

(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9月19日(19.09.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/190769 A1

(51) 国際特許分類:

C22C 38/00 (2006.01) C21D 9/46 (2006.01)
B22D 11/00 (2006.01) C22C 18/00 (2006.01)
C21D 1/18 (2006.01) C22C 21/00 (2006.01)
C21D 9/00 (2006.01) C22C 38/60 (2006.01)

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). 入川 秀昭(IRIKAWA Hideaki); 〒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).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/009506

(22) 国際出願日: 2024年3月12日(12.03.2024)

(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 2023-038695 2023年3月13日(13.03.2023) 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: 田畑 進一郎 (TABATA Shinichiro); 〒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). 藪 翔平 (YABU Shohei); 〒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). 楠見 和久(KUSUMI Kazuhisa); 〒1008071

(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,

(54) Title: STEEL MEMBER AND STEEL SHEET

(54) 発明の名称: 鋼部材及び鋼板

(57) Abstract: This steel member has a predetermined chemical composition and has the following configuration. When, in the direction of member thickness and from the surface, a range from a position 1/8 the thickness to a position 3/8 the thickness, the range being centered on a position 1/4 the thickness, is defined as a 1/4 depth position, and when, regarding the grain boundaries of crystal grains having a body-centered structure and being located at the 1/4 depth position, the lengths of grain boundaries with rotation angles of 49 ° to 56 °, where the rotation axis is in the <011> direction, are taken to be L49-56 °, the lengths of grain boundaries with a rotation angles of 64 ° to 72 ° are taken to be L64-72 °, the lengths of grain boundaries with rotation angles of 57 ° to 63 ° are taken to be L57-63 °, and the lengths of grain boundaries with rotation angles of 4 ° to 12 ° are taken to be L4-12 °, the ratio of the sum of L49-56 ° and L64-72 ° to the sum of L57-63 ° and L4-12 ° (L49-56 ° + L64-72 °)/(L57-63 ° + L4-12 °) is 1.40 or more. Furthermore, the tensile strength of the steel member exceeds 1500 MPa.

(57) 要約: この鋼部材は、所定の化学組成を有し、表面から厚さ方向に、厚さの1/4の位置を中心とする前記表面から前記厚さ方向に前記厚さの1/8の位置~3/8の位置の範囲を1/4深さ位置としたとき、前記1/4深さ位置において、体心構造を持つ結晶粒の粒界のうち、<011>方向を回転軸として、回転角が49~56°となる粒界の長さをL49-56°、回転角が64~72°となる粒界の長さをL64-72°、回転角が57~63°となる粒界の長さをL57-63°、回転角が4~12°となる粒界の長さをL4-12°としたとき、前記L49-56°とL64-72°との和と、前記L57-63°と前記L4-12°との和の比である、(L49-56°+L64-72°)/(L57-63°+L4-12°)が、1.40以上であり、引張強さが1500MPa超である。

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))

明 細 書

発明の名称： 鋼部材及び鋼板

技術分野

[0001] 本発明は、鋼部材及び鋼板に関する。

本願は、2023年03月13日に、日本に出願された特願2023-038695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] 自動車用鋼板の分野においては、昨今の環境規制および衝突安全基準の厳格化を背景に、燃費と衝突安全性との両方を向上させるため、高い引張強さを有する鋼板（高強度鋼板）の適用が拡大している。しかしながら、高強度化に伴い鋼板のプレス成形性が低下するので、複雑な形状の製品を製造することが困難になってきている。

[0003] 具体的には、高強度化に伴って鋼板の延性が低下し、複雑な形状に加工した場合に高加工部位で破断するという問題が生じている。また、鋼板の高強度化に伴って、加工後の残留応力によってスプリングバックおよび壁反りが発生し、寸法精度が劣化するという問題も生じている。したがって、高強度、特に780MPa以上の引張強さを有する鋼板を、複雑な形状を有する製品にプレス成形することは容易ではない。プレス成形ではなくロール成形によれば、高強度の鋼板を加工しやすいが、その適用先は長手方向に一様な断面を有する部品に限定される。

[0004] そこで近年、例えば、特許文献1～3に開示されるように、高強度鋼板のような成形が困難な材料をプレス成形する技術として、ホットスタンプが採用されている。ホットスタンプとは、成形に供する材料を加熱してから成形する熱間成形技術である。

[0005] この技術では、材料を加熱してから成形する。そのため、成形時には、鋼材が軟質であり、良好な成形性を有する。これにより、高強度な鋼板であっても、複雑な形状に精度よく成形することができる。また、ホットスタンプ

では、プレス金型によって成形と同時に焼入れを行うので、成形後の鋼材（鋼部材）は十分な強度を有する。

[0006] 例えば、特許文献1によれば、ホットスタンプにより、鋼板を成形して得られる鋼部材に1400MPa以上の引張強さを付与することが可能となることが開示されている。

[0007] 近年、世界各国がより高いCO₂削減目標を設定し、各自動車会社は衝突安全に配慮した燃費削減を進めている。ガソリン車は勿論、急速に開発が進む電動車においても、乗客だけでなくバッテリーを衝突から守り、またその重量増加分を相殺するため、その材料として、さらなる高強度材が求められている。例えば自動車等に用いられる鋼部材においては、前述の特許文献1や、現在ホットスタンプにより成形された鋼部材として一般的に使用されている強度を超える、より高強度な（1.5GPa（1500MPa）を超える強度の）鋼材が必要とされている。

[0008] 引張強さが1.5GPaを超える高強度鋼材に関して、例えば特許文献2には、靱性に優れ、かつ引張強さが1.8GPa以上の、熱間プレス成形されたプレス成形品が開示されている。特許文献3には、2.0GPa以上という極めて高い引張強さを有し、さらに、良好な靱性と延性とを有する鋼材が開示されている。特許文献4には、1.8GPa以上という高い引張強さを有し、さらに、良好な靱性を有する鋼材が開示されている。特許文献5には、2.0GPa以上という極めて高い引張強さを有し、さらに、良好な靱性を有する鋼材が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：日本国特開2002-102980号公報

特許文献2：日本国特開2012-180594号公報

特許文献3：日本国特開2012-1802号公報

特許文献4：国際公開第2015/182596号

特許文献5：国際公開第2015/182591号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0010] 金属材料の多くは、高強度化に伴い諸特性が劣化し、特に水素脆化の感受性が高まる。鋼部材においては、引張強さが1.2 GPa以上になると水素脆化感受性が高まることが知られており、1.5 GPa超の引張強さを有するホットスタンプ部材においては、水素脆化感受性がさらに高まると懸念されている。さらなる車体軽量化のために1.5 GPa超のホットスタンプ部材を車体へ適用するためには、耐水素脆性を一層向上させることが望ましい。
- [0011] 本発明は、高強度かつ耐水素脆性に優れる鋼部材、及びその鋼部材の素材として好適な鋼板を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

- [0012] 本発明者らは、高い引張強さを有し、かつ耐水素脆性に優れる鋼部材を得るべく、これら特性に及ぼす、金属組織や、素材となる鋼板の影響について調査した。その結果、以下の知見を得た。
- [0013] (a) 一般に使用されている、ホットスタンプのような焼入れを含む熱処理後に引張強さが1.5 GPa (1500 MPa) 程度を示す鋼板の多くは、0.20質量%程度のCを含有し、このCによって熱処理後の強度を確保している。
- 本発明者らは、さらなる車体軽量化のため、C含有量を高めることで熱処理後に1.5 GPa超の高強度を有する鋼部材を得るための詳細検討を行った。その結果、C含有量を0.26質量%以上とすることで、ホットスタンプのような焼入れを含む熱処理後に引張強さで1.5 GPa超の超高強度が得られることが分かった。
- [0014] 一方で、引張強さ1.5 GPa超への超高強度化に伴い、水素脆化感受性は増大し、自動車使用時の腐食環境において発生する水素によって水素脆化割れが発生することが懸念された。
- [0015] (b) 本発明者らは、引張強さが1.5 GPa超の高強度鋼部材において

、耐水素脆性を向上させる手法について検討を行った。その結果、特定の回転角を有する結晶粒界同士の長さの比を制御することにより、耐水素脆性を向上できることを見出した。

[0016] (c) また、本発明者らは、特定の回転角を有する結晶粒界の長さは、鋼中のW（タングステン）の存在状態によって大きく変化すること、Wの存在状態は、製造条件によって制御できることを見出した。

[0017] 本発明者は上記の知見に鑑みてなされた。本発明は、下記を要旨とする。

[1] 本発明の一態様に係る鋼部材は、化学組成が、質量%で、C：0.26～0.65%、Si：0～2.00%、Mn：0～3.00%、P：0.100%以下、S：0.0100%以下、N：0.020%以下、O：0.010%以下、W：0.10～2.00%、Nb：0～0.10%、Ti：0～0.200%、Cu：0～2.00%、Ni：0～2.00%、Cr：0～1.00%、B：0～0.0200%、Mo：0～1.00%、V：0～1.00%、Ca：0～0.020%、Mg：0～0.010%、Al：0～1.00%、Sn：0～1.00%、Sb：0～1.00%、Zr：0～1.00%、Se：0～1.00%、Bi：0～1.00%、As：0～1.00%、Ta：0～1.00%、Re：0～1.00%、Os：0～1.00%、Ir：0～1.00%、Tc：0～1.00%、Co：0～1.00%、REM：0～0.30%、及び、残部：Fe及び不純物であり、表面から厚さ方向に、厚さの1/4の位置を中心とする前記表面から前記厚さ方向に前記厚さの1/8の位置～3/8の位置の範囲を1/4深さ位置としたとき、前記1/4深さ位置において、体心構造を持つ結晶粒の粒界のうち、 $\langle 011 \rangle$ 方向を回転軸として、回転角が $49 \sim 56^\circ$ となる粒界の長さを L_{49-56} 、回転角が $64 \sim 72^\circ$ となる粒界の長さを L_{64-72} 、回転角が $57 \sim 63^\circ$ となる粒界の長さを L_{57-63} 、回転角が $4 \sim 12^\circ$ となる粒界の長さを L_{4-12} としたとき、前記 L_{49-56} と L_{64-72} との和と、前記 L_{57-63} と前記 L_{4-12} との和の比である、 $(L_{49-56} + L_{64-72}) / (L_{57-63} + L_{4-12})$

4-12°)が、1.40以上であり、引張強さが1500MPa超である。

[2] [1]に記載の鋼部材は、前記化学組成が、質量%で、Nb:0.01~0.10%であり、前記1/4深さ位置に、Nb系析出物が存在し、前記Nb系析出物のW濃度が、前記鋼部材のW含有量の5.0倍以上であってもよい。

[3] [1]または[2]に記載の鋼部材は、前記表面に、被覆を有してもよい。

[4] [3]に記載の鋼部材は、前記被覆が、Fe-Al系合金またはFe-Zn系合金を主体としてもよい。

[5] 本発明の別の態様に係る鋼板は、化学組成が、質量%で、C:0.26~0.65%、Si:0~2.00%、Mn:0~3.00%、P:0.100%以下、S:0.0100%以下、N:0.020%以下、O:0.010%以下、W:0.10~2.00%、Nb:0~0.10%、Ti:0~0.200%、Cu:0~2.00%、Ni:0~2.00%、Cr:0~1.00%、B:0~0.0200%、Mo:0~1.00%、V:0~1.00%、Ca:0~0.020%、Mg:0~0.010%、Al:0~1.00%、Sn:0~1.00%、Sb:0~1.00%、Zr:0~1.00%、Se:0~1.00%、Bi:0~1.00%、As:0~1.00%、Ta:0~1.00%、Re:0~1.00%、Os:0~1.00%、Ir:0~1.00%、Tc:0~1.00%、Co:0~1.00%、REM:0~0.30%、及び、残部:Fe及び不純物であり、表面から厚さ方向に、厚さの1/4の位置を中心とする前記表面から前記厚さ方向に前記厚さの1/8の位置~3/8の位置の範囲を1/4深さ位置としたとき、前記1/4深さ位置において、結晶方位差が5°以上の境界で囲まれ、その境界の内部の平均結晶方位差が0.4~3.0°である領域の面積分率が80%以下である。

[6] [5]に記載の鋼板は、前記化学組成が、質量%で、Nb:0.01

～0.10%であり、前記1/4深さ位置に、Nb系析出物が存在し、前記Nb系析出物のW濃度が、前記鋼板のW含有量の5.0倍以上であってもよい。

[7] [5] または [6] に記載の鋼板は、前記表面に被覆を有してもよい。

[8] [7] に記載の鋼板は、前記被覆が、Al系被覆またはZn系被覆であってもよい。

発明の効果

[0018] 本発明の上記態様によれば、高強度かつ耐水素脆性に優れる鋼部材、及びその鋼部材の素材として好適な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

[0019] <鋼部材>

本発明の一実施形態に係る鋼部材（本実施形態に係る鋼部材）について説明する。以下、表面から厚さ方向に厚さの1/4の位置を中心とする表面から厚さ方向に厚さの1/8の位置～3/8の位置の範囲を1/4深さ位置として説明する。

本実施形態に係る鋼部材は、所定の化学組成を有し、1/4深さ位置において、 $(L49-56^\circ + L64-72^\circ) / (L57-63^\circ + L4-12^\circ)$ が、1.40以上であり、引張強さが1500MPa超である。

それぞれについて説明する。

[0020] [化学組成]

本実施形態に係る鋼部材の化学組成は、質量%で、C：0.26～0.65%、Si：0～2.00%、Mn：0～3.00%、P：0.100%以下、S：0.0100%以下、N：0.020%以下、O：0.010%以下、W：0.10～2.00%、Nb：0～0.10%、Ti：0～0.200%、Cu：0～2.00%、Ni：0～2.00%、Cr：0～1.00%、B：0～0.0200%、Mo：0～1.00%、V：0～1.00%、Ca：0～0.020%、Mg：0～0.010%、Al：0～1.0

0%、Sn：0～1.00%、Sb：0～1.00%、Zr：0～1.00%、Se：0～1.00%、Bi：0～1.00%、As：0～1.00%、Ta：0～1.00%、Re：0～1.00%、Os：0～1.00%、Ir：0～1.00%、Tc：0～1.00%、Co：0～1.00%、REM：0～0.30%、及び、残部：Fe及び不純物である。

各元素の含有量の限定理由は下記の通りである。

[0021] (C：0.26～0.65%)

