

NANOSCIENZE E NANOMATERIALI CONTRIBUISCONO AL RINNOVAMENTO DEL MANUFACTURING

Nanotecnologie in fabbrica

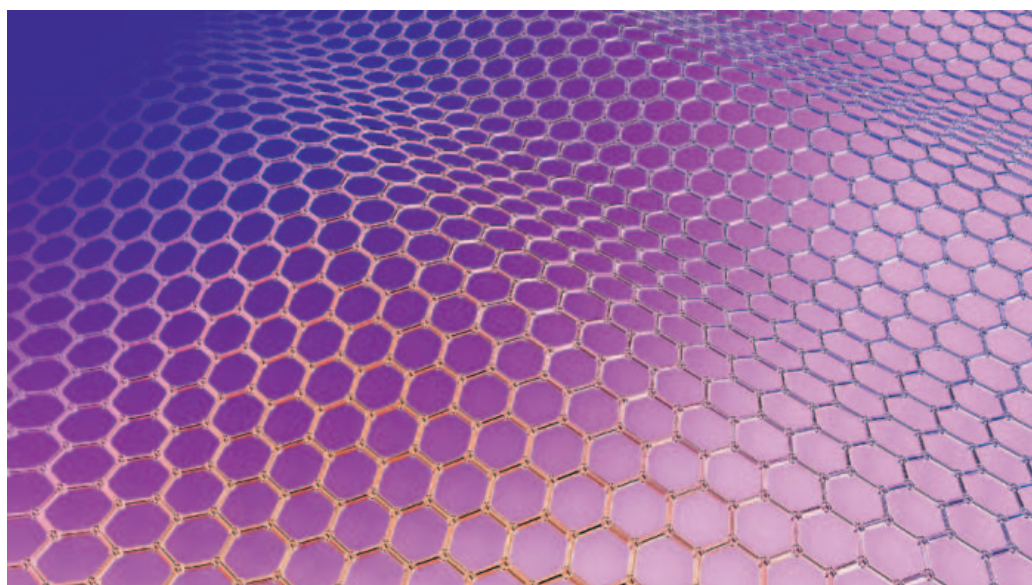
Le nanotecnologie stanno entrando massicciamente tra le risorse abilitanti dell'innovazione e della trasformazione del mondo industriale. Le proprietà dei nanomateriali suscitano grande interesse in chi progetta e produce apparecchiature, macchine e sistemi volti a controllare e automatizzare i processi produttivi. Due esempi.

Mario Gargantini

Così **Dick Morley**, l'inventore del PLC, commentava dodici anni fa il boom delle nanotecnologie indicandole come tecnologie abilitanti di una nuova era del manufacturing: "Proprio come Internet ha cambiato le comunicazioni, la nanotecnologia cambia i materiali... Cosa significa questo per la produzione? Le fabbriche iniziarono come città, migrarono in un edificio e ora sono in una scatola (semiconduttori)... Presto, avremo fabbriche su un chip. Alla nanoscala, i materiali opachi diventano trasparenti, i materiali inerti diventano catalizzatori, i solidi si trasformano in liquidi, gli isolanti diventano conduttori e non siamo ancora nella fisica quantistica... Credo che la nanotecnologia dominerà tutte le industrie tecnologiche entro i prossimi dieci anni e dobbiamo capire le implicazioni. Dovremo ripensare tutti gli aspetti della produzione, comprese le misure, i costi, la qualità e la tecnologia. L'ingegnere indu-

