

## p-BaSi<sub>2</sub>/n-Si ヘテロ接合太陽電池特性の p-BaSi<sub>2</sub> 膜厚依存

### Dependence of p-BaSi<sub>2</sub>/n-Si solar cells performance on p-BaSi<sub>2</sub> layer thickness

筑波大<sup>1</sup>, °谷内 卓<sup>1</sup>、高部 涼太<sup>1</sup>、都甲 薫<sup>1</sup>、末益 崇<sup>1</sup>

Univ. Tsukuba<sup>1</sup>, °Suguru Yachi<sup>1</sup>, Ryota Takabe<sup>1</sup>, Kaoru Toko<sup>1</sup>, Takashi Suemasu<sup>1</sup>

E-mail: bk201211057@s.bk.tsukuba.ac.jp

#### 【背景・目的】

我々は新規高効率薄膜太陽電池材料として BaSi<sub>2</sub> に注目している。禁帯幅は  $E_g=1.3$  eV と太陽電池に適した値をもち、光吸収係数は 1.5 eV の光子エネルギーに対して  $\alpha=3\times 10^4$  cm<sup>-1</sup> と結晶 Si の 30 倍以上の大きさである<sup>[1]</sup>。さらに、undoped n-BaSi<sub>2</sub> の少数キャリア拡散長が約 10  $\mu$ m と薄膜太陽電池応用には十分長く<sup>[2]</sup>、少数キャリア寿命時間は表面パッシベーションにより 10  $\mu$ s に向上することが分かっている<sup>[3]</sup>。BaSi<sub>2</sub> を用いたもっとも単純な構造の太陽電池として、p-BaSi<sub>2</sub>/n-Si ヘテロ接合太陽電池で変換効率 9.0% を達成している<sup>[4]</sup>。変換効率の向上を目指し、本研究では、p-BaSi<sub>2</sub> の膜厚が太陽電池特性に与える影響を調べた。

#### 【実験】

CZ-n-Si(111) ( $\rho=1-4$   $\Omega\cdot$ cm) 基板上に反応性エピタキシー法と分子線エピタキシー法を用いて<sup>[4]</sup>、B-doped p-BaSi<sub>2</sub> を 10-50 nm エピタキシャル成長し、表面には基板温度 180 °C で 3 nm の a-Si 層を堆積した。さらに、スパッタ法を用いて表面には直径 1 mm、厚さ 80 nm の ITO 電極、裏面には Al 電極を作製した。p-BaSi<sub>2</sub> 層のホール密度は  $2.2\times 10^{18}$  cm<sup>-3</sup> であり、n-Si 層の電子密度は  $2.0\times 10^{15}$  cm<sup>-3</sup> である。結晶性の評価には、反射高速電子線回折と  $\theta$ -2 $\theta$  X 線回折を用いた。太陽電池特性は、AM1.5 条件下で直径 1 mm のマスクを用いて測定した。

#### 【結果・考察】

p-BaSi<sub>2</sub> 膜厚を変えた試料の太陽電池特性を Fig. 1 に示す。p-BaSi<sub>2</sub> 膜厚が 10-20 nm で膜厚増加とともに太陽電池特性が向上し、20-50 nm では膜厚増加とともに悪化した。20 nm で最も良い太陽電池特性が得られ、短絡電流 35.2 mA/cm<sup>2</sup>、開放電圧 0.47 V、変換効率 9.9% を記録した。20 nm の試料における分光感度特性と反射率を Fig. 2 に示す。EQE は 800nm 付近で 80% に到達した。また、BaSi<sub>2</sub> の EQE への寄与は 18% と求められた。Fig. 1 に示すとおり、p-BaSi<sub>2</sub> 膜厚の増加とともに、光電流が減少して

いる。これは、p-BaSi<sub>2</sub> が高ドープ層であるため、光生成キャリアが再結合していると考えられる。今後、p-BaSi<sub>2</sub> のホール密度を抑え、BaSi<sub>2</sub> 膜を厚くすることで、変換効率の向上が期待される。

【まとめ】 p-BaSi<sub>2</sub>(20nm)/n-Si ヘテロ接合太陽電池において、変換効率 9.9% を達成した。本研究は JST-CREST, JSPS(15H02237) の支援を受けた。

#### 【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] R. Takabe *et al.*, J. Appl. Phys. **115** (2014) 193510.
- [4] D. Tsukahara *et al.*, Appl. Phys. Lett. **108** (2016) 152101.

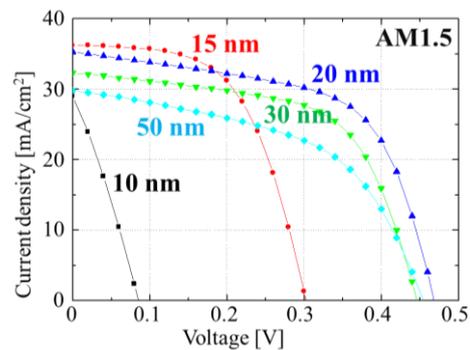


Fig. 1 *J-V* characteristics under AM1.5 illumination measured for p-BaSi<sub>2</sub>/n-Si heterojunction solar cells with various p-BaSi<sub>2</sub> thicknesses.

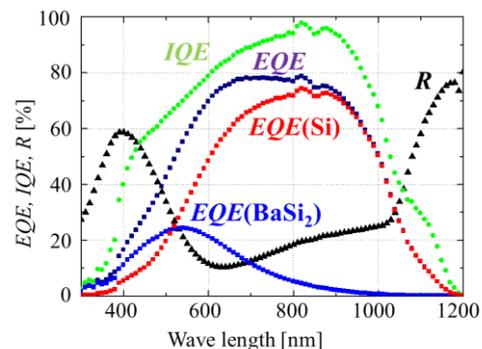


Fig. 2 *IQE*, *EQE*, and *R* spectra for p-BaSi<sub>2</sub>(20 nm)/n-Si heterojunction solar cells.