विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग

## ऊर्जा भंडारण हेतु सामग्री के संबंध में

# अनुसंधान एवं प्रौद्योगिकी विकास सार संग्रह

## (स्वच्छ ऊर्जा अनुसंधान पहल)

**2018**

विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग

## ऊर्जा भंडारण हेतु सामग्री के संबंध में

# अनुसंधान एवं प्रौद्योगिकी विकास सार संग्रह

## (स्वच्छ ऊर्जा अनुसंधान पहल)

**2018**

## डा. रंजीत कृष्ण पाई

**निदेशक/वैज्ञानिक 'ई'**
**प्रौद्योगिकी मिशन प्रभाग (ऊर्जा एवं जल),**
**डीएसटी,**
**विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय**
**भारत सरकार**
**ranjith.krishnapai@gov.in**

डॉ. रंजीत कृष्ण पाई ने 2005 में डॉ. ओथमार मार्टी ग्रुप, उल्म विश्वविद्यालय, जर्मनी से प्राकृतिक विज्ञान में पीएच.डी. की डिग्री प्राप्त की। वे वर्तमान में विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग के वैज्ञानिक 'ई' / प्रौद्योगिकी मिशन प्रभाग के निदेशक हैं, जो भारत में स्वच्छ ऊर्जा के क्षेत्रक में अनुसंधान, विकास और नवप्रवर्तन गतिविधियों के लिए जिम्मेदार हैं। उन्होंने कई बहुपक्षीय आयोजनों में भारत का प्रतिनिधित्व किया है और ऊर्जा क्षेत्र में राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय प्रयासों को दिशा दी है।

2006 से 2007 तक, वह चिली विश्वविद्यालय, सैंटियागो में पोस्टडॉक्टोरल शोधकर्ता थे, जो बायो सेंसिंग अनुप्रयोगों के लिए बड़ी क्षमता वाले एक अभिनव प्रोटीन-नैनोपार्टिकल हाइब्रिड सिस्टम की जेनेटिक इंजीनियरिंग पर काम कर रहे थे। 2007 से 2009 तक, उन्होंने स्टॉकहोम विश्वविद्यालय, स्टॉकहोम, स्वीडन में पोस्ट-डॉक्टोरल वैज्ञानिक के रूप में दो साल व्यतीत किए, नैनोस्ट्रक्चर्ड हाइब्रिड सामग्रियों के संश्लेषण और नॉनलाइनियर ऑप्टिकल नैनोमैटेरियल के लक्षण वर्णन पर काम किया। 2009 से 2011 तक, वह सीएफएन, ब्रुकहैवन नेशनल लेबोरेटरी, न्यूयॉर्क, यूएसए में शोध वैज्ञानिक थे, जो सौर ऊर्जा संचयन के लिए दाता-स्वीकर्ता एंटीना प्रणाली के फोटो निर्माण, एकल के साथ जैव-अकार्बनिक मचानों पर आधारित जैव संवेदन प्लेटफार्मों का विकास अणु / कण संवेदनशीलता, कार्बनिक फोटोवोल्टिक कोशिकाओं में उपयोग के लिए पारदर्शी कार्बनिक पतली फिल्म का निर्माण पर काम कर रहे थे। बीएनएल, न्यूयॉर्क, यूएसए में 2 साल 5 महीने बिताने के बाद, उन्होंने आईएनएल - इंटरनेशनल इबेरियन नैनोटेक्नोलॉजी लेबोरेटरी, ब्रागा, पुर्तगाल में रिसर्च साइंटिस्ट के रूप में 2 साल 4 महीने (2011-2013) बिताए। आईएनएल में उनके शोध में सौर ऊर्जा पर कब्जा करने के लिए पारदर्शी संयुग्मित बहुलक फिल्मों का विकास, संयुग्मित पॉलिमर और फुलरीन व्युत्पन्न, संकर कार्बनिक / अकार्बनिक नैनो सामग्री और संश्लेषण और संयुग्मित पॉलिमर, सौर उपकरण निर्माण और मौलिक अध्ययन के आधार पर कार्बनिक पतली फिल्म सौर कोशिकाओं का विकास शामिल था। इलेक्ट्रिकल और फोटोकैमिकल डिवाइस माप। 2013 से 2015 तक, वह नैनोस्ट्रक्चर्ड हाइब्रिड फंक्शनल मैटेरियल्स एंड डिवाइसेज, जैन यूनिवर्सिटी, बैंगलोर, भारत में एसोसिएट प्रोफेसर और ग्रुप लीडर थे।

उन्होंने कई उच्च प्रभाव वाले वैज्ञानिक पत्र प्रकाशित किए, और तीन पुस्तक अध्यायों के लेखक। 15 ने अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलनों में व्याख्यान आमंत्रित किए। पहले एक जर्नल "नैनो टूल्स एंड नैनो मशीन" के एसोसिएट एडिटर और पॉलिमर साइंस के इंटरनेशनल जर्नल के अतिथि संपादक के रूप में कार्य किया। उनकी शोध रुचि में ऊर्जा रूपांतरण प्रौद्योगिकियां शामिल हैं, जिनमें कम लागत वाली फोटोवोल्टिक (ऑर्गेनिक, और हाइब्रिड सौर सेल) और विद्युत ऊर्जा भंडारण (बैटरी और सुपरकैपेसिटर), सेमीकंडक्टिंग पॉलिमर और पॉलिमर नैनोस्ट्रक्चर का संश्लेषण और कार्बनिक ट्रांजिस्टर, सौर सेल, प्रकाश के लिए उनका अनुप्रयोग शामिल है। उत्सर्जक डायोड और अन्य फोटोनिक अनुप्रयोग, संश्लेषण, लक्षण वर्णन और कार्बन और अकार्बनिक नैनोट्यूब के अनुप्रयोग, नैनोसंरचित अर्धचालकों के इलेक्ट्रॉनिक गुणों की मॉडलिंग।

## डा. राजीव के. तायल

**सलाहकार/वैज्ञानिक 'जी'**
**अध्यक्ष, प्रौद्योगिकी मिशन प्रभाग (ऊर्जा एवं जल),**
**डीएसटी**
**विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय**
**भारत सरकार**
**tayal@nic.in**

डॉ राजीव तायल विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग (डीएसटी) में एक सलाहकार के रूप में काम कर रहे हैं, और वर्तमान में प्रौद्योगिकी मिशन प्रभाग का नेतृत्व कर रहे हैं, जो स्वच्छ ऊर्जा और जल के क्षेत्रों में प्रमुख अनुसंधान एवं विकास पहलों से संबंधित है, जिसमें कई अन्य देशों के साथ अंतर्राष्ट्रीय कार्यक्रम भी शामिल हैं।

उन्होंने अतीत में द्वि-राष्ट्रीय इंडो-यूएस साइंस एंड टेक्नोलॉजी फोरम (आईयूएसएसटीएफ) के कार्यकारी निदेशक और विज्ञान और इंजीनियरिंग अनुसंधान बोर्ड (एसईआरबी) के सचिव के रूप में भारतीय एस एंड टी पारिस्थितिकी तंत्र में दो सबसे प्रतिष्ठित संस्थानों की अध्यक्षता की ।

प्रो. आशुतोष शर्मा
Prof. Ashutosh Sharma

सचिव
भारत सरकार
विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी मंत्रालय
विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग
Secretary
Government of India
Ministry of Science and Technology
Department of Science and Technology

27.04.2021

**संदेश**

सामग्री की खोज और विकास ऊर्जा उत्पादन और भंडारण से लेकर वितरण और अंतिम उपयोग तक संपूर्ण ऊर्जा प्रौद्योगिकी पोर्टफोलियो का अभिन्न अंग हैं। सामग्री हर स्वच्छ ऊर्जा नवप्रवर्तन की नींव है: कार्बन डाइऑक्साइड के रूपांतरण, अधिग्रहण और उपयोग के लिए उन्नत बैटरी, सौर सेल, कम ऊर्जा अर्धचालक, थर्मल भंडारण, कोटिंग्स और उत्प्रेरक। संक्षेप में, नई सामग्री निम्न-कार्बन भविष्य के लिए वैश्विक परिवर्तन के लिए आधारशिलाओं में से एक है। नई सामग्रियों की खोज और विकास की प्रक्रिया में वर्तमान में काफी समय, प्रयास और व्यय लगता है। प्रत्येक नए खोजे गए अणु को सिमुलेशन, संश्लेषण और लक्षण वर्णन के माध्यम से चलाया जाता है, जिसमें सिंथेटिक प्रक्रियाएँ 10 से 20 साल तक बहुत अधिक लागत पर होती हैं। सामग्री की खोज और विकास, हालांकि, एक परिवर्तनकारी परिवर्तन के शिखर पर हैं, जो कम से कम 10 बार डिजाइन, अनुकलन और नई सामग्री की खोज करने के लिए समय को कम कर सकता है, इसे एक या दो साल तक कम कर सकता है। सामग्रियों की खोज से जुड़ी चुनौतियों और अवसरों को पहचानते हुए, विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग ने अपने स्वच्छ ऊर्जा अनुसंधान पहल (सीईआरआई) के तहत ऊर्जा सामग्री पर एक विषयगत अनुसंधान और प्रौद्योगिकी कार्यक्रम शुरू किया। ऊर्जा भंडारण के लिए सामग्री (एमईएस) ने सामग्री खोज प्रक्रिया को तेज करने के लिए सबसे आशाजनक सफलता के अवसरों की पहचान करने के लिए अभिनव ऊर्जा भंडारण अनुसंधान प्रस्तावों का समर्थन किया है। पहल ने अधिक पूरी तरह से एकीकृत दृष्टिकोण बनाने के उद्देश्य से समग्र प्रणाली के विभिन्न पहलुओं पर अनुसंधान का भी अनुमान लगाया, जैसे कि अगली पीढ़ी की कंप्यूटिंग आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (मशीन लर्निंग) और रोबोटिक टूल्स के साथ कम्प्यूटेशनल सामग्री का विकास, स्केल-अप और लागत, आवेदन और उपकरणों में सामग्री के एकीकरण सहित नई सामग्री। यह रिपोर्ट स्वच्छ ऊर्जा से संबंधित अनुसंधान एवं विकास प्रयोगशालाओं, शिक्षाविदों और उद्योगों से कई वैज्ञानिकों, उद्योगों, उपयोगिताओं और अन्य हितधारकों की भागीदारी के साथ इस पहल में शुरू की गई अनुसंधान एवं विकास परियोजनाओं के पोर्टफोलियो को प्रस्तुत करती है। मुझे उम्मीद है कि यह सार-संग्रह शोधकर्ताओं और हितधारकों को स्वच्छ ऊर्जा अनुसंधान, विकास, प्रदर्शन और परिनियोजन में जोड़ने और सामूहिक रूप से योगदान करने में सक्षम बनाएगा।

(Ashutosh Sharma)

Technology Bhavan, New Mehrauli Road, New Delhi - 110016
Tel: 0091 11 26511439 / 26510068 | Fax: 00 91 11 26863847 | e-mail: dstsec@nic.in | website: www.dst.gov.in

# प्रस्तावना

विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग द्वारा, अपनी स्वच्छ ऊर्जा सामग्री पहल के हिस्से के रूप में, ऊर्जा भंडारण के लिए सामग्री (एमईएस) को 2016 में "ऊर्जा भंडारण अनुसंधान" के लिए सामग्री का समर्थन करने के लिए लॉन्च किया गया था, जिसमें ऊर्जा भंडारण में विघटनकारी नवाचारों के लिए अग्रणी सामग्री के लिए सफलता अनुसंधान शामिल है और ऊर्जा भंडारण प्रौद्योगिकियों के सभी क्षेत्रों जिसमें शामिल हैं: रासायनिक और विद्युत रासायनिक प्रौद्योगिकियां (कुशल ऊर्जा भंडारण में उपयोग की जाने वाली महत्वपूर्ण धातुओं के विकल्प सहित); विद्युत प्रौद्योगिकियां; यांत्रिक और थर्मल भंडारण प्रौद्योगिकियां, के लिए समाधान प्रस्तुत कर सकता है। अनुसंधान मुख्य रूप से स्थिर अनुप्रयोगों और बिजली के वितरण को संबोधित करता है। अनुसंधान बिजली ग्रिड के लिए बेहतर भंडारण प्रणालियों के विकास से लेकर नई तकनीकों और सिस्टम विश्लेषण के मुद्दों के प्रदर्शन और मूल्यांकन तक हो सकता है।

एमईएस 2018 के लिए किए गए आह्वान के लिए कुल 228 प्रस्ताव प्राप्त हुए हैं, जिनमें से 26 परियोजनाओं को समर्थन दिया गया है।

# विषय-वस्तु तालिका


1. रेडॉक्स सक्रिय पॉलिमर और जानूस झिल्ली पर आधारित उच्च प्रदर्शन जलीय रेडॉक्स प्रवाह बैटरी ..... 13

2. ऑक्सीनिट्राइड-कंपोजिट बेस लो वेट सुपरकैपेसिटर यूनिट: सामग्री..... 18

3. उच्च विशिष्ट क्षमता वाले अल्ट्राकैपेसिटर इलेक्ट्रोड के लिए ग्रेफाइट पर वर्टिकल ओरिएंटेड ग्रेफीन नैनोशीट इलेक्ट्रोड..... 21

4. सुरक्षित प्रीलिथियेशन विधि के माध्यम से ग्रेफाइट/कार्बन एयरजेल इलेक्ट्रोड के साथ उच्च ऊर्जा घनत्व लिथियम आयन कैपेसिटर का विकास..... 23

5. समग्र ठोस अवस्था उच्च प्रदर्शन फ्लेक्सिबल सुपरकैपेसिटर डिवाइस का निर्माण और प्रदर्शन ..... 25

6. लिथियम आयन भंडारण के लिए 2डी सामग्री सूचना विज्ञान..... 28

7. नैनोसंरचित मिश्रित धातु ऑक्साइड और धातु चाल्कोजेनाइड सामग्री आधारित प्रभावी इलेक्ट्रोड का विकास और सुपरकैपेसिटर उपकरणों में उनका उपयोग. ..... 31

8. प्रतिक्रियाशील मैग्नेट्रॉन स्पटरिंग 34 का उपयोग करके चिप सुपरकैपेसिटर उपकरणों पर आधारित उच्च ऊर्जा घनत्व पतली फिल्म का निर्माण ..... 34

9. उच्च प्रदर्शन ग्राफीन आधारित सुपर कैपेसिटर्स ..... 37

10. स्थिर अनुप्रयोग के लिए 1 kw (1 kWh) वैनेडियम रेडॉक्स फ्लो बैटरी का डिजाइन, विकास और प्रदर्शन..... 40

11. सममित और असममित सुपरकैपेसिटर के लिए धातु कार्बनिक सामग्री (एमओएम) एम्बेडेड इलेक्ट्रोस्पन कार्बन नैनोफाइबर (सीएनएफ)..... 43

12. एकीकृत स्व-संचालित ऊर्जा भंडारण प्रणाली..... 46

13. एल्यूऑडाइट और कैथोड सामग्री के मिश्रित-पोलियन-आयनिक वर्ग का उपयोग कर उच्च ऊर्जा घनत्व सोडियम-आयन बैटरी..... 48

14. चक्का ऊर्जा भंडारण के लिए ZnO नैनोवायर / T1000 कार्बन / एपॉक्सी कंपोजिट की ताकत और स्थायित्व पर अध्ययन..... 51

15. सल्फर नैनोकण पुनर्प्रबलित कुशल लिथियम-सल्फर बैटरी के लिए कार्बन नैनोट्यूब की पदानुक्रमित असेंबली. 54

16. ऊर्जा भंडारण अनुप्रयोगों के लिए पृथ्वी प्रचुर मात्रा में धातु आधारित इलेक्ट्रोड सामग्री ..... 57

17. उच्च ऊर्जा घनत्व, लंबे चक्र जीवन लिथियम बैटरी के विकास के लिए इंजीनियर इलेक्ट्रोलाइट परतों का उपयोग करके डेन्ड्राइट वृद्धि को कम करना. 61

18. स्थिर अनुप्रयोगों के लिए पुनर्नवीनीकरण बैटरी सामग्री से लिथियम आयन बैटरी मॉड्यूल का विकास. ..... 63

19. स्मार्ट ग्रिड में बैटरी ऊर्जा भंडारण के प्रदर्शन को बढ़ाने के लिए आभासी ऊर्जा भंडारण आधारित मांग प्रतिक्रिया एल्गोरिदम ..... 66

20. उच्च निष्पादन लचीले सुपरकैपेसिटर के लिए उन्नत इलेक्ट्रोड सामग्री के रूप में 3डी-ग्राफीन/डब्ल्यूएस2/ऑक्सीडाइज्ड-सीएनटी नैनोहाइब्रिड का सहज संश्लेषण और विकास..... 69

21. सुपरकैपेसिटर एप्लिकेशन के लिए प्लास्मोनिक एसएन नैनोशीट्स के साथ मिलकर 2-डी एसएनएस आधारित नैनोस्ट्रक्चर का डिजाइन और विकास ..... 71

22. ग्रिड ऊर्जा भंडारण के लिए कम लागत, लंबे समय तक चलने वाली सोडियम-आयन बैटरियों का विकास..... 73

23. उच्च ऊर्जा घनत्व अनुप्रयोगों के लिए ग्राफ सिद्धांत और आणविक सिमुलेशन द्वारा निर्देशित अभिनव झरझरा वास्तुकला के साथ मजबूत और लचीले 3डी मुद्रित इलेक्ट्रोड का डिजाइन और परीक्षण ..... 76

24. ऊर्जा उपकरणों के लिए स्वदेशी पॉलीमर इलेक्ट्रोलाइट मेम्ब्रेन: रेडॉक्स फ्लो बैटरी और रिवर्स इलेक्ट्रो डायलिसिस. ..... 79

25. सोडियम-आयन बैटरी सामग्री और प्रौद्योगिकी का कम्प्यूटेशनल डिज़ाइन और प्रायोगिक विकास..... 81

26. Li-s बैटरियों के लिए mxenes सक्षम कार्बन नैनोसंरचना सामग्री का डिजाइन और विकास 85

# 1 रेडॉक्स सक्रिय पॉलिमर और जानूस मेम्ब्रेन पर आधारित उच्च प्रदर्शन जलीय रेडॉक्स फ्लो बैटरी

## परियोजना की पृष्ठभूमि

ग्रिड में प्रभावी ढंग से उपयोग करने और उत्पादन में उतार-चढ़ाव से बचने के लिए सौर और पवन जैसे नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों को एकीकृत करने के लिए बड़े पैमाने पर ऊर्जा भंडारण प्रणाली बनाना समय की मांग है। इस तरह के ऊर्जा भंडारण के लिए रेडॉक्स फ्लो बैटरियों (RFBs) पर जबरदस्त ध्यान दिया गया है। वैनेडियम-आधारित RFBs ने बहुत ध्यान आकर्षित किया; हालाँकि, इसकी कम मात्रा वाली ऊर्जा भंडारण क्षमता, सीमित घुलनशीलता, और आयन एक्सचेंज मेम्ब्रेन की आवश्यकता कुछ प्रमुख कमियाँ हैं। हाल ही में, रेडॉक्स कार्बनिक पॉलिमर को चार्ज-स्टोरेज सामग्री के रूप में प्रस्तावित किया गया है, जो संभावित रूप से कम लागत वाले हैं, सॉल्वैंट्स की एक श्रृंखला में घुलनशील हैं, साथ ही उनके रेडॉक्स गुणों, घुलनशीलता और क्रॉसओवर को अलग-अलग पदार्थों को पेश करके ट्यून करने की संभावना है। पानी में घुलनशील रेडॉक्स सक्रिय बहुलक सामग्री विकसित करने की दिशा में हालिया विकास ने अधिक सुरक्षित और हरित आरएफबी विकसित करने के लिए एक नया मार्ग खोल दिया है। हालांकि, इस तरह के आरएफबी के लिए पानी में घुलनशील पॉलिमर और बहुत अधिक चयनात्मकता वाली झिल्लियां महत्वपूर्ण हैं। यहां, हम बेहतर चयनात्मकता और सक्रिय पॉलिमर के कम क्रॉसओवर के लिए अभिनव  जानूस झिल्ली के निर्माण के साथ-साथ उन्नत घुलनशीलता और रेडॉक्स गतिविधि के साथ नए पॉलिमर को संश्लेषित करने का लक्ष्य बना रहे हैं।

## लक्ष्य

इस परियोजना का उद्देश्य जानूस नैनोपोरस और आवेशित झिल्लियों के साथ-साथ विशेष रूप से तैयार

कार्बनिक बहुलक आधारित ओआरएफबी प्रणाली के लिए दो महत्वपूर्ण घटकों, यानी जानूस झिल्ली विभाजक और रेडॉक्स सक्रिय पॉलिमर विकसित करने का लक्ष्य बना रहे हैं।

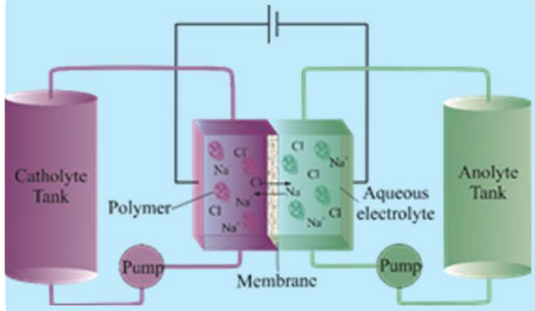
## कार्यपद्धति

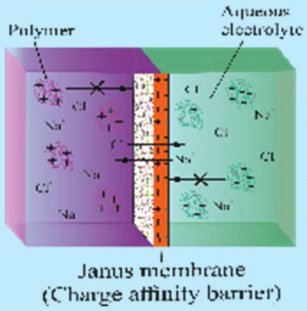
ओआरएफबी की पूरी क्षमता का एहसास करने के लिए, हम अभिनव  विशिष्ट रूप से तैयार रेडॉक्स-सक्रिय पॉलिमर और जेनस झिल्ली विकसित कर रहे हैं, जो इस प्रकार की बैटरी के लिए महत्वपूर्ण घटक हैं। हमारा ध्यान सामग्री के क्रॉसओवर और दीर्घकालिक अनुप्रयोग को सीमित करके उच्च सेल प्रदर्शन प्राप्त करने के लिए रेडॉक्स-सक्रिय मोएटी और जानूस झिल्ली के साथ मोनोमर्स पर आधारित पानी में घुलनशील रेडॉक्स-सक्रिय पॉलिमर पर केंद्रित है। इन पॉलिमर का क्रियात्मककरण जलीय घुलनशील इकाइयों जैसे कि कैटायनिक और एनायनिक कार्यात्मक समूहों को शुरू करके भी किया जाता है। कार्य योजना का दूसरा भाग आयनिक परिवहन को नियंत्रित करने के साथ-साथ एनोलाइट और कैथोलाइट के संबंध में चयनात्मकता को नियंत्रित करने के लिए अच्छी तरह से परिभाषित नैनोपोर्स के साथ रासायनिक संशोधन या परत द्वारा परत जमाव विधि द्वारा आवेशित और आयन प्रवाहकीय नैनोपोरस जानूस झिल्लियों का निर्माण करना है। हम आणविक भार कट-ऑफ (मोनोमर से ऑलिगोमर और पॉलीमर), सतह के आवेश, आयन चालकता, प्रसार और क्रॉसओवर और उनके विद्युत रासायनिक व्यवहार के बारे में जानूस झिल्लियों का विश्लेषण कर रहे हैं। अंत में, हमने एक लैब-स्केल प्रोटोटाइप आरएफबी तैयार किया है जिसमें टेफ्लॉन सपोर्ट और फ्लो चैंबर्स, करंट कलेक्टर्स, ईपीडीएम गैसकेट्स, ग्रेफाइट फेल्ट इलेक्ट्रोड और कैथोलाइट के लिए जलाशय और पेरिस्टाल्टिक पंप से जुड़े एनोलाइट शामिल हैं। हम विकसित बैटरियों के गैल्वेनोस्टेटिक चार्जिंग/डिस्चार्जिंग और उनके जीवन चक्र के आकलन का आकलन कर रहे हैं।

## प्रत्याशित परिणाम एवं प्रदेयताएं

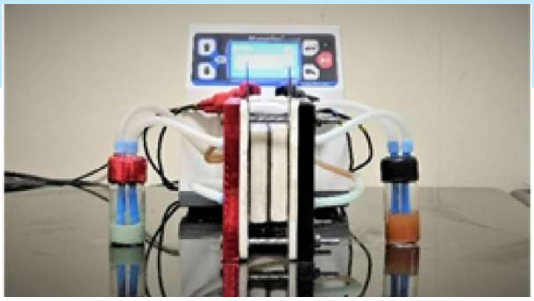
- असाधारण विद्युत रासायनिक गुणों के साथ पानी में घुलनशील अभिनव रेडॉक्स-सक्रिय पॉलिमर
- रेडॉक्स सक्रिय पॉलिमर के आकार और आवेश प्रकृति के आधार पर उत्कृष्ट आकार के बहिष्करण के साथ अत्यधिक चयनात्मक नैनोपोरस जानूस झिल्ली
- संश्लेषित पॉलिमर और जानूस झिल्लियों का उपयोग करते हुए एक लैब स्केल प्रोटोटाइप ऑर्गेनिक पॉलीमर आधारित रेडॉक्स फ्लो बैटरी

- तटस्थ पीएच और जलीय स्थिति के तहत ओआरएफबी की विशेषता और प्रदर्शन मूल्यांकन।
- उच्च प्रभाव वाली पत्रिकाओं में प्रकाशन, पेटेंट, और सम्मेलनों और संगोष्ठियों में परिणामों का प्रचार-प्रसार।
- पीएचडी डिग्री के लिए युवा शोधकर्ताओं का प्रशिक्षण।
- हालांकि प्रस्तावित ओआरएफबी लंबे जीवनकाल और प्रदर्शन के साथ हरे रंग के होंगे, इसकी लागत पॉलिमर और मेम्ब्रेन पर निर्भर करती है। हमारा मानना है कि यह पारंपरिक रेयर अर्थ मेटल आधारित आरएफबी के साथ प्रतिस्पर्धी होगा।

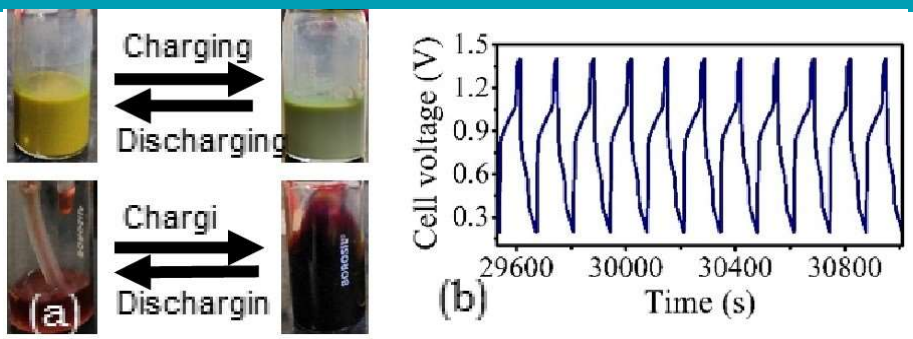


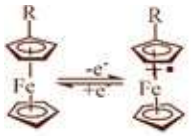

Demonstration of electrochemical cell with a Janus membrane. The membrane allows only the small ions to pass, while rejects active materials by creating a charge affinity barrier

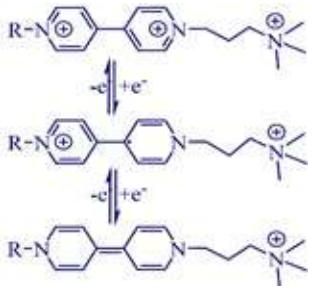


डीएसएसई, आईआईटी दिल्ली द्वारा विकसित ओआरएफबी प्रोटोटाइप

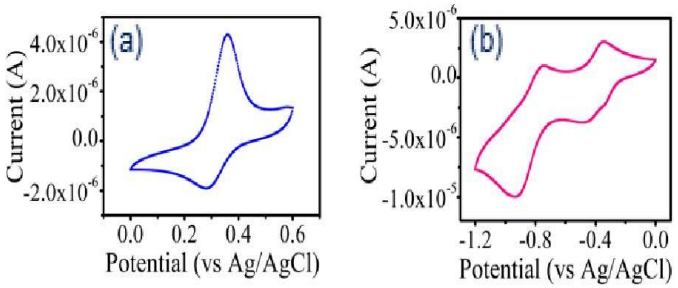



(क) कैथोलाइट और एनोलाइट पॉलीमर्स का रंग परिवर्तन (ख) चार्ज/डिस्चार्ज कर्व

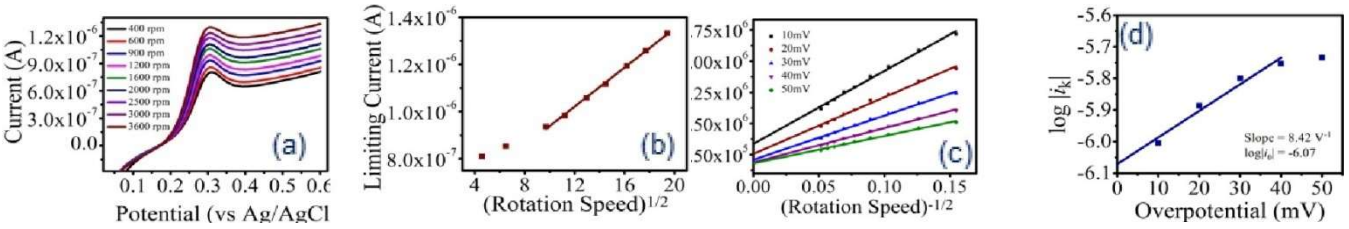


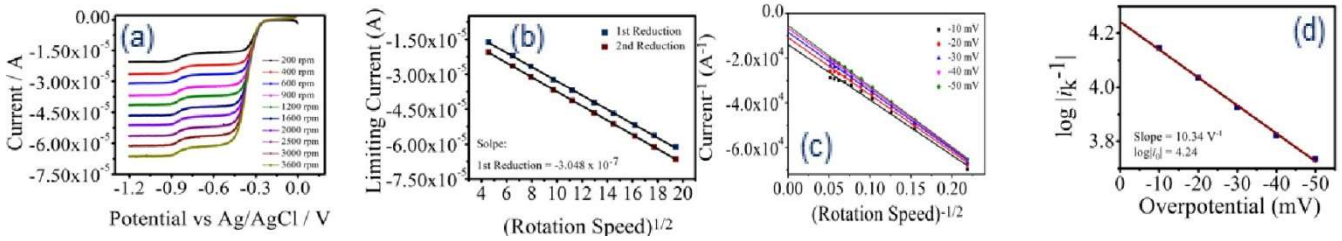

फेरोसीन और वायलोजेन पॉलीमर्स का रेडाक्स संतुलन




(क) फेरोसीन तथा (ख) वायलोजेन पॉलीमर की चक्रीय वोल्टेमेट्री




फेरोसीन पॉलीमारी की आरडीई वोल्टेमेट्री (क) विद्युत प्रवाह बनाम तनाव, (ख) लेविच (ग) कोउ-टेकी-लेविच और (घ) टाफेल प्लॉट




