो एडिटिव के रूप में संपरिवर्तन एक सक्षम लुब्रिकेंट की ओर ऊंची छलांग के साथ बढ़ेगा।

प्राकृतिक ग्रेफाइट के गुच्छों के ऑक्सिडेटिव रसायनिक उपचार द्वारा और उसके बाद तेजी से छूटने से कुछ परतों वाले ग्रेफीन (FLG) तयार किए गए। अंतरित गुच्छों का छूटना अनुकूलित विद्युत वैट के साथ माइक्रोवेव में विकिरण से निष्पादित किया गया। परतीय ग्रेफाइट उच्च ऊर्जा अल्ट्रासोनिक विखंडन के माध्यम से FLG के रूप में विखंडित किया गया है। ट्रांसमिशन इलेक्ट्रॉन माइक्रोग्राम (TEM) से यह पता चला है कि अधिकांश FLG में 7-10 परतें होती हैं। FLG की मोर्फोलोजी तथा माइक्रोस्ट्रक्चर क्रमानुसार चित्र 1 क और चित्र 1 ख में दर्शाया गया है। नैनोलुब्रिकेंट को क्रमानुसार एडिटिव और बेस ऑइल के रूप में FLG और 15W-40 बहु-विध ऑइल जोड़ने द्वारा तयार किया गया है। FLG के जोड़ने से लुब्रिकेशन में विशिष्टीकृत वृद्धि को नोटिस किया गया है। बेस ऑइल, 1000 ppm, 2000ppm, और 3000ppm क्रमानुसार चिपचिपाहट के 0.1, 1.7, 1.75 और 1.8 पौइस के संतुलन को दर्शाता है। अत्यंत पतलेपन की घटना का अनुभव किया गया है। पतलेपन की दर में वृद्धि के कारण चिपचिपाहट में कमी आई है।

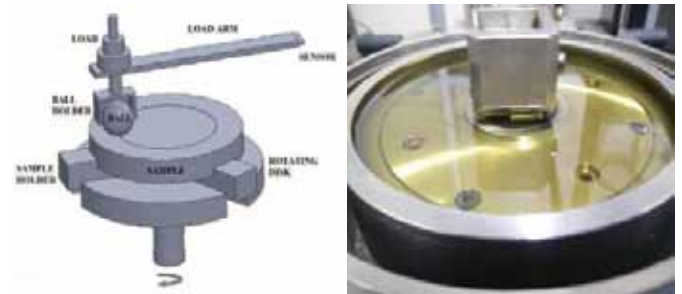
नैनोलुब्रिकेंट के घर्षण एवं घिसाव में कमी वाले गुणों को चित्र 2 में दर्शाये गए बॉल - ऑन डिस्क त्रिबोमीटर पर निष्पादित किए गए हैं। प्रारम्भिक परीक्षण 100 N के लोड के साथ 1800 सेकेंडों के लिए लगातार 50 आरएमपी की गति से किए गए। बॉल - ऑन डिस्क के लिए प्रयुक्त सामग्री ASTM G-99 मानकों के अनुसार ASTM 52100 स्टील है। घर्षण (सीओएफ) के गुणक को भी श्रेष्ठ (प्यूर) बेस ऑइल और नैनोलुब्रिकेंट प्यूर बेस ऑइल और नैनोलुब्रिकेंट के

मामलों में 0.44 से ~ 0.88 तक की तीव्र गिरावट को देखी गयी है। सीओएफ के न्यून मूल्य को नोटिस किया गया है, जब बेस ऑइल की तुलना में FLG का संकेन्द्रण 1000पीपीएम, लगभग 60% होता है। नैनोलुब्रिकेंट के परतीय गुण विशिष्टियों को चित्र 3 में दर्शाया गया है।

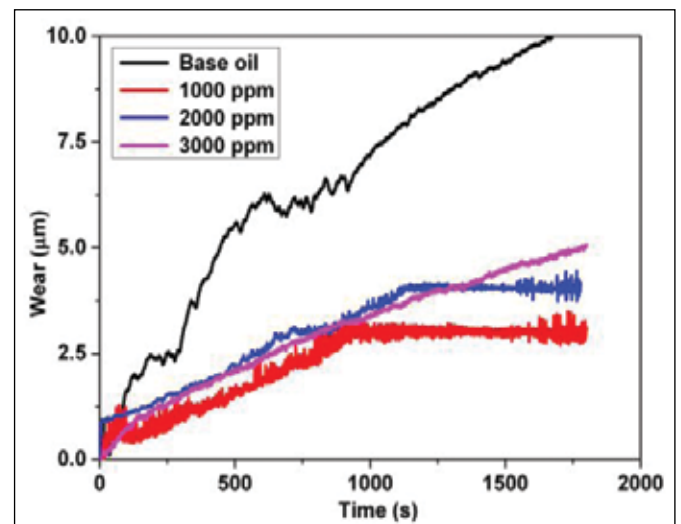
विभिन्न मापदण्डों के आधार पर जैसे (स्लाइडिंग) फिसलन की गति/ तर्कसंगत गति तथा अन्य परिचालनात्मक स्थितियाँ, चिकनाई संपर्क सतहों को क्षमतापूर्वक अलग करती है और इसके द्वारा धातु-से-धातु के साथ प्रत्यक्ष संपर्क को कम करती है और उसी प्रकार घिसाव और घर्षण को कम करती है। FLG एडिटिव अतिरिक्त सुरक्षा उपलब्ध कराने हेतु एक सुरक्षात्मक लुब्रिकेंट फिल्म तयार करता है। FLG की छोटी मात्राएं यथोचित न्यून घर्षण और घिसाव के लिए योगदान देती है।



चित्र 1 (क) एसईएम और (ख) टीईएम का एफएलजी



चित्र 2 बॉल - ऑन डिस्क त्रिबोमीटर परीक्षण का सेट अप



चित्र 3 : नैनोलुब्रिकेंट के घिसाव विशिष्टताएं

योगदानकर्ता : बालाजी, पड्या और एन. रविकिरण

# वाष्पशील कार्बनिक वाष्प का पता लगाने हेतु कार्बन नैनोट्यूब हाइब्रिड आधारित केमिरेसिस्टिव सेन्सर

बालाजी पाड्या

balaji@arci.res.in

लागत-प्रभावी, त्वरित प्रतिक्रिया और संवेदनशील सेंसरों के कारण गैस सेन्सिंग को बढ़ाने में प्रयुक्त केमिरेसिस्टिवों के क्षेत्र में गहन अनुसंधान की आवश्यकता है जो जीवाश्म इंधन के दहन, विद्युत संयंत्रों और आटोमोबाइल इत्यादि से उत्पादित खतरनाक एवं हानिकारक गैसों जैसे ग्रीन हाउस गैसेस, ऑर्गेनिक वाष्प और अन्य गैसों का पता लगाने में महत्वपूर्ण होती है। इसकी आवश्यकताओं के लिए, नैनो तकनीक एक बिल्डिंग ब्लॉक के रूप में कार्य करती है। जैसा कि इसमें नैनो सामग्री अत्यंत उच्च पहलू अनुपात होता है जो इस सामग्री पर गैसेस मोलिक्यूलों के सोखने हेतु अनुकूल होता है। यह उनके आकार सेन्सर के लघु एवं सघन डिजाइन को भी संभाव्य बनाता है जिनका माइक्रो-एलेक्ट्रो-मैकानिकल प्रणालियों में महत्वपूर्ण योगदान होता है।

मल्टी-वॉल्ट कार्बन नैनो ट्यूब (एमडब्ल्यूसीएनटी) का बृहत विशिष्टीकृत सतह क्षेत्र होता है और 1-D ट्यूब्यूलर नैनो स्ट्रक्चर होता है जिसमें कई संख्या में प्रतिक्रियात्मक साइटें होती हैं जिन पर गैस सरलतापूर्वक प्रतिक्रिया देती है, विशेषतः कार्बन नैनोट्यूबों के आगमन में गैस सेंसरों की फोज के लिए ईंधन का कार्य करते हैं जिससे मल्टी-वॉल्ट कार्बन नैनो ट्यूबों की अनोखी ज्यामिती, मॉर्फोलॉजी तथा सामग्री गुणों का उपयोग किया जा सकता है। मेटल ऑक्साइडों की विद्युत वाहकता की तुलना में एमडब्ल्यूसीएनटी की विद्युत वाहकता बहुत अधिक होती है। अतः एमडब्ल्यूसीएनटी (पी-प्रकार) मेटल आक्साइड (एन-प्रकार) के सेन्सिंग के प्रतिरोध को कम करती है। पी-एन या हेटेरो जंक्शन ऐसे हाइब्रिडिसेड गैस सेंसरों को विस्तृत करते हैं जैसा कि कार्य क्षमता में क्षति या मेटल ऑक्साइड संवेदनशील परत की वाहकता में वृद्धि न्यून परिचालनात्मक तापमान पर गैस सेन्सर के कार्य निष्पादन का नेतृत्व करता है।

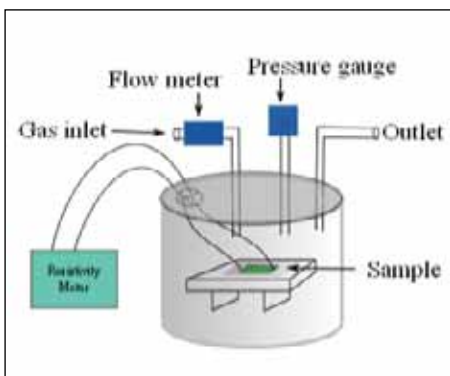
रसायनीक वाष्प निक्षेप द्वारा एमडब्ल्यूसीएनटी मेटल ऑक्साइड नैनो क्रिस्टलों के सहारे के लिए प्रतिक्रियात्मक साइटों के सृजन हेतु ऑक्सिडेटिव रिऐजेंटों के साथ कार्यशील होता है। ZnO नैनो क्रिस्टल एक समान रूप से नैनो कॉम्पो साइटों के सहायक होते हैं। फोसाइल वन-पॉट सोल्वोथर्मल पद्धति द्वारा संश्लेषित होते हैं।

गैस (ईथेनॉल तथा एसिटोन भाष्प) के सेन्सिंग गुणों को कमरा तापमानों पर डीसी इलेक्ट्रिकल प्रतिरोधक द्वारा मापा जाता है। चित्र 1 के अनुसार और विभिन्न कार्बनिक वाष्प संकेन्द्रों को केमिरेसिस्टिवों के सेन्सिंग विशेषताओं को हवा में प्रतिरोधकता के परिवर्तन तथा कमरा तापमान पर परिवर्तनशील वाष्प सांद्रता के साथ कार्बनिक वाष्प में परिवर्तन को देखा गया है। प्रतिक्रिया एवं निगरानी को समय कार्य के रूप में उल्लेखित करके रेकॉर्ड किया गया। प्रतिक्रिया और निगरानी को समय के प्रतिरोध में उसके सेंसर की पूर्णता को 90% तक पहुँचने के समय को परिभाषित किया गया है। विद्युत गुण निरावरण किए गए कार्बनिक वाष्प संश्लेषण के लिए अत्यंत संवेदनशील है। इस प्रकार, सामग्री की स्थितियों की सघनता, विशिष्टीकृत परिवर्तन प्रतिरोध में परिवर्तन को प्रभावित करता है तथा थर्मोपावर या तो इलेक्ट्रॉन अनुदान करता है या फिर हाइब्रिड से इलेक्ट्रॉन आधारित करता है।

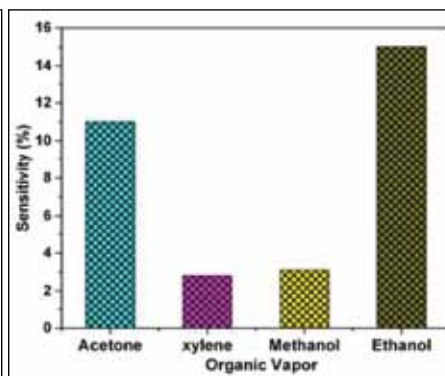
मेटल ऑक्साइड नैनो क्रिस्टल के दृढ संबंध प्रतिरोधात्मक परिवर्तन से कार्बनिक वाष्पशील वाष्प के न्यून स्तर संकेन्द्रन, एमडब्ल्यूसीएनटी/ मेटल ऑक्साइड जंक्शन या अन्तरफलक पर इलेक्ट्रॉन परिवहन के लिए ऊर्जावान रूप से अनुकूल है। एमडब्ल्यूसीएनटी के माध्यम से इलेक्ट्रॉनों के बैलिस्टिक परिवहन के कारण सुदृढ इलेक्ट्रिकल विद्युत मॉड्युलेशन संभावना होती है। यह उच्च संवेदनशील के लिए बृहत योगदान करता है। एमडब्ल्यूसीएनटी हाइब्रिड आधारित सेन्सर बृहत संभाव्यता को प्रदर्शित करते हैं और विभिन्न क्षेत्रों में उसके अनुप्रयोग पाये जाते हैं।

तालिका 1: सेन्सिंग विशिष्टताएं

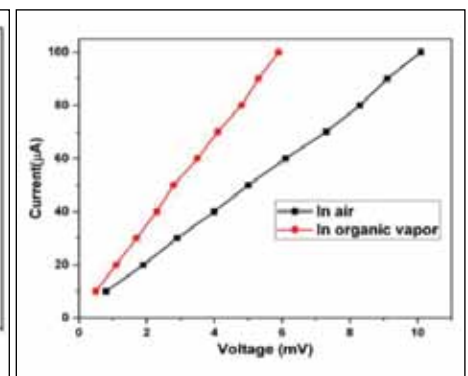
क्रम सं.	कार्बनिक वाष्प	संवेदनशीलता (%)	प्रतिक्रिया समय(s)	उगाही समय (s)
1	इथेनॉल	14.6	55.5	46
2	एसिटोन	10.34	57.5	62



चित्र 1 : संवेदनशील मापन की स्थापना



चित्र 2: संवेदनशील विशिष्टताएं



चित्र 3: रसायनरोधी की I - V विशेषीकरण

योगदानकर्ता: एम. हर्षित एवं पी. के. जैन

# सेंटर फॉर सोल-जैल कोटिंग

सेंटर फॉर सोल-जैल कोटिंग्स, विभिन्न सबस्ट्रेट पर विभिन्न प्रकार के अनुप्रयोगों के लिए सोल आधारित नैनोसमग्र विलेपन के व्यावसायीकरण हेतु औद्योगिक भागीदारों के साथ कार्य कर रहा है। जब धातुओं/मिश्रधातुओं पर सबसे विशिष्ट लाभ का उपयोग किया जाता है तब, सीधी धातु विलेपन संभव है, अतः किसी भी प्राइमरों या आसंजन प्रमोटरों का उपयोग करने के लिए अतिक्रमण को समाप्त करने की आवश्यकता है। इन पहलुओं से धातु/अलॉय, विशेष रूप से जंग संरक्षण एवं सजावटीकरण पर क्रियात्मक विलेपन के विकास के लिए ध्यान दिया जा रहा है।

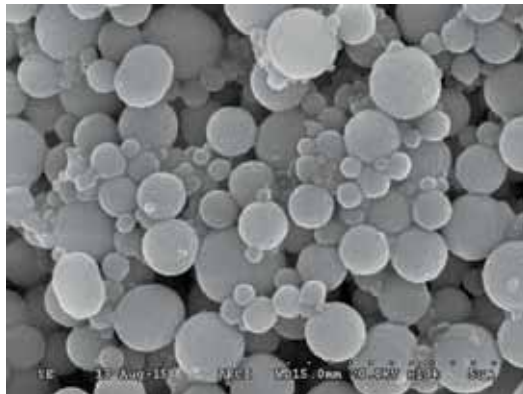
केंद्र ने गत वर्ष के दौरान, निम्नलिखित अनुप्रयोगों पर ध्यान केंद्रित किया है।

1. अल्युमीनियम और आटोमाटिव अनुप्रयोगों के लिए इसके अलॉयों पर क्रोम मुक्त, स्वयं हीलिंग, जंग संरक्षण विलेपन
2. प्लास्टिक पर ठोस विलेपन
3. शॉट-पीनिंग, लेजर बुलावट और एलईडी विकिरण द्वारा संसाधित सोल-जैल विलेपनों के संयोजन द्वारा तनावसहित इस्पात पर अल्ट्रा हाइड्रोफोबिक विलेपन
4. टेक्सटाइलों पर पारिस्थिति अनुकूल, हलोजन मुक्त लौ रिटार्डेंट विलेपन

कार्बनिक/अकार्बनिक कैप्सूलिकरण सामग्रियों जैसे बहुलक माइक्रोकैप्सूल, और जंग अवरोधक सहित पदतदार सामग्री का उपयोग करते हुए अल्युमीनियम और मैग्नीशियम मिश्र धातुओं पर हेक्सावॉलेंट क्रोम मुक्त, स्वयं हीलिंग विलेपन का विकास कार्य जारी है।

स्वयं-संसाधित सामग्री उत्पन्न करने के लिए जंग अवरोधकों को घेरकर नैनो कंटेनर के रूप में उपयोग करने के लिए, आशाजनक रूप में हॉलॉयसाइट क्ले नैनोट्यूब को देखा गया है। ऐसे ही स्वयं-संसाधित सामग्री का उपयोग, उनके जंग संरक्षण गुणों को बेहतर बनाने और लंबे समय तक जंग संरक्षण प्रदान करने के लिए, संकर सोल-जैल मैट्रिक्स या पेंट्स के साथ संयोजन में किया जा सकता है। इस तरह की विलेपनों की स्केल-अप व्यवहार्यता का प्रदर्शित करने के लिए आगे का कार्य जारी है। पारदर्शी प्लास्टिकों पर सुरक्षात्मक खरोंचरोधी विलेपन, जिसका विकास, घटकों पर प्रदर्शित योजना के लिए किया गया, जैसे सेवा (नागरिक क्षेत्र) के दौरान अपने जीवन को बढ़ाने के लिए रिट्रोपरावर्तन रोड मार्कर लेंस।

लेजर बुलावटी और सोल-जैल विलेपन के संयोजन का उपयोग करने के लिए टिकाऊ अल्ट्रा हाइड्रोफोबिक सतहों को उत्पन्न कर सकते हैं। जिसका उपयोग, जैव चिकित्सा अनुप्रयोगों के लिए जीवाणुरोधी सतहों के रूप में किया जा सकता है। नमूनों के एक बड़े बैच पर जीवाणुरोधी परीक्षण और मौसमरोधी के जांच किए गए और वे आशाजनक साबित हुए। एजेंटों को पर्यावरण-अनुकूलता जीवाणुरोधी जानकारी प्रस्तुत करते हुए ऐसी सतहों के यांत्रिक और जीवाणुरोधी गुणों में सुधार के लिए आगे की जांच कार्यरत है। संकर नैनोसमग्र विलेपन के एलईडी प्रारंभिक संसाधन के प्रयोज्यता की जांच के लिए नई पहल की गई है। एलईडी द्वारा शुरू किए गए संसाधन समय बचाता है और जब पारा लैंप से उत्पन्न यूवी विकिरण का उपयोग कर संसाधन को शुरू किया गया, तब वह पर्यावरण के अनुकूल है। प्रारंभिक परिणाम काफी आशाजनक रहे हैं। वर्तमान में, आंतरिक रूप से विकसित लौ रिटार्डेंट विलेपन सूत्रीकरण और बैच की स्थिरता का मूल्यांकन किया जा रहा है। वस्त्र और लौ परीक्षण कर अनुप्रयोग के लिए उपयोगकर्ता को भी सूत्रीकरण भेजा गया है।



स्वयं हीलिंग सामग्री बनाने के लिए अवरोधक भरी हुई मिट्टी नैनोट्यूब के किनारों का आवरण करने के लिए पॉलिमरिक माइक्रोकॉप्सूल



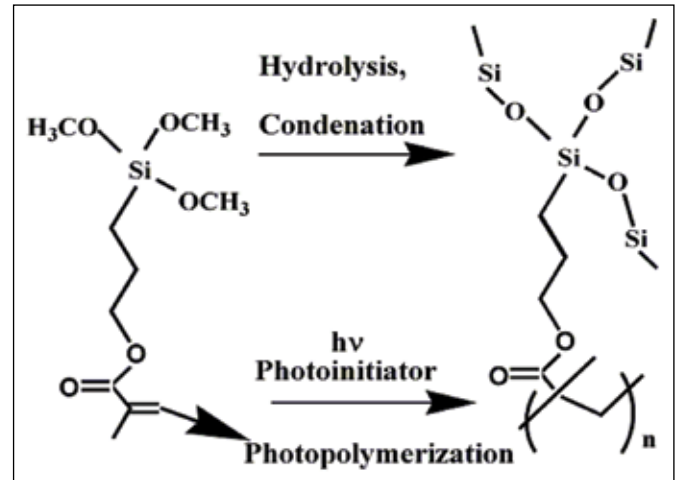
# सोल-जैल हाइब्रिड नैनो समग्र विलेपन के तीव्र गति संसाधन के लिए एलईडी की प्रयोज्यता पर जांच

आर. शुभश्री

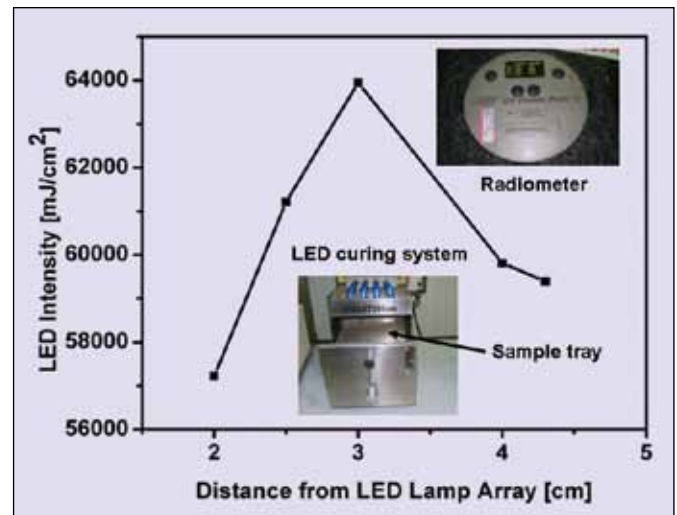
subasri@arci.res.in

पराबैंगनी प्रकाश का उपयोग कर विकिरण संसाधन का उपयोग, संवेदनशील तापमान पर, सामान्यतः कार्बनिक-अकार्बनिक हाइब्रिड सोल-जेल नैनोसमग्र विलेपन के कम तापमान संसाधन के लिए किया जाता है, जैसे पारदर्शी प्लास्टिक या धातु/मिश्र धातु सबस्ट्रेट्स, जो उच्च तापमान गर्मी शोधन का सामना नहीं करते हैं। यूवी संसाधन एक फोटो रासायनिक प्रक्रिया है, और जब ये पराबैंगनी विकिरण के संपर्क में जाते हैं, तब वे सक्रिय कार्यात्मक समूहों को बहुलक करते हैं, जैसा कि चित्र 1 में दिखाया गया है। बहुलकीकरण को फोटो से जोड़कर शुरू किया जाता है जो दीपक गोत द्वारा उत्सर्जित यूवी विकिरण को अवशोषित कर सकता है। पारंपरिक रूप से, पारा लैंप का उपयोग यूवी विकिरण के गोत के रूप में किया जाता है। यद्यपि, यह संचालन के लिए बहुत सुरक्षित नहीं है और इसके अलावा, यूवी लैंप के स्थिरीकरण में समान तीव्रता उत्पन्न करने के लिए अधिक समय की आवश्यकता होती है। हाल ही में, एलईडी विकिरण के उपयोग के विशिष्ट लाभों के कारण, पॉलिमर/कार्बनिक-अकार्बनिक संकर विलेपन संसाधन के लिए एलईडी के उपयोग करने की रुचि में वृद्धि हुई है। एलईडी संसाधन तेज, ऊर्जा कुशल और सुरक्षित संचालनों की सूचना देती है, क्योंकि इसमें पारा दिखाई नहीं देता है। इसने विशिष्ट डोज की डिलिवरी या तीव्रता को आसानी से हासिल किया है। मिलिसेकंडों की रेंज में प्रतिक्रिया समय के साथ, आम तौर पर लैंप को तब बंद कर दिया जाता है, जब ऊर्जा की आवश्यकता नहीं होती है जिसके परिणामस्वरूप बिजली बचत और स्ट्रे प्रकाश कम होता है। इन कारणों के कारण, पर्यावरणीय प्रभाव को बहुत कम करने के आशाप्रद और विलेपन निष्पादन पर समझौता किए बिना विभिन्न विलेपन संसाधनों पर कार्बन पदचिह्न के लिए, संगत विलेपन के एलईडी संसाधन प्रौद्योगिकी अपेक्षित है।

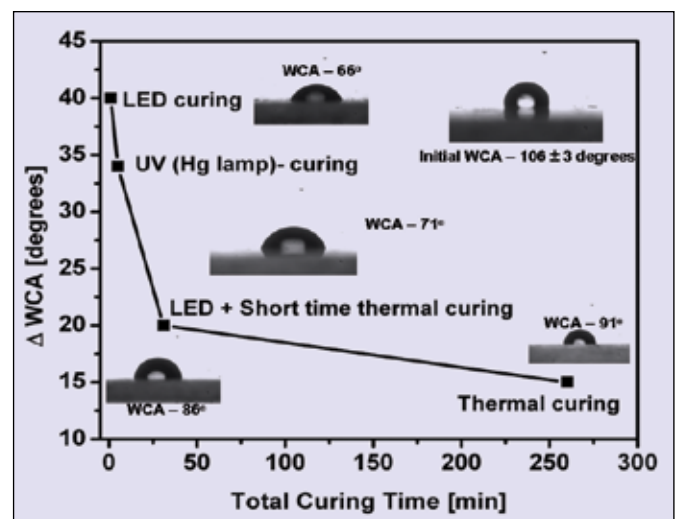
इस पृष्ठभूमि के साथ, कांच सबस्ट्रेट पर हाइब्रिड नैनोसमग्र हाइड्रोफोबिक विलेपन के लिए एलईडी संसाधन की व्यवहार्यता का निर्धारण करने के लिए जांच की गई। रेडियोमीटर का उपयोग कर, नमूना दूरी और अनावरण समय निर्धारित करने के लिए, एलईडी लैंप सरणी के संबंध में इष्टतम मापदंडों को निर्धारित किया गया, जिसे चित्र 2 में दिखाया गया है। जैविक-अजैविक हाइब्रिड सिलिका-आधारित हाइड्रोफोबिक विलेपन के निष्पादन में निम्न का उपयोग कर उपचारित किया गया : (ए) 395 एनएम पर उत्सर्जित एलईडी लैंप का उपयोग कर उत्पन्न विकिरण; (बी) पारा लैंप का उपयोग कर उत्पन्न विकिरण; (सी) कम समय के लिए थर्मल संसाधन के साथ संयोजन के रूप में एलईडी (डी) लंबे समय के लिए केवल थर्मल संसाधन, और इनकी तुलना हाइड्रोफोबिक विलेपन के खरोंचरोधी के अध्ययन के साथ की गई। सभी नमूनों में प्रारंभिक जल संपर्क कोण 106 ± 3 डिग्री था। 500 चक्रों के लिए क्रॉकमीटर (खरोंच) के परीक्षण के लिए अलग-अलग संसाधित वाले नमूनों को लागू करने के बाद पानी के संपर्क कोणों को मापा गया। चित्र 3 में दिखाए गए परिणाम से पता चलता है कि कम समय के लिए थर्मल संसाधन के साथ संयोजन के रूप में एलईडी संसाधित नमूने, थर्मल संसाधित नमूने के बराबर निष्पादित करते हैं। यद्यपि, केवल एलईडी संसाधन उचित नहीं हो सकता, क्योंकि नमूनों में पर्याप्त खरोंचरोधी नहीं है। वर्तमान अध्ययन, एलईडी का उपयोग कर प्रयोज्यता में बहुत उपयोगी जानकारी प्रदान करना और हाइब्रिड नैनो समग्र विलेपन संसाधन के पर्यावरण अनुकूल पद्धति की जानकारी हासिल करना है।



चित्र 1 कार्बनिक-अकार्बनिक हाइब्रिड सिस्टम में यूवी विकिरण ने नेटवर्क निर्माण शुरू किया



चित्र 2. यूवी लैंप और नमूने के बीच की दूरी के क्रिया रूप में, एलईडी संसाधन प्रणाली के यूवी-वी क्षेत्र (395-445 nm) में विकिरण की तीव्रता ((mJ/cm<sup>2</sup>)



चित्र 3: समय संसाधन के कार्य के रूप में क्रॉकमीटर परीक्षण के 500 चक्रों के बाद पानी के संपर्क के कोण (डब्ल्यूसीए) में परिवर्तन।

योगदानकर्ता: निशी थंगराज और वी उमा

# परावर्तनरोधी पतली फिल्म विलेपन के लिए बेहतर स्थिरता और स्थायित्व के साथ सिलिका सोल का संश्लेषण

के. मुरुगन

murugan@arci.res.in

ऑप्टिकल पतली फिल्म विलेपन की संरचना के लिए, अन्य भौतिक और रासायनिक वाष्प विलेपन तकनीकों की तुलना में, सोल-जेल तकनीक को एक लागत प्रभावी पद्धति के रूप में मान्यता प्रदान की गई है। सोल-जेल तकनीक के कई फायदे हैं, जैसे फिल्म गुणवत्ता के इंजीनियरिंग की व्यापक संभावना, अपेक्षाकृत सरल विलेपन संसाधन, विस्तृत क्षेत्र विलेपन, और उपकरण की कम लागत। यद्यपि, सोल की स्थिरता और स्वयं-जीवन, सोल-जेल प्रक्रिया से जुड़ी प्रमुख सीमाओं में से एक है। इसकी आवश्यकता, विशिष्ट कार्यात्मक गुणों को प्राप्त करने और अनुप्रयोग निम्नलिखित अनुकूलित संसाधन पैरामीटरों के लिए, स्वयं-जीवन में संश्लेषित घोलों की खपत करने में होती है। अन्यथा, पूर्ववर्तियों वाले घोलों को निष्कासित करने की आवश्यकता होती है या बोझिल पुनर्चक्रण संसाधनों के अधीन की आवश्यकता होती है। कई कार्यकर्ताओं द्वारा कई प्रयास कार्यरत हैं, जिसमें प्रमुख, बड़ी मात्रा में उत्पादन और धातु ऑक्साइड के बहुमत भंडारण के साथ-साथ कार्यात्मक विलेपन के लिए कार्बनिक-अकार्बनिक संकर सोल संश्लेषण करना है। एक अवधि के दौरान सूत्रीकरणों और विलायक वाष्पीकरण के बीच में रासायनिक प्रतिक्रिया होने के कारण, स्थिरता और इसके संश्लेषित स्थायित्व के मुद्दे मुख्य रूप से सोल उत्पन्न करती है। स्थिरता के नुकसान के लिए मूलरूप से जिम्मेदार, हाइड्रोलिसिस और पॉली-कंडेनसेशन की मूल प्रतिक्रियाएं हैं। इन प्रतिक्रियाओं को शुरू किया जाएगा और पूर्ववर्ती कच्चे माल मिश्रित होने के बाद प्रगति होगी।

पाली संक्षेपण प्रतिक्रिया तब तक जारी रहती है, जब तक सोल - जेल नहीं बन जाता। ये प्रतिक्रियाएं चिपचिपाहट, एकाग्रता और घोल की स्थिरता में वृद्धि के साथ नजर आती हैं। सक्रिय प्रणाली के साथ, ऐसे वांछित ऑप्टिकल या कार्यात्मक गुण को प्राप्त करना बहुत कठिन है। अतः, घोल की स्थिरता महत्वपूर्ण है और इसे एक सार्थक अवधि के लिए स्थिर होना चाहिए। वर्तमान में, कम तापमान पर सोल को संचय करके, उपरोक्त प्रतिक्रिया के केनेटीक्स और विलायक वाष्पीकरण को कम किया जा सकता है

ओर्गेनो-सिलेन पूर्ववर्ती के अनुकूलित अनुपात का उपयोग कर, गैर-हाइड्रोलॉजिक SiO<sub>2</sub> अग्रदूत घोल को तैयार किया गया। रोटेटिंग सिलेंडर रियोमीटर का उपयोग कर, संश्लेषित सोल को रियोलॉजिकल अध्ययनों के अधीन किया गया। कतरनी दर(ऐपे 28.8 र 0.1 डिग्री सेल्सियस) को व्यापक तापमान 900 एस -1 और 1100 एस -1 के बीच की दर में मापा गया।

स्वीकृत पावर लॉ फिटिंग का उपयोग कर चिपचिपाहट और स्थिरता सूचकांक का अनुमान लगाया गया।

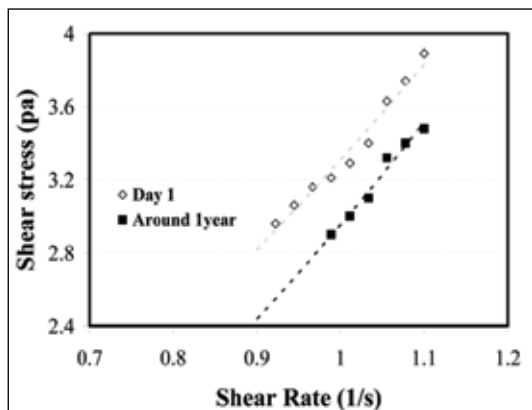
कार्यात्मक गुणों में स्थिरता को समझने के लिए, इल्लिपसोमीटर और यूवी-दृश्य अवशोषण स्पेक्ट्रोफोटोमीटर का उपयोग कर विलेपन की मोटाई, अपवर्तक सूचकांक और ऑप्टिकल संप्रेषण का अध्ययन किया गया। 321 दिनों के लिए एक दिन के बाद एक दिन SiO<sub>2</sub> सोल के प्रवाह आचरण चित्र 1 दर्शाते हैं। नये सोल की चिपचिपाहट के गुणांक को 3.3 सीपी के रूप में अनुमानित किया गया, जो सोल के चिपचिपेपन के बढ़ने पर 3.0 सीपी नीचे आ गई। यद्यपि, 1.5 से 1.8 तक के बढी हुई स्थिरता सूचकांक कतरनी की मोटाई आचरण को दर्शाता है। स्थिरता सूचकांक में वृद्धि कणों के पैकिंग अंश में वृद्धि के संकेत मिले हैं।

SiO<sub>2</sub> पतली फिल्म के कार्यात्मक गुणों में स्थिरता को समझने के लिए, लेपित बोरोजिलेट कांच की पीक और औसत संप्रेषण को यूवी-दृश्यमान संप्रेषण अध्ययनों के अधीन किया गया।

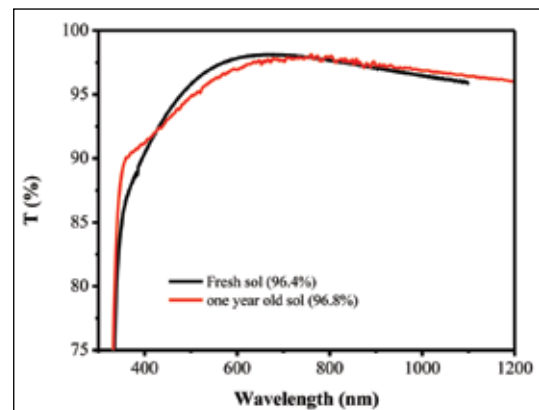
चित्र 2 यूवी दृश्यमान ट्रांसमिटेंस स्पेक्ट्रम को दर्शाता है जिसमें समान गति और फायरिंग तापमान (4 मिमी /सें कड और 450 डिग्रीसेल्सियस) जैसी समरूप संसाधन स्थितियों के अंतर्गत, नए और पुराने सोल का उपयोग कर, पतली फिल्म तैयार की गई। इसमें यह देखा गया है कि संचरण मान, 321 दिनों के बाद सोल में 0.4% औसत ट्रांसमिटेन्सिटी की मामूली वृद्धि के साथ बहुत समीप है। इल्लिपसोमीटर डेटा विश्लेषण का उपयोग कर कोटिंग मोटाई और सरंघता के प्रतिशत का अनुमान लगाया गया। सोल के भौतिक और ऑप्टिकल गुणों और पतली फिल्म को तालिका-1 में संक्षिप्त किया है।

तालिका -1 विलेपन की मोटाई और सरंघता के प्रतिशत का अनुमान

बढता हुआ समय (दिन)	सरंघता (cp)	स्थिरता सूचकांक	R <sub>2</sub>	मोटाई (nm)	सरंघता (%)	औसत समय
(%)	3.3	1.5	0.9728	130.2	15.2	96.4
321	3.0	1.8	0.9775	135.9	15.9	96.8



चित्र 1 SiO<sub>2</sub> सोल के प्रवाह आचरण



चित्र 2 पतली फिल्म के 2 यूवी दृश्यमान संप्रेषण स्पेक्ट्रम

# नैनो समग्र सोल जैल विलेपन की कठोरता और जंगरोधी पर ऊष्मा उपचार की स्थिति का प्रभाव

के.आर.सी. सोमा राजू

somarajuk@arci.res.in

अपने कम घनत्व, बेहतर मशीनिंग क्षमता, निर्माण क्षमता, और उच्च सामर्थ्य हेतु ऊष्मा उपचार करने के लिए उत्तरदायित्व के कारण, एल्यूमिनियम और इसके मिश्र धातुओं का सबसे अधिक उपयोग किया जाता है। चूंकि, एल्यूमीनियम मिश्रधातु और जंग का खतरा है और इसलिए खराब मौसम में इसकी सुरक्षा की आवश्यकता होती है। एनोडीकरण और क्रोम रूपांतरण विलेपन का सामान्यतः उपयोग सबस्ट्रेट के जंगरोधी प्राप्त करने वाले पद्धतियों जैसा होता है। जबकि, थर्मल स्प्रे विलेपन और पेंट्स अत्यधिक आशाजनक अवरोध विलेपन होते हैं जिनका उपयोग, इस उद्देश्य के लिए नियमित रूप से किया जाता है। हेक्सावैलेंट क्रोम रूपांतरण विलेपन कैन्सरजनी है; घिसाई भागों के लिए थर्मल स्प्रे विलेपन उपयुक्त है और जैविक पेंट खरोच और घर्षण से ग्रस्त हैं। सोल-जैल नैनो समग्र विलेपन एक ऐसी आशाजनक वैकल्पिक विलेपन तकनीकों में से एक है, जिसमें, जब इन्हें पेंटिंग करने से पहले प्रयुक्त किया जाता है, तब ये पर्यावरण के अनुकूल, कम तापमान की खपत, खरोचरोधी और प्राइमर घर्षण को बेहतर बनाने के लिए लाभप्रद होते हैं।

सामान्य तौर पर, जंगरोधी प्राप्त करने के लिए सोल-जैल अवरोध परतों के रूप में कार्य करते हैं, किन्तु उनकी अपनी कठोरता और सुरक्षा की डिग्री प्रक्रिया मापदंडों जैसे तापमान, वातावरण और भिगोने का समय आदि के आधार पर भिन्न होती है। अल्कोसाइड पूर्ववर्ती धातु का उपयोग कर, अम्ल उत्प्रेरित नैनो समग्र संकर सोल को संश्लेषित किया गया और वर्तमान कार्य के लिए व्यवस्थित रूप से संशोधित सिलेन पूर्ववर्ती को स्थापित किया। 1/8 "मोटी 2"x 4" आकार 2024 टी4 एल्यूमीनियम मिश्रधातु सबस्ट्रेट को एसीटोन के साथ साफ किया गया और विलेपन अनुप्रयोग के लिए सबस्ट्रेट के रूप में इसका उपयोग किया गया।

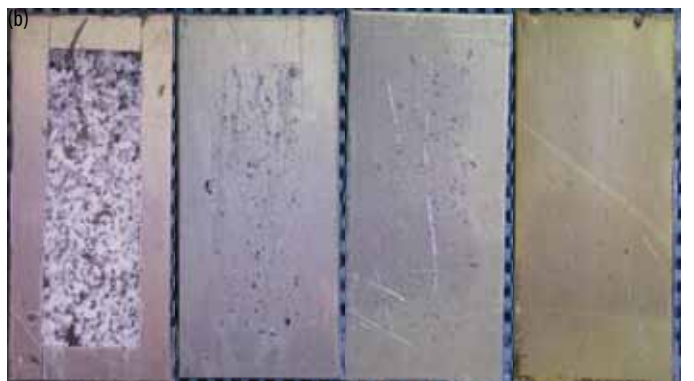
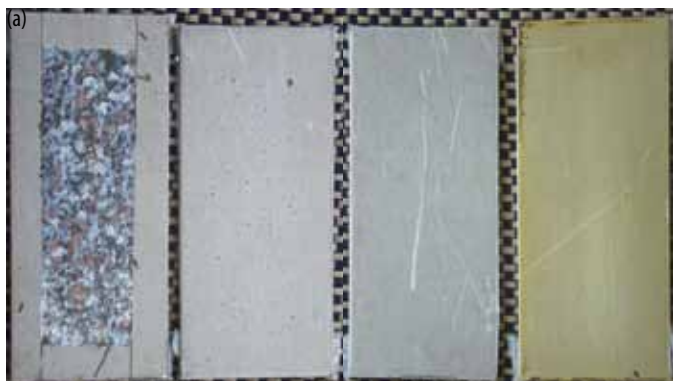
मैनुअल फुहार विलेपन पद्धति का उपयोग कर 6.5µm की एकरूप नरम वाली मोटी फिल्म के साथ, सभी नमूनों को लेपित किया गया और इष्टतम ऊष्मा उपचार स्थिति का आकलन करने के लिए, हवादार परिसंचारी ओवन में 1 घंटे के लिए 80, 150 और 200 डिग्री सेल्सियस पर उपचारित किया गया। तालिका 1 में प्रस्तुत परिणाम, नैनो इंडोटेन्टेशन पद्धति द्वारा नैनो समग्र सोल-जैल विलेपन की कठोरता के मापन को इंगित करते हैं जिसकी न्यूनतम औसत कठोरता 0.138 GPa है और जब इसे उच्च तापमान पर

ऊष्मा उपचारित किया गया, तो इसमें 0.348 GPa तक एक बढ़ोतरी देखी गई। औसत मापांक के लिए उसी प्रवृत्ति का अनुसरण किया गया। ये परिणाम अगले स्ट्रेच परीक्षण परिणाम द्वारा सिद्ध हुए, जहाँ फ्रैक्चर सामर्थ्य विवरण की शुरुआत तालिका 1 में प्रस्तुत की गई है। उच्च तापमान पर, उपचारित लेपित नमूनों का प्रदर्शन किया गया और कम तापमानों पर उपचारित नमूनों की तुलना में वर्धित खरोचरोधी के साथ की गई।

अलेपित सबस्ट्रेट के साथ विभिन्न ऊष्मा उपचार स्थिति में, लेपित नमूनों में से प्रत्येक दो नंबरों को उपचारित किया गया और एएसटीएम बी117 के अनुसार, साल्ट फॉग परीक्षण के अधीन थे। साल्ट फॉग के अनावरण के लिए, 168घंटें और 400 घंटें के बाद में अलेपित और सोल-जैल लेपित नमूनों की स्थिति को चित्र 1 दर्शाता है। जैसा कि इसमें देखा जा सकता है कि 165 घंटें के परीक्षण के बाद भी, विलेपन के उत्कृष्ट अरोध प्रभाव का संकेत देते हुए बर्रे 2024 सबस्ट्रेटों की तुलना में सभी लेपित नमूनों ने बेहतर जंगरोधी का प्रदर्शन किया है। विलेपन, जिसे 200 डिग्री सेल्सियस पर उपचारित किया गया और जब 80 डिग्री सेल्सियस और 150 डिग्री सेल्सियस पर उपचारित सबस्ट्रेटों की तुलना की गई, तब जंग संरक्षण में काफी वृद्धि देखी गई। अनावरण समय को आगे बढ़ाकर 400 घंटें तक कर दिया गया, जिसमें इसी तरह की प्रवृत्ति देखी गई। यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि उच्च उपचार तापमान ने आंतरिक कठोरता और जंगरोधी संबंधित नैनो समग्र सोल-जैल विलेपन के निष्पादन को बढ़ाया है।

तालिका 1. खरोच सामर्थ्य विवरण की शुरुआत में नैनो कठोरता और खरोच के परिणाम

गुण	HT@80C	HT@150C	HT@200C
कठोरता की औसत, GPa	0.138±0.007	0.189±0.006	0.348±0.018
मॉड्यूल का औसत, GPa	2.60±0.06	3.12±0.05	5.2±0.15
खरोच भार, mN	45±3.6	52±2.5	63±1.8
अलेपित Al2024T4: 2.2 GPa मॉड्यूल: 92.86 GPa की नैनो कठोरता			



चित्र 1. 80, 150 एवं 200 डिग्री सेल्सियस पर शोधित बर्रे एवं लेपित नमूनों की स्थिति के बाद, क्रमशः एक और दो लाइनों में साल्ट फुहार परीक्षण (ए)168 घंटे और (बी)400 घंटे तक करते हुए

योगदानकर्ता: पी. सुरेश बाबू और जी. रविचंद्रा

## कांच पर उच्च खरोच कठोरता के साथ रंगीन जैविक- अजैविक विलेपन

डी. श्रीनिवास रेड्डी

dsreddy@arci.res.in

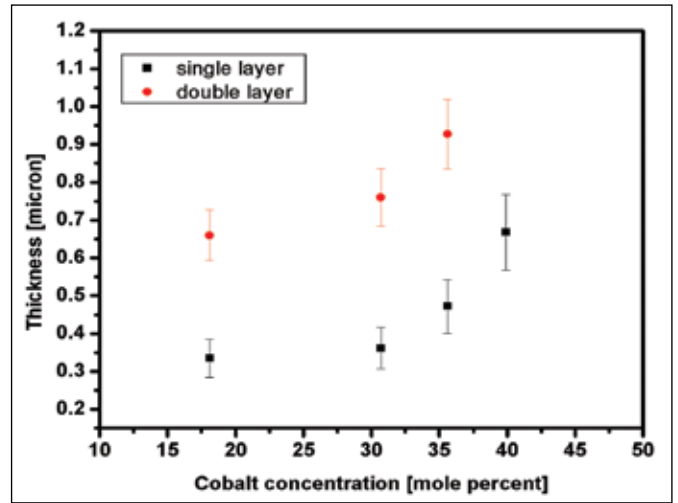
रंगीन कांच प्राप्त करने के लिए, कांच पिघलाने के दौरान कांचों में संक्रमण धातु डोपन का उपयोग किया जा सकता है। यद्यपि, पारंपरिक पद्धति द्वारा पिघलाने के प्राप्त रंगीन कांचों के मामले में, कांच में संक्रमण धातुओं की सामग्री सीमित है, जो सामान्य तौर पर कुछ प्रतिशत से अधिक नहीं होती है। सोल-जैल पद्धति का उपयोग कर कम तापमान पर प्राप्त कांच के मामले में, संक्रमण धातु आयन डोपन को बीस प्रतिशत या अधिक प्राप्त किया जा सकता है। संक्रमण-धातु आयन-डोपित सोल-जेल मैट्रिक्स के पतले और महीन विलेपन के लिए, सोल-जेल पद्धति सक्षम है और कांच पर रंगीन कांच का रूप देने के लिए, इसे निक्षेपित किया गया। सोल-जेल मैट्रिक्स में जैविक डाईज द्वारा प्राप्त रंगीन विलेपनों पर इस तरह की पद्धतियों को पसंद किया जाता है, क्योंकि यह बेहतर यूवी स्थिरता और पूर्व खरोंच कठोरता प्रदान करता है।

वर्तमान जांच में, हाइब्रिड सिलिका मैट्रिक्स में सोल-जेल पद्धति द्वारा  $Co^{2+}$ - डोपन किया गया। कोबाल्ट एसीटेट के अल्कोहल घोल को मिलाकर, हाइड्रोलिसिस और व्यवस्थित संशोधित सिलेन के पाली संक्षेपण द्वारा कांच पर हल्के नीले रंग के विलेपन को उत्पन्न किया गया।  $7.5 \times 2.5 \times 0.2$  सेमी के आयामों के सोडा लाइम कांच सबस्ट्रेट पर रंगीन विलेपनों के गुणों को सत्यापित करने के लिए,  $Co^{2+}$  के विभिन्न अणु-अनुपात: सिलेन का उपयोग किया गया। डीप विलेपन पद्धति और भिन्न-भिन्न गति की पुनःप्राप्ति एवं 1 घंटे के लिए 450 डिग्री सेल्सियस पर हवा में गर्मी उपचारित का उपयोग कर विलेपन को उत्पन्न किया गया। कुछ मामलों में, उसी परत की गति को नियोजित कर दोहरी परत वाली विलेपन को भी उत्पन्न किया गया। इसके फलस्वरूप, मोटाई, हैज, पेंसिल खरोच कठोरता और दृश्यमान प्रकाश अवशोषण के लिए लेपित सबस्ट्रेट्स को अभिलक्षित किया गया।

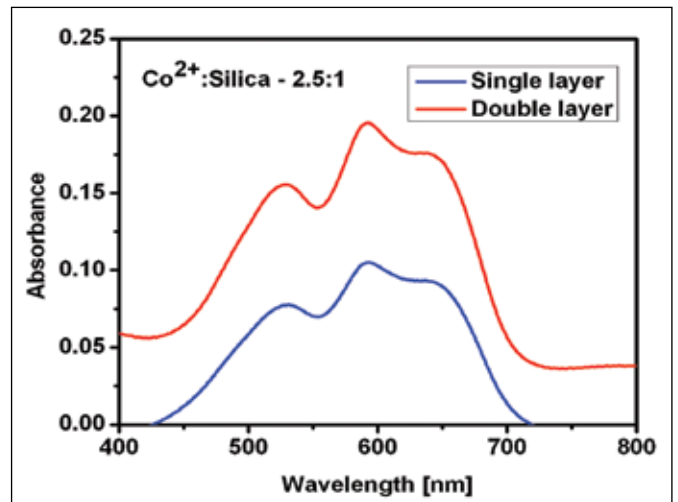
विलेपन मोटाई, 0.3-1.0 एमएम के क्रम में पाए गए जिसे चित्र 1 में दिखाया गया है। एकल और दोहरी परतदार विलेपन के अवशोषक स्पेक्ट्रा को चित्र 2 में दिखाया गया है। दृश्य तरंगदैर्घ्य श्रृंखला में त्रयी विभाजित नोक को देखा गया, जो सिलिका के समन्वय में टेथेराहेडल कोबाल्ट आयन के अनुरूप है। परतों की संख्या के साथ अवशोषण में वृद्धि देखी गई, जिसकी उम्मीद है। अतः वहाँ अधिक रंग के उत्पादक प्रजातियां हैं, जैसे दोहरे स्तरित कोटिंग में  $Co^{2+}$ ।

विलेपनों के हैज को चित्र 3 में दिखाया गया है, जिसमें कोबाल्ट एकाग्रता और परतों की संख्या में वृद्धि के साथ व्यवस्थित रूप से वृद्धि को देखा गया, जिसकी तुलना अलेपित सबस्ट्रेट से की गई। विलेपन के लिए प्राप्त न्यूनतम हैज मानों के आधार पर  $Co^{2+}$  के ~ 18% के इष्टतम एकाग्रता को अंतिम रूप दिया जा सकता है। ऑप्टिकल और वास्तु संबंधित अनुप्रयोगों के लिए, 2% से कम वाले हैज मानों को प्राप्त करना वांछनीय है। 8एच-9 एच तक के लिए विलेपन की पेंसिल खरोच कठोरता का मूल्यांकन किया गया, जो बर्से सबस्ट्रेट (8 एच) के समतुल्य है।

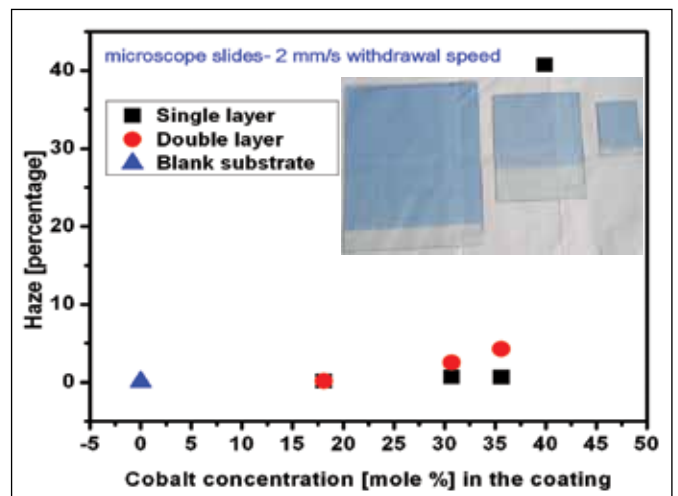
वर्तमान जांच दर्शाती है कि वास्तु संबंधित अनुप्रयोगों के लिए, सोल-जेल पद्धति द्वारा पतले, रंगीन, विभिन्न रंगों की खरोंचरोधी विलेपन को आसानी से तैयार किया जा सकता है, जो उचित अनुपात के लिए भी अनुकूल है।



चित्र 1. एकल और दोहरी परतदार विलेपन के लिए कोबाल्ट सामग्री के संबंध में विलेपन मोटाई की विविधता।



चित्र 2. एकल और दोहरी परतदार विलेपन के दृश्यमान प्रतिबिम्ब



चित्र 3. एकल और दोहरी परतदार रंगीन लेपित कांच की हैज तुलना, जो अलेपित कांच पर चित्रित है, और जो 20 सेमी x 20 सेमी, 15 सेमी x 15 सेमी और 10 सेमी x 10 सेमी के लेपित कांच के विभिन्न आयामों को दर्शाते हैं।

योगदाकर्ता: आर. शुभश्री

# सैंटर फॉर मटेरियल्स कैरेक्टराइजेशन एंड टेस्टिंग

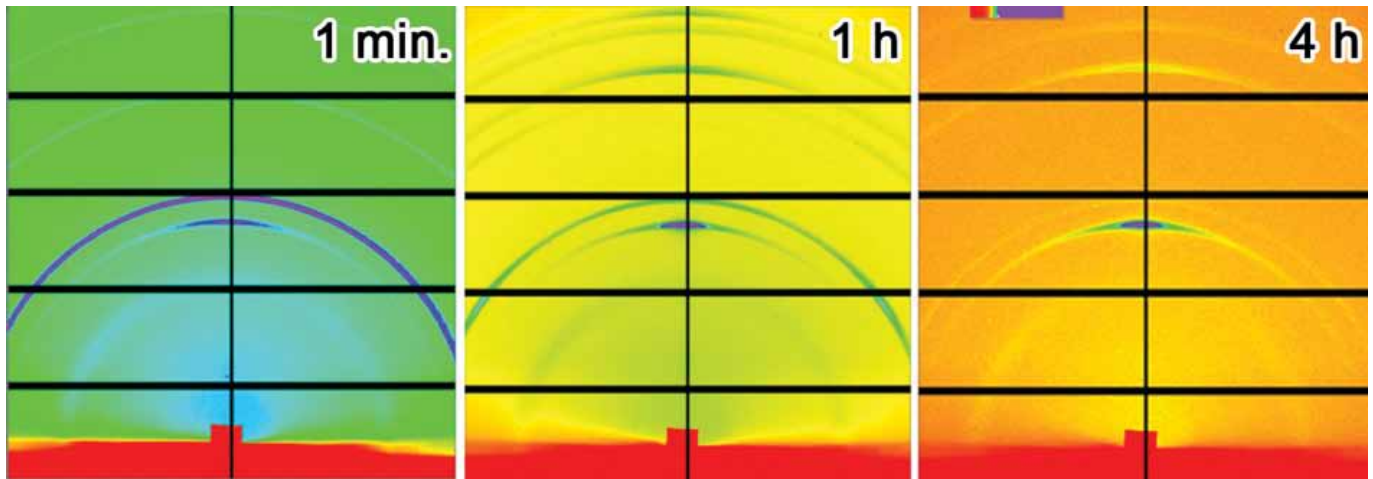
सैंटर फॉर मटेरियल्स कैरेक्टराइजेशन एंड टेस्टिंग ने इस अधिदेश को बनाए रखा है:

- प्रौद्योगिकी विकास और अनंतरण में एआरसीआई की गतिविधियों का समर्थन करने हेतु सामग्री के विशिष्टीकरण के लिए अत्याधुनिक विशिष्टीकृत सुविधाएं उपलब्ध कराने हेतु
- एआरसीआई से सम्बद्ध क्षेत्रों में आधारभूत शोध करने हेतु

केंद्र के मुख्य उद्देश्य व्यापक और श्रेणीबद्ध संरचना-संपत्ति अध्ययन करना हैं, और परमाणु लघु लंबाई से लेकर विस्तृत तक माइक्रोस्ट्रॉक्चरल मुद्दों को पते वाला बनाने की क्षमता। केंद्र के वैज्ञानिक कर्मचारी सदस्यों के पास अंतर्राष्ट्रीय संपर्क स्थापित हैं और वे अपने कार्य में सार्वोत्तम प्रथाओं और सामग्रियों के विशिष्टीकरण में अद्यतन विकासों को शामिल करने के लिए काम कर रहे हैं।

हाल ही के वर्षों में, सामग्री डिजाइन और विकास में ध्यानकेंद्रीकरण नैनोटेक्नोलॉजी से अवधारणाओं के उपयोग की ओर बढ़ रहा है। विस्तृत गुणों वाली बल्क सामग्री जैसे उद्देश्य में साधारणतः नैनो सामग्री और/या नैनोस्ट्रक्चर शामिल हुए होते हैं, जो गुणों में सुधार का कारण है। इन का अध्ययन एक चुनौती है और केंद्र इन चुनौतियों का सामना करने के लिए उद्विग्न रहा है। इसके लिए, 0.6 एनएम के संकल्प के साथ एक नये क्षेत्र उत्सर्जन स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोप को प्राप्त किया जा रहा है। इस उपकरण में एक ऊर्जा डिस्पर्सिव स्पेक्ट्रोस्कोपी (ईडीएस) इकाई और इलेक्ट्रॉन बैकस्केटर विवर्तन (ईबीएसडी) की सुविधा संलग्नक के रूप में है, जिसका उपयोग एक साथ माइक्रोस्ट्रक्चरल और मौलिक जानकारी एकत्र किया जा सकता है। इस उपकरण में एक ऊर्जा डिस्पर्सिव स्पेक्ट्रोस्कोपी (ईडीएस) इकाई और इलेक्ट्रॉन बैकस्केटर विवर्तन (ईबीएसडी) की सुविधा संलग्नक के रूप में है, जिसका उपयोग साथ ही साथ माइक्रोस्ट्रक्चरल और मौलिक सूचना को एकत्रित किया जा सकता है। इसके अलावा, मौजूदा ट्रांसमिशन इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी (टेम) और छोटे कोण एक्सरे स्कैटरिंग (एसएक्सएस) इकाइयों के साथ उप-नैनोमीटर आकृति आकार का अध्ययन किया जा सकता है। केंद्र में उपलब्ध सुविधाओं का उपयोग करने के अतिरिक्त, सदस्यों ने चुनौतीपूर्ण वैज्ञानिक समस्याओं का समाधान पाने के लिए जापान में सिंक्रोट्रॉन सुविधा पर भी प्रयोग किया है। नीचे दी गई आकृतियां, जापान में संकरोट्रॉन सुविधा में एकत्रित 80% की सापेक्ष आर्द्रता और 85 डिग्री सेल्सियस के तापमान में जोखिम के विभिन्न अवधियों के लिए इन-सिटू एक्स-रे विवर्तन डेटा दर्शाती हैं। डेटा विश्लेषण तकनीकों को भी आवश्यकतानुसार विकसित किया जा रहा है, इस प्रकार केंद्र ने अगली पीढ़ी की उन्नत सामग्रियों को विशिष्टीकृत करने के लिए अच्छी तरह तैयार किया है।

इस रिपोर्ट में केंद्र से चार लेख शामिल किए गए हैं। इस में से एक ऑर्गेनोमेटल हलाइड्स के चरण स्थिरता के साथ व्यवहार करता है जैसे एसएक्सएस यूनिट में तापमान के एक कार्य के रूप में इन-सिटू में अध्ययन किया गया है। जबकि  $\text{CoCrFeNi}$  आधारित बहु घटक मिश्र धातु का संश्लेषण एक अन्य विषय का मामला है। कमरे के तापमान पर कटाव के व्यवहार और निक्कल मैट्रिक्स और क्रोमियम कार्बाइड पर 600 डिग्री सेल्सियस पर अध्ययन से परिणाम प्रस्तुत किए गए हैं, जैसा कि साथ ही नमक के पानी में  $\text{Ni-B}_4\text{C}$  मिश्रित कोटिंग्स के तं ? छिड़काव से इलेक्ट्रोकोकेमिकल व्यवहार। आशा है कि ये रिपोर्टें केंद्र पर वर्तमान अनुसंधान गतिविधियों की विशिष्टता उपलब्ध कराते हैं। जापान में सिंक्रोट्रॉन सुविधा पर समय के एक फंक्शन के रूप में  $\text{MAPbI}_3$  फिल्मों पर इन-सिटू एक्स-रे विवर्तन डेटा। सापेक्ष आर्द्रता 80% थी और तापमान को लगातार 85 डिग्री सेल्सियस पर रखा गया था। इनका प्रयोग फिल्मों की स्थिरता का अध्ययन करने के लिए किया गया था।



जापान में सिंक्रोट्रॉन सुविधा पर क्रियात्मक समय के रूप में  $\text{MAPbI}_3$  फिल्मों में इन-सिटू एक्स-रे विवर्तन डेटा। सापेक्ष आर्द्रता 80% थी और तापमान 85 डिग्री सेल्सियस पर स्थिर रखा गया था। फिल्मों की स्थिरता का अध्ययन करने के लिए प्रयोग किए गए।

## यथावत एक्सआरडी अध्ययन द्वारा सर्व-व्यापक रूप से परिष्कृत ऑर्गेनोमेटल हैलाइड पैरोवस्काइट की चरणीय स्थिरता

के. सुरेश

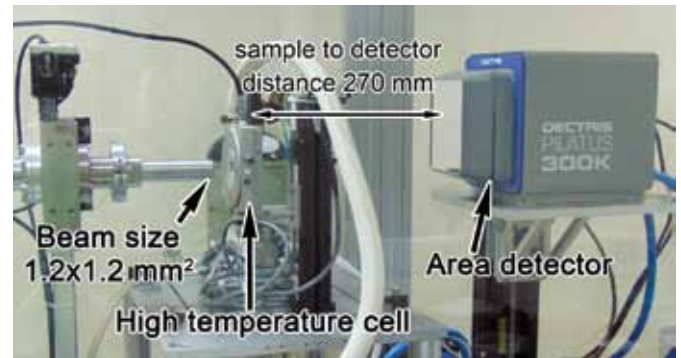
sureshkopppoju@arci.res.in

परिष्कृत ऑर्गेनोमेटल हैलाइड पैरोवस्काइट(ओएमएचपी) ने अपने उत्तम प्रकाश गुणक, ट्यूनेबल बैंड गैप, एवं निम्न-तापमान प्रक्रिया के कारण महत्वपूर्ण ध्यानाकर्षण प्राप्त किया है। उत्कृष्ट पैरोवस्काइट सौर सेल में प्राप्त उच्च शक्ति-रूपांतरण दक्षता (>20%) के द्वारा उनकी वाणिज्यिक परिप्रेक्ष्य में वृद्धि हुई है। ओएसएचपी सामग्रियां सामान्यतः नियंत्रित वातावरण में संश्लेषित किया जाता है क्योंकि यह सामग्री व्यापक नमी एवं ऑक्सीजन के लिए संवेदनशील है। इस के साथ हमने ओएमएचपी को सर्व-व्यापक परिस्थिति में संश्लेषित करने का प्रयास किया तथा इसकी फोटोवोल्टिक प्रतिक्रिया का मूल्यांकन किया। 10% प्रतिशत की अधिकतम शक्ति रूपांतरण दक्षता एवं अच्छी परिचालन स्थिरता का प्रदर्शन हुआ। ऐसे प्रभावशाली प्रदर्शन के द्वारा यह प्रश्न उठा कि सर्व-व्यापक संश्लेषित ओएमएचपी के चरण शुष्क वातावरण संश्लेषित ओएमएचपी के समान ही हैं। मानक ओएमएचपी में 60 डिग्री सेल्सियस के कम तापमान टेट्रागोनल चरण से उच्च तापमान क्यूबिक चरण की ओर संरचनात्मक परिवर्तन से गुजारा जाता है। अतः हमने इसके क्रिस्टलीकरण चरण एवं संरचनात्मक स्थिरता को मूल्यांकन करने के लिए सर्व-व्यापक संश्लेषित ओएमएचपी पर इन-सिटू (यथावत) एक्स-रे डिफ्रैक्शन (एक्सआरडी) का प्रयोग संचालित किया।

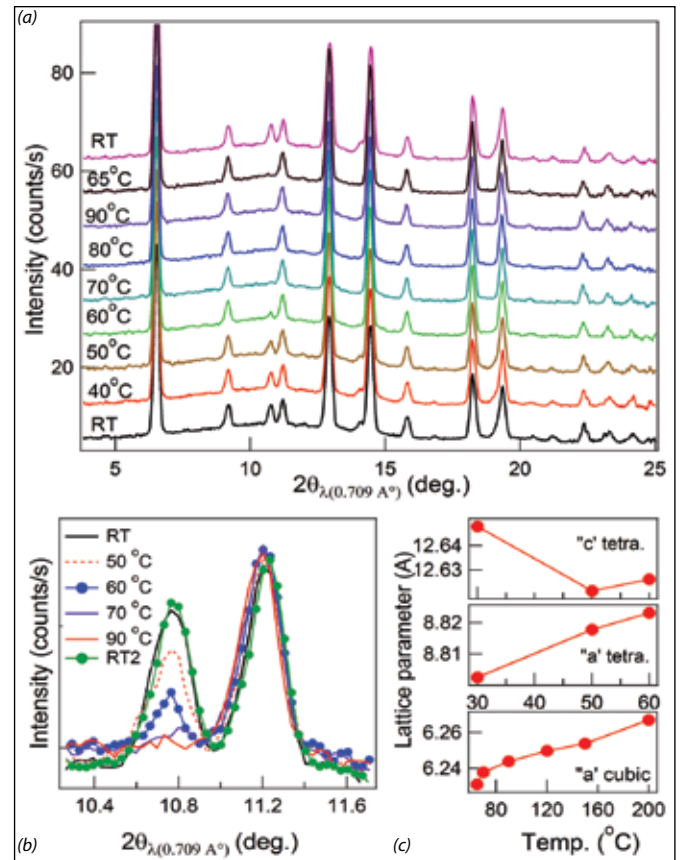
ओएमएचपी फिल्में ग्लास सबस्ट्रेट पर दो-चरण क्रमबद्ध जमाव प्रक्रिया से जमा हो गयीं। पीबीएल2 की महीन लेयर के साथ कोटेड ग्लास सबस्ट्रेट फिल्म मिथाइलमोनियम (एमएआई) सोल्यूशन में निरावरित हुई। ओएमएचपी पाउडर फिल्म को स्कैच करने पर एकत्रित की गई एवं नमी के निरावरण से बचने के लिए कैप्टन टेप के साथ लैमिनेटिड की गई। एआरसीआई में एमओएसएक्सएस बीमलाइन का प्रयोग करते हुए इन-सिटू एक्सआरडी माप किए गए, जो कि विशाल क्षेत्र 2 डी डिटेक्टर एवं तापमान सेल (-196 से 300 $\text{K}$  सेल्सियस) से युक्त था। 20 मिनट के स्थिरता समय के साथ आरटी से 90 $\text{K}$  तक तथा वापस 10 $\text{K}$  तक के अंतराल में आरटी की माप प्रक्रिया की गई।

चित्र 2क में सर्व-व्यापक संश्लेषित ओएमएचपी पाउडर के तापमान पर निर्भर एक्सआरडी पैटर्न को दिखाया गया है। आरटी में, ओएमएचपी से टेट्रागोनल संरचना प्रदर्शित हुई तथा 60 $\text{K}$  सेल्सियस के क्यूबिक में रूपांतरित हो गई, जिसका हस्ताक्षर एक्स-रे डिफ्रैक्शन पैटर्न (चित्र 2ख) में टेट्रागोनल (211) परावर्तन के गुम हो जाने पर प्रेक्षित की जा सकती है। इसके साथ, सामग्री के प्रतिवर्ती रूपांतरण गतिविधि की जांच करने हेतु तापमान को घटाने पर भी नापी जा सकती है। लगभग समान तीव्रता के साथ परावर्तन की उपस्थिति से यह पता चलता है कि ओएमएचपी कम तापमान टेट्रागोनल चरण में पूर्ण रूप से रूपांतरित हो गया है। पीबीआई2 चरण से संबंधित कोई अतिरिक्त परावर्तन नहीं है। आरटी टेट्रागोनल हेतु परिकलित लैटिस पैरामीटर्स एवं एचटी क्यूबिक चरण चित्र 2ग में दर्शाये गए हैं, जो कि रिपोर्ट किए गए मान के साथ सुसंगत हैं।

इस तापमान-आधारित इन-सिटू एक्सआरडी जांच से व्यापक संश्लेषित ओएमएचपी की आलोचनात्मक जानकारी प्रतीत होती है, जो कि निम्नलिखित है: (i) क्रिस्टल संरचना (टेट्रागोनल) नियंत्रित शुष्क वातावरण के अंतर्गत संश्लेषित सामग्री के समान है। (ii) यह सामग्री एकल चरण की है। (iii) यह टेट्रागोनल से क्यूबिक में 60 $\text{K}$  से. पर परिवर्तित रूपांतरण प्रक्रिया से गुजरी है। (iv) संरक्षित वातावरण में उन्नत तापीय स्थिरता है।



चित्र 1. इन-सिटू एक्सआरडी माप हेतु एमओ-एसएक्सएस बीमलाइन सेट-अप



चित्र 2 (क) सर्व-व्यापक संश्लेषित ऑर्गेनोमेटल हैलाइड पैरोवस्काइट के तापमान पर निर्भर एक्सआरडी प्रोफाइल (ख) परावर्तन के आसपास(211) ओएमएचपी की विस्तृत एक्सआरडी प्रोफाइल एवं (ग) परिकलित लैटिस पैरामीटर्स एवं एचटी क्यूबिक चरण ओएमएचपी।

