

Caractérisation des propriétés électriques de matériaux III-V par microscopie à sonde microonde (SMM) pour les cellules solaires multi-jonction

M.S. KHAN¹, A. Delvallée¹, K. Louarn^{1,2}, J. Moran¹, D. Allal¹, A. Arnoult², G. Almuneau², F. Piquemal¹

¹Laboratoire National de métrologie et d'Essais(LNE), Trappes, France

²LAAS-CNRS, Université de Toulouse, CNRS, Toulouse, France

Les cellules solaires multi-jonction (MJSC) de type III-V sont conçues de sorte que chaque jonction absorbe une plage du spectre de l'énergie solaire, avec une efficacité pouvant aller jusqu'à 46% [1]. Un élément clé pour entrer en compétition avec des sources d'énergie traditionnelles serait d'augmenter l'efficacité de ces cellules solaires au-delà de 50 %. Ces dernières sont composées d'un grand nombre de couches d'épaisseurs très diverses allant de 10 nm à quelques micromètres, et sont souvent formés de matériaux différents. Le contrôle de propriétés électriques à l'échelle nanométrique à micrométrique est déterminant pour une optimisation de la structure permettant des efficacités élevées.

La technique de microscopie à sonde locale électrique microonde appelé SMM (Scanning Microwave Microscope) est particulièrement adaptée pour obtenir des informations électriques aux échelles rencontrées dans les cellules solaires multi-jonction. Le SMM est constitué d'un microscope à force atomique (AFM) relié à un analyseur de réseaux vectorielle (VNA), le VNA envoie un signal micro-onde (0.5 GHz à 6 GHz) à l'interface pointe-échantillon et mesure le paramètre S_{11} en fonction du signal réfléchi [2]. Ensuite, le paramètre S_{11} est traité enfin d'obtenir des propriétés électriques telles que la densité de porteurs et l'impédance.

Nous avons pu réaliser des mesures SMM sur des « staircases » (Figure 1) de dopants (échantillon de GaAs constitué de plusieurs couches montrant un gradient de dopants n ou p) développés par le LAAS-CNRS par épitaxie par jets moléculaires. L'échantillon dopé n (A457) a pu servir de référence commune pour les mesures de concentration de dopants et plusieurs techniques étaient concernées (SIMS, SMM, SKPM et GIXRF). Ces mesures SMM seront donc présentées et fondées sur ces résultats des mesures sur des modules photovoltaïques sont prévus.

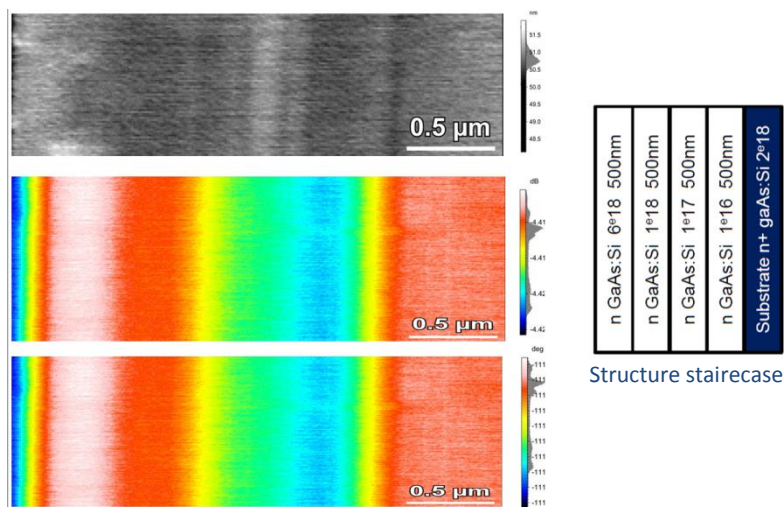


Figure 1 : Image SMM en topographie, amplitude, et phase de A457

REFERENCES

- [1] Green MA, Hishikawa Y, Warta W, et al. Solar cell efficiency tables (version 50). Prog Photovolt Res Appl. 2017;25:668–676. <https://doi.org/10.1002/pip.2909>
- [2] G. Gramse, M. Kasper, et al. Calibrated complex impedance and permit-tivity measurements with scanning microwave microscopy, Nanotechnology 25, 145703 (2014)

Ce travail a bénéficié du support financier du projet EMRP-EURAMET SolCell et de l'ANRT-CIFRE, et a bénéficié du support technique de la centrale de technologie du LAAS-CNRS du réseau RENATECH.