

(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 2024/190491 A1

- (51) 国際特許分類:
C22C 38/00 (2006.01) C21D 9/46 (2006.01)
C21D 1/18 (2006.01) C22C 38/60 (2006.01)
C21D 9/00 (2006.01) C22C 21/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/008038
- (22) 国際出願日: 2024年3月4日(04.03.2024)
- (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 2023-038696 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: 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). 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).
- (74) 代理人: 松沼 泰史, 外(MATSUNUMA Yasushi et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(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; a microstructure at the 1/4-position composed of a total of 90% of martensite, bainite and tempered martensite by area, the 1/4-position being defined as the range, centered on the position at 1/4 of the thickness in the thickness direction from the surface, between the position at 1/8 of the thickness from the surface to the position at 3/8 of the thickness from the surface; and an aggregate structure in which when, at the 1/4-depth position, the random intensity ratio for (111) <011> is defined as I1, the random intensity ratio for (111) <112> is defined as I2, the random intensity ratio for (100) <011> is defined as I3, and the random intensity ratio for (100) <001> is defined as I4, the I1, the I2, the I3 and the I4 satisfy $(I1 + I3)/(I2 + I4) \leq 1.20$.

(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の1/8の位置~前記厚さの3/8の位置の間の範囲を1/4深さ位置としたとき、前記1/4深さ位置のマイクロ組織が、面積率で、マルテンサイト、ベイナイトおよび焼き戻しマルテンサイト: 合計で90%以上であり、前記1/4深さ位置において、{111} <011>のランダム強度比をI1、{111} <112>のランダム強度比をI2、{100} <011>のランダム強度比をI3、{100} <001>のランダム強度比をI4としたとき、前記I1、前記I2、前記I3及び前記I4が、 $(I1 + I3) / (I2 + I4) \leq 1.20$ を満たす集合組織を有する。



WO 2024/190491 A1

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2023-038696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、ミクロ組織や、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、0.200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0.260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、特定の集合組織を発達させることで、耐水素脆性を向上できることを見出した。

[0016] 本発明は上記の知見に鑑みてなされた。本発明の要旨は以下の通りである。

[1] 本発明の一態様に係る鋼部材は、化学組成が、質量%で、C：0.260～0.700%、Si：0～2.000%、Mn：0～3.00%、Al：0～1.000%、Nb：0～0.100%、Ti：0～0.200%、Cr：0～1.00%、B：0～0.0200%、Mo：0～1.00%、W：0～2.00%、Co：0～1.00%、Ni：0～2.00%、Cu：0～2.00%、V：0～1.00%、Ca：0～0.200%、Mg：0～0.20%、REM：0～0.300%、Sb：0～1.00%、Sn：0～1.00%、Zr：0～1.00%、As：0～1.00%、Se：0～1.00%、Bi：0～1.00%、Ta：0～1.00%、Re：0～1.00%、Os：0～1.00%、Ir：0～1.00%、Tc：0～1.00%、P：0.100%以下、S：0.0100%以下、N：0.020%以下、O：0.010%以下、及び残部：Feおよび不純物であり、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の1/8の位置～前記厚さの3/8の位置の間の範囲を1/4深さ位置としたとき、前記1/4深さ位置のマイクロ組織が、面積率で、マルテンサイト、ベイナイトおよび焼き戻しマルテンサイト：合計で90%以上であり、前記1/4深さ位置において、 $\{111\} \langle 011 \rangle$ のランダム強度比をI1、 $\{111\} \langle 112 \rangle$ のランダム強度比をI2、 $\{100\} \langle 011 \rangle$ のランダム強度比をI3、 $\{100\} \langle 001 \rangle$ のランダム強度比をI4としたとき、前記I1、前記I2、前記I3及び前記I4が、以下式(1)を満たす集合組織を有する。

$$(I1 + I3) / (I2 + I4) \leq 1.20 \quad \dots (1)$$

[2] [1]に記載の鋼部材は、前記化学組成が、質量%で、Nb：0.005～0.100%、Ti：0.005～0.200%、Cr：0.01～

1. 00%、B : 0. 0010~0. 0200%、Mo : 0. 01~1. 00%、W : 0. 001~2. 00%、Co : 0. 01~1. 00%、Ni : 0. 01~2. 00%、Cu : 0. 01~2. 00%、V : 0. 01~1. 00%、Ca : 0. 001~0. 200%、Mg : 0. 01~0. 20%、REM : 0. 001~0. 300%、Sb : 0. 01~1. 00%、Sn : 0. 01~1. 00%、Zr : 0. 01~1. 00%、As : 0. 01~1. 00%、Se : 0. 01~1. 00%、Bi : 0. 01~1. 00%、Ta : 0. 01~1. 00%、Re : 0. 01~1. 00%、Os : 0. 01~1. 00%、Ir : 0. 01~1. 00%、及びTc : 0. 01~1. 00%、からなる群から選択される1種以上を有してもよい。

[3] [1] または [2] に記載の鋼部材は、前記1/4深さ位置のビッカース硬さが、450以上であってもよい。

[4] [1] ~ [3] のいずれか1つに記載の鋼部材は、前記鋼部材の前記表面に、被覆を有してもよい。

[5] [4] に記載の鋼部材は、前記被覆が、Fe-Al系被覆、またはFe-Zn系被覆であってもよい。

[6] 本発明の別の態様に係る鋼板は、化学組成が、質量%で、C : 0. 260~0. 700%、Si : 0~2. 000%、Mn : 0~3. 00%、Al : 0~1. 000%、Nb : 0~0. 100%、Ti : 0~0. 200%、Cr : 0~1. 00%、B : 0~0. 0200%、Mo : 0~1. 00%、W : 0~2. 00%、Co : 0~1. 00%、Ni : 0~2. 00%、Cu : 0~2. 00%、V : 0~1. 00%、Ca : 0~0. 200%、Mg : 0~0. 20%、REM : 0~0. 300%、Sb : 0~1. 00%、Sn : 0~1. 00%、Zr : 0~1. 00%、As : 0~1. 00%、Se : 0~1. 00%、Bi : 0~1. 00%、Ta : 0~1. 00%、Re : 0~1. 00%、Os : 0~1. 00%、Ir : 0~1. 00%、Tc : 0~1. 00%、P : 0. 100%以下、S : 0. 0100%以下、N : 0. 020%以下、O : 0. 010%以下、及び残部 : Feおよび不純物であり

、表面から板厚方向に板厚の1/4の位置を中心とする前記表面から前記板厚の1/8の位置～前記板厚の3/8の位置の間の範囲を1/4深さ位置としたとき、前記1/4深さ位置において、{111}〈011〉のランダム強度比をI1、{111}〈112〉のランダム強度比をI2、{100}〈011〉のランダム強度比をI3、{100}〈001〉のランダム強度比をI4としたとき、前記I1、前記I2、前記I3及び前記I4が、以下式(1)を満たす集合組織を有する。

$$(I1 + I3) / (I2 + I4) \leq 1.20 \quad \dots (1)$$

[7] [6]に記載の鋼板は、前記化学組成が、質量%で、Nb:0.005~0.100%、Ti:0.005~0.200%、Cr:0.01~1.00%、B:0.0010~0.0200%、Mo:0.01~1.00%、W:0.001~2.00%、Co:0.01~1.00%、Ni:0.01~2.00%、Cu:0.01~2.00%、V:0.01~1.00%、Ca:0.001~0.200%、Mg:0.01~0.20%、REM:0.001~0.300%、Sb:0.01~1.00%、Sn:0.01~1.00%、Zr:0.01~1.00%、As:0.01~1.00%、Se:0.01~1.00%、Bi:0.01~1.00%、Ta:0.01~1.00%、Re:0.01~1.00%、Os:0.01~1.00%、Ir:0.01~1.00%、及びTc:0.01~1.00%、からなる群から選択される1種以上を有してもよい。

[8] [6]または[7]に記載の鋼板は、前記鋼板の前記表面に、被覆を有してもよい。

[9] [8]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

[0017] 本発明者の上記態様によれば、高い引張強さを有し、かつ耐水素脆性に優れた鋼部材、及びこの鋼部材の素材となる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

[0018] 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）及びその素材として好適な本発明の一実施形態に係る鋼板（本実施形態に係る鋼板）、並びにそれらの製造方法について説明する。

[0019] [鋼部材]

本実施形態に係る鋼部材は、後述する化学組成を有し、 $1/4$ 深さ位置（表面から厚さ方向（鋼板からなる場合には鋼板の板厚方向である）に厚さの $1/4$ の位置を中心とする表面から厚さの $1/8$ の位置～厚さの $3/8$ の位置の間の範囲、以下同様）のミクロ組織が、面積率で、マルテンサイト、ベイナイトおよび焼き戻しマルテンサイト：合計で90%以上である。

また、本実施形態に係る鋼部材では、 $1/4$ 深さ位置において、 $\{111\} \langle 011 \rangle$ のランダム強度比を $|1$ 、 $\{111\} \langle 112 \rangle$ のランダム強度比を $|2$ 、 $\{100\} \langle 011 \rangle$ のランダム強度比を $|3$ 、 $\{100\} \langle 001 \rangle$ のランダム強度比を $|4$ としたとき、 $|1$ 、 $|2$ 、 $|3$ 及び $|4$ が、 $(|1 + |3) / (|2 + |4) \leq 1.20$ を満たす集合組織を有する。

本実施形態に係る鋼部材は、その表面に被覆が施されてもよい。その場合でも、本実施形態において、被覆自体は鋼部材ではないので、鋼部材の化学組成、ミクロ組織、集合組織等は、被覆を除く部分（この部分は、「母材鋼部材」または「素地鋼部材」などといわれることがある。）の化学組成、ミクロ組織、集合組織等である。このように本実施形態に係る鋼部材の表面に被覆が施されている場合、すなわち、本実施形態に係る鋼部材が、 $1/4$ 深さ位置の基準となる表面は、被覆を除く部分（母材鋼部材）の表面、つまり母材鋼部材と被覆との境界である。そこで、例えば、鋼部材の表裏面に被覆が施されている場合、被覆を含む鋼部材の厚さ t_1 を測定した上で、後述の方法により被覆の厚さ t_2 を測定し、鋼部材の厚さ（母材鋼部材の厚さ） $t_3 = t_1 - 2 \times t_2$ を算出する。その後、被覆を含む鋼部材の厚さ t_1 の中心から、その厚さ方向に $t_3/8 \sim (3 \times t_3)/8$ 離れた範囲を $1/4$ 深さ位置とすることができる。

以下、詳細に説明する。

[0020] 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、例えばホットスタンプ成形体であるが、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。

[0021] <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 : 0.260~0.700%、Si : 0~2.000%、Mn : 0~3.00%、Al : 0~1.000%、Nb : 0~0.100%、Ti : 0~0.200%、Cr : 0~1.00%、B : 0~0.0200%、Mo : 0~1.00%、W : 0~2.00%、Co : 0~1.00%、Ni : 0~2.00%、Cu : 0~2.00%、V : 0~1.00%、Ca : 0~0.200%、Mg : 0~0.20%、REM : 0~0.300%、Sb : 0~1.00%、Sn : 0~1.00%、Zr : 0~1.00%、As : 0~1.00%、Se : 0~1.00%、Bi : 0~1.00%、Ta : 0~1.00%、Re : 0~1.00%、Os : 0~1.00%、Ir : 0~1.00%、Tc : 0~1.00%、P : 0.100%以下、S : 0.0100%以下、N : 0.020%以下、O : 0.010%以下、及び残部 : Feおよび不純物である。

各元素の含有量の限定理由は下記の通りである。以下の説明で元素の含有量に関する%は、断りが無い限り質量%である。

[0022] C : 0.260~0.700%

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を含む熱処理に供した後（焼入れ後）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0.260%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0.260%以上とする。C含有量は0.280%以上とすることが好ましく、0.310%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2300

MPa以上、を得る場合、C含有量は、0.450%以上であることが好ましい。

一方、C含有量が0.700%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0.700%以下とする。C含有量は、0.650%以下とすることが好ましく、0.600%以下とすることがより好ましい。

[0023] Si : 0~2.000%

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0.100%以上とすることが好ましく、0.350%以上とすることがより好ましい。

一方、鋼中のSi含有量が2.000%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2.000%以下とする。Si含有量は1.500%以下とすることが好ましい。

[0024] 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%以上または0.40%以上とすることがより好ましい。

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、1.50%以下とすることがより

好ましい。

[0025] Al : 0 ~ 1.000%

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、含有させてもよい。Al含有量は0%でもよいが、上記の効果を得るためには、Al含有量を0.010%以上とすることが好ましい。必要に応じて、Al含有量を0.020%以上または0.030%以上としてもよい。

一方、Al含有量が1.000%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1.000%以下とする。必要に応じて、Al含有量を0.300%以下、0.100%以下または0.075%以下としてもよい。

ここでのAl含有量は、Total Al含有量である。

[0026] Nb : 0 ~ 0.100%

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（母鋼材の濃度よりも高くする）ことで、鋼部材の耐水素脆性が向上する。そのため、Nbを含有してもよい。

Nb含有量は0%でもよいが、上記の効果を得る場合、Nb含有量は0.005%以上とすることが好ましい。Nb含有量は、より好ましくは0.010%以上である。

一方、Nb含有量が0.100%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0.100%以下とする。Nb含有量は0.080%以下とすることが好ましい。必要に応じて、Nb含有量を0.060%以下または0.040%以下としてもよい。

[0027] 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も形成し、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ある。そのため、Tiを含有してもよい。

Ti含有量は0%でもよいが、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、連続鍛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い。必要に応じて、Ti含有量を0.060%以下または0.040%以下としてもよい。

[0028] 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、含有させてもよい。Cr含有量は0%でもよいが、上記の効果を得る場合、Cr含有量は0.01%以上とすることが好ましく、0.03%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%以下とすることがさらに好ましい。

[0029] 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、含有させてもよい。B含有量は0%でもよいが、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%以上または0.0020%以上とすることがより好ましい。

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0.0100%以下または0.0050%以下とすることが好ましい。

[0030] 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、含有させても良い。Mo含有量は0%でもよいが、上記の効果を得る場合、Mo含有量は0.01%以上とすることが好ましく、0.03%以上とすることがより好ましい。

一方、Mo含有量が1.00%を超えると上記効果が飽和して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。コスト低減のためには、Mo含有量は0.80%以下、0.50%以下または0.25%以下とすることが好ましい。

[0031] W : 0 ~ 2.00%

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。また、Wは、粒界に偏析する元素であり、上述した集合組織の発達に寄与する元素でもある。そのため、含有させてもよい。

W含有量が0.01%未満では、十分な効果が得られない。W含有量は0%でもよいが、そのため、上記の効果を得る場合、W含有量は0.01%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く、0.10%以上とすることがさらに好ましく、0.20%以上とすることが一層好ましい。

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。合金コストの低減のためには、W含有量は1.50%以下とすることが好ましく、1.00%以下、0.50%以下または0.20%以下とすることがより好ましい。

[0032] Co : 0~1.00%

Co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、含有させても良い。Co含有量は0%でもよいが、上記の効果をj得る場合、Co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、Co含有量が1.00%を超えると上記効果が飽和してコスト増加が著しい。したがって、含有させる場合、Co含有量は1.00%以下とする。合金コストの低減のためには、Co含有量は0.80%以下、0.50%以下または0.25%以下とすることが好ましい。

[0033] 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、含有させてもよい。Ni含有量は0%でもよいが、上記の効果をj得る場合、Ni含有量は0.01%以上とすることが好ましく、0.03%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%以下とすることがさらに好ましい。

[0034] 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、含有させてもよい。Cu含有量は0%でもよいが、上記の効果を得る場合、Cu含有量を0.01%以上とすることが好ましい。Cu含有量はより好ましくは0.03%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。合金コストの低減のためには、Cu含有量は1.50%以下とすることが好ましく、1.00%以下、0.80%以下または0.50%以下とすることがより好ましい。

[0035] 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、含有させてもよい。V含有量は0%でもよいが、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、0.05%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。合金コストの低減のためには、W含有量は0.80%以下とすることが好ましく、0.50%以下、0.30%以下または0.10%以下とすることがより好ましい。

[0036] Ca : 0~0.200%

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、含有させてもよい。Ca含有量は0%でもよいが、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、0.010%以上または0.020%以上とすることがより好ましい。

一方、Ca含有量が0.200%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0.200%以下とする。Ca含有量は、0.100%以下とすることが好ましく、0.050%以下とすることがより好ましい。

[0037] Mg : 0~0.20%

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、含有させてもよい。Mg含有量は0%でもよいが、上記の効果を得る場合、Mg含有量を0.01%以上とすることが好ましい。Mg含有量は、より好ましくは0.02%以上である。

一方、Mg含有量が0.20%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0.20%以下とする。Mg含有量は、好ましくは0.10%以下であり、より好ましくは0.05%以下である。

[0038] REM : 0~0.300%

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、含有させてもよい。REM含有量は0%でもよいが、上記の効果を得る場合、REM含有量を0.001%以上とすることが好ましく、0.010%以上または0.020%以上とすることがより好ましい。

一方、REM含有量が0.300%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0.300%以下とする。合金コストの低減のためには、REM含有量は0.200%以下、0.100%以下または0.050%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。

[0039] Sb : 0~1.00%

Sb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、含

有させてもよい。S b含有量は0%でもよいが、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、S b含有量は1.00%以下とする。必要に応じて、S b含有量を0.50%以下、0.20%以下、0.10%以下または0.05%以下としてもよい。

[0040] S n : 0~1.00%

S nは鋼部材の強度の上昇に寄与する元素である。S n含有量が0.01%未満ではこれらの効果が十分ではない。そのため、S n含有量は0%でもよいが、S nを含有させる場合、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、S n含有量は1.00%以下とする。必要に応じて、S n含有量を0.50%以下、0.20%以下、0.10%以下または0.05%以下としてもよい。

[0041] 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、含有させてもよい。Z r含有量は0%でもよいが、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、Z r含有量は1.00%以下とする。必要に応じて、Z r含有量を0.50%以下、0.20%以下、0.10%以下または0.05%以下としてもよい。

[0042] A s : 0~1.00%

A sは、耐水素脆性を向上させる元素である。そのため、含有させてもよい。A s含有量は0%でもよいが、上記の効果を得る場合、A s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。必要に応じて、As含有量を0.50%以下、0.20%以下、0.10%以下または0.05%以下としてもよい。

[0043] Se : 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、含有させてもよい。Se含有量は0%でもよいが、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。必要に応じて、Se含有量を0.50%以下、0.20%以下、0.10%以下または0.05%以下としてもよい。

