

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5272548号  
(P5272548)

(45) 発行日 平成25年8月28日 (2013. 8. 28)

(24) 登録日 平成25年5月24日 (2013. 5. 24)

(51) Int. Cl.	F I
C 2 1 D 9/46 (2006. 01)	C 2 1 D 9/46 F
C 2 2 C 38/00 (2006. 01)	C 2 2 C 38/00 3 O 1 U
C 2 2 C 38/38 (2006. 01)	C 2 2 C 38/38
C 2 2 C 38/58 (2006. 01)	C 2 2 C 38/58

請求項の数 6 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2008-177468 (P2008-177468)	(73) 特許権者	000001258
(22) 出願日	平成20年7月8日 (2008. 7. 8)		J F E スチール株式会社
(65) 公開番号	特開2009-35816 (P2009-35816A)		東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
(43) 公開日	平成21年2月19日 (2009. 2. 19)	(74) 代理人	100126701
審査請求日	平成23年1月28日 (2011. 1. 28)		弁理士 井上 茂
(31) 優先権主張番号	特願2007-181947 (P2007-181947)	(74) 代理人	100130834
(32) 優先日	平成19年7月11日 (2007. 7. 11)		弁理士 森 和弘
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	小野 義彦
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 降伏強度が低く、材質変動の小さい高強度冷延鋼板の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

成分組成として、質量%で、C:0.01%超0.08%未満、Si:0.2%以下、Mn:0.8%以上1.7%未満、P:0.03%以下、S:0.02%以下、sol.Al:0.3%以下、N:0.01%以下、Cr:0.4%超2%以下を含有し、さらに $1.9 < [Mn] < 3$ および $0.34 \frac{[Cr]}{[Mn]}$ を満足し、残部鉄および不可避不純物からなる鋼を、熱間圧延および冷間圧延した後、680~740 の温度範囲を3 /sec未満の平均加熱速度で加熱し、740 超820 未満の焼鈍温度で焼鈍し、前記焼鈍温度から650 までの温度範囲を2~30 /secの平均冷却速度で冷却し、650 から下記の(1)式で与えられるTc までの温度範囲を10 /sec以上の平均冷却速度で冷却し、前記Tc から200 までの温度範囲を0.2~10 /secの平均冷却速度で冷却することを特徴とする高強度冷延鋼板の製造方法；

$$Tc = 410 - 40 \times [Mn] - 30 \times [Cr] \dots (1)$$

ここで、[Mn]はMn当量であり、 $[Mn] = [Mn] + 1.3 \times [Cr]$ を表し、[Mn]、[Cr]は、それぞれMn、Crの含有量を表す。

【請求項 2】

焼鈍時に、680~740 の温度範囲を2 /sec未満の平均加熱速度で加熱することを特徴とする請求項1に記載の高強度冷延鋼板の製造方法。

【請求項 3】

$0.55 \frac{[Cr]}{[Mn]}$ を満足する鋼を用いることを特徴とする請求項1または2に記載の高強度冷延鋼板の製造方法。

## 【請求項4】

さらに、質量%で、B:0.005%以下を含有する鋼を用いることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の高強度冷延鋼板の製造方法。

## 【請求項5】

さらに、質量%で、Mo:0.1%以下およびV:0.2%以下のうちの少なくとも1種を含有する鋼を用いることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の高強度冷延鋼板の製造方法。

## 【請求項6】

さらに、質量%で、Ti:0.014%未満、Nb:0.01%未満、Ni:0.3%以下およびCu:0.3%以下のうちの少なくとも1種を含有する鋼を用いることを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の高強度冷延鋼板の製造方法。

10

## 【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プレス成形用高強度冷延鋼板の製造方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、フード、ドア、トランクリッド、バックドア、フェンダーといった耐デント性の要求される自動車外板パネルには、極低炭素鋼をベースにNb、Ti等の炭窒化物形成元素を添加して固溶C量を制御した引張強度TS:340MPaクラスのBH鋼板(焼付け硬化型鋼板、以後、単に340BHと呼ぶ)やTS:270MPaクラスのIF鋼板(Interstitial Free鋼板、以後、単に270IFと呼ぶ)が適用されてきた。近年、車体軽量化ニーズのさらなる高まりから、これらの外板パネルをさらに高強度化して耐デント性を向上させ、鋼板を薄肉化しようとする検討が進められている。また、現状と同板厚で高強度化により耐デント性の向上を図ろうとする検討やBHの付与される焼付け塗装工程の低温、短時間化を図ろうとする検討も進められている。

20

## 【0003】

しかしながら、降伏強度YP:230MPaの340BHやYP:180MPaの270IFをベースにさらにMn、P等の固溶強化元素を添加して高強度化し、鋼板を薄肉化しようとする、面歪の問題が生じる。ここで、面歪とは、YPの増加により生じるプレス成形面の微小なしわ、うねり状の模様であり、この面歪が生じるとドアやトランクリッドなどの意匠性、デザイン性を著しく損なう。このため、このような用途では、プレス成形および焼付け塗装後の降伏応力YPは従来以上に増加させつつも、プレス成形前には極力低いYPを有することが望まれる。

