

擬一次元伝導体マイクロリボンの熱電特性評価

Evaluation of thermoelectric properties on individual
quasi-one-dimensional micro ribbon conductors

○佐久間 佑、西野 俊佑、宮田 全展、小矢野 幹夫 (JAIST)

○Tasuku Sakuma, Shunsuke Nishino, Masanobu Miyata, Mikio Koyano (JAIST)

E-mail: s1430033@jaist.ac.jp

熱電発電の幅広い実用化が求められる中、熱電材料設計の指針として原子・分子レベルの制御と環境負荷の低減が求められており¹⁾、これを満たす材料として例えばカーボンナノチューブが研究されている。我々は低次元的な結晶構造を持ち、かつ希少元素を含まないという観点から、遷移金属トリカルコゲナイドのひとつである TiS_3 に着目した。 TiS_3 の結晶構造は Fig. 1 に示すように、Ti-S の三角柱が b 軸方向に伸びた特殊な構造である。この構造を反映して TiS_3 単結晶は針状マイクロリボンとなることが知られている。我々は既に四端子 3ω 法を用いて TiS_3 マイクロリボンの熱伝導率の測定に成功している²⁾。 TiS_3 は半導体であるため、大きな熱電能が期待される。本研究では 3ω 法の装置を改良することで、マイクロリボンの熱電物性(電気抵抗率 ρ , 熱伝導率 κ , ゼーベック係数 S)を評価することを目的とする。

改良した装置の概略図を Fig. 2 に示す。ピッチ 0.3 mm の電極の電圧端子に 2 組の K 熱電対をハンダ付けし、片側にマンガニン線ヒーターを配置して温度差 ΔT を与える。発生した熱起電力 ΔV は電圧端子より測定する。 ρ と κ は $\Delta T = 0$ の状態で従来通り四端子 3ω 法の式

$$\kappa \cong \frac{\sqrt{2} I_0^3 L R R'}{\pi^4 V_{3\omega} A} \left(R' \equiv \frac{dR}{dT} \right)$$

を用いて算出した。ここで I_0 は試料への入力電流、 L, A は試料長さ と断面積、 R は試料の電気抵抗、 $V_{3\omega}$ は 3ω 電圧の低周波極限である。

室温での TiS_3 マイクロリボンの熱起電力 ΔV の測定結果を Fig. 3 に示す。 ΔV と ΔT は良い比例関係を示し、 $-770 \pm 20 \mu\text{VK}^{-1}$ もの大きな熱電能を示すことが分かった。既に報告した TiS_3 マイクロリボンの $\kappa = 11 \text{ WK}^{-1}\text{m}^{-1}$, $\rho = 3.5 \text{ m}\Omega\text{m}$ と合わせると、 $ZT = 0.005$ となる。これは過去に報告されている TiS_3 集合体の $ZT = 0.002$ と比較すると 2 倍以上の値である³⁾。

1) 日本熱電学会ホームページ, <http://thermoelectrics.jp/zata/120207.pdf>.

2) 佐久間、西野、宮田、小矢野、第 12 回日本熱電学会学術講演会 (2015, 九州大学, PS-27).

3) E. Guilmeau, *et al.*, Chemistry of Materials **26**, 5585 (2014).

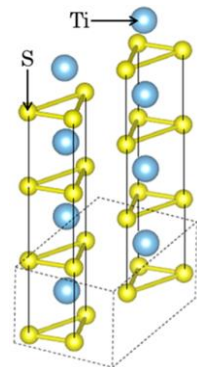
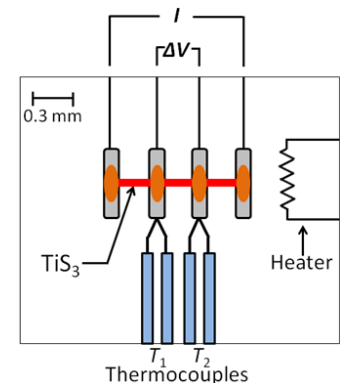
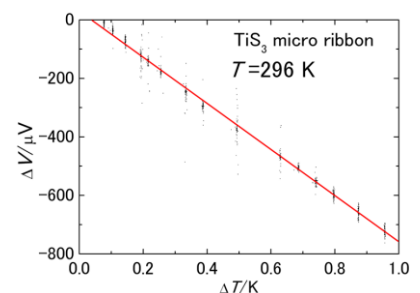
Fig. 1 Crystal structure of TiS_3 

Fig. 2 Setup for measurement

Fig. 3 ΔV - ΔT plot of TiS_3