इलेक्ट्रॉनिक दर्पण

वर्ष 2025, अंक 9

इलेक्ट्रॉनिक दर्पण

विज्ञान पत्रिका

वर्ष 2025 अंक 9

सीएसआईआर
CSIR
भारत का नवाचार इंजन
The Innovation Engine of India

सीएसआईआर - केन्द्रीय इलेक्ट्रॉनिकी अभियांत्रिकी अनुसंधान संस्थान

(विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी मंत्रालय, भारत सरकार)

पिलानी - 333 031, राजस्थान, भारत

प्रकाशक

सीएसआईआर-सीरी
पिलानी (राजस्थान) 333031

संरक्षक

डॉ. पी. सी. पंचारिया
निदेशक
सीएसआईआर-सीरी
पिलानी (राजस्थान) 333031
दूरभाष – 01596-242111
ईमेल – director.ceeri@csir.res.in

संपादक

रमेश बौरा
वरिष्ठ हिन्दी अधिकारी एवं सचिव
राजभाषा कार्यान्वयन समिति
सीएसआईआर-सीरी
पिलानी (राजस्थान) 333031
दूरभाष – 01596-252425
ईमेल – ramesh.baura@csir.res.in

प्रकाशनाधिकार©निदेशक, सीएसआईआर-सीरी

प्रकाशन समिति

(संपादक मंडल)

डॉ अयन कुमार बंद्योपाध्याय, मुख्य वैज्ञानिक	**अध्यक्ष**
डॉ शिवेन्द्र मौर्य, वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक	सदस्य
डॉ जय गोपाल पांडेय, वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक	सदस्य
श्री प्रमोद कुमार तँवर, वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक	सदस्य
डॉ राहुल प्रजेश, प्रधान वैज्ञानिक	सदस्य
डॉ अमित कुमार, प्रधान वैज्ञानिक	सदस्य
श्री रोहित सिंह, वरिष्ठ तकनीकी अधिकारी	सदस्य
श्री रमेश बौरा, वरिष्ठ हिन्दी अधिकारी	संपादक

मुख पृष्ठ डिजाइन एवं तकनीकी सहयोग

डॉ विजय चटर्जी

श्री रोहित सिंह

अस्वीकरण (डिस्क्लेमर)

पत्रिका में प्रकाशित लेखों से संपादक एवं प्रकाशन समिति का सहमत होना आवश्यक नहीं है। प्रकाशित लेख के संबंध में अधिक जानकारी के लिए कृपया संबंधित लेखक से संपर्क करें।

विषय सूची		
संदेश - डॉ जितेन्द्र सिंह, माननीय विज्ञान तथा प्रौद्योगिकी मंत्री एवं उपाध्यक्ष, सीएसआईआर		
संदेश - डॉ (श्रीमती) एन. कलैसेल्वी, महानिदेशक, सीएसआईआर एवं सचिव, डीएसआईआर		
संदेश - श्री महेन्द्र कुमार गुप्ता, संयुक्त सचिव (प्रशासन), सीएसआईआर		
निदेशक की कलम से		
संपादकीय		
सीएसआईआर-सीरी – देश में इलेक्ट्रॉनिक्स अनुसंधान का प्रमुख संस्थान		
खंड -1		
	वैज्ञानिक लेख	**पृष्ठ सं.**
1.	विकिरण संसूचक अनुप्रयोग के लिए सिलिकॉन कार्बाइड आधारित शॉट्की बैरियर डायोड *संजीव कुमार एवं अन्य (sanjeev.ceeri@csir.res.in)*	1
2.	एनआईआर आधारित प्लास्टिक कचरा छंटाई प्रणाली का फील्ड परीक्षण एवं प्रदर्शन मूल्यांकन *अरविंद कुमार खंडेलवाल एवं अन्य (mklakshmanan.ceeri@csir.res.in)*	5
3.	कृत्रिम बुद्धिमत्ता-सहायित पोर्टेबल एंडोस्कोप : न्यूनतम इनवेसिव सर्जरी के लिए एक क्रांतिकारी समाधान *सत्यम श्रीवास्तव एवं अन्य (satyamsrivastava.ceeri@csir.res.in)*	11
4.	हरित भारत की दिशा में : इलेक्ट्रिक वाहनों हेतु सिलिकन कार्बाइड शॉट्की डायोड *सुमित्रा सिंह एवं अन्य (sumitra.ceeri@csir.res.in)*	14
5.	भारत का पहला AI-सहायित पोर्टेबल कॉल्पोस्कोप : गर्भाशय ग्रीवा कैंसर की स्मार्ट स्क्रीनिंग का एक क्रांतिकारी समाधान *शालिनी नेहरा एवं अन्य (shalininehra17@gmail.com)*	17
6.	शीत वायुमंडलीय प्लाज्मा आधारित कृषि तकनीकें : फसल वृद्धि, गुणवत्ता और उत्पादकता का विश्लेषण *आनंद प्रताप सिंह एवं अन्य (anandpratapsingh422@gmail.com)*	21
7.	स्यूडोस्पार्क डिस्चार्ज आधारित प्लाज्मा कैथोड इलेक्ट्रॉन स्रोत का स्पंदित विद्युत हेतु अनुप्रयोग *आलोक मिश्र एवं अन्य (alok.ceeri@csir.res.in)*	27
8.	शीत वायुमंडलीय प्लाज्मा जेट का जैव चिकित्सीय अनुप्रयोगों में लक्षण-वर्णन और जैव-चिकित्सीय प्रभाव पर अध्ययन *मीनाक्षी सिंह एवं अन्य (singh99minakshi@gmail.com)*	34
9.	रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी *अशोक कुमार शर्मा (aksharma.ceeri@csir.res.in)*	40
10.	पावर इलेक्ट्रॉनिक्स तथा इलेक्ट्रिक वाहन में गैलियम ऑक्साइड का उपयोग *शेख मसिउल इसलाम एवं अन्य (skm.ceeri@csir.res.in)*	46
11.	डिजिटल ट्विन (Digital Twin) : प्रौद्योगिकी की उन्नति में अनुप्रयोग *गौरव पुरोहित (gp.ceeri@csir.res.in)*	51
12.	माइक्रोवेव ओवन के लिए मैग्नेट्रॉन या सॉलिड स्टेट रेडियो आवृत्ति (आर. एफ.) एम्प्लीफायर *शिवेंद्र मौर्य (smaurya.ceeri@csir.res.in)*	55
13.	वायरलेस इलेक्ट्रिक वाहन चार्जिंग इंफ्रास्ट्रक्चर : एक परिचय *प्रफुल एस नवलगुंधा एवं अन्य (snprafful@gmail.com)*	59
14.	क्या हम ब्रह्मांड में अकेले रह गए हैं? *आशीष रंजन एवं अन्य (aashishranjan1497@gmail.com)*	62
15.	प्रौद्योगिकी से उत्पाद तक : नवाचारों के व्यवसायीकरण हेतु 5C मॉडल *विजय चटर्जी (vc.ceeri@csir.res.in)*	65

16.	सुरक्षित एकीकृत परिपथ अभिकल्पना : बौद्धिक संपदा सुरक्षा हेतु लॉजिक लॉकिंग का परिचय *जुगल गांधी एवं अन्य (jugalgandhi025025@gmail.com)*	73
खंड 2		
विविधा		
क)	संस्थान को गौरवान्वित करने वाले वैज्ञानिक	80
ख)	विश्व हिंदी दिवस 2025 – रिपोर्ट	81
ग)	हिंदी पखवाड़ा एवं हिंदी दिवस 2025 – रिपोर्ट	84
घ)	शब्द ज्ञान (प्रशासनिक एवं तकनीकी)	89
ङ)	हिंदी पखवाड़ा 2025 (पुरस्कृत स्वरचित कविताएँ)	95
च)	समाचार गैलरी	99

डॉ० जितेन्द्र सिंह

राज्य मंत्री (स्वतंत्र प्रभार),
विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी मंत्रालय;
राज्य मंत्री (स्वतंत्र प्रभार) पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय;
राज्य मंत्री, प्रधान मंत्री कार्यालय;
राज्य मंत्री कार्मिक, लोक शिकायत एवं पेंशन मंत्रालय;
राज्य मंत्री परमाणु ऊर्जा विभाग तथा
राज्य मंत्री अंतरिक्ष विभाग
भारत सरकार

सत्यमेव जयते

Dr. JITENDRA SINGH

Minister of State (Independent Charge)
of the Ministry of Science and Technology;
Minister of State (Independent Charge)
of the Ministry of Earth Sciences;
Minister of State in the Prime Minister's Office;
Minister of State in the Ministry of Personnel,
Public Grievances and Pensions;
Minister of State in the Department of Atomic Energy; and
Minister of State in the Department of Space
Government of India

संदेश

मुझे यह जानकर अत्यंत प्रसन्नता हो रही है कि सीएसआईआर–केंद्रीय इलेक्ट्रॉनिकी अभियांत्रिकी अनुसंधान संस्थान (सीएसआईआर–सीरी), पिलानी अपनी वार्षिक विज्ञान पत्रिका 'इलेक्ट्रॉनिक दर्पण' का नवाँ अंक प्रकाशित कर रहा है।

विज्ञान और प्रौद्योगिकी आज के भारत की विकास यात्रा के प्रमुख प्रेरक तत्व हैं। प्रधानमंत्री श्री नरेंद्र मोदी जी के दूरदर्शी नेतृत्व में देश 'विकसित भारत @2047' के लक्ष्य की प्राप्ति के लिए निरंतर आगे बढ़ रहा है। इसके लिए अनुसंधान, नवाचार और स्वदेशी प्रौद्योगिकी विकास हमारी सबसे बड़ी ताकत हैं।

यह भी संतोष का विषय है कि सीएसआईआर–सीरी जैसे संस्थान न केवल अत्याधुनिक तकनीकों के विकास में अग्रणी भूमिका निभा रहे हैं, बल्कि उद्योगों और समाज की आवश्यकताओं के अनुरूप वैज्ञानिक समाधान भी प्रदान कर रहे हैं। 'इलेक्ट्रॉनिक दर्पण' इन प्रयासों को व्यापक स्तर पर प्रसारित करने का एक प्रभावी माध्यम है।

मैं सीएसआईआर–सीरी के निदेशक, वैज्ञानिक समुदाय और 'इलेक्ट्रॉनिक दर्पण' की संपादकीय टीम को हार्दिक बधाई और शुभकामनाएँ देता हूँ। मुझे विश्वास है कि इस अंक के माध्यम से पाठकों को न केवल विज्ञान और तकनीक की नई जानकारी मिलेगी, बल्कि यह उन्हें नवाचार की दिशा में प्रेरित भी करेगा।

शुभकामनाओं सहित ।

(डॉ. जितेन्द्र सिंह)

एम.बी.बी.एस. (स्टेन्ली चेन्नई)
एम.डी. मेडिसिन, फेलोशिप डायबिटीज (एम्स, नई दिल्ली)
एम.एन.ए.एम.एस. डायबिटीज & एंडोक्रिनोलॉजी
एफआईसीपी (फेलो, इंडियन कॉलेज ऑफ फिजिशियन)

Anusandhan Bhawan, 2, Rafi Marg,
New Delhi-110 001
Tel. : 011-23321681, 23714230,
Fax : 011-23316745

Prithvi Bhawan, Lodhi Road,
Opp. India Habitate Centre,
New Delhi-110003
Tel. : 011-24629788, 24629789

South Block, New Delhi-110011
Tel. : 011-23010191, Fax : 011-23017931
North Block, New Delhi-110011
Tel. : 011-23092475, Fax : 011-23092716

सत्यमेव जयते

डॉ. (श्रीमती) एन. कलैसेल्वी
सचिव, वैज्ञानिक और औद्योगिक अनुसंधान विभाग
महानिदेशक, वैज्ञानिक तथा औद्योगिक अनुसंधान परिषद्
Dr. (Mrs.) N. Kalaiselvi
Secretary, DSIR and Director General, CSIR

सीएसआईआर
CSIR
भारत का नवाचार इंजन
The Innovation Engine of India
भारत सरकार
विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी मंत्रालय
वैज्ञानिक और औद्योगिक अनुसंधान विभाग
वैज्ञानिक तथा औद्योगिक अनुसंधान परिषद्
Government of India
Ministry of Science and Technology
Department of Scientific & Industrial Research
Council of Scientific & Industrial Research

संदेश

यह हर्ष का विषय है कि सीएसआईआर–केंद्रीय इलेक्ट्रॉनिकी अभियांत्रिकी अनुसंधान संस्थान (सीएसआईआर–सीरी), पिलानी अपनी वार्षिक विज्ञान पत्रिका 'इलेक्ट्रॉनिक दर्पण' का नवाँ अंक प्रकाशित करने जा रहा है।

विज्ञान और नवाचार, आधुनिक भारत की प्रगति के प्रमुख स्तंभ हैं। सीएसआईआर प्रयोगशालाएँ देश की वैज्ञानिक क्षमता को नए आयाम देने और उद्योग एवं समाज के बीच प्रौद्योगिकी सेतु बनाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभा रही हैं। सीएसआईआर-सीरी द्वारा इलेक्ट्रॉनिक्स, सेमीकंडक्टर, कृत्रिम बुद्धिमत्ता तथा स्वचालन के क्षेत्रों में किया जा रहा अनुसंधान राष्ट्र की आत्मनिर्भरता की दिशा में एक सशक्त कदम साबित होगा ।

'इलेक्ट्रॉनिक दर्पण' संस्थान की उपलब्धियों, परियोजनाओं और नवीन तकनीकी पहल को पाठकों तक हिन्दी जैसी सरल भाषा में पहुँचाने का एक उत्कृष्ट माध्यम है। यह पत्रिका विज्ञान को जन–जन से जोड़ने के अपने उद्देश्य में भी अपनी सार्थक भूमिका निभा रही है।

मैं 'इलेक्ट्रॉनिक दर्पण' की संपादकीय टीम को इस सार्थक और प्रेरक प्रयास के लिए हार्दिक बधाई देती हूँ तथा पत्रिका की निरंतर सफलता के लिए कामना करती हूँ।

20 नवम्बर, 2025
नई दिल्ली

एन. कलैसेल्वी
(एन. कलैसेल्वी)

अनुसंधान भवन, 2, रफ़ी मार्ग, नई दिल्ली–110001 Anusandhan Bhawan, 2, Rafi Marg, New Delhi-110001
Tel.: 011-23710472, 23717053, 23731832, E-mail: secy-dsir@gov.in; dg.csir@csir.res.in; Website: www.dsir.gov.in, www.csir.res.in

भारत का नवाचार इंजन
The Innovation Engine of India

महेन्द्र कुमार गुप्ता
MAHENDRA KUMAR GUPTA
संयुक्त सचिव
Joint Secretary

आज़ादी का अमृत महोत्सव

वैज्ञानिक तथा औद्योगिक अनुसंधान परिषद्
अनुसंधान भवन, 2, रफी मार्ग, नई दिल्ली–110 001
COUNCIL OF SCIENTIFIC & INDUSTRIAL RESEARCH
Anusandhan Bhawan, 2, Rafi Marg, New Delhi-110 001

संदेश

मुझे यह जानकर प्रसन्नता हो रही है कि सीएसआईआर–सीरी, पिलानी अपनी विज्ञान पत्रिका 'इलेक्ट्रॉनिक दर्पण' का नवाँ अंक प्रकाशित कर रहा है।

यह पत्रिका विज्ञान और प्रौद्योगिकी की जटिल अवधारणाओं को सरल, रोचक और प्रासंगिक भाषा में प्रस्तुत करने का सराहनीय प्रयास है। इससे न केवल पाठकों में वैज्ञानिक चेतना का विकास होता है, बल्कि यह संस्थान के अनुसंधान कार्यों और उपलब्धियों को व्यापक समाज तक पहुँचाने का माध्यम भी बनती है।

राजभाषा हिंदी के माध्यम से विज्ञान का प्रसार हमारी सांस्कृतिक और वैज्ञानिक प्रतिबद्धता दोनों को सशक्त करता है। सीएसआईआर–सीरी इस दिशा में अग्रणी भूमिका निभा रहा है, जो अन्य संस्थानों के लिए भी प्रेरणास्रोत है।

मुझे विश्वास है कि 'इलेक्ट्रॉनिक दर्पण' का यह नया अंक अपने वैज्ञानिक लेखों/शोधपत्रों के माध्यम से पाठकों के ज्ञान को समृद्ध करते हुए उन्हें वैज्ञानिक अनुसंधान के प्रति आकर्षित करेगा।

मैं डॉ पी सी पंचारिया और पत्रिका की संपादकीय टीम को पत्रिका के नवें अंक के प्रकाशन पर बधाई और हार्दिक शुभकामनाएँ प्रेषित करता हूँ।

जय हिंद।

महेन्द्र कुमार गुप्ता
18/11/2025

(महेन्द्र कुमार गुप्ता)

सीएसआईआर - केन्द्रीय इलेक्ट्रॉनिकी अभियांत्रिकी अनुसंधान संस्थान
CSIR - CENTRAL ELECTRONICS ENGINEERING RESEARCH INSTITUTE
विज्ञान तथा प्रौद्योगिकी मंत्रालय / MINISTRY OF SCIENCE & TECHNOLOGY,
भारत सरकार / GOVT. OF INDIA
पिलानी, राजस्थान (भारत) / Pilani, Rajasthan - 333031 (INDIA)

सीएसआईआर
CSIR
भारत का नवाचार इंजन
The Innovation Engine of India

डॉ पी सी पंचारिया
Dr. PC Panchariya
निदेशक / Director

निदेशक की कलम से

हिंदी भाषा केवल अभिव्यक्ति का माध्यम ही नहीं, बल्कि ज्ञान, विज्ञान और नवाचार को समाज के अंतिम व्यक्ति तक पहुँचाने का सशक्त साधन भी है। विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी जैसे तकनीकी क्षेत्रों में हिंदी का प्रयोग ज्ञान और वैज्ञानिक चेतना के प्रसार में अत्यंत महत्त्वपूर्ण है। इसी भावना को साकार करते हुए हमारी वार्षिक हिंदी विज्ञान पत्रिका **"इलेक्ट्रॉनिक दर्पण"** का **9वाँ अंक** एक सराहनीय प्रयास है।

मुझे यह जानकर अत्यंत प्रसन्नता हो रही है कि इलेक्ट्रॉनिक दर्पण हिंदी में वैज्ञानिक लेखन को निरंतर प्रोत्साहित करते हुए अनुसंधान, नवाचार और प्रौद्योगिकी विकास संबंधी लेखों/शोधपत्रों को सरल एवं सुबोध भाषा में प्रस्तुत कर रही है। वैज्ञानिकों, शोधकर्ताओं, विद्यार्थियों तथा सामान्य पाठकों के बीच एक सेतु के रूप में कार्य करने के कारण यह विज्ञान और प्रौद्योगिकी को समाज से जोड़ने में अपनी महत्वपूर्ण भूमिका निभा रही है।

इस अंक में योगदान देने वाले सभी लेखकगण प्रशंसा के पात्र हैं। उनके लेख हिंदी में तकनीकी विषयवस्तु को प्रभावी एवं सहज रूप में प्रस्तुत करने का उत्कृष्ट उदाहरण हैं। साथ ही, मैं प्रकाशन समिति के सदस्यों के समर्पित प्रयासों की भी सराहना करता हूँ, जिनकी निष्ठा और परिश्रम से इस पत्रिका का इस गुणवत्ता के साथ समय पर प्रकाशन संभव हो सका।

मुझे पूर्ण विश्वास है कि पत्रिका का यह अंक हिंदी में विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के प्रचार-प्रसार को और अधिक सशक्त करेगा तथा युवा पीढ़ी को वैज्ञानिक सोच और नवाचार के लिए प्रेरित करेगा।

"नववर्ष एवं विश्व हिंदी दिवस की हार्दिक शुभकामनाओं सहित"

(पी. सी. पंचारिया)

वेबसाइट website www.ceeri.res.in ई-मेल/E-mail – director@ceeri.res.in, दूरभाष/Phone 01596-242111

चेन्नै केंद्र/Chennai Centre
सीएसआईआर मद्रास कॉम्प्लेक्स, तरमणि, चेन्नै 600113
CSIR Madras Complex, Taramani, Chennai-600113

जयपुर परिसर/Jaipur Campus
सीएफसी-1, मालवीय औद्योगिक क्षेत्र, जयपुर, 302017
CFC-1, Malviya Industrial Area, Jaipur - 302017

रमेश बौरा
वरिष्ठ हिंदी अधिकारी एवं
संपादक, इलेक्ट्रॉनिक दर्पण

संपादकीय

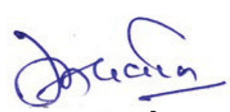
इलेक्ट्रॉनिक दर्पण का नवाँ अंक पाठकों के समक्ष प्रस्तुत करते हुए मुझे बहुत हर्ष का अनुभव हो रहा है। पूर्वांकों की भांति यह अंक भी दो खंडों में विभाजित है। प्रथम खंड में वैज्ञानिक शोधपत्रों एवं वैज्ञानिक लेखों को सम्मिलित किया गया है, जबकि द्वितीय खंड 'विविधा' के अंतर्गत संस्थान की अन्य गतिविधियों और रचनात्मक अभिव्यक्तियों को स्थान दिया गया है।

यह उल्लेखनीय है कि इस बार पत्रिका के लिए वैज्ञानिकों, शोधार्थियों एवं तकनीकी सहकर्मियों से अपेक्षाकृत अधिक लेख प्राप्त हुए हैं। यह न केवल हिंदी में विज्ञान लेखन के प्रति सहकर्मियों की बढ़ती रुचि का परिचायक है, बल्कि इलेक्ट्रॉनिक दर्पण की निरंतर बढ़ती लोकप्रियता का भी संकेत देता है। हमें पूर्ण विश्वास है कि हमारा विश्वास है कि यह सहभागिता आने वाले समय में पत्रिका को और अधिक समृद्ध करेगी। पत्रिका में विज्ञान की भाषा को अधिक सुबोध और ग्राह्य बनाने के उद्देश्य से तकनीकी शब्दों का प्रयोग आवश्यकतानुसार हिंदी एवं अंग्रेजी—दोनों में किया गया है। इससे न केवल शब्दों का व्यापक प्रसार संभव होगा, बल्कि इससे पाठक धीरे-धीरे हिंदी की वैज्ञानिक शब्दावली को भी स्वाभाविक रूप से आत्मसात कर सकेंगे। यह प्रयास विज्ञान को जनभाषा के निकट लाने की दिशा में एक छोटी किंतु सार्थक पहल है।

पत्रिका का द्वितीय खंड 'विविधा' अपने नाम के अनुरूप विविध रंगों से सुसज्जित है। इसमें विगत अंकों की भाँति संस्थान को गौरवान्वित करने वाले वैज्ञानिकों का उल्लेख, प्रशासनिक एवं तकनीकी शब्द ज्ञान आदि सहित गत वर्ष अपनी काव्य रचनाओं के लिए पुरस्कृत कवि-सहकर्मियों की पुरस्कृत रचनाएँ भी सम्मिलित हैं। ये रचनाएँ विज्ञान की गंभीरता के बीच संवेदना और सौंदर्य का एक कोमल सेतु निर्मित करती हैं, जिससे पत्रिका का कलेवर और अधिक मनोहर हो उठा है।

मैं इस अवसर पर पत्रिका के सतत मार्गदर्शन के लिए निदेशक महोदय के प्रति कृतज्ञता व्यक्त करता हूँ। पत्रिका को अपने शोधपत्रों और वैज्ञानिक आलेखों से समृद्ध करने वाले सभी लेखकों को सादर धन्यवाद। प्रकाशन समिति (संपादक मंडल) के अध्यक्ष एवं सभी सदस्यों के परिश्रम व निरंतर सहयोग के लिए विशेष आभार व्यक्त करते हुए ज्ञान संसाधन केंद्र (पुस्तकालय) के सहकर्मियों को भी समय पर पत्रिका का प्रकाशन सुनिश्चित करने हेतु हृदय से धन्यवाद।

सादर,



विश्व हिंदी दिवस 2026

(रमेश बौरा)

सीएसआईआर-सीरी : देश में इलेक्ट्रॉनिक्स अनुसंधान का प्रमुख संस्थान

वैज्ञानिक तथा औद्योगिक अनुसंधान परिषद (सीएसआईआर), 1860 के सोसाइटी पंजीकरण अधिनियम XXI के अन्तर्गत 12 मार्च, 1942 को पंजीकृत सोसाइटी है जिसका मुख्यालय अनुसंधान भवन, 2 रफी अहमद किदवई मार्ग, नई दिल्ली – 110 001 पर है। भारत के प्रधानमंत्री सीएसआईआर के अध्यक्ष तथा विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी मंत्री इसके उपाध्यक्ष होते हैं। सोसाइटी के वर्तमान अध्यक्ष भारत के माननीय प्रधानमंत्री **श्री नरेन्द्र मोदी** तथा उपाध्यक्ष माननीय विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी मंत्री **डॉ. जितेन्द्र सिंह** हैं। सीएसआईआर के महानिदेशक सीएसआईआर के प्रमुख कार्यपालक हैं। सीएसआईआर की वर्तमान महानिदेशक **डॉ. (श्रीमती) एन. कलैसेल्वी** हैं। सीएसआईआर के महानिदेशक सीएसआईआर शासी निकाय के साथ-साथ भारत सरकार के विज्ञान तथा औद्योगिक अनुसंधान विभाग (डीएसआईआर) के अध्यक्ष भी होते हैं। वर्तमान में सीएसआईआर नई दिल्ली स्थित अपने मुख्यालय सहित देशभर में फैली 37 राष्ट्रीय अनुसंधान प्रयोगशालाओं/संस्थानों के माध्यम से राष्ट्र की सेवा में समर्पित है। राजस्थान के झुंझुनूँ जिले के पिलानी में स्थित सीएसआईआर-सीरी उच्च स्तरीय इलेक्ट्रॉनिक्स अनुसंधान एवं विकास के लिए शोधरत सीएसआईआर की राष्ट्रीय प्रयोगशाला है।

सीएसआईआर की घटक प्रयोगशाला केन्द्रीय इलेक्ट्रॉनिकी अभियांत्रिकी अनुसंधान संस्थान (सीरी), पिलानी, की स्थापना का बीजारोपण वर्ष 1950 में उस समय हुआ जब सीएसआईआर के प्रणेता डॉ. शांतिस्वरूप भटनागर ने देश के सुप्रसिद्ध उद्योगपति श्री जी डी बिरला से इलेक्ट्रॉनिकी शोध को समर्पित शोध व विकास संस्थान की स्थापना के लिए आर्थिक सहायता के लिए संपर्क किया। श्री जी डी बिरला की दूरदर्शिता तथा तत्कालीन प्रधानमंत्री पं. जवाहर लाल नेहरू के प्रयासों से सीएसआईआर की राष्ट्रीय प्रयोगशाला सीएसआईआर-सीरी की स्थापना हेतु 21 सितंबर 1953 को पं. जवाहर लाल नेहरू जी द्वारा पिलानी में आधारशिला रखी गई। तत्पश्चात डॉ होमी जहाँगीर भाभा की अध्यक्षता में गठित इलेक्ट्रॉनिक समिति ने देश की औद्योगिक आवश्यकताओं को ध्यान में रखते हुए इलेक्ट्रॉनिक क्षेत्र में शोध व विकास के लिए सीरी को एक प्रमुख शोध संस्थान के रूप में विकसित करना आरंभ किया। देश में इलेक्ट्रॉनिकी के क्षेत्र में शोध व विकास को गति प्रदान करने और देश के उद्योगों को संबल प्रदान करते हुए देश को आत्मनिर्भर बनाने के लिए इस राष्ट्रीय अनुसंधान प्रयोगशाला की स्थापना की गई थी।

वर्तमान में डॉ पी सी पंचारिया 14 जुलाई, 2020 से सीएसआईआर-सीरी के निदेशक हैं। सीएसआईआर-सीरी ने साइबर भौतिक प्रणालियों, सूक्ष्म तरंग युक्तियों और स्मार्ट सेन्सर्स एवं प्रणालियों के क्षेत्र में शोध एवं विकास को आगे बढ़ाने व इसके संवर्द्धन में अत्यंत महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है। संस्थान में उत्कृष्ट एवं नवीनतम शोध व विकास सुविधाएँ उपलब्ध हैं और इलेक्ट्रॉनिकी के तीनों शोध क्षेत्रों में अधुनातन (स्टेट-ऑफ-द-आर्ट) अनुसंधान कार्य के लिए समर्पित वैज्ञानिक व तकनीकी जनशक्ति है। भारत को इलेक्ट्रॉनिकी के क्षेत्र में आत्मनिर्भर बनाने के उद्देश्य से स्थापित यह राष्ट्रीय अनुसंधान संस्थान सामाजिक हितों के लिए देश में ज्ञान-विज्ञान तथा प्रौद्योगिकियों का एक प्रमुख स्रोत है तथा इस दिशा में सदा अग्रणी रहने के लिए निरंतर प्रयासरत है।

यह संस्थान 72 हेक्टेयर से अधिक क्षेत्र में स्थापित है जिसमें प्रयोगशाला और आवासीय परिसर सम्मिलित हैं। संस्थान में नियमित कर्मचारियों के अलावा परियोजना कर्मी तथा शोध-छात्र हैं। संस्थान परिसर सभी मानवीय सुविधाओं से परिपूर्ण व सुसज्जित है। यह संस्थान न केवल उच्च स्तरीय शोध कार्यक्रमों से अपितु अपनी शैक्षणिक गतिविधियों से भी अपना महत्पूर्ण योगदान दे रहा है। संस्थान में वैज्ञानिक तथा नवोन्मेषी अनुसंधान अकादमी (एसीएसआईआर) के अधीन प्रगत अर्धचालक इलेक्ट्रॉनिकी (एडवांस्ड सेमिकंडक्टर इलेक्ट्रॉनिकी) प्रगत इलेक्ट्रॉनिक प्रणालियाँ (एडवांस्ड इलेक्ट्रॉनिक सिस्टम्स) तथा उच्च शक्ति सूक्ष्म तरंग युक्तियाँ तथा प्रणाली अभियांत्रिकी (हाई पावर माइक्रोवेव डिवाइसेज़ एंड सिस्टम्स इंजीनियरिंग) क्षेत्रों में स्नातकोत्तर (एम टेक) एवं पी एच डी अनुसंधान पाठ्यक्रम चला रहा है।

विगत सात दशकों से इलेक्ट्रॉनिकी शोध क्षेत्र में देश को समर्पित इस संस्थान ने अनेक उपलब्धियाँ अर्जित की हैं जिनके लिए संस्थान को समय-समय पर प्रोत्साहित एवं पुरस्कृत किया गया है। बदलते समय में राष्ट्र की प्राथमिकताओं व देश की औद्योगिक नीति के अनुसार अपने शोध कार्यों में निरंतर बदलाव लाते हुए सीएसआईआर-सीरी ने अपने अथक प्रयासों से इलेक्ट्रॉनिकी अनुसंधान के क्षेत्र में न केवल नई प्रौद्योगिकियों पर शोध आरंभ किया है अपितु देश के उद्योग जगत व जनमानस को विदेशी प्रौद्योगिकी आयात पर निर्भरता कम करने के लिए अपना अमूल्य योगदान दिया है। इस संस्थान ने पूर्व में अनेक कीर्तिमान स्थापित किए हैं तथा भविष्य में भी यह अपनी शोध-पताका लहराने के लिए कृतसंकल्प है।

इतिहास और उपलब्धियाँ

सीएसआईआर-सीरी ने इलेक्ट्रॉनिकी और संबद्ध विज्ञान और इंजीनियरिंग में उत्कृष्ट सामाजिक और सामरिक प्रभाव वाले माइक्रोवेव उपकरणों, सेंसर प्रौद्योगिकियों, वीएलएसआई डिजाइन और एंबेडेड सिस्टम में अपने महत्वपूर्ण योगदान द्वारा विशिष्ट स्थान हासिल किया है। उल्लेखनीय है कि भारत में श्वेत-श्याम (B&W) टीवी का विकास सर्वप्रथम सीएसआईआर-सीरी के वैज्ञानिकों ने ही किया था। यह भी महत्वपूर्ण है कि 70 वर्षों की मूल्यांकन (वर्ष 2012 में) अवधि के दौरान व्यावसायिक रूप से व्यवहार्य शीर्ष 70 सीएसआईआर प्रौद्योगिकियों में से, सीएसआईआर-सीरी (सीएसआईआर-आईआईपी सहित) निम्नलिखित 8 प्रौद्योगिकियों के साथ पहले स्थान पर है।

1. डीजल वैद्युत इंजनों के लिए उद्दीपन नियंत्रण प्रणाली – देशभर में आवाजाही को सहज बनाने के लिए।
2. चीनी उद्योग के लिए इलेक्ट्रॉनिक इंस्ट्रूमेंटेशन – खाद्य चीनी की मिठास के लिए।
3. डब्लूएएम4 वैद्युत इंजनों के लिए 150 KVA के एकल फेज से तीन फेज थायरिस्टर कन्वर्टर – भारतीय रेलवे को शक्तिशाली बनाने के लिए।
4. हाई पावर एस-बैंड क्लायस्ट्रॉन – कोर सामरिक प्रौद्योगिकी में राष्ट्रीय आधारिक संरचना के सृजन के लिए।
5. विद्युत यांत्रिक एक्चुएटर्स के लिए पीडब्लूएम एम्पलीफायर और इलेक्ट्रॉनिक्स – सामरिक अन्तर्जलीय वाहनों (अंडरवाटर व्हीकल) के लिए गहन प्रौद्योगिकी प्रदान करने के लिए।
6. सी-बैंड 60 डब्ल्यू अंतरिक्ष चल तरंग नलिका – देश के सामरिक हितों की के लिए।
7. मेम्स ध्वनि संवेदक – सामरिक क्षेत्र का सहयोग।
8. परमाणु ऊर्जा विभाग के लिए मेग्नेट्रॉन – डीएई के त्वरित्र (एक्सलेटर) कार्यक्रमों में तेजी लाने के लिए।

इस वर्ष भी सीरी के वैज्ञानिकों ने 11 प्रौद्योगिकियों का, स्टार्ट-अप्स और अन्य उद्योगिक इकाइयों को सफल हस्तांतरण किया है। इनमें से, 3.0 MW मैग्नेट्रॉन, चिकित्सा (हेल्थ केयर) और रणनीतिक दृष्टिकोण से बहुत महत्वपूर्ण है। ये सभी प्रौद्योगिकियाँ आत्मनिर्भर भारत अभियान की दिशा में संस्थान की प्रतिबद्धता की परिचायक हैं।

20 वीं शताब्दी के अंतिम दो दशकों के दौरान, सीरी ने राष्ट्रीय आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए निम्नलिखित महत्वपूर्ण प्रौद्योगिकियों का भी विकास किया :

1. स्रॉस और इनसैट शृंखला के उपग्रह के लिए संकर सूक्ष्मपरिपथ (हाइब्रिड माइक्रोसर्किट्स)।

2. संस्थान ने पहला मेटल ऑक्साइड सेमीकंडक्टर लार्ज स्केल इंटीग्रेटेड सर्किट या एलएसआई चिप, 16-बिट प्रोसेसर चिप, पहली एएसआईसी चिप विकसित की जिसे मैसर्स सी-डॉट के डिजिटल टेलीफोन एक्सचेंजों में इस्तेमाल किया गया।

3. एएसआईपी डिजाइन को दुनिया में पहली बार हिंदी में पाठ से भाषण (टेक्स्ट टू स्पीच) संश्लेषण के लिए विकसित किया गया।

4. एमसी-68010 माइक्रोप्रोसेसर का समतुल्य डिजाइन किया गया।

नई सहस्राब्दी में, सीरी ने अपनी महत्त्वाकांक्षाओं का विस्तार किया है और सूक्ष्मतरंग नलिका प्रौद्योगिकियों और सामरिक सूक्ष्मतरंग नलिका, विशेषतः उच्च दक्षता और उच्च विश्वसनीयता के उच्च शक्ति वाले सूक्ष्मतरंग नलिका के डिजाइन और विकास के क्षेत्र में बड़ी पहल की है। इन क्षेत्रों की कुछ प्रमुख उपलब्धियाँ निम्नानुसार हैं:

1. इसरो को सीएसआईआर-सीरी ने अंतरिक्ष-मानकों पर खरी सी-बैंड स्पेस-टीडब्ल्यूटी (अपनी तरह का पहला) सफलतापूर्वक डिलीवर की है और यह एकमात्र शोध एवं विकास प्रयोगशाला है जो अंतरिक्ष टीडब्लूटी के स्वदेशी डिजाइन और विकास में शोधरत है। हाल ही में, सीएसआईआर-सीरी ने केयू-बैंड 100 डब्ल्यू स्पेस टीडब्ल्यूटी भी डिलीवर किया है और भविष्य के इंटेलिजेंट उपग्रह संचार के लिए आवश्यक उच्च आवृत्ति रेंज के अत्याधुनिक स्पेस टीडब्ल्यूटी के विकास के लिए इसरो के साथ समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किया है। स्वदेशी प्रौद्योगिकी भारत सरकार के “मेक इन इंडिया” कार्यक्रम के लिए वरदान सिद्ध होगी।

2. जायरोट्रॉन, नियंत्रित ताप नाभिकीय संलयन के सर्वाधिक महत्वपूर्ण घटकों में से एक है, जो बहुत ही उच्च शक्ति का मिलीमीटर तरंग स्रोत होता है, जिसका शुभारंभ अंतरराष्ट्रीय स्तर पर अंतरराष्ट्रीय ताप नाभिकीय प्रायौगिक रिएक्टर (आईटीईआर) के माध्यम से हुआ है। भारत वर्ष 2005 में इस गतिविधि में शामिल हुआ। सीरी के नेतृत्व वाले पांच संस्थानों के सहसंघ (कंसोर्टियम) ने देश का पहला जायरोट्रॉन डिजाइन और विकसित किया है, जो एक उन्नत सूक्ष्मतरंग नलिका है, जिसकी शक्ति 42 गीगाहर्ट्ज़ पर 200 किलोवोल्ट होती है, जिसका अनुप्रयोग इंस्टीट्यूट फॉर प्लाज्मा रिसर्च (आईपीआर, गांधीनगर) में न्यूक्लियर फ्यूजन पावर रिसर्च के लिए किया जाता है। भारत अब इस तरह की प्रौद्योगिकी से लैस पांच देशों के विशिष्ट समूह (एलीट क्लब) में शामिल हो गया है।

3. सीएसआईआर-सीरी ने मेडिकल लाइनेक्स के लिए एस-बैंड उच्च शक्ति स्पंदित मेग्नेट्रॉन (2 मेगावाट और 3 मेगावाट) में, कण त्वरित्र अनुप्रयोगों (पार्टिकल एक्सलेरेटर्स एप्लिकेशन) के लिए 6 मेगावाट पीक एस-बैंड क्लायस्ट्रॉन और 25 किलोवोल्ट/1 किलोएम्पियर और 40 किलोवोल्ट/3 किलो एम्पियर थायराट्रॉन भी विकसित किया है, और इसे क्रमशः समीर और डीएई को सफलतापूर्वक डिलीवर किया है।

इसके साथ ही, मेम्स, माइक्रो-सेंसर्स और असिलिकॉन प्रौद्योगिकियों के क्षेत्र में महत्वपूर्ण अनुसंधान एवं विकास के प्रयास शुरू किए गए। इन क्षेत्रों की कुछ प्रमुख उपलब्धियाँ निम्नानुसार हैं:

1. विक्रम साराभाई अंतरिक्ष केंद्र-इसरो के लिए मेम्स -आधारित ध्वनि संवेदक, जिनका उपयोग चंद्रयान मिशन में किया गया था और पीएसएलवी और जीएसएलवी जैसे उपग्रह प्रक्षेपण वाहनों की स्थिति की मॉनिटरिंग में भी किया जाता है

2. अंतरिक्ष अनुसंधान केंद्र-इसरो के लिए C-, X-, ku-बैंड के आरएफ मेम्स स्विच

3. मेम्स जायरोस्कोप देश में पहली बार विकसित

4. भारत में पहली बार पीएच संवेदन के लिए इस्फेट युक्ति और चयनात्मक आयन संवेदन के लिए प्लेटफॉर्म विकसित किया गया और डीआरडीओ को डिलीवर किया गया
5. डीएई संगठनों के लिए सिलिकॉन कार्बाइड शॉटकी डायोड डिटेक्टर
6. डीएई संगठनों के लिए हीरा संसूचक प्रौद्योगिकी
7. पर्यावरण की निगरानी के लिए गैस संवेदक
8. डीआरडीओ के लिए एलटीसीसी आधारित सूक्ष्म गर्म प्लेटें (माइक्रो हॉट प्लेट्स)
9. गैलियम नाइट्राइड आधारित नीली एलईडी विनिर्माण की प्रौद्योगिकी को देश में पहली बार सफलतापूर्वक विकसित किया गया है
10. सौर लैंप के लिए गैलियम नाइट्राइड आधारित सफेद एलईडी भी विकसित किए गए हैं
11. डीएई द्वारा प्रायोजित मेम्स-आधारित अल्ट्रासोनिक ट्रांसड्यूसर (सीएमयूटी) का डिजाइन, विकास और निर्माण

संस्थान के इलेक्ट्रॉनिक प्रणाली क्षेत्र के अनुसंधान एवं विकास समूह विभिन्न अनुप्रयोगों के लिए इलेक्ट्रॉनिक प्रणालियों के विकास पर केंद्रित है। इस क्षेत्र में सीरी द्वारा हाल में विकसित कुछ प्रमुख उपलब्धियाँ निम्नानुसार हैं:

1. सीएसआईआर-सीरी ने मिलावटी दूध के नमूनों का पता लगाने के लिए "क्षीर स्कैनर" विकसित किया है। यह कम लागत वाली, पोर्टेबल प्रणाली है, जिसका उद्देश्य शुद्ध और मिलावटी दूध के नमूने को अलग करना है। तत्कालीन केंद्रीय विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्री, डॉ. हर्षवर्धन ने "क्षीर स्कैनर" राष्ट्र को समर्पित किया। मेम्स और स्टार्ट-अप्स ने इस प्रौद्योगिकी को अपनाया है और इसके वाणिज्यिक उत्पाद बाजार में उपलब्ध हैं। वर्ष 2017 में सीएसआईआर के स्थापना दिवस समारोह (26 सितंबर) को भारत के तत्कालीन राष्ट्रपति माननीय श्री रामनाथ कोविंद जी ने संस्थान के वैज्ञानिकों द्वारा दूध में मिलावट का पता लगाने के लिए विकसित उपकरण का हैंड हेल्ड संस्करण "क्षीर टेस्टर" राष्ट्र को समर्पित किया।
2. सीएसआईआर-सीरी ने हमारी सहयोगी प्रयोगशाला, सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई द्वारा विकसित औद्योगिक स्तर के आरओ प्लांटों के लिए पूर्ण इंस्ट्रूमेंटेशन और नियंत्रण प्रणाली डिजाइन और कार्यान्वित की है। सीरी परिसर में जनवरी 2009 से एक स्वचालित आरओ प्लांट प्रचालन में है। इसमें जल गुणवत्ता के ऑनलाइन मॉनिटरन और सुधार सहित इष्टतम कार्यनिष्पादन के लिए संयंत्र के विभिन्न उप-प्रणालियों जैसे पंप ड्राइव, झिल्ली और वाल्व को नियंत्रित करने के लिए निर्णय समर्थन प्रणाली लगी है। राजस्थान के ग्रामीण इलाकों में सुरक्षित पेयजल उपलब्ध कराने के लिए इसी तरह के संयंत्र लगाए गए हैं। संस्थान की यह पहल अनवरत रूप से जारी है।
3. सीएसआईआर-सीरी ने जनसाधारण को गुणवत्तापूर्ण पेयजल उपलब्ध कराने के लिए नई प्लाज्मा-आधारित प्रौद्योगिकी विकसित की है, जो पानी में मौजूद बैक्टीरिया और वायरस को मारने के लिए उपयोग किए जाने वाले पारा-युक्त लैंप की जगह लेगी। जल शोधन के लिए विकसित प्लाज्मा आधारित यूवी लैंप दुनिया में पहली ऐसी पहल है और इसमें कई आकर्षक विशेषताएं होती हैं, जैसे फिलामेंट विहीन प्रकाश स्रोत, शून्य स्टार्ट-अप समय, व्यापक तरंगदैर्ध्य कवरेज, आसानी से मरम्मत योग्य, स्केलेबल आयाम और इसकी पानी की कीटाणुशोधन की दक्षता भी उच्चतर होती है। इस प्रौद्योगिकी द्वारा घरेलू जलशोधक प्रणालियों का व्यावसायिक उत्पादन किया जा रहा है। इसके प्रौद्योगिकी हस्तांतरण के माध्यम से मेम्स और स्टार्ट-अप वाणिज्यिक उत्पादन इकाइयां स्थापित करने के लिए प्रेरित हुए हैं। इसके अलावा, कई स्टार्ट-अप सीरी के सहयोग से वायु शोधन हेतु इस प्रौद्योगिकी के उपयोग पर अन्वेषण कर रहे हैं।
4. सीरी ने एसओसी (सिस्टम ऑन चिप) के लिए पूर्ण डिजाइन तैयार करने की क्षमता विकसित की है। सुरक्षित भाषण संचार के लिए एसओसी प्राप्ति के उन्नत चरण में है।
5. सीरी ने पानी में आर्सेनिक का पता लगाने के लिए हैंड हेल्ड स्पेक्ट्रो-फोटोमीटर के लिए प्रौद्योगिकी विकसित की है। सीरी द्वारा विकसित प्रौद्योगिकियों का उपयोग चाय उद्योग और पॉइंट-ऑफ-केयर डायग्नॉस्टिक युक्तियों में भी होता है।

6. संस्थान ने IoT सक्षम प्रौद्योगिकियों के अंतर्गत तैयार समाधान (ready solutions) प्रदान करने के लिए भी प्रौद्योगिकियाँ विकसित की हैं, जैसे कि पानी की गुणवत्ता की जाँच के लिए हैंडहेल्ड वाटर क्वालिटी एंड डिस्चार्ज सिस्टम, स्वास्थ्य के महत्वपूर्ण पैरामीटरों की जाँच के लिए स्मार्ट वॉच, गर्भाशय के कैंसर की जाँच के लिए स्मार्ट फोन आधारित कॉल्पोस्कोप।
7. अफोर्डेबल पॉलीमरेज़ चेन रिएक्शन (PCR) यानी किफायती PCR, सीरी द्वारा विकसित एक PCR तकनीक है। इस पॉलीमरेज़ चेन रिएक्शन (PCR) का इस्तेमाल DNA के एक खास हिस्से की लाखों से अरबों प्रतियों को तेज़ी से बनाने (एम्प्लीफाई करने) के लिए किया जाता है, जिसका बाद में और विस्तार से अध्ययन किया जा सकता है।

मौजूदा इंफ्रास्ट्रक्चर को 5 पेटाफ्लॉप्स एआई सुपरकंप्यूटिंग के क्रियान्वयन से और बढ़ाया गया है, जिसका उपयोग सीएसआईआर प्रयोगशालाओं में एआई मिशन और अन्य परियोजनाओं के लिए किया जा रहा है। हाल ही में रणनीतिक क्षेत्रों के लिए स्वदेशी रूप से विकसित हमारी प्रौद्योगिकियों को तैनात करने के लिए विभिन्न रणनीतिक इकाइयों के साथ समझौता ज्ञापनों पर हस्ताक्षर किए गए हैं। सीएसआईआर-सीरी आत्मनिर्भर भारत के लक्ष्य की प्राप्ति की ओर कदम बढ़ाते हुए हाइड्रोजन उत्पादन, सगंध तेल (Essential Oil) उत्पादन, पायरोइलेक्ट्रिक संसूचक, टेराहर्ट्ज़ (THz) प्रौद्योगिकी, आईओटी (IoT) आधारित प्रौद्योगिकियों पर शोधरत है। साथ ही, संस्थान स्वदेशी प्रौद्योगिकी के विकास की दिशा में कार्य करते हुए AI मिशन परियोजनाओं में सीएसआईआर प्रयोगशालाओं का नेतृत्व कर रहा है।

सीएसआईआर-सीरी, भारत की वर्तमान उद्योग आवश्यकताओं के अनुसार युवाओं के कौशल विकास में भी अपनी पूरी जिम्मेदारी निभा रहा है। गौरतलब है कि संस्थान द्वारा चलाए जाने वाला प्रशिक्षण कार्यक्रम – शिल्प (SHILP - Semiconductor High Impact Learning Programme) अर्धचालक कौशल विकास की दिशा में महत्वपूर्ण कदम है। संस्थान अब तक आयोजित 20 प्रशिक्षण कार्यक्रमों के माध्यम से कई युवा इंजीनियरों का कौशल संवर्धन कर चुका है।

अपने सामाजिक उत्तरदायित्वों का निर्वहन करते हुए सीएसआईआर-सीरी 'विज्ञान गांव की ओर' के अंतर्गत अपने संक्षिप्त प्रशिक्षण कार्यक्रमों के माध्यम से सीधे ग्रामीण युवाओं से जुड़ने में सफल हुआ है। 'जिज्ञासा' कार्यक्रम की मदद से देश के विद्यार्थियों को विज्ञान और प्रौद्योगिकी की मुख्य धारा से जोड़ने में भी संस्थान की अहम भूमिका है। यह संस्थान समय-समय पर प्रौद्योगिकी-प्रदर्शनियों और **खुला दिवस (Open day)** के माध्यम से भी जनसामान्य से सीधा संपर्क करता है। यह भी उल्लेखनीय है सीएसआईआर-सीरी एनालिटीसीएसआईआर और आई-एसटीईएम (AnalytiCSIR & I-STEM) के अंतर्गत भारत के शोधकर्ताओं और उद्यमियों को अपनी शोध सुविधाओं के उपयोग की सुविधा भी प्रदान करता है।

इस प्रकार सीएसआईआर-सीरी अपनी अत्याधुनिक और स्टेट-ऑफ-द-आर्ट शोध सुविधाओं के साथ अनवरत रूप से राष्ट्र की सेवा में समर्पित है।

खंड - 1
वैज्ञानिक लेख

विकिरण संसूचक अनुप्रयोग के लिए सिलिकॉन कार्बाइड आधारित शॉटकी बैरियर डायोड

संजीव कुमार[1], निखिल सूरी[2], प्रशांत सिंह[3] तथा कुलदीप सिंह[2]

[1]प्रधान वैज्ञानिक, [2]वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक, तथा [3]वरिष्ठ तकनीकी अधिकारी

परिचय

सिलिकॉन कार्बाइड (SiC) एक मैटीरियल के रूप में बहुत ही लोकप्रिय है। बात चाहे पावर डिवाइस (डायोड) की हो या विकिरण संसूचक की, सिलिकॉन कार्बाइड सभी जगह पाया जाता हैं। इनके विभिन्न लक्षण जैसे उच्च बैंड गैप, उच्च ऊष्मीय चालकता, उच्च ब्रेकडाउन फील्ड, विकिरण प्रतिरोधी, हाई एनर्जी रेजोल्युशन, उच्च तापमान स्थिरता [1,2] इत्यादि हैं जो इनके विभिन्न इस्तेमाल के लिए इनको उपयुक्त बनाते हैं। बात जब विकिरण डिटेक्टर की हो तो सिलिकॉन कार्बाइड एक अहम् किरदार अदा करते हैं। सिलिकॉन कार्बाइड पर आधारित विकिरण डिटेक्टर के लिए इसके सिलिकॉन फेस पर शॉटकी कांटेक्ट एवं कार्बन फेस पर ओह्मिक कांटेक्ट बनाते हैं। विभिन्न धातु जो शॉटकी कांटेक्ट के लिए इस्तेमाल करते हैं वो हैं निकल, टाइटेनियम, एल्युमीनियम, प्लेटिनियम इत्यादि। सिलिकॉन कार्बाइड मैटीरियल का अन्य प्रतियोगी मैटीरियल के साथ तुलनात्मक विवरण नीचे दी गई तालिका में दर्शाये गए हैं। [1]

तालिका 1: अन्य प्रतियोगी मैटीरियल के साथ सिलिकॉन कार्बाइड मैटीरियल का तुलनात्मक विवरण

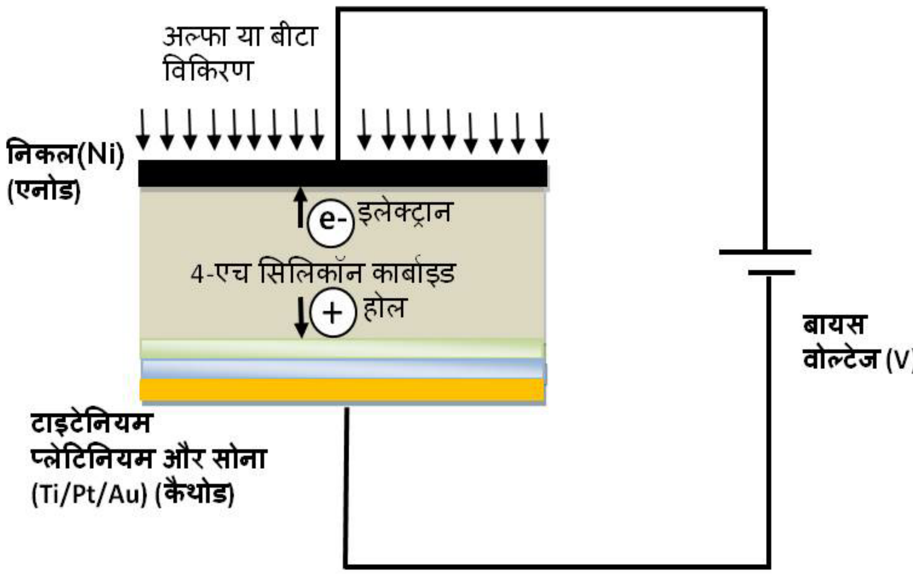
पदार्थ (Material) / प्राचल (Parameter)	सिलिकॉन (Silicon)	4-एच सिलिकॉन कार्बाइड(4H-SiC)	गैलियम नाइट्राइड (GaN)	हीरा (Diamond)
बैंड गैप(eV)	1.12	3.26	3.39	5.47
ब्रेक डाउन फील्ड (MV/cm)	0.23	2.2	3.3	5.6
रिलेटिव परमीटीवीटी (εr)	11.8	9.7	9.0	5.7
मोबिलिटी (इलेक्ट्रान) ($cm^2/V.s$)	1400	950	800/1700	1800
BFoM सिलिकॉन से तुलना पर	1	500	1300/2700	9000
इन्ट्रिंसिक कैरियर कंसंट्रेशन(cm^{-3})	10^{10}	$8*10^{-9}$	$2*10^{-10}$	$1*10^{-20}$
ऊष्मीय चालकता (W/cm·K)	1.5	3.8	1.3/3	20

सिलिकॉन कार्बाइड आधारित शॉटकी बैरियर डायोड (SBD) : कार्य सिद्धांत

जब एक रेडियो सक्रिय पदार्थ जैसे अमेरेसिनियम- 241 (Am-241) से अल्फा कण विकिरण संसूचक से टकराते हैं तो इलेक्ट्रान और होल उत्पन होते हैं। इस इलेक्ट्रान और होल को एनोड और कैथोड पर जमा कर लेते हैं। इलेक्ट्रोड पर इकट्ठा हुए इलेक्ट्रान और होल को क्रमशः आवेश संग्रहण दक्षता (charge collection efficiency-CCE) द्वारा निम्नवत दर्शाते हैं।

$$CCE = \frac{\text{चार्ज जो इलेक्ट्रोड पर इकट्ठा हुए}}{\text{चार्ज जो रेडिएशन के कारण उत्पन्न हुए}}$$

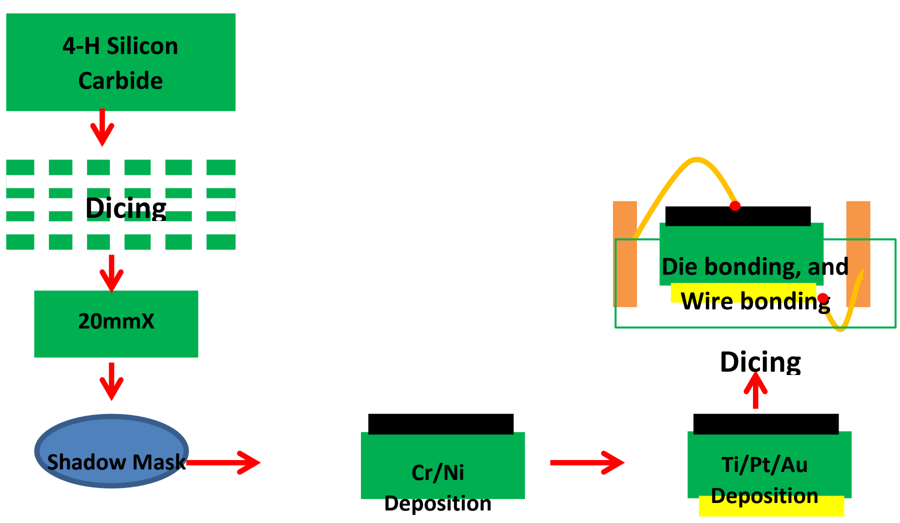
इसकी वैल्यू हमेशा 1 या 1 से कम होती है।



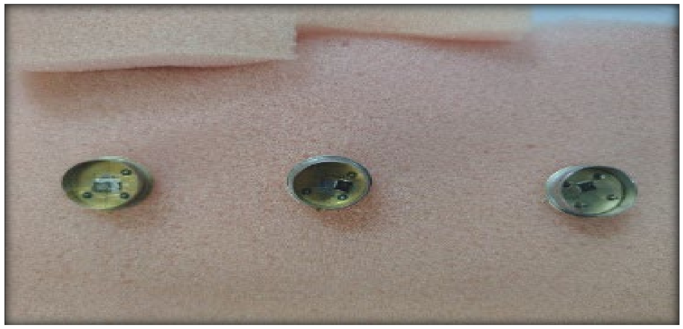
चित्र 1. *विकिरण संसूचक अनुप्रयोग के लिए सिलिकॉन कार्बाइड शॉटकी बैरियर डायोड कार्य सिद्धांत*

सिलिकॉन कार्बाइड बेस्ड आधारित शॉटकी बैरियर डायोड (SBD) का विकास

सिलिकॉन कार्बाइड वेफर को 20 mm X 20 mm में काटा गया उसके बाद उसकी डिग्रीसिंग (टीसीई/एसीटोन/मेथेनॉल) की गई। उसके बाद निर्आयनीकृत जल (DI) से साफ़ किया गया तत्पश्चात पिरान्हा रसायन विलयन में (H_2SO_4 +H_2O_2 3:1) में साफ़ किया गया। पिरान्हा रसायन में साफ़ करने के बाद इसको DI जल में अच्छी तरह से साफ़ किया गया, तत्पश्चात नाइट्रोजन गन से इसे सुखाया गया। सिलिकॉन कार्बाइड सब्सट्रेट के सिलिकॉन फेस पर मेटल मास्क की मदद से क्रोमियम एवं निकल (Ni) का निक्षेपण (deposition) किया गया। क्रोमियम धातु का इस्तेमाल अच्छे जुड़ाव (adhesion) के लिए करते हैं। निकल (Ni) एक शॉटकी कांटेक्ट के रूप में काम आता है। सिलिकॉन कार्बाइड के कार्बन फेस पर ओह्मिक संपर्क के लिए टाइटेनियम प्लेटिनियम और सोना इस्तेमाल किया गया।



चित्र 2. फेब्रिकेशन फ्लो चार्ट

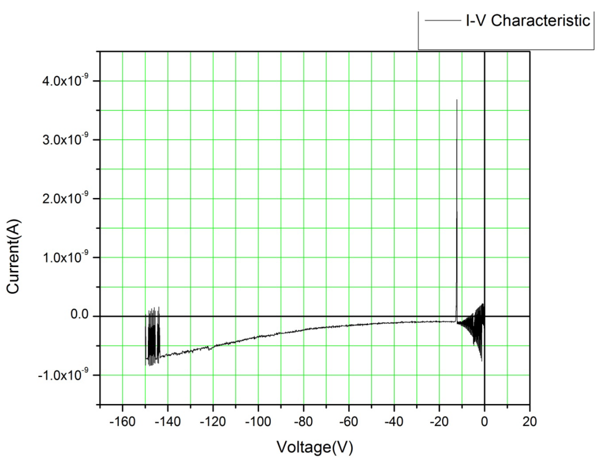


चित्र 3. सिलिकॉन कार्बाइड आधारित शॉटकी बैरियर डायोड विकिरण संसचक अनप्रयोग के लिए

मेटल जुड़ाव के लिए इसकी सिंटरिंग की गई। इसके बाद इसकी डाइसिंग की गई और चिप पर डाई बॉन्डिंग और वायर बॉन्डिंग की गई। पैकेज के लिए उपयुक्त TO हैडर लिया गया। तत्पचात इसकी टेस्टिंग की गई। इस पूरी फैब्रिकेशन प्रक्रिया को चित्र 2 से समझा जा सकता है। इस तरह SiC आधारित SBD विकिरण संसूचक अनुप्रयोग के लिए विकसित किया गया जिसे चित्र 3 में दर्शाया गया है।

लक्षण वर्णन

विकसित हुए सिलिकॉन कार्बाइड आधारित शॉटकी बैरियर डायोड की टेस्टिंग के लिए I-V रूम टेम्परेचर पर की गई। परीक्षण करते समय वोल्टेज को शून्य से माइनस 150V तक घटाया गया और करंट को नापा गया। मापी गई I-V लक्षण-वर्णन को चित्र 4 में दर्शाया गया है।



बायस वोलटेज (Bias Voltage)	रिवर्स लीकेज करंट (pA)
-150V	173
-100V	351
-50V	113
0V	102

चित्र 4. *फैब्रिकेटेड सिलिकॉन कार्बाइड शॉटकी बैरियर डायोड के रूम टेम्परेचर पर I-V करैक्टरिस्टिक*

चर्चा

जब डायोड को रिवर्स बायस करते हैं तो क्षय क्षेत्र (depletion region) की चौड़ाई बढ़ जाती है। डिप्लीशन रीजन की चौड़ाई बढ़ने से प्रतिरोध (रेजिस्टेंस) बहुत बढ़ जाता है और उस समय बहुत कम करंट प्रवाहित होता है, जिसको हम लीकेज करंट कहते हैं। यह करंट मुख्यतः थर्मिऑनिक उत्सर्जन (Thermoionic Emission) के कारण प्रवाहित होता है। एक अच्छे विकिरण संसूचक में बिना विकिरण के रिवर्स बायस में करंट के बहाव को डार्क करंट कहते है। यह एक तरह का नॉइज़ होता जो कि विकिरण से उत्पन हुए आउटपुट के साथ इंटरफेरेंस करता है। इसलिए यह जितना कम हो उतना अच्छा होता है। रिपोर्ट किए गए अध्ययन के अनुसार इसकी वैल्यू पिकोएम्पीयर-नैनोएम्पीयर में है [3]।

निष्कर्ष

एक उच्च संवेदनशील विकिरण संसूचक के लिए जरूरी मापदंड जैसे उच्च ऊर्जा अंतराल, विकिरण रेजिस्टेंस, हाई एनर्जी रेजोल्युशन, उच्च तापमान स्थिरता जैसे होने चाहिए वह सभी गुण सिलिकॉन कार्बाइड आधारित शॉटकी बैरियर डायोड (SBD) में होते हैं। इसी के कारण सिलिकॉन कार्बाइड से बने विकिरण संसूचक (radiation detector) बहुत ही लोकप्रिय हो रहे हैं। जब अल्फा कण या बीटा कण इस संसूचक पर पड़ते हैं तो इलेक्ट्रान और होल की उत्पत्ति होती है और जिनको टर्मिनल पर संग्रह किया जाता है। टर्मिनल पर संग्रह चार्ज कण तथा विकिरण से उत्पन्न चार्ज कण के अनुपात को हम आवेश संग्रहण दक्षता (चार्ज कलेक्शन एफिशिएंसी - CCE) कहते हैं जो जितना ज्यादा हो उतना ही संसूचक अच्छा होता हैं। इसके लिए सिलिकॉन कार्बाइड में ट्रैप दोष घनत्व (Trap Defect Density) कम होना चाहिए।

आभार

लेखक सीएसआईआर-सीरी के निदेशक को उनके सतत प्रोत्साहन के लिए धन्यवाद देते हैं।

संदर्भ (References)

[1] Nando Kaminski and Oliver Hilt, " SiC and GaN devices – wide bandgap is not all the same"J. Appl. Phys. 133, 080902 (2023).