Cは、鋼の焼入れ性を高め、鋼板をホットスタンプなどの焼入れに供した後に得られる鋼部材の強度を向上させる元素である。C含有量が0.26%未満では、焼入れ後の（焼入れに供した後に得られる）鋼部材において十分な強度（1.5GPa（1500MPa）超）を確保することが困難となる。したがって、C含有量は0.26%以上とする。C含有量は0.28%以上とすることが好ましく、0.31%以上または0.32%以上とすることがより好ましい。また、さらに高い引張強さ、例えば2300MPa以上、を得る場合、C含有量は、0.45%以上であることが好ましい。

一方、C含有量が0.65%を超えると、焼入れ後の鋼部材の強度が過剰に高くなり、耐水素脆性の低下が著しくなる。したがって、C含有量は0.65%以下とする。C含有量は、0.60%以下とすることが好ましく、0.56%以下または0.55%以下とすることがより好ましい。

[0022] (Si：0～2.00%)

Siは、含有されなくてもよい（0%でもよい）が、鋼の焼入れ性を高め、焼入れ後の鋼部材の強度を安定して確保するために有効な元素である。そのため、含有させてもよい。上記の効果を得る場合、Si含有量は0.10%以上とすることが好ましく、0.20%以上とすることがより好ましく、0.35%以上とすることがさらに好ましい。

一方、鋼中のSi含有量が2.00%を超えると、熱処理（焼入れ）に際して、オーステナイト変態のために必要となる加熱温度が著しく高くなる。これにより、熱処理に要するコストが上昇したり、加熱時にフェライトが残

留して鋼部材の強度が低下したりする場合がある。したがって、Si含有量は2.00%以下とする。Si含有量は1.70%以下とすることが好ましく、1.50%以下とすることがより好ましい。

[0023] (Mn : 0 ~ 3.00%)

Mnは、含有されなくてもよい(0%でもよい)が、鋼の焼入れ性を高め、焼入れ後の強度を安定して確保するために、非常に効果のある元素である。Mnはさらに、Ac3点を下げ、焼入れ処理温度の低温化を促進する元素である。そのため、含有させてもよい。上記効果を得る場合、Mn含有量は0.05%以上とすることが好ましく、0.15%以上とすることがより好ましく、0.25%以上または0.30%以上とすることがさらに好ましい。

一方、Mn含有量が3.00%を超えると、焼入れ後の鋼部材の耐水素脆性が劣化する。そのためMn含有量は3.00%以下とする。Mn含有量は、2.50%以下とすることが好ましく、2.10%以下とすることがより好ましく、1.50%以下または1.00%以下とすることがさらに好ましい。

[0024] (P : 0.100%以下)

Pは、焼入れ後の鋼部材の耐水素脆性を低下させる元素である。特に、P含有量が0.100%を超えると、耐水素脆性の低下が著しくなる。したがって、P含有量は0.100%以下に制限する。P含有量は、0.050%以下に制限することが好ましく、0.020%以下に制限することがより好ましい。

P含有量は少ない方が好ましいので、0%でもよいが、コストの観点から0.001%以上としてもよい。

[0025] (S : 0.0100%以下)

Sは、焼入れ後の鋼部材の耐水素脆性を低下させる元素である。特に、S含有量が0.0100%を超えると、耐水素脆性の低下が著しくなる。したがって、S含有量は0.0100%以下に制限する。S含有量は、0.00

50%以下に制限することが好ましく、0.0035%以下に制限することがより好ましい。S含有量は少ない方が好ましいので、0%でもよいが、コストの観点から0.0001%以上としてもよい。

[0026] (N : 0.020%以下)

Nは、焼入れ後の鋼部材の耐水素脆性を低下させる元素である。特に、N含有量が0.020%を超えると、鋼中に粗大な窒化物が形成され、耐水素脆性が著しく低下する。したがって、N含有量は0.020%以下とする。N含有量は、好ましくは0.015%以下、0.010%以下または0.006%以下である。N含有量の下限は特に限定する必要はなく0%でもよいが、N含有量を0.0002%未満とすることは製鋼コストの増大を招き、経済的に好ましくない。そのため、N含有量は0.0002%以上としてもよく、0.0008%以上、または0.001%以上としてもよい。

[0027] (O : 0.010%以下)

Oは、焼入れ後の鋼部材の耐水素脆性を低下させる元素である。特に、O含有量が0.010%を超えると、鋼中に粗大な窒化物が形成され、耐水素脆性が著しく低下する。したがって、O含有量は0.010%以下とする。O含有量は、好ましくは0.007%以下、0.005%以下または0.003%以下である。O含有量の下限は特に限定する必要はなく0%でもよいが、O含有量を0.0002%未満とすることは製鋼コストの増大を招き、経済的に好ましくない。そのため、O含有量は0.0002%以上としてもよく、0.0008%以上、または0.001%以上としてもよい。

[0028] (W : 0.10~2.00%)

Wは本実施形態に係る鋼部材において、重要な元素である。Wは、粒界に偏析する元素であり、上述した特定の回転角を有する結晶粒界の発達を促進するために有効な元素である。また、Wは、鋼の焼入れ性を高め、焼入れ後の鋼部材の強度を安定して確保するために有効な元素である。また、Wは腐食環境において耐食性を向上させる元素である。

W含有量が0.10%未満では、十分な効果が得られない。そのため、W

含有量は0.10%以上とする。W含有量は0.20%以上とすることが好ましく、0.40%以上とすることがより好ましい。

一方、W含有量が2.00%を超えると、上記の効果が飽和して経済性が低下する。したがって、W含有量は2.00%以下とする。W含有量は1.50%以下とすることが好ましく、1.00%以下とすることがより好ましく、0.80%以下とすることがさらに好ましい。

[0029] (Nb : 0~0.10%)

Nbは、鋼中で微細な炭化物、窒化物または炭窒化物を形成し、これら析出物による細粒化効果により、熱間圧延工程におけるCu熱間脆化割れを抑制する元素である。また、本実施形態に係る鋼板では、Nb系析出物のWを濃化させる（母鋼材のW濃度（W含有量）よりも高くする）ことで、鋼部材の耐水素脆性が向上する。そのため、Nb含有量は0%でもよいが、Nbを含有してもよい。

上記の効果を得る場合、Nb含有量は0.01%以上とすることが好ましい。Nb含有量は、より好ましくは0.02%以上である。

一方、Nb含有量が0.10%を超えると、炭窒化物が粗大化し、連続鋳造工程における曲げ矯正割れが促進される。また、固溶Nbが後述する鋼部材における特定の回転角を有する結晶粒界の発達を阻害し、鋼部材の耐水素脆性が低下する。そのため、Nb含有量は0.10%以下とする。Nb含有量は0.08%以下とすることが好ましい。

[0030] (Ti : 0~0.200%)

Tiは、鋼中でNbと共に微細な炭化物、炭窒化物等を形成し、それらによる細粒化効果により、熱間圧延工程におけるCu熱間脆化割れを抑制し、また鋼部材の耐水素脆性を向上させる作用を有する元素である。また、Tiは、鋼中のNと優先的に結合して窒化物を形成し、BNの析出による固溶Bの消費を抑制し、後述するBによる焼入れ性向上の効果を促進する元素でもある。そのため、Tiの含有なし、つまり、Ti含有量は0%でもよいが、Tiを含有してもよい。

上記の効果を得る場合、Ti含有量は0.005%以上とすることが好ましい。Ti含有量は、0.010%以上とすることがより好ましく、0.015%以上とすることがさらに好ましい。

一方、Ti含有量が0.200%を超えると、炭窒化物等が粗大化し、連続鑄造工程における曲げ矯正割れが促進される。また、固溶Tiが後述する鋼部材における特定の回転角を有する結晶粒界の発達を阻害し、鋼部材の耐水素脆性が低下する。また、Nbとの炭窒化物やTiNの他に、TiCの析出量が増加してCが消費されるので、焼入れ後の鋼部材の強度が低下する。したがって、Ti含有量は0.200%以下とする。Ti含有量は0.080%以下とすることが好ましく、0.050%以下とすることがさらに好ましい。

[0031] (Cu : 0~2.00%)

Cuは、鋼の焼入れ性を高め、焼入れ後の鋼部材の強度を安定して確保するために有効な元素である。また、Cuは腐食環境において耐食性を向上させる元素である。そのため、Cuの含有なし、つまり、Cu含有量は0%でもよいが、Cuを含有させてもよい。上記の効果を得る場合、Cu含有量を0.10%以上とすることが好ましい。Cu含有量はより好ましくは0.20%以上である。

一方、Cu含有量が2.00%を超えると上記の効果は飽和する上、コストが増加する。したがって、Cu含有量は2.00%以下とする。Cu含有量は1.50%以下とすることが好ましく、1.00%以下または0.60%以下とすることがより好ましい。

[0032] (Ni : 0~2.00%)

Niは、鋼の焼入れ性を高め、焼入れ後の鋼部材の強度を安定して確保するために有効な元素である。また、Niは鋼板の製造においてCu熱間脆化割れを抑制する作用を有する元素である。そのため、Niの含有なし、つまり、Ni含有量は0%でもよいが、Niを含有させてもよい。上記の効果を得る場合、Ni含有量は0.10%以上とすることが好ましく、0.20%

以上とすることがより好ましい。

一方、Ni含有量が2.00%を超えると上記の効果は飽和する上、コストが増加する。したがって、Ni含有量は2.00%以下とする。Ni含有量は1.00%以下とすることが好ましく、0.50%以下とすることがより好ましく、0.20%以下または0.10%以下とすることがさらに好ましい。

[0033] (Cr: 0~1.00%)

Crは、鋼の焼入れ性を高め、焼入れ後の鋼部材の強度を安定して確保するために有効な元素である。そのため、Crの含有なし、つまり、Cr含有量は0%でもよいが、Crを含有させてもよい。上記の効果を得る場合、Cr含有量は0.03%以上とすることが好ましく、0.05%以上とすることがより好ましい。

一方、Cr含有量が1.00%を超えると上記の効果は飽和する上、コストが増加する。またCrは鉄炭化物を安定化させる作用を有するので、Cr含有量が1.00%を超えると鋼板の熱処理時に粗大な鉄炭化物が溶け残り、鋼部材の耐水素脆性が低下する場合がある。したがって、Cr含有量は1.00%以下とする。Cr含有量は0.50%以下とすることが好ましく、0.20%以下とすることがより好ましく、0.15%以下または0.10%以下とすることがさらに好ましい。

[0034] (B: 0~0.0200%)

Bは、微量でも鋼の焼入れ性を高める作用を有する元素である。また、Bは粒界に偏析することで、粒界を強化して耐水素脆性を向上させる元素であり、鋼板の加熱時にオーステナイトの粒成長を抑制する元素である。そのため、Bの含有なし、つまり、B含有量は0%でもよいが、Bを含有させてもよい。上記の効果を得る場合、B含有量は0.0005%以上とすることが好ましく、0.0010%以上とすることがより好ましく、0.0015%以上とすることがさらに好ましい。

一方、B含有量が0.0200%を超えると、粗大な化合物が多く析出し

、鋼部材の耐水素脆性が低下する。したがって、含有させる場合、B含有量は0.0200%以下とする。B含有量は0.0080%以下とすることが好ましく、0.0050%以下とすることがさらに好ましい。

[0035] (Mo : 0~1.00%)

Moは、鋼の焼入れ性を高め、焼入れ後の鋼部材の強度を安定して確保するために、非常に効果のある元素である。特に、上記Bと複合含有させることで焼入れ性向上の相乗効果が得られる。そのため、Moの含有なし、つまり、Mo含有量は0%でもよいが、Moを含有させても良い。上記の効果を得る場合、Mo含有量は0.10%以上とすることが好ましく、0.20%以上とすることがより好ましい。

一方、Moは、鉄炭化物を安定化させる作用を有する元素である。Mo含有量が1.00%を超えると鋼板の加熱時に粗大な鉄炭化物が溶け残り、焼入れ後の鋼部材の耐水素脆性が低下する場合がある。また、コスト増加が著しい。したがって、含有させる場合、Mo含有量は1.00%以下とする。Mo含有量は0.80%以下とすることが好ましく、0.50%以下とすることがさらに好ましい。

[0036] (V : 0~1.00%)

Vは、鋼中で微細な炭化物を形成し、その炭化物による細粒化効果や水素トラップ効果により、鋼部材の耐水素脆性を向上させる元素である。そのため、Vの含有なし、つまり、V含有量は0%でもよいが、Vを含有させてもよい。上記の効果を得る場合、V含有量を0.01%以上とすることが好ましく、0.10%以上とすることがより好ましい。

一方、V含有量が1.00%を超えると、上記の効果が飽和して経済性が低下する。したがって、含有させる場合、V含有量は1.00%以下とする。V含有量は、0.50%以下または0.20%以下とすることが好ましい。

[0037] (Ca : 0~0.020%)

Caは、鋼中の介在物を微細化し、焼入れ後の鋼部材の耐水素脆性を高め

る効果を有する元素である。そのため、Caの含有なし、つまり、Ca含有量は0%でもよいが、Caを含有させてもよい。上記の効果を得る場合、Ca含有量を0.001%以上とすることが好ましく、0.002%以上とすることがより好ましい。

一方、Ca含有量が0.020%を超えるとその効果は飽和する上、コストが増加する。したがって、含有させる場合、Ca含有量は0.020%以下とする。Ca含有量は、0.005%以下とすることが好ましく、0.004%以下とすることがより好ましい。

[0038] (Mg : 0~0.010%)

Mgは、鋼中の介在物を微細化し、熱処理後の耐水素脆性を高める効果を有する元素である。そのため、Mgの含有なし、つまり、Mg含有量は0%でもよいが、Mgを含有させてもよい。上記の効果を得る場合、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0.002%以上である。

一方、Mg含有量が0.010%を超えるとその効果は飽和する上、コストが増加する。したがって、含有させる場合、Mg含有量は0.010%以下とする。Mg含有量は、好ましくは0.005%以下であり、より好ましくは0.004%以下である。

[0039] (Al : 0~1.00%)

Alは、鋼の脱酸剤として一般的に用いられる元素である。そのため、Alの含有なし、つまり、Al含有量は0%でもよいが、Alを含有させてもよい。上記の効果を得るためには、Al含有量を0.01%以上とすることが好ましい。

一方、Al含有量が1.00%を超えると、上記の効果が飽和して経済性が低下する。したがって、含有させる場合、Al含有量は1.00%以下とする。Al含有量は、好ましくは0.30%以下であり、0.10%以下であってもよい。

