

Modélisation semi-classique du courant tunnel inter-bandes dans les jonctions tunnel GaAs

Auteurs: K. Louarn^{1, 2}, Y. Claveau³, C. Fontaine¹, A. Arnoult¹, F. Piquemal², A. Bounouh⁴, N. Cavassilas³, et G. Almuneau¹

¹ LAAS-CNRS, Université de Toulouse, CNRS, 7 avenue du Colonel Roche, 31400 Toulouse, France

² LNE, Laboratoire National de métrologie et d'Essais, Paris-France

³ Aix Marseille Université, CNRS, Université de Toulon, IM2NP UMR 7334, 13397, Marseille, France

⁴ CEA LIST, Centre d'études, F-91400, Gif-sur-Yvette, France

Les jonctions tunnel sont un élément de base dans les cellules solaires multijonction (MJSC), en assurant une interconnexion électrique entre chaque sous-cellule absorbante. La minimisation des pertes électriques et optiques au travers de ces jonctions fortement dopées est ainsi une condition essentielle pour l'obtention de très hauts rendements. De plus ces cellules MJSCs fonctionnant généralement sous concentration, ces jonctions tunnel doivent être capables de conduire avec une très faible résistance de très forts courants [1].

Nous avons mené une étude théorique et expérimentale sur différentes structures de jonctions tunnel GaAs qui a permis d'identifier les mécanismes d'effet tunnel prédominants et de proposer un modèle semi-classique d'effet tunnel interbande simple et prédictif. Pour cela, nous nous sommes basés sur les résultats expérimentaux de sept échantillons de JT GaAs de dopage N croissant, dont les performances indiquent que l'effet tunnel interbande est prédominant par rapport à l'effet tunnel assisté par les défauts. Ce résultat a été confirmé par des simulations semi-classiques [2] et quantiques [3]. La précision des modèles semi-classiques a alors été augmentée par la considération de la non-parabolicité des bandes dans le cas de fort dopages, et la prise en compte de la non-uniformité du champ électrique dans la structure [3]. Ce modèle permet donc d'évaluer quantitativement le courant tunnel et notamment le courant pic des jonctions tunnel dans le système GaAs. En effet nous avons montré que les résultats obtenus par le modèle semi-classique étaient en accord très proche, d'une part avec les mesures expérimentales, et d'autre part avec des simulations effectuées à l'aide d'un modèle quantique développé à l'IM2NP. Ce modèle analytique, de par sa simplicité et sa précision, pourrait donc être étendu à des structures de bande plus complexes, et potentiellement pourrait être facilement intégré dans des outils plus généraux de modélisation de dérive-diffusion.

Références :

[1] García, I., Rey-Stolle, I., and Algora, C. Performance analysis of AlGaAs/GaAs tunnel junctions for ultra-high concentration photovoltaics. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 45(4), 045101 (2012)

[2] Louarn, K., Fontaine, C., Arnoult, A., Olivie, F., Lacoste, G., Piquemal, F., and Almuneau, G. . Modelling of interband transitions in GaAs tunnel diode. *Semiconductor Science and Technology*, 31(6), 06LT01 (2016)

[3] Louarn, K., et al. Multiband corrections for the semi-classical simulation of interband tunneling in GaAs tunnel junctions. *J. Phys. D: Appl. Phys.* **50** 385109 (2017)

Ce travail a bénéficié du support financier du projet EMRP-EURAMET SolCell et de l'ANRT-CIFRE, et du projet ANR-14-CE26-0020-01 ``Platofil"; et a bénéficié du support technique de la centrale de technologie du LAAS-CNRS du réseau RENATECH.