直流極性反転によるゼーベック係数の絶対測定

Absolute Measurement of the Seebeck Coefficient by Reversing the DC polarity

産総研　°天谷康孝，島崎毅，大川 顕次郎，藤木弘之

AIST , °Yasutaka Amagai, Takeshi Shimazaki, Kenjiro Okawa, Hiroyuki Fujiki

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

物質単体のゼーベック係数は、熱電効果の中で、唯一、物質単体の熱電効果であるトムソン効果を計測することにより、ケルビンの関係式 $S=\int\mu(T)/T\mathrm{d}T$ から決定することができる[1]。しかし、精密な熱と電気の測定が必要なため微少なトムソン熱の測定は困難であり、熱電物性の中で最も基本的な物理量である物質単体のゼーベック係数の学術的蓄積は充分ではない。そこで、我々は交流信号を用いたトムソン係数の高精度な測定法（交流法）を考案し、バルク[2]や薄膜材料[3]の評価を進めてきた。しかし、従来法では、熱電効果が相殺される熱的なカットオフ周波数の評価が必要とされる。また、カットオフ周波数が高い場合には配線のインピーダンスへの配慮が不可欠となる。そこで、本研究では DC 電流の極性反転を利用し、簡便にゼーベック係数の絶対測定が可能な新しい手法を提案する。

従来の交流法によるトムソン係数 μ は次式で与えられる[2]。

$$\mu = \frac{IR}{\Delta T}\frac{\delta T_{DC-}}{\delta T_{AC}} \qquad (1)$$

ここで、ΔT は試料の温度差、I は電流実効値、R は電気抵抗である。δT_{DC-}は、極性の異なる直流電流を加えたときの試料中央の温度の平均差を示し、δT_{AC} はジュール熱による温度変化を示す。ところで、試料中央の温度の平均値δT_{DC+}は、ジュール項とトムソン項の試料長 l に関する冪級数の和で表される。ここで、2 次以上のトムソン項を無視すると、$\delta T_{DC+}\cong\delta T_{AC}$ が成り立つから、(1)式のトムソン係数は次の様に近似できる。つまり、2 次以上のトムソン項が充分に小さい場合、従来法と同様、熱伝導率値がなくともトムソン係数を得ることができる。(2)式を直流極性反転法の式とする。

$$\mu \cong \frac{IR}{\Delta T}\frac{\delta T_{DC-}}{\delta T_{DC+}} \qquad (2)$$

次に、近似計算の妥当性を実験的に検証した。Fig. 1 に(1)式の交流法および(2)式の直流極性反転法により得た白金のゼーベック係数の評価結果を示す。直流極性反転法の結果は、従来の交流法の結果と不確かさの範囲で一致した。以上より、直流極性反転により簡便なゼーベック係数の絶対測定が可能なことが示された。

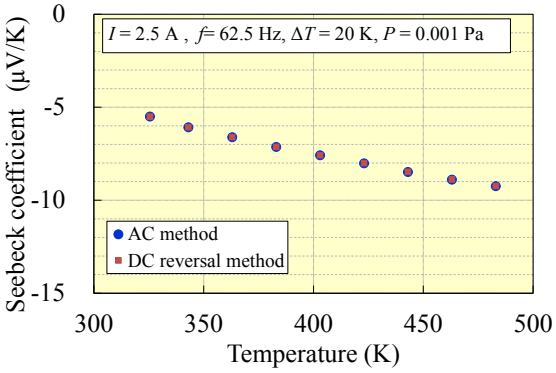

Fig. 1 Results of the measured absolute Seebeck coefficient of Pt by reversing the DC polarity.

参考文献

[1] R. B. Robert, *Nature* **265** 226 (1977）.

[2] Y. Amagai *et al*., *IEEE. Trans. Instrum. Meas.***64**(2015).

[3] 藤木他、第78回応用物理学会秋季学術講演会予稿集 (2017)