

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7704308号
(P7704308)

(45)発行日 令和7年7月8日(2025.7.8)

(24)登録日 令和7年6月30日(2025.6.30)

(51)国際特許分類	F I	
C 2 2 C 38/00 (2006.01)	C 2 2 C 38/00	3 0 1 S
C 2 2 C 38/06 (2006.01)	C 2 2 C 38/06	
C 2 2 C 38/60 (2006.01)	C 2 2 C 38/60	
C 2 1 D 9/46 (2006.01)	C 2 1 D 9/46	H
C 2 1 D 9/56 (2006.01)	C 2 1 D 9/46	G
請求項の数 6 (全27頁) 最終頁に続く		

(21)出願番号	特願2024-547724(P2024-547724)	(73)特許権者	000001258
(86)(22)出願日	令和6年3月21日(2024.3.21)		J F E スチール株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2024/011161		東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号
(87)国際公開番号	WO2024/203777	(74)代理人	100184859
(87)国際公開日	令和6年10月3日(2024.10.3)		弁理士 磯村 哲朗
審査請求日	令和6年8月13日(2024.8.13)	(74)代理人	100123386
(31)優先権主張番号	特願2023-58448(P2023-58448)		弁理士 熊坂 晃
(32)優先日	令和5年3月31日(2023.3.31)	(74)代理人	100196667
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		弁理士 坂井 哲也
早期審査対象出願		(74)代理人	100130834
			弁理士 森 和弘
		(72)発明者	知場 三周
			東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号
			J F E スチール株式会社内
		(72)発明者	木村 英之
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 鋼板、部材およびそれらの製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

質量%で、

C : 0 . 0 5 ~ 0 . 2 5 %、

S i : 0 . 3 0 ~ 1 . 5 0 %、

M n : 1 . 5 ~ 4 . 5 %、

P : 0 . 0 0 5 ~ 0 . 0 5 0 %、

S : 0 . 0 1 % 以下、

s o l . A l : 0 . 3 3 1 % 以下、

N : 0 . 0 1 5 % 未満を含有し、

以下の式(1)を満たし、

残部が鉄および不可避免的不純物からなる成分組成と、

ポリゴナルフェライトの面積率：10%以上80%以下であり、

上部ベイナイトと焼戻しマルテンサイトと下部ベイナイトとの合計面積率：10%以上70%以下であり、

残留オーステナイトの体積率：3%以上15%以下であり、

焼入れマルテンサイトの面積率：15%以下(0%を含む)であり、

残部組織の面積率：5%以下である鋼組織と、

を有し、

鋼板表面から板厚方向1μm以内のPの最大濃度[Pm]が0.025mass%以上で

あり、かつ、式(2)を満足する、鋼板。

$$[Si] / [Mn] \leq 0.35 \quad \dots \text{式(1)}$$

$$[Pm] / [P] \leq 1.5 \quad \dots \text{式(2)}$$

ここで、式(1)において、[Si]はSi含有量(質量%)であり、[Mn]はMn含有量(質量%)であり、

式(2)において、[P]はP含有量(質量%)である。

【請求項2】

前記成分組成として、さらに、質量%で、

Ti : 0.1%以下、

B : 0.001%以下、

Cu : 1%以下、

Ni : 1%以下、

Cr : 1%以下、

Mo : 0.5%以下、

V : 0.5%以下、

Nb : 0.1%以下、

Mg : 0.0050%以下、

Ca : 0.0050%以下、

Sn : 0.1%以下、

Sb : 0.1%以下、

REM : 0.0050%以下

のうちから選んだ1種または2種以上を含有する、請求項1に記載の鋼板。

【請求項3】

請求項1または2に記載の鋼板を用いてなる部材。

【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対して熱間圧延、酸洗および冷間圧延を施した後、得られた冷延鋼板に対して、焼鈍を行う鋼板の製造方法であり、

前記焼鈍は、

前記冷延鋼板に対して、露点が -40 以下の炉内雰囲気において、 A_{c1} 点 $+20$ 以上 A_{c3} 点以下であり、かつ、式(3)で算出される T_c 以上の均熱温度に加熱し、前記均熱温度において $30 \sim 500$ s保持する均熱保持工程と、

前記均熱温度から $350 \sim 550$ の第一冷却停止温度までの温度範囲を第一平均冷却速度： $2 \sim 50$ / sとして前記第一冷却停止温度まで冷却する第一冷却工程と、

前記第一冷却停止温度で冷却を停止した後に、 $350 \sim 550$ の温度範囲で $10 \sim 60$ s滞留させた後、

$200 \sim 420$ の第二冷却停止温度まで第二平均冷却速度： $2 \sim 50$ / sで冷却を行う第二冷却工程と、

前記第二冷却停止温度で $60 \sim 3000$ s保持を行う等温保持工程と、

を含む、ポリゴナルフェライトの面積率： 10% 以上 80% 以下であり、上部ベイナイトと焼戻しマルテンサイトと下部ベイナイトとの合計面積率： 10% 以上 70% 以下であり、

残留オーステナイトの体積率： 3% 以上 15% 以下であり、焼入れマルテンサイトの面積率： 15% 以下(0% を含む)であり、残部組織の面積率： 5% 以下である鋼組織と、

を有し、鋼板表面から板厚方向 $1 \mu\text{m}$ 以内のPの最大濃度 $[Pm]$ が 0.025 mass \% 以上であり、かつ、式(2)を満足する、鋼板の製造方法。

$$[Pm] / [P] \leq 1.5 \quad \dots \text{式(2)}$$

ここで、式(2)において、[P]はP含有量(質量%)である。

$$T_c(\text{)} = 663 - 1.2 \times \exp(20/t) \times T_{dp} \quad \dots \text{式(3)}$$

ここで、式(3)において、tは前記均熱温度における保持時間(s)、 T_{dp} は前記露点()を示す。

【請求項5】

10

20

30

40

50

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対して熱間圧延、酸洗および冷間圧延を施した後、得られた冷延鋼板に対して、焼鈍を行う鋼板の製造方法であり、前記焼鈍は、

前記冷延鋼板に対して、露点が -40 以下の炉内雰囲気において、 A_{c1} 点 $+20$ 以上 A_{c3} 点以下であり、かつ、式 (3) で算出される T_c 以上の均熱温度に加熱し、前記均熱温度において $30 \sim 500$ s 保持する均熱保持工程と、

前記均熱温度から $200 \sim 420$ の冷却停止温度まで平均冷却速度： $2 \sim 50$ / s で冷却を行う冷却工程と、

前記冷却停止温度で $60 \sim 3000$ s 保持を行う等温保持工程と、

を含む、ポリゴナルフェライトの面積率： 10% 以上 80% 以下であり、上部ベイナイトと焼戻しマルテンサイトと下部ベイナイトとの合計面積率： 10% 以上 70% 以下であり、残留オーステナイトの体積率： 3% 以上 15% 以下であり、焼入れマルテンサイトの面積率： 15% 以下 (0% を含む) であり、残部組織の面積率： 5% 以下である鋼組織と、を有し、鋼板表面から板厚方向 $1 \mu\text{m}$ 以内の P の最大濃度 $[P_m]$ が $0.025 \text{ mass}\%$ 以上であり、かつ、式 (2) を満足する、鋼板の製造方法。

$[P_m] / [P] \leq 1.5 \dots$ 式 (2)

ここで、式 (2) において、 $[P]$ は P 含有量 (質量%) である。

$T_c (\text{℃}) = 663 - 1.2 \times \exp(20/t) \times T_{dp} \dots$ 式 (3)

ここで、式 (3) において、 t は前記均熱温度における保持時間 (s)、 T_{dp} は前記露点 (℃) を示す。

【請求項 6】

請求項 1 または 2 に記載の鋼板に、成形加工、接合加工の少なくとも一方を施して部材とする工程を含む、部材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自動車、家電等においてプレス成形工程を経て使用される複雑な形状を有するプレス成形品用に好適で、かつ化成処理性に優れた鋼板、部材およびそれらの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

世界的な CO_2 排出規制の高まりを背景に、自動車用鋼板の高強度化による車体重量の軽量化が一段と要求され、ボディやシート部品に対しても既存の 440 MPa 級の冷延鋼板から 590 MPa 級以上の高強度鋼板の適用が進められている。一般的に、鋼板を高強度化すると、延性や伸びフランジ性等のプレス成形性が低下し、プレス成形時の割れが生じやすくなり、形状の自由度が低下するため、単純な形状の部品への適用に限定される。したがって、高強度鋼板を複雑形状部品へ適用するためには成形性を維持あるいは向上させながら鋼板の高強度化を進めることが重要となる。

【0003】

このような背景から、鋼板の延性を向上させる技術として、鋼板のミクロ組織中に残留オーステナイト (残留 γ) を分散させた TRIP 鋼が開発されている。TRIP 鋼はミクロ組織中に残留 γ を形成させるため、Si が多量に添加されている。例えば、特許文献 1 では、C： $0.04 \sim 0.12\%$ 、Si： $0.8 \sim 2.5\%$ 、Mn： $0.5 \sim 2.0\%$ を含む鋼を焼鈍後に $300 \sim 500$ で $10 \sim 900 \text{ sec}$ 保持するオーステンパー (ベイナイト変態に伴う炭素分配) により、 $2 \sim 10\%$ の残留 γ を生成させることで $\text{TS} \times \text{EI} \geq 21000 \text{ MPa} \cdot \%$ の高い延性と 70% 以上の高い伸びフランジ成形性を有する鋼板が得られることが開示されている。

【0004】

一方、Si 含有量の増加に伴い、焼鈍後の鋼板表面に Si が濃化し、Si 系酸化物が形成されることで化成処理性は劣化することが知られている。この課題に対して、例えば、

10

20

30

40

50

特許文献2では、鋼板表面にSiが濃化しないようにNiを添加して、化成処理性を改善させる方法が開示されている。

また、特許文献3ではSiとともに表面に濃化するMnの含有量について、Si/Mnが0.40以下となるように適切に制御することで、表面にMn-Si複合酸化物を形成させて化成処理性を改善させる方法が開示されている。

また、特許文献4では、焼鈍後の酸洗またはブラシ処理によりSi系酸化物を直接除去することで化成処理性を改善する方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特許第5515623号公報

【文献】特許第2951480号公報

【文献】特許第3889768号公報

【文献】特開2003-201538号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記のように高強度鋼板の延性改善にはSi添加が有効であるものの、Siを積極的に活用して高加工性を確保する場合において、Si含有量と鋼板の化成処理性とはトレードオフの関係となる。特許文献2、特許文献4で開示された方法は、Si含有量の高い鋼において化成処理性を改善する方法として有効であるが、含有させる合金元素や焼鈍条件等を調整した他の技術の確立も希求されていた。

また、特許文献3で開示されている方法においても、必ずしも良好な化成処理性が確保されないことが発明者らの検討で明らかとなった。

このように、優れた延性および化成処理性を有しつつ、さらには穴広げ性を有する高強度の鋼板の技術としては、新たな技術の確立が求められていた。

【0007】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであって、その目的は優れた延性、穴広げ性および化成処理性を具備し、引張強度が780MPa以上である鋼板、部材およびそれらの製造方法を提供することにある。

