

(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
2012年11月29日(29.11.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/161241 A1

- (51) 国際特許分類:
C22C 38/00 (2006.01) C22C 38/06 (2006.01)
C21D 9/46 (2006.01) C22C 38/60 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/063261
- (22) 国際出願日: 2012年5月24日(24.05.2012)
- (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 2011-117432 2011年5月25日(25.05.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 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: および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 戸田 由梨
(TODA Yuri) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸
の内二丁目6番1号 新日本製鐵株式会社内
Tokyo (JP). 岡本 力(OKAMOTO Riki) [JP/JP]; 〒
1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 藤田 展弘
(FUJITA Nobuhiro) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田
区丸の内二丁目6番1号 新日本製鐵株式会社
内 Tokyo (JP). 佐野 幸一(SANO Kohichi) [JP/JP];
〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1
号 新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 吉田 博
司(YOSHIDA Hiroshi) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千
代田区丸の内二丁目6番1号 新日本製鐵株式
会社内 Tokyo (JP). 小川 登志男(OGAWA Toshio)
[JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目
6番1号 新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 林
- 邦夫(HAYASHI Kunio) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千
代田区丸の内二丁目6番1号 新日本製鐵株式
会社内 Tokyo (JP). 中野 和昭(NAKANO Kazuaki)
[JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目
6番1号 新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 志賀 正武, 外(SHIGA Masatake 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, 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, IS,
JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, 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, 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, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, 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: COLD-ROLLED STEEL SHEET AND METHOD FOR PRODUCING SAME

(54) 発明の名称: 冷延鋼板及びその製造方法

(57) Abstract: The cold-rolled steel sheet has a mean pole density of {100} <011>~ {223} <110> orientations that is between 1.0 and 5.0; a pole density of {332} <113> crystal orientation that is between 1.0 and 4.0; an rC, which is the Lankford coefficient perpendicular to the rolling direction, that is between 0.70 and 1.50; an r30, which is the Lankford coefficient at a 30° angle to the rolling direction, that is between 0.70 and 1.50; and a metal composition, by vol%, of 30 to 99% ferrite + bainite and 1 to 70% of martensite.

(57) 要約: この冷延鋼板は、{100} <011>~ {223} <110>方位群の平均極密度が1.0以上かつ5.0以下であり、かつ、{332} <113>の結晶方位の極密度が1.0以上かつ4.0以下であり、圧延方向に対して直角方向のランクフォード値であるrCが0.70以上かつ1.50以下であり、かつ、前記圧延方向に対して30°をなす方向のランクフォード値であるr30が0.70以上かつ1.50以下であり、金属組織が、面積率で、フェライトとベイナイトとを合わせて30%以上かつ99%以下、マルテンサイトを1%以上かつ70%以下含む。



WO 2012/161241 A1

明 細 書

発明の名称：冷延鋼板及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、張り出し加工性や絞り加工性などに寄与する均一変形能と、曲げ性、伸びフランジ性、及びバーリング加工性などに寄与する局部変形能との両方に優れた高強度冷延鋼板及びその製造方法に関する。特に、本発明は、DP (Dual Phase) 組織を有する鋼板に関する。

本願は、2011年5月25日に、日本に出願された特願2011-117432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] 自動車からの炭酸ガスの排出量を抑えるために、高強度鋼板の使用による自動車車体の軽量化が進められている。また、搭乗者の安全性確保の観点からも、自動車車体には、軟鋼板の他に、高強度鋼板が多く使用されるようになってきている。しかし、自動車車体の軽量化を今後さらに進めていくためには、従来以上に高強度鋼板の使用強度レベルを高めなければならない。また、例えば自動車車体の足回り部品に高強度鋼板を用いるには、均一変形能に加えて、バーリング加工性などに寄与する局部変形能も改善しなければならない。

[0003] しかしながら、一般的に、鋼板の強度を高めると、成形性（変形能）が低下する。例えば、絞り加工や張り出し加工に重要な均一伸びが低下する。これに対して、非特許文献1には、鋼板にオーステナイトを残留させることで、均一伸びを確保する方法が開示されている。また、非特許文献2には、鋼板の金属組織を複合化することで、同一強度でも均一伸びを確保する方法が開示されている。

[0004] 一方、非特許文献3には、介在物制御や単一組織化、さらには組織間の硬度差の低減によって、曲げ性や穴拡げ性やバーリング加工性に代表される局部延性が改善する金属組織制御法が開示されている。これは、組織制御によ

って鋼板を単一組織にし、さらに、組織間の硬度差を低減することにより、穴拡げ性などに寄与する局部変形能を改善するものである。しかし、単一組織にするためには、非特許文献4に記載されるようにオーステナイト単相からの熱処理が製法の基本となる。

[0005] また、非特許文献4には、熱間圧延後の冷却制御による金属組織の制御によって、析出物及び変態組織の好ましい形態と、フェライト及びベイナイトの適切な分率とを得ることで、鋼板の強度と延性とを両立させる技術が開示されている。しかし、上記のいずれの技術も組織制御に頼った局部変形能の改善方法であり、ベースの組織形成に大きく影響されてしまう。

[0006] 連続熱間圧延時に圧下量を増加させることによって、結晶粒を微細化し、鋼板の材質を改善する方法についても、先行技術が存在する。例えば、非特許文献5には、オーステナイト域内の極力低温領域で大圧下を行い、未再結晶オーステナイトからフェライトに変態させることで、製品の主相であるフェライトの結晶粒を微細化させて、鋼板の強度及び強靱を高める技術が開示されている。しかし、非特許文献5では、本発明が解決しようとする局部変形能の改善のための手段について、一切配慮されていないし、冷延鋼板に適用する手段についても述べられていない。

先行技術文献

非特許文献

- [0007] 非特許文献1：：高橋、新日鉄技報（2003）No. 378, p. 7
非特許文献2：：O. Matsumura et al, Trans. I S I J (1987) vol. 27, p. 570
非特許文献3：：加藤ら、製鉄研究（1984）vol. 312, p. 41
非特許文献4：：K. Sugimoto et al, (2000) Vol. 40, p. 920
非特許文献5：：中山製鋼所 NFG製品紹介

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 上述のように、高強度でかつ、均一変形能及び局部変形能の両方の特性を同時に満足する技術は見当たらないのが実情である。例えば、高強度鋼板の局部変形能改善のためには、介在物を含む組織制御を行うことが必要であった。しかし、この改善は組織制御によっていることから、析出物や、フェライトやベイナイト等の組織の分率や形態を制御する必要があり、ベースの金属組織が限定されていた。ベース金属組織が限定されるため、局部変形能に加えて、強度と局部変形能とを同時に向上させることが困難であった。

[0009] 本発明では、ベース組織の制御だけではなく、集合組織の制御を行い、さらには、結晶粒のサイズや形態を制御することで、高強度でかつ、均一変形能と局部変形能とに優れ、併せて成形性方位依存性（異方性）の少ない冷延鋼板及びその製造方法を提供することを目的とする。なお、本発明で、強度とは主として引張強度のことを意味し、また、高強度とは引張強度で440 MPa以上を指す。また、本発明で、高強度でかつ、均一変形能と局部変形能とに優れるとは、引張強度（TS）、均一伸び（ $u-E_L$ ）、穴拡げ率（ λ ）、及び板厚 d とC方向曲げ最小半径 R_{mC} との比である d/R_{mC} の特性値を用いて、 $TS \geq 440$ （単位：MPa）、 $TS \times u-E_L \geq 7000$ （単位：MPa・%）、 $TS \times \lambda \geq 30000$ （単位：MPa・%）、そして $d/R_{mC} \geq 1$ （単位なし）のすべての条件を同時に満足する場合とする。

課題を解決するための手段

[0010] 従来の知見によれば、前述のように穴拡げ性や曲げ性などに寄与する局部変形能の改善は、介在物制御、析出物微細化、組織均質化、単一組織化、及び組織間の硬度差の低減などによって行われていた。しかし、これらの技術だけでは、主な組織構成を限定せざるを得ない。さらに、高強度化のために、強度上昇に大きく寄与する代表的な元素であるNbやTiなどを添加した場合には、異方性が極めて大きくなることが懸念される。そのため、他の成形性因子を犠牲にしたり、成形前のブランク取りの方向を限定したりせざる

を得ず、用途が限定される。一方で、均一変形能は、マルテンサイトなどの硬質組織を金属組織中に分散させることにより改善出来る。

[0011] 本発明者らは、高強度でかつ、張り出し加工性などに寄与する均一変形能と、穴拡げ性や曲げ性などに寄与する局部変形能との両方を向上させるために、新たに鋼板の金属組織の分率や形態の制御に加えて、鋼板の集合組織の影響に着目して、その作用効果を詳細に調査、研究した。その結果、鋼板の化学組成と、金属組織と、特定の結晶方位群の各方位の極密度で表される集合組織とを制御することで、高強度でかつ、圧延方向、圧延方向と 90° をなす方向（C方向）、圧延方向と 30° をなす方向、または圧延方向と 60° をなす方向のランクフォード値（r値）がバランスして局部変形能が飛躍的に向上し、かつ、マルテンサイトなどの硬質組織を分散させることによって均一変形能も確保できることを明らかにした。

[0012] 本発明の要旨は以下のとおりである。

（1）本発明の一態様に係る冷延鋼板は、鋼板の化学組成が、質量%で、C：0.01%以上かつ0.4%以下、Si：0.001%以上かつ2.5%以下、Mn：0.001%以上かつ4.0%以下、Al：0.001%以上かつ2.0%以下、を含有し、P：0.15%以下、S：0.03%以下、N：0.01%以下、O：0.01%以下に制限し、残部が鉄および不可避免の不純物からなり；前記鋼板の表面から $5/8 \sim 3/8$ の板厚範囲である板厚中央部では、 $\{100\} \langle 011 \rangle$ 、 $\{116\} \langle 110 \rangle$ 、 $\{114\} \langle 110 \rangle$ 、 $\{112\} \langle 110 \rangle$ 、 $\{223\} \langle 110 \rangle$ の各結晶方位の極密度の相加平均で表される極密度である $\{100\} \langle 011 \rangle \sim \{223\} \langle 110 \rangle$ 方位群の平均極密度が1.0以上かつ5.0以下であり、かつ、 $\{332\} \langle 113 \rangle$ の結晶方位の極密度が1.0以上かつ4.0以下であり；圧延方向に対して直角方向のランクフォード値である r_C が0.70以上かつ1.50以下であり、かつ、前記圧延方向に対して 30° をなす方向のランクフォード値である r_{30} が0.70以上かつ1.50以下であり；前記鋼板の金属組織に、複数の結晶粒が存在し、この金属組織が、面積率

で、フェライトとベイナイトとを合わせて30%以上かつ99%以下、マルテンサイトを1%以上かつ70%以下含む。

(2) 上記(1)に記載の冷延鋼板では、前記鋼板の化学組成では、更に、質量%で、Ti: 0.001%以上かつ0.2%以下、Nb: 0.001%以上かつ0.2%以下、B: 0.0001%以上かつ0.005%以下、Mg: 0.0001%以上かつ0.01%以下、Rare Earth Metal: 0.0001%以上かつ0.1%以下、Ca: 0.0001%以上かつ0.01%以下、Mo: 0.001%以上かつ1.0%以下、Cr: 0.001%以上かつ2.0%以下、V: 0.001%以上かつ1.0%以下、Ni: 0.001%以上かつ2.0%以下、Cu: 0.001%以上かつ2.0%以下、Zr: 0.0001%以上かつ0.2%以下、W: 0.001%以上かつ1.0%以下、As: 0.0001%以上かつ0.5%以下、Co: 0.0001%以上かつ1.0%以下、Sn: 0.0001%以上かつ0.2%以下、Pb: 0.0001%以上かつ0.2%以下、Y: 0.001%以上かつ0.2%以下、Hf: 0.001%以上かつ0.2%以下の1種以上を含有してもよい。

(3) 上記(1)又は(2)に記載の冷延鋼板では、前記結晶粒の体積平均径が5 μ m以上かつ30 μ m以下であってもよい。

(4) 上記(1)又は(2)に記載の冷延鋼板では、前記{100}<011>~{223}<110>方位群の平均極密度が1.0以上かつ4.0以下であり、前記{332}<113>の結晶方位の極密度が1.0以上かつ3.0以下であってもよい。

(5) 上記(1)~(4)の何れか一項に記載の冷延鋼板では、前記圧延方向のランクフォード値である r_L が0.70以上かつ1.50以下であり、かつ、圧延方向に対して60°をなす方向のランクフォード値である r_{60} が0.70以上かつ1.50以下であってもよい。

(6) 上記(1)~(5)の何れか一項に記載の冷延鋼板では、前記マルテンサイトの面積率を単位面積%で f_M 、前記マルテンサイトの平均サイズを

単位 μm で $d i a$ 、前記マルテンサイト間の平均距離を単位 μm で $d i s$ 、前記鋼板の引張強度を単位 MPa で $T S$ としたとき、下記の式 1 及び式 2 を満たしてもよい。

$$d i a \leq 13 \mu\text{m} \quad \dots \text{(式 1)}$$

$$T S / f M \times d i s / d i a \geq 500 \quad \dots \text{(式 2)}$$

(7) 上記 (1) ~ (6) の何れか一項に記載の冷延鋼板では、前記マルテンサイトの面積率を単位面積% で $f M$ とし、前記マルテンサイトの長軸を $L a$ 及び短軸を $L b$ としたとき、下記の式 3 を満たす前記マルテンサイトの面積率が、前記マルテンサイト面積率 $f M$ に対して 50% 以上かつ 100% 以下であってもよい。

$$L a / L b \leq 5.0 \quad \dots \text{(式 3)}$$

(8) 上記 (1) ~ (7) の何れか一項に記載の冷延鋼板では、前記金属組織が、面積率で、前記ベイナイトを 5% 以上かつ 80% 以下含んでもよい。

(9) 上記 (1) ~ (8) の何れか一項に記載の冷延鋼板では、前記マルテンサイトに焼き戻しマルテンサイトが含んでもよい。

(10) 上記 (1) ~ (9) の何れか一項に記載の冷延鋼板では、前記鋼板の前記金属組織中の前記結晶粒のうち、粒径が $35 \mu\text{m}$ を超える粗大結晶粒の面積率が 0% 以上 10% 以下であってもよい。

(11) 上記 (1) ~ (10) の何れか一項に記載の冷延鋼板では、主相である前記フェライトまたは前記ベイナイトに対して 100 点以上の点について硬さの測定を行った場合に、前記硬さの標準偏差を前記硬さの平均値で除した値が 0.2 以下であってもよい。

(12) 上記 (1) ~ (11) の何れか一項に記載の冷延鋼板では、前記鋼板の表面に、溶融亜鉛めっき層または合金化溶融亜鉛めっき層を備えてもよい。

(13) 本発明の一態様に係る冷延鋼板の製造方法は、質量% で、 $C : 0.01\%$ 以上かつ 0.4% 以下、 $Si : 0.001\%$ 以上かつ 2.5% 以下、 $Mn : 0.001\%$ 以上かつ 4.0% 以下、 $Al : 0.001\%$ 以上、 $2.$

0%以下を含有し、P：0.15%以下、S：0.03%以下、N：0.01%以下、O：0.01%以下に制限し、残部が鉄および不可避免的不純物からなる化学組成を有する鋼に対して、1000℃以上かつ1200℃以下の温度範囲で、40%以上の圧下率のパスを少なくとも1回以上含む第1の熱間圧延を行い、前記鋼の平均オーステナイト粒径を200 μ m以下とし；下記の式4により算出される温度を単位℃でT1とし、下記の式5により算出されるフェライト変態温度を単位℃でAr₃とした場合、T1+30℃以上かつT1+200℃以下の温度範囲に30%以上の圧下率の大圧下パスを含み、T1+30℃以上かつT1+200℃以下の温度範囲での累積圧下率が50%以上であり、Ar₃以上かつT1+30℃未満の温度範囲での累積圧下率が30%以下に制限され、圧延終了温度がAr₃以上である第2の熱間圧延を前記鋼に対して行い；前記大圧下パスのうちの最終パスの完了から冷却開始までの待ち時間を単位秒でtとしたとき、この待ち時間tが下記の式6を満たし、平均冷却速度が50℃/秒以上であり、冷却開始時の鋼温度と冷却終了時の鋼温度との差である冷却温度変化が40℃以上かつ140℃以下であり、前記冷却終了時の鋼温度がT1+100℃以下である一次冷却を、前記鋼に対して行い；前記第2の熱間圧延の終了後に、室温以上かつ600℃以下の温度範囲まで、前記鋼を二次冷却し；室温以上かつ600℃以下の温度範囲で前記鋼を巻き取り；前記鋼を酸洗し；30%以上かつ70%以下の圧延率で前記鋼を冷間圧延し；前記鋼を、750℃以上かつ900℃以下の温度範囲内に加熱して、1秒以上かつ1000秒以下保持し；1℃/秒以上かつ12℃/秒以下の平均冷却速度で、580℃以上かつ720℃以下の温度範囲まで、前記鋼を三次冷却し；4℃/秒以上かつ300℃/秒以下の平均冷却速度で、200℃以上かつ600℃以下の温度範囲まで、前記鋼を四次冷却し；過時効処理温度を単位℃でT2とし、この過時効処理温度T2に依存する過時効処理保持時間を単位秒でt2としたとき、前記鋼を、過時効処理として、前記過時効処理温度T2が200℃以上かつ600℃以下の温度範囲内で、かつ、前記過時効処理保持時間t2が下記の式8を満たすよう

に保持する。

$$T_1 = 850 + 10 \times ([C] + [N]) \times [Mn] \quad \dots \text{(式4)}$$

ここで、[C]、[N]及び[Mn]は、それぞれ、C、N及びMnの質量百分率である。

$$Ar_3 = 879.4 - 516.1 \times [C] - 65.7 \times [Mn] + 38.0 \times [Si] + 274.7 \times [P] \quad \dots \text{(式5)}$$

なお、この式5で、[C]、[Mn]、[Si]、及び[P]は、それぞれ、C、Mn、Si及びPの質量百分率である。

$$t \leq 2.5 \times t_1 \quad \dots \text{(式6)}$$

ここで、 t_1 は下記の式7で表される。

$$t_1 = 0.001 \times ((T_f - T_1) \times P_1 / 100)^2 - 0.109 \times ((T_f - T_1) \times P_1 / 100) + 3.1 \quad \dots \text{(式7)}$$

ここで、 T_f は前記最終パス完了時の前記鋼の摂氏温度であり、 P_1 は前記最終パスでの圧下率の百分率である。

$$\log(t_2) \leq 0.0002 \times (T_2 - 425)^2 + 1.18 \quad \dots \text{(式8)}$$

(14) 上記(13)に記載の冷延鋼板の製造方法では、前記鋼は、前記化学組成として、更に、質量%で、Ti: 0.001%以上かつ0.2%以下、Nb: 0.001%以上かつ0.2%以下、B: 0.0001%以上かつ0.005%以下、Mg: 0.0001%以上かつ0.01%以下、Rare Earth Metal: 0.0001%以上かつ0.1%以下、Ca: 0.0001%以上かつ0.01%以下、Mo: 0.001%以上かつ1.0%以下、Cr: 0.001%以上かつ2.0%以下、V: 0.001%以上かつ1.0%以下、Ni: 0.001%以上かつ2.0%以下、Cu: 0.001%以上かつ2.0%以下、Zr: 0.0001%以上かつ0.2%以下、W: 0.001%以上かつ1.0%以下、As: 0.0001%以上かつ0.5%以下、Co: 0.0001%以上かつ1.0%以下、Sn: 0.0001%以上かつ0.2%以下、Pb: 0.0001%以上かつ0.

2%以下、Y : 0.001%以上かつ0.2%以下、Hf : 0.001%以上かつ0.2%以下の1種以上を含有し、前記式4により算出される温度の代わりに下記の式9により算出される温度を前記T1としてもよい。

$$T1 = 850 + 10 \times ([C] + [N]) \times [Mn] + 350 \times [Nb] + 250 \times [Ti] + 40 \times [B] + 10 \times [Cr] + 100 \times [Mo] + 100 \times [V] \quad \dots \text{(式9)}$$

ここで、[C]、[N]、[Mn]、[Nb]、[Ti]、[B]、[Cr]、[Mo]及び[V]は、それぞれ、C、N、Mn、Nb、Ti、B、Cr、Mo及びVの質量百分率である。

(15) 上記(13)又は(14)に記載の冷延鋼板の製造方法では、前記待ち時間tが、さらに下記の式10を満たしてもよい。

$$0 \leq t < t1 \quad \dots \text{(式10)}$$

(16) 上記(13)又は(14)に記載の冷延鋼板の製造方法では、前記待ち時間tが、さらに下記の式11を満たしてもよい。

$$t1 \leq t \leq t1 \times 2.5 \quad \dots \text{(式11)}$$

(17) 上記(13)～(16)の何れか一項に記載の冷延鋼板の製造方法では、前記第1の熱間圧延で、40%以上の圧下率である圧下を少なくとも2回以上行い、前記平均オーステナイト粒径を100 μ m以下としてもよい。

(18) 上記(13)～(17)の何れか一項に記載の冷延鋼板の製造方法では、前記第2の熱間圧延の終了後、3秒以内に、前記二次冷却を開始してもよい。

(19) 上記(13)～(18)の何れか一項に記載の冷延鋼板の製造方法では、前記第2の熱間圧延で、各パス間の前記鋼の温度上昇を18 $^{\circ}$ C以下としてもよい。

(20) 上記(13)～(19)の何れか一項に記載の冷延鋼板の製造方法では、前記一次冷却を圧延スタンド間で行ってもよい。

(21) 上記(13)～(20)の何れか一項に記載の冷延鋼板の製造方法

では、 $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ 以上かつ $T1 + 200^{\circ}\text{C}$ 以下の温度範囲での圧延の最終パスが前記大圧下パスであってもよい。

(22) 上記(13)～(21)の何れか一項に記載の冷延鋼板の製造方法では、前記二次冷却では、 $10^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以上かつ $300^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以下の平均冷却速度で、前記鋼を冷却してもよい。

(23) 上記(13)～(22)の何れか一項に記載の冷延鋼板の製造方法では、前記過時効処理後に、溶融亜鉛めっきを施してもよい。

(24) 上記(13)～(23)の何れか一項に記載の冷延鋼板の製造方法では、前記過時効処理後に、溶融亜鉛めっきを施し；前記溶融亜鉛めっき後に、 450°C 以上かつ 600°C 以下の温度範囲内で熱処理を行ってもよい。

発明の効果

[0013] 本発明の上記態様によれば、NbやTiの元素などが添加された場合でも異方性への影響が小さく、高強度でかつ、局部変形能と均一変形能とに優れた冷延鋼板を得ることができる。

発明を実施するための形態

[0014] 以下に本発明の一実施形態に係る冷延鋼板について詳細に説明する。まず、冷延鋼板の結晶方位の極密度について述べる。

[0015] 結晶方位の平均極密度D1：1.0以上かつ5.0以下

結晶方位の極密度D2：1.0以上かつ4.0以下

本実施形態に係る冷延鋼板では、2種類の結晶方位の極密度として、 $5/8 \sim 3/8$ の板厚範囲（鋼板の表面から鋼板の板厚方向（深さ方向）に板厚の $5/8 \sim 3/8$ の距離だけ離れた範囲）である板厚中央部における圧延方向に平行な（板厚方向を法線とする）板厚断面に対して、 $\{100\} \langle 011 \rangle \sim \{223\} \langle 110 \rangle$ 方位群の平均極密度D1（以下では、平均極密度と省略する場合がある）と、 $\{332\} \langle 113 \rangle$ の結晶方位の極密度D2とを制御している。

