

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-126964

(P2012-126964A)

(43) 公開日 平成24年7月5日(2012.7.5)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
C 2 1 D 9/56 (2006.01)	C 2 1 D 9/56 1 O 1 C	4 K O 4 3
C 2 2 C 38/00 (2006.01)	C 2 2 C 38/00 3 O 1 U	
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	
C 2 1 D 1/74 (2006.01)	C 2 1 D 1/74 H	
審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 14 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2010-279804 (P2010-279804)	(71) 出願人	000001199
(22) 出願日	平成22年12月15日 (2010.12.15)		株式会社神戸製鋼所
			兵庫県神戸市中央区脇浜町二丁目10番26号
		(74) 代理人	100075409
			弁理士 植木 久一
		(74) 代理人	100129757
			弁理士 植木 久彦
		(74) 代理人	100115082
			弁理士 菅河 忠志
		(74) 代理人	100125243
			弁理士 伊藤 浩彰
		(72) 発明者	中久保 昌平
			兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号
			株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表面性状に優れた冷延鋼板の製造方法および製造装置

(57) 【要約】

【課題】ピックアップ疵がないような表面性状に優れた冷延鋼板を製造することのできる有用な方法、およびそのための製造装置を提供する。

【解決手段】本発明方法は、冷間圧延に続いて非酸化雰囲気連続焼鈍炉内で焼鈍を行う際に、送給ロールと鋼板ストリップの隙間に酸化性のガスを導入しつつ焼鈍を行うものであり、本発明装置は、冷間圧延に続いて配置される連続焼鈍炉において、その雰囲気が非酸化性雰囲気制御されると共に、送給ロールと鋼板ストリップの隙間に酸化性のガスを導入する機構が設けられたものである。

【選択図】なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

冷間圧延に続いて非酸化雰囲気連続焼鈍炉内で焼鈍を行う際に、送給ロールと鋼板ストリップの隙間に酸化性のガスを導入しつつ焼鈍を行うことを特徴とする表面性状に優れた冷延鋼板の製造方法。

【請求項 2】

前記酸化性のガスは、濃度 100～5000 ppm（体積基準）の酸素および／または濃度 1000～50000 ppm の水蒸気を含むガスである請求項 1 に記載の製造方法。

【請求項 3】

前記鋼板は、C：0.04～0.20%（質量%の意味。鋼板の化学成分において以下同じ。）、Si：0.1～3.0%、Mn：0.1～3.0%および Al：0.06%以下（0%を含まない）を夫々含有するものである請求項 1 または 2 に記載の製造方法。

10

【請求項 4】

前記鋼板は、更に Cr：2%以下（0%を含まない）、Nb：1%以下（0%を含まない）、V：1%以下（0%を含まない）および W：0.3%以下（0%を含まない）よりなる群から選ばれる少なくとも 1 種を含有するものである請求項 3 に記載の製造方法。

【請求項 5】

前記鋼板は、更に Ni：2%以下（0%を含まない）、Cu：2%以下（0%を含まない）、Mo：2%以下（0%を含まない）および B：0.01%以下（0%を含まない）よりなる群から選ばれる少なくとも 1 種を含有する請求項 3 または 4 に記載の製造方法。

20

【請求項 6】

前記鋼板は、更に Ti：0.1%以下（0%を含まない）、Ca：0.03%以下（0%を含まない）、Mg：0.03%以下（0%を含まない）および REM：0.03%以下（0%を含まない）よりなる群から選ばれる少なくとも 1 種を含有する請求項 3～5 のいずれかに記載の製造方法。

【請求項 7】

冷間圧延に続いて配置される連続焼鈍炉において、その雰囲気が非酸化性雰囲気に制御されると共に、送給ロールと鋼板ストリップの隙間に酸化性のガスを導入する機構が設けられたものであることを特徴とする表面性状に優れた冷延鋼板の製造装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、表面疵がないような表面性状に優れた冷延鋼板を製造するための有用な方法およびそのための製造装置に関するものであり、特に自動車、家電製品、建材等の分野で使用される Si、Mn 含有冷延鋼板において、外観が美しく、しかも年々複雑化する加工にも耐え得る冷延鋼板を製造するための有用な方法、およびそのための製造装置に関するものである。

【背景技術】

40

【0002】

近年、自動車、家電製品、建材等の軽量化の目的で、強度、延性および加工性に優れた鋼板の需要が急増している。鋼板に所定量の Si や Mn を含有させると、強度を損なうことなく延性や加工性を向上できることから、このような特性を満たす鋼板として Si や Mn を含有させた冷延鋼板が使用されている。

【0003】

上記のような冷延鋼板を製造するに際しては、スラブに熱間圧延および冷間圧延を施して所望の製品厚さまで加工した後、鋼板の組織制御のために連続焼鈍ライン（以下、「CAL」と略記することがある）にて、焼鈍、焼入れ処理が行われるのが一般的である。

【0004】

50

しかしながら、S i やM nを比較的多く含む鋼板では、C A L内のハースロール（ロールハース炉における送給ロール）上に何らかの反応物が生成し、それが鋼板表面に転写されることで押し疵が発生することがある。以下では、上記反応物の生成現象を「ロールピックアップ現象」、こうした現象によって転写により発生する押し疵を「ピックアップ疵」と呼ぶ。

