

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5486496号
(P5486496)

(45) 発行日 平成26年5月7日 (2014.5.7)

(24) 登録日 平成26年2月28日 (2014.2.28)

(51) Int. Cl.

F I

C 2 2 C 38/00 (2006.01)
 C 2 2 C 38/38 (2006.01)
 C 2 1 D 9/46 (2006.01)
 B 2 1 B 3/00 (2006.01)

C 2 2 C 38/00 3 O 1 T
 C 2 2 C 38/38
 C 2 1 D 9/46 J
 C 2 2 C 38/00 3 O 1 W
 C 2 1 D 9/46 U

請求項の数 30 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2010-520536 (P2010-520536)
 (86) (22) 出願日 平成20年8月7日 (2008.8.7)
 (65) 公表番号 特表2010-535946 (P2010-535946A)
 (43) 公表日 平成22年11月25日 (2010.11.25)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2008/060381
 (87) 国際公開番号 W02009/021897
 (87) 国際公開日 平成21年2月19日 (2009.2.19)
 審査請求日 平成23年2月22日 (2011.2.22)
 (31) 優先権主張番号 07114398.6
 (32) 優先日 平成19年8月15日 (2007.8.15)
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(73) 特許権者 510041496
 ティッセンクルップ スチール ヨーロッパ
 アクチエンゲゼルシャフト
 ThyssenKrupp Steel
 Europe AG
 ドイツ連邦共和国, デー ー 4 7 1 6 6 デ
 ュイスブルク, カイザー-ビルヘルム-シ
 ュトラーセ 100
 Kaiser-Wilhelm-Stras
 se 100, 47166 Duisb
 urg Germany
 (74) 代理人 100095614
 弁理士 越川 隆夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 2相スチール、この形式の2相スチールで作られたフラット製品およびフラット製品の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

20-70%のマルテンサイトと、8%までの残留オーステナイトと、残りのフェライトおよび／またはベイナイトとからなりかつ少なくとも950MPaの引張り強度を有する2相スチールであって、下記組成(%は、重量%)、すなわち、

C : 0.10-0.20%
 Si : 0.10-0.60%
 Mn : 1.50-2.50%
 Cr : 0.20-0.80%
 Ti : 0.02-0.08%
 B : <0.0020%
 Mo : <0.25%
 Al : <0.10%
 P : ≤0.2%
 S : ≤0.01%
 N : ≤0.012%

残り：鉄および不可避の不純物

を有することを特徴とする2相スチール。

【請求項 2】

降伏強度が少なくとも580MPaであることを特徴とする請求項1記載の2相スチー

ル。

【請求項 3】

伸び A 8 0 が少なくとも 1 0 %であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の 2 相スチール。

【請求項 4】

P 含有量が 0. 1 重量%より少ないことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項記載の 2 相スチール。

【請求項 5】

C 含有量が 0. 1 2 - 0. 1 8 重量%であることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項記載の 2 相スチール。

10

【請求項 6】

S i 含有量が 0. 2 0 - 0. 4 0 重量%であることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項記載の 2 相スチール。

【請求項 7】

M n 含有量が 1. 5 0 - 2. 3 5 重量%であることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項記載の 2 相スチール。

【請求項 8】

C r 含有量が 0. 3 0 - 0. 7 0 重量%であることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項記載の 2 相スチール。

【請求項 9】

20

T i 含有量が 0. 0 3 0 - 0. 0 5 5 重量%であることを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか 1 項記載の 2 相スチール。

【請求項 1 0】

N が存在する場合、T i 含有量がそれぞれの N 含有量の 5. 1 倍より多いことを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 項記載の 2 相スチール。

