

MnSi_{~1.73} 熱電モジュールの作製方法の検討Examination of production methods of an MnSi_{~1.73}-based thermoelectric moduleEE21 図師 寛太
指導教員 加藤 雅彦

1. はじめに

温度差により熱を電気に変換することを熱電変換といい、変換効率に優れた材料を熱電材料という。熱電材料は出力密度が小さいため、熱電モジュールと呼ばれる直列に多数接続された形で利用されている。熱電モジュールは機械的強度の確保と電気/熱伝達のため電極を形成して構成されているが、熱安定性の高い電極の形成が困難である^[1]。そこで我々は、活性金属ろう^[2]法に着目した。従来のメッキ法とは異なり、化学処理やフラックスを要しない接合方法である。本研究では、活性金属ろうを用いてマンガンシリサイド(MnSi_{~1.73})素子と電極を接合し、耐熱性の検討を行うことを目的とした。

2. 実験方法

接合には常圧焼結法^[3]とSPS法で作製した2種類のマンガンシリサイド素子を用いた。2種類の金属ろうTB-608T(東京ブレイズ製:70Ag-28Cu-2Ti)、BNi-6(米ウォールコルモノイ製:89Ni-11P)を用い、Ni板およびAl₂O₃板との接合を検討した。接合条件を結果と併せて表1および表2に示す。接合に成功した素子はアクリル系樹脂で埋め込み、研磨した後マイクロスコブを用いて接合面を観察した。耐熱試験は素子を温度600°Cまで3hで昇温し、30h保持した後、室温まで炉冷した。モジュールの使用後の放冷状態を想定し、大気中において温度600°Cまで3hで昇温した後、炉から取り出し室温まで放冷する耐熱試験を行った。双方の耐熱試験前後における接合部の抵抗値を測定した。

3. 結果

ろう材としてBNi-6を用いた場合、SPS体および常圧焼結体とNi板との接合は温度910°C、Ar雰囲気および1Paの真空中において接合に成功した。断面観察を行った結果、良好な接合層が観察されたが、SPS体および常圧焼結体どちらにおいても接合面ではなく素子内部に亀裂が確認された(Δ)。これは接合層とマンガンシリサイド素子との界面に生じる熱応力によるものだと考えられる。

ろう材としてTB-608Tを用いた場合、SPS体および常圧焼結体とNi板との接合は接合温度875°C、Ar雰囲気および1Paの真空中において接合に成功した。BNi-6接合体とは異なり、素子内部の亀裂は確認されなかった(O)。また、TB-608Tを用いた

SPS体とAl₂O₃板との接合は温度910°C、10⁻³Paの真空中の条件において成功した。

素子とNi板をTB-608Tで接合した試料の耐熱試験前後における抵抗値は、どの試料においても変化は見られず0.01Ω程度であった。

表1 SPS体の接合実験結果

ろう材	電極/ 絶縁板	温度 [°C]	保持時間 [min]	雰囲気	結果
BNi-6	Ni	910	10	Ar	△
				1Pa	△
TB-608T	Ni	875	10	Ar	○
				1Pa	○
	Al ₂ O ₃	910	10	10 ⁻³ Pa	○

表2 常圧焼結体の接合実験結果

ろう材	電極	温度 [°C]	保持時間 [min]	雰囲気	結果
BNi-6	Ni	910	10	Ar	△
				1Pa	△
TB-608T	Ni	875	10	Ar	○
				1Pa	○

4. おわりに

マンガンシリサイド素子とNi板およびAl₂O₃板との接合はろう材にTB-608Tを用いた場合に良好な結果を得られた。Al₂O₃板への直接接合も可能であったことから、電極板を使わず、ろう材をそのまま電極としてAl₂O₃板へパターニングしてモジュール化できる可能性がある。

30hの耐熱試験では抵抗値に変化は無かったが、耐熱試験の時間としては不十分なため、更なる長時間の検討が必要である。

文献

- [1] 中村倫之, 畠山和也, 箕輪昌啓, 水戸洋彦, 飯田努, 西尾圭史, 昭和電線レビュー, 60, pp.5-9, (2014)
- [2] 宮井明, 和田徹也, 蔭山俊之, “活性金属ろうを用いる接合方法”, 特開平7-2576 (1995-1-6)
- [3] T. Iizuka, M. Kato, I.J. Ohsugi, T. Kojima, I.A. Nishida, H. Kohri, I. Shiota, T. Suzuki, *Trans. Mater. Res. Soc. Jpn.*, 29, pp.2805-2807, (2004)