

(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  
2021年2月11日(11.02.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/024748 A1

- (51) 国際特許分類:  
C21D 9/46 (2006.01) C22C 38/06 (2006.01)  
C22C 38/00 (2006.01) C22C 38/58 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/027730
- (22) 国際出願日: 2020年7月16日(16.07.2020)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2019-144678 2019年8月6日(06.08.2019) 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: ▲ 高 ▼ 島 克利 (TAKASHIMA Katsutoshi); 〒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). 横田 毅(YOKOTA Takeshi); 〒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36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, 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,

(54) Title: HIGH-STRENGTH THIN STEEL SHEET AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: 高強度薄鋼板およびその製造方法

(57) Abstract: Provided are: a high-strength thin steel sheet that exhibits excellent workability, excellent delayed fracture resistance characteristics of a base material steel sheet, and further, excellent delayed fracture resistance characteristics of a projection welded part and that has a tensile strength of not less than 1180 MPa; and a method for manufacturing the same. This high-strength thin steel sheet has a compositional makeup that contains C, Si, Mn, P, S, Al, and N, the balance being Fe and unavoidable impurities, and has a composite structure including ferrite, tempered martensite, and bainite, wherein, with respect to the total of the tempered martensite and the bainite, the total of the bainite and the tempered martensite including, within particles thereof, not less than five pieces of carbide having a particle size of 0.1-1.0 μm is not less than 85% in terms of volume fraction, and the mass% of C and the mass% of Mn in a region which is not more than 20 μm from the surface of the steel sheet in the sheet thickness direction are not more than 20%, respectively, with respect to the mass% of C and the mass% of Mn in a region which is 100-200 μm from the surface of the steel sheet.

(57) 要約: 加工性、母材鋼板の耐遅れ破壊特性、さらにはプロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性に優れる、引張強さが1180MPa以上の高強度薄鋼板およびその製造方法を提供すること。C、Si、Mn、P、S、AlおよびNを含有するとともに、残部がFeおよび不可避の不純物からなる成分組成を有し、フェライト、焼戻しマルテンサイト、ベイナイトを含む複合組織を有し、前記焼戻しマルテンサイトおよび前記ベイナイトの合計に対し、粒内に、粒径0.1μm以上1.0μm以下の炭化物を5個以上含む焼戻しマルテンサイトおよびベイナイトの合計が、体積分率で85%以上であり、かつ、鋼板表面から板厚方向で20μm以下の領域中のC質量%およびMn質量%が、鋼板表面から100μm以上200μm以下の領域中のC質量%およびMn質量%に対し、それぞれ20%以下である、高強度薄鋼板。

WO 2021/024748 A1

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：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

## 明 細 書

発明の名称： 高強度薄鋼板およびその製造方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、高強度薄鋼板およびその製造方法に関し、特に自動車などの構造部品の部材として好適な高強度薄鋼板およびその製造方法に関する。

### 背景技術

[0002] 近年、環境問題についての意識の高まりから、CO<sub>2</sub>排出規制が厳格化しており、自動車分野においては、燃費向上に向けて車体の軽量化が課題となっている。そのため、自動車部品への高強度鋼板の適用による構造部品の薄肉化が進められており、特に、引張強さ（TS）が1180MPa以上の高強度薄鋼板を適用することが進められている。

[0003] 自動車の構造用部品や補強用部品に使用される高強度鋼板は、加工性に優れることが要求される。特に、複雑形状を有する部品を成形するためには、伸び、穴広げ性といった個別の特性が優れていることだけでなく、その全てに優れた高強度鋼板が要求される。

[0004] また、TSが1180MPa以上の高強度鋼板は、使用環境から侵入する水素によって、遅れ破壊（水素脆化）が懸念される。そのため、高強度薄鋼板を自動車分野に適用するためには、高強度薄鋼板が、高い成形性を有することに加えて、耐遅れ破壊特性に優れることが要求される。

[0005] さらに、自動車の車体は、大部分、抵抗スポット溶接によって組み立てられるが、一部、抵抗スポット溶接機の溶接ガンが入り込めない部分は、ボルト溶接によって組み立てられる。また、異種材の組み立ての際にも、ボルト溶接を用いる場合が多い。このようにボルト溶接を用いる場合には、まず、鋼板にプロジェクション部を有するナットをプロジェクション溶接した上で、該ナットにボルトを通して組み立てられる。このようにボルト溶接を用いて製造された自動車においては、車体全体の剛性を保つために、プロジェクション溶接部にも応力がかかる。よって、プロジェクション溶接部の特性も

重要となる。

[0006] 従来、鋼板の加工性と母材鋼板の耐遅れ破壊特性とを向上させる手段としては、例えば、特許文献1に記載のように、マルテンサイトおよびベイナイトの形状を制御する方法が知られている。また、プロジェクション溶接部における剥離強さを向上させる手段としては、例えば、特許文献2に記載のように、溶接条件を制御することで、剥離強さを改善する技術が開示されている。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0007] 特許文献1：特許第6032173号

特許文献2：特開2012-157900号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0008] 本発明者らは、母材鋼板の耐遅れ破壊特性のみではなく、プロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性を向上させるという新規な課題を認識するに至った。従来、加工性、母材鋼板の耐遅れ破壊特性、さらにはプロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性の全てを総合的に満足する高強度薄鋼板は開発されていない。

[0009] 本発明は、かかる事情に鑑みてなされたもので、加工性、母材鋼板の耐遅れ破壊特性、およびプロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性に優れる、引張強さが1180MPa以上の高強度薄鋼板およびその製造方法を提供することを目的とする。

[0010] なお、本発明において、「薄鋼板」とは、厚みが0.6mm以上2.8mm以下の鋼板を意味する。

[0011] また、加工性に優れるとは、優れた伸びと、穴広げ性とを兼ね備えることを意味する。伸びが優れるとは、伸び(EL)が14%以上であることを意味する。また、穴広げ性に優れるとは、穴広げ率(λ)が50%以上である

ことを意味する。

[0012] また、母材鋼板の耐遅れ破壊特性に優れるとは、鋼板全体を定荷重試験に供し、100時間電解チャージしても割れが生じないことを意味する。

[0013] また、プロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性に優れるとは、プロジェクション溶接部を定荷重試験に供し、100時間電解チャージしても割れが生じないことを意味する。なお、以下では、母材鋼板の耐遅れ破壊特性とプロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性とをまとめて、単に「耐遅れ破壊特性」と称することがある。

### 課題を解決するための手段

[0014] 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、鋼板中のフェライト、焼戻しマルテンサイト、およびベイナイトの体積分率を特定の比率に制御し、かつ、各鋼板組織の平均結晶粒径を微細化し、加工性および遅れ破壊特性を劣化させる虞のある硬質なマルテンサイトを軟化し、さらに鋼板表層部のCおよびMnの濃度を減少させることで、加工性、母材鋼板の耐遅れ破壊特性、さらにはプロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性の全てを総合的に満足する高強度薄鋼板を得ることができることを見出した。すなわち、本発明者らは、以下の知見を得た。

[0015] (1) 穴広げ試験時の打ち抜き時に、軟質なフェライトと硬質なマルテンサイトとの硬度差が大きいと、界面にボイドが生成してしまい、このボイド数が増えると穴広げ性が劣化する。これに対し、本発明者らは、マルテンサイトを焼戻して軟化させることで、フェライトと焼戻しマルテンサイトとの硬度差を低減し、それにより、ボイド生成を低減させ、鋼板の加工性を向上させることを見出した。

[0016] (2) 鋼中へ水素が侵入することにより、き裂が生成して鋼中で伝播し、いわゆる遅れ破壊が生じる。本発明者らは、鋭意検討の結果、複合組織鋼においてき裂が生成する箇所は、硬質なマルテンサイトであることを見出した。そして、マルテンサイトを焼戻すことで、き裂生成を低下させることを見出した。

[0017] (3) さらに、本発明者らは、強度を確保するために鋼中の合金成分を増加させると、プロジェクション溶接時の抵抗が高くなり、溶着界面に微小ボイドが発生することを見出した。また、微小ボイドを有する状態で応力が負荷され、また水素が侵入することで、微小ボイドからき裂が伝播することを見出した。本発明者らは鋭意検討の結果、焼鈍時の600℃以上の温度域における露点、ならびに鋼中のCおよびMn含有量を適切に規定して、鋼板表層部のCおよびMnの濃度を低減させることで、プロジェクション溶接時の初期の電流効率を増加させて前述のような微小ボイドをなくすることができることを知見した。これによりプロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性を向上することができることを見出した。

[0018] (4) さらに、鋼中の炭化物を水素のトラップサイトとすることで、鋼板表面からの水素の拡散を抑制することができ、母材鋼板およびプロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性を顕著に向上できることを見出した。加熱段階や熱延工程において生成する炭化物は最終焼鈍後も粗大な炭化物として一部存在する。本発明者らは、粗大な炭化物は耐遅れ破壊特性への寄与は小さいことから、より一層の耐遅れ破壊特性向上には、水素トラップサイトになりえる微細な炭化物が所定量必要であることを見出した。さらに、微細な炭化物を所定量得るためには、焼鈍工程を適切に制御し、マルテンサイトを焼き戻し、また所定量のベイナイトを生成することが必要であることを見出した。なお、本発明者らの知見によれば、水素のトラップサイトとなる炭化物は主に、フェライトよりC量が多い焼き戻しマルテンサイト粒およびベイナイト粒に存在し、C量が少ないフェライト粒内での析出量は少ない。そのため、本発明者らは、水素のトラップサイトとなる炭化物を確保し、耐遅れ破壊特性を向上するためには、鋼板中の焼き戻しマルテンサイト粒およびベイナイト粒の合計に対する、所定量の炭化物を粒内に有する焼き戻しマルテンサイト粒およびベイナイト粒の合計の体積分率を制御することが重要であることを見出した。

[0019] 本発明は、上記知見に基づいてなされたものである。すなわち、本発明の

要旨構成は、以下の通りである。

[1] 質量%で、

C : 0.10%以上0.22%以下、

Si : 0.5%以上1.5%以下、

Mn : 1.2%以上2.5%以下、

P : 0.05%以下、

S : 0.005%以下、

Al : 0.01%以上0.10%以下および

N : 0.010%以下を含有するとともに、残部がFeおよび不可避的不純物からなる成分組成を有し、

フェライトを体積分率で5%以上35%以下、

焼戻しマルテンサイトを体積分率で50%以上85%以下、

ベイナイトを体積分率で0%以上20%以下含む複合組織を有し、

前記フェライトの平均結晶粒径は5 $\mu$ m以下であり、

前記焼戻しマルテンサイトの平均結晶粒径は5 $\mu$ m以下であり、

前記焼戻しマルテンサイトおよび前記ベイナイトの合計に対し、粒内に、粒径0.1 $\mu$ m以上1.0 $\mu$ m以下の炭化物を5個以上含む焼戻しマルテンサイトおよびベイナイトの合計が、体積分率で85%以上であり、

かつ、鋼板表面から板厚方向で20 $\mu$ m以下の領域中のC質量%およびMn質量%が、鋼板表面から100 $\mu$ m以上200 $\mu$ m以下の領域中のC質量%およびMn質量%に対し、それぞれ20%以下である、高強度薄鋼板。

[0020] [2] 前記成分組成は、さらに、質量%で、

Ti : 0.05%以下、

V : 0.05%以下および

Nb : 0.05%以下からなる群から選択される一種以上を含有する、上記 [1] に記載の高強度薄鋼板。

[0021] [3] 前記成分組成は、さらに、質量%で、

Mo : 0.50%以下、

Cr : 0.50%以下、  
Cu : 0.50%以下、  
Ni : 0.50%以下、  
B : 0.0030%以下、  
Ca : 0.0050%以下、  
REM : 0.0050%以下、  
Ta : 0.100%以下、  
W : 0.500%以下、  
Sn : 0.200%以下、  
Sb : 0.200%以下、  
Mg : 0.0050%以下、  
Zr : 0.1000%以下、  
Co : 0.020%以下および  
Zn : 0.020%以下

からなる群から選択される一種以上を含有する、上記 [1] または [2] に記載の高強度薄鋼板。

[0022] [4] 上記 [1] から [3] のいずれかに記載の成分組成を有する鋼スラブに、仕上げ圧延終了温度が850℃以上950℃以下の条件で熱間圧延を施して熱延板とし、