30

## 【0004】

このような背景から、例えば、特許文献1には、C:0.005~0.15%、Mn:0.3~2.0%、Cr:0.023~0.8%を含有する鋼の焼鈍後の冷却速度を適正化し、主としてフェライトとマルテンサイトからなる複合組織を形成させることで、低いYP、高い加工硬化WH、高いBHを兼ね備えた鋼板を得る方法が開示されている。特許文献2には、C:0.01~0.04%、Mn:0.3~1.6%、Cr:0.5%以下、Mo:0.5%以下を含有し、 $1.3 \text{ Mn} + 1.29 \text{ Cr} + 3.29 \text{ Mo} \leq 2.1\%$ を満足する鋼を焼鈍後、少なくとも550 以下の温度範囲を100 /sec以上の冷却速度で冷却し、鋼中の固溶Cを増加させ、高いBHを有する高強度冷延鋼板を製造する方法が開示されている。特許文献3には、C:0.0025%以上0.04%未満、Mn:0.5~2.5%、Cr:0.05~2.0%を含有する鋼を焼鈍後、650~450 の温度範囲を15~200 /secの冷却速度で冷却し、さらに200~300 付近の温度範囲を10 /sec未満の冷却速度で冷却して、フェライトと低温変態相からなるBHが高くプレス成形後の表面品質に優れた高強度冷延鋼板の製造方法が開示されている。

40

【特許文献1】特公昭62-40405号公報

【特許文献2】特開2006-233294号公報

【特許文献3】特開2006-52465号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

## 【 0 0 0 5 】

しかしながら、上記特許文献1～3に記載の製造方法で製造された高強度冷延鋼板には、次のような問題がある。

i) 低YP化が十分でなく、ドアパネルなどにプレス成形すると、340BHと比べて面歪量は依然として大きい。

ii) このような複合組織型の高強度冷延鋼板では、強化のために硬質なマルテンサイトなどの第2相を分散させているので、本質的に材料特性の変動が生じやすい。例えば、第2相の割合は鋼中の数10ppmのC量や20～50 の焼鈍温度の変動により顕著な影響を受けるので、従来のMn、Pで固溶強化した340BHや270IFと比べて材質変動が大きい。

## 【 0 0 0 6 】

本発明は、このような事情を鑑みなされたものであり、YPが十分に低く、材質変動の小さい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。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 7 】

本発明者らは、複合組織型の高強度冷延鋼板を対象に、従来と同等以上の高いBHを確保しつつ、より一層YPを低減し、同時に材質変動を小さくする方法について鋭意検討を行った結果、以下の知見を見出した。

I) MnとCrの組成範囲を適正に制御し、さらに焼鈍時に所定の温度範囲を徐加熱することで、第2相を粗大かつ均一に分散させて、低YP化が図れるとともに、焼鈍温度に対するYPの変動を小さく抑えられる。

II) また、MnとCrの組成範囲を適正化することで固溶C量の過剰な減少が抑制され、高いBHが得られる。

## 【 0 0 0 8 】

本発明は、以上の知見に基づきなされたもので、成分組成として、質量%で、C:0.01%超0.08%未満、Si:0.2%以下、Mn:0.8%以上1.7%未満、P:0.03%以下、S:0.02%以下、sol.Al:0.3%以下、N:0.01%以下、Cr:0.4%超2%以下を含有し、さらに $1.9 < [Mneq] < 3$ および $0.34 \cdot [\%Cr] / [\%Mn]$ を満足し、残部鉄および不可避不純物からなる鋼を、熱間圧延および冷間圧延した後、680～740 の温度範囲を3 /sec未満の平均加熱速度で加熱し、740 超820 未満の焼鈍温度で焼鈍し、前記焼鈍温度から650 までの温度範囲を2～30 /secの平均冷却速度で冷却し、650 から下記の(1)式で与えられるTc までの温度範囲を10 /sec以上の平均冷却速度で冷却し、前記Tc から200 までの温度範囲を0.2～10 /secの平均冷却速度で冷却することを特徴とする高強度冷延鋼板の製造方法を提供する。

$$Tc = 410 - 40 \times [\%Mn] - 30 \times [\%Cr] \cdots (1)$$

ここで、[Mneq]はMn当量であり、 $[Mneq] = [\%Mn] + 1.3 \times [\%Cr]$ を表し、[%Mn]、[%Cr]は、それぞれMn、Crの含有量を表す。

## 【 0 0 0 9 】

本発明の高強度冷延鋼板の製造方法では、焼鈍時に、680～740 の温度範囲を2 /sec未満の平均加熱速度で加熱することが好ましい。

## 【 0 0 1 0 】

また、 $0.55 \cdot [\%Cr] / [\%Mn]$ を満足する鋼を用いたり、さらに、質量%で、B:0.005%以下を含有させることが好ましい。また、質量%で、Mo:0.15%以下およびV:0.2%以下のうちの少なくとも1種を含有させることが好ましい。さらにまた、質量%で、Ti:0.014%未満、Nb:0.01%未満、Ni:0.3%以下およびCu:0.3%以下のうちの少なくとも1種を含有させることが好ましい。

