

## p-BaSi<sub>2</sub>の厚みと p-BaSi<sub>2</sub>/n-Si ヘテロ接合太陽電池特性の関係

### Relationship between p-BaSi<sub>2</sub> thickness and p-BaSi<sub>2</sub>/n-Si solar cells performance

筑波大<sup>1</sup>, °山下 雄大<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>, °Yudai Yamashita<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: bk201311068@s.bk.tsukuba.ac.jp

#### 【背景・目的】

我々は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>の禁制帯幅は $E_g=1.3$  eVと太陽電池に適した値であり、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>、少数キャリア拡散長は約10  $\mu$ mとどちらも薄膜太陽電池として十分大きい<sup>[1,2]</sup>。さらに過去の研究においてa-Siで表面パッシベーションを施すことで少数キャリア寿命が10  $\mu$ sに向上する<sup>[3]</sup>。これらを踏まえてp-BaSi<sub>2</sub>/n-Siヘテロ接合太陽電池を作製し、変換効率が9.9%を達成した<sup>[4]</sup>。一方、p-BaSi<sub>2</sub>層の膜厚増加にともない短絡電流は著しく低下した<sup>[5]</sup>。p-BaSi<sub>2</sub>膜での光吸収で生じた少数キャリア(電子)がn-Siに到達しないことが原因と考えられるが、n-Si中に欠陥が生じた可能性もある。本研究ではp-BaSi<sub>2</sub>の膜厚と太陽電池特性の関連を調べた。

#### 【実験】

MBE装置を用いてCz-n-Si(111)基板( $\rho=1-4$   $\Omega\cdot$ cm)上にp-BaSi<sub>2</sub>/n-Siヘテロ接合太陽電池を、p-BaSi<sub>2</sub>膜厚を10-300 nmと変えて作製した。p-BaSi<sub>2</sub>のホール密度は、 $2.0\times 10^{18}$  cm<sup>-3</sup>である。表面にはin-situ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。格子定数の測定には $2\theta-\theta$  XRD及び $2\theta_\chi-\phi$  XRDを用い、格子定数の導出にはNelson-Lileyの式を用いた。また、室温で外部量子効率(EQE)の測定も行った。

#### 【結果・考察】

p-BaSi<sub>2</sub>膜厚を変化させた試料の格子定数及び単位胞体積の変化割合をFig. 1に示す。なお、変化割合は厚さ300 nmでの測定値を基準としている。p-BaSi<sub>2</sub>膜厚が20 nm以下のp-BaSi<sub>2</sub>/n-Si界面付近で、 $\Delta a/a$ が大きく $\Delta b/b$ と $\Delta c/c$ が小さいことが分かった。Si(111)上のBaSi<sub>2</sub>には、b軸に1.1%、c

軸に0.1%の格子不整合があるため、面内方向の圧縮歪みが生じていると予想される。さらに厚さ20-50 nm付近で徐々に歪みが小さくなり、50 nmで格子緩和した。このため、50 nm以降では転位が発生していると予想される。Fig. 2のEQEスペクトルより、p-BaSi<sub>2</sub>の膜厚増加にともない、短波長領域でEQEが極端に低下している。EQE低下に欠陥が関与していないか調べるため、今後、DLTS測定を行う予定である。

[1] K. Toh *et al.*, Jpn J. Appl. Phys. **50** (2011) 068001.

[2] M. Baba *et al.*, J. Cryst. Growth **348** (2012) 75.

[3] R. Takabe *et al.*, J. Appl. Phys. **115** (2014) 193510.

[4] S. Yachi *et al.*, Appl. Phys. Lett. **109** (2016) 072103.

[5] S. Yachi *et al.*, to be published in Jpn J. Appl. Phys.

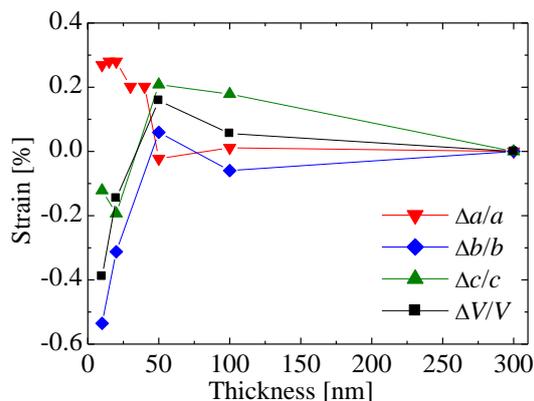


Fig.1 Dependence of lattice constants and volume on p-BaSi<sub>2</sub> thickness.

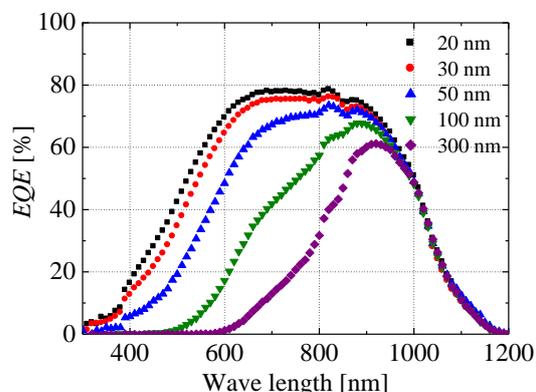


Fig. 2 EQE spectra measured for of p-BaSi<sub>2</sub>/n-Si heterojunction solar cells with various p-BaSi<sub>2</sub> thickness.