

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7655449号
(P7655449)

(45)発行日 令和7年4月2日(2025.4.2)

(24)登録日 令和7年3月25日(2025.3.25)

(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 38/00	3 0 1 T
C 2 2 C 38/60 (2006.01)	C 2 2 C 38/06	
C 2 1 D 9/46 (2006.01)	C 2 2 C 38/60	
C 2 1 D 9/00 (2006.01)	C 2 1 D 9/46	G
請求項の数 9 (全22頁) 最終頁に続く		

(21)出願番号	特願2024-536977(P2024-536977)	(73)特許権者	000001258
(86)(22)出願日	令和5年9月21日(2023.9.21)		J F E スチール株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2023/034299		東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
(87)国際公開番号	WO2024/070889	(74)代理人	100184859
(87)国際公開日	令和6年4月4日(2024.4.4)		弁理士 磯村 哲朗
審査請求日	令和6年6月18日(2024.6.18)	(74)代理人	100123386
(31)優先権主張番号	特願2022-157397(P2022-157397)		弁理士 熊坂 晃
(32)優先日	令和4年9月30日(2022.9.30)	(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	浅川 大洋
			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	吉岡 真平
			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 8 ~ 0 . 3 5 %、

S i : 0 . 4 ~ 3 . 0 %、

M n : 1 . 5 ~ 3 . 5 %、

P : 0 . 0 2 % 以下、

S : 0 . 0 1 % 以下、

s o l . A l : 1 . 0 % 以下、

N : 0 . 0 1 5 % 以下を含有し、

残部は F e および不可避免的不純物からなる成分組成を有し、

フェライトの面積率：5%以下(0%を含む)であり、

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：70%以上であり、

残留オーステナイトの体積率：5~15%であり、

フレッシュマルテンサイトの面積率：10%以下(0%を含む)である鋼組織を有し、

板幅方向の全伸びの標準偏差が0.9%以下であり、

引張強さ T S が 1 1 8 0 M P a 以上であり、

全伸び E L が 1 1 . 0 % 以上であり、

限界穴拡げ率 が 4 0 % 以上であり、

板幅が 6 0 0 ~ 1 7 0 0 m m である、鋼板。

【請求項 2】

前記成分組成として、以下の (A) および / または (B) を含有する、請求項 1 に記載の鋼板。

(A) 質量%で、

B : 0.01% 以下、

Ti : 0.1% 以下、

Cu : 1% 以下、

Ni : 1% 以下、

Cr : 1.5% 以下、

Mo : 1.0% 以下、

V : 0.5% 以下、

Nb : 0.1% 以下、

Zr : 0.2% 以下および

W : 0.2% 以下

のうちから選択される 1 種または 2 種以上、

(B) 質量%で、

Ca : 0.0040% 以下、

Ce : 0.0040% 以下、

La : 0.0040% 以下、

Mg : 0.0040% 以下、

Sb : 0.1% 以下および

Sn : 0.1% 以下

のうちから選択される 1 種または 2 種以上

【請求項 3】

鋼板表面にめっき層を有する、請求項 1 に記載の鋼板。

【請求項 4】

鋼板表面にめっき層を有する、請求項 2 に記載の鋼板。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の鋼板を用いてなる部材。

【請求項 6】

請求項 1 または 2 に記載の成分組成を有する鋼スラブを、

1100 以上のスラブ加熱温度で 1800 s 以上保持した後、

850 以上の仕上げ圧延温度で仕上げ熱間圧延を行い、

前記仕上げ圧延温度から 650 までの温度域を 40 / s 以上の平均冷却速度で冷却し、

巻取温度を 600 以下とし、かつ巻取時の板幅方向における板幅中央の温度との最大温度差を 50 以下とする条件で巻き取ることで熱延鋼板とする熱間圧延工程と、

前記熱延鋼板を、

30% 以上の圧延率で冷間圧延して冷延鋼板とする冷間圧延工程と、

前記冷延鋼板を、

700 から (Ac₃ - 10) までの温度域を 0.5 / s 以上である平均加熱速度 H

R1 で加熱した後、

(Ac₃ - 10) 以上の焼鈍温度で 30 s 以上保持し、

前記焼鈍温度から、(Ms - 30) 以上、(Ms + 30) 以下である徐冷開始温度 T

1 までの温度域を 10 / s 以上の平均冷却速度 CR1 で冷却し、

前記徐冷開始温度 T1 から、(Ms - 220) 以上、(Ms - 100) 以下である徐

冷停止温度 T2 までの温度域を、1 ~ 10 / s である平均冷却速度 CR2 で冷却し、

前記徐冷停止温度 T2 から、300 以上、450 以下である再加熱保持温度 T3 まで

の温度域を、2 / s 以上である平均加熱速度 HR2 で加熱し、

前記再加熱保持温度 T3 で、20 s 以上、3000 s 以下保持し、

前記再加熱保持温度 T3 から 50 までの温度域を、0.1 / s 以上である平均冷却速

10

20

30

40

50

度 C R 3 で冷却する焼鈍工程と、を含む、
フェライトの面積率：5 % 以下（0 % を含む）であり、
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：70 % 以上であり、
残留オーステナイトの体積率：5 ~ 15 % であり、
フレッシュマルテンサイトの面積率：10 % 以下（0 % を含む）である鋼組織を有し、
板幅方向の全伸びの標準偏差が0.9 % 以下であり、
引張強さ T S が 1 1 8 0 M P a 以上であり、
全伸び E L が 1 1 . 0 % 以上であり、
限界穴拡げ率 が 4 0 % 以上であり、
板幅が 6 0 0 ~ 1 7 0 0 m m である、鋼板の製造方法。

10

【請求項 7】

前記焼鈍工程において、前記焼鈍温度から前記徐冷開始温度 T 1 までの冷却の際、または前記再加熱保持温度 T 3 での再加熱保持の際、溶融めっき処理または合金化溶融めっき処理を行う、請求項 6 に記載の鋼板の製造方法。

【請求項 8】

前記焼鈍工程後、電気めっき処理を行う、請求項 6 に記載の鋼板の製造方法。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の鋼板に、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】

20

【技術分野】**【0001】**

本発明は、自動車、家電等の各種の用途において使用される鋼板、部材およびそれらの製造方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

近年、自動車車体の軽量化を目的に、自動車部材の高強度化が進んでおり、自動車の骨格部品やシート部品では、引張強さ（T S）が 1 1 8 0 M P a 以上の高強度鋼板が適用されている。一般的に、鋼板の延性や穴広げ性は高強度化に伴って低下するため、T S が 1 1 8 0 M P a 以上の鋼板ではプレス成型時の割れが生じやすくなる。

30

【0003】

T S が 1 1 8 0 M P a 以上の高強度鋼板において、優れたプレス成形性を得るためには、鋼板組織を均一な焼戻しマルテンサイトとすることで穴広げ性を向上させることに加え、残留オーステナイトを微細に分散させることで延性を向上させることが重要である。これらの鋼板組織を実現するためには複雑な熱処理が必要となるため、工業的に鋼板の板幅方向で温度ばらつきを抑制することが困難であり、板幅方向の延性のばらつきに起因して、プレス成型の安定性の低下が懸念される。

【0004】

特許文献 1 では、質量 % で、C : 0 . 0 5 ~ 0 . 3 % 、 S i : 0 . 3 ~ 2 . 5 % 、 M n : 0 . 5 ~ 3 . 5 % 、 P : 0 . 0 0 3 ~ 0 . 1 0 0 % 、 S : 0 . 0 2 % 以下、A l : 0 . 0 1 0 ~ 0 . 5 % を含有し、フェライト：20 % 以上、焼戻しマルテンサイト：10 ~ 60 % 、マルテンサイト：0 ~ 10 % 、残留オーステナイト：3 ~ 15 % であり、マルテンサイト、焼戻しマルテンサイト、残留オーステナイトからなる低温変態相の平均結晶粒径が 3 μ m 以下である鋼組織を有する加工性および耐衝撃性に優れた高強度冷延鋼板が開示されている。特許文献 1 に記載の技術では、冷却過程でマルテンサイト変態開始温度（M s）~ マルテンサイト変態完了温度（M f）の間の温度域まで冷却し、その後再加熱保持して残留を安定化させる、所謂、Q & P ; Q u e n c h i n g & P a r t i t i o n i n g（焼入れとマルテンサイトからオーステナイトへの炭素の分配）というプロセスを利用している。近年、このプロセスを利用した、優れた延性と伸びフランジ成形性を有する高強度鋼およびその製造方法の開発が進んでいる。

40

50

【0005】

特許文献2では、質量%で、C：0.05～0.5%、Si：0.01～2.5%、Mn：0.5～3.5%、P：0.003～0.100%、S：0.02%以下、Al：0.010～0.5%を含有し、面積率で0～10%のフェライト、0～10%のマルテンサイト、60～95%の焼戻しマルテンサイトと、X線回折法により求めた割合で5～20%の残留オーステナイトを含む鋼組織を有し、引張強さが1200MPa以上、穴広げ率が50%以上である加工性に優れた高強度鋼板が開示されている。

