(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3839091号
(P3839091)
(45)発行日　平成18年11月1日(2006.11.1)　(24)登録日　平成18年8月11日(2006.8.11)

(51)Int.Cl.		F I		
C21D 9/46	(2006.01)	C21D	9/46	S
C22C 38/00	(2006.01)	C22C	38/00	301Z
C22C 38/58	(2006.01)	C22C	38/58	

請求項の数 2　(全 7 頁)

(21)出願番号　特願平8-90561
(22)出願日　平成8年3月19日(1996.3.19)
(65)公開番号　特開平9-256067
(43)公開日　平成9年9月30日(1997.9.30)
審査請求日　平成15年2月13日(2003.2.13)

(73)特許権者　000004581
日新製鋼株式会社
東京都千代田区丸の内３丁目４番１号
(74)代理人　100092392
弁理士　小倉　亘
(72)発明者　面迫　浩次
広島県呉市昭和町１１番１号　日新製鋼株式会社　技術研究所内
(72)発明者　平松　昭史
広島県呉市昭和町１１番１号　日新製鋼株式会社　技術研究所内
(72)発明者　秋月　誠
広島県呉市昭和町１１番１号　日新製鋼株式会社　技術研究所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】スケールの耐剥離性に優れた熱処理用鋼板の製造方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
Ｃ：０．３～１．２重量%，Ｓｉ：０．１～１．８重量%及びＭｎ：０．３～２．０重量%，Ｃｒ：２重量%以下及びＮｉ：２重量%以下を含み、残部がＦｅ及び不可避的不純物からなる組成を有する鋼帯を熱間圧延した後、次式を満足する巻取り温度C_Tで巻き取り、その後、表面粗さがR_a０．３～１μm及び／又は直径１００mm以下のワークロールを使用して圧延率２０～６０%で冷間圧延することを特徴とするスケールの耐剥離性に優れた熱処理用鋼板の製造方法。

$$C_T \geqq 660 - 38 \times (\%Cr)^{1/2} - 62 \times (\%Ni)$$

【請求項２】
請求項１記載の冷間圧延に続いて最終焼鈍を施した後、圧延率１～５%で無潤滑のスキンパス圧延を行う熱処理用鋼板の製造方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【産業上の利用分野】
本発明は、酸洗鋼板を大気中又は非還元性雰囲気で加熱したときに生成する酸化スケールが焼入れ焼戻し等の熱処理中に下地鋼から剥離しない熱処理用鋼板を製造する方法に関する。
【０００２】
【従来の技術】

丸鋸用基板，ギア，ワッシャー等に使用される鋼板は、熱処理特性は勿論、高い寸法精度や良好な表面肌が要求される。そのため、熱処理工程ではスケールに起因する疵の発生を極力防止する必要がある。
通常の熱処理では、熱延時に生成した黒皮スケールが除去された鋼板が使用され、非酸化性雰囲気中で処理されている。しかし、熱処理コストを低減するため、大気雰囲気中での加熱が多用されるようになってきた。大気雰囲気中で鋼板を加熱すると、鋼板表面に酸化スケールが発生する。酸化スケールは、後続する焼入れ時に下地鋼から剥離し、プレステンパー等の次工程で押込み疵を発生させる原因となる。押込み疵がある鋼板では、熱処理後の鋼板表面の研削代が嵩み、作業コストを上昇させる。スケール疵の程度が著しいものは、寸法精度の面から製品として使用できず、不適合になる場合がある。しかも、スケール剥離があると、飛散したスケールによって作業環境も悪化する。

【０００３】
このようなことから、酸化スケールの剥離を防止するため、特開昭６３－１７９０５６号公報，特開平２－３４７９３号公報，特開平２－３８５２２号公報，特開平２－１８５９１５号公報，特開平５－１９５０５５号公報等で酸化スケールの密着性を向上させる方法が種々紹介されている。これらは、熱延過程で急冷により熱延黒皮スケールを薄くし、巻取り温度の低下や非酸化性雰囲気中での冷却によってスケール組成を密着性の良好なFe_3O_4にしたものである。何れも熱延鋼板状態でのスケール密着性を改善しているが、熱処理時に生成するスケールの密着性については触れられていない。また、表面に凹凸をつけたワークロールによって熱延鋼板のスケール密着性を向上させることが特公平２－１８２３０２号公報に紹介されている。更に、特開平２－１０４６２５号公報では、Ｓｉ含有量を高くすることにより、熱処理時の加熱によるFe_3O_4からＦｅＯへの変態を抑制している。

