प्रौद्योगिकी विशेष

खंड 08 अंक 3, मई-जून 2020 | डी आर डी ओ की मासिक पत्रिका | ISSN: 2319-5568

इलेक्ट्रो–ऑप्टिकल उत्पाद एवं प्रौद्योगिकियां

प्रौद्योगिकी विशेष डीआरडीओ द्वारा विकसित किए गए उत्पादों, प्रक्रमों एवं प्रौद्योगिकियों को शामिल करते हुए इस संगठन द्वारा प्रौद्योगिकीय विकास के क्षेत्र में प्राप्त की गई उपलब्धियों को पाठकों के समक्ष प्रस्तुत करता है।

खंड 08 अंक 3 मई–जून 2020

मुख्य संपादक	प्रबंध संपादक	संपादक	संपादकीय सहायक	अभिकल्प
डॉ. अलका सुरी	सुमति शर्मा	अजय कुमार	राकेश कुमार, सुभाष नारायण	राज कुमार

स्थानीय संवाददाता

आगरा : श्री एस एम जैन, हवाई वितरण अनुसंधान तथा विकास स्थापना (एडीआरडीई)।

अहमदनगर : श्री एस मुथुकृष्णन, वाहन अनुसंधान तथा विकास स्थापना (वीआरडीई)।

अंबरनाथ : डॉ. सुसन टाइटस, नौसेना सामग्री अनुसंधान प्रयोगशाला (एनएमआरएल)।

बेंगलूरू : श्री एस सुब्बुकुट्टी, वैमानिकी विकास स्थापना (एडीई); श्रीमती एम आर भुवनेश्वरी, वायुवाहित प्रणाली केन्द्र (कैब्स); श्रीमती ए जी जे फहीमा, कृत्रिम ज्ञान तथा रोबोटिकी केंद्र (केयर); श्री आर कमलाकन्नण, सैन्य उड़नयोग्यता तथा प्रमाणीकरण केंद्र (सेमीलेक); श्रीमती जोसेफिन निर्मला, रक्षा उड्डयानिकी अनुसंधान स्थापना (डेयर); श्री किरण जी, गैस टरबाइन अनुसंधान स्थापना (जीटीआरई); डॉ. सुशांत क्षत्रे, सूक्ष्म तरंग नलिका अनुसंधान तथा विकास केंद्र (एमटीआरडीसी)।

चंडीगढ़ : श्री नीरज श्रीवास्तव, चरम प्राक्षेपिकी अनुसंधान प्रयोगशाला (टीबीआरएल); श्री एच एस गुसाईं, हिम तथा अवधाव अध्ययन स्थापना (सासे)।

चेन्नई : श्री पी डी जयराम, संग्राम वाहन अनुसंधान तथा विकास स्थापना (सीवीआरडीई)।

देहरादून : श्री अभय मिश्रा, रक्षा इलेक्ट्रॉनिक्स प्रयोज्यता प्रयोगशाला (डील); श्री एस के मिश्रा, यंत्र अनुसंधान तथा विकास स्थापना (आईआरडीई)।

दिल्ली : डॉ. राजेन्द्र सिंह, अग्नि, पर्यावरण तथा विस्फोटक सुरक्षा केंद्र (सीफीस); डॉ. दीप्ति प्रसाद, रक्षा शरीरक्रिया एवं संबद्ध विज्ञान संस्थान (डिपास); डॉ. निधि माहेश्वरी, रक्षा मनोवैज्ञानिक अनुसंधान संस्थान (डीआईपीआर); श्री राम प्रकाश, रक्षा भूभाग अनुसंधान प्रयोगशाला (डीटीआरएल); श्री नवीन सोनी, नाभिकीय औषधि तथा संबद्ध विज्ञान संस्थान (इनमास); श्री अनुराग पाठक, पद्धति अध्ययन तथा विश्लेषण संस्थान (ईसा); डॉ. डी पी घई, लेजर विज्ञान तथा प्रौद्योगिकी केंद्र (लेसटेक); सुश्री नूपुर श्रोतिय, वैज्ञानिक विश्लेषण समूह (एसएजी); डॉ. रचना ठाकुर, ठोसावस्था भौतिक प्रयोगशाला (एसएसपीएल)।

ग्वालियर : श्री आर के श्रीवास्तव, रक्षा अनुसंधान तथा विकास स्थापना (डीआरडीई)।

हल्दवानी : डॉ. अतुल ग्रोवर, डॉ. रंजीत सिंह, रक्षा जैव ऊर्जा अनुसंधान संस्थान (डिबेर)।

हैदराबाद : डॉ. जे के राय, उन्नत अंकीय अनुसंधान तथा विश्लेषण समूह (अनुराग); श्री ए आर सी मूर्ति, रक्षा इलेक्ट्रॉनिकी अनुसंधान प्रयोगशाला (डीएलआरएल); डॉ. मनोज कुमार जैन, रक्षा धातुकर्मीय अनुसंधान प्रयोगशाला (डीएमआरएल); डॉ. के नागेश्वर राव, रक्षा अनुसंधान एवं विकास प्रयोगशाला (डीआरडीएल)।

जोधपुर : श्री रवींद्र कुमार, रक्षा प्रयोगशाला (डीएल)।

कानपुर : श्री ए के सिंह, रक्षा सामग्री तथा भंडार अनुसंधान तथा विकास स्थापना (डीएमएसआरडीई)।

कोच्चि : सुश्री एम एम लता, नौसेना भौतिक तथा समुद्रविज्ञान प्रयोगशाला (एनपीओएल)।

लेह : डॉ. शेरिंग स्टोब्डन, रक्षा उच्च तुंगता अनुसंधान संस्थान (डिहार)।

पुणे : श्री अजय कुमार पांडेय, आयुध अनुसंधान तथा विकास स्थापना(एआरडीई); डॉ. (श्रीमती) जे ए कनेटकर, आयुध अनुसंधान तथा विकास स्थापना (एआरडीई); डॉ. हिमांशु शेखर, उच्च ऊर्जा पदार्थ अनुसंधान प्रयोगशाला (एचईएमआरएल); डॉ अनूप आनंद, अनुसंधान तथा विकास स्थापना (इंजी.)।

तेजपुर : डॉ. एस एन दत्ता, डॉ सोनिका शर्मा, रक्षा अनुसंधान प्रयोगशाला (डीआरएल)।

पाठकगण कृपया अपने सुझाव निम्नलिखित पते पर भेजें :

संपादक, प्रौद्योगिकी विशेष

रक्षा वैज्ञानिक सूचना तथा प्रलेखन केंद्र (डेसीडॉक)

मेटकाफ हाउस, दिल्ली–110054

टेलीफोन : 011–23902403, 23902482; फैक्स : 011–23819151, 011–23813465

ई–मेल : director@desidoc.drdo.in;techfocus@desidoc.drdo.in;technologyfocus@desidoc.deldom

इंटरनेट : www.drdo.gov.in/drdo/English/index.jsp?pg=techfocus.jsp

अतिथि संपादक की कलम से

डीआरडीओ के अंतर्गत यंत्र अनुसंधान एवं विकास संस्थान (आईआरडीई), देहरादून मुख्य रूप से रक्षा सेवाओं और अर्द्धसैनिक बलों के लिए ऑप्टिकल एवं इलेक्ट्रो–ऑप्टिकल यंत्र डिज़ाइन, विकास और प्रौद्योगिकी हस्तांतरण के प्रति समर्पित है। आईआरडीई ने जिन क्षेत्रों में प्रौद्योगिकी सुविधाएं स्थापित की हैं, उनमें नाइट विज़न यंत्र, लेज़र–आधारित यंत्र, स्थिरीकृत पेलोड्स, प्रॉक्सिमिटी सेंसर एवं सीकर्स सहित अग्नि नियंत्रण प्रणाली को अभिकल्पित (डिज़ाइन) एवं विकसित करना शामिल है।

आईआरडीई की अति महत्वपूर्ण क्षमताएं हैं। दिन और रात के दौरान बारहमासी स्थितियों के तहत निगरानी, टोही विमान चालन, विमान चालन, नौवहन, मार्गदर्शन, लक्ष्य पहचान और अधिग्रहण, स्थान–निर्धारण, ऋजुरेखन (रेंजिंग) और निरोधक उपायों के लिए ऑप्टिकल, इलेक्ट्रो–ऑप्टिकल एवं ऑप्ट्रॉनिक यंत्रों को अभिकल्पित और विकसित करना। अग्नि नियंत्रण प्रणालियां एवं उपकरण, इन्फ्रा–रेड सर्च एवं ट्रैक सिस्टम्स, स्टैंड–अलोन निगरानी प्रणालियां, ऑप्टिकल डिज़ाइन, होलोग्राफी, ऑप्टिकल इमेज प्रोसेसिंग एवं फोटोनिक लक्ष्य पहचान तकनीकें, अनुकूलनीय ऑप्टिक्स, एकीकृत ऑप्टिक्स, माइक्रो–ऑप्टिक्स और नैनो–फोटोमिक्स, टैट्राहर्ट्ज स्त्रोत एवं इमेजिंग, और स्थायी प्लेलोड के लिए नियंत्रण प्रणालियों की डिज़ाइनिंग आईआरडीई के अन्य कार्य क्षेत्र हैं।

आईआरडीई द्वारा हाल ही के समय में विकसित उत्पादों में नौसेना के लिए इलेक्ट्रो–ऑप्टिकल अग्नि नियंत्रण प्रणाली, सेना के लिए एकीकृत बहुमुखी साइट एवं गैप मापन उपकरण, एएफवी के लिए टीआई साइट्स का स्वदेशीकरण और हल्के वजन वाले पोर्टेबल लेज़र लक्षित डेज़िनेटर शामिल हैं।

प्रयोक्ता की आवश्यकताओं की पूर्ति के लिए आईआरडीई अपनी सहायक प्रयोगशालाओं, जैसे कि एआरडीई, डीआरडीएल एवं आरसीआई के सौजन्य से विभिन्न उपकरण विकसित कर रहा है।

टेक्नोलॉजी फोकस के इस अंक में आईआरडीई द्वारा विभिन्न प्लेटफॉर्मों के लिए अनेक इलेक्ट्रो–ऑप्टिकल प्रणालियों तथा सुसंगत प्रौद्योगिकियों के विकास की दिशा में दिए गए हाल ही के योगदानों को रेखांकित किया गया है।

जय हिंद।

बेंजामिन लायनल
उत्कृष्ट वैज्ञानिक एवं निदेशक, आईआरडीई

इलेक्ट्रो-ऑप्टिकल उत्पाद एवं प्रौद्योगिकियां

यंत्र अनुसंधान एवं विकास संस्थान (आईआरडीई), देहरादून मुख्य रूप से रक्षा सेवाओं के लिए ऑप्टिकल एवं इलेक्ट्रो–ऑप्टिकल यंत्रीकरण के क्षेत्र में अनुसंधान, प्रौद्योगिकी डिज़ाइन, विकास और उनके हस्तांतरण के प्रति समर्पित है। आईआरडीई की मूल स्थापना 1939 में रावलपिंडी (अब पाकिस्तान में) में स्थापित वैज्ञानिक भंडार निरीक्षणालय के साथ हुई थी। स्वतंत्रतता के पश्चात, इसका गठन देहरादून में एक तकनीकी विकास स्थापना के रूप में हुआ, जिसके अंतर्गत यंत्रीकरण एवं इलेक्ट्रॉनिक्स के क्षेत्रों में आरएंडडी एवं निरीक्षण कार्यों को कवर किया गया था। उत्तरोत्तर वर्षों में स्थापना से कुछ आरएंडडी एवं एएचएसपी जिम्मेदारियों को अलग किया गया था। अपने वर्तमान रूप में आईआरडीई को 18 फरवरी 1960 को स्थापित किया गया था।

