

(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  
2017年8月10日(10.08.2017)



(10) 国際公開番号  
WO 2017/135240 A1

- (51) 国際特許分類:  
C22C 38/00 (2006.01) C22C 38/38 (2006.01)  
C21D 8/02 (2006.01) C22C 38/58 (2006.01)  
C21D 9/46 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/003379
- (22) 国際出願日: 2017年1月31日(31.01.2017)
- (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 2016-017883 2016年2月2日(02.02.2016) JP
- (71) 出願人: 日新製鋼株式会社(NISSHIN STEEL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1008366 東京都千代田区丸の内三丁目4番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 薬師神 豊(YAKUSHIJIN, Yutaka); 〒1008366 東京都千代田区丸の内三丁目4番1号 日新製鋼株式会社内 Tokyo (JP). 弘中 明(HIRONAKA, Akira); 〒1008366 東京都千代田区丸の内三丁目4番1号 日新製鋼株式会社内 Tokyo (JP). 今川 一成(IMAKAWA, Kazunari); 〒1008366 東京都千代田区丸の内三丁目4番1号 日新製鋼株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 曾我 道治, 外(SOGA, Michiharu et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内三丁目1番1
- 号 国際ビルディング 8階 曾我特許事務所 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, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, 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:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: HOT ROLLED Nb-CONTAINING FERRITIC STAINLESS STEEL SHEET AND METHOD FOR PRODUCING SAME, AND COLD ROLLED Nb-CONTAINING FERRITIC STAINLESS STEEL SHEET AND METHOD FOR PRODUCING SAME

(54) 発明の名称: Nb含有フェライト系ステンレス熱延鋼板及びその製造方法、並びにNb含有フェライト系ステンレス冷延鋼板及びその製造方法

(57) Abstract: This hot rolled Nb-containing ferritic stainless steel sheet has a composition that contains 0.030% by mass or less of C, 2.00% by mass or less of Si, 2.00% by mass or less of Mn, 0.050% by mass or less of P, 0.040% by mass or less of S, from 10.00% by mass to 25.00% by mass of Cr, 0.030% by mass or less of N and from 0.01% by mass to 0.80% by mass of Nb, with the balance made up of Fe and unavoidable impurities. With respect to this hot rolled Nb-containing ferritic stainless steel sheet, the precipitation amount of Nb carbonitrides is 0.2% by mass or more, and 10 or less Laves phases having a particle diameter of 0.1 μm or less are present per area of 10 μm<sup>2</sup>.

(57) 要約: 本発明のNb含有フェライト系ステンレス熱延鋼板は、C: 0.030質量%以下、Si: 2.00質量%以下、Mn: 2.00質量%以下、P: 0.050質量%以下、S: 0.040質量%以下、Cr: 10.00質量%~25.00質量%、N: 0.030質量%以下、Nb: 0.01質量%~0.80質量%を含有し、残部がFe及び不可避免の不純物からなる組成を有する。このNb含有フェライト系ステンレス熱延鋼板において、Nb炭窒化物の析出量は0.2質量%以上であり、且つ粒径0.1 μm以下のラーベス相が面積10 μm<sup>2</sup>あたり10個以下である。

WO 2017/135240 A1

## 明 細 書

発明の名称：

**N b含有フェライト系ステンレス熱延鋼板及びその製造方法、並びにN b含有フェライト系ステンレス冷延鋼板及びその製造方法**

### 技術分野

[0001] 本発明は、N b含有フェライト系ステンレス熱延鋼板及びその製造方法、並びにN b含有フェライト系ステンレス冷延鋼板及びその製造方法に関する。特に、本発明は、排気管フランジ部品及び排気管部品を製造するために用いられるN b含有フェライト系ステンレス熱延鋼板及びその製造方法、並びにN b含有フェライト系ステンレス冷延鋼板及びその製造方法に関する。

### 背景技術

[0002] 排気管フランジ部品及び排気管部品には耐食性、耐熱性及び強度などの特性が要求されるため、このような特性に優れるステンレス鋼板が素材として用いられている。ここで、排気管部品とは、内部を排気ガスが流通可能な部品のことを意味し、特に、自動車におけるエキゾーストマニホールド、フロントパイプ、センターパイプ、触媒コンバータ外筒などの部品を意味する。また、排気管フランジ部品とは、排気管部品の端部に溶接接合され、当該排気管部品と他の部品との締結機能を担うフランジ部を構成する部品を意味する。

従来、ステンレス鋼板としては、製造性が良好なオーステナイト系ステンレス鋼板が一般に用いられてきたけれども、熱膨張係数及びコストの面で有利なフェライト系ステンレス鋼板への置き換えが進んでいる。このようなフェライト系ステンレス鋼板としては、N b含有フェライト系ステンレス鋼板が挙げられる。

[0003] 排気管フランジ部品は、熱延鋼板を冷間鍛造することによって製造される。また、排気管フランジ部品は、排気管部品の端部に対応する穴、ボルト締結用の穴を有し、切削加工も施されているのが一般的である。そのため、排

気管フランジ部品の製造に用いられる熱延鋼板には加工性が要求される。

また、排気管部品は、一般に、冷延鋼板をプレス加工したり、冷延鋼板をパイプ加工した後に種々の加工を行ったりすることによって製造される。そのため、排気管部品の製造に用いられる冷延鋼板にも加工性が要求される。特に、近年の排気管部品（特に、エキゾーストマニホールド）の小型化に伴い、冷延鋼板の加工性の更なる向上が望まれている。冷延鋼板の加工性はランクフォード値（以下、「r値」という。）を指標として表すことができ、r値を向上させるためには、冷延圧下率を大きくすることが有効である。