【0008】

ここで、引張強度は、JIS Z2241(2011)に準拠して得られる引張強度(TS)のことを指す。

【0009】

また、延性に優れるとは、JIS Z2241(2011)に準拠して得られる全伸びELが以下の(A)~(C)のいずれかを満たすことを指す。

(A) TS: 780MPa以上980MPa未満の場合、EL: 16.0%以上、

(B) TS: 980MPa以上1180MPa未満の場合、EL: 14.0%以上、

(C) TS: 1180MPa以上の場合、EL: 12.0%以上

【0010】

また、穴広げ性に優れるとは、実用上必要な穴広げ性を担保するため、JFST1001の規定に準拠した穴広げ試験により得られる穴広げ率(%)($= \{(d - d_0) / d_0\} \times 100$)が30%以上であることを指す。穴広げ率(%)は45%未満としてよい。

【0011】

また、化成処理性に優れるとは、脱脂(処理温度; 40、処理時間; 120秒、スプレー脱脂、脱脂剤; 日本パーカライジング社製FC-E2011)、表面調整(pH9.5、処理温度; 室温、処理時間; 20秒、表面調整剤; 日本パーカライジング社製PL-X)を行い、その後にリン酸亜鉛化成処理液を用いて化成処理(化成処理液の温度; 35、処理時間; 120秒、化成処理液; 日本パーカライジング社製パルボンドPB-L3065)を行い、地鉄が露出する領域が全領域に対して10%未満であることを指す。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明者らは、上記の課題を解決するため、780MPa以上の引張強度を有する種々の薄鋼板について、延性および化成処理性に及ぼす鋼成分、熱処理条件およびミクロ組織について鋭意検討した。その結果、質量%で、C：0.05～0.25%、Si：0.30～1.50%、Mn：1.5～4.5%、P：0.005～0.050%、S：0.01%以下、sol.Al：1.0%未満、N：0.015%未満を含有し、以下の式(1)を満たし、残部が鉄および不可避的不純物からなる成分組成とし、ポリゴナルフェライトの面積率を10%以上80%以下とし、上部ベイナイトと焼戻しマルテンサイトと下部ベイナイトとの合計の面積率を10%以上70%以下とし、残留オーステナイト(残留)の体積率を3%以上15%以下とし、焼入れマルテンサイトの面積率を15%以下(0%を含む)とし、さらに残部組織からなる鋼組織とした上で、鋼板表面から板厚方向にグロー放電分析法で測定したPの発光強度を分析した時、鋼板表面から板厚方向1μm以内のPの最大濃度が0.025mass%以上であり、かつ、以下の式(2)を満たすように、局所的にPが濃化した鋼組織とすることで、優れた延性、穴広げ性および化成処理性を具備する高強度冷延鋼板が得られることを知見した。

$$[Si]/[Mn] \geq 0.35 \quad \dots \text{式(1)}$$

$$[Pm]/[P] \geq 1.5 \quad \dots \text{式(2)}$$

ここで、式(1)において、[Si]はSi含有量(質量%)であり、[Mn]はMn含有量(質量%)であり、

式(2)において、[P]はP含有量(質量%)である。

【0013】

本発明は、上記知見に基づきなされたもので、その要旨は以下の通りである。

[1] 質量%で、

C：0.05～0.25%、

Si：0.30～1.50%、

Mn：1.5～4.5%、

P：0.005～0.050%、

S：0.01%以下、

sol.Al：1.0%未満、

N：0.015%未満を含有し、

以下の式(1)を満たし、

残部が鉄および不可避的不純物からなる成分組成と、

ポリゴナルフェライトの面積率：10%以上80%以下であり、

上部ベイナイトと焼戻しマルテンサイトと下部ベイナイトの合計面積率：10%以上70%以下であり、

残留オーステナイトの体積率：3%以上15%以下であり、

焼入れマルテンサイトの面積率：15%以下(0%を含む)である鋼組織と、

を有し、

鋼板表面から板厚方向1μm以内のPの最大濃度[Pm]が0.025mass%以上であり、かつ、以下の式(2)を満足する、鋼板。

$$[Si]/[Mn] \geq 0.35 \quad \dots \text{式(1)}$$

$$[Pm]/[P] \geq 1.5 \quad \dots \text{式(2)}$$

ここで、式(1)において、[Si]はSi含有量(質量%)であり、[Mn]はMn含有量(質量%)であり、

式(2)において、[P]はP含有量(質量%)である。

[2] 前記成分組成として、さらに、質量%で、

Ti：0.1%以下、

B：0.001%以下、

Cu：1%以下、

10

20

30

40

50

Ni : 1 % 以下、
 Cr : 1 % 以下、
 Mo : 0 . 5 % 以下、
 V : 0 . 5 % 以下、
 Nb : 0 . 1 % 以下、
 Mg : 0 . 0 0 5 0 % 以下、
 Ca : 0 . 0 0 5 0 % 以下、
 Sn : 0 . 1 % 以下、
 Sb : 0 . 1 % 以下、
 REM : 0 . 0 0 5 0 % 以下、

10

のうちから選んだ1種または2種以上を含有する、前記[1]に記載の鋼板。

[3]前記[1]または[2]に記載の鋼板を用いてなる部材。

[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対して熱間圧延、酸洗および冷間圧延を施した後、得られた冷延鋼板に対して、焼鈍を行う鋼板の製造方法であり、

前記焼鈍は、

前記冷延鋼板に対して、露点が - 4 0 以下の炉内雰囲気において、 A_{c1} 点 + 2 0 以上 A_{c3} 点以下であり、かつ、式(3)で算出される T_c 以上の均熱温度に加熱し、前記均熱温度において 3 0 ~ 5 0 0 s 保持する均熱保持工程と、

前記均熱温度から 3 5 0 ~ 5 5 0 の第一冷却停止温度までの温度範囲を第一平均冷却速度：2 ~ 5 0 / s として前記第一冷却停止温度まで冷却する第一冷却工程と、

20

前記第一冷却停止温度で冷却を停止した後に、3 5 0 ~ 5 5 0 の温度範囲で 1 0 ~ 6 0 s 滞留させた後、

2 0 0 ~ 4 2 0 の第二冷却停止温度まで第二平均冷却速度：2 ~ 5 0 / s で冷却を行う第二冷却工程と、

前記第二冷却停止温度で 6 0 ~ 3 0 0 0 s 保持を行う等温保持工程と、

を含む、鋼板の製造方法。

$$T_c(\quad) = 663 - 1.2 \times \exp(20/t) \times T_{dp} \cdots (3)$$

ここで、t は前記均熱温度における保持時間 (s)、 T_{dp} は前記露点 () を示す。

[5]前記[1]または[2]に記載の成分組成を有する鋼スラブに対して熱間圧延、酸洗および冷間圧延を施した後、得られた冷延鋼板に対して、焼鈍を行う鋼板の製造方法であり、

30

前記焼鈍は、

前記冷延鋼板に対して、露点が - 4 0 以下の炉内雰囲気において、 A_{c1} 点 + 2 0 以上 A_{c3} 点以下であり、かつ、式(3)で算出される T_c 以上の均熱温度に加熱し、前記均熱温度において 3 0 ~ 5 0 0 s 保持する均熱保持工程と、

前記均熱温度から 2 0 0 ~ 4 2 0 の冷却停止温度まで平均冷却速度：2 ~ 5 0 / s で冷却を行う冷却工程と、

前記冷却停止温度で 6 0 ~ 3 0 0 0 s 保持を行う等温保持工程と、

を含む、鋼板の製造方法。

40

$$T_c(\quad) = 663 - 1.2 \times \exp(20/t) \times T_{dp} \cdots (3)$$

ここで、t は前記均熱温度における保持時間 (s)、 T_{dp} は前記露点 () を示す。

[6]前記[1]または[2]に記載の鋼板に、成形加工、接合加工の少なくとも一方を施して部材とする工程を含む、部材の製造方法。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、引張強度 T_S が 7 8 0 M P a 以上の高強度で、優れた延性、穴広げ性および化成処理性を具備した鋼板および部材が得られる。

本発明の鋼板を自動車車体の骨格部材に適用する場合、複雑形状の難成形性部材を冷間プレス加工により製造できるため、自動車の車体軽量化に大きく貢献できる。高価な合金

50

元素や焼鈍後の後処理による化成処理性の改善が不要で、材料コストを低減することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】図1は、本発明のPの最大濃度 $[P_m]$ を説明するためのグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明について具体的に説明する。なお、本発明は以下の実施形態に限定されない。

【0017】

(鋼板)

本発明の鋼板は、質量%で、C:0.05~0.25%、Si:0.30~1.50%、Mn:1.5~4.5%、P:0.005~0.050%、S:0.01%以下、sol.A1:1.0%未満、N:0.015%未満を含有し、以下の式(1)を満たし、残部が鉄および不可避免的な不純物からなる成分組成と、ポリゴナルフェライトの面積率:10%以上80%以下であり、上部ベイナイトと焼戻しマルテンサイトと下部ベイナイトとの合計面積率:10%以上70%以下であり、残留オーステナイトの体積率:3%以上15%以下であり、焼入れマルテンサイトの面積率:15%以下(0%を含む)である鋼組織と、を有し、表面から板厚方向にグロー放電分析法で測定したPの発光強度を分析した時、鋼板表面から板厚方向1 μ m以内のPの最大濃度 $[P_m]$ が0.025mass%以上であり、かつ、以下の式(2)を満足する、引張強度TSが780MPa以上の高強度であり、延性、穴広げ性および化成処理性に優れる鋼板である。

$[Si]/[Mn] \geq 0.35$ ・・・式(1)

$[P_m]/[P] \geq 1.5$ ・・・式(2)

ここで、式(1)において、 $[Si]$ はSi含有量(質量%)であり、 $[Mn]$ はMn含有量(質量%)であり、

式(2)において、 $[P]$ はP含有量(質量%)である。

【0018】

以下、成分組成、鋼組織の順で本発明の鋼板を説明する。まず、本発明の成分組成の限定理由を説明する。なお、以下の説明において、鋼の成分を示す%は、特に説明の無い限り、すべて質量%である。

【0019】

<C:0.05~0.25%>

Cは、変態強化により所定の強度を確保した上で、所定量の残留オーステナイト(以下、残留とも記す。)を確保して延性を向上させる観点から含有する。C含有量が0.05%未満では、これらの効果を十分に確保できない。

一方、C含有量の上限は、プレス成形性において重要な穴広げ性や、自動車部材に成形後、車体に組み込む際のスポット溶接あるいはレーザー溶接時に重要な溶接性等の懸念から、0.25%とする。

このため、C含有量は0.05~0.25%とする。C含有量は、好ましくは0.08%以上であり、より好ましくは0.10%以上である。また、C含有量は、好ましくは0.22%以下であり、より好ましくは0.20%以下である。

【0020】

<Si:0.30~1.50%>

Siは、フェライトを強化して強度を上昇させる観点、およびマルテンサイトやベイナイト中の炭化物生成を抑制し、所定量の残留を確保して延性を向上させる観点から含有する。Si含有量が0.30%未満ではこれらの効果が十分に確保できない。

