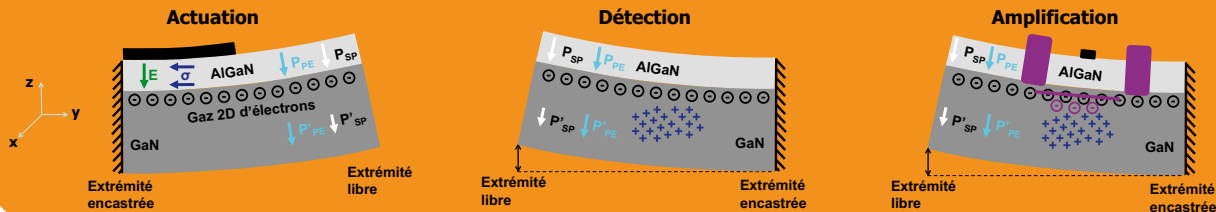


Partenaires



Objectif: Créer une nouvelle filière de MEMS GaN

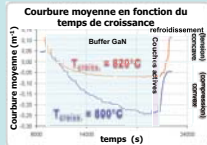
Concept: Utiliser un transistor à haute mobilité (HEMT) comme détecteur de mouvement.



Etude de l'épitaxie de GaN/Si pour MEMS et propriétés mécaniques

Couches épitaxiées de HEMT AlGaN/GaN sur Si (111)

- Origine CRHEA + PICO GIGA (resp: $\phi = 50$ et 100 mm)



Couches épitaxiées AlGaN/GaN sur 3C-SiC sur Si (111)

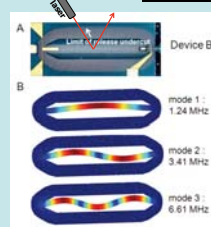
- Croissance par CVD de SiC sur Si (111) $\phi = 50$ mm
- > Procédé en 2 étapes: carbonisation au propane, croissance à partir de propane et de silane
- > Gaz vecteur: H_2
- Croissance par MBE de couches HEMT sur le 3C-SiC

Caractérisation matériau

- Diffraction d'électrons in-situ (RHEED)
- Mesure de courbure moyenne par double faisceau laser (LAYTEC EpiCurve®).
- Microscopie électronique à transmission
- Microscopie à force atomique
- Photoluminescence (qualité de couches et détermination de la contrainte en surface).

HEMT AlGaN/GaN
Couches tampon
3C-SiC (111) 0.2 à 4 μ m
Silicium (111)

Caractérisation des MEMS



Optique

- Recherche des modes de vibration par vibrométrie Doppler
- Mesures ponctuelle
- Mesure d'identification des modes (scan)

Mécanique

- Nanoindentation
- Mesure du module d'Young E

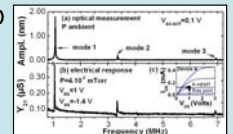
Electrique

- Mesures sous pointes coplanaires en environnement contrôlé
- Sous air ou vide primaire/Température contrôlée: 35°C
- Mesures DC du R-HEMT
- Mesures en fréquence (VNA ou détection synchrone)



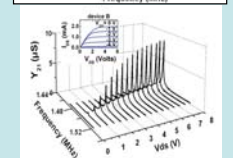
Spectre d'admittance

- Mise en évidence les modes de résonance mécanique
- => Preuve expérimentale du concept de détection du mouvement par HEMT.



Preuve expérimentale de l'amplification à l'intérieur du transducteur

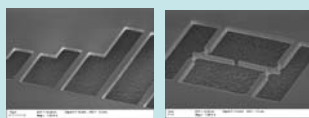
- Tension de drain amplifie la réaction du gaz d'électrons à la charge piézoélectrique.
- 20dB de signal supplémentaire par rapport à l'état de l'art des MEMS



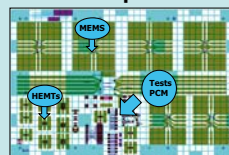
M. Faucher & al, *Appl. Phys. Lett.* 94, 233506 2009

Micronanotechnologie de fabrication

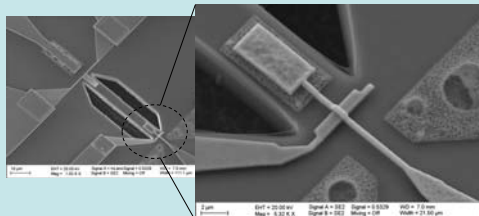
Libération de micro-poutres suspendues => faible contrainte moyenne



Conception de masques



Fabrication des premiers transducteurs actifs



- Lithographie e-beam à chaque étape (flexibilité)
- Process par lots à chaque étape
- Technologie en 2 étapes
- Planaire 'tout en un': transducteurs fabriqués en même temps que les HEMTs
- 3D : définition des parties mécaniques par gravure

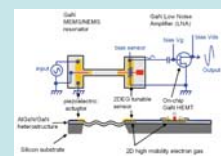
Mieux comprendre la physique du R-HEMT

Modélisation par éléments finis

- Environnement: Ansys, Comsol
- Calcul de la trans-admittance
- Intégration de la contrainte sur le volume sous la zone active du transistor

Vers la co-intégration d'un résonateur MEMS avec un amplificateur (LNA)

- Objectif: plancher de bruit de 10 à 100 fm/√Hz à 10 MHz
- Transduction jusqu'à 100 MHz.



Applications envisagées

- Mesures de masse/force pour la biodétection à haute fréquence