

熱電発電によるマイクロフレイム発電機

(有)工北サーモ ○小畑龍夫、(有)安久工機 福富善大、北海道大学大学院 中村祐二

要 旨

エタノールを気化してマイクロフレイムを形成させ、ペルチェ素子を加熱すると超小型の直流電源になる。17mm角のペルチェ素子表面をマイクロフレイムで加熱して、その裏面を濡れガーゼで冷却したところ約3時間連続で模型用のモーターを回転させることができた。モーター回転中の供給電力と、エタノールの消費重量から熱電変換効率を求めた。ペルチェ素子が発生する電圧と、マイクロフレイムからの距離の関係を、ラックピニオンステージ上で測定した。

1. はじめに

マイクロフレイムは喫煙用ライターの炎よりも小さい球状の炎である¹⁾。マイクロフレイムの燃料には、メタンやブタンなどの気体燃料が一般的に用いられる。特殊なバーナーを用いると、エタノールのマイクロフレイムを形成できる²⁾。

ペルチェ素子を逆用すると熱電発電を容易に行うことができる。ペルチェ素子の集合体は、温泉熱水や工場廃熱の熱エネルギーを電気エネルギーに変換する省エネ装置として利用できる³⁾。

マイクロフレイム発電機とは、マイクロフレイムでペルチェ素子を加熱して、乾電池並みの直流電流を供給する装置である。以下にその技術開発の現状を述べよう。

2. マイクロフレイム発電機の試作

写真1は、試作したマイクロフレイム発電機とその発電電力で回転する模型用モーター(MABUCHI RF-280RH)である。熱電発電用のペルチェ素子には、アイシン精機製ペルチェモジュール"TN-



(写真1) マイクロフレイム発電機のデモ

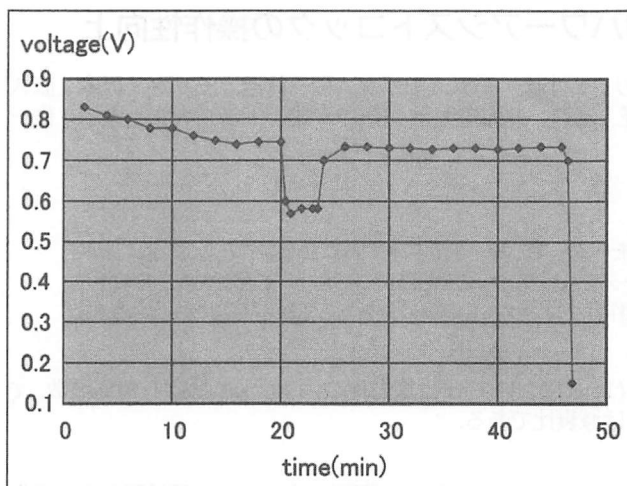
08G132-QD0" (大きさ17×17×4mm)を使用した。冷却面にはアルファ社製ヒートシンク" N19-25B"を取り付けた。ヒートシンクにはガーゼを巻きつけ、末端を水に浸した。かくして、濡れガーゼから蒸発する水の気加熱を冷却に利用した。バーナーは、外径2mm、内径1mmの銅パイプに木綿糸を通した構造である。木綿糸の下端をエタノールに浸すと、毛細管現象によりエタノールが上端まで誘導される。これをライターで点火すると直径約3mmのマイクロフレイムが形成される。

バーナーの上方にはペルチェ素子が水平に保持されている。バーナー先端とペルチェ素子の距離はバーニヤ付きのラックピニオンで調節できる。バーナーを鉛直に保持したステンレス製のエタノールタンクは、ベース上水平方向に任意の位置に置ける。室内気流の影響を最小限にするため、ステージ全体は空気穴のみ残したアクリルケースで囲まれている。

3. マイクロフレイム発電機の性能

【発電電力について】平成20年5月16日、「技術移転フォーラム2008北海道立工業試験場成果発表会」の展示会場において、マイクロフレイム発電機は、連続約3時間安定に発電した。モーター回転時の電圧は、0.65Vでほぼ一定であった。

