16 % solar cells based on full PVD grown CIGSe / $Cd_{1-\delta}In_2S_4$ heterojunction: toward a new technological breakthrough?

Nicolas Barreau, Agathe Frèlon, Thomas Lepetit, Ludovic Arzel, Sylvie Harel, Léo Choubrac, Frédéric Geschier, Lionel Assmann, Michael Paris, Guy Ouvrard, Stéphane Jobic, Camille Latouche, Alain Lafond, Catherine Guillot-Deudon, Maité Caldes, Emmanuel Péan, Justine Lorthioir, Eric Gautron, Nicolas Gautier, Nicolas Stéphant, Isabelle Braems, Polyxeni Tsoulka

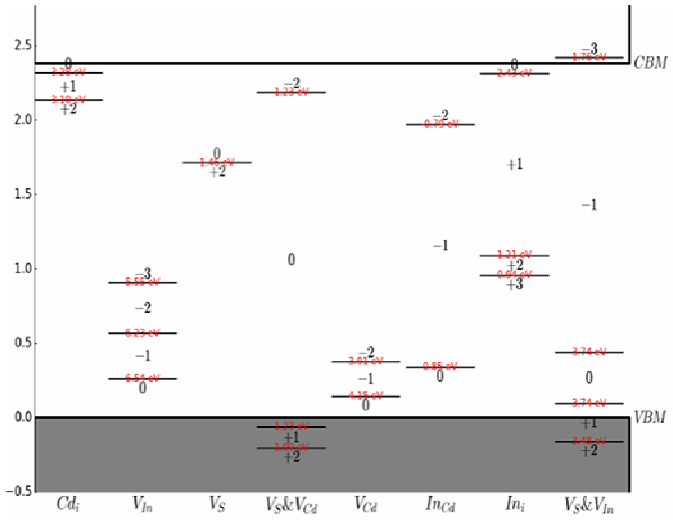
Institut des Matériaux Jean Rouxel (IMN),
UMR6502, Université de Nantes, CNRS, 2 rue de la Houssinière, BP 32229, 44322 Nantes Cedex 3, France

Contexte et motivation

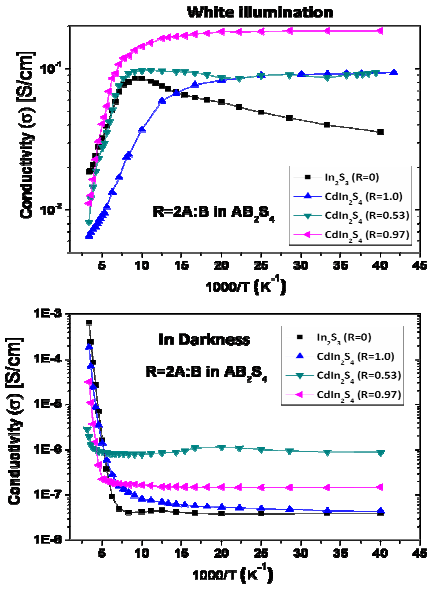
Dans le cadre de l'étude de l'interface formée entre le $CuIn_{1-x}Ga_xSe_2$ (CIGSe) et le CdS déposé par bain chimique au sein de cellules solaires à très hauts rendements (20.0%) réalisées à l'Institut des Matériaux Jean Rouxel (IMN) à Nantes, nous avons observé la formation d'une très fine couche (< 10 nm) d'un composé assimilable à une thiospinelle de type $CdIn_2S_4$. Aussi, afin de mieux comprendre les propriétés fondamentales de ce matériau d'interface, nous l'avons synthétisé sous formes de couches minces et de poudres. Les premiers échantillons synthétisés ayant démontré des propriétés optoélectroniques exceptionnelles, nous avons initié un projet interdisciplinaire mêlant les compétences de l'IMN en génie des procédés, chimie et physique du solide ainsi qu'en calcul de structure électronique (afin de déterminer l'énergie de formation des défauts ponctuels).

Résultats

Les conclusions tirées à la fois des calculs théoriques et des expériences, montrent que les écarts à la stœchiométrie en cadmium ou en soufre sont possiblement à l'origine de la singularité des propriétés optoélectroniques de cette thiospinelle. Différents modèles complexes permettant d'expliquer ce comportement seront exposés lors des JNPV. Les figurent ci-dessous illustrent ces propriétés. On notera que les performances des premières cellules réalisées ayant comme couche tampon ce matériau déposé par co-évaporation atteignent des rendements proches de 16 % (avec ARC).



Positions des niveaux de transition des défauts ponctuels en fonction de la charge du défaut.



Dépendance en température de la conductivité des couches de $CdIn_2S_4$ en fonction de leur teneur en Cd (i.e.R) à l'obscurité (en bas) sous éclairement (en haut).

Remerciements
Les auteurs tiennent à remercier la mission interdisciplinaire du CNRS pour son soutien financier à travers le projet 'Chalc4PV' ainsi que leurs collaborateurs de l'IPVF, du L2C (Univ. Montpellier) et de l'Université Technologique de Varsovie (Pologne).