

Il Gruppo NEXT

Il **gruppo NEXT** (Nanoscience eXperiments for Technology), dal 2001 si occupa di nanoscienze con una particolare attenzione all'innovazione tecnologica.

COSA SONO LE NANOTECNOLOGIE?

Con la parola Nanotecnologie si identificano tutte quelle tecniche e quei metodi che permettono di manipolare la materia su scala nanometrica o atomica in modo da ottenere materiali con proprietà chimico/fisiche superiori, o completamente nuove, rispetto a quelle che le caratterizzano a dimensioni micro o macroscopiche. Nel diagramma (Fig. 1) è possibile avere un'idea delle dimensioni delle quali si sta parlando.

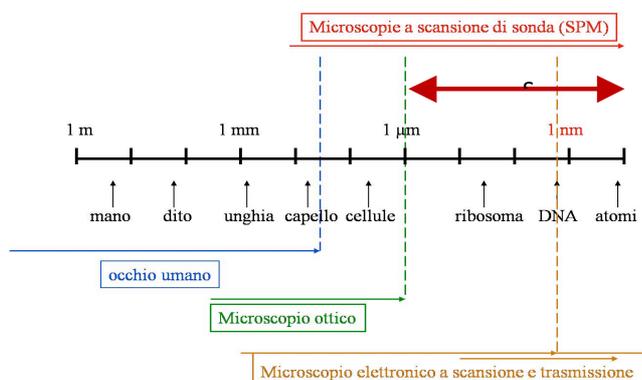


Fig.1 - Scala delle dimensioni e delle tecniche microscopiche utilizzate per osservarle.

Per sintetizzare nanostrutture sono possibili due approcci: il primo prevede di avere materiali di dimensioni macroscopiche e di "macinarli" sino a renderli molto fini, delle dimensioni desiderate. Tale metodo è chiamato Top - Down (Fig. 2a)

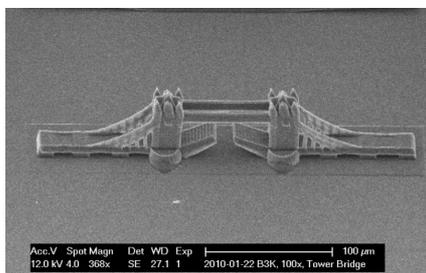


Fig.2a - Approccio Top-Down: immagine al microscopio elettronico a scansione. Blocchetto di polimero scavato con gli elettroni per realizzare una copia del ponte di Londra.

Nel secondo metodo, detto Bottom - Up (Fig. 2b), si parte da singoli atomi o molecole e si combinano insieme sino a realizzare le strutture progettate.

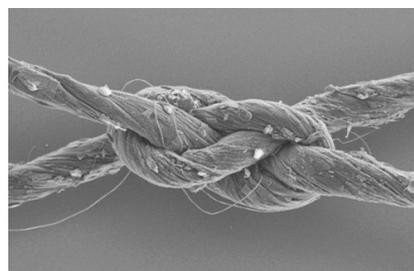


Fig.2b - Approccio Bottom - Up: immagine al microscopio elettronico di filamenti di cotone di nanotubi modificati e filati per realizzare un nuovo tessuto per jeans.

NANOTUBI AL CARBONIO, GRAFENE E NANOPLACCHETTE DI GRAFENE

In questi anni il gruppo NEXT ha acquisito un'esperienza sempre più solida nella sintesi e ingegnerizzazione di materiali nanostrutturati carboniosi - nanotubi di carbonio, nanoplacchette di grafene e grafene - e nella realizzazione di "fogli di nanotubi intrecciati" chiamati buckypaper.

I nanotubi in carbonio sono stati scoperti in maniera fortuita nel 1991 dal ricercatore giapponese Sumio Iijima, che ne ha osservato la presenza tra i prodotti secondari della produzione di fullereni. Essi sono una diversa forma del carbonio, come lo sono il diamante, la grafite e i fullereni stessi. Sono strutture definite unidimensionali, poiché il loro diametro è dell'ordine dei nanometri, mentre la loro lunghezza è dell'ordine dei micron. Sono formati da uno o più piani di atomi di carbonio arrotolati a formare o un cilindro, o più cilindri concentrici che creano le pareti del tubo. Nel Laboratorio NEXT la loro sinterizzazione avviene o mediante scarica ad arco (metodo Top-Down) o mediante decomposizione chimica di vapore d'idrocarburo (metodo Bottom-Up), come mostrato nella fig. 3.

Il grafene, invece, è un cristallo bidimensionale costituito da singolo piano di atomi di carbonio ed è l'elemento base della grafite. La sua sintetizzazione avviene mediante decomposizione chimica d'idrocarburo o esfoliazione di grafite o di nanoplacchette di grafene. Quest'ultime sono foglietti formati da alcuni strati (da 2 a 30) di grafene vicini tra loro. Il Laboratorio NEXT ha sviluppato un metodo originale per la loro realizzazione. Queste nanostrutture carboniose sono eccezionali e hanno proprietà uniche: elevata conducibilità elettrica (mille volte quella del rame), nessun effetto di riscaldamento, elevata

conducibilità termica (circa 3-4 volte quella del rame), elevato modulo elastico.

