

Service des études doctorales  
Bâtiment Pluriel – 701 rue de la Piscine  
BP 31 – FR – 38402 SAINT MARTIN D'HÈRES  
Tél. 04 76 82 40 24 – Fax 04 76 82 40 40

THES\_FOR\_04

## 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** : mardi 03 février 2015 à 10h30

Soutenance de **Mehdi DAANOUNE** pour une thèse de DOCTORAT de l'Université Grenoble Alpes,  
**spécialité** : NANO ELECTRONIQUE ET NANO TECHNOLOGIES

**Intitulé de la thèse** : « Mesure de la durée de vie et de la longueur de diffusion des porteurs de charge minoritaires dans les matériaux de faible dimensionnalité »  
**Lieu de soutenance de la Thèse** : Phelima Minatec - 3, Parvis Louis Néel - CS 50257 - 38016 Grenoble Cedex 1 - salle Amphi M001

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

**sous la direction** de Anne KAMINSKI-CACHOPO, directeur de thèse et danièle blanc-pelissier Co-Encadrant.

### Membres du jury :

- Anne KAMINSKI-CACHOPO - Directeur de thèse
- Danièle BLANC-PELISSIER - Co-encadrant de thèse
- Jean-Paul KLEIDER - Rapporteur
- Olivier PALAIS - Rapporteur
- Oleksiy NICHIPORUK - Examinateur
- Jean-Emmanuel BROQUIN - Examinateur

**Résumé de thèse :**

La durée de vie des porteurs minoritaires est l'un des principaux paramètres mesurés dans les semi-conducteurs et la décroissance de photoconductivité (PCD) l'une des méthodes les plus largement utilisées pour ce type de mesure. Aujourd'hui, grâce aux divers équipements automatisés, la mesure de durée de vie est devenue une caractérisation de routine qui permet de juger de la qualité d'un matériau dans tous les secteurs utilisant les semi-conducteurs. Cependant, l'utilisation de micro- et nano-matériaux dans l'industrie du photovoltaïque et de la microélectronique requière l'adaptation des techniques existantes (PCD, photoluminescence etc.). En effet, avec la réduction des dimensions (couches ultraminces telles que les couches épitaxiées, couches SOI « silicon on insulator », et nanostructures), l'influence de la surface (états d'interfaces, pièges, etc.) devient prépondérante. La présence des substrats utilisés pour les croissances ou report de couche de ces différentes structures perturbe également les mesures. Ceci rend difficile l'adaptation des méthodes de mesure de durée de vie classiques comme, par exemple, le déclin de photoconductivité. Au cours de cette thèse nous nous sommes attachés à adapter des techniques de caractérisation de durée de vie à des matériaux de faibles dimensions. Nous avons tout d'abord caractérisé des échantillons massifs et des couches épitaxiées d'une épaisseur de l'ordre de la dizaine de micromètres. Nous avons proposé une technique qui consiste à déterminer simultanément la durée de vie en volume et la vitesse de recombinaison en surface des porteurs minoritaires dans d'une couche épitaxiée, à partir de la mesure de l'intensité de photoluminescence. La méthode développée consiste à calculer le rapport de l'intensité de photoluminescence (RPL) mesurée à différentes longueurs d'onde et pour différentes puissances d'excitation. Ces rapports RPL expérimentaux sont ensuite comparés aux rapports RPL simulés, ce qui permet d'évaluer la vitesse de recombinaison en surface et le temps de vie en volume. Nous avons ensuite étudié des couches semi-conductrices ultraminces de l'ordre de la centaine de nanomètres dans des structures de type SOI (silicon on insulator). Après un rappel des méthodes de fabrication et de quelques-unes des utilisations, nous avons analysé les méthodes électriques existantes permettant de déterminer la qualité des substrats SOI. Cela nous a amené à proposer une nouvelle méthode de caractérisation apportant des solutions aux limitations de ces techniques. Cette méthode se base sur une mesure courant-tension sous obscurité et sous éclairage en configuration PSEUDO-MOSFET où le substrat de la structure SOI sert de grille du transistor et deux pointes déposées sur le film de silicium servent de source et drain. Nous avons appliqué cette nouvelle méthode de caractérisation de la durée de vie des porteurs de charge à un substrat SOI et avec l'aide de la simulation numérique, nous avons pu expliquer les phénomènes de recombinaison aux interfaces et extraire les paramètres associés. Enfin, la dernière partie de ce travail de thèse concerne l'étude des nanofils pour des applications photovoltaïques. Dans les nanofils, le rapport surface sur volume augmente considérablement ce qui entraîne une diminution de la durée de vie effective due à l'augmentation de l'influence des surfaces. Le fonctionnement des cellules solaires à base de nanofils que nous avons étudiées est très dépendant de la qualité des interfaces. Nous avons analysé ces cellules grâce à la méthode RRT (« Reverse Recovery Transient ») basée sur la proportionnalité qui existe entre la quantité de charges stockées dans les régions neutres des jonctions pn polarisées et la durée de vie des porteurs minoritaires. Ce type de structure étant assez complexe, nous avons utilisé des simulations numériques pour analyser les phénomènes de recombinaison au sein de la cellule solaire et extraire les densités de défauts aux interfaces.

Fait à Grenoble, le \*

Le doctorant Mehdi DAANOUNE