

RF スパッタ成長時の基板温度がガラス基板上 BaSi₂ 膜の特性に与える影響 Investigation of the effect of substrate temperature on the characteristics of BaSi₂ films on glass substrates formed by RF sputtering

筑波大学¹, 東ソー株式会社²

○小板橋嶺太¹, 根本泰良¹, 召田雅実², 都甲薫¹, 末益崇¹

Univ. Tsukuba¹, Tosoh Corporation²

○R. Koitabashi¹, T. Nemoto¹, M. Mesuda², K. Toko¹, T. Suemasu¹

E-mail: s2020265@s.tsukuba.ac.jp

【背景・目的】我々は新規薄膜太陽電池材料として BaSi₂ に注目している。BaSi₂ は E_g が 1.3 eV と太陽電池の理想値に近く、間接遷移型半導体ながらも光吸収係数が 1.5 eV のエネルギーを有する光子に対して、 $3 \times 10^4 \text{ cm}^{-1}$ と非常に大きな値を有する^[1]。今後、BaSi₂ 太陽電池の実用化を目指す上では、高速堆積、大面積化が可能なスパッタ法を用いて、安価かつフレキシブルな応用が期待されるガラス基板への展開が必要である。なお、結晶成長を行う上では、基板温度は薄膜の結晶性や光学特性を決定する重要なパラメータである。しかし、ガラス基板上の BaSi₂ 膜においては、基板温度が薄膜の品質に与える影響についての報告例は無い。そこで本研究では、ガラス基板上に基板温度を変えて形成した BaSi₂ 膜について、結晶・光学特性、表面様態を評価した。

【実験】ガラス等の絶縁基板上に太陽電池構造を形成するには、導電膜上に BaSi₂ 膜を成膜する必要がある。本研究では、導電膜に TiN を選択した。スパッタ法によりガラス基板上に TiN 導電膜を 250 nm 堆積した後、BaSi₂ 膜を 400 nm 堆積した。BaSi₂ のスパッタには板状 Ba 片 (1.5 cm²) を 2 つ載せた BaSi₂ ターゲット (東ソー (株) 製) を用いて、Ar ガス圧力は 0.5 Pa、RF-Power は 70 W に固定し、基板温度を 570 – 650 °C に変えた。その後、各試料に *in situ* で a-Si キャップ層を 3 nm 堆積した。最後に光学特性評価のために試料表面に直径 1 mm、厚さ 80 nm の ITO 電極を堆積した。本試料の作製工程を Fig. 1 に示す。

【結果・考察】Fig. 2 に TiN 上における BaSi₂ 膜と理論的な粉末 BaSi₂ の回折パターンを示す。全ての試料において粉末 BaSi₂ のパターンに近い結果が得られ、ランダム配向した BaSi₂ 膜が形成したことがわかる。TiN は化学的安定性が高いため、導電膜や基板からの原子の拡散を抑制できたと考えられる。Fig. 3 に TiN 上における BaSi₂ 膜の分光感度スペクトルを示す。TiN 上の BaSi₂ 膜からは基板温度に依存した分光感度が得られ、600 °C の試料で 0.5 V 印加時に 1.1 A/W に達した。ガラス基板上に BaSi₂ の分光感度を取得したのは本研究が世界初であり、この値は MBE 法で Si 基板上に作製したエピタキシャル膜に匹敵する^[2]。次に Fig. 4 に各試料の SEM 像を示す。基板温度の増加に伴い、試料表面に孔の様な箇所が増加する傾向が観られた。これは Ba 原子が再蒸発したためと推測され、高温成長時に分光感度が低下する原因と考えられる。

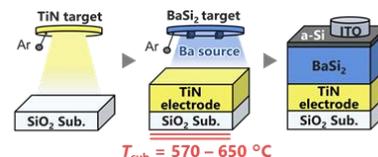


Fig. 1 Schematic of the sample preparation

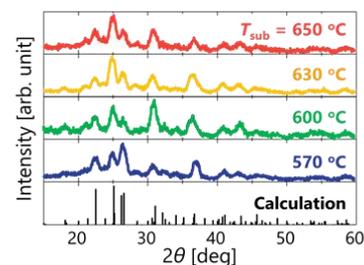


Fig. 2 GI-XRD patterns of grown films at $T_{\text{sub}} = 570 - 650$ °C, respectively. For reference, the calculated XRD pattern is also shown.

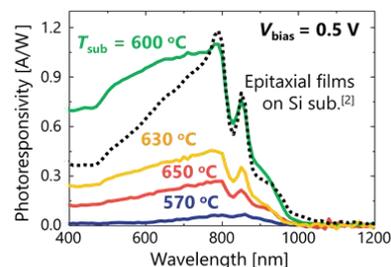


Fig. 3 Photoresponce spectra of grown films at $T_{\text{sub}} = 570 - 650$ °C under a V_{bias} of 0.5 V. For comparison, the result obtained for BaSi₂ epitaxial films on Si(111) is also shown^[2].

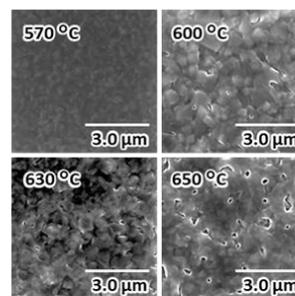


Fig. 4 SEM topographic images of grown films at $T_{\text{sub}} = 570 - 650$ °C.

[1] T. Suemasu and N. Usami, J. Phys. D **50**, 023001 (2017). [2] Y. Yamashita *et al.*, Appl. Phys. Express **12**, 055506 (2019).