(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
2020年12月30日(30.12.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/262652 A1

(51) 国際特許分類:
C21D 9/46 (2006.01) *C22C 38/60* (2006.01)
C22C 38/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/025353

(22) 国際出願日： 2020年6月26日(26.06.2020)

(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 2019-121094 2019年6月28日(28.06.2019) JP

(71) 出願人: 日本製鉄株式会社(**NIPPON STEEL CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目６番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 中野 克哉(**NAKANO, Katsuya**); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目６番１号 日本製鉄株式会社内 Tokyo (JP). 竹田 健悟(**TAKEDA, Kengo**); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目６番１号 日本製鉄株式会社内 Tokyo (JP). 川田 裕之(**KAWATA, Hiroyuki**); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目６番１号 日本製鉄株式会社内 Tokyo (JP). 上西 朗弘(**UENISHI, Akihiro**); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目６番１号 日本製鉄株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人ブライタス(**BRIGHTAS IP ATTORNEYS**); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜３丁目５番２２号 Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) **Title:** STEEL SHEET

(54) 発明の名称： 鋼板

(57) **Abstract:** Provided is a steel sheet wherein: the metal structure thereof, by volume, contains at least 85% tempered martensite, at least 5% and less than 15% retained austenite, and less than 10% ferrite, pearlite, bainite and as-quenched martensite in total; when the Mn content and the C content in the retained austenite are respectively Mn_A and C_A, and the Mn content and the C content in a matrix are respectively Mn_M and C_M, the following formulas (1)-(3) are satisfied; the number of carbides having a circle-equivalent radius of at least 0.1 μm is no more than 100 per 20,000 μm^2; and the tensile strength of the steel sheet is at least 1,100 MPa. This steel sheet is highly moldable, and has excellent impact resistance. Formula (1): $Mn_A/Mn_M \geq 1.2$ Formula (2): $C_A/C_M \leq 5.0$ Formula (3): $C_A \leq 1.0$

(57) 要約：金属組織が、体積率で、焼戻しマルテンサイト：８５％以上、残留オーステナイト：５％以上１５％未満、フェライト、パーライト、ベイナイト、焼入れままマルテンサイトの合計が１０％未満であって、残留オーステナイト中のＭｎ量およびＣ量をそれぞれMn_AおよびC_A、マトリックス中のＭｎ量およびＣ量をそれぞれMn_MおよびC_Mとするとき、下記の（１）～（３）式を満足し、円相当半径０．１μｍ以上炭化物個数が、２００００μm^2あたり１００個以下であり、引張強度が１１００ＭＰａ以上である鋼板。この鋼板は高い成形性と、優れた耐衝突特性とを備える。$Mn_A/Mn_M \geqq 1.2$・・・（１）$C_A/C_M \leqq 5.0$・・・（２）$C_A \leqq 1.0$・・・（３）

添付公開書類：

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 鋼板

技術分野

[0001] 本発明は、鋼板に関する。

背景技術

[0002] 自動車の衝突時の安全性の確保と軽量化のため、自動車構造部材には、高い強度と、優れた耐衝突特性との両立が求められる。

[0003] 特許文献１（国際公開第２０１６／０２１１９３号）には、所定の化学組成を有する鋼板であって、金属組織が、面積率で、フェライトとベイニティックフェライトの合計が５９．２％以上８０％以下、マルテンサイトが３％以上２０％以下であって、体積率で、残留オーステナイトが１０％以上であり、残部組織が面積率で１０％以下であり、上記残留オーステナイトの平均結晶粒径が２μｍ以下であって、上記残留オーステナイト中の平均Ｍｎ量(質量％)が鋼中のＭｎ量(質量％)の１．２倍以上であり、さらに鋼中のＣ量(質量％)の２．１倍以上の平均Ｃ量(質量％)を有する残留オーステナイトの面積率が、全残留オーステナイトの面積率の６０％以上である鋼組織と、を有する高強度鋼板に関する発明が開示されている。

[0004] 特許文献２（国際公開第２０１８／０７３９１９号）には、所定の化学組成を有し、金属組織が、５．０体積％超の残留オーステナイト、５．０体積％超の焼戻しマルテンサイトを含み、残留オーステナイト中のＣ量が０．８５質量％以上であるめっき鋼板に関する発明が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：国際公開第２０１６／０２１１９３号

特許文献2：国際公開第２０１８／０７３９１９号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献１に記載の発明は、延性に富む軟質なフェライトを主体とする組織に、主として延性を担う残留オーステナイトと、強度を担うマルテンサイトとを分散させた複合組織からなる鋼板に関するものである。そして、特許文献１の発明は、８２０℃以上９５０℃以下、すなわち、オーステナイトの単相域での熱処理、および７４０℃以上８４０℃以上、すなわち、フェライトおよびオーステナイトの二相域での熱処理を行なうことにより、オーステナイトに炭素（Ｃ）を濃化させることで、残留オーステナイトの量を確保するものである。

[0007] しかし、Ｃ濃度が高い残留オーステナイトは、部品に加工する際に加工誘起変態し、成形性を向上させる組織であるが、加工誘起変態してマルテンサイトに変態した後は、超硬質となって破壊の起点となり得るため、部品加工後の部材特性を劣化させる可能性がある。鋼板の成形性を劣化させる場合がある。

[0008] 特許文献２には、鋼板に対して、$Ａｃ_1$点以上または$Ａｃ_3$点以上に加熱する工程、５００℃以下まで冷却する工程、溶融亜鉛めっきを施す工程、３００℃以下まで冷却する工程、調質圧延を施す工程、２００℃～６００℃に再加熱、保持する工程を順に行うことが記載されており、めっき後の再加熱工程により、Ｃが濃化した残留オーステナイトを含む金属組織を備えるめっき鋼板を得ることが記載されている。

[0009] しかし、めっき前に鋼板に対して行う、$Ａｃ_3$点以上の加熱が一回だけでは、粗大な炭化物が多く残存し、穴広げ率が低下する。

[0010] 本発明は、高い強度（具体的には１１００ＭＰａ以上の引張強さ）と、優れた耐衝突特性とを備え、さらに優れた成形性をも備える鋼板を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明者らは、上記の目的を達成すべく、Ｃの濃化だけに頼るのではなく、Ｍｎの濃化による残留オーステナイトの安定化を検討した。一般に、Ｍｎを活用したＴＲＩＰ（Ｔｒａｎｓｆｏｒｍａｔｉｏｎ Ｉｎｄｕｃｅｄ Ｐｌ

ａｓｔｉｃｉｔｙ）鋼として、５質量％程度のＭｎを含む中Ｍｎ鋼が知られている。しかし、Ｍｎ量の増加は、生産性および溶接性の観点からは不利である。

[0012] 本発明者らは、鋼板に含有させる全Ｍｎ量（マトリックス中のＭｎ量）の増加を抑えつつ局所的にＭｎ濃度が高い領域を作りだすことにより、残留オーステナイトの安定化を図れるのではないかとの仮説を立てた。例えば、熱間圧延後の炭化物にＭｎを濃化させるためには、熱延鋼板を高温で巻き取ることが考えられる。しかし、Ｍｎが濃化した炭化物は、溶解しにくく、粗大に形成されて破壊の起点となり得る。通常の熱処理（一回の熱処理）によって、このような粗大な炭化物を溶解させることは難しい。

[0013] そこで、本発明者らは、Ｍｎが濃化した炭化物を溶解する方法について鋭意検討を行ない、多段階の熱処理を見出した。すなわち、一回目の熱処理により、焼入れままマルテンサイトもしくは焼戻しマルテンサイトを主体とする組織を形成する。マルテンサイトは粒界や転位を多く含む組織である。粒界を拡散パスとする粒界拡散や転位を拡散パスとする転位拡散は、粒内を拡散する粒内拡散よりも元素の拡散が速い。炭化物の溶解は元素の拡散に起因する現象であるが、多段階の熱処理における１回目の熱処理後に材料中に粒界や転位を多量に含む状態とし、２回目の加熱を行うと粒界拡散や転位拡散が起こり易くなる。これによって多段階の熱処理では炭化物が溶解しやすくなると考えられる。そして、２回目の熱処理により、Ｍｎが濃化した炭化物を十分に溶解させる。このとき、ＭｎはＣに比べて拡散速度が遅いため、Ｍｎが濃化していた炭化物が溶解した後も、当該炭化物が形成されていた位置にＭｎの少なくとも一部が濃化したまま残存する。このようにＭｎが濃化した領域には残留オーステナイトが生成され易い。そのため、Ｃ濃度を過度に高めずに残留オーステナイトを安定化できる。すなわち、加工誘起変態後も破壊の起点となりにくい残留オーステナイトの量を増加することができる。また、多段階の熱処理前により炭化物は十分に溶解するため、炭化物を起点とする耐衝突特性の劣化も抑制できる。その結果、優れた耐衝突特性および

成形性を備える高強度鋼板が得られる。

[0014] 本発明は、このような知見に基づいてなされたものであり、下記の鋼板を要旨とする。

金属組織が、体積率で、

焼戻しマルテンサイト：８５％以上、残留オーステナイト：５％以上１５％未満、フェライト、パーライト、ベイナイト、焼入れままマルテンサイトの合計が１０％未満であって、

前記鋼板の化学組成が、質量％で、

Ｃ：０．１８％以上、０．３８％以下、

Ｓｉ：０．８０％以上、２．５０％以下、

Ｍｎ：０．６％以上、５．０％以下、

Ｐ：０．０２００％以下、

Ｓ：０．０２００％以下、

Ｎ：０．０２００％以下、

Ｏ：０．０２００％以下、

Ａｌ：０％以上、１．０００％以下、

Ｃｒ：０％以上、２．０％以下、

Ｍｏ：０％以上、０．５０％以下、

Ｔｉ：０％以上、０．１０％以下、

Ｎｂ：０％以上、０．１０％以下、

Ｂ：０％以上、０．０１００％以下、

Ｖ：０％以上、０．５０％以下、

Ｃｕ：０％以上、０．５０％以下、

Ｗ：０％以上、０．１００％以下、

Ｔａ：０％以上、０．１００％以下、

Ｎｉ：０％以上、１．００％以下、

Ｃｏ：０％以上、０．５０％以下、

Ｓｎ：０％以上、０．０５０％以下、

Ｓｂ：０％以上、０．０５０％以下、

Ａｓ：０％以上、０．０５０％以下、

Ｍｇ：０％以上、０．０５０％以下、

Ｃａ：０％以上、０．０５０％以下、

Ｙ：０％以上、０．０５０％以下、

Ｚｒ：０％以上、０．０５０％以下、

Ｌａ：０％以上、０．０５０％以下、

Ｃｅ：０％以上、０．０５０％以下、

残部：Ｆｅおよび不純物であり、

残留オーステナイト中のＭｎの含有量およびＣの含有量をそれぞれMn_AおよびC_A、マトリックス中のＭｎの含有量およびＣの含有量をそれぞれMn_MおよびC_Mとするとき、下記の（１）～（３）式を満足し、

前記鋼板の表面からｔ／４（ただし、ｔは鋼板の厚さ）の位置を中心とする２００００μm^2の範囲内を観察したときに、円相当半径が０．１μｍ以上である炭化物の個数が、１００個以下であり、引張強度が１１００ＭＰａ以上である鋼板。

$$Mn_A / Mn_M \geqq 1.2 \quad \cdots (1)$$

$$C_A / C_M \leqq 5.0 \quad \cdots (2)$$

$$C_A \leqq 1.0 \quad \cdots (3)$$

[0015] 上記鋼板は、溶融亜鉛めっき層、合金化溶融亜鉛めっき層または電気亜鉛めっき層を表面に備えていてもよい。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、高い強度（具体的には１１００ＭＰａ以上の引張強さ）と、優れた耐衝突特性とを備え、さらに優れた成形性をも備える鋼板が得られる。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明の実施形態について説明する。

[0018] （金属組織）

本実施形態に係る鋼板の金属組織は、体積率で、焼戻しマルテンサイト：８５％以上、残留オーステナイト：５％以上１５％未満、フェライト、パーライト、ベイナイト、焼入れままマルテンサイトの合計が１０％未満である。

焼戻しマルテンサイトの体積率を８５％以上とすることにより、鋼板の強度が十分となり得る。焼戻しマルテンサイトの体積率は、８７％以上であることが好ましい。ただし、鋼板の成形性の劣化を抑制する観点から、焼戻しマルテンサイトの体積率は９５％以下であることが好ましい。

残留オーステナイトは、加工誘起変態により鋼板の成形性の向上に寄与する。この効果を得るため、残留オーステナイトの体積率は５％以上とされる。

金属組織の残部は、フェライト、パーライト、ベイナイト、および焼入れままマルテンサイトの少なくとも一種である。これらの合計が１０％未満であることにより、焼戻しマルテンサイトもしくは残留オーステナイトの不足による鋼板の引張強度や成形性の劣化が抑制され得る。

[0019] （残留オーステナイト中のＭｎ量）

本実施形態に係る鋼板において、残留オーステナイト中のＭｎの含有量をMn_A、鋼板のうち残留オーステナイトを除くマトリックス中におけるＭｎの含有量をMn_Mとするとき、「Mn_A／Mn_M」は１．２以上であり、１．５以上であることが好ましい。「Mn_A／Mn_M」は、残留オーステナイトへのＭｎの濃化を示す指標と考えられる。「Mn_A／Mn_M」が１．２以上であることによって、残留オーステナイトへＭｎが十分に濃化していると考えられる。Ｍｎの濃化が不十分な残留オーステナイトは、Ｃの濃化によって安定性を確保している場合がある。Ｃが過度に濃化した残留オーステナイトは、加工誘起変態してマルテンサイトに変態したときに硬質となって破壊の起点となり得る。

