

(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  
2025年4月24日(24.04.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/084102 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/JP2024/034451

(22) 国際出願日: 2024年9月26日(26.09.2024)

(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 2023-178181 2023年10月16日(16.10.2023) 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 (JP).

(72) 発明者: 服部 竜大 (HATTORI Tatsuhiko); 〒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 (JP). 安富隆 (YASUTOMI Takashi); 〒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 (JP). 桜田 栄作 (SAKURADA Eisaku); 〒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 (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 (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 AND COMPONENT

(54) 発明の名称: 熱延鋼板及び部品

(57) Abstract: The hot-rolled steel sheet according to the present invention has a desired chemical composition, and in the internal region, the average aspect ratio of prior-austenite grains is 2.00 or more and less than 4.00, the area ratio of the martensite is 90% or more, and the value obtained by dividing the average aspect ratio of prior-austenite grains in the surface layer region by the average aspect ratio of prior-austenite grains in the internal region is less than 0.950.

(57) 要約: この熱延鋼板は、所望の化学組成を有し、内部領域において、旧オーステナイト粒の平均アスペクト比が2.00以上、4.00未満であり、マルテンサイトの面積率が90%以上であり、表層領域における旧オーステナイト粒の平均アスペクト比を、前記内部領域における前記旧オーステナイト粒の前記平均アスペクト比で除した値が、0.950未満である。



WO 2025/084102 A1

## 明 細 書

発明の名称：熱延鋼板及び部品

### 技術分野

[0001] 本開示は、熱延鋼板及び部品に関する。具体的には、高い強度、並びに、優れた穴広げ性、曲げ性及び板厚方向のき裂進展抵抗を有する熱延鋼板及びこれを用いて製造される部品に関する。

本願は、2023年10月16日に、日本に出願された特願2023-178181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] 近年、自動車及び機械部品の軽量化が進められている。部品形状を最適な形状に設計することで剛性を確保することにより、自動車及び機械部品の軽量化が可能である。さらに、プレス成形部品等のブランク成形部品では、部品材料の板厚を減少させることで軽量化が可能となる。

[0003] しかしながら、板厚を減少させながら静破壊強度及び降伏強度などの部品の強度特性を確保しようとした場合、高強度材料を用いることが必要となる。特に、ロアアーム、トールリンク及びナックルなどの自動車足回り部品では、より高強度の鋼板の適用が検討され始めている。これらの自動車足回り部品は、鋼板にバーリング、伸びフランジ及び曲げ成形等を施すことで製造される。そのため、これらの自動車足回り部品に適用される鋼板は、成形性、特に穴広げ性及び曲げ性に優れることが要求される。

[0004] また、上記のような自動車足回り部品において、鋼板を高強度化すると、成形時や衝突時の変形初期に割れが生じやすくなる。そのため、上記のような自動車足回り部品に適用される鋼板は、耐衝突特性に優れることも要求される。

[0005] 例えば、特許文献1には、鋼板の板厚1/4位置において、面積率で95%以上のマルテンサイト相を含み、旧オーステナイト粒の平均アスペクト比が3.0以上である組織と、を有し、応力緩和試験における400MPa付

与時の5min緩和応力値が20MPa以下で、引張強さが1180MPa以上である高強度熱延鋼板が開示されている。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0006] 特許文献1：日本国特許第7010418号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、特許文献1では耐衝突特性について考慮していない。本発明者らは、板厚方向のき裂進展抵抗の向上によって、耐衝突特性の向上を期待できると考えた。

[0008] 本開示は上記の課題に鑑みてなされたものであり、高い強度、並びに、優れた穴広げ性、曲げ性及び板厚方向のき裂進展抵抗を有する熱延鋼板及びこれを用いて製造される部品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

[0009] 本発明者らは、内部領域における旧オーステナイト粒の平均アスペクト比を制御することで、熱延鋼板において高い強度、並びに、優れた穴広げ性及び曲げ性が得られることを知見した。

更に、本発明者らは、表層領域における旧オーステナイト粒の平均アスペクト比を、内部領域における旧オーステナイト粒の平均アスペクト比よりも小さくすることで、強度を損なうことなく、優れた曲げ性及び板厚方向のき裂進展抵抗が得られることを知見した。

[0010] 上記知見に基づいてなされた本開示の要旨は、以下の通りである。

(1) 化学組成が、質量%で、

C : 0.050~0.120%、

Si : 0~3.00%、

Mn : 1.20~3.00%、

Al : 0.010~0.400%、

P : 0~0.080%、  
S : 0~0.0100%、  
N : 0~0.0050%、  
O : 0~0.0100%、  
Ti : 0~0.180%、  
Nb : 0~0.100%、  
V : 0~1.000%、  
Cu : 0~1.000%、  
Cr : 0~2.000%、  
Mo : 0~3.000%、  
Ni : 0~0.500%、  
B : 0~0.0100%、  
Ca : 0~0.0500%、  
Mg : 0~0.050%、  
REM : 0~0.1000%、  
Bi : 0~0.100%、  
Ta : 0~0.100%、  
Zr : 0~0.500%、  
Co : 0~3.000%、  
Zn : 0~0.200%、  
W : 0~0.200%、  
Sb : 0~0.500%、  
As : 0~0.050%、及び  
Sn : 0~0.050%を含み、

残部がFe及び不純物からなり、

表面から板厚の1/8深さ~前記表面から板厚の3/8深さの領域である  
内部領域において、

旧オーステナイト粒の平均アスペクト比が2.00以上、4.00未満

であり、

マルテンサイトの面積率が90%以上であり、

前記表面～前記表面から板厚の1/15深さの領域である表層領域における旧オーステナイト粒の平均アスペクト比を、前記内部領域における前記旧オーステナイト粒の前記平均アスペクト比で除した値が、0.950未満であることを特徴とする熱延鋼板。

(2) 前記化学組成が、質量%で、

Ti : 0.001～0.180%、

Nb : 0.001～0.100%、

V : 0.001～1.000%、

Cu : 0.001～1.000%、

Cr : 0.001～2.000%、

Mo : 0.001～3.000%、

Ni : 0.001～0.500%、

B : 0.0001～0.0100%、

Ca : 0.0001～0.0500%、

Mg : 0.001～0.050%、

REM : 0.0001～0.1000%、

Bi : 0.001～0.100%、

Ta : 0.001～0.100%、

Zr : 0.001～0.500%、

Co : 0.001～3.000%、

Zn : 0.001～0.200%、

W : 0.001～0.200%、

Sb : 0.001～0.500%、

As : 0.001～0.050%、及び

Sn : 0.001～0.050%からなる群から選択される1種以上を含有することを特徴とする上記(1)に記載の熱延鋼板。

(3) 前記表層領域における前記旧オーステナイト粒の前記平均アスペクト比を、前記内部領域における前記旧オーステナイト粒の前記平均アスペクト比で除した前記値が0.900以下であることを特徴とする上記(1)又は(2)に記載の熱延鋼板。

(4) 前記内部領域における前記旧オーステナイト粒の前記平均アスペクト比が3.00未満であることを特徴とする上記(1)～(3)のいずれか1項に記載の熱延鋼板。

(5) 上記(1)～(4)のいずれか1項に記載の熱延鋼板を含む部品。

### 発明の効果

[0011] 本開示に係る上記態様によれば、高い強度、並びに、優れた穴広げ性、曲げ性及び板厚方向のき裂進展抵抗を有する熱延鋼板及びこれを用いて製造される部品を提供することができる。

### 発明を実施するための形態

[0012] 本開示の一実施形態に係る熱延鋼板及び部品（以下、本実施形態に係る熱延鋼板及び部品と言う場合がある。）について、説明する。ただし、本開示は本実施形態に開示の構成のみに制限されることなく、本開示の趣旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。

[0013] 以下に本開示の個々の構成要件について詳細に説明する。まず、本実施形態に係る熱延鋼板の化学組成の限定理由について述べる。

以下に「～」を挟んで記載する数値限定範囲には、下限値及び上限値がその範囲に含まれる。「未満」または「超」と示す数値には、その値が数値範囲に含まれない。以下の説明において、化学組成に関する％は特に指定しない限り質量％である。

[0014] 本実施形態に係る熱延鋼板は、化学組成が、質量％で、C：0.050～0.120％、Si：0～3.00％、Mn：1.20～3.00％、Al：0.010～0.400％、P：0～0.080％、S：0～0.0100％、N：0～0.0050％、O：0～0.0100％、並びに、残部：Fe及び不純物を含有する。以下に各元素について詳細に説明する。

[0015] C : 0.050~0.120%

Cは熱延鋼板の強度を向上させるために重要な元素である。所望の強度を得るために、C含有量を0.050%以上とする。C含有量は、好ましくは、0.055%以上、0.060%以上、0.070%以上である。

一方、C含有量が0.120%超であると熱延鋼板の穴広げ性及び曲げ性が劣化する。そのため、C含有量を0.120%以下とする。C含有量は、好ましくは、0.110%以下、0.100%以下である。

