Modélisation de cellules tandem InGaN sur Silicium : Comparaison des structures à 2 et 4 contacts

W. El Huni*[1,2], A. Migan[1, 2], Z. Djebbour[1, 3]

[1] GeePs, UMR8507, CNRS, CentraleSupélec, UPsud, UPMC, 11 Rue Joliot-Curie, 91192 Gif-sur-Yvette cedex, France
[2] Université Pierre et Marie Curie, UPMC, 4 Place Jussieu, 75005 Paris, France
[3] Département des Sciences Physiques, UVSQ, 45 Avenue des États-Unis, 78035 Versailles, France

*e-mail: walid.elhuni@geeps.centralesupelec.fr

Mots-clés : Cellule tandem, modélisation, intégration monolithique, empilement mécanique, 2/4 contacts

Les cellules solaires photovoltaïques tandem dont l'une des jonctions est composée de silicium sont très prometteuses pour obtenir des structures à hauts rendements et faible coût. Cependant, il est difficile de trouver un matériau dont la bande interdite (1,7 à 1.8 eV) est adaptée à celle du silicium[1]. En raison de leurs propriétés électriques et optiques très intéressantes[2-3], les alliages à base de nitrure de gallium et d'indium (InGaN) sont des candidats potentiels pour faire la seconde jonction avec le silicium. Cependant, une couche relativement épaisse et de qualité suffisante est difficile à réaliser. Une des techniques utilisées est d'alterner des couches d'InGaN avec des couches de GaN en une structure périodique appelée Semibulk[4].

Dans cette communication, nous présentons la modélisation d'une structure tandem composée d'une cellule faible gap en silicium cristallin et d'une cellule grand gap en InGaN selon la structure Semibulk. Les modélisations ont été effectuées à l'aide du logiciel TCAD Silvaco-ATLAS en considérant des paramètres réalistes et en implémentant de l'effet de polarisation dans les matériaux III-N. Lorsque la composition d'indium dépasse 50%, la structure Semibulk, malgré sa bonne morphologie, présente des performances plus faibles que celles des cellules tandem dont l'InGaN est massique. Pour réaliser une adaptation de courant à la jonction tunnel entre les cellules d'une structure tandem intégrée monolithiquement (structure tandem à 2 contacts), une composition d'indium de 50% est nécessaire. Nous nous sommes également intéressés aux performances d'une structure tandem dont les cellules sont simplement empilées mécaniquement et isolées électriquement (structure tandem à 4 contacts). La structure modélisée considère une composition d'indium de 25%. Le rendement obtenu est proche de 30% et laisse entrevoir l'étendue des réalisations possibles à base d'InGaN.

Références :

1. Meillaud F. et al., *solar energy mat. & solar cells* 2006:2952-2959
2. Vurgaftman I. et al., *applied physics reviews* 2005;3675
3. Yamamoto A. et al.*Phys Status Solidi*. 2010;7(5):1309-1316
4. Pantzas K. et al. , *J Cryst Growth*. 2013;370:57-62