【0005】

上記のようなロールピックアップ現象は、種々の文献で紹介されている「ビルドアップ」と実質的に同じ現象である。このような不良が発生した場合には、ロール交換のためにラインを停止せざるを得ないために、生産性が著しく悪化することになる。

【0006】

上記のようなピックアップ疵の低減を実現するために、これまでに様々な技術が提案されている。こうした技術として、例えば特許文献1には、ロール表面にクロマイジング金属層を金属浸透法によって形成することで、ピックアップ疵を低減する技術が提案されている。また特許文献2、3には、各種セラミックス層を溶射法によって形成することで、ピックアップ疵を低減する技術が提案されている。

【0007】

上記各技術は、S i やM nの含有量が比較的少ない鋼板に対しては有効である。しかしながら、S i とM nの含有量がいずれも0.1%以上となるような高S i -M n鋼板については、ピックアップ疵の抑制の効果が十分とは言えず、期待するほどの表面性状が得られないのが実情である。

【0008】

一方、C A L内で生成するスケールを抑制することによって、ピックアップ疵を低減する技術も提案されている（例えば、特許文献4）。S i とM nの含有量が多い鋼板では、S i やM nを含む酸化物、或はS i やM nとF eからなる複合酸化物を抑制する必要があるが、これらの酸化物の平衡酸素圧は非常に低いために、このような技術でも、ピックアップ疵の発生を完全に防止することはできない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2000-291635号公報

【特許文献2】特開2002-256363号公報

【特許文献3】特開2006-283105号公報

【特許文献4】特開平11-158559号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明は上記の様な事情に着目してなされたものであって、その目的は、ピックアップ疵がないような表面性状に優れた冷延鋼板を製造することのできる有用な方法、およびそのための製造装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的を達成することのできた本発明方法とは、冷間圧延に続いて非酸化雰囲気連続焼鈍炉内で焼鈍を行う際に、送給ロールと鋼板ストリップの隙間に酸化性のガスを導入しつつ焼鈍を行う点に要旨を有するものである。この方法において、前記酸化性のガスは、濃度100～5000ppm（体積基準）の酸素および／または濃度1000～5000ppmの水蒸気を含むガスであることが好ましい。

【0012】

本発明方法で対象とする鋼板については、基本的にS i やM nの含有量が比較的多いものであれば、その効果が有効に達成され、化学成分組成については特に限定するものではないが、基本成分として、C：0.04～0.20%（質量%の意味。鋼板の化学成分に

10

20

30

40

50

において以下同じ。) 、 $\text{Si} : 0.1 \sim 3.0\%$ 、 $\text{Mn} : 0.1 \sim 3.0\%$ および $\text{Al} : 0.06\%$ 以下(0%を含まない)を夫々含有するものが挙げられる。

【0013】

本発明方法で対象とする鋼板は、上記した基本成分に、更に(a) $\text{Cr} : 2\%$ 以下(0%を含まない)、 $\text{Nb} : 1\%$ 以下(0%を含まない)、 $\text{V} : 1\%$ 以下(0%を含まない)および $\text{W} : 0.3\%$ 以下(0%を含まない)よりなる群から選ばれる少なくとも1種、(b) $\text{Ni} : 2\%$ 以下(0%を含まない)、 $\text{Cu} : 2\%$ 以下(0%を含まない)、 $\text{Mo} : 2\%$ 以下(0%を含まない)および $\text{B} : 0.01\%$ 以下(0%を含まない)よりなる群から選ばれる少なくとも1種、(c) $\text{Ti} : 0.1\%$ 以下(0%を含まない)、 $\text{Ca} : 0.03\%$ 以下(0%を含まない)、 $\text{Mg} : 0.03\%$ 以下(0%を含まない)および $\text{REM} : 0.03\%$ 以下(0%を含まない)よりなる群から選ばれる少なくとも1種、等を含含有させてもよく、含有される成分に応じて鋼板の特性が更に改善される。

10

【0014】

一方、上記目的を達成することのできた本発明の製造装置とは、冷間圧延に続いて配置される連続焼鈍炉において、その雰囲気为非酸化性雰囲気に制御されると共に、送給ロールと鋼板ストリップの隙間に酸化性のガスを導入する機構が設けられたものである点に要旨を有するものである。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、冷間圧延に続いて非酸化雰囲気の連続焼鈍炉内で焼鈍を行う際に、送給ロールと鋼板ストリップの隙間に酸化性のガスを導入しつつ焼鈍を行うようにしたので、ロールピックアップ現象に起因するピックアップ疵の発生を効果的に抑制できるため、表面性状に優れた冷延鋼板が製造できる。

20

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】ピックアップ疵の発生状態の推定メカニズムを説明する模式図である。

【図2】連続焼鈍ライン(CAL)の装置構成を示す概略説明図である。

【図3】ガス導入機構の一例を示す概略説明図である。

【図4】ガス導入機構の他の例を示す概略説明図である。

【発明を実施するための形態】

30

【0017】

上記のようなロールピックアップ現象の発生メカニズムは、これまで明らかにされていない訳ではない。まず本発明者らは、上記のようなロールピックアップ現象の発生メカニズムを解明するべく、酸化スケール(FeO)と一般的な溶射成分[(Ni , Co) CrAlY]との反応を熱力学計算ソフト(「HSC Chemistry」: オートテック社製)により検討した。その結果、酸化スケールが溶射皮膜内の金属 Al 、 Cr 等によって還元されて純 Fe が生成することが判明したのである。この検討における経緯は下記の通りである。