## 【発明の効果】

## 【 0 0 1 1 】

本発明によれば、YPが低く、材質変動の小さい高強度冷延鋼板を製造できるようになった。また、本発明の方法で製造される高強度冷延鋼板は、優れた耐面歪性および耐デント性を備えているため、自動車部品の高強度化、薄肉化に好適である。

## 【発明を実施するための最良の形態】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 2 】

以下に、本発明の詳細を説明する。なお、成分の量を表す%は、特に断らない限り質量%を意味する。

## 【 0 0 1 3 】

## 1) 成分組成

C:0.01%超0.08%未満

Cは所定量の第2相を確保するために必要な元素である。Cの添加量が少なすぎると十分な量の第2相が確保できなくなり、低いYPが得られなくなる。また、十分に高いBHが確保できなくなると同時に耐時効性も劣化する。十分な量の第2相を確保するためにはCは0.01%を超えて添加する必要がある。一方、C量が0.08%以上となると第2相の割合が大きくなりすぎてYPが増加する。したがって、C量の上限は0.08%未満とする。より低いYPを得るためにはC量は0.06%未満とすることが好ましく、さらに低いYPを得るためにはC量は0.04%未満とすることがより好ましい。

10

## 【 0 0 1 4 】

Si:0.2%以下

Siは微量添加することで熱間圧延でのスケール生成を遅延させて表面品質を改善する効果、鋼板のミクロ組織をより均一、粗大化する効果、プレス成形時の金型への焼付き(型かじり)を改善する効果等があるので、このような観点から添加することができる。しかしながら、Siは固溶強化能が大きく、YPを増加させる効果が大いなので、Si量はYP上昇の影響の小さい範囲の0.2%以下とする。好ましくは0.1%以下である。

20

## 【 0 0 1 5 】

Mn:0.8%以上1.7%未満

Mnは焼入れ性を高めるとともに、その量を適正化することにより、固溶C量を所定範囲に低減して低YP化と高BH化を可能する。Mn量が0.8%より少ないと、焼鈍時の冷却過程で固溶C量が多くなりすぎて、400 未満の温度範囲で過時効処理が施される際に多量の固溶Cがマルテンサイト周囲の歪に析出して十分に低YP化するのが困難になる。また、固溶C量が増加しすぎると耐時効性も劣化する。一方、Mn量が1.7%以上になると固溶C量が少なすぎるとBHが低下する。また、Mnの固溶強化の増加に加えて第2相が微細化してYPの上昇や焼鈍温度に対するYPの変動を招く。したがって、Mn量は0.8%以上1.7%未満とする。

## 【 0 0 1 6 】

P:0.03%以下

Pは固溶強化量が大きく、低YP化の観点からは極力少なくする方がよい。ただし、鋼板のミクロ組織をより粗大化する効果、プレス成形時の金型への焼付きを改善する効果等があるので、YP上昇への悪影響の小さい0.03%以下の範囲で添加することができる。

30

## 【 0 0 1 7 】

S:0.02%以下

Sは鋼中でMnSとして析出するが、その含有量が多いと鋼板の延性を低下させ、プレス成形性を低下させる。また、スラブを熱間圧延する際に熱間延性を低下させ、表面欠陥を発生させやすくする。このため、S量は0.02%以下とするが、少ないほど好ましい。

## 【 0 0 1 8 】

sol.Al:0.3%以下

Alは脱酸元素、あるいはNをAINとして固定して耐時効性を向上させる元素として利用されるが、熱間圧延後の巻き取り時もしくは焼鈍時に微細なAINを形成してフェライトの粒成長を抑制し、低YP化を阻害する。鋼中の酸化物を低減する、あるいは耐時効性を向上させる観点からは、Alは0.02%以上添加するのが良い。一方、粒成長性を向上させる観点からは、巻取温度を620 以上にする事でフェライトの粒成長性は向上するが、微細なAINは少ないほど好ましい。それには、sol.Al量を0.15%以上とし、AINを巻き取り時に粗大に析出させることが好ましいが、0.3%を超えるとコスト増を招くので、sol.Al量は0.3%以下とする。ただし、sol.Alが0.1%を超えて添加されると、鑄造性を劣化させ、表面品質の劣化原因になるので、表面品質を厳格管理することが求められる外板パネル用途では、so

40

50

I. Al量は0.1以下とするのが好ましい。

【0019】

N:0.01%以下

Nは、熱間圧延後の巻き取り時もしくは焼鈍時に析出して微細なAINを形成し、粒成長性を阻害する。このため、N量は0.01%以下とするが、少ないほど好ましい。また、N量が増加すると耐時効性の劣化を招く。粒成長性の向上ならびに耐時効性の向上の観点からは、N量は0.008%未満とすることが望ましく、さらには0.005%未満とすることがより好ましい。

