

Développement de dispositifs photoniques à base de GaP pour la génération de peignes de fréquences

Début de thèse : entre le 1^{er} octobre 2022 et le 1^{er} novembre 2022

Durée : 36 mois

Directeur de thèse : Yoan Léger, chargé de recherche à l'institut FOTON

co-directrice de thèse : Christelle Monat, professeure à l'Institut des nanotechnologies de Lyon)

Financement : CNRS, PEPR électronique

Équipe : Optoélectronique, Hétéroépitaxie et Matériaux, localisée à l'INSA-Rennes en forte interaction avec l'INL (missions).

Mots clefs : photonique intégrée III-V, optique nonlinéaire, peignes de fréquences

Sujet :

Récompensés par le prix Nobel de physique en 2005, les travaux sur les peignes de fréquences optiques ont révolutionné le domaine d'application de l'optique avec l'essor de la spectroscopie haute résolution pour les domaines de la santé, de l'environnement, de la sécurité ou des technologies de l'information. Cependant, les peignes de fréquence sont encore aujourd'hui limités à des applications de niche en raison de leur mise en œuvre difficile. Très récemment, les premières démonstrations de peignes de fréquence sur puce (microcombs) ont ouvert la voie à l'utilisation future des peignes de fréquence dans notre vie quotidienne : détection de virus sur puce, capteurs autonomes scannant la qualité de l'air, sans oublier les industries, le spatial et demandes de défense.

Dans le projet OFCOC (Optical Frequency Combs On a Chip) du PEPR électronique, nous proposons de réaliser la première source micropeigne intégrée, large bande, robuste, fiable et miniaturisée sur une plate-forme entièrement semi-conductrice. Pour ce faire, nous travaillerons sur la co-intégration de deux filières françaises d'excellence : les ICL (lasers à cascade interbandes) à base d'antimoine et la plateforme GaP non linéaire, afin de garantir à la France une position stratégique dans ce secteur concurrentiel. Ces deux secteurs sont les mieux placés au monde pour assurer les fonctions de pompage optique intégré de peignes de fréquence et de conversion de fréquence très large bande. L'essor de ces deux secteurs sera soutenu par des technologies de pointe (SiGe et SiNOI), à l'état de l'art pour la génération de peignes de fréquence dans le NIR.

La thèse proposée vise à explorer la génération de peignes de fréquence par des effets non-linéaires du 3^{ème} ordre dans des guides d'onde et des microrésonateurs en anneaux (microrings) intégrés sur une plateforme de type GaP sur isolant (GaPOI).

La thèse sera divisée en 4 grandes parties :

- La conception de composants basés sur GaPOI permettant la génération de peigne de fréquence ;
- Etude comparative des plateformes GaP sur substrat natif, GaP/Si et GaP/GaAs en termes de pertes optiques et de propriétés non linéaires ;
- La fabrication de cavités annulaires avec un facteur de qualité GaPOI très élevé ;
- La génération et la caractérisation de peignes de fréquence aux longueurs d'onde télécom puis autour de 2,5 μm .

Des objectifs secondaires pourront être abordés dès la deuxième année de thèse, en interaction avec les autres doctorants du projet :

- L'étude de la co-intégration des circuits photoniques GaPOI avec les sources ICL.
- L'étude du couplage de propriétés non-linéaires d'ordre 2 et 3 dans un même dispositif GaPOI.

Profil du candidat

Le candidat devra justifier d'un diplôme de master, ou d'ingénieur, justifiant si possible de bases solides en physique des semiconducteurs, en physique du solide et en photonique. Le postulant devra avoir un intérêt prononcé pour le travail expérimental (expérience d'optique nonlinéaire) le design de composants et la modélisation de phénomènes photoniques.

Du fait de l'environnement de travail multiculturel, la maîtrise de l'anglais est demandée (à l'écrit comme à l'oral, niveau B2) et de bonnes notions de français sont souhaitables.

Contexte de travail

Cette thèse s'inscrit dans le projet OFCOC (Optical frequency combs on a chip) du PEPR électronique. Le projet OFCOC rassemble cinq partenaires à l'échelle nationale et a pour but de réaliser la première source microcomb intégrée dans le moyen infrarouge (MIR). Il repose donc sur les domaines d'expertise suivant :

- les ICLs (interband cascade lasers) à base d'antimoine fabriqués à l'IES de Montpellier,
- la plateforme non-linéaire GaP développée à l'institut FOTON (Rennes, GaP sur substrat natif et GaP/Si) et au C2N (Paris, GaP/GaAs),
- la génération de supercontinuum et de peignes dans le MIR à partir de la plateforme SiGe à l'INL (Lyon),
- la génération de peignes de fréquences aux longueurs d'onde télécom sur la plateforme SiNOI au CEA Leti (Grenoble).

Cette thèse sera hébergée au sein de l'équipe OHM de l'Institut FOTON, basée à l'INSA de Rennes, sous la direction de Yoan Léger. Elle bénéficiera d'une co-direction de thèse par Christelle Monat, professeure à l'INL/ECL. Plusieurs séjours du (de la) doctorant(e) à l'INL seront programmés dans le temps de la thèse pour des campagnes de designs et de caractérisation optique de dispositifs pour le MIR.

Information complémentaire - Contact

Des informations complémentaires peuvent être obtenues en contactant :

yoan.leger@insa-rennes.fr

Institut Foton CNRS, INSA - bât 10, 20 avenue des Buttes de Coësmes
CS 70839
F-35708 Rennes cedex 7

Candidature

Toute candidature devra comporter les éléments suivants :

- Lettre de motivation
- CV détaillé
- Copie du diplôme de master ou équivalent
- Bulletins de notes
- Liste de publications s'il y a lieu
- Lettres (2) de recommandation