# सारांश

## राष्ट्रीय संगोष्ठी

# पदार्थ विज्ञान : अनुसंधान और अनुप्रयोग

स्थान

राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला

4-5 सितम्बर, 2008

आयोजक

राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला

डॉ के. एस. कृष्णन् मार्ग, नई दिल्ली - 110 012

सह प्रायोजक

मैटीरियल्स रिसर्च सोसायटी ऑफ इण्डिया (दिल्ली चैप्टर)

एन पी एल रिसर्च फाउंडेशन

भारतीय वैज्ञानिक एवं औद्योगिक अनुसंधान पत्रिका
वर्ष 16 अंक 2 दिसम्बर 2008 पृ. 123-150

# कार्बनिक सौर सैल

विक्रम कुमार
राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली - 110 012

**सारांश :** जीवन के हर क्षेत्र में ऊर्जा की मांग दिन-प्रतिदिन बढ़ती जा रही है। आने वाले समय में परम्परागत ऊर्जा के स्रोत इस बढ़ती मांग को पूरा करने में सक्षम नहीं होंगे इसलिए ऐसी युक्तियों को विकसित किया जा रहा है जो सौर ऊर्जा का प्रयोग करके ऊर्जा की बढ़ती मांग की पूर्ति करने में सहायक सिद्ध हों। सौर सैल एक ऐसी ही युक्ति है जो सौर ऊर्जा को बिना किसी प्रदूषण के विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित कर देती है। परम्परागत सौर सैल जो कि बाजार में उपलब्ध हैं सिलिकन (Si) के बने होते हैं। Si सौर सेलों की सौर ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदलने की क्षमता लगभग 20% है, परन्तु इनको बड़े आकार में बनाना मुश्किल है तथा इनको बनाने में बहुत ज्यादा लागत आती है जिसकी वजह से इनकी कीमत बहुत ज्यादा होती है। इसलिए अन्य प्रकार के सौर सैलों की तलाश जारी है।

कार्बनिक अर्धचालक, इलेक्ट्रॉनिक युक्तियों के लिए क्रांतिकारी पदार्थ साबित हो चुके हैं। इनका प्रयोग प्रकाश उत्सर्जक युक्तियाँ, थिन फिल्म ट्रांजिस्टर, इंटीग्रेटेड सर्किट, बायो सेन्सर्स, सौर सैल आदि इलेक्ट्रॉनिक युक्तियों को बनाने में किया जा रहा है। कार्बनिक अर्द्धचालकों को प्रयोग करके बनाए जाने वाले सौर सैल बहुत ही हल्के तथा पतले होंगे। इनको लचीला तथा बड़े आकार में बनाया जा सकता है। इनको बनाने की विधि बहुत ही सरल तथा सस्ती है जिसकी वजह से इन युक्तियों की कीमत बहुत ही कम होगी। ये युक्तियाँ सस्ती होने की वजह से अल्पावधि तथा कम क्षमता होने पर भी लाभदायक सिद्ध होंगी। कार्बनिक सौर सैलों का भविष्य में बहुत उपयोग हो सकता है।

कार्बनिक सौर सैल परम्परागत Si सोलर सेलों की बराबरी करने की क्षमता रखते हैं। इन सौर सैलों को विकसित करने के लिए देश-विदेश के वैज्ञानिक तथा प्रौद्योगिकीविद् बहुत प्रयास कर रहे हैं, जिसकी वजह से पिछले कुछ सालों में इनकी कार्य निष्पादन क्षमता में काफी सुधार हुआ है। वर्तमान समय में ऐसे कार्बनिक सौर सैल बनाए जा चुके हैं जिनकी कार्य क्षमता लगभग 6% है। इन सेलों में प्रयोग होने वाले पदार्थ ऑक्सीजन, पराबैंगनी किरणों तथा नमी के प्रति काफी संवेदनशील होते हैं, जिसकी वजह से इनकी अवधि काफी कम होती है। परन्तु वैज्ञानिकों के निरंतर प्रयास और मेहनत से ऐसे कार्बनिक सौर सैल भी बनाए जा चुके हैं जिनकी अवधि एक साल से ज्यादा है। इन सैलों की कार्य क्षमता तथा अवधि को आगे बढ़ाने के निरंतर प्रयास किये जा रहे हैं तथा इनको बाजार में आने में कुछ समय लगेगा।

# नैनो विज्ञान व प्रौद्योगिकी
# बायोमिमैटीक नैनो पदार्थो का संश्लेषण

शमीम अहमद
जामिया हमदर्द, नई दिल्ली

**सारांश :** परम्परागत पदार्थ संश्लेषण की विधियों में जोकि आज के पदार्थ वैज्ञानिक को मालूम हैं, बहुत ज्यादा ऊर्जा का उपयोग होता है जो भविष्य में सस्टेनेबल नहीं है। इसके अतिरिक्त यह विभिन्न पर्यावरणीय प्रदूषण समस्याओं का भी कारण है । जबकि मातृ प्रकृति लाखों वर्षों से लगातार विभिन्न प्रकार के पदार्थों की नैनो आकृतियों का संश्लेषण विभिन्न प्रकार की जैव प्रेरित विधियों द्वारा कर रही है, जो कि बहुत ऊर्जा दक्ष हैं। यह प्रक्रिया सामान्य परिस्थिति में सम्पन्न हो रही है। इसके अतिरिक्त इन विधियों में जैविक स्रोतों द्वारा प्राप्त उत्प्रेरकों की उपस्थिति में पदार्थों को परमाणु स्तर पर जोड-तोड़ सकते हैं और परम्परागत प्रक्रिया की अपेक्षा प्रदूषण भी कम होता है। इस पत्र में, बायोमिमैटीक पदार्थ संश्लेषण प्रणाली पर कुछ ऐसे उदाहरण प्रस्तुत किए गये हैं जिनमें इस प्रणाली का उल्लेख भविष्य में पदार्थ संश्लेषण समस्याओं के समाधान निकालने के लिए उपयोग पर किया गया है। कुछ विशिष्ट उदाहरणों का वर्णन बायोमिमैटीक पदार्थ संश्लेषण तकनीक के फिनौमेना को स्पष्ट करने के लिए किया गया है ।

बायोमिमैटीक पदार्थ संश्लेषण की अनुमानित लागत अन्य सभी संसाधन विधियों से कम है। एक बार इस तकनीक के पूर्ण रूप से विकसित हो जाने पर संभवतः पदार्थ संश्लेषण में काम आने वाले रासायनिक रिएक्टरों की बजाय फरमेंटर ऐसे अभिक्रिया प्रकोष्ठ, जिनमें उचित वातावरण उत्पन्न करने के लिए विभिन्न प्रकार के पर्यावरणीय नियंत्रक होंगे, उपयोग में लाए जाएंगे। जीवाणुओं, एन्जाइमों, शैवाल और फफूंद की जांच पदार्थ संश्लेषण में अंतर्भूत बायोरासायनिक प्रतिक्रियाओं के परिपेक्ष में की जाएगी । इस पदार्थ संश्लेषण प्रणाली से बहुत उम्मीदें हैं जिनको निकट भविष्य में अन्वेषित किया जाएगा।

# सूक्ष्म तरंग नलिकाओं के विकास में विभिन्न पदार्थो का योगदान

श्रीनिवास जोशी
केन्द्रीय इलेक्ट्रॉनिकी अभियांत्रिकी अनुसंधान संस्थान, पिलानी-333 031

**सारांश :** सूक्ष्म तरंग नलिकाओं का कार्यक्षेत्र $3x10^9$ Hz की आवृत्ति से आरंभ होता है। $30 \times 10^9$ Hz तक की विधाएं माइक्रोवेव तथा उससे अधिक की आवृत्ति वाली विधाएं मिलीमीटर तरंग विधाएं कहलाती हैं। ये नलिकाएं संवर्धन तथा उत्सर्जन का कार्य काफी उच्च शक्ति तक करती हैं। इन नलिकाओं का प्रयोग मुख्यतः रक्षा व संचार के क्षेत्र में किया जाता है। इसके अतिरिक्त जैव चिकित्सा (Bio Medical) तथा अन्य वैज्ञानिक क्षेत्रों के शोध संबंधी कार्यों में इनका उपयोग होता है। इन विधाओं की कार्य क्षमता को बढ़ाने में पदार्थों (Materials) का महत्वपूर्ण योगदान रहा है। इनके योगदान के फलस्वरूप इन नलिकाओं से अति उच्च शक्ति काफी अधिक आवृत्ति तक प्राप्त की जा सकती है। इन क्षमताओं के कारण नई प्रकार की प्रणालियां (Systems) बनायी जा रही हैं जिनमें इन नलिकाओं का उपयेाग होता है। मुख्यतः इन शोध कार्यों का उपयोग रक्षा, संचार, उपग्रह प्रणाली नाभिकीय ऊर्जा तथा प्रौद्योगिकी में किया जाता है।

सूक्ष्म तरंग नलिकाओं में विशेष प्रकार के पदार्थों का उपयोग होता है। इनमें काम आने वाले पदार्थों का गलनांक अधिक होना चाहिए तथा इन पदार्थों का वाष्पित दाब कम होना चाहिए, साथ ही ऊष्मा चालकता (Thermal Conductivity) भी अधिक होनी चाहिए। इन नलिकाओं में अधिकतर ऑक्सीजन रहित तथा उच्च चालकता वाले (ओ एफ एच सी) तांबे का प्रयोग होता है। इसके अतिरिक्त टंगस्टन, मॉलीब्डेनम, कोबाल्ट, निकल, प्लेटिनम, मोनल, टेन्टेलम, साफ्ट आयरन का उपयोग विभिन्न संरचनाओं के लिए किया जाता है। किसी भी नलिका के कार्य करने में चुम्बकीय क्षेत्र का महत्वपूर्ण स्थान होता है। पहले की नलिकाओं में कम शक्ति वाले चुम्बक कार्य में लाए जाते थे। कालान्तर में अधिक शक्ति के चुम्बकीय पदार्थों (समेरियम कोबाल्ट, प्लेटिनम कोबाल्ट आदि) के आविष्कार ने इन नलिकाओं की क्षमताएं काफी बढ़ा दी हैं।

इनके अतिरिक्त नलिकाओं के विभिन्न अवयवों की संरचना में सिरेमिक का भी प्रयोग होता है। पिछले दशकों में नए-नए प्रकार के सिरेमिकों का आविष्कार होने से नलिकाओं के लिए इनकी उपयोगिता काफी बढ़ी है। इन सिरेमिक पदार्थों को प्रयोग में लाने से पहले यह देखा जाता है कि उनकी ऊष्मा सुचालकता अधिक हो, निर्वात अनुकूल हो तथा क्षय (losses) कम हों। अधिकतर नलिकाओं में ऐल्यूमिना, बोरॉन नाइट्राइड, बैरिलिया, सैफायर, सिलिकन नाइट्राइड तथा एल्यूमीनियम नाइट्राइड आदि का प्रयोग होता है। बहुत उच्च शक्ति की नलिकाओं में हीरे का भी प्रयोग होता है। इसके अतिरिक्त विशेष प्रकार के ग्रेफाइट का भी उपयोग होता है। सूक्ष्म तरंग नलिकाओं के विकास में नए पदार्थों का महत्वपूर्ण योगदान रहा है। इनके कारण सूक्ष्म तरंग नलिकाओं के कार्य क्षेत्र में नए आयाम विकसित हुए हैं। इन उपलब्धियों को ध्यान में रखते हुए देश की कई महत्वपूर्ण परियोजनाओं में इनका प्रयोग हो रहा है तथा भविष्य में भी इनका उपयोग होता रहेगा ।

# प्राकृतिक अवधारणा के अनुरूप नैनो पदार्थ की संरचना एवं उत्पादन

अरविंद सिन्हा
राष्ट्रीय धातुकर्म प्रयोगशाला, जमशेदपुर-831 007

**सारांश :** नैनो (अतिसूक्ष्म, $10^{-9}$m) पदार्थ एवं नैनो संरचना का महत्व आधुनिक तकनीकी युग में सर्वविदित है। उन पदार्थों की उपयोगी विशेषताओं में कई गुना वृद्धि का मुख्य कारण है लगभग 60% या उससे भी अधिक अणुओं का पदार्थ की सतह पर रहना। एक नई विशेषता, जिसके अन्तर्गत नैनो पदार्थ स्वयं को एक विशेष विन्यास में स्व-एकत्र करके एक आयामी अथवा बहुआयामी संरचना बना लेते हैं, पदार्थ वैज्ञानिकों को बड़ा आकर्षित करती है। इस प्रकार की संरचनाओं का तकनीकी के विभिन्न क्षेत्रों में सफलतापूर्वक प्रयोग किया जाता है। यह अतिसूक्ष्म एवं स्व-निर्मित संरचनाएं आज इलेक्ट्रॉनिक्स से लेकर कोशिका आधारित ऊतक अभियांत्रिकी शोध में प्रयोग की जा रही हैं। आशा है कि इनका सफल प्रयोग मानव जीवन के विभिन्न क्षेत्रों में विशेष परिवर्तन लाएगा। नैनो पदार्थ विज्ञान में एक महत्वपूर्ण तथ्य यह है कि विज्ञान को नैनो पदार्थ का समूचा लाभ तब ही प्राप्त होगा जब हमारे पास एक ऐसी विधि हो जिससे समान आकार एवं समान रूप के नैनो पदार्थ बनाकर उनको अवांछित रूप से एकत्र होने से रोका जा सके। साथ ही साथ उत्पादन विधि को सरल एवं आर्थिक रूप से आकर्षक होना चाहिए।

उपर्युक्त शोध में लगे वैज्ञानिकों का ध्यान प्रकृति ने सदा से ही अपनी ओर आकर्षित किया है। प्रकृति निर्मित समस्त संरचनाएं नैनो पदार्थ एवं उनके अनुशासनात्मक बहुआयामी एकत्रीकरण पर आधारित हैं। प्रकृति द्वारा समस्त निर्माण कार्य जल के माध्यम से सामान्य ताप एवं दाब पर सम्पादित होता है।

राष्ट्रीय धातुकर्म प्रयोगशाला में शोधकर्त्ताओं का यह उद्देश्य रहा है कि प्रकृति के इस कार्य को समझकर एवं उसको पदार्थ विज्ञान में अनुवादित कर नैनो पदार्थ के लिए प्रयोग किया जाए। इन प्रयासों के दौरान काफी सफलता प्राप्त की गयी है।

# आणविक प्रतिबिम्बन में नैनो तकनीक का वर्तमान स्वरूप

राशि माथुर, श्वेता सिंह, रामप्रकाश चौहान एवं अनिल कुमार मिश्रा
औद्योगिक विष विज्ञान अनुसंधान केन्द्र, लखनऊ-226001

**सारांश :** वर्तमान में आणविक प्रतिबिम्बन एक बहुमूल्य एवं सूचनात्मक प्रणाली की तरह से जीव एवं चिकित्सा विज्ञान में प्रयोग में लाया जा रहा है। आणविक प्रतिबिम्बन के माध्यम से विभिन्न आणविक प्रक्रियाओं का अध्ययन किया जाता है जो किसी भी होने वाले रोग की सूचक होती हैं। इन अध्ययनों के माध्यम से रोग के बारे में उसके लक्षण प्रकट होने से पहले ही सूचना मिल जाती है, जो उस रोग की जांच एवं उपचार में बहुत ही सहायक सिद्ध होती है। इसी तरह से नैनो तकनीक भी विज्ञान का एक ऐसा आयाम है जिसके अन्तर्गत वे पदार्थ आते हैं जिनका माप 1-1000 nm के बीच रहता है। इस संकुचित माप के कारण इन पदार्थों के भौतिक एवं रासायनिक गुणों में एक नवीनता एवं अद्‌भुदता आ जाती है जिसका विभिन्न जैव एवं चिकित्सा आयामों में अनुप्रयोग किया जा सकता है। यदि हम नैनो तकनीक एवं आणविक प्रतिबिम्बन का विलय करा सकें तो एक बहुत ही अद्‌भुत, नवीन एवं सुन्दर पद्धति का जन्म हो सकता है जिसमें किसी भी मानव रोग के आणविक सूचक की संवेदनशीलता, विशेषता एवं सांकेतकता बढ़ाने की अद्वितीय क्षमता होगी। इस प्रस्तुति में नैनो प्रोब की उन्हीं विशिष्टताओं का विवरण है जो कि उनकी लक्ष्य साधने की प्रणाली एवं कन्ट्रॉस्ट बढ़ाने की क्षमता को प्रभावित करती है।

# पॉलीमेटैलोकार्बोसाइलेन्स का संश्लेषण एवं रियोलॉजिकल गुणों का विश्लेषण

राकेश कुमार गुप्ता, अशोक रंजन एवं अरविन्द कुमार सक्सेना
रक्षा सामग्री एवं भण्डार अनुसंधान तथा विकास स्थापना, कानपुर-208 013

**सारांश :** पालीकार्बोसाइलेन (Polycarbosilane या PCS) एक अत्यंत महत्वपूर्ण सिरेमिक मैटीरियल प्रिकर्सर है जिसके उच्च ताप पर अक्रिय वातावरण में दहन द्वारा सिलिकन कार्बाइड नामक सिरेमिक पदार्थ प्राप्त होता है, जो अत्यधिक दृढ़, अति उच्च ताप सह एवं रासायनिक रूप से अक्रिय होता है। इसका उपयोग उच्च तापमान (> $1500^0$C) पर अत्यंत दक्षता से कार्य करने वाले वायुयानों, राकेट, मिसाइल आदि के इंजन व

एग्जास्ट के कलपुर्जों आदि को बनाने में किया जाता है। डी.एम.एस.आर.डी.ई., कानपुर में पॉलीकार्बोसाइलेन का संश्लेषण एवं परिवर्द्धन प्रयुक्त रसायन विभाग द्वारा किया जाता है।

पी.सी.एस. में Si-H बन्ध होते हैं जिनकी क्रियाशीलता का उपयोग धातु लवणों के साथ अभिक्रिया द्वारा पॉलीकार्बोसाइलेन के परिवर्द्धन में किया जा सकता है। हमने पॉलीमेटैलोकार्बोसाइलेन के संश्लेषण में Ti, Al एवं Zr धातुओं के स्रोत के रूप में $Ti(IV)(acac)_4$, $Ti(IV)(O\text{-}iPr)_4$, $Ti(IV)(O)(eaa)_2$, $Al(III)(O\text{-}iPr)_3$, $Al(III)(acac)_3$, $Zr(IV)(acac)_4$ लवणों का उपयोग किया है। इन धातु (Ti, Al, Zr आदि) लवणों की अभिक्रिया से पॉलीकार्बोसाइलेन के अणुभार में वृद्धि होती है। फलस्वरूप स्पिनिबिलिटी गुणों में सुधार होता है। परिवर्द्धित पॉलीकार्बोसाइलेन के गुण-धर्म का निर्धारण एफ.टी.टाई.आर., जी.पी.सी., टी.जी.ए. एवं इडैक्स आदि विधियों द्वारा किया गया। धातु के जोड़ने से पी.सी.एस. की सिरेमिक यील्ड में वृद्धि होती है तथा एफ.टी.आई.आर. में Si-H(í 2100 $cm^{-1}$) की तीव्रता में कमी होती है। Ti युक्त पी.सी.एस के रियोलॉजिकल गुणों का अध्ययन ए.आर.-जी 2 रियोमीटर पर नाइट्रोजन के अक्रिय वातावरण में किया गया। परिणामों से यह निष्कर्ष निकला कि धातु का प्रतिशत बढ़ाने पर दिए गए पी.सी.एस की श्यानता में तेजी से वृद्धि होती है। प्रस्तुत शोध पत्र में टाइटेनियम आइसो प्रोपॉक्साइड के साथ पी.सी. एस की अभिक्रिया (स्कीम-1) तथा श्यानता का ताप-समय आधारित ग्राफ दर्शाया गया है।

# आणविक बल सूक्ष्मदर्शी द्वारा दाब विद्युत क्रिस्टल पर विलेपित तनु फिल्मों का अभिलक्षण

गोवर्धन लाल एवं विनीता निगम
रक्षा सामग्री एवं भण्डार अनुसंधान तथा विकास स्थापना, कानपुर-208 013

**सारांश :** क्वाट्र्ज-क्रिस्टल-माइक्रोबेलैंस संवेदक को विषाक्त रासायनिक पदार्थों के प्रति संवेदनशीलता हेतु नियुक्त किया गया है। स्वर्ण विलेपित तनु फिल्म क्वाट्र्ज क्रिस्टल को नैनो-मिश्रित पदार्थों की तनु फिल्म से रूपान्तरित किया गया है। आणविक बल सूक्ष्मदर्शी को रूपान्तरित तनु फिल्मों का रूप-विज्ञान तथा चिकनेपन के मूल्यांकन हेतु प्रयोग किया गया है। क्यू सी एम संवेदक, जो सारबरी के सिद्धांत पर कार्य करता है, की संवेदनशीलता को ध्यान में रखकर संवेदक पदार्थ संश्लेषित किया गया है तथा संवेदशीलता बेहतर करने के लिए आणविक-बल-सूक्ष्मदर्शी का प्रयोग किया गया है। तनु फिल्मों का अभिलक्षण सूक्ष्मदर्शी से करने के बाद इन फिल्मों का रूप विज्ञान अन्य कारकों को ध्यान में रखते हुए परिवर्तित किया गया। जिसके कारण तनु-फिल्मों का सरेखण, चिकनापन और संभागीपन में सुधार और वृद्धि हो गयी जिसके फलस्वरूप संवेदक की संवेदनशीलता में प्रवर्धन 30 से 40% तक प्राप्त करने में सफलता प्राप्त की जा सकी है।

