

Ga ドープした $\text{Ag}_6\text{Ge}_{10}\text{P}_{12}$ の化学特性、熱電特性および機械特性

Chemical, Thermoelectric, and Mechanical Characterization of Ga-doped $\text{Ag}_6\text{Ge}_{10}\text{P}_{12}$

(地独) 東京都立産業技術研究センター [○]並木宏允、小林真大、齋藤庸賀、立花直樹、太田優一

Tokyo Metropolitan Industrial Technology Research Institute

[○]H. Namiki, M. Kobayashi, Y. Saito, N. Tachibana, and Y. Ota

E-mail: namiki.hiromasa@iri-tokyo.jp

熱電変換材料は、温度差によって電圧が生じるゼーベック効果を用いる事で熱を電力に変換する材料である。古くから排熱回収を目的として研究されてきたが、近年では IoT センサーなどの自立電源として注目されている。しかしながら、代表的な熱電変換材料は有害元素を含むものが多く、無害な元素で構成された材料での代替が求められている。そこで我々は、有害元素を含まず、中低温領域において大きな熱電性能指数 ZT を有する新規 p 型リン系熱電変換材料 $\text{Ag}_6\text{Ge}_{10}\text{P}_{12}$ に着目した。現在までに、不純物相を含まない様々なドーパ系 $\text{Ag}_6\text{Ge}_{10}\text{P}_{12}$ 多結晶体の熱電特性を報告しており^{1,2)}、Ga ドープ試料では 390 K において、ノンドーパの約 2 倍に相当する $ZT > 0.3$ を達成している。本研究では、Ga ドープサンプルに対して ICP 発光分光分析法 (ICP-OES) によって詳細な組成決定を行うと共に、デバイス応用の際に重要な機械特性をナノインデンテーション法によって評価したので報告する。

ノンドーパおよび Ga をドーパした $\text{Ag}_6\text{Ge}_{10}\text{P}_{12}$ を硝酸とフッ化水素酸の混酸を用いて分解させ、詳細な化学組成を求めた。現在までにどの Ga ドープ試料においても、おおよそ仕込み通りに Ga がドーパされている事を確認している。

Fig. 1 に、ナノインデンターにより得られたヤング率および硬さを示す。ヤング率と硬さは共に、同条件で評価した代表的な熱電材料と比べて数倍大きく、この値はほとんどの中低温領域で用いられる熱電材料より大きい。この結果から $\text{Ag}_6\text{Ge}_{10}\text{P}_{12}$ が優れた機械特性を有する事が明らかになった。

当日の発表では、Ga ドープ試料の詳細な化学組成に加えて、熱電特性と機械特性の Ga ドープ量依存性についても議論する予定である。

1) 並木ら 第 66 回応用物理学会春季学術講演会: 9a-PA1-11, 2019 年 3 月

2) 並木ら 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会: 20a-PB1-2, 2019 年 9 月

謝辞: 本研究は、文部科学省委託事業ナノテクノロジープラットフォームに参画する東京大学微細構造解析プラットフォームの支援を受けて実施されました。

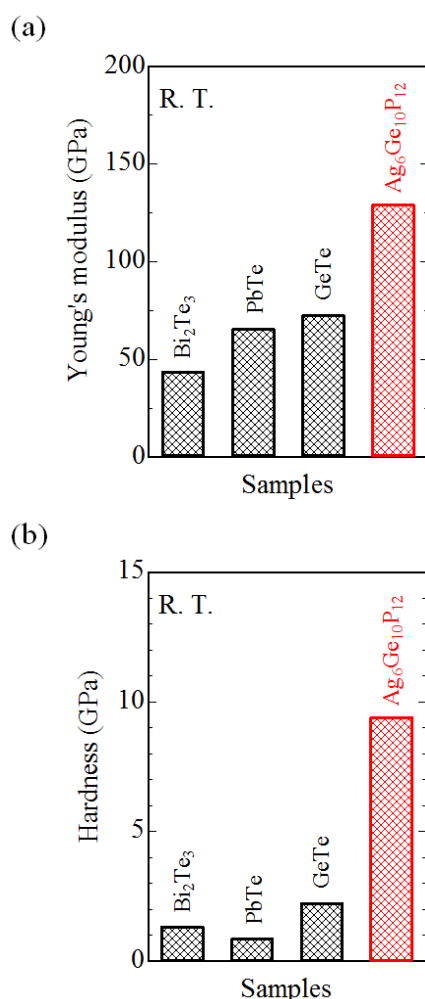


Fig. 1 (a) Young's modulus and (b) hardness of $\text{Ag}_6\text{Ge}_{10}\text{P}_{12}$ and several representative thermoelectric materials.