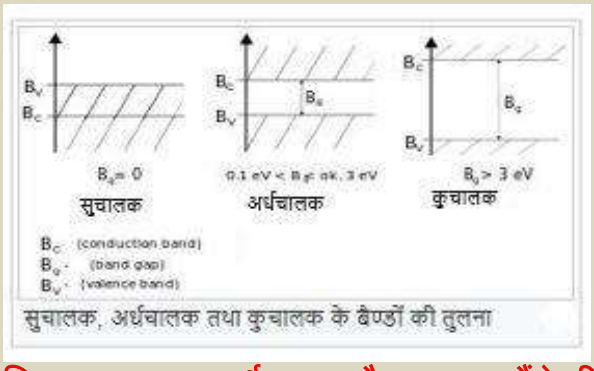
अर्धचालक उपकरण :इलेक्ट्रॉनिक्स से आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस तक

सुश्री प्रतिभा गुप्ता

वैज्ञानिक अधिकारी-एफ, प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान (आई.पी.आर), भाट, गाँधीनगर

अर्धचालक उपकरण के पदार्थ

अर्धचालक उपकरण के पदार्थ अर्धचालक (सेमिकंडक्टर) हैं. यह वे पदार्थ हैं जिनमें कंडक्टरों (आमतौर पर धातुओं) और गैर-चालक या इन्सुलेटर (जैसे अधिकांश सिरेमिक) के बीच की चालकता होती हैं. अर्धचालक (सेमिकंडक्टर) (चित्र 1) उन पदार्थों को कहते हैं जिनकी विद्युत चालकता चालकों (जैसे ताँबा) से कम किन्तु अचालकों (जैसे कांच) से अधिक होती है. (आपेक्षिक प्रतिरोध प्रायः 10^{-5} से 10^{8} ओम-मीटर के बीच) सिलिकॉन, जर्मेनियम, कैडमियम सल्फाइड, गैलियम आर्सेनाइड इत्यादि अर्धचालक पदार्थों के कुछ उदाहरण हैं. इसका तापमान गिरते ही इसकी प्रतिरोधकता गिर जाती है; धातुएं इसके विपरीत व्यवहार करती हैं.



सुचालक, अर्धचालक तथा कुचालक के बैण्डों की तुलना

चित्र-1: सुचालक, अर्धचालक और कुचालक बैंडो की तुलना

अर्धचालकों में चालन बैण्ड और संयोजक बैण्ड के बीच एक 'बैण्ड गैप' होता है जिसका मान 0 से 6 इलेक्ट्रान-वोल्ट के बीच होता है.) Ge 0.7 eV, Si 1.1 eV, GaAs 1.4 eV, GaN 3.4 eV, AlN 6.2 eV). अर्धचालक या तो शुद्ध तत्व, जैसे सिलिकॉन या जर्मेनियम हो सकते हैं, या यौगिक जैसे गैलियम आर्सेनाइड या कैडमियम सेलेनाइड हो सकते हैं. आब्सोल्यूट ज़ीरो तापमान, 0 K पर अर्धचालक कुचालक बन जाते हैं. कमरे के तापमान पर अर्धचालक के चालन बैंड में इलेक्ट्रॉनों का घनत्व धातुओं की तुलना में अधिक नहीं है, इस लिए धातु के तुल्य करंट का संचालन नहीं कर सकते हैं. अर्धचालक वे पदार्थ हैं जिनमें सामान्य चालक और कुचालक दोनों के गुण होते हैं.

अर्धचालक पदार्थों की खोज और इतिहास

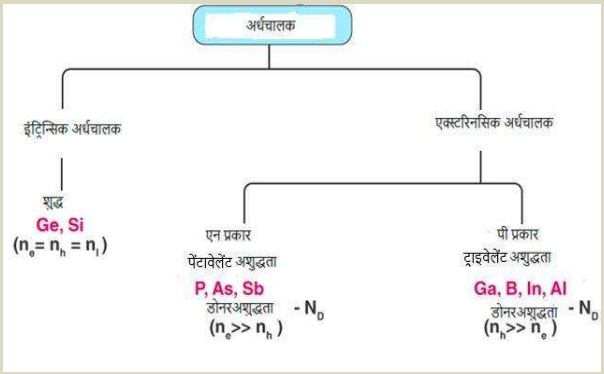
अर्धचालकों के जन्म के इतिहास का पता 1874 में रॅक्टिफाइयर (एसी-डीसी कनवर्टर) के आविष्कार से लगाया जा सकता है. अमेरिका में बेल लेबोरेटरीज में बेर्डीन और ब्राटेन ने 1947 में बिंदु-संपर्क ट्रांजिस्टर का आविष्कार किया, और शॉक्ले ने 1948 में जंक्शन ट्रांजिस्टर का आविष्कार किया. अर्धचालक पदार्थों में प्रगति के बावजूद, सिलिकॉन वेफर्स के लिए सिलिकॉन सबसे आम आधार बना हुआ है. यह गर्मी और ऊर्जा से संसर्ग के आधार पर सुचालक और कुचालक के रूप में कार्य करने की अपनी क्षमता के कारण है, और साधारण तथ्य यह है कि यह पृथ्वी पर सबसे प्रचुर तत्वों में से एक है. सिलिकॉन और सिलिकॉन डाइऑक्साइड को आम रेत से आसानी से परिष्कृत किया जा सकता है.

