

マイクロリアクターを用いたメタノール改質型水素製造システム

河村 義裕*・小椋 直嗣*・勝亦 貴司**・五十嵐 哲**：*カシオ計算機㈱ **工学院大学工学部

1) 緒言

最近のノートPCやデジタルカメラ等の携帯情報機器の消費電力は大きく、したがって機器の駆動時間の長寿命化が大きな課題であり、電力源の一層の高性能化が望まれている。そして、現在、使用されている電池は、製造過程で多くのエネルギーを消費しており、さらに廃棄時の処理についても環境面での問題を抱えている。このような背景から、携帯情報機器の電源として、電池に代えて小型の高分子電解質形燃料電池(PEMFC)を応用する動きが高まってきている。

小型の PEMFC システムは、燃料供給形態により直接燃料型と改質型に分けることができる。直接燃料型は、原料であるメタノールを電解質膜上の触媒によって直接分解する方式である。この方式は常温で駆動可能であるが、メタノールが電解質膜を透過して出力低下を生じることに加えて、電極でのメタノールの酸化速度が遅いため、出力密度が低いという問題がある。一方、改質型はメタノール等の燃料を水蒸気改質して得られる高濃度の水素を発電セルに通して電気エネルギーを取り出す方式である。この方式では、面積あたりの発電量が大きく、小型で大きな電力が得られるが、メタノールを例とすれば改質のために 300 近い温度を必要とすることに加えて、改質器の構造が複雑であり、小型化に適さないという問題がある。このために、携帯情報機器の電源としてはどちらの方式もいまだ実用化には至っていない。

ところで、近年、半導体加工技術および精密機械加工技術によって基板上に作成した微小流路(マイクロチャンネル)を用いて化学操作を行うマイクロリアクターが注目されている。マイクロリアクターを改質器として利用すれば、複雑な構造である改質器を、微細加工がもたらす集積化効果により小型化が可能となり、適切な断熱構造をもつ小型のパッケージに収めることができる。

本研究では、携帯情報機器向けのメタノール改質型小型 PEMFC システムを想定し、マイクロリアクターを用いてメタノール改質により生成した水素を用いて小型 PEMFC を作動させることを目的として、高活性な改質触媒の調製法、マイクロリアクターの加工法、およびチャンネル壁への触媒の固定化法について検討を加えた。

2) 高活性な改質触媒の調製

メタノールから水素を取り出すための高活性な改質触媒を開発できれば、改質器の小型化につながるとともに低温での改質が可能になり、したがって高い効率をもつ PEMFC システムを実現することができる。本研究では、まず Cu/ZnO 系メタノール改質触媒の高性能化を試みた。改質触媒の主成分である銅と酸化亜鉛の微細化を促進し、相互分散性を高める調製法について種々検討を加えた結果、従来の工業用触媒よりも改質温度が 20 程度低い触媒を得ることができた。

3) マイクロリアクターの製作と触媒の固定化

調製した改質触媒を、マイクロリアクターのマイクロチャンネル壁面に固定化する方法について検討した。改質温度を維持するためのヒーターとなる金属酸化物薄膜を設けたシリコン基板の逆面にマイクロチャンネルを形成した後、調製した触媒を固定化した。次に、ガスの入り口と出口になる貫通孔を形成したガラス板で蓋

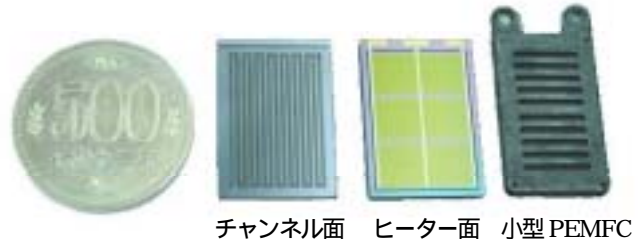


図1 試作したマイクロリアクターと小型 PEMFC

をして、マイクロリアクターを完成した。チャンネル壁面の表面分析を行ったところ、触媒がチャンネルに選択的に、かつ壁面との密着性が良好な状態で固定化されていることを確認した。試作したマイクロリアクターを、発電評価用に試作した小型 PEMFC とあわせて、図1に示す。

4) マイクロリアクターを用いた水素生成と PEMFC 発電性能の評価

試作したマイクロリアクターを用いて、メタノールから水素を取り出す実験を行った。調製した高活性触媒を用いて 280 でメタノール改質を行ったところ、1W 級の PEMFC を駆動させるのに十分な水素生成量を得ることができた。

このようにして生成した高濃度の水素を含む改質ガスを、小型 PEMFC に導入して発電性能の評価試験を行った。PEMFC の劣化を防ぐために、白金-アルミナ触媒を用いて改質ガスに含まれる一酸化炭素濃度を選択酸化によって低減した後、小型 PEMFC(図1)に導入した。その結果、純水素ガスを導入した場合とほぼ同等の性能である約 0.2W の最大出力を得た。したがって、この小型 PEMFC を数枚使用することによって、携帯電話等の 1W 程度の消費電力を持つ機器を十分に駆動させることができることが明らかとなり、またノート PC 等の電源としての実用化が期待できる。