[0020] （残留オーステナイト中のＣ量）

本実施形態に係る鋼板において、残留オーステナイト中のＣの含有量をC_A

、鋼板のうち残留オーステナイトを除くマトリックス中のＣの含有量をC_Mとするとき、「C_A／C_M」は５．０以下、C_Aは１．０以下である。「C_A／C_M」が５．０以下、かつ、C_Aが１．０以下である場合、残留オーステナイトへのＣの過度な濃化が抑制されていると考えられる。よって、上記のように加工誘起変態してマルテンサイトに変態したときに硬質となって破壊の起点となり得る残留オーステナイトが抑制されていると考えられる。「C_A／C_M」は４．５以下であることが好ましい。「C_A／C_M」の下限は特に限定されない。

[0021] （炭化物の個数）

本実施形態に係る鋼板において、その表面からｔ／４（ただし、ｔは鋼板の厚さ）の位置を中心とする２００００μｍ^{2}の範囲内を観察したときに、円相当半径が０．１μｍ以上である炭化物の個数が、１００個以下である。円相当半径が０．１μｍ以上の炭化物の個数が過剰に多い場合には、十分な穴広げ性を確保することができず、耐衝突特性を劣化させる。このため、２００００μｍ^{2}の面積あたり炭化物の個数は、１００個以下とする。好ましい個数は、８０個以下であり、より好ましいのは７０個以下である。更に好ましいのは５０個以下である。

なお、炭化物の個数の測定は、走査型電子顕微鏡で撮影した組織画像に基づいて行なう。観察に先立ち、組織観察用のサンプルを、エメリー紙による湿式研磨及び１μｍの平均粒子サイズをもつダイヤモンド砥粒により研磨し、観察面を鏡面に仕上げた後、飽和ピクリン酸アルコール溶液にて組織をエッチングしておく。観察の倍率を５０００倍とし、板厚ｔ／４の位置を中心とする視野を観察し、総面積が２００００μｍ^{2}となるように複数箇所ランダムに撮影する。三谷商事株式会社製（ＷｉｎＲＯＯＦ）に代表される画像解析ソフトを用いて、得られた撮像を解析し、２００００μｍ^{2}の領域中に含まれる各炭化物の面積を詳細に測定する。各炭化物について、形状を円と仮定し、画像解析から求められた面積から炭化物の半径（円相当半径）を求め、半径が０．１μｍ以上の炭化物の個数を算出する。

[0022] （引張強度）

本実施形態に係る鋼板は、引張強度が１１００ＭＰａ以上である。なお、本発明の鋼板の引張強度は、引張試験により求められる。具体的には、ＪＩＳ Ｚ ２２４１（２０１１）に準拠し、鋼板の圧延方向に直角に採取したＪＩＳ５号試験片を用いて引張試験を行い、測定される引張最大強度を鋼板の引張強度とする。

[0023] （化学組成）

次に、本実施形態に係る鋼板の化学組成について説明する。なお、各元素の含有量についての「％」は「質量％」を意味する。

[0024] Ｃ：０．１８％以上、０．３８％以下

Ｃは、所定量のマルテンサイトを確保し、鋼板の強度を向上させる元素である。Ｃの含有量を０．１８％以上とすることにより、所定量のマルテンサイトを形成して鋼板の強度を１１００ＭＰａ以上としやすくなる。Ｃの含有量は、０．２２％以上であることが好ましい。一方、鋼板の強度が過度に上昇して脆化することを抑制する観点からは、Ｃの含有量は０．３８％以下とする。

[0025] Ｓｉ：０．８０％以上、２．５０％以下

Ｓｉは、脱酸剤として作用する元素である。また、Ｓｉは、炭化物の形態、および、熱処理後の残留オーステナイトの生成に影響を及ぼす元素である。さらに、Ｓｉは、残留オーステナイトを活用して鋼板の高強度化を図るために有効な元素である。炭化物の生成を抑制し、所望の残留オーステナイトを得て鋼板の加工性を確保するためには、Ｓｉの含有量を０．８０％以上とする。一方、鋼板が脆化して鋼板の加工性が低下することを抑制する観点からは、Ｓｉの含有量を２．５０％以下とする。

[0026] Ｍｎ：０．６％以上、５．０％以下

Ｍｎは、脱酸剤として作用する元素である。また、Ｍｎは、焼入れ性を向上させる元素である。Ｍｎによって十分な焼戻しマルテンサイトを得るためには、Ｍｎの含有量を０．６％以上とする。一方、プレス成型時に破壊の起

点となる粗大なＭｎ酸化物が形成されることを抑制する観点からは、Ｍｎの含有量を５．０％以下とする。

[0027] Ｐ：０．０２００％以下

Ｐは、不純物元素であり、鋼板の板厚中央部に偏析して靭性を低下させたり、溶接部を脆化させたりする元素である。鋼板の加工性や耐衝突特性が低下することを抑制する観点から、Ｐの含有量は少ないほど好ましい。具体的には、Ｐの含有量は、０．０２００％以下とする。Ｐの含有量は、０．０１００％以下であることが好ましい。ただし、実用鋼板でＰの含有量を０．０００１０％未満に低減すると、製造コストが大幅に上昇して経済的に不利になる。このため、Ｐの含有量は０．０００１０％以上でもよい。

[0028] Ｓ：０．０２００％以下

Ｓは、不純物元素であり、溶接性を阻害したり、鋳造時と熱延時の製造性を阻害したりする元素である。また、Ｓは、粗大なＭｎＳを形成して、穴広げ性を阻害する元素でもある。溶接性の低下、製造性の低下、及び、耐衝突特性の低下を抑制する観点から、Ｓの含有量は少ないほど好ましい。具体的には、Ｓの含有量は、０．０２００％以下とする。Ｓの含有量は、０．０１００％以下であることがより好ましい。ただし、実用鋼板でＳの含有量を０．０００００１０％未満に低減すると、製造コストが大幅に上昇し、経済的に不利になる。このため、Ｓの含有量は０．０００００１０％以上でもよい。

[0029] Ｎ：０．０２００％以下

Ｎは、粗大な窒化物を形成し、鋼板の成形性や耐衝突特性を劣化させたり、溶接時のブローホールの発生原因となったりする元素である。このため、Ｎの含有量は０．０２００％以下とされることが好ましい。

[0030] Ｏ：０．０２００％以下

Ｏは、粗大な酸化物を形成し、鋼板の成形性や耐衝突特性を劣化させたり、溶接時のブローホールの発生原因となったりする元素である。このため、Ｏの含有量は０．０２００％以下であることが好ましい。

[0031] Ａｌ：０％以上、１．０００％以下

Ａｌは、脱酸剤として作用する元素であり、必要に応じて鋼板に添加される。Ａｌを含有させることによる上記効果を得るためには、Ａｌの含有量は０．０２％以上であることが好ましい。ただし、粗大なＡｌ酸化物が生成されて鋼板の加工性が低下することを抑制する観点から、Ａｌの含有量は１．０００％以下であることが好ましい。

[0032] Ｃｒ：０％以上、２．０％以下

Ｃｒは、Ｍｎと同様に焼入れ性を高め、鋼板の高強度化に有効な元素である。Ｃｒの含有量は０％でも良いが、Ｃｒを含有させることによる上記効果を得るためには、Ｃｒの含有量は０．１０％以上であることが好ましい。一方、粗大なＣｒ炭化物が形成されて冷間成形性が低下することを抑制する観点から、Ｃｒの含有量は２．０％以下であることが好ましい。

[0033] Ｍｏ：０％以上、０．５０％以下

Ｍｏは、Ｍｎ、Ｃｒと同様に鋼板の高強度化に有効な元素である。Ｍｏの含有量は０％でも良いが、Ｍｏを含有させることによる上記効果を得るためには、Ｍｏを含有させることによる上記効果を得るためには、Ｍｏの含有量は０．０１％以上であることが好ましい。一方、粗大なＭｏ炭化物が形成されて冷間加工性が低下することを抑制する観点から、Ｍｏの含有量は０．５０％以下であることが好ましい。

[0034] Ｔｉ：０％以上、０．１０％以下

Ｔｉは、炭化物の形態制御に重要な元素である。Ｔｉによってフェライトの強度増加が促され得る。また、Ｔｉは、粗大なＴｉ酸化物又はＴｉＮを形成して鋼板の加工性を低下させる虞がある元素である。よって、鋼板の加工性を確保する観点からは、Ｔｉの含有量は、少ないほど好ましく、０．１０％以下とすることが好ましく、０％であってもよい。ただし、Ｔｉの含有量を０．００１％未満に低減することは精錬コストの過度な増加を招くため、Ｔｉの含有量は０．００１％以上でも良い。

[0035] Ｎｂ：０％以上、０．１０％以下

Ｎｂは、Ｔｉと同様に炭化物の形態制御に有効な元素であり、組織を微細

化して鋼板の靭性の向上にも効果的な元素である。そのため、必要に応じて鋼板にＮｂを含有させてもよい。Ｎｂの含有量は０％でも良いが、上記効果を得るためには、Ｎｂの含有量を０．００１％以上とすることが好ましい。ただし、微細で硬質なＮｂ炭化物が多数析出して鋼板の強度が上昇するとともに延性が劣化することを抑制する観点から、Ｎｂの含有量は、０．１０％以下であることが好ましい。

[0036] Ｂ：０％以上、０．０１００％以下

Ｂは、オーステナイトからの冷却過程においてフェライト及びパーライトの生成を抑え、ベイナイト又はマルテンサイト等の低温変態組織の生成を促す元素である。また、Ｂは、鋼板の高強度化に有益な元素である。そのため、必要に応じて鋼板にＢを含有させてもよい。Ｂを鋼板に含有させる場合、Ｂの含有量は０．０００１％以上であることが好ましい。なお、０．０００１％未満のＢの同定には分析に細心の注意を払う必要があるとともに、分析装置によっては検出下限に至る。一方、鋼板のプレス成型時においてボイドの発生起点となり得る粗大なＢ窒化物が生成されることを抑制する観点から、Ｂの含有量は０．０１００％以下であることが好ましい。

[0037] Ｖ：０％以上、０．５０％以下

Ｖは、ＴｉやＮｂと同様に、炭化物の形態制御に有効な元素であり、組織を微細化することで鋼板の靭性向上にも効果的な元素である。そのため、必要に応じて鋼板にＶを含有させてもよい。Ｖを鋼板に含有させる場合、Ｖの含有量は、０．００１％以上であることが好ましい。一方、微細なＶ炭化物が多数析出して鋼板の強度が上昇するとともに延性が劣化することを抑制する観点から、Ｖの含有量は０．５０％以下であることが好ましい。

[0038] Ｃｕ：０％以上、０．５０％以下

Ｃｕは、鋼板の強度の向上に有効な元素である。Ｃｕの含有量は０％でも良いが、Ｃｕを鋼板に含有させることによる当該効果を得るためには、Ｃｕの含有量は０．００１％以上であることが好ましい。一方、熱間圧延での赤熱脆性による生産性の低下を抑制する観点から、Ｃｕの含有量は０．５０％

以下であることが好ましい。

[0039] Ｗ：０％以上、０．１００％以下

Wは、Ｎｂ、Ｖと同様に、炭化物の形態制御と鋼板の強度の増加に有効な元素である。Wの含有量は０％でも良いが、Wを鋼板に含有させることによる当該効果を得るためには、Wの含有量は０．００１％以上であることが好ましい。一方、微細なW炭化物が多数析出して鋼板の強度が上昇するとともに延性が劣化することを抑制する観点から、Wの含有量は０．１００％以下であることが好ましい。

[0040] Ｔａ：０％以上、０．１００％以下

Ｔａは、Ｎｂ、Ｖ、Wと同様に、炭化物の形態制御と鋼板の強度の増加に有効な元素である。Ｔａの含有量は０％でも良いが、Ｔａを鋼板に含有させることによる当該効果を得るためには、Ｔａの含有量は、０．００１％以上であることが好ましく、０．００２％以上であることがより好ましい。一方、微細なＴａ炭化物が多数析出して鋼板の強度が上昇するとともに延性が劣化することを抑制する観点から、Ｔａの含有量は０．１００％以下であることが好ましく、０．０８０％以下であることがより好ましい。

[0041] Ｎｉ：０％以上、１．００％以下

Ｎｉは、鋼板の強度の向上に有効な元素である。Ｎｉの含有量は０％でも良いが、Ｎｉを鋼板に含有させることによる当該効果を得るためには、Ｎｉの含有量は０．００１％以上であることが好ましい。一方、鋼板の延性が低下することを抑制する観点から、Ｎｉの含有量は１．００％以下であることが好ましい。

[0042] Ｃｏ：０％以上、０．５０％以下

Ｃｏは、Ｎｉと同様に鋼板の強度の向上に有効な元素である。Ｃｏの含有量は０％でも良いが、Ｃｏを鋼板に含有させることによる当該効果を得るためには、Ｃｏの含有量は０．００１％以上であることが好ましい。一方、鋼板の延性が低下することを抑制する観点から、Ｃｏの含有量は０．５０％以下であることが好ましい。

[0043] Ｓｎ：０％以上、０．０５０％以下

Ｓｎは、原料としてスクラップを用いた場合に鋼板に含有し得る元素である。Ｓｎの含有量は、少ないほど好ましく、０％であってもよい。フェライトの脆化による冷間成形性の低下を抑制する観点から、Ｓｎの含有量は０．０５０％以下であることが好ましく、０．０４０％以下であることがより好ましい。ただし、精錬コストの増加を抑制する観点から、Ｓｎの含有量は０．００１％以上でもよい。

[0044] Ｓｂ：０％以上、０．０５０％以下

Ｓｂは、Ｓｎと同様に鋼原料としてスクラップを用いた場合に鋼板に含有し得る元素である。Ｓｂの含有量は、少ないほど好ましく、０％であってもよい。鋼板の冷間成形性の低下を抑制する観点から、Ｓｂの含有量は、０．０５０％以下であることが好ましく、０．０４０％以下であることがより好ましい。ただし、精錬コストの増加を抑制する観点から、Ｓｂの含有量は０．００１％以上でもよい。

