

スパッタ法による導電膜上 BaSi₂ 膜の成長と特性評価

Growth and characterization of BaSi₂ films sputtered on conductive films

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, 倉持豪人², 都甲薫¹, 末益崇¹

Univ. Tsukuba¹, Tosoh Corporation²

○R. Koitabashi¹, T. Nemoto¹, M. Mesuda², H. Kuramochi², K. Toko¹, T. Suemasu¹

E-mail: s1610989@tsukuba.ac.jp

【背景】

本研究では薄膜太陽電池の新材料として期待されている 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 $3 \times 10^4 \text{ cm}^{-1}$ と非常に高い値を有する^[1]。現在、産業応用に向けてスパッタ法による成膜を試みており、Si 基板上的 BaSi₂ で $V_{\text{bias}} = 0.5 \text{ V}$ 印加時に 0.75 A/W と MBE 法で作製した BaSi₂ に匹敵する分光感度を達成した^[2]。しかし、実用的な BaSi₂ 太陽電池を作製する上では、安価な基板への展開が必要である。そのためには、導電膜上に BaSi₂ を製膜しなければならない。そこで本研究では、ITO 膜等の導電膜上に BaSi₂ を製膜し、結晶・光学特性を評価した。

【実験】

本研究では、n-Si 基板にスパッタ法で ITO を 200 nm 堆積した ITO/Si 基板の上に、スパッタ法で BaSi₂ を堆積した。BaSi₂ のスパッタは BaSi₂ ターゲット(東ソー(株)製)と板状 Ba 原料 3 つを用い、Ar ガス圧力が 0.5 Pa、RF-Power が 50 W の条件下で行った。その際に成膜温度を $T_s = 500 - 600^\circ\text{C}$ に変えた。また ITO から BaSi₂ への酸素拡散を防止するため、a-Si を膜厚 0 - 40 nm 堆積した。更に各試料に *in situ* で a-Si キャップ層を 3 nm 堆積した。最後に試料表面に直径 1 mm、厚さ 80 nm の ITO 膜を堆積した。結晶性をラマン分光法(励起波長 532 nm)、光学特性を分光感度測定で評価した。

【結果】

Fig. 1 に成膜温度を変えた際のラマンスペクトルを示す。 $T_s < 575^\circ\text{C}$ のとき、BaSi₂ 中の Si 四面体由来の振動モードのピークが観測されたことから BaSi₂ が成長していることがわかる^[3]。一方、 $T_s > 550^\circ\text{C}$ での堆積時には 503 cm^{-1} 付近で Ba 酸化物と予想されるピークが確認された。これは ITO から酸素が拡散し、BaSi₂ が酸化したためと予想される。成膜温度の低下に伴い酸素の拡散が抑えられ、BaSi₂ の酸化が低減することが確認された。

Fig. 2 に下地を a-Si/ITO とした場合のラマンスペクトルを示す。a-Si 膜を挿入することで Ba 酸化物由来のピ

ーク強度が減少し、局所的に酸素の拡散を防ぐことができた。しかし、分光感度は得られなかった。ITO 膜上の成膜では、試料表面に析出物が確認されるため、ITO 由来と思われる BaSi₂ 以外の物質も形成されていたと考えられる。今後は TiN などの導電膜上で BaSi₂ 膜の形成を行い、分光感度の取得を目指す。

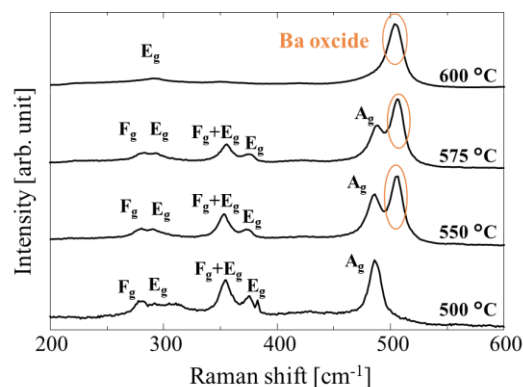


Fig. 1 Raman spectra of BaSi₂ films formed at various growth temperatures.

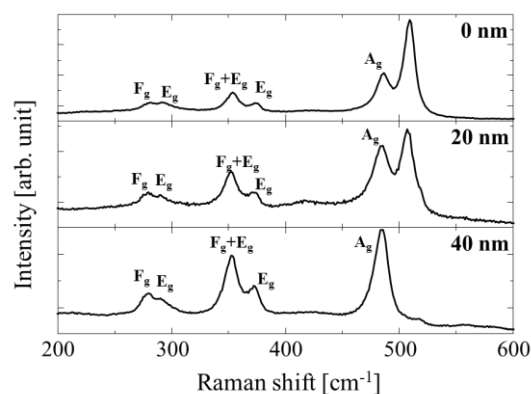


Fig. 2 Raman spectra of BaSi₂ formed on 0 - 40 nm thick a-Si layers.

【参考文献】

- [1] T. Suemasu and N. Usami, J. Phys. D **50**, 023001 (2017).
- [2] S. Matsuno *et al.*, Appl. Phys. Express **12**, 021004 (2019).
- [3] Y. Terai *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **56**, 05DD02 (2017).