

BaSi₂ pn ホモ接合太陽電池に向けた積層構造のエピタキシャル成長Epitaxial growth of BaSi₂ layered structure for BaSi₂ p-n homojunction solar cells

筑波大学 ○小玉 小桃, 高部 涼太, 都甲 薫, 末益 崇

Univ. Tsukuba, ○Komomo Kodama, Ryota Takabe, 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 BaSi₂ に注目している。BaSi₂ 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 $\alpha = 3 \times 10^4 \text{ cm}^{-1}$ と大きな光吸収係数を有している¹⁾。さらに、少数キャリア拡散長も 10 μm と十分大きい²⁾。これまで、最も単純な太陽電池構造である B-doped p-BaSi₂/n-Si ヘテロ接合太陽電池で変換効率 9.9% を記録している³⁾。今後更なる高効率化に向けて、ホモ接合太陽電池の作製を目指している。本構造は BaSi₂ の寄与に特化した構造であり、Si とのタンデム型にも展開可能である。本構造を作製する上で、我々は吸収層に undoped BaSi₂ を使用することを計画している。先行研究において表面電極/BaSi₂ 間の接触抵抗低減を行い、Al/Sb-doped n-BaSi₂ 間で最小値 $R_{c, \min} = 0.019 \Omega \cdot \text{cm}^2$ を得た⁴⁾。また、undoped BaSi₂/Sb-doped n-BaSi₂ の構造では Sb が undoped 層に拡散することが分かっている⁵⁾。これらの結果から、Sb-doped n-BaSi₂/undoped BaSi₂/B-doped p-BaSi₂/p⁺-Si ホモ接合太陽電池の作製を目指す。本研究では、undoped BaSi₂/B-doped p⁺-BaSi₂/p⁺-Si⁺ の構造に対して分光感度特性評価を行い、デバイス構造の検討を行った。

【実験】

Fig. 1 に試料構造を示す。低抵抗 p-Cz-Si(111) 基板($\rho \leq 0.01 \Omega \cdot \text{cm}$)上に二段階成長を用いて、B-doped p-BaSi₂(50 nm)を成長した後、undoped BaSi₂(1 μm)をエピタキシャル成長した。その後、BaSi₂ 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⁶⁾。さらにスパッタ法により、ITO 表面電極(80 nm)と Al 裏面電極(150 nm)を作製した。この試料に対して、 J - V 特性評価並びに内部量子効率(IQE)スペクトル測定を行った。

【結果・考察】

Fig. 1 に RHEED 像を示すように、B-doped p-BaSi₂ 及び undoped BaSi₂ 膜成長後、ストリークパターンが得られ、エピタキシャル成長したといえる。Fig. 2 に J - V 特性評価結果を示す。本試料では整流性は得られなかった。Fig. 3 に 0, 0.1, 0.3, 0.5V 印加時の IQE スペクトルを示す。スペクトルは E_g に相当する 1000 nm 付近で立ち上がり、広い波長範囲で大きな IQE が

得られた。このことから、B-doped p-BaSi₂ 上の undoped BaSi₂ は太陽電池の吸収層として十分や役割を果たすことがわかった。今後、本研究で得られた結果を基に、ホモ接合太陽電池作製を行う。

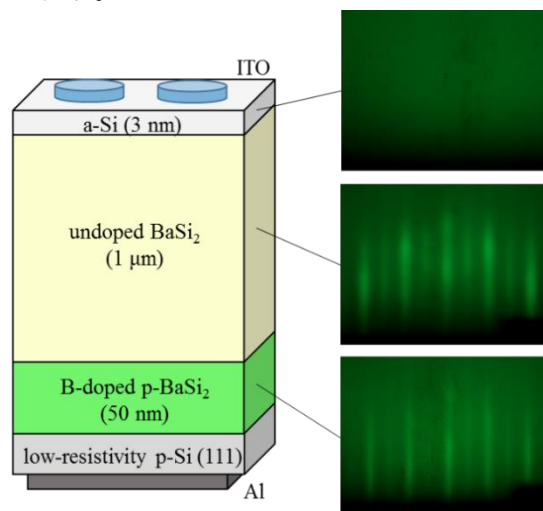


Fig. 1 Structure of the sample and RHEED patterns of each layer.

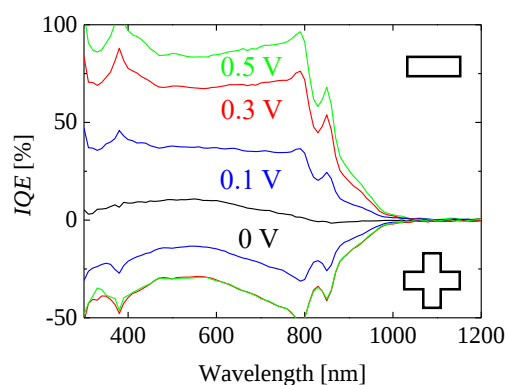


Fig. 2 IQE spectra of undoped BaSi₂/B-doped p-BaSi₂/p-Si under various bias voltages. The bias voltage was applied to the ITO with respect to the Si substrate.

【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) K. Kodama *et al*, JSAP Spring meeting 16a-B5-10 (2017).
- 5) W. Du *et al*, Jpn. J. Appl. Phys. 51 (2012) 04DP01.
- 6) R. Takabe *et al*, J. Appl. Phys. 119 (2016) 165304.