

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5599708号  
(P5599708)

(45) 発行日 平成26年10月1日(2014. 10. 1)

(24) 登録日 平成26年8月22日(2014. 8. 22)

(51) Int.Cl.

F I

C 2 1 D 9/46 (2006. 01)  
 C 2 1 D 3/04 (2006. 01)  
 C 2 2 C 38/00 (2006. 01)  
 C 2 2 C 38/44 (2006. 01)

C 2 1 D 9/46 T  
 C 2 1 D 3/04 G  
 C 2 1 D 3/04 J  
 C 2 2 C 38/00 3 O 1 W  
 C 2 2 C 38/44

請求項の数 14 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2010-521385 (P2010-521385)  
 (86) (22) 出願日 平成20年8月7日(2008. 8. 7)  
 (65) 公表番号 特表2010-537045 (P2010-537045A)  
 (43) 公表日 平成22年12月2日(2010. 12. 2)  
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2008/060378  
 (87) 国際公開番号 W02009/024472  
 (87) 国際公開日 平成21年2月26日(2009. 2. 26)  
 審査請求日 平成23年2月22日(2011. 2. 22)  
 (31) 優先権主張番号 102007039013. 2  
 (32) 優先日 平成19年8月17日(2007. 8. 17)  
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(73) 特許権者 510041496  
 ティッセンクルップ スチール ヨーロッパ  
 アクチェンゲゼルシャフト  
 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】 表面脱炭熱間圧延ストリップの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも 0 . 4 質量 % の炭素を含有する熱処理可能なスチールで作られた表面脱炭スチールストリップを製造する方法において、下記作業段階すなわち、

熱処理可能なスチールからスチールストリップを作る段階と、

スチールストリップがオープンコイルに巻取られたとき、スチールストリップを、所与の熱処理可能なスチールの  $A_{C1}$  温度の下 20 から所与の熱処理可能なスチールの  $A_{C3}$  温度までの脱炭焼きなまし温度まで加熱する段階と、

オープンコイル状のスチールストリップを、脱炭雰囲気中で、少なくとも 90 分間の脱炭焼きなまし時間の間焼きなます段階とを有し、脱炭雰囲気を形成する脱炭ガスが、オープンコイルの層間に存在するギャップを通して流れ、

スチールストリップを加速冷却する段階を更に有し、これにより、スチールストリップの所与の表面から測定した脱炭深さが、スチールストリップの厚さの 1 / 4 より小さい範囲に制限され、

前記コイルには、加速冷却のために保護ガスが供給されることを特徴とする方法。

【請求項 2】

前記脱炭深さは、30 - 120  $\mu m$ であることを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

前記脱炭焼きなまし時間は、最大 120 分間であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の方法。

## 【請求項 4】

前記脱炭雰囲気は、85 - 97 体積%の窒素および3 - 15 体積%の水素を含有していることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項記載の方法。

## 【請求項 5】

前記スチールストリップは、脱炭焼きなまし時間中脱炭雰囲気に露出される前に、オープンコイル形態で、保護ガスの雰囲気中で脱炭焼きなまし温度に加熱されることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項記載の方法。

## 【請求項 6】

前記加熱中に維持される保護ガスの雰囲気は、85 - 97 体積%の窒素および3 - 15 体積%の水素を含有しており、脱炭焼きなまし温度に到達したとき、水蒸気が保護ガスの雰囲気中に供給されて脱炭焼きなまし雰囲気を作ることを特徴とする請求項 4 または 5 記載の方法。

10

## 【請求項 7】

前記脱炭焼きなまし時間に亘って、脱炭雰囲気が含有する水蒸気の比率を調整することにより、脱炭雰囲気の露点が20 - 28 の範囲内に保持されることを特徴とする請求項 6 記載の方法。

## 【請求項 8】

前記スチールストリップは、オープンコイルに巻回される前に酸洗いされることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項記載の方法。

## 【請求項 9】

20

前記スチールストリップは、酸洗い後でかつオープンコイルに巻回される前に、スキンパス圧延されることを特徴とする請求項 8 記載の方法。

## 【請求項 10】

前記オープンコイルの加熱および脱炭焼きなましは、バッチ形の焼きなまし炉内で行われることを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 項記載の方法。

## 【請求項 11】

前記脱炭焼きなまし温度は、680 - 780 であることを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれか 1 項記載の方法。

## 【請求項 12】

前記脱炭焼きなまし温度は、 $A_{C1}$  温度より10 - 20 低いことを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれか 1 項記載の方法。