[2]Jinlin Song[a], Xiaobin Tang [a b], Pin Gong [a b], Zhimeng Hu [a b], Dajian Liang [a b], Zeyu Wang [a b], Peng Wang [c], Hong Ying [d], Haining Shi [d], Ao Liu [e], Zhifei Zhao [e], Song Bai[e] ," Development of a silicon carbide radiation detection system and experimentation of the system performance" Applied Radiation and Isotopes Volume 214, December 2024, 111555.

[3]L.Y. Liu [a b], J.L. Liu [b], L. Chen [b], Z.B. Zhang[b], P. Jin [b], J.L. Ruan [b], G. Chen [c], A. Liu [c], S. Bai [c], X.P. Ouyang [a b]" Properties of 4H silicon carbide detectors in the radiation detection of 86 MeV oxygen particles Diamond and Related Materials Volume 73, March 2017, Pages 177-181.

[4] In Ho Kang , Ogyun Seok, Jeong Hyun Moon, Moon Kyong Na,Hyoung Woo Kim, Sang Cheol Kim, Wook Bahng, Nam Kyun Kim "Design and Fabrication of 1.2 kV/10A 4H-SiC Junction Barrier Schottky Diodes with High Current Density" Transactions on Electrical and Electronic Materials (2021) 22:115–120.

[5] Bernard F. Phlips, *Member, IEEE*, Karl D. Hobart, *Member, IEEE*, Francis J. Kub, *Member, IEEE*, Robert E. Stahlbush, *Member, IEEE*, Mrinal K. Das, *Member, IEEE*, Brett A. Hull, Gianluigi De Geronimo, *Member, IEEE* and Paul O'Connor, *Member, IEEE* "Silicon Carbide PiN Diodes as Radiation Detectors" 2005 IEEE Nuclear Science Symposium Conference Record.

[6]R.L. Gao [a], X. Du [b], W.Y. Ma [c], B. Sun [c], J.L. Ruan [c], X. Ouyang [d], H. Li [c], L. Chen [c], L.Y. Liu [c], X.P. Ouyang [a c] "Radiation tolerance analysis of 4H-SiC PIN diode detectors for neutron irradiation Sensors and Actuators A: Physical Volume 333, 1 January 2022, 113241.

एनआईआर आधारित प्लास्टिक कचरा छंटाई प्रणाली का फील्ड परीक्षण एवं प्रदर्शन मूल्यांकन

अरविंद कुमार खंडेलवाल[1] तथा मदन कुमार लक्ष्मणन[2]

[1]वरिष्ठ तकनीकी अधिकारी तथा [2]प्रधान वैज्ञानिक

सार

सीएसआईआर-सीरी, चेन्नई द्वारा विकसित निकट अवरक्त (NIR) स्पेक्ट्रोस्कोपी एवं कृत्रिम बुद्धिमता (AI) आधारित प्लास्टिक कचरा छंटाई प्रणाली का फील्ड स्तर पर मूल्यांकन किया गया। निकट अवरक्त (NIR) स्पेक्ट्रोस्कोपी एक तीव्र, गैर-विनाशकारी तकनीक है, जो अणुओं के ओवरटोन एवं संयोजन बैंड के आधार पर सामग्री की पहचान में सक्षम है [1]। इस प्रणाली का परीक्षण देहरादून स्थित सीएसआईआर-आईआईपी की 1 टन प्रति दिन क्षमता वाली पाइरोलिसिस यूनिट में किया गया। अध्ययन का मुख्य उद्देश्य पॉलीओलिफिन्स (PE एवं PP) को मिश्रित प्लास्टिक प्रवाह से प्रभावी रूप से पृथक करना था, ताकि पाइरोलिसिस प्रक्रिया हेतु उच्च-गुणवत्ता वाला फीडस्टॉक उपलब्ध कराया जा सके।

परिचय

भारत में प्लास्टिक कचरे का वैज्ञानिक प्रबंधन एक महत्वपूर्ण चुनौती है, विशेषकर तब जब कचरा मिश्रित या दूषित हो। पॉलीथीन (PE) और पॉलीप्रोपाइलीन (PP) जैसे पॉलीओलिफिन्स रासायनिक रीसाइक्लिंग विशेषकर पाइरोलिसिस के लिए उपयुक्त माने जाते हैं [2] । किन्तु PVC या PET जैसे अन्य प्लास्टिक की मिलावट पाइरोलिसिस प्रक्रिया की दक्षता, सुरक्षा एवं उत्पाद गुणवत्ता को प्रभावित कर सकती है।

निकट-अवरक्त (NIR) स्पेक्ट्रोस्कोपी का उपयोग स्वचालित प्लास्टिक छंटाई में व्यापक रूप से किया गया है, क्योंकि विभिन्न पॉलिमरों के NIR स्पेक्ट्रा विशिष्ट एवं दोहराने योग्य होते हैं [3,4]। पूर्व अध्ययनों में यह भी दर्शाया गया है कि केमोमेट्रिक एवं मशीन लर्निंग तकनीकों के साथ NIR डेटा का संयोजन वर्गीकरण सटीकता को उल्लेखनीय रूप से बढ़ाता है [4,5]। इन्हीं आवश्यकताओं को देखते हुए, सीएसआईआर-सीरी, चेन्नई ने एक पोर्टेबल, AI-सक्षम NIR प्रणाली विकसित की है जो स्वचालित रूप से प्लास्टिक के प्रकारों की पहचान और छंटाई करने में सक्षम है।

प्रणाली का विवरण

प्रणाली के मुख्य घटक इस प्रकार हैं:

- **प्रकाश स्रोत :** दो NIR हैलोजन लाइटें एवं परावर्तक, जो कन्वेयर पर रेखीय प्रकाश प्रदान करते हैं।
- **स्पेक्ट्रोमीटर :** 1100–1700 nm रेंज में कार्य करने वाला हाई-स्पीड NIR स्पेक्ट्रोमीटर।
- **AI यूनिट :** पूर्व अध्ययनों से यह स्थापित है कि उपयुक्त स्पेक्ट्रल प्री-प्रोसेसिंग तथा बहुविवरणात्मक विश्लेषण तकनीकों (जैसे PCA, PLS-DA) के माध्यम से NIR आधारित प्लास्टिक छंटाई प्रणालियों का प्रदर्शन बेहतर किया जा सकता है [4,5]। तदनुसार, प्रणाली में प्रयुक्त एआई मॉडल को PE, PP, PET, PVC, PS तथा मल्टीलेयर सामग्रियों के स्पेक्ट्रल डेटा पर प्रशिक्षित किया गया है।
- **यूज़र इंटरफेस :** डिस्प्ले, नियंत्रण पैनल, डेटा लॉगिंग और वास्तविक-समय फीडबैक।
- **यांत्रिक आवरण :** साइट-उपयुक्त मजबूत संरचना, कन्वेयर माउंटिंग हेतु अनुकूलित।

फील्ड ट्रायल की कार्यप्रणाली

i) साइट विवरण

परीक्षण देहरादून स्थित सीएसआईआर-आईआईपी के 1 टन प्रति दिन प्लास्टिक पाइरोलिसिस प्लांट में संचालित किए गए, जहाँ विभिन्न प्रकार के प्लास्टिक कचरे का वास्तविक औद्योगिक वातावरण उपलब्ध था। **चित्र 1 में** फील्ड परीक्षण दर्शाया गया है।

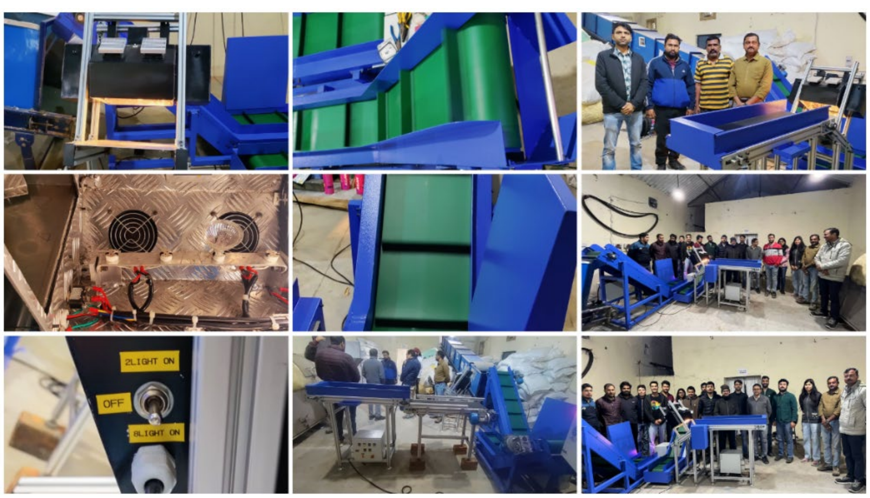
चित्र 1: सीएसआईआर-आईआईपी, देहरादून स्थित पाइरोलिसिस प्लांट स्थल एवं फील्ड परीक्षण के दौरान सीएसआईआर-सीरी टीम।

ii) **परीक्षण चरण**

- **चरण I (अक्टूबर 2024):** टेबल-टॉप प्रोटोटाइप के माध्यम से स्पेक्ट्रल स्थिरता, डिटेक्शन की मजबूती एवं वर्गीकरण प्रदर्शन का मूल्यांकन। **चित्र 2 में सीएसआईआर-आईआईपी प्लांट में सीएसआईआर-सीरी प्रणाली की तैनाती एवं नमूना परीक्षण दर्शाए गए हैं।**

चित्र 2. सीएसआईआर-आईआईपी प्लांट में सीएसआईआर-सीरी प्रणाली की तैनाती एवं नमूना परीक्षण।

- **चरण II (जनवरी 2025) :** सीएसआईआर-आईआईपी के पूर्व-प्रसंस्करण प्लांट में यांत्रिक उप-प्रणालियों का एकीकरण दर्शाया गया है (**चित्र** 3)।



चित्र 3. सीएसआईआर-आईआईपी प्लांट में यांत्रिक उप-प्रणालियों की स्थापना।

- **चरण III (मार्च 2025) :** पूर्ण-स्तरीय प्रणाली का इंस्टॉलेशन, कन्वेयर अलाइनमेंट तथा दीर्घकालिक थ्रूपुट परीक्षण। चित्र 4 में पूर्ण प्रणाली के एकीकरण तथा आईआईपी टीम के साथ लिए गए चित्र दर्शाए गए हैं।

चित्र 4. सीएसआईआर-आईआईपी प्लांट में पूर्ण प्रणाली की तैनाती।

iii) परीक्षण विधि

तीन प्रकार के नमूनों का परीक्षण किया गया:

- पॉलीओलिफिन्स (PE, PP)
- मिश्रित प्लास्टिक (PET, PVC, PS, मल्टीलेयर)
- गंदे, अव्यवस्थित एवं रंगीन नमूने

सभी नमूनों को प्रणाली से गुजारा गया तथा परिणामों की पुष्टि FTIR विश्लेषण और मैनुअल सत्यापन द्वारा की गई।

परिणाम एवं चर्चा

i) वर्गीकरण सटीकता

प्रस्तुत प्रणाली ने औसतन 85% से अधिक वर्गीकरण सटीकता प्रदर्शित की।

PE एवं PP के लिए:

- **Precision:** > 90%
- **Recall:** > 88%

मल्टीलेयर एवं काले प्लास्टिक में NIR संकेतों की कमजोरी के कारण अपेक्षाकृत अधिक त्रुटियाँ देखी गईं।

ये परिणाम पूर्व प्रकाशित NIR आधारित प्लास्टिक छंटाई अध्ययनों के अनुरूप हैं [3]।

ii) पाइरोलिसिस हेतु उपयोगिता

उच्च-शुद्धता पॉलीओलिफिन्स पाइरोलिसिस के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण हैं। आईआईपी में छांटे गए PE/PP को प्रोसेस में सम्मिलित कर प्रणाली की वास्तविक उपयोगिता सत्यापित की गई। अध्ययनों में यह स्थापित है कि PE/PP फीडस्टॉक में PVC या PET की उपस्थिति प्रक्रिया स्थिरता और उत्पाद गुणवत्ता को नकारात्मक रूप से प्रभावित करती है [2]। इसके अतिरिक्त, NIR स्पेक्ट्रोस्कोपी का उपयोग पॉलीप्रोपाइलीन में पॉलीथीन जैसी अशुद्धियों की पहचान एवं मात्रात्मक निर्धारण हेतु भी किया गया है, जिससे संसाधन-उन्मुख फीडस्टॉक गुणवत्ता नियंत्रण संभव होता है [6]।

iii) परिचालन प्रदर्शन

प्रणाली के प्रमुख परिचालन मापदंड तालिका 1 में प्रस्तुत किए गए हैं।

तालिका 1 : प्रणाली के संचालन से जुड़े प्रमुख मापदंड

पैरामीटर	**अवलोकन**
थ्रूपुट	~20–25 आइटम प्रति मिनट
पावर खपत	~90W
सफाई आवश्यकता	प्रत्येक 2–3 घंटे में
संचालन सुविधा	न्यूनतम प्रशिक्षण पर्याप्त

सीएसआईआर-आईआईपी के कार्मिकों से प्राप्त फीडबैक में बताया गया कि यह प्रणाली उपयोगी रही। सुधार हेतु यह सुझाव दिए गए कि नाजुक हिस्सों को धूल, कचरे और नमी से सुरक्षित रखने के उपाय किए जाएँ। साथ ही, अंशांकन (Calibration) प्रक्रिया का स्वचालन (Automation) किया जाए ताकि मानवीय त्रुटियों को न्यूनतम किया जा सके और परिणामों की शुद्धता और बढ़ाई जा सके।

सीमाएँ एवं भविष्य का कार्य

- **पर्यावरण संवेदनशीलता :** ऑप्टिक्स के लिए धूल व नमी से सुरक्षा हेतु सील्ड चैंबर और एयर-करटेन की योजना।
- **स्वचालित छंटाई का अभाव :** वास्तविक-समय **छंटाई** हेतु न्यूमैटिक/रोबोटिक एक्चुएटर विकासाधीन।
- **एज-केस डेटा की कमी :** विशेषकर काले और कई परतों के प्लास्टिक के लिए व्यापक डेटा संग्रहण आवश्यक।
- **थ्रूपुट विस्तार :** उच्च क्षमता के लिए मल्टी-सेंसर एवं मल्टी-कन्वेयर कॉन्फिगरेशन प्रस्तावित।
- **पाइरोलिसिस फीडबैक एकीकरण:** प्रोडक्ट विश्लेषण को मॉडल-सुधार हेतु भविष्य में समाहित किया जाएगा।

निष्कर्ष

AI-सक्षम NIR प्रणाली ने फील्ड परिस्थितियों में विश्वसनीय एवं व्यावहारिक प्रदर्शन किया। PE एवं PP की प्रभावी छंटाई के आधार पर यह प्रणाली पाइरोलिसिस एवं अन्य प्लास्टिक पुनर्चक्रण (Recycling) प्रक्रियाओं के लिए अत्यंत उपयोगी सिद्ध होती है। यह भारत की अर्थव्यवस्था एवं विकेंद्रीकृत कचरा प्रबंधन पहलों में महत्वपूर्ण योगदान दे सकती है।

आभार

लेखकगण **सीएसआईआर-सीरी, पिलानी के निदेशक डॉ. पी. सी. पंचारिया** के प्रति अपना आभार व्यक्त करते हैं, जिनके सतत समर्थन और मार्गदर्शन ने इस कार्य को निरंतर आगे बढ़ने में सक्षम बनाया। हम सीएसआईआर-आईआईपी**, देहरादून** के निदेशक का भी धन्यवाद करते हैं, जिन्होंने फील्ड परीक्षण एवं तकनीकी सहयोग हेतु आवश्यक सुविधाएँ उपलब्ध कराईं। **हम सीएसआईआर-सीरी, चेन्नै केंद्र के प्रभारी वैज्ञानिक डॉ. सी. कुमारवेलु का भी धन्यवाद करते हैं** जिनसे आवश्यक प्रशासनिक एवं समन्वय संबंधी सहायता प्राप्त हुई। सीएसआईआर-आईआईपी के डॉ. सनत कुमार, डॉ. अजय कुमार और डॉ. अविनाश पालोडकर के तकनीकी सुझाव एवं सहयोग अत्यंत उपयोगी रहे। परियोजना सहयोगी विशाल, कार्तिक और मेहथा के समर्पित फील्ड समर्थन हेतु हम उनका धन्यवाद करते हैं। सीएसआईआर मिशन : प्लास्टिक डीपॉलिमराइजेशन एंड अपसाइक्लिंग (DEPOLUP) टीम और आईआईपी के ऑपरेशनल स्टाफ का सहयोग भी इस कार्य की सफल पूर्णता में महत्वपूर्ण रहा।

संदर्भ

[1] Jerry J. Workman Jr., Lois Weyer, *Practical Guide and Spectral Atlas for Interpretive Near-Infrared Spectroscopy*, 2nd Edition, CRC Press, Boca Raton, USA, 2012.

[2] Chafik Abdy, "Pyrolysis of polyolefin plastic waste and potential products: a review," *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, Vol. 165, Article 105566, 2022.

[3] Yan Zheng, Jiarui Bai, Jingna Xu, Xiayang Li, Yimin Zhang, "A discrimination model in waste plastics sorting using NIR hyperspectral imaging system," *Waste Management*, Vol. 72, pp. 87–98, 2018.

[4] Edward Ren Kai Neo, Zhiquan Yeo, Jonathan Sze Choong Low, Vannessa Goodship, Kurt Debattista "A review on chemometric techniques with infrared, Raman and laser-induced breakdown spectroscopy for sorting plastic waste in the recycling industry," *Resources, Conservation & Recycling*, Vol. 180, Article 106217, 2022.

[5] Benjamin P. Sutliff, "Sorting polyolefins with near-infrared spectroscopy: machine-learning pipeline screening for improved polyolefin species discrimination," *Digital Discovery*, Royal Society of Chemistry, 2024.

[6] Metrohm AG *Polyethylene content determination in polypropylene using near-infrared spectroscopy*, Application Note AN-NIR-124, Metrohm AG, Switzerland, 2025.

कृत्रिम बुद्धिमत्ता-सहायित पोर्टेबल एंडोस्कोप : न्यूनतम इनवेसिव सर्जरी के लिए एक क्रांतिकारी समाधान

सत्यम श्रीवास्तव[1], शालिनी नेहरा[2] तथा सूरज कुमार मुखिया[3]
[1]प्रधान वैज्ञानिक, [2] शोध विद्यार्थी तथा [3]परियोजना अध्येता

परिचय

न्यूनतम इनवेसिव सर्जरी (MIS) ने चिकित्सा क्षेत्र में क्रांतिकारी बदलाव लाया है, जिससे रोगियों को कम दर्द, तेजी से स्वास्थ्य लाभ और अस्पताल में कम समय तक ही भर्ती रहने का लाभ मिलता है [1]। इस परिवर्तन का केंद्र बिंदु है एंडोस्कोपिक तकनीक, जो अब केवल एक ऑप्टिकल यंत्र नहीं रही, बल्कि एक बुद्धिमान, संयोजित (connected) और सुवाह्य (Portable) समाधान बन गई है। यह लेख एक AI-सहायित पोर्टेबल 2D एंडोस्कोप का विवरण प्रस्तुत करता है, जो उच्च-रिज़ॉल्यूशन इमेजिंग, स्मार्ट डायग्नोस्टिक्स, क्लाउड कनेक्टिविटी और सहज संचालन की विशेषताओं से युक्त है - और वह भी एक कॉम्पैक्ट फॉर्म फैक्टर में।

प्रणाली का अवलोकन

यह एंडोस्कोपिक सिस्टम विशेष रूप से नैदानिक (Diagnostic)और चिकित्सकीय (Therapeutic) दोनों प्रक्रियाओं के लिए डिज़ाइन किया गया है। पारंपरिक भारी लेप्रोस्कोपिक टावरों के विपरीत, यह प्रणाली हल्की, पोर्टेबल और यूज़र-फ्रेंडली है, जो गतिशील और सीमित संसाधनों वाले सर्जिकल वातावरण के लिए आदर्श है।

इमेजिंग और विज़ुअल टेक्नोलॉजी

इस प्रणाली में एक 1/3" CMOS इमेज सेंसर है, जो Full HD (1920×1080p) रिज़ॉल्यूशन प्रदान करता है। यह सर्जरी के दौरान स्पष्ट, विस्तृत और सटीक रंग की इमेजिंग सुनिश्चित करता है। साथ ही, यह प्रणाली 4X डिजिटल ज़ूम, फ्लिप और मिरर मोड सपोर्ट करती है। साथ ही, 15.5" और 18.5" फुल HD मेडिकल-ग्रेड डिस्प्ले के विकल्प इसे विभिन्न सेटअप में उपयोग के लिए उपयुक्त बनाते हैं। साथ ही, उच्च तीव्रता वाली इनबिल्ट LED लाइटिंग और कोहेरेंट फोकस लेंस तकनीक गहराई में स्पष्ट दृश्य प्रदान करती हैं।

AI-सहायित सर्जिकल सहायता

इस प्रणाली में एकीकृत AI सॉफ़्टवेयर है, जो सर्जरी के दौरान ब्लड सेल्स को हाइलाइट करता है। यह विशेष रूप से हीमोस्टैसिस, बायोप्सी या संवेदनशील ऊतक क्षेत्रों की पहचान में उपयोगी है। AI आधारित यह टूल शल्य चिकित्सकों को तत्काल निर्णय लेने में मदद करता है, जिससे सर्जिकल प्रक्रिया की सटीकता और सुरक्षा दोनों बढ़ती हैं [2]। भविष्य में, यह प्रणाली टिशू क्लासिफिकेशन, पॉलीप डिटेक्शन और AI-गाइडेड टूल ट्रैकिंग जैसे फीचर्स को भी सपोर्ट कर सकती है।

यूज़र इंटरफेस और नियंत्रण

यह एंडोस्कोप एक टचस्क्रीन इंटरफेस के माध्यम से संचालित होता है, जिसमें इमेज कैप्चर, वीडियो रिकॉर्डिंग, फ्लिप/मिरर, और सेटिंग्स की सुविधा होती है। इसमें 1TB इनबिल्ट स्टोरेज है, जिससे लंबे वीडियो रिकॉर्डिंग, केस स्टडी और प्रशिक्षण सामग्री का स्टोरेज संभव हो पाता है।

पेशेंट डेटा और रिपोर्ट प्रबंधन

यह प्रणाली केवल एक इमेजिंग टूल नहीं, बल्कि एक पूर्ण चिकित्सा वर्कस्टेशन है। इसमें तेज़ डेटा एंट्री, रिपोर्ट जनरेशन और डायरेक्ट प्रिंटिंग की सुविधा है, जिससे प्रक्रिया के बाद का कार्यभार कम हो जाता है और रिपोर्ट्स को आसानी से ई-हॉस्पिटल या HIS सिस्टम से जोड़ा जा सकता है [3]।

मल्टी-स्पेशलिटी कॉन्फ़िगरेशन

यह सिस्टम विभिन्न क्लिनिकल उपयोगों के लिए पूर्व-सेट मोड्स के साथ आता है, जैसे:सर्जरी

- ईएनटी
- स्त्री रोग
- मूत्ररोग
- ऑर्थोपेडिक्स
- न्यूरोलॉजी
- स्पाइन सर्जरी

इसकी बहुप्रयोज्यता इसे अस्पतालों, मोबाइल क्लीनिकों और ग्रामीण स्वास्थ्य शिविरों के लिए उपयुक्त बनाती है।

कनेक्टिविटी और क्लाउड इंटीग्रेशन

इसमें HDMI आउटपुट, PC, टैबलेट और मोबाइल से कनेक्टिविटी, और एक क्लाउड-कनेक्टेड मोबाइल ऐप शामिल है। इसके माध्यम से e-Endoscopy पोर्टल पर रिमोट एक्सेस, इमेज शेयरिंग और क्लिनिकल सहयोग संभव है। एक अंतर्निहित वेब सर्वर के माध्यम से ग्लोबल डेटा विज़ुअलाइज़ेशन की सुविधा भी है, जो टेलीमेडिसिन (**चित्र-1**), सेकंड ओपिनियन, और AI मॉडल प्रशिक्षण को बढ़ावा देता है [4]।

चित्र -1: विकसित पोर्टेबल एंडोस्कोप सिस्टम का संपूर्ण कार्यप्रवाह

पोर्टेबिलिटी और फील्ड उपयोग

इस एंडोस्कोप का हल्का और बैटरी-संचालित डिज़ाइन इसे बेडसाइड डायग्नोस्टिक्स, मोबाइल क्लीनिक, आपदा राहत, और मिलिट्री फील्ड अस्पतालों में उपयोग के लिए आदर्श बनाता है।

डाटा सुरक्षा और गोपनीयता

डिवाइस में डेटा एन्क्रिप्शन, यूज़र ऑथेंटिकेशन और एक्सेस कंट्रोल जैसे फीचर्स शामिल हैं, जो इसे HIPAA जैसे मेडिकल डेटा सुरक्षा मानकों के अनुरूप बनाते हैं [5]।

सफल परीक्षण और तकनीकी ट्रांसफर

यह तकनीक पहले ही कई प्रमुख अस्पतालों में विभिन्न लैप्रोस्कोपिक प्रक्रियाओं के दौरान सफलतापूर्वक परीक्षण की जा चुकी है। इसके सकारात्मक परिणामों को देखते हुए, तकनीक को मसर्स येलो मेडिप्लस प्रा. लि. को ट्रांसफर (**चित्र-2**) कर दिया गया है। कंपनी ने इसका बीटा वर्जन लॉन्च कर दिया है, और बहुत जल्द इसका व्यावसायिक विपणन शुरू किया जाएगा।

चित्र-2: प्रौद्योगिकी हस्तांतरण और बीटा संस्करण लॉन्च

निष्कर्ष

AI-सहायित पोर्टेबल एंडोस्कोप एक स्मार्ट, प्रभावी और फ्यूचर-रेडी समाधान है जो न्यूनतम इनवेसिव सर्जरी को एक नए स्तर पर ले जाता है। इसकी उच्च गुणवत्ता वाली इमेजिंग, AI आधारित सहायता, क्लाउड इंटीग्रेशन और उपयोगिता इसे आधुनिक चिकित्सा के लिए उपयुक्त बनाते हैं। यह उपकरण न केवल तकनीकी रूप से उन्नत है, बल्कि यह चिकित्सा पहुंच को भी ग्रामीण, आपदा और सीमांत क्षेत्रों तक बढ़ाता है। अब जबकि यह तकनीक परीक्षण से उत्पादन तक पहुँच चुकी है, यह चिकित्सा क्षेत्र में एक महत्वपूर्ण बदलाव लाने के लिए तैयार है — जहां सर्जरी न केवल कम इनवेसिव होगी, बल्कि और भी अधिक स्मार्ट और सुरक्षित होगी।

संदर्भ सूची

[1]*World Health Organization (WHO).* Global Report on Minimally Invasive Surgery, *2022.https://www.who.int*

[2]*Lee, C. & Kim, D.* AI-Assisted Endoscopic Surgery: Clinical Impacts and Trends, *Journal of Surgical Innovation, Vol. 28, Issue 3, 2023.*

[3]*Government of India, Ministry of Health and Family Welfare.* Technical Report on e-Hospital and HIS Systems, *National Informatics Centre (NIC), 2022.*

[4]*Patel, R.* Cloud-Enabled Surgical Systems for Rural Access and AI Training, *International Medical Technology Journal, 2023.*

[5]*HIPAA (Health Insurance Portability and Accountability Act).* Guidelines for Health Data Security, *U.S. Department of Health and Human Services, 2021. https://www.hhs.gov/hipaa*

हरित भारत की दिशा में : इलेक्ट्रिक वाहनों हेतु सिलिकन कार्बाइड शॉटकी डायोड

सुमित्रा सिंह[1], राहुल प्रजेश[2], शेख मसिउल इसलाम[3] तथा निधि चतुर्वेदी[4]

[1]वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक, [2]प्रधान वैज्ञानिक, [3]वरिष्ठ वैज्ञानिक तथा [4]मुख्य वैज्ञानिक

सार

इस कार्य में, धातु-अर्धचालक शॉटकी जंक्शन वाले शॉटकी डायोड का निर्माण किया है। धातु-अर्धचालक शॉटकी संपर्क निकल (Ni) को धातु और सिलिकॉन कार्बाइड (4H-SiC) को अर्धचालक पदार्थ के रूप में उपयोग करके बनाया गया है। धातु-अर्धचालक शॉटकी डायोड सरणी को 350-μm-मोटी 4H-SiC (0001) सब्सट्रेट पर बनाया गया है। शॉटकी संपर्क Ni का उपयोग करके बनाया गया और ओह्मिक संपर्क के लिए Ti/Pt/Au की एक ट्रिपल परत का उपयोग किया गया है। धातु-अर्धचालक इंटरफ़ेस पर आसंजन को बेहतर बनाने के लिए 4H-SiC पर Ni-Cr मिश्र धातु का जमाव किया गया है। वर्तमान-वोल्टेज (I-V) विशेषताओं के आधार पर, टर्न-ऑन वोल्टेज, 6 V पर फॉरवर्ड करंट, रिवर्स सैचुरेशन करंट, बैरियर ऊंचाई (φ_B) और आदर्शता कारक (η) के लिए डिवाइस आउटपुट पैरामीटर मान क्रमशः 1 V, 2.00 A, 652 nA, 0.935 eV और 1.296 हैं।

परिचय

सिलिकॉन कार्बाइड (SiC) सामग्री को अगली पीढ़ी वाले अर्धचालकों के लिए एक उभरता हुआ उम्मीदवार माना जाता है, क्योंकि इसके अद्वितीय गुणों जैसे कि वाइड बैंडगैप, उच्च ब्रेकडाउन क्षेत्र, उच्च वाहक संतृप्ति वेग, कम ऑन-स्टेट प्रतिरोध और सिलिकॉन समकक्ष की तुलना में बेहतर उच्च तापमान, उच्च आवृत्ति और उच्च वोल्टेज संचालन। SiC उपकरणों को बिना किसी जटिलता के कुछ घटकों का उपयोग करके भी डिज़ाइन किया जा सकता है। हालाँकि, SiC-आधारित पावर डायोड का प्रदर्शन अन्य अर्धचालकों से बने उपकरणों की तुलना में बेहतर है, क्योंकि इसमें 3.26 eV का व्यापक बैंडगैप, 2 MV/cm से अधिक क्रिटिकल ब्रेकडाउन इलेक्ट्रिक फ़ील्ड और 2×10^7 cm/s से अधिक संतृप्त बहाव वेग होता है। उच्च ब्रेकडाउन फ़ील्ड 10 गुना पतले और भारी डोप किए गए वोल्टेज अवरोधक परतों वाले SiC पावर डायोड के निर्माण की सुविधा भी देता है। इसके अलावा, SiC के 4H पॉलीटाइप ने अपनी उच्च ऊर्ध्वाधर (a-अक्ष) गतिशीलता के कारण ऊर्ध्वाधर पावर उपकरणों के लिए क्षमता का प्रदर्शन किया है। बड़ा बैंडगैप स्थिर, उच्च तापमान संचालन और उच्च विकिरण कठोरता भी प्रदान करता है, जिससे यह पदार्थ 600-3000 V की वोल्टेज रेंज में संचालित होने वाले बिजली उपकरणों के निर्माण के लिए उपयुक्त उम्मीदवार बन जाती है। इसके अलावा, कमरे के तापमान पर SiC की ऊष्मीय चालकता 4.9 $WK^{-1}cm^{-1}$ है, जो Si की तुलना में 2–3 गुना है। SiC उपकरणों का कम ON प्रतिरोध भी ऊर्जा की खपत को कम करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है और इस तरह पर्यावरण के अनुकूल उपकरणों और प्रणालियों के विकास को सुविधाजनक बनाता है [1]।

इलेक्ट्रिक वाहन ऊर्जा दक्षता और पर्यावरण सुरक्षा के लिए एक नया समाधान बनकर उभरे हैं। इन वाहनों में पावर इलेक्ट्रॉनिक्स सिस्टम की भूमिका अत्यंत महत्वपूर्ण होती है। पारंपरिक सिलिकॉन (Si) युक्तियों की सीमाओं (limitations) जैसे उच्च पावर लॉस, धीमी गति और अधिक ताप उत्पादन के कारण, SiC पर आधारित शॉटकी डायोड को बेहतर विकल्प माना जाता है [2]।

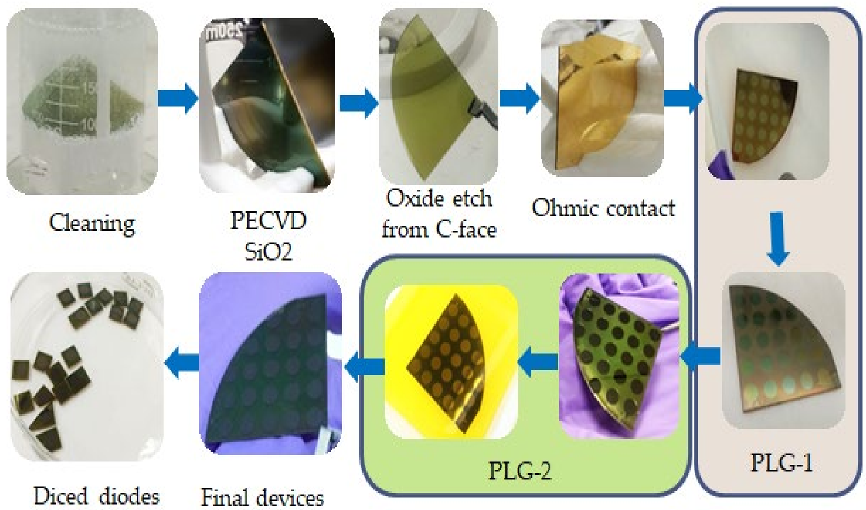
इलेक्ट्रिक वाहनों में उपयोग की आवश्यकता

चार्जिंग सिस्टम में : SiC डायोड उच्च वोल्टेज पर भी कम पावर लॉस के साथ कार्य करता है, जिससे चार्जिंग समय घटता है और दक्षता बढ़ती है।

इनवर्टर में : इनवर्टर, DC को AC में बदलने के लिए उपयोग होता है। SiC डायोड की तेज स्विचिंग गति इनवर्टर की कार्यक्षमता को बढ़ाती है।

डीसी-डीसी कनवर्टर: वाहन प्रणालियों के लिए उच्च-वोल्टेज बैटरी पावर को कम वोल्टेज में परिवर्तित करते हुए, ये कनवर्टर्स आमतौर पर 900 V/100A रेटेड SiC MOSFETs का उपयोग करते हैं। SiC उपकरणों द्वारा सक्षम उच्च-आवृत्ति संचालन के परिणामस्वरूप छोटे ट्रांसफार्मर और बेहतर दक्षता प्राप्त होती है।

हाई वोल्टेज बैटरी सिस्टम: आधुनिक ईवी 400V या 800V बैटरी सिस्टम का उपयोग करते हैं, जिसमें तेजी से चार्जिंग और बेहतर दक्षता को सक्षम करने के लिए उच्च वोल्टेज की ओर रुझान बढ़ रहा है। SiC MOSFETs की उच्च अवरोधन वोल्टेज क्षमता उन्हें इन उच्च वोल्टेज प्लेटफ़ॉर्म के लिए आदर्श बनाती है [3,4]।



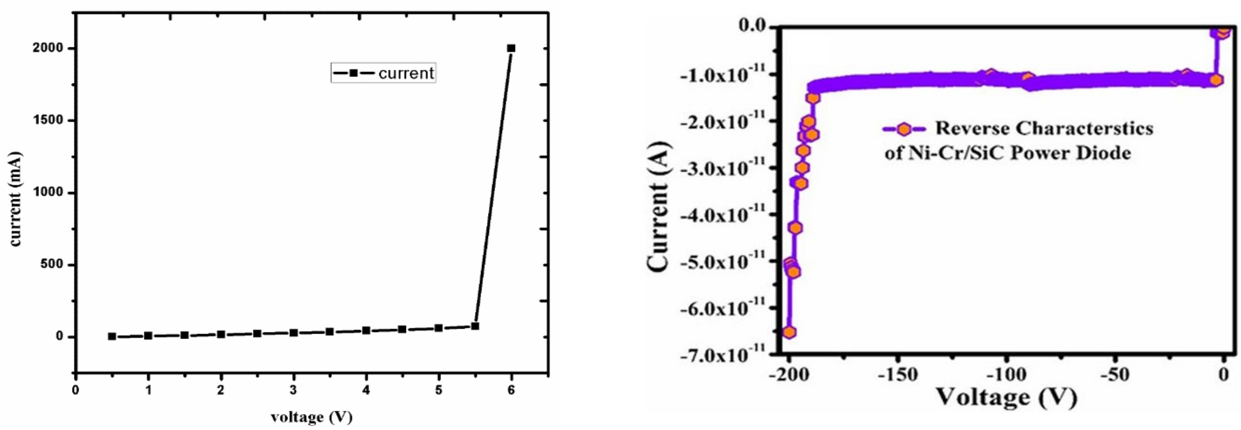
चित्र 1 : SiC युक्ति की निर्माण प्रक्रिया

SiC शॉटकी डायोड का निर्माण

युक्तियों (Devices) को एन-टाइप 4H-SiC (0001) सब्सट्रेट पर Si-फेस 4° ऑफ-ओरिएंटेड के साथ तैयार किया गया है। अध्ययन में 3 इंच व्यास और 0.015–0.028 Ωcm की प्रतिरोधकता वाले एक वाणिज्यिक सब्सट्रेट (वोल्फस्पीड इंक) का उपयोग किया गया है। SiC वेफर्स में 1-μm-मोटी n-टाइप SiC बफर परत है, जिसमें n-टाइप 4H-SiC (0001) सब्सट्रेट पर 10×18 cm^{-3} की डोनर सांद्रता है। SiC वेफर्स में बफर परत के ऊपर 50-μm-मोटी n-टाइप SiC एपिटैक्सियल परत (7.6×10^{14} cm^{-3} की डोपिंग सांद्रता) होती है। सब्सट्रेट को डीग्रीज करने के लिए, इसे एसीटोन के साथ उबाला गया और उसके बाद मीथेनॉल डाला गया है। उसके बाद, नमूनों को 3 मिनट तक धोने के लिए विआयनीकृत जल (18.2 MΩ) का उपयोग किया गया, उसके बाद N_2 गन से सुखाया गया है। 1100°C पर 4 घंटे तक थर्मल ऑक्सीकरण किया गया और N_2 परिवेश में 30 मिनट के लिए 950°C पर एनीलिंग के अधीन किया गया। Si-फेस और C-फेस पर विकसित SiO_2 परत की मोटाई क्रमशः 55 nm और 475 nm पाई गई। C-फेस SiO_2 परत को हटाने के लिए बफर ऑक्साइड एचेंट (BOE) विलयन का उपयोग करने से पहले, एक धनात्मक फोटोरेसिस्ट (Positive photoresist) को सुरक्षात्मक परत के रूप में Si-फेस SiO2 परत पर जमा किया गया। फिर फोटोरेसिस्ट को 40 मिनट के लिए 120 डिग्री सेल्सियस पर बेक किया गया। सी-फेस SiC सतह से SiO_2 परत को पूरी तरह से हटाने के लिए BOE की नक़्क़ाशी दर 1000

Å/मिनट पर रखी गई। स्पटरिंग तकनीक का उपयोग करके क्रमशः 300 Å, 300 Å और 2000 Å की मोटाई के साथ टाइटेनियम, प्लैटिनम और सोने की एक ट्रिपल परत जमा करके एक कम प्रतिरोध वाला ओह्मिक संपर्क बनाया गया। 200 W की स्थिर शक्ति पर Ti, Pt और Au की जमा दर क्रमशः 1.67 Å/s, 4 Å/s और 7.4 Å/s रख गई। ऑप्टिकल लिथोग्राफी और लिफ्ट-ऑफ प्रक्रिया के माध्यम से फ्रंटसाइड शॉटकी संपर्क निर्मित किया गया। 2000 Å की मोटाई वाला शीर्ष Ni इलेक्ट्रोड DC मैग्नेट्रॉन स्पटरिंग द्वारा बनाया गया। SiC वेफर्स को आर्गन की उपस्थिति में 1 घंटे के लिए 300°C पर एनील किया गया। गोलाकार शॉटकी संपर्कों का व्यास 4.8 mm निर्धारित किया गया। SiC शॉटकी डायोड की निर्माण प्रक्रिया चित्र 1 में दिखाई गई है।

(ए) (बी)



चित्र 2 : (ए) फॉरवर्ड और (बी) रिवर्स बायस स्थितियों के तहत *SiC* पावर डायोड की *I-V* विशेषताएं

निष्कर्ष

SiC-आधारित शॉटकी डायोड को दो अलग-अलग धातु इलेक्ट्रोड, Ni और Ni-Cr का उपयोग करके निर्मित किया गया। इन उपकरणों में शॉटकी संपर्क और अवरोध गुणों को समझने के लिए Ni/4H-SiC और Ni-Cr/4HSiC संरचनाओं के साथ धातु-अर्धचालक शॉटकी अवरोध जंक्शन की धारा-वोल्टेज विशेषताओं का व्यवस्थित रूप से विश्लेषण किया गया। टर्न-ऑन वोल्टेज, 6 V पर फॉरवर्ड करंट, रिवर्स सैचुरेशन करंट, बैरियर ऊंचाई (φ_B) और आदर्शता कारक (η) क्रमशः 1 V, 2 A, 652 nA, 0.935 eV और 1.296 पाए गए।

आभार

लेखक ईवी महामिशन परियोजना (**ANRF/MAHA/2024/000065/PEMD**) के माध्यम से सहायता प्रदान करने के लिए **ANRF**, नई दिल्ली, भारत के प्रति आभार व्यक्त करते हैं। लेखक सीएसआईआर-सीरी के निदेशक को उनके निरंतर मार्गदर्शन और प्रोत्साहन के लिए धन्यवाद देना चाहते हैं। लेखक तकनीकी सहायता के लिए सीएसआईआर-सीरी, पिलानी की सेमीकंडक्टर सुविधा टीम को भी धन्यवाद देते हैं।

संदर्भ

[1] B. Jayant Baliga, "Power Semiconductor Devices"
[2] EV Industry Reports 2024
[3] IEEE Transactions on Power Electronics
[4] Infineon Technologies - SiC Schottky Diode Datasheets

भारत का पहला AI-सहायित पोर्टेबल कॉल्पोस्कोप
गर्भाशय ग्रीवा कैंसर की स्मार्ट स्क्रीनिंग का एक क्रांतिकारी समाधान

शालिनी नेहरा[1] तथा सत्यम श्रीवास्तव[2]

[1] शोध विद्यार्थी तथा [2]प्रधान वैज्ञानिक

परिचय

गर्भाशय ग्रीवा का कैंसर (Cervical Cancer) महिलाओं में होने वाले प्रमुख कैंसरों में से एक है, और यह भारत सहित कई अन्य विकासशील देशों में मृत्यु का एक बड़ा कारण बनता जा रहा है [1]। इस रोग का शीघ्र निदान जीवन बचा सकता है, लेकिन वर्तमान कोलपोस्कोपी प्रक्रियाएँ महंगी, विशेषज्ञों पर निर्भर और तकनीकी दृष्टि से सीमित हैं [2]। इन्हीं समस्याओं का समाधान CSIR-CEERI, पिलानी द्वारा विकसित आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (AI)-सहायित पोर्टेबल कॉल्पोस्कोप है, जो तकनीकी दृष्टि से उन्नत, किफायती और उपयोग में सरल है।

विकास की पृष्ठभूमि और उद्देश्य

यह डिवाइस विशेष रूप से भारत जैसे देशों के लिए डिज़ाइन किया गया है, जहां स्वास्थ्य सेवाओं की पहुँच ग्रामीण क्षेत्रों में सीमित है। यह कोलपोस्कोप न केवल एक उच्च गुणवत्ता वाला इमेजिंग यंत्र है, बल्कि एक स्मार्ट डायग्नोस्टिक सहयक भी है, जो डॉक्टरों को गर्भाशय ग्रीवा की सतह पर संदिग्ध ऊतक को पहचानने में मदद करता है। इस यंत्र की सहायता से स्क्रीनिंग को तेज, सटीक और अधिक सुलभ बनाया जा सकता है।

तकनीकी विशिष्टताएँ

AI-सहायित कोलपोस्कोप में प्री और पोस्ट एसिटिक एसिड इमेजिंग के लिए उन्नत विज़ुअल सिस्टम है। इसमें 30x ऑप्टिकल ज़ूम और 25x डिजिटल ज़ूम, साथ ही ग्रीन व ब्लू लाइट फिल्टर्स, freeze, auto-focus, और timer जैसी सुविधाएं शामिल हैं। इसका एंड्रॉइड ऐप वर्जन BLE 5.0 और Wi-Fi से युक्त है, जबकि हॉस्पिटल संस्करण हार्डवेयर कुंजी के साथ विंडोज़ पीसी (Windows PC) पर आधारित सॉफ़्टवेयर के साथ आता है। यह पूरी प्रणाली 2000 mAh बैटरी से संचालित होती है, जिससे इसे फील्ड और दूरदराज़ क्षेत्रों में भी आसानी से उपयोग मे लिया जा सकता है।

AI आधारित विश्लेषण और निर्णय सहायता

AI-आधारित मॉडल कंप्यूटर विज़न तकनीक पर आधारित है, जो कॉल्पोस्कोपी इमेजेज में एसीटो-व्हाइटनिंग (Aceto-whitening) के प्रभावों का डिजिटल स्पेक्ट्रल मैप तैयार करता है [3]। यह एल्गोरिदम तीन स्तरों पर वर्गीकरण करता है — संदिग्ध, कम-संदिग्ध और स्वस्थ। साथ ही, यह सर्विक्स की पहचान और स्थिति को स्वतः चिह्नित करता है, जिससे गलत नतीजों की संभावना कम हो जाती है। इसके द्वारा तैयार की गई रिपोर्ट में इमेजेस, एनोटेशन और डॉक्टर की टिप्पणियाँ स्वचालित रूप से शामिल की जाती हैं।

इंटरफेस, रिपोर्टिंग और क्लाउड इंटीग्रेशन

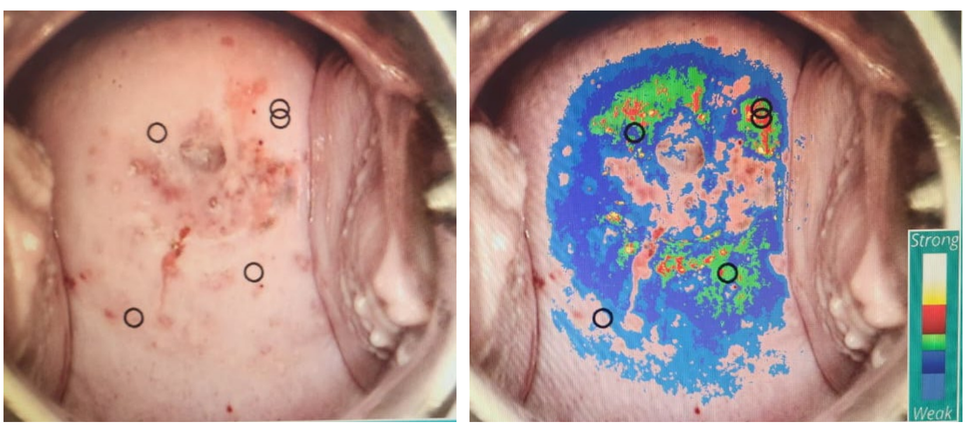
इस सिस्टम की इंटरफेस (चित्र-1) डॉक्टर के लिए अत्यंत सरल और तेज है। रिपोर्ट जनरेशन स्वचालित है, जिसमें मरीज की जानकारी, विश्लेषणात्मक इमेज और चिकित्सकीय निष्कर्ष सम्मिलित रहते हैं। इनबिल्ट तुलना लाइब्रेरी डॉक्टर को संदिग्ध मामलों की पहले के

मामलों से तुलना करने में मदद करती है। रिपोर्ट को **क्लाउड आधारित ई-कॉल्पोस्कोपी पोर्टल** पर अपलोड किया जा सकता है, जिससे रिमोट एक्सेस और विशेषज्ञों से परामर्श संभव हो पाता है।

चित्र 1. विकसित कोलपोस्कोप सिस्टम का संपूर्ण कार्यप्रवाह

बायोप्सी मार्गदर्शन में भूमिका

AI-सहायित कोलपोस्कोप में एक विशेषता यह भी है कि यह बायोप्सी के लिए सटीक पॉइंट चिह्नित (चित्र-2) करता है। डिजिटल एनोटेशन द्वारा डॉक्टर को संदिग्ध ऊतक क्षेत्रों पर स्पष्ट मार्गदर्शन प्राप्त होता है, जिससे अनावश्यक ऊतकों को हटाने से बचा जा सकता है और सर्जरी की सफलता दर बढ़ाई जा सकती है।



चित्र 2. एआई आधारित बायोप्सी मार्गदर्शन एल्गोरिदम

प्रौद्योगिकी का हस्तांतरण और उत्पादन

AI-सहायित कॉल्पोस्कोप की तकनीक का सफलतापूर्वक हस्तांतरण (चित्र-3) किया गया है और इसका उत्पादन मेसर्स डिवाइन मेडिटेक, नोएडा द्वारा किया जा रहा है। कंपनी ने इस उन्नत प्रणाली के कई संस्करण—जैसे स्टैंडर्ड, फुल एच डी और पोर्टेबल मॉडल—विकसित किए हैं और इन्हें बाजार में विशाल मात्रा में सफलतापूर्वक वितरित किया है[4]। डिवाइन मेडिटेक ने उत्पादन के हर चरण में गुणवत्ता नियंत्रण और चिकित्सकीय मानकों का पालन सुनिश्चित किया है, जिससे यह उत्पाद चिकित्सा संस्थानों की आवश्यकताओं के अनुरूप सटीक और विश्वसनीय सिद्ध हुआ है। सरकारी एजेंसियों, चिकित्सा कॉलेजों और निजी अस्पतालों में इसकी अधिक मांग रही है, और इसके उपयोग से महिला स्वास्थ्य सेवाओं में उल्लेखनीय सुधार देखा गया है।

मेसर्स डिवाइन मेडिटेक, नोएडा को प्रौद्योगिकी हस्तांतरित की गई

मेसर्स डिवाइन मेडिटेक में उत्पादन और गुणवत्ता नियंत्रण

दैनिक भास्कर
राजस्थान
सीरी ने विकसित की सर्वाइकल कैंसर जांच की स्वदेशी तकनीक
राजस्थान पत्रिका
गर्भाशय कैंसर का अब देशी तकनीक से आसानी से चलेगा पता
सवेरा इंडिया टाइम्स

मीडिया संचार

चित्र3. प्रौद्योगिकी हस्तांतरण और उत्पादन

उपयोगकर्ता अनुभव और चिकित्सा मान्यता

इस तकनीक का सफलतापूर्वक कई अस्पतालों और संस्थानों में परीक्षण किया गया है। इसे प्रमुख विशेषज्ञों जैसे **डॉ. पार्था बसु** (IARC, **फ्रांस**), **डॉ. पी. जी. कुमार** (Sai Niwas Healthcare) और **डॉ. आलिया (दुबई)** (**चित्र**-4) द्वारा उपयोग में लाया गया है, और इसकी सटीकता की पुष्टि की गई है।

डॉ. पार्थ बसु, विश्व प्रसिद्ध स्त्री रोग विशेषज्ञ, वर्तमान में फ्रांस के ल्योन में "कैंसर पर अनुसंधान के लिए अंतरराष्ट्रीय एजेंसी" में कार्यरत

दुबई, यूएई में 'मिडिल ईस्ट ऑब्सटेट्रिक्स एंड गायनेकोलॉजी कॉन्फ्रेंस' में सीरी-डिवाइन कोल्पोस्कोप प्रदर्शित किया गया। डॉ. आलिया दुबई में अग्रणी उपयोगकर्ताओं में से एक हैं।

चित्र-4 : सीएसआईआर-सीरी कॉल्पोस्कोप के प्राइम उपयोगकर्ता

सामाजिक-आर्थिक प्रभाव

AI-सहायित कोलपोस्कोप न केवल चिकित्सा सेवा की गुणवत्ता को सुधारता है, बल्कि **स्थानीय स्तर पर उत्पादन और रोजगार के अवसर** भी प्रदान करता है। यह नवाचार विशेष रूप से ग्रामीण और अर्ध-शहरी क्षेत्रों में महिलाओं की स्वास्थ्य जांच को अधिक सुलभ और विश्वसनीय बनाता है। इसकी किफायती लागत और उपयोग में सरलता इसे **राष्ट्रीय स्वास्थ्य मिशनों** जैसे – 'आयुष्मान भारत' और 'आयुष्मान भारत डिजिटल मिशन' के लिए उपयुक्त बनाती है।

संदर्भ सूची

[1] World Health Organization. *Cervical Cancer: Key Facts.* WHO, 2023. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cervical-cancer

[2]ICO/IARC HPV Information Centre. *Cervical Cancer Screening in Developing Countries: Challenges and Strategies.* International Agency for Research on Cancer (IARC), 2022.

[3]Kumar, P.G., Basu, Partha & Dr. Alia. *Clinical Evaluation of AI Colposcopy System in Multisite Trials,* Digital Health Journal, Vol. 12, Issue 3, 2024.