[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、含有させてもよい。Bi含有量は0%でもよいが、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。必要に応じて、Bi含有量を0.50%以下、0.20%以下、0.10%以下または0.05%以下としてもよい。

[0045] 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、含有させてもよい。Ta含有量は0%でもよいが、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。必要に応じて、Ta含有量を0.50%以下、0.20%以下、0.10%以下または0.05%以下としてもよい。

[0046] 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、含有させてもよい。Re含有量は0%でもよいが、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。必要に応じて、Re含有量を0.50%以下、0.20%以下、0.10%以下または0.05%以下としてもよい。

[0047] 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、含有させてもよい。Os含有量は0%でもよいが、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。必要に応じて、Os含有量を0.50%以下、0.20%以下、0.10%以下または0.05%以下としてもよい。

[0048] 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、含有させてもよい。Ir含有量は0%でもよいが、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。必要に応じて、Ir含有量を0.50%以下、0.20%以下、0.10%以下または0.05%以下としてもよい。

[0049] 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、含有させてもよい。Tc含有量は0%でもよいが、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。必要に応じて、Tc含有量を0.50%以下、0.20%以下、0.10%以下または0.05%以下としてもよい。

[0050] 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%以下または0.020%以下に制限することが好ましい。

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。

[0051] 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、0.0050%以下に制限することが好ましい。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。

[0052] 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0.001%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0.001%以上としてもよく、0.002%以上、0.008%以上、または0.010%以上としてもよい。

[0053] 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0.001%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0.0001%以上としてもよく、0.002%以上、0.0008%以上、または0.001%以上としてもよい。

[0054] (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、本実施形態の効果を奏する限り、上述してきた元素以外の元素の添加または含有を排除しないが、必要に応じて上述してきた元素以外の元素の添加または含有を不可としてもよい。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の残部は少なくともFeおよび不純物を含む。残部はFeおよび不純物のみとしてもよい。

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。不純物としては、例えばPb、Znなどが例示される。

不純物は、通常、その含有量の合計が1.0%以下であることが多いため、不純物の含有量の合計を、1.0%以下としてもよい。必要に応じて、不純物の含有量の合計を、0.5%以下、0.2%以下、0.1%以下または0.05%以下としてもよい。原料コストの低減などの種々の理由により、意図的に前述の元素以外の元素の含有量が比較的多い原料などを使用する場合もある。そこで、本実施形態にはおいては、これら元素の混入又は意図的添加などとは無関係に、これらの元素は、すべて不純物元素と見なす。このため、これらの元素の濃度の合計を、前述のとおり1.0%以下などとしてもよい。

[0055] 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。鋼部材の素材である鋼板の化学組成または溶鋼の取鍋分析値などが判明している場合、鋼部材の化学組成としてその鋼板の化学組成または溶鋼の取鍋分析値などを用いてもよい。

[0056] <ミクロ組織>

本実施形態に係る鋼部材は、1/4深さ位置のミクロ組織が、面積率で、マルテンサイト、ベイナイトおよび焼き戻しマルテンサイト：合計で90%以上である。

マルテンサイト、ベイナイトおよび焼き戻しマルテンサイトは鋼部材の高強度化に寄与する組織（相）であり、これらの面積率の合計が90%未満では鋼部材において、十分な強度を得ることが難しい。以下、マルテンサイト、ベイナイトおよび焼き戻しマルテンサイトをまとめて硬質組織と言う場合がある。

マルテンサイト、ベイナイトおよび焼き戻しマルテンサイトの合計の面積率は、95%以上、98%以上、または100%でもよい（硬質組織以外の残部組織の面積率が0%でもよい）が、残部組織として、パーライト、ベイナイト、フェライト、セメンタイト、および残留オーステナイトの1種以上を含んでもよい。

[0057] 各組織の面積率は、以下の方法で測定できる。

鋼部材の端面から50mm以上離れた任意の位置（この位置からサンプルを採取できない場合は、端部を避けた位置）から、圧延方向に平行かつ板厚方向に平行な断面において、1/4深さ位置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。

上記試験片の断面を#600から#1500の炭化珪素ペーパーを使用し

て研磨した後、粒度が1～6 μmのダイヤモンドパウダーをアルコール等の希釈液や純水に分散させた液体を使用して鏡面に仕上げる。次に、室温においてアルカリ性溶液を含まないコロイダルシリカを用いて研磨し、サンプルの表層に導入されたひずみを除去する。

研磨後の試験片の断面の長手方向（圧延方向）の任意の位置において、長手方向に200 μm、表面から厚さの1/4の位置が中心となる表面から厚さの1/8の位置～表面から厚さの3/8位置に亘る領域を観察領域とする。そして、この観察領域に対し、0.1 μmの測定間隔で、電子後方散乱回折法により測定して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-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る。この際、装置内の真空度は 9.6×10^{-5} Pa以下、加速電圧は15 kV、照射電流レベルは13、電子線の照射レベルは62とする。また、測定の際には、Phaseとして、「iron-α」、「iron-γ」を設定し、測定を行う。

また、EBSDでの測定領域（EBSD測定領域）と同領域を、サーマル電界放射型走査電子顕微鏡（JEOL製JSM-7001F）を用いて1000倍以上の倍率で観察する。

同領域を観察するに際し、観察位置が特定できるように、EBSD測定領域の4隅の内3点に対して、EBSD測定領域の4隅から100 μm以内の範囲にそれぞれビッカース圧痕を打刻する。その後、観察面の組織を残して、表層の付着した異物等を研磨除去し、ナイタールエッチングする。ビッカース圧痕を目印とすれば、EBSD測定領域と同じ領域を観察することができる。試料の表面に異物が付着した場合、必要に応じて、2粒子径0.1 μm以下のアルミナ粒子を用いたバフ研磨、室温においてアルカリ性溶液を含まないコロイダルシリカを用いた研磨、あるいはA rイオンスパッタリング等の手法により、異物を除去する。

[0058] サーマル電界放射型走査電子顕微鏡（FE-SEM）で観察して得られた画像について、画像解析を施し、母相組織に比べて輝度が大きく、粒径（円

相当直径)が $0.3\ \mu\text{m}$ 以上 $2.0\ \mu\text{m}$ 以下でかつ粒の短軸 R_s と長軸 R_l との比であるアスペクト比 R_l/R_s が 2.5 未満(球状)の粒子、あるいはアスペクト比 R_l/R_s が 2.5 以上の板状の粒子を、セメントイトと判断する。これらの球状のセメントイトが単位面積当たり、 3.0 (個/ μm^2)以上である領域、あるいは板状のセメントイトがラメラ状に分布した領域をパーライトと判定する。板状のセメントイトは圧延によって変形し湾曲した形状で合っても良い。また、ラメラ状とは、3個以上の上記板状のセメントイトについて、隣り合う粒子間で、それぞれの長辺を延長して交わる交点における内角の角度が 15° 以内(交わることなく平行である場合を含む)であり、かつ隣り合う板状のセメントイト間最近接の距離が $2\ \mu\text{m}$ 以下である形態を意味する。

[0059] 続いて、EBSD測定で得られた結晶方位情報を、EBSD解析装置に付属のソフトウェア「OIMAnalysis(登録商標)」に搭載された「PhaseMap」機能を用いて、残留オーステナイトの面積率を算出する。面積率の算出に際し、結晶構造がfccであるものを残留オーステナイトと判断する。

また、結晶構造がbccである領域について、EBSD解析装置に付属のソフトウェア「OIMAnalysis(登録商標)」に搭載された「GrainAverageMisorientation」機能を用いて、セメントイト、パーライト、フェライト、ベイナイト、マルテンサイト、焼き戻しマルテンサイトのいずれであるかを判断し、面積率を測定する。

具体的には、結晶方位差が 15° 以上である境界を結晶粒界(15° 粒界)であると定義とした条件下で、GrainAverageMisorientation値(GAM値)が 3.0° 以下の領域をフェライトであると判断する。

また、GAM値が 3.0° 超の領域をマルテンサイト、ベイナイトまたは焼き戻しマルテンサイトと判定する。さらに、EBSD測定結果とFE-SEM観察によって得られた組織画像とをピッカース圧痕を目印に重ね合わせ

、FE-SEM観察の組織画像からセメントイト、およびパーライトと判断された領域について、「PhaseMap」機能、および「GrainAverageMisorientation」機能で判定された組織の分類に関わらず、これらの領域をセメントイト、およびパーライトとして判断する。この際、 15° 粒界を用いた粒界MAPとビッカース圧痕の位置との比較からセメントイト、およびパーライトの位置を特定してもよい。

[0060] 鋼部材の圧延方向が不明な場合には、以下の方法により判別することができる。

鋼部材の端部から50mm以上離れた任意の位置（この位置から試験片を採取できない場合は、端部を避けた位置）から、板厚方向の断面が観察できるように試験片を採取する。

採取した試験片の断面を鏡面研磨で仕上げた後、光学顕微鏡を用いて、倍率100倍、200倍、500倍、1000倍のそれぞれで観察し、介在物の寸法に応じて、介在物寸法が測定可能な適切な倍率の観察結果を選択する。観察範囲は、幅500 μ m以上かつ、板厚全厚の範囲とし、輝度が暗い領域を介在物と判定する。観察の際は複数の視野で観察しても良い。

次に、上記方法により初めに観察した断面を基準として、板厚方向を軸に $0\sim 180^\circ$ の範囲において 5° 刻みで回転させた面と平行となる面を上記の方法で断面観察する。得られた各断面における複数の介在物の長軸の長さの平均値を断面毎に算出し、介在物の長軸の長さの平均値が最大となる断面における、介在物の長軸方向と平行な方向を圧延方向と判別する。

例えば、鋼帯などから直接採取された鋼板を用いて製造された鋼部材であり、鋼部材における鋼帯の長さ方向（すなわち圧延方向）が把握できる場合など、鋼部材の圧延方向が把握できる場合には、上記の方法を利用しなくてもよい。

[0061] <集合組織>

本発明者らの検討の結果、結晶粒の結晶方位によって、水素脆化に対する耐性が異なることが分かった。特に、 $\{111\} \langle 011 \rangle$ 、 $\{111\} \langle$

112 、 $\{100\} \langle 011 \rangle$ 、 $\{100\} \langle 001 \rangle$ の結晶方位が、特異的に耐水素脆化特性への影響が大きいことが分かった。そのため、本実施形態に係る鋼部材では、上述した結晶方位を有する結晶粒の存在確率を制御（特定の結晶方位の結晶粒の集積度を制御する）ことで、耐水素脆化特性を向上させる。

$\{111\} \langle 011 \rangle$ 及び $\{100\} \langle 011 \rangle$ の結晶方位を有する結晶粒は耐水素脆化特性への悪影響が特に大きく、 $\{111\} \langle 112 \rangle$ 及び $\{100\} \langle 001 \rangle$ の結晶方位を有する結晶粒は耐水素脆化特性の向上効果が特に大きい。そのため、本実施形態に係る鋼板では、 $1/4$ 深さ位置において、 $\{111\} \langle 011 \rangle$ のランダム強度比を $|1$ 、 $\{111\} \langle 112 \rangle$ のランダム強度比を $|2$ 、 $\{100\} \langle 011 \rangle$ のランダム強度比を $|3$ 、 $\{100\} \langle 001 \rangle$ のランダム強度比を $|4$ としたとき、 $|1$ 、 $|2$ 、 $|3$ 及び $|4$ が、以下式(1)を満たす集合組織を有する。

$$(|1 + |3) / (|2 + |4) \leq 1.20 \quad \dots (1)$$

$(|1 + |3) / (|2 + |4)$ が 1.20 超であると、耐水素脆化特性が低下する。好ましくは、 $(|1 + |3) / (|2 + |4)$ は 1.15 以下、 1.00 以下、または 0.90 以下である。

[0062] ランダム強度比 ($|1$ 、 $|2$ 、 $|3$ 、 $|4$ の値) については、以下の方法で測定する。

鋼部材の端面から 50 mm 以上離れた任意の位置（この位置から試験片を採取できない場合は、端部を避けた位置）から、圧延方向に平行かつ板厚方向に平行な断面の $1/4$ 深さ位置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。

上記試験片の断面を $\#600$ から $\#1500$ の炭化珪素ペーパーを使用して研磨した後、粒度が $1 \sim 6 \mu\text{ m}$ のダイヤモンドパウダーをアルコール等の希釈液や純水に分散させた液体を使用して鏡面に仕上げる。次に、室温においてアルカリ性溶液を含まないコロイダルシリカを用いて研磨し、試験片の表層に導入されたひずみを除去する。

得られた試験片の断面の長手方向（圧延方向）の任意の位置において、 $1/4$ 深さ位置の、厚さ方向に $300\ \mu\text{m}$ （厚さが $1.2\ \text{mm}$ 未満の場合には表面から厚さの $1/8 \sim 3/8$ の範囲全体）の範囲について、測定間隔を $4\ \mu\text{m}$ とし、測定面積が $150000\ \mu\text{m}^2$ 以上となるように、EBSD（電子後方散乱回折）法により測定して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-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 $15\ \text{kV}$ 、照射電流レベルは 13 、電子線の照射レベルは 62 とする。

得られた結晶方位情報をTSL社製のOIMAnalysis（登録商標）を用いて、球面調和関数を用いて計算して、算出した3次元集合組織を表示する結晶方位分布関数（ODF: Orientation Distribution Function）から、それぞれの方位のランダム強度比を求める。

解析の際、「sample symmetry」は「orthorhombic」とし、ODFを「Bunge Euler Angles」における、 $\phi_2 (\phi_2) = 45^\circ$ 断面の、 $\phi_1 (\phi_1) = 0 \sim 90^\circ$ 、 $\Phi (\Phi) = 0 \sim 90^\circ$ の範囲について作成し、各方位のランダム強度比を算出する。試験片加工や試料のセッティングに起因する測定誤差があるため、 $\{111\} \langle 011 \rangle$ のランダム強度比 I_1 は（ $\Phi = 50 \sim 60^\circ$ 、 $\phi_1 = 0 \sim 10^\circ$ の範囲内）、 $\{111\} \langle 112 \rangle$ のランダム強度比 I_2 は（ $\Phi = 50 \sim 60^\circ$ 、 $\phi_1 = 25 \sim 35^\circ$ の範囲内）、 $\{100\} \langle 011 \rangle$ のランダム強度比 I_3 は（ $\Phi = 0 \sim 10^\circ$ 、 $\phi_1 = 0 \sim 10^\circ$ の範囲内）、 $\{100\} \langle 001 \rangle$ のランダム強度比 I_4 は（ $\Phi = 0 \sim 10^\circ$ 、 $\phi_1 = 40 \sim 50^\circ$ の範囲内）における最大値を採用する。上述した $\phi_1 (\phi_1)$ 及び $\Phi (\Phi)$ は、解析ソフト（OIMAnalysis）におけるODF描画機能において定義されている。

[0063] <特性>

本実施形態に係る鋼部材の引張（最大）強さTSは、1500MPa超であることが好ましい。より好ましくは1800MPa以上であり、さらに好ましくは、2300MPa以上である。必要に応じて、引張強さは、3000MPa以下または2700MPa以下としてもよい。引張強さとビッカース硬さには相関があり、本実施形態では、ビッカース硬さに3.33を乗じた値を引張（最大）強さTSとみなすことができる。そのため、本実施形態に係る鋼部材は、試験力9.807N（荷重1kgf）でのビッカース硬さ（HV1）が、450以上であることが好ましい。より好ましくは470以上、510以上または540以上であり、さらに好ましくは、600以上または690以上である。必要に応じて、ビッカース硬さ（HV1）は、900以下、860以下、820以下としてもよい。

[0064] ビッカース硬さは、以下の方法で求めることができる。

鋼部材の端面から50mm以上離れた任意の位置から表面に垂直な断面（厚さ方向断面）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、圧延方向に10mm観察できる大きさとする。サンプルの断面を#600から#1500の炭化珪素ペーパーを使用して研磨した後、粒度が1~6 μ mのダイヤモンドパウダーをアルコール等の希釈液及び純水に分散させた液体を使用して鏡面に仕上げる。鏡面に仕上げた断面に対し、母材鋼板の1/4深さ位置において、マイクロビッカース硬さ試験機を用いて、板面と平行な方向に、JIS Z2244-1:2020に準じて、試験力9.807Nで、圧痕の3倍以上の間隔で硬さを合計で20点測定し、その平均値を算出することで、ビッカース硬さ（HV1）を得る。

[0065] また、本実施形態に係る鋼部材では、上記の通り化学組成、ミクロ組織、集合組織が制御されているので、耐水素脆化特性に優れる。

[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よい。

被覆はFe-AI系合金を主体とした被覆で（Fe-AI系被覆）あって

も良いし、Fe-Zn系合金を主体とした被覆（Fe-Zn系被覆）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-Al系合金を主体とした被覆とは、FeとAl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-Al系合金を主体とした被覆は、Fe、Al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、REMを含有し、残部が不純物であってもよい。

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：1.0 μm以下）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、ホットスタンプなどの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。

以下、表面から板厚方向に板厚の1/8の位置～表面から板厚方向に板厚の3/8の位置の間の範囲を1/4深さ位置として説明する。

本実施形態に係る鋼板は、所定の化学組成を有し、1/4深さ位置において、 $\{111\} \langle 011 \rangle$ のランダム強度比を $|1$ 、 $\{111\} \langle 112 \rangle$ のランダム強度比を $|2$ 、 $\{100\} \langle 011 \rangle$ のランダム強度比を $|3$ 、 $\{100\} \langle 001 \rangle$ のランダム強度比を $|4$ としたとき、 $|1$ 、 $|2$ 、 $|3$ 及び $|4$ が、以下の式(1)を満たす集合組織を有する。

$$(|1 + |3) / (|2 + |4) \leq 1.20 \quad \dots (1)$$

本実施形態に係る鋼板は、表面に被覆が施されてもよい。その場合でも、被覆は鋼板ではないので、鋼板の化学組成、ミクロ組織、集合組織、等は、被覆を除く部分（この部分は、「母材鋼板」または「素地鋼板」などといわれることがある。）の化学組成、ミクロ組織、集合組織等である。

このように本実施形態に係る鋼板の表面に被覆が施されている場合、すなわち、本実施形態に係る鋼板が、1/4深さ位置の基準となる表面は、被覆を除く部分（母材鋼板）の表面、つまり母材鋼板と被覆との境界である。そこで、例えば、鋼板の表裏面に被覆が施されている場合、被覆を含む鋼板の

