

Identification de défauts limitant la durée de vie des porteurs de charge dans le silicium monocristallin de très haut de lingot

Elénoire LETTY¹, Wilfried FAVRE¹, Jordi VEIRMAN¹, Mustapha LEMITI²

¹ CEA/LITEN/DTS, INES, 50 avenue du lac Léman, 73377 Le Bourget-du-Lac, France

² Université de Lyon, INL-UMR5270, INSA de Lyon, CNRS, 69621 Villeurbanne, France

Les lingots de silicium obtenus par tirage Czochralski (Cz) contiennent de fortes concentrations d'oxygène interstitiel (O_i) de l'ordre de 7×10^{17} à $1,2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$, provenant de la contamination du bain de silicium par le creuset en silice lors du tirage [1]. L' O_i est connu pour donner naissance à un grand nombre de défauts tels les donneurs thermiques [2], les précipités d'oxygène [3], les complexes dopants-oxygène [4][5]. C'est en haut de lingot que l'on trouve les plus fortes concentrations en O_i . Les cellules photovoltaïques réalisées à partir de wafers de très haut de lingot sont connues pour avoir de faibles performances. Cette partie du matériau reste donc souvent inutilisée par les industriels.

Dans cette présentation nous nous intéresserons à des wafers issus de la première fraction solidifiée d'un lingot Cz (haut de lingot) industriel de type n. Des cartographies de durée de vie obtenues par μ PCD (Microwave Photoconductance Decay) après passivation des surfaces de ces wafers « as-received » mettent en évidence une zone centrale de très mauvaise durée de vie (appelée « black-core ») (Fig. 1-a). Un recuit de suppression des donneurs thermiques (TDA) permet d'homogénéiser la durée de vie sur l'ensemble du wafer. Il est possible de voir le black-core réapparaître, exactement à la même position, après un recuit haute température (HT) typique du procédé de fabrication de cellule à homojonction (Fig. 1-b et 1-c). Ces différents traitements thermiques sont effectués avant passivation des surfaces.

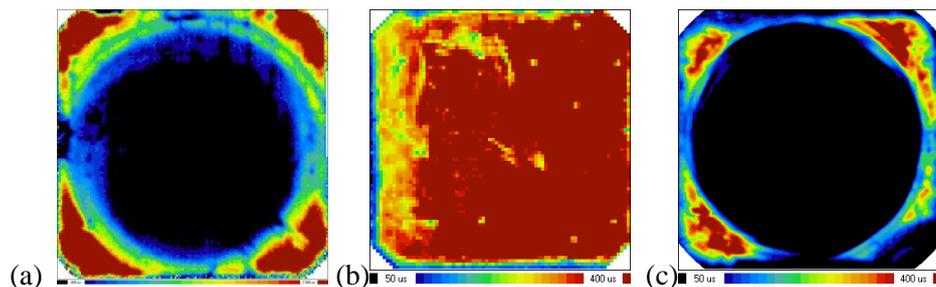


Figure 1 : Cartographie de durée de vie par μ PCD de wafers après passivation des surfaces. (a) Wafer « as-received » (b) Wafer après TDA (c) Wafer après TDA et recuit HT.

Des caractérisations complémentaires ont été mises en œuvre afin de déterminer la nature des défauts présents dans le black-core, à la fois du wafer « as-received » et après le recuit HT. Nous montrerons ainsi que les donneurs thermiques sont en partie responsables de la chute de durée de vie dans le wafer « as-received ». Après le recuit HT, la présence de précipités d'oxygène serait une des causes de la dégradation des propriétés électriques dans le black-core. Cependant, la confrontation entre des simulations de la durée de vie effective et des mesures expérimentales suggère la présence d'une autre source de recombinaisons dans le black-core. Nous discuterons de la nature et de l'origine de ce défaut, ainsi que des raisons pouvant expliquer la réapparition du black-core à sa position exacte lors d'un recuit HT après TDA. Une possible implication des lacunes sera notamment étudiée.

References

- [1] K. Hoshikawa and X. Huang, *Materials Science and Engineering* **B72**, 73–79 (2000)
- [2] C.A. Londos, M.J. Binns, A.R. Brown, S.A. McQuaid, and R.C. Newman, *Appl. Phys. Lett* **62**, 1525–1526 (1993)
- [3] A. Borghesi, B. Pivac, A. Sassella, A. Stella, *J. Appl. Phys.* **77** (9), 4169-4244 (1995)
- [4] J. Schmidt, A. G. Aberle, and R. Hezel, *Proceedings of the 26th IEEE Photovoltaic Specialists Conference*, Anaheim, CA, IEEE, New York, 13-18 (1997)
- [5] C. Gao, Z. Wang, X. Liang, D. Tian, H. Liu, X. Ma and D. Yang, *J. Phys.: Condens. Matter* **24**, 495802 (2012)