

AREA

magazine⁺

Quadrimestrale di ricerca, innovazione e impresa di AREA Science Park

N° 52 marzo 2015

**Scan and watch
the preview**



Messa a punto a Elettra una nuova interfaccia basata sul grafene per applicazioni in nanoelettronica e sensoristica. Una tappa importante per passare dall'era del silicio a quella del grafene.

Laura Bibi Palatini

Nano-sandwich del futuro

Prendi la superficie di un metallo, copriilo con una superficie di grafene e farcisci il tutto con una fetta d'allumina: ecco fatto il nano-sandwich che potrebbe nutrire i dispositivi elettronici del futuro, sempre più affamati di energia. La ricetta, tanto innovativa da aver conquistato le pagine di *Nature Communications**, è stata messa a punto al centro di ricerca Elettra Sincrotrone Trieste da un gruppo di ricercatori triestini, in collaborazione con studiosi provenienti dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (Cnr), University College London, Aarhus University e Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid.

L'esperimento apre la strada allo sviluppo di nuovi dispositivi elettronici basati sul grafene e sfrutta le proprietà di quello che - per molti - è davvero il materiale delle meraviglie. Formato da un singolo strato di atomi di carbonio accostati a disegnare un reticolo geometricamente simile alle celle di un alveare, il grafene è infatti il materiale più sottile che sia mai stato sintetizzato dall'uomo e possiede anche una serie di straordinarie proprietà fisiche, chimiche e meccaniche tra le quali spicca l'eccezionale capacità di trasportare gli elettroni a temperatura ambiente.

"Questa prerogativa - spiega Alessandro Baraldi, professore di Fisica della Materia presso il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Trieste e responsabile del Laboratorio di Scienze delle Superfici a Elettra - è tuttavia tipica solamente del grafene isolato, in quello che si chiama stato *free-standing*. Nei dispositivi elettronici dove verrà impiegato sempre più diffusamente (transistor, sensori chimici e celle a combustibile solo per citarne alcuni) le sue proprietà vengono purtroppo irrimediabilmente degradate durante il processo di trasferimento dalle superfici dei metalli, sulle quali il monostrato di carbonio viene cresciuto, alle superfici degli altri materiali - isolanti o semiconduttori - ai quali deve essere abbinato".

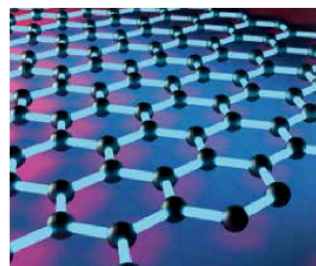
Proprio per risolvere questo problema il team di ricercatori, coordinato da Baraldi, ha ideato una nuova strada con cui evitare il processo di trasferimento del grafene attualmente



The nanosandwich of the future

Elettra's new graphene interface for nanoelectronic and sensor applications is a milestone in the transition from silicon.

Take a metal surface, cover it with graphene and finish off with a slice of alumina: the result is a nano-sandwich that could feed the increasingly energy-hungry electronic devices of the future. The recipe, innovative enough to be featured in *Nature Communications**, was developed at the Elettra Sincrotrone Trieste research centre by a group of local researchers in collaboration with scholars from the Italian National Research Council (CNR), University College London, Aarhus University and the Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid.



impiegato. "Dopo la fase iniziale, nella quale il grafene è stato cresciuto sulla superficie di una lega di nichel-alluminio - aggiunge Luca Omicciolo, primo autore della pubblicazione e studente del corso di Dottorato in Nanotecnologie dell'Università di Trieste - abbiamo proceduto all'ossidazione selettiva degli atomi di alluminio posti al di sotto del grafene, fino a formare uno strato dello spessore di circa 2 nanometri (2 milionesimi di millimetro, ndr) di ossido di alluminio. Il processo è stato così efficace da ripristinare le proprietà elettroniche che rendono unico il grafene nel suo stato *free-standing*. In questo nano-sandwich il grafene così sintetizzato poggia quindi su uno strato sottilissimo di ossido". Una combinazione ideale che può essere utilizzata nei dispositivi elettronici e integrata con altri materiali. Il vantaggio di questa soluzione risiede non solo nel bassissimo costo degli elementi utilizzati, ma anche nella semplicità del processo, che può essere facilmente utilizzato dall'industria elettronica.

Per progredire nell'uso combinato delle leghe metalliche e del grafene, i ricercatori dell'Università di Trieste operano già da diversi anni in stretta collaborazione con i gruppi sperimentali delle beamline SuperESCA e Nanospectroscopy di Elettra. Il successo di questo esperimento segna una tappa decisiva in questi studi e rappresenta un nuovo tassello nel complicato puzzle che, una volta completato, consentirà di passare dall'era del silicio all'era del grafene. ●

**Nature Communication* 5, 5062 (2014)
<http://www.nature.com/ncomms/2014/140929/ncomms6062/full/ncomms6062.html>

Ricerca & Tecnologia
 Research & Technology

The experiment has paved the way for the development of new graphene-based e-devices, and exploits the properties of what many believe to be a truly miraculous material. Formed of a single layer of carbon atoms grouped into a pattern that is geometrically similar to a honeycomb, graphene is the thinnest material ever synthesised by man, and also has a series of remarkable physical, chemical and mechanical properties, including an outstanding capacity to transport electrons at ambient temperature.

But, as explained by Alessandro Baraldi, Professor in Materials Physics at the Department of Physics at Trieste University and Director of the Surface Sciences Laboratory at Elettra "This capability is only typical of isolated graphene, in its free-standing state. In electronic devices, where it is increasingly being used (transistors, chemical sensors and combustible cells just to name a few) its properties are unfortunately irretrievably impaired during the process of transferring from the metal surfaces on which the carbon monostrate is grown, to the surfaces of the other isolating or semiconducting materials to which it has to be paired".

It is precisely to resolve this issue that Baraldi's research team has come up with a new way of avoiding the graphene transfer process that is currently used. Luca Omicciolo, the first author of the publication and a post-graduate student in nanotechnologies at Trieste University, explains "After the initial phase, when the graphene is grown on the surface of a nickel and aluminium alloy, we carry out a selective oxidation process on the aluminium atoms beneath the graphene, to form a layer of about 2 nanometres (2 millionths of a millimetre) of aluminium oxide. The process is efficient enough to restore the electronic properties that make graphene unique in its free-standing state. The graphene synthesized in this nanosandwich rests on another very fine oxide layer". It is a combination that can be used in electronic devices and integrated with other materials. The advantage of this solution is not only the very low cost, but also its simplicity, as the process can easily be used by the electronics industry.

In order to continue with the combined use of metal alloys and graphene, researchers at Trieste University have for several years been working in close collaboration with Elettra's teams testing the beamline SuperESCA and Nanospectroscopy. The success of this experiment marks a milestone in the research, and adds another piece to the complicated puzzle that, once complete, will enable the transition from the silicon era to the graphene era. ●

**Nature Communication* 5, 5062 (2014)
<http://www.nature.com/ncomms/2014/140929/ncomms6062/full/ncomms6062.html>

Guarda il video
 Watch the video
 Credit: Simone Petralia MCS SISSA



REFERIMENTO, CONTACT

Alessandro Baraldi
 Elettra-Sincrotrone Trieste S.p.A.
 baraldi@elettra.eu
 www.elettra.eu