

(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
2016年10月6日(06.10.2016)



(10) 国際公開番号

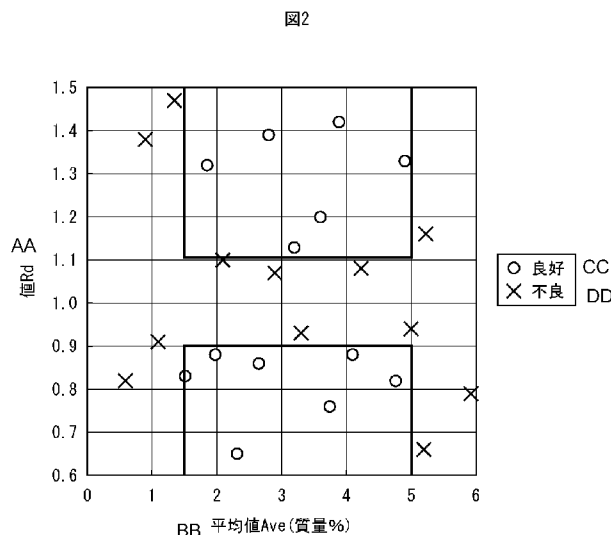
WO 2016/158861 A1

- (51) 国際特許分類:
C22C 38/00 (2006.01) C21D 9/46 (2006.01)
C21D 8/02 (2006.01) C22C 38/58 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/059933
- (22) 国際出願日: 2016年3月28日(28.03.2016)
- (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 2015-067699 2015年3月27日(27.03.2015) JP
- (71) 出願人: 新日鐵住金株式会社(NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL 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: 石田 欽也(ISHIDA, Yoshinari); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP). 岡本 力(OKAMOTO, Riki); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP). 前田 大介(MAEDA, Daisuke); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 國分 孝悦(KOKUBUN, Takayoshi); 〒1700013 東京都豊島区東池袋1丁目17番8号 NBF池袋シティビル5階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー

[続葉有]

(54) Title: STEEL PLATE

(54) 発明の名称: 鋼板



AA Value Rd
BB Average value Ave (% by mass)
CC Good
DD Bad

(57) Abstract: A steel plate comprises a base metal, scales that correspond to a thickness of 10.0 μm or less from the surface of the base metal, and subscales positioned between the base metal and the scales. In the subscales, the average Cr concentration is 1.50 to 5.00% by mass, and there is at least one area in which the ratio of the Cr concentration in one of adjacent two measurement areas that are located 1 μm apart from each other to the Cr concentration in the other is 0.90 to 1.11 inclusive in a zone having a length of 50 μm as observed in the rolling direction. The ratio of the amount of Ti contained in a carbide or a carbonitride having a particle diameter of 100 nm to 1 μm inclusive to a parameter Ti_{eff} that is expressed by the formula " $Ti_{eff} = [Ti] - 48/14[N]$ " is 30% or less, wherein [Ti] represents the amount (% by mass) of Ti and [N] represents the amount (% by mass) of N.

(57) 要約: 鋼板には、地鉄と、地鉄の表面の厚さが10.0 μm 以下のスケールと、地鉄とスケールとの間のサブスケールと、が含まれる。サブスケールにおいて、Cr濃度の平均値が1.50質量%~5.00質量%であり、かつ圧延方向の長さが50 μm の範囲内に、1 μm 離れて隣り合う2つの測定領域間でのCr濃度の比が0.90以下又は1.11以上の部分が1以上ある。Ti含有量(質量%)を[Ti]、N含有量(質量%)を[N]としたときに式" $Ti_{eff} = [Ti] - 48/14[N]$ "で表されるパラメータ Ti_{eff} に対する、粒径が100 nm以上1 μm 以下の炭化物又は炭窒化物に含まれるTiの量の割合が30%以下である。



ロシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
- 補正された請求の範囲 (条約第 19 条(1))

明 細 書

発明の名称：鋼板

技術分野

[0001] 本発明は、トラックのフレーム等の比較的長尺の構造用部材に好適な高強度鋼板に関する。

背景技術

[0002] 燃費の向上による排出ガスの削減を目的に、自動車、鉄道車両等の輸送機械の軽量化が望まれている。輸送機械の軽量化には、輸送機械の部材に薄い鋼板を用いることが有効であるが、薄い鋼板を用いつつ所望の強度を確保するためには、鋼板自体が高い強度を有することが望まれる。

[0003] 輸送機械の部材、例えばトラックのサイドフレームには、コスト等の観点から、熱間圧延中に生成したスケール（黒皮）が残存する鋼板が用いられることがある。ただし、従来のスケールが残存した鋼板では、レベラー設備の通板等の精整の際や、ユーザにより行われる曲げ、プレス等の加工の際に、スケールが剥離することがある。スケールの剥離が生じると、スケールが付着したロールや金型の手入れが必要になる。また、手入れ後にスケールが残存している場合には、その後に処理した鋼板にスケールが押し込まれて当該鋼板に凹み模様が生じることがある。従って、スケールを残存させた鋼板には、スケールが地鉄から剥離しにくい優れたスケール密着性が要求される。

[0004] スケール密着性の向上を目的とした鋼板が公知となっているが、従来の鋼板では、良好な機械的特性及び優れたスケール密着性を両立することができない。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2014-31537号公報

特許文献2：特開2012-162778号公報

特許文献3：特許第5459028号公報

特許文献4：特開2004-244680号公報

特許文献5：特開2000-87185号公報

特許文献6：特開平7-34137号公報

特許文献7：特開2014-51683号公報

特許文献8：特開平7-118792号公報

特許文献9：特開2014-118592号公報

非特許文献

[0006] 非特許文献1：神戸製鋼技報／Vol. 56 No. 32 (Dec. 2006)
P 22

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明は、良好な機械的特性及び優れたスケール密着性を両立することができる鋼板を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明者らは、上記課題を解決すべく鋭意検討を行った。この結果、スケール密着性の向上にスケール及びサブスケールの形態が多大な影響を及ぼしていることが明らかになった。また、スケール及びサブスケールの形態には特に熱間圧延の条件が影響していることも明らかになった。

[0009] 本願発明者は、このような知見に基づいて更に鋭意検討を重ねた結果、以下に示す発明の諸態様に想到した。

[0010] (1)

地鉄と、

前記地鉄の表面の厚さが10.0 μ m以下のスケールと、

前記地鉄と前記スケールとの間のサブスケールと、

を有し、

前記地鉄は、

質量%で、

C : 0.05%~0.20%、
Si : 0.01%~1.50%、
Mn : 1.50%~2.50%、
P : 0.05%以下、
S : 0.03%以下、
Al : 0.005%~0.10%、
N : 0.008%以下、
Cr : 0.30%~1.00%、
Ti : 0.06%~0.20%、
Nb : 0.00%~0.10%、
V : 0.00%~0.20%、
B : 0.0000%~0.0050%、
Cu : 0.00%~0.50%、
Ni : 0.00%~0.50%、
Mo : 0.00%~0.50%、
W : 0.00%~0.50%、
Ca : 0.0000%~0.0050%、
Mg : 0.0000%~0.0050%、
REM : 0.000%~0.010%、かつ

残部：Fe及び不純物、

で表される化学組成を有し、

前記サブスケールにおいて、

Cr濃度の平均値が1.50質量%~5.00質量%であり、かつ

圧延方向の長さが50 μ mの範囲内に、1 μ m離れて隣り合う2つの測定領域間でのCr濃度の比が0.90以下又は1.11以上の部分が1以上あり、

Ti含有量（質量%）を[Ti]、N含有量（質量%）を[N]としたときに下記の式1で表されるパラメータ Ti_{eff} に対する、粒径が100nm以

上 1 μm 以下の炭化物又は炭窒化物に含まれる Ti の量の割合が 30%以下であることを特徴とする鋼板。

$$Ti_{eff} = [Ti] - 48 / 14 [N] \quad (\text{式 1})$$

[0011] (2)

前記化学組成において、

Nb : 0.001%~0.10%、

V : 0.001%~0.20%、

B : 0.0001%~0.0050%、

Cu : 0.01%~0.50%、

Ni : 0.01%~0.50%、

Mo : 0.01%~0.50%、若しくは

W : 0.01%~0.50%、

又はこれらの任意の組み合わせが満たされることを特徴とする (1) に記載の鋼板。

[0012] (3)

前記化学組成において、

Ca : 0.0005%~0.0050%、

Mg : 0.0005%~0.0050%、若しくは

REM : 0.0005%~0.010%、

又はこれらの任意の組み合わせが満たされることを特徴とする (1) 又は (2) に記載の鋼板。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、スケール及びサブスケールの形態が適切であるため、良好な機械的特性及び優れたスケール密着性を両立することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]図1は、Cr濃度のマッピング結果の一例を示す図である。