【0018】

予め雰囲気制御した熱処理で生成させた Fe_3O_4 皮膜と溶射皮膜[($\text{Ni}-25\%\text{Cr}-10\%\text{Al}-0.5\%\text{Y}$)]を対面させて、面圧: $0.15\text{kg}/\text{cm}^2$ ($147\text{N}/\text{mm}^2$)で圧力をかけ、 900°C の N_2 雰囲気中で2時間保持した。接着部分の断面を切り出し、SEM(走査型顕微鏡)とEDX(エネルギー分散型X線分析)によるライン分析を行った。その結果から、酸化スケールと溶射皮膜の反応によって、金属 Fe が生成することが検証できたのである。

40

【0019】

これらの結果に基づいて、ピックアップ疵の発生メカニズムについて更に検討を進めた。そして、ピックアップ疵は、鋼板のスケールと溶射皮膜の接触による酸化還元反応で生成した還元鉄(溶射皮膜中に存在する Fe よりも酸化し易い Al や Cr がスケールを還元して金属 Fe が生成する)に起因するものであると考えられた。この還元鉄中は、酸素が

50

拡散し易く、スケールから溶射皮膜側に酸素が拡散することで、酸化還元反応が連続して起こり、生成した還元鉄がスケール側に向かって成長する。そして、S i, M n 含有鋼板では、硬い S i - M n - O 粒子を含んだ還元鉄が生成してピックアップ疵の原因となると推定できた。こうした状況を図 1 (模式図) に示す。

【0020】

上記のような仮説に基づいて更に検討し、送給ロールとスケール間の還元鉄の生成を阻害すれば、ロールピックアップ現象を抑制してピックアップ疵の発生を防止できるとの着想が得られ、更に検討を進めた結果、本発明を完成するに至った。即ち、C A L 中の送給ロールと鋼板ストリップとの隙間に、酸素、水蒸気、二酸化炭素等を含む酸化性のガスを導入することによって、送給ロールと鋼板ストリップ間の酸化を促進して還元鉄の生成を阻止することができ、これによってピックアップ疵の発生防止に有効であることが判明したのである。

【0021】

ところで、連続焼鈍ライン(C A L)内は、非酸化性雰囲気制御されるのが通常である。この非酸化性雰囲気は、酸素濃度が 40 p p m 以下、水蒸気濃度が約 650 p p m 以下(露点: -25℃)であるような雰囲気を言う。但し、この雰囲気中には、水素が 1~20%程度含まれていても良い。また、ベースとなるガスはN₂やA r 等の不活性ガスである。C A L の抽出温度は700~900℃程度であり、C A L の均熱帯(後記図4参照)の在炉時間は、60~240秒程度である。

【0022】

本発明では、連続焼鈍炉内で焼鈍を行う際に、送給ロールと鋼板ストリップの隙間に酸化性のガスを導入しつつ焼鈍を行うものであるが、本発明で想定している送給ロールは、鋼材ロールそのものは勿論のこと、鋼材ロール表面の溶射皮膜等の皮膜中に、F e よりも酸化されやすい元素(具体的には、A l, C r, Z n, M g, C a, Z r, Y, S i, M n, N a, P, V, T i, L i 等)が酸化物以外の状態(例えば、合金成分等)で含有する場合も含むものである。例えば、C r が多量に含有された耐熱鋼で作製されたロールや、一般的にM C r A l Y として知られる溶射皮膜を表面に形成したロール、更にC V D 等でアルミナ化されたN i A l 合金等からなるロールを含む趣旨である。

【0023】

本発明では、連続焼鈍炉において、送給ロールと鋼板ストリップの隙間に酸化性のガスを導入するものであるが、こうした装置構成を図面に基づいて説明する。連続焼鈍ライン(C A L)の装置構成を模式的に図2に示す。C A L では、予熱帯、加熱帯、均熱帯および冷却帯の各領域に画成されており、鋼板ストリップが多数のロール(送給ロール)によって上記各領域を順次通板されるように構成されている。

【0024】

本発明方法を実施するに当たっては、酸化性のガス(酸化性ガス)を導入する機構(ガス導入機構)を設けることによって(図2)、送給ロールと鋼板ストリップの隙間に酸化性のガスを導入する。図3は、ガス導入機構の一例を示す概略説明図である。この構成では、酸化性ガスを酸化性ガスノズル管に送り、この酸化性ガスノズル管に形成された多数のノズル孔からロール(図3では「ハスロール」と表示)と鋼板ストリップ(図3では「鋼板」と表示)の隙間に酸化性ガスを導入するように構成されている。

【0025】

図4は、ガス導入機構の他の例を示す概略説明図である。この構成では、酸化性ガスをロール(ハスロール)の内部の空間(図示せず)に送り込むと共に、この空間に連通し、ロール表面に多数形成された噴出孔(酸化性ガス噴出孔)から、ロール(図4では「ハスロール」と表示)と鋼板ストリップ(図4では「鋼板」と表示)の隙間に酸化性ガスを導入するように構成されている。

