

(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  
2022年4月21日(21.04.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/079987 A1

(51) 国際特許分類:

C22C 38/00 (2006.01) C22C 18/00 (2006.01)  
C21D 9/46 (2006.01) C22C 18/02 (2006.01)  
C22C 38/14 (2006.01) C22C 18/04 (2006.01)  
C22C 38/60 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/029205

(22) 国際出願日: 2021年8月5日(05.08.2021)

(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 2020-172859 2020年10月13日(13.10.2020) JP

(71) 出願人: J F E スチール株式会社(JFE STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 田中 裕二(TANAKA Yuji); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 多田 雅毅(TADA Masaki); 〒1000011 東京都千代

田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 田路 勇樹(TOJI Yuki); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 小峯 慎介(KOMINE Shinsuke); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 小幡 美絵(OBATA Yoshie); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 木俣 雄介(KIMATA Yusuke); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 杉 村 憲 司 (SUGIMURA Kenji); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目2番1号 霞が関コモンゲート西館3 6階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,

(54) Title: HIGH-STRENGTH COLD-ROLLED STEEL PLATE, HIGH-STRENGTH PLATED STEEL PLATE, METHOD FOR MANUFACTURING HIGH-STRENGTH COLD-ROLLED STEEL PLATE, METHOD FOR MANUFACTURING HIGH-STRENGTH PLATED STEEL PLATE, AND AUTOMOBILE PART

(54) 発明の名称: 高強度冷延鋼板, 高強度めっき鋼板, 高強度冷延鋼板の製造方法, 高強度めっき鋼板の製造方法, 及び自動車部品

(57) Abstract: Provided are: a high-strength cold-rolled steel plate which has a tensile strength (TS) of 980 MPa or more, while having excellent ductility, stretch-flangeability, and bendability; and a method for manufacturing the high-strength cold-rolled steel plate. The high-strength cold-rolled steel plate has a component composition containing C, Si, Mn, P, S, N, Al, Ti, Nb and B with the remainder comprising Fe and inevitable impurities, satisfies  $[\text{mol}\% \text{N}]/[\text{mol}\% \text{Ti}] < 1$ , and has a steel structure comprising, by area fraction: 30-60% of a ferrite; 35-65% of a total of tempered martensite and bainite; 15% or less of quenched martensite; 1-10% of retained austenite; 5-40% of a low Mn ferrite having an Mn concentration of at least  $0.8 \times [\% \text{Mn}]$ , in which (the area fraction of the ferrite)-(the area fraction of the low Mn ferrite) is at least 10%; and less than 3% of remaining structure, wherein the low Mn ferrite has an average crystal grain diameter of 10  $\mu\text{m}$  or less.

(57) 要約: 引張強さ (TS) 980 MPa 以上の引張強さを有し, 優れた延性, 伸びフランジ性, 及び曲げ性を兼ね備えた高強度冷延鋼板及びその製造方法を提供すること。C, Si, Mn, P, S, N, Al, Ti, Nb及びBを含み, 残部がFe及び不可避免的不純物からなり,  $[\text{mol}\% \text{N}]/[\text{mol}\% \text{Ti}] < 1$  を満たす成分組成と, フェライト: 面積分率で30%以上60%以下, 焼戻しマルテンサイト及びベイナイト: 面積分率で合計35%以上65%以下, 焼入れマルテンサイト: 面積分率で15%以下, 残留オーステナイト: 面積分率で1%以上10%以下,  $0.8 \times [\% \text{Mn}]$  以下のMn濃度を有する低Mnフェライトの面積分率が5%以上40%以下, (前記フェライトの面積分率) - (前記低Mnフェライトの面積分率): 10%以上, 残部組織: 面積分率で3%未満, かつ前記低Mnフェライトの平均結晶粒径が10 $\mu\text{m}$ 以下である鋼組織を有する, 高強度冷延鋼板。

EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,  
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, 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).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

## 明 細 書

### 発明の名称：

高強度冷延鋼板，高強度めっき鋼板，高強度冷延鋼板の製造方法，高強度めっき鋼板の製造方法，及び自動車部品

### 技術分野

[0001] 本発明は，高強度冷延鋼板，高強度めっき鋼板，高強度冷延鋼板の製造方法，高強度めっき鋼板の製造方法，及び自動車部品に関する。

### 背景技術

[0002] 自動車の衝突安全性と軽量化による低燃費化とを両立するために，高強度鋼板が求められている。加えて，プレス加工による成形性を良好にするために，優れた延性，伸びフランジ性，曲げ性を兼ね備えた自動車鋼板が求められている。

[0003] 特許文献１には，引張強度が $980\text{MPa}$ 以上であって，延性と曲げ性に優れた高強度冷延鋼板が記載されている。特許文献２には，延性と伸びフランジ性のバランスに優れた高強度鋼板及びその製造方法が開示されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献１：特開 $2015-193897$ 号公報

特許文献２：特許第 $5464302$ 号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら，特許文献１においては，伸びフランジ性について考慮されていない。特許文献２においては，曲げ性について考慮されていない。このように，強度，延性，伸びフランジ性，及び曲げ性を総合的に満足する鋼板は存在しない。

[0006] 本発明は，かかる事情に鑑みてなされたもので，引張強さ（ $TS$ ） $980$

MPa以上の引張強さを有し、優れた延性、伸びフランジ性、及び曲げ性を兼ね備えた高強度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。

[0007] なお、本発明において、高強度とは、JIS Z2201に準拠して測定した引張強さTSが980MPa以上であることを意味する。

[0008] また、伸びに優れるとは、JIS Z2201に準拠して測定した伸びElが12%以上であることを意味する。

[0009] また、伸びフランジ性に優れるとは、伸びフランジ性の指標であるJIS Z2256に準拠して測定した穴広げ率(λ)の値が40%以上であることを意味する。

[0010] また、曲げ性に優れるとは、ドイツ自動車工業会規格VDA328-100に準拠して測定したVDA曲げ角度が90°以上であることを意味する。

### 課題を解決するための手段

[0011] 本発明者らは、上記した課題を達成するために、鋭意検討を重ねた結果、以下の知見を得た。

(1) Mnを含む鋼板をフェライトとオーステナイトとの二相域に焼鈍すると、フェライト相のMn濃度が低下し、一方でオーステナイト相のMn濃度が増大する元素分配(Mn分配)が生じる。

(2) 上記Mn分配が生じた鋼板を適切な冷却速度で冷却すると、Mn濃度の低いフェライトを核にしてオーステナイトが新たにフェライト変態する。冷却中の変態によって新たに生成したフェライトのMn濃度は、変態前のオーステナイトのMn濃度を保つため、Mn濃度の高いフェライトが生成する。

(3) Mn濃度の高いフェライトはMn濃度の低いフェライトよりも硬質である。この硬質なフェライトは、Mn濃度が低く軟質なフェライトと、硬質なベイナイトあるいは焼戻しマルテンサイトとの間に挟まれるように位置するため、軟質相(Mn濃度の高いフェライト)と硬質相(ベイナイトあるいは焼戻しマルテンサイト)との硬度差を和らげる効果がある。この結果、高強度冷延鋼板の伸びフランジ性が向上する。

(4) Mn濃度の低いフェライトを微細に分散させることで曲げ性の向上に有

効である。

[0012] 本発明は、上記知見に基づいてなされた発明である。すなわち、本発明の要旨構成は以下のとおりである。

[0013] [1] 質量%で、

C: 0.06%以上0.15%以下、

Si: 0.10%以上1.8%以下、

Mn: 2.00%以上3.50%以下、

P: 0.050%以下、

S: 0.0050%以下、

N: 0.0060%以下、

Al: 0.010%以上1.0%以下、

Ti: 0.005%以上0.075%以下、

Nb: 0.005%以上0.075%以下及び

B: 0.0002%以上0.0040%以下

を含み、残部がFe及び不可避免的不純物からなり、 $[\text{mol}\% \text{N}]/[\text{mol}\% \text{Ti}] < 1$ を満たす成分組成と、

フェライト: 面積分率で30%以上60%以下、

焼戻しマルテンサイト及びベイナイト: 面積分率で合計35%以上65%以下、

焼入れマルテンサイト: 面積分率で15%以下、

残留オーステナイト: 面積分率で1%以上10%以下、

$0.8 \times [\% \text{Mn}]$ 以下のMn濃度を有する低Mnフェライトの面積分率が5%以上40%以下、

(前記フェライトの面積分率) - (前記低Mnフェライトの面積分率): 10%以上、

残部組織: 面積分率で3%未満、

かつ前記低Mnフェライトの平均結晶粒径が $10 \mu\text{m}$ 以下である鋼組織を有する、高強度冷延鋼板。

ただし、 $[\text{mol}\% \text{N}]$ 及び $[\text{mol}\% \text{Ti}]$ は、それぞれN及びTiの鋼中含有量 (mol%)

を示し、[%Mn]はMnの鋼中含有量（質量%）を示す。

[0014] [2] 前記成分組成はさらに、質量%で、

V: 0.200%以下、

Cr: 0.20%以下、

Mo: 0.20%以下、

Cu: 0.30%以下、

Ni: 0.30%以下、

Sb: 0.100%以下、

Sn: 0.100%以下、

Ca: 0.0050%以下、

Mg: 0.0050%以下、

REM: 0.0050%以下、

Ta: 0.100%以下、

W: 0.500%以下、

Zr: 0.0200%以下及び

Co: 0.100%以下

のうちから選ばれる少なくとも1種の元素を含有する、前記[1]に記載の高強度冷延鋼板。

[0015] [3] 前記[1]または[2]に記載の高強度冷延鋼板の少なくとも片面にめっき層を有する、高強度めっき鋼板。

[0016] [4] 前記[1]または[2]に記載の成分組成を有する鋼スラブに熱間圧延を施して熱延板とし、

前記熱延板に酸洗を施し、

酸洗後の前記熱延板に冷間圧延を施して冷延板とし、

次いで、前記冷延板を $Ac_1$ 点以上( $Ac_3$ 点 $-50^{\circ}C$ )以下の第一加熱温度まで加熱し、 $Ac_1$ 点以上( $Ac_3$ 点 $-50^{\circ}C$ )以下の第一加熱温度域にて10s以上保持する第一加熱工程を行い、

次いで、前記冷延板を、（前記第一加熱温度 $+20^{\circ}C$ ）以上 $Ac_3$ 点未満の第二

加熱温度まで昇温速度 $10^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上で加熱し、（前記第一加熱温度 $+20^{\circ}\text{C}$ ）以上 $\text{Ac}_3$ 点未満の第二加熱温度域にて $5\text{s}$ 以上 $60\text{s}$ 以下保持する第二加熱工程を行い、

次いで、前記冷延板を、 $10^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上の第一冷却速度で $500^{\circ}\text{C}$ 以下 $\text{Ms}$ 点超の第一冷却停止温度まで冷却した後、該第一冷却停止温度にて $10\text{s}$ 以上 $60\text{s}$ 以下保持し、あるいは該第一冷却停止温度から $\text{Ms}$ 点超まで $10^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 未満の第三冷却速度にて $10\text{s}$ 以上 $60\text{s}$ 以下冷却する、第一冷却工程を行い、

次いで、前記冷延板を、 $10^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上の第二冷却速度で( $\text{Ms}$ 点 $-100^{\circ}\text{C}$ )以下 $100^{\circ}\text{C}$ 以上の第二冷却停止温度まで冷却する第二冷却工程を行い、

次いで、前記冷延板を、前記第二冷却停止温度以上 $450^{\circ}\text{C}$ 以下の再加熱温度まで再加熱し、前記第二冷却停止温度以上 $450^{\circ}\text{C}$ 以下の再加熱温度域にて $10\text{s}$ 以上 $1800\text{s}$ 以下保持する再加熱工程を行なって、高強度冷延鋼板を得る、高強度冷延鋼板の製造方法。

[0017] [5] 前記[4]に記載の再加熱工程の後、前記高強度冷延鋼板にめっき処理を施して高強度めっき鋼板を得る、高強度めっき鋼板の製造方法。

[0018] [6] 前記[1]または[2]に記載の高強度冷延鋼板を少なくとも一部に用いてなる、自動車部品。

[0019] [7] 前記[3]に記載の高強度めっき鋼板を少なくとも一部に用いてなる、自動車部品。

## 発明の効果

[0020] 本発明によれば、 $980\text{MPa}$ 以上の引張強さを有し、優れた延性、伸び、フランジ性、及び曲げ性を兼ね備える高強度冷延鋼板及びその製造方法を提供することができる。

## 発明を実施するための形態

[0021] 以下、本発明の実施形態について説明する。なお、本発明は以下の実施形態に限定されない。

先ず、高強度冷延鋼板の成分組成の適正範囲及びその限定理由について説明する。なお、以下の説明において、鋼板の成分元素の含有量を表す「%」

は、特に明記しない限り「質量%」を意味する。また本明細書中において、「～」を用いて表される数値範囲は、「～」の前後に記載される数値を下限値及び上限値として含む範囲を意味する。

