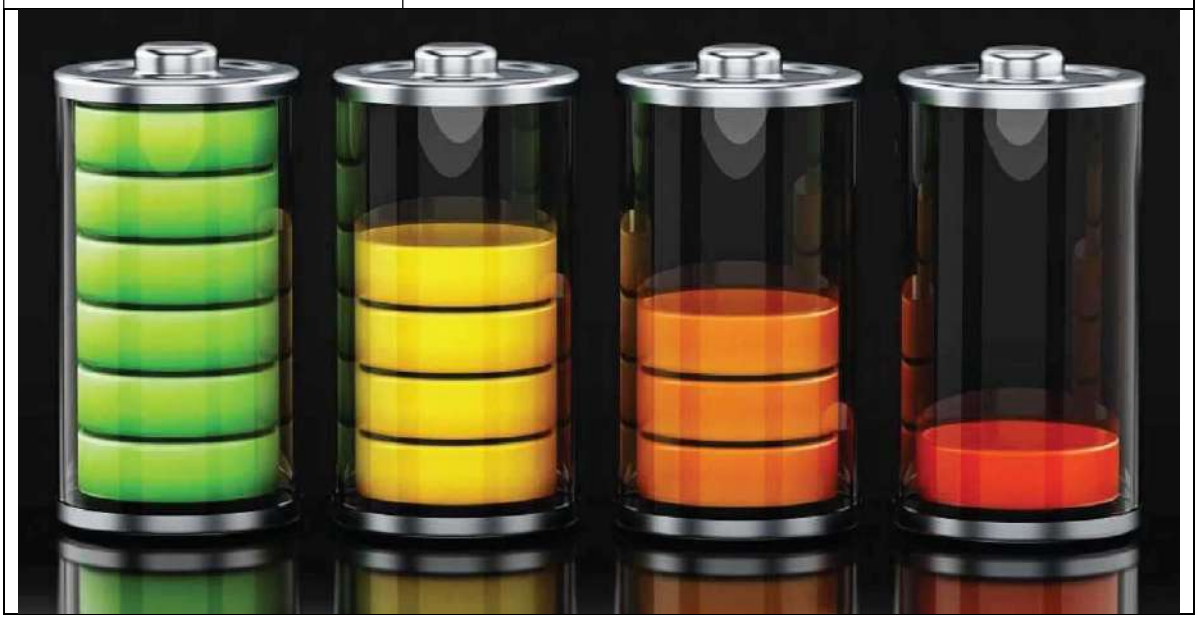
विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग
DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY

DST@ 1971-2021

सौर संरक्षण

हरित ऊर्जा भंडारण पर कहानी

ऊर्जा भंडारण सामग्री पर सफल कहानियाँ



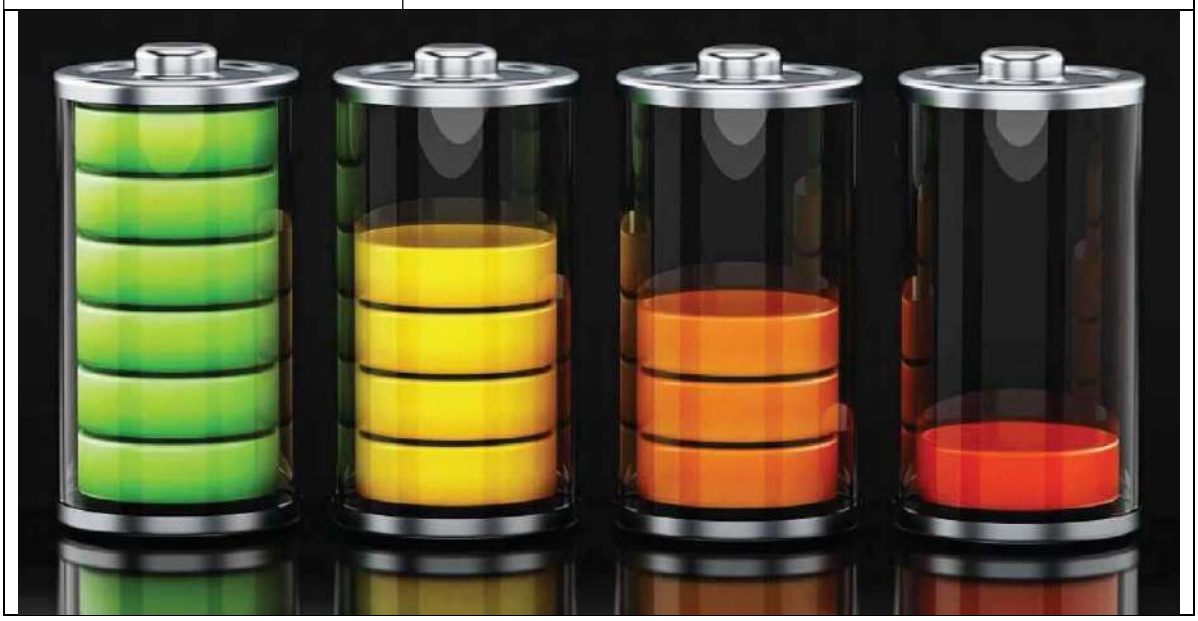
विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग
DEPARTMENT OF
SCIENCE & TECHNOLOGY

DST@
1971-2021

सौर संरक्षण

हरित ऊर्जा भंडारण पर कहानी

ऊर्जा भंडारण सामग्री पर सफल कहानियाँ



संपादकीय सदस्य

डॉ. रंजीत कृष्ण पाई

सचिव
भारत सरकार
विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग
Secretary
Government Of India

निदेशक/ वैज्ञानिक 'ई'

प्रौद्योगिकी मिशन प्रभाग (ऊर्जा और जल), डीएसटी, विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय, भारत सरकार ranjith.krishnapai@gov.in

डॉ. रंजीत कृष्ण पई ने पीएच.डी. 2005 में डॉ. ओथमर मार्टी ग्रुप, उल्म यूनिवर्सिटी, जर्मनी से प्राकृतिक विज्ञान में डिग्री प्राप्त की। वह वर्तमान में स्वच्छ ऊर्जा प्रक्षेत्र में अनुसंधान, विकास और नवोन्मेष गतिविधियों के लिए उत्तरदायी विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग के प्रौद्योगिकी मिशन प्रभाग के वैज्ञानिक 'ई' / निदेशक हैं।

उन्होंने कई बहुपक्षीय आयोजनों में भारत का प्रतिनिधित्व किया है और ऊर्जा क्षेत्र में राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय प्रयासों को स्पष्ट किया है। 2006 से 2007 तक, वह चिली विश्वविद्यालय, सैंटियागो में पोस्टडॉक्टोरल शोधकर्ता थे, जहाँ वे बायो सेंसिंग अनुप्रयोगों के लिए बड़ी क्षमता वाले नवीन प्रोटीन-नैनोपार्टिकल हाइब्रिड सिस्टम की जेनेटिक इंजीनियरिंग पर काम कर रहे थे। 2007 से 2009 तक, उन्होंने नैनोस्ट्रक्चर्ड हाइब्रिड सामग्रियों के संश्लेषण और नॉनलाइनियर ऑप्टिकल नैनोमैटेरियल के लक्षण वर्णन पर काम करते हुए स्टॉकहोम विश्वविद्यालय, स्टॉकहोम, स्वीडन में पोस्ट-डॉक्टोरल वैज्ञानिक के रूप में दो वर्ष व्यतीत किए। 2009 से 2011 तक, वह सीएफएन, ब्रुकहैवन नेशनल लेबोरेटरी, न्यूयॉर्क, यूएसए में शोध वैज्ञानिक थे, जो सौर ऊर्जा संचयन के लिए डोनर-एक्सेप्टर एंटीना प्रणाली के फोटो निर्माण पर एकल सहित जैव-अकार्बनिक मचानों पर आधारित जैव संवेदन प्लेटफार्मों का विकास अणु / कण संवेदनशीलता, कार्बनिक फोटोवोल्टिक कोशिकाओं में उपयोग के लिए पारदर्शी कार्बनिक थिन फिल्म निर्माण पर कार्यरत 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 अधिकार प्राप्त करने हेतु 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 बिजली के मौलिक अध्ययन पर आधारित कार्बनिक पतली फिल्म सौर सेल शामिल रहे। 2013 से 2015 तक, वह नैनोस्ट्रक्चर्ड हाइब्रिड फंक्शनल मैटेरियल्स एंड डिवाइसेस, जैन यूनिवर्सिटी, बैंगलोर, भारत में एसोसिएट प्रोफेसर और ग्रुप लीडर थे।

उन्होंने कई उच्च प्रभाव वाले वैज्ञानिक पत्र प्रकाशित किए, तीन पुस्तक अध्याय लिखे और अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलनों में कई अभ्यागत व्याख्यान दिए। 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 क्षेत्र में कम लागत वाली फोटोवोल्टिक (ऑर्गेनिक, और हाइब्रिड सौर सेल) और विद्युत ऊर्जा भंडारण (बैटरी और सुपरकैपेसिटर) सहित ऊर्जा रूपांतरण प्रौद्योगिकियां और सेमीकंडक्टिंग पॉलिमर और पॉलिमर नैनोस्ट्रक्चर का संश्लेषण और कार्बनिक ट्रांजिस्टर, सौर सेल, प्रकाश उत्सर्जक डायोड के लिए उनका अनुप्रयोग और अन्य फोटोनिक अनुप्रयोग, संश्लेषण, लक्षण वर्णन और कार्बन और अकार्बनिक नैनोट्यूब के अनुप्रयोग, नैनोसंरचित अर्धचालकों के इलेक्ट्रॉनिक गुणों की मॉडलिंग शामिल है।

डॉ अनीता गुप्ता

सलाहकार और प्रमुख,

प्रौद्योगिकी मिशन प्रभाग (ऊर्जा और जल) डीएसटी,

विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय, भारत सरकार anigupta@nic.in

डॉ. अनीता, इंजीनियरिंग में पीएचडी के साथ भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, दिल्ली की पूर्व छात्रा और स्नातक स्तर पर पीजी और एनआईटी रायपुर के लिए **मानित** भोपाल की भी पूर्व छात्रा, भारत सरकार की विभिन्न पहलों के प्रबंधन में और पैन इंडिया कवरेज के साथ प्रमुख प्रौद्योगिकी संस्थानों में नवाचार, उद्यमिता, स्टार्टअप और उद्भवन में 25 वर्ष से अधिक का पेशेवर अनुभव रखती हैं। ।

उन्होंने देश में नवाचार, उद्यमिता और स्टार्टअप के क्षैतिज और ऊर्ध्वाधर विकास में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है और आईआईटी, आईआईएम, एनआईटी, आईआईएसईआर, सीएसआईआर प्रयोगशालाओं और अग्रणी सार्वजनिक और निजी विश्वविद्यालयों और संस्थानों सहित उत्कृष्टता संस्थानों में 155 से अधिक प्रौद्योगिकी व्यवसाय इन्क्यूबेटरों की स्थापना में अग्रणी उत्प्रेरक रही हैं। ।

J L

Ministry of Science and Technology
Department of Science and Technology

10th September 2021

सामग्री अभिज्ञान और विकास ऊर्जा उत्पादन और भंडारण से लेकर वितरण और अंतिम उपयोग तक संपूर्ण ऊर्जा प्रौद्योगिकी पोर्टफोलियो को क्रॉसकट करती हैं। सामग्री हर स्वच्छ ऊर्जा नवोन्मेष की नींव है: कार्बन डाइऑक्साइड के रूपांतरण, अभिग्रहण 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 सम्पन्न होता है, जिसमें सिंथेटिक प्रक्रियाएं 10 से 20 साल तक बहुत अधिक लागत पर होती हैं। सामग्री की खोज और विकास, हालांकि, एक परिवर्तनकारी बदलाव शिखर पर हैं, जो कम से कम 10 बार डिजाइन, अनुकूलन और नई सामग्री की खोज करने के समय को कम कर सकता है, जो 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 (एमईएस) कार्यक्रम के लिए सामग्री ने ऊर्जा भंडारण के लिए नवीन सामग्रियों के उद्देश्य से अनुसंधान और विकास गतिविधियों का समर्थन किया है और बहुक्रियाशील अनुप्रयोगों के लिए उन्नत आउटपुट के साथ ऊर्जा भंडारण उपकरण का निर्माण किया है। बैटरी, सुपरकैपेसिटर और थर्मल एनर्जी स्टोरेज जैसे तीन महत्वपूर्ण क्षेत्रों में अब तक इस कार्यक्रम के तहत सतहत्तर परियोजनाओं का समर्थन किया गया है। ये सभी परियोजनाएं वर्तमान में कार्यान्वयन के विभिन्न चरणों में हैं।

एनर्जी स्टोरेज (एमईएस) के लिए सामग्री पर ये सफलता की कहानियां सामग्री के लिए ऊर्जा भंडारण (एमईएस) कार्यक्रम के तहत 14 सफल परियोजनाओं पर ध्यान केंद्रित करती हैं, जिनके कुछ महीनों में पायलट प्रोजेक्ट/ आवेदन स्तर के प्रदर्शन तक पहुंचने की उम्मीद है। मुझे उम्मीद है कि एमईएस पर सफलता की ये कहानियां शोधकर्ताओं, हितधारकों और आम दर्शकों को ऊर्जा भंडारण में वैज्ञानिक विकास के बारे में जानने में सक्षम बनाएंगी जिसे निकट भविष्य में राष्ट्रीय जरूरतों और प्राथमिकताओं के अनुसार बढ़ाया जा सकता है।

(डॉ.रेनू स्वरूप)

विषयवस्तु		
क्रम संख्या	शीर्षक	पृष्ठ संख्या
1	पोर्टेबल इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों के लिए वैनेडियम रेडॉक्स फ्लो बैटरी आधारित चार्जिंग स्टेशन	1
2	ऊर्जा भंडारण अनुप्रयोगों के लिए हरियाली और सस्ता लोहा आधारित रेडॉक्स प्रवाह बैटरी	4
3	सुपरकैपेसिटर अनुप्रयोगों के लिए ग्राफीन-आधारित नैनोकम्पोजिट्स की खोज	7
4	उच्च प्रदर्शन पहनने योग्य ऊर्जा भंडारण के लिए आयनिक तरल-आधारित ठोस इलेक्ट्रोलाइट	11
5	हल्के वजन वाले चार्ज भंडारण उपकरणों के लिए सहसंयोजक कार्बनिक ढांचा	14
6	उपकरणों को चार्ज करने का सोडियम तरीका	19
7	पीसीएम एकीकृत सौर संचालित अंतरिक्ष हीटिंग सिस्टम	23
8	कपड़ा सब्सट्रेट्स पर ऊर्जा भंडारण सामग्री की इंकजेट प्रिंटिंग और लचीले सुपरकैपेसिटर के लिए उनका अनुप्रयोग	30
9	उच्च शक्ति ली-आयन बैटरी सामग्री का स्केल-अप संश्लेषण-स्वदेशी प्रौद्योगिकी विकास	38
10	लिथियम-सल्फर बैटरी के लिए कार्यात्मक सामग्री के रूप में इलेक्ट्रोस्पन नैनोफाइबर	46
11	शांत थर्मल ऊर्जा भंडारण अनुप्रयोगों के लिए कार्यात्मक चरण परिवर्तन सामग्री का विकास	51
12	शांत तापीय ऊर्जा भंडारण अनुप्रयोगों के लिए फंक्शनला चरण परिवर्तन सामग्री का विकास।	61
13	Na-आयन बैटरी के विकास को सक्षम करना	64
14	थर्मोइलेक्ट्रिक ऊर्जा रूपांतरण	70

J L

पोर्टेबल इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों के लिए वैनेडियम रेडॉक्स फ्लो बैटरी आधारित चार्जिंग स्टेशन

परियोजना संदर्भ सं. डीएसटी/टीएमडी/एमईएस/2के18/54

केमिकल इंजीनियरिंग विभाग में आईआईटी दिल्ली की सस्टेनेबल एनवायरनर्जी रिसर्च लैब (एसईआरएल) वैनेडियम रेडॉक्स फ्लो बैटरी (वीआरएफ़बी) तकनीक पर सक्रिय रूप से काम कर रही है। हाल ही में, एक वीआरएफबी आधारित चार्जिंग स्टेशन, जिसे विशेष रूप से संस्थान के स्मार्ट कैंपस पहल के तहत डिजाइन किया गया है, का उद्घाटन परिसर में किया गया।

चार्जिंग स्टेशन को मोबाइल फोन, लैपटॉप, टैबलेट और पावर बैंक जैसे पोर्टेबल इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों को चार्ज करने के लिए डिज़ाइन किया गया है। आईआईटी दिल्ली समुदाय के साथ, संस्थान के आगंतुक वीआरएफबी आधारित चार्जिंग सुविधा का उपयोग करने में सक्षम होंगे। आईआईटी दिल्ली समुदाय के साथ, संस्थान के आगंतुक वीआरएफबी आधारित चार्जिंग सुविधा का उपयोग करने में सक्षम होंगे।

डॉ अनिल वर्मा केमिकल इंजीनियरिंग विभाग, आईआईटी दिल्ली के प्रोफेसर ने कहा कि उनके नेतृत्व में अनुसंधान समूह ने एसईआरएल में दूसरी पीढ़ी के प्रोटोटाइप को विकसित किया ताकि पर्यावरण के अनुकूल व्यवहार्य उत्पाद के रूप में तकनीकी और वैज्ञानिक योगदान लोगों को उपलब्ध हो सके। समाज। उन्होंने सूचित किया है कि समूह केडबल्यू स्तर की बैटरी स्टैक पर काम कर रहा है और परियोजना को डीएसटी, एमएचआरडी और आईआईटी दिल्ली द्वारा वित्त पोषित किया गया है।

"अनुसंधान दल ने विकसित प्रोटोटाइप के परिचालन डेटा को क्षेत्र की स्थितियों में एकत्र किया, ताकि डिजाइन और संचालन में उचित परिवर्तन अगले स्केल-अप संस्करण में शामिल किए जा सकें," प्रो वर्मा ने ऐसा वक्तव्य दिया।

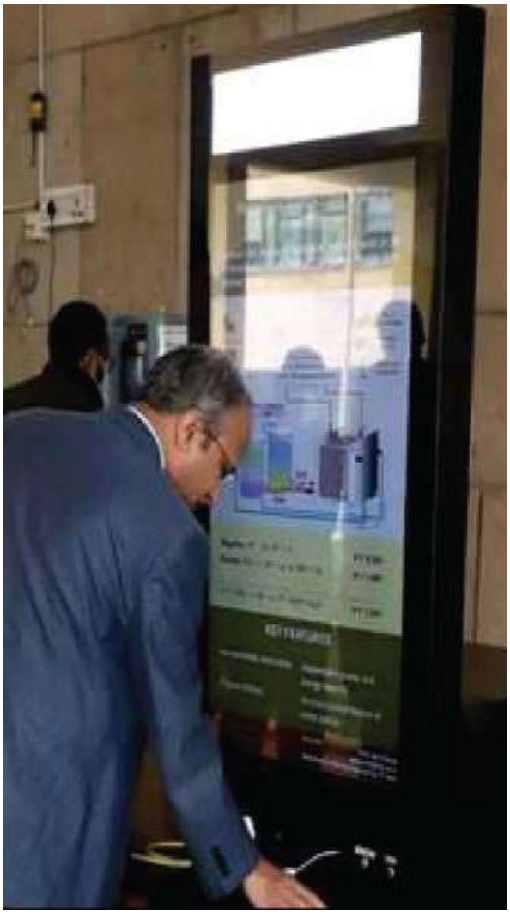
उप निदेशक (संचालन, और रणनीति और योजना) और अन्य गणमान्य व्यक्तियों की उपस्थिति में निदेशक प्रो. वी. रामगोपाल राव ने इस सुविधा का उद्घाटन किया।

वीआरएफबी क्या है: वीआरएफबी विद्युत ऊर्जा को स्टोर करने के लिए तरल इलेक्ट्रोलाइट का उपयोग करता है। चार्ज करने के दौरान, विद्युत ऊर्जा तरल इलेक्ट्रोलाइट में संग्रहीत होती है और निर्वहन के दौरान संग्रहीत ऊर्जा का उपयोग विभिन्न अनुप्रयोगों के लिए किया जाता है।

वीआरएफबी आधारित चार्जिंग स्टेशन कैसे काम करता है: फ्लो बैटरी चार्जिंग स्टेशन वीआरएफबी का उपयोग करता है, जिसे एसईआरएल टीम द्वारा स्वदेशी रूप से विकसित किया गया है। संग्रहीत ऊर्जा का उपयोग फ्लो बैटरी चार्जिंग स्टेशन में प्रदान किए गए विभिन्न चार्जिंग पोर्ट का उपयोग करके विभिन्न पोर्टेबल इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों जैसे मोबाइल फोन, लैपटॉप, पावर बैंक और टैबलेट आदि को चार्ज करने के लिए किया जा सकता है।टीम ने इसे एक दिन में लगभग 9 घंटे चार्ज करने के लिए डिजाइन किया है।

J L

वीआरएफबी की प्रमुख विशेषताऐं



प्रोफेसर वी. रामगोपाल राव, निदेशक,
आईआईटी **दिल्ली** द्वारा
पोर्टेबल फ्लो बैटरी आधारित चार्जिंग स्टेशन
का उद्घाटन

वीआरएफबी तकनीक में ग्रामीण विद्युतीकरण, वाहन चार्जिंग स्टेशन, वाणिज्यिक पावर बैक-अप आदि जैसे अनुप्रयोगों की एक विस्तृत श्रृंखला के लिए नवीकरणीय ऊर्जा का शून्य कार्बन सहित कुशलतापूर्वक भंडारण और उपयोग करने की क्षमता है।

यह गैर-प्रदूषणकारी (कोई उत्सर्जन नहीं), आसानी से स्केलेबल, सुरक्षित और पर्यावरण के अनुकूल, साथ ही अत्यधिक टिकाऊ है। प्रवाह और पारंपरिक बैटरी के बीच प्रमुख अंतरों में से एक शक्ति और ऊर्जा क्षमता की स्वतंत्र स्केलिंग है।

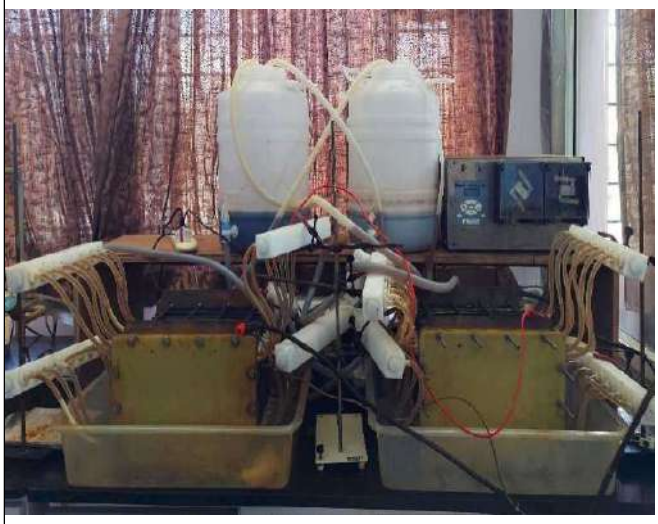
वीआरएफ़बी केडबल्यूएच से एमडबल्यूएच रेंज तक ऊर्जा स्टोर कर सकता है और पारंपरिक बैटरी के विपरीत कम लागत के साथ लंबे डिस्चार्ज समय के लिए उपयुक्त है। जहाँ भी डीजल जनरेटर का उपयोग किया जाता है, वहाँ यह तकनीक अत्यधिक उपयुक्त है।
डॉ. अनिल वर्मा

ऊर्जा भंडारण अनुप्रयोगों के लिए हरित और सस्ती लौह आधारित रेडॉक्स प्रवाह बैटरी

परियोजना संदर्भ सं. डीएसटी/टीएमडी/एमईएस/2के16/83

भारत में नवीकरणीय ऊर्जा की उपयोग दर बढ़ रही है और यह देश की ऊर्जा सुरक्षा और आर्थिक स्थिरता के दृष्टिकोण से महत्वपूर्ण है। पवन और सौर जैसे नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों की उपलब्धता आंतरायिक और अप्रत्याशित है। इसलिए, उत्पन्न होने पर ऊर्जा का भंडारण महत्वपूर्ण हो जाता है। कई ऊर्जा भंडारण प्रणालियां (ईएसएस) विकसित की गई हैं। हालाँकि, इनमें से अधिकांश भंडारण प्रणालियों की क्षमता सीमित है, महंगी हैं या गैर-नवीकरणीय और पर्यावरण की दृष्टि से अमित्र सामग्रियों और प्रक्रियाओं का उपयोग करती हैं। इसे संबोधित करने के लिए, उपयुक्त ऊर्जा भंडारण उपकरण महत्वपूर्ण हैं।

"सेंटर फॉर इनक्यूबेशन, इनोवेशन, रिसर्च एंड कंसल्टेंसी" (CIIRC), ज्योति इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी बेंगलुरु में "एनर्जी लैब" के वैज्ञानिक और इंजीनियरों ने आयरन इलेक्ट्रोलाइट आधारित रेडॉक्स फ्लो बैटरी (IRFB) के विकास में एक कठिन मील का पत्थर हासिल किया है। डीएसटी द्वारा, अपनी प्रमुख एमईएस योजना के तहत। टीम ने विकसित प्रवाह बैटरी का उपयोग करके 1 किलोवाट के प्रकाश भार का सफलतापूर्वक परीक्षण किया है और पाया है कि बैटरी में ग्रामीण भारत के घरों को बिजली देने की क्षमता है, इस प्रकार इसका सामाजिक और पर्यावरणीय प्रभाव पड़ता है, इसके अलावा यह देश में उपलब्ध विभिन्न घरेलू और औद्योगिक बैटरी के लिए एक संभावित प्रतियोगी है। बाजार। विकास, इलेक्ट्रोलाइट और अनुप्रयोगों के क्षेत्र (नवीकरणीय ऊर्जा क्षेत्र) के लिए उपयोग की जाने वाली सामग्री पर विचार करते हुए बैटरी को लागत प्रभावी और हरित प्रणाली के रूप में प्रचारित किया जा सकता है, प्रधान अन्वेषक डॉ. एच.बी. मुरलीधर और उनके सहयोगी अनारग्या डी, अनंत एम एस कहते हैं। समर्थ बी आर, अर्चित कामथ, डॉ संतोष एम एस, डॉ गीता प्रिया और डॉ नरेंद्र कुमार और डीएसटी से डॉ रंजीत कृष्ण पई द्वारा समन्वयित।



टीम ने हाल ही में इस पर एक पेटेंट दायर किया है और उनके अध्ययन के कुछ हिस्से एल्सेवियर और स्प्रिंगर द्वारा प्रकाशित

केंद्र प्रमुख डॉ कृष्णा वेंकटेश ने कहा, 'इस तकनीक में सीआईआईआरसी में विकसित एक सस्ते इलेक्ट्रोलाइट का इस्तेमाल किया जा रहा है। ये इलेक्ट्रोलाइट्स परंपरागत वैनेडियम इलेक्ट्रोलाइट्स की तुलना में उच्च तापमान पर काम कर सकते हैं और 70% अधिक ऊर्जा भंडारण करने में सक्षम हैं। बैटरियां उन बैटरियों की तुलना में स्वामित्व की कम लागत की पेशकश करती हैं जो लिथियम-आयन बैटरी जैसे अन्य रसायन शास्त्रों का उपयोग करती हैं। उन्होंने इस तथ्य को भी साझा किया कि अधिकांश घटकों को स्वदेशी रूप से विकसित किया गया था और महत्वपूर्ण मापदंडों को अनुकूलित किया गया था।

लचीलेपन के कारण, रेडॉक्स फ्लो बैटरी में आमतौर पर ऊर्जा भंडारण के साधन के रूप में उपयोग करने की उत्कृष्ट क्षमता होती है। लेकिन फिर भी, बैटरियों को दो कमियों का सामना करना पड़ा है जिसने उनके व्यापक उपयोग को बाधित किया है। पर्यावरण की दृष्टि से खतरनाक और टाक्सिक भारी धातु के लवणों का लगातार उपयोग होने वाला पहला ड्राबैक, जैसे वैनेडियम सल्फ्यूरिक एसिड में घुल जाता है और इलेक्ट्रोलाइट्स के रूप में उपयोग किया जाता है। दूसरा दोष कैथोड पर हाइड्रोजन का विकास है जो इलेक्ट्रोलाइट्स के अलग-अलग पीएच के कारण बैटरी के जीवन चक्र में बाधा डालता है।

टीम ने आयरन इलेक्ट्रोलाइट्स में लिगेंड जोड़े हैं जो इलेक्ट्रोलाइट के पीएच असंतुलन से बचने और बैटरी के जीवन चक्र को बढ़ाने में मदद करेंगे। इसके अलावा पहली बार कार्बन/ऑक्साइड आधारित इलेक्ट्रोकैटेलिस्ट के विभिन्न संयोजनों का प्रयोग किया गया है ताकि आईआरएफबी में उपयोग किए जाने वाले ग्रेफाइट फेल्ट इलेक्ट्रोड की सतह पर सक्रिय साइटों की संख्या को बढ़ाया जा सके और खराब दक्षता को दूर करने के लिए अतिरिक्त कार्यात्मक समूहों की शुरूआत को प्रभावी पाया गया।

टीम के पास भारतीय और वैश्विक बाजार में रेडॉक्स फ्लो बैटरियों को विकसित करने और बेचने के लिए एक उद्यम का प्रस्ताव करने और अंतिम मील कनेक्टिविटी हासिल करने में मदद करने की भविष्य की योजना है।

डॉ. एच.बी. मुरलीधर

सह - आचार्य

ज्योति इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, बैंगलोर hb.murali@gmail.com

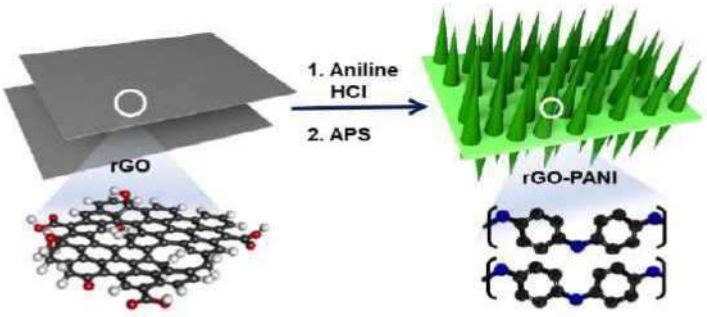
सुपरकैपेसिटर अनुप्रयोगों के लिए ग्राफीन-आधारित नैनोकम्पोजिट्स की खोज

परियोजना संदर्भ सं. डीएसटी/टीएमडी/एमईएस/2के18/50

अद्वितीय भौतिक-रासायनिक गुणों के कारण, ग्राफीन-आधारित सामग्री ऊर्जा भंडारण उपकरणों, विशेष रूप से सुपरकैपेसिटर के विकास के क्षेत्र में उभर रही है। सुपरकैपेसिटर के प्रदर्शन में सुधार का एक प्रभावी तरीका सक्रिय इलेक्ट्रोड सामग्री के रूप में नैनोकम्पोजिट सिस्टम का पता लगाना है। इसमें, हमने आरजीओ के इलेक्ट्रिकल डबल लेयर कैपेसिटेंस (ईडीएलसी) और पैनआई के स्यूडोकैपेसिटिव व्यवहार, जिसे हाइब्रिड-सुपरकैपेसिटर कहा जाता है, के संयोजन पर सुपरकैपेसिटर प्रदर्शन को संशोधित करने के लिए कम ग्रे-फीन ऑक्साइड (आरजीओ) नैनोशीट्स पर पॉलिमर पॉलीनीलाइन (पैनआई) का संचालन शुरू किया है। यहां संश्लेषित आरजीओ-पैनआई नैनोकम्पो-साइट आरजीओ शीट्स पर पैनआई के लंबवत संरेखित नैनोवायर सरणियों को प्रदर्शित करता है, जिसके परिणामस्वरूप एक प्रभावशाली सुपरकैपेसिटर प्रदर्शन होता है। जैविक इलेक्ट्रोलाइट के उपयोग पर ऊर्जा घनत्व (ईडी) मूल्य में वृद्धि का अनुमान है।

गैर-नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों की व्यापक कमी ऊर्जा के नवीकरणीय और कुशल विकल्प की मांग को बढ़ावा देती है। हालांकि सौर, पवन और हाइड्रोथर्मल जैसे नवीकरणीय स्रोतों से ऊर्जा का उत्पादन किया जा सकता है, भौगोलिक बाधाएं असंतुलित पहुंच लाती हैं और इस प्रकार कुशल ऊर्जा भंडारण उपकरणों की मांग की जाती है। बैटरी और सुपरकैपेसिटर सबसे आगे होने के साथ, ऊर्जा भंडारण के लिए सामग्री और प्रौद्योगिकियों पर भारी मात्रा में शोध केंद्रित किया गया है।

1. वास्तव में, बैटरी वर्तमान में विभिन्न स्तरों पर ऊर्जा भंडारण के लिए कार्यरत हैं, जबकि बाद की क्षमता को अभी तक इसकी अधिकतम क्षमता का अनावरण नहीं किया गया है।
2. सुपरकैपेसिटर को ऊर्जा भंडारण के लिए एक बेहतर विकल्प के रूप में देखा जाता है और उनके उच्च शक्ति घनत्व, उल्लेखनीय रूप से लंबे जीवन चक्र और पर्यावरण के अनुकूल प्रकृति के कारण इसकी भारी खोज की जा रही है।
3. अड़चन कम ऊर्जा घनत्व बनी हुई है जिसके कारण सुपर-कैपेसिटर अन्य ऊर्जा भंडारण उपकरणों से पिछड़ जाते हैं और बिजली घनत्व को प्रभावित किए बिना ऊर्जा घनत्व को बढ़ाने के लिए विभिन्न तरीकों का रूप से संश्लेषित कम ग्राफीन ऑक्साइड (आरजीओ) का पता लगाया गया था, जो प्राचीन ग्रेफीन के समान है और ग्रेफाइट (जीआर) से शुरू होने वाले टॉप¬डाउन दृष्टिकोण के बाद प्रयोगशाला में ग्राम-स्केल में आसानी से उत्पादित किया जा सकता है।
5. सुपरकैपेसिटर के प्रदर्शन को तब बढ़ाया जा सकता है जब धातु ऑक्साइड और कंडक्टिंग पॉलिमर जैसी रेडॉक्स सक्रिय सामग्री को आरजीओ के साथ मिश्रित किया जाता है और सक्रिय सामग्री के रूप में पेश किया जाता है, जहां ईडीएलसी और स्यूडोकैपेसिटेंस के सिन-र्जिस्टिक योगदान को साकार किया जा सकता है।
6. आरजीओ और पैनआई के संयोजन को पहले भी महसूस किया गया है, जहां एपीएस के विभिन्न दाढ़ अनुपात, अमोनियम परसल्फेट (एनीलाइन: एपीएस) द्वारा एनिलिन से पॉलीएनिलिन रूपांतरण किया गया था, हालांकि, विभिन्न सांद्रता के प्रभाव का अध्ययन नैनोकंपोजिट पर एनिलिन के संबंध में एपीएस गायब था।
7. 8. इसमें, हमने अन्य प्रतिक्रिया स्थितियों (यानी, एनिलिन एकाग्रता, तापमान, एसिड एकाग्रता) को खराब किए बिना एपीएस की एकाग्रता को व्यवस्थित रूप से भिन्न किया है और तीन नैनोकंपोजिट्स के सेट की जांच की है; (1) rGO-PANI-1 (ऐनिलीन: HCl: APS = 1: 1: 0.6), (2) rGO-PANI-2 (ऐनिलीन: HCl: APS = 1: 1: 1), और (3) rGO-पैनआई-3 (एनिलिन: एचसीएल: एपीएस = 1 : 1 : 1.2)। सभी नैनो-कंपोजिट में से rGO-PANI-1 ने अधिकतम विद्युत चालकता दिखाई और इसलिए इसका परीक्षण किया गया



9. जलीय माध्यम (चित्र 1) में एपीएस का उपयोग करके ऑक्सीडेटिव पोलीमराइजेशन प्रक्रिया के माध्यम से आरजीओ मैट्रिक्स पर एनिलिन का पोलीमराइजेशन किया गया था।

10. यहां नियोजित आरजीओ को नैनोकम्पोजिट्स (चित्रा एस1) के इलेक्ट्रोकेमिकली सक्रिय सतह क्षेत्र को बढ़ाने के लिए विशेष रूप से एक मेसोपोरस स्ट्रक्चर प्राप्त करने के लिए एक रिपोर्ट किए गए प्रोटोकॉल का पालन करके संश्लेषित किया गया है। rGO की फील्ड-एमिशन इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपिक (FESEM) छवियों ने झरझरा संरचना का समर्थन किया और नैनोकंपोजिट्स ने rGO शीट्स (चित्र 2 और S2) पर PANI के समान गठन को दर्शाया। आरजीओ शीट्स पर पैनआई नैनो-ओवर्स की लंबवत संरेखित सरणी सभी तीन नैनोकंपोजिट्स (चित्रा 2 और एस 2) की एफईएसईएम और उच्च रिज़ॉल्यूशन ट्रांसमिशन इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपिक (एचआरटीईएम) छवियों में स्पष्ट रूप से दिखाई देती है। यह उल्लेखनीय है कि आरजीओ पर इस तरह के सुव्यवस्थित पैनआई नैनोवायर आयनिक प्रसार पथ को कम करने और आंतरिक भागों में आयनों के परकोला-टियन को बढ़ाने के लिए उपयोगी हो सकते हैं, बदले में सक्रिय इलेक्ट्रोड के उपयोग को अधिकतम कर सकते हैं।

12. नैनोकंपोजिट्स के एफटीआईआर स्पेक्ट्रा को आरजीओ की जांच करने और नैनोकंपोजिट्स में पैनआई के गठन के लिए एकत्र किया गया था। ~1728, ~1621, और ~1064 सेमी-1 पर बैंड क्रमशः -C=O, -C=C-, -C-O-C- (epoxy) आरजीओ के कार्यात्मक समूहों के अनुरूप हैं। 11 इसके अलावा, चोटी की तीव्रता उल्लेखनीय रूप से कम हो गई है rGO, GO की तुलना में, GO से rGO (चित्र S3a) की सफल कमी का संकेत देता है। पैनआई के लिए ~ 1560 और ~ 1480 सेमी-1 पर सी = सी के लिए क्विनोनॉइड और बेंजीनॉइड रिंगों की स्ट्रेचिंग के लिए क्रमशः ~ 1295, ~ 1241 और ~ 1125 सेमी -1 पर सी-एन और सी-एच बेन्जेनॉइड के झुकने के लिए विशेषता चोटियों और क्विनॉइड रिंग्स ने नैनोकम्पोजिट्स (चित्र S3a) में PANI के गठन की पुष्टि की। 11-13 PANI के अनुरूप चोटियों को नैनो-कंपोजिट्स में उच्च तरंगों में स्थानांतरित कर दिया जाता है, जो rGO शीट्स और हाइड्रोजन बॉन्डिंग के बीच n-n इंटरैक्शन और हाइड्रोजन बॉन्डिंग के लिए जिम्मेदार है। बहुलक रीढ़।

की गई और धारिता का मान 0.5 A/g के वर्तमान घनत्व पर लगभग 450 F/g पाया गया जो बहुत अच्छा है। 4 A/g के उच्च वर्तमान घनत्व पर समाई 300 F/g से अधिक थी जो उल्लेखनीय है (चित्र S5d)। सामग्री के अधिकतम एड और पीडी की गणना क्रमशः 10 Wh/kg और 1000 W/kg के आसपास की गई थी (चित्र-ure 3b)। अंत में, हमने 1000 निरंतर चार्ज-डिस्चार्ज चक्रों का प्रदर्शन किया और कैपेसिटेंस के 70% से अधिक प्रतिधारण और कूलम्बिक दक्षता में 100% री-टेंशन का एहसास हुआ (चित्र S5e)। हमारा दृढ़ विश्वास है कि जैविक इलेक्ट्रोलाइट का उपयोग करने से हमारे आरजीओ आधारित सुपरकैपेसिटर की तरह कैपेसिटेंस मूल्य में काफी वृद्धि होगी।

14. सारांश, हमने विभिन्न एनिलिन के साथ तीन आरजीओ-पैनआई नैनोकंपोजिट्स को सफलतापूर्वक संश्लेषित किया है: एपीएस अनुपात और आरजीओ-पैनआई-1 1:0.6 अनुपात के साथ उच्चतम विद्युत चालकता प्रदर्शित करने के लिए मनाया गया। एफ़ईएसईएम छवियों ने PANI की लंबवत संरेखित सरणी का खुलासा किया। इसके अलावा, हमने rGO-PANI-1 से इलेक्ट्रोड बनाया है और ऊर्जा भंडारण उपकरणों, विशेष रूप से सुपर-परकैपेसिटर प्रदर्शन के प्रति इसकी गतिविधि का परीक्षण किया है।

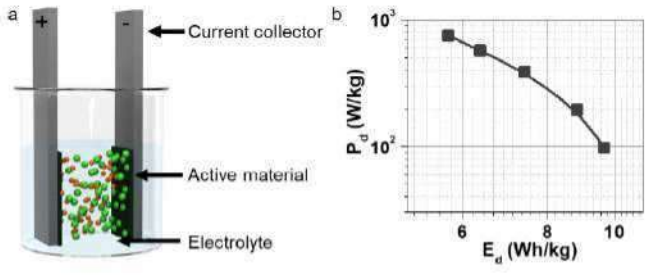


Figure 3. (a) Schematic of two-electrode setup for supercapacitor testing, and (b) Ragone plot of rGO-PANI-1.

