

泳動電着による固体酸化物燃料電池製造技術の開発

百田 寛^{*1}, 辻 華子^{*2}, 松田 元秀^{*2}

^{*1}熊本大学工学部技術部, ^{*2}熊本大学自然科学研究科

1. はじめに

化石燃料の枯渇や環境破壊等の問題からクリーンな発電装置として燃料電池が注目されている。燃料電池には幾つかのタイプがあるが、セラミックスを主な構成部材とする固体酸化物燃料電池 (Solid Oxide Fuel Cell : SOFC) は、燃料電池の中で最も高い発電効率を示すことに加え、廃棄物などから得られるバイオガスを直接燃料ガスとして利用することができるといった優位性を持つことから、大変注目されている発電技術である。

一方、近年、セラミックスの成形体製造プロセスとして電気泳動堆積 (Electrophoretic deposition : EPD) 法が注目されている。

EPD とは、セラミックス粒子を溶媒中に分散させ、その懸濁液中に電極を挿入、電場を印加することにより、粒子を電極基板上に直接堆積させる方法である。EPD は、真空系などを必要とせず、極めてシンプルな装置構成で、また他の製膜技術に比べて、膜厚制御性が高く、堆積速度が速いという利点を有する。さらに SOFC への応用を考えた場合、EPD 法は燃料極 | 電解質 | 空気極といった三層を短時間の下で連続的に製膜できるといった、製造上極めて優位な特徴を有する。しかしながら、粒子の堆積特性は懸濁液の調製条件などによって変化したり、また多層化した試料を熱処理した場合の各層の熱収縮挙動の違いなどによって剥離や割れがしばしば観測される。SOFC の場合、電解質は緻密化させ、それに対して電極はある程度の多孔性を持たせる必要がある。本研究では、EPD による燃料極 | 電解質 | 空気極三層連続製膜を行うプロセスと同時焼成プロセスの最適化を検討し、得られた知見から高性能 SOFC の簡便的な製造プロセス技術の開発を行う。

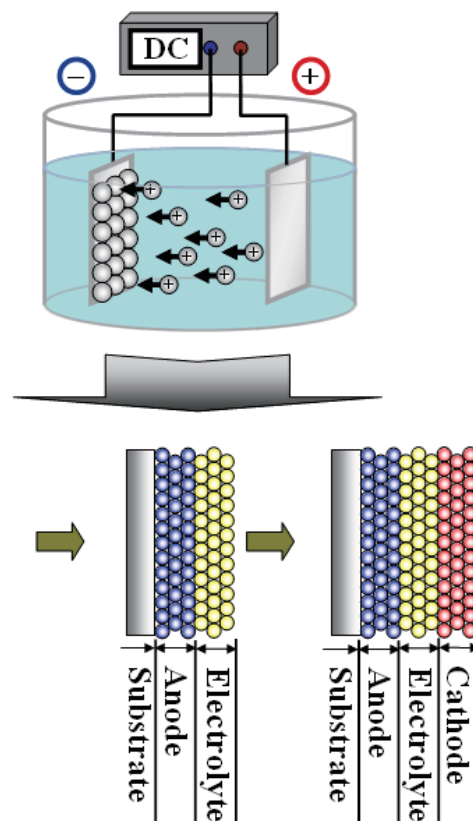


Fig. 1 Schematics for formation of tri-layers by EPD applied layer by layer.

