

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2022年7月21日(21.07.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/153731 A1

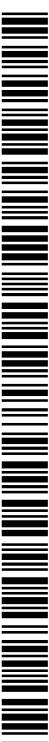
- (51) 国際特許分類:  
C22C 38/00 (2006.01) C23G 1/08 (2006.01)  
C22C 38/50 (2006.01) H01M 8/021 (2016.01)  
C22C 38/54 (2006.01) H01M 8/12 (2016.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/045168
- (22) 国際出願日: 2021年12月8日(08.12.2021)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2021-004148 2021年1月14日(14.01.2021) JP
- (71) 出願人: 日鉄ステンレス株式会社  
(NIPPON STEEL STAINLESS STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1000005 東京都千代田区丸の内一丁目8番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 秦野 正治 (HATANO, Masaharu);  
〒1000005 東京都千代田区丸の内一丁目8番2号 日鉄ステンレス株式会社内 Tokyo (JP). 松本 三月 (MATSUMOTO, Mitsuki); 〒1000005 東京都千代田区丸の内一丁目8番2号 日鉄ステンレス株式会社内 Tokyo (JP). 田井 善一 (TAI, Yoshikazu); 〒1000005 東京都千代田区丸の内一丁目8番2号 日鉄ステンレス株式会社内 Tokyo (JP). 景岡 一幸 (KAGEOKA, Kazuyuki); 〒1000005 東京都千代田区丸の内一丁目8番2号 日鉄ステンレス株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: アクシス国際特許業務法人 (AXIS PATENT INTERNATIONAL); 〒1050004 東京都港区新橋二丁目6番2号 新橋アイマークビル Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,

(54) Title: STAINLESS STEEL MATERIAL FOR SOLID OXIDE FUEL CELLS, METHOD FOR PRODUCING SAME, MEMBER FOR SOLID OXIDE FUEL CELLS, AND SOLID OXIDE FUEL CELL

(54) 発明の名称: 固体酸化物形燃料電池用ステンレス鋼材及びその製造方法、並びに固体酸化物形燃料電池用部材及び固体酸化物形燃料電池

(57) Abstract: A stainless steel material for solid oxide fuel cells, said stainless steel material containing, on a mass basis, 0.030% or less of C, 1.00% or less of Si, 1.00% or less of Mn, 0.050% or less of P, 0.0030% or less of S, not less than 13.0% but less than 22.0% of Cr, 1.50% or less of Mo, 0.030% or less of N, 0.30% or less of Al, 0.40% or less of Nb, 0.40% or less of Ti, 1.00% or less of Ni and 1.00% or less of Cu, with the balance being made up of Fe and impurities, while having a high impurity index of less than 1.50%, said high impurity index being represented by formula (1). (1): (High impurity index) = 10(C + N) + 15S + 8P + 2(Ti + Nb) In the formula, the symbols of elements represent the contents of the respective elements.

(57) 要約: 質量基準で、C: 0.030%以下、Si: 1.00%以下、Mn: 1.00%以下、P: 0.050%以下、S: 0.0030%以下、Cr: 13.0%以上22.0%未満、Mo: 1.50%以下、N: 0.030%以下、Al: 0.30%以下、Nb: 0.40%以下、Ti: 0.40%以下、Ni: 1.00%以下、Cu: 1.00%以下を含み、下記式(1)で表される高純度指数が1.50%未満であり、残部がFe及び不純物からなる固体酸化物形燃料電池用ステンレス鋼材である。高純度指数 = 10(C + N) + 15S + 8P + 2(Ti + Nb) …… (1) 式中、各元素記号は、各元素の含有量を表す。



WO 2022/153731 A1

SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,  
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

## 明 細 書

発明の名称：

固体酸化物形燃料電池用ステンレス鋼材及びその製造方法、並びに固体酸化物形燃料電池用部材及び固体酸化物形燃料電池

### 技術分野

[0001] 本発明は、固体酸化物形燃料電池用ステンレス鋼材及びその製造方法、並びに固体酸化物形燃料電池用部材及び固体酸化物形燃料電池に関する。

### 背景技術

[0002] 従来の固体酸化物形燃料電池（SOFC）は、作動温度が600℃を超える高温作動型であった。しかし、近年、600℃以下の温度帯域で作動する低温作動型の固体酸化物形燃料電池が提案されている（例えば、特許文献1及び2）。このような固体酸化物形燃料電池の構成部材には、コストや耐食性などの観点から、ステンレス鋼材が一般的に用いられる。

[0003] また、固体酸化物形燃料電池は、主に定置型電源として開発が進められていた。しかし、近年、業務・産業用車両や、自動車、飛行機などの様々な移動体への用途拡大が期待されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：特開2020-53388号公報

特許文献2：特許第6696992号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] 固体酸化物形燃料電池を構成する部材（例えば、セパレータ、インターコネクタ、集電体など）には、導電性が要求される。しかし、この部材の導電性は、作動温度が低くなるにつれて低下するため、従来の高温作動型の固体酸化物形燃料電池に用いられていた部材では導電性が十分でないことがある

。

また、移動体へ用途拡大する場合、定置型に比べて起動・停止することが多いため、熱衝撃に強いことが要求される。しかし、従来の定置型の固体酸化物形燃料電池に用いられていた部材は、耐熱衝撃性が十分であるとはいえない。

[0006] 本発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、600℃以下の温度における導電性、及び耐熱衝撃性に優れる固体酸化物形燃料電池用ステンレス鋼材及びその製造方法を提供することを目的とする。また、本発明は、このような特徴を有する固体酸化物形燃料電池用ステンレス鋼材を備える固体酸化物形燃料電池用部材及び固体酸化物形燃料電池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

[0007] 本発明者らは、ステンレス鋼材について鋭意研究を行った結果、特定の組成に制御することにより、上記の問題を解決し得ることを見出し、本発明を完成するに至った。

すなわち、本発明は、質量基準で、C：0.030%以下、Si：1.00%以下、Mn：1.00%以下、P：0.050%以下、S：0.0030%以下、Cr：13.0%以上22.0%未満、Mo：1.50%以下、N：0.030%以下、Al：0.30%以下、Nb：0.40%以下、Ti：0.40%以下、Ni：1.00%以下、Cu：1.00%以下を含み、下記式(1)で表される高純度指数が1.50%未満であり、残部がFe及び不純物からなる固体酸化物形燃料電池用ステンレス鋼材である。

$$\text{高純度指数} = 10(C + N) + 15S + 8P + 2(Ti + Nb) \quad \dots$$

(1)

式中、各元素記号は、各元素の含有量を表す。

[0008] また、本発明は、質量基準で、C：0.030%以下、Si：1.00%以下、Mn：1.00%以下、P：0.050%以下、S：0.0030%以下、Cr：13.0%以上22.0%未満、Mo：1.50%以下、N：

