

高出力密度燃料電池スタックの開発

藤田 敏之 吉江 智寿 山里 久雄 柿本 誠三

研究開発本部 先端エネルギー技術研究所

原論文

“高出力密度燃料電池スタックの開発”，第15回燃料電池シンポジウム講演予稿集，2008，掲載頁（109-110）

燃料電池は、複数の発電セルをスタック化（集積化）することにより、大きな発電出力を実現することができる。しかし、燃料供給のためのポンプや空気供給のためのファン等の補機が必要であり、補機を含めた燃料電池としての体積出力密度が小さくなるという問題がある。我々は、複数個の短冊形状の発電セルを3次的に配列することで、自然対流による空気供給を実現し、空気供給用の補機なしで、発電出力342mW、体積出力密度300mW/ccの直接メタノール型燃料電池（DMFC）*1を実現した。

【はじめに】

近年、モバイル機器の消費電力は著しく増加傾向にあるのに対し、二次電池の容量の増加はゆるやかであるため、将来的に機器の消費電力に二次電池が応えられなくなることが懸念されている。直接メタノール型燃料電池（DMFC）*1は、燃料カートリッジを入れ替えるだけで継続使用が可能であることから、次世代の携帯機器用電源として期待されているが、発電セルの出力電圧が低いという欠点があり、複数の発電セルをスタック化し電氣的に直列接続することで、出力電圧の増大が図られている。

スタック化の方式としては、**図1**と**図2**に示すように、発電セルを平面的に配列する平面方式と、発電セルを積み重ねる積層方式とが、従来一般的に用いられている。

図1の平面方式の場合、発電セルと空気の接触面積が広いと、十分な空気供給が可能であるが、機器の消費電力増大に対応する

ため、広い発電面積が必要になるという問題が生じる。一方、**図2**の積層方式においては、発電セルを積層することで発電面積を増やすため、燃料電池スタックの小型化が可能となる。しかし、十分な空気供給ができなくなり、空気を供給するための補機（空気ポンプ）が必要となり、燃料電池全体として体積が増加し、さらに補機を駆動する電力が必要となるという問題を抱えている。

本報では、小型化が可能な積層方式でありながら、補機なしでの空気供給が可能な、新規3次元高集積スタックを用いた燃料電池について、その動作原理と発電特性を報告する。

【新規3次元高集積スタックの特長】

図3に今回開発した新規3次元高集積スタックの全体図と断面図を示す。隙間をあげて平面配置した、短冊形状の薄型発電セルと多孔質体を、交互に3次的に積層した構造であり、空気供給について下記の特長を有している。

*1 直接メタノール型燃料電池（DMFC）
メタノール水溶液と空気中の酸素を使用して発電する燃料電池。
DMFC：Direct Methanol Fuel Cell