तनु फिल्में बनाने के अनेक कारक हैं : संवेदक पदार्थ की भौतिक तथा रासायनिक प्रकृति, विलायक, विलेपन तकनीक तथा सतह पर आसंजन। प्रयुक्त क्वाट्र्ज-क्रिस्टल में विलायक वाष्पीकरण तकनीक द्वारा तनु फिल्मों को निर्मित किया गया है। यह अत्यन्त सरल और सुविधाजनक तकनीक है। इस विधि से पदार्थ के विलय को सतह पर डाल देते हैं जो अपने पृष्ठ तनाव के कारण निश्चित सीमा तक फैल जाती है।

प्रस्तुत लेख में विषाक्त गैसों की पहचान के लिए विकसित किए गए क्यू सी एम संवेदक के विकास की चर्चा की गयी है। ऐसे संवेदकों का विकास संवेदक पदार्थ और उनसे निर्मित तनु फिल्मों पर आधारित होता है। 10 MHz आवृत्ति का AT कण स्वर्ण विलेपित इलेक्ट्रोड (क्षेत्रफल 0.25 $cm^2$ एक तरफ) का दाब विद्युत क्रिस्टल प्रयोग में लिया गया है। संवेदक पदार्थ सामन्यतः बहुलक होते हैं जिन्हें अनुप्रयोगों के आधार पर संश्लेषित किया गया है, जिनमें पॉलीएथिलीन मैलियेट, फ्लोरो पॉलीथाल, फ्लोरो-इपॉक्सी रेसिन आदि कुछ पदार्थ बाजार में उपलब्ध हैं जैसे पॉलीएपी क्लोरोहराइर्डिन, कोलोडियान, एलक्टि रेसिन आदि। ये सभी पदार्थ शुद्ध अवस्था में विषाक्त गैसों के प्रति संवेदनशीलता दर्शाते हैं। इन सभी पदार्थों में नैनो टाइटेनियम, सिलिका, कापर, स्वर्ण कण आदि का अपमिश्रण कर संवेदनशीलता को प्रभावित करने में महत्वपूर्ण सफलता मिली है। इसके साथ ही पदार्थ के जीवन काल में भी बढ़ोत्तरी भी देखी जा सकी है। आणविक बल सूक्ष्मदर्शी के प्रयोग से इन नैनो-मिश्रित पदार्थों की तनु फिल्मों का अध्ययन कर देखा गया है कि सतह का रूप-विज्ञान और चिकनापन बढ़ जाता है। साथ ही नैनो मिश्रित पदार्थ के अपमिश्रण से संवेदक पदार्थों के अणुओं का वितरण बढ़ जाता है जिसके कारण सतह क्षेत्रफल का विस्तार हो जाता है और बाह्य अणुओं की सतह के साथ अन्योन्य क्रिया बढ़ जाती है। फलस्वरूप संवेदक की संवेदनशीलता में वृद्धि हो जाती है। प्रयुक्त नैनो-कणों में, नैनो-क्ले अत्यन्त उपयोगी साबित हुआ है क्योंकि बहुलक मैट्रिक्स में इसका वितरण बहुत अच्छा होता है। साथ ही परतीय संरचना के कारण अन्योन्यक्रिया और परिक्षेपण बेहतर होता है। विषाक्त गैसों के अणुओं के साथ कमजोर बन्धन बनाने की प्रवृत्ति को बढ़ा देते हैं। सतह क्षेत्रफल का विस्तार होने के कारण पिंजरन आकृति में कई गुना बढ़ोत्तरी होती है, जो संवेदनशीलता बढ़ाने में सहायक होते हैं।

# स्विफ्ट धनायन किरणित पॉलीपायरोल की चालकता में विभेदन

अंजु, अमरजीत कौर, चित्र वैद्य एवं डी के अवस्थी*
फिजिक्स एवं एस्ट्रोफिजिक्स विभाग, दिल्ली विश्वविद्यालय, दिल्ली-110 007
*अन्तर विश्वविद्यालय त्वरक केन्द्र, नई दिल्ली-110 067

**सारांश :** आयन किरणों का प्रयोग मुख्यतः अर्धचालक और धातु पदार्थों की डोपिंग और गुणधर्मों में परिवर्तन के लिए व्यापक रूप से किया जाता है, जबकि चालक बहुलकों में आयन किरणित विषय पर बहुत कम जानकारी उपलब्ध है। इस अन्वेषण में स्विफ्ट धनायनों द्वारा किरणित पॉलीपायरोल की आकारिकी और निम्न तापमान में विभेदन पर विवेचन किया गया है। पालीपायरोल की मुक्त स्थिर तनु परतों का निर्माण इलैक्ट्रोपॉलीमेराइजेशन प्रक्रिया द्वारा किया गया है, जिसमें टेट्रा इथाइल अमोनियम, टेट्रा फ्लोरोबोरेट का उपयोग डोपेंट के रूप में किया गया है और इन परतों को 120 MeV $Ag^{8+}$ आयनों की $10^{10}$, $10^{11}$ और $10^{12}$ ions/$cm^2$ फ्लूएन्स से किरणित किया गया है। पालीपायरोल किरणित परतों की DC चालकता किरणित फ्लूएन्स के बढ़ाने से बढ़ती है। इन परतों का आकारिकी अभिलक्षण इलैक्ट्रॉन क्रमवीक्षण सूक्ष्मदर्शी तकनीक द्वारा किया गया है।

# ऑप्टीकल रिकार्डिंग के लिए फेज़-चेंज पदार्थों के कुछ भौतिक गुणधर्म

वी डी वणकर, एस के मिश्रा एवं जी आर नयाति
भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, दिल्ली-110 016
मोजर बेयर इंडिया लिमिटेड, दिल्ली

**सारांश :** GeTe और AgInSbTe आधारित पदार्थ प्रकाशीय अभिलेखन अनुप्रयोगों के लिए बहुत महत्वपूर्ण हैं। इस उद्देश्य से इन पदार्थों की तनु परतों का संवर्धन पॉलीकार्बोनेट क्रियाधारों पर किया गया है। जब इन परतों पर उपयुक्त तरंगदैर्ध्य तीव्रता की लेसर किरणों को केन्द्रित करते हैं तब इनका अक्रिस्टलीय से क्रिस्टलीय प्रावस्था में रूपांतरण होता है। अपवर्तनांक तथा परावर्तकता से संबंधित परिवर्तन को प्रकाशीय अभिलेखन में प्रयोग किया गया है। ये भौतिक-गुणधर्म पदार्थ विशिष्ट हैं और पदार्थों के सम्मिश्रण डिफैक्ट, त्रुटि व अपद्रव्य सांद्रता इत्यादि पर अत्यधिक निर्भर करते हैं। इस प्रस्तुतीकरण में इन विशेषताओं पर विचार करना सम्मिलित है।

# सिलिकन सूक्ष्म व सूक्ष्मतर प्रौद्योगिकी

अमिता गुप्ता
ठोसावस्था भौतिक प्रयोगशाला, दिल्ली-110 054

**सारांश :** आधुनिक युग में विज्ञान की महत्वपूर्ण देन सूक्ष्म सिस्टम तथा सूक्ष्मतर तकनीकी पर आधारित नवीनतम युक्तियां हैं। ये युक्तियां न केवल संरचनात्मक दृष्टि से श्रेष्ठ हैं अपितु गुणवत्ता में भी उत्तम हैं। इन सूक्ष्म युक्तियों को सूक्ष्मता की परम सीमा तक पहुंचाने के लिए अनेक सूक्ष्म पदार्थ एवं तकनीकियों का विकास किया गया है। वर्तमान युग में सूक्ष्म वैद्युतयांत्रिक प्रणाली पर आधारित युक्तियां अनेक क्षेत्रों जैसे आधुनिक वाहन, रक्षा, वायु व चिकित्सा क्षेत्र में उपयोगी सिद्ध हुई हैं। इस प्रणाली में आई.सी. टैक्नोलॉजी का समन्वय सूक्ष्म यांत्रिक संवेदक एवं प्रवर्तक के साथ किया जाता है। सिलिकन पदार्थ का इस प्रणाली में महत्वपूर्ण स्थान है तथा सिलिकन के यांत्रिक एवं इलैक्ट्रॉनिक गुणों की विशेषता के कारण ही इसका विकास संभव हो सका है।

इस नवीन तकनीकी को आगे बढ़ाते हुए वैज्ञानिकों ने सूक्ष्मतर पदार्थ व सूक्ष्मतर प्रौद्योगिकी के विकास और प्रयोग की ओर ध्यान केन्द्रित किया है। सिलिकन के सूक्ष्मतर कैंटीलीवर का निर्माण हो रहा है जिसका प्रयोग सूक्ष्मता नापने के लिए किया जाएगा। नैनो इलेक्ट्रॉनिक्स के क्षेत्र में सिलिकन सीमोस में निरन्तर प्रगति हुई है तथा सूक्ष्मतर आकार के गेट निर्मित किए जा चुके हैं।

पोरस सिलिकन एक विशेष पदार्थ है जिसमें सिलिकन के सूक्ष्मतर कणों का जाल है। इसका प्रयोग नवीन युक्तियां बनाने में भी किया जा रहा है। पोरस सिलिकन के निर्माण और इसकी अभूतपूर्व विशेषताओं पर अनेक शोध पत्र लिखे जा चुके हैं। इसका निर्माण सिलिकन वेफर पर रासायनिक क्रिया द्वारा किया जाता है। इसके गुण बल्क सिलिकन क्रिस्टल से एकदम भिन्न हैं। इसकी प्रकाशीय विशेषताएं फोटोप्रकाश एवं विद्युतीय प्रकाश पर काफी कार्य हुआ है। इसके अन्य गुणों का प्रयोग प्रकाशीय घटक जैसे फिल्टर ग्रेटिंग इत्यादि बनाने में किया जा रहा है। विस्तृत सतह क्षेत्र होने के कारण पोरस सिलिकन अत्यन्त सक्रिय है। अतः इसका प्रयोग अनेक प्रकार के संवेदक बनाने के लिए किया जा रहा है जो अधिक संवेदनशील, कम ऊर्जा खर्च करने वाले और सस्ते होंगे। अतः सिलिकन पदार्थ तथा प्रौद्योगिकी नवीन युक्तियां एवं माइक्रो व नैनो प्रणाली के विकास में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभा रहे हैं।

# प्लाज्मा वृद्धित रासायनिक वाष्प निक्षेपण (PECVD) तकनीक द्वारा विभिन्न प्रकार की पॉलिमरी तनु परतों की रचना

के एम के श्रीवत्स एवं ए बासु
राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली-110 012

**सारांश :** विभिन्न प्रकार की पॉलिमरी तनु परतों को इलेक्ट्रॉनिक, रासायनिक, चिकित्सा-संबंधी, प्रकाशीय आदि उपकरणों की रचना में इस्तेमाल किया जाता है। इन पॉलिमरी तनु परतों को कई तरीकों से निक्षेपित किया (जमाया) जाता है : (1) ताप द्वारा वाष्पीकरण व निक्षेपण (पी.वी.डी.); (2) रासायनिक विलयन डालकर घुमाकर (स्पिन-कोटिंग, रासायनिक विलयन में डुबोकर (डिप-कोटिंग), या रायायनिक विलयन में अभिक्रिया द्वारा निक्षेपण; (3) रासायनिक वाष्प निक्षेपण (सी.वी.डी.), जो ताप, प्रकाश, प्लाज़्मा आदि द्वारा उत्प्रेरित व वर्धित किया जाता है। इन तरीकों में, प्लाज़्मा द्वारा वर्धित वाष्प निक्षेपण एक ऐसी तकनीक है जिससे काफी घनी, एक-समान, सूक्ष्म-छेद बिना एवं टिकाऊ तनु परतों की रचना संभव है। इन पॉलिमरी तनु परतों की रासायनिक संरचना एवं भौतिक व रासायनिक विशेषताएं प्रारंभिक पॉलिमरी पदार्थों से काफी भिन्न हो सकती हैं। ताप, गैस व वाष्प का दाब, प्लाज़्मा की विद्युत-शक्ति, बायस वोल्टेज इत्यादि को बदलकर अलग-अलग प्रकार की पॉलिमरी तनु परतों की रचना संभव है। इसलिए, पी.ई.सी.वी.डी. तकनीक पॉलिमरी तनु परत जमाने के लिए बहुदिशीय तकनीक साबित हुई है।

प्रारम्भिक रासायनिक यौगिक कई बार काफी जहरीले, ज्वलनशील तथा क्षय-करने वाले होते हैं और उनका प्रयोग बेहद सावधानी से करना पड़ता है। उदहारण के तौर पर, सिलिका (सिलिकन डाइऑक्साइड) की तनु परतों को इस तकनीक से जमाने के लिए साइलेन नामक गैस का इस्तेमाल किया जाता है। टाइटेनिया (टाइटेनियम डाइऑक्साइड) की तनु परतों को जमाने के लिए टाइटेनियम टेट्राक्लोराइड नामक द्रव के वाष्प का इस्तेमाल होता है। इन बेहद खतरनाक यौगिकों के इस्तेमाल से बचने के लिए कार्बनिक यौगिकों का इस्तेमाल करना एक वैकल्पिक तरीका है। सिलिका की तनु परतों को जमाने के लिए TEOS या HMDSO नामक कार्बनिक तरल पदार्थों के वाष्प का तथा टाइटेनिया की तनु परतों के लिए TIPT या TBOT नामक कार्बनिक तरल पदार्थों के वाष्प का इस्तेमाल किया जा सकता है। ये पदार्थ जहरीले या खतरनाक नहीं होते तथा 50-70$^0$C तक तरल पदार्थों को गरम करके उनके वाष्प तैयार हो जाते हैं, जिनको ऑर्गन जैसी गैस द्वारा अभिक्रिया-कक्ष में तनु परतों को जमाने हेतु ले जाया जाता है।

राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला में PECVD द्वारा तनु परत जमाने के लिए एक अभिक्रिया-कक्ष (reaction chamber) की रूपरेखा बनाकर उसका निर्माण किया गया है तथा कई उपकरणों व यंत्रों से उसको सज्जित किया गया है। सिलिका, टाइटेनिया व सिलिकन नाइट्राइड की तनु परतें सफलतापूर्वक जमायी गयी हैं व उनकी भौतिक व रासायनिक विशेषताओं की जांच की गयी है। प्लाज़्मा प्रणाली द्वारा पलास्टिक की सतह को सख्त बनाकर व चिपकाने लायक बनाकर, उस पर सिलिका व टाइटेनिया की चार तनु परतों का अ-परावर्तक कोटिंग (लेप) जमाया गया है। आयोडीन-युक्त पॉलीएनिलिन की बिजली-चालक पॉलिमरी तनु परतें भी PECVD तकनीक द्वारा सफलतापूर्वक जमायी गयी हैं।

# ठोसावस्था भौतिक प्रयोगशाला में Cd Zn Te, Ga As व Ge क्रिस्टल विकास की तकनीकी उपलब्धियां एवं आगामी शोध-कार्य

राम आशीष चौकसे, पी के चौधरी, एस रवि एवं आर के शर्मा
ठोसावस्था भौतिकी प्रयोगशाला, दिल्ली-110 054

**सारांश :** अर्द्धचालक युक्तियों के निर्माण में क्रिस्टल की महत्वपूर्ण भूमिका रहती है। वर्तमान युग में इलैक्ट्रॉनिक्स के द्रुतगामी विकास के साथ-साथ इलैक्ट्रॉनिक पदार्थों के उपयोग एवं विकास के क्षेत्र में लगातार प्रगति हो रही है। इलैक्ट्रॉनिक युक्तियों की गुणवत्ता उसमें प्रयुक्त क्रिस्टल पर निर्भर रहती है। आज रात्री अवलोकन युक्ति में फोकल प्लेन एरे में संसूचक लगे होते हैं जिसमें कैडमियम जिंक टैलूराइड क्रिस्टल आधार परत के रूप में उपयोग होता है। अर्द्धचालक गैलियम आर्सेनाइड क्रिस्टल की पटलिकाओं का उपयोग एम.एम.आई.सी. में होता है।

सामान्यतः क्रिस्टल विकास गलित (Melt), विलियन (Solution) व भाप (Vapour) से होता है। प्रयोगशाला में क्रिस्टल विकास गलित (Melt) से होता है जिसकी विधियां हैं : ब्रिजमेन तकनीकी क्षैतिज (Horizontal) व ऊर्द्धवाधर (Vertical), जोन गलन (Zone-melting) चेकराल्सकी (Liquid Encapsulated Czchorlski) व सालिड स्टेट रिक्रिस्टेलाइजेशन।

ठोसावस्था भौतिकी प्रयोगशाला दिल्ली Cd Zn Te, Ga As व Ge जैसे महत्वपूर्ण क्रिस्टल के विकास में आत्मनिर्भरता प्रदान कर रही है जो कि रक्षा अनुसंधान एवं विकास संगठन की परियोजनाओं को सुचारू रूप से पूर्ण करने हेतु महत्वपूर्ण योगदान है।

# आणविक बल सूक्ष्मदर्शी तथा स्पैक्ट्रोस्कोपी विधियों द्वारा प्रकाश संवेदित पदार्थों में संभावित त्रुटियों का अभिलक्षण

विनीता निगम एवं गोवर्धन लाल
रक्षा सामग्री एवं भण्डार अनुसंधान तथा विकास स्थापना, कानपुर-208013

**सारांश :** विलेय संयुग्मी बहुलक पॉली-3-हेक्साइल थायोफीन सस्ती इलेक्ट्रॉनिक योजनाओं के लिए महत्वपूर्ण पदार्थ है। यह बहुलक दूसरे सब्सट्रेट पर आसानी से विलेपित किया जा सकता है। इसे अन्य चालकों या अर्धचालकों की तरह इस्तेमाल कर डायोड/ट्रॉजिस्टर बनाया जा सकता है। अतः इलेक्ट्रॉनिक घटक बनाने से पहले इसमें समाहित सम्भावित त्रुटियों का मूल्यांकन करना अति आवश्यक है। प्रस्तुत लेख में इन त्रुटियों का अभिलक्षण पराबैंगनी दृश्य - स्पैक्ट्रोस्कोपी, प्रकाश संदीप्ति, विद्युत संदीप्ति और आणविक बल सूक्ष्मदर्शी से किया गया है जिससे पदार्थ की गुणवत्ता में और सुधार पैदा करने में सफलता मिली है।

पराबैंगनी दृश्य स्पैक्ट्रोसकोपी से उन्नत तरंगदैर्ध्य 432 नैनोमीटर मिथेनॉल विलायक में प्राप्त होती है। बहुलक की सल्फर हिट्रोसाइकल में चालकता, कक्षाओं में इलेक्ट्रॉनों के निष्कासन या युग्मन के कारण आ जाती है। अतः विद्युत चुम्बकीय विकिरण शोषण अधिकतम 432 नैनोमीटर पर होता है।

प्रकाश संदीप्ति और विद्युत संदीप्ति स्पैक्ट्रोस्कोपी से तरंगदैर्ध्य 574 नैनो मीटर मिलता है। इस अभिलक्षण से पता चलता है कि आणविक कक्षाओं के बीच बन्ध रिक्त स्थान को मूल्यांकित करके देखा गया है कि बन्ध रिक्त स्थान प्रकाश की किस तरंगदैर्ध्य के लिए उचित है। संदीप्ति उत्सर्जन संभवतः बहुलक में अव्यवस्था के कारण प्रभावी हो जाता है। अव्यवस्था होने के कई कारण हो सकते हैं जैसे आंशिक बहुलीकरण, यांत्रिक नुकसान और घुलन।

आणविक-बल-सूक्ष्मदर्शी द्वारा अभिलक्षण बहुलक फिल्म पूर्ण रूप से विलायक वाष्पीकरण के बाद किया गया। इस अभिलक्षण से दो पैरामीटर जानने की कोशिश की गयी : (1) बहुलक स्वतः संगठित होकर किस प्रकार व्यवस्थित होता है, (2) व्यवस्थित फिल्म जमा होने के बाद एनील करने पर किस प्रकार का बदलाव आता है। इस अभिलक्षण से पता चलता है कि बहुलक स्वतः व्यवस्थित होकर सतह का जितना घेराव दो - विमीय क्रिस्टल बनाने में करता है यह दर्शाता है कि बहुलक श्रृंखला में एलकित समूह पास-पास बंध गए है। अतः पदार्थ में अन्य अशुद्धियां नहीं हैं। यदि उनके घेराव का क्षेत्रफल अधिक होता है तो उनमें अव्यवस्था बढ़ जाती है और पदार्थ असामान्य तरीके से व्यवहार करता है। सतह रूप विज्ञान को इन पैरामीटरों में बदलाव करके व्यवस्थित किया जा सकता है। जैसे कि विलायक द्वारा एनीलिंग इस अव्यवस्था में आणविक कक्षाओं की कक्षाओं में व्यवस्थित इलेक्ट्रॉनों के विस्थापन से पैदा हो सकती है।

