

J14

PLD 法を用いた固体酸化物形燃料電池の電解質の薄膜化と評価

(阪府大工) ○(学) 向井 健人・(学)大谷昌司・(学)梅崎 友矢・(正)津久井 茂樹*
(都立産技高専) (正)吉田 健一・(阪府大工) (正)足立 元明

1. 諸言

固体酸化物形燃料電池 (SOFC) は約 1000°C といつた高温作動により白金触媒が不要であり、他の燃料電池に比べて発電効率が高い。しかしこの高温作動により、電池材料自体に耐熱性が要求され、材料選択の幅が狭まり、また昇温や降温に時間がかかるといったデメリットが存在する。これらの問題を解決するために低温 (600~700°C) でも高効率な SOFC の開発が求められている。SOFC の低温作動には燃料電池セル中の電解質の薄膜化が不可欠である。

一般的に電解質の薄膜化には塗布法が用いられているが、膜の微細構造や結晶性の制御、そして約 $2\text{ }\mu\text{m}$ 以下の薄膜の膜厚制御が難しい。電解質に求められる特性は緻密性、結晶性が良く、また膜厚の薄い薄膜作製することである。本研究ではこれらの制御が可能である Pulsed Laser Deposition (PLD) 法を用いて電解質の薄膜化を目指しユニットセルを作製する。

2. 実験

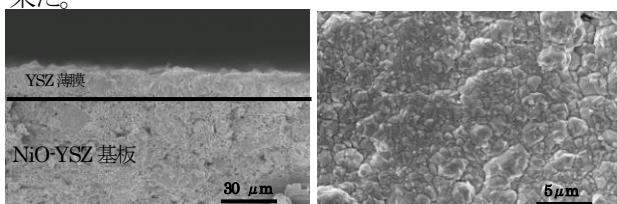
本研究では電池材料として燃料極基板 : NiO-YSZ サーメット (Ni:YSZ=6:4 mol 比、厚さ $500\text{ }\mu\text{m}$)、電解質 : YSZ (Y_2O_3) $_{0.08}$ (ZrO_2) $_{0.92}$ 、酸素極 : GSCO($\text{Gd}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{CoO}_3$)を用いた。NiO-YSZ サーメットは多結晶基板であり、表面は単結晶基板に比べて平坦性に乏しいので薄膜作製の前に基板を研磨することで平坦性を上げた。

電解質、酸素極の薄膜化には PLD 法を用い、電解質の薄膜化による影響を調べた。作製したユニットセルの評価は XRD 測定、SEM 測定、EDX 測定、発電特性測定を行った。

3. 結果と考察

(a) NiO-YSZ 基板上への YSZ 薄膜の作製

Fig.1 に基板に電解質 YSZ を薄膜化した SEM 画像を示す。PLD 法により多孔質な NiO-YSZ 基板上へ膜厚が約 $8\text{ }\mu\text{m}$ の緻密な電解質薄膜を作製することが出来た。



(a) 断面 SEM 画像

(b) 表面 SEM 画像

Fig.1 NiO-YSZ 基板上の YSZ 薄膜

(b) 基板温度変化による YSZ 薄膜の結晶性

基板温度を変化させたときの YSZ 薄膜の結晶性を、XRD を用いて観察した。Fig.2 より基板温度を変化させても YSZ 薄膜は配向性を持たず、多結晶の状態であることが分かった。

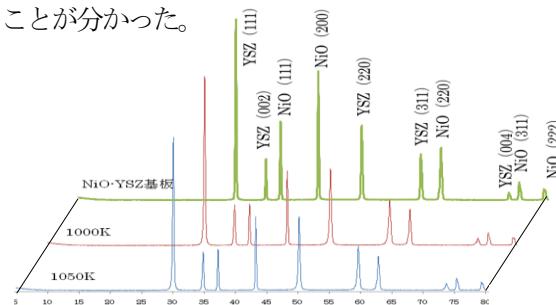


Fig.2 YSZ 薄膜の XRD 測定結果
(基板温度依存)

(c) 電解質薄膜化によるユニットセル出力密度の向上

NiO-YSZ 基板上に YSZ、GSCO を積層化し、ユニットセルの出力密度の測定を行った。Fig.4 に YSZ 電解質単結晶基板 (厚さ 0.5mm) を用いたユニットセルの出力密度との比較を示す。電解質の薄膜化を行うことで出力密度が大きく向上した。

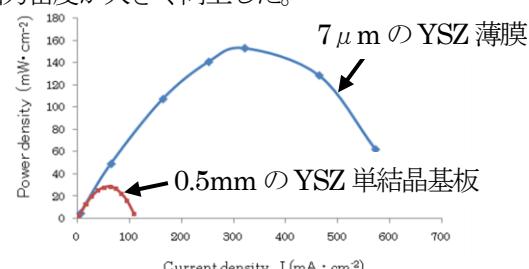


Fig.3 ユニットセルの出力密度
(測定温度 973K)

4. 結言

PLD 法により多孔質基板上に緻密な YSZ 薄膜を積層することが出来た。また YSZ 薄膜は配向性を持たず多結晶状態であることが分かった。電解質基板 (厚さ 0.5mm) ユニットセルの最大出力密度が約 30mW/cm^2 に対して、燃料極基板上に電解質を薄膜化したユニットセルの最大出力密度は約 160mW/cm^2 であり薄膜化による性能の向上が見られた。今後は基板温度依存による結晶性の変化のさらなる検討と電解質の膜厚を変えることによる出力密度への影響を調べる。

*大阪府立大学工学部化学工学科クラスター制御工学グループ
津久井茂樹 (E-mail:tsukui@chemeng.osakafu-u.ac.jp)