

バンドエンジニアリングを用いた熱電性能向上の新たな試み

(九大院工) ○宗藤 伸治・中村 英介・有田 誠

Novel approach for improvement of thermoelectric voltage by using band engineering

(Department of Materials Science and Engineering, Kyushu University) ○Shinji Munetoh, Eisuke Nakamura, Makoto Arita

In the Seebeck effect, the electric voltage can be generated by charge separation because of the diffusion of excited carriers from high temperature side to low temperature side. However, the rediffusion of carriers from low temperature side to high temperature side occurs by Coulomb force caused by the charge separation. The inhibition of the rediffusion of carriers is one of the most effectual method for improvement of thermoelectric voltage. In this study, we combined two p-type semiconductors with different Fermi level for improvement of thermoelectric voltage by inhibition of the rediffusion of carriers by internal electric field.

Keywords : electric power generation, spark plasma sintering, Seebeck effect

エンジンなどの内燃機関では、投入エネルギーの大部分が熱として大気に放出されており、その排熱を電気エネルギーとして回収することは省エネルギー化に大きく貢献できるものと思われる。しかしながら、エンジン排熱を回収するために、タービンを備えた大型の発電機を自動車に装備するのは現実的ではない。そこで、タービンを動かすことなく熱エネルギーを電力に直接変換できる発電技術として熱電発電が注目されつつある。熱電発電は、材料内の温度差により熱起電力が生じる現象(ゼーベック効果)¹⁾を利用する。ゼーベック効果では、半導体の一端に熱を与えることにより、熱励起によるキャリアを生成し、それが高温側から低温側へ拡散することによって電荷分離され起電力が生じる。しかし、同時に、キャリアは電荷分離によるクーロン力を受け、低温側から高温側への再拡散が起こる。その熱励起キャリアの拡散とクーロン力による再拡散が釣り合うことで平衡状態となり、起電力が一定となる。クーロン力による再拡散を阻害することができれば、得られる電圧を大きくすることができる。本研究では、フェルミ準位の異なる2つの半導体を接合し、接合界面近傍にエネルギーの障壁となる内部電界を導入することにより、クーロン力による再拡散を阻害し、得られる起電力の向上を試みた。本発表では、キャリア制御が容易なシリコンを用いた基礎的な現象の検証実験の例を報告する。さらに、我々は熱電発電材料の実用化に有望なシリコンクラスレートに着目し研究を行っており^{2,3)}、このシリコンクラスレートに本技術を適用した事例についても報告予定である。

1) T. J. Seebeck: Magnetische Polarisation der Metalle und Erze durch Temperatur-Differenz, Abhandlung der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, (1822) 265 .

2) N. Mugita, Y. Nakakohara, R. Teranishi, and S. Munetoh: J. Mater. Res. **26**, (2011) 1857.

3) S. Munetoh, M. Saisho, T. Oka, T. Osada, H. Miura, O. Furukimi: Journal of Electronic Materials **43**, (2014) 2430 .