しかしながら、Nb含有フェライト系ステンレス鋼板は、熱延時にラーベス相（ $Fe_2Nb$ を主体とする金属間化合物）が生成して靱性低下を起こし易い。また、本来フェライト系ステンレス鋼板は、 $475^{\circ}C$ 脆化が起こり易い。そのため、厚ゲージ（ $5\text{ mm} \sim 10\text{ mm}$ ）のNb含有フェライト系ステンレス熱延鋼板を製造し、これを冷延すると、割れが発生し易く、冷延圧下率を大きくすることが難しい。

[0004] Nb含有フェライト系ステンレス熱延鋼板の靱性を向上させる方法としては、例えば、C及びNの合計量を特定の範囲に制御することにより、ラーベス相の生成を抑制する手法が特許文献1に提案されている。

また、Nb含有フェライト系ステンレス冷延鋼板の加工性を向上させる方法としては、例えば、熱延仕上開始温度、終了温度及び熱延板焼鈍温度などを制御する手法が特許文献2に提案されている。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0005] 特許文献1：特開平10-237602号公報  
特許文献2：特開2002-30346号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献1の手法は、板厚が $4.5\text{ mm}$ 程度のNb含有フ

ェライト系ステンレス熱延鋼板を対象としており、厚ゲージのNb含有フェライト系ステンレス熱延鋼板に対してはラーベス相の生成を十分に抑制することができない。

また、特許文献2の手法を用いたとしても、Nb含有フェライト系ステンレス冷延鋼板の加工性が十分に確保されないという問題がある。

本発明は、上記のような問題を解決するためになされたものであり、靱性及び加工性に優れたNb含有フェライト系ステンレス熱延鋼板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、加工性に優れたNb含有フェライト系ステンレス冷延鋼板及びその製造方法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] 本発明者は、上記の問題を解決すべく鋭意研究を続けた結果、特定の組成を有するステンレス鋼スラブを熱延する際に、 $1100^{\circ}\text{C}\sim 1000^{\circ}\text{C}$ の温度で60秒以上保持すると共に仕上熱延温度を $850^{\circ}\text{C}$ 以上とし、熱延後に $550^{\circ}\text{C}$ 以下の巻取温度で巻取ることによってNb炭窒化物及びラーベス相の量を適正範囲に制御することができ、その結果としてNb含有フェライト系ステンレス熱延鋼板の靱性が向上することを見出し、本発明を完成するに至った。

また、本発明者らは、このNb含有フェライト系ステンレス熱延鋼板を焼鈍した後、70%以上の圧下率で冷延して焼鈍することによってr値を1.2以上に高めることができ、その結果としてNb含有フェライト系ステンレス冷延鋼板の加工性が向上することを見出し、本発明を完成するに至った。

[0008] すなわち、本発明は、C：0.030質量%以下、Si：2.00質量%以下、Mn：2.00質量%以下、P：0.050質量%以下、S：0.040質量%以下、Cr：10.00質量%～25.00質量%、N：0.030質量%以下、Nb：0.01質量%～0.80質量%を含有し、残部がFe及び不可避免的不純物からなる組成を有するNb含有フェライト系ステンレス熱延鋼板であって、Nb炭窒化物の析出量が0.2質量%以上であり、

且つ粒径 $0.1\ \mu\text{m}$ 以下のラーベス相が面積 $10\ \mu\text{m}^2$ あたり10個以下であることを特徴とするNb含有フェライト系ステンレス熱延鋼板である。

また、本発明は、C：0.030質量%以下、Si：2.00質量%以下、Mn：2.00質量%以下、P：0.050質量%以下、S：0.040質量%以下、Cr：10.00質量%～25.00質量%、N：0.030質量%以下、Nb：0.01質量%～0.80質量%を含有し、残部がFe及び不可避免的不純物からなる組成を有するステンレス鋼スラブを熱延する際に、 $1000^\circ\text{C}$ ～ $1100^\circ\text{C}$ の温度で60秒以上保持すると共に仕上熱延温度を $850^\circ\text{C}$ 以上とし、熱延後に $550^\circ\text{C}$ 以下の巻取温度で巻取ることとを特徴とするNb含有フェライト系ステンレス熱延鋼板の製造方法である。

[0009] また、本発明は、C：0.030質量%以下、Si：2.00質量%以下、Mn：2.00質量%以下、P：0.050質量%以下、S：0.040質量%以下、Cr：10.00質量%～25.00質量%、N：0.030質量%以下、Nb：0.01質量%～0.80質量%を含有し、残部がFe及び不可避免的不純物からなる組成を有するNb含有フェライト系ステンレス冷延鋼板であって、Nb炭窒化物の析出量が0.2質量%以上であり、粒径 $0.1\ \mu\text{m}$ 以下のラーベス相が面積 $10\ \mu\text{m}^2$ あたり10個以下であり、且つr値が1.2以上であることを特徴とするNb含有フェライト系ステンレス冷延鋼板である。

さらに、本発明は、上記のNb含有フェライト系ステンレス熱延鋼板を焼鈍した後、70%以上の圧下率で冷延して焼鈍することとを特徴とするNb含有フェライト系ステンレス冷延鋼板の製造方法である。

