

(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  
2024年7月18日(18.07.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/150687 A1

- (51) 国際特許分類:  
C22C 38/00 (2006.01) C21D 9/46 (2006.01)  
C21D 8/02 (2006.01) C22C 38/60 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/046998
- (22) 国際出願日: 2023年12月27日(27.12.2023)
- (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 2023-003919 2023年1月13日(13.01.2023) JP
- (71) 出願人: 日本製鉄株式会社 (NIPPON STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 荻巣 靖之 (OGISU Yasuyuki); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内 Tokyo (JP). 豊田 武 (TOYODA Takeshi); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 松沼 泰史, 外 (MATSUNUMA Yasushi et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: HOT-ROLLED STEEL SHEET

(54) 発明の名称: 熱延鋼板

(57) Abstract: The present invention provides a hot-rolled steel sheet which exhibits excellent cold rolling performance. This hot-rolled steel sheet has a prescribed chemical composition in which the carbon content is 0.02 mass% to less than 0.20 mass%. The metal structure at a depth position of 1/4 of the sheet thickness comprises at least 30% by area of ferrite, at least 10% by area of pearlite, and 0-60% by area of the remainder composition. Ferrite crystal grains measured by electron backscatter diffraction satisfy a prescribed relationship.

(57) 要約: 本発明は、冷間圧延性に優れた熱延鋼板を提供する。本発明の熱延鋼板は、炭素の含有量を0.02質量%以上0.20質量%未満とする所定の化学組成を有し、板厚1/4の深さ位置における金属組織が、30面積%以上のフェライトと、10面積%以上のパーライトと、0面積%以上60面積%以下の残部組織とからなるものであり、且つ、電子後方散乱回折法で測定されるフェライト結晶粒が所定の関係を満足するものである。



WO 2024/150687 A1

## 明 細 書

発明の名称：熱延鋼板

### 技術分野

[0001] 本発明は熱延鋼板に関する。

本発明は、2023年1月13日に、日本国で出願された特願2023-003919号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

### 背景技術

[0002] 自動車用鋼板に関して、地球環境への配慮から、車体を軽量化して燃費を向上させるために、板厚が薄く、成形性に優れた高強度鋼板の需要が著しく高まっている。自動車用鋼板の中でも特に車体骨格部品に使用される高強度冷延鋼板については、より高い強度が要求されるようになっている。

[0003] 冷延鋼板の高強度化に伴い、冷間圧延前の熱延鋼板は硬質化する傾向にあり、熱延鋼板の冷間圧延性が低下している。そのため、高強度鋼板の安定的な製造のために、冷間圧延性に優れた熱延鋼板が求められている。

[0004] 冷間圧延性に優れた熱延鋼板として、特許文献1には、板厚が3～20mmであり、成分組成が、質量%で（以下、化学成分について同じ。）、C：0.3%以下（0%を含まない）、Si：0.5%以下（0%を含まない）、Mn：0.2～1%、P：0.05%以下（0%を含まない）、S：0.05%以下（0%を含まない）、Al：0.01～0.1%、N：0.008～0.025%、残部は鉄および不可避免的不純物からなり、固溶N：0.007%以上、かつ、CとNの含有量が $10C+N \leq 3.0$ の関係を満足し、組織が、全組織に対する面積率で、パーライト：20%未満、残部：フェライトであり、前記フェライトの平均結晶粒径が3～35 $\mu\text{m}$ の範囲である熱延鋼板が開示されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0005] 特許文献1：日本国特開2014-148739号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

- [0006] 現在、特許文献1の熱延鋼板より冷間圧延性に優れた熱延鋼板が求められている。
- [0007] 本発明は上記の事情を鑑みてされた発明であり、冷間圧延性に優れた熱延鋼板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

- [0008] 本発明者らは、熱延鋼板の冷間圧延性について、化学組成、金属組織、および製造条件について、詳細に検討した。本発明者らは、熱間圧延前段の圧下率を高め、最終段を軽圧下で圧延することで、得られる熱延鋼板のフェライト分率が增大すると共に粒径分布が変化し、冷間圧延性が改善されることを見出した。
- [0009] 本発明は上記の知見に鑑みてなされた。本発明の要旨は、以下のとおりである。

<1>本発明の一態様に係る熱延鋼板は、質量%で、C：0.02%以上0.20%未満、Si：0.010~3.000%、Mn：0.10~4.00%、Al：0.001~1.000%、P：0.0200%以下、S：0.020%以下、N：0.020%以下、O：0.0200%以下、Cr：0~2.000%、B：0~0.010%、Nb：0~0.10%、Mo：0~1.00%、V：0~0.50%、Ti：0~0.4000%、Cu：0~0.500%、W：0~0.100%、Ta：0~0.100%、Ni：0~1.000%、Mg：0~0.050%、Ca：0~0.040%、Y：0~0.050%、Zr：0~0.050%、La：0~0.050%、Co：0~0.500%、Sn：0~0.050%、Sb：0~0.050%、及び、As：0~0.050%を含有し、残部がFeおよび不純物からなる化学組成を有し、板厚1/4の深さ位置において、金属組織が、30面積%以上のフェライトと、10面積%以上のパーライトと、0面積%以上60面積%以下の残部組織とからなり、前記残部組織がベイナイト、マルテ

ンサイト、残留オーステナイトのうち少なくとも1種以上を含み、電子後方散乱回折法で測定されるフェライト結晶粒のうち、最大結晶粒径側から、前記フェライト結晶粒の全個数に対して5%の前記フェライト結晶粒と、前記フェライト結晶粒の最小結晶粒径側から前記フェライト結晶粒の全個数に対して5%の前記フェライト結晶粒とを除いたフェライト結晶粒を評価フェライト結晶粒として扱い、前記評価フェライト結晶粒の結晶粒径の最小値を第1粒径に設定し、前記評価フェライト結晶粒の結晶粒径の最大値を第2粒径に設定し、前記第1粒径に、前記第2粒径と前記第1粒径との差の $1/3$ を加えた結晶粒径を第3粒径に設定し、前記第1粒径に、前記第2粒径と前記第1粒径との差の $2/3$ を加えた結晶粒径を第4粒径に設定し、前記第1粒径以上、前記第3粒径以下の範囲を第1粒径範囲に設定し、前記第3粒径超、前記第4粒径以下の範囲を第2粒径範囲に設定し、前記第4粒径超、前記第2粒径以下の範囲を第3粒径範囲に設定したとき、前記第1粒径範囲にある前記評価フェライト結晶粒の数は、前記第2粒径範囲にある前記評価フェライト結晶粒の数の2.5倍以上3.0倍以下であり、前記第3粒径範囲にある前記評価フェライト結晶粒の数は、前記第2粒径範囲にある前記評価フェライト結晶粒の数の2.0倍以上2.5倍以下である。

<2>本発明の態様2は、態様1の熱延鋼板において、前記第1粒径範囲にある前記評価フェライト結晶粒の平均結晶粒径が $1\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ であってもよい。

<3>本発明の態様3は、態様1または態様2の熱延鋼板において、前記第3粒径範囲にある前記評価フェライト結晶粒の平均結晶粒径が $35\mu\text{m}$ 超 $80\mu\text{m}$ 以下であってもよい。

<4>本発明の態様4は、態様1または態様2の熱延鋼板において、前記第3粒径範囲にある前記評価フェライト結晶粒の平均結晶粒径が $40\mu\text{m}\sim 80\mu\text{m}$ であってもよい。

<5>本発明の態様4は、態様1~4のいずれか1つの熱延鋼板において、全伸びが40%以上であってもよい。

## 発明の効果

[0010] 本発明の上記態様によれば、冷間圧延性に優れた熱延鋼板を提供することができる。

## 発明を実施するための形態

[0011] 本発明の一実施形態に係る熱延鋼板（以下、単に本実施形態に係る鋼板という場合がある）における化学組成、金属組織、およびその鋼板を製造する製造方法における圧延条件等について以下に詳述する。

[0012] <化学組成>

まず、本実施形態に係る鋼板の化学組成について説明する。化学組成における各元素の含有量を示す「%」とは、断りがない限り、すべて質量%を意味する。本明細書中において、「～」を用いて表される数値範囲は、「～」の前後に記載される数値を下限値及び上限値として含む範囲を意味する。

[0013] [C : 0.02%以上0.20%未満]

Cは、鋼板の高強度化のために必須の元素である。C含有量が0.02%未満では十分な引張強さを得ることができない。そのため、C含有量を0.02%以上とする。C含有量は、好ましくは0.08%以上である。

一方、C含有量が0.20%以上では所望の冷間圧延性を得ることができない。そのため、C含有量は0.20%未満とする。好ましくは0.15%以下である。

なお、C含有量が上記の範囲内であれば、冷間圧延および熱処理後の冷延鋼板として必要とされる通常レベル（例えば540MPa以上）の引張特性の確保が可能である。

[0014] [Si : 0.010～3.000%]

Siは固溶強化元素であり、冷延鋼板の高強度化のため一般的に含有させる元素である。組織制御による冷間圧延性向上効果を得るため、Si含有量を0.010%以上とする。Si含有量は好ましくは0.100%以上である。