वायलोजेन पॉलीमारी की आरडीई वोल्टेमेट्री (क) विद्युत प्रवाह बनाम तनाव, (ख) लेविच (ग) कोउ-टेकी-लेविच और (घ) टाफेल प्लॉट

**डा. विजय पी. त्रिपाठी**
**सहायक प्रोफेसर**
**आईआईटी दिल्ली, नई दिल्ली**
**ईमेल:** bptripathi@iitd.ac.in

प्रो. त्रिपाठी ने 2006 में डीडीयू गोरखपुर विश्वविद्यालय से कार्बनिक रसायन में परास्नातक किया और 2011 में सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई, भावनगर से पीएच.डी किया। वे लायब्निज़ इंस्टीट्यूट ऑफ पॉलीमर रिसर्च ड्रेस्डेन, जर्मनी में प्रो. एम. स्टैम के समूह में 2011 से 2013 तक एलेक्जैंडर वॉन हम्बोल्ड्ट पोस्टडॉक्टरल अध्येता थे जहां उन्होंने, इसके पश्चात आईआईटी दिल्ली में सामग्री, विज्ञान एवं अभियांत्रिकी विभाग में सहायक प्रोफेसर के रूप में स्वतंत्र कैरियर प्रारंभ करने से पूर्व, समूह लीडर का पद भी संभाला। अपने अनुसंधान कैरियर के दौरान, उन्हें डीएएडी और हम्बोल्ड्ट फेलोशिप (जर्मनी), जेएसपीएस (जापान), मैरी-क्यूरी फेलोशिप (यूरोपियन कॉमनवेल्थ), डीएसटी-इंस्पायर और यूजीसी-एफआरपी जैसे कई प्रतिष्ठित फेलोशिप प्राप्त हुई हैं। प्रो. त्रिपाठी के अनुसंधान के क्षेत्रों में ऊर्जा, जल, पृथक्करण, उत्प्रेरण और पर्यावरणीय रेमेडिएशन जैसे अनुप्रयोगों के लिए पॉलीमरऔर नैनोसामग्री संश्लेषण, सतही फंक्शनलाइजेशन, नैनोपोरस एवं चार्ज्ड मेम्ब्रेन तथा नैनोकम्पोजिट्स शामिल हैं। उनके अनुसंधान समूह की रुचि जलीय रेडॉक्स फ्लो बैटरी, ऊर्जा भंडारण और ताप प्रबंधन के लिए सामग्री, स्व-सफाई सतहों, सीओएफ और एमओएफ, और जैवसंश्लेषण के लिए कृत्रिम कोशिकाओं के लिए रेडॉक्स पॉलिमर की ओर लक्षित है।

# 2 ऑक्सीनिट्राइड-कंपोजिट आधार वाली निम्न भारयुक्त सुपरकैपेसिटर यूनिट: सामग्री संवर्धन और उपकरण विकास

## लक्ष्य

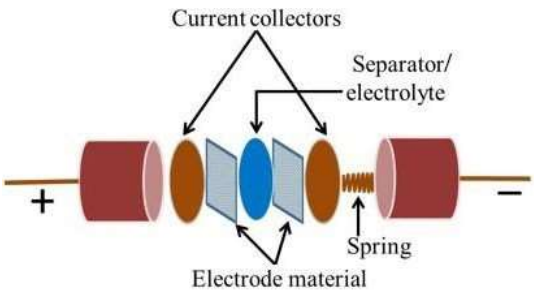
हम आईआईटी मद्रास में पूरी तरह से स्वदेशी रूप से विकसित सामग्री का उपयोग करके, एक कम लागत वाली सुपरकैपेसिटर डिवाइस विकसित करने का प्रस्ताव करते हैं, जो एक प्लास्टिक कंटेनमेंट में संलग्न है। यह प्रणाली फैराडिक और हाइब्रिड सुपरकैपेसिटर को सक्षम करने के लिए उन्नत नैनोसंरचित ऑक्सीनाइट्राइड आधारित सामग्रियों पर आधारित होगी। इसके अलावा सुपरकैपेसिटर को पैकेज करने के लिए एक प्लास्टिक सामग्री का उपयोग किया जाएगा। इस परियोजना के बाद के चरणों में कैपेसिटर के श्रृंखला/समानांतर संयोजन का उपयोग करके स्केलिंग का भी पता लगाया जाएगा। आईआईटीएम के क्लाइमेट चैंबर का उपयोग फील्ड ट्रायल के लिए किया जाएगा, ताकि डिलिवरेबल के टेक्नोलॉजी रेडीनेस लेवल को कम से कम 3-4 स्तर तक बढ़ाया जा सके।

## कार्यपद्धति

- अभिनव ऑक्सीनाइट्राइड आधारित नैनोकंपोजिट विकसित और परीक्षण किए जाएंगे।
- विशिष्ट सतह क्षेत्र से जुड़े सामान्य ऑक्सीनिट्राइड बाधाओं को अभिनव सिंथेटिक दृष्टिकोणों का उपयोग करके दूर किया जाएगा; जिसके लिए समूह में क्षमता है।
- सामग्री का अध्ययन करने के लिए सभी आवश्यक सामग्रियों और इलेक्ट्रोकेमिकल लक्षण वर्णन तकनीकों का उपयोग किया जाएगा, और डिवाइस परिनियोजन पर इसका प्रदर्शन होगा।
- प्रौद्योगिकी उन्मुख सुपुर्दगी प्राप्त करने के लिए यहां रासायनिक और इंजीनियरिंग दृष्टिकोणों के अद्वितीय और आवश्यक संयोजन का उपयोग किया जाता है।
- आईआईटीएम के क्लाइमेट चैंबर का उपयोग फील्ड ट्रायल के लिए किया जाएगा, ताकि डिलिवरेबल के टेक्नोलॉजी रेडीनेस लेवल को कम से कम 3-4 स्तर तक बढ़ाया जा सके।

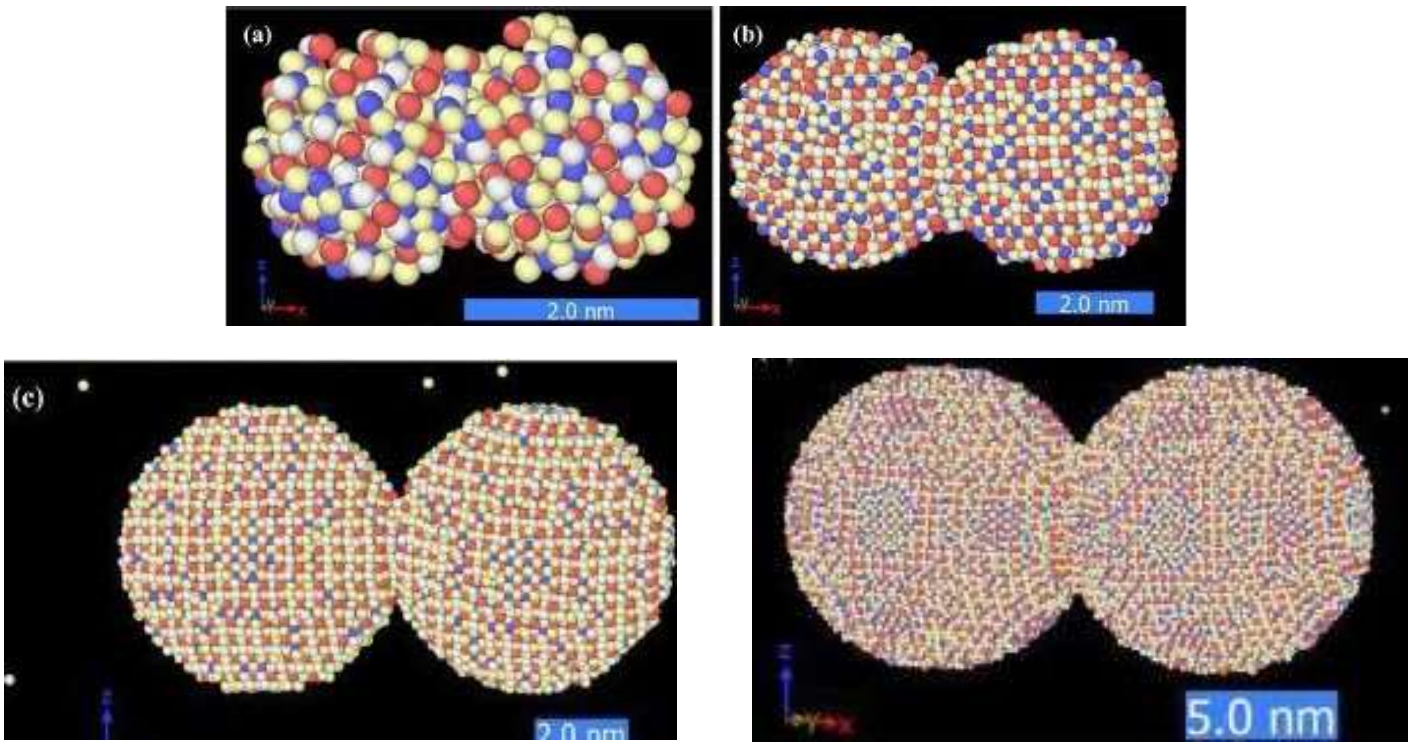
## प्रत्याशित परिणाम एवं प्रदेयताएं

- (संभावित रूप से पर्यावरण अनुकूल) ऑक्सीनिट्राइड सामग्री और संबंधित कंपोजिट का उपयोग करके ~ कुछ सहस्र F g-1 की विशिष्ट कैपेसिटेन्स हासिल की जाएगी।
- श्रृंखला प्रतिरोध को कम किया जाएगा और <10 मिलीओएचएम तक लाया जाएगा; शंट प्रतिरोध को कुछ एमओएचएम तक लाया जाएगा।
- वर्तमान संग्राहकों और इलेक्ट्रोलाइट्स जैसे कई मापदंडों का अनुकूलन
- IITM के क्लाइमेट चैंबर का उपयोग फील्ड ट्रायल के लिए किया जाएगा, ताकि डिलिवरेबल के टेक्नोलॉजी रेडीनेस लेवल को कम से कम 3-4 स्तर तक बढ़ाया जा सके। इससे यह सुनिश्चित होगा कि सुपुर्दगी मोटे तौर पर प्रौद्योगिकी तैयारी स्तर 3-4 (10 बिंदु पैमाने पर) पर है।




**Swagelok cell**

जलवायु कक्ष और इसके प्रवाह आरेख में परीक्षण के लिए स्वागेलोक सेल सॉलिड स्टेट कैपेसिटर। यहाँ इलेक्ट्रोड सामग्री ऑक्सीनिट्राइड आधारित सामग्री है।




**चित्र 1. ए-डी क्रमशः 1400 डिग्री सेल्सियस पर विभिन्न व्यास 2, 4, 6 और 10 एनएम के कणों की बातचीत। यह देखा जा सकता है कि ~ 6-एनएम आकार शासन के ऊपर, बा, ओ और एन सतह से बच जाते हैं। लाल, नीले, पीले और सफेद गोले क्रमशः बा, टा, ओ और एन का प्रतिनिधित्व करते हैं**

**डा. टीजू थॉमस एसोसिएट**
**प्रोफेसर**
**भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान मद्रास**
**ईमेल: tijuthomas@iitm.ac.in**

डॉ. टीजू थॉमस ने अपनी एमएस और पीएचडी डिग्री कॉर्नेल यूनिवर्सिटी, इथाका, एनवाई, यूएसए के स्कूल ऑफ इंजीनियरिंग से प्राप्त की। कॉर्नेल में अपने डॉक्टरेट अध्ययन से पहले, उन्होंने जवाहरलाल नेहरू सेंटर फॉर एडवांस्ड साइंटिफिक रिसर्च (JNCASR), बैंगलोर में सैद्धांतिक विज्ञान इकाई में मास्टर्स (M.S (इंजीनियरिंग)) हासिल किया। वह टोरंटो विश्वविद्यालय, मेमोरियल यूनिवर्सिटी ऑफ़ न्यूफाउंडलैंड, और ल्यूमेंट्रा इंक. (एक स्टार्ट-अप कंपनी, प्रकाश उत्सर्जक उपकरणों में विशेषज्ञता) को शामिल करते हुए एक उद्योग-अकादमिक संयुक्त परियोजना पर भी काम कर रहे थे। फिर वह भारतीय विज्ञान संस्थान (IISC), बैंगलोर में सामग्री अनुसंधान केंद्र में एक फैकल्टी फेलो के रूप में भारत चले गए। IISC बैंगलोर में दो साल काम करने के बाद, वह चेन्नई में धातुकर्म और सामग्री इंजीनियरिंग विभाग (भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान मद्रास, IITM) में शामिल हो गए। वर्तमान में वह एप्लाइड नैनोस्ट्रक्चर इंजीनियरिंग और नैनोकैमिस्ट्री (एएनईएन) अनुसंधान समूह के एसोसिएट प्रोफेसर और प्रमुख हैं। उनका शोध इंजीनियरिंग सिरों को प्राप्त करने के लिए संरचनात्मक रूप से जटिल ऑक्साइड, ऑक्सीनाइट्राइड और नाइट्राइड, और नैनोमेटल्स, सामग्री के कार्यात्मक गुणों से संबंधित समस्याएं (विद्युत और इलेक्ट्रॉनिक, ऑप्टिकल, चुंबकीय; अनुप्रयुक्त सतहें और इंटरफेस विकसित करने पर केंद्रित है।

# 3 उच्च विशिष्ट क्षमता वाले अल्ट्राकैपेसिटर इलेक्ट्रोड के लिए ग्रेफाइट पर वर्टिकल ओरिएंटेड ग्राफीन नैनोशीट

## लक्ष्य

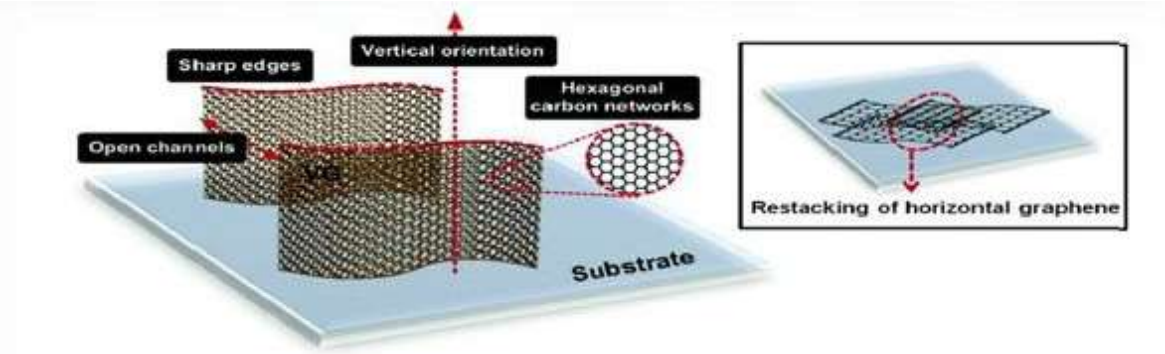
इस परियोजना का उद्देश्य 2.5 एफ/सेमी2 और 125 एफ/जी दोनों @ 1mA/सेमी2 की विशिष्ट क्षेत्र क्षमता के साथ एक अल्ट्राकैपेसिटर इलेक्ट्रोड विकसित करना है। संश्लेषित इलेक्ट्रोड का उपयोग 10 Wh/kg से अधिक ऊर्जा घनत्व के सममित संधारित्र के निर्माण के लिए किया जाएगा।

## कार्यपद्धति

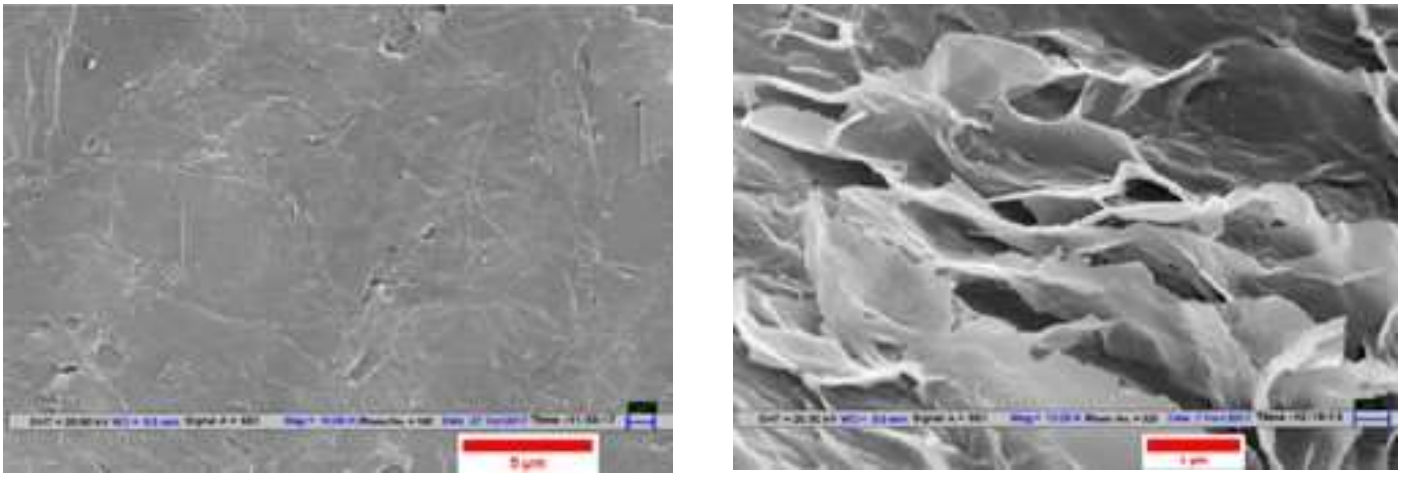
वर्टिकली ओरिएंटेड ग्राफीन नैनोशीट्स (वीओजीएन) इलेक्ट्रोड के लिए लक्षित आकारिकी में से एक होगी। इलेक्ट्रोड के संश्लेषण के लिए आंशिक एक्सफोलिएशन सहित ग्रेफाइट का विद्युत रासायनिक उपचार किया जाएगा। सल्फ्यूरिक एसिड को एक्सफोलिएशन के लिए इलेक्ट्रोलाइट के रूप में चुना जाता है और ग्रेफाइट पर वीओजीएन की परतों की संख्या, घनत्व, स्थिरता पर संश्लेषण स्थितियों (यानी सल्फ्यूरिक एसिड एकाग्रता, इलेक्ट्रोड क्षमता, एक्सफोलिएशन करंट डेंसिटी, एक्सफोलिएशन का समय और प्री-ट्रीटमेंट) के प्रभावों को समझने के लिए एक व्यवस्थित अध्ययन किया जाएगा।

## प्रत्याशित परिणाम एवं प्रदेयताएं

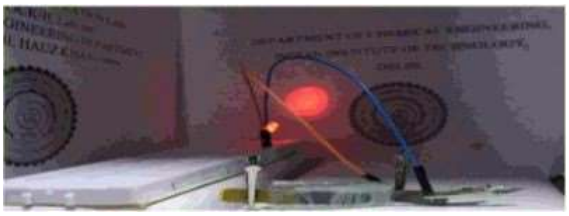
- 2.5 $F/cm^2$ @ 1$mA/cm^2$ के लिए एरिया कैपेसिटेंस का ग्रेफाइट सुपरकैपेसिटर आधारित इलेक्ट्रोड जो VOGN इलेक्ट्रोड के लिए रिपोर्ट किए गए सर्वोत्तम मूल्य का लगभग 2 गुना है। प्रारंभिक अध्ययन 1 सेमी$^2$ (~0.01 ग्राम) के ग्रेफाइट इलेक्ट्रोड आकार के साथ किया जाएगा और बाद में इसे 25 सेमी$^2$ (0.25 ग्राम) तक बढ़ाया जाएगा।




सब्सट्रेट पर लंबवत उन्मुख ग्राफीन नैनोशीट। इनसेट में उस समय का ओरिएंटेशन प्रदर्शित किया गया है जब नैनोशीट्स को एक के ऊपर एक रखा जाता है और वे सब्सट्रेट के समानांतर उन्मुख होते हैं।



एचओपीजी की एसईएम छवियां और वीओजीएन से आच्छादित आंशिक रूप से पपड़ीदार एचओपीजी



वीओजीएन आधारित अल्ट्राकैप्टिवेटर

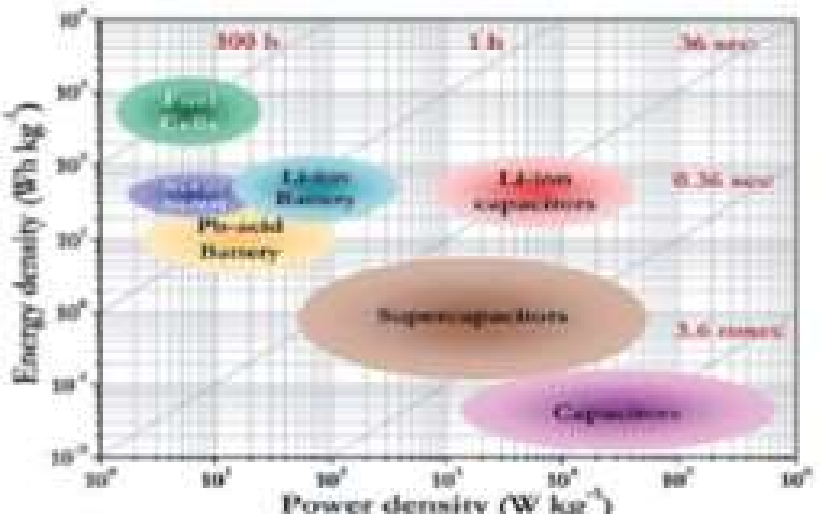
**डा. अनुपम शुक्ला**
**प्रोफेसर**
**रसायनिक अभियांत्रिकी विभाग, आईआईटी दिल्ली**
**ईमेल: anupam@iitd.ac.in**

प्रोफेसर अनुपम शुक्ला ने अपनी पीएच.डी. 2004 में आईआईटी कानपुर से प्राप्त की। वह ओएनजीसी, सीएसआईआर, डीएसटी, एफआईआईटी और एसईआरबी द्वारा प्रायोजित कई औद्योगिक और अनुसंधान परियोजनाओं से जुड़े रहे हैं। उनका वर्तमान शोध सुपरकैपेसिटिव एनर्जी स्टोरेज, ग्रेफाइट इंटरकलेटेड कंपाउंड्स के स्ट्रक्चरल कैरेक्टराइजेशन, इलेक्ट्रोकेमिकल एक्सफोलिएशन द्वारा ग्राफीन सिंथेसिस और जलीय सल्फर डाइऑक्साइड के इलेक्ट्रोकेमिकल ऑक्सीकरण पर केंद्रित है।

# 4 सुरक्षित प्रीलिथियेशन विधि के माध्यम से ग्रेफाइट/कार्बन एयरजेल इलेक्ट्रोड के साथ उच्च ऊर्जा घनत्व लिथियम आयन कैपेसिटर का विकास

## लक्ष्य

सुपर कैपेसिटर इलेक्ट्रोड और लिथियम आयन बैटरी इलेक्ट्रोड को आंतरिक रूप से संकरण द्वारा उच्च ऊर्जा घनत्व के साथ प्रोटोटाइप लिथियम आयन कैपेसिटर का विकास। विभिन्न ऊर्जा भंडारण उपकरणों की ऊर्जा घनत्व और शक्ति घनत्व दिखाते हुए रैगोन प्लॉट।




## कार्यपद्धति

अनुसंधान परियोजना में सुपर क्रिटिकल सुखाने की विधि के माध्यम से लिथियम आयन कैपेसिटर पॉजिटिव इलेक्ट्रोड एप्लिकेशन के लिए उपयुक्त कार्बन एयरजेल का संश्लेषण शामिल है। सुरक्षित प्रीलिथियेशन के लिए बलि नमक युक्त समग्र सकारात्मक इलेक्ट्रोड का उपयोग करने की नई अवधारणा का पता लगाया जाएगा। प्रोटोटाइप लिथियम आयन कैपेसिटर को ग्रेफाइट/कार्बन एयरजेल इलेक्ट्रोड सिस्टम का उपयोग करके विकसित किया जाएगा और उनके विद्युत रासायनिक प्रदर्शन का अध्ययन किया जाएगा।

## अनुप्रयोग

लिथियम आयन कैपेसिटर का उपयोग मोबाइल अनुप्रयोगों में किया जा सकता है जैसे कारों, बसों, लाइट रेल वाहनों (LRV), ट्राम और अन्य वाणिज्यिक वाहनों में ऊर्जा की वसूली। वे बैकअप स्टोरेज, पीक असिस्ट, पावर क्वालिटी, इलेक्ट्रिसिटी स्टोरेज आदि जैसी स्थिर प्रणालियों के प्रदर्शन में सुधार करने में भी योगदान करते हैं।

## प्रत्याशित परिणाम और प्रदेयताएं

- लिथियम आयन कैपेसिटर में अनुप्रयोग के लिए उपयुक्त इष्टतम गुणों के साथ कार्बन एयरजेल
- कैपेसिटर पर लिथियम के प्रीलिथियेशन के लिए आसान पद्धति
- पारंपरिक सुपर कैपेसिटर की तुलना में उच्च ऊर्जा घनत्व और लिथियम आयन बैटरी की तुलना में उच्च ऊर्जा घनत्व वाले ग्रेफाइट / कार्बन एयरजेल इलेक्ट्रोड के साथ उन्नत हाइब्रिड इलेक्ट्रोकेमिकल ऊर्जा भंडारण प्रणाली

**डा. स्टैनली जैकोब के**
**वैज्ञानिक,**
**Centre for Materials for Electronics Technology, Thrissur, Kerala**
**Email : stanly@cmet.gov.in**

डॉ स्टैनली जैकब के. ने भारतीदासन विश्वविद्यालय से रसायन विज्ञान में एमएससी की डिग्री और कालीकट विश्वविद्यालय से पीएचडी की उपाधि प्राप्त की। उनकी वर्तमान शोध रुचि में लिथियम आयन कैपेसिटर, सुपर कैपेसिटर के लिए कम लागत वाली इलेक्ट्रोड सामग्री, हाइब्रिड सुपर कैपेसिटर, ऊर्जा अनुप्रयोगों के लिए अकार्बनिक और जैविक एयरजेल का अनुप्रयोग शामिल है।

# 5 समग्र ठोस अवस्था उच्च निष्पादन लोचशील सुपरकैपेसिटर डिवाइस का निर्माण और प्रदर्शन

## लक्ष्य

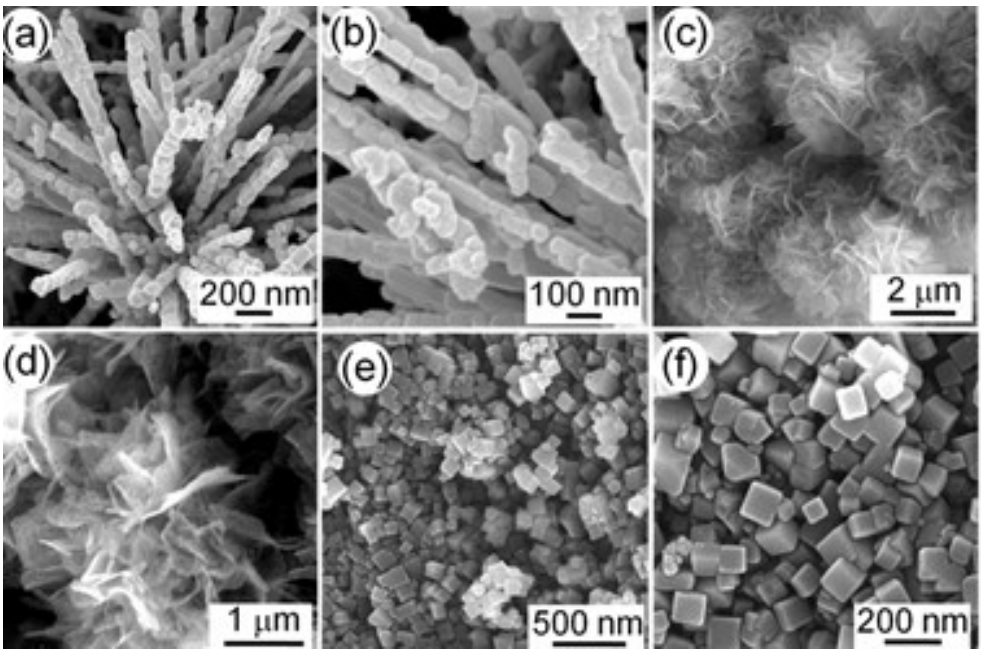
पॉलीमेरिक मेम्ब्रेन और/या जैल का उपयोग करके समग्र-ठोस-अवस्था सुपरकैपेसिटर के लिए सक्रिय सामग्री के रूप में धातु ऑक्साइड/चाल्कोजेनाइड्स और कार्बन सपोर्ट (g-C3N4, N-डोप्ड ग्राफीन हाइड्रोजेल, और/या कंडक्टिंग पॉलिमर) से युक्त अत्यधिक कुशल हाइब्रिड सामग्री का डिजाइन और विकास विभाजक के रूप में। गढ़े हुए दो-इलेक्ट्रोड (सममित या असममित) उपकरणों के जीवन-चक्र के साथ 10000 से अधिक चक्रों के साथ 90% से कम प्रदर्शन को खराब किए बिना ऊर्जा घनत्व बढ़ाने के लिए।

## कार्यपद्धति

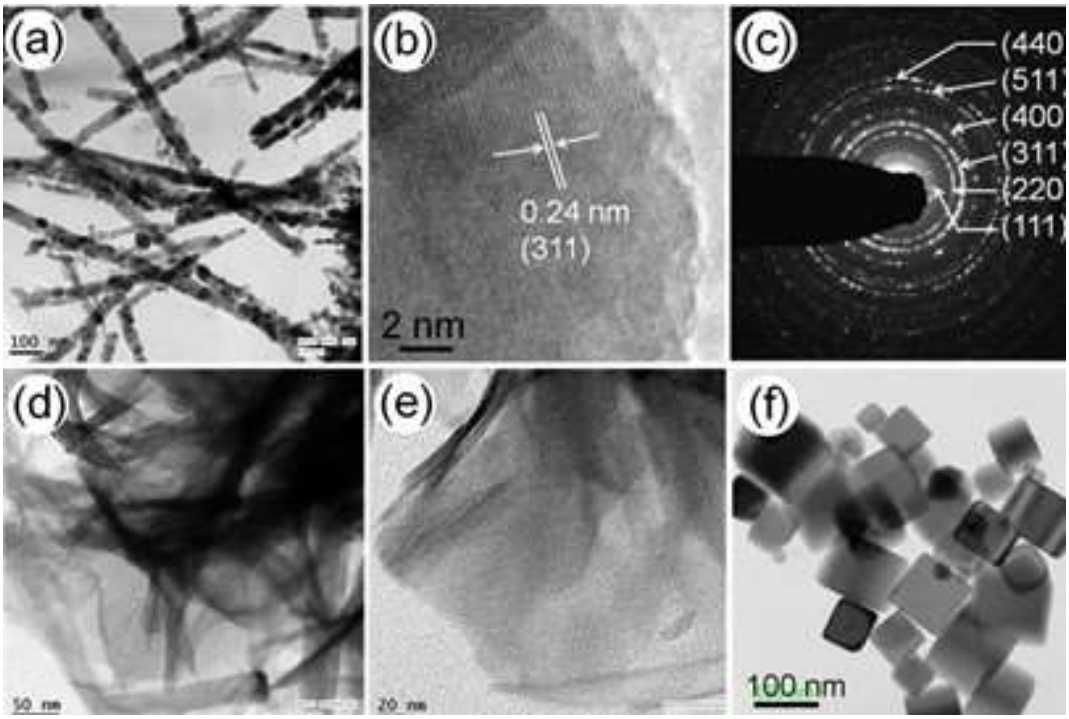
वर्तमान कार्य का महत्व एक छोटी अवधि (30 मिनट से कम) में समाधान आधारित तकनीकों (माइक्रोवेव हाइड्रोथर्मल / सॉल्वोथर्मल) का उपयोग करके झरझरा उच्च सतह-क्षेत्र नैनोसंरचित ऑक्साइड और चाकोजेनाइड्स को डिजाइन और संश्लेषित करने में निहित है। उचित संवाहक कार्बन/बहुलक समर्थन का उपयोग करके संकर सामग्री का संश्लेषण करना। संश्लेषित सामग्रियों के ऊर्जा भंडारण प्रदर्शन को अनुकूलित करने के बाद, असममित और सममित डिवाइस दोनों को संचालन समर्थन पर सक्रिय सामग्रियों को कोटिंग करके बनाया जाएगा। पोर्टेबल इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों जैसे प्रकाश उत्सर्जक डायोड इत्यादि चलाकर प्रदर्शन का प्रदर्शन किया जाएगा।

