

Hétérostructures GaAs/Ge intégrées sur Si : vers des cellules tandems à haut rendement

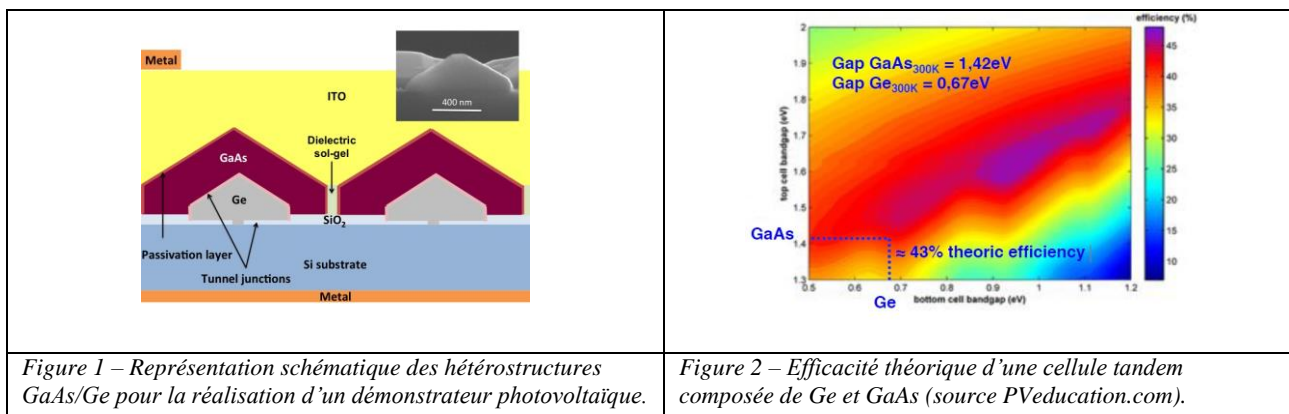
Marie COSTE¹, Géraldine HALLAIS¹, Laetitia VINCENT¹, Nikolay CHERKASHIN², Ludovic LARGEAU¹,
Daniel BOUCHIER¹, Charles RENARD¹

¹C2N, CNRS, Université Paris-Saclay, France

²CEMES, UPR CNRS 8011, 29 rue Jeanne Marvig, 31055 Toulouse, France

Auteur contact : marie.coste@u-psud.fr

Les plus hautes performances photovoltaïques sont obtenues à l'aide de cellules à multi-jonctions [1]. Celles-ci sont composées de matériaux avec des gaps complémentaires permettant de maximiser la quantité de photons récoltés dans une large gamme d'énergie, mais aussi de minimiser les pertes thermiques. L'inconvénient de ces cellules reste toutefois leur coût très élevé : lié à l'utilisation de substrats coûteux comme le Ge et de matériaux de très haute qualité, épitaxiés en accord de maille. Afin de réduire ce coût, nous proposons un concept innovant permettant l'hétéroépitaxie de matériaux désaccordés en maille sur substrat Si sans génération de contrainte mécanique ou de défauts. L'objectif est alors de développer un démonstrateur de cellule photovoltaïque tandem GaAs/Ge intégré sur Si (Figure 1) permettant d'atteindre un rendement théorique très élevé (près de 43%) (Figure 2). Ce type de structure est réalisable grâce au savoir-faire acquis par le C2N dans l'hétéroépitaxie latérale par CBE (Chemical Beam Epitaxy). Cette technique nous permet d'obtenir par intégration hétérogène des microcristaux de GaAs/Ge parfaitement intégrés et électriquement connectés au substrat [2]. Une telle hétérostructure est avantageuse du fait que ces matériaux sont quasiment accordés en maille. Précédemment, nous avons montré [2] que la croissance directe de microcristaux de GaAs sur Si(100) à travers des ouvertures nanométriques conduisait à la formation systématique de macles. Dans le cas d'une hétérostructure GaAs/Ge, ce type de défaut peut être évité car l'épitaxie latérale démarre avec du Ge. Des microcristaux de GaAs/Ge sans dislocations ni macles ont effectivement été obtenus. Cependant, le Ge présentant des facettes {113}, leur interface avec le GaAs conduit à la formation de domaines d'anti-phase [3]. Un changement de morphologie des nanocristaux de Ge utilisés est nécessaire pour éliminer leur formation. Ceci est possible en réalisant la croissance des cristaux sur Si (111). Dans l'objectif d'obtenir une densité surfacique de cristaux maximale, nous travaillons actuellement sur la croissance de tels objets sur des substrats patternés. Les différents résultats seront présentés lors de la communication.



[1] NREL : best research cell efficiency 2016

[2] C. Renard et al., High current density GaAs/Si rectifying heterojunction by defect free Epitaxial Lateral overgrowth on Tunnel Oxide from nano-seed, Sci. Rep. 6 (2016) 25328. doi:10.1038/srep25328.

[3] Accepted for publication in Thin Solid Films: M. Coste et al., Morphology of GaAs crystals heterogeneously integrated on nominal (001) Si by Epitaxial Lateral Overgrowth on Tunnel Oxide via Ge nano-seeding