図1に、モーターを接続する前後の発電電圧の変化を示す。バーナー先端とペルチェ素子の間の距離を12mmにして、発電開始後20分から4分間、モーターに電力を供給した。それ以外は無負荷である。モーター接続により約0.17Vの電圧降下があった。モーターを切り離してから電圧が完全に復帰するまで、約15秒を要した。モーターの内部抵抗の値とこの電圧降下の値とからペルチェ



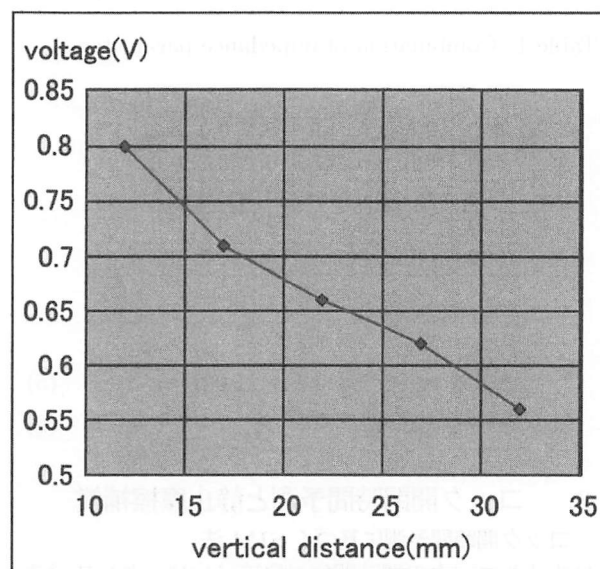
(図1) 負荷接続による発電電圧降下

素子の内部抵抗を計算すると、約 2Ω となった。モーター接続中の電流測定値から、供給電力は約50mWと算出された。

【熱流束について】

北海道立工業試験場の電子天秤上でマイクロフレームを燃焼させて、エタノールの重量減少を直接秤量したところ1時間あたり約1.35gの値を得た。このエタノールが完全燃焼するとき発生する熱エネルギーは約11Wである。

図2に、バーナー先端とペルチェ素子の距離により電圧が変化する様子を示す。電圧は熱流束の強度を反映していると考えられる。距離12mmから距離32mmまで、ほぼ直線的に減少している。熱流束の大部分は燃焼ガスと巻き込み空気の流れによる物質移動と考えられる。



(図2) バーナー先端からの距離と電圧

【熱電変換効率について】

エタノールがマイクロフレームによって完全燃焼する際に発生する熱エネルギーを前述のモーターへの供給電力で割りつげると熱電変換効率は約0.5%である。最高性能の熱電変換装置の変換効率は約5%と言われており、改善の余地が大きい。現状のマイクロフレーム発電機では、ペルチェ素子に熱流束たる対流が直接当たり、側面から逃げている。一方、濡れガーゼには、水の気加熱を利用してペルチェ素子両面の温度差を大きくする効果がある。結果的に、気化熱で熱流束を増加させていることになるが、現時点では正確な蒸発量が不明である。いずれにせよ、熱流束の回収効率をいかに上げるかが今後の実用化に向けた重要な課題の一つである。

4. おわりに

水とエタノールを供給し続ければ、乾電池のように模型用のモーターを回せるマイクロフレーム発電機を作製することができた。マイクロフレームの熱利用効率の改善に必要な基礎データも明らかになりつつある。マイクロフレーム発電機の実用性を高めるため、一層の改造を進めていく所存である。

謝 辞

技術指導いただいた釧路高専の浦家教授、及び北海道立工業試験場の岡喜秋主任研究員に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 中村祐二, "マイクロフレームの特徴とその安定性", 日本燃焼学会誌, vol. 45-134(2003), pp. 212-220
- 2) 小畑龍夫, "微小熱源による熱電発電" 2006年度 精密工学会北海道支部学術講演会 講演論文集 pp. 57-58 社団法人 精密工学会 北海道支部 2006年9月2日発行
- 3) 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」 vol. 25, No. 6, pp. 49-54 日本太陽エネルギー学会 1999年11月30日発行