【0006】

特許文献3では、質量%で、C：0.10%～0.73%、Si：3.0%以下、Mn：0.5%～3.0%、P：0.1%以下、S：0.07%以下、Al：3.0%以下およびN：0.010%以下を含有する鋼板を、オーステナイト単相域または（オーステナイト+フェライト）2相域に加熱後、マルテンサイト変態開始温度 M_s を指標として、 M_s 未満、（ $M_s - 150$ ）以上の温度域に目標とする冷却停止温度を設けて冷却し、未変態オーステナイトの一部をマルテンサイト変態させた後、昇温してマルテンサイトの焼戻しを行うことによる高強度鋼板の製造に際し、上記鋼板の板幅方向にわたる最冷部位を、目標とする冷却停止温度から（冷却停止温度+15）の温度域に、15秒以上100秒以下の時間保持する、加工性および引張強さ（TS）に優れ、かつ機械的特性の安定性にも優れた高強度鋼板の製造方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【文献】特許第5463685号公報

【文献】特許第5402007号公報

【文献】特許第5333298号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

上述した従来技術はそれぞれ以下の課題がある。

【0009】

特許文献1では、引張強さと全伸びの積（ $TS \times El$ ）が22000MPa・%以上であり、 El が70%以上である強度、延性および穴広げ性に優れた鋼板が提案されているが、板幅方向の機械的特性の安定性については考慮されておらず、連続焼鈍工程における鋼板の板幅方向の温度ムラに起因した機械的特性のばらつきが生じる可能性がある。

【0010】

特許文献2では、TSが1200MPa以上であり、 El が50%以上であり、 El が13%以上である加工性に優れた鋼板が提案されているが、板幅方向の延性のばらつきについては考慮されておらず、焼鈍時の冷却速度が20/s以上と速いため、鋼板の板幅方向の温度ムラに起因した機械的特性のばらつきが生じる可能性が高い。

【0011】

また、特許文献3では、オーステナイト単相域または（オーステナイト+フェライト）2相域に加熱後、 M_s 未満、（ $M_s - 150$ ）以上の温度域に目標とする冷却停止温度を設けて冷却する高強度鋼板の製造に際し、上記鋼板の板幅方向にわたる最冷部位を、目標とする冷却停止温度から（冷却停止温度+15）の温度域に、15秒以上100秒以下の時間保持することを特徴とする高強度鋼板の製造方法が提案されている。これにより、引張強さの板幅方向の標準偏差が10MPa以下であり、 El の板幅方向の標準偏差が2.0%である板幅方向の機械的特性の安定性に優れた高強度鋼板が製造可能であるが、優れたプレス成形性を得るには、 El の板幅方向の標準偏差は必ずしも十分ではなく改善の余地がある。また、鋼板の板幅方向にわたる最冷部位を、冷却停止温度から（冷却停止温度+15）の温度域に制御するには、鋼板の温度分布を確認しながら冷却を行うなど、特殊な制御が必要であり実施のハードルは高い。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 2 】

本発明は、このような問題を解決するためになされたものであり、高強度であり、優れた延性および穴広げ性を有し、板幅方向の機械的特性の安定性に優れた鋼板、部材およびそれらの製造方法を提供することを目的とする。

【 0 0 1 3 】

本発明において、高強度とは、J I S Z 2 2 4 1 (2 0 1 1) に準拠して評価した引張強さ T S が 1 1 8 0 M P a 以上であることを指す。

優れた延性とは、J I S Z 2 2 4 1 (2 0 1 1) に準拠して評価した全伸び (E L) が 1 1 . 0 % 以上であることを指す。

優れた穴広げ性とは、1 0 0 m m × 1 0 0 m m の鋼板に、クリアランスを板厚の 1 2 % として直径：1 0 m m の穴を打ち抜き、内径：7 5 m m のダイスを用いて、しわ押さえ力：8 8 . 2 k N で押さえた状態で、6 0 ° 円錐のポンチを穴に押し込んで亀裂発生限界における穴直径を測定し、D f ：亀裂発生時の穴径 (m m) 、D 0 ：初期穴径 (m m) として、限界穴広げ率 (%) = { (D f - D 0) / D 0 } × 1 0 0 が 4 0 % 以上であることを指す。

10

板幅方向の機械的特性の安定性に優れるとは、圧延方向に対して平行方向の J I S 5 号引張試験片として、板幅の両端部を含め、板幅方向に等間隔に合計 2 0 枚採取し、J I S Z 2 2 4 1 (2 0 1 1) に準拠して評価した全伸び (E L) の標準偏差が 0 . 9 % 以下であることを指す。

【 課題を解決するための手段 】

20

【 0 0 1 4 】

本発明者らは、上述の課題を解決するために鋭意検討を重ねた。その結果、巻取時の温度制御によって熱延板の組織を板幅方向で均質化させるとともに、焼鈍工程において、M s 点付近から冷却停止温度までを徐冷することで、板幅方向の機械的特性のばらつきを大幅に低減し、プレス成形の安定性を向上させられることを見出した。

【 0 0 1 5 】

より具体的には、本発明は以下のものを提供する。

[1] 質量%で、

C : 0 . 0 8 ~ 0 . 3 5 %、

S i : 0 . 4 ~ 3 . 0 %、

M n : 1 . 5 ~ 3 . 5 %、

P : 0 . 0 2 % 以下、

S : 0 . 0 1 % 以下、

s o l . A l : 1 . 0 % 以下、

N : 0 . 0 1 5 % 以下を含有し、

残部は F e および不可避的不純物からなる成分組成を有し、

フェライトの面積率：5 % 以下 (0 % を含む) であり、

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：7 0 % 以上であり、

残留オーステナイトの体積率：5 ~ 1 5 % であり、

フレッシュマルテンサイトの面積率：1 0 % 以下 (0 % を含む) である鋼組織を有し、

板幅方向の全伸びの標準偏差が 0 . 9 % 以下である、鋼板。

30

40

[2] 前記成分組成として、質量%で、

B : 0 . 0 1 % 以下、

T i : 0 . 1 % 以下、

C u : 1 % 以下、

N i : 1 % 以下、

C r : 1 . 5 % 以下、

M o : 1 . 0 % 以下、

V : 0 . 5 % 以下、

N b : 0 . 1 % 以下、

50

Zr : 0.2%以下および

W : 0.2%以下

のうちから選択される1種または2種以上を含有する、[1]に記載の鋼板。

[3]前記成分組成として、質量%で、

Ca : 0.0040%以下、

Ce : 0.0040%以下、

La : 0.0040%以下、

Mg : 0.0040%以下、

Sb : 0.1%以下および

Sn : 0.1%以下

10

のうちから選択される1種または2種以上を含有する、[1]または[2]に記載の鋼板。

[4]鋼板表面にめっき層を有する、[1]~[3]のいずれかに記載の鋼板。

[5][1]~[4]のいずれかに記載の鋼板を用いてなる部材。

[6][1]~[3]のいずれかに記載の成分組成を有する鋼スラブを、

1100 以上のスラブ加熱温度で1800s以上保持した後、

850 以上の仕上げ圧延温度で仕上げ熱間圧延を行い、

前記仕上げ圧延温度から650 までの温度域を40 /s以上の平均冷却速度で冷却し、

巻取温度を600 以下とし、かつ巻取時の板幅方向における板幅中央の温度との最大温度差を50 以下とする条件で巻き取ることで熱延鋼板とする熱間圧延工程と、

前記熱延鋼板を、

20

前記熱延鋼板を、

30%以上の圧延率で冷間圧延して冷延鋼板とする冷間圧延工程と、

前記冷延鋼板を、

700 から(Ac₃-10)までの温度域を0.5 /s以上である平均加熱速度HR1で加熱した後、

(Ac₃-10)以上の焼鈍温度で30s以上保持し、

前記焼鈍温度から、(Ms-30)以上、(Ms+30)以下である徐冷開始温度T1までの温度域を10 /s以上の平均冷却速度CR1で冷却し、

前記徐冷開始温度T1から、(Ms-220)以上、(Ms-100)以下である徐冷停止温度T2までの温度域を、1~10 /sである平均冷却速度CR2で冷却し、

前記徐冷停止温度T2から、300 以上、450 以下である再加熱保持温度T3までの

30

温度域を、2 /s以上である平均加熱速度HR2で加熱し、

前記再加熱保持温度T3で、20s以上、3000s以下保持し、

前記再加熱保持温度T3から50 までの温度域を、0.1 /s以上である平均冷却速度CR3で冷却する焼鈍工程と、を含む、鋼板の製造方法。

前記再加熱保持温度T3から50 までの温度域を、0.1 /s以上である平均冷却速度CR3で冷却する焼鈍工程と、を含む、鋼板の製造方法。

前記再加熱保持温度T3から50 までの温度域を、0.1 /s以上である平均冷却速度CR3で冷却する焼鈍工程と、を含む、鋼板の製造方法。

前記再加熱保持温度T3から50 までの温度域を、0.1 /s以上である平均冷却速度CR3で冷却する焼鈍工程と、を含む、鋼板の製造方法。

前記再加熱保持温度T3から50 までの温度域を、0.1 /s以上である平均冷却速度CR3で冷却する焼鈍工程と、を含む、鋼板の製造方法。

[7]前記焼鈍工程において、前記焼鈍温度から前記徐冷開始温度T1までの冷却の際、

または前記再加熱保持温度T3での再加熱保持の際、溶融めっき処理または合金化溶融め

っき処理を行う、[6]に記載の鋼板の製造方法。

[8]前記焼鈍工程後、電気めっき処理を行う、[6]に記載の鋼板の製造方法。

[9][1]~[4]のいずれかに記載の鋼板に、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。

40

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、高強度であり、優れた延性および穴広げ性を有し、板幅方向の機械的特性の安定性に優れた鋼板、部材およびそれら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】