[4]Government of India, Ministry of Health and Family Welfare. *National DigitalHealth Blueprint,* 2023. https://ndhm.gov.in

हिंदी में काम करने में गर्व महसूस करें।

- लिखने में शब्दों के हिंदी समानार्थी/पर्याय पर निर्भर न रहें।
- अंग्रेजी शब्दों का लिप्यंतरण कर उन्हें उपयोग कर सकते हैं।
- यदि यह कठिन लगे तो वाक्य में अंग्रेजी शब्दों को हू-ब-हू भी लिख सकते हैं।
- वॉइस टाइपिंग का उपयोग कर सकते हैं।
- अपनी **प्रोजेक्ट रिपोर्टों** के शीर्षकों को द्विभाषी बनाएँ।
- कठिनाई होने पर अपने संस्थान/प्रयोगशाला/कार्यालय के **हिंदी अनुभाग की मदद लें**।

शीत वायुमंडलीय प्लाज्मा आधारित कृषि तकनीकें : फसल वृद्धि, गुणवत्ता और उत्पादकता का विश्लेषण

आनंद प्रताप सिंह[1], प्रीती पाल[1], मीनाक्षी सिंह[1], रजत गर्ग[1], महेंद्र सिंह[2], राम प्रकाश लांबा[3]तथा उदित नारायण पाल[4]

[1]परियोजना अध्येता, [2]वरिष्ठ तकनीकी अधिकारी [3]प्रधान वैज्ञानिक तथा [4] वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक

सार

शीत वायुमंडलीय दाब प्लाज़्मा (CAP) तकनीक बीज गुणवत्ता और अंकुरण क्षमता में सुधार के लिए एक प्रभावी, रसायन-मुक्त एवं पर्यावरण-अनुकूल विधि के रूप में उभर रही है। इस अध्ययन में कृषि अनुप्रयोगों हेतु विकसित शीत वायुमंडलीय प्लाज़्मा जेट प्रणाली का विश्लेषण प्रस्तुत किया गया है, जिसमें विशेष रूप से बीजों के शीत प्लाज़्मा पूर्व-उपचार और उसके जैविक प्रभावों पर ध्यान केंद्रित किया गया है। CAP जेट का विशेषज्ञण विद्युत निदान (ऑसिलोस्कोप द्वारा वोल्टेज एवं धारा मापन), प्रतिक्रियाशील ऑक्सीजन एवं नाइट्रोजन प्रजातियों (RONS) की पहचान हेतु प्रकाशीय उत्सर्जन स्पेक्ट्रोस्कोपी (OES), तथा तापीय व्यवहार के मूल्यांकन के लिए अवरक्त तापीय चित्रण कैमरा द्वारा किया गया। परिणामों से यह सुनिश्चित हुआ कि प्लाज़्मा उपचार गैर-तापीय (cold) अवस्था में सम्पन्न होता है, जिससे बीजों को किसी प्रकार की तापीय क्षति नहीं होती है। प्रयोगात्मक अध्ययनों से यह स्पष्ट हुआ कि चावल के बीजों के शीत प्लाज़्मा पूर्व-उपचार से अंकुरण दर में लगभग 28–35% की वृद्धि हुई। इसके साथ ही, उपचारित बीजों में जड़ एवं तने की लंबाई में 40–60% तक सुधार देखा गया। जैव-रासायनिक विश्लेषण में यह भी पाया गया कि प्लाज़्मा-उपचारित बीजों में एंटीऑक्सीडेंट एंजाइम गतिविधियाँ, जैसे कैटालेज़ (CAT), सुपरऑक्साइड डिसम्यूटेज़ (SOD) और एस्कॉर्बेट पेरऑक्सीडेज़ (APX), उल्लेखनीय रूप से बढ़ गईं। इसके अतिरिक्त, CAP-उपचारित बीजों में फॉल आर्मी वर्म जैसे कीटों के विरुद्ध बेहतर सहनशीलता देखी गई, जिससे प्रारंभिक अवस्था में अंकुर संरक्षण में सुधार हुआ। यह दर्शाता है कि शीत वायुमंडलीय प्लाज़्मा बीजों की सतही सक्रियता, जल अवशोषण क्षमता तथा जैविक रक्षा तंत्र को सुदृढ़ करता है।

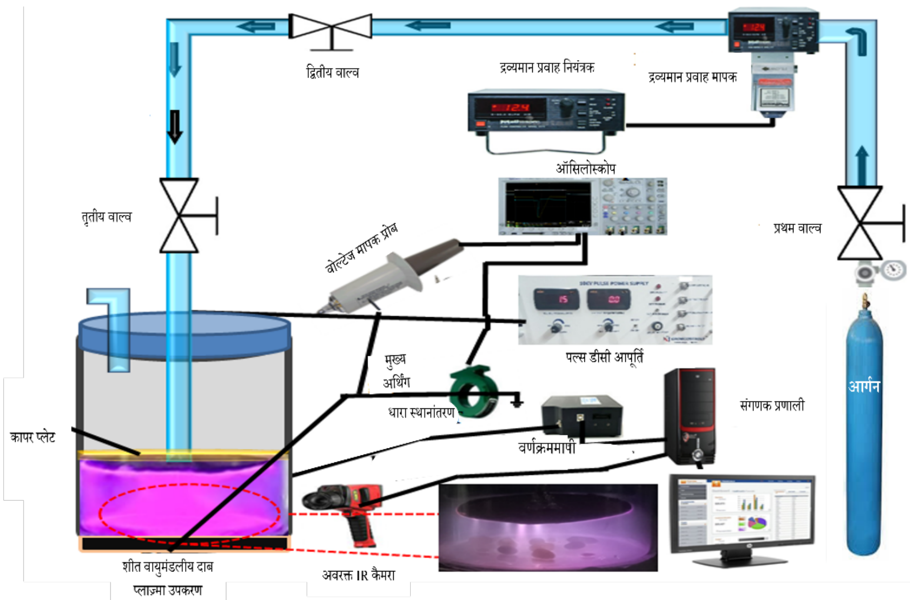
समग्र रूप से, यह अध्ययन प्रमाणित करता है कि शीत वायुमंडलीय प्लाज़्मा आधारित बीज पूर्व-उपचार अंकुरण क्षमता, प्रारंभिक वृद्धि और तनाव सहनशीलता को बढ़ाने की एक प्रभावी, टिकाऊ और रसायन-मुक्त तकनीक है, जो आधुनिक कृषि में बीज गुणवत्ता सुधार के लिए अत्यंत उपयोगी सिद्ध हो सकती है।

प्रमुख शब्द : शीत वायुमंडलीय प्लाज़्मा, प्लाज़्मा-सक्रिय जल, बीज अंकुरण, पौध वृद्धि प्रोत्साहन, टिकाऊ कृषि, प्रतिक्रियाशील ऑक्सीजन एवं नाइट्रोजन प्रजातियाँ, फसल उपज वृद्धि।

परिचय

जलवायु परिवर्तन, मृदा (मिट्टी) क्षरण तथा सीमित कृषि योग्य भूमि के साथ तीव्र गति से बढ़ती जनसंख्या को पोषण देने की आवश्यकता के कारण अभूतपूर्व चुनौतियों का सामना कर रही है। वर्तमान कृषि पद्धतियाँ रासायनिक उर्वरकों और कृत्रिम कीटनाशकों पर अत्यधिक निर्भर हैं, जिनके कारण मिट्टी एवं जल प्रदूषण तथा जैव-विविधता में ह्रास जैसे गंभीर पर्यावरणीय दुष्प्रभाव उत्पन्न हो रहे हैं [1]। पारंपरिक कृषि दृष्टिकोण उभरती चुनौतियों के अनुरूप स्थिरता लक्ष्यों को पूरा करने में अपर्याप्त सिद्ध हो रहे हैं, जबकि अनुमान है कि वर्ष 2050 तक वैश्विक जनसंख्या 9.7 अरब तक पहुँच जाएगी, जिसके लिए खाद्य उत्पादन में लगभग 70% की वृद्धि आवश्यक होगी [2]। इसके अतिरिक्त, कृषि क्षेत्र वैश्विक ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन में लगभग 14.5% का योगदान देता है, जिसमें नाइट्रोजन-आधारित उर्वरक प्रमुख भूमिका निभाते हैं [3]। इन चुनौतियों के समाधान हेतु शीत वायुमंडलीय प्लाज्मा (CAP) जेट तकनीक एक नवीन, गैर-तापीय एवं पर्यावरण-अनुकूल विकल्प के रूप में उभर रही है, जो पारंपरिक उर्वरीकरण एवं कीट नियंत्रण विधियों के विपरीत बिना जैविक प्रणालियों को तापीय क्षति पहुँचाए कमरे के तापमान और वायुमंडलीय दाब पर प्रतिक्रियाशील ऑक्सीजन एवं नाइट्रोजन प्रजातियों का उत्पादन

करती है [4]। यह तकनीक जैव-चिकित्सीय क्षेत्रों में घाव भरने और निष्फलीकरण हेतु सफलतापूर्वक प्रयुक्त हो चुकी है [5], तथा हालिया अध्ययनों में बीज उपचार, पौध वृद्धि प्रोत्साहन, पोषक तत्व संवर्धन और रोग नियंत्रण जैसे कृषि अनुप्रयोगों में इसकी उल्लेखनीय संभावनाएँ प्रदर्शित की गई हैं [6][7][8]। शीत वायुमंडलीय प्लाज्मा एक आंशिक रूप से आयनित गैस है, जिसमें इलेक्ट्रॉन, आयन, तटस्थ परमाणु एवं अणु, उत्तेजित प्रजातियाँ, पराबैंगनी फोटॉन तथा विद्युत क्षेत्र कमरे के तापमान के समीप विद्यमान रहते हैं [9]। इसकी गैर-संतुलन प्रकृति, जहाँ इलेक्ट्रॉन तापमान गैस तापमान से कई गुना अधिक होता है, तापीय प्रभावों के बिना प्रतिक्रियाशील प्रजातियों के कुशल उत्पादन को सक्षम बनाती है [10]। शीत वायुमंडलीय प्लाज्मा जेट द्वारा उत्पन्न प्रमुख प्रतिक्रियाशील प्रजातियों में प्रतिक्रियाशील ऑक्सीजन प्रजातियाँ, प्रतिक्रियाशील नाइट्रोजन प्रजातियाँ, दीर्घकालिक रासायनिक यौगिक तथा पराबैंगनी विकिरण, विद्युत क्षेत्र और कतरनी तनाव जैसे भौतिक कारक सम्मिलित हैं। हालिया अध्ययनों से स्पष्ट है कि गेहूँ, चावल और कपास जैसे बीजों के प्लाज्मा उपचार से अंकुरण दर, जड़ एवं प्ररोह वृद्धि में उल्लेखनीय वृद्धि होती है [1][4][3], जबकि प्लाज्मा-सक्रिय जल से सिंचित टमाटर एवं अन्य बागवानी फसलों में जैव-वृद्धि, पुष्पन तथा कुल उपज में कई गुना सुधार देखा गया है [6]। प्लाज्मा-सक्रिय जल में जैव-उपलब्ध नाइट्रोजन यौगिक उपस्थित होते हैं, बिना फसल उपज को प्रभावित किए उर्वरक की आवश्यकता 50% तक कम की जा सकती है [5]। इसके अतिरिक्त, शीत वायुमंडलीय प्लाज्मा जेट और प्लाज्मा-सक्रिय जल में रोगाणुरोधी एवं कवकनाशी गुण होते हैं, जो पौध प्रतिरक्षा, एंटीऑक्सीडेंट एंजाइम गतिविधि तथा जैविक एवं अजैव तनाव सहनशीलता को बढ़ाते हैं [6][7][10]। इस अध्ययन का उद्देश्य एक उपयुक्त शीत वायुमंडलीय प्लाज्मा जेट उपकरण का विकास एवं विशेषता निर्धारण, प्लाज्मा-सक्रिय जल उत्पादन का अनुकूलन, प्रतिक्रियाशील प्रजातियों का स्पेक्ट्रो-प्रकाशीय विश्लेषण, मॉडल फसलों में जैविक प्रभावों का मूल्यांकन तथा इस तकनीक को एक टिकाऊ, रसायन-मुक्त कृषि इनपुट के रूप में स्थापित करना है।



चित्र 1: CAP के निदान के लिए प्रयोगात्मक सेटअप का योजनात्मक प्रतिनिधित्व एवं केन्द्रीय इलेक्ट्रॉनिकी अभियांत्रिकी अनुसंधान संस्थान द्वारा विकसित CAP स्रोत

2. प्रायोगिक व्यवस्था और कार्यप्रणाली

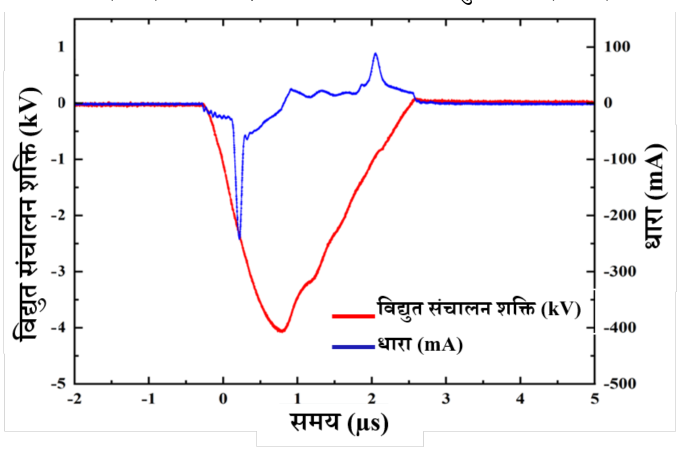
ऊपर चित्र 1 में डाईइलेक्ट्रिक अवरोध डिस्चार्ज-आधारित CAP स्रोत की संपूर्ण प्रयोगात्मक व्यवस्था एवं उपकरण संरचना को दर्शाया गया है, जिसमें 99.99% शुद्धता वाली आर्गन गैस को द्रव्यमान प्रवाह नियंत्रक और वाल्वों द्वारा 3 मानक लीटर प्रति मिनट (SLM) की प्रवाह दर पर नियंत्रित कर 6 मिमी आंतरिक व्यास तथा 200 मिमी लंबाई की क्वार्ट्ज डिस्चार्ज ट्यूब में प्रवाहित किया जाता है, जहाँ

10 मिमी के अंतराल पर स्थापित ताँबे की रिंग इलेक्ट्रोडों के माध्यम से स्पंदित डीसी पावर सप्लाई द्वारा वायुमंडलीय दाब पर शीत प्लाज़्मा उत्पन्न किया जाता है; प्लाज़्मा जेट को 10 किलोवोल्ट (kV) पीक वोल्टेज तथा 10–50 किलोहर्ट्ज़ (kHz) की परिवर्तनीय आवृत्ति पर संचालित किया गया ताकि तापीय संचय को न्यूनतम रखते हुए स्थिर डिस्चार्ज प्राप्त हो सके, और उत्पन्न प्लाज़्मा को ताँबे की प्लेट पर स्थित लक्ष्य क्षेत्र में अवलोकित किया गया, जबकि विद्युत मापदंडों के आकलन हेतु वोल्टेज प्रोब, ऑस्सिलोस्कोप तथा करंट ट्रांसफॉर्मर का उपयोग किया गया; प्लाज़्मा से उत्सर्जित प्रकाश के गुणात्मक एवं मात्रात्मक विश्लेषण के लिए 600 माइक्रोमीटर कोर व्यास वाले प्रकाश-कण तथा 180° दृश्य क्षेत्र वाले **कोसाइन करेक्टर** से युक्त ओशन ऑप्टिक्स HR4000 वर्णक्रममापी का प्रयोग किया गया, जिसमें DH-3P-CAL मानकीकरण स्रोत द्वारा विकिरणमितीय मानकीकरण के उपरांत पराबैंगनी–दृश्य (UV-VIS) क्षेत्र में वर्णक्रमीय दीप्ति एवं इर्रेडेंस मान प्राप्त किए गए, जिससे CAP द्वारा उत्पन्न विभिन्न स्पेक्ट्रल घटकों की सटीक पहचान संभव हुई, जबकि प्लाज़्मा जेट से संबंधित तापमान वितरण का मापन IR आधारित ऊष्मीय कैमरा (Guide EASIR-9) द्वारा किया गया, जिसका मापन दायरा −20 °C से 150 °C तथा सटीकता ±2 °C या ± 2% है, और संपूर्ण प्रायोगिक आंकड़ों का अभिलेखन एवं विश्लेषण कंप्यूटर आधारित डेटा अधिग्रहण प्रणाली द्वारा संपन्न किया गया।

परिणाम और चर्चा

अ) विद्युत विशेषताओं का निर्धारण

चित्र 2 पल्सित शीत प्लाज़्मा डिस्चार्ज के वोल्टेज एवं धारा के समय-आधारित तरंगरूपों को प्रदर्शित करता है, जहाँ क्षैतिज अक्ष पर समय (μs), बाएँ ऊर्ध्वाधर अक्ष पर विभवांतर (kV) तथा दाएँ ऊर्ध्वाधर अक्ष पर विद्युत धारा (mA) प्रदर्शित है।



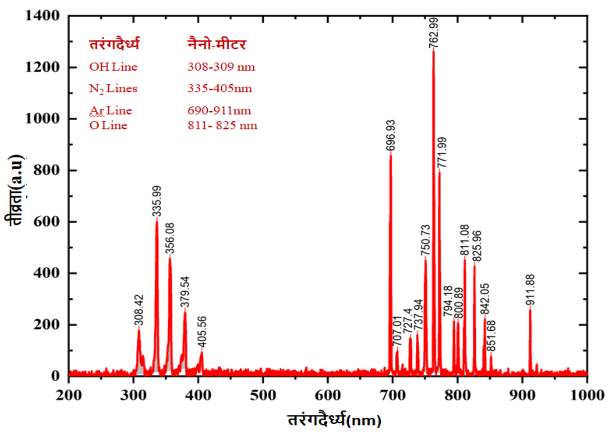
चित्र 2. 3.5 kV वोल्टेज, 30 kHz आवृत्ति तथा 3 SLM गैस प्रवाह दर पर संचालित C-APP में आर्गन एवं हीलियम गैसों के लिए वोल्टेज और धारा का व्यवहार

लागू नकारात्मक उच्च-वोल्टेज पल्स (नीली वक्र) के साथ विद्युत क्षेत्र तीव्रता में वृद्धि होती है, जिससे निर्वहन अंतराल में विद्युत् विघटन आरंभ होकर प्लाज़्मा निर्माण होता है और इसके परिणामस्वरूप तीव्र नकारात्मक धारा शिखर (लाल वक्र) उत्पन्न होता है, जो इलेक्ट्रॉनों के तीव्र त्वरण एवं प्रभावी आयनीकरण प्रक्रियाओं को इंगित करता है। इसके पश्चात् इलेक्ट्रोड सतहों पर आवेश संचय के कारण धारा में क्रमिक कमी देखी जाती है तथा वोल्टेज के शून्य के समीप पहुँचने पर प्लाज़्मा चमक के बाद वाली अवस्था में प्रवेश कर समाप्त हो जाता है। चित्र 2 में 30 किलोहर्ट्ज़ पल्सित डीसी उत्तेजना पर संचालित शीत वायुमंडलीय प्लाज़्मा की गतिशील विद्युत प्रतिक्रिया प्रदर्शित है, जिसमें लगभग −3.5 किलोवोल्ट का नकारात्मक वोल्टेज पल्स और 300–350 मिलीएम्पियर तक पहुँचने वाली निर्वहन धारा दर्ज की

गई है; यह तीव्र धारा-स्पाइक प्लाज़्मा प्रज्वलन एवं सूक्ष्म रेखीय निर्वहन संरचनाओं के निर्माण को दर्शाता है। धारा तरंगाकार में देखे गए सूक्ष्म दोलन प्रत्येक पल्स चक्र के दौरान उत्पन्न क्षणिक सूक्ष्म निर्वहन घटनाओं से संबद्ध हैं, जबकि प्रारंभिक धारा-शिखर के बाद दिखाई देने वाली गिरावट एवं मंद दोलन प्लाज़्मा के स्थिरीकरण तथा आफ्टरग्लो अवस्था की ओर संक्रमण का संकेत देते हैं। निष्क्रिय गैसों हीलियम और आर्गन में समान विद्युत-निर्वहन परिस्थितियों के अंतर्गत तुलनीय वोल्टेज–धारा व्यवहार देखा गया, जो इनके समान इलेक्ट्रॉन टकराव, ऊर्जा अवशोषण एवं आयनीकरण तंत्र को दर्शाता है; यद्यपि हीलियम की अर्ध-स्थिर अवस्थाएँ ऊर्जा हस्तांतरण को बढ़ावा देती हैं और आर्गन का अधिक परमाणु द्रव्यमान टक्कर क्रॉस-सेक्शन को प्रभावित करता है, तथापि समग्र रूप से दोनों गैसों में स्थिर, पुनरुत्पादक और नियंत्रित शीत प्लाज़्मा निर्वहन प्राप्त हुआ, जिससे प्रणाली की विश्वसनीयता और संचालन स्थिरता की पुष्टि होती है।

ब) प्रकाशीय विशेषताएँ (OES)

चित्र 3 में आर्गन-आधारित CAP का प्रकाशीय उत्सर्जन स्पेक्ट्रम दर्शाया गया है। इसे फाइबर ऑप्टिक स्पेक्ट्रोमीटर (Ocean Optics USB4000) की सहायता से रिकॉर्ड किया गया जिसकी की तरंगदैर्ध्य सीमा 200–900 nm तथा वर्णक्रमीय संकल्प लगभग 1 nm है। स्पेक्ट्रम को 3 स्टैण्डर्ड लीटर प्रति मिनट (SLM) की आर्गन गैस प्रवाह दर पर संचालित प्लाज़्मा जेट से प्राप्त किया गया। उत्सर्जित विकिरणों को प्लाज़्मा जेट आउटलेट से 10 मिमी की दूरी पर एकत्र किया गया। वर्णक्रम में 690–911 nm क्षेत्र में आर्गन की तीव्र उत्सर्जन रेखाएँ स्पष्ट रूप से दिखाई देती हैं। इन अवलोकनों से प्रतिक्रियाशील ऑक्सीजन एवं नाइट्रोजन प्रजातियों (RONS) के निर्माण की पुष्टि होती है। ये प्रजातियाँ बीज सतह सक्रियण, अंकुरण वृद्धि तथा पौध जैव-वृद्धि प्रोत्साहन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं। साथ ही, इनके रोगाणुरोधी प्रभाव तथा प्लाज़्मा-सक्रिय जल के माध्यम से पोषक तत्व उपलब्धता जैसे कृषि अनुप्रयोगों में विशेष महत्व है।

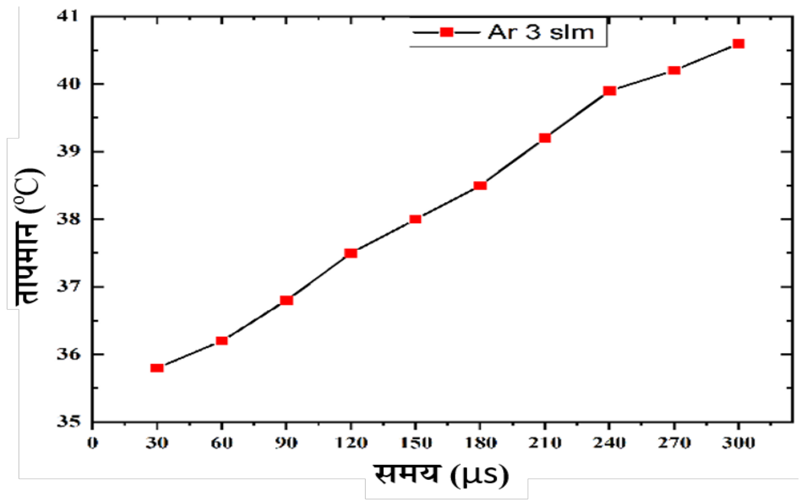


चित्र 3: CAP जेट का प्रकाशीय उत्सर्जन स्पेक्ट्रम, जिसमें कृषि तकनीक अनुप्रयोगों से संबंधित उत्तेजित प्रजातियाँ प्रदर्शित हैं।

स) तापीय विशेषताएँ

चित्र 4 में आर्गन गैस 3 SLM पर संचालित शीत वायुमंडलीय प्लाज़्मा जेट के जेट-प्लम के थर्मल व्यवहार को समय के साथ प्रदर्शित किया गया है, जिसे अवरक्त (IR) थर्मल कैमरा द्वारा मापा गया है । ग्राफ में क्षैतिज अक्ष पर समय सेकंड (s) तथा ऊर्ध्वाधर अक्ष पर तापमान डिग्री सेल्सियस (^{0}C)दर्शाया गया है। परिणामों से स्पष्ट होता है कि प्लाज़्मा प्रज्वलन के पश्चात् प्रारंभिक समय पर गैस तापमान लगभग 35.8 °C के आसपास रहता है और समय के साथ धीरे-धीरे बढ़ते हुए 300 सेकंड समय अंतराल पर लगभग 40–41 °C तक पहुँचता है। तापमान में यह क्रमिक और सीमित वृद्धि यह दर्शाती है कि प्लाज़्मा जेट के संचालन के दौरान कोई तीव्र तापीय संचय नहीं होता तथा जेट-प्लम का तापमान पूरे पल्स काल में 41 °C से नीचे बना रहता है। यह अवलोकन उत्पन्न प्लाज़्मा के शीत अथवा गैर-

तापीय स्वरूप की पुष्टि करता है, जिससे यह स्पष्ट होता है कि 3 SLM प्रवाह दर पर संचालित आर्गन-आधारित CAP जेट ताप-संवेदनशील अनुप्रयोगों, विशेषकर कृषि एवं जैविक उपचारों, के लिए सुरक्षित और उपयुक्त है।



चित्र 4: CAP संपर्क 30 से 300 सेकंड अवधि के दौरान तापमान में होने वाला परिवर्तन

निष्कर्ष

इस अध्ययन से स्पष्ट रूप से सिद्ध होता है कि पैरापरावैद्युत अवरोध डिस्चार्ज आधारित शीत वायुमंडलीय प्लाज़्मा जेट एक स्थिर, नियंत्रित एवं पूर्णतः गैर-तापीय प्रणाली है, जो 3 SLM आर्गन प्रवाह दर पर प्रभावी रूप से प्रतिक्रियाशील ऑक्सीजन एवं नाइट्रोजन प्रजातियाँ (RONS) उत्पन्न करती है। विद्युत् विशेषताओं से प्राप्त तीव्र लेकिन नियंत्रित धारा-स्पाइक और स्थिर वोल्टेज-निर्वहन व्यवहार प्रणाली की विश्वसनीयता दर्शाते हैं, OES (Optical Emission Spectroscopy) विश्लेषण में हाइड्रॉक्सिल (OH), नाइट्रोजन (N_2), ऑक्सीजन (O) तथा प्रमुख आर्गन (Ar I) उत्सर्जन रेखाओं की उपस्थिति स्पष्ट रूप से देखी गई, जो प्लाज़्मा–वायु अंतःक्रिया तथा सक्रिय रासायनिक प्रजातियों की प्रभावी उत्पत्ति की पुष्टि करती है। IR थर्मल मापन से यह प्रमाणित हुआ कि प्लाज़्मा जेट का तापमान पूरे संचालन काल में 41 °C से नीचे रहता है, जिससे यह कृषि जैसे ताप-संवेदनशील अनुप्रयोगों के लिए पूर्णतः सुरक्षित है। जैविक परिणामों में बीज अंकुरण, जड़-प्ररोह वृद्धि तथा एंटीऑक्सीडेंट एंजाइम गतिविधियों में उल्लेखनीय वृद्धि देखी गई, जो यह दर्शाती है कि CAP-आधारित उपचार बीज सतह सक्रियण, जल अवशोषण और पौध रक्षा तंत्र को सुदृढ़ करता है। समग्र रूप से, यह तकनीक कृषि के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण है क्योंकि यह रसायन-मुक्त, कम-ऊर्जा, पर्यावरण-अनुकूल समाधान प्रदान करती है, जिससे उर्वरकों और कीटनाशकों पर निर्भरता घटाई जा सकती है, बीज गुणवत्ता एवं फसल उत्पादकता बढ़ाई जा सकती है और टिकाऊ एवं जलवायु-स्मार्ट कृषि प्रणालियों को प्रभावी रूप से प्रोत्साहित किया जा सकता है।

आभार

लेखक सीएसआईआर - केन्द्रीय इलेक्ट्रॉनिकी अभियांत्रिकी अनुसंधान संस्थान, पिलानी के निदेशक के प्रति आभार और कृतज्ञता ज्ञापित करते हैं, जिन्होंने इस शोध कार्य के दौरान आवश्यक बुनियादी ढांचा और संसाधनों की सुविधा प्रदान कर उत्साहवर्धन किया। लेखक प्लाज़्मा टीम के सदस्यों के भी आभारी हैं, जिन्होंने इस शोध कार्य के दौरान मूल्यवान वैज्ञानिक चर्चाएँ और तकनीकी सहायता प्रदान की।

संदर्भ

[1] V. Singh, N. K. Sharma, M. Singh, P. Lamba, A. Mishra, S. Muarya, R. Lamba, and U. N. Pal, "Discharge analysis and characterisation of cold atmospheric pressure plasma jet and generation of plasma-activated water for agriculture applications," in *Proc. IEEE Int. Pulsed Power & Plasma Science Conf. (PPPS)*, 2023, pp. XX–YY.

[2] P. Pal, H. Sehgal, U. N. Pal, et al., "Non-thermal plasma technology for sustainable agriculture: Prospects and challenges," *Planta*, vol. 261, Art. no. 109, 2025.

[3] S. Puri et al., "Biochemical evaluation of wound healing efficacy of cold plasma-conditioned media under different operational conditions," *J. Phys. D: Applied Physics*, vol. 57, Art. no. 405201, 2024.

[4] P. Pal et al., "Advances in using non-thermal plasmas for healthier crop production: Toward pesticide- and chemical fertilizer-free agriculture," *Planta*, vol. 261, Art. no. 109, 2025.

[5] P. Pal et al., "Discharge analysis and characterisation of cold atmospheric pressure plasma jet and generation of plasma-activated water for agriculture applications," in *Proc. IEEE Pulsed Power Conf.*, 2023, pp.

[6] IPCC, *Climate Change 2023: Synthesis Report*, Sixth Assessment Report, 2023.

[7] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), *The Future of Food and Agriculture*, FAO, Rome, 2017.

[8] IPCC, *Climate Change and Land: Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems*, 2019.

[9] Z. Machala, B. Tarabova, K. Hensel, E. Spetlikova, L. Martinkova, and P. Jedlovsky, "Formation of ROS and RNS in high-power DC non-thermal plasma discharges," *J. Phys. Chem. C*, vol. 117, no. 16, pp. 8401–8410,

[10] M. Laroussi, "Cold atmospheric plasma in medicine and healthcare: New frontiers in low-temperature plasma applications," *Plasma Processes and Polymers*, vol. 17, no. 1, Art. no. 1900113, 2020.

"हिंदी उन सभी गुणों से अलंकृत है जिनके बल पर वह विश्व की साहित्यिक भाषाओं की अगली श्रेणी में सभासीन हो सकती है।

- मैथिलीशरण गुप्त

स्यूडोस्पार्क डिस्चार्ज आधारित प्लाज्मा कैथोड इलेक्ट्रॉन स्रोत का स्पंदित विद्युत हेतु अनुप्रयोग

आलोक मिश्र[1], अखिलेश मिश्र[2], रामप्रकाश लाम्बा[3] तथा उदित नारायण पाल[4]

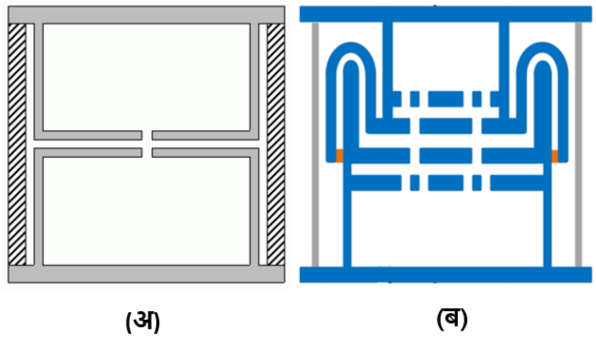
[1]वरिष्ठ तकनीकी अधिकारी, [2]तकनीकी अधिकारी,[3] प्रधान वैज्ञानिक तथा [4] वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक

परिचय

स्यूडोस्पार्क डिस्चार्ज (पीडी) को एक विशेष प्रकार के कम दबाव वाले गैस डिस्चार्ज के रूप में पहचाना जाता है जो केवल उच्च धारा घनत्व (high current density)(~100 A/cm^2) के साथ-साथ उच्च चमक (high brightness) (~1012 A/m^{-2} rad^{-2}) के साथ इलेक्ट्रॉन बीम का उत्पादन कर सकता है [1-2]। इसके अलावा, पीएस डिस्चार्ज इलेक्ट्रॉन बीम की अनूठी विशेषताओं जैसे, तेजी से धारा में वृद्धि (fast current rise) (लगभग 10^{12}A/s तक), उच्च शक्ति घनत्व (~109 W/cm^2) और कम उत्सर्जन (low emittance) (~15 mm•mrad) को भी प्रदान करता है, [1-2]। स्यूडोस्पार्क डिस्चार्ज आधारित प्लाज्मा कैथोड इलेक्ट्रॉन स्रोतों से उत्पन्न इलेक्ट्रॉन बीम की ये विशिष्ट विशेषताएं स्पंदित शक्ति अनुप्रयोगों (pulsed power applications) के लिए नए द्वार खोलती हैं [1-2]। पीडी आधारित डिवाइस के अद्वितीय विन्यास (unique configuration) और ज्यामिति (geometry) में संयुक्त रूप से उच्च घनत्व (high density) और उच्च चमक (high brightness) की इलेक्ट्रान बीम (ई-बीम) उत्पन्न करने की क्षमता है जो माइक्रोवेव, टेराहर्ट्ज (THz) विकिरण उत्पादन, चरम पराबैंगनी (extreme ultraviolet)(ईयूवी) स्रोतों, तीव्र एक्स-रे स्रोत, इलेक्ट्रॉन बीम लिथोग्राफी और सतह संशोधन (surface modification) इत्यादि क्षेत्रों में संभावित अनुप्रयोगों के लिए सबसे उपयुक्त है [1-3]। इसके अतिरिक्त, पीएस डिस्चार्ज आधारित उपकरणों का अनुप्रयोग अन्य संभावित क्षेत्रों में भी है [4-5]। उच्च घनत्व (high density), ऊर्जावान (energetic) तथा लघु-स्पंदित (short pulsed) इलेक्ट्रॉन बीम (electron beams) के बढ़ते अनुप्रयोगों—जिनमें प्रमुख रूप से ईयूवी (EUV) / सॉफ्ट एक्स-रे (Soft X-ray), माइक्रोवेव (microwave) तथा सतह संशोधन (surface modification) शामिल हैं—के संदर्भ में "मल्टी-गैप स्यूडोस्पार्क (multi-gap pseudospark) स्विच" एक प्रभावी डिवाइस स्रोत (source) के रूप में जाना जाता है। यह उपकरण प्लाज्मा कैथोड डिस्चार्ज के सिद्धांत पर कार्य करता है। अतः प्लाज्मा कैथोड पर आधारित "मल्टी-गैप स्यूडोस्पार्क स्विच" के विकास (development) एवं उसके लक्षणों (characterization) का गहन अध्ययन किया जाना अत्यंत आवश्यक है।

संरचना

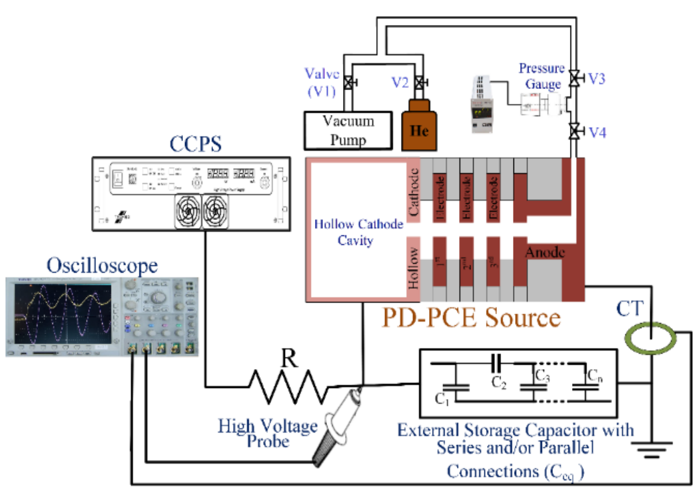
वास्तव में, प्लाज्मा डिस्चार्ज (पीडी) कम दबाव (1-80 पास्कल) वाला डिस्चार्ज है जो कि आत्मनिर्भर और क्षणिक प्रकृति (transient nature) के गैस निर्वहन (gas discharge) वाले पास्चेन वक्र (Paschen's curve) में बाईं ओर स्थित है [1]। स्यूडोस्पार्क डिस्चार्ज (PD) की विशेष ज्यामिति में एक तरफ अक्ष पर केंद्रित छेद वाला खोखला कैथोड (hollow cathode) होता है जबकि दूसरी तरफ खोखला या प्लेनर एनोड होता है [2]। जब, केवल एक खोखला कैथोड और एनोड इलेक्ट्रोड होते हैं, तो ऐसे विन्यास (configuration) को सिंगल गैप (single gap) पीएस डिस्चार्ज के रूप में जाना जाता है (चित्र 1)। जबकि, मल्टी-गैप पीएस डिस्चार्ज में खोखला कैथोड और एनोड के बीच स्टैक्ड फ्लोटिंग (stacked floating) इलेक्ट्रोड होते हैं, जो उच्च घनत्व और ऊर्जावान इलेक्ट्रॉन बीम के साथ-साथ उच्च वोल्टेज स्थितियों में भी कार्य करने (operation) की सुविधा प्रदान करते हैं [6]। PD-PCE (पीडी-पीसीई) स्रोत में ब्रेकडाउन प्रक्रिया के दौरान उत्पन्न इलेक्ट्रॉन बीम, आयन चैनल्स (ion channels) के होने वाले निर्माण के कारण बिना किसी बाहरी चुंबकीय क्षेत्र का उपयोग किए, फैल सकती है [2]। इस लेख में स्पंदित शक्ति (Pulsed Power) के अनुप्रयोग हेतु उच्च घनत्व और उच्च ऊर्जावान इलेक्ट्रॉन बीम के उत्पादन के लिए सीरी-संस्थान में विकसित किये चार-गैप (Four-Gap), पीडी-पीसीई स्रोत के विकास और लक्षणों का विवरण प्रस्तुत किया गया है।



चित्र 1: सिंगल (अ) एवं मल्टी-गैप (ब) स्यूडोस्पार्क का योजनाबद्ध आरेख [1-2]

प्रायोगिक व्यवस्था (सेटअप)

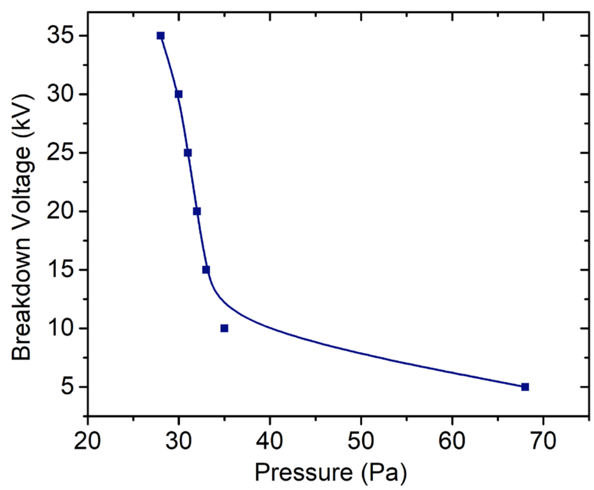
चित्र 2, मल्टी-गैप (4-गैप) स्यूडोस्पार्क डिस्चार्ज-आधारित प्लाज्मा कैथोड इलेक्ट्रॉन (PD-PCE) स्रोत का अभिलक्षणन (characterization) करने के लिए प्रयोग होने वाले सेटअप के योजनाबद्ध आरेख को दर्शाता है, जिसका उपयोग उच्च घनत्व और ऊर्जावान इलेक्ट्रॉन बीम (ई-बीम) की उत्पत्ति के लिए किया जाता है। PD-PCE सोर्स में एक एनोड और एक बेलनाकार खोखला कैथोड होता है जिसमें 4 mm व्यास का एक केंद्रीय छेद होता है। 4-गैप व्यवस्था तीन फ्लोटिंग इलेक्ट्रोड को शामिल करके प्राप्त की जाती है, जिनमें से प्रत्येक इलेक्ट्रोड 3 mm की मोटाई का होता है, जिन्हें कुचालक (Insulator) का उपयोग करके विद्युतीय प्रक्रिया से पृथक किया जाता है। एनोड, इंटरमीडिएट फ्लोटिंग इलेक्ट्रोड, और खोखला कैथोड में 4 mm व्यास के ऑन-एक्सिस छेद होते हैं तथा बाहरी ऊर्जा को स्टोर करने के लिए, कैपेसिटर (C_{eq}) PD-PCE सोर्स के गैप के पार जुड़े होते हैं। खोखला कैथोड कैविटी (cavity) को 0-35 kV की सीमा में एक ऋणात्मक (negative) हाई वोल्टेज सप्लाई (टेक्नीक्स मेक-CCR80kV-600J) से पावर दी जाती है, जबकि एनोड को इस तरह से ग्राउंड किया जाता है कि इंटरमीडिएट इलेक्ट्रोड एक फ्लोटिंग इलेक्ट्रोड के रूप में कार्य करता है। इसमें लगे हुए वाल्व (valve) V1, V2, V3, और V4 का उपयोग निर्वात (vacuum) बनाए रखने और PD-PCE चैंबर (chamber) में विभिन्न आवश्यक गैसों एवं उनके द्वारा निर्मित दबाव को बनाने के लिए किया जाता है। Hollow Cathode (HC) पर वोल्टेज को एक हाई-वोल्टेज प्रोब (probe) का उपयोग करके मापा जाता है, जबकि कुल धारा को एक करंट ट्रांसफर (CT) डिवाइस का उपयोग कर मापा जाता है। वोल्टेज और धारा तरंगों (waveform) को रिकॉर्ड करने के लिए एक डिजिटल ऑसिलोस्कोप (Tektronix DPO4054) का उपयोग किया जाता है।



चित्र 2: प्रायोगिक मापन व्यवस्था के साथ पीडी-पीसीई (PD-PCE) स्रोत का योजनाबद्ध आरेख [4-6]

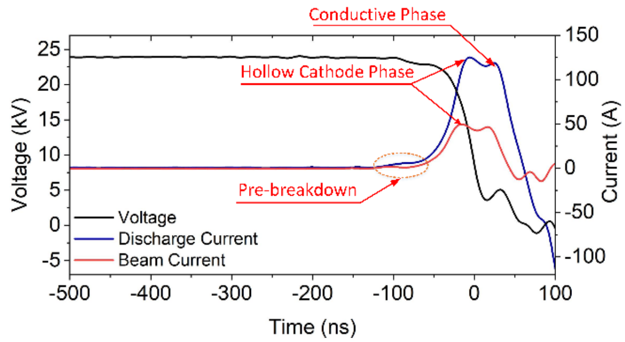
परिणाम एवं चर्चा

उच्च घनत्व और ऊर्जावान इलेक्ट्रॉन बीम) ई-बीम (के लक्षणों का वर्णन मल्टी-गैप (4-गैप) पीडी-पीसीईई स्रोत पर आधारित हैं। पीडी-पीसीईई स्रोत को सेल्फ-ब्रेकडाउन मोड में संचालित किया गया है, जहां पराबैंगनी, ब्रह्मांडीय विकिरण आदि के कारण इलेक्ट्रॉनों की उपस्थिति से डिस्चार्ज शुरू होता है, और एचसी गुहा के अंदर कोई अतिरिक्त बीज इलेक्ट्रॉन नहीं डाला जाता है। पीडी-पीसीईई स्रोत को दबाव सीमा ~10^{-5} mbar तक निर्वात करने के बाद, बाहरी भंडारण कैपेसिटर को वांछित परिचालन स्थितियों के आधार पर -5kV से -35kV तक चार्ज किया गया है। पीडी-पीसीईई स्रोत के ऑपरेटिंग क्षेत्र को मान्य करने के लिए, स्रोत की ब्रेकडाउन विशेषताओं का विश्लेषण किया गया और पासचेन के वक्र (Paschen Curve) पर प्लॉट किया गया, जो गैस के दबाव और दूरी अंतराल के एक फ़ंक्शन के रूप में डिस्चार्ज शुरू करने के लिए आवश्यक वोल्टेज का वर्णन करता है जैसा कि चित्र 3 में दिखाया गया है। प्रयोगात्मक रूप से पीडी-पीसीईई स्रोत द्वारा देखी गई ब्रेकडाउन विशेषताएँ पासचेन वक्र (Paschen Curve) के बाईं ओर स्थित थीं, जो पासचेन वक्र सत्यापन पुष्टि करती हैं जिसके अनुसार, पीडी-पीसीईई स्रोत स्यूडोस्पार्क क्षेत्र (region) में संचालित होता है [1] और यह जानकारी सामग्री प्रसंस्करण (materials processing), कण त्वरण (particle acceleration) और प्लाज्मा उपकरणों (plasma devices) जैसे विभिन्न अनुप्रयोगों के लिए इलेक्ट्रॉन बीम स्रोतों के विकास के लिए महत्वपूर्ण है।



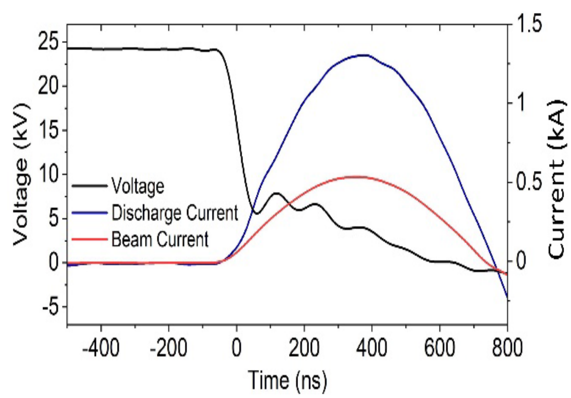
चित्र 3: 25 kV डिस्चार्ज वोल्टेज के लिए 250 pF पर इलेक्ट्रॉन बीम बनाने के लिए विकसित PD-PCE सोर्स की V-I विशेषताएँ।

स्यूडोस्पार्क डिस्चार्ज की विशेषता तीन जटिल चरणों से होती है; प्री-ब्रेकडाउन चरण (Pre-brekdown Phase), खोखला कैथोड चरण (Hollow Cathode Phase) और प्रवाहकीय चरण (Conductive Phase) [1], [6-8]। खोखले कैथोड (एचसी) गुहा के अंदर डिस्चार्ज की शुरुआत स्व-ब्रेक डाउन प्रक्रिया द्वारा की जाती है और इसे स्यूडोस्पार्क डिस्चार्ज के प्री-ब्रेकडाउन चरण के रूप में जाना जाता है। डिस्चार्ज के प्रज्वलन से एचसी गुहा के अंदर हिमस्खलन (Avalanche) की स्थिति प्राप्त होकर प्लाज्मा का निर्माण होता है। पीडी-पीसीईई स्रोत में संभावित प्रोफ़ाइल के विशेष वितरण के कारण ऊर्जावान इलेक्ट्रॉन किरण को प्लाज्मा से निकाला जाता है। ऊर्जावान इलेक्ट्रॉन किरण का उत्पादन पीडी-पीसीईई स्रोत के खोखले कैथोड चरण में प्राप्त किया जाता है। हालाँकि, उच्च वर्तमान ई-बीम प्रवाहकीय चरण में उत्पन्न किया जा सकता है। स्यूडोस्पार्क डिस्चार्ज के तीन चरण को विकसित पीडी-पीसीईई स्रोत में चित्रित किया गया है जिसे चित्र 4 में प्रस्तुत किया गया है। चित्र 4 में 25 kV डिस्चार्ज वोल्टेज के लिए 250 pF पर इलेक्ट्रॉन बीम बनाने के लिए विकसित PD-PCE सोर्स की V-I विशेषताएँ (characteristics) को दिखाया गया है जो कि डिस्चार्ज और बीम करंट दोनों में PD-PCE सोर्स के अलग-अलग फेज़ दिखाता है। इस प्रयोगात्मक कार्य द्वारा, खोखले कैथोड चरण में डिस्चार्ज करंट ~ 129A और प्रवाहकीय चरण में 123A देखा गया है। जबकि खोखले कैथोड चरण में 52.4A और प्रवाहकीय चरण में 50A के इलेक्ट्रॉन बीम धारा को सी.टी. (Current Transformer) के माध्यम से मापा गया है जिसे एक ही ऑसिलोस्कोप में दर्ज किया गया।



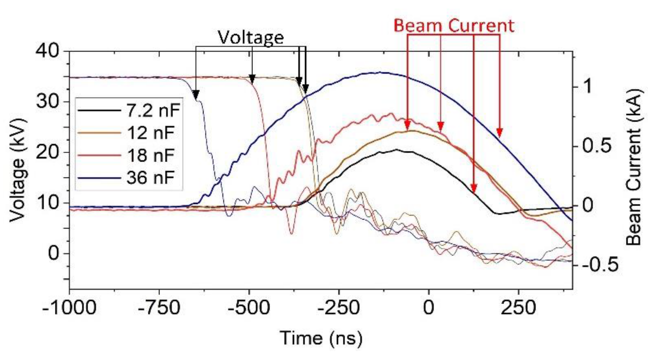
चित्र 4: 25 kV डिस्चार्ज वोल्टेज के लिए 250 pF पर इलेक्ट्रॉन बीम बनाने के लिए विकसित PD-PCE सोर्स की V-I विशेषताएँ।

इस अध्ययन से यह पाया गया है कि बाहरी भंडारण क्षमता (External storage capacitance) खोखले कैथोड फेज़ जनरेशन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। कैपेसिटेंस (Capacitance) का मान बढ़ने पर, पीडी-पीसीई स्रोत के फेज़, खोखले कैथोड फेज़ और प्रवाहकीय फेज़ में अलग होने लगते हैं। 2nf से 18nf के कैपेसिटेंस मान के लिए, पीडी-पीसीई स्रोत केवल प्रवाहकीय चरण (फेज़) में उच्च ऊर्जावान इलेक्ट्रॉन बीम के जनरेटर के रूप में कार्य करता है। 4-गैप PD-PCE सोर्स की V-I विशेषताओं को चित्र 5 में दिखाया गया है, जिसमें 18 nF बाहरी स्टोरेज कैपेसिटेंस के लिए कंडक्टिव फेज़ देखा गया है। उत्पन्न हाई करंट ई-बीम की यह विशेषता सतह संशोधन अनुप्रयोगों के लिए बहुत उपयुक्त होती हैं।



चित्र 5: 25 kV डिस्चार्ज वोल्टेज के लिए 18 nF पर इलेक्ट्रॉन बीम उत्पन्न करने के लिए विकसित PD-PCE स्रोत की V-I विशेषताएँ।

PD-PCE स्रोत का और अधिक विश्लेषण करने के लिए, बीम करंट की विशेषताओं को मापा गया, और डिस्चार्ज गैप के समनांतर में बाहरी स्टोरेज कैपेसिटर के अलग-अलग संयोजन (combination) के प्रभाव की जांच की गई। जिसमें यह पाया गया कि ब्रेकडाउन प्रक्रिया के दौरान वोल्टेज-करंट (V-I) विशेषताएँ बाहरी स्टोरेज कैपेसिटर की कैपेसिटेंस के आधार पर बदलती हैं। 36 nF जैसे ज़्यादा कैपेसिटेंस मानों से 7.2 nF जैसे कम कैपेसिटेंस मानों की तुलना में जल्दी ब्रेकडाउन हुआ, जैसा कि चित्र 6 में दिखाया गया है।



चित्र 6: 35 kV ब्रेकडाउन वोल्टेज पर 4-गैप PD-PCE सोर्स की V-I विशेषताएँ।

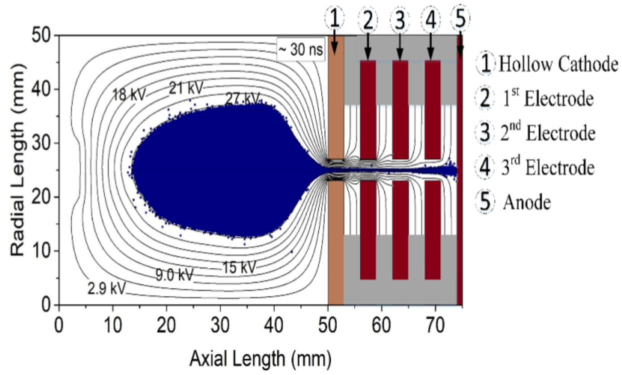
35kV लागू वोल्टेज (Applied Voltage) पर 1.1kA की अधिकतम इलेक्ट्रॉन बीम धारा पीडी-पीसीईई स्रोत से 7.2nf से 36nf बाहरी भंडारण संधारित्र की सीमा के भीतर एकत्र की गई, जबकि 2.8kA की डिस्चार्ज करंट मापी गयी। 7.2nf से 72nf तक के बाहरी भंडारण कैपेसिटर के लिए प्रयोगात्मक जांच के दौरान मापा गया इलेक्ट्रॉन बीम धारा घनत्व 2.2×10^2 A/cm^2 से 1.1×10^4 A/cm^2 तक भिन्न था। इसके अतिरिक्त, अधिकतम इलेक्ट्रॉन बीम धाराओं के लिए 840eV से लेकर लगभग 9keV तक की ऊर्जा का प्रसार देखा गया। प्रायोगिक जांच से पता चलता है कि विकसित पीडी-पीसीईई स्रोत से कम धारा वाली उच्च्य ऊर्जा और उच्च्य धारा वाली कम उर्जा की इलेक्ट्रॉन बीम बनाई और मापी जा सकती हैं। ऐसी इलेक्ट्रॉन बीम EUV/सॉफ्ट एक्स-रे, माइक्रोवेव और सतह संशोधन इत्यादि उपयोगो के लिए बहुत ही उपयुक्त हैं [1-3]। 150 pF से 18 nF कैपेसिटेंस के 25 kV डिस्चार्ज वोल्टेज की स्थिति के लिए, जेनरेटेड इलेक्ट्रॉन बीम के प्राप्त पैरामीटर तालिका 1 में दिखाए गए हैं।

तालिका 1. 25 kV पर 4-गैप PD-PCE सोर्स के गैप के पार अलग-अलग बाहरी स्टोरेज कैपेसिटर पर उत्पन्न पल्स्ड इलेक्ट्रॉन बीम की एनर्जी और करंट

बाह्य संधारित्र की धारिता (External storage capacitance) (Cex)	अधिकतम डिस्चार्ज करंट (Max. Discharge current) (A)	हॉलो कैथोड फेज में बीम की धारा (Beam current in HC phase) (A)	चालक अवस्था में बीम धारा (Beam current in conductive phase) (A)	हॉलो कैथोड फेज के दौरान इलेक्ट्रॉन बीम की ऊर्जा (Energy of electron beam during the HC phase) (keV)
150 pF	~ 112.2	~ 41	-	~ 19.6
250 pF	~ 125	~ 49.6	~ 46.5	~ 16.9
500 pF	~ 184	~ 60	~ 73.5	~ 14
2 nF	~ 452	-	~ 183	-
18 nF	~ 1304	-	~ 534	-

मल्टी-गैप PD-PCE स्रोत में डिस्चार्ज प्रक्रिया सिस्टम के अंदर इलेक्ट्रिक फील्ड के वितरण से जुड़ा होता है। डिस्चार्ज प्रोसेस को और अच्छी तरह से समझने के लिए, 2-D Axis-Symmetric OOPIC Pro सिमुलेशन कोड [11,12] का प्रयोग करके PIC (पार्टिकल-इन-सेल) सिमुलेशन किया गया। जब एनोड पर वोल्टेज लगाया जाता है, तो इलेक्ट्रिक फील्ड गैप में समान रूप से फैल जाता है। हालाँकि, कैथोड अपर्चर के पास पोटेंशियल लाइनें इलेक्ट्रोड कॉन्फ़िगरेशन की खास ज्यामिति के कारण बदल जाती हैं। सिमुलेशन 10 kV से 35 kV तक के आरोपित वोल्टेज के लिए किया गया, जो प्रयोगात्मक रुप से किये गए वोल्टेज की रेंज के बराबर है। PD-PCE सोर्स के अंदर की पोटेंशियल लाइनें ब्रेकडाउन प्रक्रिया में और इलेक्ट्रॉनों को एक इलेक्ट्रॉन बीम बनाने के लिए आकार देने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं, जो लगाए गए वोल्टेज पर निर्भर करता है [11-12]। समविभव (equipotential) लाइनें बीम की प्रॉपर्टीज़, जैसे कि उसके आकार को कंट्रोल करने के लिए ज़रूरी हैं। जैसे-जैसे लगाया गया वोल्टेज बढ़ता है, समविभव लाइनें एक-दूसरे के करीब आती जाती हैं, जिससे इलेक्ट्रॉन बीम ज़्यादा घनी हो जाती है। जिसका प्रभाव सिमुलेशन के परिणामों में देखा गया है, जब लगाए गए वोल्टेज को 10 kV से 30 kV तक बढ़ाया जाता है, तो इलेक्ट्रॉन बीम ज़्यादा केंद्रित हो जाती है। चित्र 7, 30 kV के आरोपित वोल्टेज पर खोखली कैथोड गुहा (Hollow Cathode cavity) के अंदर इलेक्ट्रॉनों के वितरण और इलेक्ट्रॉन बीम बनने के लिए कन्फाइंड इलेक्ट्रॉनों को दिखाता है। HC कैविटी के अंदर प्लाज्मा इलेक्ट्रॉन और मल्टी-गैप इलेक्ट्रोड से निकले इलेक्ट्रॉन, सिस्टम से गुज़रने वाली समविभव (equipotential) लाइनों के साथ प्रतिबंधित (confine) होते हैं। इस पोटेंशियल पेनिट्रेशन की ताकत आरोपित वोल्टेज पर निर्भर करती है और कैपेसिटर वोल्टेज डिवाइडर नियम के समान तरीके से वितरित होती है। खास तौर पर, 10 kV, 20 kV, और

30 kV के आरोपित वोल्टेज के लिए, प्लाज्मा इलेक्ट्रॉन क्रमशः 8 kV, 16 kV, और 27 kV समविभव (equipotential) लाइनों द्वारा प्रतिबंधित (confine) होते हैं, जबकि इलेक्ट्रॉन बीम क्रमशः 8.5 kV, 17 kV, और 28 kV समविभव (equipotential) लाइनों द्वारा आकार लेती है। यह उल्लेखनीय है कि PIC सिमुलेशन PD-PCE स्रोत के व्यवहार तथा उससे जुड़ी अंतर्निहित भौतिकी (फिजिक्स) की गहन और बहुमूल्य समझ प्रदान करता है, जिसका प्रभावी उपयोग इसके डिज़ाइन को परिष्कृत करने और समग्र प्रदर्शन को अनुकूलित करने हेतु किया जा सकता है।



चित्र 7: 30 kV के एप्लीकेशन के लिए पोटेंशियल लाइन प्रोफाइल के साथ इलेक्ट्रॉनों का वितरण और ई-बीम का निर्माण।

निष्कर्ष

इस लेख में स्पंदित (pulsed) बिजली अनुप्रयोगों के लिए उच्च घनत्व और ऊर्जावान ई-बीम पीढ़ी के लिए विकसित मल्टी-गैप (4-गैप) पीडी-पीसीई स्रोत के लक्षण वर्णन को सफलतापूर्वक प्रस्तुत किया है। ऑपरेटिंग मापदंडों की एक विस्तृत श्रृंखला में मल्टी-गैप (4-गैप) पीडी-पीसीई स्रोत से इलेक्ट्रॉन बीम के लक्षण वर्णन और उत्पादन के लिए प्रायोगिक अध्ययन किया गया है, जैसे ब्रेकडाउन वोल्टेज: -5kV से -35 kV, गैस का दबाव 5-70 Pa (पास्कल) और बाहरी सर्किट कैपेसिटर: 200pF (पिको-फैरड) से 72nF (नेनो-फैरड)। स्यूडोस्पार्क डिस्चार्ज के जटिल चरणों को प्रस्तुत किया गया है जिसमें बाहरी भंडारण क्षमता ने चरणों को तय करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है। उच्च धारिता ने उच्च ऊर्जावान ई-बीम की पीढ़ी के लिए खोखले कैथोड चरण और उच्च वर्तमान घनत्व ई-बीम की पीढ़ी के लिए प्रवाहकीय चरण को अलग कर दिया। विकसित पीडी-पीसीई स्रोत ने 35kV लागू वोल्टेज पर ~ $1.1x10^4$ A/cm^2 के वर्तमान घनत्व के साथ ~1.4kA की उच्च स्पंदित इलेक्ट्रॉन बीम धारा को बार-बार उत्पन्न करने की क्षमता दिखाई है। पीआईसी सिमुलेशन ने संकेत दिया है कि उच्च लागू वोल्टेज पर इलेक्ट्रॉन बीम में इलेक्ट्रॉनों का फोकस बढ़ जाता है। HC कैविटी के अंदर प्लाज्मा क्षेत्र और ई-बीम का गठन भी प्रस्तुत किया गया है जो कि समविभव रेखाओं के घनत्व पर निर्भर करता है। जांच से निश्चित रूप से मल्टी-गैप पीडी-पीसीई स्रोत के विकास के लिए एक आशाजनक समाधान प्रदान करने में मदद मिलेगी जो ईयूवी/सॉफ्ट एक्स-रे, माइक्रोवेव और सतह संशोधन में संभावित और बढ़ते अनुप्रयोगों के लिए बहुत उपयुक्त होगा।

संदर्भ

[1]. W. Cross, H. Yin, W. He, K. Ronald, A. D. R. Phelps, and L. C. Pitchford, "Generation and application of pseudospark-sourced electron beams," J. Phys. D. Appl. Phys., vol. 40, no. 7, pp. 1953–1956, Apr. 2007.

[2]. J. Christiansen and C. Schultheiss, "Production of high current particle beams by low pressure spark discharges," Zeitschrift Phys. A, Atoms Nucl., vol. 290, no. 1, pp. 35–41, Mar. 1979.

[3]. Y. Fu, J. Hu, X. Zhang, W. Huo, X. Cao, and W. Zhao, “Surface modification of AISI 1045 steel by pseudospark based pulsed electron beam,” Nucl. Instruments Methods Phys. Res. Sect. B Beam Interact. with Mater. Atoms, vol. 434, no. April, pp. 88–92, Nov. 2018.

[4]. A. Mishra, S. Misra, R. P. Lamba, A. R. Tillu, and U. N. Pal, “Performance of a Multigap Multiaperture Pseudospark Switch in Series With the Saturable Inductor,” IEEE Trans. Electron Devices, vol. 69, no. 10, pp. 5879–5885, 2022.

[5]. U. N. Pal, R. P. Lamba, Varun, B. L. Meena and K. Frank, “A multigapmultiaperture pseudospark switch and its performance analysis for high-voltage applications,” IEEE Trans. Electron Devices, vol. 67, no. 12, pp. 5600–5604, Dec. 2020.

[6]. Varun, A. W. Cross, K. Ronald, and U. N. Pal, “PIC simulation of pseudospark discharge-based plasma cathode electron source for the generation of high current density and energetic electron beam,” IEEE Trans. Electron Devices, vol. 67, no. 4, pp. 1793–1796, Apr. 2020.

[7]. Varun and U. N. Pal, “PIC Simulation to Analyze Peak Electron Current Generation in a Triggered Pseudospark Discharge-Based Plasma Cathode Electron Source,” IEEE Trans. Electron Devices, vol. 65, no. 4, pp. 1542–1549, Apr. 2018.

[8]. Varun and U. N. Pal, “Investigation of Electron Beam Generation in Pseudospark Discharge-Based Plasma Cathode Electron Source,” IEEE Trans. Plasma Sci., vol. 46, no. 6, pp. 2003–2008, Jun. 2018.

[9]. Varun, H. K. Dwivedi, and U. N. Pal, “Breakdown Characteristics of Triggered Pseudospark Discharge-Based Multigap Plasma Cathode Electron Source,” IEEE Trans. Electron Devices, vol. 65, no. 10, pp. 4607–4613, Oct. 2018.

[10]. Varun, R. P. Lamba and U. N. Pal, "Characterization of Pseudospark Discharge-Based Multigap Plasma Cathode Electron Source for the Generation of Short Pulsed Energetic Electron Beam," in IEEE Trans. Electron Devices, 2022, vol. 69, no. 8, pp. 4572-4578, Aug. 2022.

[11]. Varun and U. N. Pal, “Impact of irregular electrode apertures in multigap pseudospark discharge geometries for the generation of high density and energetic electron beams,” IEEE Trans. Electron Devices, vol. 67, no. 5, pp. 2182–2187, May 2020.

[12]. Varun, N. K. Sharma and U. N. Pal, “Design of multigap pseudospark discharge-based plasma cathode electron source at different configurations of electrode apertures” IEEE Trans. Electron Devices, vol. 68, no. 11, pp. 5799 - 5806, Sept. 2021.

