

薄膜試料のトムソン係数の精密測定法の開発

Development on measuring method for thermoelectric properties of thin film

産総研 ○藤木 弘之, 天谷 康孝, 大川 顕次郎, 東工大 春本 高志

AIST, ○Hiroyuki Fujiki, Yasutaka Amagai, Kenjiro Okawa

Tokyo Tech, Takashi Harumoto

E-mail: h-fujiki@aist.go.jp

未利用排熱を電気に変換する熱電材料の研究開発が進んでいる。熱電材料の評価では、ゼーベック係数や電気伝導率、熱伝導率の測定が必要であるが、絶対ゼーベック係数の研究報告は少ない。我々は、ワイヤーのトムソン係数を測定する手法で、白金線などの絶対ゼーベック係数の測定を試みている[1], [2]。今回、ワイヤーのトムソン係数の測定を薄膜にも応用したので報告する。

ゼーベック係数 S は、物質に温度差 ΔT を与えた時に発生する電圧 ΔV を用いて、 $S = \Delta V / \Delta T$ で定義される。一般に、ゼーベック係数の測定では、2種類の物質間で測定され、実際に測定されているのは物質間の相対値であり、絶対ゼーベック係数ではない。1種類の物質のみで測定可能なトムソン係数 μ を測定することにより、ケルビンの関係式 $S = [\mu(T) / T] dT$ を利用してゼーベック係数を求めることができる。しかし、従来のトムソン係数の測定では、温度勾配を与えた試料に直流電流を流して生じる温度変化は小さく、熱損失による影響のため精密測定が難しい[1]。我々は、トムソン係数の測定で、交流電流を用いる新しいトムソン係数の測定手法を考案している。この方法では、試料両端の温度差 ($T_1 - T_2$) のとき、トムソン係数は次式で表される[1]。

$$\mu = \frac{I_{AC} R_{AC}}{(T_2 - T_1) \Delta T_{ACm}} \Delta T_{DCm} \quad (1)$$

ここで、 I_{AC} は試料に流す交流電流値、 R_{AC} は交流抵抗、 ΔT_{DCm} は直流電流印加による試料中央の温度変化の測定値、 ΔT_{ACm} は交流電流による温度変化の測定値である。(1)式では、すべて実測によりトムソン係数を求めることができる。従来のトムソン係数で必要であった熱伝導率を求める必要はない[1], [3]。

今回、石英ガラス基板に白金薄膜を作製し、交流法によるトムソン係数の測定を行った[1]。図1は、測定結果の一例である。図の白丸は、参考文献3の測定値であり、青丸は白金細線の我々の測定値である。赤丸が交流法による白金薄膜の測定結果である。講演では、従来の測定方法と比較した測定結果についても報告する。

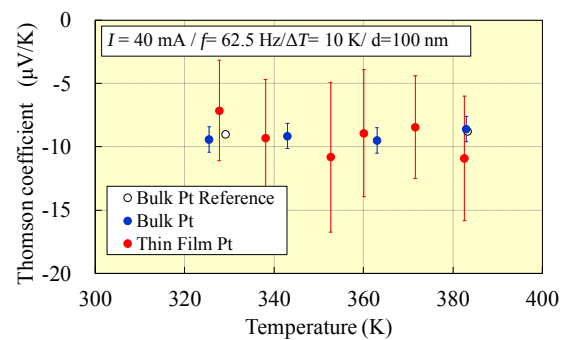


Fig. 1 Dependence of the measured Thomson coefficient of Pt.

参考文献

- [1] 天谷他、第76 回応用物理学会秋季学術講演会予稿集 13p-2T-4 (2015).
- [2] Y. Amagai et al., *IEEE. Trans. Instrum. Meas.* **64**(2015).
- [3] R. B. Robert, *Nature* **265** 226 (1977) .