# CVT तकनीक द्वारा संसाधित टंगस्टन डाइसल्फाइड एकल क्रिस्टलों के अभिगमन गुणधर्म का अध्ययन

अजय अग्रवाल एवं पारस त्रिवेदी
श्री जयनेद्रापुरी कला एवं विज्ञान कॉलेज
वीर नर्मद साउथ गुजरात विश्वविद्यालय, भारूच - 392 002 गुजरात

**सारांश :** टंगस्टन डाइसल्फाइड($WS_2$) स्तरित संरचना के प्ररूप TMDCs का प्रतिनिधि हैं। संरचनात्मक और रासायनिक दृष्टि से परिभाषित $WS_2$ का आधुनिक अनुप्रयोगों में विशाल उपयोग है। उदाहरणतः धनावस्था स्नेहक, प्रकाश-वोल्टीय/प्रकाश उत्प्रेरक, सौर ऊर्जा परिवर्त्तक शॉटकी व द्रव संधि सौर सैल और द्वितीय बैटरियाँ इत्यादि। $WS_2$ एकल क्रिस्टलों के अभिगमन गुणधर्मों का अध्ययन ऊष्मीय शक्ति, विद्युत प्रतिरोधकता और हाल पैरामीटरों द्वारा मापी जाती है। $WS_2$ के एकल क्रिस्टल रासायनिक वाष्प अभिगमन (CVT) तकनीक द्वारा संसधित किए गए हैं जिसमें आयोडीन अभिगमन है। इन निर्मित एकल क्रिस्टलों की स्टॉइकियोमीट्री कम्पोजीशन और क्रिस्टल संरचनात्मक लैटिस पैरामीटरों को क्रमशः EDAX और X-किरण विवर्तन (XRD) तकनीकों द्वारा मापा गया है। यह क्रिस्टल Þ-टाइप की अर्धचालकता प्रदर्शित करते हैं, जिसकी जानकारी तापमान पर निर्भर हाल प्रभाव और ऊष्मीय शक्ति मापनों द्वारा प्राप्त हुई है। वृद्धि क्रियाविधि, सूक्ष्म संरचना के क्रिस्टल पृष्ठ पर संवर्धन के अध्ययन द्वारा निर्धारित की गयी है।

# स्वमूलक उच्च ताप संश्लेषण विधि द्वारा उच्च ताप एवं वियर अवरोध के लिए सिरामिक नैनोकम्पोजिट तथा पाउडर

एस के मिश्र एवं एल सी पाठक
राष्ट्रीय धातुकर्म प्रयोगशाला, जमशेदपुर-831 007

**सारांश :** पिछले कई वर्षों में 'स्वमूलक उच्च ताप संश्लेषण' {Self propagating High temperature Synthesis (SHS)} के शोध कार्य में काफी तीव्रता आयी है। इसके कारणों में हैं इस विधि में ऊर्जा एवं समय की कम खपत और नए अवयवों के बनने की सक्षमता जो कन्वेन्शनल विधि से नहीं हो सकते हैं। प्रस्तुत शोध पत्र में उच्च तापीय, ऑक्सीडेशन और वियर अवरोधक पदार्थ नैनो टाइटेनियम डाइबोराइड और नैनो कम्पोजिट स्वमूलक उच्च ताप संश्लेषण द्वारा बनाना और उसके गुणों का विवेचन जो कि शोध कार्य का निष्कर्ष है, को प्रस्तुत किया जाएगा।

# SEST विधि से वर्धित एिकल क्रिस्टलों का रचनात्मक, स्फटिक पूर्णता और डाइइलेक्ट्रिक अध्ययन

सुमन कुमार, मो. शाकिर, एस के कुशवाहा, पी मैथिली, के रामचन्द्र राव एवं जी भगवन्नारायण
भौतिकी विभाग, सरकारी कॉलेज, राजमंडरी, आन्ध्र प्रदेश
राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली-110012
भौतिक विभाग, अन्ना विश्वविद्यालय, तमिलनाडु

**सारांश :** फोटानों का आसानी से उत्पादन और उनकी अनुपेक्षीय गति होने के कारण फोटोनिक्स क्षेत्र, आधुनिक समाज में दूरसंचार, डेटा पुनः प्राप्त करने (data retreiving), भंडारण (storage), प्रसंस्करण और प्रेषण की मांग को देखते हुए शोध के क्षेत्र में एक सक्रिय अंग बन चुका है। जिन उपकरणों में जानकारी के संचरण के लिए इलेक्ट्रॉन के बजाए फोटॉनों का उपयोग किया जाता है उनके लिए अद्वितीय गुणों के साथ नए ऑप्टिकल पदार्थों की आवश्यकता बन गयी है। अतएव, नए NLO पदार्थों का संश्लेषण करना, उनके संरचनात्मक, भौतिक और ऑप्टिकल गुणों का अध्ययन करना आवश्यक है। वर्तमान अनुसंधान में दोहरा आसुत (distilled) जल का विलायक (solvent) के रूप में उपयोग करके L-cysteine hydrochloride एकल क्रिस्टलों को धीमी वाष्पीकरण तकनीक (SEST) से सफलतापूर्वक विकसित किया गया है। 5mm × 5mm × 3mm परिमाण के क्रिस्टल अच्छी दृश्य पारदर्शिता के साथ विकसित हुए हैं। विकसित किए गए क्रिस्टलों को पाउडर XRD से संरचना की पुष्टि करने के लिए अच्छे क्रिस्टलों का पाउडर बनाया गया। कार्यात्मक समूहों की पुष्टि के लिए FTIR स्पैक्ट्रोस्कोपी अध्ययन किया गया है।

अच्छी तरह तैयार प्राकृतिक पहलुओं (natural fascets) के साथ एकल क्रिस्टलों की स्फटिक पूर्णता का मूल्यांकन करने के लिए उच्च विभेदन एक्स-रे विवर्तनमापी (HRXRD) के अधीन किया गया है। प्रतिबाधा विश्लेषक द्वारा कमरे के ताप पर व्यापक श्रेणी की आवृत्ति (100-10000 Hz) पर डाइइलेक्ट्रिक गुणों का अध्ययन किया गया है।

# पदार्थ विज्ञान के नवीनतम आयाम

आर पी टण्डन
भौतिकी एवं खगोल भौतिकी विभाग, दिल्ली विश्वविद्यालय, दिल्ली-110 007

**सारांश :** पिछले एक दशक के दौरान पदार्थ विज्ञान ने अभूतपूर्व प्रगति की है और अचंभित विशेषता वाले पदार्थ जिनमें नैनो पदार्थ, पॉलीमर व नए सिरामिक आदि का निर्माण हुआ है। 'स्मार्ट पदार्थ, मैम्ज़ और अत्याधुनिक गैस सैन्सर आदि आविष्कार इस श्रेणी में आते हैं। हाल ही में ऐसे मेटा पदार्थ की जानकारी मिली है जिससे कोई व्यक्ति अदृश्य हो सकता है। यह सब अविश्वसनीय तो है परन्तु कोतूहलपूर्ण सत्य भी है।

इस लेख में ऐसे कुछ विशेष पदार्थों के बारे में बताया गया है और उनसे निर्मित उपकरणों का वर्णन भी किया गया है विशेषतः नवीनतम पॉलिमर पदार्थों का जिनमें सिस-ट्रांस परिवर्तन के अनेक प्रकार के उपयोग किए जा सकते हैं।

# बहु-दीवारीय कार्बन नैनोनलिकाओं का विकास और उनसे विकसित नैनोकम्पोजिट

पी के जैन
ए आर सी इंटरनेशनल, हैदराबाद-500 005

**सारांश :** कार्बन नैनोनलिकाएं अपनी उत्पत्ति के समय से ही वैज्ञानिकों एवं शोधकर्त्ताओं के लिए बुनियादी अनुसंधान एवं भविष्य के लिए उपयोग में आने वाले पदार्थ है। कार्बन नैनोनलिकाओं के विभिन्न क्षेत्रों में अनेक प्रकार के उपयोग हो सकते हैं, जिनमें कुछ प्रमुख क्षेत्र हैं - नैनोकम्पोजिट्स, नैनोयांत्रिकी, ऊर्जा संग्रहण, नैनोमिकेनिकल यंत्र व जैविक विज्ञान आदि। कार्बन नैनोनलिकाएं अपने आकार एवं बहु-आयामी चरित्र के कारण धातुकीय अथवा अर्ध-चालक गुणों की हो सकती हैं। कार्बन नैनो नलिकाओं का आकार अति सूक्ष्म (मीटर का एक अरबवां हिस्सा) होता है, जिस कारण कार्बन नैनोनलिकाओं का व्यावहारिक उपयोग काफी मुश्किल होता है। विभिन्न प्रकार की कार्बन नैनोनलिकाओं का विकास अनेक प्रकार की तकनीकों से हो सकता है, जिनमें प्रमुख हैं आर्क-डिस्चार्ज, लेजर अबलेशन, कैमीकल वेपर डिपोजिशन, फ्लेम सिन्थेसिस। कार्बन नैनोनलिकाओं का शुद्धिकरण भी एक महत्वपूर्ण कार्य है, जिसमें एयर ऑक्सीडेशन, एसिड से क्रिया, अनीलिंग, सोनिकेशन, फिल्ट्रेशन आदि प्रक्रियाओं को अपनाया जाता है। ए.आर.सी. इंटरनेशनल में बहुदीवारीय कार्बन नैनोनलिकाओं का विकास आर्क-डिस्चार्ज तकनीक से किया गया है। बहुदीवारीय कार्बन नैनोनलिकाओं का शुद्धिकरण एवं उनके द्वारा पॉलिमर कम्पोजिटों का विकास किया गया एवं उनके अनेक प्रकार के गुणों का विस्तार से अध्ययन किया गया है। कार्बन नैनोनलिकाओं के अनेक प्रकार के उपयोगों के बारे में भी विस्तार से वर्णन किया गया है।

# कार्बन नैनोट्यूब्स का इलेक्ट्रोलाइटिक संश्लेषण

मालती बंसल, कृष्ण लाल* एवं एल एस तंवर
नेताजी सुभाष प्रौद्योगिकी संस्थान, द्वारका, नई दिल्ली-110 075
*राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली-110 012

**सारांश :** कार्बन नैनोट्यूब्स को सुमियो इजिमा ने 1991 में जापान की एन. इ. सी. लेबोरेटरी में उस समय पहली बार देखा था जब वे कार्बन फिलामेंट्स का HRTEM तकनीक द्वारा अध्ययन कर रहे थे। इस प्रकार कार्बन नैनोट्यूब्स की खोज होने के बाद, विभिन्न विधियों द्वारा कार्बन नैनोट्यूब्स का संश्लेषण किया गया जैसे की लेज़र अबलेशन, आर्क डिस्चार्ज, प्लास्मा एनहानस्ड कैमिकल वेपर डिपोज़ीशन, थर्मल कैमिकल वेपर डिपोजीशन, इलैक्ट्रोलाइटिक मैथड, इत्यादि। कार्बन नैनोट्यूब संश्लेषण की विभिन्न विधियों में इलैक्ट्रोलाइटिक मैथड कुछ विशेष प्रकार के लाभ प्रदान करता है जैसे की कन्डेन्स्ड फेज़ में कार्बन नैनोट्यूब्स का संश्लेषण, बड़े पैमाने पर कार्बन नैनोट्यूब उत्पादन की संभावना, कार्बन नैनोट्यूब्स का लगातार उत्पादन, धातुओं का कार्बन नैनोट्यूब्स के अंदर मेटल नैनोवायरस के रूप में संश्लेषण एवं अन्य कार्बन आधारित नैनोमैटीरियल्स का संश्लेषण। इसके अलावा इस विधि (इलैक्ट्रोलाइटिक मैथड) से मिलने वाले अन्य लाभ भी हैं जैसे कि अन्य कार्बन नैनोट्यूब संश्लेषण की विधियों की तुलना में ऊर्जा की कम खपत, सस्ते कच्चे पदार्थों का प्रयोग, इत्यादि। इस पेपर में इलैक्ट्रोलाइटिक विधि के सभी पहलुओं का विस्तारपूर्वक वर्णन किया गया है जैसे की इलैक्ट्रोलाइटिक विधि द्वारा कार्बन नैनोट्यूब संश्लेषण के लिए आवश्यक सभी उपकरण, इलैक्ट्रोलाइटिक विधि से कार्बन नैनोट्यूब संश्लेषण करने के बाद की जाने वाली प्रक्रिया, इलैक्ट्रोलाइटिक नैनोमैटीरियल्स की निकासी एवं कैरेक्टराइज़ेशन और विश्लेषण, इलैक्ट्रोलाइटिक विधि द्वारा कार्बन नैनोट्यूब संश्लेषण के लाभ एवं हानियों का वर्णन एवं इस विधि द्वारा कार्बन नैनोट्यूब संश्लेषण के भविष्य में आसार।

# स्व-स्थान पर निर्मित नैनो सिलिकन कार्बाइड समाविष्ट कार्बन-सेरामिक मिश्रितों का विकास

गोपाल भाटिया, वी रमन, पी आर सेनगुप्ता, मनदीप कौर, संदीप कुमार एवं ए के गुप्ता
राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली-110 012

**सारांश :** कार्बन आधारित पदार्थों की अनोखी प्रवृत्ति जैसे कम भार, न्यून तापीय विस्तार स्थिरांक, उच्च सामर्थ्य, उच्च तापीय चालकता और उच्च क्षरण प्रतिरोध आदि के कारण इन पदार्थों के अनुप्रयोगों का क्षेत्र अत्यधिक विस्तृत हो गया है। कार्बन पदार्थों का उच्च ताप पर अनुप्रयोग सीमित है। हवा की उपस्थिति में कार्बन प्रदार्थों का ऑक्सीकरण 400$^0$C ताप पर शुरू होने के कारण इनका अनुप्रयोग उच्च ताप पर नहीं कर सकते हैं। इस उपरोक्त बड़ी कमी को ऑक्सीकरण प्रतिरोध मिश्रित बनाकर दूर किया जा सकता है। कार्बन पदार्थों का ऑक्सीकरण रोकने के लिए इनको ऑक्सीकरण प्रतिरोध ऑक्सीइडों और कार्बाइडों से आवरिक्त कर दिया जाता है या बोरोन और कार्बन युक्त यौगिक लेड के डोपिंग से भी सीमित सफलता पायी जा सकती है। कार्बन सेरामिक मिश्रित जोकि कार्बन यौगिकों में सेरामिक कार्बाइडों के समाविष्ट करने से बने हैं, 800-1200$^0$C पर कई घण्टों तक आक्सीकरण प्रतिरोध दर्शाते है। माइक्रो-सिलिकन कार्बाइड के स्थान पर नैनो-सिलिकन कार्बाइड युक्त कार्बन सेरामिक मिश्रितों से अच्छे ऑक्सीकरण प्रतिरोध होने की अपेक्षा की जाती है, जो यह दर्शाता है कि क्रियाशीलता कण के आकार के घटने के साथ-साथ बढ़ती है। इस शोध पत्र में कार्बन-नैनो-सिलिकन कार्बाइड-बोरोन कार्बाइड मिश्रित तैयार करने का प्रयास किया गया है जो कि ग्रीन कॉक (स्वयं द्वारा विकसित) को सिलिकन, कार्बन ब्लैक और बोरोन कार्बाइड के साथ मिलाकर टंगस्टन-कार्बाइड जार में टंगस्टन कार्बाइड बॉल्स के साथ कई घण्टों तक मिश्रित कर तैयार किया गया है। इसके बाद इस मिश्रित को प्रैस कर कई नमूने बनाए गए जिनको आगे 1000$^0$C व 1400$^0$C ताप पर आर्गन वातावरण में रखा गया। इन 1400$^0$C ताप पर रखे उत्पादों के किरण विवर्तन से यह सुनिश्चित किया गया कि इनमें बीटा-सिलिकन कार्बाइड बन गया है तथा सेम व टेम अध्ययन से यह भी सुनिश्चित किया गया कि इनमें नैनो-सिलिकन कार्बाइड भी बन गया है। कार्बन-नैनोसिलिकन कार्बाइड-बोरोन कार्बाइड मिश्रितों के आक्सीकरण प्रतिरोध का अध्ययन 800-1200$^0$C ताप पर 10 घण्टे तक किया गया।

# स्तरीय तकनीकी उपयोग हेतु उच्च-घनत्व सामर्थ्य समदैशिक ग्रेफाइट का व्यक्तीकरण

गोपाल भाटिया, वी रमन, पी आर सेनगुप्ता, अनिल कुमार एवं मनदीप कौर
राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली-110 012

**सारांश :** उच्च घनत्व-उच्च सामर्थ्य समदैशिक ग्रेफाइट कार्बन उत्पादों की श्रेणी में एक नवीनतम संयोजन है जो वस्तुतः ग्रेफाइट का ही अत्यंत शुद्ध/परिशोधित रूप है। समांगी एवं अति-सूक्ष्म संरचना वाले इस पदार्थ की बेंडिंग क्षमता 60 मेगापास्कल से अधिक, उच्च घनत्व 1.8 ग्राम प्रति क्यूबिक सेमी. से अधिक तथा विषमदैशिकता की कोटि 0.9 से 1.1 तक है। भविष्य में इसके उपयोग विभिन्न क्षेत्रों में किये जा सकते हैं, उदाहरणतः विद्युत विसर्जन यंत्र (EDM) इलैक्ट्रोड, विद्युत ब्रुश तथा कॉन्टैक्ट, ट्रॉली के पहिए, तापक, मूशा (क्रुसिबल), सील, नियरिंग, पैकिंग, जिग, तप्त दाब ठप्पे, नाभिकीय विमंदक एवं रक्षक, रॉकेट तुंड, धातुओं एवं मिश्र धातुओं के सतत् संचकन हेतु ससंचक इत्यादि बनाने में वर्तमान में इस ग्रेफाइट को उन्नत देशों से आयात किया जाता है जिससे बड़ी मात्रा में भारत सरकार के विदेशी मुद्रा कोष का व्यय हो रहा है।

इस प्रकार के ग्रेफाइट के उत्पादन की दो विधियाँ है। दोनों ही विधियाँ में समान (परन्तु भिन्न) स्वतः सिंटरिंग कच्चा पदार्थ प्रयुक्त होता है जिसे एम.सी.एम.बी. (MCMB) अथवा कच्चे कोक के नाम से जाना जाता है। दोनों ही विधियां राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला में विकसित की गयी हैं। तुलनात्मक रूप से दूसरी विधि की उत्पादन क्षमता अधिक है। उपयुक्त तार कोल डामर को 500$^0$C ताप पर निष्क्रिय वातावरण में गरम करने पर प्राप्त पदार्थ हरा कोक या कच्चा कोक कहलाता है। यह कोक विभिन्न परिवर्तनों के फलस्वरूप परिवर्तित कोक कहलाता है जिसे उच्च दाब पर प्लेट रूप में डाला जाता है तथा 1000$^0$C, 1400$^0$C एवं 2500$^0$C तक अक्रिय वातावरण में कार्बनीकृत किया जाता है। जिससे उच्च घनत्व- उच्च सामर्थ्य समदैशिक ग्रेफाइट प्राप्त होता है जो वैमानिकी क्षेत्र में उपयोग हेतु उपयुक्त है। अपरिवर्तित कच्चे कोक से उत्पादित उच्च घनत्व ग्रेफाइट का अध्ययन विभिन्न भौतिक गुणों के ज्ञान हेतु किया गया तथा इसका तुलनात्मक अध्ययन परिवर्तित कोक द्वारा विकसित उच्च घनत्व ग्रेफाइट से किया गया।

# कार्बन नैनोट्यूब्स एवं उपयोग

छोटेलाल, मनोज कुमार, अन्नवीर एवं आर पी पंत
राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली-110 012