शीत वायुमंडलीय प्लाज़्मा जेट का जैवचिकित्सीय अनुप्रयोगों में लक्षण-वर्णन और जैव-चिकित्सीय प्रभाव पर अध्ययन

मीनाक्षी सिंह[1], रजत गर्ग[1], आनंद प्रताप सिंह[1], प्रीती पाल[1], महेंद्र सिंह[2], राम प्रकाश लांबा[3] एवं उदित नारायण पाल[4]

[1]परियोजना अध्येता, [2]वरिष्ठ तकनीकी अधिकारी, [3]प्रधान वैज्ञानिक तथा [4] वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक

सार

यह अध्ययन स्पंदित डीसी-संचालित शीत वायुमंडलीय दाब प्लाज़्मा जेट (C-APPJ) के निदानात्मक लक्षण-वर्णन को प्रस्तुत करता है, जिसे हीलियम (Helium) और आर्गन (Argon) गैस के साथ 3 मानक लीटर प्रति मिनट (SLM) की प्रवाह दर पर संचालित किया गया। C-APPJ में क्रियाशील ऑक्सीजन एवं नाइट्रोजन प्रजातियों (ROS तथा RNS) का मिश्रण होता है, जिन्हें विविध जैव-चिकित्सकीय अनुप्रयोगों के लिए उपयुक्त माना जाता है। निर्मित C-APPJ का लक्षण-वर्णन वोल्टेज–धारा (V–I) मापन, प्रकाशीय उत्सर्जन वर्णक्रम-विश्लेषण तथा अवरक्त तापीय चित्रण कैमरे द्वारा प्लूम तापमान मानचित्रण के माध्यम से किया गया। 5 मिनट के अनावरण (exposure) के पश्चात दर्ज किया गया अधिकतम प्लूम तापमान लगभग 40 °C ± 1 °C था, जो प्लाज़्मा जेट के सुरक्षित, अ-उष्मीय (non-thermal) संचालन तथा प्रत्यक्ष जैव-चिकित्सकीय उपयोग के लिए इसकी उपयुक्तता की पुष्टि करता है। प्रकाशीय उत्सर्जन वर्णक्रम में प्रमुख क्रियाशील प्रजातियों जैसे हाइड्रॉक्सिल (OH), परमाण्विक ऑक्सीजन (O), द्वि-परमाण्विक नाइट्रोजन (N_2), नाइट्रिक ऑक्साइड (NO), तथा हाइड्रोजन पेरॉक्साइड (H_2O_2) की उपस्थिति स्पष्ट रूप से देखी गई। यह प्रणाली प्रत्यक्ष उपचारों, जहाँ प्लाज़्मा का जैविक लक्ष्यों के साथ सीधे संपर्क होता है, और अप्रत्यक्ष उपचारों, जैसे प्लाज़्मा-सक्रिय माध्यम (PAM) द्वारा उपचार, दोनों में उपयोग की संभावनाएँ रखती है। यह इसे भविष्य की गैर-अक्रामक (non-invasive) जैव-चिकित्सकीय उपचार प्रणालियों के लिए एक संभावित मंच बनाती है।

परिचय

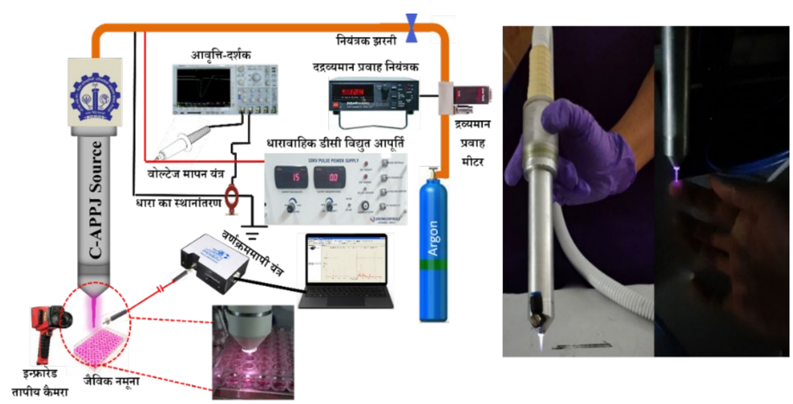
शीत वायुमंडलीय दाब प्लाज़्मा जेट (C-APPJ) एक शक्तिशाली गैर-ऊष्मीय तकनीक के रूप में उभरा है, जिसका उपयोग जैवचिकित्सा विज्ञान में नसबंदी, घाव भरने, और कर्करोग (cancer) उपचार सहित कई क्षेत्रों में किया जाता है [1], [2]। ऊष्मीय प्लाज़्मा के विपरीत, C-APPJ कक्ष तापमान के निकट कार्य करता है, जिससे यह ऊष्मा-संवेदनशील जैविक पदार्थों के साथ प्रत्यक्ष संपर्क के लिए उपयुक्त बन जाता है [3], [4]। यह आवेशित कणों, प्रतिक्रियाशील निष्प्रभावी प्रजातियों, फोटॉनों और क्षणिक विद्युत क्षेत्रों के जटिल मिश्रण का उत्पादन करता है, जो इसकी जैविक प्रभावशीलता में योगदान देते हैं [4], [5]। विभिन्न C-APPJ विन्यासों में, प्लाज़्मा जेट अपने सघन डिज़ाइन, लचीलेपन, और प्रतिक्रियाशील प्रजातियों को स्थानीय और नियंत्रित दूरी पर पहुँचाने की क्षमता के कारण विशेष ध्यान आकर्षित करते हैं। जड़ गैसों (inert gases) का उपयोग कई लाभ प्रदान करता है, जिनमें कम विद्युत-विघटन वोल्टेज, बेहतर प्लाज़्मा स्थिरता, और कुशल ऊर्जा संयोजन शामिल हैं, जो निरंतर जेट निर्माण और प्रतिक्रियाशील प्रजातियाँ की प्रभावी वितरण को समर्थन देते हैं [3], [6], [7]। प्रतिक्रियाशील ऑक्सीजन और नाइट्रोजन प्रजातियाँ (RONS) का उत्पादन, जैसे हाइड्रोजन पेरऑक्साइड (H_2O_2), हाइड्रॉक्सिल रेडिकल (•OH), एटॉमिक ऑक्सीजन (O), नाइट्रिक ऑक्साइड (NO), और नाइट्रोजन डाइऑक्साइड (NO_2), एक महत्वपूर्ण तंत्र प्रस्तुत करता है जिसके माध्यम से प्लाज़्मा जेट अपने चिकित्सीय प्रभाव दिखाते हैं [4]। जब इन प्रतिक्रियाशील प्रजातियों को सावधानीपूर्वक नियंत्रित सांद्रता पर उत्पन्न किया जाता है, तो वे रेडॉक्स-संवेदी कोशिकांतर्गत संकेत प्रक्रिया मार्गों को सक्रिय करती हैं, जो कोशिका प्रसार, प्रवासन और ऊतक पुनर्जनन को बढ़ावा देते हैं, साथ ही प्रतिऑक्सीकारी रक्षा

प्रतिक्रियाओं को भी नियंत्रित करते हैं, जिससे बेहतर कोशिका जीवनक्षमता और तेज़ घाव भरने में सहायता मिलती है[5]। इसके विपरीत, उच्च सांद्रता और लंबे संपर्क अवधि पर C-APPJ द्वारा उत्पन्न RONS विशेष रूप से कैंसर कोशिकाओं में डीएनए क्षति और माइटोकॉन्ड्रियल विकार से जुड़े तंत्रों के माध्यम से नियोजित कोशिका मृत्यु और कोशिका चक्र अवरोधन को प्रेरित करते हैं, जबकि स्वस्थ कोशिकाओं पर उल्लेखनीय रूप से कम प्रभाव डालते हैं [2]। कैंसर कोशिकाओं के प्रति C-APPJ की यह चयनात्मक कोशिका-विषाक्तता उन्हें पारंपरिक कैंसर संबंधी उपचारों के लिए एक आशाजनक न्यूनतम-आक्रामक विकल्प के रूप में स्थापित करती है। निर्दिष्ट परिचालन परिस्थितियों, जैसे निर्वहन वोल्टेज, गैस प्रवाह दर, आवृत्ति, और उपचार अवधि, के तहत आर्गन गैस से उत्पन्न प्लाज़्मा जेट की सटीक भौतिक और रासायनिक विशेषताओं का विवरण करना, पुनरुत्पादकता स्थापित करने, सुरक्षा सुनिश्चित करने और नैदानिक समायोजन में चिकित्सीय प्रभावशीलता को अनुकूलित करने के लिए आवश्यक बना रहता है [5], [7], [8]।

यह जांच व्यवस्थित रूप से आर्गन और हीलीयम-आधारित प्लाज़्मा जेट स्रोतों का संरचना और विशेषताओं का अध्ययन करती है तथा परिचालन मापदंडों, प्लाज़्मा अनावरण अवधि और कैंसर कोशिका मॉडलों में प्राप्त चिकित्सीय परिणामों के बीच मात्रात्मक सहसंबंध स्थापित करती है, जिससे आर्गन-आधारित C-APPJ तकनीक को व्यावहारिक नैदानिक कैंसर उपचारों में परिवर्तित करने के लिए आवश्यक वैज्ञानिक आधार को मजबूत किया जा सके।

प्रायोगिक व्यवस्था

इस अध्ययन में उपचार स्रोत के रूप में C-APPJ जेट का उपयोग किया गया। विशिष्ट प्रायोगिक व्यवस्था एवं केन्द्रीय इलेक्ट्रॉनिकी अभियांत्रिकी अनुसंधान संस्थान द्वारा विकसित C-APPJ स्रोत को चित्र 1 में दर्शाया गया है। उपकरण का विस्तृत विन्यास पिछले प्रकाशनों में वर्णित है; यहाँ स्पष्टता के लिए एक संक्षिप्त विवरण प्रस्तुत किया गया है। [3], [7] एक C-APPJ सिस्टम का उपयोग किया गया, जो विद्युत विरोधक अवरोध निर्वहन (Dielectric Barrier Discharge-DBD) संरचना पर आधारित था। जेट में एक उच्च-वोल्टेज इलेक्ट्रोड शामिल है, जो स्पंदित DC विद्युत आपूर्ति से जुड़ा हुआ है। कार्यशील गैस के रूप में आर्गन एवं हीलीयम प्रयोग किया गया, जिसे द्रव्यमान प्रवाह मीटर द्वारा सटीक रूप से नियंत्रित किया जाता है, ताकि संचालन के दौरान निरंतर निर्वहन स्थितियाँ बनाए रखी जा सकें। विद्युत विश्लेषण के लिए एक डिजिटल भंडारण ऑसिलोस्कोप (टेक्ट्रॉनिक्स, 100 MHz बैंडविड्थ) का उपयोग किया गया। वोल्टेज प्रोफ़ाइल को उच्च-वोल्टेज जांच (1000:1, 75 MHz बैंडविड्थ) के माध्यम से चैनल 1 पर दर्ज किया गया, और धारा संकेत को Pearson 4100 धारा रूपांतरण यंत्र (35 MHz बैंडविड्थ) के माध्यम से चैनल 2 पर अभिग्रहण किया गया। इस व्यवस्था ने पल्स्ड DC उत्तेजना के तहत डिस्चार्ज विशेषताओं का सटीक गुणात्मक विश्लेषण सक्षम किया।



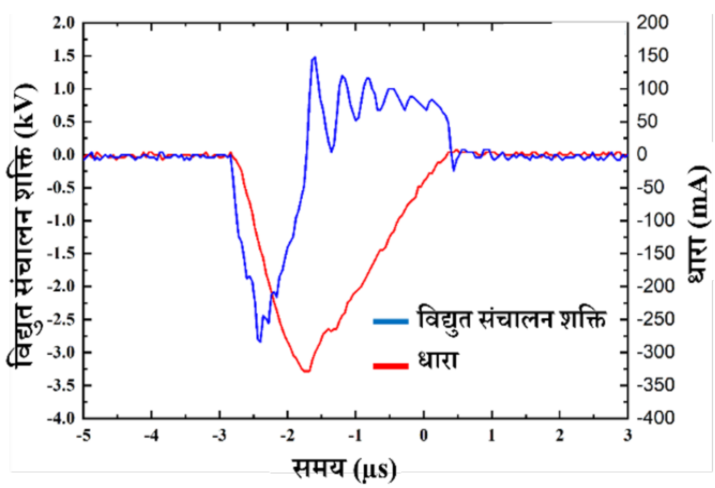
चित्र 1: C-APPJ के निदान के लिए प्रायोगिक व्यवस्था का योजनाबद्ध आरेख एवं सीएसआईआर-सीरी द्वारा विकसित C-APPJ स्रोत

प्रकाशीय गुणात्मक विश्लेषण के लिए ओसियन ऑप्टिक्स HR4000 वर्णक्रममापी का उपयोग किया गया। प्लाज़्मा द्वारा उत्सर्जित विकिरणों को प्रकाश-तंतु (कोर व्यास: 600 μm) के माध्यम से एकत्र किया गया। इसके एक छोर पर 180° दृश्य क्षेत्र प्रदान करने के लिए कोसाइन करेक्टर लगा हुआ है। सापेक्ष तीव्रता और इर्रेडेंस मापन के लिए DH-3P-CAL मानकीकरण स्रोत का उपयोग करके विकिरणमितीय मानकीकरण किया गया। मानकीकरण के बाद, UV-VIS रेंज में वर्णक्रमीय दीप्ति मान प्राप्त किए गए, जिससे C-APPJ द्वारा उत्पादित प्रत्येक स्पेक्ट्रल घटक के लिए सटीक इर्रेडेंस का निर्धारण संभव हुआ। तापमान मापन IR आधारित ऊष्मीय कैमरा (Guide EASIR-9) द्वारा किया गया, जिसका मापन दायरा −20°C से 150°C है और सटीकता ±2°C या ±2% है।

परिणाम और चर्चा

अ) विद्युत् विशेषताओं का निर्धारण

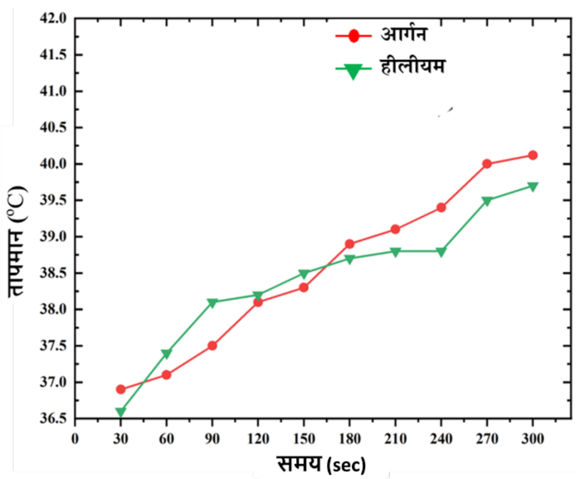
चित्र 2 में प्रदर्शित वोल्टेज–धारा विशेषता 30 kHz पल्स्ड DC उत्तेजना पर संचालित C-APPJ की गतिशील विद्युत प्रतिक्रिया को दर्शाती है। लागू वोल्टेज (नीली वक्र) लगभग −3.5 kV का तीव्र नकारात्मक पल्स दिखाता है, जिसके साथ निर्वहन धारा 300–350 mA तक पहुँचता है। यह धारा-स्पाइक द्वारा निर्वहन अंतराल का विद्युत् विघटन तथा प्लाज़्मा निर्माण की शुरुआत का संकेत देता है। धारा-तरंगाकार (लाल वक्र) में दिखाई देने वाले कई दोलन सूक्ष्म रेखीय निर्वहन विशेषताओं को दर्शाते हैं, जहाँ प्रत्येक पल्स चक्र के दौरान क्षणिक अति-सूक्ष्म रेखिक संरचनाएँ तथा सूक्ष्म निर्वहन घटनाएँ प्रक्रियाएँ बनती हैं। प्रारंभिक धारा-शिखर के बाद देखी गई गिरावट और छोटे दोलन प्लाज़्मा के स्थिरीकरण और आफ्टरग्लो अवस्था की ओर संक्रमण को दर्शाते हैं। यह उल्लेखनीय है कि हीलियम और आर्गन दोनों ही निष्क्रिय गैसें समान विद्युत-निर्वहन वातावरण में तुलनीय अवक्षेप व्यवहार प्रदर्शित करती हैं। दोनों गैसों में इलेक्ट्रॉन टकराव, ऊर्जा अवशोषण और आयनीकरण की प्रक्रियाएँ समान प्रकृति की होती हैं, जिसके कारण इनके निर्वहन आरंभ करने के वोल्टेज, धारा-शिखर ढाँचा और सूक्ष्म रेखीय निर्वहन व्यवहार लगभग समान दिखाई देते हैं। हीलियम में अर्ध-स्थिर अवस्थाएँ इसे अधिक ऊर्जा हस्तांतरण सक्षम बनाती हैं, जबकि आर्गन का परमाणु द्रव्यमान अधिक होने से इलेक्ट्रॉन टक्कर प्रवाह क्षेत्र बड़ा होता है, इन दोनों गुणों के कारण यद्यपि सूक्ष्म अंतर मौजूद रहते हैं, परंतु समग्र विघटन व्यवहार बहुत हद तक समान रहता है। अवलोकित वोल्टेज–धारा रूपरेखा लगातार और स्थिर निर्वहन को दर्शाती है, जो यह पुष्टि करती है कि प्रणाली नियंत्रित पल्सिंग परिस्थितियों में पुनरुत्पादक और विश्वसनीय प्लाज़्मा निर्माण प्रदान करती है तथा दोनों गैसों के साथ समान रूप से स्थिर C-APPJ उत्पन्न करने में सक्षम है।



चित्र 2: वोल्टेज और करंट का व्यवहार जब C-APPJ 3 SLM आर्गन और हीलीयम गैस पर 3.5 kV और 30 kHz पर संचालित हो रहा है।

ब) तापमान

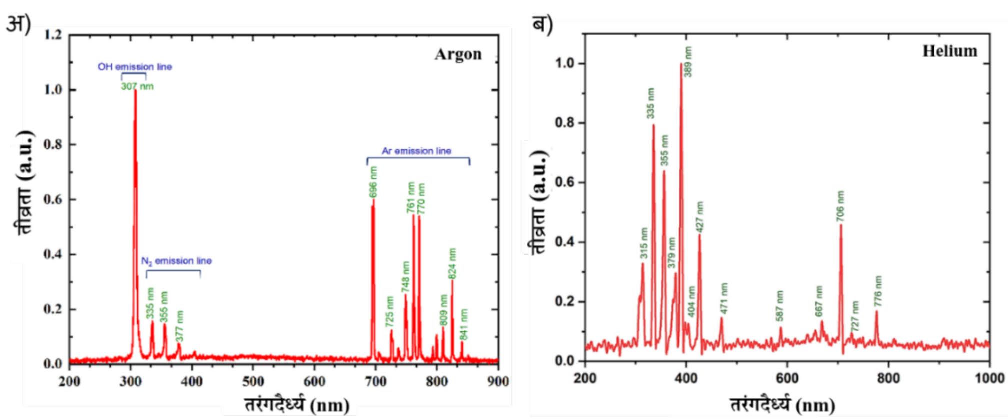
प्लाज़्मा प्लूम का समय-आधारित तापीय विश्लेषण एक अवरक्त तापीय चित्रांकन कैमरा का उपयोग करके किया गया, जिसमें पल्स्ड DC-चालित जेट को 300 सेकंड की निरंतर अवधि तक चलाया गया और हर 30 सेकंड के समान अंतराल पर मापन दर्ज किए गए। प्रारंभिक अवस्था में, जब प्लाज़्मा बंद था, सतह का तापमान लगभग 35 °C दर्ज किया गया। प्लाज़्मा प्रज्वलन के बाद, तापमान धीरे-धीरे बढ़ता है । इस प्रारंभिक वृद्धि के बाद, तापमान स्थिर हो गया और पूरे संचालन के दौरान लगातार 40 °C ±1 °C के आस पास बना रहा। चित्र 3 का आर्गन और हीलीयम तापमान रूपरेखा C-APPJ के गैर-ऊष्मीय व्यवहार को दर्शाता है, जहाँ सतह का तापमान ऊष्मीय ऊतक क्षति की सीमाओं से काफी नीचे रहता है। प्लाज़्मा उपकरण की यह स्थिर और नियंत्रित तापीय प्रतिक्रिया जैवविज्ञान उपयोग के लिए महत्वपूर्ण है क्योंकि यह ऊष्मा-जनित चोट के जोखिम को कम करती है। यह सुरक्षित तापमान सीमा प्रणाली को सटीक, स्थानीयकृत और गैर-आक्रामक जैवविज्ञान अनुप्रयोगों के लिए उपयुक्त बनाती है।



चित्र 3: C-APPJ संपर्क 30 से 300 सेकंड अवधि के दौरान तापमान में होने वाला परिवर्तन

स) प्रकाशीय विशेषताएँ

3 SLM हीलियम एवं आर्गन प्रवाह और 3.5 kV वोल्टेज पर संचालित C-APPJ जेट का प्रकाशीय उत्सर्जन 200–1000 nm दायरे में वर्णक्रम दर्ज किया गया जोकि चित्र 4 (अ) आर्गन एवं चित्र 4 (ब) मे हीलियम गैस की प्रकाशीय विशेषताएँ प्रदर्शित है, जिसमें UV से दृश्य क्षेत्र तक विभिन्न क्रियाशील परमाण्विक एवं अणुगत प्रजातियों के स्पष्ट उत्सर्जन शिखर देखे गए।



चित्र 4: C-APPJ जेट का प्रकाशीय उत्सर्जन स्पेक्ट्रम, जिसमें जैव-चिकित्सीय अनुप्रयोगों से संबंधित उत्तेजित प्रजातियाँ प्रदर्शित हैं।

स्पेक्ट्रा में हीलियम के 706 nm पर तथा आर्गन (Ar I) की 700–900 nm क्षेत्र में प्रमुख रेखाएँ कार्यशील गैसों की उत्तेजना की पुष्टि करती हैं, जबकि कम तीव्रता वाली Ar II रेखाएँ सीमित आयनीकरण को दर्शाती हैं। नाइट्रोजन (N_2) की महत्त्वपूर्ण उत्सर्जन रेखाएँ 315, 337, 357, 377, 387 और 427 nm पर तथा 464 और 471 nm पर अतिरिक्त ट्रांज़िशन परिवेशीय वायु के मिश्रण और ऊर्जा स्थानांतरण प्रक्रियाओं को दर्शाते हैं। 309 nm पर OH रेडिकल का तीव्र शिखर और 777 nm पर परमाण्विक ऑक्सीजन (O) का उत्सर्जन प्लाज़्मा में अत्यधिक प्रतिक्रियाशील ROS की उपस्थिति की पुष्टि करते हैं, जो जैविक प्रणालियों में ऑक्सीडेटिव क्षति, कोशिका-वृद्धि नियंत्रण और स्वाभाविक कोशिका मृत्य (apoptosis)आरंभ करने की क्षमता रखते हैं। हीलियम, आर्गन, नाइट्रोजन, OH और O प्रजातियों का यह संयुक्त वर्णक्रमीय रूपरेखा रासायनिक रूप से समृद्ध एवं अ-उष्मीय प्लाज़्मा वातावरण प्रदर्शित करता है, जो इसे जीवाणु-निष्क्रियकरण, कैंसर उपचार तथा अन्य जैव-चिकित्सकीय अनुप्रयोगों के लिए अत्यंत उपयुक्त बनाता है।

निष्कर्ष

इस अध्ययन में स्पंदित DC-चालित C-APPJ का हीलियम और आर्गन गैसों के साथ व्यापक निदानात्मक लक्षण-वर्णन प्रस्तुत किया गया। विद्युत, तापीय और प्रकाशीय विश्लेषण के माध्यम से यह स्पष्ट हुआ कि विकसित प्लाज़्मा प्रणाली नियंत्रित परिस्थितियों में स्थिर, पुनरुत्पादक तथा जैव-सुरक्षित प्लाज़्मा उत्पन्न करती है। वोल्टेज–करंट प्रोफ़ाइल दोनों ही जड़ गैसों के साथ समान तथा स्थिर ब्रेकडाउन व्यवहार दर्शाती है, जिससे यह सिद्ध होता है कि प्रणाली विश्वसनीय रूप से निरंतर डिस्चार्ज बनाए रखने में सक्षम है। तापमान विश्लेषण ने पुष्टि की कि 300 सेकंड के निरंतर संचालन के बाद भी प्लाज़्मा प्लूम का अधिकतम तापमान लगभग 40 °C ±1 °C के भीतर रहता है, जो अ-ऊष्मीय एवं जैव-चिकित्सकीय रूप से सुरक्षित संचालन की विशेषता है। प्रकाशीय उत्सर्जन वर्णक्रम अध्ययन (spectroscopy) में हाइड्रॉक्सिल रेडिकल (OH), ऑक्सीजन (O), नाइट्रोजन (N_2), आर्गन (Ar), हीलियम (He) तथा अन्य प्रतिक्रियाशील ऑक्सीजन एवं नाइट्रोजन प्रजातियों (RONS) की उपस्थिति स्पष्ट रूप से देखी गई। ये प्रजातियाँ जीवाणुनाशक गतिविधि, कोशिकीय संकेत विनियमन तथा कैंसर कोशिकाओं में जैव-ऑक्सीकरण संबंधी क्षति उत्पन्न करने जैसे महत्वपूर्ण जैविक प्रभावों के लिए उत्तरदायी हैं। विशेष रूप से, हाइड्रॉक्सिल रेडिकल (OH) और परमाण्विक ऑक्सीजन (O) जैसी उच्च-प्रतिक्रियाशील प्रजातियों की तीव्र उपस्थिति प्रणाली की चिकित्सीय क्षमता को और अधिक सुदृढ़ करती है।

इन सभी अवलोकनों से यह सिद्ध होता है कि विकसित C-APPJ प्रणाली प्रत्यक्ष एवं अप्रत्यक्ष दोनों प्रकार के जैव-चिकित्सकीय उपचारों जैसे प्लाज़्मा-सक्रिय माध्यम (PAM), संक्रमण नियंत्रण, घाव उपचार, और कैंसर उपचार के लिए अत्यंत उपयुक्त है। इसकी कम तापीय भार (load), स्थिर विद्युत निर्वहन (discharge) विशेषताएँ, तथा जैविक रूप से सक्रिय RONS उत्पन्न करने की क्षमता इसे भविष्य में अक्रामक-रहित नैदानिक अनुप्रयोगों हेतु एक संभावित और आशाजनक तकनीकी मंच बनाती है।

आभार
लेखक सीएसआईआर - *केन्द्रीय इलेक्ट्रॉनिकी अभियांत्रिकी अनुसंधान संस्थान,* पिलानी के निदेशक के प्रति आभार और कृतज्ञता ज्ञापित करते है, जिन्होंने इस शोध कार्य के दौरान आवश्यक बुनियादी ढांचा और संसाधनों की सुविधा प्रदान कर उत्साहवर्धन किया। लेखक प्लाज़्मा टीम के सदस्यों के भी आभारी हैं, जिन्होंने शोधकार्य के दौरान मूल्यवान वैज्ञानिक चर्चाएँ और तकनीकी सहायता प्रदान की।

संदर्भ

[1] X. Dai, X. Lv, and M. Xi, "International Journal of Biological Macromolecules Cold atmospheric plasma targets triple negative breast cancer cells via SCAF11-mediated competitive protein degradation and synergizes with," *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. 312, no. May, p. 144142, 2025, doi: 10.1016/j.ijbiomac.2025.144142.

[2] S. K. Dubey *et al.*, "Emerging innovations in cold plasma therapy against cancer: a paradigm shift," vol. 27, no. 9, pp. 2425–2439, 2023, doi: 10.1016/j.drudis.2022.05.014.Emerging.

[3] Y. C. and U. N. P. Navin K Sharma, Priti Pal, Mahendra Singh, Vishali Singh, R Kumar, Alok Mishra, R P Lamba, "Development of cold atmospheric pressure plasma jet sources for biomedical application," *Asian J. Phys.*, pp. 1–8, 2023, doi: 10.54955/AJP.32.9-12.2023.511-517.

[4] P. Pal, U. N. Pal, S. Member, and V. Singh, "Experimental Investigation for the Generation and Characterization of Plasma-Activated Water," *IEEE Trans. Plasma Sci.*, vol. 52, no. 6, pp. 2137–2143, 2024, doi: 10.1109/TPS.2024.3434412.

[5] S. Kaushik, D. Singh, S. Sharma, and P. Pal, "Unveiling the potential of cold plasma treatment on coconut shell-derived electric double layer high-performance supercapacitors," vol. 74, no. July, 2025.

[6] P. Pal *et al.*, "Advances in using non-thermal plasmas for healthier crop production: toward pesticide and chemical fertilizer-free agriculture," *Planta*, vol. 261, no. 5, pp. 1–26, 2025, doi: 10.1007/s00425-025-04682-5.

[7] N. K. Sharma *et al.*, "Development and Characterization of Cold Atmospheric Pressure Plasma Jet Source for Skin Wound Healing Application," *IEEE Int. Pulsed Power Conf.*, pp. 1–5, 2023, doi: 10.1109/PPC47928.2023.10310772.

[8] N. K. Sharma, S. Misra, Varun, R. P. Lamba, Y. Choyal, and U. N. Pal, "Analysis of Discharge Characteristics of Cold Atmospheric Pressure Plasma Jet," *IEEE Trans. Plasma Sci.*, vol. 49, no. 9, pp. 2799–2805, 2021, doi: 10.1109/TPS.2021.3106792.

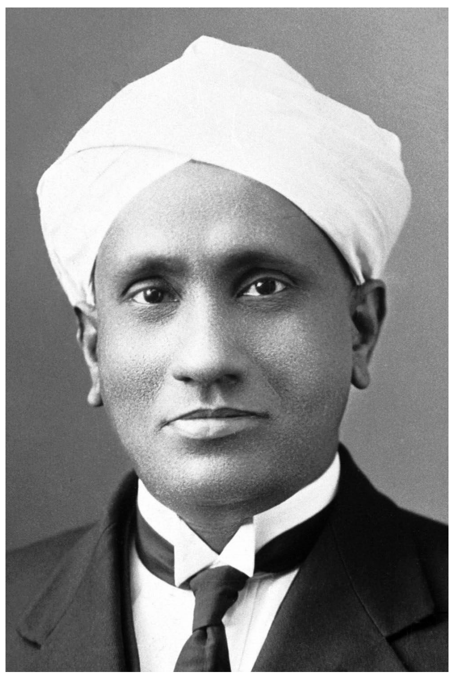
रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी

अशोक कुमार शर्मा
वरिष्ठ तकनीशियन

ऐतिहासिक पृष्ठभूमि

सन् 1923 में एडोल्फ स्मेकल ने "इनइलास्टिक स्कैटरिंग" पर अपने विचारों की रिपोर्ट दी थी। यह घटना प्रकाश के अणुओं द्वारा प्रकीर्णन (scattering) से संबंधित है, जिसमें प्रकाश की आवृत्ति में बदलाव होता है। स्मेकल ने सैद्धांतिक रूप से इस आवृत्ति बदलाव की भविष्यवाणी की थी, जो प्रकाश के प्रकीर्णन और अणु की दो अवस्थाओं के बीच ऊर्जा अंतर से संबंधित है।[1]

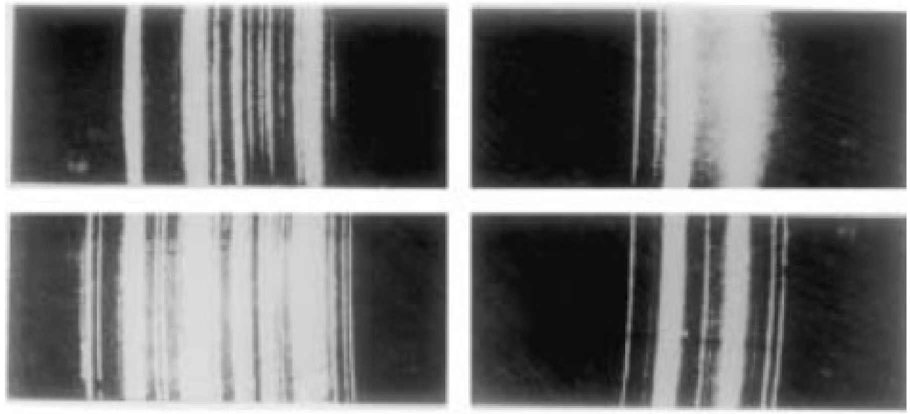
संयोगवश एडॉल्फ स्मेकल ने कहा कि यदि प्रकाश किसी अणु से प्रकीर्णित होता है, तो प्रकीर्णित प्रकाश का कुछ भाग आने वाले प्रकाश से भिन्न रंग का होना चाहिए। सन् 1928 में प्रतिभाशाली प्रयोगवादी सर चंद्रशेखर वेंकट रमन (C. V. Raman) ने इस प्रभाव की पुष्टि की। इस घटना को बाद में रमन प्रकीर्णन (Raman Spectroscopy) के रूप में जाना गया।



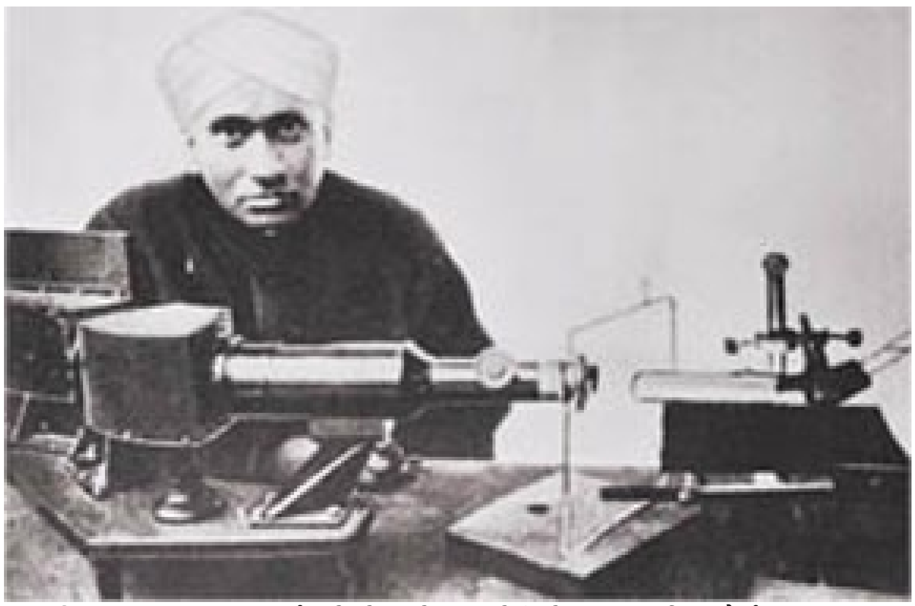
चित्र 1. चंद्रशेखर वेंकटरमन [2]

रमन प्रभाव

रमन प्रभाव का नाम इसके खोजकर्ताओं में से एक भारतीय वैज्ञानिक सी० वी० रमन के नाम पर रखा गया, जिन्होंने कृष्णन के साथ मिलकर सन् 1928 में कार्बनिक तरल पदार्थों में इस प्रभाव को देखा था। आखिरकार उन्हें प्रकाश के प्रकीर्णन पर अपने काम और रमन प्रभाव की खोज के लिए सन् 1930 में भौतिकी का नोबेल पुरस्कार मिला। वे विज्ञान में नोबेल पुरस्कार पाने वाले पहले एशियाई और पहले अश्वेत व्यक्ति थे।



चित्र 2. प्रथम Hg आर्क फिल्टर्ड लैंप स्पेक्ट्रम (C_6H_6 Scattering)[2]

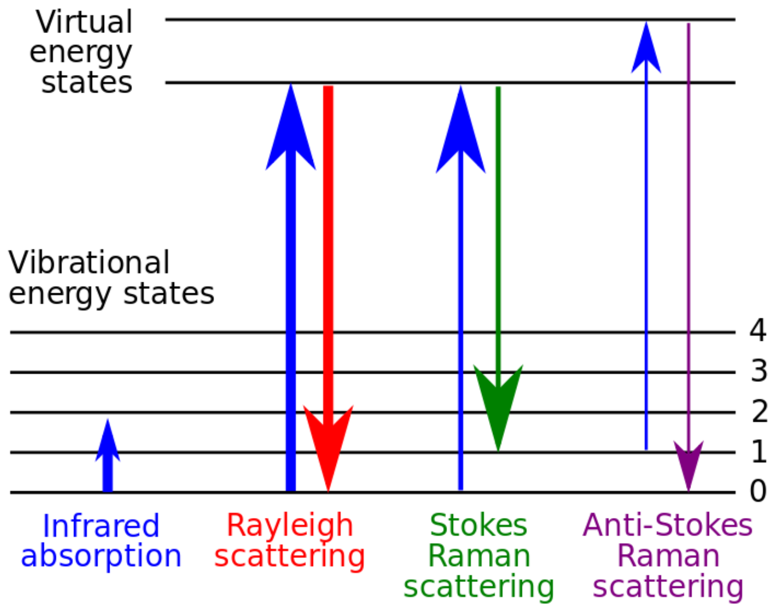


चित्र 3. सर सी. वी. रमन क्वार्ट्ज स्पेक्ट्रोग्राफ के साथ, जो बिखरे हुए प्रकाश की तरंगदैर्घ्य को मापने के लिए उपयोग किया जाता है जिसे रमन प्रभाव के रूप में जाना जाता है[3]

रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी का सिद्धांत

रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी के पीछे का सिद्धांत यह है कि मोनोक्रोमैटिक विकिरण को नमूने से इस तरह से गुजारा जाता है कि विकिरण परावर्तित, अवशोषित या बिखर (scatter) सकती है। बिखरे हुए फोटॉन (scattered photons) की आवृत्ति आपतित फोटॉन(incident photons) से अलग होती है क्योंकि कंपन और घूर्णन गुण अलग-अलग होते हैं। इसके परिणामस्वरूप तरंगदैर्ध्य में परिवर्तन होता है, जिसको ध्रुवीकरण (polarizability) कहते हैं।

आपतित फोटॉन और बिखरे हुए फोटॉन के बीच के अंतर को रमन शिफ्ट के रूप में जाना जाता है। जब बिखरे हुए फोटॉन से जुड़ी ऊर्जा आपतित फोटॉन की ऊर्जा से कम होती है, तो बिखराव को स्टोक्स प्रकीर्णन (stokes scattering) के रूप में जाना जाता है। जब बिखरे हुए फोटॉन की ऊर्जा घटना फोटॉन से अधिक होती है, तो बिखराव को एंटीस्टोक्स प्रकीर्णन (anti-stokes scattering) के रूप में जाना जाता है, जो चित्र 4 में दर्शाया गया है।



चित्र 4. रमन सिग्नल में शामिल अवस्थाओं को दर्शाने वाला ऊर्जा स्तर आरेख [4]

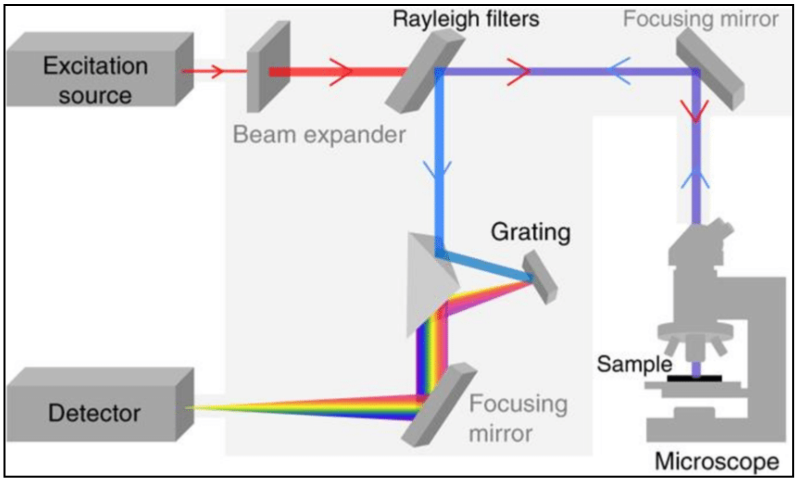
रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी में एकवर्णी (monochromatic) विकिरण के अकुशल प्रकीर्णन के आधार पर आणविक मीडिया पर किए गए वर्णक्रमीय मापों का परिवार शामिल है। इस प्रक्रिया के दौरान फोटॉन और अणु के बीच ऊर्जा का आदान-प्रदान होता है, जिससे बिखरा हुआ (प्रकीर्ण किरणें) फोटॉन, घटना वाले फोटॉन की तुलना में अधिक या कम ऊर्जा का होता है।

रमन प्रकीर्णन या रमन प्रभाव एक फोटॉन का अप्रत्यास्थ प्रकीर्णन (inelastic scattering) है। जब फोटॉन किसी परमाणु या अणु से प्रकीर्णित होते हैं, तो अधिकांश फोटॉन प्रत्यास्थ रूप से प्रकीर्णित होते हैं (रेले प्रकीर्णन)। इस प्रकार के प्रकीर्णित फोटॉनों (scattered photons) में आपतित फोटॉनों (incident photons) के समान गतिज ऊर्जा और आवृत्ति होती है। प्रकीर्णित फोटॉनों का एक छोटा सा अंश(लगभग 10 मिलियन में 01) उत्तेजना द्वारा प्रकीर्णित होता है, जिसमें प्रकीर्णित फोटॉनों की आवृत्ति घटना फोटॉनों से भिन्न होती है और आमतौर पर उससे कम होती है।[4]

स्टोक्स रमन प्रकीर्णन एक अप्रत्यास्थ प्रकीर्णन प्रक्रिया है जो प्रकाश से ऊर्जा को अणु के कंपन में स्थानांतरित करती है। इसलिए, प्रकीर्णित फोटॉन(scattered photon) में घटना फोटॉन(incident photon) की तुलना में कम ऊर्जा और उच्च तरंगदैर्ध्य होता है।

रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी की कार्यप्रणाली

रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी अणुओं की कंपन विशेषताओं का अध्ययन करने की एक तकनीक है। रमन माइक्रोस्पेक्ट्रोस्कोपी सूक्ष्म नमूना विशेषताओं की रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी है। अप्रत्यास्थ या रमन प्रकीर्णन तब होता है जब एक फोटॉन नमूना अणुओं के कार्यात्मक समूहों के साथ परस्पर क्रिया (interact) करता है और तरंगदैर्ध्य ऊपर या नीचे स्थानांतरित हो जाती है। इसमें अपनी आनश्यकतानुसार अलग-अलग तरंगदैर्ध्य की लेज़र किरण काम में ली जाती है। इसकी कार्य प्रणाली चित्र 5 में दर्शाई गई है।



चित्र 5. रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी प्रणाली की आरेखीय संरचना [5].

अज्ञात पदार्थों की पहचान

हम आमतौर पर ज्ञात स्पेक्ट्रा के डेटाबेस का उपयोग करके, अज्ञात पदार्थों को उनके अद्वितीय रमन वर्णक्रमीय फिंगरप्रिंट(Raman spectral fingerprints) से पहचान सकते हैं । आदर्श रूप से हम पूरे रमन रेंज में उच्च वर्णक्रमीय रिज़ॉल्यूशन वाले रमन उपकरण का उपयोग करते हैं। हमारे यहां रेनिशॉ का इनविया कॉन्फोकल रमन माइक्रोस्कोप स्थापित है(चित्र 6), जिससें हम उच्च रिज़ॉल्यूशन वाले रमन स्पेक्ट्रा प्राप्त कर सकते हैं। यह उपकरण बहुत ही बेहतर परिणाम देने में सक्षम है। यह हमें बेहतर रासायनिक विशिष्टता प्रदान करता है। इससे हम सामग्रियों की एक विस्तृत शृंखला की पहचान, अंतर और जांच कर सकते हैं।

चित्र 6. सीएसआईआर-सीरी में स्थित रेनिशॉ का इनविया कॉन्फोकल रमन माइक्रोस्कोप

सामग्री संरचना और गुणों का परिमाणीकरण

हम स्पेक्ट्रम के विवरण में परिवर्तन का अध्ययन कर सकते हैं जैसे कि रमन बैंड की ऊँचाई, चौड़ाई और स्थिति जैसे कि रमन बैंड की - ऊंचाई, चौड़ाई और स्थिति। इसके अलावा निम्नलिखित का निर्धारण कर सकते हैं :

- सामग्री की सापेक्ष मात्रा
- सामग्री की प्रजाति का विवरण

- परत की मोटाई मोनोलेयर से सैकड़ों नैनोमीटर तक
- नमूने में कोई अज्ञात सामग्री
- क्रिस्टलीयता
- यह संपीडन या तनाव के तहत है, या नहीं
- तापमान

रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी का उपयोग

रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी एक गैर विनाशकारी-रासायनिक विश्लेषण तकनीक है जो रासायनिक संरचना, चरण और बहुरूपता, क्रिस्टलीयता और आणविक अंतः क्रियाओं के बारे में विस्तृत जानकारी प्रदान करती है। यह किसी पदार्थ के भीतर रासायनिक बंधों के साथ प्रकाश की अंतः क्रिया पर आधारित है। इसके लिए किसी नमूने की तैयारी की आवश्यकता नहीं होती है। इस प्रकार ऐतिहासिक रंगद्रव्य या महत्वपूर्ण फोरेंसिक साक्ष्य जैसे नमूनों का विश्लेषण करना संभव है, और यदि आवश्यक हो तो अन्य तकनीकों द्वारा अतिरिक्त विश्लेषण के लिए नमूने को बनाए रखना संभव है।

हम रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी का उपयोग रासायनिक और संरचनात्मक जानकारी प्राप्त करने के लिए कर सकते हैं जो हमें विश्लेषण की जाने वाली सामग्रियों के बारे में अधिक समझने में मदद करती है। यह जानकारी नमूने पर या नमूने में बिंदुओं की एक सरणी (array of points) से एकत्र की जा सकती है, और रमन का उपयोग करके प्रकट किए जा सकने वाले किसी भी पैरामीटर को दर्शाती है जैसे (1D, 2D या 3D) के रूप में दर्शाई जा सकती है।

पदार्थों का विभेदन(Differentiation of materials)

पदार्थ के रमन स्पेक्ट्रा की तुलना करके यह निर्धारित कर सकते हैं कि पदार्थ समान हैं या भिन्न। एक उच्च वर्णक्रमीय संकल्प प्रणाली, जैसे कि रेनिशॉ का इनविया कॉन्फोकल रमन माइक्रोस्कोप आपको एक ही रसायन के बहुत समान क्रिस्टल रूपों में भी अंतर करने (बहुरूपी) में सक्षम बनाता है।

स्पेक्ट्रल रिज़ॉल्यूशन और स्पेक्ट्रल कवरेज

स्पेक्ट्रल रिज़ॉल्यूशन निम्नलिखित पर निर्भर करता है :

1. फैलाव(Dispersion) : फैलाव तरंग दैर्ध्य के अनुसार प्रकाश का अपवर्तन, फोकल लंबाई, ग्रेटिंग के खांचे के घनत्व तथा उत्तेजित तरंग दैर्ध्य पर निर्भर करता है।
2. प्रवेश स्लिट की चौड़ाई
3. सीसीडी के पिक्सेल का आकार

सामान्य तौर पर लंबी फोकल लंबाई और उच्च खांचे के घनत्व वाली ग्रेटिंग, उच्च स्पेक्ट्रल रिज़ॉल्यूशन(High Spectral Resolution) प्रदान करती है।

आभार

लेखक उपर्युक्त अध्ययन के लिए संस्थान की शोध एवं विकास सुविधाओं के उपयोग की अनुमति प्रदान करने के लिए संस्थान के निदेशक तथा मार्गदर्शन के लिए प्रभारी, शोध एवं विकास सुविधाएं के प्रति आभार व्यक्त करता है।

निष्कर्ष

संस्थान के शोध एवं विकास कार्यों में रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी का बहुत ही महत्वपूर्ण योगदान रहा है। रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी के द्वारा संस्थान की विभिन्न परियोजनाओं के नमुने(samples) की रासायनिक संरचना, चरण और बहुरूपता, क्रिस्टलीयता और आणविक अंतः क्रियाओं के बारे में विस्तृत जानकारी प्रदान की है। यह किसी पदार्थ के भीतर रासायनिक बंधों के साथ प्रकाश की अंतः क्रिया पर आधारित एक गैर-विनाशकारी रासायनिक विश्लेषण तकनीक है। इस तकनीक से संस्थान की विभिन्न परियोजनाओं के शोध कार्यों को गति प्रदान होगी।

संदर्भ

[1] Smekal, A. (1923). "Zur Quantentheorie der Dispersion". Die aturwissenschaften. 11 (43): 873–875.

[2] http://www.springerlink.com/content/u4d7aexmjm8pa1fv/fulltext.pdf

[3] https://en.wikipedia.org/wiki/C._V._Raman

[4] https://en.wikipedia.org/wiki/C._V._Raman#/media/ File:Raman_energy_levels.svg

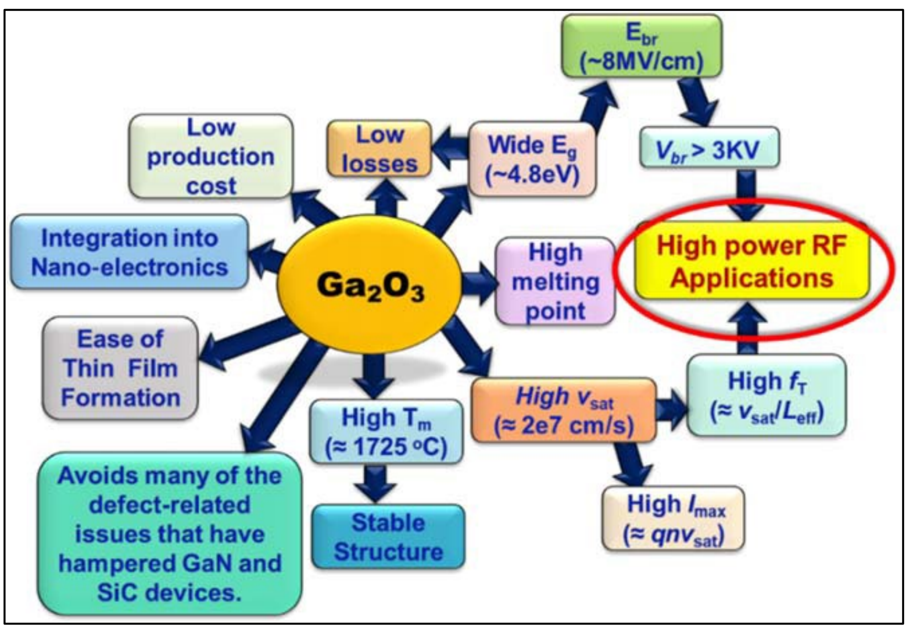
[5] https://www.researchgate.net/profile/Tuan-Tran-2/publication/320426698/figure/fig22/AS: 550312181866496@1508216056142/Schematic-structure-of-a-Raman-spectroscopy-system-66.png

पावर इलेक्ट्रॉनिक्स तथा इलेक्ट्रिक वाहन में गैलियम ऑक्साइड का उपयोग

शेख मसिउल इसलाम[1], राहुल प्रजेश[2], सुमित्रा सिंह[3] एवं निधि चतुर्वेदी[4]
[1]वरिष्ठ वैज्ञानिक, [2]प्रधान वैज्ञानिक, [3]वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक एवं [4]मुख्य वैज्ञानिक

सारांश
पावर इलेक्ट्रॉनिक्स आधुनिक समाज में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। यह इलेक्ट्रिक पावर सिस्टम, ऊर्जा भंडारण (energy storage), मोटर नियंत्रण, नवीकरणीय ऊर्जा (renewable energy), हाइब्रिड और इलेक्ट्रिक वाहनों और विस्तृत औद्योगिक अनुप्रयोगों में काम आता है। गैलियम ऑक्साइड (Ga_2O_3) ने अपने अद्वितीय भौतिक गुणों के कारण उच्च वोल्टेज, उच्च तापमान और गैस सेंसिंग अनुप्रयोगों में जबरदस्त क्षमता दिखाई है। Ga_2O_3 को 4.5-4.9 eV के अल्ट्रावाइड बैंडगैप और 8 MV/cm के उच्च विद्युत क्षेत्र के कारण पावर इलेक्ट्रॉनिक्स के लिए अगली पीढ़ी की सामग्री माना जाता है। ये भौतिक गुण Ga_2O_3 को GaN और SiC की तुलना में बेहतर सामग्री बनाते हैं। यहाँ, Ga_2O_3-आधारित फ़ील्ड-इफ़ेक्ट-ट्रांजिस्टर (FET) में अत्याधुनिक विकास और हाल ही में हुई सफलताओं की समीक्षा की गई है, जिसमें प्रमुख चल रहे शोध पर प्रकाश डाला गया है। समीक्षा में Ga_2O_3-आधारित फ़ील्ड-इफ़ेक्ट ट्रांजिस्टर का विस्तार से वर्णन किया गया है। Ga_2O_3-आधारित उपकरणों की विशेषताओं और प्रदर्शन के साथ-साथ एपिटैक्सियल वृद्धि तकनीकों का लाभ उठाने वाले कुछ आशाजनक अनुप्रयोगों को भी समझाया गया है। इस समीक्षा का मुख्य उद्देश्य इस विशिष्ट उभरते अनुसंधान क्षेत्र से संबंधित एक अद्यतित वैज्ञानिक ढांचा प्रदान करना है। अंत में, Ga_2O_3-आधारित ट्रांजिस्टर के भविष्य के दृष्टिकोण और उनकी विषम-संरचनाओं पर चर्चा की गई है।

परिचय
Ga_2O_3 में अल्ट्रा-वाइड बैंड (Eg~4.8 eV), उच्च विद्युत क्षेत्रों (~8 $MVcm^{-1}$) और उच्च संतृप्ति वेग (high saturation velocity) (~2e7 cm s^{-1}) जो इसे उच्च वोल्टेज क्षेत्र प्रभाव ट्रांजिस्टर (FET) डिजाइन करने के लिए अनुकूल बनाता है [1]।

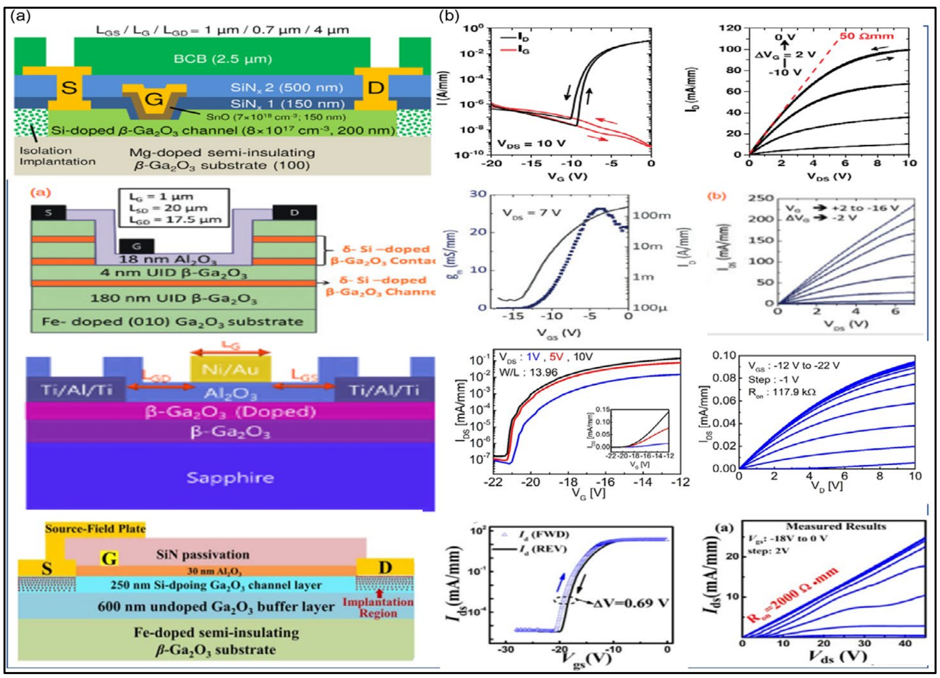


चित्र 1. Ga_2O_3 आधारित MOSFETs से जुड़े लाभ [3]

उच्च ब्रेकडाउन वोल्टेज, उच्च विद्युत धारा घनत्व (high current density), कम ऑन-स्टेट पावर लॉस, बड़े सब्सट्रेट की उपलब्धता, तेज़ स्विचिंग और स्थिर उच्च तापमान संचालन के लिए Ga_2O_3 को Si (Eg~1.1 eV), GaN (Eg~3.4 eV), SiC (Eg~3.3 eV) जैसे व्यापक रूप से उपयोग किए जाने वाले अर्धचालकों से बेहतर पाया गया है [2]। ऑक्सीकरण (Oxidation) के खिलाफ (?) Ga_2O_3 की अंतर्निहित स्थिरता कठोर वातावरण संचालन का पक्षधर है। इसलिए, Ga_2O_3 उच्च वोल्टेज उपयोग (मेट्रो, रेलवे, जहाज, पावर ग्रिड आदि), पावर इलेक्ट्रॉनिक्स डिवाइस, अल्ट्रा-फास्ट स्विचिंग और इन्वर्टर/एम्पलीफायर सर्किट में अपनी क्षमता दर्शाता है। Ga_2O_3 आधारित MOSFETs से जुड़े लाभ चित्र 1 में दिखाए गए हैं[3]।

Ga_2O_3पर आधारित डिप्लीशन मोड एवं फील्ड-प्लेटेड लेटरल फील्ड इफेक्ट ट्रांजिस्टर (LFET)

सबसे पहले Ga_2O_3-आधारित लेटरल मेटल-सेमीकंडक्टर फील्ड इफेक्ट ट्रांजिस्टर (MESFET) डिवाइस की रिपोर्ट NICT जापान द्वारा 2012 में तैयार की गई थी। प्रदर्शित डिवाइस में 300 नैनोमीटर Sn-doped Ga_2O_3 एपिलेयर होता है जिसमें Ga_2O_3 सब्सट्रेट पर $1\times10^{17}cm^{-3}$ की डोपिंग सांद्रता होती है। निर्मित MESFET में 8 μm का गेट-ड्रेन स्पेसिंग होता है जो 10^4 के I_{ON}/I_{OFF} अनुपात के साथ 257 V का ब्रेकडाउन वोल्टेज दिखाता है।

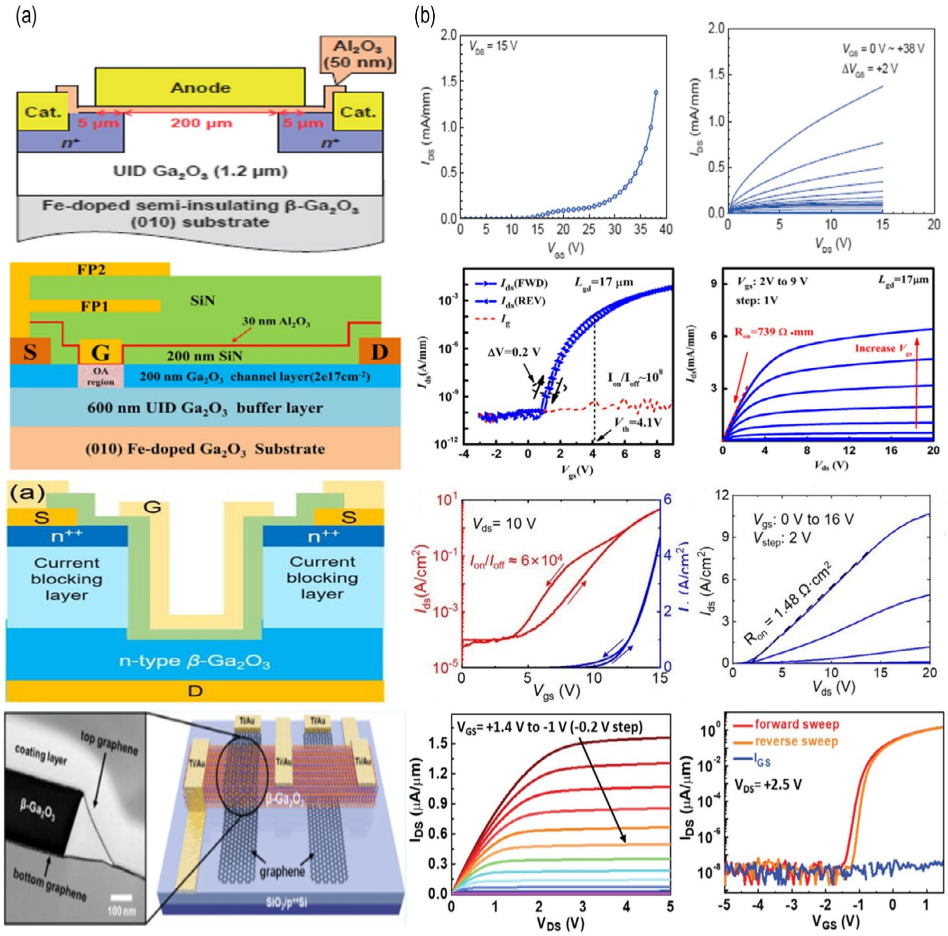


चित्र 2. विभिन्न depletion-मोड Ga_2O_3-आधारित MOSFETs [4]