一方、Si含有量が1.50%を超えると、本発明で規定する製造方法であっても良好な化成処理性を確保することができない。

このため、Si含有量は0.30~1.50%とする。Si含有量は、好ましくは0.3

10

20

30

40

50

5%以上、より好ましくは0.40%以上である。また、Si含有量は、好ましくは1.20%以下、より好ましくは1.00%以下である。

【0021】

< Mn : 1.5 ~ 4.5 % >

Mnは、鋼板の焼入れ性を向上させ、変態強化による高強度化を促進する観点、およびSiと同様にベイナイト中の炭化物の生成を抑制し、延性に寄与する残留オーステナイトの形成を促進させて延性を向上させる観点から含有する。これらの効果を得るために、Mn含有量は1.5%以上必要となる。

一方、Mn含有量が4.5%を超えると、ベイナイト変態が著しく遅延し、所定量の残留オーステナイトを確保できない場合もあり、延性が低下する。また、Mn含有量が4.5%を超えると、マルテンサイト変態開始温度の低温化により、粗大な焼入れマルテンサイトの生成を抑制することは難しくなり、伸びフランジ成形性(穴広げ性)が劣化する。

このため、Mn含有量は1.5~4.5%とする。Mn含有量は、好ましくは1.8%以上であり、より好ましくは2.0%以上である。また、Mn含有量は、好ましくは3.5%以下であり、より好ましくは3.0%以下である。

【0022】

< P : 0.005 ~ 0.050 % >

Pは、鋼を強化する元素である。また、P含有量を適切に制御することで、焼鈍後の鋼板表面にPの表面濃化部を生じさせ、もって化成処理性を改善することができる元素であり、この観点から、P含有量は0.005%以上とする。

一方、Pは、その含有量が多いとスポット溶接性を劣化させる。この観点から、P含有量は0.050%以下とする。

従って、P含有量は0.005~0.050%とする。P含有量は、好ましくは0.007%以上であり、より好ましくは0.009%以上である。また、P含有量は、好ましくは0.035%以下であり、より好ましくは0.020%以下である。

【0023】

< S : 0.01 % 以下 >

Sは、熱間圧延でのスケール剥離性を改善する効果、焼鈍時の窒化を抑制する効果があるが、スポット溶接性、曲げ性、穴広げ性に対して悪影響をもたらす元素である。これらの悪影響を低減するために、少なくともS含有量は0.01%以下とし、0.0050%以下とすることが好ましい。

なお、Sを含まなくてもよいが、0.0001%未満に低減するには多大なコストがかかるため、S含有量は製造コストの観点から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0.0005%以上であり、さらに好ましくは0.0010%以上である。

【0024】

< sol . Al : 1.0 % 未満 >

Alは、脱酸のため、あるいは残留 を得る目的で含有する。sol . Alの下限は特に規定しないが、安定して脱酸を行うために、sol . Al含有量は0.005%以上とすることが好ましい。

一方、sol . Al含有量が1.0%以上となると、Al系の粗大介在物が多量に増加し、伸びフランジ成形性(穴広げ性)が低下する。また、Alは鋼板の化成処理性を劣化させる元素であり、sol . Al含有量が1.0%以上となると、本発明においても良好な化成処理性を確保できない。このため、sol . Al含有量は1.0%未満とする。sol . Al含有量は、好ましくは0.80%以下であり、より好ましくは0.06%以下である。

【0025】

< N : 0.015 % 未満 >

Nは、鋼中でBN、AlN、TiN等の窒化物を形成する元素であり、伸びフランジ成形性(穴広げ性)を低下させるので、その含有量を制限する必要がある。したがって、N

10

20

30

40

50

含有量は、0.015%未満とする。N含有量は、好ましくは0.010%以下であり、より好ましくは0.006%以下である。

なお、Nを含まなくてもよいが、0.0001%未満に低減するには多大なコストがかかるため、N含有量は製造コストの点から0.0001%以上であることが好ましい。N含有量は、より好ましくは0.0005%以上であり、さらに好ましくは0.001%以上である。

【0026】

< [Si] / [Mn] 0.35 …式(1) >

式(1)において、[Si]はSi含有量(質量%)であり、[Mn]はMn含有量(質量%)である。

[Si] / [Mn] (Si / Mn比)は、焼鈍時に形成する表面酸化物のSiとMnの成分比を決定するものである。本発明で規定する製造条件の範囲においては、[Si] / [Mn]が0.35超となると良好な化成処理性が確保されない。このため、[Si] / [Mn]は0.35以下とする。[Si] / [Mn]は好ましくは0.32以下であり、より好ましくは0.30以下である。また、下限は特に限定されないが、[Si] / [Mn]は好ましくは0.10以上であり、より好ましくは0.15以上である。

【0027】

本発明における鋼板の成分組成は、上記の成分元素を基本成分として含有し、残部は鉄(Fe)及び不可避免的不純物を含む。なお、本発明における鋼板の成分組成は、残部はFeおよび不可避免的不純物からなる成分組成を有することが好ましい。

【0028】

本発明の鋼板の成分組成は、上記成分に加えて、以下から選んだ1種または2種以上を任意元素(選択元素)として適宜含有することができる。

Ti: 0.1%以下、B: 0.001%以下、Cu: 1%以下、Ni: 1%以下、Cr: 1%以下、Mo: 0.5%以下、V: 0.5%以下、Nb: 0.1%以下、Mg: 0.0050%以下、Ca: 0.0050%以下、Sn: 0.1%以下、Sb: 0.1%以下、REM: 0.0050%以下

【0029】

< Ti: 0.1%以下 >

Tiは鋼中のNをTiNとして固定し、熱間延性を向上させる効果やBの焼入れ性向上効果を生じさせる作用がある。また、TiCの析出により組織を微細化する効果がある。これらの効果を得るために、Ti含有量は0.002%以上にすることが望ましい。Nを十分固定する観点からはTi含有量は0.008%以上とすることがさらに好ましい。Ti含有量は、より好ましくは0.010%以上である。

一方、Ti含有量が0.1%を超えると圧延負荷の増大、析出強化量の増加による延性の低下を招くので、Tiを含有する場合、Ti含有量は0.1%以下とする。好ましくは、Ti含有量は、0.05%以下であり、より好ましくは0.03%以下である。

【0030】

< B: 0.001%以下 >

Bは、鋼の焼入れ性を向上させる元素であり、所定の面積率の焼戻しマルテンサイトおよび/またはベイナイトを生成させやすい利点を有する。従って、B含有量を0.0005%以上にすることが好ましい。

一方、B含有量が0.001%を超えると、焼鈍時に酸化物への濃化が生じ、酸化物の粗大化を助長し、化成処理性が劣化する。したがって、Bを含有する場合、B含有量は0.001%以下とする。B含有量は0.0010%未満とすることが好ましい。

【0031】

< Cu: 1%以下 >

Cuは、自動車の使用環境での耐食性を向上させる。また、Cuの腐食生成物が鋼板表面を被覆して鋼板への水素侵入を抑制する効果がある。Cuは、スクラップを原料として活用するときに混入する元素であり、Cuの混入を許容することでリサイクル資材を原料

10

20

30

40

50

資材として活用でき、製造コストを低減することができる。このような観点から、Cuは0.005%以上含有させることが好ましく、さらに耐遅れ破壊特性向上の観点からは、Cuは0.05%以上含有させることがより好ましい。Cu含有量は、さらに好ましくは0.10%以上である。より好ましくは、Cu含有量は、0.25%以上であり、さらにより好ましくは、0.50%以上である。

しかしながら、Cu含有量が多くなりすぎると表面欠陥の発生を招来するので、Cuを含有する場合、Cu含有量は1%以下とする。

【0032】

<Ni：1%以下>

Niも、Cuと同様、耐食性を向上させる作用のある元素である。また、Niは、Cuを含有させる場合に生じやすい、表面欠陥の発生を抑制する作用がある。このため、Niは0.01%以上含有させることが望ましい。Ni含有量は、より好ましくは0.04%以上であり、さらに好ましくは0.06%以上である。

しかしながら、Ni含有量が多くなりすぎると、加熱炉内でのスケール生成が不均一になり、却って表面欠陥を発生させる原因になる。また、コスト増も招く。このため、Niを含有する場合、Ni含有量は1%以下とする。好ましくは、Ni含有量は、0.5%以下であり、より好ましくは0.3%以下である。

【0033】

<Cr：1%以下>

Crは、鋼の焼入れ性を向上させる効果、マルテンサイトや上部/下部ベイナイト中の炭化物生成を抑制する効果から含有することができる。このような効果を得るには、Cr含有量は0.01%以上とすることが好ましい。Cr含有量は、より好ましくは0.03%以上であり、さらに好ましくは0.06%以上である。

しかしながら、Crを過剰に含有すると耐孔食性が劣化するため、Crを含有する場合、Cr含有量は1%以下とする。Cr含有量は、好ましくは0.3%以下であり、より好ましくは0.1%以下である。

【0034】

<Mo：0.5%以下>

Moは、鋼の焼入れ性を向上させる効果、マルテンサイトや上部/下部ベイナイト中の炭化物生成を抑制する効果から含有することができる。このような効果を得るには、Mo含有量は0.01%以上とすることが好ましい。Mo含有量は、より好ましくは0.03%以上であり、さらに好ましくは0.06%以上である。より好ましくは、Mo含有量は、0.1%以上であり、さらにより好ましくは、0.2%以上である。

しかしながら、Moは冷延鋼板の化成処理性を著しく劣化させるため、Moを含有する場合、Mo含有量は0.5%以下とする。

【0035】

<V：0.5%以下>

Vは、鋼の焼入れ性を向上させる効果、マルテンサイトや上部/下部ベイナイト中の炭化物生成を抑制する効果、組織を微細化する効果、炭化物を析出させ耐遅れ破壊特性を改善する効果から含有することができる。これらの効果を得るためには、V含有量は0.003%以上とすることが好ましい。V含有量は、より好ましくは0.005%以上であり、さらに好ましくは0.010%以上である。さらにより好ましくは、V含有量は、0.020%以上であり、0.050%以上であることがより一層好ましい。

しかしながら、Vを多量に含有すると鑄造性が著しく劣化するため、Vを含有する場合、V含有量は0.5%以下とする。好ましくは、V含有量は、0.3%以下であり、より好ましくは0.2%以下である。V含有量は、好ましくは0.2%以下であり、より好ましくは0.1%以下である。

【0036】

<Nb：0.1%以下>

Nbは、鋼組織を微細化し高強度化する効果、細粒化を通じてベイナイト変態を促進す

10

20

30

40

50

る効果、曲げ性を改善する効果、耐遅れ破壊特性を向上させる効果から含有することができる。これらの効果を得るためには、Nb含有量は0.010%以上とすることが好ましい。Nb含有量は、好ましくは0.015%以上であり、より好ましくは0.020%以上である。

しかしながら、Nbを多量に含有すると析出強化が強くなりすぎ延性が低下する。また、圧延荷重の増大、鑄造性の劣化を招く。このため、Nbを含有する場合、Nb含有量は0.1%以下とする。好ましくは、Nb含有量は、0.08%以下であり、より好ましくは0.05%以下である。

【0037】

< Mg : 0.0050%以下 >

Mgは、MgOとしてOを固定し、曲げ性などの成形性の改善に寄与する。このため、Mg含有量は0.0002%以上とすることが好ましい。Mg含有量は、好ましくは0.0010%以上であり、より好ましくは0.0015%以上である。

