

- Axe de GANEX : 4
- Titre du sujet : Optimisation des pertes RF dans les HEMTs GaN sur substrat silicium pour la fabrication de transistors fonctionnant à 40GHz et au-delà
- Porteur : Yvon CORDIER yc@crhea.cnrs.fr
- Nature de la thèse (effacer les mentions inutiles)
Thèse partagée académique : CRHEA, IEMN, Option 1 : GANEX 100%,
Option 2 : GANEX 50% si cofinancement DGA 50%
- Date souhaitée de démarrage : Octobre 2016
- Lien avec un projet ANR ou H2020: projet ANR ASTRID déposé
- Lien avec industriels : OMMIC
- Sujet développé :

L'intérêt croissant pour des systèmes de communication hyperfréquences rend de plus en plus sévères les exigences en termes de pertes de propagation électromagnétique. En effet, au-delà de 18 GHz, le couplage capacitif entre la surface et le substrat provoque non seulement une atténuation des ondes propagées vers ou depuis le composant, mais encore il induit une chute d'efficacité du composant lui-même pour l'amplification des signaux. Ce phénomène est d'autant plus critique que le substrat, tel le Silicium utilisé pour réduire les coûts de fabrication, n'est pas un matériau semi-isolant, tout au plus résistif à hauteur de quelques kOhm.cm. Dans ce contexte, pour développer des systèmes performants à des fréquences allant de 40 GHz à 94 GHz, il est nécessaire de maîtriser au mieux les éléments déterminant ces pertes de propagation pour les HEMTs GaN sur substrat Silicium. Les études développées à ce jour montrent que bien au-delà de l'isolation électrique (résistivité) des couches tampon, **un premier point critique identifié est l'interface entre la couche de nucléation (AlN) et le substrat**. Plus précisément, la manière de réaliser l'interface, les conditions de température pour la croissance de la couche de nucléation mais aussi pour le reste de la couche tampon, semblent jouer un rôle notable. A titre d'exemple, **les procédés appliqués usuellement en épitaxie MOCVD** pour réaliser des couches GaN de grande qualité cristalline sur Silicium produisent des pertes supérieures d'un ordre de grandeur à l'acceptable et **doivent faire l'objet de changements profonds et de compromis pour combiner qualité électrique et qualité structurale**.

L'objectif de la thèse est donc d'étudier les origines des pertes et maîtriser les paramètres les plus pertinents pour réaliser des amplificateurs de puissance hyperfréquences et envisager la réalisation de circuits, sujets qui intéressent la Défense (DGA) et les partenaires industriels (OMMIC, THALES...). Pour cela, des couches de nucléation et des couches tampon seront tout d'abord réalisées au CRHEA avec des équipements de croissance MBE et MOCVD permettant au total l'exploration d'un domaine de températures large tout en garantissant l'obtention de couches cristallines. La combinaison des deux techniques complètera cet éventail. Des caractérisations structurales, physicochimiques et électriques seront développées avec l'IEMN. Un effort particulier sera fait pour mettre au point une procédure de caractérisation rapide des pertes, avant de procéder à des études fines sur des composants de test fabriqués sur des échantillons ciblés. Pour cela, le candidat sera amené à travailler dans les deux laboratoires impliqués. Ce travail sera validé par la réalisation de structures HEMT afin de démontrer des transistors présentant des performances améliorées par rapport à l'état de l'art mondial précédemment établi par les laboratoires CRHEA et IEMN, c'est-à-dire des densités de puissance saturée de 2.7-3.2 W/mm à 40 GHz avec des pertes de l'ordre de 1 dB/mm.