[0016] Si : 0~3.00%

Siはフェライト変態中の炭化物の生成を抑制し、熱延鋼板の靱性を向上させる効果を有する元素である。Siは含まれなくてもよい。上記効果を確実に得るためには、Si含有量は0%であってもよい。上記効果を確実に得るためには、Si含有量は0.10%以上とすることが好ましい。Si含有量は、より好ましくは、0.50%以上、0.70%以上である。

一方、Si含有量が3.00%超であると、スラブの割れ感受性が高まり、スラブの取り扱いが困難になる。そのため、Si含有量を3.00%以下とする。Si含有量は、好ましくは、2.00%以下、1.50%以下、1.20%以下である。

[0017] Mn : 1.20~3.00%

Mnは焼入れ性の向上及び固溶強化によって熱延鋼板の強度を向上させるのに有効な元素である。所望の強度を得るため、Mn含有量を1.20%以上とする。Mn含有量は、好ましくは、1.30%以上、1.50%以上である。

一方、Mn含有量が3.00%超であると、熱延鋼板の穴広げ性及び曲げ性に悪影響を与えるMnSが生成し易くなる。そのため、Mn含有量を3.00%以下とする。Mn含有量は、好ましくは、2.70%以下、2.50%以下、2.20%以下である。

[0018] Al : 0.010~0.400%

Alは脱酸により鋼を健全化する作用を有するとともに、フェライト変態

を制御する作用を有する。また、Al含有量が0.010%未満であると、熱延鋼板の穴広げ性、曲げ性及び板厚方向のき裂進展抵抗が劣化する。そのため、Al含有量を0.010%以上とする。Al含有量は、好ましくは、0.015%以上、0.020%以上である。

一方、Al含有量が0.400%を超えると、クラスタ状に析出したアルミナが生成し、スラブの割れ感受性が高まり、スラブの取り扱いが困難になる。そのため、Al含有量を0.400%以下とする。Al含有量は、好ましくは、0.300%以下、0.250%以下、0.200%以下である。

[0019] P : 0~0.080%

Pは熱延鋼板の溶接性に影響を及ぼす元素である。特に、P含有量が0.080%超であると、熱延鋼板の溶接性の劣化が著しくなる。更に、スラブの割れ感受性が高まり、スラブの取り扱いが困難になる。そのため、P含有量を0.080%以下とする。P含有量は、好ましくは、0.040%以下、0.020%以下、0.010%以下である。

P含有量は0%であってもよい。P含有量は、精錬コストの観点から、0.001%以上としてもよい。

[0020] S : 0~0.0100%

Sは熱延鋼板の穴広げ性及び曲げ性に影響を及ぼす元素である。特に、S含有量が0.0100%超であると、熱延鋼板の穴広げ性及び曲げ性に有害なMnS等の介在物が多量に生成される。そのため、S含有量を0.0100%以下とする。S含有量は、好ましくは、0.0080%以下、0.0060%以下である。

S含有量は0%であってもよい。S含有量は、精錬コストの観点から、0.0001%以上としてもよい。

[0021] N : 0~0.0050%

NはTiと結合してTi窒化物を形成する元素である。特に、N含有量が0.0050%超であると、スラブの割れ感受性が高まり、スラブの取り扱いが困難になる。したがって、N含有量を0.0050%以下とする。N含

有量は、好ましくは、0.0040%以下、0.0030%以下である。

N含有量は0%であってもよい。N含有量は、精錬コストの観点から、0.0001%以上としてもよい。

[0022] O : 0~0.0100%

Oは、鋼中に多く含まれると破壊の起点となる粗大な酸化物を形成し、脆性破壊及び水素誘起割れを引き起こす元素である。O含有量が0.0100%超であると、脆性破壊及び水素誘起割れが発生し易くなる。また、熱延鋼板の穴広げ性、曲げ性及び板厚方向のき裂進展抵抗が劣化する。そのため、O含有量は0.0100%以下とする。O含有量は、好ましくは、0.0080%以下、0.0060%以下、0.0040%以下、0.0035%以下である。

Oは含まれなくてもよいため、O含有量は0%であってもよい。溶鋼の脱酸時に微細な酸化物を多数分散させるために、O含有量は、0.0005%以上、0.0010%以上としてもよい。

[0023] 本実施形態に係る熱延鋼板は、上記の化学成分を含有し、残部がFe及び不純物からなってもよい。本実施形態において、不純物とは、原料としての鉱石、スクラップ、または製造環境等から混入されるもの、及び／又は本実施形態に係る熱延鋼板の特性に悪影響を与えない範囲で許容されるものを意味する。

[0024] 所望の特性を備えさせるために必須ではないが、製造ばらつきを低減させたり、熱延鋼板の強度をより向上させたりするために、以下の任意元素を含有させてもよい。ただし、これらの元素を含有させることは必須ではないので、これらの元素の含有量の下限は0%である。

[0025] Ti : 0.001~0.180%

Tiは鋼中に炭化物または窒化物として析出し、ピン止め効果による金属組織の微細化、並びに、析出強化によって熱延鋼板の強度及び降伏比を高める作用を有する。これらの効果を確実に得る場合、Ti含有量を0.001%以上とすることが好ましい。Ti含有量は、より好ましくは、0.005

%以上、0.010%以上である。

一方、Ti含有量が0.180%超であると、TiCの過剰析出により、熱延鋼板の穴広げ性及び曲げ性が劣化する。そのため、Ti含有量は0.180%以下とする。Ti含有量は、好ましくは、0.160%以下、0.150%以下である。

[0026] Nb : 0.001~0.100%

Nbは熱延鋼板の結晶粒径の微細化及びNbCの析出強化により、熱延鋼板の強度を高める効果を有する。この効果を確実に得る場合、Nb含有量を0.001%以上とすることが好ましい。Nb含有量は、より好ましくは、0.005%以上、0.010%以上である。

一方、Nb含有量が0.100%超では上記効果は飽和する。また、熱延鋼板の穴広げ性、曲げ性及び板厚方向のき裂進展抵抗が劣化する。そのため、Nbを含有させる場合でも、Nb含有量を0.100%以下とする。Nb含有量は、好ましくは、0.080%以下、0.060%以下である。

[0027] V : 0.001~1.000%

Vは、析出物による強化、フェライト結晶粒の成長抑制による細粒化強化及び再結晶の抑制による転位強化によって、熱延鋼板の強度を高める効果を有する。これらの効果を確実に得る場合、V含有量を0.001%以上とすることが好ましい。V含有量は、より好ましくは、0.005%以上、0.010%以上である。

一方、V含有量が過剰であると、炭窒化物が多量に析出して熱延鋼板の穴広げ性及び曲げ性が劣化する。そのため、V含有量は1.000%以下とする。V含有量は、好ましくは、0.800%以下、0.600%以下である。

[0028] Cu : 0.001~1.000%

Cuは、微細な粒子の形態で鋼中に存在し、熱延鋼板の強度を高める効果を有する。この効果を確実に得る場合、Cu含有量を0.001%以上とすることが好ましい。Cu含有量は、より好ましくは、0.005%以上、0

、0.10%以上である。

一方、Cu含有量が過剰であると、熱延鋼板の溶接性が劣化する。そのため、Cu含有量は1.000%以下とする。Cu含有量は、好ましくは、0.800%以下、0.600%以下である。

[0029] Cr : 0.001~2.000%

Crは熱延鋼板の強度を向上させるのに有効な元素である。この効果を確実に得る場合、Cr含有量を0.001%以上とすることが好ましい。Cr含有量は、より好ましくは、0.005%以上、0.010%以上である。

一方、Cr含有量が過剰になると熱延鋼板の穴広げ性及び曲げ性が劣化する。そのため、Cr含有量を2.000%以下とする。Cr含有量は、好ましくは、1.500%以下、1.200%以下、1.000%以下である。

[0030] Mo : 0.001~3.000%

Moはフェライトの析出強化に有効な元素である。この効果を確実に得る場合、Mo含有量を0.001%以上とすることが好ましい。Mo含有量は、より好ましくは、0.005%以上、0.010%以上である。

一方、Mo含有量が過剰になるとスラブの割れ感受性が高まり、スラブの取り扱いが困難になる。そのため、Mo含有量を3.000%以下とする。Mo含有量は、好ましくは、2.500%以下、2.000%以下、1.500%以下である。

[0031] Ni : 0.001~0.500%

Niは、高温での相変態を抑制し、熱延鋼板の強度を高める効果を有する。この効果を確実に得る場合、Ni含有量を0.001%以上とすることが好ましい。Ni含有量は、より好ましくは、0.005%以上、0.010%以上である。

一方、Ni含有量が過剰であると、熱延鋼板の溶接性が劣化する。そのため、Ni含有量は0.500%以下とする。Ni含有量は、好ましくは、0.300%以下、0.150%以下である。

[0032] B : 0.0001~0.0100%

Bは、高温での相変態を抑制し、熱延鋼板の強度を高める効果を有する。この効果を確実に得る場合、B含有量を0.0001%以上とすることが好ましい。B含有量は、より好ましくは、0.0005%以上、0.0010%以上である。

一方、B含有量が過剰であると、B析出物が生成して熱延鋼板の強度が低下する。そのため、B含有量は0.0100%以下とする。B含有量は、好ましくは、0.0080%以下、0.0050%以下である。