一方、Mgを多量に添加すると表面品質や曲げ性が劣化するので、Mgを含有する場合、Mg含有量は0.0050%以下とする。好ましくは、Mg含有量は0.0040%以下である。

【0038】

< Ca : 0.0050%以下 >

Caは、SをCaSとして固定し、曲げ性の改善や耐遅れ破壊特性の改善に寄与する。このため、Ca含有量は0.0002%以上とすることが好ましい。Ca含有量は、より好ましくは0.0005%以上であり、さらに好ましくは0.0010%以上である。

一方、Caは多量に添加すると表面品質や曲げ性を劣化させるので、Caを含有する場合、Ca含有量は0.0050%以下とする。好ましくは、Ca含有量は0.0040%以下である。

【0039】

< Sn : 0.1%以下 >

Snは、鋼板表層部の酸化や窒化を抑制し、それによるCやBの表層における含有量の低減を抑制する。この効果で、鋼板表層部のフェライト生成を抑制し、高強度化するとともに、耐疲労特性が改善する。このような観点から、Sn含有量は0.003%以上とすることが好ましい。Sn含有量は、より好ましくは0.010%以上であり、さらに好ましくは0.015%以上である。Sn含有量は、好ましくは0.020%以上であり、より好ましくは0.030%以上である。

一方、Sn含有量が0.1%を超えると、鑄造性が劣化する。また、旧 粒界にSnが偏析して、耐遅れ破壊特性が劣化する。このため、Snを含有する場合、Sn含有量は0.1%以下とする。

【0040】

< Sb : 0.1%以下 >

Sbは、鋼板表層部の酸化や窒化を抑制し、それによるCやBの表層における含有量の低減を抑制する。この効果で、鋼板表層部のフェライト生成を抑制し、高強度化するとともに、耐疲労特性が改善する。このような観点から、Sb含有量は0.002%以上とすることが好ましい。Sb含有量は、より好ましくは0.004%以上であり、さらに好ましくは0.006%以上である。より好ましくは、Sb含有量は、0.008%以上であり、さらにより好ましくは、0.010%以上である。Sb含有量は、好ましくは0.015%以上であり、より好ましくは0.030%以上である。

一方、Sb含有量が0.1%を超えると、鑄造性が劣化し、また、旧 粒界に偏析して、耐遅れ破壊特性が劣化する。このため、Sbを含有する場合、Sb含有量は0.1%以下とする。

【0041】

< REM : 0.0050%以下 >

REMは、硫化物の形状を球状化することで、伸びフランジ成形性に及ぼす硫化物の悪

10

20

30

40

50

影響を抑制し、伸びフランジ成形性を改善する元素である。これらの効果を得るために、REM含有量を0.0005%以上にすることが好ましい。REM含有量は、より好ましくは0.0010%以上であり、さらに好ましくは0.0020%以上である。

一方、REM含有量が0.0050%を超えると、伸びフランジ成形性の改善効果が飽和するため、REMを含有する場合、REM含有量は0.0050%以下とする。

なお、本発明でいうREMとは、原子番号21番のスキャンジウム(Sc)と原子番号39番のイットリウム(Y)、および原子番号57番のランタン(La)から71番のルテチウム(Lu)までのランタノイドの元素のことを指す。本発明におけるREM濃度とは、上述のREMから選択された1種または2種以上の元素の総含有量である。

【0042】

上記任意成分を下限値未満で含む場合、下限値未満で含まれる任意元素は本発明の効果を害さない。そこで、上記任意元素を下限値未満で含む場合、上記任意元素は、不可避免的不純物として含まれるとする。

【0043】

次に、本発明が対象とする鋼板(材質安定性に優れた冷延鋼板)の機械的特性について説明する。

【0044】

本発明の鋼板は、引張強度(TS)は780MPa以上とする。引張強度の上限は特に限定されないが、他の特性との両立の観点から、引張強度は1300MPa以下であることが好ましい。

【0045】

本発明の鋼板では、優れた延性として、全伸びELは、TS:780MPa以上980MPa未満の場合、EL:16.0%以上、TS:980MPa以上1180MPa未満の場合、EL:14.0%以上、TS:1180MPa以上の場合、EL:12.0%以上を確保する。また、穴広げ性として、穴広げ率を30%以上確保する。これにより、プレス成形の安定性は格段に向上する。

【0046】

引張特性の評価はJIS5号引張試験片を板幅中央位置から採取し、引張試験(JIS Z 2241(2011)に準拠)をN=3で実施する。各評価については、3点の平均値に基づいて行う。引張強度が780MPa以上である鋼板を高強度鋼板とする。全伸びELはTS:780MPa以上980MPa未満の場合、16.0%以上、TS:980MPa以上1180MPa未満の場合、14.0%以上、TS:1180MPa以上の場合、12.0%以上である鋼板を延性に優れる鋼板とする。また、実用上必要な穴広げ性を担保するため、JFST1001の規定に準拠した穴広げ試験により得られる穴広げ率(%)($=\{(d-d_0)/d_0\} \times 100$)が30%以上であることを本発明の必須条件とする。穴広げ率(%)は45%未満としてよい。

【0047】

次に、本発明の鋼板の鋼組織について、説明する。

【0048】

<ポリゴナルフェライトの面積率:10%以上80%以下>

高い延性を確保する観点から、ポリゴナルフェライトは面積率で10%以上とし、より高い延性を得るためには好ましくは20%以上とする。

一方、ポリゴナルフェライトが80%を超えると所望の強度が得られなくなるため、ポリゴナルフェライトは面積率で80%以下とし、好ましくは75%以下とし、より好ましくは70%以下とする。

【0049】

<上部ベイナイトと焼戻しマルテンサイトと下部ベイナイトとの合計面積率:10%以上70%以下>

所望の強度を得るために、上部ベイナイトと焼戻しマルテンサイトと下部ベイナイトとの合計の面積率は10%以上とし、より高強度を得るため、好ましくは15%以上とする。

10

20

30

40

50

一方、上部ベイナイトと焼戻しマルテンサイトと下部ベイナイトの合計の面積率が70%を超えると、過度な高強度化により延性が低下するため、その面積率は70%以下とする。より好ましくは65%以下、さらに好ましくは60%以下とする。

【0050】

<残留オーステナイト(残留)の体積率:3%以上15%以下>

残留オーステナイトの体積率が3%を下回ると所望の延性を確保できなくなる場合がある。延性の観点から残留オーステナイトの体積率は3%以上とし、好ましくは5%以上である。

一方、残留オーステナイトの体積率が15%を超えると、伸びフランジ成形性(穴広げ性)が低下するため、残留オーステナイトの体積率は15%以下とする。残留オーステナイトの体積率は、好ましくは13%以下である。

10

【0051】

<焼入れマルテンサイトの面積率:15%以下(0%を含む)>

硬質な焼入れマルテンサイト組織はを低下させるため、その面積率を抑制する必要がある。実用上必要なを得るために、焼入れマルテンサイトの面積率を15%以下とする。より安定的にを得るために、焼入れマルテンサイトの面積率は、好ましくは12%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率は、0%であってもよく、3%以上であってもよい。

【0052】

<残部組織>

鋼組織については、上記以外については、残部組織からなることが好ましい。残部組織の面積率は5%以下とすることが好ましい。残部組織は、未再結晶フェライト、炭化物、パーライトとしてよい。これらの組織は、後述のようにSEM観察で判定すればよい。

20

【0053】

<鋼板表面から板厚方向1μm以内のPの最大濃度[Pm]が0.025mass%以上でかつ、式(2)を満足>

$$[Pm] / [P] \geq 1.5 \quad \dots \text{式(2)}$$

式(2)において、[P]([Pi]と表記することもできる。)はP含有量(質量%)である。

化成処理性に及ぼす種々の元素、その表面濃化量、および焼鈍時に形成する酸化物種を鋭意検討した結果、酸化物の形成が認められない製造条件においても化成処理性が十分に確保できないことが明らかとなった。化成処理性が確保された鋼板について、表層近傍のPの最大濃度を後述の方法で定量評価した結果、表面から板厚方向にGDS(グロー放電分析法)で測定したPの発光強度を分析した時、鋼板表面から板厚方向1μm以内のPの最大濃度[Pm]が0.025mass%以上であり、かつ、式(2)を満足する鋼組織とすることで良好な化成処理性が確保されることを知見した。

30

詳細なメカニズムは不明であるが、表層のPの最大濃度が鋼成分に対して局所的に高くなることが重要であり、また、このPの最大濃度が十分でない、化成処理後の化成結晶の形状が鱗片状であったことから、Pの局所的な表面濃化は化成処理性に悪影響を及ぼす表面のSi系酸化物、Si-Mn系酸化物の形成を抑制する効果を有すると考えられる。

40

[Pm]は、好ましくは0.030mass%以上であり、より好ましくは0.035mass%以上である。また、上限は特に限定されないが、[Pm]は、好ましくは0.100mass%以下であり、より好ましくは0.090mass%以下である。

[Pm]/[P]は、好ましくは1.7以上であり、より好ましくは1.9以上である。また、上限は特に限定されないが、[Pm]/[P]は、好ましくは10.0以下であり、より好ましくは9.0以下である。

【0054】

次に、鋼組織の測定方法について説明する。

ポリゴナルフェライト、上部ベイナイト、焼戻しマルテンサイト、下部ベイナイト、焼入れマルテンサイト(フレッシュマルテンサイト)の面積率の測定は、圧延方向と平行な

50

板厚断面を切り出し、鏡面研磨した後、1 vol % ナイタルにて腐食し、1/4厚み位置で、SEMで5000倍にて $25\mu\text{m} \times 20\mu\text{m}$ の範囲を10視野観察し、撮影した組織写真を画像解析で定量化する。

ポリゴナルフェライトは内部に殆ど炭化物を伴わず、比較的等軸なフェライトを対象とする。SEMでは最も黒色に見える領域である。

上部ベイナイトは、内部にSEMでは白色に見える炭化物または残留オーステナイトの生成を伴うフェライト組織である。なお上部ベイナイトとポリゴナルフェライトの識別が難しい場合は、アスペクト比2.0の形態のフェライトの領域をポリゴナルフェライトとし、アスペクト比 > 2.0 の領域を上部ベイナイトに分類し面積率を算出する。ここで、アスペクト比は、粒子長さが最も長くなる長軸長さ a を求め、それに垂直な方向で最も粒子を長く横切るときの粒子長さを短軸長さ b とし、 a/b をアスペクト比とする。

10

焼戻しマルテンサイトおよび下部ベイナイトは、SEMでは内部にラス状の下部組織と炭化物の析出を伴う領域である。

焼入れマルテンサイト（フレッシュマルテンサイト）は、SEMでは内部に下部組織が見えずに白く見える塊状の領域である。

残部組織は、未再結晶フェライト、炭化物およびパーライトのうちの少なくとも1つを含む組織のことであり、それぞれSEMにより、未再結晶フェライトは圧延加工により導入された変形組織を含む黒色のコントラストのフェライトとして、炭化物、パーライトは白いコントラストで確認することができる組織である。炭化物は粒子径が $1\mu\text{m}$ 以下の組織であり、また、パーライトはラメラ（層）状の組織であることから区別することが可能である。