# बहु अवयवी मिश्र धातु आधारित कोबाल्ट, क्रोमियम, आयरन, निक्कल (CoCrFeNi) संश्लेषण

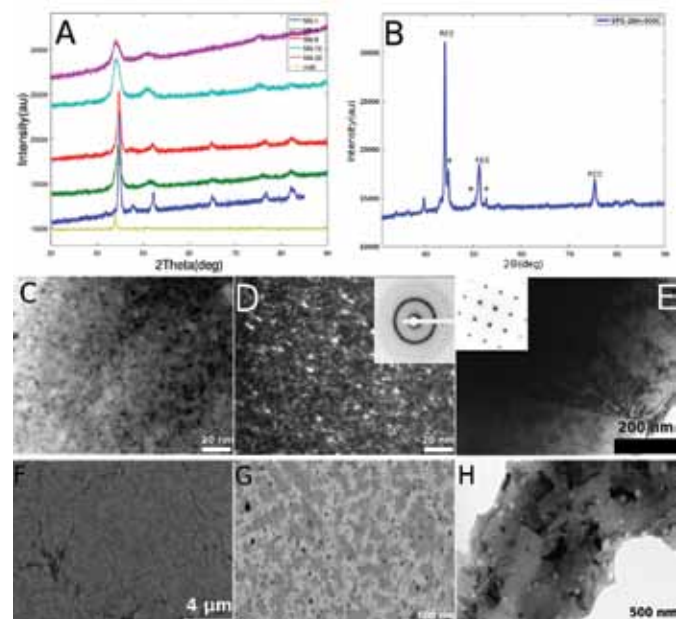
एम. रामाकृष्णा

ramakrishna@arci.res.in

मूलभूत भौतिक प्रतिक्रिया का अन्य तत्वों के साथ विकृति, तापमान एवं इसकी पारस्परिक रासायनिक क्रिया को ध्यान में रखते हुए, धातुकर्म संबंधी अनुसंधान में मिश्र धातु डिजाइन अभी तक मुख्य घटक के रूप में एक तत्व को मिश्र धातु के साथ विकसित किया गया। बहु अवयवी मिश्र धातुओं, जिनका एटोमिक संकेद्रण 5 का % तथा अवयवों की संख्या पांच एवं उच्चतर भी हो, को संश्लेषित किया जाता है तो उस की उच्च कॉन्फिगरेशन एनट्रॉपी के कारण उसे उच्च एनट्रॉपी मिश्रधातु (एचईए) कहा जाता है। इनमें से अधिकतर मिश्रधातु या तो एकल चरण आधारित एफसीसी, बीसीसी एवं एचसीपी अथवा किसी इंटरमेटेलिक चरणों के अभाव में इसके मिश्रण को बनाते हैं। ये मिश्र धातु कुछ विशेष गुण जैसे मंद प्रसार एवं सख्त जालीदार विरूपण को धारित करते हैं जो उन्हें उच्च तापमान अनुप्रयोग जैसे ताप अवरोधी कोटिंग हेतु बॉर्ड परत कोट के लिए उपयुक्त पदार्थ बनाते हैं। ऐसे कुछ एचईए होते हैं जो एक सीसी अथवा बीसीसी के साथ एकल चरण के रूप बनाते हैं। ऐसे एचईए को संश्लेषित करने के लिए कल्पित किया गया जो श्रेष्ठतर निष्पादन के साथ मिश्र धातु के डिजाइन हेतु एक बेस (इस्पात में Fe के जैसे) के रूप में प्रयोग किया जा सके। ऐसी मिश्रधातु तैयार करने के उद्देश्य से Co, Cr, Fe, एवं Ni का चयन हुआ एवं दो भिन्न संश्लेषण मार्गों की जांच की गई। यांत्रिक एलोइंग (एमए) का प्रयोग करते हुए एक मिश्र धातु तैयार की गई तथा पारंपरिक गलन एवं ठोस बनाने की प्रक्रिया का प्रयोग करते हुए दूसरा मिश्रण। Co, Cr, Fe, Ni के समआणविक संयोजन के मिश्रण को मिलिंग के द्वारा यांत्रिक एलोइंग का प्रयोग किया गया एवं पाउडर की बॉल अनुपात 10:1 एवं टॉल्यूएन का एक मिलिंग मीडियम के रूप में एक प्लेनेटरी मिल में 32 घंटे के लिए मिलिंग किया गया। चित्र 1ए दर्शाता है कि पाउडर सैम्पलों के एक्सआरडी पैटर्न, जो 32 घंटों की मिलिंग तक रुक-रुक कर सैंपल लिया गया। यह देखा जा सकता है कि धातु मिश्रण में एफसीसी स्ट्रक्चर के साथ 32 घंटों की मिलिंग के पश्चात एकल चरण प्राप्त कर लिया गया। उच्चतम विश्लेषण के पश्चात स्ट्रक्चर का जाली मापदंड 3.5578 ए पाया गया जो कि निक्कल के समीप जैसा है एवं क्रिस्टेलाइट आकार 4 एनएम पाया गया। यह भी देखा जा सकता है कि काफी महीन क्रिस्टेलाइट आकार के कारण 32 घंटे मिल किये हुए सैंपल में चरम-विस्तृतीकरण है। ट्रांसमिशन एलेक्ट्रान अणुवीक्षण(टीईएम) का प्रयोग करते हुए सूक्ष्म संरचनात्मक विश्लेषण किया गया, इसकी ब्राइट फील्ड एवं डार्क फील्ड छवियां, चित्र 1 ग एवं घ में देखी जा सकती हैं एवं क्रम का क्रिस्टेलाइट आकार, एक्सआरडी से देखा जाना प्रेक्षित हुआ। सैंपल के एसईडी प्रतिरूप (चित्र 1डी में दिखाया गया) से मिश्रित धातु के एकल चरण होने की पुष्टि होती है। इस संयोजन की पुष्टि हेतु ईडीएस किया गया। एमए सैंपल की एचआरटीईएम छवि से काफी महीन क्रिस्टेलाइट आकार का पता चलता है। जैसा कि चित्र 1ख में

देखा जा सकता है कि इसमें एक्सआरडी प्रोफाइल एवं 20 मिनट के लिए 50 एमपीए का लोड प्रयोग करने एवं 900ओसे पर स्पार्क प्लास्मा सिन्ट्रिंग(एसपीएस) के प्रयोग करते हुए मिल किया हुआ मिश्रण पाउडर सम्मिलित हुआ। यह देखा गया कि एसपीएस के पश्चात एक लघु द्वितीय चरण अवक्षेपित हो गया। मिश्रधातु की सूक्ष्म संरचना चित्र.1 च, छ एवं ज में दिखाया गया है। एसईएम बीएसई छवि से यह प्रेक्षित किया जा सकता है कि रासायनिक पृथक्करण होने के कारण दो पृथक क्षेत्रों का निर्माण हुआ तथा ईडीएस विश्लेषण से यह पता चला कि काला क्षेत्र निक्कल(Ni) से भरपूर है और उज्ज्वल क्षेत्र में क्रोमियम(Cr) से भरपूर है।

समान संयोजन वाली मिश्र धातु को वैक्यूम आर्क गलन एवं एक्सआरडी प्रतिरूप का प्रयोग करते हुए तैयार किया गया था जिसकी छवि क्रमशः चित्र.1क एवं 1ड में देखी जा सकती है। दोनों तकनीकों के परिणामों से पुष्टि होती है कि यह एफसीसी चरण है एवं एक्सआरडी से निर्धारित लैटिस मापदंड 3.5679 क है।



चित्र 1(क): मिल किए हुए पाउडर एवं गलन की हुई मिश्र धातु के एक्सआरडी प्रतिरूप (ख) एसपीएस प्रोसेस्ड मिश्र धातु का एक्सआरडी प्रतिरूप, (ग) एवं (घ): मिल किए हुए पाउडर की क्रमशः बीएफ एवं डीएफ छवियां, (ड) गलन हुए मिश्र धातु की बीएफ छवि, (च) एसपीएस प्रोसेस्ड मिश्रधातु की एसईएम छवि, (छ) एसपीएस प्रोसेस्ड मिश्रधातु की टीईएम बीएफ छवि।

दोनों उपर्युक्त उल्लिखित प्रक्रियाओं एवं सूक्ष्म संरचना को इसकी यांत्रिक प्रक्रिया में सुधार करने के लिए विक्षेपण अथवा अवक्षेपण करते हुए द्वितीय चरण प्राप्ति हेतु परिवर्तित करने के लिए इसके द्वारा तैयार इस मिश्र धातु की ताप स्थिरता को समझने के लिए आगे भी कार्यों को पूरा किया जाना चाहिए।

योगदानकर्ता: के. एस. प्रसाद और के. सुरेश

# खारे पानी में निकल (Ni) – बोरान कार्बाइड (B<sub>4</sub>C) मिश्रण विलेपन के शीत फुहार की वैद्युत रासायनिक प्रतिक्रिया

ए. ज्योतिर्मयी

ajyothi@arci.res.in

धातु मेट्रिक्स मिश्रण (एमएमसी) ने श्रेष्ठतर व्यसन, संक्षारण एवं अन्य क्रियान्वयन गुण उपलब्ध करवाने के पश्चात से अनुप्रयोगात्मक अनुसंधान में इसकी ख्याति में वृद्धि हुई है। श्रेष्ठ दृढता, न्यूनतम घनत्व (2.5 ग्रा./सीसी), उच्च गलनांक बिन्दु (235 डिग्री सेल्सियस) के कारण बोरान कार्बाइड (B<sub>4</sub>C) विभिन्न प्रकार के अनुप्रयोगों जैसे कवच, ग्राइडिंग व्हील, स्फोटन नोज़ल आदि में सशक्त पदार्थ है। जिस प्रकार निकल एक संक्षारणरोधी पदार्थ है, उसी प्रकार बोरान कार्बाइड (B<sub>4</sub>C) के मिश्रण से परिक्षेपित निकल संक्षारण एवं व्यसन अनुप्रयोगों से संबंधित समस्याओं को ठीक किया जा सकता है। कार्बाइड आधारित एमएमसी को निक्षेप करने के लिए शीत फुहार करना एक उचित तकनीक है (जैसे इस अध्ययन में निकल - बोरान कार्बाइड) जैसे अन्य उच्च उष्ण तापमान के फुहार से कार्बाइड का निरपवाद रूप से अपघटन होता है।

वर्तमान अध्ययन में, बाज़ार में उपलब्ध निकल पाउडर (सैंडविक, स्वीडन, d50 = 20 μm) निकल के सीवीडी परतदार बोरान कार्बाइड (d50=60μm) को 1:1(परिमाण) अनुपात में पॉट मिलाया गया। पॉट मिश्रित मिश्रण पाउडर का शीत फुहार सुविधा के साथ 15 बार पर एवं 600 डिग्री सेल्सियस की दर से एमएस नमूनों पर फुहारित किया गया। सामान्य रूप से, अपर्याप्त अन्तः-सूचक बान्डिंग के कारण एज़-फुहार विलेपन की स्थिति में की गई विलेपन नाजुक होती है, अतः संक्षिप्त ताप शोधन के पश्चात एज़- फुहार विलेपन के आधार पर होता है। निकल-निकल (Ni-Ni) (B<sub>4</sub>C) के नमूनों का सेट दो घंटों के लिए 600 डिग्री सेल्सियस पर वैक्यूम ताप ट्रीट किया गया।

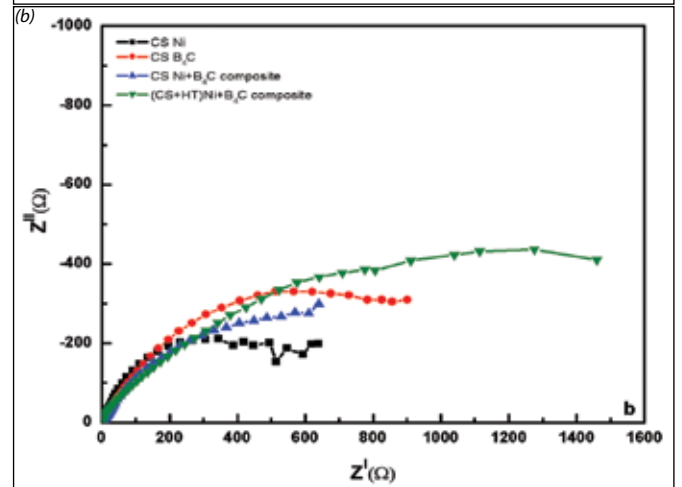
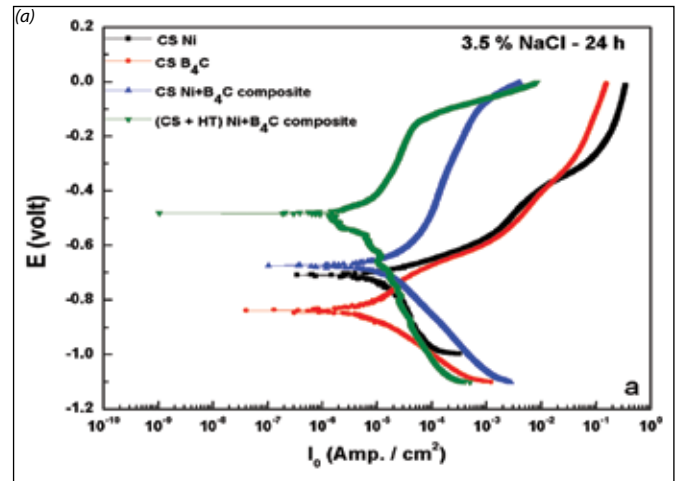
तीन इलेक्ट्रोड सेल का प्रयोग करते हुए 3.5% एनएसएल (NaCl) घोल को 1 एवं 24 घंटों के अनावरण के पश्चात एसआई 1287 वैद्युत रासायनिक इंटरफेस (सोलरट्रॉन, यूएसए) के साथ एसआई 1260 ध्रुवीकरण/कण चरण विश्लेषक का प्रयोग करते हुए पोटेन्शियोडायनेमिक ध्रुवीकरण एवं प्रतिबाधा टेस्ट किए गए। 24 घंटों के अनावरण के पश्चात रिकॉर्ड किए गए ध्रुवीकरण प्लॉट्स चित्र.1(क) में दिखाए गए हैं, तथा 1 एवं 24 घंटों के लिए संक्षारण क्षमता (E<sub>corr</sub>) का विश्लेषित डाटा तथा मौजूदा घनत्व (I<sub>corr</sub>) सारणी-1 में दिया गया है। E<sub>corr</sub>, बोरान कार्बाइड (B<sub>4</sub>C) विलेपन के साथ-साथ निकल (Ni) तुलना में निकल (Ni) + (B<sub>4</sub>C) मिश्रित विलेपन हेतु अधिकसकारात्मक क्षमता की ओर अंतरित हो गया है जिससे पता चलता है कि तुलनात्मक रूप से ये विलेपन सोडियम क्लोराइड (NaCl) की ओर अधिक प्रतिरोधी है। अधिक सकारात्मक क्षमता के साथ ताप-उपचारित विलेपन से श्रेष्ठतम संक्षारण व्यवहार तथा सभी शीत-फुहार वाली विलेपनका बेहतर निष्पादन प्रदर्शित होता है। ताप-उपचारित विलेपन हेतु संक्षारित मौजूदा घनत्व एक घंटा एवं 24 घंटे के पश्चात अन्य प्रकार की विलेपन से कम है। एज़ नमूने में दोषों से एकरूप निष्क्रिय फिल्म सुजित होने से रुकावट होती है। ताप-उपचारित करने के कारण अणु सीमा में कटौती के साथ शीत-फुहार विलेपन में पोरों एवं दोषों का बंद होना बड़े हुए संक्षारण प्रतिरोधकता के लिए उत्तरदायी है।

ऐसे परिणाम को प्रतिबाधा विश्लेषण के साथ भी प्रेक्षित होता है। सभी विलेपन का प्रतिबाधा डाटा से नाइक्विस्ट प्लॉट चित्र.1(ख) में दिखाया गया है। प्लॉट के सर्किट फिट से प्राप्त किए गए चार्ज अंतरण प्रतिरोधकता R<sub>ct</sub> मान को सारणी.1 में दर्शाया गया है। जब R<sub>ct</sub> मान, निकल-निकल (Ni-Ni) लेपित (B<sub>4</sub>C) विलेपन से तुलना की जाती है तो निकल लेपित बोरान कार्बाइड (B<sub>4</sub>C) विलेपन का मान बहुत कम

रहता है। ताप-उपचारित नमूने 1 घंटे के बाद काफी उच्च R<sub>ct</sub> तथा एज़-लेपित नमूने के साथ तुलनात्मक रूप से 24 घंटों बाद बेहतर निष्पादन दर्शाता है।

तालिका -1 : चित्र 1(क) में डाटा से प्राप्त ध्रुवीकरण प्लॉट से E<sub>corr</sub>, I<sub>corr</sub> एवं संक्षारण दर। चित्र 1(ख) से डाटा से नाइक्विस्ट आरेख (प्लॉट) से सर्किट फिट से R<sub>ct</sub>।

सम्पल आईडी	E <sub>corr</sub> (-mV) vs SCE	I <sub>corr</sub> [μA/cm <sup>2</sup> ]	संक्षारण दर (MPY)	R <sub>ct</sub> [Ωcm <sup>2</sup> ]
Ni-1घंटा	458	5.55	2.36	1207
Ni-24घंटे	712	14.97	6.37	678.3
Ni लेपित B <sub>4</sub> C-1 घंटा	621	5.56	2.37	1216
Ni लेपित B <sub>4</sub> C-24 घंटा	839	6.96	2.96	1167
Ni-Ni लेपित B <sub>4</sub> C-1 घंटा	786	3.77	1.60	2501
Ni-Ni लेपित B <sub>4</sub> C-24 घंटे	675	11.5	4.91	987.4
Ni- Ni लेपित B <sub>4</sub> C-1 घंटा एचटी	421	2.36	1.01	6720
Ni- Ni लेपित B <sub>4</sub> C-24 घंटा एचटी	484	3.82	1.62	2190



चित्र 1(क) पोटेन्शियो डायनेमिक ध्रुवीकरण स्कैन एवं (ख) 3.5% NaCl सौल्यूशन में 24 घंटे अनावरण के पश्चात Ni-Ni कोटेड B<sub>4</sub>C, Ni-Ni कोटेड B<sub>4</sub>C (एज़ लेपित एवं ताप-उपचारित) विलेपन के नाइक्विस्ट प्लॉट।

योगदानकर्ता: एस. कुमार, ए. अर्जुना राव और नवीन मनहर चव्हाण



# विभिन्न निक्कल मेट्रिक्स तथा क्रोमियम कार्बाइड कोटिंग का रुम तापमान एवं 600 डिग्री सेल्सियस पर अपक्षरण प्रतिक्रिया

एल. वेंकटेश

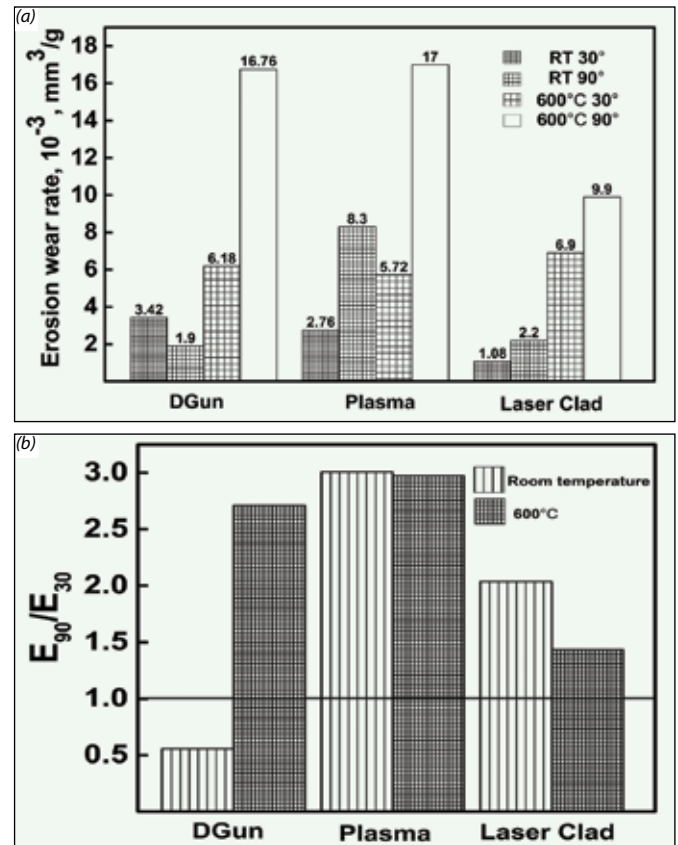
venkatesh@arci.res.in

निक्कल मेट्रिक्स सहित क्रोमियम कार्बाइड सम्मिश्रित कोटिंग में अच्छी दृढता एवं 900 डिग्री सेल्सियस तक की उत्कृष्ट ऑक्सीकरण प्रतिरोधकता होती है। इसके परिणामस्वरूप ये विलेपन औद्योगिक सामग्री की व्यापक श्रेणियों में प्रयोग में लाई जाती है जो कि अपक्षरण एवं ऑक्सीकरण के एक साथ प्रतिक्रिया होने पर उजागर होती है। ये विलेपन सामान्यतः विविध प्रकार के ताप स्प्रे प्रक्रियाओं अथवा लेज़र आवरण के द्वारा प्रयुक्त की जाती है तथा इसके निष्पादन को क्रमित करने की सामान्य विधि ठोस कण अपक्षरण जांच से है। यद्यपि रुम तापमान के निर्धारण में ऐसी कोटिंग के अपक्षरण प्रदर्शन सामान्य है, इनके उच्च तापमान पर केंद्रित अध्ययन सीमित हैं।

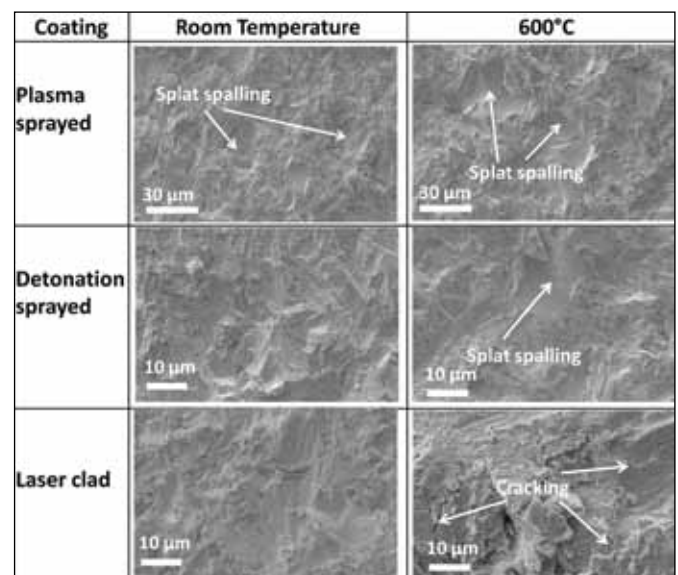
इस अध्ययन में लेज़र आवरण का प्रयोग तथा डिटोनेशन एवं प्लाज़्मा का स्प्रे करते हुए विलेपन का निक्षेप किया जाता है। रुम तापमान एवं 600 डिग्री सेल्सियस पर इसकी अपक्षरण निष्पादन प्रतिक्रिया, एएसटीएम जी 76-83 में उल्लिखित प्रक्रिया के अनुसार निर्धारित की गई। इसके परिणाम चित्र 1 में प्रस्तुत किए गए हैं। अपक्षरण अंगुरता को ई90/ई30 (अपक्षरण दर 90 डिग्री एवं 30 डिग्री के अनुपात में) के प्रभावी उपयोग/प्रयोग के द्वारा विश्लेषित की गई। अपक्षरण शब्दावली में ई90/ई30 डिग्री के साथ विलेपन को अपक्षरण डक्टाइल एवं ई90/ई30 डिग्री के सात विलेपन को अपक्षरण नाजुक कहा जाता है। सभी विलेपन का 30 डिग्री प्रभाव पर अपक्षरण दर (चित्र 1(क)), लेज़र क्लैड की स्थिर रुम तापमान पर अपक्षरण दर तुलनात्मक है जो सभी विलेपन और स्थिति के बीच न्यूनतम है। तथापि, 90 डिग्री स्थिर अपक्षरण दर एवं विलेपन में सामग्री हटाने की प्रक्रिया में महत्वपूर्ण बदलाव आए। लेज़र आवरण एवं प्लाज़्मा फुहार विलेपन, दोनों, रुम तापमान और 600 डिग्री सेल्सियस में अपक्षरण ब्रिटल रहे, जबकि डिटोनेशन स्प्रे कोटिंग रुम तापमान पर कोमल और 600 डिग्री सेल्सियस पर ब्रिटल ये परिणाम स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोप के अंतर्गत प्रेक्षित के अनुसार अपरदित सरफेस आकृति विज्ञान की सहायता से परिचर्चित किया गया।

प्लाज़्मा फुहार विलेपन दोनों तापमान पर अपेक्षाकृत मंद अपक्षरण प्रतिक्रिया द्वारा प्रदर्शित की गई। इससे प्लाज़्मा फुहार प्रक्रिया के साथ संबद्ध मंद वेग की सूचक विशेषताओं का मंद आबंधन लाक्षणिक हैं। दूसरी ओर, विस्फोटी फुहार विलेपन कक्ष तापमान पर उच्चतम रूप से कोमल थी परन्तु 600 डिग्री सेल्सियस पर नरम रूप में देखा गया। अपरदित सतहों के स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोग्राफ से स्पष्ट रूप से पता चलता है कि रुम तापमान पर सूचक बरकरार थे, जबकि 600 डिग्री सेल्सियस पर सूचकों के टुकड़े हो गए। इससे स्पष्ट रूप से पता चलता है कि रुम तापमान सूचक बॉन्डिंग, उच्चतम तापमान पर रेप्लिकेट नहीं हो सकता। लेज़र क्लैड कोटिंग 600 डिग्री सेल्सियस पर न्यून अपक्षरण दर होती है, यद्यपि यह कोमल दिखती है। अपरदित सतही द्वारा उच्च तापमान पर प्रमुखता से दरारें होना दिखता है परन्तु उष्ण फुहार विलेपन की मंद अपक्षरण प्रतिक्रिया इसके स्प्लैट संरचना के कारण स्पष्ट रूप से दिखाई देता है। यह निम्न वेग के साथ जमा कोटिंग के लिए विशेषतया सही है जो

कि मंद स्प्लैट बॉन्डिंग होने के लिए प्रवृत्त है। अतः ऐसे दोषों से मुक्त सूक्ष्म संरचना के साथ लेज़र क्लैड विलेपन उच्च तापमान अपक्षरण अनुप्रयोग हेतु उचित माना गया।



चित्र.1 लेज़र क्लैड, विस्फोटी फुहार एवं प्लाज़्मा फुहार विलेपन का अपक्षरित वियर परिणाम, (क) स्थिर स्थिति अपक्षरण दर एवं (ख) अपक्षरण वियर अनुपात (ई90/ई30)



चित्र.2 रुम तापमान एवं 600 डिग्री सेल्सियस पर 90 डिग्री प्रभाव पर अपक्षरण हेतु एक्सपोज़्ड लेज़र क्लैड, एवं डिटोनेशन एवं प्लाज़्मा फुहार विलेपन का स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोग्राफ,

योगदानकर्ता: जी. शिवकुमार और मनीष टाक

## "सेंटर फॉर नॉलेज मैनेजमेंट ऑफ नैनोसाइंस एंड टेक्नोलॉजी" परियोजना

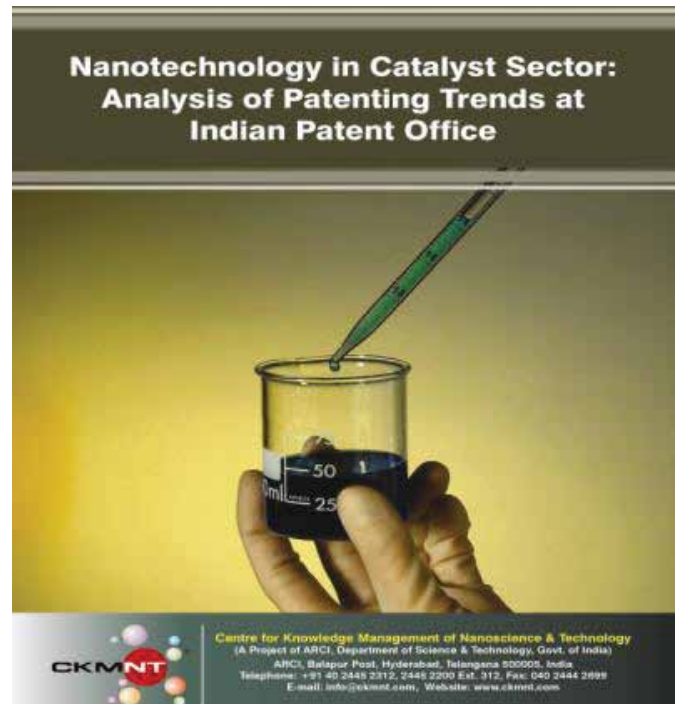
संजय भारद्वाज

sanjay@arci.res.in

सेंटर फॉर नॉलेज मैनेजमेंट ऑफ नैनोसाइंस एंड टेक्नोलॉजी (सीकेएमएनटी) की स्थापना 2009 में एआरसीआई, हैदराबाद में राष्ट्रीय नैनो मिशन के तत्वावधानों में की गई। सीकेएमएनटी के लिए शासनादेश यह है कि धारावाहिक रूप से अनुसंधान और नैनो विज्ञान के क्षेत्र में उभरते साहित्य, एकत्व आविष्कार और व्यापार सूचना की जांच करना और विश्लेषित करना, वर्गीकृत करना व हितधारकों के बीच सूचना को प्रसारित करना और इसके द्वारा नैनो मिशन के उद्देश्यों की पूर्ती करने में सहायता प्रदान की जाएगी। यह रिपोर्ट पिछले वर्ष के दौरान संरक्षित रूप से सीकेएमएनटी की उपलब्धियों का विवरण प्रस्तुत करती है।

सीकेएमएनटी ने अपने तकनीकी दूर दर्शिता/टेक्नों व्यापार विश्लेषि की रिपोर्टों के माध्यम से संगठनों/संस्थाओं को उनके अनुसंधान एवं विकास/तकनीकी विकास हेतु अपनी मूल्यवान अंतर्दृष्टि उपलब्ध कराई है। सीकेएमएनटी की रिपोर्टों की अंतर्दृष्टि का उपयोग ऑइल और गैस, केमिकल, टेक्सटाइल उन्नत सामग्रियों, सौंदर्य प्रसाधन एवं वैयक्तिक देखभाल इत्यादि क्षेत्रों में परिचालन करने वाले विभिन्न संस्थाओं द्वारा किया गया है। निविष्टियों ने उन्हें महत्वपूर्ण अनुसंधान व विकास/तकनीकी/टेक्नों वाणिज्यिक निर्णय लेने में सहायता प्रदान की है। ऐसे निर्णयों में लाइसेंसिंग, दीर्घावधि नीतिगत आयोजना तथा अनुसंधान एवं विकास की गतिविधियों को प्राथमिकता देने तथा उनके अप्पेक्षों की सुरक्षा करने हेतु संभाव्य तकनीक की पहचान करना शामिल है। सीकेएमएनटी ने पिछले वर्ष के दौरान विभिन्न ग्राहक संगठनों के लिए निम्नांकित रिपोर्ट तैयार की है।

- साइकल केमिकल मिश्रण के पेटेंट परिदृश्य का अध्ययन: रिपोर्ट में विस्तृत पेटेंट परिदृश्य के विस्तार को प्रावर्तित किया, वाइट स्पेस विश्लेषण, तकनीकी साथ में विश्लेषण, विश्लेषण को प्रमाणित करना, अधिकांश पेटेंटों का तकनीकी पुनरीक्षण : भारतीय परिदृश्य एवं पेटेंटों के निमार्ण को प्रावर्तित करता है।
- एक रोगाणुरोधी परिरक्षक पर पेटेंट रिपोर्ट
- सौंदर्य प्रसाधनों एवं वैयक्तिक देखभाल पर संभाव्य अनुप्रयोग करने के लिए विशिष्टीकृत सामग्री के लिए पेटेंट परिदृश्य अध्ययन
- अग्रणी उभरती ऑइल और गैस क्षेत्र की कंपनियों के लिए नैनो तकनीक अभिग्रहण अवसर पर तकनीकी दूरदर्शी रिपोर्ट
- सौंदर्य प्रसाधन एवं वैयक्तिक देखभाल के उत्पादों के लिए सन ब्लॉकों के रूप में केमिकल रसायनिक मिश्रण अनुप्रयोगों पर पेटेंट परिदृश्य रिपोर्ट। इस रिपोर्ट में बिब्ल्योमेट्रिक विश्लेषण, वाइट स्पेस विप्लेषण, तकनीकी ट्रेंड विश्लेषण और प्रतियोगियों का विश्लेषण निहित है।
- अकार्बनिक बंधुआ अप्राकृतिक मार्बल और टाइल उत्पादन हेतु एक सुधाराल्मक पद्धति - पूर्व कला एवं पेटेंट नॉवेल्टी अप्पेक्षण रिपोर्ट
- उच्च कोवर्सिटी डोपेंट फ्री स्ट्रॉन्सियम फेराइट पाउडर पर पेटेंट नॉवेल्टी अप्पेक्षण रिपोर्ट
- पूर्व कला और पेटेंट नॉवेल्टी अप्पेक्षण रिपोर्ट - पैच ओरिएंटेशन तकनीक का प्रयोग करते हुए समग्र जोर पर नियंत्रण करने द्वारा क्रेक फ्री क्लाडिंग
- फोमिंग हैंड सैनिटाइज़र पर पेटेंट नॉवेल्टी अप्पेक्षण एवं विश्लेषण रिपोर्ट
- कूलिंग सॉफ्टनर्स पर पेटेंट नॉवेल्टी अप्पेक्षण रिपोर्ट



सीकेएमएनटी ने नैनो टेक अंतर्दृष्टि एक त्रैमासिक समाचार पत्र प्रकाशित किया है जो नैनो विज्ञान तथा तकनीकी के क्षेत्र के लिए समर्पित किया गया है। समाचार पत्र के प्रत्येक अंक में नैनो विज्ञान एवं तकनीक के विभिन्न क्षेत्रों में विशेषज्ञों से नैनोटेक क्षेत्र में सुरक्षा साहित्य/पेटेंट विश्लेषण, स्वास्थ्य देखभाल एवं वातावरणीय मुद्दे अनुसंधान एवं विकास की मुख्य विशेषताएं उभरती तकनीकें/ग्रीन टेकनॉलजी/नये उत्पाद, नैनोटेक पेटेंट की स्पॉटलाइट, वाणिज्यिक/व्यापारिक अनुभाग, लाइसेंसिंग, व्यापार समाचार, भारतीय नैनो विज्ञान तकनॉलजी परिदृश्य एवं तकनीकों पर सूचना उपलब्ध कराता है। नैनो विज्ञान की गतिविधियों तथा भावी आयोजनों को प्रावर्तित करता है। इन नैनोटेक अंतर्दृष्टि समाचार पत्र के अंक को सतत् ऊर्जा के लिए नैनोतकनीक सहित 2016-17 के दौरान प्रकाशित किया गया है। यह हितधारकों में ज्ञान बांटने का प्राथमिक माध्यम है। तदनुसार, भारत में वार्षिकतः विभिन्न नैनोविज्ञान एवं तकनीक के विभिन्न शेर धारकों के बीच लगभग 8000 प्रतियां परिचालित की गयी हैं।

पॉलिमी निविष्टियां उपलब्ध कराने हेतु पेटेंट विश्लेषण रिपोर्ट बनायी गयी। इन रिपोर्टों को जल शुद्धीकरण ऊर्जाओं, उत्प्रेरकों, पॉलिमरों, स्वास्थ्य देखभाल, सौंदर्य प्रसाधनों और ज़ख्म भरने, टीकाओं, ग्रीन सिन्थेसिस, एडिटिव निर्माण करने, खाद्य डिब्बाबंदी और क्लीन कोयला तकनीक के क्षेत्रों में नैनो तकनॉलजी/नैनो सामग्रियों को जोड़ा गया है। अन्य रिपोर्टों में भारतीय नैनो विज्ञान और नैनो तकनीकी अनुसंधान परिदृश्य तथा आफ्रिकन देशों में स्टेटस ऑफ मेटीरियल्स साइंस रिसर्च, ग्राफीन एवं 2 डि सामग्रियां, अनुसंधान एवं विकास की अवस्थिति एवं भारत में रिपोर्टिंग करने की गतिविधि शामिल है। नैनो मिशन द्वारा लगभग 70 परियोजनाओं पर विश्लेषण रिपोर्ट तैयार की गयी है।

योगदानकर्ता: जी. पद्मनाभम

# सेंटर फॉर टेक्नोलॉजी अक्विजिशन, ट्रान्स्फर एंड इंटरनेशनल को-ऑपरेशन (सीटीएटीआईसी)

सेंटर फॉर टेक्नोलॉजी एक्विजिशन, ट्रान्स्फर एंड इंटरनेशनल को-ऑपरेशन (सीटीएटीआईसी) एआरसीआई और भावी सहयोगियों / प्रौद्योगिकी प्राप्तकर्ताओं के अनुसंधान एवं विकास समूहों के बीच एक अंतरफलक के रूप में काम करता है। (ए) नियोजन मॉडल की पहचान और अनुबंध समझौते को अंतिम रूप देने, (बी) प्रदर्शनियों में भाग लेने और सम्मेलनों / कार्यशालाओं / सेमिनार / संगोष्ठियों आदि में व्याख्यान / प्रस्तुति देने के द्वारा योगदान प्रयास और (सी) प्रबंधन पेटेंट पोर्टफोलियो में, सीटीएटीआईसी महत्वपूर्ण प्रमुख भूमिका निभाता है।



चित्र 1: सीटीएटीआईसी की अंतरफलक भूमिका

पिछले वर्ष के दौरान एआरसीआई द्वारा हस्ताक्षरित समझौतों की आंशिक सूची नीचे दी गई है:

- उन्नत यांत्रिकी सहित नैनो यांत्रिक अभिलक्षणन के लिए संयुक्त प्रौद्योगिकी प्रदर्शन केंद्र की स्थापना, यूएसए
- आटोमोटिव अनुप्रयोगों के लिए चुंबकीय सामग्री का विकास करने के लिए सहयोग
- एसएलएम सोल्यूशंस सिंगापुर प्राइवेट लिमिटेड और डिजाइन प्रौ प्रणाली लिमिटेड के साथ लेजर आधारित धातु योजक विनिर्माण के लिए संयुक्त प्रदर्शन केंद्र की स्थापना
- निजी क्षेत्र की कंपनी के साथ ली-आयन बैटरियों के स्थान पर व्यावसायिक रूप से उपलब्ध सुपर कैपसिटर पैक का ई-बाइक का संयुक्त विकास
- बेलारूसी स्टेट यूनिवर्सिटी ऑफ इंफॉर्मेटिक्स और रेडियो इलेक्ट्रॉनिक्स के साथ कार्बन नैनोट्यूब के क्षेत्र में बौद्धिक संपदा अधिकारों के सहयोग, संरक्षण और उपयोग पर समझौता
- प्रमुख तेल और गैस कंपनी के साथ नैनो संरचित संक्रमण धातु सल्फाइड के लिए प्रायोजित अनुसंधान और विकास समझौता

एआरसीआई ने अपने ज्ञान-आधार, प्रौद्योगिकियों और सेवाओं का प्रदर्शन करने के लिए निम्नलिखित प्रदर्शनियों में भाग लिया:

क्रम सं.	प्रदर्शन का नाम	स्थान	महीना एवं वर्ष
1.	लेजर फोटोनिक्स	बैंगलोर	सितंबर 2016
2.	एनालिटिका एनाकॉन	हैदराबाद	अक्टूबर 2016
3.	आईआईएम-एनएमडी-एटीएम 2016	कानपुर	नवंबर 2016
4.	भारत अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान महोत्सव 2016	नई दिल्ली	दिसंबर 2016
5.	डिजी टेक मैनि -2017	हैदराबाद	मार्च 2017
6.	इंटरनेशनल इंजीनियरिंग सोर्सिंग शो- 2017	चेन्नै	मार्च 2017

सहयोग और प्रौद्योगिकी अंतरण की संभावनाओं की पहचान करने के लिए, उपरोक्त प्रदर्शनियों द्वारा बिक्रीसूत्रों का अवलोकन किया जा रहा है। इसके अलावा, एआरसीआई ने अपनी प्रौद्योगिकियों और सेवाओं का प्रदर्शन करने के लिए "एआरसीआई टेकएक्स 2017" नामक प्रदर्शनी का आयोजन किया। कार्यक्रम की विस्तृत जानकारी इस रिपोर्ट में प्रदान की गई है। एआरसीआई पेटेंट पोर्टफोलियो का प्रबंधन करने के लिए,

सीटीएटीआईसी ने पेटेंट अभियोजन प्रक्रिया को तेज करने के लिए रणनीतियों पर काम किया है। साथ ही साथ जहां भी उचित है, वहाँ पोर्टफोलियो की इष्टतम ढंग से छटाई करता है। नए अनुप्रयोगों को दाखिल करने हेतु अनुसंधान एवं विकास समूहों के लिए और 30 मामलों में पेटेंट योग्य आविष्कारों हेतु अनुसंधान एवं विकास की योजना बनाने के लिए, पेटेंट संबंधित इनपुट प्रदान किए गए। पिछले वर्ष के दौरान, पेटेंट दाखिल प्रक्रिया ई-फाइलिंग से मैन्युअल में अंतरित हुई है, जिसके परिणामस्वरूप भारतीय पेटेंट कार्यालय (आईपीओ) को फीस भुगतान में छूट प्राप्त हुई। 26 लंबित आवेदन में परीक्षा के लिए अनुरोध (आईपीओ के फॉर्म सं. 18) दाखिल किया गया है जिसमें 2012-13 के बाद दाखिल सभी आवेदन शामिल हैं। इस साल, मुख्य पेटेंट आवेदन के साथ ही परीक्षा के लिए भी अनुरोध दाखिल किया जा रहा है।

दिनांक: फरवरी 27-28, 2017 के दौरान एआरसीआई परिसर, बालापुर, हैदराबाद में "एआरसीआई टेकएक्स 2017" द्वारा एआरसीआई ने सामग्री और प्रक्रियाओं के क्षेत्र में अनुसंधान, विकास और प्रौद्योगिकी अंतरण का 20 वॉ वर्ष मनाया गया। "एआरसीआई टेकएक्स 2017" का उद्देश्य एआरसीआई की प्रौद्योगिकियों का प्रदर्शन करना था। सामग्री और निर्माण के क्षेत्र में, विशेष रूप से सतह इंजीनियरिंग और ईंधन सेल प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में, एआरसीआई में विकसित प्रौद्योगिकियों के साथ व्यावसायिक अवसरों का पता लगाने के लिए भी इस मंच का इस्तेमाल किया गया।

इस कार्यक्रम में उद्योग, अनुसंधान एवं विकास संगठनों और शैक्षणिक संस्थानों से सरकारी अधिकारियों, वैज्ञानिकों, प्रौद्योगिकीकर्ता सहित 500 से अधिक प्रतिनिधियों ने भाग लिया। नई प्रौद्योगिकियों, समाधानों और प्रौद्योगिकी आधारित व्यवसाय के अवसरों की तलाश में, 97 औद्योगिक संगठनों के उद्यमियों और प्रतिनिधियों ने इस कार्यक्रम का प्रभावी ढंग से उपयोग किया। "एआरसीआई टेकएक्स 2017" कार्यक्रम की विस्तृत जानकारी इस रिपोर्ट में प्रदान की गई है। व्यावसायीकरण के अन्वेषणपूर्ण अध्ययन द्वारा बौद्धिक संपदा (आईपी) श्रृंखला के कई बिंदुओं पर, सीटीएटीआईसी योगदान प्रदान करता है और आईपी श्रृंखला को मजबूत करने के लिए मूल्य को शामिल करता है। इस प्रयोजन के लिए, सीटीएटीआईसी ने बौद्धिक संपदा विकास सूचकांक (आईपीडीआई) के संदर्भ में चल रहे अनुसंधान एवं विकास परियोजनाओं के लिए तत्परता के स्तर का आकलन किया है।

सीटीएटीआईसी, लचकदार नियोजित मॉडल/संविदात्मक समझौतों का उपयोग करता है ताकि प्रारंभिक चरण के अनुसंधान से लेकर प्रौद्योगिकी अंतरण तक साझेदारियों की सुविधा मिल सके। एआरसीआई में उपलब्ध बौद्धिक पूंजी के उपयोग का अनुकूलन करने के लिए सहयोग और प्रौद्योगिकी अंतरण की दिशा में यह दृष्टिकोण अपनाया गया है।

## एआरसीआई प्रौद्योगिकीयों का संविभाग

### प्रौद्योगिकी अंतरित

एआरसीआई की प्रौद्योगिकियों पर आधारित उत्पादों/सेवाओं के आकार के आधार पर, मार्केट/ सेवाओं के आकार और आधार को समझकर, एआरसीआई ने असामान्य और सामान्य प्रौद्योगिकियों की अंतरण पद्धतियों को अपनाया है, ताकि मार्केट में स्वस्थ प्रतियोगिता को सुसाध्य बनाया जा सके। अब तक, एआरसीआई ने 15 प्रौद्योगिकियों को 27 प्राप्तकर्ताओं को अंतरण किया है जिन्हें निम्न सारणी में दिया गया है:

क्र.सं.	प्रौद्योगिकी	लक्षित उद्योग	स्थिति
1-8.	इलेक्ट्रो स्पार्क कोटिंग (ESC) उपकरण	कठोर, घर्षण रोधी कोटिंग्स	अविशिष्टता आधार पर 8 कंपनियों को अंतरित किया गया
9.	मैग्नीशिया अल्युमिनेट स्पाइनेल (MAS)	स्टील, सीमेंट और बिजली संयंत्र	विशिष्टता के आधार पर अंतरित
10.	सिरैमिक क्रूसिबुल्स	कार्बन और सल्फर विश्लेषण	विशिष्टता के आधार पर अंतरित
11.	एनर्जी एफिशियंट एअर हीटर्स फ्रॉम सिरैमिक हनीकॉब	औद्योगिक तापन	विशिष्टता के आधार पर अंतरित
12-15	डिटोनेशन स्प्रे कोटिंग (डीएससी)	विभिन्न घटकों के लिए क्षरण और जंग प्रतिरोधी कोटिंग	क्षेत्र विशेष के आधार पर 4 कंपनियों को अंतरित किया गया
16.	रीइन्फोर्सड ग्रेफाइट शीट्स एंड सील्स	ऑटोमोटिव क्षेत्र	विशिष्टता के आधार पर अंतरित
17.	हीट पाइप और हीट सिंक्स	वर्ध ताप वापसी प्रणाली, सौर ऊर्जा अनुप्रयोगों पावर, इलेक्ट्रॉनिक्स	विशिष्टता के आधार पर अंतरित
18.	वाष्पीकरण बोट्स	धातुकरण	विशिष्टता आधार पर अंतरित
19.	सिरैमिक हनीकॉब मोल्टन मेटल फिल्टर्स	मोल्टन मेटल फिल्टरेशन	विशिष्टता के आधार पर अंतरित
20.	कैल्शियम अल्युमिनेट सीमेंट एंड फर्नेस सीलेंट्स	रिफ्रेक्टरी कास्टेबल्स	विशिष्टता के आधार पर अंतरित
21-23.	माइक्रो आर्क आक्सीडेशन (एमएडी)	हार्ड (1800 VHN) वेयर प्रतिरोधी कोटिंग्स - अल्युमिनियम और टाइटेनियम मिश्रधातु	क्षेत्र विशिष्टता के आधार पर तीन कंपनियों को अंतरित
24.	ESC उपकरण विनिर्माण	उद्योग के विविध खंड	अविशिष्टता के आधार पर अंतरित
25.	एंटी बैक्टीरियल क्रिया के लिए नैनो सिल्वर इंप्रिगनेटेड सिरैमिक वाटर फिल्टर कैडिल्स	जल शुद्धिकरण	अविशिष्टता के आधार पर अंतरित
26.	एंटी बैक्टीरियल अनुप्रयोगों के लिए नैनो सिल्वर आधारित वस्त्र परिष्करण	एंटी बैक्टीरियल अनुप्रयोग	विशिष्टता के आधार पर अंतरित
27.	स्वयं शुचि अनुप्रयोगों के लिए नैनोटाइटेनियमडाइआक्साइड आधारित वस्त्र परिष्करण	स्वयं सफाई अनुप्रयोग	विशिष्टता के आधार पर अंतरित
28.	कांच सबस्ट्रेट्स पर सजावटी कोटिंग्स	कलात्मक अनुप्रयोग	जारी है
29	एअरोजेल फ्लैक्सिबल शीट टेक्नोलॉजी	थर्मल इंसुलेशन अप्लिकेशन	जारी है

### अनकूलनीयकरण/अंतरण के लिए उपलब्ध प्रौद्योगिकियाँ

क्र.सं.	प्रौद्योगिकी और संबंधित विषय	मुख्य लक्षण और अनुप्रयोग	
1.	एडवान्स्ड डिटोनेशन स्प्रे कोटिंग टेक्नोलॉजी (डीएससी) मार्क -2  बौद्धिक संपदा विकास सूचकांक (आईपीडीआई)/ प्रौद्योगिकी रेडीनेस स्तर (टीआरएल): पैरामीटर प्रक्रिया को अनुकूलित किए गए थे। कोटिंग की गुणवत्ता, दोहराव और विश्वसनीयता के अध्ययन को पूरा किया गया।	<b>मुख्य लक्षण</b> - उच्च पल्स आवृत्ति के कारण उच्च उत्पादकता - कम रखरखाव: यंत्रवत् चलती भागों का अभाव - अच्छा आसंजन सामर्थ्य (> 10000 पई) - घनी सूक्ष्मसंरचना (<1%) - नगण्य थर्मल डिग्रेडेशन और उत्कृष्ट त्रिकोणीय बौद्धिक गुण - पाउडर, कार्बाइड, ऑक्साइड, धातु पाउडर की विस्तृत श्रृंखला को कोट करने की क्षमता, - कम सबस्ट्रेट तापमान और कम ऑक्साइड सामग्री - 50-2000 माइक्रोन मोटाई के साथ कोटिंग्स का उत्पादन किया जा सकता है	<b>संभवनीय अनुप्रयोग</b> - ब्रिडल रोल जैसे इस्पात उद्योग का अनुप्रयोग - टेक्सटाइल और पेपर उद्योग अनुप्रयोग जैसे तार वाली पुली, सडकों, डूबे हुए शंकु पुली, बेयरिंग स्टॉपर प्लेट्स, गाइड रोल - गैस कंप्रेसर अनुप्रयोग जैसे: स्पिंडल वाल्व, कंप्रेसर डिस्क, कंप्रेसर शाफ्ट - एचपी. एंड एलपी टर्बाइन ब्लेड्स, कंप्रेसर डिस्क, एलसीए नॉज़ल्स, थ्रस्ट बिटिंग स्लीविंग, प्रॉपेलर शाफ्ट सील्स - पावर एवं ऊर्जा अनुप्रयोग जैसे: गाइड वैन, स्पिंडल वाल्व, हाइड्रो टरबाइन ब्लेड
2.	डिटोनेशन स्प्रे कोटिंग (DSC) प्रौद्योगिकी  बौद्धिक संपदा विकास सूचकांक (आईपीडीआई)/ प्रौद्योगिकी रेडीनेस स्तर (टीआरएल): उत्पादन स्थिर करने में सहयोग { (चार लघु उद्योग कंपनियों को प्रौद्योगिकी अंतरण और भारत के सभी राज्यों (दिल्ली हरियाणा, पंजाब, यू.पी., उत्तरांचल, बिहार, जम्मू और कश्मीर, और हिमाचल प्रदेश को छोड़कर) और निर्यात के लिए);	<b>मुख्य लक्षण</b> - आयातित एचवीओएफ यूनिटों की तुलना में आकर्षक दाम, अत्यधिक बहुमुखता - विभिन्न कार्यात्मकता गुणों के लिए विविध रेंज की धातुओं, मिश्रधातुओं पर निक्षेपी की योग्यता	<b>संभवनीय अनुप्रयोग</b> - विभिन्न उद्योगों के लिए टूट - फूट और जंगरोधी अनुप्रयोगों के लिए लेपन

क्र.सं.	प्रौद्योगिकी और संबंधित विषय	मुख्य लक्षण और अनुप्रयोग	
3.	<b>माइक्रो आर्क ऑक्सीडेशन</b>  बौद्धिक संपदा विकास सूचकांक (आईपीडीआई)/ प्रौद्योगिकी रेडीनेस स्तर (टीआरएल): उत्पादन स्थिर करने में सहयोग (3 प्रौद्योगिकी अंतरण और निर्यात के लिए उपलब्ध और भारत के आ.प्र. तमिलनाडु, और कर्नाटक को छोड़कर अन्य राज्यों को)	<b>मुख्य लक्षण</b> - Al, Ti, Mg और Zr धातुओं और उनकी मिश्र धातुओं की कोटिंग की योग्यता - पेचीदा आकारों को आसान से कोटिंग करना और कठिन पहुँच के कोनों को कोटिंग करना - एक समान, घनी, कठोर और मोटी कोटिंग्स - उत्तम कोटिंग गुण और अन्य एसिड आधारित परंपरागत प्रक्रियाओं जैसे एनोडाइजिंग और कठोर एनोडाइजिंग निष्पादन के लिए उत्तम। - उत्कृष्ट ट्राइबोलाजिकल गुणों और जंगरोधी - पर्यावरण मैत्री - 5 से 40 गुना जीवन को बढ़ावा	<b>संभवनीय अनुप्रयोग</b> - वस्त्र, आटोमोबाइल आदि उद्योगों में कई प्रकार के अनुप्रयोगों के लिए उपयोगी।
4.	<b>इलेक्ट्रो स्पार्क कोटिंग (ईएससी) उपकरण निर्माण प्रौद्योगिकी</b>  बौद्धिक संपदा विकास सूचकांक (आईपीडीआई)/ प्रौद्योगिकी रेडीनेस स्तर (टीआरएल): उत्पादन स्थिर करने में सहयोग (एक कंपनी को प्रौद्योगिकी अंतरण और भारत के सभी राज्यों को सामान्य आधार पर अंतरण के लिए उपलब्ध है।)	<b>मुख्य लक्षण</b> - सरल और लागत प्रभावी - सबस्ट्रेट पर हल्के ताप निवेश से धातुकर्मीय बंध कोटिंग्स - इलेक्ट्रोड रूप में उपलब्ध किसी भी संचालक सबस्ट्रेट पर कोटिंग की जा सकती है - उपकरण पोर्टेबल है और पुनरुत्पादकता के लिए अपने आपको आसानी से ऑटोमेशन के लिए प्रस्तुत करता है। - 10-130 $\mu\text{m}$ के रेंज की कोटिंग मोटाई प्रदान करने योग्य है।	<b>संभवनीय अनुप्रयोग</b> - सरल और लागत प्रभावी - सबस्ट्रेट पर हल्के ताप निवेश से धातुकर्मीय बंध कोटिंग्स - इलेक्ट्रोड रूप में उपलब्ध किसी भी संचालक सबस्ट्रेट पर कोटिंग की जा सकती है - उपकरण पोर्टेबल है और पुनरुत्पादकता के लिए अपने आपको आसानी से ऑटोमेशन के लिए प्रस्तुत करता है। - 10-130 $\mu\text{m}$ के रेंज की कोटिंग मोटाई प्रदान करने योग्य है।
5.	<b>स्पंदित विद्युतनिक्षेपण प्रौद्योगिकी</b>  बौद्धिक संपदा विकास सूचकांक (आईपीडीआई)/ प्रौद्योगिकी रेडीनेस स्तर (टीआरएल): वास्तविक जीवन स्थितियों में प्रोटोटाइप परीक्षण	<b>मुख्य लक्षण</b> - साइट प्रक्रिया की गैर लाइन, आर्थिक और पर्यावरण के अनुकूल - सरंध्रता मुक्त तैयार उत्पाद, उच्च उत्पादन दर - सूक्ष्म संरचना पर नियंत्रण, यांत्रिक विशेषताएं, समग्र कोटिंग में कण सामग्री - पारंपरिक हार्ड क्रोम प्रक्रिया की तुलना में उच्च वर्तमान दक्षता और निक्षेपण दर - अनुसंधान प्रयोगशाला से मौजूदा बुनियादी ढांचे तक सरल प्रौद्योगिकी अंतरण	<b>संभवनीय अनुप्रयोग</b> - साइट प्रक्रिया की गैर लाइन, आर्थिक और पर्यावरण के अनुकूल - सरंध्रता मुक्त तैयार उत्पाद, उच्च उत्पादन दर - सूक्ष्म संरचना पर नियंत्रण, यांत्रिक विशेषताएं, समग्र कोटिंग में कण सामग्री - पारंपरिक हार्ड क्रोम प्रक्रिया की तुलना में उच्च वर्तमान दक्षता और निक्षेपण दर - अनुसंधान प्रयोगशाला से मौजूदा बुनियादी ढांचे तक सरल प्रौद्योगिकी अंतरण
6.	<b>उन्नत सिरैमिक के जटिल आकार की दबाव स्लिप कास्टिंग</b>  बौद्धिक संपदा विकास सूचकांक (आईपीडीआई)/ प्रौद्योगिकी रेडीनेस स्तर (टीआरएल): वास्तविक जीवन स्थितियों में प्रोटोटाइप परीक्षण	<b>मुख्य लक्षण</b> - स्लीप और उत्पाद के आधार पर लगभग 30 चक्र/घंटा की संभावना के साथ अत्यधिक उत्पादकता - 58% -60% हरे घनत्व और स्थिरता का आश्वासन दिया जाता है - औद्योगिक/व्यावसायिक आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए सरल मापन - जलीय स्लिप्स का उपयोग करते हुए कई जटिल आकृतियों और संरचनाओं पर सरलता से दबाव डाला जा सकता है - कम से कम 15000-20000 दबाव वाली चक्रों का उत्पादन करने के लिए पॉलिमर के नये-नये सॉचे का उपयोग किया जा सकता है - न्यूनतम अस्वीकृति के साथ पर्यावरण अनुकूल (3% अधिकतम) - पॉलिमर सॉचा निर्माण पीसी प्रौद्योगिकी का एक हिस्सा हो सकता है - न्यूनतम मानवश्रम की आवश्यकता है यदि आवश्यक हो तो स्वचालित भी किया जा सकता है	<b>संभवनीय अनुप्रयोग</b> - व्यावसायीकरण के लिए उच्च उत्पादकता के साथ जटिल आकार सहित उन्नत सिरैमिक का निर्माण, एक छोर बंद ट्यूब, पिसाई मीडिया आदि
7.	<b>जटिल आकार सिरैमिक ट्यूब और हनीकांक्स के उत्सारण संसाधन</b>  बौद्धिक संपदा विकास सूचकांक (आईपीडीआई)/ प्रौद्योगिकी रेडीनेस स्तर (टीआरएल): वास्तविक जीवन स्थितियों में प्रोटोटाइप परीक्षण	<b>मुख्य लक्षण</b> - सिरैमिक सूत्रीकरण की विस्तृत श्रृंखला के लिए उत्सारण संसाधन - कम विस्तारिक वाली हनीकांक्स सेसुलर सिरैमिक्स - रैम एंव स्क्रू वाली उत्सारण संसाधन - हनीकांक्स के लिए डिज़ाइन और निर्मित करने की क्षमता भीतर दब जाती है - सिरैमिक सूत्रीकरण के आधार पर अनुकूलित उच्च उपचार सूची - इंजीनियर्ड संरचनात्मक, थर्मल और यांत्रिक गुण	<b>संभवनीय अनुप्रयोग</b> - क्रेन फनीचर और भट्टी जुड़नार - उत्प्रेरक के लिये हनीकोम्ब सबस्ट्रेट - ऊर्जा अवशोषण, संरक्षण और पीढ़ी - पर्यावरण संरक्षण

क्र.सं.	प्रौद्योगिकी और संबंधित विषय	मुख्य लक्षण और अनुप्रयोग	
8.	<b>जटिल आकार के सिरैमिक की जैल कार्टिंग</b>  बौद्धिक संपदा विकास सूचकांक (आईपीडीआई)/प्रौद्योगिकी रेडीनेस स्तर (टीआरएल): वास्तविक जीवन स्थितियों में प्रोटोटाइप परीक्षण	<b>मुख्य लक्षण</b> - पॉलिमेरीसेशन प्रक्रिया के माध्यम से एक्रयलामाइड आधारित जैलेशन - पर्यावरण के अनुकूल मिथाइल सेलुलोज आधारित थर्मल जैलेशन - वांछित अच्छे सामर्थ्य के लिए बहुलक चयन में लचीलापन - शुद्ध जटिल आकार के समीप - यदि आवश्यक हो तो, भागों की बेहतर मशीनिंग की संभावना	<b>संभवनीय अनुप्रयोग</b> - जटिल सिरैमिक भागों के आकार के समीप का आकार
9.	<b>पारदर्शी सिरैमिक का विकास</b>  बौद्धिक संपदा विकास सूचकांक (आईपीडीआई)/प्रौद्योगिकी रेडीनेस स्तर (टीआरएल): पुनर्नूल्यांकन व्यवहार्यता (आईपी, प्रतियोगिता, प्रौद्योगिकी, वाणिज्यिक)	<b>मुख्य लक्षण</b> - पारदर्शी एल्यूमिना के पॉलीक्रिस्टलिन पारदर्शी सिरैमिक नमूनों का निर्माण करने की क्षमता, एल्यूमीनियम ऑक्सीनइट्राइड (एएलओएन), स्लीप कार्टिंग और हॉट आइसोस्टैटिक दबाव के द्वारा स्पाइनल (MgAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ) - रसायनिक वाष्प निक्षेपण (सीवीडी) द्वारा पारदर्शी जिंक सल्फाइड (ZnS) सिरैमिक के निर्माण की क्षमता - सिरैमिक सूत्रीकरण पर निर्भर विशेष पेरामीटर	<b>संभवनीय अनुप्रयोग</b> - पारदर्शी एल्यूमिना के पॉलीक्रिस्टलिन पारदर्शी सिरैमिक नमूनों का निर्माण करने की क्षमता, एल्यूमीनियम ऑक्सीनइट्राइड (एएलओएन), स्लीप कार्टिंग और हॉट आइसोस्टैटिक दबाव के द्वारा स्पाइनल (MgAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ) - रसायनिक वाष्प निक्षेपण (सीवीडी) द्वारा पारदर्शी जिंक सल्फाइड (ZnS) सिरैमिक के निर्माण की क्षमता - सिरैमिक सूत्रीकरण पर निर्भर विशेष पेरामीटर
10.	<b>सिरैमिक स्पूनिंग का संघनन संसाधन</b>  बौद्धिक संपदा विकास सूचकांक (आईपीडीआई)/प्रौद्योगिकी रेडीनेस स्तर (टीआरएल): उत्पादन स्थिर करने में सहयोग	<b>मुख्य लक्षण</b> - सैद्धांतिक तौर पर 99% से अधिक घनत्व - कॉम्प्लेक्स डेस डिज़ाइन - अनएक्सियल कॉम्पैक्शन - अनुकूलित सीटरिंग शेड्यूल - उच्च विद्युत्प्ररोधी और मध्यम थर्मल शॉक	<b>संभवनीय अनुप्रयोग</b> - ताप तत्वों पुली घुमावदार - उच्च तापमान भट्टी जुड़नार (fixtures)
11.	<b>हाइड्रोजन उत्पादन के लिए विद्युत रासायनिक मेथनॉल सुधार (ईसीएमआर)</b>  बौद्धिक संपदा विकास सूचकांक (आईपीडीआई)/प्रौद्योगिकी रेडीनेस स्तर (टीआरएल): पुनर्नूल्यांकन व्यवहार्यता (आईपी, प्रतियोगिता, प्रौद्योगिकी, वाणिज्यिक)	<b>मुख्य लक्षण</b> - हाइड्रोजन उत्पादन में ऊर्जा खपत कम पाई गई, जो पानी विद्युत्-अपघटक का लगभग 1/3 (एक तिहाई) है - मेथनॉल सुधारक के विपरीत, कम तापमान और दबाव पर हाइड्रोजन का उत्पादन किया जा सकता है। - हाइड्रोजन का उत्पादन बेहद शुद्ध है और हाइड्रोजन पृथक्करण चरणों की आवश्यकता नहीं है। - स्टैक निर्माण के लिए कार्बन आधारित सामग्री का उपयोग किया जा सकता है	<b>संभवनीय अनुप्रयोग</b> - ईसीएमआर नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों के साथ एकीकृत किया जा सकता है जैसे- हवा, हाइड्रोजन के रूप में ऊर्जा को स्टोर करने के लिए सौर और इसे ईंधन कोशिकाओं में इस्तेमाल किया जा सकता है। - शीतलक की तरह पावर स्टेशन में - कम करने वाले एजेंट की तरह सेमीकंडक्टर उद्योग में - मौसम विभाग (मौसम गुब्बारे भरने के लिए एक लिफ्ट गैस की तरह इंड्रोजन)
12.	<b>पीईएम ईंधन सैल संचालित सामग्री हैंडलिंग उपकरण</b>  बौद्धिक संपदा विकास सूचकांक (आईपीडीआई)/प्रौद्योगिकी रेडीनेस स्तर (टीआरएल): प्रोटोटाइप स्तर पर निरंतरता / स्थिरता की जांच	<b>मुख्य लक्षण</b> - शीत वायु/बंद लूप तरल शीत पीईएमएफसी स्कैट को विकसित किया जाना है। - कम वजन और मात्रा के साथ पीईएमएफसी स्कैट को विकसित किया जाएगा - बैटरी ईंधन सेल संकर प्रणाली के लिए नियंत्रण प्रणाली का विकास करना। - विभिन्न ऑपरेटिंग लोड पर पीईएमएफसी स्टैक युक्त दक्षता का संचालन करेगा	<b>संभवनीय अनुप्रयोग</b> - फोकलितप्स जैसे सामग्री से निपटने वाले उपकरणों में अनुप्रयोग - पुनःसृजन वाहनों जैसे गो कराट्स, गोल्फ-कार्ट आदि में अनुप्रयोग - सभी मोबाइल अनुप्रयोगों के लिए ऊर्जा स्रोत - मोबाइल एप्लिकेशन में सहायक इकाइयों के लिए पावर स्रोत
13.	<b>पीईएम ईंधन सैल आधारित विद्युत आपूर्ति प्रणाली</b>  बौद्धिक संपदा विकास सूचकांक (आईपीडीआई)/प्रौद्योगिकी रेडीनेस स्तर (टीआरएल): प्रौद्योगिकी अंतरण प्रारंभ	<b>मुख्य लक्षण</b> - 1-20 किलोवाट बिजली की श्रेणी में विकसित ग्रिड स्वतंत्र ईंधन सेल सिस्टम - विकसित पीईएम ईंधन कोशिकाओं को लगातार 500 घंटे के लिए संचालित किया गया है और स्थिर निष्पादन के साथ कई हजार घंटों के लिए आंतरिक रूप से संचालित किया गया है। - निम्नलिखित चक्र, सेल निगरानी की गुणवत्ता, विद्युत कंडीशनर और थर्मल प्रबंधन विकसित करने के लिए उपयुक्त नियंत्रण प्रणाली विकसित की गई है।	<b>संभवनीय अनुप्रयोग</b> - घरों, उद्योगों आदि के लिए विकेंद्रीकृत पावर पैक के रूप में - घरों के लिए संयुक्त गर्मी और बिजली इकाइयों के रूप में - जब बिजली आउटलेज लंबी अवधि (> 8 घंटे) के लिए है, तब भी निर्बाध बिजली स्रोत के रूप में - दूरसंचार उद्योगों के लिए बैक अप बिजली के रूप में
14.	<b>सिंटरित सिलिकॉन कार्बाइड (SiC) अवयव</b>  बौद्धिक संपदा विकास सूचकांक (आईपीडीआई)/प्रौद्योगिकी रेडीनेस स्तर (टीआरएल): प्रोटोटाइप स्तर पर निरंतरता/स्थिरता की जांच	<b>मुख्य लक्षण</b> - ट्यूनबल घनत्व और अन्य थर्मामीटरों-यांत्रिक गुण - ठोस स्तर या तरल चरण सिंटरिंग योज्य के SiC भागों के उत्पादन में लचीलापन - SiC घटकों को 750 मिमी व्यास तक उत्पादन करने में सक्षम - महत्वपूर्ण सिंटरित सिलिकॉन कार्बाइड (SiC) भागों का निर्माण किया जा सकता है।	<b>संभवनीय अनुप्रयोग</b> - संश्लकार पर्यावरण के लिए विशेष रूप से यांत्रिक सील - प्रभाव और घर्षण रोधी भाग - एयरोस्पेस अनुप्रयोगों के लिए हल्के वजन वाले संरचनात्मक भाग - प्रभाव और टूट-फूट रोधी भाग
15.	<b>केंद्रित सौर थर्मल पावर (सीएसपी) अनुप्रयोग के लिए उच्च तापमान स्थिर सौर अवशोषक ट्यूब</b>  बौद्धिक संपदा विकास सूचकांक (आईपीडीआई)/प्रौद्योगिकी रेडीनेस स्तर (टीआरएल): प्रोटोटाइप स्तर पर निरंतरता/स्थिरता की जांच	<b>मुख्य लक्षण</b> - प्रभावी लागत - उच्च ऑप्टिकल गुण (सौर अवशोषण: 95-96% और थर्मल उत्सर्जन: <0.20 (500 डिग्री सेल्सियस पर) - संचालन का तापमान: <500 डिग्री सेल्सियस - बेहतर यांत्रिक और मौसम स्थिरता	<b>संभवनीय अनुप्रयोग</b> - विभिन्न औद्योगिक अनुप्रयोगों के लिए स्ट्रीम पीडी - विद्युत उत्पादन - सौर वॉटर हीटर/सौर ड्रायर - सौर अलवणीकरण

