

4端子電気抵抗測定による熱電性能評価法の高度化

- 4端子電気抵抗測定による正確な熱電性能評価法を開発
- 熱解析により接触抵抗等の影響を排除した評価モデルを構築
- 熱電発電素子の生産プロセスの改善に貢献

研究のねらい

廃熱を電気エネルギーへ直接変換する熱電発電技術は、工場配管やIoTセンサ向け無線電源など豊富なアプリケーションが期待されています。熱電発電技術の普及のためには、正確かつ迅速な熱電発電素子の性能評価法の確立が必須の技術課題となっています。我々は電気計測から直接素子の変換効率を評価できる「交流ハーマン法」に着目し、電気標準で用いられる精密計測技術と熱補正解析を活用して高精度化の研究を進めています。従来よりも正確かつ簡便な性能評価により、高効率な材料開発や品質検査プロセスの改善が期待でき、熱電発電分野における応用技術開発の促進へ貢献します。

研究内容

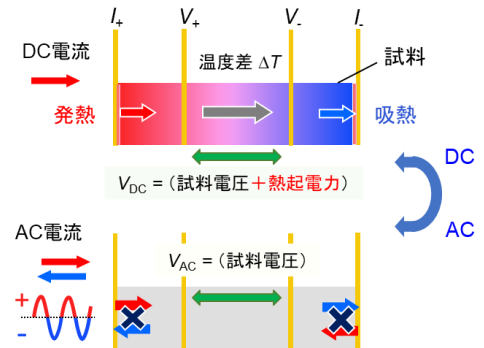
本研究では、交流と直流の電流印加時の電圧差（熱電効果の応答差）の測定から、試料の熱電変換効率を直接評価します（交流ハーマン法）。この手法では、原理的には素子構造や微小単結晶、薄膜構造など様々な形状の試料を電気計測により簡便に評価することができます（上図）。

しかし、電気抵抗測定で基本的な2端子法と4端子法では結果に大きな差異が生じることが知られています。これは主に特定の低周波電流では試料内部の温度分布が複雑になるためです。材料物性や形状によりこの領域は異なるため、正確な評価のためには周波数の検討が測定毎に必要でした。

そこで接触抵抗の影響を排除でき、より正確に評価できる4端子法における厳密解を熱解析により導きました。新たな評価モデルにより試料の物性や形状によらず、正確な交流ハーマン法の評価が可能になります（下図）。より複雑な条件での熱解析を行うことで、高精度な熱電性能評価法の確立を目指しています。

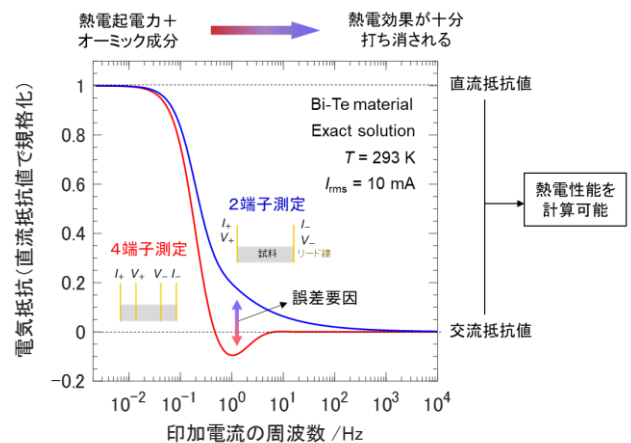
今後の展開

- 熱電変換素子の性能評価に関する技術コンサルティング
- 微小試料の熱電性能・電気特性評価
- 薄膜試料の熱電性能・電気特性評価



熱電効果（ペルチェ効果）の応答差を利用

交流ハーマン法の測定原理図



2端子及び4端子抵抗測定における印加電流の周波数依存性の計算結果