## प्रत्याशित परिणाम और प्रदेयताएं

- इस काम में नियंत्रित आकार और आकार वाली कई नैनोसंरचित सामग्री वितरित की जाएगी। उन सामग्रियों में न केवल सुपरकैपेसिटर बल्कि अन्य अनुप्रयोगों में भी क्षमता होगी। सुपरकैपेसिटर डिवाइस के लिए विभाजक के रूप में उपयोग किए जा सकने वाले अभिनव बहुलक झिल्ली।




माइक्रोवेव सॉल्वोथर्मल तकनीक का उपयोग करके हमारी प्रयोगशाला में संश्लेषित विभिन्न आकृतियों और आकारों के साथ Co3O4 नैनोसंरचित सामग्रियों की एफईएसईएम छवियां।




विभिन्न आकारिकी के साथ Co3O4 नैनोसंरचित सामग्री के संचरण इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोप चित्र।

गढ़े हुए Co3O4 // ग्राफीन हाइड्रोजेल असममित सुपरकैपेसिटर डिवाइस का उपयोग करके छोटे उपकरणों को शक्ति देने पर तस्वीरें।

**डा. देवव्रत प्रधान**

**सहायक प्रोफेसर**

**भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, खड़गपुर**

**ईमेल: deb@matsc.iitkgp.ac.in**

डॉ. देवव्रत प्रधान ने 2003 में प्रोफेसर महेश्वर शेरोन के मार्गदर्शन में IIT, बॉम्बे से पीएच.डी. डिग्री हासिल की। पीएचडी में, उन्होंने कपूर और मिट्टी के तेल से कार्बन नैनोमैटेरियल्स (नैनोट्यूब और फाइबर) के संश्लेषण पर काम किया। पीएचडी पूरी करने के बाद, उन्होंने पोस्टडॉक्टरल शोध के लिए 2004 में ताइवान जाने से पहले एक साल के लिए IIT बॉम्बे में परिष्कृत विश्लेषणात्मक उपकरण सुविधा (SAIF) की इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी प्रयोगशाला में सेवा की। ताइवान में, डॉ. प्रधान ने माइक्रोवेव प्लाज्मा जमाव और इलेक्ट्रॉन क्षेत्र उत्सर्जन में उनके अनुप्रयोग द्वारा अल्ट्रानैनोक्रिस्टलाइन हीरे की पतली फिल्मों पर काम किया। 2006 में, वह कनाडा चले गए और चार साल तक वाटरलू विश्वविद्यालय में काम किया। इस अवधि में, उन्होंने बड़े पैमाने पर कई ऑक्साइड नैनोमैटेरियल्स के इलेक्ट्रोडपोजिशन और ग्लूकोज सेंसर, इलेक्ट्रॉन क्षेत्र उत्सर्जन और हाइड्रोजन पीढ़ी में उनके अनुप्रयोग पर काम किया। उनका वर्तमान शोध अक्षय ऊर्जा उत्पादन और भंडारण के लिए नैनोसंरचित सामग्रियों के संश्लेषण पर केंद्रित है। उनके समूह द्वारा संश्लेषित सामग्री का उपयोग मुख्य रूप से जल-विभाजन प्रतिक्रिया, अल्कोहल ईंधन कोशिकाओं और ऊर्जा रूपांतरण प्रणालियों और ऊर्जा भंडारण के लिए सुपरकैपेसिटर के रूप में पेरोसाइट सौर सेल के लिए किया जाता है। डॉ. प्रधान के पास 120 से अधिक अंतरराष्ट्रीय संदर्भित जर्नल प्रकाशन, 2 भारतीय पेटेंट, 1 पुस्तक और 2 पुस्तक अध्याय हैं। उनका वर्तमान एच-इंडेक्स 37 (गूगल स्कॉलर) है।

# 6 लीथियम आयन भंडारण के संबंध में 2डी सामग्री सूचना विज्ञान

## लक्ष्य

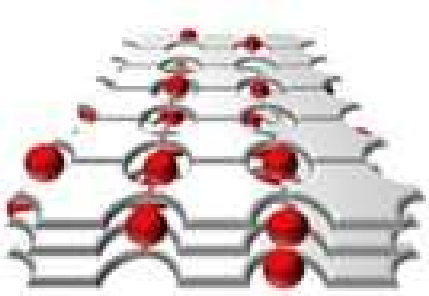
लक्ष्य: हम अगली पीढ़ी के ली-आयन बैटरी एनोड के लिए 2डी सामग्री पोर्टफोलियो देने का प्रस्ताव करते हैं। हमारे प्रस्ताव की नवीनता इसके दृष्टिकोण में निहित है, जो मौलिक-विज्ञान-चालित (उच्च-थ्रूपुट प्रथम-सिद्धांत आधारित गणना और प्रयोग) और डेटा-संचालित (मशीन लर्निंग) का संयोजन है।

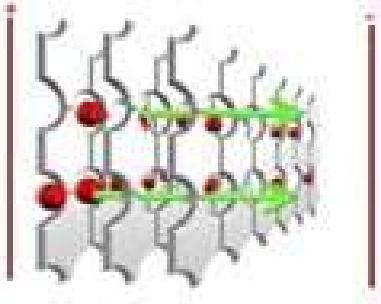
## कार्यपद्धति

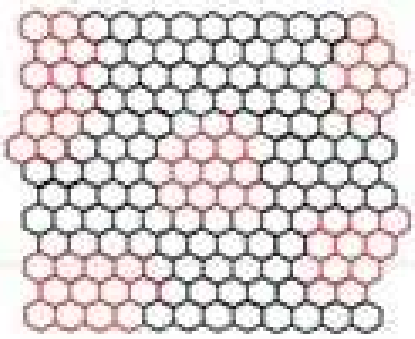
- "हाई-थ्रूपुट डेंसिटी फंक्शनल थ्योरी (एचटी-डीएफटी)" गणना को लागू करने के लिए अत्याधुनिक प्रोसेसर तकनीक (त्वरक) का उपयोग।
- अति वृहद परमाणु संरचना की मॉडलिंग के लिए नए 'रैखिक-स्केल' 'परिमित-तापमान' डीएफटी कोड का उपयोग।
- 2डी सामग्री पर ध्यान केंद्रित किया गया है, जो बड़े पैमाने पर बड़े पैमाने पर अनुपात के कारण बेहतर लिथियम आयन भंडारण का वादा करता है।
- लिथियम आयन बैटरी एनोड के लिए 2डी सामग्री डेटाबेस बनाने के लिए मशीन लर्निंग तकनीक। मशीन सीखने के लिए हस्ताक्षरों में से एक के रूप में क्रिस्टल ऑर्बिटल हैमिल्टनियन का उपयोग।
- ठोस अवस्था, सोल-जेल, कोलाइडल संश्लेषण के साथ-साथ भौतिक विधियों जैसे नवीन गीले रासायनिक डिजाइन विधियों का उपयोग। स्कॉच-टेप एक्सफोलिएशन, लिक्विड एक्सफोलिएशन और रासायनिक वाष्प जमाव को कुछ स्तरित 2डी टीएमडी प्राप्त करने के लिए नियोजित किया जाएगा।
- डीईएसवाई, हैम्बर्ग और इलेट्रा, ट्रिस्टे में संस्थान और सिंक्रोट्रॉन सुविधाओं का उपयोग करते हुए सैद्धांतिक निष्कर्षों के प्रायोगिक सत्यापन के लिए अत्याधुनिक संरचनात्मक और विद्युत रासायनिक

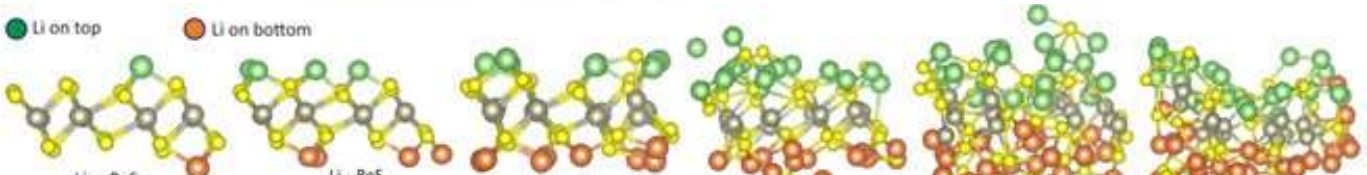
## प्रत्याशित परिणाम एवं प्रदेयताएं

- लिथियम आयन बैटरी एनोड के लिए उनकी विशिष्ट क्षमता और प्रसार गुणांक के साथ 2डी सामग्री डेटाबेस।
- मशीन लर्निंग एल्गोरिदम के लिए कंप्यूटर प्रोग्राम।
- हाइब्रिड प्रोसेसर (सीपीयू जीपीयू) आधारित सुपरकंप्यूटर में हाई-थ्रूपुट एब-इनिटियो कैलकुलेशन के लिए रेसिपी।
- चुनिंदा 2डी सामग्री के साथ बैटरी की असेंबली (कार्बन के साथ/बिना एडिटिव्स) में अनुकूलित संरचना और गुण होते हैं।









**डा. शांतनु महापात्रा**

**प्रोफेसर**

**भारतीय विज्ञान संस्थान, बंगलौर**

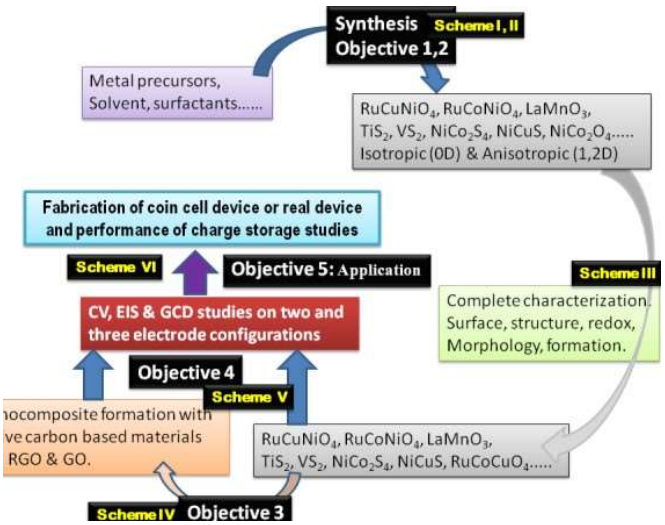
**ईमेल - santanu@iisc.in**

जादवपुर विश्वविद्यालय, कोलकाता से 1999 में इलेक्ट्रॉनिक्स और दूरसंचार के क्षेत्र में अपना बी.ई. (बैचलर ऑफ इंजीनियरिंग) की डिग्री प्राप्त किया, एम. टेक (मास्टर ऑफ टेक्नोलॉजी) की डिग्री 2001 में भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान से इलेक्ट्रिकल इंजीनियरिंग (माइक्रोइलेक्ट्रॉनिक में विशेषज्ञता) के क्षेत्र में (मास्टर ऑफ टेक्नोलॉजी) आईआईटी कानपुर, और पीएच.डी. 2005 में स्विस फेडरल इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी लॉज़ेन (ईपीएफएल) से डिग्री। उनके पीएच.डी. शोध प्रबंध में उन्होंने सिंगल इलेक्ट्रॉन ट्रांजिस्टर (एसईटी) के मॉडलिंग और इसके सह-सिमुलेशन और सीएमओएस के साथ सह-डिजाइन पर काम किया। वह अगस्त 2005 में सहायक प्रोफेसर के रूप में भारतीय विज्ञान संस्थान (आईआईएससी), बैंगलोर, भारत में इलेक्ट्रॉनिक सिस्टम इंजीनियरिंग विभाग (पूर्व सीईडीटी) में शामिल हुए और क्रमशः सितंबर 2010 और दिसंबर 2015 में एसोसिएट प्रोफेसर और फिर पूर्ण प्रोफेसर रैंक पर पदोन्नत हुए। उन्होंने 2006 में नैनो स्केल डिवाइस रिसर्च लेबोरेटरी की स्थापना की, जहां उनकी शोध टीम सर्किट, डिवाइस और परमाणु स्तर पर नैनो सामग्री में वाहक परिवहन के मॉडलिंग में लगी हुई थी। उनके अनुसंधान के हितों में दो आयामी चैनल ट्रांजिस्टर, ऊर्जा कुशल इलेक्ट्रॉनिक स्विच और नैनो-स्केल पर ऊर्जा-भंडारण शामिल हैं। वह हाइब्रिड सीएमओएस सिंगल इलेक्ट्रॉन ट्रांजिस्टर डिवाइस और सर्किट डिजाइन पुस्तक के लेखक हैं। उन्होंने 2007 में आईबीएम फैकल्टी अवार्ड, 2007 में माइक्रोसॉफ्ट रिसर्च इंडिया आउटस्टैंडिंग फैकल्टी अवार्ड और 2009 में भारतीय विज्ञान अकादमी की संबद्धता प्राप्त की। वह विज्ञान विभाग से विद्युत विज्ञान के अनुशासन में रमन्ना फैलोशिप (2012 से 2015) के प्राप्तकर्ता भी हैं। और प्रौद्योगिकी, कॉम्पैक्ट मॉडलिंग में उनके योगदान के लिए भारत सरकार। वह आईईईई के वरिष्ठ सदस्य और साधना के एसोसिएट एडिटर हैं।

# 7 नैनोसंरचित मिश्रित धातु ऑक्साइड और धातु चाल्कोजेनाइड सामग्री आधारित प्रभावी इलेक्ट्रोड का विकास और सुपर-कैपेसिटर उपकरणों में उनका उपयोग

## लक्ष्य

चार्ज भंडारण उपकरणों के लिए उपयुक्त अभिनव आकृति विज्ञान उन्मुख मिश्रित धातु ऑक्साइड (एमएमओ) नैनोकणों का संश्लेषण और लक्षण वर्णन। आवेश भंडारण उपकरणों के लिए उपयुक्त अभिनव आकृति विज्ञान उन्मुख धातु चालकोजेनाइड (एमसी) नैनोकणों का संश्लेषण और लक्षण वर्णन। सक्रिय कार्बन सामग्री (आरजीओ) और लक्षण वर्णन के साथ एमएमओ और एमसी नैनोकणों के नैनोकंपोजिट तैयार करना। तीन इलेक्ट्रोड विन्यास पर सीवी, ईआईएस और जीसीडी द्वारा चार्ज स्टोरेज विशेषताओं पर इलेक्ट्रोड बनाना और अध्ययन करना। उपकरणों का निर्माण (लचीला या सिक्का सेल) और चार्ज स्टोरेज अध्ययन का प्रदर्शन।




## कार्यपद्धति

मिश्रित वैलेंस धातु आयनों के उपन्यास संयोजन के साथ उपन्यास सामग्री, उपन्यास संश्लेषण विधियों से विविध आकार और उच्च सरंध्रता। आइसोट्रोपिक / अनिसोट्रोपिक मिश्रित धातु ऑक्साइड नैनोकणों का अभिनव संश्लेषण।

2. संरचनात्मक, सतह, आकृति विज्ञान और रेडॉक्स गुणों पर अध्ययन।

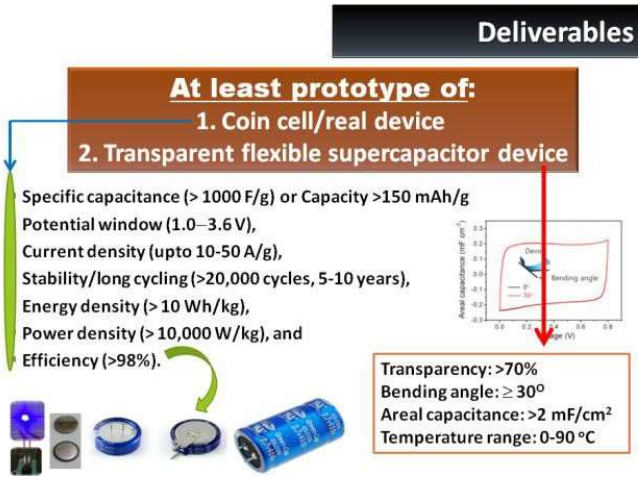
3. आरजीओ के साथ एमएमओ और एमसी से नैनोकंपोजिट तैयार करना।

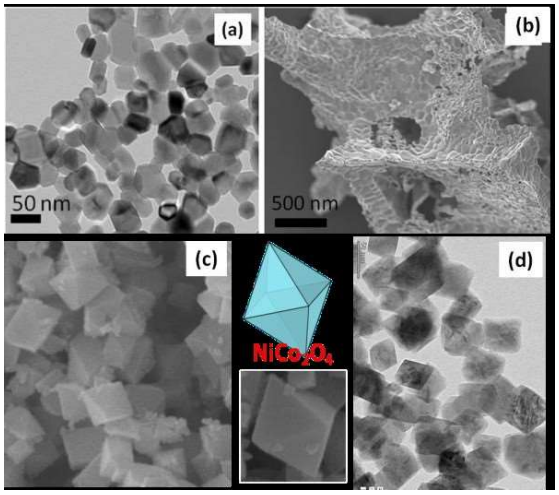
4. चार्ज स्टोरेज विशेषताओं पर 3 इलेक्ट्रोड कॉन्फ़िगरेशन और अध्ययन बनाना सीवी, ईआईएस और जीसीडी द्वारा।

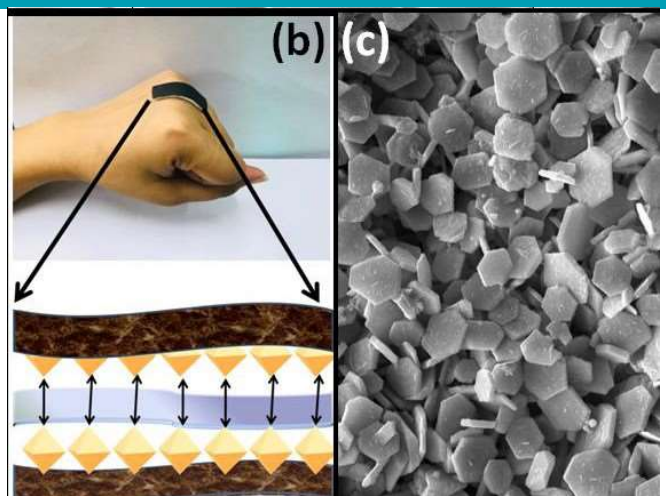
5. कॉइन सेल डिवाइस या वास्तविक डिवाइस का निर्माण और चार्ज स्टोरेज अध्ययन का प्रदर्शन।

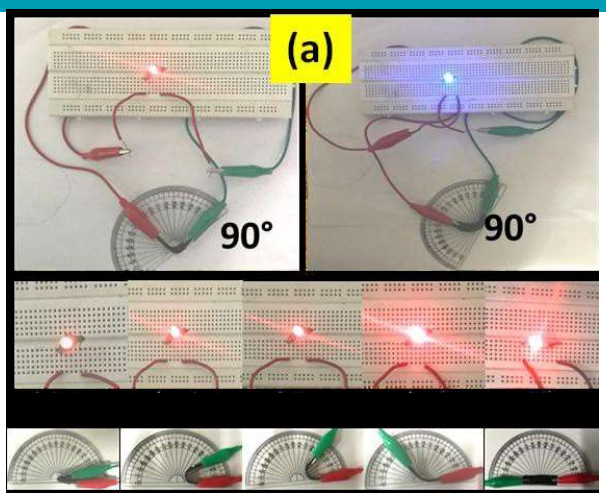
## प्रत्याशित परिणाम एवं प्रदेयताएं

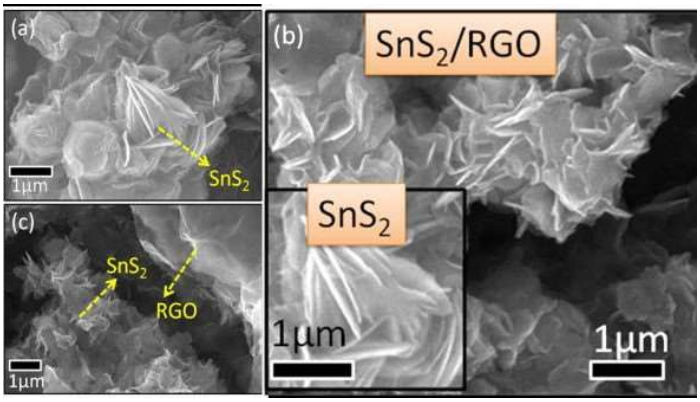
यह प्रस्ताव कम लागत वाले पर्यावरण के अनुकूल अत्यधिक कुशल इलेक्ट्रोड सामग्री से कुछ सर्वश्रेष्ठ सुपरकैपेसिटर उपकरण प्रदान करेगा, जहां लक्षित प्रदर्शन होगा: विशिष्ट क्षमता (> 1000F/g), संभावित विंडो (1.0-3.6 V), वर्तमान घनत्व (50 A तक) /g), स्थिरता/लंबी साइकिल चलाना (>20,000 चक्र, 5-10 वर्ष), शक्ति घनत्व (> 10 Wh/kg), ऊर्जा घनत्व (> 10,000 W/kg), और दक्षता (>90%)। इन लक्ष्यों के बहुत सस्ती कीमत पर राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय उत्पादों से बेहतर होने की उम्मीद है।

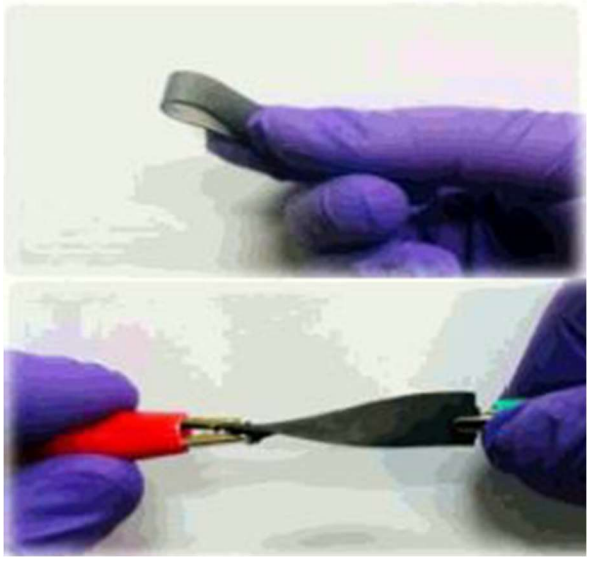




**डा. शशंक डेका**
**एसोसिएट प्रोफेसर**
**दिल्ली विश्वविद्यालय, नॉर्थ कैम्पस, दिल्ली**
**ईमेल: sdeka@chemistry.du.ac.in**

डॉ. शशांक डेका ने एम.एससी. 2001 में गौहाटी विश्वविद्यालय, गुवाहाटी से रसायन विज्ञान में और पीएच.डी. 2007 में नेशनल केमिकल लेबोरेटरी (एनसीएल-पुणे) से डिग्री ली। उन्हें सामग्री विज्ञान में उनके योगदान के लिए टीएमएस, वॉरेंडेल, यूएसए द्वारा टीएमएस फाउंडेशन 2008 श्री राम अरोड़ा पुरस्कार से सम्मानित किया गया है। इसके बाद वे नैनोकैमिस्ट्री में पोस्टडॉक्टोरल रिसर्च के लिए नेशनल नैनोटेक्नोलॉजी लेबोरेटरी, CNR-INFM, लेसे, इटली और इटैलियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, जेनोवा, इटली चले गए। डॉ. डेका ने विभिन्न अंतरराष्ट्रीय सहकर्मी-समीक्षित पत्रिकाओं और बैठकों में 55 से अधिक शोध पत्र प्रकाशित किए हैं, और अंतरराष्ट्रीय प्रकाशक द्वारा प्रकाशित 2 पुस्तकें और 1 पुस्तक अध्याय भी लिखा है। उन्हें डीएई-बीआरएनएस यंग साइंटिस्ट रिसर्च अवार्ड; विजिटिंग फेलो, स्कूल ऑफ फिजिकल साइंसेज (एसपीएस) -जेएनयू; वीआईएफए-चेन्नई उत्कृष्ट संकाय

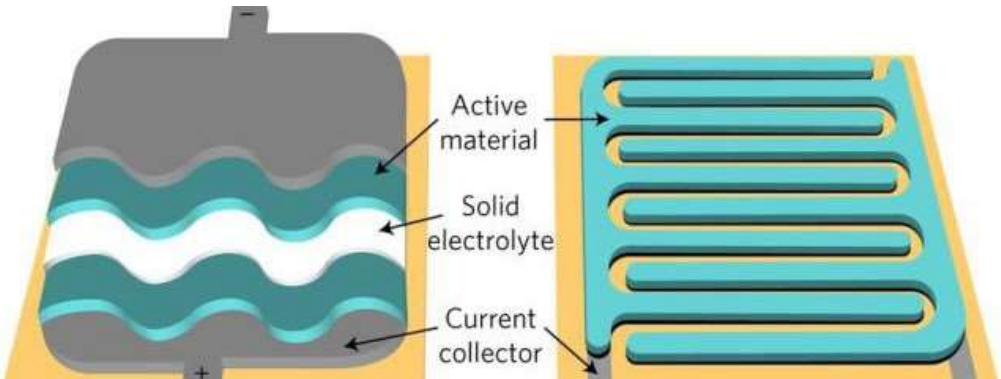
# 8 प्रतिक्रियाशील मैग्नेट्रॉन स्पटरिंग का उपयोग करके ऑन-चिप सुपरकैपेसिटर उपकरणों पर आधारित उच्च ऊर्जा घनत्व पतली फिल्म का निर्माण

## लक्ष्य

इस परियोजना का मुख्य उद्देश्य नए इलेक्ट्रोड सामग्री की खोज करके बेहतर विद्युत रासायनिक प्रदर्शन के साथ एक विस्तृत तापमान रेंज में काम करने वाले ऑन-चिप सुपरकैपेसिटर विकसित करना है। ऑनचिप सुपरकैपेसिटर डिवाइस का निर्माण और प्रदर्शन अध्ययन जो स्केलिंग के बाद माइक्रो-इलेक्ट्रॉनिक्स उद्योग के लिए सीधे इस्तेमाल किया जा सकता है।

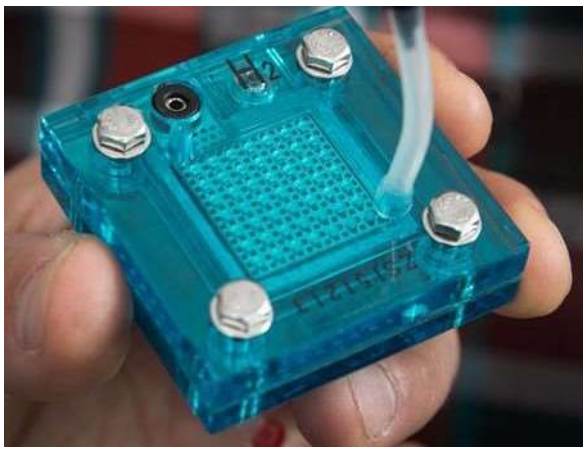
## कार्यपद्धति

पूर्ण इलेक्ट्रोड तैयारी डीसी रिएक्टिव मैग्नेट्रॉन को-स्पटरिंग तकनीक का उपयोग करके एक ही चरण में की जाएगी। काम के दबाव, आधार दबाव, सब्सट्रेट तापमान, गैस प्रवाह अनुपात और डीसी / आरएफ शक्ति जैसे विभिन्न स्पटरिंग मापदंडों को शुरू में उच्च गुणवत्ता वाली हाइब्रिड पतली फिल्मों को बनाने के लिए अलग से अनुकूलित किया जाएगा। तीन इलेक्ट्रोड प्रणाली और उपकरणों का संरचनात्मक और पूर्ण विद्युत रासायनिक लक्षण वर्णन किया जाएगा।



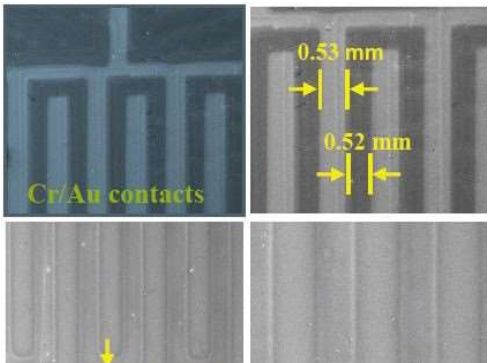
## प्रत्याशित परिणाम एवं प्रदेयताएं

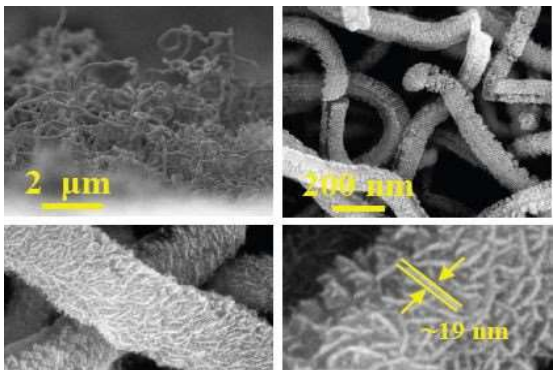
- बड़े क्षेत्र के साथ निर्मित इलेक्ट्रोड।
- बिना किसी बंधन और किसी अन्य बाहरी उपचार के निक्षेपण।
- गढ़े पर आधारित प्रोटोटाइप डिवाइस
- सुपरकैपेसिटर इलेक्ट्रोड।
- बौद्धिक संपदा अधिकार, यदि कोई हो।