【0020】

Cr:0.4%超2%以下

Crは、本発明で最も重要な元素であり、固溶強化量が小さく、かつ第2相であるマルテンサイトを微細化し、焼入れ性を高める効果を有するため、低YP化ならびに材質変動の低減に有効な元素である。こうした効果を発揮させるには、次に説明するMn当量やMnとの組成比を制御する必要があるが、Crは0.4%を超えて添加する必要がある。一方、Cr量が2%を超えるとコスト増やめっき鋼板の表面品質の劣化を招くので、Cr量は2%以下とする。

【0021】

$1.9 < [\text{Mneq}] < 3$

本発明で定義したMn当量、すなわち上記の[Mneq]を、焼鈍時の冷却速度を制御して、1.9超にすることで固溶C量が適正範囲まで低減されるとともに、パーライト、ベイナイトの生成が抑制されて低いYP、高いBHが得られる。さらにYPを低減する観点からは[Mneq]は2.1超とすることが望ましく、2.2超とすることがより望ましい。一方、[Mneq]が増加しすぎるとBHの低下やコスト増を招くので、[Mneq]は3未満とする。

【0022】

$0.34 \leq [\%Cr] / [\%Mn]$

同一[Mneq]でもCr量とMn量の比、すなわち[%Cr]/[%Mn]を0.34以上とすることで第2相を粗大化し、Mnの固溶強化も低減できるので、YPを低減し、材質変動を小さくできる。さらに低YP化し、材質変動を小さくするには、 $0.55 \leq [\%Cr] / [\%Mn]$ とすることが好ましい。

【0023】

残部は、鉄および不可避不純物であるが、さらに以下の元素を所定量含有させることもできる。

【0024】

B:0.005%以下

Bも、同様に焼入れ性を高める元素であり、また、NをBNとして固定して粒成長性を向上させる作用がある。しかしながら、Bを過剰に添加すると残存する固溶Bの影響で第2相が逆に微細化するので、B量は0.005%以下とすることが好ましい。本発明鋼においては、0.01%超のBを添加することで、フェライトの粒成長性の向上効果も十分に発揮され、極めて低いYPを得ることができる。したがって、Bは0.001%超含有させることが望ましい。

【0025】

Mo:0.1%以下

Moは、Mn、Crと同様に焼入れ性を高める元素であり、焼入れ性を向上させる目的で添加することができる。しかしながら、過剰に添加されると、Mnと同様に第2相を微細化、硬化してYPを増加させるので、MoはYP上昇への影響が小さい0.1%以下の範囲で添加することが好ましい。YPならびにYPを一層低減する観点からは、Mo量は0.02%未満(無添加)とすることが望ましい。

【0026】

V:0.2%以下

Vは、同様に焼入れ性を高める元素であるが、0.2%を超えて添加すると著しいコスト上昇を招くので、Vは0.2%以下の範囲で添加することが好ましい。

【0027】

Ti:0.014%未満

10

20

30

40

50

TiはNを固定して耐時効性を向上させる効果や鑄造性を向上させる効果がある。しかし、鋼中でTiN、TiC、Ti(C,N)等の微細な析出物を形成し粒成長性を阻害するので、低YP化の観点からは、Ti量は0.014%未満とすることが好ましい。

【0028】

Nb:0.01%未満

Nbは熱間圧延での再結晶を遅延させて集合組織を制御し、圧延方向と45度方向のYPを低減する効果を有する。しかし、鋼中で微細なNbC、Nb(C,N)を形成して粒成長性を著しく劣化させてYPを増加させるので、NbはYP上昇の影響の少ない0.01%未満の範囲で含有させることが好ましい。

【0029】

Cu:0.3%以下

Cuはスクラップ等を積極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資材として活用でき、製造コストを削減することができる。鋼板の材質に及ぼすCuの影響は小さいが、過剰に混入すると表面キズの原因となるので、Cu量は0.3%以下とすることが好ましい。

【0030】

Ni:0.3%以下

Niも鋼板の材質に及ぼす影響は小さいが、Cuを添加する場合に表面キズを低減する観点から添加することができる。しかしながら、Niは過剰に添加するとスケールの不均一性に起因した表面欠陥を発生させるので、Ni量は0.3%以下とすることが好ましい。

【0031】

2) 製造条件

本発明の製造方法では、上述したように、上記の成分組成を有する鋼スラブを、熱間圧延および冷間圧延した後、680~740 の温度範囲を3 /sec未満の平均加熱速度で加熱し、740 超820 未満の焼鈍温度で焼鈍し、前記焼鈍温度から650 までの温度範囲を2~30 /secの平均冷却速度で冷却し、650 から上記の(1)式で与えられるTc までの温度範囲を10 /sec以上の平均冷却速度で冷却し、前記Tc から200 までの温度範囲を0.2~10 /secの平均冷却速度で冷却する。

