

正孔選択層として SnO_x を用いた Si 太陽電池の性能

Performance of a Si solar cell with a SnO_x film as a hole selective layer

北陸先端大, °Huynh Thi Cam Tu, 大平 圭介

JAIST, °Huynh Thi Cam Tu, Keisuke Ohdaira

E-mail: tu-huynh@jaist.ac.jp

ドーパントフリーのワイドバンドギャップ金属酸化物は、製膜時に有毒ガスを使用しない材料であり、導電率が非常に高い[1]。これらの材料は吸収係数が比較的小さいため、高濃度にドーパされた n^+/p^+ 非晶質 Si (a-Si) 膜で問題となる寄生吸収損失を大幅に低減できる。特に SnO_x は、Sn の酸化状態を制御することで、異なる導電型及びバンドギャップを有する材料が得られ[2]、結晶 Si (c-Si) 太陽電池のキャリア選択層として応用できる有望な材料である。これまで、我々はセラミック酸化スズ II のスパッタターゲットを用いて堆積した SnO_x 薄膜の光学的及び電気的特性を報告した[3]。本研究では、正孔選択層として SnO_x 膜を用いた Si ヘテロ接合(SHJ)太陽電池の性能を報告する。

フッ酸と過酸化水素水で洗浄した鏡面研磨された n 型 c-Si (100) ウェハの両面に触媒化学気相堆積(Cat-CVD)で 10 nm 厚のノンドーパ非晶質 Si (i-a-Si) 膜を堆積した。基板をスパッタチャンバーに導入し、セラミック SnO ターゲットを用いて SnO_x を製膜した。高純度 Ar ガス又は O_2 ガスを添加した Ar ガスをスパッタチャンバーに導入し、 SnO_x 膜を堆積した。Si 基板の裏面に Cat-CVD で n 型 a-Si を堆積した後、試料の両面に ITO をスパッタし、フィンガー形状の Ag 電極を蒸着した。太陽電池の性能をソーラーシミュレーターで評価した。

図 1 にシート抵抗は $\sim 1.6 \times 10^3$ 及び $\sim 1.4 \times 10^4 \Omega/\text{sq}$ の SnO_x で作製された太陽電池の電流密度-電圧 (J - V) 特性を示す。 SnO_x 膜のシート抵抗の増加により、太陽電池の FF が大幅に減少することを観察した。図 2 に厚さ 15 nm と 45 nm の SnO_x 膜を用いた SHJ 太陽電池の J - V 特性を示す。 SnO_x を薄くすると、太陽電池の性能、特に V_{oc} と FF が向上した。 SnO_x 膜のシート抵抗は $\sim 3 \times 10^3 \Omega/\text{sq}$ に制御されたため、FF の向上は SnO_x と電極の接触抵抗の減少によるものと考えられた。

References: [1] S. Acharyya et al., *Surfaces and Interfaces* **28**, 101687 (2022). [2] S. H. Han et al., *ACS Omega* **7**, 1232 (2022). [3] H. T. C. Tu 他、第 71 回応用物理学会春季学術講演会 24p-12-4 (2024)

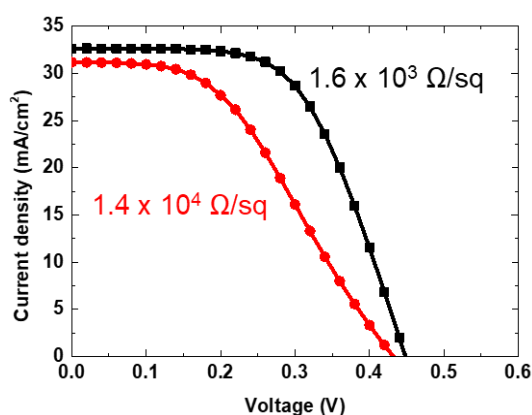


Fig. 1. J - V characteristics of SHJ solar cells with 15-nm-thick SnO_x film with different sheet resistances.

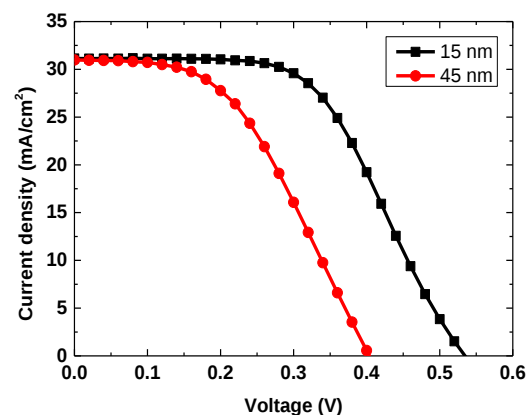


Fig. 2. J - V characteristics of SHJ solar cells with 15- and 45-nm-thick SnO_x film as hole transport layers.