

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-177105

(P2010-177105A)

(43) 公開日 平成22年8月12日(2010.8.12)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
H 0 1 M 4/86 (2006.01)	H 0 1 M 4/86	5 H 0 1 8
H 0 1 M 8/12 (2006.01)	H 0 1 M 8/12	5 H 0 2 6

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2009-19795 (P2009-19795)	(71) 出願人	000006208
(22) 出願日	平成21年1月30日 (2009. 1. 30)		三菱重工株式会社
			東京都港区港南二丁目16番5号
		(71) 出願人	000213297
			中部電力株式会社
			愛知県名古屋市東区東新町1番地
		(74) 代理人	100112737
			弁理士 藤田 考晴
		(74) 代理人	100118913
			弁理士 上田 邦生
		(72) 発明者	水流 靖彦
			兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号
			三菱重工株式会社高砂研究所内

最終頁に続く

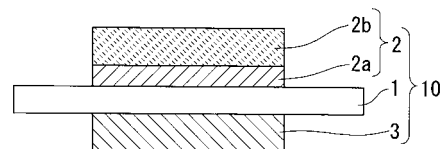
(54) 【発明の名称】 固体電解質型燃料電池の発電膜及びこれを備える固体電解質型燃料電池

(57) 【要約】

【課題】 低い運転温度でも燃料側電極の分極発生が抑えられた固体電解質型燃料電池の発電膜及びこれを備える固体電解質型燃料電池を提供する。

【解決手段】 固体電解質 1 と、該固体電解質 1 の一側に設けられた空気側電極 3 と、他の側に設けられた燃料側電極 2 とを有する固体電解質型燃料電池の発電膜 10 であって、前記燃料側電極 2 が、前記固体電解質 1 側から順に、 NiO と $\text{Ce}_{1-x}\text{Ln}_x\text{O}_2$ (Ln : Gd または Tm, $0.03 \leq x \leq 0.5$) との混合物を含む第 1 層 2a と、 NiO と還元雰囲気において前記 $\text{Ce}_{1-x}\text{Ln}_x\text{O}_2$ よりも高い導電性を有する高導電性酸化物との混合物を含む第 2 層 2b とを備える。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

固体電解質と、該固体電解質の一侧に設けられた空気側電極と、他の側に設けられた燃料側電極とを有する固体電解質型燃料電池の発電膜であって、

前記燃料側電極が、前記固体電解質側から順に、

NiO と、 $\text{Ce}_{1-x}\text{Ln}_x\text{O}_2$ ($\text{Ln}:\text{Gd}$ または Tm 、 $0.03 \leq x \leq 0.5$)との混合物を含む第1層と、

NiO と、還元雰囲気において前記 $\text{Ce}_{1-x}\text{Ln}_x\text{O}_2$ よりも高い導電性を有する高導電性酸化物との混合物を含む第2層とを備える固体電解質型燃料電池の発電膜。

10

【請求項 2】

前記 NiO と前記 $\text{Ce}_{1-x}\text{Ln}_x\text{O}_2$ との混合比が、質量比で20:80から60:40の範囲内である請求項1に記載の固体電解質型燃料電池の発電膜。

【請求項 3】

前記高導電性酸化物が、ランタンドープストロンチウムチタネート及びストロンチウムドープランタンクロマイトの少なくとも一方である請求項1に記載の固体電解質型燃料電池の発電膜。

【請求項 4】

前記 NiO と前記高導電性酸化物との混合比が、質量比で40:60から80:20の範囲内である請求項3に記載の固体電解質型燃料電池の発電膜。

20

【請求項 5】

請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載の発電膜を備える固体電解質型燃料電池。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、固体電解質型燃料電池の発電膜及びこれを備えた固体電解質型燃料電池に関する。

【背景技術】

【0002】

固体電解質型燃料電池(SOFC)の一般的な構成としては、図1に示すものが知られている。発電膜10は、固体電解質1とその両面に形成された燃料側電極2、空気側電極3から構成される。燃料側電極2側には導電性接合材4、インターコネクタ6が形成され、空気側電極3側には導電性接合材5、インターコネクタ7が形成されている。