[0033] Ca : 0.0001~0.0500%

Caは溶鋼の脱酸時に微細な酸化物を多数分散させ、熱延鋼板の組織を微細化する効果を有する。また、Caは、鋼中のSを球形のCaSとして固定し、MnSなどの延伸介在物の生成を抑制して、熱延鋼板の穴広げ性を高める効果を有する。これらの効果を確実に得る場合、Ca含有量は0.0001%以上とすることが好ましい。Ca含有量は、より好ましくは、0.0005%以上、0.0010%以上である。

一方、Ca含有量が0.0500%を超えても上記効果は飽和する。そのため、Ca含有量は0.0500%以下とする。Ca含有量は、好ましくは、0.0300%以下、0.0200%以下である。

[0034] Mg : 0.001~0.050%

Mgは鋼中の介在物の形状を好ましい形状に調整することにより、熱延鋼板の降伏比を高める作用を有する。この効果を確実に得るためには、Mg含有量を0.001%以上とすることが好ましい。Mg含有量は、より好ましくは、0.005%以上、0.010%以上である。

一方、Mg含有量が0.050%超であると、鋼中に介在物が過剰に生成され、熱延鋼板の降伏比が低下する。そのため、Mg含有量は0.050%以下とする。Mg含有量は、好ましくは、0.040%以下、0.030%以下である。

[0035] REM : 0.0001~0.1000%

REMは鋼中の介在物の形状を好ましい形状に調整することにより、熱延

鋼板の降伏比を高める効果を有する。この効果を確実に得るためには、REM含有量を0.0001%以上とすることが好ましい。REM含有量は、より好ましくは、0.0005%以上、0.0010%以上である。

一方、REM含有量が0.1000%超であると、鋼中に介在物が過剰に生成され、熱延鋼板の降伏比が低下する。そのため、REM含有量は0.1000%以下とする。REM含有量は、好ましくは、0.0800%以下、0.0600%以下である。

ここで、REMは、Sc、Y及びランタノイドからなる合計17元素を指し、上記REMの含有量は、これらの元素の合計含有量を指す。ランタノイドの場合、工業的にはミッシュメタルの形で添加される。

[0036] Bi : 0.001~0.100%

Biは凝固組織を微細化することにより、熱延鋼板の降伏比を高める効果を有する。この効果を確実に得るためには、Bi含有量を0.001%以上とすることが好ましい。Bi含有量は、より好ましくは、0.005%以上、0.010%以上である。

一方、Bi含有量が0.100%超であると、上記作用による効果は飽和してしまい、経済的に好ましくない。したがって、Bi含有量は0.100%以下とする。Bi含有量は、好ましくは、0.080%以下、0.060%以下、0.040%以下である。

[0037] Ta : 0.001~0.100%

Taは、Vと同様に、鋼中に微細な炭化物を形成することで熱延鋼板の強度を高める効果を有する。この効果を確実に得るためには、Ta含有量を0.001%以上とすることが好ましい。Ta含有量は、より好ましくは、0.005%以上、0.010%以上である。

一方、Ta含有量が0.100%超であると、熱延鋼板の穴広げ性及び曲げ性が劣化する。そのため、Ta含有量は0.100%以下とする。Ta含有量は、好ましくは、0.080%以下、0.050%以下である。

[0038] Zr : 0.001~0.500%

Zrは、固溶強化により熱延鋼板の強度を高める効果を有する。この効果を確実に得るためには、Zr含有量を0.001%以上とすることが好ましい。Zr含有量は、より好ましくは、0.005%以上、0.010%以上である。

一方、Zr含有量が0.500%超であると、熱延鋼板の穴広げ性及び曲げ性が劣化する。そのため、Zr含有量は0.500%以下とする。Zr含有量は、好ましくは、0.300%以下、0.100%以下である。

[0039] Co : 0.001~3.000%

Coは、固溶強化により熱延鋼板の強度を高める効果を有する。この効果を確実に得るためには、Co含有量を0.001%以上とすることが好ましい。Co含有量は、より好ましくは、0.005%以上、0.010%以上である。

一方、Co含有量が3.000%超であると、熱延鋼板の穴広げ性及び曲げ性が劣化する。そのため、Co含有量は3.000%以下とする。Co含有量は、好ましくは、1.000%以下、0.500%以下である。

[0040] Zn : 0.001~0.200%

Znは、固溶強化により熱延鋼板の強度を高める効果を有する。この効果を確実に得るためには、Zn含有量を0.001%以上とすることが好ましい。Zn含有量は、より好ましくは、0.005%以上、0.010%以上である。

一方、Zn含有量が0.200%超であると、熱延鋼板の穴広げ性及び曲げ性が劣化する。そのため、Zn含有量は0.200%以下とする。Zn含有量は、好ましくは、0.150%以下、0.100%以下である。

[0041] W : 0.001~0.200%

Wは、固溶強化により熱延鋼板の強度を高める効果を有する。この効果を確実に得るためには、W含有量を0.001%以上とすることが好ましい。W含有量は、より好ましくは、0.005%、0.010%以上である。

一方、W含有量が0.200%超であると、熱延鋼板の穴広げ性及び曲げ

性が劣化する。そのため、W含有量は0.200%以下とする。W含有量は、好ましくは、0.150%以下、0.100%以下である。

[0042] Sb : 0.001~0.500%

Sbは、破壊の起点となる酸化物の生成を抑制することで、熱延鋼板の穴広げ性を高める効果を有する。この効果を確実に得るためには、Sb含有量は0.001%以上とすることが好ましい。Sb含有量は、より好ましくは、0.005%以上、0.010%以上である。

一方、Sbを多量に含有させても上記効果は飽和するため、Sb含有量は0.500%以下とする。Sb含有量は、好ましくは、0.300%以下、0.100%以下である。

[0043] As : 0.001~0.050%

Asは、オーステナイト単相化温度を低下させることにより、旧オーステナイト粒を細粒化させて、熱延鋼板の穴広げ性を高める効果を有する。この効果を確実に得る場合、As含有量を0.001%以上とすることが好ましい。As含有量は、より好ましくは、0.005%以上、0.010%以上である。

一方、Asを多量に含有させても上記効果は飽和するため、As含有量は0.050%以下とする。As含有量は、好ましくは、0.040%以下、0.030%以下である。

[0044] Sn : 0.001~0.050%

Snは、破壊の起点となる酸化物の生成を抑制することで、熱延鋼板の穴広げ性を高める効果を有する。この効果を確実に得る場合、Sn含有量は0.001%以上とすることが好ましい。Sn含有量は、より好ましくは、0.005%以上、0.010%以上である。

一方、Snを多量に含有させても上記効果は飽和するため、Sn含有量は0.050%以下とする。Sn含有量は、好ましくは、0.040%以下、0.030%以下である。

[0045] 上述した熱延鋼板の化学組成は、スパーク放電発光分光分析装置などを用

いて、分析すればよい。なお、C及びSはガス成分分析装置などを用いて、酸素気流中で燃焼させ、赤外線吸収法によって測定することで同定された値を採用する。また、O及びNは、鋼板から採取した試験片をヘリウム気流中で融解させ、熱伝導度法によって測定することで同定された値を採用する。

熱延鋼板が表面にめっき層や塗膜などを備える場合は、必要に応じて、機械研削等によりめっき層や塗膜などを除去してから、化学組成の分析を行う。

[0046] 次に、本実施形態に係る熱延鋼板の金属組織について説明する。

本実施形態に係る熱延鋼板は、表面から板厚の $1/8$ 深さ～前記表面から板厚の $3/8$ 深さの領域である内部領域において、旧オーステナイト粒の平均アスペクト比が $2.00$ 以上、 $4.00$ 未満であり、マルテンサイトの面積率が $90\%$ 以上であり、前記表面～前記表面から板厚の $1/15$ 深さの領域である表層領域における旧オーステナイト粒の平均アスペクト比を、前記内部領域における前記旧オーステナイト粒の前記平均アスペクト比で除した値が、 $0.950$ 未満である。

[0047] 上述の通り本実施形態において内部領域とは、表面から板厚の $1/8$ 深さ～前記表面から板厚の $3/8$ 深さの領域のことをいう。換言すると、表面から板厚の $1/8$ 深さを始点として、前記表面から板厚の $3/8$ 深さを終点とする領域のことをいう。

また、表層領域とは、表面～前記表面から板厚の $1/15$ 深さの領域のことをいう。換言すると、表面を始点として、前記表面から板厚の $1/15$ 深さを終点とする領域のことをいう。

熱延鋼板が表面にめっき層や塗膜などを備える場合は、ここでいう表面とは、鋼板とめっき層や塗膜などとの界面のことをいう。

[0048] 内部領域

旧オーステナイト粒の平均アスペクト比： $2.00$ 以上、 $4.00$ 未満

内部領域における旧オーステナイト粒の平均アスペクト比が $2.00$ 未満であると、熱延鋼板の強度が低下するとともに、板厚方向のき裂進展抵抗が

劣化する。そのため、内部領域における旧オーステナイト粒の平均アスペクト比は2.00以上とする。内部領域における旧オーステナイト粒の平均アスペクト比は、好ましくは、2.20以上、2.30以上、2.40以上、2.60以上である。

