

(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2005-226083

(P2005-226083A)

(43) 公開日 平成17年8月25日(2005.8.25)

(51) Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
C 2 2 C 38/00	C 2 2 C 38/00 3 O 2 Z	5 H O 2 6
C 2 2 C 38/18	C 2 2 C 38/18	
C 2 2 C 38/28	C 2 2 C 38/28	
H O 1 M 8/02	H O 1 M 8/02 B	
H O 1 M 8/12	H O 1 M 8/12	
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)		

(21) 出願番号 特願2004-32859 (P2004-32859)

(22) 出願日 平成16年2月10日 (2004.2.10)

(71) 出願人 000004581

日新製鋼株式会社

東京都千代田区丸の内3丁目4番1号

(74) 代理人 100092392

弁理士 小倉 亘

(74) 代理人 100116621

弁理士 岡田 萬里

(72) 発明者 景岡 一幸

山口県周南市野村南町4976番地 日新

製鋼株式会社技術研究所内

(72) 発明者 西田 幸寛

山口県周南市野村南町4976番地 日新

製鋼株式会社技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体酸化物型燃料電池セパレータ用フェライト系ステンレス鋼

(57) 【要約】

【課題】 多量の水蒸気を含む高温雰囲気において優れた耐酸化性を呈し、電気伝導性も良好で廉価な固体酸化物型燃料電池セパレータ用フェライト系ステンレス鋼を提供する。

【解決手段】 C : 0 . 0 3 質量%以下, S i : 1 . 0 質量%以下, M n : 1 . 5 質量%以下, S : 0 . 0 1 質量%以下, N : 0 . 0 3 %以下, C r : 1 1 . 0 ~ 2 0 . 0 質量%を含み、必要に応じてさらに、M o : 3 . 0 質量%以下, C u : 1 . 5 質量%以下, N b : 0 . 0 5 ~ 0 . 8 0 質量%, T i : 0 . 0 3 ~ 0 . 5 0 質量%, Y : 0 . 0 0 1 ~ 0 . 1 質量%, 希土類元素 : 0 . 0 0 1 ~ 0 . 1 質量%, C a : 0 . 0 0 1 ~ 0 . 0 1 質量%の1種又は2種以上を含み、残部が実質的に F e からなる組成を有するフェライト系ステンレス鋼の表面に機械研磨を施して、J I S B 0 6 0 1 で規定される表面粗さ R a で 0 . 0 5 ~ 5 0 μ m の機械研磨仕上面を得る。

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

C : 0 . 0 3 質量 % 以下 , S i : 1 . 0 質量 % 以下 , M n : 1 . 5 質量 % 以下 , S : 0 . 0 1 質量 % 以下 , N : 0 . 0 3 % 以下 , C r : 1 1 . 0 ~ 2 0 . 0 質量 % を含み、残部が実質的に F e からなる組成を有するとともに、J I S B 0 6 0 1 で規定される表面粗さ R a で 0 . 0 5 ~ 5 0 μ m の機械研磨仕上面を有することを特徴とする固体酸化物型燃料電池セパレータ用フェライト系ステンレス鋼。

【請求項 2】

さらに、3 . 0 質量 % 以下の M o、あるいは 1 . 5 質量 % 以下の C u の 1 種又は 2 種を含む請求項 1 に記載の固体酸化物型燃料電池セパレータ用フェライト系ステンレス鋼。

10

【請求項 3】

さらに、N b : 0 . 0 5 ~ 0 . 8 0 質量 % , T i : 0 . 0 3 ~ 0 . 5 0 質量 % の 1 種又は 2 種を含む請求項 1 又は 2 に記載の固体酸化物型燃料電池セパレータ用フェライト系ステンレス鋼。

【請求項 4】

さらに、Y : 0 . 0 0 1 ~ 0 . 1 質量 % , 希土類元素 : 0 . 0 0 1 ~ 0 . 1 質量 % , C a : 0 . 0 0 1 ~ 0 . 0 1 質量 % の 1 種又は 2 種以上を含む請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の固体酸化物型燃料電池セパレータ用フェライト系ステンレス鋼。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、固体酸化物型燃料電池のセパレータに使用されるフェライト系ステンレス鋼に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、石油を代表とする化石燃料の枯渇化、C O₂ 排出による地球温暖化現象等の問題から、従来の発電システムに替わる新しいシステムの実用化が求められている。新しい発電システム、分散電源あるいは自動車の動力源として、クリーンな発電システムである燃料電池が注目を浴びている。