[0045] Ａｓ：０％以上、０．０５０％以下

Ａｓは、Ｓｎ、Ｓｂと同様に鋼原料としてスクラップを用いた場合に鋼板に含有し得る元素である。Ａｓの含有量は、少ないほど好ましく、０％であってもよい。鋼板の冷間成形性の低下を抑制する観点から、Ａｓの含有量は、０．０５０％以下であることが好ましく、０．０４０％以下であることがより好ましい。ただし、精錬コストの増加を抑制する観点から、Ａｓの含有量は０．００１％以上でもよい。

[0046] Ｍｇ：０％以上、０．０５０％以下

Ｍｇは、硫化物や酸化物の形態を制御し、鋼板の曲げ加工性の向上に寄与する元素である。Ｍｇの含有量は０％でも良いが、Ｍｇを鋼板に含有させることによる当該効果を得るためには、Ｍｇの含有量は０．０００１％以上であることが好ましく、０．０００５％以上であることがより好ましい。一方、粗大な介在物の形成による冷間成形性の低下を抑制する観点から、Ｍｇの含有量は０．０５０％以下であることが好ましく、０．０４０％以下である

ことがより好ましい。

[0047] Ｃａ：０％以上、０．０５０％以下

Ｃａは、Ｍｇと同様に微量で硫化物の形態を制御できる元素である。Ｃａの含有量は０％でも良いが、Ｃａを鋼板に含有させることによる当該効果を得るためには、Ｃａの含有量は、０．００１％以上であることが好ましい。一方、粗大なＣａ酸化物が生成して鋼板の冷間成形性が低下することを抑制する観点から、Ｃａの含有量は０．０５０％以下であることが好ましく、０．０４０％以下であることがより好ましい。

[0048] Ｙ：０％以上、０．０５０％以下

Ｙは、Ｍｇ、Ｃａと同様に微量で硫化物の形態を制御できる元素である。Ｙの含有量は０％でも良いが、Ｙを鋼板に含有させることによる当該効果を得るためには、Ｙの含有量は０．００１％以上であることが好ましい。一方、粗大なＹ酸化物が生成して鋼板の冷間成形性が低下することを抑制する観点から、Ｙの含有量は０．０５０％以下であることが好ましく、０．０４０％以下であることがより好ましい。

[0049] Ｚｒ：０％以上、０．０５０％以下

Ｚｒは、Ｍｇ、Ｃａ、Ｙと同様に微量で硫化物の形態を制御できる元素である。Ｚｒの含有量は０％でも良いが、Ｚｒを鋼板に含有させることによる当該効果を得るためには、Ｚｒの含有量は０．００１％以上であることが好ましい。一方、粗大なＺｒ酸化物が生成して鋼板の冷間成形性が低下することを抑制する観点から、Ｚｒの含有量は０．０５０％以下であることが好ましく、０．０４０％以下であることがより好ましい。

[0050] Ｌａ：０％以上、０．０５０％以下

Ｌａは、微量で硫化物の形態制御に有効な元素である。Ｌａの含有量は０％でも良いが、Ｌａを鋼板に含有させることによる当該効果を得るためには、Ｌａの含有量は０．００１％以上であることが好ましい。一方、粗大なＬａ酸化物が生成して鋼板の冷間成形性が低下することを抑制する観点から、Ｌａの含有量は０．０５０％以下であることが好ましく、０．０４０％以下

であることがより好ましい。

[0051] Ｃｅ：０％以上、０．０５０％以下

Ｃｅは、Ｌａと同様に微量で硫化物の形態制御に有効な元素である。Ｃｅの含有量は０％でも良いが、Ｃｅを鋼板に含有させることによる当該効果を得るためには、Ｃｅの含有量は０．００１％以上であることが好ましい。一方、Ｃｅ酸化物が生成して鋼板の成形性が低下することを抑制する観点から、Ｃｅの含有量は０．０５０％以下であることが好ましく、０．０４０％以下であることがより好ましい。

[0052] なお、本実施形態に係る鋼板の化学組成の残部は、Ｆｅおよび不純物である。不純物としては、鋼原料もしくはスクラップから不可避的に混入する元素又は製鋼過程で不可避的に混入する元素であって、本発明の鋼板が上記本発明の効果を奏し得る範囲で含有が許容される元素を例示することができる。

[0053] （めっき鋼板）

本実施形態に係る鋼板は、めっき層を表面に備えるものであってもよい。当該めっき層は、例えば、溶融亜鉛めっき層、合金化溶融亜鉛めっき層または電気亜鉛めっき層のいずれであってもよい。

[0054] （製造方法）

次に、本実施形態に係る鋼板の製造方法について説明する。以下に説明する製造方法は、本実施形態に係る鋼板の製造方法の一例であり、本実施形態に係る鋼板の製造方法は、以下に説明する方法に限定されない。

[0055] 上記の化学組成を有する鋼片を製造し、得られた鋼片を用いて、下記の製造方法により本実施形態に係る鋼板を製造することができる。

[0056] 「鋳造工程」

上記の化学組成を有する溶鋼から鋼片を製造する方法については、特に制約はなく、例えば、連続鋳造スラブ、薄スラブキャスターなどの一般的な方法で鋼片を製造すればよい。

[0057] 「熱間圧延工程」

熱間圧延条件にも特に制約はない。例えば、熱間圧延工程では、まず、上記の鋼片を１１００℃以上に加熱して２０分以上の均熱処理を行うことが好ましい。粗大介在物の再溶解を進めるためである。加熱温度は１２００℃以上であることがより好ましく、均熱保持時間は２５分以上であることがより好ましい。また、加熱温度は１３５０℃以下であることが好ましく、均熱保持時間は６０分以下であることが好ましい。

また、熱間圧延工程では、上記のように加熱した鋼片を熱間圧延するに際して、８５０℃以上１０００℃以下の温度域において仕上げ圧延を行うことが好ましい。上記温度の好ましい下限は８６０℃であり、好ましい上限は９５０℃である。

[0058] 「巻き取り工程」

上記仕上げ圧延した熱延鋼板を５５０℃超７００℃以下でコイルに巻き取る。これにより、巻き取り工程時に生成する炭化物中へのＭｎやＣｒなどの合金元素の濃化を促進することができる。巻取り温度を５５０℃超とすることにより、後段で説明する多段階熱処理を実施した後に残留オーステナイト中のＭｎ濃度を高め易くなる。また、生産性の観点から、巻き取り温度を７００℃以下とすることが好ましい。

上記の熱延鋼板に対して、必要に応じて軟質化を目的とした再加熱処理を実施してもよい。

[0059] 「酸洗工程」

巻取った熱延鋼板を巻き戻し、酸洗に供する。酸洗を行うことで、熱延鋼板の表面の酸化スケールを除去して、冷延鋼板の化成処理性や、めっき性の向上を図ることができる。酸洗は、一回でもよいし、複数回に分けて行ってもよい。

[0060] 「冷間圧延工程」

酸洗した熱延鋼板を圧下率３０％以上８０％以下で冷間圧延する。圧下率を３０％以上とすることによって、鋼板の形状を平坦に保ちやすく、最終製品の延性低下を抑制しやすい。一方、圧延率を８０％以下とすることにより

、冷延荷重が大きくなりすぎることを抑制でき、冷延が容易になる。圧延率の好ましい下限は４５％であり、好ましい上限は７０％である。圧延パスの回数、各パスでの圧下率については特に制約はない。

[0061] 「多段階熱処理工程」

本発明の鋼板は、上記冷間圧延工程後に少なくとも二回の熱処理が実施され、製造される。

（一回目の熱処理）

一回目の熱処理では、まず、鋼板をAc_3点以上の温度に加熱して１０秒以上保持する加熱工程を行う。その後、下記１）または２）の条件に従って鋼板を冷却する冷却工程を行う。

１）鋼板を、２０℃／秒以上の平均冷却速度で、２５℃以上、３００℃以下の温度域に冷却する。

２）鋼板を、０．５℃／秒以上２０℃／秒未満の平均冷却速度で、６００℃以上、７５０℃以下の冷却停止温度まで冷却し（１段目の冷却）、次いで、２０℃／秒以上の平均冷却速度で、２５℃以上、３００℃以下の冷却停止温度まで冷却する。

[0062] なお、Ac_3点は下記式（ａ）により求められる。（ａ）式中の各元素記号は、各元素の含有量（質量％）を示す。鋼中に含まれない元素については、０を代入する。

Ac_3点（℃）＝９０１－２０３×$\sqrt{C}$－１５．２×Ｎｉ＋４４．７×Ｓｉ＋１０４×Ｖ＋３１．５×Ｍｏ＋１３．１×Ｗ・・式（ａ）

[0063] この一回目の熱処理工程により、鋼板の金属組織を、焼入れままマルテンサイトもしくは焼戻しマルテンサイトを主体とする組織とする。マルテンサイトは粒界や転位を多く含む組織である。粒界を拡散パスとする粒界拡散や転位を拡散パスとする転位拡散では、粒内を拡散する粒内拡散よりも元素の拡散が速い。一回目の熱処理後には多数の炭化物が残存している。しかし、炭化物の溶解は元素の拡散に起因する現象であるため、粒界が多いほど、二回目の熱処理において炭化物は溶解しやすい。

[0064] 加熱温度がAc_3点以上とされることにより、加熱時に十分なオーステナイトを得やすく、冷却後に十分な焼戻しマルテンサイトを得やすい。また、加熱時の保持時間が１０秒以上とされることにより、十分なオーステナイトを得やすく、冷却後に十分な焼戻しマルテンサイトを得やすい。

[0065] 上記１）の冷却工程において、平均冷却速度を２０℃／秒以上とすることにより、十分に焼き入れてマルテンサイトを得やすくなる。一回目の熱処理後にはそのため、後述する２回目の熱処理において炭化物の溶解が十分に進行し得る。冷却停止温度を２５℃以上とすることにより、生産性の低下が抑制され得る。冷却停止温度を３００℃以下とすることにより、十分なマルテンサイトを得やすくなる。そのため、後述する２回目の熱処理において炭化物の溶解が十分に進行し得る。

[0066] 上記２）の冷却工程は、例えば、徐冷帯を経て鋼板を急冷する場合に行われる。１段目の冷却において平均冷却速度を２０℃／秒未満とすることによって、フェライトおよびパーライトが生成し得る。ただし、上記化学組成とする場合、フェライト変態およびパーライト変態は起こり難く、フェライトおよびパーライトの過度な生成を容易に抑制できる。１段目の冷却速度が２０℃／秒以上とされる場合は、上記１）の冷却工程を行った場合と同様の結果となるだけであり、鋼板の材質が劣化するわけではない。一方、１段目の冷却における平均冷却速度を０．５℃／秒以上とすることにより、フェライト変態およびパーライト変態の過度な進行が抑制され、所定量のマルテンサイトを得やすくなる。

[0067] （二回目の熱処理）

二回目の熱処理では、まず、鋼板を再びAc_3点以上の温度に加熱して１０秒以上６００秒以下保持する加熱工程を行う。その後、下記１）または２）の条件に従って鋼板を冷却する冷却工程を行う。

１）鋼板を、２０℃／秒以上の平均冷却速度で、２５℃以上、３００℃以下の温度域に冷却する。

２）鋼板を、０．５℃／秒以上２０℃／秒未満の平均冷却速度で、６００℃

以上、７５０℃以下の冷却停止温度まで冷却し（１段目の冷却）、次いで、２０℃／秒以上の平均冷却速度で、２５℃以上、３００℃以下の冷却停止温度まで冷却する。

[0068] 上記一回目の熱処理工程によって、焼入れままマルテンサイトもしくは焼戻しマルテンサイトを主体とする組織が形成されており、元素が拡散しやすくなっている。さらに二回目の熱処理工程を行うことにより、金属組織を調整するとともに、鋼板中のＭｎが濃化した粗大炭化物（具体的には、円相当半径が０．１μｍ以上の炭化物）を十分に溶解することができる。このとき、ＭｎはＣに比べて拡散速度が遅いため、Ｍｎが濃化していた炭化物が溶解した後も、当該炭化物が形成されていた位置にＭｎの少なくとも一部が濃化したまま残存する。このようにＭｎが濃化した領域には残留オーステナイトが生成し易い。そのため、Ｃ濃度を過渡に高めることなく残留オーステナイトを安定化することができる。すなわち、加工誘起変態後も破壊の起点となりにくい残留オーステナイトの量を増加することができる。また、多段階の熱処理前により炭化物は十分に溶解するため、炭化物を起点とする耐衝突特性の劣化も抑制できる。その結果、優れた耐衝突特性および成形性を備える高強度鋼板が得られる。

[0069] 加熱温度をAc_3点以上とすることにより、加熱時に十分なオーステナイトを得やすく、冷却後に十分な焼戻しマルテンサイトを得やすい。加熱時の保持時間を１０秒以上とすることにより、十分なオーステナイトを得やすく、冷却後に十分な焼戻しマルテンサイトを得やすい。また、加熱時の保持時間を６００秒以下とすることにより、粗大炭化物が溶解した後にＭｎが拡散してＭｎの濃化領域が消失することを抑制し得る。そのため、所望の残留オーステナイトを得やすくなる。

[0070] 上記１）の冷却工程において、平均冷却速度を２０℃／秒以上とすることにより、十分に焼き入れて所望の焼戻しマルテンサイトを得やすくなる。そのため、鋼板の引張強度を１１００ＭＰａ以上とし得る。冷却停止温度を２５℃以上とすることにより、生産性の低下を抑制し得る。冷却停止温度を３０

０℃以下とすることにより、所望の焼戻しマルテンサイトを得やすくなる。そのため、鋼板の引張強度を１１００ＭＰａ以上とし得る。

[0071] 上記２）の冷却工程は、例えば、徐冷帯を経て鋼板を急冷する場合に行われる。１段目の冷却において平均冷却速度を２０℃／秒未満とすることによって、フェライトおよびパーライトが生成し得る。ただし、上記化学組成とする場合、フェライト変態およびパーライト変態は起こり難く、フェライトおよびパーライトの過度な生成を容易に抑制できる。１段目の冷却速度が２０℃／秒以上とされる場合は、上記１）の冷却工程を行った場合と同様の結果となるだけであり、鋼板の材質が劣化するわけではない。一方、１段目の冷却における平均冷却速度を０．５℃／秒以上とすることにより、フェライト変態およびパーライト変態の過度な進行が抑制され、所定量のマルテンサイトを得やすくなる。

