

直接メタノール形燃料電池用 MEA の作製方法に関する研究

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 大塚 哲郎

1 まえがき

近年, 地球環境に負担をかけないクリーンなエネルギーの一つとして燃料電池に注目が集まっている¹⁾。燃料電池は水素と酸素を用いることで酸化還元反応により電力の生成を行う発電装置である。

燃料電池は使用する電解質によって種類が異なる。燃料電池を大きく大別すると固体酸化物形, 熔融炭酸塩形, リン酸形, 固体高分子形に分ける事が出来る²⁾。我々はその中でも固体高分子形の構造を用いた直接メタノール形燃料電池(DMFC)に注目した。

DMFCとはメタノール燃料を直接供給できる燃料電池である。そのため構造が他の燃料電池に比べて簡単であり, 運転温度が常温～80℃と他の燃料電池に比べて圧倒的に低いため起動時間も早いといった特徴がある。

DMFCには膜電極接合体(MEA)という部品があり, そのMEAに燃料を供給することで電力を生成する。MEAとは高分子の電解質膜を白金などの触媒を用いた燃料極, 空気極と呼ばれる電極で両面を挟んだ構造をしている。燃料極はメタノール燃料を, 供給する電極のことでメタノールを酸化し電子と陽イオンを生成する。空気極は, 燃料極で生成された陽イオンと電子が空気極に供給された酸素と還元反応を起こして電力を生成する。この時に, 空気極では水が生成される。燃料電池は, MEAの表面で酸化還元反応を起こして電力を生成するため, DMFCの性能はMEAの表面積を増加させることで上昇できると考えられている³⁾。そこで, 我々は表面積を増加させる方法として静電噴霧法に着目し研究を行っている。

静電噴霧法とは静電気をを用いたスプレードライ法であり, 針電極に高電圧を印加し液体を静電気の力で噴霧させる方法である⁴⁾。静電噴霧法は液滴が帯電した状態で噴霧する。噴霧している間に溶剤が蒸発して液滴の体積が縮小していく。この時に, 液滴の表面張力よりクーロン斥力が上回り液滴が破裂してさらに細か

い液滴に分裂して塗装表面に向かって塗布される。この過程を塗装表面に塗布されるまで繰り返す。そのため, 非常に細かい粒子を塗装表面に塗布できる。この特徴により塗装表面を多孔質にすることが可能であり, MEAの表面積を増加させるのに有効であると我々は考えている。

本研究では, 静電噴霧法でMEAを作製しMEAの表面積と燃料電池の性能の相関を検討することを目的としている。本報では, 静電噴霧法とはけ塗りで発電性能と単位面積あたりの最大電力量を比較した時に, 静電噴霧法の方が高い結果が出たのでそれを報告する。

2 MEAの作製

前処理として0.5 mol/lの硫酸中にNafion117を12時間以上浸した。噴霧を行う前に20 mm × 20 mmの反応面積が形成できるようにNafion117にテフロンシートでマスキングを施した。空気極側に塗布した溶液はPt/C (20 % on Vulcan XC-72)とNafion溶液(Aldrich, 10 wt. % Nafion)をPt/CとNafionの重量比が1:1になるように混合した。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⁵⁾。燃料極側に塗布した溶液はPt-Ru/C (20 % on Vulcan XC-72)とNafion溶液(Aldrich, 10 wt. % Nafion)がそれぞれPt-Ru/CとNafionが重量比1:1になるように混合した。さらに, それを70 %エタノール水溶液で固形分3 %になるように希釈した。静電噴霧法によるMEA作製装置を図1に示す。図1は注射器を取り付けたシリンジポンプと静電噴霧ノズルとなる針電極, シリコンラバーヒーター, 接地電極となる吸引式電極から構成されている。吸引式電極は真空ポンプと接続しNafion117がたわまないようにNafion117を吸い付ける働きをする。シリンジポンプにより流量2.0 mL/minで溶液を押し出し, 針電極に-15 kVの電圧を印加して溶液を噴霧した。針電極とNafion117間の電極間隔は20 mmとした。Nafion117に溶液を塗布した後,

Study on Fabrication Method of MEA of Direct Methanol Fuel Cell
Masayuki EGASHIRA, Shota YAZAWA, Yusuke KUDO and Tetsuro OTSUKA

125 ℃で1分間ホットプレスで熱圧着してMEAを完成させた。静電噴霧法と比較するために同様の溶液を用いてはけ塗りでMEAを作製した。この時、触媒量と反応面積を統一してMEAを作製した。