燃料電池には、用いられる電解質の違いによりリン酸型燃料電池、熔融炭酸塩型燃料電池、固体高分子型燃料電池等、いくつかの種類があるが、その中でも、固体酸化物型の燃料電池 (S O F C) は作動温度、エネルギー効率ともに燃料電池の中では最も高く、実用化が最も有望視されている燃料電池である。

30

【0003】

従来、固体酸化物型燃料電池 (S O F C) の作動温度は 1 0 0 0 程度と高く、長期間の信頼性の観点から、その構成部材には主としてセラミックスが使用されてきた。高温酸化性に優れている高 C r , 高 N i 系のオーステナイト系ステンレス鋼でも使用が困難であった。

しかしながら、近年になって、固体電解質膜の改良により、6 0 0 ~ 8 0 0 程度まで作動温度の低下が可能となった。低温作動型の固体酸化物型燃料電池 (S O F C) を構成するセパレータに金属材料を適用するためには、6 0 0 ~ 8 0 0 の温度域で 5 0 m \cdot c m² 以下なる良好な電気伝導性や、数 1 0 % の水蒸気を含む高温雰囲気においても優れた耐水蒸気酸化性、さらにはセラミックス系固体電解質膜と同等の熱膨張係数 (室温 ~ 8 0 0 で 1.3×10^{-6} (1 / K) 程度) を十分に満足できる特性が必要である。

40

【0004】

高温での耐水蒸気酸化性に優れている高 C r , 高 N i 系のオーステナイト系ステンレス鋼は、熱膨張係数が固体電解質膜の約 1 . 5 倍と高いため、起動・停止が頻繁に行われる使用環境では熱膨張・熱収縮が発生し、熱変形及びスケール剥離が発生するため使用し難い。

固体酸化物型燃料電池用の部材としては、熱膨張係数が固体電解質膜と同程度であり、

50

熱膨張・熱収縮を受けても熱変形・スケール剥離が発生しないフェライト系ステンレス鋼が最適である。

そして、熱膨張係数の調整や、表面に形成される酸化皮膜の特性の改良等を目的として、フェライト系ステンレス鋼の合金組成を調整する技術に関して、例えば特許文献 1 ～ 6 にみられるように、種々の提案がなされている。

【 0 0 0 5 】

【特許文献 1】特開平 9 - 1 5 7 8 0 1 号公報

【特許文献 2】特開平 1 0 - 2 8 0 1 0 3 号公報

【特許文献 3】特開平 8 - 2 7 7 4 4 1 号公報

【特許文献 4】特開平 7 - 1 4 5 4 5 4 号公報

【特許文献 5】特開 2 0 0 3 - 3 6 8 6 8 号公報

【特許文献 6】特開 2 0 0 3 - 1 0 5 5 0 3 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

特許文献 1 ～ 6 等で提案されている材料は、固体電解質である安定化ジルコニアと熱膨張係数が近似し、700 ～ 950 程度で良好な電気伝導性を有する酸化皮膜が形成されるという特性を備えている。このため、安定化ジルコニアを電解質とした燃料電池のセパレータに適した材料を提供できている。

しかしながら、実際の燃料電池におけるセパレータの導電部は数 10 % 以上の水蒸気を含む雰囲気曝されることになる。このため、セパレータは水蒸気雰囲気特有の酸化（以下「水蒸気酸化」と称す。）を受け、損傷されたり電気抵抗が低下したりする。このような問題を起させないためには、少なくとも 20 質量 % を超える Cr を含有させる必要がある。

その一方で、20 質量 % を超える Cr を添加すると 475 脆化感受性が著しく低下し、使用中にセパレータが硬化し、破損することにも繋がることもある。加えて、Cr の増加によりコストアップにもなっている。

【 0 0 0 7 】

本発明は、このような問題を解消すべく案出されたものであり、Cr 含有量を抑えて 475 脆化感受性を高め、かつ優れた耐水蒸気酸化性と良好な電気伝導性及び低熱膨張係数を有する、安価で耐久性に優れた固体酸化物型燃料電池セパレータ用フェライト系ステンレス鋼を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本発明の固体酸化物型燃料電池セパレータ用フェライト系ステンレス鋼は、その目的を達成するため、C : 0 . 0 3 質量 % 以下、Si : 1 . 0 質量 % 以下、Mn : 1 . 5 質量 % 以下、S : 0 . 0 1 質量 % 以下、N : 0 . 0 3 % 以下、Cr : 1 1 . 0 ～ 2 0 . 0 質量 % を含み、必要に応じてさらに、3 . 0 質量 % 以下の Mo あるいは 1 . 5 質量 % 以下の Cu を含み、残部が実質的に Fe からなる組成を有するとともに、JIS B 0 6 0 1 で規定される表面粗さ Ra で 0 . 0 5 ～ 5 0 μ m の機械研磨仕上面を有することを特徴とする。

