

Candidato: Curzio Bianchi curzio.bianchi@gmail.com

Titolo della tesi: Controllo dell'accoppiamento dei modi in molecole fotoniche

Relatore: Dott.ssa Francesca Intonti intonti@lens.unifi.it

Lo scopo di questo lavoro di tesi è la modifica sperimentale del fattore di accoppiamento dei modi di una molecola fotonica.

Nei cristalli semiconduttori la struttura a bande è dovuta al potenziale periodico a cui sono soggetti gli elettroni; allo stesso modo in un cristallo in cui l'indice di rifrazione varia in modo periodico, cioè un cristallo fotonico, è possibile creare una banda proibita per i fotoni (*band gap*), ovvero un intervallo di frequenze per il quale la luce non può propagarsi all'interno del cristallo. Il comportamento della luce in un cristallo fotonico è quindi molto simile a quello degli elettroni in un cristallo semiconduttore. In base a questa analogia si comprende anche come introducendo un difetto nel cristallo fotonico, ovvero rompendo la disposizione periodica dei dielettrici, sia possibile introdurre uno stato permesso all'interno del *band gap*; il modo creato viene riflesso alle pareti della microcavità e confinato all'interno del difetto, poiché nel cristallo la luce non può propagarsi a causa della mancanza di stati permessi.

In questo lavoro di tesi sperimentale sono stati studiati sistemi composti da due microcavità fotoniche su membrana, nominalmente identiche e separate da una distanza pari a un passo reticolare, ovvero confrontabile all'estensione spaziale dei modi delle singole cavità. Ciò permette la sovrapposizione spaziale dei modi delle singole cavità creando le condizioni per un loro accoppiamento. Due cavità fotoniche accoppiate sono anche chiamate *molecole fotoniche* poiché in seguito all'accoppiamento dei modi si formano due stati separati spettralmente e di parità opposta, uno legante e uno antilegante, analogamente a ciò che accade in una molecola chimica. Tuttavia, nelle molecole fotoniche reali l'accoppiamento dei modi può essere degradato dal disordine strutturale inevitabilmente introdotto in fase di fabbricazione; è quindi necessario agire a posteriori per compensare il disordine ed essere in grado di farlo in modo *locale*, dato che l'ambiente dielettrico a cui sono soggetti i modi dipende dalla distribuzione spaziale dei modi stessi. Inoltre, in questo ambito un aspetto importante riguarda la possibilità di controllare l'accoppiamento dei modi, e di conseguenza la loro separazione spettrale, così da accordarli in frequenza al valore desiderato per un'applicazione specifica.

In questo lavoro di tesi ci si è concentrati sulla modifica *locale* e *controllata* dell'accoppiamento dei modi, realizzata attraverso due tecniche: l'ossidazione fotoindotta e la micro-infiltrazione di liquido nel cristallo fotonico. Mediante queste due tecniche è stato possibile modificare le proprietà morfologiche e dielettriche delle cavità andando a variare localmente ed in maniera controllata l'indice di rifrazione; ciò ha determinato, rispettivamente, una diminuzione e un incremento dell'accoppiamento dei modi della molecola fotonica.