

# BaSi<sub>2</sub> 太陽電池への応用に向けた HTL/BaSi<sub>2</sub> 構造の作製と評価

## Evaluation of HTL/BaSi<sub>2</sub> heterojunction solar cells for application to BaSi<sub>2</sub> solar cells

筑波大<sup>1</sup>, °深谷 友香<sup>1</sup>, Nurfauzi Abdillah<sup>1</sup>, 都甲 薫<sup>1</sup>, 末益 崇<sup>1</sup>

Univ. Tsukuba<sup>1</sup>, °Yuka Fukaya<sup>1</sup>, Nurfauzi Abdillah<sup>1</sup>, Kaoru Toko<sup>1</sup>, Takashi Suemasu<sup>1</sup>

E-mail: s2420317@u.tsukuba.ac.jp

【背景】 BaSi<sub>2</sub> は太陽電池に適する諸特性を有する<sup>1)</sup>。近年, n-BaSi<sub>2</sub> 膜の光学特性が飛躍的に向上した。高品質な n-BaSi<sub>2</sub> 膜を光吸収層に応用した太陽電池の作製には, 光生成した正孔の輸送を担うホール輸送層(HTL)が不可欠である。先行研究では MoO<sub>x</sub> を HTL として n-BaSi<sub>2</sub> 膜とのヘテロ接合を検討し, 太陽電池動作を実証したが, 高効率動作には至っていない<sup>2)</sup>。BaSi<sub>2</sub> は酸素と非常に結びつきやすいため, MoO<sub>x</sub> の酸素組成が減少し, MoO<sub>x</sub> 膜の仕事関数も低減すると予想される<sup>3)</sup>。MoO<sub>x</sub> の仕事関数が減少すると BaSi<sub>2</sub> との内蔵電位が減少し, 太陽電池特性の劣化に直結する。本研究では HTL 材料である MoO<sub>x</sub> 膜の酸素組成を制御するため, MoO<sub>x</sub> / BaSi<sub>2</sub> 界面に a-Si:H 層の挿入を検討した。

【実験手法】 Si(111)基板上に MBE 法により BaSi<sub>2</sub> を 500 nm エピタキシャル成長した後, in situ で 3 nm の a-Si を堆積した。その後, RF プラズマを用いて a-Si 層へ原子状水素を照射した。このときの水素供給時間  $t_{a-Si:H}$  を 0–30 min の間で変調した。また, RF 投入電力は 70 W, 水素供給量は成長チャンバー内の真空度により制御し,  $1.0 \times 10^3$  Pa に設定した。その後, 蒸着法により  $1 \text{ nm min}^{-1}$  の成長速度で 10 nm の MoO<sub>x</sub> を堆積した。比較として, 同条件で MoO<sub>x</sub> (10 nm) / a-Si:H (3 nm) / Si(111) 基板の構造を作製した。本研究では, XPS 測定を用いて MoO<sub>x</sub> 膜の酸素組成を評価した。

【結果・考察】 Figure 1(a), (b)に各構造における Mo 3d 軌道の XPS スペクトルを示す。これらの XPS スペクトルを Mo<sup>6+</sup> (236.2, 233.1 eV), Mo<sup>5+</sup> (235.1, 231.9 eV) のピーク<sup>4)</sup>によりフィッティングを行い, MoO<sub>x</sub> 膜の酸素組成を算出した。MoO<sub>x</sub> 膜の酸素組成を  $t_{a-Si:H}$  の関数として Fig. 1(c)に示す。どちらの構造においても  $t_{a-Si:H}$  が増加するにつれ酸素組成が増大した。よって, 水素供給により MoO<sub>x</sub> 膜内から外への酸素拡散を抑制したと言える。一方, BaSi<sub>2</sub> 層を挿入すると, 酸素組成は著しく低下した。これは, BaSi<sub>2</sub> 膜が酸素と非常に結合しやすいためであると考えられる。

### 【参考文献】

- 1) T. Suemasu and D. B. Migas, Phys. Status Solidi A **219**, 2100593 (2022).
- 2) W. Du *et al.*, Appl. Phys. Lett. **106**, 122104 (2015).
- 3) L. Cao *et al.*, Prog. Photovolt. **31**, 1245 (2023).
- 4) T. Zhang *et al.*, AIP Conference Proceedings **1999**, 040027 (2018).

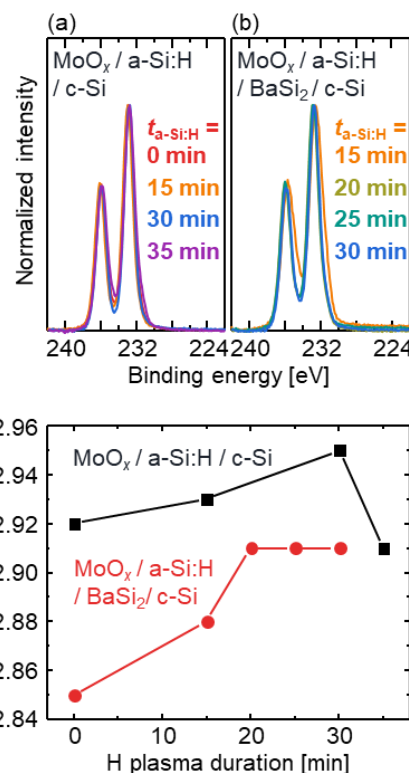


Fig. 1 Normalized Mo 3d core level XPS spectra of the MoO<sub>x</sub> / a-Si:H / c-Si (a) with or (b) without BaSi<sub>2</sub> films. (c) Oxygen composition  $x$  in MoO<sub>x</sub> films of each structure as a function of H plasma duration.