उच्च ऊर्जा (10 Wh/kg) और शक्ति (1 kW/kg) घनत्व के साथ ग्रेविमीट्रिक समाई मान 450 F/g पाया गया। यह शोध rGO/ग्राफीन-आधारित सुपरकैपेसिटर के व्यावसायिक प्रोटोटाइप को सुधारने में उपयोगी होगा। SPEL पुणे में किए जाने वाले उत्पाद सत्यापन के लिए IISER पुणे में प्रूफ-ऑफ-कॉन्सेप्ट के रूप में कई प्रोटोटाइप विकसित किए गए हैं।

संदर्भ

(1) चू, एस।; मजूमदार, ए. सस्टेनेबल एनर्जी फ्यूचर के लिए अवसर और चुनौतियां। नेचर 2012, 488, 294-303।

(2) ली, एम।; लू, जे.; चेन, जेड., एमाइन, के. 30 ईयर्स ऑफ लीथियम-आयन बैटरीज। अभिभाषक। मेटर। 2018, 30, 1800561।

(3) यान, जे।; वांग, क्यू.; वेई, टी.; फैन, जेड। उच्च ऊर्जा घनत्व-संबंधों के साथ इलेक्ट्रोकेमिकल सुपरकैपेसिटर के डिजाइन और निर्माण में हालिया प्रगति। अभिभाषक। एनर्जी मैटर। 2013, 4, 1300816

(4) गीम, ए.के.; नोवोसेलोव, के.एस. ग्राफीन का उदय। नट। मेटर। 2007, 6, 183-191

(5) चुआ, सी.के.; प्यूमेरा, एम. केमिकल रिडक्शन ऑफ़ ग्राफीन ऑक्साइड: ए सिंथेटिक केमिस्ट्री व्यूप्वाइंट। रसायन। समाज। रेव. 2014, 43, 291-312

(6) झा, पी.के.; सिंह, एस.के.; गटला, एस.; मैथन, ओ.; कुरुंगोट, एस.; बल्लव, एन. पीबी2+-एन बॉन्डिंग केमिस्ट्री: उच्च-प्रदर्शन सुपरकैपेसिटर इलेक्ट्रोड उत्पन्न करने के लिए पॉलीएनिलाइन-पीबी नैनोक्रिस्टल अपशिष्ट का पुनर्चक्रण। जे भौतिक। रसायन। सी 2016, 120, 911-918।

(7) (हुआंग, जेड.; ली, एल.; वांग, वाई.; झांग, सी.; लियू, टी. पॉलीएनिलाइन/ग्राफीन इलेक्ट्रोकंपोसिट हाई-प्रस्तुत सुपर-परकैपेसिटर की ओर: एक समीक्षा। कॉम्प. कॉम। 2018, 8, 83-91।

(8) ली, एल.;राजी, ए.ओ.;फी, एच.;यांग, वाई.;सैमुअल, ई.एल.;टूर, जे.एम. नैनो-कम्पोजिट ऑफ पॉलीएनिलाइन नैनोरोड्स ग्रोन ऑन ग्रे-फीन नैनोरिबन्स फॉर हाइली कैपेसिटिव स्यूडोकैपेसिटर। एसीएस एपल मैटर इंटरफेस 2013, 5, 6622-6627।

(9) जू, जे.; वांग, के.; जू, एस.; हान, बी.; ऊर्जा भंडारण के लिए सिनर्जिस्टिक प्रभाव के साथ ग्राफीन ऑक्साइड शीट्स पर वेई, जेड। पदानुक्रमित नैनोकॉम्पो-साइट्स ऑफ पॉलीएनिलिन नैनोवायर एरे। एसीएस नैनो 2010, 4, 5019-5026।

(10) झा, पी.के.; गुप्ता, के.; देबनाथ, ए.के.; राणा, एस.; शर्मा, आर.; बल्लाव, एन. 3डी मेसोपोरस रिड्यूस्ड ग्राफीन ऑक्साइड विथ रिमार्केबल सुपरका-पेसिटिव परफॉरमेंस। कार्बन 2019, 148, 354- 360।

(11) हू, एन; झांग, एल.; यांग, सी.; झाओ, जे.; यांग, जेड।; वेई, एच.; लियाओ, एच.; फेंग, जेड.; फिशर, ए.; झांग, वाई एट अल। ग्राफीन लपेटे हुए पोलीनीलाइन नैनोफाइबर के तीन-आयामी कंकाल नेटवर्क: उच्च-प्रदर्शन लचीले सॉलिड-स्टेट सुपरकैपेसिटर के लिए एक उत्कृष्ट संरचना। विज्ञान। प्रतिनिधि 2016, 6, 19777।

(12) झांग, वाई; लियू, जे.; झांग, वाई।; लियू, जे.; डुआन, वाई। माइक्रोवेव अवशोषित सामग्री के लिए कम ग्राफीन ऑक्साइड नैनोशीट्स पर संरेखित पॉलीनीलाइन नैनोरोड्स के पदानुक्रमित नैनोकंपोजिट्स का सहज संश्लेषण। आरएससी एड। 2017, 7, 54031-54038।

(13) वांग, एल.; ये, वाई।; लू, एक्स।; वेन, जेड.; ली, जेड।; हौ, एच.; सॉग, वाई. हायर-आर्किकल नैनोकंपोजिट्स ऑफ पॉलीएनिलिन नैनोवायर एरेज़ ऑन रिड्यूस्ड ग्रे-फीन ऑक्साइड शीट्स फॉर सुपरकैपेसिटर। विज्ञान। प्रतिनिधि 2013, 3, 3568।

(14) कुमार, एन.ए.; चोई, एच.; शिन, वाई.आर.; चांग, डी. डब्ल्यू.; दाई, एल.; कुशल इलेक्ट्रोकेमी-कैल सुपरकैपेसिटर के लिए बेक, जे। पॉलीनीलाइन-ग्राफ्टेड कम ग्राफीन ऑक्साइड। एसीएस नैनो 2012, 6, 1715-1723।

(15) झा, पी.के.; सिंह, एस.के.; कुमार, वी.; राणा, एस.; कुरुंगोट, एस.; बल्लव, एन. रासायनिक रूप से कम किए गए ग्रे-फीन ऑक्साइड का उच्च-स्तरीय सुपरकैपेसिटिव प्रदर्शन। केम 2017, 3, 846-860।

(16) वांग, के.; हुआंग, जे.; वेई, ज़ेड. उच्च निष्पादन सुपरकैपेसिटर के लिए पॉलीएनिलिन नैनोवायर अर-किरणों का संचालन। जे भौतिक। रसायन। सी 2010, 114, 8062-8067।

(17) मेंग, वाई।; वांग, के.; झांग, वाई।; फ्लेक्सिबल सुपरकैपेसिटर के लिए सुपीरियर रेट परफॉर्मेंस के साथ वेई, जेड. हाइरार्किकल पोरस ग्रे-फीन/पॉलीनिलाइन कम्पोजिट फिल्म। अभिभाषक। मेटर। 2013, 25, 6985-6990।

डॉ. निर्माल्य बल्लव

सह - आचार्य

भारतीय विज्ञान शिक्षा और अनुसंधान संस्थान, पुणे nballav@iiserpune.ac.in

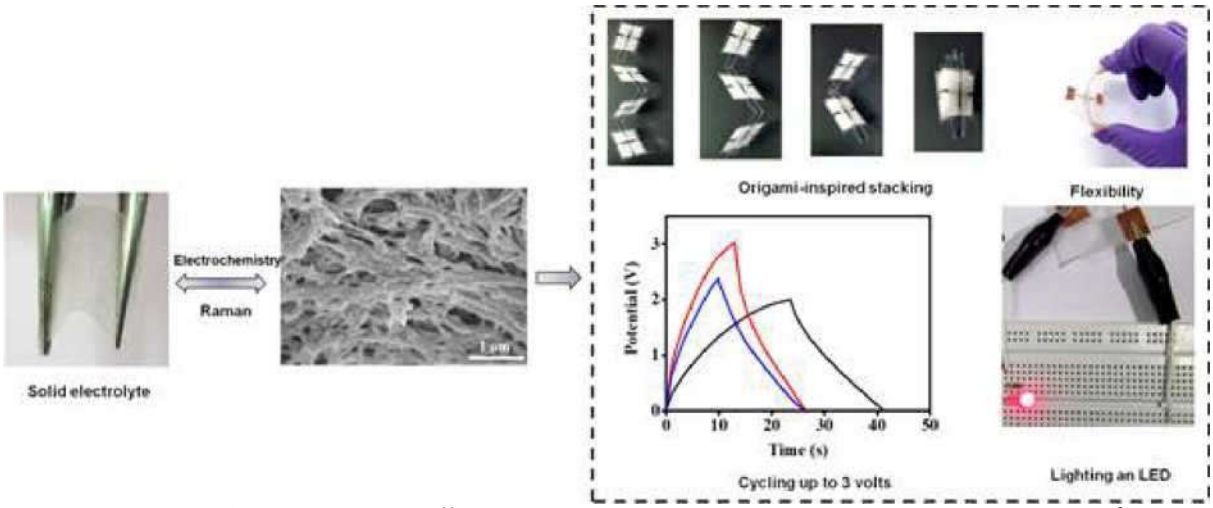
J L

4

उच्च प्रदर्शन पहनने योग्य ऊर्जा भंडारण हेतु आयनिक तरल-आधारित ठोस इलेक्ट्रोलाइट

परियोजना संदर्भ सं. डीएसटी/टीएमडी/एमईएस/2के17/41

इंटरनेट ऑफ थिंग्स के इस स्मार्ट युग में लघु ऊर्जा भंडारण घटकों में लचीलापन सबसे अधिक मांग वाली और अपरिहार्य विशेषताओं में से एक है। व्यावहारिक प्रयोज्यता को सीमित करने वाली एक बड़ी बाधा ऐसे लचीले ऊर्जा भंडारण उपकरणों की कम परिचालन क्षमता वाली खिड़की है। पारंपरिक ऊर्जा भंडारण समाधान उच्च परिचालन वोल्टेज के लिए आयनिक-तरल इलेक्ट्रोलाइट्स का उपयोग करते हैं। हालांकि, ठोस अवस्था के लचीले उपकरणों के लिए आयनिक-तरल इलेक्ट्रोलाइट्स को एनकैप्सुलेट करना अव्यावहारिक है। इसलिए चुनौती सॉलिड-स्टेट उपकरणों में लिक्विड-स्टेट आयनिक-लिक्विड इलेक्ट्रोलाइट के साथ प्राप्त प्रदर्शन को दोहराने में निहित है।



रसायन विज्ञान विभाग, भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान बॉम्बे में प्रो. सुब्रमण्यम के समूह द्वारा विकसित एक मितव्ययी रणनीति आयनिक-तरल को बायोपॉलिमर मैट्रिक्स में उपयुक्त रूप से स्थिर करके इस बाधा को दूर करती है। तदनुसार, सक्रिय प्रवाहकीय घटक के रूप में आयनिक-तरल के साथ एक ठोस-राज्य जेल इलेक्ट्रोलाइट की सूचना दी गई है। महत्वपूर्ण रूप से, जांच ठोस इलेक्ट्रोलाइट के भीतर आयन¬ट्रांसपोर्ट माइक्रोस्ट्रक्चर को अनुकूलित करने के लिए डिजाइन सिद्धांत और विधि को इंगित करती है और इस तरह सुपरकैपेसिटर से उच्च प्रदर्शन प्राप्त करती है। इसके अलावा, माइक्रो-रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी की सहायता से ऐसे आयन-ट्रांसपोर्ट चैनलों की उपस्थिति को प्रत्यक्ष रूप से देखा गया है। यह ठोस-इलेक्ट्रोलाइट और अंतिम उपकरण के लिए संरचना-संपत्ति-फंक्शन सहसंबंध को सक्षम करता है।

एक सुपरकैपेसिटिव जंक्शन ठोस-इलेक्ट्रोलाइट में कार्बन नैनोट्यूब तारों को आपस में जोड़कर बनाया जाता है, ठीक उसी तरह जैसे एक दर्जी कपड़ों को सिलता है। इसके परिणामस्वरूप प्रत्येक जंक्शन पर एक सुपरकैपेसिटर बनता है जहां दो ऐसे धागे प्रतिच्छेद करते हैं। अध्ययन के प्रमुख लेखक मिहिर कुमार झा कहते हैं, "डिवाइस को बनाने के लिए इस तरह की एक सरल लेकिन सुरुचिपूर्ण कार्यनीति का मतलब गैर-लिथोग्राफिक और माइक्रोसुपरकैपेसिटर के स्केलेबल गठन से है।" इस तरह का एक विलक्षण जंक्शन 3 वोल्ट तक काम कर सकता है, जो पहनने योग्य इलेक्ट्रॉनिक्स के लिए इसकी प्रयोज्यता को दर्शाता है। डिवाइस का डिज़ाइन और फॉर्म-फैक्टर ओरिगैमी के जापानी कला-रूप के समान, फोल्डिंग और स्टैकिंग द्वारा कई उपकरणों के सहज इंटरकनेक्शन को भी सक्षम बनाता है। इस तरह, डिवाइस के समग्र

चूंकि डिवाइस उत्कृष्ट प्रदर्शन मेट्रिक्स (50 Wh/kg; 4400 W/kg) प्रदर्शित करता है, इसलिए लेखक तेजी से विकसित होने वाले पहनने योग्य डिवाइस के तत्काल अनुप्रयोग की उम्मीद करते हैं। वास्तव में, एक जंक्शन का उपयोग करके एक प्रकाश उत्सर्जक-डायोड (एलईडी) को रोशन करके डिवाइस की कार्यात्मक तत्परता का प्रदर्शन किया गया है।

यह काम अंतरराष्ट्रीय सहकर्मी-समीक्षित पत्रिकाओं (ACS Appl. Electron. Mater. 2020, 2, 3, 659-669 और ACS Appl. Mater. Interfaces 2019, 11,20, 18285-18294) में प्रकाशित हुआ है और इसके द्वारा वित्त पोषित और समर्थित है। विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग, भारत का प्रौद्योगिकी मिशन प्रभाग (ऊर्जा और जल) (डीएसटी/टीएमडी/एमईएस/2के17/41)।

डॉ. सी. सुब्रमण्यम

सह - आचार्य

भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान

5

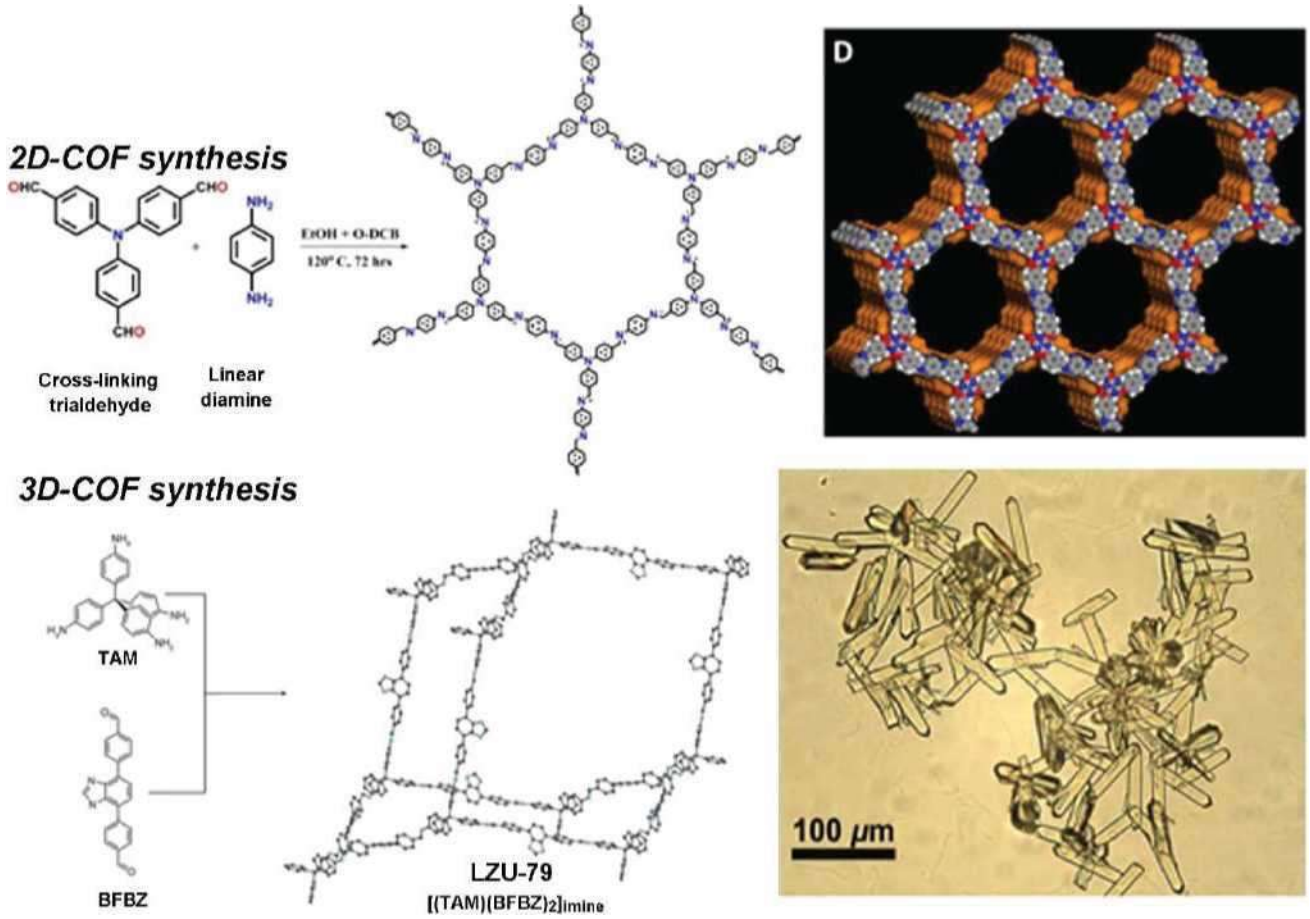
हल्के भार वाले भंडारण उपकरणों हेतु सहसंयोजक जैविक ढांचा

परियोजना संदर्भ सं. डीएसटी/टीएमडी/एमईएस/2के17/103

बैटरी और सुपरकैपेसिटर संभवतः सबसे व्यावहारिक ऊर्जा-भंडारण उपकरण हैं जो वैश्विक समाज की मोबाइल ऊर्जा मांगों को पूरा कर सकते हैं। गतिशीलता में वजन उठाना शामिल है; कम वजन का मतलब है रिचार्ज से पहले चलने की लंबी अवधि। यह विभिन्न आकारों और ज़रूरतों के गैजेट को फिर से आकार देता है, उदाहरण के लिए, फ़िट-बिट्स से लेकर बड़े ऑटोमोबाइल तक। बैटरी ऐसे हर उपकरण का मुख्य बिन्दु है, अगर उन्हें उच्च ऊर्जा और ऊर्जा घनत्व के साथ हल्का बनाया जा सकता है, तो यह सभी जरूरतों को पूरा करेगा। हालांकि, एक साथ उच्च ऊर्जा और बिजली घनत्व एक चुनौती है, और इससे भी बड़ी चुनौती तेजी से चार्जिंग-डिस्चार्जिंग समय और लंबा चक्र जीवन है। जबकि कैपेसिटर तेजी से भंडारण और चार्ज (पावर डिवाइस) को जारी करने में मदद करते हैं, बैटरी लंबे समय तक बिजली (ऊर्जा उपकरण) की आपूर्ति में मदद करती हैं। भविष्य के मोबाइल उपकरण हाइब्रिड सुपरकैपेसिटर-बैटरी डिवाइस द्वारा चलाए जाने वाले हैं। नई सिंथेटिक सामग्रियों से जुड़े इस क्षेत्र में गहन शोध न केवल अकादमिक है बल्कि मूल्यवान आईपी और संभावित रूप से एक प्रौद्योगिकी उत्पन्न करने का अवसर प्रदान करता है। बैटरी ऐसे हर उपकरण का मुख्य बिन्दु है, अगर उन्हें उच्च ऊर्जा और ऊर्जा घनत्व के साथ हल्का बनाया जा सकता है, तो यह सभी जरूरतों को पूरा करेगा। हालांकि, एक साथ उच्च ऊर्जा और बिजली घनत्व एक चुनौती है, और इससे भी बड़ी चुनौती तेजी से चार्जिंग-डिस्चार्जिंग समय और लंबा चक्र जीवन है।

वर्तमान में, ग्रेफाइट एक वाणिज्यिक धातु-आयन बैटरी का एनोड बनाता है और अकार्बनिक ऑक्साइड में कैथोड शामिल होते हैं। इसके अलावा, ग्रेफाइट की सैद्धांतिक क्षमता पहले ही पहुंच चुकी है, जो एनोड प्रदर्शन को बढ़ाने के लिए और कोई गुंजाइश नहीं देती है। इस बीच, ऑक्साइड-आधारित कैथोड की आपूर्ति करने वाले लिथियम को बदलना आसान नहीं है। इस प्रकार एनोड बैटरी के प्रदर्शन में सुधार के लिए जगह प्रदान करता है। उच्च ऊर्जा और शक्ति घनत्व, तेजी से चार्जिंग-डिस्चार्जिंग और हल्के वजन के साथ कुशल ग्रेफाइट-जैसे एनोड्स बनाना, लेकिन अधिक सिंथेटिक ट्यूनेबिलिटी के साथ वांछनीय है।

सहसंयोजक कार्बनिक ढांचे (सीओएफ) प्रकाश परमाणुओं सी, एच, ओ, और एन से बने क्रिस्टलीय कार्बनिक बहुलक हैं। ये हल्के बैटरी के लिए आदर्श उम्मीदवार हो सकते हैं। सीओएफ के कई फायदे हैं (i) उन्हें आदेशित नैनोपोर्स के साथ 100% क्रिस्टलीय बनाया जा सकता है। (ii) क्रिस्टलोग्राफी और माइक्रोस्कोपी का उपयोग करके संरचना को परमाणु-परिशुद्धता के लिए निर्धारित किया जा सकता है। (iii) उनकी रूपरेखा रचना और रसायन को आणविक स्तर पर ट्यून किया जा सकता है। अब, यदि उनके जैविक ढांचे को इलेक्ट्रॉनिक रूप से संचालन/रेडॉक्स-सक्रिय होने के लिए ट्यून किया गया है, तो वे शायद सबसे कम चार्ज-ट्रांसफर और मास-ट्रांसफर प्रतिरोधों के साथ सबसे अच्छे एनोड होंगे। साथ ही, उनके संयुग्मित ढांचे धातु आयनों के साथ बातचीत कर सकते हैं और प्रति ग्राम और मात्रा में बहुत अधिक सक्रिय साइट प्रदान कर सकते हैं। उनके बड़े माइक्रो-मेसोपोर रैपिड-चार्ज डिस्चार्ज विशेषताओं का पक्ष ले सकते हैं।

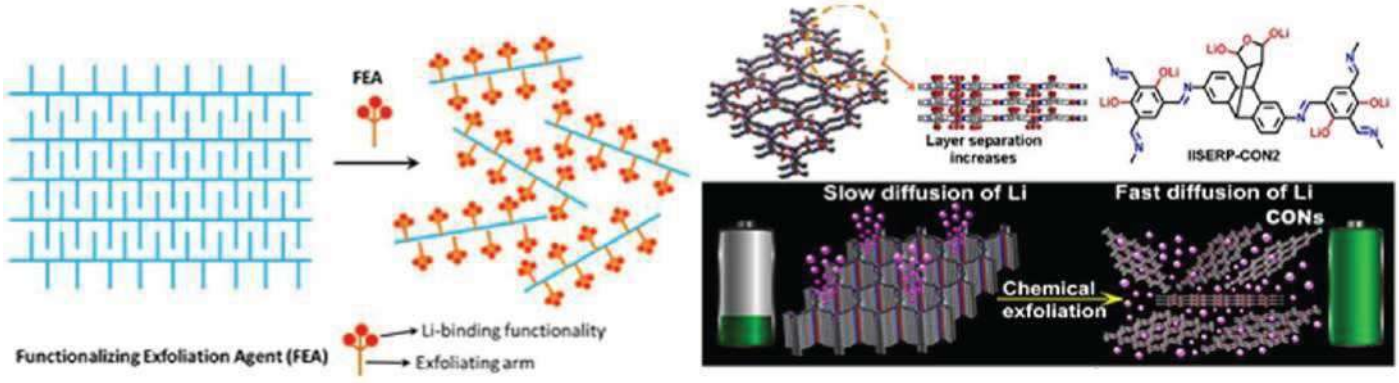


चित्र 2. मेसोपोरस चैनलों से यूनिफ़ॉर्म दिखाते हुए एक इमाइन-लिंक्ड 2डी सीओएफ। इन्हें आमतौर पर पॉलीक्रिस्टलाइन पाउडर के रूप में प्राप्त किया जाता है। टेट्राहेड्रल बिल्डिंग यूनिट्स से विकसित एक 3D COF। शुद्ध सजातीय एकल क्रिस्टल देखे जा सकते हैं।

उन्नत झरझरा सामग्री प्रयोगशाला, आईआईएसईआर पुणे में कार्य:ली-आयनों के साथ इसे और अधिक संवादात्मक बनाने के लिए एक सीओएफ ढांचे को हेटेरोटॉम्स (एन, पी, एस) के साथ समृद्ध किया जा सकता है, और इसे ग्रेफाइट स्टोर करने की तुलना में अधिक ली-आयन स्टोर करने के लिए बनाया जा सकता है।

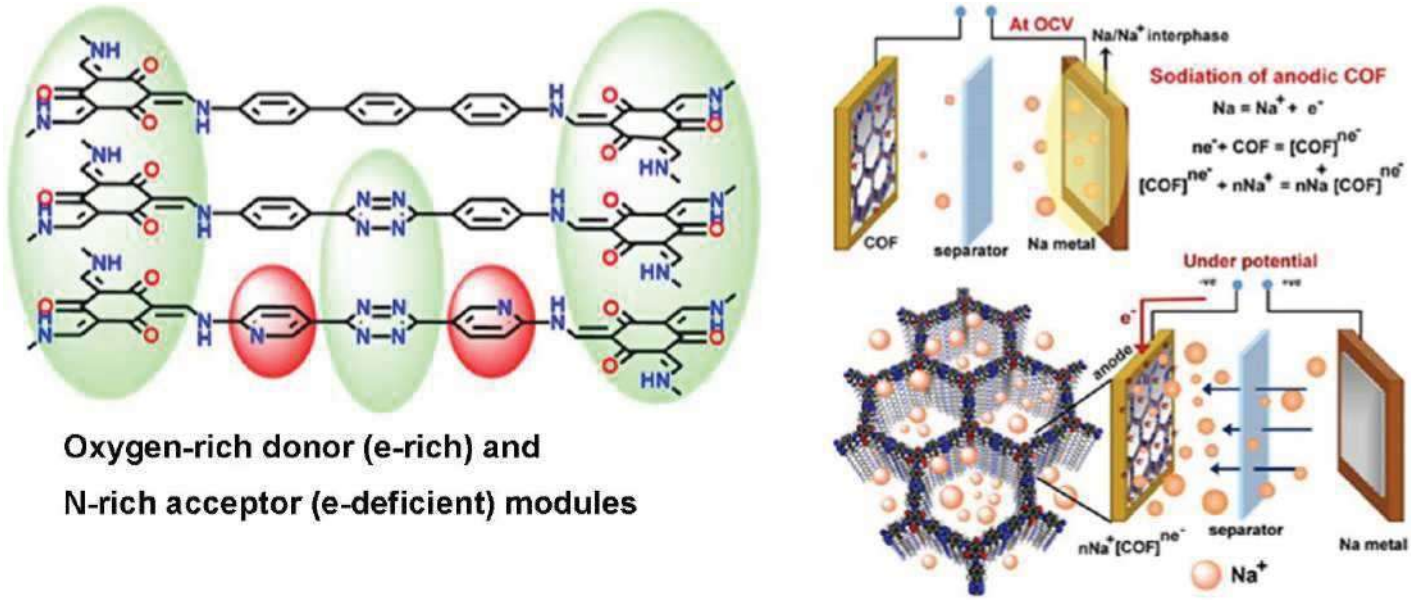
/

हमारी एक परियोजना का उद्देश्य ली-आयनों के तेजी से प्रसार की अनुमति देने में सक्षम कुछ-परत मोटी नैनोशीट्स के लिए ऐसे एन-समृद्ध सीओएफ़ को एक्सफोलिएट करना है। सीओएफ़ का एक्सफोलिएशन स्वयं एक यांत्रिक विधि जैसे सोनिकेशन या अधिक नियंत्रित रासायनिक विधि द्वारा लाया जा सकता है। हमने "फंक्शनल एक्सफोलिएशन एजेंट" (एफ़ईए) एक रासायनिक एक्सफोलिएशन की अवधारणा तैयार की है, जहां रासायनिक प्रजातियां सहसंयोजक रूप से सीओएफ़ परतों से जुड़ती हैं और उन्हें अलग करती हैं (इन-प्लेन परतों को परेशान किए बिना)। विशेष रूप से, एफ़ईए स्वयं पूर्व-डिज़ाइन किए गए धातु-आयन इंटरैक्शन साइटों को ले जाता है। इस प्रकार, एफ़ईए का उपयोग करके किए गए रासायनिक एक्सफोलिएशन के परिणामस्वरूप धातु-आयन इंटरैक्शन साइटों में वृद्धि और द्रव्यमान और चार्ज ट्रांसफर विशेषताओं में वृद्धि के साथ कार्यात्मक सीओएफ़ नैनोशीट्स का परिणाम होगा। इस तरह के सीओएफ़एस को ली-आयन बैटरियों के लिए बेहतर ग्रेविमेट्रिक क्षमता वाले एनोड्स में इंजीनियर किया जा सकता है, जिससे उन्हें मोबाइल बैटरियों के अनुरूप बनाया जा सकता है। उनकी जैविक प्रकृति उन्हें कई थोक सामग्रियों जैसे पॉलिमर, कागज, वस्त्र और अकार्बनिक के साथ अच्छी तरह से मिश्रण करने में सक्षम बनाती है। जब बैटरी इलेक्ट्रोड बनाने की बात आती है तो इससे फायदा होता है।



चित्र 4. बायाँ: COF में "कार्यात्मक एक्सफोलिएशन एजेंट (FEA)" अवधारणा का एक योजनाबद्ध चित्रण। दाएं: सीओएफ का डायल्स-एल्डर रासायनिक एक्सफोलिएशन और यह दिखाता है कि कैसे एक्सफोलिएशन ली-आयन लोडिंग और लोडिंग की गति को बढ़ा सकता है।

एक अन्य पहलू में, हम सीओएफ-एनोड्स बनाते हैं जिनमें पूर्व-डिज़ाइन किए गए इलेक्ट्रॉन-समृद्ध और कमी वाले मॉड्यूल होते हैं, और उनके स्टोइकोमेट्री को एक समग्र इलेक्ट्रॉन-कमी ढांचे के पक्ष में समायोजित किया जा सकता है। एनोड्स के रूप में बनाए जाने पर, ऐसे ढांचे बाहरी सर्किट से बहने वाले इलेक्ट्रॉनों को स्वीकार करने और जमा करने की प्राकृतिक प्रवृत्ति दिखाएंगे। एनोड पर यह इलेक्ट्रॉन-समृद्धि, बदले में, इलेक्ट्रोलाइट से धनात्मक आवेशित धातु आयनों के लिए एक प्रेरक शक्ति स्थापित करेगी। धातु-आयनों के प्रवाह की तीव्रता सीधे चार्जिंग और डिस्चार्जिंग दरों को प्रभावित करेगी।



चित्र 5. बायाँ: बायाँ: COF के इलेक्ट्रॉन-समृद्ध और कमी वाले मॉड्यूल पर एक ज़ूम-इन, N-समृद्ध, ई-डिडिसेंट केंद्रों की अधिक सांद्रता COF को ई-कमी बनाती है। दाएं: ऐसे COF से बना बैटरी एनोड आने वाले Na+ आयनों के लिए बाहरी सर्किट ड्रिफिंग बल से इलेक्ट्रॉनों को ग्रहण करता है।

इस तरह का डिजाइन हल्के वजन वाली रैपिड चार्ज-डिस्चार्ज सोडियम-आयन बैटरी बनाने के लिए बेहद फायदेमंद होगा। उनके अपेक्षाकृत बड़े आकार और प्रतिकूल ऊष्मप्रवैगिकी के कारण जब कार्बन एनोड्स के साथ बातचीत करने की बात आती है, तो सोडियम आयन व्यावहारिक बैटरी अनुप्रयोगों के लिए योग्य नहीं होते हैं। जैसा कि ऊपर बताया गया है, हम मेसोपोरस सीओएफ के इलेक्ट्रॉनिक्स को ट्यून करके सोडियम-आयन बैटरी के लिए विशेष एनोड बनाएंगे।

लिथियम की तुलना में सोडियम की प्रचुरता और कम लागत, यह गेम-चेंजिंग बैटरी तकनीक की अनुमति देगा।

सीओएफ़ समीक्षाओं, इलेक्ट्रो-कैटलिसिस और चार्ज-स्टोरेज संबंधी कार्यों के लिए चयनित संदर्भ

1. के. गेंग, टी. हे, आर. लियू, के. टी. टैन, जेड. ली, एस. ताओ, वाई. गोंग, क्यू. जियांग और डी. जियांग, केम रेव, 2020. डीओआई: 10.1021/

2. एम. एस. लोहसे और टी. बेन, एडवोकेट। मेटर, 2018, 28, 1705553।

3. आर. पी. बिसबे और डब्ल्यू. आर. डिचटेल, एसीएस सेंट साइंस, 2017, 3, 533-543।

4. सी. एस. डिक्स और ओ. एम. याघी, विज्ञान, 2017, 355, ईएएल 1585।

5. एम. एस. लोहसे, टी. बेन, एडवोकेट. मेटर। 2018, 28, 1705553.

6. क्यू मेंग, के काई, वाई चेन, एल चेन, नैनो एनर्जी 2017, 36, 268।

7. आई. शोडन, ए. गांगुली, एल. सी. चेन, के. एच. चेन, एनर्जी साइंस एंड इंजीनियरिंग 2015, 3, 2-26.