### 発明の効果

[0010] 本発明によれば、靱性及び加工性に優れたNb含有フェライト系ステンレス熱延鋼板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、加工性に優れたNb含有フェライト系ステンレス冷延鋼板及びその製造方法を提供することができる。

### 発明を実施するための形態

## [0011] &lt;Nb含有フェライト系ステンレス熱延鋼板&gt;

本発明のNb含有フェライト系ステンレス熱延鋼板（以下、「熱延鋼板」と略すことがある。）は、C、Si、Mn、P、S、Cr、N、Nbを含有し、残部がFe及び不可避免的不純物からなる組成を有する。また、本発明の熱延鋼板は、Ni、Mo、Cu、Co、Al、W、V、Ti、Zr、B、希土類元素、Caの1種以上をさらに含有する組成を有していてもよい。

以下、本発明の熱延鋼板について詳細に説明する。

## [0012] &lt;C：0.030質量%以下&gt;

Cは、鋼を硬質化させ、熱延鋼板の靱性を低下させる要因となる。そのため、Cの含有量は0.030質量%以下に制限される。ただし、Cの含有量を極度に低下させる必要はなく、一般に0.001質量%～0.030質量%、好ましくは0.003質量%～0.025質量%、より好ましくは0.005質量%～0.020質量%のC含有量とすればよい。

## [0013] &lt;Si：2.00質量%以下、Mn：2.00質量%以下&gt;

Si及びMnは、脱酸剤として有効である他、耐高温酸化性を向上させる作用を有する。特に、耐高温酸化性を重視する場合には、Siについては0.05質量%以上、Mnについても0.05質量%以上の含有量を確保することが効果的である。ただし、これらの元素を多量に含有させると鋼の脆化を招く要因となる。種々検討の結果、Si及びMnともに2.00質量%以下の含有量に制限される。Si及びMnの含有量はともに1.00質量%以下、又は0.50質量%以下に管理してもよい。また、Si及びMnの含有量の下限は、特に限定されないが、一般に0.05質量%、好ましくは0.1質量%、より好ましくは0.15質量%である。

## [0014] &lt;P：0.050質量%以下、S：0.040質量%以下&gt;

P及びSは、多量に含有すると耐食性低下などの要因となり得る。そのため、Pの含有量は0.050質量%以下、Sの含有量は0.040質量%以下に制限される。通常、Pの含有量は0.010質量%～0.050質量%、Sの含有量は0.0005質量%～0.040質量%の範囲とすればよい。

。また、Pの好ましい含有量は、0.020質量%~0.040質量%、Sの好ましい含有量は0.001質量%~0.010質量%である。特に、耐食性を重視する場合はSの含有量を0.005質量%以下に制限することが効果的である。

[0015] <Cr: 10.00質量%~25.00質量%>

Crは、ステンレス鋼としての耐食性を確保するために重要な元素であると共に、耐高温酸化性の向上にも有効である。これらの作用を発揮させるためには10.00質量%以上のCr含有量が必要となる。Crの含有量は、好ましくは13.50質量%以上、より好ましくは17.00質量%以上とすることが、上記の作用を発揮させる点で効果的である。一方、多量にCrを含有させると、鋼の硬質化及び靱性低下によって厚ゲージ熱延鋼板の製造性が難しくなる。種々検討の結果、Crの含有量は25.00質量%以下、好ましくは22.00質量%以下、より好ましくは20.00質量%以下に制限される。

[0016] <N: 0.030質量%以下>

Nは、靱性を低下させる要因となる。そのため、Nの含有量は0.030質量%以下に制限される。ただし、Nの含有量を極度に低下させる必要はなく、一般に0.001質量%~0.030質量%、好ましくは0.005質量%~0.025質量%のN含有量とすればよい。

[0017] <Nb: 0.01質量%~0.80質量%>

Nbは、C及びNを固定することによってCr炭窒化物（炭化物・窒化物）の粒界偏析を抑制し、鋼の耐食性及び耐高温酸化性を高く維持する上で極めて有効な元素である。そのため、Nbの含有量は0.01質量%以上とする必要がある。Nbの含有量は0.05質量%以上とすることが効果的であり、0.20質量%以上とすることがより効果的である。ただし、Nbの含有量が高すぎると、熱延鋼板の靱性低下を助長するので好ましくない。種々検討の結果、Nbの含有量は0.80質量%以下、好ましくは0.60質量%以下に制限される。

[0018] <Ni : 2.00質量%以下>

Niは、腐食の進行を抑制する作用があり、必要に応じて添加することができる。その場合、0.01質量%以上のNi含有量を確保することが効果的である。ただし、多量のNiを含有させると加工性に悪影響を及ぼすことがあるので、Niを添加する場合は2.00質量%以下、好ましくは1.00質量%以下の範囲で行う必要がある。

[0019] <Mo : 2.50質量%以下>

Moは、耐食性の向上に有効な元素であり、必要に応じて添加することができる。その場合、0.02質量%以上のMo含有量を確保することが効果的であり、0.50質量%以上とすることがより効果的である。ただし、多量のMoを含有させると靱性に悪影響を及ぼすので、Moを添加する場合は2.50質量%以下、好ましくは1.50質量%以下の範囲で行う必要がある。

[0020] <Cu : 1.80質量%以下>

Cuは、低温靱性の向上に有効であると共に、高温強度の向上にも有効な元素である。そのため、必要に応じてCuを添加することができる。その場合、0.02質量%以上のCu含有量を確保することが効果的である。ただし、多量にCuを添加すると加工性がむしろ低下するようになる。Cuを添加する場合は1.80質量%以下、好ましくは0.80質量%以下の範囲で行う必要がある。