**सारांश :** कार्बन नैनोट्यूब्स का आविष्कार जापान के प्रसिद्ध वैज्ञानिक एस. इजिमा ने सन् 1991 में किया। प्रारंभ में बहुपरतीय (मल्टीवाल) कार्बन नैनोट्यूब का आविष्कार हुआ। इसके पश्चात् सन् 1993 में एक परतीय नैनोट्यूब (सिंगल वाल) का आविष्कार हुआ। दोनों ही प्रकार की नैनोट्यूब्स के अध्ययन में सबका ध्यान आकर्षित हुआ और इनका संश्लेषण और शुद्धीकरण बड़े स्तर पर किया गया। शुद्धीकरण के पश्चात् इनकी विविध स्तर की विशेषताएं प्रयोग में आने लगीं। यदि कार्बन नैनोट्यूब का वर्गीकरण किया जाए तो अकेले एक परतीय संरचना के आधार पर ये तीन प्रकार की होती हैं जोकि इस प्रकार हैं। प्रथम आर्मचेयर, द्वितीय, जिगजेग, तृतीय - कायरल। आर्मचेयर धात्विक गुणों की होती है, जबकि दूसरी दोनों अर्ध धात्विक गुणों की होती हैं जिनको कोणीय और कोर्डीनेट्स (n,m) के आधार पर भी विभाजित किया जा सकता है। इनको वैद्युत चालन गुण और यान्त्रिकीय शक्ति के आधार पर विभिन्न उपयोगों में लाया जाता है। इनका उपयोग अनुसंधान और तकनीकी के क्षेत्र में बड़े स्तर पर किया जा रहा है। इनकी बॉन्ड संरचना बहुत ही रोचक होती है।

राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली में कार्बन नैनोट्यूब्स आर्क डिस्चार्ज और रासायनिक वाष्पीकरण (कैमिकल वेपर डिपोजिशन) द्वारा बनायी जाती है। इनकी लम्बाई लगभग 10 माइक्रोमीटर तथा व्यास लगभग 10-40 नैनोमीटर होता है। बहुपरतीय कार्बन नैनोट्यूब्स के कम्पोजिट बनाए जाते हैं और इनका अध्ययन किया जाता है। आधुनिक तकनीकी यंत्र इलैक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी, एक्स-रे (XRD) आदि द्वारा इनका अध्ययन किया गया है।

# ई पी आर वर्णक्रममापी : पदार्थ अभिलक्षण की एक उन्नत तकनीक

अर्चना साहू एवं मंजु अरोड़ा
राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली-110 012

**सारांश :** ई पी आर (इलेक्ट्रॉन पैराचुंबकीय अनुनाद) वर्णक्रममापी एक अति संवेदनशील, अविनाशी व जटिल तकनीक है। मौलिक रूप से इस तकनीक द्वारा विभिन्न पदार्थों में पैराचुंबकीय केन्द्रों/बिन्दु त्रुटि/आवेश वाहक/अयुग्मित इलेक्ट्रॉनों का अन्वेषण तथा इनकी सांद्रता का मापन किया जाता है। इन केंद्रों की जानकारी द्वारा हम पदार्थ निर्माण के पैरामीटरों को नियंत्रित करके इनकी संख्या को नियंत्रित कर सकते हैं।

हमारे अनुभाग में वेरियन कंपनी का ई-लाईन सेन्चूरी ई-112 एक्स बैंड का EPR वर्णक्रममापी है। इस उपकरण में क्लेक्ट्रॉन, सूक्ष्म तरंग का स्रोत है और इसकी प्रचालन आवृत्ति 8.8 GHz से 9.6 GHz के प्रसार क्षेत्र में है। चुंबकीय क्षेत्र प्राप्त करने के लिए 12" व्यास के चुंबक हैं जिन्हें संचालित करने के लिए अलग से चुंबकीय पावर सप्लाई है। वर्णक्रम मापन के लिए एक प्रचालन कॉन्सोल है जिसके द्वारा सर्वप्रथम केंद्रीय चुंबकीय क्षेत्र का मान निर्धारित किया जाता है, इसके पश्चात् स्कैन रेंज का चयन किया जाता है। सूक्ष्म ब्रिज द्वारा प्रतिदर्श गुहिका को प्रचालित करके प्रतिदर्श का स्पैक्ट्रम, रिकार्डर द्वारा प्राप्त किया जाता है।

इस प्रयोगशाला में साधारणतः संक्रमन धातु डोप्ड ग्लास व एकल क्रिस्टल, तनु फिल्म, चालक बहुलकों आदि का अध्ययन किया जाता है।

# SEST विधि से विकसित L-एस्पेराजीन थायोयूरिया मानोहाइड्रेट (LATM) एकल क्रिस्टलों का HRXRD, PXRD और प्रतिबाधा विश्लेषक द्वारा निर्धारण

मो. शाकिर, एस के कुशवाहा, एम ए वहाब एवं जी भगवन्नारायण
राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली-110 012

**सारांश :** उपकरणों में सूचना संचरण, डेटा पुनः प्राप्त करने; भण्डारण, प्रसंस्करण और प्रेषण की आवश्यकता ने अद्वितीय गुणों के साथ नये पदार्थों की मांग बढ़ा दी है। इसलिए नए अरेखीय ऑप्टीकल (NLO) पदार्थ synthesis करना और उनके भौतिक, तापीय, डाइइलेक्ट्रिक और ऑप्टिकल गुणों का अध्ययन करना बहुत उपयोगी है। उपकरणों में अनुप्रयोगों के स्तर पर क्रिस्टलों की स्फटिक पूर्णता की जांच करना भी उतना ही महत्वपूर्ण है। अमीनो एसिड परिवार के यौगिक कार्बनिक और अकार्बनिक पदार्थों के साथ जुड़कर रोचक NLO गुण दिखाते हैं। नए NLO पदार्थों की खोज

की दौड़ के साथ यह भी उपयोगी है कि मौजूद पदार्थों के NLO गुण कार्य समूहों को जोड़कर या डोपेन्ट्स के द्वारा प्रयोगों के लिए बढ़ाए जाएं। LATM हाल ही में आविष्कार किया गया NLO पदार्थ है जिसका क्रिस्टल सिस्टम ऑर्थोरहोम्बिक, जालक मानक $a=5.62A^0$, $b=9.87A^0$, $c=11.89A^0$ तथा स्पेस ग्रुप P212121 है। इसकी स्फटिक पूर्णता और डाइइलेक्ट्रिक गुणों पर अभी भी अध्ययन नहीं किया गया है जो कि उपकरण अनुप्रयोगों के लिए अति महत्वपूर्ण है। वर्तमान अनुसंधान में LATM एकल क्रिस्टल को धीमी वाष्पीकरण तकनीक (SEST) द्वारा विकसित किया गया है और पाउडर XRD, FTIR से क्रिस्टल निर्माण की पुष्टि की गयी है। वृद्धि किए हुए एकल क्रिस्टलों की स्फटिक पूर्णता का मूल्यांकन उच्च विभेदन एक्स-रे विवर्तनमापी द्वारा किया गया है। डाइइलेक्ट्रिक गुणों का अध्ययन प्रतिबाधा विश्लेषक द्वारा विभिन्न तापमानों और आवृत्ति की व्यापक श्रेणी पर किया गया है।

# पदार्थ अभिलक्षणन में एक्स-रे रिफ्लैक्टोमीट्री का योगदान

कृष्ण लाल
राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली-110 012

**सारांश :** पदार्थों के वैज्ञानिक तथा तकनीकी उपयोगों में एकल क्रिस्टलों तथा पतली परतों का बहुत महत्वपूर्ण स्थान है। किन्तु आज के शोध एवं उपयोगों के लिए इन पदार्थों का अभिलक्षणन की कड़ी कसौटी पर खरा उतरना आवश्यक है। अभिलक्षणन मूलतः पदार्थों की संरचना एवं रासायनिक संयोजन पर आधारित है। इसके लिए बहुत सारी आधुनिक तकनीक उपलब्ध हैं। पिछले लगभग एक दशक से एक्स-रे रिफ्लैक्टोमीट्री का उपयोग ठोस सतहों, पतली परतों तथा इन्टरफेसों के विश्लेषण करने के लिए व्यापक तौर पर हो रहा है। एक्सरे की तरंग लम्बाइयों पर सभी ठोस पदार्थों का अपवर्तनांक एक से थोड़ा-सा कम होता है। इसलिए जब एक्स-रे पुंज किसी पदार्थ की सतह पर एक क्रान्तिक कोण से कम का कोण बनाते हैं तो स्पैकुलर परावर्तन होता है। इस प्रयोग से पदार्थ की इलैक्ट्रॉन डैन्सिटी तथा उससे रासायनिक संयोजन का निर्धारण किया जा सकता है। राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला में एक नई उच्च विभेदन एक्स-रे रिफ्लैक्टोमीट्री की तकनीक विकसित की गयी है। इसमें परावर्तित एक्स-रे पुंज को प्रतिबिम्बित करने की सुविधा है। हर एक पदार्थ की ठोस सतह पर कुछ परतें सदैव होती हैं जो कि वायुमण्डल से पदार्थ की अभिक्रिया से उत्पन्न होती हैं। इनको उच्च विभेदन रिफ्लैक्टोग्राम में सीधा देखा जा सकता है तथा परतों के रासायनिक संयोजन का पता लगाया जा सकता है। इस नई तकनीक के मूल सिद्धांत तथा नए प्रयोगों के परिणाम उदाहरण के तौर पर इस लेख में प्रस्तुत किये गये हैं।

# नैनोवॉयर पर आधारित युक्तियाँ

नीरज खरे
भौतिकी विभाग, भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, दिल्ली-110016

**सारांश :** विगत कुछ वर्षों से पदार्थों को नैनो रूप में बनाने एवं उनके गुणों के अध्ययन में वैज्ञानिकों की विशेष रूप से रुचि बढ़ी है। पदार्थों को नैनो रूप में लाने पर उनमें कई गुण उत्पन्न हो जाते हैं जिससे नयी एवं अधिक संवेदनशील युक्तियों के विकास की संभावनाएं सामने आ रही हैं।

पदार्थों को नैनो रूप में लाने पर सतह का मान आयतन की तुलना में बहुत अधिक हो जाता है जिससे पदार्थों के गुणों को निर्धारित करने में 'सरफेस स्टेट्स' तथा 'सरफेस रिएक्शन' का महत्व बहुत बढ़ जाता है। इसके साथ-साथ अधिक सूक्ष्म रूप में लाने पर क्वांटमी प्रभाव भी महत्वपूर्ण हो जाते हैं।

इस लेख में अर्धचालक पदार्थों को नैनोवॉयर के रूप में बनाने तथा इन पर आधारित कुछ युक्तियों के विकास पर विस्तृत विवरण प्रस्तुत किया गया है।

# चुंबक - एक जादुई चिराग

दीप्ति भार्गव, अमित माहेश्वरी एवं शशि प्रकाश नारायण
प्रगत पदार्थ एवं प्रक्रम अनुसंधान संस्थान, भोपाल-462 064

**सारांश :** यह लेख विभिन्न पहलुओं के साथ चुम्बकत्व की उत्पत्ति एवं उसके विवेचन को सूचित करता है। इसके साथ-साथ इसमें चुम्बकत्व के विभिन्न सिद्धांतों एवं लाभदायक निष्कर्षों को भी परिभाषित किया गया है। इसमें अयस्कों के विभिन्न समूहों को उनकी कार्यक्षमता एवं अनुप्रयोगों की परास के अनुसार वर्गीकृत किया गया है, उदाहरणार्थ : चुम्बकीय अनुनाद प्रतिबिम्ब [Magnetic Resonance Imaging (MRI)], Maglev train आदि जिससे मानवी सेवा और वैज्ञानिक विकास में तीव्र वृद्धि हुई है।

# पृष्ठ संक्रियक के उपयोग से रासायनिक सहःअवक्षेपण तकनीक द्वारा BaW हैक्साफैराइट नैनोकणों का संश्लेषण व अभिलक्षण

नितल पंचाल एवं आर बी जोतनिया
स्कूल ऑफ सांइसेज़ विश्वविद्यालय
गुजरात विश्वविद्यालय, अहमदाबाद-380 009 (गुजरात)

**सारांश :** BaW हैक्साफैराइट नैनोकणों का संश्लेषण पृष्ठ संक्रियक सीटाइयल ट्राइमिथाइल अमोनियम ब्रोमाइड (CTAB) के बिना और सहित रासायनिक सहःअवक्षेपण प्रक्रिया द्वारा किया गया। संश्लेषित पूर्ववर्तकों को विभिन्न तापमानों पर निस्तापित किया गया ताकि हैक्साफैराइट अवस्था प्राप्त हो सके। इन हैक्साफैराइट नैनोकणों को XRD, FTIR, DTA, TGA और DSC जैसी विभिन्न प्रायोगिक तकनीकों द्वारा अभिलक्षित किया गया। ऊष्मित उत्पाद का X-किरण विवर्तनांक हैक्साफैराइट अवस्था के निर्माण की पुष्टि करता है। फूरिए रूपांतरण अवरक्त स्पैक्ट्रमिकी, फैराइट अवस्था का निर्माण $500^0$ C पर हुआ है, को प्रदर्शित करती है। इन पूर्ववर्तकों के ऊष्मीय व्यवहार का अध्ययन विभेदी तापीय अन्वेषण (DTA), ऊष्मामापी भारात्मक आंकलन (TGA) और विभेदी क्रमवीक्षण कैसोरीमिती तकनीकी द्वारा किया गया।

# सॉल जैल प्रक्रिया द्वारा निर्मित Ba-Mg हैक्साफैराइट नैनो कणों के तापीय, सूक्ष्म संरचनात्मक व चुम्बकीय गुण धर्मों का अध्ययन

सी सी चौहान एवं आर बी जोतनिया
स्कूल ऑफ सांइसेस विश्वविद्यालय
गुजरात विश्वविद्यालय, अहमदाबाद-380009 (गुजरात)

**सारांश :** बेरियम मैग्नीशियम हैक्साफैराइट नैनोकणों का संश्लेषण सॉल जैल प्रक्रिया द्वारा सीटायल टराइमिथाइल अमोनियम ब्रोमाइड (CTAB) की उपस्थिति में किया गया। इन संश्लेषित पूर्ववृत्तकों को विभिन्न तापमानों पर और सूक्ष्मतरंग आवृत्ति पर निस्तापित किया गया। सूक्ष्मतंरगों द्वारा निस्तापित कणों ने शुद्ध प्रावस्था प्रदर्शित की जिसकी पुष्टि XRD अभिलक्षण द्वारा की गयी। सूक्ष्मतंरगों द्वारा नानमोरस Ba-Mg हैक्साफैराइट नैनोकणों की उत्पादकता ऊष्मीकृत प्रक्रिया की अपेक्षा अधिक है । Ba-Mg हैक्साफैराइट कणों की पृष्ठीय आकारिणी का अन्वेषण क्रमवीक्षण इलैक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी द्वारा किया है। तापीय गुणधर्मों का अध्ययन विभेदी तापीय आंकलन (DTA), ऊष्ममापी भारात्मक विश्लेषण (TGA) व विभेदी क्रमवीक्षण कैलोरीमिती (DSC) मापनों द्वारा किया गया। इन निर्मित प्रतिदर्शों के चुम्बकीय गुणधर्मों का अनुसंधान प्रतिदर्श कम्पन चुम्बकत्वमापी से किया है। चुंम्बकीय पैरामीटर जैसे कि परिपूर्ण चुम्बकन, चुम्बकत्व क्रिस्टलीय विषमदैशिक स्थिरांक, निग्राहिता का परिकलन हिस्टेरिसिस लूपों द्वारा किया है।

# $CoGd_x Fe_{2-x}O_4$ (cx=0.0, 0.1, 0.3, 0.5) का संश्लेषण और उसके गुणों का अध्ययन

विनोद कुमार, अनु राणा एवं आर पी पंत

राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली-110 012

**सारांश :** चुम्बक और चुम्बकीय सूक्ष्मकणों ने हमेशा से ही प्रौद्योगिकी के विकास में महत्वपूर्ण योगदान दिया है । सूक्ष्म कणों के लिए उनका आकार, बनावट और विभाजन बहुत महत्व रखते हैं। सूक्ष्म कणों द्वारा किसी योजना/वस्तु का निर्माण किया जाता है। सूक्ष्मकणों के रासायनिक संयोजन को घटा बढ़ाकर उनके भौतिक गुणों को परिवर्तित किया जा सकता है ।

वर्तमान शोध पत्र में $CoGd_x Fe_{2-x}O_4$ (cx=0.0, 0.1, 0.3, 0.5) के नैनो कणों का निम्न तापमान पर रासायनिक तकनीक द्वारा संश्लेषण किया गया है और उनके भौतिक गुणों का अध्ययन XRD, AFM इत्यादि तकनीकों द्वारा किया गया है।

XRD अध्ययन से पाया गया है कि इन सूक्ष्म कणों का क्रिस्टलीय रूप एक जैसा है और जैसे-जैसे $Gd^{3+}$ की मात्रा को बढ़ाया जाता है तो उसी अनुपात में उसका क्रिस्टलीय आकार बढ़ जाता है। इनके गुणों के अध्ययन से यह ज्ञात हुआ है कि $Gd^{3+}$ आयन की मात्रा के साथ इनकी विद्युत चालकता भी बढ़ जाती है क्योंकि उनकी प्रतिरोधकता x=0.0 से x=0.5 तक जाते-जाते Torr-ohm से k-ohm में पायी गई है । $Gd^{3+}$ ने $Fed^{3+}$ के स्थान का अधिग्रहण किया है और ऑक्टोहेडरॉल साइज़ में अपना स्थान बनाया है।

गैडोहीनियम फैराइट बहुउपयोगी तत्व है और इसका प्रयोग नैनो तरल चुम्बकीय पदार्थ बनाने में किया गया है। ह्यूमिडिटी सेंसर के लिए भी यह उपयोगी तत्व है। चिकित्सा विज्ञान के क्षेत्र में इसका प्रयोग MRI में किया जाता है। इन सूक्ष्मकणों का प्रयोग अन्य क्षेत्रों में भी किया जा सकता है। जिसके लिए शोध जारी है।

# $Pr_{2/3}Ba_{1/3.5}MnO_3$ : PdO कम्पोजिट मैंगनाइट्स के वैद्युत-चुम्बकीय एवं ऊष्मीय गुणों का अध्ययन

नीरज पंवार, डी के पण्ड्या एवं एस के अग्रवाल

राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली-110 012

भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, नई दिल्ली-110 016

**सारांश :** प्रस्तुत लेख में (1-x)$Pr_{2/3}Ba_{1/3.5}MnO_3$+xPdO (x=0-30 मोल%) कम्पोजिट मैंगनाइट्स कम्पोजिट मैंगनाइट्स के वैद्युत-चुम्बकीय तथा ऊष्मीय गुणों का अध्ययन किया गया है। $Pr_{2/3}Ba_{1/3.5}MnO_3$ पदार्थ वैद्युत प्रतिरोधकता में दो अधात्विक-धात्विक (I-M) संक्रमण ($T_{p1}$~94K तथा $T_{p2}$~160K) प्रदर्शित करता है। PdO के साथ कम्पोजिट बनाने पर वैद्युत प्रतिरोधकता कम होती है तथा $T_{p2}$ पर दिखाई देने वाला संक्रमण खत्म हो जाता है जबकि $T_{p1}$ संक्रमण और अधिक स्पष्ट हो जाता है। 0.6 T चुम्बकीय क्षेत्र लगाने पर कम्पोजिट मैंगनाइट्स की चुम्बकीय प्रतिरोधकता काफी बढ़ती है। चुम्बकीय मापन भी 195 K तापमान पर लौह चुम्बकीय से अति लौह चुम्बकीय (PM-FM) संक्रमण प्रदर्शित करते हैं। वैद्युत प्रतिरोधकता के विपरीत ऊष्मीय वैद्युत शक्ति (TEP) में केवल उच्च ताप संक्रमण ही दिखाई देता है। निम्न ताप पर ऊष्मीय वैद्युत शक्ति में इलेक्ट्रॉन से होल चालन संक्रमण भी ज्ञात होता है । वैद्युत एवं ऊष्मीय गुणों की तुलना करके विभिन्न ताप क्षेत्रों में होने वाली चालन विधियों का अध्ययन किया गया है तथा चुम्बकीय प्रतिरोधकता कैसे बढ़ती है यह जानने का प्रयास किया गया है ।

