

DMFC 用触媒の静電噴霧状態の観察

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、水素を用いたクリーンなエネルギーとして燃料電池に注目が集まっている。燃料電池の一種に直接メタノール形燃料電池(Direct Methanol Fuel Cell: DMFC)がある。DMFC は他の燃料電池とは違い水素ではなくメタノールを用いて電力を生成する。そのため、水素貯蔵技術や改質器を用いないため燃料電池システムを小型化しやすい。DMFC は膜電極接合体(Membrane Electrode Assembly: MEA)で発電を行う。DMFC は化学反応を行う時、MEA 上に電解質・燃料・触媒の3つが触れ合う三相界面と呼ばれる領域を形成する¹⁾。MEA の表面積が増加すると三相界面も増加すると考えられる。固体高分子形燃料電池用 MEA の表面積を増加する手法として静電噴霧法が提案されているが DMFC ではあまり報告例がない²⁾。我々は、静電噴霧法を用いて DMFC 用 MEA を作製する研究を行っており燃料極用の触媒材料を用いて噴霧することに成功している³⁾。しかし、空気極用の触媒材料を用いた噴霧条件が明らかとなっておらず、DMFC 用触媒層の作製の検討も行っていない。

本研究では静電噴霧法を用いた空気極用の触媒材料の噴霧状態と燃料極用の触媒材料を用いた時の噴霧状態を比較し触媒層の作製条件を検討した。また、カーボンペーパーに燃料極と空気極の触媒材料を静電噴霧法により塗布し触媒層の作製を行った。

2 実験方法および測定方法

2.1 溶液の作製

燃料極側に用いた溶液は Pt-Ru/C 粉末(20 %

on Vulcan XC-72)と Nafion 溶液(Aldrich, 10 wt. % Nafion)の重量比率が 1:1 になるよう混合し、固形物の重量が 1%になるよう 70 %エタノール水溶液で希釈したものを用いた³⁾。空気極側に用いた溶液は Pt/C 粉末(20 % on Vulcan XC-72)と Nafion 溶液(Aldrich, 10 wt. % Nafion)の重量比率が 1:1 になるよう混合し、固形物の重量が 1%になるよう 70 %エタノール水溶液で希釈したものを用いた。

2.2 噴霧状態の観察および触媒層の作製

静電噴霧法を用いて燃料極と空気極の触媒材料を噴霧し噴霧状態の観察を行った。静電噴霧法により触媒材料を噴霧するための装置を Fig.1 に示す。本装置は溶液を噴射するためのノズル、接地電極となるアルミ板、溶液をノズルに供給するためのシリンジポンプから構成される。燃料極と空気極の触媒材料を噴霧するために用いた静電噴霧法の条件は印加電圧-5.3 kV、溶液の流量を 0.5 mL/h、ノズルとアルミ板の距離を 30 mm として噴霧状態の観察を行った。さらに同様の条件でカーボンペーパー(TGP-H-60, 東レ)に対して静電噴霧法により燃料極および空気極の触媒材料を塗布し触媒層の作製を行った。

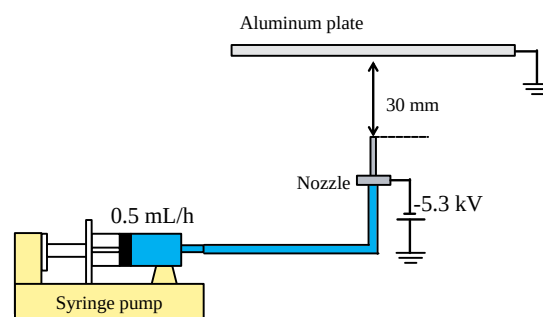


Fig.1 Schematic diagram of experimental setup

Observation of The Electrostatic Spray aspect for producing DMFC Catalyst
Masayuki EGASHIRA, Shota YAZAWA, Yusuke KUDO and Tetuso MAKITA

た。その後、走査型電子顕微鏡(VE-7800,キーエンス)を用いて作製した触媒層の表面を観察した。

3 実験結果

3.1 噴霧状態の観察

DMFC 用の触媒材料を静電噴霧法により噴霧し噴霧状態の観察を行った結果を Fig.2 に示す。Fig.2(a)が燃料極の触媒材料を静電噴霧法により噴霧した時の噴霧状態を示し、(b)が空気極の触媒材料を静電噴霧法により噴霧した時の噴霧状態の様子を示している。観察した結果より 2.2 節に示した噴霧条件を用いた場合、燃料極と空気極の触媒材料はコーンジェットモードで噴霧されることが分かった。このことから、印加電圧-5.3 kV、溶液の流量 0.5 mL/h、ノズルとアルミ板の距離が 30 mm であれば燃料極と空気極の触媒材料はコーンジェットモードにより触媒層の作製が可能であると考えられる。

3.2 触媒層の作製

3.1 節と同様の噴霧条件を用いてカーボンペーパーに対して触媒層を形成し、走査型電子顕微鏡を用いて作製した触媒層の観察を行った結果を Fig.3 に示す。倍率は 200 倍である。Fig.3(a)がカーボンペーパーに対して燃料極側の触媒材料を塗布した試料であり(b)が空気極側の触媒材料をカーボンペーパーに対して塗布した試料である。作製した燃料極と空気極の触媒層を比較すると同じ倍率であっても表面が違っており燃料極に対して空気極は細かい粒子が塗布されているのが確認できる。これは、溶液に添加する Nafion の量が違うためだと考えられる。添加する Nafion の量が違うため燃料極の溶液と空気極の溶液は粘性が違っていると考えられる。結果として生成する粒子の粒径が違うので、表面が違ってしまったと考えられる。

4. まとめ

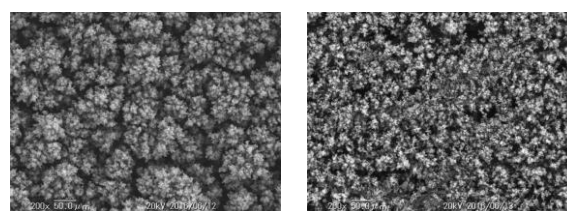
本研究では、DMFC 用の触媒材料を静電噴霧法により噴霧し噴霧状態の確認を行った。その結果、印加電圧-5.3 kV、溶液の流量 0.5 mL/h、電極間距離 30 mm の時にコーンジェットモードで噴霧されることが分かった。さらに走査型電子顕微鏡により作製した触媒層を観察した。その



(a)Anode

(b) Cathode

Fig.2 Aspects of the electrostatic spray



(a) Anode

(b) Cathode

Fig.3 SEM images of catalyst layer for DMFC that was fabricated by electrostatic spray

結果、空気極と燃料極では表面構造が違うことが分かった。

今後は、作製した試料を DMFC に組み込み DMFC の発電性能を評価する。

参考文献

- 1) 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)
- 2) S.Martin, P.L. Garcia-Ybarra, J.L. Castillo "High platinum utilization in ultra-low Pt loaded PEM fuel cell cathodes prepared by electrospraying" International Journal of Hydrogen Energy, Vol.35,Issue19 ,pp.10446-10451 (2010)
- 3) Masayuki EGASHIRA, Satoshi MIKAMI, Kodai YAMAOKA, Shota YAZAWA, Yusuke KUDO and Tetsuo MAKITA "The Optimization of Electrostatic Spray Condition to Fabricate MEA For DMFC" The International Conference on Electrical Engineering 2016, Vol.2016 (2016)