一方、Siを過剰に含有させると鋼板の脆化を招いて、組織制御を適用し

たとしても冷間圧延性を十分に確保することが困難となる。そのため、Si含有量を3.000%以下とする。Si含有量は、好ましくは2.000%以下である。

なお、Si含有量が上記の範囲内であれば、冷間圧延および熱処理後の冷延鋼板として必要とされる通常レベルの引張特性の確保が可能である。

[0015] [Mn : 0.10~4.00%]

Mnは、鋼の焼入性を向上させる作用を有し、冷延鋼板の強度を確保するため一般的に含有させる元素である。Mn含有量が0.10%未満では組織制御による冷間圧延性向上の効果を得ることが困難となる。したがって、Mn含有量は0.10%以上とする。Mn含有量は、好ましくは1.00%以上である。

一方、Mn含有量が4.00%超では、熱延鋼板におけるフェライトの生成が抑制され、所望の冷間圧延性が得られない。したがって、Mn含有量は4.00%以下とする。Mn含有量は、好ましくは1.50%以下である。

なお、Mn含有量が上記の範囲内であれば、冷間圧延および熱処理後の冷延鋼板として必要とされる通常レベルの引張特性の確保が可能である。

[0016] [Al : 0.001~1.000%]

Alは、鋼の脱酸作用を有する元素である。上記効果を得るため、Al含有量を0.001%以上とする。Al含有量は、好ましくは0.005%以上である。

一方、Alを過剰に含有させても上記効果が飽和してコスト上昇を招くばかりか、鋼の変態温度が上昇して、熱間圧延時の負荷が増大する。そのため、Al含有量は1.000%以下とする。Al含有量は、好ましくは0.900%以下である。Al含有量は、いわゆるtotal Al (T-Al)の含有量を意味する。

[0017] [P : 0.0200%以下]

Pは、不純物として鋼中に含有される元素であり、粒界に偏析して鋼を脆化させるとともに冷間圧延性を劣化させる元素である。このため、P含有量

は0.0200%以下とする。P含有量は、好ましくは0.0150%以下であり、より好ましくは0.0100%以下である。

P含有量は少ないほど好ましいが、Pの除去時間、コストも考慮して0.0080%超としてもよい。

[0018] [S : 0.020%以下]

Sは、不純物として鋼中に含有される元素であり、硫化物系介在物を形成して冷間圧延性を劣化させる元素である。このため、S含有量は0.020%以下とする。S含有量は、好ましくは0.015%以下、より好ましくは0.010%以下、さらに好ましくは0.009%以下である。S含有量は少ないほど好ましく、0%でもよいが、Sの除去時間、コストも考慮して0.008%以上としてもよい。

[0019] [N : 0.020%以下]

Nは、鋼板中で粗大な窒化物を形成し、鋼板の冷間圧延性を劣化させる元素である。N含有量が0.020%超では、冷間圧延性が著しく劣化するので、N含有量を0.020%以下とする。N含有量は0.015%以下、0.010%以下又は0.005%以下であってもよい。

一方、N含有量を0.001%未満とする場合、製造コストが大幅に増加する。N含有量を0.001%以上としてもよい。N含有量を0.002%以上としてもよい。

[0020] [O : 0.0200%以下]

Oは、鋼中に粗大な酸化物を形成して冷間圧延性を劣化させる元素である。O含有量が0.0200%超では、劣化の傾向が顕著となる。このためO含有量を0.0200%以下とする。O含有量は0.0150%以下であってもよく、0.0100%以下であってもよい。

O含有量は少ない方が好ましい。しかしながら、O含有量を0.0001%未満とすることは、過度にコストが高くなるため経済的に好ましくない。このため、O含有量を0.0001%以上としてもよい。O含有量を0.0010%以上としてもよい。

[0021] 本実施形態に係る鋼板は、上記の元素を含有し、残部がFe及び不純物であってもよい。ここで、不純物は、鋼を工業的に製造する際に、鉱石、スクラップ等の原料、製造工程の種々の要因によって混入する元素であって、本実施形態に係る鋼板の特性を阻害しない範囲で、存在が許容される元素である。また、不純物は、本実施形態に係る鋼板に対して意図的に添加した成分でないものを意味する元素も含む。

[0022] 本実施形態に係る鋼板は、さらに、以下に示すCr、B、Nb、Mo、V、Ti、Cu、W、Ta、Ni、Mg、Ca、Y、Zr、La、Co、Sn、Sb、Asのうち、1種以上の元素（任意元素）を含有してもよい。これらの元素は、必ずしも含まなくてよいので、下限は0%である。

[0023] [Cr : 0~2.000%]

Crは、焼入れ性を高めて冷延鋼板の高強度化に有効で一般的に活用される元素である。したがって、Crを鋼に含有させてもよい。上記の効果を得るためには、Cr含有量は0.001%以上であることが好ましい。一方、Cr含有量が2.000%を超えると、Crが鋼板の中心部に偏析して粗大なCr炭化物が形成され、冷間圧延性を低下させる場合がある。このため、Cr含有量は2.000%以下とする。より好ましいCr含有量は、1.000%以下である。

[0024] [B : 0~0.010%]

Bは、オーステナイトからの冷却過程においてフェライト及びパーライトの生成を抑え、ベイナイト又はマルテンサイト等の低温変態組織の生成を促し、冷延鋼板の高強度化に有益な元素である。したがって、鋼中にBを含有させてもよい。Bによる上記効果を得るためには、B含有量が0.001%以上であることが好ましい。一方、鋼中に粗大なB酸化物やホウ化物の生成を招き、それが冷間圧延時のボイドの発生起点となり、鋼板の冷間圧延性が劣化する場合がある。このため、B含有量は0.010%以下とする。より好ましいB含有量は、0.009%以下である。

[0025] [Nb : 0~0.10%]

Nbは、炭化物の形態制御に有効な元素であり、その添加により組織を微細化するため、鋼板の靱性の向上にも効果的な元素である。したがって、鋼中にNbを含有させてもよい。Nbによる当該効果を得るためには、Nb含有量を0.01%以上とすることが好ましい。一方、過剰に添加すると粗大なNb炭化物が多数析出し、それが冷間圧延時のボイドの発生起点となり、鋼板の冷間圧延性が劣化する場合がある。このため、Nb含有量は0.10%以下とする。

[0026] [Mo : 0~1.00%]

Moは、冷延鋼板の強化に有効な元素である。したがって、Moを鋼に含有させてもよい。Moによって冷延鋼板を高強度化するためには、Mo含有量は0.01%以上であることが好ましい。一方、過剰に添加するとコストが上昇するとともに粗大なMo炭化物が形成されて鋼板の冷間圧延性が低下する場合がある。このため、Mo含有量は1.00%以下とする。より好ましいMo含有量は0.90%以下である。

[0027] [V : 0~0.50%]

Vは、炭化物の形態制御に有効な元素であり、その添加組織を微細化するため鋼板の靱性の向上にも効果的な元素である。したがって、鋼中にVを含有させてもよい。Vによる当該効果を得るためには、V含有量は0.01%以上であることが好ましい。一方、過剰に添加すると、微細なV炭化物が多数析出し、鋼板の強度が上昇するとともに延性が顕著に劣化し、冷間圧延性が低下する場合がある。このため、V含有量は0.50%以下とする。より好ましいV含有量は、0.40%以下である。

[0028] [Ti : 0~0.4000%]

Tiは、炭化物の形態制御に重要な元素であり、多量の含有により冷延鋼板におけるフェライトの強度増加を促すため本発明鋼板に含有される元素である。したがって、鋼中にTiを含有させてもよい。しかし、Ti含有量が0.0001%以上であれば、フェライトの強度向上の効果が得られる。一方、過剰な添加は、粗大なTi酸化物又はTi炭窒化物が鋼中に存在して鋼

板の冷間圧延性を低下させる場合がある。このため、Ti含有量は0.4000%以下とする。より好ましいTi含有量は、0.3000%以下である。

[0029] [Cu : 0~0.500%]

Cuは、冷延鋼板の強度の向上に寄与する元素であり、本発明鋼板に含有される。したがって、鋼中にCuを含有させてもよい。上記効果を得るためには、Cu含有量が0.001%以上であることが好ましい。ただし、Cu含有量が多すぎると、赤熱脆性を招き、熱間圧延での生産性を低下させるおそれがある。さらに、Cu含有量が多すぎると、粗大な介在物の形成による冷間圧延性の低下を引き起こすおそれがある。このため、Cu含有量は0.500%以下とする。Cu含有量は、0.300%以下であることが好ましい。

[0030] [W : 0~0.100%]

Wは炭化物形成元素であり、冷延鋼板の高強度化に有効な元素であり、本発明鋼板に含有される。したがって、鋼中にWを含有させてもよい。上記の効果を得るためには、W含有量は0.001%以上であることが好ましい。W含有量は、0.005%以上であることがより好ましい。

一方、Wを過剰に含有させても効果が飽和し、コストが上昇する。したがって、Wを含有させる場合、W含有量を0.100%以下とする。W含有量は、0.050%以下であることがより好ましい。

[0031] [Ta : 0~0.100%]