[図2]図2は、スケールの形態とスケール密着性との関係を示す図である。

発明を実施するための形態

[0015] 本発明者らは、スケールの厚さ及びサブスケールの形態がスケール密着性に及ぼす影響について検討した。

[0016] スケールの厚さの測定では、圧延方向及び厚さ方向に平行な面を観察面とする試料を種々の鋼板から採取し、観察面を鏡面研磨し、光学顕微鏡を用いた観察を1000倍で行った。そして、10視野以上で得られたスケールの厚さの平均値を当該鋼板のスケールの厚さとした。

[0017] サブスケールの形態の分析では、圧延方向及び厚さ方向に平行な面を観察面とする試料を種々の鋼板から採取し、観察面を鏡面研磨し、電子線マイクロアナライザ (electron probe micro analyzer : EPMA) を用いてサブスケールのC r 濃度 (質量%) を分析した。具体的には、圧延方向の長さが50 μm 以上で、スケール及び地鉄を含む領域におけるC r 濃度のマッピングを、加速電圧を15.0 kV、照射電流を50 nA、1点当たりの測定時間を20 m秒として行った。このマッピングでは、測定点間の間隔を、圧延方向及び厚さ方向のいずれについても0.1 μm とした。

[0018] 図1に、マッピングの結果の一例を示す。この例に用いた試料の地鉄のC r 含有量は3.9質量%であり、圧延方向の長さが60 μm で、スケール及び地鉄を含む領域を分析対象とした。図1にて、C r 濃度が特に高い部分がサブスケールであり、その下が地鉄、その上がスケールである。図1から明らかなように、サブスケールのC r 濃度は地鉄のそれよりも高い。

[0019] 本発明者らは、C r 濃度のマッピング結果について、次のような分析を行った。この分析では、圧延方向に連続して並ぶ10測定点からなる測定領域を設定した。測定点の間隔が0.1 μm であるため、測定領域の圧延方向の寸法は1 μm である。また、C r 濃度のマッピングの対象領域の圧延方向の長さが50 μm 以上であるため、測定領域は50以上である。そして、測定領域毎にC r 濃度の平均値及び最大値C max を求め、50以上の測定領域間の最大値C max の平均値Aveを算出し、平均値AveをサブスケールにおけるC r 濃度の平均値とした。

[0020] 更に、50以上の測定領域について、隣り合う2測定領域間での、一方の

最大値 C_{max} に対する他方の最大値 C_{max} の濃度比 R_{Cr} を求めた。すなわち、他方の最大値 C_{max} を一方の最大値 C_{max} で除して得られる商を求めた。このとき、どちらの最大値 C_{max} を分子にするかは任意とした。例えば、2測定領域の最大値 C_{max} が 3.90% 及び 3.30% の場合、濃度比 R_{Cr} は 1.18 又は 0.85 であり、2測定領域の最大値 C_{max} が 1.70% 及び 1.62% の場合、濃度比 R_{Cr} は 1.05 又は 0.95 である。また、2測定領域の最大値 C_{max} が等しい場合、濃度比 R_{Cr} は 1.00 であり、サブスケール内の C_r 濃度の最大値 C_{max} が均一であれば、どの測定領域においても濃度比 R_{Cr} は 1.00 である。このように、濃度比 R_{Cr} は、サブスケール内の C_r 濃度の最大値 C_{max} のばらつきを反映しており、濃度比 R_{Cr} が 1.00 に近いほど、サブスケール内の C_r 濃度の最大値 C_{max} のばらつきが小さい。

[0021] スケール密着性は、トラックのサイドフレームのプレス加工を想定し、長手方向が鋼板の幅方向と平行になるよう短冊試験片を採取し、JIS Z 2248 に記載の V ブロック法にて評価した。試験片の大きさは、幅（圧延方向）30mm、長さ（幅方向）200mm とした。また、曲げ角度は 90度とし、内側半径は板厚の 2 倍とした。

[0022] 曲げ後、曲げ外側の幅中央部に、試験片の長手方向に沿って幅 18mm のセロハンテープを貼付して剥がし、鋼板と V ブロックとが接触しなかった範囲においてセロハンテープに付着したスケールの面積率を算出した。

[0023] そして、セロハンテープに付着したスケールの面積率、すなわち、鋼板から剥離したスケールの面積率が 10% 以下のものを良好と判定し、10% 超のものを不良と判定した。本発明者らは、この試験において鋼板から剥離したスケールの面積率が 10% 以下であれば、実用加工上での剥離は実質的に発生しないことを確認している。

[0024] スケールの厚さとスケール密着性との関係を整理したところ、スケールの厚さが 10.0 μ m 超では、スケールの C_r 濃度に拘わらず、良好なスケール密着性が得られなかった。一方、スケールの厚さが 10.0 μ m 以下であ

れば、サブスケールの形態に応じて良好なスケール密着性が得られる場合や得られない場合があった。

[0025] そこで、本発明者らは、スケールの厚さが $10.0\mu\text{m}$ 以下の鋼板について、 Cr 濃度の平均値 A_{ve} 、及び濃度比 R_{cr} のうちで 1.00 から最も乖離した値 R_d とスケール密着性との関係を整理した。この結果を図2に示す。図2の横軸は Cr 濃度の平均値 A_{ve} を示し、縦軸は濃度比 R_{cr} のうちで 1.00 から最も乖離した値 R_d を示す。

[0026] 図2に示すように、 Cr 濃度の平均値 A_{ve} が 1.50 質量%未満又は 5.00 質量%超の試料では、スケール密着性が不良であった。また、 Cr 濃度の平均値 A_{ve} が 1.50 質量%～ 5.00 質量%であっても、濃度比 R_{cr} のうちで 1.00 から最も乖離した値 R_d が 0.90 超かつ 1.11 未満の試料では、スケール密着性が不良であった。

[0027] 以上のことから、サブスケールにおいて、 Cr 濃度の平均値 A_{ve} が 1.50 質量%～ 5.00 質量%であり、かつ圧延方向の長さが $50\mu\text{m}$ の範囲内に、 $1\mu\text{m}$ 離れて隣り合う2つの測定領域間での濃度比 R_{cr} が 0.90 以下又は 1.11 以上の部分が1以上あることが、優れたスケール密着性を得るために重要であることが明らかになった。

[0028] また、トラックのサイドフレームへの適用に好適な機械的特性として、圧延方向の降伏強度が 700MPa 以上 800MPa 未満であること、降伏比が 85% 以上であることが挙げられるところ、これらの実現には、粒径が 100nm 未満の Ti を含む炭化物及び Ti を含む炭窒化物による析出強化が極めて有効である。以下、 Ti を含む炭化物及び Ti を含む炭窒化物を総称して Ti 炭化物ということがある。

[0029] 以下、本発明の実施形態について説明する。

[0030] 先ず、本発明の実施形態に係る鋼板及びその製造に用いる鋼の化学組成について説明する。詳細は後述するが、本発明の実施形態に係る鋼板は、鋼の鑄造、スラブ加熱、熱間圧延、第1の冷却、巻き取り及び第2の冷却を経て製造される。従って、鋼板及び鋼の化学組成は、鋼板の特性のみならず、こ

これらの処理を考慮したものである。以下の説明において、鋼板及び鋼に含まれる各元素の含有量の単位である「%」は、特に断りがない限り「質量%」を意味する。本実施形態に係る鋼板及びその製造に用いる鋼は、質量%で、C : 0.05%~0.20%、Si : 0.01%~1.50%、Mn : 1.50%~2.50%、P : 0.05%以下、S : 0.03%以下、Al : 0.005%~0.10%、N : 0.008%以下、Cr : 0.30%~1.00%、Ti : 0.06%~0.20%、Nb : 0.00%~0.10%、V : 0.00%~0.20%、B : 0.0000%~0.0050%、Cu : 0.00%~0.50%、Ni : 0.00%~0.50%、Mo : 0.00%~0.50%、W : 0.00%~0.50%、Ca : 0.0000%~0.0050%、Mg : 0.0000%~0.0050%、REM : 0.000%~0.010%、かつ残部 : Fe 及び不純物、で表される化学組成を有している。不純物としては、鉱石やスクラップ等の原材料に含まれるもの、製造工程において含まれるもの、が例示される。Sn 及びAs が不純物の例として挙げられる。

[0031] (C : 0.05%~0.20%)

C は、強度の向上に寄与する。C 含有量が0.05%未満では、十分な強度、例えば圧延方向で700MPa以上の降伏強度若しくは85%以上の降伏比又はこれらの両方が得られない。従って、C 含有量は0.05%以上とし、好ましくは0.08%以上とする。一方、C 含有量が0.20%超では、強度が過剰となって延性が低下したり、溶接性及び靱性が低下したりする。従って、C 含有量は0.20%以下とし、好ましくは0.15%以下とし、より好ましくは0.14%以下とする。

[0032] (Si : 0.01%~1.50%)

Si は、強度の向上に寄与したり、脱酸材として作用したりする。Si はアーク溶接の際に溶接部の形状の改善にも寄与する。Si 含有量が0.01%未満では、これら効果が十分に得られない。従って、Si 含有量は0.01%以上とし、好ましくは0.02%以上とする。一方、Si 含有量が1.

