

EE09 内山 陽斗
 EE48 最上 輝一
 指導教員 加藤 雅彦

1. はじめに

昨年度までの当研究室において、FeSi₂ 熱電素子の一体型積層での作製が試みられた。アルミナ粉末を絶縁層として用い、p-n-p-n-...と順次直列になるようにダイスに粉末を充填し積層させ、プレスを行い焼結する方法である。p 形および n 形 FeSi₂ 粉末の粒径を 180~90 μ m に揃え、粉末の結合剤として用いる PVA の添加量を 1wt%とし、試料の厚さを 0.7mmとした場合、一對の U 字型 p-n 接合単独素子からは、温度差 800K のとき、9.4mW の電力が得られた。この素子を直列に接合しながら積層化することで、理論上では積層枚数に応じた任意に高い熱起電力を得ることができると考えられる。

昨年度の研究においては、主に粉末の粒径および PVA の添加量について検討が行われ、単独素子では焼結密度と熱起電力が向上した。U 字型ダイスを用い作製した 3 層一体型積層デバイスの内部抵抗は、単独素子の 2.03 倍と理論値である 3 倍以下となった。最大電力は単独型素子の 2.19 倍の 20.8mW と理論値の 3 倍には至らなかった。一昨年作製された素子に比べヒビが少なく密度が改善されたが、依然としてヒビの発生を改善することが問題として残った。

本研究では、素子の焼結密度の向上を狙い、粉末の作製方法、ならびに一体型積層デバイスの積層方法について検討を行い、作製した FeSi₂ 一体型積層デバイスの熱電特性を評価することを目的とした。

2. 実験方法

p 形は Fe_{0.92}Mn_{0.08}Si_{2.1}、n 形は Fe_{0.96}Co_{0.04}Si_{2.1} の組成で、どちらも 0.5wt%Cu を添加しアーク溶解によりインゴットを作製した。インゴットを 3 μ m 以下に微粉砕して粉末の結合剤として PVA を 1wt%加え、ふるいを用いて粒径を 180~90 μ m(中粒)、90~45 μ m(小粒)、45 μ m 以下(極小粒)の 3 種類の団粒に揃えた。U 字型および方形ダイスに粉末を充填し、冷間プレスによって p-n 一對とした単独素子の圧粉体を成型した。プレス圧は U 字型ダイスで 294MPa、方形ダイスの場合は 370MPaとした。添加した PVA を除去することを焙焼といい、焙焼条件は昇温速度 80 $^{\circ}$ C/h で 200 $^{\circ}$ Cまで上昇させた後、昇温速度 200 $^{\circ}$ C/h で 400 $^{\circ}$ Cまで上昇させる条件で、焙焼後は炉内を真空にし、昇温速度 200 $^{\circ}$ C/h で 1170 $^{\circ}$ Cまで上昇させ 3h20min 焼結した。その後、大気中 800 $^{\circ}$ Cで 25h の熱処理を施し、焼結密度、温度差一

熱起電力特性、負荷特性を測定した。

次に、U 字型および方形ダイスを用い、p と n の粉末を p-n-p-n-...と直列接続となるように積層し、どちらのダイスも単独素子と同じ条件で冷間プレスし、2 層および 3 層の一体積層型デバイスの圧粉体に成型した。粉末の粒径は単独素子の場合と同じ条件とした。p 形層と n 形層の間の絶縁層には粒径 90 μ m 以下のアルミナ粉末を用いた。焼結条件は、単独素子と同じ条件で行った。積層デバイスは一層の厚さが薄くなると、焼結後の冷却速度が速い場合にヒビ等が生じやすいため、焼結後は 800 $^{\circ}$ Cまで 100 $^{\circ}$ C/h で降温し、その後炉冷した。

3. 実験結果

昨年度(中粒にて積層)と本年度(小粒にて積層)において、最も大きい最大電力が測定された U 字型 3 層一体積層デバイスの負荷特性を図 1 に示す。昨年度作製した素子に比べ、開放電圧は減少したが短絡電流は増加し、最大電力は 25.5mW と 1.23 倍増加した。

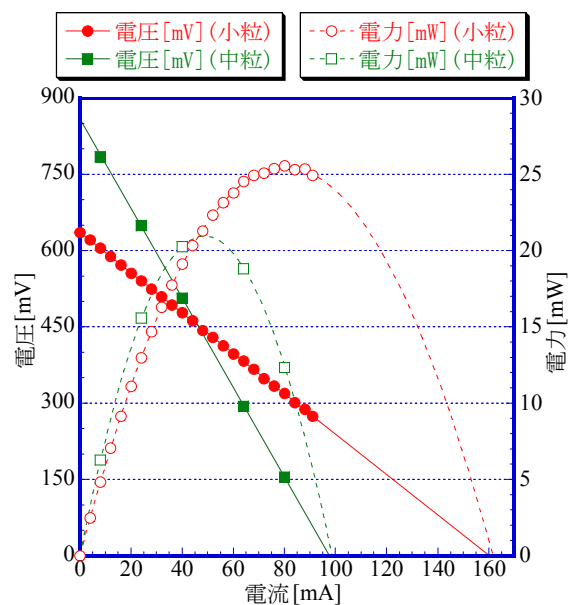


図 1 U 字型 3 層一体積層デバイスの負荷特性

4. おわりに

粒径 90~45 μ m(小粒)の団粒を用いて作製した U 字型 3 層一体積層デバイスは、昨年度作製された素子よりも内部抵抗が小さく、電流も大きい値を得られた。また、最大電力は昨年度のものより 1.23 倍大きい 25.5mW の電力が得られた。更なる作製方法の検討により特性向上が期待される。