

EMISSIONE DI SINGOLO FOTONE DA CENTRI DI IMPUREZZA IN STRATI EPITASSIALI DI AlGaAs SU SUBSTRATO DI Ge

Candidato: Francesco Sarti

Relatore: Prof. Massimo Gurioli, gurioli@fi.infn.it

A partire dalla seconda metà del secolo scorso, i dispositivi a semiconduttore hanno trovato ampio impiego all'interno dell'industria elettronica grazie alla realizzazione di elementi su base inizialmente di germanio e poi, più diffusamente, di silicio, mediante i quali è stato possibile realizzare memorie, microprocessori e sensori. Al fine di ampliare l'utilizzo di questo tipo di dispositivi anche a campi quali l'optoelettronica è stato necessario legarli a composti formati da elementi del III e V gruppo, per esempio il GaAs che, a differenza del silicio e del germanio, ha ottime proprietà optoelettroniche.

Verso la fine del secolo scorso, grazie alla messa a punto di un'innovativa tecnica di crescita, la realizzazione di questo tipo di dispositivi ha subito un'altra drastica rivoluzione in quanto è stato possibile ottenere componenti con strutture di dimensioni micrometriche fino a raggiungere dimensioni nanometriche negli ultimi anni.

Sia dal punto di vista fisico che dal punto di vista applicativo, i dispositivi che negli ultimi anni hanno ricevuto maggiore attenzione sono i punti quantici in quanto sono caratterizzate da un confinamento tridimensionale dei portatori di carica che fa sì che strutture del genere presentino una densità degli stati discreta simile a quella atomica. Al fine di trovare un'alternativa ai QDs come emittitori quantistici di singolo fotone recentemente è iniziato lo studio delle emissioni da centri estrinseci in semiconduttore cui compete un'emissione con energia all'interno del band gap.

L'obiettivo di questo lavoro di tesi è di caratterizzare la fotoluminescenza emessa da centri estrinseci non intenzionali mediante un'analisi spettroscopica e risolta in tempo in campioni di AlGaAs/GaAs cresciuti su substrato di Ge con tecnica MBE. Per poter realizzare un'analisi di questo tipo è necessario l'impiego di un microscopio confocale al fine di raccogliere la luminescenza da una porzione molto ridotta del campione (nel nostro caso circa 1 μm di diametro), riuscendo così a risolvere spettralmente l'emissione della singola sorgente e quindi studiare le caratteristiche di un singolo centro estrinseco.

In fase di misura sono stati indagati quattro diversi aspetti che caratterizzano la fotoluminescenza da centri estrinseci. In primo luogo è stata misurata la larghezza di riga delle emissioni ottenendo valori simili a quelli noti per i QDs. Successivamente è stata verificata la condizione di emissione di singolo fotone attraverso misure di autocorrelazione. In seguito è stato studiato lo spettro al variare della potenza di eccitazione ed al variare del tempo, riuscendo a definire per tutti i difetti analizzati emissione di eccitone, bieccitone e talvolta di eccitone carico esattamente come accade per i QDs.

I risultati ottenuti si inseriscono bene nella proposta di utilizzare i centri estrinseci come emittitori quantistici di singolo fotone e il fatto che sia stata osservata emissione a cascata XX-X potrebbe aprire la strada anche per un eventuale impiego nel campo della crittografia quantistica come sorgenti di coppie di fotoni entangled.