

Rassegna stampa

Applicazioni innovative dei materiali nanoporosi per la tutela dell'ambiente: dalla purificazione dell'acqua alle batterie meccaniche ricaricabili

Gli articoli qui riportati sono da intendersi non riproducibili né pubblicabili da terze parti non espressamente autorizzate da Sapienza Università di Roma



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

a cura del settore Ufficio stampa e comunicazione

Sommario Rassegna Stampa

Pagina	Testata	Data	Titolo	Pag.
Rubrica	Comunicato stampa			
	Sapienza Università di Roma	12/02/2019	<i>Applicazioni innovative dei materiali nanoporosi per la tutela dell'ambiente: dalla purificazione dell'acqua alle batterie meccaniche ricaricabili</i>	3
Rubrica	Sapienza - carta stampata			
64/67	Panorama	27/02/2019	<i>STANNO ARRIVANDO I MATERIALI PIU' PAZZI DEL MONDO (L.Sciortino)</i>	5



Applicazioni innovative dei materiali nanoporosi per la tutela dell'ambiente: dalla purificazione dell'acqua alle batterie meccaniche ricaricabili

Il gruppo del Dipartimento di Ingegneria meccanica e aerospaziale della Sapienza, guidato da Carlo Massimo Casciola, ha individuato, tramite esperimenti e tecniche avanzate di simulazione molecolare, come progettare materiali nanostrutturati in grado di bagnarsi e asciugarsi in maniera reversibile. Lo studio, pubblicato sulla rivista *ACS Nano*, rappresenta un importante passo avanti nell'ingegnerizzazione dei materiali porosi per applicazioni energetiche e non solo

Grazie alla presenza di numerosi e minuscoli pori (della dimensione di pochi nanometri), una particolare categoria di dispositivi, i cosiddetti sistemi HLS (Heterogenous Lyophobic Systems o sistemi liofobici eterogenei), è dotata di una straordinaria capacità di immagazzinamento di energia. Realizzati con materiali nanoporosi, si comportano come una batteria "a liquido", "caricandosi" all'aumentare della pressione dell'acqua che permea i pori e "scaricandosi", rendendo fruibile energia meccanica, quando la pressione diminuisce. Tuttavia, l'interruttore che permette il funzionamento di questo meccanismo finora era poco conosciuto e soprattutto molto difficile da controllare.

Un nuovo studio condotto presso il Dipartimento di Ingegneria meccanica e aerospaziale della Sapienza ha fatto luce su questo aspetto, investigando il comportamento di vari materiali porosi tramite esperimenti di intrusione ed estrusione di acqua ad alte pressioni. I risultati dello studio, pubblicati sulla rivista *ACS Nano*, suggeriscono una innovativa strategia per controllare il movimento dei liquidi all'interno dei materiali indagati.

"Il meccanismo microscopico all'origine dell'espulsione dell'acqua - spiega Alberto Giacomello del team di ricerca - è legato all'esistenza di bolle di dimensioni nanometriche all'interno delle interconnessioni tra pori, che riducono il contatto tra l'acqua e le pareti, dando vita a veri e propri pori superidrofobi".

A parità di tutte le altre caratteristiche fisiche e chimiche, infatti, la forma dei pori idrofobi di dimensioni simili (circa 5 nm) sembra esser un parametro "discriminante" per il comportamento del materiale: l'assenza di un'interconnessione tra i pori impedisce l'espulsione di acqua assorbita e al contrario, se interconnessi, i pori sono in grado di "asciugarsi" e far uscire l'acqua trattenuta, anche a temperatura ambiente e pressioni estremamente elevate, equivalenti a quelle che si possono registrare a profondità sottomarine di centinaia di metri.



Con modelli macroscopici e simulazioni atomistiche, i ricercatori hanno dimostrato che il fenomeno si realizza quando sono presenti cavità idrofobe di dimensioni pari o inferiori al nanometro sulle pareti del nanoporo. Inoltre hanno ripetuto l'esperimento con il mercurio e altri materiali porosi, e ottenendo risultati analoghi, hanno confermato la totale generalità di questo meccanismo.

