

As-doped n-BaSi₂ 膜の光学特性評価Investigation of optical properties of As-doped n-BaSi₂ epitaxial films筑波大¹, °青 貴 翔¹, 山下 雄大¹, 都甲 薫¹, 末益 崇¹Univ. Tsukuba¹, °Sho Aonuki¹, Yudai Yamashita¹, Kaoru Toko¹, Takashi Suemasu¹

E-mail: s1920296@s.tsukuba.ac.jp

【背景・目的】

本研究では薄膜太陽電池材料として BaSi₂ に注目している^[1]。BaSi₂ は資源が豊富な元素で構成される半導体であり、太陽電池に適した禁制帯幅 (1.3 eV) を有する。また、大きい光吸収係数 ($3 \times 10^4 \text{ cm}^{-1}$ @ 1.5 eV) と優れた少数キャリア拡散長 (10 μm) の双方を両立している。現在、BaSi₂ ホモ接合太陽電池への応用を目指しており、近年、n-BaSi₂/p-BaSi₂ ホモ接合太陽電池において世界初動作に成功した^[2]。しかし、その変換効率は 0.28% と小さい^[3]。そこで、本研究では新たに p-BaSi₂/n-BaSi₂ ホモ接合太陽電池を提案する。本構造は BaSi₂ ホモ接合と BaSi₂/Si ヘテロ接合のキャリア分離方向が一致している点で上記デバイス構造より有利である。本構造では高い光学特性を有する n 型の光吸収層が必要となる。Ba と Si の堆積レート比 $R_{\text{Ba}}/R_{\text{Si}}$ を極端に Ba-rich もしくは Si-rich とすることで undoped n-BaSi₂ を成膜できるが、その分光感度は非常に小さいため光吸収層には適さない^[4]。よって、他の方法による n 型光吸収層の作成が求められている。本研究では、As-doped BaSi₂ によって n 型光吸収層を作製し、その光学特性を評価することを目的とした。

【実験】

MBE 法により Cz-n-Si(111) 基板 ($\rho < 0.01 \text{ } \Omega\text{cm}$) 上に As-doped n-BaSi₂ を 500 nm エピタキシャル成長した。As の供給源には放出される As の蒸気圧が単体 As よりも小さい GaAs を用いた。本研究では MBE 成長時の As ドープ量が光学特性に与える影響を調査するため、基板温度 T_s を 600 °C、 $R_{\text{Ba}}/R_{\text{Si}}$ を 2.2 に固定し、 T_{GaAs} を 250 – 450 °C の範囲で変調した。表面には 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。さらに、スパッタ法を用いて表面に直径 1 mm、厚さ 80 nm の ITO 電極、裏面に厚さ 150 nm の Al 電極を作製した。本研究では、結晶性の評価に θ -2 θ XRD を用いた。また、光学特性は分光感度測定により評価した。

【結果・考察】

Fig. 1 に各試料の θ -2 θ XRD パターンを示す。全ての試料において BaSi₂ $a00$ 面由来のピークが検出された。よって、 T_{GaAs} によらず a 軸配向の BaSi₂ が成長したことがわかる。Fig. 2 に分光感度スペクトルを示す。As ドーピングにより、n-BaSi₂ において初めて高い分光感度が得

られた。 T_{GaAs} が 350 °C 以下では、 T_{GaAs} の上昇とともに分光感度は増大し、 $T_{\text{GaAs}} = 350 \text{ } ^\circ\text{C}$ で最大となった。一方で、 T_{GaAs} が 400 °C 以上では分光感度は減少した。これは、As のドープ量が増加しキャリア寿命が減少したことに加え、不純物散乱により移動度が低下したためであると考えられる。以上の結果から、As-doped n-BaSi₂ の光吸収層としての可能性が示された。

【参考文献】

- [1] T. Suemasu, Jpn. J. Appl. Phys. **54** (2015) 07JA01.
- [2] K. Kodama *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **57** (2018) 050310.
- [3] K. Kodama *et al.*, Appl. Phys. Express **12** (2019) 041005.
- [4] R. Takabe *et al.*, J. Appl. Phys. **123** (2018) 2.

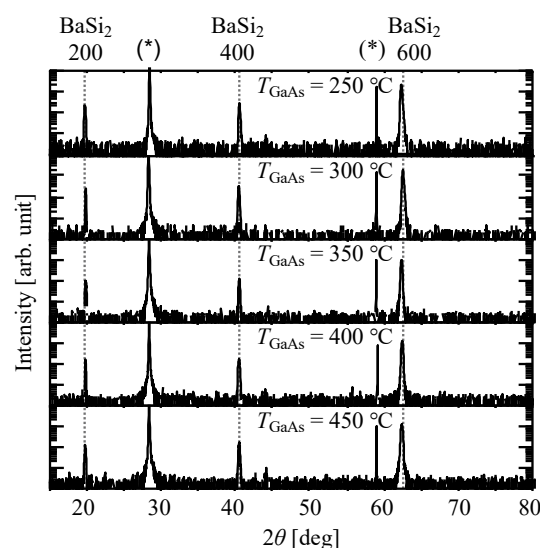


Fig. 1 θ -2 θ XRD patterns of BaSi₂ grown with T_{GaAs} of 250 – 450 °C.

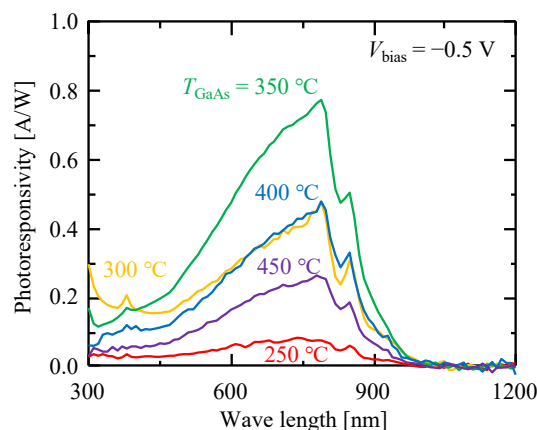


Fig. 2 Photoresponse spectra of As-doped BaSi₂ grown with different T_{GaAs} = 250 – 450 °C under a bias voltage of -0.5 V.