

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5134949号

(P5134949)

(45) 発行日 平成25年1月30日(2013.1.30)

(24) 登録日 平成24年11月16日(2012.11.16)

(51) Int.Cl.

F I

HO 1 M 8/02 (2006.01)
 C 2 2 C 38/00 (2006.01)
 C 2 2 C 38/18 (2006.01)
 C 2 2 C 38/38 (2006.01)
 C 2 3 C 26/00 (2006.01)

HO 1 M 8/02 Y
 C 2 2 C 38/00 3 O 2 Z
 C 2 2 C 38/18
 C 2 2 C 38/38
 C 2 3 C 26/00 C

請求項の数 8 (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2007-503187 (P2007-503187)
 (86) (22) 出願日 平成17年3月16日(2005.3.16)
 (65) 公表番号 特表2007-529855 (P2007-529855A)
 (43) 公表日 平成19年10月25日(2007.10.25)
 (86) 国際出願番号 PCT/DE2005/000472
 (87) 国際公開番号 W02005/091408
 (87) 国際公開日 平成17年9月29日(2005.9.29)
 審査請求日 平成20年2月7日(2008.2.7)
 (31) 優先権主張番号 102004013791.9
 (32) 優先日 平成16年3月20日(2004.3.20)
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(73) 特許権者 390035448
 フォルシュングスツェントルム・ユーリッ
 ヒ・ゲゼルシャフト・ミット・ベシュレン
 クテル・ハフツング
 ドイツ連邦共和国、ユーリッヒ、ウイルヘ
 ルム-ヨーネン-ストラッセ(番地なし)
 (73) 特許権者 505360328
 トプサー・フューエル・セル・アクチエゼ
 ルスカベット
 デンマーク国、2800 コンゲンズ・リ
 ングビー、ニマレベエイ、55
 (74) 代理人 100069556
 弁理士 江崎 光史
 (74) 代理人 100111486
 弁理士 鍛冶澤 實

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 導電性の鋼-セラミック複合体並びにその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

鋼よりなるインタコネクタ並びにその上に配置されたセラミック製導電性接続層を含む鋼
 -セラミック複合体の製造方法において、以下の各段階

a) 18 ~ 24 重量%のCrを含むフェライト鋼よりなるインタコネクタを使用し、

b) インタコネクタの上に

$$L n_{1-x} S r_x M n_{1-y} C o_y O_{3-z}$$

[式中、0.1 ≤ x ≤ 0.4、0.1 ≤ y ≤ 0.6、0 ≤ z ≤ 0.2 および L n = L a

を意味する。]

の組成を有するペロブスカイトを含む懸濁物またはペーストを塗布し、

c) インタコネクタおよびその上に塗布される懸濁物またはペーストを 800 ~ 900

の接合温度に加熱し、その際に懸濁物またはペーストからセラミック製導電性接続層が形
 成される

ことを特徴とする、上記方法。

【請求項 2】

a) 最初に硝酸塩および酢酸塩含有溶液から

$$L n_{1-x} S r_x M n_{1-y} C o_y O_{3-z}$$

[式中、0.1 ≤ x ≤ 0.4、0.1 ≤ y ≤ 0.6、0 ≤ z ≤ 0.2 および L n = L a

を意味する。]

で表される組成を有する原料粉末を製造し、

10

20

b) 該粉末を 500 ~ 700 で熱処理し、
c) 該粉末から懸濁物またはペーストを製造し、それをインタコネクタの上に塗布する
請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

18 ~ 24 重量%の Cr およびそれぞれ 2 重量%より少ない Mn を他の合金元素として含むフェライト鋼よりなるインタコネクタを使用する、請求項 1 または 2 に記載の方法。

【請求項 4】

インタコネクタと酸化物セラミック製カソードとの間に上記懸濁物またはペーストを塗布し、そしてインタコネクタ、塗布された懸濁物またはペーストおよびカソードと一緒に 800 ~ 900 の接合温度に加熱する、請求項 1 ~ 3 のいずれか一つに記載の方法。

