

- Axe de GANEX : 4 - Electronique avancée et hyperfréquence
- Titre du sujet : épitaxie d'hétérostructures HEMT innovantes pour la montée en fréquence des HEMTs à base de GaN
- Nom et e-mail du porteur de projet : Piero Gamarra, Piero.Gamarra@3-5lab.fr
- Nature de la thèse
 - x Partagée industrielle : (financement 50% GANEX/ 50% industrie) laboratoire bénéficiaire et industriel: III-V Lab (en collaboration avec le CHREA)
- Date souhaitée de démarrage : Septembre 2016
- Lien avec un projet ANR ou H2020: FUI VEGaN, ANR LHOM
- Lien avec industriels : III-V Lab
- Sujet développé :

Ce projet de thèse propose la conception, la croissance épitaxiale et la caractérisation d'hétérostructures innovantes pour permettre la montée en fréquence des transistors à haute mobilité électronique (HEMT) à base de GaN. Il comporte deux axes de recherche principaux :

- L'optimisation des structures en termes d'empilement des couches ainsi que de leur qualité structurale et électrique.
- Le développement d'un procédé de reprise d'épitaxie sélective de GaN fortement dopé n pour la réduction de la résistance des contacts ohmiques.

A l'heure actuelle, III-V Lab développe une filière des composants en bande Ka basée sur l'utilisation d'hétérostructures $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}/\text{GaN}$ sur substrat de SiC de 3" et 4". Ces structures, réalisées par épitaxie en Phase Vapeur aux Organo-Métalliques (MOVPE) dans un réacteur Aixtron Close Couple Showerhead de grande dimension (7x3", 4x4"), ont permis d'atteindre simultanément pour la première fois une mobilité de $1800 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$, une densité de porteurs du gaz bidimensionnel d'électrons de $1.9 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-2}$ avec une épaisseur de barrière inférieure à 10 nm.

Cependant, la montée en fréquence jusqu'à 85 GHz des composants HEMT à base de GaN demande un développement supplémentaire de la structure. Le travail consistera à optimiser les différentes couches (barrière, back barrière, couche tampon, cap) et leur condition de croissance sur la base des simulations physiques, des caractérisations structurales et électriques des structures ainsi que sur les résultats composants obtenus en interne ou par les laboratoires partenaires (IEMN, UMS).

Le deuxième axe de recherche proposé porte sur une des limitations technologiques majeures des HEMT à base de GaN : la difficulté de former des contacts ohmiques performants entre le métal et le gaz bidimensionnel d'électrons.

Dans ce domaine, l'objectif de la thèse proposée est le développement d'une nouvelle génération de contacts ohmiques basés sur l'épitaxie localisée d'une couche de GaN fortement dopé n, entre la barrière non dopé de la structure HEMT et le métal du contact ohmique. Cette technique consiste à masquer partiellement la surface de la structure HEMT par dépôt de motifs diélectriques qui empêchent les matériaux III-V de cristalliser sur ce même diélectrique lors d'une reprise de croissance. Il est ainsi possible de déposer localement une couche de GaN n+ dans la zone des contacts ohmiques avant la phase de métallisation, pour favoriser le courant tunnel des électrons vers le gaz 2D. Cette technique permet d'éviter un recuit à haute température et ainsi d'obtenir des contacts ohmiques non alliés performant et avec une définition spatiale excellente.

Le doctorat étudiera les conditions de croissance optimales pour déposer une couche de GaN localisée fortement dopé n+, sans altérer les propriétés structurales et électriques de la structure HEMT. Deux approches de croissance seront testées : la technique MOVPE à III-V Lab et l'Épitaxie par Jets Moléculaires (MBE) au CRHEA.