【0017】

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。

【0018】

本発明の鋼板は、質量%で、C : 0.08~0.35%、Si : 0.4~3.0%、M

50

n : 1 . 5 ~ 3 . 5 %、P : 0 . 0 2 % 以下、S : 0 . 0 1 % 以下、s o l . A l : 1 . 0 % 以下、N : 0 . 0 1 5 % 以下を含有し、残部はF eおよび不可避免的不純物からなる成分組成を有し、フェライトの面積率 : 5 % 以下 (0 % を含む) であり、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 : 7 0 % 以上であり、残留オーステナイトの体積率 : 5 ~ 1 5 % であり、フレッシュマルテンサイトの面積率 : 1 0 % 以下 (0 % を含む) である鋼組織を有し、板幅方向の全伸び (E L) の標準偏差が 0 . 9 % 以下である。

【 0 0 1 9 】

まず、本発明の鋼板の成分組成について説明する。

下記の成分組成の説明において成分の含有量の単位である「 % 」は「質量 % 」を意味する。また、本発明という高強度とは、引張強さ T S が 1 1 8 0 M P a 以上であることをいう。

【 0 0 2 0 】

(C : 0 . 0 8 ~ 0 . 3 5 %)

C は、焼戻しマルテンサイトもしくは下部ベイナイトの強度を増加させ、 1 1 8 0 M P a 以上の T S を確保するために含有する。C 含有量が 0 . 0 8 % 未満では所望の T S を安定して得られないため、C 含有量は 0 . 0 8 % 以上とする。C 含有量は、好ましくは 0 . 1 0 % 以上であり、より好ましくは 0 . 1 4 % 以上である。

一方、C の過剰な添加は、炭化物の数密度の増加による穴広げ性の低下や、延性の低下や、さらには Y S の過剰な増加による部品の形状凍結性の劣化を招く。したがって、C 含有量は 0 . 3 5 % 以下とする。C 含有量は、好ましくは 0 . 3 0 % 以下であり、より好ましくは 0 . 2 5 % 以下である。

【 0 0 2 1 】

(S i : 0 . 4 ~ 3 . 0 %)

S i は、固溶強化により鋼板の強度を向上させ、さらに、炭化物の粗大化を抑制することで、焼戻しによる強度の低下を抑制する。S i 含有量が 0 . 4 % 未満では、所望の T S を安定して得られない場合があり、また、所望の延性を得られないため、S i 含有量は 0 . 4 % 以上とする。S i 含有量は、好ましくは 1 . 0 % 以上であり、より好ましくは 1 . 4 % 以上である。

一方、S i の過剰な添加は、化成処理性やめっき性の著しい低下を招く。したがって、S i 含有量は 3 . 0 % 以下とする。S i 含有量は、好ましくは 2 . 5 % 以下であり、より好ましくは 2 . 0 % 以下である。

【 0 0 2 2 】

(M n : 1 . 5 ~ 3 . 5 %)

M n は焼入れ性の向上に有効な元素である。M n 含有量が 1 . 5 % 未満では、フェライトまたはパーライトが過剰に生成する。その結果、焼戻しマルテンサイトおよび下部ベイナイトが十分に得られず、所望の T S が得られないため、M n 含有量は 1 . 5 % 以上とする。M n 含有量は、好ましくは 2 . 0 % 以上であり、より好ましくは 2 . 4 % 以上である。一方、M n を過剰に添加すると、粗大な M n S を形成し、穴広げ性および曲げ性が大幅に低下する。したがって、M n 含有量は 3 . 5 % 以下とする。M n 含有量は、好ましくは 3 . 0 % 以下である。

【 0 0 2 3 】

(P : 0 . 0 2 % 以下)

P は鋼の強化に有効な元素であるが、過剰な添加はスポット溶接性を著しく低下させる。したがって、P 含有量は 0 . 0 2 % 以下とする。P 含有量は、好ましくは 0 . 0 1 % 以下である。

P 含有量の下限は特に規定しないが、 0 . 0 0 2 % 未満にするには多大なコストが必要となるため、P 含有量は、好ましくは 0 . 0 0 2 % 以上である。

【 0 0 2 4 】

(S : 0 . 0 1 % 以下)

S は、M n と粗大な硫化物を形成し、穴広げ性および曲げ性を低下させる。したがって、S 含有量は 0 . 0 1 % 以下とする。S 含有量は、好ましくは 0 . 0 0 2 % 以下であり、

10

20

30

40

50

より好ましくは0.001%以下である。

S含有量の下限は特に規定しないが、0.0002%未満にするには多大なコストが必要となるため、S含有量は、好ましくは0.0002%以上である。

【0025】

(sol . Al : 1.0%以下)

Alは製鋼工程で脱酸材として添加される元素である。sol . Al含有量が1.0%超の場合、Al₂O₃やAlNなどの介在物が増加し、穴広げ性や曲げ性を低下させる。したがって、sol . Al含有量は1.0%以下とする。sol . Al含有量は、好ましくは0.2%以下であり、より好ましくは0.05%以下である。

sol . Al含有量の下限は特に規定しないが、十分に脱酸の効果を得るために、sol . Al含有量は、好ましくは0.001%以上である。sol . Al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0.020%以上である。

【0026】

(N : 0.015%以下)

Nは、過剰に添加するとAlNなどの介在物を多量に生成し、穴広げ性や曲げ性を低下させる。したがって、N含有量は0.015%以下とする。N含有量は、好ましくは0.008%以下であり、より好ましくは0.005%以下である。

N含有量の下限は特に規定しないが、Nを0.001%未満とするには大幅に製造コストが増加するため、N含有量は、好ましくは0.001%以上である。

【0027】

本発明における鋼板の成分組成は、上記の成分を基本成分として含有し、この成分組成以外の残部は鉄(Fe)および不可避的不純物を含む。本発明の鋼板において、残部はFeおよび不可避的不純物からなる成分組成を有することが好ましい。

不可避的不純物として、Zn、Co等が挙げられ、本発明において、これらの元素を通常の鋼組成の範囲内で含有しても、その効果は損なわれない。

【0028】

また、これらの基本成分に加えて、上記の鉄(Fe)および不可避的不純物の一部にかえて、必要に応じてB、Ti、Cu、Ni、Cr、Mo、V、Nb、Zr、Wのうちから選択される1種または2種以上を添加することができる。さらに、必要に応じてCa、Ce、La、Mg、Sb、Snのうちから選択される1種または2種以上を添加することができる。

具体的には、本発明の鋼板の成分組成は、以下の(A)および/または(B)を任意元素として適宜含有することができる。

(A)質量%で、B : 0.01%以下、Ti : 0.1%以下、Cu : 1%以下、Ni : 1%以下、Cr : 1.5%以下、Mo : 1.0%以下、V : 0.5%以下、Nb : 0.1%以下、Zr : 0.2%以下およびW : 0.2%以下のうちから選択される1種または2種以上

(B)質量%で、Ca : 0.0040%以下、Ce : 0.0040%以下、La : 0.0040%以下、Mg : 0.0040%以下、Sb : 0.1%以下およびSn : 0.1%以下のうちから選択される1種または2種以上

【0029】

([A群] B : 0.01%以下、Ti : 0.1%以下、Cu : 1%以下、Ni : 1%以下、Cr : 1.5%以下、Mo : 1.0%以下、V : 0.5%以下、Nb : 0.1%以下、Zr : 0.2%以下、W : 0.2%以下)

これらの元素は焼入れ性の向上や結晶粒微細化、析出強化により所望のTSを安定して得ることを目的に添加してよい。一方、過度に添加した場合、粗大な析出物を生成し、穴広げ性、曲げ性を劣化させるため、Bを含有する場合、B含有量は0.01%以下とし、Tiを含有する場合、Ti含有量は0.1%以下とし、Cuを含有する場合、Cu含有量は1%以下とし、Niを含有する場合、Ni含有量は1%以下とし、Crを含有する場合、Cr含有量は1.5%以下とし、Moを含有する場合、Mo含有量は1.0%以下とし

