

Contacts en $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_y$ déposés à basse température comme contacts sélectifs pour les électrons sur cellule solaire en silicium cristallin

Armand Lombardot ^{1,*}, Charif Tamin¹, Erwann Fourmond¹

¹ INSA Lyon, Ecole Centrale de Lyon, CNRS, Université Claude Bernard Lyon 1, CPE Lyon, INL, UMR5270, 69100 Villeurbanne, France

E-mail : armand.lombardot@insa-lyon.fr *

Abstract :

Les contacts sélectifs pour contact silicium connaissent un regain d'intérêt récent dans la littérature. Leur fonctionnement repose sur l'ajout en couche mince d'une hétérojonction dont l'alignement des bandes favorise le passage d'un porteur, tout en bloquant l'autre. Ils permettent de s'affranchir de la jonction pn classique dans ces mêmes cellules, limitant ainsi les défauts liés au surdopage, ainsi que ceux dus à la diffusion thermique, incluant une étape à haute température et l'apparition de défauts. Les points importants pour ces matériaux vont être leur transparence, leur sélectivité et leur capacité à passiver le contact. Parmi les candidats potentiels, les oxydes métalliques de transition (MTO) se démarquent grâce à leur diversité [1], permettant l'existence de matériaux pouvant être utilisés comme contact sélectifs pour les électrons (ETL) ou pour les trous (HTL). Parmi les MTO, des alliages, tels que $\text{Hf}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_y$ [2] ou $\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_y$ [3], présentent de bonnes caractéristiques.

On s'intéressera ici d'une part aux couches minces d'oxyde d'aluminium et de titane ($\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_y$ - ATO) déposées par atomic layer deposition (ALD) à basse température en supercycle sur silicium cristallin (c-Si) en tant qu'ETL et d'autre part à l'oxyde de nickel (NiO_x), déposé par pulvérisation cathodique, en tant qu'HTL. La sélectivité a été étudiée par des mesures courant-tension, les propriétés optiques (gap optique et indices) ont été obtenues par ellipsométrie et les propriétés chimiques par XPS. L'association des mesures par ellipsométrie, XPS, ainsi que par sonde Kelvin permet de déterminer l'alignement des bandes des MTO sur c-Si. L'ATO a démontré une sélectivité pour les électrons, de par un contact ohmique sur silicium type n et un contact redresseur sur silicium type p. L'alignement des bandes par analyse XPS de l'interface ATO/n-Si révèle une grande différence de hauteur de bandes de valence et une faible différence de hauteur de bandes de conduction. Un gap optique obtenu de 3.6 eV confirme que la couche mince possède une bonne transparence.

Références :

- [1] T. G. Allen, J. Bullock, X. Yang, A. Javey, et S. De Wolf, « Passivating contacts for crystalline silicon solar cells », *Nat. Energy*, vol. 4, n° 11, p. 914-928, sept. 2019, doi: 10.1038/s41560-019-0463-6.
- [2] C. Tamin *et al.*, « Selective Transparent Contacts Based on a Hafnium-Titanium Oxide Alloy with Optimized Band Alignment for c-Si Solar Cells », *Adv. Mater. Interfaces*, p. 2500083, mai 2025, doi: 10.1002/admi.202500083.
- [3] M. M. Shehata *et al.*, « Outstanding Surface Passivation for Highly Efficient Silicon Solar Cells Enabled by Innovative $\text{Al}_y\text{TiO}_x/\text{TiO}_x$ Electron-Selective Contact Stack », *Sol. RRL*, vol. 6, n° 10, p. 2200550, oct. 2022, doi: 10.1002/solr.202200550.