[0022] [必須成分]

C: 0.06%以上0.15%以下

Cはベイナイトあるいは焼戻しマルテンサイト中に含まれることで強度上昇に寄与する。また、Cはオーステナイトに濃化することで延性に寄与する残留オーステナイトを安定化する効果を有する。このような効果を得るためにC含有量は0.06%以上とする。一方で、C含有量が0.15%超では焼入れマルテンサイトが増え伸びフランジ性が低下する。また、曲げ性も低下する。C含有量は好ましくは0.07%以上、より好ましくは0.08%以上である。また、C含有量は好ましくは0.14%以下、より好ましくは0.11%以下である。

[0023] Si: 0.10%以上1.8%以下

Siは固溶強化により強度増加に寄与する。またセメンタイトの生成を抑制し残留オーステナイトの安定化に寄与するため、Siは0.10%以上の含有を必要とする。一方、Siはフェライトーオーステナイトの二相域ではフェライトに濃化するため、低Mnフェライトの領域に濃化する。フェライトへのSi濃化が過度になると、転位のすべり系が変化し、曲げ性の低下につながる。そのためSi含有量は1.8%以下とする。Si含有量は、好ましくは0.3%以上、より好ましくは0.5%以上とする。また、Si含有量は、好ましくは1.6%以下、より好ましくは1.4%以下とする。

[0024] Mn: 2.00%以上3.50%以下

Mnは元素分配を利用したフェライトの固溶強化のために重要な元素である。Mn含有量が2.00%未満では固溶強化の効果を十分得られない。一方、Mn含有量が3.50%超では再加熱工程後の冷却時にフェライト変態が過度に抑制され、Mn濃度の高いフェライトが十分に生成しない。その結果、伸び及び伸びフランジ性が劣化する。そのため、Mn含有量は2.00%以上3.50%以下とする。Mn含有量は好ましくは2.1%以上、より好ましくは2.3%以上とする。また、Mn含有

量は好ましくは3.2%以下、より好ましくは3.0%以下とする。

[0025] P: 0.050%以下

Pは0.050%超で溶接性を低下させる。そのため、P含有量は0.050%以下とする。P含有量の下限は特に限定されず、0.000%であってもよいが、製造コストの観点から、P含有量は0.0001%以上とすることが好ましい。P含有量は好ましくは0.020%以下とする。

[0026] S: 0.0050%以下

Sは0.0050%超で伸びフランジ性を低下させる。そのため、S含有量は0.0050%以下とする。S含有量の下限は特に限定されず、0.0000%であってもよいが、製造コストの観点から、S含有量は0.0001%以上とすることが好ましい。S含有量はより好ましくは0.0020%以下とする。

[0027] N: 0.0060%以下

Nは過剰に含まれると窒化物を形成し延性、曲げ性を低下させる。また、Bと結合しBNを形成すると、Bによる強度上昇の効果が得られない。そのためN含有量は0.0060%以下とする。N含有量の下限は特に限定されず、0.0000%であってもよいが、製造コストの観点から、N含有量は0.0001%以上とすることが好ましい。N含有量はより好ましくは0.0045%以下とする。

[0028] Al: 0.010%以上1.0%以下

Alは0.010%以上で脱酸材として作用する。一方で、Al含有量が1.0%を超えると効果が飽和するばかりか溶接性の低下を招く。よって、Al含有量は0.010%以上1.0%以下とする。Al含有量は、好ましくは0.02%以上とする。また、Al含有量は、好ましくは0.9%以下とする。

[0029] Ti: 0.005%以上0.075%以下

Tiは鋼中のNを窒化物TiNとして固定する効果を有する。該効果を得るために、Ti含有量は0.005%以上とする。一方で、Ti含有量が0.075%超では炭化物が過度に生成し延性が低下する。Ti含有量は、好ましくは0.008%以上である。また、Ti含有量は、好ましくは0.05%以下である。

[0030] Nb: 0.005%以上0.075%以下

Nbは固溶状態で粒界に偏析し、もしくはピン止め効果を有する微細な炭化物として析出し、フェライトーオーステナイトの二相域の第一加熱工程においてMn濃度の低いフェライト相を微細に分散させる効果がある。この効果を得るために、Nbを0.005%以上添加する。一方で、Nb含有量が0.075%超では効果が飽和するばかりか炭化物が過剰に生成し延性が低下する。そのため、Nb含有量は0.005%以上0.075%以下とする。Nb含有量は、好ましくは0.008%以上とする。また、Nb含有量は、好ましくは0.05%以下とする。

[0031] B: 0.0002%以上0.0040%以下

Bは強度上昇に寄与することに加え、フェライトーオーステナイトの二相域の第一加熱工程においてMn濃度の低いフェライト相を微細にし、曲げ性を向上する効果を有する元素であり0.0002%以上の含有を必要とする。一方で、B含有量が0.0040%超では延性が低下する。そのためB含有量は0.0002%以上0.0040%以下とする。B含有量は、好ましくは0.0007%以上とする。また、B含有量は、好ましくは0.0030%以下とする。

[0032]  $[\text{mol}\% \text{N}]/[\text{mol}\% \text{Ti}] < 1$

TiはNをTiNとして固定する効果があるが、Ti含有量のモル量がN含有量のモル量と同様、またはN含有量のモル量を下回ると、Tiで固定されなかったNがBと結合し、B含有の効果を下減または消失させる。

[0033] [任意成分]

本実施形態に係る高強度冷延鋼板は、上記の成分組成に加えて、さらに、質量%で、V: 0.200%以下、Cr: 0.20%以下、Mo: 0.20%以下、Cu: 0.30%以下、Ni: 0.30%以下、Sb: 0.100%以下、Sn: 0.100%以下、Ca: 0.0050%以下、Mg: 0.0050%以下、REM: 0.0050%以下、Ta: 0.100%以下、W: 0.500%以下、Zr: 0.0200%以下及びCo: 0.100%以下のうちから選ばれる少なくとも1種の元素を含有してもよい。

[0034] V: 0.200%以下

Vは0.005%以上の含有で微細な炭化物を形成し強度上昇に寄与する。よって含有する場合、V含有量は0.005%以上とすることが好ましい。一方で、炭化物

の粗大化を防いで強度をより上昇させ、より優れた延性を得るためには、V含有量を0.200%以下とすることが好ましい。よって、含有する場合、V含有量は0.200%以下とすることが好ましい。V含有量は、より好ましくは0.008%以上とする。また、V含有量は、より好ましくは0.1%以下とする。

[0035] Cr: 0.20%以下

Crは0.05%以上の含有で固溶強化による強度上昇に寄与する。よって含有する場合、Cr含有量は0.05%以上とすることが好ましい。一方で、セメンタイトの生成を防ぎ、延性及び伸びフランジ性をより向上する観点から、含有する場合、Cr含有量は0.20%以下とすることが好ましい。Cr含有量は、より好ましくは0.06%以上とする。また、Cr含有量は、より好ましくは0.15%以下とする。

[0036] Mo: 0.20%以下

Moは0.01%以上の含有で固溶強化による強度上昇に寄与する。よって含有する場合、Mo含有量は0.01%以上とすることが好ましい。一方で、Mo含有量が0.20%超では効果が飽和することから、製造コストをより低減するために、含有する場合、Mo含有量は0.20%以下とすることが好ましい。Mo含有量は、より好ましくは0.02%以上とする。また、Mo含有量はより好ましくは0.15%以下とする。

[0037] Cu: 0.30%以下

Cuは0.01%以上の含有で固溶強化による強度上昇に寄与する。よって、含有する場合、Cu含有量は0.01%以上とすることが好ましい。一方で、より良好な延性及び伸びフランジ性を得るために、含有する場合、Cu含有量は0.30%以下とすることが好ましい。Cu含有量は、より好ましくは0.02%以上とする。また、Cu含有量は、より好ましくは0.20%以下とする。

[0038] Ni: 0.30%以下

Niは0.01%以上の含有で固溶強化による強度上昇に寄与する。よって含有する場合、Ni量は0.01%以上とすることが好ましい。一方で、Ni含有量が0.30%超では効果が飽和することから、製造コストをより低減するために、Ni含有

量は0.30%以下とすることが好ましい。Ni含有量は、より好ましくは0.02%以上とする。また、Ni含有量は、より好ましくは0.20%以下とする。

[0039] Sb: 0.100%以下

Sn: 0.100%以下

Sb及びSnはそれぞれ0.002%以上の含有で鋼板表層の脱炭を抑制する効果を有する。よって、含有する場合、Sb及びSnはそれぞれ0.002%以上とすることが好ましい。一方で、Sb及びSnの含有量がそれぞれ0.100%超では効果が飽和する。そのため、製造コストをより低減する観点から、含有する場合、Sb及びSnの含有量はそれぞれ0.100%以下とすることが好ましい。Sb及びSnは、より好ましくはそれぞれ0.004%以上である。また、Sb及びSnの含有量は、より好ましくはそれぞれ0.05%以下とする。

[0040] Ca: 0.0050%以下

Mg: 0.0050%以下

REM: 0.0050%以下

Ca, Mg及びREMはそれぞれ0.0001%以上の含有で脱酸材として作用する。よって添加する場合、Ca, Mg及びREMはそれぞれ0.0001%以上とすることが好ましい。一方で、伸びフランジ性をより向上する観点から、含有する場合、Ca, Mg及びREMの含有量はそれぞれ0.0050%以下とすることが好ましい。Ca, Mg及びREMの含有量は、より好ましくはそれぞれ0.0002%以上とする。また、Ca, Mg及びREMの含有量は、より好ましくはそれぞれ0.0040%以下とする。

[0041] Ta: 0.100%以下

Taは微細な炭化物を形成し鋼板の強度を上昇させる効果がある。Taを含有する場合は、このような効果を得るために、Ta含有量を0.001%以上とするのが好ましい。一方、Ta含有量が0.100%を超えると、Ta炭化物が過剰に析出し延性が低下する。そのため、Taを含有する場合は、Ta含有量は0.100%以下とすることが好ましい。Ta含有量は、より好ましくは0.050%以下とする。

[0042] W: 0.500%以下

Wは固溶強化により鋼板の強度を上昇させる効果がある。Wを含有する場合

は、このような効果を得るためにW含有量を0.005%以上とするのが好ましい。一方、W含有量が0.500%を超えるとW炭化物が過剰に析出し延性が低下する。そのため、Wを含有する場合は、W含有量は0.500%以下とすることが好ましい。W含有量は、より好ましくは0.300%以下とする。

[0043] Zr : 0.0200%以下

Zrは脱酸材として用いることができる。Zrを含有する場合は、このような効果を得るために、Zr含有量を0.0001%以上とするのが好ましい。一方Zr含有量が0.0200%を超えると、Zr炭化物が過剰に析出し延性が低下する。そのため、Zrを含有する場合は、Zr含有量は0.0200%以下とすることが好ましい。Zr含有量は、より好ましくは0.0150%以下とする。

[0044] Co : 0.100%以下

Coは固溶強化により鋼板の強度を上昇させる効果がある。Coを含有する場合は、このような効果を得るためにCo含有量を0.005%以上とするのが好ましい。一方、Co含有量が0.100%を超えると効果が飽和する。そのため、Coを含有する場合は、Co含有量は0.100%以下とすることが好ましい。Co含有量は、より好ましくは0.080%以下とする。

[0045] 上述した成分以外の残部はFe及び不可避免の不純物である。なお、上記任意成分について、含有量が下限値未満の場合には本発明の効果を害さないため、これら任意元素を下限値未満含む場合は不可避免の不純物として扱う。

[0046] [鋼組織]

次に、高強度冷延鋼板の鋼組織について説明する。

[0047] フェライト：面積分率で30%以上60%以下

フェライトは延性の向上に有効である。またフェライト変態を生じさせることで残留オーステナイト中にCを濃化させ、さらに延性を向上することができる。そのためにフェライトの面積分率を30%以上とすることが必要である。フェライトの面積分率が60%超では強度が低下する。フェライトの面積分率は、好ましくは33%以上、より好ましくは35%以上とする。また、フェライトの面積分率は、好ましくは54%以下、より好ましくは50%以下とする。なお、上

記の面積分率は、Mn濃度の高いフェライトと後述する低Mnフェライトとの合計の面積分率である。

[0048] 焼戻しマルテンサイト及びベイナイト:面積分率で合計35%以上65%以下

焼戻しマルテンサイト及びベイナイトはフェライトより高い転位密度を有し、セメンタイトを含む組織である。焼戻しマルテンサイト及びベイナイトは強度上昇に有効であり、高強度とするために、焼戻しマルテンサイト及びベイナイトを面積分率で合計35%以上とすることが必要である。一方で、焼戻しマルテンサイト及びベイナイトの面積分率の合計が65%超では、延性が低下する。焼戻しマルテンサイト及びベイナイトの面積分率の合計は、好ましくは40%以上、より好ましくは45%以上とする。また、焼戻しマルテンサイト及びベイナイトの面積分率の合計は、好ましくは60%以下とする。

