

ペロブスカイト層の表面処理による太陽電池の高効率化

Improvement of Solar Cell Performance by Surface Treatment of Perovskite Layer

○丸山 直輝¹、西村 秀隆¹、遠藤 克¹、若宮 淳志^{1, 2}、村田 靖次郎¹

(1. 京大化研、2. JST-さがけ)

○Naoki Maruyama¹, Hidetaka Nishimura¹, Masaru Endo¹, Atsushi Wakamiya^{1, 2}, Yasujiro Murata¹

(1. Institute for Chemical Research, Kyoto Univ., 2. JST-PRESTO)

E-mail: wakamiya@scl.kyoto-u.ac.jp

【緒言】 近年、 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ などのペロブスカイトを光吸収層に用いた有機無機ハイブリッド型太陽電池が新たな次世代型太陽電池として注目を集めている[1-2]。本太陽電池分野では、再現性良く、高い変換効率を示す太陽電池の作製法の確立が重要な課題の一つとなっている。これまでに我々は、二段階溶液法[2]によるペロブスカイト層の成膜において、精製した高純度の PbI_2 を用いることで再現性よく 10%を越える光電変換効率を示す太陽電池が作製できることを見出している[3]。一方、従来の二段階溶液法で成膜したペロブスカイト層の表面を SEM により観察してみると、 $m\text{-TiO}_2$ 層の上に約 200~300 nm のペロブスカイトの微結晶がキャッピング層を形成していることがわかる (Fig. 1a)。この粗い表面をもつペロブスカイト層を完全に被覆して、電荷の再結合を抑制するためには、300 nm もの厚膜の正孔輸送層 (HTL) を用いる必要があるのが現状である。そこで本研究では、微結晶で覆われているペロブスカイト層に対して、極性溶媒の蒸気曝露やスピンコーティングにより表面を処理することでペロブスカイト膜の平坦化を検討し、これが太陽電池特性に及ぼす効果について検討を行った。

【結果及び考察】 二段階成膜法で成膜したペロブスカイト層に対して、DMF、DMSO や γ -ブチロラクトン (GBL) などの様々な極性溶媒の蒸気を曝露し、SEM 測定により、これらの溶媒がペロブスカイト層の表面の形状変化に及ぼす効果を検討した。その結果、様々な溶媒のうち GBL を用いた場合、ペロブスカイト層の結晶性を保持しながら表面を平坦化できることを見出した。GBL の蒸気を曝露する条件 (温度と時間) およびその後のアニール条件を詳細に検討した結果、蒸気に暴露する際の基板の温度を 100 °C (10 min) から 50 °C (10 min) に下げ、その後 50 °C でアニールすることで、 $m\text{-TiO}_2$ 層の被覆率の高い緻密なペロブスカイト層を形成することができた (Fig. 1b)。また、ペロブスカイト層に対して、1% の GBL を含む PhCl をスピンコーティングすることでも、同様にペロブスカイト層を平滑化できることを見出した (Fig. 1c)。これらの表面処理を施したペロブスカイト層 (Fig. 1d) の上に、より薄い膜厚の HTL を成膜した太陽電池セルを作製することにより光電変換効率が向上し、13.9%の太陽電池を作製することができた (Fig. 2)。

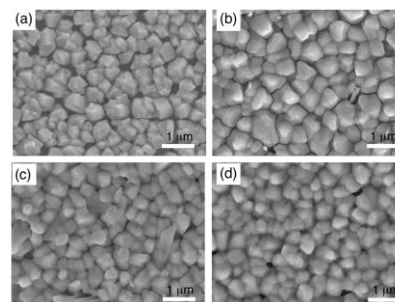


Fig. 1. SEM images of $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ perovskite layer; (a) without surface treatment, (b) after vapor exposure of GBL, (c) after spin-coating of a solution of 1% GBL/PhCl (v/v), (d) after vapor exposure and spin-coating.

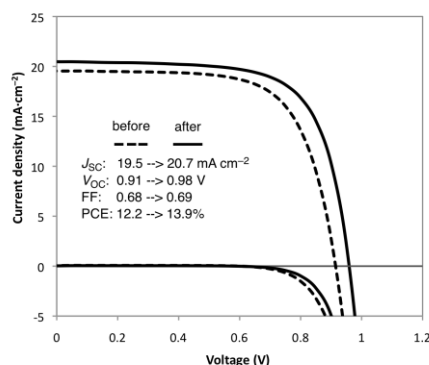


Fig. 2. Current density-voltage curve measured for a sample with surface treatment of vapor exposure of GBL and spin-coating of a solution of 1% GBL/PhCl (v/v).

[1] H. J. Snaith et al. *Science* **2012**, 338, 643.

[2] M. Grätzel et al. *Nature* **2013**, 499, 316.

[3] A. Wakamiya et al. *Chem. Lett.* **2014**, 43, 711.