

Modeling of polycrystalline N⁺/P junction solar cell with columnar cylindrical grain

A. Trabelsi, A. Zouari and A. Ben Arab

Laboratoire de Physique Appliquée, Département de Physique
Faculté de Sciences, Université de Sfax, B.P. 1171, Sfax, Tunisie

Abstract –

Analytical expressions for short-circuit and dark current densities are derived for a polycrystalline N⁺/P junction solar cell. A new solution of the continuity equation for the minority carrier which is adaptable with the boundary conditions when the cell is either illuminated or in the obscurity is given. For the first time, a three-dimensional model is developed for a polysilicon solar cell with multi-cylindrical grains. For an elementary solar cell, the results show that the three types of recombination such as the bulk recombination, the surface recombination and the recombination at the grain boundaries have an important effect on the cell parameters; and in some cases, one of these forms of recombination dominates the others. In the case of multi-cylindrical grains, the results of our approach show a decrease of the photovoltaic parameters according to the grain number especially for a thick solar cell. In addition, the comparison between an elementary cylindrical grain solar cell and an elementary cubic grain one shows an enhancement of the photovoltaic parameters for the cylindrical model.

Résumé –

Des expressions analytiques pour la densité du courant de court-circuit et celle du courant d'obscurité sont présentées pour une cellule solaire élémentaire au silicium polycristallin. Une nouvelle solution de l'équation de continuité des porteurs minoritaires est donnée. Cette solution est adaptable avec les conditions aux limites de la cellule éclairée et à l'obscurité. Pour la première fois, un modèle tridimensionnel est développé pour une cellule solaire polycristalline avec plusieurs grains de géométrie cylindrique. Pour la cellule élémentaire, les résultats montrent que les trois types de recombinaison, à savoir: la recombinaison en volume, en surface et aux joints de grains ont un effet important sur les paramètres photovoltaïques de la cellule. Dans plusieurs cas, l'une des formes de recombinaison domine les autres. Dans le cas de la cellule à plusieurs grains cylindriques, les résultats de notre approche montrent une dégradation des propriétés photovoltaïques de la cellule par augmentation du nombre de grains surtout pour une cellule épaisse. De plus, la comparaison entre les modèles cubique et cylindrique a montré une légère amélioration des paramètres photovoltaïques en faveur du modèle cylindrique.

Mots clés:

Cellule solaire polycristalline – Grain cylindrique – Grain cubique – Joint de grain.