【請求項 1 1】

B 含有量が 0. 0 0 0 5 - 0. 0 0 2 0 重量%であることを特徴とする請求項 1 から 1 0 のいずれか 1 項記載の 2 相スチール。

【請求項 1 2】

B 含有量が 0. 0 0 0 7 - 0. 0 0 1 6 重量%であることを特徴とする請求項 1 1 記載の 2 相スチール。

30

【請求項 1 3】

M o 含有量が 0. 0 5 - 0. 2 2 重量%であることを特徴とする請求項 1 から 1 2 のいずれか 1 項記載の 2 相スチール。

【請求項 1 4】

M n 含有量が 1. 7 重量%より少ないことを特徴とする請求項 1 3 記載の 2 相スチール。

【請求項 1 5】

C r 含有量が 0. 4 重量%より少ないことを特徴とする請求項 1 3 または 1 4 記載の 2 相スチール。

40

【請求項 1 6】

M o 含有量が 0. 0 6 5 - 0. 1 5 0 重量%であることを特徴とする請求項 1 から 1 5 のいずれか 1 項記載の 2 相スチール。

【請求項 1 7】

A l 含有量が 0. 0 1 - 0. 0 6 重量%であることを特徴とする請求項 1 から 1 6 のいずれか 1 項記載の 2 相スチール。

【請求項 1 8】

S 含有量が 0. 0 0 3 重量%より少ないことを特徴とする請求項 1 から 1 7 のいずれか 1 項記載の 2 相スチール。

【請求項 1 9】

50

N含有量が0.007重量%より少ないことを特徴とする請求項1から18のいずれか1項記載の2相スチール。

【請求項20】

残留オーステナイトの含有量が7%より少ないことを特徴とする請求項1から19のいずれか1項記載の2相スチール。

【請求項21】

請求項1-20のいずれか1項記載の2相スチールからなることを特徴とするフラット製品。

【請求項22】

熱間圧延のみがなされている熱間圧延ストリップであることを特徴とする請求項21記載のフラット製品。

10

【請求項23】

冷間圧延により得られた冷間圧延ストリップであることを特徴とする請求項21記載のフラット製品。

【請求項24】

保護金属コーティングが設けられていることを特徴とする請求項21から23のいずれか1項記載のフラット製品。

【請求項25】

前記保護金属コーティングは、高温液浸亜鉛めっきにより形成されていることを特徴とする請求項24記載のフラット製品。

20

【請求項26】

前記保護金属コーティングは、ガルバニーリング処理により形成されていることを特徴とする請求項24記載のフラット製品。

【請求項27】

少なくとも950MPaの引張り強度を有しかつ20-70%のマルテンサイトと、8%までの残留オーステナイトと、残りのフェライトおよび／またはベイナイトとからなる2相構造を有する熱間圧延ストリップの製造方法において、

請求項1-20のいずれか1項記載の2相スチールを溶融する段階と、

融成物をスラブまたは薄いスラブのような前製品に鋳造する段階と、

前製品を1100-1300℃の出発熱間圧延温度に再加熱または維持する段階と、

前製品を800-950℃の最終熱間圧延温度で熱間圧延ストリップに熱間圧延する段階と、

30

熱間圧延ストリップを570℃以下の巻取り温度で巻取る段階とを有することを特徴とする熱間圧延ストリップの製造方法。

【請求項28】

少なくとも950MPaの引張り強度を有しかつ20-70%のマルテンサイトと、8%までの残留オーステナイトと、残りのフェライトおよび／またはベイナイトとからなる2相構造を有する冷間圧延ストリップの製造方法において、

請求項1-20のいずれか1項記載の2相スチールを溶融する段階と、

融成物をスラブまたは薄いスラブのような前製品に鋳造する段階と、

前製品を1100-1300℃の出発熱間圧延温度に再加熱または維持する段階と、

前製品を800-950℃の最終熱間圧延温度で熱間圧延ストリップに熱間圧延する段階と、

40

熱間圧延ストリップを500-650℃の巻取り温度で巻取る段階と、

巻取り後に、熱間圧延ストリップを冷間圧延する段階と、

冷間圧延ストリップを700-900℃の焼きなまし温度で焼きなます段階と、

焼きなまされた冷間圧延ストリップを550-650℃の温度範囲内でかつ少なくとも10K/sの冷却速度で冷却する段階とを有することを特徴とする冷間圧延ストリップの製造方法。

【請求項29】

50

前記熱間圧延ストリップは、40－70%の冷間圧延度で冷間圧延ストリップに冷間圧延されることを特徴とする請求項28記載の方法。

【請求項30】

前記制御された冷却は、550－650℃の温度範囲内でかつ少なくとも10K/sの冷却速度で行われることを特徴とする請求項28または29記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、その構造が実質的にマルテンサイトおよびフェライトおよびそれぞれのベイナイトからなる2相スチールに関する。本発明は、残留オーステナイトの部分が存在させることができ、かつ2相スチールに少なくとも950MPaの引張り強度をもたせることができる。また本発明は、この形式の2相スチールから作られるフラット製品並びに該フラット製品の製造方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

本明細書で一般的に使用される包括的な用語「フラット製品」は、本発明による形式のスチールストリップおよびシートを含むものである。

【0003】

車両のボディ構造の分野では、スチールには、一方では、軽量で高強度を有することが要求され、かつ他方では、優れた変形性を有することが要求される。これらの相反する特性が組合わせられたスチールを製造する多くの試みが知られている。

20

【0004】

例えば下記特許文献1には、有効な深絞り特性だけでなく高い引張り強度も備えたスチール、該スチールから製造されるフラット製品、および該フラット製品の製造方法が開示されている。既知のスチールは、鉄および不可避の不純物以外に、0.08－0.25%のC、0.001－1.5%のSi、0.01－2.0%のMn、0.001－0.06%のP、0.05%までのS、0.001－0.007%のNおよび0.008－0.2%のAlを含有している(%は、重量%)。同時に、スチールは、少なくとも1.2の平均r値、少なくとも1.3の圧延方向のr値、少なくとも0.9の圧延方向に基いた45°の方向のr値、および少なくとも1.2の圧延方向に対して横方向のr値をもたなくてはならない。既知のスチールでは、強度－増大効果はシリコンに帰しており、スチールの有効コーティング可能性に関して1.5重量%の上限が選択されている。強度に対するMnの確実な影響も強調されている。この点については、この上限を幾分超えることを伴うr値の減少に関して1.5重量%のMn含有量の上限が設定された。既知のスチールシートのr値を最適化するには、0.04－0.8重量%、より詳しくは0.04－0.12重量%のMn含有量が有利であると考えられてきた。

30

【0005】

既知のスチールの強度を更に増大させるには、選択的に付加された他の合金元素に加えて、任意であるが、0.0001－0.01重量%のB、全量で0.001－0.2重量%のTi、Nbおよび／またはV並びに全量で0.001－2.5重量%のSn、Cr、Cu、Ni、Co、Wおよび／またはMoを含有させることができる。これらの元素の全含有量は、コスト上の理由から、それぞれ上記限度に制限される。

