Université de Lille 1 SCIENCES ET TECHNOLOGIES

HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES
UNIVERSITE DE LILLE 1 SCIENCES ET TECHNOLOGIES

N° d'ordre : 41713

NOM/PRENOM DU CANDIDAT : Farid MEDJDOUB

Ecole doctorale : Lille 1
Laboratoire/Etablissement : IEMN
Discipline : Microondes et Microtechnologies

JURY :

- Garant de l'habilitation : Prof. Nathalie ROLLAND

- Rapporteurs : Prof. Nicolas GRANDJEAN, Dr. Yvon CORDIER, Prof. Frédéric MORANCHO

- Examinateurs : Prof. Gilles DAMBRINE, Dr. Rose-Marie SAUVAGE, Prof. Didier DECOSTER

SOUTENANCE : le Mardi 24 mars 2015, 10:00 à l'amphithéâtre de l'IEMN

TITRE DE L'HDR :

CONTRIBUTION AU DEVELOPPEMENT DE COMPOSANTS A BASE DE NITRURE DE GALLIUM

RESUME :

Depuis le début des années 90, une nouvelle catégorie de filières dites à large bande interdite est venue compléter l'éventail déjà large des technologies utilisées pour les capteurs, pour l'optique, pour l'électronique de puissance et pour l'électronique des hautes fréquences. En particulier, les technologies à base de nitrure de gallium (GaN) possèdent des qualités intrinsèques remarquables, et représentent ainsi une véritable rupture technologique comparées aux technologies GaAs et Si/SiGe. Leur développement offre de nouvelles opportunités en termes de conception de circuits, voire d'architecture de systèmes (réseau de transpondeurs des applications radar, gestion de l'énergie des systèmes embarqués, …) en panachant les différentes technologies disponibles pour des applications en optique, en optoélectronique et en électronique. L'intérêt des matériaux nitrures pour la réalisation de sources de lumière aux courtes longueurs d'onde (visible - proche UV) est aujourd'hui une réalité. Des diodes électroluminescentes (DEL) blanche pour l'éclairage, en passant par les écrans à DEL, sans oublier les diodes lasers bleues utilisées dans la technologie Blu-ray qui a donné lieu récemment au prix Nobel, le GaN est en train d'envahir notre quotidien à tel point qu'il est devenu aujourd'hui le deuxième matériau semiconducteur après le silicium. Il est attendu que le champ d'applications des matériaux nitrures s'étende encore davantage avec le développement de dispositifs s'appuyant sur la grande richesse des hétérostructures à base de GaN et combinant les différentes propriétés des nitrures (mécanique, piézoélectrique, acoustique, électrique et optique).

Après ma thèse de doctorat achevée en 2004, mes travaux de recherche se sont centrés sur la conception et la fabrication de composants à base de semiconducteurs nitrures et leurs hétérostructures pour des applications hyperfréquences. En 2005, dans le cadre d'un projet Européen, nous avions mis au point, avec succès, une hétérostructure complètement nouvelle basée sur les matériaux InAlN/GaN ouvrant la voie à la montée en fréquence des composants à base de GaN. Cette structure est maintenant en cours de développement dans de nombreux laboratoires, notamment aux États-Unis et au Japon. Nous avons alors poursuivis ces travaux en améliorant de manière significative la qualité du matériau et ainsi aboutir à une hétérostructure ultime AlN/GaN utilisant des épaisseurs de couche de barrière ultrafine (< 10 nm, favorable à la montée en fréquence) tout en délivrant une densité de charge (i.e. densité de courant) sans précédent. Dans le même temps, le procédé de fabrication des transistors de puissance associés a été optimisé, donnant lieu à la démonstration de performance bien au-delà de l'état de l'art avec un niveau de fiabilité unique. Nous avons obtenus plus récemment des résultats très encourageants dans ce contexte avec entre autre la 1ère démonstration de composant GaN sur substrat de silicium délivrant de forte densité de puissance à une fréquence de 40 GHz combinant un facteur de bruit record de l'ordre de 1 dB sur cette même bande de fréquence ou encore une tenue en tension record (plus de 3000 V) sur des composants à base de GaN sur substrat de silicium.