次いで、前記熱延板を、30℃/s以上の第1平均冷却速度で550℃以下の巻取温度まで冷却した後、該巻取温度で巻き取り、

次いで、前記熱延板に酸洗を施し、

次いで、酸洗後の前記熱延板に、30%以上の圧下率で冷間圧延を施して冷延板とし、

次いで、前記冷延板を、600℃以上の温度域の露点を-40℃以上10℃以下として、3℃/s以上30℃/s以下の平均加熱速度で800℃以上900℃以下の第1均熱温度まで加熱し、該第1均熱温度で30s以上800s以下保持し、

次いで、前記冷延板を、前記第1均熱温度から10℃/s以上の第2平均冷却速度で350℃以上475℃以下の第2均熱温度まで冷却し、該第2均熱温度で300s以下保持し、

次いで、前記冷延板を、100℃/s以上の第3平均冷却速度で室温まで冷却し、

次いで、前記冷延板を、200℃以上400℃以下の第3均熱温度まで再加熱し、該第3均熱温度で180s以上1800s以下保持し、

次いで、前記冷延板を酸洗する、高強度薄鋼板の製造方法。

### 発明の効果

[0023] 本発明によれば、加工性、母材鋼板の耐遅れ破壊特性、さらにはプロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性に優れる、引張強さが1180MPa以上の高強度薄鋼板およ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

[0024] 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。まず、母材鋼板の成分組成の適正範囲およ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。

[0025] C：0.10%以上0.22%以下

Cは鋼板の高強度化に有効な元素であり、第2相であるマルテンサイトおよびベイナイトの形成にも寄与する。なお、以下で「第2相」とは、特に明記しない限り「マルテンサイトおよびベイナイト」を意味する。Cの含有量が0.10%未満では、フェライトの体積分率が増加するため、引張強さ確保が困難である。また、Cの含有量が0.10%未満では、穴広げ性が劣化する。Cの含有量は、好ましくは0.12%以上である。一方、Cの含有量が0.22%を超えると、プロジェクション溶接部の溶着界面の硬度が過剰に高くなるため、プロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性が劣化する。また、母材鋼板の耐遅れ破壊特性が劣化する。さらに、Cの含有量が0.22%を超えると、フェライトの体積分率が減少する。また、伸び、および穴広

げ性が劣化する。好ましくは、Cの含有量は0.21%以下、より好ましくは、0.20%以下である。

[0026] Si : 0.5%以上1.5%以下

Siはフェライトを固溶強化して、鋼板の高強度化に寄与する元素である。Siの含有量が0.5%未満では、必要な強度が確保できないだけでなく、フェライトとマルテンサイトとの硬度差が大きくなり、穴広げ率が劣化する。さらに、Siの含有量が0.5%未満では、フェライトの体積分率が上昇し、また、母材鋼板およびプロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性が劣化する。よってSiの含有量は0.5%以上とする。Siの含有量は、好ましくは0.6%以上である。一方で、Siの過剰な添加は、プロジェクション溶接部の溶着界面の靱性を低下させて、プロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性を劣化させる。また、Siの過剰な添加は、フェライトの体積分率を増加させ、フェライトの平均結晶粒径を増加させ、焼戻しマルテンサイトの体積分率を低下させる。さらに、Siの過剰な添加は、微細炭化物の割合、引張強さ、穴広げ性、および母材鋼板の耐遅れ破壊特性を劣化させる。よって、Siの含有量は1.5%以下とする。Siの含有量は、好ましくは1.4%以下である。

[0027] Mn : 1.2%以上2.5%以下

Mnは固溶強化および第2相の生成を促進して、鋼板の高強度化に寄与する元素である。また、Mnは焼鈍中にオーステナイトを安定化させる効果も奏する。これらの効果を得るためには、Mnを1.2%以上含有させる。Mnの含有量は、好ましくは1.4%以上である。一方、過剰に含有させた場合、バンド状のミクロ偏析(Mnバンド)が生成するため、伸び、穴広げ性および耐遅れ破壊特性が劣化する。そのため、Mnの含有量は2.5%以下とする。Mnの含有量は、好ましくは2.4%以下である。

[0028] P : 0.05%以下

Pは固溶強化により鋼板の高強度化に寄与するが、過剰に添加された場合には、粒界への偏析が著しくなって粒界を脆化させ、耐遅れ破壊特性を劣化

させる。よって、Pの含有量を0.05%以下とする。Pの含有量は、好ましくは0.04%以下である。Pの含有量の下限は特に規定しないが、Pの含有量を極低量とすると製造コストが上昇するため、Pの含有量は0.0005%以上とすることが好ましい。

[0029] S : 0.005%以下

Sの含有量が多い場合には、MnSなどの硫化物が多く生成し、該硫化物の周辺から遅れ破壊が生じるため、耐遅れ破壊特性が劣化する。そのため、Sの含有量は0.005%以下とする。Sの含有量は、好ましくは、0.0045%以下とする。Sの含有量の下限は特に規定しないが、Sの含有量を極低量とすると製造コストが上昇するため、Sの含有量は0.0002%以上とすることが好ましい。

[0030] Al : 0.01%以上0.10%以下

Alは脱酸に必要な元素であり、この効果を得るためには0.01%以上含有することが必要であるが、0.10%を超えて含有しても効果が飽和するため、Alの含有量は0.10%以下とする。Alの含有量は、好ましくは0.06%以下である。

[0031] N : 0.010%以下

Nは粗大な窒化物を形成して穴広げ性および耐遅れ破壊特性を劣化させることから、含有量を0.010%以下とする。Nの含有量は、好ましくは0.008%以下である。Nの含有量の下限は特に規定しないが、生産技術上の制約から、好ましくは、0.0005%以上とする。

[0032] [任意成分]

本発明の高強度薄鋼板は、上記の成分に加えて、さらに、質量%で、Ti : 0.05%以下、V : 0.05%以下およびNb : 0.05%以下からなる群から選択される1種以上を含有していてもよい。

[0033] Ti : 0.05%以下

Tiは、微細な炭化物、窒化物または炭窒化物を形成することで、鋼板の強度をより上昇させる元素である。Tiを添加することで、微細な炭窒化物

の焼鈍中の粒成長を好適に制御することが可能であるため、必要に応じて添加することができる。こうした効果を得るためには、Tiの含有量は、好ましくは0.001%以上、より好ましくは0.01%以上とする。一方で、より良好な伸びを得るため、Tiを添加する場合、その含有量は0.05%以下とすることが好ましい。Tiの含有量は、より好ましくは0.04%以下である。

[0034] V : 0.05%以下

Vは微細な炭窒化物を形成することで、鋼板の強度をより上昇させる。こうした効果を得るためには、Vの含有量は、好ましくは0.001%以上、より好ましくは0.01%以上とする。一方、プロジェクション溶接部の溶着界面の靱性をより良好にして、プロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性をより良好とするため、Vを添加する場合、その含有量は0.05%以下とすることが好ましい。Vの含有量はより好ましくは0.03%以下とする。

[0035] Nb : 0.05%以下

NbもVと同様に微細な炭窒化物を形成することで、鋼板の強度をより上昇させる。こうした効果を得るためには、Nbの含有量は、好ましくは0.001%以上、より好ましくは0.01%以上とする。一方で、プロジェクション溶接部の溶着界面の靱性をより良好にしてプロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性をより良好とするため、Nbを添加する場合、その含有量は0.50%以下とすることが好ましい。Nbの含有量はより好ましくは0.05%以下とする。

[0036] また、本発明の高強度薄鋼板は、上記の成分組成に加えて、さらに、質量%で、Mo:0.50%以下、Cr:0.50%以下、Cu:0.50%以下、Ni:0.50%以下、B:0.0030%以下、Ca:0.0050%以下、REM:0.0050%以下、Ta:0.100%以下、W:0.500%以下、Sn:0.200%以下、Sb:0.200%以下、Mg:0.0050%以下、Zr:0.1000%以下、Co:0.020%以下およびZn:0.020%以下からなる群から選択される一種以上を含有していてもよい。

[0037] Mo:0.50%以下

Moは第2相の生成を促進して鋼板の強度をより上昇させる。また、焼鈍中にオーステナイトを安定化させる元素であり、第2相の体積分率を制御するために必要な元素である。こうした効果を得るためには、Moの含有量は、好ましくは0.010%以上、より好ましくは0.05%以上とする。一方で、第2相の過剰な生成を防ぎ、伸びと穴広げ性とをより良好とするため、Moを添加する場合、その含有量を0.50%以下とすることが好ましい。Moの含有量はより好ましくは0.3%以下とする。

[0038] Cr:0.50%以下

Crは第2相の生成を促進することで鋼板の強度をより上昇させる。こうした効果を得るためには、Crの含有量は、好ましくは0.010%以上、より好ましくは0.1%以上とする。一方で、第2相の過剰な生成を防ぎ、伸びおよび曲げ加工性をより良好とし、さらに表面酸化物の過剰な生成を防いで化成処理性をより良好とするため、Crを添加する場合、その含有量は0.50%以下とすることが好ましい。Crの含有量はより好ましくは0.3%以下とする。

[0039] Cu:0.50%以下

Cuは固溶強化により、また第2相を生成することにより、鋼板の強度をより上昇させる元素であり、必要に応じて添加することができる。こうした効果を得るためには、Cuの含有量は、好ましくは0.05%以上、より好ましくは0.1%以上とする。一方、0.50%超含有させても効果が飽和するため、Cuを添加する場合、その含有量は0.50%以下とすることが好ましい。Cuの含有量はより好ましくは0.3%以下とする。

[0040] Ni:0.50%以下

NiもCuと同様、固溶強化により、また第2相の生成を促進するにより、鋼板の強度をより上昇させる元素であり、必要に応じて添加することができる。こうした効果を得るためには、Niの含有量は、好ましくは0.05%以上、より好ましくは0.1%以上とする。また、Cuと同時に添加すると

、Cuに起因する表面欠陥を抑制する効果があるため、Cuとあわせて添加することが好ましい。一方、プロジェクション溶接部の溶着界面の靱性を良好にしてプロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性をより良好とするため、Niを添加する場合、その含有量は0.50%以下とすることが好ましい。Niの含有量はより好ましくは0.3%以下とする。

[0041] B:0.0030%以下

Bは、第2相の生成を促進することで鋼板の強度をより上昇させる。また、マルテンサイト変態開始点を低下させずに焼入れ性を確保可能な元素である。また粒界に偏析することで粒界強度を向上させるため、耐遅れ破壊特性をより向上させるために有効である。こうした効果を得るためには、Bの含有量は、好ましくは0.0002%以上、より好ましくは0.0005%以上とする。一方で、靱性を良好として耐遅れ破壊特性をより良好とするため、Bを添加する場合、その含有量を0.0030%以下とすることが好ましい。Bの含有量は、より好ましくは0.0025%以下である。

[0042] Ca:0.0050%以下

Caは、硫化物の形状を球状化して穴広げ性への悪影響を低減する元素であり、必要に応じて添加することができる。こうした効果を得るためには、Caの含有量は、好ましくは0.0005%以上とする。一方、0.0050%超含有させても効果が飽和するため、Caを添加する場合、その含有量を0.0050%以下とすることが好ましい。Caの含有量はより好ましくは0.003%以下とする。

[0043] REM:0.0050%以下

REMは、Caと同様、硫化物の形状を球状化して穴広げ性への悪影響を低減する元素であり、必要に応じて添加することができる。こうした効果を得るためには、REMの含有量は、好ましくは0.0005%以上とする。一方、0.0050%超含有させても効果が飽和するため、REMを添加する場合、その含有量を0.0050%以下とすることが好ましい。REMの含有量はより好ましくは0.0015%以下とする。

[0044] T a : 0. 1 0 0 %以下

T a は、微細な炭窒化物を形成することで、鋼板の強度をより上昇させる。こうした効果を得るためには、T a の含有量は、好ましくは0. 0 0 1 %以上、より好ましくは0. 0 1 0 %以上とする。一方で、プロジェクション溶接部の溶着界面の靱性をより良好にしてプロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性をより良好とするため、T a を添加する場合、その含有量は0. 1 0 0 %以下とすることが好ましい。T a の含有量はより好ましくは0. 0 5 0 %以下とする。

