

Se si rompe, si autoripara

Tecnologia. I supernanotubi imitano le caratteristiche dei materiali naturali, come le ossa. I loro "poteri" nascono da complesse reti a maglie esagonali: ai vertici gli atomi di carbonio

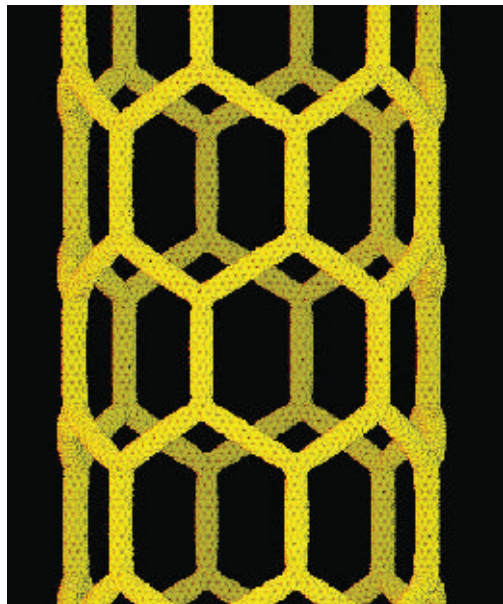
NICOLAM. PUGNO
POLITECNICO DI TORINO

I denti di ceramica andrebbero incontro a precoci fratture, mentre quelli di acciaio a precoce usura. E allora qual è il segreto che la Natura utilizza per sviluppare i suoi materiali, proprio come i denti oppure le ossa o le conchiglie?

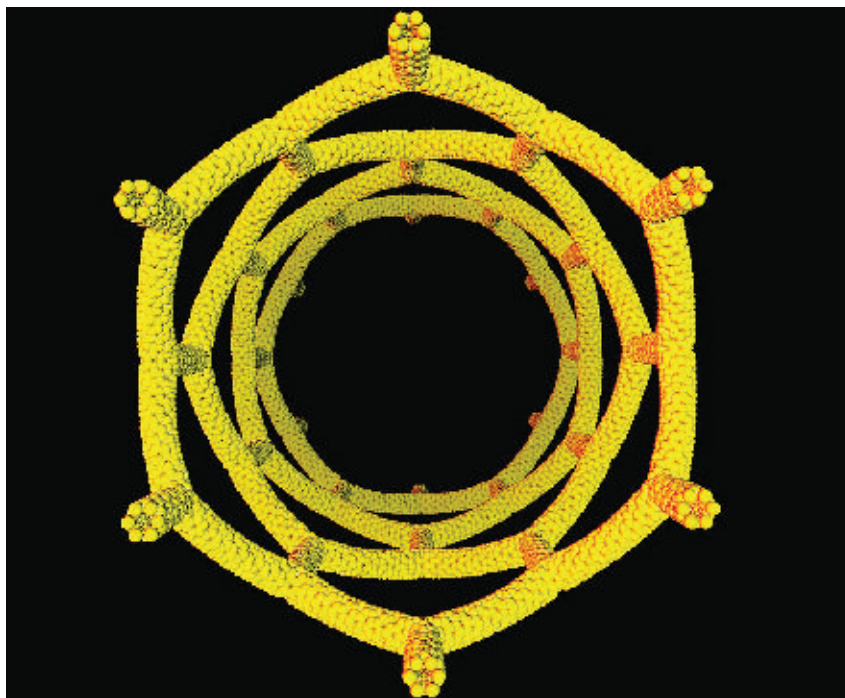
Questi materiali sono stati ottimizzati rispetto a una moltitudine di fattori, ma anche dal punto di vista mecca-

**Chi è
Pugno
Ingegnere**

RUOLO: E' PROFESSORE DI SCIENZA DELLE COSTRUZIONI AL POLITECNICO DI TORINO
RICERCHE: MECCANICA DELLE STRUTTURE E DELLE FRATTURE ALLE NANOSCALE



Atomi di carbonio
I legami chimici dei supernanotubi tendono a riformarsi, con proprietà quasi miracolose



nico, cioè rispetto alla resistenza e alla tenacità alle fratture, due caratteristiche in competizione tra loro (i materiali resistenti sono duri, ma fragili e viceversa). L'osso e il dente, per esempio, sono composti da inclusioni dure, immerse in una matrice più soffice, e ogni inclusione è composta da sotto-inclusioni, e così via per sette ordini. Quelle più piccole sono nanoscopiche. Allo stesso modo la conchiglia presenta due livelli gerarchi-

ci. Ma i materiali naturali hanno il loro punto di forza nella capacità di auto-ripararsi, non per eliminare ogni fessura, ma per risaldare quelle critiche. Se non fosse così, la nostra stessa vita non funzionerebbe per l'incapacità delle ossa di sorreggerci.

E' possibile riprodurre artificialmente questi biomateriali? E' recente la scoperta sulla possibilità di realizzare (grazie alla loro stabilità) i cosiddetti super-nanotubi. In un altro lavoro ho investigato teori-

camente le proprietà nanomeccaniche delle nuove fibre e la possibilità di utilizzarle come «fibro-rinforzo» per realizzare «super-compositi». Un terzo studio (sempre pubblicato su «Nanotechnology») ha visto gli autori uniti nello sforzo di predire, con simulazioni a livello di atomi, il comportamento meccanico delle nuove fibre.