厚さ t_1' を測定した上で、後述の方法により被覆の厚さ t_2' を測定し、鋼板の厚さ（母材鋼板の厚さ） $t_3' = t_1' - 2 \times t_2'$ を算出する。その後、被覆を含む鋼部材の厚さ t_1' の中心から、その厚さ方向に $t_3' / 8 \sim (3 \times t_3') / 8$ 離れた範囲を $1 / 4$ 深さ位置とすることができる。

それぞれについて説明する。

[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、以下の方法で求めることができる。

鋼板の $1 / 4$ 深さ位置（厚さ方向に表面から厚さの $1 / 8 \sim 3 / 8$ 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。溶鋼の取鍋分析値またはスラブの $1 / 4$ 深さ位置の化学組成などが判明している場合、鋼板の化学組成として溶鋼の取鍋分析値またはスラブの $1 / 4$ 深さの位置の化学組成などを用いてもよい。

[0070] <ミクロ組織>

本実施形態に係る鋼板のミクロ組織は限定されないが、加工性の点で、 $1 / 4$ 深さ位置のミクロ組織が、面積率で、フェライト：5%以上90%未満、パーライト：10%超95%以下、を含有し、残部組織がベイナイト、マルテンサイト、セメンタイト、および残留オーステナイトの1種以上が存在からなることが好ましい。

[0071] フェライトは、強度が低く延性に優れる組織である。フェライトが5%未満では、冷間圧延性が悪く、鋼板の形状不良を引き起こすことが懸念される。そのため、フェライトの面積率は5%以上であることが好ましい。上限は

特にないが、C含有量が0.260%以上の場合、90%以上のフェライトに制御することは難しいため、90%未満としてもよい。必要に応じて、フェライトの面積率を85%以下としてもよい。

パーライトは、組織内にラメラ状の微細なセメンタイトを含み、加熱時のオーステナイト核生成サイトを共有する重要な組織である。鋼部材の旧 γ 粒の粗大化を抑止する観点から面積率が10%超であることが好ましい。一方、パーライトの面積率が95%超であると冷間圧延性が悪く、鋼板の形状不良を引き起こすため、上限は95%以下とすることが好ましい。

残部は、ベイナイト、マルテンサイト、セメンタイト、および残留オーステナイトの1種以上である。フェライトとパーライトとの合計は50%以上、残部の面積率が50%以下であることが好ましい。フェライトとパーライトとの合計は80%以上がより好ましい。

[0072] 鋼板の1/4深さ位置のミクロ組織における組織分率は、鋼部材と同等の方法で測定することができる。鋼板の圧延方向が不明な場合、鋼部材と同等の方法で圧延方向を判別することができる。

[0073] <集合組織>

本実施形態に係る鋼板では、1/4深さ位置において、 $\{111\} \langle 011 \rangle$ のランダム強度比を $|1$ 、 $\{111\} \langle 112 \rangle$ のランダム強度比を $|2$ 、 $\{100\} \langle 011 \rangle$ のランダム強度比を $|3$ 、 $\{100\} \langle 001 \rangle$ のランダム強度比を $|4$ としたとき、 $|1$ 、 $|2$ 、 $|3$ 及び $|4$ が、以下式(1)を満たす集合組織を有する。

$$(|1 + |3) / (|2 + |4) \leq 1.20 \dots (1)$$

この集合組織は、所定の条件のホットスタンプ等の熱処理を行った後にも引き継がれる。そのため、鋼板の段階で式(1)を満たす集合組織を有するように制御することで、この鋼板に焼入れを含む熱処理後を行って得られる鋼部材でも、式(1)を満たす集合組織を有することが可能となる。

[0074] 鋼板のランダム強度比($|1$ 、 $|2$ 、 $|3$ 、 $|4$ の値)については、鋼部材と同等の方法で測定することができる。

[0075] 本実施形態に鋼板の板厚は限定されないが、部品への成形の観点で0.4～5.0mmとしてもよい。

[0076] [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。被覆の化学組成及び厚みは、鋼部材と同等の方法で測定することができる。

[0077] [製造方法]

本実施形態に係る鋼部材及び本実施形態に係る鋼板の製造方法の詳細は後述されるが、以下に示す工程を含む製造方法によれば製造可能である。

具体的には、本実施形態に係る鋼板は、以下の工程を含む製造方法によって製造可能である。

- (I) 所定の化学組成を有するスラブを鋳造によって得る鋳造工程と、
- (II) 前記スラブを1200℃以上の温度域に加熱し、20分以上保持する加熱工程と、
- (III) 加熱工程後の前記スラブを、熱間圧延して熱延鋼板を得る熱間圧延工程と、
- (IV) 前記熱延鋼板をT1-150℃以下まで冷却する冷却工程と、
- (V) 前記冷却工程後の前記熱延鋼板をT1-150℃～450℃の巻取温

度で巻き取る巻取工程と、

(V I) 前記巻取工程後の前記熱延鋼板を、15～60%の圧下率で冷間圧延して鋼板（冷延鋼板）を得る冷間圧延工程。

また、本実施形態に係る鋼板の製造方法は、さらに以下の工程のいずれかまたは両方を含んでもよい。

(V I I) 前記冷間圧延工程後の前記鋼板を、680～950℃の焼鈍温度（最高到達温度）まで加熱し、680～950℃の温度域で5～1200秒保持する焼鈍工程と、

(V I I I) 前記鋼板の表面に被覆を形成する被覆形成工程。

また、本実施形態に係る鋼部材は、上記の工程を経て得られる本実施形態に係る鋼板を用いて、以下の工程を含む製造方法によって製造可能である。

(I X) 本実施形態に係る鋼板を、Ac3～Ac3+300℃の温度域まで、1～1000℃/秒の平均加熱速度で加熱し、当該温度域で60～600秒間保持し、その後、300℃以下の温度域まで20℃/秒以上の平均冷却速度で冷却する、熱処理工程。

各工程について説明する。

本実施形態におけるスラブの温度および鋼板の温度は、スラブの中心温度および鋼板の表面温度のことをいう。

[0078] [鋼板の製造方法]

< 鋳造工程 >

鋳造工程では、所定の化学組成を有するスラブを鋳造によって得る。スラブの化学組成は、本実施形態に係る鋼板と同じ化学組成とすればよい。

本実施形態に係る鋼板と同じ化学組成の溶鋼を、転炉、電気炉等の常法の溶製方法で溶製し、連続鋳造法等の鋳造によってスラブとする。連続鋳造法以外に、造塊法、薄スラブ鋳造法などを採用して、鋼スラブを製造してもよい。

[0079] < 加熱工程 >

加熱工程では、熱間圧延に先立ち、スラブの中心部が1200℃以上にな

るように加熱し、1200℃以上で20分以上保持する。加熱温度（スラブ中心部の温度）が1200℃未満、または保持時間が20分未満では、後工程で十分な結晶粒の均一化が得られず、後の粗圧延工程で十分な結晶粒の均一化効果が得られない。

スラブの中心部の温度は、スラブの表面温度を放射温度計により実測し、伝熱計算により求めることができる。

[0080] <熱間圧延工程>

熱間圧延工程では、加熱されたスラブを、熱間圧延して熱延鋼板を得て、熱延鋼板を巻取温度まで冷却する。熱間圧延は、粗圧延と仕上圧延とからなることが好ましく、粗圧延、仕上圧延のそれぞれの条件は以下の通りとすることが好ましい。以下の工程で制御する温度は、いずれも鋼板の表面温度である。

[0081] <<粗圧延>>

粗圧延では、30%以上の圧下率で2回以上の圧延を行い、且つ $T_1 + 50$ ℃以上の温度域で粗圧延を完了することが好ましい。30%以上の圧下率で2回以上の圧延を行うことで、金属組織の均一性を高めることができ、所定の集合組織を得ることができる。

また、粗圧延を完了する温度（粗圧延の最終パスの出側温度）を T_r とするとき、 T_r が $T_1 + 50$ ℃未満であると、仕上げ圧延開始前の再結晶が不均一になり、オーステナイト粒径が不均一になり、仕上げ圧延時のミクロ組織が不均一になるため、所定の集合組織を得ることができない。そのため、粗圧延完了温度 T_r は $T_1 + 50$ ℃以上とする。

また、粗圧延では、30%以上の圧下率で圧延した最終パスから仕上圧延開始までの時間を t_{rs} （秒）とし、 t_{rs} と T_r と下記式（3）により得られる T_1 （℃）とが以下の式（2）を満たすようにする。

$$t_{rs} \geq 60 \times (T_r / T_1) \quad \dots (2)$$

[0082] <<仕上圧延>>

粗圧延に続いて、仕上圧延を行う。仕上圧延では、仕上圧延開始温度 T_s

を下記式(3)により得られる T_1 (°C)以上とし、仕上げ圧延完了温度を $T_1 - 20$ °C以下とする。

$$T_1 \text{ (°C)} = 907 + 168 \times Ti + 1325 \times Nb + 120 \times Mo + 4500 \times B \quad \dots (3)$$

ここで式中の元素記号は、鋼板中の各元素の質量%での含有量である。

$T_1 \sim T_1 + 150$ °Cでの総圧下率(累積圧下率)を80%以上、 T_1 °C未満での総圧下率を10~50%とすることで、所定の集合組織を発達させる。

$T_1 \sim T_1 + 150$ °Cでの総圧下率(累積圧下率)が80%未満、あるいは T_1 °C未満での総圧下率が10%未満または50%超では、所定の集合組織が発達しない、または好ましくない方位の集合組織が発達する。

仕上圧延完了温度が $T_1 - 20$ °C超であると、マイクロ組織の均一性が低下し、所定の集合組織が得られない。

一方、仕上圧延完了温度が $T_1 - 100$ °C未満であると、所定の集合組織が得られないので好ましくない。そのため、仕上圧延完了温度は $T_1 - 100$ °C以上とすることが好ましい。

ここで、各温度域の総圧下率(%) = (開始厚 - 終了厚) / 開始厚 × 100で算出され、各温度域の圧下に対し、それぞれ算出される。そのため、各温度域での総圧下率を単純に合計しても100%を超えることがある。

[0083] <冷却工程>

冷却工程では、仕上圧延後の熱延鋼板を、冷却する。仕上圧延後、冷却工程の開始までの時間、および所定の温度域での平均冷却速度は、鋼板の集合組織形成に影響を与える。そのため、仕上圧延完了から冷却開始までの経過時間を2.5秒未満として、50°C/秒超150°C/秒以下の平均冷却速度で $T_1 - 150$ °C以下の温度まで冷却する。

仕上圧延完了から冷却開始までの経過時間が2.5秒以上である、または $T_1 - 150$ °C以下までの平均冷却速度が50°C/秒以下であると、所定の集合組織が発達しない。

一方、 $T1 - 150^{\circ}\text{C}$ 以下までの平均冷却速度が $150^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 超であると、温度制御が難しくなり、材質が不均一になり、冷間圧延性が悪くなることで鋼板の形状不良を引き起こすため、 $T1 - 150^{\circ}\text{C}$ 以下までの平均冷却速度は $150^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以下とすることが好ましい。

冷却停止温度は、巻取温度を確保するため、 450°C 以上とすることが好ましい。

[0084] <巻取工程>

巻取工程では、冷却工程後の熱延鋼板を、 $T1 - 150^{\circ}\text{C} \sim 450^{\circ}\text{C}$ の温度で巻き取る。

巻取温度が $T1 - 150^{\circ}\text{C}$ 超であると、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。より好ましくは、 $T1 - 150^{\circ}\text{C}$ 以下かつ 800°C 以下である。

一方、巻取温度が 450°C 未満であると、ベイナイトが過剰に生成し、鋼板の冷間圧延性が悪くなり、鋼板の形状不良を引き起こす。そのため、巻き取り温度は 450°C 以上であることが好ましい。

[0085] <冷間圧延工程>

冷間圧延工程では、巻取工程後の熱延鋼板に、 $15 \sim 60\%$ の圧下率（累積圧下率）で冷間圧延して鋼板（冷延鋼板）を得る。

15% 以上の圧下率で所定の集合組織を発達させることができる。圧下率が 15% 未満では十分に集合組織を発達させることができない。

一方、圧下率が 60% を超えると、好ましくない方位の集合組織が発達する。

[0086] <焼鈍工程>

冷間圧延工程後の鋼板に、軟質化を目的として焼鈍を行ってもよい。この焼鈍は、鋼板の板厚中央部の組織制御による軟質化に加え、表層の炭素濃度の低減による軟質化を目的とした熱処理であってもよい。

焼鈍温度（最高到達温度）は $680 \sim 950^{\circ}\text{C}$ 、 $680 \sim 950^{\circ}\text{C}$ の温度

域での保持時間が5～1200秒となる条件とすることが好ましい。ここでいう保持時間とは、鋼板温度が上昇して680℃に到達した時から、680～950℃で保持され、鋼板温度が低下して680℃に到達した時までの時間のことをいう。

[0087] <被覆形成工程>

表面に被覆を形成する場合には、鋼板（巻取り工程後の熱延鋼板、熱延板焼鈍工程後の熱延鋼板、冷間圧延工程後の冷延鋼板または焼鈍工程後の冷延鋼板）の表面に被覆を形成し、被覆鋼板とする。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。

[0088] 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450～750℃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。

被覆を形成しない場合に、本工程は行わなくてよい。

[0089] 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。

[0090] [鋼部材の製造方法]

<熱処理工程>

熱処理工程では、本実施形態に係る鋼板を、 $A c 3 \sim A c 3 + 3 0 0 ^{\circ} C$ の温度域まで、 $1. 0 \sim 1 0 0 0 ^{\circ} C / 秒$ の平均加熱速度で加熱し、当該温度域で $6 0 \sim 6 0 0$ 秒間保持し、その後、 $3 0 0 ^{\circ} C$ 以下の温度域まで $2 0 ^{\circ} C / 秒$ 以上の平均冷却速度で冷却する。

昇温速度が $1. 0 ^{\circ} C / 秒$ 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 $1 0 0 0 ^{\circ} C / 秒$ 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。ここでいう平均加熱速度は、加熱開始時の鋼板表面温度と保持温度との温度差を、加熱開始時から保持温度まで達した時までの時間差で除した値である。

また、熱処理温度が $A c 3 (^{\circ} C)$ 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 $A c 3 + 3 0 0 ^{\circ} C$ 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。

$3 0 0 ^{\circ} C$ 以下までの平均冷却速度が $2 0 ^{\circ} C / 秒$ 未満であるとフェライトやパーライトの面積率が $1 0 \%$ 以上となり、強度が不足する。

加熱時には、加熱温度 $\pm 1 0 ^{\circ} C$ 以内の範囲で、 $1 \sim 3 0 0$ 秒の保持を行ってもよい。

また、 $3 0 0 ^{\circ} C$ 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 $1 5 0 \sim 6 0 0 ^{\circ} C$ 程度の温度範囲での焼戻し処理を行ってもよい。また、ホットスタンプ成形体の一部をレーザー照射等により焼き戻しを行って部分的に軟化領域を設けても良い。

熱処理は例えばホットスタンプである。

[0091] $A c 3 (^{\circ} C)$ は、鋼板（ホットスタンプ用鋼板の化学組成における各元素の含有量（質量%）を用いて、以下の式（4）から計算される。

$$A c 3 = 8 5 4 \times 1 7 9 \times C + 4 4 \times S i - 1 4 \times M n - 1 8 \times N i - 2 \times C r \dots (4)$$

ここで式中の元素記号は、鋼板中の各元素の質量%での含有量である。

実施例

[0092] 鑄造によって、表 1-1～表 1-10 に記載の化学組成（取鍋分析値）を有するスラブを得た。

このスラブを、スラブ中心部が表 2-1～表 2-6 の「加熱温度(°C)」に記載の温度になるまで加熱し、1200°C以上の温度で表 2-1～表 2-6 の「保持時間(分)」保持されるように制御した。

加熱後のスラブを、熱間圧延（粗圧延及び仕上圧延）によって熱延鋼板とした。粗圧延では、粗圧延最終段を含む圧延パスで30%以上の圧下率で表 2-1～表 2-6 の「圧下率30%以上の圧延回数(回)」に記載の回数粗圧延を行い、且つ「粗圧延完了温度(°C)」の温度で圧延完了となるように圧延を施した。粗圧延板は板厚が25～50mmの範囲で制御した。

粗圧延完了後は、仕上げ圧延開始まで、表 2-1～表 2-6 の「粗圧延完了後仕上げ圧延開始までの時間 t_{rs} (秒)」に記載の時間の間、圧下を行わなかった。

仕上げ圧延では、「仕上げ圧延開始温度 T_1 (°C)」で圧延を開始し、「 $T_1 \sim T_1 + 150$ °Cでの総圧下率(%)」および「 T_1 °C未満での総圧下率(%)」が表 2-1～表 2-6 の値になるように圧延し、「仕上げ圧延完了温度(°C)」で圧延を完了した。

仕上げ圧延後の板厚は、4.5～2.0mmとした。

仕上げ圧延完了後、表 2-7～表 2-12 に記載の「冷却開始までの時間(秒)」経過後に冷却を開始した。表 2-7～表 2-12 の「平均冷却速度(°C/秒)」で「冷却停止温度(°C)」まで冷却し、「巻き取り温度(°C)」でコイルに巻き取った後、室温まで空冷した。

次いで、得られた熱延鋼板に対し、表 2-7～表 2-12 の「圧下率(%)」で冷間圧延し、冷延鋼板とした。冷延鋼板の一部についてはさらに、表 2-7～表 2-12 の「焼鈍温度(°C)」、「焼鈍時保持時間(秒)」で焼鈍した。また一部の例については、焼鈍後に溶融亜鉛めっき(GI)、合金化溶融亜鉛めっき(GA)、Alめっき(Al)による被覆(めっき)を施した。めっきは公知の方法で行った。GAは、溶融亜鉛めっき後に500～

570℃の温度域に加熱し合金化を促進した。また、一部の例については、焼鈍後0.2%の伸び率で調質圧延を施した。

[0093] 得られた鋼板について、上記の要領で1/4深さ位置のミクロ組織を観察した。フェライト、パーライトの面積率を表2-7~表2-12に示す。ミクロ組織の残部は表に記載していないが、ベイナイト、マルテンサイト、セメントイト、および残留オーステナイトの1種以上であった。

[0094] また、得られた鋼板について、 $\{111\} \langle 011 \rangle$ のランダム強度比 I_1 、 $\{111\} \langle 112 \rangle$ のランダム強度比 I_2 、 $\{100\} \langle 011 \rangle$ のランダム強度比 I_3 、 $\{100\} \langle 001 \rangle$ のランダム強度比 I_4 の比、 $(I_1 + I_3) / (I_2 + I_4)$ を測定した。

