

モバイル機器用の超小型燃料電池

Micro Fuel Cell for Mobile Devices

大関 秀行 長谷部 裕之 上野 文雄

■ OHZU Hideyuki

■ HASEBE Hiroyuki

■ UENO Fumio

ユビキタス社会を支える電源として小型燃料電池が注目され、ノート型パソコン(PC)用にアクティブ形燃料電池の開発が進められている。この方式は出力が大きい反面、ポンプやファンなどの機構部品が必要であり、ポケットに入るようなサイズまで小型化するのは難しい。

東芝は、今回、モバイルオーディオプレーヤなどのウェアラブル電子機器の電源に適した、世界最小の燃料電池電源システム(以下、燃料電池と略記)を開発した。この燃料電池は、機構部品がいっさい不要で、純メタノールを燃料として使用できるようにし、燃料電池と燃料カートリッジの超小型化を実現した。22 mm × 56 mm × 4.5/9.1 mm の発電ユニットで、モバイルオーディオプレーヤを連続で20時間駆動させることができる。

Toshiba has developed a prototype of a highly compact direct methanol fuel cell (DMFC) that can be integrated into devices as small as digital audio players or wireless headsets for mobile phones. With dimensions of only 22 x 56 x 4.5/9.1 mm, the slim prototype DMFC is as long and wide as a thumb, a size advantage that will give greater design freedom to developers of handheld electronic devices. The total weight of this prototype DMFC is only 8.5 g, allowing it to be integrated into a wireless headset for a mobile phone, yet it is still efficient enough to power an MP3 music player for as long as 20 hours on a single 2 cc charge of pure methanol. The new fuel cell outputs 100 mW of power, and can continue nonstop operation indefinitely as long as the user tops up its integrated fuel tank — a process that is both simple and safe.

1 まえがき

携帯電話やノートPCなどのモバイル機器には小型・軽量化が求められる。反面、これらの機器に搭載される電池を小型化すると、使用時間が制限されるというジレンマがある。これに対して、モバイル機器用の電源として急速に普及してきたリチウムイオン二次電池の大容量化は限界に近くなってきている。モバイル機器の進化と普及に伴い、サイズを大きくすることなく長時間使用できる新しい電源が切実に求められている。

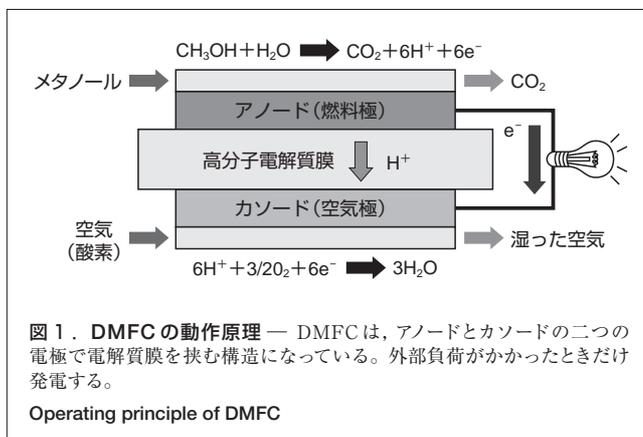
このような背景から、燃料電池がモバイル機器の利便性を高めるという観点で着目されている。しかし、燃料電池をモバイル機器用の電源として実用化するためには多くの課題がある。

ここでは、モバイル機器用の燃料電池を実現させるための課題と、これを克服するための技術開発について述べる。

2 モバイル機器用燃料電池の原理と課題

2.1 原理

燃料電池には様々な種類があるが、メタノールを燃料とし固体電解質膜を用いるメタノール直接改質型燃料電池(DMFC: Direct Methanol Fuel Cell)が、電源本体だけでなく燃料カートリッジが小型・軽量であり、モバイル機器用途に



適している。DMFCは、アノード(燃料供給側)とカソード(空気供給側)の二つの電極が電解質膜を挟む構造(MEA: Membrane Electrode Assembly)を採用している(図1)。アノードではメタノール(CH₃OH)と水(H₂O)から電子(e⁻)と水素イオン(H⁺)が発生し、水素イオンは電解質膜を通過してカソードで空気中の酸素(O₂)と反応して水を生成する。同時に電子が外部回路を流れ、電子機器を動作させる仕組みになっている。