30

【0003】

上記固体電解質1としては、イットリア安定化ジルコニア(YSZ)を用いることが提案されている。上記空気側電極3としては、優れた出力密度と高い耐久性が得られることから、組成式 $(\text{La}_{(1-y)}\text{Sr}_y)_z\text{MnO}_3$ で表されるランタンストロンチウムマンガン酸化物(LSM)とYSZとのコンポジットが用いられる。上記燃料側電極2には、優れた電子伝導性、電極反応性、水素雰囲気中での安定性が要求とされる。燃料側電極2の材料としては、酸化ニッケル(NiO)及びYSZの混合物(NiO/YSZ サーメット)が一般的に使用されている。

40

【0004】

固体電解質型燃料電池の運転温度は一般的には約1000℃であるが、より低温(例えば約800℃以下)で作動する固体電解質型燃料電池が求められている。しかしながら、従来の固体電解質型燃料電池では、固体電解質型燃料電池の運転温度を1000℃から800℃以下に低下させると燃料側電極の分極が大きくなり、反応抵抗が大きくなって発電性能が低下するという問題があった。従って、800℃程度の比較的低温で運転するためには、800℃でも反応抵抗が低い燃料側電極が必要とされていた。

【0005】

界面での電気抵抗を低減して高い発電性能を有する固体電解質型燃料電池とするために

50

、例えば特許文献1に、電解質膜と空気極との間に、サマリヤなどの元素をドーブしたセリアの層を形成することが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2001-283877号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

サマリアドープセリアを燃料側電極に適用した場合、YSZに比べて、800℃の還元雰囲気における反応活性を向上させることが可能である。しかし、サマリアドープセリアは、還元雰囲気ではイオン導電性及び電子導電性を示すため、イオン導電性のみを示すYSZよりも導電率が向上するものの、電極材料に適用するには導電率が不十分という問題があった。

【0008】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、低い運転温度でも燃料側電極の分極発生が抑えられた固体電解質型燃料電池の発電膜及びこれを備える固体電解質型燃料電池を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の固体電解質型燃料電池の発電膜は、固体電解質と、該固体電解質の一側に設けられた空気側電極と、他の側に設けられた燃料側電極とを有する固体電解質型燃料電池の発電膜であって、前記燃料側電極が、前記固体電解質側から順に、NiOと、 $Ce_{1-x}Ln_xO_2$ （Ln：GdまたはTm、 $0.03 \leq x \leq 0.5$ ）との混合物を含む第1層と、NiOと、還元雰囲気において前記 $Ce_{1-x}Ln_xO_2$ よりも高い導電性を有する高導電性酸化物との混合物を含む第2層とを備える。

【0010】

本発明者らは、 $Ce_{1-x}Gd_xO_2$ 及び $Ce_{1-x}Tm_xO_2$ は、サマリアドープセリアよりも導電率が高いことを見出した。更に、上記組成範囲とすることにより、酸化雰囲気及び還元雰囲気のいずれにおいても顕著に高い導電率を示すことを見出した。

本発明の燃料側電極は、固体電解質側の第1層が、NiOと $Ce_{1-x}Gd_xO_2$ または $Ce_{1-x}Tm_xO_2$ （ $0.03 \leq x \leq 0.5$ ）との混合物を含む層とされる。これにより、分極抵抗が低減される。また、第1層上に、 $Ce_{1-x}Gd_xO_2$ または $Ce_{1-x}Tm_xO_2$ よりも還元雰囲気における導電率（電子伝導率）が高い酸化物とNiOとの混合物を含む第2層が形成される。これにより、燃料側電極全体の導電性を向上させることができる。上述の2層構成の燃料側電極によると、反応活性を向上させることができる。

【0011】

上記発明において、前記NiOと前記 $Ce_{1-x}Ln_xO_2$ との混合比が、質量比で20：80から60：40の範囲内であることが好ましい。これにより、800℃における分極抵抗を大幅に低下させることができる。