【0026】

いずれの構成を採用しても、ロールと鋼板ストリップの隙間に酸化性ガスを効果的に導入できるようになっている。

10

20

30

40

50

【0027】

ガス導入機構は、均熱帯の出口（冷却帯入口）から数えて10ロール目までの中から少なくとも1つのロールに設けることが好ましい。この10ロール目までであれば、どこに設置しても良い。これは、鋼板温度が700℃程度で接触するロールであり、還元反応による金属Feの生成が起こりやすいという理由からである。ガス導入装置の数は多い方が好ましいが、10個以上設けてもその効果が飽和することになる。ガス導入装置は、必要に応じて加熱帯、予熱帯、冷却帯に設けることもできる。酸化性ガスとしては、酸素や水蒸気等を含むガスを用い、窒素ガスやアルゴンガスで希釈することによって、所定の濃度とすれば良い。酸化性ガスの成分としては、上記の他、二酸化炭素等を含ませることもできる。

10

【0028】

前記酸化性ガスは、濃度100～5000ppmの酸素および／または濃度1000～50000ppmの水蒸気を含むガスを用いることが好ましい。酸化性ガス中の酸素濃度を100ppm以上、または水蒸気濃度を1000ppm以上とすることで、還元鉄の生成を十分に抑制することができる。また、酸素濃度を5000ppm以下、または水蒸気濃度を50000ppm以下とすることによって、CAL内全体での酸化性ガス濃度の増加を抑制し、溶射皮膜と反応するスケール量を抑制することができる。

【0029】

本発明で対象とする鋼板は、冷延鋼板として使用できる限りその化学成分組成は特に限定されないが、例えばC：0.04～0.20%、Si：0.1～3.0%、Mn：0.1～3.0%、Al：0.06%以下（0%を含まない）を夫々含有するものが挙げられる。各元素の添加理由は、以下の通りである。

20

【0030】

[C：0.04～0.20%]

Cは、鋼材（即ち、鋼板）の強度を高めるのに有効な元素であり、0.04%以上含有させることが好ましい。しかしながら、C含有量が0.20%を超えて過剰になると、加工性が低下することになる。より好ましいC含有量は、0.05%以上（更に好ましくは0.06%以上）、0.15%以下（更に好ましくは0.12%以下）である。

【0031】

[Si：0.1～3.0%]

Siは、鋼材（即ち、鋼板）の強度を発現しつつ、延性や加工性を確保できる重要な元素であり、高強度鋼板に最低限必要なSi量としてその下限を0.1%とすることが好ましい。しかしながら、Si含有量が過剰になると、延性を損なうため、3.0%以下とすることが好ましい。より好ましいSi含有量は、0.5%以上（更に好ましくは0.8%以上）、2.5%以下（更に好ましくは2.0%以下）である。

30

【0032】

[Mn：0.1～3.0%]

Mnは、鋼板の強度および靱性を確保するために重要な元素であり、高強度鋼板に最低限必要なMn量としてその下限を0.1%とすることが好ましい。しかしながら、Mn含有量が過剰になると、延性を損なうため、3.0%以下とすることが好ましい。より好ましいMn含有量は、0.2%以上（更に好ましくは0.5%以上）、2.5%以下（更に好ましくは2.0%以下）である。

40

【0033】

[Al：0.06%以下（0%を含まない）]

Alは、製鋼段階での脱酸のために、および焼ならし加熱の際にオーステナイト結晶粒の粗大化を防止するために有効な元素である。しかしながら、Al含有量が0.06%を超えると、その効果が飽和することに加えて、結晶粒が不安定になる。Al含有量は、より好ましくは0.05%以下（更に好ましくは0.04%以下）である。

【0034】

上記C、Si、MnおよびAl以外の残部は、鉄であってもよい。残部が鉄の場合、不

50

可避的不純物（例えば、原料、資材、製造設備等の状況によって持ち込まれる不純物（P、S、N、O等））が鋼板中に含まれることは、当然に許容される。これらの不純物のうち、P、SおよびNについては、下記のように低減することが好ましい。

【0035】

[P：0.02%以下（0%を含まない）]

Pは不可避免的に含有される元素であるが、微量のPの存在はセメンタイトの析出を遅延し変態を抑制する。しかしながら、P含有量が過剰になると、延性の劣化とめっき密着性の悪化を招くため、その上限を0.02%に止めることが好ましい。P含有量は、より好ましくは0.010%以下（更に好ましくは0.005%以下）である。尚、工業生産上、鋼材中のP含有量を0%にすることは困難である。

10

【0036】

[S：0.004%以下（0%を含まない）]

Sは不可避免的に含有される元素であるが、硫化物系介在物（MnS）を形成し、これが鋼板の熱間圧延時に偏析することにより、鋼板を脆化させるので、0.004%に止めることが好ましい。S含有量は、より好ましくは0.003%以下（更に好ましくは0.002%以下）である。尚、工業生産上、鋼材中のS含有量を0%にすることは困難である。

【0037】

[N：0.01%以下（0%を含まない）]