[0016] 本実施形態では、平均極密度D1が、特に重要な集合組織（金属組織中の結晶粒の結晶方位）の特徴点（方位集積度、集合組織の発達度）である。な

お、平均極密度D1は、 $\{100\} \langle 011 \rangle$ 、 $\{116\} \langle 110 \rangle$ 、 $\{114\} \langle 110 \rangle$ 、 $\{112\} \langle 110 \rangle$ 、 $\{223\} \langle 110 \rangle$ の各結晶方位の極密度の相加平均で表される極密度である。

[0017] 5/8～3/8の板厚範囲である板厚中央部における上記断面に対して、EBSD (Electron Back Scattering Diffraction) またはX線回折を行い、ランダム試料に対する各方位の電子回折強度またはX線回折強度の強度比を求め、この各強度比から $\{100\} \langle 011 \rangle \sim \{223\} \langle 110 \rangle$ 方位群の平均極密度D1を求めることができる。

[0018] この $\{100\} \langle 011 \rangle \sim \{223\} \langle 110 \rangle$ 方位群の平均極密度D1が5.0以下であれば、足回り部品や骨格部品の加工に最低限必要とされる d/RmC (板厚 d を最小曲げ半径 RmC (C方向曲げ) で除した指標) が1.0以上を満たしうる。この条件は、特に、引張強度 TS と、穴拡げ率 λ と、全伸び EL とが、自動車車体の足回り部材に必要とされる2つの条件、すなわち $TS \times \lambda \geq 30000$ 及び $TS \times EL \geq 14000$ を好ましく満たすための一条件でもある。

[0019] さらに、平均極密度D1が4.0以下であれば、成形性の方位依存性 (等方性) の指標である、C方向曲げの最小曲げ半径 RmC に対する 45° 方向曲げの最小曲げ半径 $Rm45$ の比率 ($Rm45/RmC$) が低下し、曲げ方向に依存しない高い局部変形能を確保できる。そのため、平均極密度D1が、5.0以下であるとよく、4.0以下であることが好ましい。より優れた穴拡げ性や小さな限界曲げ特性を必要とする場合には、平均極密度D1は、より望ましくは3.5未満であり、さらに一層望ましくは3.0未満である。

[0020] $\{100\} \langle 011 \rangle \sim \{223\} \langle 110 \rangle$ 方位群の平均極密度D1が5.0超では、鋼板の機械的特性の異方性が極めて強くなる。その結果、特定の方向のみの局部変形能が改善するが、その方向とは異なる方向での局部変形能が著しく低下する。そのため、この場合には、鋼板が、 $d/RmC \geq$

1. 0を満足できなくなる。

[0021] 一方、平均極密度D1が1.0未満になると、局部変形能の低下が懸念される。そのため、平均極密度D1が1.0以上であることが好ましい。

[0022] さらに、同様な理由から、5/8～3/8の板厚範囲である板厚中央部における{332} <113>の結晶方位の極密度D2を4.0以下とする。この条件は、鋼板が、 $d/RmC \geq 1.0$ を満足する一条件であり、特に、引張強度TSと、穴拡げ率 λ と、全伸びELとが、足回り部材に必要とされる2つの条件、すなわち $TS \times \lambda \geq 30000$ 及び $TS \times EL \geq 14000$ を好ましく満たすための一条件でもある。

[0023] さらに、上記極密度D2が3.0以下であれば、 $TS \times \lambda$ や d/RmC をさらに高めることができる。そのため、上記極密度D2は、望ましくは2.5以下であり、より望ましくは2.0以下である。この極密度D2が4.0超であると、鋼板の機械的特性の異方性が極めて強くなる。その結果、特定の方向のみの局部変形能が改善するが、その方向とは異なる方向での局部変形能が著しく低下する。そのため、この場合には、鋼板が $d/RmC \geq 1.0$ を十分に満足できなくなる。

[0024] 一方、この極密度D2が1.0未満になると、局部変形能の低下が懸念される。そのため、{332} <113>の結晶方位の極密度D2が1.0以上であることが好ましい。

[0025] 極密度は、X線ランダム強度比と同義である。X線ランダム強度比は、特定の方位への集積を持たない標準試料の回折強度（X線や電子）と、供試材の回折強度とを同条件でX線回折法等により測定し、得られた供試材の回折強度を標準試料の回折強度で除した数値である。この極密度は、X線回折やEBSD (Electron Back Scattering Diffraction)、またはECP (Electron Channeling Pattern) を用いて測定することができる。例えば、{100} <011>～{223} <110>方位群の平均極密度D1は、これらの方法によって測定された{110}、{100}、{211}、{310}極点図

のうち、複数の極点図を用いて級数展開法で計算した3次元集合組織 (ODF: Orientation Distribution Functions) から $\{100\} \langle 011 \rangle$ 、 $\{116\} \langle 110 \rangle$ 、 $\{114\} \langle 110 \rangle$ 、 $\{112\} \langle 110 \rangle$ 、 $\{223\} \langle 110 \rangle$ の各方位の極密度を求め、これら極密度を相加平均して得られる。

[0026] X線回折、EBSD、ECPに供する試料については、機械研磨などによって鋼板を所定の板厚まで減厚し、次いで、化学研磨や電解研磨などによって歪みを除去すると同時に板厚の $5/8 \sim 3/8$ の範囲を含む適当な面が測定面となるように試料を調整し、上述の方法に従って極密度を測定すればよい。板幅方向については、 $1/4$ もしくは $3/4$ の板厚位置 (鋼板の端面から鋼板の板幅の $1/4$ の距離だけ離れた位置) 近傍で試料を採取することが望ましい。

[0027] 板厚中央部だけでなく、なるべく多くの板厚位置についても、鋼板が上述の極密度を満たすことにより、より一層局部変形能が良好になる。しかしながら、上述の板厚中央部の方位集積が最も強く鋼板の異方性に与える影響が大きいので、この板厚中央部の材質が概ね鋼板全体の材質特性を代表する。そのため、 $5/8 \sim 3/8$ の板厚中央部における $\{100\} \langle 011 \rangle \sim \{223\} \langle 110 \rangle$ 方位群の平均極密度 D_1 と、 $\{332\} \langle 113 \rangle$ の結晶方位の極密度 D_2 とを規定している。

[0028] ここで、 $\{hkl\} \langle uvw \rangle$ は、上述の方法で試料を採取した時、板面の法線方向が $\langle hkl \rangle$ に平行で、圧延方向が $\langle uvw \rangle$ と平行であることを示している。なお、結晶の方位は、通常板面に垂直な方位を (hkl) または $\{hkl\}$ 、圧延方向に平行な方位を $[uvw]$ または $\langle uvw \rangle$ で表示する。 $\{hkl\} \langle uvw \rangle$ は、等価な面の総称であり、 $(hkl) [uvw]$ は、個々の結晶面を指す。すなわち、本実施形態においては、体心立方構造 (bcc 構造) を対象としているため、例えば、 (111) 、 (-111) 、 $(1-11)$ 、 $(11-1)$ 、 $(-1-11)$ 、 $(-11-1)$ 、 $(1-1-1)$ 、 $(-1-1-1)$ の各面は、等価であり区別できない。こ

のような場合、これらの方位を総称して $\{111\}$ 面と称する。ODF表示は、他の対称性の低い結晶構造の方位表示にも用いられるため、ODF表示では個々の方位を $(hkl) [uvw]$ で表示するのが一般的であるが、本実施形態においては、 $\{hkl\} \langle uvw \rangle$ と $(hkl) [uvw]$ とは同義である。

[0029] 次に、鋼板の r 値（ランクフォード値）について説明する。

[0030] 本実施形態では、局部変形能をさらに向上させるために、各方向の r 値（後述の圧延方向の r 値である r_L 、圧延方向に対して 30° をなす方向の r 値である r_{30} 、圧延方向に対して 60° をなす方向の r 値である r_{60} 、圧延方向に対して直角方向の r 値である r_C ）を所定範囲にするとよい。これらの r 値は、本実施形態において重要である。本発明者等が鋭意検討した結果、上述した各極密度を適正に制御した上で、これら r 値を適切に制御することにより、より良好な穴抜け性などの局部変形能が得られることが判明した。

[0031] 圧延方向に対して直角方向の r 値（ r_C ）：0.70以上かつ1.50以下

本発明者等が鋭意検討した結果、上記各極密度を上記の範囲内にすると同時に、 r_C を0.70以上にすることにより、より良好な穴抜け性を得ることができることを見出した。そのため、 r_C が0.70以上であるとよい。 r_C の上限は、より優れた穴抜け性を得るためには、 r_C が1.50以下であるとよい。好ましくは、 r_C が1.10以下であるとよい。

[0032] 圧延方向に対して 30° をなす方向の r 値（ r_{30} ）：0.70以上かつ1.50以下

本発明者等が鋭意検討した結果、上記各極密度を上記の範囲内にすると同時に、 r_{30} を1.50以下にすることにより、より良好な穴抜け性を得ることができることを見出した。そのため、 r_{30} が1.50以下であるとよい。好ましくは、 r_{30} が1.10以下であるとよい。 r_{30} の下限は、より優れた穴抜け性を得るためには、 r_{30} が0.70以上であるとよい。

- [0033] 圧延方向の r 値 (r_L) : 0.70 以上かつ 1.50 以下
圧延方向に対して 60° をなす方向の r 値 (r_{60}) : 0.70 以上かつ 1.50 以下
さらに、本発明者等が鋭意検討した結果、上記各極密度、 r_C 、 r_{30} を上述した範囲内にすると同時に、 r_L および r_{60} が、それぞれ $r_L \geq 0.70$ 、 $r_{60} \leq 1.50$ を満足することにより、より良好な $TS \times \lambda$ を得ることができることを見出した。そのため、 r_L が 0.70 以上であり、 r_{60} が 1.50 以下であるとよい。好ましくは、 r_{60} が 1.10 以下であるとよい。上述の r_L の上限および r_{60} の下限は、より優れた穴拡げ性を得るためには、 r_L が 1.50 以下、 r_{60} が 0.70 以上であるとよい。好ましくは、 r_L が 1.10 以下であるとよい。
- [0034] 上述の各 r 値については、JIS 5 号引張試験片を用いた引張試験により評価する。通常の高強度鋼板の場合を考慮して、引張歪みが、5~15% の範囲内であり、かつ、均一伸びに相当する範囲で r 値を評価すればよい。
- [0035] なお、曲げ加工を施す方向は加工部品によって異なるので特に限定するものではなく、本実施形態に係る冷延鋼板により、何れの曲げ方向においても同様の特性が得られるものである。
- [0036] ところで、一般に集合組織と r 値とは相関があることが知られているが、本実施形態に係る冷延鋼板においては、既述の結晶方位の極密度に関する限定と r 値に関する限定とは互いに同義ではない。したがって、両方の限定が同時に満たされればより良好な局部変形能を得ることができる。
- [0037] 次に、本実施形態に係る冷延鋼板の金属組織について説明する。
- [0038] 本実施形態に係る冷延鋼板の基本的な金属組織は、複数の結晶粒を含み、フェライト及び又はベイナイトを主相とし、マルテンサイトを第二相とする DP (Dual Phase) 組織であることを特徴とする。主相である変形能に優れたフェライトやベイナイトに、第二相として硬質組織であるマルテンサイトが分散することで、強度と、均一変形能とを高めることが可能となる。この均一変形能の向上は、金属組織中に硬質組織であるマルテンサイ

トが微細分散することにより、鋼板の加工硬化率が上昇することに起因する。また、ここでいう、フェライト及びベイナイトには、ポリゴナルフェライト、ベイネティックフェライトを含む。

[0039] 本実施形態に係る冷延鋼板は、フェライト、ベイナイト、及びマルテンサイト以外の組織として、残留オーステナイト、パーライト、セメントライト、及び複数の介在物などを含む。これらのフェライト、ベイナイト、及びマルテンサイト以外の組織は、面積率で0%以上かつ10%以下に制限することが好ましい。また、組織中にオーステナイトが残存すると2次加工脆性や遅れ破壊特性が悪化する。よって、不可避免的に存在する面積率で5%程度の残留オーステナイト以外には、実質的に残留オーステナイトを含まないことが好ましい。

[0040] 主相であるフェライトとベイナイトとの面積率：30%以上かつ99%未満

主相であるフェライト及びベイナイトは、比較的軟質であり高い変形能を有する。フェライトとベイナイトとを合わせて面積率が30%以上である場合に、本実施形態に係る冷延鋼板の均一変形能と局部変形能との両方の特性が満足される。より好ましくは、フェライトとベイナイトとを合わせて面積率が50%以上とする。一方、フェライトとベイナイトとを合わせた面積率が99%以上であると、鋼板の強度と均一変形能とが低下する。

[0041] 好ましくは、主相として、ベイナイトの面積率を5%以上かつ80%以下としてもよい。より強度に優れるベイナイトの面積率を5%以上かつ80%以下とすることで、鋼板の強度と延性（変形能）とのバランスのうち、強度をより好ましく高めることができる。フェライトより硬度が硬い組織であるベイナイトの面積率を高めることで、鋼板の強度が向上する。また、マルテンサイトとの硬度差がフェライトより小さいベイナイトは、軟質相と硬質相との界面でのボイドの発生を抑制し、穴抜け性を向上させる。

[0042] または、主相として、フェライトの面積率を30%以上かつ99%以下とする。より変形能に優れるフェライトの面積率を30%以上かつ99%以下

とすることで、鋼板の強度と延性（変形能）とのバランスのうち、延性（変形能）をより好ましく高めることができる。特に、フェライトが均一変形能の向上に寄与する。

[0043] マルテンサイトの面積率 f_M : 1%以上かつ70%以下

第二相として硬質組織であるマルテンサイトが金属組織中に分散することで、強度と、均一変形能とを高めることが可能となる。マルテンサイトの面積率が1%未満の場合、硬質組織の分散が少なく、加工硬化率が低くなり、均一変形能が低下する。好ましくは、マルテンサイトの面積率が3%以上である。一方、面積率で70%を超えるマルテンサイトを含む場合には、硬質組織の面積率が高すぎるために、鋼板の変形能が大幅に減少する。強度と変形能とのバランスに応じて、マルテンサイトの面積率を50%以下としてもよい。好ましくは、マルテンサイトの面積率が30%以下であってもよい。より好ましくは、マルテンサイトの面積率が20%以下であってもよい。

[0044] マルテンサイトの結晶粒の平均サイズ d_{ia} : 13 μm 以下

マルテンサイトの平均サイズが13 μm を超える場合、鋼板の均一変形能が低くなり、また、局部変形能も低くなる虞がある。これは、マルテンサイトの平均サイズが粗大であると、加工硬化に対する寄与が小さくなるため均一伸びが低くなり、また、粗大なマルテンサイトの周囲でボイドが発生しやすくなるため局部変形能が低くなると考えられる。好ましくは、マルテンサイトの平均サイズが10 μm 以下である。より好ましくは、マルテンサイトの平均サイズが7 μm 以下である。最も好ましくは5 μm 以下がよい。

[0045] $TS / f_M \times d_{is} / d_{ia}$ の関係 : 500以上

また、本発明者らが鋭意検討した結果、引張強度を単位MPaでTS (Tensile Strength)、マルテンサイトの面積率を単位%で f_M (fraction of Martensite)、マルテンサイトの結晶粒間の平均距離を単位 μm で d_{is} (distance)、マルテンサイトの結晶粒の平均サイズを単位 μm で d_{ia} (diameter) としたとき、TS、 f_M 、 d_{is} 、 d_{ia} の関係が下記の式1を満たす場合に、鋼

板の均一変形能が向上するので好ましい。

$$TS / fM \times dis / dia \geq 500 \quad \dots \text{(式1)}$$

[0046] $TS / fM \times dis / dia$ の関係が500より小さい場合には、鋼板の均一変形能が大きく低下する虞がある。この式1の物理的な意味は明らかになっていない。しかし、マルテンサイトの結晶粒間の平均距離 dis が小さいほど、かつ、マルテンサイトの結晶粒の平均サイズ dia が大きいほど、効率よく加工硬化するためであると考えられる。また、 $TS / fM \times dis / dia$ の関係に、特に上限値はない。ただ、実作業上、 $TS / fM \times dis / dia$ の関係が10000超となることは少ないので、上限を10000以下とする。

[0047] 長軸短軸比が5.0以下であるマルテンサイトの割合：50%以上

更に、マルテンサイトの結晶粒の長軸を単位 μm で La とし、短軸を単位 μm で Lb としたとき、下記の式2を満たすマルテンサイトの結晶粒が、上記マルテンサイト面積率 fM に対して、面積率で50%以上かつ100%以下である場合に、局部変形能が向上するので好ましい。

$$La / Lb \leq 5.0 \quad \dots \text{(式2)}$$

[0048] この効果が得られる詳細な理由は明らかになっていない。しかし、マルテンサイトの形態が、針状よりも、球状に近くなることによって、マルテンサイトの周囲のフェライトやベイナイトへの過度な応力集中が緩和され、局部変形能が向上するものと考えられる。好ましくは、 La / Lb が3.0以下であるマルテンサイトの結晶粒が、 fM に対して、面積率で50%以上である。より好ましくは、 La / Lb が2.0以下であるマルテンサイトの結晶粒が、 fM に対して、面積率で50%以上である。また、等軸なマルテンサイトの割合が、 fM に対して50%未満では局部変形能が劣化する虞がある。また、上記の式2の下限值は、1.0となる。

[0049] また、上記マルテンサイトの一部または全てが焼き戻しマルテンサイトであってもよい。焼き戻しマルテンサイトとすることによって、鋼板の強度が減少するが、主相と第二相との間の硬度差が減少し、鋼板の穴抜け性が向上

する。必要とする強度と変形能とのバランスに応じて、マルテンサイト面積率 f_M に対する、焼き戻しマルテンサイトの面積率を制御すればよい。また、本実施形態に係る冷延鋼板は、残留オーステナイトを5%以下含んでもよい。5%を超えると、加工後に残留オーステナイトが非常に硬いマルテンサイトに変態し、穴抜き性が大幅に劣化する。

[0050] 上記した、フェライト、ベイナイト及びマルテンサイトなどの金属組織は、 $1/8 \sim 3/8$ の板厚範囲（すなわち、 $1/4$ の板厚位置が中心になる板厚範囲）を電界放射型走査電子顕微鏡（FE-SEM: Field Emission Scanning Electron Microscope）により観察することが出来る。この観察によって得られた画像から上記特性値を決定することができる。または、後述するEBSDによっても決定することができる。このFE-SEM観察では、鋼板の圧延方向に平行な（板厚方向を法線とする）板厚断面が観察面になるように試料を採取し、この観察面に対して研磨及びナイタルエッチングを行っている。なお、板厚方向について、鋼板表面近傍及び鋼板中心近傍では、それぞれ、脱炭及びMn偏析により鋼板の金属組織（構成要素）がその他の部分と大きく異なる場合がある。そのため、本実施形態では、 $1/4$ の板厚位置を基準とした金属組織の観察を行っている。

[0051] 結晶粒の体積平均径： $5 \mu m$ 以上かつ $30 \mu m$ 以下

加えて、さらに変形能を向上させる場合には、金属組織中の結晶粒のサイズ、特に、体積平均径を微細化するとよい。さらに、体積平均径を微細化することで、自動車用鋼板などで求められる疲労特性（疲労限度比）も向上する。細粒に比べると粗大粒の数が変形能へ与える影響度が高いため、変形能は、個数平均径よりも体積の重み付け平均で算出される体積平均径と強く相関する。そのため、上記の効果を得る場合には、体積平均径が、 $5 \mu m$ 以上かつ $30 \mu m$ 以下、望ましくは、 $5 \mu m$ 以上かつ $20 \mu m$ 以下、さらに望ましくは、 $5 \mu m$ 以上かつ $10 \mu m$ 以下であるとよい。

[0052] なお、体積平均径が小さくなると、マイクロオーダーで生じる局部的な歪集

中が抑制され、局部変形時の歪を分散することができ、伸び、特に均一伸びが向上すると考えられる。また、体積平均径が小さくなると、転位運動の障壁となる結晶粒界を適切に制御でき、この結晶粒界が転位運動によって生じる繰り返し塑性変形（疲労現象）に作用して、疲労特性が向上する。

[0053] また、以下のように、個々の結晶粒（粒単位）の径を決定することができる。パーライトは、光学顕微鏡による組織観察により特定される。また、フェライト、オーステナイト、ベイナイト、マルテンサイトの粒単位は、EBSDにより特定される。EBSDにより判定された領域の結晶構造が面心立方構造（fcc構造）であれば、この領域をオーステナイトと判定する。また、EBSDにより判定された領域の結晶構造が体心立方構造（bcc構造）であれば、この領域をフェライト、ベイナイト、マルテンサイトのいずれかと判定する。フェライト、ベイナイト、マルテンサイトは、EBSP-OIM（登録商標、Electron Back Scatter Diffraction Pattern-Orientation Image Microscopy）に装備されているKAM（Kernel Average Misorientation）法を用いて識別することができる。KAM法では、測定データのうちの正六角形のピクセル（中心のピクセル）とこのピクセルに隣り合う6個のピクセルを用いた第一近似（全7ピクセル）、もしくはこれら6個のピクセルのさらに外側の12個のピクセルも用いた第二近似（全19ピクセル）、もしくはこれら12個のピクセルのさらに外側の18個のピクセルも用いた第三近似（全37ピクセル）について、各ピクセル間の方位差を平均し、得られた平均値をその中心のピクセルの値に決定し、このような操作をピクセル全体に対して行う。このKAM法による計算を粒界を超えないように行うことにより、粒内の方位変化を表現するマップを作成できる。このマップは、粒内の局所的な方位変化に基づく歪みの分布を表している。

[0054] 本実施形態では、EBSP-OIM（登録商標）において、第三近似により隣接するピクセル間の方位差を計算する。フェライト、ベイナイト、マル

テンサイト及びオーステナイトの粒径は、例えば、1500倍の倍率で、 $0.5\ \mu\text{m}$ 以下の測定ステップで上述の方位測定を行い、隣り合う測定点の方位差が 15° を超える位置を粒境界（この粒境界は、必ずしも、一般的な結晶粒界とは限らない）として定め、その円相当径を算出することにより得られる。金属組織中にパーライトが含まれる場合には、光学顕微鏡によって得られた画像に対して、二値化処理、切断法等の画像処理法を適用することによりパーライトの結晶粒径を算出することができる。

[0055] このように定義された結晶粒（粒単位）では、円相当半径（円相当径の半値）を r とした場合に、個々の粒の体積が $4 \times \pi \times r^3 / 3$ により得られ、この体積の重み付け平均により体積平均径を求めることができる。また、下記の粗大粒の面積率は、この方法により得られた粗大粒の面積率を測定対象の面積で除することにより得ることができる。なお、上記の体積平均径以外、例えば、上記したマルテンサイトの結晶粒の平均サイズ d_{ia} などは、上記の円相当径、または、二値化処理及び切断法等により求めた結晶粒径を用いる。

[0056] 上記したマルテンサイトの結晶粒間の平均距離 d_{is} は、上記のFE-SEM観察法以外に、このEBSD法（但し、EBSDが可能なFE-SEM）により得られた、マルテンサイトとマルテンサイト以外の粒との間の境界を使用して決定することもできる。

[0057] 粒径が $35\ \mu\text{m}$ 超である粗大結晶粒の面積率：0%以上かつ10%以下
更に、局部変形能をより改善する場合には、金属組織の全構成要素について、単位面積当たりに粒径が $35\ \mu\text{m}$ を超える粒（粗大粒）が占める面積の割合（粗大粒の面積率）を0%以上かつ10%以下に制限するとよい。粒径の大きな粒が増えると、引張強度が小さくなり、局部変形能も低下する。したがって、なるべく結晶粒を細粒にすることが好ましい。加えて、全ての結晶粒が均一かつ等価に歪を受けることにより局部変形能が改善されるため、粗大粒の量を制限することにより、局部的な結晶粒の歪を抑制することができる。