、Vを含有する場合、V含有量は0.5%以下とし、Nbを含有する場合、Nb含有量は0.1%以下とし、Zrを含有する場合、Zr含有量は0.2%以下とし、Wを含有する場合、W含有量は0.2%以下とする。

【0030】

B含有量は、好ましくは0.0050%以下であり、より好ましくは0.0030%以下である。また、B含有量は、好ましくは0.0003%以上である。

Ti含有量は、好ましくは0.080%以下であり、より好ましくは0.050%以下である。また、Ti含有量は、好ましくは0.001%以上である。Ti含有量は、より好ましくは0.010%以上である。

Cu含有量は、好ましくは0.50%以下であり、より好ましくは0.20%以下である。また、Cu含有量は、好ましくは0.001%以上である。Cu含有量は、より好ましくは0.030%以上である。

10

Ni含有量は、好ましくは0.50%以下であり、より好ましくは0.20%以下である。また、Ni含有量は、好ましくは0.001%以上である。Ni含有量は、より好ましくは0.030%以上である。

Cr含有量は、好ましくは1.2%以下であり、より好ましくは1.0%以下である。また、Cr含有量は、好ましくは0.001%以上である。Cr含有量は、より好ましくは0.200%以上である。

Mo含有量は、好ましくは0.50%以下であり、より好ましくは0.20%以下である。また、Mo含有量は、好ましくは0.001%以上である。Mo含有量は、より好ましくは0.010%以上である。

20

V含有量は、好ましくは0.50%以下であり、より好ましくは0.20%以下である。また、V含有量は、好ましくは0.001%以上である。V含有量は、より好ましくは0.010%以上である。

Nb含有量は、好ましくは0.08%以下であり、より好ましくは0.05%以下である。また、Nb含有量は、好ましくは0.001%以上である。Nb含有量は、より好ましくは0.010%以上である。

Zr含有量は、好ましくは0.1%以下であり、より好ましくは0.05%以下である。また、Zr含有量は、好ましくは0.001%以上である。Zr含有量は、より好ましくは0.010%以上である。

30

W含有量は、好ましくは0.1%以下であり、より好ましくは0.05%以下である。W含有量は、さらに好ましくは0.03%以下である。

また、W含有量は、好ましくは0.001%以上である。W含有量は、さらに好ましくは0.005%以上である。

【0031】

([B群] Ca:0.0040%以下、Ce:0.0040%以下、La:0.0040%以下、Mg:0.0040%以下、Sb:0.1%以下、Sn:0.1%以下)

これらの元素は、介在物の制御による穴広げ性、曲げ性の向上を目的に添加してよい。添加量が一定量を超えるとその効果は飽和するため、Caを含有する場合、Ca含有量は0.0040%以下とし、Ceを含有する場合、Ce含有量は0.0040%以下とし、Laを含有する場合、La含有量は0.0040%以下とし、Mgを含有する場合、Mg含有量は0.0040%以下とし、Sbを含有する場合、Sb含有量は0.1%以下とし、Snを含有する場合、Snの含有量は0.1%以下とする。

40

【0032】

Ca含有量は、好ましくは0.0030%以下である。また、Ca含有量は、好ましくは0.0003%以上である。

Ce含有量は、好ましくは0.0030%以下である。また、Ce含有量は、好ましくは0.0003%以上である。

La含有量は、好ましくは0.0030%以下である。また、La含有量は、好ましくは0.0003%以上である。La含有量は、さらに好ましくは0.0010%以上である。

50

Mg含有量は、好ましくは0.0030%以下である。また、Mg含有量は、好ましくは0.0003%以上である。

Sb含有量は、好ましくは0.05%以下であり、より好ましくは0.02%以下である。また、Sb含有量は、好ましくは0.0003%以上である。Sb含有量は、さらに好ましくは0.0020%以上である。

Sn含有量は、好ましくは0.05%以下であり、より好ましくは0.02%以下である。また、Sn含有量は、好ましくは0.0003%以上である。Sn含有量は、さらに好ましくは0.0020%以上である。

【0033】

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
10
を害さない。上記任意元素を下限値未満で含む場合、上記任意元素は、不可避的不純物として含まれるとする。

【0034】

次に、本発明の鋼板の組織（ミクロ組織）について説明する。

【0035】

（フェライトの面積率：5%以下（0%を含む））

フェライトは延性の向上に寄与するが、焼戻しマルテンサイト等の硬質相との硬度差により、打ち抜き加工時やプレス成型時にポイドの起点となり、プレス成形性を劣化させる。フェライトが面積率で5%を超えると、プレス成形性の劣化が顕著となる。また、フェ
20
ライトが5%を超えると、所望のTSを得られなくなり、また、所望の板幅方向の機械的
特性の安定性も得られなくなる。

よって、フェライトは面積率で、5%以下とする。フェライトの面積率は、好ましくは3%以下であり、より好ましくは0%である。

【0036】

（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：70%以上）

焼戻しマルテンサイトと下部ベイナイトは1180MPa以上のTSを安定的に得るため
30
に、合計の面積率で70%以上とし、好ましくは80%以上であり、より好ましくは85%以上である。焼戻しマルテンサイトと下部ベイナイトは変態のタイミングが異なるが、低温変態生成物として機械的特性への影響は類似であるため、合計面積率で評価する。上限は特に限定されなないが、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は、95%以下であることが好ましく、93%以下であることがより好ましい。

【0037】

（残留オーステナイトの体積率：5~15%）

残留オーステナイトはTRIP効果により均一伸びの向上に寄与する。所望の延性を
得るために、残留オーステナイトは、体積率で5%以上とする。残留オーステナイトを体積率で5%以上とすることで、所望の板幅方向の機械的特性の安定性も得られる。

残留オーステナイトの体積率は、好ましくは7%以上であり、より好ましくは9%以上である。

一方、残留オーステナイトが過剰に生成すると、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。
40

【0038】

（フレッシュマルテンサイトの面積率：10%以下（0%を含む））

フレッシュマルテンサイトは非常に硬質であり、プレス成型時に割れの起点となる。また、フレッシュマルテンサイトが面積率で10%を超えとなると、所望の延性が得られず、さらに所望の板幅方向の機械的特性の安定性も得られなくなる。

したがって、割れ抑制の観点、延性向上の観点、さらには板幅方向の機械的特性の安定性の観点からフレッシュマルテンサイトの面積率は10%以下とする。好ましくは5%以下、より好ましくは3%以下とする。なお、フレッシュマルテンサイトは0%であってもよい。

【0039】

本発明では、上記のフェライト、焼戻しマルテンサイト、下部ベイナイト、残留オーステナイトおよびフレッシュマルテンサイト以外の残部組織として上部ベイナイトやパーライト等の1種あるいは2種以上が生成される場合があるが、上記のフェライト、焼戻しマルテンサイト、下部ベイナイト、残留オーステナイト、フレッシュマルテンサイトが満足されれば、本発明の目的を達成できる。パーライトや上部ベイナイト等の残部組織は合計で5%以下であることが好ましい。

【0040】

また、本発明の鋼板は、鋼板表面にめっき層を有していてもよい。めっき層の種類は、特に限られないが、亜鉛めっき層とすることができ、例えば、電気亜鉛めっき層、熔融亜鉛めっき層、合金化熔融亜鉛めっき層が挙げられる。

【0041】

次に、鋼板のミクロ組織の測定方法を説明する。

【0042】

フェライト、焼戻しマルテンサイト、下部ベイナイト、フレッシュマルテンサイトの面積率は、圧延方向と平行な板幅断面を切り出し、鏡面研磨した後、1vol%ナイトールにて腐食し、SEMを用いて1/4厚み位置を5000倍で10視野観察し、ポイントカウント法(ASTM E562-83(1988)に準拠)により測定する。上記の観察において、フェライトはSEMで最も黒色に見える領域であり、内部に炭化物を殆ど伴わず、等軸な領域である。焼戻しマルテンサイトと下部ベイナイトは、SEMで灰色に見える領域であり、ラス状の下部組織と炭化物の析出が観察される領域である。フレッシュマルテンサイトは、SEMで白色かつ塊状に見える領域であり、内部に下部組織が観察されない領域である。

【0043】

残留オーステナイトの体積率は、機械研削と100μm以上のシュウ酸研磨により測定位置が板厚方向の1/4面となるよう調整した鋼板を用いて、X線回折法により求める。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ため、X線回折で求めた残留オーステナイトの体積率は、面積率と等しくなる。

【0044】

本発明の鋼板は、JIS Z2241(2011)に準拠して評価した引張強さTSが1180MPa以上であり、高強度である。

また、本発明の鋼板は、JIS Z2241(2011)に準拠して評価した全伸び(EL)が11.0%以上であり、延性に優れる。

また、本発明の鋼板は、100mm×100mmの鋼板に、クリアランスを板厚の12%として直径:10mmの穴を打ち抜き、内径:75mmのダイスを用いて、しわ押さえ力:88.2kNで押さえた状態で、60°円錐のポンチを穴に押し込んで亀裂発生限界における穴直径を測定し、Df:亀裂発生時の穴径(mm)、D0:初期穴径(mm)として、限界穴拡げ率(%)= $\{(Df - D0) / D0\} \times 100$ が40%以上であり、穴広げ性に優れる。