【０００４】
【発明が解決しようとする課題】
特開昭６３－１７９０５６号公報，特開平２－３４７９３号公報，特開平２－３８５２２号公報，特開平２－１８５９１５号公報，特開平５－１９５０５５号公報等で紹介されている方法は、熱延黒皮ままで使用される製品に対しては有効である。このような製品としては、熱処理を施すことなく切削又は打抜き加工により製品とされる建築用材料，自動車用材料等がある。
しかし、これらの方法は、熱処理用鋼板には不向きである。熱処理用鋼板では、黒皮スケールままでは熱処理時の加熱により表面脱炭が生じることや、酸化スケールが厚くなることによって部分的な剥離が生じることから、押込み疵を発生させるためである。また、酸洗して使用する場合でも、熱延板自体のスケール密着性がよいことから逆に酸洗効率が低下し、スケール密着性のよいFe_3O_4を除去するために熱処理時のスケール密着性が確保されない。

【０００５】
特公平２－１８２３０２号公報の方法では、ワークロール表面に凹凸を付ける加工が必要とされるため、ロールの製造コストが高くなる。しかも、実際の操業では種々の鋼種を熱延するため、ロールの摩耗を考慮すると安定した製品を得ることが難しくなる。また、鋼種を限定した場合でも、ロール交換に要する時間がかかり、ロール原単位が上昇する。
特開平２－１０４６２５号公報のように、Ｓｉ含有量を高くした熱処理用鋼板では、熱延鋼板の表面に黒皮が付着しているため、中～高炭素鋼の場合にはスケール中の酸素による表面脱炭が生じ、焼入れ不足が発生し、必要な熱処理特性が得られないことがある。また、熱処理温度が９５０℃以上になると、Ｓｉによる変態抑制効果が希薄になり、生成スケールがＦｅＯになって、スケールが剥離することもある。
本発明は、このような問題を解消すべく案出されたものであり、巻取り温度及び冷間圧延率の制御によってアンカー効果をもつ適正な粒界酸化を促進させると共に、粒界酸化に起因する地鉄界面の凹凸を開口させ、大気雰囲気或いは酸化性雰囲気中における熱処理時に生成する酸化スケールの密着性を向上させ、焼入れ焼戻しの熱処理工程で酸化スケールが

剥離することがない熱処理用鋼板を得ることを目的とする。

【０００６】

【課題を解決するための手段】

本発明の熱処理用鋼板製造方法は、その目的を達成するため、Ｃ：０．３～１．２重量％，Ｓｉ：０．１～１．８重量％及びＭｎ：０．３～２．０重量％，Ｃｒ：２重量％以下及びＮｉ：２重量％以下を含み、残部がＦｅ及び不可避的不純物からなる組成を有する鋼帯を熱間圧延した後、次式を満足する巻取り温度$Ｃ_{Ｔ}$で巻き取り、その後、表面粗さが$Ｒ_{ａ}$０．３～１μｍ及び／又は直径１００ｍｍ以下のワークロールを使用して圧延率２０～６０％で冷間圧延することを特徴とする。

$$Ｃ_{Ｔ} \geqq ６６０－３８\times(\％Ｃｒ)^{1/2}－６２\times(\％Ｎｉ)$$

冷間圧延に続いて最終焼鈍を施した後、圧延率１～５％で無潤滑のスキンパス圧延を行うことが好ましい。

【０００７】

【作用】

本発明者等は、熱延鋼板の表面に形成される酸化スケールの密着性に及ぼす要因を種々調査・研究した。その結果、粒界酸化よって地鉄界面に付与された凹凸の深さや個数がスケール密着性に大きな影響を及ぼしていることを見い出し、特願平７－８７３９２号として提案した。本発明は、このような粒界酸化を適正に行わせるべく熱延巻取り温度を制御すると共に、粒界酸化によって形成された地鉄界面の凹凸を開口させるように冷間圧延率を制御したものである。