0.030%以下、Al:0.30%以下、Nb:0.40%以下、Ti:0.40%以下、Ni:1.00%以下、Cu:1.00%以下を含み、下記式(1)で表される高純度指数が1.50%未満であり、残部がFe及び不純物からなるスラブを熱間圧延した後、冷間圧延を行う固体酸化物形燃料電池用ステンレス鋼材の製造方法である。

$$\text{高純度指数} = 10(C + N) + 15S + 8P + 2(Ti + Nb) \quad \dots$$

(1)

式中、各元素記号は、各元素の含有量を表す。

[0009] また、本発明は、前記固体酸化物形燃料電池用ステンレス鋼材を備える固体酸化物形燃料電池用部材である。

さらに、本発明は、前記固体酸化物形燃料電池用部材を備える固体酸化物形燃料電池である。

### 発明の効果

[0010] 本発明によれば、600℃以下の温度における導電性、及び耐熱衝撃性に優れる固体酸化物形燃料電池用ステンレス鋼材及びその製造方法を提供することができる。また、本発明によれば、このような特徴を有する固体酸化物形燃料電池用ステンレス鋼材を備える固体酸化物形燃料電池用部材及び固体酸化物形燃料電池を提供することができる。

### 図面の簡単な説明

[0011] [図1]導電性の測定用試験片の上面概略図である。

### 発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明の実施形態について具体的に説明する。本発明は以下の実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、当業者の通常の知識に基づいて、以下の実施形態に対し変更、改良などが適宜加えられたものも本発明の範囲に入ることが理解されるべきである。

なお、本明細書において成分に関する「%」表示は、特に断らない限り「質量%」を意味する。

[0013] 本発明の実施形態に係る固体酸化物形燃料電池用ステンレス鋼材（以下、

「ステンレス鋼材」と略す)は、C : 0.030%以下、Si : 1.00%以下、Mn : 1.00%以下、P : 0.050%以下、S : 0.0030%以下、Cr : 13.0%以上22.0%未満、Mo : 1.50%以下、N : 0.030%以下、Al : 0.30%以下、Nb : 0.40%以下、Ti : 0.40%以下、Ni : 1.00%以下、Cu : 1.00%以下を含み、高純度指数が1.50%未満であり、残部がFe及び不純物からなる組成を有する。

ここで、「不純物」とは、ステンレス鋼材を工業的に製造する際に、鉱石、スクラップなどの原料、製造工程の種々の要因によって混入する成分(例えば、不可避不純物)であって、本発明に悪影響を与えない範囲で許容されるものを意味する。また、「ステンレス鋼材」とは、ステンレス鋼帯、ステンレス鋼板、ステンレス鋼箔などの各種形状を含む概念である。

[0014] また、本発明の実施形態に係るステンレス鋼材は、必要に応じて、B : 0.0050%以下、Sn : 0.5%以下、V : 0.5%以下、W : 0.5%以下、Ca : 0.010%以下、Mg : 0.010%以下、Zr : 0.50%以下、Co : 0.5%以下、Ga : 0.01%以下、Hf : 0.10%以下、REM : 0.10%以下から選択される1種以上を更に含むことができる。

[0015] <C : 0.030%以下>

Cは、ステンレス鋼材の600℃以下の温度における導電性に影響を与える元素である。C含有量が多すぎると、当該導電性が低下する。そのため、C含有量は、0.030%以下、好ましくは0.020%以下、より好ましくは0.015%以下とする。一方、C含有量の下限は、特に限定されないが、C含有量を低減するほど精錬工程に時間を要することとなり、製造コストが上昇する恐れがある。そのため、C含有量は、好ましくは0.0002%以上、より好ましくは0.0005%以上である。

[0016] <Si : 1.00%以下>

Siは、ステンレス鋼材の耐熱性を高めるとともに、600℃以下でのC

r酸化皮膜の生成に有効な元素である。ただし、Si含有量が多すぎると、ステンレス鋼材の界面にSiO<sub>2</sub>の連続酸化物が生成して導電性が低下するとともに、硬質化によって靱性が低下する恐れがある。そのため、Si含有量は、1.00%以下、好ましくは0.80%以下、より好ましくは0.60%以下、更に好ましくは0.30%以下とする。一方、Si含有量の下限は、特に限定されない。Si含有量は、Siによる上記の効果を得る観点から、好ましくは0.05%以上、より好ましくは0.08%以上である。

[0017] <Mn : 1.00%以下>

Mnは、ステンレス鋼材の靱性ととも、(Mn, Cr)<sub>3</sub>O<sub>4</sub>型酸化物の生成によって酸化皮膜の導電性を向上させるのに有効な元素である。ただし、Mn含有量が多すぎると、耐熱性や加工性が低下する恐れがある。そのため、Mn含有量は、1.00%以下、好ましくは0.50%以下とする。一方、Mn含有量の下限は、特に限定されない。Mn含有量は、Mnによる上記の効果を得る観点から、好ましくは0.05%以上、より好ましくは0.08%以上である。

[0018] <P : 0.050%以下>

Pは、ステンレス鋼材の靱性を低下させる恐れがある元素である。そのため、P含有量は、0.050%以下、好ましくは0.040%以下とする。一方、P含有量の下限は、特に限定されないが、P含有量を低減するほど精錬工程に時間を要することとなり、製造コストが上昇する恐れがある。そのため、P含有量は、好ましくは0.001%以上、より好ましくは0.010%以上である。

[0019] <S : 0.0030%以下>

Sは、硫化物系介在物を生成し、電極への蒸散・被毒によってSOFCの発電効率を低下させる恐れがある元素である。そのため、S含有量は、0.0030%以下、好ましくは0.0015%以下とする。一方、S含有量の下限は、特に限定されないが、S含有量を低減するほど精錬工程に時間を要することとなり、製造コストが上昇する恐れがある。そのため、S含有量は

、好ましくは0.0001%以上、より好ましくは0.0002%以上である。

[0020] <Cr : 13.0%以上22.0%未満>

Crは、ステンレス鋼材の表面に不動態皮膜を形成するための主要な元素であり、不動態皮膜によって耐食性、耐熱性などの特性を向上させることができる。600℃以下の温度における導電性に優れるCr酸化皮膜を形成する観点から、Cr含有量は、13.0%以上、好ましくは13.5%以上とする。一方、Cr含有量が多すぎると、靱性や耐熱衝撃性が低下するため、Cr含有量は、22.0%未満、好ましくは21.0%以下である。