20

【0055】

残留オーステナイトの体積率は、表層から1/4厚み位置を化学研磨し、X線回折にて求める。入射X線にはCo-K線源を用い、フェライトの(200)、(211)、(220)面とオーステナイトの(200)、(220)、(311)面の強度比から残留オーステナイトの体積率を計算する。ここで、残留オーステナイトはランダムに分布しているので、X線回折で求めた残留オーステナイトの体積率は、残留オーステナイトの面積率とすることができる。

【0056】

鋼板表面のPの表面濃化部の表面濃化量はGDS（島津製作所製）を使用して、Arガス圧力：600Pa、高周波出力：35W、測定時間間隔：0.1s、測定時間：150sの条件で、深さ方向（板厚方向）へのスパッタリング分析を行う。そして、Pの表面濃化量を測定し、事前に求めた検量線により、鋼板表面から板厚方向 $1\mu\text{m}$ 以内のPの最大濃度[P_m]を求める。ここで、なお、この測定条件においては表面からの測定位置 d (μm)はスパッタ時間 t_s を用いて $d = t_s / 1.7$ (μm)の式で得られる。

30

本発明では、図1に示すように、上記の150sの測定時間の中で、最も高いPの強度値を検量線によりmass%に換算した値を最大濃度([P_m])とする。

このmass%への換算方法としては、既知のP量を有する標準材を用い、同条件で測定して得られるデータにおいて、GDSで得られるP元素の強度(Intensity)とP量の相関を決定し、これにより測定した実施例のPの強度を濃度に換算する。

40

図1中、 P_i は、鋼板中のP含有量(質量%)である。

【0057】

(鋼板の製造方法)

次に、本発明の鋼板の製造方法について説明する。

<第一実施形態>

本発明の第一実施形態の鋼板の製造方法は、前述した成分組成を有する鋼スラブに対して熱間圧延、酸洗および冷間圧延を施した後、得られた冷延鋼板に対して、焼鈍を行う鋼板の製造方法であり、上記焼鈍は、上記冷延鋼板に対して、露点が -40 以下の炉内雰囲気において、 A_{c1} 点 $+20$ 以上 A_{c3} 点以下であり、かつ、式(3)で算出される T_c 以上の均熱温度に加熱し、上記均熱温度において30~500s保持する均熱保持工程

50

と、上記均熱温度から350～550の第一冷却停止温度までの温度範囲を第一平均冷却速度：2～50 / sとして上記第一冷却停止温度まで冷却する第一冷却工程と、第一冷却停止温度で冷却を停止した後に、350～550の温度範囲で10～60s滞留させた後、200～420の第二冷却停止温度まで第二平均冷却速度：2～50 / sで冷却を行う第二冷却工程と、上記第二冷却停止温度で60～3000s保持を行う等温保持工程と、を含む、鋼板の製造方法である。

$$T_c(\quad) = 663 - 1.2 \times \exp(20/t) \times T_{dp} \quad \dots \text{式(3)}$$

ここで、tは上記均熱温度における保持時間(均熱保持時間)(s)、 T_{dp} は露点()を示す。

【0058】

<熱間圧延>

鋼スラブを熱間圧延する方法には、スラブを加熱後圧延する方法、連続鋳造後のスラブを加熱することなく直接圧延する方法、連続鋳造後のスラブに短時間加熱処理を施して圧延する方法などがある。熱間圧延は、常法にしたがって実施すればよく、例えば、スラブ加熱温度は1100以上とすればよい。また、スラブ加熱温度は1300以下とすればよい。また、均熱温度は20min以上とすればよい。また、均熱温度は300min以下とすればよい。また、仕上圧延温度は A_{r3} 変態点以上とすればよい。また、仕上圧延温度は A_{r3} 変態点+200以下とすればよい。また、巻取温度は400以上とすればよい。また、巻取温度は720以下とすればよい。巻取温度は、板厚変動を抑制し高い強度を安定して確保する観点から制御することが好ましい。具体的には、巻取温度は、430以上することが好ましい。また、巻取温度は530以下とすることが好ましい。

なお、 A_{r3} 変態点は鋼板の成分と下記の経験式(A)から算出することができる。

$$A_{r3} \text{点}(\quad) = 910 - 310 \times [C] - 80 \times [Mn] - 20 \times [Cu] - 15 \times [Cr] - 55 \times [Ni] - 80 \times [Mo] \quad \dots \text{式(A)}$$

(上記式中、[M]は、鋼スラブ中の元素Mの含有量(質量%)であり、含有しない元素の値は零(0)とする。)

【0059】

<酸洗>

酸洗は常法に従って行えばよい。

【0060】

<冷間圧延>

冷間圧延は常法に従って行えばよく、圧延率(累積圧延率)を30%以上とすればよい。また、圧延率(累積圧延率)は85%以下とすればよい。圧延率は、高い強度を安定して確保し、異方性を小さくする観点から制御することが好ましい。具体的には圧延率は35%以上とすることが好ましい。なお、圧延荷重が高い場合は、450～730でCAL(連続焼鈍ライン)またはBAF(箱焼鈍炉)にて軟質化の焼鈍処理をすることが可能である。

【0061】

<焼鈍>

常法に従って製造した冷延鋼板(冷間圧延鋼板)について、以下の条件で焼鈍を行う。焼鈍設備は特に限定されないが、生産性、および所望の加熱速度および冷却速度を確保するという観点から、連続焼鈍ライン(CAL)で実施することが好ましい。

【0062】

[均熱保持工程：露点が-40以下の炉内雰囲気において、 A_{c1} 点+20以上 A_{c3} 点以下であり、かつ、 T_c 以上の均熱温度に加熱し、均熱温度において30～500s保持]

露点は、焼鈍中の鋼板表面における酸化物形成に影響し、露点が-40超となると、鋼板表面に形成する酸化物量が過度に増加するため、化成処理性を劣化させ、本開示の技術では化成処理性を満足することができない。このため、露点は-40以下とする。

10

20

30

40

50

下限は特に限定されないが、露点は、 -70 以上とすることが好ましく、 -60 以上とすることがより好ましい。

【0063】

本発明で得られる鋼板は軟質なフェライト組織を含み、もって延性を改善している。このため、均熱温度はフェライトが形成される A_{c1} 点 + 20 以上 A_{c3} 点以下とする。

【0064】

さらに、均熱温度を T_c () 以上とすることで、鋼板表面に形成される P の表面濃化部における P の表面濃化量を本発明で規定する量を確保することができる。 T_c は式 (3) において露点と均熱保持時間から算出される。

$$T_c () = 663 - 1.2 \times \exp(20/t) \times T_{dp} \quad \dots \text{式(3)}$$

ここで、 t は均熱温度における保持時間 (s)、 T_{dp} は露点 () を示す。

均熱温度が T_c () 未満では所定の P の表面濃化量を確保できず、化成処理性が劣化する。このため、露点が -40 以下の炉内雰囲気において、均熱温度は、 A_{c1} 点 + 20 以上 A_{c3} 点以下で、かつ T_c () 以上とする。

【0065】

また、上記均熱温度で保持する時間 (均熱保持時間) が 30 秒未満であると、上記均熱温度におけるオーステナイトの形成が十分に行われず、ポリゴナルフェライトが多くなり、所望の上部ベイナイト、焼戻しマルテンサイトおよび下部ベイナイトの合計面積率が得られず、所望の強度が得られない場合や、残留オーステナイトを十分に得ることができず、所望の延性が確保されない場合がある。

一方、上記均熱温度で保持する時間 (均熱保持時間) が 500 秒を超えであると、組織の粗大化が顕著に生じるため、所望の強度を確保できない場合がある。

よって、上記焼鈍温度で保持する時間 (均熱時間) は、 $30 \sim 500$ 秒とする。

均熱温度で保持する時間 (均熱時間) は、好ましくは、 60 秒以上であり、より好ましくは 100 秒以上である。また、均熱温度で保持する時間 (均熱時間) は、好ましくは、 400 秒以下であり、より好ましくは 300 秒以下である。

【0066】

なお、上記 A_{c1} および A_{c3} は、以下の式 (4) および式 (5) の経験式から得られる A_{c1} および A_{c3} を用いればよい。

$$A_{c1} = 723 + 22 \times [C] - 18 \times [Si] + 17 \times [Cr] + 4.5 \times [Mo] + 16 \times [V] \quad \dots \text{式(4)}$$

$$A_{c3} = 910 - 203 \times ([C])^{1/2} + 44.7 \times [Si] - 30 \times [Mn] + 700 \times [P] + 400 \times [sol. Al] - 20 \times [Cu] + 31.5 \times [Mo] + 104 \times [V] + 400 \times [Ti] \quad \dots \text{式(5)}$$

ここで、 $[M]$ は各元素の質量%である。

【0067】

[第一冷却工程：均熱温度から $350 \sim 550$ の第一冷却停止温度までの温度範囲を第一平均冷却速度： $2 \sim 50$ / s として第一冷却停止温度まで冷却]

A_{c1} 点 + 20 以上 A_{c3} 点以下で、かつ、 T_c 以上である均熱温度での保持後 (上記均熱保持工程後)、上記均熱温度から $350 \sim 550$ の第一冷却停止温度までの温度範囲を第一平均冷却速度： $2 \sim 50$ / s で冷却する。

2 / s を下回ると冷却中のフェライト変態が過度に進み、所望のポリゴナルフェライト量が得られないため、第一平均冷却速度は 2 / s 以上とする。第一平均冷却速度は、好ましくは 5 / s 以上である。

一方、第一平均冷却速度が大きくなりすぎると、板形状が悪化するので、 50 / s 以下とする。第一平均冷却速度は、好ましくは 40 / s 以下であり、より好ましくは 30 / s 未満である。

ここで、第一平均冷却速度とは、「(均熱温度 () - 第一冷却停止温度 ()) / 均熱温度から第一冷却停止温度までの冷却時間 (秒)」である。

【0068】

10

20

30

40

50

[第二冷却工程 (1) : 第一冷却停止温度で冷却を停止した後に、350 ~ 550 の滞留温度で10 s以上60 s以下滞留]

上記の第一冷却停止温度以下、かつ350 から550 までの温度範囲 (滞留温度) において、上部ベイナイトを形成させ、所定の残留オーステナイトを得ることができ、所望の延性が得られる。ベイナイト変態は潜伏期間があり、所望の量のベイナイトを得るためには、当該温度に一定時間滞留させなければならない。滞留開始温度 (= 第一冷却停止温度) と滞留終了温度を含む滞留温度域が350 ~ 550 の範囲から外れる場合、および/または滞留させる時間 (以下、滞留時間とも記す) が10 s未満であると所望の量のベイナイトが得られず、残留オーステナイトの形成が抑制され、所望の延性が得られない。一方、滞留時間が60 sを超えると、ベイナイトから塊状の未変態 へのCの濃化が進行し、塊状の焼き入れマルテンサイト組織の残存量の増加を招き、 の低下が懸念される。したがって、滞留時間は10 s以上60 s以下とする。この滞留時間は、好ましくは20 s以上である。また、この滞留時間は、好ましくは50 s以下である。