Taは、冷延鋼板における炭化物の形態制御と強度の向上に有効な元素であり、本発明鋼板に含有される。したがって、鋼中にTaを含有させてもよい。上記効果を得るためには、Ta含有量が0.001%以上であることが好ましい。一方、Ta含有量が多すぎると、微細なTa炭化物が多数析出し、鋼板の延性の低下を招き、鋼板の冷間圧延性を低下させるおそれがある。このため、Ta含有量は0.100%以下とする。

Ta含有量は、0.090%以下であることがより好ましい。Ta含有量は

、0.080%以下であることがさらに好ましい。

[0032] [Ni : 0~1.000%]

Niは、冷延鋼板の強度の向上に有効な元素であり、本発明鋼板に含有される。したがって、鋼中にNiを含有させてもよい。上記効果を得るためには、Ni含有量が0.001%以上であることが好ましい。Ni含有量は、0.100%以上であることがより好ましい。一方、Ni含有量が多すぎると、鋼板の延性が低下して、冷間圧延性の低下を招くおそれがある。このため、Ni含有量は1.000%以下とする。Ni含有量は、0.500%以下であることが好ましい。

[0033] [Mg : 0~0.050%]

Mgは、硫化物や酸化物の形態を制御し、鋼板の曲げ性の向上に寄与する元素であり、本発明鋼板に含有される。したがって、鋼中にMgを含有させてもよい。上記効果を得るためには、Mg含有量が0.001%以上であることが好ましい。しかし、Mg含有量が多すぎると、粗大な介在物の形成による冷間圧延性の低下を引き起こすおそれがある。このため、Mg含有量は、0.050%以下とする。Mg含有量は、0.030%以下であることが好ましい。

[0034] [Ca : 0~0.040%]

Caは、微量で硫化物の形態を制御できる元素である。したがって、鋼中にCaを含有させてもよい。上記効果を得るためには、Ca含有量は0.001%以上であることが好ましい。しかし、Ca含有量が多すぎると、粗大なCa酸化物が生成される場合があり、当該Ca酸化物は、冷間圧延時に割れ発生の起点となり、その結果、冷間圧延性が劣化するおそれがある。このため、Ca含有量は、0.040%以下とする。Ca含有量は、0.020%以下であることが好ましい。

[0035] [Y : 0~0.050%]

Yは、含有量が微量であっても、硫化物の形態制御に有効に作用する元素である。したがって、Yを鋼板に含有させてもよい。上記効果を得るために

は、Y含有量は0.001%以上であることが好ましい。しかし、Y含有量が多すぎると、粗大なY酸化物が生成され、冷間圧延性や耐破断特性が低下するおそれがある。このため、Y含有量は、0.050%以下とする。より好ましいY含有量は、0.020%以下である。

[0036] [Zr : 0~0.050%]

Zrは、微量で硫化物の形態を制御できる元素である。したがって、鋼中にZrを含有させてもよい。上記効果を得るために、Zr含有量は0.001%以上であることが好ましい。しかし、Zr含有量が多すぎると、粗大なZr酸化物が生成され、冷間圧延性が低下するおそれがある。このため、Zr含有量は、0.050%以下とする。Zr含有量は、0.020%以下であることが好ましい。

[0037] [La : 0~0.050%]

Laは、含有量が微量であっても、硫化物の形態制御に有効に作用する元素である。したがって、Laを鋼板に含有させてもよい。上記効果を得るためには、La含有量は0.001%以上であることが好ましい。しかし、La含有量が多すぎると、粗大なLa酸化物が生成され、冷間圧延性や耐破断特性が低下するおそれがある。このため、La含有量は、0.050%以下とする。La含有量は、0.020%以下であることが好ましい。

[0038] [Co : 0~0.500%]

Coは、冷延鋼板の強度の向上に有効な元素である。したがって、Coを鋼中に含有させてもよい。上記効果を得るためには、Co含有量は0.001%以上であることが好ましい。しかし、Co含有量が多すぎると、冷間圧延性が低下するおそれがある。このため、Co含有量は、0.500%以下とする。Co含有量は、0.200%以下であることが好ましい。

[0039] [Sn : 0~0.050%]

Snは、鋼板の原料としてスクラップを用いた場合に、鋼板に含有され得る元素である。また、Snは、フェライトの脆化による鋼板の冷間圧延性の低下を引き起こす虞がある。このため、Sn含有量は少ないほど好ましい。

S n含有量は、0.050%以下とする。S n含有量は、0.020%以下であることが好ましい。しかし、S n含有量を0.001%未満へ低減することは、精錬コストの過度な増加を招くため、S n含有量を0.001%以上としてもよい。

[0040] [S b : 0~0.050%]

S bは、S nと同様に、鋼板の原料としてスクラップを用いた場合に鋼板に含有され得る元素である。S bは、粒界に強く偏析し、粒界の脆化、延性の低下、さらには冷間圧延性の低下を招くおそれがある。このため、S b含有量は少ないほど好ましい。S b含有量は、0.050%以下とする。S b含有量は、0.020%以下であることが好ましい。

S b含有量を0.001%未満へ低減することは、精錬コストの過度な増加を招くため、S b含有量を0.001%以上としてもよい。

[0041] [A s : 0~0.050%]

A sは、S n、S bと同様に、鋼板の原料としてスクラップを用いた場合に鋼板に含有され得る元素である。A sは、粒界に強く偏析し、冷間圧延性の低下を招くおそれがある。このため、A s含有量は少ないほど好ましい。A s含有量は、0.050%以下とし、0.020%以下であることが好ましい。A s含有量を0.001%未満へ低減することは、精錬コストの過度な増加を招くため、A s含有量を0.001%以上としてもよい。

[0042] 本実施形態に係る鋼板の化学組成は、以下の方法で求めることができる。

上述した鋼板の化学組成は、一般的な化学組成によって測定すればよい。例えば、ICP-AES (Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry) を用いて測定すればよい。また、CおよびSは燃焼-赤外線吸収法を用い、Nは不活性ガス融解-熱伝導度法を用い、Oは不活性ガス融解-非分散型赤外線吸収法を用いて測定すればよい。

[0043] <板厚1/4の深さ位置の金属組織>

次に、本実施形態に係る鋼板の板厚1/4の深さ位置（板厚方向に沿って

、表面から板厚の1/4の位置)の金属組織について説明する。

本実施形態に係る鋼板の金属組織の説明において、組織分率は面積率で表す。従って、特に断りがなければ金属組織の説明における「%」は「面積%」を表す。

[0044] 本実施形態に係る鋼板は、板厚1/4の深さ位置(板厚方向に沿って、表面から板厚の1/4の位置)において、金属組織が、30面積%以上のフェライトと、10面積%以上のパーライト、0面積%以上60面積%以下の残部組織とからなる。

[0045] (フェライト:30面積%以上)

フェライトは、鋼板においては相対的に軟質な相であり、鋼板の延性を改善し冷間圧延性を向上させる。そのため、板厚1/4の深さ位置において、フェライトは30面積%以上である。フェライトは、35面積%以上であることが好ましい。フェライトの上限値は特に限定されないが、本発明のような鋼板においては、例えば、90面積%以下である。

[0046] (パーライト:10面積%以上)

パーライトは、組織内に多量のセメンタイトを有する組織であり強度の上昇に寄与する鋼中のC(炭素)を消費し、軟質化する。そのため、板厚1/4の深さ位置において、パーライトは10面積%以上である。より好ましくはパーライトは15面積%以上である。

パーライトの上限値は特に限定されず、例えば、70面積%以下である。

[0047] (残部組織)

残部組織は、0面積%以上60面積%以下である。残部組織は、金属組織からパーライトおよびフェライトを除いた残りの組織をいう。残部組織は、ベイナイト、マルテンサイト、残留オーステナイトのうち少なくとも1種以上を含む。残部組織は、ベイナイトおよびマルテンサイトのうち少なくとも一方を主体とする組織であることが好ましい。ここで、「ベイナイトおよびマルテンサイトのうち少なくとも一方を主体とする組織」とは、残部組織の全面積に対して、ベイナイトおよびマルテンサイトの合計が60面積%以上

であることをいう。より好ましくは、残部組織の全面積に対してベイナイト及びマルテンサイトの合計が80面積%以上である。残部組織の全面積に対してベイナイト、マルテンサイト、残留オーステナイトの合計の上限は100面積%であってもよい。

ベイナイトは、マルテンサイトに対して軟質であるので強度よりも延性を重視する本実施形態に係る鋼板においてはマルテンサイトに代えてベイナイトが形成されるよう制御することが好ましい。ここで、マルテンサイトは、フレッシュマルテンサイトおよび焼戻しマルテンサイトを指すが、強度よりも延性を重視する本実施形態に係る鋼板においてはフレッシュマルテンサイトに代えて焼戻しマルテンサイトが形成されるように制御することが好ましい。例えば、ベイナイトは、10面積%以上とする。好ましくは15面積%以上である。マルテンサイトは、例えば、10面積%以下とする。好ましくは5面積%以下である。残留オーステナイトは、例えば、5面積%以下とする。

