

ペロブスカイト／結晶シリコンタンデム太陽電池の 研究動向と最近の進展

Research Trend and Recent Progress in Perovskite/Silicon Tandem Solar Cells

新潟大¹, 京都大², 北陸先端大³, 青山学院大⁴, 明治大⁵, 豊田工大⁶

○増田 淳¹, 金子 竜二², 若宮 淳志², 大平 圭介³, Dong Chung Nguyen⁴, 石河 泰明⁴,
小椋 厚志⁵, 中村 京太郎⁶, 大下 祥雄⁶

Niigata Univ.¹, Kyoto Univ.², JAIST³, Aoyama Gakuin Univ.⁴, Meiji Univ.⁵, Toyota Technol. Inst.⁶

○Atsushi Masuda¹, Ryuji Kaneko², Atsushi Wakamiya², Keisuke Ohdaira³, Dong Chung Nguyen⁴,
Yasuaki Ishikawa⁴, Atsushi Ogura⁵, Kyotaro Nakamura⁶, Yoshio Ohshita⁶

E-mail: a-masuda@eng.niigata-u.ac.jp

太陽光発電の用途拡大のためには、設置環境の面積制約を克服する必要があり、高効率化は極めて重要な技術課題である。広い波長域の光を有効利用可能なタンデム化技術は、太陽電池の高効率化達成のための基本的な手法であるが、複数のセルを積層するための技術的課題や、電流整合のための各層の膜厚や光吸収係数の精緻な制御等、研究要素は多い。なかでも、次世代太陽電池の切り札として注目を集めるペロブスカイト太陽電池をトップセルに用い、結晶シリコン系で最高性能を記録しているシリコンヘテロ接合 (SHJ) 太陽電池をボトムセルに用いたペロブスカイト／結晶シリコンタンデム太陽電池については、世界各国で研究開発競争が激化している。

現時点で、二端子構成のペロブスカイト／結晶シリコンタンデム太陽電池の最高効率は、独 Helmholtz 研究所 (HZB) が記録した 29.15% である [1] (HZB は 2021 年 11 月 22 日に 29.80% の効率を達成したとプレスリリースし、NREL Best Research-Cell Efficiencies に掲載されている)。効率 29.15% のタンデム太陽電池では、ボトムセルにリアエミッタ構造の SHJ セルを用い、トップセルのペロブスカイト太陽電池も逆構造で作製している。トップセル各層の精密制御により、トップセル 19.41 mA/cm²、ボトムセル 20.18 mA/cm² と優れた電流整合を実現している。また、未封止の状態において大気中 25°C で光照射試験を行った場合でも、300 h 後の性能保持率が 95% を超えるなど、信頼性に優れる点も特筆に値する。

筆者等もペロブスカイト／結晶シリコン二端子タンデム太陽電池の試作を試みており、予備的検討段階ではあるが、ボトムセルにリアエミッタ構造の SHJ セル、トップセルに Cs_{0.05}FA_{0.85}MA_{0.10}PbI₂Br 組成のペロブスカイト太陽電池、両者の中間層に In₂O₃:W 膜を用いることで、短絡電流密度 16.4 mA/cm²、開放電圧 1.59 V、曲線因子 0.76、変換効率 19.9% を得ている。この二端子タンデム太陽電池のトップセルの光吸収層厚やバンドギャップはシミュレーションの結果に基づき設計している。シミュレーションによれば、トップセルの光吸収層厚を 525 nm、バンドギャップを 1.67 eV とすることにより、変換効率 31.5% 程度が得られることが期待される。

本研究は NEDO の委託により実施した。

[1] A. Al-Ashouri *et al.*, Science **370**, 1300 (2020).