また、本発明の鋼板は、圧延方向に対して平行方向のJIS 5号引張試験片として、板幅の両端部を含め、板幅方向に等間隔に合計20枚採取し、JIS Z2241(2011)に準拠して評価した全伸び(EL)の標準偏差が0.9%以下であり、板幅方向の機械的特性の安定性に優れる。

また、本発明の鋼板は、板幅方向の引張強さTSの標準偏差が15.0MPa以下であってもよい。

【0045】

次に、本発明の鋼板の製造方法について説明する。なお、以下に示す鋼スラブ(鋼素材)、鋼板等を加熱、又は冷却する際の温度は、特に説明がない限り、鋼スラブ(鋼素材)、鋼板等の表面温度を意味する。

10

20

30

40

50

本発明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を、 1100 以上のスラブ加熱温度で 1800 s 以上保持した後、 850 以上の仕上げ圧延温度で仕上げ熱間圧延を行い、仕上げ圧延温度から 650 までの温度域を 40 / s 以上の平均冷却速度で冷却し、巻取温度を 600 以下とし、かつ巻取時の板幅方向における板幅中央の温度との最大温度差を 50 以下とする条件で巻き取ることで熱延鋼板とする熱間圧延工程と、上記熱延鋼板を、 30% 以上の圧延率で冷間圧延して冷延鋼板とする冷間圧延工程と、上記冷延鋼板を、 700 から ($A_{c3} - 10$) までの温度域を 0.5 / s 以上である平均加熱速度 $HR1$ で加熱した後、($A_{c3} - 10$) 以上の焼鈍温度で 30 s 以上保持し、上記焼鈍温度から、($M_s - 30$) 以上、($M_s + 30$) 以下である徐冷開始温度 $T1$ までの温度域を 10 / s 以上の平均冷却速度 $CR1$ で冷却し、上記徐冷開始温度 $T1$ から、($M_s - 220$) 以上、($M_s - 100$) 以下である徐冷停止温度 $T2$ までの温度域を、 $1 \sim 10$ / s である平均冷却速度 $CR2$ で冷却し、上記徐冷停止温度 $T2$ から、 300 以上、 450 以下である再加熱保持温度 $T3$ までの温度域を、 2 / s 以上である平均加熱速度 $HR2$ で加熱し、上記再加熱保持温度 $T3$ で、 20 s 以上、 3000 s 以下保持し、上記再加熱保持温度 $T3$ から 50 までの温度域を、 0.1 / s 以上である平均冷却速度 $CR3$ で冷却する焼鈍工程と、を含む。

10

【0046】

本発明において、製鋼工程では常法に従って製造することができる。以下、熱間圧延工程、酸洗工程、冷間圧延工程、焼鈍工程について説明する。

【0047】

20

〔熱間圧延工程〕

鋼スラブを熱間圧延する方法としては、室温まで冷却した鋼スラブを再加熱後に圧延する方法や連続鋳造後の鋼スラブを加熱することなく直接圧延する方法、連続鋳造後の鋼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。本発明は、上述のいずれかの方法で鋼スラブを 1100 以上のスラブ加熱温度で 1800 s 以上保持した後、 850 以上の仕上げ圧延温度で仕上げ熱間圧延を行う。そして、仕上げ圧延温度から 650 までの温度域を 40 / s 以上の平均冷却速度で冷却し、巻取温度を 600 以下とし、かつ巻取時の板幅方向における最大温度差を 50 以下とする条件で巻き取ることで熱延鋼板とする。

【0048】

30

(スラブ加熱温度： 1100 以上)

(スラブ加熱保持時間： 1800 s 以上)

スラブ加熱温度が 1100 未満では、 MnS 等の介在物が残存し、穴広げ性が低下する。したがって、スラブ加熱温度は 1100 以上とする。スラブ加熱温度は、好ましくは 1180 であり、より好ましくは 1200 以上である。

また、スラブ加熱保持時間が 1800 s 未満の場合も、同様に、 MnS 等の介在物が多量に残存し、穴広げ性が低下する。したがって、スラブ加熱保持時間は 1800 s 以上とする。

スラブ加熱温度とスラブ加熱保持時間の上限は規定しないが、製造コストの観点から、スラブ加熱温度は 1300 以下であることが好ましく、スラブ加熱保持時間は 3 h 以下であることが好ましい。

40

【0049】

(仕上げ圧延温度： 850 以上)

仕上げ圧延温度が 850 未満では、熱間圧延中にフェライトが生成し、圧延後の組織が不均一となるため、焼鈍後の板幅方向の機械的特性にばらつきが生じる懸念がある。したがって、仕上げ圧延温度は 850 以上とする。

上限は特に限定されないが、 950 以下とすることが好ましい。

【0050】

(仕上げ圧延温度から 650 までの平均冷却速度： 40 / s 以上)

仕上げ圧延温度から 650 までの平均冷却速度が 40 / s 未満では、冷却中にフェ

50

ライトやパーライトが生成し、熱延組織が不均一となりやすい。この場合、焼鈍後の板幅方向の粒径にばらつきが生じ、強度および延性のばらつきの原因となる。したがって、仕上げ圧延温度から650 までの平均冷却速度は40 /s以上とする。この平均冷却速度は、好ましくは60 /s以上である。

なお、ここでの平均冷却速度は、「(仕上げ圧延温度() - 650) / 仕上げ圧延温度から650 までの冷却時間(秒)」である。

【0051】

(巻取温度：600 以下)

(巻取時の板幅方向における板幅中央の温度との最大温度差：50 以下)

巻取温度が600 超えでは、フェライトとパーライトが生成しやすく、巻取時の板幅方向における最大温度差が僅かであっても、熱延組織が不均一になる場合がある。この場合、焼鈍後の板幅方向の粒径にばらつきが生じ、強度および延性のばらつきの原因となる。したがって、巻取温度は600 以下とする。巻取温度は、好ましくは550 以下である。巻取温度の下限は特に規定しないが、巻取温度が400 未満では、マルテンサイトの生成により熱延組織が硬質化し、冷間圧延負荷が過度に増大する場合がある。よって、巻取温度は、好ましくは400 以上である。

ここで、最大温度差とは、板幅中央の温度と板幅方向のいずれかの位置の温度差の最大値である。すなわち、最大温度差は、板幅中央の温度と、板幅方向における最も低い温度との差を指す。

【0052】

また、巻取温度が600 以下であっても、巻取時の板幅方向における最大温度差が50 を超えると、板幅方向で組織形態の差異が大きくなり、焼鈍後の板幅方向の強度および延性のばらつきの原因となる。したがって、板幅方向の巻取温度の最大温度差は50 以下とする。板幅方向の巻取温度の最大温度差は、好ましくは30 以下であり、より好ましくは20 以下である。

【0053】

また、熱間圧延工程後、冷間圧延荷重を低減する観点から必要に応じて熱延鋼板に加熱処理を施すことができる。

【0054】

[酸洗工程]

熱間圧延工程後、酸洗を実施してもよく、これにより熱延板表層のスケールを除去することができる。酸洗処理方法は特に規定されず、常法に従って実施すればよい。

【0055】

[冷間圧延工程]

(圧延率(冷間圧延率)：30%以上)

冷間圧延率(累積冷間圧延率)は、その後の焼鈍における再結晶挙動を制御し、材質を安定化させるという観点から、30%以上とする。冷間圧延率の上限は特に規定しないが、95%超えでは冷間圧延負荷が過度に増加する場合がある。よって、冷間圧延率は、好ましくは95%以下である。

【0056】

[焼鈍工程]

(700 から(Ac₃-10)までの平均加熱速度HR₁：0.5 /s以上)

700 から(Ac₃-10)までの平均加熱速度HR₁が0.5 /s未満では、加熱中にフェライトからオーステナイトへのC濃化が進行し、鋼板内でC濃度分布に偏りが生じるため、材質が不均一となる。また、鋼板内でC濃度分布に偏りが生じた場合、板幅方向における冷却停止温度や再加熱温度の変動により、機械的特性のばらつきがさらに大きくなる。したがって、700 から(Ac₃-10)までの平均加熱速度HR₁は0.5 /s以上とする。700 から(Ac₃-10)までの平均加熱速度HR₁は、好ましくは1.0 /s以上であり、より好ましくは1.5 /s以上である。

平均加熱速度HR₁は、好ましくは50 /s以下であり、より好ましくは20 /s以

10

20

30

40

50

下である。

なお、平均加熱速度 $HR1$ は、「 $(Ac_3 - 10) - 700$ 」 / 700 から $(Ac_3 - 10)$ までの加熱時間 (秒)」である。

【0057】

(焼鈍温度： $(Ac_3 - 10)$ 以上)

