

ペロブスカイト / Si モノリシックタンデムセルのための p⁺-Si / TiO₂再結合層

p⁺-Si / TiO₂ tunnel junction for Perovskite / Si monolithic tandem solar cell

○立石 義和¹、松田 拓未¹、山下 兼一¹、喜多 隆²

(1. 京工織大院工芸、2. 神戸大院工)

○Yoshikazu Tateishi¹, Takumi Matsuda¹, Kenichi Yamashita¹, Takashi Kita²

(1.Kyoto Institute of Technology, 2.Kobe University)

E-mail: m5621019@edu.kit.ac.jp

【はじめに】結晶 Si 太陽電池とのタンデムモジュールとして、ペロブスカイト太陽電池が有望視されており、理論的にショックレー・クワイサーの限界を超える~35%の変換効率を見込めるとした報告がされている^[1]。本研究では、ペロブスカイトセルと Si セルのモノリシックタンデムの作製を目的とし、セル界面での電氣的接続に着目し、素子の構造・特性について検討した。

【実験】Compact TiO₂膜および scaffolding TiO₂層 (~600 nm) を堆積した n-Si (1 - 10 Ωcm) 基板上に、2-step 法により CH₃NH₃PbI₃ 光吸収層を積層した。さらに正孔輸送層として、spiro-OMeTAD 層をスピコート法により成膜し、最後に Au 電極 (~25 nm) を半透明 (T ~ 30%) に真空蒸着した。照射時 (AM 1.5G, 100 mW/cm²) の素子特性においては、キャリアバランスの不良を示す S 字の IV カーブが得られた (図 1)。これは Si ショットキーセルで生成されたホールが TiO₂ 層でブロックされたために生じたと考えられる。再結合層 (ハイドロプの pn 層)^[2] や中間電極^[3] を導入するといった解決策があるが、本研究室では n-Si 基板上に Al を蒸着し、熱アニールによって極浅 p⁺-Si 層を作製し、TiO₂ 層との間での再結合層を形成させることを試みた。図 2(a) に示すように、p⁺-Si 層を作製することで S 字 IV カーブが抑制されることが確認できた。J_{SC} が低くなるのはペロブスカイトセルとより少ない入射光量の Si セルの直列接続なので、電流量の一致が起きることも一因である。このことも、p⁺-Si / TiO₂ 界面でキャリアがトンネル伝導し、再結合電流が流れたことを示唆する (図 2(b))。

【参考文献】 [1] Philipp Löper, *et al.*, *IEEE Journal of Photovoltaics* **4**, 6, 1545-1551 (2014)

[2] Jonathan P. Mailoa, *et al.*, *Applied Physics Letters* **106**, 121105 (2015)

[3] Teodor Todorov, *et al.*, *Applied Physics Letters* **105**, 173902 (2014)

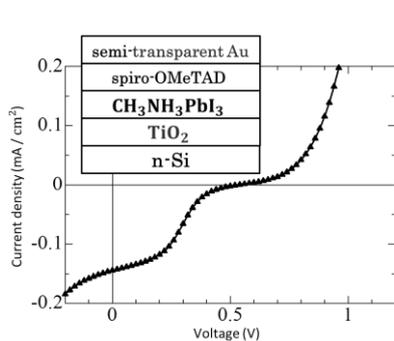


Fig. 1 Structure and photovoltaic property of the device without p⁺-Si.

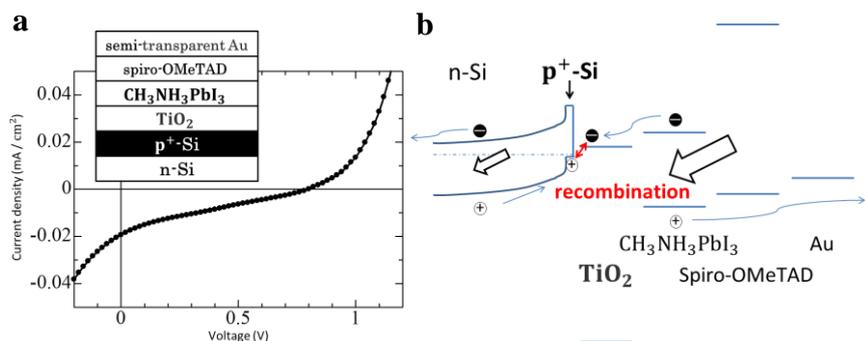


Fig. 2 a) Structure and photovoltaic property and b) band diagram of the device with p⁺-Si.