# अक्रिस्टलीय हाइड्रोजनिक सिलिकन नाइट्राइड तनु परतों का अवरक्त व इलेक्ट्रॉन पैराचुम्बकीय अनुनाद स्पैक्ट्रमिकी अभिलक्षण

मंजु अरोड़ा
राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली-110 012

**सारांश :** अक्रिस्टलीय हाइड्रोजनिक सिलिकन नाइट्राइड तनु परतों का उपयोग मुख्यतः विशाल स्तरीय एकीकृत परिपथ, सौर ऊर्जा सैल, सूक्ष्मइलेक्ट्रॉनिक्स तथा नैनो संरचनात्मक अर्धचालक प्रौद्योगिकी क्षेत्र में विभिन्न युक्तियों के निर्माण में किया जाता है। इन परतों की उच्च अवशोषण गुणांक के कारण दृश्य क्षेत्र में उच्च प्रकाशीय चालकता प्रदर्शित होती है। इन तनु परतों का निक्षेपण प्रायः प्लाज्मा या दीप्त विसर्जन प्रक्रिया द्वारा किसी प्रकार के क्रियाधार पर सरलता से किया जा सकता है। इस प्रपत्र में सिलिकन क्रियाधार पर दीप्त विसर्जन प्रक्रिया द्वारा निक्षेपित अक्रिस्टलीय हाइड्रोजनिक सिलिकन नाइट्राइड तनु परतों का अन्वेषण अवरक्त (आई आर) और इलेक्ट्रॉन पैराचुम्बकीय अनुनाद (ईपीआर) तकनीकों द्वारा किया गया है। इस शोध का मुख्य लक्ष्य हाइड्रोजन व नाइट्रोजन का अक्रिस्टलीय नेटवर्क में आबंधीकरण, इनका स्थानीय समूहीकरण और इनके द्वारा विभिन्न दोषों के निर्माण के विषय में गहन जानकारी प्राप्त करना है। इस जानकारी द्वारा इन परतों की चालकता व पुनर्योजन प्रक्रियाओं को सहजता से नियंत्रित कर सकते हैं। उच्च विभेदन की अविनाशी अति विशिष्ट आई आर और इ पी आर स्पैक्ट्रमिकी तकनीकों के उपयोग से हाइड्रोजन व नाइट्रोजन से संबंधित कम्पन बैंड, इनसे सम्बन्धित विभिन्न स्थानीय समूहीकृत ग्रुप, सूक्ष्म क्रिस्टलीकृत सिलिकन और डैंगलिग आबधों का इन निक्षेपित तनु परतों में अभिलक्षण किया गया है। आई आर अवशोषण स्पैक्ट्रम 4000-400 $cm^{-1}$ प्रक्षेत्र में सामान्य तथा विभिन्न निम्न तापमानों पर रिकार्ड किए हैं। इन स्पैक्ट्रमों में Si-H, H-Si-H, Si-NH, $H_3$-SiN, $HSiN_3$ तथा सूक्ष्मक्रिस्टलीकृत सिलिकन समूहों के सतत कंपन (stretching), आबंधनकमी (bond bending), श्वसन (breathing), अभिदोली (wagging) कंपन बैड और अनुप्रस्थ प्रकाशीय फोनॉन बैंड मिले हैं। आई आर अध्ययन से इन दीप्त विसर्जन द्वारा निक्षेपित अक्रिस्टलीय सिलिकन नाइट्राइड तनु परतों में हाइडोजनिक सिलिकन नाइट्राइड के अतिरिक्त सूक्ष्मक्रिस्टलीकृत सिलिकन का भी संवर्धन हुआ है। इसका मुख्य कारण है अस्थायी $SiN_2$ समूह से हाइड्रोजन रेडिकल का खंडन। यह ऊष्मा उन्मोची रासायनिक उत्कीर्णन प्रक्रिया है जिसमें दुर्बल Si-N आबंध का टूटना तथा प्रबल सूक्ष्मक्रिस्टलीय सिलिकन आबंधों का निर्माण संभव है। ई पी आर स्पैक्ट्रम में डैंगलिंग आबंधों से संबंधित एकल असमानुवर्ती रैखिक सिग्नल जिसका g-मान 2.00.34 प्राप्त हुआ है इन तनु परतों की अक्रिस्टलीय प्रकृति को सिद्ध करता है।

# नैनो टैक्नोलॉजी 21वीं सदी की तकनीक

बिपिन कुमार गुप्ता, शांता चावला एवं वीरेन्द्र शंकर
राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली-110 012

सारांश : भौतिकी, जीव विज्ञान और रसायन विज्ञान के क्षेत्र में किए गए अनुसंधान कार्यों के आधार पर एकत्रित जरूरी जानकारी से ही नैनोटेक्नोलॉजी की परिकल्पना संभव हुई है। बहरहाल, 1959 में जब फेगुमन ने भौतिक विज्ञान से जुड़े अमेरिकी समुदाय को दिए एक रात्रि भोज में इस पर चर्चा की तो विचार शुरू हुआ अथार्त् इस परिकल्पना को मूर्त रूप मिला। बाद में भौतिकी के क्षेत्र में ही उन्हें नोबेल पुरस्कार भी मिला। उनके व्याख्यान का शीर्षक था : 'सूक्ष्मतम फलक का वृहद आकाश' और उन्होंने परिकल्पना की कि 'आप पिन की एक नोक पर पूरी एनसाइक्लोपीडिया ब्रिटैनिका लिख सकते हैं'।

नैनोटेक्नोलॉजी, इस शब्द के उपसर्ग 'नैनो' का अर्थ है एक अरबवां भाग, यानी एक नैनो मीटर एक मीटर का एक अरबवां हिस्सा है। नैनो पैमाने को समझने के लिए मनुष्य के एक बाल का उदाहरण लिया जा सकता है, जिसकी मोटाई 50,000 नैनो मीटर के आसपास होती है। सबसे छोटी वस्तु जिसे हम किसी मदद के बगैर अपनी आंखों से देख सकते हैं वह 10,000 नैनो मीटर के बराबर मानी जाती है। बैक्टीरिया की एक कोशिका कुछेक सौ नैनोमीटर होती है। इससे भी स्पष्ट तरीके से इसे ऐसे समझा जा सकता है, यदि दस हाइड्रोजन परमाणु एक पंक्ति में रखे जाएं तो वह एक नैनोमीटर के बराबर होते हैं ।

नैनो-साइंस ऐसे अणुओं और संरचनाओं के मौलिक सिद्धांतों का अध्ययन है, जो आकार में लगभग 1 से 100 नैनोमीटर के बीच होते हैं। ये नैनो संरचनाएं कहलाती हैं। नैनोटैक्नोलॉजी, उपयोगी नैनोस्कसेल उपकरणों में इन नैनोसंरचनाओं का अनुप्रयोग है। नैनोस्केल न सिर्फ छोटे बल्कि विशेष प्रकार के छोटे आकार के लिए इस्तेमाल होने वाला पैमाना है।

अब अगर हम यह देखें कि नैनोटेक्नोलॉजी से हमें क्या-क्या मिल सकता है तो निम्नलिखित तकनीकी पहल कर चुकी है : 1. एक जर्मन कंपनी ने रंग की ऐसी नैनोकटिंग तैयार की जो दिखाई नहीं देती, लेकिन सतह को दाग और खरोंच रोधक बना देती है।; 2. डबलिन की आयरिश कंपनी ने एनटेरा नैनोक्रोमिक्स तैयार किया है, जो सामान्य कागज जैसा लगता है, लेकिन वह कम्प्यूटर स्क्रीन की तरह डिस्प्ले बदलता रह सकता है; 3. आई.बी.एम. ने कार्बन नैनोट्यूब से बने ट्रांजिस्टर बनाकर उनका परीक्षण किया है, जो सिलीकन आधारित सेमी कंडक्टर से भी अधिक तीव्र हैं।; 4. दिल्ली विश्वविद्यालय के एक प्रोफेसर ने विशेष रसौलियों तक सुरक्षित ढंग से दवा पहुंचाने के लिए इसका प्रयोग किया है।; 5. बंगलूरू के तीन वैज्ञानिकों ने यह दिखाया है कि कार्बन नैनोट्यूब पर पानी डालने से बिजली पैदा होती है।; 6. नैनोट्यूब पेसमेकर हृदय की धड़कनों को जारी रखने के लिए जरूरी ऊर्जा उपलब्ध करवा सकती है।; 7. राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला में संदीप्तिशील पदार्थ समूह के वैज्ञानिकों द्वारा आकार आधारित नैनोसंदीप्तशील (ZnO के नैनो छड़, नैनो पिन, नैनो पुष्प, नैनो कंघी, नैनो स्प्रिंग, नैना चतुष्टफलक पैरा इत्यादि) पदार्थ से अनुरूप रंगों का उत्सर्जन तथा युक्ति प्रदर्शन का प्रयास जारी है। 8. संश्लेषित अथवा कृत्रिम हड्डियां नैनोस्तर पर जैविक पदार्थों एवं अन्य सामग्रियों के उपयोग से बनाई जा सकती हैं जो प्राकृतिक हड्डियों से अधिक मजबूत होती हैं।; 9. बनारस हिन्दू विश्वविद्यालय के वैज्ञानिकों ने कार्बन नैनोट्यूब का उपयोग हाइड्रोजन भंडारण तथा पानी के शुद्धिकरण के लिए किया है। तथा अन्य क्षेत्र में निम्नलिखित पहल संभावित है : 1. अरबों गुना तेज कम्प्यूटर, 2. स्वतः संयोजित होने वाली उपभोक्ता वस्तुएं, 3. संरक्षित और सामर्थ्य के भीतर अंतरिक्ष यात्राएं, 4. अकाल एवं भुखमरी से निजात पाने के लिए आणविक खाद्य संश्लेषण, 5. बीमारियों और बुढ़ापे से लड़ने के लिए नैनोमेडिसिन, 6. मौजूदा प्रदूषण से स्वतः निजात, 7. विलुप्त हो चुके पौधों एवं पशुओं का संरक्षण व पुनर्विकास तथा 8. बड़े पैमाने की इंजीनियरिंग को बढ़ावा आदि

नैनो तकनीकी की दिशा में हमारा प्रयास विभिन्न प्रकार से नैनोसंदीप्तिशील पदार्थ संश्लेषित करना तथा उनका उपयोग संदीप्तिशील युक्ति प्रदर्शन के लिए करना है । हमारा प्रयत्न ZnO की नैनो छड़, नैनो पिन, नैनो पुष्प, नैनो कंघी, नैनो स्प्रिंग, नैनो चतुष्टफलक पैरा इत्यादि संश्लेषित करना तथा इन संरचनाओं का विस्तृत अध्ययन और इनका उपयोग संदीप्तिशील युक्ति प्रदर्शन करने के लिए किया जा रहा है।

# शुद्ध और रूबीडियम डोप्ड पोटेशियम निओबेट एकल क्रिस्टलों की उच्च विभेदन एक्स-रे विवर्तनमापी और प्रतिबाधा विश्लेषक से जांच

जी भगवन्नारायण, एस के कुशवाहा एवं मो. शाकिर

राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली-110 012

**सारांश :** पोटेशियम निओबेट क्रिस्टल बहुत अधिक अरैखिक ऑप्टिकल (NLO) और Piezoelectric गुण रखता है। इसका अरैखिक ऑप्टिकल (NLO) गुणांक इन क्रिस्टलों को दूसरी पीढ़ी के हार्मोनिक (SHG) द्वारा डायोड लेजर बीम को 430 nm से 860 nm में प्रत्यक्ष रूपान्तरण में सक्षम बनाता है। इन क्रिस्टलों का विद्युत-यॉन्त्रिक युग्मन गुणांक (electro-mechanical coupling co-efficient) लीथियम नियोबेट ($LiNbO_3$) से 10 गुना अधिक है, इसलिए इनको अति व्यापक बैण्ड आवृत्ति फिल्टर के लिए भी उपयोग में लाया जा सकता है। रूबीडियम डोप्ड (1500 ppm) पोटेशियम नियोबेट एकल क्रिस्टल Czochralski (c) पद्धति द्वारा विकसित किए गए हैं। ये क्रिस्टल अतिरिक्त आक्सीजन के साथ बनते हैं जोकि इनके ऑप्टो-इलेक्ट्रॉनिक और NLO उपयोग गुणों का क्षय (deteriorate) करती है।

वर्तमान शोध में विकसित क्रिस्टलों का CO और $CO_2$ के मिश्रण में विभिन्न स्तरों पर अपचयन किया गया तथा इनकी स्फटिक पूर्णता (orytalline perfection) और डाइइलेक्ट्रिक गुणों का अध्ययन क्रमशः उच्च विभेदन एक्स-रे विवर्तनमापी (HR XRD) और प्रतिबाधा विश्लेषक से किया गया। मध्यम और उच्च अपचयित नमूनों के विवर्तन वक्रों में उल्लेखनीय अन्तर है। HR XRD के अध्ययनों से पता चलता है कि (1) स्फटिक पूर्णता के सुधार को पोलिंग (Poling) प्रभावित करती है; (2) स्फटिक पूर्णता को अपचयन बहुत अधिक प्रभावित करता है; संयमित अपचयन पर क्रिस्टल सबसे अधिक पूर्ण और बहुत अधिक अपचयन पर क्रिस्टल की गुणवत्ता थोड़ी कम है लेकिन अनअपचयित नमूनों से बेहतर है। चोटी की स्थिति के सम्बन्ध में विवर्तन के वक्रों की असममिति से पता चलता है कि अन-अपचयित नमूनों में रिक्तियां और आत्म दोनों बहुत अधिक मात्रा में है। जबकि पोलिंग से अंतरालीय की मात्रा कुछ हद तक कम हो जाती है। जब क्रिस्टल को साधारणतया अपचयित किया जाता है तो चोटी के दोनों पक्षों पर प्रकीर्णन तीव्रता बहुत कम हो जाती है, जो कि अंतरालीय और रिक्तियों दोनों की बहुद हद तक कमी दर्शाती है। यह एक स्पष्ट संकेत है कि ऑक्सीजन के क्षरण से स्फटिक पूर्णता बहुत हद तक बढ़ जाती है जबकि बहुत अधिक अपचयन पर ऑक्सीजन की अति कमी से रिक्ति दोष बहुत अधिक बढ़ जाते हैं । विभिन्न आवृत्तियों पर मापे गए डाइइलेक्ट्रिक गुणांक और डाइइलेक्ट्रिक क्षति स्फटिक पूर्णता अपचयन और पोलिंग के साथ रुचिकर सम्बन्ध दर्शाते हैं।

# फुलरीन ($C_{60}$ एवं $C_{70}$) में चालक नैनोपथ

अम्बुज त्रिपाठी

अन्तर विश्वविद्यालय त्वरक केन्द्र, नई दिल्ली-110 067

**सारांश :** फुलरीन ($C_{60}$ एवं $C_{70}$) कार्बन के नए एलोट्रोप के रूप में अपनी विशेषताओं के कारण वैज्ञानिकों को आकर्षित कर रहे हैं। त्वरित आयनों द्वारा इनके विद्युत एवं चुम्बकीय गुणों में विशेष परिवर्तन भी देखे गए हैं। 120MeVAu आयनों द्वारा $C_{60}$ एवं $C_{70}$ में चालक नैनो-पथों को देखा गया है, जिसके लिए चालकीय एटॉमिक फोर्स माइक्रोस्कोप (Conducting AFM) का प्रयोग किया गया है। इसी प्रकार मैग्नेटिक फोर्स माइक्रोस्कोप (MFM) द्वारा चुम्बकीय डोमेन का अध्ययन भी किया गया है। प्रस्तुत शोध पत्र में इन अध्ययनों और उनके कुछ उपयोगों पर प्रकाश डाला गया है।

# ग्रीन रासायनिक विधि द्वारा ज़िंक ऑक्साइड नैनो कण संश्लेषण एवं नाभिकन क्रियाविधि

नाहर सिंह, प्रभा जौहरी, सुखवीर सिंह, रेणु पसरीचा, दया सोनी, के एन सूद, प्रभात के गुप्ता एवं रश्मि

राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली-110 012

**सारांश :** ज़िंक ऑक्साइड अर्धचालक (बैंड अंतराल ऊर्जा 3.37 ev) के प्रकाश-इलेक्ट्रॉनिक, दाब-विद्युतीय, प्रकाश-उत्प्रेरक जैसे उल्लेखनीय गुणधर्मों पर आधारित अनेक अनुप्रयोग हैं। ज़िंक ऑक्साइड नैनो कण और नैनो संरचनाओं के संश्लेषण की विभिन्न प्रचलित विधियों में साफ्ट अथवा ग्रीन रासायनिक विधि का अपना ही महत्व है। इस विधि में मितस्थायी प्रावस्था नियमन, कणों का आकार, आकृति और समांगता का बेहतर नियंत्रण संभव है।

प्रस्तुत लेख एक ग्रीन रासायनिक विधि द्वारा ज़िंक ऑक्साइड नैनो कण संश्लेषण से संबंधित है। इस विधि से नैनो कण संश्लेषण की नवीन नाभिकन क्रियाविधि भी प्रतिपादित की गई है। यह क्रियाविधि $Zn^{2++}$ आयन की जलीय समन्वयन रासायनिकी पर आधारित है। इस विधि में पहले ज़िंक साल्ट को अमोनिया द्वारा जलअपघटित किया गया एवं इसके बाद नेसेंट ऑक्सीजन द्वारा ज़िंक ऑक्साइड में रूपांतरित किया गया। इस प्रकार संश्लेषित नैनो कणों की क्रिस्टलीय प्रावस्था वुर्तज़ाइट (wurtzite) पाई गई। क्रिस्टलाणु परिमाण विश्लेषण से ज्ञात हुआ है कि नैनो कणों के क्रिस्टलाणु लम्बी आकृति में हैं। नैनो कणों में समूहन की प्रवृत्ति पायी गई। अधिकतर कण उच्च अभिमुखता अनुपात में नैनो सूई के आकार में पाए गए, हालांकि कुछ कण चपटे व अनियमित आकृति के भी थे।

# ज़िंक ऑक्साइड अतिसूक्ष्म रचना पर आकारिकी, संरचना एवं प्रकाश संदीप्ति अध्ययन

सोनल सहाय, प्राची जोशी, डी हरनाथ एवं वीरेन्द्र शंकर

राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली-110 012

**सारांश :** ज़िंक ऑक्साइड (ZnO) अतिसूक्ष्म रूप में सोडियम (+) सक्रियकारक के साथ सामान्य तापमान पर सफलतापूर्वक रासायनिक अभिक्रिया से तैयार किया गया । एक्स-रे फोटोइलेक्ट्रान वर्णमिती मापन द्वारा सोडियम (+) की उपस्थिति निश्चित की गई। आकार वृद्धि हेतु ZnO कोलाइड विलयन को कुछ दिनों तक सावधानीपूर्वक रखा गया तथा समय-समय पर संदीप्त मापन तथा आकारिकी प्रायोगिक अध्ययन किया गया। ZnO अतिसूक्ष्म रूप में बनाने के बाद शीघ्र ही यह पाया गया कि कोलाइड विलयन में कणों का आकार गोलाकार है तथा उनका

व्यास लगभग ~5 नैनोमीटर है। इन अतिसूक्ष्म कणों की सतह निष्क्रिय न होने के कारण कुछ समय पश्चात् ZnO कणों के आयाम में वृद्धि होने लगती है तथा यह कोलाइड विलयन में अवक्षेपित होने लगता है। पांच दिनों तक रखे हुए विलयन से प्राप्त अवक्षेप के कणों का विकास अतिसूक्ष्म सुई के रूप में होता हुआ देखा गया, जिसका व्यास लगभग ~8 नैनोमीटर तथा लम्बाई ~100 नैनोमीटर थी। दस दिन तक रखे हुए विलयन से प्राप्त अवक्षेप के कणों की आकृति बहुत स्पष्ट एवं सूक्ष्म सुई के रूप में प्राप्त हुई जिसकी लम्बाई लगभग ~1 मि.मी. तथा व्यास ~80 माइक्रोमीटर था। इन सभी नमूनों का संदीप्ति मापन क्वांटम कन्फाइन्ड मॉडल के अनुरूप पाया गया।

