

FLASH: luce dal silicio grazie alla nanoscienza

FLASH

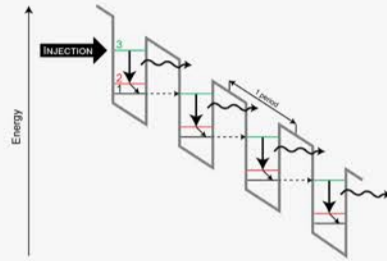


Il progetto **FLASH** è finanziato dall'Unione Europea grazie al programma FET-OPEN H2020 (G.A. 766719). Il consorzio include leader europei nella produzione di chip elettronici, nella deposizione di strutture quantistiche a semiconduttore (Si/SiGe/Ge), nella modellazione di laser e struttura a bande, nel design di laser a cascata quantica e nella spettroscopia infrarossa:

- ▶ Università degli Studi Roma Tre, Roma, Italia
- ▶ University of Glasgow, Glasgow, Regno Unito
- ▶ IHP GmbH - Innovations for High-Performance Microelectronics, Frankfurt (Oder), Germania
- ▶ ETH Zürich, Zurigo, Svizzera
- ▶ nextnano GmbH, Monaco di Baviera, Germania

Obiettivo di FLASH è la realizzazione di un laser emittente luce THz a temperatura ambiente, integrato su silicio utilizzando processi e materiali compatibili con la tecnologia dell'industria microelettronica.

Cos'è un laser a cascata quantica?

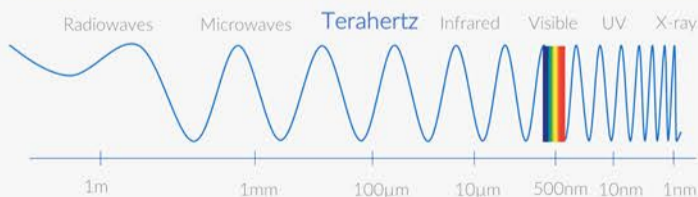


Un laser a cascata quantica o QCL è un dispositivo a semiconduttore in cui l'emissione di luce (fotoni) è ottenuta tramite transizioni tra stati quantistici in sottili strati di un materiale, chiamato buca quantica, separati da un altro materiale, la barriera. Gli effetti quantistici alla base del funzionamento di questo dispositivo si manifestano se lo spessore di buche e barriere è di pochi nanometri (un nanometro = un milionesimo di metro). Il grande vantaggio di un laser a cascata quantica rispetto ad un tradizionale laser a diodo risiede nel fatto che, mentre in un laser tradizionale per ogni elettrone iniettato viene emesso un fotone, in un QCL composto da N ripetizioni di buche quantiche e barriere, vengono emessi N fotoni. Quindi a parità di corrente iniettata viene emessa molta più luce. Inoltre, la lunghezza d'onda della luce emessa può essere ingegnerizzata a piacimento controllando spessore e composizione chimica di buche e barriere.

Perché basato su silicio?

A più di sessanta anni dalla scoperta del transistor, il silicio è ancora oggi il materiale alla base dell'industria microelettronica e costituisce il cuore pulsante della maggior parte dei dispositivi che hanno rivoluzionato le nostre vite. Nonostante i numerosi sforzi compiuti negli ultimi vent'anni, la struttura elettronica del silicio ha finora impedito lo sviluppo di dispositivi opto-elettronici basati su tale materiale e l'emissione di luce dal silicio, o anche da materiali completamente compatibili con esso, continua ad essere il "Santo Graal" dell'odierna fisica dei semiconduttori. Una soluzione innovativa al problema di "far emettere luce al silicio" è fornita dalla combinazione della nanotecnologia, che permette la realizzazione di materiali di silicio e germanio strutturati a livello nanometrico, e delle leggi della meccanica quantistica applicate a questi nanomateriali.

Cos'è il THz?