[0048] 次に、板厚1/4の深さ位置における各金属組織の同定と面積率の算出方法について説明する。

[0049] 各金属組織の同定と面積および面積率の算出は、EBSD (Electron Back Scattering Diffraction)、X線測定、ナイトール試薬又はレペラ液を用いる腐食、及び、走査型電子顕微鏡により、圧延方向に平行且つ板面に垂直な鋼板断面を、1000~50000倍の倍率で観察して行うことができる。なお、いずれの組織の面積率の測定に当たっても、3か所で測定を実施し、その平均値を算出することとする。この際に、本発明では結晶方位のデータ取得ソフトとして、例えば、株式会社TSLソリューションズ製のソフトウェア「OIM Data Collection™ (ver. 7)」等を用いる。

[0050] フェライトの面積および面積率は、以下の方法で測定することができる。すなわち、コロイダルシリカ研磨または電解研磨により観察面を仕上げ、走査型電子顕微鏡に付属のEBSDにより、鋼板の表面から板厚の1/4の位

置を中心とする $1/8 \sim 3/8$ 厚の範囲の正方形領域（板厚方向に沿って $1/8 \sim 3/8$ の範囲の長さを一辺とする正方形）において、 $0.2 \mu\text{m}$ の間隔（ピッチ）で測定する。なお、試料作製条件などは日本材料学会標準「電子後方散乱回折（EBSD）法による材料評価のための結晶方位差測定標準」で推奨されている条件の範囲とする。測定データから局所方位差平均（Grain Average Misorientation: GAM）の値を計算する。そして、局所方位差平均の値が $0.5^\circ$ 未満の領域をフェライトとして扱い、その面積と面積率を測定する。ここで、結晶方位差が $15^\circ$ 以上の境界を粒界と判断し、この粒界で囲まれた領域を結晶粒とする。局所方位差平均は、隣り合う測定点間の方位差を計算し、それを結晶粒内の測定点すべてについて平均化した値である。

[0051] ベイナイトの面積および面積率については、鋼板の圧延方向に平行な板厚断面を観察面として試料を採取し、観察面を研磨し、ナイトール液でエッチングし、板厚の $1/4$ を中心とする $1/8 \sim 3/8$ 厚の正方形領域を電界放射型走査型電子顕微鏡（FE-SEM: Field Emission Scanning Electron Microscope）で観察して、公知の画像解析ソフトを用いて算出する。なお画像解析ソフトとしては例えば「ImageJ」を用いて面積率を算出できる。ここで「ImageJ」とは、オープンソースでパブリックドメインの画像処理ソフトウェアであり、当業者の間で広く利用されているものである。

なお、FE-SEMでの観察においては、例えば、上記正方形とした観察領域における組織を以下のように区別する。ベイナイトは、ラス状の結晶粒の集合であり、そのラス組織の内部に長径 $20 \text{nm}$ 以上の鉄系炭化物を含まない領域、又は、ラス組織内部に長径 $20 \text{nm}$ 以上の鉄系炭化物を含む場合は、その炭化物が、単一のバリエーション、即ち、同一方向に伸張した鉄系炭化物群に属する領域である。ここで、同一方向に伸張した鉄系炭化物群とは、鉄系炭化物群の伸長方向の差異が $5^\circ$ 以内であるものをいう。

[0052] マルテンサイトの面積率は、ベイナイトと同様に鋼板の圧延方向に平行な

板厚断面を観察面として試料を採取し、観察面を研磨し、ナイトール液でエッチングし、板厚の $1/4$ を中心とする $1/8 \sim 3/8$ 厚の正方形領域を電界放射型走査型電子顕微鏡 (FE-SEM: Field Emission Scanning Electron Microscope) で観察して、公知の画像解析ソフトを用いて算出する。なお画像解析ソフトとしては例えば「ImageJ」を用いて面積率を算出できる。ここで「ImageJ」とは、オープンソースでパブリックドメインの画像処理ソフトウェアであり、当業者の間で広く利用されているものである。マルテンサイトは転位密度が高くかつ粒内にブロックやパケットといった下部組織を持つので、走査型電子顕微鏡を用いた電子チャネリングコントラスト像により、他の金属組織と区別される。

[0053] 残留オーステナイトの面積および面積率は、以下の方法で測定する。すなわち、コロイダルシリカ研磨または電解研磨により観察面を仕上げ、走査型電子顕微鏡に付属のEBSDにより、鋼板の表面から板厚の $1/4$ を中心とする $1/8 \sim 3/8$ 厚の正方形領域を、板厚方向と圧延方向のそれぞれについて $0.2 \mu\text{m}$ の間隔 (格子状配置) で回折電子を測定し、得られる擬菊池パターンを解析することで、結晶方位や結晶系を同定する。なお、試料作製条件などは日本材料学会標準「電子後方散乱回折 (EBSD) 法による材料評価のための結晶方位差測定標準」で推奨されている条件の範囲とする。測定データからFCC相として検出される領域を残留オーステナイトと判断し、その面積と面積率を測定する。

[0054] パーライトの面積率は、鋼板の圧延方向に平行な板厚断面を観察面として試料を採取し、観察面を研磨し、ナイトール試薬により腐食し、鋼板の表面から板厚の $1/4$ の位置を中心とする $1/8 \sim 3/8$ 厚の範囲の正方形領域を、走査型電子顕微鏡による2次電子像を用いて観察することにより行うことができる。2次電子像で明るいコントラストと暗いコントラストがラメラ状である領域をパーライトとし、上述の画像解析ソフト「ImageJ」を用いて面積率を算出する。2次電子像のコントラストによるパーライトの判

断は、一般的に当業者が通常実施しているものであり、当業者であれば容易に判定可能なものである。上記の評価方法で得られた各組織の合計の面積率が100%と異なった場合、各組織の面積率に100 / (各組織の合計の面積率) を乗じて得られる値を各組織の面積率とする。

[0055] (評価フェライト結晶粒)

本実施形態の鋼板は、冷間圧延性を確保するために、フェライト結晶粒の板厚方向の分布状態を所定の範囲内とする。具体的には、微細なフェライト結晶粒を相対的に増大させるとともに、粗大なフェライト結晶粒を相対的に増大させる。フェライト結晶粒の板厚方向の分布状態を所定の範囲内とすることで冷間圧延性を確保することができる理由は明らかではないが、発明者は以下のように推測している。微細粒と粗大粒が混在することにより、各結晶粒に加わるひずみに分布が生じる。分布を持つ場合、圧延中においてひずみが高い粒からひずみが低い粒へひずみを逃がすこと（ひずみ分散）ができ、通常の分布を持つ場合よりも大きな冷間圧延性が確保できると推測される。なお、フェライト結晶粒の粒径の分布状態をより精緻に評価するために、全フェライト結晶粒のうち、最小結晶粒径側の5%および最大結晶粒径側の5%を除外したフェライト結晶粒を評価用のフェライト結晶粒として、粒径の分布状態を評価することとする。

具体的には、前述する電子後方散乱回折（EBSD）法で板厚1 / 4の深さ位置で測定されるフェライト結晶粒において、最大結晶粒径側から、フェライト結晶粒の全個数に対して5%のフェライト結晶粒と、フェライト結晶粒の最小結晶粒径側からフェライト結晶粒の全個数に対して5%のフェライト結晶粒と、を除いたフェライト結晶粒を評価フェライト結晶粒とする。この際、最大結晶粒径側または最小粒径側からn個の個数が全個数の5%未満であり、n + 1個の個数が全個数の5%超となる場合は、n + 1個の結晶粒を除くものとする。ここで、評価フェライト結晶粒の結晶粒径の最小値を第1粒径に設定し、評価フェライト結晶粒の結晶粒径の最大値を第2粒径に設定し、第1粒径に、前記第2粒径と前記第1粒径との差の1 / 3を加えた結

晶粒径を第3粒径に設定し、第1粒径に、前記第2粒径と前記第1粒径との差の $2/3$ を加えた結晶粒径を第4粒径とする。また、第1粒径以上、前記第3粒径以下の範囲を第1粒径範囲に設定し、第3粒径超、前記第4粒径以下の範囲を第2粒径範囲に設定し、第4粒径超、前記第2粒径以下の範囲を第3粒径範囲とする。

[0056] 本実施形態に係る鋼板の第1粒径範囲にある評価フェライト結晶粒の数は、第2粒径範囲にある評価フェライト結晶粒の数の2.5倍以上3.0倍以下である。また、本実施形態に係る鋼板の第3粒径範囲にある評価フェライト結晶粒の数が、第2粒径範囲にある評価フェライト結晶粒の数の2.0倍以上2.5倍以下である。このように第1粒径範囲にある評価フェライト結晶粒の数を第2粒径範囲にある評価フェライト結晶粒の数の2.5倍以上3.0倍以下、かつ、第3粒径範囲にある評価フェライト結晶粒の数を第2粒径範囲にある評価フェライト結晶粒の数の2.0倍以上2.5倍以下とすることで、各粒径範囲の評価フェライト結晶粒が明確な分布を持つことで、ひずみ分散が顕著になり、鋼板の冷間圧延性を向上することができる。本実施形態に係る鋼板の第1粒径範囲にある評価フェライト結晶粒の数は、第2粒径範囲にある評価フェライト結晶粒の数の2.6倍以上3.0倍以下であることが好ましい。本実施形態に抱える鋼板の第3粒径範囲にある評価フェライト結晶粒の数は、第2粒径範囲にある評価フェライト結晶粒の数の2.2倍以上2.5倍以下であることが好ましい。

