

Sviluppo di litografia laser per cristalli fotonici elastomerici tridimensionali

Candidato: **Isabella De Bellis** (isabella.debellis@stud.unifi.it)

Relatore: **Prof. Diederik Sybolt Wiersma** (wiersma@lens.unifi.it)

Negli ultimi decenni la fotonica sta ricoprendo un ruolo sempre più dominante nelle nuove tecnologie, riscontrando una grande diffusione nell'ambito della sensoristica, delle telecomunicazioni, delle applicazioni bio-mediche e, in particolare, dei circuiti ottici integrati. Anche se la fotonica su silicio rimane la tecnologia dominante e più diffusa, strutture fotoniche in polimero mostrano buona qualità ottica, bassi costi ed offrono la possibilità di integrare materiali diversi con nuove funzionalità.

Questo lavoro di tesi, svolto presso l'*European Laboratory for Non-Linear Spectroscopy (LENS)*, propone la combinazione di una tecnica litografica laser con polimeri elastici fotoreponsivi al fine di realizzare microstrutture fotoniche con proprietà ottiche dinamicamente controllate.

E' stata dimostrata la possibilità di realizzare cristalli fotonici di tipo *woodpile* in una matrice polimerica di elastomeri liquido cristallini (LCE). Questi materiali innovativi sono particolarmente attraenti per la loro peculiare proprietà di deformarsi, in maniera completamente reversibile, in risposta ad uno stimolo luminoso remoto e non invasivo.

Nonostante la natura soffice di questi materiali è stata realizzata una struttura fotonica *woodpile* con una *stop band* tra 1450 nm e 1600 nm e un'attenuazione della trasmissione pari a circa il 58%. E' stato, inoltre, verificato che sottoponendo la struttura a variazioni in temperatura si inducono variazioni nella forma della *stop band*, mentre lo studio della dinamica temporale della deformazione di queste strutture a uno stimolo luminoso ha evidenziato una risposta e un rilassamento di circa 10 ms, aprendo ad applicazioni in diversi campi.

Questi risultati rappresentano un promettente primo passo per la realizzazione di *stop band*, tra 1450 nm e 1600 nm, ottenute con una struttura fotonica complessa *woodpile* di LCE, che nell'attuale stato dell'arte risulta assente.

La novità di questo lavoro è stata, dunque, l'utilizzo per la fabbricazione di una struttura di tipo *woodpile* con questi materiali innovativi, i cui maggiori pregi sono la capacità di modificare la propria forma in risposta ad uno stimolo esterno (campo elettrico o magnetico o variazioni di temperatura) consentendo di controllare il comportamento del cristallo micrometrico fabbricato. Per migliorare la rigidità e la risoluzione delle strutture è stato esaminato, con l'impiego di una cella *Peltier* appositamente progettata, il processo di fotopolimerizzazione a temperature inferiori alla temperatura ambiente.

E' stato, quindi, dimostrato per questa tecnica litografica come la diminuzione di temperatura consenta sia di diminuire l'*aspect ratio* del *voxel*, che diventa dunque confrontabile con quello dei materiali commerciali sia di ridurre la deformazione della struttura.

Un'ulteriore ottimizzazione dei parametri fabbricativi a bassa temperatura consentirà la realizzazione di un cristallo *woodpile* di LCE come dispositivo in grado di realizzare un fitro dinamico nella banda delle telecomunicazioni, opportunamente controllato e modificato in frequenze tramite uno stimolo ottico esterno.