40

【0006】

下記特許文献2に開示されたスチールが850MPaより大きい強度を有するならば、これらのスチールは、もはや2相構造を有するものではなく、単にマルテンサイトのみまたはフェライトのみおよびそれぞれのベイナイトからなる構造を有する。また、特許文献2は、例えばCr、Mo、TiまたはBの効果が少量のSiまたは比較的高い含有量のMnと同時に再生されるという例を開示していない。それどころか、特許文献2に開示の例は、従来技術によれば、強度が、MnおよびSiの含有量とそれぞれのスチール合金とを適当に調和させることにより実質的に調節されたということを証明している。

50

【0007】

下記特許文献3には、フラット製品を製造する他の可能性が開示されており、このフラット製品は、比較的高い強度の2相スチールからなるが、過時効処理(overaging treatment、Ueberalterungsbehandlung(英、独訳))を含む焼きなまし処理を受けた後でも優れた機械的・技術的特性を有する。この特許文献3から知られた方法では、主としてフェライト-マルテンサイト構造を有するスチールストリップまたはシートが製造される。この構造では、マルテンサイト比率は4-20%であり、スチールストリップまたはシートは、鉄および溶融誘発不純物以外に、0.05-0.2%のC、1.0%までのSi、2.0%までのMn、0.1%までのP、0.015%までのS、0.02-0.4%のAl、0.005%までのN、0.25-1.0%のCr、0.002-0.01%のBを含有している(%は、重量%)。それぞれのスチールのマルテンサイト比率は、好ましくは、主としてマルテンサイト-フェライト構造の約5-20%に達する。この方法で製造されたフラット製品は、少なくとも500N/mm²の強度を有すると同時に、この目的では、特に高い含有量の特定合金元素を必要とすることなく優れた成形性を有する。

10

【0008】

特許文献3に開示されたスチールの場合には、強度を増大させるため、ホウ素の変態-影響効果(transformation-influencing effect、umwandlungsbeeinflussenden Effekt(英、独訳))が引出される。既知のスチールでは、少なくとも1つの他の窒化物フォーマ、好ましくはAlおよび付加的にTiがスチール材料に添加されるため、ホウ素の強度-増大効果が確保される。チタンおよびアルミニウムを添加する効果は、スチール中に含まれる窒素を結合させて、ホウ素を硬度-増大炭化物の形成に利用できるようにすることである。必然的に存在するCr含有物により、同等のスチールと比較して、より高い強度レベルがこの方法で達成される。しかしながら、特許文献3の例により述べられたスチールの最大強度は、各場合において900MPaより小さい。

20

【0009】

最後に、下記特許文献4には、60%より多いフェライトおよび5-30%のマルテンサイトからなる構造を有する比較的高強度の2相スチールが開示されており、該2相スチールは、鉄および不可避の不純物以外に、0.05-0.15%のC、0.5%までのSi、1-2%のMn、0.01-0.1%のAl、0.009%までのP、0.01%までのSおよび0.005%までのNを含有している(%は、重量%)。この既知のスチールの強度を更に増大させるため、上記含有物に加えて、0.01-0.3%のMo、0.001-0.05%のNb、0.001-0.1%のTi、0.0003-0.002%のBおよび0.05-0.49%のCrを添加できる。このようにして得られかつ合金化されたこの既知のスチールは、700MPaまでの引張り強度を達成しかつ優れた変形性および表面仕上げを有している。特許文献4に開示の開発目的は、この種のスチールの機械的特性を改善すると同時に、表面仕上げ、溶接性および変形性に関して厳格であるSi、PおよびAl等の合金元素が比較的多量に合金化することを回避することである。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

40

【特許文献1】欧州特許EP 1 431 107 A1明細書

【特許文献2】欧州特許EP 1 431 407 A1明細書

【特許文献3】欧州特許EP 1 200 635 A1明細書

【特許文献4】欧州特許EP 1 559 797 A1明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

上記従来技術の背景から、本発明の目的は、少なくとも950MPaの強度および優れた変形性を有するスチールおよび該スチールから製造されるフラット製品を開発することにある。また、スチールは、簡単な製造方法を用いて、このスチールから製造されたフラ

50

ット製品を、コーティングされない状態（非コーティング状態）または耐食コーティングが施された状態で、自動車のボディの一部のようなコンポーネントに変形させることができる表面仕上げを有するものでなくてはならない。また、上記態様で得られるフラット製品を容易に製造可能にする方法も提供される。

【課題を解決するための手段】

【0012】

材料に関しては、上記目的は、本発明によれば、特許請求の範囲の請求項1に記載の2相スチールにより達成される。このスチールの有利な実施形態は、請求項1に従属する請求項に記載されている。

【0013】

上記目的を達成するフラット製品は、本発明にしたがって構成されかつ得られるスチールからなり、特許請求の範囲の請求項21に記載の本発明による特徴を有する。

【0014】

最後に、製造方法に関し、上記目的は、特許請求の範囲の請求項27および28に記載の製造方法により、本発明にしたがって達成される。請求項27に記載の方法は、本発明による熱間圧延ストリップの製造方法に関し、請求項28に記載の方法は、本発明による冷間圧延ストリップの製造方法に関する。請求項29および30の各々には、本発明による方法の有利な変更形態が記載されている。また、本発明による方法およびこれらの請求項に記載の変更形態の方法の実際の用途についての特に有利な実施形態を以下に説明する。