[0057] 本実施形態に係る鋼板の第1粒径範囲にある評価フェライト結晶粒の数は、第3粒径範囲にある評価フェライト結晶粒の数の1.1倍以上1.4倍以下であることが好ましい。

より好ましくは、本実施形態に係る鋼板の第1粒径範囲にある評価フェライト結晶粒の数は、第3粒径範囲にある評価フェライト結晶粒の数の1.2倍以上1.4倍以下である。

本実施形態に係る鋼板の第1粒径範囲にある評価フェライト結晶粒の数は、第3粒径範囲にある評価フェライト結晶粒の数の1.1倍以上1.4倍以下で

あることで、鋼板の冷間圧延性をより向上させることができる。

[0058] 第1粒径範囲の評価フェライト結晶粒の平均結晶粒径が $1\ \mu\text{m}\sim 10\ \mu\text{m}$ であることが好ましい。より好ましい第1粒径範囲の評価フェライト結晶粒の平均結晶粒径は、 $1\ \mu\text{m}\sim 6\ \mu\text{m}$ である。第1粒径範囲の評価フェライト結晶粒の平均結晶粒径が $1\ \mu\text{m}\sim 10\ \mu\text{m}$ であることで、微細な結晶粒が多くひずみを蓄積することができ、結晶粒が大きい方へひずみを効率よく分散できるため、鋼板の冷間圧延性をより向上することができる。

[0059] 第2粒径範囲の評価フェライト結晶粒の平均結晶粒径が $10\ \mu\text{m}$ 超 $35\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。より好ましい第2粒径範囲の評価フェライト結晶粒の平均結晶粒径は、 $15\ \mu\text{m}\sim 35\ \mu\text{m}$ 、より好ましくは $20\ \mu\text{m}\sim 30\ \mu\text{m}$ である。第2粒径範囲の評価フェライト結晶粒の平均結晶粒径が $10\ \mu\text{m}$ 超 $35\ \mu\text{m}$ 以下であることで、鋼板の冷間圧延性をより向上することができる。

[0060] 第3粒径範囲の評価フェライト結晶粒の平均結晶粒径が $35\ \mu\text{m}$ 超 $80\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。より好ましい第3粒径範囲の評価フェライト結晶粒の平均結晶粒径は、 $40\ \mu\text{m}\sim 80\ \mu\text{m}$ 、より好ましくは $60\ \mu\text{m}\sim 80\ \mu\text{m}$ である。第3粒径範囲の評価フェライト結晶粒の平均結晶粒径が $35\ \mu\text{m}$ 超 $80\ \mu\text{m}$ 以下であることで、鋼板の冷間圧延性をより向上することができる。

[0061] 次に、板厚 $1/4$ の深さ位置におけるフェライト結晶粒の測定方法について説明する。

[0062] フェライトの同定および結晶粒径の算出は、EBSD (Electron Back Scattering Diffraction) 及び、走査型電子顕微鏡により、圧延方向に平行且つ板面に垂直な鋼板断面を、 $1000\sim 50000$ 倍の倍率で観察して行うことができる。この際に、本発明では結晶方位のデータ取得ソフトとして、例えば、株式会社TSLソリューションズ製のソフトウェア「OIM DataCollection™ (ver. 7)」等を用いる。

[0063] コロイダルシリカ研磨または電解研磨により観察面を仕上げ、走査型電子顕微鏡に付属のEBSDにより、鋼板の表面から板厚の1/4の位置を中心とする1/8~3/8厚の範囲の正方形領域（板厚方向に沿って1/8~3/8の範囲の長さを一辺とする正方形）において、0.2μmの間隔（ピッチ）で測定する。なお、試料作製条件などは日本材料学会標準「電子後方散乱回折（EBSD）法による材料評価のための結晶方位差測定標準」で推奨されている条件の範囲とする。測定データから局所方位差平均（Grain Average Misorientation: GAM）の値を計算する。そして、局所方位差平均の値が0.5°未満の領域をフェライト結晶粒とする。ここで、結晶方位差が15°以上の境界を粒界と判断し、この粒界で囲まれた領域を結晶粒とする。局所方位差平均は、隣り合う測定点間の方位差を計算し、それを結晶粒内の測定点すべてについて平均化した値である。得られたフェライト結晶粒に対し、結晶粒径を測定する。結晶粒径は、円相当径とする。ここで、結晶粒の円相当径とは、結晶粒の面積に等しい面積を有する円の直径を意味する。

[0064] [全伸びが40%以上]

本実施形態に係る鋼板の全伸びは、冷間圧延性の観点から、40%以上であることが好ましい。より好ましくは、全伸びは50%以上である。

[0065] 全伸びは、鋼板から、圧延方向および板厚方向に垂直方向にJIS5号引張試験片を採取し、JIS Z 2241:2011に沿って引張試験を行うことにより求めることができる。

[0066] <板厚>

本実施形態に係る鋼板の板厚は限定されない。本実施形態に係る鋼板の板厚は、例えば、1.5mm~5.0mmであってもよい。

[0067] <製造方法>

本実施形態に係る鋼板は、以下の工程（I）~（IV）を含む製造方法によって製造可能である。

（I）上述した化学組成を有するスラブを1100℃以上、1350℃未満

に加熱する加熱工程

(I I) 加熱工程後のスラブを、複数の圧延スタンドに連続して通過させて圧延を行う仕上げ圧延工程であって、最初の4つの各圧延スタンドにおいて下記式(1)によって定める $\sigma$ が $50 \leq \sigma \leq 80$ を満足し、かつ、最後のスタンドにおいて、 $3 \leq \sigma \leq 10$ を満足するように圧延する仕上げ圧延工程

(I I I) 仕上げ圧延工程終了後0.2秒から2.0秒以内に冷却を開始して、 $30^\circ\text{C}/\text{s}$ 以上の平均冷却速度で $550^\circ\text{C} \sim 650^\circ\text{C}$ の温度域まで冷却する冷却工程(I V) 冷却工程後、巻取り温度が $550^\circ\text{C} \sim 650^\circ\text{C}$ の温度域となるように巻取る巻取り工程

以下、各工程について説明する。以降の各温度は、スラブまたは鋼板の表面温度とする。

[0068] [加熱工程]

加熱工程では、上述した本実施形態に係る鋼板と同様の化学組成を有するスラブを $1100^\circ\text{C}$ 以上、 $1350^\circ\text{C}$ 未満に加熱することが好ましい。加熱温度が $1100^\circ\text{C}$ 未満では、材料の均質化が不十分となりやすい。また、加熱温度を $1350^\circ\text{C}$ 以上にすると、第1粒径範囲の評価フェライト結晶粒の数、第2粒径範囲の評価フェライト結晶粒の数、および第3粒径範囲の評価フェライト結晶粒の数が所定の関係を満足しにくくなる。

[0069] [仕上げ圧延工程]

仕上げ圧延工程では、加熱工程後のスラブを必要に応じて粗圧延を実施した後、複数の圧延スタンドに連続して通過させて圧延を行う。本実施形態に係る鋼板の製造方法では、加熱工程後のスラブを、最初の4つの各圧延スタンドにおいて下記式(1)によって定める $\sigma$  (単位： $\text{kgf}/\text{mm}^2$ ) が $50 \leq \sigma \leq 80$ を満足し、かつ、最後の圧延スタンドにおいて、 $3 \leq \sigma \leq 10$ を満足するように圧延することが好ましい。

$$\sigma = \exp(0.753 + 3000/T) \times \varepsilon^{0.21} \times \varepsilon'^{0.13} \dots \quad (1)$$

ここで、 $T$ は前記スタンドに入る直前の温度(K)であり、 $\varepsilon$ は相当塑性

ひずみであり、 $\varepsilon'$  はひずみ速度（/s）である。

[0070] 最初の4つの各圧延スタンドにおいて上記式（1）によって定める $\sigma$ を50以上とすることで、加工中および加工直後の鋼板に蓄積されるひずみ量を高くすることができ、加工中および加工後に再結晶により形成される結晶粒を適度に微細化することができる。これに加え、後述する最終の圧延スタンドの圧延条件を制御することで、オーステナイト→フェライト変態後の第1粒径範囲の評価フェライト結晶粒の数、第2粒径範囲の評価フェライト結晶粒の数、および第3粒径範囲の評価フェライト結晶粒の数が所定の関係を満足しやすくなる。

[0071] 最初の4つの各圧延スタンドにおいて上記式（1）によって定める $\sigma$ を80超になるように圧延するのが困難であることに加え、 $\sigma$ が80超となるように圧延すると過度な微細組織となってしまう、次に述べる最終の圧延スタンドの圧延条件を制御しても、オーステナイト→フェライト変態後の第1粒径範囲の評価フェライト結晶粒の数、第2粒径範囲の評価フェライト結晶粒の数、および第3粒径範囲の評価フェライト結晶粒の数が所定の関係を満足しにくくなる。

