

CARATTERIZZAZIONE OTTICA DI NANOTUBI DI CARBONIO PER L'EMISSIONE NEL VICINO IR

Candidato: Federica Fioravanti *Relatore:* Prof. Massimo Gurioli, gurioli@fi.infn.it

I nanotubi di carbonio sono al centro dell'interesse per quanto riguarda un grande numero di applicazioni: dalla radioterapia del cancro all'ingegneria dei tessuti, dalla realizzazione di display a emettitore di campo a quella di emettitori di luce e rivelatori nel vicino infrarosso, al fine di realizzare dispositivi optoelettronici di nuova generazione, integrando i nanotubi su un medesimo chip in silicio. Strutture a guida d'onda o risonatori ottici che utilizzano silicio e suoi composti hanno mostrato ottime proprietà fotoniche nella regione spettrale di interesse per le telecomunicazioni in fibra ottica, con lunghezze d'onda da $1,25\mu\text{m}$ a $1,65\mu\text{m}$. Tuttavia, il silicio presenta una struttura a bande di tipo indiretto che, quindi, non si presta all'utilizzo di questo materiale come emettitore di luce; inoltre il suo band gap è pari a $1,12\text{ eV}$, al di fuori della finestra spettrale delle telecomunicazioni. Al fine di poter ampliare l'utilizzo del silicio nel campo dell'optoelettronica è necessario accoppiarlo a dispositivi in grado di emettere luce nel range spettrale di interesse.

I nanotubi di carbonio utilizzati in questo lavoro di tesi sono strutture formate da un singolo foglio di grafene (single-walled nanotubes, SWNT) che si ripiega a formare una struttura cilindrica vuota, le cui proprietà dipendono dalla chiralità, dal diametro che, tipicamente, varia tra pochi nanometri fino a circa 100 nm , e dalla lunghezza dei tubi che può differire anche di un fattore 10^4 rispetto al diametro. Queste caratteristiche rendono i SWNT oggetti molto vicini a strutture 1D. Ogni nanotubo è caratterizzato da due numeri interi, detti *coppia chirale* (n, m) che determinano il tipo di avvolgimento del foglio di grafene. A seconda di questi parametri, studiandone la struttura a bande, i nanotubi si possono classificare come aventi proprietà metalliche o semiconduttrici.

Questo lavoro di tesi ha lo scopo di determinare le proprietà ottiche di due classi di nanotubi di carbonio, che si differenziano per il tipo di protocollo di sintesi e per il polimero utilizzato: HiPCO, la cui emissione è centrata a 1250 nm e utilizza il polimero poly(9,9-di-n-octylfluorenyl-2,7-diyl) (PFO), e *laser ablation*, che emette nell'intorno di 1550 nm e utilizza il polimero poly(9,9-dihexylfluorene-2,7-diyl)-co-(anthracene-9,10-diyl) (PFO-A). È stata effettuata un'analisi dettagliata delle proprietà di emissione dei campioni in soluzione tramite misure di fotoluminescenza, assorbimento, fotoluminescenza in eccitazione (PLE), fotoluminescenza al variare della temperatura di lavoro e di spettroscopia risolta in tempo al fine di determinare l'efficienza radiativa e le chiralità presenti. Le soluzioni sono state poi deposte su substrato di quarzo e sono state effettuate misure di μPL per determinare la densità spaziale dei SWNT. In conclusione, i nanotubi selezionati hanno un'efficienza radiativa tale da permettere di osservare emissione nel vicino IR anche a temperatura ambiente. Le misure effettuate mostrano che è possibile individuare emissioni isolate da regioni spaziali di circa $1\mu\text{m}^2$ contenenti pochi nanotubi. I risultati ottenuti consentono di prevedere la possibilità di utilizzo dei SWNT come buoni emettitori per le regioni IR di interesse per le telecomunicazioni.