本発明のフェライト系ステンレス鋼には、さらに、Nb : 0 . 0 5 ～ 0 . 8 0 質量 % , Ti : 0 . 0 3 ～ 0 . 5 0 質量 % , Y : 0 . 0 0 1 ～ 0 . 1 質量 % , 希土類元素 : 0 . 0 0 1 ～ 0 . 1 質量 % , Ca : 0 . 0 0 1 ～ 0 . 0 1 質量 % の 1 種又は 2 種以上を含むこともできる。

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本発明のフェライト系ステンレス鋼は、過剰な Cr を添加することなく、従来のフェライト系ステンレス鋼をベースにその表面に機械研磨仕上げを施すことにより、形成される酸化皮膜を強化して耐水蒸気酸化性を向上することができている。このため、良好な電気伝導性と熱膨張係数を維持したまま耐水蒸気酸化性が向上されたフェライト系ステンレス

10

20

30

40

50

鋼が低コストで得られる。

したがって、本発明により、耐久性に優れたセパレータ用材料が低コストで提供されるので、固体酸化物型燃料電池のコストダウン、性能及び耐久性の向上が見込まれ、固体酸化物型燃料電池の普及促進に寄与できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

コストを抑え、475 脆化感受性を高めるためにCr含有量を20質量%以下にしたフェライト系ステンレス鋼では、燃料電池の高温水蒸気雰囲気中に曝されると水蒸気酸化が容易に進行するとともに、導電部の電気抵抗が増大し、燃料電池の機能が損なわれる。

この点が、フェライト系ステンレス鋼を用いる上で問題となっている。

10

高温雰囲気における水蒸気酸化は大気中における酸化よりも損傷が大きく、鋼素地を減肉させて変形、穴開き等のトラブルを発生させる原因となっている。

【0011】

水蒸気酸化による酸化促進機構については、水蒸気が酸素及び水素に解離して酸化反応を促進させるという説や、水蒸気が鋼素地に直接到達して酸化を促進させるという説等、いくつかの説があるものの、必ずしも明らかになっていないのが現状である。

しかし、本発明者等は、この水蒸気酸化は、ステンレス鋼表面に生成するCr系酸化物を主体とした酸化皮膜を安定化することにより抑制できると推測した。以下に、その機構と対策について説明する。

【0012】

20

一般的に、加熱によりステンレス鋼表面に生成する酸化皮膜は、ステンレス鋼に耐酸化性を付与するものであり、高温雰囲気中においては11質量%以上のCr含有量で耐酸化性の向上が顕著になる。しかし、フェライト系ステンレス鋼の場合、600 程度で素地が高温の水蒸気雰囲気中に曝されると、酸化皮膜中でのCr系酸化物が形成される前に、Fe, Mn系のスピネル構造をもつ酸化物が多量に生成されるため、酸化皮膜がポーラスになる。その結果、酸化皮膜を透過して下地鋼に到達した水蒸気又は酸素分子が多くなり、下地鋼の水蒸気酸化が進行する。このことは、耐水蒸気酸化性のみでなく電気伝導度も低下させることにもなっている。すなわち、Fe, Mn系の酸化物層は、ポイド等の欠陥が多いこと、酸化皮膜の厚さが厚くなり加えて素地との密着性が乏しいことから、高温域における電気抵抗を増大させ、結果として電気伝導度の低下を招いている。

30

【0013】

本発明者等は、種々の検討を行っている過程で、ステンレス鋼表面に生成するCr系酸化物を主体とした酸化皮膜を安定化する手段として、表面酸化の前に機械研磨仕上げを施すことが有効であることを見いだした。

機械研磨を施すことにより、金属表層に転位やすべり帯が多数形成され、表層から所定の深さまでは研磨による歪みの影響を受けることになる。歪みの影響により表層所定厚み範囲のCrの表層への拡散を促し、結果として、酸化のごく初期においてFe, Mn系のポーラスな酸化皮膜を生成させることなく、ステンレス鋼の表層にCrの緻密な酸化皮膜を形成することができる。