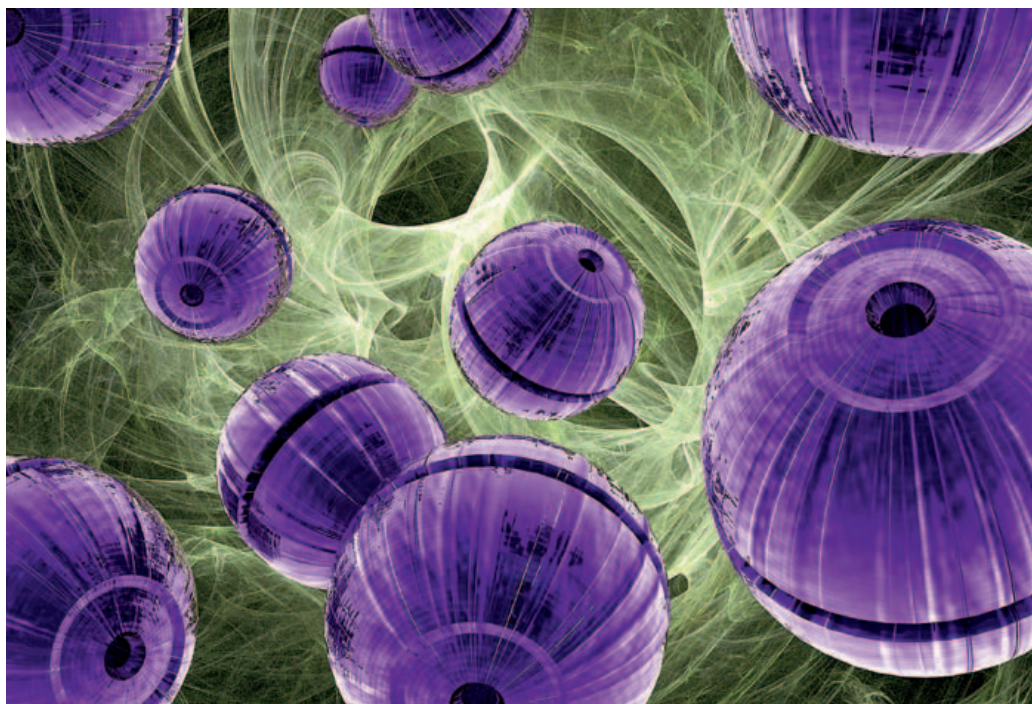
striale di oggi che usa le abilità di ieri è nei guai. Come sempre, il cambiamento è difficile, ma necessario". (*Manufacturing Automation, novembre 2007*).

La previsione di Morley si sta puntualmente avverando e anche la nuova ondata che sta investendo (positivamente) il mondo della produzione vede le nanotecnologie tra i protagonisti del cambiamento in atto. Se si considerano le strategie di sviluppo tecnologico a livello europeo, come quelle delineate nel programma Horizon 2020, si trova evidenziato il ruolo delle cosiddette **Key Enabling Technologies (KETs)**, cioè quelle tecnologie abilitanti chiamate a favorire e accelerare i processi di trasferimento tecnologico e di valorizzazione della proprietà intellettuale (*from the lab to the market*), con l'obiettivo ultimo di contribuire a rafforzare la capacità industriale e di innovazione in Europa. Ebbene, la Commissione Europea



Modello di un foglio di grafene

 @wonderscience



Nanoparticelle per applicazioni mediche

ha identificato sei KETs e tra queste spiccano le nanotecnologie, accanto a micro/nanoelettronica, fotonica, materiali avanzati, biotecnologie industriali e tecnologie di produzione avanzate (AMS, Advanced Manufacturing Systems).

In Italia lo sviluppo delle nanotecnologie e la diffusione delle loro applicazioni anche in campo industriale è sostenuto da numerosi progetti e iniziative, presso istituzioni pubbliche e private, alcune legate a Università e Politecnici, altre a enti come CNR ed ENEA, altre connesse a realtà territoriali come il Laboratorio Toscano per le Nanotecnologie, la Open Innovation Lombardia, la nanofacility Piemonte, il Tecnopolo Medicina di Precisione nella NanoValley pugliese e altre ancora.

Un ruolo rilevante è quello assunto da AIRI (Associazione Italiana per la Ricerca Industriale) che ha costituito **Airi/Nanotec IT**, il focal point nazionale per industria per l'attività nel campo delle nanotecnologie e delle altre tecnologie abilitanti: suo obiettivo è quello di promuovere lo sviluppo e l'applicazione delle nanotecnologie e delle KETs quali strumento per accrescere il posizionamento competitivo del sistema produttivo del Paese in un'ottica di Ricerca e Innovazione Responsabile.