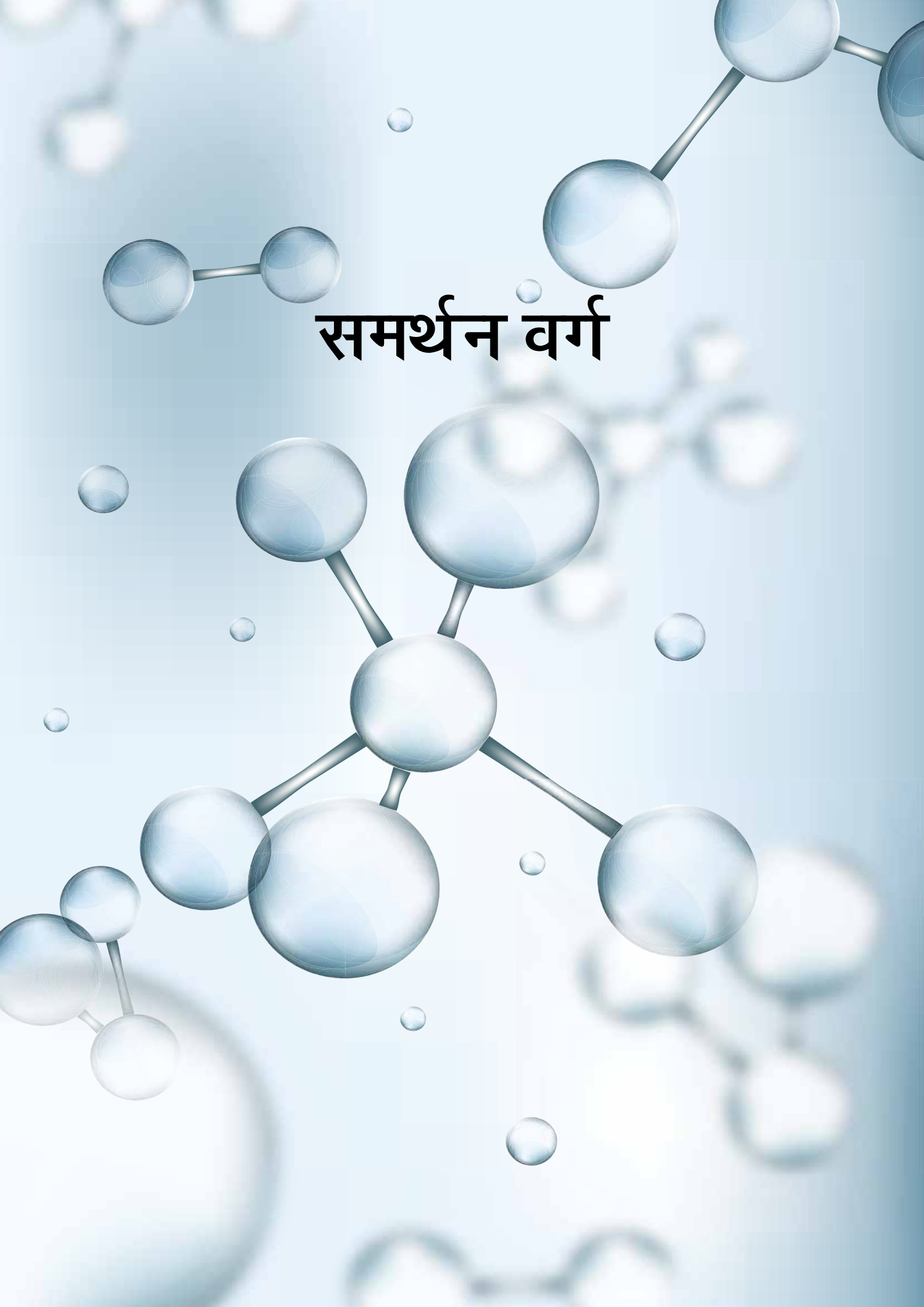
क्र.सं.	प्रौद्योगिकी और संबंधित विषय	मुख्य लक्षण और अनुप्रयोग	
16.	सौर थर्मल अनुप्रयोगों के लिए मध्यम और निम्न तापमान स्थिर सौर अवशोषक ट्यूब  बौद्धिक संपदा विकास सूचकांक (आईपीडीआई)/प्रौद्योगिकी रेडीनेस स्तर (टीआरएल): प्रोटोटाइप स्तर पर निरंतरता/स्थिरता की जांच	<b>मुख्य लक्षण</b> - उच्च चयनात्मक गुण (सौर अब्स ~ 95%; स्पेक्ट्रल इमिटेंस ~ 0.12) - 300 डिग्री सेल्सियस में गर्मी रहित गुणवत्ता : 0.14 - तापमान स्थिरता: <300 डिग्री सेल्सियस - जंग स्थिरता: साल्ट स्प्रै परीक्षण में > 200 घंटे तक सहने की ताकत - उच्च यांत्रिक स्थिरता, लंबे समय तक का स्थायित्व और अत्यधिक अवधि तक मौसम संरक्षण	<b>संभवनीय अनुप्रयोग</b> - सौर वॉटर हीटर/ सौर ड्रायर - सौर अलवणीकरण - विभिन्न औद्योगिक अनुप्रयोगों के लिए स्टीम उत्पादन - ओआरसी सौर कलेक्टर आधारित बिजली उत्पादन
17.	ऑप्टिकल, सोलर और डिस्प्ले एप्लीकेशन के लिए उच्च निष्पादन ब्रॉडबैंड एंटी चिंतनशील कोटिंग्स  बौद्धिक संपदा विकास सूचकांक (आईपीडीआई)/प्रौद्योगिकी रेडीनेस स्तर (टीआरएल): वास्तविक जीवन स्थितियों में प्रोटोटाइप परीक्षण	<b>मुख्य लक्षण</b> - दृश्यमान और सौर क्षेत्रों में उच्च पारगम्यता:> 98% (दृश्यमान में)> 96% (सौर में) - कम तापमान सुसाध्य (80-100 डिग्री सेल्सियस) - उच्च तापमान स्थिरता: अधिकतम 1000 डिग्री सेल्सियस तक - मौसम की स्थिरता:> 50 डिग्री सेल्सियस पर उच्च आर्द्रता (> 90%) 200 घंटे रहने की ताकत - उच्च यांत्रिक स्थिरता और लंबी अवधि तक - लागत प्रभावी कोटिंग तकनीक	<b>संभवनीय अनुप्रयोग</b> - सौर पीवी और सीएसपी आवरण कांच - ऑप्टिकल लेंस - वीडियो डिस्प्ले पैनल - वास्तुकला कांच - उच्च ऊर्जा लेज़र
18.	उच्च ऑप्टिकल संप्रेषण और उच्च मौसम स्थिरता के साथ कोटिंग्स को साफ करने में आसान  बौद्धिक संपदा विकास सूचकांक (आईपीडीआई)/प्रौद्योगिकी रेडीनेस स्तर (टीआरएल): प्रोटोटाइप स्तर पर निरंतरता/स्थिरता की जांच	<b>मुख्य लक्षण</b> - कम लागत में उत्पादन - ऑप्टिकल गुणवत्ता: <1% संचरण या प्रतिबिंब नुकसान या सबस्ट्रेट की वास्तविक ऑप्टिकल गुणवत्ता के बराबर है। - सुपर हाइड्रोफोबिक गुणवत्ता:> 100 डिग्री पानी संपर्क कोण - बेहतर यूवी, मौसम और यांत्रिक स्थिरता	<b>संभवनीय अनुप्रयोग</b> - सीएसपी में कार्यरत पीवी पैनल और रिफ्लेक्टर - ऑप्टिकल लेंस - वीडियो डिस्प्ले पैनल - वास्तुकला कांच - वस्त्र - प्लास्टिक और टोस सतहें
19.	रोगाणुरोधी, कांच पर लगे विलेपन को साफ करने में आसान, धातु, प्लास्टिक और फाइबर  बौद्धिक संपदा विकास सूचकांक (आईपीडीआई)/प्रौद्योगिकी रेडीनेस स्तर (टीआरएल): प्रोटोटाइप स्तर पर निरंतरता/स्थिरता की जांच	<b>मुख्य लक्षण</b> - रोगाणुरोधी नैनोकणों का समावेश, नियंत्रित रिलीज तंत्र - प्रतिफ्लोरिनेटेड पॉलिमर (हाइड्रोफोबिक सतह) की तुलना में आसानी से साफ विलेपन एक सतही गुण है - गैर-विषाक्त - बड़े क्षेत्र विलेपन के स्तर को मापने में आसान	<b>संभवनीय अनुप्रयोग</b> - दवा की बोतलें/कंटेनर - अस्पताल की दीवार पैनलों, अस्पताल के फर्नीचर - कान की मशीन - खाद्य डिब्बाबंदी - वस्त्र की दीवारों और कपड़ा छतों, सूरज के रंग अंधा - दीवारी पेंट पर टोप कोट के रूप में - गहरी फ्लोटिंग वस्तुओं पर गंधरोधी विलेपन
20.	ग्लास और सिरैमिक पर सजावटी नैनोसमग्र विलेपन  बौद्धिक संपदा विकास सूचकांक (आईपीडीआई)/प्रौद्योगिकी रेडीनेस स्तर (टीआरएल): वास्तविक जीवन स्थितियों में प्रोटोटाइप परीक्षण	<b>मुख्य लक्षण</b> - विलेपन के ट्यूनिंग योग्य ट्रांसमिशन और अपवर्तनांक - डोपेन्ट की उपयुक्त विकल्प के द्वारा कोटिंग के रंग को नियंत्रित किया जा सकता है - यूवी तापमान स्थिर और वातावरण सहनशीलता - उच्च तापमान पर जैविक घटकों का अवक्रमण पूरा करने के कारण - कांच के पुनर्चक्रीकरण योग्य - उच्च तापमान स्थायित्व के साथ अपारदर्शी विलेपन संभव	<b>संभवनीय अनुप्रयोग</b> - वास्तु अनुप्रयोग :सुंदरता या सजावट के लिए रंगीन कांच - परफ्यूम भंडारण एवं दवाइयों आदि के लिए, विभिन्न उद्योगों में इस्तेमाल की जाने वाली कांच की शीशियों के लिए क्षरणरोधी रंगीन विलेपन
21.	प्लास्टिकों पर कठोर विलेपन  बौद्धिक संपदा विकास सूचकांक (आईपीडीआई)/प्रौद्योगिकी रेडीनेस स्तर (टीआरएल): कूपन स्तर पर निरंतरता/स्थिरता की जांच	<b>मुख्य लक्षण</b> - उच्च खरोंच कठोरता और घर्षणरोधी - लंबा जीवन - बेहतर घर्षण - रंगीन विलेपन संभव - पॉलीकार्बोनेट, पीएमएए आदि पर लेपित किया जा सकता है - कम सतह मुक्त ऊर्जा के साथ आसानी से साफ किया जा सकता है	<b>संभवनीय अनुप्रयोग</b> - सड़क परिवहन: सड़क और फुटपाथ मार्कर - हेल्मेट विज़र्स - मोटर वाहन हेडलैम्प / विंडशील्ड - सुधारित सौन्दर्यात्मक आकर्षण और शैली के लिए रंगीन हेडलैम्प - ऑर्थोमार्कोपिक लेंस - अप्रत्यक्ष नेत्र कैसर में प्रयुक्त द्वि-एस्फेरिक लेंस - हवाई जहाज कैनोपी
22.	स्टेनलेस स्टील और एल्यूमिनियम सबस्ट्रेट्स के लिए चुनिंदा सौर विलेपन  बौद्धिक संपदा विकास सूचकांक (आईपीडीआई)/प्रौद्योगिकी रेडीनेस स्तर (टीआरएल): प्रोटोटाइप स्तर पर निरंतरता / स्थिरता की जांच	<b>मुख्य लक्षण</b> - 300-1500 एनएम रेंज में 94 ± 1% अवशोषण - 14 ± 1% थर्मल आईआर उत्सर्जन - 350 डिग्री सेल्सियस में थर्मल साइकलिंग के 20 चक्र - एसटीएम बी 117 के अनुसार साल्ट स्प्रै परीक्षण में 80 ग्राम तक सहने की क्षमता - गैर विषैले और पर्यावरण के अनुकूल	<b>संभवनीय अनुप्रयोग</b> - एकाग्र सौर ऊर्जा संयंत्र के अवशोषक ट्यूबों पर सौर चयनात्मक कोटिंग्स (250 डिग्री सेल्सियस तक रिक्तकृत नहीं किया गया और 400 डिग्री सेल्सियस तक रिक्तकृत कर दिया गया) - जल-ताप अनुप्रयोगों के लिए धातु ट्यूबों पर सौर चयनात्मक विलेपन (100 डिग्री सेल्सियस तक)

क्र.सं.	प्रौद्योगिकी और संबंधित विषय	मुख्य लक्षण और अनुप्रयोग	
23.	<b>नैनोसिल्वर इंप्रेगनेटेड सिरैमिक कैडल फिल्टर</b>  बौद्धिक संपदा विकास सूचकांक (आईपीडीआई)/ प्रौद्योगिकी रेडीनेस स्तर (टीआरएल): उत्पादन स्थिर करने में सहायता (एक कंपनी को प्रौद्योगिकी अंतरण और अविशिष्ट आधार पर अंतरण के लिए उपलब्ध)	<b>मुख्य लक्षण</b> - आंध्र प्रदेश के गैर सरकारी संगठनों द्वारा कई ग्रामीण क्षेत्रों में परीक्षण किया गया। - गैर विद्युत उर्जा और आवश्यक जल दबाव में - सरल रखरखाव - वाणिज्यिक रूप से आकर्षक (चांदी का बहुत कम उपयोग (0.2wt%) लागत वृद्धि कैडिल (30-50%) और फिल्टर असेंबली (3-5%) - छह महीने में एक बार बदलने की जरूरत	<b>संभवनीय अनुप्रयोग</b> पेयजल शुद्धिकरण के लिए सिरैमिक कैडल
24.	<b>डोपड ZnO नैनोपॉउडर द्वारा विभिन्न उच्च निष्पादन</b>  बौद्धिक संपदा विकास सूचकांक (आईपीडीआई)/ प्रौद्योगिकी रेडीनेस स्तर (टीआरएल): प्रोटोटाइप स्तर पर निरंतरता / स्थिरता की जांच	<b>मुख्य लक्षण</b> - पेटेंट प्रौद्योगिकी - माइक्रोन पाउडर की तुलना में तापमान और समय कम होता है - उच्च गिरावट क्षेत्र के परिमाण, 2-3 बार गुणहीनता के गुणांक और तुलनीय रिसाव वर्तमान घनत्व	<b>संभवनीय अनुप्रयोग</b> - पॉवर इंजीनियरिंग - ऑटोमोबाइल उद्योग - घरेलू इलेक्ट्रॉनिक्स - दूरसंचार
25.	<b>2 डी-नानोलेयर्ड ट्रांजिशन मेटल सल्फाइड (2 डी-एनटीएमएस)</b>  बौद्धिक संपदा विकास सूचकांक (आईपीडीआई)/ प्रौद्योगिकी रेडीनेस स्तर (टीआरएल): पुनर्मूल्यांकन व्यवहार्यता (आईपी, प्रतियोगिता, प्रौद्योगिकी, वाणिज्यिक)	<b>मुख्य लक्षण</b> - शुद्ध और मिश्रित WS <sub>2</sub> /MoS <sub>2</sub> नैनो शीट पाउडर का संश्लेषण - डॉपड - WS <sub>2</sub> /MoS <sub>2</sub> नैनो शीट पाउडर का संश्लेषण - बेहतर ऑक्सीकरणरोधी - अन्य संक्रमण धातु सल्फाइड के 2 डी-नैनोस्ट्रक्चर को संश्लेषित करने की व्यवहार्यता - थोक उत्पादन के लिए स्केलेबल प्रक्रिया	<b>संभवनीय अनुप्रयोग</b> - एयरोस्पेस और मोटर वाहन क्षेत्र के लिए ठोस स्नेहक - फोर्जिंग और अन्य विनिर्माण संसाधनों के लिए ठोस स्नेहक - ऑटोमोबाइल लब-ऑयल में योग्य - उच्च कतरनी तनाव के तहत बेहतर प्रदर्शन के लिए ग्रीस के लिए स्नेहक - पेट्रोकेम उत्प्रेरक - उसके लिए इलेक्ट्रो कैटेलिस्ट लिथियम- आयनबैटरी इलेक्ट्रोड - स्वयं स्नेहक कंपोजिट और कोटिंग्स (धातु / सिरैमिक्स/ पॉलिमर) - सेंसर और एक्ट्यूएटर
26.	<b>भारी वाहनों के क्लच प्लेट्स के लिए Fe-आधारित सिरामेटलिक घर्षण पैड</b>  बौद्धिक संपदा विकास सूचकांक (आईपीडीआई)/प्रौद्योगिकी रेडीनेस स्तर (टीआरएल): पुनर्मूल्यांकन व्यवहार्यता (आईपी, प्रतियोगिता, प्रौद्योगिकी, वाणिज्यिक)	<b>मुख्य लक्षण</b> - गैर कैसिनोजेनिक सामग्री का उपयोग - घर्षण की सुधारित टूट- फूट और गुणांक - Fe- आधारित सिंटरित पैड - एकल या दोहरी सिंटरित घर्षण पैड का लचीलापन - संसाधन के लिए देशी उपकरण - कम किए गए पोस्ट सिंटरिंग परिचाल - उत्पादन स्तर विनिर्माण प्रक्रिया	<b>संभवनीय अनुप्रयोग</b> - भारी वाणिज्यिक वाहनों के क्लच और ब्रेक - विमान ब्रेक - यात्री वाहन जैसे बस - पवन मिल अनुप्रयोगों - रेलवे - सैन्य टैंक
27.	<b>ऑक्साइड कैलाव उच्च तापमान अनुप्रयोगों के लिए मजबूत इस्पात</b>  बौद्धिक संपदा विकास सूचकांक (आईपीडीआई)/प्रौद्योगिकी रेडीनेस स्तर (टीआरएल): प्रोटोटाइप स्तर पर निरंतरता / स्थिरता की जांच	<b>मुख्य लक्षण</b> - 650-700 डिग्री सेल्सियस का उच्च परिचालन तापमान - उच्च स्तर का सामर्थ्य और अप्लरोधी - निष्कल आधारित सुपर मिश्रधातु को बदलने की संभावित प्रत्याशी - विकिरण के तहत सूजनरोधी - स्थापित विनिर्माण संसाधन	<b>संभवनीय अनुप्रयोग</b> - अल्ट्रा सुपर जटील स्टीम टर्बाइन के लिए ब्लेड - गैस टरबाइन के उच्च दबाव कंप्रेसर और कम दबाव टरबाइन ब्लेड - परमाणु रिएक्टरों के लिए ढके हुआ टयूब - संलयन रिएक्टरों के लिए संरचनात्मक सामग्रियां - अन्य उच्च तापमान अनुप्रयोगों
28.	<b>लागत प्रभावी प्रक्रिया द्वारा कैथोड और एनोड इलेक्ट्रोड सामग्री का बड़े पैमाने पर उत्पादन</b>  बौद्धिक संपदा विकास सूचकांक (आईपीडीआई)/प्रौद्योगिकी रेडीनेस स्तर (टीआरएल): प्रोटोटाइप स्तर पर निरंतरता / स्थिरता की जांच	<b>मुख्य लक्षण</b> - दोनों एनोड और कैथोड सामग्री का बड़े पैमाने पर उत्पादन - सरल, आर्थिक और स्केलेबल संसाधन विधि - इन सामग्रियों के निष्पादनकार्य LIB इलेक्ट्रोड वाणिज्यिक की तुलना में बेहतर हैं	<b>संभवनीय अनुप्रयोग</b> - बिजली वाले वाहनों के लिए उच्च ऊर्जा घनत्व कैथोड - बिजली वाले वाहनों के लिए उच्च ऊर्जा घनत्व और तापीय स्थिर एनोड - अन्य पोर्टेबल डिवाइसेस जहां लिथियम-ऑयन बैटरी का उपयोग किया जाता है।
29.	<b>स्वयं सफाई अनुप्रयोगों के लिए बहुक्रियाशील टिटैनिया माइक्रोफ़ेअर</b>  बौद्धिक संपदा विकास सूचकांक (आईपीडीआई)/प्रौद्योगिकी रेडीनेस स्तर (टीआरएल): उत्पादन स्थिर करने में सहयोग	<b>मुख्य लक्षण</b> - तटस्थ पीएच पर पानी में टिटानिया माइक्रोज़र निलंबन - कुशल फोटोकैटालिस्ट - जीवाणुरोधी - यूवी अवशोषक - दृश्य प्रकाश परावर्तक - सरल और स्केलेबल रासायनिक संश्लेषण - नवीन संसाधन जिसके लिए पेटेंट दाखिल किया गया है।	<b>संभवनीय अनुप्रयोग</b> - स्वयं सफाई वस्त्र - वायु शुद्धिकरण - जल शुद्धिकरण - जैविक प्रवाह उपचार - स्वयं सफाई की दीवारों के लिए बाहरी इमारत पेंट करने के लिए योजक



क्र.सं.	प्रौद्योगिकी और संबंधित विषय	मुख्य लक्षण और अनुप्रयोग	
30.	<b>थर्मल इन्सुलेशन अनुप्रयोग के लिए सिलिका एयरोजैल ग्रैन्यूलस</b>  बौद्धिक संपदा विकास सूचकांक (आईपीडीआई)/प्रौद्योगिकी रेडीनेस स्तर (टीआरएल): कूपन स्तर पर निरंतरता/स्थिरता की जांच	<b>मुख्य लक्षण</b> - कणिका आकार: ~ 1 मिमी (ट्यून करने योग्य) - पैकिंग घनत्व: 0.07 g/cc - थर्मल स्थिरता: - 200 डिग्री सेल्सियस से 800 डिग्री सेल्सियस - सतह क्षेत्र: ~ 800 m <sup>2</sup> / g - थर्मल चालकता: आरटी पर 0.03 W/mK (क्षणिक विमान विधि) - रंग: पारभासी या अपारदर्शी या काला (कार्यक्षमता पर निर्भर करता है) - संभवतः आईआर ओपेस्पीफिकेशन के लिए इन-सीटू कार्बन डोपिंग - हाइड्रोफिलिक या हाइड्रोफोबिक	<b>संभवनीय अनुप्रयोग</b> - थर्मल इन्सुलेंटिंग - पेंट्स - भवन निर्माण सामग्री जैसे सीमेंट, ईट, दीवार प्लास्टर आदि - विंडो पैनेल - वस्त्र - उष्ण/शीत भंडार
31.	<b>लेजर वेल्डिंग और लेजर - एमआईजी संकर वेल्डिंग</b>  बौद्धिक संपदा विकास सूचकांक (आईपीडीआई)/प्रौद्योगिकी रेडीनेस स्तर (टीआरएल): कूपन स्तर पर निरंतरता/स्थिरता की जांच	<b>मुख्य लक्षण</b> - उच्च विद्युत घनत्व - मोटे खंडों की सिंगल पास वेल्डिंग - नियंत्रित ताप निवेश - प्रेशीशन के साथ वेल्डिंग - वैक्यूम की जरूरत नहीं	<b>संभवनीय अनुप्रयोग</b> - ऑटोमोटिव अनुप्रयोगों आदि के लिए तैयार वेल्डेड ब्लैक्स - विभिन्न प्रकार की सामग्रियों और मोटाइयों को वेल्ड कर सकता है। - चुंबकीय सामग्री की वेल्डिंग करने में समर्थ जोकि इलेक्ट्रान बीम वेल्डिंग में संभव नहीं - स्टील प्लेट्स, थिक सेक्शन वेल्ड्स, शिप निर्माण आदि
32.	<b>लेजर सर्फस हार्डनिंग ट्रीटमेंट</b>  बौद्धिक संपदा विकास सूचकांक (आईपीडीआई)/प्रौद्योगिकी रेडीनेस स्तर (टीआरएल): कूपन स्तर पर निरंतरता/स्थिरता की जांच	<b>मुख्य लक्षण</b> - न्यूनतम ताप निवेश से चुने गए स्थानिक क्षेत्र की हार्डनिंग - प्रशामक की जरूरत नहीं - सतह की क्षति नहीं - आसान ऑटोमेशन से उत्कृष्ट उत्पादनीयता - प्रक्रिया के बाद मशीनन की कोई जरूरत नहीं - नियंत्रित के सडेथ - रिफाईंड एक रूप माइक्रो संरचना - न्यूनतम विस्फाटीकरण - रासायनिक सफाई	<b>संभवनीय अनुप्रयोग</b> - स्टील्स, कार्ब आयरन और प्रोफाइल की विस्तृत श्रृंखला के लिए उपयुक्त है - क्रैकशैप्स, कैमशापट्स, पिस्टन के छल्ले, टूलींग और डाइज, स्टील्स, स्टीम टरबाइन ब्लेड, शीट मेटल आदि के विभिन्न घटकों के सख्त होने के लिए, इस प्रक्रिया को विकसित किया जा सकता है।
33.	<b>लेजर सर्फस कोटिंग (मिश्रधातुकरण और क्लैडिंग)</b>  बौद्धिक संपदा विकास सूचकांक (आईपीडीआई)/प्रौद्योगिकी रेडीनेस स्तर (टीआरएल): पुनर्मूल्यांकन व्यवहार्यता (आईपी, प्रतियोगिता, प्रौद्योगिकी, वाणिज्यिक)	<b>मुख्य लक्षण</b> - बेहतर धातुवीय बंधन से सबस्ट्रेट पर निक्षेपण लेजर बीम के उपयोग द्वारा फ्यूज करके सामग्री की कोटिंग की जाती है, लेकिन सामग्री का न्यूनतम आधार घुलन होता है। - उत्कृष्ट माइक्रो स्ट्रक्चर में हीट इनपुट परिणाम - दशर मुक्त क्लैड परतों के बिना छिट्रिलता प्रदान करता है।	<b>संभवनीय अनुप्रयोग</b> - वियर प्लेटों के लिए मिन्न अनुप्रयोग - संघटक मरम्मत और रिफिनिशमेंट
34.	<b>लेजर ड्रिलिंग</b>  बौद्धिक संपदा विकास सूचकांक (आईपीडीआई)/प्रौद्योगिकी रेडीनेस स्तर (टीआरएल): पुनर्मूल्यांकन व्यवहार्यता (आईपी, प्रतियोगिता, प्रौद्योगिकी, वाणिज्यिक)	<b>मुख्य लक्षण</b> - बिना संपर्क ड्रिलिंग पद्धति - बड़े पक्ष के रन्ध्र और बहुते छोटे व्यास (0.3 mm) भी ड्रिल किये जा सकते हैं। - ताप इनपुट के सटीक नियंत्रण - उभरे कोणों के सतह के छेदों को भी ड्रिल कर सकते हैं।	<b>संभवनीय अनुप्रयोग</b> - धातुओं सिरैमिकों, संयोजनों आदि विभिन्न प्रकार की सामग्रियों जैसे सिरैमिक्स और कंपोजिट्स आदि को ड्रिल किया जा सकता है। - विशिष्ट प्रक्रिया के लिए इसका उपयोग किया जा सकता है। जैसे एअरो-इंजन अनुप्रयोगों के लिए उच्च दबाव के नॉजल गाइड वेन्स और कंबरचन लाइनर का उपयोग
35.	<b>अल्ट्राफास्ट लेजर माइक्रो मशीनन</b>  बौद्धिक संपदा विकास सूचकांक (आईपीडीआई)/प्रौद्योगिकी तैयारी स्तर (टीआरएल): वास्तविक जीवन स्थितियों में प्रोटोटाइप परीक्षण	<b>मुख्य लक्षण</b> - उच्च मशीनन गुणवत्ता - ताप संवेदनशील सामग्री मशीनन - किसी तरंगदैर्घ्य पर निर्भर नहीं है, इसलिए किसी भी सामग्री को उसी लेजर के साथ लगाया जा सकता है - बेहतर लचीलेपन और पूर्ण परिभाषित पृथक सीमा (100 एनएम तक नीचे) - उच्च पैदावार के साथ अधिक अनुमान लगाने योग्य परिणाम	<b>संभवनीय अनुप्रयोग</b> - पिस्टन के छल्ले की नवीनीकरण - कांच के अंदर मशीनन - सिरैमिक्स, धातु ट्यूबों और सिलिकॉन पर उपयोग किया जा सकता है।
36.	<b>एक्सफोलिएटेड ग्रेफाइट और उसके मूल्य वर्द्धित उत्पाद</b>  हासिन वैधता का मान : वाणिज्यिक स्तर (एक कंपनी को प्रौद्योगिकी अंतरण भारत के सभी राज्यों को असामान्य आधार पर अंतरण के लिए उपलब्ध)	<b>मुख्य लक्षण</b> - तरल पदार्थों के प्रति अमेट्ट - हल्की टर्निंग टार्क के अंतर्गत लीकप्रूफ सीलिंग - आसानी से काटना और पंच करना - आक्सीडाइजिंग स्थिति में 200° से + 500°C तक के रेंज में और इनर्ट वातावरण में 3000°C तक टिक सकता है। - उत्कृष्ट तापीय शॉक रोधी - थकान या मेदेपन से रहित - मोल्टन कांच, धातु आदि से भीगता नहीं है स्वतः स्नेहन और सभी रसायन प्रतिरोधी	<b>संभवनीय अनुप्रयोग</b> - फ्यूल सैल्स, - ऑटोमोटिव ऑयल रिफाइनरीस - पेट्रो रसायन उद्योग आदि

# समर्थन वर्ग



## बहु-अनुशासनात्मक कंप्यूटर नियंत्रित सिस्टमों को स्थानांतरित करने/बदलने में जटिलताएं

एस. निर्मला, इलेक्ट्रॉनिक्स एवं इंस्ट्रुमेंटेशन ग्रुप

nirmala@arci.res.in

कला औद्योगिक उपकरण के सभी वर्ग, कम से कम दो, न कि बहुत अधिक, के संयोजन को रोजगार देते हैं जैसे कि प्रौद्योगिकियों की विभिन्न शाखाएं कंप्यूटर, मैकेनिकल, वैक्यूम, हाइड्रोलिक, वायुचालित, प्रशीतन, मैकेनिकल में इत्यादी। एआरसीआई में इनके कई उदाहरण हैं, जैसे इलेक्ट्रॉन बीम दबाव भाष्य निक्षेप [ईबीपीवीडी] सिस्टम, समाधान प्रीस्क्रोर प्लाज्मा स्प्रे कोटिंग सिस्टम, डिटोनेशन स्प्रे कोटिंग सिस्टम, थर्मल साइक्लिंग सिस्टम, सीएपीवीडी सिस्टम। इन आयातित सिस्टमों में से अधिकांशतः पिछले कई वर्षों से नियमित आधार पर प्रमाणित रूप में स्थापित और संचालित किए गए। स्वाभाविकतः, समयानुसार इनसे समस्याएं विकसित हुई, और इन समस्याओं का समाधान आंतरिक रूप से विभिन्न कठिनाइयों के साथ-साथ किया गया।

तथापि, जब पूरे संयोजन को एक नए स्थान पर स्थानांतरित करने की आवश्यकता पड़ जाय, तो समस्याओं की पूरी तरह से एक अलग शैली से संबोधित गया। इस आलेख का उद्देश्य इन कठिनाइयों को दिखाना है, जैसे कि चित्र 1 में उदाहरण के लिए ईबीपीवीडी दर्शाया गया है। एकीकृत ईबीपीवीडी उपकरण में कई उप-सिस्टम होते हैं, जैसे बड़े रेफ्रिजरेटेड पानी शीतलप्रदान, उच्च वैक्यूम पंप, चार उच्च विद्युत इलेक्ट्रॉन गन, बहु मोटर ड्राइव, उच्च वोल्टेज बिजली की आपूर्ति, तीन ज़ोन वैक्यूम चैम्बर, डाटा अधिग्रहण प्रणाली, टच स्क्रीन डिस्प्ले इत्यादी। इन प्रणालियों का केंद्रीय पीएलसी और कंप्यूटर द्वारा नियंत्रित और पर्यवेक्षित होता है। नियमित रूप से उपयोग के दौरान, कंप्यूटर न केवल ऑपरेटर चालित आदेश प्राप्त करता है अपितु, एक भाष्यशील स्मृति में महत्वपूर्ण डेटा को भी लॉग करता है और संग्रहित करता है। साधारणतः यह बैटरी द्वारा समर्थित होता है। इस तरह के डेटा में न केवल सभी ऑपरेटिंग मापदंडों को शामिल किया गया है, बल्कि इसमें बहुत उपयोगी मापदंड भी हैं जो कि उपयोग के दौरान उत्पन्न होते हैं और यह ऑटो ड्राइव ट्यूनिंग के लिए आवश्यक हैं, उच्च वोल्ट, फिलामेंट और बीम स्कैनिंग कॉइल्स, वैक्यूम वाल्वों की क्रियाशीलता और स्थिति, मिले हुये दुभाषिए तंत्र आदि के लिए आपूर्ति को अनुकूलित करने, घरेलू, मध्यवर्ती और अंत की स्थिति इत्यादि को परिभाषित करना। यह इन कारकों को ध्यान में रखते हुए कि प्रत्येक उप-प्रणाली को सावधानीपूर्वक अत्यंत परिश्रम के प्रयासों के अतिरिक्त विशेष ध्यान देने की आवश्यकता ज़रूरत है, जैसा कि चित्र 2 में दर्शाया गया है, नए स्थान में परिवहन और उन्हें पुनः संयोजित करने से पहले, भाग प्रति भाग लेबलिंग करने के द्वारा किया गया।

वास्तविक स्थानांतरण निम्नलिखित तरीके से किया गया था: -

- डिस्मेंटलिंग करने से पहले सभी उप-प्रणालियों को सावधानी से अपनी वास्तविक गृह स्थिति में लाया गया था।
- सभी सूखी बैटरियों की उनकी चार्ज की स्थिति के लिए जाँच की गई और जब कभी भी आवश्यक था, बदल दिया गया।
- निर्माता द्वारा आपूर्त की गई सभी बूटिंग और एप्लिकेशन सॉफ्टवेयर

पुनर्स्थापना के लिए तैयार रखा गया।

- उपभोक्ता टिकाऊ चीजों जैसे उच्च वोल्टेज ट्रांसफार्मर ऑइल, वैक्यूम ऑइल इत्यादि को पुनःपूर्ति हेतु तैयार रखा गया।
- सभी नियंत्रण कार्डों को सुरक्षित रूप से बंद (लॉक) करके रखा गया ताकि ये अंतरण के दौरान खुल न जाएं।
- सभी मल्टी कोर इंटरकनेक्टिंग केबुलों और उनके टर्मिनल सॉकेटों/प्लगों को सुरक्षित रूप से हटाया गया, उनको लेबल किया गया और नए स्थान पर फर्श योजना में अंतर को ध्यान में रखते हुए, उनके वायरिंग डेटा को रीवायरिंग के लिए तैयार रखा गया।
- पुनः जोड़ने के बाद, सभी उप-प्रणालियां को अलग-अलग रूप से परीक्षण, ट्यून और कॉन्फिगर संभाव्यता की सीमा तक किया गया उनके सेट को पूरी तरह से जोड़ने से पहले अंतरण के दौरान सामना की गई समस्याओं पर काबू पाया।



चित्र 1 स्थानांतरण से पहले ईबीपीवीडी का आंशिक दृश्य।



चित्र 2 ईबीपीवीडी की जटिलता को दर्शाते हुए उप-प्रणालियों की इंटरनेक्टिंग

योगदानकर्ता: डी. के. सागर और एन. अरुणा

## इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों को नियंत्रित करने के लिए प्रयोगात्मक प्रोग्रामिंग गति सेन्सर

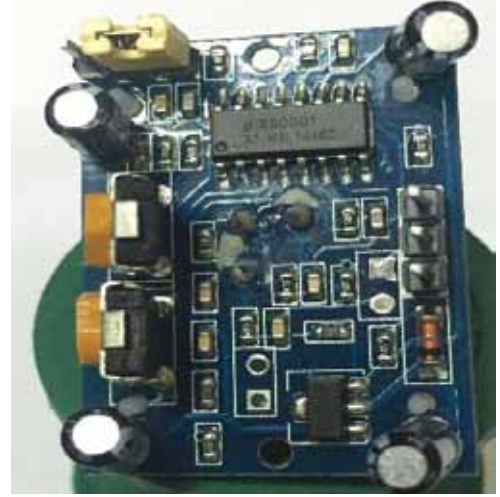
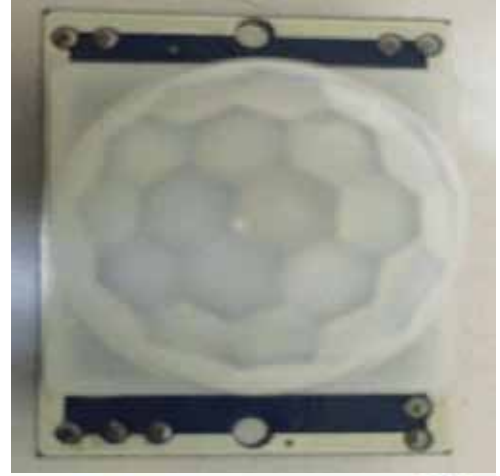
सीएच. सांशिव राव, इलेक्ट्रॉनिक्स एवं इंस्ट्रुमेंटेशन ग्रुप

csrao@arci.res.in

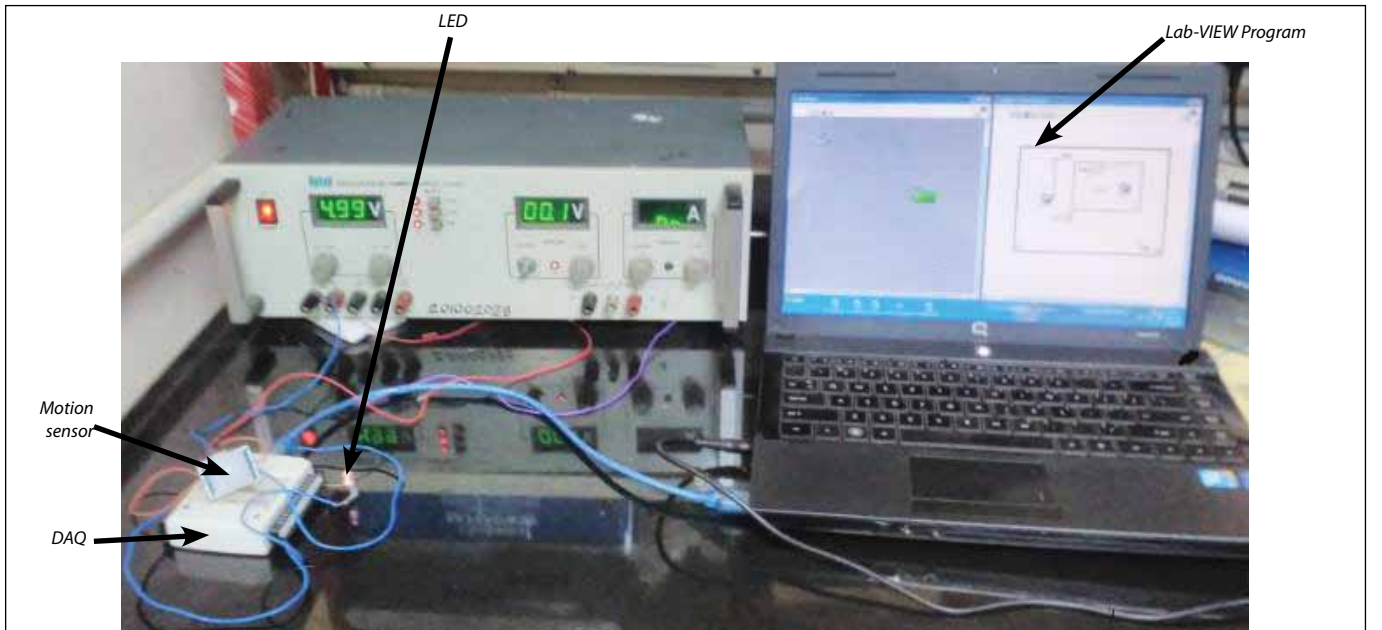
सेन्सर की निकटतम वस्तुओं की गति का पता लगाने के लिए, एक प्रयोगात्मक कार्यक्रम का विकास किया गया है। रिले का उपयोग करते हुए यह प्रोग्राम उपकरण को स्वतः खोलना/बंद करने का अनुमति देता है। कई अनुप्रयोगों में इसका उपयोग कर लाभ उठाया जा सकता है, सामान्य तौर पर, जब ऑपरेटिंग क्षेत्र में कोई भी उपयोगकर्ता नहीं मिलता है, तब यह एयर कंडीशनर, औद्योगिक पंखों, रोशनी, आदि जैसी बिजली गजलों द्वारा खपत की जाने वाली बिजली को कम करने की अनुमति देता है। उपयोग किए गए सेन्सर एक निष्क्रिय इन्फ्रालाल गति वाली पीआईआर सेन्सर है। सिस्टम को पूर्ण रूप से उपयोग में लाने के लिए एक अन्य मॉड्यूल, डाटा अधिग्रहण मॉड्यूल (डीएक्यू) है।

पीआईआर, चित्र 1 में दिखाया गया है कि यह 5 वी डीसी आपूर्ति पर चल रहा है। संवेदनशीलता और देरी के समय को समायोजित करने के लिए सेन्सर की स्थिति सर्किट में दो पोटेंशियोमीटर उपलब्ध कराए गए हैं। यदि सेन्सर के सामने घुमाव है तो आउटपुट वोल्टेज लगभग 3.2 वी है; लेकिन अगर कोई घुमाव नहीं है तो आउटपुट 0 वी तक चला जाता है।

चित्र 2. प्रयोगात्मक कार्यक्रम के सामने वाली पैनल और ब्लॉक आरेख, डीएक्यू (एनआई यूएसबी 6009), गति सेन्सर और एलईडी एवं इसके तारों को दर्शाता है। डिजिटल और एनालॉग संकेतों को प्राप्त करने और उत्पन्न करने के लिए डीएक्यू का उपयोग किया जाता है। इस डीएक्यू मॉड्यूल में 8 एनालॉग इनपुट और आई/ओ के 12 डिजिटल और 2 एनालॉग आउटपुट होते हैं। गति सेन्सर द्वारा आउटपुट को, डीएक्यू के एनालॉग इनपुट के रूप में लिया जाता है। डीएक्यू का डिजिटल आउटपुट एलईडी से जुड़ा हुआ है। जब प्रोग्राम के सेन्सर का निष्पादन किया जाता है, तब डीएक्यू, सक्रिय उच्च आउटपुट (5V) भेजता है। गति में एलईडी चमक का पता लगाया जाता है, अन्यथा एलईडी चमक नहीं होना चाहिए। उपकरणों के उच्च बिजली को नियंत्रित करने के लिए एलईडी के समानांतर में, उचित शक्ति दर के ठोस स्तर रिले को जोड़ा जा सकता है।



चित्र.1 पीआईआर सेन्सर



चित्र 2: प्रयोगात्मक कार्यक्रम एवं तारों का आरेख

## माइक्रो-कंट्रोलर का उपयोग कर लघु 2-डी प्लॉटिंग सिस्टम

एन. अरुणा, इलेक्ट्रॉनिक्स एवं इंस्ट्रुमेंटेशन ग्रुप

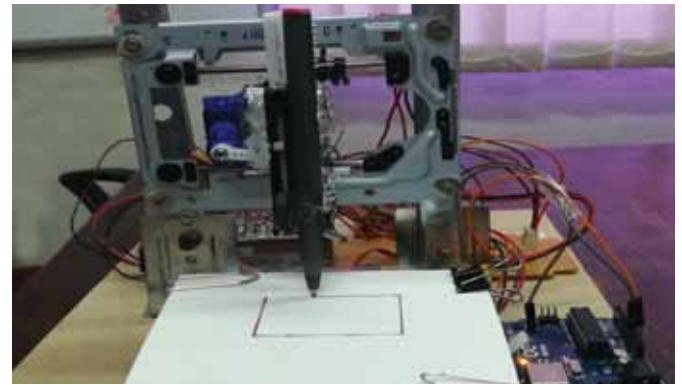
aruna@arci.res.in

एक्स एंड वाई अक्षों सहित पेन धारक को चलाने के लिए आंतरिक रूप से एक लघु 2 डी प्लॉटर का विकास किया गया है। उर्ध्वधर जैक्सिस यानी पेन को चलाते समय उसे नियंत्रित करने के लिए एक अतिरिक्त प्रावधान है। विभिन्न प्रकार से टेक्स्ट, लोगोज आदि जैसे आंकड़ों को बनाकर, प्लॉटर को प्रोग्राम किया जा सकता है। इसमें मुख्य रूप से तीन भाग होते हैं- आर्डुइनो माइक्रोकंट्रोलर बोर्ड के आधार पर एक इलेक्ट्रॉनिक भाग, जुड़े हुए ड्राइवर्स के साथ दो स्टेपर मोटर्स, और सर्वो मोटर। ये तीनों मैकेनिकल प्लेटफॉर्म से जुड़े हुए हैं, जो दो ऑर्थोगोनल दिशाओं में जा सकते हैं। तीसरी मोटर एक पेन से जुड़ी हुई है जो प्लेटफॉर्म के ऊपर अनुलंब रूप से घुमती है। प्लॉट करने के लिए 2 डी ग्राफिक्स, आर्डुइनो आईडीई, इंस्केप 0.48.5 एवं संसाधन 3 (पीडीई) का उपयोग किया जाता है।

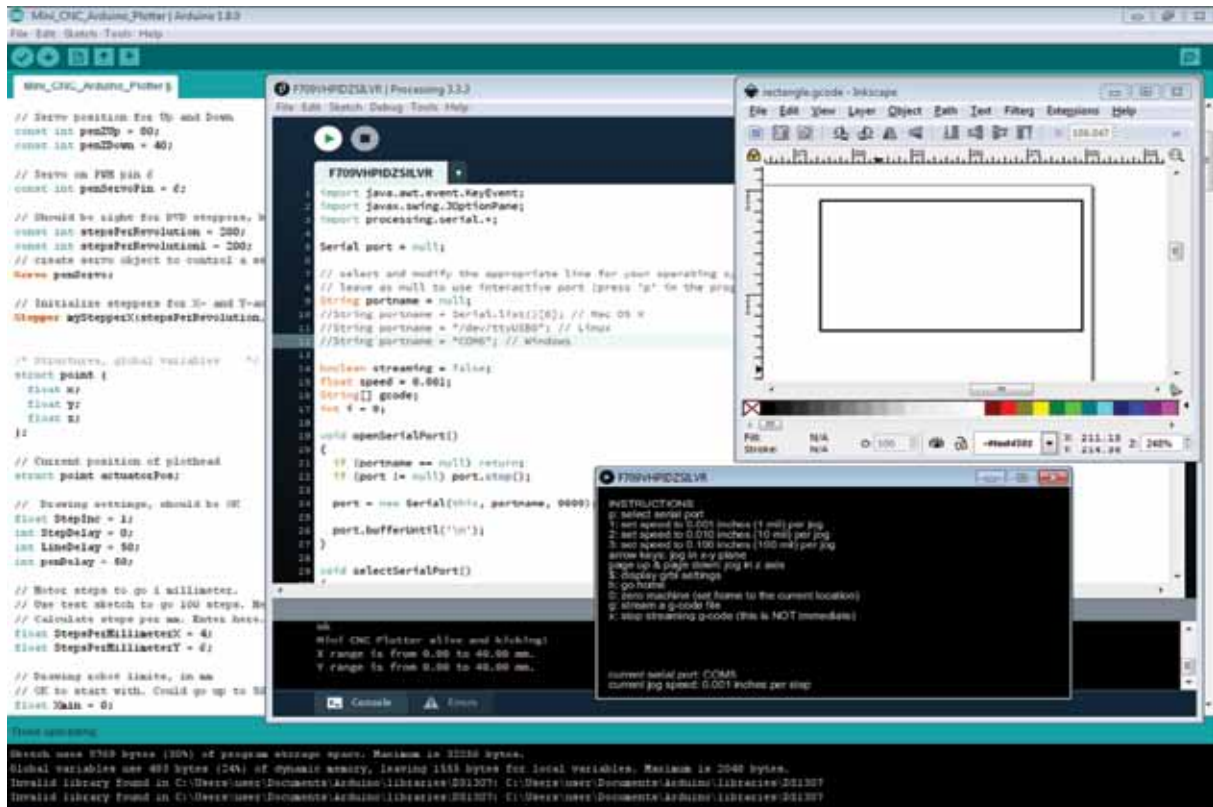
चित्र 1 में दिखाए गए सीएनसी कार्यक्रम को पीसी में विकसित किया गया और इसे आर्डुइनो माइक्रो कंट्रोलर में लोड किया गया ताकि एक्स, वाई और जेड के चालन को परिभाषित किया जा सके। वेक्टर ग्राफिक्स सॉफ्टवेयर जिसे इंस्केप कहा जाता है, इसका उपयोग आवश्यक आंकड़ा बनाने के लिए किया गया और 'जी कोड' फ़ाइल के रूप में सेव किया गया। जी कोड प्रोग्राम को निष्पादनीय फ़ाइल (जीसीटीआरएल) में परिवर्तित किया गया और प्रोसेसिंग 3 विकास पर्यावरण का उपयोग करते हुए 'जी कोड' ग्राफिक्स निर्देशों का निर्माण कर इसे सीएनसी कार्यक्रम के रूप में आर्डुइनो को भेजा गया। इस प्रकार के वांछित आंकड़े को एक्सवाई प्लेटफॉर्म पर रखा गया है और पेपर पर प्लॉट किया गया है, जो जेड

एक्सिस के नीचे चलता है और कलम का कार्य करता है। एकत्रित प्रणाली नीचे चित्र 2 में दिखाई गई है। अपनी कार्यक्षमता के लिए सरल आकार के साथ इसका प्रारंभिक परीक्षण किया गया। लोगो और टेक्स्ट की प्लॉटिंग अभी भी नहीं की गई है।

इस प्रणाली के लिए उपयोग किए जाने वाले मोटर ड्राइव को हमारे द्वारा उपलब्ध डीवीडी सिस्टम से निकाल दिया गया है। इसके सिर्फ 80 x 80 मिमी तक वाली प्लॉट आकार पर प्रतिबंध लगा है। आर्डुइनो कार्यक्रम में उचित परिवर्तन कर, ऊपर वर्णित सिस्टम 3D प्लॉट को बनाने के लिए, इसमें संशोधित किया जा सकता है, यही हमारी भविष्य योजना है ताकि 3D प्रिंटर बनाने की उभरती हुई तकनीक को पूरा किया जा सके।



चित्र 2 : 2डी प्लॉटिंग के लिए एकत्रित प्रणाली



चित्र 1 सीएनसी कार्यक्रम

योगदानकर्ता: एस. निर्मला और सीएच. सांबशिव राव

## रूफ टॉप सोलर (आरटीएस) प्लांट

वी. सी. सजीव, इलेक्ट्रिकल एंड सिविल मेन्टेनेन्स

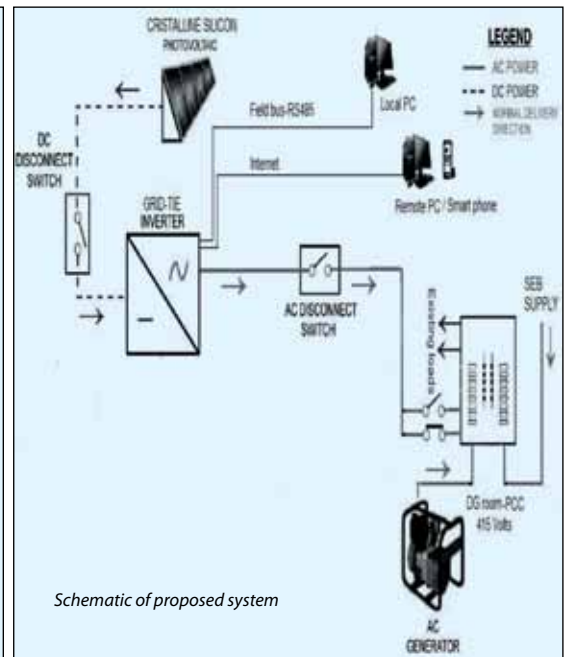
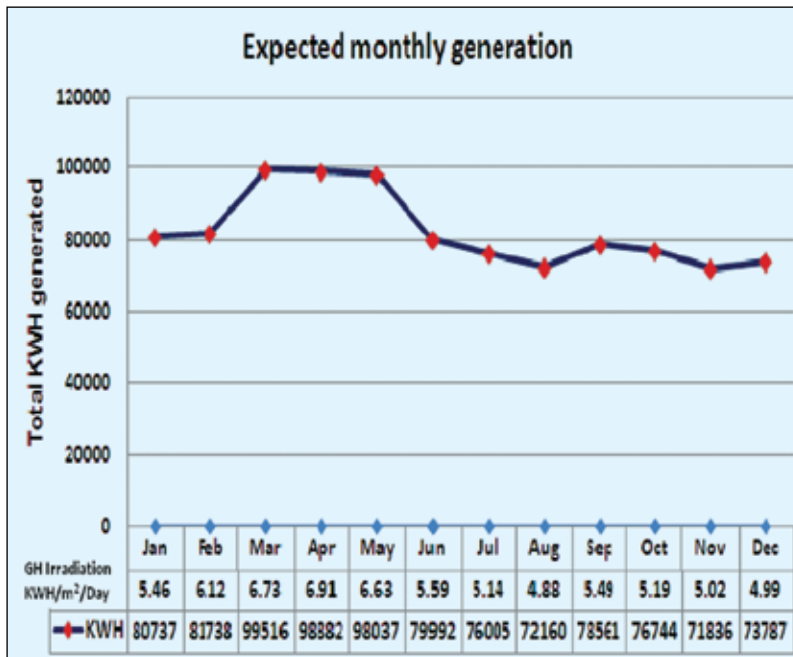
sajeev@arci.res.in

ग्रिड से जुड़े रूफटॉप सौर फोटोवोल्टिक संयंत्र के लिए, यह परियोजना ऊर्जा खरीद पर खर्च को कम करने का लक्ष्य रखती है। नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों का उपयोग कर जलवायु परिवर्तन पर राष्ट्रीय कार्य योजना में शामिल होने का प्रयोजन भी रखती है। संयंत्र की क्षमता 500 किलोवाट-पी है और यह एआरसीआई के कार्य दिवसों की औसत दिन की बिजली की आवश्यकता पर आधारित है। ग्रिड से जुड़े सौर संयंत्र का चयन किया गया है क्योंकि यह एआरसीआई की आवश्यकता के लिए सबसे अच्छा सूट है। वहां कोई ऊर्जा भंडारण सुविधा नहीं है और बिजली उपलब्ध होने पर उसका उपयोग किया जाएगा। वहां की प्रणाली घटक, क्रिस्टलीय सिलिकॉन सौर फोटोवोल्टिक मॉड्यूल और ग्रिड-टाई इनवर्टर के लिए हैं। आरटीएस संयंत्र द्वारा आउटपुट पावर इन्वर्टर को फेड किया गया जो एसी को एसपीवी सरणी द्वारा उत्पादित डीसी में परिवर्तित कर देगा और इसे मुख्य बिजली ग्रिड में फेड किया जाएगा। ग्रिड विफलता के मामले में, आरटीएस संयंत्र को ग्रिड से डिस्कनेक्ट कर दिया जाएगा। छुट्टियों के दिन बिजली की आवश्यकता लगभग शून्य है, इसका मतलब इसमें करीब 120 दिन होंगे, अर्थात् वर्ष का लगभग एक तिहाई समय, यह संयंत्र व्यावहारिक रूप से ऑफ-लोड रहेगा। यह लगभग 30% संयंत्र उत्पादन में अपव्यय से बचने के लिए और इसके अतिरिक्त ऊर्जा के निर्यात का आर्थिक रूप से लाभ उठाने के लिए भी, टीएसएसपीडीसीएल के साथ नेट-मिट्टरिंग समझौता स्थापित किया गया।

इस सौर मॉड्यूल @ 10 मीटर 2 प्रति किलोवाटपीक की स्थापना करने

के लिए पर्याप्त छाया मुक्त छत की उपरी क्षेत्र की आवश्यकता है। इसकी आवश्यकता लगभग 5000 वर्ग मीटर है। एआरसीआई परिसर के नैनो केंद्र और सोल-जैल इमारतों में पर्याप्त छाया मुक्त छत के क्षेत्र उपलब्ध हैं। चूंकि, नैनो केंद्र की इमारत 20 साल पुरानी है और इसके कॉलम की संरचना मंजबूती के रूप में हैं। इसका अध्ययन एनआईटी वरंगल द्वारा किया गया है और स्थापना के लिए रिपोर्ट प्रस्तुत की गई है। सोल-जैल की इमारत अपेक्षाकृत नई है और इसकी संरचना G + 2 पर आधारित होती है, इसलिए यह स्पष्ट रूप से इंगित है कि एसपीवी संस्थापन का भार लगभग 50 किलोग्राम/मीटर 2 है।

सौर ऊर्जा केंद्र एमएनआरई और भारतीय मौसम विज्ञान विभाग की परियोजना रिपोर्ट से लिए गए हैदराबाद के वैश्विक क्षैतिज किरणण डेटा के आधार पर, एसपीवी विद्युत संयंत्र (नीचे चित्र) द्वारा अपेक्षित अनुमानित वार्षिक ऊर्जा उत्पादन किया गया। डेटा कवरेज की अवधि 1986 से 2000 तक की है। जीआई एक्सपोजर, अगस्त महीने के 4.88 किलोवाटघंटा/मीटर<sup>2</sup> प्रति दिन से लेकर अप्रैल महीने के 6.91 किलोवाटघंटा/मीटर<sup>2</sup> प्रतिदिन तक की है। 15.9% पर पीवी मॉड्यूल की क्षमता को देखते हुए, वार्षिक ऊर्जा उत्पादन का अनुमान 987995 किलोवाटघंटा है। लौटाने की गणना के उद्देश्य के लिए वार्षिक ऊर्जा उत्पादन 900000 किलोवाटघंटा के रूप में लिया गया है। टीएसएसपीडीसीएल को निर्यात के लिए उपलब्ध ऊर्जा वार्षिक पीडी का 30% होगा, जो लगभग 300 मेगावाट बिजली होगा तो भुगतान वापस लगभग 7 वर्षों में हो सकता है।



योगदानकर्ता: वी. बालाजी राव

## एनकेआरसी के माध्यम से ज्ञान साझा करना

विजय चंदर, तकनीकी सूचना केंद्र

vijayravula@arci.res.in

वर्ष 2008 में स्थापित, नेशनल नॉलेज रिसोर्स कंसोर्टियम (एनकेआरसी), सीएसआईआर और डीएसटी प्रयोगशालाओं के पुस्तकालयों का एक संयुक्त उद्यम है, जिसका उद्देश्य प्रयोगशालाओं के वैज्ञानिक और तकनीकी समुदाय को सूचना सेवाएं प्रदान करना है।

एआरसीआई का तकनीकी सूचना केंद्र (टीआईसी), एआरसीआई के रुचिकर प्रमुख क्षेत्रों में विश्व स्तर पर ई-पत्रिकाओं की सदस्यता ले रहा है ताकि वैज्ञानिक अपने अनुसंधान संबंधित क्षेत्रों में नवीनतम विकासों के बारे में आगे बढ़ सकें। इन ई-पत्रिकाओं में से कई एनकेआरसी के माध्यम से सब्सक्राइब किए गए हैं, और कुछ जरूरी ई-पत्रिकाओं का व्यक्तिगत रूप से टीआईसी द्वारा सदस्यता ली गई है जहां एनकेआरसी द्वारा कोई समर्थन नहीं लिया गया है।

विज्ञान/प्रौद्योगिकी/दवाई (एसटीएम) में पत्रिकाओं के प्रकाशकों द्वारा बढ़ते मूल्य के कारण, व्यक्तिगत प्रयोगशालाओं के सदस्यों के लिए आवश्यक सभी महत्वपूर्ण ई-संसाधनों की सदस्यता लेना संभव नहीं है। इसके अलावा, हमारे उपयोगकर्ताओं द्वारा आवश्यक जर्नल लेखों की जानकारी और अन्य सदस्य प्रयोगशालाओं में उपलब्ध जानकारी प्राप्त करना आसान नहीं है। इसके अलावा, ई-मेल के माध्यम से वांछित लेख प्राप्त करने में अधिक समय लगता है।

जितना संभव हो, इन समस्याओं को दूर करने के लिए, ज्ञान साझाकरण प्लेटफॉर्म जे-सीसीसी (कंसोर्टियम के लिए जे-गेट कस्टम कंटेंट) का सब्सक्राइब किया जा रहा है। एनकेआरसी के लिए जेसीसीसी को जे-गेट @ एनकेआरसी (<https://jgateplus.com/search/>) के रूप में जाना जाता है और यह टूल मैसर्स इंफॉर्मेटिक्स इंडिया प्राइवेट लिमिटेड द्वारा विकसित किया गया है, जो कंसोर्टियम द्वारा सदस्यता के सभी पत्रिकाओं को एक्सेस और खोज का एक बिंदु प्रदान करता है।

जे-गेट @ एनकेआरसी [चित्र 1] कंसोर्टियम, अनुकूलित ई-पत्रिका गेटवे और डेटाबेस समाधान के रूप में सृजित पत्रिकाओं का एक आभासी पुस्तकालय है। यह स्वतंत्र रूप से प्रयोगशालाओं द्वारा सदस्यता पत्रिकाओं सहित 8500 से अधिक

पत्रिकाओं तक के लेख स्तर उपलब्ध प्रदान करता है। सदस्यता लेने वाली सामग्री के अतिरिक्त, यह 23000 से अधिक ओपन एक्सेस पत्रिकाओं को भी उपलब्ध कराता है। 'जर्नल खोजक' विकल्प का उपयोग कर [चित्र 2], उपयोगकर्ता अपनी पसंद के ब्राउज/पत्रिकाओं को ढूंढ सकते हैं।

इसमें एक ऑनलाइन 'लाइव चैट' सुविधा भी है, जो कि उपयोगकर्ताओं के लिए अत्यधिक मददगार है, जो उपकरण या किसी अन्य प्रासंगिक मुद्दे तक पहुंचने में कठिनाइयों के बारे में लाइव चैट अधिकारियों को रिपोर्ट कर सकती है, और तत्काल समाधान प्रदान करेंगी।

जे-गेट @ एनकेआरसी इंटरफ़ेस उन लेखों के लिए इंटर लाइब्रेरी ऋण ई-मेल अनुरोधों का प्रबंधन करती है जो सीधे ऑनलाइन उपलब्ध नहीं हैं और केवल एनकेआरसी के अलग-अलग सदस्य प्रयोगशालाओं में उपलब्ध हैं। अनुरोधित लेख पोस्ट या ऑनलाइन द्वारा भेजी जा सकती हैं।

डाक द्वारा, अनुरोध किए गए लेख अनुरोध प्रयोगशाला के नोडल अधिकारी को वितरित किए जाते हैं, और अनुरोध की स्थिति को जे-गेट के दस्तावेज वितरण ट्रैकर मॉड्यूल और एक स्वचालित ई-मेल में अपडेट किया जाता है, तब अनुरोधकर्ता और उस प्रयोगशाला के नोडल अधिकारी को प्राप्त होता है। जो वैज्ञानिक अनुरोध करता है वह अनुरोधित लेख सीधे ई-मेल के माध्यम से भी प्राप्त कर सकता है और सिस्टम में अनुरोध की स्थिति स्वचालित रूप से अपडेट हो जाती है।

यदि कोई लेख उपलब्ध नहीं है, तो अनुरोध स्थिति को "दस्तावेज डिलिवरी ट्रैकर" में "उपलब्ध नहीं" के रूप में अद्यतन किया गया है, और अनुरोधित लेख की अनुपलब्धता की सूचना देने वाला एक स्वचालित रूप से उत्पन्न ई-मेल उपयोगकर्ता को भेजा जाता है और उस संस्था के नोडल अधिकारी को भी भेजा जाता है।

प्रशासन लॉगिन सुविधा, आईएलएल अनुरोधों को पूरा करने जैसी सुविधाओं के अलावा, नए सदस्यता पत्रों एवं संबंधित प्रयोगशालाओं के आईपी पते को जोड़ने/हटाने आदि सुविधाएं भी प्रदान करती हैं।



चित्र 1: जे-गेट @ एनकेआरसी



चित्र 2: जर्नल खोजक



घटनाएं, डेटा और सांख्यिकीय



## प्रमुख घटनाएँ

### जयंती समारोह

एआरसीआई में दिनांक: 14 अप्रैल, 2016 को डॉ. बी. आर. अंबेडकर जयंती और डॉ. बाबू जगजीवन राम जयंती मनाई गई। एआरसीआई एससी/एसटी कर्मचारी कल्याण संघ के सदस्यों ने टैंक बंड, हैदराबाद में डॉ. बी. आर. अंबेडकर को फूलों से श्रद्धांजलि दी।



डॉ. बीआर अंबेडकर और डॉ. बाबू जगजीवन राम को पुष्प श्रद्धांजलि देते हुए



हिंदी कार्यशाला में श्री होमीमिधि शर्मा, वरिष्ठ प्रबंधक (प्रशा एवं रा. भा.), बीडीएल "वैज्ञानिक और तकनीकी लेखन में ध्यान देने योग्य बातें" विषय पर व्याख्यान देते हुए



हिंदी सप्ताह समारोहों के दौरान, डॉ. संजय भारद्वाज सुश्री वी उमा को प्रमाण पत्र प्रदान करते हुए

### स्वतंत्रता दिवस

एआरसीआई में 15 अगस्त, 2016 को स्वतंत्रता दिवस मनाया गया। डॉ. टी. नरसिंग राव, सह - निदेशक, एआरसीआई ने राष्ट्रीय ध्वज फहराया और सभा को संबोधित किया।

### वार्षिक चिकित्सा जांच

वर्ष 2016 के लिए, एआरसीआई कर्मचारियों के लिए वार्षिक चिकित्सा जांच कार्यक्रम सितंबर 22-23, 2016 के दौरान किया गया। कर्मचारियों के लिए चिकित्सा परीक्षण को 45 वर्ष से कम एवं उससे उपर वाले दो वर्गों में वर्गीकृत किया गया। विशेष परीक्षण जैसे 2 डी इको, लिवर फंक्शन परीक्षण आदि, 45 वर्ष से अधिक वायु वाले कर्मचारियों के लिए किया गया। एआरसीआई की विभिन्न महिला कर्मचारियों को लाभान्वित करने के लिए अल्ट्रासाउंड स्कैन, पैप स्मीयर टेस्ट भी किए गए।

### एआरसीआई में राजभाषा (हिंदी) कार्यान्वयन

एआरसीआई के निदेशक डॉ. जी पद्मनाभम की अध्यक्षता में राजभाषा

कार्यान्वयन समिति (ओएलआईसी), एआरसीआई में हिंदी के कार्यान्वयन और प्रगामी प्रयोग में सफल रही है। हिंदी कार्य संबंधित तिमाही प्रगति रिपोर्ट, डीएसटी के साथ - साथ राजभाषा विभाग, क्षेत्रीय कार्यान्वयन कार्यालय को भेजी जाती है, और इसकी एक प्रतिलिपि नगर राजभाषा कार्यान्वयन समिति (नराकास) को भेजी जाती है। समीक्षा के लिए इस तिमाही रिपोर्ट को राजभाषा विभाग, गृह मंत्रालय, भारत सरकार को ऑनलाइन भेजा जाता है। 2016-17 के दौरान, एआरसीआई ने द्विभाषी रूप में 4500 पत्र जारी किए जो कि राजभाषा विभाग, गृह मंत्रालय, भारत सरकार द्वारा निर्धारित लक्ष्य के अनुरूप है। विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग (डीएसटी) ने अपनी समीक्षा में, इस संबंध में एआरसीआई की उपलब्धि की सराहना की है। एआरसीआई को हिंदी के प्रचार - प्रसार में अपना उल्लेखनीय योगदान देने के लिए राजभाषा संस्थान, नई दिल्ली ने "कार्यालय ज्योति स्मृति चिन्ह" से पुरस्कृत किया गया।



हिंदी सप्ताह समारोह में कर्मचारीगण और विद्यार्थीगण



हिंदी में उल्लेखनीय योगदान देने के लिए, एआरसीआई ने राजभाषा संस्थान, नई दिल्ली द्वारा "कार्यालय ज्योति स्मृति" पुरस्कार प्राप्त किया।

हिंदी के बेहतर तरीके से उपयोग करने के लिए, एआरसीआई ने अपने कर्मचारियों के साथ-साथ नामित अनुसंधान छात्रों के लिए तिमाही आधार पर हिंदी कार्यशालाओं का आयोजन किया। एआरसीआई में प्रबोध, प्रवीण स्तर के पाठ्यक्रमों का प्रशिक्षण भी हिंदी शिक्षण योजना द्वारा आयोजित करवाया जा रहा है। कमचारियों को प्रबोध, प्रवीण परीक्षा उत्तीर्ण होने पर नकद पुरस्कार प्रदान किए गए। कार्यालयीन कार्य हिंदी में करने हेतु कर्मचारियों को प्रोत्साहित करने के लिए, इस वर्ष के दौरान नकद आधारित हिंदी प्रोत्साहन योजना लागू किया गया। एआरसीआई में हिंदी के प्रगामी प्रयोग की समीक्षा के लिए तिमाही आधार पर राजभाषा कार्यान्वयन समिति की बैठक आयोजित की गई और बैठक का कार्यवृत्त डीएसटी और राजभाषा विभाग को भेजा गया।

एआरसीआई में सितंबर, 14 - 20, 2016 के दौरान हिंदी सप्ताह समारोह का आयोजन किया गया और इस अवसर पर, विभिन्न कार्यक्रम और प्रतियोगिताएं जैसे: प्रश्नोत्तरी, वाक, टिप्पण और आलेखन, अनुवाद, टंकण, शब्द बनाना, निबंध आदि आयोजित की गई। विजेताओं को पुरस्कार प्रदान किए गए। इस अवसर पर, डॉ. एस. आर. यादव, सहायक निदेशक, क्रीडा, हैदराबाद ने "राजभाषा नीति एवं राजभाषा कार्यान्वयन में केंद्रीय सरकारी कर्मचारियों का उत्तरदायित्व" विषय पर व्याख्यान दिया। श्री अवधनाथ रॉय, भूतपूर्व वित्त एवं लेखा अधिकारी, महालेखाकार का कार्यालय, हैदराबाद ने क्वीज़ प्रतियोगिता का संचालन किया। दिनांक: 20 सितंबर, 2016 को कार्यक्रम के समापन समारोह में सभी नामित एवं अनुसंधान विद्यार्थियों ने सक्रिय रूप से भाग लिया।

### सतर्कता जागरूकता सप्ताह

एआरसीआई ने अक्टूबर 31 से नवंबर 11, 2016 तक सतर्कता जागरूकता सप्ताह का आयोजन किया। वर्ष 2016-17 के लिए, सतर्कता जागरूकता सप्ताह का विषय "ईमानदारी को बढ़ावा देने और भ्रष्टाचार को खत्म करने में सार्वजनिक रूप से भागीदारी" था। एआरसीआई के डॉ. आर. विजय, वैज्ञानिक "एफ" और सतर्कता अधिकारी ने सभी कर्मचारियों को शपथ दिलवाई एवं राष्ट्रपति, प्रधान मंत्री और केंद्रीय सतर्कता आयुक्त के संदेशों को पढ़ा।

सतर्कता जागरूकता सप्ताहके अवसर पर, श्री दीपक श्रीवास्तव, आईएफएस, वन के मुख्य संरक्षक, तमिलनाडु सरकार ने दिनांक: 03 नवंबर, 2016 को



डॉ जी पद्मनाभम, निदेशक, एआरसीआई शपथ दिलवाते हुए और डॉ. आर. विजय, सतर्कता अधिकारी ने राष्ट्रपति, प्रधान मंत्री और सीवीसी के संदेश पढ़ते हुए

"बेहतर सतर्कता के लिए ई-पहल" विषय पर व्याख्यान दिया। दूसरा व्याख्यान श्री एस. ज्ञानप्रकाशम, मुख्य नियंत्रक भंडार एवं क्रय, सीएसआईआर- राष्ट्रीय भू-भौतिकी अनुसंधान संस्थान, हैदराबाद ने दिनांक: 04 नवंबर, 2016 को "क्रय की प्रक्रियाएं और निवारक सतर्कता उपाय" विषय पर व्याख्यान दिया। सभी कर्मचारियों/छात्रों ने इन व्याख्यानों में भाग लिया। इस मौके पर सतर्कता संबंधी विभिन्न फोटो/पोस्ट को प्रशासनिक भवन में प्रदर्शित किया गया।

### राष्ट्रीय एकता दिवस

31 अक्टूबर, 2016 को एआरसीआई में श्री सरदार वल्लभभाई पटेल की जयंती "राष्ट्रीय एकता दिवस" के रूप में मनाई गई। डॉ जी पद्मनाभम, निदेशक एआरसीआई ने कर्मचारियों, परियोजना कर्मचारियों और छात्रों को राष्ट्रीय एकता दिवस की प्रतिज्ञा दिलवायी।

### वार्षिक दिवस

31 दिसंबर, 2016 को एआरसीआई ने अपना 20 वां वार्षिक दिवस मनाया। इस अवसर पर, संयोजक, डॉ. जी. रवि चंद्रा, वार्षिक दिवस समिति ने सभा का स्वागत किया। डॉ. जी. पद्मनाभम, निदेशक, एआरसीआई ने अपने संबोधन में विभिन्न गतिविधियों की जानकारी दी और वर्तमान वर्ष के दौरान एआरसीआई की प्रमुख उपलब्धियों का प्रशंसनीय ढंग से उल्लेख भी किया। डॉ. टी. नरसिंग राव, सह-निदेशक और डॉ. रॉय जॉनसन, सह-निदेशक ने