【0014】

40

また、機械研磨仕上げを施すことにより、耐水蒸気酸化性を向上させるだけでなく良好な電気伝導性を得ることもできる。その理由は、以下のように推測される。

すなわち、前述の通り、Cr酸化物を酸化のごく初期に形成させ、鋼の最表層でのFe, Mn系のスピネル構造をもつ酸化物の生成を抑止させることである。Cr系酸化物皮膜を形成させることにより、Fe, Mnの外方への拡散が抑制され、Fe, Mn系酸化物生成の進行が抑止される。その結果、緻密で密着性がよく、欠陥の少ないCr系酸化物皮膜が、耐水蒸気酸化性を向上させるだけでなく、高温域における電気抵抗を低減させ電気伝導度も向上させることができる。

【0015】

ステンレス鋼表面に予め歪みを付与する意味から、機械研磨は比較的粗い番手の研磨の

50

方が有利になる。表層数 $10\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ 程度の深さにわたって確実に研磨歪みを導入するためには、JIS B0601で規定される表面粗さ R_a が $0.05 \sim 50\mu\text{m}$ になるように機械研磨を施す必要がある。 R_a で $0.05\mu\text{m}$ に満たないと研磨歪みの導入が不充分である。逆に R_a で $50\mu\text{m}$ を超える研磨仕上げを施すと、表面が粗すぎて電解質との密着面積が減少し、良好な電気伝導性が得られなくなる。

なお、本明細書中に記載している「機械研磨」には、研磨材、研磨砥石、研磨布を用いて人力で、あるいは機械力で行うベルト研磨、手研磨、バフ研磨などの乾式又は湿式の機械研磨はもちろん、同様な効果が得られる研削やショットブラストも含まれる。

【0016】

次に、機械研磨仕上げが施されるフェライト系ステンレス鋼の合金成分、含有量等について詳しく説明する。なお、以下の説明中、各元素の含有量を示す「%」は特に断りがない限り「質量%」を示す。

C : 0.03%以下, N : 0.03%以下

Cは、高温強度、特にクリープ特性を改善する合金成分である。しかし、フェライト系ステンレス鋼に過剰添加すると加工性、低温靱性等が著しく低下する。また、TiやNbとの反応によって炭窒化物を生成しやすく、高温強度の改善に有効な固溶Tiや固溶Nbを減少させる。したがって、本成分系では、C, N含有量は少ない程好ましく、ともに上限を0.03%に設定した。

【0017】

Si : 1.0%以下

Cr系酸化物の安定化に有効な合金成分であり、耐水蒸気酸化性の改善に有効な成分である。しかし、1.0%を超える過剰量のSiが含まれると、表層に電気抵抗が高い SiO_2 の酸化物層を形成し、電気伝導度を低下することになる。しかも、低温靱性を低下するばかりでなく、製造性も低下し、鋼表面に疵が生成しやすくなる。このため、Si含有量の上限は1.0%に設定した。

【0018】

Mn : 1.5%以下

フェライト系ステンレス鋼のスケール剥離性の改善に有効な合金成分である。しかし、過剰量のMnが含まれると鋼材が硬質化し、加工性及び低温靱性が低下する。したがって、Mn含有量の上限は1.5%に設定した。

S : 0.01%以下

熱間加工性、耐溶接高温割れ性に悪影響を及ぼす成分であり、異常酸化の起点にもなる。そのため、S含有量は可能な限り低くすることが望ましく、0.01%を上限とした。

【0019】

Cr : 11.0 ~ 20.0%

ステンレス鋼に必要な耐食性、耐酸化性、電気伝導性を付与する上で不可欠な合金成分である。600前後での耐水蒸気酸化性及び良好な電気伝導性を確保するためには、11.0%以上のCrが必要である。しかし、20%を超えるCrの添加は、フェライト系ステンレス鋼の加工性、低温靱性及び475脆化感受性を低下させる。したがって、Cr含有量の上限は20.0%に設定した。

【0020】

さらに必要に応じてMoやCuも含有される。

Mo : 3.0%以下

Moは固溶強化により高温強度及び耐熱疲労特性を向上させるため、特に熱疲労特性が必要とされる場合に添加される。過剰量のMoの添加は、鋼材コストの上昇を招くばかりでなく、過度の硬質化を招くので、添加する場合は3.0%を上限とする。

Cu : 1.5%

Cuは固溶又は析出硬化により高温強度を向上させるため、特に高温強度が必要とされる場合に添加される。過剰量のCuが含まれると鋼材が過度に硬質化するので、添加する場合は1.5%を上限とする。