結果を表2-7~表2-12に示す。

[0095] また、上記の鋼板に対し、表3-1~表3-6に記載の「加熱温度(℃)」まで「平均加熱速度(℃/秒)」で加熱し、「加熱保持時間(秒)」保持した後、「平均冷却速度(℃/秒)」で「冷却完了温度(℃)」まで冷却する熱処理を行って鋼部材を得た。

一部の例については、熱処理後さらに150℃で25分の焼き戻しを行った。

[0096] 得られた鋼部材について、上記の要領で1/4深さ位置のミクロ組織を観察した。硬質組織の面積率(マルテンサイト、ベイナイトおよび焼き戻しマルテンサイトの合計の面積率)を表3-1~表3-6に示す。

[0097] また得られた鋼部材について、引張強さの代替指標として、ビッカース硬さを測定した。

具体的には、鋼部材の端面から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した。サンプルは、圧延方向に10mm観察できる大きさとした。サンプルの断面を#600から#1500の炭化珪素ペーパーを使用して研磨した後、粒度が1~6μmのダイヤモンドパウダーをアルコール等の希釈液及び純水に分散させた液体を使用して鏡面に仕上げた。鏡面に仕上げた断面に対し、母材鋼板の表面か

ら板厚の1/4深さ位置において、マイクロビッカース硬さ試験機を用いて、板面と平行な方向に、試験力9.807Nで、圧痕の3倍以上の間隔で硬さを測定した。合計で20点測定し、その平均値を鋼部材のビッカース硬さ(M_{HV})とした。

結果を表3-1～表3-6に示す。

ビッカース硬さ(HV1)が450以上であれば、十分な強度(引張強さ)を有すると判断した。

[0098] また、得られた鋼部材について、耐水素脆化特性を低ひずみ速度引張試験(SSRT: Slow Strain Rate Technique)により評価した。

具体的には、鋼部材の端面から50mm以上離れた平坦部から、サンプルを切り出し、厚さ1.2mmまで研磨仕上げで表裏面を同量ずつ減厚し、幅9.0mm×長さ120mmの試験片を採取した。この試験片は、平行部長さを20mm、平行部の幅を2.0mmとし、平行部の中央両側にノッチ深さ0.35mm及びノッチ底半径0.1mmのUノッチを設けた。

このUノッチを設けた試験片を3%NaCl溶液に浸漬し、電源としてガルバナスタットを用いて試験片表面の浸漬部位での電流密度が0.1mA/cm²になるように制御して24時間の水素チャージを行った。次に、水素をチャージした試験片に引張速度0.0060mm/分にて低ひずみ速度引張試験を行い、破断時の応力(SSRT TS(MPa))を調査した。同一の製造No.について同様の試験を3回実施し、このような水素環境下での破断荷重の3回の平均値を求めた。

SSRT TSと鋼部材のビッカース硬さ(M_{HV})との関係が、以下の式を満たす場合に、優れた耐水素脆化特性を有すると判断した(表中GOOD)。

$$SSRT \quad TS \geq 2240 - 2.64 \times M_{HV}$$

結果を表3-1～表3-6に示す。

[0099]

[表1-1]

製造No.	鋼種	化学組成(単位:質量%, 残留Feおよび不純物)													
		C	Si	Mn	Al	Nb	Ti	Cr	B	P	S	N	O		
1	A	0.289	0.081	1.28	0.047	0.012	0.031	0.11	0.0018	0.010	0.0010	0.005	0.009		
2	B	0.277	0.250	0.69	0.027	0.003	0.021	0.17	0.0015	0.009	0.0008	0.006	0.003		
3	B	0.277	0.250	0.69	0.027	0.003	0.021	0.17	0.0015	0.009	0.0008	0.006	0.003		
4	B	0.277	0.250	0.69	0.027	0.003	0.021	0.17	0.0015	0.009	0.0008	0.006	0.003		
5	C	0.281	1.730	0.62	0.044	0.013	0.042	0.36	0.0025	0.007	0.0010	0.004	0.004		
6	D	0.281	0.830	0.35	0.031	0.014	0.042	0.35	0.0029	0.007	0.0009	0.006	0.008		
7	E	0.295	0.520	2.73	0.046	0.025	0.041	0.01	0.0033	0.012	0.0006	0.005	0.008		
8	F	0.270	0.530	1.02	0.830	0.020	0.024	0.36	0.0026	0.009	0.0012	0.004	0.004		
9	G	0.279	0.700	0.83	0.029	0.020	0.030	0.35	0.0023	0.012	0.0007	0.005	0.004		
10	H	0.274	0.310	0.98	0.054	0.083	0.039	0.39	0.0034	0.011	0.0012	0.005	0.009		
11	I	0.266	0.920	1.27	0.035	0.041	0.009	0.20	0.0013	0.014	0.0011	0.004	0.008		
12	I	0.306	0.920	1.27	0.035	0.041	0.009	0.20	0.0013	0.014	0.0011	0.004	0.008		
13	J	0.272	0.280	0.98	0.053	0.026	0.135	0.15	0.0035	0.011	0.0012	0.006	0.006		
14	K	0.271	0.800	0.70	0.030	0.018	0.042	0.04	0.0023	0.013	0.0007	0.006	0.007		
15	K	0.301	0.800	0.70	0.030	0.018	0.042	0.04	0.0023	0.013	0.0007	0.006	0.007		
16	L	0.279	0.900	0.60	0.039	0.007	0.037	0.71	0.0022	0.013	0.0008	0.004	0.009		
17	M	0.278	0.920	1.11	0.040	0.023	0.044	0.14	0.0086	0.014	0.0008	0.006	0.001		
18	N	0.274	0.620	1.19	0.035	0.032	0.043	0.19	0.0040	0.014	0.0012	0.006	0.001		
19	O	0.273	0.740	0.68	0.054	0.003	0.037	0.19	0.0025	0.012	0.0007	0.004	0.003		
20	P	0.288	0.770	0.87	0.036	0.020	0.040	0.32	0.0034	0.014	0.0008	0.005	0.002		
21	Q	0.299	0.260	0.81	0.044	0.016	0.026	0.25	0.0025	0.008	0.0011	0.005	0.005		
22	R	0.266	0.240	1.21	0.031	0.022	0.025	0.03	0.0022	0.006	0.0004	0.004	0.005		
23	S	0.281	0.530	0.63	0.041	0.006	0.037	0.23	0.0022	0.012	0.0008	0.004	0.005		
24	T	0.279	0.590	0.21	0.042	0.040	0.043	0.22	0.0033	0.007	0.0010	0.005	0.005		
25	U	0.276	0.860	1.32	0.046	0.008	0.039	0.38	0.0028	0.012	0.0005	0.006	0.003		
26	V	0.277	0.580	0.99	0.028	0.021	0.017	0.13	0.0022	0.014	0.0015	0.004	0.006		
27	W	0.273	0.550	0.99	0.025	0.020	0.039	0.17	0.0026	0.012	0.0010	0.006	0.007		
28	X	0.281	0.860	0.21	0.041	0.021	0.029	0.18	0.0020	0.009	0.0012	0.006	0.002		
29	Y	0.279	0.280	1.03	0.024	0.049	0.028	0.13	0.0026	0.007	0.0005	0.005	0.005		
30	Z	0.287	0.400	0.34	0.039	0.023	0.045	0.33	0.0030	0.007	0.0006	0.004	0.002		
31	AA	0.277	0.770	1.03	0.025	0.015	0.035	0.14	0.0019	0.009	0.0013	0.004	0.009		
32	AB	0.274	0.650	1.09	0.027	0.015	0.016	0.19	0.0024	0.013	0.0008	0.005	0.005		
33	AC	0.292	0.630	1.08	0.048	0.030	0.041	0.23	0.0021	0.014	0.0009	0.004	0.006		
34	AD	0.270	0.600	0.97	0.028	0.005	0.018	0.19	0.0022	0.008	0.0012	0.004	0.009		
35	AE	0.279	0.610	0.81	0.027	0.018	0.038	0.13	0.0022	0.012	0.0009	0.005	0.002		
36	AF	0.263	0.790	0.57	0.028	0.023	0.037	0.18	0.0040	0.008	0.0011	0.004	0.002		

下線は本発明の範囲外であることを示す。

[0100]

[表1-2]

製造No.	鋼種	化学組成(単位:質量%, 残留Feおよび不純物)													
		C	Si	Mn	Al	Nb	Ti	Cr	B	P	S	N	O		
37	AG	0.273	0.530	0.99	0.028	0.020	0.028	0.21	0.0027	0.009	0.0012	0.005	0.008		
38	AH	0.269	0.650	0.92	0.021	0.029	0.042	0.15	0.0025	0.011	0.0009	0.005	0.006		
39	AI	0.271	0.590	0.56	0.026	0.038	0.062	0.38	0.0016	0.008	0.0012	0.005	0.003		
40	AJ	0.274	0.640	0.92	0.036	0.031	0.023	0.31	0.0014	0.014	0.0011	0.004	0.008		
41	AK	0.275	0.520	1.07	0.028	0.004	0.042	0.19	0.0023	0.010	0.0014	0.004	0.005		
42	AL	0.263	0.510	0.96	0.027	0.004	0.014	0.19	0.0025	0.012	0.0010	0.004	0.007		
43	AM	0.291	0.700	1.10	0.044	0.011	0.034	0.28	0.0016	0.009	0.0015	0.004	0.008		
44	AN	0.278	0.610	0.99	0.020	0.004	0.036	0.16	0.0024	0.007	0.0008	0.004	0.006		
45	AO	0.275	0.700	1.07	0.028	0.030	0.023	0.18	0.0027	0.013	0.0007	0.004	0.003		
46	AP	0.285	0.920	1.10	0.027	0.027	0.023	0.18	0.0039	0.009	0.0009	0.005	0.006		
47	AQ	0.272	0.680	0.91	0.020	0.023	0.014	0.14	0.0025	0.007	0.0008	0.004	0.005		
48	AR	0.286	0.410	1.09	0.042	0.021	0.043	0.36	0.0040	0.014	0.0015	0.004	0.005		
49	AS	0.268	0.630	0.83	0.022	0.025	0.033	0.15	0.0023	0.011	0.0013	0.004	0.005		
50	AT	0.288	0.800	0.67	0.028	0.029	0.027	0.18	0.0029	0.009	0.0007	0.005	0.005		
51	AU	0.273	0.520	1.01	0.021	0.008	0.041	0.20	0.0027	0.008	0.0012	0.004	0.004		
52	AV	0.281	0.710	0.91	0.041	0.010	0.029	0.29	0.0025	0.008	0.0008	0.004	0.007		
53	AW	0.264	0.660	0.97	0.020	0.011	0.039	0.17	0.0022	0.008	0.0010	0.005	0.007		
54	AX	0.263	0.570	1.23	0.037	0.008	0.019	0.20	0.0028	0.009	0.0012	0.004	0.005		
55	AY	0.283	0.540	0.82	0.026	0.007	0.029	0.20	0.0020	0.009	0.0014	0.005	0.003		
56	AZ	0.293	0.400	1.26	0.036	0.026	0.040	0.37	0.0037	0.012	0.0010	0.004	0.002		
57	BA	0.263	0.560	0.95	0.026	0.031	0.027	0.15	0.0027	0.015	0.0009	0.005	0.002		
58	BB	0.276	0.670	0.80	0.054	0.023	0.025	0.23	0.0021	0.008	0.0013	0.005	0.007		
59	BC	0.266	0.570	0.85	0.022	0.030	0.019	0.20	0.0024	0.014	0.0009	0.005	0.006		
60	BD	0.281	0.670	0.41	0.031	0.018	0.022	0.12	0.0025	0.011	0.0012	0.004	0.005		
61	BE	0.263	0.460	0.53	0.027	0.025	0.018	0.23	0.0031	0.012	0.0009	0.005	0.007		
62	BF	0.281	1.030	0.80	0.036	0.034	0.027	0.29	0.0035	0.150	0.0009	0.005	0.008		
63	BG	0.301	0.460	1.26	0.042	0.019	0.033	0.16	0.0024	0.013	0.0010	0.004	0.001		
64	BH	0.291	0.780	1.01	0.048	0.035	0.031	0.17	0.0011	0.012	0.0006	0.003	0.003		
65	BI	0.281	0.520	0.81	0.036	0.027	0.023	0.36	0.0038	0.008	0.0011	0.006	0.010		
66	BJ	0.311	0.220	1.60	0.031	0.075	0.023	0.17	0.0038	0.009	0.0009	0.004	0.007		
67	BJ	0.311	0.220	1.60	0.031	0.075	0.023	0.17	0.0038	0.009	0.0009	0.004	0.007		
68	BK	0.343	0.220	1.34	0.044	0.047	0.025	0.25	0.0018	0.007	0.0009	0.006	0.001		
69	BK	0.343	0.220	1.34	0.044	0.047	0.025	0.25	0.0018	0.007	0.0009	0.006	0.001		
70	BK	0.343	0.220	1.34	0.044	0.047	0.025	0.25	0.0018	0.007	0.0009	0.006	0.001		
71	BK	0.343	0.220	1.34	0.044	0.047	0.025	0.25	0.0018	0.007	0.0009	0.006	0.001		
72	BK	0.343	0.220	1.34	0.044	0.047	0.025	0.25	0.0018	0.007	0.0009	0.006	0.001		

下線は本発明の範囲外であることを示す。

[表1-3]

製造No.	鋼種	化学組成(単位:質量%, 残留Feおよび不純物)													
		C	Si	Mn	Al	Nb	Ti	Cr	B	P	S	N	O		
73	BL	0.321	0.070	1.12	0.038	0.039	0.021	0.19	0.0025	0.007	0.0011	0.004	0.007		
74	BM	0.404	1.480	0.52	0.038	0.045	0.069	0.38	0.0035	0.012	0.0006	0.004	0.006		
75	BN	0.365	0.170	0.11	0.037	0.043	0.058	0.32	0.0014	0.008	0.0005	0.006	0.009		
76	BO	0.358	0.230	2.67	0.028	0.042	0.097	0.02	0.0020	0.013	0.0012	0.004	0.005		
77	B0	0.358	0.230	2.67	0.028	0.042	0.097	0.02	0.0020	0.013	0.0012	0.004	0.005		
78	BP	0.342	0.390	0.73	0.710	0.048	0.074	0.30	0.0026	0.010	0.0005	0.004	0.007		
79	BQ	0.391	0.180	0.93	0.034	0.009	0.093	0.22	0.0011	0.012	0.0006	0.006	0.004		
80	BQ	0.391	0.180	0.93	0.034	0.009	0.093	0.22	0.0011	0.012	0.0006	0.006	0.004		
81	BR	0.335	0.430	0.62	0.017	0.081	0.031	0.30	0.0040	0.010	0.0007	0.005	0.004		
82	BR	0.335	0.430	0.62	0.017	0.081	0.031	0.30	0.0040	0.010	0.0007	0.005	0.004		
83	BS	0.355	0.640	0.48	0.025	0.045	0.009	0.25	0.0037	0.009	0.0012	0.006	0.005		
84	BS	0.355	0.640	0.48	0.025	0.045	0.009	0.25	0.0037	0.009	0.0012	0.006	0.005		
85	BS	0.355	0.640	0.48	0.025	0.045	0.009	0.25	0.0037	0.009	0.0012	0.006	0.005		
86	BT	0.398	0.460	0.97	0.017	0.039	0.181	0.35	0.0022	0.012	0.0011	0.005	0.009		
87	BT	0.398	0.460	0.97	0.017	0.039	0.181	0.35	0.0022	0.012	0.0011	0.005	0.009		
88	BT	0.398	0.460	0.97	0.017	0.039	0.181	0.35	0.0022	0.012	0.0011	0.005	0.009		
89	BU	0.375	0.190	0.92	0.017	0.039	0.021	0.02	0.0040	0.011	0.0010	0.005	0.007		
90	BU	0.375	0.190	0.92	0.017	0.039	0.021	0.02	0.0040	0.011	0.0010	0.005	0.007		
91	BU	0.375	0.190	0.92	0.017	0.039	0.021	0.02	0.0040	0.011	0.0010	0.005	0.007		
92	BV	0.395	0.900	0.21	0.020	0.028	0.035	0.86	0.0021	0.009	0.0006	0.005	0.004		
93	BV	0.395	0.900	0.21	0.020	0.028	0.035	0.86	0.0021	0.009	0.0006	0.005	0.004		
94	BW	0.382	0.620	0.70	0.018	0.042	0.065	0.26	0.0091	0.011	0.0008	0.006	0.007		
95	BW	0.382	0.620	0.70	0.018	0.042	0.065	0.26	0.0091	0.011	0.0008	0.006	0.007		
96	BW	0.382	0.620	0.70	0.018	0.042	0.065	0.26	0.0091	0.011	0.0008	0.006	0.007		
97	BX	0.478	1.290	0.80	0.042	0.021	0.045	0.25	0.0018	0.007	0.0009	0.004	0.008		
98	BY	0.502	0.190	0.11	0.030	0.048	0.058	0.38	0.0021	0.011	0.0005	0.004	0.002		
99	BY	0.502	0.190	0.11	0.030	0.048	0.058	0.38	0.0021	0.011	0.0005	0.004	0.002		
100	BZ	0.526	0.720	2.51	0.018	0.025	0.044	0.18	0.0039	0.010	0.0009	0.006	0.004		
101	CA	0.476	0.620	0.48	0.021	0.009	0.081	0.32	0.0035	0.007	0.0007	0.005	0.002		
102	CB	0.489	0.190	1.06	0.023	0.081	0.021	0.36	0.0037	0.013	0.0011	0.005	0.008		
103	CB	0.489	0.190	1.06	0.023	0.081	0.021	0.36	0.0037	0.013	0.0011	0.005	0.008		
104	CC	0.362	0.450	0.68	0.031	0.046	0.091	0.16	0.0015	0.013	0.0006	0.004	0.007		
105	CD	0.319	0.450	0.98	0.028	0.040	0.060	0.20	0.0018	0.012	0.0009	0.005	0.009		
106	CE	0.395	0.160	0.41	0.043	0.042	0.037	0.03	0.0035	0.011	0.0008	0.004	0.008		
107	CF	0.451	0.410	0.42	0.031	0.021	0.020	0.32	0.0025	0.013	0.0011	0.005	0.007		
108	CG	0.532	0.420	0.36	0.030	0.025	0.024	0.13	0.0026	0.011	0.0005	0.005	0.009		

[0102]

[表1-4]