[0045] W : 0. 5 0 0 %以下

W は、微細な炭窒化物を形成することで、鋼板の強度をより上昇させる。こうした効果を得るためには、W の含有量は、好ましくは0. 0 0 1 %以上、より好ましくは0. 0 1 0 %以上とする。一方で、プロジェクション溶接部の溶着界面の靱性をより良好にしてプロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性をより良好とするため、W を添加する場合、その含有量は0. 5 0 0 %以下とすることが好ましい。W の含有量はより好ましくは0. 3 0 0 %以下とする。

[0046] S n : 0. 2 0 0 %以下

S n は、焼鈍中の鋼板表面の酸化を抑制し、表層軟化厚みをより好適に制御し、穴広げ性への悪影響を低減する元素であり、必要に応じて添加することができる。こうした効果を得るためには、S n の含有量は、好ましくは0. 0 0 1 %以上、より好ましくは0. 0 0 5 %以上とする。一方で、プロジェクション溶接部の溶着界面の靱性をより良好にしてプロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性をより良好とするため、S n を添加する場合、その含有量は0. 2 0 0 %以下とすることが好ましい。S n の含有量はより好ましくは0. 0 5 0 %以下とする。

[0047] S b : 0. 2 0 0 %以下

S b は、焼鈍中の鋼板表面の酸化を抑制し、表層軟化厚みをより好適に制御し、穴広げ性への悪影響を低減する元素であり、必要に応じて添加するこ

とができる。こうした効果を得るためには、S bの含有量は、好ましくは0.001%以上、より好ましくは0.005%以上とする。一方で、プロジェクション溶接部の溶着界面の靱性をより良好にしてプロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性をより良好とするため、S bを添加する場合、その含有量は0.200%以下とすることが好ましい。S bの含有量はより好ましくは0.050%以下とする。

[0048] Mg : 0.0050%以下

Mgは、硫化物の形状を球状化して穴広げ性への悪影響を低減する元素であり、必要に応じて添加することができる。こうした効果を得るためには、Mgの含有量は、好ましくは0.0005%以上とする。一方、0.0050%超含有させても効果が飽和するため、Mgを添加する場合、その含有量を0.0050%以下とすることが好ましい。Mgの含有量はより好ましくは0.0030%以下とする。

[0049] Zr : 0.1000%以下

Zrは、介在物の形状を球状化して穴広げ性への悪影響を低減する元素であり、必要に応じて添加することができる。こうした効果を得るためには、Zrの含有量は、好ましくは0.001%以上とする。一方、0.1000%超含有させても効果が飽和するため、Zrを添加する場合、その含有量を0.1000%以下とすることが好ましい。Zrの含有量はより好ましくは0.0030%以下とする。

[0050] Co : 0.020%以下

Coは、介在物の形状を球状化して穴広げ性への悪影響を低減する元素であり、必要に応じて添加することができる。こうした効果を得るためには、Coの含有量は、好ましくは0.001%以上とする。一方、0.020%超含有させても効果が飽和するため、Coを添加する場合、その含有量を0.020%以下とすることが好ましい。Coの含有量はより好ましくは0.010%以下とする。

[0051] Zn : 0.020%以下

Znは、介在物の形状を球状化して穴広げ性への悪影響を低減する元素であり、必要に応じて添加することができる。こうした効果を得るためには、Znの含有量は、好ましくは0.001%以上とする。一方、0.020%超含有させても効果が飽和するため、Znを添加する場合、その含有量を0.020%以下とすることが好ましい。Znの含有量はより好ましくは0.010%以下とする。

[0052] 上述した成分以外の残部はFe及び不可避免的不純物とする。

[0053] 次に、本発明の高強度薄鋼板のミクロ組織について説明する。本発明の高強度薄鋼板のミクロ組織は、フェライトを体積分率で5%以上35%以下、焼戻しマルテンサイトを体積分率で50%以上85%以下、ベイナイトを体積分率で20%以下含む複合組織とする。また、フェライトの平均結晶粒径は5 $\mu$ m以下、焼戻しマルテンサイトの平均結晶粒径は5 $\mu$ m以下とする。なお、ここで述べる体積分率は鋼板の全体に対する体積分率であり、以下同様である。また、ここで述べる平均結晶粒径は、円相当の結晶粒径を指す。

[0054] フェライトの体積分率：5%以上35%以下

フェライトの体積分率が35%超の組織においては、1180MPa以上の引張強さとするのが困難である。フェライトの体積分率は、好ましくは30%以下である。一方で、フェライトの体積分率が5%未満では、第2相が過剰に生成しているため、伸びが劣化する。そのため、フェライトの体積分率は5%以上とする。フェライトの体積分率は、好ましくは10%以上、より好ましくは15%以上とする。また、フェライトの体積分率は、好ましくは30%以下、より好ましくは28%以下とする。

[0055] フェライトの平均結晶粒径：5 $\mu$ m以下

フェライトの平均結晶粒径が5 $\mu$ m超では、プロジェクション溶接時に結晶粒がさらに粗大化することで溶着界面の靱性が劣化するため、耐遅れ破壊特性が劣化する。そのため、フェライトの結晶粒径は5 $\mu$ m以下とする。フェライトの平均結晶粒径は、好ましくは4 $\mu$ m以下とする。

[0056] 焼戻しマルテンサイトの体積分率：50%以上85%以下

1180MPa以上の引張強さを確保するためには、焼戻しマルテンサイトの体積分率は50%以上とする。一方で、焼戻しマルテンサイトの体積分率が85%超では、遅れ破壊時のき裂生成箇所が増大するため、母材鋼板およびプロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性が劣化する。そのため、焼戻しマルテンサイトの体積分率の上限は85%以下とする。焼戻しマルテンサイトの体積分率は、好ましくは75%以下とする。また、焼戻しマルテンサイトの体積分率は、好ましくは60%以下とする。

[0057] 焼戻しマルテンサイトの平均結晶粒径：5  $\mu\text{m}$ 以下

焼戻しマルテンサイトの平均結晶粒径が5  $\mu\text{m}$ 超では、プロジェクション溶接時に結晶粒がさらに粗大化することでプロジェクション溶接部の靱性が劣化し、プロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性が劣化する。また、マルテンサイトとフェライトとの界面に生成するボイドが連結しやすくなり、穴広げ性が劣化する。そこで、その上限は5  $\mu\text{m}$ とする。焼戻しマルテンサイトの平均結晶粒径は、好ましくは4.5  $\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは4  $\mu\text{m}$ 以下である。

[0058] ベイナイト：体積分率で0%以上20%以下

ベイナイトは鋼板の強度をより高めるため、体積分率で20%以下であれば含有してもよい。しかしながら、ベイナイトは高い転位密度を含むため、体積分率が20%超では、穴広げ試験時の打ち抜き後にボイドが過剰に生成するため、穴広げ性が劣化する。そのため、ベイナイトの体積分率は20%以下とする。また、ベイナイトの体積分率は0%であってもよい。ベイナイトの体積分率は、好ましくは15%以下とする。

[0059] ここで、フェライト、焼戻しマルテンサイトおよびベイナイトの体積分率の測定方法は、以下の通りである。まず、鋼板の圧延方向に平行な板厚断面（L断面）が観察位置となるように切断し、断面を研磨した後、3 vol.%ナイトールで腐食し、観察面を得る。SEM（走査型電子顕微鏡）およびFE-SEM（電界放出形走査電子顕微鏡）を用いて、3000倍の倍率で観察面を観察し、組織写真を得る。ポイントカウント法（ASTM E562-

83 (1988) に準拠) により、各相の面積率を測定し、その面積率を体積分率とみなす。

[0060] また、フェライトおよび焼戻しマルテンサイトの平均結晶粒径は、上述したSEM、FE-SEMの組織写真から、予めフェライト粒および焼戻しマルテンサイト粒を識別しておいたデータを、Media Cybernetics社のImage-Proに取り込み、写真中の全フェライト粒および焼戻しマルテンサイト粒の円相当直径を算出し、それらの値を平均して算出する。

[0061] また、本発明の高強度薄鋼板のミクロ組織は、焼戻しマルテンサイトおよびベイナイトの合計に対し、粒内に、粒径 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $1.0\mu\text{m}$ 以下の炭化物を5個以上含む焼戻しマルテンサイトおよびベイナイトの合計が、体積分率で85%以上である。該構成によれば、粒径 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $1.0\mu\text{m}$ 以下の微細な炭化物が、鋼中に侵入してきた水素のトラップサイトとして機能して、母材鋼板およびプロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性を向上させることができる。なお、上述したようにベイナイトの体積分率は0%であってもよく、その場合、粒径 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $1.0\mu\text{m}$ 以下の炭化物を5個以上含む焼戻しマルテンサイトの合計が、全焼戻しマルテンサイトに対し、体積分率で85%以上あればよい。なお、フェライトにおいては炭化物がほぼ析出しないことから、炭化物の測定にあたり、フェライトは考慮していない。

[0062] 焼戻しマルテンサイトおよびベイナイトの合計に対し、粒径 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $1.0\mu\text{m}$ 以下の炭化物を5個以上含む焼戻しマルテンサイトおよびベイナイトの合計が、体積分率で85%未満では、トラップサイトとなる炭化物の量が十分ではないため、母材鋼板およびプロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性が劣化する。また、炭化物の粒径が、 $0.1\mu\text{m}$ 未満であると、トラップサイトとなる炭化物の総表面積が小さくなるため、トラップする水素量が不足し、耐遅れ破壊特性が劣化する。一方、炭化物の粒径が $1.0\mu\text{m}$ 超であるとトラップサイトとしての安定でいられる箇所が限られ、一時的にトラップされたとしても水素が拡散されるため、耐遅れ破壊特性が劣化する。さらに

、焼戻しマルテンサイトおよびベイナイトの粒内の炭化物の個数が5個未満であると、トラップサイトとなる炭化物の量が十分ではないため、耐遅れ破壊特性が劣化する。焼戻しマルテンサイトおよびベイナイトの合計に対し、粒径 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上 $1.0\ \mu\text{m}$ 以下の炭化物を5個以上含む焼戻しマルテンサイトおよびベイナイトの合計は、好ましくは体積分率で88%以上、より好ましくは体積分率で90%以上である。

[0063] また、全焼戻しマルテンサイトおよびベイナイトの合計に対する粒径 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上 $1.0\ \mu\text{m}$ 以下の炭化物を含む焼戻しマルテンサイト粒およびベイナイト粒の体積分率は、以下のように測定する。まず、TEM(透過型電子顕微鏡)を用いて、鋼板表面から板厚 $1/4$ の位置において、鋼板組織を20000倍で観察し、視野中の全焼戻しマルテンサイト粒およびベイナイト粒内に存在する炭化物の粒径および数を算出する。炭化物の粒径は、予め炭化物を識別しておいたデータを、Media Cybernetics社のImage-Proに取り込み、円相当直径を算出することで求める。粒径 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上 $1.0\ \mu\text{m}$ 以下の炭化物を粒内に5個以上含む焼戻しマルテンサイト粒およびベイナイト粒の合計の体積を算出する。また、全焼戻しマルテンサイトおよびベイナイトの合計の体積も算出する。粒径 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上 $1.0\ \mu\text{m}$ 以下の炭化物を粒内に5個以上含む焼戻しマルテンサイト粒およびベイナイト粒の合計の体積を、全焼戻しマルテンサイトおよびベイナイトの合計の体積で除して、全焼戻しマルテンサイトおよびベイナイトの合計に対する、粒径 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上 $1.0\ \mu\text{m}$ 以下の炭化物を含む焼戻しマルテンサイト粒およびベイナイト粒の、体積分率を算出する。

[0064] さらに、本発明の高強度薄鋼板において、鋼板表面から板厚方向で $20\ \mu\text{m}$ 以下の領域中のC質量%およびMn質量%が、鋼板表面から $100\ \mu\text{m}$ 以上 $200\ \mu\text{m}$ 以下の領域中のC質量%およびMn質量%に対し、それぞれ20%以下である。鋼板表面から板厚方向で $20\ \mu\text{m}$ 以下の領域中、すなわち鋼板表層部のC質量%およびMn質量%を低減させることによって、プロジェクション溶接時の初期の電流効率を増加させて、微小ボイドの発生を抑制