[0058] フェライトの硬さH：下記の式3を満たすことが好ましい。

主相である軟質なフェライトは、鋼板の変形能向上に寄与する。よって、フェライトの硬さHの平均値が、下記の式3を満たすことが望ましい。下記の式3以上に硬質なフェライトが存在すると、鋼板の変形能向上効果が得られない虞がある。なお、フェライトの硬さHの平均値は、ナノインデントにて1mNの荷重にてフェライトの硬さを100点以上測定して求めることとする。

$$H < 200 + 30 \times [Si] + 21 \times [Mn] + 270 \times [P] + 78 \times [Nb]^{1/2} + 108 \times [Ti]^{1/2} \dots \text{(式3)}$$

ここで、[Si]、[Mn]、[P]、[Nb]、及び[Ti]は、それぞれ、Si、Mn、P、Nb、及びTiの質量百分率である。

[0059] フェライトまたはベイナイトの硬さの標準偏差／平均値：0.2以下

本発明者らは、主相であるフェライトまたはベイナイトの均質性に着目した検討を行った結果、この主相の均質性が高い組織であると、均一変形能と局部変形能とのバランスを好ましく改善できることを見出した。具体的には、フェライトの硬さの標準偏差を、フェライトの硬さの平均値で割った値が0.2以下であると、上記効果が得られるので好ましい。または、ベイナイトの硬さの標準偏差を、ベイナイトの硬さの平均値で割った値が0.2以下であると、上記効果が得られるので好ましい。この均質性は、主相であるフェライトまたはベイナイトについてナノインデントにて1mNの荷重にて硬さを100点以上測定し、その平均値とその標準偏差とを用いることで定義できる。すなわち、硬さの標準偏差／硬さの平均値の値が低いほど均質性は高く、0.2以下の時にその効果が得られる。ナノインデント（例えばCSIRO社製UMIS-2000）では、結晶粒径よりも小さな圧子を使用することで、結晶粒界を含まない単一の結晶粒の硬さを測定することができる。

[0060] 次に本実施形態に係る冷延鋼板の化学組成について説明する。

[0061] C：0.01%以上かつ0.4%以下

C（炭素）は、鋼板の強度を高める元素であり、また、マルテンサイトの面積率を確保するために必須な元素である。C含有量の下限を0.01%としたのは、マルテンサイトを面積率で1%以上得るためである。好ましくは0.03%以上がよい。一方、C含有量が0.40%超になると鋼板の変形能が低下し、また、鋼板の溶接性も悪化する。好ましくは、C含有量が0.30%以下とする。好ましくは0.3%以下、より好ましくは0.25%以下がよい。

[0062] Si : 0.001%以上かつ2.5%以下

Si（ケイ素）は、鋼の脱酸元素であり、鋼板の機械的強度を高めるのに有効な元素である。また、Siは、熱間圧延後の温度制御時にフェライトを安定化させ、かつ、ベイナイト変態時のセメンタイト析出を抑制する元素である。しかし、Si含有量が、2.5%超となると、鋼板の変形能が低下し、また、鋼板に表面疵が発生しやすくなる。一方、Si含有量が0.001%未満では、上記効果を得ることが困難である。

[0063] Mn : 0.001%以上かつ4.0%以下

Mn（マンガン）は、鋼板の機械的強度を高めるのに有効な元素である。しかし、Mn含有量が、4.0%超となると、鋼板の変形能が低下する。好ましくは、Mn含有量を3.5%以下とする。更に好ましくは、Mn含有量を3.0%以下とする。一方、Mn含有量が、0.001%未満では、上記効果を得ることが困難である。また、Mnは、鋼中のS（硫黄）を固定化することにより、熱間圧延時の割れを防ぐ元素でもある。Mn以外に、Sによる熱間圧延時の割れの発生を抑制するTiなどの元素が十分に添加されない場合には、Mn含有量とS含有量とが、質量%で、 $Mn/S \geq 20$ を満足することが望ましい。

[0064] Al : 0.001%以上かつ2.0%以下

Al（アルミニウム）は、鋼の脱酸元素である。また、Alは、熱間圧延後の温度制御時にフェライトを安定化させ、かつ、ベイナイト変態時のセメンタイト析出を抑制する元素である。この効果を得るために、Al含有量を

0.001%以上とする。しかし、Al含有量が2.0%超では、溶接性が劣悪となる。また、定量的に効果を示すことが難しいが、Alは、鋼冷却時に γ （オーステナイト）から α （フェライト）へ変態が開始する温度 A_{r3} を、顕著に上昇させる元素である。従って、Al含有量によって、鋼の A_{r3} を制御してもよい。

[0065] 本実施形態に係る冷延鋼板は、上記した基本成分の他に、不可避的不純物を含有する。ここで、不可避的不純物とは、スクラップ等の副原料や、製造工程から不可避的に混入する、P、S、N、O、Cd、Zn、Sb等の元素を意味する。この中で、P、S、N、及びOは、上記効果を好ましく発揮させるために、以下のように制限する。また、P、S、N、及びO以外の上記不可避的不純物は、それぞれ0.02%以下に制限することが好ましい。ただ、これらの不純物が、0.02%以下含まれても、上記効果を失するものではない。不純物含有量の制限範囲には0%が含まれるが、工業的に安定して0%にすることが難しい。ここで、記載する%は、質量%である。

[0066] P：0.15%以下

P（リン）は不純物であり、過剰に鋼中に含有すると、熱間圧延または冷間圧延時の割れを助長する元素であり、また、鋼板の延性や溶接性を損なう元素である。したがって、P含有量を0.15%以下に制限する。好ましくは、P含有量を0.05%以下に制限する。なお、Pは固溶強化元素として作用し、また不可避的に鋼中に含まれるので、P含有量の下限を特に制限する必要がない。P含有量の下限は0%でもよい。また、現行の一般的な精錬（二次精錬を含む）を考慮すると、P含有量の下限は0.0005%であってもよい。

[0067] S：0.03%以下

S（硫黄）は、不純物であり、過剰に鋼中に含有すると、熱間圧延によって伸張したMnSが生成され、鋼板の変形能を低下させる元素である。したがって、S含有量を0.03%以下に制限する。なお、Sは不可避的に鋼中に含まれるので、S含有量の下限を特に制限する必要がない。S含有量の下

限は0%でもよい。また、現行の一般的な精錬（二次精錬を含む）を考慮すると、P含有量の下限は0.0005%であってもよい。

[0068] N : 0.01%以下

N（窒素）は、不純物であり、鋼板の変形能を低下させる元素である。したがって、N含有量を0.01%以下に制限する。なお、Nは不可避免的に鋼中に含まれるので、N含有量の下限を特に制限する必要がない。N含有量の下限は0%でもよい。また、現行の一般的な精錬（二次精錬を含む）を考慮すると、N含有量の下限は0.0005%であってもよい。

[0069] O : 0.01%以下

O（酸素）は、不純物であり、鋼板の変形能を低下させる元素である。したがって、O含有量を0.01%以下に制限する。なお、Oは不可避免的に鋼中に含まれるので、O含有量の下限を特に制限する必要がない。O含有量の下限は0%でもよい。また、現行の一般的な精錬（二次精錬を含む）を考慮すると、O含有量の下限は0.0005%であってもよい。

[0070] 以上の化学元素は、本実施形態における鋼の基本成分（基本元素）であり、この基本元素が制御（含有または制限）され、残部が鉄及び不可避免的不純物よりなる化学組成が、本実施形態の基本組成である。しかしながら、この基本成分に加え（残部のFeの一部の代わりに）、本実施形態では、さらに必要に応じて以下の化学元素（選択元素）を鋼中に含有させてもよい。なお、これらの選択元素が鋼中に不可避免的に（例えば、各選択元素の量の下限未満の量）混入しても、本実施形態における効果を損なわない。

[0071] すなわち、本実施形態に係る冷延鋼板は、上記した基本成分及び不純物元素の他に、更に、選択成分として、Mo、Cr、Ni、Cu、B、Nb、Ti、V、W、Ca、Mg、Zr、REM、As、Co、Sn、Pb、Y、Hfのうちの少なくとも1つを含有してもよい。以下に、選択成分の数値限定範囲とその限定理由とを説明する。ここで、記載する%は、質量%である。

[0072] Ti : 0.001%以上かつ0.2%以下

Nb : 0.001%以上かつ0.2%以下

B : 0.0001%以上かつ0.005%以下

Ti (チタニウム)、Nb (ニオブ)、B (ホウ素) は、鋼中の炭素及び窒素を固定して微細な炭窒化物を生成するので、鋼に析出強化、組織制御、細粒強化など効果をもたらす選択元素である。そのため、必要に応じて、Ti、Nb、Bのうちのいずれか1種以上を鋼中に添加してもよい。上記効果を得るために、Ti含有量を0.001%以上、Nb含有量を0.001%以上、B含有量を0.0001%以上とすることが望ましい。さらに好ましくは、Ti含有量を0.01%以上、Nb含有量を0.005%以上とする。しかし、これらの選択元素を過度に鋼中に添加しても、上記飽和してしまうことに加え、熱延後の再結晶が抑制されて結晶方位の制御が困難になり、鋼板の加工性(変形能)を劣化させる虞がある。よって、Ti含有量を0.2%以下、Nb含有量を0.2%以下、B含有量を0.005%以下とすることが好ましい。さらに好ましくは、Bは含有量を0.003%以下とする。なお、下限未満の量のこれらの選択元素が鋼中に含有されても、本実施形態における効果を損なわない。また、合金コストの低減のためには、これらの選択元素を意図的に鋼中に添加する必要がないので、これらの選択元素含有量の下限は、いずれも0%である。

[0073] Mg : 0.0001%以上かつ0.01%以下

REM : 0.0001%以上かつ0.1%以下

Ca : 0.0001%以上かつ0.01%以下

Mg (マグネシウム)、REM (Rare Earth Metal)、Ca (カルシウム) は、介在物を無害な形態に制御し、鋼板の局部変形能を向上させるために重要な選択元素である。そのため、必要に応じて、Mg、REM、Caのうちのいずれか1種以上を鋼中に添加してもよい。上記効果を得るために、Mg含有量を0.0001%以上、REM含有量を0.0001%以上、Ca含有量を0.0001%以上とすることが望ましい。さらに好ましくは、Mg含有量を0.0005%以上、REM含有量を0.001%以上、Ca含有量を0.0005%以上とする。一方、これらの選択元

素を過剰に鋼中に添加すると、延伸した形状の介在物が形成され、鋼板の変形能を低下させる虞がある。よって、Mg含有量を0.01%以下、REM含有量を0.1%以下、Ca含有量を0.01%以下とすることが好ましい。なお、下限未満の量のこれらの選択元素が鋼中に含有されても、本実施形態における効果を損なわない。また、合金コストの低減のためには、これらの選択元素を意図的に鋼中に添加する必要がないので、これらの選択元素含有量の下限は、いずれも0%である。

[0074] なお、ここではREMを、原子番号が57のランタンから71のルテシウムまでの15元素に、原子番号が21のスカンジウムを加えた合計16元素の総称とする。通常は、これらの元素の混合物であるミッシュメタルの形で供給され、鋼中に添加される。

[0075] Mo : 0.001%以上かつ1.0%以下

Cr : 0.001%以上かつ2.0%以下

Ni : 0.001%以上かつ2.0%以下

W : 0.001%以上かつ1.0%以下

Zr : 0.0001%以上かつ0.2%以下

As : 0.0001%以上かつ0.5%以下

Mo (モリブデン)、Cr (クロミウム)、Ni (ニッケル)、W (タングステン)、Zr (ジルコニウム)、As (ヒ素) は、鋼板の機械的強度を高める選択元素である。そのため、必要に応じて、Mo、Cr、Ni、W、Zr、Asのうちのいずれか1種以上を鋼中に添加してもよい。上記効果を得るために、Mo含有量を0.001%以上、Cr含有量を0.001%以上、Ni含有量を0.001%以上、W含有量を0.001%以上、Zr含有量を0.0001%以上、As含有量を0.0001%以上とすることが望ましい。さらに好ましくは、Mo含有量を0.01%以上、Cr含有量を0.01%以上、Ni含有量を0.05%以上、W含有量を0.01%以上とする。しかし、これらの選択元素を過度に鋼中に添加すると、鋼板の変形能を低下させる虞がある。よって、Mo含有量を1.0%以下、Cr含有量

を2.0%以下、Ni含有量を2.0%以下、W含有量を1.0%以下、Zr含有量を0.2%以下、As含有量を0.5%以下とすることが好ましい。さらに好ましくは、Zr含有量を0.05%以下とする。なお、下限未満の量のこれらの選択元素が鋼中に含有されても、本実施形態における効果を損なわない。また、合金コストの低減のためには、これらの選択元素を意図的に鋼中に添加する必要がないので、これらの選択元素含有量の下限は、いずれも0%である。

[0076] V : 0.001%以上かつ1.0%以下

Cu : 0.001%以上かつ2.0%以下

V (バナジウム) 及びCu (銅) は、Nb 及びTi 等と同様に、析出強化の効果を有する選択元素である。また、V 及びCu の添加は、Nb 及びTi 等の添加により生じる局部変形能の低下と比較して、その低下の度合いが小さい。よって、高強度でかつ、穴拡げ性や曲げ性などの局部変形能をより高めたい場合には、Nb やTi などよりも効果的な選択元素である。そのため、必要に応じて、V 及びCu のうちのいずれか1種以上を鋼中に添加してもよい。上記効果を得るために、V 含有量を0.001%以下、Cu 含有量を0.001%以下とすることが好ましい。さらに好ましくは、両選択元素とも含有量を0.01%以上とする。しかし、これらの選択元素を過剰に鋼中に添加すると、鋼板の変形能を低下させる虞がある。よって、V 含有量を1.0%以下、Cu 含有量を2.0%以下とすることが好ましい。さらに好ましくは、V 含有量を0.5%以下とする。なお、下限未満の量のこれらの選択元素が鋼中に含有されても、本実施形態における効果を損なわない。また、合金コストの低減のためには、これらの選択元素を意図的に鋼中に添加する必要がないので、これらの選択元素含有量の下限は、いずれも0%である。

[0077] Co : 0.0001%以上かつ1.0%以下

Co (コバルト) は、定量的に効果を示すことが難しいが、鋼冷却時に γ (オーステナイト) から α (フェライト) へ変態が開始する温度 A_{r3} を、顕

著に上昇させる選択元素である。従って、C o含有量によって、鋼のA r₃を制御してもよい。また、C oは、鋼板の強度を向上させる選択元素である。上記効果を得るために、C o含有量を0.0001%以上とすることが好ましい。さらに好ましくは、0.001%以上とする。しかし、C oを過剰に鋼中に添加すると、鋼板の溶接性が劣化し、また鋼板の変形能を低下させる虞がある。よって、C o含有量を1.0%以下とすることが好ましい。さらに好ましくは、0.1%以下とする。なお、下限未満の量のこの選択元素が鋼中に含有されても、本実施形態における効果を損なわない。また、合金コストの低減のためには、この選択元素を意図的に鋼中に添加する必要がないので、この選択元素含有量の下限は、0%である。

[0078] S n : 0.0001%以上かつ0.2%以下

P b : 0.0001%以上かつ0.2%以下

S n (スズ) 及びP b (鉛) は、めっき濡れ性とめっき密着性とを向上させるのに有効な選択元素である。そのため、必要に応じて、S n 及びP b のうちのいずれか1種以上を鋼中に添加してもよい。上記効果を得るために、S n 含有量を0.0001%以上、P b 含有量を0.0001%以上とすることが好ましい。さらに好ましくは、S n 含有量を0.001%以上とする。しかし、これらの選択元素を過度に鋼中に添加すると、熱間での脆化が起り熱間加工で割れが生じ、鋼板に表面疵が発生しやすくなる虞がある。よって、S n 含有量を0.2%以下、P b 含有量を0.2%以下とすることが好ましい。さらに好ましくは、両選択元素とも含有量を0.1%以下とする。なお、下限未満の量のこれらの選択元素が鋼中に含有されても、本実施形態における効果を損なわない。また、合金コストの低減のためには、これらの選択元素を意図的に鋼中に添加する必要がないので、これらの選択元素含有量の下限は、0%である。

[0079] Y : 0.0001%以上かつ0.2%以下

H f : 0.0001%以上かつ0.2%以下

Y (イットリウム) 及びH f (ハフニウム) は、鋼板の耐食性を向上させ

るのに有効な選択元素である。そのため、必要に応じて、Y及びHfのうちのいずれか1種以上を鋼中に添加してもよい。上記効果を得るために、Y含有量を0.0001%以上、Hf含有量を0.0001%以上とすることが好ましい。しかし、これらの選択元素を過度に鋼中に添加すると、穴抜け性などの局部変形能が低下する虞がある。よって、Y含有量を0.20%以下、Hf含有量を0.20%以下とすることが好ましい。また、Yは、鋼中で酸化物を形成し、鋼中の水素を吸着する効果を有する。このため鋼中の拡散性水素が低減され、鋼板の耐水素脆化特性を向上させることも期待できる。この効果も上記したY含有量の範囲内で得ることが出来る。さらに好ましくは、両選択元素とも含有量を0.1%以下とする。なお、下限未満の量のこれらの選択元素が鋼中に含有されても、本実施形態における効果を損なわない。また、合金コストの低減のためには、これらの選択元素を意図的に鋼中に添加する必要がないので、これらの選択元素含有量の下限は、0%である。

[0080] 以上のように、本実施形態に係る冷延鋼板は、上述の基本元素を含み、残部がFe及び不可避的不純物からなる化学組成、または、上述の基本元素と、上述の選択元素から選択される少なくとも1種とを含み、残部が鉄及び不可避的不純物からなる化学組成を有する。

[0081] なお、本実施形態に係る冷延鋼板に表面処理してもよい。例えば、電気めっき、溶融めっき、蒸着めっき、めっき後の合金化処理、有機皮膜形成、フィルムラミネート、有機塩類及び無機塩類処理、ノンクロ処理（ノンクロメート処理）等の表面処理を適用することにより、冷延鋼板が各種被膜（フィルムやコーティング）を備えていてもよい。このような例として、冷延鋼板が、その表面に溶融亜鉛めっき層または合金化溶融亜鉛めっき層を有していてもよい。冷延鋼板が上記の被膜を備えていても、高強度でかつ、均一変形能と局部変形能とを十分に維持することができる。

[0082] なお、本実施形態では、冷延鋼板の板厚は、特に制限されないが、例えば、1.5~10mmであってもよく、2.0~10mmであってもよい。ま

た、冷延鋼板の強度も、特に制限されず、例えば引張強度が440～1500MPaであってもよい。

[0083] 本実施形態に係る冷延鋼板は、高強度鋼板の用途全般に適用でき、均一変形能に優れて、かつ高強度鋼板の曲げ加工性や穴抜き性などの局部変形能が飛躍的に向上している。

[0084] 次に、本発明の一実施形態に係る冷延鋼板の製造方法について説明する。高強度でかつ、優れた均一変形能及び局部変形能を有する冷延鋼板を製造するためには、鋼の化学組成と、金属組織と、特定の結晶方位群の各方位の極密度で表される集合組織とを制御することが重要である。詳細を以下に記す。

[0085] 熱間圧延に先行する製造方法は、特に限定されない。例えば、高炉や電炉、転炉等による製錬及び精錬に引き続き各種の二次精錬を行って上記の化学組成を満足する鋼を溶製し、鋼（溶鋼）を得ることができる。次いで、この鋼から鋼塊またはスラブを得るために、例えば、通常の連続鋳造法、インゴット法、薄スラブ鋳造法などの鋳造方法で鋼を鋳造することができる。連続鋳造の場合には、鋼を一度低温（例えば、室温）まで冷却し、再加熱した後、この鋼を熱間圧延しても良いし、鋳造された直後の鋼（鋳造スラブ）を連続的に熱間圧延しても良い。なお、鋼（溶鋼）の原料にはスクラップを使用しても構わない。

[0086] 高強度でかつ、均一変形能と局部変形能とに優れた高強度鋼板を得るためには、以下の要件を満たすとよい。また以下では、「鋼」及び「鋼板」を同義として用いる。

[0087] 第1の熱間圧延工程

第1の熱間圧延工程として、上記溶製及び鋳造した鋼塊を用いて、1000℃以上かつ1200℃以下（好ましくは1150℃以下）の温度範囲で、40%以上の圧下率の圧延パスを少なくとも1回以上行う。これらの条件で第1の熱間圧延を行うことで、第1の熱間圧延工程後の鋼板の平均オーステナイト粒径が200μm以下となり、最終的に得られる冷延鋼板の均一変形

能と局部変形能との向上に寄与する。

[0088] 圧下率が大きくかつ圧下の回数が多いほど、より微細なオーステナイト粒となる。例えば、第1の熱間圧延工程で、1パスの圧下率が40%以上の圧延を2回（2パス）以上行うことで、鋼板の平均オーステナイト粒径が100 μ m以下となり好ましい。ただし、第1の熱間圧延で、1パスの圧下率を70%以下に制限したり、圧下回数（パス数）を10回以下に制限したりすることにより、鋼板温度の低下やスケールの過剰生成の懸念を低下させることができる。そのため、粗圧延において、1パスの圧下率が70%以下であってもよく、圧下回数（パス数）が10回以下であってもよい。

[0089] このように、第1の熱間圧延工程後のオーステナイト粒を微細とすることによって、後行程でオーステナイト粒をさらに微細とすることができ、また、後行程でオーステナイトから変態する、フェライト、ベイナイト、及びマルテンサイトを微細かつ均一に分散させることができるので好ましい。また、このことは、上記の rC および $r30$ などのランクフォード値を制御する一つの条件となる。その結果、集合組織を制御することができるので鋼板の異方性と局部変形能とが改善され、また、金属組織を微細化することができるので鋼板の均一変形能と局部変形能とが（特に均一変形能が）改善される。また、後工程である第2の熱間圧延工程中に、第1の熱間圧延工程により微細化されたオーステナイトの粒界が、再結晶核の1つとして機能すると推測される。

[0090] 第1の熱間圧延工程後の平均オーステナイト粒径を確認するためには、第1の熱間圧延工程後の鋼板を可能な限り大きな冷却速度で急冷することが望ましい。例えば、10 $^{\circ}$ C/秒以上の平均冷却速度で鋼板を冷却する。さらに、冷却して得られたこの鋼板から採取した板片の断面をエッチングしてミクロ組織中のオーステナイト粒界を浮き立たせて光学顕微鏡にて測定する。この際、50倍以上の倍率での20以上の視野に対して、オーステナイトの粒径を、画像解析や切断法にて測定し、各視野で測定したオーステナイト粒径を平均して平均オーステナイト粒径を得る。

[0091] 第1の熱間圧延工程後に、シートバーを接合し、連続的に後工程である第2の熱間圧延工程を行ってもよい。その際、粗バーを、一旦コイル状に巻き、必要に応じて保温機能を有するカバーに格納し、再度巻き戻してから接合を行ってもよい。

[0092] 第2の熱間圧延工程

第2の熱間圧延工程として、第1の熱間圧延工程後の鋼板に、下記の式4により算出される温度を単位℃でT1としたとき、T1+30℃以上かつT1+200℃以下の温度範囲に30%以上の圧下率の大圧下パスを含み、T1+30℃以上かつT1+200℃以下の温度範囲での累積圧下率が50%であり、Ar₃℃以上かつT1+30℃未満の温度範囲での累積圧下率が30%以下に制限され、圧延終了温度がAr₃℃以上である圧延を行う。

[0093] 5/8～3/8の板厚範囲である板厚中央部における、{100} <011>～{223} <110>方位群の平均極密度D1と、{332} <113>の結晶方位の極密度D2とを前述の範囲に制御するための一条件として、第2の熱間圧延工程で、鋼の化学組成（単位：質量%）によって下記の式4のように決められる温度T1（単位：℃）を基準に圧延を制御する。

$$T1 = 850 + 10 \times ([C] + [N]) \times [Mn] + 350 \times [Nb] + 250 \times [Ti] + 40 \times [B] + 10 \times [Cr] + 100 \times [Mo] + 100 \times [V] \quad \dots \text{(式4)}$$