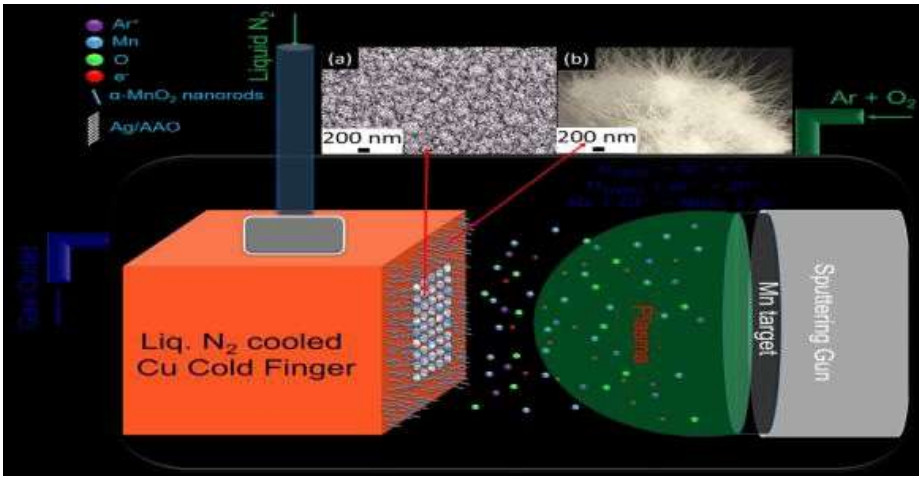



सौर सुपरकैपेसिटर

**PMP9766** सुपरकैपेसिटर बैकअप विद्युत आपूर्ति






पतली फिल्म इलेक्ट्रोड फैब्रिकेशन

**डा. आर. चंद्रा**
**प्रोफेसर**
**भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, रूड़की**
**ईमेल: ramesfic@iitr.ac.in**

प्रोफेसर आर. चंद्रा ने अपनी पीएच.डी. 1993 में भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान दिल्ली से प्रायोगिक संघनित पदार्थ भौतिकी में की। उन्होंने टाटा इंस्टीट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च मुंबई, भारत (1997-99), और कैम्ब्रिज विश्वविद्यालय, यूके (2003-04) में अतिथि वैज्ञानिक के रूप में काम किया है। उन्होंने सरकार की विभिन्न एजेंसियों द्वारा प्रायोजित कई शोध परियोजनाओं को पूरा किया है। भारत के डीएसटी, सीएसआईआर, डीआरडीओ, डीएई, सीपीआरआई और कई प्रक्रियाधीन हैं। उन्होंने 25 पीएच.डी. छात्र हैं और वर्तमान में नैनो विज्ञान और नैनो प्रौद्योगिकी के विविध क्षेत्रों में 8 छात्रों की देखरेख कर रहे हैं। उनका वर्तमान शोध गैस सेंसर और ऊर्जा भंडारण अनुप्रयोगों के लिए पीवीडी द्वारा नैनोसंरचित पतली फिल्मों के विकास पर केंद्रित है।

# 9 उच्च निष्पादन ग्राफीन आधारित सुपरकैपेसिटर्स

## लक्ष्य

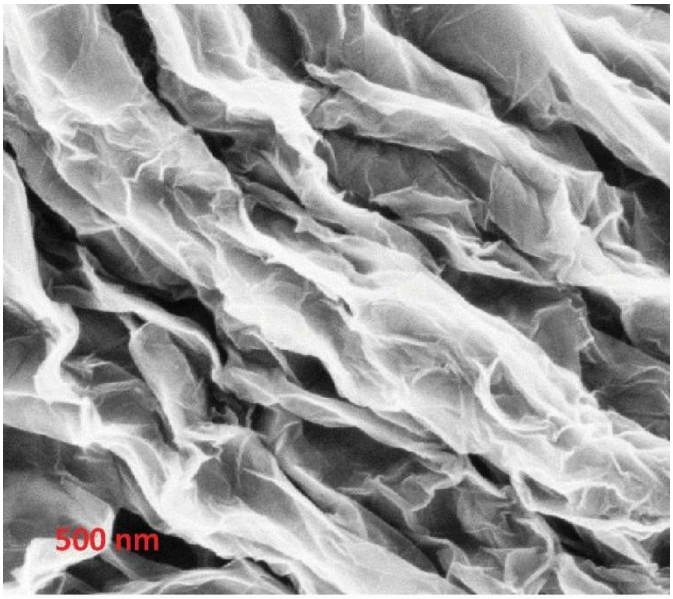
हम कम किए गए ग्राफीन ऑक्साइड (आरजीओ) के उत्पादन के एक अपरंपरागत दृष्टिकोण का प्रस्ताव करते हैं, जिसे सुपरकैपेसिटर इलेक्ट्रोड के निर्माण के लिए एक सक्रिय सामग्री के रूप में आसानी से इस्तेमाल किया जा सकता है। ग्राफीन-ऑक्साइड (जीओ) की कमी के बाद के फीड के लिए कम करने वाले एजेंट को फिर से उत्पन्न किया जा सकता है। इसके अतिरिक्त, हम अक्सर ज्वलनशील और पर्यावरण के अनुकूल कार्बनिक इलेक्ट्रोलाइट्स के साथ-साथ आरजीओ सुपरकैपेसिटर अनुप्रयोगों में आयनिक तरल पदार्थों की तुलना में ग्रीनर जेल पॉलिमर इलेक्ट्रोलाइट (जीपीई) सिस्टम की संरचना के महत्व का खुलासा करने की योजना बना रहे हैं। चूंकि हमारे रासायनिक कमी में हम सेमीकंडक्टिंग आरजीओ तैयार कर सकते हैं, इसलिए हम सुपरकैपेसिटर के प्रदर्शन को ट्यून करने के लिए विशिष्ट रूप से डोप किए गए आरजीओ सामग्री का उपयोग करने की योजना बना रहे हैं।

## कार्यपद्धति

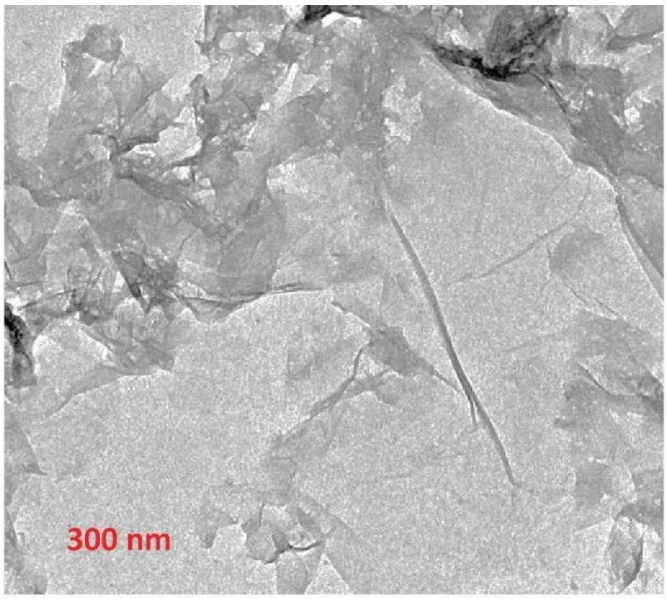
प्रस्तावित शोध योजना का ध्यान कम करने वाले एजेंटों (पीआई के अपने भारतीय पेटेंट आवेदन संख्या 201621023063; स्थिति - प्रकाशित) के रूप में संक्रमण धातु लवण के उपयोग के साथ ऑक्सीकरण और कमी से जुड़े सरल संश्लेषण को शामिल करता है। यह आरजीओ के बैच उत्पादन में गुणवत्ता आश्वासन, आरजीओ के अत्याधुनिक लक्षण वर्णन, जीपीई संरचना के ट्यूनिंग और प्रयोगशाला में इलेक्ट्रोकेमिकल प्रदर्शन के मूल्यांकन के बाद एसपीईएल पुणे में प्रोटोटाइप डिवाइस परीक्षण के साथ जुड़ा हुआ है।

## प्रत्याशित परिणाम एवं प्रदेयताएं

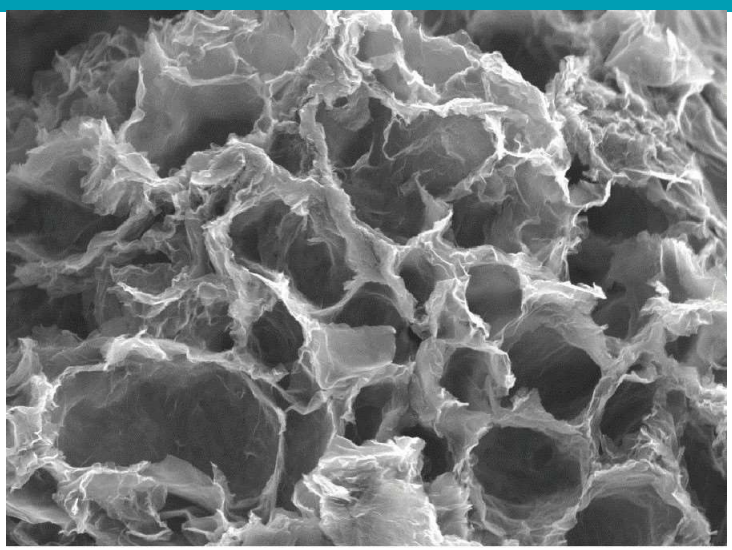
- पर्यावरण के अधिक अनुकूल जीपीई पर जोर देने के साथ 2डी और 3डी रूपात्मक पैटर्न के साथ अपेक्षाकृत कम लागत वाले झरझरा आरजीओ का विकास
- प्रति वर्ष 50 ग्रा. rGO
- 20 Wh/kg ऊर्जा घनत्व के साथ 10 F (10 संख्या) और 500 F (10 संख्या) की धारिता वाले सुपरकैपेसिटर
- एक मजबूत अकादमी-उद्योग इंटरफेस (IISER पुणे - सूर्या पॉवरफैरड एनर्जी लिमिटेड (SPEL) पुणे) के निर्माण पर ध्यान केंद्रित किया जाएगा।



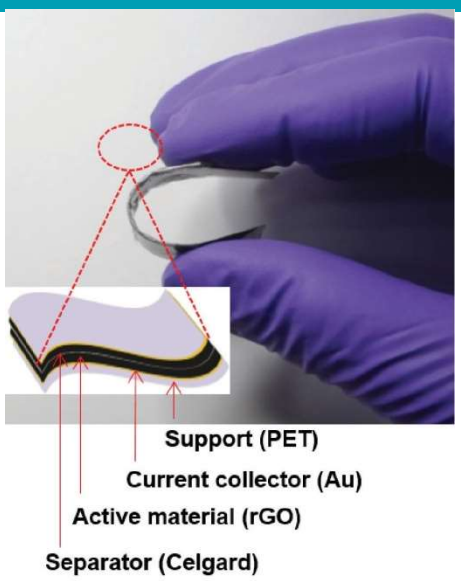

*reduced graphene oxide (rGO)*




*rGO nanosheets*



*3D mesoporous rGO*




*All-solid-state flexible rGO supercapacitor*

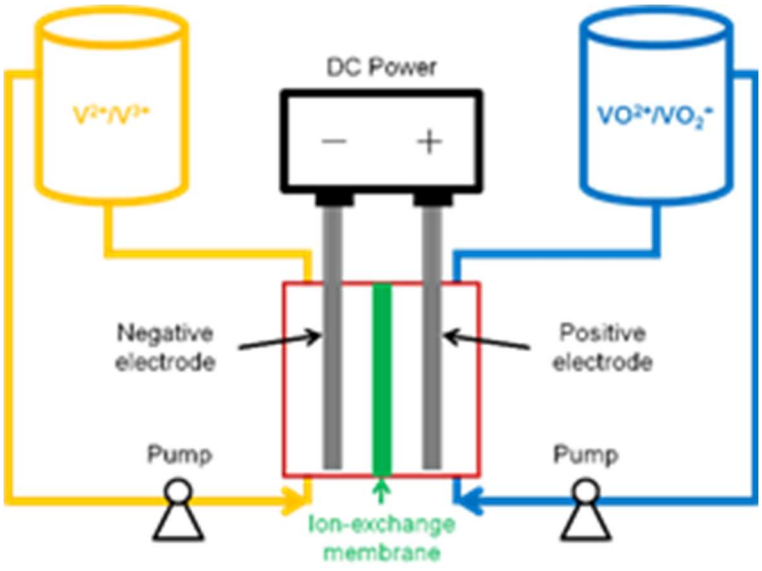
**डा. निर्माल्य बल्लव**
**सहायक प्रोफेसर**
**भारतीय विज्ञान शिक्षा एवं अनुसंधान संस्थान, पुणे**
**ईमेल: nballav@iiserpune.ac.in**

डॉ निर्माल्य बल्लव ने कार्बनिक रसायन विज्ञान में अपना एम.एससी (2000) और कलकत्ता विश्वविद्यालय, भारत से भौतिक रसायन विज्ञान में (2005) पीएच.डी. किया है। 2011 में आईआईएसईआर पुणे में सहायक प्रोफेसर के रूप में शामिल होने से पहले, वह एप्लाइड फिजिकल केमिस्ट्री, हीडलबर्ग विश्वविद्यालय, जर्मनी में पोस्टडॉक्टोरल फेलो थे और माइक्रो और नैनो टेक्नोलॉजी, पॉल शेरर इंस्टीट्यूट (पीएसआई, ईटीएच डोमेन), स्विट्जरलैंड के लिए प्रयोगशाला में थे। वह 2011 से पीएसआई में विजिटिंग साइंटिस्ट हैं। उनका प्राथमिक शोध इंटरफेसियल मैटेरियल्स केमिस्ट्री (फंडामेंटल्स से एप्लिकेशन तक) पर केंद्रित है - विभिन्न सॉलिड-स्लाइड और सॉलिड-लिक्विड इंटरफेस की खोज और दिलचस्प इंटरफेशियल इफेक्ट्स कैप्चर करना। अनुसंधान प्लेटफार्मों में द्वि-आयामी सामग्री, समन्वय पॉलिमर, पॉलिमर का संचालन, धातु नैनोकण और चुंबकीय अर्धचालक शामिल हैं। उन्होंने 34 के हाई-इंडेक्स के साथ अंतरराष्ट्रीय पत्रिकाओं में 100 से अधिक शोध पत्र प्रकाशित किए हैं।

# 10 स्थिर अनुप्रयोग के लिए 1 Kw (1 Kwh) वैनेडियम रेडॉक्स फ्लो बैटरी का डिजाइन, विकास और प्रदर्शन

## लक्ष्य

कम लागत वाली झिल्ली और कुशल इलेक्ट्रोड का उपयोग करके एक कुशल 1 kW (1 kWh) वैनेडियम रेडॉक्स फ्लो बैटरी का विकास। वैनेडियम रेडॉक्स फ्लो बैटरी (वीआरएफबी) और उसके प्रदर्शन के एकीकरण और पैकेजिंग के साथ वीआरएफबी के लिए बैटरी प्रबंधन प्रणाली का विकास।



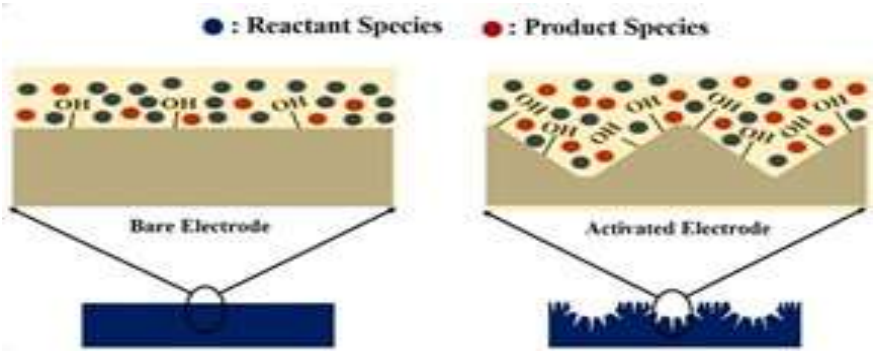

(विशिष्ट वैनेडियम रिडॉक्स प्रवाह बैटरी; खुला स्रोत)

## कार्यपद्धति

यह शोध कार्य मुख्य रूप से प्रकृति में लागू होता है। निम्नलिखित पद्धति का उपयोग किया जाएगा,

- कार्बन इलेक्ट्रोड पर सतह ऑक्सीजन कार्यात्मक समूह सक्रिय साइटों के रूप में कार्य करते हैं और इस प्रकार इलेक्ट्रोड का कार्यात्मककरण एक नए रासायनिक सक्रियण विधि द्वारा किया जाएगा। प्रारंभिक विश्लेषण किसी भी इलेक्ट्रोकैटलिस्ट के उपयोग के बिना

- वीआरएफबी मेम्ब्रेन कम सेपरेटर के लिए पोर-फिलिंग मेम्ब्रेन का उपयोग किया जाएगा। ये मेम्ब्रेन नाफिन मेम्ब्रेन की तुलना में सस्ती होगी और वैनेडियम क्रॉसओवर को कम करेगी। इसके अलावा, SiO2 या TiO2 के साथ डोप्ड नेफियन का मूल्यांकन भी किया जाएगा।
- पारंपरिक बीएमएस प्रवाह बैटरी के लिए उपयुक्त नहीं है। इसलिए, बीएमएस को औद्योगिक और अकादमिक भागीदारों की मदद से डिजाइन या रेट्रोफिट किया जाएगा।



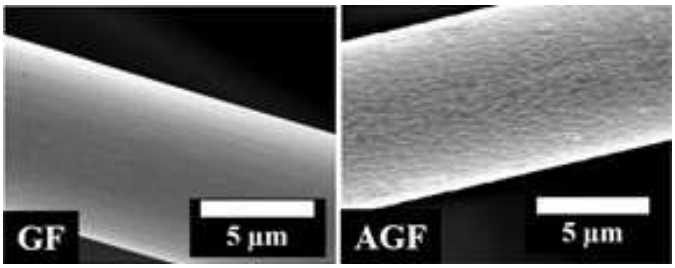

(इलेक्ट्रोड की अनन्य सतही संरचना)

## प्रत्याशित परिणाम एवं प्रदेयताएं

- पूर्ण वीआरएफबी प्रणाली को निम्नलिखित प्राप्त करने योग्य विशिष्टताओं के साथ विकसित और प्रदर्शित किया जाएगा (होम लाइट सिस्टम के लिए इरेडा आवश्यकता के अनुरूप)।

| | | |
|---|---|---|
| • वर्तमान घनत्व | : | 120 mA/cm$^2$ |
| • निर्वहन वोल्टेज | : | 1.1 V/cell, Av. |
| • बैटरि वोल्टेज | : | 13.2 V |
| • सक्रिय इलेक्ट्रोड क्षेत्र | : | 400 cm$^2$ |
| • एकल कोशिका शक्ति | : | ~ 53 W |
| • स्टैक/बैटरी कॉन्फ़िगरेशन | : | 12S2P |
| • स्टैक से बिजली | : | ~ 1 kW |

| | | |
|---|---|---|
| • ऊर्जा क्षमता | : | 1 kWh |
| • चार्ज क्षमता | : | ~ 75 Ah |




(इलेक्ट्रोड का अनन्य सतही आकृति विज्ञान)

**(170 kW/1 MWh** यूनिट, जापान में सुमितोमो इलेक्ट्रिक इंडस्ट्रीज;
खुला स्रोत)

उपरोक्त बैटरी पैक का डिज़ाइन भारत नवीकरणीय ऊर्जा विकास एजेंसी (IREDA) द्वारा दी गई होम लाइट सिस्टम की आवश्यकता के अनुरूप है। आईआरईडीए द्वारा आवश्यक बैटरी 12.8 V और 80Ah (~ 1 kWh) है।

**डॉ. अनिल वर्मा**

**प्रोफ़ेसर**

**भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, दिल्ली**

**ईमेल:** anilverma@iitd.ac.in

डॉ. अनिल वर्मा ने एच.बी.टी.आई कानपुर से बी.टेक. और एम.टेक. किया। उन्होंने एशियन पेंट्स लिमिटेड के आरएंडडी में काम किया। उन्होंने आईआईटी दिल्ली से पीएचडी पूरी की है। वह 2005 में IIT गुवाहाटी में शामिल हुए और उसके बाद 2015 में IIT दिल्ली में शामिल हुए। वह पिछले 19 वर्षों से इलेक्ट्रोकेमिकल इंजीनियरिंग के क्षेत्र में काम कर रहे हैं। उनका शोध कार्य अक्षय ऊर्जा और पर्यावरण प्रौद्योगिकियों पर केंद्रित है। वह विभिन्न ऊर्जा रूपांतरण उपकरणों पर काम कर रहे हैं जैसे कि ईंधन सेल, मूल्य वर्धित उत्पादों के लिए CO2 का विद्युत रासायनिक रूपांतरण। उनका वर्तमान फोकस स्थिर अनुप्रयोगों के लिए रेडॉक्स फ्लो बैटर पर है। उनके शोध कार्य को मुख्य रूप से डीएसटी, एसईआरबी, सीएसआईआर, डीबीटी, न्यू इंडिगो प्रोजेक्ट, डीएई, सीआरईआरई सऊदी अरब, इसरो आदि द्वारा वित्त पोषित किया गया है। उन्होंने 9 पुस्तक अध्यायों और मोनोग्राफ के साथ 75 से अधिक नाशपाती समीक्षा पत्रों को उच्च प्रभाव में प्रकाशित किया है। 10 पीएचडी छात्रों का मार्गदर्शन किया और 5 पेटेंट दाखिल किए और 1 पेटेंट प्रदान किया गया। उन्हें IIChE द्वारा अमर डाई केम अवार्ड, न्यूकैसल यूनिवर्सिटी, न्यूकैसल ऑन टाइन, यूके में शोध करने के लिए यूकेआईईआरआई रिसर्च फेलोशिप अवार्ड सहित कई पुरस्कार मिले हैं। वह 2017 में सेंट लुइस में वाशिंगटन विश्वविद्यालय के विजिटिंग प्रोफेसर भी थे।

# 11 सममित और असममित सुपरकैपेसिटर के लिए धातु कार्बनिक सामग्री (एमओएम एम्बेडेड इलेक्ट्रोस्पन कार्बन नैनोफाइबर (सीएनएफ)

## लक्ष्य

इस प्रस्ताव का उद्देश्य उच्च ऊर्जा घनत्व और ऊर्जा घनत्व के साथ लागत प्रभावी लचीले सुपरकैपेसिटर का बड़े पैमाने पर उत्पादन विकसित करना है। इलेक्ट्रोड सामग्री में या तो कार्बन नैनोफाइबर के साथ धातु-कार्बनिक सामग्री का एक सम्मिश्रण होगा या लचीला कार्बन नैनोफाइबर के साथ धातु-कार्बनिक व्युत्पन्न धातु एम्बेडेड हेटेरोएटम डॉप्ड ग्राफिटाइज्ड कार्बन मैट्रिक्स।

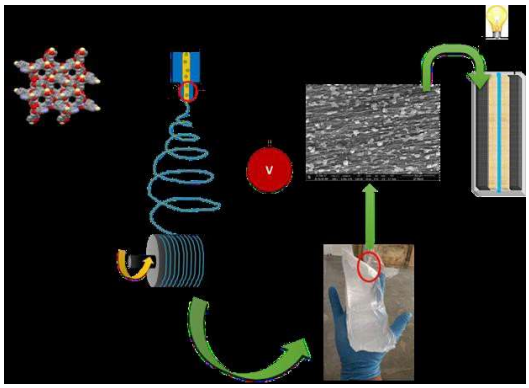
## कार्यपद्धति

इस परियोजना में सममित और असममित सुपरकैपेसिटर के निर्माण के लिए तीन महत्वपूर्ण चरण हैं, अर्थात्- एमओएम का संश्लेषण जिसके बाद इलेक्ट्रोड निर्माण के लिए बड़े पैमाने पर सीएनएफ/एमओएम कम्पोजिट का निर्माण, उन्नत इलेक्ट्रोड और प्रोटोटाइप विकास के साथ सुपरकैपेसिटर असेंबली का विकास। उन्नत सामग्री के विकास पर एक प्रमुख जोर दिया जाएगा जो बड़ी सुपरकैपेसिटेंस और समग्र निर्माण प्रदर्शित करता है। प्रस्तावित शोध का अंतिम लक्ष्य ऊर्जा भंडारण समस्या और प्रोटोटाइप विकास के लिए एक कुशल समाधान है।

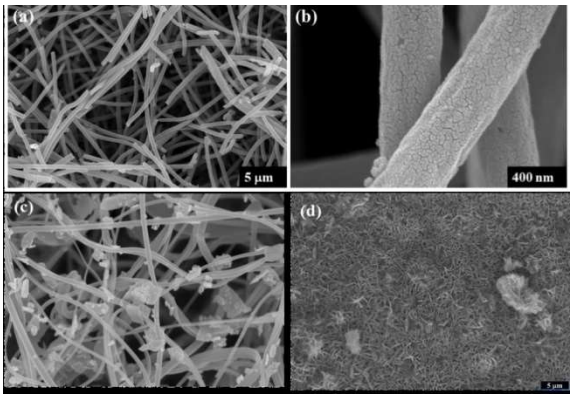
## प्रत्याशित परिणाम और प्रदेयताएं

- उच्च ऊर्जा और शक्ति घनत्व सुपरकैपेसिटर इलेक्ट्रोड के लिए उपन्यास धातु कार्बनिक सामग्री (एमओएम) संश्लेषण।
- एमओएम/कार्बन नैनोफाइबर (सीएनएफ) का आसान और लागत प्रभावी संश्लेषण
- बाइंडर मुक्त इलेक्ट्रोड के लिए इलेक्ट्रोस्पिनिंग के माध्यम से समग्र सामग्री

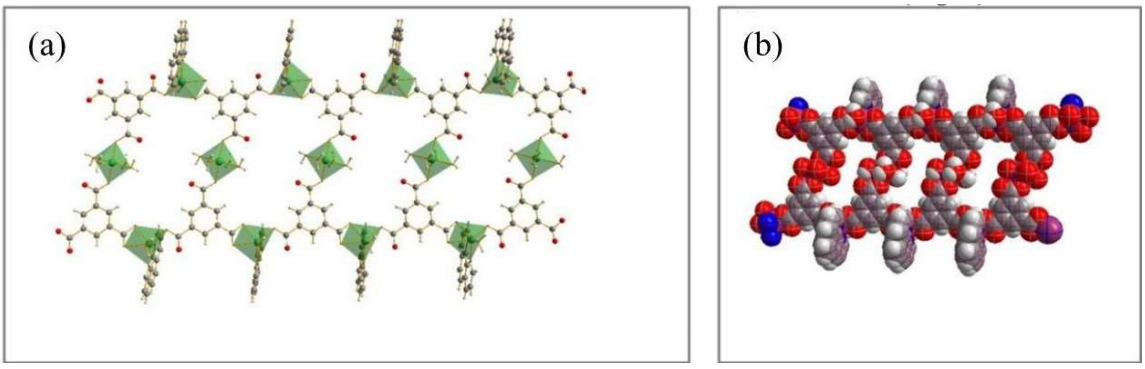
- दो-इलेक्ट्रोड कैपेसिटर सिस्टम के माध्यम से समग्र सामग्री के कैपेसिटेन्स का प्रदर्शन



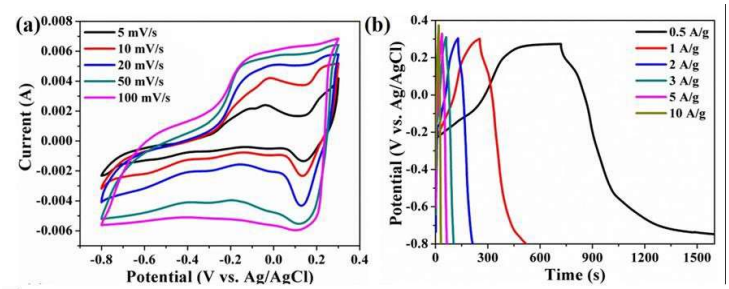
अध्ययन के प्रस्तावित उद्देश्यों का चित्रमय प्रतिनिधित्व




(क) और (ख) कार्बन नैनोफाइबर (सीएनएफ), (ग) एमओएफ एम्बेडेड पॉलिमर नैनोफाइबर नेटवर्क और (घ) स्तरित धातु ऑक्साइड नैनो-आर्किटेक्चर।




(क) Co-MOF की आणविक संरचना (ख) Co-MOF का स्पेस फिलिंग मॉडल




(क) **5** से **100 mV/s** के बीच की विभिन्न स्कैन दरों पर **CV** डेटा, (ख) **315 F/g** की धारिता के साथ **0.5** से **10 A/g** तक की वर्तमान घनत्व पर चार्ज-डिस्चार्ज डेटा

**डॉ रिक रानी कोनेर**

**सहेयक प्रोफेसर**

**भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, मंडी**

**ईमेल: rik@iitmandi.ac.in**

डॉ. रिक ने आईआईटी गुवाहाटी से रसायन विज्ञान में पीएचडी की उपाधि प्राप्त की है। वह वर्तमान में **IIT** मंडी से इंजीनियरिंग स्कूल में सहायक प्रोफेसर के रूप में जुड़ी हुई हैं। वह ऊर्जा भंडारण और ऊर्जा रूपांतरण अनुप्रयोग के लिए धातु-कार्बनिक ढांचे (एमओएफ), समन्वय पॉलिमर (सीपी) धातु-कार्बनिक जैल (एमओजी) को शामिल करने वाली नई बहुक्रियाशील / संकर सामग्री के क्षेत्र में काम कर रही हैं।.