“Il nostro studio offre validi strumenti teorici e computazionali a scienziati e ingegneri per progettare materiali nanostrutturati che sfruttino appieno le caratteristiche dei liquidi in nanopori - sostiene Carlo Massimo Casciola, a capo del progetto di ricerca - quali la capacità di bagnare o asciugare reversibilmente una superficie o di aumentare la loro mobilità a parete. In questo campo si aprono numerose possibilità di nuove applicazioni che comprendono accumulatori di energia meccanica per fonti rinnovabili e recupero di energia, assorbimento di vibrazioni e urti, tecniche di purificazione dell'acqua e superfici capaci di rigenerare lo stato superidrofobo”.

Riferimenti:

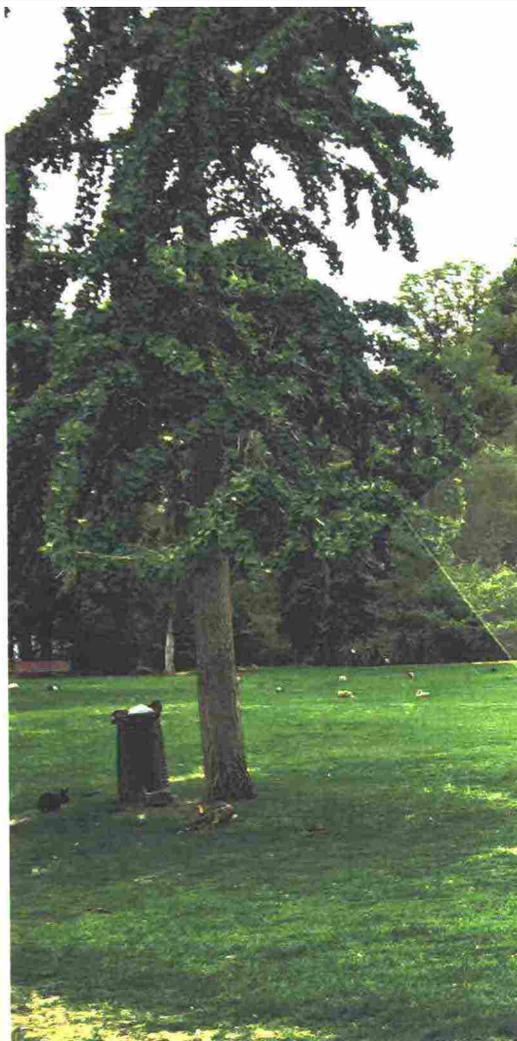
Pore Morphology Determines Spontaneous Liquid Extrusion from Nanopores – Matteo Amabili, Yaroslav Grosu, Alberto Giacomello, Simone Meloni, Abdelali Zaki, Francisco Bonilla, Abdessamad Faik, and Carlo Massimo Casciola, ACS Nano 2019 DOI: 10.1021/acsnano.8b07818

Info

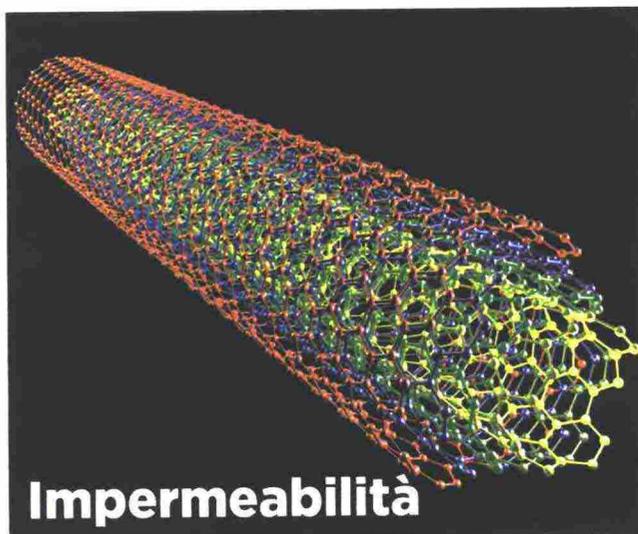
Carlo Massimo Casciola
Dipartimento Ingegneria meccanica e aerospaziale, Sapienza Università di Roma
carlomassimo.casciola@uniroma1.it

PROSSIMA REALTÀ

Supercapacitori di grafene a forma di moneta usati come test in alcuni laboratori dell'Università di Manchester. Sono parte di un enorme sforzo a livello internazionale per realizzare batterie con il 40 per cento di autonomia in più e maggiore potenza di quella attuale.