एआरसीआई वार्षिक दिवस समारोह के अवसर पर डॉ जी पद्मनाभम, निदेशक, एआरसीआई सभा को संबोधित करते हुए



डॉ जी पद्मनाभम, निदेशक-एआरसीआई, सभी कर्मचारियों, परियोजना स्टाफों और छात्रों को राष्ट्रीय एकता दिवस की शपथ दिलवाते हुए

भी सभा को संबोधित किया। वार्षिक दिवस समारोह में विभिन्न सांस्कृतिक कार्यक्रमों का आयोजन किया गया और कई कर्मचारियों ने अपने बच्चों और परिवार के सदस्यों के साथ सक्रिय रूप से इस कार्यक्रम में भाग लिया। सभी गतिविधियों के विजेताओं को पुरस्कार वितरित किए गए और यह कार्यक्रम श्री एस सुधाकर शर्मा, वैज्ञानिक "डी" के धन्यवाद ज्ञापन के साथ संपन्न हुआ।

### गणतंत्र दिवस

एआरसीआई ने 26 जनवरी, 2017 को गणतंत्र दिवस मनाया। डॉ. जी. पद्मनाभम, निदेशक ने राष्ट्रीय ध्वज फहराया और इस अवसर पर सभा को संबोधित किया। डॉ. टी. नरसिंह राव और डॉ. रॉय जॉनसन, सह - निदेशकगणों ने भी सभा को संबोधित किया।

### राष्ट्रीय सुरक्षा सप्ताह

एआरसीआई में दिनांक: 09-13 मार्च, 2015 के दौरान राष्ट्रीय सुरक्षा सप्ताह मनाया गया। 46 वें राष्ट्रीय सुरक्षा दिवस समारोह के अवसर पर, श्री एस. कल्याणरामण, सुरक्षा, अग्नि एवं रक्षा ने सभी कर्मचारियों और छात्रों का स्वागत करते हुए सुरक्षा शपथ दिलवाई। डॉ. रॉय जॉनसन, सह- निदेशक एवं अध्यक्ष, सुरक्षा समिति, एआरसीआई ने अपने उद्घाटन अभिभाषण में एआरसीआई के सुरक्षा पहलुओं के उचित कार्यान्वयन के लिए उठाए गए विभिन्न कदमों पर जोर दिया। डॉ. जी. पद्मनाभम, निदेशक, एआरसीआई और डॉ. टी. नरसिंह राव, सह- निदेशक ने सभा को संबोधित किया। कर्मचारियों और छात्रों का ज्ञानवर्धन लाभान्वित करने के लिए व्याख्यानों का आयोजन

किया गया। डॉ. साधना एस. राणालू, प्रोफेसर और मुख्य वैज्ञानिक एवं प्रधान, एनईईआरआई, नागपुर और डॉ. वाई. श्रीनिवास राव, वैज्ञानिक "एफ" ने क्रमशः "नैनोप्रौद्योगिकी संबंधित सुरक्षा, स्वास्थ्य और पर्यावरण संबंधी मुद्दों" एवं "सुरक्षा: एआरसीआई परिप्रेक्ष्य" विषय पर व्याख्यान प्रस्तुत किए।

### एआरसीआई आंतरिक शिकायत समिति (एआईसीसी)

एआरसीआई आंतरिक शिकायत समिति (एआईसीसी) कार्यस्थल पर महिलाओं के यौन उत्पीड़न के प्रति जागरूकता को बढ़ावा देने में सक्रिय रूप से शामिल है। एआरसीआई, हैदराबाद और एआरसीआई, चेन्नै के परिसरों के प्रमुख स्थानों पर द्विभाषी जागरूकता पोस्टरों को लगाया गया और समय- समय पर नवगठित शोधकर्ता/परियोजना छात्रों और प्रशिक्षुओं में जागरूकता पैदा की गई। एआरसीआई में 08 मार्च, 2016 को अंतर्राष्ट्रीय महिला दिवस मनाया गया। इस अवसर पर, प्रोफेसर ज्ञान मुद्रा, प्रधान, मानव संसाधन विकास, राष्ट्रीय ग्रामीण विकास एवं पंचायती राज संस्थान, हैदराबाद ने "कार्य स्थान पर भावनात्मक विचार" विषय पर रुचिकर व्याख्यान दिया। इस कार्यक्रम में सभी महिला कर्मचारियों, अनुसंधान कर्ताओं/विद्यार्थियों और कर्मचारियों ने भाग लिया।

### आंतरिक प्रशिक्षण कार्यक्रम

एआरसीआई ने दिनांक: 20-21 मार्च, 2017 के दौरान "प्रभावी संचार के माध्यम से नेतृत्व उत्कृष्टता" विषय पर दो दिवसीय प्रशिक्षण कार्यक्रम का आयोजन किया। डॉ. रोशन लाल रैना, पूर्व वरिष्ठ प्रोफेसर, भारतीय



राष्ट्रीय सुरक्षा सप्ताह समारोह के दौरान डॉ जी पद्मनाभम, निदेशक-एआरसीआई के साथ डॉ साधना एस रयालु एवं प्रतिभागीगण



एआरसीआई में अंतर्राष्ट्रीय महिला दिवस समारोह के अवसर पर, निदेशक, सह - निदेशकगण एवं प्रतिभागीगण के साथ प्रो ज्ञानमुद्रा



डॉ रोशन लाल रैना के साथ डॉ जी पद्मनाभम, निदेशक, एआरसीआई एवं प्रतिभागीगण

प्रबंधन संस्थान (आईआईएम), लखनऊ और वर्तमान में कुलपति, जेके लक्ष्मीपत विश्वविद्यालय, अजमेर ने एक कार्यक्रम का आयोजन किया। जिसमें उन्होंने प्रभावी संचार की कला और विज्ञान, पारस्परिक और समूह कौशल, निर्णयक्षमता और विश्लेषण, नेतृत्व संचार, संक्षिप्त अभिव्यक्ति की कला, उन्नत परिवर्तन, प्रभावी भाषण कला और संचार में अनन्य एवं सीमा सांस्कृतिक मुद्दे आदि विषयों को शामिल किया। इस कार्यक्रम में नामांकित 26 वैज्ञानिकों ने सक्रिय रूप से भाग लिया।

### एआरसीआई में स्वच्छ भारत

'स्वच्छ भारत मिशन' के तहत, एआरसीआई में भी नियमित रूप से सफाई का निरीक्षण किया गया और इस कार्यक्रम में स्टाफ सदस्यों ने सक्रिय रूप से भाग लिया। आवश्यकतानुसार विशेष सफाई ड्राइव अभियान भी आयोजित किए गए।



अंतर्राष्ट्रीय योग दिवस समारोह के दौरान श्री वेणु कल्याण व्याख्यान देते हुए

### अंतर्राष्ट्रीय योग दिवस

22 जून, 2016 को एआरसीआई में "अंतर्राष्ट्रीय योग दिवस समारोह" के अंतर्गत, "आधुनिक योग" पर एक सेमिनार आयोजित किया गया। श्री वेणु कल्याण, प्रेरक प्रशिक्षक, यूनीक लाइफ प्रा. लिमिटेड, हैदराबाद ने सेमिनार का संचालन किया जिसमें स्टाफ सदस्यगण एवं शोध छात्रों ने सक्रिय रूप से भाग लिया।

### एआरसीआई द्वारा आयोजित सम्मेलन / कार्यशाला / संगोष्ठी

1. डॉ. जी. पद्मनाभम, निदेशक, एआरसीआई दिनांक: 07-09 अप्रैल, 2016 के दौरान हैदराबाद में आईआईडब्ल्यू फाउन्डेशन द्वारा आयोजित "इंटरनेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ वेल्डिंग 6थ वेल्डिंग रिसर्च एंड कोलेज केलोकियम" के अध्यक्ष बने।
2. दिनांक: 21 सितंबर, 2016 को बंगलूर अंतर्राष्ट्रीय प्रदर्शनी केंद्र (बीआईईसी), बंगलुरु में आयोजित लेजर वर्ल्ड ऑफ फोटोनिक्स (एलडब्ल्यूओपी) - 2016 कार्यक्रम में सहयोगी के रूप में, एआरसीआई ने 'भारतीय ऑटोमोटिव उद्योग के भविष्य पर अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन: लेजर और इसके अनुप्रयोग' कार्यक्रम आयोजित किया।
3. दिनांक: 13-15 दिसंबर, 2016 के दौरान आईसीटी, हैदराबाद में एआरसीआई के साथ भारतीय सिरैमिक सोसाइटी, इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ सिरैमिक्स (आईआईसी) और ऑल इंडिया पॉटररी मैनक्चुअर्स एसोसिएशन (एआईपीएमए) ने सिरैमिक्स, काँच और अपवर्तक - उभरते नवीनीकरण (सीजीआरआई -2016) पर अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन का आयोजन किया। सम्मेलन का यह 80वाँ वार्षिक सत्र है। इस अवसर पर, दिनांक: 12 दिसंबर, 2016 को एआरसीआई में "उन्नत सिरैमिक संसाधन और निर्माण" पर एक दिवसीय कार्यशाला का आयोजन किया गया। इस सम्मेलन एवं कार्यशाला का आयोजन, सिरैमिक प्रौद्योगिकियों में आने वाली प्रमुख बाधाओं को समझने हेतु एक मंच प्रदान करने और सिरैमिक उद्योगों की वर्तमान और भविष्य चुनौतियों का सामना करने के लिए शिक्षाविदों को दिशा दिखाने के लिए किया गया।
4. दिनांक: 23 जनवरी, 2017 के दौरान एआरसीआई, हैदराबाद में "फुहार विलेपन पर आंतरिक प्रशिक्षण" का आयोजन किया गया। इस प्रशिक्षण में श्री पी. एस. चंद्रमणी (भुतपूर्व कर्मचारी, बीईएल, बंगलोर), इलेक्ट्रोकेमिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया, बंगलोर के प्रशिक्षक संकाय थे, जिन्होंने सोल-जैल कोटिंग्स के लिए केंद्र के तकनीकी अधिकारियों



"उन्नत सिरैमिक संसाधन और विनिर्माण" कार्यशाला में प्रतिभागियों के साथ डॉ. जी. पद्मनाभम, निदेशक-एआरसीआई, श्री अमित के डे, अध्यक्ष, भारतीय सिरैमिक सोसाइटी, डॉ. चंद्रश अग्रवाल और ए. आर. राजू, भारतीय सिरैमिक सोसाइटी, हैदराबाद अध्याय और डॉ. रॉय जॉनसन, सह-निदेशक, एआरसीआई

और तकनीशियनों को प्रशिक्षण दिया। फुहार विलेपन की गुणवत्ता को प्रभावित करने वाले महत्वपूर्ण कारकों पर व्याख्यान देने के बाद, व्यावहारिक सत्र के दौरान प्रशिक्षक ने फुहार विलेपन के सिद्धांत और नियमों के बारे में बताया।



श्री पी. एस. चंद्रमणी, केंद्र के कर्मचारियों को स्प्रे पेंटिंग पर प्रशिक्षण प्रदान कराते हुए

##### 5. "उन्नत नैनो यांत्रिक अभिलक्षण" पर कार्यशाला

नवीन नैनो यांत्रिक परीक्षण पद्धतियाँ विकसित करने के लिए, एआरसीआई ने हाल ही में संयुक्त राज्य अमेरिका में नैनोमैकेनिक्स इंक. के सहयोग से उन्नत नैनो यांत्रिक अभिलक्षण (एएनसीसी) के लिए एक संयुक्त प्रदर्शन केंद्र की स्थापना की है। इस संयुक्त केंद्र में स्थापित अनन्य सुविधाएँ, लघु स्तर के यांत्रिक अभिलक्षण क्षेत्र में मौलिक और व्यावहारिक अनुसंधान करने के लिए एआरसीआई को सक्षम बनाता है, जो देश में सतह इंजीनियरिंग और

आटोमोटिव ऊर्जा सामग्री के व्यापक क्षेत्र में अनुसंधान एवं विकास का प्रयास करने की क्षमता रखता है।

इस संबंध में, दिनांक: 20-21 मार्च 2017 के दौरान एआरसीआई, हैदराबाद में "उन्नत नैनो यांत्रिक अभिलक्षण पर कार्यशाला" का आयोजन किया गया। नैनो यांत्रिक अभिलक्षण क्षेत्र के विश्व प्रसिद्ध विशेषज्ञा - डॉ. वॉरेन ओलिवर (नैनोमैकेनिक्स इंक), प्रो. जॉर्ज फार् (टेक्सास ए एंड एम विश्वविद्यालय), प्रो. एरिक हरबर्ट (मिशिगन टेक्नोलॉजिकल यूनिवर्सिटी), और प्रो. विक्रम जयराम (आईआईएससी) ने आमंत्रित व्याख्यान दिए।

इस कार्यशाला में विभिन्न आईआईटी और अनुसंधान एवं विकास प्रयोगशालाओं के संकाय, शोधकर्ताओं और छात्रों के 50 से अधिक प्रतिभागियों ने भाग लिया। इस कार्यशाला में उन्नत नैनोयांत्रिक अभिलक्षण (एएनसीसी) के लिए संयुक्त केंद्र में अत्याधुनिक सुविधाओं की स्थिति को प्रदर्शित किया गया। कार्यशाला को उत्कृष्ट प्रतिक्रिया प्राप्त हुई और संयुक्त केंद्र के माध्यम से भविष्य सहयोग और उपकरणों की संभावित बिक्री के लिए एक बेहतर मंच का सृजन हुआ।

##### 6. एआरसीआई टेकएक्स 2017

दिनांक: 27-28 फरवरी, 2017 के दौरान एआरसीआई, हैदराबाद में, एआरसीआई ने "एआरसीआई टेकएक्स -017" द्वारा सामग्रियों और संसाधनों के क्षेत्र में अनुसंधान, विकास और प्रौद्योगिकी अंतरण का 20 वाँ वर्ष सफलतापूर्वक मनाया। "एआरसीआई टेकएक्स -017" का प्रमुख उद्देश्य एआरसीआई की प्रौद्योगिकियों का प्रदर्शन करना था। इस मंच का उपयोग,



कार्यशाला के दौरान, डॉ. जी पद्मनाभम, निदेशक-एआरसीआई और अन्य प्रतिभागियों के साथ डॉ. वॉरेन ओलिवर, प्रो. जॉर्ज फार्, प्रो. एरिक हरबर्ट, प्रो. विक्रम जयराम और प्रो. जी. सुंदरराजन

सामग्री और विनिर्माण क्षेत्र में एआरसीआई में विकसित प्रौद्योगिकियों के साथ व्यापार के अवसरों का पता लगाने के लिए भी किया गया, विशेष रूप से सतह इंजीनियरिंग और फ्यूल सैल प्रौद्योगिकी क्षेत्र के लिए इस मंच का उपयोग किया गया।

प्रौद्योगिकी प्रदर्शनी (एआरसीआई टेकएक्स 2017) का उद्घाटन मुख्य अतिथि डॉ. वाई.एस. चौधरी, माननीय राज्य मंत्री, विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी और पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय द्वारा किया गया। इस अवसर पर, डॉ. जी. सतीश रेड्डी, रक्षा मंत्री के वैज्ञानिक सलाहकार और मिसाइलों और सामरिक प्रणालियों के महानिदेशक मुख्य अतिथि के रूप उपस्थित थे।

इस कार्यक्रम में प्रख्यात वैज्ञानिकों और प्रौद्योगिकीवादीकताओं द्वारा "सामग्री और विनिर्माण प्रौद्योगिकी - भविष्य परिप्रेक्ष्य" पर पैनल चर्चा भी शामिल की गई। इस विचार-विमर्श ने सामग्री और विनिर्माण प्रौद्योगिकियों को राष्ट्रीय और वैश्विक स्तर को समझने के लिए एक अनूठा मंच प्रदान किया और इस क्षेत्र से संबंधित अनुसंधान दृष्टिकोण विकसित करने के दिशानिर्देश भी दिए। इस कार्यक्रम में सतही इंजीनियरिंग और फ्यूल सैल प्रौद्योगिकियों पर व्यवसाय अवसर संबंधित कार्यशालाएं, वैज्ञानिकों के साथ प्रौद्योगिकियों के वास्तविक जीवन के प्रदर्शन एवं चर्चाएं भी प्रमुख आकर्षण का केंद्र बनी हुई थी। दिनांक: 28 फरवरी को विस्तृत विज्ञान दिवस समारोह का आयोजन किया गया, जिसमें प्रसिद्ध वैज्ञानिकगण, प्रोफेसर पी. रामा राव एवं प्रो. वी.एस. राम मूर्ति - दोनों भारत सरकार के भुतपूर्व सचिव, डीएसटी ने आमंत्रित व्याख्यान दिये। विज्ञान दिवस के व्याख्यान का मुख्य फोकस विज्ञान और इंजीनियरिंग के छात्रों को अनुसंधान के लिए प्रेरित करना था।

प्रौद्योगिकी प्रदर्शनी में एआरसीआई के प्रत्येक क्षेत्र के स्टालों को शामिल किया गया और संयुक्त विकास/प्रदर्शन [ज़ोजी जीएमबीएच जर्मनी, नेनोमैकेनिक्स इंक. यूएसए, एसएलएम सोल्यूशन सिंगापुर/डिज़ाइन टेक सिस्टम्स पुणे, हुलिककल इलेक्ट्रो (इंडिया)] के लिए एआरसीआई के सहयोगियों के साथ प्रौद्योगिकी अंतरण की रूपरेखा/प्रक्रिया और लक्षण वर्णन सुविधा, और एआरसीआई प्रौद्योगिकी प्राप्तकर्ताओं, (साई सरफेस कोटिंग टेक्नोलॉजीज - हैदराबाद, रेसिल केमिकल्स प्राइवेट लिमिटेड - बैंगलोर, सोबल एयरोशिम्स -सिकंदराबाद, कैपरी केबल्स प्राइवेट लिमिटेड - हैदराबाद फाल्कन ग्रेफाइट इंडस्ट्रीज - हैदराबाद) को भी शामिल किया गया। प्रौद्योगिकी अंतरण सक्षम एजेंसियों (एनआरडीसी - नई दिल्ली, सीआईआई-आंध्र प्रदेश प्रौद्योगिकी विकास और संवर्धन केंद्र(सीआईआई-एपीटीडीसी), आईबी हाब) ने भी अपनी

क्षमता का प्रदर्शन किया। संभवनीय सहयोग/ प्रौद्योगिकी अंतरण के लिए प्राप्त किए गए पूछताछ का अवलोकन किया जा रहा है। रुचिकर अनुसंधान एवं विकास कार्यक्रमों की तत्परता का मूल्यांकन किया जाएगा और तत्पश्चात्, इस संबंध में आगे बढ़ने के लिए पारस्परिक रूप से रूपरेखा तैयार कर चर्चा की जाएगी।

इस कार्यक्रम में उद्योग, अनुसंधान एवं विकास संगठनों और शैक्षणिक संस्थानों से सरकारी अधिकारियों एवं वैज्ञानिकों, प्रौद्योगिकीविदों सहित लगभग 500 से अधिक प्रतिनिधियों ने भाग लिया। नई प्रौद्योगिकियों, समाधानों और प्रौद्योगिकी आधारित व्यवसाय के अवसरों की खोज में 97 औद्योगिक संगठनों के उद्यमियों और प्रतिनिधियों ने इस कार्यक्रम का प्रभावी ढंग से उपयोग किया। लगभग 175 इंजीनियरिंग और विज्ञान के छात्रों ने विज्ञान दिवस व्याख्यान में भाग लिया और प्रौद्योगिकी प्रदर्शनी का दौरा किया।



डॉ. वाई एस चौधरी, माननीय राज्य मंत्री, विज्ञान और प्रौद्योगिकी एवं पृथ्वी विज्ञान, एआरसीआई टेकएक्स 2017 का उद्घाटन करते हुए



एआरसीआई टेकएक्स 2017 में डॉ. जी पद्मनाभम, निदेशक- एआरसीआई, समारोह का स्वागत करते हुए



डॉ जी सतेश रेड्डी, रक्षा मंत्री के वैज्ञानिक सलाहकार एवं मिसाइल और सामरिक प्रणालियों के महानिदेशक, अतिथि का सम्मान और सभा को संबोधित करते हुए



एआरसीआई टेकएक्स 2017 में, डॉ. वाई एस चौधरी, एआरसीआई विवरणिका का उद्घाटन करते हुए



एआरसीआई टेकएक्स 2017 के दौरान डॉ. वाई एस चौधरी, प्रो. पी. रामा राव का सम्मान करते हुए



एआरसीआई टेकएक्स 2017 के दौरान डॉ. वाई एस चौधरी, प्रो. जी सुंदरराजन का सम्मान करते हुए



एआरसीआई टेकएक्स 2017 के दौरान डॉ. वाई एस चौधरी, प्रो. वी एस राममूर्ति का सम्मान करते हुए



एआरसीआई टेकएक्स 2017 में डॉ. वाई एस चौधरी, तकनीकी प्रदर्शनी स्टालों का उद्घाटन करते हुए



एआरसीआई टेकएक्स 2017 के दौरान नैनोमटेरियल्स स्टाल में डॉ. वाई एस चौधरी के साथ डॉ. टी. नरसिंह राव



एआरसीआई टेकएक्स 2017 के दौरान सिरैमिक मटेरियल्स स्टाल में डॉ. वाई एस चौधरी के साथ डॉ. रॉय जॉनसन



सिरैमिक मधुकोश आधारित एयर हिटर के प्रौद्योगिकी प्राप्तकर्ता स्टॉल में डॉ. वाई एस चौधरी



एआरसीआई टेकएक्स 2017 के दौरान फ्यूल सैल टेक्नोलॉजी स्टाल में डॉ. वाई एस चौधरी के साथ डॉ. एन राजलक्ष्मी



एआरसीआई टेकएक्स 2017 के दौरान आटोमोटिव एनर्जी मटेरियल्स स्टाल में डॉ. वाई एस चौधरी के साथ डॉ. आर. प्रकाश



एआरसीआई टेकएक्स 2017 के दौरान इंजीनियर्ड कोटिंग्स स्टाल में डॉ. वाई एस चौधरी के साथ श्री डी. श्रीनिवास राव



सतही विलेपन प्रौद्योगिकियों के प्रौद्योगिकी प्राप्तकर्ता स्टॉल पर डॉ. वाई एस चौधरी



एआरसीआई टेकएक्स 2017 के दौरान लेज़र प्रोसेसिंग ऑफ मटेरियल्स में डॉ. वाई एस चौधरी के साथ डॉ. जी. पद्मनाभम



एआरसीआई टेकएक्स 2017 के दौरान नॉन - ऑक्साइड सिरैमिक्स स्टाल में डॉ. वाई एस चौधरी के साथ डॉ. वी. वी. साहा



एआरसीआई टेकएक्स 2017 के दौरान टेक्नोलॉजी एक्विजिशन, ट्रान्सफर एंड इंटरनेशनल कॉर्पोरेशन स्टाल में डॉ. वाई एस चौधरी के साथ डॉ. संजय भारद्वाज



एआरसीआई टेकएक्स 2017 के दौरान कार्बन मटेरियल्स स्टाल में डॉ. वाई एस चौधरी के साथ डॉ. पी. के. जैन



एआरसीआई टेकएक्स 2017 के दौरान सोल - जैल कोटिंग्स स्टाल में डॉ. वाई एस चौधरी के साथ डॉ. आर. शुभश्री





एआरसीआई टेकएक्स 2017 के दौरान मटेरियल्स कैरेक्टराइजेशन एंड टेस्टिंग स्टाल में डॉ. वाई एस चौधरी के साथ डॉ. जी. रविचंद्रा



एआरसीआई टेकएक्स 2017 के दौरान सोलार एनर्जी मटेरियल्स स्टाल में डॉ. वाई एस चौधरी के साथ डॉ. एस. शक्तिवेल



एआरसीआई टेकएक्स 2017 के दौरान डॉ. वाई एस चौधरी नए इंजीनियर्ड कोटिंग सुविधा में वृक्षारोपण करते हुए



एआरसीआई टेकएक्स 2017 के दौरान गतिशील विनिर्माण सुविधा का उद्घाटन करने के बाद डॉ. वाई एस चौधरी, डॉ जी सतेश रेड्डी और डॉ जी पद्मनाभम



एआरसीआई टेकएक्स 2017 में "सामग्री और विनिर्माण प्रौद्योगिकी - भविष्य परिप्रेक्ष्य" पर पैनल चर्चा दौरान प्रख्यात वैज्ञानिकगण और प्रौद्योगिकीवादीकर्ता



एआरसीआई टेकएक्स 2017 के दौरान 2017 दिनांक: 28 फरवरी को राष्ट्रीय विज्ञान दिवस पर, प्रो. पी रामाराव, भुतपूर्व सचिव, भारत सरकार व्याख्यान देने हुए



एआरसीआई टेकएक्स 2017 में डॉ आर गोपालन, सह- निदेशक, एआरसीआई चर्चा पैनल के सदस्यगणों का सम्मान करते हुए



एआरसीआई टेकएक्स 2017 के दौरान 2017 दिनांक: 28 फरवरी को राष्ट्रीय विज्ञान दिवस पर, प्रो. वी. एस राममूर्ति, भुतपूर्व सचिव, भारत सरकार व्याख्यान देने हुए

## मानव संसाधन प्रबंधन

### एआरसीआई-आईआईटी फेलोशिप कार्यक्रम

एआरसीआई, आईआईटी - मुंबई, आईआईटी - हैदराबाद और आईआईटी - मद्रास में प्रायोजित फेलोशिप कार्यक्रम को जारी रखे हुए हैं। इनके अंश के रूप में एआरसीआई- आईआईटी फेलोशिप, एआरसीआई डॉक्टरल अध्ययन के लिए प्रतिभावान विद्यार्थियों को चुन रही है, जिन्हें एआरसीआई फेलोज के रूप में, पहचान प्राप्त संकाय सदस्य के मार्गदर्शन में एआरसीआई की दिलचस्पी के विषय पर काम करना होगा। एआरसीआई की ओर से मदद के रूप में छात्रवृत्ति उपभोग्य वस्तुएँ उपलब्ध (खरीद) होगी। कार्यक्रम के सफल समापन पर एआरसीआई फेलोस को पीएच.डी की उपाधि प्रदान की जाएगी, जो संबंधित शिक्षण संस्थान प्रदान करेंगे। की जा रही परियोजनाओं की स्थिति निम्नानुसार है :-

परियोजना	सहयोगी संस्थान	अध्येता का नाम	प्रवेश की तिथि	स्थिति
स्टडी एंड डिजाइन ऑफ स्टेबल एंड हाइली इफिशेंट कॉपर जिक टिन सल्फाइड (CZTS) थिन फिल्म फोटोवोल्टिक प्रिपेयर्ड बाई डीसी मैग्नेट्रॉन स्पुटरिंग	आईआईटी - मद्रास	दीपक कुमार	01.08.2012	जारी है

वर्ष के दौरान एआरसीआई में शामिल पोस्ट डाक्टरल फेलोस, अनुसंधान विद्यार्थी, वरिष्ठ / कनिष्ठ अनुसंधान फेलोस, स्नातकोत्तर / स्नातक प्रशिक्षार्थी और एम.टेक / बी.टेक /एम. एससी परियोजना विद्यार्थी

डीएसटी-प्रति संकाय	01
पोस्ट-डॉक्टरल फेलोस/ अनुसंधान स्कॉलर	04
डीएसटी- महिला वैज्ञानिक - ए (डब्ल्यूओएस - ए)	02
वरिष्ठ अनुसंधान फेलोस	02
कनिष्ठ अनुसंधान फेलोस	04
स्नातकोत्तर प्रशिक्षार्थी	18
स्नातक प्रशिक्षार्थी	23
एम.टेक. परियोजना विद्यार्थी	37
बी. टेक/एमएससी/ डिप्लोमा परियोजना विद्यार्थी	16
ग्रीष्म अनुसंधान कार्यक्रम	47

वर्ष के दौरान, जिनकी जिनकी पीएच. डी चल रही है, उन परियोजना वैज्ञानिकों/अनुसंधान फेलोज की सूची

परियोजना वैज्ञानिकों की सूची ( पीएच.डी पंजीकृत के तिथि अनुसार)

क्रमांक सं.	विद्यार्थी का नाम (श्री./सुश्री)	विषय	पंजीकृत
01.	अमोल सी. बदगुजर	डेवलपमेंट ऑफ सीआईजीएस सोलार सैल्स	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, बॉम्बे
02.	सुमित राजन साहू	सिन्थिसिस ऑफ कार्बन नैनोहॉर्स बेस्ड एनोड मटेरियल फॉर लिथियम - ऑयन बैटरी	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, मद्रास
03.	रवि गौतम	माइक्रोस्ट्रक्चर -मैग्नेटिक प्रॉपर्टी कॉर्रैलेशन ऑफ एडवान्सड सॉफ्ट मैग्नेटिक मटेरियल	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, मद्रास
04.	कुमारी कौंडा	ऑप्टिमाइजेशन ऑफ इलेक्ट्रोड कोटिंग्स फॉर लिथियम-ऑयन बैटरीज	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, बॉम्बे
05.	एम.नागिनी	इफेक्ट ऑफ मीलिंग माइक्रोस्ट्रक्चरल वेलुशन इन नैनो ODS 18 Cr फेरिटिक स्टील एंड दि रिज़ल्टेंट मैकेनिकल, करॉज़न एंड ऑक्सिडेशन प्रॉपर्टीज	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, मद्रास

पीएच.डी. अनुसंधान करने वालों के लिए एआरसीआई - बाह्य केन्द्र को मान्यता

(क) पीएच.डी. कार्यक्रमों को करने के लिए नई पीढ़ी के सौर सेल (ऊर्जा) और लेजर सहायक योगात्मक विनिर्माण तकनीक (योगात्मक विनिर्माण) के क्षेत्रों में सहयोगी अनुसंधान और विकास परियोजनाएं कार्य करने के लिए, एआरसीआई डेकिन विश्वविद्यालय, ऑस्ट्रेलिया के साथ समझौता ज्ञापन (एमओयू) प्राप्त किया है।

(ख) निम्नलिखित शैक्षणिक संस्थानों ने पीएच.डी कार्य करने के लिए एआरसीआई को बाह्य केंद्र के रूप में मान्यता प्रदान की है। तदनुसार, एआरसीआई के इच्छुक कर्मचारी, परियोजना वैज्ञानिक और अनुसंधान फेलोस पीएच. डी के लिए अपना नाम विश्वविद्यालय (विश्वविद्यालय के मानदंडों के अनुसार) में पंजीकृत करवा सकते हैं।

01. भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान - मुंबई
02. भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान - खड्गपुर
03. भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान - कानपुर
04. भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान - हैदराबाद
05. भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान - मद्रास
06. भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान - वरंगल
07. भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान - तिरुचिरापल्ली
08. विश्वेश्वरैया प्रौद्योगिकी राष्ट्रीय संस्थान - नागपुर
09. हैदराबाद विश्वविद्यालय (केंद्रीय विश्वविद्यालय) - हैदराबाद
10. आंध्र विश्वविद्यालय - विशाखापट्टनम

जिन्होंने पीएच. डी पूरी कर ली है, उन अनुसंधान फेलोज की सूची

विद्यार्थी का नाम (श्री./सुश्री)	विषय	पंजीकृत	स्थिति
नानाजी इस्लावत *	सीड लेज़र एक्सिटेड सोलुशन ग्रोथ ऑफ एलाइंग ZnO नैनोरड्रैचर्ड एरॉस फॉर इलेक्ट्रॉन ट्रांसपोर्ट लेज़र इन ड्राइ एंड पोरोवस्काइट सोलार सैल्स	हैदराबाद विश्वविद्यालय	समाप्त

\*उक्त विद्यार्थी ने पूर्णकालिक रूप में हैदराबाद विश्वविद्यालय द्वारा एआरसीआई के अनुसंधान पर अपना पीएच.डी शोध कार्य किया है।

क्रमांक सं.		भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, मद्रास	पंजीकृत
06.	श्रीनिवास राव अचुता	डवलपमेंट ऑफ स्टेबल सिलेक्टिव सोलार आब्जार्बर कोटिंग्स फॉर कंसट्रूटेड सोलार थर्मल अल्लिकेशन	वैज्ञानिक और अभिनव अनुसंधान अकादमी (एसीएसआईआर) - राष्ट्रीय एयरोस्पेस लैबोरेटरीज (एनएएल)
07.	वल्लभाराव रिक्का	इंवेस्टिगेशन ऑन एजिंग मैकेनिजियम ऑफ $\text{LiFePO}_4$ इलेक्ट्रोड लिथियम ऑयन सेल	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, बॉम्बे
08.	मुनी भास्कर शिव कुमार	इफैक्ट ऑफ ग्रेन बाउन्डरी डिफ्यूजन ऑन मैग्नेटिक प्रॉपर्टीज इन एनडी- एफई - बी मैग्नेट्स	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, मद्रास

### अनुसंधान फेलोज की सूची ( पीएच.डी पंजीकृत के तिथि अनुसार)

क्रमांक सं.	विद्यार्थी का नाम (श्री./सुश्री)	विषय	पंजीकृत
01.	एम.नागिनी	इफैक्ट ऑफ मीलिंग माइक्रोस्ट्रक्चरल इवेलुशन इन नैनो ODS 18 Cr फेरिटिक स्टील एंड दि रिजल्टेंट मैकेनिकल, करॉज़न एंड ऑक्सिडेशन प्रॉपर्टीज	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, मद्रास
02.	बोल्ला रेड्डी	स्फेरिकल इंडेंटेसन बिहेवियर ऑफ पोरस कॉपर एंड पीईडी मल्टी लेयर्ड निक्कल कोटिंग्स	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, हैदराबाद
03.	पुनीत चंद्रन	डिजाइन एंड डेवलपमेंट ऑफ हार्ड प्रोटेक्टिव कोटिंग्स फॉर कटिंग टुल्स यूज्ड इन मशीनिंग ऑफ एडवान्स्ड मटेरियल्स	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, वरंगल
04.	एन.एस. अनास	दि इफैक्ट ऑफ कार्बन नैनोट्यूब एंड ग्रेफिन डिस्पर्सन ऑन दि माइक्रोस्ट्रक्चरल एंड मैकेनिकल प्रॉपर्टीज ऑफ Al अलॉय्स	हैदराबाद विश्वविद्यालय
05.	एल. सुभाषिणी	लेजर आर्क हाइड्रिड वेल्डिंग ऑफ स्पेशल स्टील्स	हैदराबाद विश्वविद्यालय
06.	ई. हरि मोहन	डेवलपमेंट ऑफ हाई कैपसिटी नैनोस्ट्रक्चर्ड एनोड एंड सल्फर कैथोड फॉर लिथियम सल्फर बैटरी अल्लिकेशन	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, वरंगल
07.	पी. तेजस्वी	इलेक्ट्रोसुन इनऑर्गेनिक मटेरियल्स फॉर बैटरी अल्लिकेशन	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, वरंगल
08.	वी.वी.एन फणि कुमार	सिन्थिसिस, केरेक्टराइजेशन एंड डॉपिंग ऑफ ओलिवाइन/स्पाइनल बेस्ड मटेरियल्स एंड इट्स इफैक्टिव लिथियम ऑयन बैटरीज	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, वरंगल
09.	अनुश्री उन्नीकृष्णन	पॉलिमर इलेक्ट्रोलाइट मेम्ब्रेन फ्यूल सेल इम्प्यूरिटी स्टडीज़ - एक्सपेरिमेंटल एंड मॉडलिंग इंवेस्टिगेशन	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, हैदराबाद
10.	जे. के प्रीति	कैथोड मटेरियल्स फॉर इम्बुड पीईएमएफसी पफॉर्मंस एंड इम्प्यूरिटी टॉलेरेन्स	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, मद्रास
11.	एन. मंजूषा	स्टडीज ऑन दि एस्पेक्ट्स ऑफ डिपॉजिशन इलेक्ट्रोलासिस फॉर हाइड्रोजन जनरेशन	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, वरंगल
12.	टी. रमेश	ऊर्जा भंडारण के लिए सक्रिय कार्बन	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, वरंगल
13.	के.नानाजी	डेवलपमेंट ऑफ मेसोपोरस मेटल ऑक्साइड/ मेसोपोरस कार्बन इलेक्ट्रोड मटेरियल्स फॉर एनर्जी स्टोरेज अल्लिकेशन	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, मद्रास
14.	एस. भुवनेश्वरी	स्ट्रक्चर, मोर्फोलॉजी एंड इलेक्ट्रोकेमिकल पफॉर्मंस कोरिलेशन इन मेटल डोप्ड स्पाइनल ( $\text{Li M}_x \text{Mn}_{2-x} \text{O}_A$ ) ( $M=\text{Dra}$ निशन मेटल्स) एज ली- ऑयन बैटरी कैथोड मटेरियल्स	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, मद्रास
15.	पी.एम. प्रतीक्षा	डेवलपमेंट ऑफ नैनोस्ट्रक्चर्ड इलेक्ट्रोड्स मटेरियल्स ऑफ हाई एनर्जी लिथियम ऑयन बैटरी अल्लिकेशन	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, वरंगल
16.	वीवी रामाकृष्ण	माइक्रोस्ट्रक्चर मैग्नेटिक प्रॉपर्टी इंवेस्टिगेशन ऑफ MnBi अलॉय टू डेवलप हेवी रेर अर्थ फ्री परमानेंट मेग्नेट्स	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, तिरुचिरापल्ली
17.	एन. शशिकला	स्ट्रक्चर एंड इलेक्ट्रोकेमिकल प्रॉपर्टी कॉरिलेशन ऑफ $\text{LiNiO}_2$ बेस्ड कैथोड मटेरियल्स	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, मद्रास
18.	एस हरीश	डिजाइन, डेवलपमेंट, पफॉर्मंस इवेलुशन एंड ऑप्टिमाइजेशन ऑफ इंजीनियरिंग पैरामीटर्स ऑफ थर्मोइलेक्ट्रिक जनरेटर सिस्टम	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, मद्रास
19.	इम्ब्रान कराजगी	स्टडीज ऑन दि डेवलपमेंट ऑफ मटेरियल्स फॉर मेटल - एअर बैटरीज	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, बॉम्बे
20.	एस. मानसा	नैनोकलै बेस्ड सेल्फ - हीलिंग, करॉज़न प्रॉटेक्शन कोटिंग्स ऑन अल्युमिनियम अलॉय्स	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, वरंगल
21.	बोसागुल्ला दिव्या	फेब्रिकेशन ऑफ सोलॉर सेल फोटोवॉल्टिक एनर्जी सिस्टम यूजिंग पल्स-इलेक्ट्रोडिपोजिटेड $\text{CuIn}_x \text{Ga}_{1-x} \text{Se}_2$ (सीआईजीएस) अब्जॉर्बर लेयर अंडर एन - प्रकार सीडीएस सेमिकंडक्टर फिल्म विडोज	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, वरंगल
22.	मित्राविदा टेडेपल्ली	सिन्थिसिस, केरेक्टराइजेशन एंड इलेक्ट्रोकेमिकल पफॉर्मंस ऑफ नैनो पोरस सिन्थेटिक कार्बन मटेरियल्स एज इलेक्ट्रोड्स ऑफ सुपरकैपसिटर अल्लिकेशन	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, हैदराबाद

क्र.सं.	विद्यार्थी का नाम (श्री./सुश्री)	विषय	पंजीकृत
23.	त्रिजेश सिंह यादव	डेवलपमेंट एंड डिटेल् इवेस्टिगेशन ऑन कालकॉपीराइट Culnx Ga 1-x Se2 (कॉपर ईण्डियम गैलियम डिसेलेनाइड सोलॉर अब्जॉर्बर लेयर)	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, हैदराबाद
24.	बी. जयचंद्रन	इंटरफेस इंजीनियरिंग ऑफ हाई टैपरचर थर्मोइलेक्ट्रिक मटेरियल्स एंड इट्स इफैक्ट ऑन दि थर्मोइलेक्ट्रिक डिवाइस परफार्मेंस	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, बॉम्बे
25.	एम. शिव प्रसाद	डेवलपमेंट ऑफ सोलॉर सिलेक्टिव अब्जॉर्बर कोटिंग्स फॉर कान्सन्ट्रेंटिंग सोलॉर पावर अप्लिकेशन	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, वरंगल
26.	बी. प्रियादर्शनी	डेवलपमेंट एंड ऑप्टिमिसेशन ऑफ थर्मोइलेक्ट्रिक मटेरियल्स फॉर ऑटोमोटिव वेस्ट हीट रिकवरी अप्लिकेशन	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, तिरुचिरापल्ली
27.	मोहम्मद अकील	स्टैबिलिटी ऑफ लेजुर हाइब्रिड वेल्डिंग प्रोसेस फॉर एडवान्स्ड अल्ट्रा सुपर क्रिटिकल (ए-यूएससी) ब्वालर अप्लिकेशन (आईएनसीओएनईएल - 617)	हैदराबाद विश्वविद्यालय
28.	शेख मुबिना	प्रोसेसिंग एंड कैरेक्टराजेशन ऑफ फाइबर रेनफोर्स SIC कंपोजिट्स	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, वरंगल
29.	यरलागड्डा माधवी	इंप्रूवमेंट ऑफ प्रोसेस पैरामीटर्स ऑन प्रॉपर्टीज एंड परफार्मेंस ऑफ माइक्रो आर्क ऑक्सिडेशन कोटिंग्स	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, वरंगल
30.	स्वप्निल हनमंत अडसुल	नैनोक्ले- बेस्ड सेल्फ- हीलिंग कर्रोजन प्रोटेक्शन कोटिंग्स ऑन मैग्नेशियम अलॉय	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, वरंगल
31.	कीर्ती संघमित्रा कोलीपाड़ा	स्टडी ऑफ थर्मो - फिजिकल प्रॉपर्टीज ऑफ एअरोजैल प्रॉडक्स फॉर थर्मल इंसुलेशन अप्लिकेशन्स	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, वरंगल
32.	एडिगिलि हरीश कुमार	2डी - नैनोलेयर्ड डब्ल्यूएस2 बेस्ड सेल्फ लुब्रिकेटिंग कंपोजिट्स	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, वरंगल
33.	ई. अनुषा	कंट्रोल ऑफ हीट इंपुट इन लेजर सर्फेस ट्रीटमेंट प्रोसेस	भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, वरंगल

### नियुक्ति

एआरसीआई ने निम्न कर्मचारियों को विभिन्न जिम्मेदारियों पर अपने संगठन में नियुक्त किया है:-

कर्मचारी का नाम	पदनाम	नियुक्ति तिथि
डॉ. पार्थसारथी सुदर्शन फणि	वैज्ञानिक "ई"	21.04.2016
डॉ जी पद्मनाभम	निदेशक	07.10.2016

\* on deputation basis for a period of 5 years from the date of assumption of charge of the post.

### त्यागपत्र

The following employees resigned during the year:

कर्मचारी का नाम	पदनाम	कार्यमुक्त तिथि
शक्ति प्रकाश मिश्रा	वैज्ञानिक - ई	13.07.2016
डॉ. सतित्या मरीयप्पन	वैज्ञानिक (अनुबंध पर)	09.08.2016

### पदोन्नति

एआरसीआई वर्ष 2000-01 से मौजूदा निर्धारण और पदोन्नति नीति का निर्वाह कर रही है । नीति के अनुसार, वर्ष 2016-17 के दौरान सभी पात्र कर्मचारियों को निम्नानुसार पदोन्नत किया गया :

पदोन्नत कर्मचारी का नाम	प्रभावी तिथि	पद पर पदोन्नति	
		से	को
टी. सत्यनारायण	01 अप्रैल , 2016	वाहन चालक 'बी'	वाहन चालक 'बी' (एमएसीपी)
जे. बन्सीलाल	01 अगस्त , 2016	कनिष्ठ सहायक	कनिष्ठ सहायक(एमएसीपी II)
डॉ संजय भारद्वाज	01 अक्टूबर, 2016	वैज्ञानिक 'ई'	वैज्ञानिक 'एफ'
डॉ. शानमगसुंदरम शक्तिवेल	01 अक्टूबर, 2016	वैज्ञानिक 'ई'	वैज्ञानिक 'एफ'
एन. रवि	01 अक्टूबर, 2016	वैज्ञानिक 'ई'	वैज्ञानिक 'एफ'
डॉ संजय आर. धोगे	01 अक्टूबर, 2016	वैज्ञानिक 'डी'	वैज्ञानिक 'ई'
डॉ. नितिन पी. वासेकर	01 अक्टूबर, 2016	वैज्ञानिक 'डी'	वैज्ञानिक 'ई'
डॉ दिव्येंद्रु चक्रवर्ती	01 अक्टूबर, 2016	वैज्ञानिक 'डी'	वैज्ञानिक 'ई'
आर विजय चंदर	01 अक्टूबर, 2016	वैज्ञानिक 'सी'	वैज्ञानिक 'डी'
पांडु रमावत	01 अक्टूबर, 2016	वैज्ञानिक 'सी'	वैज्ञानिक 'डी'
जे. रेवती	01 अक्टूबर, 2016	वैज्ञानिक 'सी'	वैज्ञानिक 'डी'
अरुण सीतारामण	01 अक्टूबर, 2016	वैज्ञानिक 'सी'	वैज्ञानिक 'डी'
एल. वेंकटेश	01 अक्टूबर, 2016	वैज्ञानिक 'बी'	वैज्ञानिक 'सी'
अनिर्बान भट्टाचार्यी	01 अक्टूबर, 2016	अधिकारी 'बी'	अधिकारी 'सी'

पदोन्नत कर्मचारी का नाम	प्रभावी तिथि	पद पर पदोन्नति	
		से	को
जी. एम. राज कुमार	01 अक्टूबर, 2016	अधिकारी 'बी'	अधिकारी 'सी'
ए. श्रीनिवास	01 अक्टूबर, 2016	अधिकारी 'बी'	अधिकारी 'सी'
डी. श्रीनिवास रेड्डी	01 अक्टूबर, 2016	तकनीकी अधिकारी 'बी'	तकनीकी अधिकारी 'सी'
बी. उदय कुमार	01 अक्टूबर, 2016	अधिकारी 'ए'	अधिकारी 'बी'
पी. वेणुगोपाल	01 अक्टूबर, 2016	अधिकारी 'ए'	अधिकारी 'बी'
ई. अन्वू रसु	01 अक्टूबर, 2016	तकनीकी अधिकारी 'सी'	तकनीकी अधिकारी 'डी'
एस. शंकर गणेश	01 अक्टूबर, 2016	तकनीकी अधिकारी 'ए'	तकनीकी अधिकारी 'बी'
जी वेंकट रेड्डी	01 अक्टूबर, 2016	तकनीकी अधिकारी 'ए'	तकनीकी अधिकारी 'बी'
पी. अंजैया	01 अक्टूबर, 2016	तकनीशियन 'सी'	तकनीशियन 'डी'
पी. सूरी बाबू	01 अक्टूबर, 2016	तकनीशियन 'बी'	तकनीशियन 'सी'
रूप सिंह	01 अक्टूबर, 2016	प्रयोगशाला सहायक 'सी'	प्रयोगशाला सहायक 'डी'
एम. ए. फ़जल हुसैन	07 फ़रवरी, 2017	वाहन चालक 'बी'	वाहन चालक 'बी' (MACP)

### विद्यार्थियों और अन्य द्वारा एआरसीआई का दौरा

- दिनांक: 19 अप्रैल, 2016 को श्री सत्य साई उच्च शिक्षा संस्थान, पुट्टापती के 12 एमटेक (ऑप्टो इलेक्ट्रॉनिक्स एंड कम्युनिकेशंस) छात्रों और संकाय सदस्यों ने एआरसीआई का दौरा किया।
- दिनांक: 25 अप्रैल, 2016 को राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान, वारंगल के 45 एमटेक (धातुकर्म और सामग्री इंजीनियरिंग) छात्रों और संकाय सदस्यों ने एआरसीआई का दौरा किया।
- दिनांक: 26 मई, 2016 को कृषि विज्ञान विश्वविद्यालय, रायचूर, कर्नाटक के 22 एमएससी/एमटेक/पीएचडी (नैनो साइंस एंड टेक्नोलॉजी) छात्रों और संकाय सदस्यों ने एआरसीआई का दौरा किया।
- दिनांक: 9 जून, 2016 को इसरो के 30 वैज्ञानिकों और इंजीनियरों, जिन्होंने भारतीय प्रशासनिक स्टाफ कॉलेज (एएससीआई) में "प्रबंधन विकास कार्यक्रम" में भाग लिया था, ने एआरसीआई का दौरा किया।
- दिनांक: 22 जुलाई, 2016 को जवाहरलाल नेहरू प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय (जेएनटीयूएच), हैदराबाद के 33 सहयोगी और सहायक प्रोफेसरों, जिन्होंने "हाल ही में भौतिकी में नवीनीकरण" में भाग लिया था, ने एआरसीआई का दौरा किया।
- दिनांक: 24 अगस्त, 2016 को इसरो के 27 वैज्ञानिकों और इंजीनियरों जिन्होंने भारतीय प्रशासनिक स्टाफ कॉलेज (एएससीआई) में "प्रबंधन विकास कार्यक्रम" में भाग लिया था, ने एआरसीआई का दौरा किया।
- दिनांक: सितंबर 06, 2016 को एनी बेसेंट कॉलेज, हैदराबाद के 60 बीएससी (भौतिक विज्ञान) छात्रों और संकाय सदस्यों ने एआरसीआई का दौरा किया।
- दिनांक: 21 सितंबर, 2016 को आन्ध्र प्रदेश के इंजीनियरिंग कॉलेज के 25 वरिष्ठ प्रोफेसर एवं वैज्ञानिकों जिन्होंने भारतीय इंजीनियरिंग स्टाफ कॉलेज ऑफ इंडिया (ईएससीआई) में "प्रबंधन विकास कार्यक्रम" में भाग लिया था, ने एआरसीआई का दौरा किया।
- दिनांक: 25 अक्टूबर, 2016 को विभिन्न सरकारी संगठनों के 25 संकाय / अनुसंधान वैज्ञानिकों जिन्होंने भारतीय प्रशासनिक स्टाफ कॉलेज (एएससीआई) में "अनुसंधान में नवीनीकरण प्रबंधन" में भाग लिया था, ने एआरसीआई का दौरा किया।
- दिनांक: 03 नवंबर, 2016 को विश्वविद्यालयों एवं सरकारी संगठनों के 25 वैज्ञानिकों और इंजीनियरों जिन्होंने भारतीय प्रशासनिक स्टाफ कॉलेज (एएससीआई) में "प्रबंधन विकास कार्यक्रम" में भाग लिया था, ने एआरसीआई का दौरा किया।
- दिनांक: 07 दिसंबर, 2016 को जवाहरलाल नेहरू प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय (जेएनटीयूएच), हैदराबाद के 36 एम.टेक (नैनो टेक्नोलॉजी एंड इलेक्ट्रॉनिक्स) छात्रों और संकाय सदस्यों ने एआरसीआई का दौरा किया।

- दिनांक: 05 जनवरी, 2017 को अनुराग समूह संस्थानों, हैदराबाद के 4 बीटेक (कैमिकल इंजीनियरिंग) छात्रों और संकाय सदस्यों ने एआरसीआई का दौरा किया।
- दिनांक: 08 फरवरी, 2017 को सीबी खेडगी के भुवेश्वर विज्ञान, राजा विजयसिंह वाणिज्य और राजा जयसिंह आर्ट्स कॉलेज, सोलापुर, महाराष्ट्र के 30 बीएससी (भौतिक विज्ञान) छात्रों और ने एआरसीआई का दौरा किया।

### ग्रीष्मकालीन शोध कार्यक्रम

एआरसीआई ने ग्रीष्मकालीन शोध कार्यक्रम (एसआरपी) का लाभ उठाने के लिए, देश के सभी आईआईटी, एनआईटी, बनारस हिंदू विश्वविद्यालय, आईआईआईटी, केंद्रीय विश्वविद्यालयों और विभिन्न अन्य राज्य और निजी विश्वविद्यालयों के छात्रों को शॉर्ट लिस्ट किया। 45 से 60 दिनों तक चलने वाले ग्रीष्मकालीन शोध कार्यक्रम की शुरुआत 16 मई, 2016 से हुई, जिसमें 47 विद्यार्थियों का चयन किया गया। एआरसीआई में की जा रही गतिविधियों से परिचित होने के लिए, चयनित छात्रों को शुरू में एक सप्ताह तक अभिविन्यास पाठ्यक्रम से गुजरना पड़ा। लघु परियोजना के लिए, वैज्ञानिकों द्वारा प्रत्येक छात्र का मार्गदर्शन किया गया। छात्रों द्वारा कार्यक्रम पूरा किये जाने पर उन्हें प्रमाण पत्र प्रदान किए।



ग्रीष्मकालीन अनुसंधान कार्यक्रम के छात्रों के साथ डॉ. जी पद्मानाभम, निदेशक - एआरसीआई

### आरक्षण और रियायतें

अनुसूचित जाति, अनुसूचित जनजाति, अन्य पिछड़ी जातियों तथा निःशक्त व्यक्तियों के लिए आरक्षण और रियायतों को भारत सरकार की नीति के अनुसार आदेशों का पालन किया गया। 31 मार्च, 2017 तक, एआरसीआई में अनुसूचित जाति - 17.17%, अनुसूचित जन जाति 4.29% और पिछड़ा वर्ग 25.15% तथा निःशक्त लोगों का 1.84% प्रतिनिधित्व है।

## भारतीय एवं विदेशी आगंतुकों द्वारा आयोजित सेमिनार

1. डॉ. शिवकुमार पशुपति, कार्यक्रम प्रबंधक, हाइसा सिस्टम्स, वेस्टर्न केप विश्वविद्यालय, दक्षिण अफ्रीका ने दिनांक: 09 अप्रैल, 2016 को "पीईएम बेस्ड सिस्टम फॉर हाइड्रोजन एनर्जी टेक्नोलॉजी" विषय पर व्याख्यान दिया।
2. डॉ. रमन वेदराजन, सहायक प्रोफेसर, जापान एडवांस्ड इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एंड टेक्नोलॉजी(जेएआईटीए), जापान ने दिनांक: 21 अप्रैल, 2016 को "न्यू मैथड्स एंड मटेरियल्स इन एनर्जी अप्लिकेशन" विषय पर व्याख्यान दिया।
3. डॉ. राजेश बशयाम, वरिष्ठ अनुसंधान वैज्ञानिक, बलार्ड पावर सिस्टम्स, कनाडा ने दिनांक: 22 अप्रैल, 2016 को "एक्सेलरेटड स्ट्रुस टेस्टिंग स्ट्रेटेजिज टु अंडरस्टैंड पीईएमएफसी कैटालिस्ट लेज़र" विषय पर व्याख्यान दिया।
4. प्रो. के. हॉनो, निदेशक, चुंबकीय और स्पिनटोनिक सामग्रियों के लिए अनुसंधान केंद्र, पदार्थ विज्ञान राष्ट्रीय संस्थान, जापान, ने दिनांक: 07 जुलाई, 2017 को "डे फ्री हाई कोरसिविटी Nd-FeB पर्मामेंट मैग्नेट्स" विषय पर व्याख्यान दिया।
5. डॉ. टेकुया हसेगावा, प्रबंधक, अनुसंधान योजना विभाग, निसान मोटर कॉरपोरेशन, जापान ने दिनांक: 12 जुलाई, 2016 को "पीईएम फ्यूल सैल सिस्टम" विषय पर व्याख्यान दिया।
6. प्रो. टेककी साकुरै, इंस्टीट्यूट ऑफ एप्लाइड फिजिक्स, त्सुकुबा विश्वविद्यालय, इबाराकी ने दिनांक: 9 नवंबर, 2016 को "इंफैक्ट ऑफ डीप डिफैक्ट्स इन Cu (In, Ga)Se<sub>2</sub> सोलार सैल्स" विषय पर व्याख्यान दिया।
7. प्रो. ज्योत्सना दत्ता मजूमदार, भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान (आईआईटी), खड़गपुर ने दिनांक: 16 नवंबर, 2016 को "लेजर कम्पोजिट सर्फेसिंग" विषय पर व्याख्यान दिया।
8. डॉ. इं. वेंकट साई किरण चक्रवर्धनुला, वैज्ञानिक, कार्ल्सरुही प्रौद्योगिकी संस्थान, जर्मनी ने दिनांक: 28 नवंबर, 2016 को "फ्रम कंवेन्शनल टुवार्ड इन सिटू रिस्टमुली बेस्ड कैरेक्टराइजेशन ऑफ मटेरियल्स थ्रू टीईएम" विषय पर व्याख्यान दिया।
9. प्रो. कौशिक बिस्वास, आईआईटी खड़गपुर ने दिनांक: 01 दिसंबर, 2016 को "डेनसिटी फंक्शनल स्टडी ऑन लिथियम ऑयन बैटरी इलेक्ट्रोड मटेरियल्स" विषय पर व्याख्यान दिया।
10. डॉ. कृष्ण एल. लूथरा, मुख्य सामग्री वैज्ञानिक, जीई ग्लोबल रिसर्च, यूएसए ने दिनांक: 05 दिसंबर, 2016 को "हिस्ट्री ऑफ डेवलपमेंट एंड कंमर्शिलाइजेशन ऑफ जीईएस सिरैमिक मैट्रिक्स कंपोजिट्स (सीएमसीएस) ऑफ एअरक्राफ्ट इंजन" विषय पर व्याख्यान दिया।
11. डॉ. मटे वेंकट शिवाया, रिसर्च फेलो, एनर्जीटिक्स रिसर्च इंस्टीट्यूट (एनआरआई), नानयांग टेक्नोलॉजीकल यूनिवर्सिटी (एनटीयू), सिंगापुर ने दिनांक: 06 दिसंबर, 2016 को "मटेरियल्स फॉर एनर्जी एवं इन्वाइरमेंटल अप्लिकेशन्स" विषय पर व्याख्यान दिया।
12. प्रो. बीवीआर चौधरी, वरिष्ठ कार्यकारी निदेशक, सामग्री विज्ञान और इंजीनियरिंग स्कूल, नानयांग प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय (एनटीयू), सिंगापुर ने दिनांक: 09 दिसंबर, 2016 को "एनर्जी स्टोरेज मटेरियल्स" विषय पर व्याख्यान दिया।
13. डॉ. परन्स परांथमैन, विशिष्ट अनुसंधानकर्ता और समूहप्रधान, सामग्री रसायन विज्ञान, रासायनिक विज्ञान विभाग, ओक रिज राष्ट्रीय प्रयोगशाला, अमरीका ने दिनांक: 16 दिसंबर, 2016 को "एडिटिव मैनुफैक्चरिंग ऑफ NdFeB

बोन्डेड मेग्नेट्स" विषय पर व्याख्यान दिया।

14. डॉ. गणपति रामानाथ, जॉन टॉड हॉर्टन प्रोफेसर ऑफ मटेरियल्स साइंस एंड इंजीनियरिंग, रेनसेलायर पॉलिटेक्निक इंस्टीट्यूट, यूएसए ने दिनांक: 16 दिसंबर, 2016 को "आउट-ऑफ-दि बाक्स डिजाइन ऑफ मॉलेकुलर्ली - टेलर्ड इनऑर्गेनिक नैनोमटेरियल्स एंड इंटरफेस" विषय पर व्याख्यान दिया।
15. डॉ. जूडी जीवराजन, यूएल, अनुसंधान निदेशक, अंडरराइटर्स लैबोरेटरीज इंक, यूएसए ने दिनांक: 22 दिसंबर, 2016 को "सेफ्टी चैलेंजर्स फेड बैट लिथियम - ऑयन मैनुफैक्चर्स एंड यूजर्स" विषय पर व्याख्यान दिया।
16. डॉ. फ्रांका अल्बर्टिनी, चुंबकीय सामग्री का समूह प्रधान, आईएमईएम-सीएनआर, इटली ने दिनांक: 06 जनवरी, 2017 को "मैग्नेटोकालोरिक इफैक्ट इन Ni-Mn-Ga थिन फिल्म्स" विषय पर व्याख्यान दिया।
17. डॉ. योजिरो ओबा, सहायक प्रोफेसर, अनुसंधान रिएक्टर संस्थान, क्योटो विश्वविद्यालय, ओसाका, जापान ने दिनांक: 03 फरवरी, 2017 को "प्रोबिंग दि नैनो-स्ट्रक्चर्स यूजिंग स्मॉल एंगल स्कैटरिंग" विषय पर व्याख्यान दिया।
18. डॉ. स्टुअर्ट आई राइट, वरिष्ठ वैज्ञानिक, ईबीएसडी समूह, ईडीएक्स इंक., यू.एस.ए. ने 15 फरवरी, 2017 को "ए रिव्यू ऑफ इलेक्ट्रॉन बैकस्कैटर डिफ्रेक्शन: ए स्नापशूट ऑफ दि पास्ट एंड प्रेजेन्ट" विषय पर व्याख्यान दिया।
19. डॉ. साधना एस. रायलु, प्रोफेसर और मुख्य वैज्ञानिक, सीएसआईआर-एनईईआरआई, नागपुर ने दिनांक: 07 मार्च, 2017 को "सेफ्टी हैल्थ एंड इवाइरोमेंटल इशूज रिलेटेड टु नैनोटेक्नोलॉजी" विषय पर व्याख्यान दिया।

## तकनीकी चर्चा के लिए भारतीय और विदेशी पर्यटक

1. श्री मार्कस पुशमैन और श्री पेट्रिक शारैक, फ्राउंहोफर इंस्टीट्यूट फॉर मशीन टूल्स एंड फॉर्मिंग टेक्नोलॉजी (आईडब्ल्यू), केमनिटज़, जर्मनी, डॉ. आर. विल्केन, फ्राउन्होफर इंस्टीट्यूट फॉर मैनुफैक्चरिंग टेक्नोलॉजी एंड एडवांस्ड मटेरियल्स (आईएफएएम), ब्रेमेन, जर्मनी और श्री सेबस्टिन एंड्रियास शूलेज़, दि फ्रेन्होफर इंस्टीट्यूट फॉर मटेरियल एंड बीम टेक्नोलॉजी (आईडब्ल्यूएस), ड्रेस्डन, जर्मनी का दिनांक: 11-12 अप्रैल, 2016 के दौरान आगमन।
2. प्रो. कृष्णन बालासुब्रमण्यम, डीन, आईसीएसआर, आईआईटी मद्रास, प्रो. सतीश वी. कैलास, आईआईएससी बेंगलोर, डॉ. जी. डी. जानकीराम, सह-प्रोफेसर, आईआईटी मद्रास, डॉ. एन. वी. करंत, वरिष्ठ उप-निदेशक एवं प्रधान (एनवीएच और सीईई), एआरएआई, पुणे, श्री राहुल महाजन, एआरएआई, पुणे और डॉ. प्रभु राजगोपाल, सहायक प्रोफेसर, आईआईटी मद्रास का दिनांक: 11-12 अप्रैल, 2016 के दौरान आगमन।
3. श्री जय पेंडाल, प्रबंध निदेशक, डायमंड टूल्स, हैदराबाद का दिनांक: 19 मई, 2016 को आगमन।
4. श्री बी. अरुणकुमार, महाप्रबंधक, स्टैंडर्ड पेपर एंड बोर्ड इंडिया (प्रा.) लिमिटेड, शिवकासी, का दिनांक: 01 अगस्त, 2016 को आगमन।
5. श्रीमती एस. भारती, प्रबंधक (ओ एंड एम), गेल इंडिया लिमिटेड, नोएडा का दिनांक: 03 अगस्त, 2016 को आगमन।
6. श्री दिनाकरण, प्रधान, आर एंड डी, टीवीएस मोटर कंपनी, होसुर का दिनांक: 17 अगस्त, 2016 को आगमन।
7. डॉ. वाई. विनोद कुमार, इंजीनियरिंग प्रबंधक और डॉ. के.वी.यू.यू. प्रवीण, आर्किटेक्ट इंजीनियर, जीई हेल्थकेयर, बेंगलोर का दिनांक: 01 सितंबर, 2016 को आगमन।

8. श्री मार्कस रूटरिंग, बिक्री प्रबंधक, एशिया और जर्मनी, लेसरलाइन जीएमबीएच, जर्मनी का दिनांक: 20 सितंबर, 2016 को आगमन ।
9. श्री माइकल नागल, कुंजी-खाता प्रबंधक और क्षेत्रीय बिक्री प्रबंधक भारत, लेसरलाइन जीएमबीएच, जर्मनी का दिनांक: 20 सितंबर, 2016 को आगमन।
10. श्री श्रीनिवास राव रत्तलाला, वरिष्ठ इंजीनियर, जीई हेल्थकेयर, बेंगलूर का दिनांक: 07 अक्टूबर, 2016 को आगमन ।
11. डॉ. जी एल सैम्युअल, सह-प्रोफेसर, आईआईटी मद्रास, चेन्नै का दिनांक: 28 अक्टूबर, 2016 को आगमन ।
12. डॉ. गिलानी हुसैन और डॉ. फराज़ मोहम्मदकाज़म, रॉयल लाइफ साइंसेस, सिकंदराबाद का दिनांक 31 अक्टूबर, 2016 को आगमन ।
13. श्री जशांक जोशी, मुख्य कार्यपालक अधिकारी (सीईओ), लिथियम पावर, मुंबई का दिनांक: 30 नवंबर, 2016 को आगमन ।
14. श्री रॉस बेली, अध्यक्ष और सीईओ, ग्रीन लाइट इनोवेशन, कनाडा का दिनांक: 12 दिसंबर, 2016 को आगमन ।
15. डॉ. मिकेल वान हेस्ट, वरिष्ठ वैज्ञानिक, राष्ट्रीय नवीनीकरण ऊर्जा प्रयोगशाला (एनआरईएल), यूएसए का दिनांक: 15 फरवरी, 2017 को आगमन ।
16. श्री टॉम ज़ोज़, तकनीकी प्रबंधक, ज़ोज़ जीएमबीएच, जर्मनी का दिनांक: 27-28 फरवरी, 2017 के दौरान आगमन ।
17. श्री टॉम स्कोकज़ीलैस, प्रबंधक, प्रोटॉन ऑनसाइट, यूएसए का दिनांक: 02 मार्च, 2017 को आगमन ।
18. डॉ. वॉरेन ओलिवर, अध्यक्ष, नेनोमेकेनिक्स इंक, ओक रिज, यूएसए का दिनांक: 20-21 मार्च, 2017 के दौरान आगमन ।
8. डॉ. आर. ईश्वरमूर्ति ने पूर्व प्रेषण निरीक्षण और "थर्मल इवापोरेटर इंटेग्रेटेड विथ मॉड्यूलर ग्लव बॉक्स" परीक्षण के लिए दिनांक: 21-29 अगस्त, 2016 के दौरान जर्मनी का दौरा किया ।
7. डॉ. आर. गोपालन ने दिनांक: 25 - 27 अगस्त, 2016 के दौरान कार्ल्सरुहे प्रौद्योगिकी संस्थान (केआईटी), कार्ल्सरुहे में आयोजित "ली- ऑयन बैटरी, मैग्नेट्स एंड थर्मोइलेक्ट्रिक मटेरियल्स फॉर आटोमोटिव अप्लिकेशन्स" विषय पर व्याख्यान देने के लिए दिनांक: 24 अगस्त से 03 सितंबर, 2017 तक के दौरान जर्मनी का दौरा किया, और दिनांक: 28 अगस्त से 02 सितंबर, 2017 तक के दौरान डर्मस्टाड में आयोजित "रर्रे पृथ्वी स्थायी मैग्नेट (आरईपीएम 2016) अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन" में "इवोलुशन ऑफ टेक्स्चर इन रर्रे पृथ्वी स्थायी मैग्नेट" विषय पर लेख प्रस्तुत किया।
8. डॉ. पी. सुदर्शन फणि ने पूर्व प्रेषण प्रदर्शन और "मल्टी-डिमेंशनल नैनो मैकेनिकल टेस्ट इक्यूपमेंट" परीक्षण के लिए दिनांक: 08-24 नवंबर, 2016 के दौरान नॉक्सविले, यूएसए का दौरा किया ।
9. डॉ. जी. पद्मनाभम ने दिनांक: 13-17 मार्च, 2017 के दौरान जर्मनी का दौरा किया और एसएलएम सोलुशन जीएमबीएच, ल्यूबेक, फ्राउनहोफर आईडब्ल्यू और फ्राउनहोफर आईडब्ल्यूएस, ड्रेस्डन का दौरा किया और मुहल्लत में इंडो-जर्मन एस एंड टी केंद्र की शासकीय निकाय बैठक में भाग लिया ।
10. डॉ. जी. रवि, श्री एल. वेंकटेश ने "फिल्ड एमिशन स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोप" (एसईएम) के पूर्व प्रेषण निरीक्षण के लिए दिनांक : 21-26 मार्च, 2017 के दौरान जर्मनी का दौरा किया ।

