

## AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

*Pour confirmation des horaires et lieu de soutenance de la thèse par le doctorant et diffusion via Internet par le service des études doctorales à une liste préétablie de destinataires*

**DATE ET HEURE de la soutenance de la thèse** : vendredi 2 juin 2017 à 10h00

Soutenance de **Jocelyn DUREL** pour une thèse de DOCTORAT de l'Université Grenoble Alpes,  
**spécialité** : OPTIQUE ET RADIOFREQUENCES

**Intitulé de la thèse** : « Intégration d'un laser hybride DBR III-V/Si en face arrière d'une puce photonique »

**Lieu de soutenance de la Thèse** : Polygone scientifique MINATEC - 3 Parvis Louis Néel - 38016 Grenoble - salle Z404

Thèse préparée dans le **laboratoire** : UMR 5130 - Institut de Microélectronique, Electromagnétisme et Photonique - Laboratoire d'hyperfréquences et de caractérisation ,  
**sous la direction** de Jean-Emmanuel BROQUIN , directeur de thèse .

### Membres du jury :

- Sébastien CREMER - Examineur
- Bertrand SZELAG - Examineur
- Jean-Emmanuel BROQUIN - Directeur de these
- Pascal BESNARD - Examineur
- Christian SEASSAL - Rapporteur
- Delphine MORINI - Rapporteur

### Résumé de thèse :

Ces dernières années, la photonique sur silicium est apparue comme une solution prometteuse pour la fabrication en grande série d'émetteurs-récepteurs optiques répondant aux besoins des centres de données en termes d'augmentation du débit et de coûts réduits. Plusieurs plateformes de photonique sur silicium ont été démontrées en utilisant la technologie Si standard. Bien que ces plateformes diffèrent à bien des égards, elles manquent toutes d'une source de lumière intégrée monolithiquement. Pour résoudre ce problème, l'approche la plus couramment proposée consiste à coller un empilement InP sur une plaque SOI afin de fabriquer un laser hybride III-V/Si. Cependant, aucune des démonstrations n'a été réalisée avec un empilement d'interconnexions métalliques BEOL (Back-End Of Line) standard, empêchant ainsi une intégration électronique-photonique appropriée. Pour résoudre le problème topographique posé par cet ajout de couches, un nouveau schéma d'intégration, appelé intégration Back-Side, a été développé et est présenté dans ce document. Tout d'abord, le contexte de cette étude, un état de l'art ainsi que la présentation du Back-Side est abordé. La nouveauté apportée par cette intégration, à savoir le collage du III-V sur la face arrière du SOI après la structuration de celui-ci, y est alors détaillé. Le bon fonctionnement d'un élément essentiel à la puce photonique, le réseau de couplage, est ensuite abordé à travers des simulations, sa fabrication et des caractérisations optiques. Nous avons prouvé que, sous certaines conditions, ce dispositif possède les mêmes performances mesurées en Back-Side qu'en Front-Side. Le principe de fonctionnement d'une cavité oscillante puis les différents modules composants le laser hybride sont détaillés. Le laser étudié est une cavité hybride DBR (Distributed Bragg Reflector) III-V/Si. Afin d'augmenter le confinement du mode dans le MQWs (Multi

Quantum Wells) et donc d'assurer un gain optique élevé, le mode optique est progressivement transféré entre le guide III-V et le guide silicium du laser hybride par des épanouisseurs adiabatiques, structurés dans le SOI de part et d'autre de la zone de gain, pour être enfin réfléchi par les miroirs DBR dans le silicium. Enfin, son processus de fabrication est explicité avant que ses caractérisations opto-électroniques ne soient finalement présentées. Les lasers à pompage électrique ont été testés dans des conditions de courant continu et la lumière générée a été collectée à travers un réseau de couplage par une fibre optique externe multimode. Les pertes de couplage ont été mesurées supérieures à 10 dB. La puissance de sortie est de 1,15 mW à un courant d'injection de 200 mA. Le seuil laser est de 45 mA, ce qui correspond à une densité de courant de 1,5 kA / cm<sup>2</sup> et la résistance série des contacts laser est d'environ 9 Ω. La tension de seuil est de 1,45 V. Les spectres lasers reflètent un fonctionnement mono-fréquence, pour différents courants d'injection, avec une longueur d'onde centrale correspondant à la longueur d'onde de Bragg des miroirs. Un SMSR (Side Mode Suppression Ratio) de plus de 35 dB a été mesuré, ce qui prouve la bonne pureté spectrale de ce laser. Un décalage de la longueur d'onde de 4 nm a été observé en injectant un courant de 20 mA dans des chaufferettes métalliques au-dessus des DBRs. L'intégration monolithique d'un laser DBR hybride en face arrière d'une plaque SOI, entièrement compatible CMOS, a été démontrée pour la première fois, la mise en place d'interconnexions électriques compatibles CMOS et de sources optiques sur une même puce a pu être réalisée. Ce dispositif ouvre la voie à un émetteur-récepteur optique entièrement intégré sur une plateforme Si.

Fait à Grenoble, le \*

Le doctorant Jocelyn DUREL

---

\* La date sera mise ultérieurement lorsque l'autorisation de soutenance de thèse aura été accordée par la direction du SED

**Communauté Université Grenoble Alpes**

*Bâtiment les Taillées • 271 rue de la Houille Blanche • DOMAINE UNIVERSITAIRE • 38400 SAINT-MARTIN-D'HÈRES • FRANCE*

*Tel. +33 4 76 82 83 84 • E-mail : [contact@grenoble-univ.fr](mailto:contact@grenoble-univ.fr)*