【0015】

本発明によるスチールは、少なくとも950MPa、より詳しくは980MPaより大きい強度に特徴を有し、一方で、1000MPa以上の強度も達成できる。同時に、このスチールは少なくとも580MPa、より詳しくは少なくとも600MPaの降伏強度を有し、かつ少なくとも10%の伸び A_{g0} を有する。

【0016】

高強度と優れた変形性との組合せにより、本発明によるスチールは、例えば自動車のボディ構造に要求されているように、実際の使用時に高応力を受ける複雑な成形コンポーネントの製造に特に適している。

【0017】

本発明によるスチールは、その2相構造により、高強度を有すると同時に、優れた伸び特性を有する。かくして、本発明によるスチールの合金は、少なくとも20%、好ましくは30%より多く、最大70%までの比率のマルテンサイトとなるように構成される。同時に、8%までの残留オーステナイト部分も有利であり、一方、多くても7%のより少量の残留オーステナイト部分も一般に好ましい。本発明による2相スチールの構造の残りは、それぞれ、フェライトおよび／またはベイナイト（ベイナイトフェライト＋炭化物）からなる。

【0018】

高強度および優れた伸び特性は、本発明にしたがって2相構造を調節することにより達成される。これは、本発明によるスチール中に、鉄および不可避の不純物以外に存在する個々の合金元素の含有量を細かく選択することにより可能になる。

【0019】

かくして本発明は、0.10－0.20重量%のC含有量を提案する。0.10重量%の最小C含有量は、十分な硬度をもつマルテンサイト構造を形成しかつ本発明によるスチールの特性の所望の組合せを調節すべく選択される。しかしながら、C含有量が0.20重量%を超えると、炭素（C）が所望のフェライト／ベイナイト構造部分の形成を妨げる。炭素の含有量がより高くなると、溶接適合性に悪影響を与え、これは、例えば自動車工学の分野に本発明による材料を適用する上で特に重要である。本発明によるスチールにおける炭素の有利な効果は、本発明によるスチールの炭素含有量が0.12－0.18重量%、より詳しくは0.15－0.16重量%である場合に特に信頼性ある態様で使用でき

10

20

30

40

50

る。

【0020】

本発明によるスチールにおいて、S iもフェライトまたはベイナイトを硬化させることにより強度を増大させるべく機能する。この効果を使用できるようにするには、0.10重量%の最小S i含有量が与えられる。S iの効果は、本発明によるスチールのS i含有量が少なくとも0.2重量%、より詳しくは少なくとも0.25重量%である場合に、特に信頼できる態様で得られる。本発明によるスチールから製造されるフラット製品は更に処理し、必要ならばコーティングを塗布するのに最適な表面仕上げをもつものにすべきであるという事実に関連し、S i含有量の上限は0.6重量%に同時的に設定される。この上限が観察されると、結晶粒界酸化も最小になる。本発明によるスチールの特性に関するS iの好ましくない影響は、本発明によるスチールのS i含有量を、0.4重量%、より詳しくは0.35重量%に制限することにより非常に高い信頼性をもって回避できる。

10

【0021】

この元素の強度増強効果を用いるため、本発明によるスチールのM n含有量は、1.5－2.50重量%、より詳しくは1.5－2.35重量%の範囲内にある。かくして、M nの存在により、マルテンサイトの形成が促進される。本発明によるスチールから冷間圧延ストリップが製造されかつ冷間圧延ストリップが加工の終時に焼きなまされる場合には、本発明によりM nを含有させることにより、焼きなまし後の冷却中のパーライトの形成が防止される。本発明によるスチール中のM nの存在によるこれらの有効な効果は、M n含有量が少なくとも1.7重量%、より詳しくは少なくとも1.80重量%である場合に特に信頼できる態様で使用できる。しかしながら、変形性、溶接適合性およびコーティング可能性に関するM nの悪影響を回避するため、M nの含有量の上限は、本発明によるスチールでは2.5重量%に定められる。本発明によるスチールへのM nの悪影響の可能性は、M n含有量を2.20重量%、より詳しくは2.00重量%に制限することにより、高い信頼性をもって排除できる。

20

【0022】

本発明による2相スチールでは、0.2－0.8重量%の含有量のC rも強度増強効果を有している。この効果は、C r含有量が少なくとも0.3重量%、より詳しくは少なくとも0.5重量%である場合に特に顕著である。しかしながら、同時に、本発明によるスチールの結晶粒界酸化の危険性を低減させかつ優れた伸び特性を確保するため、本発明によるスチールのC r含有量は0.8重量%に制限される。更に、この上限が観察される場合には、金属コーティングが有効に設けられた表面が達成される。特に、本発明によるスチールのC r含有量の上限が最大で0.7重量%、より詳しくは0.6重量%に定められる場合には、C rを含むことの悪影響が回避される。