50%超では、鋼板の表面にSiスケールが多量に発生して表面性状が低下したり、靱性が低下したりする。従って、Si含有量は1.50%以下とし、好ましくは1.20%以下とする。Si含有量が1.50%以下であれば、本実施形態においては、スケール密着性へのSiの影響は無視できる。

[0033] (Mn : 1.50%~2.50%)

Mnは、組織強化を通じて強度の向上に寄与する。Mn含有量が1.50%未満では、これら効果が十分に得られない。例えば圧延方向で700MPa以上の降伏強度若しくは85%以上の降伏比又はこれらの両方が得られない。従って、Mn含有量は1.50%以上とし、好ましくは1.60%以上とする。一方、Mn含有量が2.50%超では、強度が過剰となって延性が低下したり、溶接性及び靱性が低下したりする。従って、Mn含有量は2.50%以下とし、好ましくは2.40%以下とし、より好ましくは2.30%以下とする。

[0034] (P : 0.05%以下)

Pは、必須元素ではなく、例えば鋼中に不純物として含有される。Pは、延性及び靱性を阻害するため、P含有量は低ければ低いほどよい。特に、P含有量が0.05%超で、延性及び靱性の低下が著しい。従って、P含有量は0.05%以下とし、好ましくは0.04%以下とし、より好ましくは0.03%以下とする。P含有量の低減にはコストがかかり、0.0005%未満まで低減しようとする、コストが著しく上昇する。このため、P含有量は0.0005%以上としてもよく、コストの観点から0.0010%以上としてもよい。

[0035] (S : 0.03%以下)

Sは、必須元素ではなく、例えば鋼中に不純物として含有される。Sは、MnSを生成して、延性、溶接性及び靱性を阻害するため、S含有量は低ければ低いほどよい。特に、S含有量が0.03%超で、延性、溶接性及び靱性の低下が著しい。従って、S含有量は0.03%以下とし、好ましくは0.01%以下とし、より好ましくは0.007%以下とする。S含有量の低

減にはコストがかかり、0.0005%未満まで低減しようとする、コストが著しく上昇する。このため、S含有量は0.0005%以上としてもよく、コストの観点から0.0010%以上としてもよく、コストの観点から0.0010%以上としてもよい。

[0036] (Al : 0.005%~0.10%)

Alは、脱酸材として作用する。Al含有量が0.005%未満では、この効果が十分に得られない。従って、Al含有量は0.005%以上とし、好ましくは0.015%以上とする。一方、Al含有量が0.10%超では、靱性及び溶接性が低下する。従って、Al含有量は0.10%以下とし、好ましくは0.08%以下とする。

[0037] (N : 0.008%以下)

Nは、必須元素ではなく、例えば鋼中に不純物として含有される。Nは、TiNを形成してTiを消費し、析出強化に好適な微細なTi炭化物の生成を阻害するため、N含有量は低ければ低いほどよい。特に、N含有量が0.008%超で、析出強化能の低下が著しい。従って、N含有量は0.008%以下とし、好ましくは0.007%以下とする。N含有量の低減にはコストがかかり、0.0005%未満まで低減しようとする、コストが著しく上昇する。このため、N含有量は0.0005%以上としてもよく、コストの観点から0.0010%以上としてもよく、コストの観点から0.0010%以上としてもよい。

[0038] (Cr : 0.30%~1.00%)

Crは、強度の向上に寄与したり、サブスケールの形成を通じてスケール密着性を高めたりする。Cr含有量が0.30%未満では、これら効果が十分に得られない。従って、Cr含有量は0.30%以上とし、好ましくは0.25%以上とする。一方、Cr含有量が1.00%超では、サブスケールに含まれるCrが過剰となってスケール密着性が低下する。従って、Cr含有量は1.00%以下とし、好ましくは0.80%以下とする。

[0039] (Ti : 0.06%~0.20%)

Tiは、再結晶を抑制し、結晶粒の粗大化を抑制することで、降伏強度の向上に寄与したり、Ti炭化物として析出して析出強化を通じた降伏強度及び降伏比の向上に寄与したりする。Ti含有量が0.06%未満では、これら効果が十分に得られない。従って、Ti含有量は0.06%以上とし、好ましくは0.07%以上とする。一方、Ti含有量が0.20%超では、靱性、溶接性及び延性が低下したり、スラブ加熱中にTi炭化物が溶体化しきれず、析出強化に有効なTiの量が不足して降伏強度及び降伏比が低下したりする。従って、Ti含有量は0.20%以下とし、好ましくは0.16%以下とする。

[0040] Nb、V、B、Cu、Ni、Mo、W、Ca、Mg及びREMは、必須元素ではなく、鋼板及び鋼に所定量を限度に適宜含有されていてもよい任意元素である。

[0041] (Nb : 0.00%~0.10%、V : 0.00%~0.20%)

Nb及びVは、炭窒化物として析出して強度の向上に寄与したり、結晶粒の粗大化の抑制に寄与したりする。結晶粒の粗大化の抑制は、降伏強度の向上及び靱性の向上に寄与する。従って、Nb若しくはV又はこれらの両方が含有されていてもよい。これら効果を十分に得るために、Nb含有量は好ましくは0.001%以上とし、より好ましくは0.010%以上とし、V含有量は好ましくは0.001%以上とし、より好ましくは0.010%以上とする。一方、Nb含有量が0.10%超では、靱性及び延性が低下したり、スラブ加熱中にNb炭窒化物が溶体化しきれず、強度の確保に有効な固溶Cが不足して降伏強度及び降伏比が低下したりする。従って、Nb含有量は0.10%以下とし、好ましくは0.08%以下とする。V含有量が0.20%超では、靱性及び延性が低下する。従って、V含有量は0.20%以下とし、好ましくは0.16%以下とする。

[0042] (B : 0.0000%~0.0050%)

Bは、組織強化を通じて強度の向上に寄与する。従って、Bが含有されていてもよい。この効果を十分に得るために、B含有量は好ましくは0.00

0.1%以上とし、より好ましくは0.0005%以上とする。一方、B含有量が0.0050%超では、靱性が低下したり、強度の向上効果が飽和したりする。従って、B含有量は0.0050%以下とし、好ましくは0.0030%以下とする。

[0043] (Cu : 0.00%~0.50%)

Cuは、強度の向上に寄与する。従って、Cuが含有されていてもよい。この効果を十分に得るために、Cu含有量は好ましくは0.01%以上とし、より好ましくは0.03%以上とする。一方、Cu含有量が0.50%超では、靱性及び溶接性が低下したり、スラブの高温割れの懸念が高くなったりする。従って、Cu含有量は0.50%以下とし、好ましくは0.30%以下とする。

[0044] (Ni : 0.00%~0.50%)

Niは、強度の向上に寄与したり、靱性の向上及びスラブの高温割れの抑制に寄与したりする。従って、Niが含有されていてもよい。これら効果を十分に得るために、Ni含有量は好ましくは0.01%以上とし、より好ましくは0.03%以上とする。一方、Ni含有量が0.50%超では、徒にコストが上昇する。従って、Ni含有量は0.50%以下とし、好ましくは0.30%以下とする。

[0045] (Mo : 0.00%~0.50%、W : 0.00%~0.50%)

Mo及びWは、強度の向上に寄与する。従って、Mo若しくはW又はこれらの両方が含有されていてもよい。これら効果を十分に得るために、Mo含有量は好ましくは0.01%以上とし、より好ましくは0.03%以上とし、W含有量は好ましくは0.01%以上とし、より好ましくは0.03%以上とする。一方、Mo含有量が0.50%超では、徒にコストが上昇する。従って、Mo含有量は0.50%以下とし、好ましくは0.35%以下とする。W含有量が0.50%超では、徒にコストが上昇する。従って、W含有量は0.50%以下とし、好ましくは0.35%以下とする。

[0046] 以上のことから、Nb、V、B、Cu、Ni、Mo及びWについては、「

Nb : 0.001%~0.10%」、「V : 0.001%~0.20%」、「B : 0.0001%~0.0050%」、「Cu : 0.01%~0.50%」、「Ni : 0.01%~0.50%」、「Mo : 0.01%~0.50%」、若しくは「W : 0.01%~0.50%」、又はこれらの任意の組み合わせが満たされることが好ましい。

[0047] (Ca : 0.0000%~0.0050%、Mg : 0.0000%~0.0050%、REM : 0.000%~0.010%)

