

BaSi₂におけるポストアニールが光学特性に及ぼす影響

Influence of post annealing on optical properties in BaSi₂

筑波大¹, °伯ゆりか¹, 佐藤拓磨¹, 山下雄大¹, 都甲薫¹, 末益崇¹

Univ. of Tsukuba¹, °Yurika Haku¹, Takuma Sato¹, Yudai Yamashita¹, Kaoru Toko¹, Takashi

Suemasu¹

E-mail: s1920333@u.tsukuba.ac.jp

【背景・目的】

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 を持ち、少数キャリア拡散長は $L_h \sim 10$ μm 、光吸収係数は 1.5 eV の光子エネルギーに対して $\alpha = 3 \times 10^4$ cm^{-1} と、どちらも薄膜太陽電池として十分大きい値を有する^[1]。太陽電池の変換効率は、光吸収によって生成されたキャリアを電流として外部回路にどれだけ取り出せるかに依存する。第一原理計算により、BaSi₂の点欠陥では Si 空孔が最も形成されやすいことが明らかになっている^[2]。Si 空孔はバンド内に準位を形成し、再結合中心として働くため、BaSi₂膜内の欠陥は発電効率を低下させる原因となる。本研究では、BaとSiの堆積レート比 $R_{\text{Ba}}/R_{\text{Si}}$ 比の異なる試料についてポストアニールを行い、光学特性を向上させることを目的とした。

【実験方法】

$R_{\text{Ba}}/R_{\text{Si}} = 1.5, 2.9$ で n^+ -Si(111)基板上に 580 °C で成長したアンドープ BaSi₂ 膜(465 nm, 481 nm)を RTA 装置により真空中で加熱した。200 °C で 20 分のプレアニールにより水分を蒸発させた。その後、2 K/s の温度上昇で 1000 °C に到達した後、2 分間のポストアニールを行った。本研究では、ポストアニール前後での分光感度特性の変化を室温で評価した。また、試料の PL スペクトルを He-Cd レーザー (442 nm)で励起して、8 K で測定した。

【結果・考察】

Fig. 1 に $R_{\text{Ba}}/R_{\text{Si}} = 1.5$ 、Fig. 2 に $R_{\text{Ba}}/R_{\text{Si}} = 2.9$ の分光感度スペクトルを示す。いずれの試料も、ポストアニール後に分光感度特性が向上したが、 $R_{\text{Ba}}/R_{\text{Si}} = 2.9$ の試料の方が分光感度が格段に大きい。Fig. 3 に $R_{\text{Ba}}/R_{\text{Si}} = 1.5$ 、Fig. 4 に $R_{\text{Ba}}/R_{\text{Si}} = 2.9$ の PL スペクトルを示す。いずれの試料も、ポストアニール後に PL の強度が格段に大きくなった。 $R_{\text{Ba}}/R_{\text{Si}} = 1.5$ の試料では、0.84eV, 1.03eV, 1.12eV 付近にピークが見られる。一方、 $R_{\text{Ba}}/R_{\text{Si}} = 2.9$ の試料では、0.84eV 付近のより深い準位に起因する発光が消失しており、欠陥が低減したといえる。これが両者の分光感度の差につながっている可能性がある。今後は、結晶学的評価と合わせて、ポストアニールの最適条件を決める。

【参考文献】

[1] T. Suemasu and N. Usami, J. Phys. D: Appl. Phys. **50** (2017) 023001.

[2] M. Kumata et al., J. Mater. Chem. A5, 25293 (2017).

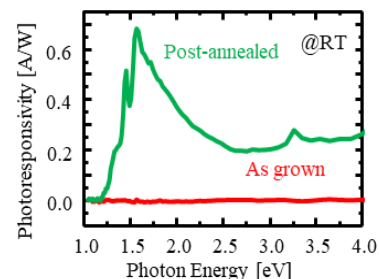


Fig. 1 Photoresponse spectra of undoped BaSi₂ grown with $R_{\text{Ba}}/R_{\text{Si}} = 1.5$ under a bias voltage of 0.5 V.

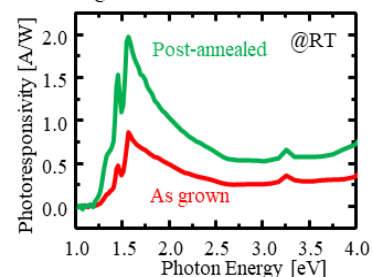


Fig. 2 Photoresponse spectra of undoped BaSi₂ grown with $R_{\text{Ba}}/R_{\text{Si}} = 2.9$ under a bias voltage of 0.5 V.

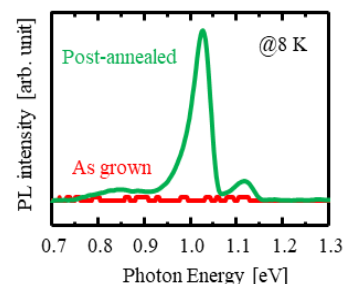


Fig. 3 Photoluminescence spectra of undoped BaSi₂ grown with $R_{\text{Ba}}/R_{\text{Si}} = 1.5$ at 8 K.

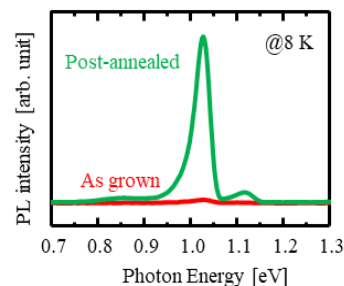


Fig. 4 Photoluminescence spectra of undoped BaSi₂ grown with $R_{\text{Ba}}/R_{\text{Si}} = 2.9$ at 8 K.