

Ag₂S における複合材料効果を用いた熱電発電

Thermoelectric power generation using the composite effect of Ag₂S

豊田工業大学, °(M1)村瀬 公希, 金 柯怜, 松波 雅治, 竹内 恒博

Toyota Technological Institute, °Koki Murase, G. Kim, M. Matsunami, and T. Takeuchi

E-mail: sd21442@toyota-ti.ac.jp

緒言

我々は、金属的な高温相と絶縁体的な低温相の複合材料効果により、Cu₂Se において巨大なゼーベック効果と金属的な電気伝導が同時に観察されること、及び、その結果として巨大な無次元性能指数(ZT)が得られることを報告した。^[1]しかし、巨大な ZT が得られる温度領域は数 K 程度でしかなかった。

同様の複合材料効果をより広い温度領域で得るために、我々は絶縁的な低温相から、金属的な高温相に相変態する Ag₂S に着目した。Ag₂S は室温で約 $-900 \mu\text{VK}^{-1}$ のゼーベック係数 S 及び、約 $0.5 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ の熱伝導度 κ を有するが、電気抵抗率 ρ は $1 \times 10^8 \text{ m}\Omega\text{cm}$ 以上であり、優れた熱電材料ではない。また、450 K 付近で高温相へ相変態をし、電気抵抗率は低くなるものの、ゼーベック係数もまた小さく ($\rho=3 \text{ m}\Omega\text{cm}$, $|S| < 100 \mu\text{VK}^{-1}$)^[1]、良い熱電材料とは言えない。しかし、Cu₂Se で巨大 ZT を観測した際に用いた下部加熱、上部測定式を用いて、高温相と低温相を試料の上下に共存させたところ、試料下部の高温相に起因する低い電気抵抗率と、試料上部の低温相における大きなゼーベック係数を同時に得られることを明らかにした。その結果、390-430 K の比較的広い温度領域において高い熱電性能 ($ZT \sim 20$) を得た^[2]。

本研究では、高い熱電性能を得た Ag₂S において、この複合材料効果により得られる電力の測定を行い、発電性能を評価するとともに、改善するべき点を明らかにした。

実験方法

粉末状の Ag (純度 99.9 %) 及び S (純度 99.99%) を混合し、熔融法を用いて試料の合成をした。粉末 X 線回折測定により、単相であることを確認した後、放電プラズマ焼結により高密度化した。電力測定は可変抵抗を用い、下部加熱上部測定法により測定した。

結果

Fig. 1 に示すように、Ag₂S において高い熱電性能を得た下部加熱上部測定法においても、電力を得られることを確認した。この実験事実は、Cu₂Se や Ag₂S で観測される複合材料効果を用いて発電ができることを示している。本効果を用いた発電素子の実用化が期待できる。

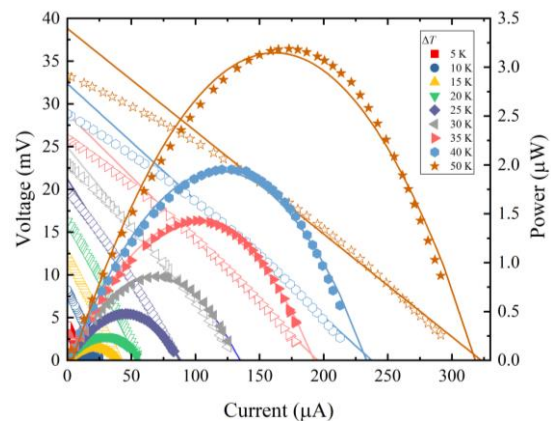


Fig. 1 Power generation from Ag₂S in the bottom heating setup at 390 K

参考文献

- [1] D. Byeon *et al.*, *Nat. Commun.* **10**, 72-78 (2019).
- [2] G. Kim *et al.*, *J. Phys. D: Appl. Phys.* **54**, 115503 (2021).