【0032】

熱間圧延

鋼スラブを熱間圧延するには、スラブを加熱後圧延する方法、連続鑄造後のスラブを加熱することなく直接圧延する方法、連続鑄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で行える。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1100~1300 、仕上圧延温度はAr<sub>3</sub>変態点以上、仕上圧延後の平均冷却速度は10~200 /sec、巻取温度は400~720 とすればよい。外板パネル用の美しいめっき表面品質を得るためには、スラブ加熱温度は1200 以下、仕上圧延温度は850 以下とすることが好ましい。また、鋼板表面に生成した1次、2次スケールを除去するためにデスケリングを十分に行うことが好ましい。YP低減の観点からは、巻取温度は高い方が望ましく、640 以上とすることが好ましい。特に、680 以上の巻取温度にすると、熱延板の状態でMnやCrを十分第2相に濃化させることができ、その後の焼鈍工程での の安定性を向上させ、低YP化に寄与する。また、鋼板のr値の面内異方性を低減したり、圧延方向と45度方向のYPを低く抑えるためには、仕上圧延後の冷却速度を40 /sec以上と大きくすることが好ましい。

【0033】

冷間圧延

冷間圧延では、圧延率を50~85%とすればよい。

【0034】

焼鈍

焼鈍時の平均加熱速度:3 /sec未満

焼鈍後に粗大な第2相を均一に分散させ、低YP化を図るとともに材質変動を小さくする

10

20

30

40

50

ためには、680 ~ 740 の温度範囲における加熱速度を制御することが効果的である。これは、[Mn<sub>eq</sub>]が1.9を超える成分系では、焼鈍後の第2相が微細化しやすく、これはMnが高いためにAc<sub>1</sub>変態点が低くなりすぎて再結晶が完了しないうちに未再結晶ままのフェライト粒界面に 粒が形成されたり、再結晶が完了したとしても再結晶直後の微細なフェライト粒に 粒が形成されて、鋼板のYPが上昇しやすいためである。

#### 【 0 0 3 5 】

C:0.028%、Si:0.01%、Mn:1.6%、P:0.01%、S:0.01%、sol.Al:0.04%、Cr:0.8%、N:0.003%を含有する鋼を実験室で溶製し、27mm厚のスラブを製造した。このスラブを1250 に加熱し、仕上圧延温度830 で2.3mmまで熱間圧延し、620 で1hrの巻き取り処理を施した。得られた熱延板を0.75mmまで圧延率67%で冷間圧延した。得られた冷延板を焼鈍する際に、680 ~ 740 の温度範囲の平均加熱速度を0.3 ~ 20 /secに変化させ、780 × 40secの均熱処理を施し、焼鈍温度から650 までの温度範囲を平均冷却速度7 /secで冷却し、650 から300 までの温度範囲を25 /secで冷却して、その後300 から200 の温度範囲を0.5 /secで冷却して、室温まで空冷した。得られた鋼板よりJIS5号引張試験片を採取し、引張試験 (JISZ2241に準拠、引張方向は圧延方向と直角方向)、SEMによる組織観察を行った。

#### 【 0 0 3 6 】

図1に、焼鈍時における680 ~ 740 の温度範囲の平均加熱速度とYPの関係を示す。平均加熱速度が3 /sec未満で200MPa以下のYPが得られ、加熱速度が2 /sec未満で195MPa以下のYPが得られる。また、このとき、第2相がより粗大で均一分散していることがSEMにより確認された。さらに種々の加熱速度で焼鈍した鋼板について材質変動に対する影響を調査した。すなわち、各鋼板について焼鈍温度を760 ~ 810 で変化させ、焼鈍温度を50 変動させたときのYPの変動量 YPを調査したところ、焼鈍時の680 ~ 740 における加熱速度が20 /secのサンプルでは、YPが20MPaであるのに対して、加熱速度が3 /sec未満の鋼板では YPが15MPa未満に低減されていることが明らかになった。このように、所定の温度範囲の加熱速度を制御することでYPが低く、焼鈍温度に対する YPの小さい鋼板が得られる。

#### 【 0 0 3 7 】

焼鈍温度:740 超820 未満

焼鈍温度が740 以下では炭化物の固溶が不十分となり、安定して第2相を確保できない。820 以上では焼鈍中の の割合が多くなりすぎて へのMn、C等の元素濃化が不十分になり、十分に低いYPが得られない。これは、 への元素濃化が不十分になることで、マルテンサイトの周囲に十分な歪が付与されなくなるとともに焼鈍後の冷却過程でパーライト、ベイナイト変態が生じやすくなるためと考えられる。均熱時間は通常の連続焼鈍で実施される740 超の温度範囲で20sec以上とすればよく、40sec以上とすることがより好ましい。

#### 【 0 0 3 8 】

焼鈍温度から650 までの温度範囲の平均冷却速度(1次冷却速度):2 ~ 30 /sec

冷却中の 粒にMnやCを濃化させ焼入れ性を高めて低YP化を図るため、焼鈍温度から650 までの温度範囲の平均冷却速度を2 ~ 30 /secとする必要がある。

#### 【 0 0 3 9 】

650 から上記の(1)式で与えられるTc までの温度範囲の平均冷却速度(2次冷却速度):10 /sec以上

パーライトおよびベイナイトの生成しやすい650 からTc で表されるMs点近傍の温度範囲を平均冷却速度10 /sec以上で冷却することにより、パーライトおよびベイナイトの生成が抑制されて、十分に低いYPが得られる。