粒界酸化に起因する凹部によってスケール密着性が改善されることは、凹部のスケールアンカー効果が奏せられると共に、スケール剥離の伝播が凹部によって抑制されることが原因であると推察される。これにより、大気雰囲気中での加熱によって生成される酸化スケールは、焼入れ焼戻し等の熱処理工程で地鉄から剥離することがなくなる。

このような観点から、本発明では、このような粒界酸化を適正に行わせるべく、具体的には深さ：３～２０μｍ及び個数：１０００μｍ線分長さ当り１０～２００個の粒界酸化部を形成するため鋼材の組成との関連で熱延巻取り温度を制御し、粒界酸化に起因する地鉄界面の凹凸が開口するように後続する冷延工程での圧延率を制御した。

【０００８】

Ｃ：０．３～１．２重量％

熱処理製品の強度を確保するために、０．３重量％以上，望ましくは０．４重量％以上のＣが必要である。しかし、１．２重量％を超える多量のＣが含まれると、セメンタイトの析出を抑えるために熱処理時の加熱温度を下げることが必要とされる。この場合には、熱処理加熱時に酸化スケールの生成が抑えられ、本発明を用いる必要が生じない。通常、焼入れ焼戻し等の熱処理に使用される材料としては中～高炭素鋼板が一般的であり、そのＣ含有量は０．４～１．０重量％の範囲にある。このような中～高炭素鋼板に対しては、本発明が顕著な効果を発揮する。

Ｓｉ：０．１～１．８重量％

Ｍｎと共に粒界酸化層を得るのに適した合金元素であるが、１．８重量％を超えるＳｉ含有量では表面肌が劣化する。他方、０．１重量％に満たないＳｉ含有量は、粒界酸化層を形成させる作用が小さくなる。

【０００９】

Ｍｎ：０．３～２．０重量％

Ｓｉと同様に粒界酸化層を得るのに適した合金元素である。０．３重量％未満のＭｎ含有量では焼入れ不足が生じ、２重量％を超えるＭｎ含有量では焼き割れが発生し易くなる。

Ｃｒ：２重量％以下

粒界酸化を促進させて地鉄界面に凹凸を生成することにより、スケール密着性を向上させる有効な合金元素であり、熱処理時にスケールの剥離が防止される。しかし、粒界酸化を促進させるＣｒの添加効果は、１重量％を超えるとほぼ飽和する。また、２重量％を超える過剰のＣｒを添加しても、経済的でないばかりか、却って靭性の低下を招く。

