

Réalisation de cartographies à l'échelle sub-nanométrique de la composition chimique et de la déformation dans des hétérostructures d'alliages (B)InGaN et AlGaN

- date souhaitée de démarrage: juin 2015
- durée 12mois
- lieu : Laboratoire de Photonique et de Nanostructures, CNRS -UPR20, route de Nozay, 91460 Marcoussis

Nous avons développé une méthode pour réaliser des cartographies chimiques quantitatives d'hétérostructures InGaN/GaN et AlGaN/GaN basées sur la quantification du contraste des images STEM-HAADF en utilisant des points de référence de composition mesurée par EDX (Pantzas et al., Nanotechnology 23 (2012) 455707). Le but est maintenant de développer une méthode de traitement capable d'établir des cartographies chimiques ainsi que cartographies de déformation jusqu'à l'échelle atomique à partir d'images STEM-HAADF de résolution atomique. Pour ce faire, il sera maintenant nécessaire de travailler sur le motif élémentaire de la structure cristalline et donc de savoir repérer automatiquement la position des colonnes atomiques dans toute l'image afin d'accéder directement aux variations de contraste (traduisant une composition de l'alliage) ainsi qu'aux champs locaux de déformation. Des points spécifiques permettant la calibration du contraste seront obtenus par analyse EDX quantitative. Les lames minces nécessaires aux observations STEM seront obtenues par FIB afin d'éviter au maximum les variations d'épaisseur (qui existent de toutes façons, et qu'il sera nécessaire de prendre en compte et de corriger). Les observations seront faites dans les microscopes TEM/STEM Jeol 2200FS et Titan Themis 200, tous deux équipés d'un correcteur d'aberration sphérique. Le microscope Titan est doté du système d'analyse EDX « ChemiSTEM » comportant quatre détecteurs d'angle solide 0.8 sr au total.

Le but de ce travail est de fournir un code capable d'établir une cartographie atomique quantitative ainsi qu'une cartographie des déformations à partir d'une image atomique STEM-HAADF et de quelques points de référence de composition chimique mesurée par EDX, pour des alliages InGaN, AlGaN et B GaN. A terme, ce code sera mis en accès libre pour toute la communauté GaNex.

Le projet est réalisé en collaboration avec l'UMI Georgia Tech Lorraine. Les premières études concerneront les structures InGaN/GaN dites « quasi-bulk ». On cherchera à mettre en évidence les interactions entre fluctuations de composition et déformations à l'origine de la croissance 3D observée dans ces structures, en particulier au voisinage des dislocations émergeant du substrat. Nous étudierons également la formation des agrégats riches en bore dans les couches d'alliage B GaN et B InGaN, en particulier pour les nanostructures réalisées en épitaxie sélective localisée dite « SAG ». Il sera également important de traiter le cas des couches alliages AlGaN et InGaN introduites dans des nanofils (en structure axiale comme radiale). Il faudra évidemment prendre en compte la géométrie particulière des nanofils pour réaliser les cartographies chimiques et de déformation de ces objets.

Cette bourse post-doctorale est proposée dans le cadre du laboratoire d'excellence en réseau GaNex du plan d'Investissements d'Avenir (ANR-11-LABX-0014)

Contact : Gilles Patriarche (gilles.patriarche@lpn.cnrs.fr), tel : 01 69 63 61 73