Le nanotecnologie, che sono da considerare trasversali alle KETs, si possono definire - secondo la definizione dell'ISO (International Standard Organization) - come "l'applicazione delle cono-

scenze scientifiche per controllare e utilizzare la materia nella gamma di dimensioni **da 1 nm a 100 nm**, dove possono emergere proprietà e fenomeni completamente nuovi di natura fisica e chimica. Ciò si traduce spesso in nuove e straordinarie caratteristiche che possono generare un'ampia serie di nuovi prodotti".

Anche la Commissione Europea ha pubblicato una definizione di nanomateriali ad uso legislativo: nella "raccomandazione" del 18 ottobre 2011 si stabilisce che: "Con 'nanomateriale' s'intende un materiale naturale, derivato o fabbricato contenente particelle allo stato libero, aggregato o agglomerato, e in cui, per almeno il 50 % delle particelle nella distribuzione dimensionale numerica, una o più dimensioni esterne siano comprese fra 1 nm e 100 nm. In casi specifici, e laddove le preoccupazioni per l'ambiente, la salute, la sicurezza e la competitività lo giustificano, la soglia del 50 % della distribuzione dimensionale numerica può essere sostituita da una soglia compresa fra l'1 % e il 50 %. In deroga al punto precedente, i **fullereni**, i **flocchi di grafene** e i **nanotubi di carbonio** a parete singola con una o più dimensioni esterne inferiori a 1 nm dovrebbero essere considerati nanomateriali".

Le nanotecnologie quindi puntano a sfruttare e ad applicare, in un approccio multidisciplinare, i metodi e le conoscenze derivanti dalle nanoscienze per la creazione e utilizzazione di materiali, dispositivi e sistemi con dimensioni a livello

nanometrico. In sintesi, con nanotecnologie si intende la capacità di osservare, misurare e manipolare la materia su scala atomica e molecolare.

L'interesse del mondo produttivo

Esaminando le caratteristiche dei nanomateriali - primo fra tutti il **grafene** ma anche i **nanocristalli** di metalli, semiconduttori o ossidi - si comprende facilmente l'interesse che possono suscitare in chi progetta e produce apparecchiature, macchine e sistemi volti a controllare e automatizzare i processi produttivi. Le nanotecnologie possono utilizzare efficacemente nuove conoscenze sui fenomeni legati all'interfaccia e alle dimensioni; consentono il controllo su scala nanometrica delle proprietà dei materiali per nuove applicazioni, come pure l'integrazione di tecnologie su scala nanometrica, compreso il monitoraggio e il rilevamento. Presentano proprietà autoassemblanti e offrono metodi e strumenti di caratterizzazione e manipolazione su scala nanometrica. È possibile realizzare **nanomotori; nanomacchine e nanosistemi** e applicare tecnologie nanometriche e di alta precisione nel settore della chimica per la produzione di materiali di base e componenti. Per non parlare degli aspetti, oggi molto considerati nell'ambito dell'automazione e del manufacturing, legati alla sicurezza e alla salute umana e alla tutela dell'ambiente.

La disponibilità di nanomateriali e di superfici ad alte prestazioni aprono interessanti prospettive di nuovi prodotti e nuovi processi che possono far leva sulle proprietà personalizzate e sulle prestazioni prevedibili dei materiali; ciò favorisce l'attività di **progettazione** e permette **modellizzazioni** e **simulazioni** più affidabili anche in casi di grande complessità. I vantaggi si ritrovano anche per quanto riguarda la **manutenzione** e riparazione di componenti e macchinari nonché per la compatibilità ambientale.

Le nanotecnologie e i nanomateriali entrano in modo massiccio tra le tecnologie abilitanti dell'Industria 4.0 e interessano tutti i principali settori industriali essendo indicate, nella maggior parte degli studi e analisi, tra le tecnologie prioritarie, con potenzialità applicative, impatto e maturità tecnologica diverse a seconda dell'ambito considerato. Di seguito citiamo alcuni esempi, suddivisi in base al settore applicativo e agli ambiti dove l'impatto è maggiore.

