

Bi-Sb 合金の熱電物性への Te および Sn ドーピングの効果

Effect of Te and Sn doping on thermoelectric properties of Bi-Sb alloy

産業技術総合研究所¹, ○村田正行¹, 國井勝¹, 李哲虎¹, 山本淳¹

AIST¹, ○Masayuki Murata¹, Masaru Kunii¹, Chul-Ho Lee¹, Atsushi Yamamoto¹

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

【背景】

本研究グループでは、冷却素子や低温排熱のエネルギー回収への適用を目指して、室温近傍領域で高い性能を持つ熱電変換材料の開発を進めている。高い ZT を持つことで知られる Bi_2Te_3 や PbTe は、非放物型のバンド構造が大きなパワーファクターに寄与していることで知られている¹。また、室温以下の低温で高い ZT を持つ Bi-Sb 合金は、電子と正孔が同数存在する半金属であり、Fig. 1 に示したようなフェルミ面とバンド構造を持つが、L 点電子において強い非放物性を持っていることから、フェルミ準位の制御によりさらに性能を向上できる可能性がある。そこで本研究では、Bi-Sb 合金に対して Te および Sn ドーピングによるフェルミ準位の制御を試み、熱電物性に与える影響について考察する。

【実験】

石英管中で熔融法により合金を作製し、その後ボールミルにより粉末にし、放電プラズマ焼結法 (SPS) によって焼結体を作製し、その後アニール処理をした。作製した試料は XRD と SEM による分析を行い、150 K から 400 K 程度までのゼーベック係数・電気抵抗率・熱伝導率の熱電物性値の温度依存性を測定した。Fig. 2 に、ドーピングしていない $\text{Bi}_{77}\text{Sb}_{23}$ の焼結体バルク試料と、 $\text{Bi}_{82}\text{Sb}_{18}$ に 0.2 % の Sb と Te をドーピングした焼結体バルク試料のゼーベック係数の温度依存性を示した。これを見ると、不純物ドーピングによってゼーベック係数が大きく変化していることから、キャリア密度を制御できていることがわかる。

【結論】

Bi-Sb 合金に Te および Sn ドーピングを行った結果、熱電物性が大きく変化する結果となり、キャリア密度を制御できていることが確認できた。今後、Sb 濃度を変化させることによってバンド構造を制御し、不純物ドーピングを行うことで性能の向上を目指す。

【参考文献】

- 1 X. Chen et. al., *Scientific Reports* **3**, 3168 (2013)

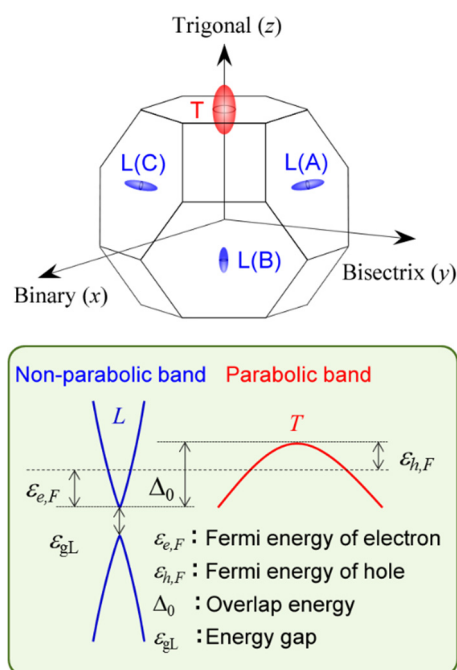


Fig. 1: Fermi surface and band structure of Bi-Sb alloy

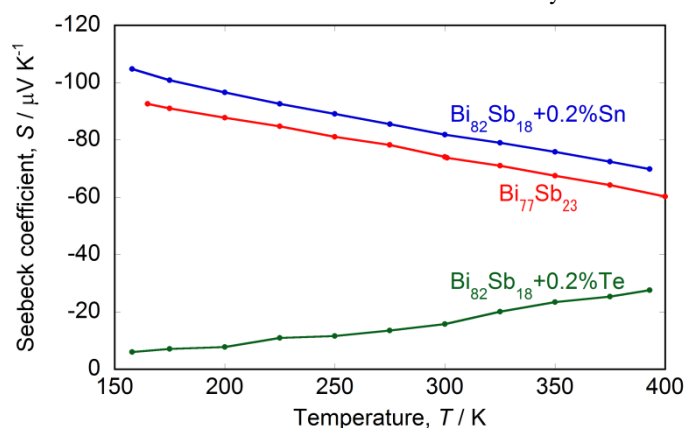


Fig. 2: Temperature dependence of Seebeck coefficient of Sn and Te doped Bi-Sb alloys