

LASER RUBAN A POLARITONS : DU GUIDE D'ONDE EN ZNO AU LASER A TEMPERATURE AMBIANTE

G. Kreyder^{a,*}, F. Réveret^a, P. Disseix^a, F. Médard^a, M. Mihailovic^a,
D. Solnyshkov^a, G. Malpuech^a, A. Moreau^a, J. Leymarie^a, E. Cambri^b,
S. Bouchoule^b, M. Leroux^c, C. Deparis^c, J. Zuniga-Perez^c

- a. Université Clermont Auvergne, CNRS, SIGMA Clermont, Institut Pascal, 63000 Clermont-Ferrand, France
- b. Centre de Nanosciences et de Nanotechnologies, CNRS, Université Paris Sud, Université Paris-Saclay, C2N-Marcoussis, 91460 Marcoussis, France
- c. Université Côte d'Azur, CNRS, CRHEA, Rue Bernard Gregory, 06560 Valbonne, France

* E-mail : Geoffrey.KREYDER@uca.fr

Les exciton-polaritons (polaritons) résultent du couplage fort entre un mode photonique et une transition excitonique. Ils se comportent comme des quasi-particules bosoniques ce qui a permis d'apporter la preuve de leur condensation de Bose-Einstein, de démontrer la superfluidité du condensat polaritonique et d'étudier divers types de défauts topologiques. Le laser à polaritons, contrairement à un laser « classique », ne nécessite aucune inversion de population : la relaxation des polaritons est stimulée par l'occupation de l'état final et leur recombinaison produit une émission cohérente de lumière. Ce mécanisme permet d'envisager une diode laser présentant un faible seuil. Celui-ci correspond à la puissance d'excitation nécessaire pour obtenir la condensation des polaritons.

La physique des polaritons a largement été étudiée dans les microcavités planaires pour des semi-conducteurs à large bande interdite tels que le nitrure de gallium (GaN) ou l'oxyde de zinc (ZnO), notamment l'effet laser à polaritons sous excitation optique à température ambiante. Récemment une géométrie unidimensionnelle est apparue comme intéressante, vu qu'elle permet de longues distances de propagation (100 μm) par l'intermédiaire de modes guidés et qu'elle pourrait ouvrir la voie à des composants polaritoniques pour l'informatique optique.

Nous étudions deux guides d'onde à base de $\text{ZnO-Zn}_x\text{Mg}_{1-x}\text{O}$, élaborés par épitaxie par jets moléculaires (MBE) sur des substrats de ZnO plan-m. L'épaisseur de la couche active des structures étudiées est soit de 50 nm (échantillon 1) ou de 130 nm (échantillon 2). L'échantillon 1 est recouvert par une couche de SiO_2 sur laquelle sont gravés des réseaux, perpendiculaires à l'axe c de ZnO, dont la périodicité permet d'extraire les modes polaritoniques guidés. L'échantillon 2, comme l'échantillon 1, est traversé par une série de fissures qui assurent le confinement dans le plan (résonateurs) en même temps que l'extraction de la lumière. Dans un premier temps, les propriétés linéaires des polaritons sont étudiées par des expériences de micro photoluminescence en champ lointain (imagerie de Fourier) : la relation de dispersion est obtenue à partir du réseau de l'échantillon 1. Des simulations numériques basées sur la résolution des équations de Maxwell et la continuité du champ électromagnétique dans les différentes couches donnent une estimation du couplage de Rabi. Dans un deuxième temps, l'effet laser est étudié pour les deux échantillons de 5 K à température ambiante sous injection optique. La combinaison de ces expériences montre sans ambiguïté la nature polaritonique du mode laser jusqu'à 300 K.

Projet supporté par l'ANR (PLUG-AND-BOSE ANR-16-CE24-0021) et le réseau RENATECH.