【0012】

上記発明において、前記高導電性酸化物が、ランタンドープストロンチウムチタネート及びストロンチウムドーブランタンクロマイトの少なくとも一方であることが好ましい。

【0013】

ランタンドープストロンチウムチタネート（ $Sr_{1-m}La_mTiO_3$ ）及びストロンチウムドーブランタンクロマイト（ $La_{1-n}Sr_nCrO_3$ ）は、還元雰囲気では高い電子導電性を示す酸化物である。NiOとこれらの酸化物との混合物を含む第2層とすることにより、燃料側電極の導電性向上を図ることができる。

【0014】

10

20

30

40

50

上記発明において、前記NiOと前記高導電性酸化物との混合比が、質量比で40：60から80：20の範囲内であることが好ましい。上記混合比であれば、800℃においても十分な導電性を確保することが可能である。

【0015】

また、本発明は、上記の発電膜を備える固体電解質型燃料電池を提供する。

本発明の発電膜は、分極抵抗が低減されて高い反応活性が得られるとともに、高い導電性を示す。従って、上述の発電膜を備える固体電解質型燃料電池では、発電特性が大幅に向上する。

【発明の効果】

【0016】

上述のような2層構成の燃料側電極とすることにより、800℃における燃料側電極での分極抵抗を低減できるとともに、燃料側電極の導電性を向上させることができる。これにより、燃料側電極での反応活性が高い発電膜とすることができる。従って、本発明の発電膜を備える固体電解質型燃料電池は、発電特性を向上させることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】固体電解質型燃料電池の一例を示す概略図である。

【図2】本発明に係る固体電解質型燃料電池の発電膜の概略図である。

【図3】 $Ce_{1-x}Gd_xO_2$ 中のGd含有量と、800℃における酸素雰囲気または還元雰囲気での導電率との関係を表すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明の実施形態について説明する。

図2は、本実施形態に係る固体電解質型燃料電池の発電膜の断面図である。図2の発電膜10において、イットリア安定化ジルコニア（YSZ）からなる平板状の固体電解質1の一方の面に、ランタニストロンチウムマンガン酸化物（ $La_{(1-y)}Sr_y)_zMnO_3$ （LSM）とYSZとのコンビットからなる空気側電極3が形成される。固体電解質1の他方の面には、固体電解質1側から順に、第1層2a及び第2層2bが積層された燃料側電極2が形成される。

【0019】

第1層2aは、NiOと、 $Ce_{1-x}Ln_xO_2$ （Ln：GdまたはTm、 $0.03 \leq x \leq 0.5$ ）で表されるドーパセリア化合物との混合物を含む。

【0020】

表1に、ドーパント（Ln）を変えた $Ce_{0.8}Ln_{0.2}O_2$ について、800℃水素ガス中での導電率を示す。導電率測定用試料は、 $Ce_{0.8}Ln_{0.2}O_2$ で表される組成の粉末を粉末混合法により合成し、1500℃4時間の条件で焼結して得た。導電率は、直流4端子法により測定した。なお、800℃水素ガス中におけるYSZの導電率は0.05S/cmである。

いずれの元素をドーパントとしても、YSZより導電率が向上した。GdまたはTmをドーパントとした場合に、特に高い導電率が得られた。

【表1】

ドーパント	Sm	Gd	Pr	Nd	Dy	Y	Eu	Er	Lu	Yb	Tm
導電率 (S/cm)	0.5	1.6	0.6	0.6	0.7	0.5	0.6	0.8	0.8	0.8	1.1

10

20

30

40

50

【0021】

図3に、 $Ce_{1-x}Gd_xO_2$ で表される化合物におけるGd量（ x 値）と、 $800^\circ C$ における酸化雰囲気中（空気中）または還元雰囲気中（水素ガス中）での導電率との相関を表すグラフを示す。同図において、横軸はGd量、縦軸は酸化雰囲気での導電率（主軸）及び還元雰囲気での導電率（第2軸）である。導電率測定用試料は、 $Ce_{1-x}Gd_xO_2$ （ $0 \leq x \leq 0.5$ ）で表される組成の粉末を粉末混合法により合成し、（幅4mm、長さ20mm、高さ3mmの直方体）に成形した後、 $1500^\circ C$ 4時間の条件で焼結して得た。導電率は、直流4端子法により測定した。