अर्धचालक पदार्थ के प्रकार

अर्धचालक पदार्थ उपयोगी होते हैं क्योंकि उनके व्यवहार को अशुद्धियों के जानबूझकर डालने से आसानी से परिवर्तित किया जा सकता है, जिसे डोपिंग के रूप में जाना जाता है. अर्धचालक चालकता को विद्युत या चुंबकीय क्षेत्र के बदलाव से, प्रकाश या गर्मी के संपर्क में, या डोपेड मोनोक्रिस्टलाइन सिलिकॉन ग्रिड के यांत्रिक विरूपण द्वारा नियंत्रित किया जा सकता है; इस प्रकार, अर्धचालक उत्कृष्ट सेंसर बना सकते हैं. अर्धचालक दो व्यापक श्रेणियों (चित्र 2) में आते हैं:

आंतरिक (इंट्रिन्सिक) अर्धचालक

आंतरिक (इंट्रिन्सिक) अर्धचालक केवल एक प्रकार के पदार्थ से बने होते हैं. सिलिकॉन और जर्मेनियम इसके दो उदाहरण हैं. इन्हें "अनडोप्ड सेमीकंडक्टर्स" या "आई-टाइप सेमीकंडक्टर्स" भी कहा जाता है. इनमे होल्स और इलेक्ट्रॉन्स की संख्या एक समान होती है.

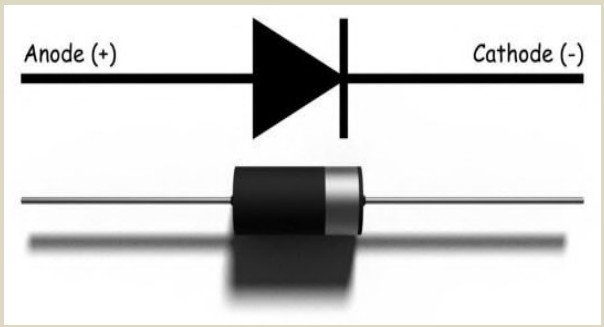


चित्र-2: अर्धचालक के प्रकार

एक्सट्रिन्सिक अर्धचालक: जब हम चार्ज वाहक बढ़ाने के लिए अशुद्धता एक शुद्ध सेमिकंडक्टर में डालते हैं तो वह एक्सट्रिन्सिक सेमिकंडक्टर बन जाता है. इस प्रक्रिया को डोपिंग कहा जाता है. यह अर्धचालक दो प्रकार के होते हैं: एन प्रकार जिसमें इलेक्ट्रान अधिक होते हैं और पी प्रकार जिसमें होल्स अधिक होते हैं. अर्धचालक पदार्थों का सबसे महत्वपूर्ण आकर्षण है कि इन्हे दूषित कर इनके व्यवहार को नियंत्रित किया जा सकता है. दूषण की इस प्रक्रिया को डोपिगं कहते हैं. अर्धचालकों के चालन को वैद्युत क्षेत्र, रोशनी, ऊष्मा, यहाँ तक दबाव से भी नियंत्रित किया जा सकता है. इसलिये, अर्धचालकों का उपयोग संवेदकों को बनाने में होता है. आधुनिक युग में प्रयुक्त तरह-तरह की युक्तियों (डिवाइसस) के मूल में ये अर्धचालक पदार्थ ही हैं. इनसे पहले डायोड बनाया गया और फिर ट्रांजिस्टर. इस के सहारे ही इलेक्ट्रानिक युग की यात्रा शुरू हुई. विद्युत और इलेक्ट्रानिकी में इनकी बहुत बड़ी भूमिका रही है. विज्ञान की जिस शाखा में अर्धचालकों का अध्ययन किया जाता है, उसे ठोस अवस्था भौतिकी (सोलिड स्टेट फिज़िक्स) कहते हैं.