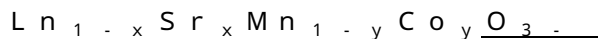
10

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか一つに記載の方法で製造される鋼 - セラミック複合体において、

a) 18 ~ 24 重量%の Cr を含有するフェライト鋼よりなるインタコネクタ並びに

b) それの上に配置された



[式中、0.1 \leq x \leq 0.4、0.1 \leq y \leq 0.6、0 \leq z \leq 0.2 および L n = La を意味する。]

の組成を有するペロブスカイトを含むセラミック製の導電性接続層を含み、

c) インタコネクタとセラミック性接続層との境界面の初期接触抵抗が $R = 0.01 \text{ cm}^2$ より小さい

20

ことを特徴とする、上記鋼 - セラミック複合体。

【請求項 6】

インタコネクタが 18 ~ 24 重量%の Cr およびそれぞれ 2 重量%より Mn を他の合金元素として含有するフェライト鋼よりなる、請求項 5 に記載の鋼 - セラミック複合体。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の鋼 - セラミック複合体を高温型燃料電池で使用方法。

【請求項 8】

請求項 6 に記載の鋼 - セラミック複合体を高温型燃料電池スタックで使用方法。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、有利には高温型燃料電池において使用できそして特にインタコネクタとカソードとの間の接続物を形成することができる、鋼とセラミックとよりなる導電性複合体に関する。更に本発明はかかる複合体の製造方法にも関する。

【背景技術】

【0002】

高温型燃料電池は 650 ~ 1000 の運転温度のために開発される。開発目的次第で、意図する運転温度に適する種々の材料が使用される。アノード、電解質およびカソードよりなる複合体が個々の電池で取り上げられている。インタコネクタは、個々の燃料電池を互いに接合する接続用構成要素である。インタコネクタは一般に電流伝達段階および燃料通路を有している。インタコネクタと一つの電池の電極との間には一般に接続層が配置されている。インタコネクタの材料、電極の材料並びに接続層の材料は、化学的相互作用をできるだけ少なく保つために、一般に互いに調和されている。

40

【0003】

例えば 1000 で運転される燃料電池はしばしば、酸化イットリウムで安定化された酸化ジルコニウムよりなる約 200 μm の電解質層で構成されており、その上には約 50 μm の厚さの電極が載せられている。この場合、カソード材料としては亜マンガランタンが知られており、アノード材料としては Ni と YSZ との混合物が知られている。インタコネクタとしては例えば電池スタックを作製するために亜クロム酸ランタンよりな

50

る耐熱性セラミック製板が使用されることが非特許文献 1 から公知である。該文献には、電池を接合法によって、即ち約 1 2 0 0 ~ 1 3 0 0 での温度処理によって互いに接合しそして密閉することが記載されている。その場合、一般に電極とインタコネクタとの間にセラミックペーストが塗布され、それが温度処理の間に固化されそして拡散工程（焼結）によって隣接する燃料電池成分と確り接合する。各構成要素間の化学的相互作用をできるだけ避けるために、一般に化学的に類似しそして互いに相容性のある材料が使用される。例えばカソードとインタコネクタとの間の接合のためにはカソード材料の亜マンガランタンとインタコネクタ材料の亜クロム酸ランタンとよりなるペーストを使用することができる。

【 0 0 0 4 】

10

8 0 0 程度の低い運転温度のために、電解質の電気抵抗を低減することによって低い温度でも同じ電池出力を可能とする他の燃料電池システムが開発された（非特許文献 2）。例えば特許文献 1 から公知なように、フェライト鋼よりなる経済的に非常に有利なインタコネクタが低い運転温度であることによって同時に使用できる。

