

## スパッタリング法による B-doped BaSi<sub>2</sub> 膜の作製と評価

### Characterizations of B-doped BaSi<sub>2</sub> films formed by sputtering

筑波大学<sup>1</sup>, 東ソー株式会社<sup>2</sup>

○長谷部隼<sup>1</sup>, 小坂橋嶺太<sup>1</sup>, 木戸一輝<sup>1</sup>, 召田雅実<sup>2</sup>, 都甲薫<sup>1</sup>, 末益崇<sup>1</sup>

Univ. Tsukuba<sup>1</sup>, Tosoh Corporation<sup>2</sup>

○H. Hasebe<sup>1</sup>, R. Koitabashi<sup>1</sup>, K. Kido<sup>1</sup>, M. Mesuda<sup>2</sup>, K. Toko<sup>1</sup>, T. Suemasu<sup>1</sup>

E-mail: [s2120289@s.tsukuba.ac.jp](mailto:s2120289@s.tsukuba.ac.jp)

#### 【背景】

本研究では薄膜太陽電池の新材料である BaSi<sub>2</sub> に注目している。BaSi<sub>2</sub> は  $E_g$  が 1.3 eV と太陽電池の理想値に近く、光吸収係数が 1.5 eV のエネルギーを有する光子に対して  $3.0 \times 10^4 \text{ cm}^{-1}$  と大きい。また、少数キャリア拡散長も 10  $\mu\text{m}$  と薄膜太陽電池への応用に十分な値を有する<sup>[1]</sup>。現在、BaSi<sub>2</sub> 太陽電池の実用化を目指し、大面積化かつ高速堆積が可能なスパッタ法を用いて BaSi<sub>2</sub> の成膜を行っている。作製した BaSi<sub>2</sub> 膜を太陽電池デバイスへと応用するためには n、p 型の両伝導型の制御が必要である。しかし、スパッタ法により不純物をドーピングして BaSi<sub>2</sub> の伝導型を制御した報告例はない。本研究では、MBE 法において実績のある B を p 型不純物として用いている。BaSi<sub>2</sub> ターゲットと B ターゲットを同時にスパッタして作製した B-doped BaSi<sub>2</sub> では、B 濃度が  $3.0 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$  で、目標とする  $10^{18} \text{ cm}^{-3}$  台のホール密度より 1 桁高く、伝導型は n 型であった。そこで、B の供給方法を変化させることで B 濃度の低減を試み、 $10^{18} \text{ cm}^{-3}$  台のホール密度を有する p 型 B-doped BaSi<sub>2</sub> 膜の作製手法の確立を目標とする。

#### 【実験】

板状 Ba 原料 (1.5 cm<sup>2</sup>) を 2 個、1 cm 角の B-doped Si 片 ( $p = 1.9 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ) を 2 個乗せた 2 インチの BaSi<sub>2</sub> ターゲット (東ソー (株) 製) をスパッタし、Si 基板上に B-doped BaSi<sub>2</sub> を堆積した。その際、基板温度を 600 °C、Ar ガス圧力を 0.5 Pa に固定し、BaSi<sub>2</sub> ターゲットの RF Power を 30、70 W で変化させた。さらに、*in situ* で a-Si キャップ層を 3 nm 堆積した。その後、試料表面に直径 1 mm、厚さ 150 nm の Al 電極を堆積した。ホール測定による電気特性評価、SIMS による深さ方向元素分析を行った。

#### 【結果】

Fig. 1 に SIMS による B-doped Si 片を用いた B-doped BaSi<sub>2</sub> 膜中の B 濃度を示す。膜中の B 濃度は  $3.0 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  であり、B ターゲット使用時の  $3.0 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$  と比較して 1 桁小さいことがわかる。つまり、B-doped Si 片を用いることで B 濃度の低減を達成し、目標とする B 濃度を得ることができた。しかし、ホール測定より、作製した試料の伝導型は n 型であった。

Fig. 2 に SIMS による MBE 法とスパッタ法で作製した B-doped BaSi<sub>2</sub> 膜中の酸素濃度を示す。スパッタ法で作製した試料の酸素濃度は MBE 法と比較して 2 桁以上高いことがわかる。つまり、スパッタ法では供給した B が膜中の酸素と結合したことで Si と置換せず、B の活性化が阻害されたため p 型伝導を示さなかったと推測される。本研究で使用しているスパッタ装置には準備室がないため、試料を成長室にセットするたびに成長室が大気に曝されており、これが原因で酸素濃度が高いと考えられる。今後は、ロードロックチャンバーを付けることで膜中への酸素混入量の低減を試み、p 型 B-doped BaSi<sub>2</sub> 膜の作製を目指す。

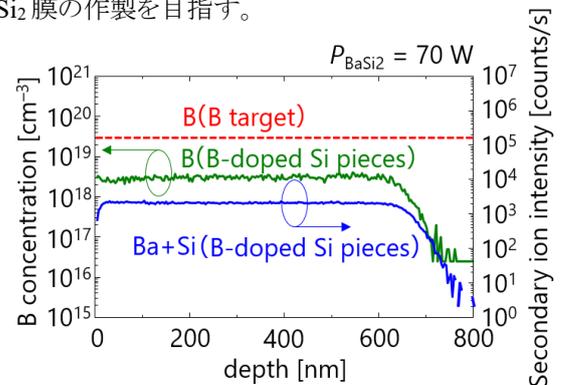


Fig. 1 SIMS depth profile of B atom and secondary ions in BaSi<sub>2</sub> using B-doped Si pieces

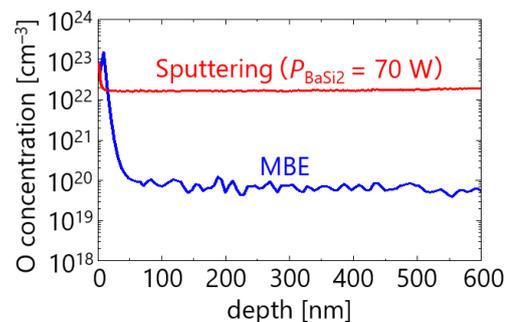


Fig. 2 SIMS depth profile of O atom BaSi<sub>2</sub> films formed by sputtering and MBE

#### 【参考文献】

[1] T. Suemasu and N. Usami, J. Phys. D **50**, 023001 (2017).