

B ドープ p 型 BaSi_2 の活性化率向上及び電気的特性評価 Activation process and electrical characterization of B-doped p -type BaSi_2 epilayers

¹筑波大院 電子・物理工学専攻, ²JST-CREST

章 寧¹, 武内 大樹¹, W. Du¹, 高部 涼太¹, 馬場 正和¹, 塚原 大地¹,
都甲 薫¹, 末益 崇^{1,2}

¹Inst. of Appl. Phys., Univ. of Tsukuba, ²CREST JST

N. Zhang¹, D. Takeuchi¹, W. Du¹, R. Takabe¹, D. Tsukahara¹, M. Baba¹,
K. Toko¹, T. Suemasu^{1,2}

E-mail: bk200913016@s.bk.tsukuba.ac.jp

【背景・目的】

BaSi_2 は 1.5 eV の光に対し $3 \times 10^4 \text{ cm}^{-1}$ 吸収係数を持ち、禁制帯幅が太陽電池の最適幅に近い 1.3 eV である。また、Si 基板上にエピタキシャル成長ができるため、高効率薄膜太陽電池の新材料として期待されている^{1,2)}。太陽電池の基本構造である pn 接合を作製するため、不純物による伝導型、キャリア密度の制御が必要である。本研究室では、III 族元素を p 型ドーパントとして、V 族元素を n 型ドーパントとして、伝導型とキャリア密度の制御に成功した。さらに、不純物の拡散係数も調べ^{3,4)}、 p 型ドーパントでは B、 n 型ドーパントでは Sb が pn 接合を作製するためにより適している元素だと分かった。しかし、Si と BaSi_2 の仕事関数及びバンドギャップが異なるので、 BaSi_2/Si ヘテロ接合にバンド不連続が生じる。トンネル接合を用いた太陽電池構造がこの問題を解決し、トンネル接合上に B ドープ p - BaSi_2 /undoped n - BaSi_2 の pn 接合形成を行っている。しかし、B ドープ p - BaSi_2 活性化率が低い。先行研究では RTA による B の活性化を確認した。⁵⁾ 本研究では RTA により B ドープ層の活性化率向上を目指す。

【実験】

Fig.1 のように p^+ -Si(111) 基板上に、RDE 法で BaSi_2 テンプレート層を形成した後に、MBE 法で 30 nm の Sb ドープ n^+ - BaSi_2 を作製してトンネル接合を作り、その上に光吸収層として 800 nm のアンドープ BaSi_2 を作製し、最表面では 200 nm の B ドープ p^+ - BaSi_2 を堆積した。その後、Ar 雰囲気中 800 °C 20 s の条件で RTA を行った。

【結果】

Figs.2 で示しているように、MBE 成長直後の試料表面が鏡面だが、RTA 後ではクラックが多数生じた。これは Si と BaSi_2 の熱膨張係数の違いが原因だと推測する。 BaSi_2 の熱膨張係数が $\alpha_a=174$ 、 $\alpha_b=149$ 、 $\alpha_c=148$ [$10^{-7}/\text{K}$] と、 c -Si の $\alpha=26-38$ [$10^{-7}/\text{K}$] よりも大きい⁶⁾。1 μm 以下の薄膜では RTA によるクラックが観測できなかったが、⁵⁾膜厚が 1 μm 以上になると、

熱膨張係数の違いがクラックの生成に大きく影響したと見える。

今後はレーザーアニールによる B の活性化を試みる。パルスレーザーによるアニールはナノ秒オーダーで局所的な高温加熱が可能であるため、欠陥の抑制と不純物の活性化が期待できる。

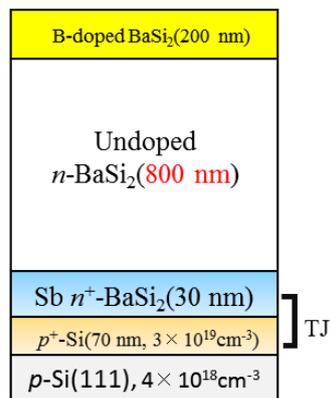


Fig.1 Structure of solar cell



(b)



Figs.2 Optical microscope images of (a) as-grown sample and (b) sample after RTA(800 °C,20 s) for activation of B

- 1) K. Morita *et al.*, Thin Solid Films **508** (2006) 363.
- 2) K. Toh *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **50** (2011) 068001.
- 3) K. Nakamura *et al.*, J. Appl. Phys. **113** (2013) 053111.
- 4) N. Zhang *et al.*, J. Appl. Phys. **53** (2014)04ER02.
- 5) M. Ajmal Khan *et al.*, APL. **102**(2013)112107.
- 6) M. Imai *et al.*, J. Appl. Phys. **50** (2011)101801.