[0021] <Co : 0.50質量%以下>

Coは、低温靱性に寄与する元素であり、必要に応じて添加することができる。その場合、0.010質量%以上のCo含有量を確保することが効果的である。ただし、Coの過剰添加は延性低下の要因となるので、Coを添加する場合は0.50質量%以下の範囲で行う必要がある。

[0022] <Al : 0.50質量%以下>

Alは、脱酸剤として有効な元素であり、必要に応じて添加することができる。その場合、0.005質量%以上のAl含有量とすることが効果的で



ある。ただし、多量のAlを含有させると韌性低下の要因となる。そのため、Alを含有させる場合、Al含有量は0.50質量%以下、好ましくは0.20質量%以下に制限される。

[0023] <W : 1.80質量%以下、V : 0.30質量%以下>

W及びVは、高温強度の向上に有効な元素であり、必要に応じてこれらの1種以上を添加することができる。その場合、Wについては0.10質量%以上、Vについても0.10質量%以上の含有量を確保することが効果的である。ただし、これらの元素を多量に添加すると鋼が硬質となり、冷延時に割れを招く要因となる。Wを添加する場合は1.80質量%以下、好ましくは0.50質量%以下の範囲で行う必要がある。Vを添加する場合は0.30質量%以下、好ましくは0.15質量%以下の範囲で行う必要がある。

[0024] <Ti : 0.50質量%以下、Zr : 0.20質量%以下>

Ti及びZrは、C及びNを固定する作用があり、鋼の耐食性及び耐高温酸化性を高く維持する上で有効な元素である。そのため、必要に応じてTi、Zrの1種以上を添加することができる。その場合、Tiについては0.01質量%以上、Zrについては0.02質量%以上の含有量を確保することが効果的である。ただし、過剰のTiを含有させると熱延コイルの韌性低下を助長するので、Tiを添加する場合は0.50質量%以下の範囲で行う必要がある。また、多量のZrを含有させると加工性を阻害する要因となるので、Zrを添加する場合は0.20質量%以下の範囲で行う必要がある。

[0025] <B : 0.0050質量%以下>

Bは、少量の添加によって耐食性及び加工性を改善する元素であり、必要に応じてこれらの1種以上を添加することができる。その場合、0.0001質量%以上のB含有量を確保することが効果的である。ただし、過剰のBを含有させると熱間加工性に悪影響を及ぼすので、Bを添加する場合は0.0050質量%以下の範囲で行う必要がある。

[0026] <希土類元素 : 0.100質量%以下、Ca : 0.0050質量%以下>

希土類元素及びCaは、耐高温酸化性の向上に有効な元素であり、必要に

応じてこれらの1種以上を添加することができる。その場合、希土類元素は0.001質量%以上、Caは0.0005質量%以上の含有量を確保することが効果的である。ただし、これらの元素を多量に添加すると靱性が低下するので、希土類元素を添加する場合は0.100質量%以下、Caを添加する場合は0.0050質量%以下の含有量の範囲で行う必要がある。

[0027] <残部：Fe及び不可避免的不純物>

上記以外の成分である残部は、Fe及び不可避免的不純物からなる。ここで、不可避免的不純物とは、製造工程中に材料中への混入が避けられない不純物元素のことを意味する。不可避免的不純物としては、特に限定されない。

[0028] <Nb炭窒化物の析出量が0.2質量%以上、粒径0.1 $\mu\text{m}$ 以下のラーベス相が面積10 $\mu\text{m}^2$ あたり10個以下>

Nb炭窒化物（炭化物・窒化物）及びラーベス相は、熱延処理によって生成する析出物である。C及びNが鋼中に固溶した状態で存在すると、熱延鋼板の靱性が低下するため、C及びNはNb炭窒化物として析出させることが有効である。また、Nb炭窒化物を析出させることにより、鋼中に固溶しているNbが低減され、熱延鋼板の靱性を低下させるラーベス相の析出量を低減させることができる。鋼中に固溶するC及びNを低減して熱延鋼板の靱性を向上させるためには、Nb炭窒化物の析出量を0.2質量%以上にする必要がある。また、粒径0.1 $\mu\text{m}$ 以下のラーベス相を面積10 $\mu\text{m}^2$ あたり10個以下にする必要がある。

ここで、Nb炭窒化物の析出量（質量%）は、10質量%のアセチルアセトン+1質量%のテトラメチルアンモニウムクロライド+89質量%のメチルアルコールの混合液を用い、飽和甘汞基準電極に対して-100mV~400mVのSCE電位で析出物の残渣を電解抽出した後、抽出した残渣を0.2 $\mu\text{m}$ のマイクロポアフィルターにて濾過し、その重量と全溶解重量との比から算出した。

また、ラーベス相については、走査型電子顕微鏡（SEM）を用いて表面の写真を撮影し、ラーベス相のサイズを測定すると共に、面積10 $\mu\text{m}^2$ あた

