

真空中ポストアニールによる BaSi₂ 膜中の特性変化と酸素の影響

Effects of post-annealing in vacuum and oxygen on the properties of BaSi₂ films

筑波大, °岩井 藍, 青貫 翔, 成田 隼翼, 高柳 香織, 都甲 薫, 末益 崇

Univ. Tsukuba, °Ai Iwai, Sho Aonuki, Shunsuke Narita, Kaori Takayanagi, Kaoru Toko, Takashi Suemasu

Email: s2220248@s.tsukuba.ac.jp

【背景・目的】

本研究ではシリサイド半導体である BaSi₂ の薄膜太陽電池への応用に注目した^[1]。BaSi₂ は単接合太陽電池に適する 1.3 eV の禁制帯幅を有する。また、大きな光吸収係数 ($3 \times 10^4 \text{ cm}^{-1}$ @ 1.5 eV) と優れた少数キャリア拡散長 (10 μm) を有する希少な物質である。先行研究では、Si-rich の条件下で BaSi₂ を成膜すると -0.5 V 印加時に 1.2 AW^{-1} の分光感度を達成した^[2]。さらに、Ar 雰囲気下で 1000 °C のポストアニールを 5 分間施すと分光感度は 13 倍に増大した^[3]。しかし、分光感度が向上した原因は特定できていない。近年、EPR および PL、第一原理計算の結果から、Si-rich の BaSi₂ では酸素に起因した欠陥がもっとも形成しやすいと判明した^[4]。以上より、BaSi₂ の分光感度の増加はポストアニール時に BaSi₂ 膜中に侵入する酸素が関係していると考えられる。そこで、ポストアニール時の雰囲気を実験に真空にすることによりポストアニール中の酸素量を制御し、BaSi₂ 膜中の特性変化と酸素の影響を調査した。

【実験】

Si(111) 基板表面の保護酸化膜を除去するために、900 °C で 30 分間の Thermal cleaning を行った。その後、Ba のみを供給する RDE 法により BaSi₂ の種結晶を成形した。MBE 法により Si(111) 基板上に undoped BaSi₂ 膜を約 500 nm エピタキシャル成長した。表面には BaSi₂ のパッシベーション膜として 3 nm の a-Si を *in situ* で堆積した。最後に、試料の周りにダミーを置き、真空雰囲気において 200 °C で 30 分間のプレアニールを行った後、1000 °C のポストアニールを 5 分間行った。雰囲気による光学特性の影響を分光感度測定で、また試料を構成する原子の分布を EDX より評価した。

【結果・考察】

Fig. 1 に As-grown と Ar 中で 1000 °C で 5 分間ポストアニールを行った試料、真空中で 1000 °C で 5 分間ポストアニールを行った試料の分光感度スペクトルを示す。真空中でポストアニールを行った試料において最大の分光感度を観測した。特に、短波長領域での分光感度が向上した。よって、ポストアニール時の雰囲気は、試料表面側の分光感度に影響を与えていると考えられる。Fig. 2 に As-grown と真空中で 1000 °C で 5 分間ポストアニールを行った試料の SEM 像および EDX 像を示す。SEM 像より、真空中でアニールした試料では、BaSi₂ 表面に凹凸が顕著に発生した。一方、EDX 像では Si, Ba 原子の分布に大きな違いがなかったが、O 原子については、Ar 中でアニールした試料では、クラック部分に酸素が侵入している。したがって、分光感度の違いは、ポストアニール時に BaSi₂ 中に侵入した酸素が関係していると考えられる。

【参考文献】

- [1] T. Suemasu and D. B. Migas, Phys. Status Solidi A **219**, 2100593, (2022).
- [2] Y. Yamashita *et al.*, Appl. Phys. Express **12**, 055506 (2019).
- [3] Y. Haku *et al.*, Appl. Phys. Express **14**, 021003 (2021).
- [4] 佐藤拓磨 博士論文 2020年3月

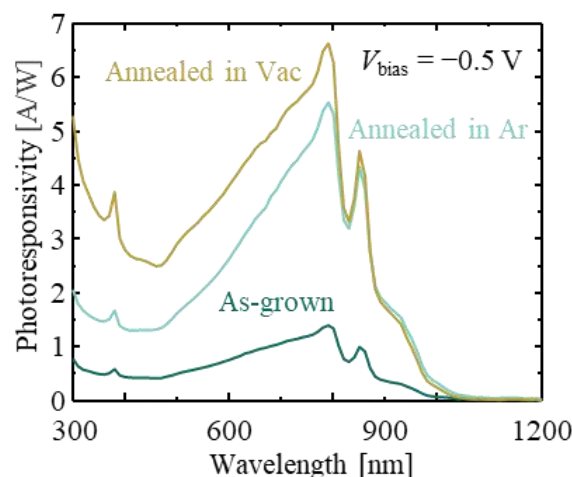


Figure 1. Photoresponse spectra of as-grow BaSi₂ films, and those annealed at 1000 °C for 5min in Ar and vacuum.

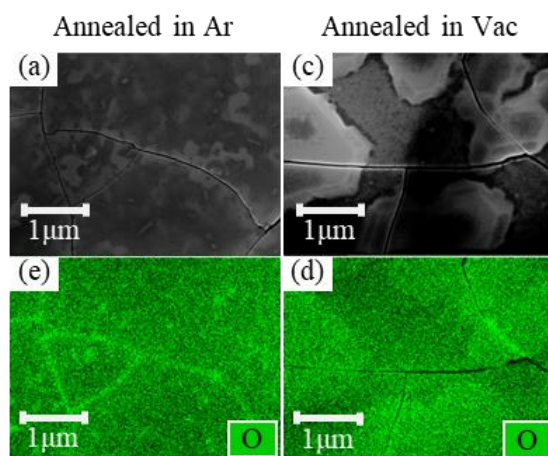


Figure 2. Plan-view (a) (c) SEM and (e) (d) EDX images for BaSi₂ films annealed in (a) (c) Ar and (b) (d) vacuum.