

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5779847号

(P5779847)

(45) 発行日 平成27年9月16日(2015.9.16)

(24) 登録日 平成27年7月24日(2015.7.24)

(51) Int.Cl.	F I
C 2 1 D 9/46 (2006.01)	C 2 1 D 9/46 H
C 2 2 C 38/00 (2006.01)	C 2 2 C 38/00 3 O 1 T
C 2 2 C 38/06 (2006.01)	C 2 2 C 38/06
C 2 2 C 38/58 (2006.01)	C 2 2 C 38/58

請求項の数 8 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2010-166124 (P2010-166124)	(73) 特許権者	000001258
(22) 出願日	平成22年7月23日 (2010.7.23)		J F E スチール株式会社
(65) 公開番号	特開2011-47042 (P2011-47042A)		東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
(43) 公開日	平成23年3月10日 (2011.3.10)	(74) 代理人	100126701
審査請求日	平成25年4月19日 (2013.4.19)		弁理士 井上 茂
(31) 優先権主張番号	特願2009-176115 (P2009-176115)	(74) 代理人	100130834
(32) 優先日	平成21年7月29日 (2009.7.29)		弁理士 森 和弘
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	平澤 淳一郎
			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
		(72) 発明者	吉見 直人
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 化成処理性に優れた高強度冷延鋼板の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

C : 0 . 0 5 ~ 0 . 3 質量 %、
 Si : 0 . 6 ~ 3 . 0 質量 %、
 Mn : 1 . 0 ~ 3 . 0 質量 %、
 P : 0 . 1 質量 % 以下、
 S : 0 . 0 2 質量 % 以下、
 Al : 0 . 0 1 ~ 1 質量 %、
 N : 0 . 0 1 質量 % 以下

を含有し、残部が F e および不可避免的不純物からなる組成を有する冷延鋼板を連続焼鈍する際に、酸化性バーナを用いた炉で加熱して鋼板温度が 7 0 0 以上に到達するまで昇温したのち、露点が - 2 5 以下の還元性雰囲気炉で 7 5 0 ~ 9 0 0 で均熱焼鈍し、その後の冷却を 5 0 0 から 1 0 0 までの間の平均冷却速度が 5 0 / s 以上となるように行うことを特徴とする、引張強度が 5 9 0 M P a 以上、 $T S \times E 1$ が 1 8 0 0 0 M P a ・ % 以上である化成処理性に優れた高強度冷延鋼板の製造方法。

【請求項 2】

C : 0 . 0 5 ~ 0 . 3 質量 %、
 Si : 0 . 6 ~ 3 . 0 質量 %、
 Mn : 1 . 0 ~ 3 . 0 質量 %、
 P : 0 . 1 質量 % 以下、

10

20

S : 0 . 0 2 質量 % 以下、

Al : 0 . 0 1 ~ 1 質量 %、

N : 0 . 0 1 質量 % 以下

を含有し、残部が Fe および不可避的不純物からなる組成を有する冷延鋼板を連続焼鈍する際に、昇温時に少なくとも鋼板温度が 6 0 0 ~ 7 0 0 の間は酸化性バーナを用いた炉で加熱して鋼板温度が 7 0 0 以上に到達するまで昇温したのち、露点が - 2 5 以下の還元性雰囲気炉で 7 5 0 ~ 9 0 0 の温度で均熱焼鈍し、その後の冷却を 5 0 0 から 1 0 0 までの間の平均冷却速度が 5 0 / s 以上となるように行うことを特徴とする、引張強度が 5 9 0 M P a 以上、T S × E L が 1 8 0 0 0 M P a ・ % 以上である化成処理性に優れた高強度冷延鋼板の製造方法。

10

【請求項 3】

C : 0 . 0 5 ~ 0 . 3 質量 %、

Si : 0 . 6 ~ 3 . 0 質量 %、

Mn : 1 . 0 ~ 3 . 0 質量 %、

P : 0 . 1 質量 % 以下、

S : 0 . 0 2 質量 % 以下、

Al : 0 . 0 1 ~ 1 質量 %、

N : 0 . 0 1 質量 % 以下

を含有し、残部が Fe および不可避的不純物からなる組成を有する冷延鋼板を連続焼鈍する際に、昇温時に少なくとも鋼板温度が 5 5 0 に到達する前から酸化性バーナを用いた炉で加熱し、さらにその後に配置された空気比 0 . 8 9 以下の直火バーナを用いた炉で加熱して鋼板温度が 7 5 0 以上に到達するまで昇温したのち、露点が - 2 5 以下の還元性雰囲気炉で 7 5 0 ~ 9 0 0 の温度で均熱焼鈍し、その後の冷却を 5 0 0 から 1 0 0 までの間の平均冷却速度が 5 0 / s 以上となるように行うことを特徴とする、引張強度が 5 9 0 M P a 以上、T S × E L が 1 8 0 0 0 M P a ・ % 以上である化成処理性に優れた高強度冷延鋼板の製造方法。

20

【請求項 4】

さらに、鋼板が、

Ti : 0 . 0 0 1 ~ 0 . 1 質量 %、

Nb : 0 . 0 0 1 ~ 0 . 1 質量 %、

V : 0 . 0 0 1 ~ 0 . 1 質量 %

の 1 種または 2 種以上を含有することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかの項に記載の、引張強度が 5 9 0 M P a 以上、T S × E L が 1 8 0 0 0 M P a ・ % 以上である化成処理性に優れた高強度冷延鋼板の製造方法。

