

課題番号 : F-16-KT-0150  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 高効率ペロブスカイト太陽電池の開発  
Program Title(English) : Development of Highly Efficient Perovskite Solar Cells  
利用者名(日本語) : 若宮 淳志, 尾崎 雅司  
Username(English) : A. Wakamiya, M. Ozaki  
所属名(日本語) : 京都大学化学研究所  
Affiliation(English) : Institute for Chemical Research, Kyoto University

## 1. 概要(Summary)

$\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$  などのハライド系ペロブスカイト半導体を光吸収材料に用いたペロブスカイト太陽電池が塗布型の次世代太陽電池として注目を集めている。本太陽電池は、材料の塗布といった低温プロセスで各層を形成することが可能である。その一方で、形成する各層の膜厚や膜質等が光電変換効率に大きく影響を及ぼすことがわかってきた。本研究では、材料の塗布法の条件検討を進め、それぞれで得られた太陽電池セルの断面 SEM 像を観察し、作製法と膜質および光電変換特性の相関を詳細に検討した。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

京都大学ナノテクノロジーハブ拠点の超高分解能電界放出形走査電子顕微鏡/SU8000

### 【実験方法】

FTO ガラス基板上に  $\text{TiO}_2$  層を作製し、その上に  $\text{PbI}_2$  と  $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}$  の DMF-DMSO 混合溶液を前駆体溶液としてスピコートした。スピコート終了直前にトルエンを滴下し、前駆体の透明膜を得た。その膜をアニールし黒色のペロブスカイト層を成膜した[1]。最後に、得られた多層膜の上に、有機半導体層と Au 電極層を成膜し、ペロブスカイト太陽電池セルを作製した(Fig. 1a)。得られたペロブスカイト太陽電池セルの膜質および膜厚を評価するために、超高分解能電界放出形走査電子顕微鏡(SU8000)を用いて断面 SEM 画像を撮影した(Fig. 1b)。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

断面 SEM 画像 (Fig. 1b)より、ペロブスカイト層の膜厚は 440 nm であり、また、膜内には空隙等も観測されず、大きなグレインサイズを有していることが確認することができた。また、電子輸送層として用いたコンパクトチタニア層 ( $c\text{-TiO}_2$ ) およびメソポーラスチタニア層 ( $m\text{-TiO}_2$ ) の膜厚はそれぞれ 20 nm および 100 nm で

あった。正孔輸送材料として用いた spiro-OMeTAD 層の膜厚は 300 nm であり、直径 10–100 nm もの空隙が多数存在することが明らかとなった。実際にこのセルの太陽電池特性を評価したところ、 $J_{sc} = 23.9 \text{ mA/cm}^2$ ,  $V_{oc} = 1.13 \text{ V}$ ,  $FF = 0.73$ ,  $PCE = 19.8\%$ であった。

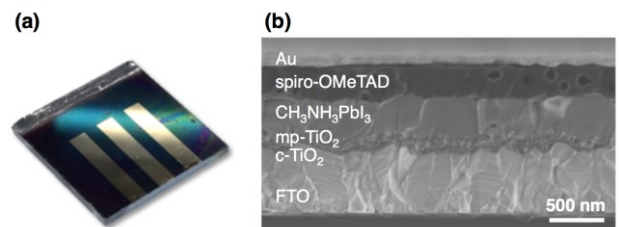


Fig. 1 (a) Photograph of the perovskite solar cell. (b) Cross-sectional SEM image of the perovskite solar cell.

## 4. その他・特記事項(Others)

### ・参考文献

[1] A. Wakamiya et al., *J. Am. Chem. Soc.* **2015**, *137*, 15656.

COI (JST, 京都大学)「ワイヤレス電源技術の開発」

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) 尾崎雅司, 嶋崎 愛, Mina Jung, 中池由美, 丸山直輝, 阿波連知子, Alwani Rafieh, 笹森貴裕, 時任宣博, 村田靖次郎, 若宮淳志, 京都大学化学研究所研究発表会, 2016年12月.

(2) M. Ozaki, A. Shimazaki, M. Jung, Y. Nakaike, N. Maruyama, T. Aharen, A. Rafieh, T. Sasamori, N. Tokitoh, Y. Murata, A. Wakamiya, AP-HOPV17, February 2017.

(3) 尾崎雅司, 嶋崎 愛, Mina Jung, 中池由美, 丸山直輝, 阿波連知子, Alwani Rafieh, 笹森貴裕, 時任宣博, 村田靖次郎, 若宮淳志, 日本化学会 第97春季年会, 2017年3月.

## 6. 関連特許(Patent)

特許出願済み。