30

【0023】

少なくとも0.02重量%の含有量でチタン(T i)が存在すると、T i CまたはT i (C、N)の微細堆積物が形成されかつ結晶微細化に寄与するため、本発明によるスチールの強度の増大に寄与する。T iの他の有効な効果は、存在することがある窒素(N)と結合し、これにより本発明によるスチール中の窒化ホウ素の形成が防止されることである。これらは、本発明によるフラット製品の伸び特性および変形性にも大きい悪影響を与える。かくして、強度を増大させるためにホウ素を添加すると、T iの存在により、ホウ素が完全にその効果を発揮することが確保される。この目的のため、それぞれのN含有量の5.1倍より多い量(すなわち、T i含有量 $>1.5(3.4 \times \text{N含有量})$)でT iを添加するのが好ましい。しかしながら、過度に多いT i含有量は、好ましくない高い再結晶温度をもたらし、冷間圧延フラット製品が、最終加工段階で焼きなましされる本発明のスチールから製造される場合に、特に悪影響を与える。このため、T i含有量の上限は0.08重量%、より詳しくは0.06重量%に制限される。本発明のスチールのT i含有量が0.03－0.055重量%、より詳しくは0.040－0.050重量%であるときに、T iのこの有効な効果は本発明によるスチールの特性に特に信頼性ある態様で使用できる。

40

50

【0024】

本発明によるスチールの強度はまた、0.002重量%までのB含有量により増大される。このB含有量は、冷間圧延ストリップが本発明によるスチールから製造される場合には、任意であるが本発明によりMn、CrおよびMoをそれぞれ添加することにより行われ、限界冷却速度は焼きなまし後に減速される。このため、本発明の特に実用的な実施形態によれば、B含有量は少なくとも0.0005重量%である。しかしながら、同時に、過度に高いB含有量は、本発明によるスチールの変形性を低下させかつ本発明により望まれる2相構造の形成に悪影響を与える。したがって、0.0007-0.0016重量%、より詳しくは0.0008-0.0013重量%の含有量をもつ本発明によるスチールでは、ホウ素(B)の最適効果が得られる。

10

【0025】

上記含有量範囲内でのBまたはCrのように、本発明により任意に存在するモリブデン(Mo)含有量も、本発明によるスチールの強度増大に寄与する。この点において、経験により、Moの存在は、金属コーティングを備えたフラット製品のコーティング可能性または伸展性に悪影響を与えない。実際の試験によれば、Moの有利な影響は、コスト上の観点からも、0.25重量%、より詳しくは0.22重量%までの含有量に特に有効に使用できることが証明されている。かくして、0.05重量%のMo含有量でも、本発明によるスチールの特性に有利な効果を与える。充分な量の他の強度増大元素が存在する場合には、特に、Mo含有量が0.065-0.18重量%、より詳しくは0.08-0.13重量%であるときに、本発明によるスチール中のMoの所望効果が得られる。しかしながら、本発明によるスチールが、1.7重量%より少ないMo含有量および/または0.4重量%より少ないCr含有量を有する場合には、0.05-0.22重量%のMoを添加して、本発明によるスチールの必要強度を確保するのが有利である。

20

【0026】

本発明によるスチールが溶融される場合には、還元のためおよびスチール中に含まれることがある窒素(N)と結合するためにアルミニウムが使用される。この目的のため、必要ならば、本発明によるスチールに、0.1重量%より少量の含有量でAlを添加できる。Alの含有量が0.01-0.06重量%、より詳しくは0.020-0.050重量%の範囲内にある場合には、特に信頼できる態様でAlの所望効果が確保される。

【0027】

ホウ素(B)が同時に存在する場合には、特に窒化ホウ素の形成を回避するため、窒素は、0.012重量%までの含有量でのみ本発明によるスチールに添加することが許容される。それぞれ存在するチタンがNと完全に結合することを信頼性をもって防止するためかつNがもはや微小合金元素として有効でないため、N含有量は0.007重量%までに制限するのが好ましい。

30

【0028】

本発明により与えられる上限より低いP含有量は、本発明によるスチールの優れた溶接可能性に寄与する。したがって本発明によれば、P含有量は、0.1重量%、より詳しくは0.02重量%より少量に制限するのが好ましく、0.010重量%より少量のP含有量の場合に、特に優れた結果が得られる。

40

【0029】

硫黄(S)の含有量が本発明により与えられる上限より少量の場合には、MnSまたは(Mn、Fe)Sの形成が抑制され、これにより、本発明によるスチールおよび該スチールから製造されるフラット製品の優れた伸展性を確保できる。これは、S含有量が0.003重量%より少ない場合に特に言えることである。

【0030】

本発明による方法では、本発明による2相スチールからなるフラット製品は、直接的に、すなわち熱間圧延後に得られる熱間圧延ストリップとして更に加工すべく、後で行われる冷間圧延加工を行うことなく製造できる。かくして、本発明により得られる熱間圧延ストリップから、非コーティング状態の高応力に耐えるコンポーネントを形成できる。これ

50

らのコンポーネンツが、特に腐蝕に対して保護されるべきものである場合には、熱間圧延ストリップが、それぞれのコンポーネントに形成される前または後に、金属保護コーティングを施すことができる。

【0031】

一方、比較的小さい厚さのフラット製品が要求される場合には、本発明によるスチールから製造される熱間圧延ストリップは、最初に、任意であるが金属防錆コーティングの塗布後に、冷間圧延しかつ次に焼きなましを行なうことができる。

【0032】

本発明によるフラット製品に金属保護コーティングが塗布される場合には、これは、例えば高温液浸亜鉛めっき、ガルバニーリング処理または電解コーティングにより行うことができる。必要ならば、基板上への金属コーティングの信頼性ある接合を確保するため、コーティング前に予酸化加工を施すことができる。