# 12 एकीकृत स्व-संचालित ऊर्जा भंडारण प्रणाली

## लक्ष्य

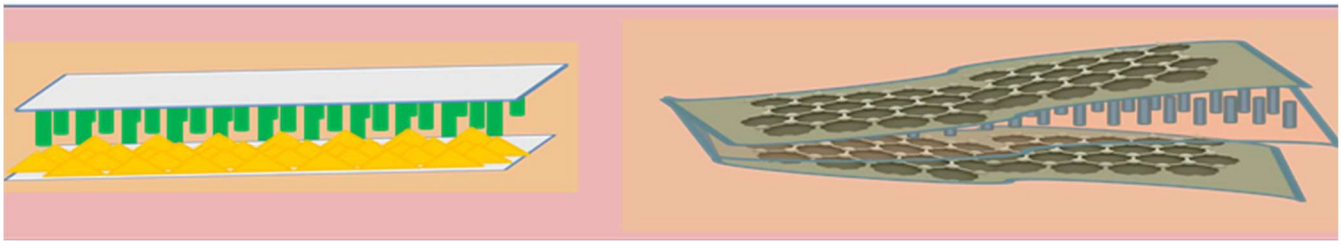
नैनोजेनरेटर और इलेक्ट्रोकेमिकल सुपरकैपेसिटर युक्त एक एकीकृत, स्व-संचालित ऊर्जा भंडारण प्रणाली विकसित करने के लिए सामग्रियों का डिज़ाइन।

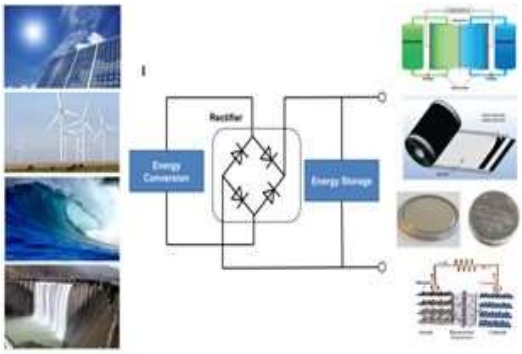
## कार्यपद्धति

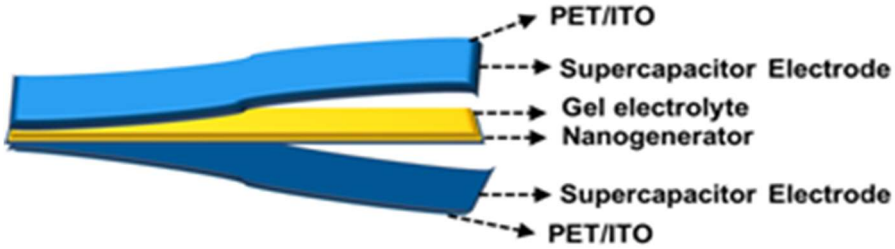
- सामग्री के चयन और नैनोकंपोजिट में संरचना का अनुकूलन करके अनुकूलित प्रदर्शन के साथ नैनोजेनरेटर विकसित करना।
- ताकना संरचना और सतह क्षेत्र का अनुकूलन करके इलेक्ट्रोकेमिकल सुपरकैपेसिटर के लिए कार्बनयुक्त मिश्रित सामग्री का अध्ययन करना।
- स्व-संचालित चार्ज/डिस्चार्ज के साथ एक प्रोटोटाइप प्रदर्शित करने के लिए इलेक्ट्रोकेमिकल सुपरकैपेसिटर के साथ नैनोजेनरेटर का युग्मन।
- परावैद्युत और सुपरकैपेसिटर के लिए नई सामग्री का संश्लेषण और लक्षण वर्णन।

## प्रत्याशित परिणाम और प्रदेयताएं

- नैनोजेनरेटर और इलेक्ट्रोकेमिकल सुपरकैपेसिटर के लिए स्वदेशी रूप से विकसित सामग्री का उपयोग करके स्व-संचालित ऊर्जा भंडारण प्रणाली की अवधारणा को एक प्रोटोटाइप डिवाइस का उपयोग करके प्रदर्शित किया जाएगा।







**डॉ. एन. लक्ष्मीनरसिम्हन**

**प्रधान वैज्ञानिक**

**सीएसआईआर-सेंट्रल इलेक्ट्रोकेमिकल रिसर्च इंस्टीट्यूट (सीईसीआरआई), कराईकुडी**

**ई-मेल: laksnarasimhan@cecri.res.in; nlnsimha@gmail.com**

डॉ. एन. लक्ष्मीनरसिम्हन ने अपनी पीएच.डी. **2005** में भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान (आईआईटी) मद्रास, चेन्नई से रसायन विज्ञान में की। इसके अलावा, उन्होंने **2009** में सीएसआईआर-सीईसीआरआई में शामिल होने से पहले पोहांग यूनिवर्सिटी ऑफ साइंस एंड टेक्नोलॉजी (पीओएसटीईसीएच), कोरिया गणराज्य में अपना पोस्टडॉक्टोरल शोध कार्य किया। **2012** के लिए रासायनिक विज्ञान में सीएसआईआर युवा वैज्ञानिक पुरस्कार प्राप्तकर्ता। उनका व्यापक शोध क्षेत्र ठोस अवस्था रसायन विज्ञान और सामग्री विज्ञान है। उनका शोध ऊर्जा और पर्यावरणीय अनुप्रयोगों के लिए कार्यात्मक सामग्रियों पर केंद्रित है। उनकी रुचि की सामग्रियों में फोटोफंक्शनल सामग्री (फॉस्फोर, फोटोकैटलिस्ट्स, और डीएसएससी के लिए फोटोएनोड्स), विद्युत रासायनिक ऊर्जा भंडारण (बैटरी और सुपरकैपेसिटर) और इलेक्ट्रोसिरेमिक्स (ढांकता हुआ और चुंबकीय सामग्री) शामिल हैं।

# 13 उच्च ऊर्जा घनत्व सोडियम-आयन बैटरियों में कैथोड सामग्री के एल्यूऑडाइट और मिश्रित-पोलीयनियोनिक वर्ग का उपयोग

## लक्ष्य

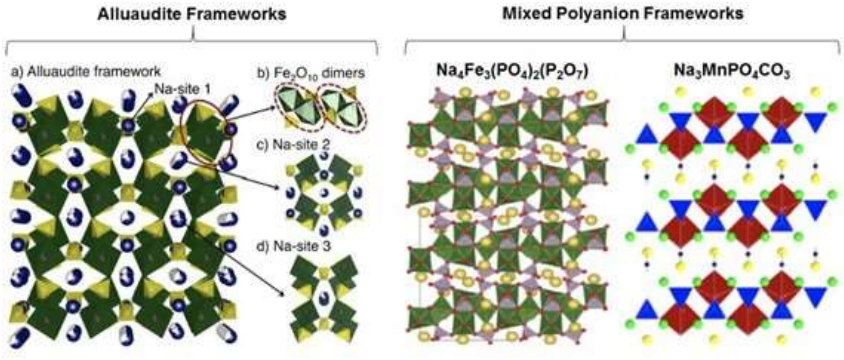
Na-आयन बैटरियों के लिए नोवल एल्यूऑडाइट [Na2-xM2(XO4)3] और मिश्रित पॉलीएनियोनिक कैथोड सामग्री का संश्लेषण। गहन क्रिस्टल/चुंबकीय संरचना विश्लेषण और पाउडर एक्स-रे, न्यूट्रॉन और सिंक्रोट्रॉन विवर्तन के संयोजन द्वारा इन उपन्यास यौगिकों का रीटवेल्ड शोधन . व्यावहारिक बड़े पैमाने पर उपयोग के लिए 320-350 Wh/kg से अधिक ऊर्जा घनत्व प्राप्त करने के लिए इन नई कैथोड सामग्रियों का अनुकूलन करना। स्पंदित लेजर निक्षेपण का उपयोग करते हुए पतली फिल्म सूक्ष्म बैटरियों का विकास। इन नए कैथोड और हार्ड-कार्बन एनोड का उपयोग करके 18650 और पाउच सेल प्रोटोटाइप का प्रदर्शन।

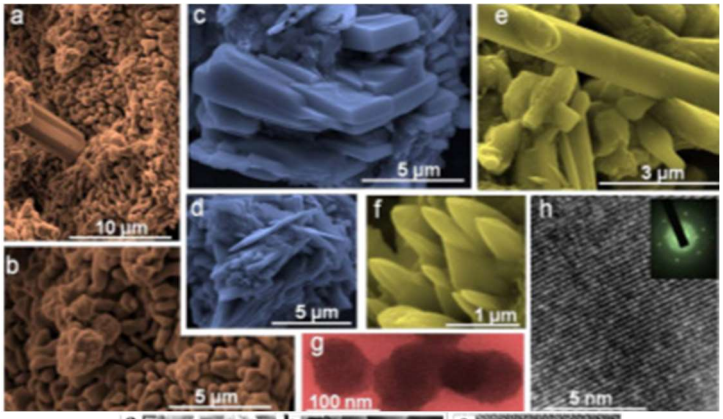
## कार्यपद्धति

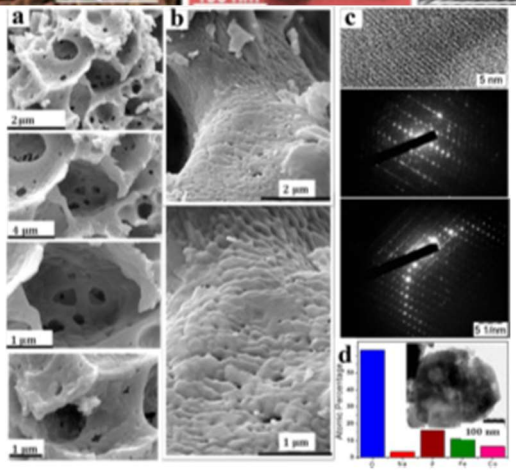
यह परियोजना नए कैथोड सामग्रियों की खोज और बड़े पैमाने पर सोडियम-आयन बैटरियों के लिए नए खोजे गए एल्यूऑडाइट और मिश्रित-पोलीयनियोनिक कैथोड की खोज पर ध्यान केंद्रित करेगी। नई सामग्री को खोलना परियोजना की आधारशिला होगी। एक्स-रे, सिंक्रोट्रॉन और न्यूट्रॉन पाउडर विवर्तन मार्गों का उपयोग करके संरचनात्मक विशेषताओं की जांच की जाएगी। पृथ्वी-प्रचुर मात्रा में तत्वों के आधार पर, इन आर्थिक कैथोडों को पतली-फिल्म बैटरियों और 18650 और पाउच कोशिकाओं में 310-350 Wh/kg की ऊर्जा घनत्व प्रदान करने के लिए नियोजित किया जाएगा।

## अपेक्षित परिणाम और वितरण

- किफायती बड़े पैमाने की सोडियम-आयन बैटरियों के लिए नए एल्यूऑडाइट और मिश्रित पोलीयनियोनिक कैथोड की खोज।
- इन नए आर्थिक कैथोड के संरचनात्मक, थर्मल और विद्युत रासायनिक गुणों के प्रदर्शन का विस्तृत ज्ञान।
- सोडियम-आयन बैटरियों के लिए नोवेल कैथोड के क्रिस्टल और चुंबकीय संरचनाओं की जांच।
- 2400 एमएएच क्षमता वाली 18650 प्रकार की सोडियम आयन कोशिकाओं की 50 संख्या का अनुकूलन, विकास



**डॉ. प्रबीर बरपंडा सहायक प्राध्यापक**

**भारतीय विज्ञान संस्थान, बैंगलोर ई-मेल: prabeer@iisc.ac.in**

डा. प्रबीर बरपांडा वर्तमान में भारतीय विज्ञान संस्थान (**IISc**), बैंगलोर में सामग्री अनुसंधान केंद्र में सहायक प्रोफेसर के रूप में कार्यरत हैं। उन्होंने अपना बी. इंजीनियरिंग पूरा किया। नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी राउरकेला (एनआईटीआर-इंडिया, 2002) से एम.फिल. कैम्ब्रिज विश्वविद्यालय (यूके, 2004) से और रटगर्स विश्वविद्यालय (यूएसए, 2009) से पीएचडी। इसके बाद, उन्होंने यूनिवर्सिटी डी पिकार्डी जूल्स वर्ने (फ्रांस, 2009-2010) और टोक्यो विश्वविद्यालय (जापान, 2011-2013) में पोस्टडॉक्टरल काम किया। प्रबीर का शोध माध्यमिक ली-आयन/ना-आयन बैटरी और सुपरकैपेसिटर के लिए उपन्यास सामग्री के संश्लेषण, संरचनात्मक और विद्युत रासायनिक अध्ययन के इर्द-गिर्द घूमता है। अब तक, उन्होंने 106 जर्नल लेख, 42 सम्मेलन कार्यवाही और 3 विश्व पेटेंट प्रकाशित किए हैं। उन्हें शेल सेंटेनरी ब्रिटिश शेवनिंग फैलोशिप (यूके), सी.जी. सहित कई पुरस्कार प्राप्त हुए हैं। फिंक फैलोशिप (ईसीएस, यूएसए), एचएच डॉव अवार्ड (ईसीएस, यूएसए), जेएसपीएस पोस्टडॉक्टोरल फैलोशिप (जापान), ईसीएस यंग इन्वेस्टिगेटर अवार्ड (2016), एप्लाइड इलेक्ट्रोकैमिस्ट्री के लिए आईएसई पुरस्कार (2016), रॉस कॉफिन पर्डी अवार्ड

# 14 चक्का ऊर्जा भंडारण के लिए ZnO नैनोवायर / T1000 कार्बन / एपॉक्सी सम्मिश्र की शक्ति और स्थायित्व पर अध्ययन

## लक्ष्य

परियोजना का लक्ष्य T1000 कार्बन/इपॉक्सी कम्पोजिट फ्लाईव्हील सामग्री की तन्य शक्ति, तनाव टूटना, थकान जीवन और फ्रैक्चर क्रूरता में कम से कम 30% सुधार करना है ताकि यह तेजी से घूम सके। विशिष्ट उद्देश्य हैं: ZnO नैनोवायर / T1000 कार्बन / एपॉक्सी हाइब्रिड कंपोजिट का निर्माण करना और इसके यांत्रिक गुणों का अध्ययन करना। इंटरफेशियल स्ट्रेंथ, टेंसाइल स्ट्रेंथ और स्टिफनेस (सामान्य और अनुप्रस्थ), टेन्साइल स्ट्रेस रप्चर, थकान लाइफ और मोड-I फ्रैक्चर टफनेस इंटरेस्ट के गुण हैं। समग्र चक्का (25cm लंबाई x 25cm OD x 2.5 मिमी मोटाई) के प्रोटोटाइप बनाने के लिए और फट गति और ऊर्जा घनत्व निर्धारित करने के लिए स्पिन-परीक्षण करें।

## कार्यपद्धति

दृष्टिकोण यह है कि T1000 कार्बन/एपॉक्सी कंपोजिट में फाइबर/मैट्रिक्स इंटरफेस (हाइड्रोथर्मल विधि द्वारा) पर ZnO नैनोवायरों को एकीकृत किया जाए ताकि फ्लाईव्हील कंपोजिट के बहुआयामी गुणों और स्थायित्व को बढ़ाया जा सके, ताकि वे तेजी से घूमें और इस तरह ऊर्जा घनत्व प्राप्त करें। कंपोजिट के सुदृढ़ीकरण, स्थायित्व और प्रदूषण विफलता का अध्ययन करने के लिए प्रयोगशाला पैमाने पर कूपन परीक्षण किए जाएंगे। पतले बेलनाकार समग्र चक्का प्रोटोटाइप (25cm लंबाई x 25cm OD x 2.5 मिमी मोटाई) को राल ट्रांसफर मोल्डिंग (RTM) द्वारा निर्मित किया जाएगा और उनकी फटने की गति और ऊर्जा

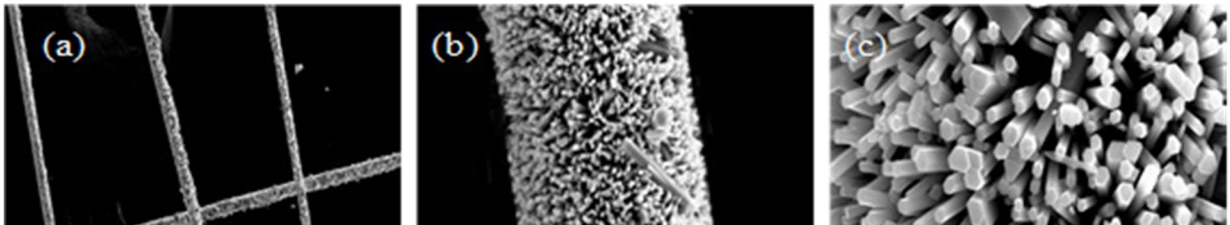
दृष्टिकोण ताकत बढ़ाने का एक नया प्रयास है और इसलिए फ्लाईव्हील कंपोजिट की ऊर्जा घनत्व है, और इस तरह के अध्ययन अंतरराष्ट्रीय और राष्ट्रीय स्तर पर आयोजित नहीं किए गए हैं।

## प्रत्याशित परिणाम एवं प्रदेयताएं

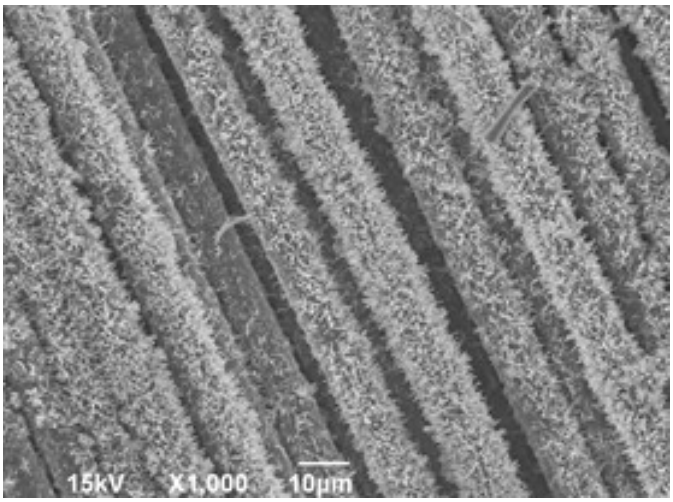
- नोवेल ZnO नैनोवायर/T1000 कार्बन/इपॉक्सी संकर समग्र चक्का सामग्री तन्य शक्ति, तनाव टूटना, भंगुर जीवन और फ्रैक्चर के प्रति कठोरता में कम से कम 30% सुधार के साथ।
- ZnO नैनोवायर/T1000 कार्बन/ इपॉक्सी सम्मिश्रण के सुदृढ़ीकरण, स्थायित्व और क्षति सहनशीलता पर डेटाबेस और फ्लाईव्हील डिजाइन के लिए उपयोगी दिशानिर्देश।
- पतला बेलनाकार चक्का प्रोटोटाइप प्रस्तावित संकर मिश्रित सामग्री से बना है।

कार्बन फाइबर फ्लाईव्हील के साथ पोर्श **911 GT3R**

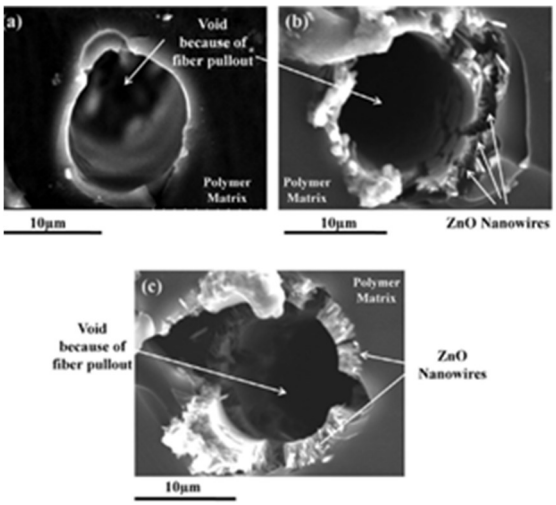
ग्रिड विनियमन के लिए कार्बन फाइबर फ्लाईव्हील



**ZnO** नैनोवायर से कोटित फाइबर




**ZnO** नैनोवायर से कोटित फैब्रिक




नैनोवायर द्वारा प्रदत्त यांत्रिक इंटरलॉकिंग

डॉ. एस गौतमन

सहेयक प्रोफेसर

**IIITDM** कांचीपुरम, चेन्नई

ईमेल: **gowthaman@iiitdm.ac.in**

डॉ. एस गौतमन के पास प्रयोगात्मक ठोस यांत्रिकी, कंपोजिट और नैनो सामग्री के क्षेत्रों में लगभग **15** वर्षों का अनुसंधान अनुभव है। उन्होंने अपना एमएस और पीएचडी नॉर्थ कैरोलिना ए एंड टी स्टेट यूनिवर्सिटी, यूएसए से प्राप्त किया और अपना पोस्ट-डॉक्टरेट शोध नानयांग टेक्नोलॉजिकल यूनिवर्सिटी, सिंगापुर में किया। उन्होंने नासा, अमेरिकी सेना, ओएनआर (यूएसए), राइट मैटेरियल्स रिसर्च (यूएसए), डीएसटीए (सिंगापुर), डीएसटी (भारत) और डीआरडीओ (भारत) जैसी विभिन्न एजेंसियों द्वारा प्रायोजित परियोजनाओं में काम किया है। अपने श्रेय के लिए, उन्होंने अंतर्राष्ट्रीय पत्रिकाओं और सम्मेलन की कार्यवाही में **25** से अधिक शोध पत्र प्रकाशित किए हैं। उनका शोध विभिन्न अनुप्रयोगों में संरचनात्मक आवश्यकताओं के समाधान प्रदान करने पर केंद्रित है।

# 15 सल्फर नैनोकणों द्वारा कुशल लिथियम-सल्फर बैटरियों के लिए कार्बन नैनोट्यूब की पदानुक्रमित असेंबली का प्रबलन

## लक्ष्य

सीएनटी की पदानुक्रमित असेंबली से बने उपन्यास 3डी संरचनाओं का उपयोग करके लिथियम-सल्फर बैटरी प्रौद्योगिकी का विकास। सीएनटी बंडलों के बीच सल्फर का प्रभावी एनकैप्सुलेशन ताकि एस के वॉल्यूम विस्तार को नियंत्रित किया जा सके, पॉलीसल्फाइड्स के प्रवासन को कम किया जा सके और बेहतर चक्रीयता के साथ ऑरेटिकल क्षमता तक पहुंचने की क्षमता वाली उच्च प्रदर्शन ली-एस बैटरी का प्रदर्शन किया जा सके।

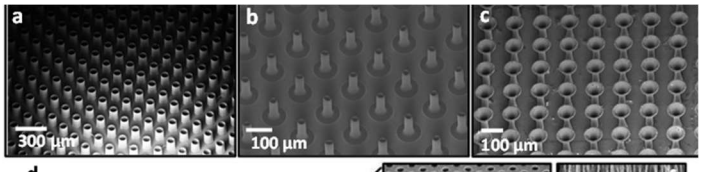
## कार्यपद्धति

कई नैनोफैब्रिकेशन, लक्षण वर्णन और इलेक्ट्रोड डिजाइन का उपयोग करके परियोजना के उद्देश्यों को प्राप्त किया जाएगा। पैटर्न वाले उत्प्रेरक पर उगाए गए सीएनटी का उपयोग 3डी संरचनाओं को बनाने के लिए किया जाएगा। लंबवत संरेखित सीएनटी के बीच सल्फर नैनोकणों को ट्रैप करने के लिए इन-सीटू डेंसिफिकेशन प्रक्रिया का उपयोग किया जाएगा। FESEM, TEM, रमन और XRD द्वारा नैनोस्ट्रक्चर (CNT/S) का संश्लेषण और लक्षण वर्णन किया जाएगा। सिक्का सेल और बड़े क्षेत्र पाउच सेल के रूप में लिथियम-आयन कोशिकाओं को इकट्ठा किया जाएगा और बाद में

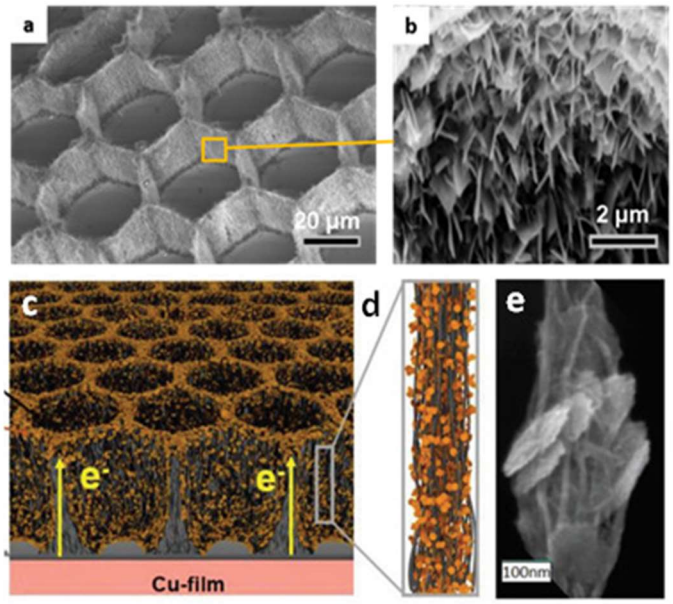
## प्रत्याशित परिणाम एवं प्रदेयताएं

- सैद्धांतिक क्षमता तक पहुंचने वाली क्षमता के साथ उच्च प्रदर्शन ली-एस बैटरी के लिए इलेक्ट्रोड डिजाइन का विकास।
- 1000 mAh/g से अधिक की क्षमता के साथ 100 से अधिक चक्रों की बेहतर चक्रीयता अपेक्षित है जो रिपोर्ट की गई Li-S बैटरियों में से अधिकांश से काफी बेहतर है।
- इलेक्ट्रोड निर्माण के लिए कई नए दृष्टिकोण का परिचय जो ऊर्जा भंडारण के क्षेत्र में शोधकर्ताओं को लाभान्वित कर सकता है।
- पारंपरिक कॉइन-सेल्स के साथ-साथ बड़े एरिया पाउच सेल Li-S बैटरी का बेहतरीन प्रदर्शन के साथ प्रदर्शन।

केंद्र सरकार ने भारत में इलेक्ट्रिक वाहन उद्योग को बढ़ावा देने के लिए 'फास्टर एडॉप्शन एंड मैन्युफैक्चरिंग ऑफ इलेक्ट्रिक व्हीकल्स' **(FAME)** नाम से एक फ्लैगशिप योजना शुरू की थी और इसके तहत इलेक्ट्रिक वाहन निर्माताओं को बुनियादी ढांचे के निर्माण के लिए **2020** तक वित्तीय सहायता प्रदान की जा रही है। और आर एंड डी सुविधाएं। इमेज क्रेडिट: **https://greentechlead.com/**



बैंगलोर स्थित एथर ने इलेक्ट्रिक दोपहिया, एथर **340** लॉन्च किया।




*Hydrothermal coating of CNT Honeycomb Micro and Nano-structures*

डॉ शहाब अहमद
सहेयक प्रोफेसर
भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, जोधपुर
ईमेल: **shahab@iitj.ac.in**

डॉ. शाहब अहमद ने भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान-दिल्ली से भौतिकी में पीएचडी [**2014**] की थीसिस "इनऑर्गेनिक-ऑर्गेनिक हाइब्रिड सेमीकंडक्टर्स के निर्माण और ऑप्टोइलेक्ट्रॉनिक अध्ययन" के साथ। पीएचडी के बाद वह **3** साल [**2014-2017**] की अवधि के लिए एनर्जी स्टोरेज (ली-आयन बैटरी) और ऑप्टोइलेक्ट्रॉनिक (पेरोसाइट सोलर सेल) उपकरणों पर पोस्ट-डॉक्टोरल रिसर्च एसोसिएट के रूप में काम करने के लिए कैम्ब्रिज विश्वविद्यालय (यूके) चले गए। वह सेंटर फॉर नैनोसाइंस एंड नैनोटेक्नोलॉजी, जामिया मिलिया इस्लामिया, जेएमआई (सेंट्रल यूनिवर्सिटी), नई दिल्ली, भारत [**2017-2019**] में सहायक प्रोफेसर के साथ जुड़ने के लिए भारत लौट आए। हाल ही में उन्होंने भौतिकी विभाग, भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान जोधपुर में सहायक प्राध्यापक का पद ग्रहण किया। डॉ. शहाब अहमद के पास पीएचडी के बाद **5** साल से अधिक का शोध अनुभव है और वह **33** शोध लेखों के लेखक हैं। कैंब्रिज में डॉ. माइकल डी वोल्डर के समूह में पोस्ट-डॉक के दौरान उन्होंने अल्ट्राफ्लेक्सिबल और स्ट्रेचेबल ली-आयन बैटरी, अल्ट्राथिक इलेक्ट्रोड सहित ऊर्जा भंडारण उपकरणों पर काम किया। उन्होंने ऊर्जा भंडारण उपकरणों के साथ पेरोव्स्काइट्स पर अपनी पिछली विशेषज्ञता को एकीकृत किया और फोटो-बैटरी के रूप में जाना जाने वाला एक अनूठा उपकरण तैयार किया। कैंब्रिज में, उन्होंने कैवेंडिश लेबोरेटरी में प्रो. जेरेमी बॉमबर्ग (**FRS**) और प्रो. सर रिचर्ड फ्रेंड (**FRS**) के साथ निकट सहयोग में भी काम किया, जिसमें एलईडी, सोलर सेल से लेकर सोलर वाटर-स्प्लिटिंग एप्लिकेशन तक मेटल हैलाइड पेरोसाइट्स के विभिन्न शोध पहलुओं पर काम किया। उनके प्रमुख प्रकाशनों में उन्नत सामग्री, उन्नत ऊर्जा सामग्री, नैनो-पत्र, एसीएस नैनो, लघु, एसीएस एप्लाइड सामग्री और इंटरफेस, जेएपी आदि शामिल हैं। उनकी वर्तमान शोध रुचि में फोटो-रिचार्जेबल, फ्लेक्सिबल और स्ट्रेचेबल एनर्जी स्टोरेज डिवाइस, ऑप्टोइलेक्ट्रॉनिक्स और हैलाइड ऑर्गेनो पेरोव्स्काइट्स, सोलर सेल, फोटो-डिटेक्टर, **LED**, सोलर वाटर स्प्लिटिंग-**H2** प्रोडक्शन, एडवांस्ड फंक्शनल नैनोमटेरियल्स धातु की स्पेक्ट्रोस्कोपी शामिल हैं।.

