

Nano structuration de pérovskite pour applications photovoltaïques

Florian Berry^{1,2}, Hai Son Nguyen¹, Erwann Fourmond², Christian Seassal¹

¹ Université de Lyon, Institut des Nanotechnologies de Lyon-INL, UMR CNRS 5270, Ecole Centrale de Lyon

² Université de Lyon, Institut des Nanotechnologies de Lyon-INL, UMR CNRS 5270, INSA de Lyon,

Contact : florian.berry@ec-lyon.fr

Une des perspectives pour améliorer le rendement des cellules solaires tandem silicium/pérovskite est de structurer cette dernière afin d'en améliorer l'absorption, mais aussi et plus généralement, d'optimiser le comportement optique de l'ensemble du dispositif. En effet, dans une cellule tandem, des problèmes de pertes se posent : l'absorption des photons à haute énergie n'est pas totale dans la cellule pérovskite tandis qu'une partie des photons à faible énergie s'échappent en raison des réflexions à l'interface entre les deux sous-cellules. Pour remédier à cela, la structuration va permettre de piéger les photons de haute énergie (i.e. $\lambda < 800\text{nm}$) dans la cellule de pérovskite, et maximiser la transmission de photons de faible énergie (i.e. $\lambda > 800\text{nm}$) vers la cellule de silicium. Notre choix s'est porté sur une structure constituée de cristaux photoniques et qui permettra, grâce aux couplages résonants entre la lumière incidente et les modes de Bloch lents du cristal photonique, de contrôler la réflectivité, l'absorption et la transmission de lumière à l'interface entre les deux cellules [1].

L'approche technologique développée consiste à réaliser des cristaux photoniques directement dans la couche de pérovskite par nano impression. Pour cela, un moule nanostructuré est appliqué sur un échantillon recouvert de pérovskite déposée par spin coating, puis recuite partiellement. Les deux éléments sont introduits dans une presse chauffante, on applique alors une pression sur le moule, tout en chauffant, ce qui va permettre à la pérovskite de finir de cristalliser en prenant la forme du moule. Un grand nombre de paramètres ont été testés avant d'obtenir les structures photoniques visées dans la pérovskite. La durée du recuit est importante, car un recuit trop court avant le nanoimprint dégrade la pérovskite, tandis qu'un recuit trop long cristallise la pérovskite et celle-ci devient plus dure et donc moins sensible à l'application du moule. Plusieurs procédés de silanisation ont de plus été testés pour éviter que la pérovskite n'adhère au moule. L'utilisation du 1H, 1H, 2H, 2H-Perfluorodecyltriéthoxysilane (FDTS) dissout dans du n-Heptane [2] permet d'avoir une couche atomique sur le moule limitant l'adhésion de la pérovskite, et facilitant ainsi le retrait du moule sans endommager les structures créées. L'influence des paramètres clés sera présentée, ainsi que les premiers résultats de photoluminescence montrant l'impact de la nanostructuration sur les propriétés électro-optiques des couches de pérovskite.

Pérovskite	Moule	Nano-imprint
- MAPbI ₃ - Dépôt par spin coating - Recuit de 10 min à 100°C	- Trous période 400nm réalisés par lithographie interférentielle - Silanisé par FDTS	1. Monté en température (100°C) 2. Application de 2kN de pression pendant 15 min 3. Refroidissement à 20°C 4. Arrêt pression

Tableau 2 : Paramètres utilisés pour la nanoimpression

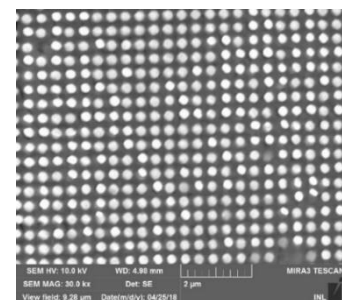


Figure 1 : Image MEB de pérovskite structurée en plots

Références :

- [1]. *Cristaux photoniques pour le contrôle de l'absorption dans les cellules solaires photovoltaïques silicium ultraminesces*, G. Gomard. Science des matériaux. Ecole centrale de Lyon, **2012**.
- [2]. *Nanoimprinted Perovskite Nanograting Photodetector with Improved Efficiency*, H. Wang and al., *ACS Nano* **2016** 10 (12), 10921-10928