Ca、Mg及びREMは、非金属介在物を球状化して、靱性の向上及び延性の低下の抑制に寄与する。従って、Ca、Mg若しくはREM又はこれらの任意の組み合わせが含有されていてもよい。これら効果を十分に得るために、Ca含有量は好ましくは0.0005%以上とし、より好ましくは0.0010%以上とし、Mg含有量は好ましくは0.0005%以上とし、より好ましくは0.0010%以上とし、REM含有量は好ましくは0.0005%以上とし、より好ましくは0.0010%以上とする。一方、Ca含有量が0.0050%超では、介在物の粗大化及び介在物の数の増加が顕著になり、靱性が低下する。従って、Ca含有量は0.0050%以下とし、好ましくは0.0035%以下とする。Mg含有量が0.0050%超では、介在物の粗大化及び介在物の数の増加が顕著になり、靱性が低下する。従って、Mg含有量は0.0050%以下とし、好ましくは0.0035%以下とする。REM含有量が0.010%超では、介在物の粗大化及び介在物の数の増加が顕著になり、靱性が低下する。従って、REM含有量は0.010%以下とし、好ましくは0.007%以下とする。

[0048] 以上のことから、Ca、Mg及びREMについては、「Ca : 0.0005%~0.0050%」、「Mg : 0.0005%~0.0050%」、若しくは「REM : 0.0005%~0.010%」、又はこれらの任意の組み合わせが満たされることが好ましい。

[0049] REM（希土類金属）はSc、Y及びランタノイドの合計17種類の元素を指し、「REM含有量」はこれら17種類の元素の合計の含有量を意味す

る。ランタノイドは、工業的には、例えばミッシュメタルの形で添加される。

[0050] 次に、本発明の実施形態に係る鋼板中のTiの形態について説明する。本発明の実施形態に係る鋼板では、Ti含有量（質量％）を[Ti]、N含有量（質量％）を[N]としたときに下記の式1で表されるパラメータ Ti_{eff} （有効Ti量）に対する、粒径が100nm以上1 μ m以下のTi炭化物に含まれるTiの量（質量％）の割合 R_{Ti} が30％以下である。

$$Ti_{eff} = [Ti] - 48 / 14 [N] \quad (\text{式1})$$

[0051] Ti炭化物は、析出強化を通じて降伏応力及び降伏比の向上に寄与するが、有効Ti量に対する、粒径が100nm以上、特に100 μ m以上1 μ m以下のTi炭化物に含まれるTiの量は、巻き取り時の微細なTi炭化物の形成に大きく影響する。割合 R_{Ti} が30％超では、粗大なTi炭化物によるTiの消費が過多となり、巻き取り時の微細なTi炭化物の形成に対する駆動力が低下することにより、圧延方向において十分な降伏強度及び降伏比が得られない。従って、割合 R_{Ti} は30％以下とする。

[0052] なお、析出Tiは精度の高い測定が可能であれば方法は問わない。例えば、透過電子顕微鏡により少なくとも50個の析出物が観察されるまで、ランダムに観察を行い、個々の析出物のサイズと全視野サイズから、析出物のサイズ分布を導出し、エネルギー分散型X分析（energy dispersive X-ray spectroscopy：EDS）により析出物中のTi濃度を求めることで算出することで求めることができる。

[0053] 次に、本発明の実施形態に係る鋼板におけるスケール及びサブスケールの形態について説明する。本発明の実施形態に係る鋼板では、スケールの厚さが10.0 μ m以下であり、サブスケールにおいて、Cr濃度の平均値 A_{ve} が1.50質量％～5.00質量％であり、かつ圧延方向の長さが50 μ mの範囲内に、1 μ m離れて隣り合う2つの測定領域間での濃度比 R_{Cr} が0.90以下又は1.11以上の部分が1以上ある。

[0054] （スケールの厚さ：10.0 μ m以下）

スケールが厚いほど、鋼板の加工中にスケールに発生する歪みが大きくなり、スケールにき裂が入り、剥離しやすい。そして、上記の実験からも明らかなように、スケールの厚さが $10.0\mu\text{m}$ 超では、良好なスケール密着性が得られない。従って、スケールの厚さは $10.0\mu\text{m}$ 以下とし、好ましくは $8.0\mu\text{m}$ 以下とする。

[0055] (サブスケールにおけるC r濃度の平均値Ave: 1.50 質量%~ 5.00 質量%)

上記の実験の結果から明らかなように、サブスケールにおけるC r濃度の平均値Aveが 1.50 質量%未満又は 5.00 質量%超では、十分なスケール密着性が得られない。従って、平均値Aveは 1.50 質量%~ 5.00 質量%とする。平均値Aveが 1.50 質量%未満の場合に十分なスケール密着性が得られない理由として、サブスケールの生成が不十分で、サブスケールと地鉄との密着性が不足していることが考えられる。C r濃度の平均値Aveが 5.00 質量%超の場合に十分なスケール密着性が得られない理由として、サブスケールとスケールとの密着力が低下していることが考えられる。

[0056] (濃度比 R_{Cr} が 0.90 以下又は 1.11 以上の部分: 1 以上)

上記の実験の結果から明らかなように、濃度比 R_{Cr} のうちで 1.00 から最も乖離した値 R_d が 0.90 超かつ 1.11 未満の場合、十分なスケール密着性が得られない。従って、圧延方向の長さが $50\mu\text{m}$ の範囲内に、 $1\mu\text{m}$ 離れて隣り合う2つの測定領域間での濃度比 R_{Cr} が 0.90 以下又は 1.11 以上の部分が 1 以上あることとする。このことは、サブスケール中に、C r濃度の変動が大きい領域が存在することを意味する。スケールに地鉄との整合性のよいマグネタイトが含まれているが、C r濃度が過度に均一である場合、マグネタイトと地鉄との接触が阻害され、良好なスケール密着性が得られないと考えられる。その一方で、C r濃度の変動が大きい領域が存在すると、この領域を介してマグネタイトと地鉄との接触が確保され、優れたスケール密着性が得られると考えられる。

[0057] 本実施形態によれば、例えば、圧延方向で700MPa以上800MPa未満の降伏強度、圧延方向で85%以上の降伏比が得られる。本実施形態は、高い降伏強度が要求されるトラックのサイドフレームのような長尺の構造用部材に適しており、部材の板厚の薄肉化による車両重量の軽減に寄与することができる。なお、降伏強度が800MPa以上では、プレス加工に要する負荷が過大となるおそれがある。このため、好ましくは降伏強度は800MPa未満である。また、降伏比が85%未満では、降伏応力に対して引張強度が高すぎるため、加工が困難になる懸念がある。このため、降伏比は好ましくは85%以上であり、より好ましくは90%以上である。

[0058] 降伏強度及び降伏比は、室温でのJIS Z2241に従った引張試験により測定することができる。試験片には、圧延方向を長手方向とするJIS 5号引張試験片を使用する。降伏点がある場合は上降伏点の強度を降伏強度とし、降伏点がない場合は0.2%耐力を降伏強度とする。降伏比は、降伏強度を引張強度で除して得られる商である。

[0059] 次に、本発明の実施形態に係る鋼板の製造方法について説明する。本発明の実施形態に係る鋼板の製造方法では、上記の化学組成を有する鋼の casting、スラブ加熱、熱間圧延、第1の冷却、巻き取り及び第2の冷却をこの順で行う。

[0060] (casting)

上記化学組成を有する溶鋼を常法により casting してスラブを製造する。スラブとして、鋼塊を鍛造又は圧延したものをを用いてもよいが、スラブは連続 casting により製造することが好ましい。薄スラブキャスターなどで製造したスラブを用いてもよい。

[0061] (スラブ加熱)

スラブの製造後には、スラブを一旦冷却し、又はそのまま1150℃以上1250℃未満の温度に加熱する。この温度（スラブ加熱温度）が1150℃未満では、スラブ中のTiを含む析出物が十分に溶体化せず、後にTi炭化物が十分に析出せず、十分な強度が得られなくなる。従って、スラブ加熱

温度は1150℃以上とし、好ましくは1160℃以上とする。一方、スラブ加熱温度が1250℃以上では、結晶粒が粗大になって降伏応力が低下したり、加熱炉内で生成する1次スケールの生成量が増加して歩留まりが低下したり、燃料コストが増大したりする。従って、スラブ加熱温度は1250℃未満とし、好ましくは1245℃以下とする。

[0062] (熱間圧延)

スラブ加熱の後、スラブのデスクーリングを行い、粗圧延を行う。粗圧延により粗バーが得られる。粗圧延の条件は特に限定されない。粗圧延の後、タンデム圧延機を用いて粗バーの仕上げ圧延を行うことにより、熱延鋼板を得る。粗圧延と仕上げ圧延との間に、高圧水等を用いたデスクーリングを行うことで、粗バーの表面に生成したスケールを除去することが好ましい。仕上げ圧延の入側では、粗バーの表面温度を1050℃未満とする。また、仕上げ圧延の出側温度が920℃以上では、スケールの厚さが10.0μm超となり、スケール密着性が低下する。従って、出側温度は920℃未満とする。

