



Identità della sostanza: Nanodiamanti (ND): nanoparticelle di carbonio

Nome chimico

Identità della sostanza: I nanodiamanti (5-100 nm) rappresentano una classe di nanoparticelle della famiglia del carbonio, con eccellenti proprietà meccaniche e ottiche e caratteristiche di superficie altamente versatili.

Nome IUPAC

Non è stata rinvenuta una definizione IUPAC per i ND. Di seguito viene riportata quella per il diamante e per il diamante CVD.

Diamante: una forma allotropica del carbonio a struttura cubica che è termodinamicamente stabile a pressioni superiori a 6 GPa, a temperatura ambiente, e metastabile a pressione atmosferica. A basse pressioni il diamante si converte rapidamente in grafite a temperature superiori a 1900 °K in atmosfera inerte. Il legame chimico tra gli atomi di carbonio è covalente con ibridizzazione sp^3 .

Diamante CVD (Chemical Vapour Deposition) detto anche diamante a bassa pressione: viene prodotto sotto forma di cristalli o come film da vari idrocarburi gassosi o altre molecole organiche in presenza di idrogeno atomico attivato. È costituito da atomi di carbonio a ibridizzazione sp^3 con la struttura cristallina tridimensionale del reticolo del diamante.

Fonte: PAC 1995, 67, 473 [terminologia consigliata per la descrizione del carbonio allo stato solido (IUPAC Raccomandazioni 1995)] a pagina 487.

Identità della sostanza: Carbonio

Numero CAS 7440-44-0

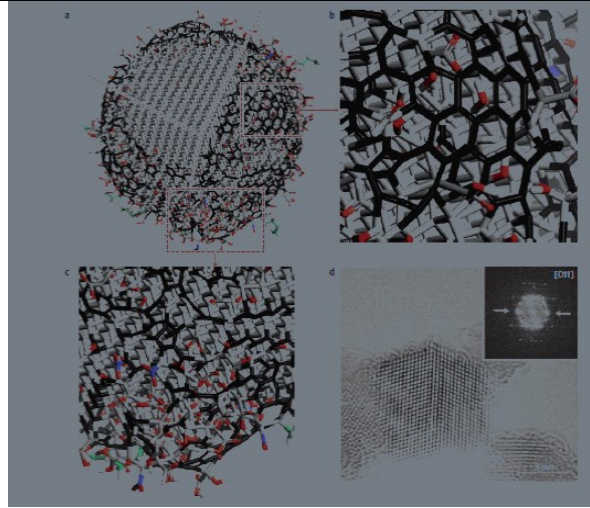
Identità della sostanza: Strutture di carbonio con ibridizzazione sp^2/sp^3 .

Formula molecolare

Identità della sostanza: solido, non metallo, nanoparticelle (3-100 nm)

Stato fisico

Immagine 1



Struttura di una singola particella di nanodiamante. **(a)** Modello schematico che illustra la struttura di un singolo nanodiamante di 5 nm. Il core del diamante è ricoperto da uno strato di gruppi funzionali di superficie che stabilizza la particella. La superficie può anche essere stabilizzata dalla conversione del carbonio sp^3 a carbonio sp^2 . Le linee tratteggiate gialle delimitano il core della particella mentre i riquadri rossi due aree di superficie. **(b)** Il carbonio sp^2 (in nero) forma catene e zone di grafite. **(c)** La maggioranza degli atomi di superficie terminano con gruppi contenenti ossigeno (rosso) e azoto (blu). Possono essere presenti anche alcune catene di Idrocarburi (verde) e atomi di idrogeno (bianco). **(d)** Immagine al microscopio elettronico a trasmissione del core cristallino di una particella (*Nature Nanotechnology*, 7: 11-23, 2012).

Proprietà

I nanodiamanti conservano la maggior parte delle proprietà del diamante quali: elevata durezza, eccellenti proprietà meccaniche, ottiche e di fluorescenza, elevata conducibilità termica e resistività elettrica, stabilità chimica e resistenza all'ambiente acido. Tali caratteristiche hanno suscitato un crescente interesse da parte della ricerca e dell'industria sul loro potenziale uso in un'ampia gamma di applicazioni biomediche (drug delivery, bioimaging, ingegneria tissutale, etc.) [1-3]

Nanodiamanti da detonazione: sono nanoparticelle di 4-5 nm e presentano caratteristiche chimico-fisiche potenzialmente ideali per soddisfare le proprietà richieste per una piattaforma di drug delivery quali la capacità di trasportare un'ampia gamma di terapeutici, la dispersione in acqua e la possibilità di una terapia mirata e specifica (targeted therapy). Come sistemi di delivery i ND sono stati coniugati a DNA, RNA, proteine [4, 5] e a farmaci antitumorali (doxorubicina, epirubicina).

