

SORGENTI DI SINGOLI FOTONI INTEGRATE IN GUIDE D'ONDA

Tesi di Laurea Magistrale in Scienze Fisiche e Astrofisiche

Scopo di questo lavoro di tesi è lo studio di un sistema ottico ibrido costituito da una singola molecola fluorescente accoppiata ad una guida d'onda dielettrica. Si sono utilizzate molecole di DBT (Dibenzoterrilene) incluse in una matrice di Antracene. Tali emettitori, nello stato solido, rappresentano sorgenti stabili e luminose di singoli fotoni nel vicino infrarosso, sia a temperatura ambiente che criogenica. In particolare, alle temperature dell'elio liquido, le molecole emettono luce di fluorescenza ad una lunghezza d'onda di 785 nm e con una larghezza di riga vicino a quella naturale. Questa caratteristica le rende interessanti per la realizzazione di paradigmi di computazione quantistica, basati sulla codifica dell'informazione in stati di singolo fotone. In questa tesi, abbiamo posto particolare attenzione nello studio delle proprietà ottiche del sistema al variare della temperatura.

L'impiego di una struttura fotonica, ha lo scopo di massimizzare l'efficienza di raccolta della luce di fluorescenza e più in generale, la sezione d'urto efficace di interazione fra molecola e campo elettromagnetico. Abbiamo considerato diverse geometrie a partire da una guida d'onda, di sezione rettangolare in Nitruro di Silicio posta su di un substrato di SiO_2/Si , in grado di confinare il campo elettromagnetico al suo interno, per riflessione totale. Partendo da questi presupposti, abbiamo sviluppato un modello teorico, per calcolare l'efficienza di accoppiamento dell'emissione in guida ed estrarre i parametri ottimali di una struttura fotonica ideale compatibile con le caratteristiche accessibili sperimentalmente. I nostri risultati, confermano quelli ottenuti in letteratura e forniscono suggerimenti per incrementare l'efficienza complessiva del sistema.

Le tecniche di analisi del sistema integrato molecola su guida sono state messe a punto e testate su una realizzazione particolare. Risultati preliminari hanno mostrato la fattibilità dell'esperimento. In maggior dettaglio, abbiamo depositato film sottili di antracene drogato DBT su un particolare tipo di guida d'onda, e verificato l'eccitazione di una singola molecola attraverso il campo evanescente del modo accoppiato in guida. Per rendere possibile una misura dell'accoppiamento di singoli fotoni alla guida d'onda, è però necessaria una geometria diversa, come abbiamo provato nell'analisi numerica.

Infine abbiamo pensato di sfruttare una proprietà peculiare del cristallo di guidare la luce, per progettare un originale sistema integrato cristallo-struttura polimerica, che controlli la propagazione della luce emessa dalle molecole poste al suo interno. I risultati preliminari ottenuti nella realizzazione dell'integrazione di singole molecole in strutture di polimero, rendono questo sistema promettente per la fabbricazione di dispositivi ottici nel settore della fotonica e dell'ottica quantistica.

Candidato: Maria Maccari
maria.maccari@stud.unifi.it

Relatore: Dott. Costanza Toninelli
toninelli@lens.unifi.it

Correlatore: Prof. F. S. Cataliotti
fsc@lens.unifi.it