塗布型 Pb-ペロブスカイトの半導体特性と太陽電池性能評価

Relationship between the Semiconductor characteristics and the Solar Cells

Performance of Pb-Perovskite fabricated by Printing Process

九州工大生命体工¹, 電通大情報理工², 立命館大理工³, 宮崎大工⁴, 電通大i-PERC⁵

○(D)廣谷 太佑¹, 前田 優太¹, パンディ シャム スディル¹,

沈青², 豊田太郎², 峯元高志³, 吉野賢二⁴, 早瀬修二^{1,5}

Kyushu Inst Tech.¹, UEC.², Ritsumeikan Univ.³, Univ. Miyazaki ⁴, UEC (i-PERC).⁵,

^oDaisuke Hirotani¹, Yuta Maeda¹, Pandey Shyam sudhir¹,

Shen Qing², Taro Toyoda², Takashi Minemoto³, Kenji Yoshino⁴, Shuzi Hayase^{1,5}

E-mail: hirotani.daisuke285@mail.kyutech.jp

1. はじめに

鉛(Pb)をベースとした Perovskite(PVK)太陽電池における光電変換界面は、その PVK 層の半導体 特性などによって変化する⁽¹⁾。本研究の対象となる PVK 薄膜は、その前駆体であるヨウ化メチル アンモニウム(MAI)とヨウ化鉛(PbI₂)の比率を変化させることで、半導体特性が変化する Selfdoping 効果を有する⁽²⁾。両者から、太陽電池の変換性能は順構造ならびに逆構造型の PVK 太陽電 池において前駆体の各比率(MAI:PbI2)を制御すると、PVK 層の半導体特性と太陽電池性能の関係 を深く理解することができる。そこで本研究では、PVK 層の前駆体の比率と太陽電池構造を相互 に変化させ PVK 太陽電池性能及び物性評価した。

2. 実験装置及び方法

太陽電池構造は、順構造では FTO/TiO₂/PVK/spiro-OMeTAD/Au とし、逆構造は、ITO/PEDOT: PSS/PVK/C₆₀/Ag とした。PVK 層は、DMF 溶媒中に PbI₂ と MAI をそれぞれ、MAI:PbI₂ =1:0.8, 1:0.9, 1:1, 1:1.1, 1:1.25 となるように調液し、スピンコート法で成膜後、100 ℃で 15 分間、加熱処理した。

3. 実験結果及び考察

Fig. 1 に(a)順構造と(b)逆構造型の PVK 太陽電池における各前 駆体比率(MAI/PbI₂)の太陽電池性能を示す。図に示す通り、MAI/ PbI₂=1を境界とし、1 以下は PbI₂ が rich、1 以上で MAI が rich な PVK であることを示している。同図において、順構造では PbI₂ が rich な時に平均の変換効率が高く、一方、逆構造では MAI が rich な時に平均の変換効率は高い。さらに太陽電池性能の傾向と 開放電圧(Voc)の傾向が一定程度一致する結果であった。

また、ホール効果測定によるキャリア密度測定によれば、PbI₂ rich な時に n 型半導体の特性を示し、MAI が rich な時には p 型 半導体の特性を示し、文献と一致する結果となった。従って、 本実験における PVK 層は、self-doping 効果によって半導体特性 が変化していることが確認できた。同測定によって、キャリア 移動度を得た。キャリア移動度は、MAI:PbI₂=0.8, 1.25 で最大と なる結果となり、MAI:PbI₂=1 では最小となる結果であった。

本発表では、より詳細な太陽電池の各パラメータと PVK 層の 半導体特性との関係について議論する。

(1) Cai, Molang, et al., Joule 2.2 (2018): 296-306.

(2) Wang, Qi, et al., Applied Physics Letters 105.16 (2014): 163508.



Fig.1 Performances of PVK solar cells each precursor ratio in (a) forward structure (b) inverted structure.