一方、内部領域における旧オーステナイト粒の平均アスペクト比が4.00以上であると、熱延鋼板の穴広げ性及び曲げ性が劣化する。曲げ性が劣化することで、耐衝突特性が劣化する。そのため、内部領域における旧オーステナイト粒の平均アスペクト比は4.00未満とする。内部領域における旧オーステナイト粒の平均アスペクト比は、好ましくは、3.80以下、3.60以下、3.40以下である。

熱延鋼板においてより優れた穴広げ性及び曲げ性を得る観点からは、内部領域における旧オーステナイト粒の平均アスペクト比は、3.00未満とすることが好ましい。

[0049] なお、旧オーステナイト粒のアスペクト比とは、旧オーステナイト粒の長軸を短軸で除した値であり、1.00以上の値をとる。

[0050] 旧オーステナイト粒の平均アスペクト比は以下の方法により測定する。

熱延鋼板の板幅方向の端面から1/4位置において、板幅方向を法線方向とする断面（板厚方向×圧延方向断面）の金属組織が観察できるように、試料を採取する。試料のサイズは、測定装置にもよるが、例えば、板厚方向全厚、圧延方向に15mm、板幅方向に10mmの直方体とすればよい。次に、観察面を鏡面研磨した後、腐食液（ピクリン酸飽和水溶液、界面活性剤及びシュウ酸を含有する水溶液）を用いて、JIS G 0551:2020に準拠して、Bechet-Beaujard法により腐食する。腐食によって黒色に現出した粒を旧オーステナイト粒と特定する。旧オーステナイト粒を現出させた観察面を、光学顕微鏡により観察し、内部領域（表面から板厚の1/8深さ～前記表面から板厚の3/8深さの領域）について、倍率1000倍以上で、板厚方向200 $\mu$ m×圧延方向600 $\mu$ mの視野を8視野撮影する。撮影した組織写真から、各旧オーステナイト粒について測定して

得られた長軸及び短軸の比を算出し、各旧オーステナイト粒の面積で重みづけして平均値を算出することで、旧オーステナイト粒の平均アスペクト比を得る。例えば、ある旧オーステナイト粒G1の長径／短径が $r_1$ であり、面積が $A_1$ であり、別の旧オーステナイト粒G2の長径／短径が $r_2$ であり、面積が $A_2$ である場合、2つの旧オーステナイト粒の平均アスペクト比は $(A_1 \times r_1 + A_2 \times r_2) / (A_1 + A_2)$ として算出する。

上述の方法で旧オーステナイト粒を十分に現出できない場合は、「鋼のオーステナイト組織の再構築法の高精度化に向けた検討」（畑頭吾、脇田昌幸、藤原知哉、河野佳織、新日鉄住金技報第404号（2016）、p. 24～30）に記載される再構築法によって旧オーステナイト粒を特定し、旧オーステナイト粒の平均アスペクト比を求める。

再構築法に用いるEBSD測定データは以下の方法により得る。

上述の観察視野（板厚方向 $200\mu\text{m}$ ×圧延方向 $600\mu\text{m}$ の視野）について、コロイダル研磨又は電解研磨を実施した後、 $0.1\mu\text{m}$ の測定間隔で、電子後方散乱回折法により結晶方位情報を得る。

測定には、サーマル電界放射型走査電子顕微鏡（JEOL製JSM-7200F）とEBSD検出器（EDAX Velocity（登録商標）超高速動作型EBSD検出器）とで構成されたEBSD解析装置を用いる。この際、装置内の真空度は $9.6 \times 10^{-5}\text{Pa}$ 以下、加速電圧は $25\text{kV}$ 、照射電流レベルは16とする。

EBSDマップの表示には、得られた結晶方位情報において、EDAX／TSL solution社製OIM Analysis（登録商標）のバージョン7以降を用いる。

[0051] なお、円相当直径が $2\mu\text{m}$ 未満の旧オーステナイト粒が含まれる場合、これを除外して上述の測定を実施する。その理由は、円相当直径が $2\mu\text{m}$ 未満の旧オーステナイト粒は、本実施形態に係る熱延鋼板の特性に悪影響を及ぼさないためである。

また、熱延鋼板の圧延方向は以下の方法により判別する。

熱延鋼板の板厚断面が観察できるように試験片を採取する。試験片は、板面に垂直な方向をZ方向とし、このZ方向を軸として30° 毎回転させて、合計で12個採取する。採取した試験片の板厚断面を研磨し、上述の腐食液により旧オーステナイト粒界を現出させ、旧オーステナイト粒のアスペクト比の平均値を切断法によって算出する。旧オーステナイト粒のアスペクト比の平均値が最も大きい試験片を特定し、その試験片を採取した方向を、熱延鋼板の圧延方向と判別する。すなわち、その試験片の板厚断面と平行且つ板厚方向に直角な方向を、熱延鋼板の圧延方向と判別する。

[0052] マルテンサイトの面積率：90%以上

マルテンサイトは熱延鋼板の強度を高める組織である。マルテンサイトの面積率が90%未満であると、所望の強度を得ることができない。そのため、マルテンサイトの面積率は90%以上とする。マルテンサイトの面積率は、好ましくは、92%以上、94%以上、96%以上である。マルテンサイトの面積率は、100%であってもよい。

[0053] 残部組織：10%以下

本実施形態に係る熱延鋼板の内部領域の金属組織には、マルテンサイト以外に、残部組織として、ベイナイト、フェライト、パーライト及び残留オーステナイトが含まれていてもよい。残部組織の面積率は、マルテンサイトの面積率との関係から、10%以下としてもよい。また、残部組織の面積率は、マルテンサイトの面積率との関係から、8%以下、6%以下、4%以下としてもよい。残部組織は含まれなくてもよいため、残部組織の面積率は0%であってもよい。

[0054] マルテンサイト及び残部組織の面積率は以下の方法により測定する。

熱延鋼板から、板厚1/4位置（表面から板厚方向に板厚の1/8の位置～前記板厚の3/8の位置の範囲）における金属組織が観察できるように試験片を採取する。試験片の板厚断面を鏡面研磨で仕上げ、レペラ（Lepera）エッチングした後、FE-SEM：サーマル電界放射型走査電子顕微鏡（JEOL製JSM-7001F）を用いて、板厚1/4位置における2

00  $\mu\text{m}$  (板厚方向)  $\times$  600  $\mu\text{m}$  (板厚方向と直角方向) の領域を観察し、画像解析を行う。

[0055] レペラ腐食では、マルテンサイト及び残留オーステナイトは腐食されない。そのため、腐食されていない領域の面積率を算出することで、マルテンサイト及び残留オーステナイトの面積率の合計を得る。

[0056] 残留オーステナイトの面積率はX線回折により得る。

熱延鋼板から採取した試験片について、板面から板厚1/4位置(表面から板厚方向に板厚の1/8の位置~前記板厚の3/8の位置の範囲)まで研削し、露出した面を観察面とする。この観察面について、鏡面研磨を行った後、電解研磨で仕上げる。観察面について、Rigaku製RINT-2500、Mo-K $\alpha$ を用いて、 $\alpha(200)$ 、 $\alpha(211)$ 、 $\gamma(200)$ 、 $\gamma(220)$ 、 $\gamma(311)$ の計5ピークの積分強度を求め、強度平均法を用いて残留オーステナイトの体積率を算出する。この残留オーステナイトの体積率を残留オーステナイトの面積率とみなす。

[0057] 上述のFE-SEMを用いた観察により得られたマルテンサイト及び残留オーステナイトの面積率の合計から、X線回折により得られた残留オーステナイトの面積率を差し引くことで、マルテンサイトの合計の面積率を得る。計算上、マルテンサイトの合計の面積率が負の値となる場合、マルテンサイトの合計の面積率は0%とする。

[0058] パーライトの面積率は、以下の方法により得る。

マルテンサイト及び残留オーステナイトの面積率を求めたときと同じ領域(200  $\mu\text{m} \times$  600  $\mu\text{m}$ の領域)について、腐食層のみを研磨により除去し鏡面仕上げした後、ナイトール液を用いてエッチングし、FE-SEMを用いて観察し、画像解析を行う。

セメンタイトとフェライトとがラメラ状に配列している領域をパーライトと判別し、その領域の面積率を算出することで、パーライトの面積率を得る。

[0059] フェライトの面積率は以下の方法により得る。なお、上述の方法によりパ

ーライトと判別された領域以外の領域について、以下の操作を行う。

マルテンサイト及び残留オーステナイトの面積率を求めたときと同じ領域（ $200\mu\text{m}\times 600\mu\text{m}$ の領域）について、コロイダル研磨又は電解研磨を実施した後、 $0.2\mu\text{m}$ の測定間隔で、電子後方散乱回折法により結晶方位情報を得る。測定には、サーマル電界放射型走査電子顕微鏡（JEOL製JSM-7200F）とEBSD検出器（EDAX Velocity（登録商標）超高速動作型EBSD検出器）とで構成されたEBSD解析装置を用いる。この際、装置内の真空度は $9.6\times 10^{-5}\text{Pa}$ 以下、加速電圧は $25\text{kV}$ 、照射電流レベルは16とする。

