

マイクロフレイム発電機の実用化試験

(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

エタノールをマイクロフレイム状に燃焼させるバーナーとペルチェ素子を組み合わせると、乾電池級の出力を有する超小型発電機「燃焼電池」を構成できる。累積で600時間の燃焼を行い、推定約3W・hの電力を発電(放電)した。この間の、燃料のエタノールと気化冷却用の水の消費速度を求めて、市販のニッカド電池と同等の放電容量を得るための燃料と水の量を推定した。

1. はじめに

マイクロフレイムは微小な球状の炎である¹⁾。細い銅パイプの内部に木綿糸を通した特殊なバーナーによってエタノールをマイクロフレイム状に燃焼させることができる²⁾。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、直流電流を供給する装置²⁾である。その発電性能は乾電池と同等である。以下、これを「燃焼電池」と呼ぶ。燃焼電池は、乾電池と異なり、燃料供給により途切れることなく一定の電圧で放電させられる。ライフサイクルを通した環境負荷は乾電池より小さくなることが期待される。実用性検証のため、長時間使用した場合の放電性能と耐久性を調べた。

2. 燃焼電池の構造

燃焼電池の構成要素は、マイクロフレイムバーナー(以下「バーナー」と呼ぶ)とペルチェ素子とヒートシンクの3つである。図1はその構造の模式図である。バーナーは外径2mm、内径1mmの銅パイプをステンレス製の板に貫通させてから銀ロー溶接してその内部に木綿糸を通した構造である。木綿糸は燃料容器内でエタノールに含浸されており、毛細管現象によってエタノールが銅管先端まで輸送される。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-08G132-QD0" (大きさ17×17×4mm)を使用した。気化冷却器はヒートシンクと水を浸み込ませたガーゼで構成した。ヒートシンクは、アルファ社製ヒートシンク" N19-25B"

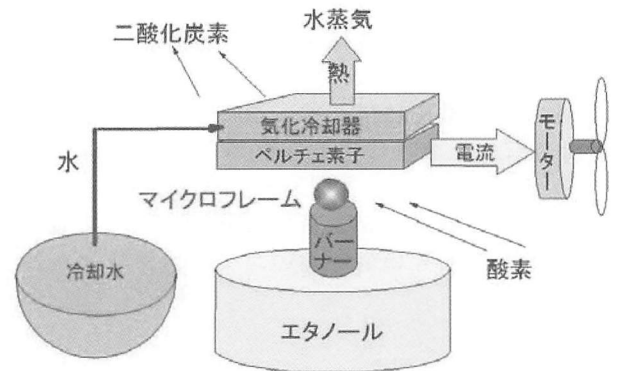


図1 燃焼電池構造模式図

である。ヒートシンクにはガーゼを巻きつけ、末端を水に浸した。水は毛細管現象によってヒートシンクまで輸送され、気化熱を奪って冷却を促進する。

3. 燃焼電池の連続発電試験

燃料には日本薬局方消毒用エタノールP(ヤクハン製薬株式会社)を使用した。負荷には模型用モーター(MABUCHI RF-280RH)を接続した。燃焼試験は2008年9月から2009年2月まで行った。朝点火して夕方に消火する運転を92日繰り返すことで準連続的な運転を行なった。

モーターに印加された電圧を、点火時と消火時に記録して累積時間軸上にプロットしたのが図2である。平均で約0.77Vの電圧をモーターに印加し続けることができた。モーターの消費電力を50mWと仮定すると³⁾、累積の放電電力は3W・hとなる。

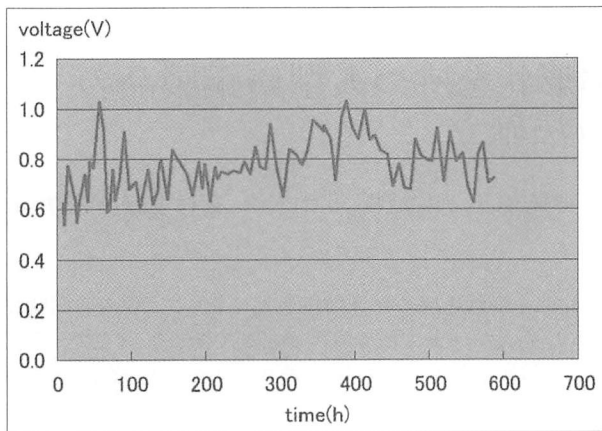


図2 燃焼電池のモーター負荷準連続運転

この間、木綿糸の消耗や銅パイプの腐食が進んだ。点火時には、消耗した木綿糸を先端を引っ張り上げて銅パイプ先端から約1mmまで長さを伸ばした。また燃焼中に銅パイプ先端から水滴が垂れてくるのが観察された。先端部分には、固形物が付着してくるのが確認された。固形物には、煤と銅の酸化物が混在しているように思われた。このような固形物がたまと、消炎しやすくなるため、使用前に除去清掃が必要であった。

4. 発電性能の検証

前回の報告²⁾で明らかにした燃焼電池の発電効率等の特性値も用いて準連続運転中の放電性能を検証した。同一の負荷に、約77mAの電流が流れていたと推定されることから、放電電流と放電時間の積(放電電流)は、46,200mAhとなった。エタノールの消費量は毎時1.35gであるから、総消費量は810gと推定された。ペルチェ素子の冷却のために気化させた水の量は正確に秤量していないが、概ね6hで20gと思われた。総蒸発量は12.6kgである。これらの値を表1にまとめて示す。

表1 燃焼電池600h準連続運転の放電特性値

総放電時間	600時間
総放電電流	46,200mAh
エタノール消費量	810グラム
冷却水気化量	12.6キログラム

燃焼電池で市販の単三型ニッケル水素電池と同等の放電容量2,000mAh⁴⁾を得るには、エタノールと水がそれぞれ35gと550g必要と見積もられる。

5. おわりに

本報の燃焼電池は、特に環境負荷の観点から極めて魅力的である。燃料に、植物由来であるところのバイオエタノールを用いれば、その二酸化炭素放出が温室効果ガスから除外される。現時点ではペルチェ素子の発電性能に劣化は見られない。適正な加熱を続ければ太陽電池を上回る高寿命も期待できよう。そうなれば、ライフサイクルの廃棄物量は乾電池よりも低く抑えられるだろう。なお、バーナー先端部分の木綿糸と銅は、わずかずつ消耗する。それらの重量測定は今後の課題である。

謝辞

技術指導いただいた釧路高専の浦家教授に感謝いたします。

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、福富善大、中村祐二、"熱電発電のためのマイクロフレーム用バーナーの開発" 2007年度 精密工学会北海道支部 学術講演会講演論文集 p.83-84 社団法人 精密工学会北海道支部 2007年8月25日発行
- 3)小畑龍夫、福富善大、中村祐二、"熱電発電によるマイクロフレーム発電機" 2008年度精密工学会北海道支部 学術講演会講演論文集 p.105-106 社団法人 精密工学会北海道支部 2008年9月6日発行
- 4)三洋電機 eneloop 資料による