

## スパッタリング法による C-doped BaSi<sub>2</sub> の作製と特性評価

### Characterizations of C-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>

○根本泰良<sup>1</sup>, 佐藤 拓磨<sup>1</sup>, 召田雅実<sup>2</sup>, 倉持豪人<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>

○T. Nemoto<sup>1</sup>, T. Sato<sup>1</sup>, M. Mesuda<sup>2</sup>, H. Kuramochi<sup>2</sup>, K. Toko<sup>1</sup>, T. Suemasu<sup>1</sup>

E-mail: s1920332@s.tsukuba.ac.jp

#### 【背景】

我々が薄膜太陽電池の新規材料として着目している BaSi<sub>2</sub> は  $E_g$  が約 1.3 eV の間接遷移半導体である。その光吸収係数はエネルギー 1.5 eV の光子に対して  $\alpha = 3 \times 10^4 \text{ cm}^{-1}$  と大きく、また少数キャリア拡散長も約 10  $\mu\text{m}$  と大きいことから、高効率な薄膜太陽電池への応用が期待されている<sup>[1]</sup>。一般に、単接合太陽電池の最適な  $E_g$  は 1.4 eV<sup>[2]</sup>、また Si とのタンデム型太陽電池への応用を考えた場合、 $E_g$  の最適点は 1.6–1.7 eV である<sup>[3]</sup>。これらから BaSi<sub>2</sub> の  $E_g$  を拡大するため、先行研究において Sr-doped BaSi<sub>2</sub> が作製されたが、1.6 eV までの拡大には至らなかった<sup>[4]</sup>。一方、BaSi<sub>2</sub> の Si サイトを C に置換することにより  $E_g$  が拡大することが第一原理計算によって予想されている<sup>[5]</sup>。本実験ではスパッタ法によって C-doped BaSi<sub>2</sub> を作製し、その光学特性を調査した。

#### 【実験】

BaSi<sub>2</sub> ターゲット (東ソー(株)製) 上に板状 Ba 原料 (1 cm 角) を中央付近に 3–4 つ対称に乗せた状態で、SiC ターゲットと同時にスパッタし、600 °C に加熱した Si (111) 基板の上に C-doped BaSi<sub>2</sub> を堆積した。さらに、*in situ* で 3 nm の a-Si をキャップ層として堆積した。各試料で Ar 圧力を 1–2 Pa、BaSi<sub>2</sub> ターゲットの RF Power を 16–30 W に変えることで、堆積レート比 ( $R_{\text{SiC}}/R_{\text{BaSi}_2}$ ) を調整し、C の添加量を変化させた。試料表面に直径 1 mm、厚さ 80 nm の ITO 電極を、裏面に厚さ 150 nm の Al 電極を堆積した。本研究では分光感度を測定し、スペクトルの立ち上がりから各試料の光学吸収端を求めた。

#### 【結果】

Fig. 1 に  $V_{\text{bias}} = 0.5 \text{ V}$ 、 $0.1 \text{ V}$  印加時の分光感度特性を示す。スペクトルの立ち上がりが 950 nm 付近であることから、C を添加した試料でも BaSi<sub>2</sub> が成長していることがわかる。また C を添加した試料で分光感度が極端に大きくなったことから、C は BaSi<sub>2</sub> 膜の欠陥を減少させる効果があるのではないかと推察される。Fig. 2 に  $R_{\text{SiC}}/R_{\text{BaSi}_2}$  と光学吸収端の関係性を示す。 $R_{\text{SiC}}/R_{\text{BaSi}_2} = 0.12$  で光学吸収端が 0.04 eV 程度拡大している。しかし、いくつかの試料では光学

吸収端の拡大が見られないことから、C の置換は Ba と Si の組成比に敏感なのではないかと考えられる。今後は C の添加量を増やすとともに、Ba と Si の組成比を変化させ、その特性を調査する。さらに C によって分光感度が向上した要因についても研究する。

[参考文献]

[1] T. Suemasu *et al.*, Jpn J. Appl. Phys. **54** (2015) 07JA01.

[2] A. Polman *et al.*, Science **15** (2016) 352.

[3] F. Meillaud *et al.*, Sol. Energy Mater. Sol. Cells **90** (2006) 2952.

[4] K. Morita *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **45** (2006) L390.

[5] Y. Imai *et al.*, Intermetallics **18** (2010) 1432.

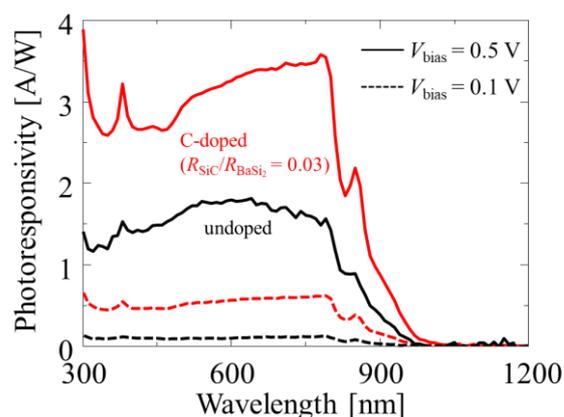


Fig. 1 Photoresponsivity spectra of C-doped and undoped BaSi<sub>2</sub> films under a bias voltage of 0.5 V and 0.1 V.

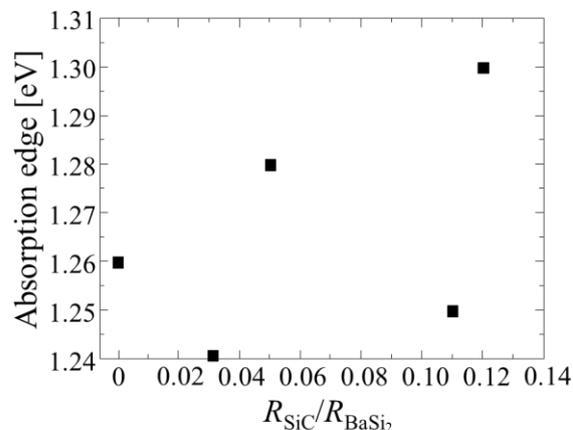


Fig. 2 Dependence of absorption edge of C-doped BaSi<sub>2</sub> films on  $R_{\text{SiC}}/R_{\text{BaSi}_2}$ .