

金属酸化物を用いた熱電素子の開発

～不純物添加による CaMnO_3 の熱電特性の向上～

工学研究科 電気物性工学専攻

○助教 森 英喜、准教授 吉田 晴彦

キーワード

熱電素子, 金属酸化物, 不純物添加, 性能指数

研究概要

熱エネルギーを直接電気エネルギーに変換する熱電変換技術は、エネルギー問題を解決する 1 つの方法として注目されている。現在実用化されている熱電素子は高温大気中で不安定であること、また毒性の強い材料を使用していることなどの問題がある。これらの問題を解決するため、高温大気中で安定であり、毒性の弱い材料で構成されている金属酸化物を用いた熱電素子が期待されている。本研究では、n 型金属酸化物熱電素子の中でも、ゼーベック係数 S が高く、熱伝導率 κ が低い CaMnO_3 に注目し、性能指数 $Z (=S^2\sigma/\kappa)$ の向上のため、高い S と低い κ を維持したまま導電率 σ の向上を目的とし、Mn サイトへの不純物添加を行った。添加元素として、Mn のイオン半径に近く、価数が高い W^{6+} 、 Nb^{5+} を用い、熱電特性に対する不純物添加効果について検討した。

図 1 に W または Nb を添加した CaMnO_3 の σ の添加量依存性を示す。比較のため、添加無の試料の結果についてもあわせて示す。W または Nb を添加した試料は添加無の試料に比べ σ が向上した。この要因は、Mn サイトに Mn^{4+} よりも価数の多い W^{6+} または Nb^{5+} が置換したことによりキャリアである電子が増加したためであると考えられる。また、ここには示していないが、W または Nb の添加によって、 S は減少し、 κ も減少した。図 2 に W または Nb を添加した CaMnO_3 の Z の添加量依存性を示す。図 2 に示すように、W または Nb を添加した CaMnO_3 の Z の最大値は同程度となったが、添加原料である WO_3 の価格は Nb_2O_5 の約 1/5 であるため、W を添加した CaMnO_3 の方が熱電材料として有望であると考えられる。

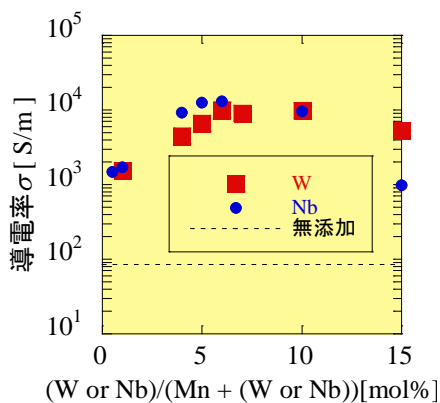


図 1 導電率の添加量依存性

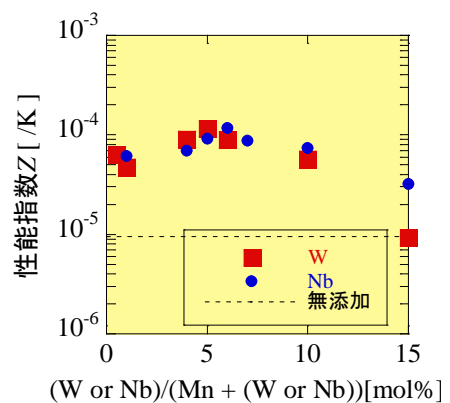


図 2 性能指数の添加量依存性

アピールポイント

本研究テーマは、未利用のまま廃棄している熱の有効利用を目的に行っており、人口増加に伴うエネルギー資源の枯渇に対して有効な技術である。今後は更なる高効率化を目指して研究を進めていく。

学会発表：森英喜, 吉田晴彦 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会, 14p-P22-8, 2016.