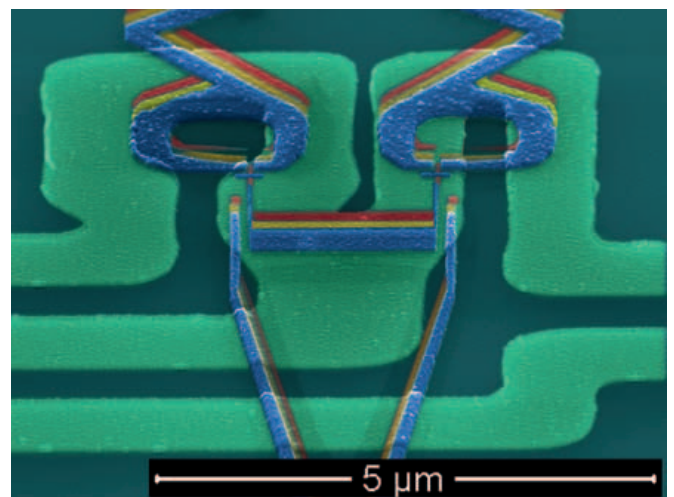
Il settore della microelettronica e dei semiconduttori utilizza ormai da diversi anni tecniche su scala nanometrica per la componentistica; si pensi alle applicazioni per il fotovoltaico avanzato (celle al silicio, polimeriche e organiche) e ai **nanosensori**, sempre più presenti nelle linee di produzione automatizzate e nei moderni robot e cobot.

I materiali più leggeri e più robusti trovano vasti utilizzi nella fabbricazione di veicoli e vari mezzi di trasporto, soprattutto laddove il peso è il fattore più importante, generando un incremento delle prestazioni - più velocità e maggior sicurezza - ma anche favorendo la riduzione delle dimensioni dell'equipaggiamento e quindi diminuendo il consumo di combustibile richiesto.

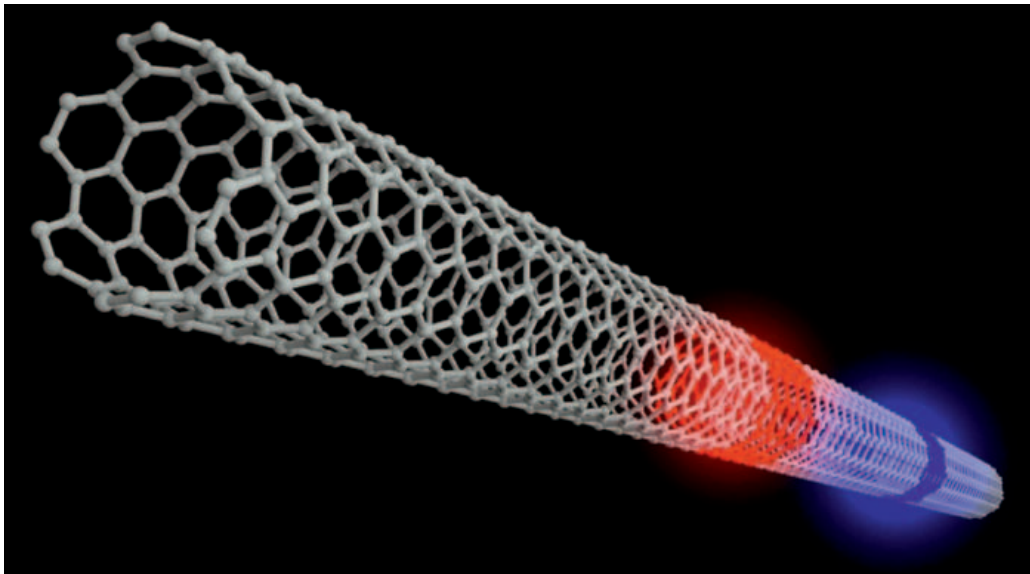
Nel settore energia si fa sempre più ricorso alle nanotecnologie per la scelta dei materiali e per le tecnologie di separazione, confinamento geologico e riutilizzo della CO₂; come pure per le operazioni di bonifica e per il monitoraggio ambientale e, più in generale, per i materiali e i processi per l'efficienza energetica e per la riduzione degli impatti ambientali.

