धातु ऑक्साइड का नैनोकण के रूप में उपयोग

रमेश कुमार प्रजापति[1] एवं मुहम्मद अयूब अन्सारी[2]
[1]रसायन विज्ञान विभाग, दिगम्बर जैन कॉलेज, बडौत, बागपत–250611, उ0प्र0, भारत
[2]रसायन विज्ञान विभाग बिपिन बिहारी कॉलेज, झाँसी–284001, उ0प्र0, भारत
rameshkrpr@yahoo.com, ayub67@rediffmail.com

प्राप्त तिथि–10.10.2018, स्वीकृत तिथि–04.11.2018

सार– वर्तमान में नैनोटैक्नोलॉजी प्रौद्योगिकी, रसायन, भौतिकी और धातु विज्ञान में एक विशिष्ट शाखा के रूप में स्थापित हो चुकी है, तथा एक महत्वपूर्ण भूमिका निभा रही है। इस पत्र में व्यवसायिक एवं शोध के क्षेत्र में धातु ऑक्साइड के` कारण नैनोकण के रूप में किये जा रहे उपयोग की समीक्षा प्रस्तुत की जा रही है।

बीज शब्द– धातु ऑक्साइड, नैनोकण, टाइटेनियम ऑक्साइड, पिजोइलेक्ट्रिक उपकरण, संवेदक, अर्धचालक।

Applications of Metal Oxides as Nano Particles

Ramesh Kumar Prajapati[1] and Mohd. Ayub Ansari[2]
[1] Department of Chemistry, Digambar Jain College, Baraut, Baghpat - 254611, U.P., India
[2]Department of Chemistry, Bipin Bihari College, Jhansi- 284001, U.P., India
rameshkrpr@yahoo.com, ayub67@rediffmail.com

Abstract- Presently Nanotechnology is known to be a special branch of chemical, physical and metallurgical sciences and playing a vital role. This paper describes the usage of metal oxides in the form of Nanoparticles because of its commercial and research developments.

Key words- Metal Oxide, Nanoparticles, Titanium Oxide, Piezoelectric instruments, sensors, semiconductor.

1. **परिचय–** धातु ऑक्साइड आधारित नैनोकण का उपयोग विज्ञान एवं तकनीकी क्षेत्रों में विगत दशकों से बड़े पैमाने पर किया जा रहा है।[1–6] धातुओं में विभिन्न प्रकार के ऑक्साइड बनाने के गुण पाये जाते हैं। इस प्रकार के धातु ऑक्साइड विभिन्न प्रकार के त्रिविम संरचना का आकार ले लेते हैं। जिससे इनका उपयोग धातु, अर्धचालक और इन्सुलेटर की तरह किया जाता है। धातु ऑक्साइडों का तकनीकी रूप से माइक्रोइलेक्ट्रॉनिक सर्किट के निर्माण में, संवेदक, पिजोइलेक्ट्रिक उपकरणों, ईंधन सेल, कोटिंग के रूप में तथा उत्प्रेरक के रूप में किया जा रहा है।

2. **धातु ऑक्साइड नैनोकण का संश्लेषण–** नैनो टैक्नोलॉजी के उभरते क्षेत्र में एक ऐसे लक्ष्य का निर्धारण किया जाता है जिसमें ऐसी नैनो संरचना या नैनोएरे का निर्माण किया जा सके जिसमें इसका गुण सांकृत या एकल कण प्रजातियों से अलग एवं विशिष्ट प्रकार हो। इस कारण से धातु ऑक्साइड (इनके सीमित आकार और कोने या किनारे की सतह पर उच्च घनत्व) में अद्वितीय संरचनात्मक गुण प्रदर्शित कर सकते हैं। धातु ऑक्साइड के संश्लेषण कई प्रकार से नैनोकणों मे किया जा सकता है। यह विधियां निम्न प्रकार से हैं।[7–8]

2.1 **सह अवक्षेपण विधि–** इस विधि[9] में धातु ऑक्साइड नैनोकणों का निर्माण प्रायः कमरे के तापमान पर किया जाता है। यह विधि सबसे सरल है और इसमे जलीय माध्यम में नैनोकणों को विभिन्न सर्फेक्टेन्ट से अभिक्रिया करके बनाया जाता है।

2.2 **तापीय अपघटन विधि–** यह एक रासायनिक विधि[10] है जिसमें अग्रदूत कार्बनिक माध्यम में तापीय अपघटन और ऑक्सीकरण प्रक्रिया के द्वारा धात्विक नैनोकणों का निर्माण किया जाता है। अन्य विधियां जिसमें धातु ऑक्साइड नैनोकण का निर्माण किया जाता है, वह प्रमुखतः सॉल–जेल प्रसंस्करण[11], माइक्रोइमल्सन विधि[12], हाइड्रोथर्मल संश्लेषण तथा सोनोकेमिकल संश्लेषण[13] है।