[0049] 焼入れマルテンサイト: 面積分率で15%以下

焼入れマルテンサイトはフェライトよりも高い転位密度を有し、セメンタイトを含まず、Cを固溶した非常に硬質な組織である。焼入れマルテンサイトが面積分率で15%超では延性、伸びフランジ性及び曲げ性が低下する。焼入れマルテンサイトの面積分率は、好ましくは13%以下、より好ましくは10%以下である。焼入れマルテンサイトの面積分率の下限は特に限定されず、0%であってもよいが、焼入れマルテンサイトの生成を完全に抑制することは難しいため、好ましくは3%以上とする。

[0050] 残留オーステナイト: 面積分率で1%以上10%以下

残留オーステナイトは面積分率で1%以上とすることで変態誘起塑性の効果により延性の向上に寄与する。一方で、残留オーステナイトが面積分率で10%超では、伸びフランジ性の低下を招く。残留オーステナイトの面積分率は、好ましくは3%以上とする。また、残留オーステナイトの面積分率は、好ましくは8%以下とする。

[0051] 残部組織の面積分率: 3%未満

鋼組織は、上述したフェライト、焼戻しマルテンサイト及びベイナイト、焼入れマルテンサイト、並びに残留オーステナイトの他に、パーライト、セ

メントイト等の炭化物，及びその他の組織（残部組織）を，本実施形態の効果損なわない範囲で含んでいてもよい。残部組織の面積分率が3%以上では，延性，伸びフランジ性及び曲げ性を低下させることから，残部組織の面積分率は3%未満とする。なお残部組織の種類及び面積分率は，例えばSEM観察で確認し，判定すればよい。

[0052]  $0.8 \times [\% \text{Mn}]$ 以下のMn濃度を有する低Mnフェライト：面積分率で5%以上40%以下

$0.8 \times [\% \text{Mn}]$ 以下の低いMn濃度を有するフェライトを，低Mnフェライトと称する。低Mnフェライトは第一加熱工程におけるフェライトーオーステナイトの二相域での加熱保持で生成する。続く第一冷却工程で変態により生成するフェライトは高いMn濃度を有するため，低Mnフェライトとは区別される。低Mnフェライトは，第二加熱工程においてもフェライトとして残存し，第一冷却工程で変態によりフェライトが生成する際の核となる。低Mnフェライトの面積分率が5%未満ではフェライトの核が少なく，第一冷却工程で十分な量のフェライトを生成させることができず，延性が低下する。一方で，低Mnフェライトの面積分率が40%超では，低Mnフェライトの微細分散が困難となり曲げ性が低下する。低Mnフェライトの面積分率は，好ましくは7%以上，より好ましくは15%以上である。また，低Mnフェライトの面積分率は，好ましくは37%以下，より好ましくは35%以下である。

[0053] （フェライトの面積分率）－（低Mnフェライトの面積分率）：10%以上

全フェライトの面積分率から低Mnフェライトの面積分率を引くことで，第一冷却工程にて生成するMn濃度の高い硬質のフェライト（以下，高Mnフェライトとも称する）の面積分率を求めることができる。なお，高Mnフェライトは，低MnフェライトよりもMn濃度が高い，すなわち，Mn濃度が $0.8 \times [\% \text{Mn}]$ を超えるフェライトを意味する。（フェライトの面積分率）－（低Mnフェライトの面積分率）が10%未満では，硬質の高Mnフェライトが不足し，伸びフランジ性が低下する。（フェライトの面積分率）－（低Mnフェライトの面積分率）は，好ましくは12%以上，より好ましくは15%以上とする。なお，（フェラ

イトの面積分率) - (低Mnフェライトの面積分率) の上限は特に限定されないが、好ましくは55%以下とする。

[0054] 低Mnフェライトの平均結晶粒径：10  $\mu\text{m}$ 以下

軟質な低Mnフェライトが鋼板中に微細に分散することで、曲げ性を向上することができる。曲げ性の向上のためには、低Mnフェライトが互いに連結せずに微細に分散する必要がある。低Mnフェライトの平均結晶粒径（円相当直径）が10  $\mu\text{m}$ 超では曲げ性を向上する効果が得られない。低Mnフェライトの平均結晶粒径は、好ましくは8  $\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは6  $\mu\text{m}$ 以下である。

[0055] ここで、各組織の面積分率は以下の通り測定する。まず、高強度冷延鋼板から組織観察用試験片を採取する。試験片の圧延方向に平行な断面(L断面)を得て、鋼板表面から板厚深さ方向で板厚の1/4に相当する位置が観察面となるよう研磨し、3%ナイトールで腐食する。走査電子顕微鏡(Scanning Electron Microscope : SEM)を用いて観察面を倍率2000倍で観察し、組織画像を得る。

[0056] (フェライト)

フェライトの面積分率は以下の通り求める。高Mnフェライト及び低Mnフェライトは、SEMを用いた二次電子像観察では同一のコントラストで観察され、他組織との識別が可能である。上記の通りに得た組織画像を画像解析することによりフェライトの面積分率とそれ以外の組織との面積分率を求める。

[0057] (焼入れマルテンサイト)

焼入れマルテンサイトの面積分率は以下の通り求める。上記組織画像と同一視野を、SEM電子線後方散乱回折(Electron backscatter diffraction : EBSD)にて観察し、Image Quality map (IQ map)を用いて解析する。IQ値が周囲より低い領域を焼入れマルテンサイトとして、その面積分率を求める。

[0058] (残留オーステナイト)

残留オーステナイトの面積分率は以下の通り求める。高強度冷延鋼板から試験片を採取する。鋼板表面から板厚深さ方向で板厚1/4に相当する位置が測定面となるよう試験片を板厚方向（深さ方向）に研削及び研磨する。測定面をX線回折により分析して、残留オーステナイト量を求める。フェライトの{1

10}, {200}, {211}各面のピーク強度に対するオーステナイトの{111}, {200}, {220}, {311}各面のピーク強度の比を求め、それらの平均値からオーステナイト量を算出する。本手法ではオーステナイトの体積分率が求められるが、その値をオーステナイトの面積分率とする。

[0059] (焼戻しマルテンサイト及びベイナイト)

前記フェライト以外の組織分率から前記焼入れマルテンサイトの面積分率及び前記残留オーステナイトの面積分率を引くことで、焼戻しマルテンサイト及びベイナイトの合計の面積分率を求める。

[0060] (低Mnフェライト)

低Mnフェライトの面積分率及び平均結晶粒径は以下の通り求める。高強度冷延鋼板から試験片を採取し、鋼板表面から板厚深さ方向で板厚1/4に相当する位置が分析面となるよう試験片を板厚方向（深さ方向）に研磨する。電子線マイクロプローブアナリシス(Electron Probe Micro Analyzer : EPMA)を用いて、分析面の $100 \times 100 \mu\text{m}^2$ の領域のMn濃度を測定する。低Mnフェライトの面積分率は、EPMAによるMn濃度の測定結果に基づき、画像解析により $0.8 \times [\% \text{Mn}]$ 以下の領域の面積分率として求める。低Mnフェライトの平均結晶粒径（円相当直径）は、 $0.8 \times [\% \text{Mn}]$ 以下の領域に基づき、画像解析により求める。

[0061] なお、高強度冷延鋼板の板厚は特に限定されないが、通常、0.3mm以上2.8mm以下である。

[0062] 上述した高強度冷延鋼板は、耐食性向上のために、少なくとも片面にめっき層を有してもよい。めっき層としては溶融亜鉛めっき層、合金化溶融亜鉛めっき層、及び電気亜鉛めっき層のいずれかが好ましい。めっき層の組成は特に限定されず、公知の組成とすることができる。

[0063] 溶融亜鉛めっき層の組成は特に限定されず、一般的なものであればよい。一例においては、めっき層は、Fe:20質量%以下、Al:0.001質量%以上1.0質量%以下を含有し、さらに、Pb, Sb, Si, Sn, Mg, Mn, Ni, Cr, Co, Ca, Cu, Li, Ti, Be, Bi, 及びREMからなる群から選ばれる1種または2種以上を合計で0

質量%以上3.5質量%以下含有し、残部がZn及び不可避免の不純物からなる組成を有する。めっき層が熔融亜鉛めっき層の場合には、一例においてはめっき層中のFe含有量が7質量%未満であり、合金化熔融亜鉛めっき層の場合には、一例においてはめっき層中のFe含有量は7質量%以上15質量%以下、より好ましくは8質量%以上13質量%以下である。

[0064] めっきの付着量は特に限定されないが、高強度冷延鋼板の片面あたりのめっき付着量を20~80g/m<sup>2</sup>とすることが好ましい。一例において、めっき層は、高強度冷延鋼板の表裏両面に形成されている。

[0065] 次に、高強度冷延鋼板の製造方法について説明する。本実施形態に係る高強度冷延鋼板の製造方法は、上述した成分組成を有する鋼スラブに熱間圧延を施して熱延板とし、

前記熱延板に酸洗を施し、

酸洗後の前記熱延板に冷間圧延を施して冷延板とし、

次いで、前記冷延板をAc<sub>1</sub>点以上(Ac<sub>3</sub>点-50℃)以下の第一加熱温度まで加熱し、Ac<sub>1</sub>点以上(Ac<sub>3</sub>点-50℃)以下の第一加熱温度域にて10s以上保持する第一加熱工程を行い、

次いで、前記冷延板を、(前記第一加熱温度域+20℃)以上Ac<sub>3</sub>点未満の第二加熱温度まで昇温速度10℃/s以上で加熱し、(前記第一加熱温度域+20℃)以上Ac<sub>3</sub>点未満の第二加熱温度域にて5s以上60s以下保持する第二加熱工程を行い、

次いで、前記冷延板を、10℃/s以上の第一冷却速度で500℃以下Ms点超の第一冷却停止温度まで冷却した後、該第一冷却停止温度にて10s以上60s以下保持し、あるいは該第一冷却停止温度からMs点超まで10℃/s未満の第三冷却速度にて10s以上60s以下冷却する、第一冷却工程を行い、

次いで、前記冷延板を、10℃/s以上の第二冷却速度で(Ms点-100℃)以下100℃以上の第二冷却停止温度まで冷却する第二冷却工程を行い、

次いで、前記冷延板を、前記第二冷却停止温度以上450℃以下の再加熱温度まで再加熱し、前記第二冷却停止温度以上450℃以下の再加熱温度域にて10s

以上1800s以下保持する再加熱工程を行なって、高強度冷延鋼板を得る、高強度冷延鋼板の製造方法であり得る。

[0066] まず、上述した成分組成を有する鋼スラブに熱間圧延を施して熱延板とする。

はじめに、上述した成分組成を有する鋼スラブを製造する。まず鋼素材を溶製して上記成分組成を有する溶鋼とする。溶製方法は特に限定されず、転炉溶製や電気炉溶製等、公知の溶製方法のいずれもが適合する。得られた溶鋼を固めて鋼スラブ（スラブ）を製造する。溶鋼から鋼スラブを製造する方法は特に限定されず、連続鑄造法、造塊法または薄スラブ鑄造法等を用いることができる。鋼スラブは一旦冷却した後再度加熱してから熱間圧延を施してもよいし、鑄造した鋼スラブを室温まで冷却せずに連続的に熱間圧延してもよい。

[0067] 次に、製造した鋼スラブに粗圧延及び仕上げ圧延からなる熱間圧延を施して熱延板とする。

一例においては、上記のように製造した鋼スラブを、一旦室温まで冷却し、その後スラブ加熱してから圧延する。この他、熱間圧延は、省エネルギープロセスを適用して行ってもよい。省エネルギープロセスとしては、製造した鋼スラブを室温まで冷却せずに、温片のままで加熱炉に装入し、熱間圧延する直送圧延、または製造した鋼スラブにわずかの保熱を行った後に直ちに圧延する直接圧延などが挙げられる。

[0068] 熱間圧延開始温度は1100℃以上とすることが好ましい。熱間圧延開始温度を1100℃以上とすることで圧延負荷をより低減することができるためである。また、加熱コストをより低減する観点から、熱間圧延開始温度は1300℃以下とすることが好ましい。

[0069] 仕上げ圧延温度は $A_{r3}$ 点以上とすることが好ましい。仕上げ圧延温度を $A_{r3}$ 点以上とすることで、熱延組織をより均一とし、高強度冷延鋼板の延性をより向上することができるためである。また、仕上げ圧延温度は1000℃以下とすることが好ましい。仕上げ圧延温度を1000℃以下とすることで、熱延組織の