【 0 0 0 5 】

この燃料電池システムの場合には、金属製インタコネクタが損傷しないように 9 0 0 よりも高い接合温度を必然的に避けなければならないという問題が不利にも存在する。もう一方では、亜マンガランタンまたは亜コバルト酸ランタンよりなる接続層のために従来使用された材料は 9 0 0 またはそれ以下の温度においては僅かしか半融せず、即ち必要とされる拡散過程が良好な電氣的接触を長期間生じさせるものよりも少な過ぎる。

20

【 0 0 0 6 】

それ故に過去には耐熱性のクロム - ベースの合金および酸化物セラミックの燃料電池のカソード材料よりなる複合体系が適すると見なされそして 9 0 0 ~ 1 0 0 0 の温度で製造されそして試験されてきた（非特許文献 3）。更に進んだ試みは 2 0 ~ 2 4 % のクロム含有量および 2 % より少ないマンガ含有量を有するフェライト鋼と組合せて、たとえ接続層の材料のためにマンガ含有セラミックを使用しても化学的相互作用を最小限することであった。これにはカソード材料として (L a , S r) (M n , C o) O ₃ - ベースの公知の材料（特許文献 2）があるが、このものは抵抗値が大きいためにフェライト金属との組合せで接合材料としてあまり魅力的に思われていない。

【 0 0 0 7 】

30

LarringおよびT. Norbyは、接続層としての亜コバルト酸ランタン (L a _{1-x} S r _x C o O ₃、ただし 0 < x < 0 . 2) よりなるセラミック材料で最も低い接触抵抗 (R ₀ < 0 . 0 1 c m ₂) が得られることを示している。0 . 3 ~ 0 . 5 c m ₂ の、燃料電池の今日一般的な単位面積当たりの内部抵抗を考慮すれば、インタコネクタとカソードとの境界面で 0 . 0 1 c m ₂ の電圧低下は全抵抗の約 2 ~ 3 % に相当する。しかしながら他の材料組合せ物は、2 ~ 1 0 0 倍大きい抵抗を示し、そしてそれ故に燃料電池の、単位面積当たりの抵抗を著しく低下させる。

【 0 0 0 8 】

従来公知のセラミック化合物は、セラミックペーストから生じる層が常に非常に多孔質でありそしてそれによってカソード室を通る空気による鋼の腐食を防止できないという欠点も有する。

40

【 0 0 0 9 】

その点では、R. Ruckdaeschel, R. Henne, G. Schiller, H. Greiner、Proc. 5th Int. Symp. "Solid Oxide Fuel Cells(SOFC-V; 固体酸化物燃料電池)", Hrsg.: U. Stimming, S.C. Singhal, H. Tagawa, W. Lehnert, The Electrochemical Society, Pennington, NJ, 1997, 第1273頁から耐蝕性セラミック層を厚くするべきであることが公知であり、それによってカソードの、あるいは生じる腐食も鋼のクロムによって回避されるので、このことは重要である。

【特許文献 1】ドイツ特許出願公開第 1 0 0 2 5 1 0 8 A 1 号明細書

【特許文献 2】ドイツ特許第 1 9 7 0 2 6 1 9 C 1 号明細書

50

【特許文献3】ドイツ特許出願公開第10025108A1号明細書

【非特許文献1】D. Stolten, "Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde", Hrsg.; G. Ziegler, DGM, Informationsgesellschaft-Verlag, 1996, p.283

【非特許文献2】H.P. Buchkremer, U. Diekmann, L.G.J. de Haat, H. Kabs, U. Stimming, S.C. Singhal, H. Tagawa, W. Leibert, "The Electrochemical Society", Oennington, NJ. 1997, p.160

【非特許文献3】Y. LarningおよびT. Norby, J. Electrochem. Soc. 147 (2000) 3251 ~ 3256.