Nは粗大な窒化物を形成して曲げ性や穴拡げ性を劣化させ、且つ溶接時のブローホールの原因となるので、可避的不純物として混入する場合、その上限を0.01%に止めることが好ましい。N含有量は、より好ましくは0.005%以下（更に好ましくは0.002%以下）である。

20

【0038】

本発明で対象とする鋼材には、必要に応じて下記に示す種々の選択元素を含有させても良く、含有される元素の種類に応じて鋼材の特性が更に改善される。これらの元素を含有させるときの含有量および限定理由は以下の通りである。

【0039】

[Cr：2%以下（0%を含まない）、Nb：1%以下（0%を含まない）、V：1%以下（0%を含まない）およびW：0.3%以下（0%を含まない）よりなる群から選ばれる少なくとも1種]

30

【0040】

Cr、Nb、VおよびWは、いずれも鋼板の強度を高めるのに有効な元素であり、必要に応じて含有させることができる。このうち、Crは鋼板および冷間鍛造品の強度を付与する上で有効な元素である。こうした効果を発揮させるためには、0.01%以上含有させることが好ましい（より好ましくは0.04%以上）。しかしながら、Cr含有量が2%を超えて過剰になっても、延性が低下することになる。Cr含有量は、より好ましくは1.5%以下（更に好ましくは1%以下）である。

【0041】

Nbは、微量の添加で微細組織を得ることができ、韌性を損なわずに高強度化が図れる元素である。こうした効果を発揮させるためには、0.001%以上含有させることが好ましい（より好ましくは0.005%以上）。しかしながら、Nb含有量が過剰になると、炭化物が多量に生成し、マルテンサイトの体積率減少、或はその析出強化により強度と加工性のバランスが劣化する。こうしたことから、Nb含有量は1%以下とすることが好ましく、より好ましくは0.5%以下（更に好ましくは0.1%以下）である。

40

【0042】

Vは、Nbと同様に微量の添加で微細組織を得ることができる元素であり、鋼板の強度向上に寄与する。こうした効果を発揮させるためには、0.001%以上含有させることが好ましい（より好ましくは0.005%以上）。しかしながら、V含有量が過剰になると、コスト高の原因となるだけでなく、降伏点（降伏比）を上昇させて加工性を低下させ

50

る。こうしたことから、V含有量は1%以下とすることが好ましく、より好ましくは0.5%以下（更に好ましくは0.1%以下）である。

【0043】

Wは、析出物強化、フェライト結晶粒の成長抑制による微細強化および再結晶の抑制を通じた転位強化により、鋼板の強度向上に寄与する。こうした効果を発揮させるためには、0.001%以上含有させることが好ましい（より好ましくは0.005%以上）。しかしながら、W含有量が過剰になると、炭・窒化物の析出が過剰となり、成形性の劣化を招くことになる。こうしたことから、W含有量は0.3%以下とすることが好ましく、より好ましくは0.2%以下（更に好ましくは0.1%以下）である。

【0044】

[Ni: 2%以下（0%を含まない）、Cu: 2%以下（0%を含まない）、Mo: 2%以下（0%を含まない）およびB: 0.01%以下（0%を含まない）よりなる群から選ばれる少なくとも1種]

Ni、Cu、MoおよびBは、いずれも鋼板の焼入れ性を向上させる元素である。このうちNiは、適量含有させることによって、CAL焼鈍、冷却時点でのマルテンサイト比率の増大とマルテンサイトのラス構造を微細化する作用を通じて、次工程の連続溶融亜鉛めっきライン（CGL）の焼鈍時における二相域再加熱、冷却処理時の焼入れ性を良好にして、冷却後の最終的な複合組織を良好なものとし、各種成形加工性を向上させることができる。Niは微量添加することによってこうした効果を発揮できるが、こうした効果を有効に発揮させるためには、0.1%以上含有させることが好ましい（より好ましくは0.2%以上）。しかしながら、Niは高価な元素であるので、製造コストの点からその含有量は2%以下とすることが好ましく、より好ましくは1.5%以下（更に好ましくは1.0%以下）である。

【0045】

CuはNiと同様に焼入れ性を向上させる元素であり、Niと同様の作用により各種成形加工性を向上させるのに有効な元素である。こうした効果を有効に発揮させるためには、0.1%以上含有させることが好ましい（より好ましくは0.2%以上）。しかしながら、Cuは高価な元素であるので、製造コストの点からその含有量は2%以下とすることが好ましく、より好ましくは1.5%以下（更に好ましくは1.0%以下）である。

【0046】

Moは、CuやNiと同様に焼入れ性を向上させる元素であり、Niと同様の作用により各種成形加工性を向上させるのに有効な元素である。また、めっき性を損ねることなく、固溶強化を図る上でも有効な元素である。こうした効果を有効に発揮させるためには、0.1%以上含有させることが好ましい（より好ましくは0.2%以上）。しかしながら、Moは高価な元素であるので、製造コストの点からその含有量は2%以下とすることが好ましく、より好ましくは1.5%以下（更に好ましくは1.0%以下）である。

