

Ecole Doctorale des Sciences Fondamentales

SUJET DE THESE

Titre de la thèse : Spectroscopie optique de nanostructures pour la réalisation d'un laser à polaritons injecté électriquement fonctionnant dans l'UV à température ambiante.

Directeurs de thèse : Pierre Disseix, Joël Leymarie,

Co-encadrant: François Reveret

Unité de rattachement : Institut Pascal UMR 6602 CNRS/UCA/SIGMA, Axe PHOTON

Equipe : Opération Spectroscopie des Solides

Etablissement de rattachement : Université Clermont-Auvergne (UCA), France

Courriel et téléphone : pierre.disseix@uca.fr, joel.leymarie@uca.fr, +33 (0)4 73 40 70 26

Résumé :

Dans le cadre du projet ANR "Plug-and-Bose" (2016- 2020), l'Opération Spectroscopie des Solides participe à la conception et à l'étude d'un laser UV à polaritons injecté électriquement fonctionnant à la température ambiante, et à l'évaluation de son potentiel comme source optique cohérente à faible consommation électrique. Dans ce type de laser, le mécanisme de « gain » n'est pas l'émission stimulée mais la diffusion stimulée des polaritons par l'état final; les seuils, observés expérimentalement sont de un à deux ordres de grandeur plus faibles que dans une diode laser conventionnelle.

Deux géométries seront appréhendées. La première consiste en une structure à microcavité verticale à émission par la surface permettant l'obtention de polaritons de cavité en régime de couplage fort et leur condensation dans l'état fondamental. Cette géométrie qui est la plus mature en polaritonique^{1,2} a déjà été testée sous injection optique mais la démonstration d'un VCSEL (Vertical Cavity Surface Emitting Laser) à polaritons injecté électriquement constituerait une percée majeure dans le domaine de la polaritonique. Le deuxième type de géométrie qui sera étudié repose sur l'utilisation d'une structure guide d'onde qui permettrait d'obtenir des polaritons guidés résultant du couplage fort entre un mode du guide et les excitons avec une émission par la tranche.

Le travail de thèse comportera donc plusieurs volets:

- l'étude de microcavités planaires à base de GaN et ZnO sous injection optique puis électrique : les études menées auront pour objectif principal d'obtenir le seuil laser le plus faible possible (optimisation de la cavité, utilisation de pièges polaritoniques,...)
- l'optimisation de structures de type guide d'onde polaritonique (simulation numérique des modes, confinement optique)
- la mise en évidence expérimentale du régime de couplage fort dans les guides polaritoniques. L'étude du couplage fort exciton-mode optique pourra être menée dans une structure guidante sur laquelle seront gravés deux réseaux pour l'injection et la collecte du flux lumineux. L'effet laser à polaritons guidés sera également recherché lors d'expériences sous forte excitation optique réalisée à l'aide d'un laser pulsé.

Le candidat recherché pour cette thèse aura le goût pour les expériences et sera amené à utiliser un large éventail de techniques de spectroscopie optique (micro-photoluminescence, imagerie en espace direct, imagerie de Fourier, micro-réflexivité, interférométrie,...). Il saura également appréhender les notions fondamentales de physique des semi-conducteurs qui lui permettront d'interpréter et de simuler les observations expérimentales.

(1) O. Jamadi, F. Réveret, E. Mallet, P. Disseix, F. Médard, M. Mihailovic, and D. Solnyshkov, G. Malpuech, J. Leymarie, S. Bouchoule, X. Lafosse, F. Li, M. Leroux, F. Semond, J. Zuniga-Perez, **Phys. Rev. B** **115205**, **1** (2016).

(2) F. Li, L. Orosz, O. Kamoun, S. Bouchoule, C. Brimont, P. Disseix, T. Guillet, X. Lafosse, M. Leroux, J. Leymarie, M. Mexis, M. Mihailovic, G. Patriarche, F. Réveret, D. Solnyshkov, J. Zuniga-Perez, and G. Malpuech, **Phys. Rev. Lett.** **110**, **196406** (2013).