8. एम वांग, एच गुओ, आर झू, क्यू ली, एच लियू, एन वू, डब्ल्यू याओ, डब्ल्यू यांग, केमइलेक्ट्रोकेम 2019, 6, 2984।

9. फैक्सिंग वांग, जियोंगवेई वू, शिन्हाई युआन, जैचुन लियू, यी झांग, एक लिजुन फू, युसोंग झू, क़िंगमिंग झोउ, युपिंग वू और वेई हुआंग, केम सोक रेव, 2017,46, 6816-6854।

10. एस. हलदर, आर. कुशवाहा, आर. मैती और आर. वैद्यनाथन, एसीएस मेटर। लेट, 2019, 1, 490-497।

11. एस. हलदर, के. रॉय, एस. नंदी, डी. चक्रवर्ती, डी. पुथुसेरी, वाई. गवली, एस. ओगले और आर. वैद्यनाथन, एडवोकेट एनर्जी मैटर, 2018, 8, 1702170।

12. एस. हलदर, के. रॉय, आर. कुशवाहा, एस. ओगले और आर. वैद्यनाथन, एडवोकेट एनर्जी मैटर, 2019, 9, 1902428।

13. हलदर, एम. घोष, ए. खयूम एम, एस. बेरा, एम. अदीकौट, एच. एस. सस्मल, एस. कराक, एस. कुरुंगोट और आर. बनर्जी, जे. एम. केम. सोक, 2018, 140, 10941-10945।

14. डी. मुलंगी, वी. धावले, एस. शालिनी, एस. नंदी, एस. कोलिन्स, टी. वू, एस. कुरुंगोट और आर. वैद्यनाथन, एडवोकेट एनर्जी मैटर, 2016, 6, 1600110।

15. एस. नंदी, एस. के. सिंह, डी. मुलंगी, आर. इलाथवलप्पिल, एल. जॉर्ज, सी. पी. विनोद, एस. कुरुंगोट और आर. वैद्यनाथन, एडवोकेट एनर्जी मैटर, 2016, 6, 1601189।

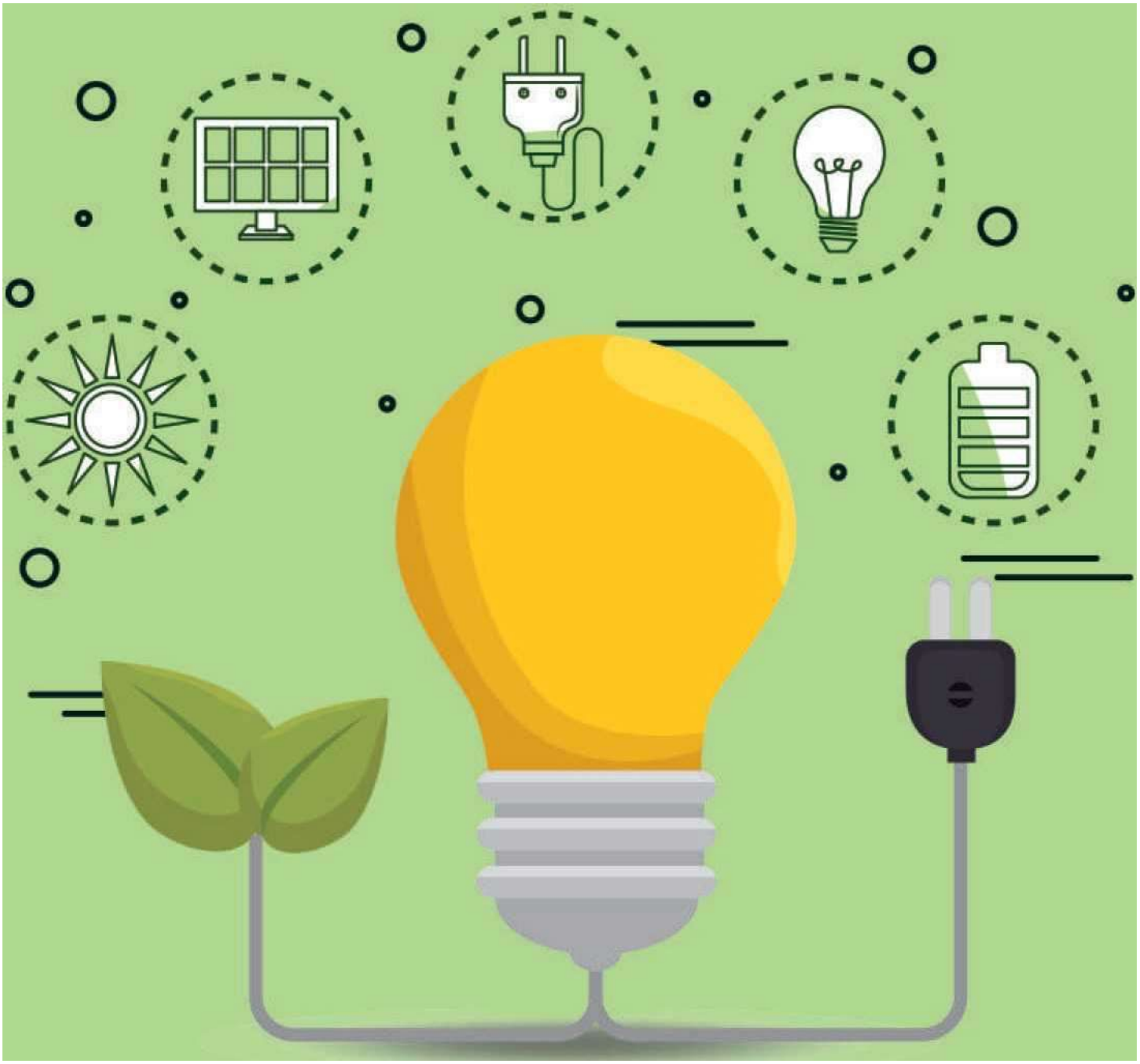
16. एल. एस्चेरल, टी. सिक, जे. टी. मार्ग्रा, एस. एच. लैपिडस, एम. कैलिक, सी. हेटस्टेड, के. करागियोसोफ, एम. डोब्लिंगर, टी. क्लार्क, के. डब्ल्यू. चैपमैन, एफ. ऑरास और टी. बेन, नेचर केमिस्ट्री, 2016, 8, 310-316.

डॉ. आर. वैद्यनाथन

सह - आचार्य

भारतीय विज्ञान शिक्षा और अनुसंधान संस्थान, पुणे

Vaidhya@iiserpune.ac.in



6. उपकरणों को चार्ज करने का सोडियम तरीका

सोडियम आधारित हाइब्रिड ऊर्जा भंडारण उपकरण: पहनने योग्य से लेकर लघु अनुप्रयोगों तक

परियोजना संदर्भ सं. डीएसटी/टीएमडी/एमईएस/2के16/114

हर कोई ऊर्जा भंडारण उपकरण चाहता है जो उनकी जरूरतों को पूरा करे। उदाहरण के लिए, कोई व्यक्ति जो अपने कार्यालय डेस्क पर चार्जर के तारों की उलझन से जूझता है, वह ऐसी बैटरी का सपना देखेगा जिसकी क्षमता हफ्तों तक चल सकती है। इलेक्ट्रिक वाहनों को गैसोलीन से चलने वाली कारों के साथ प्रतिस्पर्धा करनी होगी। अन्यथा, इलेक्ट्रिक कार चालक चार्जिंग स्टेशन से दूर फंसे होने से बचने के लिए सावधानीपूर्वक अपने मार्गों की योजना बनाना चाहेंगे। इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IoT) डिजाइन के लघुकरण के लिए बेहतर प्रदर्शन करने वाले माइक्रो-सुपरकैपेसिटर की आवश्यकता होगी। भविष्य में, हम लघु पहनने योग्य, लचीले इलेक्ट्रॉनिक्स को लघु भंडारण उपकरणों के साथ शक्ति देना चाह सकते हैं। इसलिए, यह समझना महत्वपूर्ण है कि कोई भी "एनर्जी स्टोरेज डिवाइस" नहीं है जो हमारी सभी जरूरतों को पूरा कर सके। बड़े पैमाने पर टेस्ला के पावर पैक से लेकर ऑस्ट्रेलिया के मोंटेरी में 730 मेगावाट घंटे की ऊर्जा प्रदान कर सकता है, दुनिया भर में हर साल 600,000 से अधिक पेसमेकर को शक्ति प्रदान करने वाली छोटी बैटरी तक, अनुप्रयोग बहुत अलग हैं।

इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च तिरुवनंतपुरम में, डॉ शैजुमोन, एसोसिएट प्रोफेसर एम.एम. के नेतृत्व में एक टीम।, ने ऐसे अनुप्रयोग-विशिष्ट हाइब्रिड ऊर्जा भंडारण उपकरणों के लिए विभिन्न सामग्रियों की खोज की। विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग (डीएसटी/टीएमडी/एमईएस/2के16/114) से वित्तीय सहायता के साथ, समूह ने सूक्ष्म ना-आयन बैटरी और हाइब्रिड-आयन कैपेसिटर (एचआईसी) के लिए नैनोआर्किटेक्चर इलेक्ट्रोड के प्रदर्शन की गहन जांच की। उपकरण। इंजीनियर्ड इलेक्ट्रोड और इलेक्ट्रोलाइट/सेपरेटर के साथ माइक्रोबैटरी और लचीले ना-आयन कैपेसिटर उपकरणों के लिए माइक्रोइलेक्ट्रोड विकसित करने के लिए एक एप्लिकेशन-विशिष्ट मार्ग की भी परिकल्पना की गई थी।

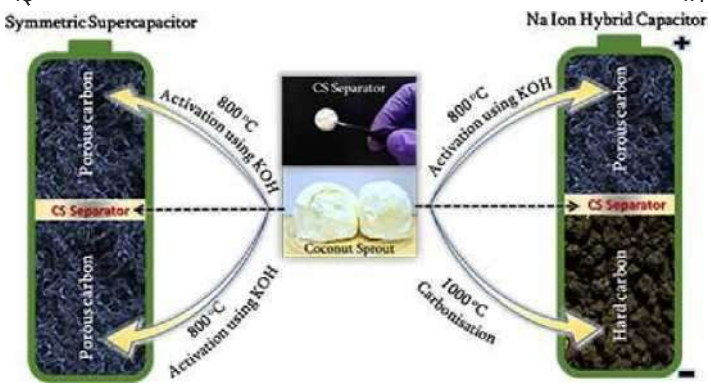
दुनिया भर में लिथियम संसाधनों पर बढ़ती चिंताओं के कारण और लिथियम के साथ उनकी विशाल बहुतायत और समान इलेक्ट्रोकेमिकल संपत्ति के कारण सोडियम रसायन शास्त्र पर चल रहे जोर के कारण, अनुसंधान समुदाय में सोडियम आधारित आयन बैटरी की ओर बहाव काफी प्रमुख है। जब ऊर्जा और बिजली घनत्व, आयन-बैटरी और सुपरकैपेसिटर के संदर्भ में डिवाइस के प्रदर्शन की बात आती है, तो दो सबसे व्यापक रूप से उपयोग किए जाने वाले भंडारण उपकरण, आमने सामने खड़े होते हैं। बैटरियां बेहतर ऊर्जा घनत्व प्रदान करती हैं, जबकि बाद वाले के साथ अच्छा शक्ति घनत्व प्राप्त किया जाता है। एक बैटरी और एक सुपरकैपेसिटर को एक दूसरे से अलग करने के बजाय, बैटरी और सुपरकैपेसिटर दोनों को एक ऊर्जा-भंडारण उपकरण में एकीकृत करने के बजाय एक को दूसरे से अलग क्यों न करें? संतान एक "हाइब्रिड-आयन कैपेसिटर" (एचआईसी) होगी, एक उपन्यास डिजाइन संरचना जो रिचार्जेबल बैटरी और सुपरकैपेसिटर के सहजीवी लाभों को बढ़ा सकती है।

एनआईसी का प्रूफ-ऑफ-कॉन्सेप्ट प्रदर्शन

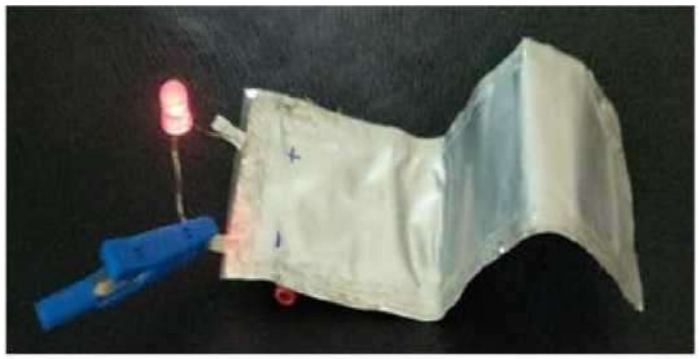
हालांकि सोडियम के लिए एनोड सामग्री के संश्लेषण के लिए नुस्खा लिथियम-आधारित उपकरणों के समान ही है, रसायन शास्त्र बिल्कुल विपरीत है। आईआईएसईआरटीवीएम की टीम हाइब्रिड आयन कैपेसिटर के लिए ब्राउन टिटानिया, Na2Ti9O19, Na2Ti2O4(OH)2 जैसे एनोड सामग्रियों को सफलतापूर्वक संश्लेषित करने में सक्षम रही है। इस डीएसटी परियोजना से विकसित मौजूदा एनआईसी उपकरणों का और विस्तार, और 18650 हाइब्रिड आयन कैपेसिटर उपकरणों का विकास वह दिशा होगी जिसमें टीम केंद्रित है।

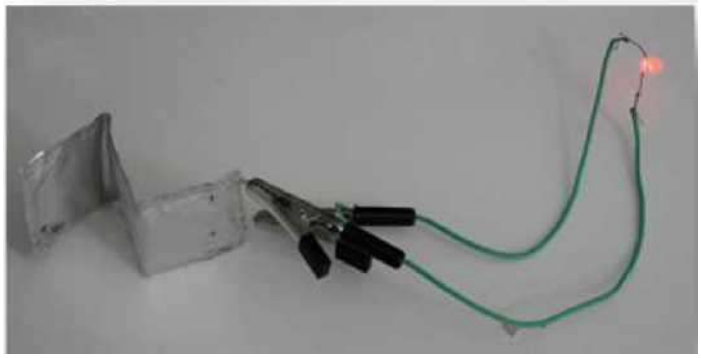
इस उद्यम में, समूह ने विभिन्न एससीआई पत्रिकाओं में सावधानीपूर्वक दस से अधिक शोध लेख प्रकाशित किए हैं। TiNb2O7 में लिथियम आयनों की कैनेटीक्स और प्रसार विशेषताओं पर अध्ययन डॉ. बिन्सन बाबू द्वारा किया गया, जो पहले समूह में डॉक्टरेट के छात्र थे, हाल ही में इलेक्ट्रोचिमिका एक्टा में प्रकाशित हुए थे। काम में गैल्वेनोस्टैटिक आंतरायिक अनुमापन तकनीक, इलेक्ट्रोकेमिकल प्रतिबाधा स्पेक्ट्रोस्कोपी और चक्रीय वोल्टामेट्री का उपयोग करने जैसी तकनीकें शामिल हैं।

कठोर पर्यावरणीय आवश्यकताओं के बाद ऊर्जा भंडारण उपकरण के लिए इलेक्ट्रोड सामग्री की तैयारी के लिए टिकाऊ रणनीतियों की तलाश में, पहली बार अत्यधिक कुशल कार्बन-आधारित एनोड और कैथोड सामग्री और एक विभाजक तैयार करने के लिए एकल अग्रदूत के रूप में नारियल के अंकुर (सीएस) का उपयोग परियोजना के एक भाग के रूप में हाइब्रिड सोडियम आयन कैपेसिटर डिवाइस के निर्माण की दिशा में उत्कृष्ट यांत्रिक गुणों और अच्छी रासायनिक स्थिरता के साथ खोज की गई थी।



लचीले हाइब्रिड-आयन कैपेसिटर पहनने योग्य गैजेट्स की ऊर्जा आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए लचीले इलेक्ट्रॉनिक्स में संभावित अनुप्रयोग ढूंढते हैं।पेसमेकर, मेडिकल पैच और दवा वितरण प्रणाली के नए संस्करण चिकित्सा क्षेत्र में लचीले और पतले ऊर्जा स्रोतों का उपयोग करते हैं। लचीली बैटरी का आकार और लचीलापन पूरी तरह से उपकरण खंड लचीले बैटरी बाजार का एक महत्वपूर्ण हिस्सा रखता है। परियोजना के परिणामों में से एक ग्राफीन-आधारित लचीले इलेक्ट्रोड बनाने के लिए किए गए प्रारंभिक प्रयास हैं। एक लचीले ग्राफीन-आधारित इलेक्ट्रोड और PVdF HFP जेल इलेक्ट्रोलाइट के साथ बनाया गया एक पाउच सेल वर्किंग डिवाइस और एक मोल्डेबल स्थिति में एलईडी के गुच्छ को रोशन करके इसका प्रूफ-ऑफ-कॉन्सेप्ट प्रदर्शन।

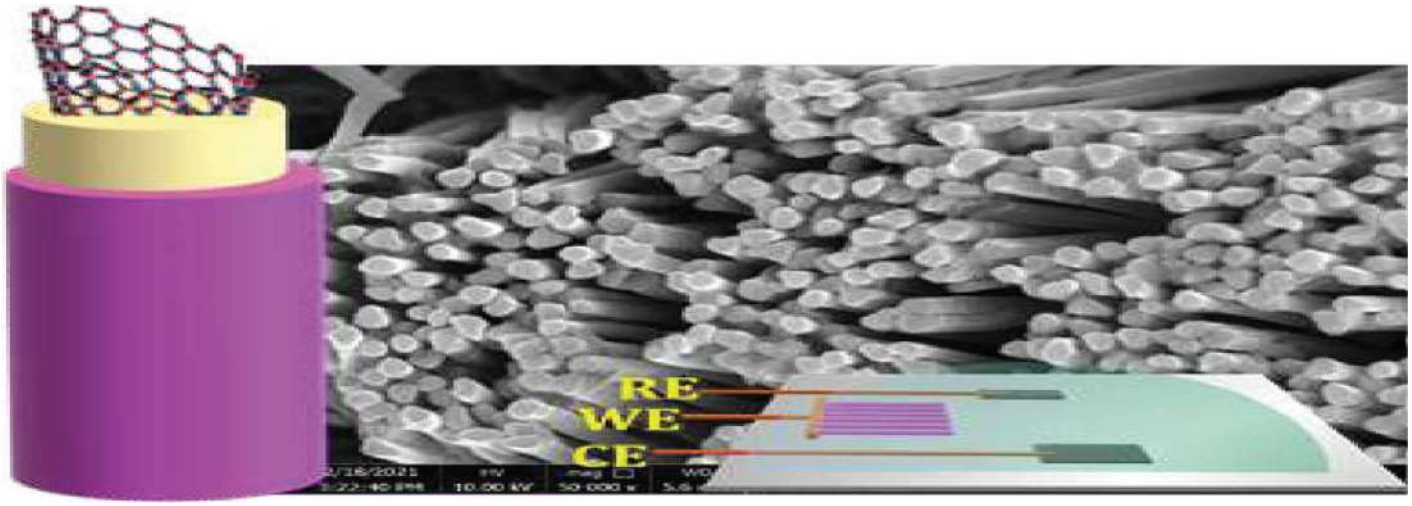




लचीले हाइब्रिड-आयन कैपेसिटर

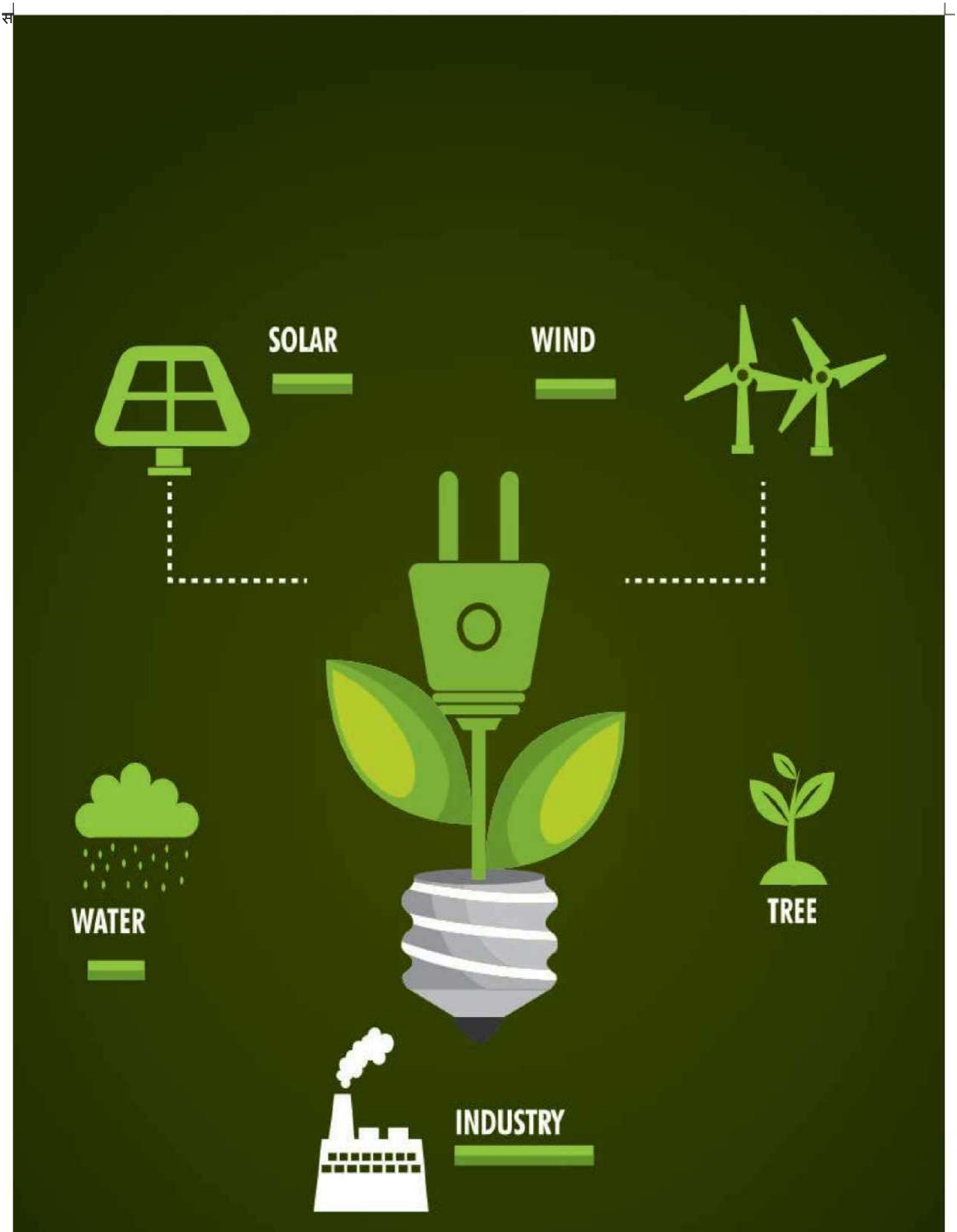
मिनिएचर एनर्जी हार्वेस्टिंग और स्टोरेज डिवाइस विकसित करने में डॉ. शैजुमन की दिलचस्पी राइस यूनिवर्सिटी में प्रो. पुलिकेल एम अजयन की लैब में उनके पोस्टडॉक्टोरल दिनों से है। समूह वर्तमान में एक समाक्षीय सूक्ष्म-एचआईसी विकसित करने की संभावना की पड़ताल करता है। "किसी भी पारंपरिक इलेक्ट्रोकेमिकल एचआईसी के रूप में, इलेक्ट्रॉनों को एक बहुलक इलेक्ट्रोलाइट द्वारा अलग किए गए दो समाक्षीय इलेक्ट्रोड को जोड़ने वाले सर्किट के माध्यम से प्रवाहित होना चाहिए। लंबवत संरेखित नैनोरोड्स के साथ इंटरडिजिटल फिंगर इलेक्ट्रोड के रूप में Cu, MoS2, CNT, और Ni-आधारित नैनोरोड्स को विकसित करने के लिए एक प्रारंभिक प्रयोग किया जा रहा है। विकास मापदंडों का अनुकूलन करने पर, बहुलक लिपटे इलेक्ट्रोड का विकास किया जाएगा, और उनके विद्युत रासायनिक गुणों की जांच की जाएगी", प्रधान अन्वेषक का कहना है।

नैनो सामग्री और ऊर्जा उपकरण समूह @ IISERTVM, जिसका नेतृत्व डॉ. एम.एम. शैजुमोन ने हाईब्रिड नैनोस्ट्रक्चर, ली/ना/के आयन बैटरी के लिए ऑर्गेनिक इलेक्ट्रोड्स, मिनिएचराइज्ड एनर्जी स्टोरेज डिवाइसेज और हाईब्रिड आयन कैपेसिटर पर ध्यान केंद्रित करने के अपने गहन प्रयासों को जारी रखा है। जिस तरह लीथियम-आयन बैटरियों ने लोगों के संवाद करने के तरीके को बदलकर एक क्रांति ला दी है, वैसे ही बैटरी अनुसंधान की यात्रा में हरे-भरे पर्यावरण और मानव जाति के लाभ के लिए रोमांचक रास्ते तलाशने बाकी हैं।



एन आई आधारित नैनोरोड्स

डॉ. एम. एम. शैजूमन
सह - आचार्य
भारतीय विज्ञान शिक्षा एवं अनुसंधान संस्थान,
तिरुवनंतपुरम, केरल
shaiju@iisertvm.ac.in


SOLAR
WIND
WATER
TREE
INDUSTRY

7 पीसीएम एकीकृत सौर संचालित स्पेस हीटिंग सिस्टम

परियोजना संदर्भ सं. डीएसटी/टीएमडी/एमईएस/2के16/95

उत्तरी भारत में काफी सौर ऊर्जा प्राप्त होती है, जबकि साथ ही अंतरिक्ष तापन की बड़ी मांग है। सोलर स्पेस हीटिंग, पीसीएम का उपयोग करके थर्मल एनर्जी स्टोरेज के साथ संयुक्त रूप से ठंडे क्षेत्रों में आराम की स्थिति यानी 15-20oC बनाए रखने, जहां तापमान -15 से -200C तक गिर जाता है, में बहुत महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकता है। यह पेपर विभिन्न पीसीएम यानी HS22, HS29 और HS34 का उपयोग करने के लिए प्रायोगिक परिणाम प्रस्तुत करता है, जिनका उपयोग आराम की स्थिति को बनाए रखने के लिए किया जाता है, छोटे पैमाने पर सेटअप और वास्तविक पैमाने पर सेटअप में इनका परीक्षण किया जाता है। परिणाम, परीक्षण कक्ष के तापमान, पीसीएम प्रकार और आवश्यक पीसीएम मात्रा के स्थिरीकरण को दर्शाते हैं।

भारत की कुल स्थापित विद्युत क्षमता 356 GW है। 2000 के बाद से भारत की ऊर्जा खपत लगभग दोगुनी हो गई है और आगे तेजी से विकास की संभावना बहुत अधिक है। फिर भी घरेलू ऊर्जा उत्पादन में वृद्धि भारत की उपभोग आवश्यकताओं की तुलना में बहुत कम है। 2040 तक प्राथमिक ऊर्जा आपूर्ति का 40% से अधिक आयात किया जाएगा, जो 2013 में 32% था। नतीजतन, ऊर्जा सेवाओं की एक बड़ी छिपी हुई मांग है जिसे पूरा करने की आवश्यकता है ताकि लोगों के पास उचित आय और एक सभ्य गुणवत्ता हो। जीवन । यह अनुमान लगाया गया है कि मध्यम जलवायु में क्षमता का 30% और ठंडे क्षेत्रों में 70% अंतरिक्ष हीटिंग के लिए है। भारत में ही नहीं, अमेरिका के 40-50% घर बिजली आधारित हीटिंग सिस्टम पर निर्भर हैं और यूरोप की कुल बिजली खपत का 69% स्पेस हीटिंग के कारण है। लगभग 5000 ट्रिलियन kWh/वर्ष ऊर्जा भारत के भू-क्षेत्र पर आपतित होती है। उत्तरी भारत में 3-7 kWh/m2/दिन का सौर आतपन प्राप्त होता है। सौर ऊर्जा ऊर्जा की बढ़ती मांग को पूरा करने के साथ-साथ जलवायु परिवर्तन और वायु प्रदूषण के मुद्दों को दबाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। सौर ऊर्जा कम घनत्व और आंतरायिकता के साथ चित्रित की जाती है, इसलिए एक उपयुक्त भंडारण विधि की आवश्यकता होती है। थर्मल एनर्जी स्टोरेज (टीईएस) हाल के वर्षों में बहुत महत्वपूर्ण हो गया है क्योंकि यह ऊर्जा की मांग को संतुलित करता है और सौर प्रणालियों की दक्षता में सुधार कर सकता है। यह महत्वपूर्ण है कि सौर-आधारित प्रणालियों के प्रदर्शन को बेहतर बनाने के लिए टीईएस में आवश्यक विशेषताएँ हों। अनुप्रयोगों के निर्माण में पारंपरिक टीईएस पानी है, जिसका उपयोग हीटिंग सिस्टम में किया जाता है। हाल ही में, पीसीएम प्रौद्योगिकी सुधार टीईएस प्रणाली की ऊर्जा और ऊर्जा दक्षता बढ़ाने के लिए विभिन्न प्रकार के पीसीएम का उपयोग करने में मदद करता है। टीईएस के लिए पीसीएम का उपयोग एक बड़ा लाभ प्रदान करता है लेकिन उनकी कम तापीय चालकता एक बड़ी कमी हो सकती है। सिस्टम के प्रभावी कामकाज के लिए उपयुक्त डिजाइन में चरण परिवर्तन सामग्री के उपयोग से इसकी भरपाई की जा सकती है। पीसीएम के साथ टीईएस के प्रदर्शन को प्रभावित करने वाले सबसे संवेदनशील पैरामीटर पीसीएम का गलनांक, पीसीएम का द्रव्यमान और वायु प्रवाह दर हैं।

पारंपरिक समझदार टीईएस सामग्रियों के विपरीत, पीसीएम एक छोटे तापमान रेंज में बहुत अधिक ऊर्जा भंडारण घनत्व की अनुमति देते हैं और गर्मी को लगभग स्थिर तापमान पर संग्रहीत और जारी किया जाता है। पीसीएम का उपयोग सक्रिय और निष्क्रिय अंतरिक्ष हीटिंग और कूलिंग सिस्टम दोनों के लिए किया जा सकता है। निष्क्रिय प्रणालियों में, पीसीएम को अपनी थर्मल स्टोरेज क्षमता बढ़ाने के लिए छत या फर्श में कंक्रीट, जिप्सम वॉलबोर्ड जैसी निर्माण सामग्री में समझाया जा सकता है। वे या तो प्राकृतिक संवहन के माध्यम से सीधे सौर ऊर्जा या तापीय ऊर्जा पर कब्जा कर सकते हैं। किसी इमारत की थर्मल स्टोरेज क्षमता बढ़ाने से आंतरिक हवा के तापमान में उतार-चढ़ाव के परिमाण को कम करके मानव

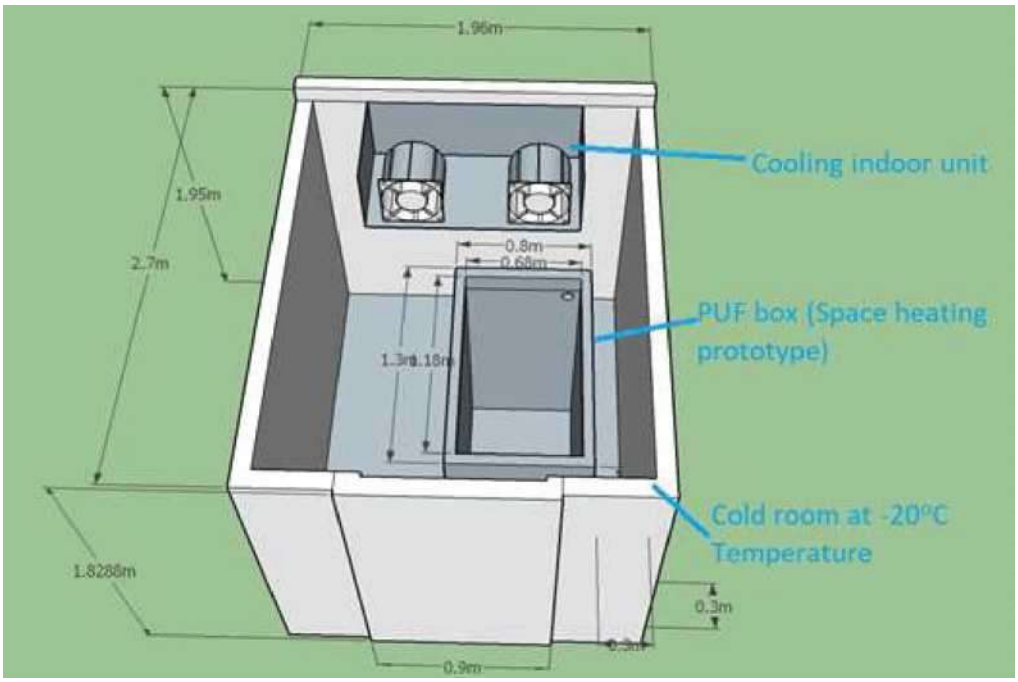
अंतरिक्ष हीटिंग और कूलिंग, फिर भी वर्तमान में उपयोग में कुछ प्रणालियां हैं। अव्यक्त ताप तापीय ऊर्जा भंडारण (एलएचटीईएस) अंतरिक्ष को गर्म करने और इमारतों को ठंडा करने के लिए अधिक से अधिक आकर्षक होता जा रहा है। इमारतों के अंतरिक्ष हीटिंग का उपयोग करने का लाभ दिन के दौरान गर्मी को स्टोर करने और बाद में रात में लगातार उपयोग करने की क्षमता है, विशेष रूप से सर्दियों में दैनिक तापमान में उतार-चढ़ाव को कम करके।

इंटरनेशनल एनर्जी एजेंसी (आईईए) के सोलर हीटिंग एंड कूलिंग प्रोग्राम में कहा गया है कि एकल और बहु-परिवार वाले घरों में खपत होने वाली ऊर्जा का 75% से अधिक स्पेस हीटिंग और कूलिंग डिमांड का है। पानी का उपयोग करके थर्मल स्टोरेज के लिए पारंपरिक तरीकों के विपरीत, चरण परिवर्तन सामग्री (पीसीएम) लगभग स्थिर तापमान पर गर्मी भंडारण प्रदान करती है और संभवतः बहुत अधिक ताप भंडारण घनत्व प्रदान करती है। यह तकनीक क्षेत्र की जलवायु के आधार पर अधिकतम मांग को पूरा कर सकती है। इस उद्देश्य के लिए सक्रिय और निष्क्रिय प्रणालियों का उपयोग किया जाता है।

इस पत्र में, पीसीएम का उपयोग कर टीईएस के साथ सौर अंतरिक्ष हीटिंग सिस्टम के प्रयोगात्मक परिणाम छोटे पैमाने पर और वास्तविक पैमाने पर सेटअप का परीक्षण करने से प्रस्तुत किए जाते हैं। दोनों सेटअपों में पीसीएम का उपयोग करते हुए एक टीईएस होता है, जो एक परीक्षण कक्ष में स्थित होता है जो गर्म होने की जगह होती है, और एक ठंडे कमरे से घिरा होता है जो ठंडी रात की तरह परीक्षण कक्ष की ठंडी परिवेश की स्थिति का आश्वासन देता है। छोटे पैमाने पर और सरलीकृत स्थिति में, छोटे पैमाने पर सेटअप डिजाइन के पहले मापदंडों का प्रायोगिक परीक्षण करने का काम करता है। निम्नलिखित, छोटे पैमाने के सेटअप के परिणामों के आधार पर, वास्तविक पैमाने के सेटअप में परीक्षण किए गए, जो न केवल वास्तविक पैमाने पर है, बल्कि प्रशंसकों के साथ वायु नलिकाएं भी शामिल हैं और सौर कलेक्टर सूर्य के संपर्क में हैं। सौर विकिरण का निर्धारण करने वाला परीक्षण स्थान, दिल्ली के दक्षिण में था।

प्रायोगिक सेट अप और परीक्षण संबंधी लक्ष्य

अवधारणा को साबित करने के लिए छोटे पैमाने के सेटअप को डिजाइन और परीक्षण किया गया था; जिसका मुख्य उद्देश्य पीसीएम के निर्वहन चक्र का अध्ययन करना था। इसलिए पहले से ही तरल अवस्था में पीसीएम वाले पीसीएम मॉड्यूल को टीईएस में पेश किया गया था। परीक्षण कक्ष के अंदर टीईएस के साथ, परीक्षण कक्ष के लिए -20oC के परिवेश तापमान को सुनिश्चित करने के लिए ठंडे कमरे में रखा गया था जैसा कि चित्र 1 में दिखाया गया है।



चित्र : परीक्षण कक्ष, कोल्ड रूम और उनके आयामों सहित पूरे छोटे पैमाने के सेटअप का रेखाचित्र

छोटे पैमाने के सेटअप में टीईएस का तीन अलग-अलग पीसीएम HS22, HS29 और HS34 के साथ परीक्षण किया गया था।

छोटे पैमाने पर और सरलीकृत स्थिति में, छोटे पैमाने पर सेटअप प्रयोगात्मक रूप से डिजाइन के पहले मापदंडों का परीक्षण करता है। निम्नलिखित, छोटे पैमाने के सेटअप के परिणामों के आधार पर, वास्तविक पैमाने के सेटअप में परीक्षण किए गए, जो न केवल वास्तविक पैमाने पर है, बल्कि प्रशंसकों के साथ वायु नलिकाएं भी शामिल हैं और सौर कलेक्टर सूर्य के संपर्क में हैं। सौर विकिरण और धूप और गैर-धूप के घंटों का निर्धारण करने वाला परीक्षण स्थान, दिल्ली के दक्षिण में था।
वास्तविक पैमाने का सेटअप चित्र 2 में दिखाया गया है। चित्र 2 पूरे वास्तविक पैमाने के सेटअप का एक स्केच दिखाता है, जिसमें टेस्ट रूम, कोल्ड रूम शामिल है, जो टेस्ट रूम के ठंडे परिवेश के तापमान, टेस्ट रूम में टीईएस, और सोलर कलेक्टर को नलिकाओं के साथ जोड़ता है, जो 3-डी कोल्ड रूम, में दोनों को जोड़ता है। जिसे किसी भी परिवशीय स्थिति का अनुकरण करने के लिए प्रोग्राम किया जा सकता है। वर्तमान अध्ययन और प्रयोगों के लिए, ठंडे कमरे को -20oC पर लगातार बनाए रखा गया था। सौर कलेक्टर एक खाली ट्यूब कलेक्टर (ईटीसी) था।

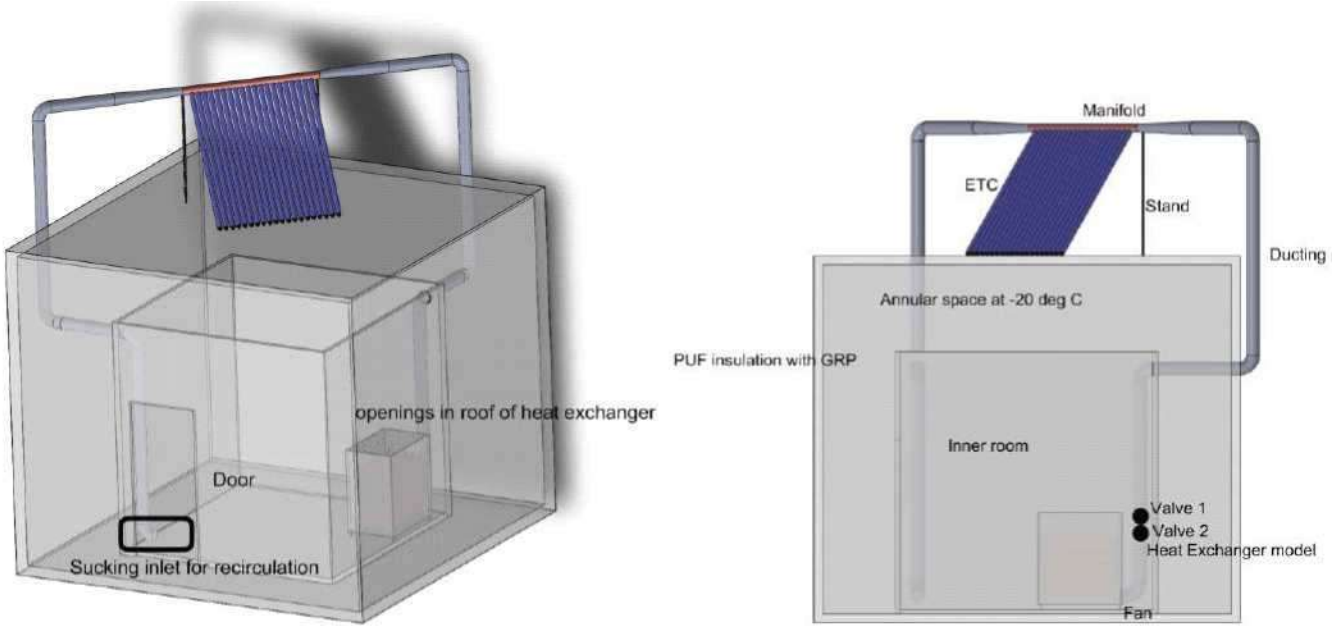


Figure 2 : Sketch of the whole real-scale setup, including test room, the cold room, TES, solar collector with ducts, in 3D

क्रम सं	विवरण	विशेष विवरण
	टीईएस (एमएम)	840x200x20
	एचडीपीई एक्सट्रूड पैनल (एमएम)	1180x1380x680
3	टीईएस इन्सुलेशन मोटाई (एमएम)	25
4	पंखे की शक्ति (डब्ल्यू)	62
5	पंखे का प्रकार	इनलाइन डक्ट फेन
6	पीसीएम	E® HS29
7	कुल पीसीएम मात्रा (केजी)	110

