

Bi-Sb 系バルク材料の作製と熱電物性の評価

Fabrication of Bi-Sb bulk material and evaluation of thermoelectric properties

産業技術総合研究所¹, 埼玉大², 茨城大³, ○村田正行¹, 山本淳¹, 長谷川靖洋², 小峰啓史³AIST¹, Saitama Univ.², Ibaraki Univ.² ○Masayuki Murata¹, Atsushi Yamamoto¹,Yasuhiro Hasegawa², Takashi Komine³

E-mail: m.murata@aist.go.jp

【背景】

熱電変換材料を廃熱回収や冷却素子として適用する為には、室温近傍で高い無次元性能指数 ZT を持つ熱電材料の開発が求められている。Bi-Sb 系の熱電材料は 120 K 程度で極大値 $ZT = 0.55$ を取り、低温領域で高い性能が得られる材料であるが、磁場を印加することにより 220 K で $ZT = 1.3$ となり、高い性能が得られる温度領域を高温側へシフトさせ、かつ ZT を 2 倍以上向上させることが知られている¹。また、Bi-Sb 系材料は高いキャリア移動度と小さい有効質量を持つことから、ナノサイズ効果が現れ易いことでも知られる²。

本研究グループは、これまでに Bi ナノワイヤー熱電変換素子の開発と物性評価を行っており³、ナノサイズ効果や磁場効果を取り入れた、室温領域で高い ZT を持つ Bi-Sb 系バルク熱電材料の開発を進めている。

【実験】

本研究ではまず試験的に、メカニカルアロイングによる Bi-Sb 合金の作製と放電プラズマ焼結法 (SPS) を利用したバルク材料の作製、熱電特性評価装置 ZEM-3 (アルバック理工) を利用した電気抵抗率・ゼーベック係数の測定を試みた。Sb の濃度は 0, 2, 4, 6, 8, 10 at% と変化させて 6 種類の材料を作製した。Fig. 1 にボールミル後の 6 つの粉末の XRD 測定の結果を示した。これを見ると Bi のピークが Sb 濃度とともに徐々にシフトしている様子が見られるが、Sb のピークも徐々に大きくなっていることも観察された。この結果から、ボールミルにより合金化が進んだものの、一部の Sb は合金化されずに残ってしまったことを示している。また、Fig. 2 には、室温から 190 °C までの電気抵抗率・ゼーベック係数を示した。これを見ると、電気抵抗率はあまり濃度に関係なくばらついてることが確認できる。一方でゼーベック係数は Sb 濃度上昇と共に、室温領域でわずかにゼーベック係数が上昇していく傾向が確認できた。純粋な Sb のゼーベック係数は p 型を示すのに対して、この結果は n 型の方向へのゼーベック係数の絶対値の上昇がみられることから、Bi-Sb 合金化の効果が現れていることが確認できた。本発表では詳細な材料の作製手順と熱電物性測定の結果について報告し、今後の研究展開について発表する。

【参考文献】

1 R. Wolfe and G. E. Smith, *Applied Physics Letters* **1**, 5 (1962)
 2 Y-M. Lin *et al.*, *Applied Physics Letters* **81**, 2403 (2002)
 3 M. Murata *et al.*, *Applied Physics Letters* **94**, 192104 (2009)

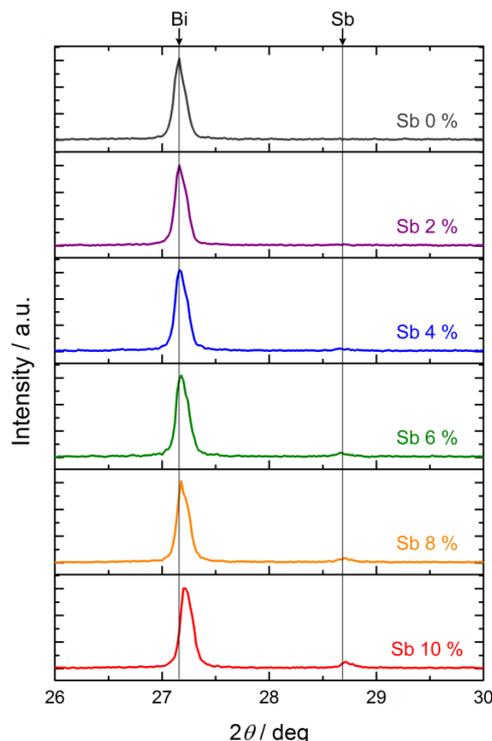


Fig. 1: XRD spectrum of Bi-Sb powder after ball mill

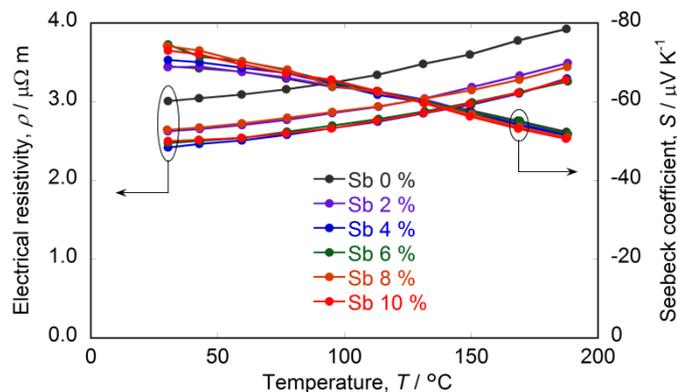


Fig. 2: Temperature dependence of the electrical resistivity and Seebeck coefficient of sintered Bi-Sb alloys

本発表では詳細な材料の作製手順と熱電物性測定の結果について報告し、今後の研究展開について発表する。

【参考文献】

- 1 R. Wolfe and G. E. Smith, *Applied Physics Letters* **1**, 5 (1962)
- 2 Y-M. Lin *et al.*, *Applied Physics Letters* **81**, 2403 (2002)
- 3 M. Murata *et al.*, *Applied Physics Letters* **94**, 192104 (2009)