



Centre de Nanosciences et de Nanotechnologies

# Soutenance de thèse

Mercredi 04 avril 2018

14 h 30

C2N, Site d'Orsay, Bâtiment 220 - 91405 Orsay

Salle 44 (P. Grivet)

Monsieur Adrien PIOT

« Etude de la fabrication et de la transduction d'un microgyromètre piézoélectrique tri-axial en GaAs »

## Composition du jury proposé

M. Alain BOSSEBOEUF	Université Paris-Sud	Directeur de thèse
M. Didier THERON	IEMN	Rapporteur
M. Tarik BOUROUINA	ESIEE	Rapporteur
Mme Rose-Marie SAUVAGE	Direction Générale de l'Armement	Examineur
M. Benoît CHARLOT	IES, Institut d'Electronique et des Systèmes CNRS UMR 5214 / Université Montpellier	Examineur
M. Raffaele COLOMBELLI	Université Paris-Sud	Examineur
M. Olivier LE TRAON	ONERA - Centre de Châtillon - Université Paris-Saclay	Invité

## Résumé

Un microgyromètre 3 axes permet avec une structure unique de mesurer la vitesse de rotation d'un objet autour des trois axes de l'espace. Les microgyromètres 3 axes existants sont peu nombreux et typiquement résonants, fabriqués en technologie silicium par micro-usinage de surface, à transductions électrostatiques, et conçus pour des applications de fort volume où la taille et le coût sont des critères majeurs. Dans cette thèse nous avons étudié la transduction et le procédé de fabrication d'un gyromètre résonant 3 axes à actionnement et détection piézoélectriques, fabriqué par micro-usinage de volume dans du GaAs semi-isolant, et dont les performances sont potentiellement très supérieures à l'état de l'art tout en conservant une taille et un coût limité. Ce microgyromètre nécessite une transduction piézoélectrique 3D et un routage des connexions électriques qui ont été modélisés et optimisés pour réduire les couplages parasites entre les modes de détection et le mode pilote. Un procédé original de fabrication collective du microgyromètre a été développé, modélisé et caractérisé. Ce procédé utilise notamment une gravure ionique réactive très profonde et traversante du GaAs dans un plasma BCl<sub>3</sub>-Cl<sub>2</sub>. Il est démontré pour la première fois qu'une gravure anisotrope traversante de tranchées de 450 µm de profondeur peut être réalisée grâce à une optimisation des paramètres de gravure et à l'utilisation d'un masque en résine. Un procédé original de dépôt et de délimitation d'électrodes Au/Cr sur les flancs verticaux d'une structure gravée par évaporation sous incidence oblique avec rotation du substrat et à travers un masque pochoir en film sec photosensible a aussi été étudié en détail. Une caractérisation fine de la structure cristalline, de la résistivité et des contraintes mécaniques avant, pendant et après recuit des couches Au/Cr poreuses évaporées sous incidence oblique a été menée. Des microgyromètres complets avec tout le système de transduction 3D ont été réalisés. Des premières caractérisations par vibrométrie optique hors du plan et dans le plan des gyromètres réalisés démontrent des résultats encourageants. Enfin, différentes voies d'amélioration de la conception et du procédé sont proposées.

**Mots-clés :** gyromètre, GaAs, 3 axes, gravure ionique réactive profonde, dépôt oblique, MEMS