

Caratterizzazione di emettitori di fotoni singoli integrati su silicio
Characterization of single photon emitters on silicon

candidato: **Minari Silvia**

relatore: **Prof. Massimo Gurioli** gurioli@fi.infn.it

Questo lavoro di tesi ha riguardato la caratterizzazione ottica di punti quantici di $GaAs/AlGaAs$ cresciuti su substrato di silicio. Il campione è stato cresciuto con una particolare tecnica di crescita chiamata epitassia a goccia, facendo uso di un substrato virtuale a concentrazione variabile di Si-Ge che ha permesso di superare le problematiche dovute al forte disadattamento reticolare tra il substrato di Si e l'epistrato di materiale III-V, e quelle date dalla necessità di avere una crescita compatibile con i requisiti di bassa temperatura di crescita e processamento imposti dalla tecnologia di fabbricazione C-MOS.

In questo lavoro di tesi è presentato uno studio delle principali caratteristiche ottiche e elettroniche di tale campione per verificarne la qualità strutturale e la possibilità di utilizzo di tale dispositivo come emettitore di singolo fotone. L'indagine spettroscopica è stata effettuata tramite fotoluminescenza del singolo punto quantico (micro-PL), utilizzando un microscopio confocale ed eccitando il campione sia con laser in continua che in impulsata. Attraverso misure in continua sono stati analizzati stati eccitonici e multieccitonici e studiata la dinamica di popolamento dei punti quantici, è stata inoltre effettuata un'analisi in funzione della temperatura e dello stato di polarizzazione per comprendere nel primo caso l'interazione eccitone-fonone, nel secondo la presenza di eventuale tensione elastica residua o asimmetrie nella geometria del punto quantico, verificando la presenza di una struttura fine. Gli esperimenti condotti invece con laser in impulsata al picosecondo hanno permesso di caratterizzare la dinamica di ricombinazione degli stati eccitonici. Infine utilizzando un interferometro Hanbury Brown e Twiss è stata misurata la funzione di correlazione al II ordine per evidenziare le proprietà statistiche del singolo nanoemettitore. Dall'analisi complessiva di varie proprietà ottiche risulta che la qualità dei punti quantici è molto buona, ovvero confrontabile con quella di simili nanostrutture cresciute direttamente su substrato di GaAs. In particolare la diffusione spettrale che determina un allargamento disomogeneo della riga eccitonica è risultata piuttosto piccola. Allo stesso tempo i canali parassiti che determinano ricombinazione non radiativa sono pressoché assenti.

Le misure al variare della potenza di eccitazione e quelle risolte in tempo hanno evidenziato il meccanismo di decadimento a cascata da uno stato XX in cui nel punto quantico sono presenti due coppie elettrone-lacuna a uno stato X con una sola coppia, allo stato fondamentale in cui si ha lo svuotamento del QD. Allo scopo di ottenere una identificazione definitiva dei complessi eccitonici presenti sono state effettuate misure ad alta risoluzione spettrale e risolte in polarizzazione, che hanno messo in luce che gli stati di eccitone carico e bieccitone carico risultano dominanti. Tale risultato ci porta a pensare che vi sia un drogaggio non intenzionale (probabilmente di tipo p) nella regione dei punti quantici che può essere connesso alla contaminazione con germanio.

La misura di autocorrelazione del campo generato da una singola riga spettrale, in regime di eccitazione impulsata, ha infine dimostrato che i punti quantici del campione studiato sono ottime sorgenti di singolo fotone. Tale caratteristica è stata dimostrata non solo a temperatura 10 K ma anche alle temperature 50 K e 80 K , temperature accessibili all'elettronica C-MOS finora sviluppata.