30

【請求項 5】

さらに、鋼板が、

Mo : 0 . 0 1 ~ 0 . 5 質量 %、

Cr : 0 . 0 1 ~ 1 質量 %

の 1 種または 2 種以上を含有することを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかの項に記載の、引張強度が 5 9 0 M P a 以上、T S × E L が 1 8 0 0 0 M P a ・ % 以上である化成処理性に優れた高強度冷延鋼板の製造方法。

40

【請求項 6】

さらに、鋼板が、

B : 0 . 0 0 0 1 ~ 0 . 0 0 3 質量 %

を含有することを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれかの項に記載の、引張強度が 5 9 0 M P a 以上、T S × E L が 1 8 0 0 0 M P a ・ % 以上である化成処理性に優れた高強度冷延鋼板の製造方法。

【請求項 7】

さらに、鋼板が、

Cu : 0 . 0 1 ~ 0 . 5 質量 %、

50

Ni: 0.01 ~ 0.5 質量%

の1種または2種以上を含有することを特徴とする請求項1 ~ 6のいずれかの項に記載の、引張強度が590MPa以上、TS×ELが18000MPa・%以上である化成処理性に優れた高強度冷延鋼板の製造方法。

【請求項8】

前記冷却の後、150 ~ 450 に再加熱して1 ~ 30分間の均熱熱処理をすることを特徴とする請求項1 ~ 7のいずれかの項に記載の、引張強度が590MPa以上、TS×ELが18000MPa・%以上である化成処理性に優れた高強度冷延鋼板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、リン酸塩処理等の化成処理を施して使用される自動車用高強度冷延鋼板の製造方法に関する。特にSiの強化能を利用した引張強度590MPa以上で、かつTS×ELが18000MPa・%以上で加工性の優れた高Si高強度冷延鋼板の製造に好適である。

【背景技術】

【0002】

近年自動車の軽量化の観点から、高強度で、かつ優れた加工性を有する冷延鋼板の需要が高まっている。自動車用冷延鋼板は、塗装をして使用されるが、塗装の前処理として、リン酸塩処理と呼ばれる化成処理が施される。冷延鋼板の化成処理性は塗装の密着性、耐食性を確保するための重要な特性のひとつである。

20

【0003】

高強度冷延鋼板の製造方法には、例えば特許文献1に記載されている、Siを0.5 ~ 1.5 質量%含む980MPa級の引張強度を有する複合組織型高張力冷延鋼板の製造方法がある。

【0004】

高Si冷延鋼板は、Siの強化能により高い強度と良好な加工性が得られるが、Feの酸化が起こらないN₂ + H₂ ガス雰囲気中で一般的に行われる連続焼鈍の際に、最表面にSi酸化物が形成され、それが化成皮膜の生成反応を阻害するため、化成処理性が低下することが知られている。

30

【0005】

高Si冷延鋼板の化成処理性を改善する従来技術として、特許文献2には、質量%で、Siを0.1%以上、及び/又は、Mnを1.0%以上含有する冷延鋼板について、鋼板温度400 以上で鉄の酸化雰囲気中で鋼板表面に酸化膜を形成させ、その後、鉄の還元雰囲気中で前記鋼板表面の酸化膜を還元する方法が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特許第3478128号公報

【特許文献2】特開2006 - 45615号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献1の製造方法では、連続焼鈍工程において、鋼板を均熱温度に保持する際の炉の雰囲気は、Feの酸化が起こらないN₂ + H₂ ガス雰囲気が一般的に用いられている。しかしながら、その雰囲気ではSiの酸化は起こるため、0.8 ~ 1.5 質量%含有されるSiが鋼板の最表面に酸化物(SiO₂)を形成し、それが最終製品まで残存し化成処理性を低下させる問題があった。

【0008】

また、特許文献2の製造方法は、400 以上で鋼板表面のFeを酸化したのち、Fe

50

酸化物を還元する $N_2 + H_2$ ガス雰囲気中で焼鈍することにより、最表面に化成処理性を低下させる SiO_2 ではなく、 Fe の還元層を形成させる方法である。しかし、 Si を 0.6 質量%以上含有する場合には、400 から 550 の低温域での酸化では、 Si が Fe の酸化を抑制する効果が大きく、 Fe が十分に酸化されない。その結果、還元後の最表面の還元 Fe 層の形成が不十分であり、還元後の鋼板表面に Si 酸化物が存在し、化成処理性が劣る場合があった。また、特許文献 2 では、化成処理性をリン酸塩付着量のみで評価しているが、本発明者らが調査した結果では、リン酸塩付着量の他に、リン酸塩皮膜の鋼板表面被覆率が塗装の密着性、耐食性に影響していることが分かった。

【0009】

本発明は、前記課題を解決し、 Si を 0.6 質量%以上含有しても、良好な化成処理性を有する高強度冷延鋼板の製造方法を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記課題を解決する本発明の手段は次のとおりである。

【0011】

[1] C : 0.05 ~ 0.3 質量%、
 Si : 0.6 ~ 3.0 質量%、
 Mn : 1.0 ~ 3.0 質量%、
 P : 0.1 質量%以下、
 S : 0.02 質量%以下、
 Al : 0.01 ~ 1 質量%、
 N : 0.01 質量%以下

20

を含有し、残部が Fe および不可避免の不純物からなる組成を有する冷延鋼板を連続焼鈍する際に、酸化性バーナを用いた炉で加熱して鋼板温度が 700 以上に到達するまで昇温したのち、還元性雰囲気炉で 750 ~ 900 で均熱焼鈍し、その後の冷却を 500 から 100 までの間の平均冷却速度が 50 / s 以上となるように行うことを特徴とする化成処理性に優れた高強度冷延鋼板の製造方法である。

