

MASSIMO GIUSSANI

La ricerca nel campo dei dispositivi basati sul grafene sta dando risultati incoraggianti. A pochi mesi dal conseguimento del precedente record di 26 GHz, i ricercatori dei laboratori IBM hanno raggiunto l'obiettivo che l'agenzia della Difesa statunitense Darpa si era prefissa con il progetto CERA (Carbon Electronics for RF Applications): fabbricare un transistor in grafene con una frequenza di taglio di 100 GHz. Il dispositivo, messo a punto al Watson Research Center IBM di New York e descritto sul numero di Science del 5 febbraio, è ancora allo stadio sperimentale e presenta una dimensione di gate di 240 nm. Pur trattandosi di un mastodonte in confronto allo stato dell'arte della tecnologia in silicio, la frequenza di taglio che offre è di gran lunga superiore a quella raggiunta dai transistor in silicio di analoghe dimensioni (che è di circa 40 GHz).

Con la successiva miniaturizzazione e ottimizzazione che ci si aspetta dalle generazioni future di questo FET, i ricercatori contano di aprire la strada al cosiddetto 'Terahertz Computing'.

L'aspetto velocistico diventa tuttavia secondario di fronte alla notizia che questi risultati sono stati conseguiti impiegando le tecniche produttive già adottate dall'industria dei semiconduttori. Si tratta, per dirlo con le parole di Phaedon Avouris, ricercatore IBM che ha lavorato al progetto, della prima dimostrazione "che è possibile fabbricare dispositivi in grafene su wafer di dimensioni adatte alla produzione industriale".

#### DAL LABORATORIO ALL'INDUSTRIA

Il grafene è una forma allotropica del carbonio che è stata isolata per la prima volta nel 2004, all'Università di Manchester. Gli atomi di carbonio sono legati tra loro da forti legami in una struttura esagonale bidimensionale, spesso un

solo strato atomico. La struttura del reticolo e il confinamento spaziale nella dimensione trasversale conferiscono a questo materiale delle proprietà elettriche, ottiche, termiche e meccaniche molto particolari. In particolare, gli elettroni che si propagano nel grafene si comportano come particelle relativistiche di massa a riposo nulla e possono muoversi a velocità di gran lunga superiori a quelle che avrebbero nel silicio. Tra le potenzialità del grafene vi è la realizzazione di transistor cento o mille volte più veloci dei dispositivi tradizionali.

Prima di poter pensare a una futura 'Carbon Valley', però, è necessario risolvere il problema della sintesi del grafene con processi adatti a essere integrati nella produzione industriale di dispositivi elettronici. Negli ultimi anni sono state messe a punto diverse tecniche per la deposizione di grafene su ampie aree di substrati compatibili con la realizzazione di circuiti Cmos. Ad esempio, i ricercatori della Cornell University

hanno affinato un metodo che consiste nel far crescere uno strato controllato di grafene su un substrato di rame precedentemente depositato sul wafer tramite deposizione chimica dei suoi vapori (CVD).

Dopo aver definito le aree utili mediante tecniche fotolitografi-

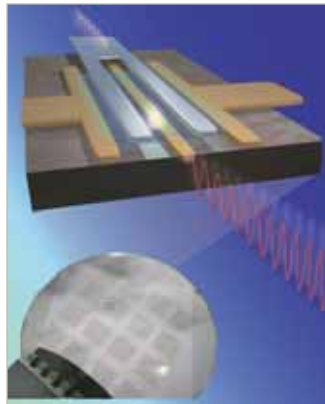
#### TECNICA 'SUBLIME'

I ricercatori dell'EOC hanno affinato un altro metodo, quello di sublimazione del silicio. Un wafer con uno strato di carburo di silicio (SiC) viene portato ad alta temperatura fino a quando il silicio non migra dal materiale lasciando solo una pellicola superficiale, spesso uno o due strati atomici, di grafene. Questa tecnica è stata utilizzata l'anno scorso per realizzare FET basati sul grafene su wafer da 100 mm.

Il transistor da 100 GHz realizzato al Watson Research Center è stato ottenuto riscaldando lo strato di carburo di silicio per con-

## Sulla strada per Carbon Valley

I ricercatori IBM hanno messo a punto, adattando le tecnologie produttive dei tradizionali dispositivi a semiconduttore, un transistor in grafene con frequenza di taglio di 100 GHz



che, il rame viene asportato chimicamente, lasciando sul substrato di silicio solo porzioni di grafene di spessore e qualità definite.

È recente la notizia che i ricercatori dell'Electro-Optics Center (EOC) dell'Università della

Pennsylvania sono riusciti ad applicare pellicole di grafene derivato chimicamente (CDG) su wafer di silicio da 300 mm, ottenendo spessori uniformi e controllabili compresi tra 1-2 e 30 strati atomici.

sentire la crescita epitassiale di uno strato di grafene uniforme e di alta qualità sulla superficie del wafer.

I ricercatori IBM hanno poi depositato gli elettrodi paralleli di source e drain, lasciando scoperto un canale intermedio di grafene che è stato poi protetto con una pellicola spessa 10 nm di polidrossistirene sulla quale è stato depositato uno strato isolante di biossido di silicio. La creazione dell'elettrodo metallico di gate ha completato il dispositivo. Le tecniche e i materiali usati sono compatibili con gli attuali processi di produzione di circuiti integrati e si prestano pertanto a un approccio top-down alla nanoelettronica in grafene.

contradata®

T

come  
Touchscreen

La più ampia gamma di Touchscreen  
Panel PC e Monitor per tutte le applicazioni

- Industria ed Automazione
- Domotica
- Digital Signage
- Sicurezza
- Medica

dalla zeta

l'automazione industriale PC-based

readerservice.it n.25137      Contradata Milano S.r.l.