[0063] 出側温度が低いほど、鋼板の結晶粒が微細になり、優れた降伏強度及び靱性が得られる。このため、鋼板の特性の観点からは、出側温度は低ければ低いほどよい。その一方で、出側温度が低いほど、粗バーの変形抵抗が高くなって圧延荷重が増加し、仕上げ圧延を進められなくなったり、厚さの制御が困難になったりする。このため、圧延機的能力及び厚さ制御の精度に応じて出側温度の下限を設定することが好ましい。圧延機にもよるが、出側温度が800℃未満の場合に仕上げ圧延の進行が妨げられやすい。このため、出側温度は好ましくは800℃以上とする。

[0064] (第1の冷却)

仕上げ圧延の完了から3秒以内にランナウトテーブルで熱延鋼板の冷却を開始し、この冷却では、冷却を開始した温度（冷却開始温度）から750℃までの間を30℃/秒超の平均冷却速度で降温する。冷却開始温度から750℃までの間の平均冷却速度が30℃/秒以下では、隣り合う2測定領域間

での濃度比 R_{Cr} のうちで最も 1.00 から乖離した値 R_d が 0.90 超かつ 1.11 未満となり、サブスケール中の C_r 濃度が均一化して、スケール密着性が低下したり、オーステナイト相中に粗大な Ti 炭化物が生成して、強度が低下したりする。従って、冷却開始温度から 750℃ までの間の平均冷却速度は 30℃/秒超とする。また、仕上げ圧延の完了から冷却開始までの時間が長くなるほど、オーステナイト相が再結晶しやすく、この再結晶に伴って粗大な Ti 炭化物が形成され、微細な Ti 炭化物の生成に有効な Ti の量が低下する。また、この時間が長くなるほど、サブスケール中の C_r 濃度の均一化が進行する。そして、このような傾向は、この時間が 3 秒超で顕著である。従って、仕上げ圧延の完了から冷却開始までの時間は 3 秒以内とする。

[0065] (巻き取り)

750℃ までの冷却の後には、ランナウトテーブルの後端で熱延鋼板を巻き取る。巻き取りの際の熱延鋼板の温度（巻取温度）が 650℃ 以上では、サブスケールにおける C_r 濃度の平均値 Ave が過剰となり、十分なスケール密着性が得られない。従って、巻取温度は 650℃ 未満とし、好ましくは 600℃ 以下とする。一方、巻取温度が 500℃ 以下では、サブスケールにおける C_r 濃度の平均値 Ave が過少となって十分なスケール密着性が得られなかったり、 Ti 炭化物が不足して十分な降伏強度及び降伏比を得ることが困難になったりする。従って、巻取温度は 500℃ 超とし、好ましくは 550℃ 以上とする。

[0066] (第2の冷却)

熱延鋼板の巻き取り後には、熱延鋼板を室温まで冷却する。この際の冷却方法及び冷却速度は限定されない。生産コストの観点からは、大気中での放冷が好ましい。

[0067] このようにして、本発明の実施形態に係る鋼板を製造することができる。

[0068] この鋼板は、例えば、通常の条件でレベラーに通板して、平板に成形し、所定の長さに切断し、例えば、トラックのサイドフレーム用として出荷する

ことができる。コイルのままで出荷してもよい。

[0069] なお、上記実施形態は、何れも本発明を実施するにあたっての具体化の例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されてはならないものである。すなわち、本発明はその技術思想、又はその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形で実施することができる。

実施例

[0070] 次に、本発明の実施例について説明する。実施例での条件は、本発明の実施可能性及び効果を確認するために採用した一条件例であり、本発明は、この一条件例に限定されるものではない。本発明は、本発明の要旨を逸脱せず、本発明の目的を達成する限りにおいて、種々の条件を採用し得るものである。

[0071] 表 1 に示す化学組成を有する鋼を溶製し、連続鑄造によりスラブを製造し、表 2 に示す条件でスラブ加熱、熱間圧延、第 1 の冷却及び巻き取りを行った。巻き取り後には、第 2 の冷却として室温まで放冷した。表 1 に示す化学組成の残部は Fe 及び不純物である。表 1 中の下線は、その数値が本発明の範囲から外れていることを示す。表 2 中の「出側温度」は仕上げ圧延の出側温度であり、「経過時間」は仕上げ圧延の完了から第 1 の冷却の開始までの経過時間であり、「平均冷却速度」は第 1 の冷却を開始した温度から 750℃までの平均冷却速度であり、「板厚」は巻き取り後の鋼板の厚さである。

[0072]

[表1]

表1

鋼の 記号	化学組成 (質量%)																		REM
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Cr	Ti	Nb	V	B	Cu	Ni	Mo	W	Ca	Mg	
A	0.06	0.10	1.79	0.011	0.005	0.033	0.004	0.32	0.088										
B	0.12	0.23	2.11	0.020	0.001	0.020	0.002	0.70	0.065								0.0018		
C	0.05	0.08	1.96	0.009	0.002	0.015	0.003	0.50	0.144			0.0015							
D	0.11	0.46	2.38	0.019	0.003	0.050	0.005	0.48	0.070				0.10	0.10					
E	0.13	0.02	1.62	0.012	0.008	0.030	0.002	0.40	0.133										
F	0.09	0.03	1.83	0.003	0.005	0.024	0.004	0.68	0.100	0.01									
G	0.07	0.11	2.01	0.017	0.006	0.079	0.003	0.72	0.069			0.0029							
H	0.10	0.05	2.23	0.026	0.002	0.042	0.002	0.45	0.124		0.17								
I	0.15	1.20	2.03	0.014	0.002	0.022	0.001	0.33	0.071							0.20			
J	0.13	0.83	2.08	0.009	0.004	0.029	0.004	0.86	0.121	0.08									
K	0.11	0.19	1.83	0.015	0.008	0.018	0.006	0.44	0.098									0.005	
L	0.08	1.18	2.30	0.020	0.007	0.070	0.002	0.79	0.088										
M	0.12	1.00	2.13	0.008	0.003	0.019	0.004	0.80	0.101								0.0023		
N	0.14	1.16	1.70	0.017	0.001	0.070	0.007	0.36	0.157										
O	0.09	0.51	2.20	0.004	0.004	0.034	0.005	0.34	0.131						0.13				
P	0.09	0.12	1.83	0.013	0.002	0.047	0.009	0.35	0.079										
Q	0.04	0.20	2.00	0.010	0.003	0.026	0.001	0.73	0.135										
R	0.11	0.08	1.93	0.007	0.005	0.040	0.003	0.77	0.206										
S	0.11	0.29	2.18	0.008	0.002	0.061	0.006	0.88	0.140	0.11									
T	0.21	0.09	1.83	0.019	0.002	0.030	0.004	0.45	0.081										
U	0.12	0.60	1.99	0.016	0.004	0.047	0.003	0.33	0.054										
V	0.06	0.13	2.03	0.020	0.009	0.020	0.007	1.02	0.077										
W	0.13	0.46	1.46	0.010	0.003	0.043	0.001	0.39	0.108										
X	0.16	0.15	1.77	0.009	0.006	0.025	0.003	0.29	0.163										
Y	0.14	1.10	2.53	0.030	0.001	0.083	0.005	0.41	0.147										

[0073]

[表2]

表2

試料 No.	鋼の 記号	スラブ加熱温度 (°C)	出側温度 (°C)	経過時間 (秒)	平均冷却速度 (°C/秒)	巻取温度 (°C)	板厚 (mm)
1	A	1185	845	1.2	35	570	5
2	A	1185	790	3.5	20	570	5
3	B	1195	905	1.1	60	555	10
4	B	1145	905	1.1	25	555	10
5	C	1240	900	1.2	50	595	2.3
6	C	1240	920	1.2	50	655	2.3
7	D	1235	915	1.2	65	570	6
8	D	1235	930	1.2	65	490	6
9	E	1165	895	1.3	45	590	10
10	E	1260	925	1.3	30	660	10
11	F	1205	915	1.2	50	555	6
12	F	1205	915	4	50	555	6
13	F	1205	915	1.2	50	500	6
14	G	1215	875	2.5	45	580	7
15	H	1230	850	1.2	40	575	2.6
16	H	1130	950	1.2	40	655	2.6
17	I	1175	840	2	35	570	8
18	I	1265	935	2	35	480	8
19	J	1220	885	1.2	55	590	7
20	J	1140	885	1.2	55	650	7
21	K	1160	860	1.2	45	585	3.5
22	K	1125	860	1.2	45	495	3.5
23	L	1195	845	1.5	40	585	8
24	L	1195	845	1.5	40	650	8
25	M	1245	885	1.2	40	585	7
26	M	1255	940	4.5	20	585	7
27	N	1195	905	1.2	60	595	3.2
28	N	1195	925	1.2	60	595	3.2
29	O	1200	915	0.8	75	555	10
30	O	1125	800	0.8	75	555	10
31	P	1215	915	1.2	50	570	7
32	Q	1200	855	1.2	40	565	2.3
33	R	1225	900	1.2	65	570	9
34	S	1170	900	1.2	55	590	7
35	T	1190	910	1.2	45	590	10
36	U	1210	835	1.2	35	580	6
37	V	1245	910	1.2	55	555	3.5
38	W	1185	895	1.2	50	580	8
39	X	1235	850	1.2	50	590	2.9
40	Y	1210	840	1.2	45	575	10