[0021] <Mo : 1.50%以下>

Moは、ステンレス鋼材の不動態皮膜を強化するための主要な元素であり、不動態皮膜によって耐食性、耐熱性などの特性を向上させることができる。また、Moは、ステンレス鋼材の600℃以下の温度におけるCr酸化皮膜の生成を促進して導電性を向上させる元素でもある。通常、600℃以下で生成するCr酸化物はFeを含むことから、導電性が低いものの、MoをCr酸化物中に存在させることによって導電性を向上させることができる。ただし、Mo含有量が多すぎると、硬質化によって靱性や耐熱衝撃性が低下する恐れがある。そのため、Mo含有量は、1.50%以下、好ましくは1.30%以下、より好ましくは1.00%以下とする。一方、Mo含有量の下限は、特に限定されない。Mo含有量は、Moによる上記の効果を得る観点から、好ましくは0.05%以上、より好ましくは0.30%以上である。

[0022] <N : 0.030%以下>

Nは、Alと結合して異常酸化の起点となるAlNを生成し、ステンレス鋼材の靱性を低下させる恐れがある元素である。そのため、N含有量は、0.030%以下、好ましくは0.025%以下とする。一方、N含有量の下限は、特に限定されないが、N含有量を低減するほど精錬工程に時間を要することとなり、製造コストが上昇する恐れがある。そのため、N含有量は、

好ましくは0.001%以上、より好ましくは0.010%以上である。

[0023] <Al : 0.30%以下>

Alは、ステンレス鋼材の600℃以下の温度におけるCr酸化皮膜の生成を促進して導電性を向上させるのに有効な元素である。ただし、Al含有量が多すぎると、異常酸化の起点となるAlNを生成し易くなるとともに、ステンレス鋼材の靱性や耐熱衝撃性が低下する恐れがある。そのため、Al含有量は、0.30%以下、好ましくは0.25%以下とする。一方、Al含有量の下限は、特に限定されない。Al含有量は、Alによる上記の効果を得る観点から、好ましくは0.01%以上、より好ましくは0.03%以上である。

[0024] <Nb : 0.40%以下>

Nbは、Tiと同様に、C及びNと優先的に結合してNb炭窒化物を生成するため、ステンレス鋼材の高純度化に有効な元素である。そのため、Nbは、600℃以下の温度におけるCr酸化皮膜の生成を促進して導電性の向上に寄与する。また、Nbは、Cr炭窒化物の生成による耐食性の低下を抑制する元素でもある。ただし、Nb含有量が多すぎると、Nb炭窒化物の生成に消費されなかった固溶Nbの量が増える。その結果、硬質化によって靱性や耐熱衝撃性が低下する恐れがある。そのため、Nb含有量は、0.40%以下、好ましくは0.35%以下とする。一方、Nb含有量の下限は、特に限定されない。Nb含有量は、Nbによる上記の効果を得る観点から、好ましくは0.01%以上、より好ましくは0.05%以上である。

[0025] <Ti : 0.40%以下>

Tiは、Nbと同様に、C及びNと優先的に結合してTi炭窒化物を生成するため、ステンレス鋼材の高純度化に有効な元素である。そのため、Tiは、600℃以下の温度におけるCr酸化皮膜の生成を促進して導電性の向上に寄与する。また、Tiは、Cr炭窒化物の生成による耐食性の低下を抑制する元素でもある。ただし、Ti含有量が多すぎると、Ti炭窒化物が粗大化してしまい、それが起点となって靱性や耐熱衝撃性が低下してしまう。

そのため、Ti含有量は、0.40%以下、好ましくは0.35%以下とする。一方、Ti含有量の下限は、特に限定されない。Ti含有量は、Tiによる上記の効果を得る観点から、好ましくは0.01%以上、より好ましくは0.05%以上である。

[0026] <Ni : 1.00%以下>

Niは、ステンレス鋼材の耐食性の向上及び靱性の低下を抑制する元素である。ただし、Niはオーステナイト相安定化元素であるため、Ni含有量が多すぎると、熱膨張係数が上昇して耐熱衝撃性が低下する。そのため、Ni含有量は、1.00%以下、好ましくは0.80%以下とする。一方、Ni含有量の下限は、特に限定されない。Ni含有量は、Niによる上記の効果を得る観点から、好ましくは0.01%以上、より好ましくは0.05%以上である。

[0027] <Cu : 1.00%以下>

Cuは、ステンレス鋼材の耐食性や導電性を向上させる元素である。ただし、Cuはオーステナイト相安定化元素であるため、Cu含有量が多すぎると、熱膨張係数が上昇して耐熱衝撃性が低下する。そのため、Cu含有量は1.00%以下、好ましくは0.80%以下とする。一方、Cu含有量の下限は、特に限定されない。Cu含有量は、Cuによる上記の効果を得る観点から、好ましくは0.01%以上、より好ましくは0.03%以上とする。

[0028] <高純度指数 : 1.50%未満>

高純度指数は、下記式(1)で表される。

$$\text{高純度指数} = 10(C + N) + 15S + 8P + 2(Ti + Nb) \quad \dots$$

(1)

式中、各元素記号は、各元素の含有量を表す。

高純度指数が高すぎると、ステンレス鋼材の表層のCr量が炭窒化物などの生成で消費されて少なくなってしまう、600℃以下の温度におけるCr酸化皮膜の生成が損なわれる。その結果、導電性の低下とともに炭窒化物を起点として表層に亀裂が発生し易くなり耐熱衝撃性の低下を招く。そのため

、高純度指数は、1.50%未満、好ましくは1.30%以下、より好ましくは1.00%未満である。一方、高純度指数の下限は、特に限定されない。高純度指数は、過度な精錬負荷や原料コストの上昇を抑制するために、好ましくは0.30%以上、より好ましくは0.40%以上である。

[0029] <B : 0.0050%以下>

Bは、粒界に優先的に濃化することで粒界強度を高めて二次加工性を向上させるのに有効な元素であり、必要に応じてステンレス鋼材に含まれる。ただし、B含有量が過剰になると粒界のボライド ( $Cr_2B$ ) が粗大化することにより耐熱衝撃性を低下させる。そのため、B含有量は、0.0050%以下、好ましくは0.0030%以下とする。一方、B含有量の下限は、特に限定されない。B含有量は、Bによる上記の効果を得る観点から、好ましくは0.0002%以上、より好ましくは0.0005%以上である。

[0030] <Sn : 0.5%以下>

Snは、ステンレス鋼材の耐食性や導電性の向上に効果的な元素であり、必要に応じてステンレス鋼材に含まれる。ただし、Sn含有量が多すぎると、熱間加工性や靱性が低下する。そのため、Sn含有量は、0.5%以下、好ましくは0.3%以下とする。一方、Sn含有量の下限は、特に限定されない。Sn含有量は、Snによる上記の効果を得る観点から、好ましくは0.01%以上、より好ましくは0.05%以上である。