[0060] 得られた結晶方位情報において、EDAX/TSL solution社製OIM Analysis（登録商標）のバージョン7以降を用いて以下の解析を実施する。結晶方位差が $15^\circ$ 以上である測定点間を結晶粒界とみなし、その結晶粒界で囲まれた領域を結晶粒とみなす。次に、結晶粒内に存在する全ての測定点間の結晶方位の差を計算し、この差の平均値を算出することで、その結晶粒のGAM値（Grain Average Misorientation値）を得る。GAM値が $0.5^\circ$ 以下である結晶粒をフェライトとみなし、その面積率を算出することで、フェライトの面積率を得る。

[0061] 100%から上述により得られたマルテンサイト、残留オーステナイト、パーライト及びフェライトの面積率を差し引くことで、ベイナイトの面積率を得る。計算上、ベイナイトの面積率が負の値となる場合、ベイナイトの面積率は0%とする。

本実施形態では金属組織の面積率をFE-SEMによる画像解析、X線回折及びEBSD解析により算出しているため、各組織の合計が100%にならない場合がある。その場合には、合計が100%になるように各組織の面積率を補正する。例えば、各組織の面積率の合計が103%となる場合には、各組織の面積率に「 $100/103$ 」を掛けて、各組織の面積率を補正する。

[0062] なお、FE-SEMの観察条件は以下の通りとする。

電子銃種類：サーマル放出型

電流照射番号：9

WD（ワーキングディスタンス）：10mm

加速電圧：20kV

対物絞り番号：4

ピクセル数：5120×3840

[0063] 表層領域における旧オーステナイト粒の平均アスペクト比を、内部領域における旧オーステナイト粒の平均アスペクト比で除した値：0.950未満

表層領域における旧オーステナイト粒の平均アスペクト比を、内部領域における旧オーステナイト粒の平均アスペクト比で除した値が0.950以上であると、熱延鋼板において所望の曲げ性及び板厚方向のき裂進展抵抗を得ることができない。そのため、表層領域における旧オーステナイト粒の平均アスペクト比を、内部領域における旧オーステナイト粒の平均アスペクト比で除した値は0.950未満とする。表層領域における旧オーステナイト粒の平均アスペクト比を、内部領域における旧オーステナイト粒の平均アスペクト比で除した値は、好ましくは、0.930以下、0.900以下である。

表層領域における旧オーステナイト粒の平均アスペクト比を、内部領域における旧オーステナイト粒の平均アスペクト比で除した値の下限は特に限定しないが、0.800以上、0.850以上としてもよい。

[0064] 表層領域における旧オーステナイト粒の平均アスペクト比は、内部領域における旧オーステナイト粒の平均アスペクト比を測定したときと同様の方法により、表層領域（表面～前記表面から板厚の1/15深さの領域）について測定することで得る。

[0065] 引張強さ（TS）：1180MPa以上

本実施形態に係る熱延鋼板は、引張強さが1180MPa以上であってもよい。引張強さは、より好ましくは、1200MPa以上である。引張強さ

を1180MPa以上とすることで、適用部品が限定されることなく、車体軽量化の寄与を大きくすることができる。

引張強さの上限は特に限定する必要は無いが、金型摩耗抑制の観点から、1500MPa以下又は1300MPa以下としてもよい。

[0066] 穴広げ率(λ)：50%以上

本実施形態に係る熱延鋼板は、穴広げ率が50%以上であってもよい。穴広げ率は、好ましくは、55%以上、60%以上である。

[0067] 引張強さは、JIS Z 2241：2022に準拠して引張試験を行うことで評価する。試験片はJIS Z 2241：2022の5号試験片とする。引張試験片の採取位置は、板幅方向の端部から1/4部分とし、圧延方向に垂直な方向を長手方向とする。

熱延鋼板又は部品のサイズが小さかったり、形状が複雑であったりするために、5号試験片を採取できない場合には、任意の幅の平行部を有する短冊状の小片を採取し、その小片を用いて引張試験を行うことで、引張強さを求めてもよい。短冊状の小片の向きとしては、圧延方向に垂直な方向を長手方向とする。

穴広げ率は、JIS Z 2256：2020に準拠して穴広げ試験を行うことで、測定する。

[0068] 最大曲げ角度：55°以上

本実施形態に係る熱延鋼板において、後述するVDA基準に基づいた曲げ試験により得られる最大曲げ角度は55°以上であってもよい。最大曲げ角度は、好ましくは、60°以上である。

[0069] 曲げ試験に供する試験片は、熱延鋼板から採取した、60mm(圧延方向)×30mm(幅方向)の試験片とする。この試験片を用いて、ドイツ自動車工業会で規定されたVDA基準(VDA 238-100：2017-04)に基づいて、下記条件により曲げ試験を行う。

なお、試験片の板厚が2.5mm超であった場合は、ポンチ側の面を研削して板厚を2.5mmとしてから曲げ試験を行う。

また、試験片の板厚が2.5 mm以下であった場合は、下記式により得られる最大曲げ角度を採用する。ただし、下記式において、 $\alpha_t$ は曲げ試験により得られた最大曲げ角度を示し、 $t$ は板厚を示し、 $uEL$ は一様伸び（最大試験力時全伸び）を示す。一様伸びは上述した方法で引張試験を行うことで得られる値である。

$$\text{板厚が2.5 mm以下の場合の最大曲げ角度} = \alpha_t - 13.852 \times (1 - t / 2.5) \times (uEL + 0.22)^{0.292}$$

[0070] 試験片寸法：60 mm（圧延方向）×30 mm（幅方向）

曲げ稜線：幅方向に平行な方向

試験方法：ロール支持、ポンチ押し込み

ロール径： $\phi$ 30 mm

ポンチ形状：先端R=0.4 mm

ロール間距離： $2.0 \times \text{板厚 (mm)} + 0.5 \text{ mm}$

押し込み速度：20 mm/min

試験機：SHIMADZU AUTOGRAPH 20 kN

[0071] 耐衝突特性： $W > 5.0 \times 10^5$  (° · N)

本実施形態において、熱延鋼板の耐衝突特性は、板厚方向のき裂進展抵抗によって評価する。板厚方向のき裂進展抵抗は、VDA曲げ試験時の曲げ角-荷重曲線から、エネルギー $W$ を求めることで得られる。本実施形態に係る熱延鋼板は、 $W$ が $5.0 \times 10^5$  (° · N) 超であってもよい。

ここで、 $W$ は荷重を曲げ角で積分した値 ( $\int F d\alpha$ ) である。 $F$ は荷重であり、 $\alpha$ は上述のVDA基準に基づいて行った曲げ試験により得られる曲げ角である。なお、曲げ試験は、試験片の板厚を2.5 mmとして行い、その他の条件は上述の通りとする。試験片の板厚が2.5 mm超であった場合は、ポンチ側の面を研削して板厚を2.5 mmとしてから曲げ試験を行う。

また、試験片の板厚が2.5 mm以下であった場合は、下記式により得られる $W$ を採用する。ただし、下記式において、 $W_t$ はVDA曲げ試験時の曲げ角-荷重曲線から求められるエネルギーを示し、 $t$ は板厚を示す。

板厚が2.5 mm以下の場合の $W=W_t \times (2.5/t)^{2.02}$

[0072] 本実施形態に係る熱延鋼板の板厚は特に限定されないが、1.2~8.0 mmとしてもよい。熱延鋼板の板厚が1.2 mm未満では、圧延完了温度の確保が困難になるとともに圧延荷重が過大となって、熱間圧延が困難となる場合がある。したがって、本実施形態に係る熱延鋼板の板厚は1.2 mm以上としてもよい。好ましくは1.4 mm以上である。

一方、板厚が8.0 mm超では、熱間圧延後において上述した金属組織を得ることが困難となる場合がある。したがって、板厚は8.0 mm以下としてもよい。好ましくは6.0 mm以下である。

[0073] 上述した化学組成及び金属組織を有する本実施形態に係る熱延鋼板は、表面に耐食性の向上等を目的としてめっき層を備えさせて表面処理鋼板としてもよい。めっき層は電気めっき層であってもよく溶融めっき層であってもよい。電気めっき層としては、電気亜鉛めっき、電気Zn-Ni合金めっき等が例示される。溶融めっき層としては、溶融亜鉛めっき、合金化溶融亜鉛めっき、溶融アルミニウムめっき、溶融Zn-Al合金めっき、溶融Zn-Al-Mg合金めっき、溶融Zn-Al-Mg-Si合金めっき等が例示される。めっき付着量は特に制限されず、従来と同様としてよい。

また、めっき後に適当な化成処理（例えば、シリケート系のクロムフリー化成処理液の塗布と乾燥）を施して、耐食性をさらに高めることも可能である。

[0074] 本実施形態に係る熱延鋼板は、高い強度、並びに優れた穴広げ性、曲げ性及び板厚方向のき裂進展抵抗を有するため、部品、特に自動車部品に好適に用いることができる。自動車部品の中でも、ロアアーム、トレーリング及びナックルなどの自動車足回り部品に好適に用いることができる。これらの自動車部品は、本実施形態に係る熱延鋼板のみからなってもよく、本実施形態に係る熱延鋼板と、他の鋼板とが接合されて形成されていてもよい。

