

सेमीकंडक्टर के क्षेत्र में सगिापुर के साथ सहभागिता

प्रलिमिंस के लयि:

सेमीकंडक्टर वनिरिमाण, एकीकृत सरकटि (IC), वेफर फैब्रिकेशन पारक, कृत्रमि बुद्धमित्ता, STEM, सेमीकंडक्टर आपूर्ति शृंखला और नवाचार भागीदारी, यूरोपीय आयोग, भारत सेमीकंडक्टर मशिन (ISM), उत्पादन संबद्ध प्रोत्साहन (PLI) योजना, इलेक्ट्रॉनिकि घटकों और अर्द्धचालकों के वनिरिमाण संबर्द्धन की योजना (SPECS), क्वांटम कंप्यूटिंग, 5G, वशिष आर्थिक क्षेत्र (SEZ)

मेन्स के लयि:

भारतीय अर्थव्यवस्था में अर्द्धचालक यंत्रों का महत्त्व, चुनौतियाँ और आगे की राह

स्रोत: द हद्दि

चर्चा में क्यों?

अपनी हालिया भारत यात्रा के दौरान, सगिापुर के राष्ट्रपति ने उन्नत पीढ़ी के तकनीकी समाधानों के नरिमाण में सहभागिता कयि जाने के अतरिकित भारत में [सेमीकंडक्टर वनिरिमाण](#) और [सेमीकंडक्टर इकोसिस्टम](#) के वकिसा जैसी पहलों की संभावनाओं के अन्वेषण संबंधी योजनाओं की घोषणा की।

सगिापुर का सेमीकंडक्टर परदृश्य कैसा है?

- **आर्थिक योगदान:** सगिापुर का सेमीकंडक्टर क्षेत्र का इसके [सकल घरेलू उत्पाद](#) में लगभग 8% का योगदान है।
 - इसका वशिष के अर्द्धचालक उत्पादन में लगभग 10%, वैश्विक वेफर नरिमाण में 5% और अर्द्धचालक उपकरण उत्पादन में 20% का योगदान है।
- **वैश्विक कंपनियों की उपस्थिति:** सेमीकंडक्टर क्षेत्र की प्रमुख वैश्विक कंपनियों ने सगिापुर में महत्त्वपूर्ण परचालन स्थापति कयि है, जसिमें [एकीकृत सरकटि \(IC\)](#) के डिज़ाइन से लेकर असेंबली, पैकेजिंग, परीक्षण और वेफर फैब्रिकेशन तक **संपूर्ण सेमीकंडक्टर मूल्य शृंखला** शामिल है।
 - सगिापुर के चार प्रमुख [वेफर फैब्रिकेशन पारक](#) 374 हेक्टेयर क्षेत्र में वसित हैं और **अत्याधुनिक सुविधाओं से सुसज्जति हैं।**
- **चुनौतियाँ:** सगिापुर का सेमीकंडक्टर उद्योग ऑटोमोटिव और उपभोक्ता इलेक्ट्रॉनिकि के लयि **पूर्ण वकिसति-नोड चपिस** (28 एनएम और उससे अधिक) में वशिषज्ञता रखता है लेकिन **कृत्रमि बुद्धमित्ता और उन्नत कंप्यूटिंग (7 एनएम और उससे कम)** के लयि उच्च-स्तरीय लॉजिकि चपिस अभी भी सगिापुर के सेमीकंडक्टर क्षेत्र के दायरे से बाहर हैं।

अर्द्धचालक (SEMICONDUCTORS)

अर्द्धचालक/सेमीकंडक्टर ऐसे पदार्थ हैं जिनकी प्रतिरोधकता या चालकता धातुओं तथा विद्युतरोधी पदार्थों के बीच की होती है।



उदाहरण

- तत्त्व: सिलिकॉन और जर्मेनियम
- यौगिक: गैलियम आर्सेनाइड और कैडमियम सेलेनाइड

महत्त्व

- अर्थव्यवस्था के लगभग सभी क्षेत्रों के लिये आवश्यक - एयरोस्पेस, ऑटोमोबाइल, संचार, स्वच्छ ऊर्जा, सूचना प्रौद्योगिकी और चिकित्सा उपकरण आदि।