製造No.	鋼種	化学組成(単位:質量%, 残留Feおよび不純物)													
		C	Si	Mn	Al	Nb	Ti	Cr	B	P	S	N	O		
109	CG	0.532	0.420	0.36	0.030	0.025	0.024	0.13	0.0026	0.011	0.0005	0.005	0.009		
110	CH	0.502	0.310	0.02	0.026	0.029	0.049	0.02	0.0019	0.013	0.0010	0.004	0.009		
111	CI	0.324	0.660	0.72	0.040	0.025	0.048	0.29	0.0015	0.008	0.0011	0.006	0.005		
112	CJ	0.343	0.230	1.09	0.037	0.035	0.022	0.21	0.0021	0.010	0.0008	0.005	0.009		
113	CK	0.388	0.550	0.84	0.026	0.039	0.053	0.21	0.0022	0.014	0.0011	0.006	0.007		
114	CL	0.492	0.270	0.67	0.020	0.032	0.089	0.29	0.0035	0.009	0.0006	0.004	0.003		
115	CM	0.500	0.410	0.21	0.022	0.021	0.023	0.01	0.0025	0.009	0.0006	0.004	0.005		
116	CN	0.467	0.660	0.54	0.037	0.022	0.075	0.22	0.0023	0.011	0.0011	0.004	0.006		
117	CO	0.499	0.410	0.21	0.035	0.025	0.025	0.08	0.0025	0.009	0.0015	0.005	0.002		
118	CP	0.483	0.440	0.08	0.031	0.015	0.019	0.04	0.0022	0.009	0.0006	0.004	0.005		
119	CQ	0.476	0.230	0.41	0.027	0.022	0.045	0.34	0.0028	0.011	0.0006	0.004	0.007		
120	CR	0.356	0.430	0.76	0.029	0.060	0.080	0.40	0.0037	0.010	0.0012	0.005	0.007		
121	CS	0.306	0.370	0.79	0.021	0.080	0.046	0.10	0.0016	0.015	0.0014	0.004	0.003		
122	CT	0.319	0.230	0.98	0.021	0.040	0.120	0.48	0.0013	0.014	0.0014	0.004	0.006		
123	CU	0.517	0.870	0.46	0.041	0.025	0.074	0.18	0.0028	0.011	0.0005	0.004	0.005		
124	CV	0.407	0.220	0.36	0.036	0.037	0.052	0.15	0.0019	0.009	0.0013	0.005	0.008		
125	CW	0.309	0.720	0.98	0.027	0.080	0.100	0.29	0.0014	0.012	0.0012	0.004	0.003		
126	CX	0.314	0.930	1.13	0.024	0.070	0.074	0.49	0.0021	0.014	0.0014	0.005	0.004		
127	CY	0.350	0.940	0.52	0.026	0.032	0.081	0.36	0.0035	0.012	0.0007	0.005	0.006		
128	CZ	0.523	0.410	0.42	0.032	0.021	0.024	0.10	0.0022	0.009	0.0014	0.006	0.005		
129	DA	0.331	0.280	1.12	0.031	0.025	0.043	0.11	0.0028	0.008	0.0012	0.005	0.003		
130	DB	0.481	0.820	1.20	0.072	0.020	0.054	0.43	0.0020	0.010	0.0013	0.005	0.003		
131	DC	0.510	0.420	0.37	0.021	0.028	0.022	0.09	0.0025	0.013	0.0015	0.005	0.006		
132	DD	0.530	0.810	0.24	0.032	0.031	0.029	0.02	0.0019	0.013	0.0010	0.005	0.008		
133	DE	0.385	0.320	0.54	0.034	0.041	0.036	0.18	0.0017	0.009	0.0014	0.004	0.007		
134	DF	0.327	0.810	0.95	0.021	0.050	0.055	0.30	0.0015	0.009	0.0014	0.004	0.001		
135	DG	0.317	0.360	0.60	0.021	0.051	0.057	0.33	0.0016	0.009	0.0007	0.004	0.009		
136	DH	0.522	0.490	0.59	0.030	0.031	0.088	0.33	0.0019	0.007	0.0010	0.005	0.006		
137	DI	0.499	0.410	0.52	0.076	0.100	0.035	0.16	0.0021	0.015	0.0015	0.005	0.002		
138	DJ	0.347	0.640	0.98	0.035	0.045	0.048	0.36	0.0039	0.011	0.0006	0.005	0.006		
139	DK	0.391	0.800	0.93	0.040	0.031	0.050	0.34	0.0015	0.012	0.0009	0.005	0.002		
140	DL	0.323	0.350	1.10	0.045	0.050	0.042	0.31	0.0020	0.008	0.0009	0.004	0.003		
141	DM	0.304	0.250	1.30	0.059	0.080	0.057	0.48	0.0016	0.008	0.0008	0.004	0.003		
142	DN	0.405	0.200	0.76	0.026	0.028	0.069	0.22	0.0027	0.010	0.0015	0.006	0.004		
143	DO	0.317	0.280	1.07	0.049	0.060	0.061	0.06	0.0017	0.007	0.0013	0.005	0.003		
144	DP	0.327	0.450	0.97	0.021	0.047	0.065	0.38	0.0011	0.013	0.0012	0.004	0.007		

[0103]

[表1-5]

製造No.	鋼種	化学組成(単位:質量%, 残留Feおよび不純物)												
		C	Si	Mn	Al	Nb	Ti	Cr	B	P	S	N	O	
145	DQ	0.315	0.230	1.19	0.033	0.076	0.048	0.24	0.0015	0.009	0.0014	0.005	0.008	
146	DR	0.359	0.800	0.98	0.035	0.032	0.068	0.18	0.0014	0.007	0.0015	0.004	0.009	
147	DS	0.314	0.820	0.57	0.025	0.030	0.035	0.12	0.0014	0.015	0.0014	0.005	0.003	
148	DT	0.300	0.240	0.77	0.099	0.010	0.042	0.13	0.0012	0.009	0.0012	0.006	0.002	
149	DU	0.300	0.220	0.59	0.064	0.010	0.061	0.20	0.0012	0.009	0.0014	0.006	0.003	
150	DV	0.355	0.440	0.98	0.030	0.036	0.038	0.32	0.0035	0.010	0.0015	0.004	0.002	
151	DW	0.333	0.920	1.12	0.025	0.050	0.039	0.14	0.0013	0.010	0.0009	0.005	0.008	
152	DX	0.347	0.590	0.51	0.033	0.028	0.075	0.34	0.0030	0.012	0.0011	0.004	0.008	
153	DY	0.323	0.850	1.09	0.070	0.040	0.035	0.12	0.0018	0.012	0.0009	0.005	0.009	
154	DZ	0.334	0.380	0.33	0.024	0.038	0.048	0.18	0.0013	0.007	0.0014	0.006	0.003	
155	EA	0.321	0.970	1.25	0.036	0.090	0.048	0.35	0.0020	0.010	0.0014	0.005	0.005	
156	EB	0.305	0.450	0.50	0.027	0.022	0.090	0.37	0.0031	0.011	0.0009	0.006	0.002	
157	EC	0.314	0.540	0.62	0.020	0.090	0.036	0.13	0.0015	0.011	0.0008	0.005	0.005	
158	ED	0.327	0.740	0.31	0.023	0.039	0.029	0.22	0.0037	0.010	0.0014	0.004	0.002	
159	EF	0.306	0.790	0.81	0.037	0.070	0.064	0.32	0.0021	0.015	0.0008	0.005	0.009	
160	EG	0.371	0.850	0.67	0.016	0.027	0.020	0.17	0.0016	0.009	0.0015	0.004	0.007	
161	EH	0.330	0.740	0.80	0.055	0.024	0.063	0.26	0.0020	0.011	0.0007	0.005	0.002	
162	EI	0.408	0.930	0.90	0.041	0.039	0.032	0.27	0.0030	0.273	0.0011	0.006	0.007	
163	EJ	0.386	0.770	1.02	0.041	0.033	0.042	0.39	0.0032	0.014	0.0280	0.005	0.002	
164	EK	0.387	0.930	0.48	0.039	0.025	0.021	0.17	0.0016	0.012	0.0011	0.055	0.004	
165	EL	0.352	0.940	1.07	0.040	0.022	0.040	0.77	0.0038	0.014	0.0008	0.005	0.074	
166	EM	0.270	1.210	1.41	0.025	0.021	0.035	0.28	0.0027	0.008	0.0011	0.003	0.005	
167	EN	0.750	0.660	0.54	0.037	0.022	0.075	0.22	0.0023	0.010	0.0014	0.004	0.004	
168	EO	0.310	2.870	0.41	0.025	0.020	0.039	0.11	0.0026	0.008	0.0013	0.003	0.003	
169	EP	0.332	0.220	3.75	0.032	0.022	0.025	0.01	0.0015	0.010	0.0012	0.003	0.005	
170	EQ	0.421	0.480	1.21	0.032	0.170	0.025	0.11	0.0025	0.015	0.0014	0.004	0.003	
171	ER	0.365	0.510	0.84	0.034	0.031	0.287	0.08	0.0031	0.011	0.0008	0.003	0.004	
172	ES	0.391	0.710	0.84	0.031	0.028	0.031	1.28	0.0027	0.008	0.0008	0.004	0.003	
173	ET	0.338	0.610	0.73	0.028	0.022	0.026	0.11	0.0250	0.012	0.0011	0.003	0.003	
174	EU	0.371	0.410	1.67	0.031	0.021	0.035	0.51	0.0001	0.009	0.0010	0.003	0.004	
175	EV	0.392	0.190	0.91	0.030	0.028	0.032	0.10	0.0026	0.010	0.0010	0.006	0.004	
176	EW	0.330	0.280	1.11	0.039	0.060	0.042	0.06	0.0020	0.007	0.0010	0.005	0.003	
177	EX	0.356	0.450	0.89	0.028	0.016	0.020	0.15	0.0020	0.009	0.0012	0.004	0.007	
178	EY	0.331	0.510	0.55	0.019	0.022	0.035	0.13	0.0021	0.007	0.0010	0.003	0.003	

下線は本発明の範囲外であることを示す。

[表1-6]

製造No.	鋼種	化学組成 (単位:質量%, 残部Feおよび不純物)																T1 (°C)	Ac3 (°C)					
		Mo	W	Co	Ni	Cu	V	Ca	Mg	REM	Sb	Sn	Zr	As	Se	Bi	Ta			Re	Os	Ir	Tc	
1	A																						936	788
2	B																						921	805
3	B																						921	805
4	B																						921	805
5	C																						943	870
6	D																						946	835
7	E																						962	786
8	F																						949	814
9	G																						949	823
10	H																						1039	804
11	I																						969	829
12	I																						969	822
13	J																						980	804
14	K																						948	831
15	K																						948	825
16	L																						932	834
17	M																						984	829
18	N	0.06																					982	815
19	O	0.23																					956	828
20	P	0.84																					1056	824
21	Q		0.08																				944	800
22	R		0.41																				950	800
23	S		1.67																				931	818
24	T		0.41				0.51	0.95															982	817
25	U			0.05																			937	823
26	V			0.41																			948	816
27	W			0.83																			952	815
28	X			0.44	0.71																		949	825
29	Y			0.21				0.38															988	802
30	Z				0.06																		959	814
31	AA				0.29																		941	818
32	AB				0.79																		940	804
33	AC							0.07															963	814
34	AD							0.21															927	818
35	AE							1.57															947	819
36	AF									0.07													962	833

[0105]

[表1-7]

製造No.	鋼種	化学組成 (単位:質量%, 残部Feおよび不純物)																T1 (°C)	Ac3 (°C)						
		Mo	W	Co	Ni	Cu	V	Ca	Mg	REM	Sb	Sn	Zr	As	Se	Bi	Ta			Re	Os	Ir	Tc		
37	AG						0.15																950	814	
38	AH						0.84																964	821	
39	AI						0.31																975	823	
40	AJ							0.042															958	820	
41	AK							0.081															930	812	
42	AL							0.170															926	816	
43	AM								0.04														934	817	
44	AN								0.11														929	817	
45	AO								0.16														963	820	
46	AP									0.020													964	828	
47	AQ									0.180													951	822	
48	AR										0.05												960	805	
49	AS											0.67											956	822	
50	AT												0.07										963	828	
51	AU													0.81									937	813	
52	AV														0.05								936	822	
53	AW															0.91							938	822	
54	AX																0.07						933	814	
55	AY																	0.93					930	815	
56	AZ																		0.06				965	801	
57	BA																			0.72			965	818	
58	BB																				0.06		951	822	
59	BC																					0.76	961	819	
60	BD																						0.08	946	827
61	BE																						0.57	957	819
62	BF																							972	837
63	BG																							949	802
64	BH																							964	822
65	BI																							964	815
66	BJ																							1027	785
67	BJ																							1027	785
68	BK																							982	783
69	BK																							982	783
70	BK																							982	783
71	BK																							982	783
72	BK																							982	783

[0106]

[表1-8]

製造No.	鋼種	化学組成 (単位:質量%, 残留Feおよび不純物)																T1 (°C)	Ac3 (°C)					
		Mo	W	Co	Ni	Cu	V	Ca	Mg	REM	Sb	Sn	Zr	As	Se	Bi	Ta			Re	Os	Ir	Tc	
73	BL																						973	784
74	BM																						994	839
75	BN																						980	794
76	BO																						988	763
77	B0																						988	763
78	BP																						995	799
79	BQ																						939	778
80	BQ																						939	778
81	BR																						1038	804
82	BR																						1038	804
83	BS																						985	811
84	BS																						985	811
85	BS																						985	811
86	BT																						999	789
87	BT																						999	789
88	BT																						999	789
89	BU																						980	782
90	BU																						980	782
91	BU																						980	782
92	BV																						959	818
93	BV																						959	818
94	BW																						1015	803
95	BW																						1015	803
96	BW																						1015	803
97	BX																						950	813
98	BY																						990	770
99	BY																						990	770
100	BZ																						965	756
101	CA																						948	789
102	CB																						1035	759
103	CB																						1035	759
104	CC	0.07																					998	799
105	CD	0.21																					1003	803
106	CE	0.71																					1070	785
107	CF	0.21																					975	785
108	CG	0.18							0.06	0.21													977	771

[0107]

[表1-9]

製造No.	鋼種	化学組成 (単位:質量%, 残留Feおよび不純物)																T1 (°C)	Ac3 (°C)				
		Mo	W	Co	Ni	Cu	V	Ca	Mg	REM	Sb	Sn	Zr	As	Se	Bi	Ta			Re	Os	Ir	Tc
109	CG	0.18			0.06	0.21																977	771
110	CH	0.81																				1059	777
111	CI		0.07																			955	814
112	CJ						0.31															967	787
113	CK		1.21																			977	797
114	CL		0.06																			980	768
115	CM		0.29																			950	780
116	CN		0.24				0.05	0.41														959	791
117	CO	0.21	0.41		0.07	0.19																981	778
118	CP		1.11																			940	786
119	CQ		0.41								0.31											956	772
120	CR			0.08																		1017	798
121	CS			0.45																		1028	804
122	CT			0.84																		986	792
123	CU			0.46																		965	793
124	CV				0.07																	973	784
125	CW				0.64																	1036	805
126	CX				1.35																	1022	798
127	CY				0.31					0.11												979	819
128	CZ				0.07	0.19																949	771
129	DA	0.18			0.08	0.31																982	790
130	DB				0.04	0.15																952	786
131	DC	0.21			0.06	0.22																984	775
132	DD	0.43			0.05	0.19																1013	790
133	DE					0.03																975	791
134	DF					0.28																989	817
135	DG					1.11																991	804
136	DH					0.02																971	773
137	DI					0.46																1055	775
138	DJ					0.31	0.28															992	806
139	DK					0.07	0.12															963	806
140	DL					0.75																989	796
141	DM																					1030	791
142	DN				0.051																	968	779
143	DO				0.171																	1004	794
144	DP									0.02												985	801

[0108]

[表1-10]

製造No.	鋼種	化学組成 (単位:質量%, 残留Feおよび不純物)																T1 (°C)	Ac3 (°C)					
		Mo	W	Co	Ni	Cu	V	Ca	Mg	REM	Sb	Sn	Zr	As	Se	Bi	Ta			Re	Os	Ir	Tc	
145	DQ																						1023	791
146	DR						0.15				0.010												967	811
147	DS										0.220												959	826
148	DT										0.02												933	800
149	DU										0.74												936	801
150	DV											0.05											977	795
151	DW											0.86											986	819
152	DX												0.07										970	810
153	DY												0.83										974	818
154	DZ																0.04						971	806
155	EA															0.77							1043	821
156	EB																0.03						965	811
157	EC																0.67						1039	813
158	ED																			0.06			980	823
159	EF																			0.91			1020	822
160	EG																				0.04		953	815
161	EH																				0.88		958	816
162	EI																						978	809
163	EJ																						972	804
164	EK																						951	819
165	EL																						960	816
166	EM																						953	849
167	EN																						959	741
168	EO																						952	916
169	EP																						947	760
170	EQ																						1068	783
171	ER																						1009	799
172	ES																						961	801
173	ET																						1053	810
174	EU																						941	781
175	EV													0.23									961	779
176	EW														0.31								1003	792
177	EX															0.48							941	797
178	EY																0.41						951	809

[表2-1]

製造 No.	鋼種	加熱		粗圧延		粗圧延～仕上圧延		仕上圧延			
		加熱 温度 (°C)	保持 時間 (分)	粗圧延 完了温度 Tr (°C)	圧下率 30%以上の 圧延回数(回)	粗圧延完了後仕上げ 圧延開始までの 時間trs(秒)	仕上圧延 開始温度 Ts (°C)	仕上圧延 完了温度 (°C)	T1～T1+150°C での総圧下率 (%)	T1未満 での総圧下率 (%)	
1	A	1237	27	1127	3	77	1052	902	85	27	
2	B	1249	26	1129	2	96	1025	890	87	25	
3	B	1245	35	1133	3	95	1015	892	87	24	
4	B	1246	54	1131	2	89	1028	890	88	25	
5	C	1262	27	1171	4	80	1076	921	88	11	
6	D	1211	36	1096	3	75	1077	905	85	26	
7	E	1289	33	1195	2	98	1047	921	87	29	
8	F	1204	39	1087	3	101	980	902	83	33	
9	G	1220	36	1109	4	133	1016	904	85	30	
10	H	1272	65	1161	3	76	1072	981	80	47	
11	I	1289	37	1208	3	76	1066	907	80	49	
12	I	1278	45	1210	3	80	1060	910	81	46	
13	J	1278	71	1173	4	93	1025	910	83	42	
14	K	1256	38	1162	4	102	960	894	80	46	
15	K	1246	60	1156	3	80	980	903	82	45	
16	L	1247	38	1159	3	93	965	884	85	29	
17	M	1282	30	1167	4	138	986	930	80	38	
18	N	1251	26	1145	4	152	1007	929	80	43	
19	O	1274	26	1195	3	87	1078	922	89	28	
20	P	1268	24	1171	3	75	1081	989	80	49	
21	Q	1245	32	1151	2	117	1004	909	85	24	
22	R	1225	24	1124	4	114	986	909	82	42	
23	S	1232	32	1119	4	83	1044	901	88	23	
24	T	1249	25	1160	4	108	1029	934	82	34	
25	U	1212	39	1120	4	84	1056	899	85	31	
26	V	1277	26	1166	2	110	986	901	84	31	
27	W	1205	33	1096	3	81	1056	927	87	22	
28	X	1277	30	1195	2	111	1024	911	81	40	
29	Y	1204	35	1112	3	95	1042	945	82	29	
30	Z	1241	36	1134	3	91	1069	912	85	36	

