

Si-Ge 系高性能 p 型熱電材料の開発

Development high-performance, p-type, Si-Ge-based thermoelectric materials

中部大学¹, 豊田工大² ○(B)太田 侑希¹, (B)正岡 伊織², (P) Muthusamy Omprakash²,(M2)久保 直人², 田橋 正浩¹, 後藤 英雄¹, 竹内 恒博², 松波 雅治²Chubu Univ.¹, Toyota Tech Inst.², °Ohta Yuki¹, Masaoka Iori², Omprakash Muthusamy²,Naoto Kubo², Masahiro Tahashi¹, Hideo Goto¹, Tsunehiro Takeuchi², Masaharu Matsunami²

E-mail: ee17015-5130@chubu.ac.jp

【緒言】

既存の高性能熱電材料には、毒性元素や高価なレアメタルが含まれるものが多いことから、安価で環境に優しい高性能熱電材料の開発が望まれている。本研究では、比較的に安価で、かつ、無毒な Si-Ge 系熱電材料に注目し、『ナノ結晶化』と『元素置換による電子構造制御』により ZT を著しく向上させることを目指した。既に、n 型 Si-Ge 系熱電材料では極めて高い ZT を得ることに成功している[1]ことから、本研究では、高性能な p 型 Si-Ge 系熱電材料の創製を目的とした。

【実験方法】

p 型熱電材料の高性能化する可能性のある微量添加元素として Ni を選定した。また、ホール濃度の調整のために、B を添加することにした。Si_{0.62}Ge_{0.35-x}B_{0.03}Ni_x ($x = 0, 0.005, 0.01, 0.03, 0.05$) の組成で、ナノ結晶バルク熱電材料を作製した。遊星型ボールミルを用いて Si_{0.62}Ge_{0.35-x}B_{0.03}Ni_x を Ar 雰囲気中で回転数 700 rpm、稼働時間 6h の条件のもと、メカニカル

アロイングを行い、ナノ結晶粒からなる粉末試料を作製した。この粉末試料を、真空中、400 MPa、730 °C の条件下において、パルス通電焼結を行うことで、バルク化した。試料を棒状に整形し、電気抵抗率とゼーベック係数の温度依存性を測定した。

【実験結果】

焼結後の粒径は XRD で得られたピークの半値幅とシェラーの式より 20 nm 程度と算出された。Fig. 1 に、測定したゼーベック係数 S 、電気抵抗率 ρ 、出力因子 $PF = S^2/\rho$ を示す。Fig.1(左)(中)より、ゼーベック係数は $x = 0$ のときが最も大きな値を持つが、電気抵抗率 ρ が 40 ~ 150 mΩ cm と高く、出力因子が最大にならない。逆に、 $x = 0.05$ では、 ρ が小さいもののゼーベック係数も小さくなっている。Fig.1(右)より、出力因子は $x = 0.03$ で最大になり、975K の時、2.3 mW m⁻¹K⁻² であった。

熱伝導度および ZT については、講演で詳しく報告する。

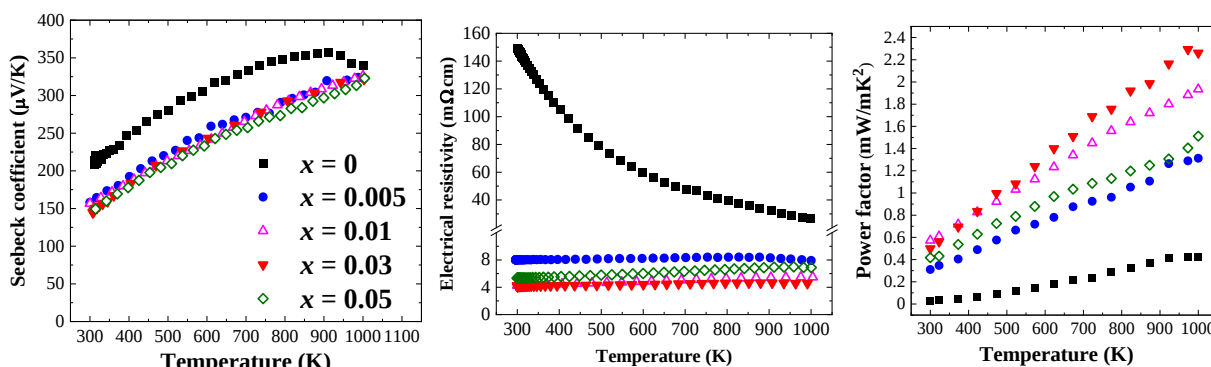


Fig.1 (左)ゼーベック係数 S 、(中)電気抵抗率 ρ 、(右)出力因子 PF における温度依存性

[1] S. Ghodle et al., arXiv preprint arXiv:1909.12476.