उच्च ब्रेकडाउन वोल्टेज और बेहतर प्रदर्शन प्राप्त करने के लिए अपक्षय अथवा डिप्लीशन-मोड Ga_2O_3 FETs की खोज की गई है। प्रारंभिक विकसित MESFETs 19.6 V के कम ब्रेकडाउन वोल्टेज और 10^4 के कम I_{ON}/I_{OFF} परिणाम प्रदर्शित करते हैं। आयन प्रत्यारोपण स्रोत (Ion implanted source) तथा drain एवं (ALD) संश्लेषित एल्यूमीनियम ऑक्साइड (Al_2O_3) द्वारा निर्मित Ga_2O_3-आधारित MOSFET विकसित करके MESFET की चुनौतियों को थोड़ा दूर किया गया [4]। विभिन्न अपक्षय-मोड Ga_2O_3-आधारित MOSFET डिवाइस चित्र 2 में दिखाए गए हैं।

एन्हांसमेंट-मोड मॉस्फेट (E-Mode MOSFETs)

ई-मोड ट्रांजिस्टर पावर रूपांतरण प्रणाली की मुख्य इकाई हैं, जो दक्षता को परिभाषित करते हैं और विफलता-सुरक्षित परिचालन स्थिति को पूरा करते हैं। यद्यपि डिवाइस टोपोलॉजी और क्षमता का पूरी तरह से उपयोग नहीं किया जाता है, लेकिन फिन प्रकार (Fin Type) की डिवाइस, फेरोइलेक्ट्रिक डाइइलेक्ट्रिक, गेट रिसेस और गेट वर्क फंक्शन मॉड्यूलेशन को विविध ईमोड गतिविधियों का उत्पादन करने के लिए नियोजित किया जा सकता है।



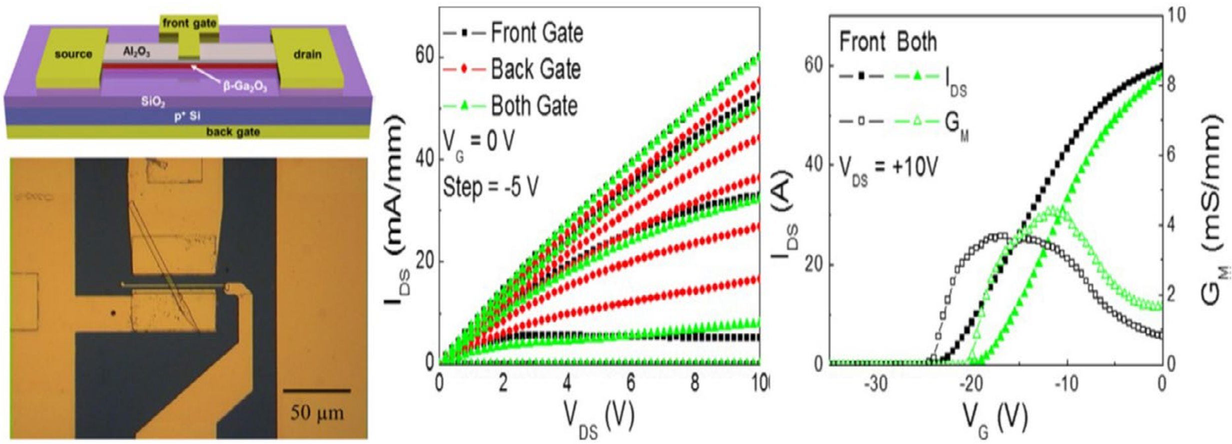
चित्र 3. विभिन्न एन्हैन्स्मन्ट मोड Ga_2O_3आधारित MOSFETs [4]

n-चैनल एक्यूमुलेशन-मोड डिवाइस के रूप में विभिन्न एन्हांसमेंट-प्रकार के MOSFETs को verticle डिवाइस, फिन-आकार उपकरणों और नैनो-बेल्ट चैनलों में विकसित किया जा रहा है । एन्हांसमेंट-मोड डिवाइस के विकास के लिए विभिन्न प्रकार की तकनीकों का उपयोग किया गया है, जिसमें पतली चैनल तकनीक, रिसेस-गेट तकनीक और Ga_2O_3 ओवर इंसुलेटर आधारित डिवाइस शामिल हैं। विभिन्न प्रकार एन्हांसमेंट-मोड Ga_2O_3-आधारित MOSFET डिवाइस चित्र 3 में दिखाए गए हैं।

फ्लेक्सिबल और नैनो-बेल्ट डिवाइस

Ga_2O_3 का एक और लाभ यह है कि β-Ga_2O_3 flakes को एपी-ग्रोन layer से यांत्रिक माध्यम से अलग किया जा सकता है। Ga_2O_3 की इन बहुस्तरीय नैनो-मेम्ब्रेन्स को डिवाइस निर्माण के लिए उपयोग किया जा सकता है। यह β-Ga_2O_3 की उच्च विषमदैशिकता

(anisotropy) के कारण होता है। Ga_2O_3 की मोनो-क्लिनिक संरचना, जिसमें "ए" अक्ष lattice है जो अन्य दो अक्ष की तुलना में काफी बड़ी है, Ga_2O_3 के flakes को आसानी से अलग करने में भी मदद करती है और क्रिस्टल अभिविन्यास से भी प्रभावित होती है। β-Ga_2O_3 फ्लेक-आधारित FET डिवाइस नीचे चित्र 4 में दिखाए गए हैं।



चित्र 4. β-Ga_2O_3 फ्लेक-आधारित FET [4]

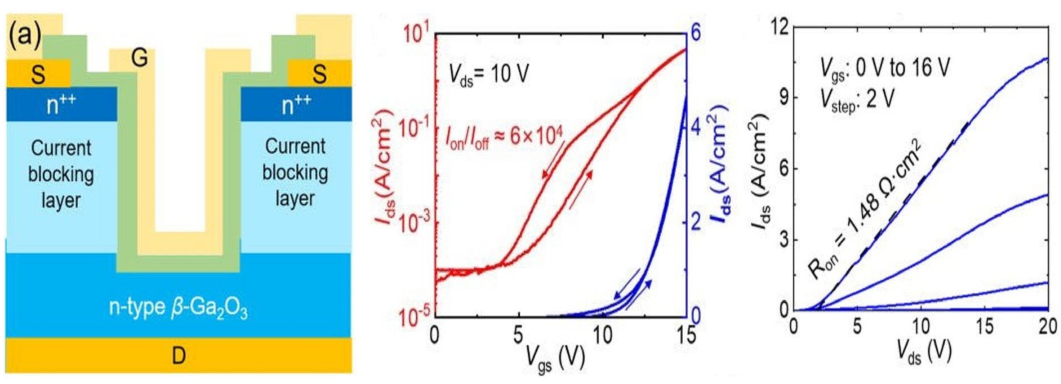
वर्टिकल Ga_2O_3 ट्रांजिस्टर

वर्टिकल ट्रांजिस्टर कई मायनों में लेटरल ट्रांजिस्टर से बेहतर होते हैं जैसे :

(क) उच्च विद्युत धारा घनत्व (High current density) : वर्टिकल ट्रांजिस्टर उच्च विद्युत धारा घनत्व को संभाल सकते हैं क्योंकि करंट डिवाइस के माध्यम से लंबवत प्रवाहित होता है, जिससे करंट प्रवाह के लिए एक बड़ा क्रॉस-सेक्शनल क्षेत्र बनता है। यह उन्हें उच्च-शक्ति अनुप्रयोगों के लिए उपयुक्त बनाता है।

(ख) कम चालन प्रतिरोध (Low On-resistance) : वर्टिकल ट्रांजिस्टर एक छोटे करंट पथ की अनुमति देती है, जिसके परिणामस्वरूप लेटरल ट्रांजिस्टर की तुलना में कम चालन प्रतिरोध होता है। कम चालन प्रतिरोध से बिजली की हानि कम होती है और दक्षता बढ़ती है।

(ग) बेहतर ताप प्रबंधन : वर्टिकल ट्रांजिस्टर में अक्सर बेहतर ताप प्रबंधन (thermal management) होता है क्योंकि उत्पन्न ऊष्मा या ताप को एक बड़े क्षेत्र में फैलाया जा सकता है और अधिक कुशलता से हीट सिंक में स्थानांतरित किया जा सकता है। यह उच्च-शक्ति स्थितियों के तहत विश्वसनीयता और प्रदर्शन में सुधार करता है। β-Ga_2O_3-आधारित वर्टिकल FET डिवाइस नीचे चित्र 5 में दिखाए गए हैं।



चित्र 5. β-Ga_2O_3-आधारित वर्टिकल FET [4]

चुनौतियाँ और भविष्य की दिशा

कुछ महत्वपूर्ण मुद्दे इस प्रकार हैं :

(a) सिंगल क्रिस्टल और एपिटैक्सियल विकास
(b) p-प्रकार चालकता का अभाव
(c) ताप प्रबंधन

आयन प्रत्यारोपण (ion implantation) तकनीक का उपयोग करके चैनल मॉड्यूलेशन द्वारा डिवाइस के ब्रेकडाउन वोल्टेज बेहतर बनाते हैं। हीरा भविष्य में उच्च शक्ति (high-power) अनुप्रयोगों में तथा उच्चतम प्रचालन वोल्टेज (operating voltage) प्राप्त करने के लिए उपयुक्त विकल्प है।

निष्कर्ष

β-Ga_2O_3 सिंगल क्रिस्टल सब्सट्रेट, β-Ga_2O_3 आधारित शॉटकी बैरियर डायोड, पावर हेटेरोजंक्शन डायोड और MOSFETs के क्षेत्र में महत्वपूर्ण विकास हुआ है। Ga_2O_3 में ऐसे भौतिक गुण होते हैं जो RF और पावर इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों के लिए फायदेमंद होते हैं। उच्च रेडियो आवृत्ति (RF) तथा उच्च शक्ति (High-Power) अनुप्रयोगों के लिए गैलियम ऑक्साइड (Ga_2O_3)-आधारित मेटल ऑक्साइड सेमीकंडक्टर फील्ड इफ़ेक्ट ट्रांजिस्टर (MOSFETs) के, भविष्य में सिलिकॉन एवं अन्य वाइड बैंडगैप सेमीकंडक्टर आधारित युक्तियों का स्थान लेने की प्रबल संभावना है।

आभार

लेखक ईवी महामिशन परियोजना (ANRF/MAHA/2024/000065/PEMD) के माध्यम से सहायता प्रदान करने के लिए ANRF, नई दिल्ली, भारत के प्रति आभार व्यक्त करते हैं। लेखक सीएसआईआर-सीरी के निदेशक को उनके निरंतर मार्गदर्शन और प्रोत्साहन के लिए धन्यवाद देते हैं।

संदर्भ

[1]A. E. Romanov, S. I. Stepanov, V. I. Nikolaev, and V. E. Bougrov, Rev. Adv. Mater. Sci, 44, 63 (2016).
[2]S. J. Pearton, J. Yang, P. H. Cary, F. Ren, J. Kim, M. J. Tadjer, and M. A. Mastro, Appl. Phys. Rev., 5, 011301 (2018).
[3]N. Yadava and R. K. Chauhan, ECS J. Solid State Sci. Technol., 9, 065010 (2020).
[4]P. Kachhawa, S.M. Islam, N. Chaturvedi, Physica Status Solidi (a) – applications and materials science (pss a), 221, 2400400 (2024).

डिजिटल ट्विन (Digital Twin): प्रौद्योगिकी की उन्नति में अनुप्रयोग

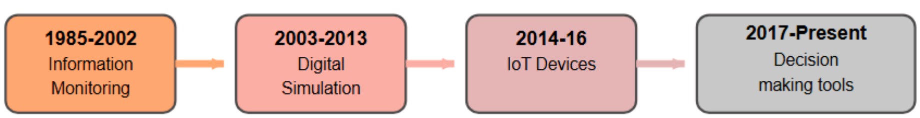
गौरव पुरोहित
प्रधान वैज्ञानिक

सार

निर्माण और उत्पादन के चरण किसी भी प्रणाली की आधारशिला होते हैं। इन्हीं चरणों में उत्पन्न होने वाली समस्याएँ अक्सर प्रणाली की डिज़ाइन संबंधी सीमाओं, प्रारंभिक मान्यताओं तथा मानवीय अंतःक्रियाओं की जटिलताओं से जुड़ी होती हैं। यदि इस दौरान वास्तविक उपयोग परिदृश्यों, चरम परिस्थितियों और मानवीय व्यवहार की विविधताओं को समुचित रूप से नहीं समझा जाए, तो ये कमियाँ प्रणाली में स्थायी रूप से अंतर्निहित रह जाती हैं और आगे चलकर गंभीर चुनौतियों का रूप ले लेती हैं। डिजिटल ट्विन के अनुप्रयोग ऐसी जटिलताओं को गहराई से समझने, उनका विश्लेषण करने और प्रभावी रूप से नियंत्रित करने का एक सशक्त माध्यम प्रदान करते हैं। कृत्रिम बुद्धिमत्ता, इंटरनेट ऑफ थिंग्स (Internet of Things -IoT), सेंसर, और बिग डेटा के विकास के साथ यह अवधारणा और मजबूत हुई है। परिणामस्वरूप, यह तकनीक भविष्य में विनिर्माण, स्वास्थ्य सेवा, ऊर्जा, स्मार्ट शहरों और ऑटोमोटिव उद्योग जैसे क्षेत्रों में व्यापक और क्रांतिकारी परिवर्तन लाने की क्षमता रखती है।

परिचय

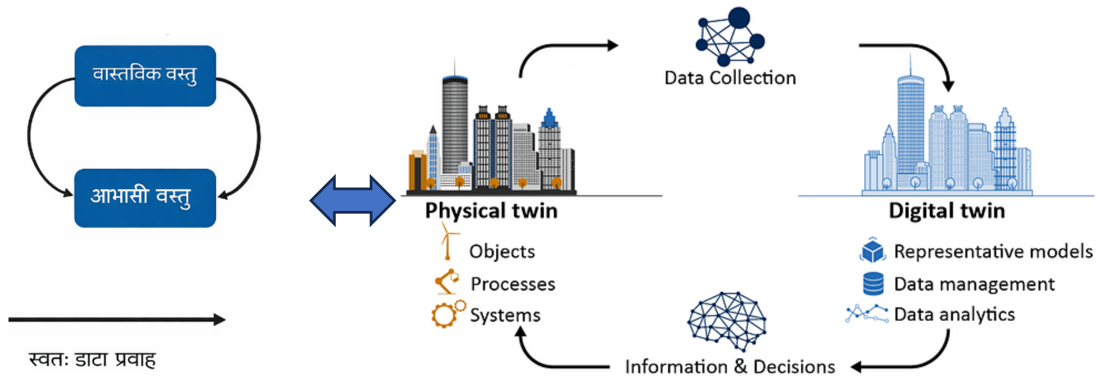
माइकल ग्रीव्स (Michael Grieves) को डिजिटल ट्विन (Digital Twin) की अवधारणा का प्रवर्तक (जनक) माना जाता है। उन्होंने 2002 में यह विचार उत्पाद जीवनचक्र प्रबंधन (Product Lifecycle Management (PLM)) के संदर्भ में प्रस्तुत किया। उस समय उन्होंने इसे "डिजिटल समकक्ष (Digital Equivalent) के रूप में समझाया, जिसे आगे चलकर डिजिटल ट्विन नाम मिला [1]। इसका संक्षिप्त इतिहास चित्र 1 में दर्शाया गया है। धीरे-धीरे सेंसर तकनीक, इंटरनेट ऑफ थिंग्स और डेटा एनालिटिक्स के विकास के साथ, डिजिटल ट्विन ने वास्तविक-समय निगरानी और प्रेडिक्टिव मेंटेनेंस में महत्वपूर्ण भूमिका निभाना शुरू किया। ग्रीव्स ने अपने शोध और प्रस्तुतियों में यह बताया कि किसी भी भौतिक उत्पाद या सिस्टम के साथ उसका एक डिजिटल मॉडल होना चाहिए, जो पूरे जीवनचक्र—डिज़ाइन, निर्माण, संचालन और रखरखाव—के दौरान जुड़ा रहे। संचालन चरण में, डिजिटल ट्विन वास्तविक समय के डेटा के माध्यम से भौतिक प्रणाली से जुड़ा रहता है। इस मॉडल में वास्तविक सिस्टम से प्राप्त डेटा लगातार डिजिटल मॉडल की वास्तविक स्थिति को सही-सही दर्शाता रहता है। भौतिक प्रणाली के समानांतर विकसित किया गया उसका यह आभासी प्रतिरूप निर्माण और उत्पादन के चरणों में ही विभिन्न संचालन परिदृश्यों, संभावित विफलताओं और मानवीय हस्तक्षेपों का अनुकरण करने की अनुमति देता है [1-2]। इससे डिज़ाइन संबंधी त्रुटियों, असंगत मान्यताओं और घटकों के बीच जटिल अंतःक्रियाओं की पहचान प्रारंभिक चरण में ही की जा सकती है। इसके उपरांत सिमुलेशन (आभासी अनुकरण) का उपयोग लंबे समय से विभिन्न क्षेत्रों में किया जाता रहा है।



चित्र 1. डिजिटल ट्विन तकनीक के विकास का इतिहास [1]

इसका मुख्य उद्देश्य किसी सिस्टम, मशीन या प्रक्रिया के संभावित व्यवहार और विभिन्न परिस्थितियों को समझना होता है। सिमुलेशन में किसी प्रणाली का डिजिटल या गणितीय मॉडल तैयार किया जाता है, जिसके माध्यम से यह विश्लेषण किया जाता है कि वह प्रणाली अलग-अलग परिस्थितियों में कैसे कार्य कर सकती है। यह प्रक्रिया सामान्यतः पहले से निर्धारित डेटा और नियमों पर आधारित होती है तथा वास्तविक-समय डेटा से जुड़ी नहीं होती। अनुकरण का उपयोग डिज़ाइन विकास, परीक्षण, जोखिम विश्लेषण और "यदि ऐसा हुआ तो क्या होगा" (What-if Analysis) जैसी स्थितियों को समझने के लिए किया जाता है। सरल शब्दों में, सिमुलेशन सीखने, अभ्यास

करने और अनुमान लगाने का एक प्रभावी माध्यम है। चूँकि डिजिटल ट्विन और सिमुलेशन दोनों ही किसी सिस्टम या मशीन के डिजिटल मॉडल होते हैं, इसलिए अधिकांश लोग इन्हें एक-दूसरे के समान समझ लेते हैं और इनके बीच भ्रम उत्पन्न हो जाता है। जबकि वास्तव में दोनों का उद्देश्य और कार्यप्रणाली भिन्न होती है। गौरतलब है कि डिजिटल ट्विन केवल एक सिमुलेशन भर नहीं है, बल्कि यह उससे कहीं अधिक उन्नत और अपेक्षाकृत नई तकनीक है। डिजिटल ट्विन किसी वास्तविक मशीन, सिस्टम या एसेट की जीवित डिजिटल प्रतिकृति होती है, जो वास्त विक-समय डेटा के माध्यम से निरंतर अपडेट होती रहती है। जैसा कि चित्र [2] में दर्शाया गया है, प्रणाली में एक ओर भौतिक (वास्तविक) एसेट तथा दूसरी ओर उसकी जीवित डिजिटल प्रतिकृति उपलब्ध होती है।



चित्र 2. डिजिटल ट्विन तकनीक [3]

यह वास्तविक एसेट की वर्तमान स्थिति, व्यवहार और प्रदर्शन को सटीक रूप से दर्शाती है तथा निगरानी, भविष्यवाणी (प्रेडिक्टिव मेंटेनेंस) और सिस्टम ऑप्टिमाइज़ेशन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। संक्षेप में कहा जाए, तो सिमुलेशन संभावनाओं और प्रयोगों को समझने का एक अभ्यास मॉडल है, जबकि ट्विन वास्तविक सिस्टम की एक लाइव डिजिटल परछाईं है, जो उसे समझने, सुधारने और बेहतर ढंग से संचालित करने में सहायता करती है। तालिका 1 में डिजिटल ट्विन और सिमुलेशन के बीच प्रमुख अंतरों को संक्षेप में समझाया गया है।

तालिका 1. डिजिटल ट्विन और सिमुलेशन के बीच प्रमुख अंतर

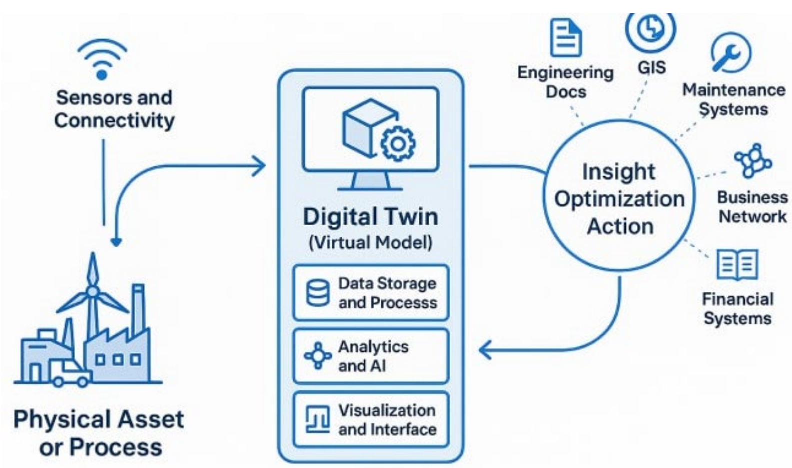
पहलू	डिजिटल ट्विन	सिमुलेशन
डेटा प्रवाह	निरंतर, वास्तविक-समय (रियल टाइम)	एक बार या सीमित
सिस्टम से जुड़ाव	सीधा और लाइव	अप्रत्यक्ष
उद्देश्य	वास्तविक स्थिति को समझना	संभावनाओं का विश्लेषण
प्रकृति	जीवित डिजिटल प्रतिकृति	अभ्यास/अनुकरण मॉडल

डिजिटल ट्विन (DT) के घटक

सर्वप्रथम ग्रीव्स [1] ने ट्विन को तीन घटकों क्रमशः डिजिटल (आभासी भाग), वास्तविक भौतिक उत्पाद और उनके बीच का संबंध के साथ प्रस्तुत किया। डिजिटल ट्विन की नींव सेंसर और डेटा संग्रह प्रणाली पर टिकी होती है। भौतिक मशीनों, उपकरणों या सिस्टम में लगे IoT सेंसर लगातार विभिन्न प्रकार का डेटा एकत्र करते हैं। वास्तविक-समय में डेटा भेजते हैं, जो डिजिटल ट्विन को भौतिक वस्तु की वास्तविक स्थिति का सटीक प्रतिबिंब बनाने में सक्षम बनाता है। डिजिटल ट्विन का दूसरा महत्वपूर्ण घटक त्रि-आयामी (3D) मॉडलिंग और विज़ुअलाइज़ेशन है। सॉफ़्टवेयर और उन्नत ग्राफिक्स तकनीकों का उपयोग करके, इंजीनियर और तकनीशियन मशीन के हर पुर्जे, उसकी बनावट, और कार्यप्रणाली को आभासी वातावरण में देख सकते हैं।

चित्र 3. डिजिटल ट्विन के मुख्य घटक

सेंसर से प्राप्त बड़ी मात्रा में डेटा को प्रोसेस करना और उसका विश्लेषण करना डिजिटल ट्विन का तीसरा प्रमुख घटक है। यहां आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (AI), मशीन लर्निंग (ML), और एडवांस्ड एनालिटिक्स की भूमिका बेहद महत्वपूर्ण हो जाती है। ये तकनीकें डेटा में छिपे पैटर्न, रुझान, और विसंगतियों को पहचानती हैं। डिजिटल ट्विन का चौथा और अत्यंत शक्तिशाली घटक सिमुलेशन और पूर्वानुमान क्षमता है। डिजिटल वातावरण में, विभिन्न परिदृश्यों और "क्या होगा अगर" स्थितियों का परीक्षण बिना भौतिक सिस्टम को प्रभावित किए, किया जा सकता है, जिससे जोखिम कम होता है और दक्षता बढ़ती है। इन घटकों को चित्र 3 में दर्शाया गया है।



चित्र 4: डिजिटल ट्विन घटकों के द्वारा कैसे कार्य करता है [4]

चित्र 4 दर्शाता है कि डिजिटल ट्विन इन घटकों के द्वारा कैसे कार्य करता है। सबसे पहले किसी भौतिक परिसंपत्ति या प्रक्रिया (जैसे मशीन, फैक्ट्री या सिस्टम) पर लगे सेंसर और कनेक्टिविटी के माध्यम से वास्तविक समय का डेटा एकत्र किया जाता है। यह डेटा डिजिटल ट्विन (आभासी मॉडल) तक पहुँचता है, जहाँ उसका संग्रह, प्रसंस्करण, विश्लेषण (एनालिटिक्स) और दृश्य प्रस्तुतीकरण किया जाता है। इसके आधार पर उपयोगी जानकारियाँ प्राप्त होती हैं, जिनसे अनुकूलन (Optimization) और निर्णयात्मक क्रियाएँ (Action) संभव होती हैं। ये निर्णय फिर इंजीनियरिंग दस्तावेज़, मेंटेनेंस सिस्टम, भौगोलिक सूचना प्रणाली, बिज़नेस नेटवर्क और वित्तीय प्रणालियों से जुड़कर वास्तविक प्रणाली के प्रदर्शन, दक्षता और रखरखाव में सुधार करते हैं [4-6]।

तकनीकी लाभ

- भौतिक प्रोटोटाइप की आवश्यकता को कम करके विकास लागत में 30-50% तक की बचत।
- वर्चुअल परीक्षण और सत्यापन से बाजार में उत्पाद लाने का समय 40% तक कम हो सकता है।
- डेटा-संचालित अंतर्दृष्टि से अधिक सूचित और समय पर निर्णय लेना संभव है।
- खतरनाक या महंगे परिदृश्यों का वर्चुअल परीक्षण करके जोखिम को कम करना।
- वास्तविक समय की प्रतिक्रिया और सीखने की क्षमता से निरंतर अनुकूलन।

निष्कर्ष

डिजिटल ट्विन तकनीक प्रौद्योगिकी की उन्नति में एक परिवर्तनकारी शक्ति के रूप में उभर रही है। यह भौतिक प्रणालियों, प्रक्रियाओं और परिसंपत्तियों की आभासी प्रतिकृति तैयार कर उद्योगों को अधिक कुशल, लचीला और नवोन्मेषी बनने में सक्षम बनाती है। यद्यपि डिजिटल ट्विन का शाब्दिक अर्थ प्रारंभ में सरल प्रतीत होता है, किंतु कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI), इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IoT), 5G नेटवर्क और अन्य उभरती तकनीकों के साथ इसके एकीकरण से इसकी क्षमताएँ कई गुना बढ़ जाती हैं। परिणामस्वरूप, डिजिटल ट्विन न केवल वास्तविक-समय निगरानी और पूर्वानुमान विश्लेषण को संभव बनाता है, बल्कि निर्णय-निर्माण, लागत-अनुकूलन और प्रणाली के प्रदर्शन में भी क्रांतिकारी सुधार करता है। भविष्य में, यह तकनीक स्मार्ट उद्योगों और स्वायत्त प्रणालियों की आधारशिला साबित होगी। यह तकनीक न केवल व्यवसायों को प्रतिस्पर्धी लाभ प्रदान करेगी, बल्कि सतत विकास, बेहतर संसाधन उपयोग और समाज के लिए बेहतर परिणामों का मार्ग भी प्रशस्त करेगी।

संदर्भ

[1] Grieves, M. and Vickers, J., 2016. Digital twin: Mitigating unpredictable, undesirable emergent behavior in complex systems. In *Transdisciplinary perspectives on complex systems: New findings and approaches* (pp. 85-113). Cham: Springer International Publishing.

[2] Sharma, A., Kosasih, E., Zhang, J., Brintrup, A. and Calinescu, A., 2022. Digital Twins: State of the art theory and practice, challenges, and open research questions. Journal of Industrial Information Integration, 30, p.100383.

[3] Carvalho, M. (2024, June 18). Digital twins and its application in technology's advancement. Medium. https://medium.com/womenintechnology/digital-twins-and-its-application-in-technologys-advancement-3dd75b70cb05

[4] Guerra-Zubiaga, D., Kuts, V., Mahmood, K., Bondar, A., Nasajpour-Esfahani, N. and Otto, T., 2021. An approach to develop a digital twin for industry 4.0 systems: manufacturing automation case studies. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, *34*(9), pp.933-949.

[5] GFOS GmbH. "Digital Twin | Definition & Function." GFOS. Accessed December 17, 2025. https://www.gfos.com/en/glossary/digital-twin/#types-of-digital-twins.

[6] Glaessgen, E. and Stargel, D., 2012, April. The digital twin paradigm for future NASA and US Air Force vehicles. In *53rd AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC structures, structural dynamics and materials conference 20th AIAA/ASME/AHS adaptive structures conference 14th AIAA* (p. 1818).

माइक्रोवेव ओवन के लिए मैग्नेट्रॉन या सॉलिड स्टेट रेडियो आवृत्ति (आर.एफ़.) एम्प्लीफायर

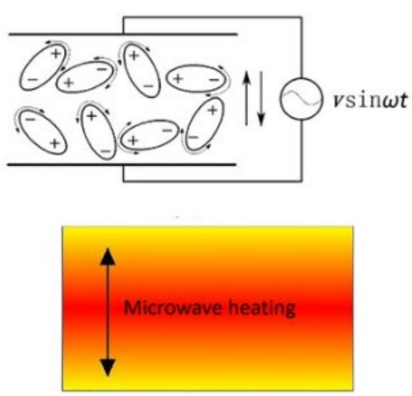
शिवेंद्र मौर्य
वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक

परिचय

द्वितीय विश्व युद्ध के दौरान रडार प्रौद्योगिकी के अभिकल्पन और विकास का काम अपने चरम स्तर पर था। इसी प्रौद्योगिकी के विकास में माइक्रोवेव हीटिंग की खोज एक उप-उत्पाद के रूप में अनावश्यक रूप में हुई और आज विश्व स्तर पर लगभग 53 प्रतिशत घरों में माइक्रोवेव ओवेन का उपयोग एक बड़े पैमाने पर खाना बनाने में हो रहा है और इसके साथ-साथ ही औद्योगिक पैमाने पर भी माइक्रोवेव हीटिंग का उपयोग दिन प्रतिदिन बढ़ता जा रहा है। हालांकि भारत में यह प्रतिशत काफी कम है (लगभग 10 प्रतिशत) लेकिन अमेरिका जैसे देशों में यह 92 प्रतिशत घरों में प्रयोग होता है [1]। भारत में माइक्रोवेव हीटिंग का प्रयोग घरों की अपेक्षा औद्योगिक क्षेत्रों में ज्यादा है जो कि निरंतर बढ़ रहा है। हाल के कुछ सालों में माइक्रोवेव हीटिंग के बहुत सारे नये उपयोग अस्तित्व में आए हैं जैसे कि : माइक्रोवेव प्लाज्मा रासायनिक वाष्प निक्षेपण प्रणाली द्वारा कृत्रिम हीरे का विकास, विभिन्न उपयोग के लिए माइक्रोवेव प्लाज्मा टॉर्च। लेकिन माइक्रोवेव हीटिंग का सबसे लोकप्रिय और सुप्रसिद्ध उपयोग माइक्रोवेव ओवेन ही है। माइक्रोवेव ओवेन का सबसे प्रमुख घटक 1 किलो वाट 2.45 गीगा हर्ट्ज मैग्नेट्रॉन है। क्योकि रेडियो आवृत्ति पावर एम्पलीफायर के शक्ति में लगातार बढ़ोतरी हो रही है इसलिए ऐसे कयास लगाए जा रहे हैं कि जल्द ही माइक्रोवेव ओवन के मैग्नेट्रॉन को सॉलिड स्टेट आर.एफ़. एम्प्लीफायर प्रतिस्थापित कर देगा। इसलिए यहाँ पर माइक्रोवेव शक्ति के दोनों स्रोतों के बारे में चर्चा की जा रही है।

माइक्रोवेव हीटिंग की प्रक्रिया

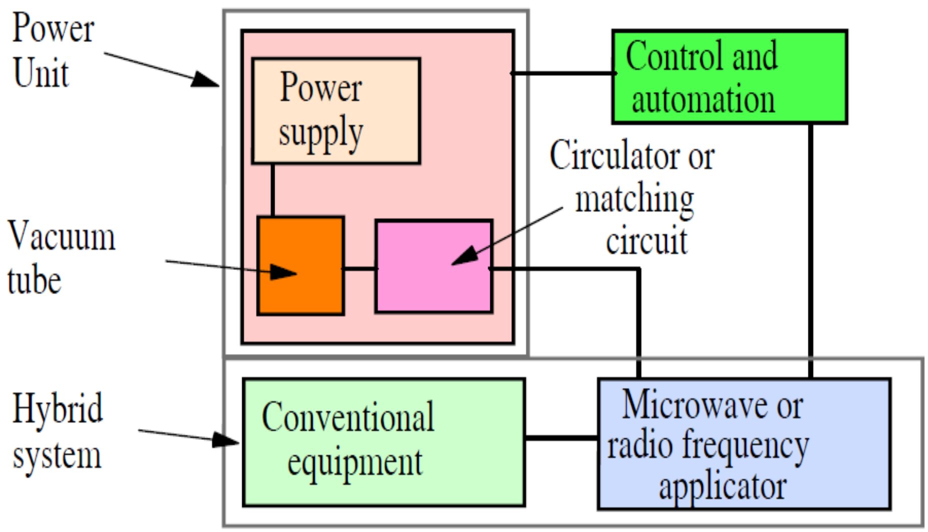
इलेक्ट्रिक कुकर और इलेक्ट्रिक ओवेन से भिन्न विद्युत चुंबकीय कुकर और माइक्रोवेव ओवन, हीटिंग तत्वों का उपयोग नहीं करते हैं। उदाहरण के लिए इंडक्शन कुकर विद्युतचुंबकीय इंडक्शन (Joule heating) और माइक्रोवेव ओवेन परावैद्युत तापन (Dielectric heating) के सिद्धान्त पर काम करते हैं। माइक्रोवेव हीटिंग, माइक्रोवेव आवृतियों पर विद्युत चुम्बकीय तरंग के ध्रुवीकरण के कारण होता है। यह एक ऐसी प्रक्रिया है जो विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम के विशिष्ट भागों का उपयोग करती है। आयनिक घटकों की गति के कारण पदार्थ के भीतर प्रवाहित होने वाली चालक धाराएँ माइक्रोवेव क्षेत्र से पदार्थ में ऊर्जा स्थानांतरित करती हैं जो कि ऊष्मा के रूप में होता है [2]। जैसा कि चित्र 1 में दिखाया गया है कि जब उच्च आवृत्ति का विद्युत क्षेत्र लगाया जाता है तो प्रत्येक प्रत्यावर्ती विद्युत क्षेत्र के साथ विद्युत द्विध्रुव (Electric dipole) घर्षण के कारण ऊष्मा उत्पन्न करता है, और तापन प्रभाव अंदर से बाहर की तरफ होता है।



चित्र 1: माइक्रोवेव हीटिंग का सिद्धांत

माइक्रोवेव हीटिंग प्रणाली के मुख्य घटक

माइक्रोवेव हीटिंग प्रणाली के मुख्य घटक चित्र 2 में दिखाए गए हैं। इसका सबसे प्रमुख घटक माइक्रोवेव स्रोत और माइक्रोवेव एप्लीकेटर है। माइक्रोवेव स्रोत मुख्य रूप से एक मैग्नेट्रॉन होता है जो 2.45 गीगा हर्ट्ज अथवा 915 मेगाहर्ट्ज पर काम करता है। 1–30 किलोवाट / 2.45 गीगाहर्ट्ज तथा 75–100 किलोवाट / 915 मेगाहर्ट्ज क्षमता के मैग्नेट्रॉन (Magnetron) व्यावसायिक रूप से उपलब्ध हैं। आकार और उपयोग की आवश्यकताओं के अनुसार माइक्रोवेव एप्लीकेटर (Microwave Applicator) विभिन्न प्रकार के हो सकते हैं, किंतु इनमें सबसे अधिक प्रचलित और लोकप्रिय मल्टीमोड (Multimode) तथा कन्वेयर टाइप (Conveyor Type) एप्लीकेटर हैं। प्रणाली की सुरक्षा सुनिश्चित करने हेतु सरकुलेटर (Circulator) और मैचिंग परिपथ (Matching Circuit) का उपयोग किया जाता है। वहीं, नियंत्रण एवं स्वचालन प्रणाली (Control and Automation System) संपूर्ण प्रणाली के संचालन, निगरानी और नियंत्रण के लिए आवश्यक होती है।



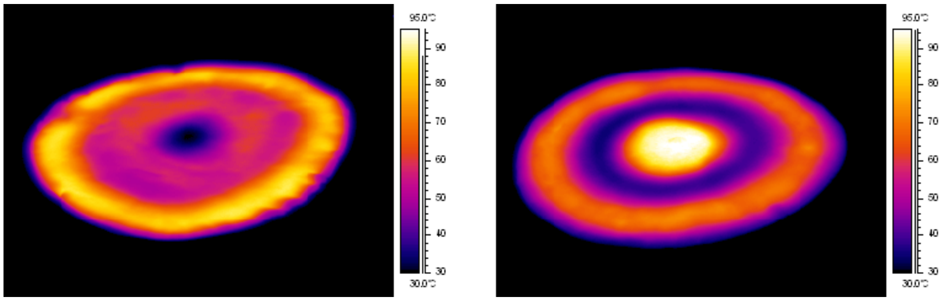
चित्र 2: माइक्रोवेव हीटिंग प्रणाली के मुख्य घटक

माइक्रोवेव हीटिंग के लाभ और समस्याएँ

परंपरागत तापन जो कि मुख्यतः चालन और संवहन पर आधारित होता है, की तुलना में माइक्रोवेव हीटिंग के कई फायदे हैं, जो कि निम्नलिखित हैं: (1) समय और ऊर्जा की बचत (2) उपयोग में सरलता (3) प्रदूषण मुक्त वातावरण (4) सुरक्षित खाना पकाना। जैसा कि बताया गया माइक्रोवेव ओवेन का मुख्य घटक मैग्नेट्रॉन होता है जो कि माइक्रोवेव ऊर्जा का काफी सुगठित, उच्च दक्षता वाला और किफ़ायती स्रोत है। इससे घरेलू और औद्योगिक माइक्रोवेव हीटिंग तंत्र में एक क्रांति आई है, इसके बावजूद भी मैग्नेट्रॉन आधारित माइक्रोवेव हीटिंग तंत्र से कुछ समस्याएँ जुड़ी है, जो निम्नलिखित हैं :

1. एकल स्रोत आधारित होने के कारण खाद्य पदार्थों का असमान रूप से गर्म होना और खाद्य पदार्थों में स्थानीय गर्म और ठंडे स्थान का निर्माण, जैसा कि चित्र 3 में दिखाया गया है [3]।
2. इससे निकलने वाला विकिरण खतरनाक हो सकता है जिसके लिए माइक्रोवेव परिरक्षण का उपयोग जरूरी होता है।
3. हालांकि माइक्रोवेव पोषक तत्वों को बरकरार रखता है, लेकिन भोजन की बनावट, रंग और स्वाद बदल जाता है।
4. इससे निर्जलीकरण होता है, तथा भोजन असमान रूप से पकता है।

5. तलने के लिए इस्तेमाल नहीं किया जा सकता।
6. माइक्रोवेव से खाना बनाते समय ओवेन से माइक्रोवेव लीकेज नहीं होना चाहिए, क्योंकि यह हानिकारक हो सकता है।



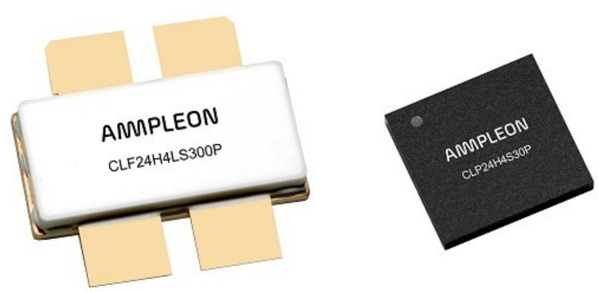
चित्र 3: मैग्नेट्रॉन आधारित माइक्रोवेव ओवेन से गर्म किए खाद्य पदार्थ में स्थानीय गर्म और ठंडे स्थान बनाना

सॉलिड स्टेट माइक्रोवेव ओवेन

ठोस अवस्था वाले (सॉलिड स्टेट) अर्धचालकों से विभिन्न प्रकार की आवृत्तियों का उत्पादन किया जा सकता है, जिसमें कि हमारी रुचि और उपयोग की आवृत्ति 2.45 गीगाहर्ट्ज भी शामिल है। इस विकास से ठोस अवस्था वाले अर्धचालकों पर आधारित माइक्रोवेव ओवेन के अभिकल्पन और विकास का रास्ता खुल गया है। सॉलिडस्टेट तकनीक- में कैविटी के भीतर ऊर्जा को मापने तथा *वास्तविक समय* में तरंग की आवृत्ति और कला (फेज़) को बदलने की क्षमता होती है, जिससे भोजन को गर्म करते समय उत्पन्न होने वाले संभावित गर्म और ठंडे स्थानों हॉट)स्पॉट्स(को कम किया जा सकता है। इस तकनीक से भोजन समान रूप से गर्म होगा और उसकी गुणवत्ता में सुधार करेगा। अधिक कीमत और कम दक्षता के कारण ठोस अवस्था वाले माइक्रोवेव ओवेन अभी तक प्रयोगशाला तक ही सीमित हैं और इनका व्यवसायीकरण नहीं हुआ है। लेकिन ऐसी संभावना व्यक्त की जा रही है कि जैसे-जैसे यह तकनीक विकसित होगी और कीमतें कम होंगी, ये माइक्रोवेव आधारित पारंपरिक मैग्नेट्रॉन आधारित माइक्रोवेव को चुनौती देंगे, या उनका स्थान ले लेंगे।

सॉलिड स्टेट एम्प्लिफायर स्रोत से हीटिंग में नवाचार

रेडियो आवृत्ति सॉलिड-स्टेट डिवाइस का एक प्रसिद्ध उदाहरण सिलिकॉन एलडीमॉस (LDMOS) ट्रांजिस्टर है। पिछले 10 से 20 वर्षों में इस तरह के उपकरणों का बड़े पैमाने पर विकास उच्च शक्ति वाले माइक्रोवेव सिग्नल उत्पन्न करने के लिए किया गया है जिसका उपयोग अभी तक दूरसंचार, विशेष रूप से उच्च विश्वसनीयता वाले मोबाइल फोन बेस स्टेशन ट्रांसमीटरों के लिए किया जा रहा है। जैसा कि चित्र 4 में दिखाया गया है, एमप्लीऑन जैसे संगठन ने एक नया उच्च दक्षता वाला गैलियम नाइट्राइड (GaN)-आधारित 2.4 गीगा हर्ट्ज / 350 वाट सतत तरंग रेडियो आवृत्ति पावर एम्पलीफायर विकसित किया है, जिसे औद्योगिक, वैज्ञानिक, चिकित्सा (ISM) अनुप्रयोगों के लिए डिज़ाइन किया गया है [4].



चित्र 4: गैलियम नाइट्राइड (GaN)-आधारित 2.4 गीगा हेर्ट्ज / 350 वाट सतत तरंग रेडियो आवृत्ति पावर एम्पलीफायर [3]

तालिका 1 में व्यावसायिक रूप से विकसित और उपलब्ध सतत तरंग रेडियो आवृत्ति (CW RF) (2.4-2.5 गीगाहर्ट्ज) पावर एम्पलीफायर का विवरण दिया गया है।

तालिका 1 : व्यावसायिक रूप से विकसित और उपलब्ध सतत तरंग रेडियो आवृत्ति (2.4-2.5 गीगाहर्ट्ज) पावर एम्पलीफायर

उत्पाद शक्ति (सतत CW)	उत्पादक	दक्षता (%)	विभव (V)	धारा (A)	प्रयुक्त तकनीकी
300	Ampleon	58	32	16.2	पुश-पुल एलडीमोस
250	Ampleon	61	32	12.8	सुगठित पैकेज एलडीमोस
300	NXP	58	32	16.2	प्लास्टिक पैकेज एकल एलडीमोस

निष्कर्ष

अब सवाल आता है कि भविष्य का माइक्रोवेव ओवेन कैसा होगा? क्या सतत तरंग रेडियो आवृत्ति पावर एम्पलीफायर माइक्रोवेव ओवेन से मैग्नेट्रॉन को प्रतिस्थापित कर पाएंगे? इस बारे में कहा जा सकता है कि यद्यपि सॉलिड स्टेट एम्पलीफायर का विकास तेजी से बढ़ रहा है और उसमें ओवेन मैग्नेट्रॉन को प्रतिस्थापित करने की क्षमता है, लेकिन उच्च दक्षता, लागतप्रभावशीलता- तथा स्थापित उत्पादन अवसंरचना के कारण, माइक्रोवेव हीटिंग के क्षेत्र में मैग्नेट्रॉन भविष्य में भी प्रमुख प्रौद्योगिकी बने रहेंगे।

संदर्भ

[1] Remko J. Detz, Bob van der Zwaan, “Surfing the microwave oven learning curve” Journal of Cleaner Production, Volume 271, 122278, Oct- 2020, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122278.

[2] https://www.tdk.com/en/tech-mag/inductive/how-does-a-microwave-oven-work.

[3] https://www.campdenbri.co.uk/blogs/solid-state-microwaves.php

[4] https://www.everythingrf.com/news/details/20249-ampleon-launches-compact-2-4-ghz-gan-rf-power-amplifier-lineup-for-ism-applications

वायरलेस इलेक्ट्रिक वाहन चार्जिंग इंफ्रास्ट्रक्चर : एक परिचय

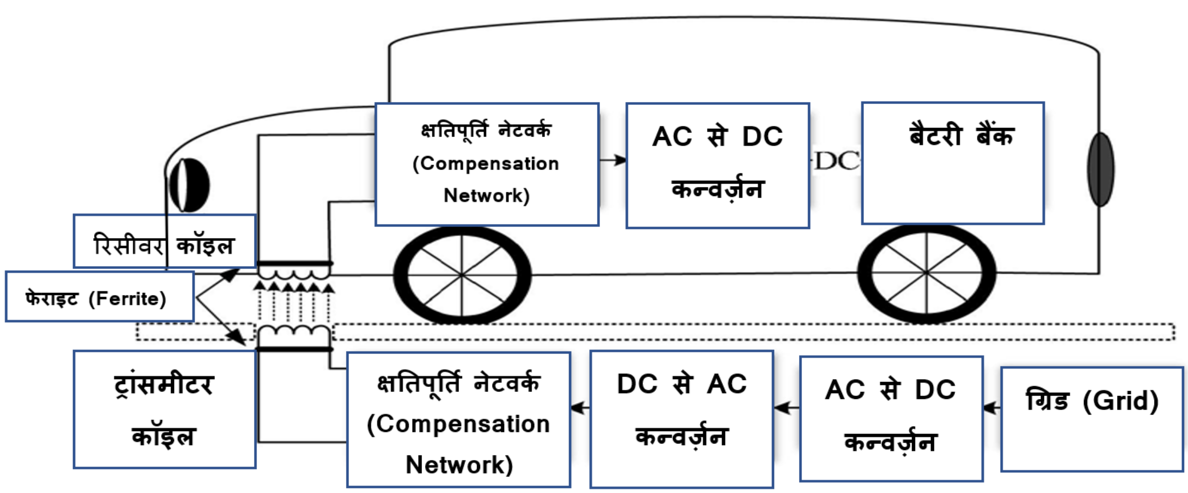
प्रफुल एस नवलगुंधा[1] तथा सुभाष कुमार राम[2]
[1]कनिष्ठ अनुसंधान अध्येता तथा [2]प्रधान वैज्ञानिक

इलेक्ट्रिक वाहनों (Electric Vehicles-EV) की तेज़ी से हो रही वृद्धि वैश्विक परिवहन परिदृश्य को नया रूप दे रही है। हालांकि ईवी का उपयोग ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन और जीवाश्म ईंधन पर निर्भरता को कम करने में मदद करता है, लेकिन व्यापक स्वीकृति के लिए चार्जिंग की सुविधा और दक्षता महत्वपूर्ण कारक बने हुए हैं। परंपरागत रूप से, ईवी को चार्जिंग स्टेशनों से जुड़े प्लग-इन केबलों का उपयोग करके चार्ज किया जाता है, लेकिन यह केबल के रखरखाव, टूट-फूट और अत्यधिक मौसम में संभावित सुरक्षा खतरों के कारण असुविधाजनक हो सकता है। हालांकि, वायरलेस इलेक्ट्रिक वाहन चार्जिंग एक अभिनव विकल्प के रूप में उभर रहा है, जो अधिक सुविधा, स्वचालन और सुरक्षा का वादा करता है।

कार्य सिद्धांत

वायरलेस ईवी चार्जिंग इंडक्टिव पावर ट्रांसफर (IPT) पर आधारित है, जो वायरलेस फोन चार्जर के समान एक अवधारणा है, लेकिन इसे किलोवाट बिजली प्रदान करने के लिए बढ़ाया गया है। इंडक्टिव पावर ट्रांसफर एक चुंबकीय क्षेत्र का उपयोग करके, बिना किसी भौतिक संपर्क के, एक बिजली स्रोत से एक उपकरण तक विद्युत ऊर्जा स्थानांतरित करने की एक विधि है।

वायरलेस ईवी चार्जिंग में, ग्रिड से आने वाली बिजली सबसे पहले ग्राउंड ट्रांसमिशन यूनिट (GTU) के पावर इलेक्ट्रॉनिक्स से होकर गुजरती है। आने वाली AC (50 Hertz) को एक रेक्टिफायर के माध्यम से DC में बदला जाता है, और फिर इस DC को एक इन्वर्टर की मदद से उच्च-आवृत्ति AC (आमतौर पर 20–85 KHz) में परिवर्तित किया जाता है। इस उच्च-आवृत्ति AC आवश्यक होती है क्योंकि यह छोटे वायु-अंतर (air gap) पर एक अधिक मजबूत और केंद्रित (concentrated) चुंबकीय (magnetic) क्षेत्र उत्पन्न करती है। इससे इंडक्टिव पावर ट्रांसफर (IPT) अधिक कुशल बनता है और छोटे कॉइल आकार का उपयोग संभव होता है। उच्च-आवृत्ति करंट GTU के प्राथमिक कॉइल (primary coil) से होकर बहता है, जो पार्किंग सतह पर या उसके ठीक नीचे स्थापित होता है। इसके कारण एक ऊर्ध्वाधर (vertical) चुंबकीय क्षेत्र बनता है जो ऊपर की ओर वाहन तक फैलता है। इस प्रक्रिया को चित्र 1 में दर्शाया गया है।



चित्र 1 : इलेक्ट्रिक वाहनों की वायरलेस चार्जिंग प्रणाली का सिद्धांत आरेख [1]

जब वाहन चार्जिंग पैड पर पार्क किया जाता है, तो व्हीकल रिसीवर यूनिट (VRU) में माध्यमिक (secondary) कॉइल प्राथमिक कॉइल के साथ संरेखित (aligned) होती है। बदलता हुआ ऊर्ध्वाधर (vertical) चुंबकीय क्षेत्र रिसीवर कॉइल में वोल्टेज प्रेरित करता है — इस प्रक्रिया को विद्युत-चुंबकीय प्रेरण (electromagnetic induction) कहा जाता है। प्रेरित उच्च-आवृत्ति AC को वाहन के अंदर एक रेक्टिफायर (rectifier) के माध्यम से फिर से DC में बदला जाता है, और बैटरी की वोल्टेज आवश्यकताओं से मिलान करने के लिए इसे DC-DC कन्वर्टर से गुजारा जाता है। आधुनिक वायरलेस चार्जिंग सिस्टम लगभग 80–90% तक की दक्षता (efficiency) हासिल कर सकते हैं, जो पारंपरिक प्लग-इन चार्जिंग के काफ़ी करीब है। वायरलेस इलेक्ट्रिक वाहन चार्जिंग के दो मुख्य प्रकार हैं: 1. स्टैटिक वायरलेस चार्जिंग 2. डायनामिक वायरलेस चार्जिंग

स्टैटिक वायरलेस चार्जिंग

स्टैटिक वायरलेस चार्जिंग तब होती है जब वाहन पूरी तरह स्थिर होता है। वाहन को ग्राउंड चार्जिंग पैड (ground charging pad) के ऊपर पार्क किया जाता है, और चार्जिंग प्रक्रिया स्वचालित रूप से बिजली का स्थानांतरण शुरू कर देती है। स्टैटिक चार्जिंग वर्तमान में वायरलेस ईवी चार्जिंग का सबसे अधिक व्यावसायिक रूप से उपलब्ध प्रकार है और आमतौर पर घर के गैरेज, पार्किंग स्थलों और टैक्सी स्टैंडों में पाई जाती है।

डायनामिक वायरलेस चार्जिंग

डायनामिक वायरलेस चार्जिंग तब होती है जब वाहन चल रहा होता है। चार्जिंग पैड या ट्रांसमीटर कॉइल सड़क में एम्बेडेड (embedded) होते हैं, और जैसे ही ईवी उनके ऊपर से गुजरता है, वाहन के नीचे लगा रिसीवर कॉइल लगातार बिजली प्राप्त करता रहता है। यह वाहन को चलते समय चार्ज होने की अनुमति देता है, जिससे कम या बिना किसी चार्जिंग स्टॉप के लंबी दूरी की यात्रा संभव हो सकती है। हालांकि, डायनामिक चार्जिंग अभी भी विकास के शुरुआती चरण में है और उच्च बुनियादी ढाँचा लागत (high infrastructure costs), मानकीकरण (standardization) से जुड़े मुद्दे, और बड़े पैमाने पर सड़क संशोधन की आवश्यकता जैसी चुनौतियों का सामना करती है [2]।

वायरलेस ईवी चार्जिंग के लाभ

(i) **सुविधा** - केबलों को प्लग और अनप्लग करने की आवश्यकता नहीं है।
(ii) **सुरक्षा** - ट्रिपिंग खतरों और केबल क्षति का जोखिम कम हो जाता है।
(iii) **टिकाऊपन** - कनेक्टर में कोई टूट-फूट नहीं।
(iv) **डायनामिक चार्जिंग की क्षमता** - ड्राइविंग के दौरान निरंतर चार्जिंग को सक्षम बनाता है, जिससे बड़ी ऑनबोर्ड बैटरी की आवश्यकता कम हो जाती है।

चुनौतियाँ और सीमाएँ

(i) **दक्षता का नुकसान** - वायर्ड सिस्टम (95-98%) की तुलना में वायरलेस सिस्टम थोड़े कम कुशल (90-94%) हो सकते हैं।
(ii) **लागत** - उच्च स्थापना और उपकरण लागत।
(iii) **संरेखण आवश्यकताएं** - अधिकतम दक्षता के लिए वाहन को चार्जिंग पैड पर ठीक से रखा जाना चाहिए।
(iv) **मानकीकरण** - वैश्विक अंतर्संचालनीयता मानकों की आवश्यकता (उदाहरण के लिए, SAE J2954)।
(v) **विद्युत चुम्बकीय हस्तक्षेप** - पास के इलेक्ट्रॉनिक्स को प्रभावित करने से बचने के लिए इसे नियंत्रित करने की आवश्यकता है।

वर्तमान विकास और औद्योगिक स्वीकृति

(i) **क्वालकॉम हेलो** - फॉर्मूला ई सुरक्षा कारों के लिए उच्च-शक्ति वाली वायरलेस चार्जिंग तकनीक विकसित की है, जिससे **मांगपूर्ण वास्तविक परिस्थितियों में इसके प्रभावी प्रदर्शन** का प्रमाण मिलता है।

(ii) **भारत में स्वदेशी वायरलेस चार्जर** - CDAC और VNIT नागपुर द्वारा इलेक्ट्रिक वाहनों के लिए विकसित किया गया है। यह लगभग तीन घंटे में 90% बैटरी चार्ज करने में सक्षम है। अब इस तकनीक को व्यावसायिक रूप से विकसित करने के लिए एक भारतीय फर्म को सौंप दिया गया है [3]।

(iii) **यूरोप में विद्युतीकृत सड़कें** - जर्मनी, फ्रांस, स्वीडन, इटली और नॉर्वे सहित कई यूरोपीय देश पायलट प्रोजेक्ट चला रहे हैं, जो सड़कों में डायनेमिक वायरलेस चार्जिंग पैड लगाते हैं। इन परियोजनाओं का उद्देश्य लंबी दूरी की यात्रा के लिए, विशेष रूप से गति में रहते हुए इलेक्ट्रिक वाहनों को चार्ज करने की वास्तविक दुनिया की व्यवहार्यता, दक्षता और लागत-प्रभावशीलता का मूल्यांकन करना है [4]।

सुरक्षा संबंधी विचार

वायरलेस ईवी चार्जिंग सिस्टम, **मानव एवं पशुओं की सुरक्षा सुनिश्चित करने** के लिए **विद्युत-चुंबकीय क्षेत्र अनावरण (EM exposure) सीमाओं के अंतर्गत संचालित करने के लिए डिज़ाइन किए जाते हैं।** यदि ग्राउंड और वाहन पैड के बीच धातु (metals) की वस्तुएं पाई जाती हैं, तो बाहरी वस्तु संसूचक संवेदक (Foreign object detection sensors) चार्जिंग को रोक देते हैं। इसके अलावा, चार्जिंग सिस्टम अक्सर उचित संरेखण सुनिश्चित करने और असुरक्षित परिस्थितियों में चार्जिंग को रोकने के लिए वाहन के साथ संवाद स्थापित करते हैं।

भविष्य की संभावनाएं

- प्लग के बिना आसानी से EV चार्ज करने की सुविधा।
- हाईवे पर चलते-चलते (डायनेमिक) चार्जिंग की संभावना।
- सेल्फ-ड्राइविंग वाहनों के लिए स्वचालित चार्जिंग।
- स्मार्ट सिटी में सड़कों और पार्किंग में चार्जर लगाया जा सकता है।
- बस, ट्रक और टैक्सी जैसी फ्लीट के लिए तेज़ और आसान चार्जिंग।
- चार्जिंग सिस्टम में कम टूट-फूट क्योंकि कोई तार या प्लग नहीं।
- बुजुर्ग और दिव्यांग लोगों के लिए अधिक सुविधाजनक।
- मोबाइल प्लान की तरह सब्सक्रिप्शन-आधारित चार्जिंग मॉडल का अवसर।
- बिजली ग्रिड को संतुलित करने में मदद करने वाली स्मार्ट चार्जिंग।
- एयरपोर्ट, मॉल और सोसाइटी में बड़े पैमाने पर लगाने की संभावना।

संदर्भ

[1] https://circuitdigest.com/article/wireless-electric-vehicle-charging-systems

[2] https://yocharge.com/blog/learn-about-wireless-ev-charging/

[3] https://www.cnbctv18.com/auto/india-indigenous-wireless-ev-charger-global-business-solution-p-ltd-c-dac-t-and-vnit-nagpur-19601227.htm

[4] https://mobilityportal.eu/5-european-countries-projects-electrified-roads/

क्या हम ब्रह्मांड में अकेले रह गए हैं?

आशीष रंजन[1], बृजेन्द्र कुमार वर्मा[2] तथा आनंद अभिषेक[3]
[1]शोध विद्यार्थी, [2]प्रधान वैज्ञानिक तथा [3]प्रधान वैज्ञानिक

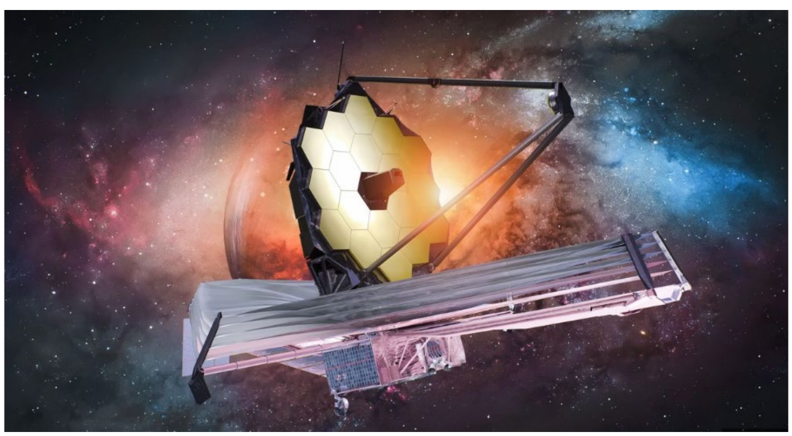
जब भी हम ज़मीन पर कुछ खोते हैं, हमारी नज़रें आसमान की ओर उठ जाती हैं - मानो जवाब वहीं कहीं ऊपर छिपा हो। मानव आदिकाल से ही अपने बाहर झाँकता रहा है, किसी और दुनिया, किसी और जीवन की तलाश में। अन्य ग्रहों पर जीवन को लेकर यह जिज्ञासा आज एक गूंजते हुए सवाल में बदल चुकी है - क्या हम इस ब्रह्मांड में अकेले हैं, या हमें सच में अकेला छोड़ दिया गया है?

