

微小熱源による熱電発電

(有)工北サーモ 小畑龍夫[○]

要 旨

温度制御用ペルチェ素子は、ゼーベック効果を利用した熱電変換素子としての逆用が可能である。マイクロフレームは、管径1mm弱の細管から燃料気体を数cc/min噴出させて得られる特殊な火炎である。エタノールをマイクロフレームと類似の状態で燃焼させ、熱流束を熱電変換することにより、低ノイズの直流電源を試作した。

1. はじめに

弊社は、温度制御用のペルチェ素子と各種熱源を組み合わせたゼーベック効果による小型熱電発電機の開発を行っている。

ゼーベック効果とは、p型とn型の半導体を組み合わせて、ループを形成させ、両端の接点の温度に高低をつけると、その温度差に応じた起電力が得られる現象をいう。この現象は、19世紀に発見されて以来、科学技術分野や工学分野に主として温度計測のために応用されてきた。近年、この効果を利用した熱電変換発電技術（以下「熱電発電」）が、環境にやさしい新エネルギーとして再び注目されるに至った¹⁾。

発電機には、供給電圧の安定性が限りなく求められるが、熱電発電の場合、熱源の安定性なくしてこの要求に応えることはできない。マイクロフレームは、地上場においてもほぼ球形を保ち、無重力場での燃焼現象に類似した特異な燃焼炎である。燃焼現象の詳細な数値解析も行われており、高効率高制御性熱源として、工業技術的に新たな応用の道が開かれようとしている²⁾。

2. 微小熱源の開発

燃焼工学の分野では、おおむねメゾスケールの、大きさ数cm以上の噴流拡散火炎

を基本火炎とする燃焼現象に対して、より小さいスケールの噴流拡散火炎がマイクロフレームと呼ばれている²⁾。メタンガスを燃料とする場合、管径1mm以下のバーナー管から標準状態換算で毎分数cc供給すると、管径と同程度の直径を有する半球状の炎が得られる。このようなマイクロフレームを熱電発電用の熱源として利用するにあたり、燃料の取扱いを容易にするため、弊社は、エタノールに着目し、そのマイクロフレーム的な燃焼ができるバーナー管を開発した。外径3mm、内径約2mmの銅製バーナー管の内部に直径約1mmの綿ひもを通し、一方の末端を液だめに浸して毛細管現象でエタノールを輸送すると、ゆらぎの極めて

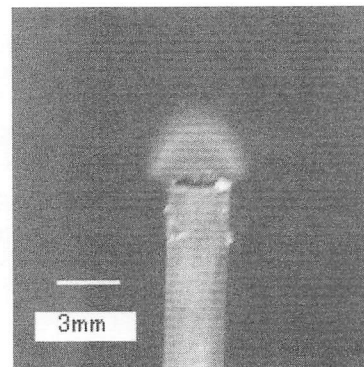


写真1 エタノールの微小熱源(垂直)

少ない燃焼炎すなわち微小熱源が得られた。写真1は垂直に保持したバーナー管の末端に形成されたエタノールの燃焼炎である。メタンのマイクロフレイムについては文献2)に詳述されているが、この燃焼炎の形状は半球状であり、写真2の如く、傾けても形状がほぼ維持されていることから、弊社は、エタノールがマイクロフレイムと類似の燃焼状態にあると考えている。

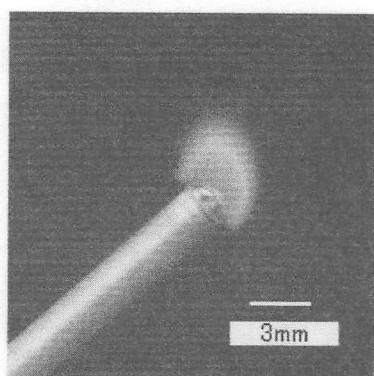


写真2 エタノールの微小熱源(傾斜)

3. 熱電発電実験

市販のペルチェ素子(フジタカ FPH1-12707M 40×40×4mm)外縁を、アルミ基板(100×180×3mm)の中央にアルミテープで貼り付けた。この発電基板を水平に維持して、下方から微小熱源により素子の中央を加熱した。発電基板の上面は室内空気の自然対流で冷却した。図1は、得られた発電電圧の時間的推移の一例である。エタノールの炎の外縁とペルチェ素子表面との距離がおよそ6mmのとき、無負荷時最大で0.4Vの電圧が得られた。この例では、約22分後に微小熱源の消火により発電が停止した。発電電力はペルチェ素子の高温面と低温面の温度差の二乗に比例する。最大効率を得るには、微小熱源の出力と距離、冷却方法など様々な制御因子がある。また、ペルチェ素子の温度を測定するに当たっては、温

度計自体の熱容量や、対流の影響によりmm単位の位置のずれで測定値が大きく異なるため、これらを考慮した慎重な測定が必要である。

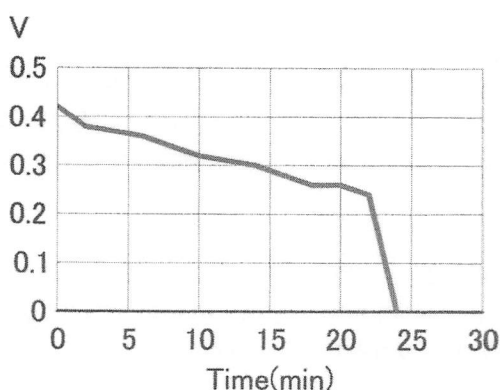


図1 発電電圧 (V)の時間推移

4. おわりに

本報告の微小熱源による熱電発電は、開発の日も浅く、ペルチェ素子の発電効率の向上と、微小熱源の熱利用効率向上といういずれの課題においても広い未踏領域がある。このような小規模の熱電発電はバッテリーと同様の高品位直流電源として、精密機器への応用が期待される。

(謝辞)

熱電発電技術をご指導いただいた釧路高専の浦家助教授に感謝します。

測定技術をご指導いただいた北海道立工業試験場の岡喜秋主任研究員に感謝します。

マイクロフレイムをご指導いただいた北海道大学大学院の中村助教授に感謝します。

参考文献

- 1) 浦家淳博、坂口直志、横山安弘、東藤勇 「温泉利用の温度差発電」 太陽エネルギー 25[6] p. 49 (1999)
- 2) 中村祐二、斉藤孝三 「マイクロフレイムに形成される熱と流れ場」 ながれ20 (2001) 74-82