आईआरडीई में स्पेक्ट्रम के दृश्य/विजेबल एवं इन्फ्रारेड क्षेत्र के लिए ऑप्टिकल प्रणालियों के डिज़ाइन, फैब्रीकेशन, असेम्बली और परीक्षण के लिए इन–हाउस क्षमता है। आईआरडीई की सर्वश्रेष्ठ क्षमता इलेक्ट्रो–ऑप्टिकल प्रणालियों, जैसे कि लो लाइट लेवल टीवी, डे विजन, इमेज इन्टेन्सिफायर ट्यूब और थर्मल इमेजिंग आधारित नाइट विजन, लेजर–आधारित यंत्रकरण, एलओएस स्थिरीकरण एवं फोटोनिक्स अनुसंधान के विकास में निहित है। आईआरडीई भूमि–आधारित, नौसेना एवं वायुजनित प्लेटफॉर्मों सहित हैंडहेल्ड एवं प्लेटफॉर्म माउंटेड अनुप्रयोगों के लिए यंत्रों को विकसित करता है।

इलेक्ट्रो–ऑप्टिकल उत्पाद

सीमा निगरानी प्रणाली

उच्च तुंगता वाले सीमावर्त्ती क्षेत्रें के लिए सुदूर संचालन क्षमता के साथ इलेक्ट्रॉनिक निगरानी

बख्तरबंद लड़ाकू वाहनों (एएफ) सीमावर्ती क्षेत्रों की बारहमासी चौकसी करने तथा उच्च तुंगता वाले सीमावर्ती क्षेत्रों पर नज़र रखने के लिए सीमा निगरानी प्रणाली (बीओएसएस) विकसित की गई है। इसमें युद्धक्षेत्र चौकसी रेडार (बीएफएसआर–एक्सआर), डे कैमरा, थर्मल कैमरा, आइ–सेफ एलआरएफ तथा भू–स्थलीय सेंसर (डीएमसी एवं जीपीएस) के साथ इलेक्ट्रो–ऑप्टिकल सेंसर हैं। यह हाइब्रिड ऊर्जा स्रोत से भी परिपूर्ण है। यह रियल–टाइम वीडियो तथा डाटा को वायरलेस एवं फाइबर ऑप्टिक लिंक के माध्यम से नियंत्रण केंद्र को भेजती है। इस उपकरण में इमेज इन्हांसमेंट, मोशन डिटेक्शन, पेनोरेमिक व्यू और लक्षित कोआर्डिनेटों की संगणन जैसी उन्नत इमेज प्रोसेसिंग विशिष्टताएं हैं।

कठिन परिस्थितियों में तैनात सेना कार्मिकों को भौतिक रूप से निगरानी करने के बजाय, इलेक्ट्रॉनिक रूप से निगरानी करने में सहजता होती है। यह शून्य से कम तापमान, सुदूर क्षेत्र तथा उच्च तुंगता वाले सीमावर्ती क्षेत्रों में इलेक्ट्रॉनिक निगरानी में सहायक है।

इस उत्पाद को भारतीय सेना में शामिल किया जा रहा है।

उत्पाद की मुख्य विशेषताएं

- यह बारहमासी यानी वर्षभर 24X7 इलेक्ट्रॉनिक निगरानी सुविधा उपलब्ध कराता है।
- यह नेटवर्क में कार्य करता है।
- यह बेहतर इमेज प्रोसेसिंग विशिष्टता से सुसज्जित है, जिससे निर्बाध निगरानी की जा सकती है।
- इसे हाइब्रिड विद्युत स्त्रोत से चलाया जा सकता है।
- इसे मानव द्वारा चालित नहीं किया जाता है, क्योंकि यह रिमोट से चलाए जाने में सक्षम है।
- इसमें डाटा और वीडियो ट्रांसमिशन क्षमता है।
- इसमें एकीकृत डि–आइसिंग एवं डि–फॉगिंग मॉड्यूल एवं सिक्योरिटी कैमरा है।

उत्पाद का प्रभाव

- यह लागत–सार्थक निगरानी

सीमा निगरानी प्रणाली

उपकरण विकसित करने में पूर्ण रूप से सक्षम है।

- बीओएसएस के सफल विकास से मानवयुक्त/मानवरहित चौकियों पर स्वदेशी निगरानी उपकरण के क्षेत्र में निर्भरता आई है।
- उपकरण के स्वदेशी उत्पादन से सुदूर निगरानी में काफी बचतें होंगी। इस प्रौद्योगिकी का प्रयोग आंतरिक सुरक्षा और संघर्षों से प्रभावित सीमावर्ती क्षेत्रों के लिए किया जा सकता है। इन प्रणालियों को उन देशों के लिए निर्यात किया जा सकता है, जिनकी परिस्थितियां हमारी जैसी सदृश हैं।

मल्टी-स्पैक्ट्रल निगरानी प्रणाली

एक मल्टी–स्पेक्ट्रल निगरानी प्रणाली (एमएसएस) विकसित की गई है, जिसमें ब्रॉडबैंड डिटेक्टर और ब्रॉडबैंड ऑप्टिक्स की विशेषताएं हैं। इसमें लेज़र रेंज फाइंडर, कॉमन सेंसर इंटरफेस और इमेज प्रोसेसिंग इलेक्ट्रॉनिक्स सुविधाएं हैं। एमएसएस को बैट्री चालित, हल्के वजन वाले ट्राइपॉड माउंटेड प्रणाली के रूप में डिज़ाइन किया गया है, जो दिन और रात के दौरान निगरानी में सक्षम है। इसमें भिन्न परिसरों (रेंजों) पर मल्टीपल बैंडों की संपूरक सूचना खराब मौसम स्थितियों में संभावित खतरों का पता लगा लेती है। यह छद्म लक्ष्यों का पता लगाने में भी काफी प्रभावकारी है।

मल्टी–स्पैक्ट्रल निगरानी प्रणाली

प्रणाली की मुख्य विशेषताएं

- ब्रॉडबैंड के माध्यम से निगरानी की जा सकती है।
- दिन और रात में निगरानी करने में सक्षम है।
- धुंध एवं कुहरे में भी बेहतर इमेज/तस्वीर खींची जा सकती है।

3-मेगा पिक्सल इन्फ्रारेड डिटेक्टर-आधारित लंबी दूरी निगरानी प्रणाली

लंबी दूरी की दिन और रात निगरानी सुविधा उपलब्ध कराने के लिए एक 3–मेगा पिक्सल इन्फ्रारेड डिटेक्टर–बेस्ड लॉन्ग रेंज सर्विलियेंस सिस्टम (एमआईएलआरएस) विकसित की गई। एमआईएलआरएस में एक उच्च रिजोलुशन कूल्ड थर्मल इमेजर (टीआई) एवं फुल एचडी कलर डे कैमरा है।

बड़े फॉर्मेट और छोटे पिक्सल आकार के कारण, यह प्रणाली लंबी

3-मेगा पिक्सल इन्फ्रारेड डिटेक्टर

दूरी की रेंजों के साथ फील्ड का चौड़ा व विस्तृत व्यू कवरेज उपलब्ध कराती है। इसका बड़ा फॉर्मेट भी प्रयोक्ता को चौड़े एफओवी के माध्यम से स्थिति की गंभीरता से अवगत कराती है। बड़े फॉर्मेट का एक लाभ यह है कि इमेज विकृत हुए बिना यह सवंर्धित डिजिटल जूम क्षमता उपलब्ध कराती है।

प्रणाली की विशेषता

- उच्च आकाशीय रिजोलूशन के साथ व्यापक एफओवी कवरेज।
- स्थिति के बारे में बेहतर जानकारी।
- लंबी रेंजों की कवरेज।
- इमेज विकृत हुए बिना विस्तृत विवरण के साथ डिजिटल जूम।

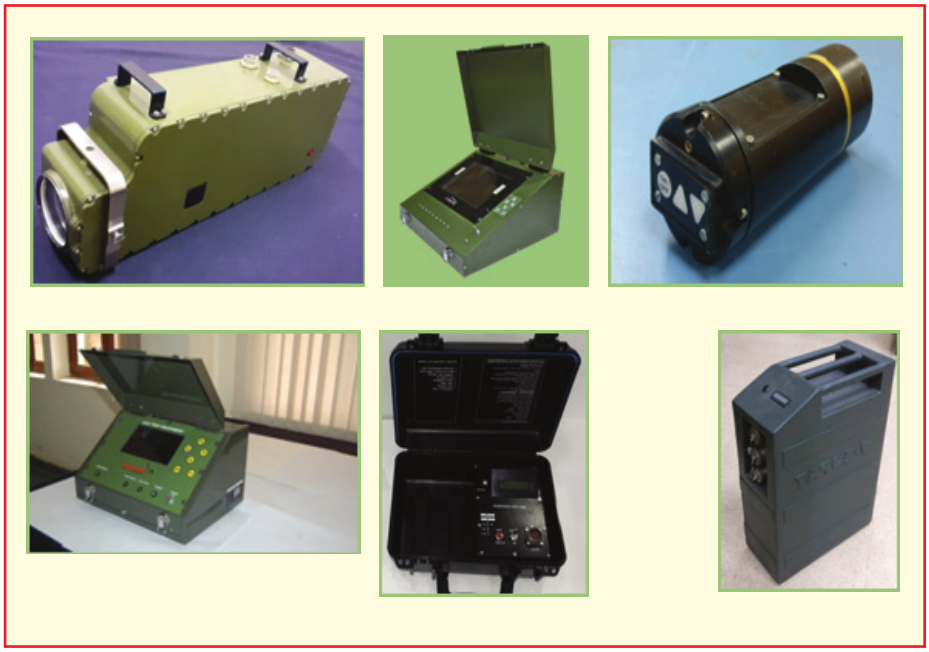
एएफवी के लिए सिमुलेटेड टेस्ट और इंटेरोगेटर किट

सभी एएफवी के लिए सिमुलेटेड टेस्ट और इंटेरागेटर किट (एसटीआईके) का प्रयोग मिसाइल दागने से पहले फील्ड स्थिति में एफएफवी की निर्देशित शस्त्र प्रणाली (जीडब्ल्यूएस) की विभिन्न यूनिटों के निष्पादन का मूल्यांकन करने के लिए किया जाएगा। जीडब्ल्यूएस मिसाइल में लेज़र बीम राइडर (एलबीआर) निर्देशन उपलब्ध कराने के लिए जिम्मेदार है। एलबीआर प्रणाली एक सेमी–आटोमेटिक नियंत्रित प्रणाली है, जो लेज़र बीम पर मिसाइल की टेल–ओरिएटिंग का प्रयोग करती है। एलबीआर निर्देशन प्रणाली एक ऐसी सूचना का पूर्वानुमान करती है जो लक्ष्य की दिशा में पर्याप्त पावर वाले लेज़र बीम का कूटलेखन करती है। मिसाइल को इस बीम में दागा जाता है और उसके उपरांत यह लक्ष्य भेद्यन तक बीम में निर्देशित रहती है। इस प्रणाली में, लक्ष्य की दिशा में लेज़र सूचना क्षेत्र का सृजन एवं पूर्वानुमान करने के लिए एक लेज़र ट्रांसमिटर तथा लेज़र बीम के लक्ष्य के लिए एक ऑप्टिकल साइट शामिल है।

जीडब्ल्यूएस में तीन यूनिटें होती हैं, अर्थात मेन साइट, आटोमेटिक कंट्रोल यूनिट (एसीयू) और वोल्टेज कन्वर्टर। मेन साइट की भूमिका वांछित विनिर्देशनों की कूटलेखित लेज़र बीम के सृजन में होती है और एसीयू यूनिट सब–यूनिट को सभी कंट्रोल सिग्नल उपलब्ध कराती है तथा टैंक के फायर कंट्रोल सिस्टम के साथ अन्योन्यक्रिया करती है। वोल्टेज कंट्रोलर की भूमिका लेज़र के सृजन के लिए अपेक्षित वोल्टेज एवं करंट उपलब्ध कराने में होती है।