【0033】

熱間圧延ストリップを呈しかつ少なくとも950MPaの引張り強度および20-70%のマルテンサイト、8%までの残留オーステナイトおよび残りのフェライトおよび／またはベイナイトからなる2相構造を有する本発明によるフラット製品を作るには、本発明にしたがって構成された2相スチールが最初に溶融され、融成物がスラブまたは薄いスラブ等の前製品に鋳造され、前製品が1100-1300℃の熱間圧延出発温度で再加熱されるか維持され、更に、800-950℃の熱間圧延最終温度で高温ストリップに熱間圧延され、得られた熱間圧延ストリップは570℃以下の巻取り温度で巻取られる。

【0034】

室温から570℃までの範囲内で巻取り温度を適当に調節することにより、これ以上は圧延されない熱間圧延ストリップの2相構造を調節し、特性の所望の組合せを得る。

【0035】

本発明の方法により得られた熱間圧延ストリップが非コーティング状態に維持されるか、金属コーティングされた熱間圧延ストリップとして電解コーティングされるには、フラット製品は焼きなます必要がない。これに対し、熱間圧延ストリップが高温液浸亜鉛めっきにより金属コーティングされる場合には、熱間圧延ストリップは、最初に600℃の最高焼きなまし温度で焼きなまされ、次に、例えば亜鉛浴のようなコーティング浴の温度まで冷却される。亜鉛浴に通した後、コーティングされた熱間圧延ストリップは、慣用方法で室温に冷却される。

【0036】

本発明によるフラット製品を冷間圧延ストリップの形態に形成したい場合には、この目的のために、本発明による2相スチールが溶融され、このスチール融成物がスラブまたは薄いスラブのような前製品に鋳造され、前製品が1100-1300℃の熱間圧延出発温度で再加熱または維持され、かつ800-950℃の熱間圧延最終温度で高温ストリップに熱間圧延される。熱間圧延ストリップは、500-650℃の巻取り温度で巻取られ、次に、冷間圧延され、得られた冷間圧延ストリップは700-900℃の焼きなまし温度で焼きなまされ、次に、制御された態様で冷却される。

【0037】

580℃までの範囲の巻取り温度は、冷間圧延ストリップの製造に関して特に有利であることが証明されている。なぜならば、580℃の巻取り温度を超えると、結晶粒界酸化の危険が高まるからである。巻取り温度が低いと、熱間圧延ストリップの強度および降伏強度が増大し、熱間圧延ストリップを冷間圧延するのが困難になる。したがって、冷間圧延ストリップに冷間圧延すべき熱間圧延ストリップは、少なくとも530℃、より詳しくは少なくとも550℃の温度で巻取るのが好ましい。

【0038】

本発明により製造された冷間圧延ストリップを、非コーティング状態に維持するか、電解的にコーティングすべき場合には、焼きなまし処理が、別の作業段階として連続焼きなまし炉内で行われる。達成される最高焼きなまし温度は、1-50K/sの加熱速度で、

700-900℃の範囲内に達成される。次に、本発明により望まれる特性の組合せを意図的に調節するため、焼きなましされた冷間圧延ストリップは、パーライトの形成を抑制すべく、少なくとも10K/sの冷却速度が550-650℃の温度範囲内で達成されるように冷却されるのが好ましい。この限界範囲内の温度に到達した後、ストリップは、10-300秒間維持されるか、0.5-30K/sの冷却速度で室温まで直接冷却することができる。

【0039】

しかしながら、冷間圧延ストリップを高温液浸亜鉛めっきによりコーティングすべき場合には、焼きなまし段階とコーティング段階とを組合せることができる。この場合、冷間圧延ストリップは、高温液浸コーティングラインの種々の炉セクションを連続的シーケンスで通される（個々の炉セクション内は異なる温度が支配しており、最大700-900℃に達する）。この場合、2-100K/sの範囲内の加熱速度を選択すべきである。それぞれの焼きなまし温度が得られた後に、ストリップは10-200秒間、この温度に維持される。次にストリップは、それぞれのコーティング浴（一般的に亜鉛浴）の温度（通常、500℃より低い）に冷却される。この場合、冷却速度は、550-650℃の温度範囲内で10K/sより速くすべきである。この温度段階に到達後、冷間圧延ストリップは、任意であるが、10-300秒間それぞれの温度に維持できる。焼きなましされた冷間圧延ストリップは、次に、それぞれのコーティング浴（好ましくは亜鉛浴）に通される。その後、冷間圧延ストリップは、慣用の高温液浸亜鉛めっきされた冷間圧延ストリップを得るべく室温まで冷却されるか、亜鉛めっきされた冷間圧延ストリップを製造すべく急速に加熱され、次に室温まで冷却される。

【0040】

熱間圧延ストリップが冷間圧延ストリップに冷間圧延される場合、それぞれに利用可能な装置工学を最適利用して圧延ストリップの十分に高い強度を達成するには、冷間圧延度を40-70%、より詳しくは50-60%に調節するのが好ましいことが証明されている。このようにして冷間圧延された本発明による冷間圧延ストリップは、一般に0.8-2.5mmの厚さを有している。

【0041】

必要ならば、冷間圧延ストリップには、コーティングされた状態またはコーティングされない状態でスキンスローリングを施すことができ、スキンスローリング度は、2%までの範囲で調節される。