【0069】

なお、所望の特性に応じて、第二冷却工程 (1) は省略することができ、その場合は $A_{c1} + 20$ 以上 A_{c3} 以下で、かつ T_c 以上の均熱温度に加熱し、前記均熱温度において30 ~ 500 s保持する均熱保持工程後、第二冷却工程 (2) における処理を行えばよい。第二冷却工程 (1) を省略する製造方法については、後述の第二実施形態において説明する。

【0070】

[第二冷却工程 (2) : 200 ~ 420 の第二冷却停止温度まで第二平均冷却速度 : 2 ~ 50 / s で冷却]

上記滞留後、過度にベイナイト変態が進行しないように速やかに冷却する必要がある。上記滞留終了温度から200 以上420 以下の第二冷却停止温度までの温度範囲の平均冷却速度 (第二平均冷却速度) が2 / s未満の場合、ベイナイト変態が過度に進行することで、残留オーステナイトが過度に増加し、また、所望するマルテンサイトの量が確保されず、強度低下を招く場合がある。第二平均冷却速度が2 / s未満の場合、所望の延性や穴広げ性が得られない場合もある。

よって、滞留終了温度から200 以上420 以下の第二冷却停止温度までの温度範囲の第二平均冷却速度を2 / s以上とする。第二平均冷却速度は、好ましくは5 / s以上であり、より好ましくは8 / s以上とする。

この温度範囲の冷却速度が大きくなりすぎると、板形状が劣化するので、この温度範囲の冷却速度 (第二平均冷却速度) は50 / s以下とする。好ましくは40 / s以下である。

第二冷却停止温度が420 を超えると焼戻しマルテンサイトあるいは下部ベイナイトが所定の面積率にならず、焼鈍後の焼き入れマルテンサイトの面積率が増加することで、穴広げ性が劣化する。このため、第二冷却停止温度は420 以下とする。第二冷却停止温度は、好ましくは400 以下である。

一方、第二冷却停止温度が200 未満となると、マルテンサイトの焼戻し効果が十分に得られず、焼き入れマルテンサイトが増加するのみならず、残留 へのC濃化が抑制され、延性を劣化させる。このため、第二冷却停止温度は200 以上とする。第二冷却停止温度は、好ましくは220 以上である。

ここで、第二平均冷却速度とは、「滞留終了温度 () - 第二冷却停止温度 () / 滞留終了温度から第二冷却停止温度までの冷却時間 (秒) 」である。

【0071】

[等温保持工程 : 第二冷却停止温度で60 ~ 3000 s保持]

第二冷却停止温度での保持では形成したマルテンサイトの焼戻し処理による強度調整と残留 へのC濃化を促進する観点から実施する。60 s未満では焼戻しが不十分で強度の高いマルテンサイトが形成され、また、残留 へのC濃化が抑制されるため、所望の強度と延性が確保されない場合がある。

10

20

30

40

50

一方、第二冷却停止温度での保持時間が3000s超となると、マルテンサイトの焼戻しが過度に生じ、所望の強度を確保することができない場合がある。また、第二冷却停止温度での保持時間が3000s超となると、残留オーステナイトの分解反応が促進されるため、所望の残留オーステナイトの体積率を得られず、所望の延性が得られない。

従って、第二冷却停止温度での保持時間は60s以上3000s以下とする。第二冷却停止温度での保持時間は、好ましくは100s以上であり、より好ましくは150s以上である。また、第二冷却停止温度での保持時間は、好ましくは2500s以下であり、より好ましくは2000s以下である。

【0072】

<第二実施形態>

本発明の第二実施形態の鋼板の製造方法は、前述した成分組成を有する鋼スラブに対して熱間圧延、酸洗および冷間圧延を施した後、得られた冷延鋼板に対して、焼鈍を行う鋼板の製造方法であり、上記焼鈍は、上記冷延鋼板に対して、露点が-40℃以下の炉内雰囲気において、 A_{c1} 点+20℃以上 A_{c3} 点以下であり、かつ、式(3)で算出される T_c 以上の均熱温度に加熱し、上記均熱温度において30~500s保持する均熱保持工程と、上記均熱温度から200~420℃の冷却停止温度まで平均冷却速度：2~50℃/sで冷却を行う冷却工程と、上記冷却停止温度で60~3000s保持を行う等温保持工程と、を含む、鋼板の製造方法である。

$$T_c(\text{℃}) = 663 - 1.2 \times \exp(20/t) \times T_{dp} \quad \dots \text{式(3)}$$

ここで、 t は上記均熱温度における保持時間(s)、 T_{dp} は露点(℃)を示す。

【0073】

第二実施形態において、熱間圧延、酸洗、冷間圧延、焼鈍の均熱保持工程における処理は第一実施形態と同様の条件で行うことができる。

また、第二実施形態では、第一実施形態の焼鈍における第一冷却工程における処理を省略することができる。

また、第二実施形態では、焼鈍における冷却工程が、第一実施形態の焼鈍における第二冷却工程に対応するが、本実施形態の冷却工程では、第一実施形態の第二冷却工程における滞留処理(350~550℃の温度範囲で10~60sの滞留)を省略することができる。また、第二実施形態の焼鈍における等温保持工程は、第一実施形態の焼鈍における等温保持工程と比し、第二冷却停止温度を冷却停止温度としている点以外は、実質的に同様の条件とすることができる。

以下、本実施形態では、焼鈍における冷却工程について主に説明する。

【0074】

[冷却工程：200~420℃の冷却停止温度まで平均冷却速度：2~50℃/sで冷却]

上記均熱保持工程における処理後、過度にベイナイト変態が進行しないように速やかに冷却する必要がある。上記均熱温度から200℃以上420℃以下の冷却停止温度までの温度範囲の平均冷却速度が2℃/s未満の場合、ベイナイト変態が過度に進行して、所望する焼入れマルテンサイトの量が確保されず、強度低下を招く場合がある。また、平均冷却速度が2℃/s未満の場合、ベイナイト変態に伴うC濃化が過度に進行することで、硬質なフレッシュマルテンサイトが増加し、所望の穴広げ性が得られない場合がある。

よって、均熱温度から200℃以上420℃以下の冷却停止温度までの温度範囲の平均冷却速度を2℃/s以上とする。平均冷却速度は、好ましくは5℃/s以上であり、より好ましくは8℃/s以上とする。

この温度範囲の冷却速度が大きくなりすぎると、板形状が劣化するので、この温度範囲の冷却速度(平均冷却速度)は50℃/s以下とする。好ましくは40℃/s以下である。冷却停止温度が420℃を超えると、炭化物の形成が顕著に生じ、残留C濃化を確保できず、延性が劣化する。このため、冷却停止温度は420℃以下とする。

一方、冷却停止温度が200℃未満となると、マルテンサイトの焼戻し効果が十分に得られず、焼入れマルテンサイトが増加するのみならず、残留C濃化が抑制され、延性

10

20

30

40

50

を劣化させる。このため、冷却停止温度は200以上とする。

ここで、平均冷却速度とは、「均熱温度() - 冷却停止温度() / 均熱温度から冷却停止温度までの冷却時間(秒)」である。

【0075】

[板厚]

以上のようにして得られる本発明の鋼板は、板厚は0.5mm以上とすることが好ましい。また、板厚は3.0mm以下とすることが好ましい。

【0076】

(部材および部材の製造方法)

次に、本発明の部材およびその製造方法について説明する。

10

【0077】

本発明の部材は、本発明の鋼板に対して、成形加工、接合加工の少なくとも一方を施してなるものである。また、本発明の部材の製造方法は、本発明の鋼板に対して、成形加工、接合加工の少なくとも一方を施して部材とする工程を含む。

【0078】

本発明の鋼板は、引張強さが780MPa以上であり、優れた延性、穴広げ性および化成処理性を有している。そのため、本発明の鋼板を用いて得た部材も引張強さが780MPa以上であり、優れた延性、穴広げ性および化成処理性を有する。また、本発明の部材を用いれば、軽量化が可能である。したがって、本発明の部材は、例えば、車体骨格部品に好適に用いることができる。

20

【0079】

成形加工は、プレス加工等の一般的な加工方法を制限なく用いることができる。また、接合加工は、スポット溶接、アーク溶接等の一般的な溶接や、リベット接合、かしめ接合等を制限なく用いることができる。

【実施例】

【0080】

<実施例1>

表1に示す成分組成を有する連続鋳造により製造したスラブを1200に加熱し、均熱時間は200minとし、仕上げ圧延温度は860以上とし、巻取り温度を550とする熱間圧延工程後、50%の圧延率で冷間圧延して製造した板厚1.4mmの冷延鋼板を、表2に示す焼鈍条件で処理し、本発明の鋼板と比較例の鋼板とを製造した。

30

【0081】

40

50

【 表 1 】

鋼番	成分組成(質量%)										[Si]/[Mn]	備考
	C	Si	Mn	P	S	sol.Al	N	others				
A	0.082	0.35	2.11	0.012	0.0033	0.034	0.0028	-			0.17	適合鋼
B	0.058	0.55	3.11	0.007	0.0022	0.033	0.0033	Ti:0.015, B:0.0009			0.18	適合鋼
C	0.144	0.72	2.66	0.017	0.0029	0.041	0.0021	Nb:0.050			0.27	適合鋼
D	0.122	1.42	4.11	0.011	0.0022	0.025	0.0036	Ca:0.0035, Sb:0.070			0.35	適合鋼
E	0.219	0.66	2.43	0.008	0.0034	0.000	0.0029	Ti:0.022, Ni:0.06, Cr:0.07			0.27	適合鋼
F	0.092	0.63	2.65	0.006	0.0032	0.188	0.0028	V:0.060, Mo:0.4, Mg:0.0033			0.24	適合鋼
G	0.123	1.21	3.66	0.018	0.0022	0.033	0.0033	Ti:0.014, Sn:0.060, REM:0.0022			0.33	適合鋼
H	0.223	0.44	3.48	0.024	0.0052	0.331	0.0041	Cu:0.54			0.13	適合鋼
I	0.175	0.77	3.85	0.019	0.0033	0.032	0.0033	-			0.20	適合鋼
J	0.155	0.39	1.65	0.022	0.0022	0.038	0.0074	-			0.24	適合鋼
K	0.119	0.55	2.33	0.009	0.0046	0.042	0.0065	-			0.24	適合鋼
L	0.042	0.88	2.56	0.019	0.0044	0.032	0.0019	-			0.34	比較鋼
M	0.262	0.94	3.19	0.016	0.0032	0.028	0.0016	-			0.29	比較鋼
N	0.121	0.27	2.01	0.016	0.0036	0.029	0.0042	-			0.13	比較鋼
O	0.164	1.52	4.46	0.008	0.0071	0.033	0.0052	-			0.34	比較鋼
P	0.139	0.32	1.44	0.011	0.0039	0.024	0.0032	-			0.22	比較鋼
Q	0.102	0.91	4.62	0.009	0.0024	0.122	0.0028	-			0.20	比較鋼
R	0.165	0.88	2.42	0.006	0.0033	0.036	0.0110	-			0.36	比較鋼
S	0.097	0.46	2.32	0.002	0.0029	0.045	0.0088	-			0.20	比較鋼
U	0.105	0.54	2.77	0.020	0.0022	1.050	0.0029	-			0.19	比較鋼
V	0.119	0.72	2.61	0.013	0.0036	0.022	0.0180	-			0.28	比較鋼