[0072] なお、多段階熱処理工程による効果は、上記二回の熱処理を実施することによって十分に発揮されるが、上記一回目の熱処理工程の後に上記二回目の熱処理工程を複数回行うことによって合計三回以上の熱処理工程が実施されてもよい。

[0073] 「停留工程」

上記多段階熱処理工程における最後の熱処理工程の冷却後は、２００℃以上４５０℃以下の温度域で、１０秒以上６００秒以下、鋼板を停留させる。この停留工程では、同じ温度で鋼板を保持してもよいし、途中で加熱、冷却を適宜行ってもよい。この停留工程によって、冷却時に得られた焼入れままマルテンサイトを焼戻すとともに、残留オーステナイト中に炭素を濃化させることができる。停留温度を２００℃以上とすることにより、焼戻しが十分に進行して十分な量の焼戻しマルテンサイトを得やすくなる。停留温度を４５０℃以下とすることにより、過度な焼戻しの進行が抑制され得る。停留時間を１０秒以上とすることにより、十分に焼戻しが進行し得る。また、停留時間を６００秒以下とすることにより、過度な焼戻しの進行が抑制され得る。

[0074] [焼戻し工程]

停留工程の後、鋼板に焼戻しを行ってもよい。この焼戻し工程は、室温への冷却途中に所定の温度で保持したり再加熱したりする工程であってもよく、室温への冷却が終わった後に所定の温度に再加熱する工程であってもよい。焼戻し工程における加熱の方法は特に限定されない。ただし、鋼板の強度低下を抑制する観点からは、焼戻し工程における保持温度または加熱温度は５００℃以下であることが好ましい。

[0075] 「めっき工程」

鋼板には、電気めっき処理、蒸着めっき処理等のめっき処理を行ってもよく、更に、めっき処理後に合金化処理を行ってもよい。鋼板には、有機皮膜の形成、フィルムラミネート、有機塩類または無機塩類処理、ノンクロム処理等の表面処理を行ってもよい。

[0076] めっき処理として鋼板に溶融亜鉛めっき処理を行う場合、例えば、鋼板を、（亜鉛めっき浴の温度－４０℃）～（亜鉛めっき浴の温度＋５０℃）の温度に加熱又は冷却し、亜鉛めっき浴に浸漬する。溶融亜鉛めっき処理により、表面に溶融亜鉛めっき層を備えた鋼板、すなわち溶融亜鉛めっき鋼板が得られる。溶融亜鉛めっき層は、例えば、Ｆｅ：７質量％以上１５質量％以下、並びに残部：Ｚｎ、ＡｌおよびＭｇで表される化学組成を有するものを用いることができる。また、溶融亜鉛めっき層は、亜鉛合金であってもよい。

[0077] 溶融亜鉛めっき処理後に合金化処理を行う場合、例えば、溶融亜鉛めっき鋼板を４６０℃以上６００℃以下の温度に加熱する。この加熱温度が４６０℃以上とされることにより、十分に合金化し得る。また、加熱温度が６００℃以下とされることにより、過剰に合金化して耐食性が劣化することを抑制し得る。このような合金化処理により、表面に合金化溶融亜鉛めっき層を備えた鋼板、すなわち合金化溶融亜鉛めっき鋼板が得られる。

実施例 1

[0078] 次に、本発明の実施例について説明するが、実施例での条件は、本発明の実施可能性及び効果を確認するために採用した一条件例であり、本発明は、

この一条件例に限定されるものではない。本発明は、本発明の要旨を逸脱せず、本発明の目的を達成する限りにおいて、種々の条件を採用し得るものである。

[0079] 表１～４に示す化学組成を有する鋼片を、表５～８に記載の条件で熱間圧延に供し、巻き取った。得られた熱延鋼板を表５～８に記載の条件で冷間圧延に供した。続いて、得られた冷延鋼板に、表５～８に記載の条件で熱処理を施した。一部の鋼板には、常法によりめっきを施し、めっきを施した鋼板のうち一部の鋼板に対しては、常法により合金化処理を施した。このようにして得られた鋼板に対して、下記の方法により、金属組織、残留オーステナイト中のＭｎ量およびＣ量、引張強度、ならびに、耐衝突特性を測定した。その結果を表９～１２に示す。なお、マトリックス中のＭｎ量およびＣ量は、鋼片の化学組成と略同様であるため、鋼片の化学組成をマトリックス中のＭｎ量およびＣ量とみなす。

[0080] 本発明において、各金属組織の同定および体積率の算出は、以下のように行われる。

[0081] 「フェライト」

まず、鋼板の圧延方向に平行な板厚断面を有する試料を採取し、当該断面を観察面とする。この観察面のうち、鋼板表面から板厚の１／４の位置を中心とする１００μｍ×１００μｍの領域を観察領域とする。この観察領域を走査型電子顕微鏡によって１０００～５００００倍にして観察することで見られる電子チャンネリングコントラスト像は、結晶粒の結晶方位差をコントラストの差として表示する像である。この電子チャンネリングコントラスト像において均一なコントラストの部分がフェライトである。そして、このようにして同定されるフェライトの面積率をポイントカウンティング法（ＡＳＴＭ　Ｅ５６２準拠）によって算出する。このように算出されるフェライトの面積率をフェライトの体積率と見なす。

[0082] 「パーライト」

まず、上記観察面をナイタール試薬で腐食する。腐食された観察面のうち

、鋼板表面から板厚の１／４の位置を中心とする１００μｍ×１００μｍの領域を観察領域とする。この観察領域を光学顕微鏡で１０００～５００００倍にして観察し、観察像において暗いコントラストの領域をパーライトとする。そして、このようにして同定されるパーライトの面積率をポイントカウンティング法によって算出する。このように算出されるパーライトの面積率をパーライトの体積率と見なす。

[0083] 「ベイナイト及び焼戻しマルテンサイト」

上記のようにナイタール試薬で腐食された観察領域を電界放射型走査型電子顕微鏡（ＦＥ－ＳＥＭ：Ｆｉｅｌｄ Ｅｍｉｓｓｉｏｎ Ｓｃａｎｎｉｎｇ Ｅｌｅｃｔｒｏｎ Ｍｉｃｒｏｓｃｏｐｅ）によって１０００～５００００倍にして観察する。この観察領域において、組織内部に含まれるセメンタイトの位置およびセメンタイトの配列から、以下のようにベイナイト及び焼戻しマルテンサイトを同定する。

[0084] ベイナイトの存在状態としては、ラス状のベイニティックフェライトの界面にセメンタイト又は残留オーステナイトが存在している場合や、ラス状のベイニティックフェライトの内部にセメンタイトが存在している場合ある。ラス状のベイニティックフェライトの界面にセメンタイト又は残留オーステナイトが存在している場合は、ベイニティックフェライトの界面がわかるため、ベイナイトを同定することができる。また、ラス状のベイニティックフェライトの内部にセメンタイトが存在している場合、ベイニティックフェライトとセメンタイトの結晶方位関係が１種類であり、セメンタイトが同一のバリアントを持つことから、ベイナイトを同定することができる。このようにして同定されるベイナイトの面積率をポイントカウンティング法によって算出する。そのベイナイトの面積率をベイナイトの体積率と見なす。

[0085] 焼戻しマルテンサイトでは、マルテンサイトラスの内部にセメンタイトが存在するが、マルテンサイトラスとセメンタイトの結晶方位が２種類以上あり、セメンタイトが複数のバリアントを持つことから、焼戻しマルテンサイトを同定することができる。このようにして同定される焼戻しマルテンサイ

トの面積率をポイントカウンティング法によって算出する。その焼戻しマルテンサイトの面積率を焼戻しマルテンサイトの体積率と見なす。

[0086] 「焼入れままマルテンサイト」

まず、上記フェライトの同定に用いた観察面と同様の観察面をレペラ液でエッチングし、上記フェライトの同定と同様の領域を観察領域とする。レペラ液による腐食では、マルテンサイトおよび残留オーステナイトは腐食されない。そのため、レペラ液によって腐食された観察領域をＦＥ－ＳＥＭで観察し、腐食されていない領域をマルテンサイトおよび残留オーステナイトとする。そして、このようにして同定されるマルテンサイトおよび残留オーステナイトの合計面積率をポイントカウンティング法によって算出し、その面積率をマルテンサイトおよび残留オーステナイトの合計体積率と見なす。

次に、以下のようにして算出される残留オーステナイトの体積率を上記合計体積率から差し引くことにより、焼入れままマルテンサイトの体積率を算出することができる。

[0087] 「残留オーステナイト」

本発明において、残留オーステナイトの面積率は、Ｘ線測定により以下のようにして決定される。まず、鋼板の表面から板厚の１／４までの部分を機械研磨および化学研磨により除去する。次に、当該化学研磨した面に対して、特性Ｘ線としてＭｏＫα線を用いた測定を行う。そして、体心立方格子（ｂｃｃ）相の（２００）および（２１１）、ならびに面心立方格子（ｆｃｃ）相の（２００）、（２２０）および（３１１）の回折ピークの積分強度比から、次の式を用いて残留オーステナイトの面積率Ｓγを算出する。このように算出する残留オーステナイトの面積率Ｓγを残留オーステナイトの体積率と見なす。

Ｓγ＝（Ｉ200f＋Ｉ220f＋Ｉ311f）／（Ｉ200b＋Ｉ211b）×１００

ここで、Ｉ200f、Ｉ220fおよびＩ311fは、それぞれｆｃｃ相の（２００）、（２２０）および（３１１）の回折ピークの強度を示し、Ｉ200bおよびＩ211bは、それぞれｂｃｃ相の（２００）および（２１１）の回折ピークの強度

を示す。

[0088] （残留オーステナイト中のＭｎ量の測定）

残留オーステナイト中のＭｎ量は、電子線マイクロアナライザー（ＥＰＭＡ：Ｅｌｅｃｔｒｏｎ Ｐｒｏｂｅ Ｍｉｃｒｏ Ａｎａｌｙｚｅｒ）で測定する。まず、測定領域内の残留オーステナイトの位置を把握するために、電子後方散乱回折法（ＥＢＳＤ：Ｅｌｅｃｔｒｏｎ ＢａｃｋＳｃａｔｔｅｒｉｎｇ Ｄｉｆｆｒａｃｔｉｏｎ法）により、観察領域の結晶方位情報を取得する。鋼板の圧延方向に平行な板厚断面を観察面として試料を採取し、エメリー紙による湿式研磨及び１μｍの平均粒子サイズをもつダイヤモンド砥粒による研磨、次いで、化学研磨を施す。観察領域を決めるために、ビッカース硬さ試験で板厚の１/４部を中心とする５０×５０μｍ角に圧痕を付け、その圧痕を目印とする。次いで、電界放出型走査電子顕微鏡を用いて、目印となる圧痕で囲まれた領域の結晶方位を０．０５μｍ間隔で取得する。この際に、結晶方位のデータ取得ソフトとして、株式会社ＴＳＬソリューションズ製のソフトウェア「ＯＩＭ Ｄａｔａ Ｃｏｌｌｅｃｔｉｏｎ ＴＭ（ｖｅｒ．７）」を用いる。取得した結晶方位情報は、株式会社ＴＳＬソリューションズ製のソフトウェア「ＯＩＭ Ａｎａｌｙｓｉｓ ＴＭ（ｖｅｒ．７）」でＢＣＣ相とＦＣＣ相に分離する。このＦＣＣ相が残留オーステナイトである。次に、ＥＰＭＡを用いて残留オーステナイト中のＭｎ量を測定する。測定に用いる機器は、日本電子社（ＪＥＯＬ）製のＪＸＡ－８５００Ｆである。加速電圧７ｋＶ、測定点間隔が８０ｎｍの条件で結晶方位情報を取得して領域内のＦＣＣと判断された部分を測定する。このように測定して得られるデータから、検量線法を用いて残留オーステナイト中のＭｎ量を求める。

[0089] （残留オーステナイト中のＣ量の測定）

残留オーステナイト中の炭素濃度“Ｃγ”は、Ｘ線回折により求めることができる。まず、鋼板の表面から板厚の１／４の位置までを機械研磨及び化学研磨により除去する。次に、当該化学研磨した面に対して、特性Ｘ線とし

てＭｏＫα線を用いた測定を行う。ｆｃｃ相の（２００）、（２２０）、（３１１）の回折ピークの位置から、残留オーステナイトの格子定数“ｄγ”を求める。加えて、化学分析により得られる各サンプルの化学成分値を用いて、次式により残留オーステナイト中の炭素濃度Ｃγを算出することができる。なお、下記式中の各元素記号は、サンプルに含まれる各元素の含有量（質量％）を示す。

Ｃγ＝（１００×ｄγ－３５７．３－０．０９５×Ｍｎ＋０．０２×Ｎｉ－０．０６×Ｃｒ－０．３１×Ｍｏ－０．１８×Ｖ－２．２×Ｎ－０．５６×Ａｌ＋０．０４×Ｃｏ－０．１５×Ｃｕ－０．５１×Ｎｂ－０．３９×Ｔｉ－０．１８×Ｗ）／３．３

なお、残留オーステナイト中の炭素濃度Ｃγには、炭化物として存在する炭素の量はカウントされない。

[0090] （炭化物の個数の測定）

炭化物の個数の測定は、走査型電子顕微鏡で撮影した組織画像に基づいて行なう。観察に先立ち、組織観察用のサンプルを、エメリー紙による湿式研磨及び１μｍの平均粒子サイズをもつダイヤモンド砥粒により研磨し、観察面を鏡面に仕上げた後、飽和ピクリン酸アルコール溶液にて組織をエッチングしておく。観察の倍率を５０００倍とし、板厚ｔ／４の位置を中心とする視野を観察し、総面積が２００００μｍ^{2}となるように複数箇所ランダムに撮影する。三谷商事株式会社製（ＷｉｎＲＯＯＦ）に代表される画像解析ソフトを用いて、得られた撮像を解析し、２００００μｍ^{2}の領域中に含まれる各炭化物の面積を詳細に測定する。各炭化物について、形状を円と仮定し、画像解析から求められた面積から炭化物の半径（円相当半径）を求め、半径が０．１μｍ以上の炭化物の個数を算出する。