सेमीकंडक्टर और भारत

- प्रमुख निर्यातक देश: चीन, ताइवान, अमेरिका और जापान
- भारत का सेमीकंडक्टर बाजार: वर्ष 2026 तक 55 अरब अमेरिकी डॉलर तक पहुँचने की उम्मीद है

योजनाएँ

- उत्पादन संबद्ध प्रोत्साहन (PLI) योजना
- डिज़ाइन संबद्ध प्रोत्साहन (DLI) योजना
- इलेक्ट्रॉनिक घटकों और अर्द्धचालकों के विनिर्माण हेतु प्रोत्साहन योजना (SPECS)

उद्देश्य

- देश में सेमीकंडक्टर और डिस्प्ले विनिर्माण को प्रोत्साहित करना।
- सेमीकंडक्टर डिज़ाइन में >20 घरेलू कंपनियों का पोषण आगामी 5 वर्षों में > 1500 करोड़ रुपए का कारोबार हासिल करना
- इलेक्ट्रॉनिक्स घटकों और अर्द्धचालकों का निर्माण

भारत सेमीकंडक्टर मिशन (ISM)

उद्देश्य

- अर्द्धचालक, डिस्प्ले विनिर्माण और डिज़ाइन इकोसिस्टम में निवेश करने वाली कंपनियों को वित्तीय सहायता प्रदान करना

आरंभ

- 2021

नोडल मंत्रालय

- इलेक्ट्रॉनिकी और सूचना प्रौद्योगिकी मंत्रालय

कुल वित्तीय परिचय

- 76,000 करोड़ रुपए

घटक

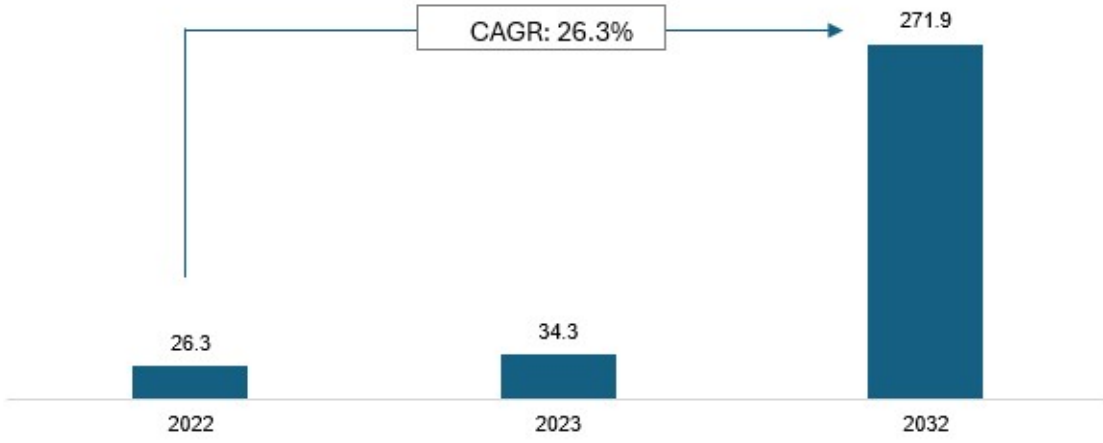
- भारत में सेमीकंडक्टर फैब स्थापित करने के लिये योजना
- भारत में डिस्प्ले फैब स्थापित करने के लिये योजना
- भारत में कंपाउंड सेमीकंडक्टर/सिलिकॉन फोटोनिक्स/सेंसर फैब और सेमीकंडक्टर असेंबली, टेस्टिंग, मार्किंग एवं पैकेजिंग (ATMP)/OSAT सुविधाओं की स्थापना के लिये योजना
- DLI योजना



भारत के सेमीकंडक्टर उद्योग से संबंधित प्रमुख तथ्य क्या हैं?

