

NOVEL PHOTONIC STRUCTURES FOR LIGHT-MATTER INTERACTION CONTROL AND SENSING APPLICATIONS

CANDIDATO: Dario Balestri

TUTOR: Prof. Massimo Gurioli

L'attività di ricerca prevede lo studio sperimentale di strutture fotoniche ordinate e disordinate, con emissione nel visibile o nel vicino infrarosso, opportunamente progettate per permettere l'osservazione e la modulazione degli effetti di accoppiamento con la radiazione elettromagnetica. Verranno trattati sistemi, detti attivi, all'interno dei quali sono inseriti emettitori di luce (punti quantici), che possono essere studiati con esperimenti di fotoluminescenza, e sistemi passivi, che richiedono invece misure di *scattering* di luce. Generalmente gli esperimenti saranno condotti mediante un apparato sperimentale basato su un microscopio a scansione in campo vicino (SNOM), la cui elevata risoluzione spaziale (dell'ordine di 200 nm, non limitata dalla diffrazione) permette di risolvere i dettagli sub-micrometrici delle strutture investigate. Mediante questo *setup* è inoltre possibile controllare finemente le proprietà spettrali della radiazione localizzata in tali strutture mediante tecniche già presentate in letteratura (*tuning* elettro-meccanico, ossidazione foto-indotta, infiltrazione e *tuning* termico). In parallelo verrà condotto uno studio numerico di tali sistemi (con simulazioni basate sulla tecnica *Finite Difference Time Domain*), che funge da guida per la parte sperimentale del lavoro e consente inoltre la progettazione di dispositivi con proprietà ottiche ottimizzate.

Tra le strutture fotoniche ordinate che verranno analizzate si trovano, in particolare, sistemi di cavità accoppiate realizzate su due membrane dielettriche parallele, poste ad una distanza che può essere modificata per mezzo dell'applicazione di una forza meccanica sulla superficie del campione grazie all'utilizzo del microscopio SNOM. In tali sistemi, la variazione della distanza tra le membrane produce una modifica della posizione delle risonanze dei modi localizzati, la cui entità varia a seconda dell'accordo tra la distribuzione spaziale dei modi e il punto di applicazione della forza. Questo apre la strada all'utilizzo di tali dispositivi come sensori di forza su scala nanometrica ad alta risoluzione spaziale, garantita dall'utilizzo dell'apparato di microscopia in campo vicino. L'analisi numerica preventiva di tali dispositivi permette di eseguire uno studio di fattibilità della realizzazione dei sensori e di avere indicazioni sulla morfologia del sistema di cavità accoppiate che ottimizza la risoluzione di tali dispositivi. Inoltre, il confronto tra i risultati delle simulazioni e delle misure di caratterizzazione ottica permette di fare luce sull'entità e gli effetti del disordine spurio, inevitabilmente introdotto dal processo di fabbricazione delle strutture.