[0091] （引張強さＴＳおよび伸びＥｌの測定）

ＪＩＳ Ｚ ２２４１（２０１１）に準拠し、鋼板の圧延方向に直角に採取した５号試験片を用いて、引張強さＴＳ（ＭＰａ）および伸びＥｌ（％）を求めた。

[0092] （曲げ試験）

曲げ性については、ドイツ自動車工業会で規定されたＶＤＡ基準（ＶＤＡ２３８－１００）に基づいて以下の測定条件で評価を行った。本発明では曲げ試験で得られる最大荷重時の変位をＶＤＡ基準で角度に変換し、最大曲げ角αを求めた。最大曲げ角α（ｄｅｇ）が、２．３７ｔ^2－１４ｔ＋６５以上であるものを合格と判断した。ここでｔは板厚（ｍｍ）である。

試験片寸法：６０ｍｍ（圧延方向）×６０ｍｍ（圧延直角方向）

曲げ稜線：曲げ稜線が圧延直角方向になるようにポンチで押し込み

試験方法：ロール支持、ポンチ押し込み

ロール径：φ３０ｍｍ

ポンチ形状：先端Ｒ＝０．４ｍｍ

ロール間距離：２．０×板厚（ｍｍ）＋０．５ｍｍ

押し込み速度：２０ｍｍ／ｍｉｎ

試験機：ＳＩＭＡＤＺＵ　ＡＵＴＯＧＲＡＰＨ　２０ｋＮ

[0093] （穴広げ率の測定）

穴広げ率（λ）の測定では、まず、一辺の長さが９０ｍｍ±１０ｍｍの短板を切り出し、短板の中央に直径１０ｍｍの穴を打ち抜き穴広げ用の試験片を作製した。打ち抜きのクリアランスは１２．５％とした。円錐形状の穴広げ治具の頂点と、打ち抜き穴の中央部との距離が±１ｍｍ以内である位置に試験片を設置し、ＪＩＳ　Ｚ　２２５６（２０１０）に準拠して穴広げ値を測定した。

[0094] （耐衝突特性の評価）

耐衝突特性の評価については、最大曲げ角α（ｄｅｇ）が２．３７ｔ^2－１４ｔ＋６５以上かつ、ＴＳ×ＥＩが１５０００以上、かつ、ＴＳ×λが３３０００以上であるものを「○」とし、いずれか１つでも満たさないものは「×」とした。

[0095]

[表1]

表 1

No.	化学組成（質量% 残部Feおよび不純物）																											Ac_3
	C	Si	Mn	P	S	N	O	Al	B	Ti	Nb	V	Mo	Cr	Co	Ni	Cu	W	Ta	Sn	Sb	As	Mg	Ca	Y	Zr	La	Ce	
1	0.20	1.14	3.1	0.0176	0.0016	0.0009	0.0020	-	0.0012	0.02	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	862
2	0.20	1.01	0.8	0.0017	0.0010	0.0070	0.0193	0.101	0.0020	-	-	-	0.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	861
3	0.31	2.34	0.8	0.0157	0.0062	0.0003	0.0001	0.353	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	892
4	0.33	0.95	1.1	0.0023	0.0030	0.0162	0.0080	0.095	-	-	-	-	-	-	-	0.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	825
5	0.20	2.26	0.8	0.0023	0.0022	0.0006	0.0003	0.113	0.0020	-	-	-	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	914
6	0.21	1.25	1.4	0.0029	0.0164	0.0002	0.0014	0.184	-	0.03	-	0.10	-	-	-	-	0.32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	875
7	0.32	1.74	2.3	0.0011	0.0011	0.0020	0.0012	0.030	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.006	864
8	0.28	2.15	1.1	0.0014	0.0112	0.0025	0.0009	0.169	-	-	-	-	-	-	-	0.05	-	-	-	-	-	-	-	0.030	-	-	-	-	889
9	0.19	0.99	0.8	0.0020	0.0021	0.0138	0.0033	0.258	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.002	-	857
10	0.33	0.97	3.2	0.0172	0.0150	0.0034	0.0061	0.760	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.008	-	-	-	-	-	-	828
11	0.19	0.94	0.8	0.0111	0.0172	0.0035	0.0027	0.082	-	-	-	-	0.10	-	-	-	0.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	857
12	0.20	0.98	0.9	0.0014	0.0017	0.0036	0.0142	0.032	0.0020	-	-	-	-	0.3	-	-	-	0.022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	855
13	0.20	0.95	0.8	0.0033	0.0013	0.0161	0.0146	0.055	0.0011	-	-	-	-	-	-	0.15	-	-	-	-	-	-	0.040	-	-	-	-	-	850
14	0.21	0.90	2.9	0.0179	0.0174	0.0060	0.0007	0.796	-	-	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	0.030	-	-	-	-	-	-	-	-	849
15	0.23	2.22	4.6	0.0061	0.0037	0.0039	0.0031	0.096	-	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.020	-	-	-	-	903
16	0.32	1.74	2.2	0.0142	0.0013	0.0035	0.0001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	864
17	0.25	2.29	0.9	0.0169	0.0027	0.0041	0.0019	0.653	0.0022	-	-	-	0.08	-	-	-	-	-	-	-	0.007	-	-	-	-	-	-	-	905
18	0.25	1.20	2.3	0.0154	0.0106	0.0023	0.0016	0.139	0.0018	0.03	-	-	-	-	0.15	-	0.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	853
19	0.24	1.19	2.8	0.0036	0.0160	0.0173	0.0019	-	-	-	-	0.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	869
20	0.22	1.52	3.0	0.0020	0.0020	0.0021	0.0180	0.050	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.050	-	-	-	874

[0096] [表2]

表 2

No.	化学組成（質量% 残部Feおよび不純物）																												Ac_3
	C	Si	Mn	P	S	N	O	Al	B	Ti	Nb	V	Mo	Cr	Co	Ni	Cu	W	Ta	Sn	Sb	As	Mg	Ca	Y	Zr	La	Ce	
21	0.28	2.13	1.7	0.0022	0.0169	0.0026	0.0019	0.211	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.050	-	-	-	-	-	-	0.020	-	-	889
22	0.20	2.30	2.6	0.0104	0.0032	0.0032	0.0042	0.065	-	-	-	-	-	-	-	-	0.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	914
23	0.19	2.36	1.0	0.0026	0.0027	0.0030	0.0022	-	-	-	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	917
24	0.19	1.54	2.4	0.0048	0.0003	0.0028	0.0033	0.082	-	-	-	-	-	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	880
25	0.28	0.93	1.3	0.0013	0.0049	0.0013	0.0032	0.077	0.0015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	836
26	0.33	1.19	1.0	0.0011	0.0008	0.0152	0.0003	0.060	-	-	-	-	0.50	-	-	-	0.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	854
27	0.29	1.00	1.8	0.0039	0.0012	0.0104	0.0151	0.170	-	0.08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	836
28	0.30	1.41	3.0	0.0011	0.0032	0.0004	0.0016	0.898	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	853
29	0.32	0.95	1.8	0.0001	0.0159	0.0011	0.0021	0.800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	830
30	0.26	2.04	2.9	0.0010	0.0003	0.0017	0.0134	0.559	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	889
31	0.21	1.96	1.0	0.0009	0.0028	0.0021	0.0015	-	-	-	0.03	0.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	906
32	0.19	0.84	1.7	0.0018	0.0014	0.0024	0.0030	0.304	-	-	-	-	-	-	-	0.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	848
33	0.20	1.56	3.1	0.0017	0.0016	0.0029	0.0007	0.156	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.020	-	-	-	-	-	-	-	-	881
34	0.19	1.67	1.4	0.0036	0.0012	0.0008	0.0023	0.188	0.0030	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	887
35	0.20	2.24	2.5	0.0023	0.0015	0.0004	0.0065	0.173	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	910
36	0.21	0.99	2.6	0.0020	0.0006	0.0018	0.0017	0.900	-	-	-	-	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	855
37	0.20	1.98	0.9	0.0029	0.0012	0.0036	0.0034	0.038	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	900
38	0.20	1.20	3.3	0.0035	0.0029	0.0182	0.0004	0.803	-	-	-	-	-	-	-	0.05	0.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	863
39	0.20	2.32	3.0	0.0021	0.0013	0.0021	0.0178	0.144	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	913
40	0.19	1.24	1.3	0.0031	0.0036	0.0056	0.0148	0.047	0.0023	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	868

[0097] [表3]

表 3

No.	化学組成（質量% 残部Feおよび不純物）																										Ac3
	C	Si	Mn	P	S	N	O	Al	B	Ti	Nb	V	Mo	Cr	Co	Ni	Cu	W	Ta	Sn	Sb	As	Mg	Ca	Y	Zr	La	Ce	
41	0.21	1.63	1.6	0.0029	0.0019	0.0020	0.0008	0.487	0.0020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.020	-	-	-	-	-	-	-	882
42	0.19	2.15	3.0	0.0021	0.0035	0.0186	0.0042	0.179	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	908
43	0.19	1.87	2.0	0.0032	0.0021	0.0021	0.0054	0.138	-	0.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	896
44	0.19	1.35	0.9	0.0006	0.0022	0.0035	0.0021	0.194	-	-	-	-	-	1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	873
45	0.19	1.61	2.2	0.0006	0.0014	0.0035	0.0011	0.036	-	-	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	885
46	0.20	1.94	2.3	0.0037	0.0008	0.0121	0.0033	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.050	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	900
47	0.21	1.73	2.2	0.0014	0.0009	0.0022	0.0018	0.071	-	-	-	-	-	-	0.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	886
48	0.21	0.89	1.5	0.0036	0.0005	0.0031	0.0011	0.091	-	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	848
49	0.20	1.24	1.9	0.0026	0.0024	0.0022	0.0064	0.156	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	866
50	0.19	1.81	2.8	0.0010	0.0009	0.0007	0.0018	0.143	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	894
51	0.19	1.36	3.2	0.0034	0.0015	0.0013	0.0050	0.165	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	872
52	0.10	0.87	3.1	0.0168	0.0155	0.0031	0.0079	0.009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	876
53	0.39	1.16	1.0	0.0027	0.0038	0.0023	0.0188	0.008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	826
54	0.19	0.40	1.5	0.0022	0.0015	0.0125	0.0090	0.440	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	830
55	0.28	2.55	1.0	0.0018	0.0159	0.0031	0.0013	0.918	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	907
56	0.32	2.28	0.1	0.0018	0.0019	0.0148	0.0028	0.040	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	889
57	0.29	2.23	5.5	0.0024	0.0017	0.0022	0.0156	0.442	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	891
58	0.22	1.59	2.2	0.0206	0.0019	0.0140	0.0006	0.769	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	878
59	0.20	0.97	0.8	0.0019	0.0208	0.0021	0.0015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	854
60	0.31	1.43	1.0	0.0029	0.0075	0.0207	0.0024	0.005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	852

下線は、本発明で規定される範囲を外れることを意味する。

[0098] [表4]

表 4

No.	化学組成（質量% 残部Feおよび不純物）																												Ac3
	C	Si	Mn	P	S	N	O	Al	B	Ti	Nb	V	Mo	Cr	Co	Ni	Cu	W	Ta	Sn	Sb	As	Mg	Ca	Y	Zr	La	Ce	
61	0.25	2.26	1.1	0.0166	0.0014	0.0018	0.0087	1.034	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	901
62	0.33	0.93	0.8	0.0050	0.0038	0.0035	0.0148	0.444	0.0104	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	826
63	0.19	2.06	3.1	0.0011	0.0174	0.0119	0.0113	0.099	-	0.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	905
64	0.20	0.99	0.9	0.0013	0.0165	0.0187	0.0024	0.010	-	-	0.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	855
65	0.21	2.27	3.2	0.0148	0.0111	0.0138	0.0021	0.112	-	-	-	0.51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	962
66	0.33	0.91	0.9	0.0019	0.0025	0.0107	0.0206	0.205	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	825
67	0.20	1.05	0.8	0.0025	0.0169	0.0156	0.0024	0.195	-	-	-	-	0.52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	875
68	0.20	0.94	0.9	0.0165	0.0061	0.0049	0.0018	0.234	-	-	-	-	-	2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	851
69	0.19	1.05	0.9	0.0178	0.0021	0.0016	0.0033	0.576	-	-	-	-	-	-	0.51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	859
70	0.19	0.98	2.9	0.0128	0.0020	0.0035	0.0014	0.150	-	-	-	-	-	-	-	1.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	841
71	0.19	1.34	0.9	0.0165	0.0018	0.0067	0.0005	0.164	-	-	-	-	-	-	-	-	0.52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	872
72	0.20	0.94	0.7	0.0068	0.0024	0.0023	0.0029	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.104	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	854
73	0.21	1.75	1.1	0.0148	0.0013	0.0015	0.0010	0.028	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.103	-	-	-	-	-	-	-	-	-	886
74	0.19	2.24	3.1	0.0016	0.0014	0.0113	0.0031	0.229	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.052	-	-	-	-	-	-	-	-	912
75	0.19	0.97	3.1	0.0183	0.0018	0.0011	0.0034	0.172	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.051	-	-	-	-	-	-	-	856
76	0.22	2.27	0.9	0.0037	0.0022	0.0035	0.0009	0.736	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.051	-	-	-	-	-	-	908
77	0.20	2.19	2.3	0.0019	0.0181	0.0141	0.0028	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.052	-	-	-	-	-	909
78	0.20	1.10	0.9	0.0011	0.0023	0.0027	0.0024	0.856	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.051	-	-	-	-	859
79	0.20	1.06	1.2	0.0015	0.0020	0.0014	0.0030	0.135	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.051	-	-	-	859
80	0.31	0.92	1.7	0.0167	0.0059	0.0173	0.0021	0.118	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.052	-	-	828
81	0.23	0.99	1.1	0.0105	0.0177	0.0049	0.0027	0.673	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.052	-	849
82	0.33	1.25	0.9	0.0017	0.0037	0.0131	0.0013	0.020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.052	841