अर्धचालक उपकरण के उपयोग

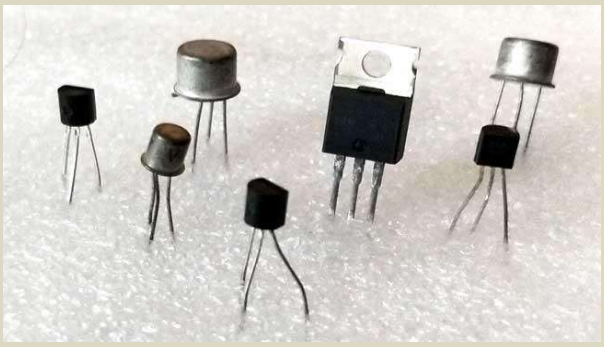
अर्धचालक उपकरण इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों का एक अनिवार्य घटक हैं. एक अर्धचालक उपकरण एक इलेक्ट्रॉनिक घटक है जो इसके कार्य के लिए एक अर्धचालक पदार्थ (मुख्य रूप से सिलिकॉन, जर्मेनियम और गैलियम आर्सेनाइड, साथ ही कार्बनिक अर्धचालक) के इलेक्ट्रॉनिक गुणों पर निर्भर करता है. अधिकांश अनुप्रयोगों में अर्धचालक उपकरणों ने वैक्यूम ट्यूबों को प्रतिस्थापित कर दिया है. वे निर्वात में गैसीय अवस्था या थर्मिओनिक उत्सर्जन के बजाय ठोस अवस्था में विद्युत चालन का उपयोग करते हैं. सेमीकंडक्टर डिवाइस, जिसमें डायोड या इंटीग्रेटेड सर्किट ट्रांजिस्टर शामिल हैं, का उपयोग आमतौर पर केवल कुछ वर्षों से ही औद्योगिक अनुप्रयोगों में किया गया है, लेकिन उनका आविष्कार कई दशकों पहले किया गया था. यह अपेक्षाकृत सस्ते उपकरण हैं, लेकिन एक कठिनाई जो उनके उपयोग को प्रभावित करती है, वह है सेंसर को एक बाहरी बिजली आपूर्ति प्रदान करने की आवश्यकता. डायोड (चित्र 3), ट्रांजिस्टर (चित्र 4a, 4b) और एकीकृत सर्किट (आईसी) (चित्र 5) सहित विभिन्न प्रकार के इलेक्ट्रॉनिक उपकरण अर्धचालक उपकरण हैं.



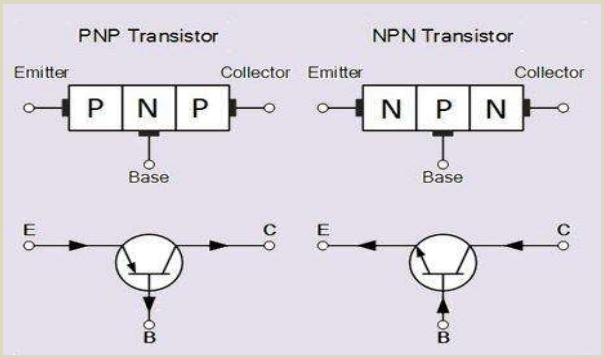
चित्र- 3: डायोड का प्रतीक (ऊपर) और डायोड (नीचे)

इस तरह के उपकरण उनकी कॉम्पैक्टनेस, विश्वसनीयता, पॉवर दक्षता और कम लागत के कारण व्यापक प्रचलन मे है. संचार, कंप्यूटिंग, स्वास्थ्य सेवा, सैन्य प्रणाली, परिवहन, स्वच्छ ऊर्जा के क्षेत्र मे अर्धचालकों का व्यापक अनुप्रयोग है. दुनिया में सबसे आम अर्धचालक उपकरण MOSFET (धातु-ऑक्साइड-अर्धचालक क्षेत्र-प्रभाव ट्रांजिस्टर) है, जिसे MOS ट्रांजिस्टर भी कहा जाता है. अर्धचालक उपकरणों को एकल असतत उपकरणों और एकीकृत सर्किट (आईसी) चिप्स के रूप में निर्मित किया जाता है, जिसमें दो या दो से अधिक डिवाइस शामिल होते हैं - जो सैकड़ों से लेकर अरबों तक की संख्या में

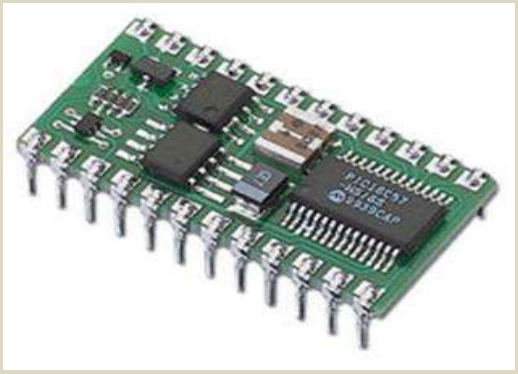
निर्मित हो सकते हैं और एक ही सेमीकंडक्टर वेफर पर निर्मित (जिसे सब्सट्रेट भी कहा जाता है).