[0040] (Sn : 0~1.00%)

S nは腐食環境において耐食性を向上させる元素である。そのため、S nの含有なし、つまり、S n含有量は0%でもよいが、S nを含有させてもよい。上記の効果を得る場合、S n含有量を0.01%以上とすることが好ましい。S n含有量は0.03%以上とすることがより好ましく、0.05%以上とすることがさらに好ましい。

一方、S n含有量が1.00%を超えると粒界強度が低下し、焼入れ後の鋼部材の耐水素脆性が低下する。したがって、含有させる場合、S n含有量は1.00%以下とする。S n含有量は、好ましくは0.30%以下であり、0.10%以下であってもよい。

[0041] (S b : 0~1.00%)

S bは、腐食環境において耐食性を向上させる元素である。そのため、S bの含有なし、つまり、S b含有量は0%でもよいが、S bを含有させてもよい。上記の効果を得る場合、S b含有量を0.01%以上とすることが好ましい。

一方、S b含有量が1.00%を超えると粒界強度が低下し、焼入れ後の鋼部材の耐水素脆性が低下する。したがって、含有させる場合、S b含有量は1.00%以下とする。S b含有量は、好ましくは0.30%以下であり、0.10%以下であってもよい。

[0042] (Z r : 0~1.00%)

Z rは、腐食環境において耐食性を向上させる元素である。そのため、Z rの含有なし、つまり、Z r含有量は0%でもよいが、Z rを含有させてもよい。上記の効果を得る場合、Z r含有量を0.01%以上とすることが好ましい。

一方、Z r含有量が1.00%を超えると粒界強度が低下し、焼入れ後の鋼部材の耐水素脆性が低下する。したがって、含有させる場合、Z r含有量は1.00%以下とする。Z r含有量は、好ましくは0.30%以下である。

[0043] (S e : 0~1.00%)

Seは、耐水素脆性を向上させる元素である。そのため、Seの含有なし、つまり、Se含有量は0%でもよいが、Seを含有させてもよい。上記の効果を得る場合、Se含有量を0.01%以上とすることが好ましい。

一方、Se含有量が1.00%を超えるとその効果は飽和する上、コストが増加する。したがって、含有させる場合、Se含有量は1.00%以下とする。Se含有量は、好ましくは0.40%以下である。

[0044] (Bi : 0~1.00%)

Biは、耐水素脆性を向上させる元素である。そのため、Biの含有なし、つまり、Bi含有量は0%でもよいが、Biを含有させてもよい。上記の効果を得る場合、Bi含有量を0.01%以上とすることが好ましい。

一方、Bi含有量が1.00%を超えるとその効果は飽和する上、コストが増加する。したがって、含有させる場合、Bi含有量は1.00%以下とする。Bi含有量は、好ましくは0.30%以下である。

[0045] (As : 0~1.00%)

Asは、耐水素脆性を向上させる元素である。そのため、Asの含有なし、つまり、As含有量は0%でもよいが、Asを含有させてもよい。上記の効果を得る場合、As含有量を0.01%以上とすることが好ましい。

一方、As含有量が1.00%を超えるとその効果は飽和する上、コストが増加する。したがって、含有させる場合、As含有量は1.00%以下とする。As含有量は、好ましくは0.40%以下である。

[0046] (Ta : 0~1.00%)

Taは、耐水素脆性を向上させる元素である。そのため、Taの含有なし、つまり、Ta含有量は0%でもよいが、Taを含有させてもよい。上記の効果を得る場合、Ta含有量を0.01%以上とすることが好ましい。

一方、Ta含有量が1.00%を超えるとその効果は飽和する上、コストが増加する。したがって、含有させる場合、Ta含有量は1.00%以下とする。Ta含有量は、好ましくは0.50%以下である。

[0047] (Re : 0~1.00%)

Reは、耐水素脆性を向上させる元素である。そのため、Reの含有なし、つまり、Re含有量は0%でもよいが、Reを含有させてもよい。上記の効果を得る場合、Re含有量を0.01%以上とすることが好ましい。

一方、Re含有量が1.00%を超えるとその効果は飽和する上、コストが増加する。したがって、含有させる場合、Re含有量は1.00%以下とする。Re含有量は、好ましくは0.40%以下である。

[0048] (Os : 0~1.00%)

Osは、耐水素脆性を向上させる元素である。そのため、Osの含有なし、つまり、Os含有量は0%でもよいが、Osを含有させてもよい。上記の効果を得る場合、Os含有量を0.01%以上とすることが好ましい。

一方、Os含有量が1.00%を超えるとその効果は飽和する上、コストが増加する。したがって、含有させる場合、Os含有量は1.00%以下とする。Os含有量は、好ましくは0.30%以下である。

[0049] (Ir : 0~1.00%)

Irは、耐水素脆性を向上させる元素である。そのため、Irの含有なし、つまり、Ir含有量は0%でもよいが、Irを含有させてもよい。上記の効果を得る場合、Ir含有量を0.01%以上とすることが好ましい。

一方、Ir含有量が1.00%を超えるとその効果は飽和する上、コストが増加する。したがって、含有させる場合、Ir含有量は1.00%以下とする。Ir含有量は、好ましくは0.30%以下である。

[0050] (Tc : 0~1.00%)

Tcは、耐水素脆性を向上させる元素である。そのため、Tcの含有なし、つまり、Tc含有量は0%でもよいが、Tcを含有させてもよい。上記の効果を得る場合、Tc含有量を0.01%以上とすることが好ましい。

一方、Tc含有量が1.00%を超えるとその効果は飽和する上、コストが増加する。したがって、含有させる場合、Tc含有量は1.00%以下とする。Tc含有量は、好ましくは0.40%以下であり、より好ましくは0.20%以下である。

[0051] (C_o : 0 ~ 1.00%)

C_oは腐食環境において耐食性を向上させる元素である。そのため、C_oの含有なし、つまり、C_o含有量は0%でもよいが、C_oを含有させてもよい。上記の効果を得る場合、C_o含有量を0.01%以上とすることが好ましい。

一方、C_o含有量が1.00%を超えると、上記の効果が飽和して経済性が低下する。したがって、含有させる場合、C_o含有量は1.00%以下とする。C_o含有量は、好ましくは0.40%以下であり、より好ましくは0.10%以下である。

[0052] (REM : 0 ~ 0.30%)

REMは、Caと同様に鋼中の介在物を微細化し、焼入れ後の鋼部材の耐水素脆性を向上させる効果を有する元素である。そのため、REMの含有なし、つまり、REM含有量は0%でもよいが、REMを含有させてもよい。上記の効果を得る場合、REM含有量を0.01%以上とすることが好ましく、0.02%以上とすることがより好ましい。

一方、REM含有量が0.30%を超えると、その効果は飽和する上、コストが増加する。したがって、含有させる場合、REM含有量は0.30%以下とする。REM含有量は0.20%以下とすることが好ましい。

ここで、REMは、Sc、Y及びLa、Ce、Nd等のランタノイドの合計17元素を指し、REMの含有量はこれらの元素の合計含有量を意味する。REMは、例えばFe-Si-REM合金を使用して溶鋼に添加され、この合金には、例えば、Sc、Y、La、Ce、Pr、Ndが含まれる。

[0053] (残部 : Fe 及び不純物)

本実施形態に係る鋼部材の化学組成において、上述してきた元素以外、すなわち残部はFeおよび不純物である。

ここで「不純物」とは、鋼板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成分であって、本実施形態に係る鋼部材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

。工業的に製造する方法とは、高炉製鋼法や電炉製鋼法であり、いずれの方法で製造された際に混入する水準（不純物レベル）も含む。不純物にはPbが含まれることもある。

鋼部材の化学組成は、以下の方法で求めることができる。

鋼部材の1/4深さ位置（厚さ方向に表面から厚さの1/8～3/8の範囲）から、ICP-AESなどの一般的な方法で元素分析を行うことによって得られる。ICP-AESでは測定が難しい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。

ただし、1/4深さ位置の化学組成は、製造過程で実質的に変化しないことから、溶鋼または鋼板での化学組成の分析値が判明している場合、溶鋼または鋼板の化学組成の分析値を、鋼部材の化学組成として用いてもよい。

[0054] ここで1/4深さ位置の基準となる表面は、鋼部材の表面であるが、鋼部材が被覆を有している場合、すなわち、鋼部材がその表面に被覆を有している場合、表面とは被覆を除いた母鋼材の表面を意味する。

[0055] [金属組織]

本実施形態に係る鋼部材では、1/4深さ位置の金属組織（microstructure）を後述のように規定する。

[0056] $(L49 - 56^\circ + L64 - 72^\circ) / (L57 - 63^\circ + L4 - 12^\circ)$
: 1.40以上)

体心構造を持つ結晶粒の粒界は、主に、回転角が4～12°となる粒界、回転角が49～56°となる粒界、回転角が57～63°となる粒界、回転角が64～72°となる粒界の1種または2種以上からなる。特に、マルテンサイトでは、主として上記の4種類の結晶粒界からなることが多い。

このうち、水素脆化割れの破壊挙動である水素を媒介とした延性破壊挙動に対し、延性亀裂の発生および進展の抑制を考慮したときに効果的であるのが、回転角が49～56°となる粒界及び回転角が64～72°となる粒界であり、一方、効果的でないのが、回転角が57～63°となる粒界及び回

転角が $4 \sim 12^\circ$ となる粒界である。

そのため、本実施形態に係る鋼部材では、 $1/4$ 深さ位置において、 $\langle 011 \rangle$ 方向を回転軸として、回転角が $49 \sim 56^\circ$ となる粒界の長さ (L_{49-56°) と回転角が $64 \sim 72^\circ$ となる粒界の長さ (L_{64-72°) との和 ($L_{49-56^\circ} + L_{64-72^\circ}$) を、回転角が $57 \sim 63^\circ$ となる粒界の長さ (L_{57-63°) と回転角が $4 \sim 12^\circ$ となる粒界の長さ (L_{4-12°) との和 ($L_{57-63^\circ} + L_{4-12^\circ}$) に対して、大きくすることで、耐水素脆性を向上させる。

$(L_{49-56^\circ} + L_{64-72^\circ}) / (L_{57-63^\circ} + L_{4-12^\circ})$ が 1.40 未満では、十分な耐水素脆性向上の効果が得られない。 $(L_{49-56^\circ} + L_{64-72^\circ}) / (L_{57-63^\circ} + L_{4-12^\circ})$ は 1.60 以上が好ましく、 1.70 以上がより好ましい。上限は限定されないが、実質的には 3.00 以下となる。

ここで、 $\langle 011 \rangle$ 方向を回転軸として、回転角が $A \sim B^\circ$ となる粒界とは、粒界を挟んで隣り合う結晶粒が、 $\langle 011 \rangle$ 方向を回転軸として $A \sim B^\circ$ 回転させたときに、重なり合う関係にある粒界を意味する。

[0057] $(L_{49-56^\circ} + L_{64-72^\circ}) / (L_{57-63^\circ} + L_{4-12^\circ})$ は以下の方法で測定できる。

鋼部材の端部から 50 mm 以上離れた位置から、表面に垂直な断面（板厚断面）が観察できるようにサンプルを切り出す。サンプルは、測定装置にもよるが、厚さ方向に断面を 10 mm 程度観察できる長さとする。切り出したサンプルについて、断面を研磨する。例えば、切り出したサンプルの断面を $\#320$ から $\#1200$ 以上の耐水ペーパーを使用して研磨した後、粒子径が $3 \sim 1\ \mu\text{m}$ のダイヤモンド懸濁液を使用して研磨し、鏡面に仕上げる。次に、電解研磨を施し、断面の表層に導入されたひずみを除去する。鋼部材の表面から厚さ方向に厚さの $1/4$ の位置を中心とする、表面から厚さ方向に厚さの $1/8$ の位置 $\sim 3/8$ の位置の範囲である $1/4$ 深さ位置において、 $0.1\ \mu\text{m}$ の測定間隔で $50\ \mu\text{m} \times 50\ \mu\text{m}$ の測定領域をEBSD解析して

結晶方位情報を得る。ここでEBSD解析は、例えばサーマル電界放射型走査電子顕微鏡（JEOL製JSM-7001F）とEBSD検出器（TSL製DVC5型検出器）とで構成された装置を用い、200～300点/秒の解析速度で実施する。上記と同等以上の性能を有する走査型電子顕微鏡およびEBSD検出器を用いても良いが、JEOL製およびTSL製が望ましい。

次に、得られた結晶方位情報に対して、体心構造を持つ結晶粒の粒界のうち、 $\langle 011 \rangle$ 方向を回転軸として回転角が $49 \sim 56^\circ$ となる粒界の長さ、回転角が $64 \sim 72^\circ$ の粒界の長さ、回転角が $57 \sim 63^\circ$ となる粒界の長さ、回転角が $4 \sim 12^\circ$ となる粒界の長さを求め、それぞれの結果を用いて $(L_{49-56^\circ} + L_{64-72^\circ}) / (L_{57-63^\circ} + L_{4-12^\circ})$ を算出する。

上記の結晶粒界の長さは、例えば、EBSD解析装置に付属のソフトウェア「OIM Analysis（登録商標）」に搭載された「Inverse Pole Figure Map」および「Axis Angle」機能を用いれば、簡便に算出することが可能である。これらの機能では、体心構造を持つ結晶粒の粒界について、任意の方向を回転軸として、特定の回転角を指定することにより、当該粒界の合計の長さを算出することができる。測定領域に含まれる全ての結晶粒について上記解析を実施し、 $\langle 011 \rangle$ 方向を回転軸として、前述の4種類の粒界の長さを算出すればよい。測定は5視野行い、各視野の $(L_{49-56^\circ} + L_{64-72^\circ}) / (L_{57-63^\circ} + L_{4-12^\circ})$ の平均値を、本実施形態における $(L_{49-56^\circ} + L_{64-72^\circ}) / (L_{57-63^\circ} + L_{4-12^\circ})$ とする。

$\langle 011 \rangle$ 方向を回転軸として、回転角が $57 \sim 63^\circ$ となる粒界、回転角が $4 \sim 12^\circ$ の粒界は、Wを粒界に偏析させることで形成が抑制される。