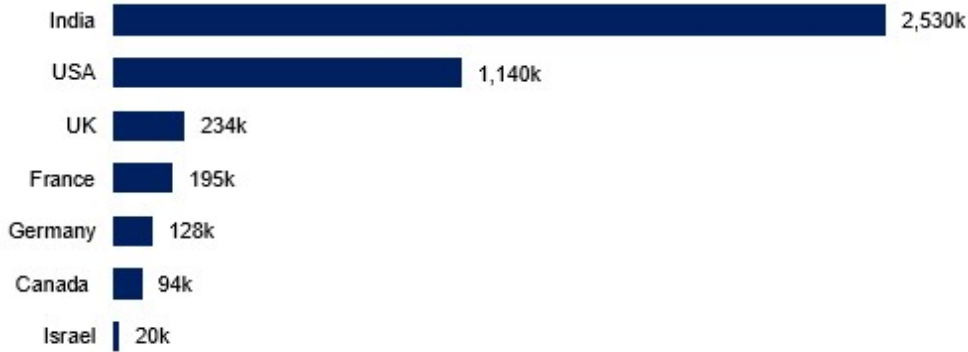
- बाजार मूल्य: वर्ष 2022 में, भारत के सेमीकंडक्टर बाजार का मूल्य 26.3 बिलियन अमरीकी डॉलर था, जिसके 2032 तक 271.9 बिलियन अमरीकी डॉलर होने का अनुमान है।

Indian semiconductor market (in US\$ billion)



- **आयात नरिभरता:** सेमीकंडक्टर उपकरणों के लिये भारत की आयात पर अत्यधिक नरिभरता है। वर्ष 2022 में भारत का आयात 5.36 बलियन अमरीकी डॉलर रहा, जबकि निर्यात केवल 0.52 बलियन अमरीकी डॉलर था।
- **सकारात्मक कारक:**
 - **कुशल कार्यबल:** भारत में बड़ी संख्या में **STEM सनातक** है, जिससे अर्द्धचालक वनिरिमाण, डज़ाइन और अनुसंधान एवं वकिस के लिये तैयार कार्यबल पराप्त होता है।
 - **लागत सुलाभ:** भारत कम शर्म और परचालन लागत के कारण सेमीकंडक्टर वनिरिमाण के लिये महत्त्वपूर्ण **लागत लाभ** प्रदान करता है।
 - **वैश्वकि आपूर्ति शृंखला वविधीकरण:** भू-राजनीतिक तनावों से प्रभावति होकर कंपनियों द्वारा चीन से बाहर जाने से भारत के लिये सेमीकंडक्टर वनिरिमाण का एक **उपयुक्त गंतव्य** बनने की संभावना है।

Science, Technology, Engineering and Mathematics graduates in 2022



- **वदिशी भागीदारी:** भारत अपने सेमीकंडक्टर सखेतर में नरितर वकिस के उद्देश्य से अंतरराष्ट्रीय सहयोग में सक्रिय रूप से शामिल है। उदाहरणार्थ,
 - अमेरिका के साथ **सेमीकंडक्टर आपूर्ति शृंखला और नवाचार भागीदारी** पर समझौता ज्ञापन।
 - जापान के साथ **जापान-भारत सेमीकंडक्टर आपूर्ति शृंखला साझेदारी** पर सहयोग ज्ञापन (MoC)।
 - भारत और **युरोपीय आयोग** के बीच समझौता ज्ञापन।
 - गुजरात के धोलेरा में सेमीकंडक्टर केंद्र के नरिमाण हेतु पावरचपि सेमीकंडक्टर (ताइवान) और टाटा समूह की सहभागिता।
- **सरकारी पहल:**
 - **भारत सेमीकंडक्टर मशिन (ISM)**
 - **सेमीकंडक्टर फ़ैब योजना** और **डसिपले फ़ैब योजना**
 - **सेमीकॉन इंडिया कार्यक्रम**
 - **इलेक्ट्रॉनिकि घटकों और अर्द्धचालकों के वनिरिमाण संवर्द्धन की योजना (SPECS)**

सगिापुर भारत के सेमीकंडक्टर उद्योग के वकिस में कसि मदद कर सकता है?