粗大化を防ぎ、高強度冷延鋼板の曲げ性をより向上することができるためである。

[0070] 熱間圧延終了後の熱延板の巻き取り温度は500℃以下とすることが好ましい。巻き取り温度を500℃以下とすることでフェライト－パーライトの層状組織の形成を防ぎ、第一加熱工程においてフェライトが連結することを防いで、曲げ性をより向上することができる。

[0071] 次いで、前記熱延板に酸洗を施す。酸洗によって、熱延板表面のスケールを除去することができる。酸洗の条件は常法に従うことができる。

[0072] 次いで、酸洗後の熱延板に冷間圧延を施して冷延板とする。冷間圧延の条件は常法に従うことができる。冷間圧延の圧延率は特に限定されないが、例えば30%以上とすればよく、また80%以下とすればよい。

[0073] 次いで、冷延板に対し、第一加熱工程、第二加熱工程、第一冷却工程、第二冷却工程、及び再加熱工程を有する焼鈍を施す。一例においては、上記のようにして得られた冷延板を連続焼鈍炉に供給して焼鈍を施す。また、高強度冷延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形成する場合、冷延板を連続溶融亜鉛めっき装置に供給して焼鈍及びめっき処理を連続的に行うこともできる。

[0074] まず、冷延板を $Ac_1$ 点以上( $Ac_3$ 点－50℃)以下の第一加熱温度まで加熱し、 $Ac_1$ 点以上( $Ac_3$ 点－50℃)以下の第一加熱温度域にて10s以上保持する第一の加熱工程を行なう。

[0075] 第一加熱温度及び第一加熱温度域： $Ac_1$ 点以上( $Ac_3$ 点－50℃)以下

第一の加熱工程では、冷延板をフェライトとオーステナイトとの二相域に加熱保持して、フェライト相のMn濃度が低下し、オーステナイト相のMn濃度が増加するMn分配を生じさせる。この結果、低Mnフェライトが生成する。第一加熱温度及び第一加熱温度域が $Ac_1$ 点未満ではMn分配が生じず、曲げ性が低下する。一方で、第一加熱温度及び第一加熱温度域が( $Ac_3$ 点－50℃)超では粗大なフェライトが生成する。この粗大なフェライトは第二加熱工程によっても微細化せず、低Mnフェライトの平均結晶粒径が10 $\mu$ m超となり、曲げ

性が低下する。よって、第一加熱温度及び第一加熱温度域は $Ac_1$ 点以上( $Ac_3$ 点 $-50^{\circ}C$ )以下とする。第一加熱温度域は、好ましくは( $Ac_1$ 点 $+10^{\circ}C$ )以上、より好ましくは( $Ac_1+30^{\circ}C$ )以上とする。また、第一加熱温度及び第一加熱温度域は、好ましくは( $Ac_3$ 点 $-60^{\circ}C$ )以下とする。なお、本願において、所定の温度域における温度保持とは、該温度域において保持温度が変化してもよいことを意味しており、所定温度における等温保持であることを要しない。また、 $Ac_1$ 及び $Ac_3$ は、それぞれ以下の式(1)及び(2)により求める。

$$Ac_1 (^{\circ}C) = 751 - 16[\%C] + 35[\%Si] - 28[\%Mn] - 5.5[\%Cu] - 16[\%Ni] + 13[\%Cr] + 3.4[\%Mo]$$

… (1)

$$Ac_3 (^{\circ}C) = 881 - 206[\%C] + 53[\%Si] - 15[\%Mn] - 27[\%Cu] - 20[\%Ni] - 1[\%Cr] + 41[\%Mo]$$

… (2)

ただし、 $[\%M]$ は、Mの鋼中含有量(質量%)を示す。

[0076] 第一保持時間：10s以上

第一加熱温度域における保持時間(第一保持時間)は10s以上とする。第一保持時間が10s未満ではMn分配が不十分となり、高Mnフェライトを十分に形成することができず、伸びフランジ性が低下する。第一保持時間の上限は特に限定されないが、生産性の観点から、保持時間は1800s以下とすることが好ましい。第一保持時間は、好ましくは20s以上、より好ましくは100s以上とする。また、第一保持時間は、好ましくは1500s以下とする。

[0077] 次いで、冷延板を、(第一の加熱温度 $+20^{\circ}C$ )以上 $Ac_3$ 未満の第二加熱温度まで昇温速度 $10^{\circ}C/s$ 以上で加熱し、(第一の加熱温度 $+20^{\circ}C$ )以上 $Ac_3$ 未満の第二加熱温度域にて5s以上60s以下保持する第二加熱工程を行なう。

[0078] 第二加熱工程においては、上述した第一加熱工程において生成した低Mnフェライトの平均結晶粒径を $10\mu m$ 以下に保ったまま、低Mnフェライトの面積分率を小さくして5%以上40%以下とする。

[0079] 昇温速度： $10^{\circ}C/s$ 以上

昇温速度が $10^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 未満では昇温中のフェライト粒成長により低Mnフェライトの平均結晶粒径が $10\mu\text{m}$ 超となる。昇温速度は、好ましくは、 $15^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上とする。昇温速度の上限は特に限定されないが、生産技術上の観点から、 $50^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以下とすることが好ましい。

- [0080] 第二加熱温度及び第二加熱温度域：（第一加熱温度 $+20^{\circ}\text{C}$ ）以上 $\text{Ac}_3$ 未満  
第二加熱温度及び第二加熱温度域が（第一加熱温度 $+20^{\circ}\text{C}$ ）未満では、低Mnフェライトの面積分率が40%超となり、続く第一冷却工程における変態によって生じる硬質な高Mnフェライトが十分得られない。一方で、第二加熱温度及び第二加熱温度域が $\text{Ac}_3$ 以上ではフェライトが消失するため、第一冷却工程におけるフェライト変態に核生成過程が必要となり、フェライトの面積分率が低下し延性が低下する。第二加熱温度及び第二加熱温度域は、好ましくは（第一加熱温度 $+30^{\circ}\text{C}$ ）以上、より好ましくは（第一加熱温度 $+40^{\circ}\text{C}$ ）以上とする。また、第二加熱温度及び第二加熱温度域は、好ましくは $(\text{Ac}_3-10^{\circ}\text{C})$ 以下、より好ましくは $(\text{Ac}_3-20^{\circ}\text{C})$ 以下とする。

- [0081] 第二保持時間：5s以上60s以下

第二加熱温度域における保持時間（第二保持時間）が5s未満では低Mnフェライトの面積分率が40%超となり、硬質な高Mnフェライトが十分得られないため、伸びフランジ性が低下する。一方で、第二保持時間が60s超では、フェライトーオーステナイトの界面が過度に安定化し、続く第一冷却工程においてフェライト変態が十分に進まず、（フェライトの面積分率）－（低Mnフェライトの面積分率）が10%未満となり、伸びフランジ性が低下する。第二保持時間は、好ましくは10s以上、より好ましくは20s以上とする。また、第二保持時間は、好ましくは40s以下、より好ましくは30s以下とする。

- [0082] 次いで、冷延板を、 $10^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上の第一冷却速度で $500^{\circ}\text{C}$ 以下 $\text{Ms}$ 点超の第一冷却停止温度まで冷却した後、該第一冷却停止温度にて10s以上60s以下保持し、あるいは該第一冷却停止温度から $\text{Ms}$ 点超まで $10^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 未満の第三冷却速度にて10s以上60s以下冷却する、第一冷却工程を行なう。

- [0083] 第一冷却停止温度： $500^{\circ}\text{C}$ 以下 $\text{Ms}$ 点超

第一冷却停止温度まで冷却した冷延板を、該第一冷却停止温度にて保持する、あるいは第一冷却停止温度からMs点超まで10℃/s未満の第三冷却速度にて緩冷することで、フェライト変態により硬質な高Mnフェライトが生じる。第一冷却停止温度が500℃超では硬質なフェライトの代わりにパーライトが生成し、延性、伸びフランジ性及び曲げ性が低下する。一方で、第一冷却停止温度がMs点以下では、フェライト変態によって硬質な高Mnフェライトが生成する代わりにマルテンサイト変態が生じ、延性及び伸びフランジ性が低下する。よって、第一冷却停止温度は、500℃以下Ms点超とする。第一冷却停止温度は、好ましくは470℃以下、より好ましくは450℃以下である。また、第一冷却停止温度は、好ましくは(Ms点+10℃)以上、より好ましくは(Ms点+20℃)以上である。なお、Msは、以下の式(3)により求める。

$$Ms = 561 - 474[\%C] - 7.5[\%Si] - 33[Mn] - 17[\%Ni] - 17[\%Cr] - 21[\%Mo] \cdots (3)$$

ただし、[%M]は、Mの鋼中含有量(質量%)を示す。

[0084] 第一冷却速度：10℃/s以上

第一冷却停止温度までの第一冷却速度が10℃/s未満では、パーライトが面積分率で3%以上生成し、延性、伸びフランジ性及び曲げ性が低下する。第一冷却速度は、好ましくは15℃/s以上である。第一冷却速度の上限は特に限定されないが、生産設備上の観点から、第一冷却速度は、好ましくは100℃/s以下とする。

[0085] 保持または緩冷時間：10s以上60s以下

第一冷却停止温度にて保持、あるいは第一冷却停止温度からMs点超まで10℃/s未満の第三冷却速度にて緩冷を行うことで、硬質な高Mnフェライトが生成する。第一冷却停止温度における保持時間(第三保持時間)、または第一冷却停止温度からMs点超までの緩冷時間が10s未満では、(フェライトの面積分率) - (低Mnフェライトの面積分率)が10%未満となり、伸びフランジ性が低下する。一方で、第一冷却停止温度における保持時間、または第一冷却停止温度からMs点超までの緩冷時間が60s超では、焼戻しマルテンサイト及びベイナイトの面積分率が35%未満となり、強度が低下する。よって、第一冷却

停止温度における保持時間，または第一冷却停止温度からMs点超までの緩冷時間は10s以上60s以下とする。第一冷却停止温度における保持時間，または第一冷却停止温度からMs点超までの緩冷時間は，好ましくは20s以上，より好ましくは30s以上とする。また，第一冷却停止温度における保持時間，または第一冷却停止温度からMs点超までの緩冷時間は，好ましくは50s以下，より好ましくは40s以下とする。

[0086] 第三冷却速度：10℃/s未満

第一冷却停止温度から緩冷する場合，緩冷速度（第三冷却速度）は10℃/s未満とする。第三冷却速度が10℃/s以上の冷却速度では，（フェライトの面積分率）－（低Mnフェライトの面積分率）が10%未満となり，伸びフランジ性が低下する。好ましくは5℃/s以下である。冷却中にMs点以下となるとフェライトの面積分率が30%未満となり延性が低下する。

[0087] 次いで，冷延板を，10℃/s以上の第二冷却速度で(Ms点－100℃)以下100℃以上の第二冷却停止温度まで冷却する第二の冷却工程を行なう。

[0088] 第二冷却停止温度：(Ms点－100℃)以下100℃以上

(Ms点－100℃)以下100℃以上の第二冷却停止温度まで冷却することで，未変態のオーステナイトをマルテンサイト変態もしくはベイナイト変態させる。第二冷却停止温度が(Ms点－100℃)超では焼入れマルテンサイトが増え，延性が低下する。一方で，第二冷却停止温度までの冷却過程においては未変態のオーステナイトにはまだCが濃化していないため，第二冷却停止温度を100℃未満とすると，残留オーステナイトの面積分率が1%未満となり延性が低下する。よって，第二冷却停止温度は，(Ms点－100℃)以下100℃以上とする。第二冷却停止温度は，好ましくは(Ms点－120℃)以下，より好ましくは(Ms点－150℃)以下とする。また，第二冷却停止温度は，好ましくは120℃以上，より好ましくは150℃以上とする。

[0089] 第二冷却速度：10℃/s以上

第二冷却速度は10℃/s以上とする。第二冷却速度が10℃/s未満では未変態のオーステナイトが安定化し，マルテンサイト変態またはベイナイト変態が

抑制される。この未変態オーステナイトは、再加熱工程後の最終冷却にて焼入れマルテンサイトに変態し、延性及び伸びフランジ性が低下する。第二冷却速度は、好ましくは $15^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上、より好ましくは $20^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上とする。第二冷却速度の上限は特に限定されないが、生産設備上の観点から、第二冷却速度は、好ましくは $100^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以下とする。

[0090] 次いで、冷延板を、第二冷却停止温度以上 $450^{\circ}\text{C}$ 以下の再加熱温度まで再加熱し、第二冷却停止温度以上 $450^{\circ}\text{C}$ 以下の再加熱温度域にて $10\text{s}$ 以上 $1800\text{s}$ 以下保持する再加熱工程を行なう。