3. **धातु ऑक्साइड नैनोकणों की संरचना–** किसी भी पदार्थ का गुण उसके कणों के आकार पर निर्भर करता है। इसमें सर्वप्रथम पदार्थ के संरचनात्मक विशेषताओं, प्रमुखतः जालक की समरूपता और सेल के पैरामीटर का विशेष प्रभाव होता है। थोक में धातु ऑक्साइड प्रायः पर मजबूत और स्थिर प्रणालियों के साथ होते हैं तथा अच्छी तरह से क्रिस्टलोग्राफिक

संरचनाओं में निर्मित एवं परिभाषित होते हैं। जबकि, सतह पर मुक्त ऊर्जा और दबाव जो कि कण के आकार के धीरे–धीरे लघु होने पर भी विचार करना अति आवश्यक है। धातु ऑक्साइड का थर्मोडायनेमिक स्थिरता जिसका सम्बन्ध उसके आकार पर निर्भर करता है, सेल के पैरामीटर या संरचनात्मक बदलाव को प्रभावित करता है, तथा चरम स्थिति मे नैनोकण अदृश्य हो सकते हैं, जब वह अपने आसपास के वातावरण और उच्च सतह की मुक्त ऊर्जा से संयोजन करेगा।[13] धातु ऑक्साइड नैनोकण उस समय सबसे अधिक यांत्रिक या संरचनात्मक स्थिरता प्रदर्शित करते हैं जिस समय नैनोकण में कम सतह मुक्त ऊर्जा में स्थिरता कम होती है। नैनोकण अत्यधिक स्थिरता प्रदर्शित करते हैं। इस प्रकार के संरचनात्मक गुण TiO_2, VO_x, Al_2O_3 एवं MoO_x धातु ऑक्साइड में चिन्हित किया गया है।

4. **धातु ऑक्साइड नैनोकण के निरूपण में प्रयुक्त तकनीक–** धातु ऑक्साइड नैनोकण का निरूपण उनके सतह पर उपस्थित कणों के संरचना के आधार पर किया जाता है। इसके लिये स्केनिंग इलेक्ट्रान माइक्रोस्कोप, ट्रान्समिशन इलेक्ट्रॉन माइक्रस्कोप, एक्स–रे डिफ्रेक्शन, यू0वी0 स्पेक्ट्रोस्कोपी जैसी तकनीकों का प्रयोग करते हैं। इन तकनीक के माध्यम से धातु ऑक्साइड के सतह की संरचना की जानकारी सूक्ष्मतम् स्तर पर प्राप्त होती है।

5. **धातु ऑक्साइड नैनोकण के गुण–** धातु ऑक्साइड नैनोकण सामग्री के गुण उनके अधिकांश भौतिक, रासायनिक गुण और तीव्र आकार के ऊपर निर्भर करते हैं। भौतिक, रासायनिक गुण के आधार पर इनका उपयोग प्रायः उद्योगों में जैसे कि संवेदक, मिट्टी के बर्तन, अवशोषक या उत्प्रेरक के रूप में किया जाता है। इन सभी क्षेत्रों में इनका उपयोग आकार के ऊपर निर्भर करता है तथा धातु ऑक्साइड के ऑप्टीकल(प्रकाशिक), इलेक्ट्रानिक और/या आयनिक, परिवहन, यांत्रिक, सतह/रासायनिक(रेडाक्स, अम्ल/क्षार) गुणों पर निर्भर करता है।

5.1 **धातु ऑक्साइड के परिवहन गुण–** धातु ऑक्साइड नैनोकण में आयनिक या मिश्रित आयनिक/इलेक्ट्रॉनिक चालकता विद्यमान होती है जिसे प्रयोगों द्वारा स्थापित किया जा चुका है और ये उनके नैनो संरचना पर निर्भर करते हैं।[14] धातु ऑक्साइड में इलेक्ट्रॉन आवेश वाहक संख्या उनके बैण्ड अन्तराल ऊर्जा के सापेक्ष कार्य करते हैं तथा यह वोल्ट्जमैन सांख्यिकी के नियमों/आंकड़ों के अनुसार निर्धारित होते हैं। इलेक्ट्रॉनिक चालकता को n- और p- डोपिंग कहते हैं और यह इस पर निर्भर करता है कि मुख्यतः आवेश वाहक इलेक्ट्रॉन हैं कि क्षिद्र। धातु ऑक्साइड नैनोकण में मुक्त इलेक्ट्रान/क्षिद्र की संख्या को इनमें नान स्टाइकोमेट्री तरीके से बढ़ाया जा सकता है।

5.2 **धातु ऑक्साइड के प्रकाशिक गुण–** प्रकाशिक गुण, धातु ऑक्साइड नैनोकण का मौलिक गुण है जिसे प्रयोगात्मक रूप से परावर्तन और अवशोषण के मापन से ज्ञात किया जा सकता है।[15] परावर्तन स्पष्ट रूप से आकार पर निर्भर करता है क्योंकि प्रकीर्णन होने के कारण धातु ऑक्साइड के प्रकाशिक गुण में अत्यधिक परिवर्तन होता है। जबकि अवशोषण का गुण धातु ऑक्साइड के ठोस होने के गुणों पर निर्भर करता है। प्रकाश का अवशोषण दोनों क्वान्टम आकार तथा कणों के आकार पर निर्भर होते हैं।