- **वनिरिमाण कषमताओं का वसितार:** भारतीय कंपनियों असेंबली और परीक्षण को आउटसोर्स करने के लिये सगिापुर की फर्मों के साथ साझेदारी कर सकती है, जिससे सगिापुर के लिये लागत कम होगी और भारत उन्नत वनिरिमाण प्रौद्योगिकियों को अपनाने में सकषम होगा।
- **प्रतभा वकिस:** सगिापुर के वशिववदियालय **माइक्रोइलेक्ट्रॉनिकिस** और **सेमीकंडक्टर इंजीनियरिंग** में प्रशिक्षण प्रदान करते हैं और भारतीय संस्थान भारत के सेमीकंडक्टर लक्ष्यों के लिये **कुशल कार्यबल** का नरिमाण करने हेतु अनुसंधान, छात्र आदान-प्रदान और पीएच.डी के लिये

सहयोग कर सकते हैं।

- **औद्योगिक पार्क विकास:** सगिापुर के **वेफर फ़ैब पार्क** (वर्शेष रूप से सेमीकंडक्टर वनरररमाण हेतु डज्जान कयि गए औद्योगिक क्षेत्र) के अनुरूप, भारत **वैश्विक कंपनरररों को आकर्षररि करने** के लयि इसी प्रकार के औद्योगिक पार्क स्थापन कर सकत है।
 - सगिापुर की फरर्मों के साथ साझेदारी से भारतीय कंपनरररों को **उन्नत अर्द्धचालक प्रौद्योगकररररों और चपि उत्पादन** के लयि आवश्यक सामग्ररररों तक पहुँच प्राप्त हो सकती है।

भारत-सगिापुर संबंघ

- **पृष्ठभूमि:** भारत 1965 में सगिापुर की स्वतंत्रता को मान्यता देने वाले पहले देशों में से एक था।
 - दोनों देशों में सहभागिता का आधार **स्टैमफोर्ड रैफलस** द्वारा 1819 में सगिापुर में स्थापन एक **व्यापारिक केंद्र** था, जो 1867 तक कोलकाता से शासति एक **ब्रिटिश उपनविश** बन गया।
- **व्यापार और आर्थिक सहयोग:** भारत और सगिापुर के बीच **व्यापक आर्थिक सहयोग समझौते (CECA)** पर वर्ष 2005 में हस्ताक्षर कयि गए थे।
 - सगिापुर भारत का **छठा सबसे बड़ा व्यापार साझेदार है (वर्तित वर्ष 2024)**, जसिका भारत के कुल व्यापार में 3.2% का योगदान है।
 - भारत सगिापुर का **12वाँ सबसे बड़ा व्यापार साझेदार है** और सगिापुर के कुल व्यापार में इसकी हस्सेदारी 2.3% है।
 - सगिापुर **ASEAN** क्षेत्र में भारत का सबसे बड़ा व्यापार साझेदार है।
- **सुरक्षा सहयोग:** भारत और सगिापुर के बीच आयोजति सैन्य अभ्यारसों में **समिबेक्स** (नौसेना), **सनिडेक्स** (वायु सेना) और **बोलड कुरुक्षेत्र** (थल सेना) शामिल हैं।
- **संस्कृति:** सगिापुर की चार आधिकारिक भाषाएँ **मलय, मंदारन, तमलि और अंगरेज़ी** हैं। सगिापुर की 3.9 मलियन की नविसी आबादी में लगभग **9.1% या 3.5 लाख** जनसंख्या भारतीय मूल की है।



भारत के लिये सेमीकंडक्टर का क्या महत्त्व है?