चित्र -4a : ट्रांजिस्टर



चित्र-4b: ट्रांजिस्टर के प्रकार



चित्र -5: एकीकृत सर्किट (आईसी)

अर्धचालक उपकरण उद्योग

अर्धचालक उद्योग में सफलता छोटे, तेज और सस्ते उत्पाद बनाने पर निर्भर करती है. छोटे होने का लाभ यह है कि एक ही चिप पर अधिक पॉवर रखी जा सकती है. एक चिप पर जितने अधिक ट्रांजिस्टर होंगे, उतनी ही तेजी से वह अपना काम कर सकता है. यह उद्योग में प्रतिस्पर्धा पैदा करता है, और नई प्रौद्योगिकियां प्रति चिप उत्पादन की लागत को कम करती हैं ताकि कुछ महीनों के भीतर, एक नई चिप की कीमत 50% गिर सकती है.

अर्धचालक उपकरण के लिए नैनो तकनीक

अर्धचालक के लिए नैनो तकनीक का इंटरकनेक्ट के क्षेत्र में अनुप्रयोग है. हाल के शोध प्रयासों को कार्बन नैनोट्यूब (CNTs) पर केंद्रित किया गया है. विस्कॉन्सिन-मैडिसन विश्वविद्यालय के पदार्थ वैज्ञानिक माइकल अर्नोल्ड कहते हैं "कार्बन नैनोट्यूब आदर्श सेमीकंडक्टर हैं". कार्बन नैनोट्यूब ट्रांजिस्टर, बैलिस्टिक चालन का प्रदर्शन करते हैं: इलेक्ट्रॉन उनके माध्यम से तेज गोलियों की तरह उड़ते हैं, जिसका अर्थ है कि वे तेजी से गणनाओं को सक्षम कर सकते हैं. पिछले कई दशकों से, वैज्ञानिक उन संभावित लाभों के साथ प्रयोग कर रहे हैं जो नैनोमैटेरियल्स, विशेष रूप से कार्बन नैनोट्यूब पर, जो अर्धचालक को लाभ प्रदान कर सकते हैं. शोधकर्ताओं ने अर्धचालक पदार्थों के आकार को कम करने के लिए तरीके विकसित किए हैं. इन पदार्थों के भौतिक और रासायनिक गुणों में सुधार होना भी जारी है. परिणाम स्वरूप, अर्धचालक पदार्थ के आकार को कम करते हुए पदार्थ अनुप्रयोगों की एक विस्तृत श्रृंखला में अर्धचालक के प्रदर्शन को अधिकतम किया जा सकता है. शीघ्र ही कार्बन नैनोट्यूब कंप्यूटर हाथ मे होगा.

क्वांटम डॉट्स (QDs)

क्वांटम डॉट्स (QDs) मानव निर्मित नैनोस्केल क्रिस्टल हैं जो इलेक्ट्रॉनों को परिवहन कर सकते हैं. जब यूवी प्रकाश इन अर्धचालक नैनोकणों से टकराता है, तब वे विभिन्न रंगों के प्रकाश का उत्सर्जन कर सकते हैं. इन कृत्रिम अर्धचालक नैनोकणों ने कंपोजिट, सौर कोशिकाओं और फ्लोरोसेंट जैविक लेबल में उपयोग पाया है जो छोटे कण आकार और ट्यून करने योग्य ऊर्जा स्तरों दोनों का उपयोग करते हैं. क्वांटम डॉट्स (चित्र 6:) नैनोकणों के गुणों से युक्त होते हैं, जिनमें प्रकाश के संपर्क में आने पर प्रकाशित होने की क्षमता होती है. उनके द्वारा उत्सर्जित प्रकाश का रंग कण के आकार पर निर्भर करता है. क्वांटम डॉट सेमीकंडक्टर्स टीवी और कंप्यूटर डिस्प्ले में अपनी जगह बना रहे हैं. उनके बड़े पैमाने के उपयोग में एक कमी यह है कि एकल क्रिस्टल अर्धचालकों को बदलने के लिए बड़ी संख्या में छोटे क्वांटम डॉट्स की आवश्यकता होती है, जिससे डॉट्स के निर्माण में त्रुटियों का जोखिम बढ़

जाता है जो समग्र प्रदर्शन को प्रभावित कर सकता है. नए क्वांटम डॉट अनुसंधान से सस्ते, अति-कुशल अर्धचालकों और उसके उपकरणों का निर्माण संभव है.

