

Proposition de thèse

CO-INTÉGRATION DE COMPOSANTS ANTIMONIURES ÉPITAXIÉS DIRECTEMENT SUR SILICIUM AVEC DE LA CIRCUITERIE PHOTONIQUE IR CHALCOGÉNURE

Établissement : **Université de Montpellier**

Unité de recherche : **IES - Institut d'Electronique et des Systèmes**

Encadrement de la thèse / Contacts :

- Jean-Baptiste RODRIGUEZ : jean-baptiste.rodriquez@cnrs.fr, 04 68 14 32 81
- Raphaël KRIBICH, kada.kribich@umontpellier.fr
- Caroline Vigreux, caroline.vigreux@umontpellier.fr

Financement du 01-10-2024 au 30-09-2027

Mots clés - Keywords

Intégration monolithique, Chalcogénures, Antimoniures, Infrarouge, Circuits photoniques intégrés

Monolithic integration, Chalcogenides, Antimonides, Infrared, Photonic integrated circuit

Description de la problématique de recherche - Project description

L'objectif de la thèse est d'explorer la co-intégration de composants semiconducteurs antimoniures (lasers et photodétecteurs) épitaxiés directement sur Silicium avec de la circuiterie photonique IR chalcogénure. Les premiers sont développés par l'IES depuis près de 15 ans, et ont atteint récemment un niveau de performance quasi-équivalent à ceux fabriqués sur substrats natifs. Ils sont pour l'heure utilisables uniquement en tant que composants discrets, et leur intégration à un circuit photonique s'avère être un défi complexe. Une solution prometteuse pourrait être d'utiliser des guides d'onde à base de chalcogénures, seule famille de matériaux permettant de couvrir l'ensemble de l'infrarouge (de 1 à 16 μm) et pouvant être déposée et structurée à relativement basse température, après épitaxie des composants III-V. Ce type de guide d'onde est étudié à Montpellier par l'ICGM qui collabore avec l'IES pour la conception et la caractérisation des circuits photoniques. Les circuits développés sont performants mais nécessitent pour l'instant des sources et des détecteurs de lumière externes, ce qui est bien sûr un frein à une intégration plus avancée.

C'est dans ce contexte que travaillera le doctorant, avec pour objectif de développer les briques de bases indispensables à la co-intégration de deux technologies performantes, mais pour l'heure distinctes. Cela inclut des développements technologiques (fabrication en salle blanche, photolithographie des circuits, optimisation du couplage aux interfaces entre les guides du circuit et les lasers et détecteurs), mais aussi de la simulation et de la caractérisation optiques comparées dans l'ensemble du circuit intégré. L'ambition est de parvenir à réaliser un démonstrateur comprenant un laser et un détecteur III-V relié par des guides d'onde chalcogénures comprenant des fonctions optiques permettant de faire de la détection de molécules (guide spirale évanescant par exemple).

The objective of the thesis is to explore the co-integration of antimonide devices (lasers and photodetectors) grown directly on silicon with chalcogenide IR photonic circuits. The first ones have been developed by IES for nearly 15 years, and have recently reached performance levels almost equivalent to those fabricated on native substrates. They are currently only usable as discrete components, and their integration into a photonic circuit is a complex challenge. A promising solution could be to use chalcogenide-based waveguides, the only family of materials that can cover the entire infrared range (from 1 to 16 μm) and that can be deposited and structured at relatively low temperature after epitaxy of III-V components. This type of waveguide is studied in Montpellier by the ICGM which collaborates with IES for the design and characterization of photonic circuits. The circuits developed are efficient but require for the moment external light sources and detectors, which is of course an obstacle to more advanced integration.

It is in this context that the PhD student will work, with the objective of developing the basic building blocks necessary for the co-integration of two powerful, but for the time being distinct, technologies. This includes technological developments (optical interface laser - detector / chalcogenide waveguide in particular), the simulation of optical modes in the whole integrated circuit, but also the characterization of optical losses. The ambition is to achieve a demonstrator comprising a laser and a III-V detector connected by chalcogenide waveguides including optical functions allowing the detection of molecules (evanescent spiral waveguide for example.)