

2017-POST DOC



- Axe de GANEX : 4
- Titre du sujet : HEMT AIN pour la montée en fréquence
- Nom et e-mail du porteur du projet : Fabrice SEMOND, fs@crhea.cnrs.fr
- Nature du post doc (*effacer les mentions inutiles*)
x académique : laboratoire bénéficiaire : CRHEA
- Date souhaitée de démarrage : mars 2017
- Durée : 12 mois
- Lien avec un projet ANR ou H2020:
- Lien avec un autre partenaire de GANEX : IEMN et CEMES

Des chercheurs du HRL (Malibu-USA) ont démontré récemment que l'utilisation d'une **barrière AIN** dans les structures HEMT GaN est une solution pertinente pour fabriquer des composants de puissance haute fréquence [1]. En effet, avec des valeurs **Ft/Fmax de 454/444 GHz**, ils ont établi un nouvel état de l'art en termes de fréquence pour une structure HEMT GaN. Au sein de Ganex, l'équipe de F. Medjdoub (IEMN) et OMMIC travaillent déjà sur cette solution sur du matériau Epigan (Belgique). Mais à ma connaissance, il n'y a **pas de développement matériau de cette filière en France**. Pourtant, utiliser AIN comme matériau barrière est un réel défi d'un point de vue matériau : 1- la barrière AIN est en contrainte extensive (tendance à la fissuration, problème de fiabilité) puisqu'elle est épitaxiée sur un canal en GaN, 2- la forte réactivité chimique de l'AIN rend encore plus critique la problématique de la passivation de surface. **L'originalité de l'approche** proposée dans cette demande permet d'éliminer la contrainte dans la barrière AIN en utilisant une structure **AIN/GaN/AIN/Substrat**. Dans cette structure, le canal en GaN est relativement peu épais (20-30 nm) et donc contraint en compression sur un buffer AIN. Ainsi, on réduit significativement, voire on élimine la contrainte extensive dans la barrière AIN. Mais cela implique de maîtriser la croissance AIN directement sur le substrat, du silicium dans un premier temps afin d'optimiser l'hétérostructure, puis **sur SiC pour la montée en fréquence**. Les résultats très prometteurs, en termes de concentration de porteurs dans le canal et de mobilité, obtenus dans le cadre du projet exploratoire PE4.53 montrent que nous maîtrisons déjà relativement bien l'élaboration de ces structures originales sur Si. Répliquer ces hétérostructures sur SiC est a priori plus simple que sur Si, mais pour aller plus vite vers le composant, il est prévu d'acheter des templates AIN sur SiC (Swegan-Suède) afin d'élaborer les premières structures HEMT. En ce qui concerne la problématique de la passivation de surface, toujours dans le cadre du PE4.53, l'équipe de F. Medjdoub a déjà mis en évidence l'importance de la passivation *ex-situ* SiN dans ces structures avec barrière AIN avec une augmentation du Ns d'environ 100% après passivation. Sur la base d'un savoir-faire développé au CRHEA en MBE (brevet), nous voulons maintenant implémenter **la passivation SiN in-situ MBE**. En effet, nous avons mis au point une procédure à base de SiN *in-situ* qui permet de passiver la surface AIN, c'est-à-dire la rendre stable vis-à-vis d'un passage à l'air (empêcher l'oxydation), mais nous n'avons pas étudié l'effet de cette passivation sur l'hétérostructure HEMT, et c'est précisément ce que nous nous proposons de faire dans le cadre de ce postdoc. Le postdoc aura donc pour objectif d'optimiser en MBE (en termes de mobilité et de Ns) les structures sur silicium (suite du PE4.53) et d'implémenter la passivation SiN *in-situ*. Les structures seront étudiées électriquement à **l'IEMN** afin d'évaluer leur potentiel pour la montée en fréquence. Le postdoc aura aussi pour mission de **transférer au CEMES** le savoir-faire concernant l'élaboration des structures HEMT et la passivation *in-situ* afin de s'assurer que les structures étudiées à l'échelle micro-nano voire atomique au CEMES sont proches des transistors étudiés à l'IEMN. Enfin, quelques structures sur SiC seront fabriquées et caractérisées afin d'évaluer leur potentiel pour la montée en fréquence. A noter par ailleurs que la simplicité de ces structures (matériaux binaires avec un minimum d'interfaces) est a priori un atout face au problème récurrent de la **gestion thermique**. Un **cofinancement** Université Côte d'Azur est **demandé**.

[1] Y. Tang et al., Ultrahigh-Speed GaN HEMT with ft/fmax of 454/444 GHz, EDL 36, 549 (2015)