【0047】

Bも鋼板の焼入れ性を向上させる元素であるが、こうした効果を有効に発揮させるためには、0.0001%以上含有させることが好ましい（より好ましくは0.0002%以上）。しかしながら、B含有量が過剰になるとめっき性が劣化するので、0.01%以下とすることが好ましく、より好ましくは0.005%以下（更に好ましくは0.001%以下）である。

【0048】

[Ti: 0.1%以下（0%を含まない）、Ca: 0.03%以下（0%を含まない）、Mg: 0.03%以下（0%を含まない）、およびREM: 0.03%以下（0%を含まない）よりなる群から選ばれる少なくとも1種]

Ti、Ca、MgおよびREM（希土類元素）は、いずれも脱酸剤として用いられる元素である。こうした効果を発揮させるためには、Tiで0.01%以上（より好ましくは0.02%以上）、Ca、Mg、REMで0.002%以上（より好ましくは0.003%以上）含有させることが好ましい。しかしながら、これらの含有量が過剰になると、成

10

20

30

40

50

形性が劣化するので、好ましくはT iで0.1%以下、C a、M g、R E Mで0.03%以下、より好ましくはT iで0.08%以下（更に好ましくは0.05%以下）、C a、M g、R E Mで0.02%以下（更に好ましくは0.01%以下）である。

【実施例】

【0049】

以下、実施例を挙げて本発明をより具体的に説明するが、本発明は以下の実施例によって制限を受けるものではなく、上記・下記の趣旨に適合し得る範囲で適当に変更を加えて実施することも勿論可能であり、それらはいずれも本発明の技術的範囲に包含される。

【0050】

〔実施例1〕

下記表1に示す化学成分組成の鋼材スラブ（鋼種A～W）を熱間圧延した後、酸洗によりスケーリング除去して、更に冷間圧延することによって、板厚：2.0mmの薄鋼板を作製した。

【0051】

【表 1】

鋼種	化学成分組成* (質量%)															
	C	Si	Mn	Al	Cr	Ti	Ni	Cu	Mo	Nb	V	W	B	P	S	N
A	0.13	1.75	1.7	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.001	0.002	-
B	0.055	1.2	1.85	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.001	0.003	-
C	0.15	0.5	1.5	0.01	-	0.03	-	-	-	-	-	-	-	0.001	0.004	-
D	0.05	2.85	2.7	0.03	0.18	0.04	-	-	-	-	-	-	-	0.002	0.002	-
E	0.12	2.1	0.2	0.04	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	0.001	0.003	-
F	0.11	2.5	2.7	0.02	-	-	0.8	-	-	-	-	-	-	0.014	0.002	-
G	0.14	1.4	1.3	0.04	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-	0.003	0.002	0.005
H	0.19	0.7	1.0	0.02	-	-	-	-	0.5	-	-	-	-	0.002	0.001	0.009
I	0.07	2.1	1.3	0.02	-	-	-	-	-	0.042	-	-	-	0.007	0.001	0.008
J	0.11	0.3	2.5	0.06	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	0.003	0.002	-
K	0.05	1.2	2.0	0.04	-	-	-	-	-	-	-	0.082	-	0.015	0.001	-
L	0.05	1.0	1.3	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0005	0.004	0.003	0.010
M	0.08	1.0	1.2	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.018	0.004	0.004
N	0.16	2.4	2.9	0.04	0.25	-	0.2	-	0.3	-	-	-	-	0.005	0.001	0.005
O	0.16	0.1	2.5	0.05	-	0.001	-	1.6	-	-	-	-	-	0.001	0.001	0.010
P	0.18	0.2	2.9	0.02	-	-	-	-	-	0.530	-	0.007	0.0040	0.005	0.002	0.007
Q	0.08	0.8	2.7	0.04	-	0.003	-	-	-	-	0.09	-	-	0.002	0.002	-
R	0.20	2.0	1.8	0.06	0.01	0.020	0.1	0.2	0.1	0.003	-	-	-	0.005	0.003	0.010
S	0.07	0.3	1.9	0.05	-	-	-	-	-	-	0.68	0.029	0.0057	0.004	0.002	0.004
T	0.13	1.3	2.0	0.03	-	-	-	-	1.8	-	-	-	0.0002	0.008	0.002	0.002
U	0.08	2.7	2.3	0.01	-	-	1.4	-	-	0.745	-	-	-	0.017	0.002	0.004
V	0.20	0.5	0.7	0.04	-	0.008	-	1.8	-	-	-	-	-	0.004	0.001	0.005
W	0.14	2.6	0.3	0.03	-	-	-	-	-	0.012	-	-	0.0032	0.002	0.001	-

* 残部: 鉄、およびP, S, N以外の不可避の不純物

得られた各種薄鋼板を連続焼鈍ライン（C A L）にて焼鈍を実施した。このときの焼鈍では、予熱帯－加熱帯（前記図 4 参照）にて 4 0 0 秒で 9 0 0 ℃まで昇温し、2 1 0 秒間、9 0 0 ℃で均熱帯において均熱保持し、その後冷却帯で冷却した。また、焼鈍の際には、下記表 2 に示す酸化性ガス（窒素ガスで希釈）を、ガス導入機構を用いて（前記図 5 参照）、ロールと鋼板ストリップの間に酸化性ガスを導入した。酸化性ガスの導入機構は、均熱帯の出口近傍に配置した。

