

スクリーン印刷法を用いて作製したビスマス・テルル系厚膜の熱電特性

Thermoelectric properties of Bismuth telluride-based thick film prepared by screen printing method

岩手大理工¹、株式会社ミクニ², ○笹原 隆太¹、藤代 博之¹、谷口 晴香¹、福井 輝美²Faculty of Science and Engineering, Iwate Univ.¹, Mikuni CORPORATION²○Ryuta Sasahara¹, Hiroyuki Fujishiro¹, Haruka Taniguchi¹, Terumi Fukui²E-mail: g0317072@iwate-u.ac.jp

【背景】代表的な熱電変換材料である Bi_2Te_3 は高い移動度と低い格子熱伝導率を有し、室温付近で高い性能指数を示すことから、熱電変換素子として最も多く利用されている[1]。現在、熱電変換素子はバルクを切り出し接合することで製造されているが、高いコストと生産性の低さが課題となっている。これらの問題は電子機器の製造に用いられている印刷技術によって解決できる可能性がある。そこで本研究では $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3$ を用いて熱電ペーストを作製し、スクリーン印刷法により作製した試料の熱電性能の評価を行った。

【実験方法】原料 Bi, Te, Sb を化学量論比に基づいて Ar 雰囲気中で秤量を行い、石英管に真空封入した後、1053 K, 8 h 保持で $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3$ を合成した。得られたインゴットを乳鉢で粉砕しボールミル(650 rpm, 1 h)を行った。得られた粉末と溶剤としてブチルカルビトールアセテート(BCA)、樹脂成分としてエチルセルロース(EC)、焼結補助剤としてガラスフリットを混合しスクリーン印刷に適した粘度の熱電ペーストを作製した。作製したペーストをスクリーン印刷法を用いてアルミナ基板上に塗布し、予備乾燥を行った後 673 K, 10 min で焼結を行った。また、ボールミルを行った粉末を SPS(Spark Plasma Sintering)法により印加圧力 50 MPa, 焼結温度 673 K, 保持時間 10min, 真空中で焼結した。構造評価は粉末 X 線回折(XRD)法で行った。物性評価は電気抵抗率 ρ を直流四端子法、ゼーベック係数 S は定常熱流法により測定を行い、出力因子 $P (= S^2/\rho)$ を算出した。

【実験結果】図 1 に $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3$ バルクと熱電ペーストを用いて作製した $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3$ の電気抵抗率 ρ の温度依存性を示す。全てのペースト化した試料で半導体的な振る舞いを示し、バルク値よりも高い値を示し、バルクとガラスフリット添加品を比較すると室温で 8 桁増加した。これは、溶剤、樹脂成分として添加した BCA や EC が蒸発した際に空孔が発生し、 $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3$ 粒子が結合していないためと考える。ガラスフリットを添加した試料では樹脂成分と溶剤のみの試料と比較して ρ が低減しており、バルク値に近づけるためには樹脂と溶剤以外に焼結補助剤を添加することが必要であると考え。発表では原料粉末の粒径や表面観察の結果から電気抵抗率やゼーベック係数などの物性との関連について報告する予定である。

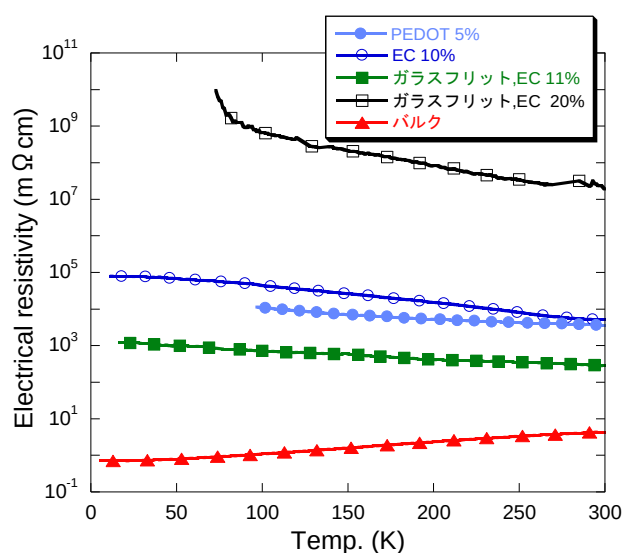


図 1. 熱電ペーストを用いて作製した $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3$ の電気抵抗率 ρ の温度依存性

【参考文献】 [1] C. Zhang et al., Nano Energy(2015) 15, 688–696