

Photoluminescence Modulée haute fréquence: un outil puissant pour l'étude des centres recombinants dans les absorbeurs en couche minces.

Baptiste Bérenguer^{1,*}, Daniel Ory^{1,2}, Jean-Paul Kleider^{1,3}, Laurent Lombez^{1,2}

¹ Institut Photovoltaïque d'Ile de France, 8 rue de la renaissance - 92160 Antony, France

² Institut de Recherche et Développement sur l'Energie Photovoltaïque (IRDEP)
UMR 7174- CNRS-EDF-Chimie ParisTech, EDF R&D 6 quai Watier, 78401 Chatou Cedex, France

³ GeePs, UMR 8507-CNRS, CentraleSupélec, Univ. Paris-Sud, Université Paris-Saclay, Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06, 11 rue Joliot-Curie, F-91192 Gif-surYvette Cedex, FRANCE

*baptiste.berenguer@ipvf.fr

Résumé : La photoluminescence modulée (MPL) est une technique de mesure de la durée de vie des porteurs de charge pratiquée dans les matériaux semi-conducteurs monocristallins passivés comme le silicium [1] [2]. Plus récemment, des travaux menés au GeePs se sont intéressés à la possibilité de travailler à température variable [3] afin de réaliser une spectroscopie fréquentielle en température pour l'étude des défauts recombinants dans ces matériaux. Depuis plusieurs mois, nos équipes ont pu étendre la technique à de plus hautes fréquences de modulation tout en gardant un haut niveau de sensibilité afin de l'utiliser sur des matériaux à plus faible durée de vie comme les absorbeurs photovoltaïques en couches minces. Les premiers essais réalisés sur CIGS en régime de petit signal montrent une variation des courbes phase/fréquence avec l'intensité lumineuse. Par ailleurs, le régime de fort signal (taux de modulation de 100%) révèle l'existence de plusieurs centres pièges dans le matériau étudié, dont la contribution sur la phase de la photoluminescence varie en fonction de l'intensité d'excitation lumineuse. Les résultats expérimentaux seront analysés à l'aide des équations de population électronique entre niveaux pièges, centres recombinants et les bandes de conduction et de valence [4] [5], ce afin d'estimer les positions énergétiques des défauts, leurs densités et les vitesses de recombinaisons. La MPL en configuration fort signal serait alors également une technique qui permettrait l'identification de défauts recombinants ou piégeants dans une large plage de matériaux semi-conducteurs (des tests sur absorbeurs pérovskites sont en cours).

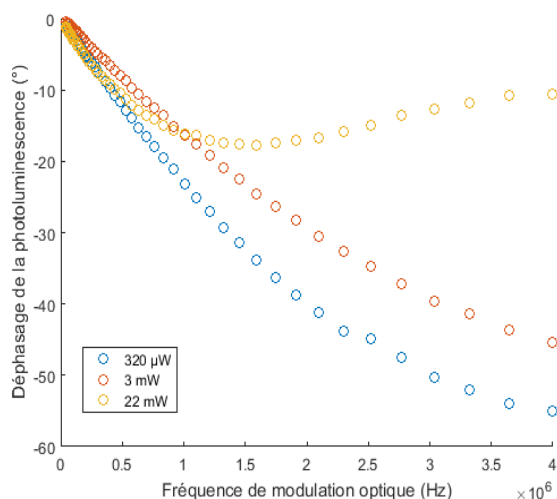


Figure 1. Courbes de déphasage de la photoluminescence par rapport à la stimulation lumineuse pour trois puissances d'éclairage différentes en fort signal.

Bibliographie :

- [1] R. Brüggemann and S. Reynolds, *Journal of Non-Crystalline Solids*, vol. 352, no 9–20, pp. 1888–1891, 2006.
- [2] W. Favre, J.-P. Kleider, D. Muñoz, S. Martin-de-Nicolás, and P.-J. Ribeyron, *physica status solidi (c)*, vol. 8, 3, pp. 775–778, 2011.
- [3] M. Xu, “Techniques de Photoluminescence pour l'étude des Interfaces Photovoltaïques”, Thèse de doctorat, Université Paris-Saclay, 2016.
- [4] M. Maiberg, T. Hölscher, S. Zahedi-Azad, and R. Scheer, *Journal of Applied Physics*, vol. 118, no. 10, pp. 105701-1 105701-10, 2015.
- [5] S. Schmerler, T. Hahn, S. Hahn, J. R. Niklas, and B. Gründig-Wendrock, *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, vol. 19, no. S1, pp. 328–332, 2008.