[0058]（好ましくは、Nb系析出物が存在し、Nb系析出物のW濃度（含有量）が、鋼部材のW含有量の5.0倍以上）

上記の効果をより高めるため、1/4深さ位置に、Wを固溶するNb系析

出物が存在することが好ましい。ただし、 $1/4$ 深さ位置に Nb 系析出物が存在しても、その W 濃度が、鋼部材の W 含有量の 5.0 倍未満であると、その効果が十分に得られない。そのため、W 濃度が鋼部材の W 含有量の 5.0 倍以上である Nb 系析出物が存在することが好ましい。Nb 系析出物の W 濃度は、鋼部材の W 含有量の 8.0 倍以上がより好ましく、10.0 倍以上がさらに好ましい。また、Nb 系析出物のサイズは、 $15\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

本実施形態において対象とする Nb 系析出物とは、Nb を 50 質量% 以上含む析出物であり、例えば、Nb 炭化物、Nb 炭窒化物、Nb 窒化物、Nb Ti 炭化物、Nb Ti 炭窒化物等である。

[0059] Nb 系析出物の存在の有無、及び Nb 系析出物の W 濃度（含有量）については、以下の方法で求める。

鋼部材の幅方向端部から幅方向に板幅（短手）の $1/4$ の位置から、鋼部材の厚さ方向の断面が観察できるようにサンプルを採取する。この試料に対し、走査型電子顕微鏡を用いて COMP O 像を取得し、Nb 系析出物の存在を確認する。Nb 系析出物は Fe より重元素である Nb を多く含むため、鉄の素地より明るく見える。この明るい Nb 系析出物に対し、電子プローブマイクロアナライザ（EPMA）を用いて、スポットの元素分析（ビーム直径： $0.5\ \mu\text{m}$ ）を行うことで Nb 系析出物に含まれる W 含有量を求めることができる。測定に際しては、Nb 系析出物を観察できる倍率で観察し、視野を変えつつ Nb 系析出物が 10 個見つかるまで、または、観察視野の面積が合計で $1250000\ \mu\text{m}^2$ に至るまで観察する。

$1250000\ \mu\text{m}^2$ の観察視野で 1 つも Nb 系析出物が観察されなかった場合には、 $1/4$ 深さ位置に、Nb 系析出物が存在しないと判断する。

観察された Nb 系析出物をそれぞれに分析を行い、その平均値を Nb 系析出物の W 含有量とする。すなわち、Nb 系析出物が 10 個観察された場合には、10 個の Nb 系析出物の W 含有量の平均を Nb 系析出物の W 含有量とし、10 個未満であった場合には、その数の Nb 系析出物の W 含有量の平均を

Nb系析出物のW含有量とする。Nb系析出物にはC、N、Ti、Cr、Bも含まれることがある。

測定に際し、Nb系析出物は、そのサイズが $0.5\mu\text{m}$ 以上であり、Nb濃度が50質量%以上のものを対象とする。本実施形態の鋼部材のNb系析出物の多くは、そのサイズが $1.0\sim 12.0\mu\text{m}$ である。Nb系析出物のサイズは、水平方向の平行線で第2の領域を挟んだ平行線間の距離（水平フェレ径）と、垂直方向の平行線で第2の領域を挟んだ平行線間の距離（垂直フェレ径）との平均値と定義する。水平方向とは鋼部材の長手方向、垂直方向とは長手方向に垂直な厚さ方向とする。

[0060] 本実施形態に係る鋼部材は、 1.5GPa 超の引張強さを得るため、マルテンサイトを面積分率（面積%）で75%以上含むことが好ましい。また、後述する特定の回転角を有する結晶粒界は、体心構造を有する組織の中でも、マルテンサイトにおいて制御しやすいので、マルテンサイトの面積分率が高いことが好ましい。マルテンサイト分率は、面積分率でより好ましくは90%以上である。マルテンサイトの面積分率が100%でもよい。

マルテンサイトには、焼戻しマルテンサイトや自動焼戻しマルテンサイトも含む。自動焼戻しマルテンサイトとは、焼戻しのための熱処理を行うことなく、焼入れ時の冷却中に生成した焼戻しマルテンサイトのことであり、マルテンサイト変態に伴う自己発熱によって、発生したマルテンサイトがその場で焼き戻されて生成するものである。

[0061] 鋼部材の $1/4$ 深さ位置には、マルテンサイト以外に、残留オーステナイトおよび/またはベイナイトを含有してもよい。フェライトおよびパーライトの含有はなく、フェライトおよびパーライトの面積分率は0%とする。マルテンサイト、残留オーステナイトおよびベイナイトの面積分率の合計は、98%以上または99%以上であることが好ましく、100%であることがより好ましい。また、マルテンサイトの面積分率は、95%以上または97%以上であることが好ましく、98%以上であることがより好ましい。マルテンサイトの面積分率の上限は100%である。

[0062] 鋼部材の金属組織の面積分率は、以下の方法で測定することができる。

マルテンサイト（フレッシュマルテンサイト、焼戻しマルテンサイト、自動焼戻しマルテンサイトを含む）の面積分率は、透過型電子顕微鏡（TEM）及びTEMに付属する電子線回折装置によって測定する。TEMでは薄膜試料の厚さ方向の組織も観察されるため、本来組織分率は体積分率となる。しかし、本実施形態の鋼部材はマルテンサイト主体の組織であり、且つ、マルテンサイトと同定される組織の大きさは薄膜の厚さより非常に大きい。このため、TEM写真（視野）内において、写真（視野）の奥行方向にマルテンサイトとマルテンサイト以外の組織（実質的にベイナイト）が混在する境界部は殆どなく、境界部があった場合、観察面積から除外する。したがって、本実施形態ではTEM写真（視野）での各組織の面積比により各組織の面積分率が算出される。

具体的には、鋼部材の幅方向端部から鋼部材の幅の $1/4$ の位置（ $1/4$ 幅の位置）、かつ鋼部材の $1/4$ 深さ位置を含む測定試料を切り出し、TEM観察用の薄膜試料とする。この薄膜試料の、鋼部材の $1/4$ 深さ位置の $400\mu\text{m}^2$ 以上の範囲をTEM観察する。

薄膜試料の電子線の回折パターンにより、体心立方格子であるマルテンサイトやベイナイトと、面心立方格子の残留オーステナイトとを区別する。そして、体心立方格子であるマルテンサイトおよびベイナイト中の鉄炭化物（ Fe_3C ）を回折パターンにより見出し、その析出形態を観察することで、マルテンサイトとベイナイトの組織分率をそれぞれ測定する。具体的には、析出形態が3方向析出ならマルテンサイト（焼戻しマルテンサイト）と判断し、1方向の限定析出ならベイナイトと判断する。鉄炭化物の析出が見られない場合もマルテンサイト（フレッシュマルテンサイト）と判断する。

マルテンサイトとベイナイトとの判別のため炭化物を観察するが、本実施形態では、炭化物自体は組織の面積分率に含めない。

残留オーステナイトの面積分率は、X線回折法を用いて測定する。具体的には、鋼部材の幅方向端部から鋼部材の幅の $1/4$ の位置（ $1/4$ 幅の位置

) から測定試料を切り出し、X線回折用の試料とする。切り出した試料を、フッ化水素酸と過酸化水素水とを用いて、表面から厚さの1/4の深さまで化学研磨する。化学研磨に時間がかかる場合は、例えば表面から厚さの1/8程度まで耐水ペーパーを用いて研磨し、さらに厚さの1/4まで化学研磨を行っても良い。測定条件は、Cu管球を用い、 2θ で 45° から 105° の範囲とする。鋼部材に含まれる面心立方格子（残留オーステナイト）の回折X線強度を測定し、その回折曲線の面積比から残留オーステナイトの体積分率を算出する。残留オーステナイトのX線回折で得られた体積分率は、そのまま面積分率とみなす。

マルテンサイト、残留オーステナイトおよびベイナイトの面積分率の測定は煩雑であり、これらの面積分率の測定の代わりに、以下の方法によりフェライトおよびパーライトの面積分率を測定し、その合計を100%から差し引いた値を、マルテンサイト、残留オーステナイトおよびベイナイトの面積分率の合計と見做してもよい。

フェライトまたはパーライトが存在している場合は、光学顕微鏡または走査型電子顕微鏡で容易に確認できる。具体的には、鋼部材の1/4幅の位置、かつ鋼部材の1/4深さ位置を含む測定試料を切り出し、観察用の試料とする。切り出した試料を機械研磨し、続いて鏡面仕上げする。次いで、試料にナイトール腐食液によりエッチングを行ってフェライト及びパーライトを現出させ、走査型電子顕微鏡を用いて、鋼部材の1/4深さ位置の面積で $40000\mu\text{m}^2$ 以上の範囲について観察することで、フェライトまたはパーライトの存在を確認する。フェライトとセメンタイトとが交互に層状に並んだ組織をパーライトとし、セメンタイトが粒状に析出するベイナイトと判別する。走査型電子顕微鏡による組織分率は、面積分率（面積%）である。

ここで、本実施形態においては、上述したNb系析出物自体は、Nb系析出物の面積分率とせず、そのNb系存在物の周囲の金属組織の面積分率とする。そのため、上記の面積分率の測定の際にはその存在は考慮しない。

[0063] [引張強さ]

本実施形態に係る鋼部材は、自動車部材への適用によって、燃費と衝突安全性との両方を向上に寄与するため、引張強さを1500MPa（1.5GPa）超とする。引張強さは、好ましくは1800MPa以上であり、より好ましくは2300MPa以上である。

一方、引張強さは、耐水素脆性の点で、3150MPa以下であることが好ましく、2850MPa以下であることがより好ましい。

引張強さは、ASTM E8M-22に準じて測定することができる。具体的には、ASTM E8M-22の表1のサブサイズ試験片（平行部幅：6.0±0.1mm、Gauge Length：25.0±0.1mm）の引張試験片を採取し、引張試験に供して、引張強さ（TS）を測定することができる。鋼部材が小さい場合など、前記引張試験片が採取できない場合には、JIS Z2244-1：2020に準拠したビッカース硬さ試験（試験力9.807NのHV1）によって板厚方向の平均硬さを測定し、得られた板厚方向の平均硬さを、公知の硬さ換算表（例えば、SAE J417-1983）によって引張強さに換算した値を、本実施形態に係る鋼部材の引張強さと見做してもよい。

[0064] 本実施形態に係る鋼部材の形状については特に限定されない。すなわち、鋼部材が平板であってもよく、鋼板が所定の形状に成形された成形体であってもよい。熱間成形された鋼部材は、多くの場合は成形体であるが、本実施形態では、成形体である場合、平板である場合をともに含めて「鋼部材」という。また、鋼部材は、箇所によって強度が異なるテーラードプロパティ材の一部であってもよい。この場合、テーラードプロパティ材は、本実施形態に係る鋼部材と本実施形態以外の鋼部材とが組み合わせられた鋼部材であり、テーラードプロパティ材全体が、上述の化学組成、金属組織（ここでは、L49-56°+L64-72°）／（L57-63°+L4-12°）および引張強さを満足する必要はない。そのテーラードプロパティ材の少なくとも一部が上述の化学組成、金属組織（ここでは、L49-56°+L64-72°）／（L57-63°+L4-12°）および引張強さを満足すれ

ばよく、その割合などを定める必要もない。テーラードプロパティ材は、化学組成や強度、板厚が異なる鋼板を接合したものであっても良く、また鋼板の一部に熱処理を施したものであっても良い。また、鋼部材は、表層の一部に脱炭層や軟質層を備えていても良い。

[0065] [板厚]

鋼部材の厚さ（鋼部材が鋼板を加工して得られた部材である場合、構成する鋼板の板厚とも言える）は、限定されない。ホットスタンプにより製造される自動車用鋼部材であれば、その鋼部材が用いられる主な板厚範囲から、0.6 mm以上または0.8 mm以上としてもよい。同様な理由により、厚さを4.0 mm以下または2.5 mm以下としてもよい。

[0066] [被覆]

本実施形態に係る鋼部材は表面の一部または全部に被覆を備えていても良い。

被覆はFe-AI系合金を主体とした被覆であっても良いし、Fe-Zn系合金を主体とした被覆であっても良い。被覆は皮膜、合金化めっき層、金属間化合物層ともいう。Fe-AI系合金を主体とする被覆およびFe-Zn系合金を主体とする被覆以外の被覆を排除する必要はなく、その他の被覆、例えば、Sn系被覆または金属系以外の樹脂被膜などや、それらが多層に被覆されてもよい。

Fe-AI系合金を主体とした被覆とは、FeとAIとを合計で70質量%以上含む被覆であり、Fe-Zn系合金を主体とした被覆とは、FeとZnとを合計で70質量%以上含む被覆である。Fe-AI系合金を主体とした被覆は、Fe、AIの他に、更にSi、Mg、Ca、Sr、Ni、Cu、Mo、Mn、Cr、C、Nb、Ti、B、V、Sn、W、Sb、Zn、Co、In、Bi、Zr、Se、As、REMを含有し、残部が不純物であってもよい。Fe-Zn系合金を主体とした被覆は、Fe、Znの他に、更にSi、Mg、Ca、Sr、Ni、Cu、Mo、Mn、Cr、C、Nb、Ti、B、V、Sn、W、Sb、Al、Co、In、Bi、Zr、Se、As、R

EMを含有し、残部が不純物であってもよい。不純物の含有量の合計は、1%以下であってもよい。

被覆を有することで、耐食性を有するため自動車使用における耐水素脆性が向上するという効果が得られる。

被覆の厚みは、10～100 μm であることが好ましい。

[0067] 被覆の化学組成及び厚みは、断面の走査型電子顕微鏡観察によって求めることができる。

具体的には、鋼部材の長手方向の1/2部（長手方向端部から長手方向に長手の1/2の位置）かつ幅1/4部（幅方向端部から幅方向に幅の1/4の位置）から測定試料を切り出し、観察する。顕微鏡による観察範囲は例えば400倍の倍率で、面積で40000 μm^2 以上の範囲とする。切り出した試料を機械研磨し、続いて鏡面仕上げする。次いで、任意の10視野の被覆の厚みを測定し、その平均値を被覆の厚みとする。

BSE像（あるいはCOMPO像）によって観察すると、被覆と、地鉄（鋼板基材）とでは、明確なコントラストの差が確認される。そのため、最表面からコントラストの変わる位置までの厚みを測定することで、被覆の厚みを測定することができる。測定は、観察写真内で等間隔に20カ所測定し、測定箇所間の距離は6.5 μm とする。また測定に際しては、上記の要領で5視野観察を行い、その平均値を用いて被覆の厚みとする。

