

Institut de physique

Actualités scientifiques

Cartographier le temps de vie des charges électriques dans les cellules solaires grâce à la microscopie en champ proche

Juin 2017

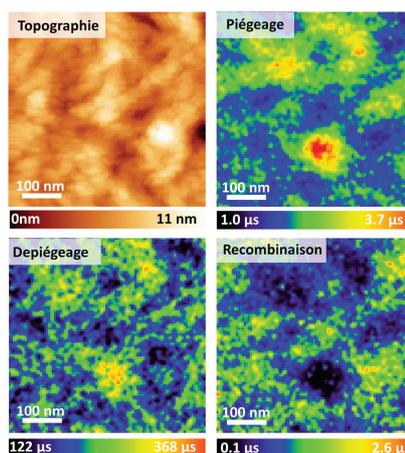
Des physiciens grenoblois viennent de mettre au point une nouvelle technique d'imagerie en champ proche permettant de cartographier le temps de vie des charges électriques dans les cellules solaires avec une résolution de quelques nanomètres. Ce développement instrumental sans équivalent permet d'identifier les défauts qui limitent le rendement des cellules solaires de troisième génération.

Dans la fabrication de cellules solaires organiques à base de polymères et de molécules, les chercheurs associent des matériaux donneur et accepteur d'électrons à l'échelle de la dizaine de nanomètres. L'énergie lumineuse est convertie en charges électriques de signes opposés (les électrons et les trous) aux interfaces entre le donneur et l'accepteur. Une cellule solaire performante parvient à restituer à l'utilisateur sous forme d'un courant électrique le maximum de ces charges ainsi créées en évitant les piègeages dans les défauts et les pertes par recombinaison, c'est-à-dire l'annihilation d'une charge avec un partenaire de signe opposé.

Depuis quelques années, quelques groupes internationaux ont développé des techniques d'imagerie basées sur le microscope à force atomique (AFM), avec l'ambition de comprendre comment les charges se déplacent et se recombinent dans les cellules solaires. Jusqu'à maintenant, il n'existait pas de microscope capable de réaliser des images de temps de vie des photo-porteurs. C'est le défi relevé avec succès par l'équipe du Laboratoire Systèmes moléculaires et nano-matériaux pour l'énergie et la santé (SyMMES, CNRS/Univ. Grenoble Alpes/CEA), en collaboration avec le LETI-Minatec (CEA). Pour cela, les chercheurs ont utilisé la microscopie dite à sonde de Kelvin (KPFM), un mode dérivé de l'AFM qui permet de réaliser une cartographie du potentiel électrique en surface des cellules solaires avec une résolution spatiale de quelques nanomètres. Ils ont également éclairé les cellules solaires avec des impulsions lumineuses de durée et cadence variables. Les chercheurs ont alors analysé la manière dont ce potentiel de surface évolue en fonction de la modulation lumineuse. En faisant varier la cadence, ils ont ainsi pu remonter pour la première fois au temps de vie des charges.

L'équipe des microscopistes a en fait démontré qu'il est possible de faire bien plus que mesurer le temps de vie des photo-porteurs. Cette nouvelle technique d'imagerie permet de produire des images reflétant le comportement des charges à différents temps caractéristiques. Il est ainsi possible de voir où les charges sont piégées, quel est le temps nécessaire pour s'échapper de ces pièges, et à quelle vitesse les charges s'annihilent par recombinaison avec un partenaire de signe opposé.

Ces chercheurs ont ainsi développé un outil universel très prometteur pour identifier les défauts dans les cellules solaires. La résolution temporelle n'est limitée que par les performances du dispositif d'illumination. Ainsi, il devrait être possible à l'avenir d'avoir accès à des dynamiques de plus en plus rapides en gardant une résolution spatiale nanométrique.



Images de la couche active d'une cellule solaire organique. L'image de la topographie de surface mesurée en AFM (en haut à gauche) ne permet pas de conclure quant à l'existence de défauts dans la couche organique. Les images du photo-potential résolues en temps révèlent l'existence de zones où les charges se piègent (et se de-piègent) plus ou moins vite. On peut aussi prendre des images montrant les variations du temps mis par les charges pour s'annihiler par recombinaison. © SyMMES (CNRS/Univ. Grenoble Alpes/CEA)

En savoir plus

[Photo-carrier multi-dynamical imaging at the nanometer scale in organic and inorganic solar cells](#)

P. A. Fernández Garrillo, Ł. Borowik, F. Caffy, R. Demadrille et B. Grévin

ACS Appl. Mater. Interfaces (2016), doi:10.1021/acsami.6b11423

Contact chercheur

Benjamin Grévin, chercheur CNRS

Informations complémentaires

Laboratoire Systèmes moléculaires et nano-matériaux pour l'énergie et la santé (SyMMES, CNRS/Univ. Grenoble Alpes/CEA)

cnrs

www.cnrs.fr

Institut de Physique

CNRS - Campus Gérard Mégie

3 rue Michel-Ange, 75794 Paris Cedex 16

T 01 44 96 42 53

inp.com@cnrs.fr

www.cnrs.fr/inp

Illustration du bandeau : © Benjamin Grévin/CNRS