### भारत में एआरसीआई कर्मियों द्वारा दिये गये व्याख्यान

#### विदेशी दौरे

1. श्री वी. महेंद्र ने 'केमिकल वैपर डिपोजिशन (सीवीडी) सिस्टम' के पूर्व-प्रेषण निरीक्षण के लिए दिनांक: 17-23 अप्रैल, 2016 के दौरान फ्रांस का दौरा किया
2. डॉ. एस. आनन्दन ने "लिथियम बैटरियों सम्मेलन (आईएमएलबी 2016) की 18 वीं अंतर्राष्ट्रीय बैठक में भाग लेने के लिए दिनांक: जून 17-26, 2016 के दौरान शिकागो, यूएसए का दौरा किया और "डिजाइनिंग एंड डेमोस्ट्रेटिंग एडवान्स्ड कोर-शेल स्ट्रक्चर्ड कार्बन कोटेड इलेक्ट्रोड मटेरियल फॉर हाई पावर लि- ऑयन बैटरी अप्लिकेशन" पर पोस्टर प्रस्तुतीकरण किया ।
3. श्री नवीन एम. चव्हाण ने "सतही संशोधन प्रौद्योगिकी (एसएमटी -30) की 30 वीं अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन" में भाग लेने के लिए दिनांक: 28 जून से जुलाई 05, 2016 के दौरान मिलान, इटली का दौरा किया, और "कोल्ड स्प्रे कॉपर एंड कॉपर अल्यूमीनियम अलॉय: इफ्यूएन्स ऑफ स्टैकिंग फाउल्ट एनर्जी ऑन स्ट्रक्चर एंड प्रॉपर्टीज" विषय पर लेख प्रस्तुत किया ।
4. डॉ. पी. सुदर्शन फणि ने 'प्रायोगिक यांत्रिकी की 17 वीं अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन (आईसीईएम 17)' में भाग लेने के लिए दिनांक: 01-09 जुलाई, 2016 तक के दौरान ग्रीस का दौरा किया, और "रिसेन्ट एडवान्स्ड इन हाई स्ट्रेन रेट नैनो इंडेन्टेशन टेस्टिंग" विषय पर लेख प्रस्तुत किया ।
5. डॉ. एम. बी. सहाना ने "इंटरनेशनल यूनियन ऑफ मटेरियल रिसर्च सोसाइटीज - इलेक्ट्रॉनिक सामग्री पर अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन (आईयूएमआरएस-आईसीईएम)" में भाग लेने के लिए दिनांक: 04-08 जुलाई, 2016 के दौरान सनटेक, सिंगापुर का दौरा किया और "कॉ-प्रिसिपिटेशन पेरामीटर्स ऑफ लेजर्ड हाइड्रोऑक्साइड ऑन वाल्टेज हिस्टैरिसीस ऑफ LiNi1-x-yCoxAllyO2" विषय पर लेख प्रस्तुत किया ।
1. डॉ संजय भारद्वाज ने दिनांक: 1 अप्रैल 2016 को गोवा में रेसिल केमिकल्स प्राइवेट द्वारा आयोजित "नवीनीकरण सम्मेलन" में "नवीन-प्रेरित कंपनियों के लिए बौद्धिक संपदा रणनीति" और "पैट इन्फारमेटिक्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
2. डॉ संजय भारद्वाज ने दिनांक: 06 अप्रैल 2016 को आईआईसीटी, हैदराबाद में "सेमिनार ऑन एडवान्स्ड इन केमिकल इंजीनियरिंग" में "मेनेजिंग इंटेलेक्चुअल प्रॉपर्टी वैल्यू चैन (आईपीवीसी) इन एन आर एंड डी इंडास्ट्रीमेंट" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
3. डॉ. एन. राजलक्ष्मी ने दिनांक: 07 अप्रैल, 2016 को चेन्नै के एल एंड टी कंस्ट्रक्शन में "पीईएमएफसी टेक्नोलॉजी एट सीएफसीटी एआरसीआई" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
4. श्री के. वी. फणि प्रभाकर ने दिनांक: 07-09 अप्रैल, 2016 के दौरान हैदराबाद में आयोजित "6 वें अंतर्राष्ट्रीय वेल्डिंग अनुसंधान और सहयोग कॉलोकियियम" में "वेल्डिंग एंड ज्वाइनिंग अप्लिकेशन्स ऑफ लेज़र एंड लॉ एनर्जी प्रोसेसेस" विषय पर स्फुरांक व्याख्यान दिया ।
5. डॉ. आर. शुभश्री ने दिनांक: 16 अप्रैल, 2016 को चेन्नै के भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान (आईआईटी) मद्रास में "सर्फेस इंजीनियरिंग थ्रू सोल - जैल नैनोकंपोजिट कोटिंग्स (बेसिक ऑफ प्रोसेसिंग एंड अप्लिकेशन)" विषय पर विशेष व्याख्यान दिया ।
6. डॉ. टी. एन. राव ने दिनांक: 23 अप्रैल, 2016 को मुड्नाहली, कर्नाटक में आयोजित "नैनोप्रौद्योगिकी 2016 पर अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन (आईसीएनएनओ-2016)" में "रिसेंट एडवान्स्ड इन नैनोमटेरियल्स - बेस्ड टेक्नोलॉजीस एनर्जी रिलेवेंट टेक्नोलॉजीस" विषय पर परिपूर्ण व्याख्यान दिया ।

7. डॉ. आर. शुभश्री ने दिनांक: 23 अप्रैल, 2016 को हैदराबाद के बिरला प्रौद्योगिकी एवं विज्ञान संस्थान (बीआईटीएस) पिलानी में "सर्फस इंजीनियरिंग थ्रू सोल - जैल नैनोकंपोजिट कोटिंग्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
8. डॉ संजय भारद्वाज ने दिनांक: 26 अप्रैल 2016 को उस्मानिया विश्वविद्यालय में आयोजित "संकाय विकास कार्यक्रम" में "आर एंड डी टु वेन्चर क्रिएशन: ए केस स्टडी" एंड" पेटेंट एनालिसिस फॉर इफैक्टिव आर एंड डी टु प्लानिंग" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
9. डॉ. एम. बुच्ची सुरेश ने दिनांक: 27-28 मई, 2016 के दौरान चेन्नै के अन्ना विश्वविद्यालय में आयोजित "पोरस सिरैमिक राष्ट्रीय सम्मेलन" में "पोरस सिरैमिक्स - प्रोसेसिंग एंड अप्लिकेशन्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
10. डॉ. डी. प्रभु ने दिनांक: 28 मई, 2016 को चेन्नै के मद्रास विश्वविद्यालय में आयोजित "भौतिक विज्ञान में ग्रीष्मकालीन प्रशिक्षण कार्यक्रम, विज्ञान तमिलनाडु अकादमी" में "चुंबकत्व एक परिचय" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
11. डॉ. आर. गोपालन ने दिनांक: 03 जून, 2016 को वाराणसी में आयोजित ईएमएसआई बैठक में "3डीएपी एंड टीईएम पावरफुल कंपिलमेंटरी टुल्स टु अंडरस्टैंड माइक्रोस्ट्रक्चर- माइक्रोकैमिस्ट्री - प्रॉपर्टी कॉर्रैलेशन इन फंक्शनल मटेरियल्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
12. डॉ संजय भारद्वाज ने दिनांक: 09 जून 2016 को हैदराबाद में भारतीय प्रशासनिक स्टाफ कॉलेज(एएससीआई) द्वारा आयोजित "प्रबंधन विकास कार्यक्रम (एमडीपी)" के भाग के रूप में इसरो के वैज्ञानिकों/इंजीनियरों के लिए " बौद्धिक संपदा का मूल्यांकन" एवं "बौद्धिक संपदा से प्राप्त मान: एक अध्ययन" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
13. डॉ. आर. बालाजी ने दिनांक: 10 जून, 2016 को नेवेली लिग्नाइट कॉर्पोरेशन इंजीनियर्स ट्रेनिंग सेंटर, नेवेली में आयोजित "नवीनीकरणीय ऊर्जा सम्मेलन" में "हाइड्रोजन प्रौद्योगिकी टेक्नोलॉजी - एन ओवरव्यू" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
14. डॉ. राजलक्ष्मी ने दिनांक: 10 जून, 2016 को नेवेली लिग्नाइट कॉर्पोरेशन, इंजीनियर्स ट्रेनिंग सेंटर, नेवेली, तमिलनाडु में आयोजित " नवीनीकरणीय ऊर्जा सम्मेलन" में "हाइड्रोजन टेक्नोलॉजीस" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
15. डॉ. राजलक्ष्मी ने दिनांक: 10 जून, 2016 को इंजीनियर संस्थान, एनएलसी चैप्टर, नेवेली में " ग्रीन पावर इनिशिएटिव - चैलेंज" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
16. डॉ. एम. बी. सहाना ने दिनांक: 17-18 जून, 2016 के दौरान आईआईटी बाम्बे, मुंबई में आयोजित "इंडो- युएस वर्कशाप ऑन रिसेन्ट एडवान्स्ड इन मल्टीस्केल, मल्टीफिजिक्स एनालिसिस ऑफ एनर्जी कंवर्शन इन लि-ऑयन बैटरीज" में "लेयर्ड लिथियम- मिक्सड ट्रान्सिशन मेटल ऑक्साइड कैथोड्स फॉर लिथियम ऑयन बैटरीज" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
17. डॉ. आर. प्रकाश ने दिनांक: 17-19 जून, 2016 के दौरान आईआईटी बाम्बे, मुंबई में आयोजित "इंडो- युएस वर्कशाप ऑन रिसेन्ट एडवान्स्ड इन मल्टीस्केल, मल्टीफिजिक्स एनालिसिस ऑफ एनर्जी कंवर्शन इन लि-ऑयन बैटरीज" में "लिथियम ऑयन बैटरी डवलपमेंट प्रोग्राम एट एआरसीआई फॉर इलेक्ट्रिक वाइकल्स अप्लिकेशन" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
18. डॉ. गुरुराज तेलसंग ने दिनांक: 23-25 जून, 2016 के दौरान आईआईटी, कानपुर में आयोजित "नेशनल फ्रॉन्टियर्स ऑफ इंजीनियरिंग" में "लेजर एसिडेड मैनुफैक्चरिंग मटेरियल्स एंड अप्लिकेशन्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
19. डॉ. आर. गोपालन ने दिनांक: 28 जून, 2016 को नई दिल्ली में आयोजित भारत ऊर्जा भंडारण प्रौद्योगिकी सम्मेलन 2016 में "लिथियम - ऑयन बैटरी प्रोग्राम एट एआरसीआई फॉर इलेक्ट्रिक वाइकल्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
20. डॉ. जी. पद्मनाभम ने दिनांक: 08 जुलाई, 2016 को हैदराबाद में आयोजित "इंटरनेशनल कान्फ्रेंस ऑन एडवान्स्डमेंट्स इन एअरोकेमिकल मटेरियल्स फॉर मैनुफैक्चरिंग (आईसीएएमएम-2016)" में "एडवान्स्ड मैनुफैक्चरिंग प्रोसेसेस फॉर एअरोस्पेस: रिसेन्ट डवलपमेंट एट एआरसीआई" विषय पर महत्वपूर्ण व्याख्यान दिया ।
21. डॉ. आर. गोपालन ने दिनांक: 12 जुलाई, 2016 को बीएमएस कॉलेज ऑफ इंजीनियरिंग, बंगलोर में आयोजित टीईक्यूटीपी प्रायोजित कार्यक्रम के लिए मटेरियल्स इंजीनियरिंग एंड अप्लिकेशन वर्कशाप में " मटेरियल्स इंजीनियरिंग एंड अप्लिकेशन" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
22. डॉ. आर. गोपालन ने दिनांक: 14 जुलाई, 2016 को शास्त्र विश्वविद्यालय, तंजावुर में आयोजित "इंटरनेशनल कान्फरन्स ऑन मटेरियल्स फॉर सस्टेनेबल फ्यूचर" में "एनर्जी मटेरियल्स फॉर सस्टेनेबल ट्रान्सपोर्टेशन" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
23. श्री डी. श्रीनिवास राव ने दिनांक: 15 जुलाई, 2017 को हैदराबाद के भारतीय धातु संस्थान (आईआईएम) में आयोजित "वर्कशाप ऑन मेटलर्जी फॉर नॉन मेटलर्जीट्स" में "सर्फस इंजीनियरिंग : एन इनिशियल अप्रोच फॉर मॉडर्न इंजीनियरिंग" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
24. डॉ. आर. शुभश्री ने दिनांक: 23 जुलाई, 2016 को प्रौद्योगिकी पीएसजी कॉलेज में आयोजित "रिसेन्ट एडवान्स्ड इन नैनोमटेरियल्स फॉर एनर्जी, इन्चारायरोमेंट एंड हेल्थ केयर अप्लिकेशन्स - फेकल्टी डवलपमेंट प्रोग्राम" में "सोल- जैल नैनोकंपोजिट कोटिंग्स फॉर एनर्जी, इवाइरोमेंट एंड हेल्थ केयर अप्लिकेशन्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
25. डॉ. एस. आनंदन ने दिनांक: 03 अगस्त, 2016 को राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान (एनआईटी), राउरकेला में "डवलपमेंट ऑफ नैनोमटेरियल्स फॉर एनर्जी स्टोरेज (लिथियम- ऑयन बैटरीज एंड सुपरकैपेसिटर्स) एंड इवाइरोमेंटल अप्लिकेशन" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
26. डॉ. डी. प्रभु दिनांक: 06 अगस्त, 2016 को एनआईटी, तिरुचिरापल्ली में आयोजित "वर्कशाप ऑन कैरेक्टराइजेशन ऑफ मटेरियल्स फॉर एडवान्स्ड अप्लिकेशन (डब्ल्यूसीएमए-2016)" में "मेक्रो चैन्जेज नैनो मॉडिफिकेशन्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
27. डॉ. टी. एन. राव ने दिनांक: 08 अगस्त, 2016 को आईआईएसईआर, मोहाली में आयोजित "2रा चंडीगढ़ रिजनल इन्नोवेशन एंड नॉलेज क्लस्टर नैनो साइंस डे" में "रिसेंट ट्रेन्ड इन नैनोमटेरियल्स बेस्ड टेक्नोलॉजीस रिलेवेंट टु एनर्जी, इवाइरोमेंट एंड हेल्थ" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
28. डॉ. एस. आनंदन ने दिनांक: 12 अगस्त, 2016 को स्कूल ऑफ एडवांस्ड साइंसेज, वेल्लोर इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी (वीआईटी), चेन्नै में "डवलपमेंट ऑफ कोर- शैल स्ट्रक्चर्ड कार्बन कोटेड इलेक्ट्रोड मटेरियल्स फॉर इंप्रूव्ड लि- ऑयन बैटरी परफार्मेंस" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
29. डॉ. जी. रविचंद्रा ने दिनांक: 17 अगस्त, 2016 को प्रौद्योगिकी सरकारी



- कॉलेज, कोयंबटूर में आयोजित "वर्कशाप ऑफ नैनोटेक्नोलॉजी प्रिन्सिपल्स इन एनर्जी एंड इंवाइरोमेंटल अप्लिकेशन" में कैरेक्टराइजेशन ऑफ नैनोमटेरियल्स फॉर एनर्जी एंड इंवाइरोमेंटल अप्लिकेशन" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
30. डॉ. पी. के जैन ने दिनांक: 17 अगस्त, 2016 के दौरान जवाहरलाल नेहरू तकनीकी विश्वविद्यालय (जेएनटीयू), हैदराबाद में "कार्बन नैनो मटेरियल्स एंड देयर एनर्जी स्टोरेज अप्लिकेशन इन सुपरकैपसिटर" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
31. डॉ. पी. के जैन ने दिनांक: 21 अगस्त, 2016 को बासरा में आयोजित "नेशनल सिंजोअम ऑन रिसेंट एडवान्सड इन केमिकल एंड मटेरियल्स साइंस (आरएसीएमएस-2016)" में "सिन्थिसिस ऑफ कार्बन नैनोमटेरियल्स एंड देयर वेरियस अप्लिकेशन" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
32. डॉ. संजय भारद्वाज ने 24 अगस्त, 2016 को हैदराबाद में एएससीआई द्वारा आयोजित "मेनेजमेंट डेवलपमेंट प्रोग्राम (एमडीपी)" के भाग के रूप में इसरो द्वारा वैज्ञानिकों/ इंजीनियरों के लिए "मैक्समाइज़ इम्पेक्ट ऑफ आईपी कैपिटल" एंड "टेक्नोलॉजी कंमर्शिलाइजेशन" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
33. डॉ. डी. प्रभु ने दिनांक: 26 अगस्त, 2016 को तिरुचिरापल्ली में आयोजित "नेशनल कान्फ्रेंस ऑन मटेरियल्स फॉर संस्टेनेबल एनर्जी (एससीएमएसई-16)" में "हार्डर हार्ड मैग्नेटिक मटेरियल्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
34. डॉ. एन. राजलक्ष्मी ने दिनांक: 01 सितंबर, 2016 को चेन्नै में आयोजित "नेशनल मल्टी लेवल सिंजोअम ऑन एसईडी" में "इलेक्टोकैमिकल एनर्जी स्टोरेज/कंवर्शन सिस्टम्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
35. डॉ. एन. राजलक्ष्मी ने दिनांक: 09-10 सितंबर, 2016 के दौरान चेन्नै में आयोजित "नेशनल लेवल सेमिनार ऑन टेक्नोलॉजीकल एडवान्समेंट्स इन फ्यूल सैल रिसर्च" में "रिसेन्ट एडवान्समेंट्स इन डाइनोस्टिक टुल्स फॉर पीईएमएफसी" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
36. डॉ. संजय भारद्वाज ने दिनांक: 21 सितंबर, 2016 को उस्मानिया विश्वविद्यालय, हैदराबाद में आयोजित "वर्कशाप ऑन इंटेक्चुअल प्रॉपर्टी राइट, आर एंड डी एंड इनोवेशन मेनेजमेंट इन यूनिवर्सिटी सिस्टम" में "कंमर्शिलाइजेशन ऑफ टेक्नोलॉजीस: सम केस स्टडीज" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
37. डॉ. जी. पद्मनाभम ने दिनांक: 21 सितंबर, 2016 को बेंगलूर अंतर्राष्ट्रीय प्रदर्शनी केन्द्र (बीईईसी), बेंगलूरु में आयोजित "इंटरनेशन कान्फ्रेंस ऑन फ्यूचर ऑफ इंडियन आटोमोटिव इंडस्ट्री: लेज़र्स एंड इट्स अप्लिकेशन्स" में "लेज़र इन आटोमोटिव इंडस्ट्री" विषय मुख्य व्याख्यान दिया ।
38. डॉ. रवि बाधे ने दिनांक: 21 सितंबर, 2016 को बीआईईसी, बेंगलूरु में आयोजित "इंटरनेशन कान्फ्रेंस ऑन फ्यूचर ऑफ इंडियन आटोमोटिव इंडस्ट्री: लेज़र्स एंड इट्स अप्लिकेशन्स" में "लेज़र सर्फस टेक्चरिंग ऑफ आटोमोटिव कंपोनेंट्स फॉर इंप्रुविंग ट्रीबॉयोलाॅजीकल बिहेवियर" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
39. श्री के. वी. फणि प्रभाकर ने दिनांक: 21 सितंबर, 2016 को बीआईईसी, बेंगलूरु में आयोजित "इंटरनेशन कान्फ्रेंस ऑन फ्यूचर ऑफ इंडियन आटोमोटिव इंडस्ट्री: लेज़र्स एंड इट्स अप्लिकेशन्स" में "लेज़र ब्रेजिंग फॉर लाइट वेटिंग ऑफ आटोमोटिव बॉडी पार्ट्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
40. श्री मनीष टॉक ने दिनांक: 21 सितंबर, 2016 को बीआईईसी, बेंगलूरु में आयोजित "इंटरनेशन कान्फ्रेंस ऑन फ्यूचर ऑफ इंडियन आटोमोटिव इंडस्ट्री: लेज़र्स एंड इट्स अप्लिकेशन्स" में "लेज़र सर्फस मॉडिफिकेशन्स ऑफ आटोमोटिव कंपोनेंट्स " विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
41. डॉ. गुरु राज तेलसंग ने दिनांक: 21 सितंबर, 2016 को बीआईईसी, बेंगलूरु में आयोजित "इंटरनेशन कान्फ्रेंस ऑन फ्यूचर ऑफ इंडियन आटोमोटिव इंडस्ट्री: लेज़र्स एंड इट्स अप्लिकेशन्स" में "लेज़र रिपेयर क्लाडिंग एंड एडिटिव मैनुफेक्चरिंग फॉर आटोमोटिव अप्लिकेशन्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
42. डॉ. संजय भारद्वाज ने दिनांक: 22 सितंबर, 2016 को हैदराबाद के एएससीआई द्वारा आयोजित "मेनेजमेंट डेवलपमेंट प्रोग्राम फॉर यूनिवर्सिटी प्रोफेसर्स" में "पब्लिक - फंडेड आर एंड डी लैबोरेटरी टु इंडस्ट्री" एंड " इंटेक्चुअल प्रॉपर्टी वैल्यू चैन" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
43. डॉ. बी. वी. शारदा ने दिनांक: 27 - 29 सितंबर, 2016 के दौरान आंध्र विश्वविद्यालय, विशाखापट्टनम में आयोजित "नेशनल वर्कशाप ऑन नैनोफ्यूड अप्लिकेशन्स फॉर हीट ट्रान्सफर एंड एनर्जी सिस्टम्स" में "सीआईजीएस- बेस्ड थिन-फिल्म सोलार सैल्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
44. डॉ. जी. रविचंद्रा ने दिनांक: 28 सितंबर, 2016 को उस्मानिया विश्वविद्यालय, हैदराबाद में आयोजित "नेशनल वर्कशाप ऑन मटेरियल्स कैरेक्टराइजेशन टेक्नोलॉजीस (एनडब्ल्यूएमसीटी-2016) में "इंडेन्टेशन स्टडीज इन मटेरियल्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
45. डॉ. ईवश्वरमूर्ति रामासामी ने दिनांक: 28 सितंबर, 2016 को आंध्र विश्वविद्यालय, विशाखापट्टनम में आयोजित "वर्कशाप ऑन नैनोफ्यूड अप्लिकेशन फॉर हीट- ट्रान्सफर एंड एनर्जी सिस्टम एंड सिमुलेशन यूजिंग सीएफडी" में "नेस्ट जनरेशन सोलार सैल्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
46. डॉ. गणपति वीरप्पन ने दिनांक: 28 सितंबर, 2016 को आंध्र विश्वविद्यालय, विशाखापट्टनम में आयोजित "वर्कशाप ऑन नैनोफ्यूड अप्लिकेशन फॉर हीट- ट्रान्सफर एंड एनर्जी सिस्टम एंड सिमुलेशन यूजिंग सीएफडी" में "पेरोव्स्काइट, क्वांटम- डोट एंड डाइ - सिन्थिथाइज़्ड सोलार सैल्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
47. श्री सुमित रंजन साहू ने दिनांक: 28 अक्टूबर, 2016 को वेल्लोर प्रौद्योगिकी संस्थान (वीआईटी), वेल्लोर में आयोजित "लिथियम-ऑयन बैटरी फॉर इलेक्ट्रिक वाइकल्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
48. डॉ. पद्मनाभम ने दिनांक: 06 अक्टूबर, 2016 को बेंगलूरु में आयोजित "योगज विनिर्माण प्रौद्योगिकी का 6 वां अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन" में "एडिटिव मैनुफेक्चरिंग मटेरियल्स एंड अलॉय्स" विषय पर मुख्य व्याख्यान दिया ।
49. डॉ. बी. वी. शारदा ने दिनांक: 07-09 अक्टूबर, 2016 के दौरान श्रीकाकुलम में आयोजित "नेशनल वर्कशाप ऑन कार्बन नैनोटेक्नोलॉजी एंड अप्लिकेशन्स ऑफ नैनोमटेरियल्स" में "नैनोकार्बन्स एंड डाइमंड सिन्थिसिस एंड अप्लिकेशन्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
50. डॉ. टी. एन. राव ने दिनांक: 19 अक्टूबर, 2016 को एनआईटी, बरंगल में मेटलर्जी एंड मटेरियल्स एसोसिएशन" में "रोल ऑफ इंजीनियर्स इन मेक-इन-इंडिया इनिशेटिव" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
51. डॉ. एस. शक्तिवेल ने दिनांक: 19 -21 अक्टूबर, 2016 के दौरान वीआईटी विश्वविद्यालय, वेल्लोर, में आयोजित "नैनो विज्ञान एवं नैनोप्रौद्योगिकी के लिए अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन" में "फंक्शनल मटेरियल्स

- एंड कोटिंग्स फॉर कंशंट्रैटेड सोलार थर्मल पावर (सीएसपी) एंड पीवी अप्लिकेशन्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
52. डॉ. एन. राजलक्ष्मी ने दिनांक: 19 अक्टूबर, 2016 को वीआईटी वेल्लोर में एमटेक एंड बी. टेक विद्यार्थियों के लिए "फ्यूल सैल टेक्नोलॉजी-इलेक्ट्रिकल इंजीनियरिंग पर्सपेक्टिव" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
53. डॉ. संजय भारद्वाज ने दिनांक: 20 अक्टूबर, 2016 को सेंटर फॉर इंटरनेशनल कोऑपरेशन इन साइंसेज (सीआईएस), चेन्नै में आयोजित "वर्कशाप ऑन पेटेंट ड्राफ्टिंग" में "कमर्शिलाइजिंग इंटेक्चुअल प्रॉपर्टी (आईपी)" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
54. डॉ. पी. के. जैन ने दिनांक: 20 अक्टूबर, 2016 को भरतियार विश्वविद्यालय, कोयंबतूर में आयोजित "नेशनल कॉन्फरन्स ऑन इमेर्जिंग बायो- मटेरियल्स (एनसीईबी-2016)" में "सिन्थिसिस ऑफ फंक्शनल नैनोस्ट्रक्चर्ड कार्बन मटेरियल्स एंड देयर वेरियस अप्लिकेशन्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
55. डॉ. संजय भारद्वाज ने 21 अक्टूबर, 2016 को एआरसीआई, चेन्नै में "अप्लायिंग इंटेक्चुअल प्रॉपर्टी डेवलपमेंट इंडिस (आईपीडीआईएस)" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
56. डॉ. संजय भारद्वाज ने 25 अक्टूबर, 2016 को एआरसीआई में इंजीनियरिंग स्टाफ कॉलेज ऑफ इंडिया (ईएससीआई) द्वारा आयोजित "क्रिएटिविटी एंड इन्वेंशन मेनेजमेंट प्रोग्राम" में "एआरसीआई एंड इट्स आईपी मेनेजमेंट प्रेक्टिस" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
57. डॉ. एस. शक्तिवेल ने दिनांक: 26 अक्टूबर, 2016 को अमृता विश्व विद्यापीठ, कोयंबतूर में "इंपोर्टेंट रोल ऑफ फंक्शनल मटेरियल्स एंड कोटिंग्स फॉर कान्सन्ट्रैटेड सोलार थर्मल पावर (सीएसपी) एंड पीवी अप्लिकेशन्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
58. डॉ. संजय भारद्वाज ने दिनांक: 03 नवंबर, 2016 को हैदराबाद के एएससीआई द्वारा आयोजित "मेनेजमेंट डेवलपमेंट प्रोग्राम फॉर इसरो वैज्ञानिकों/इंजीनियरों में "साइंस - टेक्नोलॉजी- बिजनेसेस चैन" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
59. डॉ. रवि बाथे दिनांक: 05-07 नवंबर, 2016 के दौरान आईआईटी खड्गपुर में आयोजित "उन्नत सामग्री और सामग्री संसाधनों (आईसीएमएमपी -4) के लिए 4 वां अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन" में "अल्ट्राफास्ट लेज़र फॉर फेब्रिकेशन्स ऑफ मल्टीफंक्शनल सर्फेस" विषय पर मुख्य व्याख्यान दिया ।
60. डॉ. आर. शुभश्री ने दिनांक: 05-07 नवंबर, 2016 के दौरान आईआईटी खड्गपुर में आयोजित "आईसीएमएमपी - IV" में "सर्फेस मोडिफिकेशन यूजिंग सोल-जैल हाइब्रिड नैनोकंपोजिट कोटिंग्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
61. डॉ. जॉयदीप जोअरदार ने दिनांक: 05-07 नवंबर, 2016 के दौरान आईआईटी खड्गपुर में आयोजित "आईसीएमएमपी - IV" में "सिन्थिसिस ऑफ 2डी - नैनोलेयर्ड MoS<sub>2</sub> एंड WS<sub>2</sub>" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
62. डॉ. दिव्येंदु चक्रवर्ती ने दिनांक: 05-07 नवंबर, 2016 के दौरान आईआईटी खड्गपुर में आयोजित "आईसीएमएमपी - IV" में "नैनोस्ट्रक्चर्ड मटेरियल्स फॉर स्ट्रैक्चरल एंड फंक्शनल अप्लिकेशन्स बाई स्पेक प्लाज़्मा सिंटरिंग (एसपीएस)" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
63. डॉ. पी. सुरेश बाबु ने दिनांक: 05-07 नवंबर, 2016 के दौरान आईआईटी खड्गपुर में आयोजित "आईसीएमएमपी - IV" में "थर्मल स्प्रेड नैनोस्ट्रक्चर्ड कोटिंग्स- एन ओवर व्यू" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
64. डॉ. जी. पद्मनाभम ने दिनांक: 07-09 नवंबर, 2016 के दौरान विजयवाडा में आंध्र प्रदेश विज्ञान अकादमी द्वारा आयोजित "सेकंड एपी साइंस कॉंग्रेस" में "मटेरियल्स टेक्नोलॉजीस फॉर हेल्थ एंड हाइजीन" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
65. डॉ. एल राम कृष्णा ने दिनांक: 11-14 नवंबर, 2016 के दौरान आईआईटी, कानपुर में आयोजित "भारतीय धातु संस्थान- राष्ट्रीय धातुकर्मी दिवस - वार्षिक तकनीकी बैठक (एनएमडी-एटीएम 2016)" में "आवरव्यू ऑफ सर्फेस इंजीनियरिंग ऑन आटोमोटिव कंपोनेंट्स बाई स्प्रे एंड रिसेटेड प्रोसेसेस, फ्यूचर प्रोब्लम्स एंड डाइरेक्शन्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
66. डॉ. गुरुराज तेलसंग ने दिनांक: 11 -14 नवंबर ,2016 के दौरान आईआईटी, कानपुर में आयोजित "मिनी- सिम्पोजिअम ऑन एडिटिव मैनुफैक्चरिंग" में "क्रिटिकल एनालिसिस ऑफ लेज़र मेटल एडिटिव मैनुफैक्चरिंग प्रोसेस" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
67. डॉ. दिव्येंदु चक्रवर्ती ने दिनांक: 11-14 नवंबर, 2016 के दौरान आईआईटी- कानपुर में आयोजित "एनएमडी-एटीएम 2016" में "3डी पोरोस ग्रेफाइन बाई लॉ- टेम्पेरेचर प्लाज़्मा वेल्डिंग फॉर बोन इम्प्लॉन्ट्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
68. डॉ. जी. पद्मनाभम ने दिनांक: 16 नवंबर, 2016 को "सीआईआई कान्फ्रेंस ऑन वेल्डिंग 2016: वेल्डिंग इन्वेंशन, चैलेन्जेस एंड अप्लिकेशन्स इन इंडिया" में "लेज़र बेस्ड ज्वाइनिंग ऑफ न्यू अलॉय्स/ डिस्सिमिलर कॉम्पोजिशन" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
69. डॉ. टी. एन. राव ने दिनांक: 16 नवंबर, 2016 को भारतीय टॉक्सिकॉलोनी अनुसंधान संस्थान, लखनऊ द्वारा आयोजित "सीएसआईआर - भारतीय टॉक्सिकॉलोनी अनुसंधान संस्थान - आईटीसी 2016" में "नैनोमटेरियल्स - बेस्ड इंडिजनस टेक्नोलॉजीस एंड हैन्डलिंग टॉक्सिकॉलोनी चैलेंज" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
70. डॉ. संजय भारद्वाज ने दिनांक: 17-19 नवंबर, 2016 के दौरान नेशनल इंस्टिट्यूट ऑफ इंडस्ट्रीयल इंजीनियरिंग एंड टेक्नोलॉजी मेनेजमेंट (एनसीआईईटीएम) के दौरान आयोजित "वर्कशाप ऑन मेनेजिंग इन्वेंशन फॉर कम्पेटिटिव एडवान्टेज" में "इन्वेंशन प्रोसेस मेनेजमेंट इन ऑगोनाइजेशन्स" एंड "क्रिएटिंग ए स्टार्ट- अप बाई कमर्शिलाइजिंग ए टेक्नोलॉजी प्रोम ए पब्लिक- फंडेड आर एंड लॉब" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
71. डॉ. संजय भारद्वाज ने दिनांक: 02 दिसंबर, 2016 को आयोजित "पेट साइट-एन आईपी सिम्पोजिअम" में "आर एंड डी कमर्शिलाइजेशन: ऑपर्टूनिटिज एंड चैलेंजेस" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
72. डॉ. जी. पद्मनाभम ने 03 दिसंबर, 2016 को नई दिल्ली में आयोजित "इंटरनेशनल कान्फ्रेंस ऑन सर्फेस इंजीनियरिंग" में "लेज़र बेस्ड सर्फेस इंजीनियरिंग फॉर लाइफ इन्हेन्समेंट ऑफ पावर प्लॉन्ट कंपोनेन्ट्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
73. डॉ. संजय भारद्वाज ने दिनांक: 06 दिसंबर, 2016 को हैदराबाद में भारतीय रसायनिक प्रौद्योगिकी संस्थान में आयोजित "आईएनई- आईआईसीटी वर्कशाप ऑन साइंटोमेट्रिक एनालिसिस फॉर एस एंड टी ट्रेन्ड्स इन हेटेरोसाइक्लिक कैमिस्ट्री एंड इंजीनियरिंग" में "टेक्नोलॉजीकल ट्रेन्ड्स इन मटेरियल्स/पॉलिमर्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।

74. डॉ. जी. रविचंद्रा ने दिनांक: 09 दिसंबर, 2016 को सेंट फ्रांसिस कॉलेज, हैदराबाद में "नैनोटेक्नोलॉजी एंड यूजर हेल्थ एंड ग्लो" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।
75. श्री डी. श्रीनिवास राव ने दिनांक: 12 दिसंबर, 2016 को हैदराबाद में भारतीय सिरैमिक एवं एआरसीआई द्वारा आयोजित " वर्कशाप ऑन सिरैमिक प्रोसेसिंग एंड फेब्रिकेशन" में " सिरैमिक कोटिंग्स फॉर वियर थर्मल रेसिस्टेन्स अप्लिकेशन्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।
76. डॉ. वाई.एस. राव ने दिनांक: 12 दिसंबर, 2016 को भारतीय सिरैमिक सोसाइटी एवं एआरसीआई, हैदराबाद द्वारा आयोजित " उन्नत सिरैमिक संसाधन एवं निर्माण कार्यशाला" में " प्रेशर स्लीप कार्टिंग - ए यूनिक प्रोसेस फॉर फेब्रिकेशन ऑफ सिरैमिक्स " विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।
77. डॉ. बी. पी. साहा ने दिनांक: 12 दिसंबर, 2016 को भारतीय सिरैमिक सोसाइटी एवं एआरसीआई, हैदराबाद द्वारा आयोजित " उन्नत सिरैमिक संसाधन एवं निर्माण कार्यशाला" में " प्रोसेसिंग ऑफ एडवान्स्ड सिरैमिक मटेरियल्स " विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।
78. डॉ. डी. चक्रवर्ती ने 12 दिसंबर, 2016 को भारतीय सिरैमिक सोसाइटी एवं एआरसीआई, हैदराबाद द्वारा आयोजित " उन्नत सिरैमिक संसाधन एवं निर्माण कार्यशाला" में " स्पार्क प्लाज़्मा सिंटरिंग ऑफ नैनो- ग्रेन्ड सिरैमिक्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।
79. डॉ. टी. एन. राव ने दिनांक: 15 दिसंबर, 2016 को एनएफटीडीसी, हैदराबाद में आयोजित "मल्टीलेयर्स कान्फ्रेंस" में "रोल ऑफ कोटिंग्स, थिन फिल्म्स एंड मैम्ब्रेन्स इन एनर्जी जनरेशन एंड स्टोरेज" विषय पर मुख्य व्याख्यान दिया।
80. डॉ. संजय भारद्वाज ने दिनांक: 16 दिसंबर, 2016 को पुणे में आयोजित "वेस्ट टेक समीट 2016 - टेक्नोलॉजी समीट एंड प्लटफार्म" में " कंमर्शिलाइजिंग इन्ोवेशन्स इन दि इंडिया इकोसिस्टम" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।
81. डॉ. बालाजी ने दिनांक: 17 दिसंबर, 2016 को इंजीनियरिंग और प्रौद्योगिकी महालिगम कॉलेज, पोलाची में आयोजित "नेशनल सेमिनार ऑन रिसेन्ट एडवान्स्डमेंस इन एनर्जी स्टोरेज टेक्नोलॉजीस फॉर स्मार्ट ग्रिड अप्लिकेशन्स" में "एन ओवरव्यू ऑफ करेंट डेवलपमेंट्स इन हाइड्रोजन एनर्जी टेक्नोलॉजी" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।
82. डॉ. जी. पद्मनाभम ने दिनांक: 17 दिसंबर, 2016 को जादवपुर विश्वविद्यालय, कोलकाता में आयोजित "राष्ट्रीय वेल्डिंग सेमिनार" में "रिसेन्ट डेवलपमेंट्स इन लेज़र बेस्ड ज्वाइनिंग प्रोसेसेस एंड देयर अप्लिकेशन्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।
83. डॉ. आर. गोपालन ने दिनांक: 19 दिसंबर, 2016 को आईआईटी बॉम्बे, मुंबई में आयोजित " उन्नत सामग्री इंजीनियरिंग (एएमई 2016) के लिए 3री इंडो-ऑस्ट्रिया संगोष्ठी" में " फंक्शनल मटेरिअल्स एंड कंपोनेंट्स फॉर एनर्जी सेविंग इन ट्रान्स्पोरेशन" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।
84. डॉ. मालोबिका करंजई ने दिनांक: 19 - 20 दिसंबर, 2016 के दौरान आईआईटी बॉम्बे, मुंबई में आयोजित " उन्नत सामग्री इंजीनियरिंग (एएमई 2016) के लिए 3री इंडो-ऑस्ट्रिया संगोष्ठी" में "एडवान्स्ड इन पीएम प्रोसेस्ड कंपोजिट्स - प्रोमिसिस एंड चैलेंजेस" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।
85. डॉ. प्रमोद एच बोर्से ने दिनांक: 23-25 दिसंबर, 2016 के दौरान नांदेड में आयोजित "शार्ट टर्म ट्रेनिंग ऑन एडवान्स्ड इन ड्रिन्किंग वाटर टेक्नोलॉजी एंड सोलार एनर्जी" में "रिसेंट डेवलपमेंट्स इन ड्राइ एंड वेट सोलार सैल" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।
86. डॉ. श्रीकान्त मंदती ने दिनांक: 26 दिसंबर, 2016 को पीवीकेएन सरकारी डिग्री एवं पी जी कॉलेज, चित्तूर में "हाउ टु अंडरस्टैंड फिजिक्स कंसेप्ट्स एंड एडवान्स्ड इन सोलार सैल्स" विषय पर अतिथि के रूप में व्याख्यान दिया।
87. डॉ. टी. एन. राव ने दिनांक: 04 जनवरी, 2017 को तिरुपति में आयोजित "104था इंडियन साइंस कॉंग्रेस" के परिपूर्ण सत्र में "इंडिजनस नैनोमटेरियल-बेस्ड टेक्नोलॉजी ए मेक-इन-इंडिया इनिशिएटिव" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।
88. डॉ. संजय भारद्वाज ने दिनांक: 05 जनवरी, 2017 को अनुराग समूह संस्थानों, हैदराबाद में "आर एंड डी - अकादमी- इंडस्ट्री कॉलाबोरेशन" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।
89. डॉ. आर. बालाजी ने दिनांक: 09 जनवरी, 2017 को गांधीग्राम ग्रामीण संस्थान, डिंडीगुल में "हाइड्रोजन एनर्जी टेक्नोलॉजी" विषय पर अतिथि के रूप में व्याख्यान दिया।
90. डॉ. आर. गोपालन ने दिनांक: 13 जनवरी, 2017 को भोपाल में आयोजित" कान्फ्रेंस ऑन एडवान्स्ड स्ट्रक्चरल एंड फंक्शनल मटेरियल्स (एएसएफएम) में "फंक्शनल मटेरियल्स: की प्लेयर्स फॉर आटोमोटिव अप्लिकेशन्स" विषय पर परिपूर्ण/विस्तृत चर्चा किया।
91. डॉ. टी. एन. राव ने दिनांक: 13-14 जनवरी, 2017 के दौरान सीएसआईआर-एएमपीआरआई, भोपाल कान्फ्रेंस में "इंडिजनस नैनोमटेरियल-बेस्ड टेक्नोलॉजी" विषय पर मुख्य व्याख्यान दिया।
92. डॉ. कृष्णा वेल्लेटी ने दिनांक: 27-28 जनवरी, 2017 के दौरान आंध्र विश्वविद्यालय, विशाखापत्तनम में आयोजित "नेशनल वर्कशाप ऑन एडवान्स्ड एंड नैनो मटेरियल्स एंड थर्मल बेरियर कोटिंग्स फॉर ट्रान्सपोर्ट एंड एनर्जी अप्लिकेशन्स (एवीएमटीडीईए)" में "थिन फिल्म्स एंड देयर अप्लिकेबिलिटी फॉर ट्रान्सपोर्ट एंड एनर्जी अप्लिकेशन्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।
93. डॉ. कृष्णा वेल्लेटी ने दिनांक: 28 जनवरी, 2016 को जीआईटीएएम विश्वविद्यालय, विशाखापत्तनम में "थिन फिल्म्स एंड देयर अप्लिकेबिलिटी फॉर ट्रान्सपोर्ट एंड एनर्जी अप्लिकेशन्स" विषय पर अतिथि के रूप में व्याख्यान दिया।
94. डॉ. आर. शुभश्री ने 28 जनवरी, 2017 को के. वी. राव वैज्ञानिक सोसायटी, हैदराबाद द्वारा आयोजित" छठी स्पार्क नवीनीकरण पुरस्कार 2016-2017" में "साइंस फॉर सोसाइटी" विषय पर अतिथि के रूप में व्याख्यान दिया।
95. डॉ. आर. गोपालन ने दिनांक: 01 फरवरी, 2017 को हैदराबाद में आयोजित ""इंटरनेशनल कान्फ्रेंस ऑन मैग्नेटिक मटेरियल्स एंड अप्लिकेशन्स, आईसीएमएजीएमए 2017" में "पेनेट्रेशन ऑफ रेर- अर्थ परांनैट मेग्नेट्स इनटु ऑल फिल्ड्स ऑफ अप्लिकेशन्स" विषय पर परिपूर्ण/विस्तृत चर्चा किया।
96. डॉ. प्रभु ने दिनांक: 01-03 फरवरी, 2017 के दौरान हैदराबाद में आयोजित "इंटरनेशनल कान्फ्रेंस ऑन मैग्नेटिक मटेरियल्स एंड अप्लिकेशन्स (आईसीएमएजीएमए 2017)" में "Fc-P बेस्ड साप्ट मैग्नेटिक मटेरियल्स -ए पोटेन्शियल अल्टरनेट टु Si स्टील" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।
97. डॉ. बी. वी. शारदा ने दिनांक: 04 फरवरी, 2017 को जीएमआर इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी-राजाम, श्रीकाकुलम में "थिन- फिल्म सोलार फोटोवाल्टिक्स एंड कॉन्सन्ट्रेटड सोलार पावर" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।

98. डॉ. बी. वी. शारदा ने दिनांक: 04 फरवरी, 2017 को एमवीजीआर कॉलेज ऑफ इंजीनियरिंग-विजयनगरम में "थिन- फिल्म सोलार फोटोवाल्टिक्स एंड कॉन्सट्रैटड सोलार पावर" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
99. डॉ. टी.एन. राव ने दिनांक: 06 फरवरी, 2017 को के.एल. विश्वविद्यालय, विजयवाड़ा में आयोजित "5वाँ इंटरनेशनल कान्फ्रेंस ऑन रिसैंट इन कंपोजिट मटेरियल्स" में "नैनोमटेरियल्स - बेस्ड टेक्नोलॉजी: ट्रान्स्फोर्मिंग लाबोरेटरी रिसर्च टु टेक्नोलॉजी" विषय पर मुख्य व्याख्यान दिया ।
100. डॉ. जी. पद्मनाभम ने दिनांक: 06 फरवरी, 2017 को विजयवाड़ा में आयोजित "इंटरनेशनल कान्फ्रेंस ऑन एडवान्स्ड इन कंपोजिट मटेरियल्स" में "एडवान्स्ड कंपोजिट्स फॉर एअरोस्पेस - सम डवलपमेंट्स एट एआरसीआई" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
101. डॉ. बी. वी. शारदा ने दिनांक: 08 फरवरी से 01 मार्च, 2017 के दौरान उस्मानिया विश्वविद्यालय, हैदराबाद में आयोजित "पदार्थ विज्ञान में पुनश्चर्या पाठ्यक्रम" में "मटेरियल्स फॉर सोलार फोटोवाल्टिक्स एंड कॉन्सट्रैटड सोलार पावर" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
102. डॉ. रवि बाथे ने दिनांक: 08 फरवरी से 01 मार्च, 2017 के दौरान उस्मानिया विश्वविद्यालय, हैदराबाद में आयोजित "पदार्थ विज्ञान पुनश्चर्या पाठ्यक्रम" में "लेज़र मटेरियल्स प्रोसेसिंग" विषय पर विशेषज्ञ व्याख्यान दिया ।
103. डॉ. वाई.एस. राव ने दिनांक: 09 फरवरी, 2017 उस्मानिया विश्वविद्यालय, हैदराबाद में आयोजित "पदार्थ विज्ञान पुनश्चर्या पाठ्यक्रम" में "सिरेमिक क्या हैं-वे क्यों हैं ? - सिरेमिक पर एक भौतिक विज्ञानी दृष्टिकोण " एवं "उन्नत सिरेमिक में प्रौद्योगिकी विकास - कुछ मामलों का अध्ययन विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
104. डॉ. आर. शुभश्री ने दिनांक: 10 फरवरी, 2017 उस्मानिया विश्वविद्यालय, हैदराबाद में आयोजित "पदार्थ विज्ञान पुनश्चर्या पाठ्यक्रम" में "सर्फस इंजीनियरिंग यूजिंग सोल- जेल नैनोकंपोजिट कोटिंग्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
105. डॉ. जी. शिवकुमार ने दिनांक: 10 फरवरी, 2017 उस्मानिया विश्वविद्यालय, हैदराबाद में आयोजित "पदार्थ विज्ञान पुनश्चर्या पाठ्यक्रम" में "थर्मल स्प्रे कोटिंग्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
106. श्री के. आर. सी सोमा राजू ने दिनांक: 12-13, 2017 के दौरान बेंगलूर में आयोजित "इंटरनेशनल कान्फ्रेंस ऑन एडवान्स्डमेंट्स इन पालिमरिक मटेरियल्स (पीएम 2017) में "सोल-जैल डिवाइड मल्टी-फंक्शनल नैनोकंपोजिट कोटिंग्स फॉर ट्रान्सपेरेंट प्लॉस्टिक" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
107. डॉ. नेहा हेबालकर ने दिनांक: 14 फरवरी, 2017 उस्मानिया विश्वविद्यालय, हैदराबाद में आयोजित "पदार्थ विज्ञान पुनश्चर्या पाठ्यक्रम" में "सेमिकंडक्टर नैनो पाटिकल्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
108. डॉ. जी. रविचंद्रा ने दिनांक: 14 फरवरी, 2017 उस्मानिया विश्वविद्यालय, हैदराबाद में आयोजित "पदार्थ विज्ञान पुनश्चर्या पाठ्यक्रम" में "कैरेक्टराइजेशन ऑफ मटेरियल्स" विषय पर अतिथि के रूप में आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
109. डॉ. ईश्वरमूर्ति रामासामी ने दिनांक: 15 फरवरी, 2017 उस्मानिया विश्वविद्यालय, हैदराबाद में आयोजित "पदार्थ विज्ञान पुनश्चर्या पाठ्यक्रम" में " परोवस्काइट सोलार सैल्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
110. डॉ. श्रीनिवासन आनंदन ने दिनांक: 15 फरवरी, 2017 उस्मानिया विश्वविद्यालय, हैदराबाद में आयोजित "पदार्थ विज्ञान पुनश्चर्या पाठ्यक्रम" में " डवलपमेंट ऑफ नैनोमटेरियल्स फॉर एनर्जी स्टोरेज (लिथियम- ऑयन बैटरीज एंड सुपर कैपेसिटर) अप्लिकेशन" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
111. डॉ. पी. सुदर्शन फणि ने दिनांक: 15 फरवरी, 2017 को पूणे में आयोजित वर्कशॉप ऑन सर्फस इंजीनियरिंग" में " दि मैकेनिकल प्रॉपटी: नैनोइंडेंटेशन एंड हार्डनेस" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
112. डॉ. वाई.एस. राव ने दिनांक: 15-17 फरवरी, 2017 के दौरान सेंट्रल फॉर ग्साल एंड सिरेमिक रिसर्च इंस्टिट्यूट (सीजीसीआरआई), कोलकाता में आयोजित " 2ड इंटरनेशनल कान्फ्रेंस ऑन अल्यूमिना एंड अदर फंक्शनल सिरेमिक्स (एओएफसी 2017)" में "प्रेसर स्लीप कास्टिंग ऑफ अल्यूमिना एंड अदर फंक्शनल सिरेमिक्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
113. डॉ. पी. के. जैन ने दिनांक: 17 फरवरी, 2017 को उस्मानिया विश्वविद्यालय, हैदराबाद में आयोजित "संकाय विकास कार्यक्रम" में " एडवान्स्ड इन नैनोटेक्नोलॉजी एंड कार्बन नैनोट्यूब बेस्ड कंपोजिट्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
114. डॉ. के. रम्या ने दिनांक: 18-20 फरवरी, 2017 के दौरान भारतीय विज्ञान संस्थान (आईआईएससी) में आयोजित " इंटरनेशनल कान्फ्रेंस ऑन एडवान्स्डमेंट्स इन पालिमरिक मटेरियल्स" में " एन ओवरव्यू ऑफ डवलपमेंट ऑफ रिचार्जबल अल्कालाइन फ़िंक- एअर - एअर बैटरी" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
115. डॉ. एस. शक्तिवेल ने दिनांक: 20-24 फरवरी, 2017 के दौरान ट्रिनिटी कॉलेज ऑफ इंजीनियरिंग और रिसर्च, पुणे में आयोजित " इंटरनेशनल वर्कशॉप ऑन चैलेन्ज एंड इशूज इन डवलपमेंट ऑफ डिस्ट्रिबुटेड सोलार एंड वाइन्ड एनर्जी सिस्टम (आईसीईएसडी) में "फंक्शनल कोटिंग्स फॉर कॉन्सट्रैटड सोलार थर्मल पावर (सीएसपी) एंड पीवी अप्लिकेशन्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
116. डॉ. संजय भारद्वाज ने दिनांक: 21 फरवरी, 2017 को उस्मानिया विश्वविद्यालय, हैदराबाद में आयोजित " संकाय सदस्यों के लिए सामग्री विज्ञान पर पुनश्चर्या पाठ्यक्रम " में " मटेरियल्स टेक्नोलॉजी - बेस्ड इंटरप्रिजिप " एंड " इंटेन्सिफिकेशन ऑफ इन्वैशन ऑपर्टूनिटीज" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
117. डॉ. मालोबिका करंजई ने दिनांक: 21-22 फरवरी, 2017 के दौरान नई दिल्ली में आयोजित "इंटरनेशनल कॉन्फ्रेंस ऑन पाउडर मेटलर्जीकल एंड पाटिकुलेट मटेरियल्स (पीएम17)" में " नेवर चैलेन्जेस इन हाई डेन्सिटी पीएम पार्ट्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
118. डॉ. मालोबिका करंजई ने दिनांक: 23 फरवरी, 2017 को नई दिल्ली में आयोजित " स्पेशल सेशन ऑन बिजनेस आपर्टूनिटीज एट पीएम17" में "हॉट कंसोलिडेशन एंड हॉट आइसोस्टेटिक प्रेसिंग" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
119. डॉ. आर. गोपालन ने दिनांक: 24 फरवरी, 2017 को पीएसजी कॉलेज, कोयंबतूर में आयोजित " आईआईएम फाउन्डेशन दिवस" में " की हाई पर्फॉर्मिंग मटेरियल्स फॉर आटोमोटिव अप्लिकेशन्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया ।
120. डॉ. संजय भारद्वाज ने दिनांक: 25 फरवरी, 2017 को उस्मानिया विश्वविद्यालय, हैदराबाद में आयोजित " संकाय विकास कार्यक्रम" में "

साइंस एंड टेक्नोलॉजी बेस्ड स्टार्ट-अप्स" एंड " कॉलाबोरेटिव स्ट्रेटजी फॉर ऐकडेमिक इंस्टिट्यूशन्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।

121. डॉ. जी. शिवकुमार ने दिनांक: 02 मार्च को डीएमआरएल, हैदराबाद में आयोजित "कंटेन्स्यूयिंग एजुकेशनल प्रोग्राम्स (सीईपी) कार्स" में "रिलाइजिंग सोलुशन प्रिकर्शर प्लाज़्मा स्प्रे टेक्नीक टुवार्ड्स डिपोजिशन ऑफ फंक्शनल कोटिंग्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।
122. डॉ. एन. राजलक्ष्मी ने दिनांक: 03 मार्च, 2017 को तिरुनेलवेली में आयोजित "नेशनल सेमिनार ऑन एडवान्स इन मटेरियल्स साइंस (एनएसएसएमएस-2017)" में "पीईएमएफसी-रिसेन्ट डेवलपमेंट" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।
123. डॉ. आर. विजय ने दिनांक: 03-04 मार्च, 2017 के दौरान सीएमआर तकनीकी परिसर, हैदराबाद में आयोजित "इंटरनेशनल वर्कशाप ऑन एडवान्सड मटेरियल्स - प्रोसेसिंग एंड ज़वाइनिंग टेक्नोलॉजीस" में "हाई पर्फॉमेंस मटेरियल्स/चैलेन्जेस" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।
124. डॉ. बी. वी. शारदा ने दिनांक: 03-04 मार्च, 2017 के दौरान अवंती इंटेग्रेटेड केम्पस, हैदराबाद में आयोजित "टेक रिसोर्सेस नेशनल वर्कशाप" में "सोलर फोटोवॉल्टिक्स एंड कंसेन्ट्रेटेड सोलार पावर" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।
125. डॉ. जी. पद्मनाभम ने दिनांक: 09 मार्च, 2017 को एनआईटी सुरथकल में आयोजित "नेशनल वर्कशाप ऑन लेज़र प्रोसेसिंग ऑफ मटेरियल्स" में "रिसेन्ट ट्रेन्ड्स इन लेज़र प्रोसेसिंग ऑफ मटेरियल्स" विषय पर मुख्य व्याख्यान दिया।
126. डॉ. आर. गोपालन ने दिनांक: 09-11 मार्च, 2017 को मुन्नार में आयोजित "नेशनल कांफ्रेंस ऑन क्रिटिकल मटेरियल्स" में "रारे-अर्थ पर्मामेंट मैग्नेट्स फॉर ऑल फिल्ड्स ऑफ अप्लिकेशन्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।
127. डॉ. संजय भारद्वाज ने दिनांक: 10-11 मार्च, 2017 के दौरान ईएससीआई, हैदराबाद में आयोजित "डिजिटल टेक्नोलॉजी मैनुफैक्चरिंग (डिजीटेकमेन 2017)" में "मोनेटिजिंग इंटेक्चुअल प्रॉपर्टी (आईपी) विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।
128. डॉ. एस. शक्तिवेल ने दिनांक: 10 मार्च, 2017 को जीएमआर प्रौद्योगिकी संस्थान-राजम, श्रीकाकुलम में "फंक्शनल मटेरियल्स एंड कोटिंग्स फॉर कॉन्सन्ट्रेटेड सोलार थर्मल पावर एंड पीवी अप्लिकेशन्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।
129. डॉ. एस. कुमार ने दिनांक: 15 मार्च, 2017 को आईआईटी मद्रास, चेन्नै में आयोजित "शोर्ट टर्म ट्रेनिंग प्रोग्राम ऑन मॉडलिंग, सिमुलेशन एंड एक्सपेरिमेंटल एप्रोचेज्स ऑफ अंकवेन्शनल मैनुफैक्चरिंग टेक्नीक्स" में "कोल्ड स्प्रे मॉडलिंग" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।
130. डॉ. जी. शिवकुमार ने दिनांक: 16-17 मार्च, 2017 को बेंगलोर में आयोजित "आईएनई-एनईके इंडो-कोरिया वर्कशाप ऑन हाई टेम्परेचर मटेरियल्स" में "थर्मल बेरियल्स कोटिंग्स फॉर गैस टर्बाइन अप्लिकेशन्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।
131. डॉ. पी. एच. बोर्स ने दिनांक: 16-17 मार्च, 2017 के दौरान केरल विश्वविद्यालय, त्रिवेंद्रम, में आयोजित "नेशनल कांफ्रेंस ऑन हाइड्रोजन एनर्जी एंड एडवान्सड मटेरियल्स (एनसीएचईएम - 2017)" में "नैनो-फंक्शनलाइजेशन ऑफ फोटोइलेक्ट्रोड फॉर सोलार हाइड्रोजन जनरेशन" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।
132. डॉ. मालोबिका करंजई ने दिनांक: 17-19 मार्च, 2017 के दौरान

गोवकाराजू रंगाराजू इंस्टिट्यूट ऑफ इंजीनियरिंग और टेक्नोलॉजी (जीईआईईटी), हैदराबाद में आयोजित "7वां इंटरनेशनल कांफ्रेंस ऑफ मटेरियल्स प्रोसेसिंग एंड कैरेक्टराइजेशन (आईसीएमपीसी 2017)" में "आरएसएम बेस्ड स्टडी ऑन दि इंप्युएन्स ऑफ सिंटरिंग टेपरेचर ऑन एमआरआर फॉर टाइटेनियम पाउडर मेटलर्जी प्रॉडक्ट्स यूजिंग बॉक्स - बेहकिन डिजाइन" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।

133. डॉ. टी. एन. राव ने दिनांक: 15-18 मार्च, 2017 के दौरान नई दिल्ली में आयोजित "नैनो इंडिया 2017 कांफ्रेंस" में "रिसेंट ट्रेन्ड्स इन नैनोमटेरियल्स - बेस्ड (एआरसीआई) टेक्नोलॉजीस" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।
134. डॉ. एन. राजलक्ष्मी ने दिनांक: 22-24 मार्च, 2017 के दौरान अन्ना विश्वविद्यालय, चेन्नै में आयोजित "वर्कशाप ऑन एडवान्सड फंक्शनल मटेरियल्स" में "नैनोमटेरियल्स फॉर एनर्जी स्टोरेज एंड कंवर्शन डिवाइस-एक्टिविटेड कार्बन्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।
135. डॉ. आर. गोपालन ने दिनांक: 23 मार्च, 2017 को भारथिअर विश्वविद्यालय, कोयम्बतूर में आयोजित यूजीएससी प्रायोजित राष्ट्रीय संगोष्ठी में "फंक्शनल मटेरियल्स फॉर एनर्जी अप्लिकेशन्स" विषय पर मुख्य व्याख्यान दिया।
136. डॉ. बी. वी. शारदा ने दिनांक: 23-24 मार्च, 2017 के दौरान नागपुर में आयोजित "नेशनल वर्कशाप ऑन नॉन-वैक्यूम बेस्ड टेक्नोलॉजीस फॉर सोलार एनर्जी अप्लिकेशन्स" में "सोलार एनर्जी यूटिलाइजेशन (एसयूएन) फॉर सस्टेनेबल डेवलपमेंट" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।
137. डॉ. एस. शक्तिवेल ने दिनांक: 23-24 मार्च, 2017 के दौरान नागपुर में आयोजित "नेशनल वर्कशाप ऑन सोलार एनर्जी यूटिलाइजेशन फॉर सस्टेनेबल डेवलपमेंट" में "नैनो फंक्शनल मटेरियल्स एंड कोटिंग्स फॉर कॉन्सन्ट्रेटेड सोलार थर्मल पावर (सीएसपी) एंड पीवी अप्लिकेशन्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।
138. डॉ. प्रमोद एच बोर्स ने दिनांक: 24-25 मार्च, 2017 के दौरान बेंगलुरु में आयोजित "इंडो कोरिया वर्कशाप ऑन कंप्यूटेशनल मटेरियल्स साइंस" में "डिजाइन एंड फेब्रिकेशन ऑफ फोटो इलेक्ट्रोड नैनो मटेरियल्स फॉर सोलार हाइड्रोजन एंड अदर एनर्जी अप्लिकेशन्स" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।
139. डॉ. रवि बाथे ने दिनांक: 27-31 मार्च, 2017 के दौरान मोतीलाल नेहरू राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान (एमएनएनआईटी), इलाहाबाद में आयोजित "टीईक्यूआईपी-II कोर्स ऑन लेज़र एंड इट्स अप्लिकेशन्स - एलएपी 2017" विषय पर विशेषज्ञ व्याख्यान दिया।
140. श्री के. वी. फणि प्रभाकर ने दिनांक: 27-31 मार्च, 2017 के दौरान एमएनएनआईटी, इलाहाबाद में आयोजित "टीईक्यूआईपी-II कोर्स ऑन लेज़र एंड इट्स अप्लिकेशन्स- एलएपी 2017" में "लेज़र वेल्डिंग एंड ब्रेजिंग" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।
141. डॉ. संजय भारद्वाज ने दिनांक: 30 मार्च, 2017 को आंध्र विश्वविद्यालय, विशाखापत्तनम में आयोजित "सेमिनार - कम-इंटेरेक्शन मीट" में "एआरसीआई टेक्नोलॉजीस फॉर कॉलाबोरेशन्स एंड ट्रान्स्फर: ऑर्पेटुनिटीज फॉर इंडस्ट्री" विषय पर आमंत्रित व्याख्यान दिया।

### भारतीय सेमिनार/गोष्ठी में लेखों की प्रस्तुती

1. श्री ई. अन्बु रासू ने दिनांक: 07 - 09 अप्रैल, 2016 के दौरान हैदराबाद में

- आयोजित " 6वें अंतरराष्ट्रीय वेल्डिंग रिसर्च एंड कॅलाबोरेशन कॉलोकियम" में " अप्लिकेशन्स ऑफ लेजर एंड लॉ एनर्जी प्रोसेसस" विषय पर पोस्टर प्रस्तुतीकरण बनाया ।
2. सुश्री एल. सुभाषिनी, (डॉ. जी. पद्मनाभम/श्री के.वी. फणि प्रभाकर) ने दिनांक: 07 - 09 अप्रैल, 2016 के दौरान हैदराबाद में आयोजित "6वें अंतरराष्ट्रीय वेल्डिंग रिसर्च एंड कॅलाबोरेशन कॉलोकियम" में "लेजर - हाइब्रिड वेल्डिंग ऑफ थिक प्लॉट्स ऑफ हाई अलॉय स्टील्स" विषय पर पोस्टर प्रस्तुतीकरण बनाया ।
  3. सुश्री एस. प्रधेभा (डॉ. आर. शुभश्री) दिनांक: 23 अप्रैल, 2016 को प्रौद्योगिकी पीएसजी कॉलेज, कोयम्बतूर में आयोजित "नेशनल कॉन्फरन्स ऑन एडवान्स्ड इन माइक्रो एंड नैनो इलेक्ट्रोनिक्स (एनसीएएलएनई 2016)" में "इफैक्ट ऑफ टेक्चरिंग ऑन सर्फेस वेट्टाबिलिटी ऑफ सोल-जैल नैनोकंपोजिट कोटिंग्स" विषय पर लेख प्रस्तुत किया ।
  4. डॉ. संजय भारद्वाज ने दिनांक: 15-16 जुलाई 2016 के दौरान मुंबई में आयोजित " 3ड इंटरनेशनल कॉन्फरन्स ऑन मेनेजमेंट ऑफ इंटेक्चुअल प्रॉपर्टी राइट्स एंड स्ट्रेटेजी (एमआईपीएस) 2016" में "टुवाइस डेवलपमेंट ए रोडमैप फॉर कमर्शिलाइजिंग आर एंड डी फॉर दि एडवान्स्ड मटेरियल्स सेंक्टर इन दि इंडियन कंटेक्ट" विषय पर लेख प्रस्तुत किया ।
  5. सुश्री पृथ्वी जयराज (डॉ. एन. राजलक्ष्मी) ने दिनांक: 17 अगस्त, 2016 को आईआईटी मद्रास, चेन्नै में आयोजित "रसायनिक आंतरिक गोष्ठी 2016 (सीआईएचएस 2016)" में "नाइट्रोजन डोपड मेसोपोरोस कार्बन एज ए सपोट फॉर प्लाटियम इलेक्ट्रो कैटालिस्ट - ओरॉर ऑफ पीईएम फ्यूल सैल्स" विषय पर लेख प्रस्तुत किया ।
  6. सुश्री एस. मानसा (डॉ. आर. शुभश्री) ने दिनांक: 18-21 सितंबर, 2016 के दौरान नई दिल्ली में आयोजित "इंटरनेशनल कान्फ्रेन्स ऑन कर्रोजन (सीओआरसीओएन -2016)" में "नैनो क्ला - बेस्ड सोल-जैल कोटिंग्स फॉर करोजन प्रोटेक्शन ऑफ अल्युमीनियम अलॉय्स" विषय पर लेख प्रस्तुत किया ।
  7. सुश्री ई अनुषा (डॉ. एस. एम. शरीफ) ने दिनांक: 07 अक्टूबर, 2016 को एनआईटी वरंगल में आयोजित "नेशनल सिम्पोजियम ऑफ मैकेनिकल इंजीनियरिंग रिसर्च स्कॉलर्स" में "इंवेस्टिगेशन ऑन इफैक्ट ऑफ लेज़र पल्सिंग पेरामीटर्स ऑन सर्फेस हार्डनिंग ऑफ बियरिंग स्टील" विषय पर लेख प्रस्तुत किया ।
  8. श्री एम. शिव प्रसाद (डॉ. एस. शक्तिवेल) ने दिनांक: 19-21 अक्टूबर, 2017 के दौरान वीआईटी, वेल्लोर में आयोजित " पहला इंटरनेशनल कॉन्फरन्स ऑन नैनो साइंस एंड नैनोटेक्नोलॉजी (आईसीएनएएन-16)" में "डेवलपमेंट ऑफ नॉवेल टैंडेम अब्जाबर् लेज़र विथ हाई ऑप्टिकल पर्फॉमेंस एंड हाई वेदर स्टेबिलिटी फॉर मिडियम टेम्पेरेचर कॉन्सन्ट्रैटड सोलार पावर अप्लिकेशन्स" विषय पर लेख प्रस्तुत किया ।
  9. डॉ. आई गणेश ने दिनांक: 19-21 अक्टूबर, 2016 के दौरान भारथिअर विश्वविद्यालय, कोयंबतूर में आयोजित "नेशनल कान्फ्रेन्स ऑन इमर्जिंग बॉयोमटेरियल्स (एनसीईबी-2016)" में "इलेक्ट्रोकेमिकल डाइरेक्ट स्पीटिंग ऑफ CO<sub>2</sub> टु CO ओवर नॉवेल कैथोडिक मटेरियल्स इन कंजक्शनल विथ आयोनिक लिक्विड हेल्वर कैटलिस्ट्स" विषय पर लेख प्रस्तुत किया ।
  10. डॉ. दिव्येंदु चक्रवर्ती ने दिनांक: 11-14 नवंबर, 2016 के दौरान आईआईटी कानपुर में आयोजित "नेशनल मेटलर्जिस्ट डे- एनुअल टेक्नीकल मिटिंग (एनएमडी- एटीएम 2016)" में "जिर्कोनिका नैनोपॉटिकल रेनफोर्सड, मॉर्फोलॉजी इंजीनियर्ड ग्रैफीन बेस्ड फोम्स" विषय पर लेख प्रस्तुत किया ।
  11. डॉ. संजय भारद्वाज ने दिनांक: 17-19 नवंबर, 2016 के दौरान राष्ट्रीय औद्योगिक संस्थान (एनआईटीआईई), मुंबई में आयोजित "औद्योगिक इंजीनियरिंग और प्रौद्योगिकी प्रबंधन पर राष्ट्रीय सम्मेलन" (एनसीआईईटीएम) 2016" में "पार्टनरशिप स्ट्रेटेरी फॉर दि डेवलपमेंट डिमोस्ट्रेशन एंड ट्रान्सफर ऑफ एन एडवान्स्ड मटेरियल्स टेक्नोलॉजी" विषय पर लेख प्रस्तुत किया ।
  12. सुश्री जे. प्रिति, (डॉ. एन. राजलक्ष्मी) ने दिनांक: 08-10 दिसंबर, 2106 के दौरान चेन्नै में आयोजित ' उन्नत विद्युत रसायनिक विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी पर 11 वीं अंतरराष्ट्रीय संगोष्ठी' में "नाइट्रोजन डोपड मेसोपोरोस कार्बन सपोट फॉर ऑक्सिजन रिडक्शन रिएक्शन इन पीईएमएफसी" विषय पर लेख प्रस्तुत किया ।
  13. श्री पान्दु रमावत ने दिनांक: 08- 10 दिसंबर, 2017 के दौरान उस्मानिया विश्वविद्यालय, हैदराबाद में आयोजित "अग्रिम सामग्री और विनिर्माण पर अंतरराष्ट्रीय सम्मेलन (आईसीएच-2016)" में "वैक्यूम इंकैप्सुलेशन ओडी सबमाइक्रोन अल्युमिना पाउडर एंड डेन्सिफिकेशन बाई डाइरेक्ट कंसोलिडेशन थ्रू हॉट आइसोटेटिक प्रेसिंग" विषय पर लेख प्रस्तुत किया ।
  14. श्री एल वेंकटेश ने दिनांक: 11 - 15 दिसंबर, 2016 के दौरान आईआईएससी, बंगलूरु में आयोजित "इंटरनेशनल कान्फ्रेन्स ऑफ यंग रिसर्चर्स ऑन एडवान्स्ड मटेरियल्स (आईयूएमआरएस- आईसीवाईआरएएम 2016)" में "माइक्रोस्ट्रक्चर एंड प्रॉपर्टी कर्रोलेशन इन लेज़र क्लॉड क्रोमियम कार्बाइड - Ni रिच अलॉय मैस्ट्रक्स कंपोजिट" विषय पर लेख प्रस्तुत किया ।
  15. डॉ. पी.सुरेश बाबु ने दिनांक: 14- 16 दिसंबर, 2016 के दौरान एनएफटीडीसी, हैदराबाद में आयोजित "पहला इंटरनेशनल कान्फ्रेन्स ऑन कोटिंग्स, थिन पिफिल्स, मल्टीलेयर डिवाइस एंड सिस्टम्स" में "फैक्चर रेसिस्टेन्स बिहेवियर ऑफ TiN एंड nc-TiAlN/a-Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> नैनो-कंपोजिट मोनो एंड मल्टीलेयर कोटिंग्स अंडर साइकल इम्पेक्ट टेस्ट यूजिंग क्यूब - कॉनर इंडेंटर" विषय पर लेख प्रस्तुत किया ।
  16. सुश्री ज्योति चंद्रन (डॉ. पी. एच. बोर्से) ने दिनांक: 14-16 दिसंबर, 2016 के दौरान एनएफटीडीसी, हैदराबाद में आयोजित " पहला इंटरनेशनल कान्फ्रेन्स ऑन कोटिंग्स, थिन पिफिल्स, मल्टीलेयर डिवाइस एंड सिस्टम्स" में "सिम्पर लार्ज एरिया डिपोजिशन ऑफ नैनोस्ट्रक्चर मटेल सल्फाइड एंड सेलेनाइड पिफिल्स फॉर ऑप्टो- इलेक्ट्रिक एंड थर्मोइलेक्ट्रिक अप्लिकेशन" विषय पर लेख प्रस्तुत किया ।
  17. श्री एम. ग्रीराज (डॉ. कल्याण हेम्ब्रेन) ने दिनांक: 14-16 दिसंबर, 2016 के दौरान एनएफटीडीसी, हैदराबाद में आयोजित "पहला इंटरनेशनल कान्फ्रेन्स ऑन कोटिंग्स, थिन फिल्स, मल्टीलेयर डिवाइस एंड सिस्टम" में "सिन्थिसिस एंड प्रोसेसिंग ऑफ डोपड ZnO नैनो पाउडर्स फॉर मल्टीलेयर वेराइस्टर्स(एमएलवीएस)" विषय पर लेख प्रस्तुत किया ।
  18. श्री एम. शिव प्रसाद (डॉ. एस. शक्तिवेल) ने दिनांक: 14-16 दिसंबर, 2016 के दौरान एनएफटीडीसी, हैदराबाद में आयोजित "पहला इंटरनेशनल कान्फ्रेन्स ऑन कोटिंग्स, थिन फिल्स, मल्टीलेयर डिवाइस एंड सिस्टम्स" में "नॉवेल टैंडेम अब्जाबर् कार्टिंग्स फॉर लॉ एंड मिडियम टेम्पेरेचर कंसंट्रैटड सोलार थर्मल पावर अप्लिकेशन्स" विषय पर पोस्टर का प्रस्तुतीकरण किया ।
  19. श्री ए. अर्जुन राव (डॉ. एस. कुमार) ने दिनांक: 14-16 दिसंबर, 2016 के दौरान एनएफटीडीसी, हैदराबाद में आयोजित "पहला इंटरनेशनल कान्फ्रेन्स ऑन कोटिंग्स, थिन फिल्स, मल्टीलेयर डिवाइस एंड सिस्टम्स" में "कंप्रेहेन्सिव स्टडी ऑन दि डिपोजिशन बिहेवियर वियर एंड कर्रोजन पर्फॉमेंस इवेलुशन ऑफ कोल्ड स्प्रेड Ni-B<sub>4</sub>c कंपोजिट कोटिंग्स ' विषय पर पोस्टर का प्रस्तुतीकरण किया ।
  20. श्री एम. काउमारेन (डॉ. एन. राजलक्ष्मी) ने 15-16 दिसंबर, 2017 के दौरान कोलकता में आयोजित '3 इंडियन इंजीनियरिंग कॉंग्रेस' में 'पीईएम फ्यूल सैल