また、被覆の化学組成は、上記と同様の観察範囲に対し、電子プローブマイクロアナライザ（EPMA）を用いて、スポットの元素分析（ビーム直径：0.5 μm ）を行うことで被覆に含まれるFe、Al、Znの含有量を求めることができる。任意の10視野の被覆において計10点の分析を行い、その平均値を被覆に含まれるFe、Al、Zn含有量とする。Fe、Al、Zn以外の元素が含まれる場合であっても同様の方法を用いて求める。

[0068] <鋼板>

次に本実施形態に係る鋼板について説明する。本実施形態に係る鋼板は、熱処理を行うことで、上述した本実施形態に係る鋼部材を得ることができる

ので、本実施形態に係る鋼部材の素材として使用が可能である。

[0069] [化学組成]

本実施形態に係る鋼板の化学組成は、熱処理後の鋼部材として好ましい特性が得られるように設定する必要があるが、熱処理によって化学組成は、実質的に変化しないので、本実施形態に係る鋼板の化学組成は、本実施形態に係る鋼部材の化学組成と同等でよい。鋼板の化学組成は、1/4 深さ位置（板厚方向に表面から厚さの1/8～3/8の範囲）から、鋼部材と同様の方法で測定することができる。

上述の通り、1/4 深さ位置の化学組成は、製造過程で実質的に変化しないことから、溶鋼での化学組成の分析値が判明している場合、溶鋼の化学組成の分析値を、鋼板の化学組成として用いてもよい。

ここで1/4 深さ位置の基準となる表面は、鋼板の表面であるが、鋼板が被覆を有している場合、すなわち、鋼板が母鋼板と母鋼板の表面に形成された被覆を有している場合、表面は被覆を除いた母鋼板の表面を意味する。

[0070] [金属組織]

表面から厚さ方向（板厚方向）に厚さ（板厚）の1/4の位置を中心とする表面から厚さ方向に厚さの1/8の位置～3/8の位置の範囲である、1/4 深さ位置の金属組織を規定する。

[0071] （結晶方位差が5°以上の境界で囲まれ、その境界の内部の平均結晶方位差が0.4～3.0°である領域の面積分率：80%以下）

本実施形態に係る鋼板は、1/4 深さ位置において、結晶方位差が5°以上の境界で囲まれ、その境界の内部の平均結晶方位差が0.4～3.0°である領域（結晶粒）の面積分率が80%以下である。この領域は、後述する熱処理において、前述した鋼部材の金属組織を得る素地組織であり、この領域の面積分率が、80%超では、鋼部材において、 $(L49-56^\circ + L64-72^\circ) / (L57-63^\circ + L4-12^\circ)$ が1.40未満となる場合がある。この領域の面積分率は、好ましくは50%以下であり、より好ましくは35%以下であり、さらに好ましくは30%以下である。この領域の

面積分率は、1%以上であってもよく、10%以上であってもよい。上記領域の面積分率が80%以下であれば、その他の部分の金属組織については限定されない。

[0072] 結晶方位差が 5° 以上の結晶粒界で囲まれた結晶粒の内部に、平均結晶方位差が $0.4 \sim 3.0^{\circ}$ である結晶粒の面積分率（以下、「特定組織の面積率」という。）の測定方法について説明する。

鋼板の端部から50mm以上離れた位置から、表面に垂直な断面（板厚断面）が観察できるようにサンプルを切り出す。サンプルは、測定装置にもよるが、板厚方向に断面を10mm程度観察できる大きさとする。切り出したサンプルについて、表面から板厚の $1/4$ の位置を中心に、 $100\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$ の測定領域を、 $0.2\mu\text{m}$ の測定間隔でEBSD解析して結晶方位情報を得る。ここで、EBSD解析は、サーマル電界放射型走査電子顕微鏡（JEOL製JSM-7001F）とEBSD検出器（TSL製DVC5型検出器）とで構成された装置を用いて、 $200 \sim 300$ 点/秒の解析速度で実施する。上記と同等以上の性能を有する走査型電子顕微鏡およびEBSD検出器を用いても良いが、JEOL製およびTSL製が望ましい。

[0073] 得られた結晶方位情報から、例えば、EBSD解析装置に付属のソフトウェア「OIM Analysis（登録商標）」に搭載された「Grain Average Misorientation」機能を用いれば、特定組織の面積分率を、簡便に算出することが可能である。この機能では、体心構造を持つ結晶粒について、隣接する測定点間の方位差を算出した後、結晶粒内の全ての測定点について平均値を求めることが可能である。得られた結晶方位情報に対して、方位差 5° 以上の領域を結晶粒と定義し、「Grain Average Misorientation」機能により、結晶粒内の平均結晶方位差が $0.4 \sim 3.0^{\circ}$ である領域の、観察視野に対する面積分率を算出することで、特定組織の面積分率を得ることができる。測定は5視野行い、各視野の特定組織の面積分率の平均値を、本実施形態における特定組織の面積分率とする。

[0074] 本実施形態に係る鋼板の金属組織の面積分率は、上述した鋼部材と同様の方法で判断できる。

[0075] (好ましくは、Nb系析出物が存在し、Nb系析出物のW濃度が、鋼板W含有量の5.0倍以上)

Wが固溶したNb系析出物は、Ac3点以上の温度に加熱する熱処理の際、オーステナイト(γ)粒界をドラッグする効果を有する。 γ 粒界がWを固溶するNb系析出物にドラッグされた状態でNb系析出物が部分的に溶解すると、それに伴って溶解したWが γ 粒界に偏析することになる。Wが偏析した粒界は、 $\gamma \rightarrow \alpha'$ (マルテンサイト)変態の際に、特定の結晶方位を有するラスマルテンサイトの生成を促進する。特定の結晶方位を有するラスマルテンサイトは、成長に伴ってラス同士がぶつかって合体し、その結果、上述した特定の回転角を有する結晶粒界の形成に寄与する。Wの濃化したNb系析出物が存在することで、熱処理時に粒界に偏析するWの量を増加させることができる。

上記の効果を得るため、1/4深さ位置に、Wを固溶するNb系析出物が存在することが好ましい。ただし、1/4深さ位置にNb系析出物が存在しても、そのW濃度が、鋼板のW含有量の5.0倍未満であると、その効果が十分に得られない。そのため、Nb系析出物のW濃度を、鋼板のW含有量の5.0倍以上とすることが好ましい。Nb系析出物のW濃度は、鋼板のW含有量の8.0倍以上がより好ましく、10.0倍以上がさらに好ましい。

また、Nb系析出物のサイズは、15 μ m以下であることが好ましい。

本実施形態において、Nb系析出物とは、Nbを50質量%以上含む析出物であり、例えば、Nb炭化物、Nb炭窒化物、Nb窒化物、NbTi炭化物、NbTi炭窒化物等である。

[0076] Nb系析出物の存在の有無、及びNb系析出物のW濃度については、鋼部材で説明した方法と同じ方法で求めることができる。

[0077] 本実施形態に係る鋼板の形状については特に限定されない。すなわち、鋼板が平板であってもよく、強度や板厚が異なる鋼板を接合したテーラードプ

ロパティ材の原板の一部であっても良い。

[0078] [板厚]

本実施形態に係る鋼板の板厚については限定されない。自動車部品用にホットスタンプ用鋼板であれば、その鋼板の主な板厚範囲から、0.6 mm以上または0.8 mm以上としてもよい。同様な理由により、板厚は4.0 mm以下または2.5 mm以下としてもよい。

[0079] [被覆]

本実施形態に係る鋼板は表面の一部に被覆を備えていても良い。被覆はAlを主体とした被覆（Al系被覆）であっても良いし、Znを主体とした被覆（Zn系被覆）であっても良い。被覆は皮膜、めっき層ともいう。Al系被覆およびZn系被覆以外の被覆を排除する必要はなく、その他の被覆、例えば、Sn系被覆または金属系以外の樹脂被膜などや、それらの複数の被覆層により被覆されてもよい。

Alを主体とした被覆とは、Alを70質量%以上含む被覆であり、Znを主体とした被覆とは、Znを70質量%以上含む被覆である。Alを主体とした被覆は、Alの他、更にSi、Mg、Ca、Sr、Ni、Cu、Mo、Mn、Cr、C、Nb、Ti、B、V、Sn、W、Sb、Zn、Co、In、Bi、Zr、Se、As、REMを含有し、残部が不純物であってもよい。Znを主体とした被覆は、Znの他、更にSi、Mg、Ca、Sr、Ni、Cu、Mo、Mn、Cr、C、Nb、Ti、B、V、Sn、W、Sb、Al、Co、In、Bi、Zr、Se、As、REMを含有し、残部が不純物であってもよい。不純物の含有量の合計は、1%以下であってもよい。

被覆の厚みは、10~100 μmであることが好ましい。鋼板の被覆の化学組成及び厚みは、前述の鋼部材の被覆の化学組成及び厚みの測定方法と同じ方法で求めることができる。

[0080] <鋼板の製造方法>

本実施形態に係る鋼部材の素材として好適な本実施形態に係る鋼板の製造方法は限定されないが、例えば以下に示す工程を含む製造方法を用いること

により製造することができる。

(i) 上述の化学組成を有する鋼を溶製し、鑄造してスラブを製造する、鑄造工程、

(ii) 得られたスラブを加熱した後、熱間圧延を施して熱間圧延鋼板（熱延鋼板）とする、熱間圧延工程、

(iii) 熱間圧延鋼板を巻き取る、巻き取り工程、

(iv) 必要に応じて、巻き取り工程後の熱間圧延鋼板に焼鈍を行う、熱延板焼鈍工程、

(v) 必要に応じて、巻き取り工程後または熱延板焼鈍工程後の熱間圧延鋼板にデスクーリングを行い、冷間圧延を行って冷間圧延鋼板（冷延鋼板）とする、冷間圧延工程、

(vi) 必要に応じて、熱間圧延鋼板又は冷間圧延鋼板に対して焼鈍を行って焼鈍鋼板とする、焼鈍工程、

(vii) 必要に応じて、熱間圧延鋼板、冷間圧延鋼板または焼鈍鋼板に被覆を施して被覆鋼板とする、被覆工程。

[0081] 以下、各工程の好ましい条件について説明する。説明しない条件については、公知の条件を適用できる。

[0082] <鑄造工程>

鑄造工程では、上述の化学組成を有する鋼を溶製し、鑄造することで熱間圧延に供するスラブを製造する。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。

鑄造に際しては、Wを均一（マクロ的に均一）に溶解した状態とする必要があるが、Wは融点が高く、重い元素であるため、溶解しづらい。そのため、鑄込み温度が液相線温度+10℃未満であるとWが均一に溶解しないので、鑄込み温度を、液相線温度+10℃以上とする。鑄込み温度の上限は限定されないが、1650℃以下が好ましい。

液相線温度は、溶鋼の化学組成によって決まり、熱力学計算によって求め

ることができる。熱力学計算の方法は特に限定されないが、統合型熱力学計算ソフトウェア：Thermo-Calcを用いると良い。

また、均一に凝固させるため、鑄造速度（ V_c ）を遅くする。具体的には、鑄造速度を 0.9 m/min 以下とする。一般に、鑄造速度が遅いと、曲げ矯正において割れが生じる可能性が高まるが、本実施形態に係る鋼板は W を所定量以上含有している。この W は、粒界に偏析して割れの要因となる粒界フェライトの析出を抑制する効果を有するので、この鑄造速度としても割れの問題は生じない。鑄造速度は 0.5 m/min 以下とすることが好ましい。

[0083] <熱間圧延工程>

熱間圧延工程においては、スラブを加熱し、粗圧延を行った後に、必要に応じてデスクーリングを行い、最後に仕上げ圧延を行う。

W が濃化（例えば W 濃度が母鋼板の W 含有量の 5.0 倍以上）した Nb 系析出物を得る場合、以下の条件で熱間圧延を行うことが好ましい。

すなわち、熱間圧延に先立って行う加熱において、加熱温度を Nb 系析出物の固溶温度 $+5^\circ\text{C}$ 以上とする。

鑄造工程で析出する Nb 系析出物は粗大であり、 W の濃化もない。 W が濃化した Nb 系析出物を得るためには、一旦溶解させて、熱間圧延によって再度微細に析出させる必要がある。加熱温度が Nb 系析出物の固溶温度 $+5^\circ\text{C}$ 未満では、鑄造工程で析出した粗大な Nb 系析出物を溶解させることができない。

また、本熱間圧延工程では、所定の Nb 系析出物を得る場合、粗圧延の終了から仕上げ圧延開始までの時間を 10 秒以下とすることが好ましい。

本実施形態に係る鋼板では、仕上げ圧延後の微細なフェライトに、 Nb 系析出物を析出させる。微細に分散している Nb 系析出物であれば、 W が固溶し、 W の濃度が高まる。

粗圧延終了時点では通常 γ 領域であり、粗圧延終了から仕上げ圧延開始までの時間が 10 秒を超えると、 γ の状態で Nb 系析出物が析出し、微細な W

が濃化したNb系析出物が得られない。粗圧延の終了から仕上げ圧延開始までの時間は7秒以下とすることがより好ましい。

[0084] <巻き取り工程>

巻き取り工程では、例えば熱間圧延工程後の熱間圧延鋼板を850℃以下の温度域で巻き取る。巻き取り温度が850℃を超えると、変態がほとんど進まない内に巻き取られ、コイル内で変態が進行することで、コイル形状不良となる場合があるので好ましくない。一方で、鋼板において特定組織の面積分率を低減するためには、450℃以上で巻き取ることが好ましく、550℃以上で巻き取ることがより好ましい。

[0085] <熱延板焼鈍工程>

熱間圧延鋼板の焼鈍工程では、必要に応じて、例えば窒素が80体積%以上の雰囲気や大気雰囲気で、450～950℃で5時間以上の焼鈍を施してもよい。熱延板焼鈍によれば、熱間圧延鋼板を軟質化し、次工程である冷間圧延工程における荷重を低減できるので好ましい。

[0086] <冷間圧延工程>

冷間圧延工程では熱延板焼鈍工程後の熱間圧延鋼板（熱延板焼鈍工程を行わない場合には巻き取り工程後の熱間圧延鋼板）にデスクーリングを行い、冷間圧延を行って冷間圧延鋼板とする。デスクーリング及び冷間圧延は必ずしも行う必要がないが、冷間圧延を行う場合、良好な平坦性を確保する観点からは、冷間圧延における累積圧下率は30%以上とすることが好ましい。一方、圧延荷重が過大となることを避けるため、冷間圧延における累積圧下率は80%以下とすることが好ましい。

