

# 携帯型電子機器用ダイレクトメタノール型燃料電池

り ぜざめ鯨俄堂 織 禍 煮 凡<sup>1</sup>・ 子<sup>2</sup>・ 蛤 男 排<sup>2</sup>・ 駿 仇 宮<sup>2</sup>

## Direct Methanol Fuel Cells for Portable Electronic Device

M. Ohashi, Z. Guo, W. Nianfang, and K.H. Tseng

近年、携帯電話、小型ビデオ、ノートパソコンのような携帯型電子機器の高機能化にともなう消費電力の増大、使用の長時間化に対応して、そこで使用する電池の性能向上が要求されている。液体燃料であるメタノールを直接発電部に供給するダイレクトメタノール型燃料電池は、燃料電池としては、その燃料の取り扱い性の良さ、小型化が可能なこと、出力の大きさから携帯型電子機器に対して最適とされている。そこで当社では、小型で高出力なダイレクトメタノール型燃料電池を開発した。さらに、メタノールの漏れもない構造も併せてシステムとして完成させた。

In recent times, owing to the increasing electric power consumption and the long-time usage of the battery with the development of small portable electronic devices such as cellular phone, portable video camera and mobile computer, it has become necessary to improve the performance of the battery. Direct methanol fuel cell, in which liquid-type fuel can be supplied to the electronic power generating part, is the best solution for portable electronic devices because it is convenient to handle, is small in size and has high output power. Fujikura has developed the direct methanol fuel cell that has small body size and high output power. Moreover, we have developed a system that has no methanol-leaking structure.

### 1. ま え が き

近年、携帯型小型電子機器の性能向上、使用の長時間化にともない、リチウムイオン二次電池など各種の電源の開発および商品化が進んでいる<sup>1)</sup>。特に、液体であるメタノールを燃料としたダイレクトメタノール型燃料電池(以下、DMFCと表記)は、同じ燃料電池である水素燃料電池等と比較して、燃料の交換の容易さ、安全性、また電池全体の小型化を行いやすいことから、小型電子機器用の次世代の電源として注目を浴びている。同電池の問題点として発電部である高分子電解質膜における未反応の燃料であるメタノールの透過、いわゆるクロスオーバーが発生することがあげられる。一般に高濃度のメタノールを用いた場合に顕著であり、そのため発電部には一定濃度以下のメタノール水溶液しか適用できない。このことが長時間使用等を目的とした場合、持ち運ぶ燃料の量、あるいは燃料タンクのサイズアップを招いている。また、特に高濃度のメタノールを適用する場合には、そのメタノールの毒性にも注意する必要がある。

環境条件の変化や、発電停止後にメタノールの漏れが発生する可能性があるが、これも防ぐ必要がある。そこで当社では、燃料タンクの小型化が可能な高濃度のメタノールを使用可能で、かつその安全性も考慮された携帯用小型電子機器向けDMFCを開発したので、それについて報告する。特に今回はノートパソコン向けを狙い平均出力の目標を10Wとして試作を行った。

### 2. ダイレクトメタノール型燃料電池(DMFC)の構造と原理

メタノール水溶液を直接発電部に供給する方式をとるDMFCの原理を図1に示す。発電部であるMembrane Electrolyte Assembly(MEA)に供給されたメタノール水溶液は、高分子電解質膜の燃料供給側に配置された白金とルテニウムの混合物からなる触媒により、プロトン、電子および二酸化炭素に分解され、プロトンは高分子電解質膜を通して反対側の空気(酸素)供給極側に到達し、電子はカーボン繊維などで構成された燃料およびガスの拡散層、さらに金属メッシュなどにより捕捉されて電子機器などに供給される。一方、空気極側には酸素が必要とされ、電解質膜を透過してきたプロトンと結合して水が生成される。発電部の問題点としては、高い電