【0012】

[2] C : 0.05 ~ 0.3 質量%、
 Si : 0.6 ~ 3.0 質量%、
 Mn : 1.0 ~ 3.0 質量%、
 P : 0.1 質量%以下、
 S : 0.02 質量%以下、
 Al : 0.01 ~ 1 質量%、
 N : 0.01 質量%以下

30

を含有し、残部が Fe および不可避免の不純物からなる組成を有する冷延鋼板を連続焼鈍する際に、昇温時に少なくとも鋼板温度が 600 ~ 700 の間は酸化性バーナを用いた炉で加熱して鋼板温度が 700 以上に到達するまで昇温したのち、還元性雰囲気炉で 750 ~ 900 の温度で均熱焼鈍し、その後の冷却を 500 から 100 までの間の平均冷却速度が 50 / s 以上となるように行うことを特徴とする化成処理性に優れた高強度冷延鋼板の製造方法である。

40

【0013】

[3] C : 0.05 ~ 0.3 質量%、
 Si : 0.6 ~ 3.0 質量%、
 Mn : 1.0 ~ 3.0 質量%、
 P : 0.1 質量%以下、
 S : 0.02 質量%以下、
 Al : 0.01 ~ 1 質量%、
 N : 0.01 質量%以下

を含有し、残部が Fe および不可避免の不純物からなる組成を有する冷延鋼板を連続焼鈍す

50

る際に、昇温時に少なくとも鋼板温度が550 に到達する前から酸化性バーナを用いた炉で加熱し、さらにその後に配置された空気比0.89以下の直火バーナを用いた炉で加熱して鋼板温度が750 以上に到達するまで昇温したのち、還元性雰囲気炉で750 ~ 900 の温度で均熱焼鈍し、その後の冷却を500 から100 までの間の平均冷却速度が50 / s 以上となるように行うことを特徴とする化成処理性に優れた高強度冷延鋼板の製造方法である。

【0014】

[4] [1] ~ [3] のいずれかにおいて、さらに、鋼板が、
Ti : 0.001 ~ 0.1 質量%、
Nb : 0.001 ~ 0.1 質量%、
V : 0.001 ~ 0.1 質量%

の1種または2種以上を含有することを特徴とする化成処理性に優れた高強度冷延鋼板の製造方法である。

【0015】

[5] [1] ~ [4] のいずれかにおいて、さらに、鋼板が、
Mo : 0.01 ~ 0.5 質量%、
Cr : 0.01 ~ 1 質量%

の1種または2種以上を含有することを特徴とする化成処理性に優れた高強度冷延鋼板の製造方法である。

【0016】

[6] [1] ~ [5] のいずれかにおいて、さらに、鋼板が、
B : 0.0001 ~ 0.003 質量%

を含有することを特徴とする化成処理性に優れた高強度冷延鋼板の製造方法である。

【0017】

[7] [1] ~ [6] のいずれかにおいて、さらに、鋼板が、
Cu : 0.01 ~ 0.5 質量%、
Ni : 0.01 ~ 0.5 質量%

の1種または2種以上を含有することを特徴とする化成処理性に優れた高強度冷延鋼板の製造方法である。

【0018】

[8] 前記冷却の後、150 ~ 450 に再加熱して1 ~ 30 分間の均熱熱処理をすることを特徴とする[1] ~ [7] のいずれかに記載の化成処理性に優れた高強度冷延鋼板の製造方法である。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、鋼板表面でのFeの酸化とその後の還元を利用してSiを鋼板内部に酸化させることで、Siを0.6質量%以上含有する高強度冷延鋼板について、化成処理性を改善するとともに、引張強度590MPa以上で、TS×ELが18000MPa・%以上で加工性に優れた高Si含有鋼板を製造することが出来る。本発明法は、焼鈍雰囲気の制御（特に露点を高く制御すること）が不要であるので、操業制御性の点で有利であり、また炉壁や炉内のロールの劣化を早めたり、ピックアップと呼ばれるスケール疵を鋼板表面に発生させたりする問題も改善される。

【発明を実施するための形態】

【0020】

本発明が対象とする鋼板の化学成分の限定理由を説明する。なお、成分に関する「%」表示は特に断らない限り質量%を意味する。

【0021】

Si : 0.6 ~ 3.0 %

Siは鋼板の加工性を大きく損なうことなく強度を上げる元素であり、高強度冷延鋼板を得るために0.6%以上含有させ、良加工性を得るために、好ましくは0.8%以上、

10

20

30

40

50

より好ましくは1.10%超含有させる。3.0%を超えると鋼板の脆化が著しくなるため、上限を3.0%とする。

【0022】

C: 0.05 ~ 0.3%

金属組織をフェライト-マルテンサイトに制御し、所望する材質を得るために、Cを0.05 ~ 0.3%、好ましくは0.07%以上、より好ましくは0.10%以上を含有する。

【0023】

Mn: 1.0 ~ 3.0%

Mnは連続焼鈍炉での徐冷帯でのフェライト生成を抑制するために重要な元素である。1.0%未満ではその効果が十分でなく、好ましくは1.5%以上を含有する。3.0%を超えると連続鋳造工程でスラブ割れが発生するため、Mnは1.0 ~ 3.0%とする。

【0024】

P: 0.1%以下

Pは本発明鋼中では不純物であり、スポット溶接性を劣化させるためにできるだけ製鋼工程で除去することが望ましい。0.1%を超えるとスポット溶接性の劣化が顕著となるため、Pは0.1%以下とする必要がある。

【0025】

S: 0.02%以下

Sは本発明鋼中では不純物であり、スポット溶接性を劣化させるためにできるだけ製鋼工程で除去することが望ましい。0.02%を超えるとスポット溶接性の劣化が顕著となるため、Sは0.02%以下とする必要がある。加工性を向上させるため、より好ましくは0.002%以下である。