することができる。鋼板表面から板厚方向で $20\mu\text{m}$ 以下の領域中のC質量%およびMn質量%が、鋼板表面から $100\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下の領域中のC質量%およびMn質量%の20%超では、プロジェクション溶接時に溶着界面に微小ボイドが存在するため、プロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性が劣化する。好ましくは、鋼板表面から板厚方向で $20\mu\text{m}$ 以下の領域中のC質量%は、鋼板表面から $100\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下の領域中のC質量%の15%以下であり、より好ましくは10%以下である。また好ましくは、鋼板表面から板厚方向で $20\mu\text{m}$ 以下の領域中のMn質量%は、鋼板表面から $100\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下の領域中のMn質量%の15%以下であり、より好ましくは10%以下である。鋼板表面から $100\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下の領域中のC質量%に対する、鋼板表面から板厚方向で $20\mu\text{m}$ 以下の領域中のC質量%の割合の下限は特に規定しないが、好ましくは1%以上である。また、鋼板表面から $100\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下の領域中のMn質量%に対する、鋼板表面から板厚方向で $20\mu\text{m}$ 以下の領域中のMn質量%の割合の下限は特に規定しないが、好ましくは1%以上である。

[0065] 鋼板表面から $100\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下の領域中のC質量%およびMn質量%に対する、鋼板表面から板厚方向で $20\mu\text{m}$ 以下の領域中のC質量%およびMn質量%の割合は、以下のように測定する。まず鋼板の圧延方向に平行な板厚断面（L断面）が観察面となるように試料を切り出し、観察面をダイヤモンドペーストで研磨する。次いで、アルミナを用いて観察面に仕上げ研磨を施す。電子線マイクロアナライザ（EPMA；Electron Probe Micro Analyzer）を用いて、観察面の、鋼板表面から板厚方向で $200\mu\text{m}$ 以下の範囲でライン分析を3視野分実施し、各視野について、鋼板表面から $100\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下の領域中のC質量%およびMn質量%に対する、鋼板表面から板厚方向で $20\mu\text{m}$ 以下の領域中のC質量%およびMn質量%の割合を算出し、3視野分の平均値を求める。

[0066] なお、本発明の高強度薄鋼板のミクロ組織は、フェライト、焼戻しマルテ

ンサイト、ベイナイト以外に、残留オーステナイト、パーライトおよび未結晶フェライトを含んでいてもよい。ただし、残留オーステナイトの体積分率は10%以下が好ましく、より好ましくは5%以下である。パーライトの体積分率は10%以下が好ましく、より好ましくは5%以下である。未結晶フェライトの体積分率は10%以下が好ましく、より好ましくは5%以下である。

[0067] なお、残留オーステナイトの体積分率は、以下のように測定する。まず、鋼板を板厚方向（深さ方向）に板厚の1/4まで研磨し、観察面とする。該観察面を、X線回折法により観察した。MoのK $\alpha$ 線を線源とし、加速電圧50keVにて、X線回折装置（Rigaku社製RINT2200）を用いて、鉄のフェライトの[200]面、[211]面、[220]面と、オーステナイトの[200]面、[220]面、[311]面のX線回折線の積分強度を測定する。これらの測定値を用いて、「X線回折ハンドブック」（2000年）理学電機株式会社、p. 26、62-64に記載の計算式から、残留オーステナイトの体積分率を求める。

[0068] パーライト、および未再結晶フェライトの体積分率の測定方法は、以下の通りである。まず、鋼板の圧延方向に平行な板厚断面（L断面）が観察位置となるように切断し、断面を研磨した後、3vol.%ナイトールで腐食し、観察面を得る。SEM（走査型電子顕微鏡）およびFE-SEM（電界放出形走査電子顕微鏡）を用いて、3000倍の倍率で観察面を観察し、組織写真を得る。ポイントカウント法（ASTM E562-83（1988）に準拠）により、各相の面積率を測定し、その面積率を体積分率とみなす。

[0069] また、本発明の高強度薄鋼板は、めっき層を備えてもよい。めっき層の組成は特に限定されず、一般的な組成であり得る。めっき層はいかなる方法によって形成されていてもよく、例えば、溶融めっき層、または電気めっき層であり得る。また、めっき層は合金化されていてもよい。めっき金属は特に限定されず、Znめっき、Alめっき等であり得る。

[0070] 次に、本発明の高強度薄鋼板の製造方法について説明する。なお、高強度

薄鋼板の製造方法について、各温度範囲は、特に言及しない限り、鋼スラブまたは鋼板の表面温度である。

[0071] 本発明の高強度薄鋼板の製造方法においては、上述した成分組成を有する鋼スラブに、仕上げ圧延終了温度が $850^{\circ}\text{C}$ 以上 $950^{\circ}\text{C}$ 以下の条件で熱間圧延を施して熱延板とし、

次いで、前記熱延板を、 $30^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上の第1平均冷却速度で $550^{\circ}\text{C}$ 以下の巻取温度まで冷却した後、該巻取温度で巻き取り、

次いで、前記熱延板に酸洗を施し、

次いで、酸洗後の前記熱延板に、 $30\%$ 以上の圧下率で冷間圧延を施して冷延板とし、

次いで、前記冷延板を、 $600^{\circ}\text{C}$ 以上の温度域の露点を $-40^{\circ}\text{C}$ 以上 $10^{\circ}\text{C}$ 以下として、 $3^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上 $30^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以下の平均加熱速度で $800^{\circ}\text{C}$ 以上 $900^{\circ}\text{C}$ 以下の第1均熱温度まで加熱し、該第1均熱温度で $30\text{ s}$ 以上 $800\text{ s}$ 以下保持し、

次いで、前記冷延板を、前記第1均熱温度から $10^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上の第2平均冷却速度で $350^{\circ}\text{C}$ 以上 $475^{\circ}\text{C}$ 以下の第2均熱温度まで冷却し、該第2均熱温度で $300\text{ s}$ 以下保持し、

次いで、前記冷延板を、 $100^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上の第3平均冷却速度で室温まで冷却し、

次いで、前記冷延板を、 $200^{\circ}\text{C}$ 以上 $400^{\circ}\text{C}$ 以下の第3均熱温度まで再加熱し、該第3均熱温度で $180\text{ s}$ 以上 $1800\text{ s}$ 以下保持し、

次いで、前記冷延板を酸洗する。

[0072] 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、連続鋳造法、造塊法または薄スラブ鋳造法等を用いることができる。マクロ偏析を防止するため、鋼スラブは連続鋳造法によって

製造することが好ましい。

[0073] 次いで、製造した鋼スラブに、仕上げ圧延終了温度が850℃以上950℃以下の条件で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。スラブ加熱温度は、炭化物の溶解や、圧延荷重の低減の観点から、1100℃以上とすることが好ましい。また、スケールロスの増大を防止するため、スラブ加熱温度は1300℃以下とすることが好ましい。

[0074] 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。

[0075] 熱間圧延の仕上げ圧延終了温度が850℃以上950℃以下

鋼板内の組織均一微細化、および材質の異方性低減により、焼鈍後の母材鋼板およびプロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性を向上させるため、熱間圧延の仕上げ圧延はオーステナイト単相域にて終了する必要がある。よって、熱間圧延の仕上げ圧延終了温度は850℃以上とする。一方、仕上げ圧延終了温度が950℃超えでは、熱延板の組織が粗大になり、焼鈍後の結晶粒も粗大化して、穴広げ性ならびに母材鋼板およびプロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性が劣化する。よって、熱間圧延の仕上げ圧延終了温度は850℃以上950℃以下とする。熱間圧延の仕上げ圧延終了温度は、好ましくは、880℃以上である。また、熱間圧延の仕上げ圧延終了温度は、好ましくは、920℃以下である。

[0076] 30℃/s以上の第1平均冷却速度

次いで、熱延板を、30℃/s以上の第1平均冷却速度で550℃以下の巻取温度まで冷却する。熱間圧延終了後、冷却過程でオーステナイトがフェライト変態するが、冷却速度が遅いとフェライトが粗大化するため、熱間圧延終了後は急冷を実施することで、組織を均質化する。そのため、熱間圧延終了後の熱延板は、30℃/s以上の第1平均冷却速度で550℃以下まで

冷却する。熱間圧延終了後の熱延板は、好ましくは $35^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上の第1平均冷却速度で $550^{\circ}\text{C}$ 以下まで冷却する。第1平均冷却速度が $30^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 未満ではフェライトが粗大化されるため、熱延板の鋼板組織が不均質となり、穴広げ性ならびに母材鋼板およびプロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性が劣化する。第1平均冷却速度の上限は特に規定しないが、生産技術上の制約から、好ましくは、 $250^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 、より好ましくは、 $100^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以下とする。

[0077]  $550^{\circ}\text{C}$ 以下の巻取温度

次いで、 $550^{\circ}\text{C}$ 以上の巻取温度まで冷却した熱延板を、 $550^{\circ}\text{C}$ 以下の巻取温度で巻き取る。巻取り温度が $550^{\circ}\text{C}$ 超では、熱延板の鋼板組織にフェライトおよびパーライトが過剰に生成し、均一微細な組織が得られず、最終的に得られる高強度薄鋼板の組織においてフェライトおよび焼戻しマルテンサイトの平均結晶粒径が粗大化して、組織が不均質となり、穴広げ性、母材鋼板の耐遅れ破壊特性、およびプロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性が劣化する。巻取温度は、好ましくは $500^{\circ}\text{C}$ 以下である。巻取り温度の下限は特に規定しないが、巻取り温度が低温になりすぎると、硬質なマルテンサイトが過剰に生成して、冷間圧延負荷が増大するため、巻取温度は $300^{\circ}\text{C}$ 以上とすることが好ましい。

[0078] 次いで、巻取り後、冷間圧延の前に、熱延板表面のスケールを除去する目的で熱延板に酸洗を施す。酸洗条件は適宜設定すればよい。

[0079] 次いで、酸洗後の熱延板に、 $30\%$ 以上の圧下率で冷間圧延を施して冷延板とする。本発明では $30\%$ 以上の圧下率で冷間圧延を施す。圧下率が $30\%$ 未満であると、フェライトの再結晶が促進されず、フェライトおよびマルテンサイトが粗大化して、穴広げ性、耐遅れ破壊特性、および伸びが劣化するためである。なお、圧下率の上限は特に規定しないが、生産技術上の制約から、好ましくは、 $95\%$ 以下とする。

[0080] 次いで、再結晶を進行させるとともに、鋼板組織に微細なフェライト、マルテンサイト、およびベイナイトを形成して鋼板を高強度化するために、冷

延板に焼鈍を施す。具体的には、冷延板を、 $600^{\circ}\text{C}$ 以上の温度域の露点を $-40^{\circ}\text{C}$ 以上 $10^{\circ}\text{C}$ 以下として、 $3^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上 $30^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以下の平均加熱速度で $800^{\circ}\text{C}$ 以上 $900^{\circ}\text{C}$ 以下の第1均熱温度まで加熱し、該第1均熱温度で $30\text{ s}$ 以上 $800\text{ s}$ 以下保持し、次いで、前記第1均熱温度から $10^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上の第2平均冷却速度で $350^{\circ}\text{C}$ 以上 $475^{\circ}\text{C}$ 以下の第2均熱温度まで冷却し、該第2均熱温度で $300\text{ s}$ 以下保持し、次いで、 $100^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上の第3平均冷却速度で室温まで冷却し、次いで、 $200^{\circ}\text{C}$ 以上 $400^{\circ}\text{C}$ 以下の第3均熱温度まで再加熱し、該第3均熱温度で $180\text{ s}$ 以上 $1800\text{ s}$ 以下保持する。

[0081] まず、冷延板を、 $600^{\circ}\text{C}$ 以上の温度域の露点を $-40^{\circ}\text{C}$ 以上 $10^{\circ}\text{C}$ 以下として、 $3^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上 $30^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以下の平均加熱速度で $800^{\circ}\text{C}$ 以上 $900^{\circ}\text{C}$ 以下の第1均熱温度まで加熱し、該第1均熱温度で $30\text{ s}$ 以上 $800\text{ s}$ 以下保持する。以下では、 $800^{\circ}\text{C}$ 以上 $900^{\circ}\text{C}$ 以下の第1均熱温度での $30\text{ s}$ 以上 $800\text{ s}$ 以下の保持を、「第1均熱」とも称する。