प्रायोगिक प्रक्रिया और परिणाम

छोटे पैमाने पर सेटअप

अवधारणा को साबित करने के लिए छोटे पैमाने के सेटअप को डिजाइन और परीक्षण किया गया था, और डिजाइन के पहले मापदंडों, मुख्य रूप से पीसीएम के प्रकार और मात्रा, छोटे पैमाने पर और सरलीकृत स्थिति में प्रयोगात्मक रूप से परीक्षण करने के लिए कार्य करता है। इसका मुख्य उद्देश्य पीसीएम के निर्वहन का अध्ययन करना है। पहले से ही तरल अवस्था में पीसीएम वाले पीसीएम मॉड्यूल को टीईएस में प्रस्तुत किया गया था, और टीईएस के अंदर तापमान प्रोफ़ाइल और परीक्षण कक्ष के केंद्र की निगरानी की गई थी।

छोटे पैमाने पर सेटअप में, पीसीएम एनकैप्सुलेशन, हाई-डेंसिटी पॉलीथीन (एचडीपीई), तीन अलग-अलग प्रकार के पीसीएम, एचएस22, एचएस29 और एचएस34 से भरे हुए थे। पीसीएम को 50oC के परिवेश में मैन्युअल रूप से चार्ज किया गया था। चित्र 2 में दिखाए गए अनुसार विभिन्न बिंदुओं पर तापमान दर्ज किया गया था। समय बनाम तापमान प्लॉट चित्र 3 में दिखाया गया है।

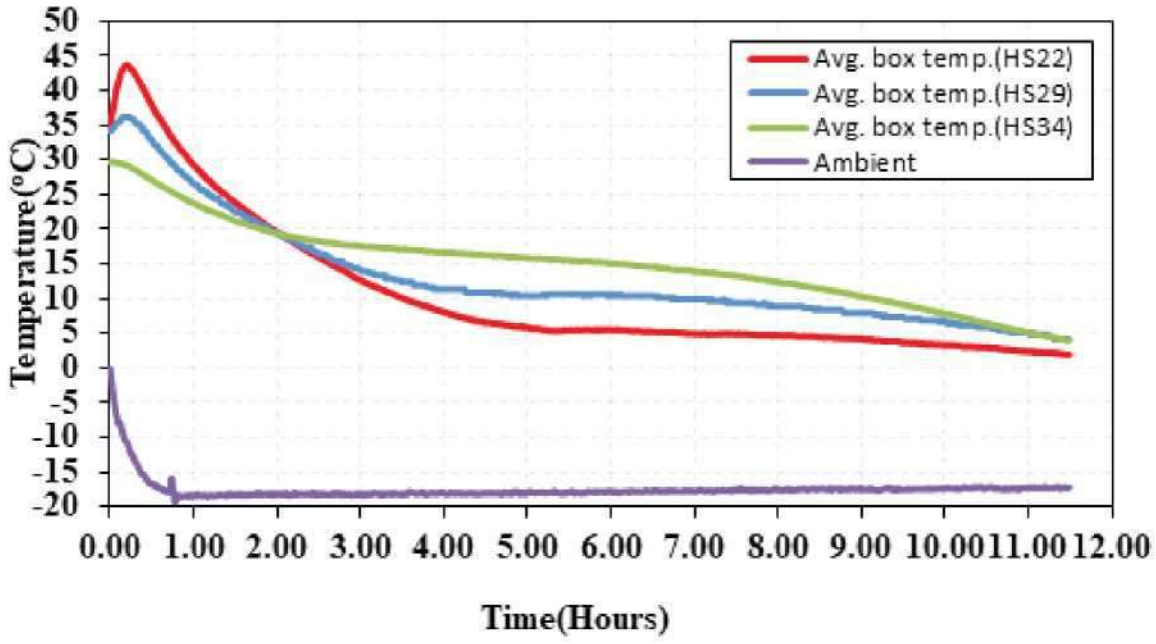
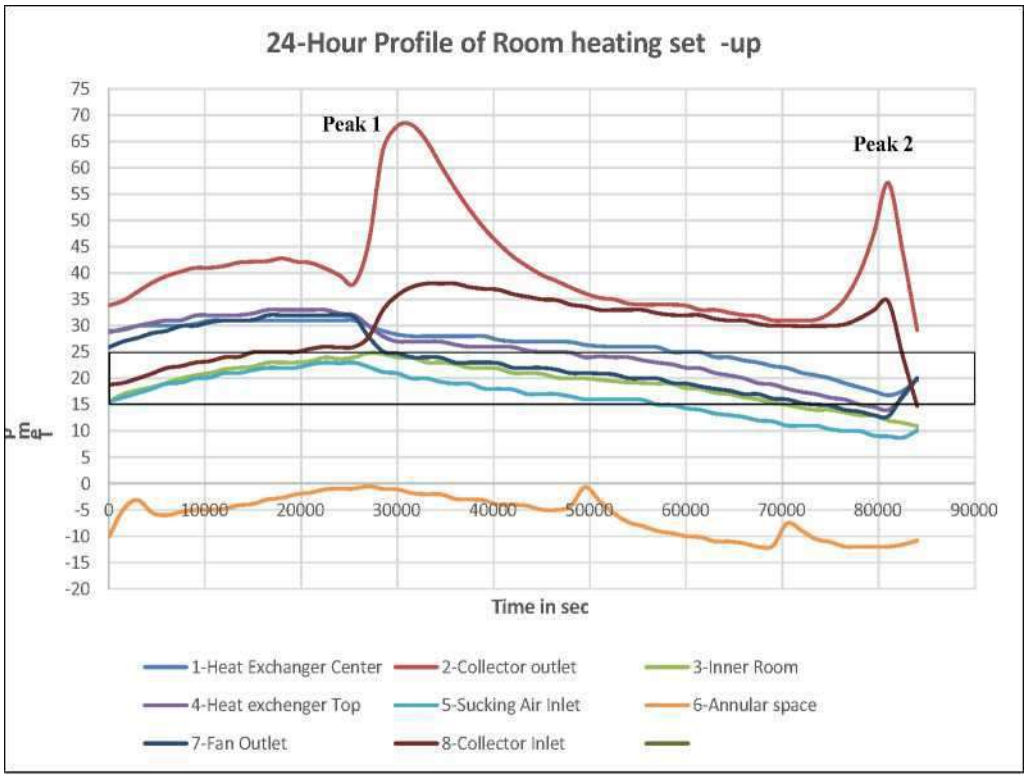


Figure : Average temperature variation inside the small scale setup for different PCMs

वास्तविक पैमाना स्थापना

वास्तविक पैमाने की स्थापना में, चार्जिंग और डिस्चार्जिंग चक्र दोनों का अध्ययन किया गया। इवेक्युएटेड ट्यूब कलेक्टर (ईटीसी) को दक्षिण की ओर मुख करके स्थापित किया गया था। ट्यूबों द्वारा एकत्र किए गए विकिरण गर्मी को गर्मी पाइप में स्थानांतरित करते हैं, जो बदले में ट्यूब के भीतर द्रव को उबालने और बढ़ने की अनुमति देता है। हीट पाइप की नोक एक डक्ट में समाप्त होती है जिसके माध्यम से हवा को गुजरने दिया जाता है। सक्शन के माध्यम से हीट एक्सचेंजर से जुड़े डक्ट फैन द्वारा हवा के प्रवाह को नियंत्रित किया जाता है। हीट पाइप डक्ट के भीतर स्थापित पंखों के माध्यम से बहती हुई हवा में गर्मी स्थानांतरित करता है। डक्ट फैन डक्ट से हवा खींचता है और इसे हीट एक्सचेंजर में धकेलता है। पीसीएम पैनल के साथ हीट एक्सचेंज होता है जो पीसीएम को पिघलाता/चार्ज करता है। गैर-धूप के घंटों के दौरान, एक वाल्व सौर वायु संग्राहक से आने वाली हवा के मार्ग को बंद कर देता है और कमरे (स्पेस हीटिंग) के भीतर हवा के संचलन की अनुमति देता है। ठंडे कक्ष (परिवेश) में ठंडी जलवायु की स्थिति के कारण, हीट एक्सचेंजर से कमरे में गर्मी प्रवाहित होती है, जिससे तापमान को वांछित सीमा में नियंत्रित किया जाता है।

सुबह-सुबह, कलेक्टर इनलेट तापमान 15oC और कलेक्टर आउटलेट तापमान 30oC था। अत्यधिक धूप के घंटों के दौरान, कलेक्टर आउटलेट का तापमान 50oC तक बढ़ गया। शीत कक्ष (परिवेश) में तापमान धूप के घंटों के दौरान 0 से -5oC के बीच और धूप के घंटों के दौरान -10 से -15oC के बीच बनाए रखा जाता है।
शाम को लगभग 5.30 बजे वाल्व बंद होने पर कलेक्टर आउटलेट तापमान पर पीक 1 देखा गया। इस अवधि के दौरान ईटीसी द्वारा एकत्रित विसरित विकिरण कलेक्टर में तापमान बनाता है। इसी तरह, पीक 2 भी सुबह देखा गया था जब दूसरे चक्र के लिए वाल्व खोलने से पहले ईटीसी द्वारा सुबह में फैलाने वाले विकिरण पर कब्जा कर लिया जाता है।
कमरे में तापमान (स्पेस हीटिंग) 15oC के रूप में दर्ज किया गया था जब पीसीएम पूरी तरह से डिस्चार्ज स्थिति में था। पूरे दिन के दौरान तापमान भिन्नता 10oC से 25oC के बीच बदलती रहती है। लगभग 05:00 बजे कमरे में अधिकतम तापमान (स्पेस हीटिंग) 25oC के रूप में दर्ज किया गया था और फिर ऑफ-सनशाइन घंटों के दौरान वाल्व बंद होते ही यह कम होने लगता है। कमरे (स्पेस हीटिंग) का तापमान सुबह 5:00 बजे तक 15oC दर्ज किया गया और उसके बाद अगले 3-4 घंटों के लिए 10-15oC तापमान के बीच बना रहता है। लगभग 11 घंटे का बैकअप घंटे ऑफ सनशाइन घंटों के दौरान हासिल किया गया था।



वास्तविक पैमाने के सेटअप के परिणाम इंगित करते हैं कि पीसीएम सेवई® HS29 कमरे (स्पेस हीटिंग) के तापमान को 15-25o C की सीमा में बनाए रखने के लिए उपयुक्त है। 34oC पीसीएम उच्च रेंज में कमरे (स्पेस हीटिंग) के तापमान को बनाए रख सकता है लेकिन धूप के दौरान चार्ज कर सकता है। कुछ क्षेत्रों में घंटे चुनौतीपूर्ण हो सकते हैं। नवीकरणीय ऊर्जा पर आधारित प्रणालियों का उद्देश्य जीएचजी उत्सर्जन पर अंकुश लगाना और जीवाश्म ईंधन को जलाए बिना तापीय आराम के साधन प्रदान करना है। अब तक प्राप्त परिणाम प्रणाली के लिए योजना बनाने के लिए काफी उत्साहजनक हैं, जिसका उद्देश्य कार्बन डाइऑक्साइड उत्सर्जन को काफी हद तक कम करना है। हमारा उद्देश्य एक ऐसा सेटअप तैयार करना है, जो बिजली उपलब्ध न होने पर हीटिंग समाधान प्रदान कर सके। उच्च ऊंचाई वाले क्षेत्र धूप से भरपूर होते हैं और अत्यधिक ठंड की स्थिति मानव अस्तित्व को एक कठिन कार्य बनाती है। पथ का अनुसरण करने के लिए दो कारक पर्याप्त रूप से प्रोत्साहित कर रहे हैं।

संदर्भ

1. “https://powermin.nic.in/en/content/power-sector-glance-all-india, "विद्युत मंत्रालय, भारत सरकार, 25 जून 2019। [ऑनलाइन]। [10 जुलाई 2019 को एक्सेस किया गया]।"
2. भारत सरकार, विद्युत मंत्रालय," [ऑनलाइन]। उपलब्ध: https://powermin.nic.in/en/content/overview-2। [07 जुलाई 2019 को एक्सेस किया गया]।
3. यू.ई.आई. प्रशासन, "भारत के आवास क्षेत्र में अंतर्राष्ट्रीय ऊर्जा खपत विश्लेषण बिजली के उपयोग में मुद्दे," स्वतंत्र सांख्यिकी और विश्लेषण, नवंबर 2014।
4. . "https://www.ems.psu.edu/~elsworth/courses/cause2015/final/space_heating.pdf," [ऑनलाइन]। [अप्रैल 2019 तक पहुँचा]।
5. पी.जे.ए.के.जे. ऋचा महता, "रिमोट सेंसिंग इनपुट और पर्यावरण मानकों का उपयोग करके भारत में सौर ऊर्जा क्षमता मानचित्रण," नवीकरणीय ऊर्जा, पीपी। 255-262, 2014।
6. Z. Z. J. Z. K. H. L. Z. Z झोउ, "ठंडी जलवायु में आवासीय भवनों में सौर तापीय ऊर्जा भंडारण के लिए चरण परिवर्तन सामग्री," नवीकरणीय और सतत ऊर्जा समीक्षा, वॉल्यूम। 48, पीपी। 692-703, 2015।
7. एम.ए.एम.एम.एम.के.आर.एस.आई.एम.एम. रज़ाई, "हीटिंग सिस्टम में विभिन्न पिघलने वाले तापमान के साथ चरण परिवर्तन सामग्री का प्रदर्शन और लागत विश्लेषण," ऊर्जा, वॉल्यूम। 53, पीपी। 173-178, 2013।
8. सी.ए.पी.के.एस.ए.एस.एस.पी. प्रदीप, "पीसीएम आधारित थर्मल एनर्जी स्टोरेज सिस्टम के डिजाइन पर समीक्षा," इंपीरियल जर्नल ऑफ इंटरडिसिप्लिनरी रिसर्च, वॉल्यूम। 2, संख्या 2, पीपी। 2454-1362, 2016।
9. एसके ए वकास, "सर्दियों में आवासीय अंतरिक्ष हीटिंग के लिए चरण परिवर्तन सामग्री (पीसीएम) आधारित सौर वायु ताप प्रणाली," इंटरनेशनल जर्नल ऑफ ग्रीन एनर्जी, वॉल्यूम। 10, नहीं। 4, पीपी. 402-406, 2013.
10. एल.एफ.सी. हेराल्ड मेहलिंग, पीसीएम के साथ हीट एंड कोल्ड स्टोरेज: बेसिक्स एंड एप्लिकेशन में एक अपटूडेट इंट्रोडक्शन, जर्मनी: स्प्रिंगर, 2008।
11. एफ ब्रूनो, "स्पेस हीटिंग और बिल्डिंग के कूलिंग के लिए चरण परिवर्तन सामग्री (पीसीएम) का उपयोग करना," एआईआरएएच प्रदर्शन में वृद्धि हुई इमारतों में पर्यावरणीय रूप से सतत डिजाइन सम्मेलन, 2004।
12. G. Z. K. L. Q. Z. H. D. Y झांग, "भवन में अव्यक्त ताप तापीय ऊर्जा भंडारण का अनुप्रयोग: अत्याधुनिक और दृष्टिकोण," भवन और पर्यावरण, वॉल्यूम। 42, सं 6, पीपी. 2197-2209, 2007।
13. . एम. क्यू.पी.डी. जेएच पटेल, "शीतलन और ताप अनुप्रयोगों के लिए चरण परिवर्तन सामग्री प्रणाली द्वारा थर्मल ऊर्जा भंडारण का प्रायोगिक विश्लेषण," सामग्री आज: कार्यवाही, वॉल्यूम। 5, नंबर 1, पीपी। 1490-1500, 2018।
14. "www.pluss.co.in," प्लस एडवांस्ड टेक्नोलॉजीज प्रा। लिमिटेड, [ऑनलाइन]। उपलब्ध: https://www.pluss.co.in। [14 अक्टूबर 2019 को एक्सेस किया गया]।
15. एम. क्यू.पी.डी. जेएच पटेल, "शीतलन और ताप अनुप्रयोगों के लिए चरण परिवर्तन सामग्री प्रणाली द्वारा थर्मल ऊर्जा भंडारण का प्रायोगिक विश्लेषण," सामग्री आज: कार्यवाही, वॉल्यूम। 5, नंबर 1, पीपी। 1490-1500, 2018।
16. G. M. Q. J. J. W. X. W. D लिंग, "चरण परिवर्तन थर्मल ऊर्जा भंडारण के साथ सौर ताप प्रणाली पर शोध," ऊर्जा प्रक्रिया, वॉल्यूम. 91, पीपी. 415-420, 2016।

श्रीमती निधि अग्रवाल
आर एंड डी प्रबंधक
प्लस एडवांस्ड टेक्नोलॉजीज प्रा.लिमिटेड, गुड़गांव (हरियाणा)
nidhi.agrawal@pluss.co.in

कागज/टेक्सटाइल सबस्ट्रेट्स पर ऊर्जा भंडारण सामग्री की इंकजेट प्रिंटिंग और नम्य सुपरकैपेसिटर हेतु उनका अनुप्रयोग

परियोजना संदर्भ सं. डीएसटी/टीएमडी/एमईएस/2के17/05

लचीले इलेक्ट्रॉनिक्स हाल ही में एक गेम-चेंजर तकनीक के रूप में उभरे हैं, जिसने मौजूदा इलेक्ट्रॉनिक सिस्टम को बेहतर बनाने की अपार संभावनाएं पैदा की हैं। स्मार्ट इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों की अगली पीढ़ी को उच्च-प्रदर्शन शक्ति स्रोतों की आवश्यकता होती है जिन्हें आकार और आकार के बहुमुखी इलेक्ट्रॉनिक घटकों के साथ आसानी से एकीकृत किया जा सकता है। यहां, हम कागज और कपड़े सहित सभी प्रिंट करने योग्य सबस्ट्रेट्स पर पतली-फिल्म सुपरकैपेसिटर के आसान निर्माण के लिए इंकजेट प्रिंटिंग विधि प्रदर्शित करते हैं। ऊर्जा भंडारण सामग्री को उनके भौतिक गुणों को अनुकूलित करके प्रिंट करने योग्य स्याही में परिवर्तित किया गया। विभिन्न आकार, आकार और मोटाई वाले मुद्रित सुपरकैपेसिटर आमतौर पर उपयोग किए जाने वाले डेस्कटॉप प्रिंटर का उपयोग करके बनाए गए थे। ये सुपरकैपेसिटर उच्च शक्ति घनत्व, उच्च ऊर्जा घनत्व, लंबे जीवनकाल, उच्च दर क्षमता और कम श्रृंखला प्रतिरोध सहित उत्कृष्ट विद्युत रासायनिक प्रदर्शन प्रदर्शित करते हैं। ये उपकरण उत्कृष्ट लचीलापन, दोहराव और पुनरुत्पादन क्षमता भी प्रदर्शित करते हैं। इसलिए, इंकजेट प्रिंटिंग में लचीले और पहनने योग्य इलेक्ट्रॉनिक्स क्षेत्र के लिए लचीले ऊर्जा भंडारण उपकरणों के विकास की बहुत बड़ी संभावना है। यद्यपि लचीले ऊर्जा भंडारण उपकरणों का विकास शुरुआती स्तर पर है और वास्तविक जीवन के अनुप्रयोगों के लिए उनका उपयोग करने के लिए और अधिक शोध पर ध्यान देने की आवश्यकता है।

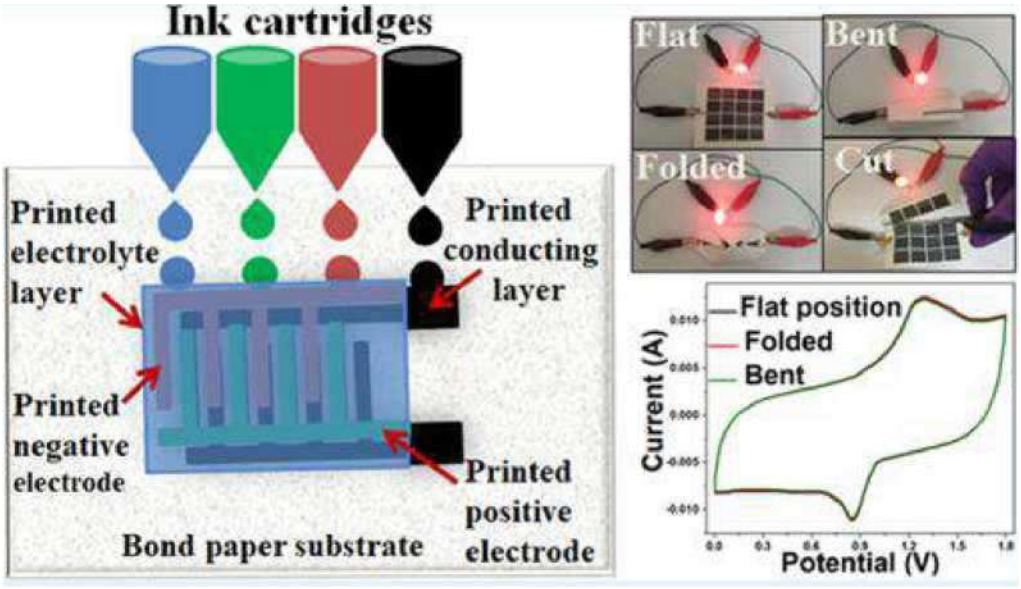
लचीले/पहनने योग्य इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों और इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IoT) की तेजी से बढ़ती मांग ने हल्के वजन, पोर्टेबल, कम लागत, अत्यधिक लचीले और उच्च प्रदर्शन वाले ऊर्जा भंडारण उपकरणों के आसान निर्माण की ओर दुनिया भर का ध्यान आकर्षित किया है। [1-3] इन स्मार्ट उपकरणों के अनुप्रयोगों में हमारे दैनिक जीवन में उपयोग किए जाने वाले इलेक्ट्रॉनिक्स (स्मार्टफोन, पहनने योग्य उपकरण, लैपटॉप, आदि) से लेकर चिकित्सा (पहनने योग्य स्वास्थ्य देखभाल उपकरण और चिकित्सा प्रत्यारोपण) और औद्योगिक अनुप्रयोग (इलेक्ट्रिक वाहन, नैनो) शामिल हैं। - रोबोट, माइक्रोइलेक्ट्रोमैकेनिकल सिस्टम, वायरलेस सेंसर, आदि)। [4] आगामी लचीले उपकरणों के लिए अत्यधिक लचीले और लघुकृत बिजली स्रोत, जो उनकी बिजली आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए आसानी से और सटीक रूप से उनके साथ एकीकृत हो सकते हैं की आवश्यकता होती है। बैटरी और सुपरकैपेसिटर (SCs) सहित पारंपरिक ऊर्जा भंडारण प्रणालियों में कई कमियाँ हैं जैसे; कठोरता, भारी वजन और बड़ी समग्र मात्रा, जो लचीले इलेक्ट्रॉनिक सिस्टम के बहुमुखी रूप कारक और लचीलेपन की आवश्यकताओं को पूरा करने में विफल रहती है। [5-9] हाल ही में, कुछ लचीली बैटरी और सुविधाओं के साथ सूचित किया गया है, जिन्होंने इस क्षेत्र में आगे के काम के लिए एक आधार प्रदान किया है। विकसित उपकरणों का प्रदर्शन व्यावहारिक दृष्टिकोण से अभी भी अपर्याप्त है

जलीय इलेक्ट्रोलाइट्स के अत्यधिक उपयोग, समग्र उच्च लागत, जटिल प्रसंस्करण विधियों और डिवाइस घटकों के अनुचित डिजाइन के कारण। बैटरी, सुपरकैपेसिटर, और इलेक्ट्रोलाइटिक कैपेसिटर जैसे विभिन्न ऊर्जा भंडारण उपकरणों में से, माइक्रोसुपरकैपेसिटर ने अपनी उच्च दर क्षमता, लंबे जीवनकाल और आसान एकीकरण के कारण छोटे इलेक्ट्रॉनिक अनुप्रयोगों के लिए विशाल क्षमता प्रदर्शित की है। [10]

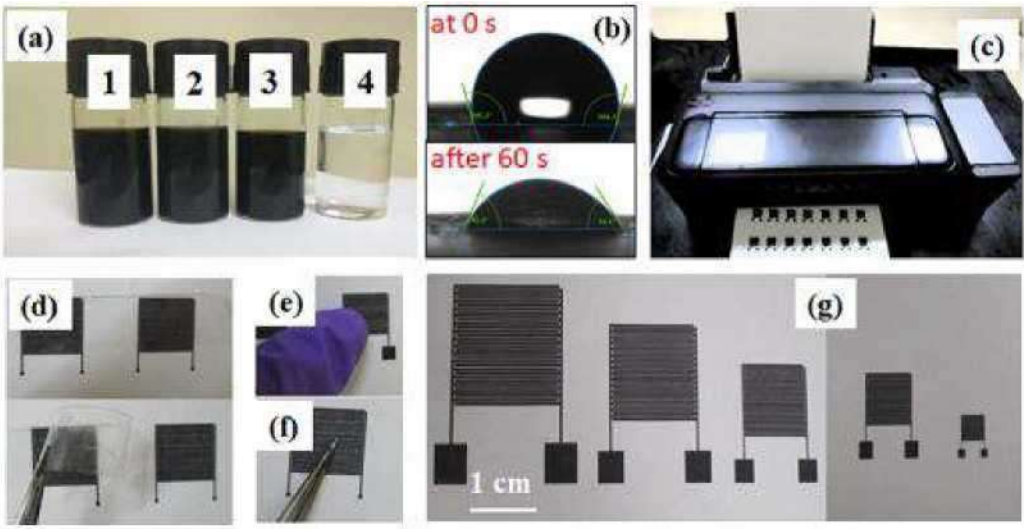
माइक्रो-सुपरकैपेसिटर का प्रदर्शन और मापनीयता भी निर्माण विधि के चयन पर निर्भर करती है। व्यापक रूप से इस्तेमाल की जाने वाली निर्माण तकनीकें छपाई, लिथोग्राफी, लेजर स्क्राइबिंग, रासायनिक वाष्प जमाव और हैं इलेक्ट्रोकेमिकल / इलेक्ट्रोफोरेटिक बयान। [4, 5, 11-14] अधिकांश विधियों में कई समस्याएं हैं जैसे; जटिल प्रक्रियाएं, खराब मापनीयता, समय लेने वाली प्रकृति, महंगी और उच्च अपशिष्ट अवशेष।

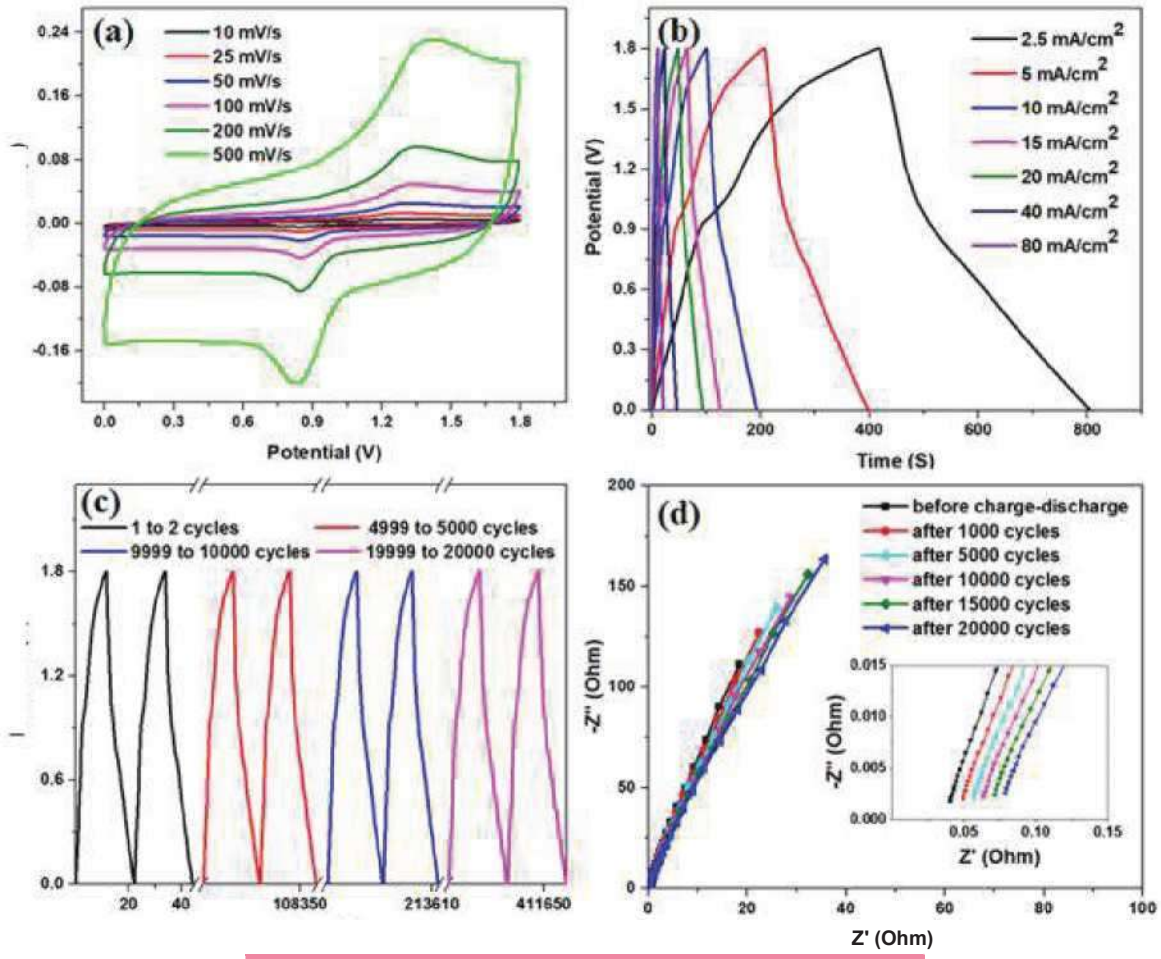
इस क्षेत्र में विकसित विभिन्न तकनीकों में इंकजेट प्रिंटिंग एक स्मार्ट तकनीक है जो कुछ प्रमुख मापनीयता समस्याओं को दूर करती है। [15] यह डिजिटल रूप से पूर्व-डिज़ाइन किए गए पैटर्न के प्रत्यक्ष निक्षेपण का उपयोग करता है जो विभिन्न सब्सट्रेट सतहों पर मुद्रित इलेक्ट्रोड के स्थानीयकरण, आकार, आकार, मोटाई और वास्तुकला पर पूर्ण नियंत्रण प्रदान करता है। [16] इस पद्धति की अनूठी विशेषताएं इसकी सादगी, कम लागत, गैर-संपर्क जमाव, कोई सामग्री अपव्यय और पर्यावरण मित्रता हैं। हाल के वर्षों में, एससी और बैटरियों के विकास के लिए व्यावसायिक रूप से उपलब्ध डेस्कटॉप प्रिंटर के उपयोग ने मुद्रित ऊर्जा भंडारण उपकरणों की लागत को काफी कम कर दिया है, और बाद में, उनकी उत्पादन प्रक्रिया भी बहुत सरल हो गई है। [4, 11] इसके जो लाभ हो सकते हैं, उनके व्यापक अनुप्रयोग के लिए इस पद्धति की प्रमुख सीमाएं कठोर भौतिक गुणों के साथ प्रिंट करने योग्य स्याही का विकास जो प्रिंटिंग नोजल को बंद नहीं करेगा और लगातार प्रिंट करेगा। [17-19] साहित्य के अनुसार [17], ड्रॉप-ऑन-डिमांड प्रिंटर के लिए प्रिंट करने योग्य स्याही में चिपचिपाहट, सतह तनाव और घनत्व की एक विशिष्ट सीमा होनी चाहिए और फ्रॉम संख्या (जेड) सीमा में होनी चाहिए। 4<Z <14 का।[18] उपयुक्त इलेक्ट्रोड सामग्री का चयन ऊर्जा भंडारण उपकरणों के महत्वपूर्ण कारकों में से एक है, जो सीधे उनके प्रदर्शन को प्रभावित करता है। इसलिए, उनके सुधार के लिए महत्वपूर्ण प्रयास किए गए हैं। [20] कई सामग्रियों का व्यापक रूप से उत्कृष्ट ऊर्जा भंडारण सामग्री के रूप में उपयोग किया गया है, जिसमें संक्रमण धातु ऑक्साइड / सल्फाइड, [21, 22] पॉलीमर, [23, 24] कार्बन-आधारित सामग्री, [4, 25] और उनके कंपोजिट शामिल हैं; [11, 26]। हालांकि, प्रिंट करने योग्य स्याही के लिए उनका प्रसंस्करण और लचीली ऊर्जा भंडारण उपकरणों के लिए उनका उपयोग अच्छी तरह से विकसित नहीं हुआ है।

लचीले सुपरकैपेसिटर के निर्माण के लिए मौजूदा समस्याओं पर विचार करते हुए, हम एक इंकजेट-प्रिंटेड, सॉलिड-स्टेट, और अत्यधिक लचीले सुपरकैपेसिटर को कम लागत और आमतौर पर इस्तेमाल किए जाने वाले सबस्ट्रेट्स जैसे पेपर और टेक्सटाइल पर रिपोर्ट करते हैं। प्रस्तुत दृष्टिकोण को अन्य उच्च प्रदर्शन मुद्रित इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों को विकसित करने के लिए आगे बढ़ाया जा सकता है, जो अगली पीढ़ी के ऊर्जा भंडारण उपकरणों और लचीले इलेक्ट्रॉनिक्स के लिए आशाजनक हो सकता है।



चित्र 4: मुद्रित माइक्रो-सुपरकैपेसिटर की योजनाबद्ध,वास्तविक जीवन के लिए प्रिंटेड माइक्रो सुपरकैपेसिटर का प्रदर्शन





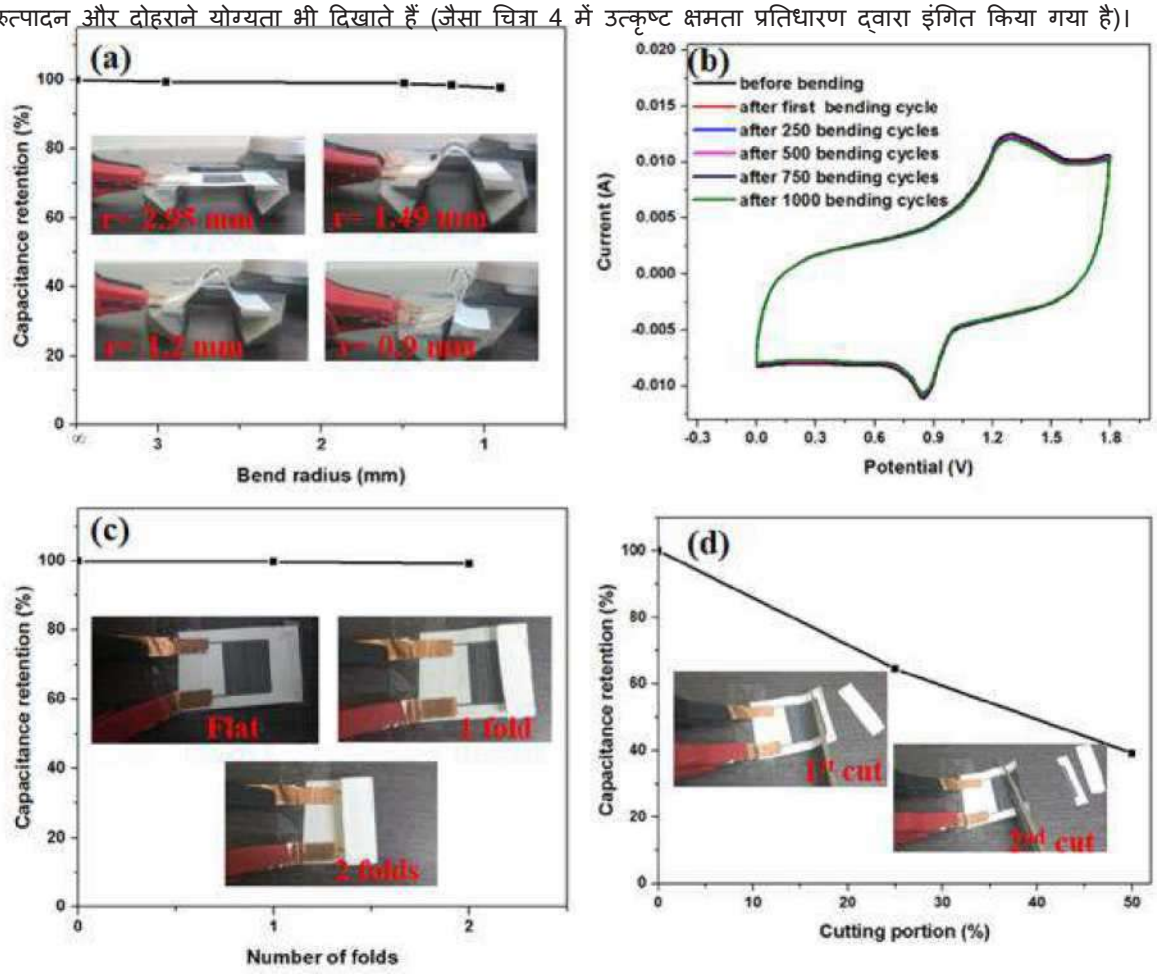
चित्र 3: एक अनुकूलित एसी-बीआई 2 ओ 3 // rGO-MnO2 PpSC डिवाइस का विद्युत रासायनिक प्रदर्शन: (क) विभिन्न स्कैन दरों पर सीवी घटता है,

(ख) 0 से 1.8 V के वोल्टेज रेंज में विभिन्न वर्तमान घनत्वों पर जीसीडी घटता है

(ग) GCD 80 mA/cm2 के वर्तमान घनत्व पर 20 000 चार्ज-डिस्चार्ज चक्र तक घटता है, और

(घ) अलग-अलग चक्र जीवन के क्षणों में 0.01 हर्ट्ज से 100 किलोहर्ट्ज़ की सीमा (इनसेट है उच्च आवृत्ति क्षेत्र का आवर्धित भूखंड) में निक्विस्ट प्लॉट आवृत्ति

चित्र 3 मुद्रित सुपरकैपेसिटर के उत्कृष्ट विद्युत रासायनिक प्रदर्शन को प्रदर्शित करता है। उच्च-ऊर्जा और शक्ति घनत्व (4.5 W/cm3 की शक्ति घनत्व पर 13.28 mWh/cm3 की ऊर्जा घनत्व), उत्कृष्ट दर क्षमता (मौजूदा घनत्व के 32 गुना रूप में 80% क्षमता प्रतिधारण) सहित उच्च-तैयार उपकरणों और उच्च चक्र स्थिरता (20 000 चक्रों के बाद समाई का 92.2% प्रतिधारण), उत्कृष्ट आवृत्ति प्रतिक्रिया (0.09 एमएस समय स्थिरता) ने सराहनीय विद्युत रासायनिक प्रदर्शन प्रदर्शित किया। इसके अलावा, प्रस्तुत विधि कंप्यूटर एडेड डिजाइन लेआउट के माध्यम से परिभाषित एक मुद्रण चरण के माध्यम से डिवाइस की मोटाई, आयाम, आकार, आकार और कार्यान्वयन पर नियंत्रण के साथ अत्यधिक स्केलेबल है। डिवाइस उत्कृष्ट लचीलापन, पुनरुत्पादन और दोहराने योग्यता भी दिखाते हैं (जैसा चित्र 4 में उत्कृष्ट क्षमता प्रतिधारण द्वारा इंगित किया गया है)।