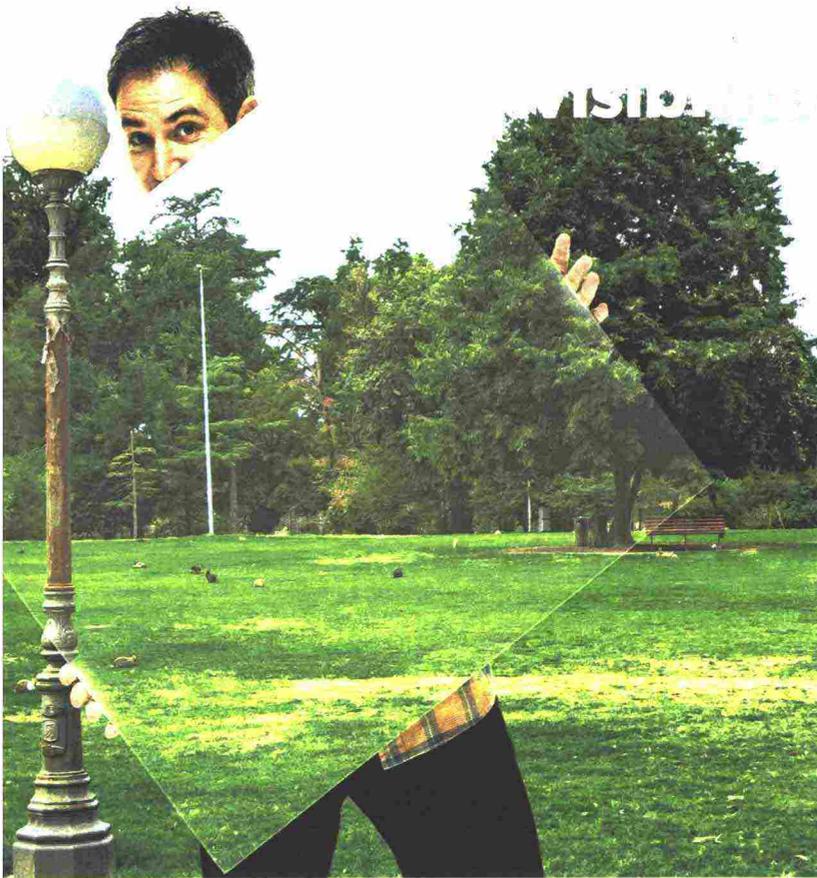
**Stanno arrivando i materiali**

Un modello al computer di nanotubo a carbonio a disposizione esagonale curvato a formare un tubo.

**Impermeabilità**

Oggetti che non si bagnano, batterie per auto elettriche più potenti e a lunga durata, telefonini flessibili, televisione da parete che si arrotolano, schermature a prova di pallottola...
Le nanotecnologie ci preparano un mondo da fantascienza.

di Luca Sciortino



Sono allo studio materiali in grado di deviare la luce così da rendere gli oggetti invisibili. E in futuro gli aerei militari non saranno visibili dai radar.

e rivestimenti antigelo per aerei; metalli dove gli schizzi d'acqua rimbalzano come palline e maniglie su cui i microbi non possono proliferare. Per rendere le superfici superidrofobiche impermeabili anche sott'acqua c'era un problema: le bolle d'aria dentro le cavità di questi materiali, che tendono a respingere l'acqua, salgono in superficie e le proprietà impermeabili cessano. Ricercatori della **Sapienza** di Roma guidati da Carlo Massimo Casciola, professore di fluidodinamica, hanno rimediato riproducendo su scala nanometrica le strutture biologiche di alcune specie di ragni, che possono respirare sott'acqua perché la peluria dei loro arti trattiene le bolle d'aria.

Come in un romanzo di Lewis Carroll, ci sono materiali di analogia struttura nanometrica capaci di funzionare esattamente al contrario. Se si forzano ad assorbire acqua ad alte pressioni diventano spugne permettendo molteplici altre applicazioni: dall'accumulo di energia meccanica per le fonti rinnovabili all'assorbimento di vibrazioni fino alla purificazione di tratti di mare inquinato.

