

SOFC の 100 時間発電特性

林 大貴*, 新島聖治**

Power Generation Characteristic of 100 hours in Solid Oxide Fuel Cells (SOFCs)

Daiki HAYASHI and Seiji NIJIMA

1. はじめに

電力における分散発電の重要性が見直されている中で、燃料電池が注目されている。様々な燃料電池の中でも、固体酸化物形燃料電池 (Solid Oxide Fuel Cell ; SOFC) は、発電効率が高いこと、水素だけでなく、メタン、石炭ガス、一酸化炭素も燃料として有効に使用されることなど、多くの利点を持ち合わせている。一方で、作動温度が 1000°C 程度と高いため、電極触媒の焼結が進行することで周辺材料の選択の幅が狭くなることなどのデメリットも生ずる。そのため、低温作動化についての研究が多くなされている。

これまでに窯業研究室では、水系スラリーを用いたテープ成形あるいは鋳込み成形とスクリーン印刷を組み合わせセルを作製し、発電特性を評価してきた¹⁻³⁾。昨年度の報告では、電解質の薄膜化による低温作動化を検討し、800°Cにおいて 0.32 W/cm²の出力を得た⁴⁾。

本研究では、テープ成形及びスクリーン印刷の組み合わせにより、直径 80 mm のセルを作製し、100 時間の発電特性の評価を行ったので、ここに報告する。

2. 実験方法

2. 1 セルの作製

図 1 に示すフローチャートに従い、平板型セルの作製を行った。

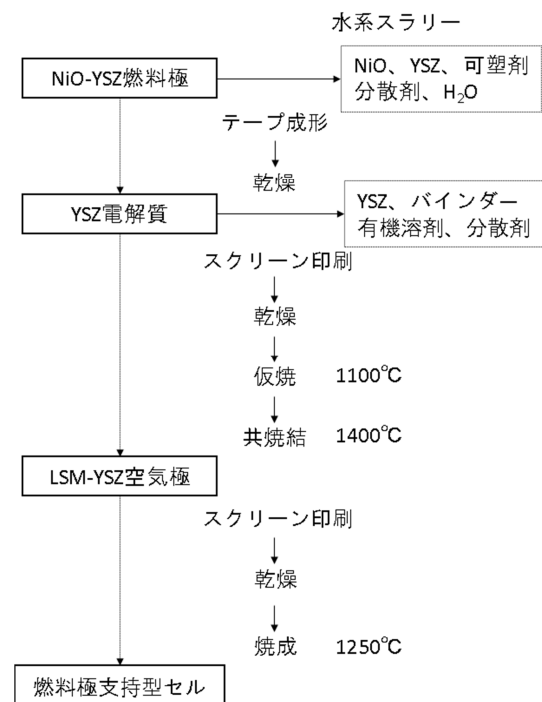


図 1 セルの作製におけるフローチャート

燃料極には NiO 及び Y₂O₃ 安定化 ZrO₂ (YSZ)、電解質には YSZ、空気極には導電性セラミックスである La_{0.8}Sr_{0.2}MnO₃ (LSM) 及び YSZ を材料系として燃料極支持型セルを作製した。

まず、NiO と YSZ を重量比 1 : 1 で混合し、さらに分散剤及び可塑剤を添加し、遊星型ボールミルを用いて 180 分間攪拌した後、消泡剤を加え、真空脱泡装置にて脱泡を行い、これを燃料極のテープ成形用スラリーとした。ドクターブレード式シート成形機を用いて、このスラリーをテープ成形した後、室温にて乾燥させ、得られた成形体を所定のサイズに

* 窯業研究室

** 窯業研究室伊賀分室

切断し、燃料極グリーンシートを得た。

次に、電解質インクを前述で得られた燃料極グリーンシート上に1回毎に90°回転及び乾燥させながら6回スクリーン印刷した。なお、電解質インクとして、YSZをバインダー、有機溶剤、分散剤とともに遊星型ボールミルを用いて30分間攪拌した後、消泡剤を加え、真空脱泡装置にて脱泡を行い、得られたものを用いた。その後、仮焼(1100°C)及び共焼結(1400°C)することでNiO-YSZ/YSZのハーフセルを得た。

最後に、空気極として、電解質インクの調製方法と同様にして、LSMとYSZを重量比1:1で混合したものを、ハーフセル上にスクリーン印刷し、焼成(1250°C)することで平板型セルを得た。得られたセルの構成は図2に示す。