【非特許文献4】N. Christiansen および P. Gordes, "Power Synthesis and Tape Casting of Strontium Doped Lanthanum Manganites for SOFC Electrodes", Proc. Second Intl. Symp. On Solid Oxide Fuel Cells, 著者 F. Grosz および P. Zegers, Athen (1991)、第495頁。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明の課題は、900より下の温度で導電性がありそして電極と燃料電池のインタコネクタとの間に確り接合する接続層を形成することができそして0.01 cm²より小さい電氣的接触抵抗R_oを有するセラミック層を、燃料電池で使用するために提供することに関する。

【0011】

更に本発明の課題はかゝる接続層の製造方法を提供することである。本発明の課題は、電極とインタコネクタ、特にフェライト鋼との間に導電性で確り接合する接続が在りそして電極と鋼との間の接触抵抗が実質的に長期間運転に影響を及ぼさない程に小さく且つ安定している、低い運転温度で運転するための燃料電池あるいは燃料電池スタックを提供することでもある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の課題は請求項1に記載の特徴を有する製造方法によって解決される。更に本発明の課題は併合出願される独立形式の請求項に記載の特徴的構成要件を有する鋼 - セラミック複合体によって解決される。加えて上記課題は併合出願される別の独立形式の請求項の鋼 - セラミック複合体によって解決される。

【0013】

製造方法、鋼 - セラミック複合体並びにその用途の有利な実施態様は従属形式の請求項に記載してある。

【0014】

本発明の鋼 - セラミック複合体は鋼よりなるインタコネクタとその上に配置されたセラミック接続層とよりなる。鋼とセラミックとの間のこのセラミック接続層によって燃料電池の電極とインタコネクタとを互いに接続することができ、その際に該接続層は電極と同じかまたは類似の組成を有している。

【0015】

本発明の鋼 - セラミック複合体のインタコネクタは有利には鋼、特に例えば特許文献1に記載されている様なフェライト鋼よりなる。該特許文献3には、12 ~ 28重量%のクロム、0.1 ~ 0.4重量%のY、Ce、Zr、HfおよびLaよりなる群の少なくとも1種類の酸素親和性元素、0.2 ~ 1重量%のMn、0.1 ~ 0.4重量%のTi並びにクロムベースの酸化物の導電性を向上させる2重量%までのHf、Sr、CaおよびZrの群の別の元素を有するクロム酸化物形成性合金を含有する鋼が開示されている。かかる材料は700 ~ 950の温度で酸化物 / ガス境界面の所で必ずMnCr₂O₄ - スピネル相を形成する。場合によってはかかる鋼は0.1 ~ 0.4重量%のHf、Sr、CaおよびZrよりなる群の別の元素並びに0.5重量%までのSiおよび / またはアルミニウムを含有していてもよい。18 ~ 24重量%のクロム含有量の上記の鋼は特に有

10

20

30

40

50

利であることがわかっている。

【0016】

更に本発明の鋼 - セラミック複合体はセラミック接続層を有している。かゝる接続層に適する材料としては特に式



[式中、 $0.1 \leq x \leq 0.4$ 、 $0.1 \leq y \leq 0.6$ 、 $0 \leq x/2$ および $\text{Ln} = \text{La} \sim \text{Lu}$ を意味する。]

の組成を有するペロブスカイトが挙げられる。

【0017】

この材料が $60 \sim 600 \text{ S/cm}$ の導電性を有しそして既に $700 \sim 900$ の温度でインタコネクタあるいは電極の上に非常に良好な接着層を形成することがわかっている。この場合、 60 S/cm の値は x 、 $y = 0.1$ の化合物によって達成され、更に大きな値は $x = 0.4$ 、 $y = 0.6$ の化合物で得られる。

【0018】

それ故に複合体中のこのセラミック接続層は、 900 よりも低い運転温度で運転される燃料電池システムの場合にフェライト鋼をインタコネクタ材料として使用することを有利にも可能とする。かゝる鋼は、従来に高温で使用することを必要とされている材料、例えばクロムベースの合金よりも有利にも非常に安価である。

