

静電噴霧法により触媒を塗布した GDL を用いた DMFC の性能評価

日大生産工(院) ○江頭 雅之

日大生産工 矢澤 翔大 日大生産工 工藤 祐輔 日大生産工 蒔田鐵夫

1 はじめに

近年、地球環境に負担の少ない新エネルギーとして水素を用いて電力を生成する燃料電池に注目が集まっている。燃料電池の種類の一つに直接メタノール形燃料電池(Direct Methanol Fuel Cell: DMFC)がある。DMFCは燃料を水素ではなくメタノールによって発電を行う。そのため改質器や水素貯蔵技術を用いなくても燃料電池システムを構成できるためシステム全体を簡略化できるので、次世代のポータブル電源として期待されている¹⁾。DMFCは電極である膜電極接合体(Membrane Electrode Assembly: MEA)により電力を生成するがその際に白金を必要とするためコストが高くなってしまう²⁾。DMFCは一般的にMEAの表面積を増加させることにより性能が向上すると言われている³⁾。表面積を増加させる方法として我々は静電噴霧法に着目した。

静電噴霧法とは液体に高電圧を印加することにより液体を粒子として塗布する方法である。静電噴霧法は液体に印加する電圧を変化させることにより噴霧形態を変化させられる。また、液体の流量やノズルと塗装対象の距離を変化させることで噴霧中の粒径をコントロールできる⁴⁾⁵⁾。本研究の目的は、静電噴霧法の特徴である粒径のコントロールと噴霧形態の変化を利用することによりMEAの表面積を増加させ低コストで高性能なDMFCの開発を目的としている。

従来、イオン交換膜に触媒材料を噴霧してきたが⁴⁾、この方法はイオン交換膜がたわむという問題があった。本報告では燃料極側のガス拡散層(Gas Diffusion Layer: GDL)基材であるカーボンペーパーに対して静電噴霧法

のコーンジェットモードで触媒材料を噴霧しMEA作製を試み従来の手法で作製したMEAとの性能の比較を行った。

2 実験方法

2.1 MEA作製

今回は、燃料極側の触媒材料をカーボンペーパーに噴霧した。静電噴霧法によるMEA作製装置をFig.1に示す。燃料極側に塗布した溶液はPt-Ru触媒(20 % on Vulcan XC-72)とNafion溶液(Aldrich, 10 wt. % Nafion)を混合したものでありそれぞれPt-Ru/CとNafionが重量比1:1になるように混合にしている。さらに、それを70 %エタノール水溶液で固形分が3 %となる様に希釈している。さらに、噴霧前に30分間超音波で溶液を攪拌した。カーボンペーパー(TGP-H-60, 東レ)をアルミ電極上に置きアルミ電極を接地した。さらに、テフロン板をアルミ電極にはめるように配置した。この時、カーボンペーパーとアルミ電極の大きさは20 mm×20 mmとしテフロン板とカーボンペーパーの表面が同じ高さになるように配置した。ノズルとカーボンペーパーの電極間距離を100 mmとし、ノズルに-8.0 kVの電圧を

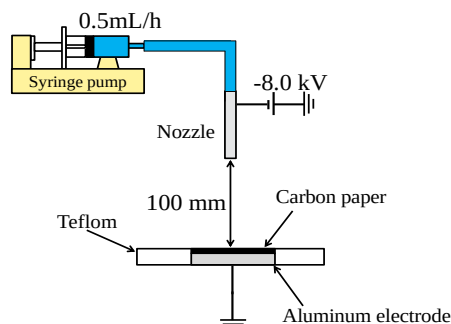


Fig.1 Experimental setup for Electrostatic Spray

Performance Evaluation of DMFC Using GDL Painted Catalyst by Electrostatic Spray

Masayuki EGASHIRA, Shota YAZAWA, Yusuke KUDO and Tetsuo MAKITA

印加した。さらに、シリンジポンプ(CSP-100S, 大研医器株式会社)を用いて流量 0.5 mL/h でノズルに溶液を供給して静電噴霧現象を起こしカーボンペーパーに対して触媒材料を塗布した。空気極側には、従来の方法を用いて⁴⁾イオン交換膜(Nafion117, Dupont)に対して静電噴霧法で触媒材料を噴霧した。空気極側に塗布した溶液はPt触媒(20 % on Vulcan XC-72)とNafion溶液(Aldrich, 10 wt. % Nafion)を混合したものでありPt/CとNafionの重量比が1:1になるように混合している。さらにそれを70 %エタノール水溶液で固形分が3 %になるように希釈した⁶⁾ノズルに供給した溶液の流量は2.0 mL/h、ノズルに印加した電圧は-15 kV、イオン交換膜とノズルの距離は20 mmとした。