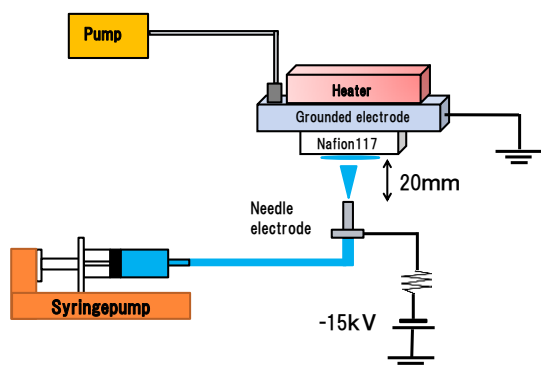


図1 MEA 作製装置

3 実験方法および結果

作製したMEAを用いて、燃料電池のI-P特性を測定した結果を図2に示す。燃料極側には、純水で3 %に希釈したメタノール水溶液を流量2.0 mL/minでシリンジポンプを用いて供給した。空気極側には、流量2000 mL/minでポンプを用いて空気を供給した。また、単位面積あたりの最大電力量を静電噴霧法とはけ塗りで比較した結果を図3に示す。

静電噴霧法とはけ塗りで発電性能を比較した結果、静電噴霧法で作製した方が発電電力が高かった。単位面積あたりの最大電力量を比較した結果、はけ塗りよりも静電噴霧法の方が生成する最大電力量がおよそ2倍高かった。

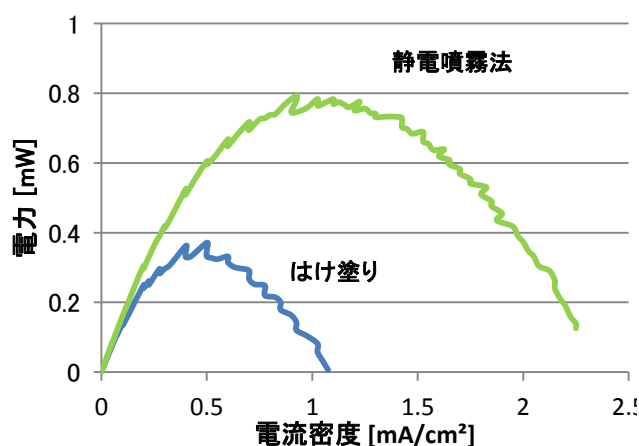


図2 燃料電池の I-P 特性

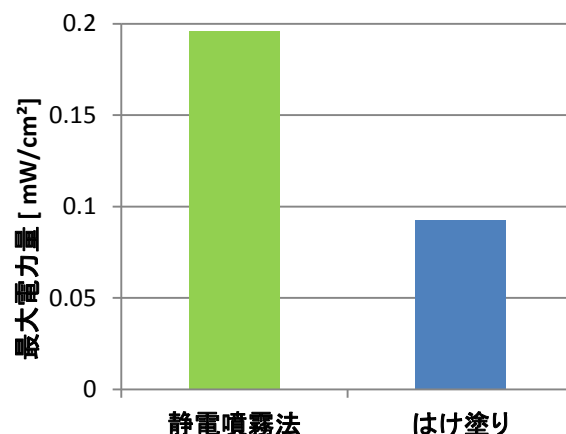


図3 単位面積あたりの最大電力量の比較

4 まとめおよび考察

今回は、静電噴霧法とはけ塗り二つの方法で作製したMEAの性能を比較した。その結果、静電噴霧法で作製した方がはけ塗りで作製したものよりも発電性能が高い結果になった。また、単位面積あたりの最大電力量を比較した結果、最大電力量は静電噴霧法の方が高かった。このことから静電噴霧法で作製したMEAは、はけ塗りよりも多孔質な表面を成膜でき表面積が増加した、そのためMEAの反応面積が増加し、燃料電池の発電性能が向上したのではないかと考えられる。

今後は走査型電子顕微鏡(SEM)による表面の観察を行い静電噴霧法とはけ塗りの表面を比較し表面積についての検討を行う。

「参考文献」

- 1) 小久見 善八 クリーンエネルギーと高分子燃料電池の技術課題と高分子の役割 - 固体高分子形を中心に - 高分子 Vol.52 No.5 Page.316-319 (2003.05.01)
- 2) 橋本昌樹 静電噴霧法で作製した直接メタノール型燃料電池用MEAに関する研究 平成24年度修士論文 pp.5~6
- 3) 著 James Larminie/Andrew Dicks 訳 樋屋治紀 解説 燃料電池システム オーム社 pp.6~9 (2004)
- 4) 奥山 喜久雄 I.Wuled LENGGORO 静電噴霧法による液滴およびイオンの発生 紛体工学誌 Vol.37 No.10 pp.35 (2000)
- 5) 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, VOL. 7, NO. 4, pp.114-118 (2008)