

## ETUDE DE LA RESISTANCE SERIE DE CELLULES SOLAIRES III-Sb DANS LE CADRE D'APPLICATIONS AUX FORTES CONCENTRATIONS SOLAIRES

Alexandre VAUTHELIN <sup>a</sup>, Stéphanie PAROLA, Frédéric MARTINEZ, Yvan CUMINAL

<sup>a</sup> Institut d'Electronique et des Systèmes IES, UMR5214 UM CNRS, 860 Rue St Priest, Bâtiment 5, 34095 Montpellier, France

Le photovoltaïque à concentration (CPV) présente deux avantages majeurs : l'utilisation d'une plus faible quantité de matériau pour la fabrication des cellules ainsi qu'une amélioration du rendement des cellules. En revanche des pertes résistives par effet Joule (proportionnelles à la résistance série  $R_s$  de la cellule et au carré de la concentration solaire) viennent fortement pénaliser le rendement de la cellule aux fortes concentrations solaires. Afin d'exploiter au mieux l'effet de la concentration sur le rendement, l'un des enjeux réside donc dans la maîtrise de cette résistance série et constitue l'objet de cette étude. Celle-ci porte plus particulièrement sur l'étude des contacts sur les matériaux antimoniures III-Sb qui sont des alliages d'intérêt pour la fabrication de cellules solaires multi-jonctions monolithiques permettant une couverture optimale du spectre solaire grâce à une variété de gaps possibles [1]. Nous parlerons dans cette étude exclusivement du GaSb malgré qu'un autre matériau III-Sb, l'AlGaAsSb, soit un élément central des cellules multi-jonctions étudiées.

D'un point de vue théorique, nous avons dans un premier temps modélisé les contacts. Cette modélisation nous a permis de mettre en évidence que la résistance de contact à l'interface métal/semi-conducteur est dominante par rapport aux autres composantes de la résistance série sur nos cellules, et nous avons pu montrer que pour une concentration solaire visée de 1000 soleils, une résistivité spécifique de contact  $\rho_c$  de l'ordre de  $10^{-5} \Omega \text{ cm}^2$  était suffisante. Le modèle numérique [2] est ensuite comparé à une expression analytique simple obtenue en émettant diverses hypothèses dont il faudra confirmer la validité aux fortes concentrations solaires.

D'un point de vue expérimental, divers contacts ohmiques ont été étudiés. Les résultats présentés concernent des contacts à base d'Al (Al et Ti/Pt/Al) pour du p-GaSb, et des contacts à base de AuGeNi (Pd/AuGeNi et AuGeNi/Ag) pour du n-GaSb. Nous avons étudié l'évolution du  $\rho_c$  en fonction du traitement thermique sous RTA (Rapid Thermal Annealing) utilisé, des épaisseurs de métaux déposés, du dopage et de l'épaisseur de l'émetteur de la structure étudiée.

Les meilleurs résultats obtenus sont de l'ordre de  $4 \cdot 10^{-6} \Omega \text{ cm}^2$  avec de l'Al pour une couche de p-GaSb dopée à  $2 \cdot 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ , et  $1 \cdot 10^{-4} \Omega \text{ cm}^2$  avec du Ti/Pt/Al pour un dopage de  $10^{19} \text{ cm}^{-3}$ , ce qui est en cohérence avec nos objectifs dans le cadre d'applications aux fortes concentrations solaires. Concernant les résultats sur n-GaSb, ce qui représente la face arrière de nos cellules, nous avons atteint des  $\rho_c$  de l'ordre de  $3 \cdot 10^{-5} \Omega \text{ cm}^2$  pour du Pd/AuGeNi sur une couche dopée à  $1,4 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ .

### Référence :

[1] S.-N. Wu & al. « Four-junction solar cells using lattice-matched II-VI and III-V semiconductors », Progress in Photovoltaics: Research and Applications 18, 328-333 (2010)

[2] J. Merten & al. « Improved equivalent circuit and analytical model for amorphous Silicon solar cells and modules », IEEE Transactions on Electron Devices, vol. 45, No. 2 (1998)