

Un computer a nano-tubi

La IBM ha creato un nuovo metodo basato sul carbonio per produrre computer sempre più piccoli, veloci ed efficienti.

David Talbot

Brucciando del carbonio in un forno elettrico ad arco si ottiene una polvere fuliginosa, di cui circa un quarto è costituito da nano-tubi in carbonio, ovvero molecole di forma tubolare con atomi in carbonio. Queste molecole vengono estratte processando la polvere con un liquido tensioattivo all'interno di una centrifuga.

Un gruppo di ricercatori della IBM ha assemblato 10mila transistor in nano-tubi di carbonio su un chip in silicio. Con i transistor in silicio che stanno per raggiungere i limiti fondamentali della miniaturizzazione, la ricerca di IBM punta a nuovi possibili metodi per continuare a produrre computer sempre più piccoli, veloci ed efficienti.

Ricerche precedenti della IBM avevano mostrato che i transistor in nano-tubi rendono i chip in grado di operare a velocità tre volte superiori rispetto a quelli in silicio, impiegando inoltre un terzo dell'energia. Con appena due nano-metri di diametro, i nano-tubi - molecole di carbonio che ricordano reti arrotolate su se stesse - sono talmente piccoli che consentirebbero teoricamente di accumulare molti più transistor su un singolo chip di quanto sia possibile oggi con la tecnologia del silicio.

Il controllo della disposizione dei nano-tubi in schiere sufficientemente numerose da risultare utili - nell'ordine dei miliardi di transistor - rappresenta una delle maggiori sfide di questa ricerca. Presso il Watson Research Center della IBM a Yorktown Heights, New York, i ricercatori stanno lavorando su minuscole trincee di silicio, utilizzando un processo a più passaggi per allineare con precisione al loro interno i nano-tubi semiconduttori. A questi vengo-

no poi aggiunti i contatti metallici per testare le prestazioni dei nano-tubi.

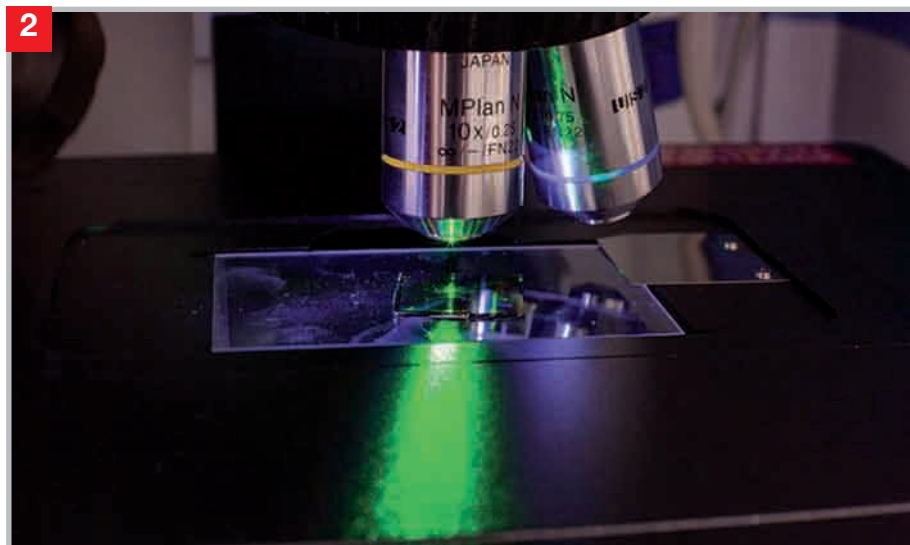
Poiché il processo ricorre a un substrato in silicio, la stessa IBM spera di poterlo inserire almeno parzialmente all'interno delle catene di montaggio esistenti.