[0082] 平均加熱速度： $3^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上 $30^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以下

冷延板を、 $800^{\circ}\text{C}$ 以上 $900^{\circ}\text{C}$ 以下の第1均熱温度まで $3^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上 $30^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以下の平均加熱速度で加熱することで、焼鈍後に得られる結晶粒を微細化させることが可能である。冷延板を急速に加熱すると、再結晶が進行しにくくなり、さらに異方性を持つ結晶粒が生じる。また、フェライトの体積分率が増加し、一方、焼戻しマルテンサイトの体積分率が低下して、 $1180\text{ MPa}$ 以上の引張強さとすることが困難となり、伸び、穴広げ性、ならびに母材鋼板およびプロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性が劣化するため、平均加熱速度は $30^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以下とする。また、加熱速度が小さすぎると、フェライトやマルテンサイト粒が粗大化して所定の平均結晶粒径とならず、穴広げ性ならびに母材鋼板およびプロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性が劣化するため、平均加熱速度は $3^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上とする。冷延板の $800^{\circ}\text{C}$ 以上 $900^{\circ}\text{C}$ 以下の第1均熱温度までの平均加熱速度は、好ましくは $5^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上である。

[0083] 600℃以上の温度域の露点：-40℃以上10℃以下

焼鈍後の鋼板表層部のC質量%およびMn質量%を低減するために、第1均熱温度までの加熱、および第1均熱において、600℃以上の温度域の露点は-40℃以上10℃以下とする。なお、焼鈍炉内で、鋼板の表面温度が600℃以上となる領域の露点が-40℃以上10℃以下であれば、600℃以上の温度域の露点が-40℃以上10℃以下であるとする。露点が-40℃未満では、表層部のC質量%およびMn質量%が増加し、プロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性が劣化する。600℃以上の温度域の露点は、好ましくは-30℃以上である。露点を-30℃以上とすることで、鋼板表面から板厚方向で20μm以下の領域中のC質量%が、鋼板表面から100μm以上200μm以下の領域中のC質量%の10%未満となり、耐遅れ破壊特性がより向上する。一方で、露点が10℃超となると、焼鈍後の鋼板表層部のMn質量%が増加し、プロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性が劣化する。600℃以上の温度域の露点は、好ましくは5℃以下である。

[0084] 第1均熱温度：800℃以上900℃以下

第1均熱温度は、フェライトとオーステナイトの2相域の温度域の所定の温度とする。第1均熱温度が800℃未満ではフェライト分率が増加し、焼戻しマルテンサイトの体積分率が減少するため、強度確保が困難になる。よって、第1均熱温度は800℃以上とする。一方、均熱温度が高すぎると、オーステナイト単相領域での均熱となり、オーステナイトの結晶粒成長が顕著となり、結晶粒が粗大化することで、最終的に得られる焼戻しマルテンサイトの平均結晶粒径が大きくなり、また焼戻しマルテンサイトの体積分率が増加して、伸び、穴広げ性、ならびに母材鋼板およびプロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性が劣化する。そのため、第1均熱温度は900℃以下とする。第1均熱温度は、好ましくは880℃以下である。

[0085] 第1均熱温度での保持時間：30s以上800s以下

再結晶を進行させ、また一部の組織をオーステナイト変態させるために、第1均熱温度にて30s以上保持する。第1均熱温度における保持時間が3

0 s未満であると、フェライトの体積分率が増加し、焼戻しマルテンサイトの体積分率が低下して、引張強さが劣化する。一方、第1均熱温度における保持時間が800 s超では、Mnのミクロ偏析が助長されるため、穴広げ性や、母材鋼板およびプロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性が劣化する。よって、第1均熱温度における保持時間は800 s以下とする。保持時間は好ましくは600 s以下である。保持時間を600 s以下とすることで、鋼板表面から板厚方向で20  $\mu$ m以下の領域中のMn質量%は、鋼板表面から100  $\mu$ m以上200  $\mu$ m以下の領域中のMn質量%の10%未満となり、耐遅れ破壊特性が向上する。

[0086] 次いで、冷延板を、第1均熱温度から10°C/s以上の第2平均冷却速度で350°C以上475°C以下の第2均熱温度まで冷却し、該第2均熱温度で300 s以下保持した後、100°C/s以上の第3平均冷却速度で室温まで冷却する。以下では、第2均熱温度での300 s以下の保持を、「第2均熱」とも称する。

[0087] 第2平均冷却速度：10°C/s以上

第1均熱の後には、第1均熱温度から室温まで、10°C/s以上の第2平均冷却速度で冷却する。平均冷却速度が10°C/s未満では、冷却中にフェライト変態が進行して、フェライトの体積分率が増加し、また、引張強さおよび穴広げ性が劣化する。第2平均冷却速度の上限は、特に限定されないが、生産技術上の制約から、好ましくは、200°C/s以下、より好ましくは、100°C/s以下、さらにより好ましくは、50°C/s以下とする。

[0088] 第2均熱温度：350°C以上475°C以下

均熱後の冷却停止温度が350°C未満では、一部オーステナイト粒がマルテンサイト変態してしまい、その後の焼戻し処理により炭化物が粗大化してしまうため、水素トラップサイトとなる炭化物が不十分となり、耐遅れ破壊特性が劣化する。また、均熱後の冷却停止温度が475°C超では、パーライトが過剰に生成するため、焼戻しマルテンサイトの体積分率が低下し、かつフェライトの体積分率が増加して、引張強さおよび穴広げ性が劣化する。第

2均熱温度は、好ましくは450℃以下である。

[0089] 第2均熱温度での保持時間：300s以下

上記の冷却後は、ベイナイトを生成するために350℃以上475℃以下の所定の第2均熱温度で300s以下保持する。保持時間が300sを超えると、ベイナイトの体積分率が増加し、穴広げ性が劣化する。また、焼戻しマルテンサイト粒およびベイナイト粒に含まれる粒径0.1μm以上1.0μm以下の炭化物の個数が減少し、母材鋼板およびプロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性が劣化する。そのため、第2均熱温度での保持時間は300s以下とする。第2均熱温度での保持時間は、好ましくは200s以下とする。第2均熱温度での保持時間の下限は特に制限されることなく、0sでもよい。

[0090] 第3平均冷却速度：100℃/s以上

本発明において、極めて重要な発明構成要件である。第2均熱後、残存するオーステナイトをマルテンサイト変態させるために、冷延板を100℃/s以上の第3平均冷却速度で冷却する。第3平均冷却速度が100℃/s未満では、その後の焼戻し処理により炭化物が粗大化してしまうため、水素トラップサイトとなる微細な炭化物の量が不十分となり、母材鋼板およびプロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性が劣化する。第3平均冷却速度は、好ましくは、150℃/s以上、より好ましくは200℃/s以上とする。なお、冷却方法は、100℃/s以上の第3平均冷却速度が得られればよく、例えば、ガス冷却、ミスト冷却、および水冷などが挙げられる。低コストとする観点からは、水冷で冷却を行うことが好ましい。第3平均冷却速度の上限は特に限定されないが、生産技術上の制約から、好ましくは、2000℃/s以下、より好ましくは、1200℃/s以下とする。

[0091] 次いで、室温まで冷却した冷延板を、200℃以上400℃以下の第3均熱温度まで再加熱し、該第3均熱温度で180s以上1800s以下保持する。この焼戻し処理により、マルテンサイトが焼戻されて、耐遅れ破壊特性が向上する。

[0092] 第3均熱温度：200℃以上400℃以下

第3均熱温度が200℃未満もしくは400℃超では、粒径0.1μm以上1.0μm以下の微細な炭化物を充分得ることができないため、水素トラップサイトとなる炭化物が不十分となり、母材鋼板およびプロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性が劣化する。

[0093] 第3均熱温度における保持時間：180s以上1800s以下

同様に、第3均熱温度が180s未満もしくは1800s超えでは、粒径0.1μm以上1.0μm以下の微細な炭化物を充分得ることができないため、水素トラップサイトとなる炭化物が不十分となり、母材鋼板およびプロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性が劣化する。第3均熱温度における保持時間は、好ましくは1500s以下とする。

[0094] 酸洗処理

次いで、焼戻し処理後の冷延板を、酸洗する。酸洗は、鋼板表層に濃化したSi、およびMnなどの酸化物を除去するために実施する。酸洗をしないと、これらの酸化物が十分に除去されず、SiおよびMnなどの合金元素が鋼板表面に過度に濃化したままとなり、プロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性が劣化する。なお、酸洗条件は特に限定する必要はなく、塩酸、硫酸等を使用する常用の酸洗方法がいずれも適用できるが、好ましくはpHが1.0以上4.0以下、温度が10℃以上100℃以下、浸漬時間が5s以上200s以下の条件で酸洗する。

[0095] 酸洗後に、高強度薄鋼板にめっき処理を施してもよい。めっき金属の種類は特に限定されず、一例においては亜鉛である。亜鉛めっき処理としては、溶融亜鉛めっき処理、および溶融亜鉛めっき処理後に合金化処理を行う合金化溶融亜鉛めっき処理を例示できる。溶融亜鉛めっきを施す場合、めっき浴に浸漬する高強度薄鋼板の温度は、(溶融亜鉛めっき浴温度-40)℃以上、(溶融亜鉛めっき浴温度+50)℃以下とすることが好ましい。めっき浴に浸漬する高強度薄鋼板の温度が(溶融亜鉛めっき浴温度-40)℃以上であれば、鋼板がめっき浴に浸漬される際に、溶融亜鉛の凝固をより好適に防

いで、めっき外観を向上することができる。また、めっき浴に浸漬する高強度薄鋼板の温度が（溶融亜鉛めっき浴温度+50）℃以下であれば、量産性がより良好である。

[0096] また、溶融亜鉛めっき後は、450℃以上600℃以下の温度域で亜鉛めっきに合金化処理を施すことができる。450℃以上600℃以下の温度域で合金化処理を施すことにより、亜鉛めっき中のFe濃度が7%以上15%以下になり、溶融亜鉛めっきの密着性や、塗装後の耐食性が向上する。

[0097] 溶融亜鉛めっきには、Alを0.10%以上0.20%以下含む亜鉛めっき浴を用いることが好ましい。また、めっき後は、めっきの目付け量を調整するために、ワイピングを行うことができる。

[0098] また、酸洗後の高強度薄鋼板に調質圧延を施してもよい。酸洗後の高強度薄鋼板に調質圧延を施す場合、調質圧延の伸長率は、好ましくは、0.05%以上2.0%以下とする。

## 実施例

[0099] 以下、本発明の実施例を説明する。ただし、本発明は、もとより下記実施例によって制限を受けるものではなく、本発明の趣旨に適合し得る範囲で適当に変更を加えて実施することも可能であり、それらは何れも本発明の技術的範囲に含まれる。

[0100] 表1に示す化学組成を有する鋼素材を溶製し、連続鋳造して鋼スラブを製造した。次いで、熱間圧延加熱温度を1250℃、仕上げ圧延終了温度（FDT）を表2に示す条件として、鋼スラブに熱間圧延を施し、熱延板を得た。次いで、熱延板を、表2で示す第1平均冷却速度（冷速1）で巻取り温度（CT）まで冷却し、該巻取り温度で巻取った。次いで、熱延板を酸洗した後、表2に示す圧下率で冷間圧延を施し、冷延板（板厚：1.4mm）を製造した。かくして得られた冷延板を、連続焼鈍炉（CAL）に供給して、以下の焼鈍を施した。まず、冷延板を、表2に示す平均加熱速度で加熱し、表2に示す第1均熱温度および均熱時間（第1保持時間）で焼鈍した。次いで、冷延板を、表2に示す第2平均冷却速度（冷速2）で第2均熱温度まで冷却

した。次いで、冷延板を、該第2均熱温度で、表2に示す時間（第2保持時間）保持した後、第3平均冷却速度（冷速3）で室温まで冷却した。次いで、焼戻し処理として、冷延板を、第3均熱温度まで再加熱し、該第3均熱温度で表2に示す時間（第3保持時間）保持した後、酸洗して鋼板を得た。

[0101] 製造した鋼板から、JIS 5号引張試験片を、圧延直角方向が長手方向（引張方向）となるように採取し、JIS Z 2241（1998）に準拠した引張試験により、引張強さ（TS）および伸び（EL）を測定した。