【0026】

Al: 0.01 ~ 1%

Alは脱酸およびNをAlNとして析出させるために添加される。0.01%未満では脱酸・脱窒の効果が十分でなく、一方1%を超えるとAl添加の効果が飽和し不経済となるので、0.01 ~ 1%とする。

【0027】

N: 0.01%以下

Nは粗鋼中に含有される不純物であり、素材鋼板の成形性を劣化させるので、可能な限り製鋼工程で除去、低減することが望ましい。しかしながら、Nを必要以上に低減すると精錬コストが上昇するので、実質的に無害となる0.01%以下とする。

【0028】

また、さらに、必要に応じて、下記の成分の1種以上を添加してもよい。

【0029】

Ti: 0.001 ~ 0.1%、Nb: 0.001 ~ 0.1%、V: 0.001 ~ 0.1%の1種または2種以上

Ti、Nb、Vは炭化物、窒化物を形成することにより、強度上昇の効果があるので、必要に応じて添加してもよい。その場合、0.001%未満ではその効果が十分でなく、一方、それぞれ0.1%を超えると加工性の劣化が顕著となるため、添加する場合は、それぞれ0.001 ~ 0.1%とする。

【0030】

Mo: 0.01 ~ 0.5%、Cr: 0.01 ~ 1%の1種または2種以上

Mo、Crは連続焼鈍工程での冷却中のフェライトおよびベイナイト生成を抑制し、強度上昇に効果があるため、必要に応じて添加してもよい。その場合は、それぞれ0.01%未満ではその効果が十分でなく、一方、Moは0.5%、Crは1%を超えると加工性の劣化が顕著となるため、添加する場合は、Mo: 0.01 ~ 0.5%、Cr: 0.01 ~ 1%とする。

【0031】

10

20

30

40

50

B : 0 . 0 0 0 1 ~ 0 . 0 0 3 %

B は自動車の骨格部品など機械用構造部材として使用した場合、プレス加工、塗装焼付け処理による強度上昇に寄与するため、必要に応じて添加してもよい。その場合、0 . 0 0 0 1 %未満ではその効果が十分でなく、一方、0 . 0 0 3 %を超えると加工性の劣化が顕著となるため、添加する場合は0 . 0 0 0 1 ~ 0 . 0 0 3 %とする。

【 0 0 3 2 】

C u : 0 . 0 1 ~ 0 . 5 %、N i : 0 . 0 1 ~ 0 . 5 %の1種または2種以上

C u、N i は強度上昇および使用時の腐食を抑制する目的で、必要に応じて添加される。その場合、0 . 0 1 %未満ではその効果が十分でなく、0 . 5 %を超えると、加工性および熱延工程など製造時の脆化により歩留まりが低下するため、添加する場合はそれぞれ

10

【 0 0 3 3 】

上記以外の残部は、F e 及び不可避的不純物である。

【 0 0 3 4 】

次に製造方法について説明する。

【 0 0 3 5 】

上記成分組成の鋼を熱間圧延し、引き続き酸洗した後、冷間圧延を施し、その後連続焼鈍ラインで連続焼鈍する。連続焼鈍前までの冷延鋼板の製造方法は、特に限定されず、公知の方法を用いることが出来る。

【 0 0 3 6 】

20

連続焼鈍ラインでは、昇温、均熱、冷却の連続する3工程が行われる。

【 0 0 3 7 】

昇温時には、酸化性バーナを用いた加熱炉で加熱し、鋼板温度を常温から700 以上、好ましくは760 以上に到達させる。これにより、鋼板表面にF e 酸化物が形成される。F e 酸化物形成の観点からは、できるだけ高い温度まで到達させた方が良いが、過度に酸化させると、次の還元性雰囲気炉でF e 酸化物が剥離し、ピックアップの原因となるので、800 以下とすることが好ましい。

【 0 0 3 8 】

ここで、酸化性バーナとは、製鉄所の副生ガスであるコークス炉ガス(C O G)等の燃料と空気を混ぜて燃焼させたバーナ火炎を直接鋼板表面に当てて鋼板を加熱する方式である直火バーナのうち、空気比を高くすることで、被加熱体である鋼板の酸化を促進させる直火バーナである。

30

【 0 0 3 9 】

連続焼鈍ラインは、加熱炉に直火バーナを備えるものが多い。直火バーナを酸化性バーナとして作用させるには、直火バーナは、空気比0 . 9 5 以上とする必要がある。空気比は、好ましくは1 . 0 0 以上、より好ましくは1 . 1 0 以上である。空気比が高い方が酸化性が強くなるため、F e 酸化物形成の観点からは、空気比はできるだけ高い方が良いが、過度に酸化させると、次の還元性雰囲気炉でF e 酸化物が剥離し、ピックアップの原因となるので、1 . 3 以下とすることが好ましい。

【 0 0 4 0 】

40

直火バーナの燃料は、C O G、液化天然ガス(L N G)等を使用できる。

【 0 0 4 1 】

加熱炉の前に予熱炉を備える場合、予熱炉では鋼板温度を常温から600 未満まで昇温し、それに引き続き少なくとも600 以上以降は、酸化性バーナを用いた炉で加熱して鋼板温度を700 以上とする。予熱炉の雰囲気は特に限定されない。通常予熱炉には、炉内の高温雰囲気ガスの余熱を利用するため、直火加熱帯などの排ガスを用いる。予熱炉での鋼板温度が550 未満では、鋼板表面は、ほとんど酸化されず、この温度域における炉内雰囲気の製品の化成処理性への影響は少ない。一方、600 以上では鋼板表面でのF e 酸化物形成が顕著となるため、本発明で見出したF e の酸化とその後の還元を活用した化成処理性向上の原理を活用するためには、少なくとも600 以上、700 以

