



2016

Journées Nationales sur l'Énergie Solaire

28 au 30 juin 2016 Campus université Perpignan

CONTACTS OHMIQUES POUR CELLULES SOLAIRES A BASE DE MATERIAUX ANTIMONIURES DANS LE CADRE D'APPLICATIONS AUX FORTES CONCENTRATIONS SOLAIRES

Alexandre VAUTHELIN ^a, Stéphanie PAROLA, Frédéric MARTINEZ, Yvan CUMINAL

^a Institut d'Electronique et des Systemes IES, UMR5214 UM CNRS, 860 rue St Priest, Bâtiment 5, 34095 Montpellier, France

Contact e-mail : vauthelin@ies.univ-montp2.fr

RÉSUMÉ

L'intérêt du photovoltaïque à concentration (CPV) réside dans l'utilisation d'une quantité plus faible de matériau (réduction proportionnelle au facteur de concentration solaire X) tout en améliorant le courant délivré par la cellule d'un facteur X. En revanche les pertes résistives par effet Joule (proportionnelles à la résistance série R_s de la cellule et au carré du courant généré) deviennent non négligeables et pénalisent fortement le rendement de la cellule aux fortes concentrations. La maîtrise de cette résistance série dans le domaine du CPV est donc nécessaire et constitue l'objet de cette étude. Parmi les différentes sources de résistance série, on démontre que ce sont les résistances dues à la résistivité de contact spécifique ρ_c entre le métal et le semi-conducteur en face avant de la cellule qui dominent. Des premiers calculs ont montré qu'il faut viser un ρ_c de l'ordre de $10^{-5} \Omega \text{ cm}^2$ minimum pour que la résistance série associée ne soit pas limitante dans la gamme des fortes concentrations solaires.

Notre étude porte tout particulièrement sur des matériaux antimoniures III-Sb, semi-conducteurs très intéressants dans le cadre de fabrication de cellules solaires multi-jonctions monolithiques et ayant des gaps adaptés pour une couverture optimale du spectre solaire [1]. Ce travail présente une étude permettant de réduire ρ_c à l'aide de différents empilements de métaux et de traitements thermiques. Des mesures TLM (Transmission Line Model) 4 pointes seront mises en œuvre afin d'évaluer l'évolution de ρ_c jusqu'à obtenir la gamme nécessaire pour des applications CPV, en lien avec des mesures permettant d'évaluer les performances des cellules solaires.

Plusieurs contacts ohmiques ont été étudiés suite à un bilan de l'état de l'art sur le sujet, plus particulièrement des contacts Au et Ti/Pt/Au sur p-GaSb et des contacts à base de AuGeNi sur n-GaSb. Nous avons mesuré les ρ_c pour différentes conditions de traitement thermique sous RTA (Rapid Thermal Annealing) et en fonction du dopage de l'émetteur de la cellule. A l'heure actuelle nous avons réussi à atteindre des ρ_c de $7-8 \cdot 10^{-4} \Omega \text{ cm}^2$ pour un contact Ti/Pt/Au sans recuit, et celui-ci est descendu à $3 \cdot 10^{-4} \Omega \text{ cm}^2$ après recuit. Une préférence a été placée sur le contact Ti/Pt/Au pour la présence d'une couche barrière (Pt) qui permettra de bloquer la diffusion de l'Au lors des traitements thermiques du contact. Les traitements de données TLM ont été accompagnés d'une modélisation 2D sur Matlab où nous assimilons notre semi-conducteur et notre contact ohmique à un circuit équivalent de résistances. Cette modélisation est nécessaire dans les cas où nous n'avons pas une évolution linéaire de la résistance entre les plots pour différents espacements entre ces derniers.

Au-delà de l'amélioration de ρ_c pour les différentes métallisations étudiées, nous avons étudié l'évolution des performances de nos cellules solaires GaSb selon les contacts utilisés. A noter que les mesures sous simulateur ont été réalisées pour l'instant sur des cellules sans mesa et sans couche anti-reflet (AR), ces derniers étant encore en phase d'étalonnage. Pour une cellule avec un contact Au, nous avons obtenu un rendement à 1 soleil de 2,4 %, tandis que sur Ti/Pt/Au nous avons obtenu 2,0 %. De nouveaux résultats sur l'étude de ρ_c et des performances de cellules seront présentés lors de la présentation.

Nous présenterons également des simulations pour une concentration solaire de 1000 afin d'estimer les rendements que nous pourrions atteindre avec ces mêmes cellules optimisées sous forte concentration solaire et avec les ρ_c que l'on est capable d'atteindre à l'heure actuelle.

Mots Clés : Photovoltaïque, résistance série, résistivité de contact spécifique, antimoniures, contact ohmique.

Référence :

[1] S. -N. Wu, D. Ding, S. R. Johnson, S. -Q. Yu, Y. -H. Zhang, "Four-junction solar cells using lattice-matched II-VI and III-V semiconductors", Progress in Photovoltaics : Research and Applications 18, 328-333 (2010)