なお、この式4で、[C]、[N]、[Mn]、[Nb]、[Ti]、[B]、[Cr]、[Mo]及び[V]は、それぞれ、C、N、Mn、Nb、Ti、B、Cr、Mo及びVの質量百分率である。

[0094] この式4に含まれるが、鋼中に含有されない化学元素は、その含有量を0%として計算する。そのため、鋼が上記の基本成分のみを含む化学組成の場合には、上記式4の代わりに、下記式5を使用してもよい。

$$T1 = 850 + 10 \times ([C] + [N]) \times [Mn] \quad \dots \text{(式5)}$$

また、鋼が上記の選択元素を含む化学組成の場合には、式5により算出される温度の代わりに、式4により算出される温度をT1（単位：℃）とする

必要がある。

[0095] 第2の熱間圧延工程では、上記式4または式5により得られる温度 T_1 （単位： $^{\circ}\text{C}$ ）を基準に、 $T_1 + 30^{\circ}\text{C}$ 以上かつ $T_1 + 200^{\circ}\text{C}$ 以下の温度範囲（望ましくは $T_1 + 50^{\circ}\text{C}$ 以上かつ $T_1 + 100^{\circ}\text{C}$ 以下の温度範囲）で、大きな圧下率を確保し、 A_{r_3} $^{\circ}\text{C}$ 以上かつ $T_1 + 30^{\circ}\text{C}$ 未満の温度範囲で、圧下率を小さな範囲（0%を含む）に制限する。上記の第1の熱間圧延工程に加え、このような第2の熱間圧延工程を行うことにより、鋼板の均一変形能と局部変形能とが好ましく向上する。特に、 $T_1 + 30^{\circ}\text{C}$ 以上かつ $T_1 + 200^{\circ}\text{C}$ 以下の温度範囲で大きな圧下率を確保し、 A_{r_3} $^{\circ}\text{C}$ 以上かつ $T_1 + 30^{\circ}\text{C}$ 未満の温度範囲で圧下率を制限することにより、 $5/8 \sim 3/8$ の板厚範囲である板厚中央部における $\{100\} \langle 011 \rangle \sim \{223\} \langle 110 \rangle$ 方位群の平均極密度 D_1 と、 $\{332\} \langle 113 \rangle$ の結晶方位の極密度 D_2 とが十分に制御されるので、その結果、鋼板の異方性と局部変形能とが飛躍的に改善される。

[0096] この温度 T_1 自体は、経験的に求められている。温度 T_1 を基準として、各鋼のオーステナイト域での再結晶が促進される温度範囲を決定できることを本発明者らは実験により経験的に知見した。良好な均一変形能及び局部変形能を得るためには、圧下により多くの量の歪を蓄積させて、より細粒な再結晶粒を得ることが重要であるため、 $T_1 + 30^{\circ}\text{C}$ 以上かつ $T_1 + 200^{\circ}\text{C}$ 以下の温度範囲で複数パスの圧延を行い、その累積圧下率を50%以上とする。さらに、この累積圧下率は、歪蓄積による再結晶促進の観点から70%以上であることが望ましい。また、累積圧下率の上限を制限することにより、圧延温度をより十分に確保し、圧延負荷をさらに抑制することができる。そのため、累積圧下率が、90%以下であってもよい。

[0097] $T_1 + 30^{\circ}\text{C}$ 以上かつ $T_1 + 200^{\circ}\text{C}$ 以下の温度範囲で複数パスの圧延を行うと、圧延によって歪が蓄積し、そして、圧延パス間でこの蓄積した歪を駆動力としてオーステナイトの再結晶が生じる。つまり、 $T_1 + 30^{\circ}\text{C}$ 以上かつ $T_1 + 200^{\circ}\text{C}$ 以下の温度範囲で複数パスの圧延を行うことで、圧下毎

に繰り返し再結晶が生じる。そのため、均一かつ微細で、等軸な再結晶オーステナイト組織を得ることができる。この温度範囲では、圧延時に、動的再結晶が生じず結晶中に歪が蓄積し、そして、圧延パス間で、この蓄積した歪を駆動力として静的再結晶が生じる。一般的に、動的再結晶組織は、加工中に受けたひずみをその結晶中に蓄積しており、また、局所的に再結晶領域と未再結晶領域とが混在している。そのため、比較的、集合組織が発達しており、異方性がある。また、金属組織が混粒となることがある。本実施形態に係る冷延鋼板の製造方法では、静的再結晶によりオーステナイトを再結晶させることを特徴としているので、均一、微細、かつ等軸で、集合組織の発達を抑制した再結晶オーステナイト組織を得ることができる。

[0098] 鋼板の均質性を高め、そして、鋼板の均一変形能と局部変形能とをさらに好ましく高めるためには、 $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ 以上かつ $T1 + 200^{\circ}\text{C}$ 以下の温度範囲にて、1パスでの圧下率が30%以上である大圧下パスを少なくとも1回以上含むように第2の熱間圧延を制御する。このように、第2の熱間圧延では、 $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ 以上かつ $T1 + 200^{\circ}\text{C}$ 以下の温度範囲で、1パスでの圧下率が30%以上である圧下が少なくとも1回以上行われる。特に、後述する冷却工程を考慮すると、この温度範囲での最終パスの圧下率が25%以上であることが好ましく、30%以上であることがさらに好ましい。すなわち、この温度範囲での最終パスが大圧下パス（圧下率が30%以上の圧延パス）であることが好ましい。より高い変形能が鋼板に要求される場合には、前半パスの圧下率をすべて30%未満として、かつ最終の2パスの圧下率をそれぞれ30%以上とするとさらに好ましい。鋼板の均質性をより好ましく高めるためには、1パスでの圧下率が40%以上である大圧下パスを行うとよい。また、より良好な鋼板形状を得るためには、1パスでの圧下率が70%以下である大圧下パスとする。

[0099] さらに、上記の rL および $r60$ が、それぞれ $rL \geq 0.70$ 、 $r60 \leq 1.50$ を満たす一つの条件として、後述の待ち時間 t を適切に制御することに加え、 $T1 + 30^{\circ}\text{C}$ 以上かつ $T1 + 200^{\circ}\text{C}$ 以下の温度範囲での圧延で

、圧延の各パス間の鋼板の温度上昇を、例えば、 18°C 以下に抑制することが好ましい。また、この制御によって、さらに均一な再結晶オーステナイトを得ることができるので好ましい。

[0100] 集合組織の発達を抑制し、等軸な再結晶組織を保持するためには、 $T_1 + 30^{\circ}\text{C}$ 以上かつ $T_1 + 200^{\circ}\text{C}$ 以下の温度範囲での圧延後、 A_{r_3} $^{\circ}\text{C}$ 以上かつ $T_1 + 30^{\circ}\text{C}$ 未満（好ましくは、 T_1 以上かつ $T_1 + 30^{\circ}\text{C}$ 未満）の温度範囲での加工量をなるべく少なく抑える。そのため、 A_{r_3} $^{\circ}\text{C}$ 以上かつ $T_1 + 30^{\circ}\text{C}$ 未満の温度範囲での累積圧下率を 30% 以下に制限する。この温度範囲で、優れた鋼板形状を確保する場合には 10% 以上の累積圧下率が望ましいが、異方性と局部変形能とをより改善したい場合には累積圧下率が 10% 以下であることが望ましく、 0% であることがより望ましい。すなわち、 A_{r_3} $^{\circ}\text{C}$ 以上かつ $T_1 + 30^{\circ}\text{C}$ 未満の温度範囲では、圧下を行わなくてもよく、圧下を行う場合であっても累積圧下率を 30% 以下とする。

[0101] A_{r_3} $^{\circ}\text{C}$ 以上かつ $T_1 + 30^{\circ}\text{C}$ 未満の温度範囲での累積圧下率が大いいと、 $T_1 + 30^{\circ}\text{C}$ 以上かつ $T_1 + 200^{\circ}\text{C}$ 以下の温度範囲で再結晶したオーステナイトが、この圧延により展伸して結晶粒の形状が等軸でなくなり、また、この圧延によりひずみが蓄積して再び集合組織が発達する。すなわち、本実施形態に係る製造条件では、第2の熱間圧延工程で、 $T_1 + 30^{\circ}\text{C}$ 以上かつ $T_1 + 200^{\circ}\text{C}$ 以下の温度範囲と、 A_{r_3} $^{\circ}\text{C}$ 以上かつ $T_1 + 30^{\circ}\text{C}$ 未満の温度範囲との両方で圧延を制御することで、オーステナイトを均一、微細、かつ等軸に再結晶させ、鋼板の集合組織と、金属組織と、異方性とを制御して、均一変形能と局部変形能とを改善することができる。また、オーステナイトを均一、微細、かつ等軸に再結晶させることで、最終的に得られる冷延鋼板の、金属組織、集合組織、及びランクフォード値などを制御することができる。

[0102] 第2の熱間圧延工程で、 A_{r_3} $^{\circ}\text{C}$ 未満の温度範囲で圧延が行われたり、 A_{r_3} $^{\circ}\text{C}$ 以上かつ $T_1 + 30^{\circ}\text{C}$ 未満の温度範囲での累積圧下率が大きすぎたりすると、オーステナイトの集合組織が発達する。その結果、最終的に得られる冷

延鋼板が、その板厚中央部で、 $\{100\} \langle 011 \rangle \sim \{223\} \langle 110 \rangle$ 方位群の平均極密度D1が1.0以上かつ5.0以下である条件、 $\{332\} \langle 113 \rangle$ の結晶方位の極密度D2が1.0以上かつ4.0以下である条件の少なくとも一方を満足しない。一方、第2の熱間圧延工程で、 $T1 + 200^\circ\text{C}$ よりも高い温度範囲で圧延が行われたり、 $T1 + 30^\circ\text{C}$ 以上かつ $T1 + 200^\circ\text{C}$ 以下の温度範囲での累積圧下率が小さすぎたりすると、均一かつ微細な再結晶が生じず、金属組織に粗大粒や混粒が含まれたり、金属組織が混粒になったりする。そのため、 $35\ \mu\text{m}$ を超える結晶粒の面積率や体積平均径が増大する。

[0103] また、第2の熱間圧延を $A r_3$ （単位： $^\circ\text{C}$ ）未満の温度で終了すると、 $A r_3$ （単位： $^\circ\text{C}$ ）未満かつ圧延終了温度以上の温度範囲にて、オーステナイトとフェライトとの2相の領域（2相温度域）で鋼が圧延されることとなる。そのため、鋼板の集合組織が発達し、鋼板の異方性と局部変形能とが著しく劣化する。ここで、第2の熱間圧延の圧延終了温度が、 $T1$ 以上であると、 $T1$ 未満の温度範囲における歪量を減らして異方性をより低減でき、その結果、局部変形能をより高めることができる。そのため、第2の熱間圧延の圧延終了温度が、 $T1$ 以上であってもよい。

[0104] ここで、圧下率は、圧延荷重や板厚の測定などから実績または計算により求めることができる。また、圧延温度（例えば、上記各温度範囲）については、スタンド間温度計により実測したり、ラインスピードや圧下率などから加工発熱を考慮した計算シミュレーションにより計算したり、その両方（実測及び計算）を行ったりすることによって得ることができる。また、上記した、1パスでの圧下率は、圧延スタンド通過前の入口板厚に対する1パスでの圧下量（圧延スタンド通過前の入口板厚と圧延スタンド通過後の出口板厚との差）の百分率である。累積圧下率は、上記各温度範囲での圧延における最初のパス前の入口板厚を基準とし、この基準に対する累積圧下量（上記各温度範囲での圧延における最初のパス前の入口板厚と上記各温度範囲での圧延における最終パス後の出口板厚との差）の百分率である。さらに、冷却中

のオーステナイトからのフェライト変態温度である $A r_3$ は、単位 $^{\circ}C$ で、以下の式 6 により求められる。なお、上述したように、定量的に効果を示すことが難しいが、 $A l$ 及び $C o$ も、 $A r_3$ に影響を与える。

$$A r_3 = 879.4 - 516.1 \times [C] - 65.7 \times [Mn] + 38.0 \times [Si] + 274.7 \times [P] \quad \dots \text{(式 6)}$$

なお、この式 6 で、 $[C]$ 、 $[Mn]$ 、 $[Si]$ 、及び $[P]$ は、それぞれ、 C 、 Mn 、 Si 及び P の質量百分率である。

[0105] 一次冷却工程

一次冷却工程として、上記した $T 1 + 30^{\circ}C$ 以上かつ $T 1 + 200^{\circ}C$ 以下の温度範囲における 1 パスの圧下率が 30% 以上である大圧下パスのうちの最終パスの完了後、この最終パスの完了から冷却開始までの待ち時間を単位秒で t としたとき、この待ち時間 t が下記の式 7 を満たすように、鋼板に対して冷却を行う。ここで、式 7 中の $t 1$ は、下記の式 8 により求めることができる。式 8 中の $T f$ は、大圧下パスのうちの最終パス完了時の鋼板の温度（単位： $^{\circ}C$ ）であり、 $P 1$ は、大圧下パスのうちの最終パスでの圧下率（単位：%）である。

$$t \leq 2.5 \times t 1 \quad \dots \text{(式 7)}$$

$$t 1 = 0.001 \times ((T f - T 1) \times P 1 / 100)^2 - 0.109 \times ((T f - T 1) \times P 1 / 100) + 3.1 \quad \dots \text{(式 8)}$$

[0106] この最後の圧下パス後の一次冷却は、最終的に得られる冷延鋼板の結晶粒径に大きな影響を与える。また、この一次冷却により、オーステナイトの結晶粒を等軸で粗大粒が少ない（均一サイズである）金属組織に制御することもできる。そのため、最終的に得られる冷延鋼板も、等軸で粗大粒が少ない（均一サイズである）金属組織となり、また、集合組織やランクフォード値などを制御することができる。また、マルテンサイトの長軸短軸比、マルテンサイトの平均サイズ、及びマルテンサイト間の平均距離などを好ましく制御することができる。

[0107] 式 7 の右辺の値 ($2.5 \times t 1$) は、オーステナイトの再結晶がほぼ完了

する時間を意味する。待ち時間 t が、式 7 の右辺の値 ($2.5 \times t_1$) を超えると、再結晶した結晶粒が著しく成長して結晶粒径が増加する。そのため、鋼板の強度、均一変形能及び局部変形能、及び疲労特性などが低下する。したがって、待ち時間 t は、 $2.5 \times t_1$ 秒以下とする。この一次冷却は、操業性（例えば、形状矯正や二次冷却の制御性）を考慮する場合には、圧延スタンド間で行ってもよい。なお、待ち時間 t の下限値は、0 秒以上となる。

[0108] さらに、 $0 \leq t < t_1$ となるように、上記待ち時間 t を 0 秒以上かつ t_1 秒未満に限定することで、結晶粒の成長を大幅に抑制することができる。この場合、最終的に得られる冷延鋼板の体積平均径を $30 \mu\text{m}$ 以下に制御しうる。その結果、オーステナイトの再結晶が十分に進行していなくても、鋼板の特性、特に、均一変形能及び疲労特性などを好ましく向上させることができる。

[0109] 一方、 $t_1 \leq t \leq 2.5 \times t_1$ となるように、上記待ち時間 t を t_1 秒以上かつ $2.5 \times t_1$ 秒以下に限定することで、集合組織の発達を抑制することができる。この場合、上記した待ち時間 t が t_1 秒未満である場合と比べて待ち時間が長いために、体積平均径が増加するが、オーステナイトの再結晶が十分に進んで結晶方位がランダム化する。その結果、鋼板の r 値、異方性、及び局部変形能などを好ましく改善することができる。

[0110] なお、上述の一次冷却は、 $T_1 + 30^\circ\text{C}$ 以上かつ $T_1 + 200^\circ\text{C}$ 以下の温度範囲での圧延スタンドの間、または、この温度範囲での最後の圧延スタンドの後に行うことができる。すなわち、待ち時間 t が上記条件を満たすのであれば、上記大圧下パスのうちの最終パス完了後から一次冷却開始までの間に、 $T_1 + 30^\circ\text{C}$ 以上かつ $T_1 + 200^\circ\text{C}$ 以下の温度範囲で、1 パスの圧下率が 30% 以下の圧延をさらに行ってもよい。また、一次冷却を行った後、1 パスの圧下率が 30% 以下であるならば、 $T_1 + 30^\circ\text{C}$ 以上かつ $T_1 + 200^\circ\text{C}$ 以下の温度範囲でさらに圧延を行ってもよい。同様に、一次冷却を行った後、累積圧下率が 30% 以下であるならば、 $A r_3^\circ\text{C}$ 以上かつ $T_1 + 30$

℃以下（または、 $A r_3$ ℃以上かつ T_f ℃以下）の温度範囲でさらに圧延を行ってもよい。このように、最終的に得られる熱延鋼板の金属組織を制御するため、大圧下パス後の待ち時間 t が上記条件を満たしてさえいれば、上述の一次冷却は、圧延スタンド間でも、圧延スタンド後のどちらであってもよい。

[0111] この一次冷却で、冷却開始時の鋼板温度（鋼温度）と冷却終了時の鋼板温度（鋼温度）との差である冷却温度変化は、 40 ℃以上かつ 140 ℃以下であることが望ましい。この冷却温度変化が 40 ℃以上であれば、再結晶したオーステナイト粒の粒成長をより抑制することができる。冷却温度変化が 140 ℃以下であれば、より十分に再結晶を進めることができ、極密度を好ましく改善することができる。また、冷却温度変化を 140 ℃以下に制限することにより、鋼板の温度を比較的容易に制御できるだけでなく、バリエーション選択（バリエーション制限）をより効果的に制御でき、再結晶集合組織の発達を好ましく抑制することもできる。したがって、この場合には、より等方性を高めることができ、成形性の方位依存性をより小さくすることができる。冷却温度変化が 140 ℃を超えると、再結晶の進行が不十分となり、目的の集合組織が得られなくなり、フェライトが得られにくくなり、得られたフェライトの硬さが高くなり、そのため、鋼板の均一変形能及び局部変形能が低下する虞がある。

[0112] また、一次冷却の冷却終了時の鋼板温度 T_2 が $T_1 + 100$ ℃以下であることが望ましい。一次冷却の冷却終了時の鋼板温度 T_2 が $T_1 + 100$ ℃以下であると、より十分な冷却効果が得られる。この冷却効果により、結晶粒成長を抑制することができ、オーステナイト粒の成長をさらに抑制することができる。

[0113] また、一次冷却における平均冷却速度が 50 ℃/秒以上であることが望ましい。この一次冷却での平均冷却速度が 50 ℃/秒以上であると、再結晶したオーステナイト粒の粒成長をより抑制することができる。一方、平均冷却速度の上限を特に定める必要はないが、鋼板形状の観点から平均冷却速度が

200℃/秒以下であればよい。

[0114] 二次冷却工程

二次冷却工程として、上記第2の熱間圧延後、及び、上記一次冷却工程後の鋼板を、室温以上かつ600℃以下の温度範囲まで冷却する。好ましくは、室温以上かつ600℃以下の温度範囲まで、10℃/秒以上かつ300℃/秒以下の平均冷却速度で冷却する。二次冷却停止温度が600℃以上であり、平均冷却速度が10℃/秒以下である場合、鋼板の表面酸化が進行し、表面が劣化する可能性があり、また、冷延鋼板の異方性が大きくなり、局部変形能が著しく低下する虞がある。300℃/秒以下の平均冷却速度で冷却する理由は、それ以上の冷却速度で冷却すると、マルテンサイト変態が促進されるため、強度が大幅に上昇して冷間圧延が困難となる虞があるからである。なお、二次冷却工程の冷却停止温度の下限を特に定める必要はないが、水冷を前提とした場合、室温以上であればよい。また、上記第2の熱間圧延後、及び、上記一次冷却工程後から、3秒以内に二次冷却を開始することが好ましい。二次冷却開始が3秒を超えると、オーステナイトの粗大化を招く虞がある。

[0115] 巻き取り工程

巻き取り工程として、このようにして熱延鋼板を得た後、室温以上かつ600℃以下の温度範囲で、この鋼板を巻き取る。600℃以上の温度で鋼板を巻取ると、冷延後の鋼板の異方性が大きくなり、局部変形能が著しく低下する虞がある。この巻き取り工程後の鋼板は、均一、微細、かつ等軸な金属組織と、ランダム配向な集合組織と、すぐれたランクフォード値とを有する。この鋼板を用いて冷延鋼板を製造することで、高強度でかつ、均一変形能及び局部変形能の両方の特性が同時に優れ、ランクフォード値にも優れる冷延鋼板を得ることができる。なお、この巻き取り工程後の鋼板の金属組織には、主に、フェライト、ベイナイト、マルテンサイト、残留オーステナイトなどが含まれる。

[0116] 酸洗工程

酸洗工程として、巻き取り工程後の鋼板に、表面スケールの除去を目的として、酸洗を施す。酸洗方法は特に限定されるものではなく、硫酸又は硝酸等を用いる定法の酸洗方法でよい。

[0117] 冷間圧延工程

冷間圧延工程として、酸洗工程後の鋼板に、冷間にて累積圧下率が30%以上かつ70%以下の圧延を行う。累積圧下率が30%以下では、後工程である加熱保持（焼鈍）工程で、再結晶が起こりにくく、等軸粒の面積率が低下する上、焼鈍後の結晶粒が粗大化してしまう。累積圧下率が70%以上では、後工程である加熱保持（焼鈍）工程で、集合組織が発達し、鋼板の異方性が強くなって、局部変形能やランクフォード値が劣化してしまう。

[0118] 冷間圧延工程後に、必要に応じてスキンプラス圧延を行ってもよい。このスキンプラス圧延によって、加工成形時に発生するストレッチャーストレインを防止したり、鋼板形状を矯正したりすることができる。

[0119] 加熱保持（焼鈍）工程

加熱保持（焼鈍）工程として、冷間圧延工程後の鋼板に、750℃以上かつ900℃以下の温度範囲内で、1秒以上かつ1000秒以下である、加熱保持を行う。750℃より低温で、また、1秒未満の加熱保持では、フェライトからオーステナイトへの逆変態が十分に進まず、後工程である冷却工程で第二相であるマルテンサイトを得ることができない。そのため、冷延鋼板の強度と均一変形能とが低下する。一方、900℃超で、また、1000秒超の加熱保持では、オーステナイト結晶粒が粗大化してしまう。そのため、冷延鋼板の粗大粒の面積率が増大する。

[0120] 三次冷却工程

三次冷却工程として、加熱保持（焼鈍）工程後の鋼板を、1℃/秒以上かつ12℃/秒以下の平均冷却速度で、580℃以上かつ720℃以下の温度範囲まで冷却する。1℃/秒未満の平均冷却速度で、また、580℃未満の温度で三次冷却を終了すると、フェライト変態が促進されすぎるので、ベイナイト及びマルテンサイトの目的の面積率が得ることができない虞があり、

また、パーライトが多く生成してしまう虞もある。12℃/秒超の平均冷却速度で、また、720℃超の温度で三次冷却を終了すると、フェライト変態が不十分となる虞がある。そのため、最終的に得られる冷延鋼板のマルテンサイトの面積率が、70%超となる虞がある。上記範囲内で、平均冷却速度を遅く、かつ、冷却停止温度を低くすることで、好ましくフェライトの面積率を高めることができる。