#### 【 0 0 4 0 】

Tc から200 までの温度範囲の平均冷却速度(3次冷却速度):0.2 ~ 10 /sec

Tc から200 までの温度範囲を平均冷却速度0.2 ~ 10 /secで冷却することにより、フェライト中に過剰に残存する固溶Cを析出させて低YP化および高延性化を図ることができ

10

20

30

40

50

る。

【0041】

本発明の製造方法で製造された高強度冷延鋼板は、焼鈍ままの状態ではYPEIは0.5%未満であり、YPも十分に低いので、そのままプレス成形用鋼板として使用することができる。しかしながら、表面粗度の調整、板形状の平坦化などプレス成形性を安定化させる観点から通常スキンプラス圧延を実施してもよい。その場合は、低YP、高EI、高WH化の観点から伸長率は0.3~0.5%とすることが好ましい。

【実施例】

【0042】

表1に示す鋼番A~BBの鋼を溶製後、230mm厚のスラブに連続鋳造した。このスラブを1180~1250 に加熱後、830 (鋼番A~D、I、R~V、X~BB)、880 (鋼番E~H、J~Q、W)の仕上圧延温度で熱間圧延を施した。その後、20 /secの平均冷却速度で冷却し、540~640の巻取温度で巻き取った。得られた熱延板は、酸洗後67~78%の圧延率で冷間圧延し、板厚0.75mmの冷延板とした。得られた冷延板は、表2、3に示す680~740 の温度範囲における平均加熱速度、焼鈍温度、焼鈍温度から650 までの温度範囲の1次平均冷却速度冷却速度、650 からTc までの温度範囲の2次平均冷却速度、Tc から200 までの温度範囲の3次平均冷却速度で焼鈍した。得られた焼鈍ままの、すなわちスキンプラス圧延されていない鋼板から、圧延方向と直角方向よりJIS5号試験片を採取して引張試験(JISZ2241に準拠)を実施し、YP、TSを評価した。また、各成分組成の鋼板について焼鈍温度を760~810 の範囲で変化させたときのYPの最大値と最小値の差を求め、YPの変動量 YPとした。さらに、上記と同一の試験片に2%の予歪を付与し、170 で20minの熱処理を施した後のYPの増加量であるBHを求めた。

【0043】

結果を表2、3に示す。

【0044】

本発明例の鋼板は、同一TSレベルの材料と比較して低いYP、すなわち低いYRを有している。しかも、焼鈍温度に対する YPも小さく、YPの安定性に優れている。とりわけ、[Mneq]が2.1超で、かつ[%Cr]/[%Mn]が0.55以上に適正化され、さらに焼鈍時の加熱速度が3 /sec未満に制御された鋼板では、Mnや固溶Cによる固溶強化が低減されるとともに、第2相が均一に粗大化しているので、YPが低く、 YPも小さい。例えば、鋼番Aに対して鋼番B、C、Dの鋼では、[Mneq]が増加しているが、[%Cr]/[%Mn]が0.34~0.41の範囲なので、[Mneq]の増加にともないパーライト、ベイナイトの生成が抑制されるとともに、固溶Cが低減されるが、第2相が微細化し、加熱速度1.5 /sec、焼鈍温度780 の条件では、YPIは191~197MPa、焼鈍温度に対する YPは7~9MPaの範囲にある。これに対して、[Mneq]を2.1超に増加させつつ[%Cr]/[%Mn]を0.55以上に調整した鋼番E、F、G、Hの鋼等では鋼番A、B、C、Dと同じ製造条件では、YPIは172~188MPa、焼鈍温度に対する YPIは4~6MPaと非常に低い。また、Cを増加させたときのYPの上昇も非常に小さく、Cを0.058%まで増加させた鋼番Kの鋼は、490MPaのTSに対して208MPaの非常に低いYPを有している。また、Cを0.072%まで増加させた鋼番Lの鋼は、541MPaのTSに対して230MPaの非常に低いYPを有している。つまり、この鋼では、Cを変化させても YPが小さく、YRの低い鋼板が安定して得られる。さらに、MnとCrの組成範囲が適正化されているので、YPが低いにもかかわらず、高いBHを有している。

【0045】

これに対して、[Mneq]、焼鈍時の加熱速度や冷却速度が適正化されていない鋼では、同一TSクラスの本発明鋼と比べてYRが高い。[Mneq]が所定範囲にあっても、[%Cr]/[%Mn]が適正化されていない鋼番S、Vの鋼では、第2相が微細でMnの固溶強化量も大きいので、 YPとYPの両者が高い。また、BHも低い。Moが添加された鋼番Tの鋼では、第2相が微細化する傾向があり、YPが高く、 YPが大きい。C量が所定範囲になく、結果的として第2相の割合が所定範囲にない鋼番Uの鋼では、低いYRが得られない。P、Siの添加量の多い鋼番X、Yの鋼では、第2相は粗大化しているものの固溶強化量が大きくなりすぎ、低いYPが得られな