[0102] 穴広げ率は、JIS Z 2256（2010）に準拠して測定した。クリアランス12.5%にて、10mmφの穴を打抜き、かえりがダイ側になるように試験機にセットした。次いで、60°の円錐状のポンチで穴を押し広げ、穴の縁に発生する割れが少なくとも1か所で厚さ方向に貫通したときの穴の径の拡大量を、初期の穴の径に対する貫通したときの穴の径の比で表し、穴広げ率（λ）とした。λ（%）が50%以上を有する鋼板を、良好な穴広げ性を有する鋼板とした。

[0103] 母材鋼板の耐遅れ破壊特性は、以下のように測定した。はじめに、製造した鋼板から、圧延方向を長手方向として、30mm×100mmの鋼片を切り出した。該鋼片の端面を研削加工した。さらに鋼片を長手方向にU字曲げ加工した際に対向する位置に2つのボルト穴を設けて、試験片とした。試験片に対し、プレス成形機を用いて、ポンチ先端部における曲率半径を10mmとして180°のU字曲げ加工を施した。U字曲げ加工後、試験片はスプリングバック（弾性回復）により、対向する面同士が離れるように（U字が外側に開くように）変形する。このようにスプリングバックを起こした試験片のボルト穴にボルトを挿入し、対向する面同士の間隔が20mm、または25mmになるようにボルト締結し、試験片に応力を負荷した。ボルト締結した試験片を、25℃の3.0%NaCl+0.3%NH<sub>4</sub>SCN水溶液に浸漬して、該試験片を陰極とした電解チャージを行い、試験片の鋼中に水素を侵入させた。電流密度は1.0mA/cm<sup>2</sup>とし、対極は白金とした。浸漬開始から100時間後も対向する面同士の間隔が25mmの試験片が破断しないも

のを、母材鋼板の耐遅れ破壊特性が良好（○）、浸漬開始から100時間後も対向する面同士の間隔が20mmの試験片が破断しないものを、母材鋼板の耐遅れ破壊特性が特に良好（◎）、と評価した。

[0104] プロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性は、以下のように測定した。はじめに、製造した鋼板から50mm×150mmの試験片を採取し、中央部に直径10mmの穴をあけた。該試験片と、4点のプロジェクション部を有するM6溶接用ナットとを、試験片の穴の中心とナットの穴の中心とが一致するように交流溶接機にセットした。該交流溶接機に取り付けられたサーボモータ加圧式で単相交流（50Hz）の溶接ガンを用いて、試験片と溶接用ナットとをプロジェクション溶接し、プロジェクション溶接部を保有した試験片を作製した。なお、溶接ガンに備えて使用した一对の電極チップは、平型30mmφの電極とした。溶接条件は、加圧力を3000N、通電時間は7サイクル（50Hz）、溶接電流は12kA、ホールド時間は10サイクル（50Hz）とした。プロジェクション溶接部を保有した試験片のナット穴にボルトを固定し、スペーサの上にのせた。次いで、JIS B 1196（2001）に準拠した押し込みはく離試験によって、溶接したナットにボルトをねじ込み、荷重中心ができるだけねじの中心と一致するようにボルトの頭部に圧縮荷重を徐々に加え、ナットが鋼板から剥離するときの荷重を測定した。このときの剥離強度をPSとした。上記と同様の方法でボルトを固定した試験片を作製し、0.5×PS、および0.7×PSの荷重を負荷した。その後、室温で塩酸水溶液（pH=2.2）に浸漬して、ナットが鋼板から剥離する時間を評価した。0.5×PSの荷重を負荷した場合に、100時間後も破断しないものを、プロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性が良好（○）、0.7×PSの荷重を負荷した場合に、100時間後も破断しないものを、プロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性が特に良好（◎）、と評価した。

[0105] 前述した方法にしたがって、製造した鋼板中のフェライト、焼戻しマルテンサイトおよびベイナイトの体積分率と、フェライトおよび焼戻しマルテンサイトの平均結晶粒径を算出した。また、前述した方法にしたがって、残留

オーステナイト、パーライト、および未結晶フェライトの体積分率を算出した。

[0106] また、前述した方法にしたがって、全焼戻しマルテンサイトおよびベイナイトの合計に対する粒径0.1 μm以上1.0 μm以下の炭化物を含む焼戻しマルテンサイト粒およびベイナイト粒の体積分率を算出した。さらに、前述した方法にしたがって、鋼板表面から100 μm以上200 μm以下の領域中のC質量%およびMn質量%に対する、鋼板表面から板厚方向で20 μm以下の領域中のC質量%およびMn質量%の割合を測定した。

[0107] 鋼板組織、引張強さ、伸び、穴広げ性、ならびに母材鋼板およびプロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性の測定結果を、表3に示す。

[0108] [表1]

表1

| 鋼種 | 成分組成(質量%)   |             |             |      |       |      |       |                            | 備考  |
|----|-------------|-------------|-------------|------|-------|------|-------|----------------------------|-----|
|    | C           | Si          | Mn          | P    | S     | Al   | N     | その他の成分                     |     |
| A  | 0.14        | 1.11        | 2.21        | 0.01 | 0.001 | 0.03 | 0.002 | -                          | 適合鋼 |
| B  | 0.16        | 1.45        | 1.29        | 0.01 | 0.001 | 0.02 | 0.003 | Ti:0.03,Nb:0.02,B:0.0015   | 適合鋼 |
| C  | 0.12        | 0.54        | 2.43        | 0.01 | 0.002 | 0.03 | 0.002 | V:0.02, Mo:0.12, Ca:0.0011 | 適合鋼 |
| D  | 0.21        | 0.84        | 1.85        | 0.01 | 0.001 | 0.03 | 0.003 | Cu:0.15, Ni:0.19           | 適合鋼 |
| E  | 0.15        | 0.95        | 1.54        | 0.01 | 0.001 | 0.02 | 0.002 | Cr:0.22, REM:0.0008        | 適合鋼 |
| F  | <u>0.24</u> | 1.44        | 2.14        | 0.01 | 0.002 | 0.03 | 0.003 | -                          | 比較例 |
| G  | <u>0.09</u> | 1.15        | 1.98        | 0.01 | 0.002 | 0.03 | 0.002 | Ti:0.03                    | 比較例 |
| H  | 0.15        | <u>1.66</u> | 1.58        | 0.01 | 0.002 | 0.03 | 0.003 | Mo:0.21                    | 比較例 |
| I  | 0.14        | <u>0.44</u> | 2.33        | 0.01 | 0.002 | 0.03 | 0.003 | Cu:0.25                    | 比較例 |
| J  | 0.15        | 1.22        | <u>2.68</u> | 0.01 | 0.002 | 0.03 | 0.003 | V:0.03                     | 比較例 |
| K  | 0.14        | 1.05        | <u>1.05</u> | 0.01 | 0.002 | 0.03 | 0.003 | -                          | 比較例 |
| L  | 0.13        | 1.05        | 2.12        | 0.01 | 0.001 | 0.02 | 0.002 | Ta:0.020, W:0.020          | 適合鋼 |
| M  | 0.15        | 1.22        | 1.95        | 0.01 | 0.001 | 0.03 | 0.003 | Ti:0.02,Sn:0.025,Sb:0.025  | 適合鋼 |
| N  | 0.14        | 1.16        | 2.22        | 0.01 | 0.002 | 0.02 | 0.002 | Mg:0.0015,Zr:0.0015        | 適合鋼 |
| O  | 0.17        | 1.38        | 2.39        | 0.01 | 0.002 | 0.03 | 0.003 | Nb:0.02,Co:0.005,Zn:0.005  | 適合鋼 |

下線は、本発明の適正範囲外を示す。

[0109]

[表2]

| 試料番号 | 熱間圧延     |           | 冷間圧延    |               | 焼鈍      |             |            |            |             |            |            | 酸洗  | 備考   |             |            |   |     |
|------|----------|-----------|---------|---------------|---------|-------------|------------|------------|-------------|------------|------------|-----|------|-------------|------------|---|-----|
|      | FDT (°C) | CT (°C/s) | 压下率 (%) | 平均加熱速度 (°C/s) | 露点 (°C) | 第1均熱温度 (°C) | 第1保持時間 (秒) | 冷速2 (°C/s) | 第2均熱温度 (°C) | 第2保持時間 (秒) | 冷速3 (°C/s) |     |      | 第3均熱温度 (°C) | 第3保持時間 (秒) |   |     |
| 1    | A        | 900       | 50      | 500           | 50      | 10          | -10        | 840        | 300         | 15         | 400        | 20  | 850  | 305         | 250        | ○ | 発明例 |
| 2    | B        | 900       | 35      | 540           | 35      | 12          | -10        | 855        | 50          | 12         | 450        | 5   | 880  | 220         | 1200       | ○ | 発明例 |
| 3    | C        | 900       | 50      | 450           | 70      | 5           | -25        | 860        | 300         | 11         | 450        | 0   | 1020 | 310         | 800        | ○ | 発明例 |
| 4    | D        | 900       | 50      | 500           | 40      | 12          | 5          | 810        | 300         | 12         | 375        | 10  | 182  | 220         | 650        | ○ | 発明例 |
| 5    | E        | 900       | 40      | 500           | 60      | 12          | -12        | 835        | 300         | 12         | 450        | 150 | 800  | 380         | 200        | ○ | 発明例 |
| 6    | B        | 900       | 40      | 520           | 50      | 10          | -35        | 845        | 300         | 15         | 400        | 60  | 850  | 255         | 500        | ○ | 発明例 |
| 7    | C        | 900       | 40      | 500           | 50      | 10          | 8          | 840        | 700         | 15         | 350        | 20  | 500  | 320         | 300        | ○ | 発明例 |
| 8    | D        | 800       | 35      | 540           | 35      | 12          | -10        | 855        | 50          | 12         | 450        | 5   | 880  | 220         | 1200       | ○ | 比較例 |
| 9    | E        | 1100      | 35      | 540           | 35      | 12          | -10        | 855        | 50          | 12         | 450        | 5   | 880  | 220         | 1200       | ○ | 比較例 |
| 10   | A        | 900       | 20      | 500           | 40      | 10          | -10        | 840        | 300         | 13         | 400        | 60  | 850  | 250         | 300        | ○ | 比較例 |
| 11   | A        | 900       | 50      | 600           | 50      | 10          | -10        | 840        | 300         | 12         | 400        | 60  | 850  | 250         | 300        | ○ | 比較例 |
| 12   | B        | 900       | 70      | 500           | 10      | 10          | -10        | 830        | 300         | 12         | 400        | 60  | 850  | 250         | 300        | ○ | 比較例 |
| 13   | B        | 900       | 50      | 500           | 40      | 10          | -10        | 830        | 300         | 14         | 390        | 60  | 850  | 250         | 300        | ○ | 比較例 |
| 14   | A        | 920       | 50      | 500           | 50      | 50          | -10        | 840        | 300         | 12         | 400        | 5   | 850  | 250         | 300        | ○ | 比較例 |
| 15   | C        | 920       | 50      | 500           | 50      | 10          | -50        | 840        | 300         | 12         | 400        | 5   | 850  | 250         | 300        | ○ | 比較例 |
| 16   | B        | 920       | 50      | 500           | 50      | 10          | 20         | 840        | 300         | 12         | 400        | 5   | 850  | 250         | 300        | ○ | 比較例 |
| 17   | B        | 900       | 60      | 500           | 50      | 10          | -10        | 750        | 300         | 12         | 400        | 60  | 850  | 250         | 300        | ○ | 比較例 |
| 18   | B        | 900       | 50      | 450           | 50      | 10          | -10        | 950        | 300         | 14         | 415        | 10  | 850  | 250         | 300        | ○ | 比較例 |
| 19   | B        | 900       | 50      | 500           | 50      | 10          | -10        | 820        | 10          | 12         | 400        | 100 | 850  | 250         | 300        | ○ | 比較例 |
| 20   | A        | 900       | 40      | 520           | 50      | 10          | -25        | 845        | 2000        | 15         | 400        | 60  | 850  | 255         | 500        | ○ | 比較例 |
| 21   | C        | 880       | 55      | 550           | 60      | 10          | -10        | 850        | 300         | 5          | 400        | 100 | 850  | 250         | 300        | ○ | 比較例 |
| 22   | C        | 900       | 50      | 500           | 70      | 5           | -10        | 800        | 300         | 12         | 550        | 200 | 850  | 250         | 300        | ○ | 比較例 |
| 23   | B        | 900       | 50      | 500           | 50      | 10          | -10        | 820        | 600         | 12         | 250        | 100 | 850  | 250         | 300        | ○ | 比較例 |
| 24   | D        | 900       | 100     | 450           | 50      | 10          | -10        | 840        | 300         | 14         | 400        | 600 | 850  | 250         | 300        | ○ | 比較例 |
| 25   | C        | 900       | 50      | 500           | 50      | 10          | -10        | 820        | 300         | 12         | 400        | 60  | 20   | 250         | 300        | ○ | 比較例 |
| 26   | E        | 900       | 50      | 500           | 60      | 10          | -10        | 850        | 300         | 20         | 420        | 10  | 850  | 100         | 300        | ○ | 比較例 |
| 27   | C        | 900       | 50      | 480           | 50      | 8           | -10        | 820        | 600         | 12         | 400        | 60  | 850  | 500         | 300        | ○ | 比較例 |
| 28   | D        | 900       | 50      | 500           | 50      | 10          | -10        | 820        | 300         | 12         | 400        | 0   | 850  | 250         | 20         | ○ | 比較例 |
| 29   | A        | 900       | 35      | 450           | 50      | 10          | -10        | 820        | 300         | 15         | 380        | 60  | 850  | 250         | 2500       | ○ | 比較例 |
| 30   | C        | 900       | 50      | 500           | 50      | 10          | -10        | 840        | 300         | 15         | 400        | 20  | 850  | 305         | 250        | × | 比較例 |
| 31   | E        | 900       | 50      | 500           | 70      | 10          | -10        | 860        | 600         | 12         | 400        | 100 | 850  | 250         | 300        | ○ | 比較例 |
| 32   | G        | 900       | 50      | 550           | 50      | 15          | -10        | 820        | 300         | 14         | 400        | 20  | 850  | 250         | 300        | ○ | 比較例 |
| 33   | H        | 900       | 50      | 500           | 50      | 10          | -10        | 820        | 300         | 12         | 410        | 60  | 850  | 250         | 300        | ○ | 比較例 |
| 34   | I        | 900       | 40      | 500           | 50      | 10          | -10        | 840        | 600         | 13         | 400        | 20  | 850  | 250         | 300        | ○ | 比較例 |
| 35   | J        | 900       | 50      | 500           | 50      | 10          | -10        | 820        | 300         | 12         | 400        | 60  | 850  | 250         | 300        | ○ | 比較例 |
| 36   | K        | 900       | 50      | 450           | 50      | 12          | -10        | 840        | 300         | 11         | 400        | 100 | 850  | 250         | 300        | ○ | 比較例 |
| 37   | B        | 900       | 50      | 500           | 60      | 15          | -45        | 880        | 50          | 15         | 400        | 50  | 800  | 300         | 400        | ○ | 比較例 |
| 38   | L        | 880       | 35      | 450           | 70      | 10          | -15        | 820        | 100         | 12         | 375        | 10  | 600  | 250         | 500        | ○ | 発明例 |
| 39   | M        | 900       | 40      | 500           | 60      | 15          | -25        | 840        | 50          | 15         | 400        | 60  | 880  | 300         | 300        | ○ | 発明例 |
| 40   | N        | 920       | 45      | 540           | 50      | 12          | -10        | 860        | 200         | 11         | 450        | 20  | 800  | 275         | 600        | ○ | 発明例 |
| 41   | O        | 900       | 50      | 520           | 40      | 15          | -20        | 850        | 300         | 15         | 425        | 50  | 700  | 350         | 400        | ○ | 発明例 |