«Si chiamano materiali nanoporosi e possono essere immaginati come composti da granelli di sabbia, ognuno dei quali è come una spugna dotata di miliardi di buchi nanometrici» spiega Casciola. «Tra i pori si creano bolle di gas che riducono il contatto tra l'acqua e le pareti. Quindi l'acqua tende a rimanere fuori e il materiale è idrorepellente. Però, se applichiamo una pressione, l'acqua penetra all'interno delle cavità e viene immagazzinata energia, come una molla che viene compressa».

Basandosi su questo principio, Casciola e i colleghi Alberto Giacomello e

più pazzi del mondo

Il nanotecnologo, come potremmo chiamare lo scienziato specializzato nelle nanotecnologie, fa con le molecole ciò che il muratore fa con i mattoni. Le prende, le sposta e le assembla nei modi più disparati, come se avesse una pinzetta piccola piccola. Tra tutti i mestieri, il suo è quello che di più ha le potenzialità dell'Onnipotente: di principio, basta prendere un po' di atomi e assemblarli in un certo modo per fare qualunque cosa.

Fu il celebre fisico Richard Feynman nel 1959 a preconizzare la possibilità di manipolare direttamente la materia su scala atomica. Con l'inconfondibile brio che lo contraddistingueva disse: «I

principi della fisica non lo proibiscono, buon divertimento!». Fisici e ingegneri si misero quindi al lavoro, aiutati da nuovi strumenti come il microscopio a effetto tunnel, e da quel momento in poi fu un fiorire di nuove invenzioni. Tra queste, vi sono materiali che avranno un notevole impatto sulla nostra vita: li indosseremo, li useremo, saranno nelle auto e nei telefonini, insomma diverranno ubiquitari.

Prendiamo come esempio le superfici superidrofobiche, ottenute alterando o sfruttando proprietà dei materiali su scala micrometrica o nanometrica. Sono già in commercio tessuti che non si bagnano, ma vedremo anche lame che tagliano letteralmente in due una goccia d'acqua

Foto: A. Scattolon / Getty Images - iStock

PROSSIMA REALTÀ

Simone Meloni hanno ideato applicazioni che vedremo presto nella realtà: assorbire le potenti vibrazioni di aerei e razzi e, se opportunamente modificati, potranno anche assorbire energia termica, per esempio il calore del sole, rendendola disponibile all'occorrenza. Inoltre, grazie all'enorme quantità di pori per grammo, questi materiali possono essere progettati per pulire l'acqua del mare dagli idrocarburi o da altre sostanze inquinanti.

Il grafene è il materiale che più sta facendo parlare di sé: le ricerche promettono batterie per auto elettriche e telefonini più potenti e a lunga durata, sensori più efficienti, schermi tv ultrasottili e pieghevoli. «Le potenzialità si devono alle sue straordinarie proprietà fisiche e chimiche» dice Renato Gonnelli, professore di fisica sperimentale al dipartimento di Scienza applicata e tecnologia del Politecnico di Torino. «Possiamo immaginare il grafene come un foglio di grafite, con cui sono fatte le matite, più precisamente come un singolo strato monoatomico di atomi di carbonio ordinati in una struttura che somiglia a una rete».

La sua «riscoperta» nel 2004, da parte dei fisici premi Nobel, Andrej Gejm e Konstantin Novosëlov, è consistita in una sorta di processo di esfoliazione (usando un semplice nastro adesivo) seguito dal deposito su un substrato di ossido di silicio. «I forti legami covalenti tra gli atomi, e la presenza di elettroni sostanzialmente liberi di muoversi sulla sua superficie, conferiscono al grafene una resistenza meccanica superiore a quella del migliore acciaio, la flessibilità della plastica e proprietà elettriche e termiche senza eguali» aggiunge Gonnelli. Nel 2012, queste potenzialità hanno convinto la Commissione europea a scegliere di destinare un miliardo di euro alle ricerche sul grafene e la Samsung a investire poco meno di questa cifra per lo sviluppo di schermi ultrasottili. «Il problema è che, per la sua struttura, il grafene deve sempre essere

appoggiato a un altro materiale, come l'ossido di silicio» precisa Gonnelli. «La conseguenza è che le fantastiche proprietà elettriche e termiche che esso ha nella sua forma isolata vengono fortemente ridotte e i costi aumentano».

