

DSM : Sujet de thèse SL-DSM-15-0603

DOMAINE DE RECHERCHE

Physique du solide, surfaces et interfaces / Physique de l'état condensé, chimie et nanosciences

INTITULÉ DU SUJET

Compréhension des mécanismes de croissance dans les semi-conducteurs III-N et leurs alliages pour transistors HEMTs

RÉSUMÉ DU SUJET

Les progrès dans l'élaboration et la caractérisation des semi-conducteurs III-N tels que GaN, AlN, InN et leurs alliages (Al,In,Ga)N ont ouvert la voie au développement de nouveaux composants optoélectroniques dans la gamme de longueur d'onde allant du visible à l'UV. Ce sont des lasers, des LEDs, photodétecteurs et cellules solaires qui ont l'ambition de fonctionner dans la gamme des courtes longueurs d'onde bien au-delà du visible. Les secteurs d'applications couvrent de nombreux domaines tels que le biomédical, l'environnement, l'énergie ou encore les télécommunications. Cependant, les matériaux massifs sont encore peu développés et donc très chers et des substrats bien adaptés pour l'épitaxie n'existent pas, ce qui freine le développement de ces matériaux. Les substrats (saphir, SiC ou Si) couramment utilisés pour ces alliages nitrures présentent des désaccords paramétriques et de coefficients de dilatation thermiques importants avec les nitrures, provoquant une très forte contrainte dans la couche épitaxiée. Il en résulte une densité importante de défauts tels que les dislocations, ce qui est fortement préjudiciable à la fiabilité des composants que l'on réalise avec ces matériaux. Malgré le fort développement des applications tels que les LEDs qui pénètrent actuellement le marché de l'éclairage ambiant, et les transistors hyperfréquences qui promettent des fréquences à des puissances records, la réduction de la densité des défauts de croissance reste encore un important challenge. En effet, c'est l'étape indispensable dans l'optimisation des performances des composants, ainsi que de leur fiabilité. Dans cette démarche, la modélisation, en collaboration étroite avec les études expérimentales joue un rôle critique pour cerner les paramètres de croissance qui conduiront à la fabrication des couches épitaxiales de qualité optimale. En effet, dans ces composés tous les dispositifs sont fabriqués à partir d'hétéro-structures qui peuvent contenir aussi des alliages ternaires et quaternaires selon le composant recherché. Il faut donc comprendre et bien contrôler la croissance pour bien utiliser et non subir les différences de propriétés qui sont très variables (paramètres de maille, coefficient de dilatation thermique, température de croissance). Le travail de thèse proposé consistera à mettre au point des simulations numériques pour déterminer les mécanismes de croissance des composés et de leurs alliages ternaires lors de la croissance des hétéro-structures. La démarche utilisera le calcul ab initio en DFT et la méthode de dynamique moléculaire pour prendre en compte l'effet de la température. L'objectif principal est de modéliser l'état de surface et d'interface des hétéro-structures telles que AlGaIn/GaN et InAlN/GaN, afin d'optimiser la performance des dispositifs comme HEMT à base de GaN. Ce travail de modélisation sera mené en collaboration étroite avec les équipes qui réalisent la croissance des couches et fabrication des dispositifs ainsi que celles qui font les caractérisations structurale, physico-chimique et électrique des dispositifs. On déterminera ainsi les propriétés structurales et électroniques des couches et de leurs défauts dans une démarche multi-échelle, afin d'aboutir à la fabrication des dispositifs aux propriétés optimisées.

FORMATION NIVEAU MASTER RECOMMANDÉ

Master 2 Physique

INFORMATIONS PRATIQUES

Institut rayonnement et matière de Saclay

Centre de recherche sur les Ions, les Matériaux et la Photonique

Centre de recherche sur les Ions, les Matériaux et la Photonique

Centre : Saclay

Date souhaitée pour le début de la thèse : 01/10/2015

PERSONNE À CONTACTER PAR LE CANDIDAT

Pierre RUTERANA

CNRS

CIMAP - Centre de Recherche sur les Ions, les Matériaux et la Photonique

CIMAP - ENSICAEN,

Bd du Maréchal Juin,

14050 CAEN Cedex

Téléphone : +33 2 31 45 26 53

Email : pierre.ruterana@ensicaen.fr

UNIVERSITÉ / ÉCOLE DOCTORALE

Caen

Structure, Informations, Matière, Matériaux (SIMEM)

EN SAVOIR PLUS

<http://cimap.ensicaen.fr/spip.php?rubrique155>

<http://cimap.ensicaen.fr/spip.php?rubrique152>

<http://cimap.ensicaen.fr/spip.php?rubrique1>

DIRECTEUR DE THÈSE

Jun CHEN

Université de Caen

CIMAP - Centre de Recherche sur les Ions, les Matériaux et la Photonique

IUT d'Alençon

Site universitaire de Montfoulon

61250 Damigny - France