下線は、本発明で規定される範囲を外れることを意味する。

[0099] [表5]

表 5

No.	熱間圧延			冷間圧延	1回目の熱処理					2回目の熱処理							焼戻処理		めっき処理
							1段目の冷却					1段目の冷却							
	加熱温度 (℃)	仕上温度 (℃)	巻取温度 (℃)	圧延率 (%)	加熱温度 (℃)	保持時間 (sec)	冷却速度 (℃/s)	停止温度 (℃)	冷却速度 (℃/s)	加熱温度 (℃)	保持時間 (sec)	冷却速度 (℃/s)	停止温度 (℃)	冷却速度 (℃/s)	停止温度 (℃)	停留温度 (℃)	停留時間 (sec)	加熱温度 (℃)	保持時間 (sec)	有無
A	1,250	900	577	31	931	360	-	-	88	870	263	-	-	64	180	280	185	-	-	-
B	1,253	862	645	47	986	111	-	-	28	944	524	-	-	99	250	289	207	-	-	-
C	1,160	989	632	63	900	388	-	-	181	900	407	-	-	102	190	411	138	-	-	-
D	1,107	958	674	55	987	75	-	-	178	893	350	-	-	84	180	313	129	-	-	有
E	1,175	892	693	34	936	169	-	-	58	960	305	-	-	137	250	250	299	-	-	-
F	1,250	901	581	44	886	343	-	-	170	915	85	-	-	90	220	320	221	-	-	-
G	1,198	949	583	74	865	248	-	-	102	880	252	-	-	142	140	376	125	-	-	-
H	1,132	855	630	74	900	299	-	-	42	932	74	-	-	197	200	292	225	-	-	有
I	1,175	851	697	70	916	255	-	-	40	879	182	-	-	59	260	270	118	-	-	-
J	1,221	876	593	47	895	472	-	-	43	955	282	-	-	148	110	353	167	-	-	-
K	1,298	916	632	58	886	117	5	680	178	860	37	-	-	189	255	330	289	-	-	-
L	1,300	950	673	31	947	129	-	-	114	969	225	-	-	164	245	310	194	-	-	-
M	1,235	918	572	55	976	495	-	-	84	900	117	-	-	67	250	310	143	300	100	-
N	1,132	964	600	66	945	31	-	-	166	962	314	-	-	170	180	300	105	-	-	-
O	1,257	922	617	68	910	371	-	-	180	920	406	-	-	183	165	340	132	-	-	-
P	1,107	861	569	33	880	35	-	-	56	890	60	-	-	195	150	350	270	-	-	-
Q	1,122	866	557	34	920	100	-	-	40	910	56	3	650	91	220	320	107	-	-	-
R	1,112	860	564	35	860	17	-	-	197	860	51	-	-	125	180	262	122	-	-	有（合金化）
S	1,103	866	562	31	890	12	-	-	67	875	32	-	-	66	165	342	176	-	-	-
T	1,115	870	551	30	880	29	-	-	174	880	36	-	-	91	170	350	275	-	-	-

[0100] [表6]

表 6

No.	熱間圧延			冷間圧延	1回目の熱処理					2回目の熱処理							焼戻処理		めっき処理
	加熱温度 (℃)	仕上温度 (℃)	巻取温度 (℃)	圧延率 (%)	加熱温度 (℃)	保持時間 (sec)	1段目の冷却 冷却速度 (℃/s)	1段目の冷却 停止温度 (℃)	冷却速度 (℃/s)	停止温度 (℃)	加熱温度 (℃)	保持時間 (sec)	1段目の冷却 冷却速度 (℃/s)	1段目の冷却 停止温度 (℃)	冷却速度 (℃/s)	停止温度 (℃)	停留温度 (℃)	停留時間 (sec)	加熱温度 (℃)	保持時間 (sec)	有無
U	1,121	870	551	45	900	75	-	-	80	31	900	31	-	-	159	185	349	258	-	-	有
V	1,111	885	552	31	920	37	-	-	43	41	930	76	-	-	43	195	332	100	250	300	-
W	1,114	856	557	33	932	10	-	-	148	53	940	36	-	-	182	230	333	223	-	-	-
X	1,101	865	554	36	880	42	-	-	169	100	890	74	-	-	182	190	293	148	-	-	-
Y	1,153	864	564	32	860	68	-	-	156	50	840	55	-	-	104	200	308	82	-	-	-
Z	1,160	853	557	35	877	135	-	-	160	32	870	150	-	-	165	175	408	32	-	-	-
AA	1,122	858	580	33	841	55	-	-	131	200	853	33	-	-	117	175	285	32	-	-	-
AB	1,111	857	551	31	915	198	3	690	112	36	890	73	2	650	77	135	263	80	-	-	-
AC	1,125	869	554	50	864	46	-	-	163	25	838	75	-	-	123	165	401	84	-	-	-
AD	1,121	860	567	55	900	46	-	-	81	33	900	72	-	-	141	155	268	37	-	-	-
AE	1,121	860	567	64	900	46	-	-	81	33	900	72	-	-	141	155	268	37	-	-	有
AF	1,121	860	567	38	900	46	-	-	81	33	900	72	-	-	141	155	268	37	-	-	有（合金化）
AG	1,226	855	無																		
AH	1,149	937	400	45	970	460	-	-	57	47	910	202	-	-	129	220	300	104	-	-	-
AI	1,169	921	670	12	無																
AJ	1,185	941	660	81	無																
AK	1,261	883	633	70	750	430	-	-	157	44	934	475	-	-	59	180	300	297	-	-	-
AL	1,128	919	565	50	890	0	-	-	200	48	947	109	-	-	178	190	300	282	-	-	-
AM	1,206	885	352	56	912	620	-	-	28	110	920	629	-	-	182	205	300	258	-	-	-
AN	1,250	980	572	35	902	285	0.1	627	136	88	958	282	-	-	114	170	262	101	-	-	-
AO	1,277	860	588	63	910	66	5	500	39	50	906	87	-	-	94	180	320	170	-	-	-

下線は、本発明で推奨される製造条件を外れることを意味する。

[0101] [表7]

表 7

No.	熱間圧延			冷間圧延	1回目の熱処理						2回目の熱処理								焼戻処理		めっき処理
					加熱温度	保持時間	1段目の冷却		冷却速度	停止温度	加熱温度	保持時間	1段目の冷却		冷却速度	停止温度	停留温度	停留時間	加熱温度	保持時間	有無
	加熱温度 (℃)	仕上温度 (℃)	巻取温度 (℃)	圧延率 (%)	(℃)	(sec)	冷却速度 (℃/s)	停止温度 (℃)	(℃/s)	(℃)	(℃)	(sec)	冷却速度 (℃/s)	停止温度 (℃)	(℃/s)	(℃)	(℃)	(sec)	(℃)	(sec)	
AP	1,202	867	614	62	909	228	-	-	15	138	881	434	-	-	102	185	310	140	-	-	-
AQ	1,293	982	556	49	930	349	-	-	72	400	978	376	-	-	29	195	310	240	-	-	-
AR	1,141	994	607	54	920	67	-	-	130	82	700	109	-	-	162	220	294	233	-	-	-
AS	1,273	950	613	76	936	441	-	-	137	83	875	0	0.1	728	97	195	303	239	-	-	-
AT	1,189	967	687	60	964	174	-	-	151	116	909	113	6	550	154	220	300	144	-	-	-
AU	1,116	894	605	75	920	425	-	-	165	146	951	209	-	-	12	200	280	153	-	-	-
AV	1,129	876	554	69	951	43	-	-	61	103	984	178	-	-	25	450	291	119	-	-	-
AW	1,178	949	629	48	935	143	-	-	192	136	927	183	-	-	49	20	270	107	-	-	-
AX	1,225	955	605	35	914	61	-	-	183	57	950	140	-	-	29	200	500	200	-	-	-
AY	1,138	946	686	56	933	337	-	-	119	234	960	167	-	-	72	220	300	5	-	-	-
AZ	1,265	914	662	75	890	399	-	-	165	250	984	403	-	-	145	220	333	650	-	-	-
BA	1,188	894	635	38	867	15	-	-	40	207	990	398	-	-	24	190	338	315	-	-	-
BB	1,203	924	672	38	976	463	-	-	83	245	878	282	-	-	66	170	280	334	463	195	-
BC	1,247	898	599	46	992	258	-	-	183	73	922	267	-	-	75	225	250	310	233	618	-
BD	1,116	959	696	48	1回目の熱処理熱処理無し						900	156	-	-	74	170	264	215	-	-	-
BE	1,139	978	670	74	947	59	-	-	52	57	978	85	-	-	30	230	250	125	-	-	-
BF	1,149	904	580	59	918	70	-	-	54	43	838	75	-	-	55	175	294	114	-	-	-
BG	1,266	905	635	35	852	77	-	-	43	35	960	53	-	-	37	220	290	269	-	-	-
BH	1,230	959	656	48	923	68	-	-	33	43	968	81	-	-	50	115	300	163	-	-	-
BI	1,241	951	627	75	929	67	-	-	60	37	992	90	-	-	54	200	329	327	-	-	-
BJ	1,233	950	607	45	895	32	-	-	57	55	945	62	-	-	48	135	380	303	-	-	-

下線は、本発明で推奨される製造条件を外れることを意味する。

[0102] [表8]

表 8

No.	熱間圧延			冷間圧延	1回目の熱処理					2回目の熱処理						焼戻処理		めっき処理
							1段目の冷却					1段目の冷却						
	加熱温度 (℃)	仕上温度 (℃)	巻取温度 (℃)	圧延率 (%)	加熱温度 (℃)	保持時間 (sec)	冷却速度 (℃/s)	停止温度 (℃)	冷却速度 (℃/s)	加熱温度 (℃)	保持時間 (sec)	冷却速度 (℃/s)	停止温度 (℃)	冷却速度 (℃/s)	停止温度 (℃)	停留温度 (℃)	停留時間 (sec)	加熱温度 (℃)	保持時間 (sec)	有無
BK	1,257	936	684	69	911	60	-	-	55	69	895	31	-	-	53	190	300	172	-	-	-
BL	1,150	939	579	37	903	93	-	-	53	68	921	28	-	-	33	220	316	235	-	-	-
BM	1,209	868	563	50	860	77	-	-	45	56	871	98	-	-	50	190	253	258	-	-	-
BN	1,152	974	591	40	925	60	-	-	31	50	931	37	-	-	44	180	352	347	-	-	-
BO	1,132	903	639	47	893	39	-	-	34	39	897	50	-	-	47	200	425	243	-	-	-
BP	1,179	884	629	47	910	65	-	-	42	73	935	91	-	-	48	165	260	133	-	-	-
BQ	1,165	943	622	65	867	73	-	-	49	62	967	58	-	-	44	185	276	189	-	-	-
BR	1,125	949	650	58	968	43	-	-	43	73	968	31	-	-	31	180	333	346	-	-	-
BS	1,194	960	607	63	848	71	-	-	37	49	929	70	-	-	43	200	341	108	-	-	-
BT	1,214	899	602	47	911	94	-	-	59	70	886	31	-	-	47	250	320	105	-	-	-
BU	1,241	940	584	41	904	46	-	-	59	63	915	40	-	-	43	170	294	297	-	-	-
BV	1,133	930	586	41	963	53	-	-	60	69	861	55	-	-	33	250	253	252	-	-	-
BW	1,209	888	621	56	851	88	-	-	46	56	904	77	-	-	39	180	290	273	-	-	-
BX	1,228	975	613	74	991	51	-	-	49	71	958	31	-	-	52	240	310	220	-	-	-
BY	1,251	877	672	37	941	85	-	-	53	66	860	84	-	-	33	195	300	217	-	-	-
BZ	1,183	913	693	68	945	65	-	-	51	51	901	67	-	-	44	180	300	242	-	-	-
CA	1,191	957	563	57	942	57	-	-	54	38	979	88	-	-	54	195	300	209	-	-	-
CB	1,161	974	687	75	860	41	-	-	59	57	892	57	-	-	49	185	200	129	-	-	-
CC	1,226	900	602	70	991	28	-	-	43	68	923	98	-	-	41	245	300	188	-	-	-
CD	1,284	874	685	55	967	53	-	-	60	72	920	93	-	-	52	215	300	206	-	-	-
CE	1,281	890	664	70	892	31	-	-	55	56	953	53	-	-	34	185	329	200	-	-	-
CF	1,132	875	619	51	933	62	-	-	31	50	950	21	-	-	51	225	280	112	-	-	-
CG	1,123	969	611	60	931	68	-	-	53	35	867	64	-	-	34	180	322	279	-	-	-
CH	1,271	885	585	62	945	98	-	-	44	36	879	21	-	-	39	220	290	324	-	-	-
CI	1,197	909	663	40	974	48	-	-	44	38	852	45	-	-	32	205	251	297	-	-	-
CJ	1,250	900	577	31	1回目の熱処理熱処理無し					870	263	-	-	-	64	190	300	185	-	-	-

下線は、本発明で推奨される製造条件を外れることを意味する。

[0103]

[表9]

