

Discipline : Micro et Nano Technologies,
Acoustique et Télécommunications

Nom du candidat : Sarra MHEDHBI

Président de Jury

Directeur de Thèse

V. HOEL

Rapporteurs

P. PANNIER
D. BAILLARGEAT

Membres

A. STOLZ
A. OUERGI
J.-P. VILCOT

TITRE DE LA THESE

**Développement de transistors flexibles en technologie
hétérogène (GaN et Graphène) pour des applications Haute-
fréquence**

**Development of flexible devices in heterogeneous technology (GaN and
graphene) for high frequency applications**

RESUME

Depuis quelques années, nous assistons à l'essor d'une nouvelle filière d'électronique basée sur des supports flexibles. De nombreuses applications difficilement atteignables par l'électronique classique sont visées, c'est notamment le cas des tags RFID, des capteurs mobiles, des écrans flexibles... Cette électronique est essentiellement basée sur des matériaux organiques pour lesquels la faible mobilité ($<1\text{cm}^2/\text{V.s}$) limite considérablement les performances hyperfréquences des composants. Dans ce contexte, l'intégration hétérogène de composants des filières GaN et graphène sur substrat flexible apparaît comme une solution prometteuse pour des applications de puissance hyperfréquence où la conformabilité sur surface non plane est souhaitée. Ces travaux présentent d'une part, une méthode de transfert de composants HEMTs AlGaIn/GaN sur ruban flexible et d'autre part, une technique de manipulation du substrat souple et de fabrication directe des composants à base de graphène sur celui-ci. Des HEMTs AlGaIn/GaN à faible longueur de grille ($L_G = 100\text{nm}$) ont été transférés sur ruban flexible et ont permis d'atteindre des résultats à l'état de l'art en termes de puissance hyperfréquence avec un gain de puissance linéaire (Gp) de 15,8 dB, une densité de puissance de sortie (Pout) de 420 mW / mm et une puissance ajoutée (PAE) de 29,6%. Pour les composants à base de graphène, une technique de manipulation du substrat flexible a été développée et a permis de fiabiliser le procédé technologique de fabrication. Une fréquence de coupure f_c de 1 GHz et une fréquence maximale d'oscillation f_{max} de 3 GHz ont été obtenues.

In recent years, the field of flexible electronics has been expanding. Many applications difficult to achieve by conventional electronics are targeted as RFID tags, mobile sensors, flexible screens... This field is essentially based on organic material for which the poor mobility ($<1\text{cm}^2/\text{V.s}$) limits considerably the device performances. In this context, the heterogeneous integration of GaN and graphene devices on a flexible substrate appears to be a promising solution for microwave power applications where conformability on a non-planar surface is needed. This work presents, on the one hand, a method to transfer AlGaIn/GaN HEMTs onto flexible tape and, on the other hand, a technique for handling and manufacturing graphene-based components directly on the flexible substrate. HEMTs with short-gate length ($L_G = 100\text{nm}$) have been transferred onto flexible tape and showed state of the art results in terms of microwave power with a linear power gain (Gp) of 15.8 dB, an output power density (Pout) of 420 mW/mm and an added power efficiency (PAE) of 29.6%. Concerning graphene-based devices, a flexible substrate handling technique has been developed making the manufacturing process more reliable. A cut-off frequency f_c of 1 GHz and a maximum oscillation frequency f_{max} of 3 GHz were obtained.

**Soutenance le 1^{er} décembre 2017 à 10h30
Amphi du LCI**