(保持時間 (焼鈍時間)：30 s 以上)

フェライトの面積率を所望の範囲に制御するため、焼鈍温度は $(Ac_3 - 10)$ 以上とする。焼鈍温度の上限は規定しないが、 $(Ac_3 + 50)$ 超えでは、オーステナイト粒径が顕著に粗大化し、強度と延性のバランスが低下する場合がある。よって、焼鈍温度は、好ましくは $(Ac_3 + 50)$ 以下である。

10

【0058】

保持時間 (焼鈍時間) が 30 s 未満では、炭化物が未固溶で残存し、穴広げ性や曲げ性が低下する場合がある。また、保持時間 (焼鈍時間) が 30 s 未満では、所望の板幅方向の機械的特性の安定性が得られなくなる。したがって、保持時間は 30 s 以上とする。保持時間は、好ましくは 60 s 以上である。

【0059】

なお、 Ac_3 は以下の式により算出する。また、下記式において [元素記号] は各元素の含有量 (質量%) を意味する。(「レスリー鉄鋼材料学」(丸善株式会社、1985年5月31日発行、273頁))

$$Ac_3(\text{°C}) = 910 - 203 \times [C]^{1/2} - 15.2 \times [Ni] + 44.7 \times [Si] + 104 \times [V] + 31.5 \times [Mo] + 13.1 \times [W] - (30 \times [Mn] + 11 \times [Cr] + 20 \times [Cu] - 700 \times [P] - 400 \times [sol. Al] - 120 \times [As] - 400 \times [Ti])$$

20

【0060】

(焼鈍温度から徐冷開始温度 $T1$ までの平均冷却速度 $CR1$ ：10 / s 以上)

(徐冷開始温度 $T1$ ：マルテンサイト変態開始温度 $Ms \pm 30$ ($(Ms - 30)$ 以上、 $(Ms + 30)$ 以下))

$CR1$ が 10 / s 未満の場合、フェライトおよびパーライトが過度に生成する。その結果、所望の焼戻しマルテンサイトと下部ベイナイトが得られない可能性があり、所望の強度が得られない場合がある。また、所望の穴広げ性が得られず、さらに所望の板幅方向の機械的特性の安定性も得られなくなる。したがって、 $CR1$ は 10 / s 以上とする。 $CR1$ は、好ましくは 15 / s 以上である。

30

$CR1$ の上限は規定しないが、平均冷却速度の過度な増加は、板幅方向の冷却ムラを助長し、板幅方向の材質均一性の低下を招く場合がある。よって、 $CR1$ は、好ましくは 1000 / s 以下であり、より好ましくは 100 / s 以下である。

なお、平均冷却速度 $CR1$ は、「(焼鈍温度 ()) - 徐冷開始温度 $T1$ ()) / 焼鈍温度から徐冷開始温度 $T1$ までの冷却時間 (秒)」である。

【0061】

$T1$ が $(Ms + 30)$ 超えの場合も、フェライトおよびパーライトが過度に生成する。その結果、所望の焼戻しマルテンサイトと下部ベイナイトが得られず、所望の強度が得られない場合がある。また、 $T1$ が $(Ms + 30)$ 超えの場合、フレッシュマルテンサイトが面積率で 10% 超えとなり、所望の延性が得られず、さらには所望の板幅方向の機械的特性の安定性も得られなくなる。したがって、 $T1$ は $(Ms + 30)$ 以下とする。 $T1$ は、好ましくは $(Ms + 20)$ 以下であり、より好ましくは $(Ms + 10)$ 以下である。

40

一方で、 $T1$ が $(Ms - 30)$ 未満の場合、所望の残留オーステナイト量が得られない場合があり、所望の延性が得られない可能性がある。また、 $T1$ が $(Ms - 30)$ 未満の場合、所望の板幅方向の機械的特性の安定性も得られなくなる。

したがって、 $T1$ は $(Ms - 30)$ 以上とする。 $T1$ は、好ましくは $(Ms - 20)$ 以上であり、より好ましくは $(Ms - 10)$ 以上である。

50

【 0 0 6 2 】

なお、マルテンサイト変態開始温度 M_s () は、フォーマスタ試験機にて、円柱状の試験片 (直径 $3\text{ mm} \times$ 高さ 10 mm) を用いて、($A c_3 - 10$) 以上の焼鈍温度で保持後、ヘリウムガスを用いて 30 / s 以上の冷却速度で急冷したときの体積変化を測定することにより求めることができる。

【 0 0 6 3 】

(徐冷開始温度 T_1 から徐冷停止温度 T_2 までの平均冷却速度 $CR_2 : 1 \sim 10$ / s)
(徐冷停止温度 $T_2 : (M_s - 220)$ 以上、($M_s - 100$) 以下)

T_1 から T_2 までの平均冷却速度 CR_2 を 10 / s 以下とすることより、マルテンサイトおよび下部ベイナイトへの変態発熱に起因した板幅方向の温度ばらつきが低減され、板幅方向でマルテンサイトおよび下部ベイナイトの変態量が均一となることで、板幅方向の機械的特性のばらつきを抑制できる。また、 CR_2 を 10 / s 以下とすること、冷却中にマルテンサイトおよび下部ベイナイトからオーステナイトへの C 分配が生じ、オーステナイトが安定化される。これにより、再加熱時に鋼板エッジ部が過加熱された場合にも、残留オーステナイトの分解が抑制され、鋼板エッジを含む板幅方向の機械的特性のばらつきが抑制される。したがって、 CR_2 は 10 / s 以下とする。 CR_2 が 1 / s 未満ではライン長が増加し、製造能率が低下するため、 CR_2 は 1 / s 以上とする。

なお、平均冷却速度 CR_2 は、「(徐冷開始温度 T_1 () - 徐冷停止温度 T_2 ()) / 徐冷開始温度 T_1 から徐冷停止温度 T_2 までの冷却時間 (秒) 」である。

【 0 0 6 4 】

T_2 が ($M_s - 220$) 未満では、マルテンサイト変態が過度に進行し、所望の残留オーステナイト量が得られず、延性が低下する。したがって、 T_2 は ($M_s - 220$) 以上とする。 T_2 は、好ましくは ($M_s - 200$) 以上であり、より好ましくは ($M_s - 180$) 以上である。

一方で、 T_2 が ($M_s - 100$) 超えでは、徐冷中にマルテンサイトおよび下部ベイナイトからオーステナイトへの C 分配が十分に生じないため、再加熱保持過程でオーステナイトの分解が生じる場合があり、板幅方向の機械的特性のばらつきの発生の原因となる。また、 T_2 が ($M_s - 100$) 超えでは、フレッシュマルテンサイトが面積率で 10% 超えとなり、所望の延性が得られず、さらに所望の板幅方向の機械的特性の安定性も得られなくなる。したがって、 T_2 は ($M_s - 100$) 以下とする。

【 0 0 6 5 】

(徐冷停止温度 T_2 から再加熱保持温度 T_3 までの平均加熱速度 $HR_2 : 2$ / s 以上)

徐冷停止温度 T_2 から再加熱保持温度 T_3 までを短時間で加熱することで炭化物析出を抑制でき、高い延性を確保することができる。したがって、平均加熱速度 HR_2 は 2 / s 以上とする。 HR_2 は、好ましくは 5 / s 以上であり、より好ましくは 10 / s 以上である。平均加熱速度 HR_2 の上限は特に限定されないが、平均加熱速度 HR_2 が高くなるほど鋼板の均熱性を保持することが困難となる場合がある。よって、 HR_2 は、好ましくは 50 / s 以下であり、より好ましくは 20 / s 以下である。

なお、平均加熱速度 HR_2 は、「再加熱保持温度 T_3 () - 徐冷停止温度 T_2 ()) / 徐冷停止温度 T_2 から再加熱保持温度 T_3 までの加熱時間 (秒) 」である。

【 0 0 6 6 】

(再加熱保持温度 $T_3 : 300$ 以上、 450 以下)

(再加熱保持時間 : 20 s 以上、 3000 s 以下)

再加熱保持は C 分配によるオーステナイトの安定化のために行う。再加熱保持温度 T_3 が 300 未満では、十分に C 分配が生じず、所望の残留オーステナイト量が得られないため、延性の低下が懸念される。また、再加熱保持温度 T_3 が 300 未満では、所望の板幅方向の機械的特性の安定性が得られなくなる。したがって、再加熱保持温度 T_3 は 300 以上とする。 T_3 は、好ましくは 330 以上であり、より好ましくは 350 以上である。

一方、再加熱保持温度 T_3 が 450 を超えると、オーステナイトからパーライトへの変

10

20

30

40

50

態が生じ、所望の残留オーステナイト量が得られず延性の低下が懸念される。

また、再加熱保持温度 T_3 が 450 超えでは、所望の板幅方向の機械的特性の安定性が得られなくなる。したがって、再加熱保持温度 T_3 は 450 以下とする。 T_3 は、好ましくは 420 以下である。