चित्र 4. विभिन्न स्थितियों के तहत पीपीएससी डिवाइस का इलेक्ट्रोकेमिकल प्रदर्शन: (क) अलग-अलग झुकने वाले रेडी पर कैपेसिटेंस रिटेंशन, (ख) 0.9 मिमी के मोड़ त्रिज्या पर अलग-अलग झुकने वाले चक्रों के बाद डिवाइस के सीवी प्रोफाइल में भिन्नता, (ग) अलग-अलग रूपों में कैपेसिटेंस रिटेंशन, और (घ) काटने की स्थिति में क्षमता प्रतिधारण। इनसेट इमेज अलग-अलग स्थितियों में डिवाइस की डिजिटल तस्वीरें प्रस्तुत करती हैं।

अन्य विकास मुद्रित, बाइंडर-मुक्त, लचीला, और उच्च-प्रदर्शन NiCo2O4 // कम ग्राफीन ऑक्साइड (आरजीओ) बैटरी- सूती कपड़े के सब्सट्रेट पर सुपरकैपेसिटर हाइब्रिड डिवाइस है। NiCo2O4 सूक्ष्म-फूल सरणियों को छपाई और कम तापमान वाले ताप उपचार पद्धति का उपयोग करके कपड़े के सबस्ट्रेट्स पर सफलतापूर्वक बनाया गया था। क्रिस्टलीय और कंडक्टिंग NiCo2O4 सूक्ष्म-फूल सरणी परत एक स्व-सहायक इलेक्ट्रोड के रूप में कार्य करती है, और इसकी मुक्त संरचना तेजी से इलेक्ट्रॉन परिवहन और इलेक्ट्रोड सतह का पूर्ण उपयोग सुनिश्चित करती है। LiCI -PVA जेल इलेक्ट्रोलाइट के साथ मुद्रित NiCo2O4 // rGO असममित डिवाइस 0 से 1.6 V की संभावित विंडो में अच्छा इलेक्ट्रोकेमिकल प्रदर्शन प्रदर्शित करता है। फैब्रिकेटेड डिवाइस ने 7.2 F/cm2 (2650 F/g) के उच्च क्षेत्रीय क्षमता सहित 1 mA/cm2 के वर्तमान घनत्व पर, अच्छा चक्र जीवन (5000 चार्ज-डिस्चार्ज चक्रों के बाद 89% कैपेसिटेंस रिटेंशन), उच्च दर क्षमता, उच्च शक्ति घनत्व, उच्च ऊर्जा घनत्व, और कम चार्ज ट्रांसफर प्रतिरोध सामान्य और लचीले दोनों स्थितियाँ में उत्कृष्ट इलेक्ट्रोकेमिकल प्रदर्शन का प्रदर्शन किया। प्राप्त परिणाम उच्च तापमान संसाधित NiCo2O4 आधारित ऊर्जा भंडारण उपकरणों के लिए मौजूदा लेखों हेतु तुलनीय हैं, और इसलिए तापमान-संवेदनशील कपड़े सब्सट्रेट पर इलेक्ट्रोड सामग्री के प्रत्यक्ष निर्माण के लिए रिपोर्ट की गई विधि में काफी संभावनाएं हैं। ये फैब्रिक-आधारित सुपरकैपेसिटर आसानी से विभिन्न लचीले और पहनने योग्य उपकरणों के साथ एकीकृत किए जा सकते हैं और अगली पीढ़ी के पहनने योग्य इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों के लिए एक बड़ा लाभ प्रदर्शित करते हैं। हम आगे इंकजेट-मुद्रित लचीले सुपरकैपेसिटर की उचित पैकेजिंग, पहनने योग्य इलेक्ट्रॉनिक्स के साथ उपकरणों के एकीकरण पर काम कर रहे हैं।

संदर्भ

1. गोगोत्सी, वाई, सामग्री विज्ञान: ऊर्जा भंडारण लपेटा गया। प्रकृति, 2014. 509 (7502): पी.568.
2. बाउर, एस, लचीले इलेक्ट्रॉनिक्स: परिष्कृत त्वचा प्रकृति सामग्री, 2013. 12(10): पी। 871.
3. जू, एस, एट अल, स्व-समान सर्पेन्टाइन इंटरकनेक्ट और एकीकृत वायरलेस रिचार्जिंग सिस्टम के साथ स्ट्रेचेबल बैटरी। प्रकृति संचार, 2013. 4: पी1543.
4. चोई, के.एच., और अन्य, पेपर पर ऑल-इंकजेट-प्रिंटेड, सॉलिड-स्टेट फ्लेक्सिबल सुपरकैपेसिटर। ऊर्जा और पर्यावरण विज्ञान, 2016। 9 (9): पी 2812-2821।
5. Pech, D., और अन्य ।, प्याज जैसे कार्बन पर आधारित अल्ट्राहाई-पावर माइक्रोमीटर-आकार के सुपरकैपेसिटर। नेचर नैनोटेक्नोलॉजी, 2010. 5(9): पी 651.
6. एल-कडी, एम.एफ. और आरबी कनेर, लचीले और ऑन-चिप ऊर्जा भंडारण के लिए उच्च-शक्ति ग्राफीन माइक्रो-सुपरकैपेसिटर का स्केलेबल निर्माण। प्रकृति संचार, 2013. 4: पी। ncomms2446.
7. एल-कडी, एमएफ, और अन्य, उच्च-प्रदर्शन एकीकृत ऊर्जा भंडारण के लिए तीन आयामी हाइब्रिड सुपरकैपेसिटर और माइक्रोसुपरकैपेसिटर इंजीनियरिंग। नेशनल एकेडमी ऑफ साइंसेज की कार्यवाही, 2015: पी। 201420398.
8. ली, जे, और अन्य, पूर्ण इंकजेट प्रिंटिंग के माध्यम से ग्राफीन माइक्रोसुपरकैपेसिटर का स्केलेबल निर्माण और एकीकरण। एसीएस नैनो, 2017. 11(8): पी। 8249-8256।
9. ह्यून, डब्ल्यू.जे., और अन्य, फ्लेक्सिबल ग्राफीन माइक्रो-सुपरकैपेसिटर की स्केलेबल, सेल्फ-अलाइन्ड प्रिंटिंग। उन्नत ऊर्जा सामग्री, 2017. 7(17): पी 1700285.
10. चमीओला, जे., और अन्य।, माइक्रो-सुपरकैपेसिटर के लिए मोनोलिथिक कार्बाइड-व्युत्पन्न कार्बन फिल्में। विज्ञान, 2010। 328 (5977): पी। 480-483।
11. सुंदरियाल, पी. और एस. भट्टाचार्य, इंकजेट-प्रिंटेड इलेक्ट्रोड ऑन ए4 पेपर सबस्ट्रेट्स फॉर लो-कॉस्ट, डिस्पोजल, एंड फ्लेक्सिबल एसिमेट्रिक सुपरकैपेसिटर। एसीएस एप्लाइड मैटेरियल्स एंड इंटरफेसेस, 2017. 9(44): पी. 38507-38521।
12. ईआई-केडी, एम.एफ., और अन्य। उच्च प्रदर्शन और लचीले ग्राफीन-आधारित इलेक्ट्रोकेमिकल कैपेसिटर की लेजर स्कराईबिंग, विज्ञान, 2012: पी. 1326-1330

13. वू, जेड-एस, और अन्य, विभिन्न इंटरडिजिटल उंगलियों के साथ उच्च प्रदर्शन वाले ऑल-सॉलिड-स्टेट ग्राफीन-आधारित प्लानर माइक्रो-सुपरकैपेसिटर का फोटोलिथोग्राफिक निर्माण। जर्नल ऑफ मैटेरियल्स केमिस्ट्री ए, 2014.2 (22) :p.8288-8293।

14. जू, पी, और अन्य, लैमिनेटेड अल्ट्राथिन रासायनिक वाष्प जमाव ग्राफीन फिल्मों पर आधारित स्ट्रेचेबल और पारदर्शी उच्च दर सुपरकैपेसिटर। एसीएस नैनो, 2014.8 (9) :p.9437-9445।

15. सिंह, एम, और अन्य, इंकजेट प्रिंटिंग-प्रक्रिया और इसके अनुप्रयोग। उन्नत सामग्री, 2010.22 (6) :p.673-685

16. पांग, एच, और अन्य, लैमेलर के 2सीओ 3 (पी 207) 2। 2एच 20 नैनोक्रिस्टल मूंछें: इंकजेट प्रिंटिंग के माध्यम से उच्च प्रदर्शन लचीला ऑल-सॉलिड-स्टेट असममित माइक्रो-सुपरकैपेसिटर। नैनो एनर्जी, 2015। 15:p.303-312.

17. फ्रॉम, जे, ड्रॉप-ऑन-डिमांड जेट्स की द्रव गतिशीलता की संख्यात्मक गणना। आईबीएम जर्नल ऑफ रिसर्च एंड डेवलपमेंट, 1984.28 (3) :p.322-333।

18. जांग, डी, डी किम और जे मून, स्याही-जेट प्रिंटेबिलिटी पर द्रव भौतिक गुणों का प्रभाव। लैंगमुइर, 2009.25 (5) :p.2629-2635।

19. वैन ओश, टी एच, एट अल, इंकजेट अनुपचारित बहुलक सब्सट्रेट्स पर संकीर्ण प्रवाहकीय पटरियों का मुद्रण। उन्नत सामग्री, 2008.20 (2) :p.343-345।

20. झांग, एल एल और एक्स झाओ, सुपरकैपेसिटर इलेक्ट्रोड के रूप में कार्बन आधारित सामग्री। केमिकल सोसाइटी समीक्षा, 2009.38 (9) :p.2520-2531।

21. नागराजू, डी एच, और अन्य, वी 2 ओ 5 के दो-आयामी एस्ट्रोफिजिक्स और उच्च ऊर्जा घनत्व असममित सुपरकैपेसिटर के लिए इलेक्ट्रोड के रूप में ग्राफीन ऑक्साइड को कम करते हैं। जर्नल ऑफ मैटेरियल्स केमिस्ट्री ए, 2012.2 (40) :p.17146-17152।

22. ली, एल, और अन्य, एक बिस्मथ ऑक्साइड नैनोशीट-लेपित इलेक्ट्रोस्पन कार्बन नैनोफाइबर फिल्म: लचीले असममित सुपरकैपेसिटर के लिए एक फ्री-स्टैंडिंग नकारात्मक इलेक्ट्रोड। जर्नल ऑफ मैटेरियल्स केमिस्ट्री ए, 2016.4 (42) :p.16635-16644।

23. कुर्रा, एन, आर वांग और एच एन अलशरीफ, सभी असममित ठोस-राज्य सुपरकैपेसिटर के लिए बहुलक इलेक्ट्रोड का संचालन करते हैं। जर्नल ऑफ मैटेरियल्स केमिस्ट्री ए, 2015.3 (14) :p.7368-7374।

24. शी, वाई, एट अल, उन्नत ऊर्जा भंडारण के लिए नैनोस्ट्रक्चर्ड प्रवाहकीय पॉलिमर। केमिकल सोसाइटी समीक्षा, 2015.44 (19) :p 6684-6696।

25. वांग, एस, और अन्य, इंकजेट एक बहु-दीवार वाले कार्बन नैनोट्यूब / एजी नैनोपार्टिकल आधारित स्याही का उपयोग करके प्रवाहकीय पैटर्न और सुपरकैपेसिटर का मुद्रण। जर्नल ऑफ मैटेरियल्स केमिस्ट्री ए, 2015। 3 (5) :p.2407-2413.

26. ड्यू डब्ल्यू, और अन्य, सुपरकैपेसिटर इलेक्ट्रोड के लिए उपयुक्त कोनी 2 एस 4 / ग्राफीन नैनोकम्पोजिट्स के सरल संश्लेषण और बेहतर इलेक्ट्रोकेमिकल प्रदर्शन। जर्नल ऑफ मैटेरियल्स केमिस्ट्री ए, 2014.2 (25) :p.9613-9619।

27. सुंदरियाल, पी और एस भट्टाचार्य। पहनने योग्य अनुप्रयोगों के लिए फैब्रिक सबट्रेट्स पर मुद्रित NiCo2O4//कम ग्राफीन ऑक्साइड सॉलिड-स्टेट हाइब्रिड सुपरकैपेसिटर का इलेक्ट्रोकेमिकल विश्लेषण। मीटिंग सार 2019 में। इलेक्ट्रोकेमिकल सोसाइटी।

28. सुंदरियाल, पी और एस भट्टाचार्य, इंकजेट प्रिंटिंग विधि के माध्यम से लचीले, ठोस-अवस्था, सस्ती और उच्च प्रदर्शन प्लानर माइक्रो-सुपरकैपेसिटर का स्केलेबल माइक्रो-फैब्रिकेशन। एसीएस एप्लाइड एनर्जी मैटेरियल्स, 2019।

डॉ शांतनु भट्टाचार्य

प्रोफ़ेसर

भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, कानपुर

bhattacs@iitk.ac.inDr. Shantanu Bhattacharya

डॉ. नृपेन चंद्रा
प्रधान वैज्ञानिक सीएसआईआर-
सीएमईआरआई, पश्चिम बंगाल
nripen74@gmail.com

J

L

9 उच्च शक्ति ली-आयन बैटरी सामग्री का स्केल-अप संश्लेषण-स्वदेशी प्रौद्योगिकी विकास

परियोजना संदर्भ सं. डीएसटी/टीएमडी/एमईएस/2के17/11

उच्च शक्ति ली-आयन बैटरी सामग्री संश्लेषण और स्केलिंग-अप मिलीग्राम-स्केल से किलोग्राम-स्केल तक अत्यधिक चुनौतीपूर्ण है। प्रमुख चुनौती स्वदेशी प्रौद्योगिकी विकास के लिए सभी पैमानों पर आकार-संरचना-निष्पादन सहसंबंध बनाए रखना है। परियोजना में, उद्देश्य चयनित ली-आयन बैटरी कैथोड और एनोड सामग्री के लिए संश्लेषण विधियों को विकसित करना है जो उच्च शक्ति प्रदान करते हुए उच्च ऊर्जा घनत्व बनाए रखते हैं। डिलिवरेबल्स में आधा किलोग्राम कैथोड और एनोड सामग्री तैयार करना शामिल है जो 60C दर पर भी अपनी 1C दर विशिष्ट क्षमता का लगभग 70% बनाए रखता है और संश्लेषण की पुनरावृत्ति सुनिश्चित करने वाली सामग्रियों का एक व्यापक लक्षण वर्णन करता है।

लिथियम-आयन (ली-आयन) बैटरी आजकल अविश्वसनीय रूप से प्रसिद्ध हैं। हम उन्हें अधिकांश पोर्टेबल इलेक्ट्रॉनिक गैजेट्स जैसे लैपटॉप, मोबाइल फोन और आईपॉड में खोज सकते हैं। वे बहुत बुनियादी हैं क्योंकि यह तुलनात्मक रूप से गणना की जाती है कि वे संभवतः सबसे महत्वपूर्ण ऊर्जा-संचालित उत्तरदायी बैटरी हैं जो सुलभ हैं। ये बैटरियां प्रचलित हैं क्योंकि उनके पास कई संतोषजनक लाभों पर विभिन्न महत्वपूर्ण बिंदु हैं। वे समान आकार की विभिन्न प्रकार की ली-आयन बैटरी की तुलना में आमतौर पर बहुत हल्के होते हैं। ली-आयन बैटरी के इलेक्ट्रोड वजन में हल्के होते हैं। ली-आयन बैटरी के कारण, फैब्रिकेटेड फुल-सेल डिस्चार्ज अवस्था में है, जिसका अर्थ है कि सभी लिथियम आयन कैथोड सामग्री और एनोड की जाली में होस्ट किए जाते हैं जो कई ली-आयन कैथोड को अभिगृहीत करने की स्थिति में हैं। । इस तरह, बैटरी को उपयोग करने से पहले चार्ज किया जाना चाहिए और निर्वहन के दौरान ली-आयन आंदोलन की दिशा उलट जाती है। यह ऑक्सीकरण / कमी प्रतिक्रिया इंगित करती है कि सामग्री जो ली-आयनों को सम्मिलित और जारी कर सकती है, उनमें लिथियम आयन बैटरी इलेक्ट्रोड सामग्री बनने की क्षमता है। इससे भी महत्वपूर्ण बात यह है कि कैथोड सामग्री में कमी (डिस्चार्ज) के दौरान उच्च वोल्टेज होना चाहिए और उच्च ऑपरेटिंग वोल्टेज के लिए ली-आयन बैटरी के लिए एनोड में कम वोल्टेज होना चाहिए। यह परियोजना ली-आयन बैटरी की शक्ति घनत्व पर एक नया आविष्कार करने का एक तरीका है। आम तौर पर, एक साधारण मोबाइल फोन ली-आयन बैटरी बैटरी के वजन के संबंध में 0.5 kW/kg से कम बिजली दे सकती है। यह परियोजना नैनो-इंजीनियर्ड उच्च शक्ति ली-आयन बैटरी सामग्री (कैथोड और एनोड दोनों) पेश करने की कोशिश करती है जो> 5 kW/kg बिजली प्रदान कर सकती है। भारत एक देश के रूप में 2030 तक 100% इलेक्ट्रिक वाहन (ईवी) की बिक्री हासिल करने की आकांक्षा रखता है, और बैटरी के लिए विनिर्माण केंद्र बन सकता है [1]।

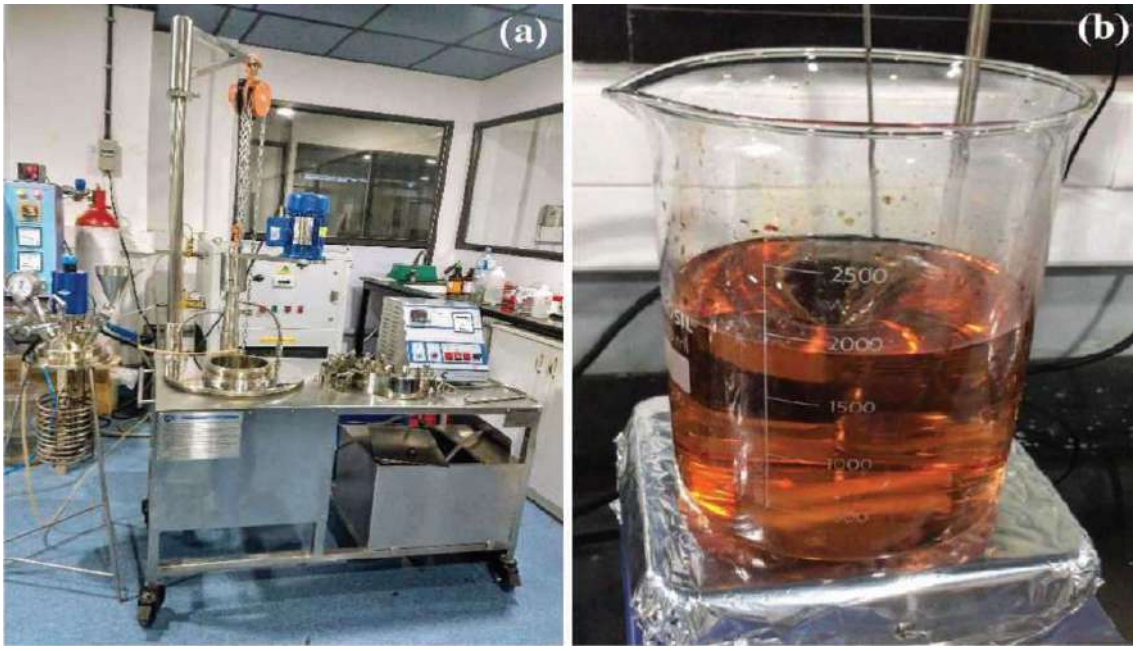
शायद वर्तमान में सबसे अच्छी चुनौती उचित उन्नति के लिए चलन स्थापित करने वाले नवाचारों को ध्यान में रखते हुए "निम्न कार्बन समाज" को समझने का तरीका है। इलेक्ट्रिक वाहन जलवायु परिवर्तन के प्रति अपनी राजनीतिक नीतियों में कई देशों द्वारा शामिल प्रमुख घटकों में से एक है। विशाल आबादी के साथ दुनिया के सबसे बड़े लोकतांत्रिक देश में से एक होने के नाते भारत को भी अल्पकालिक और दीर्घकालिक परिणामों के लिए नीतियों के आधार पर महत्वपूर्ण योगदान देने में सक्षम होना चाहिए। भारत के लिए प्रमुख उद्देश्यों में शामिल हैं, (i) तेल की खपत को कम करना, (ii) स्वच्छ ऊर्जा वाहनों को अपनाने की सुविधा देना, (iii) परिवहन में सुधार करना और (iv) रोजगार वृद्धि को सुगम बनाना कुछ उल्लेख हैं [2]। अनुसंधान के माध्यम से राष्ट्रीय मिशन का समर्थन करने के लिए, इस परियोजना के लिए प्रमुख नवोन्मेष हाइब्रिड इलेक्ट्रिक वाहनों (एचईवी) और शुद्ध इलेक्ट्रिक वाहनों (ईवी) के लिए उत्कृष्ट ऊर्जा घनत्व और उच्च ऊर्जा घनत्व के साथ अगली पीढ़ी के ऊर्जा भंडारण उपकरणों का निर्माण करना है।

इस संबंध में, लिथियम-आयन बैटरी के सभी पहलुओं में सुधार करके ऐसे ऊर्जा भंडारण उपकरणों को सक्षम करने के लिए नैनो-स्केल सामग्रियों पर महत्वपूर्ण मात्रा में ध्यान केंद्रित किया गया है। इस परियोजना का मूल उद्देश्य बैटरी में उपयोग किए जाने वाले एनोड और कैथोड को इंजीनियरिंग करके एक उच्च शक्ति ली-आयन बैटरी तैयार करना है। हाई पावर बैटरी महत्वपूर्ण हैं क्योंकि यह ऑन-रूट चार्जिंग की संभावना को सक्षम करेगी। उदाहरण के लिए, फास्ट चार्जिंग विकल्प वाली एक इलेक्ट्रिक बस पर विचार करें, यह अंतर-राज्यीय परिवहन के बजाय स्थानीय परिवहन के लिए अत्यधिक उपयुक्त है। अधिकांश स्थानीय परिवहन बसों की राउंड ट्रिप आम तौर पर 20-30 किमी की होती है और अंतिम बिंदु पर उपलब्ध समय अवधि लगभग 10 मिनट होती है। हालांकि बैटरी की क्षमता कम है (जो केवल कुछ दस किमी की ड्राइविंग रेंज देती है) 10 मिनट के चार्ज के साथ, बस अगली यात्रा के लिए तैयार हो सकती है।

नैनो-स्केल सामग्री द्वारा और बड़े पैमाने पर ली-आयन की प्रसार लंबाई को अंतराल / डी-इंटरकलेशन प्रक्रिया के दौरान छोटा कर सकती है जो इलेक्ट्रोड सामग्री के दर प्रदर्शन में सुधार करती है। ली-आयन बैटरियों की उच्च भंडारण क्षमता ने अभी-अभी पोर्टेबल इलेक्ट्रॉनिक्स बाजार में उनकी प्रधानता को प्रेरित किया है। जैसा भी हो सकता है, अनुप्रयोगों के लिए उच्च ऊर्जा और बिजली घनत्व में शामिल होने का एक और स्तर आवश्यक है, उदाहरण के लिए, एचईवी और ईवी। नए बाजारों के लिए ली-आयन बैटरी के उद्देश्य को पूरा करने के लिए, ली-आयन इलेक्ट्रोड सामग्री (कैथोड और एनोड) की उत्कृष्ट दर क्षमता होनी चाहिए। इस तरह की एक उत्कृष्ट दर क्षमता इलेक्ट्रॉनिक चालन और इलेक्ट्रोड सामग्री के इंटरकलेशन / डी-इंटरकलेशन प्रक्रिया के दौरान ली-आयन के प्रसार से संबंधित है। अनपेक्षित परिणामों से दूर रहने के लिए सुरक्षित, आर्थिक रूप से प्रतिस्पर्धी और पर्यावरण की दृष्टि से जिम्मेदार नैनो-सशक्त वस्तुओं की उन्नति आकर्षक है। नैनो सामग्री से संबंधित पारिस्थितिक भलाई और सुरक्षा कमजोरियों को देखते हुए अतिरिक्त एहतियाती उपायों की आवश्यकता हो सकती है, इस तथ्य के बावजूद कि इसे नियंत्रित नहीं किया जा सकता है। डिज़ाइन किए गए नैनोमटेरियल्स के साथ काम करने वाले संगठनों को भलाई और संभावित प्राकृतिक प्रभावों से संबंधित विस्तारित डिग्री से संबंधित खर्चों के लिए वैकल्पिक व्यापार को समझने की आवश्यकता हो सकती है।

एलएमओ की कार्य क्षमता लगभग 4.0 V (Vs. Li/Li+) है और LiMn2O4 की सैद्धांतिक क्षमता 148 mAh/g [3-5] है। इस तरह के फायदों के अलावा, LiMn2O4 ऊंचे तापमान (> 50 डिग्री सेल्सियस) पर संचालित होने पर क्षमता के लुप्त होने से पीड़ित होता है, जिसे मुख्य रूप से इलेक्ट्रोलाइट में Mn2+ विघटन के लिए जिम्मेदार ठहराया जाता है, जो कि 2Mn3+ Mn4+ + Mn2+ और यूनिट सेल विरूपण [6] द्वारा दी गई अनुपातहीन प्रतिक्रिया के माध्यम से होता है। -8]। यूनिट सेल डिस्टॉर्शन लीएमएन2ओ4 [9-11] के लिथिएशन/डिलिथिएशन के दौरान एमएन3+ ऑक्टाहेड्रॉन के जाह्न-टेलर डिस्टॉर्शन से प्रेरित क्यूबिक से टेट्रागोनल में फेज ट्रांसफॉर्मेशन को संदर्भित करता है। जहां तक Li4Ti5O12 एनोड का संबंध है, लगभग 30 nm के कण आकार को Li आयनों के उत्क्रमणीय भंडारण के लिए आदर्श माना जाता है जैसा कि बोर्घोल्स द्वारा बताया गया है। [12]।

इलेक्ट्रोड की विद्युत चालकता में सुधार 3 उच्च सतह क्षेत्र और उच्च पहलू अनुपात कार्बन नैनोस्ट्रक्चर को एडिटिव्स [13] के रूप में प्राप्त किया जा सकता है। योज्य के रूप में कार्बन नैनोट्यूब (सीएनटी) कार्बन के अन्य रूपों की तुलना में इलेक्ट्रोड की दर क्षमता को बढ़ा सकता है जैसा कि पिछले अध्ययन [13-15] से स्पष्ट है। हालांकि, इलेक्ट्रोड सामग्री की उच्च दर क्षमता में बाधा डालने वाला महत्वपूर्ण कारक इलेक्ट्रोड / इलेक्ट्रोलाइट इंटरफेस [16-19] पर चार्ज-ट्रांसफर प्रतिरोध माना जाता है। साहित्य में LiMn2O4-Li4Ti5O12 के पूर्ण-सेल संयोजन की सूचना दी गई है, हालांकि, हम यहां एक उच्च शक्ति पूर्ण-सेल ली-आयन बैटरी की दर क्षमता और इसी विशिष्ट क्षमता के साथ रिपोर्ट करते हैं जो अभूतपूर्व [20-23] हैं। इस संयोजन में उच्च अंत इलेक्ट्रिक वाहन अनुप्रयोगों [24-25] के लिए नियोजित होने की क्षमता वाली सुरक्षित ली-आयन बैटरी में से एक होने का लाभ है।



चित्र 1: (क) 10एल ऑटोक्लेव सुविधा और (ख) ली-आयन बैटरी सामग्री के स्केल-अप संश्लेषण के लिए सोल-जेल प्रक्रिया

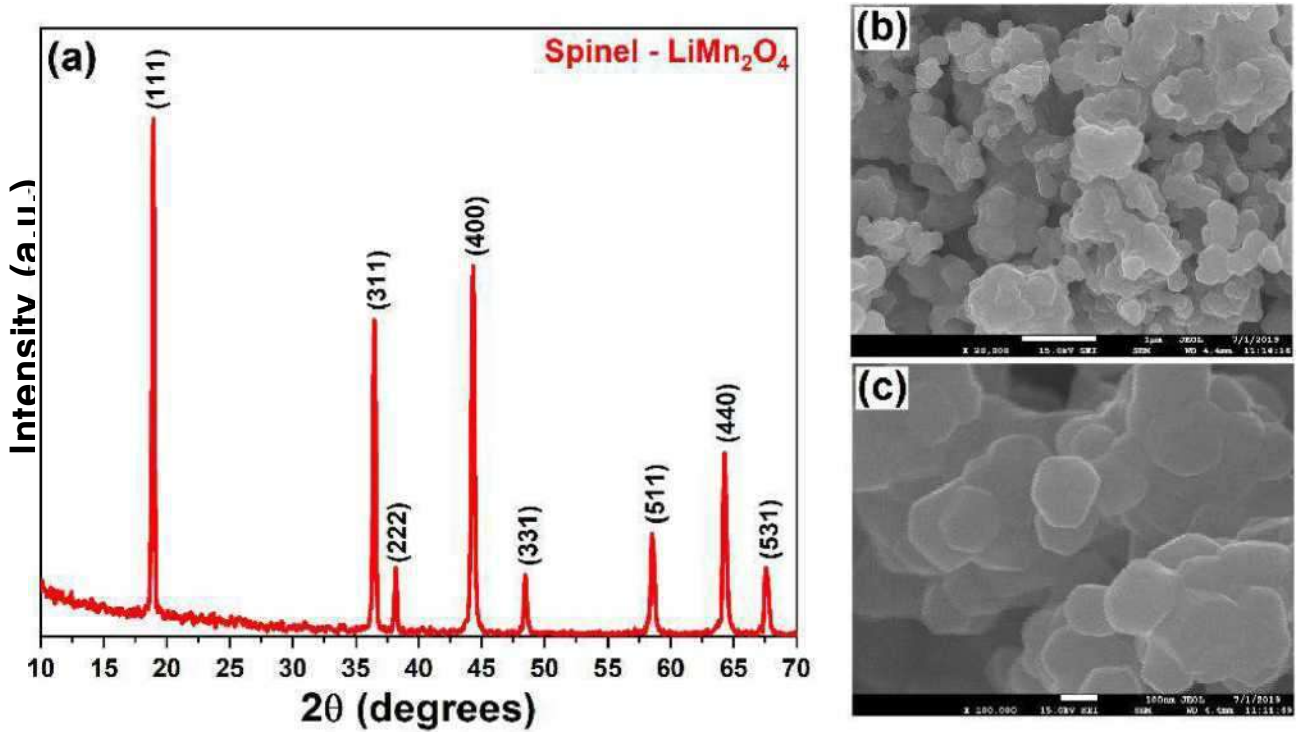
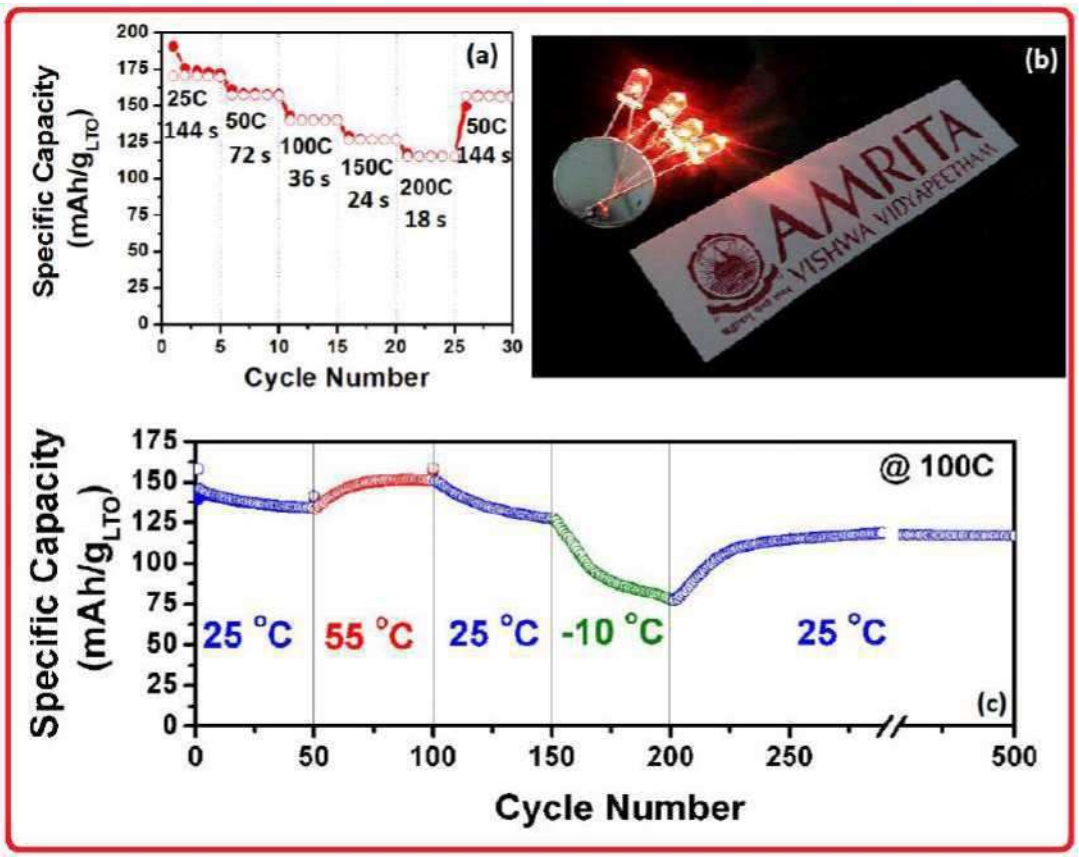


Fig.2: (a) XRD and (b & c) FESEM images of the LiMn2O4 cathode material



चित्र 3: (क) लैब-स्केल फुल-सेल की दर क्षमता (ख) सिंगल कॉइन-सेल द्वारा जलाए गए 4-एलईडी और (ग) फुल-सेल के सभी तापमान संचालन।

इंटरकलेशन प्रक्रिया की पर्याप्तता आयनिक-इलेक्ट्रॉनिक चालकता, ली-आयनों के लिए सुलभ जाली स्थानों की संख्या और इलेक्ट्रोड सामग्री में फर्मी स्तर के आसपास सुलभ इलेक्ट्रॉनिक राज्यों के घनत्व से तय होती है। इस प्रकार, सेल के वोल्टेज, क्षमता और वर्तमान घनत्व सहित मापदंडों को इलेक्ट्रोड सामग्री के गुणों की विशेषता है। इस परियोजना के हिस्से के रूप में बड़े पैमाने पर ली-आयन बैटरी सामग्री संश्लेषण सुविधाओं को प्रयोगशाला में स्थापित किया गया है (5 उदाहरण के लिए: चित्र 1ए 10एल ऑटोक्लेव सुविधा दिखाता है)। स्केल-अप के लिए चयनित सामग्रियों में LiMn2O4 (कैथोड) और Li4Ti5O12 (एनोड) शामिल हैं। इन सामग्रियों का चयन स्थिरता, संक्रमण धातु बहुतायत (भारत में) और उच्च शक्ति और चक्र जीवन की क्षमता सहित कई पहलुओं से उपजा है। Fig.2 सहायक सूचना फ़ाइल में वर्णित सोल-जेल प्रक्रिया द्वारा तैयार LiMn2O4 कैथोड सामग्री की XRD और FESEM छवियों को दिखाता है। Fig.3 लैब-स्केल विकसित LiMn2O4-Li4Ti5O12 ली-आयन बैटरी पूर्ण-सेल प्रदर्शन दिखाता है। Fig.3a लैब-स्केल सेल की दर क्षमता दिखाता है जो चार्ज / डिस्चार्ज का समय इंगित करता है जो 144 सेकंड से लेकर 18 सेकंड तक तेज़ होता है। उच्च शक्ति क्षमता दिखाने के लिए 4 उच्च शक्ति एलईडी एक सिक्का-सेल (चित्र 3बी) से जलाई जाती हैं और पूर्ण-सेल को 55 डिग्री सेल्सियस से -10 डिग्री सेल्सियस (कमरे के तापमान सहित) के तापमान की एक विस्तृत श्रृंखला में संचालित करने के लिए प्रदर्शित किया जाता है। 25 सी)। वर्तमान में, 100 ग्राम तक के कैथोड सामग्री संश्लेषण का प्रदर्शन किया गया है और अंतिम चरण 500 ग्राम दिखाना है। 250 ग्राम तक एनोड सामग्री का विकास प्रगति पर है और अगस्त 2020 तक, डीएसटी को 500 ग्राम के कैथोड और एनोड दोनों सामग्रियों को वितरित करने की उम्मीद है। हमने कैथोड और एनोड सामग्री के आधार पर दो पेटेंट भी दायर किए हैं जिन्हें यहां बढ़ाया जा रहा है [26, 27]।

संदर्भ

भारत का ऊर्जा भंडारण मिशन: विश्व स्तर पर प्रतिस्पर्धी बैटरी निर्माण के लिए मेक-इन-इंडिया अवसर, नीति आयोग रिपोर्ट (2017)।

2. शून्य उत्सर्जन वाहन (ज़ेडईवी): नीतिगत ढांचे की ओर, नीति आयोग ईवी रिपोर्ट (2018)।

3. जे.एम. तारास्कॉन, ई. वांग, एफ.के. Shokoohi, W.R. McKinnon, S. Colson, The spinel phase of LiMn2O4 as a cathode in Seconder लिथियम Cells, J. Electrochem। समाज। 138 (1991) 2859।

4. वाई ईइन-एली, डब्ल्यू वेन, एस मुखर्जी, जेडएन-डॉप्ड एमएन स्पिनल कैथोड सामग्री का अप्रत्याशित 5 वी व्यवहार, इलेक्ट्रोकेम। सॉलिड-स्टेट लेट। 8 (2005) ए141।

5. एस. ली, जी. यून, एम. जियोंग, एम.जे. ली, के. कांग, जे. चो, लिथियम आयन बैटरियों के लिए मैंगनीज आधारित स्पिनल कैथोड की श्रेणीबद्ध सतह परमाणु संरचना, एंग्यू। रसायन। इंट। ईडी। 54 (2015) 1153।

6. एम.एम. ठाकरे, वाई. शाओ-हॉर्न, ए.जे. कहायन, के.डी. केप्लर ई. स्किनर, जे.टी., वाघे, एस.ए., हैकनी, स्ट्रक्चरल फटीग इन स्पिनल इलेक्ट्रोड्स इन हाई वोल्टेज (4 वी) ली/लिक्सएमएन2ओ4 सेल, इलेक्ट्रोकैम। सॉलिड-स्टेट लेट। 1 (1998) 7.