[0091] 再加熱温度及び再加熱温度域：第二冷却停止温度以上 $450^{\circ}\text{C}$ 以下

再加熱によりマルテンサイトまたはベイナイトを焼戻し、延性を向上させるとともに、未変態のオーステナイトへのC分配により残留オーステナイトを安定化し、さらに延性を向上させる。再加熱温度及び再加熱温度域が $450^{\circ}\text{C}$ 超では、マルテンサイトまたはベイナイト中に過飽和したCがセメンタイトとして析出し、残留オーステナイトへのC濃化が抑制され延性が低下する。再加熱温度及び再加熱温度域は、好ましくは $420^{\circ}\text{C}$ 以下、より好ましくは $400^{\circ}\text{C}$ 以下である。なお、再加熱温度までの加熱速度は特に限定されない。

[0092] 第四保持時間： $10\text{s}$ 以上 $1800\text{s}$ 以下

再加熱温度域での保持時間（第四保持時間）が $10\text{s}$ 未満では残留オーステナイトへのC分配が生じず、再加熱工程後の最終冷却で焼入れマルテンサイトが生成し、延性及び伸びフランジ性が低下する。第四保持時間は、好ましくは $20\text{s}$ 以上、より好ましくは $100\text{s}$ 以上とする。第四保持時間が $1800\text{s}$ を超えると残留オーステナイトがパーライトに分解し、パーライトの面積率が3%以上となり、延性、伸びフランジ性及び曲げ性が低下する。再加熱温度での保持時間は、より好ましくは $1500\text{s}$ 以下とする。

[0093] なお、上記した条件以外の製造条件は、常法によることができる。

[0094] 次に、高強度めっき鋼板の製造方法について説明する。

本実施形態に係る高強度めっき鋼板の製造方法は、上述した再加熱工程の後、前記高強度冷延鋼板に対してめっき処理を施して高強度めっき鋼板を得

る、高強度めっき鋼板の製造方法である。

[0095] めっき処理は公知の条件にて行うことができる。めっき処理としては溶融亜鉛めっき、合金化溶融亜鉛めっき、または電気亜鉛めっきが好ましい。

[0096] [自動車部品]

上述した高強度鋼又は高強度めっき鋼板を少なくとも一部に用いてなる自動車部品を提供することができる。上述した高強度鋼又は高強度めっき鋼板を、一例においてはプレス加工により目的の形状に成形し、自動車部品とすることができる。なお、自動車部品は、本実施形態に係る高強度鋼板または高強度めっき鋼板以外の鋼板を、素材として含んでいてもよい。本実施形態によれば、TSが980MPa以上であり、延性、伸びフランジ性及び曲げ性を兼備した高強度鋼板を提供することができる。そのため、車体の軽量化に寄与する自動車部品として好適である。本高強度鋼板又は高強度めっき鋼板は、自動車部品の中でも、特に、骨格構造部品または補強部品として使用される部材全般において好適に用いることができる。

## 実施例

[0097] 表1に示す成分組成を有し、残部がFe及び不可避免の不純物からなる鋼素材を溶製して鋼スラブとした。鋼スラブを再加熱後、熱間圧延を施して熱延板とし、該熱延板に酸洗及び冷間圧延を施して冷延板とした。次いで、冷延板に第一加熱工程、第二加熱工程、第一冷却工程、第二冷却工程、及び再加熱工程を行い、冷延鋼板（CR）を得た。熱延板の板厚は3.0mmとし、冷間圧延率は60%、冷延板の板厚は1.2mmとした。スラブ加熱温度（SRT）、仕上げ圧延温度（FDT）、巻き取り温度（CT）、第一加熱温度、第一保持時間、昇温速度、第二加熱温度、第二保持時間、第一冷却停止温度、第一冷却速度、第三保持時間、第二冷却停止温度、第二冷却速度、再加熱温度、及び第四保持時間を表2-1、2-2に示す。なお、第一加熱工程、第二加熱工程、第一冷却工程、第二冷却工程、再加熱工程においては、実施例No. 42を除き、第一加熱温度、第二加熱温度、第一冷却停止温度、第二冷却停止温度及び再加熱温度にて等温保持を行った。実施例No. 42については、第一冷却工程において、第一冷却停

止温度から、35s間、415℃まで緩冷を行った。

[0098] なお、一部の冷延鋼板には、再加熱工程後、さらに、熔融亜鉛めっき処理を施し、表面に熔融亜鉛めっき層を形成し、熔融亜鉛めっき鋼板（G I）とした。熔融亜鉛めっき処理は、連続熔融亜鉛めっきラインを利用して、焼鈍された冷延焼鈍板を必要に応じて430~480℃の範囲の温度に再加熱し、熔融亜鉛めっき浴（浴温：470℃）に浸漬し、めっき層付着量が片面あたり45 g/m<sup>2</sup>となるように調整した。なお、熔融亜鉛めっき鋼板を製造する場合、熔融亜鉛めっき浴の浴組成はAl：0.18質量%を含有し、残部がFe及び不可避免的不純物からなる組成とした。また、一部の熔融亜鉛めっき鋼板については、熔融亜鉛めっき浴の浴組成をAl：0.18質量%を含有し、残部がFe及び不可避免的不純物からなる組成とし、めっき処理後、520℃で合金化処理を施して熔融亜鉛めっき層を合金化させ、合金化熔融亜鉛めっき鋼板（G A）とした。なお、合金化熔融亜鉛めっき層中のFe濃度は9質量%以上12質量%以下とした。また、一部の冷延鋼板には、焼鈍工程終了後にさらに、電気亜鉛めっきラインを利用して、めっき付着量が片面あたり30 g/m<sup>2</sup>となるように、電気亜鉛めっき処理を施し、電気亜鉛めっき薄鋼板（E G）とした。

[0099] 得られた高強度冷延鋼板から試験片を採取し、上述した方法に従って、組織観察を行った。また、以下の方法にて引張試験、穴広げ試験、VDA曲げ試験を実施した。結果を表3-1、3-2に示す。

[0100] （引張試験）

JIS Z2201で規定される5号試験片を用いて引張試験を行い、JIS Z2201に準拠して引張強さ及び伸びを測定した。試験片は圧延方向に対し垂直な方向が長手方向となるように切り出した。

[0101] （穴広げ試験）

冷延鋼板またはめっき鋼板から100mmW×100mmLの試験片を採取し、JIS Z2256(2010)に準拠して穴広げ試験を行った。試験片にクリアランス12±1%の条件で10mmφの穴を打ち抜き、頂角60°の円錐ポンチを上昇させて穴を広げ、板

厚方向に亀裂が発生したところでポンチの上昇をとめ、亀裂発生後の穴径と試験前の穴径とから以下の式に従って穴広げ率 $\lambda$ を求めた。

$$\text{限界穴広げ率：}\lambda(\%) = \{(D_f - D_o) / D_o\} \times 100$$

ただし、上式において、 $D_f$ は亀裂発生時の穴径（mm）、 $D_o$ は初期穴径（mm）である。鋼板の強度に関係なく、 $\lambda$ の値が40%以上の場合に、伸びフランジ性が良好であると判断した。

[0102] （VDA曲げ試験）

冷延鋼板またはめっき鋼板から60mmW×60mmLの試験片を採取し、ドイツ工業規格(VDA238-100)の規定に準拠してVDA曲げ角度を求めた。曲げ方向は圧延直角方向とし、曲げ試験の最大荷重時の変位を規格に則り曲げ角度に変換した。

[0103]

[表1]

| 鋼種 | C    | Si   | Mn   | P     | S      | N      | Al   | Ti    | Nb    | B      | other              | [mol%N]/[mol%Ti] | 備考  |
|----|------|------|------|-------|--------|--------|------|-------|-------|--------|--------------------|------------------|-----|
| A  | 0.08 | 1.00 | 2.56 | 0.008 | 0.0011 | 0.0032 | 0.05 | 0.030 | 0.020 | 0.0011 |                    | 0.365            | 発明鋼 |
| B  | 0.12 | 0.54 | 3.12 | 0.011 | 0.0009 | 0.0041 | 0.20 | 0.020 | 0.010 | 0.0016 |                    | 0.701            | 発明鋼 |
| C  | 0.14 | 1.50 | 2.84 | 0.013 | 0.0018 | 0.0036 | 0.04 | 0.040 | 0.020 | 0.0009 |                    | 0.308            | 発明鋼 |
| D  | 0.04 | 1.20 | 2.52 | 0.015 | 0.0010 | 0.0033 | 0.05 | 0.030 | 0.030 | 0.0012 |                    | 0.376            | 比較鋼 |
| E  | 0.18 | 1.40 | 3.22 | 0.016 | 0.0014 | 0.0042 | 0.05 | 0.020 | 0.020 | 0.0011 |                    | 0.719            | 比較鋼 |
| F  | 0.09 | 0.02 | 2.27 | 0.011 | 0.0008 | 0.0036 | 0.10 | 0.030 | 0.020 | 0.0010 |                    | 0.411            | 比較鋼 |
| G  | 0.10 | 2.00 | 2.16 | 0.012 | 0.0013 | 0.0031 | 0.10 | 0.040 | 0.010 | 0.0009 |                    | 0.265            | 比較鋼 |
| H  | 0.13 | 1.10 | 1.82 | 0.009 | 0.0011 | 0.0029 | 0.20 | 0.030 | 0.020 | 0.0010 |                    | 0.331            | 比較鋼 |
| I  | 0.07 | 0.62 | 3.91 | 0.014 | 0.0012 | 0.0038 | 0.20 | 0.020 | 0.030 | 0.0011 |                    | 0.650            | 比較鋼 |
| J  | 0.11 | 0.94 | 3.16 | 0.014 | 0.0011 | 0.0048 | 0.10 | 0.007 | 0.010 | 0.0012 |                    | 2.346            | 比較鋼 |
| K  | 0.07 | 0.81 | 2.66 | 0.011 | 0.0010 | 0.0041 | 0.20 | 0.020 | 0.001 | 0.0009 |                    | 0.701            | 比較鋼 |
| L  | 0.07 | 1.40 | 2.82 | 0.013 | 0.0016 | 0.0033 | 0.20 | 0.030 | 0.020 | —      |                    | 0.376            | 比較鋼 |
| M  | 0.11 | 0.45 | 2.77 | 0.011 | 0.0013 | 0.0038 | 0.40 | 0.030 | 0.020 | 0.0014 |                    | 0.433            | 発明鋼 |
| N  | 0.07 | 1.10 | 2.78 | 0.012 | 0.0010 | 0.0032 | 0.60 | 0.020 | 0.020 | 0.0011 | V 0.08             | 0.547            | 発明鋼 |
| O  | 0.09 | 1.60 | 2.22 | 0.014 | 0.0008 | 0.0035 | 0.20 | 0.020 | 0.030 | 0.0014 | Cr 0.11            | 0.599            | 発明鋼 |
| P  | 0.11 | 0.34 | 2.34 | 0.012 | 0.0011 | 0.0031 | 0.40 | 0.020 | 0.020 | 0.0016 | Mo 0.08            | 0.530            | 発明鋼 |
| Q  | 0.09 | 0.75 | 2.82 | 0.014 | 0.0013 | 0.0038 | 0.20 | 0.020 | 0.020 | 0.0015 | Cu 0.10, Ni 0.10   | 0.650            | 発明鋼 |
| R  | 0.10 | 1.10 | 3.08 | 0.011 | 0.0010 | 0.0038 | 0.30 | 0.020 | 0.015 | 0.0009 | Sb 0.004, Sb 0.005 | 0.650            | 発明鋼 |
| S  | 0.13 | 0.89 | 2.96 | 0.010 | 0.0011 | 0.0040 | 0.40 | 0.020 | 0.030 | 0.0011 | Ca 0.0011          | 0.684            | 発明鋼 |
| T  | 0.08 | 1.40 | 2.36 | 0.011 | 0.0014 | 0.0033 | 0.50 | 0.030 | 0.020 | 0.0012 | Mg 0.0008          | 0.376            | 発明鋼 |
| U  | 0.12 | 1.30 | 3.11 | 0.009 | 0.0009 | 0.0035 | 0.40 | 0.020 | 0.020 | 0.0013 | REM 0.0015         | 0.599            | 発明鋼 |
| V  | 0.11 | 0.95 | 2.44 | 0.011 | 0.0011 | 0.0055 | 0.10 | 0.015 | 0.030 | 0.0018 |                    | 1.255            | 比較鋼 |
| W  | 0.10 | 0.84 | 2.65 | 0.010 | 0.0012 | 0.0042 | 0.20 | 0.020 | 0.025 | 0.0016 |                    | 0.719            | 発明鋼 |
| X  | 0.12 | 1.00 | 2.71 | 0.009 | 0.0010 | 0.0037 | 0.10 | 0.030 | 0.020 | 0.0014 |                    | 0.422            | 発明鋼 |
| AA | 0.09 | 0.82 | 2.36 | 0.010 | 0.0011 | 0.0036 | 0.06 | 0.020 | 0.030 | 0.0016 | Ta 0.030           | 0.616            | 発明鋼 |
| AB | 0.10 | 1.21 | 2.57 | 0.010 | 0.0011 | 0.0037 | 0.05 | 0.030 | 0.025 | 0.0018 | W 0.220            | 0.422            | 発明鋼 |
| AC | 0.10 | 0.58 | 2.62 | 0.011 | 0.0010 | 0.0042 | 0.05 | 0.020 | 0.030 | 0.0015 | Zr 0.0110          | 0.719            | 発明鋼 |
| AD | 0.09 | 0.94 | 2.81 | 0.010 | 0.0010 | 0.0039 | 0.08 | 0.020 | 0.020 | 0.0022 | Co 0.060           | 0.667            | 発明鋼 |