【００１０】
Ｎｉ：２重量％以下　Ｎｉは、熱間圧延中の二次酸化によって地鉄界面に濃化する傾向を示す。濃化部分は凸状に残り、地鉄界面がミクロ的に凹凸形状になる。その結果、スケールに対するアンカー効果が増大する。そのため、Ｎｉ添加量に応じて巻取り温度を低くしても、地鉄界面に凹凸を形成することができる。しかし、２．０重量％を超えるＮｉ含有量は、経済的に不利となるばかりでなく、靭性，延性を低下させる原因ともなる。
他の合金元素としては、必要に応じてＭｏ，Ｖ等を含有することも可能である。
【００１１】
巻取り温度：$C_T \geqq 660-38\times(\%Cr)^{1/2}-62\times(\%Ni)$
巻取り温度は、本発明者等による多数の実験結果から定められたものであり、前掲の式に基づきＣｒ，Ｎｉの含有量に応じて巻取り温度を設定することにより、粒界酸化が促進され、粒界酸化を起因とした凹部を生成することが可能となる。その結果、熱処理スケールの剥離を防止するアンカー効果が十分に引出される。これに対し、前掲の式を満足しない巻取り温度で製造すると、必要とする粒界酸化に由来する地鉄界面の凹凸が得られないため、熱処理時にスケールが剥離し易くなる。なお、粒界酸化は、一般的に巻取り温度を高く設定することにより促進されるが、過度に高い巻取り温度では熱延後にコイルの変形が生じ易くなることから、上限を７５０℃とすることが好ましい。
【００１２】
冷間圧延率：２０～６０％
巻取り後のコイルは、酸洗によって脱スケールした後、そのまま冷間圧延される場合と、焼鈍後に冷間圧延される場合がある。何れの場合においても、スケールの耐剥離性を向上させる上からは冷間圧延率を２０～６０％の範囲に設定することが必要である。圧延率２０～６０％の冷間圧延は、熱間圧延時に生成した粒界酸化に起因する地鉄界面の凹凸をより開口し、熱処理時に生成するスケールに対するアンカー作用を増大する。２０％未満の圧延率では、熱間圧延で生じた凹凸が十分開口せず、アンカー効果を高めることができない。逆に、圧延率が６０％を超える過度の冷間圧延を行うと、逆に鋼板表面が平滑になると共に、開口凹部が消滅することもあり、アンカー効果が低減する。
【００１３】
冷間圧延用ワークロールの表面粗さ：R_a ０．３～１μｍ
ワークロールの表面粗さは、熱間圧延で生成した地鉄界面の凹部に影響を及ぼす。表面粗さが$R_a \geqq 0.3$μｍのワークロールを使用すると、粒界酸化に起因する凹凸が効果的に開口され、アンカー効果が大きくなる。しかし、表面粗さR_aが１μｍを超えるワークロールで冷間圧延すると、鋼帯の表面肌が過度に粗くなり、製品として使用することができない。
冷間圧延用ワークロールの径：１００ｍｍ以下
小さなロール径のワークロールを使用して冷間圧延するとき、熱間圧延で生じた凹部が有効に開口し、スケールに対するアンカー効果が大きくなる。その結果、熱処理時のスケール剥離防止効果が向上する。このような効果は、ワークロールのロール径が１００ｍｍ以下で顕著となる。
【００１４】
スキンパス：圧延率１～５％で無潤滑
冷間圧延された鋼帯は、最終焼鈍後に、表面調整，形状矯正，歪み取り等のためにスキンパス圧延される。このとき、１％以上の圧延率でスキンパス圧延すると、地鉄界面の凹凸が更に開口し、スケールの耐剥離性が一層向上する。
しかし、圧延率が５％を超えるスキンパス圧延では、圧延率の上昇に見合った耐剥離性の改善がみられず、却って生産性，圧延機に対する負荷の増大等の問題が生じる。
潤滑剤を用いたスキンパス圧延でも、アンカー効果は維持される。しかし、無潤滑でスキンパス圧延すると、鋼帯表面における剪断歪みが増加し、熱間圧延で生じた凹凸が有効に開口されるため、熱処理時にスケールが一層剥離しにくくなる。また、熱処理時の加熱で

スケール生成を促進する潤滑油が鋼帯表面に付着する虞れがないため、密着性，耐剥離性の優れたスケールが熱処理後の
鋼帯表面に保持される。
このように、巻取り温度を制御することにより酸化スケールに対するアンカー効果を発揮する好適な粒界酸化層を形成し、圧延率を調整した冷間圧延で地鉄界面の凹凸を効果的に開口することにより、スケールの耐剥離性を向上させている。熱延後に形成される粒界酸化層は、先願・特願平７－８７３９２号で提案したように深さ：３～２０μm及び個数：１０００μm線分長さ当り１０～２００個を満足することが好ましい。また、酸化スケールの厚みに対する粒界酸化部の深さの比が１以上であるとき、スケールの耐剥離性が一層向上する。

【００１５】
【実施例】
表１に示した組成をもつ鋼種Ａ～Ｄのスラブを熱間圧延し、板厚３．５mmの熱延板を製造した。酸洗後、いくつかの熱延板については更に冷延－焼鈍又は焼鈍－冷延－焼鈍を施し、冷延板を製造した。スキンパス圧延は、何れも圧下率１．５％で実施した。
【００１６】