[0121] 四次冷却工程

四次冷却工程として、三次冷却工程後の鋼板を、4℃/秒以上かつ300℃/秒以下の平均冷却速度で、200℃以上かつ600℃以下の温度範囲まで冷却する。4℃/秒未満の平均冷却速度で、また、600℃超の温度で三次冷却を終了すると、パーライトが多く生成してしまい、最終的にマルテンサイトを面積率で1%以上得ることが出来ない可能性がある。300℃/秒超の平均冷却速度で、また、200℃未満の温度で三次冷却を終了すると、マルテンサイトの面積率が、70%超となる虞がある。この平均冷却速度の上記範囲内で、平均冷却速度を遅くするとベイナイト面積率を高めることができる。一方、この平均冷却速度の上記範囲内で、平均冷却速度を速くするとマルテンサイト面積率を高めることができる。また、ベイナイトの結晶粒径も微細となる。

[0122] 過時効処理工程

過時効処理温度を単位℃で T_2 とし、この過時効処理温度 T_2 に依存する過時効処理保持時間を単位秒で t_2 としたとき、過時効処理として、四次冷却工程後の鋼板を、過時効処理温度 T_2 が200℃以上かつ600℃以下の温度範囲内で、かつ、過時効処理保持時間 t_2 が下記の式9を満たすように保持する。本発明者らが鋭意検討した結果、下記の式9を満たす場合、最終的に得られる冷延鋼板の強度-延性（変形能）バランスが優れることがわかった。この理由は、ベイナイト変態速度に対応していると考えられ、また、式9を満たす場合にマルテンサイトの面積率を、1%以上かつ70%以下に好ましく制御できる。なお、式9は、底が10である常用対数である。

$$\log(t^2) \leq 0.0002 \times (T^2 - 425)^2 + 1.18 \dots$$

(式9)

- [0123] 冷延鋼板に求められる特性に応じて、主相であるフェライト及びベイナイト、そして、第二相であるマルテンサイトの面積率を制御すればよい。上述のように、フェライトは主に三次冷却工程で、ベイナイト及びマルテンサイトは主に四次冷却工程と過時効処理工程とで制御することができる。また、これら主相であるフェライト及びベイナイト、及び、第二相であるマルテンサイトの結晶粒径やその形状は、熱間圧延時のオーステナイトの粒径や形状に依存することが大きい。また、冷間圧延工程以降の工程にも依存する。よって、例えば、マルテンサイトの面積率 f_M と、マルテンサイトの平均サイズ d_{ia} と、マルテンサイト間の平均距離 d_{is} と、鋼板の引張強度 TS との関係である $TS / f_M \times d_{is} / d_{ia}$ の値は、上記した製造工程を複合的に制御することで満足させることができる。
- [0124] 過時効処理工程後に、必要に応じて、鋼板を巻き取ればよい。このようにして本実施形態に係る冷延鋼板を製造することができる。
- [0125] このように製造された冷延鋼板は、均一、微細、かつ等軸な金属組織と、ランダム配向な集合組織とを有するので、高強度でかつ、均一変形能及び局部変形能の両方の特性が同時に優れ、ランクフォード値にも優れる冷延鋼板となる。
- [0126] 過時効処理工程後の鋼板に、必要に応じて、溶融亜鉛めっきを施してもよい。溶融亜鉛めっきを施しても、冷延鋼板の均一変形能と局部変形能とを十分に維持することができる。
- [0127] また、溶融亜鉛めっきを施した鋼板に、必要に応じて、合金化処理として、 450°C 以上かつ 600°C 以下の温度範囲内で熱処理を行ってもよい。合金化処理を 450°C 以上かつ 600°C 以下とした理由は、合金化処理を 450°C 以下で行った場合、十分に合金化しないためである。また、 600°C 以上の温度で熱処理を行うと、合金化が進行しすぎて、耐食性が劣化するためである。

[0128] なお、得られた冷延鋼板に表面処理してもよい。例えば、得られた冷延鋼板に、電気めっき、蒸着めっき、めっき後の合金化処理、有機皮膜形成、フィルムラミネート、有機塩類／無機塩類処理、ノンクロ処理等の表面処理を適用することができる。上記の表面処理を行っても、均一変形能と局部変形能とを十分に維持することができる。

[0129] また、必要に応じて、再加熱処理として、焼き戻し処理を行ってもよい。この処理により、焼き戻しマルテンサイトとして、マルテンサイトを軟化させたりすればよい。その結果、主相であるフェライト及びベイナイトと、第二相であるマルテンサイトと間の硬度差が小さくなり、穴拡げや曲げ性などの局部変形能が向上する。この再加熱処理の効果は、上記の溶融めっきや合金化処理のための加熱などによっても得ることができる。

実施例 1

[0130] 本発明の実施例を挙げながら、本発明の技術的内容について説明する。なお、本実施例での条件は、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、種々の条件を採用し得る。

[0131] 表1～表6に示した化学組成（残部が鉄及び不可避免的不純物）を有する鋼S1～S135を用いて検討した結果について説明する。これらの鋼を溶製及び鑄造後、そのまましくは一旦室温まで冷却された鋼を再加熱し、900℃～1300℃の温度範囲に加熱し、その後、表7～表16に示される製造条件で熱間圧延、冷間圧延、及び温度制御（冷却や加熱保持等）を行い、2～5mm厚の冷延鋼板を得た。

[0132] 表17～表26に、金属組織、集合組織、及び機械的特性などの特徴点を示す。なお、表中で、 $\{100\} \langle 011 \rangle \sim \{223\} \langle 110 \rangle$ 方位群の平均極密度をD1と、 $\{332\} \langle 113 \rangle$ の結晶方位の極密度をD2と示す。また、フェライト、ベイナイト、マルテンサイト、パーライト、及び残留オーステナイトの面積分率を、それぞれ、F、B、fM、P、及び γ と

示す。また、マルテンサイトの平均サイズを $d_{i a}$ 、マルテンサイト間の平均距離を $d_{i s}$ と示す。また、表中で、硬さの標準偏差比とは、フェライトまたはベイナイトの面積分率が高い方に関して、その硬さの標準偏差を、その硬さの平均値で割った値を意味する。

[0133] 局部変形能の指標として、最終製品の穴拡げ率 λ および 90° V字曲げによる限界曲げ半径 (d/RmC) を用いた。曲げ試験は、C方向曲げとした。なお、引張り試験 (TS、 $u-EL$ 及び EL の測定)、曲げ試験及び穴拡げ試験は、それぞれ、JIS Z 2241、JIS Z 2248 (Vブロック 90° 曲げ試験) 及び鉄連規格 JFS T1001 に準拠した。また、前述の EBSD を用いて、板幅方向の $1/4$ の位置における圧延方向に平行な (板厚方向を法線とする) 板厚断面の $5/8 \sim 3/8$ の領域の板厚中央部に対して $0.5 \mu m$ の測定ステップで極密度を測定した。また、各方向の r 値 (ランクフォード値) については、JIS Z 2254 (2008) (ISO 10113 (2006)) に準拠して測定した。なお、表中の下線は、本発明を満たさない値であることを示し、また、化学成分の空欄は無添加を意味している。

[0134] 製造 No. P1-P30、及び P112-P214 は、本発明の条件を満たしている実施例である。これらの実施例では、 $TS \geq 440$ (単位: MPa)、 $TS \times u-EL \geq 7000$ (単位: MPa · %)、 $TS \times \lambda \geq 30000$ (単位: MPa · %)、そして $d/RmC \geq 1$ (単位なし) のすべての条件を同時に満足しており、高強度でかつ、均一変形能と局部変形能とに優れた冷延鋼板であると言える。

[0135] 一方、P31-P111 は、本発明の条件を満たさなかった比較例である。これらの比較例では、 $TS \geq 440$ (単位: MPa)、 $TS \times u-EL \geq 7000$ (単位: MPa · %)、 $TS \times \lambda \geq 30000$ (単位: MPa · %)、そして $d/RmC \geq 1$ (単位なし) の少なくとも 1 つの条件を満足していない。

[0136]

[表1]

表1

鋼 No.	化学組成/mass%														
	C	Si	Mn	Al	P	S	N	O	Mo	Cr	Ni	Cu	B	Nb	Ti
S1	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S2	0.008	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S3	0.401	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S4	0.070	0.0009	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S5	0.070	2.510	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S6	0.070	0.080	0.0009	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S7	0.070	0.080	4.010	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S8	0.070	0.080	1.300	0.0009	0.015	0.004	0.0026	0.0110							
S9	0.070	0.080	1.300	2.010	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S10	0.070	0.080	1.300	0.040	0.151	0.004	0.0026	0.0032							
S11	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.031	0.0026	0.0032							
S12	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0110	0.0032							
S13	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0110							
S14	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032	1.010						
S15	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032		2.010					
S16	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032			2.010				
S17	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032				2.010			
S18	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032					0.0051		
S19	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032						0.201	
S20	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							0.201
S21	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S22	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S23	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S24	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S25	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S26	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S27	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S28	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S29	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S30	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S31	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S32	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S33	0.010	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S34	0.030	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S35	0.050	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S36	0.120	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S37	0.180	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S38	0.250	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S39	0.280	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S40	0.300	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S41	0.400	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S42	0.070	0.001	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S43	0.070	0.050	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S44	0.070	0.500	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S45	0.070	1.500	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							

[0137]

[表2]

表2

鋼 No.	成分										T1 /°C	Ar ₃ /°C	フェライト 硬さ計算値 /-	備考	
	V	W	Ca	Mg	Zr	REM	As	Co	Sn	Pb					Y
S1												851	765	234	実施例
S2												850	797	234	比較例
S3												855	594	234	比較例
S4												851	762	231	比較例
S5												850	857	307	比較例
S6												850	850	206	比較例
S7												853	587	291	比較例
S8												851	765	234	比較例
S9												851	842	234	比較例
S10												851	802	270	比較例
S11												851	765	234	比較例
S12												851	765	234	比較例
S13												851	765	234	比較例
S14												952	765	234	比較例
S15												871	765	234	比較例
S16												851	765	234	比較例
S17												851	765	234	比較例
S18												851	765	234	比較例
S19												921	765	269	比較例
S20												901	765	282	比較例
S21	1.010											952	765	234	比較例
S22		1.010										851	765	234	比較例
S23			0.0110									851	765	234	比較例
S24				0.0110								851	765	234	比較例
S25					0.2010							851	765	234	比較例
S26						0.1010						851	765	234	比較例
S27							0.5010					851	765	234	比較例
S28								1.0100				851	842	234	比較例
S29									0.2010			851	765	234	比較例
S30										0.2010		851	765	234	比較例
S31											0.2010	851	765	234	比較例
S32											0.2010	851	765	234	比較例
S33												850	796	234	実施例
S34												850	786	234	実施例
S35												851	775	234	実施例
S36												852	739	234	実施例
S37												852	708	234	実施例
S38												853	672	234	実施例
S39												854	657	234	実施例
S40												854	646	234	実施例
S41												855	595	234	実施例
S42												851	762	231	実施例
S43												851	764	233	実施例
S44												851	781	246	実施例
S45												851	819	276	実施例

[0138]

[表3]

表3
鋼
化学組成/mass%

No.	C	Si	Mn	Al	P	S	N	O	Mo	Cr	Ni	Cu	B	Nb	Ti
S46	0.070	2.500	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S47	0.070	0.080	0.001	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S48	0.070	0.080	0.050	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S49	0.070	0.080	0.500	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S50	0.070	0.080	1.500	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S51	0.070	0.080	2.500	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S52	0.070	0.080	3.000	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S53	0.070	0.080	3.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S54	0.070	0.080	3.500	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S55	0.070	0.080	4.000	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S56	0.070	0.080	1.300	0.001	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S57	0.070	0.080	1.300	0.050	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S58	0.070	0.080	1.300	0.500	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S59	0.070	0.080	1.300	1.500	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S60	0.070	0.080	1.300	2.000	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S61	0.070	0.080	1.300	0.040	0.0005	0.004	0.0026	0.0032							
S62	0.070	0.080	1.300	0.040	0.030	0.004	0.0026	0.0032							
S63	0.070	0.080	1.300	0.040	0.050	0.004	0.0026	0.0032							
S64	0.070	0.080	1.300	0.040	0.100	0.004	0.0026	0.0032							
S65	0.070	0.080	1.300	0.040	0.150	0.004	0.0026	0.0032							
S66	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.0005	0.0026	0.0032							
S67	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.010	0.0026	0.0032							
S68	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.030	0.0026	0.0032							
S69	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0005	0.0032							
S70	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0050	0.0032							
S71	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0100	0.0032							
S72	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0005							
S73	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0050							
S74	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0100							
S75	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							0.0009
S76	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							0.0003
S77	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							0.144
S78	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032						0.0009	
S79	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032						0.003	
S80	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032						0.150	
S81	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032					0.00009		
S82	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032					0.0008		
S83	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032					0.0030		
S84	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032					0.0050		
S85	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S86	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S87	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S88	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S89	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							
S90	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.0026	0.0032							

[0139]

[表4]

鋼 No.	成分											T1 /°C	Ar3 /°C	フェライト 硬さ計算値 /-	備考	
	V	W	Ca	Mg	Zr	REM	As	Co	Sn	Pb	Y					Hf
S46													851	857	306	実施例
S47													850	850	206	実施例
S48													850	847	208	実施例
S49													850	818	217	実施例
S50													851	752	238	実施例
S51													852	686	259	実施例
S52													852	653	269	実施例
S53													852	634	276	実施例
S54													853	620	280	実施例
S55													853	588	290	実施例
S56													851	765	234	実施例
S57													851	767	234	実施例
S58													851	784	234	実施例
S59													851	822	234	実施例
S60													851	842	234	実施例
S61													851	761	230	実施例
S62													851	769	238	実施例
S63													851	775	243	実施例
S64													851	788	257	実施例
S65													851	802	270	実施例
S66													851	765	234	実施例
S67													851	765	234	実施例
S68													851	765	234	実施例
S69													851	765	234	実施例
S70													851	765	234	実施例
S71													851	765	234	実施例
S72													851	765	234	実施例
S73													851	765	234	実施例
S74													851	765	234	実施例
S75													851	765	237	実施例
S76													852	765	240	実施例
S77													887	765	275	実施例
S78													851	765	236	実施例
S79													852	765	238	実施例
S80													903	765	264	実施例
S81													851	765	234	実施例
S82													851	765	234	実施例
S83													851	765	234	実施例
S84													851	765	234	実施例
S85				0.00009									851	765	234	実施例
S86				0.0003									851	765	234	実施例
S87				0.0050									851	765	234	実施例
S88													851	765	234	実施例
S89						0.0009							851	765	234	実施例
S90						0.0005							851	765	234	実施例
						0.0050							851	765	234	実施例

[0140]

[表5]

表5
鋼
化学組成/mass%

No.	C	Si	Mn	Al	P	S	N	O	Me	Cr	Ni	Cu	B	Nb	Ti
S91	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032							
S92	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032							
S93	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032							
S94	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032	0.0009						
S95	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032	0.003						
S96	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032	0.060						
S97	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032		0.0009					
S98	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032		0.005					
S99	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032		0.499					
S100	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032			0.0009				
S101	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032			0.005				
S102	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032			0.500				
S103	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032							
S104	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032							
S105	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032							
S106	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032							
S107	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032							
S108	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032							
S109	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032							
S110	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032							
S111	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032							
S112	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032							
S113	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032							
S114	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032				0.0009			
S115	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032				0.005			
S116	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032				0.500			
S117	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032							
S118	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032							
S119	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032							
S120	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032							
S121	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032							
S122	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032							
S123	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032							
S124	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032							
S125	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032							
S126	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032							
S127	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032							
S128	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032							
S129	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032							
S130	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032							
S131	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032							
S132	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032							
S133	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032							
S134	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032							
S135	0.070	0.080	1.300	0.040	0.015	0.004	0.026	0.0032							

[0141]

[表6]

鋼 No.	成分										T1 /°C	Ar ₃ /°C	フェライト 硬さHV _{0.05} /-	備考	
	V	W	Ca	Mg	Zr	REM	As	Co	Sn	Pb					Y
S91			0.00009									851	765	234	実施例
S92			0.0004									851	765	234	実施例
S93			0.0010									851	765	234	実施例
S94												851	765	234	実施例
S95												851	765	234	実施例
S96												857	765	234	実施例
S97												851	765	234	実施例
S98												851	765	234	実施例
S99												856	765	234	実施例
S100												851	765	234	実施例
S101												851	765	234	実施例
S102												851	765	234	実施例
S103		0.0009										851	765	234	実施例
S104		0.005										851	765	234	実施例
S105		0.500										851	765	234	実施例
S106				0.00009								851	765	234	実施例
S107				0.0100								851	765	234	実施例
S108				0.150								851	765	234	実施例
S109						0.00009						851	765	234	実施例
S110						0.0010						851	765	234	実施例
S111	0.0009											851	765	234	実施例
S112	0.005											851	765	234	実施例
S113	0.500											851	765	234	実施例
S114	0.800											851	765	234	実施例
S115												901	765	234	実施例
S116												931	765	234	実施例
S117												851	765	234	実施例
S118												851	765	234	実施例
S119						0.00009						851	765	234	実施例
S120						0.00050						851	769	234	実施例
S121						0.5000						851	803	234	実施例
S122							0.00009					851	765	234	実施例
S123							0.0100					851	765	234	実施例
S124							0.1000					851	765	234	実施例
S125							0.1500					851	765	234	実施例
S126								0.00009				851	765	234	実施例
S127								0.0050				851	765	234	実施例
S128								0.0100				851	765	234	実施例
S129								0.1500				851	765	234	実施例
S130									0.00009			851	765	234	実施例
S131									0.0500			851	765	234	実施例
S132									0.1500			851	765	234	実施例
S133										0.00009		851	765	234	実施例
S134										0.0500		851	765	234	実施例
S135										0.1500		851	765	234	実施例

[0142]

[表7]

鋼 No.	製造 No.	1000°C以上かつ1200°C以下 における圧下				Ti+30°C以上かつTi+200°C以下 における圧下				Ti+30°C未満 における圧下				一次冷却						
		40%以上の 圧下の 回数	140%以上の 圧下の 回数	軸径 /φmm	オース テン サイト 組織	30%以上の 圧下の 回数	各圧下の 圧下率 /%	P1 /%	Tf /°C	各圧下の 最大 温度上昇 /°C	累積 圧下率 /%	圧縮終了 温度 /°C	t1 /s	2.5×t1 /s	t /s	1/t1 /1/s	平均 冷却速度 /°C/秒	冷却 温度変化 /°C	冷却 開始した 時の温度 /°C	
S1	P1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842
S1	P2	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	17	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842
S1	P3	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	17	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842
S1	P4	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.10	0.10	113	90	845
S1	P5	2	45/45	90	55	4	1	13/13/15/30	30	935	17	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842
S1	P6	2	45/45	90	75	5	1	20/20/25/25/30	30	935	17	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842
S1	P7	2	45/45	90	80	6	2	20/20/20/30/30	30	935	17	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842
S1	P8	2	45/45	90	80	6	2	30/30/20/20/20/20	30	935	17	0	880	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	787
S1	P9	2	45/45	90	80	6	2	15/15/18/20/30/40	40	915	17	0	915	0.96	2.41	0.90	0.93	113	90	822
S1	P10	2	45/45	90	80	6	2	20/20/20/30/30	30	935	17	20	890	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	797
S1	P11	2	45/45	90	80	6	2	20/20/20/30/30	30	935	17	8	890	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	797
S1	P12	2	45/45	90	80	6	2	30/30/20/20/20/20	30	935	17	0	830	0.99	2.47	0.90	0.91	113	45	782
S1	P13	2	45/45	90	80	6	2	15/15/18/20/30/40	40	915	17	0	915	0.96	2.41	0.90	0.93	113	90	822
S1	P14	2	45/45	90	80	6	2	15/15/18/20/30/40	40	915	17	0	915	0.96	2.41	0.90	0.93	113	90	822
S1	P15	2	45/45	90	80	6	2	15/15/18/20/30/40	40	915	17	0	915	0.96	2.41	0.90	0.93	113	90	822
S1	P16	2	45/45	90	80	6	2	15/15/18/20/30/40	40	915	17	0	915	0.96	2.41	0.50	0.52	113	90	824
S1	P17	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S1	P18	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	2.40	2.43	113	90	838
S1	P19	2	45/45	90	55	4	1	13/13/15/30	30	935	17	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S1	P20	2	45/45	90	75	5	1	20/20/25/25/30	30	935	17	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S1	P21	2	45/45	90	80	6	2	20/20/20/30/30	30	935	17	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S1	P22	2	45/45	90	80	6	2	30/30/20/20/20/20	30	935	17	0	880	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	787
S1	P23	2	45/45	90	80	6	2	15/15/18/20/30/40	40	915	17	0	915	0.96	2.41	1.10	1.14	113	90	822
S1	P24	2	45/45	90	80	6	2	20/20/20/30/30	30	935	17	20	890	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	797
S1	P25	2	45/45	90	80	6	2	30/30/20/20/30/30	30	935	17	8	890	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	797
S1	P26	2	45/45	90	80	6	2	20/20/20/30/30	30	935	17	0	830	0.99	2.47	1.10	1.11	113	45	782
S1	P27	2	45/45	90	80	6	2	15/15/18/20/30/40	40	915	17	0	915	0.96	2.41	1.10	1.14	113	90	822
S1	P28	2	45/45	90	80	6	2	15/15/18/20/30/40	40	915	17	0	915	0.96	2.41	1.10	1.14	113	90	822
S1	P29	2	45/45	90	80	6	2	15/15/18/20/30/40	40	915	17	0	915	0.96	2.41	1.10	1.14	113	90	822
S1	P30	2	45/45	90	80	6	2	15/15/18/20/30/40	40	915	17	0	915	0.96	2.41	1.50	1.56	113	90	821
S1	P31	0	-	250	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842
S1	P32	1	45	180	45	4	1	7/7/6/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842
S1	P33	1	45	180	55	4	0	12/20/20/20	-	-	20	0	935	-	-	0.90	-	113	90	842
S1	P34	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	35	890	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	797
S1	P35	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	760	20	0	760	6.82	17.05	6.20	0.91	113	45	696
S1	P36	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	45	90	842
S1	P37	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	35	897	
S1	P38	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	145	787
S1	P39	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	995	20	0	995	0.26	0.64	0.24	0.91	50	40	954
S1	P40	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842
S1	P41	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842
S1	P42	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842
S1	P43	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842

[表8]

鋼 No.	製造 No.	1000℃以上かつ1200℃以下における圧下					T1+30℃以上かつT1+200℃以下における圧下					45℃以上かつT1+30℃未満における圧下					一次冷却					
		40%以上の圧下の回数	40%以上の各圧下の回数	オーステナイト粒径 /μm	累積圧下率 /%	圧下回数 /-	30%以上の圧下の回数	各圧下の圧下率 /%	P1 /%	Tf /℃	各圧下の最大温度上昇 /℃	果積圧下率 /%	圧縮終了温度 /℃	t1 /s	2.5×t1 /s	t /s	t/(t1) /-	平均冷却速度 /℃/秒	冷却温度変化 /℃	冷却開始時の温度 /℃		
																					40%以上の圧下の回数	40%以上の各圧下の回数
S1	P44	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842		
S1	P45	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842		
S1	P46	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842		
S1	P47	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842		
S1	P48	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842		
S1	P49	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842		
S1	P50	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842		
S1	P51	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842		
S1	P52	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842		
S1	P53	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842		
S1	P54	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842		
S1	P55	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842		
S1	P56	0	-	250	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842		
S1	P57	1	45	180	45	4	1	7/7/7/8/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842		
S1	P58	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	35	890	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	797		
S1	P59	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	780	20	0	760	6.82	17.05	7.60	1.11	113	45	692		
S1	P60	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	838		
S1	P61	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842		
S1	P62	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	35	897		
S1	P63	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	995	20	0	995	0.26	0.64	0.29	1.11	50	40	954		
S1	P64	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842		
S1	P65	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842		
S1	P66	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842		
S1	P67	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842		
S1	P68	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842		
S1	P69	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842		
S1	P70	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842		
S1	P71	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842		
S1	P72	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842		
S1	P73	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842		
S1	P74	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842		
S1	P75	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842		
S1	P76	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842		
S1	P77	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842		
S1	P78	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842		
S1	P79	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842		
S1	P80	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842		
S2	P81	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.97	2.43	0.90	0.92	113	90	842		
S3	P82	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	1.06	2.66	0.90	0.85	113	90	842		
S4	P83	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842		
S5	P84	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842		
S6	P85	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.97	2.43	0.90	0.83	113	90	842		
S7	P86	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	1.02	2.56	0.90	0.88	113	90	842		