10

20

30

40

50

【0021】

さらに必要に応じて下記の成分を含有していてもよい。

Nb : 0.05 ~ 0.80 % ,

Ti : 0.03 ~ 0.50 % ,

Nb, Tiは析出硬化によりフェライト系ステンレス鋼の高温強度を向上させ、熱疲労特性を改善する作用を有している。その効果を発揮させるには、Nbは0.05%以上、Tiは0.03%の含有が必要である。しかし、過剰量のNb, Tiが含まれると鋼材が過度に硬化して靱性低下に繋がるので、Nb及びTi含有量の上限はそれぞれ0.80%および0.50%に設定した。

【0022】

Y : 0.001 ~ 0.1 %

希土類元素 (La, Ce, Nd等) : 0.001 ~ 0.10 %

Ca : 0.001 ~ 0.01 %

いずれも酸化皮膜中に固溶し、酸化皮膜を強化させ、フェライト系ステンレス鋼の耐食性及び耐酸化性をさらに向上させる。特に、Yは酸化皮膜中の電気伝導度を向上させる。0.001%以上のY, 0.001%以上のLa, Ce, Nd等の希土類元素, 0.001%以上のCaの添加でその効果が顕著になる。しかし、過剰量のY, 希土類元素 (La, Ce, Nd等), Caが含まれると鋼材が過度に硬化し、製造時に表面疵が生じやすくなるばかりでなく、製造コストの上昇を招く。したがって、それらを添加する場合は、Y及び希土類元素は0.10%を、Caは0.01%を上限とする。

【0023】

本発明が対象とするフェライト系ステンレス鋼では、他の合金元素に関しては特段規定されるものではなく、一般的な不純物成分であるP, O, Ni等は、可能な限り低減することが好ましい。通常はP : 0.04質量%以下, O : 0.02質量%以下, Ni : 0.6%以下に規制されるが、さらに高いレベルの加工性や溶接性を確保する場合には、P, O, Ni含有量をさらに厳しく規制する。

また、耐熱性の改善に有効なTa, W, V, Zrや、熱間加工性の改善に有効なB, Mg, Co等の元素も必要に応じて添加してもよい。

【実施例】

【0024】

表1の成分・組成をもつ各フェライト系ステンレス鋼を、30kg真空溶解炉で溶製し、インゴットに鍛造した。インゴットを粗圧延した後、熱延、焼鈍酸洗、冷延、仕上酸洗を経て板厚1.5mmの冷延焼鈍板を製造した。

各フェライト系ステンレス鋼の冷延焼鈍板から試験片を切り出した。最終仕上条件として、JIS G4305で規定した2D仕上を施したままのもの、この冷延焼鈍板を最終仕上条件として湿式研磨によりJIS B0601で規定されるRaで0.03μm, 0.10μm, 25μm, 68μmとなる番手で施した研磨材との5種類の仕上材で、高温水蒸気酸化試験に供した。

【0025】

10

20

30

表1：実施例で使用了各フェライト系ステンレス鋼

鋼種 番号	合金成分及び含有量 (質量%)								
	C	Si	Mn	S	Cr	Mo	Cu	N	その他
1	0.030	0.55	0.50	0.009	16.25	0.50	0.50	<0.010	Y:0.05 REM:0.05 Ca:0.01
2	0.020	0.30	0.50	0.005	17.50	0.50	0.50	0.020	Nb:0.40
3	0.014	0.15	0.20	0.006	17.50	0.85	0.50	0.015	Ti:0.30
4	0.030	0.55	0.40	0.009	18.50	0.98	0.50	<0.010	Ti:0.35
5	0.020	0.30	1.00	0.006	18.30	2.00	0.20	0.020	Nb:0.42
6	0.020	0.25	1.00	0.009	18.30	1.90	0.50	0.020	Nb:0.40
7	0.015	0.90	1.10	0.008	14.00	0.50	0.10	0.015	Nb:0.40 Y:0.09 REM:0.04 Ca:0.003
8	0.015	0.30	0.30	0.008	17.00	0.50	1.40	0.015	Ti:0.15 Nb:0.30 Ca:0.006
9	0.010	0.20	0.30	0.003	19.00	1.20	0.50	0.010	Ti:0.20 Nb:0.30
10	0.010	0.10	0.20	0.005	19.30	1.90	<0.1	0.020	Ti:0.20 Nb:0.20

10

20

30

【0026】

高温水蒸気酸化試験は、固体酸化物型燃料電池のセパレータが曝される雰囲気を想定し、(20体積% H_2O + 80体積% H_2) の雰囲気中で650 × 200時間行った。