りの粒径0.1  $\mu\text{m}$ 以下のラーベス相の個数を計測した。ラーベス相の個数は、少なくとも5つのポイントで計測し、その平均値をとった。

[0029] <厚さ>

本発明の熱延鋼板の厚さは、用途に応じて適宜設定すればよく特に限定されない。例えば、本発明の熱延鋼板を自動車の排気管フランジ部品の製造に用いる場合、熱延鋼板の厚さは、一般に5.0 mm~11.0 mm、好ましくは5.5 mm~9.0 mmである。また、本発明の熱延鋼板を自動車の排気管部品の製造に用いる場合、Nb含有フェライト系ステンレス冷延鋼板（以下、「冷延鋼板」と略すことがある。）の加工性の指標であるr値を向上させるために、本発明の熱延鋼板を冷延する際に圧下率を大きくする必要がある。したがって、自動車の排気管部品の製造のために用いられる冷延鋼板の厚さ及び冷延圧下率を考慮すると、熱延鋼板の厚さは、通常、4.5 mm超過10.00 mm以下である。また、熱延鋼板の厚さは、好ましくは5.0 mm~9.0 mm、より好ましくは5.5 mm~8.0 mmである。

[0030] <Nb含有フェライト系ステンレス熱延鋼板の製造方法>

上記のような特徴を有する本発明のNb含有フェライト系ステンレス熱延鋼板は、上記のNb含有フェライト系ステンレス熱延鋼板と同じ組成を有するステンレス鋼スラブを熱延する際に、1000℃~1100℃の温度で60秒以上保持すると共に仕上熱延温度を850℃以上とし、熱延後に550℃以下の巻取温度で巻取ることによって製造することができる。

[0031] 熱延に先立ち、通常、ステンレス鋼スラブは加熱される。ステンレス鋼スラブの加熱温度は、特に限定されないが、好ましくは1200℃~1300℃である。ステンレス鋼スラブの加熱温度が1200℃未満であると、熱延による歪が過度に導入され、その後の組織制御が困難となる他、表面傷が問題となることがある。一方、ステンレス鋼スラブの加熱温度が1300℃を超えると、組織が粗粒化してしまい、所望の特性を有する熱延鋼板が得られないことがある。

[0032] 上記のようにしてステンレス鋼スラブを加熱した後、熱延が行われる。熱

延は、通常、複数パスの粗熱延、及び複数パスの仕上熱延を含む。熱延の際、Nb炭窒化物の析出を効率的に促進しつつラーベス相の析出を低減するため、1000℃～1100℃の温度で60秒以上保持すると共に、仕上熱延温度を850℃以上とする必要がある。ここで、保持温度を1000℃～1100℃とする理由は、Nb炭窒化物の析出温度が1100℃以下であり、特に当該保持温度とすることによってNb炭窒化物の析出を効率良く促進させることができるためである。保持時間及び保持時間が上記範囲外であると、Nb炭窒化物が十分に析出しない。また、仕上熱延温度が850℃未満であると、ラーベス相の析出温度が800℃付近であるため、ラーベス相の析出を十分に低減することができない。

[0033] 1000℃～1100℃の温度で60秒以上保持する方法としては、特に限定されず、通板速度を低下させたり、仕上圧延前にディレイを導入したりすればよい。

また、1000℃～1100℃の温度で60秒以上保持するタイミングは、熱延工程の間であれば特に限定されないが、粗熱延の終期から仕上熱延の初期にかけて行うことが好ましい。

仕上熱延時間は、特に限定されず、当該技術分野において公知の熱延方法に準じて設定することができる。一般に、仕上熱延時間は、熱延工程のトータル時間との兼ね合いを考慮して決定されるが、仕上熱延時間が長いほどNb炭窒化物の析出量が増大する。

[0034] 熱延後、550℃以下の巻取温度で巻取ってコイルとする。巻取温度が550℃を超えると、ラーベス相が析出し、靱性が低下してしまうことがある。

また、上記のようにして得られた熱延鋼板は、熱延工程においてNb炭窒化物の析出量を十分に増大させているため、ラーベス相の析出温度（800℃付近）となってもラーベス相が析出し難い。そのため、熱延鋼板を巻取る前に水冷などによって急冷し、ラーベス相の析出温度の通過時間を短くする手法を用いる必要性は少ない。

[0035] <Nb含有フェライト系ステンレス冷延鋼板及びその製造方法>

本発明の冷延鋼板は、上記の熱延鋼板の特徴に加えて、 $r$ 値が1.2以上であるという特徴を有する。そのため、本発明の冷延鋼板は加工性に優れており、種々の加工を行うことにより、エキゾーストマニホールド、フロントパイプ、センターパイプ、触媒コンバータ外筒などの自動車の排気管部品を製造することができる。

上記のような特徴を有する本発明の冷延鋼板は、上記の熱延鋼板を焼鈍した後、70%以上の圧下率で冷延して焼鈍することによって製造することができる。

冷延に先立ち、熱延鋼板の焼鈍が行われる。焼鈍は、再結晶組織が得られる温度で行われる。焼鈍温度は、熱延鋼板の組成に応じて適宜設定すればよく、特に限定されないが、通常950℃~1150℃である。焼鈍温度が950℃未満であると、再結晶組織が得られないことがある。一方、焼鈍温度が1150℃を超えると、結晶粒が粗大化することがある。

[0036] 冷延は、冷延鋼板の $r$ 値を1.2以上に高めるために、70%以上の圧下率で行われる。圧下率が70%未満であると、冷延鋼板の $r$ 値が1.2未満となる。

