

Fabrication de cellules solaires submillimétriques III-V/Ge à haut rendement et haut taux d'utilisation de wafer pour le micro-CPV

Corentin Jouanneau^{1,2}, Thomas Bidaud^{1,2}, Gwenaëlle Hamon^{1,2}, Maxime Darnon^{1,2}, David Danovitch^{1,2}, and Artur Turala^{1,2}

¹Laboratoire Nanotechnologies Nanosystèmes (LN2)–CNRS, Université de Sherbrooke, 3000, boulevard de l'Université, Sherbrooke, Québec, J1K 0A5, Canada

²Institut Interdisciplinaire d'Innovation Technologique (3IT), Université de Sherbrooke, 3000, boulevard de l'Université, Sherbrooke, Québec, J1K 0A5, Canada

Introduction

Les cellules multijonctions à base de matériaux III-V permettent d'obtenir les efficacités de conversion les plus élevées parmi les cellules solaires [1]. L'inconvénient majeur de ce type de cellules est le coût. En réponse à cela la technologie CPV (concentrated photovoltaic) permet de concentrer la lumière sur les cellules réduisant ainsi l'utilisation de matériaux III-V. De plus, la concentration de la lumière permet d'augmenter les performances des cellules. En effet, le CPV détient les records d'efficacité parmi les technologies photovoltaïques [1]. Depuis une dizaine d'année, la miniaturisation du CPV (micro-CPV) se développe, promettant d'obvier aux limites du CPV. La réduction de la taille des cellules permet notamment de réduire les pertes résistives et thermiques des modules CPV. La diminution de la taille des cellules implique de nouveaux défis de fabrication. En effet, la réduction de la taille des cellules va augmenter les effets des recombinaisons périmétriques ainsi que les pertes kerf lors de la découpe des puces. Dans ce document, un procédé de fabrication de micro-cellules solaire à haut rendement et haut taux d'utilisation de wafer sera présenté. Ce procédé nous a permis de fabriquer des micro-cellules solaires records.

Résultats

Le procédé de fabrication de micro-cellules solaires comprend les mêmes étapes que pour des cellules standards : Métallisations avant/arrière, isolation, singulation, dépôt de la couche anti reflet. L'originalité du procédé proposé ici est l'utilisation de gravure plasma pour l'isolation et la singulation des cellules. L'utilisation de plasma pour isoler les cellules permet de réduire les défauts sur les flancs et donc de réduire les pertes par recombinaisons périmétriques. La singulation par plasma permet de grandement réduire la taille des lignes de découpe et donc d'augmenter le taux d'utilisation du wafer. Sur la figure 1, une mesure I-V ainsi qu'une image MEB d'une cellule de 0.25mm^2 sont présentées. On peut voir que la cellule est fonctionnelle avec de bonnes performances ($\approx 30\%$ sous 1 soleil AM1.5D). De plus on voit que la surface active de la cellule se rapproche de la surface totale de la cellule. Seulement $10\mu\text{m}$ de marge sont pris entre le méso et la ligne de découpe ce qui réduit les pertes kerf. Sur l'image MEB de la figure 1, on peut voir qu'une métallisation classique de cellule avec deux busbars prend beaucoup de surface d'ombrage sur des cellules sub-millimétriques.

Les busbars d'environ $100\mu\text{m}$ sont nécessaires pour connecter les cellules à l'aide de wirebonding, mais cette méthode n'est pas viable dans le cas de petites cellules car les pertes par ombrage deviennent trop importantes. La méthode de connexion doit être changée. Dans ce document, une nouvelle méthode de connexion est présentée permettant de réduire les pertes par ombrage sur les cellules. La figure 2 présente un schéma de la méthode de connexion des cellules ainsi qu'une mesure I-V d'une cellule (avec deux busbars dans ce cas) connectée avec cette méthode. La méthode de connexion est fonctionnelle

et ne réduit pas les performances des cellules.

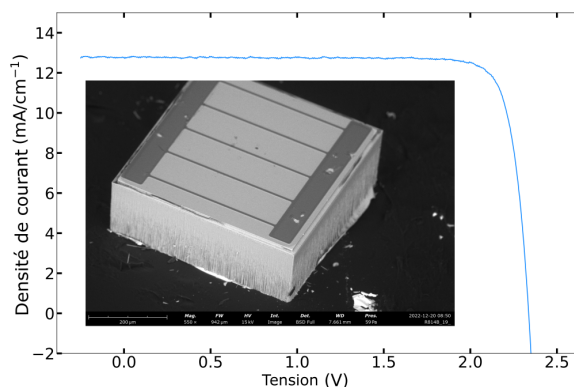


Figure 1: Mesure I-V (1 soleil AM1.5D) d'une cellule de 0.25mm^2 complètement singulée. Image MEB d'une cellule de 0.25mm^2

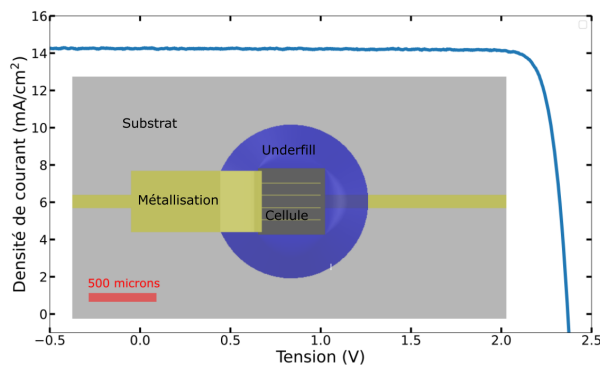


Figure 2: Mesure I-V (1 soleil AM1.5D) d'une cellule de 0.25mm^2 connectée. Schéma vue de haut de la méthode de connexion de la cellule. Les métallisations sont en jaunes la partie en bleue est un Underfill, la partie gris claire est le substrat et gris foncé la cellule.

Un procédé de fabrication de cellules solaires à hautes hautes performances permettant de réduire les pertes kerf a été présenté ainsi qu'une nouvelle méthode de connexion des cellules permettant de réduire l'ombrage sur les cellules solaires.

References

- [1] Best Research-Cell Efficiency Chart. url: <https://www.nrel.gov/pv/cell-efficiency.html> (visited on 07/21/2023).