試験後の重量を試験前の重量と比較し、重量変化が0.2mg/cm²以下を、それを超える重量変化があったものを×として、耐水蒸気酸化性を評価した。酸化が生じていないもの程、酸化皮膜の環境遮断機能が強く、耐水蒸気酸化性に優れているといえる。

【0027】

表2：各フェライト系ステンレス鋼の高温特性

鋼種 番号	耐水蒸気酸化性				
	2D 仕上	Ra(μm)			
		0.03	0.10	25	68
1	×	×	○	○	○
2	×	×	○	○	○
3	×	×	○	○	○
4	×	×	○	○	○
5	×	×	○	○	○
6	×	×	○	○	○
7	×	×	○	○	○
8	×	×	○	○	○
9	×	×	○	○	○
10	×	×	○	○	○

○：重量変化が $0.2\text{mg}/\text{cm}^2$ 以下 ×：重量変化が $0.2\text{mg}/\text{cm}^2$ 超

10

20

30

40

50

【0028】

表2に示す結果からわかるように、本発明に従った鋼種番号1～10のフェライト系ステンレス鋼では、2D材及びRa0.03 μm の研磨仕上材はいずれも酸化増量が $0.2\text{mg}/\text{cm}^2$ を超えており、耐水蒸気酸化性が不十分であった。これに対して、Ra0.10 μm 、25 μm 及び68 μm の研磨仕上材はいずれも酸化増量が $0.2\text{mg}/\text{cm}^2$ 以下であり、良好な耐水蒸気酸化性を示していた。

【0029】

次に、同じ冷延焼鈍板を用い、最終仕上条件としてJIS G4305で規定される2D仕上材、及びJIS B0601で規定されるRaで0.03 μm 、0.10 μm 、25 μm 、68 μm となる番手で施した研磨仕上された、板厚0.7mm材で半径10mmの円板を作製した。

この研磨仕上円板を、半径10mmのイットリア安定化ジルコニア製固体酸化物の円板で両面から挟み込み、当該挟み込み測定試料の上下に電流供給用の白金電極を配置し、研磨仕上円板とジルコニア製固体酸化物円板の接触面の面圧が $1.9\text{kg}/\text{cm}^2$ となるように白金電極上に錘を乗せ、白金電極間に定電流を流して、研磨仕上円板を挟み込んだジルコニア製固体酸化物間の電位差を測定することにより抵抗測定を行った。

抵抗測定は、上記実施例と同じ雰囲気で10 / 分の条件で650 に上昇させ、1時間保持した後に電気抵抗を測定した。電気抵抗値が $50\text{m} \cdot \text{cm}^2$ 以下を、 $50\text{m} \cdot \text{cm}^2$ を超える電気抵抗値があったものを×として、電気伝導性を評価した。

【0030】

表3に示す結果からわかるように、本発明成分系のフェライト系ステンレス鋼でRaが

0.10 μm 及び 25 μm の研磨仕上材は、650 での電気抵抗値が $50\text{m}\Omega \cdot \text{cm}^2$ 以下となり、良好な電気伝導性を示している。

これに対して、Ra が 68 μm の研磨仕上材では $50\text{m}\Omega \cdot \text{cm}^2$ を超える電気抵抗値を示し、Ra が 0.03 μm の研磨仕上材及び 2D 仕上材では電気抵抗値が $100\text{m}\Omega \cdot \text{cm}^2$ 以上と大きく、固体氧化物型燃料電池のセパレータ用材料としては適していなかった。

【0031】

表3：各フェライト系ステンレス鋼の高温特性

鋼種 番号	650℃での電気伝導性				
	2D 仕上	Ra(μm)			
		0.03	0.10	25	68
1	×	×	○	○	×
2	×	×	○	○	×
3	×	×	○	○	×
4	×	×	○	○	×
5	×	×	○	○	×
6	×	×	○	○	×
7	×	×	○	○	×
8	×	×	○	○	×
9	×	×	○	○	×
10	×	×	○	○	×

○：電気抵抗値 $50\text{m}\Omega \cdot \text{cm}^2$ 以下 ×：電気抵抗値 $50\text{m}\Omega \cdot \text{cm}^2$ 超

10

20

30

フロントページの続き

(72)発明者 奥 学

山口県周南市野村南町4 9 7 6 番地 日新製鋼株式会社技術研究所内

Fターム(参考) 5H026 AA06 BB00 EE08 HH05