

課題番号 : F-18-UT-0121  
 利用形態 : 機器利用、技術補助  
 利用課題名(日本語) : 熱電変換材料の無次元性能指数評価  
 Program Title (English) : zT estimation for thermoelectric material  
 利用者名(日本語) : 山下大輔, 長谷川靖洋  
 Username (English) : Daisuke Yamashita, Yasuhiro Hasegawa  
 所属名(日本語) : 埼玉大学大学院理工学研究科  
 Affiliation (English) : Saitama University  
 キーワード/Keyword : 熱電材料, 熱伝導率測定, 比熱測定, 切削, 研磨

## 1. 概要(Summary)

本研究では、 $zT$  が無次元量であることに着目し、熱流測定を行わず、熱電変換材料のペルチェ効果を用い、電気測定のみで熱伝導率や比熱測定を目指した新しい熱物性測定手法の確立を目的とした。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

ダイシングソーDAD3650

### 【実験方法】

熱電変換材料はゼーベック係数  $S[V/K]$ , 抵抗率  $\rho[\Omega m]$ , 熱伝導率  $\kappa[W/mK]$  の3つ物性値(熱電パラメータ)を用いた性能指数  $Z=S^2/(\rho\kappa)[K^{-1}]$  に、絶対温度  $T[K]$  を乗じた無次元性能指数  $zT[-]$  を用いて見積もられている。本研究ではインピーダンススペクトロスコピー法(以下、IS法)を用いて、 $zT$  が無次元であることに着目し熱電変換材料に電流  $I$  を流しペルチェ熱  $Q_p$  を駆動させ、そのインピーダンス  $Z(\omega)$  の周波数依存性から無次元性能指数  $zT$  と抵抗率  $\rho(\propto Re[Z(\infty)])$  を決定した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

本研究で遂行するバルク形状の材料において、特徴的な熱周波数( $f_{TE}$ )は熱拡散率と長さで決まるため、例えば 300K において測定すべき周波数領域が数百  $[\mu Hz]$  ~ 数百  $[mHz]$  と極めて小さい。交流測定の際、デジタルロックインアンプでの測定に加えて、申請者が提案している、コンピュータ制御による高精度電流源と高感度電圧計を組み合わせた交流測定手法である Quasi-AC 法(Y. Hasegawa, *JAP*, 123, 235107 (2018))を用いて、数十  $[\mu Hz]$  までの超低周波数に対応した初期実験結果を Fig. 1 に示す。周波数領域でのインピーダンス周波数測定に基づき、高い精度で  $zT=0.577$  が得られた。さらに、高周波数側のインピーダンスより、抵抗率  $\rho=13.4[\mu\Omega m]$  が得られている。

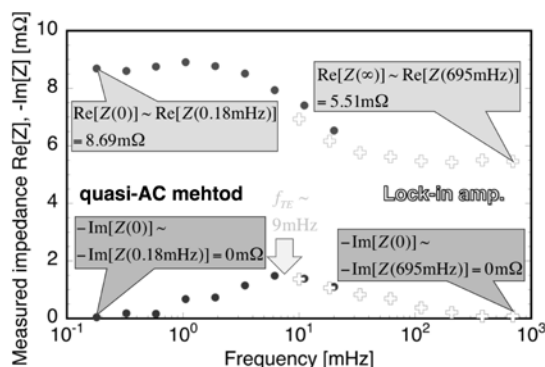


Fig.1 Current frequency dependence of impedance of the thermoelectric material using 2- and 4-probe method.

## 4. その他・特記事項(Others)

本研究の一部は、科学研究費補助金基盤研究(B)ならびに不二科学技術振興財団の支援によって進められた。

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) Yasuhiro Hasegawa, Mioko Otsuka, “Temperature dependence of dimensionless figure of merit of a thermoelectric module estimated by impedance spectroscopy”, *AIP Advances*, Vol. 8, 075222 1-11 (2018)

(2) Taichi Arisaka, Mioko Otsuka, Yasuhiro Hasegawa, “Investigation of carrier scattering process in polycrystalline bulk bismuth at 300 K”, *Journal of Applied Physics*, Vol. 123, 235107 (2018)

(2) Hiroyuki Morita, Taichi Arisaka, Mioko Otsuka and Yasuhiro Hasegawa, “Simultaneous transport coefficient measurements for individual bismuth wire embedded in quartz template applying nano-fabrication”, *Applied Physics Express*, Vol. 12, 011008 (2019)

## 6. 関連特許(Patent)

なし