7. डी. किम, एस. पार्क, ओ.बी. चाई, जे.एच. रियू, यू.यू. किम, आर.जेड. यिन, एस.एम. ओह, Mn विघटन के बाद स्पिनल LiMn2O4 इलेक्ट्रोड पर मैंगनीज प्रजातियों का पुन: जमाव, जे इलेक्ट्रोकैम। समाज। 159 (2012) ए193।

8. वाई दाई, एल कै, आर.ई. स्पिनेल LiMn2O4 इलेक्ट्रोड, जे इलेक्ट्रोकैम के लिए सफेद, क्षमता फीका मॉडल। समाज। 160 (2013) 182।

9. ए. मंथिराम, डब्ल्यू. चोई, लेयर्ड ऑक्साइड कैथोड के भीतर प्रोटॉन को ट्रैप करके स्पिनेल कैथोड में एमएन विघटन का दमन, इलेक्ट्रोकेम। सॉलिड-स्टेट लेट। 10 (2007) ए228।

10. के.वाई. चुंग, C.W. Ryu, K.B. किम, 4 V LiMn2O4 में जाहन-टेलर विरूपण की शुरुआत तंत्र और LiM0.05Mn1.95O4 (M = Co, Ni) कोटिंग, J. इलेक्ट्रोकैम द्वारा इसका दमन। समाज। 152 (2005) ए791।

11. डी.एच. जंग, वाई.जे. शिन, एस.एम. ओह, 4 वी ली/लिक्सएमएन2ओ4 कोशिकाओं में स्पिनल ऑक्साइड और क्षमता हानि का विघटन, जे इलेक्ट्रोकैम. एसओसी 143 (1996) 2204।

12. बोरगोल्स, डब्ल्यूजेएच; वेजमेकर, एम.; लाफोंट, यू।; केल्डर, ई.एम.; Mulder, F. M. आकार प्रभाव Li4+xTi5O12 स्पिनेल में। जाम। रसायन। समाज। 131,17786-17792 (2009)।

13. गंगाजा, बी.; रेड्डी, के.एस.; नायर, एस.; संथानागोपालन, डी। लिथियम आयन बैटरी प्रौद्योगिकी के लिए स्पिनेल Li4Ti5O12/LiMn2O4 इलेक्ट्रोड के साथ एडिटिव्स के रूप में कार्बन नैनोस्ट्रक्चर का प्रभाव। केमिस्ट्री सेलेक्ट 2, 9772-9776 (2017)।

14. जियोंग, जे.एच.; किम, एम.एस.; चोई, वाई.जे.; ली, जी. डब्ल्यू.; पार्क, बी.एच.; ली, एस.डब्ल्यू.; रोह, के.सी.; किम, के.बी. बेहतर दर-क्षमता प्राप्त करने के लिए ऑक्साइड/कार्बन सम्मिश्रों का तर्कसंगत डिज़ाइन: कार्बन से ऑक्साइड तक संवर्धित लिथियम-आयन परिवहन के माध्यम से। जे मेटर। रसायन। ए 6, 6033-6044 (2018)।

15. लियू, जे.; तांग, के.; सोंग, के.; वैन एकेन, पी.ए.; यू, वाई; ली-आयन और ना-आयन बैटरी दोनों के लिए उच्च क्षमता और लंबे समय तक चलने वाली एनोड सामग्री के रूप में मैयर, जे. टाइनी ली4Ti5O12 नैनोपार्टिकल्स कार्बन नैनोफाइबर में एम्बेडेड हैं। भौतिक. रसायन. रसायन. भौतिक. 15, 20813-20818 (2013)।

16. भट्टी, एच.एस.; अंजुम, डी.एच.; उल्लाह, एस.; अहमद, बी.; हबीब, ए.; करीम, ए.; वोल्टेज रेंज 0-3 V. J. Phys में दोहरी चरण Li4Ti5O12/Li2TiO3 समग्र के हसनैन, एस. रसायन। सी 120, 9553-9561 (2016)।Wang, Y. Q.; Gu, L.; Guo, Y. G.; Li, H.; He, X. Q.; Tsukimoto, S.; Ikuhara, Y.; Wan, L. J. Rutile-TiO2 nanocoating for a high-rate Li4Ti5O12 anode of a lithium-ion battery. J. Am. Chem. Soc. 134, 7874-7879 (2012).

17. झाओ, एल.; हू, वाई.-एस.; ली, एच.; वांग, जेड।; चेन, एल. झरझरा Li4Ti5O12 ली-आयन बैटरी के लिए आयनिक तरल पदार्थ से एन-डोप्ड कार्बन के साथ लेपित। 23, 1385-1388 (2011)।

18. झाओ, एल.; हू, वाई.-एस.; ली, एच.; वांग, जेड।; चेन, एल. झरझरा Li4Ti5O12 ली-आयन बैटरी के लिए आयनिक तरल पदार्थ से एन-डोप्ड कार्बन के साथ लेपित। अभिभाषक। मेटर। 23, 1385-1388 (2011)।

19. कांग, बी.; सीडर, जी। अल्ट्राफास्ट चार्जिंग और डिस्चार्जिंग के लिए बैटरी सामग्री। नेचर 458, 190-193 (2009)।

20. वेंग, जेड.; वांग, जेड।; पेंग, डब्ल्यू।; गुओ, एच; ली, एक्स Zr-doped Li4Ti5O12 एनोड सामग्री को संश्लेषित करने के लिए एक बेहतर ठोस-अवस्था प्रतिक्रिया और LiMn2O4/Li4Ti5O12 पूर्ण-सेल में इसका अनुप्रयोग। सिरम। इंट। 40, 10053-10059 (2014)।

21. वैंग, एक्स.; लियू, बी.; हौ, एक्स।; वांग, क्यू.; ली, डब्ल्यू।; चेन, डी.; उच्च प्रदर्शन वाली लचीली लिथियम-आयन बैटरी के लिए शेन, जी. अल्ट्रालॉन्ग-लाइफ और हाई-रेट वेब-लाइक Li 4Ti5O12 एनोड। नैनो रेस। 7, 1073-1082 (2014)।

22. जू, जी.; हान, पी.; डोंग, एस.; लियू, एच.; कुई, जी.; चेन, एल. Li4Ti5O12-आधारित ऊर्जा रूपांतरण और भंडारण प्रणाली: स्थिति और संभावनाएं। समन्वय। रसायन। रेव। 343, 139-184 (2017)।

23. सु, एक्स।; लियू, जे.; झांग, सी.; हुआंग, टी.; वांग, वाई।; LiMn2O4 नैनोरोड कैथोड और कार्बन-लेपित Li4Ti5O12 नैनोवायर एनोड पर आधारित यू, ए। उच्च शक्ति लिथियम-आयन बैटरी। आरएससी एड। 6, 107355-107363 (2016)।

24. बेलहरौक, आई.; सन, वाई.-के.; लू, डब्ल्यू.; अमीन, के. Li4Ti5O12LiMn2O4 लिथियम-आयन बैटरी सिस्टम की सुरक्षा पर जे इलेक्ट्रोकैम। समाज। 154, ए1083 (2007)।

25. पार्क, ओ.के.; चो, वाई।; ली, एस.; यू, एच.-सी.; सॉन्ग, एच.-के.; चो, जे। इलेक्ट्रिक वाहन, ओलीवाइन या स्पिनल कौन चलाएगा? ऊर्जा पर्यावरण। विज्ञान। 4, 1621-1633 (2011)।

26. डी. संतनागोपालन, एस. नायर, ली-आयन बैटरी अनुप्रयोगों के लिए उच्च प्रदर्शन LiMn2O4 कैथोड और इसकी तैयारी विधि, Appl। संख्या: 201741026139 दिनांक: 22-7-2017।

27. ली-आयन बैटरी अनुप्रयोगों और तैयारी विधि के लिए उच्च क्षमता Li4Ti5O12 एनोड, Appl। संख्या: 201841035135, दिनांक: 17-9-2018।डॉ धमोदरन संथानागोपालन

सह - आचार्य

अमृता विश्व विद्यापीठम विश्वविद्यालय, कोच्चि

dsgopalan20710@aims.amrita.edu

10 कार्यात्मक के रूप में इलेक्ट्रोस्पन नैनोफाइबर लिथियम-सल्फर बैटरी हेतु के लिए सामग्री

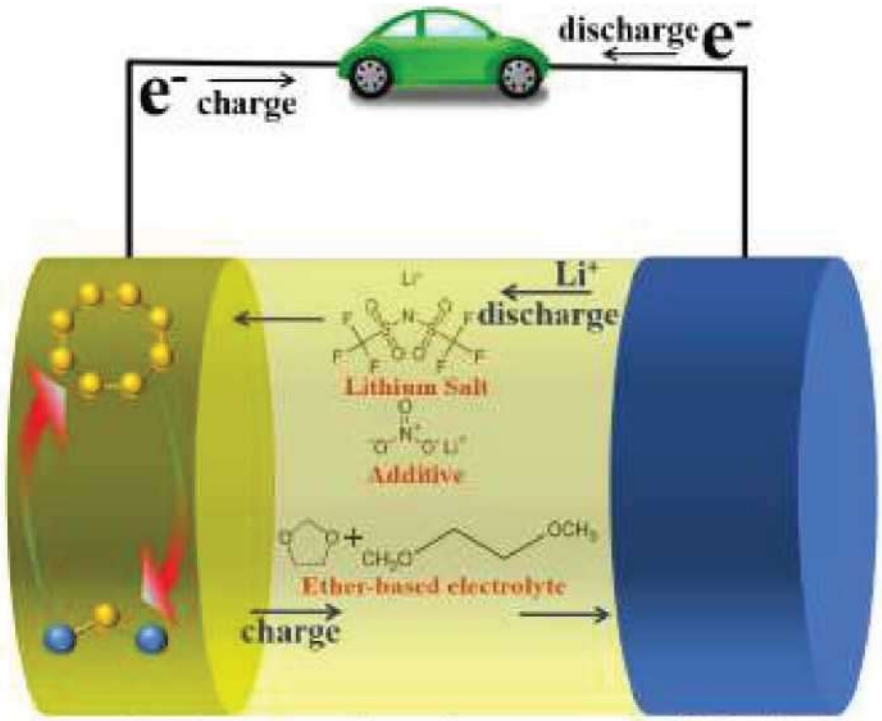
परियोजना संदर्भ सं. डीएसटी/टीएमडी/एमईएस/2के17/73

भविष्य की ऊर्जा जरूरतों की मांग को पूरा करने के लिए, आज की लिथियम-आयन बैटरी से परे ऊर्जा सघन बैटरी प्रौद्योगिकियों का विकास और व्यावसायीकरण आवश्यक है। सबसे आशाजनक उम्मीदवारों में से एक लिथियम-सल्फर बैटरी है, जो अत्याधुनिक लिथियम-आयन बैटरी की तुलना में पांच गुना अधिक सैद्धांतिक ऊर्जा घनत्व प्रदान करती है। पॉलीसल्फाइड शट्लिंग समस्या से निपटकर लिथियम-सल्फर बैटरियों की क्षमता और चक्र जीवन में सुधार करना दुनिया भर के शोधकर्ताओं और बैटरी विशेषज्ञों के लिए एक बड़ी चुनौती बन गया है। हमारे समूह ने इस प्रकार की बैटरी के लिए लचीले एडिटिव्स के रूप में इलेक्ट्रोस्पन नैनोफाइबर का उपयोग करके एक आशाजनक सफलता को उजागर किया है।

जीवाश्म ईंधन की कमी और पवन और फोटोवोल्टिक्स जैसे ऊर्जा के नवीकरणीय स्रोतों की आंतरायिकता ऊर्जा की जरूरत को पूरा नहीं कर सकी। रिचार्जेबल बैटरी इसलिए ऊर्जा के आंतरायिक स्रोतों से दूर जाने का एक आदर्श अवसर प्रदान करती हैं। 1991 में लिथियम-आयन रिचार्जेबल बैटरी के व्यावसायिक रूप से परिचय ने उपभोक्ता इलेक्ट्रॉनिक्स में एक क्रांति की शुरुआत की। लिथियम-आयन बैटरी पैक के कम वजन के साथ उत्पादित उच्च ऊर्जा लचीले इलेक्ट्रॉनिक्स से लेकर इलेक्ट्रिक वाहनों तक इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों के एक बड़े पैमाने पर इंजीनियर बनाने का अवसर प्रदान करती है। इन वर्षों में, बैटरी विशेषज्ञों ने लिथियम-आयन बैटरी की ऊर्जा घनत्व को धीरे-धीरे सैद्धांतिक सीमाओं तक पहुंचने और मौजूदा वास्तुकला को और अधिक अनुकूलित करके उन्हें और अधिक कुशल बनाने में सफलता प्राप्त की है। अंततः, भविष्य के कई अनुप्रयोगों के लिए बढ़ती ऊर्जा घनत्व की मांग को पूरा करने के लिए, लिथियम-आयन बैटरी तकनीक से परे नवीन विकल्पों की आवश्यकता है। उदाहरण के लिए, भविष्य के इलेक्ट्रिक वाहनों और बड़े पैमाने पर ऊर्जा ग्रिड के लिए लागू बैटरी के लिए एक महत्वपूर्ण विचार बहुत अधिक ऊर्जा घनत्व के साथ छोटे और हल्के वजन का होना है, जो आज की लिथियम-आयन तकनीक के लिए व्यावहारिक सीमा से परे हैं। इसलिए, लिथियम-आयन बैटरी प्रौद्योगिकी में एक कदम परिवर्तन के बजाय, एक पूरी तरह से नया इलेक्ट्रोड रसायन और आर्किटेक्चर जिसमें बहुत अधिक ऊर्जा घनत्व है, भविष्य की ऊर्जा आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए एक विकल्प हो सकता है। इस संबंध में, लिथियम-सल्फर बैटरी अत्याधुनिक लिथियम-आयन बैटरी की तुलना में पांच गुना अधिक ऊर्जा घनत्व के साथ आशाजनक बैटरी रसायन प्रदान करती है और इसलिए, अगली पीढ़ी की बैटरी तकनीक 1,2 का वादा किया जाता है।

लिथियम-सल्फर बैटरी कैसे काम करती है?

लिथियम-सल्फर बैटरी को लिथियम एनोड, सल्फर कैथोड, एक विभाजक और इलेक्ट्रोलाइट से इकट्ठा किया जाता है। निर्वहन के दौरान, आयनिक रूप से इलेक्ट्रोलाइट माध्यम के माध्यम से एनोड से कैथोड तक इलेक्ट्रोकेमिकल ड्राइविंग बल द्वारा ली + आयनों को स्थानांतरित किया जाता है। Li+ - आयनों की गति एनोड में मुक्त इलेक्ट्रॉनों का निर्माण करती है जो आवेश के विकास की ओर ले जाती है। चार्ज को बेअसर करने के लिए, विद्युत प्रवाह तब एनोड से कैथोड तक एक डिवाइस (सेल फोन, कंप्यूटर, इलेक्ट्रिक वाहन आदि) के माध्यम से प्रवाहित होता है। आवेश के दौरान, उत्क्रमणीय घटनाएं घटित होती हैं, जहां Li+-आयन कैथोड से एनोड की ओर गति करते हैं। विभाजक बैटरी के अंदर से इलेक्ट्रोड के बीच इलेक्ट्रॉनों के सीधे प्रवाह को रोकता है। बार-बार डिस्चार्ज-चार्ज प्रक्रिया के दौरान, सल्फर जो चक्रीय ऑक्टा-परमाणु अवस्था (S8) में है, लिथियम पॉलीसल्फ़ाइड मध्यवर्ती (L2Sx, 1 <x <8)3 की एक श्रृंखला बनाने वाली दो-इलेक्ट्रॉन रेडॉक्स प्रतिक्रिया से गुजरती है। लिथियम-सल्फर बैटरी का आरेख चित्र 1 में दिखाया गया है।



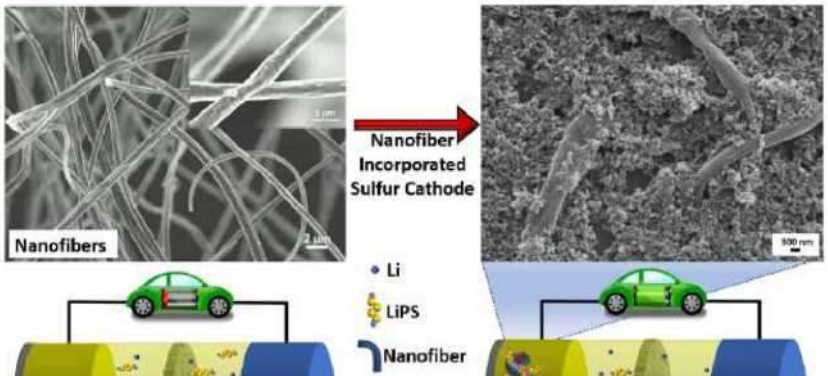
चित्र 1. लिथियम-सल्फर बैटरी का आरेख

क्यों लिथियम-सल्फर बैटरी एक चुनौती है?

वास्तव में, सल्फर अत्यधिक प्रचुर मात्रा में और सस्ता और पर्यावरण के अनुकूल है, जो लिथियम-सल्फर बैटरी तकनीक को व्यावसायिक रूप से अधिक व्यवहार्य बना सकता है, हालांकि, इन बैटरियों के साथ अब तक की समस्या उनकी अस्थिरता और परिणामी कम चक्र जीवन रही है। सल्फर की इन्सुलेट प्रकृति और उनके रूपात्मक और संरचनात्मक परिवर्तनों के साथ साइकिल चलाने के दौरान बनने वाले मध्यवर्ती लिथियम पॉलीसल्फाइड्स के परिणामस्वरूप सल्फर इलेक्ट्रोड के भीतर अस्थिर विद्युत रासायनिक संपर्क होता है। यह सैद्धांतिक सीमा के निकट क्षमता हासिल करने के लिए एक चुनौती पैदा करता है। इसके अलावा, अधिकांश तरल कार्बनिक इलेक्ट्रोलाइट्स में लिथियम पॉलीसल्फाइड्स (L2Sx, 3 <x <8) के उच्च विघटन से तेज क्षमता क्षय, उच्च स्व-निर्वहन और कम कोलम्बिक दक्षता होती है।

लिथियम-सल्फर बैटरी के लिए इलेक्ट्रोस्पन नैनोफाइबर

इलेक्ट्रोसपिनिंग विधि से निर्मित एक आयामी नैनोफाइबर ने उन्नत बैटरी सिस्टम4 में प्रमुख घटकों के लिए बहुत अधिक ध्यान आकर्षित किया है। इलेक्ट्रोस्पन नैनोफाइबर का उच्च विशिष्ट सतह क्षेत्र भंग लिथियम पॉलीसल्फाइड के लिए पर्याप्त प्रतिक्रिया स्थल प्रदान करता है और इसलिए, ऐसे नैनोफाइबर कैथोड, इंटरलेयर, लिथियम-सल्फर बैटरी के विभाजक जैसे विभिन्न घटकों में व्यापक रूप से कार्यरत हैं। हाल ही में, हमारे समूह ने लिथियम पॉलीसल्फाइड्स को स्थिति में रखने, उनके विघटन की रक्षा करने और लिथियम-सल्फर बैटरी के चक्र जीवन में सुधार करने के लिए सल्फर कैथोड में लचीले एडिटिव्स के रूप में इलेक्ट्रोस्पन नैनोफाइबर को शामिल करने का एक उपन्यास दृष्टिकोण विकसित किया है। झरझरा पॉलीएक्रिलोनिट्राइल (PAN) शेल (S@PAN) के अंदर एम्बेडेड इन-सीटू विकसित सल्फर कोर के कोर @ शेल संरचित नैनोफाइबर बनाने के लिए प्रयोगों का एक व्यवस्थित सेट आयोजित किया गया था। नैनोफिबर्स को तब पॉली (3,4 एथिलीनडाइऑक्सीथियोफीन) की एक पतली परत के साथ लेपित किया गया था: पॉली (स्टाइरेनसल्फोनेट) (पेडॉट: पीएसएस) एक अद्वितीय सह-अक्षीय संरचना (पेडॉट-S@PAN) के साथ प्रवाहकीय चैनल प्राप्त करने के लिए। कैथोड में PEDOT-S@PAN नैनोफाइबर के समावेश से लिथियम-सल्फर बैटरी जैसे क्षमता, चक्र जीवन, दर क्षमता आदि के विद्युत रासायनिक प्रदर्शन में सुधार की पुष्टि सिक्का-सेल विन्यास में विभिन्न विद्युत रासायनिक परीक्षण द्वारा की गई। कार्य का अवलोकन योजनाबद्ध रूप से चित्र 2 में दिखाया गया है। हमारा समूह लिथियम-सल्फर बैटरी के लिए नैनोफाइबर आर्किटेक्चर को और बेहतर बनाने और इसके भविष्य के व्यावसायीकरण को सक्षम करने के लिए काम कर रहा है। नैनोफाइबर में नवीन कार्यात्मकताओं को शामिल करने पर ध्यान केंद्रित किया जा रहा है, ताकि यह लिथियम-सल्फर बैटरी की क्षमता में सुधार के साथ-साथ क्षमता को बनाए रखने में मदद कर सके।



चित्र 2. इलेक्ट्रोस्पन नैनोफाइबर ने लिथियम-सल्फर बैटरी के प्रदर्शन में सुधार के लिए कैथोड को शामिल किया।

संदर्भ

सन, क्यू.; लाउ, के.सी.; गेंग, डी.; मेंग, एक्स। सुपीरियर लिथियम-सल्फर बैटरियों के लिए परमाणु और आणविक परत जमाव: रणनीतियाँ, प्रदर्शन और तंत्र। बैटर। सुपरकैप्स 2018, 1 (2), 41-68।

(2) चुंग, एस-एच।; चांग, सी.-एच.; मंथिराम, ए. व्यावहारिक रूप से व्यवहार्य होने के लिए लिथियम-सल्फर बैटरियों के लिए महत्वपूर्ण मापदंडों पर प्रगति। अभिभाषक। समारोह। मेटर। 2018, 28 (28), 1801188।

(3) यिन, वाई.-एक्स।; शिन, एस.; गुओ, वाई.-जी.; वान, एल.जे. लिथियम-सल्फर बैटरी: इलेक्ट्रोकैमिस्ट्री, सामग्री और संभावनाएं। एंव। रसायन। इंट। ईडी। 2013, 52 (50), 13186-13200।

(4) जंग, जे.-डब्ल्यू।; ली, सी.-एल.; यू, एस.; किम, आई.-डी। उन्नत माध्यमिक बैटरियों के लिए एक प्लेटफॉर्म के रूप में इलेक्ट्रोस्पन नैनोफाइबर: एक व्यापक समीक्षा। जे मेटर। रसायन। ए 2016, 4 (3), 703-750।

(5) लिन, एल।; पेई, एफ.; पेंग, जे.; फू, ए.; कुई, जे.; फेंग, एक्स।; झेंग, एन. फाइबर नेटवर्क हाई-परफॉर्मेंस लिथियम-सल्फर बैटरियों के लिए इंटरकनेक्टेड योक-शेल कार्बन नैनोस्फियर से बना है। नैनो एनर्जी 2018, 54, 50-58।

(6) तू, एस।; चेन, एक्स।; झाओ, एक्स।; चेंग, एम.; जिओंग, पी.; अरे।; झांग, क्यू.; जू, वाई। ए पॉलीसल्फाइड-इमोबिलाइजिंग पॉलिमर लिथियम-सल्फर बैटरियों में पॉलीसल्फाइड इंटरमीडिएट्स के शटरिंग को रोकता है। अभिभाषक। मेटर। 2018, 30 (45), 1804581।

(7) देंग, एन.; लियू, वाई.; वांग, एल.; ली, क्यू.; हाओ, वाई।; फेंग, वाई.; चेंग, बी.; कांग, डब्ल्यू।; उन्नत सुरक्षा लिथियम-सल्फर बैटरियों के लिए एक जेल पॉली-एम-फेनिलीनिसोफ्थालेमाइड नैनोफाइबर मेम्ब्रेन में लागू फास्फोरस, नाइट्रोजन, और सल्फर थ्री-फ्लेम रिटार्डेंट की झू, डब्ल्यू। डिजाइनिंग। एसीएस अप्ल। मेटर। इंटरफेस 2019, 11 (40), 36705-36716।

(8) राउलो, ए.; बंद्योपाध्याय, एस.; अहमद, एस.; गुप्ता, ए.; श्रीवास्तव, आर.; फॉर्मानेक, पी.; नंदन, बी। बायो-इंस्पायर्ड पॉली (3,4-एथिलीनडाइऑक्साइथियोफीन): लिथियम-सल्फर बैटरी के लिए पॉली (स्टाइरीन सल्फोनेट) -Sulfur@polyacrylonitrile इलेक्ट्रोस्पन नैनोफाइबर। जे पावर स्रोत 2019, 431,250-258

डॉ भानु नंदन

प्रोफ़ेसर

भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, दिल्ली

नंदन@textile.iitd.ac.inDr. Bhanu Nandan

11 संश्लेषण लक्षण वर्णन और सिमुलेशन के माध्यम से नई एमजी-एस बैटरी रसायन और इलेक्ट्रोड का विकास

परियोजना संदर्भ सं. डीएसटी/टीएमडी/एमईएस/2के17/66

उच्च सैद्धांतिक आयतन क्षमता, सुरक्षा, आर्थिक रूप से व्यवहार्य और सामग्री की प्रचुरता के कारण पिछले कुछ दशकों में मैग्नीशियम (Mg) बैटरियों ने बहुत ध्यान आकर्षित किया है। एमजी एनोड के साथ सल्फर कैथोड का समामेलन अपने उच्च सैद्धांतिक ऊर्जा घनत्व, गैर-विषाक्तता, प्राकृतिक प्रचुरता और कम लागत के कारण भविष्य के बैटरी अनुप्रयोगों के लिए सबसे अच्छा संयोजन है। लेकिन फिर भी कई कारणों से सेल का विद्युत रासायनिक प्रदर्शन संतोषजनक नहीं है। एक कारण धातु मैग्नीशियम का उपयोग है जो बदले में चार्ज करते समय एनोड पर एक निष्क्रिय परत (गैर-प्रवाहकीय) के गठन की ओर जाता है और इस प्रकार, चक्र प्रदर्शन को बाधित करता है। यह निष्क्रिय परत Mg आयन कमी के दौरान एनोड पर इलेक्ट्रोलाइट्स के अपघटन का परिणाम है। यह एक उपयुक्त इलेक्ट्रोलाइट के विकास की मांग करता है जो इलेक्ट्रोफिलिक सल्फर के साथ रासायनिक रूप से संगत होना चाहिए और एमजी बयान/विघटन को उलटने में भी सक्षम है। सल्फर कैथोड को शामिल करने में कुछ कमियां भी शामिल हैं जिनमें पॉलीसल्फाइड का विघटन, शटलिंग प्रभाव, कम सक्रिय सामग्री उपयोग और तेज क्षमता लुप्त होती शामिल हैं। इस एमईएस परियोजना में हमने मुख्य रूप से कैथोड सामग्री पर ध्यान केंद्रित किया और सल्फर नैनोकणों को संश्लेषित करके और विभिन्न प्रकार के प्रवाहकीय पॉलिमर के साथ आगे कोटिंग करके सल्फर कैथोड के उपयोग से जुड़ी समस्याओं को कम करने का प्रयास किया। यह नव विकसित कैथोड सामग्री वर्तमान में एमजी मेटल एनोड के खिलाफ अपने इलेक्ट्रोकेमिकल प्रदर्शन को सत्यापित करने के लिए परीक्षण कर रही है।

बैटरी तकनीक सबसे आशाजनक नवीकरणीय ऊर्जा और उत्सर्जन मुक्त तकनीक है। लिथियम आयन बैटरी (LIB) के आविष्कार के बाद से इसने उपभोक्ता इलेक्ट्रॉनिक्स और ऑटोमोबाइल उद्योग में बहुत महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है। सेल डिज़ाइन पर सामग्री और इंजीनियरिंग पर दो दशकों से अधिक के शोध के साथ, एलआईबी की ऊर्जा घनत्व सेल स्तर [1] पर 240 Wh kg-1 और 670 Wh L-1 तक पहुंच गई है। रिचार्जेबल बैटरी बाजार में, एलआईबी अपने स्थिर इलेक्ट्रोकैमिस्ट्री और लंबे चक्र जीवन [2] की वजह से एक सर्वोच्च स्थान पर कब्जा कर लेता है, लेकिन लिथियम-सल्फर (ली-एस) बैटरी की उच्च सैद्धांतिक ऊर्जा घनत्व के कारण निकट भविष्य में एलआईबी को बदलने की अधिक संभावना है। (2600 Wh kg-1), जो LIBs [3] की तुलना में लगभग चार से पाँच गुना अधिक है। इसलिए, सैन्य बिजली आपूर्ति और विमानन क्षेत्र जैसे अनुप्रयोगों में उच्च सैद्धांतिक ऊर्जा घनत्व क्षमता प्राप्त करने के लिए ली-एस बैटरी पर शोध करने की आवश्यकता है। फिर भी, ली-एस बैटरी दोषरहित नहीं हैं; उनके कुछ नुकसान भी हैं जैसे Li dendrites का अनियंत्रित गठन जो विभाजक के माध्यम से प्रवेश कर सकता है और कैथोड (बैटरी की कमी) [4] के साथ संपर्क बना सकता है। इसके अलावा, ली डेन्ड्राइट्स एनोड से अलग हो सकते हैं और बैटरी में मृत ली के रूप में रह सकते हैं जिससे चक्र जीवन और विशिष्ट क्षमताएं कम हो जाती हैं [5]। इसके अलावा, पॉलीसल्फाइड विघटन के परिणामस्वरूप निष्क्रिय परत का निर्माण हो सकता है, जिससे ली-एस बैटरी [4] का प्रदर्शन बिगड़ सकता है।

ली-एस बैटरी से जुड़ी समस्याओं से बचने के लिए, टोयोटा मोटर कॉर्प ने 2011 में पहली बार रिचार्जेबल एमजी-एस बैटरी पेश की [6]। आमतौर पर, Mg-S बैटरी रेडॉक्स प्रतिक्रियाओं (चित्र 1a) के साथ काम करती है और बैटरी डिस्चार्ज के दौरान, Mg एनोड ऑक्सीकृत हो जाता है और दो इलेक्ट्रॉनों को छोड़ कर Mg+2 बन जाता है। यह Mg+2 आयन इलेक्ट्रोलाइट और विभाजक के माध्यम से कैथोड में माइग्रेट करता है। कैथोड पर सल्फर Mg+2 आयन के साथ प्रतिक्रिया करता है और लंबी श्रृंखला पॉलीसल्फाइड बनाता है, इसके बाद लघु श्रृंखला पॉलीसल्फाइड बनता है और

द्विसंयोजक प्रकृति के कारण Mg-S बैटरी में Li-S बैटरी (2062 बनाम 3832 mAh cm-3) की तुलना में उच्च सैद्धांतिक आयतन क्षमता है। ये लाभ Mg-S बैटरियों के उपयोग का पता लगाने के लिए शोधकर्ताओं की रुचि को बढ़ाते हैं। चित्रा 1. बी) और चित्रा 1. सी) एमजी बैटरी और एमजी-एस बैटरी के शोध में बढ़ती प्रवृत्ति दर्शाती है।

एनोड सामग्री

Mg-S बैटरी में एनोड महत्वपूर्ण हिस्सा है। साइकलिंग के दौरान इलेक्ट्रोलाइट एनोड के साथ प्रतिक्रिया करता है और एनोड पर निष्क्रिय परत बनाता है जो एमजी आयन के प्रसार के लिए प्रतिरोधी है। इससे बैटरी की लाइफ प्रभावित होती है। लेकिन Mg-S बैटरियों में एनोड ने इलेक्ट्रोलाइट और कैथोड की तुलना में थोड़ा ध्यान खींचा है। आम तौर पर धात्विक Mg का उपयोग Mg बैटरी में पन्नी, डिस्क, रिबन और प्लेट के रूप में एनोड सामग्री के रूप में किया जाता है। लेकिन धात्विक Mg का पृष्ठीय क्षेत्रफल बहुत कम होता है। सतह क्षेत्र को बढ़ाने के लिए, Mg पाउडर को ग्रेफाइट पाउडर के साथ बॉल मिल्ड किया जाता है और हाइड्रोलिक प्रेस [12] का उपयोग करके एक गोली बनाई जाती है। पेलेट बनाने के लिए दो अलग-अलग दबावों यानी 75 और 350 एमपीए का इस्तेमाल किया गया था। लेख [12] के अनुसार, कम दबाया गया एनोड अत्यधिक दबाए गए एनोड और एमजी पन्नी की तुलना में बेहतर प्रदर्शन दिखा रहा है। इस बेहतर प्रदर्शन का श्रेय एनोड के भीतर इलेक्ट्रोलाइट को भिगोने वाले कम दबाए गए एनोड की उच्च सरंध्रता को दिया जाता है। कम दबाए गए एनोड (Nyquist प्लॉट, Pg) [12] के मामले में वर्तमान कलेक्टर-एनोड और इलेक्ट्रोलाइट-एनोड के बीच ओमिक संपर्क प्रतिरोध कम है। एक अन्य महत्वपूर्ण अवलोकन यह था कि पाउडर एनोड्स 100 चक्रों तक चला जबकि धात्विक Mg पन्नी केवल 15 चक्रों तक चला।

सेपरेटर

दोनों के बीच बिजली की कमी से बचने के लिए एनोड और कैथोड के बीच एक विभाजक रखा जाता है लेकिन यह इसके माध्यम से आयनों के मुक्त परिवहन की अनुमति देता है। ग्लास फाइबर शीट्स और सूक्ष्म झरझरा बहुलक झिल्ली एमजी-एस बैटरी में दो सबसे अधिक इस्तेमाल किए जाने वाले वाणिज्यिक विभाजक हैं। Mg-S बैटरियों में, सल्फर का उपयोग और पॉलीसल्फ़ाइड का प्रसार चिंता का विषय है। इसे दूर करने के लिए, हाल ही में Mg-S बैटरियों [13] में एक संशोधित विभाजक का उपयोग किया गया है। इस प्रक्रिया में विभाजक कैथोड पक्ष को वैक्यूम फिल्ट्रेशन का उपयोग करके कार्बन नैनो फाइबर (सीएनएफ) के साथ लेपित किया जाता है। नतीजतन, सल्फर को सीएनएफ़ पर लेपित किया जाता है और फिर से CNF के साथ सैंडविच किया जाता है। जब इसे विद्युत रासायनिक रूप से परीक्षण किया गया, तो सीएनएफ के साथ लेपित सेल पहले चक्र में 950 एमएएच जी-1 समाई दिखाता है और 20 चक्रों के बाद क्षमता 800 एमएएच जी-1 पर बनी हुई है। लेकिन अनकोटेड ने पहले चक्र में 1000 mAh g-1 दिखाया और 20 चक्रों के बाद 200 mAh g-1 तक गिरा दिया। यह सुधार प्रवाहकीय सीएनएफ़ कोटिंग और पॉलीसल्फाइड्स के ट्रैपिंग से प्रेरित कैथोड सामग्री के सल्फर उपयोग में वृद्धि के कारण है।

वर्तमान कलेक्टर

वर्तमान संग्राहक Mg-S बैटरी में भी महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। आम तौर पर कॉपर फ़ॉइल, एल्यूमिना फ़ॉइल, स्टेनलेस स्टील, निकल फ़ॉइल और कार्बन कोटेड एल्यूमिना फ़ॉइल का उपयोग करंट कलेक्टर के रूप में किया जाता है। लेकिन क्लोराइड युक्त इलेक्ट्रोलाइट में कॉपर अस्थिर होता है। इन वाणिज्यिक वर्तमान संग्राहकों के अलावा N,S-Dual doped कार्बन क्लॉथ को संश्लेषित किया जाता है और इस MES परियोजना में Mg-S बैटरियों के लिए वर्तमान संग्राहक के रूप में उपयोग किया जाता है [14]। इस डोपिंग को बनाने के लिए सॉल्वोथर्मल सिंथेसिस तकनीक लागू की गई थी। डोपिंग के मामले में, सेल विशिष्ट क्षमता 40 चक्रों के बाद 388 mAh g-1 थी जबकि सामान्य कार्बन क्लॉथ सेल 0.01 C पर केवल 10 चक्रों के लिए चलती थी। यह सुधार डोपिंग के कारण चालकता में वृद्धि का परिणाम था और यह डोपिंग भी काम आया। पॉलीसल्फाइड्स को धारण करने के लिए एक जलाशय के रूप में। चित्र दो में परिणाम दिखाए गए हैं।

इलेक्ट्रोलाइट

आदर्श रूप से, एक इलेक्ट्रोलाइट में उच्च आयनिक चालकता, रासायनिक स्थिरता, विद्युत रासायनिक स्थिरता और थर्मल स्थिरता, कम विषाक्तता, कम ज्वलनशीलता और व्यापक वोल्टेज विंडो होनी चाहिए। Mg-S बैटरियों के लिए, इलेक्ट्रोलाइट के लिए और अधिक शोध करना है। लगभग सभी पारंपरिक इलेक्ट्रोलाइट्स न्यूक्लियोफिलिक इलेक्ट्रोलाइट्स हैं और सल्फर सामग्री के साथ असंगत हैं। इसलिए इन इलेक्ट्रोलाइट्स में इसे सल्फर सामग्री के अनुकूल बनाने के लिए संशोधन करना होगा और नए गैर-न्यूक्लियोफिलिक इलेक्ट्रोलाइट्स को संश्लेषित करना होगा और

S बैटरी में नई कैथोड सामग्री [15] के अनुसंधान में किया गया था, क्योंकि Mg (3.2 V) के खिलाफ इसकी उच्च ऑक्सीडेटिव स्थिरता के कारण सेल 36 चक्रों तक चली।). 2017 में, एक अन्य शोध समूह ने वर्तमान संग्राहक के रूप में स्टेनलेस स्टील के उपयोग से बचने के लिए सभी फिनाइल कॉम्प्लेक्स-आधारित न्यूक्लियोफिलिक इलेक्ट्रोलाइट के साथ वर्तमान संग्राहक के रूप में तांबे के उपयोग की खोज की, लेकिन प्रदर्शन को संतोषजनक नहीं बताया गया। इसका कारण यह है कि सेल 20 चक्रों तक चला, जिसमें अंतिम चक्र विशिष्ट क्षमता 100 mAh g-1 थी। लेकिन इलेक्ट्रोलाइट में लिथियम क्लोराइड के मामूली जोड़ के साथ, अंतिम चक्र विशिष्ट क्षमता 300 mAh g-1 के साथ 0.005 C [16] पर सेल का प्रदर्शन 40 चक्र तक बढ़ गया। उसके बाद उसी अनुसंधान समूह ने Mg-S बैटरी में (PhMgCl)2-AlCl3/tetrahydrofuran-आधारित न्यूक्लियोफिलिक इलेक्ट्रोलाइट का उपयोग किया और 0.1 C [17] की दर से 200 चक्रों के लिए सेल चलाया। पहले चक्र की क्षमता 979 mAh g-1 और 200वें चक्र की क्षमता 368.8 mAh g-1 थी।

गैर-न्यूक्लियोफ़िलिक इलेक्ट्रोलाइट्स सल्फर कैथोड की इलेक्ट्रोफिलिक प्रकृति के साथ अधिक संगत हैं। यही कारण है कि एमजी-एस बैटरी [6], [7], [18]-[29] में गैर-न्यूक्लियोफिलिक इलेक्ट्रोलाइट्स में बहुत सारे शोध चल रहे हैं।