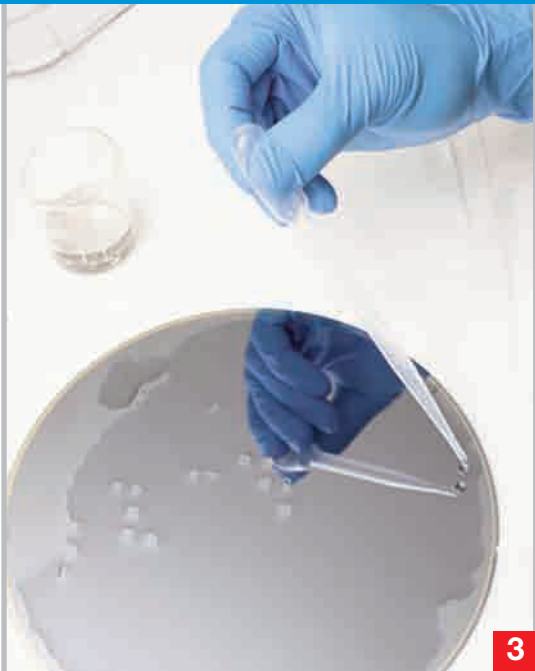
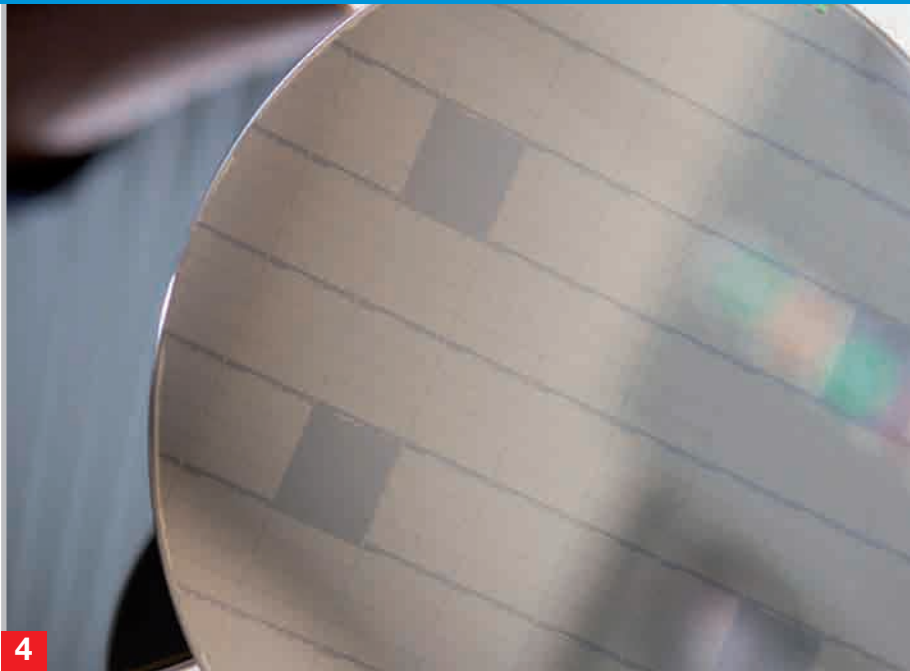
Nei campioni che i ricercatori hanno creato finora, i transistor in nano-tubi sono posti a 150 nano-metri di distanza gli uni dagli altri. Dovranno venire avvicinati maggiormente se la nuova tecnologia vorrà battere gli odierni transistor in silicio e continuare a migliorare nei decenni a seguire. «Dobbiamo depositare un singolo strato di nano-tubi in carbonio con pochi nano-metri di distanza dall'altro», conferma Supratik Guha, direttore del reparto di scienze fisiche del laboratorio. Il suo gruppo

deve anche mettere a punto una tecnica per applicare, a ciascuno dei miliardi di transistor, singoli contatti elettrici, che si possono immaginare come dei montanti verticali su scala atomica e che consentono al wafer di agire da interruttore per accendere e spegnere i nano-tubi.

Infine, i ricercatori devono trovare un metodo per produrre una sufficiente quantità della polvere di nano-tubi in carbonio semiconduttore, sufficientemente pura da assicurare che pochissimi vadano in corto circuito.

Tutti questi traguardi richiederanno probabilmente dai 5 ai 10 anni, ma Guha afferma che «i nano-tubi sono un eccellente candidato alla continuazione del processo di miniaturizzazione della microelettronica». ■



**3****4****5****6**

1) L'applicazione di un gel ai nano-tubi grezzi (fiala nera) permette di separare quelli semiconduttori (fiala leggermente rosa a sinistra) da quelli metallici (fiala centrale); quelli metallici, infatti, passano attraverso il gel più rapidamente.

2) La luce laser verde illumina un campione di nano-tubi semiconduttori secondo una tecnica chiamata spettroscopia di Raman, utilizzata per determinare la purezza del campione. Lo scopo è quello di identificare la presenza di nano-tubi metallici in un campione contenente milioni di nano-tubi.

3) Un wafer convenzionale in silicio da 200 millimetri con 100 trincee (non visibili) in nano-metri, poste a 150 nano-metri l'una dall'altra. Una colla molecolare lega il fondo delle trincee, così che i nano-tubi semiconduttori possono legarsi alla colla, allineandosi alle trincee.

4) Il wafer con nano-tubi contiene 40 chip, ciascuno dei quali con almeno 10mila transistor in nano-tubi. Lo schema visibile è costituito dai contatti sperimentali in metallo, aggiunti in una seconda fase tramite litografia convenzionale.

5) Shu-jen Han, un ricercatore della IBM, colloca il wafer ultimato in una stazione sonda per condurre dei test.

6) Una immagine ingrandita mostra le sonde elettriche nere a contatto con i pannelli di collaudo (quadrati rosa e bianchi) sul chip, per misurare il voltaggio lungo i transistor in nano-tubi (non visibili). I pannelli di controllo da 0.1 millimetri sono connessi agli ancora più piccoli transistor.

7) In questa micrografia, cinque pannelli metallici rivestono quattro trincee contenenti nano-tubi a rete appena visibili. Per condurre dei test, l'intero wafer sottostante funge da interruttore di controllo, che può controllare tutti i transistor in nano-tubi. I ricercatori della IBM stanno escogitando sistemi per applicare montanti verticali di dimensione molecolare, che consentano di agire singolarmente sui transistor.

**7**