[表9]

鋼 No.	製造 No.	1000℃以上かつ1200℃以下における圧下				T1+30℃以上かつT1+200℃以下における圧下						4℃以上かつT1+30℃未満における圧下				一次冷却						
		40%以上の圧下の回数	10%以上の圧下の回数	オーステナイト相転移の圧下率	圧下率	30%以上の圧下の回数	各圧下の圧下率	P1	Tf	各圧下の最大温度上昇	累積圧下率	圧下率	圧下率	圧下率	t1	2.5×t1	t	t/t1	平均冷却速度	冷却温度変化	冷却終了時の温度	
S8	P87	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842	
S9	P88	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842	
S10	P89	熱間圧延中に割れ発生																				
S11	P90	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842	
S12	P91	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842	
S13	P92	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842	
S14	P93	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	3.68	9.20	0.90	0.24	113	90	842	
S15	P94	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	1.38	3.44	0.90	0.65	113	90	842	
S16	P95	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842	
S17	P96	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842	
S18	P97	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.48	0.90	0.91	113	90	842	
S19	P98	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	2.67	6.67	0.90	0.34	113	90	842	
S20	P99	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	2.10	5.24	0.90	0.43	113	90	842	
S21	P100	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	3.68	9.20	0.90	0.24	113	90	842	
S22	P101	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842	
S23	P102	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842	
S24	P103	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842	
S25	P104	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842	
S26	P105	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842	
S27	P106	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842	
S28	P107	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842	
S29	P108	熱間圧延中に割れ発生																				
S30	P109	熱間圧延中に割れ発生																				
S31	P110	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842	
S32	P111	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	0.90	0.91	113	90	842	
S33	P112	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.97	2.43	1.10	1.13	113	90	842	
S34	P113	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.98	2.45	1.10	1.12	113	90	842	
S35	P114	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.98	2.46	1.10	1.12	113	90	842	
S36	P115	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	1.00	2.50	1.10	1.10	113	90	842	
S37	P116	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	1.01	2.53	1.10	1.09	113	90	842	
S38	P117	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	1.03	2.57	1.10	1.07	113	90	842	
S39	P118	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	1.04	2.59	1.10	1.06	113	90	842	
S40	P119	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	1.04	2.60	1.10	1.06	113	90	842	
S41	P120	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	1.06	2.66	1.10	1.03	113	90	842	
S42	P121	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	
S43	P122	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	
S44	P123	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	
S45	P124	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	
S46	P125	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	
S47	P126	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.97	2.43	1.10	1.13	113	90	842	
S48	P127	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.97	2.43	1.10	1.13	113	90	842	
S49	P128	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.98	2.44	1.10	1.13	113	90	842	
S50	P129	1	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	

[表10]

網 No.	製造 No.	1000℃以上かつ200℃以下 における圧下					T1+30℃以上かつT1+200℃以下 における圧下					A3℃以上かつ T1+30℃未満 における圧下					一次冷却				
		40%以上の 各圧下の 回数 /-	40%以上の 各圧下の 圧下率 /%	オース テン 析長 /μm	黒鉛 圧下率 /-%	圧下 回数 /-	30%以上の 圧下 回数 /-	各圧下の 圧下率 /-%	P1 /-%	Tf /℃	各圧下の 最大 温度上昇 /℃	黒鉛 圧下率 /-%	黒鉛 圧下率 /-%	圧縮終了 温度 /℃	t1 /s	2.5×t1 /s	t /s	ε/t /-	平均 冷却速度 /℃/秒	冷却 温度変化 /℃	冷却終了 時の温度 /℃
S51	P130	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	1.00	2.51	1.10	1.10	113	90	842	
S52	P131	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	1.01	2.52	1.10	1.09	113	90	842	
S53	P132	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	1.01	2.53	1.10	1.09	113	90	842	
S54	P133	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	1.02	2.54	1.10	1.08	113	90	842	
S55	P134	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	1.02	2.56	1.10	1.08	113	90	842	
S56	P135	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	
S57	P136	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	
S58	P137	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	
S59	P138	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	
S60	P139	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	
S61	P140	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	
S62	P141	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	
S63	P142	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	
S64	P143	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	
S65	P144	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	
S66	P145	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	
S67	P146	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	
S68	P147	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	
S69	P148	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	
S70	P149	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	
S71	P150	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	
S72	P151	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	
S73	P152	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	
S74	P153	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	
S75	P154	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.48	1.10	1.11	113	90	842	
S76	P155	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	1.00	2.50	1.10	1.10	113	90	842	
S77	P156	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	1.74	4.34	1.91	1.10	113	90	839	
S78	P157	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.48	1.10	1.11	113	90	842	
S79	P158	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	1.01	2.51	1.10	1.09	113	90	842	
S80	P159	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	2.16	5.39	2.35	1.09	113	90	838	
S81	P160	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	
S82	P161	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	
S83	P162	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	
S84	P163	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.48	1.10	1.11	113	90	842	
S85	P164	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	
S86	P165	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	
S87	P166	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	
S88	P167	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	
S89	P168	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	
S90	P169	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	
S91	P170	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	
S92	P171	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	
S93	P172	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842	

[表11]

No.	製造 No.	1000℃以上かつ1200℃以下における圧下				11+30℃以上かつ11+200℃以下における圧下				40℃以上かつ11+30℃未満における圧下				一次冷却						
		40%以上の圧下の回数	40%以上の各圧下の圧下率	オーパシット新替	圧下率	30%以上の圧下の回数	各圧下の圧下率	P1	Tf	各圧下の最大温度上昇	累積圧下率	圧延終了温度	t	2.5×t1	t/t1	平均冷却速度	冷却終了時の温度			
		/-	%	/μm	%	/-	%	%	℃	℃	%	℃	/s	/s	/-	℃/秒	℃			
S94	P173	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S95	P174	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.48	1.10	1.11	113	90	842
S96	P175	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	1.10	2.74	1.10	1.00	113	90	842
S97	P176	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S98	P177	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S99	P178	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	1.08	2.69	1.10	1.02	113	90	842
S100	P179	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S101	P180	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S102	P181	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S103	P182	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S104	P183	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S105	P184	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S106	P185	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S107	P186	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S108	P187	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S109	P188	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S110	P189	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S111	P190	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S112	P191	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	1.00	2.49	1.10	1.10	113	90	842
S113	P192	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	2.09	5.23	2.30	1.10	113	90	838
S114	P193	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	2.97	7.42	3.30	1.11	113	90	835
S115	P194	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S116	P195	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S117	P196	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S118	P197	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S119	P198	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S120	P199	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S121	P200	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S122	P201	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S123	P202	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S124	P203	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S125	P204	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S126	P205	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S127	P206	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S128	P207	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S129	P208	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S130	P209	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S131	P210	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S132	P211	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S133	P212	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S134	P213	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842
S135	P214	1	45	180	55	4	1	13/13/15/30	30	935	20	0	935	0.99	2.47	1.10	1.11	113	90	842

表11

[表12]

製造 No.	二次冷却			加熱保持		三次冷却		通時効処理			めっき処理		
	二次冷却開始までの時間 /s	平均冷却速度 /°C/秒	冷却終了時の温度 /°C	冷却速度 /°C/秒	保持時間 /s	平均冷却速度 /°C/秒	冷却終了時の温度 /°C	冷却速度 /°C/秒	冷却終了時の温度 /°C	T2 計算上降血 /s	処理時間 /s	浮遊酸粉めっき	合金化処理 /°C
P1	3.5	70	330	5	10.0	5	850	90	550	20184	120	無	無
P2	3.5	70	330	5	10.0	5	850	90	550	20184	120	無	無
P3	2.8	70	330	5	10.0	5	850	90	550	20184	120	無	無
P4	3.5	70	330	5	10.0	5	850	90	550	20184	120	無	無
P5	2.8	70	330	5	10.0	5	850	90	550	20184	120	無	無
P6	2.8	70	330	5	10.0	5	850	90	550	20184	120	無	無
P7	2.8	70	330	5	10.0	5	850	90	550	20184	120	無	無
P8	2.8	70	330	5	10.0	5	850	90	550	20184	120	無	無
P9	2.8	70	330	5	10.0	5	850	90	550	20184	120	無	無
P10	2.8	70	330	5	10.0	5	850	90	550	20184	120	無	無
P11	2.8	70	330	5	10.0	5	850	90	550	20184	120	無	無
P12	2.8	70	330	5	10.0	2	610	90	230	608536897	120	無	無
P13	2.8	70	330	5	10.0	10	690	10	580	966051	120	無	無
P14	2.8	70	330	5	10.0	8	680	250	220	3845917820	120	無	無
P15	2.8	70	330	5	10.0	5	850	90	550	20184	120	無	無
P16	2.8	70	330	5	10.0	5	850	90	550	20184	120	無	無
P17	3.5	70	330	5	10.0	5	850	90	550	20184	120	無	無
P18	3.5	70	330	5	10.0	5	850	90	550	20184	120	無	無
P19	2.8	70	330	5	10.0	5	850	90	550	20184	120	無	無
P20	2.8	70	330	5	10.0	5	850	90	550	20184	120	無	無
P21	2.8	70	330	5	10.0	5	850	90	550	20184	120	無	無
P22	2.8	70	330	5	10.0	5	850	90	550	20184	120	無	無
P23	2.8	70	330	5	10.0	5	850	90	550	20184	120	無	無
P24	2.8	70	330	5	10.0	5	850	90	550	20184	120	無	無
P25	2.8	70	330	5	10.0	5	850	90	550	20184	120	無	無
P26	2.8	70	330	5	10.0	5	850	90	550	20184	120	無	無
P27	2.8	70	330	5	10.0	2	610	90	230	608536897	120	無	無
P28	2.8	70	330	5	10.0	10	690	10	580	966051	120	無	無
P29	2.8	70	330	5	10.0	8	680	250	220	3845917820	120	無	無
P30	2.8	70	330	5	10.0	5	850	90	550	20184	120	無	無
P31	3.5	70	330	5	10.0	5	850	90	550	20184	120	無	無
P32	3.5	70	330	5	10.0	5	850	90	550	20184	120	無	無
P33	3.5	70	330	5	10.0	5	850	90	550	20184	120	無	無
P34	3.5	70	330	5	10.0	5	850	90	550	20184	120	無	無
P35	3.5	70	330	5	10.0	5	850	90	550	20184	120	無	無
P36	3.5	70	330	5	10.0	5	850	90	550	20184	120	無	無
P37	3.5	70	330	5	10.0	5	850	90	550	20184	120	無	無
P38	3.5	70	330	5	10.0	5	850	90	550	20184	120	無	無
P39	3.5	70	330	5	10.0	5	850	90	550	20184	120	無	無
P40	3.5	70	620	5	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P41	3.5	70	330	5	10.0	5	850	90	550	20184	120	無	無
P42	3.5	70	330	5	10.0	5	850	90	550	20184	120	無	無
P43	3.5	70	330	5	10.0	5	730	90	550	20184	120	無	無

表12

[表13]

製造 No.	二次冷却			巻き 取り 温度 /°C	冷間圧延 累積 圧下率 /%	加熱保持		三次冷却		四次冷却			通時効処理			めっき処理	
	二次冷却 開始まで の時間 /s	平均 冷却速度 /°C/秒	冷却終了 時の温度 /°C			加熱温度 /°C	保持時間 /s	平均 冷却速度 /°C/秒	冷却終了 時の温度 /°C	平均 冷却速度 /°C/秒	冷却終了 時の温度 /°C	処理温度 T2 /°C	T2の 計算上限値 /s	処理時間 t2 /s	深溝運粉 めっき	合金化 処理 /°C	
P44	3.5	70	330	330	50	920	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無		
P45	3.5	70	330	330	50	850	0.5	5	650	90	550	20184	120	無	無		
P46	3.5	70	330	330	50	850	1005.0	5	650	90	550	20184	120	無	無		
P47	3.5	70	330	330	50	850	10.0	0.5	650	90	550	20184	120	無	無		
P48	3.5	70	330	330	50	850	10.0	13	650	250	220	3845917820	120	無	無		
P49	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	560	90	550	20184	120	無	無		
P50	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	740	250	220	3845917820	120	無	無		
P51	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	2	550	20184	120	無	無		
P52	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	320	220	3845917820	120	無	無		
P53	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	180	15310874616820	120	無	無		
P54	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	620	6095366897	120	無	無		
P55	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	450	20	120	無	無		
P56	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無		
P57	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無		
P58	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無		
P59	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無		
P60	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無		
P61	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無		
P62	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無		
P63	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無		
P64	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無		
P65	3.5	70	620	620	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無		
P66	3.5	70	330	330	27	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無		
P67	3.5	70	330	330	73	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無		
P68	3.5	70	330	330	50	730	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無		
P69	3.5	70	330	330	50	920	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無		
P70	3.5	70	330	330	50	850	0.5	5	650	90	550	20184	120	無	無		
P71	3.5	70	330	330	50	850	1005.0	5	650	90	550	20184	120	無	無		
P72	3.5	70	330	330	50	850	10.0	0.5	650	90	550	20184	120	無	無		
P73	3.5	70	330	330	50	850	10.0	13	650	250	220	3845917820	120	無	無		
P74	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	560	90	550	20184	120	無	無		
P75	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	740	250	220	3845917820	120	無	無		
P76	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	2	550	20184	120	無	無		
P77	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	320	220	3845917820	120	無	無		
P78	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	180	15310874616820	120	無	無		
P79	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	620	6095366897	120	無	無		
P80	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	450	20	120	無	無		
P81	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無		
P82	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無		
P83	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無		
P84	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無		
P85	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無		
P86	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無		

[表14]

製造 No.	二次冷却			冷却圧延 累積 低下率 /%	加熱保持		三次冷却		四次冷却			通時効処理			めっき処理	
	一次冷却 開始まで の時間 /s	平均 冷却速度 /°C/秒	冷却終了 時の温度 /°C		加熱温度 /°C	保持時間 /s	平均 冷却速度 /°C/秒	冷却終了 時の温度 /°C	平均 冷却速度 /°C/秒	冷却終了 時の温度 /°C	T2 の 計算上 限値 /s	処理時間 t2 /s	処理温度 T2 /°C	めっき めっき	合金化 処理 /°C	
																巻き 取り 温度 /°C
P87	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P88	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P89	熱間圧延中に割れ発生															
P90	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P91	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P92	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P93	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P94	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P95	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P96	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P97	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P98	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P99	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P100	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P101	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P102	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P103	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P104	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P105	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P106	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P107	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P108	熱間圧延中に割れ発生															
P109	熱間圧延中に割れ発生															
P110	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P111	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P112	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P113	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P114	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P115	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P116	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P117	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P118	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P119	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P120	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P121	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P122	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P123	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P124	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P125	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P126	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P127	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P128	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	
P129	3.5	70	330	850	10.0	5	650	90	550	550	120	550	20184	無	無	

[表15]

製造 No.	二次冷却			巻き取り温度 /°C	冷間圧延 累積 圧下率 /%	加熱保持		三次冷却		通時効処理			めっき処理		
	二次冷却開始までの時間 /s	平均冷却速度 /°C/秒	冷却終了時の温度 /°C			加熱温度 /°C	保持時間 /s	平均冷却速度 /°C/秒	冷却終了時の温度 /°C	処理温度 T2 /°C	T2の計算上限値 /s	処理時間 t2 /s	塩酸亜鉛めっき	合金化処理 /°C	
P130	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P131	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P132	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P133	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P134	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P135	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P136	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P137	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P138	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P139	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P140	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P141	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P142	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P143	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P144	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P145	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P146	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P147	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P148	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P149	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P150	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P151	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P152	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P153	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P154	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P155	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P156	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P157	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P158	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P159	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P160	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P161	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P162	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P163	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P164	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P165	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P166	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P167	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P168	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P169	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P170	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P171	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無
P172	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	20184	120	無	無

表15

[表16]

製造 No.	二次冷却			巻き取り温度 /°C	冷間圧延 累積 圧下率 /%	加熱保持		三次冷却		四次冷却		過時効処理			めっき処理	
	二次冷却開始までの時間 /s	平均冷却速度 /°C/秒	冷却終了時の温度 /°C			加熱温度 /°C	保持時間 /s	平均冷却速度 /°C/秒	冷却終了時の温度 /°C	平均冷却速度 /°C/秒	冷却終了時の温度 /°C	処理温度 T2 /°C	2の計算上限値 /s	処理時間 t2 /s	深酸亜鉛めっき	合金化処理 /°C
P173	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	無	無
P174	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	無	無
P175	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	無	無
P176	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	無	無
P177	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	無	無
P178	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	無	無
P179	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	無	無
P180	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	無	無
P181	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	無	無
P182	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	無	無
P183	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	無	無
P184	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	無	無
P185	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	無	無
P186	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	無	無
P187	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	無	無
P188	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	無	無
P189	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	無	無
P190	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	無	無
P191	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	無	無
P192	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	無	無
P193	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	無	無
P194	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	無	無
P195	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	無	無
P196	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	無	無
P197	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	無	無
P198	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	無	無
P199	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	無	無
P200	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	無	無
P201	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	有	570
P202	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	有	570
P203	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	有	540
P204	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	有	530
P205	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	有	570
P206	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	有	570
P207	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	有	540
P208	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	有	540
P209	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	有	570
P210	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	有	540
P211	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	有	570
P212	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	有	570
P213	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	有	540
P214	3.5	70	330	330	50	850	10.0	5	650	90	550	550	20184	120	有	570

表16

[表17]

製造 No.	集合組織		金属組織の面積分率							金属組織のサイズ				
	D1 / -	D2 / -	F / %	B / %	F+B / %	FM / %	P / %	γ / %	F.B.M 以外の 組織 / %	粗大粒 面積率 / %	体積 平均径 / μm	dia / μm	dis / μm	La/Lb ≤ 5.0 の面積率 / %
P1	4.7	3.7	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	12.0	29.5	7.5	27.0	51.0
P2	4.5	3.5	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	9.5	28.5	7.0	26.5	53.0
P3	4.4	3.4	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	9.0	27.5	6.5	26.0	54.0
P4	4.9	3.8	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	7.5	22.0	5.5	25.5	55.0
P5	4.2	3.2	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	8.0	25.0	6.0	25.8	55.0
P6	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	7.5	22.0	5.5	25.5	56.0
P7	3.8	2.8	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	7.3	20.0	5.3	25.0	57.0
P8	4.4	3.4	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	9.0	27.5	6.5	26.0	54.0
P9	3.7	2.7	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	7.2	19.0	5.2	25.0	57.5
P10	4.2	3.2	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	8.0	25.0	6.0	25.8	55.0
P11	3.9	2.9	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	7.4	21.0	5.4	25.3	56.0
P12	4.6	3.6	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	9.0	27.5	6.5	26.0	54.0
P13	3.7	2.7	95.0	3.0	98.0	2.0	0.0	0.0	0.0	12.0	29.5	5.0	24.5	58.0
P14	3.7	2.7	22.0	75.0	97.0	2.0	1.0	0.0	1.0	7.2	19.0	5.2	25.0	57.5
P15	3.7	2.7	35.0	2.0	37.0	60.0	0.0	3.0	3.0	7.2	19.0	1.0	25.0	57.5
P16	3.8	2.8	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	5.0	15.0	4.2	24.3	59.5
P17	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0
P18	3.8	2.8	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	15.0	35.0	8.5	28.0	50.6
P19	3.5	2.5	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	10.0	26.5	6.5	26.3	55.0
P20	3.3	2.3	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	9.5	23.5	6.0	26.0	56.0
P21	3.1	2.1	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	9.3	21.5	5.8	25.5	57.0
P22	3.7	2.7	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	11.0	29.0	7.0	26.5	54.0
P23	3.0	2.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	9.2	20.5	5.7	25.5	57.5
P24	3.5	2.5	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	10.0	26.5	6.5	26.3	55.0
P25	3.2	2.2	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	9.4	22.5	5.9	25.8	56.0
P26	3.9	2.9	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	11.0	29.0	7.0	26.5	54.0
P27	3.0	2.0	95.0	3.0	98.0	2.0	0.0	0.0	0.0	9.2	20.5	5.5	25.0	58.0
P28	3.0	2.0	22.0	75.0	97.0	2.0	1.0	0.0	1.0	9.2	20.5	5.7	25.5	57.5
P29	3.0	2.0	35.0	2.0	37.0	60.0	0.0	3.0	3.0	9.2	20.5	1.0	25.0	57.5
P30	2.9	1.9	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	9.7	22.5	6.0	26.2	57.3
P31	5.8	4.8	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	20.0	40.0	15.0	35.0	50.0
P32	5.8	4.8	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	20.0	40.0	15.0	35.0	50.0
P33	5.8	4.8	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	40.0	15.0	35.0	50.0
P34	5.8	4.8	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	20.0	42.0	15.0	35.0	45.0
P35	5.8	4.8	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	29.5	10.0	30.0	45.0
P36	4.7	3.7	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	20.0	40.0	15.0	35.0	50.0
P37	4.7	3.7	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	20.0	40.0	15.0	35.0	50.0
P38	5.8	4.8	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	29.5	10.0	30.0	50.0
P39	4.7	3.7	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	20.0	40.0	15.0	35.0	50.0
P40	5.8	4.8	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	29.5	10.0	30.0	45.0
P41	5.8	4.8	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	20.0	40.0	15.0	35.0	50.0
P42	5.8	4.8	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	29.5	10.0	30.0	45.0
P43	4.7	3.7	77.0	23.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	29.5	-	-	-

[表18]

