



A Grenoble, au centre des Alpes, le LETI est un institut de recherche appliquée en micro et nano électronique, technologies de l'information et de la santé. Interface privilégiée du monde industriel et de la recherche académique, il assure chaque année le développement et le transfert de technologies innovantes dans des secteurs variés via des programmes de recherche utilisant nos plateformes technologiques.

Domaine de recherche :

Matériaux et procédés émergents pour les nanotechnologie, gravure plasma, défi technologique

Intitulé de la thèse:

Etude de la gravure plasma du Nitrure de Gallium, et développement de procédés innovants appliqués à la réalisation de μ LED

Cadre et contexte :

L'émergence de micro écrans à base de LED (Light Emitting Diode) pour des applications d'affichage allant des smartphones aux écrans de réalité augmentée nécessite d'atteindre de fortes résolution et luminosité. Ces nouvelles spécificités soulèvent de nombreuses problématiques telles que la réduction de la taille des pixels, l'augmentation de leur densité ainsi que l'intégration de nouveaux matériaux et procédés de fabrication.

Dans ce contexte, le Nitrure de Gallium (GaN) a été largement employé et étudié pour ses propriétés optoélectroniques dans des structures LED. Afin d'atteindre la forte résolution demandée, la technique de gravure anisotrope par plasma permet un contrôle des dimensions critiques entre pixels inférieures au micron. Technique largement développée pour l'industrie microélectronique, ce plasma est composé d'ions et d'espèces neutres issues de l'ionisation et de la dissociation respectives des gaz arrivant dans le réacteur de gravure. Cependant, l'interaction entre ce plasma et le GaN peut endommager le matériau, aboutissant à des pertes optoélectroniques. En outre, le plasma est suspecté de créer des défauts dans les flancs des pixels, entraînant des recombinaisons électrons-trous non radiatives qui deviennent prédominantes pour des tailles de pixels inférieures à $100\mu\text{m}$. De nombreuses études ont déjà été menées sur le nettoyage et la passivation du GaN après gravure, dans le but de restaurer les propriétés du matériau endommagé, mais ne permettent pas de corriger tous les défauts et la perte d'efficacité.

Objectifs de la thèse :

La gravure plasma des matrices de pixels de la LED apparait donc comme une étape clé dans leur réalisation. La compréhension des mécanismes de gravure ainsi que le développement de nouvelles chimies de gravure non dégradantes sont donc un élément essentiel dans l'augmentation des performances optoélectroniques de ce type de composants.

Après une étude bibliographique détaillée de l'état de l'art, l'étude portera sur de nombreux aspects de la gravure plasma du GaN intervenant dans la réalisation des micro LEDs sur substrat 200mm, ainsi que sur les procédés de stripping et de nettoyage du GaN indissociables de la gravure dans une intégration complète :

- > Développement de nouvelles approches de gravure plasma (bias pulsé, ALE, et autres)
- > Compréhension fine des mécanismes physico-chimiques associés
- > Recherche de la minimisation de l'endommagement d'un stack LED sur la base des caractérisations physiques et électro-optiques réalisées
- > Optimisation du profil/rugosité des flancs
- > Présentation des meilleurs résultats au département applicatif interne pour évaluer le bénéfice d'un de ces procédés sur lot fonctionnel.

Pour répondre à ces objectifs, l'étudiant pourra s'appuyer sur les nombreux équipements de gravure et de stripping/nettoyage disponibles au CEA LETI, couplés à plusieurs moyens de caractérisation (XPS, MEB, TEM, EDX, SIMS, Ellipsomètre, Imagerie de photoluminescence, Mesures electro-optiques).

Laboratoire d'accueil : LETI/DPFT/SPAT/LGRA

Adresse : 17 Avenue des Martyrs

38054 GRENOBLE cedex 9

Directeur de thèse : Olivier RENAULT

Contact : **Simon.RUEL@cea.fr**

Formation requise : Ecole d'Ingénieur / Master 2 en
Matériaux, Plasma ou Chimie

Date de démarrage : Octobre 2023

Durée : 3 ans