चित्र 1. बाहरी दुनिया में जीवन की खोज करता मानव (प्रतीकात्मक)

पिछले लगभग 60 वर्षों से, विशेषकर 1960 के दशक में अंतरिक्ष युग की शुरुआत के बाद से, हमने दूरबीनों, उपग्रहों और रेडियो संकेतों के ज़रिए अंतरिक्ष की गहराइयों को टटोला है। हमने Search for Extra-terrestrial Intelligence (SETI) जैसी परियोजनाओं के माध्यम से आकाशगंगा से आने वाले किसी भी संभावित संदेश को पकड़ने की कोशिश की है [1]। मंगल ग्रह पर क्यूरियोसिटी (Curiosity) और पर्सीवियरेन्स (Perseverance) जैसे रोवर्स भेजे गए ताकि मिट्टी और चट्टानों में जीवन के अंश ढूँढे जा सकें [2]। लेकिन आज तक हमें वैसी सफलता नहीं मिली, जिसकी हमें सच में तलाश थी। हमने अब तक किसी परग्रही जीवन के स्पष्ट प्रमाण नहीं पाए हैं - न तो किसी संकेत के रूप में, न ही किसी जैविक तत्व के रूप में। इसका एक बड़ा कारण यह है कि अंतरिक्ष हमारी कल्पना से भी कहीं अधिक विशाल और जटिल है - इतना कि प्रकाश की गति(2.98×10^{8} m/sec) से चलने पर भी निकटतम तारों तक पहुँचने में वर्षों लग जाते हैं। इसीलिए वैज्ञानिकों ने खोज के कुछ विशेष आयाम तय किए हैं - जैसे 'Goldilocks Zone', जहाँ किसी ग्रह पर जीवन के लिए अनुकूल तापमान हो सकता है, या ऐसे ग्रह जिनका वातावरण पृथ्वी से मिलता-जुलता हो। रोचक बात यह है कि वैज्ञानिकों ने हाल ही में हजारों ऐसे ग्रह खोजे हैं जिन्हें बाह्यग्रह (exoplanets) कहा जाता है और कुछ में पृथ्वी जैसी विशेषताएँ भी हैं। अब तक हमारी आकाशगंगा में 5,800 से अधिक एक्सोप्लैनेट्स (यानी ऐसे ग्रह जो किसी अन्य तारे की परिक्रमा कर रहे हैं) की पुष्टि हो चुकी है, जबकि इनकी वास्तविक संख्या शायद खरबों में हो सकती है। इन अनगिनत ग्रहों में जीवन की संभावना तलाशने के लिए वैज्ञानिकों के पास एक अहम सिद्धांत है जिसे "जीव योग्य क्षेत्र" (Habitable Zone) कहा जाता है। यह वह दूरी है किसी ग्रह और उसके तारे के बीच, जहाँ का तापमान इतना अनुकूल होता है कि वहाँ ग्रह की सतह पर तरल पानी मौजूद रह सके। हालांकि, केवल सही दूरी ही काफी नहीं — ग्रह का आकार उपयुक्त होना चाहिए, उसमें एक स्थिर और संतुलित वातावरण होना चाहिए, और उसका तारा जिसके चारों ओर यह ग्रह परिक्रमा कर रहा है इतना शांत होना चाहिए कि वह अक्सर विनाशकारी विस्फोट (flares) न करता हो। दरअसल, जीव योग्य क्षेत्र एक शुरुआती छंटनी की प्रक्रिया है, जिससे वैज्ञानिक उन ग्रहों पर ध्यान केंद्रित कर सकें, जिनमें जीवन के अनुकूल स्थितियाँ होने की सबसे अधिक संभावना है[3]। ऐसे ही प्रयासों के दौरान हमारी यही खोज हमें अंतरिक्ष के सबसे दूरस्थ और ऐतिहासिक मिशनों तक ले

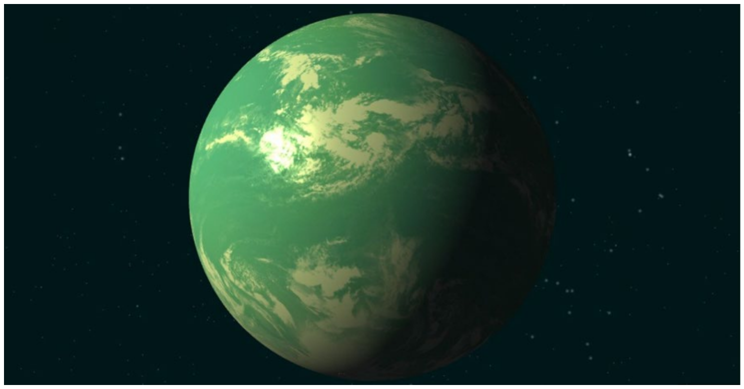
जाती है - जैसे कि वॉयजर 1 (Voyager 1) और वॉयजर 2 (Voyager 2), जिन्हें नासा (NASA) ने क्रमशः 5 सितंबर, 1977 और 20 अगस्त, 1977 को लॉन्च किया था। इन यानों ने न केवल बृहस्पति, शनि, यूरेनस और नेपच्यून जैसे विशाल ग्रहों की ऐतिहासिक तस्वीरें और आंकड़े भेजे, बल्कि हमारे सौरमंडल की सीमाओं को पार करते हुए आज ये अंतरतारकीय अंतरिक्ष (interstellar space) में प्रवेश कर चुके हैं। विशेष रूप से वॉयजर 1 इस समय मानव द्वारा भेजा गया सबसे दूर स्थित यान है लगभग 24 अरब किलोमीटर दूर। इन दोनों यानों में एक Golden Record भी संलग्न है, जिसमें पृथ्वी से भेजा गया एक शांत लेकिन गूंजता हुआ संदेश है : "हम यहाँ हैं... क्या कोई सुन रहा है?" ये यान अब भी ब्रह्मांड की अथाह गहराइयों में लगातार संकेत भेज रहे हैं - एक तरह से मानवता की उपस्थिति का प्रतीक बनकर। इन्हीं प्रयासों के दौरान, 15 अगस्त, 1977 को ओहायो स्टेट यूनिवर्सिटी द्वारा रेडियो संकेतों की निगरानी करते समय एक रहस्यमय संकेत दर्ज किया गया, जिसे आज हम "Wow! Signal" के नाम से जानते हैं। यह संकेत इतना अनोखा और असामान्य था कि उस समय के खगोलशास्त्री जेरी आर. एहमैन ने उसके प्रिंटआउट के पास "Wow!" लिख दिया और वहीं से इसका नाम पड़ गया [4]। आज तक इसका स्रोत अनजाना है, और यह संकेत अब भी SETI समुदाय के लिए एक रहस्य और रोमांच बना हुआ है।

वहीं दूसरी ओर, वैज्ञानिक अब ऐसे अंतरिक्ष यान विकसित करने की दिशा में काम कर रहे हैं जो प्रकाश की गति से यात्रा करने में सक्षम हों - ताकि हम भविष्य में उन दूर-दराज़ तारों और ग्रहों तक पहुँच सकें जो आज हमारी कल्पना से भी परे हैं। कौन जाने, वो अगला संदेश या संपर्क हमें किसी ऐसी ही यात्रा के दौरान मिले जो आज केवल विचार है, लेकिन कल इतिहास बन सकता है। लेकिन चूँकि सितारों तक पहुँचने वाले अंतरिक्ष यान विकसित करने में अभी कई दशक या उससे भी अधिक समय लग सकता है, इसलिए वैज्ञानिकों ने ब्रह्मांड को दूर से समझने के लिए अब तक की सबसे शक्तिशाली और उन्नत दूरबीनें विकसित की हैं। पहले हबल स्पेस टेलिस्कोप (HST) ने हमें दूर की आकाशगंगाओं और निहारिकाओं की अद्भुत झलक दिखाई, लेकिन जब से इसका और भी उन्नत उत्तरवर्ती जेम्स वेब स्पेस टेलिस्कोप (JWST) अस्तित्व में आया है, हमारी दृष्टि और समझ दोनों में क्रांतिकारी परिवर्तन आया है।



चित्र 2. जेम्स वेब अंतरिक्ष दूरबीन की प्रतीकात्मक तस्वीर [5]

JWST अवरक्त प्रकाश में ब्रह्मांड को "देख" सकता है, जिससे यह न केवल सैकड़ों प्रकाशवर्ष दूर के ग्रहों का वातावरण पढ़ सकता है, बल्कि वहाँ जीवन के संभावित रासायनिक संकेतों की पहचान भी कर सकता है [5]। इसी कड़ी में केप्लर स्पेस टेलिस्कोप (KST) का नाम बेहद खास है, जिसने लगभग 2600 से भी ज़्यादा ऐसे ग्रह खोजे जो अपने तारों के चारों ओर घूमते हैं - इनमें से कुछ तो ऐसे भी हैं जो गोल्डीलॉक्स ज़ोन में आते हैं, यानी जहाँ जीवन के लिए उपयुक्त तापमान हो सकता है। इन ग्रहों को Kepler-186f, Kepler-452b, और Kepler-22b जैसे नाम दिए गए हैं [6]. जिनमें से कुछ आकार, तापमान और स्थिति के आधार पर पृथ्वी के बेहद करीब माने जाते हैं।



चित्र 3. केपलर-22बी ग्रह की प्रतीकात्मक तस्वीर [6]

अब JWST जैसी नई दूरबीनें इन्हीं ग्रहों के वायुमंडल को पढ़ रही हैं यह जांचने के लिए कि क्या वहाँ जलवाष्प, ऑक्सीजन, या मीथेन जैसे बायो-सिग्नेचर मौजूद हैं। इसके अलावा ट्रांजिटिंग एक्सोप्लैनेट सर्वे सैटेलाइन (TESS), Spitzer, ग्लोबल एस्ट्रोमीट्रिक इंटरफेरोमीटर फॉर एस्ट्रोफिजिक्स (Gaia), और कैरैक्टेराइजिंग एक्सोप्लैनेट सैटेलाइट (CHEOPS) जैसे मिशन भी इन खोजों को आगे बढ़ा रहे हैं, जबकि भविष्य में आने वाला नैन्सी ग्रेस रोमन स्पेस टेलिस्कोप (NGRST) और प्रस्तावित लार्ज यूवी/ऑप्टिकल/इन्फ्रारेड सर्वेयर (LUVOIR) और हैबिटेबल एक्सोप्लैनेट ऑब्ज़र्वेटरी (HabEx) मिशन, इस खोज को और अधिक गहराई देने वाले हैं। और यही सबसे रोमांचक बात है की जब हम अपनी सबसे उन्नत तकनीकों से आकाश की ओर देख रहे हैं, तो हो सकता है, किसी और दुनिया की कोई और बुद्धिमान सभ्यता, ठीक उसी तरह हमें भी ढूंढ़ रही हो। दो अनजान सभ्यताएँ, जो शायद एक-दूसरे की मौजूदगी से अनजान हैं, लेकिन एक ही सवाल पूछ रही हैं "क्या हम इस ब्रह्मांड में अकेले हैं?"

निष्कर्ष

जब यह सोच मन में आती है कि कहीं कोई और भी हमें उसी जिज्ञासा के साथ खोज रहा है, तो यह कल्पना मात्र भी रोंगटे खड़े कर देती है। कल्पना कीजिए - अरबों किलोमीटर दूर किसी और ग्रह पर, किसी और जीवन रूप की आँखें भी ठीक हमारी तरह तारों को निहार रही हों, दूर क्षितिज पर जीवन के संकेत ढूँढ रही हों। हो सकता है वे भी अपनी उन्नत तकनीकों से हमें समझने की कोशिश कर रहे हों जैसे हम कर रहे हैं। लेकिन एक सवाल जो बार-बार मन में लौटकर आता है, वह केवल यह नहीं कि क्या हम अकेले हैं, बल्कि कहीं हमें अकेला तो नहीं छोड़ दिया गया? क्या हम ब्रह्मांड के बीचोंबीच, एक सूनी शांति में फंसी एकमात्र आवाज़ हैं या बस उन अज्ञात संकेतों को समझने में अभी बहुत पीछे हैं? और अगर कभी ऐसा क्षण आया जब हमारी और उनकी दुनिया का संपर्क हुआ तो वह क्षण केवल वैज्ञानिक इतिहास नहीं, मानवता के अस्तित्व की सबसे बड़ी छलांग होगी। क्योंकि तब यह सवाल नहीं बचेगा कि हम अकेले हैं या नहीं बल्कि तब हम यह पूछेंगे: अब जब हम एक-दूसरे को जान चुके हैं, तो हम मिलकर आगे क्या खोजेंगे?

संदर्भ

[1].https://en.wikipedia.org/wiki/Search_for_extraterrestrial_intelligence
[2].https://science.nasa.gov/mission/mars-exploration-rovers-spirit-and-opportunity/
[3].https://science.nasa.gov/exoplanets/can-we-find-life/
[4].https://www.seti.org/news/the-wow-signal-a-lingering-mystery-or-a-natural-phenomenon/
[5].https://www.science.org/content/article/building-james-webb-biggest-boldest-riskiest-space-telescope
[6].https://science.nasa.gov/exoplanet-catalog/kepler-22b/

प्रौद्योगिकी से उत्पाद तक : नवाचारों के व्यवसायीकरण हेतु 5C मॉडल

विजय चटर्जी
प्रधान वैज्ञानिक

सार

प्रौद्योगिकी हस्तांतरण (Technology Transfer) आज अनुसंधान-आधारित अर्थव्यवस्था में नवाचार को वास्तविक सामाजिक-आर्थिक मूल्य में बदलने की सबसे निर्णायक कड़ी बन चुका है। भारत में सशक्त वैज्ञानिक अवसंरचना, अनुकूल नीतियाँ और तेज़ी से उभरता स्टार्टअप पारितंत्र होने के बावजूद 'लैब से बाज़ार' तक की यात्रा अब भी संस्थागत, वित्तीय और समन्वय संबंधी बाधाओं से जूझ रही है। यह शोध पत्र भारत के नवाचार परिदृश्य का एक संक्षिप्त, स्पष्ट और विश्लेषणात्मक चित्र प्रस्तुत करता है तथा एक व्यावहारिक '5C रणनीतिक ढाँचा'—Connect, Co-Develop, Capitalize, Catalyze और Commercialize— प्रस्तावित करता है। यह ढाँचा IP प्रबंधन, TRL-आधारित मूल्यांकन, उद्योग-अकादमिक सह-विकास और नीति-संरेखण के माध्यम से प्रौद्योगिकी हस्तांतरण को परिणाम-केंद्रित बनाता है। अध्ययन नीति-निर्माताओं, वैज्ञानिक संस्थानों, उद्योगों और स्टार्टअप्स के लिए एक सरल, लागू-योग्य और प्रभावी मार्गदर्शिका प्रदान करता है—जो भारत को वैश्विक नवाचार नेतृत्व की दिशा में ठोस गति दे सकती है।

प्रमुख शब्द : प्रौद्योगिकी हस्तांतरण, नवाचार, बौद्धिक संपदा, 5C मॉडल, व्यावसायीकरण

प्रस्तावना

वैश्विक प्रतिस्पर्धा के वर्तमान दौर में वैज्ञानिक अनुसंधान का मूल्य तभी साकार होता है जब वह उद्योग और समाज के लिए उपयोगी उत्पादों एवं सेवाओं में रूपांतरित हो। 21वीं सदी की अर्थव्यवस्थाएँ तेज़ी से ज्ञान-आधारित से नवाचार-आधारित प्रणालियों की ओर अग्रसर हो रही हैं, जहाँ तकनीकी क्षमता केवल अकादमिक उपलब्धि नहीं, बल्कि आर्थिक विकास, रणनीतिक आत्मनिर्भरता और वैश्विक प्रभाव का निर्धारक बन चुकी है। इस संदर्भ में प्रौद्योगिकी हस्तांतरण (Technology Transfer) अनुसंधान प्रयोगशालाओं और बाज़ार के बीच सेतु का कार्य करता है।परंपरागत रूप से अनुसंधान की सफलता को प्रकाशनों, पेटेंटों और अकादमिक मान्यताओं से मापा जाता रहा है। किंतु आज यह दृष्टिकोण अपर्याप्त सिद्ध हो रहा है। सरकारें, उद्योग और समाज यह अपेक्षा करते हैं कि सार्वजनिक धन से उत्पन्न ज्ञान का प्रत्यक्ष सामाजिक और आर्थिक प्रतिफल दिखाई दे। स्वास्थ्य, ऊर्जा, कृषि, इलेक्ट्रॉनिक्स और डिजिटल प्रौद्योगिकियों जैसे क्षेत्रों में यह अपेक्षा और भी प्रबल हो जाती है, जहाँ नवाचार का प्रभाव सीधे नागरिकों के जीवन स्तर, उत्पादकता और राष्ट्रीय सुरक्षा से जुड़ा होता है। भारत के परिप्रेक्ष्य में यह विषय रणनीतिक रूप से अत्यंत महत्त्वपूर्ण है। CSIR, IITs, IISc, DRDO, ISRO, ICMR और DBT-BIRAC जैसे अग्रणी संस्थानों ने दशकों से भारत को उच्च-गुणवत्ता वाले मौलिक और अनुप्रयुक्त अनुसंधान की मजबूत नींव प्रदान की है। हाल के वर्षों में Startup India, Atmanirbhar Bharat, National IP Policy, PLI योजनाएँ तथा Science, Technology and Innovation Policy जैसी दूरदर्शी पहलों ने इस वैज्ञानिक शक्ति को उद्योग और उद्यमिता से जोड़ते हुए एक स्पष्ट और सक्षम नवाचार मार्ग निर्मित किया है। इसके परिणामस्वरूप डीप-टेक स्टार्टअप्स, स्वदेशी उत्पाद विकास और तकनीकी आत्मनिर्भरता की दिशा में ठोस और सतत प्रगति दृष्टिगोचर होती है।इसी सुदृढ़ आधार पर अनुसंधान से बाज़ार तक की यात्रा (Lab-to-Market Transition) नवाचार तंत्र की निर्णायक कड़ी के रूप में उभरती है। IP प्रबंधन, राजस्व-साझेदारी संरचनाएँ, Technology Transfer Offices (TTOs) की सशक्त होती क्षमताएँ, Proof-of-Concept से Scale-up तक वित्तीय निरंतरता तथा उद्योग-अकादमिक सहयोग—ये सभी तत्व मिलकर प्रौद्योगिकी हस्तांतरण की गति और प्रभाव को परिभाषित करते हैं। इन आयामों के और सुदृढ़ होने से नवाचारों को व्यापक बाज़ार पहुँच, औद्योगिक स्वीकृति और सामाजिक प्रभाव प्राप्त होता है, जिससे भारत का नवाचार पारितंत्र वैश्विक प्रतिस्पर्धा में एक सशक्त और विश्वसनीय नेतृत्वकर्ता के रूप में स्थापित हो सकता है। इन परिस्थितियों में यह आवश्यक हो जाता है कि प्रौद्योगिकी हस्तांतरण को केवल एक प्रशासनिक प्रक्रिया नहीं, बल्कि एक सशक्त रणनीतिक प्रणाली के रूप में देखा जाए—

जहाँ नीति, संस्थान, वित्त और मानव संसाधन एक समन्वित और लक्ष्य-केंद्रित ढाँचे के अंतर्गत कार्य करें। अंतरराष्ट्रीय अनुभव स्पष्ट रूप से दर्शाते हैं कि जिन देशों ने इस समन्वय को प्रभावी रूप से स्थापित किया है, उन्होंने नवाचार को आर्थिक वृद्धि, औद्योगिक प्रतिस्पर्धा और वैश्विक नेतृत्व का प्रमुख चालक बनाया है। इसी संदर्भ में यह शोध-पत्र भारत के प्रौद्योगिकी हस्तांतरण पारितंत्र का संक्षिप्त, स्पष्ट और विश्लेषणात्मक मूल्यांकन प्रस्तुत करता है तथा एक क्रियाशील 5C रणनीतिक ढाँचा-Connect, Co-Develop, Capitalize, Catalyze और Commercialize प्रस्तावित करता है। यह ढाँचा अनुसंधान को उद्योग, स्टार्टअप्स और समाज से जोड़ने के लिए एक संरचित, परिणामोन्मुख और व्यावहारिक मार्ग प्रदान करता है, जो भारत को नवाचार-संचालित, प्रतिस्पर्धी और तकनीकी रूप से आत्मनिर्भर अर्थव्यवस्था की दिशा में निर्णायक गति देने की क्षमता रखता है।

वैश्विक बनाम भारतीय परिप्रेक्ष्य :

वैश्विक अनुभव दर्शाते हैं कि समन्वित नीति और संस्थागत संरचना नवाचार को तेज़ी से बाज़ार तक पहुँचाती है—अमेरिका का *Bayh–Dole Act* [1] (IP स्वामित्व), जर्मनी के *Fraunhofer Institutes* (Applied Research) [2] और दक्षिण कोरिया का PPP-आधारित TLO मॉडल [3] इसके उदाहरण हैं। भारतीय परिदृश्य में, सरकार–अनुसंधान–उद्योग त्रिकोण ने डीप टेक, बायोटेक, इलेक्ट्रॉनिक्स और एयरोस्पेस जैसे क्षेत्रों में उल्लेखनीय प्रगति की है। TTOs, [4] इनक्यूबेशन सेल्स और राष्ट्रीय मिशनों के माध्यम से TRL 7 से TRL 9 तक की तकनीकों का हस्तांतरण बढ़ा है। अब आवश्यकता है प्रक्रियागत सरलीकरण, डिजिटल एकीकरण और वित्तीय निरंतरता की।

नीति-कार्यदिशा

प्रौद्योगिकी हस्तांतरण को एक प्रणालीगत, पूर्वानुमेय और निवेश-आकर्षक प्रक्रिया बनाने के लिए यह आवश्यक है कि शोध, नीति और उद्योग को एक साझा निर्णय-फ्रेमवर्क में जोड़ा जाए। इस संदर्भ में निम्नलिखित नीतिगत हस्तक्षेप तत्काल रूप से किए जाने की आवश्यकता है:

- IP प्रबंधन एवं आर्थिक मूल्यांकन का संस्थानीकरण: यह आवश्यक है कि सभी सार्वजनिक शोध संस्थानों और विश्वविद्यालयों में मानकीकृत IP मूल्यांकन तंत्र स्थापित किया जाए, जिसमें DCF (Discounted Cash Flow) और Real Options जैसे अंतरराष्ट्रीय वित्तीय मॉडल अनिवार्य रूप से अपनाए जाएँ। इससे प्रौद्योगिकियों के व्यावसायिक मूल्य, जोखिम-प्रोफ़ाइल और निवेश-योग्यता का नीति-समर्थित, पारदर्शी और मापनीय आकलन संभव होगा।
- Design for Manufacturability (DfM) को नीति का अनिवार्य घटक बनाना: केवल TRL उन्नयन पर्याप्त नहीं है। यह आवश्यक है कि Rapid Prototyping, उत्पादन-उपयुक्त डिज़ाइन और Scale-up Readiness को शोध परियोजनाओं के प्रारंभिक चरण से ही अनिवार्य किया जाए। इसके लिए DfM-आधारित फंडिंग, मूल्यांकन और Go/No-Go निर्णय ढाँचा विकसित किया जाना चाहिए, ताकि प्रयोगशाला-स्तरीय नवाचार औद्योगिक और बाज़ार-उपयुक्त समाधानों में रूपांतरित हो सकें।
- नीति एवं नियामक संरेखण को सक्रिय रणनीति में बदलना: Startup India, PLI योजनाओं और National IP Policy के साथ संरेखण को केवल घोषणात्मक न रखकर कार्यात्मक और परिणाम-आधारित बनाया जाना चाहिए। इसके लिए एक Single-Window Policy Mapping Mechanism विकसित किया जाए, जो प्रत्येक तकनीक को उपलब्ध प्रोत्साहनों, नियामक आवश्यकताओं और बाज़ार अवसरों से सीधे जोड़े।
- डिजिटल एवं डेटा-संचालित राष्ट्रीय तकनीकी अवसंरचना का निर्माण: प्रौद्योगिकी हस्तांतरण की गति बढ़ाने के लिए AI-आधारित Technology Matching प्लेटफ़ॉर्म और एक एकीकृत National Technology Grid का त्वरित विकास आवश्यक है। यह प्लेटफ़ॉर्म शोधकर्ताओं, उद्योग, स्टार्टअप्स और निवेशकों के बीच तेज़, पारदर्शी और भरोसेमंद जुड़ाव सुनिश्चित करेगा तथा तकनीकों के निष्क्रिय पड़े रहने की समस्या को समाप्त करेगा।

प्रौद्योगिकी हस्तांतरण के प्रमुख मॉडल

मॉडल	संक्षिप्त विवरण	उपयुक्तता
लाइसेंसिंग	पेटेंट तकनीक का अनुबंधीय उपयोग	परिपक्व तकनीक
स्पिन-ऑफ/स्टार्टअप	अनुसंधान-आधारित उद्यम	उभरती तकनीक
संयुक्त विकास	सह-निवेश व सह-जोखिम	दीर्घकालीन/रणनीतिक
अनुबंधित अनुसंधान	उद्योग-प्रेरित शोध एवं विकास	तत्काल बाज़ार मांग

इन मॉडलों का चयन तकनीक की परिपक्वता और लक्षित-बाज़ार पर निर्भर करता है। चित्र 1 प्रौद्योगिकी हस्तांतरण के प्रमुख मॉडलों—जैसे लाइसेंसिंग, स्टार्टअप/स्पिन-ऑफ, संयुक्त विकास तथा अनुबंधित अनुसंधान—को दर्शाता है, जो अनुसंधान से उद्योग तक तकनीक के व्यावसायीकरण के विभिन्न मार्गों को स्पष्ट करता है।

चित्र 1: प्रौद्योगिकी हस्तांतरण के मॉडल

चुनौतियाँ एवं अवसर

भारत का नवाचार पारितंत्र (Innovation Ecosystem) हाल के वर्षों में अभूतपूर्व रूप से सुदृढ़ और परिपक्व हुआ है। अनुसंधान-आधारित अर्थव्यवस्था से नवाचार-आधारित अर्थव्यवस्था की ओर भारत का यह रणनीतिक संक्रमण केवल एक दृष्टि नहीं, बल्कि सुनियोजित नीतियों और लक्षित सरकारी पहलों के माध्यम से साकार हो रहा है—जो विज्ञान, प्रौद्योगिकी और उद्यमिता को राष्ट्रीय विकास के केंद्र में स्थापित कर रही हैं।

- स्टार्टअप इंडिया (Startup India, 2016) [5]
- आत्मनिर्भर भारत अभियान AatmaNirbhar Bharat Abhiyan, 2020) [6]
- राष्ट्रीय नवाचार मिशन (National Innovation Mission, NInC)
- National Research Foundation (NRF) Bill, 2023 [7]
- STIP 2020 (Science, Technology and Innovation Policy) [8]

इन पहलों ने अनुसंधान, नवाचार और उद्यमशीलता के बीच की दूरी को उल्लेखनीय रूप से कम किया है। अब आवश्यकता इस गति को संरचित, समन्वित और परिणामोन्मुख बनाने की है, ताकि तकनीकी हस्तांतरण की रफ्तार, गुणवत्ता और प्रभाव समान रूप से सुदृढ़ हों। यदि नीति, संस्थान और समाज—तीनों स्तरों पर यह समन्वय और गहरा होता है, तो भारत वैश्विक नवाचार मानचित्र पर अग्रणी स्थान प्राप्त करने की पूर्ण क्षमता रखता है। इसी दिशा में निम्नलिखित प्रमुख आयाम निर्णायक भूमिका निभाते हैं:

A. **संस्थागत सुदृढ़ीकरण:** Technology Transfer Offices (TTOs) तकनीकी हस्तांतरण की धुरी हैं—जो पेटेंट, IPR, लाइसेंसिंग, उद्योग साझेदारी और स्टार्टअप मार्गदर्शन को एकीकृत करती हैं। DST-TDB, BIRAC और CSIR द्वारा स्थापित यह ढांचा अब सभी प्रमुख संस्थानों में एकरूप, सक्षम और प्रभावी रूप से सुदृढ़ किया जाना आवश्यक है। उद्योग सम्मेलनों और प्रौद्योगिकी मेलों ने शोध-उद्योग संवाद को ठोस परिणामों में बदलकर इसकी व्यवहार्यता सिद्ध की है।

B. **वित्तीय एवं बाज़ार प्रोत्साहन:** प्रूफ-ऑफ-कांसेप्ट से स्केल-अप तक समयबद्ध और सतत वित्त पोषण नवाचार की जीवनरेखा है। बायोटेक्नोलॉजी इग्निशन ग्रांट, नेशनल इनिशिएटिव फॉर डेवलपिंग एंड हार्नेसिंग इनोवेशंस – प्रमोटिंग एंड एक्सेलेरेटिंग यंग एंड एस्पायरिंग इनोवेटर्स एंड स्टार्ट-अप्स, टेक्नोलॉजी डेवलपमेंट बोर्ड सीड सपोर्ट और स्मॉल इंडस्ट्रीज़ डेवलपमेंट बैंक ऑफ इंडिया – एंटरप्रेन्योरियल इनोवेशन मॉडल जैसे मॉडल प्रयोगशाला-आधारित विचारों को बाज़ार-तैयार उत्पादों में रूपांतरित करने के लिए एक सशक्त वित्तीय आधार प्रदान करते हैं।

C. **Deep-Tech निवेश ढांचा**: सेमीकंडक्टर, AI, ड्रोन और ग्रीन टेक जैसे उभरते क्षेत्रों में मिशन-आधारित दृष्टिकोण तकनीकी हस्तांतरण को नया आयाम दे रहा है। Semicon India और PLI योजनाएँ लाइसेंसिंग, स्पिन-ऑफ और IPR-आधारित साझेदारियों के लिए व्यापक अवसर सृजित कर रही हैं।

D**. TRL-आधारित मूल्यांकन**: Technology Readiness Level (TRL) को अपनाने से पारदर्शिता, उद्योग-विश्वास और निवेश आकर्षण सुदृढ़ होता है। MeitY, DRDO, DST और CSIR में इसकी सफलता अब इसे राष्ट्रीय मानक के रूप में स्थापित करने की स्पष्ट दिशा दिखाती है।

E. **उद्यमशील संस्कृति और विश्वास**: नवाचार तभी फलता है जब शोधकर्ता उद्यमशील सोच से जुड़ते हैं। Bootcamps, Commercialization Fellowships और Faculty Startups को प्राप्त नीति समर्थन को व्यापक क्रियान्वयन के साथ आगे

बढ़ाना आवश्यक है। सह-विकास, IP-राजस्व साझेदारी और संयुक्त इनक्यूबेशन दीर्घकालिक उद्योग-अनुसंधान विश्वास की मजबूत नींव रखते हैं।

F. **क्षेत्रीय नवाचार और कौशल**: नवाचार का वास्तविक विस्तार विकेंद्रीकरण से होता है। PMKVY Skill Clusters, MSME Innovation Clusters और CSIR-ISIP को क्षेत्रीय TTOs और Innovation Hubs से जोड़कर स्थानीय प्रतिभा से वैश्विक बाज़ार तक की सशक्त और सतत राह निर्मित की जा सकती है।

5C रणनीतिक ढाँचा (प्रस्तावित 5C फ्रेमवर्क)

प्रस्तावित 5C मॉडल भारत में प्रौद्योगिकी हस्तांतरण को केवल 'लैब से लाइसेंस' तक सीमित रैखिक प्रक्रिया से मुक्त कर, उसे एक सिस्टम-आधारित, गतिशील और निरंतर विकसित होने वाले (iterative) परिणामोन्मुख तंत्र के रूप में पुनर्परिभाषित करता है [9]। यह मॉडल इस मूल सिद्धांत पर आधारित है कि सफल व्यावसायीकरण कोई अंतिम-चरण की औपचारिकता नहीं, बल्कि अनुसंधान की शुरुआत से ही उद्योग की आवश्यकता, नीति संकेतों और बाज़ार की वास्तविकताओं के साथ सह-विकसित होने वाली प्रक्रिया है। इसी समन्वित दृष्टिकोण के माध्यम से 5C मॉडल नवाचार को केवल संभावनाओं से निकालकर व्यापक औद्योगिक अपनापन, बाज़ार प्रभाव और राष्ट्रीय मूल्य-निर्माण में रूपांतरित करने की ठोस क्षमता रखता है।

(i) Connect (जोड़ना): ज्ञान–उद्योग–बाज़ार का प्रारंभिक समन्वय: Connect चरण का उद्देश्य अनुसंधान संस्थानों, उद्योगों, स्टार्टअप्स, निवेशकों और नीति निकायों के बीच आरंभिक और निरंतर संवाद स्थापित करना है। भारत में अनुसंधान प्रायः समस्या-उत्पत्ति के बजाय समाधान उत्पत्ति (solution discovery) पर केंद्रित रहा है। Connect चरण इस अंतर को पाटता है। इस चरण में Industry–Academia Interaction Cells, टेक्नोलॉजी शोकेस, समस्या-आधारित कॉल्स (Problem Statements) और डिजिटल K2TT प्लेटफॉर्म महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। प्रारंभिक स्तर पर उद्योग की भागीदारी से यह सुनिश्चित होता है कि विकसित की जा रही तकनीक बाज़ार की वास्तविक आवश्यकताओं, लागत-संरचना और नियामक सीमाओं के अनुरूप हो।

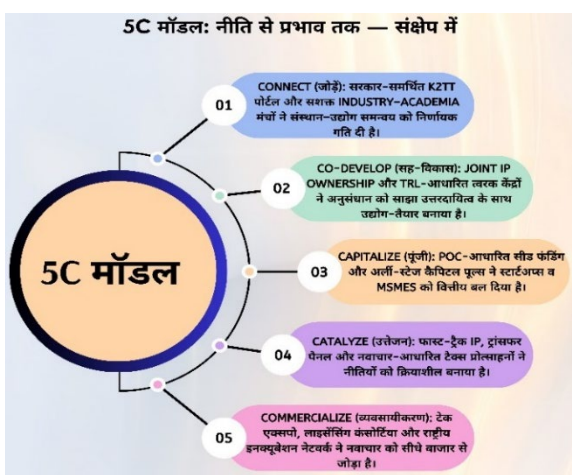
(ii) Co-Develop (सह-विकास): साझा जोखिम और साझा स्वामित्व : Co-Develop चरण में अनुसंधान संस्थान और उद्योग साझा उत्तरदायित्व के साथ तकनीक का सह-विकास करते हैं। यह दृष्टिकोण पारंपरिक आउटसोर्सिंग मॉडल से मौलिक रूप से भिन्न है, जहाँ मूल्य-सृजन एकतरफ़ा होता है; इसके विपरीत, Co-Develop मॉडल में संसाधन, विशेषज्ञता, जोखिम और प्रतिफल दोनों पक्षों द्वारा रणनीतिक रूप से साझा किए जाते हैं। भारतीय संदर्भ में यह चरण TRL 3 से TRL 6 के बीच विशेष रूप से निर्णायक होता है—यही वह महत्वपूर्ण मध्यवर्ती चरण है जहाँ तकनीकी अनिश्चितता और पूंजीगत जोखिम सर्वाधिक होते हैं। Joint IP Ownership, स्पष्ट Revenue-Sharing Framework और सुव्यवस्थित Co-Development Agreements इस चरण की रणनीतिक आधारशिला हैं। ये तंत्र उद्योग को अनुसंधान में दीर्घकालिक निवेश का विश्वास प्रदान करते हैं और वैज्ञानिकों को बाज़ार-संगत, स्केलेबल और औद्योगिक रूप से प्रासंगिक नवाचार विकसित करने की स्पष्ट दिशा देते हैं। इस प्रकार, Co-Develop चरण केवल तकनीक को परिपक्व नहीं करता, बल्कि अनुसंधान और उद्योग के बीच विश्वास, गति और मूल्य-निर्माण को संस्थागत रूप से स्थापित करता है-जो सफल व्यावसायीकरण की पूर्वशर्त है।

(iii) Capitalize (पूंजीकरण): नवाचार के लिए उपयुक्त वित्तीय तंत्र : Capitalize चरण का उद्देश्य केवल पूंजी उपलब्ध कराना नहीं, बल्कि नवाचार के जीवन-चक्र में सही समय पर, सही संरचना और सही जोखिम प्रोफ़ाइल वाली पूंजी को रणनीतिक रूप से तैनात करना है। प्रौद्योगिकी हस्तांतरण में सबसे निर्णायक अवरोध प्रायः Proof-of-Concept और व्यावसायिक Scale-up के बीच का वित्तीय अंतराल होता है—जहाँ तकनीक में संभावनाएँ तो होती हैं, पर पारंपरिक वित्त उसे अभी भी उच्च जोखिम मानता है। इस संदर्भ में Seed Funding, Grant–Equity Hybrid Models, Venture Debt और Mission-mode Funding पूंजीगत

निरंतरता स्थापित करने के प्रभावी साधन बनते हैं। भारत में BIRAC, Technology Development Board (TDB), SIDBI और Atal Innovation Mission (AIM) ने ऐसे वित्तीय तंत्र विकसित किए हैं, जो तकनीकी परिपक्वता और बाज़ार-तैयारी के अनुरूप पूंजी प्रवाह को सक्षम बनाते हैं। Capitalize चरण यह सुनिश्चित करता है कि वित्तीय संरचनाएँ नवाचार की गति के अनुरूप हों, ताकि प्रौद्योगिकियाँ केवल संसाधन-अभाव के कारण प्रयोगशाला तक सीमित न रह जाएँ, बल्कि बाज़ार में मूल्य, स्केल और प्रभाव के साथ स्थापित हो सकें।

(iv) Catalyze (उत्प्रेरित करना): नीतिगत और नियामक समर्थन : Catalyze चरण वह रणनीतिक बिंदु है जहाँ नीति, विनियमन और प्रशासन मिलकर प्रौद्योगिकी हस्तांतरण को त्वरित और सक्षम बनाते हैं। इस चरण का उद्देश्य केवल अनुपालन सुनिश्चित करना नहीं, बल्कि नवाचार के लिए अनुकूल संस्थागत वातावरण तैयार करना है—जिसमें तेज़ IP फाइलिंग, मानकीकरण, प्रमाणन, स्पष्ट नियामक मार्गदर्शन और लक्षित कर-प्रोत्साहन निर्णायक भूमिका निभाते हैं। भारत जैसे विविध और बहु-क्षेत्रीय नियामक परिदृश्य में यह चरण विशेष महत्त्व रखता है। जब नियामक स्पष्टता, पूर्वानुमेय प्रक्रियाएँ और समयबद्ध स्वीकृतियाँ उपलब्ध होती हैं, तो उद्योग नई तकनीकों को अपनाने के प्रति अधिक आश्वस्त और सक्रिय होता है। इस प्रकार, Catalyze चरण नियामक अनिश्चितता को रणनीतिक विश्वास में रूपांतरित करता है और उद्योग की जोखिम-धारणा (risk perception) को प्रभावी रूप से कम करता है—जो तेज़ अपनापन और स्केलेबल व्यावसायीकरण की पूर्वशर्त है।

(v) Commercialize (व्यवसायीकरण): बाज़ार में स्थायी मूल्य सृजन : Commercialize चरण 5C मॉडल का अंतिम—और सबसे अधिक दृश्य एवं परिणाम-स्पष्ट चरण है, जहाँ तकनीकी नवाचार आर्थिक मूल्य, बाज़ार स्वीकृति और सामाजिक प्रभाव में रूपांतरित होता है। इस चरण में प्रौद्योगिकियाँ लाइसेंसिंग, स्पिन-ऑफ, स्टार्टअप्स, संयुक्त उद्यम (Joint Ventures) और तकनीकी कंसोर्टिया जैसे संरचित मार्गों के माध्यम से बाज़ार तक पहुँचती हैं, जिससे जोखिम का वितरण और स्केल का त्वरित विस्तार संभव होता है। इस चरण की सफलता को केवल प्रथम बिक्री या प्रारंभिक अपनापन तक सीमित नहीं किया जाना चाहिए। वास्तविक सफलता का आकलन दीर्घकालिक बाज़ार स्वीकृति, उत्पादन-क्षमता का विस्तार, प्रतिस्पर्धात्मक स्थिरता और व्यापक सामाजिक-आर्थिक प्रभाव के आधार पर किया जाना चाहिए। भारतीय संदर्भ में टेक्नोलॉजी एक्सपो, डेमो डे, सरकारी खरीद तंत्र (Public Procurement) और व्यापक MSME नेटवर्क इस प्रक्रिया को संस्थागत समर्थन प्रदान करते हैं—जिससे नवाचार को विश्वसनीय मांग, स्केल और स्थायित्व प्राप्त होता है। इस प्रकार, Commercialize चरण केवल नवाचार को बाज़ार में उतारता नहीं, बल्कि उसे सतत व्यवसाय, औद्योगिक क्षमता और राष्ट्रीय मूल्य-निर्माण में रूपांतरित करता है—जो किसी भी नवाचार तंत्र की अंतिम कसौटी है।



चित्र 2: प्रौद्योगिकी हस्तांतरण के लिए ‘5C मॉडल’ की रणनीतिक रूपरेखा — एक समन्वित

प्रस्तावित ढाँचे की संरचना और आंतरिक अंतःक्रियाओं को समझने हेतु चित्र 2 में '5C मॉडल' की रणनीतिक रूपरेखा प्रस्तुत की गई है, जो यह दर्शाती है कि किस प्रकार Connect से Commercialize तक प्रत्येक चरण एक-दूसरे को सुदृढ़ करते हुए प्रौद्योगिकी हस्तांतरण को परिणामोन्मुख बनाता है। समग्र रूप से, 5C मॉडल यह सुनिश्चित करता है कि प्रौद्योगिकी हस्तांतरण एक खंडित गतिविधि न रहकर एक समन्वित नवाचार मूल्य-श्रृंखला (Innovation Value Chain) के रूप में विकसित हो, जहाँ प्रत्येक चरण अगले चरण की सफलता के लिए आधार तैयार करता है।

नीतिगत निहितार्थ

भारत में प्रौद्योगिकी हस्तांतरण को विखंडित प्रयासों से आगे बढ़ाकर एक सुसंगठित, पूर्वानुमेय और परिणाम-संचालित प्रणाली के रूप में स्थापित करने के लिए नीतिगत हस्तक्षेपों का समन्वित और संस्थागत क्रियान्वयन अनिवार्य है। प्रभावी वैश्विक नवाचार तंत्रों के अनुभव यह दर्शाते हैं कि जब रणनीति, शासन और क्रियान्वयन एक साझा ढाँचे के अंतर्गत संचालित होते हैं, तब प्रौद्योगिकी हस्तांतरण आर्थिक मूल्य-निर्माण का शक्तिशाली माध्यम बनता है। इसी संदर्भ में निम्नलिखित संरचनात्मक हस्तक्षेप विशेष रूप से निर्णायक हैं:

- राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी हस्तांतरण परिषद (NTTC): एक केंद्रीय रणनीतिक समन्वयक के रूप में NTTC विभिन्न मंत्रालयों, अनुसंधान परिषदों और उद्योग निकायों के बीच नीतिगत एकरूपता, प्राथमिकता-निर्धारण और संसाधन संरेखण सुनिश्चित कर सकती है। इससे कार्यक्रमों की पुनरावृत्ति कम होगी और "One Nation–One Technology Transfer Strategy" को संस्थागत आधार प्राप्त होगा।
- सार्वभौमिक TTO नेटवर्क: सभी प्रमुख विश्वविद्यालयों और राष्ट्रीय प्रयोगशालाओं में Technology Transfer Offices (TTOs) की स्थापना तथा उन्हें Hub-and-Spoke मॉडल के माध्यम से जोड़ना आवश्यक है। यह व्यवस्था छोटे और उभरते संस्थानों को भी IP प्रबंधन, लाइसेंसिंग विशेषज्ञता और उद्योग नेटवर्क तक प्रभावी पहुँच प्रदान करेगी, जिससे नवाचार का व्यापक और समावेशी विस्तार संभव होगा।
- MSME-केंद्रित तकनीकी अवशोषण तंत्र: TRL 5–7 की तकनीकों के लिए लक्षित वित्तीय साधन, संरचित तकनीकी परामर्श और पायलट-डेमो सुविधाएँ MSMEs को नई तकनीकों के शीघ्र अपनापन में सक्षम बना सकती हैं। इससे उत्पादकता, गुणवत्ता और वैश्विक प्रतिस्पर्धात्मकता में त्वरित वृद्धि होगी।
- डिजिटल एवं AI-सक्षम प्लेटफ़ॉर्म: एक एकीकृत राष्ट्रीय टेक्नोलॉजी-मैचमेकिंग प्लेटफ़ॉर्म, जो AI-आधारित तकनीक–उद्योग मिलान, IP खोज, TRL ट्रैकिंग और लाइसेंसिंग वर्कफ़्लो को समाहित करे, प्रौद्योगिकी हस्तांतरण को पारदर्शी, तेज़ और डेटा-संचालित बना सकता है।

इन नीतिगत हस्तक्षेपों का समन्वित क्रियान्वयन भारत को प्रौद्योगिकी हस्तांतरण के क्षेत्र में वैश्विक श्रेष्ठ प्रथाओं के समकक्ष, और दीर्घकाल में नवाचार-संचालित आर्थिक नेतृत्व की दिशा में स्थापित करने की क्षमता रखता है।

निष्कर्ष

यह शोधपत्र यह स्थापित करता है कि प्रौद्योगिकी हस्तांतरण अब केवल अनुसंधान परिणामों के औद्योगिक अनुप्रयोग तक सीमित गतिविधि नहीं रहा, बल्कि यह राष्ट्रीय प्रतिस्पर्धात्मकता, आर्थिक संप्रभुता और रणनीतिक आत्मनिर्भरता का एक केंद्रीय साधन बन चुका है। भारत के पास विश्वस्तरीय वैज्ञानिक प्रतिभा, सशक्त सार्वजनिक अनुसंधान संस्थान और नवाचार-अनुकूल नीतिगत ढाँचा पहले से उपलब्ध है। वास्तविक चुनौती इस अंतर्निहित क्षमता को एक सुव्यवस्थित, मापनीय और समय-संवेदी प्रणाली में रूपांतरित करने की है, जो विचार से बाज़ार तक की यात्रा को विश्वसनीय रूप से सक्षम बना सके। इस संदर्भ में प्रस्तुत 5C मॉडल—Connect, Co-Develop,

Capitalize, Catalyze और Commercialize - प्रौद्योगिकी हस्तांतरण को खंडित और प्रतिक्रियात्मक गतिविधि के स्थान पर समग्र नवाचार मूल्य-श्रृंखला के रूप में पुनर्परिभाषित करता है। यह ढाँचा अनुसंधान संस्थानों, उद्योग, स्टार्टअप्स, वित्तीय तंत्र और नीति-निर्माण को एक साझा रणनीतिक मंच पर लाकर 'लैब-टू-मार्केट' प्रक्रिया को अधिक पूर्वानुमेय, निवेश-अनुकूल और परिणाम-संचालित बनाता है। मॉडल के साथ प्रस्तावित रणनीतिक कार्यान्वयन परत इसे केवल एक अवधारणा न रखकर संस्थागत निष्पादन, उत्तरदायित्व और मापन योग्य प्रभाव से जोड़ती है। अध्ययन का केंद्रीय निष्कर्ष यह है कि यदि 5C मॉडल को स्पष्ट संस्थागत स्वामित्व, परिणाम-आधारित प्रदर्शन संकेतकों और क्षेत्र-विशिष्ट रणनीतियों के साथ लागू किया जाए, तो भारत में नवाचारों का व्यावसायीकरण न केवल तेज़ होगा, बल्कि तकनीकी जोखिमों में कमी, निजी निवेश में वृद्धि तथा MSMEs और स्टार्टअप्स की तकनीकी क्षमता में गुणात्मक सुधार भी संभव होगा। इसका प्रभाव स्वास्थ्य, कृषि, ऊर्जा, पर्यावरण और डिजिटल अवसंरचना जैसे प्रमुख क्षेत्रों में समावेशी विकास, रोजगार सृजन और सामाजिक मूल्य-निर्माण के रूप में प्रत्यक्ष रूप से परिलक्षित होगा। अंततः, यह शोधपत्र यह प्रतिपादित करता है कि भारत को प्रौद्योगिकी हस्तांतरण को एक सहायक या द्वितीयक प्रक्रिया के रूप में नहीं, बल्कि एक मिशन-उन्मुख राष्ट्रीय रणनीति के रूप में अपनाना होगा। प्रस्तुत 5C ढाँचा और इसकी रणनीतिक परत इस दिशा में एक व्यावहारिक, स्केलेबल और प्रभाव-उन्मुख मार्ग प्रदान करती है—जो भारत को नवाचार-उत्पादक से आगे बढ़ाकर वैश्विक नवाचार नेतृत्वकर्ता के रूप में स्थापित करने की क्षमता रखती है।

संदर्भ

[1]Loewenberg S. The Bayh-Dole Act: a model for promoting research translation? Mol Oncol. 2009 Apr;3(2):91-3. doi: 10.1016/j.molonc.2008.12.004. Epub 2008 Dec 24. PMID: 19383372; PMCID: PMC5527881.

[2]Behlau, Lothar. Strategic Management of a Contract Research Organization - The Fraunhofer Model -. Munich: Fraunhofer-Gesellschaft, 2009

[3]Kim, S., & Shin, J. E. (2022). Evolving boundaries of CSR: South Korea's PPP-ODA in international development. *Development Studies Research*, *9*(1), 206–218. https://doi.org/10.1080/21665095.2022.2112730

[4]chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://low-carbon-innovation.org/resources/Study%20Report-Technology%20transfer%20in%20India.pdf

[5]https://www.startupindia.gov.in/content/sih/en/government-schemes.html

[6]https://www.pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=1660691&reg=3&lang=2

[7]https://www.niti.gov.in/sites/default/files/2022-07/India-Innovation-Index-2021-Web-Version_21_7_22.pdf

[8]STIP_Doc_1.4_Dec2020.pdf

[9]www.csir.res.in/sites/default/files/2025-09/poster_csir_session_in_ssunga80.pdf

सुरक्षित एकीकृत परिपथ अभिकल्पना
बौद्धिक संपदा सुरक्षा हेतु लॉजिक लॉकिंग का परिचय

जुगल गांधी [1], दीक्षा शेखावत [1] तथा जय गोपाल पाण्डेय[2]
[1]शोध विद्यार्थी तथा [2]वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक

सार

अर्धचालक आपूर्ति शृंखला के वैश्वीकरण ने एकीकृत परिपथ अभिकल्पना और विनिर्माण में पारंपरिक विश्वास को कमजोर कर दिया है। अविश्वसनीय संस्थाओं के मध्य वितरित निर्माण और परीक्षण की प्रक्रिया, हार्डवेयर अभिकल्पनाओं को बौद्धिक संपदा की चोरी, अनधिकृत अति-उत्पादन और प्रतिलोम अभियांत्रिकी के जोखिमों के समक्ष उजागर करती है। इन चुनौतियों के निवारण हेतु, बौद्धिक संपदा की हार्डवेयर सुरक्षा परिणाम अर्धचालक उद्योग का एक प्रमुख केन्द्रबिंदु है। एकीकृत सर्किट डिज़ाइन प्रक्रिया में अविश्वसनीय संस्थाओं से सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए विश्वसनीयता-केंद्रित डिज़ाइन तकनीकें अनिवार्य हैं। इस संदर्भ में लॉजिक लॉकिंग एक संभावनात्मक तकनीक के रूप में सामने आई है जो उद्योग एवं शैक्षणिक अनुसंधान समुदाय द्वारा उपयोग की जाती है। इस तकनीक में डिज़ाइनर मूल परिपथ में अतिरिक्त लॉजिक सर्किट जोड़ते हैं, जो एक गुप्त द्विआधारी कुंजी द्वारा नियंत्रित होते हैं। सही कुंजी परिपथ के इच्छित कार्य को पुनर्स्थापित कर देती है, इसके विपरीत गलत कुंजी त्रुटिपूर्ण परिणाम उत्पन्न करती है। यह समीक्षा लेख बौद्धिक संपदा सुरक्षा की आवश्यकता का विश्लेषण, लॉजिक लॉकिंग का परिचय, एवं भावी अनुसंधान की संभावित दिशाओं की रूपरेखा तैयार करता है।

सूचक शब्द - बौद्धिक संपदा, अनधिकृत नकल, सुरक्षित एकीकृत परिपथ अभिकल्पना, विश्वास हेतु अभिकल्पना, लॉजिक लॉकिंग, यंत्र अधिगम आधारित सुरक्षा

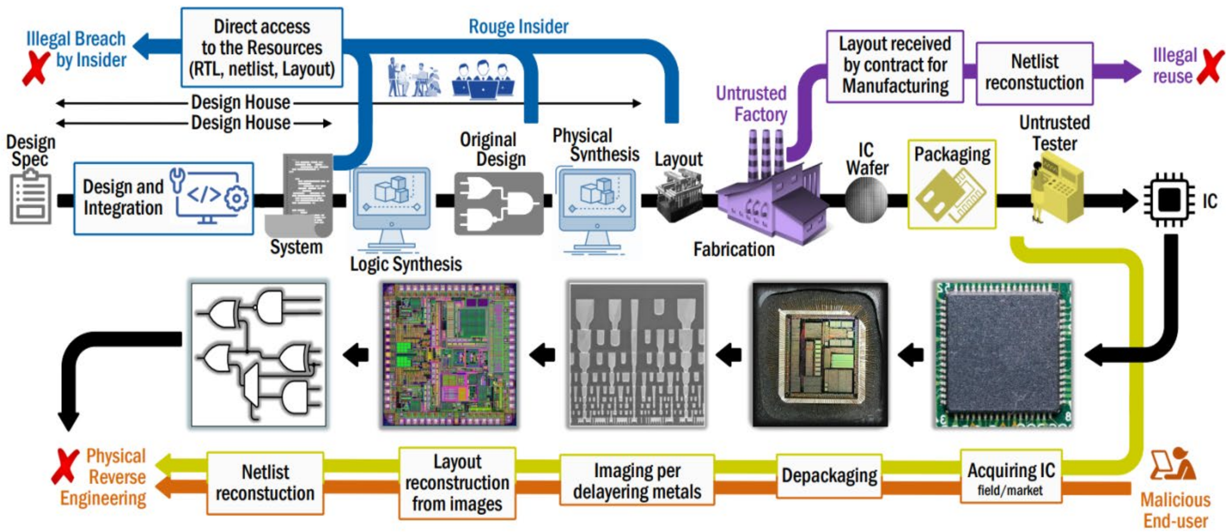
प्रस्तावना

हार्डवेयर सुरक्षा का केंद्रीय अर्थ एकीकृत परिपथ स्तर पर प्रणाली की मौलिक अखंडता, विश्वसनीयता एवं गोपनीयता की रक्षा करना है [1]। यह उसके भौतिक डिज़ाइन, निर्माण एवं क्रियान्वयन को दुर्भावनापूर्ण हस्तक्षेप, अनधिकृत पहुँच या भौतिक हमलों से सुरक्षित रखती है [2]। एक सुरक्षित एकीकृत परिपथ पूरी कंप्यूटिंग प्रणाली के लिए विश्वसनीयता का अपरिवर्तनीय मूल आधार प्रदान करता है। एकीकृत परिपथ की सुरक्षा में कमी ग्राहकों और साझेदारों के विश्वास को भी कमजोर कर सकती है, जिससे व्यापार को दीर्घकालिक परिणाम हो सकते हैं। बौद्धिक संपदा आधुनिक एकीकृत परिपथों के निर्माण की मूलभूत इकाई है। बौद्धिक सम्पदा चोरी से एकीकृत परिपथ अभिकल्पक और निर्माताओं के लिए वित्तीय हानियाँ हो सकती हैं, साथ ही जालसाजी उत्पन्न करने से आय का नुकसान भी हो सकता है। इन चुनौतियों का सामना करने के लिए, बौद्धिक सम्पदा सुरक्षा ने आर्धचालक उद्योग के लिए एक महत्वपूर्ण क्षेत्र बना है।

इस लेख का प्रमुख उद्देश्य एकीकृत परिपथ डिज़ाइन एवं उसकी वैश्विक आपूर्ति शृंखला में उत्पन्न होने वाली गंभीर सुरक्षा चुनौतियों का विश्लेषण प्रस्तुत करना है। यह लेख इन चुनौतियों के समाधान के रूप में लॉजिक लॉकिंग का गहन परिचय देता है। साथ ही, यह भविष्य के अनुसंधान के लिए आवश्यक दिशा-निर्देशों पर भी प्रकाश डालता है, ताकि बौद्धिक संपदा की सुरक्षा एवं हार्डवेयर की अखंडता को एक मजबूत आधार प्रदान किया जा सके।

एकीकृत परिपथ डिज़ाइन शृंखला सुरक्षा की आवश्यकता

एकीकृत परिपथ का डिज़ाइन एवं निर्माण प्रवाह अवधारणा से भौतिक चिप तक की एक बहु-चरणीय प्रक्रिया है, जिसमें व्यवस्थित रूप से विशिष्टीकृत संस्थाएँ शामिल होती हैं। इसमें मुख्य रूप से चार समूह भाग लेते हैं: अभिकल्पक दल, निर्माण इकाई, परीक्षण केंद्र और अंतिम उपभोक्ता। अभिकल्पन अवस्था में, अविश्वसनीय अभिकल्पक बौद्धिक संपदा का अनधिकृत प्रसारण कर सकते हैं अथवा दुर्भावनापूर्ण लॉजिक संरचनाएँ प्रविष्ट कर सकते हैं। निर्माण अवस्था के दौरान, अविश्वसनीय उत्पादन इकाइयाँ अनुबंधित मात्रा से अतिरिक्त एकीकृत परिपथों का निर्माण कर सकती हैं तथा भौतिक विश्लेषण द्वारा मूल डिज़ाइन प्रतिलिपि बना सकती हैं। परीक्षण एवं सत्यापन अवस्था में, अविश्वसनीय परीक्षण केंद्र संवेदनशील डिज़ाइन मापदंडों एवं कार्यात्मक गुणों का उल्लंघन कर सकते हैं। आपूर्ति शृंखला के विभिन्न चरणों में सुरक्षा खतरों का सचित्र प्रतिनिधित्व चित्र 1 में किया गया है।



चित्र 1: आपूर्ति शृंखला में सुरक्षा खतरे और प्रतिलोम अभियांत्रिकी हमले [3]

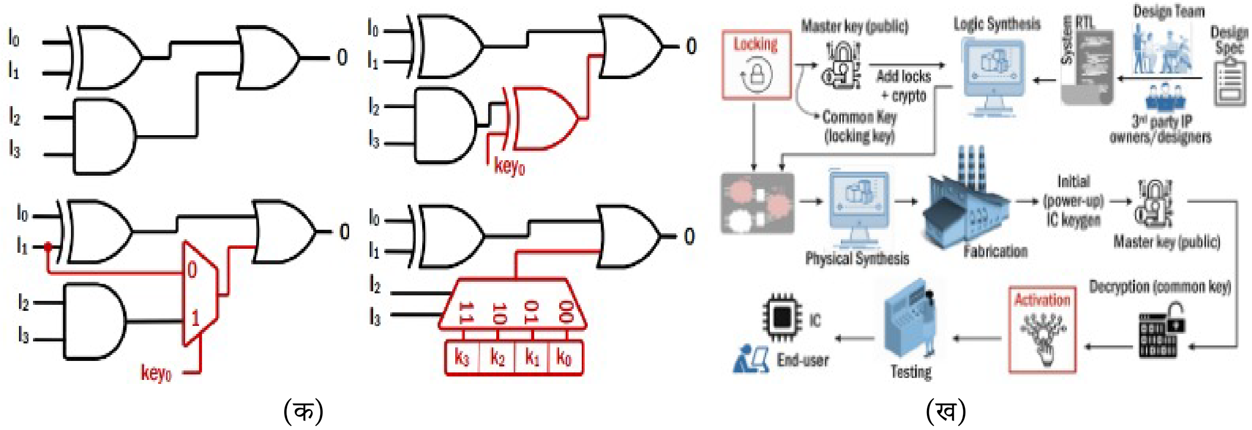
हार्डवेयर बौद्धिक संपदा की सुरक्षा, सुरक्षित एकीकृत परिपथ अभिकल्पना का मूल सिद्धांत है। प्रत्येक एकीकृत परिपथ अनेक बौद्धिक संपदा कोर से निर्मित होता है [4]। अतः, बौद्धिक संपदा की दृढ़ सुरक्षा एक सुरक्षित एकीकृत परिपथ के निर्माण हेतु प्राथमिक एवं अनिवार्य शर्त है। *विश्वसनीयता के लिए डिज़ाइन* एक ऐसी पद्धति है जो सुरक्षा सुविधाओं को डिज़ाइन प्रक्रिया में ही समाहित करती है। शोधकर्ताओं ने एकीकृत परिपथ आपूर्ति शृंखला की विभिन्न स्तरों पर मौजूद कमजोरियों के समाधान हेतु अनेक विश्वसनीयता-केंद्रित डिज़ाइन पद्धतियाँ प्रस्तावित की हैं।

वर्तमान में प्रचलित वाटर-मार्क, विभाजित निर्माण, फिंगरप्रिंटिंग, छलावरण (camouflaging) एवं निष्क्रिय माप (passive metering) जैसी अधिकांश तकनीकें अविश्वसनीय इकाइयां के केवल कुछ विशिष्ट प्रकारों के विरुद्ध ही प्रभावी हैं। इनके विपरीत, लॉजिक लॉकिंग एक ऐसी अद्वितीय पद्धति है जो डिज़ाइन प्रक्रिया के प्रत्येक चरण में आक्रमण प्रतिरोधक क्षमता प्रदर्शित करती है।