【0067】

また、再加熱保持時間（再加熱保持温度 T_3 での保持時間（滞留時間））が 20 s 未満では、十分な C 分配が生じず、所望の残留オーステナイト量が得られない。よって、再加熱保持時間は 20 s 以上とする。再加熱保持時間は、好ましくは 50 s 以上であり、より好ましくは 100 s 以上である。

再加熱保持による C 分配の効果は 3000 s 超えで飽和するため、再加熱保持時間は 3000 s 以下とする。再加熱保持時間は、好ましくは 1500 s 以下であり、より好ましくは 600 s 以下である。

10

【0068】

（再加熱保持温度 T_3 から 50 までの平均冷却速度 CR_3 : 0.1 / s 以上）

再加熱保持温度 T_3 から 50 までの平均冷却速度 CR_3 が 0.1 / s 未満の場合、過剰な焼戻しによる軟化や炭化物析出により延性が低下する懸念がある。したがって、再加熱保持温度 T_3 から 50 までの平均冷却速度 CR_3 は 0.1 / s 以上とする。 CR_3 は、好ましくは 5 / s 以上であり、より好ましくは 8 / s 以上である。

CR_3 は、好ましくは 100 / s 以下であり、より好ましくは 50 / s 以下である。

なお、平均冷却速度 CR_3 は、「（再加熱保持温度 T_3 （ ） - 50） / 再加熱保持温度 T_3 から 50 までの冷却時間（秒）」である。

20

【0069】

[溶融めっき処理]

本発明では、焼鈍工程において、焼鈍温度から徐冷開始温度 T_1 までの冷却の際、または再加熱保持温度 T_3 での再加熱保持の際、溶融めっき処理を施すことができる。溶融めっき処理は溶融亜鉛めっき処理としてもよい。溶融亜鉛めっき処理を施す場合は、440 以上 500 以下の亜鉛めっき浴中に鋼板を浸漬し、溶融亜鉛めっき処理を施し、その後、ガスワイピング等によって、めっき付着量を調整することが好ましい。溶融亜鉛めっきは A1 量が 0.10% 以上、0.22% 以下である亜鉛めっき浴を用いることが好ましい。

30

また、溶融亜鉛めっき処理後に亜鉛めっきの合金化処理を施すことができる。亜鉛めっきの合金化処理を施す場合は、めっき浴浸漬後に 480 以上、600 以下の温度域で実施することが好ましい。

【0070】

[調質圧延]

本発明では、プレス成形性の安定化や YS 上昇の観点から、焼鈍後の鋼板に調質圧延を施すことができる。伸長率は、好ましくは 0.1% 以上とする。また、伸長率は、好ましくは 0.5% 以下とする。

【0071】

[レベラー矯正]

本発明では、板形状を矯正するために、焼鈍後の鋼板にレベラー矯正を施すことができる。レベラー矯正方法は特に規定されず、常法に従って実施すればよい。

40

【0072】

[電気めっき処理]

本発明では、焼鈍工程後に、表面処理として電気亜鉛めっき等の電気めっき処理を施すことができる。

【0073】

以上のように得られた本発明の鋼板の板厚は 0.5 mm 以上とすることが好ましい。また、本発明の鋼板の板厚は 2.0 mm 以下とすることが好ましい。

また、板幅は 600 mm 以上とすることが好ましい。また、板幅は 1700 mm 以下とす

50

ることが好ましい。

【0074】

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。

【0075】

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。

【0076】

本発明の鋼板は、引張強さが1180MPa以上であり、延性および穴広げ性に優れ、かつ板幅方向の機械的特性の安定性に優れている。そのため、本発明の鋼板を用いて得た部材も高強度であり、延性および穴広げ性に優れ、かつ板幅方向の機械的特性の安定性に優れている。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。本発明の部材は、溶接継手も含む。

10

【0077】

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】

【0078】

本発明を、実施例を参照しながら具体的に説明する。ただし、発明の範囲は実施例に限定されない。

20

【0079】

表1に示す成分組成を有するスラブを、1230 のスラブ加熱温度で3000s保持した後、870 の仕上げ圧延温度で熱間圧延を行い、仕上げ圧延温度から650 までの温度域を65 /sの平均冷却速度で冷却し、表2に示す巻取温度、巻取時の板幅方向における最大温度差で巻き取ることで板厚2.8mm、板幅1100mmの熱延鋼板を製造した。前記熱延鋼板を50%の圧下率で冷間圧延し、板厚1.4mm、板幅1100mmの冷延鋼板を製造した。

【0080】

その後、前記冷延鋼板を表2に示す条件で焼鈍した。焼鈍条件のうち、700 から(Ac₃-10)までの加熱における平均加熱速度HR1は2.0 /sとした。また、No.11は鋼板表面に電気亜鉛めっき処理(EG)、No.12は鋼板表面に熔融亜鉛めっき処理を施した。また、No.12はめっき層を合金化熔融亜鉛めっき層とするため、510 で10秒保持する合金化処理(GA)を施した。

30

【0081】

40

50

【 表 1 】

鋼番	成分組成(質量%)											備考
	C	Si	Mn	P	S	sol.Al	N	others				
A	0.243	0.53	1.99	0.012	0.0005	0.060	0.0064	—				適合鋼
B	0.147	2.40	3.41	0.003	0.0004	0.068	0.0059	—				適合鋼
C	0.179	0.48	3.12	0.003	0.0007	0.052	0.0044	Ti:0.020, B:0.0025				適合鋼
D	0.179	0.41	2.05	0.003	0.0003	0.048	0.0063	Ti:0.043, B:0.0013				適合鋼
E	0.161	1.26	2.94	0.009	0.0008	0.079	0.0082	Ti:0.012, B:0.0045, Nb:0.021				適合鋼
F	0.269	0.68	2.31	0.002	0.0006	0.088	0.0082	Ti:0.028, B:0.0060, Cu:0.130				適合鋼
G	0.176	1.06	3.01	0.008	0.0016	0.074	0.0071	Ti:0.019, B:0.0015, Ni:0.100, Cr:0.800, Mo:0.050				適合鋼
H	0.128	0.53	1.90	0.005	0.0012	0.051	0.0071	V:0.019, Zr:0.010, W:0.005				適合鋼
I	0.178	2.33	1.82	0.015	0.0015	0.031	0.0061	B:0.0038, Nb:0.030, V:0.045				適合鋼
J	0.256	1.78	3.40	0.013	0.0018	0.056	0.0087	Ti:0.028, B:0.0032, Ca:0.0007, Ce:0.0008, La:0.0019				適合鋼
K	0.237	1.49	3.45	0.012	0.0019	0.066	0.0068	B:0.0040, Mg:0.0021, Sb:0.0100, Sn:0.0100				適合鋼
L	0.226	2.41	2.12	0.003	0.0010	0.057	0.0031	Mg:0.0011				適合鋼
M	0.040	0.83	3.05	0.014	0.0010	0.057	0.0068	—				比較鋼
N	0.360	1.97	1.81	0.014	0.0016	0.080	0.0059	—				比較鋼
O	0.242	0.20	1.82	0.003	0.0008	0.067	0.0036	—				比較鋼
P	0.152	0.78	1.24	0.004	0.0018	0.056	0.0063	—				比較鋼