[0110]

[表2-2]

製造 No.	鋼種	加熱		粗圧延		粗圧延～仕上圧延 粗圧延完了後仕上げ 圧延開始までの 時間trs(秒)	仕上げ圧延			
		加熱 温度 (°C)	保持 時間 (分)	粗圧延 完了温度 Tr(°C)	圧下率 30%以上の 圧延回数(回)		仕上げ圧延 開始温度 Ts(°C)	仕上げ圧延 完了温度 (°C)	T1～T1+150°C での総圧下率 (%)	T1°C未満 での総圧下率 (%)
31	AA	1239	38	1157	3	144	960	908	88	26
32	AB	1205	25	1085	3	72	1052	904	85	21
33	AC	1242	32	1123	2	156	986	928	89	25
34	AD	1210	29	1115	3	75	1010	902	82	42
35	AE	1221	37	1101	4	93	1026	893	85	29
36	AF	1255	35	1155	3	144	968	927	86	27
37	AG	1255	31	1150	2	157	965	901	80	39
38	AH	1203	68	1109	3	79	1023	907	80	44
39	AI	1218	28	1121	4	117	993	918	81	43
40	AJ	1277	36	1157	2	99	1080	916	82	31
41	AK	1223	31	1136	4	129	977	897	80	46
42	AL	1223	38	1142	2	83	1009	899	89	26
43	AM	1235	36	1121	4	159	961	906	80	41
44	AN	1244	34	1165	4	110	999	902	87	28
45	A0	1238	34	1116	2	84	1062	929	87	22
46	AP	1220	30	1128	2	75	1072	932	82	43
47	AQ	1230	24	1125	2	72	1066	914	86	27
48	AR	1259	30	1172	3	83	1053	932	82	39
49	AS	1267	37	1151	3	127	1000	931	82	37
50	AT	1246	35	1151	4	133	978	925	87	27
51	AU	1205	26	1093	4	120	976	912	81	42
52	AV	1249	35	1131	3	91	1049	903	86	28
53	AW	1287	37	1201	2	121	990	911	80	38
54	AX	1267	31	1170	4	154	960	901	87	28
55	AY	1204	32	1095	3	104	997	901	88	24
56	AZ	1220	36	1109	2	80	1031	919	85	31
57	BA	1238	27	1125	2	76	1038	920	82	34
58	BB	1248	38	1139	4	75	1038	915	88	21
59	BC	1231	27	1131	3	78	1061	912	81	43
60	BD	1234	32	1112	3	83	1024	899	82	31

[0111]

[表2-3]

製造 No.	鋼種	加熱		粗圧延		粗圧延～仕上圧延 粗圧延完了後仕上げ 圧延開始までの 時間trs(秒)	仕上げ圧延			
		加熱 温度 (°C)	保持 時間 (分)	粗圧延 完了温度 Tr(°C)	圧下率 30%以上の 圧延回数(回)		仕上げ圧延 開始温度 Ts(°C)	仕上げ圧延 完了温度 (°C)	T1～T1+150°C での総圧下率 (%)	T1°C未満 での総圧下率 (%)
61	BE	1205	24	1111	3	150	993	931	81	38
62	BF	1228	32	1109	2	74	1057	944	82	46
63	BG	1245	35	1166	3	107	995	918	86	29
64	BH	1237	27	1154	4	96	1067	925	85	27
65	BI	1273	32	1159	3	92	997	918	82	34
66	BJ	1216	38	1100	3	76	1038	981	83	34
67	BJ	1252	29	1162	4	85	1086	969	82	41
68	BK	1292	37	1176	2	77	1015	945	85	43
69	BK	1278	41	1156	3	75	1025	935	80	41
70	BK	1132	37	1033	3	77	990	920	80	47
71	BK	1236	45	1145	2	55	1025	953	84	28
72	BK	1232	25	1123	3	120	1045	921	87	26
73	BL	1283	26	1189	3	96	1016	942	88	25
74	BM	1204	37	1114	4	81	1015	941	81	46
75	BN	1239	25	1160	4	90	1042	935	83	29
76	B0	1247	26	1131	2	73	1051	946	86	21
77	B0	1215	35	1131	3	85	1044	943	87	25
78	BP	1270	25	1187	2	131	1024	941	83	30
79	BQ	1209	24	1126	4	94	1065	913	88	26
80	BQ	1211	36	1125	3	88	1028	915	88	25
81	BR	1257	37	1157	2	87	1075	979	82	45
82	BR	1275	45	1168	1	85	1081	985	80	45
83	BS	1256	32	1150	4	72	1078	945	87	24
84	BS	1224	40	1155	3	75	1065	925	86	25
85	BS	1245	29	1167	2	75	1069	971	86	11
86	BT	1276	55	1196	4	152	1040	951	83	34
87	BT	1203	10	1103	2	115	1008	933	82	46
88	BT	1203	40	1044	3	80	1005	956	81	45
89	BU	1218	34	1117	4	85	1033	923	81	45
90	BU	1243	25	1140	3	80	1028	910	80	43

[0112]

[表2-4]

製造 No.	鋼種	加熱		粗圧延		粗圧延～仕上圧延 粗圧延完了後仕上げ 圧延開始までの 時間trs(秒)	仕上げ圧延			
		加熱 温度 (°C)	保持 時間 (分)	粗圧延 完了温度 Tr(°C)	圧下率 30%以上の 圧延回数(回)		仕上げ圧延 開始温度 Ts(°C)	仕上げ圧延 完了温度 (°C)	T1～T1+150°C での総圧下率 (%)	T1°C未満 での総圧下率 (%)
91	BU	1222	36	1112	3	86	1036	865	81	44
92	BV	1242	37	1139	4	82	1026	921	88	20
93	BV	1205	29	1104	3	79	1012	899	81	55
94	BW	1268	37	1149	3	99	1037	967	82	35
95	BW	1244	42	1134	2	85	1051	967	78	47
96	BW	1258	35	1144	2	101	1033	971	88	8
97	BX	1267	29	1177	2	76	1067	922	89	27
98	BY	1252	27	1161	2	71	1045	956	88	25
99	BY	1245	30	1151	2	72	1043	955	87	26
100	BZ	1273	30	1190	3	78	1073	922	85	30
101	CA	1294	37	1201	3	89	1020	925	82	40
102	CB	1237	34	1121	2	98	1064	978	80	46
103	CB	1221	35	1142	2	95	1044	965	80	46
104	CC	1211	33	1125	4	84	1024	948	80	43
105	CD	1217	37	1138	3	99	1032	952	81	41
106	CE	1227	64	1148	2	96	1101	998	82	42
107	CF	1250	28	1156	3	99	1011	932	85	32
108	CG	1234	35	1155	3	91	1031	921	83	43
109	CG	1215	32	1145	3	90	1023	915	80	42
110	CH	1269	31	1183	2	75	1071	992	81	41
111	CI	1295	39	1177	2	112	974	924	89	27
112	CJ	1230	40	1127	4	76	1035	910	82	42
113	CK	1246	33	1136	4	111	999	930	85	30
114	CL	1264	27	1166	2	98	1011	954	80	38
115	CM	1228	24	1120	3	141	966	904	84	29
116	CN	1286	29	1203	2	81	1069	937	81	38
117	CO	1267	32	1161	3	84	1076	941	88	21
118	CP	1257	37	1154	4	80	1044	863	80	44
119	CQ	1236	31	1129	4	113	979	900	82	43
120	CR	1254	25	1173	4	87	1052	961	80	43

[0113]

[表2-5]

製造 No.	鋼種	加熱		粗圧延		粗圧延～仕上圧延		仕上げ圧延			
		加熱 温度 (°C)	保持 時間 (分)	粗圧延 完了温度 Tr (°C)	圧下率 30%以上の 圧延回数(回)	粗圧延完了後仕上げ 圧延開始までの 時間trs(秒)	仕上げ圧延 開始温度 Ts (°C)	仕上げ圧延 完了温度 (°C)	T1～T1+150°C での総圧下率 (%)	T1°C未満 での総圧下率 (%)	
121	CS	1276	39	1181	2	88	1078	973	81	39	
122	CT	1220	34	1125	4	93	1033	931	80	45	
123	CU	1231	27	1125	3	81	1060	927	87	20	
124	CV	1220	33	1141	4	153	993	940	88	29	
125	CW	1260	26	1138	4	93	1051	979	81	41	
126	CX	1206	36	1123	4	93	1051	965	82	42	
127	CY	1257	32	1161	4	80	1024	923	80	41	
128	CZ	1209	33	1127	2	131	1008	919	88	25	
129	DA	1235	36	1137	3	80	1066	959	85	25	
130	DB	1284	32	1203	4	89	1064	925	82	46	
131	DC	1295	38	1195	4	95	1005	924	81	44	
132	DD	1247	35	1153	2	87	1026	954	80	44	
133	DE	1271	29	1157	4	100	1043	918	80	47	
134	DF	1239	30	1136	3	153	1012	933	82	45	
135	DG	1205	40	1122	2	119	1008	928	80	45	
136	DH	1281	36	1197	2	156	1002	950	86	11	
137	DI	1295	34	1185	4	98	1073	987	81	44	
138	DJ	1208	34	1096	4	107	1035	938	82	41	
139	DK	1222	29	1109	4	124	1024	889	82	40	
140	DL	1227	24	1136	2	82	1038	922	81	47	
141	DM	1252	36	1167	3	79	1042	965	81	45	
142	DN	1237	27	1146	4	73	1072	921	84	36	
143	DO	1286	31	1183	2	87	1038	938	80	46	
144	DP	1209	36	1102	3	83	1066	936	81	38	
145	DQ	1283	34	1197	4	81	1064	966	81	43	
146	DR	1218	32	1134	3	115	992	936	89	26	
147	DS	1276	31	1169	3	160	981	912	85	36	
148	DT	1221	40	1133	2	83	1064	911	88	12	
149	DU	1290	28	1171	3	89	1046	902	88	20	
150	DV	1217	27	1111	4	102	1015	945	83	37	

[表2-6]

製造 No.	鋼種	加熱		粗圧延		粗圧延～仕上圧延 粗圧延完了後仕上げ 圧延開始までの 時間trs(秒)	仕上げ圧延			
		加熱 温度 (°C)	保持 時間 (分)	粗圧延 完了温度 Tr(°C)	圧下率 30%以上の 圧延回数(回)		仕上げ圧延 開始温度 Ts(°C)	仕上げ圧延 完了温度 (°C)	T1～T1+150°C での総圧下率 (%)	T1°C未満 での総圧下率 (%)
151	DW	1205	38	1120	3	139	997	930	81	39
152	DX	1223	28	1115	4	79	1061	918	82	41
153	DY	1228	24	1105	3	90	1072	915	81	46
154	DZ	1271	37	1179	2	141	982	907	80	45
155	EA	1284	28	1193	2	78	1067	979	80	45
156	EB	1210	37	1101	2	99	1039	942	88	12
157	EC	1259	28	1153	3	76	1060	987	80	41
158	ED	1254	34	1131	2	77	1051	953	87	27
159	EF	1224	28	1135	3	80	1052	956	81	45
160	EG	1214	36	1132	4	86	1032	901	81	40
161	EH	1224	32	1133	3	81	1078	907	82	38
162	EI	1255	38	1166	2	152	1004	932	83	34
163	EJ	1246	32	1127	3	95	987	911	82	41
164	EK	1210	30	1095	2	121	1010	909	86	22
165	EL	1239	39	1128	2	86	1049	932	83	41
166	EM	1222	39	1109	4	91	1077	911	82	36
167	EN	1253	38	1160	3	90	1070	913	83	34
168	EO	1254	32	1144	4	98	1080	914	88	25
169	EP	1237	40	1117	4	144	967	902	84	31
170	EQ	1261	37	1157	2	72	1098	998	81	45
171	ER	1211	37	1116	4	72	1043	954	81	44
172	ES	1244	31	1135	3	77	1044	937	87	12
173	ET	1280	38	1195	4	74	1079	982	80	45
174	EU	1251	31	1129	3	78	1055	905	85	25
175	EV	1241	26	1148	3	80	1070	915	85	35
176	EW	1254	33	1179	2	86	1043	921	81	45
177	EX	1224	35	1141	2	88	1036	908	83	41
178	EY	1244	36	1189	3	132	999	904	81	43

[表2-7]

製造 No.	鋼種	冷却			巻き取り 温度 (°C)	冷間圧延 圧下率 (%)	焼鈍		被覆形成 めっき種	その他の 製造条件	鋼板のミクロ組織		
		冷却開始 までの時間 (秒)	平均冷却 速度 (°C/秒)	冷却停止 温度 (°C)			焼鈍 温度 (°C)	保持 時間 (秒)			フェライト (面積%)	パーライト (面積%)	(I1+I3)/ (I2+I4)
1	A	1.7	108	675	620	37					73	22	0.99
2	B	1.8	98	768	760	36					83	9	1.04
3	B	2.1	76	672	630	41	750	100	GI		30	57	1.03
4	B	2.3	98	770	760	36	755	110	GA		46	42	1.09
5	C	2.1	85	604	510	44					68	23	1.07
6	D	2.1	106	667	610	35					68	26	1.12
7	E	1.3	64	678	620	45					68	25	0.99
8	F	1.0	82	598	480	18					62	25	1.04
9	G	1.1	141	660	610	46					71	24	1.01
10	H	0.9	106	664	580	35					70	21	0.95
11	I	0.8	78	593	550	36					73	21	1.08
12	I	1.2	70	595	540	35	760	100			25	61	1.10
13	J	0.8	96	652	610	41					68	26	0.92
14	K	0.8	101	597	540	30					70	24	1.02
15	K	1.3	90	608	550	32	720	70	AI		15	70	0.99
16	L	1.6	85	634	590	34					73	18	0.93
17	M	0.9	101	654	600	34					74	21	0.92
18	N	0.7	87	556	500	33					70	21	0.95
19	O	2.0	79	569	510	40					69	23	0.97
20	P	1.4	80	586	530	34					67	28	1.04
21	Q	1.8	87	658	600	35					71	20	0.86
22	R	1.6	100	663	620	52					70	21	0.82
23	S	1.2	93	663	620	33					72	20	0.81
24	T	0.8	95	556	500	33					66	28	0.84
25	U	2.2	81	645	600	30					74	19	0.94
26	V	0.8	107	678	630	41					74	18	1.03
27	W	1.8	100	659	610	30					70	24	1.01
28	X	0.8	99	629	580	35					65	29	1.04
29	Y	2.2	105	627	570	41					68	23	1.04
30	Z	1.3	92	590	540	46					68	26	1.01

[表2-8]

製造 No.	鋼種	冷却			巻き取り 巻き取り 温度 (°C)	冷間圧延 圧下率 (%)	焼鈍		被覆形成 めっき種	その他の 製造条件	鋼板のミクロ組織		
		冷却開始 までの時間 (秒)	平均冷却 速度 (°C/秒)	冷却停止 温度 (°C)			焼鈍 温度 (°C)	保持 時間 (秒)			フェライト (面積%)	パーライト (面積%)	(11+13)/ (12+14)
31	AA	1.2	108	562	520	40				73	20	1.09	
32	AB	2.4	93	569	520	36				70	21	1.05	
33	AC	2.4	94	636	580	44				71	23	1.09	
34	AD	2.4	84	689	640	33				71	21	1.07	
35	AE	1.9	96	665	620	31				70	25	1.05	
36	AF	2.2	85	687	640	38				70	21	0.99	
37	AG	1.9	98	565	510	46				64	31	0.95	
38	AH	0.8	98	550	500	36				67	24	1.06	
39	AI	1.6	87	551	510	46				70	25	1.01	
40	AJ	0.9	84	628	570	30				68	26	0.93	
41	AK	2.0	87	531	480	33				62	22	1.02	
42	AL	2.4	85	679	620	41				71	24	0.96	
43	AM	1.0	90	627	580	31				68	25	1.01	
44	AN	2.2	92	686	630	43				70	24	1.08	
45	AO	0.7	106	631	590	30				68	23	1.01	
46	AP	1.4	90	587	530	40				70	24	1.11	
47	AQ	1.2	92	763	710	36				83	11	1.02	
48	AR	0.7	84	606	550	33				67	25	0.92	
49	AS	1.4	85	569	520	37				69	24	1.10	
50	AT	1.4	102	599	540	39				70	21	1.01	
51	AU	2.1	99	695	640	39				74	17	0.97	
52	AV	1.1	109	563	510	39				67	28	1.12	
53	AW	1.5	86	662	620	44				69	22	0.96	
54	AX	1.6	94	604	550	45				67	24	0.94	
55	AY	2.3	107	674	620	33				70	21	1.04	
56	AZ	0.8	96	567	510	44				70	22	1.05	
57	BA	1.7	106	691	640	36				68	23	1.08	
58	BB	0.9	105	713	660	46				74	17	1.12	
59	BC	1.2	87	646	600	39				71	20	1.04	
60	BD	0.7	104	639	580	32				72	22	1.07	

[表2-9]

