

MnSi<sub>1.73</sub>-FeSi<sub>2</sub>接合素子の接合条件の検討と熱電特性An Investigation of Joining Condition and Thermoelectric Properties of MnSi<sub>1.73</sub>-FeSi<sub>2</sub> ElementsEE17 倉友 泰平  
指導教員 加藤 雅彦

## 1. 緒言

現在地球温暖化や資源の枯渇などが問題となっている。熱電半導体は工場などから出る排熱を直接電気に変換でき、エネルギーの有効利用に繋がるため注目されている。FeSi<sub>2</sub>は原料が資源的に豊富で、低純度でも特性を示すためp-n接合素子として使われている。FeSi<sub>2</sub>のp形はn形よりも内部抵抗が10倍大きいいため、p形の伝導型を示しFeSi<sub>2</sub>と使用温度が近く、内部抵抗が小さいMnSi<sub>1.73</sub>をn形のFeSi<sub>2</sub>と接合させることが出来れば、負荷特性を向上させ、優れたp-n接合素子の作製が可能だと考えられる。

この2つは異種材料であるため直接接合させることが困難であり、本研究室で5年間に渡って接合方法が研究されたが、成功には至らなかった。しかし、一昨年の研究では直接接合ではなく、FeSi<sub>2</sub>とMnSi<sub>1.73</sub>の間に銅板を挟んで加熱することによって接合に成功した。最近2年間の研究では、接合素子の負荷特性などのデータが得られてはいるが、接合条件に不明な点があり、接合面も改善の余地が残されている。

本研究では、MnSi<sub>1.73</sub>-FeSi<sub>2</sub>素子の良好な接合界面を得るために、接合時の温度を精確に測定することによって、接合条件を詳細に検討することを目的とした。

## 2. 実験方法

## [1]焼結体の作製

n形はFe<sub>0.96</sub>Co<sub>0.04</sub>Si<sub>2.1</sub>+1wt%Cu、p形はMnSi<sub>1.83</sub>の仕込み組成とし、原料をアルゴン雰囲気中でアーク溶解を行いインゴットを作製した。インゴットを鉄製乳鉢と自動乳鉢を用いて、粒径を3μm以下にした。粉末に結合剤として3wt%PVA水溶液を粉末の重量に対して1wt%PVAになるように加え、180~355μmの粒径にふるいをを用いて揃えた。造粒した粉末を8mm×32.5mmのダイスに充填し、380MPaで圧粉体に成型した。焼結温度はFeSi<sub>2</sub>を1140、MnSi<sub>1.73</sub>を1125とし、真空中で3時間焼結を行った。FeSi<sub>2</sub>は800で2時間の熱処理を施した。

## [2]接合実験

FeSi<sub>2</sub>とMnSi<sub>1.73</sub>の焼結体を精密切断機で8mm×10mm×3mmのサイズに切り出し、接合する面のみを回転研磨機で光沢が出るまで研磨した。接合に用いる試料は事前にX線回折を行なった。接合時の温度測定には白金-白金ロジウム(JIS規格R)の熱電対を用いた。R熱電対は測定範

囲が広く、劣化が少なく、精度も良いことから使用した。熱電対の作製には、スライダックで電流を調節しながら白金線と白金ロジウム線を先端で溶接した。対となった先端部分を、試料または銅板の温度測定をしたい箇所にアークパーカッションウェルダによって融着した。

熱電対を融着した状態でFeSi<sub>2</sub>とMnSi<sub>1.73</sub>の焼結体の間に厚さ1mmの銅板を挟み、周りをイソライト製の治具で囲み固定した。試料が3つ重なった上に約0.3gのイソライトを荷重として置いた。それらを電気炉に投入し、真空中で加熱処理を行った。

## 3. 実験結果および考察

FeSi<sub>2</sub>焼結体を下に置き、その上に銅板、MnSi<sub>1.73</sub>焼結体の順で重ね、1011で加熱した場合、接合界面は最も良好であった。ただし、この1011は試料直近にある熱電対で炉内温度を測定したものであるため、接合界面の実際の温度をR熱電対により測定した。結果を図1に示す。Cu-MnSi<sub>1.73</sub>界面では900付近で、Cu-FeSi<sub>2</sub>界面では950付近で温度が一定となる時間があった。物質が溶融する際には、温度が一定になるため、この温度はCuと試料が反応することによって溶融し、接合された温度として考えられる。X線回折の結果、接合部にはCu<sub>5</sub>SiとCu<sub>3</sub>Siのピークが見られ、Siの拡散によってCuとの化合物を生成し、接合が進行すると考えられる。

## 4. 結言

接合時の試料界面の精密な温度測定を行なった結果、試料界面での接合温度、CuとSiの化合物生成による接合進行の過程がわかった。

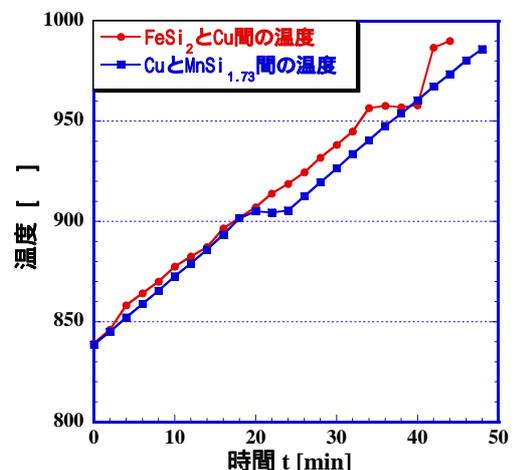


図1 接合部における温度測定結果