2.2 燃料電池の性能評価

Fig.2 の装置で作製した MEA を用いて DMFC を運転し I-P 特性を測定した。この時 DMFC の運転条件は、燃料極側には3 %メタノール水溶液を流量2.0 mL/minで供給した。空気極側にはポンプを用いて室内の空気を流量2000 mL/minで供給しI-P特性をFCインピーダンスメータ(KFM2005, 菊水電子工業株式会社)で測定した。

3 実験結果

作製した MEA を用いて、DMFC の I-P 特性を評価した結果を Fig.3 に示す。Fig.3 の I-P 特性は MEA の単位面積当たりどれだけの電力を生成したかを示す。また、Fig.3 には従来の方法で燃料極側、空気極側両方ともイオン交換膜に噴霧を行って作製した MEA を組み込んだ DMFC の特性を示してある。本実験結果から、カーボンペーパーに噴霧しても従来法と同様に DMFC の性能を評価できることがわかった。

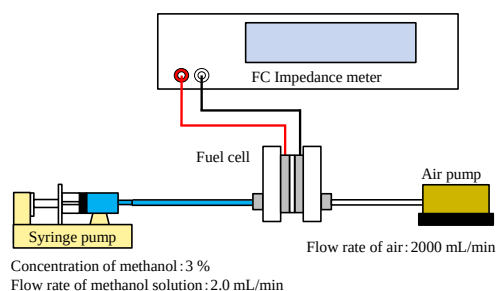


Fig.2 Experimental set up for evaluation of DMFC

4 まとめ

本研究では、ガス拡散層基材であるカーボンペーパーに対してコーンジェットモードによる MEA の作製を行い DMFC の性能を評価した。本実験結果より、GDL に対しコーンジェットモードを用いて触媒溶液を塗布しても DMFC の性能を評価できることがわかった。今後は、ノズルに供給する触媒溶液の流量を変え、性能の比較を行う。その後、表面の観察や静電噴霧法により生成された粒子の粒径の測定を行い、低コストな DMFC 用 MEA の作製を行える噴霧条件を検討する。

「参考文献」

- 1) 田辺 茂 基礎マスターシリーズ 燃料電池の基礎マスター電気書院 pp.118-126(2009)
- 2) 渡辺 政廣 燃料電池用電極触媒の設計とその触媒作用 表面科学 Vol.27, No.10, pp.604-608(2006)
- 3) James Larminie/Andrew Dicks 訳 梶屋治紀解説燃料電池システム オーム社 pp.6-9 (2004)
- 4) 橋本昌樹 静電噴霧法を用いた直接メタノール型燃料電池用電解質膜の作製と評価 電気関係学会四国支部連合大会講演論文集(CD-ROM) Vol.2012 Page ROMBUNNO.1-1(2012)
- 5) M.Cloupenu and B.Prunet-Forch "Electrostatic Spraying of Liquids Main functioning modes" Journal of Electrostatics Vol 25, Issue 2, 1990, pp.165-184
- 6) 梅田実 静電噴霧法によるナフィオン電解質膜への電極触媒の塗工, 燃料電池, VOL7, NO.4, pp114-118(2008)

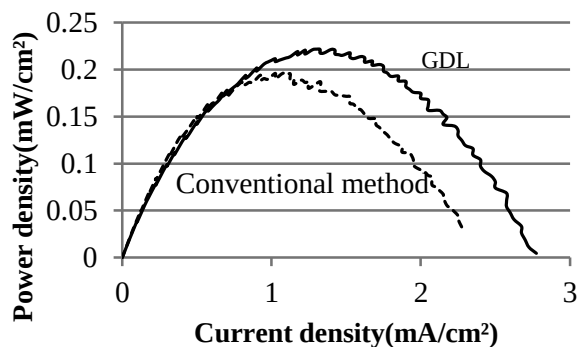


Fig.3 I-P characteristic of DMFC using produced