デスクーリングの方法は、特に限定されないが、酸洗とすることが好ましい。また、酸洗を行う場合、塩酸酸洗または硫酸酸洗にて鉄スケールのみ除去することが好ましい。

[0087] <焼鈍工程>

被覆工程前に焼鈍を行う場合、熱間圧延鋼板または冷間圧延鋼板に対し、700～950℃の温度域で焼鈍を施し、焼鈍鋼板とする。焼鈍工程によれ

ば、冷間圧延鋼板を軟質化でき、次工程であるめっき工程において通板が容易となるので好ましい。

[0088] <被覆工程>

表面に被覆を形成する場合には、鋼板（巻取り工程後の熱間圧延鋼板、熱延板焼鈍工程後の熱間圧延鋼板、冷間圧延工程後の冷間圧延鋼板または焼鈍工程後の焼鈍鋼板）の表面に被覆を形成し、被覆鋼板（被覆がめっき層であればめっき鋼板である）とする。被覆の方法については、特に限定するものではなく、溶融めっき法をはじめとして電気めっき法、真空蒸着法、クラッド法、溶射法等が可能である。工業的に最も普及しているのは溶融めっき法である。

被覆については、Alを含むAl系被覆やZnを含むZn系被覆等が挙げられる。

[0089] Al系被覆を溶融めっきで形成する場合、めっき浴にはAlの他に不純物としてFeが混入している場合が多い。また、Alを70質量%以上含有する限り、さらに上述した元素以外にめっき浴にSi、Mg、Ca、Sr、Ni、Cu、Mo、Mn、Cr、C、Nb、Ti、B、V、Sn、W、Sb、Zn、Co、In、Bi、Zr、Se、As、ミッシュメタルを含有させてもよい。

溶融めっきを行う場合、焼鈍工程後の焼鈍鋼板を、室温まで冷却した後に再度昇温しめっきを行ってもよく、焼鈍後にめっき浴温近傍の650~750℃に冷却し、一旦室温まで冷却することなく溶融めっきを行ってもよい。

[0090] 被覆の前処理や後処理については特に限定するものではなく、プレコートや溶剤塗布、合金化処理、調質圧延等が可能である。合金化処理として、例えば450~800℃で焼鈍することが可能である。また後処理として調質圧延は形状調整等に有用で、例えば0.1~0.5%の圧下が可能である。

[0091] <鋼部材の製造方法>

本実施形態に係る鋼部材の製造方法は限定されないが、前述した方法で得られた本実施形態に係る鋼板に対し、例えば以下に示す工程を含む製造方法

を用いることにより製造することができる。

[0092] <熱処理工程>

熱処理工程では、所定の化学組成を有する本実施形態に係る鋼板に熱処理を行って鋼部材とする。熱処理は、例えば後述の方法で得られた鋼板を、 $1.0 \sim 1000^\circ\text{C}/\text{秒}$ の平均昇温速度で、 A_c3 点 $\sim (A_c3\text{点} + 300)$ $^\circ\text{C}$ まで加熱し、 M_s 点以下まで上部臨界冷却速度以上の平均冷却速度で冷却する条件で行う。

昇温速度が $1.0^\circ\text{C}/\text{秒}$ 未満であると熱処理の生産性が低下するので好ましくない。一方、昇温速度が $1000^\circ\text{C}/\text{秒}$ 超であると混粒組織となり限界水素量が低下するので好ましくない。

また、熱処理温度が A_c3 点 $(^\circ\text{C})$ 未満であると、冷却後にフェライトが残存し、強度が不足するので好ましくない。一方、熱処理温度が A_c3 点 $+300^\circ\text{C}$ 超であると、組織が粗粒化し限界水素量が低下するので好ましくない。

上部臨界冷却速度とは、組織にフェライトやパーライトを析出させず、オーステナイトを過冷してマルテンサイトを生成させる最小の冷却速度のことであり、上部臨界冷却速度未満の冷却速度で冷却するとフェライトやパーライトが生成し、強度が不足する。

加熱時には、加熱温度の $\pm 10^\circ\text{C}$ 以内の範囲で、 $1 \sim 300$ 秒の保持を行ってもよい。

また、 M_s 点以下の温度まで冷却した後に、鋼部材の強度を調整するために $100 \sim 600^\circ\text{C}$ 程度の温度範囲での焼戻し処理を行ってもよい。

[0093] A_c3 点、 M_s 点および上部臨界冷却速度は、次の方法にて測定する。

本実施形態に係る鋼板から、幅 30mm 、長さ 200mm の短冊状試験片を切り出し、この試験片を窒素雰囲気中で 1000°C まで $10^\circ\text{C}/\text{秒}$ の昇温速度で加熱し、その温度に5分間保持したのち、種々の冷却速度で室温まで冷却する。冷却速度の設定は、 $1^\circ\text{C}/\text{秒}$ から $100^\circ\text{C}/\text{秒}$ まで、 $10^\circ\text{C}/\text{秒}$ の間隔で設定する（ただし、 $1^\circ\text{C}/\text{秒}$ の次は $10^\circ\text{C}/\text{秒}$ とする）。そのとき

の加熱、冷却中の試験片の熱膨張変化を測定することにより、A c 3 点およびM s 点を測定する。

また、上記の冷却速度で冷却したそれぞれの試験片のうち、フェライトおよびパーライトの析出が起きなかった最小の冷却速度を、上部臨界冷却速度とする。また上部臨界冷却速度以上で冷却した場合の熱膨張変化から得られたM s 点を、鋼部材のM s 点とする。

[0094] ここで、上記一連の熱処理に際して、A c 3 点～(A c 3 点+300)℃の温度域に加熱後、M s 点まで冷却する間に、つまり上部臨界冷却速度以上で冷却する工程を施すと同時に、ホットスタンプのような熱間成形を施してもよい。熱間成形としては、曲げ加工、絞り成形、張出し成形、穴広げ成形、およびフランジ成形等が挙げられる。また、成形と同時またはその直後に鋼板を冷却する手段を備えていれば、プレス成形以外の成形法、例えばロール成形を適用してもよい。上述の熱履歴に従うなら、繰返し熱間成形を施してもよい。また、上記一連の熱処理を複数回繰返しても良い。

[0095] また、上記の熱処理は、熱間成形または熱処理を素材となる鋼板の一部に対して行ってもよい。この場合、強度の異なる領域を持つ鋼部材が得られる。

[0096] 上記の一連の熱処理は任意の方法によって実施することができ、例えば、加熱を、高周波加熱や通電加熱、赤外線加熱、炉加熱によって実施してもよい。また、冷却も、水冷、金型冷却などによって実施してもよい。また、加熱炉内の雰囲気は大気その他、都市ガスや窒素ガスを用いても良い。また熱処理における水素発生を抑制するため、加熱炉内の露点を制御しても良い。

実施例

[0097] 以下、実施例によって本発明をより具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

[0098] <実施例 1 >

表 1-1、表 1-2 に示す化学組成（残部は F e 及び不純物）を有する鋼を溶製し、表 2-1 に示す条件で連続鋳造を施して熱間圧延用スラブを得た

。

得られたスラブをNb系析出物の固溶温度+5℃以上である1260℃に加熱し、熱間圧延を施し、850℃以下かつ450℃以上の温度で巻き取り、厚さ2.7mmの鋼板（熱間圧延鋼板）とした。

熱間圧延鋼板に対し、酸洗後、冷間圧延を施し、厚さ1.6mmの鋼板（冷間圧延鋼板）とした。

一部の鋼板については、冷間圧延後、鋼板を760℃に加熱して10秒間保持して焼鈍し、さらに、680℃の、Siを10%、Feを2%含み、残部が不純物であるAlめっき浴に浸漬してAlめっき鋼板とした（表2-2中の被覆：Al）。また、一部の鋼板については、Zn及び不純物からなるZnめっき浴に浸漬しZnめっき鋼板とした（表2-2中の被覆：Zn）。被覆の厚みは、いずれも30μmに調整した。

[0099]

[表1-1]

| 鋼 No. | 化学組成 (mass%) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|--------------|------|------|-------|--------|-------|-------|------|------|-------|------|------|------|--------|------|------|-------|-------|----|-------|
| | C | Si | Mn | P | S | N | O | W | Nb | Ti | Cu | Ni | Cr | B | Mo | V | Ca | Mg | Al | |
| A1 | 0.27 | 1.25 | 2.08 | 0.017 | 0.0031 | 0.007 | 0.006 | 0.64 | | | | | | | | | | | | |
| A2 | 0.56 | 0.64 | 0.27 | 0.002 | 0.0002 | 0.002 | 0.002 | 0.55 | 0.02 | 0.035 | | | | 0.0025 | | 0.12 | | | | |
| A3 | 0.34 | 1.70 | 0.78 | 0.010 | 0.0013 | 0.003 | 0.005 | 0.29 | | | | | | | | | | | | |
| A4 | 0.28 | 0.29 | 2.50 | 0.004 | 0.0005 | 0.003 | 0.003 | 0.50 | | 0.022 | | | | 0.0018 | | | | 0.008 | | |
| A5 | 0.28 | 0.30 | 0.33 | 0.051 | 0.0003 | 0.002 | 0.004 | 0.48 | 0.06 | | | | | | | | 0.005 | | | 0.05 |
| A6 | 0.29 | 0.27 | 0.50 | 0.005 | 0.0088 | 0.003 | 0.005 | 0.43 | | | 0.59 | | 0.29 | 0.0030 | | | | | | |
| A7 | 0.31 | 0.45 | 0.72 | 0.007 | 0.0009 | 0.010 | 0.003 | 0.37 | 0.05 | | | | | | | | | | | |
| A8 | 0.31 | 0.29 | 0.43 | 0.011 | 0.0011 | 0.003 | 0.009 | 0.40 | | | | 0.42 | | | | | | | | |
| A9 | 0.35 | 0.41 | 0.80 | 0.009 | 0.0012 | 0.004 | 0.004 | 0.20 | | 0.034 | | | | | 0.28 | | | | | |
| A10 | 0.44 | 0.38 | 0.65 | 0.012 | 0.0010 | 0.004 | 0.005 | 1.50 | | | | | | 0.0008 | | | | | | 0.01 |
| A11 | 0.50 | 0.39 | 0.25 | 0.007 | 0.0005 | 0.003 | 0.002 | 0.42 | 0.03 | 0.030 | 0.28 | 0.07 | 0.08 | 0.0025 | 0.13 | | | | | 0.04 |
| a1 | 0.20 | 0.50 | 0.30 | 0.042 | 0.0055 | 0.006 | 0.008 | 0.70 | | | | | | | | | | | | |
| a2 | 0.45 | 0.65 | 3.28 | 0.016 | 0.0019 | 0.005 | 0.006 | 0.28 | | | | | | 0.0020 | | | | | | 0.44 |
| a3 | 0.39 | 0.25 | 1.00 | 0.156 | 0.0014 | 0.003 | 0.004 | 0.44 | | | | | | | | | | | | |
| a4 | 0.38 | 0.72 | 1.12 | 0.017 | 0.0167 | 0.005 | 0.004 | 0.29 | 0.07 | | | | | | | | | | | 0.006 |
| a5 | 0.41 | 0.55 | 1.24 | 0.014 | 0.0018 | 0.027 | 0.004 | 0.33 | | 0.080 | | | 0.44 | | | | | | | |
| a6 | 0.45 | 0.57 | 1.08 | 0.015 | 0.0014 | 0.005 | 0.020 | 0.32 | | | 0.89 | | | 0.0075 | | 0.18 | | | | |
| a7 | 0.29 | 0.66 | 1.88 | 0.020 | 0.0025 | 0.006 | 0.006 | 0.02 | | | | 0.22 | | | | | | | | |

[0100]

[表1-2]

| 鋼 No. | 化学組成 (mass%) | | | | | | | | | | | | 変態点 (°C) | | 上部臨界冷却速度 (°C/秒) | |
|-------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|----------|-----|-----------------|----|
| | Sn | Sb | Zr | Se | Bi | As | Ta | Re | Os | Ir | Tc | Co | REM | Ac3 | | Ms |
| A1 | | | | | | | | | | | | | | 855 | 363 | 30 |
| A2 | | | | | | | | | | | | | | 829 | 318 | 10 |
| A3 | 0.10 | | 0.27 | | | | | | | | | | | 895 | 380 | 20 |
| A4 | | | | | | | | | | | | | 0.19 | 777 | 350 | 10 |
| A5 | | | | | | | 0.41 | | | | | | | 862 | 432 | 30 |
| A6 | | | | 0.34 | | | | | 0.20 | | | | | 800 | 404 | 30 |
| A7 | | 0.20 | | | 0.25 | | | | | | | | | 818 | 404 | 30 |
| A8 | | | | | | 0.37 | | | | 0.14 | | | | 768 | 408 | 30 |
| A9 | | | | | | | | | | 0.24 | | | | 828 | 383 | 30 |
| A10 | | | | | | | | | | | 0.08 | | | 813 | 354 | 20 |
| A11 | 0.01 | | | | | | | 0.33 | | | | | | 809 | 335 | 20 |
| a1 | | | | | | | | | | | | | | 883 | 464 | 40 |
| a2 | | | | | | | | | | | | | | 798 | 248 | 10 |
| a3 | | | 0.33 | | | | | | | | | | | 890 | 362 | 30 |
| a4 | | 0.40 | | | | | | | | | | | | 820 | 358 | 30 |
| a5 | | | | | | | | | | | | | | 827 | 334 | 30 |
| a6 | | | | | | | | 0.22 | | | | | 0.10 | 800 | 314 | 30 |
| a7 | 0.44 | | | 0.25 | | | | | | | | | | 808 | 362 | 20 |

[0101] 得られた鋼板において、結晶方位差が5°以上の境界で囲まれ、その境界の内部の平均結晶方位差が0.4~3.0°である領域（つまり、特定組織）の面積分率を、上述した方法により評価した。評価結果を表2-2に示す。