एसटीआईके एक कॉम्पेक्ट एवं मजबूत प्रणाली है, जो मिसाइल की उड़ान के कुल समय के दौरान लेज़र सूचना क्षेत्र को रियल टाइम में अभिग्रहित करती है। एसटीआईके प्रणाली का प्रयोग जीडब्ल्यूएस की तीनों यूनिटों को टेस्ट करने के लिए किया जाता है।

एसटीआईके के अंतर्गत 06 सब–यूनिटें होती हैं, जैसा कि चित्रों में दर्शाया गया है। इस प्रणाली को टैंक में कोई संशोधन किए बिना विद्युतीय एवं यांत्रिक रूप से एकीकृत किया जाएगा। एसटीआईके को स्वतः–संधारणीय पावर स्त्रोत से चालित किया जाएगा। यह पहले जीडब्ल्यूएस की संयोजित मोड में जांच–पड़ताल करती है। इस मोड में ऑप्टिकल यूनिट, इंटेरोगेटर यूनिट, लाइट सोर्स एवं रिचार्जेबल बैट्री का प्रयोग किया जाता है और संबद्ध टेस्ट किए जाते हैं। इन टेस्टों के आधार पर सब–यूनिटों की विफलता की पहचान की जा सकती है। एसीयू



एएफवी के लिए सिमुलेटेड टेस्ट और इंटेरोगेटर किट

और वोल्टेज कन्वर्टर की टेस्टिंग क्रमशः एसीयू टेस्ट यूनिट और वोल्टेज कन्वर्टर द्वारा की जाती है।

एसटीआईके प्रणाली प्रत्येक टेस्ट के तदनुरूप गुणात्तमक डाटा को आगामी विश्लेषण के लिए भंडारित भी करती है। यह टाइम स्टैम्पिंग और डाटा संरक्षण के साथ डाटा भंडारण विशेषता भी उपलब्ध कराती है। मेन साइट के साथ ऑप्टिकल यूनिट का प्रारंभिक संरेखण भी टेस्ट आरंभ करने के लिए बहुत महत्वपूर्ण होता है। ऑप्टिकल यूनिट में प्रयुक्त सीसीडी कैमरा इस संरेखण को काफी सरल बना देता है। एसटीआईके प्रणाली मिसाइल द्वारा शस्त्र छोड़े जाने के समय के दौरान लेज़र बीम के फैलाव एवं केंद्रक ट्रेजेक्टरी को भी उपलब्ध कराती है, जो प्रणाली को और अधिक गहनता के साथ समझने एवं निदान करने में सहायता करती है।

एथर्मल लेज़र टारगेट डेजिनेटर

लेज़र टारगेट डेजिनेटर्स आज के ज़माने के युद्धास्त्रों में ट्रू फोर्स मल्टीप्लायर हैं, क्योंकि ये लेज़र निर्देशित बमों, तोपों और मिसाइलों का प्रयोग कर सैन्य लक्ष्यों के विरूद्ध सटीक हमला करते हैं। डायोड पंम्प्ड एथर्मल लेज़र टारगेट डेजिनेटर (एएलटीडी) एक अत्याधुनिक सैन्य लेज़र उपकरण है जिसमें पूर्ववर्ती डेजिनेटरों की तुलना में अनेक विशेष लाभ हैं।

एथर्मल लेज़र टारगेट डेजिनेटर

सर्वप्रथम, इस डेजिनेटर का एथर्मल डिज़ाइन उसे परिवेशी तापमानों की व्यापक रेंज में दक्षता से कार्य करने में सहायता करता है, जबकि पूर्ववर्ती डेजिनेटरों में ऐसी सुविधा नहीं थी, क्योंकि उन्हें अपने निष्पादन को कायम रखने के लिए तापीय–विद्युतीय कूलर मॉड्यूलों का प्रयोग कर लेज़र डायोड्स के तापमान को नियंत्रित करने की आवश्यकता पड़ती थी। एएलटीडी की इस विशिष्टता ने उसकी दक्षता को बढ़ाया है और विद्युत खपत को लगभग 40 प्रतिशत तक कम किया है, जिसके फलस्वरूप अपेक्षित बैट्री का आकार एवं वजन कम हो जाता है। चूंकि एएलटीडी के लिए सक्रिय तापमान को नियंत्रित करने की आवश्यकता नहीं होती है, इसलिए यह शुरु होने में बिल्कुल भी समय नहीं लेता है, जिससे युद्ध स्थल में कीमती समय की बचत होती है। तुलनात्मक दृष्टि से, पूर्ववर्ती डेजिनेटरों को उपयोग में लाए जाने में दो मिनटों तक समय लगता था।

एडवांस्ड सिंगल चैनल ऑप्टिक्स डे साइट एवं लेज़र ट्रांस–रिसीवर के कार्यों को एक कॉमन ऐपर्चर के साथ संयोजित करता है, जिसके

कारण इसका डिज़ाइन एवं आकार कॉम्पेक्ट, मजबूत एवं हल्के वजन का होता है। डेजिनेटर 20 Hz की सामान्य पुनरावृत्तीय दर के साथ लेज़र पलसिस उत्पादित करता है।

डेजिनेटर की विशेषताएं

- कॉम्पेक्ट एवं हल्का वजन।
- अंतर्निर्मित रेंज फाइंडर।
- बिजली की कम खपत।
- तत्काल स्टार्ट होने की क्षमता।
- अंतर्निमित डीएमसी एवं जीपीएस।
- रिचार्जेबल लियॉन बैटरियों से चालित।
- माउंटिंग एसडब्ल्यूआईआर कैमरा या थर्मल इमेजर के लिए पिकाटिनी रेल।

उत्पाद का प्रभाव

एएलटीडी के विकास में निर्भरता

एएलटीडी को डिज़ाइन और विकसित किए जाने से लेज़र टारगेट डेजिनेटरों के स्वदेशी विकास के क्षेत्र में निर्भरता आई है। एएलटीडी रैंजिंग एवं टर्मिनल गाइडेंस उपलब्ध कराता है।

उपकरण के स्वदेशी उत्पादन से विदेशी मुद्रा में भारी बचत होगी और मरम्मत नहीं हो सकने वाले आयातित उपकरणों को प्रतिस्थापित करने में सहायता मिलेगी। इन प्रणालियों में इतनी सक्षमता है कि इन्हें समान आवश्यकता वाले देशों को निर्यात भी किया जा सकता है।

एएफवी के लिए कमांडर साइटिंग सिस्टम्स

भारतीय सेना द्वारा पूर्वानुमानित आवश्यकताओं के आधार पर, आईआरडीई ने एएफवी के कमांडर साइटिंग सिस्टम्स (सीएसएस) को डिज़ाइन और विकसित करने के लिए एक मिशन मोड परियोजना प्रारंभ की है।

कमांडर थर्मल इमेजर्स (सीटीआई) का प्रयोग युद्ध स्थल की निगरानी और दिन एवं रात के दौरान लक्ष्यों को प्राप्त करने के लिए किया जाता है। ये रात में एएफवी की हंटर किलर क्षमता को भी बढ़ा देते हैं। वर्तमान आईसी ट्यूब–आधारित नाइट साइट को थर्मल इमेजर द्वारा प्रतिस्थापित किया जाता है और इसे एएफवी की कमांडर साइटों के वर्तमान आवासन के साथ उपयुक्त स्थिति में एकीकृत किया गया गया है, जबकि वर्तमान डे लाइट को यथावत रखा गया है। थर्मल इमेजर एमडब्ल्यूआईआर (3.5 μm) पर आधारित है, जो उसकी पहचान करने की रेंज को बढ़ा देता है। इन अपग्रेडेड कमांडर साइटों के साथ,

एएफवी के लिए कमांडर साइटिंग सिस्टम्स

टैंक कमांडर दिन/रात के दौरान स्वतंत्र रूप से निगरानी करने और लक्ष्य को साधने में सहायता प्रदान करेगा, जिसके फलस्वरूप वर्तमान नाइट ब्लाइंडनेस प्रणाली को हटा दिया जाएगा। कमांडर साइटिंग सिस्टम में लक्ष्य की सटीक रेंजों को प्राप्त करने के लिए, एक आइ सेफ लेज़र रेंज (फाइंडर) को समाहित किया गया है। थर्मल इमेजरों में एक फायरिंग ग्रेटिक्यूल को कार्यान्वित किया गया है, जो त्वरित कार्रवाई समय में सहायता प्रदान करने के लिए चयनित आयुधों हेतु प्राक्षेपीकीय ऑफसेट का परिकलन कर स्वतः ही परिष्करण करता है।

थर्मल इमेजरों की मुख्य विशेषताएं

- फोर्म–फिट कन्फ्यूग्रेशन
- बढ़ते पहचान स्थलों की रेंजों के साथ नाइट साइट का कार्यात्मक प्रतिस्थापन।
- वर्तमान डे साइट की धारणीयता।
- हंटर किलर क्षमता।
- स्थायी डिस्क्रीट फील्ड व्यू के साथ निरंतर जूम।
- इमेज प्रोसेसिंग विशिष्टताएं।
- Cdr TI में इंटिग्रल आई सेफ लेज़र रेंज।

उत्पाद का प्रभाव

इन साइटिंग सिस्टमों के संस्थापन के पश्चात इन–सर्विस एएफवी की रात में आक्रमण करने की क्षमता बढ़ जाएगी। कमांडर साइटिंग सिस्टमों का उत्पादन भारत इलेक्ट्रॉनिक लिमिटेड (बीईएल), मछलीपत्तनम एवं ओप्टो इलेक्ट्रानिक्स फैक्टरी (ओएलएफ) देहरादून में किया जाएगा। यह सिस्टम किफायती है और इसे उन देशों को निर्यात किया जा सकता है जिनके सशस्त्र बलों में समान एएफवी हैं।

त्वरित एवं उच्च रिजोलूशन शैक-हार्टमैन वेवफ्रंट सेंसर

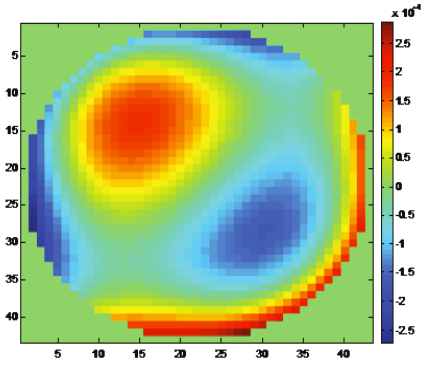
शैक-हार्टमैन वेवफ्रंट सेंसर (एसएच–डब्ल्यूएस) को पिछले कई वर्षों से विभिन्न रूपों में प्रयोग किया जा रहा है। एसएच–डब्ल्यूएस का प्रयोग व्यापक तौर पर किया जाता है, जिनमें से एक क्षेत्र है अडेप्टिव ऑप्टिक्स (एओ), जिसमें विक्षोम प्रेरित तरंगाग्र वेवफ्रंट त्रुटियों (turbulence induced wavefront errors) के मापन हेतु उच्च गति के संवेदन की आवश्यकता होती है। इसके अलावा, इस सेंसर को वाणिज्यिक तौर पर प्रयोग किया जा सकता है, जैसे कि नेत्रविज्ञान, ऑप्टिकल टेस्टिंग, लेज़र बीम विश्लेषण, सेमीकंडक्टर विनिर्माण उद्योग, आदि में।

इंटरफेरामेट्री के विकल्प के तौर पर, एसएच–डब्ल्यूएस बहुत ही सरल, कॉम्पेक्ट, उत्कृष्ट और कंपन असंवेदनशील है। एसएच–डब्ल्यूएस में लेंसलेट ऐरे, सीएमओएस सेंसर, और कस्टमाइज्ड सॉफ्टवेयर के साथ त्वरित अधिग्रहण की सुविधा है। उपयुक्त फास्ट एसएच–डब्ल्यूएस एओ अनुप्रयोगों के लिए वाणिज्यिक रूप से उपलब्ध नहीं है। अतः, प्रयोगशाला ने एओ अनुप्रयोग के लिए 16X16 सब–आपरेटर्स एसच–डब्लयूएस के साथ इन–हाउस एक उच्च गति> 1000 fps विकसित किया है और इसे 42X42 सब–आपरेटर्स के साथ उच्च रिजोलूशन में अपग्रेड किया गया है।

