

Hétéroépitaxie de GaAs sur Si: vers une cellule tandem

L. Dentz¹, G. Chau^{1,2}, A. Jaffré², G. Hallais¹, F. Hamouda¹, L. Vincent¹, L. Largeau¹, D. Bouchier¹, J. P. Connolly², D. Mencaraglia², C. Renard¹
¹C2N, Centre de Nanosciences et de Nanotechnologies, CNRS, Université Paris-Saclay, Palaiseau, France
²GeePS, Génie Electrique et Electronique de Paris, Gif sur Yvette, France

Contexte

Ce projet vise à développer une solution innovante pour l'intégration de matériaux hétérogènes, en particulier les III-V sur le silicium, pour des applications en opto-électronique. Grâce aux savoir-faire développés au C2N dans l'hétéroépitaxie latérale de GaAs sur silice nanostructurée, et au GeePS dans les caractérisations électriques et le design des structures, nous proposons de réaliser un démonstrateur de cellule PV tandem AlGaAs/Si (Fig. 1). D'après des simulations réalistes, ce design devrait permettre d'atteindre un rendement de 32% [1], tout en permettant de réaliser cette structure sur un substrat Si peu coûteux [2]. Cependant, le défi majeur réside dans la croissance de matériaux ayant des constantes de maille très différentes (~4%) sans générer de dislocations ni de domaines d'antiphases. Grâce à la méthode d'intégration ELTON (Epitaxial Lateral overgrowth on Tunnel Oxide from nano-seed), nous avons réussi à obtenir des microcristaux d'(Al)GaAs sur du silicium, dépourvus de défauts cristallins et de contraintes, tout en favorisant une excellente conduction électrique à travers GaAs/Si par effet tunnel [3]. Afin de réussir à ordonner ces microcristaux, ce projet se concentre sur le développement d'une méthode de texturation de surface à faible coût.

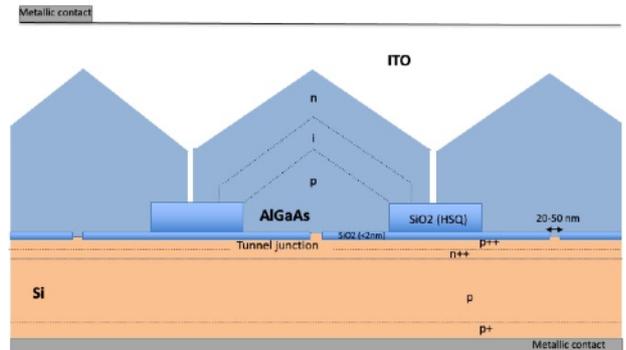


Fig. 1 : Cellule solaire tandem AlGaAs/Si

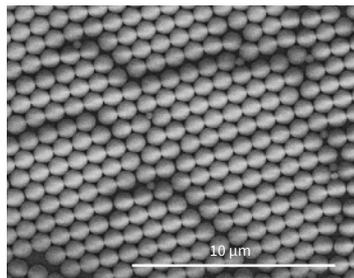


Fig. 2: Nanosphères de polystyrène

Étude de Dépôt de Nanobilles

Nous avons développé des savoirs antérieurs basés sur des techniques de lithographie conventionnelle pour texturer le substrat. Cependant, ces méthodes sont coûteuses et présentent certaines limites. Actuellement, nous développons un processus de texturation économique appelé Lithographie à NanoSphères (NSL en anglais). En variant le diamètre des billes et en les gravant, nous pouvons ajuster avec précision, et la distance entre, et la tailles de ces ouvertures. Nous présenterons nos récentes avancées sur cette méthode.

Étude du Dopage : Effet du rapport V/III et précurseurs alternatifs

L'autre partie essentielle du projet s'intéresse au contrôle du dopage des microcristaux de GaAs, qui est crucial pour la création d'un démonstrateur de cellule tandem (Al)GaAs/Si. Les cristaux avaient précédemment montré un important dopage non intentionnel de type P lié à une forte incorporation de carbone dû à une mauvaise dissociation du précurseur utilisé (TMGa) [5]. Pour résoudre ce problème, le projet se concentre sur l'amélioration du contrôle du dopage en utilisant TEGa comme gaz précurseur du gallium (Ga). Nous présenterons et comparerons les résultats obtenus à ceux du TMGa.

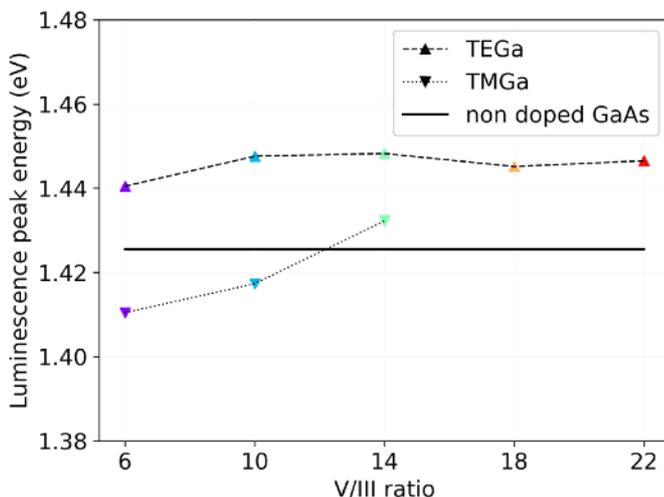


Fig. 4: Position du pic de photoluminescence, en fonction du rapport V/III, en comparaison au pic de référence de GaAs (110) non-dopé.

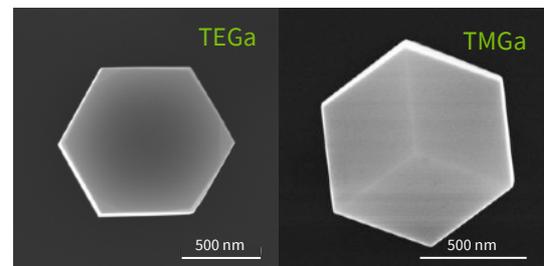


Fig. 3: μ -cristaux de GaAs sur Silicium (111)

- [1] J. P. Connolly et al, *Progress in Photovoltaics*, **2014**, 22, 810
- [2] J. Scott Ward et al, *Progress in Photovoltaics*, **2016**, doi: 10.1002
- [3] C. Renard et al, *Sci. Rep.*, **2016**, 6, 25328. doi:10.1038/srep25328.
- [4] D. Gogel et al, *Journal of optoelec. and adv. materials*, **2010**, 12, 3
- [5] T. Molière et al, *Journal of applied physics*, **2017**, 121(3):035704