

Caractérisation statique et dynamique des composants GaN HEMT couplées avec les simulations physiques et thermiques.

NALLATAMBY Jean-Christophe, jean-christophe.nallatamby@xlim.fr

Tél : 0555867323


Raphaël SOMMET, raphael.sommet@xlim.fr


Tél : 0555864820

Equipe : CCSNL, Campus Universitaire de Brive. BRIVE-LA-GAILLARDE

Mots clés : composants semi-conducteurs, GaN, HEMT, simulation physique, simulation thermique, Caractérisations DC, temporelle, [S], thermique et non linéaire.

Résumé de la thèse :

 L'objectif de la thèse est de tenter d'établir une méthodologie systématique d'analyse des composants HEMT GaN permettant de faire le lien entre la technologie et la conception du circuit de façon à garantir une phase de CAO des circuits fiable et précise de façon à assurer les performances désirées dès la simulation.

 The PhD thesis consists of accurately defining and implementing a characterization protocol allowing the localization of traps in the semiconductor and determining their influence on the overall performances of the components.

Objectifs :

Compréhension et Optimisation des phénomènes de Pièges dans le cadre du développement de la prochaine génération de Composants de puissance à base de GaN

Description complète du sujet de thèse :

Depuis plusieurs années, la technologie de transistors à effet de champ à haute mobilité (HEMT) sur Nitrure de Gallium (GaN) a démontré un potentiel très important pour la montée en puissance et en fréquence des dispositifs. Si cette technologie se révèle être probablement ce qu'il se fait de mieux actuellement, l'optimisation et la compréhension des composants requiert encore toute l'attention des chercheurs.

En effet, certains articles ont montré que les signatures de pièges dépendent notamment du type d'épitaxie (MOCVD, MBE), des dopages du buffer,...L'idée est donc de faire une étude fine de ces structure à l'aide de simulation physique afin d'en savoir plus sur les niveaux d'énergie des pièges et leur type, leur localisation spatiale, l'influence des paramètres technologiques sur les niveaux observés ...

La conception des circuits complexes associés à des systèmes millimétriques doivent présenter des performances à l'état de l'art ne serait-ce que pour de simples raisons de compétitivité. Elle réclame donc des modèles compacts très précis pour tous les composants utilisés.

Les pièges sont très sensibles aux effets thermiques. Ceux sont très présents dans les transistors GaN du fait que ces derniers sont destinés à faire de la puissance. L'idée est donc également d'effectuer un couplage fin entre analyse thermique et analyse semi-conducteurs. Nous possédons déjà une expertise certaine dans ces domaines qu'il convient d'associer.

Les moyens de mesures (DLTS, paramètres S BF,...) que nous avons développés doivent nous aider dans cette tâche.

Les principales tâches de cette thèse concernent les caractérisations, la simulation physique et thermique pour la modélisation des composants semi-conducteurs. La connexion entre ces trois domaines et donc la validité globale du modèle du continu aux fréquences microondes et millimétriques reste un défi nécessaire à relever mais non encore abouti.

La collaboration avec un ou plusieurs laboratoires disposant de technologie est fondamentale. Nos collaborations s'effectueront avec UMS sur une filière GaN existante et déjà éprouvée ainsi qu'avec l'IEMN sur des composants plus innovants.

- L'ensemble des composants fournis par UMS et IEMN subira la routine de caractérisation et de simulation :

- * Caractérisation statique.
 - * Caractérisation en régime pulsé utilisant différents points de repos permettant de mettre en évidence les effets de pièges au sein des composants,
 - * Caractérisation en régime petit signal afin d'extraire les performances en fréquence des composants,
 - * Caractérisation des pièges basée sur la mesure de la dispersion fréquentielle de l'admittance de sortie en basse fréquence,
 - * Spectroscopie temporelle en courant des niveaux profonds (I-DLTS), Mesures « statiques »,
 - * Extractions des sources de bruit basse fréquence des composants, Caractérisation en régime grand signal
 - * Caractérisation thermique
- * Simulation physique et thermique : La possibilité offerte par les outils de simulation physique et thermique de décrire précisément les composants électroniques permet d'accéder à des grandeurs inaccessibles par les mesures et d'étudier de façon indépendante l'impact des différents phénomènes physiques sur leur fonctionnement. Ces outils permettent ainsi de relier de façon non empirique les caractéristiques électriques avec les causes physiques qui en sont à l'origine.

Compétences à l'issue de la thèse :

L'objectif est de tenter d'établir une méthodologie systématique d'analyse des composants HEMT GaN permettant de faire le lien entre la technologie et la conception du circuit de façon à garantir une phase de CAO des circuits fiable et précise de façon à assurer les performances désirées dès la simulation.

Présentation de l'équipe d'accueil :

Les activités de l'équipe CSSNL, de l'axe SRF, sont dédiées à l'analyse, la modélisation, la conception et la caractérisation des composants, fonctions, et sous-systèmes actifs non linéaires, du frontal RF. Pour couvrir ce domaine scientifique elle est structurée en 3 projets de recherche cohérents et complémentaires :

- Le projet IN-OV (INstrumentatiOn aVancée) dont les travaux de recherche sont consacrés à la métrologie RF non linéaire.
- Le projet SIM3RF (Simulation/Modélisation Multi-échelle/Multi-physique) qui développe des outils numériques CAO de simulation et de modélisation.
- Le projet ACT-RF (Architectures et Conception de Transmetteurs RF).

Financement : Lot1: Sujet financé sur crédits institutionnels (sujets fléchés)

Spécialité de Doctorat : Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication

Domaine de compétences principal: Sciences pour l'Ingénieur

Domaine de compétences secondaire: Physique

Candidat :

Compétences souhaitées : Simulation physique: SILVACO, SENTAURUS

Simulation électrique : ADS

Outils de caractérisations des composants

Conditions restrictives de candidature : Aucune

Date Limite de candidature : 8 Juin 2017 - 18h