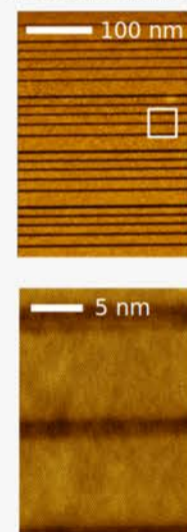
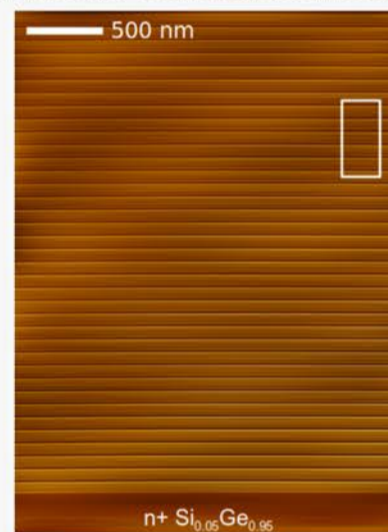
Il THz è la regione dello spettro elettromagnetico corrispondente a lunghezze d'onda comprese tra 0.01 mm e 1 mm.

Cosa ci serve per fare un laser a cascata quantica?

1. Un numero di ripetizioni N molto grande
2. Interfacce di alta qualità
3. Controllo sulla posizione energetica degli stati e del loro accoppiamento
4. Un toolbox affidabile per simulare il trasporto

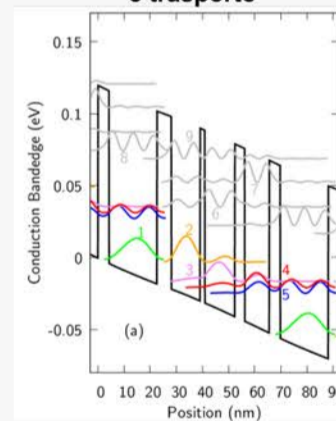
Cosa abbiamo

Microscopia elettronica trasmissione ad alta risoluzione

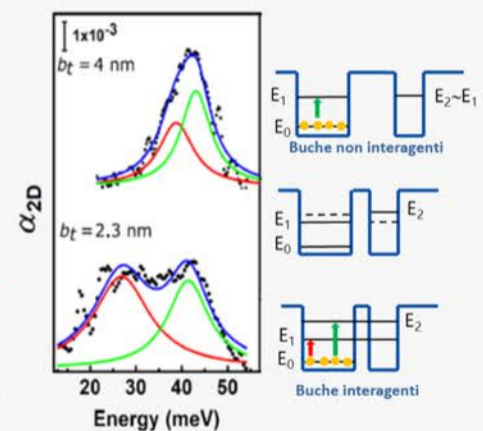


Atomic Probe Tomography
3D APT
Ge
Si
30 nm
Composizione e struttura ricostruite in 3D

Simulazione stati quantici e trasporto



Spettroscopia di assorbimento infrarosso



- ✓ Campioni di ottima qualità fino a 100 ripetizioni di strati attivi
- ✓ Interfacce di ottima qualità
- ✓ Ottimo accordo tra esperimenti e modello teorico
- ✓ Le simulazioni prevedono la possibilità di ottenere un dispositivo funzionante a temperatura ambiente

Potenziali applicazioni

- ▶ **Spettroscopia:** fingerprint spettrali distintivi di molecole di interesse biologico si trovano nel range spettrale del THz → diagnostica medica
- ▶ **Imaging:** possibilità di "vedere" attraverso materiali otticamente opachi con una radiazione sicura e non ionizzante → screening di sicurezza
- ▶ **Telecomunicazioni:** sviluppo di dispositivi di comunicazione di ultima generazione → comunicazioni ad alta quota (aereo-satellite, satellite-satellite)

Come seguirci:



www.flash-project.eu
@FLASHproject2
@FLASHFETOPEN



www.scienze.uniroma3.it
@UnivRoma3
@universitaroma3