# 16 ऊर्जा भंडारण अनुप्रयोगों के लिए पृथ्वी प्रचुर मात्रा में धातु आधारित इलेक्ट्रोड सामग्री

## लक्ष्य

• सामग्री/कंपोजिट को संश्लेषित करना जो प्रदर्शन में सुधार करेगा और ऊर्जा भंडारण उपकरणों की लागत को कम करेगा।

• पृथ्वी पर प्रचुर धातु आधारित Na+/K+ आयन कैपेसिटर के ऊर्जा घनत्व और शक्ति घनत्व को बढ़ाने के लिए।

• बताए गए नैनोमैटेरियल्स/कंपोजिट्स, बेंचमार्क पावर का उपयोग करना। घनत्व (~ 100 Wh/kg) और ऊर्जा घनत्व (~20000 W/kg) प्राप्त किया जाएगा।

## कार्यपद्धति

प्रारंभिक कार्यप्रणाली इलेक्ट्रोड सामग्रियों का संशोधन (चयनात्मक सतह समाप्ति और आकारिकी का नियंत्रण) होगी जो पहले से ही Na+, K+ और Al3+ आयन बैटरी के लिए इलेक्ट्रोड सामग्री के रूप में रिपोर्ट की गई है।

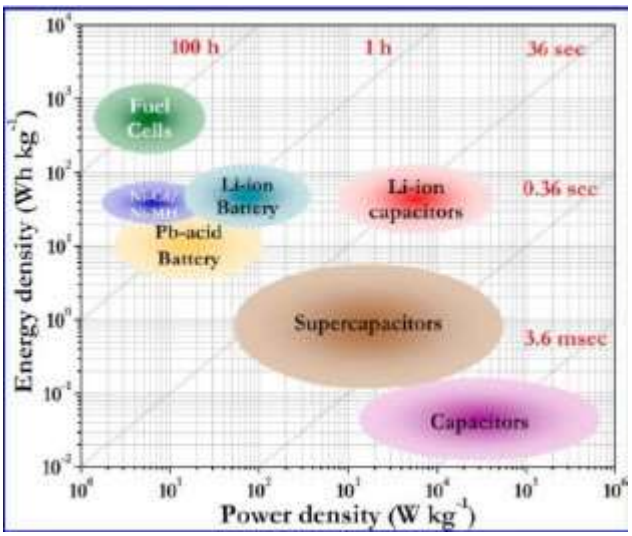
माइक्रो-इमल्शन, हाइड्रोथर्मल, साथ ही उच्च तापमान संश्लेषण विधियों में हमारे समूह की विशेषज्ञता एक संपत्ति होगी। प्राप्त परिणामों के आधार पर, लक्ष्य अनुप्रयोग के लिए नई सामग्री का मूल्यांकन करने के लिए संरचना में व्यवस्थित बदलाव किया जाएगा। सामग्री के निम्नलिखित वर्गों का मूल्यांकन किया जाएगा (1) ऑक्साइड आधारित सामग्री जिसमें

स्तरित डबल हाइड्रॉक्साइड और (डी) फॉस्फोरिन।

## प्रत्याशित परिणाम एवं प्रदेयताएं

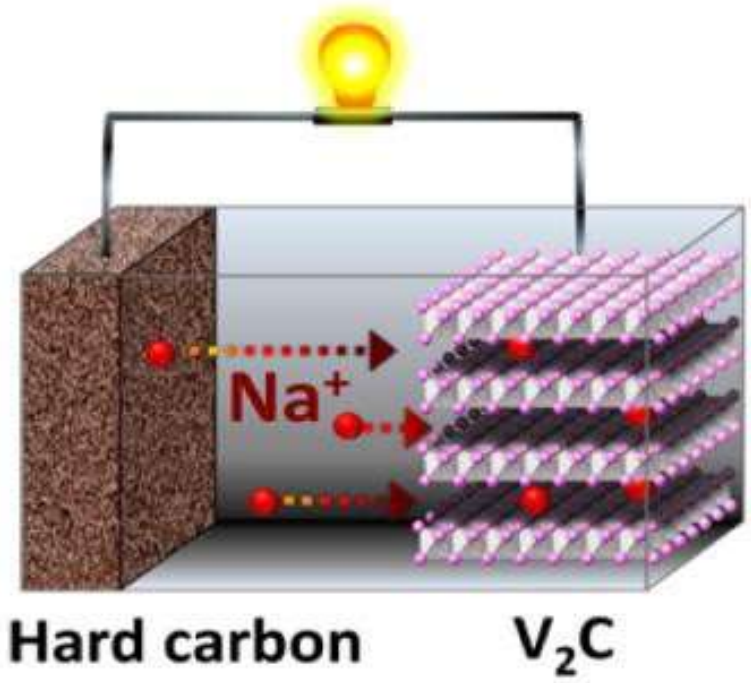
- निम्नलिखित उपन्यास इलेक्ट्रोकैटेलिस्ट्स को संश्लेषित किया जाएगा
- सोडियम टाइटेनेट, वैनेडियम ऑक्साइड, नाइओबियम और निकेल/कोबाल्ट ऑक्साइड और 2डी सामग्री (आरजीओ और एमओएस2) के साथ उनके सम्मिश्र की विभिन्न आकारिकी।
- Ti3C2 और समान MXenes के विभिन्न आकारिकी।

इन नैनो सामग्री/समग्रों का उपयोग करके, हमें उम्मीद है कि बेंचमार्क पावर घनत्व (~ 100 Wh/kg) और ऊर्जा घनत्व (~20000 W/kg) हासिल किया जाएगा।




चित्र **1:** रिपोर्ट किए गए इलेक्ट्रॉनिक ऊर्जा भंडारण उपकरणों की ऊर्जा और शक्ति घनत्व को दर्शाती रैगोन प्लॉट। संदर्भ: रसायन। रेव. **2014, 114, 11619.**

सुपरकैपेसिटर तकनीक पर आधारित एक नई इलेक्ट्रिक बस को **2015** में चीन में चालू किया गया था। यह **10** सेकंड में फुल चार्ज करने में सक्षम है।

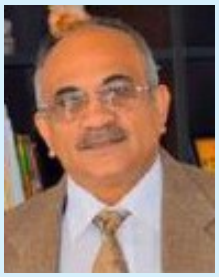



कैथोड **EDLC** टाइप पॉजिटिव एनोड बैटरी टाइप / फैराडिक (इंटरकलेशन सिद्धांत)

एक आयन संधारित्र, एक इलेक्ट्रोड बैटरी प्रकार (अंतराल) है और दूसरा संधारित्र प्रकार है।

- Li आयन आधारित बैटरियों में प्रयुक्त ली धातु की उच्च लागत के कारण सस्ते विकल्पों की खोज आवश्यक हो जाती है
- हाल ही में पृथ्वी प्रचुर मात्रा में धातु (Na+, K+, Al3+) आधारित प्रणालियाँ (इसलिए आगे आयन कैपेसिटर कहा जाता है) सैद्धांतिक रूप से अनुमानित और प्रयोगात्मक रूप से प्राप्त किया गया है। ऐसे कई कारण हैं जो इन आयनों को इन आयन कैपेसिटर्स में Li+ को बदलने के लिए उपयुक्त उम्मीदवार होने में मदद करते हैं।
- मानक Na/Na+ क्षमता -2.714 (बनाम SHE) Li/Li+ (-3.04 बनाम SHE) के करीब है।
- सोडियम आधारित गैर-जलीय इलेक्ट्रोलाइट्स आम तौर पर आयनिक चालकता एक इलेक्ट्रोकेमिकल विंडो और Li आयन समकक्षों की तुलना में स्थिरता प्रदर्शित करते हैं।

- • द्विसंयोजक (जैसे $Mg^{2+}$) और त्रिसंयोजी (जैसे $Al^{3+}$) आयनों के परिणामस्वरूप प्रति धनायन एकाधिक इलेक्ट्रॉन उत्पादन होता है, इसलिए इन आयनों पर आधारित इलेक्ट्रोड वाले उपकरणों से ऊर्जा और शक्ति घनत्व दोनों के संदर्भ में बेहतर प्रदर्शन करने की उम्मीद की जाती है।
- इन उपकरणों के विकास में अड़चन एक उचित सामग्री की कमी से उत्पन्न होती है जो डिवाइस के संचालन के दौरान संबंधित आयनों (जैसे $Na^{+}$) के तेजी से अंतःक्षेपण की अनुमति देती है।



डॉ. अशोक कुमार गांगुली
प्रोफ़ेसर
भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, दिल्ली
ईमेल: **ashok@chemistry.iitd.ac.in**

प्रोफेसर अशोक कुमार गांगुली वर्तमान में डिप्टी डायरेक्टर, स्ट्रैटेजी एंड प्लानिंग, इंस्टीट्यूट चेयर प्रोफेसर और **IIT** दिल्ली में केमिस्ट्री (**HAG)** के प्रोफेसर हैं। वह मोहाली में नैनो विज्ञान और प्रौद्योगिकी संस्थान (जनवरी **2013-** जनवरी **2018)** के संस्थापक निदेशक हैं। प्रो. गांगुली ने अपनी पीएच.डी. थैलियम आधारित उच्च तापमान सुपरकंडक्टर्स के क्षेत्र में **1990** में भारतीय विज्ञान संस्थान, बैंगलोर के सॉलिड स्टेट एंड स्ट्रक्चरल केमिस्ट्री यूनिट (एसएससीयू) से डिग्री जिसके लिए उन्हें भारतीय विज्ञान संस्थान का सुडबरो मेडल मिला। वह ड्यूपॉन्ट कंपनी, यूएसए (**1990-91)** में विजिटिंग साइंटिस्ट और पोस्टडॉक्टोरल एसोसिएट और एम्स लेबोरेटरी, आयोवा स्टेट यूनिवर्सिटी, यूएसए (**1991-93** और **2004-05)** में विजिटिंग साइंटिस्ट रहे हैं। उनकी रुचि के क्षेत्र जल शोधन, सौर ऊर्जा रूपांतरण और माइक्रोफ्लूडिक उपकरणों और उच्च तापमान सुपर-कंडक्टिविटी में अनुप्रयोगों के लिए नैनोसंरचित सामग्री के डिजाइन में हैं। उन्होंने **250** से अधिक पत्र प्रकाशित किए हैं और पांच पेटेंट दायर किए हैं.

# 17 उच्च ऊर्जा घनत्व, लंबे चक्र जीवन लिथियम बैटरी के विकास के लिए इंजीनियर इलेक्ट्रोलाइट परतों का उपयोग करके डेन्ड्राइट विकास को कम करना

## लक्ष्य

लिथियम धातु को रिचार्जेबल लिथियम-आयन बैटरी सिस्टम के लिए एनोड के रूप में सक्षम करने के लिए डेन्ड्राइट वृद्धि को कम करके और इस तरह लिथियम इलेक्ट्रोडपोजिशन को स्थिर करके

- कुछ कार्बनिक/अकार्बनिक योजकों का उपयोग करके लिथियम एनोड सतह पर इलेक्ट्रोस्टैटिक शील्ड तंत्र उत्पन्न करके।
- एनोड सतह पर कृत्रिम ठोस इलेक्ट्रोलाइट इंटरफ़ेस कृत्रिम ठोस इलेक्ट्रोलाइट इंटरफ़ेस (ए-एसईआई) बनाकर।
- बंधे हुए आयनों के साथ नैनोपोरस सॉलिड स्टेट इलेक्ट्रोलाइट मेम्ब्रेन विकसित करके।

## कार्यपद्धति

प्रस्तावित अनुसंधान योजना का ध्यान निम्नलिखित अनुसंधान पहलुओं में अनुसंधान एवं विकास गतिविधियों को शामिल करता है

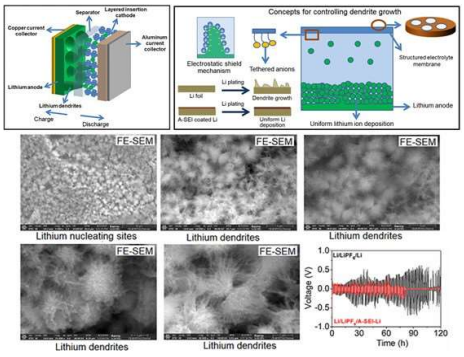
- एनोड/इलेक्ट्रोलाइट इंटरफेस में लिथियम-आयन के मानक इलेक्ट्रोड क्षमता की तुलना में कुछ कार्बनिक/अकार्बनिक इलेक्ट्रोलाइट एडिटिव्स का उपयोग करने के लिए, जिसमें कम प्रभावी कमी क्षमता होती है, जो इलेक्ट्रोकेमिकल के दौरान लिथियम के नियंत्रित इलेक्ट्रोडपोजिशन के लिए एक सेल्फ-हीलिंग इलेक्ट्रोस्टैटिक शील्ड मैकेनिज्म प्रदान करता है। ली / ली सममित कोशिकाओं में साइकिल चलाना।
- प्रस्तावित तकनीक में ली/ली सममित कोशिकाओं में अनियंत्रित लिथियम इलेक्ट्रोडपोजीशन पर काबू पाने के लिए अनियन टेथर्ड नैनोपोरस सॉलिड स्टेट इलेक्ट्रोलाइट्स की तैयारी भी शामिल है।
- विभिन्न कैथोड सामग्री का उपयोग करके लिथियम धातु बैटरी का निर्माण और विद्युत रासायनिक

और मोलिब्डेनम सल्फाइड (MoS2)।

- बेलनाकार कोशिकाओं में प्रदर्शन की विशेषताएं।

## प्रत्याशित परिणाम एवं प्रदेयताएं

- अद्वितीय इलेक्ट्रोड/इलेक्ट्रोलाइट इंटरफ़ेस डिज़ाइन का परिचय जो लिथियम एनोड आधारित बैटरी में डेन्ड्राइट वृद्धि को नियंत्रित/कम कर सकता है।
- लिथियम एनोड आधारित बेलनाकार कोशिकाओं का डिजाइन और निर्माण जो उच्च ऊर्जा घनत्व और लंबे चक्र जीवन प्रदान कर सकते हैं।
- लिथियम एनोड आधारित बैटरी अनुसंधान में VISTAS और भारत की वैश्विक दृश्यता बनाना।



डॉ ए एम शणमुगराज
सहेयक प्रोफेसर
वेल्स इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस, टेक्नोलॉजी एंड एडवांस्ड स्टडीज (विस्टास), चेन्नई
ईमेल: **a.m.shanmugaraj@gmail.com**

डॉ. ए.एम. शनमुगराज ने **2004** में "रबर टेक्नोलॉजी सेंटर, इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी", खड़गपुर से अपनी पीएचडी की डिग्री प्राप्त की। फिर, उन्होंने "केमिकल इंजीनियरिंग विभाग, क्यूंग ही विश्वविद्यालय, दक्षिण कोरिया" में पोस्टडॉक्टरल फेलो/एसोसिएट वैज्ञानिक के रूप में ज्वाइन किया। पॉलिमर नैनोकम्पोजिट्स के विकास और नियंत्रित जीवित मूलक पोलीमराइज़ेशन प्रतिक्रियाओं पर काम करते हैं। **2006** में, उन्होंने पॉलिमर आधारित यूवी प्रतिरोधी कोटिंग्स पर काम करने के लिए "इंस्टीट्यूट ऑफ मैटेरियल्स केमिस्ट्री एंड इंजीनियरिंग (आईएमसीई), क्यूशू यूनिवर्सिटी", जापान में शोध सहयोगी के रूप में शामिल हो गए। **2007** में, उन्हें फेरोइलेक्ट्रिक नैनोकम्पोजिट फिल्मों पर शोध कार्य करने के लिए **JSPS** पोस्टडॉक्टरल फेलोशिप मिली और दिसंबर, **2008** तक इस पद पर बने रहे। "फिलिप्स कार्बन ब्लैक लिमिटेड, दुर्गापुर" में प्रबंधक-उत्पाद विकास के रूप में एक वर्ष के औद्योगिक अनुभव के बाद, वे के रूप में शामिल हुए। **2010** में "क्यूंग ही विश्वविद्यालय, दक्षिण कोरिया" में "सहायक प्रोफेसर"। इस कार्यकाल के दौरान, उनके शोध क्षेत्रों में बैटरी और सुपरकैपेसिटर, हाइड्रोजन उत्पादन के लिए नैनोकैटलिस्ट सामग्री, सेल्फ-हीलिंग पॉलिमर सहित ऊर्जा भंडारण अनुप्रयोगों के लिए नैनोमैटेरियल्स के संश्लेषण पर ध्यान केंद्रित किया गया था। इसका नैनोकम्पोजिट। दक्षिण कोरिया में अपने **7** साल के कार्यकाल के बाद, **2017** में, वे **VISTAS** में "एसोसिएट प्रोफेसर/वरिष्ठ वैज्ञानिक" के रूप में शामिल हुए और "ऊर्जा और वैकल्पिक ईंधन केंद्र" से जुड़े। उनकी वर्तमान शोध रुचि बैटरी अनुप्रयोगों के लिए उपन्यास सामग्री के विकास पर केंद्रित है, लिथियम एनोड्स में डेन्ड्राइट विकास को कम करना, सिलिकॉन आधारित एनोड्स के लिए स्वयं-उपचार बहुलक बाइंडर्स और एंटी-जंग कोटिंग्स के लिए नैनोकंपोजिट सामग्री.

# 18 स्थिर अनुप्रयोगों के लिए पुनर्नवीनीकरण बैटरी सामग्री से लिथियम आयन बैटरी मॉड्यूल का विकास

## लक्ष्य

पुनर्नवीनीकरण सामग्री से कैथोड और एनोड का विकास। इलेक्ट्रोड सामग्री का विद्युत रासायनिक, तापीय और संरचनात्मक लक्षण वर्णन। पुनर्नवीनीकरण और अप्रयुक्त सामग्री के मिश्रण से इलेक्ट्रोड के साथ ली-आयन बैटरी का व्यवहार्यता अध्ययन।

## कार्यपद्धति

उपयोग की गई ली-आयन बैटरियों को सरल, लागत कुशल और पर्यावरण के अनुकूल तकनीकों का उपयोग करके पुनर्नवीनीकरण किया जाएगा। ली कॉम्प्लेक्स के रूप में पुनर्नवीनीकरण कैथोड सामग्री का नई बैटरी के लिए कैथोड सामग्री के रूप में मूल्यांकन किया जाएगा। पुनर्नवीनीकरण ग्रेफाइट का मूल्यांकन एनोड इलेक्ट्रोड के रूप में किया जाना है। पुनर्नवीनीकरण इलेक्ट्रोड सामग्री पर संरचनात्मक और विद्युत रासायनिक लक्षण वर्णन किया जाएगा। इन पुनर्चक्रित सामग्रियों से एनोड और कैथोड निर्मित किए जाएंगे। ली धातु के खिलाफ एक आधे सेल विन्यास में उनके व्यक्तिगत विद्युत रासायनिक प्रदर्शन का मूल्यांकन किया जाएगा। परियोजना के दूसरे भाग में (यदि विस्तारित किया गया है), 50 एएच से 70 एएच क्षमता प्राप्त करने के लिए स्टैक्ड इलेक्ट्रोड के साथ पाउच प्रकार के कॉन्फ़िगरेशन में एक पूर्ण सेल बनाया जाएगा। आवश्यक थर्मल प्रबंधन प्रणाली के साथ बैटरी मॉड्यूल विकसित किया जाएगा और पूरे मॉड्यूल को भारत की विशिष्ट स्थितियों के लिए मान्य किया जाएगा।

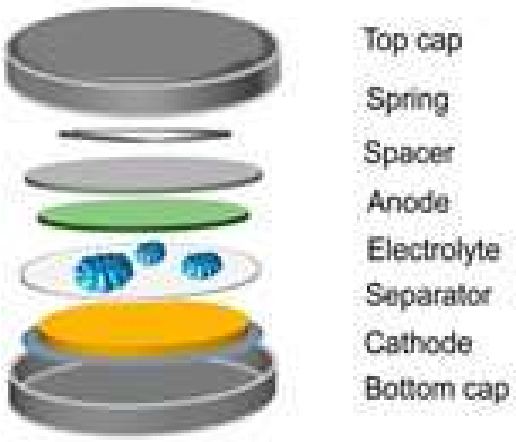
## प्रत्याशित परिणाम एवं प्रदेयताएं

- • पुनर्नवीनीकरण सामग्री का विकास जिसका उपयोग नई बैटरी के लिए इलेक्ट्रोड के उत्पादन में किया जा सकता है।

• रीसायकल सामग्री से नई ली-आयन बैटरी विकसित करने की व्यवहार्यता पर एक नया अध्ययन।

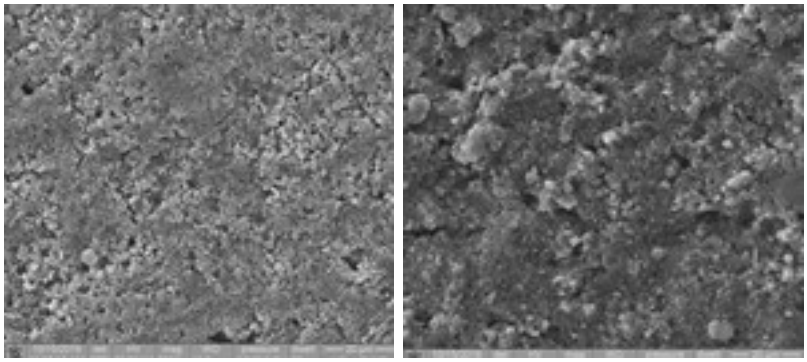
- एक बैटरी मॉड्यूल का विकास, जिसमें रीसायकल सामग्री से बने सेल शामिल हैं, साथ ही घरेलू उपयोग के लिए थर्मल प्रबंधन प्रणाली (विस्तारित भाग).

स्टेशनरी पावर के रूप में उपयोग की जाने वाली बेकार कार बैटरियां स्रोत।




कॉयन सेल की संरचना।

एनोड (ए) और कैथोड (सी) सामग्री से निर्मित कॉयन सेल



वर्जिन कैथोड सामग्री (बाएं) और पुनर्नवीनीकरण कैथोड सामग्री (दाएं) से बने इलेक्ट्रोड की **SEM** छवि।

डॉ. मंजूषा वी. शेल्के

प्रधान वैज्ञानिक

सीएसआईआर-राष्ट्रीय रासायनिक प्रयोगशाला (सीएसआईआर-एनसीएल), पुणे

ई-मेल **mv.shelke@ncl.res.in**


मंजूषा शेलके भारत में सीएसआईआर-नेशनल केमिकल लेबोरेटरी, पुणे में प्रिंसिपल साइंटिस्ट हैं। वह सामग्री की रसायनज्ञ हैं और रिचार्जेबल बैटरी (ली-आयन, ली-सल्फर, ना-आयन) और सुपरकैपेसिटर जैसे ऊर्जा भंडारण उपकरणों के लिए उच्च ऊर्जा इलेक्ट्रोड सामग्री और लचीले प्लेटफार्मों के विकास पर काम करती हैं। मंजूषा ने सीएसआईआर-एडवांस मैटेरियल्स एंड प्रोसेस रिसर्च इंस्टीट्यूट, भोपाल, मध्य प्रदेश, भारत से रसायन विज्ञान में पीएचडी की है। उन्होंने इंस्टीट्यूट डे'इलेक्ट्रॉनिक डे माइक्रोइलेक्ट्रॉनिक एट डे नैनोटेक्नोलॉजी (आईईएमएन), लाइले, **2007-08** में भारत में फ्रांस के दूतावास द्वारा प्रायोजित और राइस यूनिवर्सिटी, ह्यूस्टन, टीएक्स, यूएसए में इंडो-यूएस साइंस एंड द्वारा प्रायोजित शोधकर्ता के रूप में काम किया था। प्रौद्योगिकी फोरम (**IUSSTF) 2013-14** में। उन्हें **2015** में नेशनल एकेडमी ऑफ साइंसेज (एनएएस), यूएसए द्वारा केवली फेलो के रूप में और **2018** में महाराष्ट्र एकेडमी ऑफ साइंसेज (एमएएस) के फेलो के रूप में चुना गया है।

# 19 Virtual Energy Storage Based Demand Response Algorithm To Enhance The Performance Of Battery Energy Storage In Smart Grid

## लक्ष्य

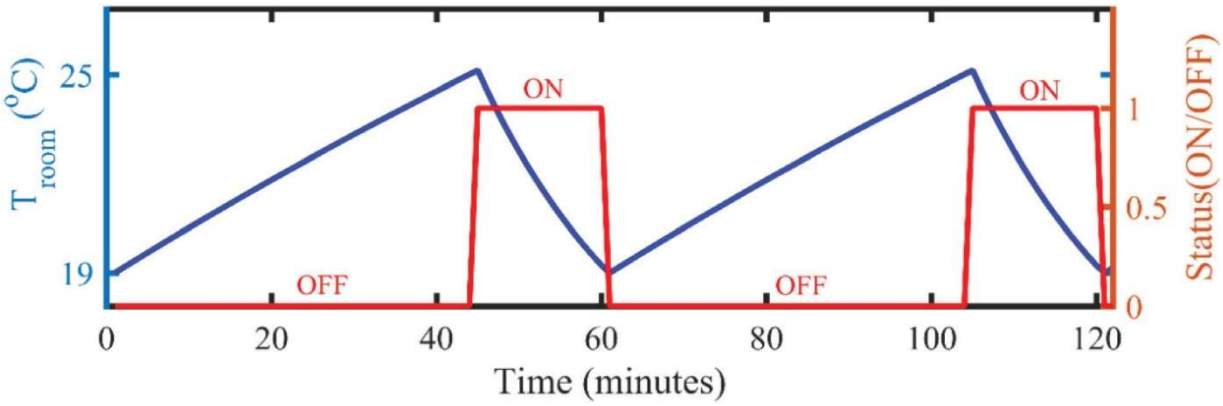
रेफ्रिजरेटर और एयर कंडीशनर (30 मिनट से अधिक समय स्थिर) को बैटरी के अनुरूप मॉडल करना जो आभासी ऊर्जा भंडारण क्षमता उत्पन्न करता है। इसलिए यह बैटरी के गहरे डिस्चार्ज को रोककर बैटरी स्टोरेज के जीवनकाल को बढ़ाता है।

## कार्यपद्धति

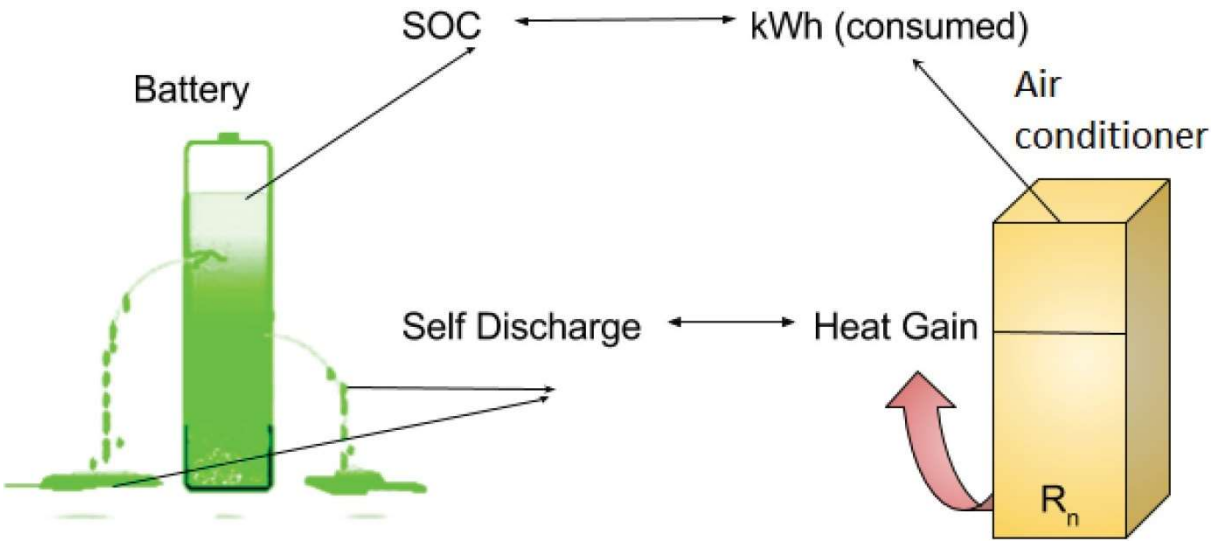
उभरते स्मार्ट शहरों में नवीकरणीय संसाधनों की पैठ बढ़ेगी, जिसके लिए सिस्टम की विश्वसनीयता और स्थिरता सुनिश्चित करने के लिए विशाल ऊर्जा भंडारण (ES) की आवश्यकता होती है। स्मार्ट सिटी में 30 मिनट से अधिक समय स्थिर रहने वाले भार जैसे रेफ्रिजरेटर और एयर कंडीशनर को वैकल्पिक ऊर्जा भंडारण के रूप में पहचाना जाता है; जिन्हें चालू और बंद चक्रोंरके चक्रीय या अलग-अलग पैटर्न के साथ थर्मल भार के रूप में तैयार किया जाता है। इन भारों को तापीय ऊर्जा के रूप में आभासी ऊर्जा भंडारण क्षमता वाली विद्युत रासायनिक बैटरियों के अनुरूप बनाया गया है। आवासीय भार में उपलब्ध आभासी ऊर्जा का अनुमान लगाने के लिए स्मार्ट सिटी के रेफ्रिजरेटर और एयर कंडीशनर के मॉडल के लिए आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (एआई) आधारित मॉडल विकसित किए जाएंगे। वास्तविक समय में वर्चुअल एनर्जी स्टोरेज (वीईएस) और एनर्जी स्टोरेज को डिस्पैच करने के लिए एक डिमांड रिस्पॉन्सिबिलिटी मैनेजमेंट (डीआरएम) एल्गोरिद्म विकसित किया जाएगा जो स्थानीय रूप से अक्षय ऊर्जा के उपयोग को प्रोत्साहित करता है जिसके परिणामस्वरूप एक कुशल प्रणाली बनती है। एल्गोरिथ्म ऊर्जा भंडारण के 100% उपयोग की अनुमति देता है क्योंकि आभासी ऊर्जा भंडारण प्रमुख ऊर्जा भंडारण प्रौद्योगिकियों (जैसे निर्वहन की 80% गहराई) के निर्वहन की अधिकतम स्वीकार्य गहराई (डीओडी) से परे आपूर्ति करता है। इसके अलावा, वर्चुअल एनर्जी स्टोरेज पर आधारित डिमांड

## प्रत्याशित परिणाम एवं प्रदेयताएं

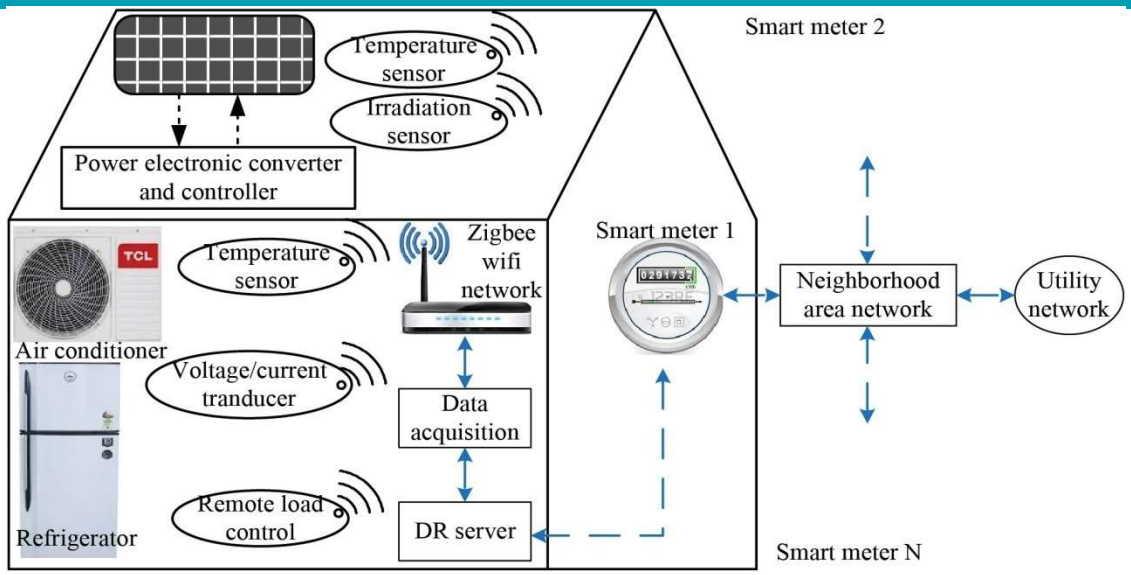
एआई आधारित मांग प्रतिक्रिया एल्गोरिथ्म जो अनुमान लगाता है कि वीईएस स्मार्ट ग्रिड में है और वीईएस और ईएस को वास्तविक समय में भेजता है। इसके अलावा, एक प्रयोगशाला आधारित प्रोटोटाइप जो वीईएस की अवधारणा के आधार पर प्रस्तावित एल्गोरिदम को मान्य करता है।




कमरे के तापमान प्रोफ़ाइल और एयर कंडीशनर के चक्रीय चालू और बंद




इलेक्ट्रो-केमिकल बैटरी के रूप में एयर कंडीशनर की सादृश्यता




अध्ययन के लिए सिस्टम आर्किटेक्चर

डॉ. विजयकुमार

सहेयक प्रोफेसर

**IIITDM** कांचीपुरम, चेन्नई

ईमेल : **vijaykumar@iiitdm.ac.in**

मंजूषा डॉ. विजयकुमार के ने वर्ष **2006** में कोयंबटूर इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, कोयंबटूर से इलेक्ट्रिकल और इलेक्ट्रॉनिक इंजीनियरिंग में स्नातक की डिग्री प्राप्त की। उन्होंने **GATE** परीक्षा में अखिल भारतीय रैंक **358** हासिल की और एम.टेक प्राप्त किया। पावर सिस्टम्स और पीएच.डी. राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान, तिरुचिरापल्ली से। उन्होंने अपने पीएचडी के दौरान कनाडा के सस्केचेवान विश्वविद्यालय में कनाडाई राष्ट्रमंडल फैलोशिप-जीएसईपी के लिए भी चयन किया। इसके अलावा, वह नानयांग टेक्नोलॉजिकल यूनिवर्सिटी, सिंगापुर में पोस्टडॉक्टोरल रिसर्च फेलो थे। **POSOCO-2014** डॉक्टरेट श्रेणी के लिए पुरस्कार विजेता और अपनी पीएच.डी. वर्ष **2014** में सभी **IIT** और **NIT** के बीच शीर्ष **10** में शोध प्रबंध। डॉ। विजयकुमार वर्तमान में कंप्यूटर और इलेक्ट्रिकल इंजीनियरिंग, भारतीय सूचना प्रौद्योगिकी संस्थान, डिजाइन और विनिर्माण संस्थान, कांचीपुरम, चेन्नई में संकाय के रूप में कार्यरत हैं। वह **2013-2018** के वर्ष में इलेक्ट्रिकल इंजीनियरिंग विभाग, मालवीय राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान, जयपुर, राजस्थान, भारत में सहायक प्रोफेसर थे। उन्हें स्टार्ट-अप अनुसंधान अनुदान के लिए युवा वैज्ञानिक पुरस्कार मिला जो वर्ष **2015** में एसईआरबी-डीएसटी द्वारा दिया गया था। वह संचार और सूचना प्रौद्योगिकी मंत्रालय के युवा संकाय सदस्य भी हैं। वह कनाडा के सस्केचेवान विश्वविद्यालय में विजिटिंग प्रोफेसर और इंडो-कैनेडियन शास्त्री इंस्टीट्यूट के फेलो थे।