चित्र-6: क्वांटम डॉट्स

अर्धचालकों में चुनौतियाँ

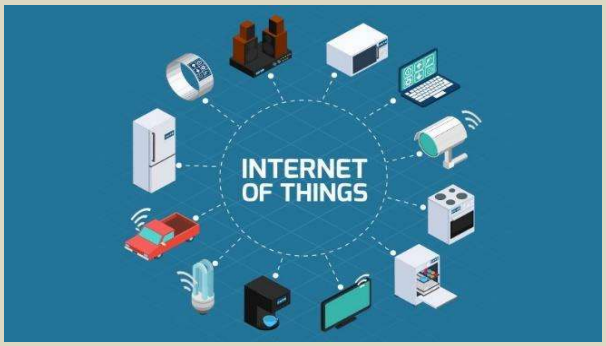
ऐतिहासिक रूप से, अर्धचालक उद्योग मे अपेक्षाकृत स्थिर वैश्विक बाजार रहा है, जिसमें स्मार्टफोन और औद्योगिक उपकरणों की आपूर्ति में अर्धचालकों की भारी मांग थी. कृत्रिम बुद्धि (AI), इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IoT) और स्वायत्त वाहनों के आगमन ने अर्धचालक उद्योग के दृष्टिकोण को बदल दिया है. आज की अर्धचालक फर्मों को अधिक लचीला होने की आवश्यकता है. अनुसंधान और विकास पर अधिक ध्यान देने के साथ-साथ; कार्यक्षमता में वृद्धि; और कम समय में अधिक कुशल उत्पादन की आवश्यकता है. समय पर कुशल चिप निर्माण, अर्धचालक आपूर्ति श्रृंखला के लिए महत्वपूर्ण है. इस तरह के बदलावों ने पारंपरिक अर्धचालक आपूर्ति श्रृंखला के लिए महत्वपूर्ण चुनौतियां पैदा की हैं. अर्धचालक उद्योग कई चुनौतियों का सामना करता है, जिसमें सामग्री की हैंडलिंग से लेकर रीसाइक्लिंग तक और प्रक्रिया में सुधार शामिल हैं. सस्ती लागत पर छोटे, अधिक शक्तिशाली चिप्स का उत्पादन करना हमेशा से एक चुनौती रही है. वर्तमान में, अर्धचालक उद्योग 7 नैनोमीटर (एनएम) चिप्स का उत्पादन करता है, और उद्योग 5 एनएम और यहां तक कि 3 एनएम चिप्स की संभावनाएं तलाश रहा है.

रोबोटिक्स और अर्धचालक उपकरण

रोबोटिक्स और अर्धचालक विनिर्माण के बीच एक सहजीवन संबंध है. रोबोटिक्स और एआई मे अधिक सटीक चिप निर्माण आवश्यक है. रोबोटिक बाज़ार के लिए एकीकृत सर्किट और अन्य अर्धचालक अनुप्रयोग आवश्यक हैं.

IoT में अर्धचालक उपकरण

IoT (चित्र-7) अर्धचालक उपकरण के भविष्य में महत्वपूर्ण भूमिका निभाएगा. जुड़े उपकरणों के लिए उपभोक्ता और औद्योगिक मांग इस का कारण है. IoT डिवाइस सिंचाई प्रणाली से कपड़ों तक लगभग सभी उत्पादों को स्मार्ट उपकरणों में बदल देते हैं. खुदरा, स्वास्थ्य, जीव विज्ञान, उपभोक्ता-आधारित उत्पाद, और औद्योगिक IoT सभी उच्च मांग में हैं. IoT इंटरकनेक्टेड वायरलेस डिवाइस का नेटवर्क है. प्रत्येक डिवाइस में सेंसर, एकीकृत सर्किट और सॉफ्टवेयर शामिल हैं जो इसे डेटा एकत्र करने, अन्य IoT अनुप्रयोगों के साथ सूचना का आदान-प्रदान करने और ऐसे डेटा के आधार पर कार्रवाई करने में सक्षम बनाता है. एक आम IoT इकोसिस्टम आधुनिक स्मार्ट हाउस है, जहां इलेक्ट्रॉनिक उपकरण, एचवीएसी सिस्टम, लाइटिंग और उपकरण सभी की निगरानी और नियंत्रण एक केंद्रीय बिंदु से किया जाता है. IoT एप्लिकेशन सेंसर और एकीकृत सर्किट के बिना काम नहीं कर सकते हैं, इसलिए सभी IoT उपकरणों को अर्धचालकों की आवश्यकता होगी. स्मार्टफोन बाजार, जिसने वर्षों से सेमीकंडक्टर उद्योग में विकास को गति दी है, का राजस्व गिरना शुरू हो गया है. IoT बाजार अर्धचालक निर्माताओं के लिए नए राजस्व का प्रतिनिधित्व कर सकता है. शायद उद्योग के सामने सबसे बड़ी चुनौती यह है कि IoT चिप्स उन अर्धचालकों के प्रकार को बदल देगा जिन्हें उद्योग को बनाना है, चिप निर्माताओं से नई विनिर्माण प्रक्रियाओं और तकनीकों की मांग होगी, जिससे छोटे चिप्स का उत्पादन करना पड़ेगा जो कम बिजली की खपत करते हैं.



