

Mg₂Si 系熱発電素子の接合方法の検討Examination of Joining Methods of Mg₂Si-based Thermoelectric ElementsME27 辻口 雅貴
指導教員 加藤 雅彦

1. 緒言

Mg₂Si 系熱電材料は工場の廃熱として出されている 673K 付近での熱電特性の高さから、シリサイド系の材料の中で注目を集めている。

当研究室では Mg₂Si 系熱電材料の常圧焼結に成功しているが^[1]、熱電素子は、一対での出力が小さいため、複数対の素子を組み合わせて使用する。接合部の抵抗が大きいと実際に発電できる出力電力の値が小さくなってしまふ。

熱電材料と電極との高温下における接合部の熱的安定性は発電モジュールとして使用するにあたり不可欠な事項である。しかしながら、材料 Mg は化学的に活性であること、Si は難接合材料であるために、安定した接合を得ることは困難である。このことについて検討することは、重要なことである。

そこで本研究では、Mg₂Si 系熱電材料の実用化に向けて接合方法の検討を行うことを目的とした。

2. 実験方法

原料として Mg, Si, Sn, Al, Ag を使用した。Al および Ag はそれぞれ n 型および p 型のドーパントとして添加した。組成式 Mg_{2-x}Si_{1-y}Sn_yM_x の原料粉末を 973K で 5 時間合成を行い、粉末を造粒した後、Ar ガス雰囲気中 300MPa でプレスを行い、n 型素子については 1173K、p 型素子については 973K で 3 時間焼結を行った。作製された p 型・n 型の常圧焼結体の間に Sn ペーストやはんだを塗付、または、Zn または Ni めっきを施した Ni または Cu 板を挟み、両側から押さえつけ、873K で Ar ガス雰囲気中または高真空雰囲気中で接合を行った。接合時間は 1~2 時間とした。

接合が成功したものについては pn 素子の接合部を小型電気炉に入れ、もう一方の端を水冷し、接合部と冷却側との間に 50K 差がついたところから、50K ステップで抵抗値を可変させ負荷特性を測定した。

3. 結果

接合材と雰囲気を変化させて接合実験を行った結果を表 1 に示す。Ni 板に Sn ペーストを塗付した試料では、Ar 雰囲気中、高真空雰囲気中ともに接合に成功した。Ni 板にはんだを塗付した試料では、Ar 雰囲気中では接合に成功したが、高真空雰囲気中では接合することができなかった。

Ni 板に Zn めっきを施した試料については接合に成功したが、Cu 板に Zn めっきを施した試料については接合することができなかった。

表 1 接合の結果

接合材	雰囲気	結果
Ni 板+はんだ	Ar 中	成功
Ni 板+はんだ	高真空中	失敗
Ni 板+Sn ペースト	Ar 中	成功
Ni 板+Sn ペースト	高真空中	成功
Cu 板+Zn めっき	高真空中	成功
Ni 板+Zn めっき	高真空中	失敗

接合に成功した Ni 板に Sn ペーストを塗付した試料と Cu 板に Zn めっきを施した試料については負荷特性の測定を行った。温度差 50K から 200K までを 50K ステップで測定した負荷特性の結果を図 1 に示す。Cu 板に Zn めっきを施した試料において、出力電力は Ni 板に Sn ペーストを塗付した試料に比べておよそ 2.2 倍の出力を得ることができた。また、内部抵抗は 0.71Ω を示し、昨年度の接合素子よりも 60%減少した。

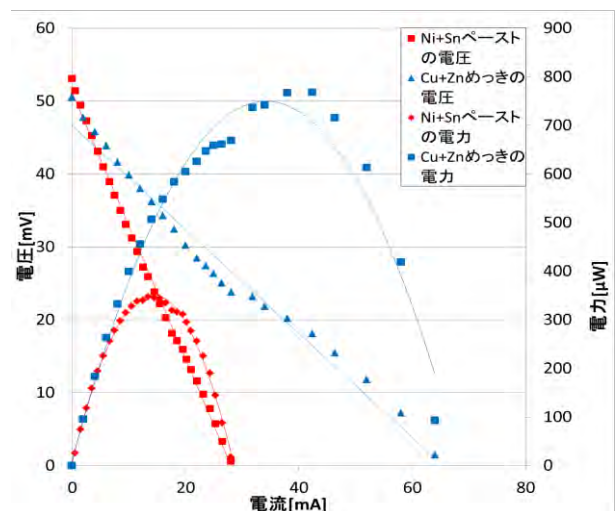


図 1 Ni 板に Sn ペーストと塗付した試料と Cu 板に Zn めっきを施して接合した素子の比較

4. 結言

Sn ペーストを塗付した Ni 板よりも Zn めっきを施した Cu 板による接合素子の方が、高い出力を得ることができ、昨年度の接合素子よりも内部抵抗を小さくすることができた。

文献

- [1] ドウマンジュ, 最上, 加藤, 井上, “常圧焼結による Mg₂Si の作製”, 第 23 回新構造・機能制御と傾斜機能材料シンポジウム講演要旨集, p.2, (2012)