※下線は本願発明の適正範囲外を示す

[0104] [表2-1]

表2-1

| No | 銅種 | Ac1<br>(°C) | Ac3<br>(°C) | Ms<br>(°C) | SRT<br>(°C) | FDT<br>(°C) | CT<br>(°C) | 第一加熱               |                   |                    | 第二加熱               |                   |                      | 第一冷却                 |                   | 第二冷却                 |                      | 再加熱               |                  | めっき |
|----|----|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------------|----------------------|-------------------|------------------|-----|
|    |    |             |             |            |             |             |            | 第一加熱<br>温度<br>(°C) | 第一保持<br>時間<br>(s) | 昇温<br>速度<br>(°C/s) | 第二加熱<br>温度<br>(°C) | 第二保持<br>時間<br>(s) | 第一冷却<br>速度<br>(°C/s) | 第一冷却<br>停止温度<br>(°C) | 第三保持<br>時間<br>(s) | 第二冷却<br>速度<br>(°C/s) | 第二冷却<br>停止温度<br>(°C) | 再加熱<br>温度<br>(°C) | 再加熱<br>時間<br>(s) |     |
| 1  | A  | 713         | 879         | 431        | 1180        | 920         | 480        | 800                | 300               | 20                 | 850                | 20                | 30                   | 450                  | 30                | 30                   | 250                  | 400               | 300              | —   |
| 2  | A  | 713         | 879         | 431        | 1180        | 920         | 480        | 840                | 450               | 20                 | 870                | 10                | 30                   | 450                  | 30                | 30                   | 200                  | 380               | 300              | —   |
| 3  | A  | 713         | 879         | 431        | 1180        | 920         | 480        | 780                | 450               | 20                 | 840                | 30                | 30                   | 400                  | 20                | 30                   | 250                  | 350               | 400              | —   |
| 4  | A  | 713         | 879         | 431        | 1180        | 920         | 480        | 810                | 100               | 20                 | 900                | 10                | 30                   | 460                  | 20                | 30                   | 200                  | 380               | 300              | —   |
| 5  | A  | 713         | 879         | 431        | 1180        | 920         | 480        | 790                | 60                | 20                 | 850                | 30                | 5                    | 480                  | 30                | 30                   | 250                  | 400               | 180              | —   |
| 6  | A  | 713         | 879         | 431        | 1180        | 920         | 480        | 780                | 600               | 20                 | 830                | 30                | 30                   | 450                  | 40                | 30                   | 200                  | 360               | 240              | GI  |
| 7  | B  | 681         | 838         | 397        | 1200        | 890         | 450        | 750                | 600               | 15                 | 810                | 40                | 20                   | 450                  | 30                | 20                   | 220                  | 400               | 300              | —   |
| 8  | B  | 681         | 838         | 397        | 1200        | 890         | 450        | 740                | 5                 | 15                 | 800                | 30                | 30                   | 420                  | 20                | 20                   | 220                  | 410               | 450              | —   |
| 9  | B  | 681         | 838         | 397        | 1200        | 890         | 450        | 770                | 300               | 15                 | 780                | 40                | 30                   | 450                  | 30                | 30                   | 190                  | 380               | 300              | —   |
| 10 | B  | 681         | 838         | 397        | 1200        | 890         | 450        | 750                | 300               | 15                 | 800                | 30                | 20                   | 480                  | 40                | 20                   | 350                  | 350               | 480              | —   |
| 11 | B  | 681         | 838         | 397        | 1200        | 890         | 450        | 740                | 900               | 15                 | 820                | 40                | 30                   | 430                  | 30                | 30                   | 250                  | 350               | 180              | GA  |
| 12 | C  | 722         | 889         | 390        | 1220        | 900         | 460        | 800                | 60                | 20                 | 860                | 40                | 30                   | 420                  | 40                | 30                   | 220                  | 320               | 480              | —   |
| 13 | C  | 722         | 889         | 390        | 1220        | 900         | 460        | 810                | 360               | 20                 | 870                | 100               | 30                   | 440                  | 30                | 30                   | 180                  | 400               | 240              | —   |
| 14 | C  | 722         | 889         | 390        | 1220        | 900         | 460        | 810                | 450               | 20                 | 860                | 30                | 30                   | 420                  | 100               | 30                   | 250                  | 390               | 600              | —   |
| 15 | C  | 722         | 889         | 390        | 1220        | 900         | 460        | 780                | 40                | 20                 | 850                | 40                | 30                   | 420                  | 20                | 30                   | 190                  | 410               | 300              | EG  |
| 16 | D  | 722         | 899         | 450        | 1200        | 920         | 450        | 780                | 600               | 20                 | 850                | 40                | 30                   | 480                  | 30                | 30                   | 280                  | 410               | 400              | —   |
| 17 | E  | 707         | 870         | 359        | 1220        | 930         | 470        | 760                | 400               | 15                 | 830                | 30                | 20                   | 420                  | 30                | 30                   | 180                  | 360               | 240              | —   |
| 18 | E  | 687         | 829         | 443        | 1200        | 880         | 450        | 770                | 300               | 15                 | 810                | 30                | 30                   | 460                  | 30                | 30                   | 240                  | 380               | 600              | —   |
| 19 | G  | 759         | 934         | 427        | 1210        | 940         | 480        | 800                | 240               | 20                 | 900                | 20                | 30                   | 470                  | 20                | 30                   | 300                  | 400               | 450              | —   |
| 20 | H  | 736         | 885         | 431        | 1220        | 920         | 460        | 750                | 300               | 15                 | 840                | 40                | 30                   | 460                  | 30                | 30                   | 200                  | 380               | 360              | —   |
| 21 | I  | 662         | 841         | 394        | 1200        | 890         | 480        | 740                | 240               | 20                 | 820                | 50                | 20                   | 480                  | 30                | 20                   | 200                  | 410               | 240              | —   |
| 22 | J  | 694         | 861         | 398        | 1220        | 900         | 460        | 720                | 600               | 20                 | 810                | 30                | 30                   | 470                  | 40                | 30                   | 220                  | 400               | 180              | —   |
| 23 | K  | 704         | 870         | 434        | 1190        | 910         | 460        | 760                | 300               | 20                 | 850                | 20                | 30                   | 460                  | 30                | 30                   | 250                  | 410               | 300              | —   |
| 24 | L  | 720         | 898         | 424        | 1180        | 920         | 480        | 780                | 360               | 15                 | 860                | 30                | 30                   | 450                  | 30                | 30                   | 230                  | 390               | 450              | —   |

※下線は本開示の適正範囲外を示す

[0105] [表2-2]

表2-2

| No | 銅種 | Ac1<br>(°C) | Ac3<br>(°C) | Ms<br>(°C) | SRT<br>(°C) | FDT<br>(°C) | CT<br>(°C) | 第一加熱               |                   |                    | 第二加熱               |                   |                      | 第一冷却                 |                   | 第二冷却                 |                      | 再加熱               |                  | めっき |
|----|----|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------------|----------------------|-------------------|------------------|-----|
|    |    |             |             |            |             |             |            | 第一加熱<br>温度<br>(°C) | 第一保持<br>時間<br>(s) | 昇温<br>速度<br>(°C/s) | 第二加熱<br>温度<br>(°C) | 第二保持<br>時間<br>(s) | 第一冷却<br>速度<br>(°C/s) | 第一冷却<br>停止温度<br>(°C) | 第三保持<br>時間<br>(s) | 第二冷却<br>速度<br>(°C/s) | 第二冷却<br>停止温度<br>(°C) | 再加熱<br>温度<br>(°C) | 再加熱<br>時間<br>(s) |     |
| 25 | M  | 687         | 841         | 414        | 1220        | 890         | 450        | 770                | 240               | 15                 | 820                | 30                | 20                   | 440                  | 30                | 20                   | 150                  | 340               | 360              | —   |
| 26 | N  | 711         | 883         | 428        | 1230        | 920         | 460        | 750                | 300               | 20                 | 840                | 40                | 30                   | 470                  | 30                | 30                   | 180                  | 400               | 240              | GI  |
| 27 | O  | 745         | 914         | 431        | 1200        | 930         | 460        | 800                | 30                | 15                 | 880                | 30                | 30                   | 460                  | 30                | 30                   | 200                  | 420               | 300              | —   |
| 28 | P  | 696         | 845         | 427        | 1210        | 890         | 460        | 760                | 180               | 20                 | 830                | 30                | 30                   | 450                  | 30                | 30                   | 190                  | 420               | 180              | GA  |
| 29 | Q  | 695         | 855         | 418        | 1180        | 900         | 450        | 740                | 360               | 15                 | 820                | 30                | 30                   | 440                  | 30                | 30                   | 220                  | 360               | 300              | —   |
| 30 | R  | 702         | 873         | 404        | 1200        | 920         | 480        | 780                | 240               | 15                 | 830                | 20                | 30                   | 430                  | 30                | 30                   | 190                  | 390               | 240              | GA  |
| 31 | S  | 697         | 857         | 395        | 1220        | 890         | 450        | 790                | 120               | 15                 | 830                | 30                | 30                   | 440                  | 20                | 30                   | 160                  | 320               | 300              | GA  |
| 32 | T  | 733         | 903         | 435        | 1200        | 920         | 480        | 820                | 40                | 15                 | 870                | 30                | 30                   | 460                  | 40                | 30                   | 210                  | 410               | 180              | GI  |
| 33 | U  | 708         | 879         | 392        | 1190        | 900         | 490        | 760                | 150               | 15                 | 840                | 40                | 30                   | 430                  | 30                | 30                   | 140                  | 340               | 240              | GA  |
| 34 | V  | 714         | 872         | 421        | 1220        | 890         | 470        | 800                | 480               | 20                 | 850                | 30                | 20                   | 450                  | 20                | 20                   | 200                  | 360               | 600              | —   |
| 35 | W  | 705         | 865         | 420        | 1200        | 910         | 460        | 780                | 360               | 15                 | 830                | 30                | 30                   | 380                  | 30                | 30                   | 240                  | 400               | 300              | —   |
| 36 | W  | 705         | 865         | 420        | 1200        | 910         | 460        | 740                | 360               | 20                 | 840                | 30                | 30                   | 480                  | 30                | 30                   | 50                   | 300               | 100              | —   |
| 37 | E  | 707         | 870         | 359        | 1220        | 900         | 450        | 760                | 600               | 15                 | 840                | 20                | 30                   | 460                  | 50                | 30                   | 250                  | 400               | 800              | —   |
| 38 | W  | 705         | 865         | 420        | 1200        | 910         | 460        | 670                | 60                | 20                 | 830                | 30                | 30                   | 480                  | 30                | 30                   | 270                  | 360               | 360              | —   |
| 39 | W  | 705         | 865         | 420        | 1200        | 910         | 460        | 720                | 60                | 20                 | 800                | 30                | 30                   | 450                  | 40                | 30                   | 240                  | 340               | 400              | —   |
| 40 | X  | 708         | 869         | 407        | 1230        | 900         | 470        | 760                | 480               | 20                 | 820                | 30                | 30                   | 440                  | 30                | 20                   | 200                  | 300               | 300              | —   |
| 41 | X  | 708         | 869         | 407        | 1230        | 900         | 470        | 760                | 600               | 20                 | 810                | 20                | 30                   | 540                  | 50                | 20                   | 250                  | 340               | 600              | —   |
| 42 | X  | 708         | 869         | 407        | 1230        | 900         | 470        | 750                | 800               | 20                 | 820                | 30                | 40                   | 450                  | 30                | 20                   | 250                  | 360               | 300              | —   |
| 43 | X  | 708         | 869         | 407        | 1230        | 900         | 470        | 750                | 360               | 20                 | 830                | 20                | 40                   | 460                  | 5                 | 20                   | 200                  | 310               | 180              | —   |
| 44 | X  | 708         | 869         | 407        | 1230        | 900         | 470        | 770                | 360               | 20                 | 840                | 20                | 100                  | 440                  | 30                | 20                   | 200                  | 360               | 600              | —   |
| 45 | X  | 708         | 869         | 407        | 1230        | 900         | 470        | 750                | 600               | 20                 | 830                | 30                | 30                   | 460                  | 40                | 100                  | 220                  | 370               | 300              | —   |
| 46 | X  | 708         | 869         | 407        | 1230        | 900         | 470        | 740                | 480               | 20                 | 820                | 20                | 30                   | 450                  | 30                | 20                   | 250                  | 500               | 600              | —   |
| 47 | X  | 708         | 869         | 407        | 1230        | 900         | 470        | 750                | 420               | 20                 | 830                | 40                | 30                   | 440                  | 30                | 20                   | 240                  | 340               | 5                | —   |
| 48 | X  | 708         | 869         | 407        | 1230        | 900         | 470        | 740                | 360               | 5                  | 840                | 30                | 30                   | 450                  | 30                | 20                   | 200                  | 330               | 420              | —   |
| 49 | X  | 708         | 869         | 407        | 1230        | 900         | 470        | 750                | 360               | 20                 | 820                | 30                | 30                   | 460                  | 20                | 20                   | 200                  | 420               | 30               | —   |
| 50 | X  | 708         | 869         | 407        | 1230        | 900         | 470        | 740                | 600               | 20                 | 840                | 20                | 30                   | 440                  | 40                | 20                   | 200                  | 340               | 1500             | —   |
| 51 | X  | 708         | 869         | 407        | 1230        | 900         | 470        | 760                | 600               | 20                 | 830                | 20                | 30                   | 450                  | 30                | 20                   | 190                  | 410               | 2200             | —   |
| 52 | AA | 712         | 871         | 434        | 1200        | 920         | 450        | 760                | 600               | 20                 | 820                | 20                | 30                   | 450                  | 30                | 20                   | 200                  | 400               | 900              | —   |
| 53 | AB | 720         | 886         | 420        | 1200        | 920         | 450        | 760                | 800               | 20                 | 820                | 20                | 30                   | 440                  | 30                | 20                   | 210                  | 400               | 900              | —   |
| 54 | AC | 696         | 852         | 423        | 1200        | 910         | 450        | 720                | 450               | 20                 | 800                | 20                | 30                   | 460                  | 30                | 20                   | 200                  | 400               | 600              | —   |
| 55 | AD | 704         | 870         | 419        | 1200        | 920         | 440        | 750                | 600               | 20                 | 820                | 20                | 30                   | 450                  | 30                | 20                   | 220                  | 400               | 600              | —   |

