

News Release

株式会社 白山

2017.11.17

高性能多孔質熱電材料の創製に成功 —未利用熱を有効利用する高耐久性熱電変換モジュールの実現を目指す—

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)プロジェクトにおいて、当社は、従来のn型熱電材料に対し6割以上の出力因子の性能を有する多孔質p型マグネシウムシリサイド系熱電材料の創製に世界で初めて成功しました。

今後、自動車エンジンの排熱や産業分野で300～400℃の未利用熱エネルギーを電力に変換する低コスト・高耐久性熱電変換モジュールの実現を目指します。

なお、本成果は、2017年11月20日から22日まで東京ビッグサイトで開催される「INCHEM TOKYO 2017」の「NEDO省エネルギー技術フォーラム2017」で展示、最新の省エネルギー技術として取り組みや開発について紹介します。

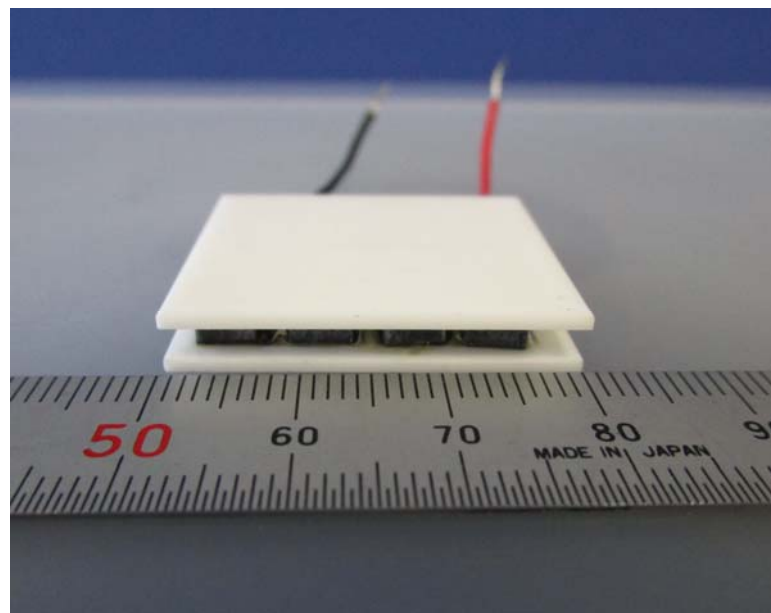


図1 多孔質マグネシウムシリサイド系熱電材料で試作した熱電変換モジュール

1. 概要

NEDOは2015年度より「未利用熱エネルギーの革新的活用技術研究開発」プロジェクトを実施しており、事業範囲の中でイノベーションの創出やプロジェクトにおけるさらなる成果につなげるためには、当該事業分野において、関連する技術シーズの発掘や、技術課題の解決につながる取り組みを加速する必要があります。そこで、プロジェクトで開発を行っている「熱電変換材料・デバイス高性能高信頼化技術開発」に関して、これまでに取り組めていない新たな技術・材料などを発掘し、本格研究への移行の可能性を確かめることを目的に小規模研究開発を実施してきました。

今般、当社は、石川県工業試験場、国立大学法人北陸先端科学技術大学院大学と共同で、マグネシウム(Mg)-シリコン(Si)-スズ(Sn)を出発原料とした基材を、造孔材(ポリビニルアルコール:PVA)を用いて多孔質化処理することで、多孔質 n 型熱電材料の開発に成功しました。さらにこの手法を p 型熱電材料に応用展開し、電子構造計算に基づく物性予測を行うことで、n 型熱電材料に対し 6 割以上の出力因子の性能を有する多孔質 p 型マグネシウムシリサイド(Mg-Si-Sn)系熱電材料の創製に世界で初めて成功しました。今後、自動車エンジンの排熱や産業分野における 300~400°Cの未利用熱エネルギーを電力に変換する低コスト・高耐久性熱電変換モジュールの実現を目指します。

なお、この研究の成果内容は平成29年11月20日~22日に開催される「INCHEM TOKYO 2017」の「NEDO省エネルギー技術フォーラム」のブース内で展示します。なお、詳細は以下URLをご参照ください。

「NEDO省エネルギー技術フォーラム2017」の開催 : http://www.nedo.go.jp/events/DA_100072.html

2. 今回の成果

従来、n 型のマグネシウムシリサイド系で高い熱電性能を示すことは知られていますが、p 型については約 2 割程度の出力因子(Power factor)しか得られていませんでした。このためモジュール作製の際には、n 型熱電素子にはマグネシウムシリサイド系熱電材料、p 型熱電素子にはマンガンシリサイド系熱電材料を使用することが提案されていましたが、これらの構造では、熱電発電モジュール化した際に熱膨張率の差による熱応力破壊耐性に課題がありました。

本研究では、当社が熱電材料の性能の向上、石川県工業試験場が構造解析、北陸先端科学技術大学院大学が詳細な電子構造計算に基づく物性予測を担当して、高効率化への研究開発を進め、Mg-Si-Snを出発原料とし、PVAを用いて多孔質化処理をする新技術で、無次元性能指数 $ZT=1.0(450^{\circ}\text{C})$ の多孔質 n 型熱電材料を開発しました。さらにこの手法を p 型熱電材料に応用展開し、電子構造計算に基づく物性予測を行うことで多孔質 p 型 Mg-Si-Sn 系熱電材料の創製に世界で初めて成功しました。この新技術は、孔を含まない熱電材料と同等の導電率を持ちながら低熱伝導率であるという特殊な特徴や、「真空・不活性ガス置換焼結」という一般的な生産方式に基づいているため、工業生産への移行が容易であるという特徴を有しています。

