熱収支モデルに基づく熱物性値や寸法値を要しないペルチェ係数の測定法の提案

Energy-balance based method for measuring the Peltier coefficient without the prior information of sample's thermophysical property and dimension

産総研　°天谷康孝、島崎毅、大川顕次郎、坂本憲彦、金子晋久

National Institute of Advanced Science and Technology　(AIST), Yasutaka Amagai, Takeshi Shimazaki, Kenjiro Okawa, Norihiko Sakamoto, and Nobu-Hisa Kaneko

E-mail: y-amagai@aist.go.jp

熱電材料の評価で頻繁に測定されるゼーベック係数に対し、熱流の測定を要するペルチェ効果を測定することは稀である。多くの場合、正確に求められるゼーベック係数を計測し、相反関係からペルチェ効果を求める。しかし、各国の研究機関で計測したゼーベック係数値の間に乖離があることが報告されるなど[1]、その正確な測定の必要性は繰り返し主張されてきた。そこで、本研究では、ゼーベック係数の測定精度を検証することを目的に、ペルチェ係数を独立に測定する手法を考案した。本手法は、導体内部の発熱や伝熱の熱収支に基づくため、相反関係に頼らずにペルチェ係数を求めることが可能である。また、従来のペルチェ係数の直接測定法[2,3]と異なり、熱物性値や寸法値およびガードヒータ等の熱流計測機構を必要としない利点がある。まず、図 1(a)に示すように、金属の細線で熱浴と熱的にリンクした導体の 3 箇所に温度計を設置する。次に、熱浴の温度と試料の温度が等しくなるのを待ってから、実効値の等しい dc および ac 電流 I (A)を導体に交互に加え、ペルチェ効果により生じた試料両端（$x = 0, L$）の温度差 ΔT_{dc} (K)（図 1 (b)）とジュール効果により生じた試料中央（$x = L/2$）の温度上昇 ΔT_{ac} (K)（図 1(c)）をそれらの温度計で計測する。このときペルチェ係数 π（厳密には相対値）は $\pi = (RI\Delta T_{dc})/(8\Delta T_{ac})$ と表されるので、あらかじめ試料の電気抵抗値 $R(\Omega)$を測定しておけば、単一の計測系でペルチェ係数を求めることができるようになる。当日は n 型ビスマス・テルル半導体試料のペルチェ係数の測定結果やゼーベック係数との比較結果も報告する予定である。

[1] H. Wang, *et al*., J. Electron. Mater. 42, 654 (2013).

[2] R. Dhawan, *et al*., Appl. Phys. Lett. 120, 183901 (2022)

[3] J. Garrido, *et al*., J. Electron. Mater. 41, 1990 (2012).

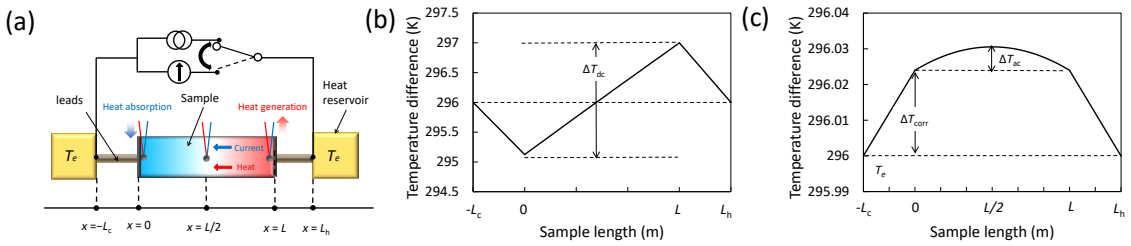

Fig. 1. (a) Schematic of the measurement configuration for the Peltier coefficient measurement. Ac and dc current are alternatively applied to the sample suspended by two wires. (b) Simulated temperature profile caused by the Peltier effect and (c) temperature profile caused by the Joule effect.

© 2023年 応用物理学会