

ケステライト化合物 $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ を用いた環境調和型熱電デバイスの開発

Environmentally friendly kesterite $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ -based thermoelectric device

宮崎大工 °永岡 章, 長友 克馬, 岡本 晃一, 吉野 賢二, 西岡 賢祐

Univ. of Miyazaki, °A. Nagaoka, K. Nagatomo, K. Okamoto, K. Yoshino, K. Nishioka

E-mail: nagaoka.akira.m0@cc.miyazaki-u.ac.jp

【はじめに】

現在高効率な熱電材料には有毒元素やレアメタルが用いられており、環境調和性の高い材料を用いた熱電デバイスの開発は熱電発電の普及に必要な要素である。我々は、環境調和したケステライト化合物 $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ (CZTS) 単結晶において Cu/Zn 不規則構造によって固有の低熱伝導度を有しながら、組成制御とドーピングによる高い電気的特性を実現した。これによって 800 K において無次元性能指数 $ZT = 1.6$ を達成している[1]。本発表では環境調和型熱電デバイスを目標として、p 型 CZTS 単結晶を用いたシングルレグデバイスを作製し、熱電発電特性と長期安定性に関する特性について報告する。

【実験方法】

溶液成長である移動ヒーター法 (THM) を用いて構成元素である Sn 溶媒から CZTS 単結晶を作製した[2]。単結晶インゴットはダイヤモンドブレードを用いて $5 \times 5 \times 10$ mm のシングルレグに加工し、上下部を鏡面研磨後に Au を蒸着した。Au 薄膜蒸着後に Ag ペーストを用いて Cu 電極と接着した。作製したシングルレグは、実験的な熱電発電特性と CZTS/Au 界面特性、COMSOL による理論効率から評価した。長期安定性については、熱電発電特性を複数回測定後に走査型透過電子顕微鏡 (STEM) を用いて元素の拡散について評価した。

【結果・考察】

作製した p 型 CZTS 熱電素子は、温度差 $\Delta T = 473$ °C において最大出力 96 mW を示し、変換効率 4% を達成した。図 1 に最大温度 500 °C で測定後の素子を用いた CZTS/Au 界面の組成マッピングを示す。高温動作後であるが、CZTS の構成元素の Au 側への拡散はほとんど見られず、Au が拡散防止層として機能する事が明らかになった。界面の接触抵抗や理論変換効率については当日報告する。

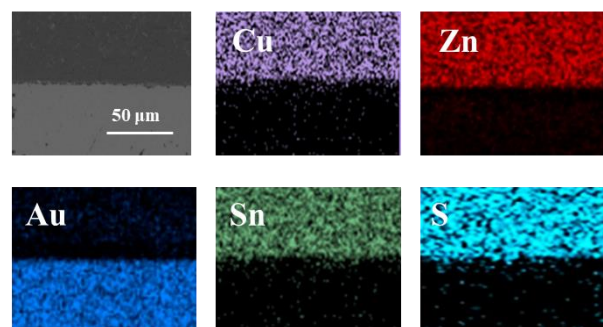


図 1 CZTS/Au 界面における元素マッピング

【参考文献】

- [1] A. Nagaoka *et al.*, J. Mater. Chem. A, **9**, 15595 (2021).
- [2] A. Nagaoka *et al.*, J. Crystal Growth **423**, 9 (2015).