एसएच–डब्ल्यूएस को चित्रों में दर्शाया गया है। एक 4X डे साइट के कोमा डोमिनेटेड वेवफ्रंट की असामान्यता को चित्रों में टेस्ट परिणामों के रूप में दर्शाया गया है।

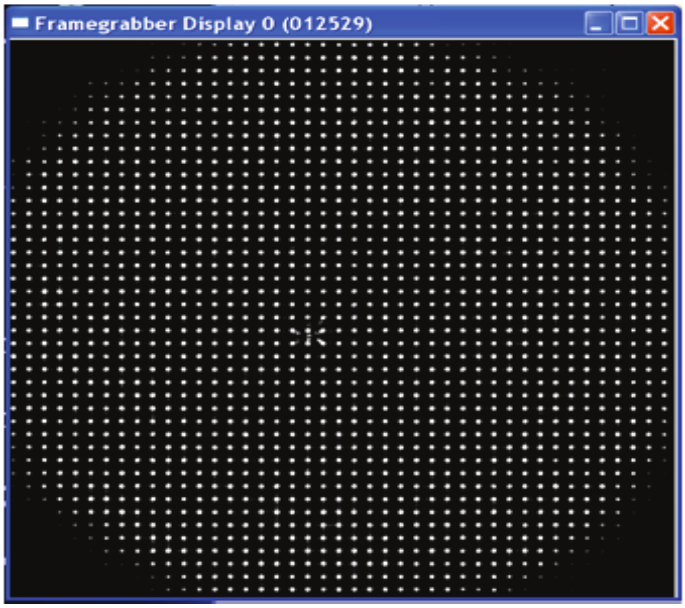
एसएच-डब्ल्यूएस की मुख्य विशेषताएं

- प्रिसिज़न लेंसलेट माउंटिंग असेम्बली।
- सब–अपरचर सलेक्शन और S/w आधारित संरेखण कार्यविधियां।
- कस्टमाइज्ड वीसी आधारित इन–हाउस विकसित सॉफ्टवेयर।
- ऑफलाइन असामान्यता विश्लेषण के लिए मैटलैब आधारित इंजन।
- वायुमंडलीय विक्षोम प्रेरित



कोमा डोमिनेटेड असामान्यताएं : टेस्ट के परिणाम

उच्च गति का एएएच–डब्ल्यूएस प्रोटोटाइप



उच्च रिजोलुशन वाले हार्टमैन स्पॉट

असामान्यताओं के मापन हेतु उच्च गति।

- एंटरेंस पुपिल पर जरनाइक पॉलीनोमियल असामान्यताओं के मापन हेतु उच्च रिजोलूशन।

इलेक्ट्रो-ऑप्टिकल प्रणालियों के लिए इमेज फ्यूज़न प्रौद्योगिकियां

इमेज फ्यूज़न (प्रतिबिंब संगलन) डाटा फ्यूज़न के सामान्य फील्ड के एक सबसेट का इमेज फ्यूज़न है। इमेज फ्यूज़न में बेहतर गुणवत्ता और अधिक विशिष्टताओ के साथ एक नई मिश्रित इमेज सृजित करने हेतु संपूरक या अतिरिक्तता सूचना सहित समान दृश्य की अनेक तस्वीरें/इमेज होती हैं। यह सिंग्ल सेंसर की तुलना में दृश्य की बेहतर व्याख्या/इंटरप्रेटेशन उपलब्ध करा सकती है। इसका उद्देश्य मल्टी–सेंसर आउटपुट में अनिश्चितता को कम करना और अतिरिक्तता सूचना को न्यूनतम करना होता है, जबकि यह किसी दृश्य में मौजूद सूचना का अधिकतमीकरण करती है। इसके प्रति रक्षा प्रणालियों, चिकित्सा इमेजिंग, रोबोटिकी एवं उद्योग, आदि का काफी ध्यान आकृष्ट हुआ है।

इमेज फ्यूज़न सिस्टम में दो या उससे अधिक इनुपुट इमेजिज को एक संगलित इमेज में परिवर्तित करने के लिए अनेक प्रोसेसिस की जरूरत होती है। एकल सेंसरों से इमेजिज को प्रि–प्रोसेस (इमेज को बढ़ाने के लिए) कर किसी एक रेफरेंस फ्रेम के साथ संरेखित किया जाता है। एफओवी कॉम्पन्सेशन एवं आकाशीय संरेखण इमेज पंजीकरण प्रक्रिया के माध्यम से किया जाता है।

अंततः इन इमेजिज को फ्यूज़न विधियों और फ्यूज़न नियमों के अनुसार गलाया जाता है ताकि संगलित इमेजरी सृजित की जा सके। चित्र में एकल सेंसरों के मल्टीपल इमेज फ्रेमों से सिंग्ल आउटपुट इमेज सृजित करने हेतु संगलित इमेजरी के सृजन के लिए जनेरिक प्रोसेसिंग आवश्यकता को दर्शाया गया है।

ये मल्टीपल स्टेप्स हैं, जिनकी आवश्यकता इमेज फ्यूज़न के लिए पड़ती है, जो निम्न प्रकार हैं:

- इमेजिंग सेंसरों का यांत्रिक संरेखणः किसी प्लेटफॉर्म पर या सर्विलियेंस सुइट के भाग के रूप में संस्थापित सेंसरों को संरेखित किया जाना होता है ताकि उनके ऑप्टिकल अक्षों को एक दूसरे के साथ समानांतर रखा जा सके।
- इमेज का पंजीकरण : इस स्टेप की आवश्यकता विभिन्न रिजोलूशनों, सेंसर की एफओवी की क्षतिपूर्ति के लिए पड़ती है ताकि दो/उससे अधिक सेंसरों के तदनुरूप पिक्सल एक ही स्थिति में आच्छादित हों। इसे विद्युतीय प्रसंस्करण विधि के द्वारा किया जाता है।

- इमेज फ्यूज़नः पंजीकरण सफलतापूर्वक पूरा करने के पश्चात, मल्टीपल इमेजिंग स्त्रोतों से मिश्रित इमेज बनाने के लिए पिक्सल लेवल फ्यूज़न एल्गोरिथ्म का प्रयोग किया जाता है ताकि सूचना का संवर्धन किया जा सके।

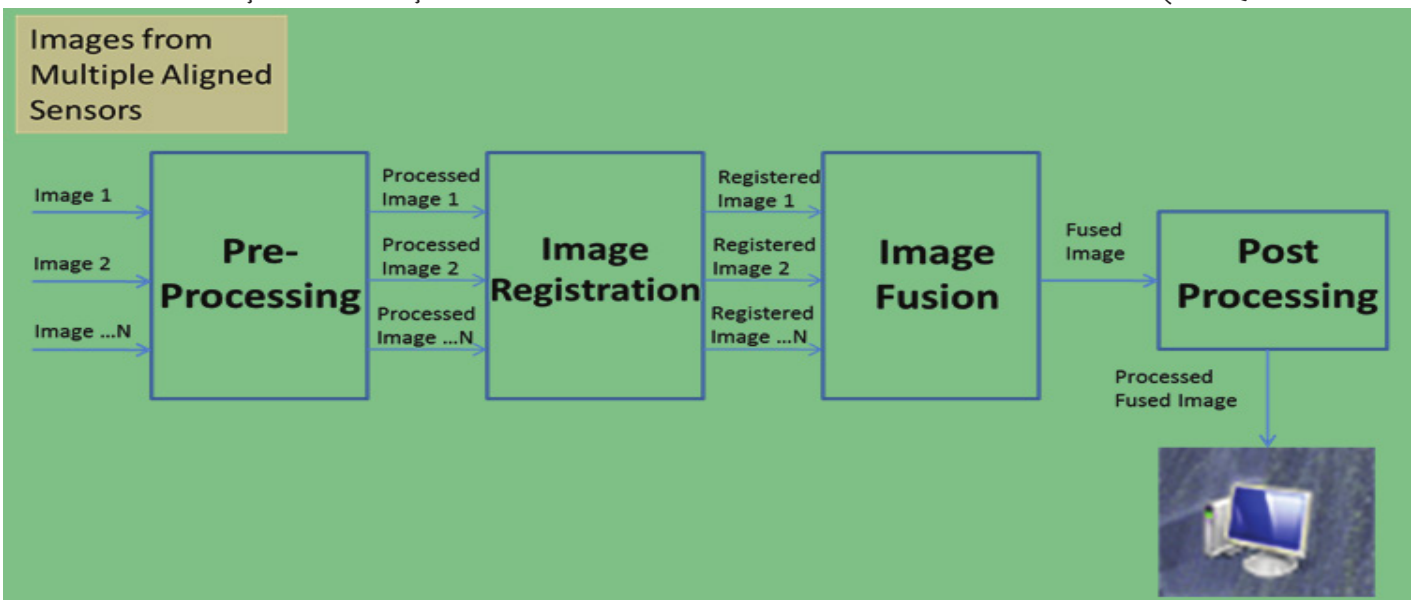
इमेज फ्यूज़न

विभिन्न इमेज फ्यूज़न एल्गोरिथ्म विकसित किए गए, जैसे कि भारांकित औसत, एचपीएफ, वेवलेट–आधारित एवं लेप्लासिएन पिरामिड–आधारित इमेज फ्यूज़न। इन एल्गोरिथ्मों को अनुकारित कर उनके निष्पादन तथा संगणन आवश्यकताओं का विश्लेषण किया गया। एफपीजीए एवं डीएसपी–आधारित इमेज फ्यूज़न हार्डवेयर विकसित किया गया।

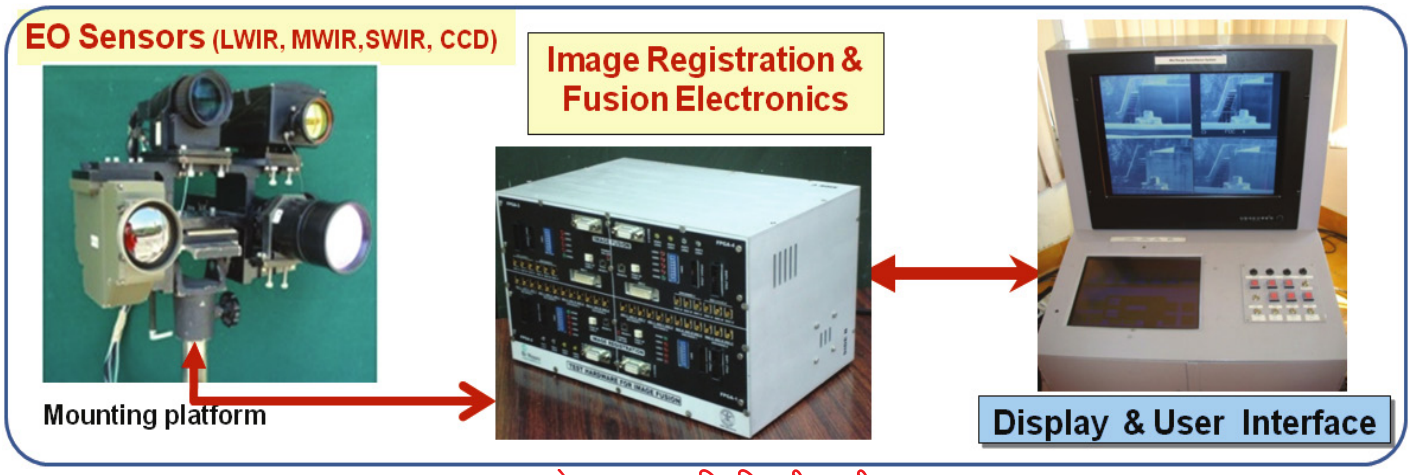
विभिन्न एल्गोरिथ्मों, जैसे कि इमेज सिन्क्रोनाइजेशन, एफाइन ट्रांसफॉर्म और बाइलिनियर इंटरपोलेशन–आधारित इमेज रजिस्ट्रेशन एल्गोरिथ्म, भारांकित औसत, एचपीएफ और लेप्लासिएन पिरामिड (एलएपी) आधारित इमेज फ्यूज़न एल्गोरिथ्मों को हार्डवेयर में कार्यान्वित किया गया। इमेज पंजीकरण और ईओ सेंसरों से वीडियो के फ्यूज़न को रियल टाइम में कार्यान्वित किया गया। चित्र में प्रयोगशाला में विकसित इमेज फ्यूज़न–आधारित निगरानी प्रणाली को दर्शाया गया है।