[0031] <V : 0.5%以下>

Vは、ステンレス鋼材の靱性を損なわずに強度を向上させる元素であり、必要に応じてステンレス鋼材に含まれる。ただし、V含有量が多すぎると、加工性及び靱性が低下する恐れがあるとともに、コストが上昇する。そのため、V含有量は、0.5%以下、好ましくは0.4%以下とする。一方、V含有量の下限は、特に限定されない。V含有量は、Vによる上記の効果を得る観点から、好ましくは0.01%以上、より好ましくは0.05%以上である。

[0032] <W : 0.5%以下>

Wは、ステンレス鋼材の靱性を損なわずに強度を向上させる元素であり、必要に応じてステンレス鋼材に含まれる。ただし、W含有量が多すぎると、加工性及び靱性が低下する恐れがあるとともに、コストが上昇する。そのため、W含有量は、0.5%以下、好ましくは0.4%以下とする。一方、W含有量の下限は、特に限定されない。W含有量は、Wによる上記の効果を得る観点から、好ましくは0.01%以上、より好ましくは0.05%以上である。

[0033] <Ca : 0.010%以下>

Caは、Sを固定してステンレス鋼材の高純度化に有効な元素であり、必要に応じてステンレス鋼材に含まれる。ただし、Ca含有量が多すぎると、介在物の生成量が増加して導電性や耐熱衝撃性を低下させてしまう。そのため、Ca含有量は、0.010%以下、好ましくは0.005%以下とする。一方、Ca含有量の下限は、特に限定されない。Ca含有量は、Caによる上記の効果を得る観点から、好ましくは0.0005%以上、より好ましくは0.0010%以上である。

[0034] <Mg : 0.010%以下>

Mgは、ステンレス鋼材の精錬に有効な元素であり、必要に応じてステンレス鋼材に含まれる。ただし、Mg含有量が多すぎると、介在物の生成量が増加して導電性や耐熱衝撃性を低下させてしまう。そのため、Mg含有量は、0.010%以下、好ましくは0.005%以下とする。一方、Mg含有量の下限は、特に限定されない。Mg含有量は、Mgによる上記の効果を得る観点から、好ましくは0.0001%以上、より好ましくは0.0005%以上である。

[0035] <Zr : 0.50%以下>

Zrは、Cを固定してステンレス鋼材の高純度化に有効な元素であり、必要に応じてステンレス鋼材に含まれる。ただし、Zr含有量が多すぎると、ステンレス鋼材の加工性が低下してしまう。そのため、Zr含有量は、0.50%以下、好ましくは0.40%以下とする。一方、Zr含有量の下限は

、特に限定されない。Zr含有量は、Zrによる上記の効果を得る観点から、好ましくは0.001%以上、より好ましくは0.005%以上である。

[0036] <Co : 0.5%以下>

Coは、ステンレス鋼材の靱性を損なわずに強度を向上させる元素であり、必要に応じてステンレス鋼材に含まれる。ただし、Co含有量が多すぎると、加工性及び靱性が低下する恐れがあるとともに、コストが上昇する。そのため、Co含有量は、0.5%以下、好ましくは0.4%以下とする。一方、Co含有量の下限は、特に限定されない。Co含有量は、Coによる上記の効果を得る観点から、好ましくは0.01%以上、より好ましくは0.05%以上である。

[0037] <Ga : 0.01%以下>

Gaは、ステンレス鋼材の熱間加工性を向上させる元素であり、必要に応じてステンレス鋼材に含まれる。ただし、Ga含有量が多すぎると、製造性を低下させてしまう。そのため、Ga含有量は、0.01%以下、好ましくは0.005%以下とする。一方、Ga含有量の下限は、特に限定されない。Ga含有量は、Gaによる上記の効果を得る観点から、好ましくは0.0001%以上、より好ましくは0.0005%以上である。

[0038] <Hf : 0.10%以下>

Hfは、Cを固定してステンレス鋼材の高純度化に有効な元素であり、必要に応じてステンレス鋼材に含まれる。ただし、Hf含有量が多すぎると、ステンレス鋼材の加工性が低下してしまう。そのため、Hf含有量は、0.10%以下、好ましくは0.08%以下とする。一方、Hf含有量の下限は、特に限定されない。Hf含有量は、Hfによる上記の効果を得る観点から、好ましくは0.001%、より好ましくは0.005%である。

[0039] <REM : 0.10%以下>

REM（希土類元素）は、S及びPに対して優先的に結合して化合物を生成するため、S及びPによる導電性や耐熱衝撃性の低下を抑制することができる。REMは、必要に応じてステンレス鋼材に含まれる。ただし、REM

含有量が多すぎると、ステンレス鋼材が硬質化し、靱性や加工性が低下する恐れがある。そのため、REM含有量は、0.10%以下、好ましくは0.08%以下とする。一方、REM含有量の下限は、特に限定されない。REM含有量は、REMによる上記の効果を得る観点から、好ましくは0.001%以上、より好ましくは0.005%以上である。

なお、REMは、スカンジウム (Sc)、イットリウム (Y) の2元素と、ランタン (La) からルテチウム (Lu) までの15元素 (ランタノイド) の総称を指す。これらは単独で用いてもよいし、混合物として用いてもよい。また、REMの中でも、La及びYが好ましい。

[0040] 本発明の実施形態に係るステンレス鋼材は、表面から10 $\mu$ mの深さの位置において、結晶方位 {110} 及び {211} の合計に対する結晶方位 {200} の結晶方位比率 ( {200} / [ {110} + {211} ] ) が0.30未満であることが好ましく、0.25以下であることがより好ましい。なお、この結晶方位比率の下限は、特に限定されないが、好ましくは0.05以上、より好ましくは0.10以上である。

ステンレス鋼材の耐熱衝撃性の低下は、ステンレス鋼材の表層の集合組織と、ステンレス鋼材の母相の集合組織との違いにより、表層に亀裂が発生し易くなることに起因している。特に、ステンレス鋼材の表層に塑性変形能の小さい結晶方位 {200} が多いと、亀裂が発生し易くなる。そのため、結晶方位比率 ( {200} / [ {110} + {211} ] ) を0.30未満に制御することにより、亀裂の起点となる結晶方位 {200} の比率を低減し、亀裂の発生を抑制することで耐熱衝撃性を向上させることができる。

また、ステンレス鋼材の600 $^{\circ}$ C以下の温度における導電性は、ステンレス鋼材の表層に生成するCr酸化皮膜 ( (Cr, Fe)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ) のCr濃度の低下に依存する。しかし、結晶方位比率 ( {200} / [ {110} + {211} ] ) を0.30未満に制御することにより、Cr酸化皮膜との配向性が改善して表層の ( (Cr, Fe)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ) のCr濃度を高めることができるため、600 $^{\circ}$ C以下の温度における導電性を向上させることができる。