冷延後、冷延鋼板の焼鈍が行われる。焼鈍は、再結晶組織が得られる温度で行われる。焼鈍温度は、冷延鋼板の組成に応じて適宜設定すればよく、特に限定されないが、通常1000℃~1100℃である。焼鈍温度が1000℃未満であると、再結晶組織が得られないことがある。焼鈍温度が1100℃を超えると、結晶粒が粗大化し、加工時に肌荒れが生じて割れの原因となることがある。

### 実施例

[0037] 以下、実施例によって本発明を更に説明するが、本発明はこれらの実施例によって限定されるものではない。

表1に示す成分組成の鋼を溶製してステンレス鋼スラブとし、表1に示す条件で熱圧することによって所定の厚さを有するNb含有フェライト系ステ

ンレス熱延鋼板を得た。

[0038] [表1]

No.	化学組成(質量%)											熱延条件					区分	
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cu	Cr	Mo	N	Nb	Ti	Al	スラブ 加熱温度 (°C)	保持 時間 (秒)*1	仕上熱 延温度 (°C)		巻取 温度 (°C)
1	0.012	0.24	0.27	0.027	0.002	--	--	18.4	1.24	0.02	0.39	--	0.02	1205	61	860	440	5.0
2	0.010	0.78	0.30	0.025	0.006	0.12	--	14.2	0.04	0.01	0.43	--	0.01	1253	63	870	400	6.0
3	0.013	0.41	0.31	0.029	0.003	--	--	19.8	--	0.01	0.41	--	--	1240	64	862	540	5.0
4	0.015	0.54	0.28	0.028	0.004	0.32	--	22.5	--	0.01	0.52	--	--	1234	70	856	500	5.1
5	0.014	0.56	0.21	0.030	0.001	--	--	18.5	0.05	0.01	0.42	--	--	1221	63	900	490	5.6
6	0.014	0.56	0.21	0.030	0.001	--	--	18.5	0.05	0.01	0.42	--	--	1213	61	897	480	4.3
7	0.019	0.79	0.43	0.290	0.003	0.24	0.49	18.9	0.06	0.01	0.46	--	--	1225	62	887	485	5.2
8	0.007	0.09	0.25	0.330	0.001	0.11	--	16.5	0.01	0.01	0.25	0.19	0.03	1201	71	901	450	8.1
9	0.007	0.54	0.26	0.020	0.005	--	--	18.2	0.54	0.02	0.42	--	--	1260	49	960	530	5.0
10	0.023	0.38	0.34	0.034	0.007	--	0.21	18	0.06	0.01	0.42	--	0.03	1243	40	860	460	5.0
11	0.016	0.57	0.37	0.032	0.005	--	--	13.9	--	0.01	0.44	--	0.04	1246	51	855	480	5.0
12	0.015	0.28	0.32	0.027	0.004	0.11	--	18.6	0.04	0.01	0.38	0.11	0.03	1231	49	865	500	5.0

(備考)

\*1) 1000°C~1100°Cでの温度での保持時間である。

なお、上記で示した化学組成以外の残部はFe及び不可避免的不純物である。また、下線は、本発明の条件の範囲外であることを表す。

[0039] 次に、得られたNb含有フェライト系ステンレス熱延鋼板から試験片を採取し、Nb炭窒化物の析出量、ラーベス相のサイズ、面積10μm<sup>2</sup>あたりの粒径0.1μm以下のラーベス相の量及び靱性について評価を行った。

Nb炭窒化物の析出量、並びにラーベス相のサイズ及び個数は、上記した方法によって測定した。なお、Nb炭窒化物の析出量の測定においてSCE電位は400mVとした。また、靱性は、Uノッチ試験片でのシャルピー衝撃試験によって評価を行った。靱性の合否は、延性-脆性遷移温度(DBTT)が20℃以下で靱性がある(○)と評価した。

上記の各評価の結果を表2に示す。

[0040] [表2]

No.	Nb炭窒化物の析出量 (質量%)	ラーベス相のサイズ (μm)	ラーベス相の個数*1 (個)	靱性	区分
1	0.21	0.08	9	○	発明例
2	0.22	0.09	7	○	
3	0.22	0.08	6	○	
4	0.26	0.06	4	○	
5	0.21	0.05	7	○	
6	0.21	0.05	7	○	
7	0.23	0.09	8	○	
8	0.21	0.03	5	○	
9	<u>0.12</u>	0.09	<u>14</u>	×	比較例
10	<u>0.05</u>	0.06	<u>14</u>	×	
11	<u>0.12</u>	<u>0.12</u>	8	×	
12	<u>0.09</u>	<u>0.11</u>	<u>11</u>	×	
(備考) *1)面積10μm <sup>2</sup> あたりの粒径0.1μm以下のラーベス相の個数である。 なお、下線は、本発明の条件の範囲外であることを表す。					

[0041] 表2に示すように、ステンレス鋼スラブを熱延する際に、1000℃~1100℃の温度で60秒以上保持すると共に仕上熱延温度を850℃以上とし、熱延後に550℃以下の巻取温度で巻取ることによって製造したNo.

