

Conception de guides chiroptiques canaux : photonique à polarisation contrôlée

Laboratoire : Institut Lumière Matière

Équipe : Matériaux et Nanostructures Photoniques

Responsables de stage : Alban Gassenq (MCF), Stéphan Guy (Pr)

Contacts : alban.gassenq@univ-lyon1.fr, stephan.guy@univ-lyon1.fr

Membres de l'équipe d'encadrement : S. Guy, A. Gassenq, A Bensalah, B. Baguenard

Les matériaux chiroptiques constituent l'une des thématiques de l'équipe "*Materials and Photonic Nanostructures*" [1, 2]. Nous cherchons, à l'aide de ces matériaux, à développer une nouvelle photonique capable de propager n'importe quelle polarisation plutôt que les standards TE/TM obligatoires avec les matériaux usuels. La première étape a été réalisée récemment avec la contrôle de la polarisation dans des guides d'ondes plan [3].

Nous voulons maintenant concevoir des circuits optiques à polarisation contrôlée. L'objectif final est la conception de capteurs miniaturisés optiques permettant le contrôle rapide et à bas coût de la chiralité. La chiralité étant un clef de la vie ([a](#), [b](#)), son contrôle est crucial dans différent domaine dont l'industrie pharmaceutique, l'agro-alimentaire, l'environnement...

Travail demandé : L'objectif du stage sera de réaliser des circuits optiques à base de couches chirales [3] intégrés sur des puces en Silicium de quelques cm². Ces circuits seront conçus à partir de guides d'onde mesurant quelques microns de section sur quelques cm de longueur. Nous disposons pour cela de couche minces chirales de différents matériaux. Il s'agira, à l'aide de procédés de micro-structuration, de fabriquer des canaux dans ses couches minces pour en faire des guides d'ondes optique. Trois procédés de mises en forme seront étudiés : la structuration par gravure sèche, l'utilisation de couches chirales-photosensibles et le micro-transfert. Ces procédés utilisent des techniques (lithographies UV, gravures ionique réactive, gravures chimiques...) standards issues de la microélectronique et facilement accessibles sur les plateformes technologiques de Lyon (salles blanches Nano-Lyon...). Une attention particulière devra être portée à la transposition de ces méthodes à nos matériaux hybrides chiraux afin de conserver la chiralité.

L'étudiant sera impliqué dans l'ensemble des étapes de la conception des dispositifs optiques. En partant de couches minces, il réalisera les étapes de lithographie, de gravure et caractérisera les guides obtenus (microscopies puis pertes de propagation et modes de polarisation).

Compétences requises : goût pour le travail expérimental, optique, photonique, mise en forme technologiques.

Ouverture vers un sujet de thèse : Oui, avec des dispositifs photoniques plus complexes pour la bio-détection. Type de financement envisagé : Bourse ministère.

Références :

[1] D. Hadiouche et al, "*Optimization of optical properties of high chiral planar waveguides obtained from a non-aqueous sol gel method.*" *Optical Materials*, **2014** <https://doi.org/10.1016/j.optmat.2013.12.016>

[2] Amina Bensalah-Ledoux et al, "*Large-scale synthesis of helicene-like molecules for the design of enantiopure thin films with strong chiroptical activity*" *Chem. A Eur. Jour.*, **2016** <https://doi.org/10.1002/chem.201504174> □

[3] Stéphan Guy et al, "*Full polarization control of optical planar waveguides with chiral material.*" *ACS Photonics*, **2017** <https://doi.org/10.1021/acsphotonics.7b00975>

Development of chiroptic waveguide: toward the full polarization control in integrated photonics

Laboratoire : Institut Lumière Matière

Équipe : Matériaux et Nanostructures Photoniques

Responsables de stage : Alban Gassenq (MCF), Stéphan Guy (Pr)

Contacts : alban.gassenq@univ-lyon1.fr, stephan.guy@univ-lyon1.fr

Membres de l'équipe d'encadrement : S. Guy, A. Gassenq, A Bensalah, B. Baguenard

Chiroptic materials [1, 2] are one of the main axis of the « Materials and Photonics Nanostructures » team at the Institute Light Matter in Lyon. Currently, we aim for developing new photonics devices which can propagate any kind of polarization instead of the TE/TM standard with usual materials.

In 2017, we succeeded in the circular polarization propagation demonstration in planar waveguides [3]. Nowadays, we want to develop fully controlled polarization optical circuits to fabricate low cost, fast and extremely compact chiral sensors. Since, chirality is essential (a, b) in all field in direct interaction with life (pharmacology, food-processing, ecology...) the developed sensors will find many applications in our society.

Internship work: the objective will be to fabricate optical circuits using our chiral layers [3] integrated on few cm² surfaces Si chips. Such circuits will be made from optical waveguide with few μm² section and cm length. Using usual microelectronics process, the intern will fabricate ridge waveguide from the chiral layers. Three processes will be compared: direct etching, chiral photosensitive layers, and micro-transfer. Such processes use standard microelectronics technics (UV lithography, RIE, wet etching...) available in the Lyon technologic platforms (NanoLyon cleanroom...). The developed process will have to take care of the chiral properties of the layers.

The student will work in the full device process. Starting from chiral layers, he will do himself the lithography step, the micro-structuration and the optical characterization (losses and polarization measurements). Simulation and designing will be also potentially studied.

Needed skills: Experimental work, optics, photonics, device processing

PhD thesis potential: yes, with more complex optical circuit for sensing applications

References:

[1] D. Hadiouche et al, "Optimization of optical properties of high chiral planar waveguides obtained from a non-aqueous sol gel method." *Optical Materials*, **2014** <https://doi.org/10.1016/j.optmat.2013.12.016>

[2] Amina Bensalah-Ledoux et al, "Large-scale synthesis of helicene-like molecules for the design of enantiopure thin films with strong chiroptical activity" *Chem. A Eur. Jour.*, **2016** <https://doi.org/10.1002/chem.201504174>

[3] Stéphan Guy et al, "Full polarization control of optical planar waveguides with chiral material." *ACS Photonics*, **2017** <https://doi.org/10.1021/acsp Photonics.7b00975>