

超伝導状態を用いない絶対熱電能測定法の提案

Proposal for absolute thermopower measurement method without using superconducting state
 横国大理工¹, 防衛大材料² (M2) 阿部 航佑¹, 中津川 博¹, 宮崎 尚², 北原 功一², 岡本 庸一²
 Yokohama Natl. Univ.¹, Natl. Def. Acad.², ^oKosuke Abe¹, Hiroshi Nakatsugawa¹,
 Hisashi Miyazaki², Koichi Kitahara², Yoichi Okamoto²
 E-mail: abe-kosuke-dx@ynu.jp

熱電能, または, ゼーベック係数 α は, 熱電材料の物性を表す最も基本的な物性である. その基本的な測定方法と定義は JIS R 1650-1(2002)に規定されているが, 原理的に, 測定装置の配線部分の熱電能との差分でしか測定できない. すなわち, 測定された熱電能は試料自体の真の熱電能から測定装置自体, より厳密には, 試料に接続されている配線部分の熱電能を引き算した値になってしまう. このような状況を避けるためには, Fig. 1 に示すように配線の一部に超伝導状態の線を用いて, 常伝導部分の熱起電力がちょうどキャンセルする以外には知られていない. 実用的な超伝導線材は液体窒素温度以下でしか存在しないので, その温度以上では, 実用できない. 我々は, 室温付近で, 試料自体の熱電能を測定する方法を開発したので, 報告する.

Fig. 2 に, 開発した装置の模式図を示す. この方法のキーポイントは, 温度差をつけた時の熱起電力を測定するのではなくて, ペルチェ熱輸送量を計測する点である. 図中の左側から試料に流れ込む熱量を Q_{in} , 試料のペルチェ熱輸送量を Q_p とし, $Q_{in} > Q_p$ の場合は左側の方が高温に, $Q_{in} < Q_p$ の場合は左側の方が低温に, $Q_{in} = Q_p$ であれば, 左側と右側は同じ温度になる. $Q_{in} = Q_p$ の場合, 試料内部に温度差がないので, 格子熱伝導も無視できる. また, 熱起電力も発生しないので, その電流による発熱も考慮する必要がない. ペルチェ熱輸送量 $Q_p = \alpha IT$ であるので, その時の Q_{in} が測定できれば, $\alpha = Q_{in} / IT$ として, 配線系の熱電能を含まない, すなわち, 絶対熱電能が測定できる. ここで, I は, 試料に流す電流 (今回は 2 A), T は絶対温度 (今回は 300 K) である. そして, Q_{in} は, 試料とヒーターを繋ぐ銅板内の温度分布から計測できる.

Fig. 3 に試料を熱電特性測定装置 ZEM-1 用のコンスタンタン標準試料 ($3 \times 3 \times 21 \text{ mm}^3$) をもちいて, 試料左側の銅板に設置したヒーターに流した電流値をパラメーターとして温度分布を計測した計測した結果を示す. 温度計測は, IR カメラ(NEC Avio H2640)を用いて, 非接触で行った. 横軸は試料上の位置 (試料左端を 0 m), 縦軸は温度である. なお約 5 mm 以下及び 17 mm 以上では, 試料裏面が左右の銅板に接続されている. 明らかに, ヒーター電流 220 mA までは, ヒーターから流れ込む熱をペルチェ熱輸送で, 処理できており, 試料全体の温度があまり上昇していない. また, ヒーター電流 0 A の場合は, ペルチェ熱輸送により, 左側が冷却されている様子も明らかである. 従って, ヒーター電流が 220 mA の時の熱流入量を左側の銅板の温度分布より計算した. 銅板の温度勾配 62 K/m, 銅板の厚さ 1 mm, 幅 3 mm であるので, 熱流入量は, 約 0.027 W と計算でき, 従って, $\alpha = 4.5 \times 10^{-5} \text{ V/K}$ と計算できる.

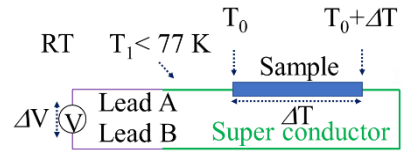


Fig. 1 Scheme of standard apparatus

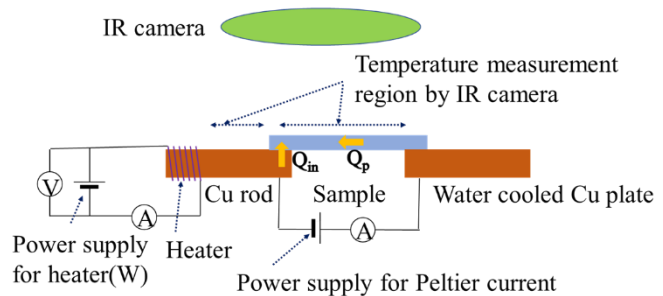


Fig. 2 Schematic diagram of measurement system

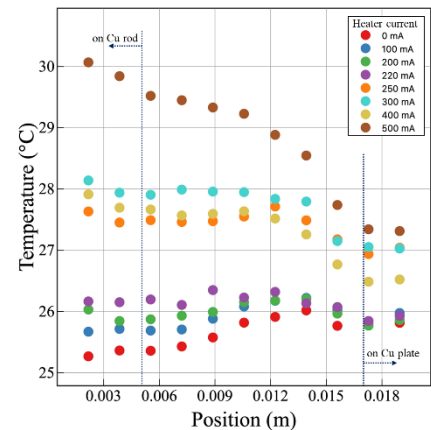


Fig. 3 Temperature distribution