下線は、本発明の適正範囲外を示す。

[0110]

[表3]

| 試験番号 | フェライト    |           | 鋼板組織     |           | ベイナイト    |    | 珠状組織     |    | 0.1~10μm以下の炭化物が5個以上ある割合 (%) | 20μm以下のC% / 100-200μmのC% *2 | 20μm以下のMn% / 100-200μmのMn% *3 | 引張特性     |        | 穴広げ率 λ (%) | 耐遅れ破壊特性 |         | 備考 |
|------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----|----------|----|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------|--------|------------|---------|---------|----|
|      | 体積分率 (%) | 平均粒径 (μm) | 体積分率 (%) | 平均粒径 (μm) | 体積分率 (%) | 種類 | 体積分率 (%) | 種類 |                             |                             |                               | TS (MPa) | EL (%) |            | 母材鋼板    | 耐遅れ破壊特性 |    |
| 1    | 24       | 4         | 70       | 3         | 6        | -  | 0        | 95 | 5                           | 6                           | 1221                          | 16.2     | 65     | ◎          | ◎       | 本発明例    |    |
| 2    | 21       | 3         | 68       | 3         | 8        | RA | 2        | 95 | 7                           | 4                           | 1255                          | 14.9     | 55     | ◎          | ◎       | 本発明例    |    |
| 3    | 16       | 2         | 75       | 4         | 9        | -  | 0        | 90 | 8                           | 5                           | 1311                          | 14.2     | 68     | ◎          | ◎       | 本発明例    |    |
| 4    | 28       | 4         | 65       | 4         | 7        | -  | 0        | 90 | 2                           | 8                           | 1219                          | 15.3     | 54     | ◎          | ◎       | 本発明例    |    |
| 5    | 18       | 4         | 73       | 4         | 8        | P  | 1        | 88 | 5                           | 8                           | 1245                          | 14.3     | 55     | ◎          | ◎       | 本発明例    |    |
| 6    | 15       | 3         | 72       | 4         | 13       | -  | 0        | 85 | 12                          | 5                           | 1195                          | 14.1     | 50     | ○          | ○       | 本発明例    |    |
| 7    | 23       | 4         | 70       | 4         | 7        | -  | 0        | 85 | 7                           | 14                          | 1188                          | 14.5     | 52     | ○          | ○       | 本発明例    |    |
| 8    | 21       | 8         | 70       | 5         | 6        | -  | 0        | 88 | 6                           | 15                          | 1180                          | 14.3     | 51     | x          | x       | 比較例     |    |
| 9    | 20       | 7         | 75       | 6         | 5        | -  | 0        | 88 | 11                          | 11                          | 1199                          | 14.3     | 41     | x          | x       | 比較例     |    |
| 10   | 18       | 6         | 76       | 4         | 8        | -  | 0        | 88 | 4                           | 5                           | 1255                          | 14.9     | 43     | x          | x       | 比較例     |    |
| 11   | 18       | 6         | 78       | 6         | 4        | -  | 0        | 90 | 5                           | 8                           | 1189                          | 14.3     | 40     | x          | x       | 比較例     |    |
| 12   | 22       | 7         | 70       | 7         | 3        | RF | 5        | 90 | 7                           | 9                           | 1211                          | 11.5     | 28     | x          | x       | 比較例     |    |
| 13   | 28       | 6         | 68       | 6         | 4        | -  | 0        | 88 | 8                           | 8                           | 1235                          | 14.5     | 45     | x          | x       | 比較例     |    |
| 14   | 38       | 3         | 46       | 4         | 4        | RF | 12       | 88 | 8                           | 8                           | 1111                          | 8.8      | 22     | x          | x       | 比較例     |    |
| 15   | 24       | 4         | 70       | 4         | 6        | -  | 0        | 88 | 92                          | 25                          | 1224                          | 15.5     | 58     | ◎          | ◎       | 比較例     |    |
| 16   | 22       | 5         | 72       | 5         | 6        | -  | 0        | 88 | 12                          | 45                          | 1201                          | 14.6     | 60     | ◎          | ◎       | 比較例     |    |
| 17   | 51       | 5         | 38       | 4         | 11       | -  | 0        | 88 | 10                          | 5                           | 988                           | 18.3     | 52     | ◎          | ◎       | 比較例     |    |
| 18   | 0        | -         | 92       | 7         | 8        | -  | 0        | 90 | 7                           | 7                           | 1332                          | 10.1     | 38     | x          | x       | 比較例     |    |
| 19   | 59       | 5         | 31       | 5         | 2        | RF | 8        | 88 | 8                           | 6                           | 959                           | 19.1     | 51     | ◎          | ◎       | 比較例     |    |
| 20   | 15       | 5         | 70       | 5         | 15       | -  | 0        | 85 | 7                           | 21                          | 1211                          | 14.3     | 41     | x          | x       | 比較例     |    |
| 21   | 38       | 5         | 55       | 5         | 7        | -  | 0        | 90 | 8                           | 7                           | 1155                          | 14.5     | 45     | ◎          | ◎       | 比較例     |    |
| 22   | 40       | 5         | 48       | 5         | 0        | P  | 12       | 90 | 6                           | 7                           | 1123                          | 14.8     | 42     | ◎          | ◎       | 比較例     |    |
| 23   | 28       | 5         | 72       | 5         | 0        | -  | 0        | 68 | 8                           | 9                           | 1298                          | 14.1     | 55     | x          | x       | 比較例     |    |
| 24   | 24       | 5         | 52       | 4         | 24       | -  | 0        | 80 | 7                           | 7                           | 1188                          | 14.9     | 43     | x          | x       | 比較例     |    |
| 25   | 25       | 4         | 68       | 5         | 7        | -  | 0        | 72 | 6                           | 8                           | 1190                          | 15.5     | 61     | x          | x       | 比較例     |    |
| 26   | 24       | 5         | 70       | 5         | 6        | -  | 0        | 65 | 5                           | 6                           | 1229                          | 15.1     | 54     | x          | x       | 比較例     |    |
| 27   | 19       | 4         | 75       | 5         | 6        | -  | 0        | 75 | 7                           | 7                           | 1242                          | 15.1     | 55     | x          | x       | 比較例     |    |
| 28   | 22       | 5         | 74       | 5         | 4        | -  | 0        | 65 | 6                           | 6                           | 1218                          | 14.2     | 56     | x          | x       | 比較例     |    |
| 29   | 24       | 5         | 68       | 5         | 8        | -  | 0        | 70 | 15                          | 7                           | 1205                          | 14.9     | 55     | x          | x       | 比較例     |    |
| 30   | 19       | 4         | 68       | 5         | 13       | -  | 0        | 88 | 23                          | 22                          | 1211                          | 14.8     | 55     | ◎          | ◎       | 比較例     |    |
| 31   | 4        | 4         | 80       | 5         | 11       | RA | 5        | 90 | 8                           | 8                           | 1355                          | 11.8     | 43     | x          | x       | 比較例     |    |
| 32   | 45       | 5         | 52       | 5         | 3        | -  | 0        | 90 | 7                           | 8                           | 1005                          | 21.1     | 43     | ○          | ◎       | 比較例     |    |
| 33   | 36       | 6         | 48       | 5         | 8        | RA | 6        | 80 | 8                           | 8                           | 1121                          | 14.3     | 48     | x          | x       | 比較例     |    |
| 34   | 39       | 5         | 59       | 5         | 5        | -  | 0        | 90 | 7                           | 7                           | 1164                          | 15.1     | 43     | x          | x       | 比較例     |    |
| 35   | 10       | 5         | 88       | 5         | 2        | -  | 0        | 85 | 7                           | 11                          | 1342                          | 11.3     | 38     | x          | x       | 比較例     |    |
| 36   | 40       | 5         | 54       | 5         | 6        | -  | 0        | 90 | 7                           | 7                           | 1153                          | 14.3     | 50     | ○          | ○       | 比較例     |    |
| 37   | 30       | 5         | 65       | 5         | 5        | -  | 0        | 95 | 45                          | 18                          | 1215                          | 14.6     | 55     | ○          | x       | 比較例     |    |
| 38   | 29       | 3         | 68       | 3         | 5        | -  | 0        | 92 | 7                           | 4                           | 1220                          | 15.5     | 58     | ◎          | ◎       | 本発明例    |    |
| 39   | 26       | 3         | 68       | 3         | 6        | -  | 0        | 90 | 8                           | 6                           | 1250                          | 15.1     | 54     | ◎          | ◎       | 本発明例    |    |
| 40   | 21       | 4         | 72       | 4         | 7        | -  | 0        | 88 | 6                           | 5                           | 1235                          | 15.3     | 52     | ◎          | ◎       | 本発明例    |    |
| 41   | 24       | 4         | 70       | 4         | 6        | -  | 0        | 94 | 7                           | 8                           | 1270                          | 14.9     | 55     | ◎          | ◎       | 本発明例    |    |