1～8のNb含有フェライト系ステンレス熱延鋼板は、Nb炭窒化物の析出量が0.2質量%以上、粒径0.1μm以下のラーベス相が面積10μm<sup>2</sup>あたり10個以下であり、靱性に優れることが確認された。

これに対して、ステンレス鋼スラブを熱延する際に1000℃～1100℃の温度での保持時間が短すぎたNo. 9～12のNb含有フェライト系ステンレス熱延鋼板は、Nb炭窒化物の析出量が少なく、ラーベス相の量も多くなり、靱性が十分でないことが分かった。

[0042] また、上記で得られたNb含有フェライト系ステンレス熱延鋼板を用い、排気管フランジ部品への加工を模擬した冷間鍛造試験、プレス穴開け試験、切削試験を行った。その結果、No. 1～8のNb含有フェライト系ステンレス熱延鋼板では、所望の形状への加工性が良好であり、靱性不足などに起因する割れなども発生しなかった。これに対して、No. 9～12のNb含有フェライト系ステンレス熱延鋼板では、靱性不足に起因した割れが発生した。

[0043] 次に、上記で得られたNo. 1～7のNb含有フェライト系ステンレス熱延鋼板を焼鈍した後、冷延し、さらに焼鈍してNb含有フェライト系ステンレス冷延鋼板を得た。このときの製造条件については表3に示す。なお、No. 9～12のNb含有フェライト系ステンレス熱延鋼板は靱性が低く、冷延を行うことができなかった。

次に、得られたNb含有フェライト系ステンレス冷延鋼板についてr値を求めた。r値は、Nb含有フェライト系ステンレス冷延鋼板からJIS13号B引張試験片を採取し、14.4%歪みを付与した後に、下記(1)式及び下記(2)式を用いて平均r値を算出した。

$$r = \ln(W_0/W) / \ln(t_0/t) \quad (1)$$

ここで、 $W_0$ は引張前の板幅、 $W$ は引張後の板幅、 $t_0$ は引張前の板厚、 $t$ は引張後の板厚である。

$$\text{平均 } r \text{ 値} = (r_0 + 2r_{45} + r_{90}) / 4 \quad (2)$$

ここで、 $r_0$ は圧延方向のr値、 $r_{45}$ は圧延方向と45°方向のr値、 $r_{90}$ は



圧延方向と直角方向の  $r$  値である。

なお、複雑な形状が要求される自動車の排気管部品では、平均  $r$  値が 1.2 以上であれば十分に加工できる特性であるため、平均  $r$  値が 1.2 以上であれば加工性に優れると判断することができる。

上記の評価結果を表 3 に示す。

[0044] [表3]

No.	熱延後 焼鈍温度 (°C)	冷延 圧下率 (%)	冷延後 焼鈍温度 (°C)	$r$ 値	区分
1	1002	70	1003	1.4	発明例
2	985	75	1010	1.5	
3	1050	70	1043	1.4	
4	1103	71	1085	1.3	
5	1030	73	1045	1.4	
6	1024	<u>65</u>	1053	<u>1.1</u>	比較例
7	1028	71	1048	1.3	発明例
(備考) 下線は、本発明の条件の範囲外であることを表す。					

[0045] 表 3 に示すように、70%以上の圧下率で冷延した No. 1～5 及び 7 の Nb 含有フェライト系ステンレス冷延鋼板は、 $r$  値が 1.2 以上であり、加工性に優れることが確認された。

これに対して、70%未満の圧下率で冷延した No. 6 の Nb 含有フェライト系ステンレス冷延鋼板は、 $r$  値が 1.2 未満であり、加工性が十分でないことが分かった。

[0046] 以上の結果からわかるように、本発明によれば、靱性及び加工性に優れた Nb 含有フェライト系ステンレス熱延鋼板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、加工性に優れた Nb 含有フェライト系ステンレス冷延鋼板及びその製造方法を提供することができる。

[0047] なお、本出願は、2016年2月2日に出願した日本国特許出願第2016-017883号に基づく優先権を主張するものであり、この日本国特許

出願の全内容を本出願に援用する。

## 請求の範囲

- [請求項1] C : 0.030質量%以下、Si : 2.00質量%以下、Mn : 2.00質量%以下、P : 0.050質量%以下、S : 0.040質量%以下、Cr : 10.00質量%~25.00質量%、N : 0.030質量%以下、Nb : 0.01質量%~0.80質量%を含有し、残部がFe及び不可避免的不純物からなる組成を有するNb含有フェライト系ステンレス熱延鋼板であって、  
Nb炭窒化物の析出量が0.2質量%以上であり、且つ粒径0.1 $\mu$ m以下のラーベス相が面積10 $\mu$ m<sup>2</sup>あたり10個以下であることを特徴とするNb含有フェライト系ステンレス熱延鋼板。
- [請求項2] Ni : 2.00質量%以下、Mo : 2.50質量%以下、Cu : 1.80質量%以下、Co : 0.50質量%以下、Al : 0.50質量%以下、W : 1.80質量%以下、V : 0.30質量%以下、Ti : 0.50質量%以下、Zr : 0.20質量%以下、B : 0.0050質量%以下、希土類元素 : 0.100質量%以下、Ca : 0.0050質量%以下の1種以上をさらに含有する組成を有することを特徴とする請求項1に記載のNb含有フェライト系ステンレス熱延鋼板。
- [請求項3] 排気管フランジ部品の製造に用いられることを特徴とする請求項1又は2に記載のNb含有フェライト系ステンレス熱延鋼板。
- [請求項4] C : 0.030質量%以下、Si : 2.00質量%以下、Mn : 2.00質量%以下、P : 0.050質量%以下、S : 0.040質量%以下、Cr : 10.00質量%~25.00質量%、N : 0.030質量%以下、Nb : 0.01質量%~0.80質量%を含有し、残部がFe及び不可避免的不純物からなる組成を有するステンレス鋼スラブを熱延する際に、1000℃~1100℃の温度で60秒以上保持すると共に仕上熱延温度を850℃以上とし、熱延後に550℃以下の巻取温度で巻取することを特徴とするNb含有フェライト系ステンレス熱延鋼板の製造方法。