[0074] 次いで、鋼板から観察用の試料を採取し、有効Ti量に対する、粒径が100nm以上1 μ m以下のTi炭化物に含まれるTiの量の割合 R_{Ti} 、スケールの厚さ、並びにサブスケールにおける、Cr濃度の平均値 Ave 、及び濃度比 R_{Cr} のうちで1.00から最も乖離した値 R_d を測定した。この結果を表3に示す。表3中の下線は、その数値が本発明の範囲から外れていることを示す。

[0075] また、鋼板から引張試験用の試験片を採取し、引張試験により降伏強度及び降伏比を測定した。更に、スケール密着性の評価用の短冊試験片を採取し、上記の方法によりスケール密着性の評価を行った。これらの結果も表3に示す。表3中の下線は、その数値が望ましい範囲から外れていることを示す。ここでいう望ましい範囲とは、降伏強度が700MPa以上800MPa未満、降伏比が85%以上、スケール密着性が良好(○)である。

[0076]

[表3]

表3

試料 No.	鋼の 記号	割合R _{IT} (%)	スケール			機械的特性		スケール 密着性	備考	区別
			厚さ (μm)	平均値Ave (質量%)	値Rd (無次元)	降伏強度 (MPa)	降伏比 (%)			
1	A	23	5.5	2.32	0.65	704	90	○		発明例
2	A	39	4.0	2.30	1.10	680	78	×	板厚均一性、圧延荷重	比較例
3	B	12	7.8	3.89	1.42	741	88	○		発明例
4	B	37	7.5	3.93	0.92	691	81	×		比較例
5	C	15	9.8	3.20	1.13	725	93	○		発明例
6	C	32	10.8	5.14	1.22	704	84	×		比較例
7	D	17	9.3	3.60	1.20	726	86	○		発明例
8	D	44	10.2	1.47	0.75	651	81	×		比較例
9	E	4	9.1	2.60	1.42	776	91	○		発明例
10	E	36	12.6	5.39	0.93	697	84	×	歩留まり、燃料コスト	比較例
11	F	19	7.2	4.39	0.76	718	88	○		発明例
12	F	36	7.2	4.35	0.92	695	77	×		比較例
13	F	38	7.1	1.38	1.34	670	79	×		比較例
14	G	22	6.6	4.25	1.27	710	87	○		発明例
15	H	7	5.7	3.74	0.76	753	89	○		発明例
16	H	43	13.6	5.57	0.82	652	83	×		比較例
17	I	11	4.8	1.98	0.88	745	86	○		発明例
18	I	31	10.1	1.43	0.86	700	82	×	歩留まり、燃料コスト	比較例
19	J	8	8.0	3.81	1.31	781	89	○		発明例
20	J	36	9.5	5.92	1.27	690	81	×		比較例
21	K	15	6.1	2.93	1.19	730	89	○		発明例
22	K	40	5.2	1.15	1.17	668	77	×		比較例
23	L	14	6.9	4.91	1.16	734	88	○		発明例
24	L	16	7.0	5.52	0.79	730	87	×		比較例
25	M	8	7.5	3.97	1.36	766	89	○		発明例
26	M	40	1.1	4.25	1.07	688	90	×	歩留まり、燃料コスト	比較例
27	N	13	9.0	2.69	1.69	795	90	○		発明例
28	N	11	10.5	3.37	0.58	768	88	×		比較例
29	O	11	7.6	2.02	0.55	740	90	○		発明例
30	O	35	4.4	1.88	1.80	678	81	×	板厚均一性、圧延荷重	比較例
31	P	50	8.6	2.23	1.32	635	79	○		比較例
32	Q	55	6.0	4.56	0.88	613	87	○		比較例
33	R	39	7.9	4.90	1.33	695	82	○	韌性、溶接性、延性	比較例
34	S	38	8.8	4.69	1.31	688	85	○	韌性、延性	比較例
35	T	5	9.6	4.00	0.72	836	88	○	韌性、溶接性、延性	比較例
36	U	31	6.3	2.63	1.16	702	78	○		比較例
37	V	24	7.1	6.80	0.89	705	86	×		比較例
38	W	37	8.2	2.37	0.70	666	88	○		比較例
39	X	8	7.0	1.45	0.84	798	92	×		比較例
40	Y	4	5.3	3.00	1.31	666	91	○	韌性、溶接性、延性	比較例

[0077] 表3に示すように、本発明範囲内にある試料No. 1、No. 3、No. 5、No. 7、No. 9、No. 11、No. 14、No. 15、No. 17、No. 19、No. 21、No. 23、No. 25、No. 27、及びNo. 29では、良好な機械的特性及び優れたスケール密着性を得ることができた。

[0078] 一方、試料N o. 2、N o. 4、N o. 12、N o. 26では、割合 R_{Ti} が高すぎ、値 R_d が1.00に近すぎたため、降伏強度及び降伏比が低く、スケール密着性が不良であった。試料N o. 6では、割合 R_{Ti} が高すぎ、スケールが厚すぎ、平均値 Ave が大きすぎたため、降伏比が低く、スケール密着性が不良であった。試料N o. 8では、割合 R_{Ti} が高すぎ、スケールが厚すぎ、平均値 Ave が小さすぎたため、降伏強度及び降伏比が低く、スケール密着性が不良であった。試料N o. 10では、割合 R_{Ti} が高すぎ、スケールが厚すぎ、平均値 Ave が大きすぎ、値 R_d が1.00に近すぎたため、降伏強度及び降伏比が低く、スケール密着性が不良であった。試料N o. 13、N o. 22では、割合 R_{Ti} が高すぎ、平均値 Ave が小さすぎたため、降伏強度及び降伏比が低く、スケール密着性が不良であった。試料N o. 16では、割合 R_{Ti} が高すぎ、スケールが厚すぎ、平均値 Ave が大きすぎたため、降伏強度及び降伏比が低く、スケール密着性が不良であった。試料N o. 18では、割合 R_{Ti} が高すぎ、スケールが厚すぎ、平均値 Ave が小さすぎたため、降伏比が低く、スケール密着性が不良であった。試料N o. 20では、割合 R_{Ti} が高すぎ、平均値 Ave が大きすぎたため、降伏強度及び降伏比が低く、スケール密着性が不良であった。試料N o. 24では、平均値 Ave が大きすぎたため、スケール密着性が不良であった。試料N o. 28では、スケールが厚すぎたため、スケール密着性が不良であった。試料N o. 30では、割合 R_{Ti} が高すぎたため、降伏強度及び降伏比が低く、スケール密着性が不良であった。

[0079] 試料N o. 31では、N含有量が高すぎ、割合 R_{Ti} が高すぎたため、降伏強度及び降伏比が低かった。試料N o. 32では、C含有量が低すぎ、割合 R_{Ti} が高すぎたため、降伏強度が低かった。試料N o. 33では、Ti含有量が高すぎ、割合 R_{Ti} が高すぎたため、降伏強度及び降伏比が低かった。試料N o. 34では、Nb含有量が高すぎ、割合 R_{Ti} が高すぎたため、降伏強度が低かった。試料N o. 35では、C含有量が高すぎたため、降伏強度が高かった。試料N o. 36では、Ti含有量が低すぎ、割合 R_{Ti} が高すぎた

ため、降伏比が低かった。試料N o. 37では、C r含有量が高すぎ、平均値A v eが大きすぎたため、スケール密着性が不良であった。試料N o. 38では、M n含有量が低すぎ、割合R_{Ti}が高すぎたため、降伏強度が低かった。試料N o. 39では、C r含有量が低すぎ、平均値A v eが小さすぎたため、スケール密着性が不良であった。試料N o. 40では、M n含有量が高すぎたため、降伏強度が高すぎた。

