

課題番号 : F-16-KT-0130
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 電極材料の構造特性評価
 Program Title(English) : Evaluation of structure property of electrode materials
 利用者名(日本語) : 井上 元¹⁾²⁾、殊井 亮太郎¹⁾、中村 琢海¹⁾
 Username(English) : G. Inoue¹⁾²⁾, R. Kotoi¹⁾, T. Nakamura¹⁾
 所属名(日本語) : 1) 京都大学大学院工学研究科化学工学専攻(2019年2月まで), 2)九州大学大学院工学研究院化学工学部門(2019年3月より)
 Affiliation(English) : 1) Department of Chemical Engineering, Kyoto University, 2) JST Presto, “Phase Interfaces for Highly Efficient Energy Utilization“

1. 概要(Summary)

次世代自動車の駆動源として固体高分子形燃料電池(PEFC)は、更なる高耐久性・高出力密度化が望まれているが、現状酸素還元反応が律速であり、Pt 触媒の活性向上と、酸素の輸送性能の向上が不可欠である。一方触媒層内で、Pt が高電位・高酸性雰囲気中で凝集粗大化する問題があり、解決策としてPt粒子を多孔性シリカで被覆した新規触媒材料が提案されている。しかし材料により表面性状が異なり、触媒層作製時の触媒スラリー内での粒子分散性、そして多孔質空隙構造が大きく異なることが予想される。したがって本研究では作製した新規触媒材料を用いた触媒層の立体構造把握を目的とし、集束イオンビーム走査型電子顕微鏡(FIB-SEM)を用いて実電極の三次元構造を検証し、また触媒層作製時のインク内粒子分散性も踏まえて、多孔質電極構造への影響を検証し、また発電実験の出力特性も比較し、構造が及ぼす影響についても考察した。

2. 実験(Experimental) :

【利用した主な装置】

B6 集束イオンビーム走査電子顕微鏡(NVision40PI)
 C13 ゼータ電位・粒径測定システム(ELSZ-2Plus)

【実験方法】

市販のPt/C触媒に、3-Aminopropyltriethoxysilane (APTS)と Tetraethoxysilane (TEOS)を添加し、SiO₂/Pt/Cの重量比が20:37:43となるようにシリカ被覆Pt/C触媒を作製した。これを水NPA混合溶媒に分散し、アイオノマー(5 wt% Nafion 溶液)を添加後、超音波分散および自転公転ミキサーで、アイオノマーカーボン比(I/C)を制御してスラリーを作製した。これを基に触媒層(CL)を成膜し、その後電解質膜(Nafion NR212)に熱転写し、膜電極接合体(MEA)を作製した。なお今回塗布方法の影響を検証するために、従来のドクターブレード法(Coater法)とインクジェット法(IJ法)の2手法により検討した。これらMEAを炭素繊維不織布からなる拡散層ではさみ、電極面積1 cm²のJARI標準セルに組んだ。そして

所定のエージングを行い0.3 V時の電流値が安定したのち電流-電圧特性を計測した。セル温度(T_c)、加湿器温度(Thum)を80 °Cにし、純H₂とO₂ 21%/N₂79%混合ガスを両極に供給した。また作製した触媒層構造と、そのインク中の粒子分散性を確認した。触媒層はFIB-SEMの台座上に貼りつけたカーボンテープ上に転写し、Gaイオンビーム(30 keV, 30 pA)でスライスピッチ10 nmで切断し、これを20枚連続させ切断と断面観察を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

各触媒層の発電特性をFig. 1に示す。同I/C比ではシリカ被覆により出力は低下するが、IJ法を用いてI/C=0.25に低減することでシリカ被覆触媒の出力が向上し、最大出力密度で比較すると1.2~1.4倍向上した。その要因としてシリカ被覆触媒はインク中で分散性に優れ、IJ法に有利であり、また触媒層の構造も比較的均一な構造が形成されていることがFIB-SEMからわかった。

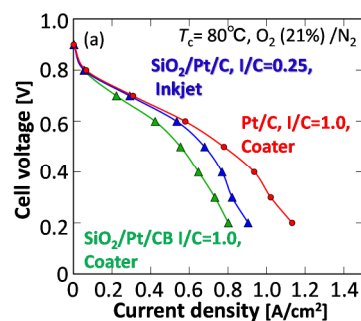


Fig. 1 Output performance and Structure.

4. その他・特記事項(Others)

・新エネルギー産業技術総合開発機構(NEDO)「固体高分子形燃料電池利用高度化技術開発事業/カソード高機能化に資する相界面設計」

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) 中村琢海 他, 第19回化学工学会学生発表会(豊中大会) P04, 平成29年3月4日(発表日).

6. 関連特許(Patent)

なし。