- **औद्योगिक विकास:** वैश्विक सेमीकंडक्टर उद्योग एक दशकीय विकास की ओर अग्रसर है और अनुमान है कि वर्ष 2030 तक इसका मूल्य एक ट्रिलियन डॉलर हो जाएगा तथा भारत का लक्ष्य इसमें महत्त्वपूर्ण हस्तिसेदारी हासिल करना है।
 - भारत के सेमीकंडक्टर बाजार का वर्ष 2020 में मूल्य 15 बिलियन अमरीकी डॉलर था और वर्ष 2026 तक इसके 63 बिलियन अमरीकी डॉलर होने का अनुमान है।
- **तकनीकी संप्रभुता:** घरेलू अर्द्धचालक क्षमताओं को विकसित कर, भारत महत्त्वपूर्ण रक्षा प्रणालियों और सुरक्षा संचार नेटवर्क के लिये स्थिर आपूर्ति सुनिश्चित कर सकता है।
- **वैश्विक आपूर्ति शृंखला:** सेमीकंडक्टर क्षेत्र में भारत की भागीदारी से वैश्विक आपूर्ति शृंखला में इसकी स्थिति सुदृढ़ हो सकती है, निवेश प्राप्त हो सकता है और इसकी रणनीतिक भूमिका भी बढ़ सकती है।
- **डिजिटल परिवर्तन:** कृत्रिम बुद्धिमत्ता, क्वांटम कंप्यूटिंग और 5G की दृष्टि से सेमीकंडक्टर की महत्ता अत्यधिक है, जिससे भारत की डिजिटल और तकनीकी प्रगति हेतु घरेलू विकास महत्त्वपूर्ण हो जाता है।
 - यह राष्ट्रीय विकास को गति प्रदान करते हुए डेटा सेंटरों, संचार नेटवर्कों और स्मार्ट शहरों को सहायता प्रदान करेगा।
- **कौशल विकास:** सेमीकंडक्टर उद्योग में विशेष कौशल की मांग से भारतीय संस्थानों में STEM शिक्षा और अनुसंधान को बढ़ावा मिलेगा।

सेमीकंडक्टर वनिरिमाण से संबंधित चुनौतियाँ क्या हैं?

- **पूंजी और निवेश:** सेमीकंडक्टर वनिरिमाण अत्यंत पूंजी-प्रधान है, जिसमें अनुसंधान एवं विकास तथा बुनियादी ढाँचे दोनों में महत्त्वपूर्ण निवेश की आवश्यकता होती है।
 - वर्ष 2021 में आयात अर्द्धचालक वनिरिमाण मूल्य सूचकांक में 4.9% की वृद्धि हुई और वर्ष 2022 में इसमें अतिरिक्त 2.4% की वृद्धि हुई।
- **प्रतर्भा का अभाव:** वर्ष 2025 तक 1 मलियन से अधिक कुशल पेशेवरों की आवश्यकता होगी जिसकी दृष्टि से वर्तमान में इस क्षेत्र में प्रतर्भा का व्यापक अभाव है।
 - भारत में वनिरिमाण संयंत्रों को संचालित करने में सक्षम कुशल श्रमिकों की कमी है।
- **उन्नत प्रौद्योगिकी तक सीमित पहुँच:** सेमीकंडक्टर इकोसिस्टम में ताइवान और दक्षिण कोरिया जैसे देशों के प्रभुत्व से, जिनके पास महत्त्वपूर्ण प्रौद्योगिकियों का अभिगम है, भारत की अपनी क्षमताओं का वर्द्धन करने की क्षमता सीमित होती है।
- **पर्यावरण संबंधी चिंताएँ:** सेमीकंडक्टर उद्योग ऊर्जा-गहन है और वैश्विक ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन में इसका योगदान 31% है।
- **अन्य उभरते बाजारों से प्रतर्भा:** भारत को वियतनाम, मलेशिया और इंडोनेशिया जैसे उभरते बाजारों से प्रतर्भा का सामना करना पड़ता है, जिसमें मलेशिया ने सेमीकंडक्टर निवेश के प्रथम चरण में इफिनिऑन जैसी कंपनियों को सफलतापूर्वक आकर्षित किया है।

