

Etude de la modification du dopage pour des hétéroépitaxies GaAs sur Si et des homoépitaxies GaAs sur GaAs [110] pour la réalisation de cellule tandem GaAs/Si

G. Chau^{1,2}, A. Jaffré², G. Hallais¹, D. Mencaraglia², C. Renard¹

¹ C2N, UMR 9001, CNRS, Université Paris-Saclay, 10 Bd Thomas Gobert, Palaiseau, France

² GeePs - Génie Electrique et Electronique de Paris - CNRS, CentraleSupélec, Université Paris-Saclay, Sorbonne Université – 11 rue Joliot Curie, Plateau de Moulon, 91192 Gif-sur-Yvette CEDEX, France

Les cellules multijonctions III-V/Ge représentent la solution la plus efficace pour obtenir les plus hauts rendements de conversion photovoltaïque (PV) [1]. Cependant, leurs coûts très élevés, à cause du substrat de Ge, les restreignent à des applications niches telles que le spatial et les systèmes à concentration solaire CPV. Grâce aux savoir-faire développés au C2N dans l'hétéro-épitaxie 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 GaAs/Si. D'après des simulations réalistes, ce design devrait permettre d'atteindre un rendement de 29,2% [2], tout en permettant de réaliser cette structure sur un substrat Si peu coûteux (Fig 1). Le défi principal réside cependant dans la croissance des matériaux désaccordés (~4%) sans génération de dislocations et sans formation de domaines d'antiphases. Par la méthode d'intégration ELTO (Epitaxial Lateral overgrowth on Tunnel Oxide from nano-seed), nous avons obtenu des μ -cristaux de GaAs sur silicium (Fig 1) sans défaut cristallin ni contrainte, et permettant un passage important du courant à l'interface GaAs/Si par effet tunnel [3].

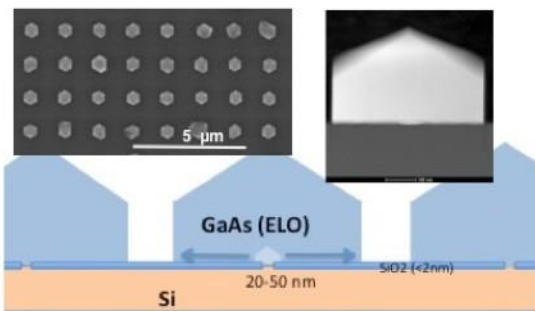
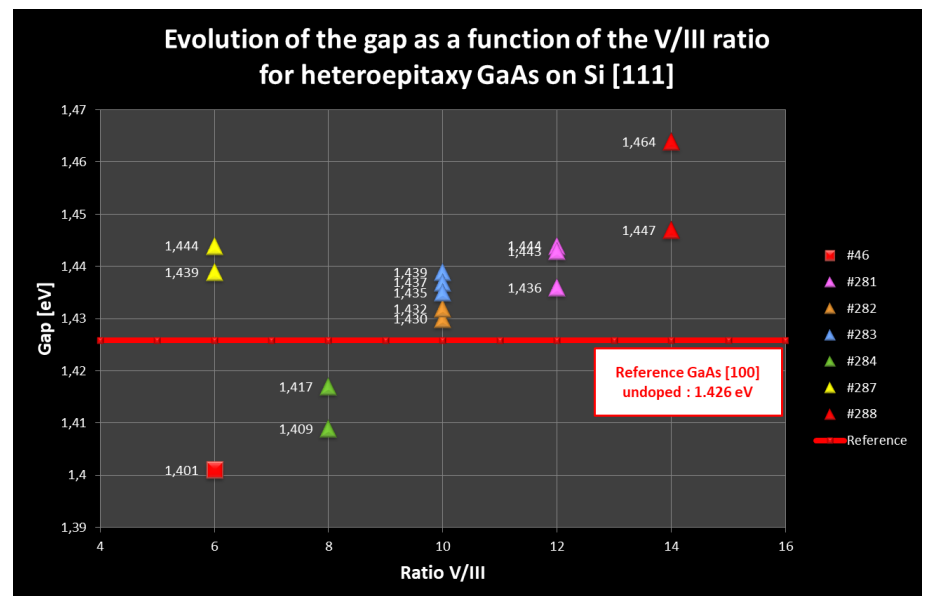


Figure 1 (au-dessus) : Epitaxies localisées de μ -cristaux de GaAs/Si

Figure 2 (à droite) : Evolution du gap des μ -cristaux de GaAs/Si en fonction du rapport V/III



Le contrôle du dopage des μ -cristaux de GaAs est essentiel pour pouvoir réaliser un démonstrateur de cellule tandem GaAs/Si. Les cristaux souffraient d'une incorporation non intentionnelle d'atomes de C. Cela entraînait de forts dopages de type P [4] ou de type N. En jouant sur le rapport V/III, nous avons réussi à diminuer ce dopage non intentionnel et nous rapprocher des valeurs de l'intrinsèque [5]. Cependant, en continuant d'augmenter ce rapport V/III nous avons également observé des valeurs de gap plus élevées que l'intrinsèque, laissant penser à un dopage des cristaux de type N. Afin d'éclaircir ce point, nous avons réalisé des homoépitaxies de GaAs, dans des conditions se rapprochant au maximum de celles des hétéroépitaxies GaAs/Si. Nous présenterons et comparerons les résultats obtenus pour les hétéroépitaxies et les homoépitaxies en discutant du caractère amphotère du carbone et de l'influence du rapport V/III sur celui-ci.

[1] NREL Efficiency Chart, *Best research-cell efficiencies 2020*.

[2] J. P. Connolly et al, *Progress in Photovoltaics*, **2014**, 22, 810.

[3] C. Renard et al, *Sci. Rep.*, **2016**, 6, 25328. doi:10.1038/srep25328.

[4] T. Molière et al, *Journal of applied physics*, **2017**, 121(3):035704

[5] M. Longo et al, *Journal of Crystal Growth*, **2003**, 248, 119