नैनो प्रौद्योगिकी–एक परिचय एवं इलेक्ट्रोनिकी का प्रयोग

रण विजय कुमार चरण
रीडर, भौतिकी विभाग
गया कॉलेज, गया(बिहार)–823001, भारत
rvkcharan@rediffmail.com

सार

प्रस्तुत लेख में नैनो प्रौद्योगिकी एवं इसमें इलेक्ट्रोनिकी, विशेषकर त्रुटि–सहिष्णु आंकिक–इलेक्ट्रोनिकी के प्रयोग का रूचिकर एवं संक्षिप्त विवरण चित्रित किया गया है।

Nano technology-An introduction and application of electronics

Ran Vijoy Kumar Charan
Reader, Department of Physics
Gaya College, Gaya(Bihar)-823001, India
rvkcharan@rediffmail.com

Abstract

In this paper a brief but interesting description of Nano-Technology and its Application to Electronics,specially to fault-tolerant Digital-Electronics has been presented.

प्रस्तावना

''नैनो प्रौद्योगिकी'' शब्द का सर्वप्रथम प्रयोग वर्ष 1974 में एक नोबेल जापानी भौतिकविद् ''नेरियो तानिगुछी'' ने टोकियो में परमाणु के संरचना को नैनो के पैमाने के आधार पर समझाते हुए व्याख्यान देते समय किया था। अभी तक नैनो–प्रौद्योगिकी की कोई सर्वसम्मत परिभाषा तय नहीं हुई है, किन्तु मोटे तौर पर इसे परमाणुओं या अणुओं के स्तर पर पदार्थ की संरचना को नैनो के पैमाने के आधार पर चित्रित एवं परिभाषित करने को ही कहते हैं। इस नैनो प्रौद्योगिकी के आयाम को यदि लचीलापन एवं विद्युत उच्च तापीय सुचालकता के साथ–साथ दृढ़ता का संयोग दिया जाय तो इसे एक बड़े पैमाने पर व्यापारिक रूप से सूक्ष्म एवं आंकिक इलेक्ट्रोनिकी के रूप में कारखानों में प्रयुक्त किया जा सकता है। वास्तव में, इस नैनो प्रौद्योगिकी ने आधुनिक इलेक्ट्रोनिक–प्रौद्योगिकी को नया आयाम दिया है।

एक नैनो के आकार के कण की मात्रा या परिमाण(क्वांटम) की व्याख्या इसके ''त्रिज्या'' के आंकलन से आसानी से की जा सकती है। गणितीय रूप से एक प्रभावी रिडबर्ग–शक्ति–उत्तेजक से तुलनात्मक अध्ययन के आधार पर इस ''त्रिज्या'' का मान एक प्लांक स्थिरांक(एच) बटा 1.92 गुणा ''म्यूँ'' (एक स्थिरांक) गुणा उस उत्तेजक की शक्ति के बराबर है। मीटर–पैमाने पर एक नैनो–मीटर एक मीटर का एक अरबवाँ भाग है। इस नैनो तकनीक पर निर्मित अभिकलित्र (कम्प्यूटर) आज के अभिकलित्र से 10,000 गुणा तेज हो सकता है। प्रायोगिक रूप से नैनो–पैमाने की सूक्ष्मता का अनुमान इस उदाहरण से लगाया जा सकता है कि एक नैनोमीटर में तीन से पाँच परमाणु तक समा सकते हैं तथा इसका आकार हमारे सिर के बाल की मोटाई के पचास हजारवें भाग से भी कम है। उदाहरणस्वरूपः माप में एक डी०एन०ए० 2 से 2.5 नैनोमीटर, प्रोटीन का एक अणु 5 से 50 नैनोमीटर, एक वायरस 75 से 100 नैनोमीटर एवं एक बैक्टीरिया 1000 से 10,000 नैनोमीटर तक का होता है। पुनः, 2 मीटर लंबा आदमी 2 अरब नैनोमीटर के बराबर होता है एवं एक हाईड्रोजन का परमाणु एक नैनोमीटर के दसवें भाग के बराबर होता है।

नैनो–प्रौद्योगिकी पर आधारित यंत्रों से किसी प्रकार का प्रदूषण नहीं होता है तथा यह कई लाख गुणा तेज एवं सस्ता होता है। इस प्रकार इस नैनों–तकनीक की सूक्ष्मता एवं लाभ को आसानी से समझा जा सकता है।