Film di diamante CVD (da deposizione chimica da vapore): sono costituiti da nanocristalli (5-100 nm) o ultrananocristalli (3-5 nm). Trovano un potenziale impiego nello sviluppo dei biosensori [6]

grazie all'elevata stabilità, alle proprietà elettrochimiche superiori, alla selettività nel legare i materiali biologici e alla biocompatibilità.

Nanodiamanti HPHT (da sintesi in condizione di alta pressione e alta temperatura): sono nanoparticelle (5 nm) che trovano applicazioni nella tecnica del FRET [7], nell'imaging biomedico [8], nel settore dei sensori ad alta risoluzione di campi elettromagnetici [9] grazie alle loro proprietà fluorescenti.

[1] Schrand AM et al. In: Safety of Nanoparticles. From Manufacturing to Medical Applications. Nanostructure Science and Technology (ed. Webster, T. J.) 159–187 (Springer, 2009).

[2] Schrand AM et al. Nanodiamond particles: Properties and perspectives for bioapplications. Crit. Rev. Solid State Mater. Sci. 34: 18–74, 2009.

[3] Schrand AM et al. Are diamond nanoparticles cytotoxic? J. Phys. Chem. B 111: 2–7, 2007.

[4] Zhang XQ et al. Polymer-functionalized nanodiamond platforms as vehicles for gene delivery. ACS Nano 3: 2609–2616, 2009.

[5] Chen M et al. Nanodiamond vectors functionalized with polyethylenimine for siRNA delivery. J. Phys. Chem. Lett. 1: 3167–3171, 2010.

[6] Kaur R and Badea I. Nanodiamonds as novel nanomaterials for biomedical applications: drug delivery and imaging systems. Int. J. Nanomedicine 8: 203–220, 2013.

[7] Tisler J et al. Highly efficient FRET from single NV center in nanodiamonds to single organic molecule. ACS Nano 5: 7893–7898, 2011.

[8] Chang YR et al. Mass production and dynamic imaging of fluorescent nanodiamonds. Nature Nanotech. 3: 284–288, 2008.

[9] Maze JR et al. Nanoscale magnetic sensing with an individual electronic spin in diamond. Nature 455: 644–647, 2008.

Siti per la consultazione:

International Council on Nanotechnology (ICON)
cben.rice.edu/industry/icon.aspx

Processi produttivi

Deposizione dei vapori di carbonio su un substrato (sia di diamante che di altra natura) (chemical vapor deposition, CVD). Con tale processo si producono film di diamante nanocristallino (struttura di C con ibridizzazione sp^2 fino al 50%) (dimensioni delle nanoparticelle: 5-100 nm), e ultrananocristallino (UNCD) (struttura a C sp^2 dal 2 al 5%) (3-5 nm).

Tecnica HPHT (High-Pressure High-Temperature synthesis). Si sottopone il carbonio, ad esempio la grafite, a valori di pressione [3,5 Gpa] e temperatura [3000 °C] estremamente elevati per pochi secondi: in tal modo si producono ND sintetici di circa 5 nm.

Detonazione. Con tale processo vengono sintetizzati ND di 4-5 nm su larga scala e a costi ridotti, per detonazione di esplosivi a base di carbonio con composizione $C_mH_nN_oO_p$.



Categorie di prodotti	<p>Reagenti per imaging: nanodiamanti fluorescenti in vendita presso le Ditte produttrici di reagenti per ricerca biomedica. Indicati come traccianti per bioimaging, marcature cellulari e cell tracking.</p> <p>Additivi per oli per macchine: miscela di nanodiamanti che migliora la viscosità e la condicibilità termica dell'olio riducendone il consumo.</p> <p>Prodotti per lappatura e pulizia per: hard disk, lenti per occhiali, cuscinetti a sfera, componenti ottici dei laser, ceramica, protesi ortopediche, pietre preziose, lame per microtomo, lamiera di acciaio inox, lenti a contatto etc.</p> <p>Rivestimenti super-lubrificanti di ADEC http://cordis.europa.eu/result/rcn/151735_it.html</p>
Prodotti: 1	<p>Nanodiamanti fluorescenti: nanosonde per bioimaging, marcature cellulari e cell tracking.</p> <p>Mass production and dynamic imaging of fluorescent nanodiamonds Chang YR, et al. Nat. Nanotechnol. 3(5), 284-288, (2008) The Exocytosis of Fluorescent Nanodiamond and Its Use as a Long-Term Cell Tracker Fang CY, et al. Small 7(23), 3363-3370, (2011)</p>
Prodotti: 2	<p>Addo® http://www.fueliq.co.uk/addo/</p>
Prodotti: 3	<p>Nanodiamonds, Plasma Chem http://www.plasmachem.com/content/english/nanopowders_nanodiamonds.html</p>