表 9

試験No.	鋼No.	製法No.	板厚(mm)	金属組織の体積分率(%)						半径0.1μm以上の炭化物の個数(個/20000μm^2)	TS(MPa)	El(%)	残留γ		マトリックス中		Mn_A/Mn_M	C_A/C_M	λ(%)	耐衝突特性					備考
				F	P	B	残留γ	M	TM				Mn量(Mn_A)	C量(C_A)	Mn量(Mn_M)	C量(C_M)				α(deg)	①	TS×El	TS×λ	評価	
1	1	A	1.4	-	-	5	8	-	87	40	1,206	13.2	3.8	0.7	3.1	0.20	1.2	3.7	40	75	25	15,956	48,222	○	発明鋼
2	2	B	1.4	-	-	4	8	-	87	43	1,186	13.6	2.0	0.8	0.8	0.20	2.5	3.9	38	68	18	16,156	45,062	○	発明鋼
3	3	C	1.4	-	-	4	8	-	87	65	1,262	13.5	1.5	1.0	0.8	0.31	1.9	3.2	38	73	23	17,018	47,960	○	発明鋼
4	4	D	1.4	-	-	6	7	-	87	32	1,531	12.7	2.4	0.8	1.1	0.33	2.2	2.3	38	65	15	19,515	58,191	○	発明鋼
5	5	E	1.4	-	-	3	9	-	88	43	1,241	14.4	2.0	0.7	0.8	0.20	2.5	3.7	37	69	19	17,891	45,924	○	発明鋼
6	6	F	1.2	-	-	3	9	-	88	26	1,171	14.2	2.3	0.8	1.4	0.21	1.7	4.0	29	68	16	16,602	33,958	○	発明鋼
7	7	G	1.4	-	-	4	8	-	88	38	1,382	13.1	2.8	0.9	2.3	0.32	1.2	2.8	34	62	12	18,111	46,993	○	発明鋼
8	8	H	1.4	-	-	3	9	-	88	25	1,390	13.9	1.8	0.8	1.1	0.28	1.6	2.8	33	65	15	19,344	45,878	○	発明鋼
9	9	I	1.4	-	-	6	7	-	87	33	1,198	12.8	1.9	0.7	0.8	0.19	2.4	3.6	41	73	23	15,334	49,118	○	発明鋼
10	10	J	1.4	-	-	4	8	-	87	61	1,464	13.6	4.0	0.9	3.2	0.33	1.2	2.7	35	64	14	19,883	51,245	○	発明鋼
11	11	K	1.4	-	-	4	9	-	87	10	1,145	14.2	1.6	0.9	0.8	0.19	2.0	4.6	29	65	15	16,226	33,205	○	発明鋼
12	12	L	1.4	-	-	4	8	-	87	30	1,151	13.6	1.9	0.8	0.9	0.20	2.1	4.0	30	66	16	15,678	34,533	○	発明鋼
13	13	M	1.4	-	-	5	7	-	87	40	1,158	13.0	1.9	0.8	0.8	0.20	2.4	3.8	32	68	18	15,056	37,060	○	発明鋼
14	14	N	1.4	-	-	6	7	-	87	19	1,192	12.6	3.9	0.7	2.9	0.21	1.3	3.6	33	68	18	15,019	39,336	○	発明鋼
15	15	O	1.4	-	-	6	7	-	87	68	1,162	12.9	5.6	0.8	4.6	0.23	1.2	3.7	34	70	20	15,027	39,512	○	発明鋼
16	16	P	1.6	-	-	3	10	-	87	10	1,430	15.1	3.4	0.9	2.2	0.32	1.5	2.9	42	65	16	21,619	60,078	○	発明鋼
17	17	Q	1.4	-	-	5	7	-	88	14	1,251	12.5	1.1	0.8	0.9	0.25	1.2	3.2	36	64	14	15,688	45,020	○	発明鋼
18	18	R	1.4	-	-	6	7	-	87	6	1,349	12.4	3.0	0.7	2.3	0.25	1.3	2.6	40	68	18	16,692	53,956	○	発明鋼
19	19	S	1.4	-	-	4	8	-	88	5	1,189	13.7	3.5	0.9	2.8	0.24	1.2	3.6	31	66	16	16,246	36,872	○	発明鋼
20	20	T	1.4	-	-	2	10	-	87	8	1,132	15.2	3.6	0.9	3.0	0.22	1.2	4.2	30	68	18	17,206	33,956	○	発明鋼

金属組織の各記号の意味は、下記の通りである。

F:フェライト、P：パーライト、B:ベイナイト、残留γ:残留オーステナイト、M：焼入れままマルテンサイト、TM:焼き戻しマルテンサイト

①は、$\alpha-(2.37t^2-14t+65)$の計算値であり、0以上を目標とする。

「-」は、その組織が観察されなかったことを意味する。

[0104] [表10]

表 10

試験No.	鋼No.	製法No.	板厚(mm)	金属組織の体積分率(%)						半径0.1μm以上の炭化物の個数(個/20000μm^2)	TS(MPa)	El(%)	残留γ		マトリックス中		Mn_A/Mn_M	C_A/C_M	λ(%)	耐衝突特性					備考
				F	P	B	残留γ	M	TM				Mn量(Mn_A)	C量(C_A)	Mn量(Mn_M)	C量(C_M)				α(deg)	①	TS×El	TS×λ	評価	
21	21	U	1.4	-	-	3	10	-	87	9	1,285	14.9	2.2	0.9	1.7	0.28	1.3	3.3	34	65	15	19,196	43,689	○	発明鋼
22	22	V	1.4	-	-	6	7	-	87	12	1,210	12.4	3.3	0.8	2.6	0.20	1.3	4.1	28	62	12	15,055	33,880	○	発明鋼
23	23	W	1.4	-	-	4	8	-	88	4	1,190	13.4	2.1	0.9	1.0	0.19	2.1	4.4	30	63	13	15,946	35,700	○	発明鋼
24	24	X	1.4	-	-	5	7	-	88	10	1,177	12.9	3.3	0.7	2.4	0.19	1.4	3.8	34	68	18	15,188	40,004	○	発明鋼
25	25	Y	1.4	-	-	6	6	-	87	14	1,342	12.1	2.0	0.7	1.3	0.28	1.5	2.7	38	70	20	16,235	51,015	○	発明鋼
26	26	Z	1	-	-	7	6	-	87	24	1,333	11.5	1.5	0.9	1.0	0.33	1.5	2.9	40	70	17	15,390	53,324	○	発明鋼
27	27	AA	1.4	-	-	7	6	-	87	6	1,437	11.4	2.3	0.7	1.8	0.29	1.3	2.3	41	65	15	16,363	58,927	○	発明鋼
28	28	AB	1.4	-	-	7	6	-	87	22	1,488	11.9	3.7	0.6	3.0	0.30	1.2	2.1	45	71	21	17,690	66,976	○	発明鋼
29	29	AC	1.4	-	-	6	7	-	87	9	1,296	12.5	2.3	1.0	1.8	0.32	1.3	3.0	34	66	16	16,149	44,074	○	発明鋼
30	30	AD	1.4	-	-	7	6	-	87	11	1,357	11.4	4.3	0.6	2.9	0.26	1.5	2.5	38	67	17	15,517	51,570	○	発明鋼
31	30	AE	1.4	-	-	7	6	-	87	12	1,357	11.4	3.6	0.6	2.9	0.26	1.2	2.5	35	66	16	15,517	47,499	○	発明鋼
32	30	AF	1.4	-	-	7	6	-	87	13	1,357	11.4	3.7	0.6	2.9	0.26	1.3	2.5	34	66	16	15,517	46,141	○	発明鋼
33	31	AG	試験不可																						比較鋼
34	32	AH	1.4	-	-	6	7	-	88	62	1,152	12.4	1.8	0.7	1.8	0.19	1.0	3.9	26	62	12	14,270	29,950	×	比較鋼
35	32	AI	試験不可																						比較鋼
36	32	AJ	試験不可																						比較鋼
37	33	AK	1.4	-	-	7	6	-	87	139	1,167	11.8	3.2	1.2	3.1	0.20	1.0	4.2	23	58	8	13,737	26,846	×	比較鋼
38	34	AL	1.4	-	-	2	6	-	92	92	1,200	12.2	2.5	1.2	1.4	0.19	1.8	6.3	18	57	7	14,638	21,600	×	比較鋼
39	35	AM	1.4	-	-	5	9	-	86	108	1,168	14.3	3.2	1.1	2.5	0.20	1.3	5.2	28	65	15	16,662	32,711	×	比較鋼
40	36	AN	1.4	-	-	4	6	-	90	53	1,274	12.3	2.7	0.7	2.6	0.21	1.0	3.2	21	61	11	15,711	26,746	×	比較鋼

下線は、本発明で規定される条件、本発明で推奨される製造条件または目標性能を外れることを意味する。

金属組織の各記号の意味は、下記の通りである。

F:フェライト、P：パーライト、B:ベイナイト、残留γ:残留オーステナイト、M：焼入れままマルテンサイト、TM:焼き戻しマルテンサイト

①は、$\alpha-(2.37t^2-14t+65)$の計算値であり、0以上を目標とする。

「-」は、その組織が観察されなかったことを意味する。

[0105] [表11]

表 11

試験No.	鋼No.	製法No.	板厚(mm)	金属組織の体積分率(%) F	P	B	残留γ	M	TM	半径0.1μm以上の炭化物の個数(個/20000μm^2)	TS(MPa)	El(%)	残留γ Mn量(Mn_A)	C量(C_A)	マトリックス中 Mn量(Mn_M)	C量(C_M)	Mn_A/Mn_M	C_A/C_M	λ(%)	耐衝突特性 α(deg)	①	TS×El	TS×λ	評価	備考
41	37	AO	1.4	-	-	1	5	-	94	17	1,182	11.5	1.0	1.0	0.9	0.20	1.1	4.9	18	68	18	13,579	21,272	×	比較鋼
42	38	AP	1.4	-	-	6	7	2	85	53	1,142	12.7	3.4	0.9	3.3	0.20	1.0	4.6	42	74	24	14,475	47,956	×	比較鋼
43	39	AQ	1.4	-	-	6	2	7	85	69	1,142	8.4	3.4	1.1	3.0	0.20	1.1	5.6	35	67	17	9,560	39,970	×	比較鋼
44	40	AS	1.4	30	-	8	0	-	62	57	1,193	17.0	2.0	1.1	1.3	0.19	1.5	5.7	17	78	28	20,234	20,282	×	比較鋼
45	41	AT	1.4	35	-	10	0	-	55	31	1,193	18.4	1.6	1.0	1.6	0.21	1.0	4.8	24	75	25	21,945	28,624	×	比較鋼
46	42	AU	1.4	-	-	4	7	4	85	59	1,177	12.7	3.8	1.0	3.0	0.19	1.3	5.2	34	79	29	14,910	40,026	×	比較鋼
47	43	AV	1.4	-	5	68	7	-	20	16	750	7.1	2.6	0.8	2.0	0.19	1.3	4.4	51	95	45	5,339	38,250	×	比較鋼
48	44	AW	1.4	-	-	-	5	-	95	32	1,273	11.6	1.5	1.0	0.9	0.19	1.7	5.3	17	68	18	14,764	21,636	×	比較鋼
49	45	AX	1.4	-	-	3	8	-	89	19	865	13.5	2.9	1.6	2.2	0.19	1.3	8.3	15	89	39	11,679	12,975	×	比較鋼
50	46	AY	1.4	-	-	1	0	13	86	56	1,190	6.9	2.5	0.2	2.3	0.20	1.1	1.2	41	85	35	8,187	48,790	×	比較鋼
51	47	AZ	1.4	-	-	5	10	-	85	87	1,109	14.8	3.9	1.9	2.2	0.21	1.8	9.1	22	67	17	16,382	24,400	×	比較鋼
52	48	BA	1.4	-	-	4	5	-	91	16	1,197	12.6	2.8	0.9	1.5	0.21	1.9	4.3	26	68	18	15,082	31,122	○	実施例
53	49	BB	1.4	-	-	2	6	-	92	66	1,279	13.2	2.9	0.9	1.9	0.20	1.5	4.5	25	66	16	16,883	31,975	○	実施例
54	50	BC	1.4	-	-	6	9	3	82	52	1,198	13.5	3.5	0.8	2.8	0.19	1.2	4.3	48	81	31	16,173	57,504	○	実施例
55	51	BD	1.4	-	-	4	8	-	88	162	1,232	13.5	3.0	1.0	3.2	0.19	1.0	4.9	21	62	12	16,671	25,862	×	比較鋼
56	52	BE	1.4	-	-	5	7	2	86	17	1,043	12.3	4.7	0.7	3.1	0.10	1.5	6.8	18	72	22	12,811	18,775	×	比較鋼
57	53	BF	1.4	-	-	6	7	-	87	19	1,864	8.9	1.8	1.2	1.0	0.39	1.8	3.1	28	42	-8	16,590	52,192	×	比較鋼
58	54	BG	1.4	-	-	2	9	-	89	18	1,195	14.5	2.7	1.1	1.5	0.19	1.8	5.7	17	42	-8	17,375	20,309	×	比較鋼
59	55	BH	1.4	-	-	6	5	9	80	21	1,393	11.1	1.9	0.9	1.0	0.28	1.9	3.2	18	43	-7	15,493	25,079	×	比較鋼
60	56	BI	1.4	-	-	4	6	-	90	18	1,480	12.0	0.3	1.3	0.1	0.32	3.3	4.1	14	40	-10	17,730	20,714	×	比較鋼

下線は、本発明で規定される条件、本発明で推奨される製造条件または目標性能を外れることを意味する。

金属組織の各記号の意味は、下記の通りである。

F:フェライト、P：パーライト、B:ベイナイト、残留γ:残留オーステナイト、M：焼入れままマルテンサイト、TM:焼き戻しマルテンサイト

①は、α-(2.37t^2-14t+65)の計算値であり、0以上を目標とする。

「-」は、その組織が観察されなかったことを意味する。

[0106] [表12]

