

CrSi₂-CoSi 熱電素子の接合条件の検討Examination of Joining Conditions of CrSi₂-CoSi ThermoelementsEE24 佐藤 雄紀
指導教員 加藤 雅彦

1. 緒言

熱電半導体とは、熱による温度差を電気に変換することができる半導体である。その中でも CrSi₂ と CoSi は耐熱および耐食性に優れ、融点がそれぞれ 1490 および 1460 と高い。つまりこの 2 種類を接合した CrSi₂-CoSi 熱電素子を作製することができれば、より高温の熱源からもエネルギーを回収することができる。

本研究では CrSi₂-CoSi 熱電素子について、p 形部の CrSi₂ や n 形部の CoSi 自体の特性を向上させるとともに、それらを接合させる研究が行われてきたが、Cr と Co は異種金属であるため接合が難しく、詳細な接合条件がわかっていない。

そこで本研究では CrSi₂ と CoSi の接合条件の検討として、焼結条件を変えて CrSi₂-CoSi 素子を作製し、熱電特性の評価を行うことを目的とした。

2. 実験方法

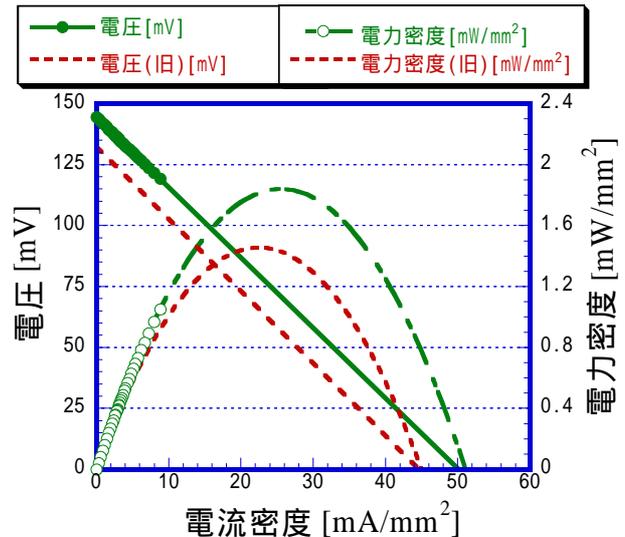
原料には、フレーク状の電解 Cr と電解 Co、および高純度 Si スクラップを用い、CrSi₂ および CoSi の組成になるように秤量し、Ar 雰囲気中でアーク溶解してインゴットを作製した。インゴットは自動乳鉢にて微粉碎し、結合剤として PVA (ポリビニールアルコール) を添加したのち、一旦プレスして仮成型した。再び試料を砕き、ふるいを用いて粒径 180~355 μm の団粒とした。これをダイスに充填し 376MPa で冷間プレスして圧粉体に成型した。圧粉体は、CrSi₂ および CoSi の単独試料と、それらを U 字型ダイスで接合させ一体成型した試料を作製した。圧粉体を電気炉に入れ、PVA を酸化除去 (焙焼) するため炉内を送風しながら 400 まで昇温した。400 に達したところで送風を止め、真空ポンプで炉内を真空にし、1200 ~ 1350 に昇温して、3~12h 焼結した。本研究では電気炉を真空にした後の焼結温度と焼結時間についての検討を行った。焼結条件は以下の通りである。

- (1) 1200 で 10h 焼結した後、1350 で 3h 焼結
- (2) 1200 で 5h 焼結した後、1350 で 3h 焼結
- (3) 1200 で 3h 焼結した後、1300 で 3h 焼結
- (4) 1200 で 12h 焼結
- (5) 1300 で 3h 焼結

3. 実験結果および考察

各焼結条件において、接合に成功していたのは (4) のものだけで、他のものは全て割れてしまった。

(4) の条件で作製した CrSi₂-CoSi 熱電素子と過去の研究で作製された CrSi₂-CoSi 熱電素子の 800 における負荷特性を比較したものを図 1 に示す。

図 1 CrSi₂-CoSi 熱電素子の負荷特性

本研究で作製した素子は過去に作製された素子より電圧、電力密度ともに高い値を示したが、計算による値のためこの通りであるとは限らない。

過去の研究で作製された素子は、真空中で 1200 -3h 焼結後、さらに 1300 に昇温し 3h 焼結する条件であったが、本研究での (4) の条件によって、比較的低い温度で長時間焼結することによって特性の良い素子を作製できたことになる。しかし CrSi₂ および CoSi 単独焼結体の密度は焼結温度が高い条件よりも低くなり、CoSi 単独焼結体では熱電特性が低下してしまった。過去のものより CrSi₂-CoSi 素子の特性が良かった点については、CrSi₂ と CoSi の接合状態が良く、抵抗が小さくなったためと考えられる。

4. 結言

CrSi₂ と CoSi の接合条件を検討した結果、真空中 1200 で 12h 焼結という条件で良好な特性が得られた。しかし素子の焼結密度は低く、向上させるには焼結温度を高くする必要があるが、1300 以上では素子が割れてしまうことがわかった。CrSi₂-CoSi 熱電素子の焼結条件について、高い焼結密度を得るために高温で焼結でき、尚且つ素子が割れない条件を検討していく必要がある。