



AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

Pour confirmation des horaires et lieu de soutenance de la thèse par le doctorant et diffusion via Internet par le service des études doctorales à une liste préétablie de destinataires

DATE ET HEURE de la soutenance de la thèse : vendredi 04 avril 2014 à 10H30

Soutenance de **Ronan HINCHET** pour une thèse de DOCTORAT de l'Université de Grenoble,

spécialité : NANO ELECTRONIQUE ET NANO TECHNOLOGIES

Intitulé de la thèse : « Etude électromécanique de nanofils piézoélectriques semi conducteurs. Application aux capteurs et recuperateurs d'énergie mecaniques »

Lieu de soutenance de la Thèse : Phelma, Grenoble INP 23 rue des Martyrs 38016 Grenoble - salle P015

Thèse préparée dans le **laboratoire** : UMR 5130 - IMEP-LAHC : Institut de Microélectronique, Electromagnétisme, Photonique - Laboratoire hyperfréquences et caractérisation,

sous la direction de Mireille MOUIS, directeur de thèse et Gustavo ARDILA RODRIGUEZ Co-Encadrant.

Membres du jury :

- Mireille MOUIS - Directeur de thèse
- Marc Lethiecq - Rapporteur
- Laurent Pichon - Rapporteur
- Olivier Thomas - Examineur
- Gustavo Ardila - CoDirecteur de thèse
- Laurent Montès - CoDirecteur de thèse

Résumé de thèse :

Les systèmes intelligents sont le résultat combiné de différentes avancées en microélectronique ayant conduit à une augmentation des puissances de calcul, une diminution des consommations d'énergie, l'ajout de nouvelles fonctionnalités et de moyens de communication et en particulier à son intégration et application dans notre vie quotidienne. L'évolution du domaine des systèmes intelligents est prometteuse, et les attentes sont élevées dans de nombreux domaines : pour la surveillance dans l'industrie, les transports, les

infrastructures et l'environnement, ainsi que dans le logement, l'électronique grand public et les services de soins de santé, mais aussi dans les applications pour la défense et l'aérospatial. Aujourd'hui, l'intégration de plus en plus de fonctions dans les systèmes intelligents les conduisent vers une crise énergétique imminente où l'autonomie devient le principal problème. Par conséquent, il existe un besoin croissant en capteurs autonomes et sources d'alimentation. Le développement de récupérateurs d'énergie et de capteurs autoalimentés est une façon de répondre à ce problème énergétique. Parmi les technologies étudiées, la piézoélectricité a l'avantage d'être compatible avec l'industrie des MEMS, elle génère des tensions élevées et elle possède un fort couplage direct entre les physiques mécaniques et électriques. Parmi les matériaux piézoélectriques, les nanofils (NFs) semi-conducteurs piézoélectriques pourraient être une option prometteuse car ils présentent des propriétés piézoélectriques améliorées et une plus grande flexibilité. Parmi les différents NFs piézoélectriques, les NFs de ZnO et de GaN sont les plus étudiés, leurs propriétés piézoélectriques augmentent à l'échelle nanométrique par plus d'un facteur 2. Ils ont l'avantage d'être compatible avec l'industrie microélectronique et raisonnablement synthétisable par des approches top-down et bottom-up. En particulier, nous avons étudié la croissance hydrothermale de NFs de ZnO. Pour les utiliser correctement, nous avons étudié le comportement des NFs de ZnO. Nous avons effectué une étude analytique et des simulations par éléments finis (FEM) d'un NF de ZnO en flexion. Ces études décrivent la distribution du potentiel piézoélectrique en fonction de la force et exposent les règles de mise à l'échelle. Ensuite, nous avons développé la caractérisation mécanique par AFM du module de Young de NFs de ZnO et de GaN, puis nous avons effectué des caractérisations piézoélectriques par AFM de ces NFs pour vérifier leur comportement sous des contraintes de flexion. Une fois leur physique comprise, nous discutons des limites de notre modèle de NFs piézoélectriques en flexion et nous développons un modèle plus réaliste et plus proche des configurations expérimentales. En utilisant ce nouveau modèle, nous avons évalué le potentiel des NFs de ZnO pour les capteurs de force et de déplacement mesurant le potentiel généré sous une contrainte, puis, sur la base d'expériences, nous avons évalué l'utilisation de NFs de GaN pour les capteurs de force mesurant le courant au travers des NFs contraints. Mais la récupération d'énergie est également nécessaire pour résoudre la crise énergétique imminente et nous avons donc étudié plus profondément cette solution. Pour bien comprendre la problématique, nous avons étudié l'état de l'art des nanogénérateur (NG) et leurs architectures potentielles. Nous analysons leurs avantages et inconvénients, afin de définir une structure de NG de référence. Après une brève étude analytique de cette structure pour comprendre son fonctionnement et les défis, nous avons effectué plusieurs simulations FEM pour définir des voies d'optimisation pour les NG travaillant en compression ou en flexion. Enfin la fabrication de prototypes et leur caractérisation préliminaire sont présentées.

Fait à Grenoble, le 14/03/2014

Le doctorant Ronan HINCHET



* La date sera mise ultérieurement lorsque l'autorisation de soutenance de thèse aura été accordée par la direction du SED