2. 実験について

EPD 実験は市販の直流電源を用い、また基板のセッティングは自作のサンプルホルダーを用いて行っている。作製したセルの発電特性評価は熊本大学自然科学研究科マテリアル工学専攻の松田研究室が保有する燃料電池評価システムを用いて行う予定である。現在予備的な実験を進めており、燃料極 | 電解質 | 空気極三層連続製膜に関する実験結果及び発電特性評価に関連する結果は発表時に報告する予定である。以下に、具体的な実験の流れとその概要を示す。

(1) EPD 用懸濁液の調整と連続的 EPD による多層膜の形成

燃料極、電解質および空気極はそれぞれ NiO-GDC (Gd_2O_3 -doped CeO_2)、GDC および $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{Co}_{0.2}\text{Fe}_{0.8}\text{O}_{3-\delta}$ (LSCF) と

した。それらの粉末 (NiO、GDC、LSCF 等) と適当な添加剤をエタノール中に投入し、攪拌を行いながら超音波分散処理を施し、燃料極、電解質および空気極形成用懸濁液をそれぞれ調整した。なお、添加剤には、造孔剤としてポリメタクリル酸メチル、分散助剤としてリン酸エステルおよびポリエチレンイミン、結合剤としてポリエチレングリコールまたはポリビニルブチラルを用いた。得られた懸濁液に堆積基板とステンレス基板からなる一対の電極を設置し、所定の電圧を印加することにより、EPD を行った。なお、堆積用基板にはカーボン基板が用いられた[1]。

(2) 多層膜同時焼成によるセル製造と SOFC 発電特性評価

得られた多層化試料は大気中 1400~1500℃ 付近の温度で処理され、電解質の緻密化が検討された。前記したように、SOFC の製造では電解質の緻密化が必須である。そのため、ここでは電解質層のみを形成させた場合や燃料極 | 電解質からなる二層を形成した場合など、その状態による電解質の緻密化挙動を検討しながら、セル構造の形成を行った。また、熱処理条件を変えるだけでなく、EPD 条件による堆積粒子の堆積状態を制御しながら、理想的な微細構造を持つセルの製造に努めた。微細構造の評価は走査型電子顕微鏡を用いて行い、各層間での反応性などは X 線回折によって検討した。

得られたセルの発電特性は、図 2 に示す燃料電池評価システムを用いて評価予定である。測定温度は 700~800 °C とし、燃料ガスとして加湿 H₂、酸化剤ガスとして空気を供給しながら端子電圧測定を行うことによってセル性能を評価する。

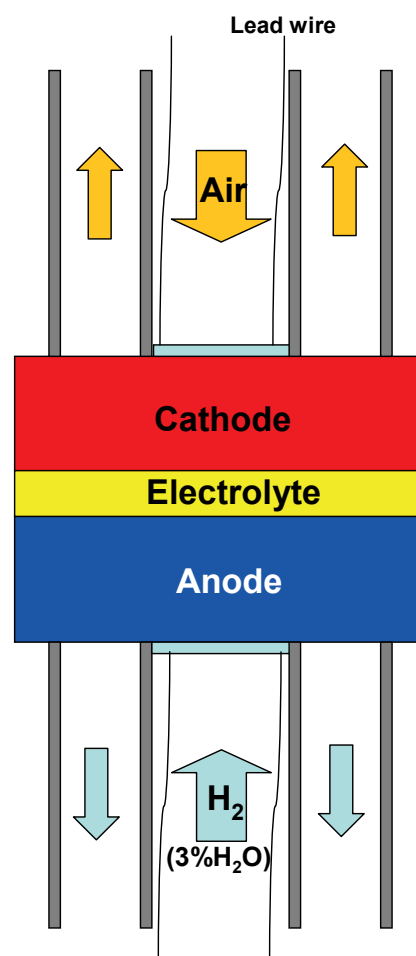


Fig. 2 Schematics of an experimental setup to evaluate the cell performance of single SOFC fabricated in this work.

謝辞

本研究の一部は、平成 22 年度熊本大学工学部技術部奨励研究の予算を用いて行いました。ここに記して謝意を表します。また熊本大学自然科学研究科マテリアル工学専攻の田邊洋明君には発電特性評価を行うにあたり大変お世話になりました。ここに感謝申し上げます。

参考文献

[1] Takushi Hosomi, Motohide Matsuda and Michuhiro Miyake, *J. Eu. Ceram. Soc.*, 27 (2007) 173.