下線は、本発明の適正範囲外を示す。  
 鋼板組織: RA 炭素オーステナイト, P パーライト, RF 未再結晶フェライト  
 \*1 焼戻しマルテンサイトおよびベイナイトの合計に対する、和で0.1μm以上10μm以下の炭化物を5個以上含む焼戻しマルテンサイトおよびベイナイトの合計の割合 (体積分率)  
 \*2 鋼板表面から100μm以上200μm以下の領域中のC質量%に対する、鋼板表面から板厚方向で20μm以下の領域中のC質量%の割合  
 \*3 鋼板表面から100μm以上200μm以下の領域中のMn質量%に対する、鋼板表面から板厚方向で20μm以下の領域中のMn質量%の割合

[0111] 発明例は、引張強さ、伸び、穴広げ率、母材鋼板の耐遅れ破壊特性、およびプロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性のいずれにも優れていた。これに対し、比較例は、引張強さ、伸び、穴広げ率、母材鋼板の耐遅れ破壊特性、およびプロジェクション溶接部の耐遅れ破壊特性のいずれか1つ以上が劣

っていた。

## 請求の範囲

## [請求項1]

質量%で、

C : 0.10%以上0.22%以下、

Si : 0.5%以上1.5%以下、

Mn : 1.2%以上2.5%以下、

P : 0.05%以下、

S : 0.005%以下、

Al : 0.01%以上0.10%以下および

N : 0.010%以下を含有するとともに、残部がFeおよび不可避免的不純物からなる成分組成を有し、

フェライトを体積分率で5%以上35%以下、

焼戻しマルテンサイトを体積分率で50%以上85%以下、

ベイナイトを体積分率で0%以上20%以下含む複合組織を有し、

前記フェライトの平均結晶粒径は5 $\mu$ m以下であり、

前記焼戻しマルテンサイトの平均結晶粒径は5 $\mu$ m以下であり、

前記焼戻しマルテンサイトおよび前記ベイナイトの合計に対し、粒内に、粒径0.1 $\mu$ m以上1.0 $\mu$ m以下の炭化物を5個以上含む焼戻しマルテンサイトおよびベイナイトの合計が、体積分率で85%以上であり、

かつ、鋼板表面から板厚方向で20 $\mu$ m以下の領域中のC質量%およびMn質量%が、鋼板表面から100 $\mu$ m以上200 $\mu$ m以下の領域中のC質量%およびMn質量%に対し、それぞれ20%以下である、高強度薄鋼板。

## [請求項2]

前記成分組成は、さらに、質量%で、

Ti : 0.05%以下、

V : 0.05%以下および

Nb : 0.05%以下からなる群から選択される一種以上を含有する、請求項1に記載の高強度薄鋼板。

[請求項3] 前記成分組成は、さらに、質量%で、

Mo:0.50%以下、  
Cr:0.50%以下、  
Cu:0.50%以下、  
Ni:0.50%以下、  
B:0.0030%以下、  
Ca:0.0050%以下、  
REM:0.0050%以下、  
Ta:0.100%以下、  
W:0.500%以下、  
Sn:0.200%以下、  
Sb:0.200%以下、  
Mg:0.0050%以下、  
Zr:0.1000%以下、  
Co:0.020%以下および  
Zn:0.020%以下

からなる群から選択される一種以上を含有する、請求項1または2に記載の高強度薄鋼板。

[請求項4] 請求項1から3のいずれか1項に記載の成分組成を有する鋼スラブに、仕上げ圧延終了温度が850℃以上950℃以下の条件で熱間圧延を施して熱延板とし、

次いで、前記熱延板を、30℃/s以上の第1平均冷却速度で550℃以下の巻取温度まで冷却した後、該巻取温度で巻き取り、

次いで、前記熱延板に酸洗を施し、

次いで、酸洗後の前記熱延板に、30%以上の圧下率で冷間圧延を施して冷延板とし、

次いで、前記冷延板を、600℃以上の温度域の露点を-40℃以上10℃以下として、3℃/s以上30℃/s以下の平均加熱速度で

800℃以上900℃以下の第1均熱温度まで加熱し、該第1均熱温度で30s以上800s以下保持し、

次いで、前記冷延板を、前記第1均熱温度から10℃/s以上の第2平均冷却速度で350℃以上475℃以下の第2均熱温度まで冷却し、該第2均熱温度で300s以下保持し、

次いで、前記冷延板を、100℃/s以上の第3平均冷却速度で室温まで冷却し、

次いで、前記冷延板を、200℃以上400℃以下の第3均熱温度まで再加熱し、該第3均熱温度で180s以上1800s以下保持し

、

次いで、前記冷延板を酸洗する、高強度薄鋼板の製造方法。

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2020/027730

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 C21D 9/46 (2006.01) i; C22C 38/00 (2006.01) i; C22C 38/06 (2006.01) i; C22C 38/58 (2006.01) i  
 FI: C22C38/00 301S; C22C38/06; C22C38/58; C21D9/46 F  
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**  
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 C21D9/46; C22C38/00; C22C38/06; C22C38/58

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

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

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

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages    | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| A         | WO 2017/179372 A1 (JFE STEEL CORPORATION)<br>19.10.2017 (2017-10-19)                  | 1-4                   |
| A         | JP 2009-215571 A (KOBE STEEL, LTD.) 24.09.2009<br>(2009-09-24)                        | 1-4                   |
| A         | WO 2018/055695 A1 (NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION) 29.03.2018 (2018-03-29) | 1-4                   |
| A         | JP 2009-203550 A (JFE STEEL CORPORATION)<br>10.09.2009 (2009-09-10)                   | 1-4                   |

Further documents are listed in the continuation of Box C.  See patent family annex.

|   |  |
|---|--|
| * Special categories of cited documents:  | "I" 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  |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  | "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   |
| "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date   | "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 |
| "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) | "&" document member of the same patent family  |
| "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  |  |

|   |  |
|---|--|
| Date of the actual completion of the international search<br>18 September 2020 (18.09.2020) | Date of mailing of the international search report<br>06 October 2020 (06.10.2020) |
|---|--|

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

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

International application No.  
PCT/JP2020/027730

| Patent Documents referred in the Report | Publication Date | Patent Family  | Publication Date |
|---|------------------|--|------------------|
| WO 2017/179372 A1                       | 19 Oct. 2017     | EP 3444372 A1<br>KR 10-2018-0124075 A<br>CN 109072381 A<br>MX 2018012411 A   |                  |
| JP 2009-215571 A                        | 24 Sep. 2009     | US 2011/0005643 A1<br>WO 2009/110607 A1<br>EP 2251448 A1<br>KR 10-2010-0105799 A<br>CN 101960038 B<br>KR 10-2013-0005315 A<br>KR 10-2013-0005316 A<br>KR 10-2013-0005317 A |                  |
| WO 2018/055695 A1                       | 29 Mar. 2018     | US 2019/0330721 A1<br>EP 3517644 A1<br>CN 109312433 A<br>KR 10-2019-0007055 A<br>BR 112018076347 A2<br>MX 2018016000 A   |                  |
| JP 2009-203550 A                        | 10 Sep. 2009     | US 2011/0030854 A1<br>WO 2009/096596 A1<br>EP 2246456 A1<br>CA 2713181 A1<br>KR 10-2010-0101697 A<br>MX 2010008227 A<br>CN 101932746 A                                     |                  |

|   |  |                |           |              |             |              |             |              |             |              |
|---|--|----------------|-----------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| <p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））<br/>                 C21D 9/46(2006.01)i; C22C 38/00(2006.01)i; C22C 38/06(2006.01)i; C22C 38/58(2006.01)i<br/>                 FI: C22C38/00 301S; C22C38/06; C22C38/58; C21D9/46 F</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））<br/>                 C21D9/46; C22C38/00; C22C38/06; C22C38/58</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 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table> |  |                | 日本国実用新案公報 | 1922 - 1996年 | 日本国公開実用新案公報 | 1971 - 2020年 | 日本国実用新案登録公報 | 1996 - 2020年 | 日本国登録実用新案公報 | 1994 - 2020年 |
| 日本国実用新案公報   | 1922 - 1996年   |                |           |              |             |              |             |              |             |              |
| 日本国公開実用新案公報   | 1971 - 2020年   |                |           |              |             |              |             |              |             |              |
| 日本国実用新案登録公報   | 1996 - 2020年   |                |           |              |             |              |             |              |             |              |
| 日本国登録実用新案公報   | 1994 - 2020年   |                |           |              |             |              |             |              |             |              |
| <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>   |  |                |           |              |             |              |             |              |             |              |
| <p>C. 関連すると認められる文献</p>  |  |                |           |              |             |              |             |              |             |              |
| 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 2017/179372 A1 (JFEスチール株式会社) 19.10.2017 (2017-10-19)  | 1-4            |           |              |             |              |             |              |             |              |
| A   | JP 2009-215571 A (株式会社神戸製鋼所) 24.09.2009 (2009-09-24)   | 1-4            |           |              |             |              |             |              |             |              |
| A   | WO 2018/055695 A1 (新日鐵住金株式会社) 29.03.2018 (2018-03-29)  | 1-4            |           |              |             |              |             |              |             |              |
| A   | JP 2009-203550 A (JFEスチール株式会社) 10.09.2009 (2009-09-10)   | 1-4            |           |              |             |              |             |              |             |              |
| <p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>  |  |                |           |              |             |              |             |              |             |              |
| * 引用文献のカテゴリー  | <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>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</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> |                |           |              |             |              |             |              |             |              |
| 国際調査を完了した日  | 国際調査報告の発送日   |                |           |              |             |              |             |              |             |              |
| 18.09.2020  | 06.10.2020   |                |           |              |             |              |             |              |             |              |
| 名称及びあて先   | 権限のある職員（特許庁審査官）  |                |           |              |             |              |             |              |             |              |
| 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   | 川口 由紀子 4K 5798<br><br>電話番号 03-3581-1101 内線 3435  |                |           |              |             |              |             |              |             |              |

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/027730

| 引用文献  |             |    | 公表日        | パテントファミリー文献 |                 |    | 公表日 |
|-------|-------------|----|------------|-------------|-----------------|----|-----|
| WO    | 2017/179372 | A1 | 19.10.2017 | EP          | 3444372         | A1 |     |
|       |             |    |            | KR          | 10-2018-0124075 | A  |     |
|       |             |    |            | CN          | 109072381       | A  |     |
|       |             |    |            | MX          | 2018012411      | A  |     |
| ----- |             |    |            |             |                 |    |     |
| JP    | 2009-215571 | A  | 24.09.2009 | US          | 2011/0005643    | A1 |     |
|       |             |    |            | WO          | 2009/110607     | A1 |     |
|       |             |    |            | EP          | 2251448         | A1 |     |
|       |             |    |            | KR          | 10-2010-0105799 | A  |     |
|       |             |    |            | CN          | 101960038       | B  |     |
|       |             |    |            | KR          | 10-2013-0005315 | A  |     |
|       |             |    |            | KR          | 10-2013-0005316 | A  |     |
|       |             |    |            | KR          | 10-2013-0005317 | A  |     |
| ----- |             |    |            |             |                 |    |     |
| WO    | 2018/055695 | A1 | 29.03.2018 | US          | 2019/0330721    | A1 |     |
|       |             |    |            | EP          | 3517644         | A1 |     |
|       |             |    |            | CN          | 109312433       | A  |     |
|       |             |    |            | KR          | 10-2019-0007055 | A  |     |
|       |             |    |            | BR          | 112018076347    | A2 |     |
| ----- |             |    |            |             |                 |    |     |
| JP    | 2009-203550 | A  | 10.09.2009 | US          | 2011/0030854    | A1 |     |
|       |             |    |            | WO          | 2009/096596     | A1 |     |
|       |             |    |            | EP          | 2246456         | A1 |     |
|       |             |    |            | CA          | 2713181         | A1 |     |
|       |             |    |            | KR          | 10-2010-0101697 | A  |     |
|       |             |    |            | MX          | 2010008227      | A  |     |
|       |             |    |            | CN          | 101932746       | A  |     |
| ----- |             |    |            |             |                 |    |     |