本実施形態に係る熱延鋼板を用いて製造された部品は、上述した鋼板と同じ化学組成を有する。また、部品においては、加工を受けた部分と加工を受

けていない部分とが混在していてもよい。加工を受けていない部分では、上述した鋼板と同じ金属組織を有する。加工を受けた部分においては、基本的には上述した鋼板と同じ金属組織を有するが、強い加工を受けた場合や部品の端部では、上述した金属組織を有さないか、あるいは、その判定が困難となる場合がある。そのため、部品において金属組織の測定を行う際には、端部を避け、且つ、加工を受けていない部分について測定を行う。加工を受けていない部分が無い場合には強い加工を受けていない部分について測定を行う。加工を受けていない又は強い加工を受けていない部分とは、例えば、部品における平面部分、加工に伴う板厚の増減が小さい部分、並びに、打ち抜き加工、穴広げ加工や曲げ加工などを受けた部分を避けた部分をいう。一例としては、上記部品の場合、平坦で最大の面積を有する部分であり、その重心部付近より試験片を採取し、調査を行う。

[0075] 次に、本実施形態に係る熱延鋼板の好ましい製造方法について説明する。以下に説明する製造方法によれば、本実施形態に係る熱延鋼板を安定的に製造することができる。なお、本実施形態におけるスラブの温度及び鋼板の温度は、スラブの表面温度及び鋼板の表面温度のことをいう。

[0076] 本実施形態に係る熱延鋼板の好ましい製造方法は、

(1) 粗圧延前に、上述した化学組成を有するスラブに対して、幅方向ひずみが合計で3～15%となるように1回または複数回のひずみを付与する工程と、

(2) ひずみを付与したスラブに対して、1040℃未満の温度域での総圧下率が30%超、46%未満となり、1020～1040℃の温度域にて圧下率が20～30%である圧延を行うように仕上げ圧延を行う工程と、

(3) 仕上げ圧延完了後、30℃/s以上の平均冷却速度で200℃に至るまで加速冷却する工程と、を備える。

以下、各工程について説明する。

[0077] (1) 粗圧延前のひずみ付与

粗圧延前に、上述した化学組成を有するスラブに対して、幅方向ひずみが

合計で3～15%となるように1回または複数回のひずみを付与することが好ましい。これにより、内部領域における旧オーステナイト粒の平均アスペクト比と、表層領域における旧オーステナイト粒の平均アスペクト比との比を好ましく制御することができる。ひずみの付与は、粗圧延のためのスラブ加熱を行った後に行えばよい。

[0078] なお、スラブの幅方向に付与するひずみの合計は、1回目のひずみ付与前のスラブの幅方向長さを $w_0$ とし、最後のひずみ付与後のスラブの幅方向長さを $w_1$ としたとき、 $(1 - w_1 / w_0) \times 100$  (%)により表すことができる。

スラブの幅方向にひずみを付与する方法としては、例えば、スラブの板面に対して回転軸が垂直になるように設置されたロールを用いて、ひずみを付与する方法が挙げられる。

[0079] なお、ひずみを付与するスラブについては、上述した化学組成を有する点以外については特に限定されない。例えば、転炉又は電気炉等を用いて上記化学組成の溶鋼を溶製し、連続鑄造法により製造したスラブを用いることができる。連続鑄造法に代えて、造塊法、薄スラブ鑄造法等を採用してもよい。粗圧延前のスラブ加熱では、加熱温度を1100～1300℃の温度域とすればよい。

[0080] (2) 仕上げ圧延

仕上げ圧延は、ひずみを付与したスラブに対して、1040℃未満の温度域での総圧下率が30%超、46%未満となり、1020～1040℃の温度域にて圧下率が20～30%である圧延を行うことが好ましい。1040℃未満の温度域での総圧下率を30%超、46%未満とすることで、内部領域における旧オーステナイト粒の平均アスペクト比を好ましく制御することができる。

[0081] 1040℃未満の温度域での総圧下率は、1040℃未満の温度域での最初の圧延の入側板厚を $t_0$ とし、1040℃未満の温度域での最後の圧延の出側板厚を $t_1$ としたとき、 $(1 - t_1 / t_0) \times 100$  (%)により表すことが

できる。

[0082] また、仕上げ圧延において、 $1020\sim 1040^{\circ}\text{C}$ の温度域にて圧下率が $20\sim 30\%$ である圧延を行うことで、内部領域における旧オーステナイト粒の平均アスペクト比と、表層領域における旧オーステナイト粒の平均アスペクト比との比を好ましく制御することができる。

なお、圧下率は、入側板厚を $t_2$ とし、出側板厚を $t_3$ としたとき、 $(1 - t_3/t_2) \times 100$  (%)により表すことができる。

[0083] (3)  $200^{\circ}\text{C}$ に至るまで加速冷却

仕上げ圧延完了後は、 $30^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上の平均冷却速度で $200^{\circ}\text{C}$ に至るまで加速冷却することが好ましい。この条件で加速冷却を行うことで、所望量のマルテンサイトを得ることができる。

[0084] なお、本実施形態でいう平均冷却速度とは、設定する範囲の始点と終点との温度差を、始点から終点までの経過時間で除した値である。

## 実施例

[0085] 次に、実施例により本開示の一態様の効果を更に具体的に説明するが、実施例での条件は、本開示の実施可能性及び効果を確認するために採用した一条件例であり、本開示はこの一条件例に限定されるものではない。本開示は、本開示の要旨を逸脱せず、本開示の目的を達成する限りにおいて、種々の条件を採用し得るものである。

[0086] 表1及び表2に示す化学組成を有する鋼を溶製し、連続鋳造により厚みが $240\sim 300\text{mm}$ のスラブを製造した。得られたスラブを用いて、表3に示す製造条件により、表4に示す熱延鋼板を得た。得られた熱延鋼板の板厚は $1.2\sim 8.0\text{mm}$ であった。

[0087] 得られた熱延鋼板に対し、上述の方法により、内部領域の旧オーステナイト粒の平均アスペクト比及び金属組織、表層領域の旧オーステナイト粒の平均アスペクト比、引張強さ、穴広げ率、最大曲げ角度、並びに、耐衝突特性の指標(W)を求めた。

なお、最大曲げ角度及びWについては、熱延鋼板の板厚が $2.5\text{mm}$ 以下

であった場合には上述の式で補正した値を採用した。

熱延鋼板の内部領域の金属組織には、マルテンサイト以外に、残部組織として、ベイナイト、フェライト、パーライト及び残留オーステナイトが含まれる例もあった。

得られた測定結果を表4に示す。

[0088] 熱延鋼板の特性の評価方法

引張強さが1180MPa以上であった場合、高い強度を有する熱延鋼板であるとして合格と判定した。一方、引張強さが1180MPa未満であった場合、高い強度を有する熱延鋼板でないとして不合格と判定した。

[0089] 穴広げ率が50%以上であった場合、優れた穴広げ性を有する熱延鋼板であるとして合格と判定した。一方、穴広げ率50%未満であった場合、優れた穴広げ性を有する熱延鋼板でないとして不合格と判定した。

[0090] 最大曲げ角度が55%以上であった場合、優れた曲げ性を有する熱延鋼板であるとして合格と判定した。一方、最大曲げ角度が55%未満であった場合、優れた曲げ性を有する熱延鋼板でないとして不合格と判定した。

[0091]  $W$ が $5.0 \times 10^5$  (° · N) 超であった場合、板厚方向のき裂進展抵抗が優れており、優れた耐衝突特性を有する熱延鋼板であるとして合格と判定した。一方、 $W$ が $5.0 \times 10^5$  (° · N) 以下であった場合、優れた耐衝突特性を有する熱延鋼板でないとして不合格と判定した。

[0092]

[表1]