1 開発部グループ長

2 開発部

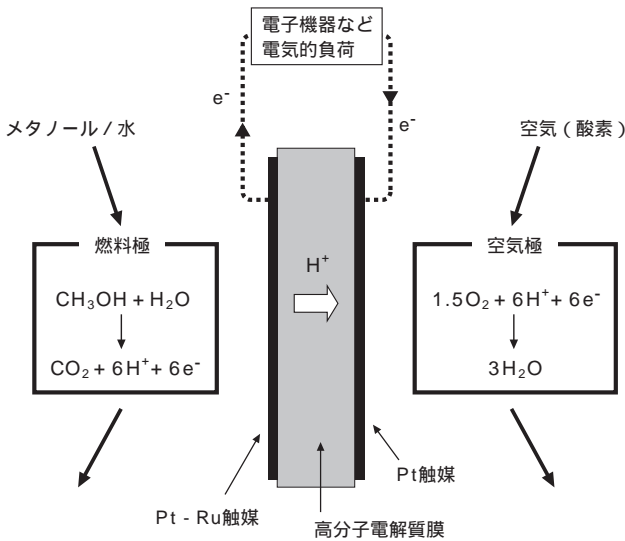


図1 DMFCの原理図  
Fig. 1. Principle of direct methanol fuel cell.

力を得ることを目的として、高濃度のメタノールを高分子電解質膜に供給した場合、すべての燃料が反応することができず高分子電解質膜をメタノールのまま空気極側に移動してしまう、いわゆる燃料クロスオーバーが発生し、その透過したメタノールは空気極側に配置された白金触媒により分解される。このことにより発電部全体としての発電効率が低下する現象が発生する。したがって供給するメタノールは一定濃度以下に希釈されたものが必要とされる。

以上のことから、いくつかの開発重要項目をあげることができる。第1に燃料の発電部への供給方法、それに付随して空気極で発生した水の燃料極側への循環方法、第2に発電部での高い発電効率、第3に安全性、特に燃料極側で発電に寄与できなかった未反応のメタノールの外部への漏出防止方法といったものである。

### 3.これまでの開発成果

本開発では上記にあげた開発重要項目を同時に解決すべく図2に示したような燃料循環型の燃料供給システムを考案し、試作およびその評価を行った。

#### 3.1 燃料循環システム

発電部の燃料極側で発生する可能性がある未反応のメタノールを回収し、安全性を確保するとともに、その余剰のメタノールもさらに再循環が可能なることを特徴としている。システムの動作は、制御回路による自動的な切り替えが可能なる三方向バルブにより、燃料タンクからのメタノール水溶液を燃料循環システム内に投入する。所定量のメタノールを投入した後、同じく制御回路にて自動的に循環回路が形成されるよう流路が切り替えられる。その後ポンプで循環システム内に送り込み、塵を捕捉するためのフィルタを通した後に発電部に供給される。そこで発生した二酸化炭素と未反応のメタノール水

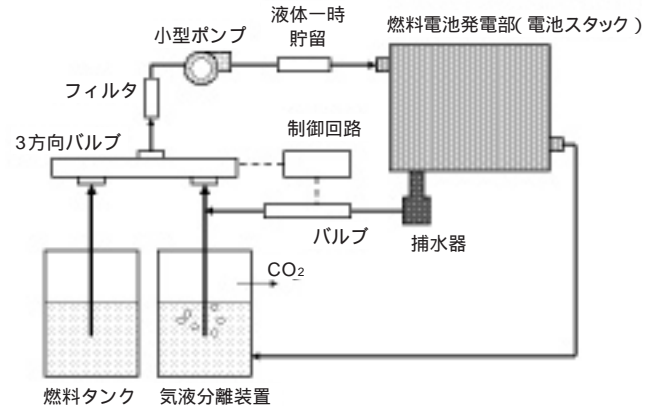


図2 燃料供給システム  
Fig. 2. Fuel supplying system.