नैनो–प्रौद्योगिकी में इलेक्ट्रोनिकी का प्रयोग

कुछ नैनो के आकार की धातु की नालिकाऐं विद्युत की अच्छी सुचालक होती है। अतः, इनसे एक ही विमा के अनुरूप ''मोसफेट'' अर्थात धातु के ऑक्सीकरण से निर्मित अर्धचालक क्षेत्र–प्रभावी ट्रांजिस्टर बनाये जा सकते हैं। इस तरह से निर्मित ''मोसफेट'' के इलेक्ट्रॉनिक–द्वार को एक विद्युत परिपथ में ऋणात्मक विद्युत भेज कर बंद किया जा सकता है तथा धनात्मक विद्युत भेज कर पुनः खोला जा सकता है। वास्तव में, ऋणात्मक विद्युत धनात्मक आवेषित छिद्रों की संख्या को काफी बढ़ाकर परिपथ में एक बड़ा प्रतिरोध पैदा कर द्वार को बन्द कर देता है जबकि धनात्मक विद्युत उन छिद्र–आवेषों को घटाकर प्रतिरोध घटा देता है जिससे उस ''मोसफेट'' का इलेक्ट्रॉनिक–द्वार खुल जाता है। यह प्रवृति एक पी–प्रकार के ''मोसफेट'' के अनुरूप है जबकि इस तरह की नैनो–नालिकाओं को अधिक इलेक्ट्रॉन प्रदान करने वाले ''पोटेशियम'' धातु से मादित कर एन–प्रकार के ''मोसफेट'' का भी निर्माण किया जा सकता है। यहाँ पर यह बताना सर्वथा उचित होगा कि ''पी एवं एन प्रकार'' का नामकरण अंग्रेजी के ''एक्सेप्टर''; एवं ''डोनर''; के बीच के शब्दों से किया गया है जिसका अर्थ क्रमशः इलेक्ट्रॉन की ग्रहणशीलता एवं प्रदानशीलता है। इसी पी एवं एन प्रकार के पदार्थो को नैनो–नालिकाओं में हीं मादित कर नैनो–डायोड भी बनाये जा सकते हैं। इस प्रकार से निर्मित नैनो–ट्रांजिस्टर एवं नैनो–डायोड को एक ही चिप या परिपथ खंड में बहुत अधिक संख्या में सुगमता से सुसंगठित किया जा सकता है जो कि आजकल के सिलकोन–चिप से काफी आसान एवं सस्ता पड़ता है। अतः यह व्यापारिक रूप से भी अत्यन्त लाभदायक है।

त्रुटि–सहिष्णु परिपथ का प्रयोग

नैनो–इलेक्ट्रॉनिक में दो प्रकार के त्रुटि–सहिष्णु युक्तियों का बहुतायत से प्रयोग किया जाता हैः (1) एम गुणक – अपेक्षाधिकता एवं (2) मिश्रित–तार्किक–पहुँच।(यहाँ "एम" एक काल्पनिक उच्च संख्या है।) मिश्रित–तार्किक–पहुँच के आधार पर ही एक महान वैज्ञानिक ''जौन वौन न्यूमेन'' ने अविश्वसनीय घटकों के द्वारा एक आंकिक अभिकलित्र (कम्प्यूटर) बनाने की कोशिश की ताकि भविष्य में इस तर्क के आधार पर अन्य विश्वसनीय घटकों से और अधिक विश्वसनीय नैनो–इलेक्ट्रॉनिक पद्धतियों का उपाय रचा जा सके। परन्तु इसमें पाया गया कि परिमाणिक–प्रभाव इसके ध्वनि–सुग्राहकता को बढ़ा कर इलेक्ट्रॉनिक जाल–निर्माण सहिष्णुता को घटा देता है, य़द्यपि नैनो–इलेक्ट्रॉनिकी में यह एक विश्वसनीय हानि के रूप में स्वतः निहित रहता है। उक्त दोनो तार्किक युक्तियों में अधिक–संख्यक–मतदान एवं आंकिक–इलेक्ट्रॉनिकी का ''नान्द''; तार्किक द्वार में प्रयोग किया जाता है। इनमें प्रत्येक तार्किक द्वार को एम–गुणा प्रतिलिपित किया जाता है ताकि प्रत्येक निविष्ट(इनपुट) संकेतों को एम रेखाओं के गुच्छे से प्रतिस्थापित किया जा सके। स्पष्टतः इस प्रकार से निर्मित प्रत्येक निविष्ट संकेत एम–रेखाओं से गुच्छित हो जाता है। इनमें प्रथम गुच्छे के निविष्ट को यदा–कदा दूसरे गुच्छे के निविष्ट से मिला दिया जाता है ताकि प्रतिलिपित अगले आंकिक ''नान्द'' द्वार का निविष्ट तैयार किया जा सके।

एक दूसरे महान वैज्ञानिक ''पीयर्स'' ने उपरोक्त ''न्यूमेन'' के त्रुटि–सहिष्णु–तर्क को एक अन्तर–रचित अपेक्षाधिक तर्क के आधार पर व्यापकीकरण कर दिया। इसमें त्रुटि–शुद्धीकरण का तर्क इन दो युग्मक अशुद्धियों : जैसे 0.–1 एवं 1–0 के प्रभाव के सामंजस्य पर निर्भर करता है।