酸化雰囲気（空気）中の導電率は酸素イオン伝導が主体であり、還元雰囲気（水素ガス）中の導電率は電子伝導が主体である。電極特性の観点から、酸化雰囲気及び還元雰囲気の両方の導電率が高いほど、反応活性が高くなる。図3に示すように、酸化雰囲気中での導電率は、Gd量 $x=0.03$ から急激に増大した後、徐々に増加した。 $x=0.3$ 以上では、ほぼ一定となった。還元雰囲気中での導電率は、 $x=0.05$ まではGd量増加に伴い増加し、 $x=0.05$ を超えると徐々に減少した。図3の結果から、酸化雰囲気及び還元雰囲気のいずれにおいても高い伝導率を得るためには、 $Ce_{1-x}Gd_xO_2$ で表される化合物におけるGd量は $0.03 \leq x \leq 0.5$ 、好ましくは $0.03 \leq x \leq 0.1$ とされる。

【0022】

このように、上記組成の $Ce_{1-x}Gd_xO_2$ または $Ce_{1-x}Tm_xO_2$ で表される化合物は、酸化雰囲気及び還元雰囲気において高い導電率を有するため、燃料側電極での分極抵抗を低減することができ、高活性となる。

【0023】

ただし、 $Ce_{1-x}Gd_xO_2$ または $Ce_{1-x}Tm_xO_2$ は、Ni（水素ガス中においてNiOが還元される）よりも電子導電性が低い。そのため、第1層中の上記ドーパセリア化合物の割合が多いと、分極抵抗が大きくなり、固体電解質型燃料電池としたときの発電性能が低下する。従って、NiOとドーパセリア化合物との混合比は、質量比で20：80から60：40、好ましくは、40：60から50：50の範囲内とされる。

【0024】

第2層2bは、NiOと、上記 $Ce_{1-x}Ln_xO_2$ （ $Ln：Gd$ または Tm 、 $0.03 \leq x \leq 0.5$ ）で表されるドーパセリア化合物よりも還元雰囲気における導電率が高い酸化物（高導電性酸化物）との混合物を含む。

表1に示すように、 $Ce_{0.8}Gd_{0.2}O_2$ 及び $Ce_{0.8}Tm_{0.2}O_2$ の導電率は、それぞれ $1.6 S/cm$ 、 $1.1 S/cm$ である。電極材料として好適な導電率は $100 S/cm$ 以上必要であることから、上述のドーパセリア化合物のみでは導電率が不十分である。そこで、還元雰囲気が高い電子伝導性を有する高導電性酸化物とNiOとの混合物を含む第2層を形成することにより、燃料側電極全体の導電率を向上させる。

【0025】

高導電性酸化物は、例えば、ランタンドープストロンチウムチタネート（ $Sr_{1-m}La_mTiO_3$ ）、ストロンチウムドーブランタンクロマイト（ $La_{1-n}Sr_nCrO_3$ ）とされる。

上記高導電性酸化物は、Niと比較すると電子導電性に劣る。そのため、第2層中の高導電性酸化物の割合が多いと、分極抵抗が大きくなり、固体電解質型燃料電池としたときの発電性能が低下する。従って、NiOと高導電性酸化物との混合比は、質量比で40：60から80：20、好ましくは、60：40から70：30の範囲内とされる。

【実施例】

【0026】

（実施例1）

固体電解質として、 $10 mol\% Sc_2O_3 - 1 mol\% CeO_2$ 安定化ジルコニア平板（直径30mm、厚さ200 μm ）を作製した。固体電解質の片面に、LSM（ $La_{0.8}Sr_{0.2}MnO_3$ ）／YSZ（ $8 mol\% Y_2O_3$ 安定化ジルコニア）＝80：2

10

20

30

40

50

0（質量比）の混合粉末と溶媒（エタノール）との混合液を、直径10mmの大きさに塗布した。その後、1300℃、4時間の条件で焼成し、空気側電極を形成したハーフセルを作製した。