Da qui gli sforzi della ricerca di rendere minimo l'effetto negativo dei materiali su cui è depositato o ai quali è miscelato. Quando daranno i loro frutti, vedremo probabilmente televisioni sottilissime che si potranno arrotolare, telefonini pieghevoli, sensori capaci di rivelare la presenza di inquinanti e strumenti di diagnosi ipersofisticati. Secondo Gonnelli, sfruttando l'enorme superficie specifica del grafene e l'estrema sensibilità alla presenza anche di poche molecole specifiche, potrà nascere una nuova «diagnostica portatile». Per esempio, sarà possibile avere sul telefonino un sensore che ci dirà la quantità di una certa sostanza nel nostro sangue.

Queste applicazioni non sono nulla in confronto all'impatto che avrà il grafene sulle batterie di auto e dispositivi mobili. Claudio Gerbaldi, professore di chimica e responsabile del gruppo di Materiali applicati ed elettrochimica presso lo stesso

dipartimento al Politecnico di Torino, afferma che la loro autonomia e potenza potrà essere aumentata in maniera considerevole. Non bisogna però immaginare batterie costituite solo di questo materiale: «Nel breve futuro avremo ancora batterie agli ioni di litio, ma gli elettrodi conterranno grafene» dice Gerbaldi. «Significa che, grazie alle sue straordinarie proprietà elettriche e termiche, una batteria potrà ricaricarsi in pochi minuti, sarà in grado di generare più potenza e potrà avere autonomia e durata potenziate».

In futuro, lo sviluppo nelle nanotecnologie mira a batterie a litio-zolfo e litio-aria ingegnerizzate con il grafene, nonché a quelle ad elettrolita solido (più sicure delle attuali). Con un ulteriore sviluppo delle infrastrutture per la ricarica, è lecito supporre che l'auto elettrica sarà sempre più diffusa in quanto garantirà percorrenze ottimali, ben superiori ai 500 chilometri con una singola ricarica.

Un tempo erano la grafite e il diamante le forme del carbonio più usate. Se oggi la prima si è evoluta in grafene, il secondo dovrà cedere lo scettro del materiale più resistente al mondo agli «ag-

Sono già in commercio materiali superidrofobici: non si bagnano perché l'acqua scorre sulla loro superficie senza mai penetrare nei pori. Anche sott'acqua conserveranno questa proprietà.



Getty Images / 21



gregati nanorod», composti di nanobarre di diamanti. Un altro elemento super-resistente si ottiene aggiungendo polveri di idruro di titanio all'alluminio fuso. Il risultato è un materiale forte e leggero, che potrà essere usato per costruire città galleggianti, le nuove «Venezia». I «vetri metallici», un'alterazione del metallo per trasformarlo in vetro, saranno usati come

I materiali aerogel di silicio sono i più leggeri al mondo. Sono anche ottimi isolanti elettrici e acustici e per questo motivo si prestano a essere usati nell'ingegneria spaziale. Hanno un aspetto simile a un vetro, ma la luce trasmessa è lievemente rossa.

protezione dalle pallottole e per migliorare l'efficienza delle reti elettriche. Fanno pensare all'alluminio trasparente di cui era fatto il vascello Klingon in *Star Trek*, che diventava invisibile.

Quella dell'invisibilità non è fantascienza. Basti pensare ai meta-materiali, strutture composite di metalli e plastiche che possono alterare le proprietà delle onde elettromagnetiche così da rendere, per esempio, gli aerei invisibili ai radar. Già tre anni fa, *Science* dava notizia di un «mantello dell'invisibilità» creato all'Università di Berkeley e fatto da nanostrutture in grado di deviare la luce in un modo che non esiste in natura. Resterà solo la nostra ombra a suggerire le nostre origini. Quelle di una specie che crea e trasforma perennemente la realtà in cui vive. ■

© RIPRODUZIONE RISERVATA