30

## 【請求項 13】

熱処理可能なスチールの組成(質量%)は、

C : 0.4 - 1.0 %

Si : 0.1 - 0.5 %

Mn : 0.3 - 1.2 %

P : < 0.02 %

S : < 0.008 %

Al : 0.01 - 0.05 %

Cr : 0.1 - 0.5 %

Ni : 0.1 - 0.4 %

Mo : 0.1 %

残り：鉄および不可避の不純物

40

であることを特徴とする請求項 1 から 12 のいずれか 1 項記載の方法。

## 【請求項 14】

前記スチールストリップを作る過程で、下記作業段階すなわち、

熱処理可能なスチールを溶融させる段階と、

熱処理可能なスチールをスラブに鑄造する段階と、

出発材料を、850 - 900 の最終熱間圧延温度でスチールストリップに熱間圧延する段階と、

50

スチールストリップを、600 - 620 の巻取り温度で巻取る段階とが行われることを特徴とする請求項1から13のいずれか1項記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、少なくとも0.4質量%の炭素を含有する熱処理可能なスチールで作られた脱炭熱間圧延ストリップの製造方法に関する。この種のスチールから製造される熱間圧延ストリップは高い硬度を有し、したがって、使用時に、大きいけれども局部的に限定された荷重を受ける物品の製造に特に適している。このことは、例えば実際の使用時に、切刃および該切刃を支持するブレード本体の両方が切削加工中の大きい力に耐えなくてはならないパンチングブレードおよび同様な切削工具についていえることである。

10

【背景技術】

【0002】

比較的高い炭素含有量を有する熱処理可能なスチールを用いることの長所は、この種のスチールが、その高い硬度のため、成形加工を受けるのが比較的困難であるという欠点により相殺される。このことは、例えば、高硬度の熱処理可能なスチールから製造された薄いシートが成形加工を受けるときに、シートの表面にクラックの形成が生じ、これらのクラックが、次に、所与のシートから製造されるコンポーネントの割れ目の出発点となることを意味する。

20

【0003】

基本的に、スチールの成形性は、脱炭焼きなましにより改善されることは知られている。このため、軟鋼から製造される深絞り用スチールは、脱炭焼きなましを受ける。この場合の目的は、シートまたはブレードの全断面に亘ってできる限り均一に炭素含有量を低減させ、成形された時その性質をできる限り均一に確保するためである。

【0004】

下記特許文献1には、一般に0.03質量%より明らかに少ない低炭素含有量のスチールで作られた、深絞り加工用冷間圧延ストリップの脱炭焼きなましの一例が開示されている。この既知の方法では、熱間圧延ストリップが、850 - 950 の最終圧延温度でスラブから熱間圧延される。得られた熱間圧延ストリップは、次に、600 の巻取り温度で巻取られた後、所望の最終厚さまで冷間圧延される。

30

【0005】

冷間圧延後、冷間圧延ストリップは、既知の方法によりオープンコイルに巻回されかつオープンコイルとして脱炭焼きなましされる。この種のオープンコイルは、コイルを形成する個々の層が間隔を隔てて互いに分離されるように、十分に緩く巻回される。このため、コイルの個々の層間に存在するギャップを通して反応性ガスが流れることができ、このことは、ガスの流れが最適な態様で案内される場合には、ガスが、コイルの全表面を同様にスイープできることを意味する。

40

【0006】

特許文献1で要求されている脱炭度合いを達成するには、長い焼きなまし時間が要求される。このため、特許文献1の技術では、0.04質量%の炭素を含有するスチールは、実質的に乾燥雰囲気中で要求される脱炭焼きなまし温度まで8 - 12時間加熱しなければならない。次に、炉の雰囲気中に200 : 1の比で水蒸気を供給し、脱炭方法を開始する。次に、このようにして形成された還元雰囲気中で、炭素含有量の所望の低減が達成されるまで更に10時間脱炭焼きなましが続けられる。

【0007】

下記特許文献2には、0.03 - 0.06質量%の炭素を含有する深絞りを目的とする

50

冷間圧延ストリップを脱炭焼きなましする他の可能な方法が開示されている。この方法では、冷間圧延ストリップが、還元雰囲気 $780$ より低い焼きなまし温度に維持されている炉に連続的に通される。焼きなまし炉にストリップを通す時間は、ストリップが焼きなまし炉から出るときに、その炭素含有量が $0.01$ 質量%より低くなるように定められる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】英国特許GB 1,189,464号明細書