5.3 **धातु ऑक्साइड के रासायनिक गुण–** धातु ऑक्साइड का प्रयोग रेडाक्स और अम्ल/क्षार के आधार पर अवशोषण तथा उत्प्रेरक के संदर्भ में होता है। जिन तीन प्रमुख गुण जिसके आधार पर धातु ऑक्साइड का प्रयोग अवशोषक और उत्प्रेरक के रूप में किया जाता है वह निम्न हैं–

1. सतह पर उपस्थित परमाणुओं के मध्य समन्वय वातावरण,
2. रेडाक्स गुण,
3. सतह परतों पर उपस्थित परमाणुओं की ऑक्सीकरण अवस्था।

6. **निष्कर्ष–** नैनोकण धातुकण भिन्न–भिन्न ऑक्साइड से बनाये जा चुके हैं, परन्तु कुछ ही नैनो ऑक्साइड की क्रमबद्ध आख्या अस्तित्व में आई है, जिसमें उनके भौतिक, रासायनिक गुण एवं उनके आचरण का वर्णन किया गया है जैसे कि Al_2O_3, MgO, ZrO_2, CeO_2 और TiO_2 की ऑक्साइड अवस्था। अतः नैनो धातुकणों की कई मुख्य अभियांत्रिक अनुपयोग हैं जैसे कि माइक्रो इलेक्ट्रानिक सर्किट्स, सेन्सर्स, पीजो इलैक्ट्रिक यन्त्र एवं ईंधन सेल इत्यादि ।

संदर्भ

1. नोगुएरा सी0(1996) फिजिक्स एण्ड कैमिस्ट्री एट ऑक्साइड सर्फेस, कैम्ब्रिज यूनीवर्सिटी प्रेस, केम्ब्रीज, यू0के0।
2. कुंग, एच0 एच0(1989) ट्रान्जीशन मेटल ऑक्साइड, सर्फेस केमिस्ट्री एण्ड केटालिसिस, एल्सीवीयर, एमर्स्टडम।
3. फर्नान्डेज, जे0 ए0(2004) केमिस्ट्री, समीक्षा, खण्ड–104, पृ0 4063।
4. हेनरिच वी0ई0 एवं कॉक्स पी0 ए0(1994) द सरफेस केमिस्ट्री ऑफ मेटल ऑक्साइड, कैम्ब्रिज यूनीवर्सिटी प्रेस, यू0के0।
5. वेल्स ए0 एफ0(1987) स्ट्रक्चरल इनऑर्गेनिक केमिस्ट्री, ऑक्सफोर्ड यूनीवर्सिटी प्रेस, न्यूयॉर्क, छठवां संस्करण।
6. रोडरीग्यूज, जे0 ए0(2007) सिन्थेसिस, प्रॉपर्टीज एण्ड एप्लीकेशन्स ऑफ ऑक्साइड नैनो पार्टिकल्स, वाइले, न्यू जर्सी।
7. डीसूजा, एल0 एवं रिचर्डस् आर0(2007) सिन्थेसिस ऑफ मैटल ऑक्साइड नैनो पार्टिकल्स, वाइले, न्यूजर्सी, खण्ड–3।

8. बुजवई एस0; फ्रेंकलिन, आर0 एस0 एवं शाह, एस0 आई0(1992) सिन्थेसिस ऑफ मेटल ऑक्साइड नैनो पार्टिकल्स, वाइले न्यू जर्सी।
9. सूसिलक के0 एस0(1991) नेचर, खण्ड–353, पृ0 414।
10. चेन, जे0 एफ0(2002) इन्ड. इन्जी. केम., खण्ड 39, पृ0 948।
11. इण्टर रानाटे, एल0बी0 एवं हेम्पन स्मिथ(1988) कैमिस्ट्री ऑफ एडवान्स मैटेरियल–एन ओवर व्यू, वाइले वी0सी0एच0 न्यूयार्क।
12. उसकोफोविक वी0(2005) सर्फ रिव्यू लेटर्स, खण्ड–12, पृ0 239।
13. रोडरीगेज, जे0ए0 एवं फर्नांडिस, जी0 एम0(2007) वाइले न्यू जर्सी।
14. माथिर, जी0 सी0(2007) ट्रान्सपोर्ट प्रॉपर्टी एण्ड ऑक्सीजन हैण्डलिंग, वाइले न्यूजर्सी, खण्ड–17।
15. स्कॉट, वी0 जे0(2001) केम मेटेरियल, खण्ड–13, पृ0 3140।
16. रेड्डी, वी0 एम0(2006) रेडॉक्स प्रॉपर्टी ऑफ ऑक्साइड इन ''मैटल ऑक्साइड'', सी0आर0सी0 वोका रोटन ।