※下線は本願発明の適正範囲外を示す

[0106] [表3-1]

表3-1

| No | 鋼種 | 組織             |                         |               |              |              |                   |                              |                             |             |           | 機械付生     |                    |     |  | 備考 |
|----|----|----------------|-------------------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------|-----------|----------|--------------------|-----|--|----|
|    |    | フェライト<br>(面積%) | 焼戻しM<br>+ペイナイト<br>(面積%) | 焼入れM<br>(面積%) | 残留γ<br>(面積%) | 残留δ<br>(面積%) | 低Mnフェライト<br>(面積%) | 全フェライト<br>-低Mnフェライト<br>(面積%) | 低Mnフェライト<br>の平均結晶粒径<br>(μm) | TS<br>(MPa) | EI<br>(%) | λ<br>(%) | VDA<br>曲げ角度<br>(°) |     |  |    |
| 1  | A  | 44             | 44                      | 7             | 5            |              | 25                | 19                           | 6                           | 1045        | 15        | 44       | 93                 | 発明例 |  |    |
| 2  | A  | 35             | 50                      | 10            | 5            |              | 18                | 17                           | 13                          | 1036        | 14        | 47       | 87                 | 比較例 |  |    |
| 3  | A  | 22             | 68                      | 8             | 2            |              | 17                | 5                            | 5                           | 1078        | 10        | 35       | 92                 | 比較例 |  |    |
| 4  | A  | 28             | 59                      | 10            | 3            |              | 16                | 12                           | 8                           | 1115        | 11        | 57       | 91                 | 比較例 |  |    |
| 5  | A  | 38             | 47                      | 10            | 2            | 3(パーライト)     | 24                | 14                           | 6                           | 1028        | 9         | 28       | 84                 | 比較例 |  |    |
| 6  | A  | 54             | 36                      | 5             | 5            |              | 32                | 22                           | 5                           | 994         | 14        | 48       | 96                 | 発明例 |  |    |
| 7  | B  | 46             | 42                      | 8             | 4            |              | 33                | 13                           | 5                           | 985         | 17        | 59       | 95                 | 発明例 |  |    |
| 8  | B  | 38             | 45                      | 13            | 4            |              | 30                | 8                            | 6                           | 1064        | 13        | 33       | 94                 | 比較例 |  |    |
| 9  | B  | 50             | 40                      | 7             | 3            |              | 44                | 6                            | 6                           | 991         | 15        | 28       | 96                 | 比較例 |  |    |
| 10 | B  | 45             | 35                      | 18            | 2            |              | 34                | 11                           | 5                           | 1054        | 9         | 29       | 85                 | 比較例 |  |    |
| 11 | B  | 52             | 36                      | 8             | 4            |              | 37                | 15                           | 6                           | 1044        | 13        | 48       | 95                 | 発明例 |  |    |
| 12 | C  | 49             | 37                      | 10            | 4            |              | 34                | 15                           | 7                           | 1042        | 13        | 58       | 94                 | 発明例 |  |    |
| 13 | C  | 36             | 50                      | 12            | 2            |              | 30                | 6                            | 6                           | 1067        | 12        | 34       | 93                 | 比較例 |  |    |
| 14 | C  | 55             | 30                      | 9             | 6            |              | 28                | 27                           | 6                           | 959         | 17        | 50       | 99                 | 比較例 |  |    |
| 15 | C  | 47             | 39                      | 6             | 8            |              | 34                | 13                           | 5                           | 984         | 17        | 55       | 97                 | 発明例 |  |    |
| 16 | D  | 68             | 27                      | 4             | 1            |              | 30                | 38                           | 9                           | 799         | 21        | 44       | 106                | 比較例 |  |    |
| 17 | E  | 31             | 38                      | 22            | 9            |              | 20                | 11                           | 6                           | 1228        | 12        | 34       | 86                 | 比較例 |  |    |
| 18 | F  | 44             | 47                      | 8             | 1            |              | 31                | 13                           | 6                           | 884         | 11        | 51       | 102                | 比較例 |  |    |
| 19 | G  | 40             | 45                      | 6             | 9            |              | 25                | 15                           | 7                           | 1027        | 18        | 43       | 82                 | 比較例 |  |    |
| 20 | H  | 42             | 41                      | 11            | 6            |              | 30                | 12                           | 8                           | 963         | 12        | 30       | 96                 | 比較例 |  |    |
| 21 | I  | 34             | 43                      | 18            | 5            |              | 28                | 6                            | 6                           | 1124        | 11        | 28       | 80                 | 比較例 |  |    |
| 22 | J  | 40             | 48                      | 10            | 2            |              | 29                | 11                           | 14                          | 970         | 13        | 45       | 82                 | 比較例 |  |    |
| 23 | K  | 38             | 51                      | 8             | 3            |              | 30                | 8                            | 13                          | 1016        | 13        | 36       | 84                 | 比較例 |  |    |
| 24 | L  | 54             | 38                      | 6             | 2            |              | 36                | 18                           | 12                          | 966         | 17        | 41       | 84                 | 比較例 |  |    |

※下線は本願発明の適正範囲外を示す

[0107] [表3-2]

| No | 鋼種 | 組織             |                         |               |              |              |                   |                              |                             | 機械特性        |           |          |                    | 備考  |
|----|----|----------------|-------------------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------|-----------|----------|--------------------|-----|
|    |    | フェライト<br>(面積%) | 焼戻しM<br>+ペイナイト<br>(面積%) | 焼入れM<br>(面積%) | 残留γ<br>(面積%) | 残留δ<br>(面積%) | 低Mnフェライト<br>(面積%) | 全フェライト<br>-低Mnフェライト<br>(面積%) | 低Mnフェライト<br>の平均結晶粒径<br>(μm) | TS<br>(MPa) | EI<br>(%) | λ<br>(%) | VDA<br>曲げ角度<br>(°) |     |
| 25 | M  | 43             | 38                      | 11            | 8            |              | 30                | 13                           | 8                           | 1026        | 15        | 43       | 94                 | 発明例 |
| 26 | N  | 48             | 39                      | 10            | 3            |              | 33                | 15                           | 5                           | 1044        | 16        | 48       | 99                 | 発明例 |
| 27 | O  | 38             | 47                      | 10            | 5            |              | 25                | 13                           | 6                           | 1033        | 14        | 51       | 96                 | 発明例 |
| 28 | P  | 42             | 48                      | 6             | 4            |              | 30                | 12                           | 5                           | 1037        | 14        | 51       | 102                | 発明例 |
| 29 | Q  | 33             | 53                      | 10            | 4            |              | 22                | 11                           | 6                           | 1041        | 13        | 48       | 105                | 発明例 |
| 30 | R  | 41             | 47                      | 8             | 4            |              | 29                | 12                           | 8                           | 1008        | 16        | 42       | 97                 | 発明例 |
| 31 | S  | 37             | 49                      | 9             | 5            |              | 25                | 12                           | 9                           | 1031        | 16        | 47       | 96                 | 発明例 |
| 32 | T  | 41             | 47                      | 6             | 6            |              | 28                | 13                           | 6                           | 993         | 16        | 51       | 101                | 発明例 |
| 33 | U  | 44             | 43                      | 8             | 5            |              | 32                | 12                           | 5                           | 1042        | 15        | 41       | 96                 | 発明例 |
| 34 | V  | 39             | 45                      | 10            | 6            |              | 24                | 15                           | 13                          | 975         | 14        | 45       | 85                 | 比較例 |
| 35 | W  | 16             | 72                      | 11            | 1            |              | 13                | 3                            | 6                           | 1002        | 10        | 27       | 94                 | 比較例 |
| 36 | W  | 39             | 50                      | 11            | 0            |              | 28                | 11                           | 8                           | 1032        | 9         | 42       | 104                | 比較例 |
| 37 | E  | 34             | 37                      | 17            | 12           |              | 20                | 14                           | 6                           | 1156        | 15        | 22       | 86                 | 比較例 |
| 38 | W  | 36             | 49                      | 10            | 5            |              | 3                 | 33                           | 8                           | 1012        | 10        | 48       | 84                 | 比較例 |
| 39 | W  | 40             | 45                      | 8             | 7            |              | 8                 | 32                           | 7                           | 996         | 14        | 49       | 103                | 発明例 |
| 40 | X  | 51             | 40                      | 6             | 3            |              | 42                | 9                            | 8                           | 992         | 13        | 33       | 82                 | 比較例 |
| 41 | X  | 38             | 47                      | 8             | 3            | 4(パーライト)     | 22                | 16                           | 8                           | 1020        | 10        | 29       | 85                 | 比較例 |
| 42 | X  | 45             | 47                      | 5             | 3            |              | 24                | 21                           | 6                           | 1008        | 14        | 46       | 101                | 発明例 |
| 43 | X  | 33             | 58                      | 8             | 1            |              | 30                | 3                            | 7                           | 1038        | 12        | 23       | 96                 | 比較例 |
| 44 | X  | 43             | 42                      | 8             | 7            |              | 28                | 15                           | 8                           | 1011        | 14        | 50       | 99                 | 発明例 |
| 45 | X  | 41             | 45                      | 10            | 4            |              | 28                | 13                           | 8                           | 995         | 13        | 47       | 100                | 発明例 |
| 46 | X  | 42             | 46                      | 6             | 2            | 4(セメンタイト)    | 26                | 16                           | 6                           | 989         | 11        | 27       | 84                 | 比較例 |
| 47 | X  | 39             | 42                      | 18            | 1            |              | 25                | 14                           | 7                           | 1086        | 8         | 25       | 97                 | 比較例 |
| 48 | X  | 45             | 40                      | 9             | 6            |              | 30                | 15                           | 14                          | 991         | 14        | 45       | 83                 | 比較例 |
| 49 | X  | 40             | 44                      | 11            | 5            |              | 26                | 14                           | 8                           | 1022        | 13        | 52       | 96                 | 発明例 |
| 50 | X  | 38             | 48                      | 6             | 8            |              | 24                | 14                           | 8                           | 992         | 15        | 43       | 93                 | 発明例 |
| 51 | X  | 41             | 46                      | 6             | 2            | 5(パーライト)     | 26                | 15                           | 7                           | 988         | 10        | 35       | 85                 | 比較例 |
| 52 | AA | 52             | 42                      | 4             | 2            |              | 33                | 19                           | 8                           | 1014        | 13        | 46       | 92                 | 発明例 |
| 53 | AB | 45             | 45                      | 6             | 4            |              | 28                | 17                           | 6                           | 1021        | 14        | 51       | 99                 | 発明例 |
| 54 | AC | 51             | 41                      | 5             | 3            |              | 34                | 17                           | 6                           | 1019        | 14        | 52       | 93                 | 発明例 |
| 55 | AD | 44             | 46                      | 7             | 3            |              | 25                | 19                           | 7                           | 1024        | 14        | 47       | 96                 | 発明例 |