लॉजिक लॉकिंग का परिचय

लॉजिक लॉकिंग [5] एक ऐसी प्रौद्योगिकी है जिसका विकास एकीकृत परिपथों की सुरक्षा को मूल डिज़ाइन स्तर पर ही मजबूत करने के लिए किया गया है। इसका प्राथमिक उद्देश्य सिस्टम-ऑन-चिप में निहित बौद्धिक संपदा को अनधिकृत पहुँच, चोरी एवं प्रतिलोम अभियांत्रिकी से सुरक्षित रखना है। यह तकनीक डिज़ाइन प्रवाह के तार्किक संश्लेषण चरण के बाद लागू की जाती है, जहाँ मूल परिपथ

नेटलिस्ट में कुंजी-नियंत्रित तार्किक द्वारों की एक सुरक्षा परत सम्मिलित की जाती है। इस तकनीक में, परिपथ के तार्किक मार्ग में एक विशेष ताला लगाया जाता है, जो एक गुप्त कुंजी द्वारा नियंत्रित होता है [6]। इस कुंजी के बिना परिपथ के आंतरिक संकेतों का मार्ग अवरुद्ध या परिवर्तित हो जाता है। सही कुंजी प्रदान किए बिना परिपथ या तो पूर्णतः अक्रिय रहता है या त्रुटिपूर्ण आउटपुट देता है, जिससे अवैध उपयोग अर्थहीन हो जाता है। यह दृष्टिकोण अर्धचालक आपूर्ति शृंखला में व्याप्त भेद्यताओं का एक कारगर समाधान प्रस्तुत करता है और हार्डवेयर-स्तरीय विश्वास के आधार को सुदृढ़ बनाता है। यह तकनीक डिज़ाइन चोरी, अनधिकृत उत्पादन और परीक्षण चरण में गोपनीय डेटा लीक जैसे खतरों को प्रभावी ढंग से रोकती है। लॉजिक लॉकिंग की मूल संरचना तथा एक विश्वसनीय आपूर्ति शृंखला प्रवाह में इसके एकीकरण को चित्र 2 में दृश्य रूप से समझाया गया है।



चित्र 2: (क) लॉजिक लॉकिंग के लिए उपयोग किए जाने वाले बुनियादी गेट; (ख) सक्षम विश्वसनीय एकीकृत परिपथ आपूर्ति शृंखला प्रवाह का अवलोकन (प्रस्तावित मॉडल में सक्रियण एक पूर्व-परीक्षण चरण है।) [1]

लॉजिक लॉकिंग तकनीकों को मुख्य रूप से उन डिजिटल परिपथों की प्रकृति के आधार पर वर्गीकृत किया जाता है जिन्हें वे संशोधित करते हैं। यह वर्गीकरण व्यापक रूप से 'संयोजन' और 'अनुक्रमिक' लॉकिंग में विभाजित है। संयोजन लॉकिंग के अंतर्गत, सुरक्षा के तीन प्रमुख स्थापत्य प्रचलित हैं। संयोजन लॉकिंग में 'एक्स-ओर', 'मल्टीप्लेक्सर' और 'लुक-अप टेबल' जैसी विधियों का प्रयोग कर डेटा पथ को बाधित किया जाता है [7]। एकीकृत परिपथ की अभिकल्पना शृंखला में लॉजिक लॉकिंग का कार्यान्वयन एक अत्यंत संवेदनशील और रणनीतिक चरण है। यह प्रक्रिया पारंपरिक रूप से 'लॉजिक संश्लेषण' के पश्चात और 'भौतिक अभिकल्पना' से पूर्व 'गेट-स्तर' पर निष्पादित की जाती है। सर्वप्रथम, सुरक्षा उपकरण डिजाइन के उन संवेदनशील क्षेत्रों की पहचान करते हैं जहाँ लॉकिंग गेट्स का प्रभाव सर्वाधिक होगा। इसके पश्चात, मूल नेटलिस्ट को संशोधित कर उसमें लॉकिंग गेट्स और कुंजी इनपुट पिन जोड़े जाते हैं। इस संशोधित डिजाइन का प्रबल सत्यापन यह सुनिश्चित करने के लिये किया जाता है, कि सही कुंजी लगने पर ही परिपथ अपने मूल कार्य को पूर्ण करे, जबकि गलत कुंजी गैर-कार्यात्मक या त्रुटिपूर्ण उत्पाद (आउटपुट) उत्पन्न करे [5]। कुंजी-निर्माण प्रक्रिया एक सुरक्षित वातावरण में पूर्ण की जाती है, जिससे एक अद्वितीय क्रिप्टोग्राफिक कुंजी उत्पन्न होती है। यही कुंजी डिजाइनर द्वारा विश्वसनीय पक्षों (जैसे चिप निर्माता या प्रोग्रामिंग केंद्र) के साथ सुरक्षित रूप से साझा की जाती है [1]। भौतिक अभिकल्पना के उपरांत, जब चिप का निर्माण हो जाता है, तो यह विशिष्ट कुंजी ही अंतिम चिप को 'सक्रिय' करने के लिए उसकी सुरक्षित छेड़छाड़ विरोधी मेमोरी में दर्ज की जाती है।

भविष्य की शोध दिशाएं

वर्तमान लॉजिक लॉकिंग योजनाओं की सीमाओं एवं उभरते हुए साइबर हमलों को देखते हुए, भविष्य के अनुसंधान हेतु निम्नलिखित दिशाओं पर ध्यान केंद्रित किया जाना आवश्यक है:

(i.) *उन्नत प्रहारों का प्रतिरोध*: तार्किक निगमन (SAT प्रहार), शक्ति विश्लेषण (साइड-चैनल प्रहार) तथा यंत्र अधिगम पर आधारित हमलों जैसी परिष्कृत आक्रमण तकनीकों का मुकाबला करने वाली अधिक सुदृढ़ लॉजिक लॉकिंग योजनाओं का विकास आवश्यक है।

(ii.) *बहुस्तरीय सुरक्षा संरचना*: लॉजिक लॉकिंग को विभाजित निर्माण एवं छद्मावरण जैसी अन्य तकनीकों के साथ संयोजित कर एक व्यापक सुरक्षा ढांचा तैयार करना, जो आपूर्ति शृंखला के प्रत्येक सोपान की रक्षा करे।

(iii.) *व्यावहारिक कार्यान्वयन एवं दक्षता*: जटिल सुरक्षा तंत्रों से उत्पन्न प्रदर्शन अतिरेक, ऊर्जा खपत तथा चिप क्षेत्रफल के प्रभाव को न्यूनतम रखते हुए इनके व्यावहारिक प्रयोग पर ध्यान केंद्रित करना।

(iv.) *स्वचालित अभिकल्पन एवं सत्यापन साधन*: अभिकल्पकों के लिए उच्च सुरक्षा वाली लॉजिक लॉकिंय योजनाओं के स्वचालित समावेशन, सत्यापन एवं मूल्यांकन हेतु प्रभावी साधनों का निर्माण।

(v.) *सुरक्षित कूटलीय कुंजी प्रबंधन*: चिप के संपूर्ण जीवनचक्र में कुंजी के सुरक्षित सृजन, संग्रहण, वितरण तथा नवीनीकरण के लिए दृढ़ एवं विश्वसनीय प्रणालियों का विकास।

(vi.) परमाण्विक संगणकों की बढ़ती क्षमता से भविष्य में पारंपरिक तालाबंदी पद्धतियाँ असुरक्षित हो सकती हैं। इस चुनौती के समाधान हेतु परमाण्विक संगणक प्रहारों का प्रतिरोध करने वाली लॉजिक लॉकिंग विधियों का विकास एक अनिवार्य अनुसंधान दिशा है।

(vii.) यंत्र अधिगम आधारित स्वचालित अप्रत्यक्षीकरण के अंतर्गत, अभिकल्पन में छद्मावरण तर्क के चयन एवं स्थापन को यंत्र अधिगम कलन विधियों द्वारा अनुकूलित किया जाता है। यंत्र अधिगम प्रतिमान विभिन्न अभिकल्पन प्रतिबंधों एवं सुरक्षा समायोजनों के अनुकूल स्वयं को ढाल सकते हैं, जिससे अधिक प्रभावी सुरक्षा प्राप्त होती है।

इन सभी भावी अनुसंधान दिशाओं का समन्वित प्रयास ही एक ऐसी सुदृढ़, व्यावहारिक एवं संपूर्ण लॉजिक लॉकिंग प्रतिमान की स्थापना कर सकता है, जो आधुनिक अर्धचालक आपूर्ति शृंखला की बहुस्तरीय सुरक्षा चुनौतियों का स्थायी समाधान प्रदान करे।

निष्कर्ष

एकीकृत परिपथों में समाहित बौद्धिक संपदा के मूल्य में निरंतर वृद्धि के कारण, अर्धचालक उद्योग के लिए हार्डवेयर सुरक्षा अत्यधिक महत्वपूर्ण होती जा रही है। इस शोध लेख ने एकीकृत परिपथ अभिकल्पन प्रवाह में मौजूद जटिल सुरक्षा चुनौतियों—जैसे बौद्धिक संपदा चोरी, अतिरिक्त उत्पादन, प्रतिलोम अभियांत्रिकी एवं हार्डवेयर ट्रोजन—का विश्लेषण प्रस्तुत किया है। इन चुनौतियों के प्रति, विश्वसनीयता-केंद्रित अभिकल्पन एक मौलिक समाधान-दृष्टिकोण उभरा है। इनमें लॉजिक लॉकिंग एक मौलिक तकनीक है, जो अतिरिक्त सुरक्षा तर्क को डिज़ाइन में समाविष्ट कर अनधिकृत पहुँच को अवरुद्ध करती है। संपूर्ण एकीकृत परिपथ अभिकल्पन प्रवाह में विद्यमान सुरक्षा कमजोरियों के विरुद्ध संरक्षण प्रदान करने में लॉजिक लॉकिंग एक आवश्यक एवं विश्वसनीय विधि सिद्ध हुई है। एकीकृत परिपथ सुरक्षा के लिए यह 'ताला-और-चाबी' दृष्टिकोण एक प्रभावी सुरक्षा व्यवस्था प्रदान करता है, जो एकीकृत परिपथ की कार्यक्षमता को केवल उन्हीं अधिकृत इकाइयों तक सीमित रखता है जिनके पास सही एकीकृत परिपथ-स्थित कुंजी उपलब्ध है। भावी अनुसंधान हेतु यंत्र अधिगम समेकन, बहुस्तरीय संरक्षण प्रतिमानों का विकास, संसाधन-अनुकूलित कार्यान्वयन तथा नवोदित संगणकीय प्रतिमानों के प्रति प्रतिरोधशीलता प्रमुख दिशाएँ हैं। इन दिशाओं में किया गया सतत प्रयास एक ऐसे सुदृढ़, व्यावहारिक एवं संपूर्ण हार्डवेयर सुरक्षा प्रतिमान की नींव रखेगा, जो न केवल बौद्धिक संपदा की रक्षा करेगा, बल्कि वैश्विक डिजिटल अवसंरचना के विश्वसनीय आधार को भी सुदृढ़ करेगा।

संदर्भ

[1] Azar, K. Z., Kamali, H. M., Farahmandi, F., & Tehranipoor, M. (2024). Understanding Logic Locking. Springer.

[2] Alrahis, L., Knechtel, J., & Sinanoglu, O. (2023, January). Graph Neural Networks: A Powerful and Versatile Tool for Advancing Design, Reliability, and Security of ICs. In Proceedings of the 28th Asia and South Pacific Design Automation Conference (pp. 83-90).

[3] Paul, R., Lam, L., Melnyk, M., & Zuzak, M. (2025). DSMLock: Low Overhead Logic Locking for System Security with Design Space Modeling. IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems.

[4] Reimann, L. M., Rezunov, E., Germek, D., Collini, L., Pilato, C., Karri, R., & Leupers, R. (2025, April). The Impact of Logic Locking on Confidentiality: An Automated Evaluation. In 2025 26th International Symposium on Quality Electronic Design (ISQED) (pp. 1-8). IEEE.

[5] J. A. Roy, F. Koushanfar, and I. L. Markov, "Methods for Protecting Against Piracy of Integrated Circuits," Nov. 11 2010. US Patent App. 12/720,634.

[6] Akib, A., Liu, Y., & Srivastava, A. (2025). Knowledge is Power: A Knowledge-Guided Oracle-Less Attack on Logic Locking. Journal of Hardware and Systems Security, 1-11.

[7] Pandi, M., Moghaddas, M., & Beitollahi, H. (2025). TestLock: A Testability Logic Locking Method Against Machine Learning-based Oracle-less Attacks. The Journal of Supercomputing, 81(14), 1-25.

खंड - 2

विविधा

सीरी के डॉ. नीरज कुमार को प्रतिष्ठित "IEEE-वैक्यूम इलेक्ट्रॉनिक्स यंग साइंटिस्ट अवॉर्ड 2025"

सीएसआईआर-सीरी, पिलानी के वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक डॉ. नीरज कुमार को "IEEE-वैक्यूम इलेक्ट्रॉनिक्स यंग साइंटिस्ट अवॉर्ड 2025" से सम्मानित किया गया है। यह पुरस्कार शोधकर्ताओं और युवा पेशेवरों को उनके द्वारा वैक्यूम इलेक्ट्रॉनिक्स के क्षेत्र में दिए गए उत्कृष्ट योगदान के लिए प्रदान किया जाता है। डॉ नीरज को यह सम्मान नीदरलैंड्स में 15-17 अप्रैल, 2025 के दौरान आयोजित "इंटरनेशनल वैक्यूम इलेक्ट्रॉनिक्स कॉन्फ्रेंस (IVEC)" में प्रदान किया गया। यह पुरस्कार तकनीकी उपलब्धियों, सेवा में नेतृत्व, शिक्षा, नवाचार और उद्यमिता में उत्कृष्ट योगदान के लिए प्रदान किया जाता है। इस पुरस्कार के अंतर्गत विजेता को $1000 की नकद राशि, एक प्रशस्ति पत्र (प्लाक) भेंट किया गया।

डॉ नीरज कुमार को पुरस्कार भेंट करती हुईं
प्रो. ई. चोई, अध्यक्ष, तकनीकी समिति, आईईईई ईडीएसअवार्ड्स

सम्मेलन के दौरान प्रोफेसर ई चोई, अध्यक्ष, तकनीकी समिति, आईईईई इलेक्ट्रॉन डिवाइसेज़ सोसाइटी अवार्ड्स ने डॉ नीरज कुमार को पुरस्कार भेंट कर सम्मानित किया।

डॉ नीरज ने सम्मेलन में की-नोट(मिनी-प्लेनरी) व्याख्यान भी दिया। इसके अतिरिक्त इस पुरस्कार के अंतर्गत उन्होंने आईवीईसी सम्मेलन कार्यवाही में आर एंड डी ऑन **डिज़ाइन एंड डेवलपमेन्ट ऑफ प्लाज़्मा असिस्टेड इलेक्ट्रॉन बीम सोर्स एंड सब-टेराहर्ट्ज़ ऑसिलेटर** विषयक शोध-सार भी प्रस्तुत किया।

आईवीईसी में शोध-सार प्रस्तुत करते हुए
डॉ नीरज कुमार, वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक

डॉ. नीरज कुमार वर्तमान में सीएसआईआर-सीरी, पिलानी में वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक के रूप में कार्यरत हैं। उनकी शोध रुचि के क्षेत्रों में प्लाज़्मा-एसिस्टेड माइक्रोवेव एवं उच्च-शक्ति वाले टेराहर्ट्ज़ स्रोतों का विकास शामिल है। डॉ. नीरज कुमार को इससे पूर्व भी कई प्रतिष्ठित पुरस्कारों एवं फेलोशिप से सम्मानित किया जा चुका है, जिनमें आईएनएई (INAE) युवा इंजीनियर पुरस्कार (2021), रमन रिसर्च फैलोशिप (2019), सीएसआईआर युवा वैज्ञानिक पुरस्कार (2018), बुटी यंग साइंटिस्ट अवॉर्ड (2017) आदि शामिल हैं। आईईईई द्वारा पुरस्कार की घोषणा फरवरी, 2025 में की गई थी। निदेशक एवं सभी सहकर्मियों ने डॉ नीरज कुमार की इस महत्वपूर्ण उपलब्धि पर संस्थान की ओर से उन्हें हार्दिक बधाई दी।

सीएसआईआर-सीरी में विश्व हिन्दी दिवस 2025 का आयोजन

सीएसआईआर-सीरी, पिलानी में **विश्व हिंदी दिवस समारोह** गरिमामयी ढंग से आयोजित किया गया। मुख्य समारोह 13 जनवरी, 2025 को आयोजित किया गया। **डॉ. राघव प्रकाश**, निदेशक, परिष्कार ग्रुप ऑफ इंस्टीट्यूशंस, जयपुर समारोह के मुख्य अतिथि थे। कार्यक्रम की अध्यक्षता संस्थान के निदेशक **डॉ. पी. सी. पंचारिया** ने की। इस अवसर पर संस्थान के वैज्ञानिकों, तकनीकी एवं प्रशासनिक कार्मिकों के अलावा परिष्कार कॉलेज की प्रधानाचार्या डॉ सविता पाईवाल एवं विज्ञान फैकल्टी सदस्य तथा विद्यार्थी भी उपस्थित थे।

विश्व हिंदी दिवस संबोधन देते हुए मुख्य अतिथि डॉ राघव प्रकाश

मुख्य अतिथि **डॉ. राघव प्रकाश** ने अपने संबोधन में हिंदी के वैश्विक प्रभाव और मातृभाषा में शिक्षा की आवश्यकता पर जोर दिया। मातृभाषा में तकनीकी शिक्षण को देश के समग्र विकास का प्राण तत्व बताते हुए डॉ. प्रकाश ने हिंदी को उपभोक्ता की भाषा से उत्पादकता की भाषा में परिवर्तित करने की दिशा में ठोस प्रयासों की आवश्यकता पर बल दिया। उन्होंने हिंदी के बढ़ते अंतरराष्ट्रीय प्रभाव और इसके माध्यम से आर्थिक व सांस्कृतिक समृद्धि प्राप्त करने की संभावनाओं पर प्रकाश डाला। उन्होंने कहा कि हमारी सभी भाषाएँ हमारी संस्कृति की वाहक हैं। वर्तमान समय को देश के सांस्कृतिक पुनरुत्थान का समय बताते हुए डॉ राघव प्रकाश ने जोर दे कर कहा कि किसी भी देश के चहुँमुखी विकास के लिए आर्थिक एवं सांस्कृतिक दोनों पक्ष मजबूत होने चाहिए। इस अवसर पर उन्होंने श्रोताओं को विश्व हिंदी दिवस मनाए जाने की ऐतिहासिक पृष्ठभूमि से भी अवगत कराया।

स्वागत एवं अध्यक्षीय संबोधन देते हुए
डॉ पी सी पंचारिया, निदेशक, सीएसआईआर-सीरी

इससे पूर्व अध्यक्षीय संबोधन में **डॉ. पी. सी. पंचारिया** ने डॉ राघव प्रकाश, श्रीमती सविता पाईवाल एवं परिष्कार कॉलेज की आगंतुक टीम का औपचारिक स्वागत किया। उन्होंने सभी सहकर्मियों को विश्व हिंदी दिवस की शुभकामनाएँ दीं। डॉ पंचारिया ने संतोष व्यक्त करते हुए कहा कि संस्थान में वैज्ञानिकों सहित सभी प्रशासनिक एवं तकनीकी कार्मिक अपने कार्यालयी कार्यों एवं बातचीत में हिंदी का उपयोग करते हैं।

वार्षिक विज्ञान पत्रिका इलेक्ट्रॉनिक दर्पण, वर्ष 2024, अंक 8 का
विमोचन करते हुए मुख्य अतिथि एवं निदेशक

कार्यक्रम के दौरान मुख्य अतिथि ने संस्थान की वार्षिक विज्ञान पत्रिका **'इलेक्ट्रॉनिक दर्पण'** के नवीनतम अंक (वर्ष 2024,

अंक 8) का विमोचन किया। इस अवसर पर पत्रिका के विज्ञान लेखकों को प्रशस्ति पत्र भेंट कर सम्मानित भी किया गया।

अतिथियों को सम्मानित करते हुए
डॉ पी सी पंचारिया, निदेशक,सीएसआईआर-सीरी

डॉ पी सी पंचारिया, निदेशक, सीएसआईआर-सीरी ने मुख्य अतिथि डॉ राघव प्रकाश को संस्थान की ओर से **शॉल एवं स्मृति चिह्न** तथा डॉ सविता पाईवाल को शॉल भेंट कर सम्मानित किया।

कार्यक्रम का संचालन करते हुए श्री रमेश बौरा, वरिष्ठ हिंदी अधिकारी

इससे पूर्व कार्यक्रम कार्यक्रम का संचालन करते हुए श्री रमेश बौरा, वरिष्ठ हिंदी अधिकारी ने सभी कार्मिकों को मुख्य अतिथि का औपचारिक परिचय दिया। उन्होंने विश्व हिंदी दिवस के उपलक्ष्य में आयोजित गतिविधि का उल्लेख भी किया।

धन्यवाद ज्ञापित करते हुए डॉ सुचंदन पाल, मुख्य वैज्ञानिक

अंत में **डॉ सुचंदन पाल**, मुख्य वैज्ञानिक ने धन्यवाद ज्ञापित किया। धन्यवाद ज्ञापित करते हुए उन्होंने मुख्य अतिथि एवं निदेशक सहित सभी के प्रति आभार व्यक्त किया और कार्यक्रम को सफल बनाने के लिए सभी को धन्यवाद दिया।

विश्व हिंदी दिवस पर ज्ञान संसाधन केंद्र (पुस्तकालय) में आयोजित
हिंदी पुस्तक प्रदर्शनी में वैज्ञानिक एवं सहकर्मीवृंद

विश्व हिंदी दिवस के अवसर पर 10 जनवरी, 2025 को संस्थान में हिंदी पुस्तक प्रदर्शनी का आयोजन भी किया गया। प्रदर्शनी

का उद्घाटन मुख्य वैज्ञानिक डॉ सुचंदन पाल ने किया। इस अवसर पर संस्थान के वरिष्ठ वैज्ञानिक एवं अन्य सहकर्मी उपस्थित थे। संस्थान के ज्ञान संसाधन केंद्र (पुस्तकालय) में लगाई गई प्रदर्शनी में साहित्य की विभिन्न विधाओं से संबंधित लगभग 1000 हिंदी पुस्तकों का प्रदर्शन किया गया। संस्थान के नियमित सहकर्मियों के साथ-साथ परियोजना सहायक, प्रशिक्षार्थी आदि भी प्रदर्शनी से लाभान्वित हुए।

इलेक्ट्रॉनिक विज्ञान दीर्घा एवं शोध प्रयोगशाला का अवलोकन करते हुए मुख्य अतिथि एवं उनकी टीम

मुख्य अतिथि डॉ राघव प्रकाश सहित डॉ सविता पाईवाल, प्रधानाचार्या, परिष्कार कॉलेज ऑफ ग्लोबल एक्सिलेंस ने कॉलेज के फैकल्टी सदस्यों एवं छात्र-छात्राओं के साथ संस्थान की विभिन्न शोध सुविधाओं/प्रयोगशालाओं, इलेक्ट्रॉनिक विज्ञान दीर्घा आदि का भ्रमण किया।

कार्यक्रम के कुछ अन्य फोटो

मीडिया में प्रकाशित समाचार

दैनिक मृदुल पत्रिका

दैनिक मृदुल पत्रिका | राजस्थान | मंगलवार, 14 जनवरी, 2025 | 5 | जयपुर

सीरी में विश्व हिंदी दिवस समारोह का आयोजन , वार्षिक विज्ञान पत्रिका 'इलेक्ट्रॉनिक दर्पण' का विमोचन

मातृभाषा में तकनीकी शिक्षण देश के समग्र विकास का प्राण तत्वः डॉ राघव प्रकाश

पिलानी (मृदुल पत्रिका)। सीएसआईआर-सीरी, पिलानी में विश्व हिंदी दिवस समारोह गरिमामयी ढंग से आयोजित किया गया। कार्यक्रम में डॉ. राघव प्रकाश, निदेशक, परिष्कार ग्रुप ऑफ इंस्टीट्यूशंस, मुख्य अतिथि के रूप में उपस्थित रहे। कार्यक्रम की अध्यक्षता संस्थान के निदेशक डॉ. पी. सी. पंचारिया ने की। इस अवसर पर संस्थान के वैज्ञानिकों, तकनीकी एवं प्रशासनिक कार्मिकों के अलावा परिष्कार कॉलेज की प्रधानाचार्या श्रीमती सविता पाईवाल, विज्ञान फैकल्टी एवं विद्यार्थी भी उपस्थित थे। डॉ. राघव प्रकाश ने अपने संबोधन में हिंदी के वैश्विक प्रभाव और मातृभाषा में शिक्षा की आवश्यकता पर जोर दिया। मातृभाषा में तकनीकी शिक्षण को देश के समग्र विकास का प्राण तत्व बताते हुए डॉ. प्रकाश ने हिंदी को उपभोक्ता की भाषा से उत्पादकता की भाषा में परिवर्तित करने की दिशा में ठोस प्रयासों की आवश्यकता पर बल दिया। उन्होंने हिंदी के बढ़ते अंतरराष्ट्रीय प्रभाव और इसके माध्यम से आर्थिक व सांस्कृतिक समृद्धि प्राप्त करने की संभावनाओं पर प्रकाश डाला।

इससे पूर्व अध्यक्षीय संबोधन में डॉ. पी. सी. पंचारिया ने डॉ राघव प्रकाश, श्रीमती सविता पाईवाल एवं परिष्कार कॉलेज की टीम का औपचारिक स्वागत किया। उन्होंने सभी सहकर्मियों को विश्व हिंदी दिवस की शुभकामनाएं दीं।

कार्यक्रम के दौरान संस्थान की वार्षिक विज्ञान पत्रिका 'इलेक्ट्रॉनिक दर्पण' के नवीनतम अंक का विमोचन भी किया गया तथा पत्रिका के विज्ञान लेखकों को प्रशस्ति पत्र भेंट कर सम्मानित किया गया। कार्यक्रम का संचालन करते हुए वरिष्ठ हिंदी अधिकारी रमेश बौरा ने सभी उपस्थित सहकर्मियों को मुख्य अतिथि का औपचारिक परिचय दिया। अंत में डॉ सुचंदन पाल मुख्य, वैज्ञानिक ने धन्यवाद ज्ञापित किया। डॉ पंचारिया ने मुख्य अतिथि को शॉल व स्मृति चिह्न भेंट कर सम्मानित किया। स्वागत करते हुए उनके प्रेरक विचारों के लिए निदेशक सहित सभी के प्रति आभार व्यक्त किया और कार्यक्रम को सफल बनाने के लिए सभी को धन्यवाद दिया।

सीएसआईआर-सीरी में हिन्दी पखवाड़ा 2025 का आयोजन

सीएसआईआर-सीरी, पिलानी में 1-15 सितंबर, 2025 तक हिंदी पखवाड़ा का आयोजन किया गया। इस दौरान संस्थान में प्रश्न मंच (क्विज़) के अलावा 6 प्रतियोगिताओं का आयोजन किया गया जिनमें सहकर्मियों, परियोजना कार्मिकों, प्रशिक्षार्थियों, संविदाकर्मियों आदि ने उत्साहपूर्वक भाग लिया। पखवाड़ा का शुभारंभ 1 सितंबर, 2025 को आयोजित प्रश्न मंच के साथ हुआ। प्रतियोगिताओं के विजेताओं को हिंदी दिवस के उपलक्ष्य में दिनांक 18 सितंबर, 2025 को आयोजित समापन एवं पुरस्कार वितरण समारोह में पुरस्कृत किया गया। इसके अलावा हिंदी में सर्वाधिक एवं विशिष्ट कार्य करने वाले प्रशासनिक, तकनीकी एवं वैज्ञानिक अनुभागों/प्रभागों को **राजभाषा चल वैजयंती** प्रदान की गईं। इस अवसर पर संस्थान की राजभाषा कार्यान्वयन समिति के सदस्य, वरिष्ठ वैज्ञानिक एवं अधिकारीगण तथा अन्य सहकर्मी उपस्थित थे।

कार्यक्रम का शुभारंभ करते हुए श्री रमेश बौरा, वरिष्ठ हिंदी अधिकारी ने इस अवसर पर उपस्थित वरिष्ठ अधिकारियों एवं अन्य सहकर्मियों को हिंदी पखवाड़ा आयोजन की रूपरेखा से अवगत कराते हुए कहा कि इस अवधि में देशभर के सरकारी कार्यालयों एवं अन्य कार्यालयों में अपनी सुविधानुसार हिंदी सप्ताह/पखवाड़ा/माह का आयोजन किया जाता है।

हिंदी पखवाड़ा के उद्घाटन के दौरान आयोजन की रूपरेखा प्रस्तुत करते हुए श्री रमेश बौरा, वरिष्ठ हिंदी अधिकारी

हिंदी पखवाड़ा का शुभारंभ 1 सितंबर, 2025 को आयोजित लोकप्रिय कार्यक्रम 'प्रश्नमंच' से हुआ जिसमें प्रतिभागी सहकर्मियों ने उत्साहपूर्वक भाग लिया। क्विज मास्टर डॉ विजय चटर्जी, प्रधान वैज्ञानिक ने रोचक शैली में सामान्य ज्ञान, सतर्कता, समसामयिक आदि विषयों पर आधारित प्रश्न पूछे। सही उत्तर देने वाले प्रतिभागियों को तत्काल अच्छी गुणवत्ता के पेन भेंट किए गए।

प्रश्न मंच का संचालन करते हुए डॉ विजय चटर्जी, प्रधान वैज्ञानिक एवं उत्साहपूर्वक शामिल होते हुए प्रतिभागी

प्रतियोगिताओं का आयोजन

संस्थान में हिंदी पखवाड़ा के दौरान एवं जनवरी से अगस्त की अवधि के दौरान प्रश्नमंच सहित कुल 14 प्रतियोगिताओं का आयोजन किया गया। प्रतियोगिताओं एवं उनके विजेताओं का विवरण रिपोर्ट के अंतिम भाग में दिया गया है।

समापन एवं पुरस्कार वितरण

हिंदी पखवाड़ा का समापन **हिंदी दिवस** के उपलक्ष्य में दिनांक 18 सितंबर, 2025 को आयोजित **पुरस्कार वितरण समारोह** के साथ हुआ। पुरस्कार वितरण समारोह में संस्थान के निदेशक डॉ पी सी पंचारिया ने हिंदी पखवाड़ा के दौरान तथा वर्ष पर्यन्त आयोजित हिंदी प्रतियोगिताओं के 52 विजेता सहकर्मियों को पुरस्कृत किया। इसके अतिरिक्त संस्थान में लागू राजभाषा प्रोत्साहन योजनाओं के अंतर्गत भी 28 सहकर्मियों को नकद

पुरस्कार (डिजिटल माध्यम से) एवं प्रशस्तिपत्र भेंट किए गए। हिंदी में सर्वाधिक एवं विशिष्ट कार्य करने के लिए प्रशासनिक वर्ग में **वित्त एवं लेखा अनुभाग** तथा तकनीकी वर्ग में **ज्ञान संसाधन केंद्र** तथा वैज्ञानिक वर्ग में संस्थान के **परियोजना प्रबंधन एवं मूल्यांकन तथा व्यवसाय संवर्धन (पीएमईबीडी) समूह** को राजभाषा चल वैजयंती प्रदान की गईं।

पुरस्कार वितरण समारोह में संबोधित करते हुए
डॉ पी सी पंचारिया, निदेशक, सीएसआईआर-सीरी

समापन समारोह में उपस्थित सहकर्मीवृंद

संस्थान के निदेशक डॉ पी सी पंचारिया ने अपने अध्यक्षीय संबोधन में सभी पुरस्कार विजेताओं को बधाई दी और सभी सहकर्मियों को अपने संस्मरण साझा करते हुए कार्यालयी कार्यों में हिंदी के अधिकाधिक उपयोग के लिए प्रेरित किया। उन्होंने कहा कि हमारा संस्थान लघु भारत का प्रतिनिधित्व करता है जहां देश के विभिन्न प्रांतों के निवासी सेवारत हैं, इसलिए सभी सहकर्मियों का दायित्व है कि वे अन्य हिंदीतर भाषी सहकर्मियों को हिंदी सिखाएँ और उन्हें हिंदी बोलने-समझने-लिखने में सहायता करें। यह भी हिंदी की बड़ी सेवा होगी। नए साथियों का आह्वान करते हुए उन्होंने कहा कि इस प्रकार की गतिविधियों में अधिक से अधिक संख्या में शामिल होकर वे भी अपनी प्रतिभा का परिचय दें। उन्होंने सहकर्मियों से अपील की कि संकोच को त्याग कर अपने सरकारी और निजी कार्यों में हिंदी का अधिकाधिक उपयोग करें।

वर्ष पर्यन्त आयोजित प्रतियोगिताओं की जानकारी देते हुए
डॉ सुचंदन पाल, मुख्य वैज्ञा. एवं अध्यक्ष, हिंदी पखवाड़ा आयोजन समिति

इससे पूर्व हिंदी पखवाड़ा आयोजन समिति के अध्यक्ष **डॉ सुचंदन पाल,** मुख्य वैज्ञानिक ने हिंदी सप्ताह के दौरान एवं वर्षपर्यन्त आयोजित प्रतियोगिताओं एवं अन्य हिंदी गतिविधियों की जानकारी दी। उन्होंने सभी पुरस्कार विजेताओं को बधाई दी तथा सहकर्मियों से अपील की कि संकोच को त्याग कर अपने सरकारी और निजी कार्यों में हिंदी का अधिकाधिक उपयोग करें।

राजभाषा संदर्शिका 2024-25 का विमोचन करते हुए डॉ पी सी पंचारिया, निदेशक, सीएसआईआर-सीरी एवं अन्य अधिकारीगण

राजभाषा संदर्शिका 2025 का विमोचन

मंचस्थ अतिथि एवं अधिकारियों ने इस अवसर पर राजभाषा प्रकोष्ठ द्वारा तैयार की गई वार्षिक पत्रिका **'राजभाषा संदर्शिका'** के 11वें अंक का विधिवत विमोचन किया। पत्रिका प्रकोष्ठ के प्रमुख कार्यों का संकलन है।

राजभाषा चल वैजयंती पुरस्कार

संस्थान में राजभाषा हिन्दी के प्रचार-प्रसार के लिए लागू की गई राजभाषा चल वैजयंती योजना के विजेता अनुभागों/ प्रभागों को इस अवसर पर निम्नानुसार चल वैजयंती एवं प्रमाण पत्र भेंट किए गए :

प्रशासनिक वर्ग : इस वर्ग में हिन्दी में सर्वाधिक/विशिष्ट कार्य करने के लिए **वित्त एवं लेखा अनुभाग** को प्रमाण पत्र सहित राजभाषा चल वैजयंती भेंट की गई।

वित्त एवं लेखाअनुभाग को राजभाषा चल वैजयंती भेंट करते हुए
डॉ पी सी पंचारिया, निदेशक, सीएसआईआर-सीरी

ज्ञान संसाधन केंद्र को राजभाषा चल वैजयंती भेंट करते हुए
डॉ पी सी पंचारिया, निदेशक, सीएसआईआर-सीरी

तकनीकी वर्ग : इस वर्ग में हिन्दी में सर्वाधिक/विशिष्ट कार्य करने के लिए **ज्ञान संसाधन केंद्र (केआरसी)** को प्रमाण पत्र सहित राजभाषा चल वैजयंती भेंट की गई।

पीएमईबीडी प्रभाग को राजभाषा चल वैजयंती भेंट करते हुए
डॉ पी सी पंचारिया, निदेशक, सीएसआईआर-सीरी

वैज्ञानिक वर्ग : इस वर्ग में हिन्दी में सर्वाधिक/विशिष्ट कार्य करने के लिए **परियोजना प्रबंधन एवं मूल्यांकन तथा व्यवसाय संवर्धन (पीएमईबीडी) समूह** को प्रमाण पत्र सहित राजभाषा चल वैजयंती भेंट की गई। समूह प्रमुख **श्री प्रमोद तँवर, वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक** ने अपनी पूरी टीम के साथ पुरस्कार प्राप्त किया।

समारोह का संचालन करते हुए श्री रमेश बौरा, वरिष्ठ हिंदी अधिकारी एवं संयोजक, हिंदी पखवाड़ा 2025

हिंदी पखवाड़ा के संयोजक एवं वरिष्ठ हिंदी अधिकारी **श्री रमेश बौरा** ने सभी अधिकारियों व सहकर्मियों का स्वागत किया। कार्यक्रम का संचालन करते हुए उन्होंने उपस्थित अधिकारियों एवं अन्य सहकर्मियों को हिंदी दिवस आयोजन की पृष्ठभूमि से अवगत कराया।

अंत में प्रशासन नियंत्रक **श्री मधुरंजन पाण्डेय** ने संस्थान के निदेशक डॉ पी सी पंचारिया के प्रति आभार व्यक्त करते हुए

पखवाड़ा आयोजन समिति के अध्यक्ष डॉ सुचंदन पाल सहित सभी सदस्यों, निर्णायकों व प्रतिभागियों को आयोजन को सफल बनाने के लिए धन्यवाद दिया।

धन्यवाद ज्ञापित करते हुए श्री मधुरंजन पाण्डेय, प्रशासन नियंत्रक

इस अवसर पर उन्होंने **माननीय गृहमंत्री जी** के **हिंदी दिवस संदेश** के प्रमुख बिंदुओं को भी उद्धृत किया।

कार्यक्रम का समापन राष्ट्रगान से हुआ।

हिंदी पखवाड़ा 2025 एवं वर्ष पर्यन्त आयोजित प्रतियोगिताओं के विजेताओं का विवरण

हिन्दी सप्ताह की अवधि के दौरान तथा वर्षपर्यन्त सभी सहकर्मियों के लिए विभिन्न प्रतियोगिताओं एवं अन्य गतिविधियों का आयोजन किया गया। प्रतियोगिताओं एवं उनके विजेताओं का विवरण निम्नवत है :

1. श्रुतलेख - हिन्दी भाषी (दिनांक 31.01.2025)

सुश्री माया, तकनीशियन-1	प्रथम
श्री विकास टेलर, कनिष्ठ आशुलिपिक	द्वितीय
श्री बलवान, प्रशिक्षु	तृतीय
श्रीमती सुनीता आर्या, वरिष्ठ तकनीकी अधिकारी	प्रोत्साहन

2. श्रुतलेख - हिंदीतर भाषी (दिनांक 19.03.2025)

श्री जेगनाथन एम, तकनीशियन (2)	प्रथम
श्री बिबिन सैम्युअल, तकनीशियन-1	द्वितीय
श्री बिड्डिका पृथ्वी, तकनीशियन-1	तृतीय
श्री मुदापका गणेश, तकनीशियन-1	प्रोत्साहन

3. निबंध लेखन (दिनांक 16.04.2025)

श्री पियुष अग्रवाल, जेआरएफ	प्रथम
श्री रूपेश, सहायक अनुभाग अधिकारी	द्वितीय
श्री बाबुल सैनी, प्रोजेक्ट एसोसिएट-2	तृतीय
सुश्री माया, तकनीशियन (1)	प्रोत्साहन

4. हिंदी पाठ पठन - हिंदी भाषी (दिनांक 30.05.2025)

सुश्री माया, तकनीशियन (1)	प्रथम
सुश्री प्रिंसी कुमारी, प्रशिक्षार्थी	द्वितीय
श्री हेमंत शर्मा, कनिष्ठ सचिवालय सहायक	तृतीय
श्री रोहिताश्व पंचारिया, तकनीशियन (1)	प्रोत्साहन

5. हिंदी पाठ पठन - हिंदीतर भाषी (दिनांक 06.06.2025)

श्री शुभेन्दु चक्रवर्ती, पीएचडी छात्र	प्रथम
श्री बिड्डिका पृथ्वी, तकनीशियन-1	द्वितीय
श्री जेगनाथन एम, तकनीशियन (2)	तृतीय
श्री शुभम चौधुरी, पीएचडी छात्र	प्रोत्साहन

6. कंप्यूटर पर हिंदी टंकण (प्रशासनिक सहकर्मी वर्ग) (दिनांक 24.06.2025)

श्री विनय सिंह, सहायक अनुभाग अधिकारी	प्रथम
श्री निर्मल कुमार, सहायक अनुभाग अधिकारी	द्वितीय
श्री विकास टेलर, कनिष्ठ आशुलिपिक	तृतीय
श्रीमती सुमन शर्मा, एमटीएस	प्रोत्साहन

7. कंप्यूटर पर हिंदी टंकण (तकनीकी सहकर्मी वर्ग) (दिनांक 15.07.2025)

सुश्री माया, तकनीशियन-1	प्रथम
श्री विपुल शर्मा, तकनीशियन (2)	द्वितीय
श्री नरेन्द्र कुमार सिंह, वरिष्ठ तकनीकी अधिकारी	तृतीय
श्री प्रवीण, तकनीशियन (2)	प्रोत्साहन

8. आशुभाषण (दिनांक 03.09.2025)

डॉ. गौरव पुरोहित, प्रधान वैज्ञानिक	प्रथम
श्री हेमन्त शर्मा, कनिष्ठ सचिवालय सहायक	द्वितीय

श्री धनराज नायक, पीएचडी छात्र	तृतीय
श्री विक्रम सिंह रावत, वरिष्ठ तकनीकी अधिकारी	चतुर्थ

9. वाद विवाद (दिनांक 04.09.2025)

डॉ. गौरव पुरोहित, प्रधान वैज्ञानिक	प्रथम
श्री विक्रम सिंह रावत, वरिष्ठ तकनीकी अधिकारी	द्वितीय
श्री धनराज नायक, पीएचडी छात्र	तृतीय
श्री हेमन्त शर्मा, कनिष्ठ सचिवालय सहायक	चतुर्थ

10. प्रशासनिक प्रस्तुतीकरण (दिनांक 08.09.2025)

डॉ. गौरव पुरोहित, वरिष्ठ वैज्ञानिक	प्रथम
श्री विक्रम सिंह रावत, वरिष्ठ तकनीकी अधिकारी	द्वितीय
श्री हेमन्त शर्मा, कनिष्ठ सचिवालय सहायक	तृतीय
श्री विनय सिंह, सहायक अनुभाग अधिकारी	प्रोत्साहन

11. तकनीकी प्रस्तुतीकरण (दिनांक 11.09.2025)

डॉ. गौरव पुरोहित, प्रधान वैज्ञानिक	प्रथम
डॉ. राहुल प्रजेश, प्रधान वैज्ञानिक	द्वितीय
श्री हेमन्त शर्मा, कनिष्ठ सचिवालय सहायक	तृतीय
श्री बिड्डिका पृदवी, तकनीशियन-1	प्रोत्साहन

12. कविता पाठ - स्वरचित (दिनांक 11.09.2025)

डॉ. आलोक मिश्र, वरिष्ठ तकनीकी अधिकारी	प्रथम
श्री हेमन्त शर्मा, कनिष्ठ सचिवालय सहायक	द्वितीय
सुश्री करिश्मा गोस्वामी, परियोजना सहायक	तृतीय
श्री विशाल नायक, तकनीशियन (1)	प्रोत्साहन

13. कविता पाठ - अन्य कवि (दिनांक 13.09.2025)

डॉ. आलोक मिश्र, वरिष्ठ तकनीकी अधिकारी	प्रथम
डॉ. अदिति, प्रधान वैज्ञानिक	द्वितीय
श्री हेमन्त शर्मा, कनिष्ठ सचिवालय सहायक	तृतीय
श्री अशोक कुमार शर्मा, वरिष्ठ तकनीशियन (2)	प्रोत्साहन

इस प्रकार संस्थान में हिंदी पखवाड़ा 2025 का आयोजन हिंदी दिवस के उपलक्ष्य में आयोजित पुरस्कार वितरण समारोह के साथ सफलतापूर्वक संपन्न हुआ।

कार्यक्रम/प्रतियोगिताओं के कुछ अन्य चित्र

प्रशासनिक शब्द एवं उनके अनुप्रयोग

क्र.सं.	शब्द	अर्थ	उपयोग (अंग्रेजी में)	उपयोग (हिंदी में)
1.	abridged report	संक्षिप्त रिपोर्ट	The abridged report has been submitted by the committee.	समिति ने संक्षिप्त रिपोर्ट प्रस्तुत की है।
2.	absorb	शामिल करना	The employees recruited on deputation were absorbed in regular service after completion of 3 years.	प्रतिनियुक्ति पर भर्ती किए गए कर्मचारियों को 3 वर्ष के बाद नियमित सेवा में शामिल कर लिया गया।
3.	accumulate	जमा होना	200 days earned leave have been accumulated in the leave account.	छुट्टी खाते में 200 दिन की अर्जित छुट्टी जमा हुई है।
4.	anonymous complaint	गुमनाम शिकायत	An anonymous complaint has been received by the vigilance officer.	सतर्कता अधिकारी को एक गुमनाम शिकायत मिली है।
5.	casual labour	अनियत मजदूर	There is restriction on engaging casual labour in the Govt. Departments.	सरकारी विभागों में अनियत मजदूर रखने पर प्रतिबंध है।
6.	casting vote	निर्णायक मत	The chairman gave his casting vote in favour of the proposal.	अध्यक्ष ने अपना निर्णायक मत प्रस्ताव के पक्ष में दिया।
7.	closure	समापन, समाप्ति	The unspent balance is returned at the closure of the financial year.	वित्तीय वर्ष की समाप्ति पर बिना खर्च हुई राशि वापस कर दी जाती है।
8.	clerical error	लेखन अशुद्धि	There was nothing wrong with the draft, just some clerical errors.	मसौदा ठीक था, केवल कुछ लेखन अशुद्धि थी।
9.	compensation	क्षतिपूर्ति	Company has paid one year's salary as compensation for the	कार्यालय ड्यूटी के दौरान हुई दुर्घटना के लिए क्षतिपूर्ति के रूप में कंपनी ने एक साल का वेतन दिया है।

			accident occurred during office duty.	
10.	contingencies	आकस्मिक व्यय	There is a provision of contingencies in budget.	बजट में आकस्मिक व्यय का प्रावधान है।
11.	gazette	राजपत्र	The notification has been published in the gazette.	राजपत्र में अधिसूचना प्रकाशित की गई है।
12.	government expenditure	सरकारी व्यय	The government expenditure has been curtailed due to economic slowdown.	आर्थिक मंदी के कारण सरकारी व्यय में कटौती की गई है।
13.	grievance	शिकायत	The workers demanded a committee to handle their grievances.	श्रमिकों ने अपनी शिकायतें सुनने के लिए एक समिति के गठन की मांग की।
14.	half pay leave	अर्ध वेतन छुट्टी	The employee has been sanctioned half pay leave.	कर्मचारी को अर्ध वेतन छुट्टी स्वीकृत की गई है।
15.	hardship allowance	कठिनाई भत्ता	The hardship allowance has been increased by 25%.	कठिनाई भत्ता 25 प्रतिशत बढ़ा दिया गया है।
16.	honorarium	मानदेय	The competent authority has sanctioned honorarium to the officers engaged in the research project.	सक्षम प्राधिकारी ने अनुसंधान परियोजना से जुड़े अधिकारियों को मानदेय स्वीकृत किया है।
17.	human resource	मानव संसाधन	The company is keen to provide better opportunity to its human resource.	कंपनी अपने मानव संसाधन को बेहतर अवसर प्रदान करने के लिए उत्सुक है।
18.	indent	मांगपत्र, इंडेन्ट	The stationery needed for the section may be mentioned in the indent.	मांगपत्र में अनुभाग के लिए आवश्यक लेखन सामग्री का उल्लेख किया जाए।
19.	induction course	प्रवेश पाठ्यक्रम	The trainer briefed about the Induction course.	प्रशिक्षक ने प्रवेश पाठ्यक्रम के बारे में जानकारी दी।

20.	lateral entry	पार्श्विक प्रवेश	PCS officers are allowed lateral entry in civil services after completion of required eligibility criteria.	राज्य सेवा के अधिकारियों को अपेक्षित अर्हता पूरी करने पर सिविल सेवा में पार्श्विक प्रवेश दिया जाता है।
21.	leave encashment	अवकाश नकदीकरण	All employees demanded leave encashment.	सभी कर्मचारियों ने अवकाश नकदीकरण की मांग की।
22.	neutral	तटस्थ	The inquiry was entrusted to the neutral officer.	जांच तटस्थ अधिकारी को सौंपी गई।
23.	nodal agency	नोडल एजेंसी	The Ministry is a nodal agency for implementation of the scheme.	यह मंत्रालय इस योजना को लागू करने के लिए नोडल एजेंसी है।
24.	noting and drafting	टिप्पण और प्रारुपण	During the fortnight, a competition was organized on the topic of noting and drafting in Hindi	हिंदी पखवाड़े के दौरान हिंदी में टिप्पण और प्रारुप लेखन प्रतियोगिता आयोजित की गई।
25.	oath of secrecy	गोपनीयता शपथ	CBI officials are required to take an oath of secrecy	सीबीआई अधिकारियों को गोपनीयता की शपथ लेनी होती है।
26.	occurrence	घटना	This occurrence has an indirect bearing on the interest of the Government.	इस घटना का सरकार के हित पर अप्रत्यक्ष प्रभाव पड़ता है।
27.	official language	राजभाषा	Under Article 343 of the Constitution, Hindi shall be the official language of the Union.	संविधान के अनुच्छेद 343 के तहत हिंदी संघ की राजभाषा होगी।
28.	open tender	खुली निविदा	An open tender process is an invitation to tender by public advertisement.	खुली निविदा प्रक्रिया में सार्वजनिक विज्ञापन द्वारा निविदाएं आमंत्रित की जाती हैं।

29.	reappointment	पुनर्नियुक्ति	Employees may apply for their reappointment on contract basis after retirement.	कर्मचारी सेवानिवृत्ति के पश्चात संविदा आधार पर अपनी पुनर्नियुक्ति के लिए आवेदन कर सकते हैं।
30.	receipt certificate	पावती प्रमाणपत्र	Payment can also be made without receipt certificate from consignee.	माल भेजने वाले को प्रेषक के प्राप्ति प्रमाणपत्र के बिना भी भुगतान किया जा सकता है।
31.	record of service	सेवा अभिलेख	The record of service of a government employee shall be maintained by the department /office in which he is employed.	सरकारी कर्मचारी का सेवा रिकॉर्ड उस विभाग/कार्यालय द्वारा रखा जाएगा जिसमें वह नियोजित है।
32.	safety appliance	सुरक्षा साधन	Safety appliances have been installed in the office to avert any mishap from fire.	आग से किसी भी तरह की दुर्घटना से बचने के लिए कार्यालय में सुरक्षा साधन स्थापित किए गए हैं।
33.	sanctioned strength	स्वीकृत कर्मचारी संख्या	Two posts of translators are vacant as per the sanctioned strength of the Ministry.	मंत्रालय की स्वीकृत कर्मचारी संख्या के अनुसार अनुवादकों के दो पद रिक्त हैं।
34.	scholar	विद्वान	The library attracts hundreds of scholars.	इस पुस्तकालय में सैकड़ों विद्वान आते हैं।
35.	scrutiny	जांच	The documents should be available for public scrutiny.	दस्तावेज सार्वजनिक जांच के लिए उपलब्ध होना चाहिए।
36.	seconder	अनुमोदक	The seconder of the proposal advanced some important arguments.	अनुमोदक ने प्रस्ताव के संबंध में कुछ महत्वपूर्ण तर्क दिए।
37.	social welfare	समाज कल्याण	The government has spent huge amounts of money on social welfare.	सरकार ने समाज कल्याण पर भारी मात्रा में धन खर्च किया है।

साभार : https://rajbhasha.gov.in/sites/default/files/saralshabdavali.pdf

----

तकनीकी शब्द

Technical Terms

क्र.सं.	तकनीकी शब्द	अर्थ
1.	Amplifier	प्रवर्धक
2.	Analog Signal	अनुरूप संकेत
3.	Absorption	अवशोषण
4.	Attenuation	क्षीणन
5.	Bipolar Transistor	द्विध्रुवी ट्रांजिस्टर
6.	Bandwidth Enhancement	बैंडविड्थ वृद्धि
7.	Binary	द्विआधारी
8.	Broadband	विस्तृत बैंड
9.	Barrier Potential	अवरोध विभव
10.	Charge Carrier	आवेश वाहक
11.	Capacitor	संधारित्र
12.	Cavity Resonator	गुहा अनुनादक
13.	Computational Method	संगणनात्मक विधि
14.	Charge Accumulation	आवेश संचय
15.	Common Emitter Amplifier	सामान्य उत्सर्जक प्रवर्धक
16.	Depletion Layer	रिक्ति परत
17.	Dielectric Constant	डाइलेक्ट्रिक नियतांक
18.	Electromagnetic Field	विद्युतचुंबकीय क्षेत्र
19.	Electron Mobility	इलेक्ट्रॉन गतिशीलता
20.	Embedded System	अंतर्निहित प्रणाली
21.	Electromagnetic Radiation	विद्युतचुंबकीय विकिरण
22.	Frequency	आवृत्ति
23.	Fusion Plasma	संलयन प्लाज़्मा
24.	Hexadecimal	षोडशाधारी
25.	Heat Sink	ऊष्मा अवशोषक
26.	Heat Dissipation	ऊष्मा अपव्यय
27.	Hybrid Circuit	संकर परिपथ
28.	Harmonic Suppression	हार्मोनिक दमन
29.	Impedance	प्रतिबाधा
30.	Interaction Region	अंतःक्रिया क्षेत्र
31.	Intrinsic Semiconductor	अंतर्जात अर्धचालक
32.	Integrated Circuit	समाकलित परिपथ
33.	Insulator	कुचालक
34.	Junction	संधि
35.	Light Emitting Diode (LED)	प्रकाश उत्सर्जक डायोड

36.	Multiplexer	बहुसंयोजक
37.	Multimeter	बहुमापी
38.	Microprocessor	सूक्ष्म संसाधक
39.	Numerical Analysis	संख्यात्मक विश्लेषण
40.	Non-volatile Memory	अ-वाष्पशील स्मृति
41.	Nonlinear Interaction	अरेखीय अंतःक्रिया
42.	Oscillator	दोलक
43.	Optimization	अनुकूलन
44.	Overcurrent Protection	अतिधारा संरक्षण
45.	Operational Amplifier	परिचालन प्रवर्धक
46.	Polarization	ध्रुवण
47.	Parabolic Antenna	परवलयिक एंटीना
48.	Power Dissipation	शक्ति अपव्यय
49.	Printed Circuit Board	मुद्रित परिपथ बोर्ड
50.	Resistor	प्रतिरोधक
51.	Rectifier	दिष्टकारी
52.	Radiation Pattern	विकिरण प्रतिरूप
53.	Sensor	संवेदक
54.	Scattering	प्रकीर्णन
55.	Simulation	अनुकरण
56.	Synchronization	समकालिकरण
57.	Travelling Wave Tube	चलित तरंग नलिका
58.	Transmission	संप्रेषण
59.	Temperature Coefficient	ताप गुणांक
60.	Thermal Runaway	तापीय अराजकता
61.	Unipolar	एकध्रुवीय
62.	Under Voltage Lockout	अल्प-वोल्टेज अवरोध
63.	Uninterruptible Power Supply (UPS)	निर्बाध विद्युत आपूर्ति
64.	Velocity of Propagation	प्रसारण वेग
65.	Vacuum Tube	निर्वात नलिका
66.	Variable Frequency Drive	परिवर्ती आवृत्ति ड्राइव
67.	Valence Band	संयोजक बैंड
68.	Wavelength	तरंगदैर्घ्य
69.	Wave Impedance	तरंग प्रतिबाधा
70.	Wave Propagation	तरंग प्रसार
71.	Zero Crossing Detector	शून्य पारगमन डिटेक्टर

भेंट चढ़ गया परिश्रम किसी के झूठे अहंकार पे

डॉ. आलोक मिश्र
प्रथम पुरस्कार कविता पाठ
(स्वरचित)

भेंट चढ़ गया परिश्रम, किसी के झूठे अहंकार पर।
सच की मिट्टी उड़ गई, झूठ के दरबार पर॥
सींचा था जिसने रातों को खून-पसीने से।
काट गया वो सपना, बस एक आदेश के तीखे सीने से॥
मेहनत की फसल लहराई थी उम्मीदों के खेतों पर।
पर कुचल दी गई वो, सत्ता के बेरहम जूतों पर॥
कदम दर कदम चढ़ा था जो, पत्थर को भी राह बनाकर।
उसे गिरा दिया गया, बस शब्दों की दीवार बनाकर॥
पर एक चाह थी— कि रंग लाये मेरे प्रयास।
मिले सभी को मेरे प्रयासों का प्रकाश॥
मैं मौन रहा, गरजता रहा भीतर।
पर बाहर था बस शांति का चादर॥
क्योंकि लड़ना क्या उस अहं के संग।
जो खुद ही खो बैठा है अपनी जंग॥
अब भी जलता हूँ भीतर ही भीतर।
पर सीख लिया है– ना हर संग्राम होता है बाहर॥
कर्म फिर भी करूंगा, चुपचाप, निडर ।
क्योंकि सत्य को चाहिए बस समय का अवसर॥
पर श्रम कभी रुकता नहीं, हार उसकी पहचान नहीं।
वो फिर उठेगा, उठ खड़ा होगा एक दिन॥
जब अहंकार की दीवारें गिरेंगी शोर के साथ।
परिश्रम फिर बोलेगा, अपने सच्चे जोर के साथ॥

श्री हेमन्त शर्मा
द्वितीय पुरस्कार
कविता पाठ
(स्वरचित)

तेरी याद

कुछ पुराने से ख्वाब अधूरे, कुछ हसरतें बेमुकम्मल सी,
पुरानी सी एक तस्वीर तेरी, जो आज मेरे सामने आई।
मुझे मेरी पहली मोहब्बत याद आई,
हाँ, मुझे फिर से तेरी याद आई।
वो आहट तेरे आने की, वो खामोशी तेरे जाने की,
झंकार वो तेरी पायल की, निगाहें-ए-हुस्न सजी वो
काजल सी।
चली जो आज फिर से पुरवाई,
मुझे मेरी पहली मोहब्बत याद आई,
हाँ, मुझे फिर से तेरी याद आई।
अधूरा अफ़साना वो याद आया,
जमाना वो पुराना याद आया।
लिखे थे तन्हा रातों में तेरे लिए,
पर जो दे न सका कभी, वो ख़त सारे के सारे याद आए।
बयां करती हैं जो हाल-ए-दिल मेरा,
वो ग़ज़लें आज मैंने फिर से गुनगुनाई।
मुझे मेरी पहली मोहब्बत याद आई,
हाँ, मुझे फिर से तेरी याद आई।
नाज़ुक सी खनक वो तेरे झुमके की,
वो खुशबू तेरे गजरे की।

मिलती थी जब नज़रें तुझसे, निगाहें वो तेरा झुका लेना,
झुका के फिर उठा लेना।
बेबसी वो मेरी नज़रों की और बेबसी इस दिल की याद आई।
मुझे मेरी पहली मोहब्बत याद आई,
हाँ, मुझे फिर से तेरी याद आई।
कुछ अनकहे जज़्बात तेरे, जो लफ्ज़ों में कभी ढल न पाए,
कुछ ख्वाब तेरे संग सजाए हुए, जो वक्त की रेत में दब से गए।
बिन तेरे भी तेरी मौजूदगी आज भी है हर सांस में समाई।
मुझे मेरी पहली मोहब्बत याद आई,
हाँ, मुझे फिर से तेरी याद आई।
आज भी चाँदनी जब खिड़की पे दस्तक देती है,
तेरी हँसी की गूंज दिल के वीराने में बस जाती है।
हर सितारा तेरी आँखों की चमक सा दिखाई देता है।
हर जुस्तजू में
हर जू में मुझे , मुझे दिखती है अब भी उस नाकाम इश्क़ की परछाई
पर आज जो झूम के बरखा फिर से घिर आई।
मुझे मेरी पहली मोहब्बत याद आई,
हाँ, मुझे फिर से तेरी याद आई।

साहस

सुश्री करिश्मा गोस्वामी
तृतीय पुरस्कार
कविता पाठ
(स्वरचित)

मंजिल पाना है ध्येय अगर, तो चलने का साहस रखो।
तारा बनने की इच्छा है, तो जलने का साहस रखो॥

सचमुच में काफी मुश्किल है, ऊंचे पर्वत पर चढ़ जाना।
गति है जीवन की तेज बहुत, इस दौड़ में आगे बढ़ जाना॥

फिर भी जग में बढ़ने वाले, झट पर्वत पर जा चढ़ते हैं।
टकरा टकरा तूफानों से, आगे ही आगे बढ़ते हैं॥

अब काहे की है बेहोशी, कैसी अलसाई, अंगड़ाई।
यदि दरिया बनकर रहना है, तो गलने का साहस रखो॥