- [請求項5] Ni : 2.00質量%以下、Mo : 2.50質量%以下、Cu : 1.80質量%以下、Co : 0.50質量%以下、Al : 0.50質量%以下、W : 1.80質量%以下、V : 0.30質量%以下、Ti : 0.50質量%以下、Zr : 0.20質量%以下、B : 0.0050質量%以下、希土類元素 : 0.100質量%以下、Ca : 0.0050質量%以下の1種以上をさらに含有する組成を有することを特徴とする請求項4に記載のNb含有フェライト系ステンレス熱延鋼板の製造方法。
- [請求項6] C : 0.030質量%以下、Si : 2.00質量%以下、Mn : 2.00質量%以下、P : 0.050質量%以下、S : 0.040質量%以下、Cr : 10.00質量%~25.00質量%、N : 0.030質量%以下、Nb : 0.01質量%~0.80質量%を含有し、残部がFe及び不可避免的不純物からなる組成を有するNb含有フェライト系ステンレス冷延鋼板であって、  
Nb炭窒化物の析出量が0.2質量%以上であり、粒径0.1 $\mu$ m以下のラーベス相が面積10 $\mu$ m<sup>2</sup>あたり10個以下であり、且つr値が1.2以上であることを特徴とするNb含有フェライト系ステンレス冷延鋼板。
- [請求項7] Ni : 2.00質量%以下、Mo : 2.50質量%以下、Cu : 1.80質量%以下、Co : 0.50質量%以下、Al : 0.50質量%以下、W : 1.80質量%以下、V : 0.30質量%以下、Ti : 0.50質量%以下、Zr : 0.20質量%以下、B : 0.0050質量%以下、希土類元素 : 0.100質量%以下、Ca : 0.0050質量%以下の1種以上をさらに含有する組成を有することを特徴とする請求項6に記載のNb含有フェライト系ステンレス冷延鋼板。
- [請求項8] 排気管部品の製造に用いられることを特徴とする請求項6又は7に記載のNb含有フェライト系ステンレス冷延鋼板。
- [請求項9] 請求項1又は2に記載のNb含有フェライト系ステンレス熱延鋼板

を焼鈍した後、70%以上の圧下率で冷延して焼鈍することを特徴とするNb含有フェライト系ステンレス冷延鋼板の製造方法。

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2017/003379

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
C22C38/00(2006.01)i, C21D8/02(2006.01)i, C21D9/46(2006.01)i, C22C38/38(2006.01)i, C22C38/58(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
C22C38/00, C21D8/02, C21D9/46, C22C38/38, C22C38/58

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-120893 A (Nisshin Steel Co., Ltd.), 04 June 2009 (04.06.2009), (Family: none)	1-9
A	JP 2015-187290 A (Nippon Steel & Sumikin Stainless Steel Corp.), 29 October 2015 (29.10.2015), & WO 2015/147211 A1 & EP 3124635 A1 & CN 106133166 A & KR 10-2016-0123371 A	1-9
A	JP 2011-190468 A (Nippon Steel & Sumikin Stainless Steel Corp.), 29 September 2011 (29.09.2011), & US 2013/0004360 A1 & WO 2011/111871 A1 & EP 2546378 A1 & KR 10-2012-0099152 A & CN 102791897 A	1-9

Further documents are listed in the continuation of Box C.  See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 26 April 2017 (26.04.17)	Date of mailing of the international search report 16 May 2017 (16.05.17)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2017/003379

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 8-199237 A (Nisshin Steel Co., Ltd.), 06 August 1996 (06.08.1996), (Family: none)	1-9
A	JP 2015-190025 A (Nippon Steel & Sumikin Stainless Steel Corp.), 02 November 2015 (02.11.2015), (Family: none)	1-9
A	JP 2014-148722 A (Independent Administrative Institution National Institute for Materials Science), 21 August 2014 (21.08.2014), (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. C22C38/00(2006.01)i, C21D8/02(2006.01)i, C21D9/46(2006.01)i, C22C38/38(2006.01)i, C22C38/58(2006.01)i

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））

Int.Cl. C22C38/00, C21D8/02, C21D9/46, C22C38/38, C22C38/58

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使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
A	JP 2009-120893 A（日新製鋼株式会社）2009.06.04（ファミリーなし）	1-9
A	JP 2015-187290 A（新日鐵住金ステンレス株式会社）2015.10.29 & WO 2015/147211 A1 & EP 3124635 A1 & CN 106133166 A & KR 10-2016-0123371 A	1-9

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ 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矛盾するものではなく、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

26.04.2017

国際調査報告の発送日

16.05.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

川口 由紀子

4K

5798

電話番号 03-3581-1101 内線 3435



C (続き) . 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
A	JP 2011-190468 A (新日鐵住金ステンレス株式会社) 2011. 09. 29 & US 2013/0004360 A1 & WO 2011/111871 A1 & EP 2546378 A1 & KR 10-2012-0099152 A & CN 102791897 A	1-9
A	JP 8-199237 A (日新製鋼株式会社) 1996. 08. 06 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2015-190025 A (新日鐵住金ステンレス株式会社) 2015. 11. 02 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2014-148722 A (独立行政法人物質・材料研究機構) 2014. 08. 21 (ファミリーなし)	1-9