आगे की राह

- **शिक्षा और प्रशिक्षण:** उद्योग-संबंधित पाठ्यक्रम और व्यावहारिक प्रशिक्षण के लिये वैश्विक कंपनियों के साथ साझेदारी करते हुए विश्वविद्यालयों में सेमीकंडक्टर कार्यक्रमों का विस्तार किया जाना चाहिये। उदाहरण: IISc बंगलुरु ने TSMC (ताइवान की सेमीकंडक्टर कंपनी) के साथ सहयोग किया है।
- **स्वदेशी चिप डिज़ाइन:** बंगलुरु और हैदराबाद जैसे प्रौद्योगिकी केंद्रों में चिप डिज़ाइन केंद्र स्थापित किये जाने चाहिये। उदाहरण के लिये, IIT मद्रास का शक्ति प्रोसेसर।
- **आपूर्ति शृंखला:** कच्चे माल से लेकर उन्नत पैकेजिंग तक में निवेश आकर्षित करते हुए भारत के भीतर एक व्यापक आपूर्ति शृंखला का निर्माण करना करने की आवश्यकता है।
 - सेमीकंडक्टर विकास के लिये विशेष आर्थिक क्षेत्र (SEZ) की स्थापना करना।
- **सॉवरेन सेमीकंडक्टर फंड:** 3nm और 2nm फैब्रिकेशन जैसी प्रौद्योगिकियों को प्राथमिकता देते हुए सेमीकंडक्टर निवेश के लिये एक सॉवरेन फंड निर्मित किये जाने की आवश्यकता है।
- **चिप कूटनीति:** जापान जैसे देशों के साथ रणनीतिक साझेदारी के माध्यम से प्रौद्योगिकी हस्तांतरण को सुरक्षित करने के लिये भारत की भू-राजनीतिक स्थिति का पूर्णतम रूप से उपयोग किया जाना चाहिये।
- **ग्रीन सेमीकंडक्टर पहल:** जल उपयोग, ऊर्जा खपत और रासायनिक अपशिष्ट को कम करने पर ध्यान केंद्रित करते हुए भारत को संधारणीय सेमीकंडक्टर वनिरिमाण में अग्रणी देश के रूप में अपनी भूमिका निभानी चाहिये।

दृष्टिभेनस प्रश्न:

प्रश्न. भारत के विकास में अर्द्धचालक के महत्त्व की विविधता कीजिये? आगामी दशकों में भारत इस अवसर का पूर्णतम उपयोग किस प्रकार कर सकता है?

UPSC सविलि सेवा परीक्षा, वगित वर्ष के प्रश्न

????????????

प्रश्न. भारत में सौर ऊर्जा उत्पादन के संदर्भ में नीचे दिये गए कथनों पर वचिार कीजिये: (2018)

1. भारत प्रकाश- वोल्टीय इकाइयों में प्रयोग में आने वाले सलिकॉन वेफर्स का दुनया में तीसरा सबसे बड़ा उत्पादक देश है ।
2. सौर ऊर्जा शुल्क का नरिधारण भारतीय सौर ऊर्जा नगिम के द्वारा कया जाता है ।

उपर्युक्त कथनों में से कौन-सा/से सही है/हैं?

- (a) केवल 1
- (b) केवल 2
- (c) 1 और 2 दोनों
- (d) न तो 1 और न ही 2

उत्तर: (d)

प्रश्न. नमिनलखिति में से कसि लेज़र प्रकार का उपयोग लेज़र प्रटरि में कया जाता है? (2008)

- (a) डाई लेज़र
- (b) गैस लेज़र
- (c) सेमीकंडक्टर लेज़र
- (d) एक्सीमर लेज़र

उत्तर: (c)

??????:

प्रश्न. वजिज्ञान हमारे जीवन में गहराई तक कैसे गुथा हुआ है? वजिज्ञान-आधारति प्रौद्योगकियिों द्वारा कृषि में उत्पन्न हुए महत्त्वपूर्ण परिवरतन क्या हैं? (2020)

प्रश्न. नैनोटेक्नोलॉजी से आप क्या समझते हैं और यह सवास्थय कषेत्र में कैसे मदद कर रही है? (2020)