・上記以外の残部はFeおよび不可避免的の不純物である。
 ※下線は本発明範囲外を意味する。

【 0 0 8 2 】

鋼組織の測定は、以下の方法で行った。測定結果は表3に示す。

ポリゴナルフェライト、上部ベイナイト、焼戻しマルテンサイト、下部ベイナイト、焼入れマルテンサイト(フレッシュマルテンサイト)の面積率の測定は、圧延方向と平行な板厚断面を切り出し、鏡面研磨した後、1vol%ナイトールにて腐食し、1/4厚み位置で、SEMで5000倍にて25μm×20μmの範囲を10視野観察し、撮影した組織写真を画像解析で定量化した。

ポリゴナルフェライトは内部に殆ど炭化物を伴わず、比較的等軸なフェライトを対象とする。SEMでは最も黒色に見える領域である。

10

20

30

40

50

上部ベイナイトは、内部にSEMでは白色に見える炭化物または残留オーステナイトの生成を伴うフェライト組織である。なお上部ベイナイトとポリゴナルフェライトの識別が難しい場合は、アスペクト比 2.0 の形態のフェライトの領域をポリゴナルフェライトとし、アスペクト比 > 2.0 の領域を上部ベイナイトに分類し面積率を算出した。ここで、アスペクト比は、粒子長さが最も長くなる長軸長さ a を求め、それに垂直な方向で最も粒子を長く横切るときの粒子長さを短軸長さ b とし、 a/b をアスペクト比とした。

焼戻しマルテンサイトおよび下部ベイナイトは、SEMでは内部にラス状の下部組織と炭化物の析出を伴う領域である。

焼入れマルテンサイト（フレッシュマルテンサイト）は、SEMでは内部に下部組織が見えずに白く見える塊状の領域である。

残部組織は、未再結晶フェライト、炭化物およびパーライトのうちの少なくとも1つを含む組織のことであり、SEMでは未再結晶フェライトは圧延加工により導入された変形組織を含む黒色のコントラストのフェライトとして確認することができる。また、炭化物およびパーライトは、白いコントラストで確認することができる組織である。炭化物は粒子径が $1 \mu\text{m}$ 以下の組織であり、また、パーライトはラメラ（層）状の組織であることから区別することが可能である。

【0083】

残留オーステナイトの体積率は、表層から $1/4$ 厚み位置を化学研磨し、X線回折にて求める。入射X線にはCo-K線源を用い、フェライトの (200) 、 (211) 、 (220) 面とオーステナイトの (200) 、 (220) 、 (311) 面の強度比から残留オーステナイトの体積率を計算した。

【0084】

得られた鋼板より、JIS5号引張試験片を採取し、引張試験（JIS Z2241（2011）に準拠）を $N=3$ で実施した。各評価については、3点の平均値に基づいて行った。引張強度が 780MPa 以上である鋼板を強度に優れると判断した。

全伸びELはTS： 780MPa 以上では 16.0% 以上、TS： 980MPa 以上では 14.0% 以上、TS： 1180MPa 以上では 12.0% 以上を延性に優れると判断した。

また、JFST1001の規定に準拠した穴広げ試験を $N=3$ で実施し、穴広げ率（ $\%$ ） $(=\{(d-d_0)/d_0\} \times 100)$ の平均を算出し、 30% 以上を穴広げ性に優れると判断した。

測定結果を表3に示す。

【0085】

焼鈍後の鋼板に対して、鋼板表面のPの表面濃化部の表面濃化量はGDS（島津製作所製）を使用して、Arガス圧力： 600Pa 、高周波出力： 35W 、測定時間間隔： 0.1s 、測定時間： 150s の条件で、深さ方向へのスパッタリング分析を行い、表層近傍（鋼板表面から板厚方向 $1 \mu\text{m}$ 以内）のPの最大濃度を測定した。本測定では、 $0.005 \sim 0.020$ 質量%の種々のP含有量を有する標準材によりPの検量線を求めた。

【0086】

焼鈍後の鋼板に対して、脱脂、表面調整を行い、その後にリン酸亜鉛化成処理液を用いて化成処理を行った。具体的には、脱脂工程：処理温度； 40 、処理時間； 120 秒、スプレー脱脂、表面調整工程：pH 9.5 、処理温度；室温、処理時間； 20 秒、化成処理工程：化成処理液の温度； 35 、処理時間； 120 秒で化成処理を行った。なお、脱脂工程、表面調整工程、化成処理工程夫々における、処理剤として、順に、日本パーカライジング社製の脱脂剤：FC-E2011、表面調整剤：PL-X、及び化成処理液：パルボンドPB-L3065を用いた。倍率： 1000 倍にて5視野（ $50000 \mu\text{m}^2$ 以上の領域）でSEM観察することで表面化成組織を観察し、地鉄が露出する領域が全領域に対して 10% 未満であるものを○、 10% 以上であるものを×として評価した。その結果を表3に示す。

【0087】

10

20

30

40

50

【表 2】

No.	鋼番	焼鈍														備考
		露点 T _{dp} (°C)	均熱 温度 T (°C)	均熱 時間 t (s)	Ac1 (°C)	Ac3 (°C)	T _c (°C)	滞留 の有無	第一 平均 冷却 速度 (°C/s)	滞留開始 温度 (第一冷却 停止温度) (°C)	滞留 終了 温度 (°C)	滞留 時間 (sec)	第二 平均 冷却 速度 (°C/s)	第二 冷却 停止 温度 (°C)	第二 冷却停止 温度 における 保持時間 (s)	
<u>1</u>	A	-50	760	350	719	826	727	有	5	<u>560</u>	380	30	10	300	100	比較例
<u>2</u>	A	-50	780	350	719	826	727	有	5	560	380	30	<u>1</u>	300	100	比較例
3	A	-50	780	200	719	826	729	有	5	400	380	30	10	300	100	発明例
4	A	-65	<u>745</u>	150	719	826	752	有	5	400	380	30	10	300	100	比較例
5	B	-55	785	100	714	816	744	有	5	400	380	30	20	300	200	発明例
<u>6</u>	B	-55	<u>720</u>	120	714	816	741	有	5	400	380	30	20	300	200	比較例
7	B	-55	785	140	714	816	739	有	5	400	380	30	20	300	200	発明例
<u>8</u>	C	-50	<u>820</u>	200	713	814	729	有	5	450	420	30	5	300	600	比較例
9	C	-50	790	200	713	814	729	有	5	450	420	30	5	300	600	発明例
10	C	-50	790	490	713	814	725	有	5	450	402	30	5	300	600	発明例
<u>11</u>	D	-40	780	<u>25</u>	700	797	770	有	5	450	420	30	10	400	500	比較例
<u>12</u>	D	-40	780	200	700	797	716	有	<u>1</u>	450	420	30	10	400	500	比較例
13	D	-40	780	200	700	797	716	有	5	450	420	30	10	400	500	発明例
14	E	-40	760	200	717	786	716	有	5	500	450	30	20	400	400	発明例
<u>15</u>	E	-50	770	200	717	786	729	有	5	500	450	30	20	<u>180</u>	400	比較例
16	E	-50	760	200	717	786	729	有	5	500	450	30	20	350	400	発明例
<u>17</u>	F	-45	820	120	716	895	727	有	5	380	<u>330</u>	<u>5</u>	10	320	600	比較例
18	F	-45	820	180	716	895	723	有	5	380	360	30	10	350	600	発明例
<u>19</u>	G	-45	780	400	704	814	720	有	10	380	360	<u>75</u>	20	300	300	比較例
20	G	-45	780	400	704	814	720	有	10	380	360	60	20	300	300	発明例
21	G	-45	780	400	704	814	720	有	10	380	360	50	20	300	300	発明例
22	H	-45	840	450	720	868	719	有	10	450	420	40	10	250	1800	発明例
23	H	-50	840	400	720	868	726	有	10	450	420	40	10	250	1800	発明例
24	H	-55	840	450	720	868	732	有	10	450	420	40	10	250	1800	発明例
<u>25</u>	I	-50	750	150	713	770	732	有	20	<u>330</u>	<u>310</u>	40	15	220	1500	比較例
26	I	-50	750	150	713	770	732	有	20	450	420	40	15	220	1500	発明例
<u>27</u>	I	-50	750	150	713	770	732	有	20	450	420	40	15	220	<u>3200</u>	比較例
<u>28</u>	J	-50	810	150	719	829	732	有	45	<u>580</u>	<u>560</u>	40	30	350	600	比較例
29	J	-50	800	150	719	829	732	有	45	400	380	40	30	350	600	発明例
30	J	-50	790	150	719	829	732	有	45	400	380	40	30	350	600	発明例
<u>31</u>	K	-55	800	150	716	818	738	有	40	450	420	40	10	<u>450</u>	500	比較例
32	K	-55	800	150	716	818	738	有	40	450	420	40	10	300	500	発明例
<u>33</u>	K	<u>-35</u>	800	150	716	818	711	有	40	450	420	40	<u>1</u>	300	500	比較例
<u>34</u>	L	-50	790	200	708	857	729	有	15	400	380	30	5	300	300	比較例
35	M	-50	770	200	712	775	729	有	15	400	380	30	5	300	300	比較例
<u>36</u>	N	-50	790	200	721	814	729	有	15	400	380	30	5	300	300	比較例
37	O	-50	750	200	699	781	729	有	15	400	380	40	5	300	300	比較例
38	P	-50	790	200	720	823	729	有	15	400	380	40	5	300	300	比較例
39	Q	-50	790	200	709	802	729	有	15	400	380	40	5	300	300	比較例
<u>40</u>	R	-50	790	200	711	813	729	有	15	400	380	40	5	300	300	比較例
<u>41</u>	S	-50	790	200	717	817	729	有	15	400	380	40	5	300	300	比較例