【0027】

燃料側電極用材料として、粒径0.1μmの $\text{Ce}_{0.95}\text{Gd}_{0.05}\text{O}_2$ （Gdドーブセリア、以下GDCと称する）粉末を粉末混合法により合成した。固体電解質の空気側電極と反対側の面に、 $\text{NiO}:\text{GDC}=50:50$ （質量比）の混合粉末と溶媒（エタノール）との混合液を、直径10mmの大きさに塗布し、燃料側電極の第1層を形成した。なお、乾燥後の第1層膜厚が10μmとなるように、塗布量を調整した。

第1層乾燥後、 $\text{NiO}:\text{SLT}$ （ランタンドープストロンチウムチタネート、 $\text{Sr}_{0.7}\text{La}_{0.3}\text{TiO}_3$ ）=70:30（質量比）の混合粉末と溶媒（エタノール）との混合液を、直径10mmの大きさに第1層上に塗布し、燃料側電極の第2層を形成した。なお、乾燥後の第2層膜厚が50μmとなるように、塗布量を調整した。

第2層乾燥後、固体電解質を1250℃、4時間の条件で焼成し、実施例1の発電膜を得た。

【0028】

（実施例2）

実施例1と同様の条件で、固体電解質に空気側電極、及び、燃料側電極の第1層を形成した。

第1層乾燥後、 $\text{NiO}:\text{LSC}$ （ストロンチウムドーブランタンクロマイト、 $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{CrO}_3$ ）=70:30（質量比）の混合粉末と溶媒（エタノール）との混合液を、直径10mmの大きさに第1層上に塗布し、燃料側電極の第2層を形成した。なお、乾燥後の第2層膜厚が50μmとなるように、塗布量を調整した。

第2層乾燥後、固体電解質を1250℃、4時間の条件で焼成し、実施例2の発電膜を得た。

【0029】

（比較例）

実施例1と同様の条件で、ハーフセルを作製した。

固体電解質の空気側電極と反対側の面に、 $\text{NiO}:\text{YSZ}=70:30$ （質量比）の混合粉末と溶媒（エタノール）との混合液を、直径10mmの大きさに塗布し、燃料側電極を形成した。なお、乾燥後の燃料側電極の膜厚が80μmとなるように、塗布量を調整した。

燃料側電極乾燥後、固体電解質を1300℃、4時間の条件で焼成し、比較例の発電膜を得た。

【0030】

実施例1、実施例2、及び比較例1の発電膜に、発電試験用の白金電極を取り付け、800℃での燃料側電極のIR抵抗および分極抵抗を測定した。表2に、0.7VでのIR抵抗及び分極抵抗を示す。

【表2】

	IR抵抗 (Ω・cm ²)	分極抵抗 (Ω・cm ²)
比較例	0.06	0.56
実施例1	0.06	0.18
実施例2	0.06	0.20

表2に示すように、2層構造とした実施例1及び実施例2では、800℃での分極抵抗

が比較例の $1/3 \sim 1/2$ 程度に低減した。

【0031】

(実施例3)

実施例1と同様の条件で、ハーフセルを作製した。

燃料側電極用材料として、粒径 $0.1 \mu\text{m}$ の $\text{Ce}_{1-x}\text{Gd}_x\text{O}_2$ ($x = 0 \sim 0.5$) 粉末を粉末混合法により合成した。各組成の GDC について、 $\text{NiO} : \text{GDC} = 50 : 50$ (質量比) の混合粉末を調整した。固体電解質の空気側電極と反対側の面に、各混合粉末と溶媒 (エタノール) との混合液を、直径 10mm の大きさに塗布し、燃料側電極の第1層を形成した。なお、乾燥後の第1層膜厚が $10 \mu\text{m}$ となるように、塗布量を調整した。

10

第1層乾燥後、実施例1と同様にして第2層を形成した。その後、実施例1と同様の条件で固体電解質を焼成し、各発電膜を得た。

【0032】

各発電膜に、発電試験用の白金電極を取り付け、 800°C での燃料側電極の分極抵抗を測定した。表3に、 0.7V での分極抵抗を示す。

【表3】

Gdドーピング量(原子%)	0	0.01	0.03	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
分極抵抗 ($\Omega \cdot \text{cm}^2$)	0.40	0.22	0.20	0.18	0.20	0.22	0.21	0.20	0.21

