

GeTe/Mg₃Sb₂ モジュールにおける高密度&高効率熱電発電の実証

High-density and high-efficiency thermoelectric generation in GeTe/Mg₃Sb₂ module

パナソニック ホールディングス¹, 産総研², [○]安藤 冬希¹, 玉置 洋正¹, 松村 葉子², 浦田 友幸², 河辺 健志¹, 山村 諒祐¹, 金子 由利子¹, 舟橋 良次², 菅野 勉¹

Panasonic Holdings Corp.¹, AIST², [○]Fuyuki Ando¹, Hiromasa Tamaki¹, Yoko Matsumura², Tomoyuki Urata², Takeshi Kawabe¹, Ryosuke Yamamura¹, Yuriko Kaneko¹, Ryoji Funahashi², and Tsutomu Kanno¹

E-mail: ando.fuyuki@jp.panasonic.com

ゼーベック効果を用いた熱電発電は、温室効果ガスを排出しない発電技術として注目を集めている。一般に熱電モジュールの性能指標として変換効率が重視されるが、実は変換効率が高くても必ずしも大きな電力が得られるわけではない。例えば、熱電材料を厚くすると変換効率は高くなりやすいが、発電密度はむしろ低下する[1]。そこで我々は、高性能材料 p 型 GeTe/n 型 Mg₃Sb₂ を用いた熱電モジュールにおいて、熱抵抗・電気抵抗ロスを最小化することでこの相反関係を打ち破り、発電密度 1.95 W/cm² かつ変換効率 10.3 % という極めて高い熱電発電性能を両立した。

まず、熱抵抗ロスを小さくするためには、熱電材料自体の熱伝導率を低くすることが重要である。これまで我々は、n 型 Mg₃Sb₂ の熱伝導率を理論限界近傍まで低減することに成功してきた[2,3]。今回はその対となる p 型材料として GeTe に着目し、効果的に格子歪みを誘起する置換元素を抽出した。その結果、n 型 Mg₃Sb₂ と同様に 1.08 W/mK というガラスレベルに低い熱伝導率を実現した。

次に、電気抵抗ロスを小さくするためには、電極接合部の界面抵抗率を低くすることが重要である。そこで、熱電材料との界面抵抗が 10 μΩcm² 以下と極めて小さい電極接合技術を確立した。

以上のロス低減により、シングルモジュールで他に類を見ない発電性能を実証した (Fig. 1)。

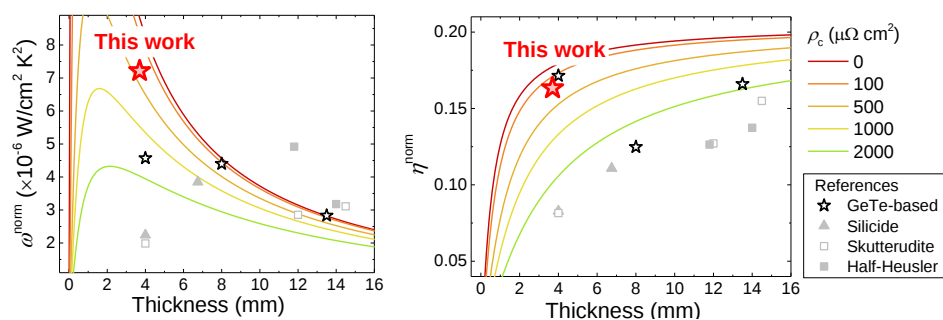


Fig. 1. The normalized power density ω^{norm} and conversion efficiency η^{norm} as a function of thickness of thermoelectric legs. The simulation curves with different contact resistivities ρ_c are described using the equations in reference [1].

[1] Rowe, D. M. & Min, G. *IEE Proc. Sci. Meas. Technol.* **143**, 351–356 (1996).

[2] H. Tamaki, H. K. Sato, and T. Kanno, *Adv. Mater.* **28**, 10187 (2016).

[3] T. Kanno, H. Tamaki, M. Yoshiya, H. Uchiyama, S. Maki, M. Takata, and Y. Miyazaki, *Adv. Func. Mater.* **31**, 2008469 (2021).