【0019】

上記の性質は特に鋼 - セラミック複合体の本発明の製法によって獲得することができる。この場合、最初にセラミック接続層の組成を有する粉末を製造する。この粉末は、製造する際に $500 \sim 700$ の最高熱処理に付される。この方法段階は、一方においては、該粉末の製造の際に必要とされる揮発性成分を追い出すことを可能とする。更にこの様に処理された粉末は、フェライト製インタコネクタに塗工される場合に $800 \sim 900$ の後続の接合工程において、クロムベースの合金のインタコネクタと SOFC のカソード材料よりなる接続層との組合せのためにある様な公知の接合性よりも明らかに高い非常に良好な接合性を示すという特性を有する。更に小滴熱分解 (Tropfenpyrolyse) の公知の製造方法に続いての粉末後処理を変更することによって、 $700 \sim 900$ の間で十分な焼結性を有し且つ上述の欠点 (非特許文献 4) をもはや有していないセラミック粉末を製造することができる。

【0020】

この粉末自体はインタコネクタの上に懸濁物またはペーストの状態で適用する。この目的に適する方法、例えば粉末スプレー法またはドクターブレードまたはローラー塗工が従来技術から公知である。塗工される懸濁物またはペーストに適する層厚さは $20 \sim 100 \mu\text{m}$ の範囲内にある。

【0021】

本発明の鋼 - セラミック複合体を製造する場合には、電極も一緒に含ませるのが有利である。これは、接続層のためのペロブスカイトを有する懸濁物またはペーストをインタコネクタと電極との間に配置することを意味している。その時、インタコネクタ、電極およびそれらの間に配置される懸濁物またはペーストを $700 \sim 900$ の温度で一緒に接合することができる。

【0022】

インタコネクタとカソードとの間のこの導電性セラミック接続層の材料は、製造許容誤差を追加的に調整するのに有利に利用できる。

【0023】

本発明においては更に、比較的の高い接触抵抗値の問題も他の (フェライト系) 金属との組合せで克服することができた。何故ならばこうして製造された接続層がフェライト製インタコネクタとの組合せで必ず $R = 0.01 \text{ cm}^2$ よりも小さい非常に小さな接触抵抗を示し、そして燃料電池の連続運転でも著しい変化を示さない (R が 1000 時間の

10

20

30

40

50

運転期間当たり 0.005 cm^2 より小さい) からである。これは、本発明の材料組合せの場合にインタコネクタとセラミック接続層との間の境界面で生じる非常に薄い腐食層に起因する。この腐食層は非常に遅い速度でしか成長しないことが観察できている。例えば高温型燃料電池において約 750 で数百時間の運転期間の後でさえ $0.1 \sim 2 \mu\text{m}$ の厚さの腐食層しか確認できなかった。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

以下に本発明を2つの図および本発明の接続層の製造実施例によって更に詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されない。

【0025】

図1: 750 における本発明の鋼 - セラミック複合体の接触抵抗測定。この曲線は以下の材料組合せについての経過を示している。

1: $\text{Fe}_{2.2}\text{CrMn}$ - 鋼および $\text{La}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{Mn}_{0.5}\text{Co}_{0.5}\text{O}_{3-x}$ - セラミック;

2 (比較例): $\text{Fe}_{2.2}\text{CrMn}$ - 鋼および $\text{Y}_{0.3}\text{Ca}_{0.7}\text{MnO}_3$ - セラミック;

3 (比較例): $\text{Fe}_{2.3}\text{CrMn}$ - 鋼および $\text{La}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{CoO}_3$ - セラミック;

4 (比較例): $\text{Fe}_{2.3}\text{CrMn}$ - 鋼および $\text{Y}_{0.3}\text{Ca}_{0.7}\text{Mn}_{0.5}\text{O}_{3-x}$ - セラミック;