製造 No.	鋼種	冷却			巻き取り 巻き取り 温度 (°C)	冷間圧延 圧下率 (%)	焼鈍		被覆形成 めっき種	その他の 製造条件	鋼板のミクロ組織		
		冷却開始 までの時間 (秒)	平均冷却 速度 (°C/秒)	冷却停止 温度 (°C)			焼鈍 温度 (°C)	保持 時間 (秒)			フェライト (面積%)	パーライト (面積%)	(11+13)/ (12+14)
61	BE	1.1	91	635	590	30					69	24	0.95
62	BF	0.9	89	570	520	34					65	26	1.11
63	BG	1.6	95	605	550	37					68	27	1.08
64	BH	1.3	91	692	640	44					71	24	1.10
65	BI	1.2	82	654	600	46					70	23	0.94
66	BJ	0.5	92	542	500	39					56	41	1.00
67	BJ	1.6	90	577	520	63					52	44	1.31
68	BK	0.5	78	589	530	36					16	69	0.93
69	BK	1.5	78	589	530	40					19	67	0.93
70	BK	1.3	85	606	560	35					19	72	1.28
71	BK	1.2	75	591	550	41					18	71	1.22
72	BK	3.3	56	605	550	45					16	69	1.23
73	BL	1.2	96	661	610	42					28	59	1.04
74	BM	2.3	93	576	520	19					18	70	0.93
75	BN	2.1	65	676	620	42					37	50	0.96
76	BO	0.5	95	663	610	46					32	56	1.02
77	BO	1.2	88	599	540	10					35	50	1.22
78	BP	2.4	103	661	610	44					37	53	1.04
79	BQ	2.0	103	561	510	46					26	63	0.94
80	BQ	2.0	35	776	720	41					35	54	1.23
81	BR	0.5	105	681	630	41					36	51	0.92
82	BR	1.1	80	753	705	35					36	53	1.24
83	BS	2.0	144	618	570	36					23	63	1.03
84	BS	2.0	110	609	550	35	770	40	Al		18	67	0.95
85	BS	1.5	120	609	550	41					23	63	1.24
86	BT	0.6	103	577	520	35					17	68	1.01
87	BT	1.2	90	603	550	41					15	73	1.28
88	BT	1.0	90	621	580	39					16	76	1.26
89	BU	2.4	90	637	590	30					23	67	1.04
90	BU	3.1	100	586	530	35	750	80	GI		20	69	1.01

下線は本発明の範囲外であることを示す。

[表2-10]

製造 No.	鋼種	冷却			巻き取り 巻き取り 温度 (°C)	冷間圧延 圧下率 (%)	焼鈍		被覆形成 めっき種	その他の 製造条件	鋼板のミクロ組織		
		冷却開始 までの時間 (秒)	平均冷却 速度 (°C/秒)	冷却停止 温度 (°C)			焼鈍 温度 (°C)	保持 時間 (秒)			フェライト (面積%)	パーライト (面積%)	(11+13)/ (12+14)
91	BU	1.8	90	593	550	35					23	67	1.26
92	BV	0.7	101	541	500	43					21	67	0.93
93	BV	1.1	95	588	530	41					22	65	1.24
94	BW	2.1	78	679	620	39					37	51	0.93
95	BW	1.5	95	650	600	45					35	52	1.25
96	BW	1.8	66	631	580	35					37	55	1.25
97	BX	2.3	88	704	650	38					12	77	0.93
98	BY	2.2	86	576	530	51					6	79	0.96
99	BY	2.3	80	608	550	45	780	60	※0.2% 調質圧延		17	74	0.97
100	BZ	1.4	83	673	630	30					14	72	1.02
101	CA	2.4	97	593	540	33					9	81	0.98
102	CB	1.3	83	809	760	32					25	58	1.02
103	CB	1.4	86	798	750	40	780	120			51	36	0.98
104	CC	0.4	79	635	590	39					32	55	0.98
105	CD	1.7	83	576	520	42					25	63	1.01
106	CE	0.6	105	671	620	31					32	58	1.06
107	CF	0.5	83	606	550	42					6	80	1.02
108	CG	0.9	87	581	530	40					6	79	1.12
109	CG	1.1	85	595	540	40	800	90	GA		26	59	0.94
110	CH	2.1	98	529	475	31					9	44	0.97
111	CI	1.5	84	672	630	32					38	47	0.88
112	CJ	1.4	95	591	550	31					20	66	0.87
113	CK	2.2	80	673	630	39					29	62	0.81
114	CL	1.4	89	610	560	32					6	82	0.88
115	CM	0.8	86	577	530	46					7	81	0.88
116	CN	2.3	101	632	590	43					16	73	0.86
117	CO	1.7	96	591	550	33					9	81	0.85
118	CP	1.1	97	557	510	32					9	78	0.82
119	CQ	1.3	97	647	590	42					9	82	0.84
120	CR	1.0	96	664	610	37					33	52	0.98

下線は本発明の範囲外であることを示す。

[表2-11]

製造 No.	鋼種	冷却			巻き取り 巻き取り 温度 (°C)	冷却圧延 圧下率 (%)	焼鈍		被覆形成 めっき種	その他の 製造条件	鋼板のミクロ組織		
		冷却開始 までの時間 (秒)	平均冷却 速度 (°C/秒)	冷却停止 温度 (°C)			焼鈍 温度 (°C)	保持 時間 (秒)			フェライト (面積%)	パーライト (面積%)	(11+13)/ (12+14)
121	CS	1.6	97	582	540	41					20	66	0.92
122	CT	1.1	81	652	600	33					42	44	0.99
123	CU	2.2	102	684	630	34					29	61	0.94
124	CV	2.3	84	636	590	33					24	62	0.92
125	CW	1.1	89	680	630	46					43	42	1.10
126	CX	1.4	78	671	630	32					37	54	0.98
127	CY	1.6	109	599	550	33					22	66	1.02
128	CZ	2.3	106	661	620	30					35	52	1.05
129	DA	2.1	89	592	540	39					19	68	1.06
130	DB	0.5	98	638	580	33					21	68	1.12
131	DC	1.8	109	671	630	41					15	74	0.96
132	DD	2.4	78	692	640	35					14	73	0.95
133	DE	2.4	107	542	500	34					17	74	1.02
134	DF	1.8	90	665	620	38					40	47	1.09
135	DG	0.4	83	676	630	32					41	47	0.92
136	DH	2.3	80	616	570	39					13	73	1.07
137	DI	1.7	106	649	600	36					13	75	0.92
138	DJ	2.3	104	647	590	40					26	61	1.05
139	DK	0.7	109	662	610	35					38	47	1.12
140	DL	2.4	90	522	480	37					17	39	0.92
141	DM	1.1	95	598	540	41					18	70	1.02
142	DN	2.2	82	559	510	45					16	71	1.10
143	DO	1.9	98	664	620	32					30	56	1.04
144	DP	0.4	85	595	540	40					20	66	1.08
145	DQ	2.4	97	578	530	46					25	65	0.98
146	DR	0.9	82	574	530	44					19	69	0.93
147	DS	0.9	82	552	500	46					22	69	1.08
148	DT	2.2	103	664	620	34					39	52	1.11
149	DU	0.6	80	560	510	44					21	64	1.12
150	DV	0.4	97	635	590	42					24	65	1.10

[表2-12]

製造 No.	鋼種	冷却			巻き取り 巻き取り 温度 (°C)	冷却圧延 圧下率 (%)	焼鈍		被覆形成 めっき種	その他の 製造条件	鋼板のミクロ組織		
		冷却開始 までの時間 (秒)	平均冷却 速度 (°C/秒)	冷却停止 温度 (°C)			焼鈍 温度 (°C)	保持 時間 (秒)			フェライト (面積%)	パーライト (面積%)	(11+13)/ (12+14)
151	DW	0.5	104	621	580	36					15	70	1.01
152	DX	2.4	78	693	640	32					31	54	0.93
153	DY	0.7	99	745	700	34					49	39	1.06
154	DZ	1.5	103	562	520	32					22	65	1.02
155	EA	1.6	84	666	610	32					31	59	1.02
156	EB	0.6	98	613	570	45					17	68	0.99
157	EC	1.9	80	676	630	37					29	61	0.94
158	ED	2.1	86	575	530	41					18	71	0.93
159	EF	1.0	81	616	570	46					26	59	1.01
160	EG	0.8	81	678	620	44					28	59	0.92
161	EH	1.6	105	626	580	41					20	71	1.06
162	EI	1.4	99	661	610	34					43	48	1.04
163	EJ	1.1	86	605	550	37					21	70	0.99
164	EK	1.2	84	577	520	41					23	65	1.08
165	EL	2.3	83	610	560	44					15	76	1.01
166	EM	2.4	93	657	600	35					42	44	0.92
167	EN	2.3	99	597	550	43					25	62	0.98
168	EO	0.4	109	638	580	40					26	65	0.96
169	EP	2.3	96	616	570	35					16	71	1.04
170	EQ	2.1	103	653	610	33					39	47	1.10
171	ER	1.3	95	638	590	39					21	69	1.04
172	ES	1.1	101	547	500	37					23	68	1.06
173	ET	1.3	81	628	580	31					25	61	1.08
174	EU	1.1	90	634	590	40					30	61	1.05
175	EV	2.1	79	589	530	44					17	71	1.09
176	EW	1.8	99	652	610	33					34	57	1.05
177	EX	0.9	82	646	590	43					27	61	0.99
178	EY	1.4	102	580	530	33					24	65	1.04

[0121]

[表3-1]

製造 No.	鋼種	熱処理				焼戻し 温度(°C)及び 時間(分)	銅部材のミクロ組織		ビッカース 硬さ (HV1)	耐水素 脆化 特性	備考
		加熱 温度 (°C)	平均加熱 速度 (°C/秒)	保持 時間 (秒)	平均冷却 速度 (°C/秒)		冷却完了 温度 (°C)	硬質組織 (面積%)			
1	A	900	6.7	80	60	36	99	0.99	485	Good	本発明例
2	B	900	7.3	100	65	33	98	1.04	467	Good	本発明例
3	B	900	7.2	133	39	35	100	1.03	595	Good	本発明例
4	B	910	6.5	93	30	48	100	1.12	617	Good	本発明例
5	C	930	10.0	115	36	45	98	1.08	532	Good	本発明例
6	D	960	3.0	144	47	40	98	1.15	530	Good	本発明例
7	E	900	3.0	113	51	50	100	1.01	489	Good	本発明例
8	F	910	6.1	65	40	31	99	1.06	482	Good	本発明例
9	G	890	9.7	124	42	110	98	1.01	508	Good	本発明例
10	H	890	4.6	95	49	40	100	0.97	466	Good	本発明例
11	I	910	4.6	119	42	53	99	1.08	485	Good	本発明例
12	I	910	5.2	79	33	53	99	1.12	591	Good	本発明例
13	J	910	10.0	95	56	37	99	0.94	483	Good	本発明例
14	K	960	6.3	83	51	40	98	1.02	469	Good	本発明例
15	K	960	6.3	126	39	53	100	0.99	590	Good	本発明例
16	L	880	4.6	115	52	44	99	0.95	563	Good	本発明例
17	M	930	4.7	86	51	156	100	0.93	467	Good	本発明例
18	N	940	5.9	65	52	52	98	0.97	462	Good	本発明例
19	O	950	9.4	98	49	44	99	0.98	549	Good	本発明例
20	P	890	9.1	76	44	37	99	1.07	486	Good	本発明例
21	Q	880	4.0	119	36	48	98	0.86	472	Good	本発明例
22	R	920	3.8	127	47	37	100	0.85	482	Good	本発明例
23	S	900	10.0	64	67	38	98	0.83	474	Good	本発明例
24	T	920	4.2	82	48	110	100	0.85	512	Good	本発明例
25	U	940	2.9	95	40	49	99	0.97	494	Good	本発明例
26	V	880	9.5	61	51	41	98	1.04	461	Good	本発明例
27	W	900	9.3	73	55	31	99	1.03	485	Good	本発明例
28	X	880	8.9	84	55	40	100	1.06	478	Good	本発明例
29	Y	890	3.2	82	51	39	99	1.06	485	Good	本発明例
30	Z	880	6.7	62	44	39	98	1.02	459	Good	本発明例

[0122]

[表3-2]

製造 No.	鋼種	熱処理				焼戻し 温度(°C)及び 時間(分)	鋼部材のミクロ組織		ピッカース 硬さ (HV1)	耐水素 脆化 特性	備考
		加熱 温度 (°C)	平均加熱 速度 (°C/秒)	保持 時間 (秒)	平均冷却 速度 (°C/秒)		冷却完了 温度 (°C)	硬質組織 (面積%)			
31	AA	910	3.8	104	59	34	99	1.12	465	Good	本発明例
32	AB	880	3.5	66	42	33	99	1.05	465	Good	本発明例
33	AC	960	6.2	138	39	49	100	1.10	464	Good	本発明例
34	AD	960	5.2	125	32	43	99	1.09	481	Good	本発明例
35	AE	930	5.3	107	57	36	98	1.07	478	Good	本発明例
36	AF	930	5.1	99	65	36	100	1.00	475	Good	本発明例
37	AG	940	7.1	113	58	34	100	0.98	494	Good	本発明例
38	AH	880	5.5	84	29	49	98	1.08	464	Good	本発明例
39	AI	900	9.3	95	62	32	98	1.03	470	Good	本発明例
40	AJ	920	3.6	98	32	55	98	0.93	455	Good	本発明例
41	AK	890	8.5	69	32	36	100	1.03	477	Good	本発明例
42	AL	900	5.5	134	30	42	98	0.97	460	Good	本発明例
43	AM	900	6.4	114	34	44	100	1.01	463	Good	本発明例
44	AN	920	5.6	105	40	41	98	1.11	480	Good	本発明例
45	AO	960	6.0	111	47	30	100	1.02	473	Good	本発明例
46	AP	880	4.6	94	41	80	99	1.11	458	Good	本発明例
47	AQ	920	8.9	96	65	46	100	1.05	498	Good	本発明例
48	AR	900	6.9	128	34	45	100	0.95	477	Good	本発明例
49	AS	920	9.4	78	67	39	99	1.13	479	Good	本発明例
50	AT	880	7.1	100	33	64	99	1.04	480	Good	本発明例
51	AU	900	5.3	135	68	45	100	0.99	468	Good	本発明例
52	AV	880	7.6	87	60	54	98	1.12	487	Good	本発明例
53	AW	910	8.8	104	48	39	98	0.99	457	Good	本発明例
54	AX	930	4.8	86	50	30	100	0.97	492	Good	本発明例
55	AY	960	8.7	132	57	50	98	1.04	467	Good	本発明例
56	AZ	950	6.0	105	54	50	99	1.07	484	Good	本発明例
57	BA	940	2.9	94	48	55	99	1.11	464	Good	本発明例
58	BB	920	5.5	68	38	53	99	1.15	462	Good	本発明例
59	BC	880	8.5	94	45	34	100	1.04	481	Good	本発明例
60	BD	900	8.7	111	35	49	99	1.07	495	Good	本発明例

[表3-3]

製造 No.	鋼種	熱処理				焼戻し 温度(°C)及び 時間(分)	鋼部材のミクロ組織		ピッカース 硬さ (HV1)	耐水素 脆化 特性	備考
		加熱 温度 (°C)	平均加熱 速度 (°C/秒)	保持 時間 (秒)	平均冷却 速度 (°C/秒)		冷却完了 温度 (°C)	硬質組織 (面積%)			
61	BE	890	4.8	64	57	81	100	0.95	456	Good	本発明例
62	BF	910	2.9	114	57	46	98	1.11	477	Bad	比較例
63	BG	920	3.8	94	47	50	98	1.10	459	Bad	比較例
64	BH	930	6.1	99	40	35	100	1.12	472	Bad	比較例
65	BI	960	9.1	71	31	53	98	0.94	451	Bad	比較例
66	BJ	910	8.3	68	41	34	100	1.00	486	Good	本発明例
67	BJ	900	7.6	65	43	41	100	1.28	603	Bad	比較例
68	BK	910	6.3	69	59	31	100	0.94	512	Good	本発明例
69	BK	905	5.5	75	55	28	99	0.96	568	Good	本発明例
70	BK	900	5.6	65	50	28	99	1.26	594	Bad	比較例
71	BK	900	5.5	70	55	41	99	1.21	634	Bad	比較例
72	BK	900	5.5	60	36	44	100	1.21	700	Bad	比較例
73	BL	950	4.5	96	64	167	99	1.05	494	Good	本発明例
74	BM	920	7.3	90	48	43	98	0.94	487	Good	本発明例
75	BN	900	9.8	107	66	47	100	0.98	558	Good	本発明例
76	BO	950	6.5	95	47	52	100	1.05	585	Good	本発明例
77	BO	890	5.2	65	32	40	99	1.22	695	Bad	比較例
78	BP	900	7.4	63	55	110	100	1.05	615	Good	本発明例
79	BQ	910	7.2	62	40	54	98	0.97	562	Good	本発明例
80	BQ	890	5.6	65	35	54	98	1.23	633	Bad	比較例
81	BR	880	9.7	81	60	54	100	0.93	638	Good	本発明例
82	BR	900	6.5	75	60	40	100	1.22	654	Bad	比較例
83	BS	920	2.9	88	61	80	100	1.03	613	Good	本発明例
84	BS	900	3.5	88	64	39	98	0.95	588	Good	本発明例
85	BS	900	4.3	75	55	80	100	1.22	966	Bad	比較例
86	BT	890	8.9	62	42	39	99	1.04	612	Good	本発明例
87	BT	900	7.2	65	35	30	99	1.25	681	Bad	比較例
88	BT	900	5.6	60	40	45	99	1.24	668	Bad	比較例
89	BU	890	5.6	90	43	44	100	1.04	586	Good	本発明例
90	BU	900	5.5	116	57	32	99	1.03	590	Good	本発明例

下線は本発明の範囲外であることを示す。

[表3-4]