इमेज के परिणाम

चित्र में सीसीडी कैमरा, थर्मल इमेजर एवं संगलित इमेज से अधिग्रहित इमेज को दर्शाया गया है। पहली इमेज कलर सीसीडी इमेज है जो आग के



संगलित इमेजरी के लिए इमेज प्रोसेसिंग फ्रेमवर्क



इमेज फ्यूज़न-आधारित निगरानी प्रणाली

कारण धुएं को परिलक्षित कर रही है, और धुंए के पीछे चल रहे व्यक्ति की तस्वीर को एलडब्ल्यूआईआर कैमरा द्वारा अभिग्रहित किया गया है। संगलित इमेज दोनों सेंसरों से सूचना को अभिग्रहित करती है। संगलित इमेज स्पष्ट रूप से दर्शाती है कि दृश्य में धुंआ है और एक व्यक्ति मौजूद है। इस मल्टी–सेंसर इमेज फ्यूज़न के प्रति रक्षा प्रणालियों, भूविज्ञान, चिकित्सा इमेजिंग, सुदूर संवदेन, रोबोटिकी, औद्योगिक अभियांत्रिकी, आदि का काफी ध्यान आकृष्ट हुआ है। रक्षा में, लक्ष्य की खोज करने में, ट्रैकिंग एवं वर्गीकरण प्रणाली की पहचान करने में, छुपाए गए हथियारों की खोज करने में, युद्ध स्थान की निगरानी करने में, रात में पाइलट को मार्गदर्शन देने में, स्थिति का बेहतर रूप से परक आकलन करने में/जागरुकता फैलाने में, उन्नत उत्कृष्टता के लिए संगलित इमेजरी का प्रयोग किया जा सकता है। हाल ही में, भारतीय रेलवे ने इस सिस्टम को रेलगाड़ी के इंजन के सामने संस्थापित करने की इच्छा जताई है ताकि यातायात सिग्नल और कोई भी पशु/व्यक्ति/वाहन/वस्तु को रेल मार्ग पर साफ-साफ देखा जा सके, क्योंकि यह सिस्टम उन्हें इनपुट के रूप में एक एकल मिश्रित इमेज में

इमेज इनफ्यूशन के परिणाम

दिखाती है। इससे रात में कम दृश्यता के कारण होने वाली दुर्घटनाओं में कमी आएगी। प्रयोगशाला में विकसित तकनीकों का प्रयोग अनेक प्रणालियों, जैसे कि एएफवी के लिए ड्राइवर नाइट साइट (डीएनएस), आदि में किया जा रहा है।

इस इमेज को निकट भविष्य में निम्नलिखित में अनुप्रयोग किया जा सकता है।

- निगरानी सुइट में, जिसमें बहु मॉनीटरों को एक साथ नहीं रखा जा सकता है।
- मुख्यालय को कमांड करने हेतु मल्टी–सेंसर सुइट सूचना का ट्रांसमिशन, जिसे एकल इमेज/वीडियो स्ट्रीम में समावेषित किया जा सकता है।
- भंडारण की सुरक्षा के लिए बहु वीडियो के बजाय, एकल वीडियो का अभिलेख रखा जा सकता है।
- बहु डिस्पले को मॉनीटर करने में यह ऑपरेटर के श्रम को कम कर सकता है।

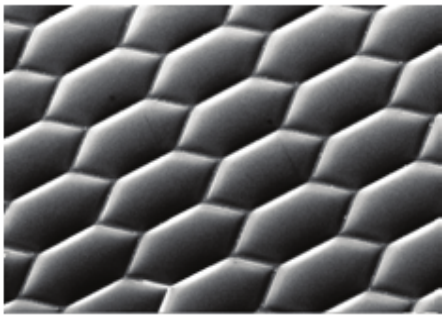
सूक्ष्म-ऑप्टिक्स एवं नैनोफोटोनिक्स प्रौद्योगिकियां

ऑप्टिक उद्योग पिछले कुछ दशकों में सेमीकंडक्टर उद्योग में कुछ फैब्रीकेशन तकनीकों को अंगीकृत करता आ रहा है। इससे ऑप्टिक्स उद्योग में दो मुख्य प्रवृत्तियों का मार्ग प्रशस्त हुआ है। लघु पैमाने पर उत्पादन (मिनिएचराइजेशन) और बड़े पैमाने पर उत्पादन। लघु स्तर के उत्पादन से सिस्टम वॉल्यूम में गिरावट आई है, जिसके कारण सिस्टम के वजन में भी गिरावट आई है। बड़े पैमाने के उत्पान से कम लागत वाले उपकरणों का प्रयोग होने लगा है। सूक्ष्म–ऑप्टिकल घटकों को विविध रूपों में प्रयोग किया जा रहा है। नैनो–फोटोनिक्स में, प्रयास किया जाता है कि सामग्रियों के ऑप्टिकल गुणधर्मों को नियंत्रित किया जाए। नैनो–फोटोनिक्स को प्रकाश एवं

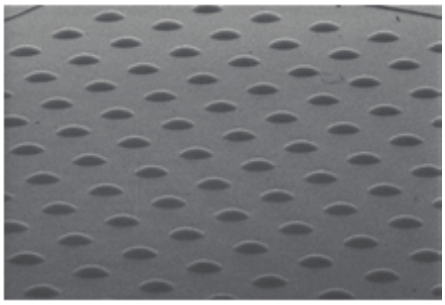
पदार्थ (जो तरंग लंबाई एवं उप–तरंग लंबाई स्केल्स पर उत्पन्न होती है, जहां प्राकृतिक या कृत्रिम नैना–संरचित पदार्थ की भौतिक, रासायनिक या संरचनात्मक प्रकृति अन्योन्यक्रियाओं को नियंत्रित करती है) की अन्योन्यक्रिया के विज्ञान और अभियांत्रिकी के रूप में पारिभाषित किया गया है। यदि हम ऐसी सामग्रियों को अभियंत्रित करते हैं जो इमें वांछित बारंबारताओं की रेंज में प्रकाश के फैलाव को पूरी तरह से नियंत्रित करने में सहायता दें, तो भारी मात्रा में प्रौद्योगिकीय विकास किए जा सकते हैं। इन उभरती प्रौद्योगिकियों द्वारा प्रस्तुत भावी प्रौद्योगिकियों को ध्यान में रखते हुए, डीआरडीओ ने भारत के अग्रणी आरएंडडी संस्थानों के सहयोग से एक पहल की है। सूक्ष्म–ऑप्टिक्स एवं नैनो–फोटोनिक्स के क्षेत्रों में विकसित की गई मुख्य प्रौद्योगिकियां निम्न प्रकार हैं:

सूक्ष्म–ऑप्टिक्स

आईआरडीई ने वेवफ्रंट सेंसरों, इमेजिंग, एस्फेरिक ऑप्टिकस की नल टेस्टिंग एवं पैटर्न प्रोजेक्शन सहित विभिन्न अनुप्रयोगों के लिए माइक्रोलेन्स ऐरे और कंप्यूटर सृजित होलोग्राम जैसे सूक्ष्म–ऑप्टिकल घटकों को विकसित किया है। आईआरडी में 200 µm से लेकर 1 मि.मी. की रेंज के डायमीटर के साथ माइक्रोलेन्स ऐरे, वृत्ताकार, वर्गाकार या षटकोणीय ऐपरचर्स के साथ 3 µm से 60 µm की रेंज में सैग विकसित किए हैं। 30 x 30 के साथ ऐरे और 95 प्रतिशत तक फिल फैक्टर विकसित किए गए और वेवफ्रंट सेंसिंग में उनके प्रयोग को प्रदर्शित



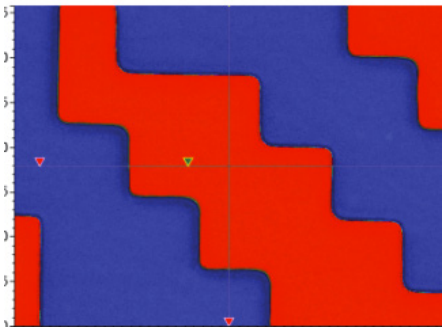
हाइ फिल फैक्टर और षटकोणीय ऐपरचर के साथ माइक्रोलेन्स ऐरे की एसईएम इमेज



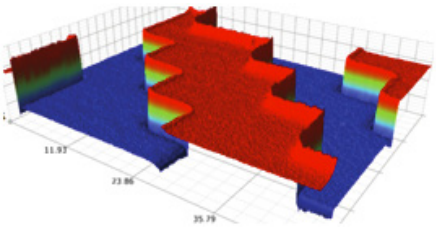
हाइ सैग और वृत्ताकार ऐपरचर के साथ माइक्रोलेन्स ऐरे की एसईएम इमेज

किया गया। चित्र में षटकोणीय ऐपरचर के साथ माइक्रोलेन्स ऐरे की इमेज को तथा वृत्ताकार ऐपरचर एवं हाइ सैग (~ 50 µm) के साथ माइक्रोलेन्स ऐरे को दर्शाया गया है।

कंप्यूटर सृजित होलोग्राम (सीजीएच) डिफ्रेक्टिव ऑप्टिकल एलिमेंट्स (डीओई) होते हैं, जो इन्सिडेंट लाइट को स्वेच्छित रूप से मैनुपुलेट कर सकते हैं। प्रयोगशाला के पास विभिन्न अनुप्रयोगों के लिए बाइनरी फेज एम्प्लीट्यूड सीजीएच के डिज़ाइन, फैब्रीकेशन और लक्षणवर्णन की विशेषज्ञता है। डिज़ाइन की गई बाइनरी सीजीएच को लिथोग्राफी एवं एचिंग प्रोसेस द्वारा फैब्रीकेट किया जाता है। यह संभव है कि इन सूक्ष्म–संरचनाओं को सॉफ्ट लिथोग्राफी तकनीक द्वारा एक उपयुक्त पॉलीमर में अनुकारित (रेप्लीकेट) किया जा सकता है। लक्षणवर्णन के लिए, 3–डी



नॉन-कॉन्टेक्ट प्रोफाइल का प्रयोग कर सीजीएच की एक प्रोफाइल



नॉन-कॉन्टेक्ट प्रोफाइलर द्वारा ली गई प्रोफाइल की 3-डी इमेज

नॉन–कॉन्टेक्ट–ऑप्टिकल प्रोफाइलर एवं स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोप का व्यापक रूप से प्रयोग किया गया। चित्र में ऑप्टिकल प्रोफाइलर का प्रयोग कर सीजीएच की प्रोफाइल को दर्शाया गया है। 5 माइक्रोन्स के छोटे आकार और 40 मि.मी. x 40 मि.मी. के बड़े आकार के साथ सीजीएच उत्पादित किए गए। नल एलिमेंट के रूप में सीजीएच का प्रयोग कर एस्फेरिक ऑप्टिक्स के पैटर्न प्रोजेक्शन एवं टेस्टिंग के लिए इस प्रौद्योगिकी को आईआरडीई में स्थापित किया गया है।

