

Titolo: Spettroscopia di eccitazione della fotoluminescenza in pozzi quantici di InGaN/GaN

Candidato: Fabio Gabelloni <fabio.gabelloni@alice.it>

Relatore: Prof.ssa Anna Vinattieri <vinattieri@fi.infn.it>

Le nanostrutture costituite da nitruri (*InN*, *GaN*, *AlN* e leghe ternarie da essi derivate) vengono da vari anni utilizzate per la realizzazione di emettitori dall'UV all'IR; tuttavia esse presentano una elevata densità di difetti strutturali estesi in conseguenza della crescita epitassiale su substrati (zaffiro, SiC) aventi costanti reticolari diverse. Inoltre nelle nanostrutture di nitruri sono presenti campi elettrici interni (MV/cm) dovuti alla polarizzazione spontanea ed a quella piezoelettrica che ne riducono l'efficienza radiativa. Nel caso in cui la nanostruttura sia realizzata utilizzando una lega a base di Indio si osserva la formazione di agglomerati di Indio che danno luogo a minimi locali di potenziale in cui possono essere localizzati gli elettroni e le lacune. Tuttavia, nonostante la bassa qualità del materiale se confrontata ad esempio con le nanostrutture a base di GaAs, i LED realizzati con pozzi quantici di nitruri (ed in particolare utilizzando la lega ternaria *InGaN* per confinare portatori fra due barriere di *GaN*) hanno un'elevata efficienza radiativa. In questa tesi ho studiato pozzi quantici di InGaN fra barriere di GaN: i pozzi quantici sono inseriti fra due regioni di GaN drogate p ed n per realizzare un LED. I campioni analizzati sono stati cresciuti epitassialmente all'Università di Cambridge e differiscono per la densità di dislocazioni (threading dislocation density, TDD) e per il trattamento termico post-crescita (annealing). Sui campioni ho effettuato misure di eccitazione della fotoluminescenza (PLE), cioè ho acquisito spettri di fotoluminescenza (PL) al variare dell'energia di eccitazione, e di fotoluminescenza risolta nel tempo (TR-PL), utilizzando in questo ultimo caso la tecnica di correlazione temporale di singolo fotone (TCSPC). Eccitando i campioni con fotoni di energia 3.5 eV si ha creazione di coppie elettrone-lacuna sia nelle regioni di barriera che nel pozzo: in questo caso gli spettri di PL mostrano emissioni dovute a ricombinazioni tra stati estrinseci (donori-accettori), che sono più marcate nei campioni non trattati termicamente ed in quelli con più alta TDD. Poiché tali emissioni non sono più presenti eccitando con fotoni di energia < 3.5 eV (quindi creando portatori solo nel pozzo di potenziale), se ne conclude che la ricombinazione donore-accettore origina dalle regioni p e n del GaN. Gli spettri di PLE, che risultano molto simili per tutti i campioni studiati a prescindere dalla TDD e dall'annealing, mostrano una serie di strutture associabili alle sottobande del pozzo quantico ed alla barriera. Lo spostamento verso bassa energia (Stokes shift), pari a circa 350 meV, del massimo della PL rispetto al primo massimo osservato in PLE, corrispondente al I picco di assorbimento nel pozzo, indica una forte localizzazione dei portatori di carica in stati di energia inferiore rispetto a quella del primo livello confinato del pozzo di InGaN. Dalle misure di TR-PL si ricavano invece informazioni sulla cinetica di ricombinazione dei portatori di carica. Per comprendere se il trattamento termico e le dislocazioni influiscano su tale processo ho effettuato misure eccitando portatori solo nel pozzo di *InGaN* e poi anche nella barriera di *GaN*. Dalle misure di TR-PL utilizzando la correlazione temporale di singolo fotone eccitando i campioni a 2.97 eV si osserva che i tempi di ricombinazione dei portatori non variano in modo significativo per i 4 campioni (tempo caratteristico 5ns), dunque l'annealing e le dislocazioni non influiscono sulla cinetica di ricombinazione quando i portatori vengono creati direttamente nel pozzo. I tempi di ricombinazione aumentano invece al crescere dell'energia di eccitazione e ciò può essere attribuito ad un trasporto di portatori dalla barriera al pozzo il cui contributo dipende dalla qualità dei campioni ed in particolare dalla densità di dislocazioni.