

金属酸化物薄膜の熱電能・熱伝導

Thermopower & Thermal Conductivity of Metal Oxide Thin Films

北大電子研 °太田裕道

Research Institute for Electronic Science, Hokkaido University, °Hiromichi Ohta

E-mail: hiromichi.ohta@es.hokudai.ac.jp

現在、性能指数 ZT が 2 を超える熱電変換材料として知られる物質のほとんどは Bi_2Te_3 、 PbTe 、 SnSe などの金属カルコゲン化物だが、これらは熱・化学的安定性に乏しく、資源的な問題もあり、あまり普及していない。こうした金属カルコゲン化物の問題に対し、 $\text{Na}_{0.75}\text{CoO}_2$ や $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$ 、電子ドープ SrTiO_3 などの金属酸化物は優位性があるものの、肝心の ZT が極めて低いため、熱電変換材料としての注目度はあまり高くない。代表的な金属カルコゲン化物である Bi_2Te_3 と金属酸化物の室温における熱電特性を比較すると、どの金属酸化物も市販 Bi_2Te_3 と比較して一桁以上 ZT が低い (表)。

表 Bi_2Te_3 と金属酸化物の室温における熱電特性比較

	市販 Bi_2Te_3	$\text{Na}_{0.75}\text{CoO}_2$ ^{※1}	$\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$ ^{※2}	SrTiO_3 ^{※2}
熱電能 S ($\mu\text{V K}^{-1}$)	~200	~110	~120	~100
導電率 σ (S cm^{-1})	~1000	~600	~300	~3000
出力因子 ($\text{mW m}^{-1} \text{K}^{-2}$)	~4	~0.7	~0.4	~2.5
熱伝導率 κ ($\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$)	~1.5	~7	~3	~12
性能指数 ZT	~0.8	~0.03	~0.04	~0.08

^{※1}B. C. Sales *et al.*, *Phys. Rev. B* **70**, 174419 (2004), ^{※2}H. Ohta *et al.*, *Inorg. Chem.* **47**, 8429 (2008).

筆者らの研究グループでは、これまでに超格子^[1]や電界誘起二次元電子ガス^[2]の量子サイズ効果による電子ドープ SrTiO_3 の熱電能増強や、重金属元素置換による層状コバルト酸化物の低熱伝導率化に関する研究^[3]を行ってきた。本講演では、これらに加えて、金属酸化物薄膜の熱電能・熱伝導に関する最近の研究結果^[4-7]について紹介する予定である。

[1] H. Ohta *et al.*, *Nat. Mater.* **6**, 129 (2007); Y. Zhang *et al.*, *Nat. Commun.* **9**, 2224 (2018).

[2] H. Ohta *et al.*, *Nat. Commun.* **1**, 118 (2010); H. Ohta *et al.*, *Adv. Mater.* **24**, 740 (2012).

[3] H.J. Cho *et al.*, *Adv. Mater. Interfaces* **7**, 1901816 (2019); Y. Takashima *et al.*, *J. Mater. Chem. A* (DOI: 10.1039/D0TA07565E).

[4] A. Sanchela *et al.*, *Phys. Rev. Mater.* **1**, 034603 (2017); A. Sanchela *et al.*, *Small* **15**, 1805394 (2019).

[5] G. Kim *et al.*, *ACS Appl. Electron. Mater.* **2**, 2507 (2020).

[6] Q. Yang *et al.*, *Adv. Mater. Interfaces* **6**, 1901260 (2019).

[7] D. Liang *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **116**, 143503 (2020); *ACS Appl. Electron. Mater.* **2**, 3454 (2020).