कैथोड

सल्फर Mg-S बैटरियों के लिए कैथोड सामग्री है। सल्फर प्रचुर मात्रा में, गैर-विषैले होता है, और इसमें उच्च सैद्धांतिक ऊर्जा घनत्व (1675 mAh g-1) होता है। आम तौर पर एमजी-एस बैटरी में, सल्फर ऑक्सीकरण और कमी (रूपांतरण) द्वारा विद्युत रासायनिक प्रतिक्रियाओं में भाग लेता है। जब ये रेडॉक्स प्रतिक्रियाएं होती हैं, तो पॉलीसल्फाइड बनते हैं। विद्युत रासायनिक अभिक्रियाओं का उल्लेख नीचे [26] किया गया है। पहली प्रतिक्रिया समीकरण 1 के साथ सुमेलित है।

$$S_8 + 4e^- + 2Mg^{2+} \rightarrow 2MgS_4 \quad (1)$$

दूसरा चरण MgS4 से MgS2 तक तरल-ठोस दो-चरण की कमी को सौंपा गया है

$$2MgS_4 + 4e^- + 2Mg^{2+} \rightarrow 4MgS_2 \quad (2)$$

अंतिम चरण में MgS2 का MgS में अपचयन होता है

$$2MgS_2 + 4e^- + 2Mg^{2+} \rightarrow 4MgS \quad (3)$$

पॉलीसल्फ़ाइड्स एनोड की ओर फैलते हैं और सक्रिय सामग्री के नुकसान का कारण बनते हैं, जिसके परिणामस्वरूप क्षमता लुप्त होती है और चक्र जीवन खराब होता है। इस गड़बड़ी से बचने के लिए, सल्फर को उच्च सतह प्रवाहकीय कार्बन में समायोजित किया जाता है। इस कार्बन में उच्च चालकता, कार्बन सामग्री और सल्फर के बीच उच्च अंतःक्रिया, कार्बन सामग्री और पॉलीसल्फाइड के बीच उच्च अंतःक्रिया और चार्ज और डिस्चार्ज के दौरान सेल में उभरने वाले वॉल्यूमेट्रिक परिवर्तन का सामना करने के लिए उच्च यांत्रिक स्थिरता होनी चाहिए। आमतौर पर इस्तेमाल की जाने वाली कार्बन सामग्री CMK-3, कार्बन नैनोट्यूब, कार्बन नैनो फाइबर और rGO हैं। Mg-S बैटरी के चक्र जीवन को बढ़ाने के लिए कैथोड सामग्री [15], [17], [19], [26], [30], [31] पर व्यापक शोध किया जा रहा है। एमईएस परियोजना के हिस्से के रूप में, हम विभिन्न कार्बन एडिटिव्स और विभिन्न प्रवाहकीय पॉलिमर के साथ कोटिंग के साथ सल्फर नैनोमटेरियल कंपोजिट बना रहे हैं। कुल मिलाकर, संश्लेषण से सेल बनाने और इलेक्ट्रोकेमिकल विश्लेषण के लिए सेल प्रोसेसिंग चरण चित्रा 3 में दिखाए जाते हैं।

संदर्भ

[1] एमएस व्हिटिंघम, "लिथियम बैटरी के लिए इंटरकेलेशन प्रतिक्रियाओं की अंतिम सीमाएं," 2014।

[2] जे. डवेरफ और अन्य "संसाधन, संरक्षण और रीसाइक्लिंग रीसाइक्लिंग रिचार्जेबल लिथियम आयन बैटरी: प्राकृतिक संसाधन बचत का महत्वपूर्ण विश्लेषण," वॉल्यूम 54, नंबर 2010, पीपी 229-234, 2011।

[3] टी. क्लीवर और एम मेरिनेस्कु, "लिथियम सल्फर बैटरी का व्यावसायीकरण: क्या हम सही शोध कर रहे हैं?", वॉल्यूम 165, नंबर 1,2018

[4] जेड झाओ-कार्गर, यू ह्वे और डी-उल्म, "मैग्नीशियम - सल्फर बैटरी: इसकी शुरुआत और हाल की प्रगति," पीपी 1-15, 2017।

[5] एम हुआंग, एम ली, सी नीयू, क्यू ली, और एल माई, "उच्च प्रदर्शन क्षारीय रिचार्जेबल बैटरी के लिए तर्कसंगत इलेक्ट्रोड डिजाइन में हालिया प्रगति," वॉल्यूम 1807847, पीपी 1-35, 2019।

[6] एच.एस. किम एट अल., "सल्फर कैथोड के साथ इलेक्ट्रोलाइट," नैट कम्यून, वॉल्यूम 2, पीपी 426-427, 2011।

[7] जेड झाओ-कार्गर, एक्स झाओ, डी वांग, टी डायमैंट, आर जे बेहम, और एम फिचटनर, "संशोधित गैर-न्यूक्लियोफिलिक इलेक्ट्रोलाइट्स के साथ मैग्नीशियम सल्फर बैटरी का प्रदर्शन सुधार," पीपी 1-9, 2015।

[8] ए रॉबा एट अल, "मैग्नीशियम का यांत्रिक अध्ययन - सल्फर बैटरी," पीपी 9555-9564, 2017।

[9] एम. माओ, टी गाओ और सी वांग, "रिचार्जेबल एमजी बैटरी के लिए कैथोड की एक महत्वपूर्ण समीक्षा," पीपी 8804-8841,2018।

[10] जेड मा, डी आर मैकफर्लेन, और एम कार, "रिचार्जेबल एमजी बैटरी के लिए एमजी कैथोड सामग्री और इलेक्ट्रोलाइट्स: एक समीक्षा," पीपी 115-127, 2019।

[11] पी वांग और एमआर बुचमीज़र, "रिचार्जेबल मैग्नीशियम - सल्फर बैटरी टेक्नोलॉजी: स्टेट ऑफ द आर्ट एंड प्रमुख चुनौतियां," वॉल्यूम 1905248, 2019।

[12] ई सी एस लेनदेन और टी ई सोसाइटी, "मैग्नीशियम सल्फर बैटरी के साथ एक नया मैग्नीशियम पाउडर एनोड बी सिवर्ट," वॉल्यूम 77, नंबर 11, पीपी 413-424, 2017।

[13] एक्स यू और ए मंथिरम, "मैग्नीशियम के प्रदर्शन में वृद्धि और यांत्रिक अध्ययन - एक उन्नत कैथोड संरचना के साथ सल्फर कोशिकाएं," 2016।

[14] डी. मुथुराज, ए. घोष, ए. कुमार और एस. मित्रा, "वर्तमान कलेक्टर के रूप में नाइट्रोजन और सल्फर मिश्रित कार्बन क्लॉथ और मैग्नीशियम-सल्फर बैटरी के लिए पॉलीसल्फाइड इमोबिलाइज़र," पीपी 684-689, 2019।

[15] एच एल मैग्नीशियम-सल्फर बैटरी के लिए एक नाजुक रूप से डिज़ाइन किया गया सल्फाइड ग्राफडाइन संगत कैथोड," वॉल्यूम 1702277, नंबर 19, पीपी 1-9, 2017।

[16] एल ज़ेंग, एन वांग, जे यांग, जे वांग और वाई नुली, "मैग्नीशियम / सल्फर बैटरी के लिए न्यूक्लियोफिलिक इलेक्ट्रोलाइट्स में सल्फर कैथोड का अनुप्रयोग," वॉल्यूम 164, नंबर 12, पीपी 2504-2512, 2017।

[17] डब्ल्यू वांग, एच युआन, वाई नुली, जे झोउ, जे यांग और जे वांग, "मैग्नीशियम के लिए उच्च सल्फर सामग्री के साथ सल्फर @ माइक्रोपोरस कार्बन कैथोड - न्यूक्लियोफिलिक इलेक्ट्रोलाइट्स के साथ सल्फर बैटरी," जे फिज़ केम सी, वॉल्यूम 122, पीपी 26764-26776, 2018।

[18] टी गाओ एट अल, "रिचार्जेबल एमजी / एस बैटरी जुश्रिफ्टन के लिए एमजीटीएफएसआई 2 / एमजीसीएल 2 / डीएमई इलेक्ट्रोलाइट में

[21] सी. बी. मिनेला, एक्स. यू, ए. मंथिरम और आर. जे. बेहम, "अत्यधिक प्रतिवर्ती मैग्नीशियम की ओर - सल्फर बैटरियां ई एफएफआई साइंट और प्रैक्टिकल एमजी [बी (एचएफआई पी) 4] 2 इलेक्ट्रोलाइट के साथ," 2018।

[22] वाई जू एट अल, "वाईसीएल 3 एडिटिव और मैग्नीशियम पॉलीसल्फाइड के साथ एक मिलीग्राम आईएस बैटरी में सुधार," वॉल्यूम 1800981, पीपी 6-11,2019।

[23] वाई यांग, डब्ल्यू वांग, वाई नुली, जे यांग, और जे वांग, "मैग्नीशियम के लिए उच्च सक्रिय मैग्नीशियम ट्राइ फ्लोरोमेथेनसल्फोनेट-आधारित इलेक्ट्रोलाइट्स - सल्फर बैटरी," एसीएस एप्पल मेटर। इंटरफेस, वॉल्यूम 11, पीपी 9062-9072, 2019।

[24] जेड झांग एट अल, "उच्च प्रदर्शन मैग्नीशियम - सेलेनियम और मैग्नीशियम - सल्फर बैटरी की ओर कुशल एमजी-आयन इलेक्ट्रोलाइट्स की नवीन डिजाइन अवधारणाएं," खंड 201602055, पीपी 1-10, 2017।

[25] [जेड झाओ-कार्गर, एम एलिसा, जी बर्दाजी, ओ फुहर और एम फिचटनर, "रिचार्जेबल मैग्नीशियम बैटरी के लिए गैर-संक्षारक, अत्यधिक कुशल इलेक्ट्रोलाइट्स का एक नया वर्ग," वॉल्यूम 5, नंबर 22, 2017।

[26] एसबीपी विनयन, "ग्राफीन आधारित सल्फर मिश्रित कैथोड इलेक्ट्रोड और एक गैर-न्यूक्लियोफिलिक एमजी इलेक्ट्रोलाइट का उपयोग करके मैग्नीशियम-सल्फर बैटरी का प्रदर्शन अध्ययन," नैनोस्केल, वॉल्यूम 8, पीपी 3296-3306, 2016।

[27] एक्स झाओ, वाई यांग, वाई नुली, डी ली, वाई वांग और एक्स जियांग, "मैग्नीशियम-सल्फर बैटरी के लिए मैग्नीशियम बिस (डाइसोप्रोपिल) एमाइड पर आधारित इलेक्ट्रोलाइट्स का एक नया वर्ग," पीपी 6086-6089, 2019।

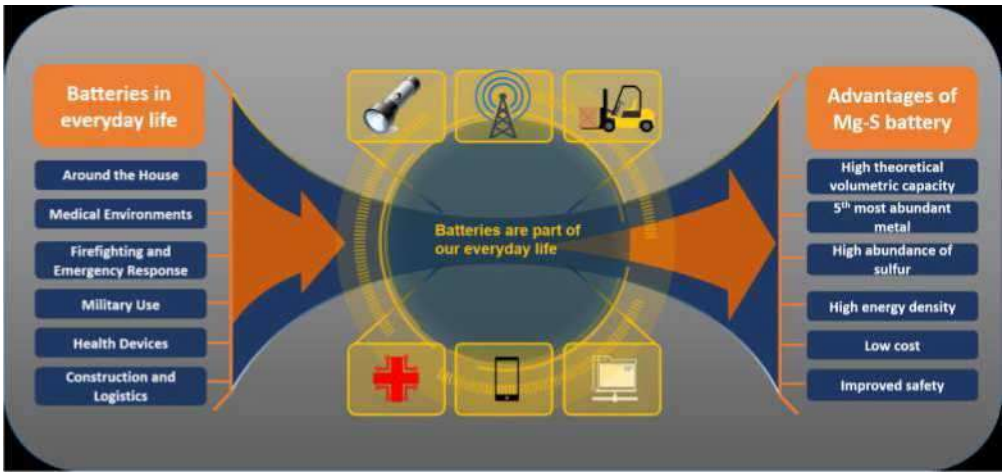
[28] ए एनएम इलेक्ट्रोलाइट, "रिचार्जेबल एमजीएलएस बैटरी के लिए एक गैर-न्यूक्लियोफिलिक मोनो-एमजी 2 + इलेक्ट्रोलाइट," ऊर्जा भंडारण मेटर।

[29] ए डु एट अल, "गैर-न्यूक्लियोफिलिक विशेषताओं के साथ ऊर्जा और पर्यावरण विज्ञान इलेक्ट्रोलाइट," पीपी 2616-2625, 2017।

[30] के इटाओका, आई किम, के यामाबुकी, एन योशिमोतो, और एच त्सुत्सुमी, "सल्फर युक्त मिश्रित कैथोड के साथ कमरे का तापमान रिचार्जेबल मैग्नीशियम बैटरी जो एक चक्रीय या रैखिक ईथर इकाई वाले मौलिक सल्फर और बीआईएस (एल्केनिल) यौगिक से तैयार होती है," जे पावर सोर्सेस, वॉल्यूम 297, पीपी 323-328, 2015।

[31] डी मुथुराज और एस मित्रा, "शेवरेल चरण एमओ 6 एस 8 कैथोड में प्रतिवर्ती एमजी सम्मिलन: तैयारी, इलेक्ट्रोकैमिस्ट्री और एक्स-रे फोटोइलेक्ट्रॉन स्पेक्ट्रोस्कोपी अध्ययन," मेटर। रेस बुल, वॉल्यूम 101, नहीं। जनवरी, पीपी 167-174, 2018।

Figure file



Graphical abstract

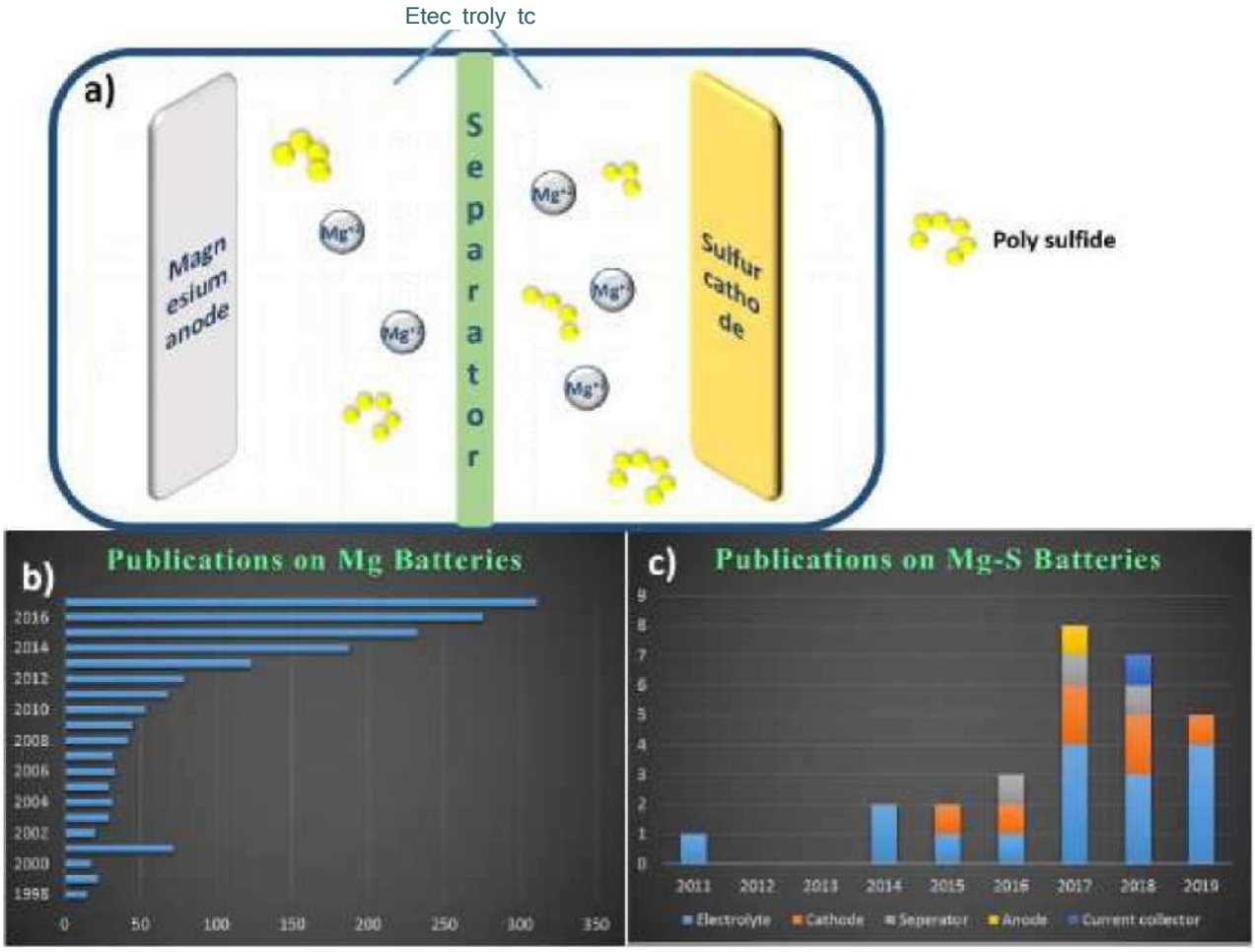
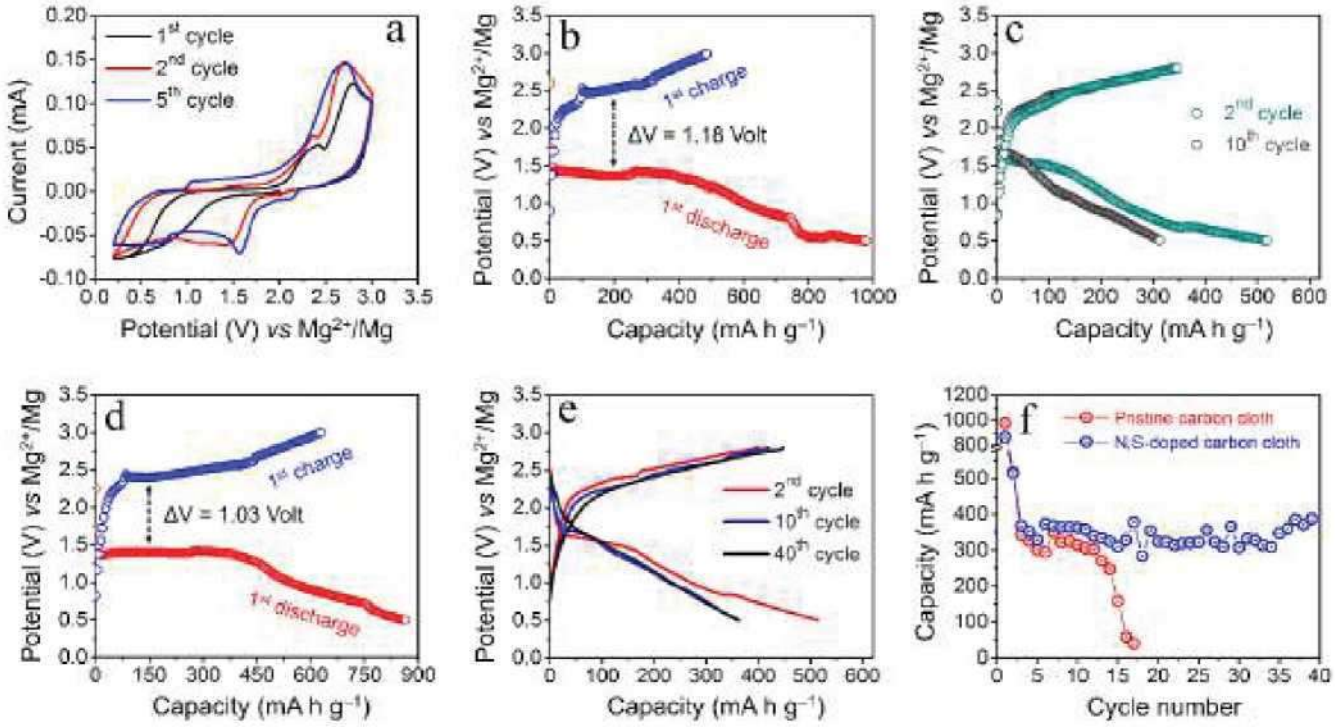
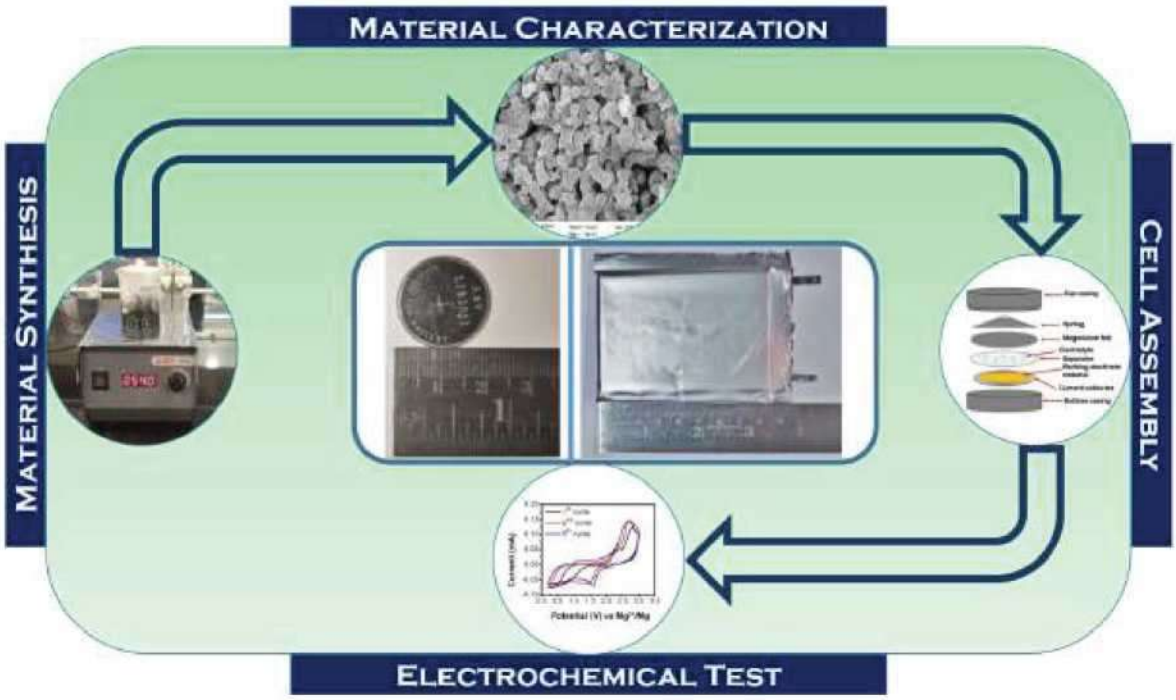


Figure 1. a) Schematic diagram of Mg-S battery working mechanism, b) Number of research articles published on Mg Batteries since 1998, c) Number of research articles published in Mg-S batteries (Till now).



चित्र 2. (क) S/rGO@DCC कैथोड का चक्रीय वोल्टामेट्री वक्र। (बी) 20 एमएजी-1 पर एस/आरजीओ@पीसीसी कैथोड का पहला चक्र चार्ज-डिस्चार्ज प्रोफाइल। (c) 20 mAg-1 पर S/rGO@PCC कैथोड के दूसरे और 10वें चक्र के लिए चार्ज-डिस्चार्ज प्रोफाइल। (d) 20 mAg-1 पर S/rGO@DCC कैथोड का पहला चक्र चार्ज-डिस्चार्ज प्रोफाइल। (ङ) 20 एमएजी-1 पर एस/आरजीओ@डीसीसी कैथोड के दूसरे, 10वें और 40वें चक्र के लिए चार्ज-डिस्चार्ज प्रोफाइल। (च) 20 एमएजी-1 पर एस/आरजीओ@पीसीसी और एस/आरजीओ@डीसीसी कैथोड के बीच निर्वहन क्षमता बनाम चक्र संख्या की तुलना। (सल्फर/आरजीओ कम्पोजिट, डीसीसी-डुअल डोप्ड कार्बन क्लॉथ, पीसीसी-प्रिस्टाइन कार्बन क्लॉथ)।Figure



चित्र 3. संश्लेषण से विद्युत रासायनिक विश्लेषण के लिए सेल बनाने में प्रसंस्करण कदम

डॉ सागर मित्रा

प्रोफ़ेसर

भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, बॉम्बे और शिव नादर विश्वविद्यालय sagar.mitra@iitb.ac.in

12

कूल तापीय ऊर्जा भंडारण अनुप्रयोगों के लिए कार्यात्मक चरण परिवर्तन सामग्री का विकास

परियोजना संदर्भ सं. डीएसटी/टीएमडी/एमईएस/2के16/98

जनसंख्या में वृद्धि, तेजी से शहरीकरण और औद्योगीकरण के कारण वैश्विक ऊर्जा की मांग तेजी से बढ़ रही है, जिससे जीवाश्म ईंधन की खपत में कई गुना वृद्धि हुई है। जीवाश्म ईंधन के अत्यधिक उपयोग के परिणामस्वरूप अभूतपूर्व जलवायु परिवर्तन होते हैं, जिससे प्रणाली की समग्र दक्षता में सुधार पर अधिक ध्यान दिया जाता है। इमारतें अत्यधिक ऊर्जा गहन क्षेत्र हैं, जो दुनिया की कुल ऊर्जा का लगभग 40% उपभोग करती हैं और अंतरिक्ष शीतलन अनुप्रयोगों के लिए इसका एक बड़ा हिस्सा उपयोग करती हैं। भवनों में ऊर्जा खपत को कम करने और कूल थर्मल एनर्जी स्टोरेज (सीटीईएस) प्रणाली के एकीकरण की तत्काल आवश्यकता रही है। ऊर्जा खपत को महत्वपूर्ण रूप से कम करने के लिए सबसे व्यवहार्य विकल्प है। सीटीईएस सिस्टम में पानी का उपयोग संभावित चरण परिवर्तन सामग्री (पीसीएम) के रूप में किया जा रहा है, इसके उत्कृष्ट थर्मल गुणों और हैंडलिंग में आसानी के कारण। हालांकि, पानी की उपशीतलन बाष्पीकरणकर्ता के कम परिचालन तापमान की मांग करती है, प्रति डिग्री तापमान ड्रॉप 3 - 4% की अतिरिक्त ऊर्जा का उपभोग करती है। उपरोक्त चुनौतियों को ध्यान में रखते हुए, वर्तमान शोध कार्य का उद्देश्य प्राकृतिक ग्रेफाइट फ्लेक (एनजीएफ) के फैलाव के साथ पानी के उपशीतलन व्यवहार को कम करना या समाप्त करना है और गोलाकार ग्लास कैप्सूल में इसकी चार्जिंग विशेषता की जांच करना है।

कार्यात्मक चरण परिवर्तन सामग्री (एफपीसीएम) आधार पीसीएम के रूप में डी-आयनाइज्ड (डीआई) पानी और एडिटिव के रूप में एनजीएफ के साथ तैयार की जाती है, पॉलीविनाइल पायरोलिडोन (पीवीपी) दो-चरणीय विधि के माध्यम से सर्फेक्टेंट के रूप में, जैसा कि चित्र 1 में दिखाया गया है। प्रारंभ में, एक आवश्यक NGF (1 wt।%) और PVP (NGF का 20 wt।%) का द्रव्यमान लिया जाता है और आधार PCM की ज्ञात मात्रा के साथ मिलाया जाता है। इस मिश्रण को 15 मिनट के लिए सरगर्मी के अधीन किया जाता है, इसके बाद एनजीएफ को समान रूप से फैलाने के लिए 90 मिनट के लिए 20 kHz पर सोनिकेटिंग की जांच की जाती है। तैयार FPCM को 72 घंटे के लिए निष्क्रिय रखने के बाद, एक स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोप (SEM) का उपयोग करके फैले हुए NGF के आकार का विश्लेषण किया जाता है और यह 1- 2.5 बजे के बीच पाया जाता है। तैयार एफपीसीएम को '1 मिमी' दीवार की मोटाई के साथ '62 मिमी आकार के बोरोसिलिकेट गोलाकार कांच के कैप्सूल में डाला जाता है, जो तीन प्रतिरोध तापमान डिटेक्टरों (आरटीडी) के साथ स्थित होता है, जैसा कि चित्र 2 में दिखाया गया है। कैप्सूल को रखकर एफपीसीएम की ठोसता विशेषता का प्रदर्शन किया जाता है। एक आयताकार अपमानित कक्ष के केंद्र में FPCM युक्त, शीतलक के रूप में एथिलीन ग्लाइकॉल (मात्रा के अनुसार 60:40) के जलीय मिश्रण से भरा हुआ। चिलर यूनिट का उपयोग करके शीतलक तापमान -7 डिग्री सेल्सियस पर बनाए रखा जाता है और प्रायोगिक परीक्षण-रिग की फोटोग्राफिक छवि चित्र 2 में दिखाई जाती है।

जमने के दौरान, बेस पीसीएम मेटास्टेबल तरल क्षेत्र में - 5.4 डिग्री सेल्सियस तक सबकूलिंग से गुजरता है।

पूरे पीसीएम वॉल्यूम में 1.4 डिग्री सेल्सियस पर जमने से ठोसकरण होता है, जो समरूप न्यूक्लियेशन व्यवहार को दर्शाता है। जैसा कि चित्र 3 में देखा जा सकता है, कैप्सूल के केंद्र में जमने की शुरुआत और अंत के बीच लिया गया समय '73 मिनट' है। आश्चर्यजनक रूप से, वॉल्यूमेट्रिक मुक्त ऊर्जा में कमी के माध्यम से एनजीएफ की उपस्थिति में अधिक न्यूक्लियेशन साइटों के निर्माण के कारण एफपीसीएम में सबकूलिंग समाप्त हो जाती है। इसके अलावा, बेस पीसीएम की तुलना में 12.5% की ठोसकरण अवधि में कमी देखी गई है। एनजीएफ की अंतर्निहित उच्च तापीय चालकता और सबकूलिंग उन्मूलन उपरोक्त कमी के प्रमुख कारण हैं।

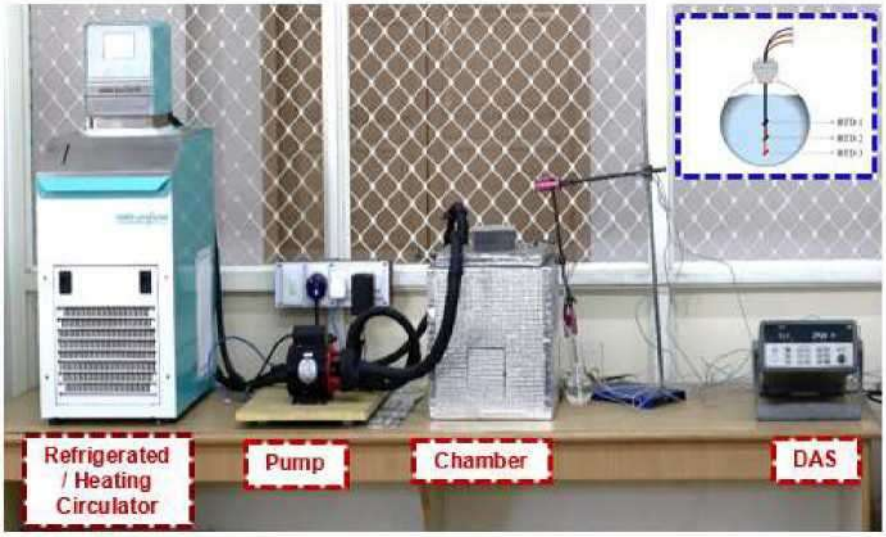
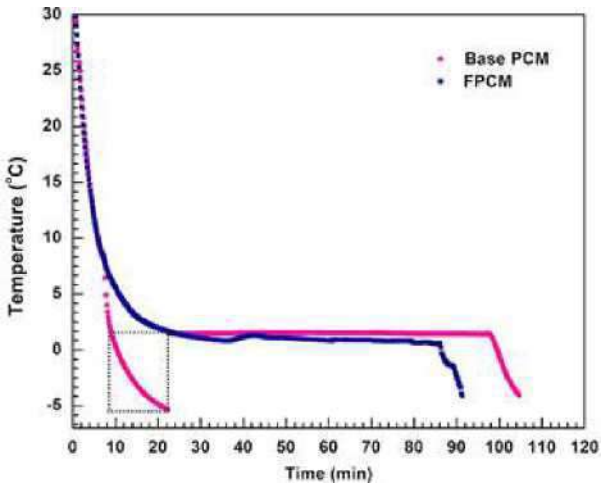


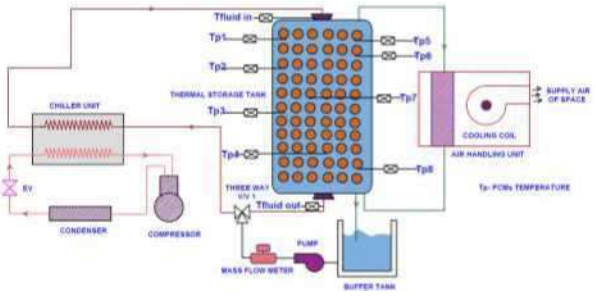
Figure 2 Photograph of the experimental facility



जैसा कि देखा जा सकता है, आधार पीसीएम मात्रा का 94% कुल जमने की अवधि के 77% में जम जाता है और शेष 6% मात्रा कुल जमने की अवधि के 23% में डीक्लेरेटेड मोड के तहत जम जाता है। इसके परिणामस्वरूप चिलर यूनिट द्वारा एक अवांछनीय ऊर्जा खपत होती है, जिससे चार्जिंग के डिक्लेरेटेड मोड के दौरान चिलर को बंद करना पड़ता है। एफ़पीसीएम के लिए, बेस पीसीएम की तुलना में 94% वॉल्यूम 10.5% की तेज दर से जम जाता है। उपरोक्त चर्चा के आधार पर, सबकूलिंग उन्मूलन, संक्षिप्त ठोसकरण अवधि और त्वरित मोड में आंशिक चार्जिंग के संयुक्त प्रभाव

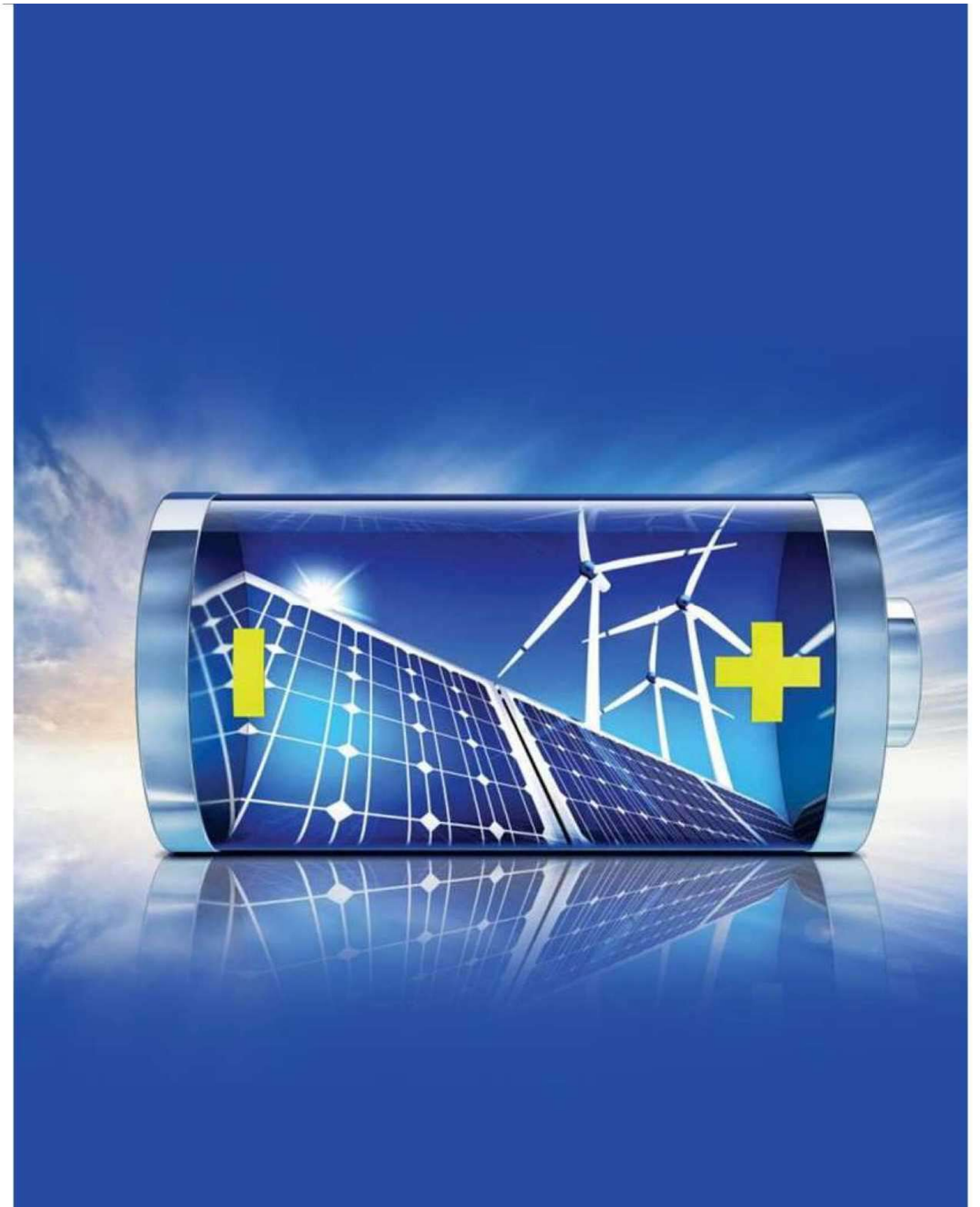
चित्र 3 एफपीसीएम का चार्जिंग व्यवहार

सीटीईएस अनुप्रयोगों में एफपीसीएम को एक संभावित ऊर्जा भंडारण सामग्री के रूप में बनाना। एफ़पीसीएमएस का उपयोग करके ऊर्जा की बचत के अवसरों का पता लगाने के लिए, एक पायलट स्केल सीटीईएस सिस्टम विकसित किया गया है और 18 kW क्षमता की रेफ्रिजरेशन सिस्टम के साथ एकीकृत किया गया है जैसा कि चित्र 4 में दिखाया गया है। सिस्टम 'सेंटर फॉर स्टूडेंट अफेयर्स, अन्ना यूनिवर्सिटी, चेन्नई' में स्थापित है और प्रायोगिक परीक्षण प्रगति पर हैं।



