

Développement et fabrication de nanostructures multi-résonantes pour les cellules à porteurs chauds

J. Goffard^{1,2}, M. Giteau³, A. Cattoni^{1,2}, S. Boyer⁴, A. Lecorre⁴, A. Beck⁴, O. Durand⁴, J-F. Guillemoles^{1,3,5}, L. Lombez^{1,5}, and S. Collin^{1,2,3}

¹Institut photovoltaïque d'île de France (IPVF)-8 rue de la renaissance, 92160 ANTONY

²Centre de Nanosciences et de Nanotechnologies (C2N), CNRS, Univ. Paris Sud, Univ. Paris Saclay, 91460 MARCOUSSIS

³LIA NextPV (CNRS-RCAST University of Tokyo) – 4-6-1 Komaba, Meguro-ku, TOKYO 153-8904, Japan

⁴UMR FOTON, CNRS, INSA-Rennes, F-35708 Rennes, France

⁵Institut de Recherche et Développement sur l'Energie Photovoltaïque (IRDEP-EDF/CNRS/Chimie ParisTech) – 6, quai Watier, 78400 CHATOU

Une cellule à porteurs chauds vise à collecter les porteurs photo-générés avant leur thermalisation avec le réseau, dont le temps caractéristique typique est de l'ordre de la picoseconde. Afin de pallier ce problème, nous utilisons des multi-puits quantiques[1] pour allonger ce temps caractéristique, et un absorbeur ultrafin qui permet d'augmenter la population de porteur chauds et diminuer leur libre parcours moyen avant leur extraction par des contacts sélectifs.

Pour améliorer l'absorption dans de très fines couches semiconductrices, nous développons depuis plusieurs années des miroirs nanostructurés en face arrière de cellules photovoltaïques ultra-fines sur différents matériaux (GaAs[2], CIGS[3, 4]) qui permettent une absorption multi-résonante sur une large gamme spectrale.

Dans ce travail, nous avons développé de nouvelles géométries de miroirs nanostructurés permettant une absorption de 75% de la puissance incidente entre 0.3 et 1.8 μm (Fig.1) dans un absorbeur en InGaAs de seulement 50 nm d'épaisseur. Ce résultat numérique constitue une très forte amélioration par rapport à l'absorption double passage obtenue avec un miroir plan (53%). Des preuves de concept sont en cours de fabrication. Ces cellules sont formées de multi-puits quantiques en InGaAs/InGaAsP transférés sur des miroirs nanostructurés en argent. Nous présenterons les derniers résultats numériques et expérimentaux.

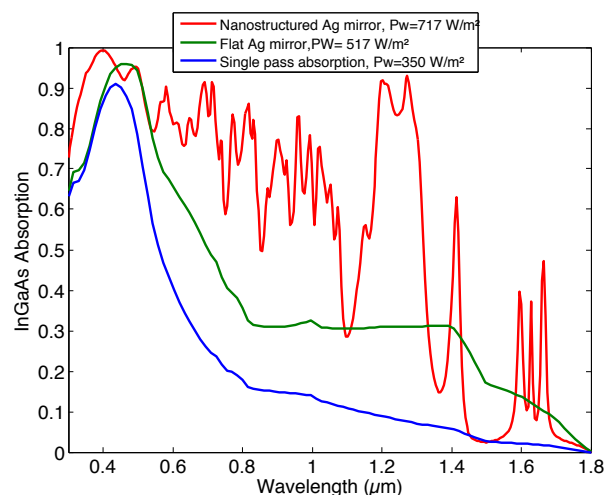


Fig.1: Calculated absorption in an InGaAs layer with a nanostructured Ag mirror (red), a flat Ag mirror (green), and for single pass absorption (blue).

Références

- [1] Jean Rodière, Laurent Lombez, Alain Le Corre, Olivier Durand, and Jean-François Guillemoles. Experimental evidence of hot carriers solar cell operation in multi-quantum wells heterostructures. *Applied Physics Letters*, 106(18):183901, 2015.
- [2] H. L. Chen, A. Cattoni, N. Vandamme, J. Goffard, A. Lemaitre, A. Delamarre, B. Behaghel, K. Watanabe, M. Sugiyama, J. F. Guillemoles, and S. Collin. 200nm-thick GaAs solar cells with a nanostructured silver mirror. *2016 IEEE 43rd Photovoltaic Specialists Conference (PVSC)*, pages 3506–3509, 2016.
- [3] J. Goffard, A. Cattoni, F. Mollica, M. Jubault, C. Colin, J. F. Guillemoles, D. Lincot, N. Naghavi, and S. Collin. Multi-resonant light trapping in ultrathin CIGS solar cells. *2016 IEEE 43rd Photovoltaic Specialists Conference (PVSC)*, pages 1455–1458, 2016.
- [4] J. Goffard, C. Colin, F. Mollica, A. Cattoni, C. Sauvan, P. Lalanne, J. F. Guillemoles, N. Naghavi, and S. Collin. Light trapping in ultrathin CIGS solar cells with nanostructured back mirrors. *IEEE Journal of Photovoltaics*, 7(5):1433–1441, 2017.