※下線は本発明範囲外を意味する。

【 0 0 8 8 】

10

20

30

40

50

【表 3】

No.	鋼番	組織							特性				備考
		ポリゴナル フェライト 面積率 (%)	上部B・ 焼戻しM・ 下部Bの 合計面積率 (%)	残留 γ 体積率 (%)	焼入れ M 面積率 (%)	残部 組織 (%)	表面P 最大濃度 (mass%)	[Pm]/[P]	引張強度 TS (MPa)	延性 EL (%)	穴広げ 性 (%)	化成 処理性	
1	A	57	28	1	14	0	0.054	4.5	795	15.3	32	○	比較例
2	A	44	33	16	7	0	0.048	4.0	788	22.1	27	○	比較例
3	A	51	28	8	13	0	0.068	5.7	822	24.0	35	○	発明例
4	A	59	23	6	12	0	0.015	1.3	805	24.6	38	×	比較例
5	B	49	33	4	14	0	0.062	8.9	850	23.6	36	○	発明例
6	B	18	28	2	11	41	0.016	2.3	809	13.2	19	×	比較例
7	B	44	34	11	11	0	0.044	6.3	822	26.2	37	○	発明例
8	C	8	68	11	13	0	0.042	2.5	1322	11.2	38	○	比較例
9	C	47	32	12	9	0	0.089	5.2	999	17.6	36	○	発明例
10	C	36	57	5	2	0	0.076	4.5	799	26.3	33	○	発明例
11	D	78	8	2	12	0	0.042	3.8	755	19.1	31	○	比較例
12	D	82	8	2	8	0	0.047	4.3	772	18.5	39	○	比較例
13	D	39	44	5	12	0	0.038	3.5	1021	15.9	32	○	発明例
14	E	44	36	8	12	0	0.029	3.6	1032	15.9	33	○	発明例
15	E	15	72	2	11	0	0.031	3.9	1144	12.8	35	○	比較例
16	E	36	40	11	13	0	0.027	3.4	1231	14.9	30	○	発明例
17	F	44	43	2	11	0	0.035	5.8	1110	12.2	34	○	比較例
18	F	29	55	6	10	0	0.039	6.5	1034	16.7	31	○	発明例
19	G	32	42	5	21	0	0.042	2.3	880	16.8	22	○	比較例
20	G	44	39	6	11	0	0.029	1.6	1053	17.2	31	○	発明例
21	G	59	25	6	10	0	0.031	1.7	1011	16.2	32	○	発明例
22	H	29	53	8	10	0	0.059	2.5	1216	13.4	34	○	発明例
23	H	32	57	3	8	0	0.066	2.8	1225	14.1	31	○	発明例
24	H	41	39	12	8	0	0.078	3.3	1271	14.3	32	○	発明例
25	I	55	30	2	13	0	0.045	2.4	1239	11.1	34	○	比較例
26	I	62	21	4	13	0	0.034	1.8	1270	13.8	36	○	発明例
27	I	64	25	1	10	0	0.041	2.2	1166	10.5	33	○	比較例
28	J	53	31	1	9	0	0.089	4.0	1033	13.4	37	○	比較例
29	J	52	30	8	10	0	0.077	3.5	1024	18.2	33	○	発明例
30	J	54	31	4	11	0	0.054	2.5	1021	17.6	35	○	発明例
31	K	52	29	3	16	0	0.029	3.2	811	22.2	28	○	比較例
32	K	39	43	5	13	0	0.035	3.9	999	18.8	31	○	発明例
33	K	38	44	2	16	0	0.042	4.7	1036	13.2	28	×	比較例
34	L	40	45	2	13	0	0.037	1.9	805	15.5	34	○	比較例
35	M	52	27	8	13	0	0.044	2.8	1321	11.6	24	○	比較例
36	N	43	43	2	12	0	0.040	2.5	1056	13.3	35	○	比較例
37	O	39	41	8	12	0	0.032	4.0	1211	13.9	33	×	比較例
38	P	85	10	2	3	0	0.033	3.0	725	22.8	41	○	比較例
39	Q	38	36	2	24	0	0.046	5.1	1066	12.2	28	○	比較例
40	R	59	22	7	12	0	0.043	7.2	1222	13.5	30	×	比較例
41	S	55	27	6	12	0	0.015	7.5	812	25.8	30	×	比較例

10

20

30

【0089】

表2、3に示す本発明例は、強度、延性、穴広げ性および化成処理性に優れているのに対して、比較例はいずれかが劣っていた。

【0090】

<実施例2>

表1に示す成分組成を有する連続鋳造により製造したスラブを1200に加熱し、均熱時間は200minとし、仕上げ圧延温度は860以上とし、巻取り温度を550とする熱間圧延工程後、50%の圧延率で冷間圧延して製造した板厚1.4mmの冷延鋼板を、表4に示す焼鈍条件で処理し、本発明の鋼板と比較例の鋼板とを製造した。実施例1と同様の評価を実施した。その結果を表5に示す。

【0091】

40

50

【表 4】

No.	鋼番	焼鈍										備考
		露点 Tdp (°C)	均熱 温度 T (°C)	均熱 時間 t (s)	Ac1 (°C)	Ac3 (°C)	Tc (°C)	滞留 の有 無	平均 冷却 速度 (°C/s)	冷却 停止 温度 (°C)	冷却停止 温度 における 保持時間 (s)	
42	A	-50	760	300	719	826	727	無	10	300	100	発明例
<u>43</u>	A	-50	780	300	719	826	727	無	10	300	<u>50</u>	比較例
44	A	-50	780	250	719	826	728	無	10	300	100	発明例
<u>45</u>	A	-65	<u>745</u>	200	719	826	749	無	10	300	100	比較例
46	B	-55	785	150	714	816	738	無	40	300	200	発明例
<u>47</u>	B	-55	<u>720</u>	150	714	816	738	無	40	300	200	比較例
48	B	-55	785	150	714	816	738	無	40	300	200	発明例
<u>49</u>	C	-50	<u>820</u>	300	713	814	727	無	5	300	600	比較例
50	C	-50	790	500	713	814	725	無	5	300	600	発明例
<u>51</u>	C	-50	790	<u>520</u>	713	814	725	無	5	300	600	比較例
<u>52</u>	D	-40	780	<u>25</u>	700	797	770	無	10	400	500	比較例
53	D	-40	780	200	700	797	716	無	10	400	500	発明例
54	D	-40	780	50	700	797	735	無	10	400	500	発明例
55	E	-40	760	150	717	786	718	無	20	400	400	発明例
<u>56</u>	E	-50	775	200	717	786	729	無	20	<u>180</u>	400	比較例
57	E	-50	760	250	717	786	728	無	20	350	400	発明例
58	F	-45	820	200	716	895	723	無	10	350	600	発明例
59	G	-45	780	350	704	814	720	無	10	400	300	発明例
60	G	-45	780	350	704	814	720	無	20	400	300	発明例
61	H	-45	840	400	720	868	720	無	10	250	1800	発明例
62	H	-50	840	350	720	868	727	無	10	250	1800	発明例
63	I	-50	750	200	713	770	729	無	15	220	1500	発明例
<u>64</u>	I	-50	750	200	713	770	729	無	15	220	<u>3200</u>	比較例
65	J	-50	810	200	719	829	729	無	30	350	600	発明例
66	J	-50	790	200	719	829	729	無	30	350	600	発明例
<u>67</u>	K	-55	800	150	716	818	738	無	10	<u>450</u>	500	比較例
68	K	-55	800	150	716	818	738	無	10	300	500	発明例
<u>69</u>	K	-55	800	150	716	818	738	無	<u>1</u>	300	500	比較例
<u>70</u>	<u>U</u>	-50	880	200	716	1219	729	無	30	350	600	比較例
<u>71</u>	<u>V</u>	-50	800	200	713	812	729	無	30	350	600	比較例

【 0 0 9 2 】

10

20

30

40

50

【表 5】

No.	鋼 番	組織						特性				備考	
		ポリゴナル フェライト 面積率 (%)	上部B・ 焼戻しM・ 下部Bの 合計面積率 (%)	残留 γ 体積率 (%)	焼入れ M 面積率 (%)	残留 組織 (%)	表面P 最大濃度 (mass%)	[Pm]/[P]	引張強度 TS (MPa)	延性 EL (%)	穴広げ 性 (%)		化成 処理性
42	A	62	20	4	14	0	0.054	4.5	795	23.7	35	○	発明例
43	A	49	28	1	22	0	0.045	3.8	886	14.3	27	○	比較例
44	A	51	28	8	13	0	0.068	5.7	822	22.0	32	○	発明例
45	A	59	23	6	12	0	0.013	1.1	805	22.4	33	×	比較例
46	B	49	33	4	14	0	0.062	8.9	850	20.4	34	○	発明例
47	B	12	29	9	11	39	0.010	1.4	809	13.2	25	×	比較例
48	B	44	34	11	11	0	0.044	6.3	822	22.4	33	○	発明例
49	C	8	68	11	13	0	0.042	2.5	1322	10.2	35	○	比較例
50	C	47	32	12	9	0	0.089	5.2	999	16.6	32	○	発明例
51	C	85	8	5	2	0	0.076	4.5	779	25.6	31	○	比較例
52	D	78	8	2	12	0	0.017	1.5	749	18.8	35	○	比較例
53	D	67	22	4	7	0	0.047	4.3	1054	17.6	32	○	発明例
54	D	39	44	5	12	0	0.038	3.5	1021	15.2	31	○	発明例
55	E	44	36	8	12	0	0.029	3.6	1032	14.9	31	○	発明例
56	E	15	72	2	11	0	0.038	4.8	1144	12.8	33	○	比較例
57	E	36	40	11	13	0	0.027	3.4	1231	13.8	36	○	発明例
58	F	44	40	5	11	0	0.035	5.8	1224	14.8	33	○	発明例
59	G	42	42	5	11	0	0.042	2.3	999	14.9	38	○	発明例
60	G	59	25	6	10	0	0.031	1.7	1011	16.2	31	○	発明例
61	H	29	53	8	10	0	0.059	2.5	1216	12.3	43	○	発明例
62	H	41	39	12	8	0	0.078	3.3	1271	13.2	39	○	発明例
63	I	55	30	4	11	0	0.045	2.4	1239	13.2	32	○	発明例
64	I	64	22	1	13	0	0.041	2.2	1166	12.5	36	○	比較例
65	J	52	30	8	10	0	0.077	3.5	1024	15.3	37	○	発明例
66	J	54	31	4	11	0	0.054	2.5	1021	16.2	38	○	発明例
67	K	48	37	1	11	3	0.029	3.2	823	15.1	38	○	比較例
68	K	39	43	5	13	0	0.044	4.9	999	15.9	33	○	発明例
69	K	38	44	2	16	0	0.036	4.0	1036	13.0	24	○	比較例
70	U	42	40	7	11	0	0.035	1.8	1021	16.1	37	×	比較例
71	V	52	32	5	11	0	0.042	3.2	1005	15.2	22	○	比較例

10

20

30

【0093】

表 4、5 に示す本発明例は、強度、延性、穴広げ性および化成処理性に優れているのに対して、比較例はいずれかが劣っていた。

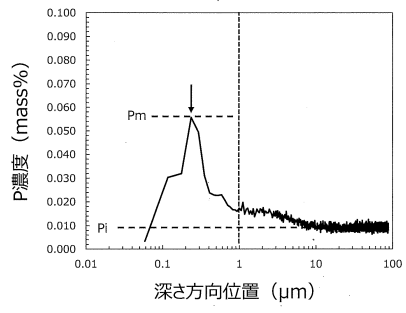
【0094】

また、本発明例の鋼板を用いて、成形加工を施して得た部材、接合加工を施して得た部材は、本発明例の鋼板が強度、延性、穴広げ性および化成処理性に優れていることから、本発明例の鋼板と同様に、強度、延性、穴広げ性および化成処理性に優れていることがわかった。

40

50

【図面】
【図 1】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I
C 2 1 D 9/56 1 0 1 C

東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内

(72)発明者 古谷 真一

東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内

(72)発明者 松井 洋一郎

東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内

審査官 國方 康伸

(56)参考文献

特開2006-083403(JP,A)

特表2019-502819(JP,A)

特開2015-113505(JP,A)

特表2019-531408(JP,A)

国際公開第2022/138396(WO,A1)

国際公開第2023/053908(WO,A1)

国際公開第2023/053909(WO,A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

C 2 2 C 3 8 / 0 0 - 3 8 / 6 0

C 2 1 D 9 / 4 6 - 9 / 4 8