10

【特許文献2】ドイツ国特許DE - OS 2 105 218号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

このような背景から、本発明の目的は、一方で高い硬度と他方で優れた成形性とが互いに最適態様で組合わされるようにスチールストリップを製造する方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明によれば、上記目的は、特許請求の範囲の請求項1に記載の方法により達成される。本発明の方法の有利な実施形態は、請求項1に従属する請求項に特定されている。

20

【0011】

本発明によれば、最初に、スチールストリップが、少なくとも $0.4$ 質量%の炭素を含有する熱処理可能なスチールから既知の態様で作られる。このスチールストリップは冷間圧延ストリップでもまたは熱間圧延ストリップでもよいが、本発明の方法は、冷間圧延ストリップの厚さより大きい所与の厚さで加工されるべき熱間圧延ストリップに特に適している。

【0012】

本発明によれば、スチールストリップはオープンコイルに巻回され、かつオープンコイルとして、十分な長さの時間をかけて脱炭焼きなまし温度まで加熱される。この温度は、所与の熱処理可能なスチールの $A_{C1}$ 温度の下 $20$ 、特に $A_{C1}$ 温度の下 $10$ から、所与の熱処理可能なスチールの $A_{C3}$ 温度までにすることができる。

30

【0013】

次に、オープンコイル状のスチールストリップの脱炭焼きなましが、脱炭雰囲気中で、少なくとも $90$ 分の脱炭焼きなまし時間をかけて行われる。脱炭焼きなまし時間の間、脱炭雰囲気を形成する脱炭ガスが、オープンコイルの層間に存在するギャップを通して流れる。

【0014】

オープンコイルに巻回されたスチールストリップについての本発明による脱炭焼きなましの長所は、所与の場合に加工されるスチールストリップの長さおよび幅に亘って均一な温度分布が達成されると同時に、時間を節約できることである。この場合、本発明によれば、焼きなまし条件は、ストリップ全体に亘って均一に分散された微小構造状態が存在するように選択される。このため、本発明により定められる焼きなまし温度範囲により、所与の場合に加工されるストリップには、十分な量のフェライトが依然として存在し、炭素が高速で拡散することが確保される。この拡散は、オーステナイトにおけるよりもフェライトにおける方が非常に速く行われる。

40

【0015】

できる限り短い焼きなまし時間を得るため、本発明によれば、脱炭焼きなまし温度は、 $A_{C1}$ 温度より $10 - 20$ 低い範囲内に定めるのが好ましい。脱炭焼きなまし温度をこ

50

のように定めることにより、所与の場合に加工されるスチールストリップの熱処理可能なスチールはフェライトの微小構造を有し、このことは、炭素に対して最適拡散速度が得られることを意味する。

【 0 0 1 6 】

脱炭焼きなましの後、コイル内に存在する熱の結果として炭素の好ましくない後拡散（炭素の後拡散の度合いは不確実である）が、前に選択的に脱炭された表面層内に生じることを防止すべく、オープンコイルが加速速度で冷却される。この場合、加速冷却はできる限り早く、可能であれば脱炭焼きなまし時間の終了後直ぐにスタートしかつ少なくとも 1 / 分の冷却速度で加速冷却すべきである。

【 0 0 1 7 】

また、加速冷却は保護ガスで行うのが有利である。これは、冷却中のスチールストリップの制御されない脱炭を殆ど防止すべく作用する。

【 0 0 1 8 】

本発明による方法で処理されたスチールシートまたはプレートには脱炭表面層が存在し、スチールストリップの所与の表面から測定した脱炭表面層の深さは、各場合においてスチールストリップの厚さの 1 / 4 より小さい範囲に制限されている。これは、本発明による脱炭には、表面に近い領域のみが含まれることを意味する。実際に、本発明による方法のパラメータは、脱炭深さが最大 1 2 0  $\mu\text{m}$ 、より詳しくは 3 0 - 1 2 0  $\mu\text{m}$  の最大深さとなるように選択されるのが好ましい。

【 0 0 1 9 】

したがって、本発明による方法で得られるスチールストリップは、脱炭処理の結果として、表面に近い層領域内の曲げにより形成される高い能力を有することに特徴を有する。同時に、本発明により処理されたストリップは、完全に脱炭されたときに、最初の高炭素含有量がスチールストリップのコア領域内に依然として維持されるという事実により高いコア硬度を有する。

【 0 0 2 0 】

概していえば、そのソフトな焼きなまし状態（焼きなまし後にパーライト形態が存在しない状態）により、本発明により熱処理されたスチールストリップが、初期状態に比べて低下した強度を有し、この強度は、スチールストリップが更に加工されるときに可能な態様に有利な効果を与える。

