Modélisation de la densité de défauts de surface des heterojunctions c-Si/a-Si:H en utilisant le modèle du Defect-Pool

D. Reaux, J. Alvarez, M-E. Gueunier-Farret, J-P. Kleider

Les cellules solaires à hétérojonction de silicium cristallin (c-Si)/silicium amorphe hydrogéné (a-Si: H) sont particulièrement attractives du fait de leur haut rendement de conversion photovoltaïque (>25%) combiné à un faible budget thermique de fabrication. La présence de défauts de surface à l'interface c-Si/a-Si:H est l'un des paramètres limitants pour atteindre un rendement élevé. Les défauts à l'origine de la majorité des recombinaisons à l'interface c-Si/a-Si:H sont habituellement attribués aux liaisons pendantes du silicium amorphe. Cependant, leur densité, leur distribution en fonction de l'énergie et leur variation avec les conditions de préparation sont toujours des questions en suspens.

Nous avons utilisé le modèle du Defect-Pool dans a-Si:H pour calculer la densité des liaisons pendantes qui dépend de la position du niveau de Fermi. Nous obtenons la dépendance spatiale de la densité de défauts en résolvant l'équation de Poisson sur l'ensemble de la structure (p)a-Si:H/(i)a-Si:H/(n)c-Si; la densité de défauts à la surface Nss(E) est déduite de la densité volumique proche de l'interface. Ce modèle nous permet d'étudier Nss(E) en fonction des paramètres physiques des matériaux. Nous calculons ensuite la durée de vie en fonction de la luminosité et reproduisons des courbes de Quasi Steady-State Photoconductivity dans le but de les comparer à des données expérimentales.

Les résultats de calculs de durée de vie, montrent des comportements qui semblent compatibles avec les variations observées expérimentalement à la condition nécessaire de faire diminuer la largeur de la queue de bande de valence avec l'épaisseur de la couche (i)a-Si:H. Ces calculs permettent également de montrer l'impact du travail de sortie des métaux de la surface supérieure des cellules.

Reférences

- M. J. Powell and S. C. Deane, "Improved defect-pool model for charged defects in amorphous silicon", Physical Review B 48, 18815 (1993)
- M. J. Powell and S. C. Deane, "Defect-pool model and the hydrogen density of states in hydrogenated amorphous silicon", Physical Review B 53, 10121 (1996)
- D. Reaux, J. Alvarez, M-E. Gueunier-Farret and J.-P. Kleider, "Impact of Defect-Pool Model Parameters on the Lifetime in c-Si/a-Si:H Heterojunction Solar Cells", Energy Procedia 77, 153 (2015)