

Tesi di laurea di: **Francesco Ciumei**

Relatore: **Dott.ssa Lucia Cavigli** (cavigli@fi.infn.it)

Correlatore: **Prof.ssa Anna Vinattieri** (vinattieri@fi.infn.it)

**Titolo tesi: *Ricombinazione radiativa di punti quantici di GaAs cresciuti su substrati virtuali di SiGe***

Una delle più attuali strategie di sviluppo dell'industria microelettronica è costituita dalla possibilità di costruire dispositivi a base di semiconduttori III-V per applicazioni in opto-elettronica e fotonica direttamente su substrati di silicio. Questo, infatti, permetterebbe non solo di utilizzare l'architettura microelettronica di cui si dispone oggi (basata su tecnologia Complementary Metal Oxide Semiconductor - CMOS), ma anche di integrare, in un secondo tempo, alcuni dispositivi d'interesse all'interno di una vasta gamma di dispositivi a base silicio. Fra i materiali III-V nanostrutturati che rivestono un grande interesse tecnologico vi sono le nanostrutture a confinamento tridimensionale (punti quantici o QDs).

Questo lavoro di tesi si inserisce nell'ambito di un progetto di ricerca nazionale (Progetto GOCCIA) il cui obiettivo finale prevede proprio la realizzazione di punti quantici di GaAs su substrati di silicio per realizzare emettitori di singolo fotone ad alta qualità ottica. Queste nanostrutture potrebbero essere utilizzate per possibili applicazioni in campi come quello della crittografia quantistica o per la realizzazione di emettitori di dimensioni nanometriche ad elevata efficienza.

Sono stati studiati alcuni campioni di QDs di GaAs cresciuti su di un substrato di Si mediante la tecnica MDE (Modified Droplet Epitaxy), forniti dal gruppo del Prof. Sanguinetti (Laboratorio L-Ness, Università di Milano Bicocca). Con l'obiettivo di ottimizzarne le proprietà ottiche, questi campioni sono stati successivamente trattati con un processo di "annealing" (cioè trattati termicamente dopo la crescita) a diverse temperature (A = 600 °C; B = 700 °C; D = 800°C). Lo scopo di questo lavoro di tesi è stato quindi di confrontare i vari campioni trattati termicamente con un campione di riferimento non trattato (NA) attraverso misure di fotoluminescenza (PL), al fine di determinare le condizioni di temperatura di annealing più efficaci per la massimizzazione delle proprietà emissive dei QDs.

Abbiamo effettuato due tipi di misure per raggiungere i nostri scopi: le prime integrate nel tempo (TI) sono state fatte sia in funzione della potenza d'eccitazione, sia valutando l'omogeneità dei campioni in regioni spaziali diverse; le seconde misure, risolte in tempo (TR) sono state fatte per valutare i tempi caratteristici dei processi di ricombinazione radiativa dei vari campioni.

Le misure in funzione della potenza d'eccitazione, insieme allo studio dell'omogeneità del campione, hanno permesso di scartare immediatamente il campione A, caratterizzato dalla temperatura di annealing più bassa, a causa della sua ridotta efficienza radiativa rispetto al campione di riferimento NA. Gli altri due campioni invece hanno evidenziato un miglioramento dell'omogeneità del sistema e un aumento dell'efficienza radiativa in seguito al trattamento post-crescita.

La caratterizzazione di questi sistemi mediante misure risolte in tempo ha inoltre evidenziato un aumento delle vite medie caratteristiche rispetto al sistema di riferimento; in particolare nel sistema trattato a temperatura più elevata (campione D) è stato misurato un tempo di vita media dell'ordine del nanosecondo, ovvero circa un fattore 2 più lungo rispetto al campione non trattato e confrontabile con sistemi di QDs di GaAs/AlGaAs di elevata qualità riportati in letteratura.

Da queste analisi si conclude che le condizioni di annealing utilizzate nel campione D ottimizzano l'efficienza radiativa di questi sistemi.

In questo modo si è dimostrato che è possibile integrare efficienti emettitori di luce come i punti quantici di GaAs su un substrato di estremo interesse per la microelettronica quale è il Si.