# रेडियो आवृत्ति फुहार द्वारा निर्मित जिंक ऑक्साइड की तनुपरत को सिलिकन सबस्ट्रेट पर वृद्धि करके अध्ययन

प्रवीण, के एन सूद, दि वि हरनाथ, हरीश चंद्र, मंजु अरोड़ा

राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली-110 012

**सारांश :** जिंक ऑक्साइड की तनुपरत नैनो पैमाना मापन के अन्तर्गत व्यूह रचना से संबंधित कई दिशाओं में अनुप्रयुक्त की जा रही है। इस लेख में कई तथ्य प्रस्तुत किये गये हैं, जिन्हें रेडियो आवृत्ति फुहार द्वारा निर्मित जिंक ऑक्साइड की तनुफिल्म से प्राप्त किया गया है। ऐसे शीर्ष आलेखी लक्षणों तथा पदार्थ संयोजन को अति सतर्क इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी संयंत्र तथा ऊर्जा परिपेक्षी एक्स-किरण स्पेक्ट्रममापी द्वारा खोजा गया है। साथ ही तनुपरत के फोटो संदीप्ति स्पैक्ट्रम को भी मापा गया है। अधिक जानकारी प्राप्त करने के लिए अपनी तनुपरत का फोरिये रूपांतरण अवरक्त वर्णक्रम ज्योतिमापी, फोरिये रूपांतरण रमन वर्णक्रम ज्योतिमापी और इलेक्ट्रॉन पैराचुम्बकीय (अनुचुम्बकीय) अनुनाद वर्णक्रममापी द्वारा अभिलक्ष्ण किया गया है। परिणामों से ज्ञात होता है कि तनुपरत दानेदार संरचना की है जिसे बहुत अधिक आवर्धित विधि द्वारा 50000 मूलांक पर प्राप्त किया गया है। अनुप्रस्थ परिच्छेद दृश्य जिंक ऑक्साइड की नैनो छड़ों को बने हुए दर्शाता है। फोटो संदीप्ति स्पैक्ट्रमिकी द्वारा उत्सर्जन शिखर को 461 नैनोमीटर पर उत्तेजन तरंग-दैर्घ्य 225 नैनो मीटर के लिए दर्शाया गया है। अन्य अधस्थ तल त्रुटि कम प्रकर्ष की हैं, जिस प्रकार का प्रकर्ष पृष्ठभूमि का है। संरचनात्मक जानकारी विस्तारपूर्वक जानने के लिए तथा जिंक ऑक्साइड के बनने की पुष्टि हेतु ये तनुपरत फोरिये रूपांतरण अवरक्त वर्णक्रम ज्योतिमापी द्वारा तथा फोरिये रूपांतरण रमन वर्णक्रम ज्योतिमापी द्वारा क्रमशः 4000-400 $cm^{-1}$ तथा 3500-100 $cm^{-1}$ क्षेत्र में कक्ष के तापमान पर अभिलक्षित की गई हैं। इस तनुपरत के अवरक्त स्पैक्ट्रमिकी पारगत वर्णक्रम में सिलिकन सबस्ट्रेट का वर्णक्रम (स्पैक्ट्रम) अधिक प्रभावशाली प्रतीत होता है। बहुत कम प्रकर्ष का शिखरमान जोकि जिंक ऑक्साइड के फैलाव वाले कार्य करने के ढंग से संबंध रखता है, 419$cm^{-1}$ पर इन तनुपरतों के वर्णक्रम में पाया गया है। इन तनुपरतों का फोरिये रूपांतरण रमन वर्णक्रम यह दर्शाता है कि $A_1$, $E_1$ तथा $E_2$ प्रकाशिक फोनॉन शिखरमान जोकि बहुत कम प्रकर्ष के दो फोनॉन तथा संगत रूप से कार्य करने के ढंग से संबंध रखते हैं, क्रमशः 205, 314, 446, 517, 659, 781, 859, 934 पर एक तरफा चमक वाली तनुपरत के लिए पाए गए हैं। साथ ही दोनों तरफ चमक वाली तनुपरत के लिए रमन शिखरमान 201, 288, 396, 419, 453, 513, 648, 757, 971 पर प्राप्त किए गए हैं। इलेक्ट्रॉन पैराचुम्बकीय अनुनाद वर्णक्रम द्वारा g-मान को 1.9649 तथा 2.1389 पर चुम्बकीय क्षेत्र के समांतर अभिविन्यास के लिए दर्शाया गया है तथा लम्ब अभिविन्यास के लिए मान को 1.9620 तथा 2.2189 पर दर्शाया गया है । इलेक्ट्रॉन अनुचुम्बकीय अनुनाद वर्णक्रम द्वारा ZnO (जिंक आक्साइड) तनु परत का अभिलक्षण करने पर ऑक्सीजन रिक्तिकाओं तथा अन्तःस्थित त्रुटियों के संकेत प्राप्त हुए, इनमें ऑक्सीजन रिक्तिकाओं का g-मान 1.965 और अन्तस्थित त्रुटियों का g-मान 2.1450 है।

# राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला में निमिट्ली परियोजना के तहत उद्योग जगत के लिए महत्वपूर्ण प्लाज़्मा प्रदृश संदीप्तिशील पदार्थों का विकास

रविशंकर यादव, ए एफ खान, बी के गुप्ता, डी हरनाथ, शान्ता चावला, हरीश चंदर एवं वीरेंद्र शंकर
राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली-110 012

**सारांश :** 21वीं सदी में फ्लैट पेनल डिस्प्ले की बढ़ती लोकप्रियता ने वैक्यूम ट्यूब डिस्प्ले को काफी पीछे छोड़ दिया है। इन युक्तियों को आकार में अधिक बड़ा कर सकने की संभावना, लोगों में इनके प्रति बढ़ते हुए आकर्षण का एक प्रमुख कारण है। बड़े आकार के साथ-साथ कई और गुण वांछनीय हैं जैसे कि इनका अधिक कोणदर्शीय होना, विद्युत की कम खपत, उच्च कोटि चित्र प्रदर्शन और सबसे अधिक महत्वपूर्ण इनके मूल्यों में

कमी लाना है। इस श्रेणी में प्लाज्मा टेलीविजनों ने वैज्ञानिकों का ध्यान काफी आकर्षित किया है, इनकी उच्च क्षमता, दीर्घायु होना तथा अधिक कोणदर्शीय होना, इनमें प्रयुक्त होने वाले संदीप्तिशील पदार्थों की गुणवत्ता से सीधे जुड़े हुए हैं। इस तरह के योग्य संदीप्तिशील पदार्थों को विकसित करने के लिए रा.भौ.प्र. तथा औद्योगिक जगत में टेलीविजनों के विकास में संलग्न बहुचर्चित सैमटेल उद्योग के बीच वैज्ञानिक तथा औद्योगिक अनुसंधान परिषद् (CSIR) की निमिट्ली (NMITLI) नामक योजना के तहत यह परियोजना सम्पन्न की जा रही है जिसके तहत दीप्तिशील पदार्थों के विकास में संलग्न समूह में, उच्च कोटि के लाल, हरा, नीला, जिनके रासायनिक सूत्र क्रमशः YAG:$Eu^{3+}$, $YBO_3$:$Tb^{3+}$ एवं BaMg $Al_{10}$ $O_{17}$:$Eu^{2+}$ है, विकसित किए जा रहे हैं, जोकि बाजार में उपलब्ध प्लाज्मा टेलीविजन के लिए प्रयुक्त किए जाने वाले संदीप्तिशील पदार्थों से तुलनात्मक अध्ययन में अच्छे हो सकते हैं। इन पदार्थों की विशेषता इनका उच्च ऊर्जा (अति पराबैंगनी) से उद्दीपन तथा दृश्य प्रकाश में उत्सर्जन होना है। उच्च ऊर्जा से उद्दीपन के कारण इन पदार्थों का जल्दी क्षय होना एक जटिल समस्या है, जिसके निवारण के लिए कई दिशा में व्यापक कदम उठाये जा रहे हैं। इन पदार्थों का संश्लेषण करने के लिए विभिन्न विधियां जैसे-दहन अभिक्रिया, ठोस अवस्था प्रक्रिया, दृव्य रासायनिक विधियां आदि प्रयोग में लाई जा रही हैं। इन पदार्थों के बनने के बाद इनके विस्तृत विश्लेषण में रा.भौ.प्र. में उपलब्ध अंतर्राष्ट्रीय उपकरण सुविधाएं जैसे ल्यूमिनेसेंट स्पैक्ट्रोमीटर, टाइम रिसोल्वड स्पैक्ट्रोस्कोपी, एक्स-रे डिफ्रेक्शन तथा स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी आदि का उपयोग किया जा रहा है।

अंततः ध्यान देने योग्य बात यह है कि इस श्रेणी के नवीनतम टेलीविजन की जीवन सीमा 60,000 घंटे यानि 27 वर्षों तक 6 घंटे प्रतिदिन विभिन्न दिशाएं आंकी गई है, जिसका प्रमुख मापदण्ड ल्यूमिनस एफीकेसी है जो सामान्यतः 2 ल्यूमेन/बांट पाई जाती है । इस मापदण्ड को 10 ल्यूमेन/वॉट करने का लक्ष्य है जिसका सीधा प्रभाव इन युक्तियों के मूल्यों पर पड़ेगा, जिसके फलस्वरूप इनका मूल्य आम आदमी की पहुंच तक संभव हो पाएगा।

21वीं सदी में वैक्यूम ट्यूब डिस्प्ले का स्थान फ्लैट पेनल डिस्प्ले ने ग्रहण कर लिया है। फ्लैट पेनल डिस्प्ले में स्क्रीन के आकार को बहुत अधिक बढ़ाने की संभावना है। बड़े आकार के साथ कई और गुण भी वांछनीय हैं। जैसे कि इनका अधिक कोण दर्शीय होना, विद्युत की कम खपत, उच्च कोटि की इमेजिंग और सबसे अधिक महत्वपूर्ण इनके मूल्यों में कमी लाना है।

## विभिन्न प्रकार के विशेष ऑक्साइडों का आर्द्रता संवेदक के रूप में संभव उपयोग

भीखम सिंह, ज्योति शाह, एम ए अंसारी, प्रीति शर्मा, आर के कोटनाला एवं हरि किशन

राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली-110012

**सारांश :** विभिन्न प्रकार के सरंध्र संरचना वाले ऑक्साइडों का उपयोग आर्द्रता संवेदक के रूप में किया जाता है। विभिन्न प्रकार के फेराइटस ($LiFeO_3$) तथा टाइटेनेट्स ($TiO_2$, Ba/Sr $TiO_3$) के अध्ययनोपरान्त पाया गया कि इन पदार्थों की विद्युत चालकता काफी हद तक इनके आर्द्रता अंश पर निर्भर करती है । द्वि-दाबीय आपेक्षिक आर्द्रता जनित का प्रयोग करके 10 से 95% की परास में नियंत्रित आर्द्रता प्राप्त की जा सकती है। विभिन्न प्रकार के फेराइट्स और टाइटेनेट्स की विद्युत चालकता विद्युतमापी की सहायता से चतुष्शलाका तकनीकी से मापी गयी और विद्युत चालकता के परिमाण में एक कोटि से भी ज्यादा का बदलाव पाया गया जबकि आर्द्रता का बदलाव 10 से 90% था। इन ऑक्साइड्स में और अधिक रन्ध्र उत्पन्न करके इनकी चालन सुग्राहिता में वृद्धि की जा सकती है । उदाहरणतः फेराइट्स और टाइट्नेट्स की आर्द्रता सुग्राहिता में $CeO_2$ के मापन से विशेष वृद्धि की जाती है। निष्कर्षतः सरन्ध्र फेराइट्स और टाइटेनेट्स आर्द्रता संवेदक के रूप में एक उपयोगी पदार्थ साबित हो सकते हैं।

## लीथियम नियोबेट (LN) के लगभग आदर्श क्रिस्टलों का विकास और संरचनात्मक निर्धारण

के के मौर्य, एन विजयन, एम एम अब्दुल्ला एवं जी. भगवन्नारायण

राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली-110012

**सारांश :** नवीन आंकड़ों से पता चलता है कि 2005 में नॉन लीनियर ऑप्टिकल पदार्थों का विश्व बाजार लगभग 256.1 करोड़ डालर था। बी.बी. सी. रिपोर्ट के अनुसार 2009 तक 17.1% औसत वार्षिक विकास दर (AAGR) से 1,656 करोड़ डालर तक बढ़ने की सम्भावना है। आज विशेष तरंगदैर्घ्य, विभिन्न लेज़र डैमेज थ्रेशोल्ड (LDT) और विभिन्न प्रकाशीय गुणों के साथ बड़ी संख्या में पदार्थ हैं । यद्यपि लीथियम नियोबेट पर बहुत

अधिक काम किया जा चुका है फिर भी यह अपनी विद्युत ऑप्टिकल (E-O), एकास्टो ऑप्टिकल (A-O), फोटो प्रत्यास्थ, पाइजोइलेक्ट्रिक और नॉन लीनियर ऑप्टिकल एवं अच्छी यान्त्रिक और रासायनिक स्थिरता और व्यापक पारदर्शिता जैसे गुणों के कारण अभी भी सबसे अधिक आकर्षक पदार्थ है। इनमें से कई उपकरणों में अनुप्रयोगों के लिए क्रिस्टलों की स्फटिक पूर्णता और आकार अति महत्वपूर्ण हैं। 1415 K पर संरचनात्मक फेज परिवर्तन होने के कारण 1533 K पर विकास के पश्चात्, शीतलक् चक्र के दौरान क्रिस्टलों का आयतन परिवर्तित होता है जिससे दरारें और संरचनात्मक ग्रेन बाऊन्ड्रीज उत्पन्न हो जाती हैं। हमने गृह निर्मित लगभग आदर्श क्रिस्टल विकसित किया है, जिसमें IGBT ठोस अवस्था प्रेरक तापीय भट्ठी [Inducto therm(India) Pvt. Ltd.], 30 KW (15-30 KHz) का प्रयोग किया गया।

उच्च शुद्धता 99.99 % का लीथियम नियोबेट पाउडर 3 इंच के व्यास और 3 इंच की ऊंचाई वाले प्लेटिनम क्रूसिबल में RF हीटिंग भट्ठी में रखकर पिघलाया गया। कई प्रयासों के बाद ग्रेन बाउन्ड्री और दरारों से मुक्त क्रिस्टल प्राप्त किया जा सका। विकसित क्रिस्टल 35 मि.मी. व्यास और 50 मि.मी. लम्बाई का था। क्रिस्टल की पूर्णता की जांच उच्च विभेदन एक्स-रे विवर्तनमापी और टोपोग्राफी से की गयी है।

# सौर सेल की दक्षता सीमा और उसे बढ़ाने के सम्भावित प्रयास

शिवनाथ सिंह

राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली-110 012

**सारांश :** आधुनिक सभ्यता की निरंतर बढ़ती ऊर्जा-आवश्यकताओं की पूर्ति एवं पृथ्वी के पर्यावरण- संरक्षण हेतु ऊर्जा उत्पादन के वैकल्पिक स्रोतों का अनुप्रयोग मानव की प्रथम प्राथमिकता बन गयी है। इन स्रोतों में सौर सेलों के माध्यम से सौर ऊर्जा के अक्षय स्रोत का दोहन एक अत्यन्त आकर्षक एवं स्वच्छ साधन है। सौर सेल पर आधारित प्रकाश-विद्युत (फोटोवोल्टेइक्स) ऊर्जा का एक अधिकाधिक लोकप्रिय स्रोत बनकर उभर रहा है। पिछले एक दशक से प्रकाश-विद्युत उद्योग 30.40% वार्षिक दर से बढ़ता जा रहा है। अकेले 2007 में विश्व में 3-8 GW क्षमता के प्रकाश-विद्युत मॉड्यूलों का उत्पादन हुआ और 2010 में 10 GW क्षमता के मॉड्यूलों के उत्पादन की अपेक्षा की जा रही है।

ये व्यावसायिक मॉड्यूल अधिकांशतः एक ही अर्धचालक पदार्थ से बनाए जाते हैं। उनमें प्रयुक्त सौर सेलों की दक्षता प्रायः 6-16 % (AM 1.5) के लगभग है और उनका मूल्य अमरिकी डालर 3-4 प्रति वाट है। सौर विद्युत का मूल्य कम करने के लिए अधिक दक्षतापूर्ण सेलों का निर्माण अत्यावश्यक है। यों तो प्रयोगशाला में 24.7 % (AM 1.5) दक्षता की सिलिकन सौर सेल का निर्माण हो चुका है किन्तु व्यावसायिक स्तर पर इतनी दक्षता की सेलों का निर्माण करना अत्यन्त मंहगा है ।

विदित हो कि सैद्धान्तिक तौर पर भी एक ही अर्धचालक पदार्थ से बनी एक जंक्शन सौर सेल सामान्य तीव्रता (100 $mW/cm^2$) के सौर प्रकाश में 30% से अधिक दक्षता प्राप्त कर सकने में सक्षम नहीं है। इसका मुख्य कारण यह है कि सौर सेल पर आवतित सौर ऊर्जा के अवशोषित भाग का भी एक बड़ा हिस्सा विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित नहीं हो पाता। उदाहरण के लिए वर्तमान सिलिकन सौर सेल के गर्भ में 300 – 1100 nm तरंगदैर्घ्य अंतराल के सौर प्रकाश की 50% ऊर्जा का अनावश्यक ह्रास अवश्यम्भावी है और यह दक्षता को 30% तक सीमित करने में विशेष रूप से उत्तरदायी है।

एकल अर्धचालक से बनी सौर सेल की दक्षता सीमा बढ़ाना अनेक अर्धचालकों पर आधारित बहु-जंक्शन सौर सेल के निर्माण अथवा एक-जंक्शन सेल के साथ कुछ उपयोगी नैनो-क्रिस्टलीय संदीपक परतों के अनुप्रयोग से सम्भव हो सकता है। इस प्रपत्र में अधिक दक्षता के सौर सेल निर्माण हेतु हो रहे इन प्रयासों का एक संक्षिप्त विवरण प्रस्तुत किया गया है।

# पॉलीइलेक्ट्रोलाइट्स : उपयोग एवं सुरक्षा मूल्यांकन का महत्व

उत्तम कुमार शुक्ल एवं विनोद प्रवीण शर्मा
भारतीय विष विज्ञान अनुसंधान संस्थान, लखनऊ-226 001

**सारांश :** पॉलीइलेक्ट्रोलाइट्स जल में विलेय आवेशित पॉलीमर होते हैं। आवेश के अनुसार धनावेशित अथवा ऋणावेशित होते हैं। पॉलीइलेक्ट्रोलाइट्स विभिन्न अणुभार और आवेश घनत्व वाले होते हैं। एक्राइलएमाइड के समान पॉलीमर को इलेक्ट्रोलाइट्स के अन्तर्गत रखा गया है यह आवेशहीन होता है और इसे अनावेषित इलेक्ट्रोलाइट कहते हैं। पॉलीमर का उपयोग अनेक महत्वपूर्ण क्षेत्रों में है जैसेकि - जल शोधन, तेल की पुनः प्राप्ति, रंजक पृथक्करण, पेपर उत्पादन, खनिज निष्कर्षण इत्यादि। पॉलीइलेक्ट्रोलाइट्स फ्लोक्युलेन्ट और डीफ्लोक्युलेन्ट दोनों प्रकार के हो सकते हैं। यह प्रकृति अणुभार पर निर्भर करती है। फ्लोक्युलेन्ट ठोस द्रव को अलग करने वाला पदार्थ होता है जबकि डिफ्लोक्युलेन्ट प्रकीर्णन करता है ।

पॉलीइलेक्ट्रोलाइट्स के जल संशोधन में उपयोग से पूर्व यह अपेक्षा की जाती है कि इसका सुरक्षा मूल्यांकन मानकों के अनुसार किया

जाए। यह सुविधा भारतीय विष विज्ञान अनुसंधान संस्थान, श्रीराम इंस्टीट्यूट फॉर इण्डस्ट्रीयल रिसर्च एवं अन्य अन्तर्राष्ट्रीय संस्थाओं में उपलब्ध है। पॉलीइलेक्ट्रोलाइट्स का उपयोग देखते हुए आज संसार में अनेकों संस्थाएं इसका संश्लेषण कर रही हैं। औद्योगिकीकरण के युग में आवश्यक है कि इन जैसे अनेकों सुरक्षित अवयवों एवं पदार्थों का उपयोग सही तरीके से किया जाए। परन्तु साथ ही साथ यह ध्यान रखने की आवश्यकता है कि विष विज्ञान की दृष्टि से मानकों के अनुसार उपयोग को बढ़ावा दिया जाए। इस कार्य में रेग्युलेटरी एजेंसीज, इण्डस्ट्रीज एवं उपयोग करने वाली संस्थाओं का सह- सहयोग वांछित है। भारतीय विष विज्ञान अनुसंधान संस्थान में औद्योगिक रसायनों को विष विज्ञान की दृष्टि से जांचने की सुविधा उपलब्ध है।

# नैनो अधिशोषक द्वारा जल एवं अपशिष्ट जल से निकिल का निस्तारण

योगेश चन्द्र शर्मा*, वर्षा श्रीवास्तव* एवं ज्योति लता पाण्डेय
*प्रौद्योगिकी संस्थान, काशी हिन्दु विश्वविद्यालय, वाराणसी-221 005
राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली-110 012

**सारांश :** जल प्रदूषण एक ऐसी समस्या है जिससे आज सम्पूर्ण विश्व जूझ रहा है । बड़े-बड़े महानगरों में भी शुद्ध पेय जल उपलब्ध नहीं है। कीट-नाशक, फसल के संरक्षण में प्रयुक्त होने वाले रसायनों, कवक आदि को नष्ट करने वाले रसायन के साथ-साथ धात्विक आयन भी मुख्य जल प्रदूषक हैं । विशेषतः उन्नीसवीं सदी के मध्य एवं औद्योगिक क्रान्ति के साथ ही जल प्रदूषण की समस्या विकट होती गयी। तांबा, निकिल, एल्युमीनियम, जस्ता, शीशा, कैडमियम आदि धात्विक तत्व अनेकों उद्योगों में उपयोग में लाए जाते हैं । उपयोग के उपरान्त ये सभी धात्विक तत्व अनेक रूपों में अपशिष्ट जल के साथ जल स्रोतों में प्रवाहित कर दिए जाते हैं एवं ये ही धात्विक तत्व जल प्रदूषक का मुख्य कारण हैं।