【 0 0 5 3 】

得られた薄鋼板について、ピックアップ疵の有無を評価した。この評価に当たっては、ピックアップ疵の発生までの時間（ロールの交換が行われた後の最初の操業開始時点からピックアップ疵の発生までの時間）で評価した。評価基準は下記の通りである。その結果を、装置設置数（ガス導入機構の設置数）と共に、下記表 2 に示す。

[ピックアップ疵の評価基準]

2 0 時間以下：×（不合格）

5 0 時間以下：△（合格）

1 0 0 時間以下：○（合格）

1 0 0 時間超：◎（合格）

【 0 0 5 4 】

【表 2】

試験 No.	鋼種	装置設置数 (個)	導入ガス濃度(ppm)		ピックアップ疵発 生までの時間 (時)	評価
			酸素	水蒸気		
1	A	0	—	—	15	×
2	A	1	1000	—	21	△
3	B	3	1000	—	57	○
4	C	5	1000	—	107	◎
5	D	7	1000	—	158	◎
6	E	10	1000	—	199	◎
7	F	8	50	—	46	△
8	G	8	150	—	66	○
9	H	8	550	—	169	◎
10	I	8	2000	—	142	◎
11	J	8	3500	—	55	○
12	K	8	5500	—	27	△
13	L	7	—	900	42	△
14	M	7	—	2000	72	○
15	N	7	—	7000	119	◎
16	O	7	—	25000	153	◎
17	P	7	—	40000	88	○
18	Q	7	—	60000	39	△
19	R	4	200	35000	74	○
20	S	4	600	20000	117	◎
21	T	4	2000	22000	142	◎
22	U	5	300	17000	104	◎
23	V	7	2500	3000	116	◎
24	W	2	2500	2700	109	◎

【0055】

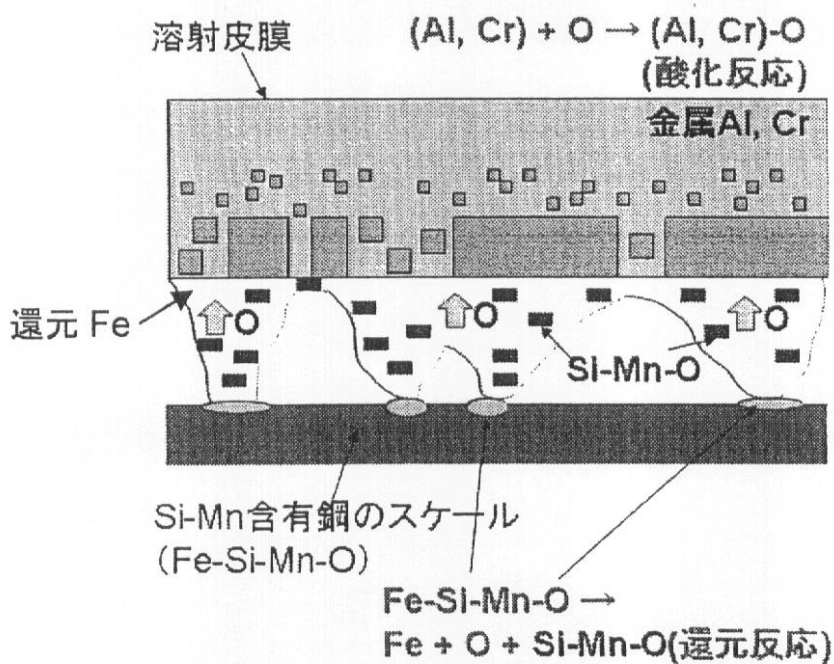
この結果から次のように考察できる。まずロールと銅板ストリップの間に酸化性ガスを導入しなかったものでは（試験No. 1）、ピックアップ疵発生までの時間が短くなっており、表面性状が良好になっていないことが分かる。