表１２

試験No.	鋼No.	製法No.	板厚(mm)	金属組織の体積分率(%)						半径0.1μm以上の炭化物の個数(個/20000μm²)	TS(MPa)	El(%)	残留γ		マトリックス中					耐衝突特性				備考
				F	P	B	残留γ	M	TM				Mn量(Mn_A)	C量(C_A)	Mn量(Mn_M)	C量(C_M)	Mn_A/Mn_M	C_A/C_M	λ(%)	α(deg)	①	TS×El	TS×λ	評価	
61	57	BJ	1.4	-	-	4	11	-	85	13	1,231	15.8	4.7	1.4	3.6	0.29	1.3	4.9	30	46	-4	19,471	36,938	×	比較鋼
62	58	BK	1.4	-	-	4	8	-	88	9	1,222	13.3	3.8	0.8	2.2	0.22	1.7	3.5	19	52	2	16,297	23,217	×	比較鋼
63	59	BL	1.4	-	-	4	5	-	91	12	1,173	11.3	1.8	0.8	0.8	0.20	2.3	4.2	17	49	-1	13,253	19,941	×	比較鋼
64	60	BM	1.4	-	-	4	9	-	88	14	1,520	9.8	2.1	0.7	1.0	0.31	2.1	2.3	28	54	4	14,896	42,560	×	比較鋼
65	61	BN	1.4	-	-	-	8	-	92	10	1,232	13.7	1.8	1.0	1.1	0.25	1.6	3.9	17	56	6	16,934	20,943	×	比較鋼
66	62	BO	1.4	-	-	5	9	-	86	9	1,298	11.3	1.2	1.1	0.8	0.33	1.5	3.3	28	58	8	14,668	36,346	×	比較鋼
67	63	BP	1.4	-	-	4	7	-	89	13	1,240	12.7	4.6	0.7	3.1	0.19	1.5	3.4	16	48	-2	15,709	19,845	×	比較鋼
68	64	BQ	1.4	-	-	-	8	-	92	15	1,259	13.6	1.2	0.7	0.9	0.20	1.4	3.6	17	49	-1	17,185	21,406	×	比較鋼
69	65	BR	1.4	-	-	3	11	-	85	7	1,130	15.9	4.5	0.9	3.2	0.21	1.4	4.3	19	53	3	17,944	21,463	×	比較鋼
70	66	BS	1.4	-	-	8	7	-	85	12	1,421	10.1	1.4	0.8	0.9	0.33	1.5	2.5	31	54	4	14,352	44,051	×	比較鋼
71	67	BT	1.4	-	-	7	7	-	86	9	1,120	12.4	1.3	0.8	0.8	0.20	1.6	4.0	19	48	-2	13,869	21,276	×	比較鋼
72	68	BU	1.4	-	-	3	5	-	92	9	1,235	11.4	1.8	0.8	0.9	0.20	1.9	3.9	10	42	-8	14,031	12,354	×	比較鋼
73	69	BV	1.4	-	-	4	8	-	88	8	1,243	13.8	1.6	0.7	0.9	0.19	1.7	3.6	15	46	-4	17,155	18,647	×	比較鋼
74	70	BW	1.4	-	-	5	9	-	86	16	1,161	14.3	4.6	0.8	2.9	0.19	1.6	4.1	16	48	-2	16,652	18,578	×	比較鋼
75	71	BX	1.4	-	-	2	9	-	89	9	1,156	14.1	1.5	0.8	0.9	0.19	1.7	4.2	13	48	-2	16,320	15,033	×	比較鋼
76	72	BY	1.4	-	-	-	6	-	94	19	1,225	12.3	1.9	0.8	0.7	0.20	2.8	4.0	13	47	-3	15,056	15,931	×	比較鋼
77	73	BZ	1.4	-	-	1	6	-	93	13	1,254	12.3	1.6	0.8	1.1	0.21	1.5	3.8	9	40	-10	15,373	11,284	×	比較鋼
78	74	CA	1.4	-	-	7	8	-	85	16	1,142	13.5	4.1	0.8	3.1	0.19	1.3	4.0	19	54	4	15,457	21,689	×	比較鋼
79	75	CB	1.4	-	-	8	5	-	87	8	1,451	10.1	5.1	0.1	3.1	0.19	1.6	0.5	28	58	8	14,654	40,625	×	比較鋼
80	76	CC	1.4	-	-	5	8	-	87	12	1,207	13.4	2.1	0.8	0.9	0.22	2.3	3.5	22	56	6	16,179	26,554	×	比較鋼
81	77	CD	1.4	-	-	6	8	-	86	18	1,152	13.6	4.2	0.8	2.3	0.20	1.8	4.0	20	54	4	15,647	23,049	×	比較鋼
82	78	CE	1.4	-	-	-	6	-	94	9	1,178	12.3	1.9	0.8	0.9	0.20	2.1	4.2	14	48	-2	14,488	16,494	×	比較鋼
83	79	CF	1.4	-	-	4	7	-	89	8	1,218	12.5	2.5	0.7	1.2	0.20	2.1	3.5	19	51	1	15,256	23,139	×	比較鋼
84	80	CG	1.4	-	-	4	10	-	86	11	1,433	10.2	3.0	0.9	1.7	0.31	1.8	2.7	28	56	6	14,618	40,128	×	比較鋼
85	81	CH	1.4	-	-	1	10	-	89	17	1,269	12.3	1.7	0.8	1.1	0.23	1.5	3.6	19	45	-5	15,607	24,108	×	比較鋼
86	82	CI	1.4	-	-	6	9	-	85	18	1,543	9.6	1.6	0.7	0.9	0.33	1.8	2.2	31	53	3	14,813	47,833	×	比較鋼
87	1	CJ	2.4	-	-	6	9	-	85	173	1,203	13.2	3.8	0.7	3.1	0.20	1.2	3.7	18	57	12	15,880	21,654	×	比較鋼
88	1	AR	1.4	82	18	-	-	-	-	320	832	17.2	-	-	3.1	0.2	-	-	43	102	52	14,310	35,776	×	比較鋼

下線は、本発明で規定される条件、本発明で推奨される製造条件または目標性能を外れることを意味する。

金属組織の各記号の意味は、下記の通りである。

F:フェライト、P：パーライト、B:ベイナイト、残留γ:残留オーステナイト、M：焼入れままマルテンサイト、TM:焼き戻しマルテンサイト

①は、α-(2.37t²-14t+65)の計算値であり、0以上を目標とする。

「-」は、その組織が観察されなかったことを意味する。

[0107] 表９～１２に示すように、本発明の規定を満足する試験Ｎｏ．１～３２は、高い強度と優れた耐衝突特性を有していたが、本発明の金属組織、化学組

成、マクロ硬さおよびミクロ硬さのいずれか一種以上を満足しない試験Ｎｏ．３３～８８は、少なくとも耐衝突特性が劣っていた。

産業上の利用可能性

[0108] 本発明によれば、高い強度（具体的には１１００ＭＰａ以上の引張強さ）および高い加工性と優れた耐衝突特性とを備えた鋼板が得られる。

請求の範囲

[請求項1] 金属組織が、体積率で、

焼戻しマルテンサイト：８５％以上、残留オーステナイト：５％以上１５％未満、フェライト、パーライト、ベイナイト、焼入れままマルテンサイトの合計が１０％未満であって、

化学組成が、質量％で、

Ｃ：０．１８％以上、０．３８％以下、

Ｓｉ：０．８０％以上、２．５０％以下、

Ｍｎ：０．６％以上、５．０％以下、

Ｐ：０．０２００％以下、

Ｓ：０．０２００％以下、

Ｎ：０．０２００％以下、

Ｏ：０．０２００％以下、

Ａｌ：０％以上、１．０００％以下、

Ｃｒ：０％以上、２．０％以下、

Ｍｏ：０％以上、０．５０％以下、

Ｔｉ：０％以上、０．１０％以下、

Ｎｂ：０％以上、０．１０％以下、

Ｂ：０％以上、０．０１００％以下、

Ｖ：０％以上、０．５０％以下、

Ｃｕ：０％以上、０．５０％以下、

Ｗ：０％以上、０．１００％以下、

Ｔａ：０％以上、０．１００％以下、

Ｎｉ：０％以上、１．００％以下、

Ｃｏ：０％以上、０．５０％以下、

Ｓｎ：０％以上、０．０５０％以下、

Ｓｂ：０％以上、０．０５０％以下、

Ａｓ：０％以上、０．０５０％以下、

Ｍｇ：０％以上、０．０５０％以下、

Ｃａ：０％以上、０．０５０％以下、

Ｙ：０％以上、０．０５０％以下、

Ｚｒ：０％以上、０．０５０％以下、

Ｌａ：０％以上、０．０５０％以下、

Ｃｅ：０％以上、０．０５０％以下、

残部：Ｆｅおよび不純物であり、

残留オーステナイト中のＭｎの含有量およびＣの含有量をそれぞれMn_AおよびC_A、マトリックス中のＭｎの含有量およびＣの含有量をそれぞれMn_MおよびC_Mとするとき、下記の（１）～（３）式を満足し、

前記鋼板の表面からｔ／４（ただし、ｔは鋼板の厚さ）の位置を中心とする２００００μｍ^{2}の範囲内を観察したときに、円相当半径が０．１μｍ以上である炭化物の個数が、１００個以下であり、引張強度が１１００ＭＰａ以上である鋼板。

$$Mn_A / Mn_M \geqq 1.2 \quad \cdots (1)$$

$$C_A / C_M \leqq 5.0 \quad \cdots (2)$$

$$C_A \leqq 1.0 \quad \cdots (3)$$

[請求項2] 溶融亜鉛めっき層、合金化溶融亜鉛めっき層または電気亜鉛めっき層を表面に備える、

請求項１に記載の鋼板。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/025353

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
C21D 9/46(2006.01)i; C22C 38/00(2006.01)i; C22C 38/60(2006.01)i
FI: C22C38/00 301T; C22C38/60; C21D9/46 J
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)
C21D9/46; C22C38/00-38/60

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2016/163468 A1 (NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION) 13.10.2016 (2016-10-13) entire text	1-2
A	WO 2018/055695 A1 (NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION) 29.03.2018 (2018-03-29) entire text	1-2
A	WO 2017/068757 A1 (JFE STEEL CORPORATION) 27.04.2017 (2017-04-27) entire text	1-2
A	WO 2017/009938 A1 (NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION) 19.01.2017 (2017-01-19) entire text, all drawings	1-2
A	JP 2019-039037 A (KOBE STEEL, LTD.) 14.03.2019 (2019-03-14) entire text	1-2
A	JP 2019-014933 A (KOBE STEEL, LTD.) 31.01.2019 (2019-01-31) entire text	1-2
A	JP 2017-053001 A (NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION) 16.03.2017 (2017-03-16) entire text	1-2

☒ 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	Date of mailing of the international search report
01 September 2020 (01.09.2020)	15 September 2020 (15.09.2020)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/025353

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 2015-151576 A (NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION) 24.08.2015 (2015-08-24) entire text	1-2
A	JP 2011-202207 A (KOBE STEEL, LTD.) 13.10.2011 (2011-10-13) entire text, all drawings	1-2
A	JP 2013-072101 A (JFE STEEL CORPORATION) 22.04.2013 (2013-04-22) entire text, all drawings	1-2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/025353

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2016/163468 A1	13 Oct. 2016	US 2018/0171429 A1 the whole document EP 3282030 A1 the whole document	
WO 2018/055695 A1	29 Mar. 2018	US 2019/0330721 A1 the whole document EP 3517644 A1 the whole document	
WO 2017/068757 A1	27 Apr. 2017	US 2018/0305785 A1 the whole document EP 3366798 A1 the whole document	
WO 2017/009938 A1	19 Jan. 2017	US 2018/0209006 A1 the whole document EP 3323907 A1 the whole document	
JP 2019-039037 A	14 Mar. 2019	(Family: none)	
JP 2019-014933 A	31 Jan. 2019	(Family: none)	
JP 2017-053001 A	16 Mar. 2017	(Family: none)	
JP 2015-151576 A	24 Aug. 2015	(Family: none)	
JP 2011-202207 A	13 Oct. 2011	(Family: none)	
JP 2013-072101 A	22 Apr. 2013	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/025353

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

C21D 9/46(2006.01)i; C22C 38/00(2006.01)i; C22C 38/60(2006.01)i
FI: C22C38/00 301T; C22C38/60; C21D9/46 J

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））

C21D9/46; C22C38/00-38/60

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	１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２０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
A	WO 2016/163468 A1 (新日鐵住金株式会社) 13.10.2016 (2016-10-13) 全文	1-2
A	WO 2018/055695 A1 (新日鐵住金株式会社) 29.03.2018 (2018-03-29) 全文	1-2
A	WO 2017/068757 A1 (ＪＦＥスチール株式会社) 27.04.2017 (2017-04-27) 全文	1-2
A	WO 2017/009938 A1 (新日鐵住金株式会社) 19.01.2017 (2017-01-19) 全文、全図	1-2
A	JP 2019-039037 A (株式会社神戸製鋼所) 14.03.2019 (2019-03-14) 全文	1-2
A	JP 2019-014933 A (株式会社神戸製鋼所) 31.01.2019 (2019-01-31) 全文	1-2
A	JP 2017-053001 A (新日鐵住金株式会社) 16.03.2017 (2017-03-16) 全文	1-2

☑ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊ 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
01.09.2020	15.09.2020

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
太田　一平 4K 3841
電話番号 03-3581-1101 内線 3477

C.　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2015-151576 A (新日鐵住金株式会社) 24.08.2015 (2015-08-24) 全文	1-2
A	JP 2011-202207 A (株式会社神戸製鋼所) 13.10.2011 (2011-10-13) 全文、全図	1-2
A	JP 2013-072101 A (ＪＦＥスチール株式会社) 22.04.2013 (2013-04-22) 全文、全図	1-2

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/025353

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2016/163468 A1	13.10.2016	US 2018/0171429 A1 the whole document EP 3282030 A1 the whole document	
WO 2018/055695 A1	29.03.2018	US 2019/0330721 A1 the whole document EP 3517644 A1 the whole document	
WO 2017/068757 A1	27.04.2017	US 2018/0305785 A1 the whole document EP 3366798 A1 the whole document	
WO 2017/009938 A1	19.01.2017	US 2018/0209006 A1 the whole document EP 3323907 A1 the whole document	
JP 2019-039037 A	14.03.2019	（ファミリーなし）	
JP 2019-014933 A	31.01.2019	（ファミリーなし）	
JP 2017-053001 A	16.03.2017	（ファミリーなし）	
JP 2015-151576 A	24.08.2015	（ファミリーなし）	
JP 2011-202207 A	13.10.2011	（ファミリーなし）	
JP 2013-072101 A	22.04.2013	（ファミリーなし）	