अवक्षेपण, रासायनिक ऑक्सीकरण, परासरण दाब एवं अधिशोषण मुख्य रूप से जलीय विलयनों एवं अपशिष्ट जल से धातुओं के विलगन एवं निस्तारण हेतु प्रयोग में लाए जाते हैं परन्तु सभी तकनीकों में कुछ कमियां हैं। सक्रियतः कार्बन द्वारा अधिशोषण अपशिष्ट जल से धात्विक तत्वों के विलयन की मुख्य विधि है एवं यह विधि सफल भी है। आज के युग में 'नैनो तकनीक' लगभग प्रत्येक उद्योग में सफलतापूर्वक प्रयुक्त की जा रही है। परन्तु जल-शोधन में इसका उपयोग अत्यन्त सीमित है। प्रस्तुत शोध-पत्र में एक नए अधिशोषक 'नैनो-एल्युमिना' के बनाने की विधि एवं जलीय विलयन से नैनो-एल्युमीनियम द्वारा निकिल के विलगन का अध्ययन किया गया है । प्रस्तुत कार्य में नैनो एल्युमिना 'सॉल-जैल' विधि द्वारा बनाया गया था । नैनो एल्युमिना की संरचना की जांच एक्स-रे विवर्तन एवं अन्य आधुनिक विधियों द्वारा की गयी। प्रयोगों में पाया गया कि कम सान्द्रता वाले विलयन से निकिल का विलगन (%) अधिक था। निकिल का सान्द्रण 25 mg/L से 75 mg/l करने पर विलगन 99 से 98 (%) हो गया। अधिशोषक की मात्रा 0.25 g से 1.0 g करने पर विलगन लगभग 100% हो गया । अधिकतम अधिशोषण (98.3 %), विलयन के 8-0 pH मान पर पाया गया । विलयन से निकिल धातु का अधिशोषण प्रथम कोटि की रासायनिक अभिक्रिया द्वारा संचालित होता है। अभिक्रिया के वेग स्थिरांक का मान $1.82x10^{-2}$ प्रति मिनट पाया गया । अभिक्रिया की व्याख्या करने के लिए ऊष्मागतिक अध्ययन भी किया गया। संक्षेप में कहा जा सकता है कि नैनोएल्युमीनियम जलीय विलयन एवं अपशिष्ट जल से, नया पदार्थ नैनो-एल्युमिना अच्छी प्रकार से निकिल धातु एवं अन्य धातुओं का विलगन कर सकता है ।

# नगरीय अपशिष्ट : सुरक्षा मूल्यांकन एवं निस्तारण

पंकज शुक्ल प्रसून

भारतीय विष विज्ञान अनुसंधान संस्थान, लखनऊ-226 001

**सारांश :** भूमण्डलीकरण व विकास की निरन्तरता के फलस्वरूप औद्योगीकरण व शहरों का दायरा बढ़ा है। शहरीकरण के कारण अप्राप्ति प्रबंधन देश की प्रमुख समस्या है। शहरी कचरों में मुख्यतः घरेलू अपशिष्ट के साथ-साथ प्लास्टिक, रबर, अस्पतालीय कचरा, विद्युत उपकरण, फल सब्जियों के छिलके तथा अवशेष, मोटर वाहन के अनुपयोगी भाग, धातुओं के टुकड़े, शीशे एवं घरों से निकलने वाले मल मूत्र इत्यादि होते हैं। छोटे शहरों में इन कचरों का उत्पादन औसतन प्रति व्यक्ति 100 ग्राम और बड़े शहरों में 500 ग्राम है। केन्द्रीय प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड के अनुसार भारत में अभी भी 50 प्रतिशत कचरे का एकत्रण हाथों द्वारा तथा शेष 50 प्रतिशत भाग ही यंत्रों द्वारा होता है। शहरी कचरों के सुरक्षित निस्तारण हेतु अपनायी जाने वाली प्रक्रियाओं में एकत्रण जैव विघटनीय तथा अविघटित कचरे का पृथक्कीकरण, भस्मीकरण, भूभरण तथा कम्पोस्टीकरण आदि प्रमुख है। जलीय कचरों के निपटान हेतु जैविक उपचार पद्धति प्रयोग में लायी जाती है। ट्रिकलिंग फिल्टर प्रक्रिया में जीवाणुओं (जुग्लीया रैमरेंजा), कवकों

(फ्यूसेरिया, जीवोट्राइकम) द्वारा अपशिष्ट में उपस्थित कार्बनिक पदार्थों का नाइट्रीफिकेशन, ऑक्सीकरण द्वारा परिवर्तित कर दिया जाता है। एक्टिवेटेड स्लज प्रक्रिया में तीव्र गति से अपशिष्ट का मिश्रण होने के कारण जैव-रासायनिक परिवर्तन तीव्र गति से होता है। इनमें 5 से 15 घंटों में जैवीय ऑक्सीजन मांग में हुई कमी लगभग 85-95% तक होती है।

तृतीय चरण पर जलीय अपशिष्ट की शोधन प्रक्रिया 'रीड बेड जोन ट्रीटमेंट' द्वारा बेहतर ढंग से की जा सकती है। इस विधि में पॉली क्लोरिनेटेड बाई फिनाइल्स एवं फिनाइल्स इत्यादि भी शोषित हो जाते हैं। फ्रेगमाइटिस (नरकट) टाइफा (पटेर) साइप्रस (जंगली पौधा) शहरी कचरों के शोधन में उपयोगी पाए गए हैं। भारत में कचरा एकत्रीकरण तथा निस्तारण चक्रीय पद्धति के बजाय रेखीय पद्धति पर आधारित है। हमें 'वेस्ट कैन वी. वेल्थ' की अवधारणा को साकार करने हेतु शहरी कचरों का सही ढंग से पुनर्चक्रण तथा कम्पोस्टीकरण कराकर न केवल इन कचरों से छुटकारा पाना होगा बल्कि इनसे ऊर्जा तथा उर्वरक आदि बनाकर जीविका के साधनों में वृद्धि भी करनी होगी ।

# सड़कों के लिए प्रौद्योगिक महत्व के नवीन, आशोधित एवं विशेष डामरीय पदार्थ—एक पुनरीक्षा

पी के जैन एवं बी एम शर्मा

केन्द्रीय सड़क अनुसंधान संस्थान, नई दिल्ली-110 020

**सारांश :** इंजीनियरी संरचनाओं के स्थायित्व के लिए पदार्थ की गुणवत्ता महत्वपूर्ण होती है। अधिकांश सड़कों के लिए पारम्परिक डामरीय पदार्थों का निष्पादन उत्तम रहा है लेकिन यातायात के साधनों में हुयी वृद्धि, धुरी का अतिभारण, स्वच्छ पर्यावरण की आवश्यकता, ऊर्जा संरक्षण तथा सड़क निर्माण के लिए प्रयोग में आने वाले प्राकृतिक संसाधनों की कमी के कारण पूरे विश्व के शोधकर्त्ताओं के सामने नवीन, आशोधित एवं विशेष पदार्थों की खोज की चुनौती सामने आई है। स्थायी सड़कों के साथ-साथ सड़कों के निर्माण एवं प्रचालन में ऊर्जा संरक्षण इन अन्वेषणों का प्रमुख उद्देश्य हो गया है। भारत तथा विदेशों में डामरीय सड़क निर्माण में उपयोग के लिए विशिष्ट गुण वाले अनेक नवीन पदार्थों पर अन्वेषण किए जा रहे हैं और इनकी संस्तुति की जा रही है। इनमें झाग डामर, आक्सीकारक रोधक, आसंजन प्रवर्तक एवं तप्त मिश्रण सहित डामरीय मिश्रणों हेतु योजक के साथ-साथ पॉलीमर आशोधित डामर, मल्टीग्रेड डामर, आशोधित डामर पायस, गंधक वर्धित एस्फाल्ट सम्मिलित हैं। इनमें से प्रत्येक का अपना प्रौद्योगिक गुण है। एस्फाल्ट के सुधार हेतु उपयोग किए जाने वाले अन्य अनेक योजकों में कार्बनिक-धात्विक यौगिक, कार्बनिक जस्ता यौगिक एवं धातु सम्मिश्र सम्मिलित हैं। पॉलीमर आधारित पैकेज सामग्री के माध्यम से डामर का आशोधन एक नवीन विषय है। उपर्युक्त बिन्दुओं पर गहनता से विचार करते हुए इस शोध-पत्र में इन नवीन, आशोधित एवं विशेष पदार्थों की समीक्षात्मक पुनरीक्षा की गयी है तथा सड़क निर्माण प्रौद्योगिकियों में इनके संभावित उपयोग पर बल दिया गया है ।

# भारत में ऊर्जा की किल्लत : हाइड्रोजन ऊर्जा एक स्वच्छ ऊर्जा स्रोत विकल्प

बिपिन कुमार गुप्ता

राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली-110 012

**सारांश :** भारत में ऊर्जा के संकट को नकारा नहीं जा सकता है। भारत एक विशाल देश है। भारत का जनसंख्या की दृष्टि से विश्व में दूसरा स्थान है। अतः यहां ऊर्जा की खपत भी ज्यादा है। जबकि भारत का ऊर्जा उपभोग (खपत) के मामले में विश्व में पांचवां स्थान (2002 योजना भवन के एक सर्वे के आधार पर) है दिन प्रतिदिन पेट्रोल की कीमत भी बढ़ने से भारत की आर्थिक व्यवस्था पर अलग दबाव पड़ रहा है जिससे देश की आर्थिक व्यवस्था चरमरा रहा है। आर्थिक विकास के लिए ऊर्जा एक बुनियादी जरूरत है। भारतीय अर्थव्यवस्था के हर क्षेत्र जैसे - कृषि, उद्योग, परिवहन, व्यावसायिक तथा घरेलू-जरूरतों के लिए ऊर्जा के निवेश की आवश्यकता होती है। आजादी के बाद से आर्थिक विकास की जितनी भी योजनाएं लागू की गयी हैं उन सभी में ऊर्जा की ज्यादा से ज्यादा मात्रा की आवश्यकता पड़ी है। इसके परिणामस्वरूप ऊर्जा के सभी प्रकारों की खपत पूरे देश में धीरे-धीरे बढ़ रही है। ऊर्जा की खपत में वृद्धि के परिणामस्वरूप कोयला, तेल और गैसें जैसे जीवाश्म ईंधनों पर देश की निर्भरता बढ़ी है। तेल व गैस की बढ़ती कीमतों तथा भविष्य में संभावित कमी के मद्देनजर आर्थिक वृद्धि को बनाए रखने के लिए ऊर्जा आपूर्ति की सुरक्षा को लेकर आशंका बनी हुई है। जीवाश्म ईंधन के बढ़ते उपयोग के कारण पर्यावरणीय समस्याएं भी स्थानीय तथा वैश्विक दोनों स्तरों पर पैदा हुई

हैं। इस पृष्ठभूमि में देश को ऊर्जा विकास के सतत् मार्ग को तत्काल विकसित करने की जरूरत है। ऊर्जा के इस संकट से बचने के लिए हाइड्रोजन ऊर्जा एक स्वच्छ ऊर्जा स्रोत साबित हो सकता है ।

हाइड्रोजन एक रंग रहित, गंध रहित, स्वाद रहित, ज्वलनशील गैस है। यह पानी, जैव घटकों, बायोमास तथा हाइड्रोकार्बन जैसे पेट्रोल, प्राकृतिक गैसे, मिथेनॉल तथा प्रोपेन में पाई जाती है। हाइड्रोजन में ऊर्जाअंश उच्च मात्रा में होता है क्योंकि इसमें 120.7 किलो जूल्स प्रति ग्राम ऊर्जा होती है। यह किसी भी ज्ञात ईंधन के प्रकार के अंश प्रति इकाई संहति के अनुपात में सबसे ज्यादा ऊर्जा अंश है। यद्यपि इसका ऊर्जा अंश प्रति इकाई आयतन के अनुसार काफी कम होता है। इसलिए नागरिक अनुप्रयोगों के लिए तरल जीवाश्म ईंधन के भंडारण की तुलना में हाइड्रोजन का भंडारण करना एक बड़ी चुनौती है। जब हाइड्रोजन को जलाया जाता है तो यह उपोत्पाद के रूप में पानी का उत्पादन करती है। इसलिए ये दक्षतापूर्ण ऊर्जा संवाहक ही नहीं है बल्कि एक स्वच्छ पर्यावरण हितैशी ईंधन भी है।

हाइड्रोजन का उपयोग बिजली उत्पादन तथा परिवहन अनुप्रयोगों के लिए भी किया जा सकता है। हाइड्रोजन को ईंधन के रूप में सीधे-सीधे ईंधन सैलों में बिजली उत्पादन के लिए उपयोग में लाया जा सकता है। हाइड्रोजन का उपयोग अंतरिक्षयान में ईंधन के लिए भी किया गया है। भारत में काफी संख्या में घरों में ग्रिड द्वारा आपूर्तित बिजली की पहुंच नहीं हो पाती है। इसके अलावा देश आयातित तेल पर अत्यधिक निर्भर है जिसका ज्यादातर उपभोग परिवहन क्षेत्रों में किया जाता है। अतः हाइड्रोजन का उपयोग पेट्रोल के विकल्प के रूप में करने से तेल के आयात पर निर्भरता में कमी लाने में मदद मिलेगी। शोध कार्य के दौरान हाइड्रोजन संभरण तथा हाइड्रोजन का उपयोग दो पहिया एवं तीन पहिया चालित वाहनों में किया गया है। गैस के रूप में उच्च दाब वाले सिलिंडर/टैंक में हाइड्रोजन का भंडारण करना सबसे सामान्य विधि है । हालांकि हाइड्रोजन के सबसे हल्का तत्व होने के कारण गैस के रूप में भी भंडारण करने के लिए उच्च दाब में प्रचुर मात्रा की आवश्यकता होती है। हाइड्रोजन का तरल रूप में भी भंडारण किया जाता है जिसके लिए कम तापमान की क्रायोजेनिक भंडारण प्रणाली की आवश्यकता पड़ती है । हाइड्रोजन को कुछ ठोस रूप के पदार्थों में भंडारित करने की भी संभावना है जैसे मैटल हाइड्राइड तथा कार्बन नैनोसंरचना और रसायनों के अंदर। ठोस रूप में हाइड्रोजन के भंडारण एवं परित्याग के लिए मध्यम तापमान और दबाव की जरूरत होती है। हाइड्रोजन द्वारा चालित मोटर साइकिलों (दो पहिया वाहन) एवं तिपहिया वाहनों का विकास एवं प्रदर्शन किया है । व्यावसायिक रूप से उपलब्ध मोटरसाइकिल (100 सीसी, 4 स्ट्रोक) तथा एक तिपहिया आटो (175 सीसी, 4 स्ट्रोक) को हाइड्रोजन ईंधन द्वारा चलाने के लिए संशोधित किया है। हाइड्रोजन को मैटल हाइड्राइड पांउडर में भंडारित किया जाता है (लगभग 1.6 भार प्रतिशत भंडारण क्षमता)। इंजन को हाइड्रोजन पर चलाने के लिए विशेष रूप से विकसित स्वचालित वाल्व का उपयोग किया जाता है। इंजन में हाइड्रोजन की कितनी मात्रा जानी है इसका नियंत्रण इस वाल्व के द्वारा किया जाता है। इस व्यवस्था में इंजन की निकास तक बढ़ाने की सुविधा प्राप्त होती है। इस प्रक्रिया द्वारा हाइड्राइड सामग्री से निरंतर हाइड्रोजन का निकलना सुनिश्चित होता है। वर्तमान में हाइड्रोजन चालित मोटर साइकिल करीब 70 कि.मी. तक बिना दुबारा ईंधन भरे चल सकती है और विस्तार से इन सभी विषयों पर व्याख्यान में चर्चा करेंगे।

# $Mn^{2+}$ डोपिंग का SEST विधि से विकसित किए गए L-alanine क्रिस्टलों की स्फटिक पूर्णतः (crystalline perfection) और डाइलेक्ट्रिक गुणों पर प्रभाव

एस के कुशवाहा, एस पी राठी, के के मौर्या एवं भगवन्नारायण
राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली-110 012

**सारांश :** पिछले दो दशकों से नॉन लीनियर आप्टिकल (NLO) क्रिस्टलों ने फोटोनिक्स क्षेत्र में, अधिक आंकड़ा भण्डारण एवं तीव्र सूचना संचार संसाधन आदि क्षमताओं के कारण वैज्ञानिकों और तकनीकी विशेषज्ञों को अपनी और आकर्षित किया है। कुछ कार्बनिक यौगिक बहुत अधिक NLO गुण प्रदर्शित करते हैं तथा कई पदार्थों के विषय में यह जाने-माने अकार्बनिक NLO पदार्थों से बहुत अधिक हैं। यह कार्बनिक यौगिक $\Pi$ बन्धों के कारण असीमित संख्या में स्फटिक संरचनाओं (Crystalline structures) और विभिन्न स्तर पर अणुओं की संरचना बनाने में सक्षम है ।

कार्बनिक यौगिकों में उपस्थित कार्य समूहों और अकार्बनिक यौगिकों को जोड़कर क्रिस्टलों के विभिन्न भौतिक गुणों, जैसे पारदर्शिता क्षति थ्रेसहोल्ड रुपांतरण क्षमता, फेस मैचिंग और तापमान स्थायित्वता को विभिन्न प्रयोगों के लिए बेहतर किया जा सकता है। वर्तमान अध्ययन में एमीनो एसिड परिवार से L-alanine कार्बनिक पदार्थ चुना, यह आर्थोरहोम्बिक स्फटिक संरचना प्रदर्शित करता है। मजबूत युग्मन बंधों की अनुपस्थिति के कारण यह दृश्य और पराबैंगनी वर्णक्रम में व्यापक पारदिर्शता प्रदर्शित करता है, जो कि NLO क्रिस्टलों के लिए एक बहुत आवश्यक गुण है। L-alanine क्रिस्टलों में SEST विकास प्रक्रिया के दौरान विभिन्न स्तरों पर $MnCl_2$ की डोपिंग की गयी है, जो इसके भौतिक गुणों जैसे

स्विचिंग, मैग्नेटो-इलास्टिक प्रकृति तथा फोटो ल्यूमिनिसेन्स (Switching, mageto-elastic nature, phstoluminescence) आदि को प्रभावित करती है। डोपिंग से NLO पदार्थों के बहुत से भौतिक और प्रकाशीय गुण या तो कम हो जाते हैं या पूरी तरह नष्ट हो जाते हैं, उस समय ये पूर्ण एकल क्रिस्टल के रूप में नहीं होते हैं या फिर इनमें कुछ दोष होते हैं। इसलिए उपकरण निर्माण की दृष्टि से इनकी स्फटिक पूर्णता सुनिश्चित करना जरूरी है। क्रिस्टलों की संरचना की पुष्टि पाउडर एक्स-रे विवर्तनमापी से की गयी है। विभिन्न स्तरों पर डोपिंग का स्फटिक पूर्णतः पर प्रभाव देखने के लिए उच्च विभेदन एक्स-रे विवर्तनमापी का प्रयोग किया गया है जिसका विकास और निर्माण NPL में ही किया गया है। नमूनों के Dielectric गुणों का अध्ययन विभिन्न आवृत्तियों पर किया गया है।

# उच्च ताप अतिचालक एवं वृहत चुम्बकीय प्रतिरोधक पैरोवस्काईट्स-विलक्षण पदार्थ

एस के अग्रवाल

राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली-110 012

**सारांश :** उच्च ताप अतिचालक (HTSC) एवं बृहत चुम्बकीय प्रतिरोधक (CMR) पदार्थ तकनीकी महत्व के कारण आजकल गहन अध्ययन के विषय हैं। दोनों वर्गों के पदार्थों की पैरावस्काइट संरचना होती है तथा इनके गुणों को विभिन्न तत्वों के मिश्रण (doping) द्वारा बदला जा सकता है। दोनों में ही मिश्रित संयोजकता (mixed valence) का बहुत महत्व होता है। उच्च ताप अतिचालकों में जहाँ एक विशेष तापमान पर जिसे 'क्रान्तिक तापमान' ($T_C$) कहते हैं, विद्युत प्रतिरोधकता शून्य हो जाती है, वहीं वृहत चुम्बकीय प्रतिरोधक पदार्थ भी एक तापमान पर धात्विक-अधात्विक (M-I) संक्रमण दिखाते हैं। दोनों ही पदार्थ इस तापमान पर चुम्बकीय परिवर्तन भी दिखाते हैं। एक विशेष मान से ऊपर का चुम्बकीय क्षेत्र लगाने पर जहां अतिचालकता नष्ट हो जाती है वहीं वृहत चुम्बकीय प्रतिरोधक विद्युत प्रतिरोधकता में विशाल परिवर्तन दिखाते हैं। अभी तक दोनों ही पदार्थ निम्न तापमान पर इन गुणधर्मों को प्रदर्शित करते हैं तथा इस बात के प्रयास किए जा रहे हैं कि कैसे इन गुणों को सामान्य तापमान पर प्रदर्शित किया जा सकता है। इस लेख में इन दोनों विलक्षण पदार्थों के मुख्य गुणधर्म, समानताओं एवं विषमताओं तथा इनके तकनीकी अनुप्रयोगों की चर्चा की गयी है।

# नैनो पदार्थ मिश्रित $MgB_2$ अतिचालक के अतिचालक गुणधर्मों का अध्ययन

अर्पिता वाजपेई, वी पी एस अवाना, जी एल भल्ला* एवं हरि किशन
राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली-110 012
*दिल्ली विश्वविद्यालय, दिल्ली-110 007

