20p-C13-7

熱電能の絶対測定を目指した交流法を用いたトムソン係数評価の検討

Study on Characterization of Thomson Coefficient Using AC Method toward the Absolute Scale of Thermoelectricity

産総研　○天谷 康孝，藤木 弘之

AIST , ○Yasutaka Amagai, Hiroyuki Fujiki

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

固体の熱電効果を利用した熱エネルギーと電気エネルギーの直接変換技術は熱電変換技術と呼ばれ、未利用排熱を利用した発電システムが実現可能なことから、注目を集めている。研究開発の基盤となる材料評価技術には従来に比べ高い信頼性が求められるようになった。熱電能 S は、金属や半導体に温度差 ΔT を与えた時に発生する電圧 ΔV を用い $S=\Delta V/\Delta T$ で定義される。この定義に基づく熱電能の測定値はリード線材料との相対値に相当し、その絶対熱電能の補正が必要である。熱電能が数十μV/K レベルの金属では補正の影響は無視できない。そのため、熱電能の絶対値が、測定可能なトムソン係数 μ からケルビンの関係式 $S=\int(\mu(T)/T)dT$ を利用して計算によって導かれている。トムソン係数は、温度勾配を与えた試料に直流電圧を印加して生じる温度変化を測定し求めることが可能であるが、同時に発生するジュール熱の約 1/100 以下と小さい。そこで、熱量の正確な測定を行うため、トムソン効果による熱流が電流に比例することに着目し、極性反転操作によりジュール熱を相殺する工夫がなされた。この原理に基づき、鉛金属の絶対熱電能がはじめて決定され（R. Robert, Nature, Philos. Mag., 1977）、参照値として広く活用されている。その一方、直流反転法は正確な測定が困難な試料の熱伝導率を必要とするうえ、熱量測定の困難さから熱電能測定の多くは相対測定に限られた。本研究では、従来の直流反転法に交流を組み合わせ、原理的に熱伝導率に依存しない手法を考案し、金属細線のトムソン係数の評価に挑む。まず、従来法と同様の一次元熱伝導モデルに、正弦波信号を新たに加味した。この熱解析により、試料に直流と交流を印加した場合の温度変化 T_{DC+}、T_{DC-}、T_{AC}、試料内部の温度勾配 T_2-T_1、および試料への印加電圧 V を用いてトムソン係数が $\mu = \{V/(T_2-T_1)\} \cdot \{(T_{DC+} - T_{DC-})/T_{AC}\}$ と導かれることを示した。図 1 には測定系を示した。ペルチェ効果による温度変化を抑性するため金属ブロックの熱浴を設置した。試料は真空中に設置され、熱浴を介して温度勾配 T_2-T_1 を与えた。この試料に、熱電対の出力ドリフトを相殺できるよう直流電圧と実効値の等しい交流電圧を AC/DC+/DC-/AC の順に入力し、温度変化を測定する。尚、熱流出を小さくするため、径が 10 μm レベルの極細熱電対を用いた。発表では測定原理の詳細を説明し、室温のトムソン係数評価結果について報告する予定である。

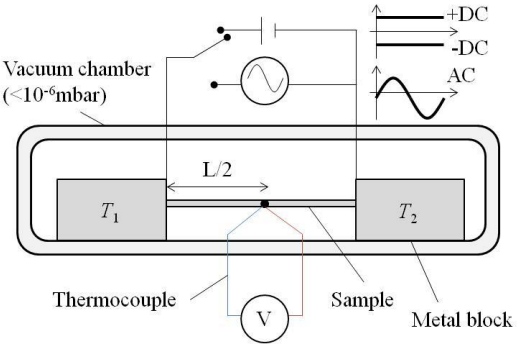

図 1　トムソン係数評価装置のブロック図

© 2013 年　応用物理学会