

## BaSi<sub>2</sub> pn ホモ接合太陽電池作製に向けた 表面電極/Sb-doped n-BaSi<sub>2</sub> 間の接触抵抗低減

### Reduction of contact resistance between surface electrode and Sb-doped n-BaSi<sub>2</sub> for BaSi<sub>2</sub> p-n homojunction solar cells

筑波大学 ○小玉 小桃, 高部 涼太, 谷内 卓, 都甲 薫, 末益 崇

Univ. Tsukuba, ○Komomo Kodama, Ryota Takabe, Suguru Yachi, Kaoru Toko, and  
Takashi Suemasu

E-mail: bk201310995@s.bk.tsukuba.ac.jp

#### 【背景・目的】

我々は高効率薄膜太陽電池の新材料として BaSi<sub>2</sub> に注目している。BaSi<sub>2</sub> は太陽電池に適した禁制帯幅  $E_g = 1.3$  eV に加え、1.5 eV の光エネルギーに対して  $a = 3 \times 10^4$  cm<sup>-1</sup> と大きな光吸収係数を有している<sup>1)</sup>。さらに、少数キャリア拡散長も 10 μm と十分大きい<sup>2)</sup>。これまで、最も単純な太陽電池構造である B-doped p-BaSi<sub>2</sub>/n-Si ヘテロ接合太陽電池を作製し、変換効率 9.9% を達成してきた<sup>3)</sup>。接触抵抗  $R_C$  は太陽電池の直列抵抗に含まれ、変換効率に大きな影響を及ぼす。先行研究において、表面電極/B-doped p-BaSi<sub>2</sub> 間の接触抵抗低減が行われており、最小値  $R_{C, \min} = 0.35$  Ω·cm<sup>2</sup> が得られている。本研究では、まだ調べられていない表面電極/Sb-doped n-BaSi<sub>2</sub> 間の接触抵抗評価を行い、表面電極/BaSi<sub>2</sub> 間の  $R_C$  を低減することを目的とした。

#### 【実験】

高抵抗 p-Cz-Si(111)基板 ( $\rho > 1000$  Ω·cm) 上に二段階成長を用いて、Sb-doped n-BaSi<sub>2</sub> を 300 nm エピタキシャル成長した。その後、BaSi<sub>2</sub> のパッシベーション膜である a-Si を *in situ* で 3 nm 堆積した<sup>4)</sup>。さらに、スパッタ法により 150 nm の Al または ITO 電極を作製した。Sb-doped n-BaSi<sub>2</sub> の電子密度は成長時の基板温度  $T_S$  に依存することが分かっている<sup>5)</sup>。そこで、まず  $T_S = 460 - 580$  °C の領域で試料を作製し、Van der Pauw 法を用いてホール測定を行った。さらに、伝送長法 (TLM 法) を用い接触抵抗を測定した。測定は全て室温で行った。

#### 【結果・考察】

Fig. 1 に Al/Sb-doped n-BaSi<sub>2</sub> ( $T_S = 500$  °C) で得られた抵抗と電極間距離の関係を示す。このグラフの縦軸の切片から  $R_C$  を求めた。他の試料についても同様に評価した。Fig. 2 に  $T_S$  と  $R_C$ 、キャリア密度  $n, p$ 、移動度  $\mu$  の関係を示す。 $R_C$  はシート抵抗  $R_{\text{sheet}}$  と伝送長  $L_t$  を用いて、

$$R_C = R_{\text{sheet}} \times L_t^2 \quad (1)$$

と表せる<sup>6)</sup>。 $R_{\text{sheet}}$  はキャリア密度上昇により減少する。したがって、キャリア密度上昇による

$R_{\text{sheet}}$  の減少により  $R_C$  が低減したと考えられる。また、 $R_C$  は Al/Sb-doped n-BaSi<sub>2</sub> ( $T_S = 500$  °C) で最小値  $R_C = 0.019$  Ω·cm<sup>2</sup> が得られた。この値は、B-doped p-BaSi<sub>2</sub> で得られた  $R_C$  に比べ、1 桁小さい値である。したがって、接触抵抗の観点から、Sb-doped n-BaSi<sub>2</sub> を表面側に形成した太陽電池構造が有利であるといえる。

#### 【参考文献】

- 1) K. Toh *et al*, Jpn. J. Appl. Phys. **50** (2011) 068001.
- 2) M. Baba *et al*, J. Crystal Growth **348** (2012) 75.
- 3) S. Yachi *et al*, J. Appl. Phys. **109** (2016) 072103.
- 4) R. Takabe *et al*, J. Appl. Phys. **119** (2016) 165304.
- 5) M. Kobayashi *et al*, Appl. Phys. Exp. **1** (2008) 051403.
- 6) P. N. VinodJ. Master. Sci.: Master. Electron. **22** (2011) 1248.

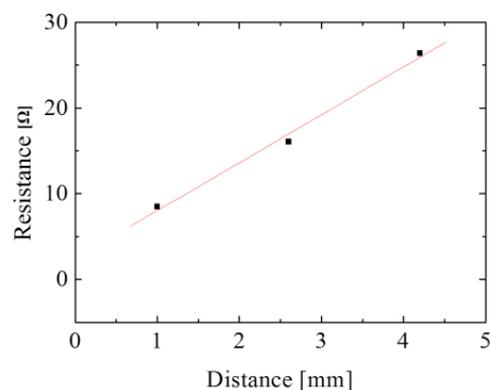


Fig. 1 Example of relationship between resistance and distance between electrodes for Al/Sb-doped n-BaSi<sub>2</sub> grown at  $T_S = 500$  °C.

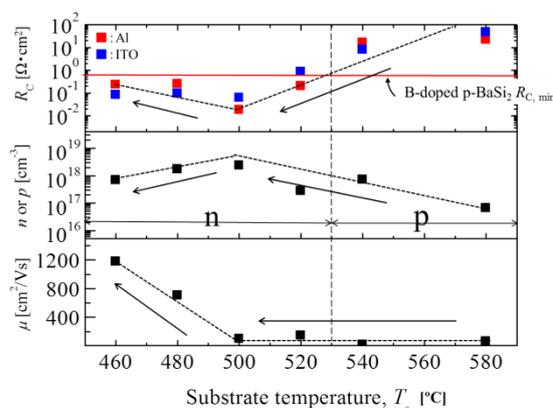


Fig. 2 Dependence of contact resistance, carrier type and carrier concentration, and mobility on  $T_S$ .