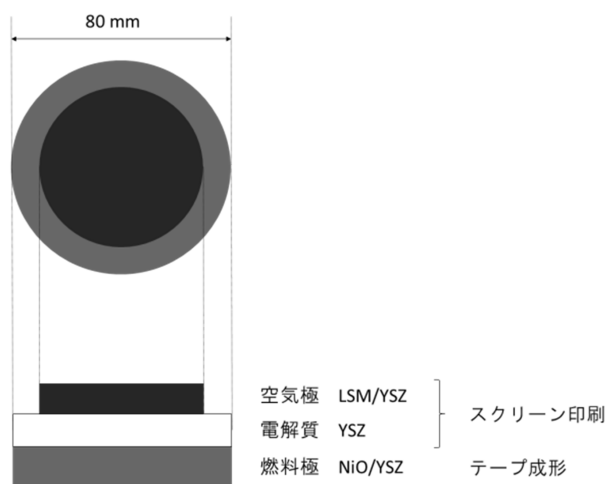


図2 セルの構成

2. 2 平板型セルの評価

得られた直径80 mmの平板型セルについて、発電特性として800°Cにおける電流-電圧(I-V)及び電流-出力(I-P)特性の評価、走査型電子顕微鏡(Scanning Electron Microscope; SEM)による観察を行った。また、100時間の発電特性についても評価を行った。発電特性については、酸化ガスとして空気、還元ガスとして常温加湿水素を用い、流量をそれぞれ600 mL/minとした。

3. 結果と考察

3. 1 SEMによる観察

既報において、スクリーン印刷回数により電解質膜厚を制御でき、膜厚が14 µmより厚くなると電解

質の抵抗が増加し、発電特性が低下することがわかっている⁴⁾。そこで本研究では、セルの強度と発電特性の観点から、膜厚が14 µmとなるようにスクリーン印刷回数を6回とした。得られたセル(還元後)のSEM観察結果を図3に示す。欠陥のない緻密な約14 µmの電解質膜であることがわかる。以後、このセルについて発電特性の評価を行った。

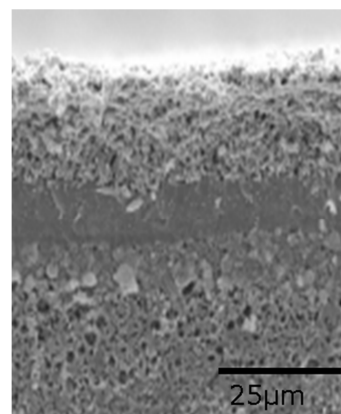


図3 平板型セルのSEM像(断面)

3. 2 発電特性

図4に800°Cにおける直径80 mmの平板型セルのI-V及びI-P曲線を示す。800°Cにおける最大の出力密度は0.32 W/cm²であった。既報においても、800°Cにおける最大の出力密度が0.32 W/cm²を得ている⁴⁾。これより、本研究でのセルの作製における再現性が確認された。

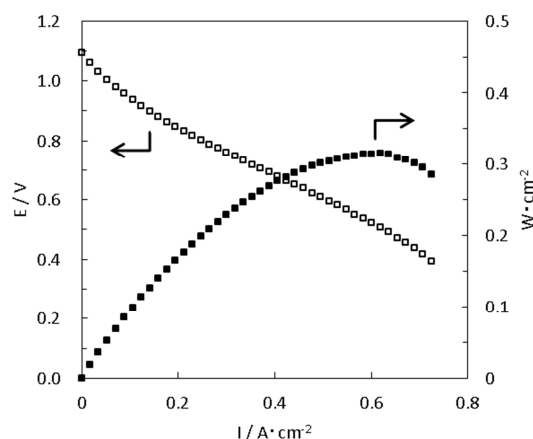


図4 平板型セルのI-V及びI-P曲線

3. 3 100時間発電特性

800°Cにおいて、100時間の発電特性を評価した。

その結果を図 5 に示す。従来の SOFC では開回路電圧 (Open Circuit Voltage ; OCV) は長時間動作で約 20%低下するが、本電池では、100 時間において OCV の低下は見られず、安定した挙動を示した。これより、本研究で得られたセルにおいて、100 時間での耐久性が確認された。

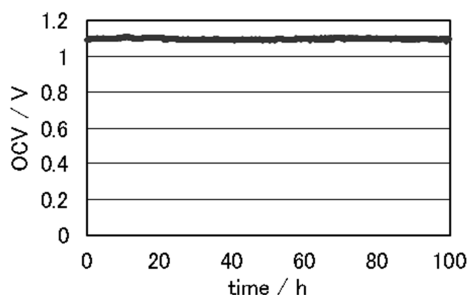


図 5 100 時間発電特性評価

4. まとめ

本研究において、セルの強度と発電特性の観点から、電解質の膜厚が 14 μm となるようにスクリーン

印刷回数を 6 回とし、欠陥のない緻密な電解質膜を得ることができた。また、得られたセルの発電特性は、800°Cにおいて 0.32 W/cm²を達成し、100 時間の長期発電特性の評価についても OCV の低下は見られず、安定した挙動が確認された。

参考文献

- 1) N. Hashimoto et al. : “ Fabrication and evaluation of 80 mm diameter-sized solid oxide fuel cell using water-based slurry”. J. Eur. Ceram. Soc., 29, p3039-3043 (2009)
- 2) 橋本典嗣ほか：“鑄込み成形による固体酸化物形燃料電池セルの成形”. 三重県工業研究所研究報告, No.32, p76-78 (2008)
- 3) 橋本典嗣ほか：“鑄込み成形を用いた平板型および円筒型固体酸化物形燃料電池セルの作製”. 三重県工業研究所研究報告, No.33, p21-24 (2009)
- 4) 庄山昌志ほか：“SOFC 用薄型電解質の開発”. 三重県工業研究所研究報告, No.35, p52-57 (2011)