50

下の温度域を酸化性バーナによる加熱を行う必要がある。この効果を高めるため、好ましくは760 以上に到達させる。一方、過度に酸化させると、次の還元性雰囲気炉でFe酸化物が剥離し、ピックアップの原因となるので、酸化性バーナを用いた加熱は鋼板温度が800 以下で行うことが好ましい。

【0042】

直火バーナを備える加熱炉では、Fe酸化物の剥離によるピックアップ防止の点から、加熱炉前段は酸化性バーナを使用し、加熱炉後段は直火バーナを空気比0.89以下とする場合がある。空気比0.89以下のバーナによる加熱時は酸化が少ないかあるいは起こらないため、この場合は、加熱炉内でのFe酸化量を多くするために、少なくとも鋼板温度が550 に到達する前に酸化バーナによる加熱を開始する。すなわち、鋼板温度が少なくとも550 に到達して以降、好ましくは550 ~ 700 の間は酸化性バーナを用いた炉で加熱して鋼板表面にFe酸化物を形成させ、その後空気比0.89以下の直火バーナを用いた炉で加熱して鋼板温度を750 以上、好ましくは760 以上に到達させる。一方、過度に酸化させると、次の還元性雰囲気炉でFe酸化物が剥離し、ピックアップの原因となるので、空気比0.89以下の直火バーナを用いた加熱は鋼板温度が800 以下で行うことが好ましい。

【0043】

酸化性バーナによる昇温のあとの、還元性雰囲気炉は、ラジアントチューブバーナを備えた炉とする。炉に導入する雰囲気ガスは(1 ~ 10体積%) H_2 + 残り N_2 であることが好ましい。 H_2 が1体積%未満では連続的に通板される鋼板表面のFe酸化物を還元するのに H_2 が不足し、10体積%を超えてもFe酸化物の還元は飽和するため、過分の H_2 が無駄になる。露点が-25 超になると炉内の H_2O の酸素による酸化が著しくなりSiの内部酸化が過度に起こるため、露点は-25 以下が好ましい。これにより、均熱炉内は、Feの還元性雰囲気となり、加熱炉で生成したFe酸化物の還元が起こる。このとき、還元によりFeと分離された酸素が、一部鋼板内部に拡散し、Siと反応することにより、Siの内部酸化が起こる。Siが鋼板内部で酸化し、化成処理反応が起こる鋼板最表面のSi酸化物が減少するため、鋼板最表面の化成処理性は良好となる。

【0044】

均熱焼鈍は、鋼板温度が750 ~ 900 の範囲内で行われる。均熱時間は10秒から10分が好ましい。均熱焼鈍後、ガス、気水、水等により500 から100 までの間の平均冷却速度が50 /s以上になるようにして100 以下まで冷却する。その後、必要に応じて、加工性(TS x El)をより向上させるために、150 ~ 450 で1 ~ 30分均熱する焼き戻し処理を施すことも出来る。冷却後、あるいは焼き戻し処理後に、表面の酸化物などを除去するために、塩酸や硫酸を用いた酸洗を行ってもよい。

【0045】

また、化成処理時の化成結晶の生成を促進し、化成処理性を向上させるために、鋼板表面にNi付着量5mg/m² ~ 100mg/m²のNiめっきを施しても良い。

【実施例1】

【0046】

表1に示す化学成分を有する鋼A ~ Nを常法により熱間圧延、酸洗、冷間圧延して厚さ1.5mmの鋼板を製造した。この鋼板を、直火バーナを備える加熱炉、ラジアントチューブタイプの均熱炉、冷却炉を備える連続焼鈍ラインに通して加熱焼鈍して高強度冷延鋼板を得た。直火バーナは燃料にCガスを使用し、空気比を種々変更した。加熱炉の条件、均熱炉の条件を表2に記載する。均熱焼鈍後の冷却は、水、気水またはガスで表2に示す平均冷却速度で100 以下まで冷却した。表2に保持温度、保持時間が記載されているものは、100 以下まで冷却後、表2記載の保持温度まで再加熱し、保持した。さらに、表2記載の酸で酸洗し、または、そのまま製品とした。

【0047】

酸洗条件は下記である。

塩酸酸洗：酸濃度1 ~ 20%、液温度30 ~ 90 、酸洗時間5 ~ 30sec

10

20

30

40

50

硫酸酸洗：酸濃度 1 ~ 20 %、液温度 30 ~ 90 、酸洗時間 5 ~ 30 sec

【0048】

得られた高強度冷延鋼板の化成処理性、表面外観、機械特性値を評価した。化成処理性、表面外観、機械特性値の評価方法を以下に記載する。

【0049】

(1) 化成処理性

化成処理液は、日本パーカライジング社製の化成処理液（パルボンド L 3080（登録商標））を用い、下記方法で化成処理を施した。

日本パーカライジング社製の脱脂液ファインクリーナ（登録商標）で脱脂したのち、水洗し、次に日本パーカライジング社製の表面調整液ブレパレン Z（登録商標）で 30 秒表面調整行い、43 の化成処理液（パルボンド L 3080）に 120 秒浸漬した後、水洗し、温風で乾燥した。

【0050】

化成皮膜を走査型電子顕微鏡（SEM）で、倍率 500 倍で無作為に 5 視野を観察し、化成皮膜のスケ面積率を画像処理により測定し、スケ面積率によって以下の評価をした。