[0080] 製造条件に着目すると、試料N o. 2では、出側温度が低すぎたため、圧延荷重が大きく、板厚の均一性が低かった。また、経過時間が長すぎ、平均冷却速度が低すぎた。試料N o. 4では、スラブ加熱温度が低すぎ、平均冷却速度が低すぎた。試料N o. 6では、出側温度が高すぎ、巻取温度が高すぎた。試料N o. 8では、出側温度が高すぎ、巻取温度が低すぎた。試料N o. 10では、スラブ加熱温度が高すぎたため、歩留りが低く、燃料コストが高かった。また、出側温度が高すぎ、平均冷却速度が低すぎ、巻取温度が高すぎた。試料N o. 12では、経過時間が長すぎた。試料N o. 13では、巻取温度が低すぎた。試料N o. 16では、スラブ加熱温度が低すぎ、出側温度が高すぎ、巻取温度が高すぎた。試料N o. 18では、スラブ加熱温度が高すぎたため、歩留りが低く、燃料コストが高かった。また、出側温度が高すぎ、巻取温度が低すぎた。試料N o. 20では、スラブ加熱温度が低すぎ、巻取温度が高すぎた。試料N o. 22では、スラブ加熱温度が低すぎ、巻取温度が低すぎた。試料N o. 24では、巻取温度が高すぎた。試料N o. 26では、スラブ加熱温度が高すぎたため、歩留りが低く、燃料コストが高かった。また、出側温度が高すぎ、経過時間が長すぎ、平均冷却速度が低すぎた。試料N o. 28では、出側温度が高すぎた。試料N o. 30では、スラブ加熱温度が低すぎ、出側温度が低すぎた。

[0081] なお、試料N o. 1～N o. 30について酸洗性の評価を行ったところ、スケール密着性が優れている試料N o. 1、N o. 3、N o. 5、N o. 7、N o. 9、N o. 11、N o. 14、N o. 15、N o. 17、N o. 19、N o. 21、N o. 23、N o. 25、N o. 27、及びN o. 29で

は、酸洗性が低く、その他の試料では、酸洗性が高かった。すなわち、スケール密着性が優れている試料では、酸洗によってスケールが除去されにくく、スケール密着性が低い試料では、酸洗によってスケールが除去されやすかった。この評価では、鋼板を、温度が80℃、濃度が10質量%の塩酸に30秒間浸漬し、水洗し、乾燥した後、鋼板に粘着テープを貼り付けた。そして、粘着テープを鋼板から剥がし、粘着テープに付着物があるか否かを目視により確認した。付着物があることは、塩酸への浸漬後にもスケールが残存していたこと、つまり酸洗性が低いことを示し、付着物がないことは、塩酸への浸漬によりスケールが除去されたこと、つまり酸洗性が高いことを示す。

産業上の利用可能性

[0082] 本発明は、例えば、自動車、鉄道車両等の輸送機械の部材に好適な鋼板に関連する産業に利用することができる。

請求の範囲

[請求項1]

地鉄と、
前記地鉄の表面の厚さが10.0 μm 以下のスケールと、
前記地鉄と前記スケールとの間のサブスケールと、
を有し、
前記地鉄は、
質量%で、
C : 0.05%~0.20%、
Si : 0.01%~1.50%、
Mn : 1.50%~2.50%、
P : 0.05%以下、
S : 0.03%以下、
Al : 0.005%~0.10%、
N : 0.008%以下、
Cr : 0.30%~1.00%、
Ti : 0.06%~0.20%、
Nb : 0.00%~0.10%、
V : 0.00%~0.20%、
B : 0.0000%~0.0050%、
Cu : 0.00%~0.50%、
Ni : 0.00%~0.50%、
Mo : 0.00%~0.50%、
W : 0.00%~0.50%、
Ca : 0.0000%~0.0050%、
Mg : 0.0000%~0.0050%、
REM : 0.000%~0.010%、かつ
残部 : Fe 及び不純物、
で表される化学組成を有し、

前記サブスケールにおいて、

C r 濃度の平均値が1.50質量%～5.00質量%であり、かつ

圧延方向の長さが50 μmの範囲内に、1 μm離れて隣り合う2つの測定領域間でのC r 濃度の比が0.90以下又は1.11以上の部分が1以上あり、

T i 含有量(質量%)を[T i]、N含有量(質量%)を[N]としたときに下記の式1で表されるパラメータ $T i_{eff}$ に対する、粒径が100 nm以上1 μm以下の炭化物又は炭窒化物に含まれるT iの量の割合が30%以下であることを特徴とする鋼板。

$$T i_{eff} = [T i] - 48 / 14 [N] \quad (式1)$$

[請求項2]

前記化学組成において、

Nb : 0.001%～0.10%、

V : 0.001%～0.20%、

B : 0.0001%～0.0050%、

Cu : 0.01%～0.50%、

Ni : 0.01%～0.50%、

Mo : 0.01%～0.50%、若しくは

W : 0.01%～0.50%、

又はこれらの任意の組み合わせが満たされることを特徴とする請求項1に記載の鋼板。

[請求項3]

前記化学組成において、

Ca : 0.0005%～0.0050%、

Mg : 0.0005%～0.0050%、若しくは

REM : 0.0005%～0.010%、

又はこれらの任意の組み合わせが満たされることを特徴とする請求項1又は2に記載の鋼板。

補正された請求の範囲
[2016年8月15日 (15.08.2016) 国際事務局受理]

[請求項1]

(補正後)

地鉄と、

前記地鉄の表面の厚さが10.0 μm 以下のスケールと、

前記地鉄と前記スケールとの間のサブスケールと、

を有し、

前記地鉄は、

質量%で、

C : 0.05%~0.20%、

Si : 0.01%~1.50%、

Mn : 1.50%~2.50%、

P : 0.05%以下、

S : 0.03%以下、

Al : 0.005%~0.10%、

N : 0.008%以下、

Cr : 0.30%~1.00%、

Ti : 0.06%~0.20%、

Nb : 0.00%~0.10%、

V : 0.00%~0.20%、

B : 0.0000%~0.0050%、

Cu : 0.00%~0.50%、

Ni : 0.00%~0.50%、

Mo : 0.00%~0.50%、

W : 0.00%~0.50%、

Ca : 0.0000%~0.0050%、

Mg : 0.0000%~0.0050%、

REM : 0.000%~0.010%、かつ

残部 : Fe 及び不純物、

で表される化学組成を有し、

前記地鉄では、Ti含有量(質量%)を[Ti]、N含有量(質量%)を[N]としたときに下記の式1で表されるパラメータ Ti_{eff} に対する、粒径が100nm以上1 μ m以下の炭化物又は炭窒化物に含まれるTiの量の割合が30%以下であり、

前記サブスケールにおいて、

Cr濃度の測定点の間隔を0.1 μ mとし、圧延方向に連続して並ぶ10測定点からなる測定領域を50以上設定し、前記測定領域毎にCr濃度の最大値 C_{max} を求め、50以上の前記測定領域における前記最大値 C_{max} の平均値 Ave をCr濃度の平均値とした場合、前記Cr濃度の平均値が1.50質量%～5.00質量%であり、かつ

前記50以上の測定領域において、隣り合う2つの測定領域間で、一方の最大値 C_{max} に対する他方の最大値 C_{max} の比が0.90以下又は1.11以上の部分が1以上あることを特徴とする鋼板。

$$Ti_{eff} = [Ti] - 48 / 14 [N] \quad (\text{式1})$$

[請求項2]

前記化学組成において、

Nb : 0.001%～0.10%、

V : 0.001%～0.20%、

B : 0.0001%～0.0050%、

Cu : 0.01%～0.50%、

Ni : 0.01%～0.50%、

Mo : 0.01%～0.50%、若しくは

W : 0.01%～0.50%、

又はこれらの任意の組み合わせが満たされることを特徴とする請求項1に記載の鋼板。

[請求項3]