2.2 方式

燃料電池は、その構成からアクティブ形とパッシブ形に分類される。アクティブ形は、燃料となるメタノールや空気を

ポンプやファンを使用して燃料電池に供給・循環させる方式で、構成は複雑だが大きな電力が得やすいという特徴がある。これに対しパッシブ形は、機構部品を使用せずに、燃料も空気も対流や濃度こう配などを利用して供給するため、構成が単純で小型化に適している。反面、モバイル機器用に室温で運転すると、アクティブ形に比較して得られる電力が小さい。

2.3 パッシブ形 DMFC の課題

小型燃料電池の実現に適したパッシブ形のシステムには、発電に適した濃度に燃料を希釈し循環する機構がない。しかし、メタノールを希釈せずに使用すると、未反応のメタノールが電解質膜を通過してカソード側で酸素と直接反応するクロスオーバー現象が顕著になり、燃料利用効率が下がるだけでなく、取り出せる電力が極端に低下する。そのため、従来は3～30%程度の濃度に希釈したメタノールを用いるシステムが採用されてきた。その結果、燃料タンクや燃料カートリッジが大きくなり、また、発電に直接関与しない水が大量に含まれているため、発電に伴い大量の水が発生するという不便があった。

3 世界最小のモバイル機器用燃料電池

東芝はクロスオーバー現象による性能低下のメカニズムを詳細に検討し、電解質膜などの材料に改良を重ねた結果、水と水素イオンは透過するが、メタノールのクロスオーバー現象による性能低下がほとんどないMEAシステムを実現することに成功した。

その結果、純メタノールを燃料として使用しながら実用的な出力を得ることに成功した。また、純メタノールが使用できることにより、発電ユニットと燃料カートリッジの小型・軽量化が達成でき、簡便に持ち運びができるようになった。更に、電極内の触媒を直径が数nmレベルの微粒子にして高密度に配置する技術を導入し、全体的な構造の最適化によりセルの小型化を図った。燃料タンクの体積は、濃度10%程度のメタノールを用いる一般的なシステムに比べ1/10に小型化でき、モバイルオーディオプレーヤなどウェアラブル電子機器に搭載できるサイズを実現した(図2)。

試作品のサイズは22 mm × 56 mm × 4.5/9.1 mm (横×縦×セル部厚さ/燃料タンク部厚さ)で、体積は7.4 cm³、内蔵燃料2 ml (1.6 g)を含む質量は8.5 gである。電気出力は100 mWで、内蔵燃料だけで2 Whの発電が可能であり、消費電力100 mWの電子機器であれば20時間連続して駆動できる。二次電池や乾電池の比重が2.5から3程度であるのに対し、このDMFCの比重はほぼ1で軽量性に優れている。また、フルパワーで連続運転しても1日当たりの水蒸気発生量は2 g (二酸化炭素(CO₂)発生量は3 g)であり、1分当たりでは1 mg, 1 μlと極微量である。

このDMFCは運転時や保管時の姿勢に制約はなく、駆動



図2. 世界最小の燃料電池と燃料電池搭載機器のイメージ—純メタノールを燃料として使用し、超小型化を実現した。親指サイズでモバイルオーディオプレーヤを20時間連続して駆動できる。

World's smallest prototype DMFC power source and its application to wearable electronic device

中でも燃料の継ぎ足しが可能である。煩わしい充電操作なしに、ノンストップでエンドレスにモバイル機器を駆動することができる。近い将来、このDMFCが普及すれば、携帯電話、デジタルカメラ、デジタルオーディオなど複数のモバイル機器を持って旅行に出かける際も、それぞれの機器用に別々の充電器を持って行く必要はなくなり、燃料カートリッジさえ持って行けば、電池切れを気にせずにモバイル機器を使い続けることが可能になると期待できる。

4 あとがき

パッシブ形DMFCは、出力の変更がセルサイズの変更に より対応できるため、幅広い小型電子機器への適用が可能であり、今後、高出力化を進め、モバイル用電子機器全般への搭載を目指していく。

なお、今回開発したシステムについては、用途に応じた仕様の最適化や長期信頼性の確保など、製品化のための技術開発を進めている。



大図 秀行 OHZU Hideyuki

ディスプレイ・部品材料統括 マイクロ燃料電池開発センター 開発部主幹。燃料電池の研究・開発に従事。金属学会、日本セラミックス協会会員。

Micro Fuel Cell Development Center



長谷部 裕之 HASEBE Hiroyuki

ディスプレイ・部品材料統括 マイクロ燃料電池開発センター 開発部参事。燃料電池の開発に従事。電気化学協会会員。

Micro Fuel Cell Development Center



上野 文雄 UENO Fumio, D.Sc.

ディスプレイ・部品材料統括 バッテリー・エナジー担当技師長、理博。

Display Devices & Components Control Center