図2: 750 で1000時間試験した後の本発明の $\text{Fe}_{2.2}\text{CrMn}$ - $\text{La}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{Mn}_{0.5}\text{Co}_{0.5}\text{O}_{3-x}$ - 複合体の断面図。上側が鋼で下側がセラミックである。鋼とセラミックとの間の暗い灰色の反応領域は約 $1 \sim 1.5 \mu\text{m}$ の厚さである。

【0026】

本発明の対象は、カソードとインタコネクタ (この場合にはフェライト鋼) との間の電氣的接触のために高い導電性を示しそして700 ~ 900 の温度で既に良好な接合性層を形成する鋼 - セラミック複合体である。本発明の鋼 - セラミック複合体のために使用するセラミック材料は酸化物セラミック燃料電池のためのカソード材料として良く知られており、 $(\text{La}, \text{Sr})(\text{Mn}, \text{Co})\text{O}_{3-x}$ - ペロブスカイトよりなる。

【0027】

この材料よりなる層は、上記の温度のもとで成形できそして組み立ての間に電池スタックの幾何学的配置による内部応力、外部から負荷される力で崩壊する。

【0028】

例として組成物 $\text{La}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{Mn}_{0.5}\text{Co}_{0.5}\text{O}_{3-x}$ の製造法を説明する:

a) 非特許文献4に従って相応する硝酸塩およびアセテート塩から原料粉末を製造する。このものは小滴熱分解後に未だ十分に非晶質でありそして揮発性成分を含有している。

b) この揮発性成分を追いつくために粉末を、焼結プロセスが生じる程ではない熱処理に付す。一般にこの粉末処理のための温度は500 ~ 700 である。揮発成分は2 ~ 3時間の間に追いつかれる。

c) $0.3 \sim 1.5 \mu\text{m}$ の平均粒度を有する100 gの粉末を100 ~ 300 gのエタノール溶液と混合しそして次いでローラー式作業台上で、安定な懸濁液が生じるまで均一化する。懸濁液を安定化するために1 ~ 8 gの分散剤、例えば Dolapix ET85、Dolapix PC33、Hypermer KD2、Hypermer KD6、Hypermer KD7あるいは BYK 9077、および1 ~ 10 gのバインダー、例えばポリ酢酸ビニル、メチル - あるいはエチルセルロースまたはポリビニルアルコールを使用する。

d) この分散液を噴霧技術によって (この場合には、湿った粉末の噴霧によって) フェライト鋼よりなるインタコネクタ板上に塗工し、それによって導体スペース材 (Leitungsege) 並びにガス用ダクトを完全に被覆する。この層の厚さは被覆後に約 $20 \sim 100 \mu\text{m}$ である。

10

20

30

40

50

e) この層の乾燥後に、噴霧塗工済みインタコネクタ板および縁部をガラス製ハンダで被覆された燃料電池を交互に組合せて燃料電池スタックとする。

f) ガス排気装置を備えた金属製ハウジングに嵌め込んだ後にこのモジュールは 800 ~ 900 、好ましくは 850 に 2 ~ 5 時間加熱され、次に直ぐにも使用できる。

【0029】

図面では以下の略字を使用している：

Fe₂₂CrMn - 鋼 = (JS3)

Fe₂₃CrMn - 鋼 = (ZMG232)

La_{0.8}Sr_{0.2}Mn_{0.5}Co_{0.5}O₃ - = (LSMC) および

Y_{0.3}Ca_{0.7}MnO₃ - セラミック = (YCM)。

10

【0030】

かゝる鋼 - セラミック複合体 (1)、即ち Fe₂₂CrMn - La_{0.8}Sr_{0.2}Mn_{0.5}Co_{0.5}O₃ - 複合体での結果を図 1 に示す。この複合体は測定開始時に非常に少ない抵抗 R₀ = 0.008 cm²を示した。全測定期間の間に抵抗は 0.002 cm² / 1000 h しか変化せず、従って極めて安定している。