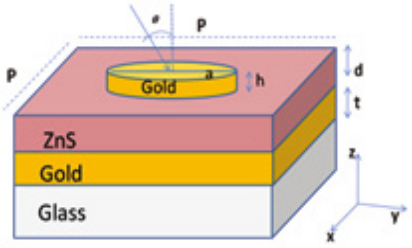
नैनोफोटोनिक्स

आईआरडी आईआईटी कानपुर, आईआईटी दिल्ली के सहयोग से मेटामैटिरियल्स, फोटोनिक क्रिस्टल पर तथा आईआईटी मद्रास के साथ सहयोग से सिलिकॉन फोटोनिक्स पर सक्रियता से कार्य कर रहा है।

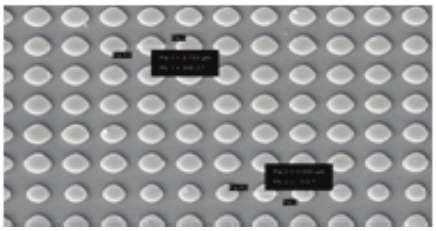
मेटामैटिरियल्स

मेटामैटिरियल्स कृत्रिम रूप से अभियंत्रित नैनो संरचनाएं हैं, जो प्रकाश की तरंग लंबाई से कम व्यास/डायमेंशन के होती हैं। मेटामैट्रिरियल्स का अनेक रक्षा अनुप्रयोगों, जैसे कि विद्युत–चुंबकीय अदृश्यता, ब्रॉडबैंड उच्च दक्षतापूर्ण एब्सोरबर्स, फ्रीक्वेंसी सलेक्टिव एब्सोरबर्स, आदि में व्यापक रूप से प्रयोग किया जा रहा है।

विभिन्न आवृत्तियों, यानी विजिबल टू एनआईआर टू एलडब्ल्यूआईआर टू रेडार आवृत्तियों की रेंज में उच्च अवशोषक मेटामैटिरियल्स के डिज़ाइन, सिमुलेशन, फैब्रीकेशन और लक्षणवर्णन के लिए विशेषज्ञता स्थापित की गई है। मेटामैटिरियल अवशोषक के विशिष्ट यूनिट सेल डिज़ाइन को और एलडब्ल्यूआईआर आवृत्ति के लिए फैब्रीकेटेड मेटामैटिरियल के एसईएम माइक्रोग्राफ को चित्रों में दर्शाया गया है।



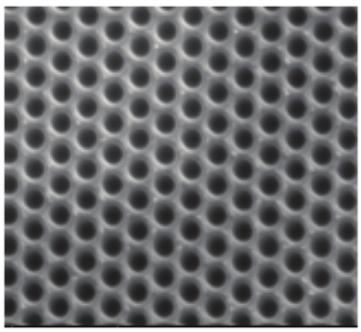
पैटर्न्ड टॉप मेटल लेयर के साथ मेटल–डिइलेक्ट्रिक–मेटल ट्रिलेयर सहित मेटामैटिरियल अवशोषक का एक विशिष्ट यूनिट सेल डिज़ाइन



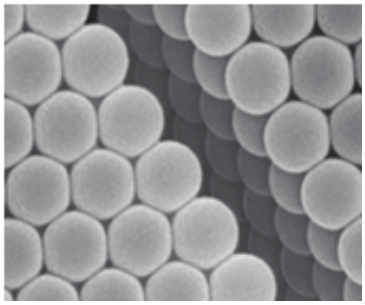
एलडब्ल्यूआईआर आवृत्तियों के लिए एक फैब्रीकेटेड अवशोषक मेटामैटिरियल की एसईएम इमेज

फोटोनिक क्रिस्टल्स

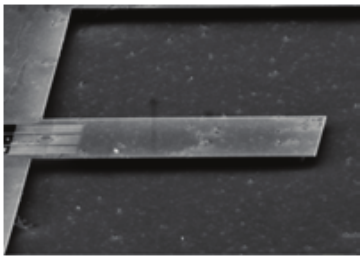
फोटोनिक क्रिस्टल में अनुसंधान ''ऑप्टिकल चिप'' के लिए नई संभावनाएं खुल गई हैं जिसके कारण ऑप्टोइलेक्ट्रानिक घटकों के व्यापक एकीकरण की उम्मीदें काफी बढ़ गई हैं। आईआईटी कानपुर और आईआईएससी बेंगलुरु के सहयोग से आईआरडीई ने फोटोनिक क्रिस्टल्स के डिज़ाइन एवं फैब्रीकेशन में विशेषज्ञता विकसित की है। चित्र में पूर्ण रूप से नियंत्रणीय छिद्र आकार के साथ सिलिकॉन वेफर पर फोटोनिक संरचनाओं को दर्शाया गया है। इसके अलावा, क्षैतिज सेल्फ–असेम्बली के द्वारा सेल्फ–असेम्बल्ड फोटोनिक क्रिस्टल्स (3–डी phC) को फैब्रीकेट किया गया है और फोटोनिक स्टॉप बैंड विशिष्टताओं के लिए उनका लक्षणवर्णन किया गया है।



(a)



(b)



(c)

(a) फोकस्ड इयॉन बीम मिलिंग के द्वारा निर्मित सिलिकॉन में एक विशिष्ट 2–डी फोटोनिक क्रिस्टल्स; अधिकतम छिद्र व्यास 365 नैनो मी है, छिद्र पृथक्करण 600 नैनो मी. है। (b) कोलोडियल सेल्फ–असेम्बली विधि के द्वारा निर्मित 3–डी फोटोनिक क्रिस्टल संरचना। (c) सिलिकॉन कैंटीलीवर पर फैब्रीकेटेड फोटोनिक क्रिस्टल रिंग रिजोनेटर की एसईएम तस्वीर/पिक्चर।

यांत्रिक बल के संवेदन के लिए एक लघु फोटोनिक बैंड–गैप रिजोनेटर–आधारित उपकरण विकसित किया गया है। सिलिकॉन कैंटीलीवर पर फोटोनिक क्रिस्टल रिंग रिजोनेटर के डिज़ाइन और फैब्रीकेशन की प्रौद्योगिकी स्थापित की गई है।

बाह्य बल के कारण केंटीलीवर की विकृति के दौरान रिजोनेन्ट तरंग लंबाई में एक मिनट के भी परिवर्तन को इस उपकरण में समावेषित किया गया है।

सिलिकॉन फोटोनिक्स

ऑप्टिक्स और इलेक्ट्रॉनिक्स एकीकरण के लिए सिलिकॉन फोटोनिक्स एक आदर्श प्लेटफॉर्म है, जिससे आकाशीय–विद्युत (लाइटनिंग) गति पर डाटा प्राप्त करने में प्रमुख भूमिका निभाने की उम्मीद की जाती

ई–बीम लिथोग्राफी के द्वारा फैब्रीकेटेड फोटोनिक वायर वेवगाइड्स का प्रयोग कैर एक माइक्रो–रिंग रिजोनेटर की एसईएम इमेज।

प्रौद्योगिकी विशेष हेतु फीडबैक फार्म

आपका फीडबैक हमारे लिए महत्वपूर्ण है क्योंकि उनसे हमें इस पत्रिका की सामग्री की गुणवत्ता तथा प्रस्तुतीकरण की शैली को और अधिक परिमार्जित एवं संशोधित करने के लिए अधिकाधिक प्रयास करने की प्रेरणा मिलती है। संपादकीय टीम इसके लिए आपसे सहयोग की अपेक्षा रखती है। कृपया नीचे दिया गया फीडबैक प्रपत्र भर कर हमें भेजें। आपके फीडबैक से हमें आपकी संतुष्टि के स्तर को जानने तथा आप भी जिन नई बातों को इस पत्रिका में शामिल करना चाहते हैं उनके संबंध में जानकारी प्राप्त करने का अवसर प्राप्त होगा और हम इस पत्रिका को और अधिक परिमार्जित करने के लिए अधिकाधिक प्रयास करने की दिशा में प्रेरित होंगे।

आप डीआरडीओ द्वारा किए जा रहे प्रौद्योगिकी तथा उत्पाद विकास को उपयुक्त रूप में प्रस्तुत करने के एक माध्यम के रूप में प्रौद्योगिकी विशेष का निम्नलिखित किस रूप में मूल्यांकन करेंगे?

उत्कृष्ट ☐ अच्छा ☐ संतोषजनक ☐ परिमार्जन की आवश्यकता है ☐

आप प्रौद्योगिकी विशेष में दिए गए चित्रों की गुणवत्ता का मूल्यांकन निम्नलिखित किस रूप में करेंगे?

उत्कृष्ट ☐ अच्छा ☐ संतोषजनक ☐ परिमार्जन की आवश्यकता है ☐

आप प्रौद्योगिकी विशेष को उपयुक्त रूप में कितने पृष्ठों की पत्रिका के रूप में देखना चाहते हैं?

16 पृष्ठ ☐ 20 पृष्ठ ☐ 24 पृष्ठ ☐ 28 पृष्ठ ☐

आप प्रौद्योगिकी विशेष को निम्नलिखित किस माध्यम में पसंद करेंगे?

मुद्रित ऑनलाइन (पीडीएफ) ☐ ई–प्रकाशन वीडियो पत्रिका ☐

क्या आपको प्रौद्योगिकी विशेष की प्रति समय से प्राप्त होती है?

हां ☐ नहीं ☐

प्रौद्योगिकी विशेष की आवधिकता क्या होनी चाहिए?

द्विमासिक ☐ त्रैमासिक ☐ अर्ध–वार्षिक ☐ वार्षिक ☐

प्रौद्योगिकी विशेष के नवीनतम संस्करण को प्राप्त करने के लिए कृपया अपना ई–मेल पता दें

ई–मेल पता: ————————————————————————————————

प्रौद्योगिकी विशेष में निहित तकनीकी सामग्री में आगे और सुधार लाने के लिए कृपया अपने सुझाव दें:

——

——

नाम :

स्थापना : हस्ताक्षर

है। आईआईटी मद्रास के सहयोग से विभिन्न सिलिकॉन फोटोनिक्स घटकों के डिज़ाइन और फैब्रीकेशन के लिए प्रौद्योगिकियां विकसित की गई हैं। न्यून हानि के साथ एसओआई सबस्ट्रेट में सिंग्ल मोड फोटोनिक वायर वेव गाइड को प्रदर्शित किया गया है।

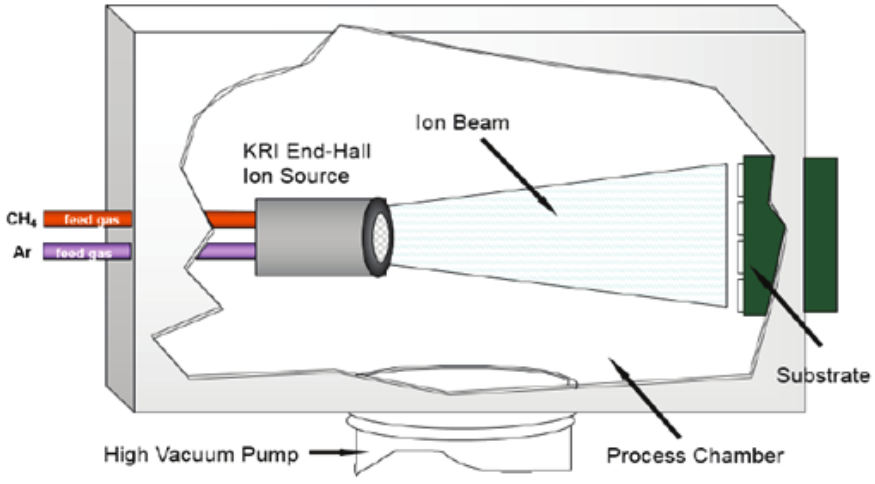
इन वेवगाइडों का प्रयोग कर एक माइक्रो–रिंग रिजोनेटर विकसित किया गया जिसे चित्र में दर्शाया गया है।

