

Master or Engineer internship 2022-2023

Proposed by: Stefano Barbieri/E. Peytavit Phone number: 0320197988

E-mail: stefano.barbieri@iemn.fr Research group: Photonique THz

Titre : Modélisation et caractérisation du transport électronique et de la photoréponse de photoconducteurs infrarouges à puits quantiques

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 [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 consiste d'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 semiconducteur (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 très puissant, permet non seulement de calculer les niveaux électroniques mais aussi le transport quantique des des électrons en utilisant le formalisme des fonctions de Green hors équilibre (Non-equilibrium Green function).

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 des structures de détecteurs déjà fabriquées au laboratoire. Il passera ensuite à une phase de test des caractéristiques tension/curant et tension/photo-courant des détecteurs sans et sous éclairement par laser infrarouge. La comparaison avec les résultats des simulations permettra de valider le modèle. Pour ce stage pluridisciplinaire, nous recherchons un étudiant ayant suivi un parcours universitaire comportant au moins un des enseignements suivants : physique des composants à semi-conducteur, optoélectronique et qui soit motivé par la recherche en physique appliquée.

[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.





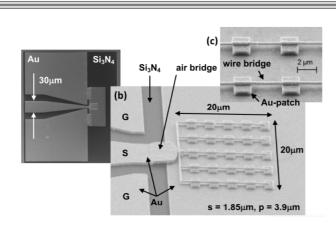




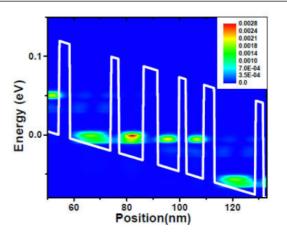








Photos au microscope électronique de réseaux de détecteurs MIR avec accès coplanaire fabriqués a l'IEMN [1].



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