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

【 0 0 8 2 】

10

20

30

40

50

【表 2】

No.	鋼番	熱間圧延条件			焼鈍条件											備考	
		巻取温度 (°C)	板幅方向 の最大温 度差 (°C)	Ac ₃ (°C)	焼鈍温度 (°C)	焼鈍時間 (s)	CR1 (*1) (°C/s)	Ms (°C)	T1 (*2) (°C)	CR2 (*3) (°C/s)	T2 (*4) (°C)	HR2 (*5) (°C/s)	T3 (*6) (°C)	滞留時間 (*7) (sec)	CR3 (*8) (°C/s)		めっき (*9)
1	A	540	35	806	870	120	40	406	421	1.1	213	10	412	300	10	CR	適合鋼
2	B	540	45	867	880	120	37	386	383	6.7	246	10	382	300	10	CR	適合鋼
3	C	540	43	783	870	120	35	385	400	3.1	254	10	407	300	10	CR	適合鋼
4	D	540	40	820	900	120	32	427	443	7.4	324	10	363	300	10	CR	適合鋼
5	E	540	45	839	860	120	25	399	415	5.0	239	10	394	300	10	CR	適合鋼
6	F	540	38	811	870	120	20	384	355	6.2	224	10	413	300	10	CR	適合鋼
7	G	540	35	816	890	120	33	374	389	7.8	224	10	407	300	10	CR	適合鋼
8	H	500	36	830	860	120	40	451	466	7.2	288	10	397	300	10	CR	適合鋼
9	I	500	45	902	900	120	25	436	417	5.9	278	10	362	300	10	CR	適合鋼
10	J	500	46	828	890	120	32	347	368	4.8	177	10	411	300	10	CR	適合鋼
11	K	500	34	809	860	120	23	352	349	3.8	239	10	391	300	10	EG	適合鋼
12	L	500	44	883	900	120	46	407	396	4.6	287	10	388	300	10	GA	適合鋼
13	M	500	43	848	920	120	24	438	422	6.2	295	10	382	300	10	CR	比較鋼
14	N	500	46	864	870	120	19	372	371	5.5	166	10	377	300	10	CR	比較鋼
15	O	530	47	793	870	120	26	414	389	3.6	277	10	356	300	10	CR	比較鋼
16	P	530	39	854	910	120	20	468	463	1.0	363	10	385	300	10	CR	比較鋼
17	C	530	33	783	760	120	18	394	405	7.9	209	10	384	300	10	CR	比較鋼
18	C	530	41	783	870	10	16	385	401	1.0	276	10	415	300	10	CR	比較鋼
19	C	530	38	783	880	120	5	385	376	1.2	204	10	380	300	10	CR	比較鋼
20	C	530	47	783	880	120	28	385	510	3.1	197	10	359	300	10	CR	比較鋼
21	C	530	33	783	890	120	40	385	330	4.1	270	10	407	300	10	CR	比較鋼
22	C	530	44	783	870	120	46	385	385	15.0	199	10	389	300	10	CR	比較鋼
23	C	560	40	783	890	120	36	385	370	3.2	340	10	409	300	10	CR	比較鋼
24	C	560	38	783	870	120	17	385	388	2.0	160	10	414	300	10	CR	比較鋼
25	C	560	39	783	870	120	21	385	400	1.4	205	10	455	300	10	CR	比較鋼
26	C	560	40	783	890	120	35	385	408	1.4	261	10	286	300	10	CR	比較鋼
27	C	560	41	783	880	120	26	385	376	3.8	212	10	406	10	10	CR	比較鋼
28	C	560	39	783	870	120	21	385	390	1.8	210	10	400	300	10	CR	比較鋼
29	C	560	60	783	890	120	35	385	400	1.8	260	10	400	300	10	CR	比較鋼

※下線は本発明範囲外を意味する。
 *1) CR1: 焼鈍温度からT1までの平均冷却速度(°C/s)
 *2) T1: 徐冷開始温度(°C)
 *3) CR2: T1からT2までの平均冷却速度(°C/s)
 *4) T2: 徐冷停止温度(°C)
 *5) HR2: T2からT3までの平均加熱速度(°C/s)
 *6) T3: 再加熱保持温度(°C)
 *7) 滞留時間: T3での保持時間(s)
 *8) CR3: T3から50°Cまでの平均冷却速度(°C/s)
 *9) CR: めっき無、EG: 電気亜鉛めっき、GA: 合金化溶融亜鉛めっき

【0083】

鋼組織を上述の方法で測定し、測定結果を表3に示した。

【0084】

引張強さ(TS)と全伸び(EL)は、JIS Z 2241(2011)に準拠して評価した。得られた鋼板からJIS 5号引張試験片を作製し、引張試験を行い、TSが1180MPa以上であるものを強度に優れると判断し、ELが11.0%以上のものを延性に優れると判断した。

【0085】

また、穴広げ性は日本鉄鋼連盟規格JFST1001に準拠して評価した。得られた各鋼板を100mm×100mmに切断後、クリアランスを板厚の12%で直径:10mmの穴を打ち抜き、内径:75mmのダイスを用いて、しわ押さえ力:88.2kNで押さ

10

20

30

40

50

えた状態で、60°円錐のポンチを穴に押し込んで亀裂発生限界における穴直径を測定し、(1)の式から、限界穴拡げ率(%)を求めることで評価し、が40%以上のものを穴広げ性に優れると判断した。

$$\text{限界穴拡げ率}(\%) = \{(Df - D0) / D0\} \times 100 \dots (1)$$

ただし、Dfは亀裂発生時の穴径(mm)、D0は初期穴径(mm)とする。

【0086】

板幅方向の機械的特性の安定性は、圧延方向に対して平行方向のJIS5号引張試験片として、板幅の両端部を含め、板幅方向に等間隔に合計20枚採取し、上述の引張試験を実施し、TSとELの標準偏差を求めることで評価した。ELの標準偏差が0.9%以下であるものを板幅方向の機械的特性の安定性に優れると判断した。TSの標準偏差は特に規定しないが、TSの標準偏差が15.0MPa以下であることで板幅方向の機械的特性の安定性により優れると判断した。

【0087】

【表3】

No.	鋼番	組織				特性				備考	
		フェライト面積率(%)	焼戻しマルテンサイト下部ベイナイト面積率(%)	フレッシュマルテンサイト面積率(%)	残留γ体積率(%)	TS(MPa)	EL(%)	λ(%)	板幅方向のTSバラつき標準偏差(MPa)		板幅方向のELバラつき標準偏差(%)
1	A	0	88	3	9	1482	12.2	79	9.7	0.4	適合鋼
2	B	0	89	4	7	1288	12.9	61	8.0	0.7	適合鋼
3	C	0	89	2	9	1349	12.7	75	5.7	0.7	適合鋼
4	D	0	85	5	10	1362	13.3	75	5.2	0.7	適合鋼
5	E	0	88	5	7	1315	12.3	77	7.2	0.4	適合鋼
6	F	0	83	6	11	1536	11.3	57	5.6	0.4	適合鋼
7	G	0	88	4	8	1341	12.3	64	6.6	0.7	適合鋼
8	H	0	92	2	6	1244	12.7	51	5.8	0.4	適合鋼
9	I	0	90	2	8	1360	12.3	61	8.8	0.8	適合鋼
10	J	0	85	4	11	1510	11.5	79	7.4	0.3	適合鋼
11	K	0	83	5	12	1474	12.3	74	8.7	0.6	適合鋼
12	L	0	86	3	11	1454	12.3	78	8.2	0.4	適合鋼
13	M	0	93	4	3	1063	10.8	71	4.0	0.4	比較鋼
14	N	0	85	4	11	1739	8.9	32	9.6	0.7	比較鋼
15	O	0	82	7	11	1496	9.1	75	6.4	0.6	比較鋼
16	P	17	69	5	9	1020	13.7	57	12.1	1.7	比較鋼
17	C	9	82	3	6	1102	11.9	38	10.8	1.3	比較鋼
18	C	9	77	4	10	1150	13.1	43	15.3	2.5	比較鋼
19	C	7	83	3	7	1148	11.9	36	13.0	1.3	比較鋼
20	C	0	78	12	10	1393	9.5	45	17.0	1.0	比較鋼
21	C	0	91	3	6	1349	10.1	51	8.4	1.6	比較鋼
22	C	0	93	3	4	1354	9.1	60	7.5	1.8	比較鋼
23	C	0	77	13	10	1349	9.4	64	16.0	1.3	比較鋼
24	C	0	93	3	4	1347	8.6	65	8.9	0.7	比較鋼
25	C	0	92	4	4	1320	9.6	48	13.5	1.5	比較鋼
26	C	0	93	3	4	1404	8.8	65	14.1	1.3	比較鋼
27	C	0	94	2	4	1349	9.5	53	13.3	1.3	比較鋼
28	C	0	90	4	6	1305	9.6	50	13.5	2.2	比較鋼
29	C	0	91	3	6	1312	8.8	52	13.8	2.0	比較鋼

※下線は本発明範囲外を意味する。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 8 】

表 2、3 に示す本発明例は、強度、延性、穴広げ性および機械的特性の安定性に優れているのに対して、比較例はいずれか 1 つ以上が劣っている。また、本発明例では、引張強さ T S の標準偏差を 1 5 . 0 M P a 以下とすることができた。

【 0 0 8 9 】

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、さらに成形加工および接合加工を施して得た部材は、本発明例の鋼板が高強度であり、延性、穴広げ性および板幅方向の機械的特性の安定性に優れていることから、本発明例の鋼板と同様に、高強度であり、延性、穴広げ性および板幅方向の機械的特性の安定性に優れていることがわかった。

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	9/46	J
C 2 1 D	9/00	A

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

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 河口 展明

(56)参考文献

特開 2 0 0 2 - 3 0 2 7 3 4 (J P , A)

国際公開第 2 0 1 7 / 1 3 8 5 0 4 (W O , A 1)

国際公開第 2 0 1 7 / 1 3 8 5 0 3 (W O , A 1)

国際公開第 2 0 2 1 / 0 7 0 9 5 1 (W O , A 1)

国際公開第 2 0 1 9 / 2 1 2 0 4 7 (W O , A 1)

国際公開第 2 0 1 8 / 0 5 5 6 9 5 (W O , A 1)

国際公開第 2 0 2 0 / 2 6 2 6 5 2 (W O , A 1)

国際公開第 2 0 1 8 / 1 4 7 4 0 0 (W O , A 1)

特開 2 0 0 0 - 2 1 2 6 8 4 (J P , A)

特開 2 0 1 5 - 2 2 4 3 5 9 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

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

C 2 1 D 9 / 4 6

C 2 1 D 9 / 0 0