Tutti gli ambiti della chimica vedono le nanotecnologie sempre più protagoniste: per la catalisi di processi chimici (**nanocatalizzatori**), con i nanomateriali per l'industria manifatturiera, con i cementi per edilizia, negli imballaggi. Anche il settore farmaceutica e biotecnologico sfrutta il livello 'nano': nei delivery system, nei sistemi di imaging, per l'ingegneria dei tessuti, nelle tecnologie mini-invasive.

E ancora, nel settore edilizio, le nanotecnologie abbinata all'automazione consentono costruzioni in tempi più rapidi e a costi inferiori, permettendo la realizzazione di soluzioni abitative avanzate, di strutture prefabbricate e di innovativi grattacieli.



Nanostrutture per microelettronica (fonte: INRIM)



Nanotubo di carbonio (fonte: Cnr Nano)

Due esempi

Due esempi, per concludere: uno tratto dal vivo di un tipico distretto produttivo italiano; l'altro come esempio di collaborazione europea.

Ideal System, un pilastro nel mondo della **verniciatura** con sede a Gambettola (FC), fin dal 2006 ha introdotto l'impiego di prodotti chimici nanotecnologici, realizzati da **Dollmar**, seguendo man mano l'evoluzione delle formulazioni che ha permesso dapprima di rendere più resistenti i supporti verniciati, successivamente di aumentare l'effetto barriera del supporto e di ottenere notevoli risultati in termini di adesione grazie all'inserimento nella formulazione di un oligomero di sintesi su base silanica, infine di migliorare il processo di pre-trattamento dell'alluminio. L'impiego di prodotti nanotecnologici è unito a una linea di verniciatura strutturata in modo da far interagire i singoli dispositivi nel modo più efficace possibile; allo scopo è stato installato un impianto di cataforesi perfettamente integrato nell'impianto di verniciatura.

L'altro esempio è quello del progetto **Izadi-Nano2Industry**, finanziato dalla CE nell'ambito di "Horizon 2020" e sostenuto da **Warrant Hub** che ha recentemente reso noti i risultati. Il progetto ha sfruttato il potenziale delle nanotecnologie per sviluppare materiali e processi produttivi avanzati in grado di rispondere alla richiesta di parti più performanti e più durature provenienti da specifici settori industriali: quello delle **costruzioni**, quello delle **macchine agricole** e quello **automobilistico**. Le attività si sono focalizzate sulla produzione di componenti termoplastici e metallici all'interno di tre innovative linee pilota, operative presso gli impianti di Fonderie Mora

Gavardo a Gavardo (BS) e quelli di Maier Group e di Tecnalìa (Paesi Baschi) partner del progetto insieme ad altre realtà quali Bonfiglioli Riduttori e l'Università Tecnica della Danimarca.

Il progetto si è dimostrato significativo per due motivi principali. In primo luogo, ha permesso di ottenere prodotti nuovi o migliori contribuendo, allo stesso tempo, alla protezione dell'ambiente: l'uso delle nanotecnologie, infatti, ha ridotto le fasi di produzione e i relativi consumi e costi e implicato un minore utilizzo di materie prime e una migliore riciclabilità dei componenti. In secondo luogo, il progetto trasferisce concretamente le nanotecnologie dal laboratorio all'industria, portando i prototipi alla piena produzione, garantendo la riproducibilità dei risultati e integrando gli aspetti legati alla sicurezza dei nanomateriali in ogni fase del processo. In particolare, sono stati registrati consistenti miglioramenti nelle caratteristiche e nelle performance dei prodotti: **la resistenza ai graffi** dei componenti termoplastici è risultata maggiore del **140%**, con una bassa variazione di lucentezza e colore; la **durezza** e l'**usura** delle parti metalliche, invece, sono state raddoppiate, con una **resistenza alla trazione** aumentata fino al **30%** e un livello di allungamento pari o addirittura superiore. Anche l'efficienza meccanica e la durezza dei componenti finali per i motori idraulici sono aumentate, con una riduzione dei consumi e dei costi di manutenzione.

I potenziali ambiti di applicazione delle tecnologie produttive sperimentate nel progetto interessano diversi settori industriali, quali aeronautico, navale, metallurgico, petrolchimico, energetico, elettronico e altri ancora. ■