表18

製造 No.	集合組織		金属組織の面積分率										金属組織のサイズ				
	D1 /-	D2 /-	F /%	B /%	F+B /%	FM /%	P /%	Y /%	F.B.M 以外の組織 /%	粗大粒面積率 /%	体積平均径 / μ m	dia / μ m	dis / μ m	La/Lb \leq 5.0 の面積率 /%			
P44	4.7	3.7	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	20.0	40.0	15.0	35.0	50.0			
P45	4.7	3.7	77.0	23.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	29.5	-	-	-			
P46	4.7	3.7	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	20.0	40.0	15.0	35.0	50.0			
P47	5.1	4.1	78.0	1.5	79.5	0.5	20.0	0.0	20.0	12.0	29.5	7.5	27.0	51.0			
P48	4.7	3.7	21.5	2.0	23.5	71.0	0.0	5.5	5.5	12.0	29.5	15.0	27.0	51.0			
P49	5.1	4.1	78.0	1.5	79.5	0.5	20.0	0.0	20.0	12.0	29.5	7.5	27.0	51.0			
P50	4.7	3.7	21.5	2.0	23.5	71.0	0.0	5.5	5.5	12.0	29.5	15.0	27.0	51.0			
P51	5.1	4.1	78.0	1.5	79.5	0.5	20.0	0.0	20.0	12.0	29.5	7.5	27.0	51.0			
P52	4.7	3.7	21.5	2.0	23.5	71.0	0.0	5.5	5.5	12.0	29.5	15.0	27.0	51.0			
P53	4.7	3.7	21.5	2.0	23.5	71.0	0.0	5.5	5.5	12.0	29.5	15.0	27.0	51.0			
P54	5.1	4.1	78.0	1.5	79.5	0.5	20.0	0.0	20.0	12.0	29.5	7.5	27.0	51.0			
P55	4.7	3.7	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	22.0	41.5	15.5	35.5	50.0			
P56	5.1	4.1	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	22.0	41.5	15.5	35.5	50.0			
P57	5.1	4.1	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	16.0	31.0	10.5	30.5	45.0			
P58	5.1	4.1	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	18.0	34.0	10.5	30.5	51.0			
P59	5.1	4.1	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	22.0	41.5	15.5	35.5	50.0			
P60	5.1	4.1	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	22.0	41.5	15.5	35.5	50.0			
P61	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	22.0	41.5	15.5	35.5	50.0			
P62	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	22.0	41.5	15.5	35.5	50.0			
P63	5.1	4.1	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	16.0	31.0	10.5	30.5	50.0			
P64	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	22.0	41.5	15.5	35.5	50.0			
P65	5.1	4.1	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	16.0	31.0	10.5	30.5	45.0			
P66	5.1	4.1	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	22.0	41.5	15.5	35.5	50.0			
P67	5.1	4.1	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	16.0	31.0	10.5	30.5	45.0			
P68	4.0	3.0	77.0	23.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	-	-	-			
P69	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	22.0	41.5	15.5	35.5	50.0			
P70	4.0	3.0	77.0	23.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	-	-	-			
P71	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	22.0	41.5	15.5	35.5	50.0			
P72	5.1	4.1	78.0	1.5	79.5	0.5	20.0	0.0	20.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P73	4.0	3.0	21.5	2.0	23.5	71.0	0.0	5.5	5.5	14.0	31.0	15.5	27.5	51.0			
P74	5.1	4.1	78.0	1.5	79.5	0.5	20.0	0.0	20.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P75	4.0	3.0	21.5	2.0	23.5	71.0	0.0	5.5	5.5	14.0	31.0	15.5	27.5	51.0			
P76	5.1	4.1	78.0	1.5	79.5	0.5	20.0	0.0	20.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P77	4.0	3.0	21.5	2.0	23.5	71.0	0.0	5.5	5.5	14.0	31.0	15.5	27.5	51.0			
P78	4.0	3.0	21.5	2.0	23.5	71.0	0.0	5.5	5.5	14.0	31.0	15.5	27.5	51.0			
P79	5.1	4.1	78.0	1.5	79.5	0.5	20.0	0.0	20.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P80	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P81	4.7	3.7	76.5	23.3	99.8	0.2	0.0	0.0	0.0	12.0	29.5	7.5	27.0	51.0			
P82	4.7	3.7	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	12.0	29.5	7.5	27.0	51.0			
P83	4.7	3.7	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	12.0	29.5	7.5	27.0	51.0			
P84	4.7	3.7	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	12.0	29.5	7.5	27.0	51.0			
P85	4.7	3.7	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	12.0	29.5	7.5	27.0	51.0			
P86	4.7	3.7	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	12.0	29.5	7.5	27.0	51.0			

[表19]

表19

製造 No.	集合組織		金属組織の面積分率										金属組織のサイズ				
	D1 /-	D2 /-	F /%	B /%	F+B /%	PM /%	P /%	γ /%	FBM 以外の組織 /%	粗大粒面積率 /%	体積平均径 /μm	dia /μm	dis /μm	La/LB≤5.0 の面積率 /%			
P87	4.7	3.7	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	12.0	29.5	7.5	27.0	51.0			
P88	4.7	3.7	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	12.0	29.5	7.5	27.0	51.0			
P89	熱間圧延中に割れ発生																
P90	4.7	3.7	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	12.0	29.5	7.5	27.0	51.0			
P91	4.7	3.7	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	12.0	29.5	7.5	27.0	51.0			
P92	4.7	3.7	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	12.0	29.5	7.5	27.0	51.0			
P93	4.7	3.7	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	12.0	29.5	7.5	27.0	51.0			
P94	4.7	3.7	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	12.0	29.5	7.5	27.0	51.0			
P95	4.7	3.7	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	12.0	29.5	7.5	27.0	51.0			
P96	4.7	3.7	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	12.0	29.5	7.5	27.0	51.0			
P97	5.8	4.8	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	12.0	29.5	7.5	27.0	51.0			
P98	5.8	4.8	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	12.0	29.5	7.5	27.0	51.0			
P99	5.8	4.8	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	12.0	29.5	7.5	27.0	51.0			
P100	4.7	3.7	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	12.0	29.5	7.5	27.0	51.0			
P101	4.7	3.7	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	12.0	29.5	7.5	27.0	51.0			
P102	4.7	3.7	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	12.0	29.5	7.5	27.0	51.0			
P103	4.7	3.7	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	12.0	29.5	7.5	27.0	51.0			
P104	4.7	3.7	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	12.0	29.5	7.5	27.0	51.0			
P105	4.7	3.7	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	12.0	29.5	7.5	27.0	51.0			
P106	4.7	3.7	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	12.0	29.5	7.5	27.0	51.0			
P107	4.7	3.7	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	12.0	29.5	7.5	27.0	51.0			
P108	熱間圧延中に割れ発生																
P109	熱間圧延中に割れ発生																
P110	4.7	3.7	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	12.0	29.5	7.5	27.0	51.0			
P111	4.7	3.7	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	12.0	29.5	7.5	27.0	51.0			
P112	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P113	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P114	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P115	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P116	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P117	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P118	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P119	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P120	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P121	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P122	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P123	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P124	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P125	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P126	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P127	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P128	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P129	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			

[表20]

表20

製造 No.	集合組織		金属組織の面積分率										金属組織のサイズ				
	D1 /-	D2 /-	F /%	B /%	F+B /%	FM /%	P /%	γ /%	FBM 以外の組織 /%	粗大粒面積率 /%	体積平均径 /μm	dia /μm	dis /μm	La/Lb ≤ 5.0 の面積率 /%			
P130	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P131	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P132	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P133	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P134	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P135	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P136	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P137	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P138	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P139	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P140	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P141	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P142	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P143	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P144	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P145	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P146	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P147	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P148	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P149	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P150	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P151	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P152	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P153	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P154	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P155	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P156	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P157	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P158	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P159	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P160	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P161	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P162	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P163	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P164	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P165	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P166	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P167	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P168	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P169	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P170	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P171	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P172	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			

[表21]

表21

製造 No.	集合組織		金属組織の面積分率										金属組織のサイズ				
	D1 /-	D2 /-	F /%	B /%	F+B /%	FM /%	P /%	γ /%	F.B.M 以外の組織 /%	粗大粒面積率 /%	体積平均径 /μm	dia /μm	dis /μm	La/Lb≤50 の面積率 /%			
P173	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P174	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P175	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P176	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P177	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P178	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P179	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P180	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P181	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P182	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P183	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P184	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P185	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P186	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P187	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P188	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P189	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P190	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P191	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P192	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P193	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P194	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P195	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P196	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P197	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P198	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P199	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P200	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P201	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P202	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P203	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P204	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P205	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P206	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P207	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P208	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P209	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P210	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P211	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P212	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P213	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			
P214	4.0	3.0	75.0	22.0	97.0	3.0	0.0	0.0	0.0	14.0	31.0	8.0	27.5	51.0			

[表22]

製造 No.	ランクフォワード値					機械的特性							その他				備考
	rL /-	rC /-	r30 /-	r60 /-	傾きの 標準偏差比 /-	TS /MPa	u-EL /%	EL /%	λ /%	TSx _{u-EL} /MPa%	TSx _{EL} /MPa%	TSxλ /MPa%	d/RmC /-	Rm45/ RmC /-	TS/IM x dis/dia /-		
P1	0.74	0.76	1.44	1.43	0.23	600	15	29	71.0	9000	17400	42600	1.0	1.9	720	実施例	
P2	0.76	0.78	1.42	1.45	0.23	610	16	31	73.0	9760	18910	44530	1.2	1.8	770	実施例	
P3	0.78	0.80	1.40	1.42	0.23	620	17	33	74.0	10540	20460	45880	1.1	1.8	827	実施例	
P4	0.72	0.74	1.46	1.48	0.23	630	18	34	67.0	11340	21420	42210	1.0	2.0	974	実施例	
P5	0.84	0.85	1.35	1.36	0.23	625	18	34	79.0	11250	21250	49375	1.2	1.7	896	実施例	
P6	0.86	0.87	1.33	1.34	0.22	630	19	36	80.0	11970	22680	50400	1.2	1.7	974	実施例	
P7	0.89	0.91	1.29	1.31	0.21	640	20	37	82.0	12800	23680	52480	1.3	1.6	1006	実施例	
P8	0.78	0.80	1.40	1.42	0.21	620	17	33	74.0	10540	20460	45880	1.1	1.8	827	実施例	
P9	0.92	0.92	1.28	1.28	0.18	645	21	39	83.0	13545	25155	53535	1.3	1.6	1034	実施例	
P10	0.84	0.85	1.35	1.36	0.21	620	18	34	79.0	11160	21080	48980	1.2	1.7	889	実施例	
P11	0.86	0.87	1.33	1.34	0.21	640	20	37	81.0	12800	23680	51840	1.2	1.7	1000	実施例	
P12	0.76	0.77	1.43	1.44	0.21	620	17	33	72.0	10540	20460	44640	1.1	1.9	827	実施例	
P13	0.92	0.92	1.28	1.28	0.18	580	25	45	85.0	14500	26100	49300	1.4	1.5	1421	実施例	
P14	0.92	0.92	1.28	1.28	0.18	900	13	16	75.0	11700	14400	67500	1.6	1.3	2163	実施例	
P15	0.92	0.92	1.28	1.28	0.18	1220	8	12	35.0	9760	14640	42700	1.1	1.6	508	実施例	
P16	0.90	0.92	1.28	1.29	0.18	655	23	42	81.0	15065	27510	53055	1.3	1.6	1263	実施例	
P17	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	12	26	80.0	7080	15340	47200	1.2	1.7	676	実施例	
P18	0.95	0.96	1.24	1.25	0.23	560	13	25	81.0	7280	14000	45360	1.3	1.6	615	実施例	
P19	0.98	1.00	1.20	1.22	0.23	600	14	28	88.0	8400	16800	52800	1.4	1.5	809	実施例	
P20	1.00	1.01	1.19	1.20	0.22	610	15	29	89.0	9150	17690	54290	1.4	1.4	881	実施例	
P21	1.04	1.04	1.16	1.16	0.21	620	16	31	91.0	9920	19220	56420	1.5	1.4	909	実施例	
P22	0.92	0.94	1.26	1.28	0.21	600	13	27	85.0	7800	16200	51000	1.3	1.6	757	実施例	
P23	1.06	1.07	1.13	1.14	0.18	625	17	33	94.0	10625	20825	58750	1.5	1.3	932	実施例	
P24	0.98	1.00	1.20	1.22	0.21	600	14	28	88.0	8400	16800	52800	1.4	1.5	809	実施例	
P25	1.00	1.01	1.19	1.20	0.21	620	16	31	90.0	9920	19220	55800	1.4	1.4	904	実施例	
P26	0.90	0.92	1.28	1.29	0.21	600	13	27	81.0	7800	16200	48600	1.3	1.6	757	実施例	
P27	1.06	1.07	1.13	1.14	0.18	560	21	39	94.0	11760	21840	52640	1.6	1.3	1273	実施例	
P28	1.06	1.07	1.13	1.14	0.18	880	14	18	104.0	12320	14080	91520	1.8	1.0	1968	実施例	
P29	1.06	1.07	1.13	1.14	0.18	1200	8	12	35.0	9600	14400	42000	1.3	1.5	500	実施例	
P30	1.08	1.09	1.11	1.12	0.18	615	16	31	94.5	9840	19065	58118	1.5	1.3	895	実施例	
P31	0.52	0.56	1.66	1.68	0.23	460	9	24	55.0	4140	1040	25300	0.7	2.4	358	比較例	
P32	0.52	0.56	1.66	1.69	0.24	460	9	24	55.0	4140	1040	25300	0.7	2.4	358	比較例	
P33	0.52	0.56	1.66	1.69	0.23	460	9	24	55.0	4140	1040	25300	0.7	2.4	358	比較例	
P34	0.52	0.56	1.66	1.69	0.23	470	9	24	55.0	4230	11280	25850	0.7	2.4	366	比較例	
P35	0.52	0.56	1.66	1.69	0.23	470	9	24	55.0	4230	11280	25850	0.7	2.4	470	比較例	
P36	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	460	9	24	65.0	4140	1040	29900	1.0	2.4	358	比較例	
P37	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	460	9	24	65.0	4140	1040	29900	1.0	2.4	358	比較例	
P38	0.52	0.56	1.66	1.69	0.23	490	9	24	55.0	4410	11760	26950	0.7	2.4	490	比較例	
P39	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	460	9	24	65.0	4140	1040	29900	1.0	2.4	358	比較例	
P40	0.52	0.56	1.66	1.69	0.23	470	9	24	55.0	4230	11280	25850	0.7	2.4	470	比較例	
P41	0.52	0.56	1.66	1.69	0.23	460	9	24	55.0	4140	1040	25300	0.7	2.4	358	比較例	
P42	0.52	0.56	1.66	1.69	0.23	470	9	24	55.0	4230	11280	25850	0.7	2.4	470	比較例	
P43	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	430	7	21	66.0	3010	9030	28380	1.0	2.0	-	比較例	

[表23]

製造 No.	ランクフォード値				機械的特性							その他				備考
	rL /-	rC /-	r30 /-	r60 /-	硬さの標準偏差比 /-	TS /MPa	u-EL /%	EL /%	λ /%	TS×u-EL /MPa%	TS×EL /MPa%	TS×λ /MPa%	d/RmC /-	Rm45/RmC /-	TS/RM x dis/dia /-	
P44	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	460	9	24	65.0	4140	11040	29900	1.0	2.4	358	比較例
P45	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	430	7	21	66.0	3010	9030	28380	1.0	2.0	-	比較例
P46	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	460	9	24	65.0	4140	11040	29900	1.0	2.4	358	比較例
P47	0.68	0.66	1.52	1.54	0.23	500	8	22	55.0	4000	11000	27500	0.7	2.4	3600	比較例
P48	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	1290	1	10	65.0	1290	12900	83850	1.0	2.4	33	比較例
P49	0.68	0.66	1.52	1.54	0.23	500	8	22	55.0	4000	11000	27500	0.7	2.4	3600	比較例
P50	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	1290	1	10	65.0	1290	12900	83850	1.0	2.4	33	比較例
P51	0.68	0.66	1.52	1.54	0.23	500	8	22	55.0	4000	11000	27500	0.7	2.4	3600	比較例
P52	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	1290	1	10	65.0	1290	12900	83850	1.0	2.4	33	比較例
P53	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	1290	1	10	65.0	1290	12900	83850	1.0	2.4	33	比較例
P54	0.68	0.66	1.52	1.54	0.23	500	8	22	55.0	4000	11000	27500	0.7	2.4	3600	比較例
P55	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	430	8	22	65.0	3440	9460	27950	1.0	2.4	516	比較例
P56	0.68	0.66	1.52	1.54	0.23	440	5	19	64.0	2200	8360	28160	0.9	2.2	336	比較例
P57	0.68	0.66	1.52	1.54	0.24	440	5	19	64.0	2200	8360	28160	0.9	2.2	336	比較例
P58	0.68	0.66	1.52	1.54	0.23	450	7	21	64.0	3150	9450	28800	0.9	2.2	344	比較例
P59	0.68	0.66	1.52	1.54	0.23	450	7	21	64.0	3150	9450	28800	0.9	2.2	436	比較例
P60	0.88	0.66	1.52	1.54	0.23	430	8	22	64.0	3440	9460	27520	0.9	2.2	416	比較例
P61	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	440	7	21	75.0	3080	9240	33000	1.1	1.8	336	比較例
P62	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	440	7	21	75.0	3080	9240	33000	1.1	1.8	336	比較例
P63	0.68	0.66	1.52	1.54	0.23	470	5	19	64.0	2350	8930	30080	0.9	2.2	455	比較例
P64	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	440	7	21	75.0	3080	9240	33000	1.1	1.8	336	比較例
P65	0.68	0.66	1.52	1.54	0.23	450	7	21	64.0	3150	9450	28800	0.9	2.2	436	比較例
P66	0.68	0.66	1.52	1.54	0.23	440	5	19	64.0	2200	8360	28160	0.9	2.2	336	比較例
P67	0.68	0.66	1.52	1.54	0.23	450	7	21	64.0	3150	9450	28800	0.9	2.2	436	比較例
P68	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	410	3	17	75.0	1230	6970	30750	1.2	1.8	-	比較例
P69	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	440	7	21	75.0	3080	9240	33000	1.1	1.8	336	比較例
P70	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	410	3	17	75.0	1230	6970	30750	1.2	1.8	-	比較例
P71	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	440	7	21	75.0	3080	9240	33000	1.1	1.8	336	比較例
P72	0.68	0.66	1.52	1.54	0.23	480	4	18	55.0	1920	8640	26400	0.9	2.2	3300	比較例
P73	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	1270	1	10	65.0	1270	12700	82550	1.2	1.7	32	比較例
P74	0.68	0.66	1.52	1.54	0.23	480	4	18	55.0	1920	8640	26400	0.9	2.2	3300	比較例
P75	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	1270	1	10	65.0	1270	12700	82550	1.2	1.7	32	比較例
P76	0.68	0.66	1.52	1.54	0.23	480	4	18	55.0	1920	8640	26400	0.9	2.2	3300	比較例
P77	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	1270	1	10	65.0	1270	12700	82550	1.2	1.7	32	比較例
P78	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	1270	1	10	65.0	1270	12700	82550	1.2	1.7	32	比較例
P79	0.68	0.66	1.52	1.54	0.23	480	4	18	55.0	1920	8640	26400	0.9	2.2	3300	比較例
P80	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	410	4	18	65.0	1640	7380	26650	1.2	1.7	470	比較例
P81	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	410	7	21	66.0	2870	8610	27060	1.0	2.0	7380	比較例
P82	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	850	8	22	62.0	6800	18700	52700	1.0	2.3	1020	比較例
P83	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	430	15	29	71.0	6450	12470	30530	1.0	1.9	516	比較例
P84	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	850	8	22	62.0	6800	18700	52700	1.0	2.3	1020	比較例
P85	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	430	15	29	71.0	6450	12470	30530	1.0	1.9	516	比較例
P86	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	850	8	22	62.0	6800	18700	52700	1.0	2.3	1020	比較例

[表24]

製造 No.	ランクフォワード値				機械的特性							その他					備考
	rL /-	rC /-	r30 /-	r60 /-	硬さの標準偏差比 /-	TS /MPa	u-EL /%	EL /%	λ /%	TS×u-EL /MPa%	TS×EL /MPa%	TS×λ /MPa%	d/RmC /-	Rm45/RmC /-	TS/IM x dis/dia /-		
P87	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	590	8	22	62.0	4720	12980	36580	1.0	2.3	708	比較例	
P88	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	590	11	29	62.0	6490	17110	36580	1.0	1.8	708	比較例	
P89	熱間圧延中に割れ発生																
P90	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	590	8	22	62.0	4720	12980	36580	1.0	2.3	708	比較例	
P91	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	590	8	22	62.0	4720	12980	36580	1.0	2.3	708	比較例	
P92	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	590	8	22	62.0	4720	12980	36580	1.0	2.3	708	比較例	
P93	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	850	8	22	62.0	6800	18700	52700	1.0	2.3	1020	比較例	
P94	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	850	8	22	62.0	6800	18700	52700	1.0	2.3	1020	比較例	
P95	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	850	8	22	62.0	6800	18700	52700	1.0	2.3	1020	比較例	
P96	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	850	8	22	62.0	6800	18700	52700	1.0	2.3	1020	比較例	
P97	0.52	0.56	1.66	1.69	0.23	790	8	22	55.0	6320	17380	43450	0.7	2.4	948	比較例	
P98	0.52	0.56	1.66	1.69	0.23	830	8	22	55.0	6640	18260	46640	0.7	2.4	996	比較例	
P99	0.52	0.56	1.66	1.69	0.23	790	8	22	55.0	6320	17380	43450	0.7	2.4	948	比較例	
P100	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	850	8	22	62.0	6800	18700	52700	1.0	2.3	1020	比較例	
P101	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	850	8	22	62.0	6800	18700	52700	1.0	2.3	1020	比較例	
P102	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	590	8	22	62.0	4720	12980	36580	1.0	2.3	708	比較例	
P103	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	590	8	22	62.0	4720	12980	36580	1.0	2.3	708	比較例	
P104	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	850	8	22	62.0	6800	18700	52700	1.0	2.3	1020	比較例	
P105	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	590	8	22	62.0	4720	12980	36580	1.0	2.3	708	比較例	
P106	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	850	8	22	62.0	6800	18700	52700	1.0	2.3	1020	比較例	
P107	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	850	8	22	62.0	6800	18700	52700	1.0	2.3	1020	比較例	
P108	熱間圧延中に割れ発生																
P109	熱間圧延中に割れ発生																
P110	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	590	11	23	62.0	6490	13570	36580	1.0	2.3	708	比較例	
P111	0.74	0.76	1.44	1.45	0.23	590	11	23	62.0	6490	13570	36580	1.0	2.3	708	比較例	
P112	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	467	15	30	66.0	7005	14010	30822	1.4	1.4	535	実施例	
P113	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	489	15	29	65.7	7335	14181	32127	1.4	1.4	560	実施例	
P114	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	511	14	29	65.4	7154	14819	33419	1.3	1.6	586	実施例	
P115	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	585	13	28	64.7	7605	16380	37850	1.3	1.6	670	実施例	
P116	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	632	12	27	64.1	7584	17064	40511	1.2	1.7	724	実施例	
P117	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	711	11	26	63.5	7821	18486	45149	1.2	1.7	815	実施例	
P118	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	746	11	25	63.1	8206	18650	47073	1.1	1.8	855	実施例	
P119	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	759	10	25	62.9	7590	18975	47741	1.1	1.8	870	実施例	
P120	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	840	9	23	62.2	7560	19320	52248	1.0	2.0	963	実施例	
P121	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	471	15	30	70.8	7065	14130	33347	1.4	1.4	540	実施例	
P122	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	482	15	30	70.5	7230	14460	33981	1.4	1.4	552	実施例	
P123	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	550	14	28	68.9	7700	15400	37895	1.3	1.6	630	実施例	
P124	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	670	11	25	65.2	7370	16750	43684	1.2	1.7	768	実施例	
P125	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	842	9	23	62.1	7578	19366	52288	1.0	2.0	965	実施例	
P126	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	467	15	30	70.9	7005	14010	33110	1.4	1.4	535	実施例	
P127	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	475	15	30	70.7	7125	14250	33583	1.4	1.4	544	実施例	
P128	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	521	14	29	69.5	7294	15109	36210	1.3	1.6	597	実施例	
P129	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	615	13	27	67.6	7995	16605	41574	1.3	1.6	705	実施例	

[表25]