【発明を実施するための形態】

【0042】

以下、実施例を参照して、本発明を詳細に説明する。

【0043】

表1に組成が示されている16個（そのうち融成物10、11、14は参考）のスチール融成物（steel melts、Stahlschmelzen（英、独訳））は、慣用的な方法で溶融されかつスラブに鋳造された。次に、スラブは炉内で1200℃に再加熱され、この温度から出発して慣用的方法で熱間圧延された。最終圧延温度は900℃であった。

【0044】

第1試験シリーズでは、かくして得られた熱間圧延ストリップは550℃の巻取り温度（この巻取り温度は、±30℃の精度で調節された）で巻取られ、次に、50%、65%および70%の冷間圧延度で、0.8-2mmの厚さをもつ冷間圧延ストリップに冷間圧延された。

【0045】

得られた冷間圧延ストリップは、次に、焼きなましを受け、かつコーティングされない状態で供給される冷間圧延ストリップの形態で、上記方法により制御された冷却を受けた。

【0046】

表2には、融成物1-10、12-13、15-16からの第1試験シリーズで作られ

た冷間圧延ストリップについての構造状態、機械的特性およびそれぞれの調節された冷間圧延度、およびストリップ厚さが示されている。

【0047】

他の3つの試験シリーズでは、融成物 1-10、12-13、15-16 から上記方法で作られた熱間圧延ストリップが、100℃以下の温度、500℃および570℃の温度で巻取られた。これらの熱間圧延ストリップについて測定された特性が、表3（巻取り温度：20℃）、表4（巻取り温度：500℃）および表5（巻取り温度：570℃）に示されている。このようにして得られた熱間圧延ストリップは冷間圧延することを意図するものではなく、任意であるが保護金属コーティングが施こされた後にコンポーネンツとして更に加工すべく送られる。

【0048】

【表 1】

融成物	C	Si	Mn	Al	Mo	Ti	Cr	B	P	S	N
1	0.149	0.30	1.97	0.007	-	-	0.45	0.0004	0.003	0.004	0.0013
2	0.150	0.30	1.97	<0.005	-	0.023	0.45	0.0021	0.005	0.004	0.015
3	0.152	0.30	1.99	0.005	-	-	0.46	0.0004	0.004	0.004	0.0014
4	0.157	0.30	1.97	0.005	-	-	0.81	0.0005	0.004	0.004	0.0017
5	0.153	0.30	1.50	0.005	-	-	0.81	0.0004	0.004	0.004	0.0015
6	0.150	0.02	1.98	<0.005	-	0.023	0.80	0.0022	0.004	0.005	0.0015
7	0.152	0.60	1.97	<0.005	-	0.021	0.45	0.0022	0.004	0.004	0.0024
8	0.154	0.19	2.07	0.004	-	0.022	0.60	0.0011	0.004	0.007	0.0052
9	0.16	0.29	1.8	0.032	0.08	0.046	0.52	0.0009	0.013	0.001	0.004
(参考)10	0.152	0.28	1.7	0.028	0.15	0.051	0.3	0.0012	0.008	0.001	0.0045
(参考)11	0.145	0.21	1.7	0.036	0.19	0.035	0.45	0.0010	0.011	0.0015	0.0042
12	0.148	0.24	1.83	0.031	0.22	0.035	0.65	0.0012	0.010	0.0015	0.0042
13	0.153	0.29	2.2	0.029	0.08	0.090	0.59	0.0018	0.012	0.0013	0.0051
(参考)14	0.19	0.22	1.75	0.033	0.18	0.052	0.51	0.0009	0.007	0.0020	0.0031
15	0.12	0.27	2.35	0.027	-	0.051	0.5	0.0012	0.014	0.0012	0.0029
16	0.1	0.31	2.31	0.031	0.22	0.086	0.66	0.0016	0.013	0.0016	0.0047

注) 量は重量%、残りは鉄および不可避の不純物

【表 2】

融成物	R _{p0.2}	R _m	A ₈₀	構 造 的 比 率					冷間圧延度	シート厚さ
				マトリックス	マルテンサイト	ベイナイト	残留オーステナイト	炭化物		
		[MPa]	[%]		[%]	[%]	[%]		[%]	[mm]
1	580	955	15.2	フェライト	20	若干のベイナイト	-	-	50	2.0
2	598	1057	8.3	フェライト	50	若干のベイナイト	-	-	65	1.2
3	581	970	14.9	フェライト	30 - 40	ベイナイト	-	炭化物	50	2.0
4	590	1023	12.5	フェライト	20 - 0	10	-	炭化物	70	0.8
5	585	960	17.1	フェライト	20	-	-	炭化物	50	2.0
6	601	997	8.6	ベイナイト	50	-	-	炭化物	50	2.0
7	607	1038	10.8	ベイナイト + 10%フェライト	50	-	-	炭化物	70	0.8
8	602	992	14	ベイナイト	40 - 45	-	6.5	-	50	2.0
9	645	1071	14.8	フェライト	50 - 60	-	2.5	-	50	2.0
(参考)10	635	1054	15.1	フェライト	45	-	2.0	-	70	0.8
(参考)11	618	1035	15.3	フェライト	30 - 40	-	1	-	65	1.2
12	626	1047	14.2	フェライト / ベイナイト	40 - 50	-	-	-	70	0.8
13	675	1102	10.5	ベイナイト / フェライト	60 - 70	-	-	-	50	2.0
(参考)14	609	1031	15.4	フェライト	35 - 45	-	3	-	50	2.0
15	612	1010	11.3	フェライト	40	-	1.5	-	65	1.2
16	603	1016	13.6	フェライト	55 - 65	-	3	-	65	1.2