वह कौन जिसे ना प्यारी हो, यह नींद मधुर सपनों वाली।
किसके मन को ना भाती है, आराम की धुन अपनों वाली॥

जब युद्ध छिड़ा हो घमासान, जो जीवन को हर सकता है।
तब कोई सिपाही सीमा पर, आराम नहीं कर सकता है॥

फिर कैसी नींद भला कैसी, बिखरी उलझी सी जम्हाई।
यदि कुंदन बनकर तपना है, तो ढलने का साहस रखो॥

मंजिल पाना है ध्येय अगर, तो चलने का साहस रखो।
तारा बनने की इच्छा है, तो जलने का साहस रखो॥

श्री विशाल नायक
प्रोत्साहन पुरस्कार
कविता पाठ
(स्वरचित)

माँ

तुम हो यहाँ मेरे अंदर मेरे भीतर समाई हुई।
जैसे बरसों की दौलत समेट रखी हो अपनी कमाई हुई।

तुम हो मेरा वो अहसास जो सब एहसासों मे खास है,
तू दूर होकर भी मुझसे, माँ मेरे दिल के सबसे पास है।

तू जान है, तू जीवन है, तू धड़कन है, तू राग है, तू प्रीत है,
तू ही मेरे इस खाली जीवन का संपूर्ण संगीत है।

तू साँस है, तू सरगम है, मेरे हर दुःख में सुख का आभास है।
तू इन सब से कहीं ऊपर है, तुझमें परमात्मा का वास है।

तू है तो मैं हु, तेरे होने से मेरी खुशियाँ सारी हैं।
बस माँ तू हमेशा खुश रहे, मेरे पास रहे, यही दुआ हमारी है।

माँ मेरी हर कामयाबी के पीछे बस तेरा ही नाम है।
माँ तेरे चरणों में मेरा कोटि कोटि प्रणाम है।

आखिरी दो पंक्तियों मे अपना सार लिखता हूँ।
माँ मैं ये जीवन सारा तुझपे निसार लिखता हूँ॥

समाचार गैलरी

राजस्थान पत्रिका

सीरी पिलानी के वैज्ञानिकों की ओर से विकसित तकनीक दिल्ली में हस्तांतरित की

पिलानी@पत्रिका. केन्द्रीय इलेक्ट्रॉनिकी अभियांत्रिकी अनुसंधान संस्थान (सीरी) के वैज्ञानिकों की ओर से पिछले दिनों विकसित की गई तकनीकों के उपयोग से मानव जीवन में सुगमता आएगी। सीरी संस्थान ने विकसित तकनीकों का उत्पादन करने के लिए दिल्ली में आयोजित एक कार्यक्रम में अनुबंध किए हैं।

नई दिल्ली स्थित विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग (डीएसआईआर) के स्थापना दिवस समारोह में प्रौद्योगिकियों का हस्तांतरण किया गया। समारोह में विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग के मंत्री तथा सीएसआईआर के उपाध्यक्ष डा. जितेन्द्र सिंह मुख्यअतिथि थे। कार्यक्रम में भारत सरकार के प्रधान वैज्ञानिक सलाहकार डा. अजय सूद, सीएसआईआर महानिदेशक एवं डीएसआईआर सचिव एन. कलैसेल्वी अतिथि थे। कार्यक्रम में सीरी के निदेशक डा. पी.सी. पंचारिया, जयपुर परिसर के प्रभारी वैज्ञानिक डा. साई कृष्णा, प्रौद्योगिकी व्यवसाय संवर्धन समूह प्रमुख डा. मनीष मैथ्यू तथा वरिष्ठ वैज्ञानिक डा. सत्यम श्रीवास्तव सहित वैज्ञानिक समुदाय ने भाग लिया। समारोह मे संस्थान के वैज्ञानिकों द्वारा विकसित 'आईओटी सक्षम एंडोस्कोप फॉर मिनिमल इनवेसिव सर्जरी' यलो मेडिप्लस प्राइवेट लिमिटेड को, आईओटी सक्षम फील्ड डिप्लॉयमेंट जल गुणवत्ता जांच उपकरण नागपुर पॉलिफिल्म्स प्राइवेट लिमिटेड को, 'हाई इंटेंसिटी लाइट सोर्स फॉर मिनिमल इनवेसिव सर्जरी' डिवाइन मेडिटेक को, दुग्ध की मिलावट का पता लगाने के लिए विकसित 'क्षीर स्कैनर' केआर इलेक्ट्रॉनिक्स, जयपुर को, दूध के पोषक तत्वों की मात्रा की जानकारी देने वाली 'क्षीर एनालाइजर' टेक्नोलॉजी केआर इलेक्ट्रॉनिक्स, जयपुर को तथा 'अफोर्डेबल पीसीआर' सिडेक्स लेबोरेटरी सॉल्यूशन्स, चेन्नई को हस्तांतरित की गई।

पिलानी. दिल्ली में आयोजित समारोह में तकनीक हस्तांतरित करते अतिथि तथा संस्थान के वैज्ञानिक।

नवाचार बढ़ाने की क्षमता

सीरी संस्थान निदेशक डा. पीसी पंचारिया ने बताया कि हस्तांतरित की गई तकनीकों में स्वास्थ्य, जल गुणवत्ता परीक्षण और खाद्य सुरक्षा जैसे क्षेत्रों में अनुसंधान और नवाचार को बढ़ावा देने की क्षमता है। उन्होंने बताया कि आईओटी सक्षम एंडोस्कोप फॉर एमआईएस और हाई इंटेंसिटी लाइट सोर्स न्यूनतम हस्तक्षेप वाली सर्जरी में दक्षता बढ़ाएंगे। क्षीर स्कैनर और क्षीर एनालाइजर दुग्ध गुणवत्ता परीक्षण के लिए प्रभावी उपकरण हैं जो दूध में मिलावट की त्वरित और सटीक पहचान करते हैं। वहीं, आईओटी सक्षम फील्ड डिप्लॉयमेंट किट पानी की गुणवत्ता के फील्ड परीक्षण के लिए और अफोर्डेबल पीसीआर जैव प्रौद्योगिकी अनुसंधान और चिकित्सा निदान को बल मिलेगा।

दैनिक भास्कर — शेखावाटी भास्कर

प्रशिक्षण • एडवांस्ड डिजाइन प्रशिक्षण में 60 से अधिक प्रतिभागियों ने की शिरकत

भारत में चिप डिजाइन के अवसरों और संभावनाओं पर चर्चा के लिए सीरी पिलानी में आयोजित हुई कार्यशाला

भास्कर न्यूज़ | पिलानी

सीएसआईआर सीरी कैंपस में उद्यमिता और कौशल विकास कार्यक्रम पर एडवांस्ड डिजाइन विषयक पांच दिवसीय प्रशिक्षण कार्यक्रम का आयोजन किया गया। इसमें चिप डिजाइन के अवसरों और संभावनाओं पर जानकारी दी गई।

कार्यक्रम में विभिन्न विषय विशेषज्ञों, शिक्षाविदों, आईआईटी, एनआईआईटी सहित देशभर के इंजीनियरिंग संस्थानों और उद्योग जगत से 60 से अधिक प्रतिभागी शामिल हुए। कार्यक्रम की शुरुआत सीरी के पूर्व निदेशक डॉ. चंद्रशेखर द्वारा सी मॉस डिवाइसेज में प्रगति और भविष्य की चुनौतियों पर विचारशील चर्चा से हुई। आईआईटी दिल्ली के पूर्व प्रोफेसर जीएस विश्वेश्वरन ने सीमॉस वीएलएसआई डिजाइन पर विस्तृत व्याख्यान दिया। लेफ्टिनेंट कर्नल मानस बाजपेई, कैलिफोर्निया स्टेट यूनिवर्सिटी यूएसए की प्रोफेसर जया दोफे, इंटेल के वरिष्ठ डिजाइन इंजीनियर विजय कुमार, बिट्स पिलानी के प्रोफेसर नीरज मिश्रा, कैडेन्स के डॉ. मनोज कुमार तिवारी, एमएनआईटी के डॉ. मनीष कुमार, डिजिटल यूनि. केरल के डॉ. एलेक्स जेम्स और एन्सिस इंडिया के निदेशक डॉ. अनंत नारायण ने भी प्रतिभागियों का मार्गदर्शन किया। अंत में सीरी निदेशक डॉ. पीसी पंचारिया ने बताया कि इस कार्यक्रम का उद्देश्य देश के सेमीकंडक्टर ईकोसिस्टम को मजबूत करने के लिए एडवांस्ड वीएलएसआई डिजाइन और सेमीकंडक्टर उद्योग के लिए आवश्यक जनशक्ति का कौशल विकास करना है ताकि भारत चिप डिजाइन और फैब्रिकेशन के क्षेत्र में आत्मनिर्भर और वैश्विक स्तर पर प्रतिस्पर्धी बन सके।

पिलानी. सीरी में हुई कार्यशाला में उपस्थिति प्रतिभागी।

पैरामीटर ऑप्टिमाइजेशन पर दिया व्याख्यान

वीएलएसआई सोसाइटी ऑफ इंडिया के अध्यक्ष डॉ. सत्य गुप्ता ने भारत में चिप डिजाइन के अवसरों और संभावनाओं पर जानकारी दी। एनालॉग डिजाइन विशेषज्ञ डॉ. अनुरूप मित्रा ने सीमॉस एम्प्लीफायर डिजाइन और स्टैंडर्ड पीडीके का उपयोग कर पैरामीटर ऑप्टिमाइजेशन पर व्याख्यान दिया। इस कार्यक्रम का मुख्य आकर्षक एनएक्सपी सेमीकंडक्टर्स के वरिष्ठ सुरक्षा आर्किटेक्ट अरुण जैन द्वारा वीएलएसआई सर्किट और सिस्टम में हार्डवेयर और सिस्टम सुरक्षा पर एक इंटरएक्टिव सत्र था।

भीम प्रज्ञा

www.bheempragya.in | वर्ष-09 | अंक-254 | झुंझुनू (राजस्थान) | शनिवार, 8 नवम्बर, 2025 | Email.bheempragya@gmail.com | पृष्ठ-8 | मूल्य 5.00

सीएसआईआर-सीरी में उन्नत औद्योगिक इंटरनेट ऑफ थिंग्स पर कौशल विकास कार्यक्रम संपन्न

समापन सत्र में प्रतिभागियों को प्रशिक्षण प्रमाण पत्र भेंट किए गए

भीम प्रज्ञा न्यूज़.पिलानी।

पिलानी स्थित सीएसआईआर-केंद्रीय इलेक्ट्रॉनिकी अभियांत्रिकी अनुसंधान संस्थान के जयपुर परिसर में आरआईआईसीओ, राजस्थान के सहयोग से आयोजित एक माह के उन्नत आईआईओटी कौशल विकास कार्यक्रम का समापन हुआ। इस कार्यक्रम में राजस्थान के विभिन्न इंजीनियरिंग संस्थानों से 30 छात्राओं ने भाग लिया। कार्यक्रम में विज्ञान भारती राजस्थान के सचिव डॉ मेघेन्द्र शर्मा मुख्य अतिथि थे। प्रशिक्षण में एम्बेडेड सिस्टम, सेंसर इंटीग्रेशन, पीसीबी डिजाइन, सॉफ्टवेयर विकास, रोबोटिक्स और ऑटोमेशन जैसे व्यावहारिक विषयों पर विशेष प्रशिक्षण प्रदान किया गया। समापन सत्र के मुख्य अतिथि डॉ. मेघेन्द्र शर्मा, सचिव, विज्ञान भारती राजस्थान ने सीएसआईआर-सीरी द्वारा महिलाओं को उन्नत तकनीकी प्रशिक्षण देने के प्रयासों की सराहना की। प्रशिक्षण के दौरान संस्थान के निदेशक डॉ. पी. सी. पंचारिया ने भी छात्राओं को "विकसित भारत @2047" के लक्ष्य में योगदान देने हेतु प्रेरित किया।

कार्यक्रम का समन्वय डॉ. विजय चटर्जी ने किया तथा श्री साई कृष्णा वड्डादी और डॉ. सचिन देवासी सहित अन्य वैज्ञानिकों ने भाग लिया। कार्यक्रम का समापन प्रमाणपत्र वितरण और प्रतिभागियों की उत्साही प्रतिक्रियाओं के साथ हुआ, जिससे सीएसआईआर-सीरी की भारत के इलेक्ट्रॉनिक्स एवं आईओटी में कुशल मानव संसाधन तैयार करने की प्रतिबद्धता और मजबूत हुई।

दैनिक भास्कर — सच्ची बात, बेधड़क

सीरी में माइक्रोवेव, मिलीमीटर वेव तकनीकों पर 3 दिवसीय संगोष्ठी शुरू, प्रौद्योगिकी प्रदर्शनी लगाई

उद्घाटन सत्र में तीन एमओयू भी हुए, 5जी टू 6जी इंडिया पर्सपेक्टिव विषय पर की-नोट व्याख्यान

भास्कर न्यूज़ | पिलानी

सीएसआईआर-केंद्रीय इलेक्ट्रॉनिकी अभियांत्रिकी अनुसंधान संस्थान पिलानी में तीन दिवसीय अंतरराष्ट्रीय विज्ञान संगोष्ठी माइक्रोवेव, मिलीमीटर वेव एंड बियॉण्ड टेक्नोलॉजीज फॉर कनेक्टेड फ्यूचर का शुभारंभ हुआ। मुख्य अतिथि राजेश कुमार पाठक, महानिदेशक, भारत 6जी अलायंस तथा विशिष्ट अतिथि प्रोफेसर शील आदित्य, एनटीयू, सिंगापुर थे। उद्घाटन सत्र में तीन एमओयू का भी आदान-प्रदान हुआ। इस अवसर पर शोध संगठनों, औद्योगिक प्रतिष्ठानों एवं प्रमुख शिक्षा संस्थानों के प्रतिनिधियों के अलावा संगोष्ठी के प्रतिभागी एवं संस्थान के सहकर्मी उपस्थित थे।

पिलानी. विज्ञान संगोष्ठी में एमओयू का आदान प्रदान करते अधिकारी।

मुख्य अतिथि राजेश पाठक ने बियॉन्ड 5जी टु 6जी इंडिया पर्सपेक्टिव विषय पर की-नोट व्याख्यान दिया। विशिष्ट अतिथि प्रोफेसर शील आदित्य ने भी विचार व्यक्त किए। संगोष्ठी के दौरान अतिथियों ने प्रौद्योगिकी प्रदर्शनी का उद्घाटन किया। अतिथियों ने इस अवसर पर सीएसआईआर-सीरी की सेमीकंडक्टर, वैक्यूम इलेक्ट्रॉनिक्स तथा एआई एवं आईओटी सक्षम साइबर-फिजिकल सिस्टम्स से संबंधित तकनीकी क्षमताओं का भी अवलोकन किया। पहले दिन के तकनीकी सत्रों में देश के प्रमुख शिक्षाविदों एवं विशेषज्ञों आईआईटी-दिल्ली के प्रो. अनंजन बसु एवं प्रो. एम. अबेगांवकर; आईआईएसटी त्रिवेंद्रम के प्रो. चिन्मय साहा; अस्त्र माइक्रोवेव्स के डॉ. एन.एन.एस.एस.आर.के. प्रसाद, आईआईटी-दिल्ली के प्रो. मुस्तफिजुर रहमान तथा कलकत्ता विश्वविद्यालय के प्रो. अम्लान चक्रवर्ती ने व्याख्यानों में माइक्रोवेव, एंटिना इंजीनियरिंग, रडार सिस्टम्स और क्वांटम कम्प्यूटिंग जैसे विषयों पर अत्यंत उपयोगी विचार साझा किए। इससे पूर्व उद्घाटन सत्र में सीएसआईआर-सीरी के निदेशक डॉ. पी.सी. पंचारिया ने स्वागत संबोधन दिया। डॉ. नीरज कुमार ने संगोष्ठी के उद्देश्य एवं पृष्ठभूमि पर जानकारी दी। डॉ. शुभ्रदीप ने संगोष्ठी के तकनीकी कार्यक्रम की रूपरेखा प्रस्तुत की।

दैनिक मृदुल पत्रिका

जयपुर, सोमवार, 15 सितम्बर, 2025 | RNI/RAJHIN/2008/27048

60 से अधिक संस्थाओं और संगठनों ने प्रदर्शनी में भाग लिया

उज्ज्वल राजस्थान 2.0' में सीएसआईआर-सीरी की ओर से विकसित प्रौद्योगिकियां आकर्षण का केंद्र

पिलानी/ उदयपुर (बाबूलाल घोघलिया/ मृदुल पत्रिका)। विज्ञान और प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में राष्ट्र निर्माण की दिशा में निरंतर योगदान कर रही राष्ट्रीय प्रयोगशाला सीएसआईआर-केंद्रीय इलेक्ट्रॉनिकी अभियांत्रिकी अनुसंधान संस्थान (सीएसआईआर-सीरी), पिलानी ने उदयपुर में आयोजित तीन दिवसीय 'उज्ज्वल राजस्थान 2.0' विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी प्रदर्शनी में अपनी अभिनव और स्वदेशी विकसित तकनीकों का प्रभावशाली प्रदर्शन कर सबका ध्यान आकर्षित किया। 11 से 13 सितंबर तक आयोजित की गई इस प्रदर्शनी में प्रस्तुत तकनीकें जीवन स्तर में सुधार, स्वास्थ्य सेवाओं में नवाचार, जल सुरक्षा, ऊर्जा दक्षता तथा कौशल विकास जैसे महत्वपूर्ण क्षेत्रों में उपयोगी साबित हो रही हैं।

संस्थान द्वारा प्रदर्शित एवं आगंतुकों के आकर्षण का केंद्र रही प्रमुख तकनीकें इस प्रकार हैं-

क्षीर स्कैनर – यह पोर्टेबल और गैर-आक्रामक उपकरण, जो दूध में मिलावट का वास्तविक समय में परीक्षण कर उपभोक्ताओं को सुरक्षित विकल्प प्रदान करता है।

जल गुणवत्ता मापन किट – यह आवश्यक जल मापदंडों की जाँच हेतु क्षेत्र में उपयोग किए जाने योग्य प्रणाली है, जिससे सुरक्षित और स्वच्छ जल उपलब्ध कराया जा सकता है।

पीएच ट्रांसमीटर – यह जल उपचार तथा औद्योगिक प्रक्रियाओं में पीएच स्तर की निरंतर निगरानी कर गुणवत्ता नियंत्रण सुनिश्चित करने वाला उपकरण है।

आधुनिक एलईडी समाधान – यह ऊर्जा-कुशल प्रकाश व्यवस्था है, जो घरेलू एवं औद्योगिक उपयोग के लिए बेहतर रोशनी प्रदान करती है।

फ्लुओरो पीसीआर – यह रोग निदान में उपयोगी, तेज और किफायती रीयल-टाइम डीएनए प्रवर्धन मशीन है, जिससे समय पर उपचार संभव होता है।

कोल्पोस्कोप – यह गर्भाशय ग्रीवा कैंसर की प्रारंभिक पहचान में सहायता प्रदान करने वाला मेडिकल इमेजिंग उपकरण है।

स्मार्ट वॉच – यह स्वास्थ्य निगरानी तथा पहनने योग्य तकनीक के क्षेत्र में नवाचार लाते हुए व्यक्तिगत देखभाल में सहायक स्मार्ट डिवाइस है। इन तकनीकों के माध्यम से सीएसआईआर-सीरी विज्ञान को समाज से जोड़ते हुए आत्मनिर्भर भारत के निर्माण, सतत विकास तथा तकनीकी नवाचार के क्षेत्र में उल्लेखनीय योगदान कर रहा है। इस भव्य विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी प्रदर्शनी में भारत सरकार और विभिन्न राज्य सरकारों के अधीन कार्यरत 60 से अधिक प्रतिष्ठित संस्थानों ने भाग लिया। शिक्षण संस्थान, शोध संगठन, स्टार्टअप, उद्योग जगत, नीति निर्धारक, किसान, नवप्रवर्तक तथा आमजन ने उत्साहपूर्वक भागीदारी की। विभिन्न क्षेत्रों की प्रगतिशील तकनीकों और नवाचारों के प्रदर्शन ने विज्ञान आधारित समाधान को समाज के हर वर्ग तक पहुँचाने की दिशा में सामूहिक प्रयासों को प्रोत्साहन दिया। इस विज्ञान अधिवेशन में संस्थान का प्रतिनिधित्व प्रधान वैज्ञानिक डॉ विजय चटर्जी, तकनीकी अधिकारी अभय पिपलवा और परियोजना कार्मिक जय प्रमाणी ने किया।

सीमा सन्देश — शेखावाटी सन्देश

जयपुर, सोमवार 17 फरवरी 2025

सीरी के डॉ. नीरज कुमार प्रतिष्ठित "IEEE-वैक्यूम इलेक्ट्रॉनिक्स यंग साइंटिस्ट अवॉर्ड 2025' के लिए चयनित

पिलानी (सीमा सन्देश सं)। सीएसआईआर-सीरी, पिलानी के वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक डॉ. नीरज कुमार को 'आईईईई--वैक्यूम इलेक्ट्रॉनिक्स यंग साइंटिस्ट अवॉर्ड 2025' के लिए चुना गया है। यह पुरस्कार शोधकर्ताओं और युवा पेशेवरों द्वारा वैक्यूम इलेक्ट्रॉनिक्स के क्षेत्र में दिए गए उत्कृष्ट योगदान के लिए प्रदान किया जाता है।

डॉ नीरज को यह सम्मान नीदरलैंड्स में अप्रैल माह में होने वाले 'इंटरनेशनल वैक्यूम इलेक्ट्रॉनिक्स कॉन्फ्रेंस (आईवीईसी)' में प्रदान किया जाएगा। यह पुरस्कार तकनीकी उपलब्धियों, सेवा में नेतृत्व, शिक्षा, नवाचार और उद्यमिता में उत्कृष्ट योगदान के लिए प्रदान किया जाता है। इस पुरस्कार के अंतर्गत विजेता को $1000 की नकद राशि, एक प्रशस्ति पत्र (प्लाक) और सम्मेलन में एक की-नोट या मिनी-प्लेनरी व्याख्यान देने का अवसर मिलेगा।

इसके अतिरिक्त, पुरस्कार विजेता को आईवीईसी सम्मेलन कार्यवाही में एक शोध-सार प्रस्तुत करने के लिए भी आमंत्रित किया जाता है। डॉ. नीरज कुमार वर्तमान में सीएसआईआर-सीरी, पिलानी में वरिष्ठ प्रधान वैज्ञानिक के रूप में कार्यरत हैं जिसमें उनकी शोध रुचि के क्षेत्रों में प्लाज्मा-एसिस्टेड माइक्रोवेव एवं उच्च-शक्ति वाले टेराहर्ट्ज़ स्रोतों का विकास शामिल है।

डॉ. नीरज कुमार को इससे पूर्व भी कई प्रतिष्ठित पुरस्कारों एवं फैलोशिप से सम्मानित किया जा चुका है, जिनमें आईएनएई यंग इंजीनियर अवॉर्ड (2021), रमन रिसर्च फैलोशिप (2019), सीएसआईआर यंग साइंटिस्ट अवॉर्ड (2018), बूटी यंग साइंटिस्ट अवॉर्ड (2017) आदि शामिल हैं। निदेशक डॉ. पीसी पंचारिया एवं सभी सहकर्मियों ने डॉ नीरज को इस महत्वपूर्ण उपलब्धि पर संस्थान की ओर से उन्हें हार्दिक बधाई दी।

RNI No.: RJENG/25/A0752

PRABHAT HEADLINE

"Always Prepared, Always vigilant."

YEAR-01 Issue-106 JAIPUR,Monday, 15 September, 2025 8 Pages ₹ 1.00

Indigenous LED Technology by CSIR-CEERI Showcased at Ujjwal Rajasthan 2.0, Udaipur

Udaipur, Rajasthan – The historic city of Udaipur recently hosted Ujjwal Rajasthan 2.0, a landmark exhibition celebrating science, technology, and innovation, organized under the guidance of Hon'ble Member of Parliament, Dr. Manna Lal Rawat. The event convened more than 60 eminent institutions of national significance, each highlighting pioneering contributions across diverse sectors.

Among the distinguished participants, the Council of Scientific and Industrial Research (CSIR) garnered special attention with the participation of three of its premier laboratories—CSIR-Central Electronics Engineering Research Institute (CSIR-CEERI, Pilani), CSIR-Institute of Himalayan Bioresource Technology (CSIR-IHBT, Palampur), and CSIR-Central Salt & Marine Chemicals Research Institute (CSIR-CSMCRI, Bhavnagar).

The indigenous LED technology developed by CSIR-CEERI emerged as the centerpiece of the showcase, drawing significant interest from visitors, industry professionals, and the media. This breakthrough represents a decisive step towards India's technological self-reliance and aligns with the national vision of Atmanirbhar Bharat @ 2047. Historically, India's LED ecosystem has been heavily reliant on imports. By pioneering this indigenous platform, CSIR-CEERI has laid the foundation for technology sovereignty in a sector critical to smart lighting, advanced display systems, healthcare instrumentation, and next-generation communication technologies.

CSIR-CEERI's LED innovation exemplifies energy efficiency, durability, and sustainability, while advancing India's strategic goal of reducing import dependence and strengthening domestic manufacturing. Beyond its technological significance, the development carries deep societal impact—supporting both rural and urban illumination, thereby contributing to inclusive growth from villages to smart cities.

दैनिक भास्कर

आप पढ़ रहे हैं देश का सबसे विश्वसनीय और नंबर 1 अखबार

राजस्थान

dainikbhaskar.com झुंझुनूं, गुरुवार, 20 फरवरी, 2025 फाल्गुन, कृष्ण पक्ष-7, 2081 12 राज्य | 61 संस्करण

कौशल विकास में सीरी जैसे शोध संस्थानों और विश्वविद्यालयों की भूमिका महत्वपूर्ण: बागड़े

सीरी पिलानी में ईएसडीएम स्किल कॉन्क्लेव 2025 के समापन पर मुख्य अतिथि थे राज्यपाल बागड़े

भास्कर न्यूज | पिलानी

सीएसआईआर सीरी पिलानी में इलेक्ट्रॉनिक्स सिस्टम डिजाइन एवं मैन्युफैक्चरिंग (ईएसडीएम) स्किल कॉन्क्लेव 2025 का आयोजन बुधवार को संपन्न हुआ। कार्यक्रम के मुख्य अतिथि राजस्थान के राज्यपाल हरिभाऊ बागड़े ने नई शिक्षा नीति पर प्रकाश डालते हुए लाभ बताए। उन्होंने कहा कि देश में प्रतिभाओं की कमी नहीं है, आवश्यकता उनके कौशल को निखारने की है। इस काम में हमारे विश्वविद्यालय और सीरी जैसे शोध संस्थानों की भूमिका महत्वपूर्ण है।

राज्यपाल ने भारतीय वैदिक साहित्य और सनातन संस्कृति की महत्ता बताते हुए कहा कि हमारे वेद और साहित्य हमारे प्राचीन विज्ञान के उन्नत होने का प्रमाण प्रस्तुत करते हैं। कार्यक्रम की अध्यक्षता करते हुए सीरी पिलानी के निदेशक डॉ. पीसी पंचारिया ने स्वागत के बाद संस्थान की शोध गतिविधियों की संक्षिप्त जानकारी दी। विज्ञान भारती राजस्थान के सचिव डॉ. मेघेंद्र शर्मा ने आयोजन के उद्देश्य बताए।

पिलानी. सीएसआईआर-सीरी पिलानी में अफोर्डेबल पीसीआर तकनीक हस्तानांतरण करते राज्यपाल व निदेशक।

स्वास्थ्य परीक्षण व आणविक जांचों को अधिक सुलभ और किफायती बनाएगी नई तकनीक

यह कार्यक्रम विज्ञान भारती राजस्थान के सहयोग से आयोजित किया गया था। ईएसडीएम स्किल कॉन्क्लेव-2025 में औद्योगिक क्षेत्र के विशेषज्ञों, नीति निर्माताओं, शिक्षाविदों और शोधकर्ताओं ने शिरकत करते हुए भारत के ईएसडीएम क्षेत्र के विकास की संभावनाओं पर विचार विमर्श किया। कार्यक्रम में कलेक्टर रामावतार मीणा, एसपी शरद चौधरी, डॉ. चंद्रशेखर, डॉ. आरपी पारीक, जगदीश प्रसाद सोनी सहित वैज्ञानिक एवं गणमान्य लोग मौजूद रहे।

अफोर्डेबल पीसीआर तकनीक का किया हस्तांतरण : ईएसडीएम स्किल कॉन्क्लेव-2025 कार्यक्रम के दौरान एक महत्वपूर्ण पहल के रूप में अफोर्डेबल पीसीआर तकनीक का हस्तांतरण क्राफ्ट जाइम्स बायोटेक प्रालि कोयंबटूर (तमिलनाडु) के संस्थापक एवं निदेशक डॉ. श्रीधरन जे. को किया गया। सीरी पिलानी द्वारा विकसित इस तकनीक के प्रयोग से स्वास्थ्य परीक्षण और आणविक जांच को अधिक सुलभ और किफायती बनाया जा सकेगा।

राज्यपाल ने जीवन धारा मूर्ति का किया अनावरण

ईएसडीएम स्किल कॉन्क्लेव के मुख्य समारोह से पहले राज्यपाल हरिभाऊ बागड़े ने विज्ञान की जीवन धारा मूर्ति का अनावरण किया गया। यह मूर्ति विज्ञान एवं वैज्ञानिक अनुसंधान और नवाचारों द्वारा आम जनमानस को लाभान्वित करने का प्रतीक है। उन्होंने संस्थान की इलेक्ट्रॉनिक साइंस गैलरी और सेमिकंडक्टर प्रयोगशाला भी देखी।

दैनिक भास्कर

आप पढ़ रहे हैं देश का सबसे विश्वसनीय और नंबर 1 अखबार

कुल पेज 14 राजस्थान मूल्य ₹ 5.00 | वर्ष 8, अंक 115, महानगर

झुंझुनूं, मंगलवार, 21 जनवरी, 2025 माघ, कृष्ण पक्ष-7, 2081 12 राज्य | 61 संस्करण

सीरी के वैज्ञानिकों ने सस्ती पोर्टेबल एंडोस्कोप टेक्नोलॉजी विकसित की

जटिल सर्जरी सुरक्षित और प्रभावी बन पाएगी

भास्कर न्यूज | पिलानी

पोर्टेबल एंडोस्कोपी सिस्टम

केंद्रीय इलेक्ट्रॉनिक्स इंजीनियरिंग अनुसंधान संस्थान पिलानी के वैज्ञानिकों ने आईओटी-सक्षम पोर्टेबल एंडोस्कोप तकनीक विकसित की है। इस तकनीक से जटिल सर्जरी को सुरक्षित और प्रभावी बनाया जा सकेगा। यह तकनीक विशेष रूप से भारत के ग्रामीण और दूरदराज के क्षेत्रों में उच्च स्तरीय स्वास्थ्य सेवाएं पहुंचाने में मददगार साबित होगी। इसके कारण उच्च स्तरीय स्वास्थ्य सुविधाएं उच्च सटीकता के साथ कम लागत में शहरी व ग्रामीण क्षेत्रों पहुंच सकेगी। पोर्टेबल एंडोस्कोपी प्रौद्योगिकी का हस्तांतरण मेसर्स येलो मेडिप्लस प्राइवेट लिमिटेड दिल्ली को किया गया है। जो इस प्रौद्योगिकी के माध्यम से बड़े पैमाने पर उपकरणों का निर्माण कर बाजार में उपलब्ध कराएगा। यह पोर्टेबल एंडोस्कोप मिनिमली इनवेसिव सर्जरी के लिए विशेष रूप से डिजाइन किया गया है। जिससे मरीजों को कम दर्द होता है और वे जल्दी स्वस्थ हो सकते हैं। वरिष्ठ वैज्ञानिक डॉ. सत्यम श्रीवास्तव ने कहा-इस तकनीक के विकास की यात्रा चुनौतीपूर्ण लेकिन संतोषजनक रही। यह वर्षों के अनुसंधान और सहयोग का परिणाम है।

विस्तृत खबर पेज : 13

इनोवेशन • तकनीक का मेसर्स येलो मेडिप्लस प्राइवेट लिमिटेड दिल्ली को हस्तांतरण किया

सीरी ने बनाया पोर्टेबल एंडोस्कोप, इंटरनेट से जुड़ी होगी यह मशीन

भास्कर न्यूज | पिलानी

सीएसआईआर- केंद्रीय इलेक्ट्रॉनिक्स इंजीनियरिंग अनुसंधान संस्थान पिलानी के वैज्ञानिकों ने आईओटी-सक्षम पोर्टेबल एंडोस्कोप तकनीक विकसित की है। पोर्टेबल एंडोस्कोपी प्रौद्योगिकी का हस्तांतरण मेसर्स येलो मेडिप्लस प्राइवेट लिमिटेड दिल्ली को किया गया है। जो इस प्रौद्योगिकी के माध्यम से बड़े पैमाने पर उपकरणों का निर्माण कर बाजार में उपलब्ध कराएगा।

पारंपरिक भारी एंडोस्कोप की तुलना में, यह उपकरण कॉम्पैक्ट और पोर्टेबल है, जिससे यह दूरदराज के क्षेत्रों और छोटे क्लीनिकों में स्वास्थ्य सेवा प्रदाताओं के लिए आदर्श उपकरण है। नए उपकरण के साथ, सर्जन इन प्रक्रियाओं को और भी अधिक सटीकता और नियंत्रण के साथ कर पाएंगे।

आईओटी टेक्नोलॉजी : दूर बैठे मरीज भी विशेषज्ञों से सलाह ले सकेंगे

तकनीक का हस्तानांतरण करते अधिकारी।

इसमें इंटरनेट ऑफ थिंग्स कनेक्टिविटी की सुविधा है, जिससे डॉक्टर दूर बैठे मरीजों का इलाज कर सकते हैं और विशेषज्ञों से तुरंत सलाह ले सकते हैं। उपकरण में हाई-रिजोल्यूशन इमेजिंग सिस्टम लगा है, जो सर्जरी के दौरान स्पष्ट और उच्च गुणवत्ता वाली तस्वीरें प्रदान करता है। यह डिवाइस इसके साथ जुड़े अन्य उपकरणों की सहायता से रियल टाइम मॉनीटरिंग के साथ-साथ अन्य महत्वपूर्ण जानकारी देता है, जिससे सर्जरी सटीक और अधिक प्रभावी होती है और मानव त्रुटियों को कम किया जाता है।

उपकरण की प्रमुख विशेषताएं और लाभ : पोर्टेबिलिटी : यह उपकरण वर्तमान में उपलब्ध उपकरणों के मुकाबले हल्का और परिवहन में आसान है, जो इसे ग्रामीण या अल्पविकसित क्षेत्रों की स्वास्थ्य इकाइयों के लिए आदर्श बनाता है।

कनेक्टिविटी : इसमें विशेषज्ञ चिकित्सकों के साथ रिमोट कंसल्टेशन के लिए वास्तविक समय की मॉनीटरिंग के साथ-साथ डेटा साझा करने की सुविधा है।

हाई-रिजोल्यूशन इमेजिंग : इस विशेषता के कारण फोटो या वीडियो में उच्च गुणवत्ता वाली छवि-स्पष्टता होती है, जिससे सर्जनों को सटीक शल्य चिकित्सा में मदद मिलती है।

किफायती : इस उपकरण की उत्पादन और प्रचालन लागत कम होगी, जिससे यह अधिक चिकित्सा सुविधाओं के लिए सुलभ हो सकेगा।

मानव त्रुटियों में कमी : यह अन्य जुड़े उपकरणों के की सहायता से रियल टाइम मॉनीटरिंग के साथ-साथ अन्य महत्वपूर्ण जानकारी प्रदान करता है, जिससे सर्जरी सटीक और अधिक प्रभावी होती है और मानव त्रुटियों को कम किया जाता है।

सर्जरी में छोटा चीरा लगेगा, दर्द नहीं होगा, जल्दी रिकवरी होगी

इसे मिनिमली इनवेसिव सर्जरी (MIS) के लिए डिजाइन किया गया है। इस प्रकार की सर्जरी से शरीर में कम-से-कम कट या चीरा लगा कर उपचार किया जाता है। इससे रोगी को कम दर्द या कष्ट कम होता है। ऐसी सर्जरी से रोगी जल्दी स्वास्थ्य लाभ प्राप्त करता है।

पोर्टेबल एंडोस्कोप का येलो मेडिप्लस प्राइवेट लिमिटेड को सफलतापूर्वक स्थानांतरण हमारी स्वदेशी, उच्च गुणवत्ता वाली चिकित्सा प्रौद्योगिकी समाधान बनाने के प्रयासों में एक महत्वपूर्ण कदम है। इस प्रौद्योगिकी के साथ, हम पूरे देश में रोगी देखभाल में सुधार करने में योगदान देने की उम्मीद करते हैं। -डॉ. पीसी पंचारिया, निदेशक सीरी पिलानी

मृदुल पत्रिका समाचार पत्र को समस्त जिलों एवं तहसील-कस्बों में संवाददाताओं की आवश्यकता है। सम्पर्क सूत्र 9828888853

दैनिक मृदुल पत्रिका

राजस्थान, दिल्ली, उत्तरप्रदेश एवं हरियाणा से प्रकाशित

हमारे यहां किताबों व समाचार पत्रों की प्रिन्टिंग की जाती है सम्पर्क सूत्र 9571039307 (भरत प्रिंटर्स एण्ड सैल्स कॉर्पोरेशन)

पृष्ठ 8 वर्ष 16 मूल्य 2.00 रुपए अंक 161 जयपुर, बुधवार, 22 जनवरी, 2025 RNI/RAJHIN/2008/27048 dainikmridulpatrika@gmail.com 9413193990

दैनिक मृदुल पत्रिका राजस्थान बुधवार, 22 जनवरी, 2025 http://mridulpatrika.com 3 जयपुर

स्वास्थ्य सेवा क्षेत्र में नवाचार के साथ आत्मनिर्भर भारत की ओर एक और कदम

सीरी में विकसित तीन अत्याधुनिक प्रौद्योगिकियों का उद्योगों को किया सफल हस्तांतरण

पिलानी/मुंबई (मृदुल पत्रिका)। विज्ञान और प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में क्रांतिकारी योगदान करते हुए सीएसआईआर-सीरी ने तीन प्रौद्योगिकियों का उद्योगों को सफल हस्तांतरण किया है। यह प्रौद्योगिकी हस्तांतरण भारत की आर्थिक राजधानी मुंबई में नवनिर्मित सीएसआईआर इनोवेशन सेंटर के उद्घाटन के अवसर पर हुआ।

प्रौद्योगिकी हस्तांतरण नीति आयोग के सदस्य डॉ. वी. के. सारस्वत और डॉ. वी. के. पॉल तथा सीएसआईआर की महानिदेशक डॉ एन कलैसेल्वी की उपस्थिति में संपन्न हुआ। इस अवसर पर केंद्रीय विज्ञान तथा प्रौद्योगिकी मंत्री डॉ. जितेंद्र सिंह ऑनलाइन माध्यम से इस कार्यक्रम में सम्मिलित हुए और प्रौद्योगिकी विकास के लिए वैज्ञानिकों को साधुवाद दिया।

प्रौद्योगिकी हस्तांतरण के अंतर्गत, दूरभाष आधारित आईसीयू मरीज निगरानी प्रणाली को मेसर्स कोलेटरल मेडिकल्स, मुंबई को हस्तांतरित किया गया। यह तकनीक आईसीयू में भर्ती मरीजों की निगरानी को स्मार्ट और दक्ष बनाएगी। आईओटी (इंटरनेट ऑफ थिंग्स) पर आधारित यह प्रणाली मरीजों के स्वास्थ्य डेटा को रीयल-टाइम में ट्रैक करने में सक्षम है। इसके अलावा, सॉफ्टवेयर सॉल्यूशंस फॉर कॉल्पोस्कोपी भी कोलेटरल मेडिकल्स, मुंबई को हस्तांतरित किया गया। यह सॉफ्टवेयर डॉक्टरों को कॉल्पोस्कोपी के दौरान स्वास्थ्य डेटा का सटीक और तेज विश्लेषण प्रदान करता है, जिससे न केवल सटीकता में सुधार होगा, बल्कि मरीजों के इलाज में लगने वाला समय भी कम हो जाएगा। तीसरी महत्वपूर्ण तकनीक, सस्ती पीसीआर तकनीक, प्रो एडुस्फीयर प्रा. लि., गुरुग्राम को हस्तांतरित की गई। इस तकनीक के माध्यम से पॉलीमरेज चेन रिएक्शन टेस्ट, जो कई प्रकार की बीमारियों के निदान में उपयोगी है, को अधिक किफायती और व्यापक रूप से सुलभ बनाया जाएगा।

स्वास्थ्य सेवाओं में तकनीकी नवाचार भारत को वैश्विक स्वास्थ्य सेवा क्षेत्र में अग्रणी स्थान दिलाने के लिए मजबूत आधार प्रदान करेगा। प्रौद्योगिकी हस्तांतरण कार्यक्रम के दौरान संस्थान के निदेशक डॉ पी सी पंचारिया, सहित डॉ मनीष मैथ्यु, डॉ सत्यम श्रीवास्तव एवं नवजोत कुमार भी उपस्थित रहे।

इनका कहना है...

सीएसआईआर-सीरी की इन उपलब्धियों से भारत की स्वास्थ्य सेवाएं न केवल सस्ती होंगी बल्कि विश्व स्तर पर प्रतिस्पर्धात्मक भी बनेंगी। यह तकनीकें हमारे वैज्ञानिक समुदाय के प्रयासों और देश की प्रौद्योगिकी क्षमताओं को दर्शाती हैं।

डॉ पीसी पंचारिया (निदेशक, सीएसआईआर-सीरी)

राजस्थान पत्रिका

patrika.com

सीरी में उद्यमिता जागरूकता कार्यशाला

पिलानी. उद्यमशीलता के प्रति जागरूकता बढ़ाने तथा प्रेरित करने के लिए सीरी पिलानी में उद्यमिता जागरूकता कार्यशाला का आयोजन बुधवार को किया गया। युवाओं और संभावित उद्यमियों को उद्यमिता की अवधारणा संभावनाओं तथा स्वरोजगार के अवसरों के प्रति जागरूक करने के उद्देश्य से आयोजन किया गया। कार्यशाला में छात्र, छात्राओं, परियोजना सहायकों, शोधकर्ताओं तथा पीरामल फाउंडेशन बगड़ के दिव्यांग एवं सामान्य प्रतिभागियों ने भी भाग लिया। गौरतलब है कि पीरामल फाउंडेशन सामाजिक बदलाव लाने के लिए सरकारी प्रणालियों को सशक्त बनाने तथा हाशिए पर मौजूद दिव्यांगजनों एवं अन्य समुदायों के जीवन को बेहतर बनाने हेतु कार्य करता है। इस कार्यशाला के माध्यम से ऐसे संस्थानों की भागीदारी को प्रोत्साहित करना और उन्हें सशक्त बनाना भी उद्देश्य रहा। कार्यशाला में बिट्स के प्रबंधन विभाग के प्रोफेसर ज्योति टिकोरिया ने सरकार एवं शैक्षणिक संस्थानों द्वारा स्वरोजगार को बढ़ावा देने को लेकर उपलब्ध वित्तीय सहायता एवं इनक्यूबेशन सेंटरों की जानकारी दी। बिट्स के वरिष्ठ प्रोफेसर आर्य कुमार ने राष्ट्रीय एवं अंतरराष्ट्रीय स्तर पर स्वरोजगार और वित्तीय रणनीतियों पर चर्चा करते हुए विभिन्न पक्षों की जानकारी देते हुए प्रतिभागियों को स्वरोजगार अपनाने हेतु प्रेरित किया। सीरी वैज्ञानिक डा. बी ए बोत्रे ने दिव्यांगजनों के लिए विकसित ई-ट्राईसाइकिल एवं अन्य इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों के माध्यम से आत्मनिर्भर बनने के उपायों पर प्रकाश डाला। कार्यशाला का समापन सीरी के पूर्व निदेशक एवं बिट्स प्रोफेसर चंद्रशेखर ने आभार जताया।

मृदुल पत्रिका समाचार पत्र को समस्त जिलों एवं तहसील-कस्बों में संवाददाताओं की आवश्यकता है। सम्पर्क सूत्र 9828888853

दैनिक मृदुल पत्रिका

राजस्थान, दिल्ली, उत्तरप्रदेश एवं हरियाणा से प्रकाशित

हमारे यहां किताबों व समाचार पत्रों की प्रिन्टिंग की जाती है सम्पर्क सूत्र 9571039307 (भरत प्रिंटर्स एण्ड सैल्स कॉर्पोरेशन)

पृष्ठ 8 वर्ष 16 मूल्य 2.00 रुपए अंक 196 जयपुर, गुरुवार, 27 फरवरी, 2025 RNI/RAJHIN/2008/27048 dainikmridulpatrika@gmail.com 9413193990

दैनिक मृदुल पत्रिका राजस्थान गुरुवार, 27 फरवरी, 2025 http://mridulpatrika.com 2 जयपुर

पिरामल फाउंडेशन बगड़ के दिव्यांग एवं सामान्य प्रतिभागियों ने प्रतिभागिता की

सीएसआईआर-सीरी में एमएसएमई प्रायोजित उद्यमिता जागरूकता कार्यशाला का आयोजन

पिलानी (बाबूलाल घोघलिया/मृदुल पत्रिका)। उद्यमशीलता के प्रति जागरूकता बढ़ाने और इस दिशा में प्रतिभागियों को प्रेरित करने के लिए सीएसआईआर-सीरी, पिलानी में एक दिवसीय उद्यमिता जागरूकता कार्यशाला का आयोजन किया गया।

इस कार्यशाला का उद्देश्य युवाओं और संभावित उद्यमियों को उद्यमिता की अवधारणा, उसकी संभावनाओं तथा स्वरोजगार के अवसरों के प्रति जागरूक करना था।

कार्यशाला में छात्र, छात्राओं, परियोजना सहायकों, शोधकर्ताओं, कर्मचारियों के अतिरिक्त विशेष रूप से पिरामल फाउंडेशन, बगड़ (जिला-झुंझुनू) के दिव्यांग एवं सामान्य प्रतिभागियों ने भी भाग लिया। गौरतलब है कि पिरामल फाउंडेशन सामाजिक बदलाव लाने के लिए सरकारी प्रणालियों को सशक्त बनाने तथा हाशिए पर मौजूद दिव्यांगजनों एवं अन्य समुदायों के जीवन को बेहतर बनाने हेतु कार्य करता है।

इस कार्यशाला के माध्यम से ऐसे संस्थानों की भागीदारी को प्रोत्साहित करना और उन्हें सशक्त बनाना भी उद्देश्य रहा। कार्यशाला में प्रोफेसर ज्योति टिकोरिया, प्रबंधन विभाग, बिट्स पिलानी, ने सरकार एवं शैक्षणिक संस्थानों द्वारा स्वरोजगार को बढ़ावा देने हेतु उपलब्ध वित्तीय सहायता एवं इनक्यूबेशन सेंटरों की जानकारी साझा की।

सायंकालीन सत्र में वरिष्ठ प्रोफेसर आर्य कुमार, अर्थशास्त्र एवं वित्त विभाग, बिट्स-पिलानी ने राष्ट्रीय एवं अंतरराष्ट्रीय स्तर पर स्वरोजगार और वित्तीय रणनीतियों पर व्याख्यान दिया।

उन्होंने प्रतिभागियों को स्वरोजगार अपनाने हेतु प्रेरित किया। इस अवसर पर दोनों अतिथि वक्ताओं को संस्थान की ओर से स्मृति चिन्ह भेंटकर सम्मानित किया गया।

इससे पूर्व प्रातःकालीन सत्र में सीएसआईआर-सीरी पिलानी के वैज्ञानिक डॉ बी ए बोत्रे ने दिव्यांगजनों हेतु विकसित ई-ट्राईसाइकिल एवं अन्य इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों के माध्यम से आत्मनिर्भर बनने के उपायों पर प्रकाश डाला। कार्यशाला का समापन प्रोफेसर चंद्रशेखर, पूर्व निदेशक, सीएसआईआर-सीरी द्वारा धन्यवाद ज्ञापन के साथ हुआ।

अपने संबोधन में उन्होंने कहा कि इस कार्यशाला ने प्रतिभागियों को उद्यमिता के विभिन्न पहलुओं से अवगत कराते हुए उन्हें आत्मनिर्भर बनने के लिए प्रेरित किया।

राजस्थान पत्रिका

झुंझुनूं, शनिवार, 13 दिसंबर, 2025

सीरी ने तकनीक का किया हस्तांतरण

उच्च-शक्ति मैग्नेट्रॉन तकनीक से रक्षा क्षेत्र को मिलेगी नई दिशा

पिलानी. कार्यक्रम में तकनीक का चैक प्रदान करते प्रतिनिधि।

पिलानी. केन्द्रीय इलेक्ट्रॉनिकी अभियांत्रिकी अनुसंधान संस्थान (सीरी), पिलानी ने स्वदेशी रूप से विकसित उच्च-शक्ति मैग्नेट्रॉन तकनीक को व्यावसायिक उत्पादन के लिए निजी कम्पनी को हस्तांतरित किया है। इस अत्याधुनिक तकनीक से देश के रक्षा क्षेत्र को नई गति और आयात-निर्भरता में कमी आने की उम्मीद है। संस्थान में आयोजित कार्यक्रम के दौरान लगभग एक करोड़ रुपए मूल्य के इस तकनीक हस्तांतरण समझौते पर सीरी की ओर से संस्थान निदेशक डॉ. पी.सी. पंचारिया और डॉ. नीरज कुमार, जबकि टॉन्बो इमेजिंग की ओर से सह-संस्थापक एवं सीईओ अरविंद लक्ष्मीकुमार तथा सह-संस्थापक एवं चीफ रेवेन्यू ऑफिसर अंकित कुमार उपस्थित रहे। सीरी के वैक्यूम इलेक्ट्रॉन डिवाइस समूह द्वारा पूर्णतः इन-हाउस विकसित व प्रमाणित इस हाई-पावर मैग्नेट्रॉन तकनीक से न केवल इसके व्यावसायिक उत्पादन को बढ़ावा मिलेगा बल्कि रक्षा, एयरोस्पेस और अन्य रणनीतिक क्षेत्रों में देश की निर्भरता में भी कमी आएगी। यह कदम आत्मनिर्भर भारत के लक्ष्य को आगे बढ़ाने में मील का पत्थर साबित होगा।

69 वर्षों से तकनीकी नवाचार में अग्रणी

सीरी , पिलानी पिछले 69 वर्षों से वैक्यूम इलेक्ट्रॉन डिवाइस, सेमीकंडक्टर तकनीक और उन्नत इलेक्ट्रॉनिक प्रणालियों के क्षेत्र में अग्रणी राष्ट्रीय अनुसंधान प्रयोगशाला रही है। अपनी वैज्ञानिक क्षमता के बल पर संस्थान उच्च-शक्ति मैग्नेट्रॉन जैसी जटिल तकनीकों के स्वदेशी विकास का प्रमुख केंद्र बन चुका है।

एंटी-ड्रोन सिस्टम में होगी कारगर

सीरी निदेशक डॉ. पी.सी. पंचारिया ने बताया कि उच्च-शक्ति मैग्नेट्रॉन तकनीक का उपयोग दुश्मन के ड्रोन को निष्क्रिय करने में अत्यंत प्रभावी रहेगा। इस तकनीक से सुरक्षा बलों को आधुनिक खतरे से निपटने में नई मजबूती और दक्षता मिलेगी।

दैनिक भास्कर

सच्ची बात, बेधड़क

झुंझुनूं राजस्थान शनिवार, 20 दिसंबर, 2025

सीरी में बनाया जलवायु अनुकूल भवन

पिलानी | केंद्रीय इलेक्ट्रॉनिकी अभियांत्रिकी अनुसंधान संस्थान (सीरी) में नवनिर्मित जलवायु अनुकूल भवन का डीएसआईआर सचिव एवं सीएसआईआर महानिदेशक डॉ. एन. कलैसेल्वी ने वर्चुअल माध्यम से उद्घाटन किया। उन्होंने सीरी व केंद्रीय भवन अनुसंधान संस्थान रूड़की के निदेशकों तथा परियोजना टीम के प्रयासों की सराहना की। सीरी सभागार में हुए कार्यक्रम में सीबीआरआई रूड़की के निदेशक डॉ. प्रदीप कुमार श्रीवास्तव ने सीआरबी परियोजना की जानकारी दी। स्वागत भाषण में सीरी निदेशक डॉ. पीसी पंचारिया ने कहा कि जलवायु परिवर्तन की चुनौतियों के बीच ऐसे भवन भविष्य की आवश्यकता हैं। सीबीआरआई वैज्ञानिक अजय चौरसिया व आशीष पीपल सहित संस्थान के सहकर्मी मौजूद रहे। वर्चुअल उद्घाटन के बाद डॉ. श्रीवास्तव और डॉ. पंचारिया ने सीरी संस्थान के वैज्ञानिकों एवं अन्य सहकर्मियों की मौजूदगी में भवन का औपचारिक उद्घाटन किया। कार्यक्रम समन्वयक पीएमई प्रमुख प्रमोद तंवर रहे।

दैनिक भास्कर

सच्ची बात, बेधड़क

झुंझुनूं राजस्थान शनिवार 13 दिसंबर, 2025

प्रौद्योगिकी हस्तांतरण तकनीकी संप्रभुता को सुदृढ़ करने की दिशा में निर्णायक कदम

सीएसआईआर-सीरी ने किया उच्च-शक्ति मैग्नेट्रॉन तकनीक का प्रौद्योगिकी हस्तांतरण, आयात निर्भरता को कम करेगा

भास्कर न्यूज | पिलानी

आत्मनिर्भर भारत के लक्ष्य को आगे बढ़ाने तथा भारत की रणनीतिक प्रौद्योगिकी क्षमता को सुदृढ़ करने की दिशा में सीएसआईआर-केन्द्रीय इलेक्ट्रॉनिकी अभियांत्रिकी अनुसंधान संस्थान (सीएसआईआर–सीरी), पिलानी और टॉन्बो इमेजिंग इंडिया प्रा. लि. के बीच 1 करोड़ मूल्य के उच्च-शक्ति स्वदेशी मैग्नेट्रॉन के प्रौद्योगिकी हस्तांतरण समझौते पर औपचारिक रूप से हस्ताक्षर किए गए।

समारोह में टॉन्बो इमेजिंग इंडिया प्रा. लि. की ओर से अरविंद लक्ष्मी कुमार, को-फाउंडर एंड सीईओ तथा अंकित कुमार, को-फाउंडर एंड चीफ रेवेन्यु ऑफीसर विशेष रूप से उपस्थित रहे। इनके साथ-साथ कार्यक्रम में कुल पांच अंतरराष्ट्रीय प्रतिनिधि-यू ए ई (2), कोलंबिया (2) तथा बेलारूस (1) भी शामिल हुए। सीएसआईआर-सीरी की ओर से कार्यक्रम में संस्थान के निदेशक डॉ. पी सी पंचारिया एवं डॉ. नीरज कुमार, प्रमुख, प्रौद्योगिकी एवं व्यवसाय विकास समूह भी उपस्थित रहे। हस्तांतरित की जा रही उच्च-शक्ति मैग्नेट्रॉन तकनीक सीरी के वैक्यूम इलेक्ट्रॉन डिवाइस समूह द्वारा पूर्णतः इन-हाउस डिजाइन, विकसित और प्रमाणित की गई है। यह तकनीक हस्तांतरण न केवल मैग्नेट्रॉन के व्यावसायिक उत्पादन का मार्ग प्रशस्त करेगा, बल्कि उन महत्वपूर्ण अनुप्रयोगों में देश की आयात-निर्भरता को कम करेगा। सीएसआईआर-सीरी, वैक्यूम इलेक्ट्रॉनिक डिवाइस, सेमीकंडक्टर तकनीक और उन्नत इलेक्ट्रॉनिक प्रणालियों के क्षेत्र में 69 वर्षों से राष्ट्रीय की प्रमुख अनुसंधान प्रयोगशाला है। अपनी वैज्ञानिक जनशक्ति के कारण यह उच्च-शक्ति मैग्नेट्रॉन तकनीक के स्वदेशी विकास का एक अग्रणी केंद्र भी बना हुआ है। सीएसआईआर-सीरी और टॉन्बो इमेजिंग इंडिया प्रा. लि. के बीच यह महत्वपूर्ण साझेदारी भारत की वैज्ञानिक प्रगति, सामरिक क्षमता और तकनीकी संप्रभुता को सुदृढ़ करने की दिशा में एक निर्णायक कदम सिद्ध होगी।

पिलानी. तकनीकी हस्तानांतरण प्रक्रिया के दौरान मौजूद संस्थानों के अधिकारी।

दैनिक मृदुल पत्रिका

राजस्थान

शनिवार, 13 दिसम्बर, 2025 http://mridulpatrika.com 3 जयपुर

सीएसआईआर सीरी ने किया उच्च-शक्ति मैग्नेट्रॉन तकनीक का प्रौद्योगिकी हस्तांतरण

टॉनबो इमेजिंग से एक करोड़ रुपए का करार

देश की तकनीकी संप्रभुता को सुदृढ़ करने की दिशा में निर्णायक होगा यह करार

पिलानी (बाबूलाल घोघलिया/मृदुल पत्रिका)। आत्मनिर्भर भारत के लक्ष्य को आगे बढ़ाने तथा भारत की रणनीतिक प्रौद्योगिकी क्षमता को सुदृढ़ करने की दिशा में सीएसआईआर-केन्द्रीय इलेक्ट्रॉनिकी अभियांत्रिकी अनुसंधान संस्थान (सीएसआईआर-सीरी), पिलानी और टॉन्बो इमेजिंग इंडिया प्रा. लि. के बीच 1 करोड़ मूल्य के उच्च-शक्ति स्वदेशी मैग्नेट्रॉन के प्रौद्योगिकी हस्तांतरण समझौते पर औपचारिक रूप से हस्ताक्षर किए गए। समारोह में टॉन्बो इमेजिंग इंडिया प्रा. लि. की ओर से श्री अरविंद लक्ष्मी कुमार, को-फाउंडर एंड सीईओ तथा श्री अंकित कुमार, को-फाउंडर एंड चीफ रेवेन्यु ऑफीसर विशेष रूप से उपस्थित रहे। इनके साथ-साथ कार्यक्रम में कुल पांच अंतरराष्ट्रीय प्रतिनिधि - यू ए ई (2), कोलंबिया (2) तथा बेलारूस (1) भी शामिल हुए, जो इस तकनीक की वैश्विक प्रासंगिकता और अंतरराष्ट्रीय औद्योगिक सहयोग की एक सशक्त मिसाल प्रस्तुत करते हैं। सीएसआईआर-सीरी की ओर से कार्यक्रम में संस्थान के निदेशक डॉ पी सी पंचारिया एवं डॉ. नीरज कुमार, प्रमुख, प्रौद्योगिकी एवं व्यवसाय विकास समूह भी उपस्थित रहे।

हस्तांतरित की जा रही उच्च-शक्ति मैग्नेट्रॉन तकनीक सीरी के वैक्यूम इलेक्ट्रॉन डिवाइस समूह द्वारा पूर्णतः इन-हाउस डिजाइन, विकसित और प्रमाणित की गई है। यह तकनीक हस्तांतरण न केवल मैग्नेट्रॉन के व्यावसायिक उत्पादन का मार्ग प्रशस्त करेगा, बल्कि उन महत्वपूर्ण अनुप्रयोगों में देश की आयात-निर्भरता को कम करेगा जिनमें उच्च-शक्ति माइक्रोवेव स्रोतों की आवश्यकता होती है। यह पहल स्वदेशी अनुसंधान, उद्योग सहयोग और तकनीकी नवाचार के नए द्वार खोलते हुए भारत को वैश्विक मंच पर और अधिक सक्षम बनाएगी।

गौरतलब है कि सीएसआईआर-सीरी, वैक्यूम इलेक्ट्रॉनिक डिवाइस, सेमीकंडक्टर तकनीक और उन्नत इलेक्ट्रॉनिक प्रणालियों के क्षेत्र में 69 वर्षों से राष्ट्रीय की प्रमुख अनुसंधान प्रयोगशाला है।

अपनी वैज्ञानिक जनशक्ति के कारण यह उच्च-शक्ति मैग्नेट्रॉन तकनीक के स्वदेशी विकास का एक अग्रणी केंद्र भी बना हुआ है। सीएसआईआर-सीरी और टॉन्बो इमेजिंग इंडिया प्रा. लि. के बीच यह महत्वपूर्ण साझेदारी भारत की वैज्ञानिक प्रगति, सामरिक क्षमता और तकनीकी संप्रभुता को सुदृढ़ करने की दिशा में एक निर्णायक कदम सिद्ध होगी।

सीएसआईआर - केंद्रीय इलेक्ट्रॉनिकी अभियांत्रिकी अनुसंधान संस्थान
CSIR - CENTRAL ELECTRONICS ENGINEERING RESEARCH INSTITUTE
पिलानी (राजस्थान) / PILANI, RAJASTHAN (INDIA) 333031