※下線は本願発明の適正範囲外を示す

[0108] 発明例はいずれも引張強さが980MPa以上、伸びEIが12%以上、穴広げ率 $\lambda$ が40%以上、及びVDA曲げ角度が90°以上である。一方、比較例は、引張強さ、伸びEI、穴広げ率 $\lambda$ 、及びVDA曲げ角度のいずれか一つ以上の特性が劣る。

## 請求の範囲

## [請求項1]

質量%で、

C: 0.06%以上0.15%以下、

Si: 0.10%以上1.8%以下、

Mn: 2.00%以上3.50%以下、

P: 0.050%以下、

S: 0.0050%以下、

N: 0.0060%以下、

Al: 0.010%以上1.0%以下、

Ti: 0.005%以上0.075%以下、

Nb: 0.005%以上0.075%以下及び

B: 0.0002%以上0.0040%以下

を含み、残部がFe及び不可避免の不純物からなり、 $[\text{mol}\%N]/[\text{mol}\%Ti] <$

1 を満たす成分組成と、

フェライト: 面積分率で30%以上60%以下、

焼戻しマルテンサイト及びベイナイト: 面積分率で合計35%以上65%以下、

焼入れマルテンサイト: 面積分率で15%以下、

残留オーステナイト: 面積分率で1%以上10%以下、

$0.8 \times [\%Mn]$ 以下のMn濃度を有する低Mnフェライトの面積分率が5%以上40%以下、

(前記フェライトの面積分率) - (前記低Mnフェライトの面積分率) : 10%以上、

残部組織: 面積分率で3%未満、

かつ前記低Mnフェライトの平均結晶粒径が $10\mu\text{m}$ 以下である鋼組織を有する、高強度冷延鋼板。

ただし、 $[\text{mol}\%N]$ 及び $[\text{mol}\%Ti]$ は、それぞれN及びTiの鋼中含有量 (mol%) を示し、 $[\%Mn]$ はMnの鋼中含有量 (質量%) を示す。

[請求項2] 前記成分組成はさらに、質量％で、

V: 0.200%以下、

Cr: 0.20%以下、

Mo: 0.20%以下、

Cu: 0.30%以下、

Ni: 0.30%以下、

Sb: 0.100%以下、

Sn: 0.100%以下、

Ca: 0.0050%以下、

Mg: 0.0050%以下、

REM: 0.0050%以下、

Ta: 0.100%以下、

W: 0.500%以下、

Zr: 0.0200%以下及び

Co: 0.100%以下

のうちから選ばれる少なくとも1種の元素を含有する、請求項1に記載の高強度冷延鋼板。

[請求項3] 請求項1または2に記載の高強度冷延鋼板の少なくとも片面にめっき層を有する、高強度めっき鋼板。

[請求項4] 請求項1または2に記載の成分組成を有する鋼スラブに熱間圧延を施して熱延板とし、

前記熱延板に酸洗を施し、

酸洗後の前記熱延板に冷間圧延を施して冷延板とし、

次いで、前記冷延板を $A_{c1}$ 点以上( $A_{c3}$ 点 $-50^{\circ}\text{C}$ )以下の第一加熱温度まで加熱し、 $A_{c1}$ 点以上( $A_{c3}$ 点 $-50^{\circ}\text{C}$ )以下の第一加熱温度域にて10s以上保持する第一加熱工程を行い、

次いで、前記冷延板を、(前記第一加熱温度 $+20^{\circ}\text{C}$ )以上 $A_{c3}$ 点未満の第二加熱温度まで昇温速度 $10^{\circ}\text{C/s}$ 以上で加熱し、(前記第一加熱

温度+20℃)以上 $Ac_3$ 点未満の第二加熱温度域にて5s以上60s以下保持する第二加熱工程を行い、

次いで、前記冷延板を、10℃/s以上の第一冷却速度で500℃以下 $Ms$ 点超の第一冷却停止温度まで冷却した後、該第一冷却停止温度にて10s以上60s以下保持し、あるいは該第一冷却停止温度から $Ms$ 点超まで10℃/s未満の第三冷却速度にて10s以上60s以下冷却する、第一冷却工程を行い、

次いで、前記冷延板を、10℃/s以上の第二冷却速度で( $Ms$ 点-100℃)以下100℃以上の第二冷却停止温度まで冷却する第二冷却工程を行い、

次いで、前記冷延板を、前記第二冷却停止温度以上450℃以下の再加熱温度まで再加熱し、前記第二冷却停止温度以上450℃以下の再加熱温度域にて10s以上1800s以下保持する再加熱工程を行なって、高強度冷延鋼板を得る、高強度冷延鋼板の製造方法。

[請求項5] 請求項4に記載の再加熱工程の後、前記高強度冷延鋼板にめっき処理を施して高強度めっき鋼板を得る、高強度めっき鋼板の製造方法。

[請求項6] 請求項1または2に記載の高強度冷延鋼板を少なくとも一部に用いてなる、自動車部品。

[請求項7] 請求項3に記載の高強度めっき鋼板を少なくとも一部に用いてなる、自動車部品。

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/029205

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

**C22C 38/00**(2006.01)i; **C21D 9/46**(2006.01)i; **C22C 38/14**(2006.01)i; **C22C 38/60**(2006.01)i; **C22C 18/00**(2006.01)n;  
**C22C 18/02**(2006.01)n; **C22C 18/04**(2006.01)n

FI: C22C38/00 301U; C22C38/00 301T; C22C38/14; C22C38/60; C21D9/46 F; C21D9/46 J; C22C18/00; C22C18/02;  
 C22C18/04

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)

C22C38/00-38/60; C21D9/46-9/48; C21D8/00-8/04; C22C18/00-18/04

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 1971-2021  
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021  
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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 2020/145108 A1 (JFE STEEL CORP.) 16 July 2020 (2020-07-16)<br>claims, paragraphs [0042], [0058]-[0059] | 1-7                   |
| A         | JP 2020-164990 A (JFE STEEL CORP.) 08 October 2020 (2020-10-08)<br>claims, paragraphs [0039]-[0040]       | 1-7                   |
| A         | WO 2012/118040 A1 (KOBEL STEEL, LTD.) 07 September 2012 (2012-09-07)<br>claims, paragraphs [0061]-[0065]  | 1-7                   |

☐ 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

**18 October 2021**

Date of mailing of the international search report

**26 October 2021**

Name and mailing address of the ISA/JP

**Japan Patent Office (ISA/JP)**  
**3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915**  
**Japan**

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2021/029205**

| Patent document<br>cited in search report |             |    | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s)                                                                      | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|-------------|----|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| WO                                        | 2020/145108 | A1 | 16 July 2020                         | (Family: none)                                                                               |                                      |
| JP                                        | 2020-164990 | A  | 08 October 2020                      | (Family: none)                                                                               |                                      |
| WO                                        | 2012/118040 | A1 | 07 September 2012                    | US 2013/0330226 A1<br>claims, paragraphs [0105]-[0109]<br>CN 103403210 A<br>JP 2012-180570 A |                                      |

| <p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>C22C 38/00(2006.01)i; C21D 9/46(2006.01)i; C22C 38/14(2006.01)i; C22C 38/60(2006.01)i;<br/> C22C 18/00(2006.01)n; C22C 18/02(2006.01)n; C22C 18/04(2006.01)n<br/> FI: C22C38/00 301U; C22C38/00 301T; C22C38/14; C22C38/60; C21D9/46 F; C21D9/46 J; C22C18/00;<br/> C22C18/02; C22C18/04</p>                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                           |                                                                             |                 |                                   |                |            |                                                                                           |            |             |                                                                                    |     |   |                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------|----------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----|---|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））</p> <p>C22C38/00-38/60; C21D9/46-9/48; C21D8/00-8/04; C22C18/00-18/04</p> <p>最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2021年</td> </tr> </table> <p>国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）</p>                                                                                                                                                |                                                                                           |                                                                             | 日本国実用新案公報       | 1922-1996年                        | 日本国公開実用新案公報    | 1971-2021年 | 日本国実用新案登録公報                                                                               | 1996-2021年 | 日本国登録実用新案公報 | 1994-2021年                                                                         |     |   |                                                                                 |     |
| 日本国実用新案公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1922-1996年                                                                                |                                                                             |                 |                                   |                |            |                                                                                           |            |             |                                                                                    |     |   |                                                                                 |     |
| 日本国公開実用新案公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1971-2021年                                                                                |                                                                             |                 |                                   |                |            |                                                                                           |            |             |                                                                                    |     |   |                                                                                 |     |
| 日本国実用新案登録公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1996-2021年                                                                                |                                                                             |                 |                                   |                |            |                                                                                           |            |             |                                                                                    |     |   |                                                                                 |     |
| 日本国登録実用新案公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1994-2021年                                                                                |                                                                             |                 |                                   |                |            |                                                                                           |            |             |                                                                                    |     |   |                                                                                 |     |
| <p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の<br/>カテゴリー*</th> <th>引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示</th> <th>関連する<br/>請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>WO 2020/145108 A1 (JFEスチール株式会社) 16.07.2020 (2020-07-16)<br/>請求の範囲, [0042], [0058] - [0059]</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2020-164990 A (JFEスチール株式会社) 08.10.2020 (2020-10-08)<br/>特許請求の範囲, [0039] - [0040]</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2012/118040 A1 (株式会社神戸製鋼所) 07.09.2012 (2012-09-07)<br/>請求の範囲, [0061] - [0065]</td> <td>1-7</td> </tr> </tbody> </table> |                                                                                           |                                                                             | 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 | A          | WO 2020/145108 A1 (JFEスチール株式会社) 16.07.2020 (2020-07-16)<br>請求の範囲, [0042], [0058] - [0059] | 1-7        | A           | JP 2020-164990 A (JFEスチール株式会社) 08.10.2020 (2020-10-08)<br>特許請求の範囲, [0039] - [0040] | 1-7 | A | WO 2012/118040 A1 (株式会社神戸製鋼所) 07.09.2012 (2012-09-07)<br>請求の範囲, [0061] - [0065] | 1-7 |
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号                                                              |                 |                                   |                |            |                                                                                           |            |             |                                                                                    |     |   |                                                                                 |     |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | WO 2020/145108 A1 (JFEスチール株式会社) 16.07.2020 (2020-07-16)<br>請求の範囲, [0042], [0058] - [0059] | 1-7                                                                         |                 |                                   |                |            |                                                                                           |            |             |                                                                                    |     |   |                                                                                 |     |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | JP 2020-164990 A (JFEスチール株式会社) 08.10.2020 (2020-10-08)<br>特許請求の範囲, [0039] - [0040]        | 1-7                                                                         |                 |                                   |                |            |                                                                                           |            |             |                                                                                    |     |   |                                                                                 |     |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | WO 2012/118040 A1 (株式会社神戸製鋼所) 07.09.2012 (2012-09-07)<br>請求の範囲, [0061] - [0065]           | 1-7                                                                         |                 |                                   |                |            |                                                                                           |            |             |                                                                                    |     |   |                                                                                 |     |
| <p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                           |                                                                             |                 |                                   |                |            |                                                                                           |            |             |                                                                                    |     |   |                                                                                 |     |
| <p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</p> <p>“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</p> <p>“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）</p> <p>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” 同一パテントファミリー文献</p>                                                                                              |                                                                                           |                                                                             |                 |                                   |                |            |                                                                                           |            |             |                                                                                    |     |   |                                                                                 |     |
| <p>国際調査を完了した日</p> <p>18.10.2021</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                           | <p>国際調査報告の発送日</p> <p>26.10.2021</p>                                         |                 |                                   |                |            |                                                                                           |            |             |                                                                                    |     |   |                                                                                 |     |
| <p>名称及びあて先</p> <p>日本国特許庁(ISA/JP)<br/>〒100-8915<br/>日本国<br/>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                           | <p>権限のある職員（特許庁審査官）</p> <p>鈴木 毅 4K 9154</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3435</p> |                 |                                   |                |            |                                                                                           |            |             |                                                                                    |     |   |                                                                                 |     |

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/JP2021/029205

| 引用文献 |             |    | 公表日        | パテントファミリー文献           | 公表日 |
|------|-------------|----|------------|-----------------------|-----|
| WO   | 2020/145108 | A1 | 16.07.2020 | (ファミリーなし)             |     |
| JP   | 2020-164990 | A  | 08.10.2020 | (ファミリーなし)             |     |
| WO   | 2012/118040 | A1 | 07.09.2012 | US 2013/0330226 A1    |     |
|      |             |    |            | Claims, [0105]-[0109] |     |
|      |             |    |            | CN 103403210 A        |     |
|      |             |    |            | JP 2012-180570 A      |     |