製造 No.	鋼種	熱処理				焼戻し 温度(°C)及び 時間(分)	鋼部材のミクロ組織		ピッカース 硬さ (HV1)	耐水素 脆化 特性	備考
		加熱 温度 (°C)	平均加熱 速度 (°C/秒)	保持 時間 (秒)	平均冷却 速度 (°C/秒)		冷却完了 温度 (°C)	硬質組織 (面積%)			
91	BU	900	5.5	66	45	44	100	1.24	410	Bad	比較例
92	BV	890	3.3	140	57	51	100	0.94	678	Good	本発明例
93	BV	900	4.4	110	55	45	99	1.23	604	Bad	比較例
94	BW	890	8.2	102	68	66	99	0.94	635	Good	本発明例
95	BW	910	4.5	68	55	45	100	1.22	448	Bad	比較例
96	BW	900	4.5	65	45	41	100	1.22	633	Bad	比較例
97	BX	960	7.8	85	46	33	99	0.94	634	Good	本発明例
98	BY	880	5.3	62	32	51	98	0.97	618	Good	本発明例
99	BY	900	4.5	60	35	35	100	1.00	642	Good	本発明例
100	BZ	880	4.8	71	41	40	100	1.03	607	Good	本発明例
101	CA	960	9.0	101	58	49	100	1.00	660	Good	本発明例
102	CB	960	7.0	146	51	44	100	1.04	644	Good	本発明例
103	CB	920	7.0	79	61	41	100	0.99	575	Good	本発明例
104	CC	880	9.7	123	63	49	100	0.99	605	Good	本発明例
105	CD	940	9.8	102	32	31	98	1.04	604	Good	本発明例
106	CE	910	6.9	67	50	49	99	1.06	621	Good	本発明例
107	CF	940	5.0	86	45	51	98	1.02	625	Good	本発明例
108	CG	900	5.8	128	60	42	98	1.13	632	Good	本発明例
109	CG	900	5.8	67	45	54	98	0.97	563	Good	本発明例
110	CH	920	6.0	72	61	50	98	0.97	672	Good	本発明例
111	CI	940	8.4	73	33	33	98	0.88	691	Good	本発明例
112	CJ	900	8.9	74	51	34	100	0.88	677	Good	本発明例
113	CK	950	7.7	88	46	42	100	0.84	647	Good	本発明例
114	CL	920	4.4	121	53	51	99	0.90	641	Good	本発明例
115	CM	940	9.7	73	53	48	99	0.88	635	Good	本発明例
116	CN	950	4.0	109	30	37	98	0.87	685	Good	本発明例
117	CO	890	8.3	101	40	53	99	0.88	633	Good	本発明例
118	CP	930	5.3	93	45	38	99	0.83	659	Good	本発明例
119	CQ	880	2.9	140	45	36	99	0.85	633	Good	本発明例
120	CR	890	8.8	109	40	41	99	1.01	764	Good	本発明例

下線は本発明の範囲外であることを示す。

[表3-5]

製造 No.	鋼種	熱処理				焼戻し 温度(°C)及び 時間(分)	鋼部材のミクロ組織		ピッカース 硬さ (HV1)	耐水素 脆化 特性	備考
		加熱 温度 (°C)	平均加熱 速度 (°C/秒)	保持 時間 (秒)	平均冷却 速度 (°C/秒)		冷却完了 温度 (°C)	硬質組織 (面積%)			
121	CS	950	5.0	115	65	42	100	0.95	793	Good	本発明例
122	CT	910	3.3	137	32	30	98	1.02	791	Good	本発明例
123	CU	960	7.0	91	40	33	99	0.97	836	Good	本発明例
124	CV	960	3.1	128	45	49	98	0.95	767	Good	本発明例
125	CW	910	7.7	65	54	50	98	1.13	781	Good	本発明例
126	CX	930	6.8	125	45	32	100	0.99	783	Good	本発明例
127	CY	960	5.6	119	56	50	100	1.03	628	Good	本発明例
128	CZ	910	7.1	123	29	34	100	1.06	586	Good	本発明例
129	DA	900	5.1	100	63	41	98	1.08	687	Good	本発明例
130	DB	880	4.0	140	37	53	100	1.15	735	Good	本発明例
131	DC	930	3.7	108	44	43	98	0.98	829	Good	本発明例
132	DD	890	8.9	74	68	31	98	0.97	832	Good	本発明例
133	DE	960	3.6	150	49	47	98	1.03	808	Good	本発明例
134	DF	920	7.0	106	34	48	100	1.12	591	Good	本発明例
135	DG	940	9.6	65	31	38	99	0.92	608	Good	本発明例
136	DH	920	10.0	76	66	54	98	1.10	662	Good	本発明例
137	DI	890	5.9	127	58	47	99	0.93	783	Good	本発明例
138	DJ	940	6.6	116	64	32	99	1.06	789	Good	本発明例
139	DK	880	5.3	128	55	46	99	1.12	755	Good	本発明例
140	DL	880	9.4	114	39	44	100	0.92	785	Good	本発明例
141	DM	920	4.4	116	32	53	100	1.05	769	Good	本発明例
142	DN	900	8.5	63	58	88	98	1.10	764	Good	本発明例
143	DO	890	5.1	126	47	32	100	1.06	627	Good	本発明例
144	DP	900	5.1	69	63	50	99	1.10	553	Good	本発明例
145	DQ	900	7.2	132	36	54	99	1.00	572	Good	本発明例
146	DR	900	5.6	130	39	33	98	0.96	798	Good	本発明例
147	DS	960	8.6	132	31	30	98	1.10	673	Good	本発明例
148	DT	960	9.4	133	49	43	99	1.12	576	Good	本発明例
149	DU	950	7.0	107	30	36	98	1.14	577	Good	本発明例
150	DV	910	2.7	127	61	55	99	1.10	618	Good	本発明例

[表3-6]

製造 No.	鋼種	熱処理				焼戻し 温度(°C)及び 時間(分)	鋼部材のミクロ組織		ビッカース 硬さ (HV1)	耐水素 脆化 特性	備考
		加熱 温度 (°C)	平均加熱 速度 (°C/秒)	保持 時間 (秒)	平均冷却 速度 (°C/秒)		冷却完了 温度 (°C)	硬質組織 (面積%)			
151	DW	960	5.8	74	68	51	98	1.04	816	Good	本発明例
152	DX	890	3.7	125	31	47	98	0.95	601	Good	本発明例
153	DY	900	7.9	63	47	30	100	1.08	778	Good	本発明例
154	DZ	950	3.4	89	53	55	100	1.05	806	Good	本発明例
155	EA	900	8.6	64	53	39	100	1.02	835	Good	本発明例
156	EB	930	4.4	69	41	40	100	1.02	656	Good	本発明例
157	EC	950	2.8	142	44	32	99	0.96	590	Good	本発明例
158	ED	930	7.6	127	47	39	99	0.95	583	Good	本発明例
159	EF	890	3.2	107	36	30	98	1.02	822	Good	本発明例
160	EG	890	8.0	64	31	46	99	0.93	788	Good	本発明例
161	EH	930	3.6	128	37	34	98	1.07	622	Good	本発明例
162	EI	940	3.7	135	41	30	99	1.06	667	Bad	比較例
163	EJ	940	5.0	91	59	32	99	0.99	591	Bad	比較例
164	EK	960	9.4	65	37	52	99	1.10	570	Bad	比較例
165	EL	910	2.7	96	54	34	100	1.04	679	Bad	比較例
166	EM	930	6.1	93	65	52	100	0.93	425	Good	比較例
167	EN	890	2.6	160	32	32	100	0.98	599	Bad	比較例
168	EO	920	7.7	62	53	23	81	0.98	448	Good	比較例
169	EP	890	8.8	89	36	32	100	1.05	622	Bad	比較例
170	EQ	930	8.9	79	57	32	98	1.10	573	Bad	比較例
171	ER	920	3.4	131	37	33	99	1.04	555	Bad	比較例
172	ES	960	7.8	107	43	34	100	1.08	561	Bad	比較例
173	ET	960	9.6	82	41	50	98	1.08	622	Bad	比較例
174	EU	915	9.8	93	45	28	100	1.02	606	Good	本発明例
175	EV	910	3.6	60	45	67	99	1.04	711	Good	本発明例
176	EW	900	3.1	126	41	35	100	1.07	616	Good	本発明例
177	EX	900	4.2	67	35	65	100	0.97	676	Good	本発明例
178	EY	910	3.5	90	45	51	100	1.03	700	Good	本発明例

下線は本発明の範囲外であることを示す。

[0127] 表1-1~表3-6から分かるように、本発明例の鋼部材では、化学組成

、ミクロ組織（各相の面積率）及び集合組織が所定の範囲にあり、その結果、ビッカース硬さが高く（すなわち引張強さが高く）、かつ耐水素脆性に優れていた。

これに対し、比較例の鋼部材では、化学組成、ミクロ組織（各相の面積率）及び集合組織の1つ以上が本発明範囲を外れていた。その結果、鋼部材のビッカース硬さ、耐水素脆性のいずれかまたは両方が劣っていた。

産業上の利用可能性

[0128] 本発明によれば、高い引張強さを有し、かつ耐水素脆性に優れる鋼部材、及びこの鋼部材の素材となる鋼板を提供することができる。そのため、産業上の利用可能性が高い。

請求の範囲

[請求項1] 化学組成が、質量%で、
C : 0.260~0.700%、
Si : 0~2.000%、
Mn : 0~3.00%、
Al : 0~1.000%、
Nb : 0~0.100%、
Ti : 0~0.200%、
Cr : 0~1.00%、
B : 0~0.0200%、
Mo : 0~1.00%、
W : 0~2.00%、
Co : 0~1.00%、
Ni : 0~2.00%、
Cu : 0~2.00%、
V : 0~1.00%、
Ca : 0~0.200%、
Mg : 0~0.20%、
REM : 0~0.300%、
Sb : 0~1.00%、
Sn : 0~1.00%、
Zr : 0~1.00%、
As : 0~1.00%、
Se : 0~1.00%、
Bi : 0~1.00%、
Ta : 0~1.00%、
Re : 0~1.00%、
Os : 0~1.00%、

I_r : 0 ~ 1.00%、
 T_c : 0 ~ 1.00%、
 P : 0.100%以下、
 S : 0.0100%以下、
 N : 0.020%以下、
 O : 0.010%以下、及び
 残部 : Fe および不純物であり、

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の $1/8$ の位置 ~ 前記厚さの $3/8$ の位置の間の範囲を $1/4$ 深さ位置としたとき、

前記 $1/4$ 深さ位置のミクロ組織が、面積率で、

マルテンサイト、ベイナイトおよび焼き戻しマルテンサイト : 合計で 90% 以上であり、

前記 $1/4$ 深さ位置において、 $\{111\} \langle 011 \rangle$ のランダム強度比を I_1 、 $\{111\} \langle 112 \rangle$ のランダム強度比を I_2 、 $\{100\} \langle 011 \rangle$ のランダム強度比を I_3 、 $\{100\} \langle 001 \rangle$ のランダム強度比を I_4 としたとき、

前記 I_1 、前記 I_2 、前記 I_3 及び前記 I_4 が、以下式 (1) を満たす集合組織を有する、

ことを特徴とする、鋼部材。

$$(I_1 + I_3) / (I_2 + I_4) \leq 1.20 \quad \dots (1)$$

[請求項2]

前記化学組成が、質量%で、

Nb : 0.005 ~ 0.100%、
 Ti : 0.005 ~ 0.200%、
 Cr : 0.01 ~ 1.00%、
 B : 0.0010 ~ 0.0200%、
 Mo : 0.01 ~ 1.00%、
 W : 0.001 ~ 2.00%、

Co : 0.01 ~ 1.00%、
Ni : 0.01 ~ 2.00%、
Cu : 0.01 ~ 2.00%、
V : 0.01 ~ 1.00%、
Ca : 0.001 ~ 0.200%、
Mg : 0.01 ~ 0.20%、
REM : 0.001 ~ 0.300%、
Sb : 0.01 ~ 1.00%、
Sn : 0.01 ~ 1.00%、
Zr : 0.01 ~ 1.00%、
As : 0.01 ~ 1.00%、
Se : 0.01 ~ 1.00%、
Bi : 0.01 ~ 1.00%、
Ta : 0.01 ~ 1.00%、
Re : 0.01 ~ 1.00%、
Os : 0.01 ~ 1.00%、
Ir : 0.01 ~ 1.00%、及び
Tc : 0.01 ~ 1.00%、

からなる群から選択される1種以上を有する、
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1 / 4深さ位置のビッカース硬さが、450以上である、
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] 前記鋼部材の前記表面に、被覆を有する、
ことを特徴とする、請求項1 ~ 3のいずれか一項に記載の鋼部材。

[請求項5] 前記被覆が、Fe - Al系被覆、またはFe - Zn系被覆である、
ことを特徴とする、請求項4に記載の鋼部材。

[請求項6] 化学組成が、質量%で、
C : 0.260 ~ 0.700%、

Si : 0~2.000%、
Mn : 0~3.00%、
Al : 0~1.000%、
Nb : 0~0.100%、
Ti : 0~0.200%、
Cr : 0~1.00%、
B : 0~0.0200%、
Mo : 0~1.00%、
W : 0~2.00%、
Co : 0~1.00%、
Ni : 0~2.00%、
Cu : 0~2.00%、
V : 0~1.00%、
Ca : 0~0.200%、
Mg : 0~0.20%、
REM : 0~0.300%、
Sb : 0~1.00%、
Sn : 0~1.00%、
Zr : 0~1.00%、
As : 0~1.00%、
Se : 0~1.00%、
Bi : 0~1.00%、
Ta : 0~1.00%、
Re : 0~1.00%、
Os : 0~1.00%、
Ir : 0~1.00%、
Tc : 0~1.00%、
P : 0.100%以下、

S : 0.0100%以下、
 N : 0.020%以下、
 O : 0.010%以下、及び
 残部 : Fe および不純物であり、

表面から板厚方向に板厚の1/4の位置を中心とする前記表面から前記板厚の1/8の位置～前記板厚の3/8の位置の間の範囲を1/4深さ位置としたとき、

前記1/4深さ位置において、 $\{111\} \langle 011 \rangle$ のランダム強度比をI1、 $\{111\} \langle 112 \rangle$ のランダム強度比をI2、 $\{100\} \langle 011 \rangle$ のランダム強度比をI3、 $\{100\} \langle 001 \rangle$ のランダム強度比をI4としたとき、

前記I1、前記I2、前記I3及び前記I4が、以下式(1)を満たす集合組織を有する、
 ことを特徴とする、鋼板。

$$(I1 + I3) / (I2 + I4) \leq 1.20 \quad \dots (1)$$

[請求項7]

前記化学組成が、質量%で、
 Nb : 0.005～0.100%、
 Ti : 0.005～0.200%、
 Cr : 0.01～1.00%、
 B : 0.0010～0.0200%、
 Mo : 0.01～1.00%、
 W : 0.001～2.00%、
 Co : 0.01～1.00%、
 Ni : 0.01～2.00%、
 Cu : 0.01～2.00%、
 V : 0.01～1.00%、
 Ca : 0.001～0.200%、
 Mg : 0.01～0.20%、

REM : 0.001 ~ 0.300%、
Sb : 0.01 ~ 1.00%、
Sn : 0.01 ~ 1.00%、
Zr : 0.01 ~ 1.00%、
As : 0.01 ~ 1.00%、
Se : 0.01 ~ 1.00%、
Bi : 0.01 ~ 1.00%、
Ta : 0.01 ~ 1.00%、
Re : 0.01 ~ 1.00%、
Os : 0.01 ~ 1.00%、
Ir : 0.01 ~ 1.00%、及び
Tc : 0.01 ~ 1.00%、

からなる群から選択される1種以上を有する、
ことを特徴とする、請求項6に記載の鋼板。

[請求項8] 前記鋼板の前記表面に、被覆を有する、
ことを特徴とする、請求項6または7に記載の鋼板。

[請求項9] 前記被覆が、Al系被覆またはZn系被覆である、
ことを特徴とする、請求項8に記載の鋼板。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/008038

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<p><i>C22C 38/00</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 38/60</i>(2006.01)i; <i>C22C 21/00</i>(2006.01)n FI: C22C38/00 301Z; C22C38/00 301S; C22C38/00 301T; C22C38/60; C21D9/46 J; C21D1/18 C; C21D9/00 A; C22C21/00 Z</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; C21D1/18; C21D9/00; C21D9/46; C22C38/60; C22C21/00		
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 2019/186930 A1 (NIPPON STEEL CORPORATION) 03 October 2019 (2019-10-03)	1-9
A	JP 2015-151600 A (NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORP.) 24 August 2015 (2015-08-24)	1-9
A	JP 2012-172159 A (NIPPON STEEL CORP.) 10 September 2012 (2012-09-10)	1-9
A	JP 2007-284776 A (NIPPON STEEL CORP.) 01 November 2007 (2007-11-01)	1-9
<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>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 08 May 2024		Date of mailing of the international search report 21 May 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
Information on patent family members

International application No. PCT/JP2024/008038

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2019/186930 A1	03 October 2019	US 2021/0010118 A1 EP 3778951 A1 CN 111655885 A KR 10-2020-0121872 A	
JP 2015-151600 A	24 August 2015	(Family: none)	
JP 2012-172159 A	10 September 2012	(Family: none)	
JP 2007-284776 A	01 November 2007	(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; C21D 1/18(2006.01)i; C21D 9/00(2006.01)i; C21D 9/46(2006.01)i; C22C 38/60(2006.01)i; C22C 21/00(2006.01)n FI: C22C38/00 301Z; C22C38/00 301S; C22C38/00 301T; C22C38/60; C21D9/46 J; C21D1/18 C; C21D9/00 A; C22C21/00 Z</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; C21D1/18; C21D9/00; C21D9/46; C22C38/60; C22C21/00</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 2019/186930 A1（日本製鉄株式会社）03.10.2019（2019 - 10 - 03）</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2015-151600 A（新日鐵住金株式会社）24.08.2015（2015 - 08 - 24）</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2012-172159 A（新日本製鐵株式会社）10.09.2012（2012 - 09 - 10）</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2007-284776 A（新日本製鐵株式会社）01.11.2007（2007 - 11 - 01）</td> <td>1-9</td> </tr> </tbody> </table> <p><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。</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 2019/186930 A1（日本製鉄株式会社）03.10.2019（2019 - 10 - 03）	1-9	A	JP 2015-151600 A（新日鐵住金株式会社）24.08.2015（2015 - 08 - 24）	1-9	A	JP 2012-172159 A（新日本製鐵株式会社）10.09.2012（2012 - 09 - 10）	1-9	A	JP 2007-284776 A（新日本製鐵株式会社）01.11.2007（2007 - 11 - 01）	1-9
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 2019/186930 A1（日本製鉄株式会社）03.10.2019（2019 - 10 - 03）	1-9															
A	JP 2015-151600 A（新日鐵住金株式会社）24.08.2015（2015 - 08 - 24）	1-9															
A	JP 2012-172159 A（新日本製鐵株式会社）10.09.2012（2012 - 09 - 10）	1-9															
A	JP 2007-284776 A（新日本製鐵株式会社）01.11.2007（2007 - 11 - 01）	1-9															
<p>国際調査を完了した日</p> <p>08.05.2024</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p>21.05.2024</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>河野 一夫 4K 9833</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3435</p>																

国際調査報告
特許ファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/008038

引用文献			公表日	特許ファミリー文献			公表日
WO	2019/186930	A1	03.10.2019	US	2021/0010118	A1	
				EP	3778951	A1	
				CN	111655885	A	
				KR	10-2020-0121872	A	
JP	2015-151600	A	24.08.2015	(ファミリーなし)			
JP	2012-172159	A	10.09.2012	(ファミリーなし)			
JP	2007-284776	A	01.11.2007	(ファミリーなし)			