○、 が合格レベルである。

： 5 % 以下

○： 5 % 超 10 % 以下

×： 10 % 超え

【0051】

(2) 機械特性値

機械的特性は JIS 5 号試験片（JIS Z 2201）を圧延方向と直角方向から採取し、JIS Z 2241 に準拠して試験した。塗装焼付け処理後の強度として、5 % 予歪後、170 で 20 分間保持した後、再引張における引張強さ（ TS_{BH} ）を調査し、初期引張強さ（ TS_0 ）と比較し、その差を ΔTS （ $TS_{BH} - TS_0$ ）と定義した。加工性は、引張強さ $TS \times$ 伸び（ El ）の値で評価し、 $TS \times El$ が 18000 MPa・% 以上のものは加工性に優れると評価した。

【0052】

本実施例に供した鋼、連続焼鈍ラインの製造条件および評価結果を表 2 に示した。

【0053】

10

20

30

【 表 1 】

単位:質量%

鋼記号	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Ti	Nb	V	Cr	Mo	Cu	Ni	B
A	0.12	1.43	1.9	0.02	0.003	0.01	0.004								
B	0.08	1.62	2.5	0.01	0.002	0.03	0.003	0.03							0.0013
C	0.15	0.85	1.6	0.02	0.005	0.02	0.005		0.05		0.35				
D	0.05	0.56	1.1	0.03	0.001	0.05	0.004	0.01		0.05		0.12			
E	0.20	1.51	2.5	0.02	0.002	0.01	0.007	0.05			0.01	0.01			0.0033
F	0.10	1.15	2.1	0.03	0.015	0.03	0.004		0.005	0.01					0.0003
G	0.04	1.20	1.2	0.01	0.002	0.03	0.005								
H	0.25	1.30	2.9	0.02	0.003	0.04	0.003								
I	0.15	0.40	1.6	0.02	0.001	0.03	0.003		0.02						
J	0.09	2.89	1.8	0.01	0.002	0.45	0.002						0.4	0.2	
K	0.08	3.15	1.6	0.03	0.004	0.04	0.003								
L	0.06	1.80	0.9	0.02	0.004	0.03	0.003								0.0005
M	0.13	2.60	3.1	0.01	0.003	0.05	0.005								
N	0.12	1.30	2.0	0.01	0.002	0.03	0.004								0.0008

【 表 2 】

No.	鋼記号	直火バーナを使用した炉による加熱		還元性雰囲気焼鈍、冷却、再加熱条件										機械的特性					化成皮膜のスケ面積率	
		空気比	酸化性バーナ温度(℃)	水素濃度(体積%)	露点(℃)	均熱温度(℃)	均熱時間(秒)	冷却条件	冷却速度(℃/秒)	保持温度(℃)	保持時間(秒)	酸洗	YS(MPa)	TS(MPa)	E(%)	TS×E(Mpa・%)	ΔTS(MPa)			
1	A	1.00	○	700	6%	-28	830	30	水	>1000	-	-	塩酸	810	1020	18.2	18600	20	○	本発明例
2	A	0.95	○	730	1%	-35	830	30	水	>1000	-	-	硫酸	800	1010	18.9	19120	0	○	本発明例
3	A	1.25	○	800	3%	-40	830	540	水	>1000	310	290	塩酸	810	1020	18.5	18820	40	◎	本発明例
4	A	0.85	×	700	6%	-42	830	30	水	>1000	350	90	硫酸	820	1030	18.7	19230	40	×	比較例
5	A	1.00	○	460	6%	-45	830	30	水	>1000	220	250	-	840	1050	18.5	19470	40	×	比較例
6	B	1.20	○	800	7%	-38	820	20	ガス	100	320	650	-	670	840	23.0	19360	10	◎	本発明例
7	B	1.00	○	700	7%	-38	820	20	ガス	100	-	-	塩酸	680	860	22.5	19390	20	○	本発明例
8	C	1.10	○	760	5%	-30	800	60	気水	500	360	670	-	830	1040	17.5	18250	40	◎	本発明例
9	C	1.20	○	780	5%	-30	800	60	気水	500	-	-	塩酸	800	1000	19.6	19570	10	◎	本発明例
10	D	0.96	○	700	3%	-25	800	120	水	>1000	240	900	硫酸	600	750	26.5	19910	30	○	本発明例
11	E	1.10	○	770	10%	-45	800	100	ガス	60	-	-	-	1000	1250	15.5	19430	40	◎	本発明例
12	F	1.05	○	760	7%	-35	850	120	気水	500	150	460	塩酸	790	990	19.0	18830	10	◎	本発明例
13	F	1.15	○	650	7%	-38	820	20	気水	500	360	330	硫酸	820	1035	17.9	18500	0	×	比較例
14	G	1.00	○	800	6%	-42	830	20	水	>1000	370	450	-	420	530	34.5	18260	10	◎	比較例
15	H	0.95	○	700	6%	-42	780	60	ガス	60	180	100	-	1200	1500	12.2	18290	30	○	本発明例
16	I	0.85	×	760	7%	-38	830	90	ガス	100	290	950	塩酸	800	1000	14.3	14300	30	○	比較例
17	J	1.00	○	780	7%	-38	890	100	水	>1000	330	570	塩酸	680	850	25.0	21250	0	○	本発明例
18	K	1.20	○	700	5%	-30	820	140	水	>1000	320	750	硫酸	680	860	24.5	21070	10	×	比較例
19	L	1.00	○	770	5%	-30	750	50	水	>1000	260	620	硫酸	430	490	39.0	19110	40	◎	比較例
20	M	1.10	○	760	3%	-25	800	120	ガス	100	350	140	-	1150	1350	8.4	11340	40	○	比較例
21	N	1.20	○	730	10%	-45	780	50	水	>1000	210	140	塩酸	800	1010	19.5	19740	120	○	本発明例
22	D	0.87	×	800	7%	-35	750	40	水	>1000	340	370	硫酸	820	1030	18.4	18980	10	×	比較例
23	B	1.00	○	700	7%	-38	820	20	ガス	30	-	-	塩酸	360	550	35.0	19250	20	○	比較例