# 20 उच्च निष्पादन लचीले सुपरकैपेसिटर के लिए उन्नत इलेक्ट्रोड सामग्री के रूप में 3डी - ग्राफीन/डब्ल्यूएस2/ऑक्सीडाइज्ड-सीएनटी नैनोहाइब्रिड का सहज संश्लेषण और विकास।

## लक्ष्य

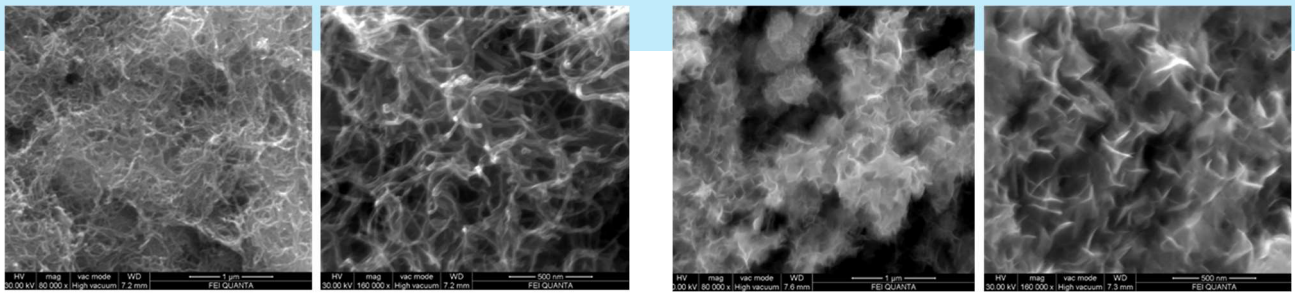
सुपरकैपेसिटर एप्लिकेशन के लिए 3डी-ग्राफीन संशोधित WS2 और ऑक्सीडाइज़्ड CNT नैनोहाइब्रिड इलेक्ट्रोड का संश्लेषण करना। नवीन आयनिक तरल आधारित पॉलिमर इलेक्ट्रोलाइट्स (IL-b-PE) का संश्लेषण और लचीले सुपरकैपेसिटर में उनके अनुप्रयोग। इस मामले में, आयनिक तरल आधारित बहुलक इलेक्ट्रोलाइट (आईएल-बी-पीई) इलेक्ट्रोलाइट और साथ ही विभाजक के रूप में कार्य करेगा।

## कार्यपद्धति

CS2 वातावरण में गर्मी उपचार के बाद हाइड्रोथर्मल विधि द्वारा इलेक्ट्रोड सामग्री को संश्लेषित किया जाएगा। System Architecture for Study

## प्रत्याशित परिणाम एवं प्रदेयताएं

- लचीले सुपरकैपेसिटर डिवाइस (स्पष्ट क्रैकिंग या फ्लेकिंग के बिना मुड़ा हुआ, विकृत, गांठदार या फैला हुआ हो सकता है) विकसित किया जाएगा।
- सुपरकैपेक्टर अनुप्रयोग के लिए कम लागत वाले WS2/rGO/CNT कम्पोजिट इलेक्ट्रोड का विकास।
- नवीन आयनिक तरल आधारित पॉलिमर इलेक्ट्रोलाइट्स (IL-b-PE) और लचीले सुपरकैपेसिटर में उनके अनुप्रयोग। इस मामले में, आयनिक तरल आधारित बहुलक इलेक्ट्रोलाइट (आईएल-बी-पीई) इलेक्ट्रोलाइट और साथ ही विभाजक के रूप में कार्य करेगा।
- संश्लेषित सुपरकैपेसिटर इलेक्ट्रोड और आयनिक तरल आधारित पॉलीमर इलेक्ट्रोलाइट्स पर आधारित प्रोटोटाइप लचीला उपकरण।
- बौद्धिक संपदा अधिकार, यदि कोई हो।



लचीले सुपरकैपेसिटर के लिए नैनोसंरचित **WS2** इलेक्ट्रोड सामग्री

डॉ मानब कुंडू
अनुसंधान सहायक प्रोफेसर
एसआरएम इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एंड टेक्नोलॉजी, तमिलनाडु
ईमेल आईडी: **manabm@srmist.ac.in**

डॉ. मानब कुंडू ने अपनी पीएच.डी. **2012** में सीएसआईआर-सेंट्रल ग्लास एंड सिरेमिक रिसर्च इंस्टीट्यूट, कोलकाता से लिथियम-आयन बैटरी के क्षेत्र में। अपनी पीएचडी के बाद, उन्होंने इंटरनेशनल इबेरियन नैनोटेक्नोलॉजी लेबोरेटरी (आईएनएल), पुर्तगाल, नेशनल यूनिवर्सिटी ऑफ़ साइंस एंड टेक्नोलॉजी (**MISISNUST**) में पोस्टडॉक्टरल शोधकर्ता के रूप में काम किया। मॉस्को, रूस और नॉर्वेजियन यूनिवर्सिटी ऑफ साइंस एंड टेक्नोलॉजी (**NTNU**), ट्रॉनहैम, नॉर्वे। वह वर्तमान में **3** पीएच.डी. और कई **M.Sc** छात्रों का पर्यवेक्षण कर रहे हैं। । उनका वर्तमान शोध नैनोमैटेरियल सिंथेसिस, फ्लेक्सिबल सुपरकैपेसिटर और मेटल-आयन बैटरी पर केंद्रित है।

# 21 सुपरकैपेसिटर अनुप्रयोग के लिए प्लास्मोनिक एसएन नैनोशीट्स के साथ युग्मित 2-डी एसएनएस आधारित नैनोस्ट्रक्चर का डिजाइन और विकास

## लक्ष्य

परियोजना का मुख्य उद्देश्य सुपरकैपेसिटर अनुप्रयोगों के लिए प्लास्मोनिक एसएन नैनोशीट्स के साथ युग्मित 2-डी एसएनएस आधारित नैनो-संरचनाओं का डिजाइन और विकास है।

## कार्यपद्धति

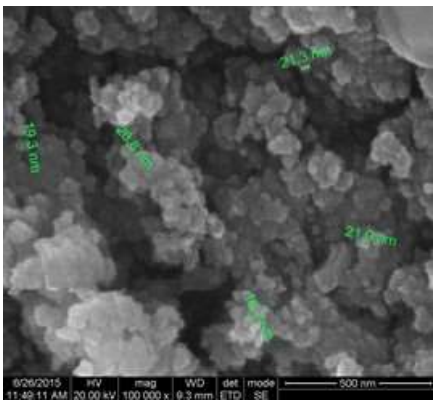
- प्लास्मोनिक एसएन नैनोशीट्स (हाइब्रिड) के साथ युग्मित 2डी एसएनएस नैनोस्ट्रक्चर एक अनूठी डिजाइन है जो प्रकाश ऊर्जा का उपयोग करके शुद्ध 2डी-नैनोस्ट्रक्चर की तुलना में उन्नत सुपर कैपेसिटर प्रदर्शन दिखा सकता है।
- धातु नैनोसंरचना, विशेष रूप से एसएन नैनोशीट्स का समावेश इलेक्ट्रोड की चालकता को बढ़ाएगा।
- सुपर कैपेसिटर की ऊर्जा भंडारण क्षमता में सुधार के लिए एसएन नैनोशीट्स के प्लास्मोनिक प्रभाव का उपयोग किया जा सकता है।
- प्लास्मोन युग्मित 2डी नैनोस्ट्रक्चर द्वारा सहायता प्राप्त प्रकाश प्रेरित ऊर्जा भंडारण आशाजनक संभावनाओं वाला एक कम से कम खोजा गया और नया क्षेत्र है।

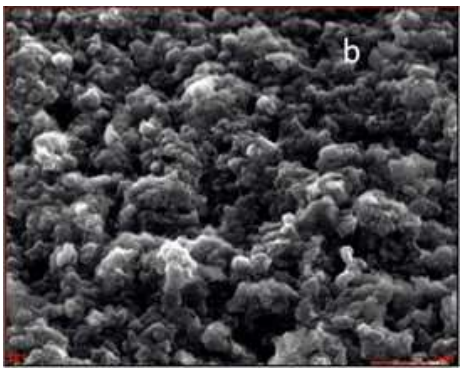
## प्रत्याशित परिणाम और प्रदेयताएं

लाइट असिस्टेड 2D- प्लास्मोनिक सुपर कैपेसिटर इलेक्ट्रोड सामग्री के लिए उपन्यास डिजाइन और विकास रणनीति

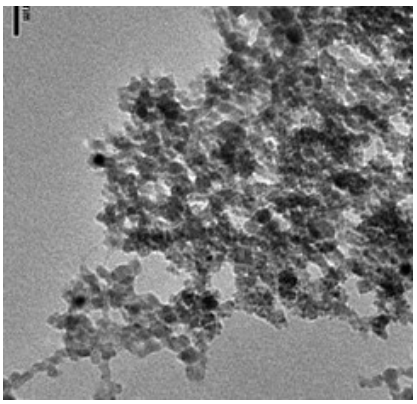
- उच्च द्रव्यमान विशिष्ट समाई ~ 1500 Fg-1
- उच्च वर्तमान घनत्व ~ 3A/g-1
- कोलंबिक दक्षता 100%
- न्यूनतम ~ 2000 चक्रों के लिए स्थिरता।

- फैब्रिकेटेड के इलेक्ट्रोकेमिकल प्रदर्शन में 10 से 50% लाइट असिस्टेड संवर्धन

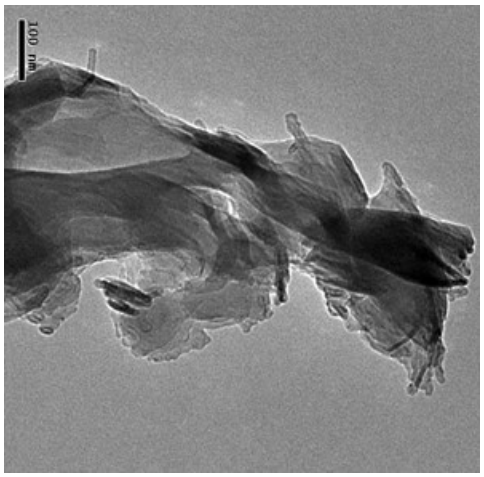




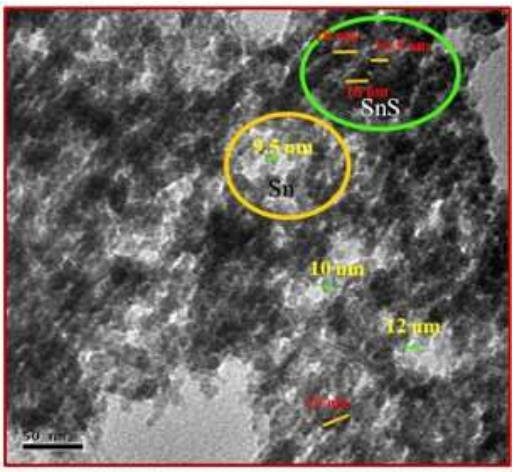

टिन सल्फाइड नैनोसंरचनाएं



2-डी एसएन नैनोकण




एसएन नैनोशीट्स




एसएनएस-एसएन नैनोहाइब्रिड संरचनाएं

**डॉ अनीता आर वारियर**
**सहायक प्रोफेसर**
**एएमईटी विश्वविद्यालय (समुद्री शिक्षा और प्रशिक्षण अकादमी), चेन्नई**
**ईमेल: anitawarrier2@gmail.com**

डॉ. अनीता वारियर ने पीएचडी प्राप्त की। **2011** में कोचीन यूनिवर्सिटी ऑफ साइंस एंड टेक्नोलॉजी से भौतिकी में। फिर **2014** तक पोस्ट-डॉक्टोरल फेलो के रूप में भौतिकी विभाग में शामिल हुए। वह वर्तमान में एकेडमी ऑफ मैरीटाइम एजुकेशन एंड ट्रेनिंग (एएमईटी यूनिवर्सिटी) में एसोसिएट प्रोफेसर हैं। वह डीएसटी द्वारा प्रायोजित कई शोध परियोजनाओं का नेतृत्व कर रही हैं। डीएई-बीआरएनएस और सीएसआईआर। वह वर्तमान में **4** पीएच.डी. का पर्यवेक्षण कर रही हैं। और कई बी.टेक और एम.टेक छात्रों का मार्गदर्शन किया है। उनका वर्तमान शोध ऊर्जा और पर्यावरण अनुप्रयोगों के लिए नैनोफोटोनिक सामग्री, गैर-विनाशकारी परीक्षण के लिए फोटोथर्मल तकनीकों पर केंद्रित है।

# 22 ग्रिड ऊर्जा भंडारण के लिए कम लागत, लंबे समय तक चलने वाली सोडियम-आयन बैटरियों का विकास

## लक्ष्य

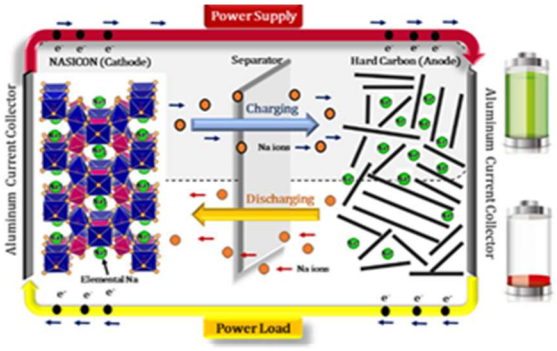
- उच्च ऊर्जा घनत्व (150 Wh kg-1) सोडियम आयन बैटरी (NIBs) विकसित करना और कॉइन सेल कॉन्फ़िगरेशन (4 mAh) में 1 C दर पर कम से कम 2000 स्थिर चक्र प्रदर्शित करना।
- कम्प्यूटेशनल और प्रयोगात्मक अध्ययन के संयुक्त प्रयासों के माध्यम से अगली पीढ़ी के इलेक्ट्रोड सामग्री की खोज में तेजी लाने के लिए।
- कम लागत और ऊर्जा कुशल संश्लेषण मार्गों का पता लगाने के लिए।

## कार्यपद्धति

इस प्रस्ताव का उद्देश्य दो स्तरीय दृष्टिकोण के माध्यम से कम लागत, लंबे चक्र जीवन एनआईबी का निर्माण करना है, यानी एक सामग्री स्तर पर और दूसरा सिस्टम स्तर पर केंद्रित है। डीएफटी गणना के दिशानिर्देशों के आधार पर सस्ते और गैर विषैले कैथोड विकसित किए जाएंगे।

उन्नत उच्च ऊर्जा घनत्व एनोड्स को हार्ड कार्बन और मिश्र धातु तत्वों के एकीकरण के माध्यम से महसूस किया जाएगा। आधी कोशिकाओं में प्रदर्शन अनुकूलन के बाद अंतर्निहित प्रतिक्रिया तंत्र को समझने के लिए विकसित इलेक्ट्रोड को विभिन्न संरचनात्मक, रूपात्मक और विद्युत रासायनिक अध्ययनों के अधीन किया जाएगा। डाउन-चयनित उम्मीदवार का

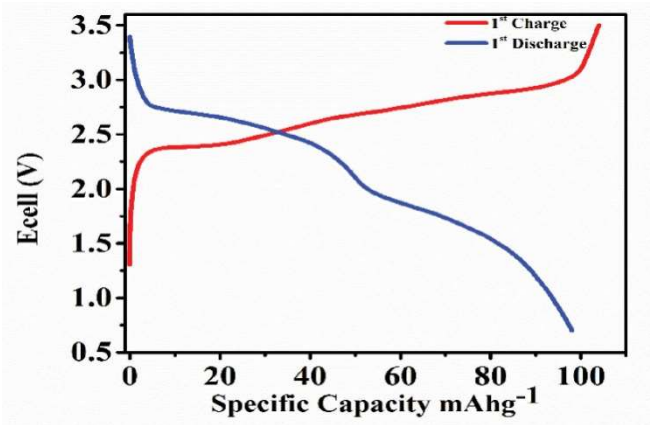
आर्थिक मॉडलिंग का उपयोग करके अत्याधुनिक सामग्री के खिलाफ बेंचमार्क किया जाएगा।




## प्रत्याशित परिणाम और प्रदेयताएं

- डीएफटी निर्देशित प्रयोगात्मक दृष्टिकोण से कम लागत और वायु स्थिर स्तरित ऑक्साइड कैथोड खोजने की उम्मीद है, जबकि हार्ड कार्बन और मिश्र धातु तत्वों को एकीकृत करने का हमारा प्रयास एनोड की ऊर्जा घनत्व को बढ़ाने के लिए लक्षित है।
- पूर्ण Na-आयन कोशिकाओं पर व्यवस्थित प्रोटोकॉल से उम्मीद की जाती है कि उनके संचालन के दौरान कई मुद्दे उत्पन्न होते हैं और उच्च ऊर्जा घनत्व (150 Wh kg-1) और लंबे चक्र जीवन (2000 चक्र) NIBs प्राप्त करने के लिए एक उपयोगी मार्ग प्रदान करते हैं।

• नए आईपीआर बनाने और उच्च प्रभाव वाली पत्रिकाओं में प्रकाशित होने के लिए संबंधित परिणामों की अत्यधिक उम्मीद है।




सोडियम-आयन पूर्ण सेल

उच्च क्षमता वाले कठोर कार्बन-एंटीमनी सम्मिश्र की **SEM** छवि

डॉ. पी. सेनगुत्तुवन

सहेयक प्रोफेसर

जेएनसीएएसआर, बैंगलोर

ईमेल: **prem@incasr.ac.in**

डॉ. प्रेमकुमार सेनगुट्टुवन ने अपनी पीएच.डी. **2013** में यूनिवर्सिटी डे पिकार्डी जूल्स वर्ने, एमियन्स, फ्रांस से की। उन्होंने **2014** से **2016** तक ऑर्गोने नेशनल लैबोरेटरी में पोस्टडॉक्टरल अपांइटी के रूप में काम किया। उनके पास आधुनिक रिचार्जेबल बैटरी प्रौद्योगिकियों के लिए सामग्री संश्लेषण और लक्षण वर्णन पर व्यापक विशेषज्ञता है।

# 23 उच्च ऊर्जा घनत्व अनुप्रयोगों के लिए ग्राफ थ्योरी और आणविक सिमुलेशन द्वारा निर्देशित नोवेल पोरस आर्किटेक्चर के साथ मजबूत और लचीले 3डी प्रिंटेड इलेक्ट्रोड का डिजाइन और परीक्षण

## लक्ष्य

ग्राफ थ्योरी और आणविक सिमुलेशन के माध्यम से सुपरकैपेसिटर के लिए कार्बन/ग्राफीन-आधारित इलेक्ट्रोड सामग्री के आयन-विशिष्ट पोर आर्किटेक्चर का डिजाइन और विकास। इलेक्ट्रोकेमिकल स्टेबल पोटेंशियल विंडो (ESPW) को बढ़ाते हुए एक उच्च ऊर्जा घनत्व प्राप्त करने के लिए नैनोस्केल पर इलेक्ट्रोलाइट और इलेक्ट्रोड सामग्री के बीच आणविक इंटरैक्शन को समझना और ट्यून करना। प्रयोगों के माध्यम से इलेक्ट्रोलाइट की संभावित खिड़की, चिपचिपाहट, चालकता और प्रतिरोध पर बहुलक योजक और नैनोकणों के प्रभावों का विश्लेषण करना। सिद्धांत और सिमुलेशन द्वारा निर्धारित उपन्यास झरझरा वास्तुकला के साथ इलेक्ट्रोड का 3-डी मुद्रण।

## कार्यपद्धति

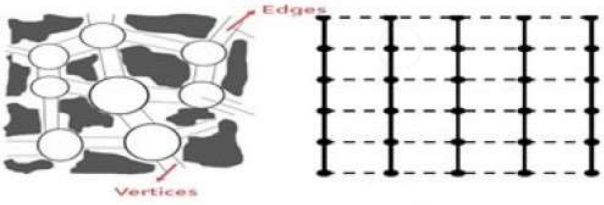
आणविक गतिशीलता सिमुलेशन से प्राप्त आंकड़ों के आधार पर प्रत्येक छिद्र को ग्राफ के शीर्ष के रूप में मॉडलिंग करके झरझरा इलेक्ट्रोड के डिजाइन में ध्यान केंद्रित किया गया है। हम ग्राफ थ्योरी के नेटवर्क/कनेक्टिविटी विश्लेषण का उपयोग करके परिवहन गुणों जैसे प्रसार/सोखना पर अंतर्दृष्टि प्राप्त करना चाहते हैं। बेहतर कनेक्टिविटी वाले छिद्रों के बीच, आणविक सिमुलेशन के माध्यम से प्राप्त मुक्त ऊर्जा के आधार पर सबसे उपयुक्त चुना जाता है। इसके बाद 3डी प्रिंटिंग तकनीक का उपयोग करके नोवेल झरझरा आर्किटेक्चर वाले इलेक्ट्रोड विकसित किए जाते हैं और उनके प्रदर्शन का परीक्षण प्रयोगात्मक रूप से किया

## प्रत्याशित परिणाम और प्रदेयताएं

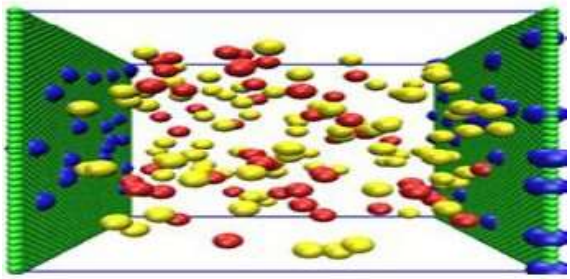
- इलेक्ट्रोड के लिए त्रि-आयामी झरझरा वास्तुकला का विकास सुपरकैपेसिटर अनुप्रयोगों में सामग्री जिसमें उच्च विशिष्ट क्षेत्र, उच्च कनेक्टिविटी और उच्च ऊर्जा घनत्व अनुप्रयोगों के लिए अनुकूलन होगा।

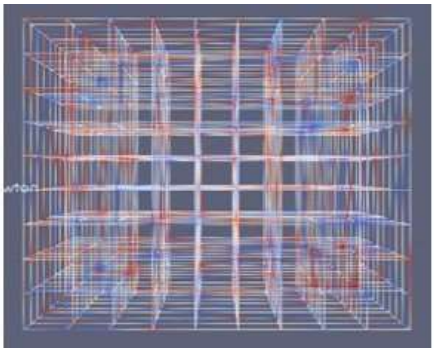
• अपनी उच्च मजबूती और लचीलेपन के कारण, ये रक्षा, अंतरिक्ष और जैव चिकित्सा क्षेत्र में भी उच्च ऊर्जा-सघन अनुप्रयोगों के लिए तैयार किए गए हैं।

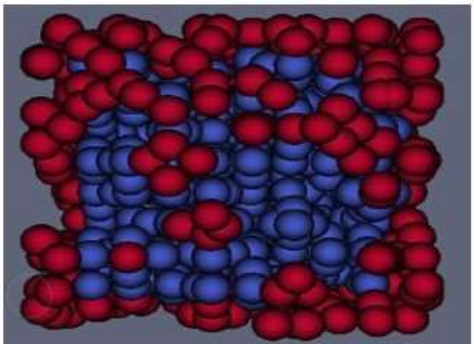
• एक "पोर सिम्युलेटर" विकसित करें जो ऊर्जा-सघन अनुप्रयोगों के लिए उच्च कनेक्टिविटी और उच्च विशिष्ट समाई के साथ एक 3डी झरझरा वास्तुकला प्रदान करता है और यह जीयूआई ग्राफिक यूजर इंटरफेस) भी शैक्षिक और औद्योगिक अनुप्रयोगों के लिए उपयोग करने का इरादा रखता है।



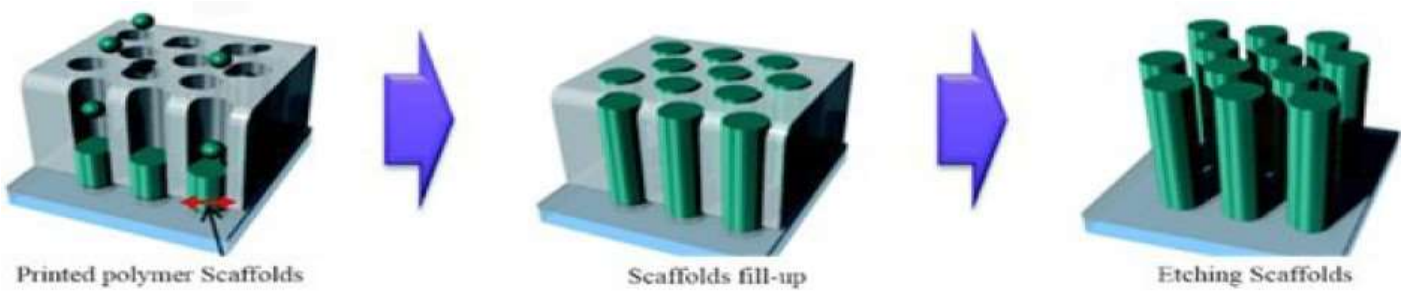
Graph Theory Aided Porous Model


Molecular Dynamics simulations to understand ion-specific interactions

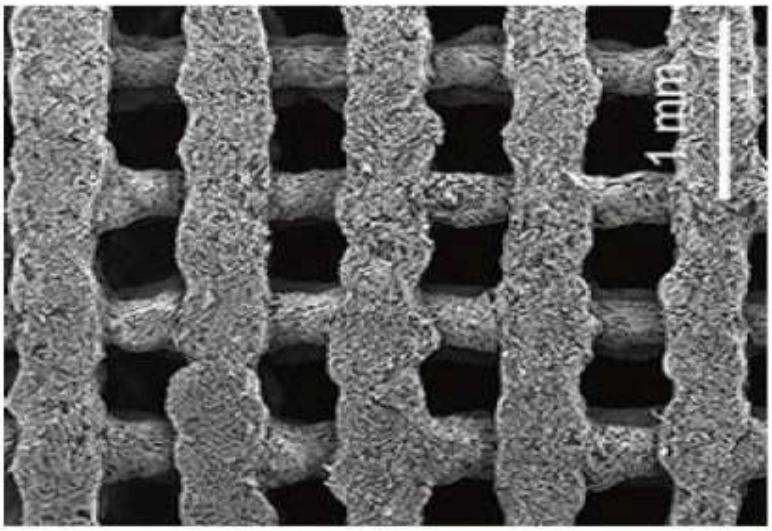




3डी पोरस नेटवर्क क्रॉस सेक्शनल व्यू




पोरस वास्तुकला का 3डी मुद्रण




3डी प्रिंटेड ग्राफीन जाली (बिन याओ द्वारा छवि)

**डॉ मिथुन राधाकृष्ण**

**सहायक प्रोफेसर,**

**भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, गांधीनगर, गुजरात**

**ईमेल - mithunr@iitgn.ac.in**

डॉ. मिथुन राधाकृष्ण ने अपनी पीएच.डी. कोलंबिया विश्वविद्यालय से केमिकल इंजीनियरिंग में। अपने पीएच.डी. उन्होंने मोंटे कार्लो सिमुलेशन के माध्यम से सिंपल लैटिक मॉडल का उपयोग करके प्रोटीन-सतह इंटरैक्शन और प्रोटीन स्थिरता पर सतह वक्रता के प्रभाव को समझने पर ध्यान केंद्रित किया। उन्होंने अर्बाना-चैंपिंग में इलिनोइस विश्वविद्यालय में पोस्टडॉक्टोरल शोधकर्ता के रूप में काम किया। उन्होंने चार्ज पॉलीमर सिस्टम पर काम किया और मीन-फिल्ड थ्योरी और गिब्स एनसेंबल मोंटे कार्लो सिमुलेशन के संयोजन का उपयोग करके इन सिस्टम के चरण व्यवहार और आकारिकी पर चार्ज सहसंबंधों और उनके प्रभाव को समझने की कोशिश की। उनका समूह सांख्यिकीय तंत्र और बहुलक भौतिकी के सिद्धांतों का उपयोग करके नरम पदार्थ प्रणाली (प्रोटीन, बहुलक, और कई जैविक सामग्री) के अध्ययन में रूचि रखता है। उनका समूह नैनो-स्केल पर होने वाली बातचीत में अंतर्दृष्टि प्राप्त करने के लिए सिद्धांत और आणविक सिमुलेशन (मोंटे कार्लो और आणविक गतिशीलता) के संयोजन का उपयोग करता है।

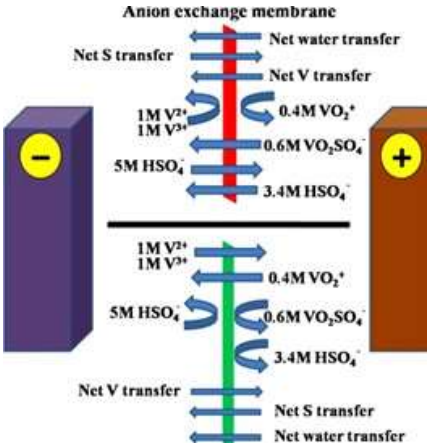
# 24 ऊर्जा उपकरणों के लिए स्वदेशी पॉलिमर इलेक्ट्रोलाइट मेम्ब्रेन: रेडॉक्स फ्लो बैटरी और रिवर्स इलेक्ट्रोडायलिसिस