Ma che cosa sono i supernanotubi e perché servirebbero al nostro scopo? Sono parenti stretti dei nanotubi al

carbonio: osservati nel 1952 da due scienziati russi, questi ultimi si possono immaginare come composti da una rete a maglia esagonale ripiegata su se stessa in modo da formare un cilindro. A seconda dell'angolo delle maglie e dell'asse del tubo e a seconda del diametro si ottengono nanotubi con dimensioni diverse. Ai vertici delle maglie esagonali abbiamo atomi di carbonio, collegati da legami chimici. Immaginate poi la stessa struttura, avendo però sostituito i legami carbonio-carbonio con interi nanotubi: genererete un super-nanotubo di ordine uno, a partire dall'ordine zero che è rappresentato dal più classico nanotubo. Se poi nella stessa struttura avrete come «legami» supernanotubi di ordine uno, genererete super-nanotubi di ordine due e così via. Si tratta cioè di fibre gerarchiche a base di nanotubi al carbonio.

I miei calcoli mostrano che un super-composito ottimizzato rispetto a caratteristiche di

tuito i legami carbonio-carbonio con interi nanotubi: genererete un super-nanotubo di ordine uno, a partire dall'ordine zero che è rappresentato dal più classico nanotubo. Se poi nella stessa struttura avrete come «legami» supernanotubi di ordine uno, genererete super-nanotubi di ordine due e così via. Si tratta cioè di fibre gerarchiche a base di nanotubi al carbonio.

resistenza e tenacità potrebbe essere prodotto considerando super-nanotubi di ordine due, come fibro-rinforzo in una matrice più soffice, mimando ciò che la Natura ha realizzato nella conchiglia. Meccanismi di tenacizzazione, come la dissipazione di energia dovuta allo scorrimento tra fibre e matrice, verrebbero attivati a tutte le scale, incrementando così la resistenza e l'energia dissipabile anche di 100 volte.

E l'auto-riparazione? Di recente sono stati studiati sistemi per ottenere artificialmente questa peculiarità: per esempio disperdendo nella matrice una serie di microcapsule (potrebbero essere i supernanotubi stessi), che contengono un fluido in grado di ri-sal-

La struttura a maglie flessibili spalanca nuove possibilità per i farmaci intelligenti

dare una frattura. Inoltre, simulazioni a livello di atomi su nanotubi hanno dimostrato l'abilità di questi oggetti ad auto-ripararsi: un nanotubo fortemente piegato si danneggia, ma, rilasciando il carico, i legami chimici tendono a riformarsi. Qualcosa di simile è dunque da attendersi anche nei supernanotubi, suggerendo la possibilità di progettare super-compositi indistruttibili.

Molte altre applicazioni sono possibili. I super-nanotubi, infatti, sono più flessibili dei nanotubi, dato che presentano un comportamento tipo rete da pesca. Controllando la tensione applicata è dunque possibile variare la dimensione della maglia, caratteristica che potrebbe essere decisiva nella nanoterapeutica: così si rilasceranno i farmaci in modo controllato.



info 800 011 959

IN EDICOLA CON LA STAMPA

Le Grandi Comiche



Le grandi comiche di Charlot in 6 DVD

La Stampa, in occasione dei 30 anni dalla scomparsa, rende omaggio al grande Charlie Chaplin presentando in versione integrale e restaurata i migliori cortometraggi.

Nel quinto dvd:
CHARLOT CONTE
CHARLOT USURAI
CHARLOT MACCHINISTA
CHARLOT AL PATTINAGGIO

in edicola
CHARLIE CHAPLIN 5
USCITA N°5
7,90 euro in più

Corso Pratico di Fotografia digitale



Facile e completo

Nel terzo CD ROM:

- LE BASI DELLA FOTOGRAFIA
- GESTIRE LE FOTO
- CORSO DI FOTORITOCOCO
- IDEE IN PRATICA
- TECNICA FOTOGRAFICA

2 PROGRAMMI completi gratuiti:
- WINPIX, le immagini più belle sul desktop
- LcX Capture, catturare le immagini

in edicola
FOTOGRAFIA DIGITALE 3
USCITA N°3
5,00 euro in più

Enciclopedia della salute



Il cuore

La Stampa e la Fondazione Umberto Veronesi presentano il volume dell'Enciclopedia della Salute dedicato all'apparato cardiovascolare, alla sua anatomia, fisiologia e alle principali malattie che lo possono colpire. Un'opera autorevole sviluppata in modo chiaro e pratico per una salute sempre più consapevole

in edicola
MALATTIE DEL CUORE
USCITA N°15
12,90 euro in più

La Grande Musica Italiana



CD in versione originale a soli 6,90 euro

Un fulmine a ciel sereno illumina la canzone italiana con l'irruzione della voce soul di Giorgia. Guidano il primo album della cantante cresciuta nel circuito live romano *Nasceremo ed E poi*, che l'hanno rivelata a Sanremo Giovani, un'incandescente versione della *Nessun dolore* di Battisti e la poetica *Alba*.

da giovedì 24 gennaio
GIORGIA
di GIORGIA
6,90 euro in più

La città dell'Avvocato



Giovanni Agnelli e Torino: storia di un amore

Per ricordare Giovanni Agnelli, a cinque anni dalla morte, La Stampa ha interpellato molte persone che gli furono vicine, scegliendo come filo conduttore della memoria il suo rapporto con Torino. Valerio Castronovo, Gianluigi Gabetti, Sergio Chiamparino, Giampiero Boniperti, Michel Platini, Alessandro Del Piero, Franco Grande Stevens, Arrigo Levi e Luca Cordero di Montezemolo. Con le introduzioni di Giulio Anselmi e John Elkann

da giovedì 24 gennaio
LA CITTÀ DELL'AVVOCATO
8,90 euro in più