い。このように、従来鋼では、低いYP、小さい YP、高いBHの全てを兼ね備えた鋼板が得られない。

【0046】

【表1】

鋼番	(質量%)														Tc (°C)	備考
	C	Si	Mn	P	S	sol.Al	N	Cr	others	[Mneq]	[%Cr]/[%Mn]					
A	0.032	0.01	1.35	0.008	0.002	0.02	0.0018	0.46	-	1.95	0.34	342	発明鋼			
B	0.031	0.01	1.39	0.008	0.002	0.02	0.0018	0.55	-	2.11	0.40	338	発明鋼			
C	0.029	0.01	1.48	0.004	0.002	0.02	0.0018	0.61	-	2.27	0.41	333	発明鋼			
D	0.025	0.01	1.60	0.007	0.003	0.03	0.0020	0.65	-	2.45	0.41	327	発明鋼			
E	0.034	0.02	1.28	0.006	0.001	0.04	0.0018	0.71	-	2.20	0.55	338	発明鋼			
F	0.037	0.01	1.08	0.008	0.003	0.04	0.0018	0.96	-	2.33	0.89	338	発明鋼			
G	0.031	0.01	0.96	0.006	0.003	0.04	0.0016	1.20	-	2.52	1.25	336	発明鋼			
H	0.030	0.01	0.80	0.008	0.003	0.04	0.0014	1.40	-	2.62	1.75	336	発明鋼			
I	0.014	0.02	1.58	0.008	0.001	0.02	0.0018	0.90	-	2.75	0.57	320	発明鋼			
J	0.048	0.01	1.20	0.009	0.014	0.05	0.0012	1.02	-	2.53	0.85	331	発明鋼			
K	0.058	0.01	1.04	0.009	0.012	0.04	0.0010	1.14	-	2.52	1.10	334	発明鋼			
L	0.072	0.01	1.20	0.009	0.006	0.03	0.0019	1.20	-	2.76	1.00	326	比較鋼			
M	0.038	0.08	1.08	0.008	0.015	0.07	0.0022	1.02	-	2.41	0.94	336	発明鋼			
N	0.039	0.01	1.00	0.008	0.003	0.04	0.0018	0.96	B:0.0030	2.25	0.96	341	発明鋼			
O	0.037	0.01	1.01	0.009	0.005	0.03	0.0025	0.95	Mg:0.07,V:0.1	2.25	0.94	341	発明鋼			
P	0.038	0.02	1.01	0.007	0.004	0.07	0.0025	0.98	Ti:0.01,B:0.001	2.28	0.97	340	発明鋼			
Q	0.036	0.01	1.02	0.006	0.004	0.04	0.0026	0.98	Cu:0.1,Ni:0.1,Nb:0.003	2.29	0.96	340	発明鋼			
R	0.029	0.01	1.60	0.008	0.004	0.04	0.0018	0.18	-	1.83	0.11	341	比較鋼			
S	0.019	0.01	1.88	0.009	0.005	0.02	0.0018	0.40	-	2.40	0.21	323	比較鋼			
T	0.025	0.01	1.60	0.009	0.004	0.04	0.0018	0.55	Mo:0.28	2.32	0.34	330	比較鋼			
U	0.006	0.01	1.30	0.010	0.004	0.04	0.0020	0.82	-	2.37	0.63	333	比較鋼			
V	0.038	0.01	2.15	0.010	0.006	0.03	0.0027	0.30	-	2.54	0.14	315	比較鋼			
W	0.045	0.01	0.60	0.010	0.008	0.02	0.0028	1.00	-	1.90	1.67	356	比較鋼			
X	0.033	0.01	1.52	0.035	0.004	0.04	0.0022	0.80	-	2.56	0.53	325	比較鋼			
Y	0.035	0.25	1.52	0.006	0.004	0.04	0.0033	0.78	-	2.53	0.51	326	比較鋼			
Z	0.031	0.01	1.32	0.022	0.008	0.07	0.0018	0.46	B:0.0026	1.92	0.35	343	発明鋼			
AA	0.030	0.01	1.31	0.015	0.002	0.06	0.0025	0.47	B:0.0015,Ti:0.005	1.92	0.36	344	発明鋼			
BB	0.033	0.01	1.24	0.008	0.002	0.10	0.0018	0.69	B:0.0019	2.14	0.56	340	発明鋼			