また、得られた鋼板において、Nb系析出物が存在する場合には、Nb系析出物のW濃度と鋼板のW含有量との比を測定した。結果を表2-2に示す。

○
[0102] [表2-1]

| | 符号 | 鋼 No. | 連続鑄造 | | 熱間圧延 |
|-------------|-----|-----------|---------------------|---------|--------------------------------|
| | | | 鑄込み温度 -液相線 温度 | 鑄造速度 | 粗熱延完了 ~仕上げ圧延 開始までの 時間 |
| | | | (°C) | (m/min) | (s) |
| 発 明 例 | B1 | A1 | 28 | 0.8 | 9 |
| | B2 | A2 | 19 | 0.8 | 9 |
| | B3 | A3 | 23 | 0.8 | 9 |
| | B4 | A4 | 22 | 0.8 | 9 |
| | B5 | A5 | 30 | 0.8 | 9 |
| | B6 | A6 | 26 | 0.8 | 9 |
| | B7 | A7 | 27 | 0.8 | 9 |
| | B8 | A8 | 21 | 0.8 | 9 |
| | B9 | A9 | 28 | 0.8 | 9 |
| | B10 | A10 | 26 | 0.8 | 9 |
| | B11 | A11 | 25 | 0.8 | 9 |
| | B12 | A11 | 30 | 0.8 | 6 |
| | B13 | A11 | 21 | 0.5 | 9 |
| | B14 | A11 | 22 | 0.8 | 18 |
| 比 較 例 | b1 | <u>a1</u> | 28 | 0.8 | 9 |
| | b2 | <u>a2</u> | 22 | 0.8 | 9 |
| | b3 | <u>a3</u> | 27 | 0.8 | 9 |
| | b4 | <u>a4</u> | 28 | 0.8 | 9 |
| | b5 | <u>a5</u> | 23 | 0.8 | 9 |
| | b6 | <u>a6</u> | 29 | 0.8 | 9 |
| | b7 | <u>a7</u> | 21 | 0.8 | 9 |
| | b8 | A4 | 7 | 0.8 | 9 |
| | b9 | A6 | 28 | 2.1 | 9 |

[0103]

[表2-2]

| | 符号 | 鋼板 | | |
|-----|-----|--|------------------------|----|
| | | 方位差5°以上の境界で囲まれ、内部結晶方位差0.4-3.0°の領域 (面積%) | Nb系析出物のW濃度/ 鋼板のW含有量 | 被覆 |
| | | | | |
| 発明例 | B1 | 11 | - | - |
| | B2 | 48 | 11.5 | - |
| | B3 | 28 | - | - |
| | B4 | 46 | - | Al |
| | B5 | 17 | 11.7 | Al |
| | B6 | 16 | - | Al |
| | B7 | 18 | 10.0 | Zn |
| | B8 | 19 | - | Zn |
| | B9 | 25 | - | Zn |
| | B10 | 35 | - | - |
| | B11 | 21 | 12.3 | Al |
| | B12 | 24 | 15.0 | Al |
| | B13 | 21 | 12.3 | Al |
| | B14 | 20 | 4.0 | Al |
| 比較例 | b1 | 2 | - | - |
| | b2 | 85 | - | - |
| | b3 | 17 | - | Zn |
| | b4 | 15 | 9.4 | Zn |
| | b5 | 16 | - | Al |
| | b6 | 17 | - | Al |
| | b7 | 22 | - | Al |
| | b8 | 48 | - | Al |
| | b9 | 19 | - | Al |

[0104] 表2-1、表2-2に示すとおり、本発明範囲を満足する発明例B1～B14は、所定の化学組成、金属組織を有する鋼板が得られた。一方、本発明範囲を満足していない比較例b1～b9は、化学組成、金属組織を満足しなかった。

[0105] <実施例2>

実施例1で製造した鋼板（B1～B14及びb1～b9）を、表3-1に示す昇温速度で、表3-1に示す加熱温度まで加熱し、この加熱温度の±1

0°C以内の範囲に90秒間保持し、表3-1に示す平均冷却速度でMs点以下の温度まで冷却する熱処理を施し、C1~C14、c1~c9の鋼部材を得た。

[0106] 得られた鋼部材において、上述した方法で、マルテンサイトの面積分率および $(L49-56^\circ + L64-72^\circ) / (L57-63^\circ + L4-12^\circ)$ を測定し、Nb系介在物の有無を確認した。Nb系析出物が存在する場合には、上述した方法で、そのW濃度と鋼部材の化学組成（被覆を有する場合には母材鋼板の化学組成）におけるW含有量との比を測定した。結果を表3-2に示す。

表には示さないが、発明例の金属組織は、マルテンサイト以外は、残留オーステナイト及び／またはベイナイトであった。また、存在したNb系析出物は、サイズが0.5~15 μ mであった。

また、以下の要領で、引張強さ、及び耐水素脆性の指標である限界水素量Hcを評価した。評価結果を表3-2に示す。

また、Al系被覆を有する鋼板から得られた鋼部材は、表面にFe-Al系被覆を有し、Zn系被覆を有する鋼板から得られた鋼部材は、表面にFe-Zn系被覆を有していた。Fe-Al系被覆は、Siを10質量%程度含み、残部がFeとAlと、1%以下の不純物からなる被覆であった。Fe-Zn系被覆は、Fe-Zn合金と1%以下の不純物からなる被覆であった。

[0107] <引張強さ>

引張試験はASTM規格E8M-22の規定に準拠して実施した。すなわち、鋼部材の端部を避けた部位を1.2mm厚まで両面均等に研削した後、ASTM規格E8M-22の表1のサブサイズ引張試験片（標点距離：25.0 \pm 0.1mm（平行部長さ：32.0mm）、平行部板幅：6.0 \pm 0.1mm）を採取した。そして、試験片平行部の幅および長さ方向中心にひずみゲージ（ゲージ長：5mm）を貼付け、3mm/minのひずみ速度で室温引張試験を行い、引張強さ（TS）を測定した。本実施例においては、1500MPa超の引張強さを有する場合を、高い強度を有すると評価した

。

[0108] <限界水素量 H_c>

耐水素脆性は、水素を吸蔵した試験片に4点曲げを行い、割れない限界の水素量 H_c により評価した。具体的には、鋼部材の端部を避けて、幅 8 mm、長さ 68 mm の短冊状試験片を切り出した。そして、試験片表面の幅および長さ方向中心に引張試験と同様のひずみゲージ（ゲージ長：5 mm）を貼付け、試験片の表面に、引張試験で得られた引張強さの 1/2 の応力に相当するひずみが生じるように、4点支持の治具で試験片を曲げた（4点曲げ試験片とした）。種々の水素量を吸蔵させた4点曲げ試験片の割れの有無を観察し、割れない限界の水素量 H_c を求めた。Al系被覆の場合は、熱処理時の炉内露点の変更により水素吸蔵量を変化させた。また被覆なし、および Zn系被覆の場合は、4点曲げ後に種々の濃度のチオシアン酸アンモニウム液に72時間浸漬し、水素を吸蔵させた。鋼部材に吸蔵された水素は、昇温水素分析にて 100℃/hr で昇温し 250℃までに放出される拡散性水素量を鋼部材に含まれる水素量とした。

本実施例においては、H_c が、引張強さ 1500~2000 MPa 未満は 0.7 mass ppm 以上、引張強さ 2000~2500 MPa 未満は 0.5 mass ppm 以上、引張強さ 2500 MPa 以上は 0.3 mass ppm 以上である場合に、耐水素脆性に優れると評価した。

[0109]

[表3-1]

| | 符号 | 鋼 No. | 鋼板 No. | 熱処理 | | |
|-----|-----|-----------|-----------|--------|------|--------|
| | | | | 昇温速度 | 加熱温度 | 冷却速度 |
| | | | | (°C/s) | (°C) | (°C/s) |
| 發明例 | C1 | A1 | B1 | 3 | 920 | 50 |
| | C2 | A2 | B2 | 3 | 920 | 50 |
| | C3 | A3 | B3 | 3 | 920 | 50 |
| | C4 | A4 | B4 | 3 | 920 | 50 |
| | C5 | A5 | B5 | 3 | 920 | 50 |
| | C6 | A6 | B6 | 3 | 920 | 50 |
| | C7 | A7 | B7 | 3 | 920 | 50 |
| | C8 | A8 | B8 | 3 | 920 | 50 |
| | C9 | A9 | B9 | 3 | 920 | 50 |
| | C10 | A10 | B10 | 3 | 920 | 50 |
| | C11 | A11 | B11 | 3 | 920 | 50 |
| | C12 | A11 | B12 | 3 | 920 | 50 |
| | C13 | A11 | B13 | 3 | 920 | 50 |
| | C14 | A11 | B14 | 3 | 920 | 50 |
| 比較例 | c1 | <u>a1</u> | b1 | 3 | 920 | 50 |
| | c2 | <u>a2</u> | b2 | 3 | 920 | 50 |
| | c3 | <u>a3</u> | b3 | 3 | 920 | 50 |
| | c4 | <u>a4</u> | b4 | 3 | 920 | 50 |
| | c5 | <u>a5</u> | b5 | 3 | 920 | 50 |
| | c6 | <u>a6</u> | b6 | 3 | 920 | 50 |
| | c7 | <u>a7</u> | b7 | 3 | 920 | 50 |
| | c8 | A4 | b8 | 3 | 920 | 50 |
| | c9 | A6 | b9 | 3 | 920 | 50 |

[0110]

[表3-2]

| 符号 | 鋼部材 | | | | | | | | | | Nb系析出物の W濃度/ 鋼部材の W含有量 | 被覆 | TS (MPa) | Hc (mass ppm) |
|-----|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|---|---------------------------------|-------|-------------|------------------|---------------------------------|----|-------------|------------------|
| | マルテンサイト 面積率 % | 粒界長さ | | | | (L49-56° +L64-72°) / (L57-63° +L4-12°) | Nb系析出物の W濃度/ 鋼部材の W含有量 | 被覆 | TS (MPa) | Hc (mass ppm) | | | | |
| | | L57-63° (μm) | L49-56° (μm) | L64-72° (μm) | L4-12° (μm) | | | | | | | | | |
| C1 | 98 | 538 | 599 | 1077 | 597 | 1.48 | - | - | 1957 | 0.8 | | | | |
| C2 | 97 | 825 | 1177 | 1682 | 535 | 2.10 | 11.5 | - | 2803 | 0.4 | | | | |
| C3 | 98 | 590 | 856 | 1330 | 579 | 1.87 | - | - | 2137 | 0.7 | | | | |
| C4 | 98 | 542 | 671 | 1121 | 593 | 1.58 | - | Fe-Al | 2014 | 0.6 | | | | |
| C5 | 100 | 529 | 673 | 1122 | 591 | 1.60 | 11.7 | Fe-Al | 1799 | 1.0 | | | | |
| C6 | 99 | 545 | 725 | 1153 | 591 | 1.65 | - | Fe-Al | 1861 | 0.9 | | | | |
| C7 | 99 | 581 | 764 | 1236 | 589 | 1.71 | 10.0 | Fe-Zn | 1963 | 0.9 | | | | |
| C8 | 99 | 591 | 762 | 1234 | 587 | 1.69 | - | Fe-Zn | 1934 | 0.9 | | | | |
| C9 | 98 | 641 | 842 | 1311 | 580 | 1.76 | - | Fe-Zn | 2145 | 0.6 | | | | |
| C10 | 99 | 692 | 1067 | 1619 | 559 | 2.15 | - | - | 2494 | 0.9 | | | | |
| C11 | 98 | 812 | 1143 | 1643 | 554 | 2.04 | 12.3 | Fe-Al | 2679 | 0.7 | | | | |
| C12 | 98 | 787 | 1148 | 1648 | 537 | 2.11 | 15.0 | Fe-Al | 2679 | 0.8 | | | | |
| C13 | 98 | 800 | 1145 | 1643 | 549 | 2.07 | 12.3 | Fe-Al | 2679 | 0.8 | | | | |
| C14 | 98 | 829 | 1122 | 1633 | 564 | 1.98 | 4.0 | Fe-Al | 2679 | 0.6 | | | | |
| c1 | 100 | 402 | 458 | 958 | 597 | 1.42 | - | - | 1421 | 1.2 | | | | |
| c2 | 96 | 663 | 1067 | 1543 | 567 | 2.12 | - | - | 2849 | 0.1 | | | | |
| c3 | 99 | 580 | 911 | 1409 | 578 | 2.00 | - | Fe-Zn | 2324 | 0.1 | | | | |
| c4 | 98 | 582 | 911 | 1410 | 576 | 2.00 | 9.4 | Fe-Zn | 2321 | 0.3 | | | | |
| c5 | 98 | 614 | 973 | 1469 | 568 | 2.07 | - | Fe-Al | 2452 | 0.2 | | | | |
| c6 | 98 | 660 | 1068 | 1545 | 567 | 2.13 | - | Fe-Al | 2587 | 0.2 | | | | |
| c7 | 99 | 696 | 687 | 1123 | 693 | 1.30 | - | Fe-Al | 2017 | 0.4 | | | | |
| c8 | 98 | 689 | 643 | 1089 | 603 | 1.34 | - | Fe-Al | 2012 | 0.4 | | | | |
| c9 | 99 | 693 | 652 | 1105 | 598 | 1.36 | - | Fe-Al | 1861 | 0.6 | | | | |

[0111] 表3-1、表3-2に示すとおり、発明例C1~C14は、化学組成、金属組織が本発明範囲を満足し、引張強さ、耐水素脆性ともに良好な結果であ

る。一方、比較例 c 1 ~ c 9 は、化学組成、金属組織が本発明範囲を満足せず、強度、耐水素脆性の少なくとも 1 つが劣っていた。

産業上の利用可能性

[0112] 本発明によれば、耐水素脆性に優れる高強度な鋼部材および鋼板を得ることが可能となる。本発明に係る鋼部材は、特に自動車の骨格部品として用いるのに好適である。本発明の鋼部材は、高強度かつ耐水素脆性に優れるので、自動車部品に適用した場合、燃費及び衝突安全性の向上に寄与する。

請求の範囲

[請求項1]