- टेक्नोलॉजी डेमोस्ट्रेशन' विषय पर प्रोस्टर का प्रस्तुतीकरण किया।
21. श्री दास एस. शंकर (डॉ. मालोबिका करंजई) ने दिनांक: 16-18 दिसंबर, 2016 के दौरान इंजीनियरिंग कॉलेज में आयोजित "छठा इंटरनेशनल एंड 27वाँ ऑल इंडिया मैनुफैक्चरिंग टेक्नोलॉजी डिजाइन एंड रिसर्च कान्फ्रेंस (एआईएमटीडीआर 2016)" में 'एक्सपेरिमेंटल इन्वेस्टिगेशन ऑफ मशीनिंग कैरेटराइजेशन ऑफ सीपी- टीआई पाउडर मेटलर्जी कंपोनेंट्स बाई वायर - कट ईडीएम' विषय पर लेख प्रस्तुत किया।
  22. डॉ. गणपति विरप्पन ने दिनांक: 17-19 दिसंबर, 2016 के दौरान केआईआईटी विश्वविद्यालय, भुनेश्वर में आयोजित "2रा इंटरनेशन कान्फ्रेंस ऑन सोलार एनर्जी फोटोवॉल्टिक ((एआईएमटीडीआर 2016)" में "सिन्थिसिस एंड डेवलपमेंट ऑफ होल - कंडक्टर फ्री अंबिएन्ट प्रोसेस्ड मिस्ड हालिड पोरोवस्काइट सोलार सैल" विषय पर लेख प्रस्तुत किया।
  23. डॉ. गणपति विरप्पन ने दिनांक: 17-19 दिसंबर, 2016 के दौरान केआईआईटी विश्वविद्यालय, भुनेश्वर में आयोजित "2रा इंटरनेशन कान्फ्रेंस ऑन सोलार एनर्जी फोटोवॉल्टिक (आईसीएसईपी-2016)" में "अल्कालाइन मेटल: ए पोटेन्शियल केन्डिडेट्स फॉर पीवी रिप्लेशमेंट इन एचटीएम पोरोवस्काइट सोलार सैल" विषय पर लेख प्रस्तुत किया।
  24. डॉ. पी. उदय भास्कर (डॉ. संजय आर. ढगे) ने दिनांक: 17-19 दिसंबर, 2016 के दौरान केआईआईटी विश्वविद्यालय, भुनेश्वर में आयोजित "एआईएमटीडीआर 2016" में "डेवलपमेंट ऑफ सीबीडी सीडीएस बुफर लेयर 300 मिमी X 300 मिमी ग्लास फॉर सीआईजीएस सोलार सैल अप्लिकेशन" विषय पर लेख प्रस्तुत किया।
  25. डॉ. बृजेश सिंह यादव (डॉ. संजय आर. ढगे) ने दिनांक: 17-19 दिसंबर, 2016 के दौरान केआईआईटी विश्वविद्यालय, भुनेश्वर में आयोजित "आईसीएसईपी-2016" में "पार्टिकुलेट इंक बेस्ड नॉन वैक्यूम रुट फॉर सिग्स थिन फिल्म आब्जार्बर लेयर बाई फ्लाश लाइट पोस्ट-ट्रीटमेंट एवं काल्कोपीराइट सीआईजीएस आब्जार्बर लेयर बाई इंकजेट प्रिन्टिंग फॉर फोटोवॉल्टिक अप्लिकेशन" विषय पर प्रोस्टर का प्रस्तुतीकरण किया।
  26. श्री एस. हरीश (डॉ. आर. गोपालन) ने दिनांक: 21-23 दिसंबर, 2016 के दौरान आईआईटी मद्रास, चेन्नै में आयोजित "इंटरनेशन सिम्पोजियम फॉर रिसर्च स्कॉलर्स ऑन मेटलर्जी मटेरियल्स साइंस एंड इंजीनियरिंग" में "ए नॉवेल सिन्थिसिस मैथड फॉर टेट्रहेड्रिट फॉर थर्मोइलेक्ट्रिक जनरेटर अप्लिकेशन" विषय पर प्रोस्टर का प्रस्तुतीकरण किया।
  27. श्री संयाम जैन (डॉ. पी. एच. बोर्स) ने दिनांक: 27-30 दिसंबर, 2016 के दौरान चेन्नै में आयोजित "केमिकल इंजीनियरिंग टुवाड्स सस्टेनेबल डेवलपमेंट (सीएचईएमसीओएन 2016)" में "स्प्रे पाइरोलिसिस डिपोजिशन ऑफ टीन सल्फाइड फॉर थर्मोइलेक्ट्रिक एनर्जी अप्लिकेशन" विषय पर प्रोस्टर का प्रस्तुतीकरण किया।
  28. डॉ. ईश्वरमूर्ति रामासामि ने दिनांक: 06-08 जनवरी, 2017 के दौरान अन्ना विश्वविद्यालय, चेन्नै में आयोजित "इंटरनेशनल कान्फ्रेंस ऑन एडवान्स्ड इन फंक्शनल मटेरियल्स" में "अंबिएन्ट-प्रोसेड पोरोवस्काइट सोलार सैल्स" विषय पर लेख प्रस्तुत किया।
  29. श्री रवि गौतम (डॉ. आर. गोपालन) ने दिनांक: 01-03 फरवरी, 2017 के दौरान हैदराबाद में आयोजित "इंटरनेशनल कान्फ्रेंस ऑन मैग्नेटिक मटेरियल्स एंड अप्लिकेशन (आईसीएमएजीएमए-2017)" में "मैग्नेटिक एंड माइक्रोस्ट्रक्चरल स्टडी ऑन पाउडर एक्स्ट्रूडेड साफ्ट मैग्नेटिक Fe-P अलॉय" विषय पर लेख प्रस्तुत किया।
  30. श्री वी. वी. रामाकृष्णा (डॉ. आर. गोपालन) ने दिनांक: 01-03 फरवरी, 2017 के दौरान हैदराबाद में आयोजित "इंटरनेशनल कान्फ्रेंस ऑन मैग्नेटिक मटेरियल्स एंड अप्लिकेशन (आईसीएमएजीएमए-2017)" में "मैग्नेटिक प्रॉपर्टीज ऑफ दि एलटीपी MnBi फेज विथ डोपिंग" विषय पर लेख प्रस्तुत किया।
  31. डॉ. डी. प्रभु ने दिनांक: 01-03 फरवरी, 2017 के दौरान हैदराबाद में आयोजित "इंटरनेशनल कान्फ्रेंस ऑन मैग्नेटिक मटेरियल्स एंड अप्लिकेशन (आईसीएमएजीएमए-2017)" में "इफेक्ट ऑफ रारे अर्थ डोपेन्ट्स (एलएसएम) ऑन दि मैग्नेटिक एंड इलेक्ट्रिकल प्रॉपर्टीज ऑफ BiFeO3 नैनोस्ट्रक्चर्स: ए कंपैरेटिव स्टडी" विषय पर प्रोस्टर का प्रस्तुतीकरण किया।
  32. डॉ. डी. प्रभु ने दिनांक: 01-03 फरवरी, 2017 के दौरान हैदराबाद में आयोजित "इंटरनेशनल कान्फ्रेंस ऑन मैग्नेटिक मटेरियल्स एंड अप्लिकेशन (आईसीएमएजीएमए-2017)" में "मैग्नेटिक ग्रेफीन/किटोसन नैनोकंपोजिट फॉर दि रिमूवल ऑफ 2-नापतोल फ्रोम एक्यूरस सोलुशन- अडजोर्बशन एंड कैनिटिक स्टडीज" विषय पर प्रोस्टर का प्रस्तुतीकरण किया।
  33. श्री रवि गौतम (डॉ. आर. गोपालन) ने दिनांक: 01-03 फरवरी, 2017 के दौरान हैदराबाद में आयोजित "इंटरनेशनल कान्फ्रेंस ऑन मैग्नेटिक मटेरियल्स एंड अप्लिकेशन (आईसीएमएजीएमए-2017)" में "इफेक्ट ऑफ स्टीचीओमेट्री ऑन दि मैग्नेटिक प्रॉपर्टीज ऑफ स्ट्रॉन्टियम हेक्साफेरिट प्रिपेयर्ड विजा सोलिड स्टेट रुट" विषय पर प्रोस्टर का प्रस्तुतीकरण किया।
  34. डॉ. डी. प्रभु ने दिनांक: 01-03 फरवरी, 2017 के दौरान हैदराबाद में आयोजित "इंटरनेशनल कान्फ्रेंस ऑन मैग्नेजियम एंड मैग्नेटिक मटेरियल्स (ICMagMa 2017)" में "मैग्नेटिक एंड माइक्रोस्ट्रक्चरल स्टडीज ऑन पाउडर एक्सट्रूडेड साफ्ट मैग्नेटिक Fe-P अलॉय" विषय पर प्रोस्टर का प्रस्तुतीकरण किया।
  35. श्री के.आर.सी. सोमाराजू ने दिनांक: 12-13 फरवरी, 2017 के दौरान बेंगलूरु में आयोजित "एडवान्स्डमेंट्स इन पालिमेरिक मटेरियल्स (एपीएम 2017)" में "सोल-जैल डिस्ट्रिब्यूट मल्टी- फंक्शनल नैनोकंपोजिट कोटिंग्स फॉर ट्रान्सपेरेन्ट प्लास्टिक" विषय पर लेख प्रस्तुत किया।
  36. श्री दास शंकर (डॉ. मालोबिका करंजई) ने दिनांक: 20-22 फरवरी, 2017 के दौरान नई दिल्ली में आयोजित "43वाँ एनुअल टेक्नीकल मिट- इंटरनेशन कान्फ्रेंस ऑन पाउडर मेटलर्जी एंड पार्टिकुलेट मटेरियल्स (पीएम17)" में "इन्वेस्टिगेशन ऑफ दि वायर-ईडीएम कैरेक्टरिस्टिक्स ऑन सीपी-टेनानियम पाउडर मेटलर्जी कंपोटेन्ट्स- एन आरएसएम अप्रोच" विषय पर लेख प्रस्तुत किया।
  37. सुश्री एस. मीनाक्षी एंड एन राजलक्ष्मी ने दिनांक: 21-23 फरवरी, 2017 के दौरान एनआईटी, तिरुचिरापल्ली में आयोजित "इंटरनेशनल कान्फ्रेंस ऑन मैग्नेटिक टेक्नोलॉजी एंड एट्स अप्लिकेशन (एमईएमएसईपी 2017)" में "ऑरेशनल एक्सपेरियन्स ऑफ पीईएमएफसी स्ट्रैक विथ कंबाइन्ड हिट एंड वाटर-ह्यूमिडिटी पर्सपेक्टिव" विषय पर लेख प्रस्तुत किया।
  38. सुश्री प्रीति जे (डॉ. एन राजलक्ष्मी) ने दिनांक: 21-23 फरवरी, 2017 के दौरान एनआईटी, तिरुचिरापल्ली में आयोजित "इंटरनेशनल कान्फ्रेंस ऑन मैग्नेटिक टेक्नोलॉजी एंड एट्स अप्लिकेशन (एमईएमएसईपी 2017)" में "नाइफियन बेस्ड कंपोजिट इलेक्ट्रोलाइट्स फॉर पीईएमएफसी - हाइड्रोकॉर्बन बेस्ड मैग्नेटिक" विषय पर लेख प्रस्तुत किया।
  39. श्री टी. रमेश (डॉ. एन. राजलक्ष्मी) ने दिनांक: 01-03 मार्च, 2017 के दौरान इलाहाबाद में आयोजित "इंटरनेशनल कान्फ्रेंस ऑन नैनोसाइंस एंड नैनोटेक्नोलॉजी" में "हाइड्रोजनिकली पोर्स कार्बन डिस्ट्रिब्यूट फ्रोम अग्रिकल्चर

रिसोर्स सेस फॉर हाई पावर सुपरकैपेसिटर अप्लिकेशन" विषय पर पोस्टर का प्रस्तुतीकरण किया।

40. श्री बालमुरुगन (डॉ. एन; राजलक्ष्मी) ने दिनांक: 01-03 मार्च, 2017 के दौरान इलाहबाद में आयोजित "इंटरनेशनल कान्फ्रेंस ऑन नैनोसाइंस एंड नैनोटेक्नोलॉजी" में 'सिन्थिसिस ऑफ त्रिमेटालिक पीटी-एम अलॉय कैटालाइड फॉर ऑक्साइड रिडक्शन रिएक्शन फॉर पीईएमएफसीएस अप्लिकेशन' विषय पर पोस्टर का प्रस्तुतीकरण किया।
41. श्री इमरान करजई (डॉ. के. रम्या) ने दिनांक: 08-10 मार्च, 2017 के दौरान पुणे में आयोजित 'इंटरनेशनल कान्फ्रेंस ऑन एडवान्स्ड रिचार्जजेबल बैटरीज एंड अलाइड मटेरियल्स (आईसीएआरबीएम 2017)' में 'ए सिल्वर बेस्ड बिफंक्शनल केटालाइड फॉर एअर सैल्स' विषय पर पोस्टर का प्रस्तुतीकरण किया।
42. श्री स्वप्नील एच. अडसूल (डॉ. आर. सुभशी) ने दिनांक: 10 -12 मार्च, 2017 के दौरान एनआईटी तिरुचिरापल्ली में आयोजित 'इंटरनेशनल कान्फ्रेंस ऑन दि इमर्जिंग ट्रेन्ड्स इन मटेरियल्स एंड मैनुफेक्चरिंग इंजीनियरिंग 2017 (आई-एमएमई2017)' में 'कर्रोजन बिहेवियर स्टडी ऑफ नैनोस्ट्रै - बेस्ड सोल- जैल कोटिंग्स ऑन एमजी अलॉय एजेड91ड" विषय पर पोस्टर का प्रस्तुतीकरण किया।
43. सुश्री पी. तेजश्वी (डॉ. टी.एन.राव) ने 15-16 मार्च, 2017 के दौरान आईआईटी- दिल्ली, नई दिल्ली में आयोजित 'नैनो इंडिया 2017' में 'इंहेन्सड इलेक्ट्रोकेमिकल पफोमेंस ऑफ इलेक्ट्रोस्पुन SiO<sub>2</sub>नैनोफाइबरस एज बाइन्डर -प्री एनोड' विषय पर पोस्ट का प्रस्तुतीकरण किया।
44. श्री ई. हरिमोहन (डॉ. टी.एन.राव) ने 15-16 मार्च, 2017 के दौरान आईआईटी - दिल्ली, नई दिल्ली में आयोजित 'नैनो इंडिया 2017' में 'ग्रेफीन - मॉडिफाइड इलेक्ट्रोडिपोजिटड डेंड्रिटिक पोरस टिन स्ट्रक्चर्स एज बिंडर प्री एनोड फॉर हाइर पफोमेंस लिथियम- सल्फाइड बैटरीज' विषय पर पोस्ट का प्रस्तुतीकरण किया।
45. सुश्री पी. एम. प्रतीक्षा (डॉ. एस. आनंदन) ने 15-16 मार्च, 2017 के दौरान आईआईटी -दिल्ली, नई दिल्ली में आयोजित 'नैनो इंडिया 2017' में 'डेवलपमेंट ऑफ इंडिजेनस इलेक्ट्रोड मटेरियल्स बाई लार्ज स्केल प्रोसेस फॉर ली-ऑयन बैटरी अप्लिकेशन" विषय पर पोस्ट का प्रस्तुतीकरण किया।
46. श्री के. नानाजी (डॉ. एस. आनंदन) ने 15-16 मार्च, 2017 के दौरान आईआईटी- दिल्ली, नई दिल्ली में आयोजित 'नैनो इंडिया 2017' में 'फसाइल सिन्थिसिस ऑफ मेसोपोरोस कार्बन बाई इवोपेरेशन इंड्यूसड सेल्फ - असेम्बली एज इलेक्ट्रोड मटेरियल फॉर सुपर कैपेसिटर विथ इंहेन्सड रेट केपबिलिटी" विषय पर पोस्ट का प्रस्तुतीकरण किया।
47. श्री शेख रियाजुदीन (डॉ. मालोबिका करंजई), ने दिनांक: 24 - 25, 2017 के दौरान एसआरएम विश्वविद्यालय चेन्नै में 'नेशनल कान्फ्रेंस ऑन एडवान्स्ड इन मटेरियल्स एंड मैनुफेक्चरिंग टेक्नोलॉजीस' में 'कंपेरिजन ऑफ नैनो-स्ट्रक्चर्ड निक्कल फोस्फाइड फिल्म ऑफ ग्रेफाइड सबस्ट्रेट वेरसस फटीओ सबस्ट्रेक्स' विषय पर लेख प्रस्तुत किया।

### भारतीय सम्मेलनों / विचार:-गोष्ठियों / संगोष्ठियों / कार्यशालाओं / प्रदर्शनियों में प्रतिभागिता

1. डॉ. एल. रामा कृष्णा ने दिनांक: 18 मई 2016 को उन्नत प्रणाली प्रयोगशाला (एएसएल), हैदराबाद में आयोजित "नई पीढ़ी वाले स्मार्ट हथियार" कार्यशाला में भाग लिया।
2. डॉ. जॉयदीप जोरदार ने दिनांक: 22-23 जुलाई, 2016 के दौरान चेन्नै में

आयोजित "एसआईआईएमडीआईए टॉपटेक वर्कशाप ऑन अप्लिकेशन ऑफ लुब्रिकेंट्स इन ऑटोमोटिक्स" में भाग लिया।

3. सुश्री के. दिव्या ने दिनांक: 22-23 अगस्त, 2016 के दौरान भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान (आईआईटी) मुंबई, मुंबई में आयोजित " 3डी प्रिंटिंग/ ए डिप्रिंटिव टेक्नोलॉजी ऑफ दिस एरिया" कार्यशाला में भाग लिया।
4. डॉ. आर. बालाजी ने दिनांक: 06-07 सितंबर, 2016 के दौरान नई दिल्ली में आयोजित "इंटरनेशनल सेमिनार ऑन इंडिया लीप टु मेशानॉल इकोनामी ऑपर्टुनिटिज़्स एंड ऑशनस फॉर एनर्जी सिकुरिटी" में भाग लिया।
5. डॉ. एल. रामा कृष्णा, डॉ. संजय भारद्वाज और श्री विवेक पटेल ने दिनांक: 08-09 सितंबर, 2016 के दौरान ताज कृष्ण, हैदराबाद में आयोजित " मेनेजिंग आईपी कॉन्फ्रेंस (एमआईपीकॉन)" में भाग लिया।
6. डॉ. पी. उदय भास्कर और श्री अमोल सी. बदगुजार ने दिनांक: 15 सितंबर, 2016 को हैदराबाद में आयोजित 'गैर धातुकर्मियों के लिए धातु विज्ञान कार्यशाला" में भाग लिया।
7. श्री ई अन्बु रासु ने दिनांक: 17 - 18 अक्टूबर, 2016 के दौरान बीएचईएल, तिरुचिरापल्ली में आयोजित " वेल्डिंग ऑफ अल्युमीनियम एंड इट्स अलॉय्स" विषय पर कार्यशाला में भाग लिया।
8. सुश्री एस. निर्मला और डॉ. रंभा सिंह ने दिनांक: 25-27 अक्टूबर, 2016 के दौरान नैनिताल में आयोजित " आज के बदलते परिदृश्य में राजभाषा हिंदी की 81 वीं संगोष्ठी सहित हिंदी कार्यशाला" में भाग लिया।
9. डॉ. एस. कविता ने दिनांक: 03-06 नवंबर, 2016 के दौरान वैज्ञानिक अनुसंधान (यूजीसी-डीईई सीएसआर)संघ, इंदौर में आयोजित " नेशनल कान्फ्रेंस ऑन स्टडी ऑफ मैटर यूजिंग इंटेन्स रेडिएशन सोर्सस एंड अडर एक्ट्रम कंडिशनस" में भाग लिया।
10. सुश्री प्रिया अनीश मैथ्यूस ने दिनांक: 10 नवंबर, 2016 को हैदराबाद में आयोजित 'औद्योगिक डिजाइन पर सेमिनार' में भाग लिया।
11. सुश्री प्रिया अनीश मैथ्यूस ने दिनांक: 02 दिसंबर, 2016 को हैदराबाद में आयोजित " पेटसाइट-आईपी सिम्पोजियम" में भाग लिया।
12. डॉ. राजलक्ष्मी ने दिनांक: 11-13 फरवरी, 2017 के दौरान हैदराबाद में आयोजित '5 वां अंतर्राष्ट्रीय हाइड्रोजन और फ्यूल सैल सम्मेलन" में भाग लिया।
13. श्री टी. वेणु और श्री जे. बंसिलाल ने दिनांक: 05-07 जनवरी, 2017 के दौरान नई दिल्ली में आयोजित "सेवा नियमों और कार्यालय की कार्यविधि की सामान्य जागरूकता" विषय पर तकनीकी कार्यशाला में भाग लिया।
14. सुश्री प्रिया अनीश मैथ्यूस ने दिनांक: 12-14 जनवरी, 2017 के दौरान हैदराबाद में आयोजित " आईपीआर प्रबंधन कार्यशाला" में भाग लिया।
15. डॉ. एस. कविता या श्री वी.वी. रामाकृष्णा ने दिनांक 01-03 फरवरी, 2017 के दौरान हैदराबाद में आयोजित "चुंबकीय सामग्री और अनुप्रयोगों पर अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन (आईसीएमजीएमए-2017)" में भाग लिया।
16. डॉ. आर. बालाजी, श्री एन. श्रीनिवास और श्री हरिगोपी ने दिनांक: 10-11 मार्च, 2017 के दौरान भारतीय इंजीनियरिंग स्टॉफ कॉलेज (ईएससीआई), हैदराबाद में "कान्फ्रेंस एंड एक्सिबिशन डिजिटलमेन 2017 - डिजिटल मैनुफेक्चरिंग एंड स्मार्ट टेक्नोलॉजीस" में भाग लिया।
17. डॉ. एस. कुमार, श्री नवीन एम. चव्हाण और डॉ. के. सुरेश ने दिनांक: 11-12 मार्च, 2017 के दौरान हैदराबाद विश्वविद्यालय में आयोजित 'हाई एंट्रोपी मटेरियल्स (आईडब्ल्यूएचईईएम -2017) पर अंतर्राष्ट्रीय कार्यशाला" में भाग लिया।



18. डॉ. वाई एस. राव दिनांक: 13-24 मार्च, 2017 के दौरान एनआईएएस, बेंगलुरु में "विज्ञान, प्रौद्योगिकी और नवीनीकरण नीति पर एनआईएएस-डीएसटी कार्यक्रम" में भाग लिया।
19. श्री ए. श्रीनिवास ने दिनांक: 27 मार्च, 2017 को नई दिल्ली में आयोजित आरटीआई अधिनियम, 2005 सेमिनार" में भाग लिया।

### भारतीय प्रशिक्षण कार्यक्रमों में प्रतिभागिता

- डॉ. के. मुरुगन और डॉ. डी.सी. जाना ने दिनांक: 26-28 अप्रैल, 2016 के दौरान ईएससीआई, हैदराबाद में आयोजित 'संचार और प्रस्तुतिकरण कौशल (संचार पर जोर देने के लिए) पर प्रशिक्षण कार्यक्रम' में भाग लिया।
- श्री एस. अरुण और श्री एल. वेंकटेश ने दिनांक: मई 17-19, 2016 के दौरान ईएससीआई, हैदराबाद में आयोजित "व्यक्तित्व विकास पर व्यावसायिक विकास कार्यक्रम" में भाग लिया।
- के. आर. सी. सोमा राजू ने दिनांक: 23- 28 मई, 2016 के दौरान सीएसआईआर-राष्ट्रीय धातुकर्म प्रयोगशाला, जमशेदपुर में आयोजित " औद्योगिक जंग की निगरानी और रोकथाम पर पांच दिवसीय प्रशिक्षण कार्यक्रम " में भाग लिया।
- डॉ. एस. कुमार, डॉ. गुरुराज तेलसंग, श्री नवीन एम. चव्हाण और सुश्री के दिव्या ने दिनांक: 07 जुलाई, 2016 को हैदराबाद में आयोजित " टॉपटेक प्रोग्राम कोर्स ऑन एयरोस्पेस स्टैंडर्ड प्रेक्टिस" में भाग लिया।
- डॉ. जी. रवी चन्द्रा, डॉ. के. सुरेश, श्री एस. सुधाकर शर्मा, डॉ. कृष्णा वल्लेटी, डॉ. एस. कुमार, श्री पी.वी.वी. श्रीनिवास, डॉ. पी. उदय भास्कर और श्री अमोल सी बदगुजार ने दिनांक: 14-15 जुलाई, 2014 के दौरान डीएमआरएल, हैदराबाद में आयोजित 'गैर-धातुकर्मियों (एमएनएम -2016) के लिए धातु विज्ञान पर लघु पाठ्यक्रम' में भाग लिया।
- श्री जी.एम राज कुमार और श्री पी. साई किशोर ने दिनांक: 15 जुलाई, 2016 को ईएससीआई, चेन्नै में आयोजित "कर संबंधी मुद्दों पर प्रशिक्षण कार्यक्रम" में भाग लिया।
- श्री जी. रमेश रेड्डी ने दिनांक: 25 -30 जुलाई, 2016 के दौरान फरीदाबाद में आयोजित 'सार्वजनिक प्रापण एमडीपी प्रशिक्षण कार्यक्रम' में भाग लिया।
- श्री ए. श्रीनिवास ने दिनांक: 18 नवंबर, 2016 को नई दिल्ली में आयोजित "डीपीटी के आरटीआई ऑनलाइन पोर्टल के साथ, विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग के अंतर्गत सार्वजनिक प्राधिकरणों के संरेखित प्रशिक्षण सत्र" में भाग लिया।
- डॉ. एन. राजलक्ष्मी और सुश्री प्रिया अनीश मैथ्यूस ने दिनांक: 21-25 नवंबर, 2016 के दौरान हैदराबाद में आयोजित 'महिला वैज्ञानिकों/ तकनीशियनों के लिए एकीकृत वैज्ञानिक परियोजना प्रबंधन कार्यक्रम' में भाग लिया।
- डॉ. आर. शुभश्री और श्री डी.एस. रेड्डी ने दिनांक: 23-25 नवंबर, 2016 के दौरान बेंगलुरु में आयोजित ' ऑल इंडिया ट्रेनिंग प्रोग्राम ऑन इंडस्ट्रियल मेटल फिनिशिंग , इलेक्ट्रोप्लेटिंग टेक्नोलॉजीज, एयरोस्पेस केमिकल्स प्रोसेस ' में भाग लिया।
- श्री टी. वेणु और डॉ. रंभा सिंह ने दिनांक: 28 नवंबर से 02 दिसंबर, 2017 के दौरान बीडीएल, हैदराबाद में आयोजित 'लघु अवधि अनुवाद प्रशिक्षण पाठ्यक्रम' में भाग लिया।
- डॉ. प्रमोद एच. बोर्से ने दिनांक: 09 दिसंबर, 2016 को हैदराबाद में आयोजित "ट्रेनिंग प्रोग्राम ऑन इंटरप्रेनर 2.0, इन्वोवेशन: ट्रांसफॉर्मिंग

आइडियाज टू बिजनेस 2016 'कार्यक्रम में भाग लिया।

- डॉ. एस. एस. शक्तिवेल और डॉ. रवि एन बाथे ने दिनांक:12-14 जनवरी, 2016 के दौरान हैदराबाद के भारतीय प्रशासनिक स्टाफ कॉलेज (एएससीआई) द्वारा आयोजित 'रणनीतिक अनुसंधान एवं विकास प्रबंधन प्रशिक्षण कार्यक्रम' में भाग लिया।
- डॉ. के. सुरेश और डॉ. के. राम्या ने दिनांक: 12-16 दिसंबर, 2016 के दौरान एएससीआई, हैदराबाद में आयोजित 'विज्ञान प्रशासन और प्रबंधन प्रशिक्षण कार्यक्रम' में भाग लिया।
- डॉ. पी. के. जैन ने दिनांक: 16 -27 जनवरी, 2017 के दौरान एएससीआई, हैदराबाद में आयोजित "इन्वोवेशन इन टेक्नोलॉजी मैनेजमेंट" पाठ्यक्रम में भाग लिया ।
- श्री के.आर.सी.सोमा राजू, श्री डी.एस. रेड्डी, श्री जे.वी. राव, श्री बी.एस. राव ने दिनांक: 23 जनवरी, 2017 को एआरसीआई में आयोजित " स्प्रे पेंटिंग आंतरिक प्रशिक्षण" में भाग लिया।
- डॉ. मालोबिका करंजई और डॉ. डी. शिवप्रहसम ने दिनांक: 30 जनवरी से 3 फरवरी, 2017 तक के दौरान हैदराबाद में आयोजित 'वैज्ञानिक और प्रौद्योगिकीवाद के लिए कार्यस्थल पर भावनात्मक प्रज्ञा प्रशिक्षण कार्यक्रम' में भाग लिया।
- श्री जी.एम. राज कुमार, श्री बी. वेंकटेशम और श्री आर. रंगा नायक ने दिनांक: 01-02 फरवरी, 2017 के दौरान हैदराबाद में आयोजित 'पीएफएमएस मॉड्यूल ट्रेनिंग' में भाग लिया।
- श्री टी. वेणु ने दिनांक: 3 फरवरी, 2017 को चेन्नै में आयोजित "आरटीआई अधिनियम, 2005 प्रशिक्षण कार्यक्रम" में भाग लिया।
- श्री के. श्रीनिवास राव, श्री अनिर्बान भट्टाचार्जी, श्री जी.एम. राज कुमार, सुश्री पी. कमल वैशाली और श्री के. नरेश कुमार ने दिनांक: 22 फरवरी, 2017 को सीजीओ टावर, हैदराबाद में "सरकारी ई-मार्केट प्लेस (जीआईएम) प्रोक्योरमेंट मेड स्मार्ट प्रशिक्षण कार्यक्रम" में भाग लिया ।
- श्री श्रीनिवास अत्युता ने दिनांक : 02-06 मार्च, 2107 के दौरान राष्ट्रीय ऊर्जा संस्थान (एनआईसीई), गुरु ग्राम, हरियाणा, एमएनआरई, सरकार भारत में "डिजाइनिंग ऑफ कॉन्सन्ट्रैटड सोलार थर्मल एंड सोलार वाटर हीटिंग सिस्टम्स" प्रशिक्षण पाठ्यक्रम में भाग लिया ।
- डॉ. पी.के. जैन, श्री वी. बालाजी राव, डॉ. आर. शुभश्री, डॉ. बी.पी. साहा, डॉ. संजय भारद्वाज, डॉ. एस. शक्तिवेल, डॉ. आई गणेश, डॉ. जॉयदीप जोअरदार, श्री के.वी. फणि प्रभाकर डॉ. बी. वी. शारदा, डॉ. एस.एम. शारिफ, डॉ. रवि एन बाथे, डॉ. के. सुरेश, डॉ. नेहा वाई हेबालकर, डॉ. कल्याण हेमब्रम, डॉ. के. मुरुगन, डॉ. दलाल चंद्र जाना, डॉ. एम. बुच्ची सुरेश, सुश्री एस. निर्मला, श्री आर. सेंथिल कुमार, श्री एस. सुधाकर शर्मा, डॉ. आर. ईश्वरमूर्ति, श्री प्रसेनजीत बारिक, सुश्री पापिया बिस्वास, श्री एस. अरुण और श्री पांडु रमावत ने दिनांक: दिनांक: 20-21 मार्च, 2017 के दौरान एआरसीआई, हैदराबाद में आयोजित "प्रभावी संचार के माध्यम से नेतृत्व उत्कृष्टता" दो दिवसीय आंतरिक प्रशिक्षण कार्यक्रम में भाग लिया ।

## पेटेंट पोर्टफोलियो

## स्वीकृत भारतीय पेटेंट्स

क्रम सं.	पेटेंट का शीर्षक	पेटेंट आवेदन संख्या	आवेदन तिथि	पेटेंट सं.	स्वीकृति की तिथि
1.	सोलॉर ड्रॉयर	184674	23/09/2000	487/ MAS/1994	08/06/1994
2.	सोलार कुकर	184675	25/05/2001	498/ MAS/1994	13/06/1994
3.	वाहनों के साथ प्रयोग करने के लिए एक अप्रत्यक्ष गरम उत्प्रेरक कनवर्टर	185433	10/08/2001	809/ MAS/1994	25/08/1994
4.	लघु सिरैमिक फाइबर की तैयारी के लिए प्रक्रिया	186751	07/06/2002	537/ MAS/1994	20/05/1994
5.	रासायनिक रूप से फैली हुई ग्रेफाइट के उत्पादन की प्रक्रिया और इस तरह के ग्रेफाइट वाला एक उपकरण	187654	05/12/2002	562/ MAS/1994	07/06/1995
6.	रिएक्शन बॉन्डेड सिलिकॉन कार्बाइड घटकों की तैयारी के लिए प्रक्रिया	195429	31/08/2006	1886/ MAS/1996	28/10/1996
7.	न्यू कंपोजिट मटेरियल्स हेविंग गुड शॉट अटेन्यूएटिंग प्रॉपर्टीज तथा उक्त सामग्री की तैयारी के लिए प्रक्रिया	194524	02/01/2006	976/ MAS/1998	06/05/1998
8.	मैग्नीशियम अल्युमीनेट स्पाइनल ग्रेन्स की तैयारी के लिए उन्नत प्रक्रिया	200272	02/05/2006	29/MAS/1999	07/01/1999
9.	सिरैमिक हनीकोम्ब आधारित एनर्जी एफिशिएन्ट एअर हीटर	200787	02/06/2006	30/MAS/1999	07/01/1999
10.	अल्युमिना आधारित अपघर्षी सामग्री, योजक संघटक, इसे बनाने की प्रक्रिया और निर्मिती	198068	16/02/2006	122/ MAS/2000	18/02/2000
11.	डेन्स मैग्नेशियम अल्युमीनेट स्पाइनल ग्रेन्स के उत्पादन की प्रक्रिया	198208	16/02/2006	520/ MAS/2000	06/07/2000
12.	हनीकोम्ब एक्स्ट्रूज़न ड्राई बनाने की सुधार पद्धति और उक्त ड्राई के उपयोग करने हेतु सिरैमिक हनीकोम्ब बनाने की प्रक्रिया	198045	13/01/2006	538/ MAS/2001	03/07/2001
13.	पाउडर मटेरियल्स के गैस डायनामिक डिपोजिशन के लिए उपसंसाधन	198651	25/01/2006	944/ MAS/2001	22/11/2001
14.	मैटालाइजेशन के लिए उपयोगी इवॉपोरेशन बोट तथा ऐसे बोट्स की तैयारी की प्रक्रिया	201511	01/03/2007	882/ CHE/2003	31/10/2003
15.	सिलिकॉन कार्बाइड के वर्टिकल रिटॉर्ट में कॉन्स्ट्रेंट डिस्सेन्ट सहित इम्पीस्सिबल में आइरॉन ऑक्साइड के कार्बोथर्मिक रिडक्शन की प्रक्रिया	205728	16/04/2007	546/ CHE/2003	01/07/2003
16.	सिरैमिक क्रूसिबल्स की तैयारी की प्रक्रिया	207700	20/06/2007	806/ MAS/2000	26/09/2000
17.	मैटॉलिक पर बॉडियों की कवच निर्मित प्रक्रिया और प्रक्रिया के लिए उपकरण	209817	06/09/2007	945/ MAS/2001	22/11/2001
18.	धातु से बने पृष्ठभाग पर संरक्षक कार्बन कवच का उपयोग करने के लिए डिवाइस एवं पद्धति	211922	13/11/2007	719/ MAS/1999	08/07/1999
19.	सुधारित बोरोनाइलिंग कंपोजिशन	220370	27/05/2008	289/ MAS/2001	03/04/2001

क्रम सं.	पेटेंट का शीर्षक	पेटेंट आवेदन संख्या	आवेदन तिथि	पेटेंट सं.	स्वीकृति की तिथि
20.	विकलांगचिकित्सा तथा अन्यत्र जोड़- योजना में उपयोगी टाइटेनियम आधृत बायोक्वाम्पोजिट सामग्री तथा इसकी निर्मित प्रक्रिया	228353	03/02/2009	2490/ DEL/2005	14/09/2005
21.	अधस्तर(सबस्ट्रेट) पर लेजर बीम का उपयोग कर छेद बनाने की सुधारित पद्धति	239647	29/03/2010	3205/ DEL/2005	29/11/2005
22.	फ्यूल सैल को पहुँचाए जाने वाले हाइड्रोजन के निरंतर आर्द्रिकरण पद्धति तथा उसके उपकरण	247547	19/04/2011	670/ CHE/2007	30/03/2007
23.	वैरिस्टार्स की तैयारी के लिए उपयोगी डोपड जिंक ऑक्साइड नैनोपाउडर की तैयारी के लिए सुधारित प्रक्रिया ।	254913	03/01/2013	1669/ DEL/2006	20/07/2006
24.	मेटल ऑक्साइड सेमी कंडक्टर फिल्ड इफेक्ट ट्रान्जिस्टर (MOSFET) के ऑन और ऑफ टाइम के नियंत्रण के लिए डिवाइज, मेटल वर्कपीस इनकोर्पोरेंटिंग के उपर्यक्त कंट्रोल डिवाइस के स्पार्क कोटिंग सर्फेस के लिए डिवाइस और उपयोग हो रहे उक्त डिवाइस के कोटिंग मेटल सर्फेस की पद्धति	262189	05/08/2014	1610/ DEL/2005	21/06/2005
25.	गैस डीफ्यूज़न इलेक्ट्रोड को तैयार करने और पीईएम फ्यूल सैल में सुधार करने हेतु उपयोगी उत्प्रेरक इंक	277778	30/11/2016	680/ DEL/2008	18/03/2008
26.	उपयोग हो रहे फ्यूल सैल्स में एक्सफोलिएटेड ग्रेफाइट सेपरेटर प्लेट्स की तैयारी के लिए सुधार प्रक्रिया, प्लेट्स प्रक्रिया द्वारा तैयार और उक्त प्लेट्स के इनकोर्पोरेंटिंग फ्यूल सैल्स	281504	20/03/2017	1206/ DEL/2006	17/05/2006

### स्वीकृत किए जाने वाले राष्ट्रीय भारतीय पेटेंट

क्रम सं.	पेटेंट का शीर्षक	पेटेंट आवेदन संख्या	भरने की तिथि
01.	नैनोसिल्वर और नैनोसिल्वर कोटेड सिरैमिक पाउडर्स की तैयारी के लिए प्रक्रिया	2786/DEL/2005	19/10/2005
02.	नॉवेल सिरैमिक मटेरियल्स हेविंग इम्पुल्ड मेकानिकल प्रॉपर्टीज और इसकी तैयारी की पद्धति	3396/DEL/2005	19/12/2005
03.	फ्यूल सैल्स में उपयोगी ह्यूमीडिफिकेशन गैसेस के लिए सुधार हाइड्रोफिलिक मेम्ब्रेन और इसकी तैयारी की प्रक्रिया	1207/DEL/2006	17/05/2006
04.	फ्यूल सैल के लिए तैयार की गई उपयोगी नैनोटंगस्टन कार्बाइड पाउडर के लिए सुधार प्रक्रिया	81/DEL/2007	12/01/2007
05.	फ्यूल सैल के लिए उपयोगी ह्यूमीडिफायर आधारित हाइड्रोफिलिक मेम्ब्रेन	95/DEL/2007	16/01/2007
06.	बढी हुई प्रदर्शन के लिए सुधारित फ्यूल सैल	606/DEL/2007	21/03/2007
07.	मेटल बोरोहाइड्रिड और डिवाइस से हाइड्रोजन जनरेशन के लिए सुधार पद्धति	1106/DEL/2007	23/05/2007
08.	संशोधित सिलिंड्रिकल मेग्नेट्रोन कैथोड और उक्त कैथोड सर्फेस पर डिपोजिटिंग थिन फिल्म्स के लिए प्रक्रिया का उपयोग	21/DEL/2008	03/01/2008
09.	सुधारित इलेक्ट्रोड मेम्ब्रेन असेम्बली और असेम्बली बनाने की पद्धति	631/DEL/2008	13/03/2008
10.	डिपोजिशन और अॅम्पारेटस के लिए प्रक्रिया और इसको करने की प्रक्रिया	1829/DEL/2008	01/08/2008
11.	पॉलीमर इलेक्ट्रोलाइट मेम्ब्रेन फ्यूल सैल में उपयोग के लिए संशोधित गैस प्लो फिल्ड प्लेट	2339/DEL/2008	13/10/2008
12.	उच्चतर स्टेबल एक्यूरस नैनो टाईटेनिया सस्पेंशन के उत्पादन के लिए संशोधित पद्धति	730/DEL/2009	09/04/2009

क्रम सं.	पेटेंट का शीर्षक	पेटेंट आवेदन संख्या	भरने की तिथि
13.	नॉवेल कॉपर फॉइल्स हेविंग हाई हार्डनेस और कंडक्टिविटी तथा प्लस रीवर्स इलेक्ट्रोडिपोजिशन मैथड फॉर देयर प्रिपेरेशन	1028/DEL/2009	20/05/2009
14.	निक्कल इलेक्ट्रोडिपोजिटेड हेविंग प्रेडिटरमाइड हार्डनेस ग्रेडिएट की तैयारी के लिए संशोधित पद्धति	1455/DEL/2009	15/07/2009
15.	कोटिंग मेटालिक सर्फसेस के लिए संशोधित कंपोजिशन, और कोटिंग सच सर्फस यूजिंग दि कंपोजिशन के लिए पद्धति	620/DEL/2010	17/03/2010
16.	पॉलीमर इलेक्ट्रोलाइट मेम्ब्रेन फ्यूल सैल (PEMFC) उपयोग के लिए संशोधित गैस और कूलेंट फ्लोव फिज्ड प्लेट्स	1449/DEL/2010	22/06/2010
17.	नैनो सिल्वर पार्टिकल्स हेविंग एन्टीबैक्टेरियल गतिविधि के स्थायी सस्पेंशन की तैयारी के लिए सुधारित प्रक्रिया	1835/DEL/2010	04/08/2010
18.	कार्बन कंटेनिंग सीलिकॉ एरोजेल उत्पादन करने के लिए सुधारित पद्धति	2406/DEL/2010	08/10/2010
19.	कोटिंग प्लास्टिक सर्फसेस के लिए स्क्रेच और अब्रेशन, उनकी तैयारी के लिए प्रक्रिया और कंपोजिशन में कोटिंग का प्रयोग करने के लिए प्रक्रिया	2427/DEL/2010	12/10/2010
20.	प्रोडक्टिंग ZnO नैनोरोड्स के लिए संशोधित पद्धति	2759/DEL/2010	19/11/2010
21.	एन्टीबैक्टेरियल और सेल्फ क्लिनिंग सर्फसेस के लिए उपयोगी बी-फंक्शनल सिलिकॉ की तैयारी के लिए सुधारित प्रक्रिया	3071/DEL/2010	22/12/2010
22.	पोरस सिलिकॉन कंपेक्ट्स को तैयार करने के लिए सुधारित पद्धति	912/DEL/2011	31/03/2011
23.	नैनोसिल्वर कोटेड सिरैमिक कैंडल फिल्टर की तैयारी के लिए संशोधित प्रक्रिया	1249/DEL/2011	28/04/2011
24.	कोटिंग प्लास्टिक सर्फसेस के लिए संशोधित अब्रेशन रेसिस्टेंट और हाइड्रोफोबिक कंपोजिशन और उनकी तैयारी के लिए प्रक्रिया	1278/DEL/2011	02/05/2011
25.	सिन्टर्ड पॉलिक्रिस्टलाइन ट्रान्सपेरेंट सब-माइक्रॉन अल्युमिना बनाने के लिए सुधारित पद्धति	1358/DEL/2011	10/05/2011
26.	प्लाज्मा स्प्रेयिंग यूटिलाइजिंग पाउडर एंड सोल्यूशन प्रेक्यूसोर फिडस्टोक द्वारा उत्पादित कंपोजिट मल्टीलेयर्स और ग्रेडेड कोटिंग्स के लिए सुधारित हाईब्रिड मैथोडोलॉजी	2965/DEL/2011	17/10/2011
27.	मैटालिक सर्फसेस पर सोलॉर सिलेक्टिव कोटिंग्स के लिए संशोधित कंपोजिशन और इसकी तैयारी के लिए प्रक्रिया और कंपोजिशन उपयोग कोटिंग के लिए प्रक्रिया	3324/DEL/2011	22/11/ 2011
28.	उत्पादित पाउडर मैटलर्जी उपकरण जैसे सिरैमेटालिक फ्रिक्शन कंपोजिट के लिए प्रक्रिया और मल्टी- पीस्टॉन हॉट प्रेस	3844/DEL/2011	28/12/ 2011
29.	उत्पादित आई आर ट्रान्सपेरेंट पॉलीक्रिस्टलाइन अल्युमिना आर्टिकल और उत्पादित आर्टिकल के लिए भी नवीन प्रक्रिया	365/DEL/2012	08/02/2012
30.	नैनोक्रीस्टाइल ओलीवाइन स्ट्रक्चर ट्रान्सिशन मेटल फोस्फेट मटेरियल की तैयारी के लिए प्रक्रिया	405/DEL/2012	14/02/2012
31.	ट्रान्सपेरेंट अल्युमिनियम ओएक्सि नाइट्राइड (ALON) आर्टि ल्स के उत्पादन के लिए संशोधित सही पद्धति	1408/DEL/2012	08/05/2012
32.	कूलिंग फ्यूल सैल की पद्धति और डिवाइस	1409/DEL/2012	08/05/2012
33.	संशोधित सोलॉर सिलेक्टिव मल्टीलेयर कोटिंग और उस की डिपोजिटिंग की पद्धति	1567/DEL/2012	22/05/2012
34.	टंगस्टेन डायसल्फाइड नैनोशीट्स के सिन्थेसिस के लिए नॉवेल पद्धति	1703/DEL/2012	04/06/2012
35.	फ्यूल सैल अप्लिकेशन्स यूजिंग नैनोफ्लूराइड कूलेंट के लिए इनहैन्सड थर्मल मैनेजमेन्ट सिस्टम्स	1745/DEL/2012	07/06/2012
36.	स्कैच रिसिस्टेन्स प्रॉपर्टी सहित प्रॉडक्टिंग एन्टी-रिफ्लेक्टिव कोटिंग्स की प्रक्रिया	1777/DEL/2012	11/06/2012
37.	लेजर ट्रीटमेन्ट द्वारा मैन्यूफैक्चरिंग कॉपर-इंडियम गेलिअम डिसेलीनाइड थिन फिल्म्स	2084/DEL/2012	05/07/2012

क्रम सं.	पेटेंट का शीर्षक	पेटेंट आवेदन संख्या	भरने की तिथि
38.	इलेक्ट्रॉनिकली एंड ऑयोनिकली कंडक्टिंग मल्टी-लेयर फ्यूल सैल इलेक्ट्रोड से बनाने के लिए प्रक्रिया	2198/DEL/2012	17/07/2012
39.	ऑक्सिजन एनरिचमेंट सिस्टम यूजिंग मैग्नेट फ्यूल सैल सिस्टम इक्विपड	2985/DEL/2012	25/09/2012
40.	लो इमीस्सिव बेरियर कोटिंग ओवर ए सबस्ट्रेट सहित हाई थर्मल स्टेबल सिलेक्टिव सोलार अब्जॉर्बर लेयर और उसकी उत्पादन प्रक्रिया	3312/DEL/2012	29/10/2012
41.	पॉलिमर इलेक्ट्रोलाइट (PEM) सैल और एक्यूरेस ऑर्गेनिक सोलुशन्स से उत्पादित हाइड्रोजन की पद्धति	3313/DEL/2012	29/10/2012
42.	फ्यूल सैल स्टैक मॉनिटरिंग और कंट्रोलिंग के लिए उपयोगी कंट्रोल प्रणाली का संशोधित परीक्षण	269/DEL/2013	31/01/2013
43.	हार्डनिंग स्टील के लिए नॉवेल लेजर सर्फेस मोडिफिकेशन टेक्नोलॉजी	337/DEL/2013	06/02/2013
44.	एक्सिलैन्ट ऑप्टिकल अब्सॉर्पेंस सहित संशोधित सोलॉर सिलेक्टिव अब्सॉर्बर कोटिंग, लॉव थर्मल इमीस्सिविटी एंड एक्सिलैन्ट कर्रोजन रेसिस्टेन्स प्रॉपर्टी और उसके उत्पादन की प्रक्रिया	1129/DEL/2013	16/04/2013
45.	एनोडाइजेबल मेटल सर्फेस के लिए संशोधित कंपोजिशन और कोटिंग की प्रक्रिया	1310/DEL/2013	03/05/2013
46.	ट्यूबलर फ्लोव रेक्टर वाया पॉलिकोल प्रक्रिया में सहयोगी प्लैटिनम नैनो पारटिकल उत्प्रेरक की तैयारी की पद्धति	1571/DEL/2013	24/05/2013
47.	संशोधित मेकानिकल प्रोपर्टीज सहित एन्टीरीफ्लैक्टिव कोटिंग के लिए संशोधित कंपोजिशन और उक्त की कोटिंग की प्रक्रिया	2330/DEL/2013	05/08/2013
48.	एन्टी - रीफ्लैक्टिव कांटिंग्स वीथ एन्टी-फॉगिंग (सुपर हाईड्रोफिलिक), यूवी, वेदर एंड स्क्रैच रेसिस्टेन्स प्रॉपर्टीज की उत्पादन प्रक्रिया	2919/DEL/2013	03/10/2013
49.	ओब्टेनिंग ए ट्रान्सपेरेन्ट, प्रोटेक्टिव कोटिंग ऑन बी-अस्फेरिक/प्लानो-कंवेक्स नॅसेस मेड ऑफ ऑप्टिकल ग्रेड प्लास्टिक्स फॉर यूजिंग इन इनडाइरेक्ट आपथैल्मोसेकॉपी के लिए संशोधित प्रक्रिया	3072/DEL/2013	17/10/2013
50.	हाईड्रोजन जनरेशन के लिए इलेक्ट्रोलाइजर आधारित एक्सफोलियटेड ग्रेफाइट सेपरेटर	3073/DEL/2013	17/10/2013
51.	मल्टी-ट्रेक लेजर सर्फेस हार्डनिंग ऑफ लॉ कार्बन कोल्ड रोलड क्लोजली एनियल्ड (सीआरसीए) ग्रेड्स ऑफ स्टील्स	1411/KOL/2013	13/12/2013
52.	हाई ऑप्टिकल प्रोपर्टीज हेविंग इजी टु क्लीन प्रॉपर्टी, यूवी और कॉर्रोजन रेसिस्टेन्स प्रॉपर्टीज सहित सुपर हाईफोबिक कोटिंग, तैयारी और आवेदन की प्रक्रिया	402/DEL/2014	12/02/2014
53.	बाइपोलर प्लेट्स आधारित एक्सफोलियटेड सहित हाई टम्पेरेचर पॉलिमर इलेक्ट्रोलाइट मेम्ब्रेन फ्यूल सैल्स	494/DEL/2014	20/02/2014
54.	स्त्रे कोटिंग तकनीकी और लेपित सबस्ट्रेट द्वारा सबस्ट्रेट पर Sr- Fe डबल पेरोव्सकाइट का निक्षेपण पद्धति	1151/DEL/2014	29/04/2014
55.	पारदर्शित, यूवी ब्लैकिंग ग्लास और उक्त जैसी कोटिंग प्रक्रिया के लिए कोटिंग कंपोजिशन को बनाने की प्रक्रिया में सुधार	1152/DEL/2014	29/04/2014
56.	बहुक्रियात्मक स्वतः संयोजन मिक्स फेज टाइटेनिया स्फेयर के उत्पादन की प्रक्रिया	3777/DEL/2014	19/12/2014
57.	सोलार ऑप्टिकल यूवी और आईआर ट्रान्स्पेरेन्ट विन्डोज अप्लिकेशन के लिए पोरस Mg F2 नैनोपार्टिकल, एन्टीरिफ्लेक्शन कोटिंग सस्पेन्शन एवं कोटिंग्स उत्पादन करने के लिए पद्धति	4041/DEL/2014	31/12/2014
58.	सीआईजीएस थिन फिल्म युक्त नैनोमेश जैसी संरचना के विनिर्माण के लिए अभिन्न इलेक्ट्रोकेमिकल पद्धति	426/DEL/2015	16/02/2015
59.	उत्तम ऑप्टिकल और थर्मल रेसिस्टेंट प्रॉपर्टीज सहित नैनोकंपोजिट ऑक्साइड सिलेक्टिव अब्जॉर्बर कोटिंग का सुधार प्रदर्शन	1111/DEL/2015	22/04/ 2015

क्रम सं.	पेटेंट का शीर्षक	पेटेंट आवेदन संख्या	भरने की तिथि
60.	वियर, कर्राजन एवं फटाइंग डेमेज़ से संरचना वर्ग की सुरक्षा प्रक्रिया एवं उपकरण	1839/DEL/2015	22/06/ 2015
61.	एन्टि टर्निंग ऑर्गेनिक- इंऑर्गेनिक हाब्रिड सोल - जैल की तैयार की गई पद्धति एवं उसकी कोटिंग	2049/DEL/2015	07/07/2015
62.	बढी हुई कोशल सहित उत्पादन करने वाली सिलिका एअरोजैल थर्मल इंसुलेशन उत्पादन के लिए सुधार प्रक्रिया	2141/DEL/2015	15/07/ 2015
63.	सुधार प्रदर्शन सहित सोलार एनर्जी कॉलेक्टर/ अब्जॉर्बर ट्यूब्स के लिए सोलार सिलेक्टिव कोटिंग और उसका उत्पादन करने की पद्धति	2142/DEL/2015	15/07/ 2015
64.	स्वयं सफाई अनुप्रयोगों के लिए उत्पादन करने के उच्च प्रदर्शन विजिबल-लाइट-फोटोकेटालाइट मटेरियल्स पद्धति	2625/DEL/2015	25/08/ 2015
65.	थर्मल स्प्रे द्वारा ग्रेफाइन आधारित मटेरियल्स का उत्पादन	2626/DEL/2015	25/08/ 2015
66.	उच्च प्रदर्शन ZnO वेरिस्टर्स की तैयारी की प्रक्रिया और सुधार कंपोजिशन	2765/DEL/2015	03/09/ 2015
67.	एनॉडिज़ाबल मेटल सर्फेस के प्रोलॉग्ड कर्राजन प्रोटेक्शन उपलब्ध कराने में सुधार कोटिंग और उसके तैयारी की प्रक्रिया	3082/DEL/2015	28/09/ 2015
68.	निक्कल टंगस्टन आधारित नैनोकंपोजिट कोटिंग डिपोजिशन के लिए पद्धति और उपकरण	201611001190	13/01/2016
69.	अल्कली ट्रान्सिशन मेटल ऑक्साइड पर इनसूट कार्बन कोटिंग के लिए प्रक्रिया	201611007461	03/03/2016
70.	स्थिर नैनो सिल्वर सर्पेशन की तैयारी के लिए सुधारित संसाधन रोगाणुरोधी गतिविधि	201611027145	09/08/2016
71.	लेजर आधारित सतह संसाधन उपकरण और प्रक्रिया के लिए प्रक्रिया धातुई सामग्री और अवयव	201611034362	07/10/2016
72.	नैनो कार्स्टिंग और लकड़ी के उत्पाद द्वारा तैयार किये गये कार्बन- धातु ऑक्साइड समग्र की सुधारित प्रक्रिया	201611034531	07/10/2016
73.	अकार्बनिक बंद सिलिका आधारित पर्यावरण-अनुकूल कृत्रिम संगमरमर लेख और उसके उत्पाद के उत्पादन के लिए पद्धति	201611036479	25/10/2016
74.	वस्त्रों के फ्लैम रिटेंटेंट प्रॉपर्टी और तैयारी की प्रक्रिया प्रदान करने के लिए बेहतर विलेपन संरचना	201611040091	23/11/2016
75.	ऑप्टिकल और सौर अनुप्रयोगों के लिए खोखले MgF2 नैनोकणों, विरोधी प्रतिबिंब विलेपन सोल और विलेपन उत्पादन की पद्धति	201611041804	07/12/2016
76.	लिथियम आयन बैटरी अनुप्रयोगों के लिए उच्च प्रदर्शन लिथियम टाइटेनेट एनोड सामग्री की पद्धति लिथियम आयन बैटरी अनुप्रयोगों के लिए	201711006147	21/02/2017
77.	ऊर्जा संग्रहण अनुप्रयोगों और उत्पाद के लिए जूट छड़ी आधारित जैव-अपशिष्ट से संरचित नैनोप्रोरोस कार्बन सामग्री की तरह ग्रेफाइन उत्पादन की पद्धति	201711006697	24/02/2017
78.	गैस डायनामिक शीत स्प्रे डिवाइस और सबस्ट्रेट विलेपन की पद्धति	201711006749	26/02/2017
79.	कच्चे सामग्री से लेकर उत्पादन तक के लिए पावर मेटलर्जी संसाधन के लिए नवीनतम उपकरण	201711011552	30/03/2017

## स्वीकृत की जाने वाली अंतराष्ट्रीय पेटेंट

क्रम सं.	पेटेंट शीर्षक	देश	पेटेंट सं./आवेदन सं.	स्वीकृति की तिथि	आवेदन करने की तिथि	भारतीय पेटेंट ब्यौरें
1.	मेटालिक बॉडिज पर कोटिंग करने की प्रक्रिया और प्रक्रिया करने के लिए साधन	USA	US6893551B2	17/05/2005	02/08/2002	209817

क्रम सं.	पेटेंट शीर्षक	देश	पेटेंट सं./आवेदन सं.	स्वीकृति की तिथि	आवेदन करने की तिथि	भारतीय पेटेंट ब्योरें
2.	मेटल ऑक्साइड सेमि कंडक्टर फिल्ड इफेक्ट ट्रान्सिस्टर(MOSFET) के ऑन और ऑफ टाइम के नियंत्रण के लिए डिवाइज, मेटल वर्कपीस इनकोर्पोरेंटिंग दि सैड कंट्रोल उपकरण के स्पार्क कोटिंग सर्फेस के लिए उपकरण और उपयोग हो रहे उक्त डिवाइस के कोटिंग मेटल सर्फेस की पद्धति	यूएसए	US8143550B2	27/03/2012	20/03/2006	20/03/2006
3.	नैनो सिल्वर और नैनो सिल्वर कोटेड सिरैमिक पाउडर्स की तैयारी के लिए प्रक्रिया	दक्षिण अफ्रीका	2006/8591	30/04/2008	13/10/2006	2786/ DEL/2005
		श्री लंका	14258	02/11/2011	17/10/2006	
		इंडोनेशिया	IDP000044402	06/02/2017	18/10/2006	
		बांग्लादेश	233/2006	---	18/10/2006	
4.	निरंतर विलेपन निक्षेपण के लिए प्रक्रिया और प्रक्रिया को करने के लिए संसाधन	दक्षिण अफ्रीका	2009/06786	26/05/2010	30/09/ 2009	1829/ DEL/2008
		यूके	2464378	15/05/2013	02/10/2009	
		अमेरीका	8486237	16/07/2013	14/10/2009	
		जापान	2009-237921	27/12/2013	15/10/2009	
		फ्रांस	2937342	18/12/ 2015	12/10/2009	
		ब्राज़िल	PI0904232-6	---	15/10/2009	
5.	नैनो सिल्वर पार्टिकल्स हेविंग एन्टीबैक्टेरियल गतिविधि के स्थायी संस्पेशन की तैयारी के लिए सुधारित प्रक्रिया	यूनाइटेड किंगडम	GB2496089	18/06/2014	19/07/2011	1835/ DEL/2010
		हॉंगकॉंग	13107076.7	---	18/06/2013	
6.	विद्युत प्रवाहकीय कार्य टुकड़ा की सतह पर विद्युत प्रवाहकीय इलेक्ट्रोड सामग्री निक्षेप करने की पद्धति	यूएसए	US8674262B2	18/03/2014	12/08/2011	1610/ DEL/2005; के विभागीय पेटेंट US81435 50B2
7.	प्लाज्मा स्प्रेयिंग युटिलाइजिंग पाउडर एंड सोलुशन प्रिकर्सर फिडस्टोक द्वारा उत्पादित कंपोजिट मल्टीलेयर्स और ग्रेंडेड विलेपन के लिए संशोधित हाईब्रिड मैथोडोलॉजी	क्षिण अफ्रीका	2012/02480	---	05/04/2012	2965/ DEL/2011
		कनाडा	2784395	16/09/2014	31/07/2012	
		ब्राज़िल	102120221209	---	31/08/2012	
		जर्मनी	102012218448.1	---	10/10/2012	
		फ्रांस	1259820	---	15/10/2012	
8.	प्रक्रिया को चलाने के लिए निरंतर निक्षेपण और उपकरण के लिए प्रक्रिया	यूएसए	US9365945B2	14/06/2016	14/06/2016	1835/ DEL/2010; US8486237 B2 के विभागीय पेटेंट अनुप्रयोग
9.	मेटल ऑक्साइड सेमि कंडक्टर फिल्ड इफेक्ट ट्रान्सिस्टर(MOSFET) के ऑन और ऑफ टाइम के नियंत्रण के लिए डिवाइज, मेटल वर्कपीस इनकोर्पोरेंटिंग दि सैड कंट्रोल उपकरण के स्पार्क कोटिंग सर्फेस के लिए उपकरण और उपयोग हो रहे उक्त डिवाइस के कोटिंग मेटल सर्फेस की पद्धति	यूएसए	14/190581	---	26/02/2014	262189; के विभागीय पेटेंट अनुप्रयोग US81435 50B2 and US86742 62B2

क्रम सं.	पेटेंट शीर्षक	देश	पेटेंट सं./आवेदन सं.	स्वीकृति की तिथि	आवेदन करने की तिथि	भारतीय पेटेंट ब्योर
10.	स्टील्स के कम कार्बन शीत वाली एनाइल्ड (सीआरसीए) ग्रेड की मल्टी-ट्रैक लेजर सतह हार्डनिंग	यूएसए	15/103343	---	10/12/2014	1411/ KOL/2013
		ऑस्ट्रेलिया	AU2014362928A	---	10/12/2014	
11.	बढ़ती दक्षता के साथ सिलिका एयरोजैल थर्मल इन्सुलेशन उत्पाद के निर्माण के लिए सुधारित प्रक्रिया	निर्णय लेने के लिए	WO/2017/ 009858	---	04 /07/2016	2141/ DEL/2015; PCT/ IN2016/ 000176

## पत्रिकाओं में प्रकाशन

- एम. नाथलापति, एम. के करक, जे. डी. मजूमदार, के. चक्रवर्ती, ए. बासु "कर्कोज़न बिहेवियर एंड हाई टेंपरेचर ऑक्सिडेशन कैनेटिक्स ऑफ नैनो -  $TiO_2/Y_2O_3$  डिस्पर्सिड ज़र्कोनीअम अलॉय", जर्नल ऑफ अलॉय्स एंड कंपाउन्ड्स, अंक. 689, पृ. 908- 917, 2016.
- टी. अरुणनेलैप्पन, एल. रामा कृष्णा, एस. अनूप, आर. उमा रानी, एन. रमेशबाबु, " फेब्रिकेशन ऑफ मल्टीफ़न्शनल ब्लैक पीईओ कोटिंग्स ऑन एए7075 फॉर स्पेसक्राफ्ट अप्लिकेशन्स", सर्फेस एंड कोटिंग्स टेक्नोलॉजी, अंक. 307, पृ. 735-746, 2016.
- एन. पी. वासेसर, एस.एम.लता, एम. रामाकृष्णा, डी.एस. राव, जी. सुंदरराजन " पल्स्ड इलेक्ट्रोडिपोजिशन एंड मैकेनिकल प्रॉपटीज ऑफ Ni-W/SiC नैनो- कंपोजिट कोटिंग्स", मटेरियल्स एंड डिजाइन, अंक. 112, पृ. 140 - 150, 2016.
- सी.एस. देवी, एम. बी. सुरेश, जी. एस. कुमार, जी. प्रसाद, "हाई टेंपरेचर कंप्लेक्स इम्पीडन्स एंड मॉड्यूलस स्पेक्ट्रोस्कोपीक स्टडीज ऑफ डोपड  $Na_0.5Bi_0.5TiO_3-BaTiO_3$  फेरोइलेक्ट्रिक सिरैमिक्स", आईओएनआईसीएस, अंक. 22, पृ.2363-2377,2016.
- एल. सुबाषिनी, के.वी.पी. प्रभाकर, एन. रवि चंद्रा, एस. घोष, जी. पद्मनाभम, "सिंगल पास लेज़र - आर्क हाइब्रिड वेल्डिंग ऑफ मरगिंग स्टील थिक सेक्शन्स" मटेरियल्स एंड मैनुफेक्चरिंग प्रोसेस, अंक. 31(16), पृ. 2186-2198, 2016.
- पी. बारिक, बी.वी.साहा, एस.वी. जोशी, आर. मित्रा, "स्पै - फ्रीज़ - ड्राइड नैनोराइड सिलिकॉन कार्बाइड कटेनिंग ग्रानूल्स: प्रॉपटीज्स, कंपेक्शन बिहेवियर एंड सिंटरिंग", जर्नल ऑफ दि यूरोपियन सिरैमिक सोसाइटी, अंक. 36(16), पृ. 3863-3877,2016.
- ई.एच. मोहन, बी.वी. शारदा, आर.वी.आर. नायडु, जी. सैलियन, ए.के. हरिदास, बी.वी. अप्पा राव, टी. एन. राव, " ग्रेफिन- मोडिफाइड इलेक्ट्रोडिपोजिटड डेंड्रिटिक थिन स्ट्रक्चर्स एज बाइन्डर फ्री एनोड फॉर हाई पर्फॉमेंस लिथियम- सल्फर बैटरीज", इलेक्ट्रोकेमिका एक्टा, अंक. 219, पृ. 701-710, 2016.
- के. सुरेश, एम. नागनी, आर. विजय, एम. रामाकृष्णा, आर.सी. गुंडाकरम, ए.वी.रेड्डी, जी. सुंदरराजन, " माइक्रोस्ट्रक्चरल स्टडीज ऑफ ऑक्साइड डिस्पर्सन स्ट्रेंगथेन्ड ऑस्टेनेटिक स्टील्स", मटेरियल्स एंड डिजाइन, अंक. 110, पृ.519-525, 2016.
- पी. बिस्वास, डी. चक्रवर्ती, एम.बी. सुरेश, आर. जॉन्सन, एम. के. मोहन, "फेब्रिकेशन ऑफ ग्रेफाइट कंटेमिनेशन फ्री पालिक्रिस्टलाइन ट्रान्सपेरेन्ट  $MgAl_2O_4$  स्पाइनल बाइ स्पार्क प्लाज़्मा सिंटरिंग यूजिंग प्लैटनम फॉइल", सिरैमिक्स इंटरनेशनल, अंक. 42, पृ.17920-17923,2016.
- एस. मिश्रा, सी. कुनची, के. वेंकटेशन, आर.सी. गुंडाकरम, आर. बी. एदूसूमाल्ली, "नैनोइंटेन्शन एंड टेन्साइल टेस्टिंग ऑफ ह्यूमन हेयर फाइबर", जर्नल ऑफ मटेरियल्स साइंस, अंक.51, पृ. 10191-10204,2016.
- डी. चक्रवर्ती, सी.एस. तिवारी, सी.एफ. वोल्नर, एस. राधाकृष्णन, एस. विनोद, एस. ओज़डेन, पी.एडी. दा सिल्वा, एस. भवमिक, एस. असिफ, एस.ए. माणि, डी.एस. गालवाओ, पी. एम. अजयन, "पोरोस ग्रेफाइन बाइ लॉव टेंपरेचर प्लाज़्मा वेल्डिंग फॉर बोन इम्प्लान्ट्स", एंडवान्ट मटेरियल्स, अंक. 28(40), पृ. 8959-8967,2016.
- एम. एस. प्रसाद, के.सी.एस. रेड्डी, एस. शक्तिवेल, "डवलपमेंट ऑफ कॉस्ट इफिसिएन्ट सोलार रिसिवर ट्यूब विथ ए नॉवेल अब्ज़ॉर्बर सिस्टम", अप्लाइड थर्मल इंजीनियरिंग, अंक. 109, पृ. 988-996,2016.
- एस. कुमार, जी. बेय, सी. ली, "इंफ्लूएन्स ऑफ सबस्ट्रेट रफनेस ऑन बोन्डिंग मैकेनिज्म इन कोल्ड स्प्रे", सर्फेस एंड कोटिंग्स टेक्नोलॉजी, अंक. 304, पृ. 592-605,2016.
- आर. कुमार, एस. गोविंदराजन, आर.के.एस.के. जनार्दन, टी.एन. राव, एस. वी. जोशी,एस. आनंदन, "फैसिल वन-स्टेप रूट फॉर दि डवलपमेंट ऑफ इन सिटू कोकेटालाइट - मोडिफाइड  $Ti_3+$ सेल्फ-डोपड  $TiO_2$  फॉर इंप्रूव्ड विजिबल-लाइट फोटोकैटलिटिक एक्टिविटी", एसीएस अप्लाइड मटेरियल्स एंड इंटेफेस, अंक. 8(41), अंक. 27642-27653, 2016.
- आर. संधिल कुमार, आर. जॉन्सन, "एक्वीअस स्लीप कास्टिंग ऑफ ट्रान्सपेरेन्ट अल्यूमीनियम ऑक्सिनाइड", जर्नल ऑफ दि अमेरिकन सिरैमिक सोसाइटी, अंक. 99(10), पृ.3220-3225,2016.
- वी. गंगपति, एस. यो.के. जांग, एम. मिंग, बी. कांग, जे.एच. पार्क, "हाई - रिवर्सिबल केपसिटी ऑफ पोरोवस्काइट  $BaSn_3/rGO$  कंपोजिट फॉर लिथियम-ऑयन बैटरी अनोड्स", इलेक्ट्रोकेमिका एक्टा, अंक. 214, पृ. 31-37, 2016.