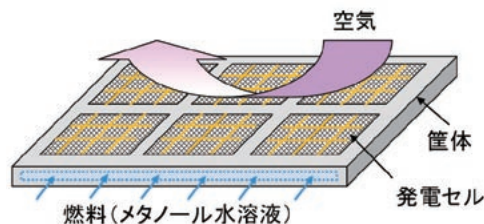


図1 平面方式スタック

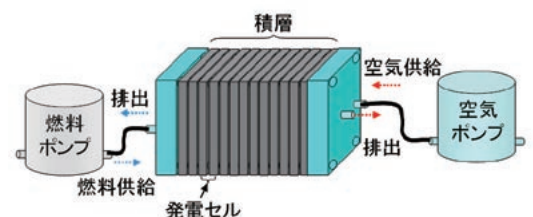


図2 積層方式スタック

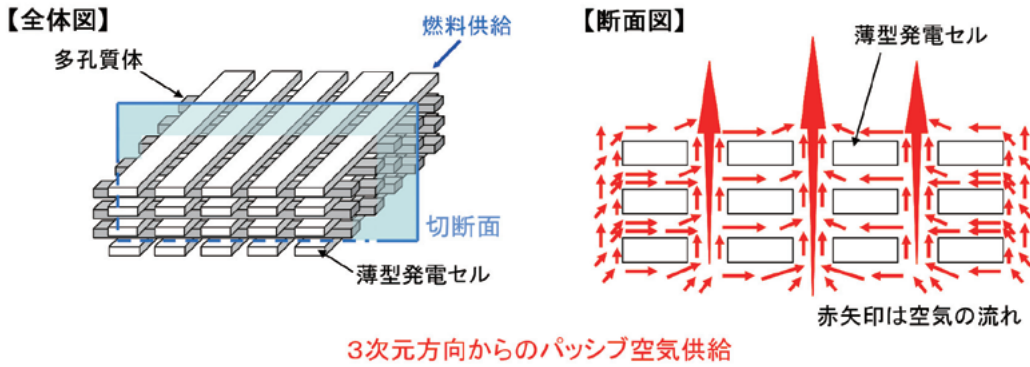


図3 新規3次元高集積スタック

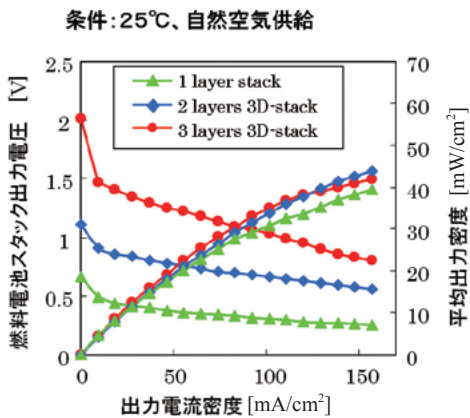


図4 3次元高集積スタックの発電特性

表1 今回試作した3次元高集積スタックのスペック

	1層スタック	2層スタック	3層スタック
スタック面積	3.8 cm ²	3.8 cm ²	3.8 cm ²
スタック厚み	0.075 cm	0.19 cm	0.3 cm
スタック体積	0.285 cc	0.72 cc	1.14 cc
総MEA面積	2.7 cm ²	5.4 cm ²	8.1 cm ²
MEA最大出力密度	39.6 mW/cm ²	43.7 mW/cm ²	42.2 mW/cm ²
最大出力	107 mW	236 mW	342 mW

①短冊形状の薄型発電セルが間隔をあけて配置されており、薄型発電セルに対して、側面からの空気の拡散供給が容易である。

②3次元高集積スタックは、高い空隙率を有し、すべての空気拡散経路が3次的に連通しているため、通気性が良く、様々な方向から燃料電池スタック内部へ空気の取り込みが可能となる。

③3次元高集積スタックにおける発電に伴う発熱でスタック内部の空気が温められ、上昇気流を生じることにより、自然対流での空気の取り込みが促進される。

【新規3次元高集積スタックの発電特性】

短冊形状の薄型発電セルを平面配置した1層スタック (1 layer stack)、3次的に2層

積層した2層スタック (2 layers 3D-stack)、2層積層した3層スタック (3 layers 3D-stack) の発電特性を図4と表1に示す。

最大出力は、1層で107mW、2層で236mW、3層で342mWとなり、発電セルの積層数に応じて増加しており、3層スタックにおける体積出力密度は300mW/ccであった。

単位面積あたりのMEA*2最大出力密度は、1層で39.6mW/cm²、2層で43.7mW/cm²、3層で42.2mW/cm²を示した。従来の積層方式スタックでは、積層することで空気供給が阻害され、出力密度の低下が予測される。これに対して、3次元高集積スタックにおいては、積層することで、発電に伴う温度上昇に起因する、発電特性の向上と、自然対流による空気供給とが実現した結果と考える。

*2 MEA

膜電極複合体, Membrane Electrode Assembly の略。燃料電池の発電の化学反応を起こすプラス電極とマイナス電極と、その2つの電極を隔てる電解質膜が一体形成されている薄膜形状の複合体。燃料電池発電セルの発電部分であり、MEA面積あたりの出力電力で性能を評価する。