化学組成が、質量%で、

C : 0.26 ~ 0.65 %、

Si : 0 ~ 2.00 %、

Mn : 0 ~ 3.00 %、

P : 0.100 %以下、

S : 0.0100 %以下、

N : 0.020 %以下、

O : 0.010 %以下、

W : 0.10 ~ 2.00 %、

Nb : 0 ~ 0.10 %、

Ti : 0 ~ 0.200 %、

Cu : 0 ~ 2.00 %、

Ni : 0 ~ 2.00 %、

Cr : 0 ~ 1.00 %、

B : 0 ~ 0.0200 %、

Mo : 0 ~ 1.00 %、

V : 0 ~ 1.00 %、

Ca : 0 ~ 0.020 %、

Mg : 0 ~ 0.010 %、

Al : 0 ~ 1.00 %、

Sn : 0 ~ 1.00 %、

Sb : 0 ~ 1.00 %、

Zr : 0 ~ 1.00 %、

Se : 0 ~ 1.00 %、

Bi : 0 ~ 1.00 %、

As : 0 ~ 1.00 %、

Ta : 0 ~ 1.00 %、

Re : 0 ~ 1.00%、
Os : 0 ~ 1.00%、
Ir : 0 ~ 1.00%、
Tc : 0 ~ 1.00%、
Co : 0 ~ 1.00%、
REM : 0 ~ 0.30%、及び、
残部 : Fe 及び不純物であり、

表面から厚さ方向に、厚さの $1/4$ の位置を中心とする前記表面から前記厚さ方向に前記厚さの $1/8$ の位置 ~ $3/8$ の位置の範囲を $1/4$ 深さ位置としたとき、

前記 $1/4$ 深さ位置において、体心構造を持つ結晶粒の粒界のうち、 $\langle 011 \rangle$ 方向を回転軸として、回転角が $49 \sim 56^\circ$ となる粒界の長さを L_{49-56} 、回転角が $64 \sim 72^\circ$ となる粒界の長さを L_{64-72} 、回転角が $57 \sim 63^\circ$ となる粒界の長さを L_{57-63} 、回転角が $4 \sim 12^\circ$ となる粒界の長さを L_{4-12} としたとき、前記 L_{49-56} と L_{64-72} との和と、前記 L_{57-63} と前記 L_{4-12} との和の比である、 $(L_{49-56} + L_{64-72}) / (L_{57-63} + L_{4-12})$ が、 1.40 以上であり、

引張強さが 1500 MPa 超である、
ことを特徴とする、鋼部材。

[請求項2] 前記化学組成が、質量%で、Nb : $0.01 \sim 0.10\%$ であり、
前記 $1/4$ 深さ位置に、Nb系析出物が存在し、

前記Nb系析出物のW濃度が、前記鋼部材のW含有量の 5.0 倍以上である、ことを特徴とする、請求項1に記載の鋼部材。

[請求項3] 前記表面に、被覆を有する、
ことを特徴とする請求項1または2に記載の鋼部材。

[請求項4] 前記被覆が、Fe-Al系合金またはFe-Zn系合金を主体とす

る、

ことを特徴とする請求項3に記載の鋼部材。

[請求項5]

化学組成が、質量%で、

C : 0.26 ~ 0.65 %、

Si : 0 ~ 2.00 %、

Mn : 0 ~ 3.00 %、

P : 0.100 %以下、

S : 0.0100 %以下、

N : 0.020 %以下、

O : 0.010 %以下、

W : 0.10 ~ 2.00 %、

Nb : 0 ~ 0.10 %、

Ti : 0 ~ 0.200 %、

Cu : 0 ~ 2.00 %、

Ni : 0 ~ 2.00 %、

Cr : 0 ~ 1.00 %、

B : 0 ~ 0.0200 %、

Mo : 0 ~ 1.00 %、

V : 0 ~ 1.00 %、

Ca : 0 ~ 0.020 %、

Mg : 0 ~ 0.010 %、

Al : 0 ~ 1.00 %、

Sn : 0 ~ 1.00 %、

Sb : 0 ~ 1.00 %、

Zr : 0 ~ 1.00 %、

Se : 0 ~ 1.00 %、

Bi : 0 ~ 1.00 %、

As : 0 ~ 1.00 %、

T a : 0 ~ 1 . 0 0 %、

R e : 0 ~ 1 . 0 0 %、

O s : 0 ~ 1 . 0 0 %、

l r : 0 ~ 1 . 0 0 %、

T c : 0 ~ 1 . 0 0 %、

C o : 0 ~ 1 . 0 0 %、

R E M : 0 ~ 0 . 3 0 %、及び、

残部 : F e 及び不純物であり、

表面から厚さ方向に、厚さの $1/4$ の位置を中心とする前記表面から前記厚さ方向に前記厚さの $1/8$ の位置 ~ $3/8$ の位置の範囲を $1/4$ 深さ位置としたとき、

前記 $1/4$ 深さ位置において、

結晶方位差が 5° 以上の境界で囲まれ、その境界の内部の平均結晶方位差が $0.4 \sim 3.0^\circ$ である領域の面積分率が 80% 以下である、

ことを特徴とする、鋼板。

[請求項6]

前記化学組成が、質量%で、N b : $0.01 \sim 0.10\%$ であり、

前記 $1/4$ 深さ位置に、N b 系析出物が存在し、

前記 N b 系析出物の W 濃度が、前記鋼板の W 含有量の 5.0 倍以上である、

ことを特徴とする、請求項 5 に記載の鋼板。

[請求項7]

前記表面に被覆を有する、

ことを特徴とする請求項 5 または 6 に記載の鋼板。

[請求項8]

前記被覆が、A l 系被覆または Z n 系被覆である、

ことを特徴とする請求項 7 に記載の鋼板。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/009506

| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER | | |
|---|---|---|
| <p><i>C22C 38/00</i>(2006.01)i; <i>B22D 11/00</i>(2006.01)i; <i>C21D 1/18</i>(2006.01)i; <i>C21D 9/00</i>(2006.01)i; <i>C21D 9/46</i>(2006.01)i; <i>C22C 18/00</i>(2006.01)i; <i>C22C 21/00</i>(2006.01)i; <i>C22C 38/60</i>(2006.01)i FI: C22C38/00 301Z; C22C38/00 301S; C22C38/00 301T; C22C38/60; C21D1/18 C; C21D9/00 A; C21D9/46 G; C21D9/46 J; C22C18/00; C22C21/00 M; B22D11/00 A</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p> | | |
| B. FIELDS SEARCHED | | |
| Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C22C38/00-38/60; C21D1/18; C21D9/00; C21D8/02; C21D9/46; C22C18/00-18/04; C22C21/00-21/14; B22D11/00 | | |
| 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) | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| A | WO 2019/003541 A1 (JFE STEEL CORP.) 03 January 2019 (2019-01-03) claims | 1-8 |
| A | JP 2021-155794 A (NIPPON STEEL CORPORATION) 07 October 2021 (2021-10-07) claims | 1-8 |
| A | WO 2021/141103 A1 (NIPPON STEEL CORPORATION) 15 July 2021 (2021-07-15) claims | 1-8 |
| A | WO 2020/195009 A1 (NIPPON STEEL CORPORATION) 01 October 2020 (2020-10-01) claims, paragraphs [0043]-[0044] | 1-8 |
| A | WO 2020/195012 A1 (NIPPON STEEL CORPORATION) 01 October 2020 (2020-10-01) claims, paragraphs [0053]-[0056] | 1-8 |
| <input checked="" 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>“&” document member of the same patent family</p> | | |
| Date of the actual completion of the international search 23 May 2024 | | Date of mailing of the international search report 04 June 2024 |
| Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan | | Authorized officer Telephone No. |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/009506

| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
|---|---|-----------------------|
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| A | WO 2020/241257 A1 (NIPPON STEEL CORPORATION) 03 December 2020 (2020-12-03) claims | 1-8 |
| A | WO 2020/241258 A1 (NIPPON STEEL CORPORATION) 03 December 2020 (2020-12-03) claims | 1-8 |
| P, X | WO 2023/095920 A1 (NIPPON STEEL CORPORATION) 01 June 2023 (2023-06-01) claims, paragraphs [0077]-[0078], [0085], tables 1-1 to 3-2 | 5, 7-8 |
| P, A | | 1-4, 6 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2024/009506

| Patent document cited in search report | | | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date (day/month/year) |
|--|-------------|----|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| WO | 2019/003541 | A1 | 03 January 2019 | EP 3647447 A1 claims | |
| | | | | US 2020/0131597 A1 | |
| | | | | CN 110799662 A | |
| ----- | | | | | |
| JP | 2021-155794 | A | 07 October 2021 | (Family: none) | |
| ----- | | | | | |
| WO | 2021/141103 | A1 | 15 July 2021 | EP 4089191 A1 claims | |
| | | | | US 2023/0002874 A1 | |
| | | | | CN 114829652 A | |
| ----- | | | | | |
| WO | 2020/195009 | A1 | 01 October 2020 | (Family: none) | |
| ----- | | | | | |
| WO | 2020/195012 | A1 | 01 October 2020 | (Family: none) | |
| ----- | | | | | |
| WO | 2020/241257 | A1 | 03 December 2020 | US 2022/0170128 A1 claims | |
| | | | | CN 113677819 A | |
| ----- | | | | | |
| WO | 2020/241258 | A1 | 03 December 2020 | US 2022/0195567 A1 claims | |
| | | | | CN 113840936 A | |
| ----- | | | | | |
| WO | 2023/095920 | A1 | 01 June 2023 | (Family: none) | |
| ----- | | | | | |

| <p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>C22C 38/00(2006.01)i; B22D 11/00(2006.01)i; C21D 1/18(2006.01)i; C21D 9/00(2006.01)i; C21D 9/46(2006.01)i; C22C 18/00(2006.01)i; C22C 21/00(2006.01)i; C22C 38/60(2006.01)i</p> <p>FI: C22C38/00 301Z; C22C38/00 301S; C22C38/00 301T; C22C38/60; C21D1/18 C; C21D9/00 A; C21D9/46 G; C21D9/46 J; C22C18/00; C22C21/00 M; B22D11/00 A</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------------|-----------------|-----------------------------------|----------------|--------------|--|--------------|-------------|--|-----|---|---|-----|---|--|-----|---|--|-----|---|---|-----|
| <p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））</p> <p>C22C38/00-38/60; C21D1/18; C21D9/00; C21D8/02; C21D9/46; C22C18/00-18/04; C22C21/00-21/14; B22D11/00</p> <p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2024年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2024年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2024年</td> </tr> </table> <p>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）</p> | | | 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 | | | | | | | | | | | | | |
| 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 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>WO 2019/003541 A1 (JFEスチール株式会社) 03.01.2019 (2019-01-03) 請求の範囲</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2021-155794 A (日本製鉄株式会社) 07.10.2021 (2021-10-07) 特許請求の範囲</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2021/141103 A1 (日本製鉄株式会社) 15.07.2021 (2021-07-15) 請求の範囲</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2020/195009 A1 (日本製鉄株式会社) 01.10.2020 (2020-10-01) 請求の範囲, [0043] - [0044]</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2020/195012 A1 (日本製鉄株式会社) 01.10.2020 (2020-10-01) 請求の範囲, [0053] - [0056]</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2020/241257 A1 (日本製鉄株式会社) 03.12.2020 (2020-12-03) 請求の範囲</td> <td>1-8</td> </tr> </tbody> </table> <p><input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p> <p>* 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</p> | | | 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 2019/003541 A1 (JFEスチール株式会社) 03.01.2019 (2019-01-03) 請求の範囲 | 1-8 | A | JP 2021-155794 A (日本製鉄株式会社) 07.10.2021 (2021-10-07) 特許請求の範囲 | 1-8 | A | WO 2021/141103 A1 (日本製鉄株式会社) 15.07.2021 (2021-07-15) 請求の範囲 | 1-8 | A | WO 2020/195009 A1 (日本製鉄株式会社) 01.10.2020 (2020-10-01) 請求の範囲, [0043] - [0044] | 1-8 | A | WO 2020/195012 A1 (日本製鉄株式会社) 01.10.2020 (2020-10-01) 請求の範囲, [0053] - [0056] | 1-8 | A | WO 2020/241257 A1 (日本製鉄株式会社) 03.12.2020 (2020-12-03) 請求の範囲 | 1-8 |
| 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 2019/003541 A1 (JFEスチール株式会社) 03.01.2019 (2019-01-03) 請求の範囲 | 1-8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | JP 2021-155794 A (日本製鉄株式会社) 07.10.2021 (2021-10-07) 特許請求の範囲 | 1-8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | WO 2021/141103 A1 (日本製鉄株式会社) 15.07.2021 (2021-07-15) 請求の範囲 | 1-8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | WO 2020/195009 A1 (日本製鉄株式会社) 01.10.2020 (2020-10-01) 請求の範囲, [0043] - [0044] | 1-8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | WO 2020/195012 A1 (日本製鉄株式会社) 01.10.2020 (2020-10-01) 請求の範囲, [0053] - [0056] | 1-8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | WO 2020/241257 A1 (日本製鉄株式会社) 03.12.2020 (2020-12-03) 請求の範囲 | 1-8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>国際調査を完了した日</p> <p>23.05.2024</p> | <p>国際調査報告の発送日</p> <p>04.06.2024</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>名称及びあて先</p> <p>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</p> | <p>権限のある職員（特許庁審査官）</p> <p>鈴木 毅 4K 9154</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3435</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| 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 2020/241258 A1 (日本製鉄株式会社) 03.12.2020 (2020 - 12 - 03) 請求の範囲 | 1-8 |
| P, X | WO 2023/095920 A1 (日本製鉄株式会社) 01.06.2023 (2023 - 06 - 01) 請求の範囲, [0077] - [0078], [0085], 表1-1-表3-2 | 5, 7-8 |
| P, A | | 1-4, 6 |

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/JP2024/009506

| 引用文献 | | | 公表日 | パテントファミリー文献 | 公表日 |
|------|-------------|----|------------|------------------------------|-----|
| WO | 2019/003541 | A1 | 03.01.2019 | EP 3647447 A1 Claims | |
| | | | | US 2020/0131597 A1 | |
| | | | | CN 110799662 A | |
| JP | 2021-155794 | A | 07.10.2021 | (ファミリーなし) | |
| WO | 2021/141103 | A1 | 15.07.2021 | EP 4089191 A1 Claims | |
| | | | | US 2023/0002874 A1 | |
| | | | | CN 114829652 A | |
| WO | 2020/195009 | A1 | 01.10.2020 | (ファミリーなし) | |
| WO | 2020/195012 | A1 | 01.10.2020 | (ファミリーなし) | |
| WO | 2020/241257 | A1 | 03.12.2020 | US 2022/0170128 A1 Claims | |
| | | | | CN 113677819 A | |
| WO | 2020/241258 | A1 | 03.12.2020 | US 2022/0195567 A1 Claims | |
| | | | | CN 113840936 A | |
| WO | 2023/095920 | A1 | 01.06.2023 | (ファミリーなし) | |