[0041] ここで、本明細書において、結晶方位は、ステンレス鋼材の表面のX線回折によって求められる。具体的には、ステンレス鋼材を切断し、その表面においてX線回折装置（株式会社リガク製RINT 2500）を用いて結晶方位の測定を行う。例えば、銅管球を用いそれから発せられるCuK $\alpha$ の特性X線（波長（ $\lambda$ ）＝1.5444 Å）を回折に使う。その場合、2 $\theta$ 法において、{110}は44.79°、{200}は65.20°、{211}は82.58°に検出されるため、それら結晶面のX線強度比を算出する。

[0042] 本発明の実施形態に係るステンレス鋼材は、厚さ方向中心部の位置（ステンレス鋼材の厚さを $t$ とした場合に $t/2$ の位置）において、結晶方位{111}±15°の比率が60%超過であることが好ましく、65%～99%であることがより好ましい。なお、この比率の上限值は、好ましくは98%、より好ましくは95%である。

厚さ方向中心部の位置における結晶方位を上記のように制御することにより、表層に亀裂が発生し難くなるため、耐熱衝撃性を向上させることができる。また、この結晶方位を上記のように制御することにより、表層の酸化皮膜を高Cr化させ易くなるため、耐熱衝撃性及び600℃以下の温度における導電性を向上させることができる。

[0043] ここで、本明細書において、結晶方位{111}±15°の比率は、結晶粒毎の結晶方位を可視化できるEBSP方位解析システムにより測定することができる。具体的には、ステンレス鋼材を切断し、その表面から $t/2$ まで研磨（減肉加工）し、その表面をコロイダルシリカ研磨により加工歪を除去してEBSP方位解析を行う。例えば、方位解析には、1mm幅、2mm長さの領域を取り込むことが好ましい。{111}±15°の比率は、EBSP方位解析システムの結晶方位マップ表示において、{111}±15°とそれ以外の方位からなる領域に分割することで求めることができる。

[0044] 本発明の実施形態に係るステンレス鋼材の形状は、特に限定されないが、板状又は箔状であることが好ましい。ステンレス鋼材が板状又は箔状である

場合、その厚さは、例えば、0.1～5.0 mm、好ましくは0.1～3.0 mm、より好ましくは0.1～1.0 mm、更に好ましくは0.1～0.5 mmである。

[0045] 本発明の実施形態に係るステンレス鋼材は、上記のような組成を有するスラブを用いること以外は、公知の方法に準じて製造することができる。

ここで、本発明の実施形態に係るステンレス鋼材の典型的な製造方法の一例について説明する。なお、本発明の実施形態に係るステンレス鋼材の製造方法は、下記の製造方法に限定されるものではない。

[0046] 本発明の実施形態に係るステンレス鋼材は、上記の組成を有するスラブを熱間圧延した後、冷間圧延を行うことによって製造することができる。熱間圧延及び冷間圧延の条件は、特に限定されず、組成に応じて適宜調整すればよい。

熱間圧延後の冷間圧延は、中間圧延及び仕上圧延を含むことができる。中間圧延は、直径が100 mm以上の大径ロールを用いて行うことが好ましい。このような大径ロールを用いて中間圧延を行うことにより、表層に加えて板厚中心付近へ歪を容易に導入することができるため、結晶方位を上記のように制御し易くなる。仕上圧延は、小径ロールを用いて行うことが好ましい。

なお、冷間圧延は、炭素鋼と比べて硬質なステンレス鋼の場合、ゼンジミアミルなど多段式の小径ロールで実施するのが一般的である。大径ロールの冷間圧延は、例えば、炭素鋼の冷間圧延に使用されるタンデムミル圧延機を用いて行うことができる。

[0047] 冷間圧延で得られた冷延材は、酸洗を行った後に表面研削を行うことが好ましい。このような条件とすることにより、ステンレス鋼材の結晶方位を上記の範囲に制御し易くなる。

表面研削の方法としては、特に限定されず、例えば、バフ研磨、砥石研磨などを用いることができる。表面研削の厚さは、特に限定されないが、0.001～0.050 mmである。

なお、熱間圧延後には、焼鈍や酸洗などの公知の工程を実施してもよい。

[0048] 上記のようにして製造される本発明の実施形態に係るステンレス鋼材は、酸素含有雰囲気（例えば、大気雰囲気）下で不動態皮膜が表面に形成される。この不動態皮膜は、600℃以下の温度における導電性に優れている。また、このステンレス鋼材は、耐熱衝撃性にも優れているため、固体酸化物形燃料電池、特に600℃以下（例えば、500～600℃）の温度帯域で作動する低温作動型の固体酸化物形燃料電池に用いるのに適している。

[0049] 本発明の実施形態に係るステンレス鋼材が固体酸化物形燃料電池に用いられる場合、セパレータ、集電体（例えば、空気極集電体及び燃料極集電体）、インターコネクタ、バスバー、端部プレート、燃料極フレームなどの部材にステンレス鋼材を用いることができる。これらの中でも、本発明の実施形態に係るステンレス鋼材は、セパレータ、インターコネクタ及び集電体から選択される1種以上の部材に用いることが好ましい。

[0050] 本発明の実施形態に係る固体酸化物形燃料電池用部材は、本発明の実施形態に係るステンレス鋼材を備える。また、本発明の実施形態に係る固体酸化物形燃料電池は、本発明の実施形態に係る固体酸化物形燃料電池用部材を備える。

固体酸化物形燃料電池用部材としては、特に限定されず、上記した各種部材が挙げられる。

ステンレス鋼材は、各種部材の形状に合わせて適宜形状加工することができる。また、ステンレス鋼材の表面には、導電コーティング層が形成されていてもよい。導電コーティング層としては、特に限定されず、当該技術分野において公知の材料から形成することができる。例えば、導電コーティング層は、Ag、Coなどの導電性に優れる金属を用いて形成することができる。また、導電コーティング層は、単一金属の層であっても合金の層であってもよく、また、単層構造であっても積層構造であってもよい。

なお、ステンレス鋼材は、導電コーティング層との密着性を高める観点から、不動態皮膜の改質（粗面化）を行ってもよい。例えば、不動態皮膜の改

質（粗面化）は、ステンレス鋼材を弗硝酸溶液に浸漬するなどの公知の方法によって行うことができる。

**実施例**

[0051] 以下に、実施例を挙げて本発明の内容を詳細に説明するが、本発明はこれらに限定して解釈されるものではない。

[0052] 表1に示す組成のスラブを溶製し、1200℃に加熱した後、熱間圧延して厚さ3.0mmの熱延板とした。次に、熱延板を焼鈍及び酸洗した後に冷間圧延した。冷間圧延は、熱延板を、直径が100mmの大径ロールを用いて40～60%で中間圧延した後、中間焼鈍及び酸洗し、次いで仕上圧延を小径ロールで行って0.1～0.5mmの冷延板とした。その後、冷延板を仕上げ焼鈍及び酸洗し、砥石研磨によって0.005～0.01mm表面研削することにより、ステンレス鋼材を得た。また、冷間圧延において、中間圧延を仕上圧延と同じ小径ロールにより冷間圧延したステンレス鋼材も製造した。なお、中間圧延で使用したロール径については表2に示す。