製造 No.	ランクフォワード値				機械的特性										その他				備考
	rL /-	rC /-	r30 /-	r60 /-	硬さの 標準偏差比 /-	TS /MPa	u-EL /%	EL /%	λ /%	TSx u-EL /MPa%	TSx EL /MPa%	TSx λ /MPa%	d/RmC /-	Rm45/ RmC /-	TS/√M x dis/dia /-				
P130	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	698	11	25	64.8	7678	17450	45230	1.2	1.7	800	実施例			
P131	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	740	11	25	63.9	8140	18500	47286	1.1	1.8	848	実施例			
P132	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	777	10	24	63.3	7770	18648	49184	1.1	1.8	890	実施例			
P133	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	801	10	24	62.8	8010	19224	50303	1.1	1.8	918	実施例			
P134	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	845	9	23	61.9	7805	19435	52306	1.0	2.0	968	実施例			
P135	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	12	24	60.0	7080	14160	35400	1.2	1.7	676	実施例			
P136	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	13	24	70.0	7670	14160	41300	1.3	1.6	676	実施例			
P137	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	13	24	80.0	7670	14160	47200	1.3	1.6	676	実施例			
P138	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	13	24	80.0	7670	14160	47200	1.3	1.6	676	実施例			
P139	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	12	24	60.0	7080	14160	35400	1.2	1.7	676	実施例			
P140	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	570	14	29	80.0	7980	16530	45600	1.4	1.4	653	実施例			
P141	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	570	13	28	80.0	7410	15960	45600	1.3	1.6	653	実施例			
P142	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	570	13	28	80.0	7410	15960	45600	1.3	1.6	653	実施例			
P143	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	12	27	75.0	7080	15930	44250	1.2	1.7	676	実施例			
P144	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	12	27	75.0	7080	15930	44250	1.2	1.7	676	実施例			
P145	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	13	25	80.0	7670	14750	47200	1.2	1.7	676	実施例			
P146	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	13	24	65.0	7670	14160	38350	1.1	1.8	676	実施例			
P147	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	12	24	65.0	7080	14160	38350	1.1	1.8	676	実施例			
P148	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	13	25	80.0	7670	14750	47200	1.2	1.7	676	実施例			
P149	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	13	24	65.0	7670	14160	38350	1.1	1.8	676	実施例			
P150	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	12	24	65.0	7080	14160	38350	1.1	1.8	676	実施例			
P151	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	13	25	80.0	7670	14750	47200	1.2	1.7	676	実施例			
P152	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	13	24	65.0	7670	14160	38350	1.1	1.8	676	実施例			
P153	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	12	24	65.0	7080	14160	38350	1.1	1.8	676	実施例			
P154	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	12	26	80.0	7080	15940	47200	1.2	1.7	676	実施例			
P155	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	650	12	26	74.0	7800	18900	48100	1.1	1.8	745	実施例			
P156	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	780	11	23	66.0	8580	17940	53040	1.0	2.0	894	実施例			
P157	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	12	26	80.0	7080	15340	47200	1.2	1.7	676	実施例			
P158	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	680	12	26	74.0	8160	17680	50320	1.1	1.8	779	実施例			
P159	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	720	11	23	66.0	7920	16560	48960	1.0	2.0	825	実施例			
P160	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	12	26	80.0	7080	15340	47200	1.2	1.7	676	実施例			
P161	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	640	12	26	75.0	7680	16640	48000	1.1	1.8	733	実施例			
P162	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	780	11	23	70.0	8580	17940	54600	1.1	1.8	894	実施例			
P163	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	780	10	20	58.0	7800	15600	45240	1.0	2.0	894	実施例			
P164	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	12	26	80.0	7080	15340	47200	1.2	1.7	676	実施例			
P165	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	570	13	28	85.0	7410	15960	48450	1.3	1.6	653	実施例			
P166	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	570	13	30	90.0	7410	15960	48450	1.3	1.6	653	実施例			
P167	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	12	26	80.0	7080	15340	47200	1.2	1.7	676	実施例			
P168	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	570	13	27	85.0	7410	15390	48450	1.3	1.6	653	実施例			
P169	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	570	13	30	90.0	7410	17100	51300	1.4	1.4	653	実施例			
P170	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	12	26	80.0	7080	15340	47200	1.2	1.7	676	実施例			
P171	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	570	13	27	85.0	7410	15390	48450	1.3	1.6	653	実施例			
P172	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	570	13	29	89.0	7410	16530	50730	1.3	1.6	653	実施例			

[表26]

製造 No.	ラングフェード値				機械的特性										その他				備考
	rL /-	rC /-	r30 /-	r60 /-	硬さの 標準偏差比 /-	TS /MPa	u-EL /%	EL /%	λ /%	TS×u-EL /MPa%	TS×EL /MPa%	TS×λ /MPa%	d/RmC /-	Rm45/ RmC /-	TS/RM × dis/dia /-				
P173	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	12	26	80.0	7080	15340	47200	1.2	1.7	676	実施例			
P174	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	640	12	26	80.0	7680	16640	51200	1.1	1.8	733	実施例			
P175	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	720	10	20	75.0	7200	14400	54000	1.0	2.0	825	実施例			
P176	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	12	26	80.0	7080	15340	47200	1.2	1.7	676	実施例			
P177	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	645	12	26	80.0	7140	16770	51600	1.1	1.8	733	実施例			
P178	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	720	10	20	75.0	7200	14400	54000	1.0	2.0	825	実施例			
P179	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	12	26	80.0	7080	15340	47200	1.2	1.7	676	実施例			
P180	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	650	12	26	80.0	7800	16900	52000	1.1	1.8	745	実施例			
P181	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	720	10	20	75.0	7200	14400	54000	1.0	2.0	825	実施例			
P182	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	12	26	80.0	7080	15340	47200	1.2	1.7	676	実施例			
P183	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	640	12	26	80.0	7680	16640	51200	1.1	1.8	733	実施例			
P184	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	710	10	20	75.0	7100	14200	53250	1.0	2.0	814	実施例			
P185	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	12	26	80.0	7080	15340	47200	1.2	1.7	676	実施例			
P186	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	640	12	26	80.0	7680	16640	51200	1.1	1.8	733	実施例			
P187	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	780	10	20	75.0	7800	15600	58500	1.0	2.0	894	実施例			
P188	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	12	26	80.0	7080	15340	47200	1.2	1.7	676	実施例			
P189	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	640	12	26	80.0	7680	16640	51200	1.1	1.8	733	実施例			
P190	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	12	26	80.0	7080	15340	47200	1.2	1.7	676	実施例			
P191	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	670	12	26	80.0	8040	17420	53600	1.2	1.7	768	実施例			
P192	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	750	11	23	80.0	8250	17250	60000	1.2	1.7	859	実施例			
P193	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	12	26	75.0	8880	17940	58500	1.1	1.8	894	実施例			
P194	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	680	12	26	80.0	8160	17680	54400	1.2	1.7	779	実施例			
P195	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	780	11	23	80.0	8580	17940	62400	1.1	1.8	894	実施例			
P196	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	12	26	80.0	7080	15340	47200	1.2	1.7	676	実施例			
P197	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	640	12	26	80.0	7680	16640	51200	1.2	1.7	733	実施例			
P198	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	700	11	23	75.0	7700	16100	52500	1.1	1.8	802	実施例			
P199	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	760	10	20	75.0	7600	15200	57000	1.0	2.0	871	実施例			
P200	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	12	26	80.0	7080	15340	47200	1.2	1.7	676	実施例			
P201	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	640	12	26	80.0	7680	16640	51200	1.2	1.7	733	実施例			
P202	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	12	26	80.0	7080	15340	47200	1.2	1.7	676	実施例			
P203	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	640	12	26	80.0	7680	16640	51200	1.2	1.7	733	実施例			
P204	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	640	11	24	85.0	7040	15360	41600	1.1	1.8	733	実施例			
P205	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	12	26	80.0	7080	15340	47200	1.2	1.7	676	実施例			
P206	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	12	26	80.0	7080	15340	47200	1.2	1.7	676	実施例			
P207	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	12	26	80.0	7080	15340	47200	1.2	1.7	676	実施例			
P208	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	640	11	24	85.0	7040	15360	41600	1.1	1.8	733	実施例			
P209	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	12	26	80.0	7080	15340	47200	1.2	1.7	676	実施例			
P210	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	12	26	80.0	7080	15340	47200	1.2	1.7	676	実施例			
P211	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	640	11	23	85.0	7040	14720	41600	1.0	2.0	733	実施例			
P212	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	12	26	80.0	7080	15340	47200	1.2	1.7	676	実施例			
P213	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	590	12	26	80.0	7080	15340	47200	1.2	1.7	676	実施例			
P214	0.89	0.91	1.29	1.31	0.23	640	11	23	85.0	7040	14720	41600	1.0	2.0	733	実施例			

産業上の利用可能性

[0162] 本発明によれば、高強度でかつ、均一変形能及び局部変形能の両方の特性が同時に優れ、ランクフォード値にも優れる冷延鋼板を得ることができるので、産業上の利用可能性が高い。

請求の範囲

[請求項1]

鋼板の化学組成が、質量%で、

C : 0.01%以上かつ0.4%以下、

Si : 0.001%以上かつ2.5%以下、

Mn : 0.001%以上かつ4.0%以下、

Al : 0.001%以上かつ2.0%以下、

を含有し、

P : 0.15%以下、

S : 0.03%以下、

N : 0.01%以下、

O : 0.01%以下

に制限し、残部が鉄および不可避免的不純物からなり；

前記鋼板の表面から5/8～3/8の板厚範囲である板厚中央部では、 $\{100\} \langle 011 \rangle$ 、 $\{116\} \langle 110 \rangle$ 、 $\{114\} \langle 110 \rangle$ 、 $\{112\} \langle 110 \rangle$ 、 $\{223\} \langle 110 \rangle$ の各結晶方位の極密度の相加平均で表される極密度である $\{100\} \langle 011 \rangle \sim \{223\} \langle 110 \rangle$ 方位群の平均極密度が1.0以上かつ5.0以下であり、かつ、 $\{332\} \langle 113 \rangle$ の結晶方位の極密度が1.0以上かつ4.0以下であり；

圧延方向に対して直角方向のランクフォード値である r_C が0.70以上かつ1.50以下であり、かつ、前記圧延方向に対して 30° をなす方向のランクフォード値である r_{30} が0.70以上かつ1.50以下であり；

前記鋼板の金属組織に、複数の結晶粒が存在し、この金属組織が、面積率で、フェライトとベイナイトとを合わせて30%以上かつ99%以下、マルテンサイトを1%以上かつ70%以下含む；
ことを特徴とする冷延鋼板。

[請求項2]

前記鋼板の化学組成では、更に、質量%で、

Ti : 0.001%以上かつ0.2%以下、
Nb : 0.001%以上かつ0.2%以下、
B : 0.0001%以上かつ0.005%以下、
Mg : 0.0001%以上かつ0.01%以下、
Rare Earth Metal : 0.0001%以上かつ0.1%以下、
Ca : 0.0001%以上かつ0.01%以下、
Mo : 0.001%以上かつ1.0%以下、
Cr : 0.001%以上かつ2.0%以下、
V : 0.001%以上かつ1.0%以下、
Ni : 0.001%以上かつ2.0%以下、
Cu : 0.001%以上かつ2.0%以下、
Zr : 0.0001%以上かつ0.2%以下、
W : 0.001%以上かつ1.0%以下、
As : 0.0001%以上かつ0.5%以下、
Co : 0.0001%以上かつ1.0%以下、
Sn : 0.0001%以上かつ0.2%以下、
Pb : 0.0001%以上かつ0.2%以下、
Y : 0.001%以上かつ0.2%以下、
Hf : 0.001%以上かつ0.2%以下

の1種以上を含有することを特徴とする請求項1に記載の冷延鋼板

。

[請求項3] 前記結晶粒の体積平均径が $5\mu\text{m}$ 以上かつ $30\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項1または2に記載の冷延鋼板。

[請求項4] 前記 $\{100\} \langle 011 \rangle \sim \{223\} \langle 110 \rangle$ 方位群の平均極密度が1.0以上かつ4.0以下であり、前記 $\{332\} \langle 113 \rangle$ の結晶方位の極密度が1.0以上かつ3.0以下であることを特徴とする請求項1または2に記載の冷延鋼板。

[請求項5] 前記圧延方向のランクフォード値である r_L が 0.70 以上かつ 1.50 以下であり、かつ、圧延方向に対して 60° をなす方向のランクフォード値である r_{60} が 0.70 以上かつ 1.50 以下であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の冷延鋼板。

[請求項6] 前記マルテンサイトの面積率を単位面積%で f_M 、前記マルテンサイトの平均サイズを単位 μm で d_{ia} 、前記マルテンサイト間の平均距離を単位 μm で d_{is} 、前記鋼板の引張強度を単位 MPa で T_S としたとき、下記の式 1 及び式 2 を満たすことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の冷延鋼板。

$$d_{ia} \leq 13 \mu m \quad \dots \text{(式 1)}$$

$$T_S / f_M \times d_{is} / d_{ia} \geq 500 \quad \dots \text{(式 2)}$$

[請求項7] 前記マルテンサイトの面積率を単位面積%で f_M とし、前記マルテンサイトの長軸を L_a 及び短軸を L_b としたとき、下記の式 3 を満たす前記マルテンサイトの面積率が、前記マルテンサイト面積率 f_M に対して 50% 以上かつ 100% 以下であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の冷延鋼板。

$$L_a / L_b \leq 5.0 \quad \dots \text{(式 3)}$$

[請求項8] 前記金属組織が、面積率で、前記ベイナイトを 5% 以上かつ 80% 以下含むことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の冷延鋼板。

[請求項9] 前記マルテンサイトに焼き戻しマルテンサイトが含まれることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の冷延鋼板。

[請求項10] 前記鋼板の前記金属組織中の前記結晶粒のうち、粒径が $35 \mu m$ を超える粗大結晶粒の面積率が 0% 以上 10% 以下であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の冷延鋼板。

[請求項11] 主相である前記フェライトまたは前記ベイナイトに対して 100 点以上の点について硬さの測定を行った場合に、前記硬さの標準偏差を前記硬さの平均値で除した値が 0.2 以下であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の冷延鋼板。

[請求項12] 前記鋼板の表面に、溶融亜鉛めっき層または合金化溶融亜鉛めっき層を備えることを特徴とする請求項1または2に記載の冷延鋼板。

[請求項13] 質量%で、

C : 0.01%以上かつ0.4%以下、

Si : 0.001%以上かつ2.5%以下、

Mn : 0.001%以上かつ4.0%以下、

Al : 0.001%以上、2.0%以下

を含有し、

P : 0.15%以下、

S : 0.03%以下、

N : 0.01%以下、

O : 0.01%以下

に制限し、残部が鉄および不可避免的不純物からなる化学組成を有する鋼に対して、1000℃以上かつ1200℃以下の温度範囲で、40%以上の圧下率のパスを少なくとも1回以上含む第1の熱間圧延を行い、前記鋼の平均オーステナイト粒径を200μm以下とし；

下記の式4により算出される温度を単位℃で T_1 とし、下記の式5により算出されるフェライト変態温度を単位℃で A_{r_3} とした場合、 $T_1 + 30℃$ 以上かつ $T_1 + 200℃$ 以下の温度範囲に30%以上の圧下率の大圧下パスを含み、 $T_1 + 30℃$ 以上かつ $T_1 + 200℃$ 以下の温度範囲での累積圧下率が50%以上であり、 A_{r_3} 以上かつ $T_1 + 30℃$ 未満の温度範囲での累積圧下率が30%以下に制限され、圧延終了温度が A_{r_3} 以上である第2の熱間圧延を前記鋼に対して行い；

前記大圧下パスのうちの最終パスの完了から冷却開始までの待ち時間を単位秒で t としたとき、この待ち時間 t が下記の式6を満たし、平均冷却速度が50℃/秒以上であり、冷却開始時の鋼温度と冷却終了時の鋼温度との差である冷却温度変化が40℃以上かつ140℃以

下であり、前記冷却終了時の鋼温度が $T_1 + 100^\circ\text{C}$ 以下である一次冷却を、前記鋼に対して行い；

前記第2の熱間圧延の終了後に、室温 $^\circ\text{C}$ 以上かつ 600°C 以下の温度範囲まで、前記鋼を二次冷却し；

室温 $^\circ\text{C}$ 以上かつ 600°C 以下の温度範囲で前記鋼を巻き取り；

前記鋼を酸洗し；

30%以上かつ70%以下の圧延率で前記鋼を冷間圧延し；

前記鋼を、 750°C 以上かつ 900°C 以下の温度範囲内に加熱して、1秒以上かつ1000秒以下保持し；

$1^\circ\text{C}/\text{秒}$ 以上かつ $12^\circ\text{C}/\text{秒}$ 以下の平均冷却速度で、 580°C 以上かつ 720°C 以下の温度範囲まで、前記鋼を三次冷却し；

$4^\circ\text{C}/\text{秒}$ 以上かつ $300^\circ\text{C}/\text{秒}$ 以下の平均冷却速度で、 200°C 以上かつ 600°C 以下の温度範囲まで、前記鋼を四次冷却し；

過時効処理温度を単位 $^\circ\text{C}$ で T_2 とし、この過時効処理温度 T_2 に依存する過時効処理保持時間を単位秒で t_2 としたとき、前記鋼を、過時効処理として、前記過時効処理温度 T_2 が 200°C 以上かつ 600°C 以下の温度範囲内で、かつ、前記過時効処理保持時間 t_2 が下記の式8を満たすように保持する；

ことを特徴とする冷延鋼板の製造方法。

$$T_1 = 850 + 10 \times ([C] + [N]) \times [Mn] \quad \dots \quad (\text{式4})$$

ここで、 $[C]$ 、 $[N]$ 及び $[Mn]$ は、それぞれ、C、N 及び Mn の質量百分率である。

$$Ar_3 = 879.4 - 516.1 \times [C] - 65.7 \times [Mn] + 38.0 \times [Si] + 274.7 \times [P] \quad \dots \quad (\text{式5})$$

なお、この式5で、 $[C]$ 、 $[Mn]$ 、 $[Si]$ 、及び $[P]$ は、それぞれ、C、Mn、Si 及び P の質量百分率である。

$$t \leq 2.5 \times t_1 \quad \dots \quad (\text{式6})$$

ここで、 t_1 は下記の式7で表される。

$$t_1 = 0.001 \times ((T_f - T_1) \times P_1 / 100)^2 - 0.109 \times ((T_f - T_1) \times P_1 / 100) + 3.1 \dots \text{(式7)}$$

ここで、 T_f は前記最終パス完了時の前記鋼の摂氏温度であり、 P_1 は前記最終パスでの圧下率の百分率である。

$$\log(t_2) \leq 0.0002 \times (T_2 - 425)^2 + 1.18 \dots \text{(式8)}$$

[請求項14]

前記鋼は、前記化学組成として、更に、質量%で、

Ti : 0.001%以上かつ0.2%以下、

Nb : 0.001%以上かつ0.2%以下、

B : 0.0001%以上かつ0.005%以下、

Mg : 0.0001%以上かつ0.01%以下、

Rare Earth Metal : 0.0001%以上かつ0.1%以下、

Ca : 0.0001%以上かつ0.01%以下、

Mo : 0.001%以上かつ1.0%以下、

Cr : 0.001%以上かつ2.0%以下、

V : 0.001%以上かつ1.0%以下、

Ni : 0.001%以上かつ2.0%以下、

Cu : 0.001%以上かつ2.0%以下、

Zr : 0.0001%以上かつ0.2%以下、

W : 0.001%以上かつ1.0%以下、

As : 0.0001%以上かつ0.5%以下、

Co : 0.0001%以上かつ1.0%以下、

Sn : 0.0001%以上かつ0.2%以下、

Pb : 0.0001%以上かつ0.2%以下、

Y : 0.001%以上かつ0.2%以下、

Hf : 0.001%以上かつ0.2%以下

の1種以上を含有し、前記式4により算出される温度の代わりに下記の式9により算出される温度を前記T1とすることを特徴とする請求項13に記載の冷延鋼板の製造方法。

$$T1 = 850 + 10 \times ([C] + [N]) \times [Mn] + 350 \times [Nb] + 250 \times [Ti] + 40 \times [B] + 10 \times [Cr] + 100 \times [Mo] + 100 \times [V] \quad \dots \text{(式9)}$$

ここで、[C]、[N]、[Mn]、[Nb]、[Ti]、[B]、[Cr]、[Mo]及び[V]は、それぞれ、C、N、Mn、Nb、Ti、B、Cr、Mo及びVの質量百分率である。

[請求項15] 前記待ち時間tが、さらに下記の式10を満たすことを特徴とする請求項13または14に記載の冷延鋼板の製造方法。

$$0 \leq t < t1 \quad \dots \text{(式10)}$$

[請求項16] 前記待ち時間tが、さらに下記の式11を満たすことを特徴とする請求項13または14に記載の冷延鋼板の製造方法。

$$t1 \leq t \leq t1 \times 2.5 \quad \dots \text{(式11)}$$

[請求項17] 前記第1の熱間圧延で、40%以上の圧下率である圧下を少なくとも2回以上行い、前記平均オーステナイト粒径を100μm以下とすることを特徴とする請求項13または14に記載の冷延鋼板の製造方法。

[請求項18] 前記第2の熱間圧延の終了後、3秒以内に、前記二次冷却を開始することを特徴とする請求項13または14に記載の冷延鋼板の製造方法。

[請求項19] 前記第2の熱間圧延で、各パス間の前記鋼の温度上昇を18℃以下とすることを特徴とする請求項13または14に記載の冷延鋼板の製造方法。

[請求項20] 前記一次冷却を圧延スタンド間で行うことを特徴とする請求項13または14に記載の冷延鋼板の製造方法。

- [請求項21] T 1 + 3 0 °C以上かつ T 1 + 2 0 0 °C以下の温度範囲での圧延の最終パスが前記大圧下パスであることを特徴とする請求項 1 3 または 1 4 に記載の冷延鋼板の製造方法。
- [請求項22] 前記二次冷却では、1 0 °C / 秒以上かつ 3 0 0 °C / 秒以下の平均冷却速度で、前記鋼を冷却することを特徴とする請求項 1 3 または 1 4 に記載の冷延鋼板の製造方法。
- [請求項23] 前記過時効処理後に、溶融亜鉛めっきを施すことを特徴とする請求項 1 3 または 1 4 に記載の冷延鋼板の製造方法。
- [請求項24] 前記過時効処理後に、溶融亜鉛めっきを施し；
前記溶融亜鉛めっき後に、4 5 0 °C以上かつ 6 0 0 °C以下の温度範囲内で熱処理を行う；
ことを特徴とする請求項 1 3 または 1 4 に記載の冷延鋼板の製造方法。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/063261

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C38/00(2006.01)i, C21D9/46(2006.01)i, C22C38/06(2006.01)i, C22C38/60(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, C21D9/46, C22C38/06, C22C38/60

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 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

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.
P, A	WO 2012/014926 A1 (Nippon Steel Corp.), 02 February 2012 (02.02.2012), entire text (Family: none)	1-24
A	JP 2009-13478 A (Nippon Steel Corp.), 22 January 2009 (22.01.2009), claims; tables 1 to 5 (Family: none)	1-24
A	JP 2007-291514 A (JFE Steel Corp.), 08 November 2007 (08.11.2007), claims; tables 2 to 6 (Family: none)	1-24

 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
08 August, 2012 (08.08.12)Date of mailing of the international search report
21 August, 2012 (21.08.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/063261

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 2006-22349 A (Nippon Steel Corp.), 26 January 2006 (26.01.2006), claims; tables 1 to 5 (Family: none)	1-24

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. C22C38/00(2006.01)i, C21D9/46(2006.01)i, C22C38/06(2006.01)i, C22C38/60(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 (IPC))
 Int.Cl. C22C38/00, C21D9/46, C22C38/06, C22C38/60

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
 日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2012年
 日本国実用新案登録公報 1996-2012年
 日本国登録実用新案公報 1994-2012年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
P, A	WO 2012/014926 A1 (新日本製鐵株式会社) 2012. 02. 02, 全文 (ファミリーなし)	1-24
A	JP 2009-13478 A (新日本製鐵株式会社) 2009. 01. 22, 【特許請求の範囲】 , 【表 1】 - 【表 5】 (ファミリーなし)	1-24
A	JP 2007-291514 A (J F E スチール株式会社) 2007. 11. 08, 【特許請求の範囲】 , 【表 2】 - 【表 6】 (ファミリーなし)	1-24

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。

<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</p>	<p>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</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

国際調査を完了した日 08. 08. 2012	国際調査報告の発送日 21. 08. 2012
----------------------------	----------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号 100-8915 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) 田口 裕健	4 K	4 6 6 3
	電話番号 03-3581-1101 内線 3435		

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2006-22349 A (新日本製鐵株式会社) 2006. 01. 26, 【特許請求の範囲】 , 【表 1】 - 【表 5】 (ファミリーなし)	1-24