iemn
Institut d'Electronique, de Microélectronique et de Nanotechnologie
UMR CNRS 8520

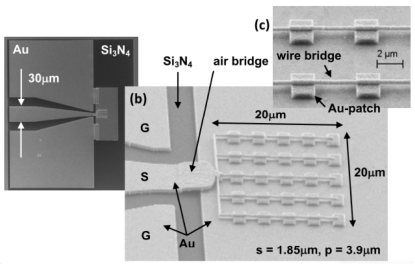
OFFRE DE STAGE M2

Proposé par : Stefano Barbieri/E. Peytavit Numéro de Tel. : 0320197988

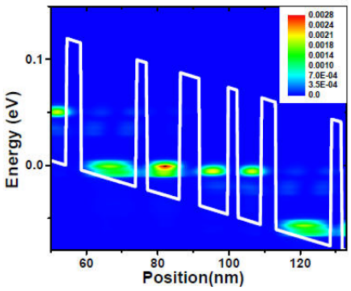
E-mail : stefano.barbieri@iemn.fr Groupe de Recherche : Photonique THz

Titre : Modélisation et caractérisation du transport électronique et de la photo-réponse optique de photoconducteurs infrarouges à puits quantiques

Contexte : Le groupe photonique THz développe depuis plusieurs années des photoconducteurs Moyen InfraRouge (5-12um) dont la bande passante électrique est supérieure à la centaine de GHz. Ces composants sont constitués de réseaux de photoconducteurs à puits quantiques couplés à des antennes « patch » plasmoniques et reliés entre eux par des ponts à air métalliques (Fig.1) [1]. Ces détecteurs MIR rapides sont adaptés à de nombreuses applications telles que la spectroscopie IR, les télécommunications en espace libre, la caractérisation de peignes de fréquences ou encore la génération d'ondes THz par photomélange de deux lasers MIR. Le cœur du détecteur contient un empilement multicouche, ou chaque couche est formée par un alliage de matériaux semi-conducteurs appartenant au groupes 3 et 5 de la table périodique (typiquement AlGaAs-GaAs ou InGaAs-InAlAs). En alternant des couches d'épaisseur nanométrique, l'on arrive ainsi à créer des puits de potentiel pour les électrons, donnant lieux à des niveaux quantifiés d'énergie. C'est en jouant sur l'épaisseur et la composition des couches de semi-conducteur (*quantum engineering* en anglais) que l'on peut réaliser et optimiser des détecteurs pour une longueur d'onde donnée et couvrir ainsi toute la gamme MIR. Pour ce faire le code commercial *Nextnano ®* (https://www.nextnano.de) a été récemment développé et commercialisé. Cet outil permet non seulement de calculer les niveaux électroniques (Fig. 1) mais aussi le transport quantique des électrons en utilisant le formalisme des fonctions de Green hors équilibre (Non-equilibrium Green function).



Photos au microscope électronique de réseaux de détecteurs MIR avec accès coplanaire fabriqués a l'IEMN [1].



Exemple de calcul de fonctions d'onde et de niveaux électroniques dans une structure a multi-puits quantiques fait avec le logiciel *Nextnano®*.

Mission : L'objectif de ce projet/stage est, dans un premier temps, d'apprendre à utiliser *Nextnano ®*. Dans un deuxième temps le stagiaire utilisera le code pour modéliser et simuler la réponse électrique des structures de détecteurs déjà fabriquées au laboratoire. Il passera ensuite à une phase de test des caractéristiques tension/courant et tension/photo-courant des détecteurs sans et sous éclairement par laser infrarouge. La photoreponse spectrale sera aussi mesurée par interférométrie à transformée de Fourier. La comparaison avec les résultats des simulations permettra de valider le modèle.

Profil attendu : Pour ce stage pluridisciplinaire, nous recherchons un étudiant qui soit motivé par la recherche en physique appliquée, ayant suivi un parcours universitaire comportant au moins un des enseignements suivants : physique quantique, physique des composants à semi-conducteur, optoélectronique.

Gratification: ~600€/mois. Durée : entre 4 et 6 mois Début : Mars 2024
IMPORTANT : Ce stage pourra déboucher sur un contrat doctoral (financement déjà acquis) dans le cadre d'un projet financé par l'ANR

[1] M. Hakl *et al.*, "Ultrafast Quantum-Well Photodetectors Operating at 10 µm with a Flat Frequency Response up to 70 GHz at Room Temperature," *ACS Photonics*, 2021, doi: 10.1021/acsphotonics.0c01299.