

Stage M2 (H/F) : Indice optique de diélectriques légèrement absorbant à l'échelle nanométrique.

Notre projet est la réalisation d'un laser polaritonique dans l'UV (360-380 nm) basé sur une cavité hybride intégrant une couche active en GaN ou ZnO et deux miroirs « DBR » très réfléchissants [1, 2]. Les DBRs sont réalisés par un empilement périodique de couches quart d'onde en oxydes de silicium (57nm) et d'Hafnium (43nm), choisis pour leur transparence théorique (longueur d'onde de coupure due au gap : 225 nm pour HfO₂ et 140 nm pour SiO₂).

Le dépôt de ces deux oxydes est réalisé par évaporation (chauffage par canon à électrons) assistée par un faisceau d'ions. Des mesures d'ellipsométrie permettent, par une rétroaction en temps réel sur la durée du dépôt, d'obtenir pour chaque couche et avec une grande précision l'épaisseur optique souhaitée. Cependant cette technique de dépôt, utilisant des conditions assez éloignées des conditions optimales de croissance, peut conduire à la présence de défauts ayant, entre autres, comme conséquences une absorption parasite dans le domaine spectral d'intérêt, qui même très faible, peut limiter la réflectivité du DBR donc les performances du laser.

L'objectif de ce stage est la mesure de l'indice optique complexe des deux oxydes constituant ce miroir DBR, en particulier les faibles valeurs de leur partie imaginaire κ .

Les méthodes classiques de mesure (p.e. ellipsométrie) ne permettent pas de répondre à cette question pour deux raisons principales : la couche est fine (~ 50 nm) et leur absorptivité est faible ($\kappa \sim 10^{-3} - 10^{-4}$ à 360 nm). On peut contourner cette difficulté en structurant la couche de diélectrique à étudier de façon (1) à concentrer le champ électromagnétique dans le matériau et (2) faire interférer de façon constructive les réponses optiques des différents éléments de la structuration. L'absorptivité du matériau est alors déterminée à partir de la mesure de la réflexion en champ lointain.

Le stage de M2 proposé consistera (1) à concevoir des structures diélectriques optimisant cet effet pour réduire les incertitudes de mesure de l'indice, (2) à déterminer avec les technologues les conditions de fabrication et, (3) si la durée du stage le permet, de mettre en pratique cette méthode sur un premier échantillon.

Le/la stagiaire aura un très bon niveau de physique générale, un intérêt marqué pour l'électromagnétisme et la simulation numérique. Il/elle saura, de plus, concilier le travail d'équipe indispensable à ce genre d'étude avec un esprit d'initiative, un esprit critique et une autonomie certaine dans son travail.

Ce stage de M2, d'au moins 4 mois se déroulera au C2N. En cas de succès, ce stage se poursuivra par une thèse.

Contacts :

- Xavier Lafosse : xavier.lafosse@c2n.upsaclay.fr
- Jean-Luc Pelouard : jean-luc.pelouard@c2n.ipsaclay.fr

Références :

- [1] F. Li et al. *From excitonic to photonic polariton condensate in a ZnO-based microcavity*, Phys. Rev. Lett. **110**, 196406 (2013), doi : 10.1103/PhysRevLett.110.196406
- [2] F. Réveret et al. *High reflectance dielectric distributed Bragg reflectors for near ultra-violet planar microcavities: SiO₂/HfO₂ versus SiO₂/SiN_x*, J. Appl. Phys. **120**, 093107 (2016), doi : 10.1063/1.4961658