

FeSi<sub>2</sub> 熱電半導体の接合条件の検討Examination of Joining Conditions of FeSi<sub>2</sub> Thermoelectric SemiconductorEE11 岡本崇義  
指導教員 加藤雅彦

## 1. はじめに

昨年度までの本研究室の研究により、ろう材として Ni/Ti/Ni 箔を用いることで FeSi<sub>2</sub> 焼結体と銅板を接合することが可能だということが明らかになった。しかし、銅板にろう材の成分が拡散し、接合部分において電気抵抗が上昇してしまう恐れがあった。そこで、拡散防止層として Ni 箔を用い、拡散を抑えた状態での接合条件の検討を行った。また、FeSi<sub>2</sub> 焼結体の熱電特性の向上を目的とし、作製条件の見直しを行った。

## 2. 実験方法

原料には電解 Fe、多結晶 Si、電解 Mn、電解 Co、無酸素 Cu を用いた。仕込み組成を p 型は Fe<sub>0.92</sub>Mn<sub>0.08</sub>Si<sub>2.1</sub>、n 型は Fe<sub>0.96</sub>Co<sub>0.04</sub>Si<sub>2.1</sub> とし、原料を秤量した。半導体相を生成するための熱処理時間を短縮するために Cu を 0.5wt% 添加した。原料をアーク溶解しボタン状インゴットを作製した。インゴットを鉄鉢と自動乳鉢を用いて粉末にし、PVA を添加した。50MPa で仮プレスした粉末をふるいにかけて粒径を 180~355 μm に揃えた。造粒した粉末を大気中と Ar ガス中の 2 種類の雰囲気に分け、380MPa で本プレスを行なった。電気炉にて空気送風をしながら 400℃ まで昇温することで圧粉体から PVA を除去し、その後ロータリーポンプの真空中で焼結を行った。焼結温度 1165℃ にて 3 時間焼結後 800℃ にて 12 時間半導体化処理を施した。焼結体は表面を研磨し、室温でゼーベック係数、比抵抗を測定した。FeSi<sub>2</sub> と銅板の接合には Ni/Ti/Ni 箔と銀ろうを使用し、拡散防止層として Ni 箔を用いた。

## 3. 結果

プレス雰囲気の違いによるゼーベック係数および比抵抗の違いを表 1 に示す。大気中でプレスした試料に比べ Ar 中でプレスした試料の方が若干ながら性能の向上が認められた。これは、粉末を大気中でプレスすると、圧粉体内部に閉じ込められた空気が真空中でも除去できず、焼結体内部が若干酸化されてしまうが、Ar 中でプレスすることで酸化物の生成が減少し性能が向上したと考えられる。Ni/Ti/Ni 箔を用いた接合では、拡散防止層の Ni 箔を 1 枚使用し真空度 2.0×10<sup>-3</sup>Pa、加熱条件 1000℃ 4 分という条件で接合に成功した。銀ろうを用いた接合では、真空中で加熱条件 840℃ 4 分という条件で接合に成功した。接合に成功した試料の負荷特性を図 1 に示す。

表 1 FeSi<sub>2</sub>+0.5wt%Cu 焼結体の熱電特性

p 型		
プレス雰囲気	大気中	Ar 中
ゼーベック係数[μV/K]	388	409
比抵抗[×10 <sup>-3</sup> Ωm]	1.3	1.3
n 型		
プレス雰囲気	大気中	Ar 中
ゼーベック係数[μV/K]	-116	-127
比抵抗[×10 <sup>-3</sup> Ωm]	0.14	0.14

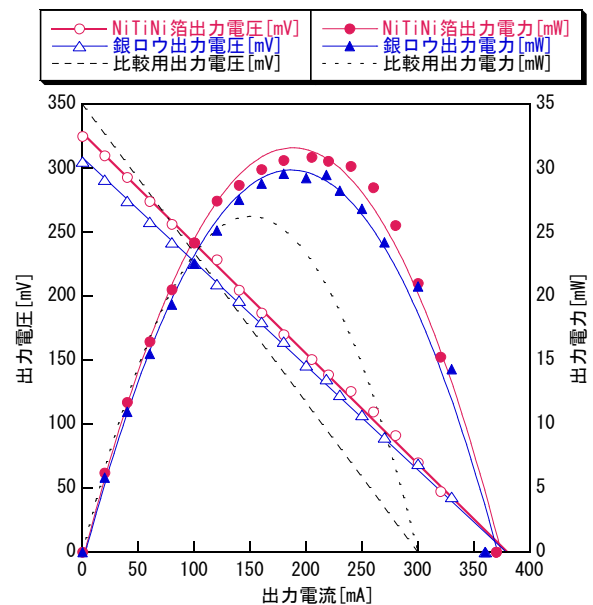


図 1 800℃ 差での Ni/Ti/Ni 箔使用接合試料及び銀ろう使用接合試料の V-I, P-I 特性

点線は従来の FeSi<sub>2</sub> 接合素子の V-I, P-I 特性

## 4. 結論

Ar 雰囲気中でのプレスにより、従来の大気中プレス試料に比べ高い性能の試料を作製することに成功した。Ni/Ti/Ni 箔を用いた接合と銀ろうを用いた接合で従来の FeSi<sub>2</sub> 接合試料よりも高い出力の試料を作製することに成功した。銀ろうを使用し接合した試料では負荷特性測定後に試料と銅板が剥離してしまったが、Ni/Ti/Ni 箔を使用し接合した試料では、接合部分に酸化が見られたものの、銅板との剥離は起きていなかった。このことから、Ni/Ti/Ni 箔は銀ろうに比べ高温で使用できるため、FeSi<sub>2</sub> 熱電半導体と銅板の接合に適したろう材であることがわかった。