चित्र -7: इंटरनेट ऑफ थिंग्स (आईओटी)

अर्धचालक उपकरण विनिर्माण पर IoT का प्रभाव :

a) **छोटे चिप आकार:** जबकि स्मार्टफोन उद्योग ने पहले कभी अधिक छोटे, अधिक शक्तिशाली अर्धचालकों की जरूरत को पूरा किया, IoT उत्पादों ने अर्धचालक उद्योग पर और भी अधिक मांगें रखीं हैं. IoT अनुप्रयोगों में आमतौर पर छोटे इलेक्ट्रॉनिक्स में एम्बेडिंग के लिए सबसे छोटे संभव माइक्रोकंट्रोलर की

आवश्यकता होती है. परिणामस्वरूप चिप के बिजली की खपत के स्वीकार्य स्तर को बनाए रखते हुए सबसे छोटी चिप के आकार के लिए आवश्यक तकनीक विकसित करने के लिए अर्धचालक उद्योग पर दबाव जारी रहेगा. एकीकृत सर्किट (सिलिकॉन) में उपयोग की जाने वाली आधार सामग्री को एक नए प्रकार के अर्धचालक, जैसे गैलियम-आर्सेनाइड के साथ बदलने की आवश्यकता हो सकती है. IoT सर्किट को छोटा होना चाहिए: औसत IoT डिवाइस एक स्मार्टफोन के आकार से एक तिहाई छोटा है. इस संकुचित स्थान में निर्माता को सेंसर, प्रोसेसर, मेमोरी, वाई-फाई क्षमता, माइक्रोइलेक्ट्रॉनिक सिस्टम और एनालॉग और डिजिटल सर्किट्री की एक श्रृंखला की आवश्यकता होती है. IoT आकार की कमी के लिए सबसे अधिक संभव समाधान उच्च घनत्व वाले इंटरकनेक्ट बोर्ड का उपयोग हो सकता है, जो मुद्रित सर्किट बोर्ड के दोनों ओर अधिक घटकों को पास रखने के साथ-साथ उन्हें एक साथ रखना संभव कर पाएगा. अन्य जगह के समाधानों में 3-डी-एकीकृत सर्किट और मल्टीचिप मॉड्यूल शामिल हैं, जो सर्किट की संख्या को बढ़ाते हैं जो एक डाइ या स्टैक किए गए कॉन्फ़िगरेशन में जुड़ सकते हैं.

b) **सहायक तकनीकों की विविधता:** IoT अनुप्रयोगों की बढ़ती विविधता के लिए नई सहायक तकनीकों की अधिक विविधता की आवश्यकता होगी. उदाहरण के लिए, परिचालन प्रौद्योगिकियों के असंख्य उपयोग करने के लिए, स्मार्ट वाहनों को स्मार्ट घड़ियों या कपड़ों में सेंसर की तुलना में बहुत अधिक प्रसंस्करण शक्ति और डेटा संग्रह की आवश्यकता होती है. एक वाहन जितना अधिक स्वायत्त होता है - उतनी ही सक्षम उसकी उन्नत चालक सहायता प्रणाली (ADAS) और उतनी ही अधिक प्रसंस्करण शक्ति उसकी आवश्यकता होती है. वाहन ADAS को तीन कार्यात्मक तत्वों की आवश्यकता होती है: संवेदन, गणना और सक्रियता.

