

遠心力を利用して厚膜熱電素子を作製

高効率熱電素子の実現に近づく



杵鞭 義明

きねむち よしあき

y.kinemuchi@aist.go.jp

先進製造プロセス研究部門
先進焼結技術研究グループ
研究員
(中部センター)

無機・金属材料のプロセス研究に従事しています。特に外力場を利用することで特徴的な微構造を発現させ特性の向上を図っています。これらの材料は莫大なエネルギーを投入して製造されますが、その多くが廃熱となっています。熱電発電は未だ多くの問題を抱えていますが、エネルギーの有効利用を目指して、電気炉や鋳物プラントへの実用化研究を進めています。

関連情報:

● 共同研究者

石黒 裕之 (新東工業株式会社)、内村 勝次 (新東パイセラックス株式会社)

● 参考文献

特開 2004-210593「遠心焼結装置」(渡利 広司、杵鞭 義明、内村 勝次、石黒 裕之、森光 英樹)

● プレス発表

2008年3月10日「遠心力を利用して厚膜熱電素子を作製」

熱電発電

熱電発電とは、熱エネルギーを直接電気エネルギーに変換する技術です。特徴として、可動部分がないため信頼性が高くメンテナンスフリーで長寿命であること、小規模でも効率が低下しないことなどが挙げられます。

熱電厚膜を用いた発電素子は、形状デザインの自由度が高いため、希薄かつ分散した多種多様な熱エネルギー源に適用しやすく、廃熱エネルギーの有効利用のためには重要と考えられています。

遠心加圧溶融法

私たちは、遠心力による均一加圧を利用した新プロセス(遠心加圧溶融法)を開発し、ビスマス-テルル系高性能熱電厚膜の作製に成功しました。この方法では、あらかじめ溝加工を施した型(絶縁酸化物の基板)に原料粉末を所定量充填した後、蓋をかぶせて閉鎖空間とします。この基板に、厚さ方向の遠心力を加えながら、原料を溶融・凝固させて熱電厚膜を得る方法(図1)で、密度がほぼ100%の膜が得られ出力の増加に貢献します。また、メッキ法に比べて簡単な工程であり、かなり厚い膜を作製することもできます。

遠心加圧溶融法によってビスマス-テルル系熱電厚膜(厚さ200 μm、幅3 mm、長さ12 mm)を作製したところ、室温での出力因子が 4.2×10^{-3} W/mK²であり、無次元性能指数は熱電材料として実用レベルである1を上回っていました。均一加圧など遠心加圧溶融法特有の要因で、基板の厚み方向にc軸がそろった単結晶に近い構造ができたため高い電気伝導率が達成され、このような高性能が実現したと考えられます。

遠心加圧溶融法によって作製した厚膜熱電素子を図2に示します。溝加工を施した基板にビスマス-テルル系p型、n型となる組成の原料粉末を交互に充填し、1000 Gの遠心力を加えながら、材料の融点以上に加熱し、冷却することでp型、n型熱電厚膜素子を作製しました。得られた厚膜熱電素(厚さ200 μm、幅1.5 mm、長さ12 mm)は7対のp-n素子対で構成されており、すべての素子が高い出力因子を示しました。

今後の展開

実用可能な熱電発電素子の開発を進め、廃熱エネルギーの有効利用を実現させ、エネルギー・環境問題に貢献していきたいと考えています。

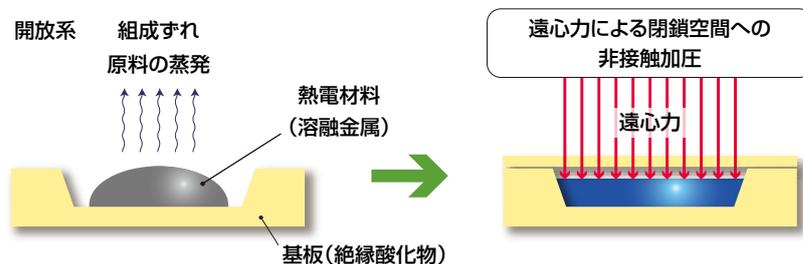


図1 遠心力による密閉空間への非接触加圧により高性能熱電厚膜の作製が可能

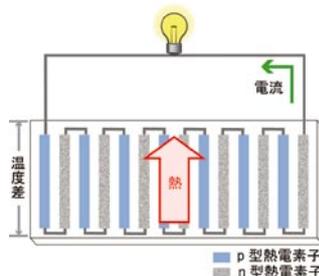
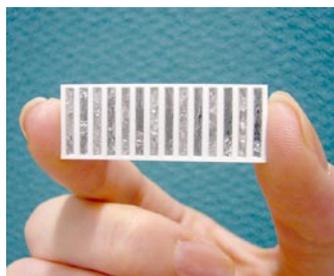


図2 遠心加圧溶融法によって作製した厚膜熱電素子