【 0 0 5 0 】

10

20

30

40

【表 3】

融 成 物	$R_{p0.2}$	R_m	A_{80}	構 造 的 比 率	
	[MPa]	[MPa]	[%]	マトリックス	マルテンサイト [%]
1	580	950	12.3	ベイナイト / フェライト	20
2	621	1023	11.5	ベイナイト	20 - 30
3	614	985	13.4	ベイナイト / フェライト	25 - 30
4	639	1012	12.9	ベイナイト	25
5	580	950	14.5	ベイナイト	20
6	725	996	13.7	ベイナイト	25
7	594	998	13.5	ベイナイト	20 - 30
8	731	1005	13.9	ベイナイト	25 - 35
9	1070	1129	12.1	ベイナイト	45 - 55
(参考)10	642	1014	13.4	ベイナイト	30 - 35
(参考)11	626	1007	14.8	ベイナイト	25 - 35
12	640	1017	15.7	ベイナイト	20 - 30
13	854	1121	10.7	ベイナイト	60 - 70
(参考)14	674	1014	12.8	ベイナイト	25 - 35
15	685	1027	12.7	ベイナイト	35 - 45
16	691	1031	13.8	ベイナイト	30 - 40

10

【 0 0 5 1 】

20

【表 4】

融 成 物	R _{p0.2} [MPa]	R _m [MPa]	A ₈₀ [%]	構 造 的 比 率		
				マトリックス	マルテンサイト [%]	残留オーステナイト [%]
1	580	950	14	ベイナイト / フェライト	20	-
2	600	985	12	ベイナイト	25	3
3	630	970	14	ベイナイト / フェライト	20	1
4	580	950	15	ベイナイト / フェライト	25	5.5
5	600	1005	15.2	ベイナイト	25	< 1
6	642	1012	12.1	ベイナイト	20	1
7	585	970	13.8	ベイナイト	20 - 25	5.5
8	855	1002	13	ベイナイト	20	3
9	801	1079	10.6	ベイナイト	20 - 25	2.5
(参考)10	634	970	13	ベイナイト / フェライト	20	3.5
(参考)11	671	954	14.2	ベイナイト	20	3
12	678	1021	10.6	ベイナイト	30	1
13	716	1069	11.8	ベイナイト	25 - 30	6
(参考)14	681	1012	13.2	ベイナイト / フェライト	35	3
15	706	1010	13.1	ベイナイト	30	1
16	724	986	15.6	ベイナイト	30	5

【 0 0 5 2 】

10

20

30

【表 5】

融成物	R _{p0.2} [MPa]	R _m [MPa]	A ₈₀ [%]	構 造 的 比 率		
				マトリックス	マルテンサイト [%]	残留オーステナイト [%]
1	580	950	13	フェライト	20	—
2	590	980	13.6	フェライト / ベイナイト	20	6
3	610	965	15.8	フェライト	20	—
4	580	950	17.2	フェライト / ベイナイト	25	3
5	585	995	18.4	フェライト	20	—
6	580	1003	16.4	フェライト / ベイナイト	20	4
7	590	960	15.9	フェライト / ベイナイト	35	3
8	654	1003	15	フェライト / ベイナイト	30	3
9	618	1006	15.4	フェライト / ベイナイト	30	8
(参考)10	580	940	17.1	フェライト / ベイナイト	25	6
(参考)11	595	911	18.4	フェライト / ベイナイト	25	6
12	641	1011	13.7	ベイナイト / フェライト	30	2
13	698	1021	13.4	ベイナイト	35	6
(参考)14	585	921	16.7	フェライト / ベイナイト	25	5
15	712	1001	15.4	ベイナイト / フェライト	30	7
16	722	1015	16.3	ベイナイト / フェライト	35	2

10

20

30

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 2 1 B 3/00 A

- (72)発明者 ボヒャロヴァ エカテリーナ
ドイツ 47057 デュイスブルク, コロニーシュトラッセ 156
- (72)発明者 ヘラー トーマス
ドイツ 47229 デュイスブルク, ローベルトコホーシュトラッセ 6
- (72)発明者 マッティセン ドロテア
ドイツ 45478 ミュルハイム・アン・デア・ルール, ブロイヒャー ヴァルトベーク 88
アー
- (72)発明者 シュティヒ ギュンター
ドイツ 44869 ボーフム, サルバイヴェック 5
- (72)発明者 シュトラウス シルケ
ドイツ 46569 ヒュンクセ, ツア ランゲン ブリュッケ 6
- (72)発明者 ニッケルス トーマス
ドイツ 40882 ラティンゲン, フーゴーシュリムシュトラッセ 65

審査官 天野 斉

- (56)参考文献 欧州特許出願公開第01319726 (EP, A1)
特開2004-339606 (JP, A)
特開2006-104532 (JP, A)
特開2005-187863 (JP, A)
特開2000-282175 (JP, A)
国際公開第2004/104254 (WO, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C 2 2 C 38/00
B 2 1 B 3/00
C 2 1 D 9/46
C 2 2 C 38/38