表１：供 試 材 の 組 成

鋼種記号	合金成分及び含有量 （重量%）							C_T値
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	
A	0.81	0.23	0.44	0.008	0.008	0.38	1.51	543
B	0.65	0.18	0.53	0.011	0.004	0.12	0.04	644
C	0.37	0.96	1.52	0.014	0.006	1.63	1.24	535
D	0.62	1.75	1.06	0.012	0.006	0.82	0.37	603
C_T値＝６６０－３８×（%Cr）$^{1/2}$ －６２×（%Ni）								

【００１７】
各熱処理用鋼板から幅２５mm及び長さ２００mmの試験片を切り出し、大気雰囲気中で加熱温度８８０℃，保持時間１０分で加熱した後、６０℃の油槽に焼入れする熱処理を施した。熱処理後に酸化スケールの剥離性を、テープ剥離試験による剥離面積で定量化した。そして、スケール剥離性に及ぼす仕上げ圧延機出側温度，巻取りまでの平均冷却速度，巻取り温度及び巻取り後のコイル冷却速度との関係を調査した。
表２の調査結果にみられるように、試験番号１０～１２の比較例では、巻取り温度がC_T値よりも低いか冷間圧延率が適正でないために、スケールの耐剥離性が劣っていた。これに対し、巻取り温度がC_T値よりも高く且つ冷間圧延率を調整した試験番号１～９の本発明例では、スケールの耐剥離性が改善されていた。なかでも、冷間圧延用ロール及びスキンパス圧延の条件を本発明に従って調整した試験番号２～４では、スケールの剥離が全く観察されなかった。
【００１８】

表２：スケールの耐剥離性に及ぼす熱延及び冷延条件の影響

試験番号	使用鋼種	巻取り温度（℃）	冷間圧延率（％）	冷延用ワークロール		スキンパス圧延の潤滑剤の有無	熱処理後のスケール耐剥離性	区分
				表面粗さR_a（μm）	ロール径（mm）			
1	A	580	30	0.25	80	あり	5	本発明例
2	A	560	45	0.40	80	なし	6	
3	B	685	25	0.25	80	なし	6	
4	B	670	30	0.75	150	なし	6	
5	C	560	55	0.50	180	あり	5	
6	C	575	35	0.25	80	なし	5	
7	C	645	25	0.15	150	あり	4	
8	D	610	50	0.25	180	あり	4	
9	D	655	25	0.15	65	あり	5	
10	A	600	15	0.15	150	なし	2	比較例
11	B	670	70	0.25	80	あり	1	
12	D	540	30	0.35	150	あり	1	

スケールの耐剥離性は、テープ剥離試験による剥離面積で定量化し、次の基準で評価した。
6：剥離面積が0％　5：剥離面積が0～1％
4：剥離面積が1～5％　3：剥離面積が5～30％
2：剥離面積が30～60％　1：剥離面積が60％以上

下線は、本発明で規定した範囲を外れることを示す。

【００１９】

【発明の効果】

以上に説明したように、本発明においては、スケールに対して有効なアンカー作用を呈する粒界酸化が生じるように熱延時の巻取り温度を調整し、粒界酸化に起因する地鉄界面の凹凸が有効に開口するように冷間圧延率を調整することにより、加熱雰囲気に関係なく熱処理時にスケールが地鉄から剥離することを抑制している。そのため、大気雰囲気或いは非還元性雰囲気中で焼入れ焼戻し等の熱処理をしても、スケール剥離を生じることなく焼入れ焼戻し等の熱処理が可能となり、従来の問題であったスケール押込み疵の発生や寸法精度の不良等が解消される。その結果、熱処理品の表面品質が向上されると共に、製造コストの低減や作業環境の悪化防止も図られる。

フロントページの続き

(72)発明者　山田　利郎
広島県呉市昭和町１１番１号　日新製鋼株式会社　技術研究所内

審査官　鈴木　毅

(56)参考文献　特開平０６－２７１９３５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
C21D 9/46 - 9/48
C21D 8/00 - 8/04
C22C 38/00 - 38/60