本発明例では、590MPa級以上の引張強さ(TS)と $TS \times El > 18000 MPa \cdot \%$ の優れた加工性および良好な化成処理性が得られ、比較例は引張強さ、加工性、化成処理性のいずれかが劣る。

【実施例2】

【0056】

表1に示す化学成分を有する鋼A～Fを常法により熱間圧延、酸洗、冷間圧延を行い厚さ1.5mmの鋼板を製造した。この鋼板を、予熱炉、直火バーナを備える加熱炉、ラジアントチューブタイプの均熱炉、冷却炉を備える連続焼鈍ラインに通して加熱焼鈍して高強度冷延鋼板を得た。直火バーナは燃料にCガスを使用し、空気比を種々変更した。加熱炉の条件、均熱炉の条件を表3に記載する。均熱焼鈍後の冷却は、水、気水またはガスで表3に示す平均冷却速度で100以下まで冷却した。表3に保持温度、保持時間が記載されているものは100以下まで冷却後、表3記載の保持温度まで再加熱し、保持した。さらに、表3記載の酸で酸洗し、または、そのまま製品とした。

10

【0057】

酸洗条件は実施例1と同様の条件である。

【0058】

得られた高強度冷延鋼板の機械的特性値および化成処理性を評価した。機械的特性値および化成処理性の評価は実施例1に記載した方法で評価した。

【0059】

本実施例に供した鋼、連続焼鈍ラインの製造条件および評価結果を表3に示した。

20

【0060】

【 表 3 】

No.	鋼記号	予熱終了温度 (℃)	直火バーナを使用した炉 による加熱				還元性雰囲気焼鈍、冷却、再加熱条件										酸洗	機械的特性					化成皮膜の 面積率
			空気比	酸化性バーナ	炉出側温度 (℃)	水素濃度(体積%)	露点 (℃)	均熱温度 (℃)	均熱時間(秒)	冷却条件	冷却速度 (℃/秒)	保持温度 (℃)	保持時間(秒)	YS (MPa)	TS (MPa)	E(%)		TS×EI (Mpa・%)	ΔTS (MPa)				
1	A	400	1.00	○	700	6%	-28	890	30	水	>1000	-	-	塩酸	810	1010	19.3	19520	40	○	本発明例		
2	A	550	0.95	○	730	1%	-35	860	30	水	>1000	-	-	硫酸	830	1030	19.2	19820	40	○	本発明例		
3	A	200	1.25	○	760	3%	-40	830	540	水	>1000	320	540	硫酸	820	1020	18.0	18350	40	◎	本発明例		
4	A	620	0.95	○	700	6%	-42	830	30	水	>1000	380	100	硫酸	790	990	20.1	19920	10	×	比較例		
5	A	250	1.00	○	480	6%	-45	830	30	水	>1000	250	590	硫酸	820	1020	19.0	19350	20	×	比較例		
6	A	500	0.82	×	700	10%	-45	830	30	水	>1000	390	440	硫酸	810	1010	18.3	18470	40	×	比較例		
7	B	450	1.20	○	780	8%	-40	820	30	ガス	100	350	430	-	660	830	22.8	18960	10	◎	本発明例		
8	C	500	1.00	○	700	7%	-38	820	20	気水	500	-	-	塩酸	980	1230	15.5	19030	30	○	本発明例		
9	D	500	0.96	○	700	4%	-25	800	60	水	>1000	160	150	塩酸	650	810	23.7	19190	40	○	本発明例		
10	E	500	1.10	○	800	8%	-30	750	120	ガス	60	-	-	塩酸	1070	1340	14.9	19920	10	◎	本発明例		
11	F	500	1.15	○	760	9%	-33	850	30	気水	500	270	270	-	700	880	21.8	19190	0	◎	本発明例		
12	F	500	1.10	○	650	9%	-33	850	30	気水	300	260	510	硫酸	740	920	19.6	18050	10	×	比較例		
13	A	500	1.00	○	700	5%	-25	860	160	水	>1000	-	-	-	800	1000	18.8	18760	30	○	本発明例		
14	B	500	0.95	○	780	6%	-30	830	110	水	>1000	300	740	硫酸	680	850	22.2	18910	30	◎	本発明例		
15	C	500	1.25	○	700	0%	-33	860	80	水	>1000	150	160	塩酸	1000	1250	15.2	19020	0	×	比較例		
16	C	500	1.00	○	700	7%	-38	820	20	ガス	30	-	-	塩酸	430	490	42.0	20580	30	○	比較例		

【 0 0 6 1 】

10

20

30

40

50

本発明例では、590MPa級以上の引張強さ(TS)と $TS \times El > 18000 MPa \cdot \%$ の優れた加工性および良好な化成処理性が得られ、比較例は引張強さ、加工性、化成処理性のいずれかが劣る。

【実施例3】

【0062】

表1に示す化学成分を有する鋼A～F、I、M、Nを常法により熱間圧延、酸洗、冷間圧延して厚さ1.5mmの鋼板を製造した。この鋼板を、予熱炉、直火バーナを備える加熱炉、ラジアントチューブタイプの均熱炉、冷却炉を備える連続焼鈍ラインに通して加熱焼鈍して高強度冷延鋼板を得た。直火バーナを備える加熱炉は4ゾーンある。直火バーナは燃料にCガスを使用し、加熱炉の前段(1～3ゾーン)と後段(4ゾーン)の空気比を種々変更した。直火バーナは空気比0.95以上で酸化性バーナとなる。加熱炉の条件、均熱炉条件を表4に記載する。均熱焼鈍後の冷却は、水、気水またはガスで表4に示す平均冷却速度で100以下まで冷却した。表4に保持温度、保持時間が記載されているものは100以下まで冷却後、表4記載の保持温度まで再加熱し、保持した。さらに、表4記載の酸で酸洗し、または、そのまま製品とした。