溶液が発電部から排出され、気液分離部(後述)で二酸化炭素とメタノール水溶液が分離され、また前述したポンプでその液体部分が吸い上げられて、もう一度循環をする。一方で空気極側で発生した水を発泡フォームで形成された流路を通して、この循環システムに投入する。この水の投入も制御回路によるバルブ操作により自動的に行われる。

#### 3.2 気液分離装置

発電部からの反応生成物の主なものは、二酸化炭素と反応が不完全な場合に発生する水とメタノールであり、通常の構造の燃料電池の場合、これらを外部に排出することとなる。メタノールは60%以上の濃度で劇物であり、この高い濃度のメタノールが目に入った場合、最悪失明する可能性がある。特に本開発で狙っている携帯型の小型電子機器の場合、人が身につけて持ち運びすることを想定する必要があるため、メタノールが排出されてしまうことは製品として致命的な欠点となってしまう。そこで、本開発ではこの残余のメタノールを外部に排出させないため、気液分離部にてメタノールを回収し、さらに上述の循環システムにより再度発電部に送り込む構造を考案した。その概略の構造を図3に示す。

発電部からの排出物は気液分離部の内部に蓄えた水の中を通ることで、液体状だけでなく蒸気化したメタノールも含めて捕捉される。本構造体の内壁は気体と液体を

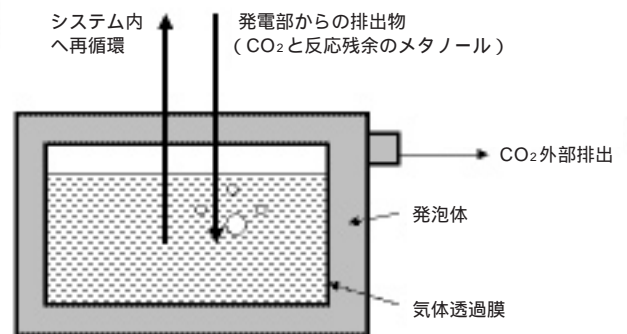


図3 気液分離装置  
Fig. 3. Liquid/air separator.

分離できる気体透過膜で構成され、二酸化炭素は外部に排出されて、メタノールを含む液体は前述の循環システム内に配置されたポンプにより吸い上げられ再度発電部に送られる。

本構造体内部の水の量を所定量以上とすることで、燃料電池全体を傾けて配置しても気液分離機能を動作させることが可能である。

#### 4. 試作・評価

上述の構造を持つ DMFC をノート PC 向けの比較的高い電力量が要求される用途を狙い試作を行った。試作品を図4に示す。電池全体のサイズは燃料タンクを除き、 $100 \times 100 \times 170$  mm となった。電力出力は25 W の外部環境温度で平均値 10 W, 最大出力 20 W が得られた。また、1 時間の連続発電で、図5に示したような安定した発電状態を示し、また同時に測定した排出物のオンラインでの材料分析により、メタノールは排出されていないことを確認した。さらに、燃料電池全体を  $90^\circ$  前後に傾けた状態で設置した場合でも、正常な設置時と同様の発電力が得られることを確認した。



図4 燃料電池試作品（右側）  
Fig. 4. Prototype of DMFC.

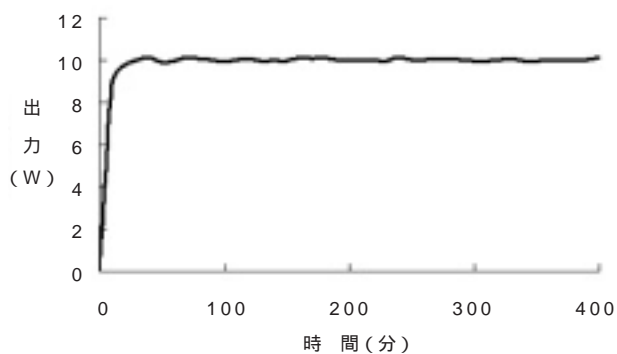


図5 出力安定性  
Fig. 5. DMFC performance.

#### 5. むすび

本報告のように外部にメタノールが漏出しない構造にて、サイズが  $100 \times 100 \times 170$  mm, 平均出力 10 W の DMFC を開発および試作した。

今後は、各部材の最適化をはかりより小型化、低コスト化、さらに耐環境試験を評価し、製品化の検討を進める。

#### 参考文献

- 1) J. Milliken, P. Devlin, J. Stanford, E. Yuzugullu : "Hydrogen and Fuel Cell Technologies Status, Challenges and Future Opportunities", 2007 Fuel Cell Seminar & Exhibition, October, 2007, San Antonio, Texas, USA.