

Spécialité de Master « Optique, Matière, Plasmas »

Stage de recherche (4 mois minimum, à partir de début mars 2011)

Proposition de stage pour l'année 2010-2011

Date de la proposition : Octobre 2010

Responsable du stage / internship supervisor:			
Nom / name:	Colombelli	Prénom/ first name :	Raffaele
Tél :	01 69157865	Fax :	01 69154115
Courriel / mail:	raffaele.colombelli@u-psud.fr		
Nom du Laboratoire / laboratory name: Institut d'Electronique Fondamentale			
Code d'identification : UMR8622		Organisme : Université Paris Sud et CNRS	
Site Internet / web site: http://pages.ief.u-psud.fr et aussi http://pages.ief.u-psud.fr/~colombel/index.htm			
Adresse / address: Université Paris Sud, 91405 Orsay			
Lieu du stage / internship place: Institut d'Electronique Fondamentale - Orsay			

Titre du stage / internship title: Ultrasmall THz micro-cavity lasers

Résumé / summary

Les lasers à cascade quantique (QC) sont des lasers à semiconducteurs à injection électrique. Ils fonctionnent sur un principe différent de celui des diodes lasers : dans les lasers QC la lumière est émise lorsque les électrons font un «saut quantique» entre les niveaux d'un système à puits quantiques multiples. La possibilité de concevoir quasi arbitrairement ces puits quantiques donne aux lasers QC leur flexibilité en longueur d'onde : il devient ainsi possible de couvrir une gamme spectrale dans laquelle peu de sources sont disponibles (la région du THz, $70 \mu\text{m} < \lambda < 200 \mu\text{m}$) [1].

Ces lasers - constitués d'hétérostructures semiconductrices de GaAs/AlGaAs - utilisent des guides d'ondes comportant un double revêtement de métal [2]. Ce type de structures est généralement utilisé pour les lasers QC THz en raison des faibles pertes optiques et du haut facteur de confinement qu'ils permettent d'obtenir. En particulier, l'utilisation des guides métalliques offre la possibilité de confiner la lumière d'une façon extrême, jusqu'à des volumes extrêmement petits par rapport à la longueur d'onde d'émission [3,4]. Le confinement extrême de la lumière est un sujet en pleine expansion, avec applications possibles aux dispositifs lasers, à l'exaltation de l'émission spontanée, jusqu'à l'étude d'effets subtils comme l'effet Purcell.

Ce stage - qui est à la fois théorique et expérimental - se focalisera sur l'étude de ce type de laser THz à confinement optique extrême et volumes ultra-réduits. Nous avons déjà démontré que - pour des lasers fonctionnant à $\lambda=100 \mu\text{m}$ - il est possible de réduire l'épaisseur de la région active jusqu'à $1.75 \mu\text{m}$ tout en maintenant l'effet laser. Le but de ce stage s'inscrit dans la suite de ce résultat.

La première étape consistera en une étude théorique/numérique d'identification des facteurs qui déterminent le fonctionnement des lasers avec de dimensions sub-longueur-d'onde. Notamment, la question des facteurs de qualité radiatifs - qui deviennent probablement le facteur limitant - sera approfondie. Des premières structures seront aussi fabriquées à partir des résultats des simulations. Il s'agira alors d'étudier les caractéristiques optiques et électriques de ces dispositifs, puis, par comparaison avec la modélisation, de les optimiser. Des caractérisations en champ proche seront également menées.

Techniques utilisées : Le stagiaire développera des compétences à l'état de l'art en termes de modélisation électromagnétique de nano/micro-résonateurs, physique et technologie des dispositifs à semiconducteurs, spectroscopie à transformée de Fourier, caractérisations électriques et optiques des composants optoélectroniques, modélisation du confinement quantique.

Qualités du candidat requises : Des connaissances de base en optique, physique des semiconducteurs et hétérostructures quantiques. Pré-requis souhaités en techniques de mesure optique et électronique.

Références :

- [1] R. Kohler, et al., « Terahertz semiconductor-heterostructure laser », Nature **417**, 156 (2002).
- [2] C. Unterrainer, et al., « QCLs with Double Metal-Semiconductor Waveguide Resonators », Appl. Phys. Lett. **80**, 3060 (2002).
- [3] Y. Chassagneux, et al., "THz microcavity lasers with sub- λ mode volumes ...", Appl. Phys. Lett. **90**, 091113 (2007).
- [4] C. Walther et al., "Microcavity Laser Oscillating in a Circuit-Based Resonator", Science **327**, 1495 (2010).

Ce stage pourra-t-il se prolonger en thèse ? Possibility of a PhD ? : OUI

Si oui, financement de thèse envisagé/ financial support for PhD: Bourse cofinancée, bourse ministère

Lasers et matière	X	Lumière, Matière : Mesures Extrêmes	
Optique de la science à la technologie	X	Physique des plasmas	