

Strutture fotoniche su doppia membrana per applicazioni sensoristiche

Relatore: Francesca Intonti (intonti@lens.unifi.it)

Candidato: Nicoletta Granchi (nicoletta.granchi@stud.unifi.it)

I cristalli fotonici, grazie alla possibilità di confinare la luce all'interno di micro-cavità, si candidano ad essere i costituenti elementari per una nuova generazione di dispositivi in circuiti integrati in cui l'informazione è trasportata da fotoni anziché da elettroni. La complessa fabbricazione di questi dispositivi è spesso soggetta a piccole imperfezioni, che hanno un notevole impatto sulle proprietà ottiche delle cavità e sui relativi modi; tra le diverse tecniche di post-fabbricazione sviluppate per compensare il disordine ed ottenere un *tuning* delle risonanze dei modi di cavità, in modo da accordarle con quelle richieste per una specifica applicazione, è stata recentemente proposta l'attuazione meccanica mediante sonda SNOM (Microscopio ottico a scansione in campo vicino). Questa tecnica è promettente anche per quanto riguarda la possibilità di future applicazioni: sfruttando la forza esercitata sulla superficie del campione, si apre la strada alla progettazione di sensori di massa e accelerazione su scala micro e nanometrica. Il metodo di *tuning* SNOM si basa sulle proprietà optomeccaniche dei risonatori nano-meccanici composti da molecole fotoniche riconfigurabili: nello specifico, dispositivi su doppia membrana di cristallo fotonico.

In questo lavoro di tesi è stata studiata una struttura di 4 cavità fotoniche accoppiate con una ben precisa geometria, su due membrane nominalmente identiche (che presentano quindi lo stesso disegno fotonico). Il problema relativo al sistema di cavità multiple (in definitiva 8), viene affrontato da un punto di vista analitico avvalendosi del formalismo della fisica dei sistemi accoppiati, dal punto di vista di simulazioni numeriche, e da un punto di vista sperimentale. Il modello emerso nella trattazione teorica ha permesso lo sviluppo dello studio di fattibilità di un sensore ottico di posizione, basato sulle proprietà optomeccaniche dei dispositivi fotonici su doppia membrana. È stato dimostrato in precedenza che variando tramite attuazione SNOM la distanza tra le membrane di una struttura fotonica, in cui si verifica l'accoppiamento verticale dei modi localizzati, se ne riesce a modificare il fattore di accoppiamento. Uno degli scopi di questa tesi è stato quello di andare a capire se, sfruttando l'estensione spaziale dei modi di accoppiamento di più cavità nel piano su doppia membrana, fosse possibile correlare la posizione in xy dell'attuazione meccanica con un eventuale *tuning* spettrale dei modi molecolari, e ottenere così un sensore ottico di posizione oltre che di forza. La caratterizzazione ottica in campo vicino preliminare alle misure di *tuning* sulle strutture studiate ha permesso infine, combinata al modello analitico sviluppato, di dare una stima del disordine in esse presenti, utile come punto di partenza di tecniche di post-fabbricazione per l'eventuale compensazione del disordine, ma anche come valorizzazione della risposta sensoristica.