[0072] 仕上げ圧延工程において、最後の圧延スタンドにおいて、 $3 \leq \sigma \leq 10$ を満足するように圧延することが好ましい。最初の4つの各圧延スタンドにおいて下記式（1）によって定める $\sigma$ が $50 \leq \sigma \leq 80$ を満足し、かつ、最後の圧延スタンドで $3 \leq \sigma \leq 10$ を満足するように圧延することで、結晶粒毎に入るひずみ量に差が生じる。これによって、巻取り工程時に選択的な結晶粒成長が生じ、オーステナイト→フェライト変態後に本発明で特徴的なフェライト結晶粒の混粒組織が形成される。

[0073] 仕上げ圧延開始温度を1000℃以上とすることが好ましい。これにより、最初の4つの各圧延スタンドにおいて適切なひずみを蓄積させやすくなる。仕上げ圧延開始温度が1000℃以上であれば、最初の4つの各圧延スタンドにおいて、加工中および加工直後のオーステナイト結晶粒に適切なひずみを蓄積させやすくなる。

[0074] 仕上げ圧延工程における各圧延スタンド間のパス間時間は、10.0秒以下であることが好ましい。これにより、加工中および加工直後のオーステナイト結晶粒に適切なひずみを蓄積させやすくなる。下限は特に限定する必要はなく可能な限り短時間とすることもかなわないが、実用的な設備構成を考えると、0.1秒程度が下限となる。さらに仕上げ圧延工程における各圧延スタンド間のパス間時間が、0.2秒以上3.0秒以下とすることで、適切なひずみを蓄積させやすくなる。

[0075] 仕上げ圧延工程における最後の圧延スタンド出側の温度を850℃以上1000℃以下とすることが好ましい。最後の圧延スタンド出側の温度を850℃以上1000℃以下とすることで、最後の圧延スタンドにおいて加工中および加工直後のオーステナイト結晶粒に適切なひずみを蓄積させやすくなる。

[0076] 仕上げ圧延工程における累積の圧下率を60%以上とすることが好ましい。累積の圧下率を60%以上とすることで、加工中および加工直後のオーステナイト結晶粒に適切なひずみを蓄積させやすくなる。

[0077] 「冷却工程」

冷却工程では、仕上げ圧延工程終了後0.2秒から2.0秒の間に冷却を開始することが好ましい。0.2秒から2.0秒の間に30℃/秒以上で冷却することでオーステナイト結晶粒の成長を止めることができる。平均冷却速度は、30℃/秒以上であることが好ましい。平均冷却速度の上限は特に限定されないが例えば、180℃/秒以下である。これによって、オーステナイト→フェライト変態後に第1粒径範囲の評価フェライト結晶の粒の数が第2粒径範囲の評価フェライト結晶粒の数の2.5倍以上3.0倍以下となり、かつ、第3粒径範囲の評価フェライト結晶粒の数が第2粒径範囲の評価フェライト結晶粒の数の2.0倍以上、2.5倍以下となりやすくなる。平均冷却速度は、冷却開始の温度と冷却終了の温度との差を冷却開始から冷却終了までの時間で除することで求めることができる。

[0078] 冷却工程では、550℃～650℃の温度域（冷却停止温度域）まで冷却

することが好ましい。550℃～650℃の温度域までの冷却とすることで、マルテンサイト、ベイナイトなどの形成を抑制し、パーライト、フェライトの形成を促進することができる。

[0079] 「巻取り工程」

巻取り工程では、冷却工程後、巻取り温度が550℃～650℃の温度域となるように巻取る。550℃～650℃の温度域で巻取りすることで、マルテンサイト、ベイナイトなどの形成を抑制し、パーライト、フェライトの形成を促進することができる。

### 実施例

[0080] 本発明を、実施例を参照しながらより具体的に説明する。

表1および表2に示される化学組成を有するスラブを鑄造した。鑄造後のスラブを表3の条件で加熱し、仕上げ圧延を行った。仕上げ圧延後、表4の条件で冷却および巻取りを行った。表3中の各圧延スタンド間の平均パス間時間は、各圧延スタンド間のパス間時間の平均値である。なお、各実施例の各圧延スタンド間のパス間時間は、0.2秒以上3.0秒以下であった。

[0081]

[表1]

成分	残部:Feおよび不純物(質量%)													
	C	Si	Mn	Al	P	S	N	O	Cr	B	Nb	Mo	V	
a	0.02	0.020	0.90	0.002	0.0012	0.008	0.004	0.0190						
b	0.19	2.700	0.10	0.621	0.0090	0.019	0.010	0.0017	0.500	0.009		0.90		
c	0.06	1.700	2.20	0.057	0.0100	0.014	0.007	0.0007			0.09		0.47	
d	0.17	1.300	3.90	0.998	0.0200	0.018	0.003	0.0010		0.010				
e	0.07	2.900	1.10	0.027	0.0046	0.010	0.010	0.0022	1.900					
f	0.24	0.120	1.30	0.790	0.0097	0.010	0.001	0.0001						
g	0.01	0.190	1.40	0.035	0.0008	0.015	0.003	0.0018				0.10		
h	0.12	3.800	3.40	0.286	0.0099	0.019	0.010	0.0019		0.004				
i	0.13	0.005	3.50	0.014	0.0057	0.011	0.010	0.0002	0.100					
j	0.16	1.200	4.60	0.057	0.0069	0.012	0.003	0.0018			0.10			
k	0.03	0.800	0.05	0.878	0.0025	0.018	0.002	0.0010					0.10	
l	0.18	1.900	0.60	1.500	0.0088	0.016	0.002	0.0015						
m	0.11	1.700	2.90	0.039	0.0080	0.017	0.090	0.0009						
n	0.13	1.200	2.90	0.471	0.0400	0.060	0.004	0.0018						
o	0.15	1.100	1.90	0.572	0.0093	0.012	0.019	0.0017						
p	0.03	1.500	3.00	0.792	0.0073	0.017	0.008	0.0520						

[0082]

[表2]

成分	残部・Feおよび不純物(質量%)													
	Ti	Cu	W	Ta	Ni	Mg	Ca	Y	Zr	La	Co	Sn	Sb	As
a														
b	0.2800										0.400			
c								0.030					0.03	
d				0.100	0.300		0.002		0.002		0.002			
e		0.400	0.100			0.002		0.001		0.001		0.001	0.001	0.001
f	0.3900													
g														
h														
i														
j														
k														
l						0.002								
m	0.2000							0.020						
n							0.003							
o				0.020										
p										0.020				

[0083]

[表3A]

試験 No.	成分	加熱工程		仕上げ圧延工程										備考
		加熱温度 (°C)	板厚	最初の 圧延 スタンドのσ (kgf/mm <sup>2</sup> )	最初の圧延 2番目のσ (kgf/mm <sup>2</sup> )	最初の圧延 3番目のσ (kgf/mm <sup>2</sup> )	最初の圧延 4番目のσ (kgf/mm <sup>2</sup> )	最初の圧延 スタンドのσ (kgf/mm <sup>2</sup> )	仕上げ 圧延開始 温度 (°C)	圧延 スタンド間の 平均/パス間時間 (秒)	最終の 圧延スタンド 出側の温度 (°C)	累積 圧下率 (%)		
1	a	1241	2.6	73	74	68	58	7	1171	0.5	919	92	本発明例	
2	a	1120	1.5	73	52	75	58	8	1042	2.9	862	85	本発明例	
3	a	1208	2.8	50	53	72	58	3	1032	0.3	853	82	本発明例	
4	a	1206	2.5	60	50	79	57	2	969	0.8	907	81	比較例	
5	a	1251	4.9	50	78	51	58	13	1178	0.2	824	81	比較例	
6	b	1207	4.4	54	58	67	66	9	1147	2.6	904	85	本発明例	
7	b	1221	3.9	68	55	76	54	10	1054	2.0	942	87	本発明例	
8	b	1390	2.9	52	66	77	79	9	1074	1.0	888	81	比較例	
9	b	1080	2.9	72	64	63	38	4	1004	3.0	853	78	比較例	
10	c	1109	1.5	64	58	72	68	9	1157	2.6	852	90	本発明例	
11	c	1148	1.5	74	54	67	55	7	1118	0.7	905	80	本発明例	
12	c	1244	2.9	53	68	67	87	5	1185	1.0	888	96	比較例	
13	c	1177	1.7	54	66	58	61	9	1033	2.1	888	97	比較例	
14	d	1333	1.7	52	56	64	59	10	1009	0.9	920	81	本発明例	
15	d	1226	1.9	51	63	50	53	9	1065	2.0	917	96	本発明例	
16	d	1101	4.6	75	62	74	61	4	1054	1.5	998	95	比較例	
17	d	1264	1.5	69	63	55	73	9	1048	1.8	929	80	比較例	

[表3B]