【0047】

10

20

30

40

【 表 2 】

鋼板 No.	鋼番	焼鈍条件					機械特性					備考
		平均 加熱速度 (°C/sec)	焼鈍温度 (°C)	1次平均 冷却速度 (°C/sec)	2次平均 冷却速度 (°C/sec)	3次平均 冷却速度 (°C/sec)	YP (MPa)	TS (MPa)	YR (%)	ΔYP (MPa)	BH (MPa)	
1		1.5	740	7	30	0.6	212	438	48	-	47	比較例
2		1.5	780	7	30	0.6	197	450	44	7	62	発明例
3	A	1.5	800	7	30	0.6	199	452	44	-	63	発明例
4		1.5	830	7	30	0.6	214	448	48	-	59	比較例
5		2.3	780	7	30	0.6	199	452	44	10	63	発明例
6		5.0	780	7	30	0.6	206	454	45	15	64	比較例
7	B	1.5	780	7	30	0.6	192	450	43	7	60	発明例
8	C	1.5	775	7	30	0.6	191	450	42	7	56	発明例
9		5.0	775	7	30	0.6	202	454	44	16	58	比較例
10	D	1.5	770	7	30	0.6	193	450	43	9	51	発明例
11		5.0	770	7	30	0.6	205	455	45	17	52	比較例
12	E	1.5	780	7	30	0.6	188	450	42	6	67	発明例
13		2.7	780	7	30	0.6	195	453	43	9	67	発明例
14		2.7	810	7	30	0.6	198	455	44	-	68	発明例
15		5.0	780	7	30	0.6	203	456	45	15	68	比較例
16		2.7	830	7	30	0.6	205	450	46	-	62	比較例
17		2.7	780	40	40	0.6	205	456	45	-	70	比較例
18		2.7	780	7	5	0.6	228	436	52	-	58	比較例
19		2.7	780	7	30	50	205	458	45	-	70	比較例
20	F	0.8	780	7	30	0.6	183	451	41	5	70	発明例
21		1.5	780	7	30	0.6	184	452	41	5	70	発明例
22		2.7	780	7	30	0.6	188	454	41	8	71	発明例
23		1.5	780	7	30	0.6	204	458	45	15	72	比較例
24	G	1.5	785	7	30	0.6	178	428	42	4	68	発明例
25	H	1.5	790	7	30	0.6	172	408	42	4	75	発明例

【 0 0 4 8 】

10

20

30

## 【表 3】

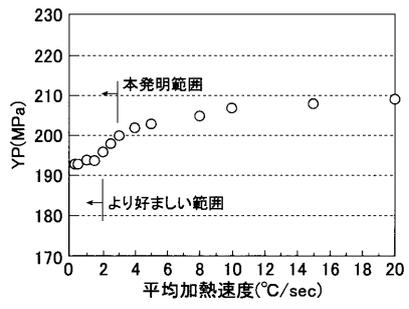
鋼板 No.	鋼番	焼鈍条件				機械特性					備考	
		平均 加熱速度 (°C/sec)	焼鈍温度 (°C)	1次平均 冷却速度 (°C/sec)	2次平均 冷却速度 (°C/sec)	3次平均 冷却速度 (°C/sec)	YP (MPa)	TS (MPa)	YR (%)	ΔYP (MPa)		BH (MPa)
26	I	1.5	770	15	40	1.5	184	430	43	7	60	発明例
27	J	1.5	780	7	30	0.6	198	482	41	12	62	発明例
28	K	1.5	780	7	30	0.3	208	490	42	16	60	発明例
29	L	1.5	780	10	40	0.6	230	541	43	24	50	発明例
30	M	1.5	780	7	30	0.6	193	452	43	5	74	発明例
31	N	1.5	780	5	20	0.4	182	444	41	5	75	発明例
32	O	1.5	780	7	30	0.6	196	450	44	9	76	発明例
33	P	1.5	780	7	30	0.6	192	442	43	8	74	発明例
34	Q	1.5	780	7	30	0.6	198	450	44	10	76	発明例
35	R	1.5	775	7	30	0.6	214	448	48	14	49	比較例
36		5.0	775	7	30	0.6	223	451	49	18	51	比較例
37		1.5	775	7	30	0.6	205	454	45	15	47	比較例
38	S	5.0	775	7	30	0.6	219	460	48	20	48	比較例
39	T	2.0	775	7	30	0.6	204	458	45	15	52	比較例
40	U	1.5	780	7	30	0.6	240	410	59	25	48	比較例
41	V	1.5	775	7	30	0.6	234	494	47	36	39	比較例
42	V	5.0	780	7	30	0.6	250	502	50	45	41	比較例
43	W	1.5	790	7	30	0.6	205	440	47	14	70	比較例
44	W	5.0	780	7	30	0.6	212	444	48	18	70	比較例
45	X	1.5	780	7	30	0.6	212	460	46	5	55	比較例
46	Y	1.5	780	7	30	0.6	210	452	46	5	55	比較例
47		1.5	780	7	30	0.6	189	452	42	6	66	発明例
48	Z	2.8	780	7	30	0.6	196	455	43	9	65	発明例
49		1.0	780	7	30	0.6	207	463	45	15	66	比較例
50	AA	1.5	780	7	30	0.6	191	454	42	6	67	発明例
51		1.5	780	7	30	0.6	182	449	41	5	69	発明例
52	BB	2.8	780	7	30	0.6	190	452	42	5	69	発明例
53		1.0	780	7	30	0.6	203	454	45	15	69	比較例

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図1】焼鈍時の平均加熱速度とYPの関係を示す図。

【 図 1 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 奥田 金晴  
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 藤田 毅  
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 櫻井 理孝  
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 河野 一夫

- (56)参考文献 特開2006-052465(JP,A)  
特開平03-277743(JP,A)  
特開昭56-023230(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |         |                     |
|---------|---------------------|
| C 2 1 D | 9 / 4 6             |
| C 2 2 C | 1 / 0 0 - 4 9 / 1 4 |