鋼種	化学組成(質量%), 残部はFe及び不純物													
	C	Si	Mn	Al	P	S	N	O	Ti	Nb	V	Cu	Cr	Mo
A	<u>0.121</u>	0.99	2.90	0.192	0.008	0.0038	0.0026	0.0022	0.120	0.008				
B	0.049	0.90	1.40	0.110	0.008	0.0038	0.0035	0.0011	0.129	0.013				
C	0.077	<u>3.02</u>	1.72	0.090	0.010	0.0045	0.0038	0.0030	0.100	0.013				
D	0.109	0.61	<u>3.05</u>	0.107	0.008	0.0044	0.0033	0.0031	0.109	0.011				
E	0.092	0.99	<u>1.19</u>	0.072	0.009	0.0041	0.0025	0.0021	0.100	0.015			0.105	
F	0.086	0.89	1.83	0.127	0.009	0.0042	0.0018	0.0010	<u>0.181</u>	0.012				
G	0.071	0.93	2.00	0.116	0.008	0.0042	0.0025	0.0030	0.000	<u>0.102</u>				
H	0.066	0.86	2.28	<u>0.401</u>	0.007	0.0047	0.0024	0.0022	0.110	0.007				
I	0.076	1.03	2.19	<u>0.009</u>	0.009	0.0046	0.0033	0.0020	0.095	0.011				
J	0.071	1.08	2.07	0.166	<u>0.085</u>	0.0041	0.0027	0.0022	0.142	0.008				
K	0.069	0.88	2.08	0.059	0.010	<u>0.0112</u>	0.0017	0.0022	0.134	0.013		0.196		
L	0.077	1.02	2.15	0.131	0.007	0.0047	<u>0.0095</u>	0.0010	0.100	0.015			0.203	
M	0.078	0.91	2.08	0.221	0.009	0.0045	0.0027	<u>0.0110</u>	0.111					0.113
N	0.078	0.79	2.27	0.076	0.007	0.0042	0.0032	0.0032	0.122	0.010			0.107	
O	0.092	1.01	2.11	0.172	0.007	0.0038	0.0039	0.0021	0.087	0.008				
P	0.085	0.45	2.27	0.059	0.009	0.0046	0.0019	0.0031	0.110	0.011			0.101	
Q	0.068	1.09	2.40	0.218	0.008	0.0043	0.0030	0.0021	0.129	0.008			0.102	
R	0.114	0.76	2.63	0.076	0.007	0.0042	0.0032	0.0022						
S	0.116	0.98	1.23	0.199	0.010	0.0038	0.0026	0.0010	0.118	0.009				
T	0.055	0.65	2.94	0.058	0.009	0.0043	0.0029	0.0022	0.093	0.011			0.197	
U	0.104	0.79	2.29	0.078	0.007	0.0042	0.0032	0.0032	0.122	0.010				
V	0.075	0.70	2.32	0.076	0.007	0.0038	0.0035	0.0031	0.132	0.010				
W	0.070	2.94	1.92	0.077	0.009	0.0047	0.0022	0.0020	0.111	0.012		0.136		
X	0.096	0.02	2.41	0.177	0.007	0.0040	0.0033	0.0020	0.092	0.005				
Y	0.076	0.90	2.01	0.182	0.009	0.0043	0.0020	0.0011	0.135					
Z	0.074	0.74	2.15	0.047	0.006	0.0023	0.0021	0.0021		0.075	0.015			
AA	0.068	1.02	1.92	0.076	0.010	0.0038	0.0019	0.0016			0.499			
AB	0.080	0.83	1.33	0.077	0.009	0.0043	0.0039	0.0022					1.278	
AC	0.053	0.45	2.29	0.129	0.009	0.0045	0.0033	0.0020						
AD	0.070	1.11	2.25	0.147	0.008	0.0045	0.0026	0.0019	0.001	0.097				0.124
AE	0.073	1.14	2.25	0.145	0.008	0.0040	0.0024	0.0010	0.176	0.002				0.120
AF	0.075	0.89	2.19	0.390	0.008	0.0037	0.0019	0.0032	0.134	0.010				
AG	0.080	0.83	2.03	0.030	0.010	0.0045	0.0033	0.0020	0.115	0.011			0.108	
AH	0.083	0.85	1.40	0.114	0.008	0.0045	0.0019	0.0033	0.122	0.011			1.500	
AI	0.076	0.94	2.07	0.186	0.009	0.0044	0.0021	0.0011	0.141					

下線は本発明の範囲外であることを示す。

[0093]

[表2]

鋼種	化学組成(質量%), 残部はFe及び不純物													
	Ni	B	Ca	Mg	REM	Bi	Ta	Zr	Co	Zn	W	Sb	As	Sn
A		0.0010												
B		0.0029												
C		0.0020	0.0032	0.002										
D		0.0026				0.002								
E		0.0028					0.012							
F		0.0025								0.171				
G		0.0026												
H		0.0025			0.0033									
I		0.0015									0.175			
J		0.0015						0.352						
K		0.0024							0.210					
L		0.0022												
M		0.0012												0.022
N		0.0012					0.024							
O		0.0017										0.064		
P		0.0028	0.0031							0.119				
Q		0.0022				0.003					0.164			
R														
S		0.0016						0.317						
T		0.0025												0.042
U		0.0030												
V		0.0033												
W		0.0028												
X	0.056	0.0014											0.005	
Y		0.0027												
Z		0.0014					0.014							
AA														
AB														
AC		0.0057												
AD		0.0029												
AE		0.0030												
AF		0.0023		0.002					0.200					
AG		0.0013			0.0964									
AH		0.0024												
AI														

下線は本発明の範囲外であることを示す。

[0094]

[表3]

製造 No.	鋼種	加熱	ひずみ付与	仕上げ圧延		冷却	巻取	備考
		スラブ 加熱温度 °C	幅方向 ひずみの 合計 %	1040°C 未満の 温度域での 総圧下率 %	1020~1040°Cの 温度域において、 圧下率20~30%の 圧延を含む -	仕上げ 圧延完了後、 200°Cに至るまでの 平均冷却速度 °C/s	巻取 温度 °C	
<u>1</u>	<u>C</u>							比較例
<u>2</u>	<u>H</u>							比較例
<u>3</u>	<u>J</u>							比較例
<u>4</u>	<u>L</u>							比較例
<u>5</u>	<u>A</u>	1243	9	38	OK	88	87	比較例
<u>6</u>	<u>B</u>	1245	10	33	OK	51	42	比較例
<u>7</u>	<u>D</u>	1233	10	36	OK	75	52	比較例
<u>8</u>	<u>E</u>	1254	12	38	OK	51	71	比較例
<u>9</u>	<u>F</u>	1250	11	36	OK	78	8	比較例
<u>10</u>	<u>G</u>	1241	12	34	OK	62	52	比較例
<u>11</u>	<u>I</u>	1261	11	40	OK	70	51	比較例
<u>12</u>	<u>K</u>	1266	9	36	OK	53	14	比較例
<u>13</u>	<u>M</u>	1243	10	42	OK	50	84	比較例
<u>14</u>	<u>N</u>	1251	11	37	OK	53	54	本発明例
<u>15</u>	<u>O</u>	1247	11	42	OK	50	11	本発明例
<u>16</u>	<u>P</u>	1248	11	37	OK	89	71	本発明例
<u>17</u>	<u>Q</u>	1231	9	37	OK	82	49	本発明例
<u>18</u>	<u>R</u>	1247	10	43	OK	52	74	本発明例
<u>19</u>	<u>S</u>	1236	12	41	OK	70	77	本発明例
<u>20</u>	<u>T</u>	1231	11	43	OK	99	13	本発明例
<u>21</u>	<u>U</u>	1257	12	40	OK	77	58	本発明例
<u>22</u>	<u>V</u>	1266	10	36	OK	55	3	本発明例
<u>23</u>	<u>W</u>	1232	11	37	OK	91	79	本発明例
<u>24</u>	<u>X</u>	1252	10	41	OK	93	59	本発明例
<u>25</u>	<u>Y</u>	1248	9	34	OK	58	93	本発明例
<u>26</u>	<u>Z</u>	1245	12	36	OK	96	93	本発明例
<u>27</u>	<u>AA</u>	1269	9	36	OK	96	82	本発明例
<u>28</u>	<u>AB</u>	1233	11	36	OK	90	59	本発明例
<u>29</u>	<u>AC</u>	1248	8	38	OK	66	61	本発明例
<u>30</u>	<u>AD</u>	1266	11	38	OK	80	90	本発明例
<u>31</u>	<u>AE</u>	1260	9	36	OK	77	82	本発明例
<u>32</u>	<u>AF</u>	1233	11	41	OK	55	33	本発明例
<u>33</u>	<u>AG</u>	1266	10	40	OK	89	90	本発明例
<u>34</u>	<u>AH</u>	1231	8	39	OK	93	54	本発明例
<u>35</u>	<u>AI</u>	1238	10	40	OK	58	35	本発明例
<u>36</u>	<u>O</u>	1262	14	40	OK	88	33	本発明例
<u>37</u>	<u>O</u>	1237	4	36	OK	51	64	本発明例
<u>38</u>	<u>O</u>	1239	11	45	OK	75	47	本発明例
<u>39</u>	<u>O</u>	1242	11	31	OK	78	48	本発明例
<u>40</u>	<u>O</u>	1236	8	40	OK	33	71	本発明例
<u>41</u>	<u>N</u>	1265	<u>2</u>	44	OK	60	87	比較例
<u>42</u>	<u>N</u>	1255	<u>18</u>	41	OK	83	4	比較例
<u>43</u>	<u>N</u>	1268	10	<u>50</u>	OK	78	50	比較例
<u>44</u>	<u>Q</u>	1252	10	<u>26</u>	OK	98	75	比較例
<u>45</u>	<u>N</u>	1239	9	46	NG	98	82	比較例
<u>46</u>	<u>N</u>	1241	10	37	OK	<u>25</u>	54	比較例

下線は本発明の範囲外であること、または製造条件が好ましくないことを示す。

[表4]

