

絶縁膜上への多結晶 BaSi₂ 膜の形成と電気特性評価

Growth of polycrystalline BaSi₂ films on insulating layers for electrical characterizations

筑波大学¹, 東ソー株式会社², [○]吉田 竜一¹, 小坂橋嶺太¹, 山下雄大¹, 召田雅実², 都甲 薫¹, 末益 崇¹
 Univ. Tsukuba¹, Tosoh Corporation², [○]R. Yoshida¹, R. Koitabashi, Y. Yamashita¹, M. Mesuda², K. Toko¹, T. Suemasu¹
 E-mail: labyoshidayoshidayoshidalab@gmail.com

【背景・目的】

我々は新規熱電変換材料として BaSi₂ に着目している。優れた熱電特性を有する熱電材料が、レアメタルや有毒な元素を含むことが多いのに対し、BaSi₂ は資源が豊富で有毒ではない Ba と Si で構成されている。BaSi₂ は第一原理計算により、室温付近で 600 μV/K を越える非常に大きなゼーベック係数を有することが明らかになっている^[1]。さらに複雑な結晶構造に起因して、バルク結晶は室温付近で 1.56 W/mK と小さな熱伝導率をもつことが確認されている^[2]。これまで、BaSi₂ 膜の形成には、多くの場合 Si 基板が用いられてきた^[3]。しかし、熱電特性を含めて電気特性評価時に Si 基板の寄与を排除することは容易でない。本研究では、Si 基板上に絶縁体である Si₃N₄ 膜を堆積し、その上に BaSi₂ 膜を形成することで、BaSi₂ 膜の電気特性を評価することを目的とする。

【実験】

本試料の作製工程を Fig. 1 に示す。RF スパッタ法により Si 基板上に Si₃N₄ 絶縁膜を 200 nm 堆積した後、BaSi₂ 膜を 400 nm 堆積した。BaSi₂ のスパッタ時には基板温度を 600 °C、Ar ガス圧力を 0.5 Pa、BaSi₂ ターゲット(東ソー(株)製)の RF-Power (P_{BaSi_2}) を 70 W に固定し、Ba ターゲットの RF-Power (P_{Ba}) を 0 – 50 W で変調することで、Ba/Si 堆積比を変えた。その後、各試料に *in situ* で a-Si キャンプ層を 3 nm 堆積した。表面には、Al 電極をスパッタ堆積した。結晶性を GI-XRD、電気特性をホール効果測定を用いて室温で評価した。

【結果・考察】

Fig. 2 に Si₃N₄ 膜上における BaSi₂ 膜と粉末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。

Fig. 3 に Si₃N₄ 膜上における BaSi₂ 膜の電気特性を示す。Si₃N₄ を絶縁膜として使っているため、BaSi₂ と Si 基板の間で電気抵抗が大きく、BaSi₂ の電気特性を評価する際に Si 基板の影響を排除できているといえる。 P_{Ba} の増加に従って、電子密度が減少する傾向が見られ、 $P_{\text{Ba}} = 50 \text{ W}$ の試料で電子密度 $1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ が得られた。一方、移動度には顕著な変化はみられず、最も小さい値でも $\mu_e = 1082 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ ($P_{\text{Ba}} = 50 \text{ W}$) に達した。今後は、熱電特性を含めて BaSi₂ 膜の電気特性を評価する。

【参考文献】

- [1] H. Funashima, private communication.
 [2] K. Hashimoto *et al.*, J. Appl. Phys. **102** (2007) 063703.
 [3] Y. Inomata *et al.*, Jpn J. Appl. Phys. **43** (2004) L478.

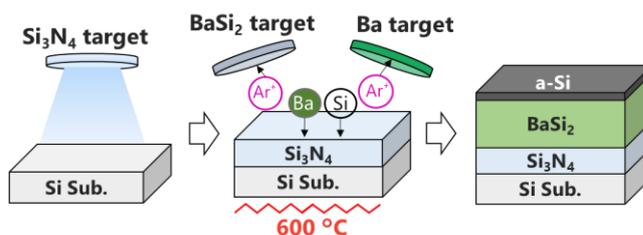


Fig. 1 Schematic of the sample preparation.

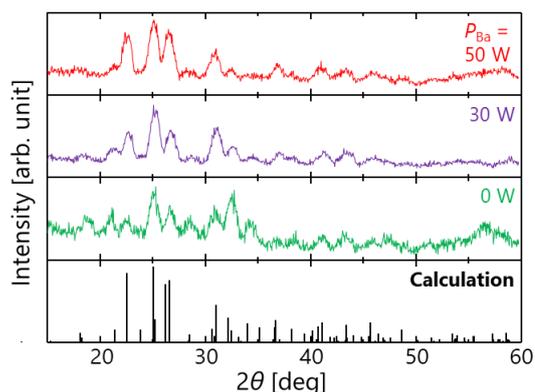


Fig. 2 GI-XRD patterns of grown films at $P_{\text{BaSi}_2} = 70 \text{ W}$ and $P_{\text{Ba}} = 0 - 50 \text{ W}$.

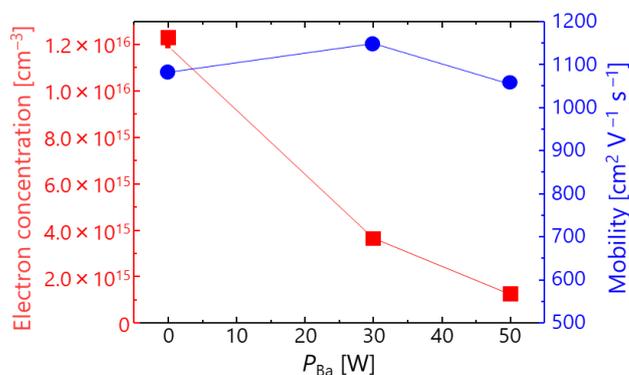


Fig. 3 Electron concentration and mobility of grown films at $P_{\text{BaSi}_2} = 70 \text{ W}$ and $P_{\text{Ba}} = 0 - 50 \text{ W}$.