

1. 緒言

熱電変換素子は一般的に、ペルチェ効果を利用した熱電冷却、または、ゼーベック効果を利用した温度差発電などに用いられている。しかし、ペルチェ効果は、電流によって熱を移動させるもので、冷却するためだけのものではない。つまり、熱電冷却が可能であれば、熱電加熱も可能であると考え、卒業研究のテーマとした。

電熱器は適度の電気抵抗をもつ金属線に電流を流して発生させたジュール熱を用いる加熱器である。今回研究対象とする熱電変換素子は半導体に電流を流して発生させるジュール熱とともにペルチェ効果による熱の移動が起こる。つまり、双方に同じ電力を供給すると、電熱器よりも熱電変換素子のほうが多量の熱を供給できるものと予想される。すでに、電熱器の成績係数が1以下であるのに対し、テルライド系化合物半導体のペルチェモジュールの成績係数が1.8であるという結果も得られている[1]。

本研究では、図1に示す環境負荷の小さいFe-Si系のサーモモジュールの成績係数(Coefficient Of Performance : COP)と消費電力について検討した。



図1 Fe-Si系サーモモジュール

2. 研究方法

電熱器では、ジュールの法則により発生する熱のみで加熱されるが、熱電変換素子による加熱では、ジュール熱に加え、ペルチェ効果により熱の移動が生じるため、電熱器より成績係数が高くなる。

そこでサーモモジュールの加熱特性を測定した。モジュールへの供給電流を0Aから0.05Aステップで1.00Aまで増加させ、その状態を維持したまま5分経過させたときの電圧、モジュールの両端で生じた温度を測定し、これらのデータから消費電力、内部抵抗、供給熱量、および成績係数を算出した。

成績係数は(1)式により算出した。ただし、放熱量をQ、消費電力をP、経過時間をtとおく。

$$\text{成績係数}\Phi = 1 + (Q/Pt) \cdots (1)$$

3. 結果

図2に実験結果を示す。I=0.1[A]以上の電流を流すと、成績係数が2程度の安定した値を得ることができた。このことから、ジュール熱だけでなく、ペルチェ効果による加熱が効果的に行われていることがわかる。そして、電流を増やすにしたがって、モジュールの発熱端の温度がほぼ直線的に増加していくが、I=0.95[A]から1[A]にかけてモジュールの高温側の温度の上昇がほとんどなくなった。

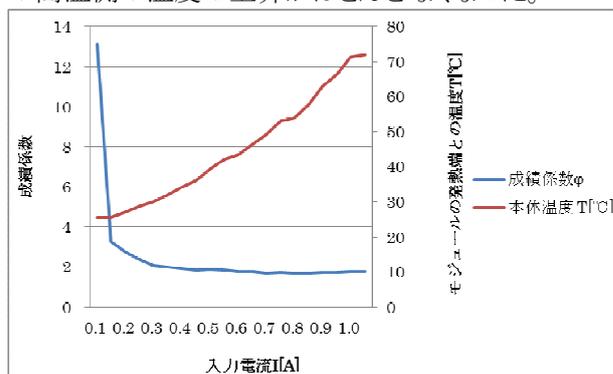


図2 温度差および成績係数の電圧特性

4. 結論、今後の発展

今回用いたFe-Si系のサーモモジュールでは、0.1[A]以上で成績係数はほぼ一定となり、モジュールの高温側の温度がほぼ直線的に増加するので、要求される温度差を、入力電流を調節することで得られることがわかる。図2所定のように、外気温が24°C程度、電流約1A程度で発熱端で70°C程度の温度を生じることがわかった。また、高温側の温度が70°C以上得られることができなかったため、1[A]未満の電流では、加熱調理器などに用いるのは難しいと思われる。

今後の実用化に向けて、このサーモモジュールを複数用いることにより得られる熱量を測定し、実際に対象物を加熱することによる電熱器との比較を行うことで、電熱器と比較するサーモモジュールの利点・欠点などを検討する必要がある。

文献

[1] 坂田亮, “熱電変換工学-基礎と応用-”, 株式会社リアライズ, pp.149, March.2001.