

スパッタリング法による BaSi₂ の二段階成長と特性評価 Effectiveness of two-step growth of BaSi₂ films formed by sputtering

筑波大学¹, 東ソー株式会社²

○根本泰良¹, 松野賢司¹, 召田雅実², 倉持豪人², 都甲薫¹, 末益崇¹

Univ. Tsukuba¹, Tosoh Corporation²

○T. Nemoto¹, S. Matsuno¹, M. Mesuda², H. Kuramochi², K. Toko¹, T. Suemasu¹

E-mail: s1511046@u.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 BaSi₂ 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 μm 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^[1]。BaSi₂ の成長法として加熱した Si 基板に Ba のみを供給し、基板からの Si 原子と反応させる Reactive Deposition Epitaxy (RDE) 法がある^[2]。この RDE 法で BaSi₂ template 層を作製した後、MBE 法で BaSi₂ を堆積することでエピタキシャル成長した BaSi₂ 膜を得ることができる^[3]。一方、スパッタ法でも BaSi₂ の作製に成功しており、Ar ガス圧力により Ba と Si の組成比が変化する^[4]。そこで本研究ではスパッタ法で Si 基板上に template 層として Ba リッチ BaSi₂ を堆積させた後、Si と Ba の組成比を整えた BaSi₂ を成長させる二段階成長を行うことで、特性の向上を試みた。

【実験】

BaSi₂ 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 つ対称に乗せた状態で、スパッタ法により 500 °C に加熱した Si (111)基板上に Ar ガス圧力 1.0 Pa で Ba リッチ BaSi₂ を 5 nm 程度堆積した。続いて基板温度を 600 °C まで上昇させ、Ar ガス圧力を 0.5 Pa まで下げ、Ba と Si の組成比が適当な BaSi₂ 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。結晶性を Raman 分光法(励起波長 532 nm)で評価した。また、光学特性評価のため、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、分光感度測定を行った。また Ba リッチ層を挿入していない一段階成長の試料も作製し、各特性を比較した。

【結果】

Fig. 1 にラマンスペクトルを示す。BaSi₂ 中の Si クラスター由来の振動モードのピークが見られたことから二段階成長した試料でも BaSi₂ が成長していることがわかる^[5]。Fig. 2 に $V_{\text{bias}} = 0.5 \text{ V}$ 印加時の分光感度特性を示す。二段階成長した試料の方が Ba リ

ッチ層を挿入していない試料に比べ大きな分光感度を記録している。二段階成長した試料の Ba リッチ層は基板から Si が熱拡散し、ストイキオメトリな BaSi₂ が成長したと考えられる。これが BaSi₂ 成長の際、種結晶として働いたために結晶性が向上し、分光感度が向上したと推察される。今後は二段階成長で Ba リッチ層の成長条件を最適化し、さらなる特性の向上を試みる。

【参考文献】

- [1] T. Suemasu *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **54** (2015) 07JA01.
- [2] Y. Inomata *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **43** (2004) 4155.
- [3] Y. Inomata *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **43** (2004) L478.
- [4] S. Matsuno *et al.*, Appl. Phys. Express **11** (2018) 071401.
- [5] Y. Terai *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **56** (2017) 05DD02.

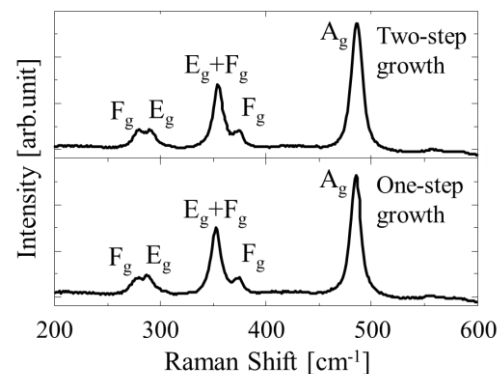


Fig. 1 Raman spectra of BaSi₂ films formed by one-step growth and two-step growth.

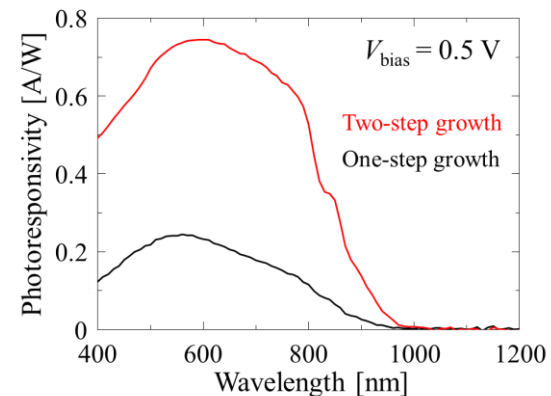


Fig. 2 Photoresponse spectra of BaSi₂ films formed by one-step growth and two-step growth under a bias voltage of 0.5 V.