

Etude de la croissance de CdS pour améliorer les cellules CZGeSe/CdS

L.Choubrac^a, G. Brammertz^{b,c}, L. Arzel^a, S. Harel^a, L. Assmann^a, M. Meuris^{b,c}, B. Vermang^d and N. Barreau^a

^aInstitut des Matériaux Jean Rouxel (IMN), Nantes, France

^bimec division IMOMECA – partner of Solliance / ^cInstitute for Material Research (IMO), Diepenbeek, Belgique

^dHasselt university, Faculty of Engineering Technology, Hasselt, Belgique

Dans le cadre du projet européen Swing, nous cherchons à améliorer le rendement de cellules solaires utilisant un absorbeur Cu-Zn-Ge-(S,Se) (Germanium-kesterite). En comparaison aux kesterite à base d'étain, le bandgap est augmenté ($\approx + 0,4$ eV), ce qui ouvre la voie à une utilisation de ce matériau pour des cellules tandem. Malgré l'amélioration des performances par substitution partielle de l'étain par du germanium¹ le rendement maximal rapporté pour un absorbeur sans étain est de 6,0%.¹ Des caractérisations électriques ont permis de montrer que des recombinaisons d'interface sont une cause importante de ce rendement limité. Un travail a donc été engagé pour améliorer l'interface CZGeSe/couche tampon. Parmi les différentes voies utilisées, nous proposons de présenter celle qui consiste en l'optimisation du dépôt de CdS par bain chimique.

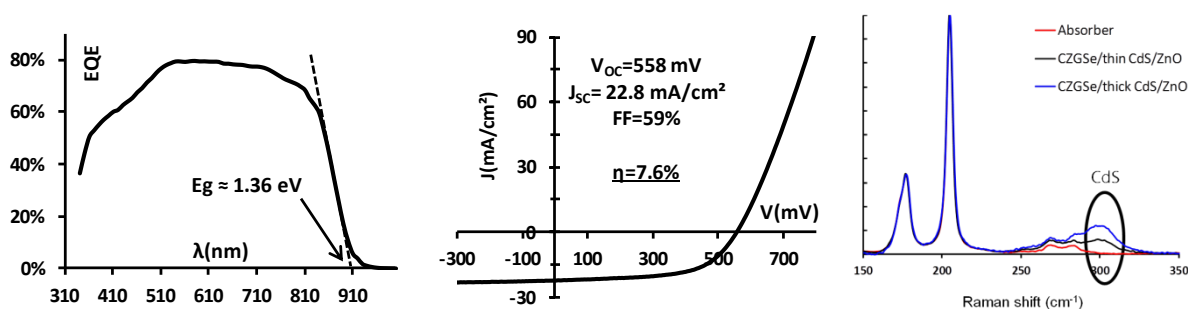
Pour ce faire, l'influence de la température et de la durée du dépôt du CdS ont été étudiées.

Dans un premier temps, l'effet sur les caractéristiques électriques (V_{OC} , FF, EQE) est évalué. Une évolution en 3 étapes est observée : 1- augmentation importante du rendement, 2- stabilisation et enfin, après une durée critique, un gain de V_{OC} associé à une chute de facteur de forme. Si les deux premières parties de l'évolution sont assez classiques, la troisième apparaît inhabituelle. Les meilleurs rendements sont obtenus lors de la deuxième étape, qui était très courte avec les paramètres de dépôt initialement utilisés, limitant la reproductibilité.

Dans un second temps, la spectroscopie Raman sur cellules complètes est utilisée pour évaluer l'évolution de la croissance du CdS. En effet, l'intensité du pic principal du CdS (300 cm^{-1}) est en première approximation proportionnelle à son épaisseur. Trois étapes sont également observées, et la transition de la deuxième à la troisième étape de croissance coïncide parfaitement avec la chute de facteur de forme/gain de V_{OC} .

Enfin, la confrontation de ces résultats avec la littérature décrivant le dépôt de CdS par bain chimique nous permet de rationaliser les observations en liant mécanisme de croissance, observations Raman et impact sur les performances électriques des cellules solaires.

L'ajustement des paramètres de dépôt a permis d'augmenter non seulement la reproductibilité, mais aussi les rendements maximum. Ainsi, le rendement a pu être porté de 5 jusqu'à 7,6% (sans couche anti-reflet), le meilleur rendement rapporté aujourd'hui pour un absorbeur kesterite sans étain.³



Gauche/centre : rendement quantique /courbe courant-tension d'une cellule à 7.6% de rendement
Droite : Spectres Raman de l'absorbeur seul et de cellules CZGeSe/CdS

¹ Kim et al, Applied Physic express, 2016 / ²Schnabel et al, RSC Advances, 2017 / ³ Choubrac et al, en préparation