**सारांश :** $MgB_2$ अतिचालक में नैनो पदार्थों के मिश्रण उपरान्त इसकी अतिचालकता का अध्ययन किया गया है। $MgB_2$ का प्रतिदर्श ठोस अवस्था अभिक्रिया द्वारा $850^0$C सेंटीग्रेट पर आर्गन गैस का उपयोग करते हुए सामान्य दाब पर बनाया गया। शुद्ध $MgB_2$ का क्रांतिक ताप ($T_c$) 38K प्राप्त हुआ। नैनो पदार्थ मादन अभिवाह पिनिंग और क्रांतिक धारा घनत्व ($J_c$) को बढ़ाने के लिए उत्तरदायी होता है। नैनो-सिलिकन कार्बाइड (n-SiC) और नैनो-डायमण्ड (n-D) डालकर $MgB_2$ के विभिन्न अतिचालक प्राचलों जैसे उच्च क्रांतिक चुम्बकीय क्षेत्र ($H_{C2}$), अनुत्क्रमणीय चुम्बकीय क्षेत्र (Hirr) और क्रांतिक धारा घनत्व ($J_c$) का अध्ययन किया। चुम्बकीय मापन प्रक्रिया द्वारा देखा गया कि शुद्ध $MgB_2$ की $J_c$ $10^6$A/cm$^2$ की कोटि की है। 3% nD के मादन से $J_c$ में 40 गुना की वृद्धि पायी गई (10k और 6T चुम्बकीय क्षेत्र पर)। 10k और 6.5 T क्षेत्र की उपस्थिति में 5% n-SiC के मादन से 35 गुना की वृद्धि पाई गयी। यह भी देखा गया कि Hirr का मान, जो कि शुद्ध $MgB_2$ के लिए 4K पर 7.5 T था, बढ़ कर 3% nD मादन के उपरांत 13.5 T हो गया। अतिचालक प्राचलों में नैनो पदार्थों के मादन से सुधार की व्याख्या आंतरिक और बाह्य पिनिंग के पदों में की जा सकती है।

# $La_{0.67}Ca_{0.33}MnO_3$, $La_{0.7}Ba_{0.3}MnO_3$ तथा $La_{0.7}Sr_{0.3}MnO_3$ रजत मिश्र यौगिकों के टी. सी. आर. (प्रतिरोधकता ताप गुणांक) का तुलनात्मक अध्ययन

राहुल त्रिपाठी, अनुज कुमार, वी पी एस अवाना, अंजना डोगरा,
नीरज मलिक, जी एल भल्ला* एवं हरि किशन
राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली-110 012
*दिल्ली विश्वविद्यालय, दिल्ली-110 007

**सारांश :** बहुक्रिस्टलीय $La_{0.67}Ca_{0.33}MnO_3$ $Ag_x$ (LCMO:$Ag_x$), $La_{0.7}Sr_{0.3}MnO_3$:$Ag_x$ (LCMO:$Ag_x$)तथा $La_{0.7}Ba_{0.3}MnO_3$:$Ag_x$ (LBMO:$Ag_x$) (जहां x=0.0, 0.1, 0.2, 0.3 और 0.4 है) मिश्र यौगिकों के संश्लेष्णात्मक, संरचनात्मक तथा अभिगमनीय गुणों का अध्ययन किया गया हैं । (LCMO:$Ag_{0.4}$) के लिए प्रतिरोधकता का तापमान गुणांक धातु-अधातु संक्रमण ताप के समीप लगभग 15% पाया गया, जबकि LBMO/ LSMO:$Ag_x$ मिश्र यौगिकों के लिए टी.सी.आर. का मान LCMO:$Ag_x$ मिश्र यौगिकों की तुलना में उतना नहीं बढ़ पाया है । यहां ध्यान देने योग्य बात यह है कि LCSMO:$Ag_x$ के लिए $T^{M1}$ जो कि अनुचुम्बकीय-लौह चुम्बकीय संक्रमण ताप ($T^{FM}$) से युग्मित है, अचर रहता है । परन्तु LSMO तथा LBMO रजत मिश्र यौगिकों के लिए $T^{M1}$'x के साथ बदलता है । रजत के साथ $T^{M1}$ का विचरण तथा उच्च टी.सी.आर. की व्याख्या हम ग्रेन आकार तथा बेहतर संबंधता से कर सकते हैं ।

# FeAs आधारित अतिचालक बनाने की सरल विधि

आर एस मीणा, अर्पिता वाजपेयी, मौनिका मुदगिल, शिव कुमार, आनंद पाल,
वी पी एस अवाना एवं हरि किशन
राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली-110 012

**सारांश :** सन् 1986 में मूलर तथा बैडनॉर्ज ने अतिचालकता के जगत में क्रांति लाते हुए तांबा आधारित उच्च क्रांतिक तापमान वाले अतिचालकों को जन्म दिया। इस दिशा में अन्य लोगों के सतत् प्रयासों से क्रांतिक तापमान ($T_c$) को 20K (कैल्विन) से 134K तक पहुंचाया गया । सन् 2001 में फिर से प्रयास किए गए और $MgB_2$ (मैग्निशियम डाइबोराइड), $T_c$=40 k का आविष्कार हआ। हाल ही में लौह (Fe) आधारित अतिचालकों का जन्म हुआ, RE Fe AsO ($R_e$=La, Pr, Sm, Nd, Gd) जिनकी अतिचालकता 55 K तक पहुंच गई है। यह तांबा परिवार के बाहर के अतिचालक हैं ।

इस शोध-पत्र में एक सरल और बहुपयोगी एक स्तरीय प्रक्रिया के द्वारा नए खोजे गए लौह आधारित La Fe $AsO_1$-δ, 0.05δ≥ 0.15 यौगिक बनाने की विधि का वर्णन किया गया है। इसे बनाने में सामान्य दाब, ठोस अवस्थीय प्रक्रिया का प्रयोग किया गया, न कि उच्चताप व उच्चदाब (HTHP) प्रक्रिया का। रासायनिक सूत्र के अनुसार Fe, $La_2O_3$, La व As का मिश्रण (La $FeAsO_1$-δ जहा 0.05δ< δ> 0.15) बनाया गया जिसको स्पटिक नली में वायुरहित वातावरण में बंद करवाकर 500$^0$C, 850$^0$C व 1000$^0$C ताप पर आर्गन गैस वातावरण में क्रमशः 12, 12 तथा 23 घंटों के लिए रखा गया। तैयार नमूना एकल (P4/nmm) अवस्थीय द्विसमलंबाक्ष क्रिस्टलीय अवस्था में पाया गया। तैयार प्रतिदर्श 150 K के पास धात्विक गुण के समान मूल अवस्था चक्रण धनात्विक तरंग दर्शाता है। संक्षिप्त में नए खोजे गए लौह आधारित अतिचालक की मूल अवस्था (जो अतिचालक नहीं है) को एक सरल एकस्तरीय ठोस अवस्था क्रिया के माध्यम से बनाया गया।

# विभिन्न डाइबोराइड्स की अतिचालकता का तुलनात्मक अध्ययन

मोनिका मुदगिल, वी पी एस अवाना, जी एल भल्ला एवं हरि किशन
राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली-110 012
दिल्ली विश्वविद्यालय, नई दिल्ली-110 007

**सारांश :** इस लेख में मैग्नीशियम डाइबोराइड, एल्यूमीनियम डाइबोराइड तथा नायोबियम डाइबोराइड की अतिचालकता का अध्ययन किया गया है। मैग्नीशियम डाइबोराइड का C-प्राचल, एल्यूमीनियम डाइबोराइड (C=3.25Å) तथा नायोबियम डाइबोराड (C=3.26Å) की तुलना में अधिक है, जिसका मान 3.53 Å है । यह बढ़ा हुआ C-प्राचल, सिग्मा तथा पाई बैड में वाहकों की संख्या को निर्धारित करता है तथा मैग्नीशियम डाइबोराइड में 39 K पर पायी जाने वाली अतिचालकता के लिए उत्तरदायी है। इस महत्वपूर्ण बिन्दु को ध्यान में रखते हुए नायोबियम बोराइड में अतिचालकता लाने का सफल प्रयास किया गया है। नायोबियम बोराइड में विभिन्न बोरोन अधिकता वाले पदार्थों ($NbB_2$+x, x=0.0 से 1.0) का निर्माण 'ठोस अवस्था प्रतिक्रिया मार्ग' द्वारा किया गया है। इस अध्ययन में पाया गया कि C-प्राचल 3.26 Å (नायोबियम डाइबोराइड, ($NbB_2$) से 3.32Å ($NbB_{2.4}$) तक बढ़ा है। इसके साथ ही, चुम्बकीय मापन (M-T) से पता चला है कि $NbB_2$ अतिचालक नहीं है जबकि बोरोन अधिकता वाले सभी नायोबियम बोराइड पदार्थ ($NbB_{2+x}$,x > 0.2), प्रतिचुम्बकीय संकेत दिखाते हैं। इन बोरोन अधिकता वाले पदार्थों का अतिचालक संक्रमण ताप ($T_C$), 8.9 से 11 K तक पाया गया है। इस निर्धारित तापमान, 5 K पर भी बढ़ते तथा घटते हुए चुम्बकीय क्षेत्र के साथ चुम्बकीय मापन (M-H) किए गए हैं जिनसे पता चला है कि $NbB_{2.6}$ प्रतिदर्श के लिए निम्न क्रांतिक क्षेत्र ($H_{C1}$) तथा उच्च क्रांतिक क्षेत्र ($HC_2$) के मान 590 $O_e$ तथा 2000 $O_e$ हैं। इस प्रकार C-प्राचल का बढ़ना, विभिन्न समान संरचना वाले डाइबोराइड्स में अतिचालकता लाने के लिए एक प्रभावशाली साधन माना गया है ।

# $RuSr_2(Eu_{1.5}Ce_{0.5})Cu_2O_{10-d}$ चुम्बकीय अतिचालक तंत्र में बहुताप चुम्बकीय क्रम

अनुज कुमार, शिव कुमार सिंह, वी पी एस अवाना एवं हरि किशन
राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला, नई दिल्ली-110 012

**सारांश :** इस प्रयोग में चुम्बकीय अतिचालक $RuSr_2(Eu_{1.5}Ce_{0.5})Cu_2O_{10-\delta}$ के संश्लेक्षण व चुम्बकीय अभिलक्षण का अध्ययन किया गया है। यह प्रतिदर्श त्रिविम समूह I4/mmm द्विसमलबाक्ष संरचना में किस्ट्रलीकृत है। इस प्रतिदर्श में लगभग 100 केल्विन तथा 200 केल्विन पर क्रमशः चुम्बकीय क्रम व अतिचालकता चुम्बकीय मापनों द्वारा पायी गयी। निम्न चुम्बकीय क्षेत्र में चुम्बकीय सुग्राहिता के परिक्षण के आधार पर 100 केल्विन पर मुख्य संक्रमण के साथ-साथ लगभग 135 व 200 केल्विन पर भी दो लघु चुम्बकीय संक्रमण पाए गए। जब प्रतिदर्श को एक स्थिर ताप पर भिन्न-भिन्न वातावरण जैसे वायु, ऑक्सीजन व अल्प दाब आक्सीजन में रखा गया तो प्रतिदर्श के चुम्बकीय संक्रमण ताप तथा अतिचालकीय ताप में बहुत परिवर्तन पाया गया। अधिक दाब ऑक्सीजन वाले प्रतिदर्श में सबसे अधिक अतिचालकीय संक्रमण ताप व सबसे कम वायु वाले प्रतिदर्श में पाया गया। जबकि औरों की तुलना में, वायु वाले प्रतिदर्श में चुम्बकीय संक्रमण अधिक महत्वपूर्ण है। यद्यपि लघु चुम्बकीय संक्रमण भिन्न-भिन्न वातावरण में एक स्थिर ताप पर रखे गए नमूनों का एक आन्तरिक गुण है फिर भी अधिक मात्रा में ऑक्सीजन रखने वाले प्रतिदर्श में यह गुण स्पष्ट नहीं दिखाई देता है। अन्ततः लौह चुम्बकीय क्रम से पहले मुख्यतः लगभग 200 केल्विन पर Ru धातु का चक्रण क्रम प्रति लौह चुम्बकीय (प्रथम लघु संक्रमण) तथा 135 केल्विन पर स्वतः पुनः अभिविन्यास (द्वितीय लघु संक्रमण) को दर्शाता है। ये परिणाम $Ru^{5+}/Ru^{4}$ की उच्चावचन समोजकता के आधार पर समझाए जा सकते हैं।

# मेम्स इनर्शियल सेन्सर्स के लिए क्रिस्टलाइन सिलिकन का सूक्ष्मयंत्रीकरण

बी डी पंत, एस एन मिश्र एवं रमेश बौरा

केन्द्रीय इलेक्ट्रॉनिकी अभियांत्रिकी अनुसंधान संस्थान, पिलानी (राजस्थान)

**सारांश :** सिलिकन एक अत्यंत लोकप्रिय पदार्थ है जो हमारे जीवन में क्रांतिकारी परिवर्तन का कारक बन चुका है। आज प्रत्येक इलेक्ट्रॉनिक उपकरण या मशीन के परिपथ के निर्माण में सिलिकन का उपयोग आधारभूत पदार्थ के रूप में किया जाता है । प्राकृतिक रूप से यह सिलिकन बालू या रेत (सिलिका) में पाया जाता है। सिलिकन एक ऐसा पदार्थ है जिसे एकल क्रिस्टल सब्सट्रेट के रूप में कम खर्च पर बनाया जा सकता है । इस क्रिस्टलाइन सिलिकन के अनेक वैद्युत व यांत्रिक लाभ हैं। अशुद्धि मादन (डोपिंग) का प्रयोग करते हुए सिलिकन विद्युत चालकता का सुस्पष्ट माडुलन, इलेक्ट्रॉनिक अर्धचालक युक्तियों के प्रचालन के लिए एक अत्यंत महत्वपूर्ण कारक है । यांत्रिक रूप से, सिलिकन एक लचकदार (इलास्टिक) तथा सुदृढ़ (रोबस्ट) पदार्थ है जिसके अभिलक्षणों का भली-भांति अध्ययन किया गया है। विगत कुछ दशकों में सिलिकन तथा इसके यौगिकों के विषय में एकत्र की गयी जानकारी से विद्युत से एकीकृत परिपथों के निर्माण से आगे नए अनुप्रयोगात्मक क्षेत्रों की खोज संभव हुई है। सिलिकन एक ऐसा उपयुक्त पदार्थ है जिस पर इलेक्ट्रॉनिक, यांत्रिक, ऊष्मीय, प्रकाशीय तथा तरल प्रवाह युक्तियों को भी एकीकृत किया जा सकता है। मेम्स अनुप्रयोगों में यह संरचनात्मक पदार्थ के रूप में अत्यंत उपयोगी सिद्ध हुआ है। इसकी यांत्रिक क्षमता ने संरचनात्मक पदार्थ के रूप में इसके अनुप्रयोग को बढाया है ।

मेम्स जड़त्वीय (इनर्शियल) संवेदक गतिमान पिंड की गति तथा स्थिति के मापन में अत्यंत महत्वपूर्ण युक्तियाँ हैं । इस प्रकार के संवेदकों के निर्माण के लिए ऐसी प्रौद्योगिकी की आवश्यकता है जो कई प्रकार की त्रि-आयामी संरचनाएं बनाने में सक्षम हों। यह प्रौद्योगिकी सूक्ष्म यंत्रीकरण (माइक्रो मशीनिंग) कहलाती है। आज विश्व में कई प्रकार की सूक्ष्म यंत्रीकरण तकनीकों का विकास हुआ है। इसमें से सर्वाधिक लोकप्रिय हैं - तरह बल्क एण्ड सरफेस माइक्रो मशीनिंग, इलेक्ट्रो-डिस्चार्ज माइक्रो मशीनिंग (ईडीएम), लेज़र माइक्रो मशीनिंग तथा डीप रिएक्टिव आयन एचिंग (डी आर आइ ई) इनमें से प्रत्येक तकनीक के अपने-अपने गुण-दोष और सीमाएं हैं। वृहत स्तर पर उत्पादन करने, दीवारों में चिकनापन लाने तथा अपेक्षित आकार की त्रि-आयामी संरचनाएं बनाने की क्षमता के मामले में डी आर आई ई (DRIE) तकनीकी अन्य तकनीकों से श्रेष्ठ सिद्ध हुई है। सीरी, पिलानी में विभिन्न प्रकार के मेम्स संवेदकों तथा विशिष्ट रूप से जड़त्वीय संवेदकों का निर्माण करने के लिए इस प्रौद्योगिकी का विकास किया गया है । यह शोध-पत्र एकल क्रिस्टल सिलिकन में अनेक प्रकार के त्रि-आयामी संरचनाओं के निर्माण के लिए विभिन्न प्रक्रियाओं तथा मशीन पैरामीटरों का विस्तृत प्रायोगिक अध्ययन का परिणाम है। साथ ही इस पत्र में प्रौद्योगिकी के विशिष्ट गुणों तथा सीमाओं पर भी विस्तृत रूप से चर्चा की गयी है ।

# सिलिकॉन नैनो-कण : संश्लेषण, अभिलक्षण तथा नैनो-इलेक्ट्रॉनिक युक्तियों में अनुप्रयोग

अनिल कुमार, पंकज भूषण अग्रवाल, भुवन चन्द्र जोशी एवं अशोक कुमार शर्मा

केन्द्रीय इलेक्ट्रॉनिकी अभियांत्रिकी अनुसंधान संस्थान, पिलानी, राजस्थान

**सारांश :** ऊर्जा, संसाधन तथा वातावरण की दृष्टि से बेहतर निष्पादन के कारण, नैनो-स्केल पदार्थ, युक्तियाँ तथा नैनो-तंत्र अत्यधिक रुचिकर विषय हैं। भविष्य में इन नई युक्तियों और तंत्रों का उत्पादन नैनो-पदार्थों तथा नई संविचरण तकनीकियों से किया जाएगा। घटते आकार और आयामों के कारण पदार्थ के यांत्रिक, प्रकाशीय और इलेक्ट्रॉनिक गुणों में महत्वपूर्ण बदलाव प्रदर्शित हुए हैं। नए पदार्थों तथा औषधि संश्लेषण के क्षेत्र में, धात्विक नैनो-कणों के अतिविशिष्ट प्रकाशीय तथा उत्प्रेरक गुणों की उपयोगिता है। अर्धचालक नैनो-संरचनाओं जैसे - क्वांटम वेल, क्वांटम तार तथा क्वांटम बिन्दु का नैनो इलेक्ट्रॉनिक्स, फोटोनिक्स, प्रकाशवोल्टीय, जैवऔषधीय तथा जैवतकनीकी जैसे विभिन्न क्षेत्रों में प्रभावात्मक अनुप्रयोग है। अर्धचालक नैनो-कणों, जो कि शून्य-आयामी इलेक्ट्रॉन जैसे तंत्र हैं, की बैण्ड गैप ऊर्जा में वृद्धि होती है। अर्धचालक क्वांटम डोट एक विशिष्ट कूलॉम-अवरोध अभिलक्षित करते हैं, जिसके आधार पर नैनो-इलेक्ट्रॉनिक युक्तियां जैसे - अनुनादी सुरंगन डायोड, एकल इलैक्ट्रॉन ट्रान्जिस्टर, स्मृति युक्तियां आदि के निर्माण की एक नई तकनीक का विकास हो रहा है।

केन्द्रीय इलेक्ट्रॉनिकी अभियाँत्रिकी अनुसंधान संस्थान (सीरी) पिलानी में सिलिकॉन नैनो-संरचनाओं तथा नैनो-इलेक्ट्रॉनिक युक्तियों पर शोध एवं विकास कार्य चल रहा है। इस शोध कार्य में सिलिकान नैनो-कणों का संश्लेषण, CMOS - सुसंगत तकनीकों जैसे कम दबाव कैमिकल वेपर डिपोजिशन तथा प्लाज्मा एनहान्सड कैमिकल वेपर डिपोजिशन जैसी अत्याधुनिक तकनीकों द्वारा, सिलिकन सबस्ट्रेट पर किया गया है। संश्लेषित सिलिकन नैनो-कणों का अभिलक्षण, परमाणु बल सूक्ष्मदर्शी द्वारा प्रतिबिम्बित कर तथा इमेज प्रोसेसर द्वारा प्रतिबिंब-विश्लेषण कर नैनो-कणों का आकार तथा घनत्व मापा गया है। तैयार किए गए सैम्पलों पर प्रकाश संदीप्ति मापन परिणामों का विश्लेषण करने पर देखा गया कि उत्सर्जित फोटोन्स की तरंगदैर्घ्य/ऊर्जा दृश्य क्षेत्र में है । इस लेख में, सिलिकन नैनो-कणों पर किए गए संश्लेषण तथा अभिलक्षण प्रयोगों के कुछ परिणाम प्रस्तुत किए गए हैं।