

透過型  $\text{Cu}_2\text{O}$  太陽電池をトップセルに用いたタンデム太陽電池の研究開発Research and Development of Tandem photovoltaics using transparent  $\text{Cu}_2\text{O}$  top cell

東芝 ○保西 祐弥, 芝崎 聡一郎, 中川 直之, 水野 幸民,

山崎 六月, 西田 靖孝, 山本 和重

TOSHIBA, °Yuya Honishi, Soichiro Shibasaki, Naoyuki Nakagawa, Yukitami Mizuno,

Mutsuki Yamazaki, Yasutaka Nishida, Kazushige Yamamoto

E-mail: yuya.honishi@toshiba.co.jp

有力な再生可能エネルギー源である太陽電池の変換効率は 25%程度まで向上しているが、更なる高効率を得るためにタンデム太陽電池が注目されている。我々は、トップセルに  $\text{Cu}_2\text{O}$  太陽電池、ボトムセルに Si 太陽電池を用いた四端子タンデム太陽電池 ( $\text{Cu}_2\text{O}$  タンデム) の開発を進めている。 $\text{Cu}_2\text{O}$  はバンドギャップが 2.1eV で[1]、発電波長が Si と相補的であるため、太陽光をより多く電気に変えて高効率発電が可能である。また  $\text{Cu}_2\text{O}$  は、地球上に豊富に存在する銅と酸素から構成され、安価なガラス上に薄膜形成して発電させるため低コスト化のポテンシャルを持つ。これまで、我々は、 $\text{Cu}_2\text{O}$  太陽電池の透明化に世界で初めて成功し、さらにプロトタイプの  $\text{Cu}_2\text{O}$  タンデムを試作して Si 単体 (効率 22%) を超える高効率 24.2%を実証してきた[2]。キーデバイスの透過型  $\text{Cu}_2\text{O}$  太陽電池の技術課題は更なる変換効率の向上であり、今回、短絡電流密度 ( $J_{sc}$ ) の改善を検討した。図 1 に裏面透明電極上に反応性スパッタで作製した  $\text{Cu}_2\text{O}$  光吸収層の TEM 像を示す。図に示すように、 $\text{Cu}_2\text{O}$  光吸収層は、膜厚方向に貫通する大きな結晶粒からなる高結晶性多結晶薄膜である。図 2 は、透過型  $\text{Cu}_2\text{O}$  セルにおける、 $J_{sc}$  の  $\text{Cu}_2\text{O}$  膜厚依存性の実測値と、 $\text{Cu}_2\text{O}$  のキャリア拡散長を 0.5-10 $\mu\text{m}$  の範囲で振って計算したデバイスシミュレーション結果を示す。 $J_{sc}$  実験結果は  $\text{Cu}_2\text{O}$  膜厚とともに増加し、キャリア拡散長 6-10 $\mu\text{m}$  のシミュレーション結果とよく一致した。この結果は、 $\text{Cu}_2\text{O}$  光吸収層のキャリア拡散長は膜厚よりも長く、生成した光キャリアの一部が裏面再結合して効率低下することを示している。以上の結果より、 $\text{Cu}_2\text{O}$  光吸収層を厚膜化することで、裏面再結合は効果的に抑制され、 $J_{sc}$  が改善して、変換効率の向上が期待できる。

[1] T. Minami, Y. Nishi, and T. Miyata, Appl. Phys. Exp. 9, 052301 (2016).

[2] N. Nakagawa, S. Shibasaki, Y. Honishi, M. Yamazaki, Y.S. Hiraoka, and K. Yamamoto, Proc. 47th PVSC (2020).

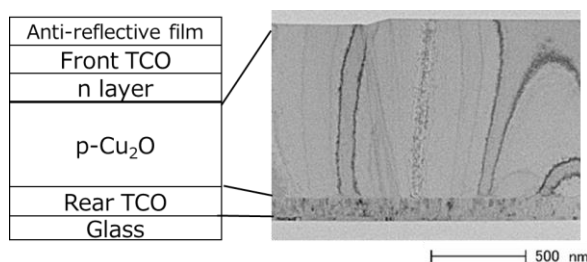


Fig. 1 Schematic image of  $\text{Cu}_2\text{O}$  solar cell and TEM image of  $\text{Cu}_2\text{O}$  thin film on TCO.

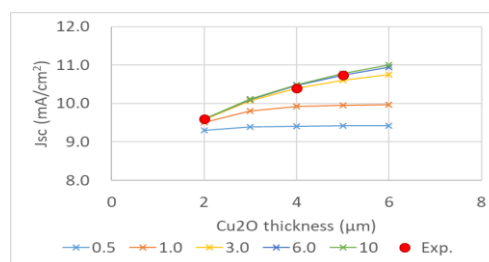


Fig. 2 Simulated dependence of  $J_{sc}$  on  $\text{Cu}_2\text{O}$  thickness in  $\text{Cu}_2\text{O}$  solar cell.