[0053] [表1]

鋼No.	組成 (質量%)														高純度 指数
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	N	Al	Nb	Ti	Ni	Cu	その他	
A1	0.005	0.04	0.12	0.011	0.0010	16.4	0.01	0.009	0.03	0.00	0.17	0.00	0.00	B:0.0008	0.58
A2	0.011	0.15	0.05	0.025	0.0002	17.6	0.10	0.011	0.04	0.16	0.07	0.18	0.21	Sn:0.2 Ga:0.01	0.88
A3	0.004	0.95	0.25	0.022	0.0007	13.4	0.05	0.007	0.01	0.39	0.00	0.01	0.21	--	1.08
A4	0.013	0.45	0.07	0.026	0.0022	19.4	0.10	0.023	0.02	0.37	0.02	0.25	0.45	V:0.2 W:0.1	1.38
A5	0.009	0.13	0.13	0.042	0.0005	21.8	1.05	0.015	0.07	0.28	0.10	0.09	0.08	Ca:0.0025 Ce:0.1	1.34
A6	0.002	0.07	0.06	0.012	0.0001	14.4	0.02	0.005	0.06	0.10	0.03	0.01	0.02	Sn:0.1 B:0.0003	0.43
A7	0.028	0.35	0.93	0.022	0.0002	16.2	0.10	0.008	0.23	0.20	0.20	0.01	0.01	Mg:0.001 Zr:0.01	1.34
A8	0.004	0.15	0.18	0.028	0.0008	18.5	0.65	0.013	0.05	0.18	0.13	0.85	0.03	Y+La:0.02 Hf:0.02	1.03
A9	0.003	0.18	0.11	0.018	0.0002	19.3	1.05	0.016	0.06	0.25	0.07	0.10	0.05	--	0.98
B1	0.031	0.21	0.11	0.023	0.0005	16.2	0.01	0.011	0.05	0.01	0.22	0.01	0.01	--	1.07
B2	0.018	1.10	0.22	0.023	0.0005	16.4	0.01	0.012	0.06	0.01	0.23	0.01	0.01	B:0.0007	0.97
B3	0.007	0.18	0.25	0.023	0.0005	12.8	0.01	0.008	0.06	0.01	0.24	0.01	0.01	--	0.84
B4	0.021	0.23	0.26	0.023	0.0023	16.3	0.01	0.022	0.10	0.12	0.31	0.01	0.01	--	1.51
B5	0.015	0.18	0.15	0.022	0.0003	22.0	1.05	0.013	0.11	0.22	0.18	0.10	0.15	V:0.1 W:0.2	1.26
B6	0.007	0.17	0.24	0.023	0.0006	19.2	1.52	0.015	0.08	0.18	0.22	0.01	0.01	--	1.21
B7	0.008	0.18	0.15	0.022	0.0003	17.4	1.05	0.013	0.31	0.22	0.02	0.10	0.02	Mg:0.002 Zr:0.01	0.87

(備考) 下線は本発明の範囲から外れることを表す。残部はFe及び不純物である。

[0054] 次に、得られたステンレス鋼材について、表面から10 $\mu$ mの深さの位置における結晶方位{110}、{211}及び{200}を測定し、結晶方位比率（{200} / [ {110} + {211} ]）を求めた。また、厚さ方向中心部の位置における結晶方位{111}  $\pm$  15°の比率を測定した。結晶方位の測定は、上記の条件で行った。この結果を表2に示す。

[0055] また、得られたステンレス鋼材について、導電性及び耐熱衝撃性の評価を行った。評価方法は以下の通りである。

(1) 導電性

ステンレス鋼材を5.0質量%の弗酸及び15質量%の硝酸を含む水溶液（液温60℃）に1～5分浸漬することによって表面改質を行った後、コーティング処理を行って導電コーティング層を形成した。コーティング処理では、表面改質を行ったステンレス鋼材の表面にCoめっきが2～5 $\mu$ mの厚みで形成されるように調整した。

導電コーティング層を形成したステンレス鋼材（以下、「導電コーティング層付きステンレス鋼材」という）2枚を露点-40℃（H<sub>2</sub>O濃度：約0.013%）に調整した乾燥空気雰囲気下にて600℃で1000時間熱暴露させた後、この2枚の導電コーティング層付きステンレス鋼材2枚を用いて図1に示すような測定用試験片を作製し、ポテンショスタットを用いた四端子法による測定を行った。具体的には以下のようにして行った。

まず、2枚の導電コーティング層付きステンレス鋼材10の中央部に導電ペースト（Agペースト）を正形状（一辺が10mm、厚さ10 $\mu$ m）に塗布して乾燥させ、導電部20を形成した。次に、2枚の導電コーティング層付きステンレス鋼材10の導電部20を重ねて十字型に配置した後、アルミナ板で挟み、重り（200g）を載せて電気炉で導電部20の焼付けを行った（850℃ $\times$ 30分）。次に、モニターを用いて金属母材が露出するまで表面を削り、図1に示す配線取付部30を形成した。次に、銀線40（ $\phi$ 0.3mm）を配線取付部30に巻き付け、導電ペーストを塗布して150℃で30分間乾燥させることにより、測定用試験片を得た。次に、この測定

用試験片を高温電気化学測定装置に配置し、ポテンショスタットを用いた四端子法により、電圧－電流曲線を求めた。この測定では、測定温度は600℃とし、電圧を10mVまで掃引した。また、電圧－電流曲線の傾きから抵抗値を算出した。この評価において、抵抗値が $20\text{ m}\Omega \cdot \text{cm}^2$ 以下であった場合をA（高温導電性が特に優れる）、 $20\text{ m}\Omega \cdot \text{cm}^2$ 超過 $50\text{ m}\Omega \cdot \text{cm}^2$ 以下であった場合をB（高温導電性が優れる）、抵抗値が $50\text{ m}\Omega \cdot \text{cm}^2$ 超過であった場合をC（高温導電性が不十分である）と判断した。

[0056] （2）耐熱衝撃性

上記の導電コーティング層付きステンレス鋼材を加熱・冷却のサイクルを繰り返すことによって、耐熱衝撃性を評価した。具体的には、上記のCめっきした導電コーティング層付きステンレス鋼材を切断加工して10mm×25mm試験片を準備した。次に、試験片を600℃に加熱した移動式マッフル炉に収容し、大気中で25分（マッフル炉内）保持し、大気解放・5分冷却（マッフル炉移動）を1サイクルとし、100サイクルの断続加熱試験を行った。断続加熱試験により、Cめっきが剥離しなかった場合をA（耐熱衝撃性が高い）、Cめっきが剥離した場合をC（耐熱衝撃性が低い）と判断した。