【0056】

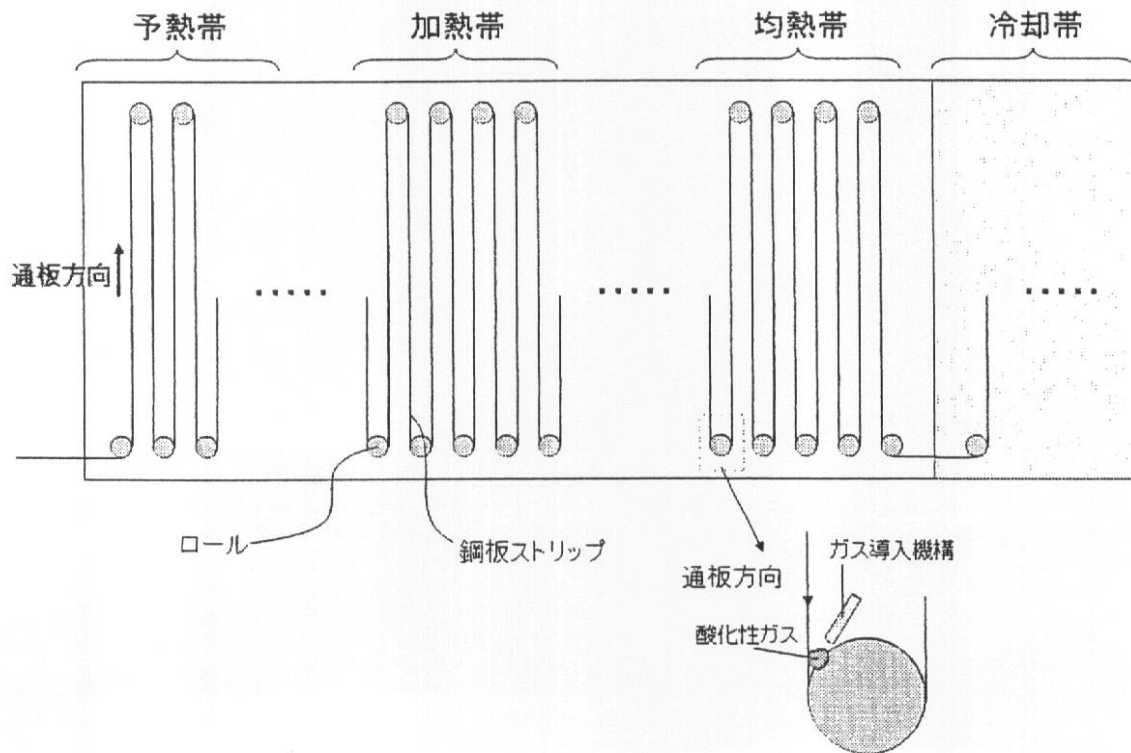
これに対し、ロールと銅板ストリップの間に酸化性ガスを導入したものでは（試験No. 2～24）、ピックアップ疵発生までの時間が長くなっており、表面性状が優れたものとなっていることが分かる。特に、酸化性ガス中の酸素濃度や水蒸気濃度を適正な範囲に設定したものでは（試験No. 3～6、8～11、14～17、19～24）、特に良好な結果（評価：○、◎）が得られていることが分かる。

10

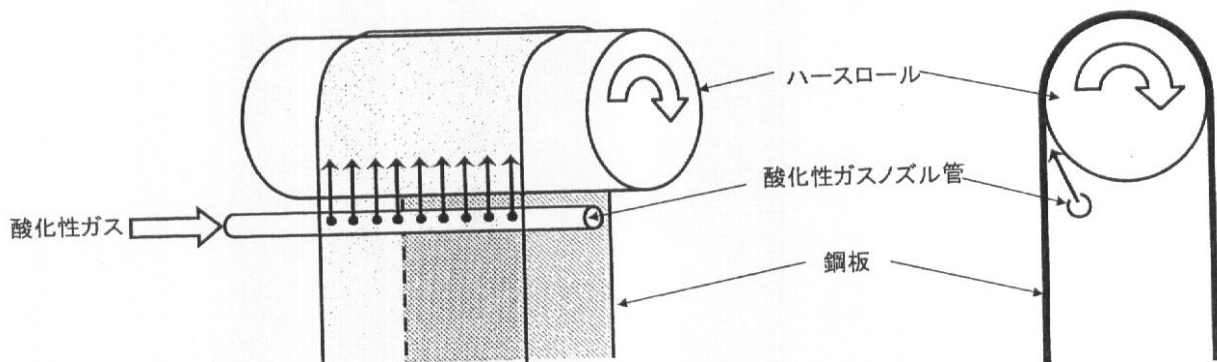
【図1】



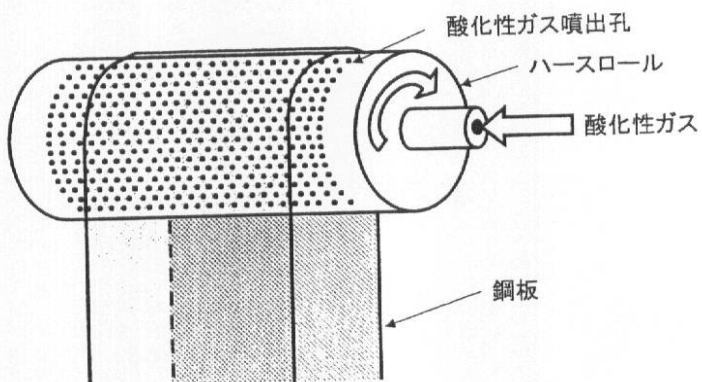
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード (参考)
B 2 1 B 3/00 (2006.01) B 2 1 B 3/00 A

(72)発明者 君島 一也
兵庫県加古川市金沢町 1 番地 株式会社神戸製鋼所加古川製鉄所内

(72)発明者 山下 圭一
兵庫県加古川市金沢町 1 番地 株式会社神戸製鋼所加古川製鉄所内

(72)発明者 中山 忍
兵庫県加古川市金沢町 1 番地 株式会社神戸製鋼所加古川製鉄所内

(72)発明者 武田 実佳子
兵庫県神戸市西区高塚台 1 丁目 5 番 5 号 株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

F ターム(参考) 4K043 AA01 AB01 AB02 AB03 AB04 AB07 AB10 AB11 AB13 AB14
AB15 AB16 AB18 AB19 AB20 AB21 AB22 AB23 AB25 AB26
AB27 AB28 AB29 AB30 AB31 AB33 EA02 FA06