製造 No.	鋼 種	内部領域		表層領域の 平均 アスペクト比 /内部領域の 平均 アスペクト比	引張 強さ TS MPa	穴 広げ率 λ %	最大 曲げ 角度 °	耐衝突特性 エネルギー W × 10 <sup>5</sup> · N	備考
		マルテン サイト 面積%	旧γ粒の 平均 アスペクト 比						
1	C								比較例
2	H								比較例
3	J								比較例
4	L								比較例
5	A	82	2.63	0.892	1170	38	56	8.7	比較例
6	B	86	2.24	0.947	1079	93	65	7.0	比較例
7	D	85	2.58	0.908	1167	37	44	3.7	比較例
8	E	80	2.46	0.913	1147	71	66	9.6	比較例
9	F	99	4.46	0.884	1358	41	41	4.0	比較例
10	G	98	4.37	0.947	1308	38	38	2.8	比較例
11	I	98	2.80	0.905	1228	36	48	4.9	比較例
12	K	95	2.54	0.917	1255	35	45	3.8	比較例
13	M	100	2.99	0.933	1294	35	47	5.0	比較例
14	N	98	2.43	0.873	1223	81	68	10.0	本発明例
15	O	99	3.02	0.893	1239	67	63	8.7	本発明例
16	P	100	2.58	0.933	1304	73	63	8.8	本発明例
17	Q	96	2.51	0.922	1225	90	64	9.3	本発明例
18	R	97	2.43	0.892	1315	51	67	9.2	本発明例
19	S	100	2.95	0.900	1402	54	63	9.3	本発明例
20	T	97	3.39	0.885	1207	69	61	8.0	本発明例
21	U	96	2.81	0.946	1329	64	61	8.5	本発明例
22	V	95	2.38	0.943	1207	85	64	9.4	本発明例
23	W	96	2.54	0.884	1187	82	67	9.7	本発明例
24	X	99	2.98	0.948	1243	66	60	8.5	本発明例
25	Y	98	2.33	0.921	1254	81	66	9.8	本発明例
26	Z	98	2.30	0.892	1187	82	68	9.2	本発明例
27	AA	96	2.50	0.906	1233	70	66	8.8	本発明例
28	AB	99	2.44	0.896	1278	75	67	9.0	本発明例
29	AC	98	2.72	0.881	1198	67	66	9.7	本発明例
30	AD	100	2.66	0.881	1198	85	66	9.5	本発明例
31	AE	96	2.47	0.936	1183	88	64	9.4	本発明例
32	AF	96	2.89	0.936	1278	77	61	9.0	本発明例
33	AG	99	2.74	0.905	1251	80	64	8.7	本発明例
34	AH	98	2.65	0.916	1262	74	63	8.9	本発明例
35	AI	96	2.92	0.915	1252	80	62	8.4	本発明例
36	O	96	2.75	0.922	1306	63	63	8.5	本発明例
37	O	100	2.49	0.904	1275	75	66	9.0	本発明例
38	O	96	3.52	0.918	1345	64	60	8.1	本発明例
39	O	97	2.21	0.911	1326	78	68	10.0	本発明例
40	O	91	2.63	0.923	1280	73	64	8.8	本発明例
41	N	98	3.98	0.955	1197	72	51	4.9	比較例
42	N	100	3.59	0.960	1195	75	47	4.8	比較例
43	N	96	4.07	0.926	1326	49	52	4.9	比較例
44	Q	96	1.99	0.948	1177	93	64	4.9	比較例
45	N	96	3.95	1.096	1252	78	46	4.8	比較例
46	N	85	2.67	0.909	1122	63	64	10.0	比較例

下線は本発明の範囲外であること、または特性値が好ましくないことを示す。

[0096] 表4を見ると、本発明例に係る熱延鋼板は、高い強度、並びに優れた穴広げ性、曲げ性及び板厚方向のき裂進展抵抗を有することが分かる。

一方、比較例に係る熱延鋼板は、上記特性のいずれか1つ以上が劣ることが分かる。

また、すべての実施例について、プレス加工によりロアアーム（部品）を製造した。ロアアームの平坦部分について、上述の方法と同様の評価を行った。測定結果及び評価結果は表4に示す結果と同様であった。

### 産業上の利用可能性

[0097] 本開示に係る上記態様によれば、高い強度、並びに優れた穴広げ性、曲げ性及び板厚方向のき裂進展抵抗を有する熱延鋼板及びこれを用いて製造される部品を提供することができる。

## 請求の範囲

[請求項1] 化学組成が、質量%で、

C : 0.050~0.120%、

Si : 0~3.00%、

Mn : 1.20~3.00%、

Al : 0.010~0.400%、

P : 0~0.080%、

S : 0~0.0100%、

N : 0~0.0050%、

O : 0~0.0100%、

Ti : 0~0.180%、

Nb : 0~0.100%、

V : 0~1.000%、

Cu : 0~1.000%、

Cr : 0~2.000%、

Mo : 0~3.000%、

Ni : 0~0.500%、

B : 0~0.0100%、

Ca : 0~0.0500%、

Mg : 0~0.050%、

REM : 0~0.1000%、

Bi : 0~0.100%、

Ta : 0~0.100%、

Zr : 0~0.500%、

Co : 0~3.000%、

Zn : 0~0.200%、

W : 0~0.200%、

Sb : 0~0.500%、

As : 0 ~ 0.050%、及び

Sn : 0 ~ 0.050%を含み、

残部がFe及び不純物からなり、

表面から板厚の1/8深さ～前記表面から板厚の3/8深さの領域である内部領域において、

旧オーステナイト粒の平均アスペクト比が2.00以上、4.00未満であり、

マルテンサイトの面積率が90%以上であり、

前記表面～前記表面から板厚の1/15深さの領域である表層領域における旧オーステナイト粒の平均アスペクト比を、前記内部領域における前記旧オーステナイト粒の前記平均アスペクト比で除した値が、0.950未満であることを特徴とする熱延鋼板。

[請求項2]

前記化学組成が、質量%で、

Ti : 0.001 ~ 0.180%、

Nb : 0.001 ~ 0.100%、

V : 0.001 ~ 1.000%、

Cu : 0.001 ~ 1.000%、

Cr : 0.001 ~ 2.000%、

Mo : 0.001 ~ 3.000%、

Ni : 0.001 ~ 0.500%、

B : 0.0001 ~ 0.0100%、

Ca : 0.0001 ~ 0.0500%、

Mg : 0.001 ~ 0.050%、

REM : 0.0001 ~ 0.1000%、

Bi : 0.001 ~ 0.100%、

Ta : 0.001 ~ 0.100%、

Zr : 0.001 ~ 0.500%、

Co : 0.001 ~ 3.000%、

Zn : 0.001 ~ 0.200%、

W : 0.001 ~ 0.200%、

Sb : 0.001 ~ 0.500%、

As : 0.001 ~ 0.050%、及び

Sn : 0.001 ~ 0.050%からなる群から選択される1種以上を含有することを特徴とする請求項1に記載の熱延鋼板。

[請求項3] 前記表層領域における前記旧オーステナイト粒の前記平均アスペクト比を、前記内部領域における前記旧オーステナイト粒の前記平均アスペクト比で除した前記値が0.900以下であることを特徴とする請求項1又は2に記載の熱延鋼板。

[請求項4] 前記内部領域における前記旧オーステナイト粒の前記平均アスペクト比が3.00未満であることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の熱延鋼板。

[請求項5] 請求項1～4のいずれか1項に記載の熱延鋼板を含む部品。

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/034451

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<p><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; C22C38/00 301A; C21D9/46 T; C21D8/02 A</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>		
<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 2021/193310 A1 (JFE STEEL CORPORATION) 30 September 2021 (2021-09-30) claims, tables 1-3	1-5
A	WO 2022/153927 A1 (NIPPON STEEL CORPORATION) 21 July 2022 (2022-07-21) claims, tables 1A-3B	1-5
A	JP 2016-211073 A (JFE STEEL CORPORATION) 15 December 2016 (2016-12-15) claims, tables 1-3	1-5
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“D” document cited by the applicant in the international application</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search <b>03 December 2024</b>		Date of mailing of the international search report <b>17 December 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/JP2024/034451</b>
---

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2021/193310 A1	30 September 2021	EP 4086361 A1 claims, tables 1-3	
		US 2023/0140191 A1	
		CN 115298341 A	
-----			
WO 2022/153927 A1	21 July 2022	EP 4279617 A1 claims, tables 1A-3B	
		US 2023/0357908 A1	
		CN 116323989 A	
-----			
JP 2016-211073 A	15 December 2016	(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; C21D 8/02(2006.01)i; C21D 9/46(2006.01)i; C22C 38/60(2006.01)i FI: C22C38/00 301W; C22C38/60; C22C38/00 301A; C21D9/46 T; C21D8/02 A		
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		
国際調査でを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 2021/193310 A1（JFEスチール株式会社）30.09.2021（2021-09-30） 請求の範囲，表1-表3	1-5
A	WO 2022/153927 A1（日本製鉄株式会社）21.07.2022（2022-07-21） 請求の範囲，表1A-表3B	1-5
A	JP 2016-211073 A（JFEスチール株式会社）15.12.2016（2016-12-15） 特許請求の範囲，表1-表3	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、一般的技术水準を示すもの “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	03. 12. 2024	国際調査報告の発送日 17. 12. 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/JP2024/034451

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2021/193310	A1	30.09.2021	EP	4086361	A1	
				Claims, Table1-Table3			
				US	2023/0140191	A1	
				CN	115298341	A	
-----							
WO	2022/153927	A1	21.07.2022	EP	4279617	A1	
				Claims, Table1A-Table3B			
				US	2023/0357908	A1	
				CN	116323989	A	
-----							
JP	2016-211073	A	15.12.2016	(ファミリーなし)			
-----							