上記の各評価結果を表2に示す。

[0057]

[表2]

試験No.	鋼No.	中間圧延 ロール径	結晶方位比率 ((200)/[{110}+{211}])	結晶方位{111}±15° (%)	導電性	耐熱 衝撃性	区分
1	A1	小径	0.21	65	B	A	本発明例
2	A1	大径	0.12	90	A	A	本発明例
3	A2	小径	0.24	63	B	A	本発明例
4	A2	大径	0.14	85	A	A	本発明例
5	A3	大径	0.22	70	B	A	本発明例
6	A4	大径	0.27	62	B	A	本発明例
7	A5	大径	0.25	63	B	A	本発明例
8	A6	小径	0.19	70	B	A	本発明例
9	A6	大径	0.08	95	A	A	本発明例
10	A7	大径	0.25	70	B	A	本発明例
11	A8	大径	0.23	75	B	A	本発明例
12	A9	小径	0.22	65	B	A	本発明例
13	A9	大径	0.15	85	A	A	本発明例
14	<u>B1</u>	大径	0.30	55	C	C	比較例
15	<u>B2</u>	大径	0.35	60	C	A	比較例
16	<u>B3</u>	大径	0.25	80	C	A	比較例
17	<u>B4</u>	大径	0.30	60	C	C	比較例
18	<u>B5</u>	大径	0.25	70	B	C	比較例
19	<u>B6</u>	大径	0.25	70	B	C	比較例
20	<u>B7</u>	大径	0.22	70	B	C	比較例

(備考) 下線は本発明の範囲から外れることを表す。

[0058] 表2に示されるように、試験No. 1～13（本発明例）のステンレス鋼材は、所定の組成を有しているため、導電性及び耐熱衝撃性に優れていた。特に、試験No. 2、4、9及び13のステンレス鋼材は、好ましい組成を有し且つ大径ロールでの中間圧延（冷間圧延）を実施したものであったため、結晶方位が好ましい範囲を有し、導電性が非常に良好であった。

これに対して試験No. 14～20（比較例）のステンレス鋼材は、組成又は高純度指数が所定の範囲外であったため、導電性及び耐熱衝撃性の一方又は両方が不十分であった。特に、試験No. 16及び18～20は、大径ロールでの中間圧延（冷間圧延）を実施することによって適切な結晶方位を有していたものの、Cr、Mo又はAl量が所定の範囲外であった。そのた

め、試験No. 16は導電性、試験No. 18～20は耐熱衝撃性が不十分であった。

[0059] 以上の結果からわかるように、本発明によれば、600℃以下の温度における導電性、及び耐熱衝撃性に優れる固体酸化物形燃料電池用ステンレス鋼材及びその製造方法を提供することができる。また、本発明によれば、このような特徴を有する固体酸化物形燃料電池用ステンレス鋼材を備える固体酸化物形燃料電池用部材及び固体酸化物形燃料電池を提供することができる。

### 符号の説明

- [0060] 10 導電コーティング層付きステンレス鋼材  
20 導電部  
30 配線取付部  
40 銀線

## 請求の範囲

[請求項1] 質量基準で、C：0.030%以下、Si：1.00%以下、Mn：1.00%以下、P：0.050%以下、S：0.0030%以下、Cr：13.0%以上22.0%未満、Mo：1.50%以下、N：0.030%以下、Al：0.30%以下、Nb：0.40%以下、Ti：0.40%以下、Ni：1.00%以下、Cu：1.00%以下を含み、下記式（1）で表される高純度指数が1.50%未満であり、残部がFe及び不純物からなる固体酸化物形燃料電池用ステンレス鋼材。

$$\text{高純度指数} = 10(C+N) + 15S + 8P + 2(Ti+Nb) \dots (1)$$

式中、各元素記号は、各元素の含有量を表す。

[請求項2] 質量基準で、B：0.0050%以下、Sn：0.5%以下、V：0.5%以下、W：0.5%以下、Ca：0.010%以下、Mg：0.010%以下、Zr：0.50%以下、Co：0.5%以下、Ga：0.01%以下、Hf：0.10%以下、REM：0.10%以下から選択される1種以上を更に含む、請求項1に記載の固体酸化物形燃料電池用ステンレス鋼材。

[請求項3] 表面から10 $\mu$ mの深さの位置において、結晶方位{110}及び{211}の合計に対する結晶方位{200}の結晶方位比率（{200} / [ {110} + {211} ]）が0.30未満である、請求項1又は2に記載の固体酸化物形燃料電池用ステンレス鋼材。

[請求項4] 厚さ方向中心部の位置において、結晶方位{111}  $\pm$  15°の比率が60%超過である、請求項1～3のいずれか一項に記載の固体酸化物形燃料電池用ステンレス鋼材。

[請求項5] セパレータ、インターコネクタ及び集電体から選択される1種以上の部材に用いられる、請求項1～4のいずれか一項に記載の固体酸化物形燃料電池用ステンレス鋼材。

[請求項6] 質量基準で、C : 0.030%以下、Si : 1.00%以下、Mn : 1.00%以下、P : 0.050%以下、S : 0.0030%以下、Cr : 13.0%以上22.0%未満、Mo : 1.50%以下、N : 0.030%以下、Al : 0.30%以下、Nb : 0.40%以下、Ti : 0.40%以下、Ni : 1.00%以下、Cu : 1.00%以下を含み、下記式(1)で表される高純度指数が1.50%未満であり、残部がFe及び不純物からなるスラブを熱間圧延した後、冷間圧延を行う固体酸化物形燃料電池用ステンレス鋼材の製造方法。

$$\text{高純度指数} = 10(C + N) + 15S + 8P + 2(Ti + Nb) \dots (1)$$

式中、各元素記号は、各元素の含有量を表す。

[請求項7] 前記スラブは、質量基準で、B : 0.0050%以下、Sn : 0.5%以下、V : 0.5%以下、W : 0.5%以下、Ca : 0.010%以下、Mg : 0.010%以下、Zr : 0.50%以下、Co : 0.5%以下、Ga : 0.01%以下、Hf : 0.10%以下、REM : 0.10%以下から選択される1種以上を更に含む、請求項6に記載の固体酸化物形燃料電池用ステンレス鋼材の製造方法。