10

【0063】

酸洗条件は実施例1と同様の条件である。

【0064】

得られた高強度冷延鋼板の機械的特性値および化成処理性を評価した。機械的特性値および化成処理性の評価は実施例1に記載した方法で評価した。

20

【0065】

本実施例に供した鋼、連続焼鈍ラインの製造条件および評価結果を表4に示した。

【0066】

【 表 4 】

No.	鋼 記 号	予熱 終了 温度 (℃)	直火バーナを使用した炉による加熱				還元性雰囲気焼鈍、冷却、再加熱条件										機械的特性					化成 皮膜 のスケ 面積 率	
			前段直火バーナ 空気比	酸化性 バーナ	後段直火 バーナ 空気比	炉出側 温度 (℃)	酸素濃 度(体 積%)	露点 (℃)	均熱 温度 (℃)	均熱 時間 (秒)	冷却 条件	冷却速度 (℃/秒)	保持 温度 (℃)	保持 時間 (秒)	酸洗	YS (MPa)	TS (MPa)	E(%)	TS×E (Mpa・%)	ΔTS (MPa)			
1	A	500	1.00	○	0.82	750	6%	-28	890	30	水	>1000	-	-	塩酸	840	1050	19.0	19920	40	○	本発明例	
2	A	550	0.95	○	0.82	750	1%	-35	860	30	水	>1000	-	-	硫酸	820	1030	18.8	19350	40	○	本発明例	
3	A	500	1.25	○	0.82	760	3%	-40	830	540	水	>1000	210	370	塩酸	800	1000	18.5	18470	10	◎	本発明例	
4	A	200	1.00	○	0.82	470	6%	-42	830	30	水	>1000	210	350	硫酸	830	1040	18.2	18960	20	×	比較例	
5	A	500	0.82	×	0.82	750	6%	-45	830	30	水	>1000	360	610	塩酸	820	1020	18.7	19030	40	×	比較例	
6	B	500	1.20	○	0.89	780	10%	-45	830	30	ガス	100	-	-	-	650	810	23.7	19190	10	◎	本発明例	
7	C	500	1.00	○	0.75	750	7%	-38	820	20	気水	500	-	-	塩酸	900	1120	17.8	19920	30	○	本発明例	
8	D	500	0.96	○	0.85	750	4%	-25	800	60	水	>1000	270	500	塩酸	550	690	27.8	19190	40	○	本発明例	
9	E	500	1.10	○	0.85	800	8%	-30	750	120	ガス	80	310	190	-	980	1230	14.7	18050	10	◎	本発明例	
10	F	500	1.10	○	0.85	800	8%	-30	850	30	気水	500	-	-	塩酸	560	700	26.8	18760	0	◎	本発明例	
11	F	500	1.10	○	0.85	680	8%	-30	850	30	気水	300	200	810	-	640	800	23.6	18910	10	×	比較例	
12	I	500	0.95	○	0.75	750	5%	-30	860	150	水	>1000	270	200	塩酸	750	940	17.4	16310	30	○	比較例	
13	M	500	1.10	○	0.85	800	4%	-35	810	80	水	>1000	-	-	硫酸	1040	1300	8.5	11050	20	◎	比較例	
14	A	500	0.96	○	0.75	750	0%	-30	850	130	水	>1000	270	880	塩酸	800	1000	19.0	18960	40	×	比較例	
15	C	580	1.10	○	0.85	800	6%	-32	770	60	水	>1000	180	510	塩酸	920	1150	16.7	19190	30	×	比較例	
16	D	550	0.95	○	0.82	750	5%	-50	830	30	水	>1000	380	810	-	600	750	26.6	19920	40	○	本発明例	
17	N	500	1.25	○	0.82	760	5%	-50	830	30	水	>1000	190	500	塩酸	750	1150	16.7	19190	110	◎	本発明例	
18	E	500	1.10	○	0.82	760	5%	-40	850	60	ガス	40	-	-	-	750	950	15.6	14820	20	○	比較例	

【 0 0 6 7 】

10

20

30

40

50

本発明例では、 590 MPa 以上の引張強さ (TS) と $TS \times El > 18000\text{ MPa} \cdot \%$ の優れた加工性および良好な化成処理性が得られ、比較例は引張強さ、加工性、化成処理性のいずれかが劣る。

【産業上の利用可能性】

【0068】

本発明は、引張強度が 590 MPa 以上、 $TS \times El$ が $18000\text{ MPa} \cdot \%$ 以上で加工性に優れ、良好な化成処理性を有する高 Si 含有の高強度冷延鋼板の製造方法として利用することができる。

フロントページの続き

- (72)発明者 中丸 裕樹
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 長谷川 浩平
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 鶴丸 英幸
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 米津 慶太
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 高橋 秀行
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 佐々木 成人
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 佐藤 陽一

- (56)参考文献 特開2007-138262(JP, A)
特開2005-154872(JP, A)
特開平10-147838(JP, A)
特開2004-018911(JP, A)
特開2004-010991(JP, A)
特開2006-045615(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C 2 1 D 9 / 4 6 - 9 / 4 8
C 2 2 C 3 8 / 0 0 - 3 8 / 6 0