c) **अन्य पहलू:** कई IoT उपकरण प्रतिकूल औद्योगिक या पर्यावरणीय तनावों के संपर्क में आएँगे, IoT एकीकृत सर्किट को अक्सर तापमान, पानी से बचाव और /या लवणता प्रतिरोध की आवश्यकता होगी. कुशल बिजली की खपत भी एक महत्वपूर्ण मुद्दा है. आईओटी उपकरणों के थोक बैटरी शक्ति पर चलेंगे. आदर्श रूप से, IoT बैटरी को केवल वर्ष में कुछ बार स्वैप करने की आवश्यकता होगी, इसलिए कुशल बिजली का उपयोग एक गंभीर विचार है. इसके अतिरिक्त, IoT मांग सेमीकंडक्टर उद्योग के लिए नई दिशाओं को जन्म दे सकती है. चिप्स और हार्डवेयर के विकास पर पूरी तरह से ध्यान केंद्रित करने के बजाय, अर्धचालक उद्योग को सुरक्षा और सॉफ्टवेयर समाधान प्रदान करने की आवश्यकता हो सकती है. अर्धचालक उद्योग को घटक आपूर्तिकर्ताओं से समाधान प्रदाताओं तक बनना होगा. एक अर्धचालक कंपनी पहले एकीकृत सर्किट और सेंसर का उत्पादन कर सकती थी जो उत्पादों की एक विस्तृत श्रृंखला में काम कर सकती थी और उन उपकरणों के लिए बाजार की उम्मीद कर सकती थी. IoT उपकरणों की विशेष आवश्यकताएं होती हैं, जिसके परिणामस्वरूप अपेक्षाकृत कम बिक्री होती है.

कार्यात्मक पदार्थ और अर्धचालक उपकरण

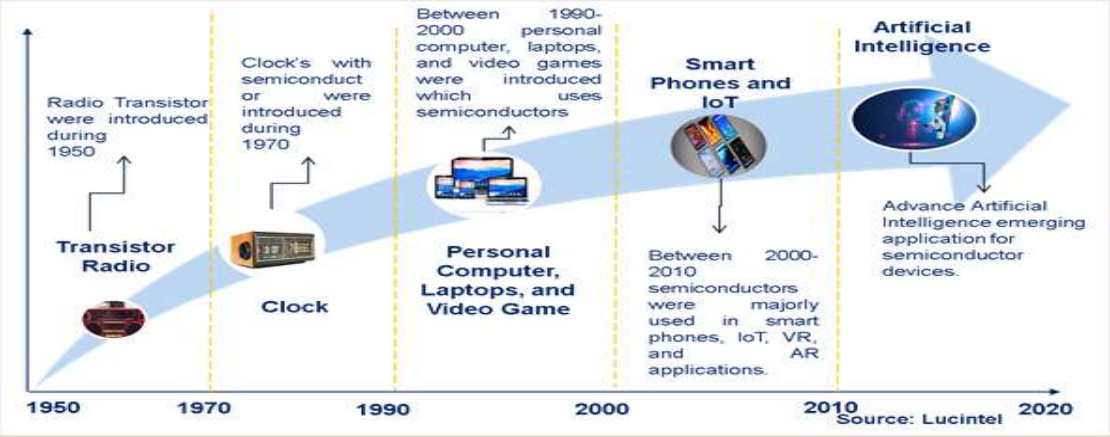
कार्यात्मक पदार्थ वे पदार्थ हैं जिनमें एक या एक से अधिक गुण होते हैं जिन्हें बाहरी उत्तेजनाओं (तापमान, बिजली/ चुंबकीय क्षेत्र, आदि) द्वारा नियंत्रित तरीके से महत्वपूर्ण रूप से बदला जा सकता है और इसलिए उन्हें उदाहरण के लिए तकनीकी उपकरणों की एक विस्तृत श्रृंखला में लागू किया जाता है, उदाहरण के लिए मेमोरी, डिसप्ले और दूरसंचार मे. कार्यात्मक ऑक्साइड फ्यूचरिस्टिक उपकरणों और कार्यात्मकताओं के लिए एक अप्रयुक्त संसाधन हैं. ये कार्यशीलता उच्च तापमान सुपरकंडक्टिविटी से लेकर मल्टीफ़ैरोसिटी और नवीन उत्प्रेरक योजनाओं तक हो सकती है. प्रयोगशाला में एकल उपकरण से व्यावहारिक तकनीकों तक इन अवधारणा को बदलने का सबसे प्रमुख मार्ग अर्धचालक के साथ एकीकरण है. इसके अलावा, अर्धचालकों के साथ युग्मन ऑक्साइड नई और अप्रत्याशित कार्यक्षमताओं को लाता है. इसलिए, अर्धचालकों पर ऑक्साइड एपिटाइक नवीन उपकरण प्रौद्योगिकियों के लिए एक सामग्री मंच प्रदान करता है. जैसा कि आक्साइड और अर्धचालक एक दूसरे के पूरक हैं, दोनों में समाहित एपिथेक्सियल हेट्रोस्ट्रक्चर्स विशिष्ट रूप से समृद्ध कार्य करने के लिए तैयार हैं.

आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस और अर्धचालक उपकरण

आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (एआई) एप्लिकेशन हर जगह, बड़े डेटा एनालिटिक्स और सैन्य उपकरणों से लेकर फेशियल रिकग्निशन सॉफ्टवेयर और सेल्फ-ड्राइविंग कारों तक हैं. वे हर दिन अर्धचालक उद्योग के लिए नई चुनौतियां और अवसर लाते हैं. एआई एक मशीन या सॉफ़्टवेयर एप्लिकेशन है जो मानव अनुभूति के तर्क करने, सीखने और कार्य करने की क्षमता रखता है. संक्षेप में, AI मशीनों को सोचने के लिए संभव बनाता है. एआई मांगों का अर्धचालक डिजाइन और उत्पादन पर स्थायी प्रभाव पड़ेगा. बड़े हिस्से में, ऐसा इसलिए है क्योंकि AI अनुप्रयोगों द्वारा संसाधित और संग्रहीत डेटा की मात्रा बड़े पैमाने पर है. एआई-एकीकृत सर्किट में डेटा उपयोग को संबोधित करने के लिए सेमीकंडक्टर आर्किटेक्चर के सुधार की आवश्यकता है. एआई के लिए सेमीकंडक्टर डिज़ाइन में सुधार समग्र प्रदर्शन में सुधार के बारे में कम होगा और शक्ति वृद्धि के साथ मेमोरी और अधिक कुशल मेमोरी सिस्टम के साथ डेटा को गति देने के बारे में अधिक होगा. एक विकल्प एआई न्यूरल नेटवर्क के लिए चिप्स का डिज़ाइन है जो मानव मस्तिष्क सीनप्सेस की तरह प्रदर्शन करते हैं. निरंतर सिग्नल भेजने के बजाय, ऐसे चिप्स प्रेरित होंगे और केवल जरूरत होने पर डेटा भेजेंगे. नॉन वोलटाइल मेमोरी (अवास्तविक मेमोरी) का एआई-संबंधित अर्धचालक डिजाइनों में अधिक उपयोग देखा जा सकता है. नॉन वोलटाइल मेमोरी पावर के बिना सहेजे गए डेटा को रख सकती है. प्रसंस्करण तर्क के साथ चिप्स पर नॉन वोलटाइल मेमोरी का संयोजन "सिस्टम को एक चिप पर" प्रोसेसर बना देगा, जो एआई एल्गोरिदम की मांगों को पूरा कर सकता है. जबकि एआई अनुप्रयोगों की डेटा मांगों को पूरा करने के लिए सेमीकंडक्टर डिज़ाइन सुधार उभर रहे हैं, वे संभावित उत्पादन चुनौतियों का सामना कर रहे हैं. स्मृति की जरूरतों के परिणामस्वरूप, AI चिप्स आज काफी बड़े हैं. इस बड़े चिप आकार के साथ, एक चिप विक्रेता के लिए एक विशेष हार्डवेयर पर काम करते समय पैसा बनाना आर्थिक रूप से आसान नहीं है. ऐसा इसलिए है क्योंकि हर एप्लिकेशन के लिए एक विशेष AI चिप का निर्माण करना बहुत महंगा है.एक सामान्य-उद्देश्य AI प्लेटफ़ॉर्म इस चुनौती को संबोधित करने में मदद करेगा. सिस्टम और चिप विक्रेता अभी भी त्वरक, सेंसर, और इनपुट/आउटपुट के साथ सामान्य-उद्देश्य प्लैटफ़ार्म को बढ़ाने में सक्षम होंगे. यह निर्माताओं को किसी भी अनुप्रयोग की विभिन्न कार्यभार आवश्यकताओं के लिए मंच को अनुकूलित करने की अनुमति देता है, जबकि लागत पर भी बचत करता है. एक सामान्य-उद्देश्य AI प्लेटफ़ॉर्म का एक अतिरिक्त लाभ यह है कि यह एक अनुप्रयोग पारिस्थितिकी तंत्र के तेजी से विकास बढ़ावा को दे सकता है. उत्पादन के दृष्टिकोण से, अर्धचालक उद्योग को भी एआई अपनाने से लाभ होगा. AI सभी प्रक्रिया बिंदुओं पर मौजूद होगा, जिससे भौतिक नुकसान को कम करने, उत्पादन क्षमता में सुधार और उत्पादन समय को कम करने के लिए आवश्यक डेटा उपलब्ध होगा.

सारांश

अर्धचालक उपकरणों ने एक लंबा सफ़र तय कर लिया है (चित्र-8). जहाँ वह इलेक्ट्रॉनिक्स के उपकरण हैं, वहीं आज वो IoT, फंक्शनल मैटीरियल और आर्टिफिशियल इंटेलिजेन्स के विकसित होते क्षेत्र में एक अभिन्न अंग हो गये हैं.



चित्र- 8: अर्धचालक उपकरणों की विकास यात्रा