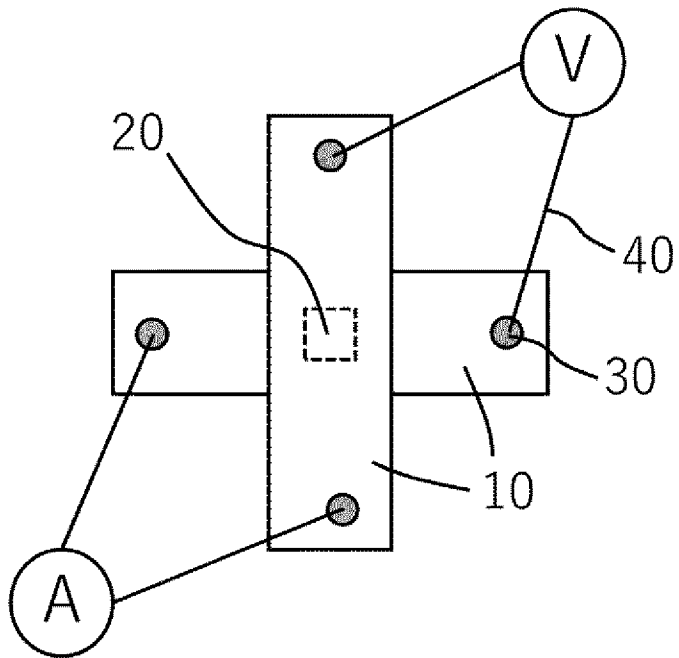
[請求項8] 前記冷間圧延は、直径が100mm以上の大径ロールを用いて中間圧延を行うことを含む、請求項6又は7に記載の固体酸化物形燃料電池用ステンレス鋼材の製造方法。

[請求項9] 前記冷間圧延で得られた冷延材に対して酸洗を行った後に表面研削を行う、請求項6～8のいずれか一項に記載の固体酸化物形燃料電池用ステンレス鋼材の製造方法。

[請求項10] 請求項1～5のいずれか一項に記載の固体酸化物形燃料電池用ステンレス鋼材を備える固体酸化物形燃料電池用部材。

[請求項11] 請求項10に記載の固体酸化物形燃料電池用部材を備える固体酸化物形燃料電池。

[図1]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/JP2021/045168**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>C22C 38/00</i> (2006.01)i; <i>C22C 38/50</i> (2006.01)i; <i>C22C 38/54</i> (2006.01)i; <i>C23G 1/08</i> (2006.01)i; <i>H01M 8/021</i> (2016.01)i; <i>H01M 8/12</i> (2016.01)i FI: C22C38/00 302Z; C22C38/50; C22C38/54; C23G1/08; H01M8/12 101; H01M8/021		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C22C38/00-38/60; C23G1/08; H01M8/021; H01M8/12		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2014/010680 A1 (NIPPON STEEL & SUMIKIN STAINLESS STEEL CORP.) 16 January 2014 (2014-01-16) claims, paragraph [0041], table 1	1-2, 5-7, 10-11
Y		9
A		3-4, 8
X	WO 2018/008658 A1 (NIPPON STEEL & SUMIKIN STAINLESS STEEL CORP.) 11 January 2018 (2018-01-11) claims, paragraph [0085], tables 1, 3	1-2, 5-7, 10-11
Y		9
A		3-4, 8
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>21 February 2022</b>		Date of mailing of the international search report <b>01 March 2022</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/045168

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2017-125248 A (NIPPON STEEL & SUMIKIN STAINLESS STEEL CORP.) 20 July 2017 (2017-07-20) claims, paragraph [0038], table 1	1-2, 5-7, 10-11
Y		9
A		3-4, 8
Y	JP 2005-226083 A (NISSHIN STEEL CO., LTD.) 25 August 2005 (2005-08-25) claims, paragraphs [0013], [0024]	9
A	CN 101195894 A (JILIN INSTITUTE OF CHEMICAL TECHNOLOGY) 11 June 2008 (2008-06-11) claims, table 1	1-11
A	CN 111876661 A (NINGBO BAOXIN STAINLESS STEEL CO., LTD.) 03 November 2020 (2020-11-03) claims, table 1	1-11

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2021/045168**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2014/010680	A1	16 January 2014	EP 2871251 A1 claims, paragraph [0046], table 1	
				CN 104379790 A	
				JP 2014-31572 A	
WO	2018/008658	A1	11 January 2018	EP 3480334 A1 claims, paragraph [0073], tables 1, 3	
				CN 109196133 A	
JP	2017-125248	A	20 July 2017	(Family: none)	
JP	2005-226083	A	25 August 2005	(Family: none)	
CN	101195894	A	11 June 2008	(Family: none)	
CN	111876661	A	03 November 2020	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C22C 38/00(2006.01)i; C22C 38/50(2006.01)i; C22C 38/54(2006.01)i; C23G 1/08(2006.01)i; H01M 8/021(2016.01)i; H01M 8/12(2016.01)i FI: C22C38/00 302Z; C22C38/50; C22C38/54; C23G1/08; H01M8/12 101; H01M8/021		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） C22C38/00-38/60; C23G1/08; H01M8/021; H01M8/12 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022年		
国際調査で利用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	WO 2014/010680 A1 (新日鐵住金ステンレス株式会社) 16.01.2014 (2014-01-16) 請求の範囲, [0041], 表1	1-2, 5-7, 10-11 9 3-4, 8
X Y A	WO 2018/008658 A1 (新日鐵住金ステンレス株式会社) 11.01.2018 (2018-01-11) 請求の範囲, [0085], 表1, 表3	1-2, 5-7, 10-11 9 3-4, 8
X Y A	JP 2017-125248 A (新日鐵住金ステンレス株式会社) 20.07.2017 (2017-07-20) 特許請求の範囲, [0038], 表1	1-2, 5-7, 10-11 9 3-4, 8
Y	JP 2005-226083 A (日新製鋼株式会社) 25.08.2005 (2005-08-25) 特許請求の範囲, [0013], [0024]	9
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 21.02.2022	国際調査報告の発送日 01.03.2022	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 鈴木 毅 4K 9154 電話番号 03-3581-1101 内線 3435	

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	CN 101195894 A (JILIN INSTITUTE OF CHEMICAL TECHNOLOGY) 11.06.2008 (2008 - 06 - 11) Claims, Table 1	1-11
A	CN 111876661 A (NINGBO BAOXIN STAINLESS STEEL CO., LTD.) 03.11.2020 (2020 - 11 - 03) Claims, Table 1	1-11

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/045168

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2014/010680	A1	16.01.2014	EP 2871251 A1 Claims, [0046], Table1 CN 104379790 A JP 2014-31572 A	
WO	2018/008658	A1	11.01.2018	EP 3480334 A1 Claims, [0073], Table1, Table3 CN 109196133 A	
JP	2017-125248	A	20.07.2017	(ファミリーなし)	
JP	2005-226083	A	25.08.2005	(ファミリーなし)	
CN	101195894	A	11.06.2008	(ファミリーなし)	
CN	111876661	A	03.11.2020	(ファミリーなし)	