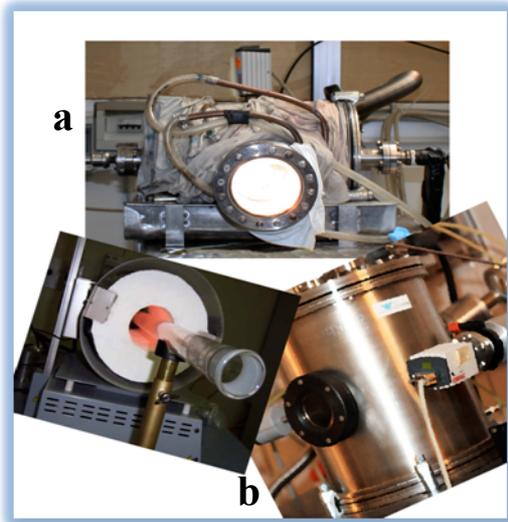


Fig. 3 - Macchinari per la sintesi di nanostrutture: **a)** camera per la sintesi di nanotubi di carbonio per scarica ad arco voltaico; **b)** reattori per deposizione chimica di vapore.

L'introduzione di tali nanostrutture, potenzia in maniera rilevante le proprietà elettriche, meccaniche e termiche delle matrici polimeriche in cui sono disperse, per ottenere così schermi elettromagnetici per apparati elettronici più duttili, flessibili, modellabili, e leggeri di quelli attualmente in commercio.

La progettazione e la realizzazione di tali materiali compositi "intelligenti", si basano sullo studio approfondito delle loro proprietà fisiche (elettromagnetiche, meccaniche, termiche). Data l'elevata presenza nella vita quotidiana di dispositivi elettronici (pc, tablet, smartphone, automobili, etc.) e di cavi per le connessioni dati, metodi efficaci di schermatura leggeri e flessibili sono molto richiesti. Questi materiali trovano applicazioni in svariati campi: la trasmissione dati via cavo, i dispositivi bio-medicali, il settore aeronautico-spaziale, l'industria automobilistica. Riguardo l'uso delle nanostrutture, grande attenzione è stata rivolta anche agli aspetti che riguardano la tossicità e l'impatto sulla salute dell'uomo.

Lo studio dei loro effetti sulla natura e sull'uomo, va di pari passo con la conoscenza delle proprietà chimico-fisiche. Indispensabile ai fini della caratterizzazione di tali materiali è la microscopia. Il gruppo NEXT ha in dotazione un Microscopio Elettronico a Scansione TESCAN - VEGAII e un Microscopio a Forza Atomica APE - RESEARCH A100.

L'utilizzo della microscopia elettronica e di tecniche d'interpretazione delle immagini raccolte, sono oggi

indispensabili per lo studio e l'analisi nel campo delle Tecnologie e dei Materiali di nuova generazione.

La Microscopia Elettronica a Scansione (SEM) è una tecnica di caratterizzazione morfologica basata sull'utilizzo, come sorgente, di un fascio di elettroni al posto della luce (fotoni). L'uso degli elettroni consente di raggiungere un potere risolutivo (la capacità di distinguere in maniera chiara e netta due o più oggetti vicini) parecchi ordini di grandezza superiore a quella che si può ottenere con un microscopio ottico. Ciò permette ingrandimenti molto elevati, rendendo possibile osservare oggetti molto piccoli. Inoltre, grazie a uno speciale rivelatore - BRUKER XFlash123® - associato al microscopio, siamo in grado di determinare la composizione chimica del campione in esame (EDS) ed è possibile fare una "radiografia" ai materiali attraverso un rivelatore in trasmissione (STEM).

La Microscopia a Forza Atomica (AFM) utilizza una punta sottilissima, come quella di un vecchio giradischi, la quale è costituita di pochi atomi, possibilmente uno solo, che oscillando permette la visualizzazione della superficie con una precisione in spessore molto accurata, dell'ordine degli Angstrom (0.0000001 cm). La notevole importanza e relativa facilità di utilizzo di questa tecnica di caratterizzazione ha permesso la sua diffusione e applicazione in molti ambienti operativi, che vanno dalla scienza dei materiali alla medicina, alla biologia, all'elettronica.

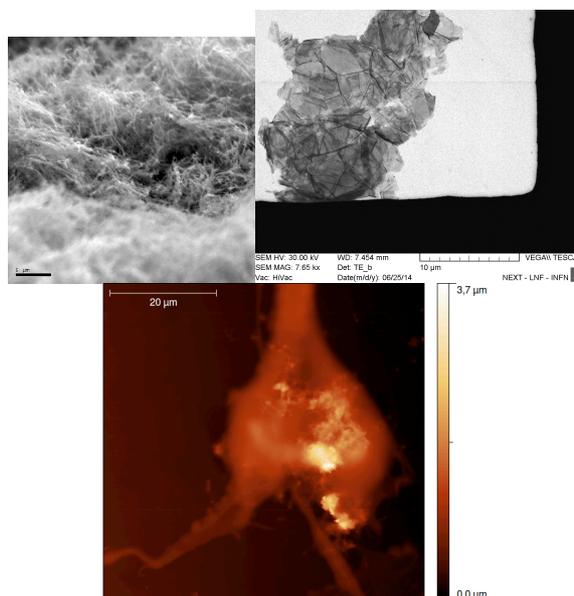


Fig.4 - In senso orario, dall'alto in basso: immagine SEM di nanotubi di carbonio; immagine in trasmissione di nanoplacchette di grafene; studio dell'interazione cellula-nanotubi mediante l'utilizzo dell'AFM.