

RF スパッタリング法による BaSi₂ 膜の最適な堆積条件の探索 Investigation of RF sputtering conditions for high-photoresponsivity BaSi₂ films

筑波大学¹, 東ソー株式会社²

○根本泰良¹, 佐藤拓磨¹, 沼田雅実², 倉持豪人², 都甲薫¹, 末益崇¹

Univ. Tsukuba¹, Tosoh Corporation²

○T. Nemoto¹, T. Sato¹, M. Mesuda², H. Kuramochi², K. Toko¹, T. Suemasu¹

E-mail: s1920332@s.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]。近年、実用化に向け、高速堆積、大面積化が可能であるスパッタ法による BaSi₂ 膜の成長に関する研究が進められており^[2]、堆積時の Ar ガス圧力によって Ba と Si の組成比が制御可能であることが確認されている^[3]。しかし、スパッタプロセス中において、RF Power や基板温度などの条件が BaSi₂ 膜に及ぼす影響については未だ調査されていない。本実験ではこれらの堆積条件を変化させ、スパッタ法による高品質な BaSi₂ 膜の作製を目指す。

【実験】

BaSi₂ ターゲット(東ソー(株)製)上に板状 Ba 原料(1.5 cm²)を中央付近に 2 つ乗せた状態でスパッタし、MgO(100) 基板の上に BaSi₂ 膜を室温で堆積した。このとき各試料で Ar ガス圧力を 0.5 Pa に固定し、RF Power を 20–100 W で変調した。その後、3 nm の a-Si を、30 nm の Al をキャップ層として堆積した。RBS 測定を行い、RF Power による組成比の変化を調査した。また同様の条件で 600 °C に加熱した Si(111) 基板上に BaSi₂ 膜を堆積した。a-Si キャップ層を堆積後、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、光学特性の評価を行った。

【結果】

Fig. 1 に RBS 測定によって得られた堆積時の RF Power に対する Ba と Si の組成比を示す。RF Power を変化させても Ba と Si の供給比は変化せず、わずかに Ba リッチになっていることがわかった。これより 20–100 W において Ba と Si のスパッタ率の差が無いと考えられる。Fig. 2 に $V_{\text{bias}} = 0.1 \text{ V}$ 印加時の分光感度特性を示す。RF Power が小さくなるほど、分光感度特性が向上し、20 W で最大 0.7 A/W に達した。これは、これまでスパッタ法で作製した undoped BaSi₂ 膜において測定された中で最も高い値である。RF Power を小さくするにつれ、堆積レートは減少し、20 W では 100 W 時の 1/7 程

度まで低下した。そのため、原子のマイグレーションが生じやすく、結晶性が向上したのではないかと考えられる。今後は、他の堆積条件についても、BaSi₂ 膜に及ぼす影響を調べ、最適化を目指す。

【参考文献】

[1] T. Suemasu, Jpn J. Appl. Phys. **54** (2015) 07JA01.

[2] S. Matsuno *et al.*, Appl. Phys. Express **11** (2018) 071401.

[3] S. Matsuno *et al.*, Appl. Phys. Express **12** (2019) 021004.

【謝辞】 RBS 測定に際し、広島大微細加工プラットフォームの支援を受けた。

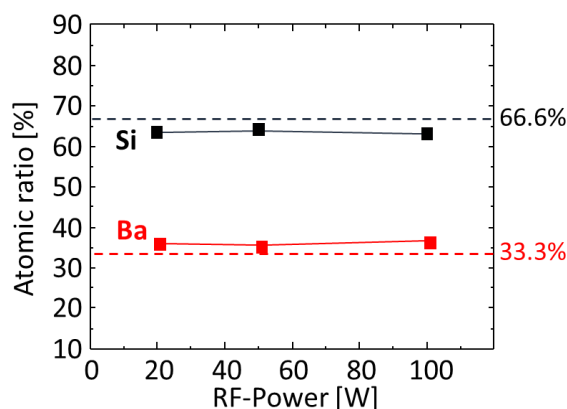


Fig. 1 Ba (red) and Si (black) atomic ratios as a function of RF Power.

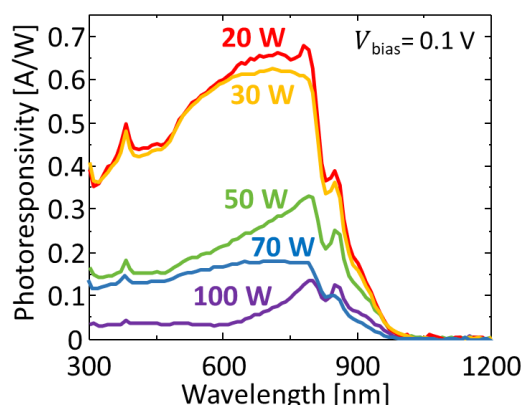


Fig. 2 Photoresponse spectra of undoped BaSi₂ films deposited with various RF Power under a bias voltage of 0.1 V.