【0031】

図 1 において Y_{0.3}Ca_{0.7}MnO₃ - および鋼 ZMG232 (2) との比較で、セラミックも鋼も抵抗に本質的な影響を及ぼすことがわかる。この場合鋼組成は僅かしか変えていない (主要成分)。

【0032】

20

【表 1】

	Fe	Cr	Si	Mn	Ni	Al	N
ZMG232	74.3	22.0	0.43	0.51	1.3	0.24	0.004
JS3	75.2	22.9	0.14	0.55	0.95	0.17	0.013

【0033】

抵抗が低い理由として以下のことが挙げられる：

a) Fe₂₂CrMn - 鋼と La_{0.8}Sr_{0.2}Mn_{0.5}Co_{0.5}O₃ - セラミックとの反応領域が 750 での 500 時間の試験期間の後に約 0.5 μm しかの厚さでありそして 1000 時間の試験期間の後に約 1 ~ 1.5 μm の厚さである (図 2 参照)。

30

そして

b) 少ない Si 含有量によって反応領域の SiO₂ - 富化量が僅かしか観察できない。

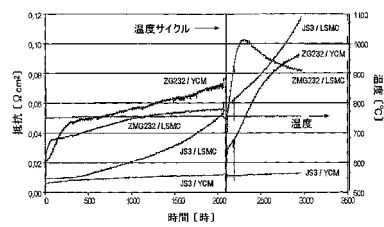
【図面の簡単な説明】

【0034】

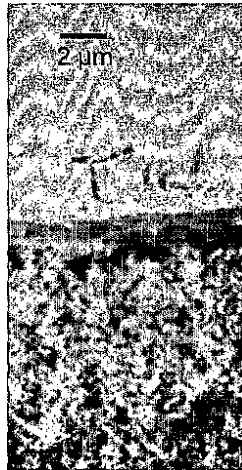
【図 1】は 750 における本発明の 4 種類の鋼 - セラミック複合体の接触抵抗を示すグラフである。

【図 2】は 750 で 1000 時間試験した後の本発明の Fe₂₂CrMn - La_{0.8}Sr_{0.2}Mn_{0.5}Co_{0.5}O₃ - 複合体の断面。

【図 1】



【図 2】



Figur 2

フロントページの続き

- (51)Int.Cl. F I
H 0 1 M 8/12 (2006.01) H 0 1 M 8/12
- (74)代理人 100139527
弁理士 上西 克礼
- (74)代理人 100164781
弁理士 虎山 一郎
- (72)発明者 ラーチュ・ヨーアヒム
ドイツ連邦共和国、5 2 0 6 2 アーヘン、テアーターストラーセ、2 0
- (72)発明者 ティーツ・フランク
ドイツ連邦共和国、5 2 4 2 8 ユーリヒ、メルキッシェ・ストラーセ、1 8
- (72)発明者 クリスティアンセン・ニールス
デンマーク国、2 8 2 0 ゲントフテ、ヴィオルヴェイ、3
- (72)発明者 ゴルデス・ペトル
デンマーク国、2 9 7 0 ヘルスホルム、ボモセヴェイ、4 3
- (72)発明者 リートフェルト・ゲイスベルトゥス
オランダ国、1 8 2 7 エーハー アルクマール、ペーメンストラート、8
- (72)発明者 デッカー・ニコラース・ヤコブス・ヨセフ
オランダ国、1 0 5 1 ペーエム アムステルダム、ワートルレイクウェヒ、3 8 8

審査官 長谷山 健

- (56)参考文献 特表2 0 0 4 - 5 1 2 6 5 1 (J P , A)
特開平 0 4 - 3 2 3 3 7 9 (J P , A)
特開2 0 0 2 - 3 6 7 6 1 5 (J P , A)
特表2 0 0 0 - 5 0 4 8 7 3 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

H01M 8/02
C22C 38/00
C22C 38/18
C22C 38/38
C23C 26/00
H01M 8/12