डायमंड-लाइक कार्बन कोटिंग प्लांट

जर्मेनियम मिड–वेव इंफ्रारेड क्षेत्र (एमडब्ल्यूआईआर) में आम तौर पर उपयोग की जा रही विंडो (काँच) एवं लेन्स सामग्री है। इस पर मिट्टी तथा रासायनिक रूप से प्रभावित जलयुक्त पानी के निशान आसानी से पड़ जाते हैं। जर्मेनियम घटकों का ऑप्टिक की दृष्टि से बेहतर निष्पादन है, लेकिन इसकी रासायनिक स्थिरता काफी खराब है। इसके अलावा, इसमें एक महत्वपूर्ण आवश्यकता यह पड़ती है कि सामग्री एमडब्ल्यूआईआर क्षेत्र में पारदर्शी होनी चाहिए।

अमोरफस कार्बन एवं हाइड्रोजनेटेड अमोरफस कार्बन के ठोस रूपों को डायमंड लाइक कार्बन (डीएलसी) के रूप में जाना जाता है। इसमें डायमंड की तरह कुछ सक्रिय गुणधर्म होते हैं, लेकिन इन्हें केवल एनिसोट्रोपिक से विकृत पतली फिल्म में संयोजित किया जा सकता है। डीएलसी फिल्मों की उच्च रासायनिक स्थिरता, एमडब्ल्यूआईआर क्षेत्र में ऑप्टिकल पारदर्शिता और उच्च ठोसपन के कारण इनके प्रति काफी ध्यान आकृष्ट हुआ है। डीएलसी का प्रयोग जर्मेनियम ऑप्टिक्स की कोटिंग के लिए किया जा रहा है ताकि जर्मेनियम के घटकों को क्षय या बरसात के प्रभाव से संरक्षित किया जा सके। जर्मेनियम घटक की बाह्य सतह को और डीएलसी के विशिष्ट गुणधर्मों को परिरक्षित करने की आवश्यकता को ध्यान में रखते हुए, डीएलसी कोटिंग सुविधा सृजित की गई है। फिल्मों के उच्च यांत्रिक ठोसपन के कारण उनका प्रयोग अनेक कटिंग टूल्स पर भी किया जा रहा है।

डीएलसी के ऑप्टिकल अनुप्रयोग के लिए प्रत्यक्ष इआन बीम एक अत्याधुनिक डिपोजिशन तकनीक है। इस तकनीक में अन्य तकनीकों की तुलना में अधिक लाभ हैं, क्योंकि यह बहुत ही कम तापमानों (कमरे के निकट तापमान) पर उच्च गुणवत्ता की कोटिंग को चिपकाती है। प्रत्यक्ष इयॉन बीम डीएलआईसी डिपोजिशन न्यून अवशोषक फिल्म, पुनरावृत्तीय ऑप्टिकल गुणधर्मों, न्यून दबाव वाली फिल्म और उच्च डिपोजिशन दर उपलब्ध कराती है। अतः प्रत्यक्ष इयॉन बीम डिपोजिशन तकनीक को आईआरडीई में जर्मेनियम सबस्ट्रेट पर डीएलसी के फैब्रीकेशन के लिए चयनित किया जाता है। वैक्यूम पंप की सहायता से, डिपोजिशन चैम्बर को 5X10.5 mbar में मूल्यांकित किया जाता है। तत्पश्चात हाइड्रोकार्बन गैस को इयॉन गन के माध्यम से डाला जाता है। यह इयॉन गन हाइड्रोकार्बन को कार्बन एवं हाहड्रोजन में वियोजित करती है और कार्बन को सबस्ट्रेट की दिशा में गति प्रदान करती है। अतः



एएफवी के लिए कमांडर साइटिंग सिस्टम्स

सबस्ट्रेट में कार्बन अणुओं की नियंत्रित ऊर्जा डाली जाती है। विभिन्न प्राचलों को परिवर्तित कर डिपोजिशन की दर, फिल्म के इंडेक्स, डिपोजिशन की मोटाई एवं अन्य गुणधर्मों को परिषकृत किया जा सकता है। इयॉन बीम डीएलसी डिपोजिशन की स्कीम को चित्र में दर्शाया गया है।

डीएलसी कोटिंग संयंत्र को चित्र में दर्शाया गया है; चिपकायी गई फिल्म की मोटाई एवं अपवर्तक यानी रिफ्रेक्टिव इंडेक्स को इस प्रकार परिष्कृत किया जाता है कि यह जर्मेनियम सबस्ट्रेट पर प्रतिबिंबन रोधी गुणधर्म उपलब्ध कराता है और ट्रांसमिशन को बढ़ाता है। डीएलसी की कोटिंग के पश्चात, पीक ट्रांसमिशन 2 मि.मी. मोटाई के जर्मेनियम सबस्ट्रेट पर 46 प्रतिशत से बढ़कर 98 प्रतिशत हो गया था। इस टिकाऊ प्रतिबिंबन रोधी कोटिंग को उन अति उग्र पर्यावरणीय स्थितियों को झेलने के लिए डिज़ाइन किया गया है, जिनकी संभावना सैन्य कार्यों में होती है या औद्योगिक परिचालन में अनुप्रयोगों में होती है। कोटिंग को जब साल्ट स्प्रे फॉग टेस्ट प्रति एमआईएल–सी–675, गहन अपघर्षण और एडिशन टेस्ट प्रति एमआईएल–सी–48497, और अधिसूचित अनुक्रम में विंडस्क्रीन वाइपर टेस्ट पर टेस्ट किया जाता है, तब उसमें कोई विकृति नहीं पाई जाती है। इस संयंत्र को संस्थापित, चालू एवं परिचालनशील बनाया गया है।

सिंग्ल प्वांइट डायमंड टर्निंग (एस पी डी टी) मशीन

सामान्य तौर पर, ऑप्टिकल यंत्रों में अनेक संख्या में लेंसिस के साथ ग्लास ऑप्टिक्स होते हैं, जिनकी सतह गोलाकार होती है। इनका उपयोग बाह्य प्रकाश और इमेज इंटेसिफायर ट्यूब–आधारित प्रौद्योगिकी के साथ दिन और रात के दौरान किया जाता है। इंफ्रारेड प्रौद्योगिकी के आधार पर थर्मल इमेजर की शुरुआत से, नाइट विजन यंत्रों में काफी सुधार आया है। इस प्रौद्योगिकी के आधार पर यंत्र (इंस्ट्रूमेंट्स) जर्मेनियम, सिलिकॉन, ZnS, ZnSe, आदि जैसी विशेष ऑप्टिकल ट्रांसमिटिंग सामग्रियों का प्रयोग करते हैं।

ऑप्टिकल प्रणाली के गैर–पारंपरिक डिज़ाइन में अगोलीय सतहों (सरफेसिस) एवं एस्फेरा–डिफ्रेक्टिव ऑप्टिकल एलिमेंट्स (डीओई) के साथ ऑप्टिकल एलिमेंटों का प्रयोग किया जाता है, जो ऑप्टिकल घटकों की संख्या को कम करते हैं और प्रणाली को और भी अधिक विशिष्ट व कॉम्पेक्ट बना देते हैं। अतः अगोलीय सतहों एवं एस्फेरो–डिफ्रेक्टिव ऑप्टिकल एलिमेंटों (डीओई) को फैब्रीकेट करने हेतु एक अत्याधुनिक सिंगल प्वांइट डायमंड टर्निंग (एसपीडीटी) मशीन को जुलाई 2016 में संस्थापित कर चालू किया गया।

नैनोफोर्म 250 अल्ट्रा मशीन

एसपीडीटी मशीन, नैनोफोर्म 250 अल्ट्रा गोलीय, अगोलीय एवं एस्फेरा–डीओई के सृजन के लिए तथा फोर्म एक्यूरेसीज एवं सरफेस फिनिश के बहुत ही उच्च क्रम के अन्य कॉम्पलेक्स सरफेसिस के लिए एक उच्च प्रिसिशन कंप्यूटर न्यूमेरिकली कंट्रोल्ड (सीएनसी) मशीन है।

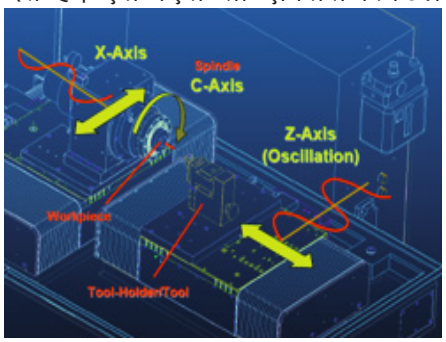
वांछित एक्यूरेसीज प्राप्त करने हेतु, मशीन को एअर बियरिंग और न्यूमेटिक वाइब्रेशन आइसोलेशन के आधार पर हाइड्रोस्टेटिक स्लाइड वेज (Slide ways), स्पिंडल के रूप में विशेष

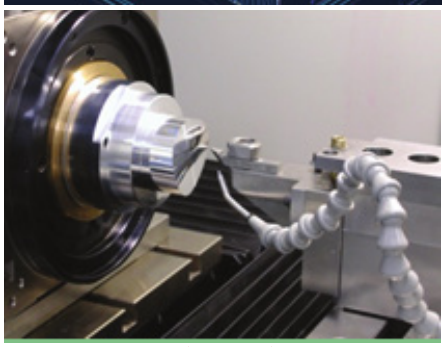
विशिष्टताओं के साथ डिज़ाइन किया गया है। मशीन में फ्री फोर्म सरफेसिस, डीओई एवं माइक्रा–लेन्स ऐरे के सृजन के लिए चक्रिक B Axis, स्लो टूल सर्वो (एसटीएस) और फास्ट टूल सर्वो (एफटीएस) स्थापित किए गए हैं।

मशीन में पूर्जों के वैधीकरण के लिए स्व स्थाने ऑनलाइन मैट्रोलॉजी प्रणालियां भी हैं।

एकीकृत सी ऐक्सिस और स्लो टूल सर्वो के साथ उच्च निष्पादनीय एसपी150 स्पिंडल

एसटीएस का प्रयोग न्यून स्थानिक घनत्व के साथ फ्रीफोर्म एलिमेंटों के त्वरित निर्माण (अर्थात, सरफेस पर एफएफ एलिमेंटों का एक छोटा कार्य) के लिए किया जाता है। उच्च स्थानिक घनत्व के साथ फ्रीफोर्म एलिमेंटों के लिए, प्रयोक्ता विशेष रूप से एक एफटीएस यूनिट का ऑर्डर देते हैं। एसटीएस सी ऐक्सिस स्पिंडल के चक्रण के साथ–साथ टूल होल्डर को परिचालित करने के लिए मशीन टूल स्लाइडों पर निर्भर रहता है। एसटीएस के लिए टूल की पॉजिशन को पूर्व–परिकलित किया जाता है और मशीन कंट्रोलर पर मोशन के तीन समन्वित ऐक्सिस के रूप में स्थापित किया जाता है।

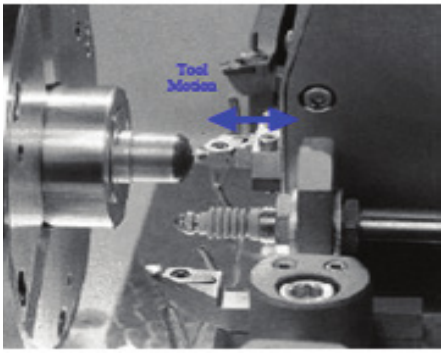




स्लो टूल सर्वो

फास्ट टूल सर्वो

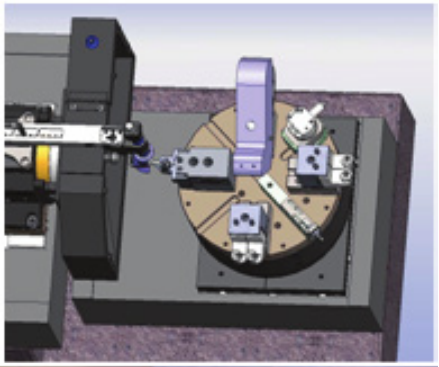
- छोटे डिपारचर फ्रीफोर्म घटकों, यानी लेन्स–लेट ऐरे का विनिर्माण।
- छोटा स्ट्रोक एक्चुवेटर डायमंड टूल को धारित करता है और खराद मशीन (लेथ) के जेड–स्लाइड पर स्थापित रहता है। एक्चुवेटर को क्लोज्ड लूप पॉजिशन फीडबैक द्वारा चालित किया जाता है।
- एक समर्पित कंट्रोलर के उपयोग के साथ, टूल की स्थिति का संगणन किया जाता है जो वर्क स्पिंडल एवं स्लाइड की चक्रिक स्थिति के साथ अनुक्रम में चलता है।
- एफटीएस स्लाइड एवं स्पिंडल स्थितियों के इनपुट को प्राप्त करता है और पार्ट प्रोग्राम के माध्यम से X एवं Z टूलों की मूविंग के साथ रियल टाइम में टूल की स्थिति का परिकलन करता है। तत्पश्चात टूल की स्थिति को एफटीएस कंट्रोलर की ओर मोड़ा जाता है, जो सर्वो–लूप को बंद कर देता है।