前記化学組成において、

Ca : 0.0005%~0.0050%、

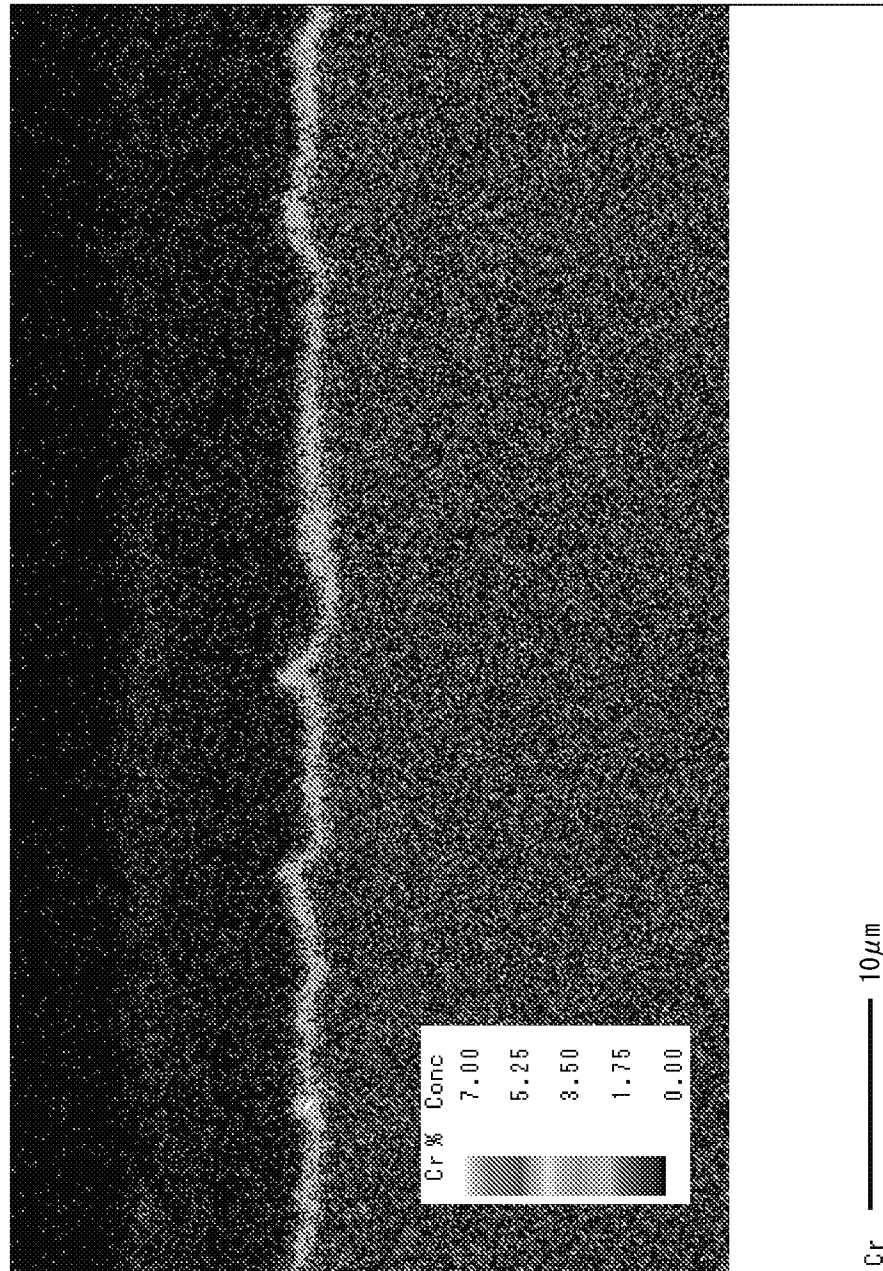
Mg : 0.0005%~0.0050%、若しくは

REM : 0.0005%~0.010%、

又はこれらの任意の組み合わせが満たされることを特徴とする請求
項1又は2に記載の鋼板。

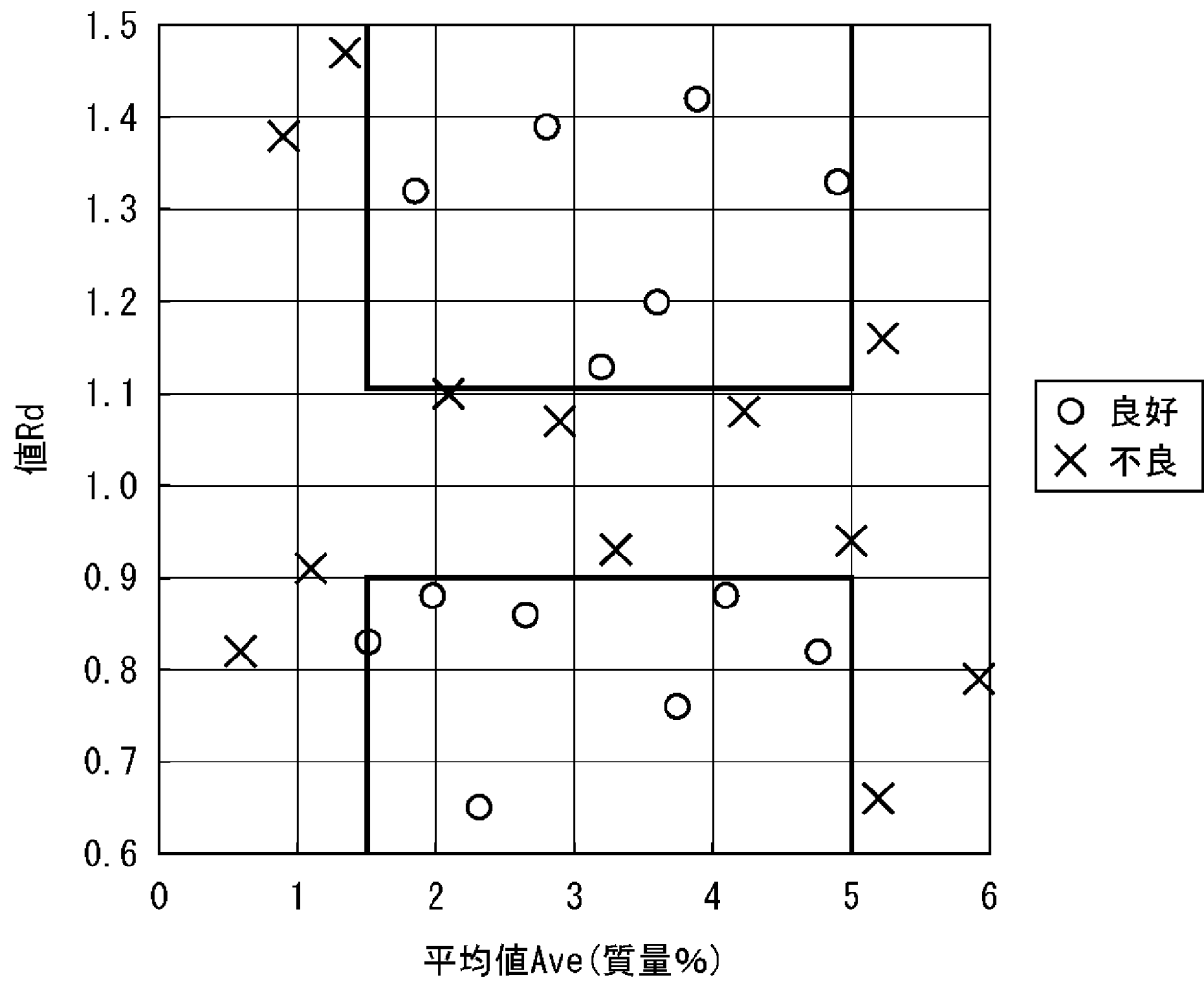
[図1]

図1



[図2]

図2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/059933

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER C22C38/00(2006.01)i, C21D8/02(2006.01)i, C21D9/46(2006.01)i, C22C38/58(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C22C38/00-C22C38/58, C21D8/02, C21D9/46 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2016 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016 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.
Y	JP 11-343536 A (Press Kogyo Co., Ltd.), 14 December 1999 (14.12.1999), claims; 0001 to 0005, 0013 to 0017, 0024 to 0025, 0029 to 0030, 0046; table 6 (Family: none)	1-3
Y	JP 2010-24547 A (Nippon Steel Corp.), 04 February 2010 (04.02.2010), claims; 0008, 0030, 0036 to 0038; table 2 (Family: none)	1-3
Y	JP 2000-45041 A (Nippon Steel Corp.), 15 February 2000 (15.02.2000), claims; 0017, 0020 (Family: none)	1-3
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 10 June 2016 (10.06.16)		Date of mailing of the international search report 21 June 2016 (21.06.16)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/059933

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 10-36939 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 10 February 1998 (10.02.1998), (Family: none)	1-3
A	JP 11-71637 A (Kawasaki Steel Corp.), 16 March 1999 (16.03.1999), (Family: none)	1-3
A	JP 2004-346416 A (Kobe Steel, Ltd.), 09 December 2004 (09.12.2004), (Family: none)	1-3
A	JP 2004-244680 A (Nippon Steel Corp.), 02 September 2004 (02.09.2004), (Family: none)	1-3

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

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

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

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

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 6 年

国際調査で利用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 11-343536 A（プレス工業株式会社）1999.12.14, 特許請求の範囲, 0001-0005, 0013-0017, 0024-0025, 0029-0030, 0046, 表 6（ファミリーなし）	1-3
Y	JP 2010-24547 A（新日本製鐵株式会社）2010.02.04, 特許請求の範囲, 0008, 0030, 0036-0038, 表 2（ファミリーなし）	1-3
Y	JP 2000-45041 A（新日本製鐵株式会社）2000.02.15, 特許請求の範囲, 0017, 0020（ファミリーなし）	1-3

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 0 . 0 6 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

2 1 . 0 6 . 2 0 1 6

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

鈴木 葉子

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 3 5

4 K

3 5 5 7

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 10-36939 A (住友金属工業株式会社) 1998. 02. 10, (ファミリーなし)	1-3
A	JP 11-71637 A (川崎製鉄株式会社) 1999. 03. 16, (ファミリーなし)	1-3
A	JP 2004-346416 A (株式会社神戸製鋼所) 2004. 12. 09, (ファミリーなし)	1-3
A	JP 2004-244680 A (新日本製鐵株式会社) 2004. 09. 02, (ファミリーなし)	1-3