

BaSi₂ 太陽電池への応用に向けたスパッタ法による HTL の導入 Introduction of HTL fabricated by sputtering for BaSi₂ solar cells

筑波大学¹, 東ソー株式会社²

○林洗希¹, 佐藤匠¹, Du Rui¹, 幸田陽一郎², 沼田雅実², 都甲薫¹, 末益崇¹

Univ. Tsukuba¹, Tosoh Corporation²

○K. Hayashi¹, Takumi Sato¹, R. Du¹, Y. Koda², M. Mesuda², K. Toko¹, T. Suemasu¹

E-mail: s2420313@s.tsukuba.ac.jp

【背景・目的】本研究では薄膜太陽電池の新規材料として BaSi₂ に注目した¹⁾。先行研究では、Ba 及び BaSi₂ ターゲットを用いた同時スパッタ法により、Ba/Si 組成比を制御し、高品質な n-BaSi₂ 光吸収層の形成を達成した²⁾。しかし、n-BaSi₂ 光吸収層を太陽電池に応用した例は少なく、変換効率も小さい値にとどまっている。また、ガラス基板上でも Si 基板上に匹敵する分光感度を記録しており、実用化に向けた研究も進んでいる³⁾。そこで本研究では、結晶 Si 太陽電池で報告例のある MoO_x をホール輸送層 (HTL) として用いて、ガラス基板上に BaSi₂ ヘテロ接合型太陽電池の作製を目指した³⁾。大きな内蔵電位を得るために、HTL には n-BaSi₂ (~3.5 eV) と比較して大きな仕事関数が求められる。また、MoO_x は酸化数 x が大きいほど仕事関数が増大する⁴⁾。そこで本研究では、大きな仕事関数の取得を目指して、MoO_x 膜の作製条件の変調による酸化数の制御を試みた。そして、MoO_x/BaSi₂ ヘテロ接合型太陽電池を作製し、光学特性を調査した。

【実験】Ar と O₂ ガスを導入した反応性スパッタ法により MoO₃ ターゲットを用いて FZ-n-Si(111) 基板 (抵抗率 $\rho > 1000 \Omega\text{cm}$) 上に MoO_x 膜を室温下で 10 nm 堆積した。この時、投入電力を 50 W、全体のガス流量を 100 sccm で固定し、O₂ ガスの割合を 0–5% の範囲で変調した。X 線光電子分光法により Mo 3d 軌道の XPS スペクトルを測定し、MoO_x 膜の酸化数を算出した。続いて、MoO_x/n-BaSi₂ ヘテロ接合型太陽電池を作製した。まず、ガラス基板上にスパッタ法を用いて TiN 導電膜 (250 nm) を堆積した。次に、BaSi₂ (東ソー(株)製) ターゲットと Ba ターゲットを用いた同時スパッタ法により、BaSi₂ 膜 (約 400 nm) を堆積した。この時、基板温度を 700 °C、BaSi₂、Ba ターゲットそれぞれの堆積レートを 3 nm min⁻¹, 0.1 nm min⁻¹ に設定した。BaSi₂ 膜を堆積した後に、酸化防止のため a-SiC キャップ層を 3 nm 堆積した。その上に、上記の方法で MoO_x 膜を形成した。表面に厚さ 80 nm の ITO 電極を堆積し、AM1.5G 照射下の J - V 特性により太陽電池特性を評価した。

【結果・考察】Fig. 1 に O₂ ガス割合の変調に対する MoO_x 膜の酸化数の変化を示す。スパッタ時の O₂ ガスの導入により MoO_x 膜の酸化数は大幅に増加し、化学量論比に近い値を示した。この結果より、MoO_x 膜の仕事関数の増大が示唆される⁴⁾。Fig. 2 に O₂ ガス割合を変調して作製した MoO_x/n-BaSi₂ ヘテロ接合型太陽電池の AM1.5G 照射時の J - V 曲線を示す。O₂ ガス割合 1% の試料において最も良い変換効率 (0.0113%) が得られた。大きな酸化数が仕事関数の増大に寄与し⁴⁾、内蔵電位が大きく、表面の酸化が抑制されたからだと考えている。今後は他のパッシベーション層についても調べる計画である。

【参考文献】

- 1) T. Suemasu and N. Usami, J. Phys. D: Appl. Phys. **50**, 023001 (2017).
- 2) K. Kido *et al.*, Thin Solid Films **758**, 139426 (2022).
- 3) R. Koitabashi *et al.*, J. Phys. D. **54**, 135106 (2021).
- 4) M. T. Greiner *et al.*, Adv. Funct. Mater. **22**, 4557 (2012).

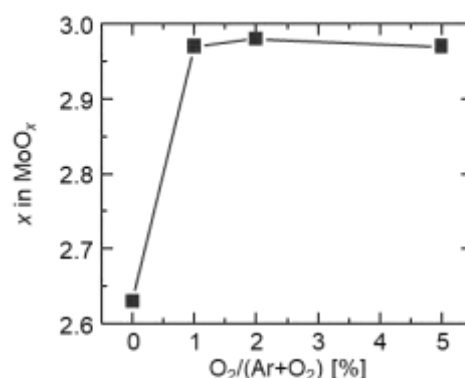


Fig. 1 Effect of oxygen gas flow ratios on x in MoO_x

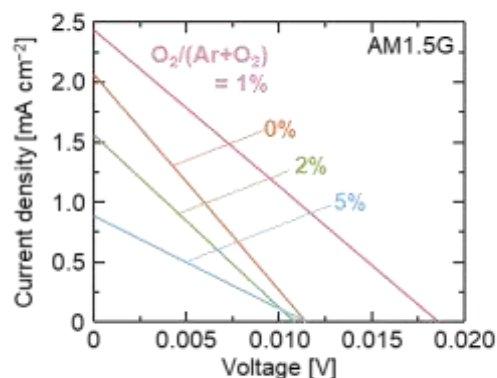


Fig. 2 J - V curves of MoO_x/n-BaSi₂ solar cells formed at different oxygen gas flow ratios of 0–5% under AM1.5G.