

- Axe de GANEX : 1
- Titre du sujet : jonction tunnel pour structure LED
- Nom et e-mail du porteur de projet : Guy Feuillet, guy.feUILLET@cea.fr
- Nature de la thèse ♦ Partagée : laboratoires bénéficiaires : LETI/CRHEA
- Cofinancement 50% GANEX/ 50% LETI
- Date souhaitée de démarrage : automne 2016
- Lien avec un projet ANR ou H2020: oui, projet ANR 2016, TUNE soumis
- Lien avec industriels : non
- Sujet développé :

Le contact type p est un point difficile pour les LEDs visibles mais il a été maîtrisé. Pour les lasers visibles et les VCSEL en particulier, le problème du contact p a été résolu mais reste un élément limitant. Pour l'empilement de structures LED, qui serait très utile pour obtenir de l'émission multicolore (pour des écrans par exemple), de l'émission de blanc (par addition directe RGB) ou encore pour combattre le droop (en réduisant la densité de courant mais en augmentant la puissance totale), le problème reste entier. En effet, l'activation du dopage p dans des couches enterrées, ainsi que la prise de contact sur des surfaces de type p gravées restent des étapes bloquantes. Enfin, pour les LEDs ou les lasers UV, le problème du contact p reste une des principales limitations des performances. En effet, une couche de p:GaN est ajoutée en surface du p:AlGa<sub>N</sub> pour permettre l'injection électrique depuis le métal, ce qui induit des pertes optiques considérables. Une solution élégante a vu le jour pour les LED visibles, qui consiste à remplacer la couche de contact p:Ga<sub>N</sub> et le métal (NiAu) par une jonction tunnel n/p, une couche n:Ga<sub>N</sub> et le métal (TiAl). Cette solution, venue des lasers InGaAs, a priori peu adaptée aux matériaux à grand gap, s'est, en fait, avérée efficace dans GaN notamment en raison des effets piézoélectriques dans les hétérostructures GaN/InGa<sub>N</sub>. Des chutes de tensions inférieures à 0.1V ou des résistances équivalentes de l'ordre de 10<sup>-3</sup> Ωcm<sup>2</sup> ont été atteintes aux USA et en Suisse (cf références). Compte tenu de l'importance de cette brique de base, il est capital de la développer au sein de GANEX.

Notre projet est de développer les jonctions tunnel dans GaN, en s'inspirant des travaux publiés. En termes d'applications spécifiques dans le visible, nous visons l'empilement de diodes pour l'émission de blanc monolithique et pour combattre le droop (sans contact intermédiaire) et les matrices 3 couleurs indépendantes (3 étages avec contacts intermédiaires), poursuivant ainsi des efforts déjà commencés au CRHEA et au LETI en y incorporant cette brique essentielle de la jonction tunnel. Cette brique de base pourra aussi servir dans des projets laser, injection électrique pour les polaritons, etc...La partie croissance sera réalisée au CRHEA et la partie technologie au LETI.

Cette thèse viendra renforcer un projet ANR-2016 (TUNE) soumis (s'il est accepté), ou le remplacer partiellement en cas d'échec à l'ANR. Cette thèse permettra de ne plus perdre de temps par rapport à la compétition internationale sur un sujet aussi crucial pour l'émission visible et UV.

F. Akyol et al, Tunneling-based carrier regeneration in cascaded GaN LEDs to overcome efficiency droop, APL 103, 081107 (2013); F. Akyol et al, GaN-based 3-junction cascaded LED with low-resistance InGa<sub>N</sub> TJ, APEX 8, 082103(2015); J.T. Leonard et al, Demonstration of a III-nitride VCSEL with a III-nitride TJ..., APL 107, 091105 (2015). M. Malinverni et al, "InGa<sub>N</sub> based micro light emitting diodes featuring a buried Ga<sub>N</sub> tunnel junction," Appl Phys Lett, 107, 051107 (2015).