



Soutenance de thèse

Lundi 11 décembre 2017

14 h – C2N, Site d'Orsay, Bâtiment 220 - 91405 Orsay

Salle 44 (P. Grivet)

Vladyslav VAKARIN

« **Composants optoélectroniques à base d'alliages SiGe riches en Ge pour le proche et moyen infrarouge** »

Composition du jury proposé

Jean-Jacques Greffet	Professeur, IOGS (LCF- Laboratoire Charles Fabry)	Examineur
Joel Charrier	Maître de Conférences, Université Rennes 1 (Foton)	Rapporteur
Eric Tournié	Professeur, Université de Montpellier (IES)	Rapporteur
Pierre Labeye	Chercheur, CEA LETI	Examineur
Charles Baudot	Chercheur, ST Microelectronics	Examineur
Delphine Marris-Morini	Professeur, Université Paris Sud (C2N)	Directrice de thèse

Résumé

Aujourd'hui les interconnexions optiques ont devancé les interconnexions électriques à longue, moyenne et courte distance dans le domaine des télécommunications. La photonique silicium a connu un tel développement que même les interconnexions inter et intra puces deviennent progressivement à dominante optique. En revanche, la multiplication des terminaux d'accès et l'augmentation constante du volume de données échangées imposent l'apparition de nouveaux composants avec une consommation énergétique encore plus faible. Dans ce contexte, les composants optoélectroniques à faible consommation à base des puits quantiques Ge/SiGe ont été développés. Jusqu'à présent l'utilisation des puits quantiques Ge/SiGe était seulement limitée aux modulateurs à électro-absorption. Les travaux menés durant la première partie de ma thèse consistaient à étudier un nouveau type de région active à base de puits quantiques Ge/SiGe couplés. Ces études ont abouti à la démonstration d'un effet d'électro-réfraction géant dans ces structures. La région active basée sur les puits couplés donne lieu à une variation de l'indice de réfraction de 2.3×10^{-3} sous une tension de 1.5 V seulement. L'utilisation d'un tel effet pour la réalisation de modulateurs optiques intégrés a ensuite nécessité le développement des briques de base passives afin d'obtenir une structure interférométrique. Des virages compacts et des interféromètres de Mach Zehnder sont conçus, fabriqués et caractérisés avec succès.

La sensibilité de ces structures à la polarisation est évaluée par simulation numérique et les structures insensibles à la polarisation sont conçues. Un modulateur à électroréfraction intégré est ensuite conçu et fabriqué, nécessitant la mise en place d'un nouveau procédé technologique. Les résultats de caractérisation préliminaires sont présentés. Les perspectives de ce travail sont la réalisation d'un modulateur efficace ayant une tension de commande inférieure à 2V.

Le champ d'application des circuits photoniques ne se limite pas au secteur des télécommunications. L'approche basée sur l'optique intégrée est aussi très prometteuse pour l'identification et analyse des espèces chimiques environnantes. La région spectrale de moyen infrarouge est particulièrement adaptée à cet effet car les raies d'absorption spécifiques de nombreuses espèces chimiques y sont présentes. L'utilisation des circuits optiques sur substrat silicium permet de développer des systèmes spectroscopiques performants, compacts et à bas cout. La seconde partie de ma thèse était dédiée au développement de la plateforme photonique large-bande basée sur les guides d'ondes $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ riches en Ge. Les guides d'onde large bande fonctionnant entre 5.5 et 8.6 μm ont été démontrés expérimentalement ce qui a permis de concevoir des structures plus complexes telles que les MMI et les interféromètres de Mach Zehnder ultra large bande. Le même dispositif possède une bande passante théorique de 3.5 μm en polarisation TE et d'une octave en polarisation TM. Le fonctionnement a été démontré expérimentalement entre 5.5 et 8.6 μm et est seulement limité par la plage de longueurs d'ondes adressable par le laser. Ce travail ouvre les perspectives pour la future démonstration des systèmes spectroscopiques ultra-large bande sur la plateforme $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ riche en Ge. Une dernière partie de ce travail a été consacrée à l'étude de la génération de la seconde harmonique dans les puits quantiques Ge/SiGe pour les systèmes spectroscopiques dans le moyen infrarouge. Les premières structures sont conçues et fabriquées.