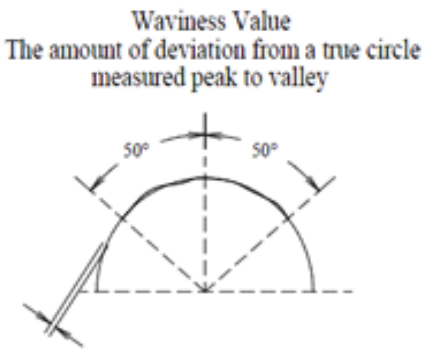
फास्ट टूल सर्वो

हाइड्रोराउंड सीएनसीबी ऐक्सिस का प्रयोग कर अनियंत्रित वेवीनेस टूल का उपयोग

- त्वरित विनिर्माण।
- डायमंड टूलों का चुनिंदा उपयोग।
- उप–सतह का कम नुकसान और बेहतर परिणाम।
- ज्यादा ढलान वाले सरफेसिस का विनिर्माण।
- डायमंड टूल का बढ़ता उपयोग।
- टूल रखरखाव की कम लागत।



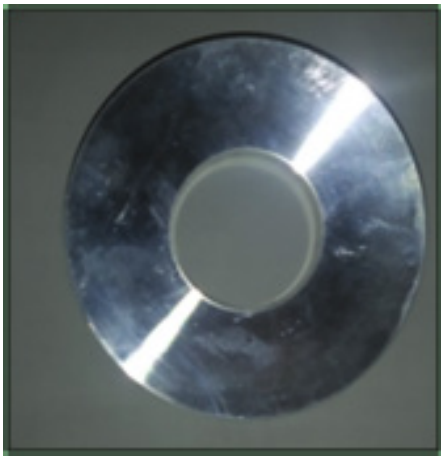
एफटीएस का प्रयोग कर विकसित उत्पाद



सीएनसी बी ऐक्सिस

एसपीडीटी मशीन पर विनिर्मित उत्पाद

एआई एलॉय मिरर



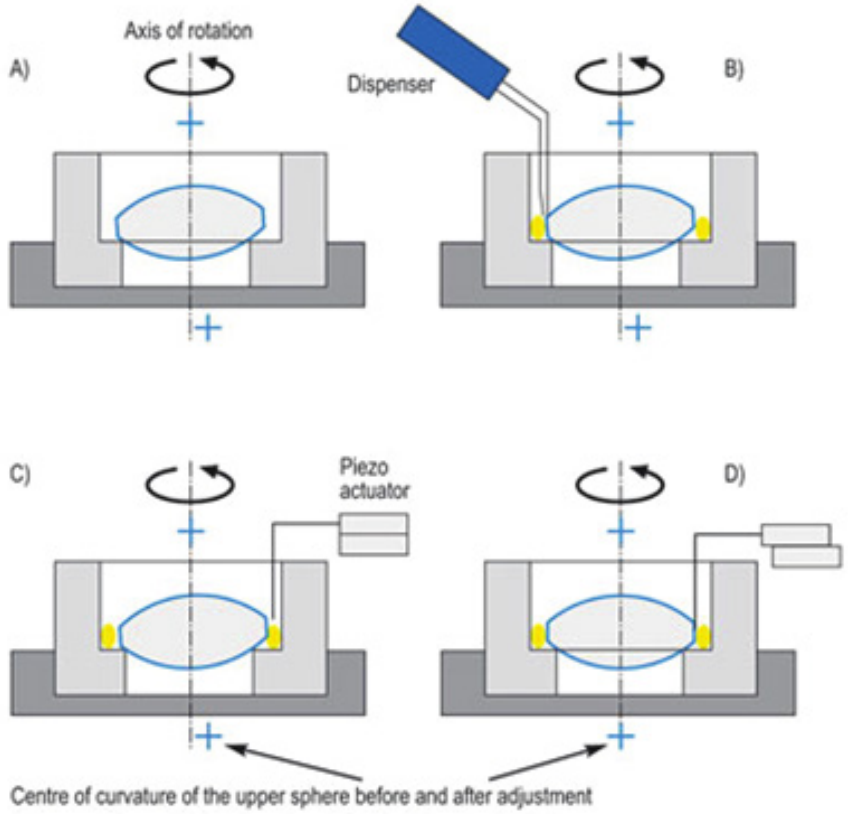
डफ्रेक्टिव ऑप्टिकल एलिमेंट

एस्पेरिक ऑप्टिक्स

स्वचालित ऑप्टो-यांत्रिक एकीकरण मशीन

इलेक्ट्रो–ऑप्टिकल प्रणाली में प्रकाश को संग्रहित करने तथा उसे संवेदन (sensing) उपकरणों में स्थानांतरित करने हेतु ऑप्टिकल एलिमेंट होते हैं। इस तरह सृजित इमेज की गुणवत्ता न केवल एकल ऑप्टिकल एलिमेंटों की विनिर्माण यथार्थता (एक्यूरेसी) पर निर्भर रहती है, बल्कि इस बात पर भी निर्भर रहती है कि इन ऑप्टिकल संघटकों को असेम्बली के दौरान एक दूसरे के साथ किस प्रकार की यथार्थता के साथ स्थापित किया गया है। ब्रिटिश के एक प्रसिद्ध ऑप्टिकल इंजीनियर रुडॉल्फ किंग्ज लेक के अनुसार ''अन्य विनिर्माण त्रुटि की तुलना में सरफेस टिल्ट किसी इमेज को ज्यादा क्षति पहुंचाता है, अतः किसी लेन्स को असेम्बल करते हुए यह आवश्यक है कि उसकी सतह व सरफेस को किसी भी स्थिति में झुकाव

स्वचालित ऑप्टा–यांत्रिक एकीकरण मशीन



मैकेनिकल माउंट में लेन्स की स्वचालित सेंटरिंग एवं बॉन्डिंग

(टिल्टिंग) से बचाया जाए।

उच्च निष्पादन वाले ईओ यंत्रों की आवश्यकता के आधार पर, ऑप्टो–यांत्रिक एकीकरण के लिए सेंटरिंग, संरेखण और बॉन्डिंग से संबद्ध प्रौद्योगिकी के आधार पर एक नवीन मशीन संस्थापित की गई है।

इलेक्ट्रो–ऑप्टिकल यंत्रकीकरण के निष्पादन में और अधिक सुधार लाया जा सकता है, यदि यांत्रिकी हाउसिंग के साथ ऑप्टिक्स को असेम्बल करने में यथार्थता (एक्यूरेसी) को बढ़ाया जाता है। यह अत्याधुनिक असेम्बली वर्क–स्टेशन दृश्य एवं आईआर स्पेक्ट्रम दोनों में उपलब्ध नवीनतम ऑप्टो–यांत्रिक असेम्बली पर कार्य करता है। यह वर्क–स्टेशन इंटर एलिमेंट स्पेसिंग के मापन, सेंटरेशन मापन, अफेक्टिव फोकल लेंग्थ (ईएफएल), बैक फोकल लेंग्थ (बीएफएल), और मॉडुलेशन ट्रांसफॉर्मेशन फंक्शन (एमटीएफ) मापन के आधार पर असेम्बल की गई ऑप्टिकल प्रणालियों का गुणानुवर्णन करता है।

मशीन की क्षमता

- सेंट्रेशन त्रुटि का मापन।
- एअर स्पेसिंग एवं सेंटर थिकनेस का मापन।
- मैकेनिकल हाउसिंग में ऑप्टिक्स का स्वचालित संरेखण।
- मैकेनिकल सीटिंग के साथ ऑप्टिक्स की स्वचालित बॉन्डिंग।
- ईएफएल, बीएफएल एवं एमटीएफ का ऑन–ऐक्सिस मापन।
- विशेष तरंग लंबाईः दृश्य एवं एमडब्ल्यूआईआर।

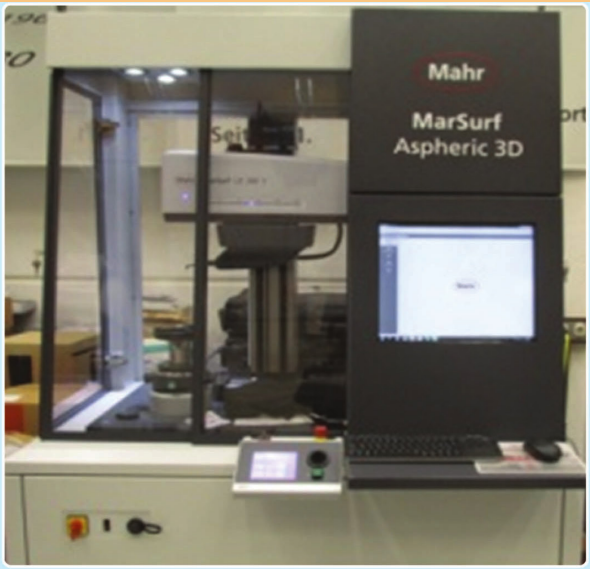
मशीन की असेम्बली की कार्यविधि

- सर्वप्रथम ऑप्टिकल एवं मैकेनिकल घटक दोनों की उचित रूप से सफाई की जाती है।
- एक डिस्टेंस सेंसर (उदाहरण के लिए, एक लीवर गेज) की सहायता से मैकेनिकल हाउसिंग या बैरल ऐक्सिस को रोटरी एअर बियरिंग के ऐक्सिस में संरेखित किया जाता है। प्रथम लेन्स को बैरल में स्थापित किया जाता है।
- रेफरेंस ऐक्सिस के संदर्भ में आटा–कोलिमेटर टॉप सरफेस की वक्रता स्थिति के मध्य/केंद्र बिंदु का मापन करता है। फिर लेंस को मापे गये मूल्यों के अनुसार परिमाण और दिशा में पुनः स्थापित किया जा सकता है।
- नमूने के मैकेनिकल डिजाइन के आधार लेंस को स्थिति में तय किया जाता है, उदाहरणार्थ रीटेनिंग रिंग या एडहेसिव का प्रयोग करके।
- स्टेप–बाइ–स्टेप मापन, संरेखण और स्थिरीकरण की यह कार्यविधि का सभी लेन्स एलिमेंट्स के लिए तब तक पुनरावर्तन किया जाता है जब तक ऑप्टिकल सिस्टम पूरा नहीं हो जाता।

अन्य सुविधाएं

प्लाज्मा समर्थित कोटिक सिस्टम

सीएनसी ऑप्टिकल पॉलिशिंग मशीन



स्टायलस प्रोफिलोमीटर

5-ऐक्सिस सीएनसी मशीन

रक्षा वैज्ञानिक सूचना तथा प्रलेखन केंद्र (डेसीडॉक) प्रौद्योगिकी विशेष के इस अंक को प्रकाशित कराने के लिए डॉ. एस.के. मिश्रा, वैज्ञानिक 'एफ', यंत्र अनुसंधान और विकास स्थापना (आईआरडीई) का धन्यवाद करता है।