

Ba/Si 堆積レート比が B-doped BaSi₂ 膜の少数キャリア寿命に与える影響

Influence of Ba/Si deposition rate ratio on the minority carrier life time of B-doped BaSi₂ epitaxial films

筑波大¹, 名古屋大² ○杉山周¹, 木村裕希², 山下雄大¹, 都甲薫¹, 宇佐美徳隆², 末益崇¹

¹Univ. Tsukuba, ²Nagoya Univ., ○S.Sugiyama¹, Y. Kimura², Y. Yamasita¹, K. Toko¹, N. Usami², and T. Suemasu¹

E-mail: bk201613074@s.bk.tsukuba.ac.jp

【背景・目的】

我々は薄膜太陽電池の新材料として BaSi₂ に注目している。BaSi₂ の禁制帯幅は $E_g = 1.3$ eV と太陽電池に適した値であり、光吸収係数は 1.5 eV の光子のエネルギーに対し $\alpha = 3 \times 10^4$ cm⁻¹、少数キャリア拡散長は 10 μ m とどちらも薄膜太陽電池として十分な値である^[1,2]。これまでに Sb-doped n-BaSi₂/B-doped p-BaSi₂ ホモ接合太陽電池で動作が確認された^[3]。ホモ接合太陽電池で高い効率を得るには、光吸収層である B-doped BaSi₂ のキャリア密度を下げ、少数キャリア寿命を長くする必要がある。また undoped BaSi₂ の場合、電気・光学特性は堆積レート比(R_{Ba}/R_{Si})の影響を大きく受けることが明らかになっている^[4]。そこで、本研究では R_{Ba}/R_{Si} が B-doped BaSi₂ の少数キャリア寿命に与える影響を調査した。

【実験】

MBE 法により、加熱した Si 基板上に膜厚約 500 nm の B-doped BaSi₂ をエピタキシャル成長した。B 濃度が約 10^{16} cm⁻³ になるように、B 坩堝を 1100 °C に固定した。また、Si 堆積レートを $R_{Si} = 0.9$ nm/min に固定し、Ba 堆積レート R_{Ba} を 1.4–5.0 nm/min に制御することで、 R_{Ba}/R_{Si} を変化させた。その後 *in-situ* で BaSi₂ のパッシベーション膜である a-Si を 3 nm 堆積した^[5]。作製した試料は μ -PCD 測定と Hall 測定により評価した。なお、 μ -PCD 測定で使用したレーザーの波長は 349 nm、レーザー強度は 1×10^{15} Photons/cm²、パルス幅は 5 ns である。

【結果・考察】

Fig.1 に B-doped BaSi₂ にレーザー照射後のマイクロ波の反射強度の時間変化を示す。レーザー照射後はオージェ再結合が支配的であるため急激

に反射強度が減衰し、その後は SRH 再結合が支配的となり、なだらかに減衰するという従来通りの結果が得られた。少数キャリア寿命は、Fig.1 の破線で囲まれた区間のグラフの傾きに相当する^{[6][7]}。また、Fig.2 に μ -PCD 測定により得られた少数キャリア寿命と多数キャリア密度の関係を示す。今回測定した 3 つの試料すべてで 20 μ s を超える長いキャリア寿命が確認できた。

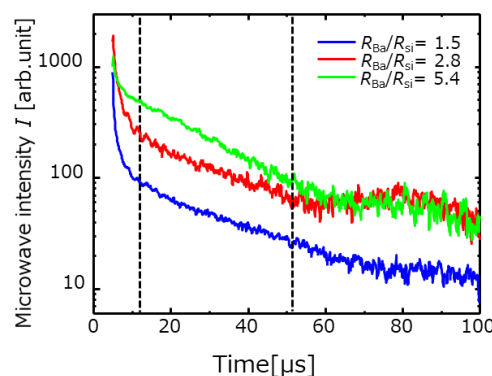


Fig. 1 Photoconductivity decay curves of B-doped BaSi₂ with different R_{Ba}/R_{Si} .

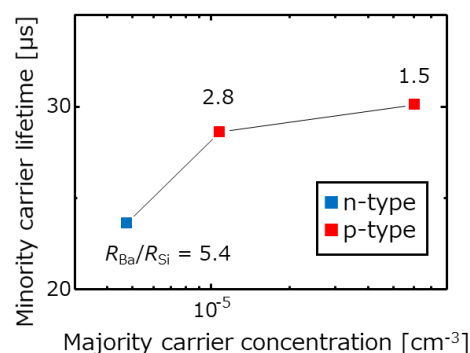


Fig. 2 Relationship between carrier concentration and minority carrier lifetime.

【参考文献】

- [1] K. Toh *et al.*, J. Appl. Phys. **50** (2011) 068001.
- [2] M. Baba *et al.*, J. Cryst. Growth **348** (2012) 75.
- [3] K. Kodama *et al.*, J. Appl. Phys. **57** (2018) 050310.
- [4] R. Takabe *et al.*, J. Appl. Phys. **123** (2018) 045703.
- [5] R. Takabe *et al.*, J. Appl. Phys. **115** (2014) 193510.
- [6] K. O. Hara *et al.*, J. Appl. Phys. **112** (2012) 083108.
- [7] K. O. Hara *et al.*, Appl. Phys. Express **6** (2013) 112302.