डॉ. वी. कुमारेसन

सह - आचार्य



13 Na-आयन बैटरी के विकास को सक्षम करना

परियोजना संदर्भ सं. DST/TMD/MES/2K17/13

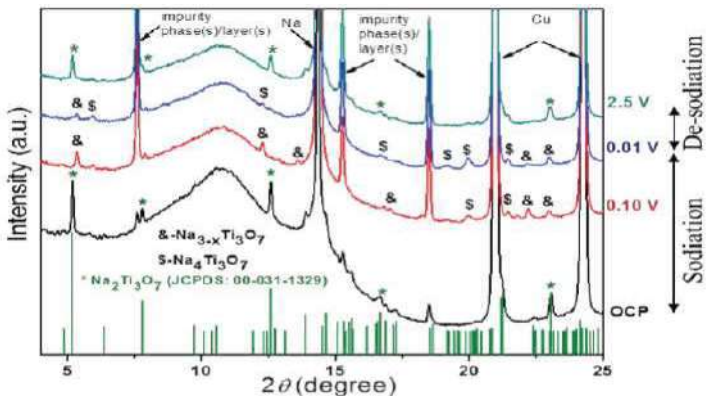
ली-आयन बैटरी की तुलना में ना-आयन बैटरी, एक आगामी विद्युत रासायनिक ऊर्जा भंडारण प्रणाली के रूप में, कम लागत और एनए- स्रोतों की व्यापक उपलब्धता के संदर्भ में बहुत महत्वपूर्ण है। उपरोक्त इसे भारत जैसे देशों के लिए और भी महत्वपूर्ण बना देता है, जहां ना के प्रचुर स्रोत हैं (लेकिन ली के लगभग नगण्य स्रोत हैं)। हालांकि, Na-आयन बैटरी सिस्टम से जुड़े प्रमुख मुद्दों में से एक ग्रेफाइटिक कार्बन (ली-आयन सिस्टम के लिए वर्कहॉर्स एनोड सामग्री) की अक्षमता है, जो Na-आयन को आपस में जोड़ता है। इसलिए, पहली चुनौती एक वैकल्पिक एनोड सामग्री विकसित करना है, जिससे स्थिरता और सुरक्षा पहलुओं पर कोई समझौता न हो। इस संदर्भ में, Na-titanate (Na2Ti3O7) एक आशाजनक और सुरक्षित एनोड सामग्री है, लेकिन चक्रीय स्थिरता के संदर्भ में इसका अभाव है। इसलिए, प्राथमिक उद्देश्यों में से एक है चक्रीय अस्थिरता के कारणों को समझना और महत्वपूर्ण शब्दों में इसका समाधान करना। दूसरी चिंता स्थिर और उच्च क्षमता वाले कैथोड सामग्री के विकास से संबंधित है। इस संदर्भ में, सोडियम संक्रमण धातु (स्तरित) ऑक्साइड उच्च क्षमता वाले कैथोड सामग्री के रूप में उपयोग किए जाने में संभावित रूप से सक्षम हैं, लेकिन उनका व्यावहारिक उपयोग Na-निष्कर्षण / सम्मिलन, मात्रा परिवर्तन के दौरान कई चरण परिवर्तनों की घटनाओं से ग्रस्त है; जबकि इसके अतिरिक्त नमी के प्रति संवेदनशील होने के नाते। इसलिए, अन्य फोकस वायु स्थिर, उच्च ऊर्जा घनत्व कैथोड सामग्री विकसित करना है। दो उद्देश्यों को सफलतापूर्वक प्राप्त करने से अंततः स्थिर और सुरक्षित ना-आयन कोशिकाओं के विकास को व्यावहारिक रूप से प्रयोग करने योग्य ऊर्जा और शक्ति घनत्व रखने के लिए प्रस्तुत किया जाएगा।

समाज भर में नवीकरणीय ऊर्जा में परिवर्तन के लिए अधिक बैटरी सहित कई परिवर्तनों की आवश्यकता होगी। ऊर्जा भंडारण यह सुनिश्चित करने के लिए महत्वपूर्ण है कि असंगत नवीकरणीय स्रोत, जैसे हवा या सौर, तब भी गुनगुनाते रहें जब मौसम उनके अनुकूल न हो। ऊर्जा का उत्पादन और भंडारण आज की दुनिया से संबंधित सबसे महत्वपूर्ण मुद्दे बन गए हैं। बैटरी के लिए वर्तमान चुनौतियां दुगनी हैं। सबसे पहले, पोर्टेबल इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों और शून्य-उत्सर्जन वाहनों को शक्ति देने की बढ़ती मांग उच्च ऊर्जा और उच्च वोल्टेज प्रणालियों की दिशा में अनुसंधान को प्रोत्साहित करती है। दूसरे स्थान पर, स्वच्छ ऊर्जा स्रोतों [1] के प्रदर्शन को अनुकूलित करते हुए अक्षय स्रोतों से निरंतर ऊर्जा प्रवाह को एकीकृत करने वाले स्मार्ट इलेक्ट्रिक ग्रिड की ओर बढ़ने के लिए कम लागत वाली बैटरी की आवश्यकता होती है। वर्तमान समय की जलवायु परिस्थितियों (विशेष रूप से भारत में) और बिजली की कभी न खत्म होने वाली मांग को ध्यान में रखते हुए जीवाश्म ईंधन की कमी में वृद्धि, CO2, CO आदि जैसी ग्रीनहाउस गैसों के स्तर पर गंभीर प्रभाव पड़ता है। भारत सरकार ने भी अपने आप में एक पहल की है 2030 तक पेट्रोल से चलने वाले सभी वाहनों का विद्युतीकरण [2]।

हालांकि, लिथियम की अनुपलब्धता और सुरक्षा के मुद्दों के कारण ली-आयन बैटरी की अपनी समस्याएं हैं। इस प्रकार नए और प्रचुर मात्रा में उपलब्ध इलेक्ट्रोड सामग्री की तलाश करना अत्यावश्यक है। पृथ्वी की पपड़ी में लिथियम की सापेक्ष प्रचुरता केवल 20 पीपीएम तक सीमित है। इसके विपरीत, सोडियम संसाधन लगभग सर्वव्यापी हैं और इसे पृथ्वी की पपड़ी में प्रचुर मात्रा में तत्वों में से एक माना जाता है, इसके अलावा ना केवल आकार के मामले में ली से सेकंड और एक तुलनीय मानक कमी क्षमता है जो इसे ली-आयन बैटरी के लिए एक बेहतर विकल्प बनाती है। सिस्टम। कम ऊर्जा घनत्व और Na-आयन आधारित प्रौद्योगिकियों के वोल्टेज के बावजूद, उन्हें विद्युत ग्रिड भंडारण [3] जैसे अनुप्रयोगों पर केंद्रित किया जा सकता है। सोडियम आयन बैटरी के लिए सबसे अधिक खोजे गए कैथोड स्तरित ऑक्साइड हैं, विडंबना यह है कि ना स्तरित संक्रमण धातु ऑक्साइड जो विपरीत रूप से होस्ट कर सकते हैं Na आयन अपने ली समकक्षों की तुलना में संख्या में अधिक हैं, जो वास्तव में देता है

वाणिज्यिक प्रवेश के माध्यम से अपना रास्ता बनाने के लिए, रासायनिक अंतरिक्ष में एक व्यापक खेल का मैदान तलाशने और अनुकूलित करने के लिए। प्रतिवर्ती Na-आयन अंतर्संबंध के लिए मेजबान जाली के रूप में सोडियम आधारित संक्रमण धातु ऑक्साइड का पहली बार 1980 के दशक में अध्ययन किया गया था, जो दर्शाता है कि सात स्तरित संक्रमण धातु ऑक्साइड में प्रतिवर्ती Na सम्मिलन संभव हो सकता है: NaxTMO2 (TM = Ti, V, Cr, Mn, फे, सह, नी) [4]। यह उनके ली समकक्षों के ठीक विपरीत है। कई शोधकर्ताओं द्वारा एक विशाल शोध प्रयास के बाद, वे काफी अच्छी संख्या में स्तरित Na-TM ऑक्साइड विकसित कर सकते हैं जो ऊर्जा घनत्व के मामले में उनके Li समकक्षों के साथ लगभग मेल खा सकते हैं, उदाहरण के लिए एक O3-प्रकार (जहां Na-आयन अष्टभुजाकार में है) साइट और यूनिट सेल में तीन TM-O6 स्टैकिंग हैं) मिश्रित संक्रमण धातु ऑक्साइड Na(Mn0.25Fe0.25Co0.25Ni0.25)O2 578 Wh/kg और एक O3 प्रकार का एकल संक्रमण धातु ऑक्साइड NaxMnO2 लगभग 200 mAh की क्षमता तक पहुंचता है। /जी। सोडियम स्तरित संक्रमण धातु आक्साइड साइकिल चालन के दौरान कई चरण परिवर्तनों का सामना करते हैं जिसके परिणामस्वरूप बड़ी संख्या होती है। पठारों की, ये पठार एकल संक्रमण धातु ऑक्साइड जैसे NaNiO2, NaMnO2 और NaVO2 आदि में अधिक महत्वपूर्ण हैं। ये पठार दो कारणों से हो सकते हैं, Na- रिक्ति क्रम और ऑक्साइड परतों का ग्लाइडिंग। O3-टाइप सोडियम संक्रमण धातु ऑक्साइड कई मध्यवर्ती चरणों [5] के माध्यम से Na-निष्कर्षण के दौरान O3 से P3 में परिवर्तित हो सकता है।

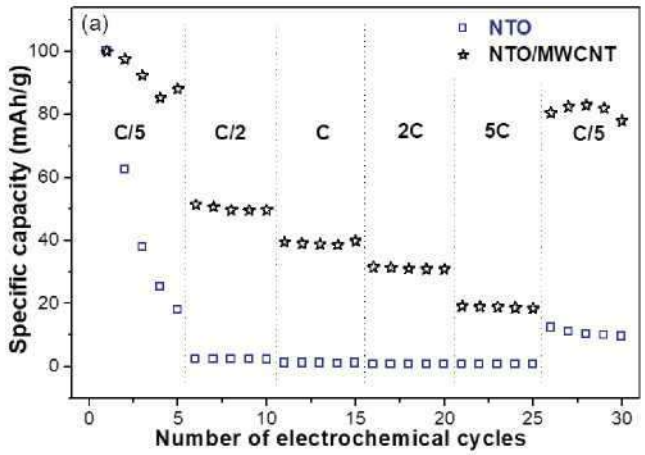
ग्रेफाइट के बाद से उपयुक्त एनोड सामग्री की खोज अनुसंधान समुदाय पर एक नई चुनौती पेश करती है; लिथियम आयन बैटरी के लिए आमतौर पर इस्तेमाल किया जाने वाला एनोड सोडियम को आपस में नहीं मिला सकता क्योंकि थर्मोडायनामिक्स इसे मना करता है। यह ग्रेफाइट को एनोड के रूप में इस्तेमाल किए जाने की संभावना को खारिज करता है और विभिन्न विकल्पों को खोलता है, लेकिन "सर्वश्रेष्ठ" का पता लगाना हमेशा मुश्किल होता है। इसलिए कार्बोनेसियस सामग्री, धातु मिश्र धातु और ऑक्साइड का बड़े पैमाने पर ना-आयन बैटरी के लिए संभावित एनोड के रूप में अध्ययन किया गया है। हार्ड कार्बन, कार्बोनेस सामग्री के बीच एक लोकप्रिय उम्मीदवार, गंभीर सुरक्षा चिंताओं को प्रेरित करता है क्योंकि रेडॉक्स वोल्टेज सोडियम चढ़ाना [6, 7] के करीब है। मिश्र धातु सामग्री का प्रमुख दोष मिश्र धातु और डी-अलॉय के दौरान भारी मात्रा में परिवर्तन है जो संरचनात्मक गिरावट का कारण बनता है, जिससे तेजी से क्षमता क्षीण होती है [7]।
सोडियम टाइटेनियम ऑक्साइड के बीच, Na2Ti3O7 इसकी कम लेकिन सुरक्षित रेडॉक्स क्षमता (~0.3 V बनाम Na/Na+) [8], सोडियम आयनों के प्रसार के लिए कम सक्रियण ऊर्जा (~ 0.186 eV) [9] के कारण एक आशाजनक एनोड सामग्री है। और एक सभ्य सैद्धांतिक क्षमता (177 mAh/g)। हालाँकि, इस सामग्री से संबंधित प्रमुख मुद्दा चक्रीय अस्थिरता है और विभिन्न अनुसंधान समूह अंतर्निहित कारणों का पता लगाने और उसी को कम करने की कोशिश कर रहे हैं [9-13]।



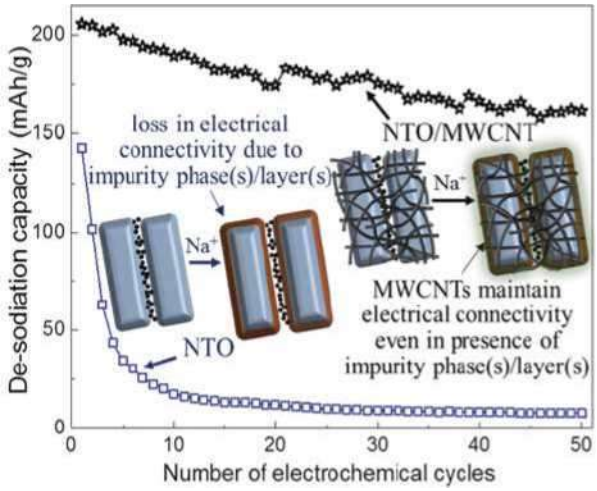
चित्र 1. इन-सीटू सिंक्रोट्रॉन एक्सआरडी Na4Ti3O7 की प्रतिवर्तीता और Na2Ti3O7 (यानी, NTO) पर अशुद्धता चरण के गठन को दिखाते हुए स्कैन करता है जब Na 'आधी कोशिकाओं' के अंदर (जैसा कि रेफरी में प्रकाशित होता है। [14]).

Na2Ti3O7 की तीव्र क्षमता क्षीणन के बारे में प्रमुख परिकल्पनाओं में से एक पूरी तरह से सोडिएटेड चरण Na4Ti3O7 [10] की संरचनात्मक अस्थिरता थी, लेकिन बाद में यह पहले सिद्धांत गणना के माध्यम से साबित हुआ कि Na4Ti3O7 स्थिर है और Na2Ti3O7 में Na-सम्मिलन पूरी तरह से प्रतिवर्ती है [11] . इन-सीटू सिंक्रोट्रॉन एक्सआरडी अध्ययनों ने क्षमता मंद होने के कारण के रूप में Na4Ti3O7 की अपरिवर्तनीयता या संरचनात्मक अस्थिरता की संभावना को भी खारिज कर दिया (चित्र 1 देखें) [14]। क्षमता फीका पड़ने के बारे में अन्य परिकल्पना यह है कि यह संभवतः सतह/पार्श्व प्रतिक्रियाओं से संबंधित हो सकता है, जिसमें इलेक्ट्रोलाइट के साथ Na2Ti3O7 की प्रतिक्रियाएं शामिल हैं। इन-सीटू सिंक्रोट्रॉन एक्सआरडी (चित्र 1 देखें) में कुछ अज्ञात चोटियों की उपस्थिति भी उत्तरार्द्ध की ओर इशारा करती है, जिसे बाद में एक्स-सीटू ईआईएस (चार्ज ट्रांसफर रेजिस्टेंस में वृद्धि (आरसीटी) के बाद चार्ज-डिस्चार्ज; भी) द्वारा सत्यापित किया गया था। प्रारंभिक आरसीटी की 550% वृद्धि 10 दिनों के बाद भी बिना किसी करंट के देखी गई थी), रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी (100 चक्रों के बाद इलेक्ट्रोड की रमन चोटियों में बदलाव)। इन सभी प्रेक्षणों से पता चलता है कि Na2Ti3O7 में चक्रीय अस्थिरता मुख्य रूप से संबंधित Na2Ti3O7 चरणों (Na2Ti3O7, Na3-xTi3O7, Na4Ti3O7) के विद्युत रासायनिक/संरचनात्मक रूप से निष्क्रिय या अस्थिर होने से उत्पन्न नहीं होती है। संभावित कारणों में इलेक्ट्रोलाइट के साथ इलेक्ट्रोड की रासायनिक प्रतिक्रिया पर निष्क्रियता परत के गठन के कारण विद्युत कनेक्टिविटी में नुकसान शामिल हो सकता है, जो इलेक्ट्रोकेमिकल ना-अपटेक/रिलीज में बाधा डालता है। इन-सीटू सिंक्रोट्रॉन एक्सआरडी अध्ययन सामग्री में अपरिवर्तनीय वृद्धि के साथ 'नए'/अशुद्धता चरण (ओं) के गठन का संकेत देते हैं, जिसमें Na2Ti3O7 के संपर्क में कम Na युक्त Na-Ti-ऑक्साइड यौगिक (एस) शामिल होने की संभावना है। इलेक्ट्रोलाइट पर आधारित इलेक्ट्रोड।

बहु-दीवार वाले कार्बन नैनोट्यूब (MWCNTs) जैसे सुदृढीकरण का समावेश Na2Ti3O7 से संबंधित इन मुद्दों को हल करने का एक आशाजनक तरीका है। यह Na2Ti3O7 की दर क्षमता में सुधार करता है जो खराब इलेक्ट्रॉनिक चालकता के कारण होता है (चित्र 2 देखें)। इसी तरह के ईआईएस और रमन अध्ययन के रूप में तैयार और चक्रित Na2Ti3O7/MWCNT से पता चलता है कि 50 चक्रों के बाद Rct में वृद्धि Na2Ti3O7 की तुलना में बहुत कम है (यानी, MWCNTs की उपस्थिति में परिमाण के एक क्रम से अधिक दबा हुआ Rct में वृद्धि) और निष्पक्ष रूप से 100 चक्रों के बाद भी समान रमन स्पेक्ट्रा। इसके अलावा, आरसीटी रखने पर 3 दिनों तक वृद्धि हुई और 270% की वृद्धि के साथ स्थिर हो गया (जबकि वृद्धि Na2Ti3O7 के लिए नीरस थी)। इन सभी परिणामों का सहसंबंध इंगित करता है कि रैपिंग MWCNTs इलेक्ट्रोलाइट के साथ प्रतिक्रिया पर 'अशुद्धता' चरणों/परतों को इन्सुलेट करने के गठन के नकारात्मक प्रभावों को कम करता है, जिसे तेजी से क्षमता फीका होने के कारणों में से एक माना जाता है। इसके अलावा, यह यांत्रिक अखंडता और कनेक्टिविटी को संरक्षित करके चक्रीय स्थिरता में काफी सुधार करता है (~ Na2Ti3O7 में केवल ~ 6% की तुलना में 50 चक्रों के बाद ~ 78% क्षमता प्रतिधारण) (चित्र 3 देखें) [14]।



चित्र 2. एनटीओ/एमडब्ल्यूसीएनटी और एनटीओ दोनों के लिए वर्तमान घनत्व (यानी, सी-दर) के साथ प्रतिवर्ती या डेसोडिएशन क्षमता (~C/5 पर प्राप्त अधिकतम क्षमता के% के रूप में) की भिन्नता, में उल्लेखनीय रूप से बेहतर दर क्षमता दिखाती है। MWCNTs की उपस्थिति (जैसा कि रेफरी में प्रकाशित किया गया है। [14])।



चित्र 3. एनटीओ और एनटीओ/एमडब्ल्यूसीएनटी-आधारित इलेक्ट्रोड के लिए चक्र संख्या के साथ प्रतिवर्ती (यानी, चार्जिंग या डेसोडिएशन) ना-स्टोरेज क्षमता की विविधताएं (जैसा कि रेफरी में प्रकाशित है। [14])।

संदर्भ

[1] जे एम तारास्कोन, एम आर्मंड: 'रिचार्जेबल लिथियम बैटरी प्रकृति का सामना करने वाले मुद्दे और चुनौतियां', 414 (2001)।

[2] एम ब्रोसेली, जी आर्कडेल: 'अगले 5-10 वर्षों के लिए ली-आयन बैटरी और पोर्टेबल पावर स्रोत संभावनाएं', जर्नल ऑफ पावर सोर्स 136 (2004) 386।

[3] एम विंटर, आर जे ब्रोड: 'बैटरी, ईंधन सेल और सुपरकैपेसिटर क्या हैं?, केम रेव 104 (2004) 4245।

[4] डी कुंडू, ई तालाई, वी डफोर्ट, एल एफ नजर: 'इलेक्ट्रोकेमिकल एनर्जी स्टोरेज के लिए सोडियम आयन बैटरी का उभरता रसायन विज्ञान', एंग्वे केम इंट एड 54 (2015) 3431।

[5] जेवाई ह्वांग, एस टी म्युंग, वाई के सन: 'सोडियम-आयन बैटरी: वर्तमान और भविष्य', केम सोक रेव 46 (2017) 3529-3614।

[6] डी ए स्टीवंस, जे आर डान: 'कार्बन सामग्री में लिथियम और सोडियम सम्मिलन के तंत्र', जे इलेक्ट्रोकैम। Soc 148 8 (2001) A803.

[7] जेडएल जू, जी यून, केवाई पार्क, एच पार्क, ओ तमवताना, एस जे किम, डब्ल्यू एम सियोंग, के कांग: 'उच्च ऊर्जा और शक्ति सोडियम आयन बैटरी के लिए ग्रेफाइट में सिलाई सोडियम इंटरकेलेशन', नेचर कम्युनिकेशंस (2019)।

[8] डब्ल्यू वांग, सी यू, वाई लियू, जे होउ, एच झू, एस जियाओ: 'सोडियम-आयन बैटरी के लिए एनोड सामग्री के रूप में एकल क्रिस्टलीय Na2Ti3O7 रॉड', आरएससी एडवांस3 (2013)1041।

[9] एच पैन, एक्स लू, एक्सयू, वाईएस हू, एच ली एच, एक्सक्यू यांग, एल चेन: 'रूम-टेम्प्रेचर सोडियम-आयन बैटरी के लिए स्तरित Na2Ti3O7 में सोडियम भंडारण और परिवहन गुण', एडवोकेट एनर्जी मैटर 3 (2013) 1186.

[10] जे जू, सी मा, एम बालासुब्रमण्यम, वाई एस मेंग: 'ना-आयन बैटरी के लिए अल्ट्रा-लो वोल्टेज एनोड सामग्री के रूप में Na2Ti3O7 को समझना'। 50 (2014) 12564.

[11] जेएन एवेंडानो, एएम गार्सिया, ए पोनरोच, जी रूसे, सी फ्रोंटेरा, पी सेंगुट्टूवन, जे एम तारास्कोन, एम ई ए डोमपाब्लो, एम आर पलासिन: 'Na2Ti3O7 के इलेक्ट्रोकेमिकल व्यवहार को समझने में आगे कदम उठाना', जे मेटर केम। ए 3 (2015) 22280।

[12] एस फू, जे नी, वाई जू, क्यू झांग, एल ली: 'सोडियम-आयन बैटरी के लिए मजबूत बाइंडर-फ्री एनोड के रूप में हाइड्रोजनीकरण संचालित प्रवाहकीय Na2Ti3O7 नैनोअरेज़', नैनो लेट 16 (2016) 4544।

[13] एस अनवर, वाई हुआंग, जे लियू, जे लियू, एम जू, जेड वांग, आर चेन, जे झांग, एफ वू: 'प्रकृति-प्रेरित Na2Ti3O7 नैनोशीट्स-रिचार्जेबल सोडियम-आयन बैटरी के लिए एक उच्च प्रदर्शन एनोड सामग्री के रूप में त्रि-आयामी माइक्रोफ्लॉवर आर्किटेक्चर का गठन किया', एसीएस एप्पल मेटर। इंटरफेस 9 (2017) 11669।

[14] एच एस भारद्वाज, टी रामिरेड्डी, ए प्रदीप, एम के जांगिड़, वी श्रीहरि, एच के पोसवाल, ए मुखोपाध्याय: 'एनए 2 टीआई 3 ओ 7 के इलेक्ट्रोकेमिकल प्रदर्शन पर चक्रीय (इन) स्थिरता और स्थिर संचालन नेटवर्क की उपस्थिति के प्रभावों को समझना', केमइलेक्ट्रोकेम, 5 (2018) 1219।

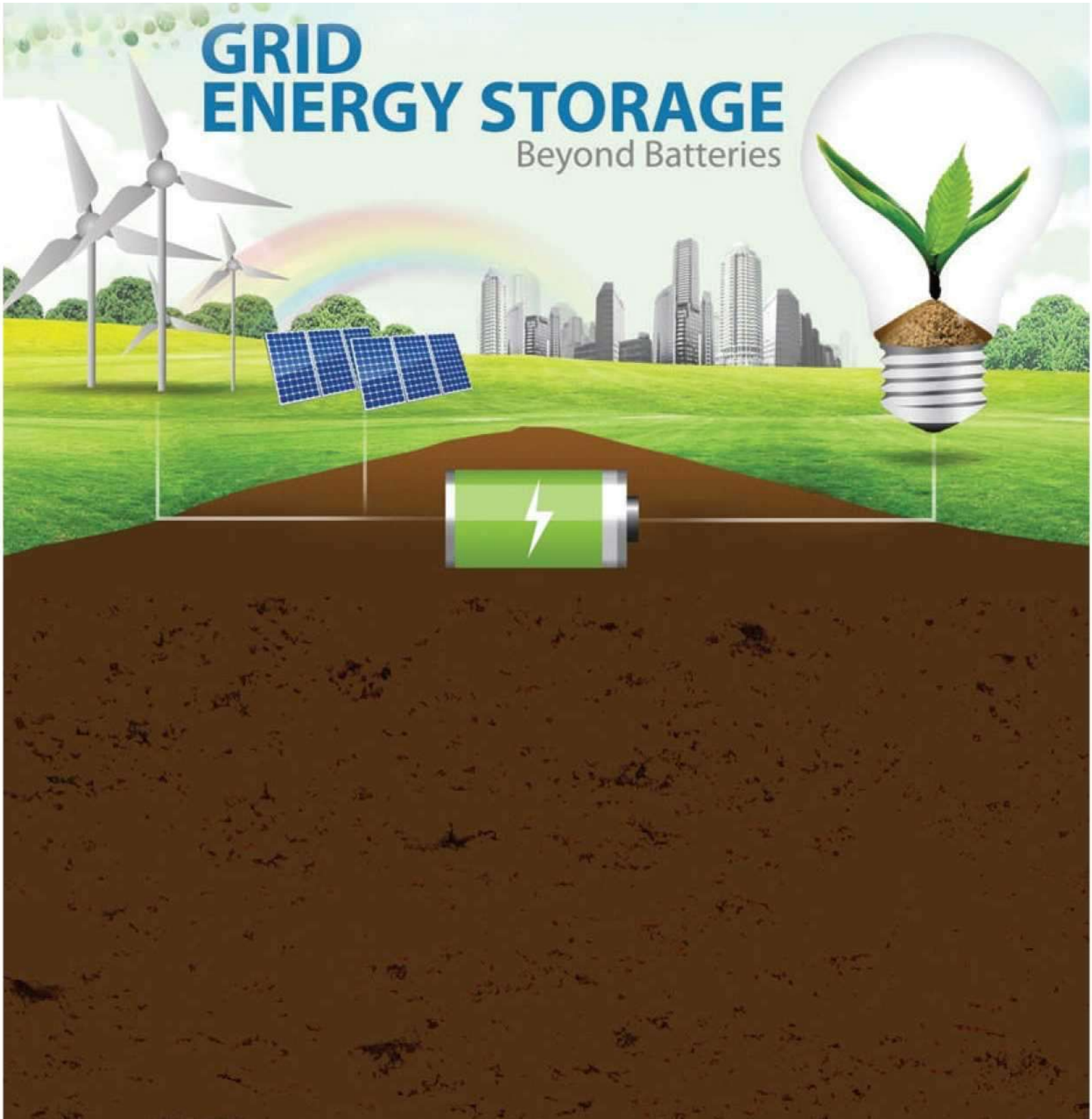
[15] डेंग, जे, लुओ, डब्ल्यू बी, लू, एक्स, याओ, क्यू, वांग, जेड, लियू, एच के, डौ, एस एक्स 'औद्योगिक रूप से व्यवहार्य और एयर-स्टेबल ओ 3-टाइप लेयर्ड ऑक्साइड कैथोड के साथ उच्च ऊर्जा घनत्व सोडियम-आयन बैटरी'। उन्नत ऊर्जा सामग्री, 8 (5), (2018) 1701610।

डॉ. अमर्त्य मुखोपाध्याय

प्राध्यापक

J

L



J L

14 थर्मोइलेक्ट्रिक ऊर्जा रूपांतरण

परियोजना संदर्भ सं. डीएसटी/टीएमडी/एमईएस/2के17/24

पेट्रोलियम, कोयला और अन्य हाइड्रोकार्बन आधारित ईंधन भारत के ऊर्जा उत्पादन का लगभग 90% हिस्सा हैं। इन जीवाश्म ईंधन और हाइड्रोकार्बन को जलाने से पर्यावरण प्रदूषण होता है। साथ ही, पेट्रोलियम आयात भारत की अर्थव्यवस्था पर भारी बोझ डालता है। इस प्रकार, भारत नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों पर भारी निवेश कर रहा है। दुर्भाग्य से, सभी उपयोग की गई ऊर्जा का लगभग 65% नष्ट हो रहा है, बर्बाद गर्मी है। 'अपशिष्ट ताप' हमारे बिजली के उपकरणों से अपरिहार्य गर्मी का नुकसान है - फ्रिज, लैपटॉप और मोबाइल उपकरणों जैसे छोटे घरेलू उपकरणों से लेकर ऑटोमोबाइल के निकास से लेकर रासायनिक, थर्मल, स्टील, सीमेंट और परमाणु ऊर्जा संयंत्र जैसे बड़े पैमाने पर औद्योगिक क्षेत्रों तक। थर्मोइलेक्ट्रिक सामग्री, बिना किसी हिलते हुए हिस्से के बिजली में व्यर्थ गर्मी के तत्काल और प्रतिवर्ती रूपांतरण करने में सक्षम होने के नाते, भविष्य के ऊर्जा प्रबंधन अनुप्रयोगों के लिए एक महत्वपूर्ण उत्तर माना जाता है।

थर्मोइलेक्ट्रिक प्रभाव तापमान अंतर का विद्युत वोल्टेज में प्रत्यक्ष रूपांतरण है और इसके विपरीत। "थर्मोइलेक्ट्रिक प्रभाव" शब्द में तीन अलग-अलग पहचाने गए प्रभाव शामिल हैं: सीबेक प्रभाव, पेल्टियर प्रभाव और थॉमसन प्रभाव। सीबेक प्रभाव, जो तापमान के अंतर को बिजली में बदलने वाला है, पहली बार 1821 में जर्मन भौतिक विज्ञानी थॉमस सीबेक द्वारा खोजा गया था। हालांकि थर्मोइलेक्ट्रिक्स को 200 वर्षों से जाना जाता है, इस प्रभाव की खोज से इस क्षेत्र में अनुसंधान शुरू करने में लगभग एक सदी लग गई। 20 वीं शताब्दी की शुरुआत में, नागरिक और सैन्य उपयोग में अनुप्रयोगों के लिए थर्मोइलेक्ट्रिक सामग्री का व्यापक अध्ययन किया गया था। नासा ने पिछले 35 वर्षों से गहरे अंतरिक्ष मिशन में अपने अंतरिक्ष यान को शक्ति प्रदान करने के लिए रेडियोआइसोटोप थर्मोइलेक्ट्रिक जनरेटर (आरटीजी) का भी उपयोग किया है।

व्यावहारिक अनुप्रयोगों के लिए, थर्मोइलेक्ट्रिक सामग्री में उच्च थर्मोइलेक्ट्रिक फिगर ऑफ मेरिट (जेडटी) होना चाहिए। वैज्ञानिकों के लिए एक उपयुक्त उच्च-प्रदर्शन सामग्री की खोज करके बाधाओं को दूर करना एक बड़ी चुनौती है। लक्ष्य तीन अलग-अलग प्रतीत होने वाले गुणों को फिट करना है: उच्च विद्युत चालकता जैसे धातु, उच्च सीबेक गुणांक जैसे अर्धचालक और कम तापीय चालकता जैसे चश्मा उच्च zT प्राप्त करने के लिए एक यौगिक में। पिछले 60 वर्षों में, वैज्ञानिकों ने कई प्रणालियों का अध्ययन किया है, लेकिन सबसे कुशल थर्मोइलेक्ट्रिक सामग्री में प्रमुख घटक तत्वों के रूप में खतरनाक सीसा (Pb) होता है जो बड़े पैमाने पर बाजार अनुप्रयोगों के लिए उनके उपयोग को प्रतिबंधित करता है। हाल ही में, IV-VI धातु चाकोजेनाइड परिवार से जर्मेनियम टेल्यूराइड (GeTe) हाल ही में मध्य तापमान बिजली उत्पादन अनुप्रयोगों के लिए Pb- आधारित प्रणालियों के प्रतिस्थापन के लिए एक संभावित उम्मीदवार के रूप में उभरा। दिलचस्प बात यह है कि हमारी प्रयोगशाला में खोजे गए कई GeTe-आधारित थर्मोइलेक्ट्रिक पदार्थ PbTe-आधारित थर्मोइलेक्ट्रिक्स से भी बेहतर प्रदर्शन करते हैं।

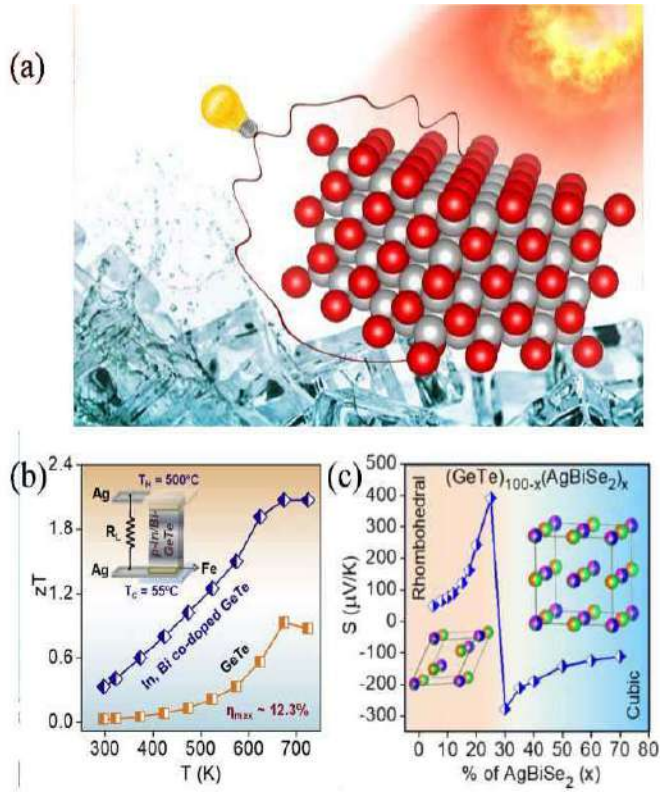
हालांकि, GeTe का निम्न सीबेक गुणांक और उच्च तापीय चालकता इसकी योग्यता के थर्मोइलेक्ट्रिक आंकड़े को अनुकूलित करने के तरीके में दो प्रमुख बाधाएं हैं। हाल ही में, हमने पी-टाइप इन और बीआई को-डोप्ड GeTe में 723 K पर 2.1 के उच्च zT की सूचना दी है, साथ ही सिंगल-लेग थर्मोइलेक्ट्रिक जनरेटर में –12.3% की अत्यधिक उच्च TE रूपांतरण दक्षता के साथ। 1 हमने दिखाया है कि डोपिंग में प्रतिध्वनि स्तर के गठन के माध्यम से सीबेक गुणांक में काफी वृद्धि होती है जबकि द्वि डोपिंग व्यापक ठोस समाधान बिंदु दोष और डोमेन वेरिएंट के गठन के कारण जाली तापीय चालकता को कम करता है।

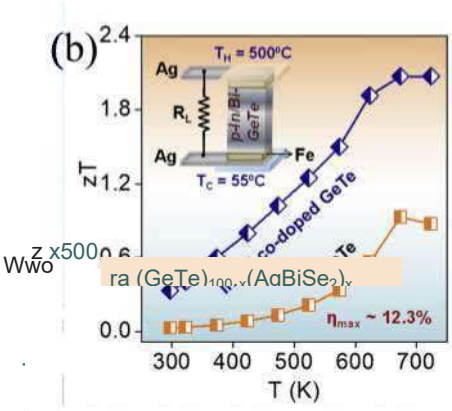
हालांकि हाल के वर्षों में पी-टाइप जीईटीई के थर्मोइलेक्ट्रिक प्रदर्शन में जबरदस्त सुधार हुआ है, लेकिन आंतरिक जीई रिक्तियों के प्रसार के कारण संगत एन-टाइप जीटीई समकक्ष को ढूंढना एक चुनौती रही है। हाल के दिनों में, हमने दिखाया है कि AgBiSe2 मिश्रधातु द्वारा GeTe में n-प्रकार के इलेक्ट्रॉनिक चालन की प्राप्ति जो क्रिस्टल संरचना और इलेक्ट्रॉनिक संरचना में विकास की ओर ले जाती है। क्यूबिक n-प्रकार (GeTe)100-x(AgBiSe2)x (x> 25) नमूनों में 0.3 - 0.6 W/mK से लेकर अल्ट्रालो जाली तापीय चालकता है और ~ 0.6 का अधिकतम zT n-type (GeTe)50(AgBiSe2)50 में 500 K पर प्राप्त किया गया है। इस प्रकार, n- दोनों का विकास- और पी-टाइप GeTe-आधारित थर्मोइलेक्ट्रिक्स मध्य-तापमान रेंज (400-500 K) बिजली उत्पादन अनुप्रयोगों के लिए नए अवसर खोलते हैं।

J

L

हालांकि हाल के वर्षों में पी-टाइप जीईटीई के थर्मोइलेक्ट्रिक प्रदर्शन में जबरदस्त सुधार हुआ है, लेकिन आंतरिक जीई रिक्तियों के प्रसार के कारण संगत एन-टाइप जीटीई समकक्ष को ढूंढना एक चुनौती रही है। हाल के दिनों में, हमने दिखाया है कि AgBiSe2 मिश्रधातु द्वारा GeTe में n-प्रकार के इलेक्ट्रॉनिक चालन की प्राप्ति जो क्रिस्टल संरचना और इलेक्ट्रॉनिक संरचना में विकास की ओर ले जाती है। क्यूबिक n-प्रकार (GeTe)100-x(AgBiSe2)x (x> 25) नमूनों में 0.3 - 0.6 W/mK से लेकर अल्ट्रालो जाली तापीय चालकता है और ~ 0.6 का अधिकतम zT n-type (GeTe)50(AgBiSe2)50 में 500 K पर प्राप्त किया गया है। इस प्रकार, n- दोनों का विकास- और पी-टाइप GeTe-आधारित थर्मोइलेक्ट्रिक्स मध्य-तापमान रेंज (400-500 K) बिजली उत्पादन अनुप्रयोगों के लिए नए अवसर खोलते हैं।





Wwo z x500 ra $(GeTe)_{100-x}(AgBiSe_2)_x$

-100

चित्र (क) थर्मोइलेक्ट्रिक ऊर्जा रूपांतरण की योजनाबद्ध। (b) Ge0.93Bi0.06In0.01 Te की योग्यता का थर्मोइलेक्ट्रिक आंकड़ा (zT)। इनसेट इस सामग्री पर आधारित फैब्रिकेटेड पी-टाइप सिंगल-लेग डिवाइस का योजनाबद्ध आरेख दिखाता है। (c) सीबेक का विकास (GeTe)100-x(AgBiSe2)x (x = 0 - 50) में बढ़ती हुई AgBiSe2 सांद्रता के साथ GeTe का गुणांक (S)।

संदर्भ

[1] एस. पेरुमल, एम. सामंत, टी. घोष, यूएस शेनॉय, ए.के. बोहरा, एस. भट्टाचार्य, ए. सिंह, यू.वी. वाघमारे और के. बिस्वास, जूल, 2019, 3, 2565-2580

[2] एम. सामंत, टी. घोष, आर. अरोड़ा, यू.वी. वाघमारे और के.बिस्वास, जे.एम. रसायन। समाज।, 2019, 141,19505-19512।

डॉ. कनिष्क बिस्वास

प्रोफ़ेसर

जवाहरलाल नेहरू सेंटर फॉर एडवांस्ड साइंटिफिक रिसर्च, बैंगलोर

kanishka@jncasr.ac.in

Acknowledgment

ठाकुर पृथ्वी पाल सिंह नेगी मनोज शर्मा वैभव मुकुल शर्मा

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

विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग

प्रौद्योगिकी भवन, नई महरौली रोड, नई दिल्ली - 110016

टेलीफोन: +91-11-26562122/25/33/44, 26567373, 26962819

फ़ैक्स: +91-11-26863847, 26515637

www.dst.gov.in

Cover Page Image Source :- https://mytechdecisions.com/mobility/glass-battery/