## लक्ष्य

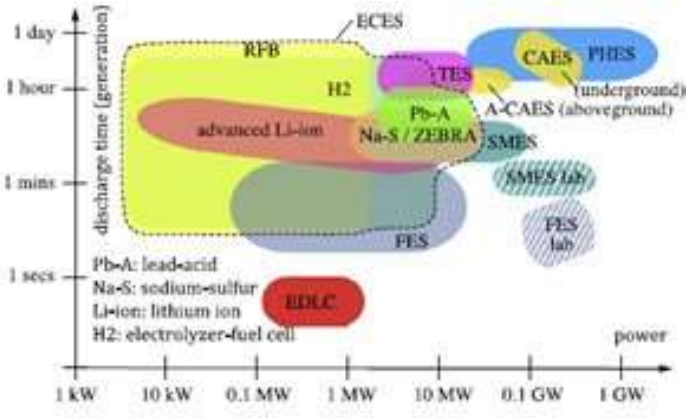
अम्लीय और क्षारीय वातावरण में उत्कृष्ट स्थिरता के साथ नई पीढ़ी के आयन-विनिमय झिल्लियों का डिजाइन और विकास; यांत्रिक और थर्मल स्थिरता और विद्युत रासायनिक प्रदर्शन। Nafion® और Neosepta® के समतुल्य गुणों वाली झिल्लियाँ। रेडॉक्स फ्लो बैटरी विशेष रूप से जिंक और वैनेडियम रेडॉक्स फ्लो बैटरी में तुलनात्मक प्रदर्शन मूल्यांकन। वैकल्पिक जैविक रेडॉक्स युगल के विकास का प्रयास किया जाएगा।

## कार्यपद्धति

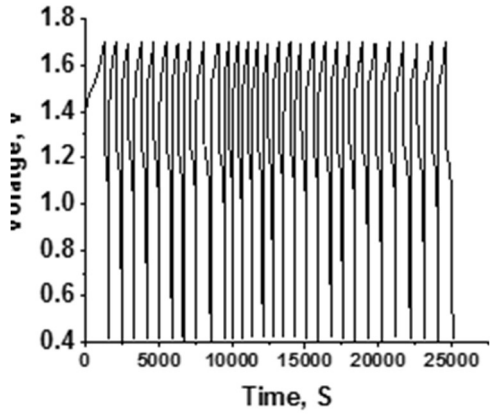
कॉमन पॉलीमर बैकबोन के साथ आयन-एक्सचेंज मेम्ब्रेन को विकसित करने के लिए तीन अलग-अलग दृष्टिकोण हैं और परफ्लुओरिनेटेड पॉलीइलेक्ट्रोलाइट मेम्ब्रेन से संरचनात्मक समानता, ड्यूपॉन्ट द्वारा विकसित नेफियन®, और सॉल्वे स्पेशलिटी पॉलिमर द्वारा विकसित एक्वीवियन®। पहला दृष्टिकोण इंटरपेनेट्रेटिंग पॉलीमर नेटवर्क होगा, जहां कार्यात्मक मोनोमर्स को प्रतिफ्लुओरिनेटेड पॉलिमर के साथ कोपॉलीमराइज़ किया जाएगा। दूसरा और तीसरा दृष्टिकोण बहुलक रीढ़ की हड्डी पर आयनिक क्लस्टर को डॉक करने के लिए उपयुक्त कार्बनिक अणुओं के साथ प्रतिफ्लोरिनेटेड पॉलिमर के कार्यात्मक संशोधन पर आधारित होगा। विकसित झिल्लियों का उनके विद्युत रासायनिक और भौतिक रासायनिक गुणों के लिए गहन मूल्यांकन किया जाएगा। विकसित झिल्लियों में हरित और स्वच्छ ऊर्जा के




आम वैनेडियम रिडॉक्स फ्लो बैटरी में आयनों और जल अंतरण दिशाओं के साथ अनियन और केशन एक्सचेंज मेम्ब्रेन, इलेक्ट्रोचिमिका एक्टा **101 (2013) 27-40,**




विभिन्न ऊर्जा भंडारण उपकरणों की विद्युत अवधि आरेख, (नवीकरणीय और सतत ऊर्जा समीक्षा **29, (2014) 325-335)**




पॉलीथीन आधारित इंटरपोलीमर कटियन एक्सचेंज के साथ सभी आयरन एल्कलाइन रेडॉक्स फ्लो बैटरी प्रदर्शन

सतत विकास के लिए कार्बनिक रेडॉक्स अणुओं के साथ लालच अनुप्रयोगों में रेडॉक्स प्रवाह बैटरी की उपयोगिता दिखाने वाला कार्टून। (रसायन। समाज। रेव। **47 (2018) 8721-874)**

**डॉ. राजाराम के नागराले**
**वरिष्ठ वैज्ञानिक**
**सीएसआईआर-केंद्रीय नमक और समुद्री रसायन अनुसंधान संस्थान, भावनगर, गुजरात**
**ईमेल: rknagarale@csmcri.res.in**

डॉ राजाराम। के.नागाराले ने कर्नाटक विश्वविद्यालय धारवाड़ से अकार्बनिक रसायन विज्ञान (**1999**) में एमएससी किया है और सीएसएमसीआरआई, भावनगर से पीएचडी (**2006**) के बाद प्रथम आने के लिए प्रो. जी.के. नारायणरेड्डी स्वर्ण पदक प्राप्त किया है। इसके बाद (**2006**), उन्होंने सोगांग विश्वविद्यालय, सियोल, कोरिया में प्रोफेसर वूनसअप शिन के साथ पोस्ट-डॉक्टोरल फेलो के रूप में काम किया। यहां **2008** में उन्हें रसायन विज्ञान और एकीकृत जैव प्रौद्योगिकी विभाग में शोध प्रोफेसर बनाया गया। **2009** में, उन्होंने ऑस्टिन में टेक्सास विश्वविद्यालय के केमिकल इंजीनियरिंग विभाग के प्रोफेसर एडम हेलर को ज्वाइन किया। यहां, उन्होंने प्रो. हेलर और प्रो. शिन के साथ इलेक्ट्रो-ऑस्मोटिक पंप आधारित इंसुलिन वितरण उपकरणों के लिए गैर-गैसिंग इलेक्ट्रोड विकसित किए। **2012** में, उन्होंने प्रतिष्ठित 'रामानुजन फैलोशिप' प्राप्त की और पुरस्कार के साथ प्रो. पी.के. भट्टाचार्य और प्रो. आशुतोष शर्मा की सलाह के तहत केमिकल इंजीनियरिंग विभाग, भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान कानपुर में शामिल हो गए। **2015** में, वह सीएसआईआर-केंद्रीय नमक और समुद्री रसायन अनुसंधान संस्थान, भावनगर -**364002**, गुजरात में वरिष्ठ वैज्ञानिक के रूप में शामिल हुए। लगभग **12** वर्षों के अपने शोध कैरियर के दौरान, उनके पास **65** से अधिक सहकर्मी समीक्षात्मक शोध प्रकाशन और दो जारी किए गए पेटेंट हैं। सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई में उनकी मुख्य शोध रुचि आयन एक्सचेंज मेम्ब्रेन और उनके उपकरण अनुप्रयोग हैं।

# 25 कम्प्यूटेशनल डिजाइन और सोडियम-आयन बैटरी सामग्री और प्रौद्योगिकी का प्रायोगिक विकास

## लक्ष्य

ना-आयन बैटरी के लिए उच्च प्रदर्शन कैथोड और एनोड सामग्री का कम्प्यूटेशनल और प्रायोगिक डिजाइन। 500 mAh और 2.5 V की क्षमता प्रदान करने वाली प्रोटो-टाइप Na-ion बैटरी विकसित करने के लिए इलेक्ट्रोड निर्माण प्रक्रिया का अनुकूलन करें और सामग्री (100 g) को स्केल-अप करना।

## कार्यपद्धति

इलेक्ट्रोड सामग्री के कम्प्यूटेशनल डिज़ाइन के आधार पर सामग्री संश्लेषण के लिए सोल-जेल और सॉल्वो/हाइड्रोथर्मल प्रक्रिया जैसी स्केलेबल प्रक्रियाओं को अपनाया जाता है। इसके संरचनात्मक, रूपात्मक और विद्युत रासायनिक लक्षणों के लिए सामग्री का और परीक्षण किया जाता है।

## प्रत्याशित परिणाम और प्रदेयताएं

- नए और उन्नत ना-आयन बैटरी इलेक्ट्रोड सामग्री का पहला सिद्धांत आधारित कम्प्यूटेशनल डिजाइन।
- प्रयोगात्मक रूप से उच्च प्रदर्शन एनोड और कैथोड सामग्री का विकास।
- प्रयोगशाला में 100 ग्राम तक अनुकूलित सामग्री संश्लेषण का स्केल-अप।
- प्रोटोटाइप पूर्ण-सेल पाउच सेल विकास 2.5 वी के साथ 500 एमएएच क्षमता प्रदान करता है, संचालन
- का विस्तृत तापमान और 500 चक्रों तक साइकिलिंग स्थिरता। पेटेंट, प्रकाशन और जनशक्ति उत्पादन।

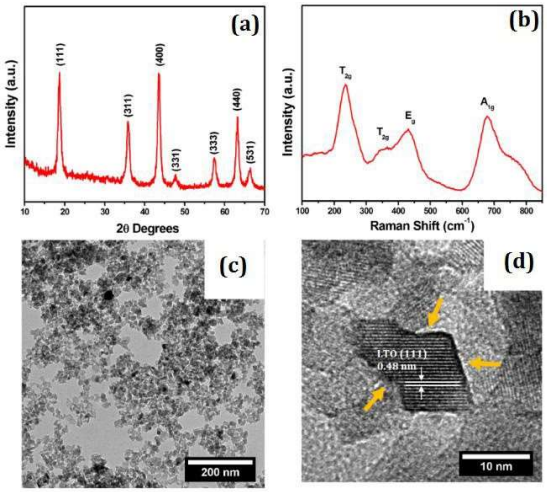
## अब तक जांच की गई सामग्री

एनोड: लिथियम टाइटेनेट (Li4Ti5O12), सोडियम टाइटेनेट (Na2Ti6O13)

कैथोड: सोडियम वैनेडियम फॉस्फेट (Na3V2(PO4)3)

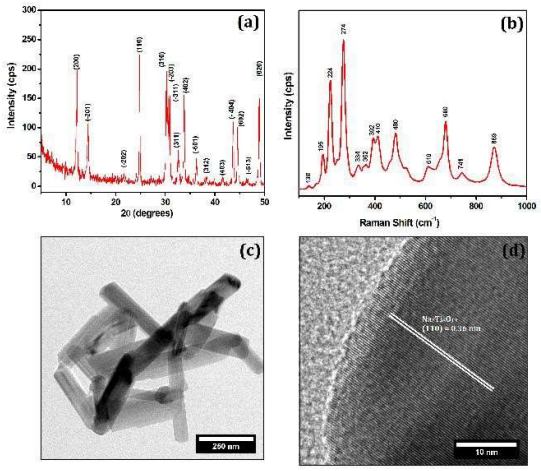
## संरचनात्मक और रूपात्मक लक्षण

### लिथियम टाइटेनेट (Li4Ti5O12):



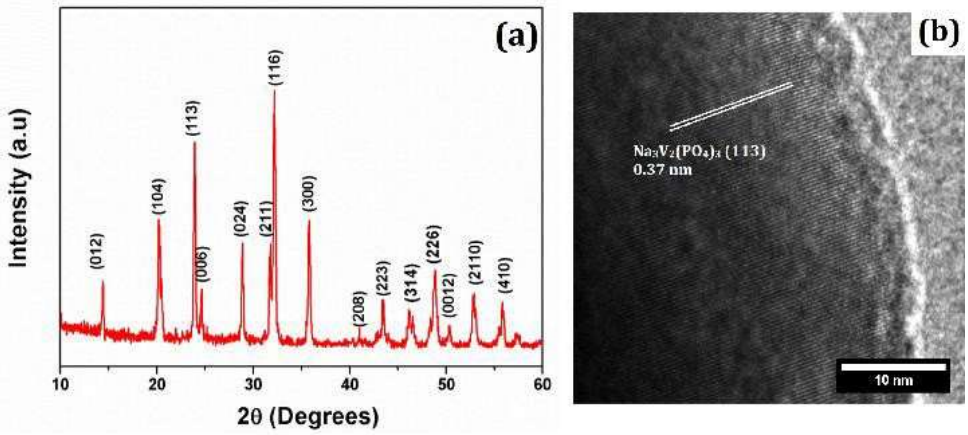

चित्र **1** (ए) एक्सआरडी, (बी) रमन और (सी एंड डी) **Li4Ti5O12** एनोड की टीईएम छवियां

### सोडियम टाइटेनेट ($Na_2Ti_6O1_3$):




चित्र **2** (ए) एक्सआरडी, (बी) रमन और (सी एंड डी) **Na2Ti6O13** एनोड की टीईएम छवियां

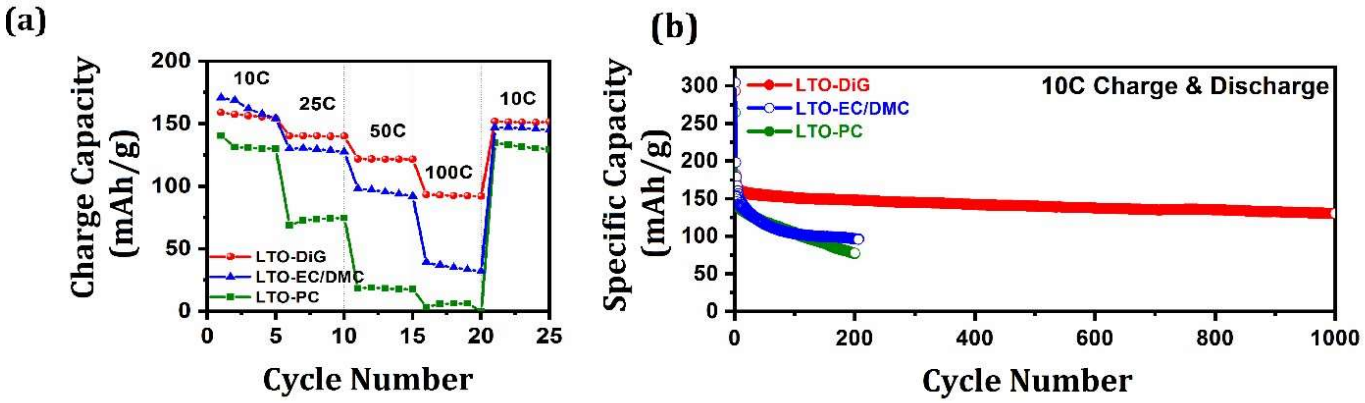
## सोडियम वेनेडियम फॉस्फेट ($Na_3V_2(PO_4)_3$)



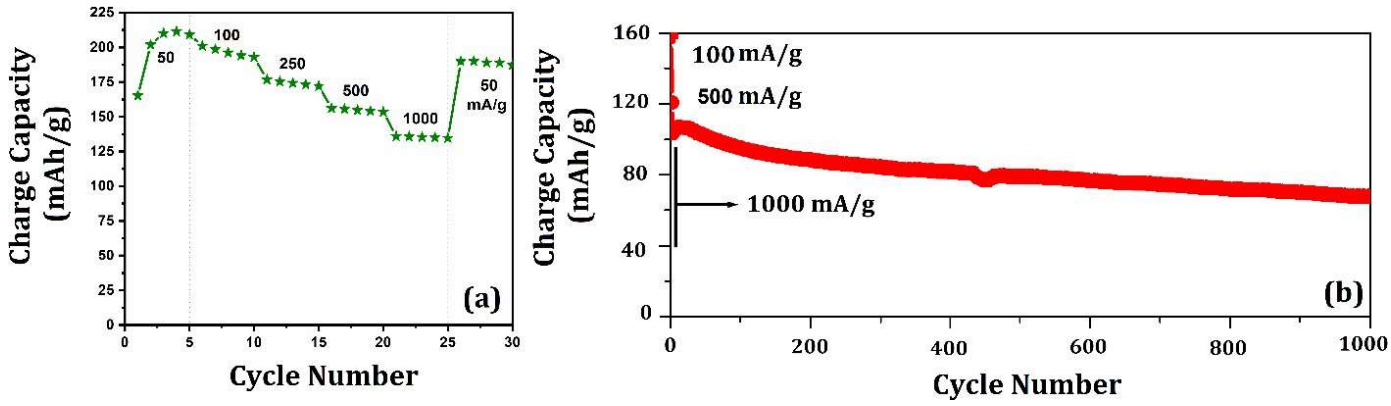

चित्र **3** (ए) एक्सआरडी और (बी)) **Na3V2 (PO4)3** कैथोड की एचआर-टीईएम छवि

सोडियम आयन बैटरी इलेक्ट्रोड के रूप में विद्युत रासायनिक प्रदर्शन का परीक्षण करने के लिए इलेक्ट्रोड को अर्ध-कोशिकाओं (काउंटर / संदर्भ इलेक्ट्रोड के रूप में ना धातु के साथ) के रूप में गढ़ा गया था। ट्यूनिंग सामग्री संश्लेषण और इलेक्ट्रोलाइट चयन के संदर्भ में प्रत्येक इलेक्ट्रोड के विद्युत रासायनिक प्रदर्शन को बेहतर बनाने के लिए अनुकूलन किया गया था।

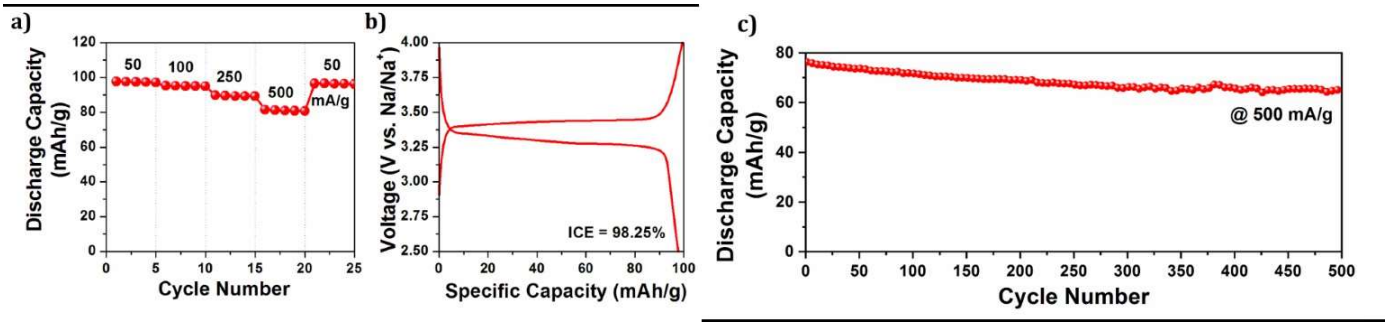
## विद्युत रासायनिक लक्षण




चित्र 4. इलेक्ट्रोलाइट फॉर्मूलेशन में एलटीओ के **4** इलेक्ट्रोकेमिकल प्रदर्शन के परिणाम (ए) दर प्रदर्शन **10C** से **100C, 5** चक्र प्रत्येक और (बी) **100C** दर पर दीर्घ चक्रीकरण।




चित्र **5** (ए) दर और (बी) **Na2Ti6O13** एनोड की लंबी साइकिलिंग प्रदर्शन




चित्र **6** (ए) विभिन्न दरों पर दर प्रदर्शन (बी) **50** एमए / जी पर चार्ज-डिस्चार्ज प्रोफाइल और (सी) **Na3V2** (पीओ **4) 3** कैथोड के **500** एमए / जी पर लंबी साइकिलिंग

**डॉ. शांतिकुमार नायर**

**प्रोफेसर और निदेशक**

**सेंटर फॉर नैनोसाइंसेज, अमृता विश्व विद्यापीठम, एआईएमएस (पीओ), कोच्चि**

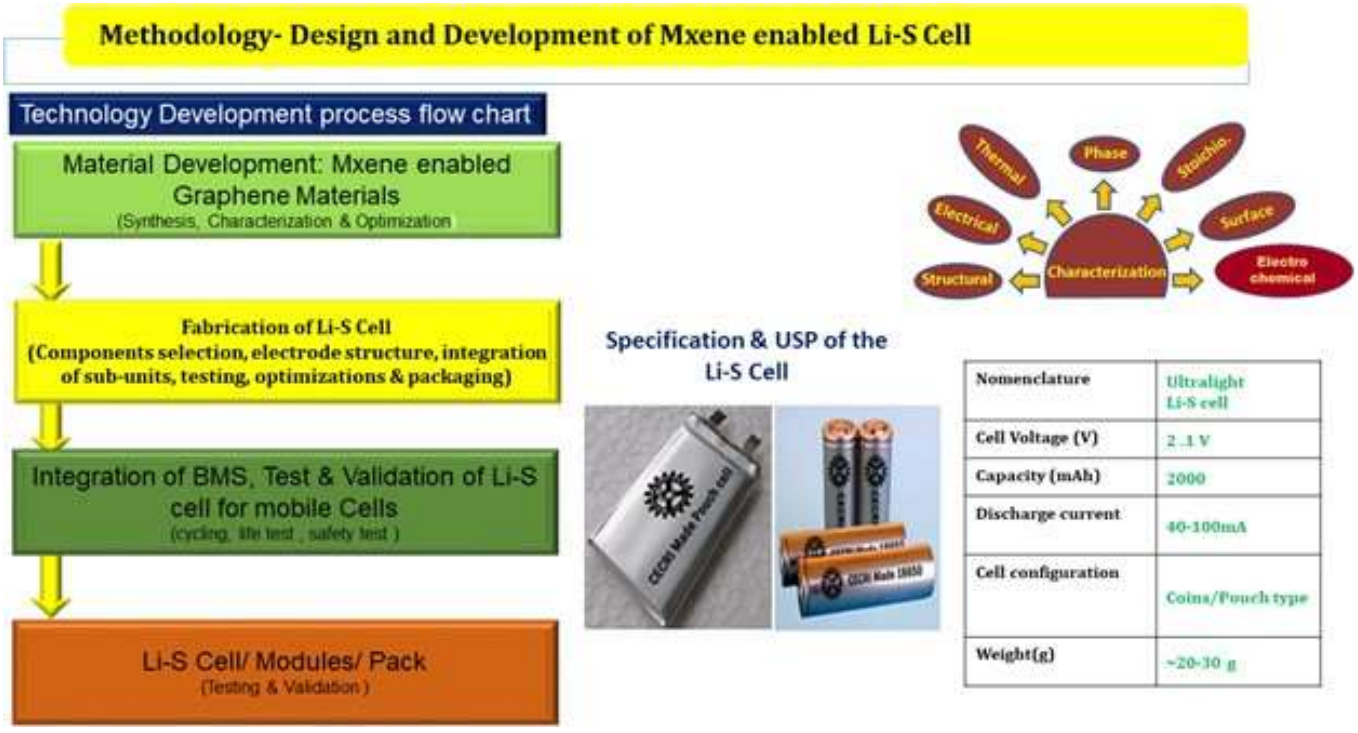
**ईमेल** - **nairshanti@gmail.com**

डॉ. शांतिकुमार नायर अमृता विश्व विद्यापीठम के डीन ऑफ रिसर्च हैं, और सेंटर फॉर नैनोसाइंसेस, कोच्चि के निदेशक भी हैं। डॉ. नायर ने **1976** में भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, बॉम्बे, भारत से धातुकर्म इंजीनियरिंग में प्रौद्योगिकी स्नातक की डिग्री प्राप्त की; कोलंबिया विश्वविद्यालय, न्यूयॉर्क, यूएसए से सामग्री विज्ञान और इंजीनियरिंग में मास्टर ऑफ साइंस (**1978**) और डॉक्टर ऑफ इंजीनियरिंग साइंस (**1983**) की डिग्री। वह **1985** में मैसाचुसेट्स विश्वविद्यालय, एमहर्स्ट, एमए, यूएसए के मैकेनिकल इंजीनियरिंग विभाग के संकाय में शामिल हुए, जहां उन्होंने मिश्रित सामग्री के क्षेत्र में पढ़ाया और अनुसंधान किया। **2006** में, वह अमृता विश्व विद्यापीठम, भारत में शामिल हो गए। वह चिकित्सा और ऊर्जा क्षेत्रों में नैनो प्रौद्योगिकी के अनुप्रयोगों में पहल का नेतृत्व करते हैं। अनुसंधान के क्षेत्रों में नैनोमेडिसिन, ऊतक इंजीनियरिंग, सामग्री की सतह संशोधन, और फोटोवोल्टिक्स, सुपरकैपेसिटर और बैटरी में नैनोमटेरियल्स का उपयोग शामिल है। **1986** में, डॉ. नायर को समग्र सामग्री में अनुसंधान के लिए राष्ट्रपति रोनाल्ड रीगन से राष्ट्रपति युवा अन्वेषक पुरस्कार मिला। वह **2011** में नैनोसाइंसेस में अनुसंधान के लिए भारत सरकार से प्रतिष्ठित राष्ट्रीय अनुसंधान पुरस्कार के प्राप्तकर्ता हैं। डॉ. नायर ने भारत में नैनो प्रौद्योगिकी अनुसंधान और विकास में उत्कृष्ट योगदान के लिए प्रभावशाली सी एन आर राव इंडिया नैनोसाइंसेस अवार्ड **2014** प्राप्त किया।

# 26 Li-S बैटरियों के लिए MXenes सक्षम कार्बन नैनोसंरचना सामग्री का डिज़ाइन और विकास

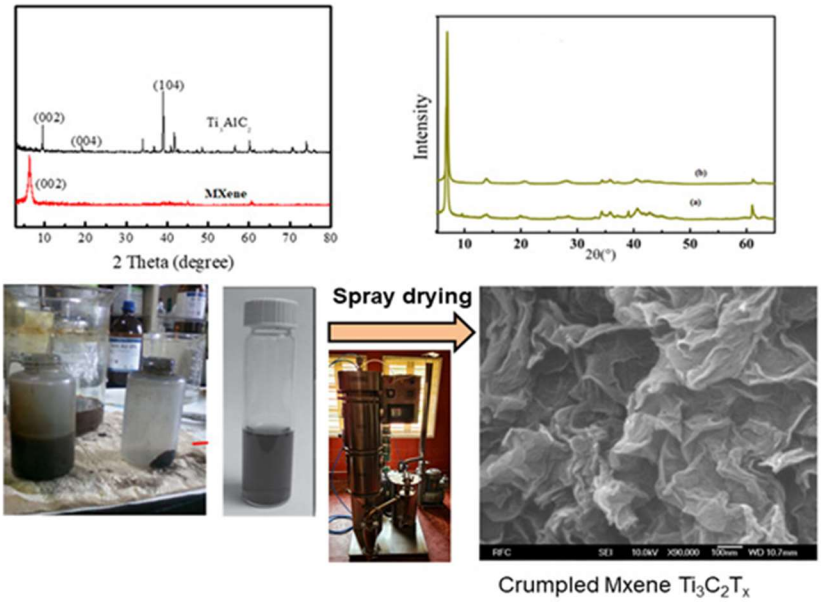
## लक्ष्य

MXenes सक्षम ग्राफीन नैनोस्ट्रक्चर के अद्‌वितीय गुणों का उपयोग करके फास्ट चार्जिंग, उच्च ऊर्जा Li-S बैटरी के लिए इलेक्ट्रोड सामग्री के रूप में नए MXenes सक्षम कार्बन सामग्री का विकास।




## प्रत्याशित परिणाम और प्रदेयताएं

| फोम | |
|---|---|
| 3डी कंडक्टिव नेटवर्क फॉर्म एस/ Mxene, सीएनटी कम्पोजिट, एस/ग्राफीन | > उच्च चालकता और सल्फर कैथोड के लिए प्रवाहकीय और स्थिर ढांचे के रूप में परिभाषित छिद्र संरचित ग्राफीन |
| नव एनोड कोटिंग | चक्र जीवन बढ़ाएँ<br>● जंग के लिए उच्च प्रतिरोध<br>● इलेक्ट्रोलाइट क्षरण को कम करना<br>● वॉल्यूमेट्रिक एनर्जी बढ़ाना |
| **Li-S** सेल | उच्च क्षमता **2.1** वी / **3000-5000**<br>एमएएच पाउच प्रकार ली-एस सेल:<br>क्षमता : **85-95%**<br>**500 Wh/Kg** से अधिक ऊर्जा घनत्व<br>साइकिल जीवन: लक्ष्य **> 1000** |



**डॉ. कुलदीप सिंह**

**वरिष्ठ वैज्ञानिक**

**सीएसआईआर - सेंट्रल इलेक्ट्रोकेमिकल रिसर्च इंस्टीट्यूट (सीएसआईआर_सीईसीआरआई), चेन्नई**

**ईमेल: kuldeep.kakran@gmail.com; kuldeep@cecri.res.in**

डॉ. कुलदीप सिंह ने अपनी पीएच.डी. **2011** में दिल्ली विश्वविद्यालय और सीएसआईआर-राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला से। वह ब्रिक्स युवा वैज्ञानिक पुरस्कार **2016** और उल्सान दक्षिण कोरिया विश्वविद्यालय द्वारा उद्योग फैलोशिप पुरस्कार **2011** के सहयोग के प्राप्तकर्ता हैं। डॉ. सिंह लीथियम-आयन सेल के निर्माण और कम लागत/**kWh** के साथ उच्च प्रदर्शन वाली बैटरियों के लिए प्रोसेस ऑप्टिमाइज़ेशन के विशेषज्ञ हैं। ऊर्जा सामग्री का अप-स्केलिंग, सेल डिजाइन/मूल्यांकन, इलेक्ट्रोकेमिकल परीक्षण, इलेक्ट्रोड क्यूसी, सेल क्यूसी, गिरावट और सामग्रियों और ली-आयन कोशिकाओं/बैटरियों के संबंधित प्रभाव, व्यावसायिक रणनीतियों का निर्माण और प्रभावी प्रबंधन टीम उनकी मुख्य यूएसपी हैं। उनके वर्तमान अनुसंधान हित ऊर्जा भंडारण उपकरणों के लिए दो आयामी (**2**डी) नैनोमैटेरियल्स डिजाइन और विकास में निहित हैं, विशेष रूप से लिथियम-आयन बैटरी, इलेक्ट्रिक वाहनों के लिए सुपर कैपेसिटर (ईवीएस) और इलेक्ट्रोमैग्नेटिक इंटरफेरेंस शील्डिंग (ईएमआई)। वह विज्ञान विभाग, एसईआरबी और उद्योग द्वारा वित्त पोषित संरचनात्मक और ऊर्जा अनुप्रयोगों के लिए उच्च ऊर्जा, फास्ट चार्जिंग ग्राफीन सक्षम लिथियम-आयन सेल, बहुपरत लिथियम सल्फर बैटरी, कार्बन-आधारित नैनो सामग्री पर परियोजनाओं का नेतृत्व कर रहे हैं। उन्होंने **25** के एच इंडेक्स के साथ **3000** से अधिक के उद्धरणों वाले उच्च प्रभाव वाले एससीआई पत्रिकाओं में **40** से अधिक शोध प्रकाशन प्रकाशित किए हैं। वह ऊर्जा भंडारण सामग्री और ईएमआई शील्डिंग पर दो पुस्तकों के संपादक हैं। डॉ. सिंह के पास एक पेटेंट (भारत और यूएस) है और बैटरी प्रौद्योगिकी पर तीन और पेटेंट लंबित स्थिति (भारत) में हैं।

# आभार

मुकुल शर्मा

ठाकुर पृथ्वी पाल सिंह नेगी

वैभव

मनोज शर्मा

अनु के. राज

**प्रौद्योगिकी मिशन प्रभाग (ऊर्जा एवं जल) विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग**

कवर पृष्ठ फोटोग्राफ:

"सक्रिय सामग्री और कुशल इलेक्ट्रॉन परिवहन के उच्च क्षेत्र लोडिंग के लिए घनीभूत कार्बन नैनोट्यूब शंकु से बना संरचित ली-आयन बैटरी इलेक्ट्रोड।"

सौजन्य: डॉ. शहाब अहमद, भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, जोधपुर।