20

表3に示すように、Gdドーピング量が 0.03 原子%から 0.5 原子%の範囲で、比較例1の分極抵抗に比べて、低い分極抵抗が得られた。特に、Gdドーピング量 0.03 原子%から 0.1 原子%の範囲で、分極抵抗が大幅に低下した。

【0033】

(実施例4)

第1層の燃料側電極材料を $\text{Ce}_{1-x}\text{Tm}_x\text{O}_2$ ($x = 0 \sim 0.5$) とした以外は、実施例3と同様にして各発電膜を得た。

30

【0034】

各発電膜に、発電試験用の白金電極を取り付け、 800°C での燃料側電極の分極抵抗を測定した。表4に、 0.7V での分極抵抗を示す。

【表4】

Tmドーピング量(原子%)	0	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
分極抵抗 ($\Omega \cdot \text{cm}^2$)	0.40	0.20	0.22	0.24	0.25	0.22	0.23

40

表4に示すように、Tmドーピング量が 0.05 原子%から 0.5 原子%の範囲で、比較例1の分極抵抗に比べて、低い分極抵抗が得られた。特に、Gdドーピング量 0.05 原子%から 0.1 原子%の範囲で、分極抵抗が大幅に低下した。なお、Tmドーピング量 0.03 原子%においても、実施例3と同様に、低い分極抵抗が得られることは容易に推測できる。

【0035】

50

(実施例 5)

実施例 1 と同様にして、ハーフセルを作製した。

燃料側電極用材料として、粒径 $0.1 \mu\text{m}$ の $\text{Ce}_{0.95}\text{Gd}_{0.05}\text{O}_2$ 粉末を粉末混合法により合成した。 NiO と上記組成の GDC 粉末とを、質量比で $10:90 \sim 80:20$ の割合で混合した混合粉末を調整した。固体電解質の空気側電極と反対側の面に、各混合比の混合粉末と溶媒（エタノール）との混合液を、直径 10 mm の大きさに塗布し、燃料側電極の第 1 層を形成した。なお、乾燥後の第 1 層膜厚が $10 \mu\text{m}$ となるように、塗布量を調整した。

第 1 層乾燥後、実施例 1 と同様にして第 2 層を形成した。その後、実施例 1 と同様の条件で固体電解質を焼成し、各発電膜を得た。

【0036】

各発電膜に、発電試験用の白金電極を取り付け、 800°C での燃料側電極の分極抵抗を測定した。表 5 に、 0.7 V での分極抵抗を示す。

【表 5】

NiO:GDC 質量比	10:90	20:80	30:70	40:60	50:50	60:40	70:30	80:20
分極抵抗 ($\Omega \cdot \text{cm}^2$)	0.24	0.23	0.20	0.19	0.18	0.21	0.25	0.30

以上の結果から、 $\text{NiO}:\text{GDC}$ を $20:80 \sim 60:40$ （質量比）とすることにより、 800°C での分極抵抗を低下させることができた。特に、 $\text{NiO}:\text{GDC} = 40:60$ から $50:50$ の範囲内で、分極抵抗を大幅に低減することができた。

【0037】

(実施例 6)

NiO と SLT ($\text{Sr}_{0.7}\text{La}_{0.3}\text{TiO}_3$) とを、質量比で $20:80 \sim 80:20$ の割合で混合した混合粉末を調整した。各混合比の混合粉末を（幅 4 mm 、長さ 20 mm 、高さ 3 mm の直方体）に成形し、 1500°C 4 時間の条件で焼結して、導電率測定用試料を得た。

【0038】

(比較例 2)

NiO と YSZ とを、質量比 $16.2:83.8 \sim 63.5:36.5$ の割合で混合した混合粉末を調整した。各混合比の混合粉末を（幅 4 mm 、長さ 20 mm 、高さ 3 mm の直方体）に成形し、 1500°C 4 時間の条件で焼結して、導電率測定用試料を得た。