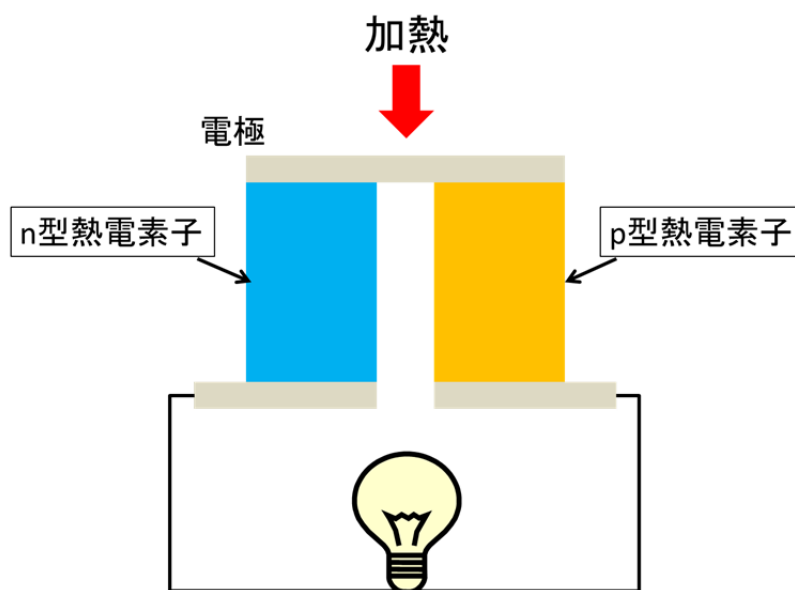


図 2 熱電デバイスの構成

得られた多孔質材料の出力因子の温度依存性を図 3 に示します。実用温度である 300°C 付近において、多孔質 n 型熱電材料で 2.0mW/K²m 以上、多孔質 p 型熱電材料で 1.14mW/K²m (多孔質 n 型に対し 6 割以上の性能) を実現しています。特に p 型材料の値は従来モジュールのマンガンシリサイドと同等の値であり、同一組成材料で構成された高耐久性の熱電変換モジュールを作ることが可能となりました。

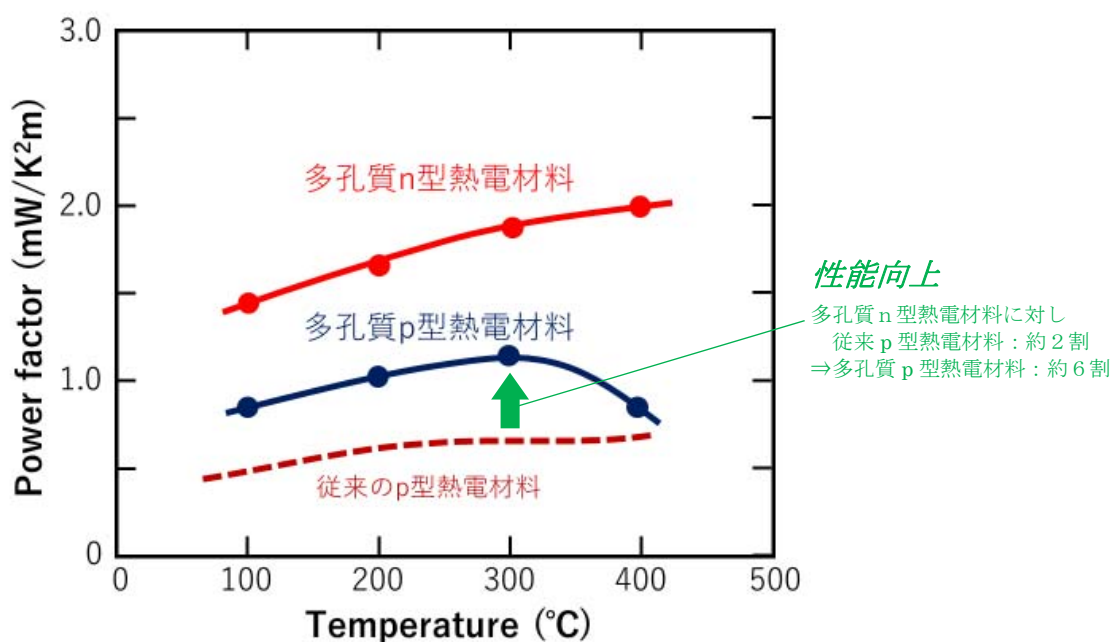


図 3 多孔質マグネシウムシリサイド系熱電材料 (n 型、p 型) の出力因子の温度依存性

3. 今後の予定

本材料の製造技術は「真空・不活性ガス置換焼結」という一般的な生産方式に基づいているため、工業生産への移行が容易であることが特徴であり、熱電変換モジュールの低コスト化にも寄与します。さらなる研究開発を推進し、2020 年度末を目途に実用化および事業化を目指します。