कुछ अन्य शोधकों ने एक चौगुनेकृत तर्क को आंकिक इलेक्ट्रॉनिकी के ''ओर, नौट, एन्ड नौर एवं नान्द'' द्वारों में सामंजन के आधार पर रचित विशेष तर्क का अध्ययन किया। इस चौगुनेकृत तर्क को आंकिक–इलेक्ट्रॉनिकी के ''नान्द'' द्वार पर आधारित अर्ध–योगक के रचित विभिन्न परिपथों द्वारा आसानी से समझा जा सकता है। इनमें प्रत्येक निविष्ट द्वार को चार द्वारों द्वारा प्रतिस्थापित किया जाता है तथा निर्गत चारों संकेतों को दो–दो के समूहों में विभाजित कर दिया जाता है जो कि अगले स्तर के दोनो समूह के द्वारों के लिए निविष्ट का कार्य करते हैं। ऐसा पाया गया कि उक्त चौगुनाकृत–अंतर–संयोजित–परिपथ का निर्गम अपने गैर–अपेक्षाधिक परिपथ से आठ गुणा अधिक बढ़ जाता है।

नैनो इलेक्ट्रॉनिक उत्पादन

कूलम्ब–अवरोध पर आधारित बहुत से नैनो इलेक्ट्रॉनिक उत्पादों की रचना की गई है जिसमें उपरोक्त इलेक्ट्रॉनिक द्वारों द्वारा नियंत्रित उत्सर्जित इलेक्ट्रॉन एक पूर्णकालिक संख्या के रूप में निहित रहता है। उदाहरणस्वरूपः अन्य वैज्ञानिकों ''हिटैची'' एवं ''लिखारेव'' द्वारा निर्मित तीन सिरों वाला नैनो–उत्सर्जित ''प्लेड'' एवं ''नोवोराम'';की रचनाऐं है। किन्तु ''यानो'' के प्रकार की स्मृति वाले उत्पाद दो ही सिरो वाले होते हैं जिसमें सूचनाऐं एक सिलिकोन के इलेक्ट्रॉनिक जाल में गहरे रूप से संयोजित लेकर संचित रहती हैं। अब चूँकि उपरोक्त कूलम्ब उत्पादों में त्रुटि–सहिष्णुता के तर्कों पर कोई ध्यान नहीं दिया गया है अतः इन्हें सुधारने में भविष्य में काफी चुनौतियों का सामना करना पड़ सकता है।

आभार

लेखक गया कॉलेज, गया एवं मगध विश्वविद्यालय, बोधगया के विज्ञान के सभी पुस्तकालयों, विशेषकर भौतिक विभाग के पुस्तकालयों एवं अर्न्तराष्ट्रीय खोजी वेबसाइटों के प्रति अन्तःमन से आभार प्रकट करता है जिसके कारण आवश्यक सहयोग एवं सही दिशा–निर्देश की प्राप्ति हुई।

संदर्भ

1. बाउंट, एफ०(1993) मिजोस्कोपिक भौतिकी एवं नैनो–इलेक्ट्रॉनिकी, नैनो–विज्ञान एवं नैनो प्रौद्योगिकी भौतिकी वृतांत, मु0 पृ0 173–174, इंगलैण्ड।
2. टरटोन, आर०(1995) ''परिमाणिक बिन्दू में सूक्ष्म–इलेक्ट्रॉनिकी के भविष्य की एक यात्रा'', ऑक्सफोर्ड विश्वविद्यालय छापाखाना, इंगलैण्ड।
3. चेन, आर० एच०; कोराटोव, ए० एन० एवं लिखारेव, के० के०(1954; 1996) ''एकल इलेक्ट्रोन ट्रान्जिसटर तर्क, ''प्रयुक्त भौतिकी पत्र, खण्ड 68, रूस।
4. ट्रान्स, एस० एवं अन्य सहयोगी(1997) प्रत्येक एकल कार्बन–नलिका की दीवार परिमाणिक तार की तरह, नेचर, 386 (6624), मु0 पृ0 474–477, इंगलैंड।
5. कीज, आर० डब्लू०(1998) इलेक्ट्रॉनिक्स एवं इसकी सीमाओं का लघुकरण, आई० बी० एम० शोध एवं विकास पत्रिका, खण्ड 32, अंक 1, मु0 पृ0 24–48, इंगलैड।
6. क्लीभोव, बी० आई०; मिखालोवोस्की, ए०; माल्कू, ए० जू० एस०; होलिगंसवर्थ, ए0; लेदरडेल, जे० ए०; ईस्टर, सी० ए० एच० एवं बावेन्डी, एम० जी०(2000) नैनो–रवा के परिमाणिक बिन्दू में प्रकाशीय प्राप्ति एवं संकुचित उत्सर्जन, विज्ञान, इंगलैंड।
7. दहम, एम० लौरेन्स टी०, पीनौड, एफ०, चेनिला, डी० एस० अलिभीसाटोस, ए० पी० सावर, एम० एवं वीस, एस०(2001) कोलोलियल परिमाणिक बिन्दुओं के द्वारा जैव–वैज्ञानिकी द्वार से समय–संचालित द्वारों की कल्पना, वैकल्पिक पत्र 2001, इंगलैड।