17. ए. के. हरिदास, सी.एस. शर्मा, टी. एन. राव, " कैटरपिल्लर-लाइक सब- माइक्रोन LiNi 0.5 Mn1.5O4 स्ट्रक्चर्स विथ शीट डिजॉर्बर एंड Mn3+ हाई पर्फॉमेंस कैथोड मटेरियल फॉर लिथियम ऑयन बैटरीज्स", इलेक्ट्रोकेमिका अक्टा, अंक. 212, पृ. 500-509, 2016.
18. एस. अमित, अश्विनी कुमार, अरविंद कुमार, पी.के. जैन, वाई. के. मिश्रा, आर. चंद्रा, " सिलिकॉन कार्बाइड नैनोक्वालिफलाअर्स फॉर सिमेट्रिक सूपरकैपेसिटर डिवाइस" इंडस्ट्रियल एंड इंजीनियरिंग कैमिस्ट्री रिसर्च, अंक. 55(35), पृ. 9452-9458, 2016.
19. पी. बिस्वास, पी. रामावत, आर. जॉनसन, के. वी. रवि, " फैब्रिकेशन ऑफ आई आर ट्रान्सपेरेन्ट ज़िक सल्फाइड प्लेट बाई कैमिकल वेपर डिपोजिशन सीवीडी", इंडियन जर्नल ऑफ कैमिकल टेक्नोलॉजी, अंक. 23 (5), पृ. 400-404, 2016.
20. बी. वी. शशांक, एन. राजलक्ष्मी, के. एस. दत्तात्रेयन, पर्फॉमेंस एनालिसिस ऑफ पॉलिमर इलेक्ट्रोलाइट मैम्ब्रेन (PEM) फ्यूल सैल स्टैक ऑपरेटेड अंडर मरीन इंवाइरोमेंटल कंडिशनस, जर्नल ऑफ मरीन साइंस एंड टेक्नोलॉजी, अंक. 21 (3), पृ. 471-478, 2016.
21. एम. मैथिली, आर. वेदाराजन, के. राजेश, एच. एबे, एस. यूएदा, ए. दक्षणमूर्ति, एन. राजलक्ष्मी, के. एस. दत्तात्रेयन, जी. वी. राजेश, "Ptडिकोरेटेड प्री - स्टन्डिंग TiO2 नैनोट्यूब अर्रेस: हाइली एक्टिव एंड डुरेबल इलेक्ट्रोकेटालाइट फॉर ऑक्सीजन रिडक्शन एंड मैथनॉल ऑक्सिडेशन रिएक्शन", जर्नल ऑफ नैनोसाइंस एंड नैनोटेक्नोलॉजी, अंक. 16, पृ. 8269 -8278, 2016.
22. एम. नागिनी, आर. विजय, कोटेश्वरराव, वी. राजुलपति, के. भानु शंकरा राव, एम. रामाकृष्णा, ए. वी. रेड्डी, जी. सुंदरराजन, " इफैक्ट ऑफ प्रोसेस पारामीटर्स ऑन माइक्रोस्ट्रक्चर एंड हार्डनेस ऑफ ऑक्साइड डिस्पर्शन स्ट्रेन्थेन्ड 18 Cr फेरिटिक स्टील", मेटलर्जीकल एंड मटेरियल्स ट्रान्सेक्शन ए, अंक. 47, पृ. 4197-4209, 2016.
23. एस. मानसा, आर. सुभ्रमी, "इफैक्ट ऑफ हीट ट्रीटमेंट ऑन दि ऑप्टिकल प्रॉपर्टीज ऑफ सोल - जैल डिआइड, फूल्ली डिइलेक्ट्रिक सोलार कंट्रोल कोटिंग्स ऑन ग्लास", जर्नल ऑफ कोटिंग्स टेक्नोलॉजी एंड रिसर्च, अंक. 13 (4), पृ. 623-628, 2016.
24. एम. बत्ताब्याल, बी. प्रियदर्शिनी, एल. प्रदीपकान्ति, डी. के. सतापति, आर. गोपालन, "फेज स्टेबिलिटी एंड लैटिस थर्मल कंडक्टिविटी रिडक्शन इन CoSb<sub>3</sub> स्कुट्टरुडिस, डोपड थिन कालकोगेन ऑट्म्स" एआईपी एडवान्स, अंक. 6(7), लेख सं. 075308, 2016.
25. वी. कृष्णा, सी. पुनीत, एल. रामाकृष्णा, एस. वी. जोशी, " स्टडीज ऑन कैथोडिक आर्क पीवीडी ग्रॉन TiCrN बेस्ड इरोजन रेसिस्टेन्ट थिन फिल्म्स", जर्नल ऑफ वैक्यूम साइंस एंड टेक्नोलॉजी ए, अंक. 34(4), लेख सं. 041512, 2016.
26. पी. बिस्वास, पी. रामावत, सी.एस. नायर, एम.बी. सुरेश, एन. रवि, आर. जॉनसन, "क्वासी-स्टेटिक कंप्रेशन बिहेवियर ऑफ निक्कल ऑक्साइड, निक्कल ऑक्साइड: ज़िकोनिया, निक्कल:ज़िकोनिया एंड निक्कल फोम्स", सिरैमिक्स इंटरनेशनल, अंक. 42(9), पृ. 10572-10578, 2016.
27. एस. कुमार, ए. ज्योतिर्मयी, एन. पी. वासेकर, एस. वी. जोशी, " इफ्यूएन्स ऑफ अनेलिंग ऑन मैकेनिकल एंड इलेक्ट्रोकेमिकल प्रॉपर्टीज ऑफ कोल्ड स्प्रेड स्प्रेडेडना नाइओबियम कोटिंग्स", सर्फेस एंड कोटिंग्स-टेक्नोलॉजी, अंक. 296, पृ. 124 -135, 2016.
28. आर. कुमार, जे. जोयरदार, आर. के. एस. रमण, वी.एस.राजा, एस.वी. जोशी, एस. परिदा, "इफैक्ट ऑफ अलॉयिंग एडिशन ऑन एनिसोट्रोपिक एंड माइक्रोस्ट्रक्चरल कैरेक्टरिस्टिक्स ऑफ बॉल माइल्ड आइरन", जर्नल ऑफ अलाय्स एंड कंपाउन्ड, अंक. 671, पृ. 164-169, 2016.
29. एन. मंजूला, आर. बालाजी, के. रम्या, के. एस. दत्तात्रेयन, ए. रामाचंद्रय्या, "स्टडीज ऑन डवलपमेंट ऑफ टाइटेनियम ऑक्साइड नैनोट्यूब (टीएनटी) बेस्ड ePTFE- नैफिन- कंपोजिट मैम्ब्रेन फॉर इलेक्ट्रोकेमिकल मैथनॉल रिफार्मेशन", इंटरनेशनल जर्नल ऑफ हाइड्रोजन एनर्जी, अंक. 41(21), पृ. 8777-8784, 2016.
30. संजू रानी, पी.एच. बोर्स, ए. बारिक, एन. राजलक्ष्मी, के.एस. दत्तात्रेयन, "फोटो- करेंट इन्हेन्समेंट इन कार्बन क्वाटम डोट्स फंक्शनलाइज़्ड टाइटेनिया नैनोट्यूब अर्रेय्स", जर्नल ऑफ नैनोसाइंस एंड नैनोटेक्नोलॉजी, अंक. 16(6), पृ. 5999-6004, 2016.
31. रहमान, एन. पी. वासेकर, जी. सुंदरराजन, ए. के. केशरी, "एक्सपेरिमेंटल इन्वेस्टिगेशन ऑफ ग्रेन बाउन्डरीज मीसोराइटेडिऑन एंड नैनो ट्यूनिंग इंडक्ड स्ट्रेंथेनिंग ऑन एडिशन ऑफ सिलिकॉन कार्बाइड इन पल्स इलेक्ट्रोडिपोजिटेड निक्कल टुंगस्टन कंपोजिट कोटिंग्स", मटेरियल्स कैरेक्टराइजेशन, अंक. 116, पृ. 01-07, 2016.
32. पी.सहानी, एस. के. कारक, बी. मिश्रा, डी. चक्रवर्ती, डी. चायरा "ए कंपेरेटिव स्टडी ऑन SiC-B4C-Si कर्मेट प्रिपेयर्ड बाई प्रेसरलैस सिन्ट्रिंग एंड स्पार्क प्लाज़्मा सिन्ट्रिंग मैथड्स" मेटलर्जीकल एंड मटेरियल्स ट्रान्सेक्शन ए, अंक. 47ए (6), पृ. 3065-3076, 2016.
33. आई. गणेश "Al एंड Li को - डोपिंग इफैक्ट्स ऑन स्ट्रक्चरल बान्ड- गैप, एंड फोटोकैटलिटिक प्रॉपर्टीज ऑफ पाइरो- हाइड्रोलिजेड ZnO नैनो- पाउडर", सिरैमिक्स इंटरनेशन, अंक. 42, पृ. 10410-10421, 2016.
34. पी. सहानी, एस.के.शशांक, बी. मिश्रा, डी. चक्रवर्ती, डी. चायरा, "इफैक्ट ऑफ Al एडिशन ऑन SiC-B4C समेट प्रिपेयर्ड बाई प्रेशरलेश सिन्ट्रिंग एंड स्पार्क प्लाज़्मा सिन्ट्रिंग मैथड्स", इंटरनेशनल जर्नल ऑफ रिफेक्टरी मेटल्स एंड हार्ड मटेरियल्स, अंक. 57, पृ. 31-41, 2016.
35. आई. गणेश "इलेक्ट्रोकेमिकल कंवर्शन ऑफ कार्बन डाइऑक्साइड इनटु रिनेवबल फ्यूल केमिकल्स - दि रोल ऑफ नैनोमटेरियल्स एंड दि कंमर्शियलाइजेशन", रिनेवबल एंड सस्टेनेबल एनर्जी रिव्यू, अंक. 59, पृ. 1269-1297, 2016.
36. एस.एच. सुब्रमणियम, डी. शिवप्रहसम, एम. बत्ताबयल, आर. गोपालन, "फेज स्टाबिलिटी एंड थर्मोइलेक्ट्रिक प्रॉपर्टीज ऑफ Cu10.5 Zn1.5 Sb4S13 टेट्रेहेड्रिक्स", जर्नल ऑफ अलॉय्स एंड कंपाउन्ड, अंक. 667, पृ. 323-328, 2016.
37. के. पी. रम्या, डी. प्रभु, एस. अमृतापंडियन, सी. विश्वनाथन, एन. पॉनपंडियन, "एक्सचेन्ज स्पींग मैग्नेटिक बिहेवियर इन BaFe12O19/ Fe3O4 नैनोकंपोजिट्स," जर्नल ऑफ मैग्नेटिज़म एंड मैग्नेटिक मटेरियल्स, अंक. 406, पृ. 233-238, 2016.

38. आर. गौतम, डी. प्रभु, वी. चंद्रशेखरन, आर. गोपालन, जी. सुंदरराजन, "इफैक्ट टु Si एडिशन ऑन एसी एंड डीसी मैग्नेटिक प्रॉपर्टीज ऑफ (Fe-P)- Si अलॉय्स", एआईपी एंडवान्ड, अंक. 06, लेख सं. 055921, 2016.
39. एस. कविता, वी.वी. रामकृष्णा, ए. श्रीनिवासन, आर. गोपालन, "स्ट्रक्चरल एंड मैग्नेटिक प्रॉपर्टीज ऑफ लॉव टम्परेचर फेज MnBi विथ बॉल माइलिंग " मटेरियल्स रिसर्च एक्सप्रेस, अंक. 3(5), लेख सं. 056102, 2016.
40. पी. बिस्वास, ए. शर्मा, एम. कृष्णन, आर. जॉनसन, एम. के. मोहन, "फेब्रिकेशन ऑफ MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> स्पाइनल स्कॉफाल्ड्स एंड सॉनोकैमिकल सिन्थेसिस एंड डिपोजिशन ऑफ हाइड्रोऑक्सिपेटाइट नैनोरोड्स", जर्नल ऑफ अमेरिकन सिरैमिक सोसाइटी, अंक. 11(8), पृ. 3789 - 3797, 2016.
41. आर. कुमार, आर. सिंह, डी. चक्रवर्ती, ए. चौधरी, "अटेनिंग निट-थीअरेटिकल डेन्सिफिकेशन इन नैनोग्रेन्ड पाइरोक्लोर La<sub>2</sub> Zr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> (LZ) सिरैमिक एट 1150 डिग्री सेल्सियस बाइ स्पार्क प्लाज़्मा सिन्ट्रिंग", स्क्रिप्टा मटेरियलिया, अंक. 117, पृ. 37-40, 2016.
42. एन. पी. वासेकर, पी. हरीडोस, एस. के. सेशाद्री, जी. सुंदरराजन, "इंफ्यूएन्स ऑफ मोड ऑफ इलेक्ट्रोडिपोजिशन, करेंट डेंसिटी एंड सच्चारण ऑन दि माइक्रोस्ट्रक्चर एंड हाइड्रोजन ऑफ इलेक्ट्रोडिपोजिटेड नैनोक्रीटलाइन निक्कल कोटिंग्स", सर्फेस एंड कोटिंग्स टेक्नोलॉजी, अंक. 291, पृ. 130-140, 2016.
43. ए. वेणुगोपाल, जे. श्रीकान्त, एल. रामा कृष्णा, पी. आर. नारायण, एस. सी. शर्मा, पी. वी. वेंकट कृष्णन, "करॉजन एंड नैनोमैकेनिकल बिहेवियर ऑफ प्लाज़्मा इलेक्ट्रोलाइटिक ऑक्सिडेशन कोटेड AA7020-T6 अल्युमीनियम अलॉय" मटेरियल्स साइंस एंड इंजीनियरिंग ए, अंक. 660, पृ. 39-46, 2016.
44. बी. ककाती, ए. यूनिकृष्णन, एन. राजलक्ष्मी, आर. इम्मान ज़ाफरी, के. एस. दत्तात्रेयन, ए. कुकर्नाक, "रिकवरी ऑफ पॉलीमर इलेक्ट्रोलाइट फ्यूल सैल एक्सपोज़्ड टु सल्फर डाइऑक्साइड", इंटरनेशनल जर्नल ऑफ हाइड्रोजन एनर्जी, अंक. 41, पृ. 5598-5604, 2016.
45. एस. कुमार, वी. विद्यासागर, ए. ज्योतिर्मयी, एस. वी. सुरेश बाबु, टी. एन. राव. बी. पी. कश्यप, "डाइनेमिक स्ट्रेन अगेनिंग इन फाइन ग्रेन्ड Cu-1 wt%Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> कंपोजिट प्रोसेस्ड बार टु स्टेप बॉल मीलिंग एंड स्पार्क प्लाज़्मा सिन्ट्रिंग", जर्नल ऑफ अलॉय्स एंड कंपाउंड्स, अंक. 656, पृ. 423-430, 2016.
57. एम. मसंत, एस. एम. शरीफ, ए. रॉय चौधरी, "माइक्रोस्ट्रक्चर एंड प्रॉपर्टीज ऑफ TiB<sub>2</sub> - TiC - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> कोटिंग प्रिपेयर बाई लेज़र एसिस्टेड SHS सब्सक्रूट क्लार्डिंग विथ माइक्रो - नैनो- TiO<sub>2</sub> एज प्रिकर्सर कंस्ट्रूयुएन्ट", मटेरियल्स एंड डिजाइन, अंक. 90, पृ. 307 - 317, 2016.
58. के. नाग महेश, आर. बालाजी के.एस. दत्तात्रेयन, "पल्लाडियम नैनोपॉटिकल्स एज हाइड्रोजन इवेलुशन रिक्वेशन (एचईआर) इलेक्ट्रोकेटालाइट इन इलेक्ट्रोकेमिकल मैथनॉल रिफार्मर", इंटरनेशनल जर्नल ऑफ हाइड्रोजन एनर्जी, अंक. 41, पृ. 46-51, 2016.
59. एम. नुथालपति, एस. के. कारक, दिवेन्दु चक्रवर्ती, ए. बासु, "डवलपमेंट ऑफ नैनो- y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> डिस्पर्सर्ड Zr अलॉय्स बाइ मैकेनिकल अलॉयिंग एंड स्पार्क प्लाज़्मा सिन्ट्रिंग", मटेरियल्स साइंस एंड इंजीनियरिंग ए, अंक. 650, पृ. 145-153, 2016.
60. ए. पारिक, पी. प्रदीप, पी.एच.बोर्स, "स्टेबल हाइड्रोजन जनरेशन परमो Ni-एंड कॉ - बेस्ड कॉ-कैटालिस्ट इन सपोर्टेड सीडीएस पीईसी सैल", डालटन ट्रान्सेक्शन, अंक. 45(27), पृ. 11120-11128, 2016.
61. सी.एल.पी. पवित्रा, बी.वी. शारदा, के. वी. राजुलापति, टी.एन.राव, जी. सुंदरराजन, "प्रोसेस ऑटिमाइजेशन फॉर पल्स रिवर्स इलेक्ट्रोडिपोजिशन ऑफ ग्रेफाइन - रेनफोर्सड कॉपर नैनोकंपोजिट्स" मटेरियल्स एंड मैनुफैक्चरिंग प्रोसेसेस, अंक. 31(11), पृ. 1439-1446, 2016.
62. के. मुरुगन, जे. जोअरदार, ए. एस. गाँधी, बी.एस. मूर्ति, पी. एच. बोर्स, "फोटो - इंडक्ड मोनोमर/डिमर कैनेटिक इन मैथालाइन ब्लू डीग्रेडेशन ओवर डोपेड एंड फेज कंट्रोलड नैनो- TiO<sub>2</sub> फिल्म्स" आरएससी एडवान्ड, अंक. 6, पृ. 43563-43573, 2016.
63. एस.एस. कुमार, ई.एस. संदीप, एस.बी. चंद्रशेखर, एस.के. कारक, "डवलपमेंट ऑफ नैनो- ऑक्साइड डिस्पर्स 304 एल स्टील्स आई मैकेनिकल माइलिंग एंड कंवेनशनल सिंट्रिंग, "मटेरियल्स रिसर्च- आइबेरो- अमेरिकन जर्नल ऑफ मटेरियल्स, अंक. 19 (1), पृ. 175-182, 2016.
64. एन. शिवनंधम, आर. अरुणचलम, एस.एम. शरीफ, ए. महालीगम, "हाई पावर डिआयड लेज़र सर्फेस मेल्टिंग ऑफ SUS 420F स्टील:इंवेस्टिगेशन्स ऑन दि माइक्रोस्ट्रक्चर एंड मैकेनिकल प्रॉपर्टीज", इंटरनेशनल जर्नल ऑफ सर्फेस साइंस एंड इंजीनियरिंग, अंक. 10(1), पृ. 11, 2016.
65. के. ज़ांग, एल. वांग, जे. के. कीम, एम. मा, गणपति वी, सी. एल. ली, के. जे. कॉन्ग, एच. ली, जे. एच. पार्क, "एन ऑडर/डिस्ऑडर/वाटर ज़ंक्शन सिस्टम फॉर हाईली इफिसिएन्ट कॉ- कैटालाइट - फ्री फोटो कैटालिटिक हाइड्रोजन जनरेशन, "एनर्जी एंड इवाइरोमेंटल साइंस, अंक. 09, पृ. 499 - 503, 2016.
66. डी.नरसिम्हाचारी, रवि एन. बाथे, जे. डी. मजुमदार, जी.पद्मनाभम, ए. बासु, "माइक्रोस्ट्रक्चर एंड मैकेनिकल प्रॉपर्टीज ऑफ डबल पास लेज़र वेल्ड्स ऑन 6061-T6 अल्युमीनियम अलॉय", लेज़र्स इन इंजीनियरिंग, अंक 33 (1 -3), पृ. 53-66, 2016.
67. आर. महाराणा, वी.वी. भानु प्रसाद, एस. रॉय, डी. प्रसाद, के. कुमार, पी. पाइक, एन. वाई हेबालकर, ए. शुक्ला, आर. बाल, "सिन्थिसिस ऑफ हाई टम्परेचर स्टेबल कार्बन कोटेड मेटल नैनोपार्टिकल्स इन AlPO<sub>4</sub> बेस्ड मैट्रिक्स इनसिटु इन ऑक्सिडेशन एटमोस्फेयर", जर्नल ऑफ दि अमेरिकन सिरैमिक्स सोसाइटी, अंक. 99, पृ.64-71, 2016.
68. आर. शुभश्री, के. आर. सी. सोमा राजु, डी.एस. रेड्डी, नेहा वाई. हेबालकर, जी. पद्मनाभम, "सॉल - जैल डिग्राइड सोलार सिलेक्टिव कोटिंग्स ऑन SS 321 सबस्ट्रेक्ट्स फॉर सोलार थर्मल अप्लिकेशन्स," थिन सॉलिड फिल्म्स, अंक. 598, पृ. 46-53, 2016.
69. पी. अनीश मैथ्यूस, एस. भारद्वाज, जी. पद्मनाभम, डी. श्रीनिवास राव, "पेटेंट ट्रेन्ड्स ऑफ डिटोनेशन स्प्रे कोटिंग टेक्नोलॉजी", रिसेन्ट पेटेंट ऑन मैकेनिकल इंजीनियरिंग, अंक.9(1), पृ. 9-19, 2016.

70. जी. एम. जोशी, के. देशमुख, पी. के. जैन, "फेब्रिकेशन एंड एक्सिलेंट डाइलेक्ट्रिक पर्फॉमेंस ऑफ एक्सफोलिएटेड ग्रेफाइट स्टील्स", जर्नल ऑफ नैनो एंड इलेक्ट्रॉनिक्स फिजिक्स, अंक. 8(1), पृ. 01022, 2016.
71. बी. आर. मोहराना, एस. के. साहू, आर. बाथे, "एक्सपेरिमेंटल इन्वेस्टिगेशन ऑन मैकेनिकल एंड माइक्रोस्ट्रक्चरल प्रॉपर्टीज ऑफ AISI304 टु Cu ज्वाइन्ट्स बाइ CO2 लेजर", इंजीनियरिंग साइंस एंड टेक्नोलॉजी, अंक. 19 (2), पृ. 684-690, 2016.
72. एम. नागिनी, ए. ज्योतिर्मयी, आर. विजय, टाटा एन. राव, ए. वी. रेड्डी, कोटेश्वरराव, वी. राजुलपति, जी. सुंदरराजन, "इंफ्यूएन्स ऑफ डिस्पर्सोइड्स ऑन करॉजन बिहेवियर ऑफ ऑक्साइड डिस्पर्सन स्ट्रेन्थेन्ड 18 Cr स्टीलमेड बाइ हाइ- एनर्जी मिलिंग", जर्नल ऑफ मटेरियल्स इंजीनियरिंग पर्फॉमेंस, अंक. 25, पृ.577-586, 2016.
73. के. एल. वी. जोसेफ, ए. एन्थोनीसी, ई रामासामी, डी. वी. शिंदे, एस. कार्तिकेयन, जे. ली, टी पार्क, आर. शी-वू, के. एस. किम, जे.के. किम, "साइनोसैटिक एसिड टेट्राहाइड थिफेन फॉर वेल्ड मैचड एल्यूमीनम ओ लेवल इन आरयू (II)- ट्राइपिरिडिन डाई सेन्सिथाइज्ड सौलार सैल्स" डाइज एंड पीगमेंट्स, अंक. 126, पृ.270-278, 2016
74. वी. आर. रिक्का, एस. आर. साहू, आर. तडेपल्ली, आर. बाथे, टी. मोहन, आर. प्रकाश, जी. पद्मनाभम, "माइक्रोस्ट्रक्चर एंड मैकेनिकल प्रॉपर्टीज ऑफ पल्स लेजर वेल्डेड स्टेनलेस स्टील एंड अल्यूमीनियम अलॉयस फॉर लिथियम- ऑयन सैल कास्टिंग्स", जर्नल ऑफ मटेरियल्स साइंस एंड इंजीनियरिंग बी, अंक. 6(9-10), पृ. 218-225, 2016.
75. एस. सीतारामण, आर. बालाजी, के. रम्या, के. एस. दत्तात्रेयन, एम. वेलन, "एन इम्पुल्स मैथड ऑफ वाटर इलेक्ट्रोलाइस - इफैक्ट ऑफ कंफ्लेक्सिंग एजेंट", जर्नल ऑफ इलेक्ट्रोकेमिकल साइंस एंड इंजीनियरिंग", अंक. 6(3), पृ. 215-223, 2016.
76. ए. सी. उमामहेश्वर राव, वी. वासु, एस. एम. शरीफ, के. वी. साई श्रीनाथ, "इंफ्यूएन्स ऑफ डाइऑक्साइड लेजर सर्फेस मेल्टिंग ऑन माइक्रोस्ट्रक्चर एंड करॉजन रेसिस्टेन्स ऑफ 7075 अल्यूमीनियम अलॉय", इंटरनेशनल जर्नल ऑफ माइक्रोस्ट्रक्चर एंड मटेरियल्स प्रॉपर्टीज, अंक. 11 (सं.1-2), पृ. 85-104, 2016.
77. पी. रामवत, पी. बिस्वास, एन.रवि, आर. जॉनसन, " प्रिडिक्शन एवं वेलिडेशन ऑफ बकलिंग स्ट्रेस ( $\sigma_{cr}$ ) ऑफ दि सिरैमिक हनीकॉम सैल वाल्स अंडर क्वासी- स्टेटिक कंप्रेशन", कॉग्रेन्ट इंजीनियरिंग, अंक. 3(1), लेख सं. 1168068, 2016.
78. एन. जी. इरेनी, के. मुरुगन, आर. नारायण, के.वी.एस.एन. राजू, पी. बाशक, "TiO<sub>2</sub>/पालि (थाइओरेथाइन- यूरेथाइन)- यूरिया नैनो कंपोजिट्स: एन्टी करॉजन मटेरियल्स विथ एनआईआर- रिफ्लेक्टिविटी एंड हाई रिफ्लेक्टिव इंडेक्स", पॉलिमर, अंक. 119, पृ.142-151, 2016
79. एस. पवित्रा, एन. राजेंद्र, एम. वी. रेड्डी, के. मुरुगन, के. आई. सुरेश, "इफैक्ट ऑफ ग्रेफाइन ऑक्साइड (जीओ) साइज एंड स्ट्रक्चर ऑन सिन्थिसिस एंड ऑप्टोइलेक्ट्रॉनिक प्रॉपर्टीज ऑफ हायब्रिड GO - पॉलि (हेक्सालिथियोफेन) नैनोकंपोजिट्स" पॉलिमर कंपोजिट्स, अंक. 38(5), पृ.852-862, 2016.
80. एन. रवि, आर. मार्कंडेया, एस. वी. जोशी, "इफैक्ट ऑफ सबस्ट्रेट रफनेस ऑन अहेशन एंड ट्रीबॉलोजीकल बिहेवियर nc-TiAlN/aSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub> नैनो कंपोजिट कोटिंग्स डिपोजिटेड आई सीएपीवीडी प्रोसेस", सर्फेस इंजीनियरिंग,अंक.33(1),पृ.07-19,2017.
81. एस. कुमार, एस.के. रेड्डी, एस. वी. जोशी, " माइक्रोस्ट्रक्चर एंड पर्फॉमेंस ऑफ कोल्ड स्प्रेड Al-SiC कंपोजिट कोटिंग्स विथ हाई फ्रेक्शन ऑफ पार्टिकुलट्स", सर्फेस एंड कोटिंग्स टेक्नोलॉजी, अंक. 18, पृ. 62-71, 2017.
82. जी. ए. सुंदरम, एम. एच. यांग, के. नोमुरा, एस. मणियारासु, जी. विरप्पन, टी. लीयू, जे.एच. वांग, "Sn-119 मोसबाउर एंड फर्रोमैग्नेटिक स्टडीज़्स ऑन हाईरार्ककल टिन एंड नाइट्रोजन- कॉडोप्ड TiO<sub>2</sub> माइक्रोस्फेयर्स विथ इफिशियन्ट फोटोकैटालिटिक पर्फॉमेंस", जर्नल ऑफ फिज़िकल कैमिस्ट्री, अंक. 121(12), पृ.6662-6673, 2017.
83. डी.के. कौशिक, टी.एन. राव, ए. सुब्रमणियम, " स्टडीज़्स ऑन दि डिस्ऑर्डर इन डीसी मैग्नेट्रॉन स्पुटेर्ड Cu<sub>2</sub>ZnSnS<sub>4</sub> (सीजेडटीएस) फिल्म्स ग्रोन इन सल्फाइड प्लाज़्मा", सर्फेस एंड कोटिंग्स टेक्नोलॉजी, अंक. 314, पृ. 85-91, 2017.
84. वी. मणिकंडन, ए. वनिता, ईआर. कुमार, एस. कविता, "इंफ्यूएन्स ऑफ सिंटरिंग टेंपरेचर ऑन स्ट्रक्चरल, डाइलेक्ट्रिक एंड मैग्नेटिक प्रॉपर्टीज ऑफ Li सबस्टिट्यूटेड CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> नैनोपार्टिकल्स", जर्नल ऑफ मैग्निटिज़्म एंड मैग्नेटिक मटेरियल्स, अंक. 426, पृ. 11-17, 2017.
85. आर. डोम, एच. जी. किम, पी. एच. बोर्स, "फोटो कैमिकल हाइड्रोजन जनरेशन फरोम ऑर्थोरोमबिक CaFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> नैनोपार्टिकल्स सिन्थिसाइज्ड बाई डिफरन्ट मैथड्स", कैमिस्ट्री सिलेक्ट, अंक. 2(8), पृ.2556-2564,2017.
86. आर. डोम, एल.आर. बेबी, एच.जी.किम, पी.एच. बोर्स, "Fe कंट्रोल्ड चार्ज- डायनामिक्स इन ZnO फॉर सोलार हाइड्रोजन जनरेशन", इंटरनेशनल जर्नल ऑफ हाइड्रोजन एनर्जी, अंक.42(9), पृ.5758-5767, 2017.
87. आर. कुमार, एस. आर. बख्शी, जे. जोअरदार, एस. परिदा, वी.एस. राजा, आर.के.एस. रामण, "स्ट्रक्चरल इवोलुशन ड्यूरिंग माइलिंग, अनेलिंग एंड रेपिड कंसोलिडेशन ऑफ नैनोक्रीस्टलाइन Fe-10Cr-3Al पाउडर", मटेरियल्स, अंक. 10(3),लेख सं. 272, 2017.
88. एस. आर. साहू, वी. आर. रिक्का, एम. जगननाथम, पी. हरिडोस, ए. चटर्जी, आर. गोपालन, आर. प्रकाश, " सिन्थिसिस ऑफ ग्रेफाइन शिट्स फरोम सिंगल वॉलड कार्बन नैनोहॉर्न्स: नॉवेल कंवर्शन फरोम कोन टु शीट मोर्फोलॉजी", मटेरियल्स रिसर्च एक्सप्रेस अंक. 4(3), लेख सं. 035008, 2017.
89. एस. कुमार, ए. अर्जुन राव, "इंफ्यूएन्स ऑफ कोटिंग डिफेक्ट्स ऑन दि करॉजन बिहेवियर ऑफ कोल्ड स्प्रेड रिफ्रेक्टरी मेटल्स", अप्लाइड सर्फेस साइंस, अंक. 396, पृ. 760-773, 2017.
90. रम्या श्री गगजी, पी. साई कार्तिक, के. भानु शंकर राव, कोटेश्वर राव, वी. राजुलापति, "स्ट्रेंगथनिंग मैकेनिज़्म इन इक्याटोमिक अल्ट्राफाइन ग्रेन्ड AlCoCrCuFeNi हाई- इंद्रोपी अलॉय स्टडीज्ड बाई माइक्रो एंड नैनोइंडेंटेशन मैथड्स", अक्टा मटेरियला, अंक. 125, पृ.58-68,2017.

91. एन. इस्लावथ, डी.दास, एस.वी. जोशी, ई रामासामी, "सिड लेयर - एसिस्टेड लॉ टेंपरेचर सोलुशन ग्रोथ ऑफ 3D ZnO नैनोवॉल आर्घिटेक्चर फॉर हाइब्रिड सोलार सैल्स", मटेरियल्स एंड डिजाइन, अंक. 116, पृ. 219-226, 2017.
92. बी. सैयद, एस. एम. शरीफ, जी. पद्मनाभम, एस. नेन्का, बी. बट्टाचार्या, एस. कुन्दु, "इंफ्लूएन्स ऑफ लेजर सर्फेस हार्डनेस्ड लेयर ऑन मैकेनिकल प्रॉपर्टीज्स ऑफ रि - इंजीनियर्ड लॉ कार्बन स्टील शीट", मटेरियल्स साइंस एंड इंजीनियरिंग ए - स्ट्रक्चरल मटेरियल्स प्रॉपर्टीज्स माइक्रोस्ट्रक्चर एंड प्रोसेसिंग, अंक. 685, पृ. 168-177, 2017.
93. के. ज़ांग, एस. रविशंकर, एम. मा, जी. वीरप्पन, जे. बिसक्वोरेट, एफ. फैब्रेट-सैंटियागो, जे.एच. पार्क, "ओवरकमिंग चार्ज कलेक्शन लिमिटेशन एट सोलिड/लिक्विड इंटरफेज बाई ए कंट्रोलैबल क्रिस्टल डेफिसिएन्ट ओवरलेयर", एडवान्स्ड एनर्जी मटेरियल्स, अंक. 7(3), लेख सं. 1600923, 2017.
94. एच. योशिदा, पी. बिस्वास, आर. जॉनसन, एम. के. मोहन, "फ्लॉश - सिंटरिंग ऑफ मैग्निजियम अल्यूमिनेट स्पाइनल (MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) सिरैमिक्स", जर्नल ऑफ दि अमेरिकन सिरैमिक सोसाइटी, अंक. 100 (2), पृ. 554-562, 2017.
95. एम. अलि, एन. रेमाल्ली, वी. गोडेला, बी. पॉड्या, पी.के. जैन, ए एल-फटेश, यूए. राणा, वी.वी.एस.एस. श्रीकान्त, "Ni नैनोपार्टिकल्स प्रिपेयर्ड बाई सिम्पल कैमिकल मैथड फॉर दि सिन्थिसिस ऑफ Ni/NiO-मल्टी-लेयर्ड ग्रेफाइन बाई कैमिकल वैपर डिपोजिशन, सॉलिड स्टेट साइंस, अंक. 64, पृ. 34-40, 2017.
96. एस.एच. अडसुल, टी. शिवा, एस. साथीयानारायणन, एस. एच. सोनवणे, आर. शुभश्री, " सेल्फ - हीलिंग एबिलिटी ऑफ नैनोक्ले- बेस्ड हाइब्रिड सोल-जैल कोटिंग्स ऑन अलॉय AZ91D", सर्फेस एंड कोटिंग्स टेक्नोलॉजी, अंक. 309, पृ. 609-620, 2017.
97. पी. बालासुब्रमण्यम, एस. बत्ताब्याल, डी. शिवप्रहसम, आर. गोपालन, "ऑन दि फोमेशन ऑफ फेज एंड देयर इंफ्यूएन्स ऑन दि फिजिक्स डी - अप्लाइड फिजिक्स, अंक. 50 (1), पृ.8-18, 2017.
98. ए. पारीक, आर. थोटाकुरी, आर. डोम, एच. जी.किम, पी.एच. बोर्स, "नैनोस्ट्रक्चर Zn-Cu-Co- डोप्ड सीडीएस काल्कोगेनाइड इलेक्ट्रोड्स फॉर ऑप्टो- इलेक्ट्रिक - पावर एंड H-2 जनरेशन", इंटरनेशनल जर्नल ऑफ हाइड्रोजन एनर्जी, अंक. 42(1), पृ.125-132, 2017.
99. एम. अरीवरसू, पी. रोशीत, आर.पद्मनाभम, एस. तिरुमालिनी, के.वी.पी. प्रभाकर, के.वी. फणि, जी. पद्मनाभम, " इन्वेस्टिगेशन्स ऑन मेटलर्जीकल एंड मैकेनिकल प्रॉपर्टीज्स ऑफ Co<sub>2</sub> लेज़र बीम वेल्डेड अलॉय 825", केनडियन मेटलर्जीकल क्वाटर्ली, अंक. 56(2), पृ. 323-244, 2017.
100. पी. बिस्वास, के. वराप्रसाद, पी. रामावत, एम. बी. सुरेश, ए. के. खानरा, आर. जॉनसन, "डवलपमेंट ऑफ कोर्डिंराइट बेस्ड रेटिकुलेटेड फोम्स विथ इम्पुल्स मैकेनिकल प्रॉपर्टीज्स फॉर पोरस बर्नर अप्लिकेशन", ट्रान्सेक्शन ऑफ दि इंडियन सिरैमिक सोसाइटी, अंक. 76 (1), पृ.56-61, 2017.
101. ए. पारीक, एच. जी. किम, पी. पर्ईक, पी. एच. बोर्स, "अल्ट्राथिन MoS<sub>2</sub>-MoO<sub>3</sub> नैनोशीट्स फंक्शनलाइज़्ड सीडीएस फोटोएनोड्स फॉर इफेक्टिव चार्ज ट्रान्स्फर इन फोटोइलेक्ट्रोकेमिकल (पीईसी) सैल्स", जर्नल ऑफ मटेरियल्स कैमिस्ट्री ए, अंक. 5(4), पृ. 1541-1547, 2017.
102. एन. रवि, आर. मार्कें डेया, एस. वी. जोशी, " फ्रैक्चर बिहेवियर ऑफ nc-TiAlN/a-Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> नैनोकंपोजिट कोटिंग ड्यूरिंग नैनोएम्पेक्ट टेस्ट", सर्फेस इंजीनियरिंग, अंक. 33(4), पृ. 282-291, 2017.
103. डी.सी. जाना, जी. सुंदरराजन, के. चट्टोपाध्याय, " इफेक्ट ऑफ पोरसिटी ऑन स्ट्रक्चर, यंग मॉड्युल्स, एंड थर्मल कंडक्टिविटी ऑफ SiC फोम्स बाई डाइरेक्ट फोमिंग एंड गैलकास्टिंग", जर्नल ऑफ दि अमेरिकन सिरैमिक सोसाइटी, अंक. 100(1), पृ.312-322, 2017.
104. आई. गणेश, " Li<sub>2</sub>O-ZnO- Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-TiO<sub>2</sub> कंपोजिट थिन - फिल्म इलेक्ट्रोकेटालिक्ट फॉर इफिशिएन्ट वाटर ऑक्सिडेशन कैटालिसिस", मटेरियल्स एंड मैनुफेक्चरिंग प्रोसेस, अंक. 32 (4), पृ.431-441, 2017.
105. एम. श्रीबालाजी, ओ.एस.ए. रहमान, पी. अरुण कुमार, के. एस. बाबू, एन. पी. वासेकर, जी. सुंदरराजन, ए.के. केशरी, " रोल ऑफ सिलिकॉन कार्बाइड इन फेज- इवोलेशन एंड ऑक्सिडेशन बिहेवियर ऑफ पल्स इलेक्ट्रोडिपोजिटेड निक्कल- टुंगस्टन कोटिंग", मेटलर्जीकल एंड मटेरियल्स ट्रान्सेक्शन ए-फिजिकल मेटलर्जी एंड मटेरियल्स साइंस, अंक. 48ए(1), पृ.501-512, 2017.
106. पी.एम. प्रतीक्षा, ई. एच. मोहन, बी. वी. शारदा, एम. रामाकृष्णा, के. हेम्ब्रम, पी.वी.वी. श्रीनिवास, पी. जे. डेनिल, टी.एन. राव, एस. आनंदन, "डवलपमेंट ऑफ ए नॉवेल कार्बन - कोटिंग स्ट्रैटेजी फॉर प्रोडक्टिंग कोर - शेल स्ट्रक्चर्ड कार्बन कोटेड LiFePO<sub>4</sub> फॉर एन इम्पुल्स लिथियम ऑयन बैटरी पर्फॉरमेंस" फिजिकल कैमिस्ट्री कैमिकल फिजिक्स, अंक. 19(1), पृ.175 -188, 2017.
107. एम. बी. सुरेश, पी. बिस्वास, वी. महेंद्र, आर. जॉनसन, "कंपेरेटिव इवोलुशन ऑफ इलेक्ट्रिकल कंडक्टिविटी ऑफ हाइड्रोएक्सयापेटाइट सिरैमिक्स डेन्सिफाइड थू राम्प एंड होल्ड, स्पार्क प्लाज़्मा एंड पोस्ट सिंटर हॉट आइसोस्टेटिक प्रेसिंग रुट्स", मटेरियल्स साइंस एंड इंजीनियरिंग सी- मटेरियल्स फॉर बॉयोलॉजीकल अप्लिकेशन्स, अंक. 70, पृ. 364-370, 2017.
108. डी. कार्तिक, एस. पेन्डेस, एस. शक्तिवेल, ई रामासामी, एस. वी. जोशी, "हाई पर्फॉरमेंस बोर्ड बैंड एन्टीरिफ्लेक्टिव कोटिंग्स यूजिंग ए फेसियल सिन्थिसिस ऑफ इंक-बोटल मेसोपोरस Mg F<sub>2</sub> नैनोपार्टिकल्स फॉर सोलार अप्लिकेशन्स" सोलार एनर्जी मटेरियल्स एंड सोलार सैल्स, अंक. 159, पृ. 204-211, 2017.
109. ए. पारीक, एच. जी. किम, जे. जोअरदार, पी.एच. बोर्स, "नैनो- आर्घिटेक्चर बेस्ड फोटोइलेक्ट्रोकेमिकल वाटर ऑक्सिडेशन इफिशन्सी इन्हेन्समेंट बाई सीडीएस फोटोएनोड्स", मटेरियल्स रिसर्च एक्प्रेस, अंक. 4, लेख सं. 026203, 2017.
110. आई. गणेश, "इफेक्ट ऑफ फोस्फोरस- डोपिंग ऑन एनर्जी बैंड-गैप, स्ट्रक्चरल, सर्फेस, एंड फोटोकैटालिटिक कैरेक्टराइजेशन ऑफ इम्पुल्स-बेस्ड सोल- जैल डिस्टाइलड TiO<sub>2</sub>नैनो- पाउडर", अप्लाइड सर्फेस साइंस, अंक. 414, पृ. 277-291, 2017.
111. पी. तेजस्वी, एस.एस. शर्मा, एन. वाई हेबालकर, एस. आनंदन, एम. कृष्णा मोहन, टी.एन. राव, "इन्हेन्सड इलेक्ट्रोकेमिकल पर्फॉरमेंस ऑफ

- इलेक्ट्रोस्पिन  $\text{SiO}_2$  नैनोफाइबरस एज बिन्डर- फ्री एनोड", कैमिस्ट्री लेटर्स, अंक. 47(7), पृ. 1007-1009, 2017.
112. जी. मेतला, एन. मममन, जे. जोअरदार, एस. नरसिम्हन, जी.यू. कुलकर्णी, "नॉन- एफसीसी रीच एयू क्रिस्टलाइट्स इग्जिबिटिंग अन्वुज्वल कैटालिटिक एक्टिविटी", नैनो रिसर्च, अंक, 10 (7), पृ. 2271-2279, 2017.
113. पी. सुरेश बाबु, डी. श्रीनिवास राव, एल. रामा कृष्णा, जी. सुंदरराजन, " वाइबुल एनालिसिस ऑफ हार्डनेस डिस्ट्रीबुशन इन डिटोनेशन स्प्रेड नैनो-स्ट्रक्चर्ड डब्ल्यू-12 Co कोटिंग्स", सर्फेस एंड कोटिंग्स टेक्नोलॉजी, अंक. 319, पृ.394-402, 2017.
114. एम. वी. एन. वामसी, एन. पी. वासेकर, जी. सुंदरराजन, " इंप्यूएन्स ऑफ हीट ट्रीटमेंट ऑन माइक्रोस्ट्रक्चर एंड मैकेनिकल प्रॉपर्टीज ऑफ पल्स इलेक्ट्रोडिपोजिटेड Ni-W अलॉय कोटिंग्स", सर्फेस एंड कोटिंग्स टेक्नोलॉजी, अंक. 319, पृ. 403-414, 2017.
115. जे. ए. प्रीति, बी. शशांक विश्वनाथ, एन. राजलक्ष्मी, के.एस. दत्तात्रेयन, " स्टडीज ऑन पीईएमएफसी स्ट्रैक फॉर  $\text{SO}_2$  कंटेमिनेशन एट एअर कैथोड", फ्यूल सैल्स, अंक. 17 (3), पृ. 308-3014, 2017.
116. पी.एस. फणि, डब्ल्यू. सी. ऑलिवर, " अल्ट्रा हाई स्ट्रेंन रेट नैनोइंडेंटेशन टेस्टिंग", मटेरियल्स, अंक. 10(6), लेख सं. 663, 2017.
117. सी.पूनीत, के. वेल्लटी, ए. वी. गोपाल, " इंप्यूएन्स ऑफ सर्फेस प्रिपेरेशन ऑन दि टूल लाइफ ऑफ कैथोडिक आर्क पीवीडी कोटेड ट्वीस्ट ड्रील्स", जर्नल ऑफ मैनुफेक्चरिंग प्रोसेसेस, अंक. 27, पृ. 233-240, 2017.
118. एस. सूता, एस. सिसिरा, बलदेव राज, के. आर. रवि, " ट्रान्स्पेरेन्ट अल्यूमीना बेस्ड सुपरहाइड्रोफोबिक सेल्फ- क्लीनिंग कोटिंग्स फॉर सोलार सैल कवर ग्लास अप्लिकेशन्स", सोलार एनर्जी मटेरियल्स एंड सोलार सैल्स, अंक. 165, पृ. 128-137, 2017.
119. के. आर. थॉमस, एस. यूनिकृष्णा कुरुप, पी. वी. नितिन, के. बाला सुब्रम्हण्यम, पी. राजगोपाल, के.वी.पी. प्रभाकर, जी. पद्मनाभम, एफ. रीडेल, एम.पुश्चमनन, "ऑनलाइन मॉनिटरिंग ऑफ कोल्ड मेटल ट्रान्स्फर (सीएमटी) प्रोसेस यूज़िंग इंफ्रारेड थर्मोग्राफी", क्वान्टिटेटिव इंफ्रारेड थर्मोग्राफी जर्नल, अंक. 14(1), पृ.68-78, 2017.
120. एस. कुमार, एस. के. रेड्डी, एस. वी. जोशी, "माइक्रोस्ट्रक्चर एंड पर्फॉमेंस ऑफ कोल्ड स्प्रेड Al-SiC कंपोजिट कोटिंग्स विथ हाई फ्रैक्शन ऑफ पार्टिकुलेट्स" सर्फेस एंड कोटिंग्स टेक्नोलॉजी, अंक. 318, पृ. 62-71, 2017.
121. एस. कुमार, एम. रामकृष्णा, एन. एम. चव्हाण, एस. वी. जोशी, "कॉरिलेशन ऑफ स्प्लैट स्टेट विथ डिपोजिशन कैरेक्टराइजेशन्स ऑफ कोल्ड स्प्रेड नाइओबीयम कोटिंग्स", अक्टा मटेरियालिया, अंक. 130, पृ. 177-195, 2017.
122. एन. इस्लावत, एस. सरोजा, के. श्रीनिवास रेड्डी, पी. सी. हरिकेश, वी. गणपति, ई. रामासामी, एस. वी. जोशी, " इफैक्ट ऑफ होल - ट्रान्स्पॉर्टिंग मटेरियल्स ऑन दि फोटोवोल्टाइक पर्फॉमेंस एंड स्टेबिलिटी ऑफ ऑल-अम्बिएन्ट प्रोसेस्ड पोरॉस्काइट सोलार सैल्स ", जर्नल ऑफ एनर्जी कैमिस्ट्री, अंक. 26(3), पृ. 584-591, 2017.
123. ए. मलेश, डी.प्रभु, वी. श्रीनिवास, " थर्मल स्टेबिलिटी एंड मैग्नेटिव प्रॉपर्टीज ऑफ  $\text{MgFe}_2\text{O}_4/\text{ZnO}$  नैनोपार्टिकल्स", एआईपी एडवान्स, अंक. 7(5), लेख सं. 056103, 2017.
124. वी. कार्तिकेयन, एस. मणियारसु, वी. मंजुराथ, ई. रामासामी, जी. विरप्पन, " हाइड्रोथर्मली टेलर्ड एनाटेस  $\text{TiO}_2$  नैनोप्लेट्स विथ एक्सपोस्ड {111} फेटिक्स फॉर हाईली इफिसिएन्ट डाइ- सेन्सिटाइज़्ड सोलार सैल्स", सोलार एनर्जी, अंक. 147, पृ.202-208, 2017.
125. डी. सी. जाना, जी. सुंदरराजन, के. चट्टोपाध्याय, " इफैक्ट ऑफ मानोमर्स कंटेंट इन इहेन्सिंग सॉलिड- स्टेट डेन्सिफिकेशन ऑफ सिलिकॉन कार्बाइड सिरैमिक्स आई एक्चूरस जैलकास्टिंग एंड प्रेशरलेस सिंटरिंग", सिरैमिक्स इंटरनेशनल, अंक. 43(6), पृ. 4852-4857, 2017.
126. एन. हेबालकर, "डवलपमेंट ऑफ नैनोपोरोस एअरोजैल- बेस्ड थर्मल इंसुलेशन प्रोडक्ट्स:" मेक इन इंडिया" इनिशेटिव", करेंट साइंस, अंक. 112(7), पृ. 1413-1420, 2017.
127. एल. एन. वेंकटेश, पी. एस. बाबु, जी. रवि चंद्रा, आर. डी. डोहेटी, एस. वी. जोशी, आई. समजदार, " मोर्फोलॉजी- डिपेन्डेंट हार्डनेस ऑफ  $\text{Cr}_7\text{C}_3$ -Ni- रीच अलॉय कंपोजिट वीएस ओरिएन्टेशन इंडिपेन्डेंट हार्डनेस ऑफ  $\text{Cr}_7\text{C}_3$  प्राइमरी फेज इन ए लेज़र क्लाड माइक्रोस्ट्रक्चर", मटलर्जीकल एंड मटेरियल्स ट्रान्सेक्शनल ए- फिजिकल मेटलर्जीकली एंड मटेरियल्स साइंस, अंक. 48ए (4), पृ.1534-1539, 2017.
128. डी. प्रवीण कुमार, वी. दुर्गा कुमार, एम. कार्तिक, एम. सतीश, एम. वी. शंकर, "शेप डिपेन्डेन्स स्ट्रक्चरल, ऑटिकल एंड फोटोकैटालिटिक प्रॉपर्टीज ऑफ  $\text{TiO}_2$  नैनोक्रीस्टल्स फॉर इहेन्सड हाइड्रोजन प्रोडक्शन विजा ग्लिसरॉल रिफॉर्मिंग", सोलार एनर्जी मटेरियल्स एंड सोलार सैल्स, अंक. 163, पृ.113-119, 2017.
129. ए. दांगर, पी. के. जैन, वाई. के. मिश्रा, आर. चंद्रा, "पलैडियम डिफोरेटेड सिलिकॉन कार्बाइड नैनोकवालीप्लवर्स फॉर हाइड्रोजन गैस सेन्सिंग अप्लिकेशन", सेंसर्स एंड एक्चुएटर बी- कैमिकल, अंक. 242, पृ.694-699, 2017.
130. जी. ए. सुंदरम, एम. एच. यांग, के. नोमुरा, एस. मणियारसु, जी. वीरप्पन, टी. लीयू, जे.एच. वांग, " Sn - 119 मोसबयूर एंड फेरोमैग्नेटिक स्टडीज ऑन हाइड्रार्ककल टिन- एंड नाइट्रोजन- कोडोपेड  $\text{TiO}_2$  माइक्रोफेयर्स विथ इफिसिएन्ट फोटोकैटालिटिक पर्फॉमेंस", जर्नल ऑफ फिजिकल कैमिस्ट्री सी, अंक. 121(12), पृ. 6662-6673, 2017.
131. डी. के. कौशिक, टी.एन. राव, ए. सुब्रमणियम, "स्टडीज ऑन दि डिस्ऑर्डर इन डीसी मैग्नेट्रॉन स्पुटर्ड  $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$  (CZTS) थिन फिल्स ग्रोन इन सल्फाइड प्लाज़्मा ", सर्फेस एंड कोटिंग्स टेक्नोलॉजी, अंक. 314, पृ.85-91, 2017.
132. एस. के. साहू, बी. विश्वयी, यू. के. मोहंती, एस.के. साहू, जे. साहू, आर. एन. बाथे, " इफैक्ट ऑफ लेज़र बीम वेल्डिंग ऑन माइक्रोस्ट्रक्चर एंड मैकेनिकल प्रॉपर्टीज ऑफ कमर्शली प्यूर टाइटेनियम", ट्रान्सेक्शनस ऑफ इंडिया इंस्टिट्यूट ऑफ मेटल्स, अंक. 70(7), पृ. 1817-1825, 2017.
133. जे. सेन्थिललेवन, ए. राजदुराई, एस. एम. शरीफ, एन. शिवनंधम, ए. महालिंगम, "माइक्रोस्ट्रक्चर, मैकेनिकल प्रॉपर्टीज एंड कर्रोजन रेसिस्टेन्स

ऑफ लेज़र मेलेटड ईएन33 लॉ कार्बन अलॉय स्टील", इंटरनेशनल जर्नल ऑफ सर्फेस साइंस एंड इंजीनियरिंग, अंक. 11(2), पृ. 118-126,2017.

134. के. नानाजी, ए. ज्योतिर्मयी, यूवी. वरदाराजू, टी.एन. राव, एस. आनंदन, "फसाइल सिन्थिसिस ऑफ मेसोपोरस कार्बन फ़रोम फरफर्ली अल्कोहल-बुटानल सिस्टम बाई ईआईएसए प्रोसेस फॉर सुपरकैपसिटर्स विथ इहेन्स रेट केपबिलिटी", जर्नल ऑफ अलॉय एंड कंपाउन्ड, अंक. 723 पृ. 488-497, 2017.
135. एन. एस. अनास, आर. के. दास, टी. एन.राव, आर. विजय, "इफैक्ट ऑफ नैनोट्यूब एज रेनफोसमेंट ऑन दि मैकेनिकल प्रॉपर्टीज ऑफ अल्यूमीनियम - कॉपर - मैग्नीशियम अलॉय" जर्नल ऑफ मटेरियल्स इंजीनियरिंग एंड पर्फॉमेंस, अंक. 26(7), पृ. 3376-3386,2017.
136. एम. के. बार्जू, टी. रागनी, आर. शुभश्री, "सोल- जैल डिवाइड्ड सिंगल-लेयर जियोलाइट- बेस्ड कोटिंग्स ऑन ग्लास फॉर बोर्डबैड एन्टीरिफ्लेक्शन प्रॉपर्टीज", जर्नल ऑफ नॉन- क्रिस्टलाइन सोलिड्स, अंक. 469, पृ.51-55,2017.
137. टी. रमेश, एन. राजलक्ष्मी, के. एस. दत्तात्रेयन, "सिन्थिसिस एंड कैरेक्टराइजेशन ऑफ एक्टिव्ड कार्बन फ़रोम जूट फाइबरस फॉर हाइड्रोजन स्टोरेज", रिनेवबल एनर्जी इंवाइरोमेंटल सस्टेनेबिलिटी, अंक. 2, लेख सं. 4,2017.
138. एस. भारद्वाज, जी. पद्मनाभम, के. जैन, डी. श्रीनिवास राव, एस. वी. जोशी, "टेक्नोलॉजी कमर्शिलाइजेशन इन दि एडवान्सड मटेरियल्स सेक्टर: ए केस स्टडी इन दि इंडियन कंटेस्ट", जर्नल ऑफ इंटेक्चुअल प्रॉपर्टी राइट्स. (प्रेस में).
139. एस. मानसा, ए. ज्योतिर्मयी, टी. शिवा, बी. वी. शारदा, एम. रामाकृष्णा, एस. सत्यनारायण, के. वी. गोबी, आर. शुभश्री, " नैनो क्लै बेस्ड सैल्फ - हीलिंग करॉजन प्रोटेक्शन कोटिंग्स ऑन अल्यूमीनियम ए356.0 एंड एजेड 91 सबस्ट्रेक्स", जर्नल ऑफ कोटिंग्स टेक्नोलॉजी एंड रिसर्च. (प्रेस में).
140. डी. नरसिंह चारी, एस. पाल, एस. एम. शरीफ, जी. पद्मनाभम, ए. बासु, "6082 टु डीएक्स56 लेज़र ब्राज़िंग: प्रोसेस पेरामीटर-इंटरमैटानिक फोमेशन कॉ-रिलेशन", जर्नल ऑफ मटेरियल्स इंजीनियरिंग एंड पर्फॉमेंस, 2017. (प्रेस में).
141. ए. सी. उमामहेशवर राव, वी. वासु, एस. एम. शरीफ, के. वी. साईश्रीकान्त, "इफैक्ट ऑफ ग्राफाइट कोटिंग्स ऑन माइक्रोस्ट्रक्चर एंड करॉजन प्रॉपर्टीज आफ हाई पावर डाइड लेज़र सर्फेस मेल्टिंग ऑफ 7075 अल्यूमीनियम अलॉय", इंटरनेशनल जर्नल ऑफ मटेरियल्स एंड प्रॉडक्ट टेक्नोलॉजी, 2017, (प्रेस में)
142. पी. विस्वास, पी. रामावत, एस. के. चद्रशेखर, डी.एस. पाटील, टी.के. चोंगडार, एन. एम. गोखले, आर. जॉनसन एंड एम. के. मोहन, "इफैक्ट ऑफ रूम एंड हाई टेम्परेचर कंपेक्शन ऑन ऑटिकल एंड मैकेनिकल प्रॉपर्टीज ऑफ एलआईपी ट्रान्सपेरेन्ट स्पइनल सिरैमिक्स", एडवान्सड इंजीनियरिंग मटेरियल्स (प्रेस में).

### सम्मेलन कार्यवाहियाँ

1. डी. के. कौशिक, ए. सुब्रहमणियम, टी. एन. राव, "स्टडीज़ ऑन दि डिस्ऑर्डर इन डीसी मैग्नेट्रॉन स्पटर्ड  $Cu_2ZnSnS_4(CZTS)$  थिन फिल्स ग्रोन इन

सल्फाइड प्लाज़्मा", सोसाइटी ऑफ वैक्यूम कोटर्स 59थ एनुअल टेक्नोलॉजी कॉन्फरन्स 2016 की कार्यवाहियाँ, यूएसए, पृ. 70-77,2016.

2. पी. चपला, एस. जी. आचार्या, एस. एम. शरीफ, जी. नायक, " नॉवेल Ti-Nb अलॉयस विथ इम्पुल्ड वियर रेसिस्टेन्स ऑफ बायोमेडिकल इम्प्लांट अप्लिकेशन", 38थ एनुअल इंटरनेशनल कॉन्फरन्स ऑफ दि आईईईई इंजीनियरिंग इन मेडिसिन एंड बायोलॉजी सोसाइटी (ईएमबीसी) की कार्यवाहियाँ, यूएसए, पृ.4208-4211, 2016.
3. ए. अनुसंकरी, ए. डेविड, आर. शुभश्री, ए. बी. गणेश, " ड्यूल सेन्सिंग ऑफ pH एंड DO यूज़िंग ऑप्टो- सोल फ्लूरोसेंस बेस्ड सेन्सर - ए स्पेक्ट्रल एनालिसिस", इंटरनेशनल कॉन्फरन्स ऑन एडवान्सड कम्युनिकेशन कंट्रोल एंड कंप्युटरिंग टेक्नोलॉजी (आईएसीसीसीटी) 2016 की कार्यवाहियाँ, रामनाथपुरम, भारत, पृ.545-457, 2016.
4. जे. शंकर, एम. बी. सुरेश, डी. सुरेश बाबु, " सिन्थिसिस, कैरेक्टराइजेशन एंड इलेक्ट्रिकल प्रॉपर्टीज ऑफ  $NdXO_3(X=Cr, Fe)$  नैनोपार्टिकल्स", मटेरियल्स टुडे प्रोसेडिंग: इंटरनेशनल कॉन्फरन्स ऑन रिसेन्ट एडवान्सड इन नैनो साइंस एंड टेक्नोलॉजी (रेनसेट)2015, चेन्नै, भारत, अंक. 3(6), पृ.2091-2100, 2016.
5. एन. रवि, आर. मार्कंडेय, एस. वी. जोशी, " इफैक्ट ऑफ नाइट्रॉन प्रेशर ऑन मैकेनिकल प्रॉपर्टीज ऑफ  $nc-TiAlN/a-Si_3N_4$  नैनोकंपोजिट कोटिंग्स डिपोजिटेड बाई कैथोडिक आर्क पीवीडी प्रोसेस", मटेरियल्स टुडे प्रोसेडिंग: कॉन्फरन्स ऑन एडवान्सड इन रिफेक्टरी एंड रिएक्शन मेटल्स एंड अलॉयस (एआरआरएमए), मुंबई, भारत, अंक. 3(9) भाग बी, पृ.3002-2011, 2016.
6. वी. ए. नायडू, जी. एन. नारायण, के. राधिका, ए. मृदुला, एम. बी. सुरेश, आई.एम. छाबडा, पी. किस्टय्या, "प्रिपेरेशन सर्फेस मोर्फोलॉजी एंड इलेक्ट्रिकल प्रॉपर्टीज ऑफ मल्टीलेयर एन्टीरिफ्लेक्शन थिन फिल्स", मटेरियल्स टुडे प्रोसेडिंग: इंटरनेशनल कॉन्फरन्स ऑन मटेरियल्स रिसर्च एंड अप्लिकेशन्स (आईसीएमआरए), कंड्लाकोया, भारत, अंक. 3(10) भाग बी, पृ. 3614-3620, 2016.
7. एम. अभिलाष, डी. संधिल कुमार, जी. पद्मनाभम, पी. प्रभाकर, आर. पद्मनाभम, एस. तिरुमालिनी, "दि इफैक्ट ऑफ वेल्डिंग डिरेक्शन इन  $Co_2$  लेज़र - एमआईजी हाईब्रिड वेल्डिंग ऑफ माइल्ड स्टील प्लेट्स", आईओपी कॉन्फरन्स सिरिज़- मटेरियल्स साइंस एंड इंजीनियरिंग: इंटरनेशनल कॉन्फरन्स ऑन एडवान्सड इन मटेरियल्स एंड मैनुफेक्चरिंग अप्लिकेशन्स (आईकोओएनएमएमए-2016), बेंगलोर, भारत, अंक. 149, लेख सं. यूएनएसपी 012031,2016.
8. एस. भारद्वाज, जी. पद्मनाभम, के. जैन, आर. जॉनसन, वी.वी.एस. राव, "टुवार्ड्स डेवलपमेंट ए रोडमैप फॉर कमर्शिलाइजिंग आर एंड डी फॉर दि एडवान्सड मटेरियल्स सेक्टर इन दि इंडियन कंटेस्ट", 3थ इंटरनेशनल कॉन्फरन्स ऑन मैनेजमेंट ऑफ इंटेलेक्चुअल प्रॉपर्टी राइट्स एंड स्ट्रैटजी (एमआईपीएस) की कार्यवाहियाँ, मुंबई, एक्सेल इंडिया पब्लिशर्स, नई दिल्ली, पृ. 165-179,2016.
9. एस. भारद्वाज, जी. पद्मनाभम, के. जैन, डी. श्रीनिवास राव, "पार्टनरशीप स्ट्रैटजी फॉर दि डेवलपमेंट, डिपोस्ट्रेशन एंड ट्रान्स्फर ऑफ एन एडवान्सड मटेरियल्स टेक्नोलॉजी", नेशनल कॉन्फरन्स ऑन इंजीनियरिंग एंड टेक्नोलॉजी मैनेजमेंट (एनसीआईईटीएम) की कार्यवाहियाँ, एक्सेल इंडिया पब्लिशर्स, नई दिल्ली पृ. 595-604,2016.

10. एस.एम. शरीफ, मनीष टाक, ई अनुषा एंड जी. पद्मनाभम, " लेज़र बेस्ड सर्फेस इंजीनियरिंग फॉर लाइफ इन्हेन्समेंट ऑफ पावर प्लाट कंपोनेंट", इंटरनेशनल कॉन्फरन्स ऑन सर्फेस इंजीनियरिंग की कार्यवाहियाँ, नई दिल्ली, पृ. 01-05, 2016
11. दास, एस. शंकर, एम. करंजई, जी सूत्रधार, " एक्सपेरिमेंटल इंवेस्टिगेशन ऑफ दि कंप्रेसिबिलिटी एंड मैकेनिकल प्रॉपर्टीज ऑफ C<sub>p</sub>-Ti पाउडर मेटलर्जी कंपोनेंट्स", ट्रान्सेक्शन ऑफ पीएमएआई, अंक 42(1), पृ. 32-38, 2016.
12. के. आर. सी. सोमा राजु, डी. रामा सुप्रिया, डी. श्रीनिवास रेड्डी, ए. ज्योतिर्मयी, आर. शुभश्री, " इंवेस्टिगेशन ऑन करॉज़न रेसिस्टेन्स ऑफ सोल - जैल डिस्ट्रिब्यूट नैनोकंपोजिट कोटिंग्स ऑन स्टेनलैस स्टील्स", 18थ नेशनल कॉंग्रेस ऑन करॉज़न कंट्रोल 2016 की कार्यवाहियाँ, ( सीडी के रूप में प्रकाशित).
13. दास, एस. शंकर, एम. करंजई, जी सूत्रधार, "इंवेस्टिगेशन ऑफ दि कंप्रेसिबिलिटी एंड मैकेनिकल प्रॉपर्टीज ऑफ सिंटेर्ड टाइटेनियम पाउडर मेटलर्जी पार्ट्स विस-ए-विस कास्ट टाइटेनियम प्रॉडक्ट्स", ट्रान्सेक्शन ऑफ 65 इंडियन फाउन्ड्री कॉंग्रेस, पृ. 162-169, 2017.
14. पवन कुमार, ई अनुषा, एस. एम. शरीफ, आर. पद्मनाभम, जी. पद्मनाभम, एस. तिरुमालिनी, " एन एक्सपेरिमेंटल स्टडी विथ डिजाइन ऑफ एक्सपेरिमेंट्स अप्रोच ऑन Co<sub>2</sub> वेल्डिंग ऑफ एआईएसआई-304 स्टील" ट्रान्सेक्शन ऑफ आईईईईई कार्यवाहियाँ, पृ. 162-169, 2017.

## पुस्तकों में अध्याय

1. जे.जोअरदार, एस. लेले, पी. रामा राव द्वारा "नोट्स ऑन थर्मोडायनामिक्स ऑफ मटेरियल्स" नामक पुस्तक लिखा गया, टीआरएफ-ईआरएफ, भारत, आईएसबीएन:978-93-5258-303-4, 2016.
2. नैनोटेक्नोलॉजी 'फॉर एनर्जी सस्टेनेबिलिटी' नामक पुस्तक में के. एस. दत्तात्रेयन, एन. राजलक्ष्मी, आर. बालाजी द्वारा "नैनोमटेरियल्स फॉर फ्यूल सैल टेक्नोलॉजी" विषय पर लिखा गया अध्याय, (इडी.) मार्केल वेन डे वुरडे, बालदेव राज, एंड यशवन्त महाजन, वाइले-वीसीएच, अध्याय 41, पृ. 659-695, 2016.
3. नैनोटेक्नोलॉजी 'फॉर एनर्जी सस्टेनेबिलिटी' नामक पुस्तक में ए. यामिनी, एस. किर्ति एवं नेहा हेबालकर द्वारा " एअरोजैल फॉर एनर्जी कंजर्वेशन एंड सेविंग" विषय पर लिखा गया अध्याय, (इडी.) बलदेव राज, मार्केल वेन डे वुरडे, एंड यशवन्त महाजन, वाइले-वीसीएच बरलग GmbH, जर्मनी., ऑनलाइन प्रकाशित:2017, अंक 2., अध्याय 38, द्वारा वाइल डीओआई:10.1002-9783527696109., अध्याय 38.
4. "नैनोटेक्नोलॉजी 'फॉर एनर्जी सस्टेनेबिलिटी' नामक पुस्तक में मुहम्मदशाकिल इकबाल, सी.के. निशा, विवेक पटेल, रत्नेश के. गौड द्वारा "नैनोमटेरियल्स फॉर ली-ऑयन बैटरीज: पेटेंट लैन्डस्केप एंड प्रोडक्ट सिनारियो" विषय पर लिखा गया अध्याय, (इडी.) बलदेव राज, मार्केल वेन डे वुरडे, एंड यशवन्त महाजन, वाइले-वीसीएच बरलग GmbH, जर्मनी., अध्याय 41, ऑनलाइन प्रकाशित:2017, डीओआई:10.1002-9783527696109. अध्याय 41.
5. "नैनोटेक्नोलॉजी 'फॉर एनर्जी सस्टेनेबिलिटी' नामक पुस्तक में एम. सिन्हा, रत्नेश, के.गौर, एच. कर्माकर द्वारा "नैनोमटेरियल्स इन फ्यूल सैल: ए बिबलिओमैटिक एनालिसिस" विषय पर लिखा गया अध्याय, (इडी.) बलदेव राज, मार्केल वेन डे वुरडे, एंड यशवन्त महाजन, वाइले-वीसीएच बरलग GmbH, जर्मनी., अध्याय 42, ऑनलाइन प्रकाशित: 2017 डीओआई :10.1002/ 9783527696109. अध्याय 42.
6. "नैनोटेक्नोलॉजी 'फॉर एनर्जी सस्टेनेबिलिटी' नामक पुस्तक में वी. पटेल, वाई आर महाजन द्वारा "टेक्नो कमर्शियल ऑपटुनिटिज ऑफ नैनोटेक्नोलॉजी इन वाइन्ड एनर्जी" विषय पर लिखा गया अध्याय, (इडी.) बलदेव राज, मार्केल वेन डे वुरडे, एंड यशवन्त महाजन, वाइले-वीसीएच बरलग GmbH, जर्मनी., अध्याय 43, ऑनलाइन प्रकाशित: 2017, डीओआई: 10.1002/9783527696109. अध्याय 43.
7. "नैनोटेक्नोलॉजी 'फॉर एनर्जी सस्टेनेबिलिटी' नामक पुस्तक में आई. गणेश द्वारा "नैनोमटेरियल्स फॉर दि कंवर्जन ऑफ कार्बन डाइऑक्साइड इंटु रिनेवबल फ्यूल्स एंड वेल्ड एंडेड प्रोडक्ट्स" विषय पर लिखा गया अध्याय, (इडी.) बलदेव राज, मार्केल वेन डे वुरडे, एंड यशवन्त महाजन, वाइले-वीसीएच बरलग GmbH, जर्मनी., अध्याय 44, ऑनलाइन प्रकाशित: 2017, डीओआई: 10.1002/9783527696109. अध्याय 44.
8. "एअरोस्पेस मटेरियल्स एंड मटेरियल्स टेक्नोलॉजीस - पार्ट ऑफ इंडियन ऑफ मेटल्स सिरिज बुक सिरिज (आईआईएमएस)" नामक पुस्तक में डी. श्रीनिवास राव, एल. रामा कृष्णा, जी. सुंदरराजन द्वारा "डिटोनेशन स्प्रेड कोटिंग्स फॉर एअरोस्पेस अप्लिकेशन" विषय पर लिखा गया अध्याय, (इडी.) एन. ईश्वर प्रसाद एंड आरजेएच वानहील, स्पिन्गर, अंक. 1, पृ. 483-500, 2017.
9. "एअरोस्पेस मटेरियल्स एंड मटेरियल्स टेक्नोलॉजीस - पार्ट ऑफ इंडियन ऑफ मेटल्स सिरिज बुक सिरिज (आईआईएमएस)" नामक पुस्तक में एस. आनंदन, नेहा हेबालकर, बी. वी. शारदा एंड टाटा एन. राव द्वारा "नैनो मैनुफैक्चरिंग फॉर एअरोस्पेस अप्लिकेशन" विषय पर लिखा गया अध्याय, (इडी.) एन. ईश्वर प्रसाद एंड आरजेएच वानहील, स्पिन्गर, अंक. 1, पृ. 85-101, 2017.
10. "सस्टेबल यूटिलाइजेशन ऑफ नेचुरल रिसोर्सेस" में पी. एच. बोर्स द्वारा " हाइड्रोजन फरोम वाटर" विषय पर लिखा गया अध्याय, (इडी.) पी मॉनडल, ए. के. दलाई., लॉयलर एंड फ्रान्सिस गुप, सीआरसी प्रेस यूएसए, पृ. 441-457, 2017.
11. "इलेक्ट्रोकेटालाइड्स फॉर लॉ टम्पेरेचर फ्यूल सैल्स: फन्डामेंटल्स एंड रिसेन्ट ट्रेन्ड्स", टी माइयालगन एंड वी.एस. साजी, वाइले-वीसीएच बरलग GmbH एंड कंपनी, जर्मनी., डीओआई: 10.1002/9783527803873. अध्याय 02, 2107.
12. "इनसाइक्लोपिडिया ऑफ अल्युमीनियम एंड इट्स अलॉयस" नामक पुस्तक में एल. रामा कृष्णा, जी. सुंदरराजन द्वारा "विसर एंड करॉजन प्रोटेक्शन ऑफ अल्युमीनियम एंड इट्स अलॉयस थू माइक्रो आर्क ऑक्सिडेशन कोटिंग्स" विषय पर लिखा गया अध्याय, (इडी.) रओर्गे ई टोट्टेन, ओलाफ केसलर, मुरात तिर्याकियोगलू, तायलॉर एंड फ्रान्सिस पब्लिशर्स, प्रेस में)
13. "इनसाइक्लोपिडिया ऑफ अल्युमीनियम एंड इट्स अलॉयस" नामक पुस्तक में आर. शुभश्री द्वारा "मैकेनिकल एंड करॉजन प्रोटेक्शन प्रॉपर्टीज ऑफ हाइब्रिड सोल - जैल कोटिंग्स ऑन अल्युमीनियम : इफैक्ट ऑफ प्लाज्मा सर्फेस ट्रीटमेंट" विषय पर लिखा गया अध्याय, (इडी.) रओर्गे ई टोट्टेन, ओलाफ केसलर, मुरात तिर्याकियोगलू, तायलॉर एंड फ्रान्सिस पब्लिशर्स, (प्रेस में).