【0039】

実施例 6 の試料について、 800°C 、 900°C 及び 1000°C における水素ガス中での導電率を測定した。また、比較例 2 の試料について、 800°C における水素ガス中での導電率を測定した。導電率は、直流 4 端子法により測定した。実施例 6 の結果を表 6 に、比較例 2 の結果を表 7 に示す。

【表 6】

NiO(wt%)	SLT(wt%)	導電率 (S/cm)		
		1000℃	900℃	800℃
80	20	3030	3120	3310
60	40	1520	1590	1730
50	50	694	709	727
40	60	224	239	253
30	70	74.5	75.8	77.1
20	80	13.9	14.9	15.9

10

【表 7】

NiO(wt%)	YSZ(wt%)	導電率 (S/cm)
16.2	83.8	0.07
30.3	69.7	0.1
39.2	60.8	0.3
42.8	57.2	1
45.1	54.9	60
47.3	52.7	700
48.4	51.6	1000
53.7	46.3	1020
63.5	36.5	1100

20

30

【0040】

表 6 に示すように、実施例 6 (NiO/SLT) は、温度が変化しても導電率はほぼ同じであった。比較例 2 (NiO/YSZ) は、NiO の割合が減少するに伴い、導電率が大幅に低下した。特に、NiO が 40 質量% 以下では極めて低い導電率であった。一方、実施例 6 では、NiO が 40 質量% 以下でも高い導電率を示した。

40

【0041】

このように、NiO/SLT は NiO/YSZ に比べて高い導電性を示すため、NiO/SLT を燃料側電極の第 2 層に適用することにより、固体電解質型燃料電池の発電特性を大幅に向上させることができる。

【符号の説明】

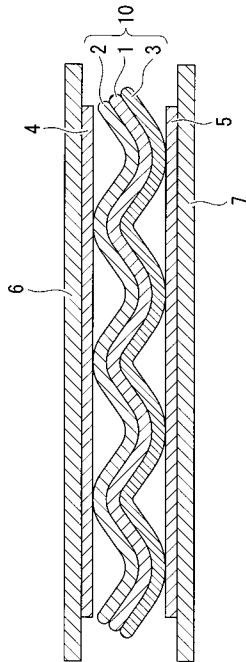
【0042】

- 1 固体電解質
- 2 燃料側電極

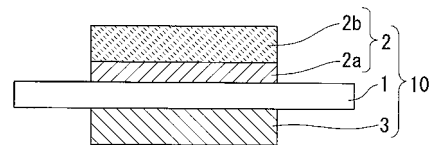
50

- 2 a 第 1 層
- 2 b 第 2 層
- 3 空気側電極
- 4, 5 導電性接合材
- 6, 7 インターコネクタ
- 10 発電膜

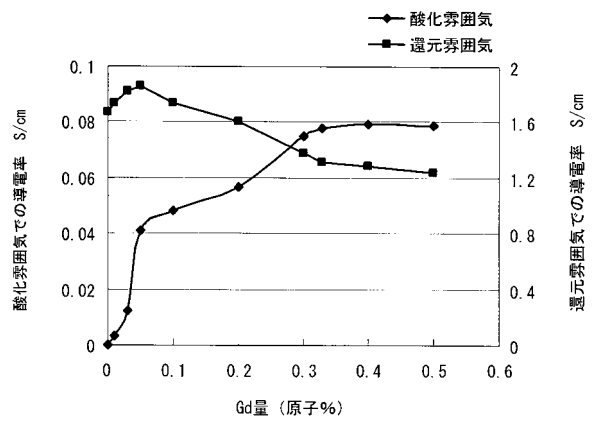
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(72)発明者 森 一剛

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社高砂研究所内

(72)発明者 武信 弘一

兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1号 三菱重工業株式会社神戸造船所内

(72)発明者 榎 嘉範

愛知県名古屋市長区大高町字北関山20番地の1 中部電力株式会社電力技術研究所内

Fターム(参考) 5H018 AA06 AS02 AS03 BB01 BB08 BB12 CC06 DD08 EE12 EE13

HH05 HH06

5H026 AA06 BB08 CX04 EE12 EE13 HH05 HH06