【 0 0 2 1 】

本発明による方法は、比較的低い脱炭焼きなまし温度および短い焼きなまし時間であるので、特に安価かつ効率的に実施できる。

【 0 0 2 2 】

熱処理可能なスチールで作られかつ本発明にしたがって処理されたスチールシートまたはプレートの特性を特別に組合わせることにより、この種のスチールストリップが、クラッキングの危険なく成形加工を受けることができるようにする。このように、本発明により製造されたスチールシートまたはプレートは、例えば、必要なときに鋭く曲げられて意図した形状をもつパンチングブレードまたは同様な物品を製造するのに特に満足して使用できる。

【 0 0 2 3 】

本発明にしたがって製造されたスチールシートまたはプレートからの半成品の製造により、パンチングまたはカッティングおよび深絞りまたは曲げ等の成形作業が可能になる。必要ならば、このようにして製造された半成品にも、最終焼きなまし処理を施すことができる。

【 0 0 2 4 】

本発明による方法を実施するときに任意の所与の場合に選択される焼きなまし時間は、所与の場合に要求される脱炭の深さにより調節される。焼きなまし時間は、一般に、少なくとも 9 0 分である。本発明により定められた作業パラメータの下での経験から、例えば、0 . 5 5 質量 % の炭素含有量を有する熱処理可能なスチールにより、この時点で、少な

10

20

30

40

50

くとも  $30\ \mu\text{m}$  の脱炭深さが得られる。

#### 【0025】

基本的には、所与の脱炭温度、定められた脱炭深さ、脱炭雰囲気中の露点、所与の脱炭深さを得るために本発明による脱炭処理を実施する時間は、処理すべきスチールストリップの炭素含有量およびスチールストリップのコイルの重量から決定できる。脱炭深さを最大  $120\ \mu\text{m}$  に制限すべき場合には、経験から、この目的のためには脱炭時間を最大  $120$  分に制限できることが証明されている。

#### 【0026】

本発明による脱炭が実施されるとき、これ自体は既知の方法で、脱炭ガスとして窒素、水素および水蒸気からなるガス混合物を使用できる。この種の脱炭雰囲気は、 $20 - 28$ 、より詳しくは  $20 - 26$  の間の露点で、一般に、 $85 - 97$  体積%の窒素および  $3 - 15$  体積%の水素を含有し、実際に使用される雰囲気は、一般に、 $93$  体積%の窒素および  $7$  体積%の水素を含有している。

#### 【0027】

本発明による方法では、脱炭温度への加熱は、保護ガスの雰囲気中でも最初に行われる。ひとたび脱炭温度に到達したならば、スチールストリップがオープンコイルで脱炭雰囲気に露出される。加熱中に維持される保護ガスの雰囲気は、 $85 - 97$  体積%の窒素および  $3 - 15$  体積%の水素を含有し、実際に使用される雰囲気は、一般に、 $93$  体積%の窒素および  $7$  体積%の水素を含有している。ひとたび脱炭温度に到達したならば、この雰囲気中に水蒸気が供給され、 $\text{C} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2$  の脱炭反応がスタートする還元脱炭雰囲気が創出される。

#### 【0028】

脱炭反応のために炉内で必要とされる水の量は、露点に関連して制御される。この目的のため、脱炭雰囲気中の露点は、全脱炭焼きなまし時間に亘って測定される。次に、設定値と実際値との比較結果に関連して、雰囲気中の露点が  $20 - 26\%$  の範囲内に保持されるように、脱炭雰囲気中の水蒸気の比率が定められる。

#### 【0029】

所与の場合に処理されるスチールストリップに存在するあらゆる酸化物層および潤滑剤の残留量を除去するため、スチールストリップは、オープンコイルに巻回される前に酸洗いすべきである。

#### 【0030】

これと同様に、寸法的精度、特に、得られるスチールストリップの平坦性の観点から、酸洗いの後でかつオープンコイルに巻回される前に、スチールストリップをスキンパス圧延することが特に有益である。

#### 【0031】

オープンコイルの加熱および脱炭焼きなましはバッチ形焼きなまし炉内で行われる場合には、本発明による方法は特に簡単な態様で実施できる。

#### 【0032】

実際の研究によれば、脱炭焼きなまし温度が  $680 - 780$  である場合に、本発明の方法による製品から特に良い結果が得られることが証明されており、その効果は、焼きなまし温度が  $A_{C1}$  温度の近くに選択される場合に特に有益である。

