

Simulation à haute température d'une cellule solaire pin InGaN/GaN

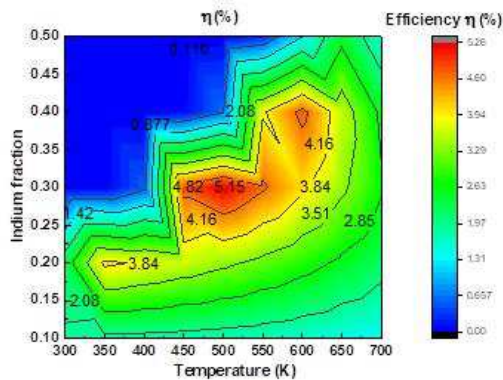
B. Chouchen¹, F. Ducroquet², M. H. Gazzah¹

¹Laboratoire de Physique Quantique et Statistique, Faculté des Sciences,
Univ. de Monastir, 5019, Tunisie

²Univ. Grenoble Alpes, Univ. Savoie Mont Blanc, CNRS, Grenoble-INP,
IMEP-LaHC, 38000 Grenoble

Les cellules solaires à base de nitrure d'éléments III ont prouvé leur intérêt pour les applications impliquant un fonctionnement à haute température [1,2]. Pour les cellules conventionnelles, le rendement de conversion photovoltaïque tend à diminuer lorsque la température augmente, l'augmentation du courant de court-circuit étant généralement plus faible que la réduction du V_{oc} . Toutefois, cette tendance peut s'inverser pour les matériaux à large bande interdite, la décroissance du spectre solaire aux faibles longueurs d'onde s'accéléralant. D'autre part, pour les cellules à hétérojonction, le mécanisme physique de transport des porteurs photogénérés peut être activé thermiquement.

Une étude de simulation prenant en compte la variation en température des principaux paramètres de la cellule montre que la composition d'indium optimale (bande interdite optimale de l'absorbeur) dépend de la température de fonctionnement visée. Comme illustré à titre d'exemple par la Figure 1, un rendement maximal est obtenu pour une concentration d'In de 30% et une température de 500K. Cette étude souligne également l'évolution avec la température du compromis qui intervient à l'hétérointerface InGaN/GaN entre la hauteur de la barrière de potentiel qui bloque la collection des porteurs et son franchissement par effet thermoionique qui est facilité par l'augmentation de la température. Pour une température donnée, augmenter la composition d'In s'accompagne d'un gain de l'efficacité de conversion tant que la collection des porteurs n'est pas entravée par l'augmentation de la discontinuité de bande associée.



Les cellules à base d'InGaN/GaN ont montré leur potentiel pour fonctionner aux hautes températures. Toutefois, leur structure doit être ajustée pour chaque température d'opération. De plus, la variation en température des paramètres de la cellule, est affectée par la puissance lumineuse mise en jeu [3]. Celle-ci devra également être prise en considération dans l'optimisation globale des cellules à concentration.

Fig.1: Cartographie présentant l'évolution du rendement de conversion photovoltaïque en fonction de la température et de la composition d'indium de l'absorbeur @ 1 sun AM1.5G.

- [1] G. Moses et al InGaN/GaN multiquantum well solar cells under high solar concentration and elevated temperatures for hybrid solar thermal-photovoltaic power plants, Prog. Photovolt. Res. Appl., 28 (2020) 1167.
- [2] J.J. Williams, et al., Refractory In_xGa_{1-x}N solar cells for high temperature applications, IEEE J. Photovoltaics 7(6) (2017) 1646.
- [3] M. Auf der Maur, et al. Temperature and intensity dependence of the open-circuit voltage of InGaN/GaN multi-quantum well solar cells, Sol. Energy Mater. Sol. Cells, 230 (2021) 111253.