## लेख

1. आर. गोपालन, एम. बत्ताबयल ने "नैनोस्ट्रक्चर्ड थर्मो इलेक्ट्रॉनिक मटेरियल्स फॉर ऑटोमोटिव बेस्ट हीट रिकवरी" विषय पर लेख लिखा, नैनोटेक इंसाइट अंक 7 (3 एवं 4), पृ. 11, 2016।
2. पी. एच. बोर्से ने "नैनोस्ट्रक्चर्ड इलेक्ट्रोड्स ऑफ मेटल सल्फाइड - काल्कोगोनाइड्स फॉर एनर्जी अप्लिकेशन्स" विषय पर लेख लिखा, नैनोटेक इंसाइट अंक 7 (3 एवं 4), पृ. 22-28, 2016।
3. के. आर. सोमा राजू, आर. शुभश्री ने "सोल - जेल नैनोकंपोजिट कोटिंग्स फॉर सोलार थर्मल अप्लिकेशन्स" विषय पर लेख लिखा, नैनोटेक इंसाइट अंक 7, पृ. 29-39, 2016।
4. एस. शक्तिवेल, एम कार्तिक, टाटा नरसिंह राव, ने "नैनोटेक्नोलॉजी फॉर कंसेंट्रेटेड सोलार थर्मल पावर अप्लिकेशन्स" विषय पर लेख लिखा, नैनोटेक इंसाइट अंक 7, जारी (3 एवं 4), पृ. 44-52, 2016।
5. एन. राजलक्ष्मी, ने "फ्यूल सैल टेक्नोलॉजी - क्लीन एनर्जी", विषय पर लेख लिखा, इलेक्ट्रिकल इंडिया मैगजीन, अंक 56, सं. 7, पृ. 74-76, 2016।
6. एस. शक्तिवेल, बी.वी. शारदा, टी.एन. राव ने "नैनोमटेरियल्स एंड कोटिंग्स फॉर कंसेंट्रेटेड सोलार थर्मल पावर (सीएसपी) अप्लिकेशन्स" विषय पर लेख लिखा, नैनो डिग्रेड 8थ एन्नीवर्सरी इशू, पृ. 42-46, 2016।



डॉ संजय भारद्वाज 'इएमईआरएएलडी/ईएफएमडी उत्कृष्ट डॉक्टरेट अनुसंधान पुरस्कार' प्राप्त करते हुए

उपराष्ट्रपति - दक्षिण एशिया, एमेरल्ड ग्रुप पब्लिशिंग लिमिटेड (ईजीपीएल) द्वारा पुरस्कार प्राप्त किया।

## पुरस्कार एवं मान-सम्मान

1. सुश्री एस प्रधिभा (डॉ आर. शुभश्री) ने दिनांक: 23 अप्रैल, 2016 को पीएसजी कॉलेज ऑफ टेक्नोलॉजी, कोयम्बटूर में आयोजित "माइक्रो और नैनो इलेक्ट्रॉनिक्स में अग्रिम राष्ट्रीय सम्मेलन (एनसीएएमएनई - 2016)" में "इफैक्ट ऑफ टेक्ट्रिंग ऑन सर्फेस वेट्टाबिलिटी ऑफ सोल - जेल नैनोकंपोजिट साइट कोटिंग्स" विषय पर प्रस्तुत करने हेतु सर्वश्रेष्ठ लेख पुरस्कार प्राप्त किया।
2. सुश्री एस प्रधिभा (डॉ आर. शुभश्री) ने दिनांक: 11 जून, 2016 को एआरसीआई, हैदराबाद में "इफैक्ट ऑफ टेक्ट्रिंग ऑन सर्फेस वेट्टाबिलिटी ऑफ सोल - जेल नैनोकंपोजिट साइट कोटिंग्स" परियोजना कार्य हेतु पीएसजी कॉलेज ऑफ टेक्नोलॉजी, कोयम्बटूर में नैनोसाइंस एंड टेक्नोलॉजी में सर्वश्रेष्ठ एम.टेक प्रोजेक्ट के लिए भूतपूर्व छात्र प्रायोजित वी.श्रीराम पुरस्कार प्राप्त किया।
3. डॉ संजय भारद्वाज ने दिनांक: 14 जुलाई, 2016 को मुंबई में आयोजित "बौद्धिक संपदा और रणनीति प्रबंधन (एमआईपीएस) 2016 के प्रबंधन पर तीसरा अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन" में "प्रबंध अभिनव और बौद्धिक संपदा हेतु कार्यशाला" के दौरान "बौद्धिक संपदा पर विचय" में प्रथम पुरस्कार प्राप्त किया।
4. डॉ संजय भारद्वाज ने "भारतीय संदर्भ में उन्नत सामग्री प्रौद्योगिकी क्षेत्र के लिए व्यावसायीकरण मॉडल का विकास करना" विषय पर उच्च शोध कार्य करने के लिए, वर्ष 2015 प्रबंधन विकास के लिए एमरल्ड/यूरोपीय फाउंडेशन (ईएफएमडी) उत्कृष्ट उच्च शोध कार्य पुरस्कार में अत्यधिक प्रशंसनीय विजेता का स्थान प्राप्त किया। इसे उन्होंने दिनांक: 27 अगस्त, 2016 को ईजीपीएल भारतीय कार्यालय, नई दिल्ली में श्री बीजू गणेशन,

5. डॉ. मंजूषा बत्ताबयल ने दिनांक : सितंबर 2016 के दौरान एल्सेवियर द्वारा एल्सवीयर समीक्षक मान्यता पुरस्कार प्राप्त किया।
6. सुश्री ई. अनुषा, (डॉ एस एम शरीफ) ने दिनांक: 07 अक्टूबर, 2016 को एनआईटी में आयोजित "मैकेनिकल इंजीनियरिंग रिसर्च स्कॉलर्स राष्ट्रीय संगोष्ठी" में "इंवेस्टिगेशन ऑन इफैक्ट ऑफ लेजर पल्सिंग पेरामीटर्स ऑन सर्फेस हार्डनिंग ऑफ बियरिंग स्टील" लेख के लिए "सर्वश्रेष्ठ पेपर पुरस्कार" प्राप्त किया।
7. डॉ एल. रामा कृष्णा को दिनांक: 06 नवंबर, 2016 को एनआईटी-वरंगल द्वारा प्रतिष्ठित भूतपूर्व छात्र व्यावसायिक उपलब्धि पुरस्कार प्राप्त हुआ।
8. डॉ. मंजूषा बत्ताबयल ने दिनांक: नवम्बर 2016 के दौरान स्कोपस द्वारा उच्च उद्धृत शोधकर्ता पुरस्कार प्राप्त किया।
9. डॉ. आर. गोपालन का दिनांक: 29 नवंबर, 2016 को चेन्नै में "विज्ञान अकादमी फैलो" के रूप में चयन हुआ।
10. डॉ. आर. गोपालन का "जर्नल ऑफ मटेरियल साइंस एंड इंजीनियरिंग ए" और "जर्नल ऑफ मटेरियल साइंस एंड इंजीनियरिंग बी" में संपादकीय बोर्ड के सदस्य के रूप में चयन हुआ।
11. डॉ. आर. गोपालन का "ररें पृथ्वी स्थायी मैग्नेट अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन" के लिए "अंतर्राष्ट्रीय सलाहकार समिति के सदस्य" के रूप में चयन हुआ।
12. डॉ संजय भारद्वाज का वर्ष 2016-17 के लिए इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ कैमिकल इंजीनियर्स हैदराबाद रीजनल सेंटर (आईआईसीएचई-एचआरसी) के सम्माननीय क्षेत्रीय संयुक्त सचिव और औद्योगिक दौरा समिति के सह-अध्यक्ष के रूप में चयन किया गया।
13. डॉ. आर. बालाजी ने दिनांक: 03 दिसंबर, 2016 को चेन्नै में वीनस इंटरनेशनल फाउंडेशन द्वारा "हाइड्रोजन ऊर्जा प्रौद्योगिकी" के क्षेत्र में "उत्कृष्ट वैज्ञानिक पुरस्कार" प्राप्त किया।





डॉ एसएम शरीफ ' प्रतिष्ठित वैज्ञानिक पुरस्कार' प्राप्त करते हुए



सुश्री पपीया बिस्वास ' डॉ आर एल ठाकुर मेमोरियल अवार्ड 2016 ' प्राप्त करते हुए



डॉ आर बालाजी 'उत्कृष्ट वैज्ञानिक पुरस्कार' प्राप्त करते हुए

14. डॉ. एस. एम. शरीफ ने दिनांक: 03 दिसंबर, 2016 को वीनस इंटरनेशनल फाउंडेशन द्वारा "लेजर आधारित विनिर्माण" के क्षेत्र में "प्रतिष्ठित वैज्ञानिक पुरस्कार" प्राप्त किया।
15. सुश्री जे.ए.प्रीति (डॉ एन.आर.राज लक्ष्मी) ने दिनांक: 08-10 दिसंबर, 2016 के दौरान "विद्युत रासायनिक विज्ञान और प्रौद्योगिकी में अग्रिम ग्यारहवीं अंतर्राष्ट्रीय संगोष्ठी", चेन्नै में "नाइट्रोजन डोपेड मेसोपोरोस कार्बन सपोर्टेड फॉर रिडक्शन रिएक्शन इन पीईएमएफसी" लेख के लिए "सर्वश्रेष्ठ मौखिक प्रस्तुति पुरस्कार" प्राप्त किया।
16. डॉ. पी. के जैन ने दिनांक: 10 दिसंबर, 2016 को मदुराई, तमिलनाडु में पीईएमएफसी फाउंडेशन शैक्षिक उत्कृष्टता पुरस्कार द्वारा "भौतिक विज्ञान में सर्वश्रेष्ठ वैज्ञानिक पुरस्कार" प्राप्त किया।
17. डॉ एन. राजलक्ष्मी ने दिनांक: 11-13 दिसंबर, 2016 के दौरान हैदराबाद में आयोजित "5 वीं अंतर्राष्ट्रीय हाइड्रोजन और फ्यूल सैल सम्मेलन" के दौरान "हाइड्रोजन प्रश्नोत्तरी में दूसरा पुरस्कार" प्राप्त किया।
18. सुश्री पापिया बिस्वास ने दिनांक: 12-15 दिसंबर, 2016 के दौरान हैदराबाद में आयोजित "सिरेमिक, काँच और अपवर्तक पर अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन - उभरते हुए नवीनीकरण" में भारतीय सिरेमिक सोसाइटी द्वारा "उन्नत सिरेमिक साइंस एंड टेक्नोलॉजी" के क्षेत्र में उत्कृष्ट योगदान करने के लिए "डॉ आर एल. ठाकुर मेमोरियल अवार्ड -2016" पुरस्कार प्राप्त किया।
19. डॉ. मालोबिका करंजई का दिनांक: 16 जनवरी, 2017 को वर्ष 2017-19 तक के लिए "भारत के पाउडर धातु विज्ञान संघ के लेनदेन" के "संपादकीय बोर्ड के सदस्य" के रूप में चयन हुआ है।
20. सुश्री जे.ए.प्रीति (डॉ एन.आर.राज लक्ष्मी) ने दिनांक: 21-23 फरवरी, 2017 के दौरान एनआईटी, तिरुचिरापल्ली में आयोजित "मैम्ब्रेन प्रौद्योगिकी और उसके अनुप्रयोगों पर अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन (एमईएमएएसईई 2017)" में "नाइफन बेस्ड कंपोजिट इलेक्ट्रोलाइट्स फॉर पीईएमएफसी- हाइड्रोजन कार्बन बेस्ड मैम्ब्रेन्स" लेख के लिए "सर्वश्रेष्ठ मौखिक प्रस्तुति पुरस्कार" प्राप्त किया।
21. डॉ एस. मीनाक्षी (डॉ एन.आर.राजलक्ष्मी) ने दिनांक: 21 -23 फरवरी, 2017 के दौरान एनआईटी, तिरुचिरापल्ली में आयोजित "मैम्ब्रेन प्रौद्योगिकी और उसके अनुप्रयोगों पर अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन (एमईएमएएसईई 2017)" में "ऑपरेशनल एक्सपेरियन ऑफ पीईएमएफसी स्ट्रैक विथ कंबाइन्ड हीट एंड वाटर - ह्यूमिनिटी पर्सपेक्टिव" लेख के लिए "सर्वश्रेष्ठ मौखिक प्रस्तुति पुरस्कार" प्राप्त किया।
22. श्री टी. रमेश (डॉ. एन. एन. राजलक्ष्मी) ने दिनांक: 01-03 मार्च, 2017 के दौरान इलाहबाद में आयोजित "नैनो विज्ञान और नैनो प्रौद्योगिकी पर अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन" में "हाइड्रॉफिलिक पोरस कार्बन डिराक्टड फ्रॉम एग्रिकल्चर रिसोर्स फॉर हाई पावर सुपर कैपेसिटर अप्लिकेशन" लेख के लिए सर्वश्रेष्ठ मौखिक प्रस्तुति पुरस्कार" प्राप्त किया।
23. डॉ. नितिन पी. वासेकर ने दिनांक: 10 -12 मार्च, 2017 के दौरान एनआईटी, तिरुचिरापल्ली में आयोजित "सामग्री और विनिर्माण इंजीनियरिंग में उभरते रुझान पर अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन (आईएमएमई 17)" में "इफेक्ट ऑफ सिलिकॉन कार्बाइड ऑन माइक्रोस्ट्रक्चर एंड मैकेनिकल प्रॉपर्टीज ऑफ पल्सड इलेक्ट्रोडिपोजिटेड निक्कल टंगस्टन कंपोजिट कोटिंग" लेख हेतु "पोस्टर प्रस्तुति के लिए सत्र का सर्वोत्तम लेख पुरस्कार" प्राप्त किया।
24. श्री स्वप्निल एच. अडसूल, (डॉ आर. शुभश्री) ने दिनांक: 10 -12 मार्च, 2017 के दौरान एनआईटी, तिरुचिरापल्ली में आयोजित (आईएमएमई 17) में "कर्रोजन बिहेवियर स्टडी ऑफ नैनोक्ले - बेस्ड सोल - जैल कोटिंग्स ऑन Mg अलॉय एएजे 91 डी" पोस्टर के लिए "सर्वश्रेष्ठ पोस्टर पुरस्कार" प्राप्त किया।
25. डॉ. मालोबिका करंजई को दिनांक: 21 मार्च, 2017 को रक्षा धातुकर्म अनुसंधान प्रयोगशाला, कंचनबाग, हैदराबाद की "महिला शिकायत सेल के बाहरी समिति सदस्य" के रूप में नामित किया गया।
26. डॉ. मालोबिका करंजई का वर्ष 2017 - 2019 के लिए "भारत का पाउडर धातु विज्ञान संघ (पीएमएआई)" का शासकीय परिषद सदस्य के रूप में चयन हुआ।

# कार्मिक

(मार्च 31, 2017 तक की स्थिति)

## निदेशक

**डॉ. जी. पद्मनाभम** (07/10/2016 से)  
(निदेशक - प्रभारी 06/10/2016 तक)

## सह-निदेशकगण

डॉ. राघवन गोपालन  
डॉ. ताता नरसिंग राव  
डॉ. रॉय जॉनसन (07/10/2016 से)

## वैज्ञानिकगण

डॉ. रॉय जॉनसन, वैज्ञानिक 'जी' (06/10/2016 तक)  
डॉ. जी. रविचंद्रा, वैज्ञानिक 'एफ'  
डॉ. पवन कुमार जैन, वैज्ञानिक 'एफ'  
श्री डी. श्रीनिवास राव, वैज्ञानिक 'एफ'  
डॉ. सुश्री एन. राजलक्ष्मी, वरिष्ठ वैज्ञानिक  
डॉ. आर. विजय, वैज्ञानिक 'एफ'  
वी. बालाजी राव, वैज्ञानिक 'एफ'  
डॉ. आर. शुभश्री, वैज्ञानिक 'एफ'  
डॉ. भास्कर प्रसाद साहा, वैज्ञानिक 'एफ'  
डॉ. प्रमोद एच. बोर्स, वैज्ञानिक 'एफ'  
डॉ. एल. रामाकृष्णा, वैज्ञानिक 'एफ'  
डॉ. वाई. श्रीनिवास राव, वैज्ञानिक 'एफ'  
डॉ. संजय भारद्वाज, वैज्ञानिक 'एफ'  
डॉ. एस.एस. शक्तिवेल, वैज्ञानिक 'एफ'  
एन. रवि, वैज्ञानिक 'एफ'  
डॉ. मालोबिका करंजई, वैज्ञानिक 'ई'  
डॉ. आई. गणेश, वैज्ञानिक 'ई'  
डॉ. जॉयदीप जोअरदार, वैज्ञानिक 'ई'  
डॉ. जी. शिवकुमार, वैज्ञानिक 'ई'  
शक्ति प्रकाश मिश्रा, वैज्ञानिक 'ई' (13/07/2016 तक )  
के.वी. फणि प्रभाकर, वैज्ञानिक 'ई'  
डॉ. बी.वी. शारदा, वैज्ञानिक 'ई'  
डॉ. डी. शिवप्रहासम, वैज्ञानिक 'ई'  
डॉ. एस.एम. शरीफ, वैज्ञानिक 'ई'  
डॉ. रवि एन. बाठे, वैज्ञानिक 'ई'  
डॉ. आर. प्रकाश, वैज्ञानिक 'ई'  
एस.बी. चंद्रशेखर, वैज्ञानिक 'ई'  
डॉ. नेहा वाई. हेबालकर, वैज्ञानिक 'ई'  
डॉ. के. सुरेश, वैज्ञानिक 'ई'  
डॉ. संजय आर. ढगे, वैज्ञानिक 'ई'  
डॉ. नीतिन पी. वासेकर, वैज्ञानिक 'ई'  
डॉ. दिव्येन्दु चक्रवर्ती, वैज्ञानिक 'ई'  
कलियान हेम्ब्रेम, वैज्ञानिक 'डी'  
डॉ. के. मुरुगन, वैज्ञानिक 'डी'  
डॉ. दुलालचंद्र जाना, वैज्ञानिक 'डी'  
डॉ. के. रम्या, वरिष्ठ वैज्ञानिक  
डॉ. कृष्णा वल्लेटी, वैज्ञानिक 'डी'  
डॉ. एम. बुच्ची सुरेश, वैज्ञानिक 'डी'

सुश्री एस. निर्मला, वैज्ञानिक 'डी'  
आर. संधिल कुमार, वैज्ञानिक 'डी'  
डॉ. पी. सुरेश बाबु, वैज्ञानिक 'डी'  
डॉ. श्रीनिवासन आनंदन, वैज्ञानिक 'डी'  
एस. सुधाकर शर्मा, वैज्ञानिक 'डी'  
डॉ. ईश्वरमूर्ति रामासामी, वैज्ञानिक 'डी'  
डॉ. एस. कुमार, वैज्ञानिक 'डी'  
सुश्री प्रिया अनीश मैथ्यूस, वैज्ञानिक 'डी'  
प्रसेनजीत बारिक, वैज्ञानिक 'डी'  
मनीष टाक, वैज्ञानिक 'डी'  
नवीन मनहर चव्हाण, वैज्ञानिक 'डी'  
एम. रामकृष्णा, वैज्ञानिक 'डी'  
बालाजी पाड्या, वैज्ञानिक 'डी'  
सुश्री पापिया बिस्वास, वैज्ञानिक 'डी'  
डॉ. गुरुराज तेलसंग, वैज्ञानिक 'डी'  
आर. विजय चंदर, वैज्ञानिक 'डी'  
पांडु रामावत, वैज्ञानिक 'डी'  
सुश्री जे. रेवती, वैज्ञानिक 'डी'  
अरुण सीतारामन, वैज्ञानिक 'डी'  
डॉ. एम.बी. सहाना, वैज्ञानिक  
डॉ. डी. प्रभु, वैज्ञानिक 'सी'  
डॉ. आर. बालाजी, वैज्ञानिक  
डॉ. सत्या मरियाप्पन, वैज्ञानिक (09/08/2016 तक )  
एल. वेंकटेश, वैज्ञानिक 'सी'  
सुश्री के. दिव्या, वैज्ञानिक 'बी'

## तकनीकी अधिकारीगण

देबज्योति सेन, तकनीकी अधिकारी 'डी'  
केआरसी सोमराजु, तकनीकी अधिकारी 'डी'  
सुश्री ए. ज्योतिर्मयी, तकनीकी अधिकारी 'डी'  
सुश्री वी. उमा, तकनीकी अधिकारी 'डी'  
जी. वेंकटरमणा रेड्डी, तकनीकी अधिकारी 'सी'  
वी.सी. सजीव, तकनीकी अधिकारी 'सी'  
पी. रामकृष्णा रेड्डी, तकनीकी अधिकारी 'सी'  
वी. महेन्द्र, तकनीकी अधिकारी 'सी'  
के. श्रीनिवास राव, तकनीकी अधिकारी 'सी'  
सीएच. सांबशिवा राव, तकनीकी अधिकारी 'सी'  
डी. श्रीनिवास रेड्डी, तकनीकी अधिकारी 'सी'  
करुणाकर चिंतामाडका, तकनीकी अधिकारी 'बी'  
एम. श्रीनिवास, तकनीकी अधिकारी 'बी'  
सुश्री बी.वी. शालिनी, तकनीकी अधिकारी 'बी'  
एन. वेंकट राव, तकनीकी अधिकारी 'बी'  
एम. श्रीहरि, तकनीकी अधिकारी 'बी'  
जे. नागभूषणा चारी, तकनीकी अधिकारी 'बी'  
ए. राजशेखर रेड्डी, तकनीकी अधिकारी 'बी'  
ए.आर. श्रीनिवास, तकनीकी अधिकारी 'बी'  
ई. अंबु रसु, तकनीकी अधिकारी 'बी'  
एस. शंकर गणेश, तकनीकी अधिकारी 'बी'  
के. नरेश कुमार, तकनीकी अधिकारी 'ए'

एम. इलयराजा, तकनीकी अधिकारी 'ए'  
पी वीवी श्रीनिवास, तकनीकी अधिकारी 'ए'  
के. रमेश रेड्डी, तकनीकी अधिकारी 'ए'  
सुश्री एन. अरुणा, तकनीकी अधिकारी 'ए'  
आर. अंबुरसु, तकनीकी अधिकारी 'ए'  
एम. आर. रेंजू, तकनीकी अधिकारी 'ए'

#### तकनीकी सहायक

जे. श्याम राव, तकनीकी सहायक 'ए'

#### तकनीशियन

डी. कृष्ण सागर, तकनीशियन 'डी'  
के वी बी वसंत रायडु, तकनीशियन 'डी'  
जी. वेंकट राव, तकनीशियन 'डी'  
ई. कोंडा, तकनीशियन 'डी'  
ए. सत्यनारायण, तकनीशियन 'डी'  
बी. वेंकन्ना, तकनीशियन 'डी'  
जी. वेंकट रेड्डी, तकनीशियन 'डी'  
पी. अंजय्या, तकनीशियन 'सी'  
के. सुब्बा राव, तकनीशियन 'सी'  
डी.पी. सूर्या प्रकाश राव, तकनीशियन 'सी'  
ए. जयकुमारन थम्पी, तकनीशियन 'सी'  
डी. कुटुम्ब राव, तकनीशियन 'सी'  
बी. सुब्रह्मण्येश्वर राव, तकनीशियन 'सी'  
के. विघ्नेश्वर राव, तकनीशियन 'सी'  
के. सत्यनारायण रेड्डी, तकनीशियन 'सी'  
वेंकट रमणा कुर्रा, तकनीशियन 'सी'  
ए. प्रवीण कुमार, तकनीशियन 'सी'  
जे. वेंकटेश्वर राव, तकनीशियन 'सी'  
ए. रमेश, तकनीशियन 'सी'  
ए. जंगा रेड्डी, तकनीशियन 'सी'  
सीएच. वेंकटेश्वर राव, तकनीशियन 'सी'  
बी. हेमंत कुमार, तकनीशियन 'सी'  
गोविंद कुमार, तकनीशियन 'सी'  
एम. सत्यानंद, तकनीशियन 'सी'  
ए. जगन, तकनीशियन 'सी'  
सुशांत मुखोपाध्याय, तकनीशियन 'सी'  
सुरी बाबू पंडित, तकनीशियन 'सी'  
जी. अंजन बाबु, तकनीशियन 'बी'  
प्रबीर कुमार मुखोपाध्याय, तकनीशियन 'बी'  
शेख अहमद, तकनीशियन 'बी'  
के. अशोक, तकनीशियन 'बी'  
ई. यादगिरी, तकनीशियन 'बी'  
आई. प्रभु, तकनीशियन 'बी'  
डी. माणिक्य प्रभु, तकनीशियन 'बी'  
एस. नरसिंग राव, तकनीशियन 'बी'  
सीएच. जंगय्या, तकनीशियन 'बी'  
लिंगय्या मोथे, तकनीशियन 'ए'  
आन सिंह, तकनीशियन 'ए'

#### मुख्य वित्त एवं लेखा अधिकारी

आर. विजय कुमार

#### भंडार एवं क्रय अधिकारी

एन. श्रीनिवास (25/10/2016 तक)  
अनिर्बान भट्टाचार्य (26/10/2016 से)

#### निदेशक के स्टाफ अधिकारी

पी. नागेन्द्र राव

#### सुरक्षा, अग्निशमन एवं संरक्षा अधिकारी

एस. कल्याण रामन (प्रतिनियुक्ति पर)

#### अधिकारी (प्रशा. एवं कार्मिक)

ए. श्रीनिवास

#### अधिकारीगण

एन. श्रीनिवास, अधिकारी 'सी' (26/10/2016 से)  
अनिर्बान भट्टाचार्य, अधिकारी 'बी' (25/10/2016 तक)  
जी.एम. राजकुमार, अधिकारी 'सी'  
श्रीमती अपर्णा राव, अधिकारी 'बी'  
वाई. कृष्ण शर्मा, अधिकारी 'बी'  
जी. रमेश रेड्डी, अधिकारी 'बी'  
बी. उदयकुमार, अधिकारी 'बी'  
पी. वेणुगोपाल, अधिकारी 'बी'  
वेंकट रमणा पोतुरी, अधिकारी 'ए'  
सुश्री पी. कमल वैशाली, अधिकारी 'ए'  
पी. धर्मा राव, सहायक 'ए'  
जी. गोपाल राव, सहायक 'ए'

#### सहायकगण

सुश्री के. शकुंतला, सहायक 'बी' (एमएसीपी)  
टी. वेणु, सहायक 'बी'  
बी. लक्ष्मण, सहायक 'बी'  
सुश्री राजलक्ष्मी नायर, सहायक 'बी'  
रवि सिंह, सहायक 'बी'  
सुश्री के. मधुरवाणी, सहायक 'बी'  
नरेंद्र कुमार भक्त, सहायक 'बी'  
जे. बंसीलाल, कनिष्ठ सहायक (एमएसीपी)  
वी. श्रीकान्त, सहायक 'ए'  
बी. वेंकटेशम, सहायक 'ए'  
रमावत रंगा नायक, सहायक 'ए'  
पी. साई किशोर, सहायक 'ए'

#### वाहन चालकगण

मो. सादिक, 'सी'  
पी. अशोक, 'बी'  
टी. सत्यनारायण, 'बी' (एमएसीपी)  
एम.ए.फ़जल हुसैन, 'बी' (एमएसीपी)

#### प्रयोगशाला सहायकगण

रूप सिंह, प्रयोगशाला सहायक 'डी'  
गजे सिंह, प्रयोगशाला सहायक 'सी'  
हुसैन अली खां, प्रयोगशाला सहायक 'सी'

#### हिंदी अनुवादक (अनुसंधि पर)

डॉ. रम्भा सिंह

**विशिष्ट प्रतिष्ठित वैज्ञानिक**

प्रो. जी. सुंदरराजन

**परामर्शदाता**

डॉ. वाई. आर. महाजन  
अरुण जोशी (30/06/2016 तक)  
डॉ. ए. वेणुगोपाल रेड्डी  
ए. शिव कुमार  
डॉ. टी.जी.के. मूर्ति  
डॉ. आर. मधुसूदन सागर  
डॉ. वी. चंद्रशेखरन  
सुरेश प्रसाद शर्मा (31/12/2016 तक)

**परियोजना वैज्ञानिक/कर्मचारी**

डॉ. मणि कार्तिक, परियोजना वैज्ञानिक (वरिष्ठ स्तर 1) [टीआरसी]  
डॉ. मंजूषा बत्ताबयल, परियोजना वैज्ञानिक (वरिष्ठ स्तर 2) [टीआरसी]  
पी. उदय भास्कर, परियोजना वैज्ञानिक (मध्य स्तर),  
[एसईआरआईआईयूएस]  
एम. राज कुमार, परियोजना वैज्ञानिक (मध्य स्तर) [एसपीएचडी]  
डॉ. मंदती श्रीकांत, परियोजना वैज्ञानिक (मध्य स्तर) [टीआरसी]  
डॉ. प्रशांत मिश्रा, परियोजना वैज्ञानिक (मध्य स्तर) [टीआरसी]  
डॉ. एस मीनाक्षी, परियोजना वैज्ञानिक (मध्य स्तर) [टीआरसी]  
डॉ. बिजो कुमार दास, परियोजना वैज्ञानिक (मध्य स्तर) [टीआरसी]  
डॉ. एस कविता, परियोजना वैज्ञानिक (मध्य स्तर) [टीआरसी]  
एस. रामकृष्णन, परियोजना वैज्ञानिक (मध्य स्तर), [एसपीएचडी]  
सुमित रंजन साहू, परियोजना कनिष्ठ वैज्ञानिक [एसएलबीवी]  
अमोल चिंतामन बदगुजार, परियोजना कनिष्ठ वैज्ञानिक  
[एसईआरआईआईयूएस]  
वल्लभ राव रिक्का, परियोजना वैज्ञानिक (कनिष्ठ स्तर), [एसएलबीवी]  
एस. वासु, परियोजना वैज्ञानिक (कनिष्ठ स्तर), [एसएलबीवी]  
कुमारी कोंडा, परियोजना कनिष्ठ वैज्ञानिक [टीआरसी]  
पी. साई कार्तिक, परियोजना कनिष्ठ वैज्ञानिक [टीआरसी]  
हरि गोपी, परियोजना कनिष्ठ वैज्ञानिक [टीआरसी]  
रवि गौतम, परियोजना कनिष्ठ वैज्ञानिक [टीआरसी]  
पी. लक्ष्मण मणी कांता, परियोजना कनिष्ठ वैज्ञानिक [टीआरसी]  
ए. श्रीनिवास राव, परियोजना कनिष्ठ वैज्ञानिक [टीआरसी]  
जी. विजय रागवन, परियोजना कनिष्ठ वैज्ञानिक [टीआरसी]  
मुनि भास्कर शिव कुमार, परियोजना कनिष्ठ वैज्ञानिक [टीआरसी]

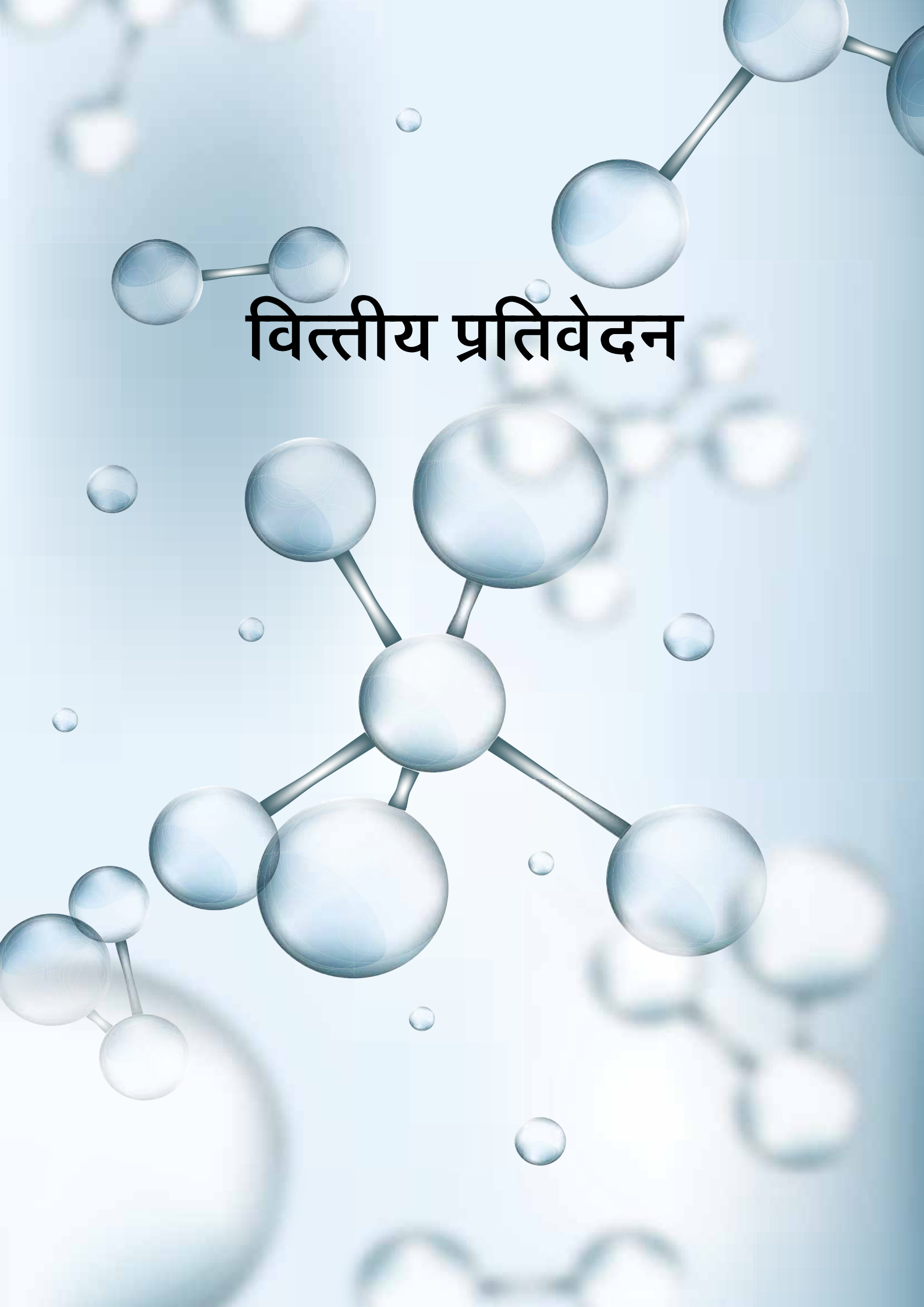
टी. पान्दुरंग राव  
एम. वी. भार्गवन्  
डॉ. एस. वेणुगोपालन (30/04/2016 तक)  
डॉ. के. सत्य प्रसाद  
वी.वी. कुटुम्ब राव (जुलाई, 2016 तक)  
टी. सत्यनारायण (06/07/2016 तक)  
के.आर. ए. नायर  
मोहनलाल (01/08/2016 से )  
के. सी. नरेंद्र  
एस. एन नाउटियल (09/12/2016 से)

पी. संपत कुमार, परियोजना प्रबंधक, (टीआरसी)  
एल. बाबु, वरिष्ठ परियोजना तकनीकी सहायक [एसएलबीवी]  
के. शाषमुगम, परियोजना तकनीकी सहायक [एसएलबीवी]  
ए. शिव राज, परियोजना तकनीकी सहायक [एसएलबीवी]  
टी.पी. सारंगन, परियोजना तकनीकी सहायक [एसएलबीवी]  
संभू नाथ जाना, परियोजना कनिष्ठ वैज्ञानिक [एसएलबीवी]  
वी. गौतम, परियोजना तकनीकी सहायक [एसटीएनए]  
वी. साई कृष्णा, परियोजना तकनीकी सहायक [एसटीएनए]  
आर. वासुदेवन, परियोजना तकनीकी सहायक [टीआरसी]  
एन. कन्नादासन, परियोजना तकनीकी सहायक [टीआरसी]  
करणम चंद्र, परियोजना तकनीकी सहायक [टीआरसी]  
देबेन्द्र नाथ कर, परियोजना तकनीकी सहायक [टीआरसी]  
वी. दुर्गा महेश, परियोजना तकनीकी सहायक [टीआरसी]  
तनमॉय शी, परियोजना तकनीकी सहायक [टीआरसी]  
गोरे उदय भास्कर, परियोजना तकनीकी सहायक [टीआरसी]  
शैक नगुर बाबा, परियोजना तकनीकी सहायक [टीआरसी]  
पिरिया विकास सुरेश, परियोजना तकनीकी सहायक [टीआरसी]  
आर. पार्थसारथी, परियोजना प्रयोगशाला सहायक [एसटीएनए]

एसपीएचडी: प्रायोजित प्रौद्योगिकी विकास कार्यक्रम  
एसएलबीवी: प्रायोजित लिथियम-आयन बैटरी कार्यक्रम  
एसटीएनए : ओटोमोटिव अनुप्रयोगों के लिए नैनोसामग्री आधारित उत्कृष्ट प्रौद्योगिकी की विषयगत इकाई  
एसईआरआईआईयूएस: भारत और अमेरिका के लिए सौर ऊर्जा अनुसंधान संस्थान  
टीआरसी: 'वैकल्पिक ऊर्जा सामग्रियों और प्रणालियों' के लिए तकनीकी अनुसंधान केंद्र



# वित्तीय प्रतिवेदन



**अनंत राव एंड मलिक**

चार्टर्ड अकाउंटेंट

B-310, कुशल टर्वस

कैरताबाद

हैदराबाद - 500 004

**लेखापरीक्षक का प्रतिवेदन**

शासकीय परिषद, इंटरनेशनल एडवांस्ड रिसर्च सेंटर फॉर पाउडर मेटलर्जी एंड न्यू मटेरियल्स (एआरसीआई) हैदराबाद ।

**वित्तीय विवरण पर प्रतिवेदन**

हमने इंटरनेशनल एडवांस्ड रिसर्च सेंटर फॉर पाउडर मेटलर्जी एंड न्यू मटेरियल्स (एआरसीआई), (संस्था) के संलग्न वित्तीय विवरणों की लेखा परीक्षा की, जिसमें 31 मार्च 2017 को समाप्त वर्ष की गतिविधियों का विवरण, आय एवं व्यय लेखा तथा वर्ष के दौरान प्राप्तियों और भुगतानों का लेखा तथा महत्वपूर्ण लेखा नीतियों के साथ अन्य विवरणात्मक टिप्पणियाँ, स्वसंपूर्ण लेन-देन विवरण, स्वसंपूर्ण आय एवं व्यय लेखा, स्वसंपूर्ण पावती एवं भुगतान लेखा तथा स्वसंपूर्ण महत्वपूर्ण लेखा नीतियाँ और निम्नलिखित निधियों की अन्य विवरणात्मक टिप्पणियाँ शामिल हैं।

- संचालित निधि
- प्रौद्योगिकी विकास एवं अंतरण (टीडीएस) निधि, एवं
- प्रयोजित परियोजना निधि

**वित्तीय विवरणों के लिए प्रबंधन की ज़िम्मेदारियाँ**

संस्था के ये विवरण भारत में स्वीकृत सामान्य लेखा सिद्धांतों (जीएएपी) के अनुरूप तैयार करने के अलावा वित्तीय विवरण में उल्लिखित महत्वपूर्ण लेखा नीतियों के लिए संचालन मंडल ज़िम्मेदार है। इस ज़िम्मेदारी में संस्था के स्वहित के लिए समुचित लेखा रिकार्डों का रखरखाव और पाये जाने वाले घटालों तथा अन्य अनियमितताओं, चयन को नियंत्रित करने, समुचित लेखा नीतियों को लागू करने, विवेकपूर्ण तथा उचित प्राक्कलन (एस्टिमेंट्स) तैयार करने, घोटालों अथवा त्रुटियों के कारण होनेवाली गलत जानकारी से पूरी तरह मुक्त वित्तीय विवरण बनाने और प्रस्तुत करने से संबंधित लेखा दस्तावेजों की विशुद्धता और पूर्णता को सुनिश्चित करने के लिए प्रभावशील साबित होनेवाले एवं आंतरिक लेखा-नियंत्रणों के बारे में निर्णय लेने की प्रक्रिया भी शामिल है।

**लेखा परीक्षकों का उत्तरदायित्व**

हमारी ज़िम्मेदारी हमारी लेखापरीक्षा के आधार पर इन विवरणों के बारे में राय देना है। हमने यह जाँच भारत के सनदी लेखापालों के संस्थान द्वारा जारी किये गये मानकों के अनुरूप की है। इन सिद्धांतों के अनुसार हमें सैद्धांतिक आवश्यकताओं और योजनाओं का पालन करने के अलावा तर्कसंगत विश्वास प्राप्त करने के लिए इस बात की जाँच करना है कि प्रस्तुत किए गये वित्तीय विवरण गलत जानकारी से मुक्त है अथवा नहीं।

वित्तीय विवरणों की जाँच के अंतर्गत वित्तीय विवरणों में किये गये प्रकटीकरणों की मात्रा से संबंधित लेखापरीक्षक प्रमाण प्राप्त करने की प्रक्रिया अपनाया शामिल है। इस प्रक्रिया का चयन लेखापरीक्षकों के निर्णय पर निर्भर है, जिसमें घोटालों अथवा त्रुटियों के कारण वित्तीय विवरणों संबंधी दी गई अशुद्ध जानकारी की जोखिमों का मूल्यांकन शामिल होता है। तथापि, इन जोखिमों के मूल्यांकन में लेखापरीक्षकों ने आंतरिक नियंत्रणों पर विचार किया है, जो संस्था के वित्तीय विवरण की तैयारी और शुद्ध प्रस्तुति से संबंधित हैं, इसका उद्देश्य समुचित लेखा प्रक्रियाओं को बनाना सुलभ करना है, संस्था के भीतरी नियंत्रण की प्रभावशीलता पर किसी तरह की राय ज़ाहिर करना नहीं। लेखापरीक्षकों के आंतरिक उपयोग में लायी गई लेखा-नीतियों की प्रभावशीलता और प्रबंधन द्वारा किये गये लेखा-विवरणों की समीचीनता के बारे में मूल्यांकन शामिल होने के साथ ही वित्तीय विवरणों की समस्त प्रस्तुति का मूल्यांकन भी शामिल है।

हमें विश्वास है कि हमें प्राप्त हुए लेखापरीक्षकों प्रमाण हमारी लेखापरीक्षकों मनाय्य देने के लिए पर्याप्त और समुचित हैं।

**मन्तव्य**

हमारी राय में हमें दिये गये विवरणों के अनुसार और प्राप्त जानकारी के आधार पर संस्था के 31 मार्च 2017 को समाप्त वित्त वर्ष के बारे में दिये गये उपर्युक्त वित्तीय विवरण सभी पहलुओं से भारत में सामान्य तौर पर स्वीकृत लेखा सिद्धांतों (जीएएपी) तथा वित्तीय विवरणों और अनुसूचित 24 में उल्लिखित महत्वपूर्ण लेखा नीतियों के अनुरूप हैं।

**अन्य मामले**

- अ) हमारी राय में हमारी जाँच के दौरान संस्था द्वारा विधि के अनुसार प्रस्तुत आवश्यक सभी लेखा पुस्तिकाओं समुचित रखरखाव किया गया है।
- आ) आय एवं व्यय तथा प्राप्तियों और भुगतानों के बारे में इस प्रतिवेदन से संबंधित सभी विवरण लेखा पुस्तिकाओं से मेल खाते हैं।

कृते अनंत राव एंड मलिक  
चार्टर्ड अकाउंटेंट  
एफआरएन: 006266S

Sd/-  
वी. अनंतराव  
भागीदार  
एम.नं. 022644

# वित्तीय विवरणियों का फार्म (गैर-लाभकारी संगठन) एआरसीआई निधि (परिचालनात्मक) 31-03-2017 तुलन पत्र की स्थिति

(राशि रुपयों में)

सहायता अनुदान : निधि तथा देयताएँ	अनुसूची	चालू वर्ष	गत वर्ष
सहायता अनुदान	1	1564305484	1524931888
आरक्षित और अधिशेष निधियाँ	2	6304121	0
उद्भूत / स्थायी निधियाँ	3	0	0
प्रतिभूति सहित ऋण और उधार ली गयी राशियाँ	4	0	0
प्रतिभूति रहित ऋण और उधार ली गयी राशियाँ	5	0	0
आस्थगित जमा देयताएँ	6	0	0
चालू देयताएँ और प्रावधान	7	211910004	173355512
<b>कुल</b>		<b>1782519609</b>	<b>1698287400</b>
<b>संपदाएँ</b>			
स्थिर संपदाएँ	8	1259419269	1277610988
उद्भूत / स्थायी निधियों से निवेश	9	0	0
अन्य - निवेश	10	0	0
वर्तमान संपदाएँ, ऋण, अग्रिम राशियाँ आदि	11	523100340	420676412
विविध व्यय (बट्टखाते न डाले गये या समायोजित न किये जाने की सीमा तक)		0	0
<b>कुल</b>		<b>1782519609</b>	<b>1698287400</b>
उल्लेखनीय लेखा नीतियाँ	24		
आकस्मिक देयताएँ और नोटऑन अँकाउंट	25		

इसी तिथि के हमारे प्रतिवेदन के अनुसार ।  
कृते मैसर्स अनंत राव एवं मलिक  
सनदी लेखापाल  
फर्म पंजीकरण सं. 006266S  
ह./-  
वी.अनंत राव,  
भागीदार, सदस्यता.सं. 022644

ह./-  
आर. विजय कुमार  
मुख्य वित्त एवं लेखा अधिकारी

ह./-  
डॉ. जी. पद्मनाभम  
निदेशक

तिथि: 11/09/2017  
स्थान: हैदराबाद

## वित्तीय विवरणियों का फार्म (गैर-लाभकारी संगठन)

दिनांक : 31.03.2017 को समाप्त वर्ष के लिए एआरसीआई निधि (परिचालनात्मक) आय तथा व्यय लेखा

(राशि रुपयों में)

आय	अनुसूची	चालू वर्ष	गत वर्ष
विक्रय / सेवाओं से आय	12	0	0
अनुदान / वित्त पोषण	13	547900000	0
शुल्क / अंशदान	14	0	0
निवेश से आय (उद्धृष्ट / स्थायी निधियों, के निवेश के अंतरण से)	15	0	0
रायल्टी, प्रकाशनों आदि से आय	16	0	0
अर्जित ब्याज	17	23918545	18597198
अन्य आय	18	13116722	26272201
तैयार माल / निर्माणधीन माल का संग्रह/ प्रगतिरत कार्य	19	0	0
<b>कुल (क)</b>		<b>584935267</b>	<b>44869399</b>
<b>व्यय</b>			
स्थापना व्यय	20	250081534	238492376
अन्य व्यय	21	152852655	153316236
अनुदानों / वित्त पोषण पर व्यय	22	2755984	650171
ब्याज	23	0	0
मूल्य ह्रास (अनुसूची-8 से मेल खाता वर्ष के अंत में निवल योग)		139871497	138519195
घटाव : सहायता अनुदान में अंतरित			138519195
<b>कुल (ख)</b>		<b>545561670</b>	<b>392458783</b>
व्यय (क-ख) पर आय के आधिक्य का शेष		39373597	-347589386
विशेष आरक्षित निधि को अंतरण (प्रत्येक को विशिष्टता बताएँ)			
सामान्य आरक्षित को/से अंतरण			
आय से अधिक व्यय के अंतरण का शेष-सहायता अनुदान		39373597	-347589386
उल्लेखनीय लेखा नीतियाँ	24		
आकस्मिक देयताएँ और नोटों/ऑन बैकअउट	25		

इसी तिथि के हमारे प्रतिवेदन के अनुसार ।

कृते मैसर्स अनंत राव एवं मलिक

सनदी लेखापाल

फर्म पंजीकरण सं. 006266S

ह./-

वी.अनंत राव,

भागीदार, सदस्यता.सं. 022644

ह./-

आर. विजय कुमार

मुख्य वित्त एवं लेखा अधिकारी

निदेशक

ह./-

डॉ. जी. पद्मनाभम

निदेशक

तिथि: 11/09/2017

स्थान: हैदराबाद



# इंटरनेशनल एडवांस्ड रिसर्च सेंटर फॉर पाउडर मेटलर्जी एंड न्यू मटेरियल्स

(एआरसीआई)

डाक घर : बालापुर, हैदराबाद

एआरसीआई (परिचालनीय) निधि

अनुसूची - 24

महत्वपूर्ण लेखा नीतियाँ

- वित्तीय विवरणी तैयार करने का आधार :  
एआरसीआई, हैदराबाद (एआरसीआई/संघ) की वित्तीय विवरणी ऐतिहासिक लागत परंपरा और उचित आधार पर, अन्यथा व्यक्त न होने की स्थिति में उचित आधार पर तैयार की जाती है ।
- अनुदान :  
- अनुदान प्राप्त होने पर आर्थिक सहायता को मान्यता दी जाती है ।  
- विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग द्वारा प्राप्त अनुदानों को संघ की कायिक निधि की तरह मान्यता दी जाती है।  
- संघ द्वारा परिचालन, रखरखाव और मूल्यह्रास को इन अनुदानों के रूप में समायोजित किया जाता है।  
- डीएसटी से प्राप्त अनुदान एआरसीआई द्वारा चलायी जा रही विशेष परियोजनाओं के साथ प्रायोजित परियोजना निधि के साथ समाहित की जाती हैं ।  
भंडार और अधिशेष:  
प्रौद्योगिकी प्रदर्शन एवं हस्तांतरण निधि ( टीडीएस निधि) द्वारा प्राप्त सकल अधिशेष/घाटे को निम्नानुसार विनियोजित किया जाता है:  
50% एआरसीआई के परिचालन निधि में और शेष 50% टीडीटी निधि में हस्तांतरण किया जाता है
- नियत संपदाएँ :- नियत संपदाएँ लागत पर ली जाती हैं। लागत में शुल्क, कर, परिवहन भाड़ा, बीमा आदि , संपदा के प्रापण और स्थापना की विशेषताएँ हैं ।
- मूल्य-ह्रास और संक्रामण :  
नियत संपदाओं पर मूल्य-ह्रास (पट्टे पर लिये गये भवनों को छोड़कर) लिख दिये गये मूल्य पद्धति पर आयकर नियमावली, 1962 के अनुसार / गैर - वापसी अग्रिम राशि पट्टे पर ली गयी अवधि के लिए अंतरित की जाती है।
- राजस्व मान्यता  
अनुदान नगद आधार पर मान्यता प्राप्त हैं, बैंक में शेष राशियों / जमा राशियों से प्राप्त ब्याज आय को नगद आधार पर मान्यता दी जाती है ।
- अनुसंधान और विकास (आर एंड डी) व्यय:  
कच्ची सामग्रियों सहित अनुसंधान और विकास उपभोज्य, अन्य निवेशों आदि राजस्व व्यय को प्रभारित किये जाते हैं । जरूरत के आधार पर और अंतिम उपयोगकर्ताओं द्वारा जारी करने पर कच्ची सामग्रियों, उपभोज्य, भंडारण पुर्जों और अन्य सामग्रियों की खरीदी जाती है, तुरंत बाद वे प्राप्त करते हैं। अतः इन सामग्रियों को बंद स्टॉक के मूल्य खातों में मान्यता प्राप्त नहीं है।
- विदेशी मुद्रा लेन-देन : वर्ष के दौरान किये गये विदेशी लेनदेनों को, लेनदेनों के दिन उपलब्ध विनिमय दरों पर लिया जाता है।
- सेवानिवृत्त हितलाम :  
भविष्य निधि और नयी पेंशन योजना (परिभाषित अंशदान योजना) के प्रति योगदान आय तथा व्यय लेखा को लागू नियमावली / संविधि के अनुसार प्रभारित किया जाता है । उपदान और छुट्टी नकदीकरण (परिभाषित हित योजना) के लिए प्रावधान उपचयित मूल्यांकन आधार पर भारतीय जीवन बीमा निगम द्वारा AS-15 संशोधित ("सेवानिवृत्त हित के लिए लेखा") पर लिया जाता है। संघ की उपदान और छुट्टी नकदीकरण देयता के समान है और भारतीय जीवन बीमा निगम को वार्षिक आधार पर अंशदान दिया जाता है।
- सीमांत धनराशि जमा  
एआरसीआई के पक्ष में जारी साखपत्रों के प्रति बैंकों में जमा सीमांत जमा राशियों को नकद / वस्तु रूप में अग्रिमों - वसूली योग्य अग्रिमों और उधारों के अंतर्गत समाहित किया जाता है ।

इसी तिथि के हमारे प्रतिवेदन के अनुसार ।

कृते मैसर्स अनंत राव एवं मलिक  
सनदी लेखापाल  
फर्म पंजीकरण सं. 006266S

ह./-

वी.अनंत राव,  
भागीदार, सदस्यता.सं. 022644

ह./-

आर. विजय कुमार  
मुख्य वित्त एवं लेखा अधिकारी

ह./-

डॉ. जी. पद्मनाभम  
निदेशक

तिथि: 11/09/2017  
स्थान: हैदराबाद

## इंटरनेशनल एडवांस्ड रिसर्च सेंटर फॉर पाउडर मेटलर्जी एंड न्यू मटेरियल्स

(एआरसीआई)

डाक घर : बालापुर, हैदराबाद

एआरसीआई (परिचालनीय) निधि

### अनुसूची - 25

### सेवाओं पर टिप्पणियां

1. विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग ने इस वित्त वर्ष के दौरान राजस्व के लिए रु. 45,62,07,000/- और योजना के तहत रु. 9,16,93,000/- का अनुदान सहायता (गत वर्ष में, योजना के तहत राजस्व और पूंजी क्रमश रु. 38,83,64,000/- और रु. 8,16,36,000/-का अनुदान सहायता था ।) मंजूर और जारी किया है । गैर-योजना के तहत, अनुदान सहायता की मंजूरी नहीं के बराबर थी।
2. फुटकर देयताएँ :एनसी द्वारा बैंकों में रु. 11,76,51,217/- (गत वर्ष में रु. 10,27,00,949/- बैंक जमा राशियाँ पूर्णतया आवरित हैं ।
3. सोसायटी से मिलकर कृष्णा पानी की आपूर्ति के लिए, वर्ष 2007-2008 और 2008-09 के दौरान हैदराबाद मैट्रो वाटर सप्लाई एवं सीवरेज बोर्ड (HMWS&SB) को के लिए रु. 3, 97, 43,048/- की भुगतान अग्रिम राशि को पूँजी खाते के अग्रिम (अनुसूची 11) में शामिल किया गया है ।यह हैदराबाद मैट्रो वाटर सप्लाई एवं सीवरेज बोर्ड (HMWS&SB) के लिए अग्रिम भुगतान है और कार्य पूरा हो गया है तथा निपटान की प्रतीक्षा है ।
4. वर्ष के दौरान, ग्रेच्युटी देयता के लिए प्रावधान, भारतीय जीवन बीमा निगम द्वारा प्रस्तुत उपार्जित देनदारी के आधार पर बनाया गया था।
5. गत वर्ष की राशि यदि आवश्यक हो तो पुनः एकत्र की जाएगी।

ह./-

आर. विजय कुमार  
मुख्य वित्त एवं लेखा अधिकारी

ह./-

डॉ.जी. पद्मनाभम  
निदेशक

इसी तिथि के हमारे प्रतिवेदन के अनुसार ।

कृते मैसर्स अनंत राव एवं मलिक  
सनदी लेखापाल  
फर्म पंजीकरण सं. 006266S

ह./-

वी.अनंत राव,  
भागीदार, सदस्यता.सं. 022644

तिथि:11/09/2017

स्थान: हैदराबाद

## वित्तीय विवरणियों का फार्म (गैर-लाभ संगठन) 31.03.2017 को समाप्त वर्ष के लिए एआरसीआई निधि (परिचालनात्मक) आय तथा व्यय लेखा

(राशि रुपयों में)

प्राप्तियाँ	चालू वर्ष	गत वर्ष	भुगतान	चालू वर्ष	गत वर्ष
I. अथ शेष क. नकदी ख. बैंक में जमा शेष राशि i. चालू खातों में ii. जमा खातों में iii. बचत खातों में कुल : अथ शेष	78831 0 0 62613 141444	29419 0 0 228387 257806	I. व्यय क. स्थापना व्यय ख. अन्य व्यय  कुल: व्यय	217440172 156199143  373639315	201032602 154534822  355567424
II. प्राप्त अनुदान क. भारत सरकार से ख. राज्य सरकार से ग. अन्य स्रोत से (ब्योरे) घ. बंद परियोजनाओं की प्राप्त निधि कुल : प्राप्त अनुदान	547900000 0 0 0 547900000	470000000 0 0 0 470000000	II. विभिन्न परियोजनाओं पर किये गये भुगतान रहेलॉजीकल कैरेक्टराइजेशन ऑफ LiFePO <sub>4</sub> (आईआईटी - मुंबई)  कुल: परियोजनाओं के कुल भुगतान	1980000   1980000	0   0
III. निवेशों से आय क. उद्विष्टित / स्थायी निधियाँ ख. स्वयं की निधियाँ (अन्य निवेश)  निवेश पर कुल आय	0 0 0	0 0 0	III. निवेश और जमा राशियाँ क. उद्विष्टित / स्थायी निधियों में से ख. अपनी स्वयं की निधियों से (निवेश अन्य)  कुल : निवेश और जमा राशियाँ	0 0 0	0 0 0
IV. प्राप्त ब्याज क. बैंक में जमा राशियों पर ख. प्रयोजित परियोजना से प्राप्त ब्याज ग. ऋणों, अग्रिमों आदि पर  कुल : प्राप्त ब्याज	11436625 3823150 310165 15569940	3939449 820842 4760291	IV. स्थिर संपदा और चालू कार्य पर पूंजीगत व्यय क. स्थिर संपदा का क्रय ख. पूंजीगत वर्तमान कार्य पर व्यय  कुल : स्थिर संपदाओं और चालू कार्य पर पूंजीगत व्यय	110138538 0  110138538	123186491 175036  123361527
V. अन्य आय	11846250	6326551	V. अधिशेष धन / ऋण वापसी क. भारत सरकार को ख. राज्य सरकार का ग. अन्य निधिराताओं को	0 0 0	0 0 0
VI. उधार ली गयी राशि	0	0	VI. वित्त शुल्क (ब्याज)	0	0

<p>VII. कोई अन्य प्राप्तियाँ (ब्यौरे दें)</p> <p>i. ईएमडी एवं सुरक्षा जमा</p> <p>ii. स्थायी संपदा की बिक्री</p> <p>iii. स्थायी निधि - एचबीए निधि</p> <p>iv. भाडा जमा राशि और गैस</p> <p>v. एलसी मार्जिन आया</p> <p>vi. कर्मचारियों के लिए टीडीटी निधि अंशदान</p> <p>vii. उपकरण उपयोगों के लिए टीडीटी निधि अंशदान</p> <p>viii. उपयोगिता के उपयोगों के लिए टीडीटी निधि अंशदान</p> <p>ix. पिछले साल के व्यय की प्रत्युक्ति</p> <p>x. अन्य अग्रिम</p> <p>xi. दूरभाष जमा</p>	<p>4210000</p> <p>39722</p> <p>78619</p> <p>1402719</p> <p>0</p> <p>1592756</p> <p>4132994</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>1043433</p> <p>1150</p> <p>12501393</p>	<p>50000</p> <p>3577840</p> <p>9402</p> <p>207053</p> <p>0</p> <p>1816347</p> <p>3776747</p> <p>39461</p> <p>15422343</p> <p>0</p> <p>11832</p> <p>24899192</p>	<p>VII. अन्य भुगतान (निर्दिष्टित करें)</p> <p>i. स्टाफ के लिए त्योहार अग्रिम</p> <p>ii. अन्य अग्रिम</p> <p>iii. ईएमडी और सुरक्षा जमा की वापसी</p> <p>iv. संस्थागत अनुदान</p> <p>v. एलआईसी को जमा ग्रेच्युटी</p> <p>vi. एलआईसी को जमा ईएल नकदीकरण</p> <p>vii. दिल्ली सेल को अग्रिम</p> <p>viii. टीडीएस प्राय</p> <p>ix. स्टाफ के लिए वाहन अग्रिम</p> <p>x. स्टाफ के लिए कंप्यूटर अग्रिम</p> <p>xi. टीडीटी निधि का अस्थायी ऋण की वापसी</p> <p>कुल : अन्य भुगतान</p>	<p>123300</p> <p>0</p> <p>2294594</p> <p>871650</p> <p>16941856</p> <p>9982484</p> <p>137032</p> <p>195600</p> <p>126343</p> <p>269915</p> <p>0</p> <p>30942774</p>	<p>154350</p> <p>1043433</p> <p>50000</p> <p>908700</p> <p>20039781</p> <p>3799803</p> <p>0</p> <p>392602</p> <p>114686</p> <p>170090</p> <p>500000</p> <p>27173445</p>
<p>कुल</p>	<p>587959027</p>	<p>506243840</p>	<p>VIII. इति शेष</p> <p>क. नकदी</p> <p>ख. बैंक में जमा शेष</p> <p>i. चालू खाते में</p> <p>ii. जमाराशि खातों में</p> <p>iii. बचत बैंक खाते में</p> <p>कुल : इति शेष</p>	<p>50504</p> <p>0</p> <p>65000000</p> <p>6207895</p> <p>71258400</p>	<p>78831</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>62613</p> <p>141444</p> <p>506243840</p>

ह./-  
आर. विजय कुमार  
मुख्य वित्त एवं लेखा अधिकारी

ह./-  
डॉ. जी. पद्मनाभम  
निदेशक

इसी तिथि के हमारे प्रतिवेदन के अनुसार ।  
कृते मैसर्स अनंत राव एवं मलिक  
सनदी लेखापाल  
फर्म पंजीकरण सं. 006266S  
ह./-

वी. अनंत राव,  
भागीदार, सदस्यता सं. 022644

तिथि: 11/09/2017  
स्थान: हैदराबाद

# सहयोगियों

## विदेशी

एफ्लाइड मैटेरियल्स, संयुक्त राज्य अमेरिका  
एडवान्स्ड मैकेनिकल ऑप्टिकल सिस्टम  
ए डी एम ए मख्लेशिम लिमिटेड, इज़राइल  
ए डी एम ए एगन लिमिटेड, इज़राइल  
सूचना विज्ञान और रेडियो इलेक्ट्रॉनिक्स बेलारूसी स्टेट यूनिवर्सिटी  
कॉर्न इन्कॉर्पोरेटेड, संयुक्त राज्य अमेरिका  
डिजाइनटेक सिस्टम लिमिटेड  
फ्रौन्होफर संस्थान, जर्मनी  
हॉगनास एबी, स्वीडन  
इंडस्ट्रियल मैटेरियल्स इंस्टिट्यूट ऑफ नेशनल रिसर्च काउन्सिल ऑफ कॅनाडा (एनआीसी-आईएमआई), कॅनाडा  
इंस्टिट्यूट फॉर प्रॉब्लेम्स ऑफ मैटेरियल्स साइंस(आईपीएमएस), यूक्रेन  
इंटरनेशनल इलेक्ट्रॉन बीम टेक्नोलॉजीज सेंटर, यूक्रेन  
ली-ऑयन टेक्नोलॉजीज लिमिटेड, रूस  
एमपीए इंडस्ट्री, फ्रांस  
नैनो यांत्रिकी, यूएसए  
रेओससी, फ्रांस  
एसएलएम सॉल्यूशंस सिंगापुर प्राइवेट लिमिटेड  
बोइंग कंपनी, यूएसए  
तोदा कोग्यो कॉर्पोरेशन, जापान  
जेडओजेड (Zoz) जीएमबीएच, जर्मनी

## भारतीय

एबीबी इंडिया लिमिटेड  
एडवान्स्ड सर्फेस फिनिशिंग लैब  
आंध्र विश्वविद्यालय  
भारत इलेक्ट्रॉनिक्स लिमिटेड  
भारत हेवी इलेक्ट्रिकल्स लिमिटेड  
भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र  
ब्लू फॉक्स एअरोजैल डवलपमेंट एंड एप्लीकेशन्स  
एलएलपी  
केंद्रीय वैज्ञानिक उपकरण संगठन  
प्लास्टिक इंजीनियरिंग और प्रौद्योगिकी के केन्द्रीय संस्थान  
साइएन्ट लिमिटेड  
रक्षा अनुसंधान और विकास संगठन  
गोदरेज और बॉयस मेन्यूफैक्चरिंग कॉर्पोरेशन  
ग्लोबल चिकित्सा शिक्षा एवं अनुसंधान फाउंडेशन  
जियोमेट्रिक्स लेजर सॉल्यूशंस (पी) लिमिटेड  
हिंदुस्तान एयरोनॉटिक्स लिमिटेड  
हाई- टेक इंडस्ट्रीज़  
हुलिकलिक इलेक्ट्रो (इंडिया) प्राइवेट लिमिटेड  
भारतीय रासायनिक प्रौद्योगिकी संस्थान  
भारतीय वायुसेना  
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन  
इंदिरा गांधी परमाणु अनुसंधान केन्द्र  
भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान- मुंबई  
भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान -मद्रास  
भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान -कानपुर  
भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान -खडगपुर  
भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान -हैदराबाद  
इंडियन ऑयल कॉर्पोरेशन लिमिटेड  
इन्फिनिटी माइक्रोसिस्टम्स  
लार्सन एंड टूब्रो  
एलईडी इंडिया प्राइवेट लिमिटेड  
एमएमआई इंडिया प्राइवेट लिमिटेड  
मिडवेस्ट ग्रेनाइट प्राइवेट लिमिटेड  
राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान -वरंगल  
राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान -तिरुचिरापल्ली  
राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान - नागपुर  
नेशनल इंजीनियरिंग इंडस्ट्रीज लिमिटेड  
नेवेली लिग्नाइट कॉर्पोरेशन लिमिटेड  
राष्ट्रीय अनुसंधान एवं विकास निगम  
उस्मानिया विश्वविद्यालय  
फेजट्रोन इंजीनियर्स इंडिया (पी) लिमिटेड  
रेडसन इंजीनियर्स प्राइवेट लिमिटेड  
रिसेल केमिकल्स प्राइवेट लिमिटेड  
साइटेक पेटेंट आर्ट सर्विसेज प्राइवेट लिमिटेड  
सेंट गोबेन सिरामिक्स एंड प्लास्टिक्स प्राइवेट लिमिटेड  
साई सर्फेस कोटिंग प्रौद्योगिकी  
टाटा स्टील लिमिटेड  
टीवीएस लुकास  
टेक्नोकॉनफ्लूनेस इंटेलेजेंट इंजीनियरिंग सॉल्यूशंस प्राइवेट लिमिटेड  
टीवीएस मोटर कंपनी लिमिटेड  
हैदराबाद विश्वविद्यालय  
अद्वितीय उद्यम  
विप्रो एंटरप्राइजेज (पी) लिमिटेड



## संपादक मंडल

डॉ. जी. पद्मनाभम (अध्यक्ष)  
डॉ. आर गोपालन  
डॉ. टी नरसिंग राव  
डॉ. रॉय जॉनसन  
डॉ. संजय भारद्वाज  
श्री. सीतारामन अरुण  
श्रीमती एन. अपर्णा राव

## पता

इंटरनेशनल एडवांस्ड रिसर्च सेंटर फॉर  
पाउडर मेटलर्जी एंड न्यू मैटेरियल्स  
(एआरसीआई)

डाकघर : बालापुर, हैदराबाद - 500 005, भारत  
दूरभाष : 0091-40-24452200, 24452500  
फैक्स : 0091-40-24442699, 24443168  
ई.मेल: info@arci.res.in  
वेबसाइट: http://www.arci.res.in

## दिल्ली कक्ष

प्लॉट नं. 102, इंस्टिट्यूशनल एरिया  
सेक्टर - 44  
गुडगांव 122003, हरियाणा, भारत  
फोन : +91-124-2570215 / 2570218

## चेन्नै कक्ष

सेंटर फॉर फ्यूल सेल टेक्नोलॉजी एंड  
सेंटर फॉर आटोमोटिव एनर्जी मैटेरियल्स  
आईआईटी-एम रिसर्च, फेज़-1  
दूसरा तल, विभाग बी - 1  
टीएस नं. 2डी, एफ ब्लॉक  
6 कनगम रोड, तारामणी  
चेन्नै 600 113, तमिलनाडु, भारत  
फोन : + 91-44-66632700/723/803  
फैक्स : + 91-44-66632702



**इंटरनेशनल एडवांस्ड रिसर्च सेंटर  
फॉर पाउडर मेटलर्जी एंड न्यू मटेरियल्स (एआरसीआई)**

बालापुर डाक घर, हैदराबाद - 500005, भारत  
 फोन नं. 0091-40-24443167, 24452200, 24452500  
 फैक्स : 0091-40-24442699, 24443168  
 ईमेल: info@arci.res.in, URL: http://www.arci.res.in