試験 No.	成分	加熱工程		仕上げ圧延工程							板厚	備考	
		加熱温度 (°C)	最初の圧延スタンドのσ (kgf/mm <sup>2</sup> )	最初から2番目の圧延スタンドのσ (kgf/mm <sup>2</sup> )	最初から3番目の圧延スタンドのσ (kgf/mm <sup>2</sup> )	最初から4番目の圧延スタンドのσ (kgf/mm <sup>2</sup> )	最後の圧延スタンドのσ (kgf/mm <sup>2</sup> )	仕上げ圧延開始温度 (°C)	圧延スタンド間の平均パルス間時間 (秒)	最終の圧延スタンド出側の温度 (°C)			累積圧下率 (%)
18	e	1147	77	78	60	65	7	1137	1.4	897	81	2.3	本発明例
19	e	1336	52	56	69	76	8	1056	3.0	885	92	1.5	本発明例
20	e	1340	62	59	72	82	18	1037	1.4	805	95	2.4	比較例
21	f	1274	72	56	62	51	5	1020	2.8	920	88	3.5	比較例
22	g	1312	78	71	60	64	6	1111	1.5	855	83	4.1	比較例
23	h	1205	71	61	63	67	8	1001	1.7	840	84	2.3	比較例
24	i	1235	66	77	76	54	7	1028	1.1	998	88	4.1	比較例
25	j	1114	66	50	64	64	6	1134	1.3	897	98	1.9	比較例
26	k	1185	66	58	72	43	7	1073	2.4	832	90	2.2	比較例
27	l	1200	71	77	74	74	8	1053	1.5	834	93	3.4	比較例
28	m	1266	73	75	62	70	9	1127	2.7	912	84	2.5	比較例
29	n	1173	76	51	71	79	4	1013	3.0	908	86	1.5	比較例
30	o	1214	57	69	62	61	9	1140	1.8	804	89	3.7	比較例
31	p	1159	51	74	66	56	8	1078	2.7	809	91	3.7	比較例
32	a	1261	65	64	58	52	7	1151	1.5	919	92	2.8	本発明例
33	b	1150	68	52	75	58	8	1040	2.9	862	85	5.0	本発明例

[0084]

[表4]

試験 No.	冷却工程			巻取り 工程	備考
	冷却 開始までの 時間 (秒)	冷却速度 (°C/秒)	冷却停止 温度 (°C)	巻取り 温度 (°C)	
1	1.4	177	592	607	本発明例
2	0.3	77	578	627	本発明例
3	0.2	127	581	646	本発明例
4	0.4	154	629	614	比較例
5	0.2	62	639	609	比較例
6	0.8	117	567	585	本発明例
7	0.6	91	619	634	本発明例
8	0.7	75	618	570	比較例
9	0.6	87	578	610	比較例
10	0.7	84	645	622	本発明例
11	0.8	67	629	611	本発明例
12	0.7	123	560	585	比較例
13	<u>3.0</u>	69	629	645	比較例
14	0.5	166	638	630	本発明例
15	0.8	177	565	649	本発明例
16	0.2	149	<u>680</u>	<u>678</u>	比較例
17	0.2	121	<u>472</u>	<u>464</u>	比較例
18	0.7	32	643	642	本発明例
19	0.8	141	584	582	本発明例
20	0.3	76	568	617	比較例
21	0.6	70	605	630	比較例
22	0.7	120	585	650	比較例
23	<u>0.1</u>	31	570	564	比較例
24	0.4	111	603	645	比較例
25	0.4	167	565	601	比較例
26	0.6	110	583	613	比較例
27	1.0	71	627	588	比較例
28	0.7	35	553	620	比較例
29	0.4	121	645	648	比較例
30	0.6	33	602	632	比較例
31	0.6	83	642	571	比較例
32	0.8	97	587	585	本発明例
33	0.6	81	609	634	本発明例

[0085] 得られた熱延鋼板から、前述の様にSEM観察用試験片を採取し、圧延方向に平行な板厚断面を研磨した後、上述の方法で板厚1/4の深さ位置にお

ける金属組織を観察し、板厚  $1/4$  の深さ位置のフェライト、パーライト、ベイナイト、マルテンサイト、残留オーステナイトの面積率を得た。得られた結果を表5に示す。同様に、上述の方法で、フェライト結晶粒の結晶粒径を測定し、第1粒径範囲の評価フェライト結晶粒の数  $N_1$  および平均結晶粒径、第2粒径範囲の評価フェライト結晶粒の数  $N_2$  および平均結晶粒径、第3粒径範囲の評価フェライト結晶粒の数  $N_3$  および平均結晶粒径を評価した。得られた結果を表5に示す。第1粒径範囲の評価フェライト結晶粒の数  $N_1$  と第2粒径範囲の評価フェライト結晶粒数  $N_2$  との比 ( $N_1/N_2$ )、第3粒径範囲の評価フェライト結晶粒の数  $N_3$  と第2粒径範囲の評価フェライト結晶粒の数  $N_2$  との比 ( $N_3/N_2$ )、第1粒径範囲の評価フェライト結晶粒の数  $N_1$  と第3粒径範囲の評価フェライト結晶粒の数  $N_3$  との比 ( $N_1/N_3$ ) を表6に示す。

[0086] 全伸びは、熱延鋼板から、圧延方向に対し垂直方向に JIS 5号引張試験片を採取し、JIS Z 2241:2011に沿って引張試験を行うことにより求めた。得られた結果を表6に示す。

[0087] 冷間圧延時にはひずみが複雑に加わるため、単純なひずみしか評価できない伸び試験だけでは、不十分である。したがって、熱延鋼板の冷間圧延性については、 $90^\circ$  Vブロック試験により  $90^\circ$  曲げ加工性を評価した。鋼板の板厚を  $t$ 、パンチの内側最小曲げ半径を  $R$  としたとき、その比  $R/t = 1$  となる曲率を有する  $90^\circ$  パンチを用いて、試験片を  $90^\circ$  のダイの中に押し込んだ後、試験片を取り出し、曲げの外側を目視で観察した。目視観察の結果、割れが発生した場合を  $\times$ 、異常が見られない場合を  $\circ$  とした。なお、隙間の最大幅が、 $1\text{ mm}$  以上のものを「割れ」と定義した。得られた結果を表6に示す。

[0088] 表6から分かるように、本発明鋼はいずれも冷間圧延性に優れていた。

[0089]

[表5A]

試験 No.	板厚1/4深さ位置における金属組織(面積%)				板厚1/4の深さ位置における評価フェライト結晶粒						備考		
	フェライト	パーライト	残留組織			第1粒径範囲		第2粒径範囲		第3粒径範囲			
			ベイナイト	マルテン サイト	残留 オーステ ナイト	残部組織 合計	個数 (個)	平均結晶 粒径 ( $\mu\text{m}$ )	個数 (個)	平均結晶 粒径 ( $\mu\text{m}$ )		個数 (個)	平均結晶 粒径 ( $\mu\text{m}$ )
1	69	17	4	5	5	14	135	10	50	23	102	62	本発明例
2	60	18	16	3	3	22	117	7	41	31	95	65	本発明例
3	38	20	31	7	4	42	130	9	52	28	114	54	本発明例
4	21	18	2	58	1	61	32	1	125	30	256	50	比較例
5	24	16	5	55	0	60	55	8	146	24	365	66	比較例
6	38	19	35	4	4	43	105	10	36	31	74	54	本発明例
7	47	12	41	0	0	41	126	4	49	20	102	51	本発明例
8	42	16	34	4	4	42	103	8	179	24	410	69	比較例
9	12	6	8	72	2	82	123	3	124	34	306	63	比較例
10	48	49	3	0	0	3	113	1	42	18	91	51	本発明例
11	77	10	8	4	1	13	123	4	43	33	93	60	本発明例
12	17	20	55	4	4	63	53	6	138	17	305	40	比較例
13	82	10	1	0	7	8	126	8	145	32	309	42	比較例
14	61	15	6	15	3	24	130	1	47	22	106	40	本発明例
15	37	12	7	43	1	51	100	1	35	29	73	73	本発明例
16	33	4	61	1	1	63	107	9	123	20	290	51	比較例
17	55	11	6	14	14	34	109	1	146	19	356	71	比較例

[表5B]

試験 No.	板厚1/4深さ位置における金属組織(面積%)				板厚1/4の深さ位置における評価フェライト結晶粒						備考
	フェライト	パーライト	残留組織			第1粒径範囲		第2粒径範囲		第3粒径範囲	
	ベイナイト	マルテン サイト	残留 オーステ ナイト	残留組織 合計	個数 (個)	平均結晶 粒径 ( $\mu\text{m}$ )	個数 (個)	平均結晶 粒径 ( $\mu\text{m}$ )	個数 (個)	平均結晶 粒径 ( $\mu\text{m}$ )	備考
18	34	16	40	5	5	123	1	20	103	49	本発明例
19	33	11	6	48	2	101	2	23	77	79	本発明例
20	72	11	7	5	17	110	10	29	237	47	比較例
21	32	18	42	4	50	105	2	33	247	66	比較例
22	35	13	52	0	52	107	7	27	302	77	比較例
23	33	13	44	5	54	120	7	19	217	47	比較例
24	76	19	5	0	5	100	1	19	227	66	比較例
25	52	13	35	0	35	101	5	25	340	69	比較例
26	71	12	9	8	17	111	4	22	286	80	比較例
27	61	18	8	8	21	130	7	21	331	42	比較例
28	61	13	10	4	26	115	5	29	253	50	比較例
29	36	18	12	32	46	112	7	26	265	48	比較例
30	36	12	9	39	52	115	6	18	337	56	比較例
31	67	11	20	1	22	114	2	18	244	68	比較例
32	48	19	25	4	33	130	1	12	106	65	本発明例
33	57	12	31	0	31	100	1	17	73	37	本発明例

[0090]

[表6]

