

化学浴析出法により作製した酸化チタンを用いた 積層型ペロブスカイト太陽電池の研究

Study of Planar Heterojunction Perovskite Photovoltaic Cells using Compact Titanium Oxide by Chemical Bath Deposition

金沢大¹, JST-さがけ² 山本 晃平¹, 桑原 貴之¹, 高橋 光信¹, 當摩 哲也^{1,2}

Kanazawa Univ.¹, JST-PRESTO² K. Yamamoto¹, T. Kuwabara¹, K. Takahashi¹, T. Taima^{1,2}

E-mail: taima@se.kanazawa-u.ac.jp

【緒言】ペロブスカイト結晶構造を用いた太陽電池は 17%を超える高い変換効率が報告されている。塗布型のペロブスカイト太陽電池には色素増感太陽電池と同様な 500℃以上の高温処理が必要な compact-TiO₂ 層と mesoporous-TiO₂ 層が使われている。一方で、planar hetero 接合型では mesoporous-TiO₂ 層を使わず、compact-TiO₂ 層だけで駆動することが報告されている¹。今回は蒸着法を用い、低温処理で製膜できる化学浴析出法(CBD 法)により作製した compact-TiO_x 層を用いて真空蒸着によりペロブスカイト太陽電池を作製したので報告する。

【実験】素子構成は、Fig. 1 に示す。amorphous compact-TiO_x は ITO 上に CBD 法により製膜し 250℃で加熱した²。また、anatase compact-TiO₂ は FTO 上に CBD 法により製膜し 450℃で加熱した。次に PbI₂ 層を蒸着法で製膜し、その上に CH₃NH₃I (MAI) を蒸着積層し、PbI₂ 層に MAI を intercalate することで CH₃NH₃PbI₃ 層を製膜した。J-V 曲線測定時の電圧掃引速度は 0.01 V/sec とした。掃引方向は負バイアスから正バイアス(Jsc 側から Voc 側)に電圧を掃引した。

【結果・考察】J-V 曲線と太陽電池特性を Fig. 2 に示す。1 回積層の 30nm の compact-TiO₂ (450℃ single layer : SL)を使用した素子の変換効率(PCE)が約 1.5%と低い効率であった。そこで、2 回積層の 60nm の compact-TiO₂ (450℃ double layer : DL)を導入したところ PCE が約 3 倍向上した。一方の compact-TiO_x (250℃ SL)を使用した素子は、一回の製膜で十分な性能が得ることができた。原因考察のため、AFM でそれぞれの表面を観察したところ、Fig. 3(a)、(b)の compact-TiO₂ 表面は非常に粗い(RMS>20nm)が、Fig. 3(c)の compact-TiO_x 表面は平滑(RMS<2nm)であった。このことから、compact-TiO₂ (SL)膜は粗い FTO を完全に被覆できないため PCE が低くなったと考えられる。反対に、compact-TiO_x (SL)は、平滑な ITO 上に製膜するため極薄膜でも十分に被覆でき、大きな性能が得られたと考えられる。

【参考文献】 [1] H. J. Snaith et al, Nature, **501**, 395–398, 2013. [2] T. Kuwabara, K. Takahashi et al, Org. Electron., **13** (2012) 1136.

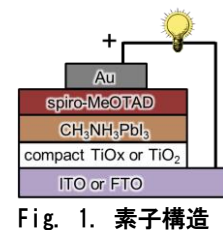


Fig. 1. 素子構造

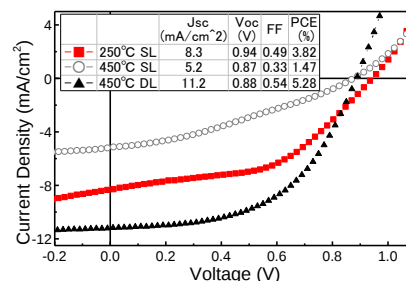


Fig. 2. J-V 曲線と太陽電池特性

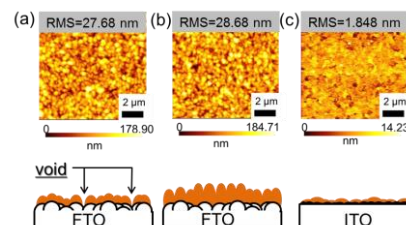


Fig. 3. AFM 像と断面図 (a) FTO/SL-TiO₂
(b) FTO/DL-TiO₂ (c) ITO/SL-TiO_x