試験 No.	N1/N2	N3/N2	N1/N3	全伸び (%)	冷間 圧延性	備考
1	2.7	2.0	1.3	51	○	本発明例
2	2.9	2.3	1.2	41	○	本発明例
3	2.5	2.2	1.1	50	○	本発明例
4	<u>0.3</u>	2.1	0.1	36	×	比較例
5	<u>0.4</u>	2.5	0.2	33	×	比較例
6	2.9	2.1	1.4	56	○	本発明例
7	2.6	2.1	1.2	55	○	本発明例
8	<u>0.6</u>	2.3	0.3	27	×	比較例
9	<u>1.0</u>	2.5	0.4	24	×	比較例
10	2.7	2.2	1.2	57	○	本発明例
11	2.9	2.2	1.3	47	○	本発明例
12	<u>0.4</u>	2.2	0.2	24	×	比較例
13	<u>0.9</u>	2.1	0.4	22	×	比較例
14	2.8	2.3	1.2	47	○	本発明例
15	2.9	2.1	1.4	43	○	本発明例
16	<u>0.9</u>	2.4	0.4	31	×	比較例
17	<u>0.7</u>	2.4	0.3	24	×	比較例
18	2.8	2.3	1.2	46	○	本発明例
19	2.9	2.3	1.3	58	○	本発明例
20	<u>1.1</u>	2.4	0.5	30	×	比較例
21	<u>1.1</u>	2.5	0.4	30	×	比較例
22	<u>0.8</u>	2.2	0.4	31	×	比較例
23	<u>1.2</u>	2.2	0.6	24	×	比較例
24	<u>1.1</u>	2.4	0.4	34	×	比較例
25	<u>0.7</u>	2.4	0.3	26	×	比較例
26	<u>0.8</u>	2.1	0.4	26	×	比較例
27	<u>0.9</u>	2.3	0.4	26	×	比較例
28	<u>1.1</u>	2.4	0.5	20	×	比較例
29	<u>0.9</u>	2.2	0.4	33	×	比較例
30	<u>0.8</u>	2.3	0.3	36	×	比較例
31	<u>1.1</u>	2.3	0.5	25	×	比較例
32	2.8	2.3	1.2	14	○	本発明例
33	2.9	2.1	1.4	3	○	本発明例

## 産業上の利用可能性

[0091] 本開示の熱延鋼板は、冷間圧延性に優れるので、産業上の利用可能性が高い。

## 請求の範囲

[請求項1]

質量%で、

C : 0.02%以上0.20%未満、

Si : 0.010~3.000%、

Mn : 0.10~4.00%、

Al : 0.001~1.000%、

P : 0.0200%以下、

S : 0.020%以下、

N : 0.020%以下、

O : 0.0200%以下、

Cr : 0~2.000%、

B : 0~0.010%、

Nb : 0~0.10%、

Mo : 0~1.00%、

V : 0~0.50%、

Ti : 0~0.4000%、

Cu : 0~0.500%、

W : 0~0.100%、

Ta : 0~0.100%、

Ni : 0~1.000%、

Mg : 0~0.050%、

Ca : 0~0.040%、

Y : 0~0.050%、

Zr : 0~0.050%、

La : 0~0.050%、

Co : 0~0.500%、

Sn : 0~0.050%、

Sb : 0~0.050%、及び、

As : 0 ~ 0.050%

を含有し、残部がFeおよび不純物からなる化学組成を有し、板厚1/4の深さ位置において、金属組織が、

30面積%以上のフェライトと、

10面積%以上のパーライトと、

0面積%以上60面積%以下の残部組織とからなり、

前記残部組織がベイナイト、マルテンサイト、残留オーステナイトのうち少なくとも1種以上を含み、

電子後方散乱回折法で測定されるフェライト結晶粒のうち、最大結晶粒径側から、前記フェライト結晶粒の全個数に対して5%の前記フェライト結晶粒と、前記フェライト結晶粒の最小結晶粒径側から前記フェライト結晶粒の全個数に対して5%の前記フェライト結晶粒とを除いたフェライト結晶粒を評価フェライト結晶粒として扱い、

前記評価フェライト結晶粒の結晶粒径の最小値を第1粒径に設定し、

、

前記評価フェライト結晶粒の結晶粒径の最大値を第2粒径に設定し、

、

前記第1粒径に、前記第2粒径と前記第1粒径との差の1/3を加えた結晶粒径を第3粒径とし、

前記第1粒径に、前記第2粒径と前記第1粒径との差の2/3を加えた結晶粒径を第4粒径とし、

前記第1粒径以上、前記第3粒径以下の範囲を第1粒径範囲に設定し、

前記第3粒径超、前記第4粒径以下の範囲を第2粒径範囲に設定し、

、

前記第4粒径超、前記第2粒径以下の範囲を第3粒径範囲に設定したとき、

前記第1粒径範囲にある前記評価フェライト結晶粒の数は、前記第

2 粒径範囲にある前記評価フェライト結晶粒の数の 2.5 倍以上 3.0 倍以下であり、

前記第 3 粒径範囲にある前記評価フェライト結晶粒の数は、前記第 2 粒径範囲にある前記評価フェライト結晶粒の数の 2.0 倍以上 2.5 倍以下である、熱延鋼板。

[請求項 2] 前記第 1 粒径範囲にある前記評価フェライト結晶粒の平均結晶粒径が  $1\ \mu\text{m} \sim 10\ \mu\text{m}$  である、請求項 1 に記載の熱延鋼板。

[請求項 3] 前記第 3 粒径範囲にある前記評価フェライト結晶粒の平均結晶粒径が  $35\ \mu\text{m}$  超  $80\ \mu\text{m}$  以下である、請求項 1 に記載の熱延鋼板。

[請求項 4] 前記第 3 粒径範囲にある前記評価フェライト結晶粒の平均結晶粒径が  $40\ \mu\text{m} \sim 80\ \mu\text{m}$  である、請求項 1 に記載の熱延鋼板。

[請求項 5] 全伸びが 40% 以上である、請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の熱延鋼板。

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/046998

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>C22C 38/00</i> (2006.01)i; <i>C21D 8/02</i> (2006.01)i; <i>C21D 9/46</i> (2006.01)i; <i>C22C 38/60</i> (2006.01)i FI: C22C38/00 301W; C22C38/60; C21D8/02 A; C21D9/46 T		
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; C21D8/02-8/04; C21D9/46-9/48		
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 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024		
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.
A	WO 2013/031105 A1 (JFE STEEL CORPORATION) 07 March 2013 (2013-03-07) claims	1-5
A	JP 2013-181212 A (JFE STEEL CORPORATION) 12 September 2013 (2013-09-12) claims, paragraph [0007]	1-5
A	WO 2015/111378 A1 (JFE STEEL CORPORATION) 30 July 2015 (2015-07-30) claims, paragraph [0007]	1-5
A	WO 99/13123 A1 (KAWASAKI STEEL CORP.) 18 March 1999 (1999-03-18) claims	1-5
<input 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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>06 March 2024</b>		Date of mailing of the international search report <b>19 March 2024</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**  
**Information on patent family members**

International application No. <b>PCT/JP2023/046998</b>
---

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2013/031105	A1	07 March 2013	EP 2752500 A1 claims	
				US 2014/0360634 A1	
				CN 103764864 A	
				JP 2013-49901 A	
-----					
JP	2013-181212	A	12 September 2013	(Family: none)	
-----					
WO	2015/111378	A1	30 July 2015	JP 2015-137422 A	
-----					
WO	99/13123	A1	18 March 1999	EP 945522 A1 claims	
				US 6221179 B1	
				CN 1243547 A	
				JP 11-152544 A	
-----					

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; C21D 8/02(2006.01)i; C21D 9/46(2006.01)i; C22C 38/60(2006.01)i FI: C22C38/00 301W; C22C38/60; C21D8/02 A; C21D9/46 T		
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; C21D8/02-8/04; C21D9/46-9/48 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 - 2024年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2024年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2024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	WO 2013/031105 A1 (JFEスチール株式会社) 07.03.2013 (2013 - 03 - 07) 請求の範囲	1-5
A	JP 2013-181212 A (JFEスチール株式会社) 12.09.2013 (2013 - 09 - 12) 特許請求の範囲, [0007]	1-5
A	WO 2015/111378 A1 (JFEスチール株式会社) 30.07.2015 (2015 - 07 - 30) 請求の範囲, [0007]	1-5
A	WO 99/13123 A1 (川崎製鉄株式会社) 18.03.1999 (1999 - 03 - 18) 請求の範囲	1-5
<input 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、一般的技術水準を示すもの “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “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	06.03.2024	国際調査報告の発送日 19.03.2024
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	

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/JP2023/046998

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2013/031105	A1	07.03.2013	EP	2752500	A1	
				Claims			
				US	2014/0360634	A1	
				CN	103764864	A	
				JP	2013-49901	A	
-----							
JP	2013-181212	A	12.09.2013	(ファミリーなし)			
-----							
WO	2015/111378	A1	30.07.2015	JP	2015-137422	A	
-----							
WO	99/13123	A1	18.03.1999	EP	945522	A1	
				Claims			
				US	6221179	B1	
				CN	1243547	A	
				JP	11-152544	A	
-----							