#### 【0033】

本発明にしたがって加工されるスチールシートまたはプレートの製造に適した熱処理可能なスチールの組成（質量%）は、

C :	0 . 4 - 1 . 0 %
Si :	0 . 1 - 0 . 5 %
Mn :	0 . 3 - 1 . 2 %
P :	< 0 . 0 2 %
S :	< 0 . 0 0 8 %

10

20

30

40

50

Al : 0.01 - 0.05 %  
Cr : 0.1 - 0.5 %  
Ni : 0.1 - 0.4 %  
Mo : 0.1 %

残り：鉄および不可避の不純物である。

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図1】本発明の方法で脱炭されたスチールストリップについて、スチールストリップの表面からの距離A (  $\mu\text{m}$  ) に対する炭素含有量 %C ( 質量% ) をプロットしたグラフである。

10

【発明を実施するための形態】

【0035】

以下、実施形態を参照して本発明を詳細に説明する。

【0036】

0.5%のC、0.2%のSi、0.75%のMn、0.02%より少ないP、0.03%より少ないS、0.02%のAlおよび0.1% ( いずれも重量% ) のCr並びに鉄および不可避の不純物を含有する熱処理可能なスチールが、慣用の連続鑄造法によりスラブまたは薄いスラブのような出発材料に鑄造された。

20

【0037】

次にスラブは、既知の方法でスチールストリップに熱間圧延された。この場合、熱間圧延の最終温度は850 - 950 であった。この実施形態で実際に選択された最終熱間圧延温度は900 であった。

【0038】

この最終熱間圧延温度で仕上げ圧延ラインから熱間圧延ストリップとして出るスチールストリップは、600 - 620 の巻取り温度に冷却されかつその層が互いに密接する慣用コイルに巻取られた。選択された実際の巻取り温度は620 であった。

【0039】

巻取られた後、スチールストリップは巻き解かれ、既知の方法で酸洗いされ、かつこの直後にスキンパス圧延された。

30

【0040】

スキンパス圧延されたスチールストリップは、次に、既知の態様でオープンコイルに巻取られた。これが行われたならば、隣接する各対の層間にガスが通り得るスペースが形成されるように、ワイヤまたは他の何らかの適当な手段を挿入することにより、コイルのスチールストリップの層を、互いに或る距離を隔てて保持した。

【0041】

次に、スチールストリップは、オープンコイルとしてバッチ形の焼きなまし炉内に置かれ、全コイルが脱炭焼きなまし温度 ( 700 ) になるまで、93体積%のNおよび7体積%のH<sub>2</sub>を含有する保護ガスの雰囲気中で10時間加熱された。

40

【0042】

脱炭焼きなまし温度に到達したならば、保護ガスの雰囲気中に水蒸気を導入し、脱炭反応を開始させた。この場合、供給される水蒸気の量は、脱炭中に雰囲気中の露点が一定の26 になるように定められた。

【0043】

オープンコイルは、90分間の脱炭焼きなまし時間の間、この雰囲気中に維持された。バッチ形の炉内に存在する雰囲気中の露点は、脱炭焼きなまし時間中連続して測定されかつ所望値と比較された。この比較の結果として、脱炭雰囲気中の組成、より詳しくは水蒸気含有量は、その露点を実質的に26 に一定に維持されるように定められた。

50

## 【 0 0 4 4 】

脱炭焼きなまし時間の経過直後は、オープンコイルは、保護ガスの雰囲気中でかつ 1 / 分の冷速度で、引続きバッチ形の炉内に置かれた。

## 【 0 0 4 5 】

このようにして得られた表面脱炭スチールストリップは、その表面に隣接する  $40\text{ }\mu\text{m}$  の厚さの脱炭表面層を有する一方、この脱炭表面層に隣接するその内側コア領域は、出発スチールと同じ炭素含有量を有するものであった。

## 【 0 0 4 6 】

図 1 は、上記方法で脱炭されたスチールストリップについて、スチールストリップの表面からの距離  $A$  ( $\mu\text{m}$ ) に対する炭素含有量  $\%C$  (質量%) をプロットしたグラフである。任意の所与の場合に得られる脱炭深さ  $A_t$  は、一般に  $30 - 120\text{ }\mu\text{m}$  の範囲内にある。

10

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 4 7 】

$A$  スチールストリップの表面からの距離

$A_t$  脱炭深さ

$\%C$  炭素含有量

## 【 図 1 】

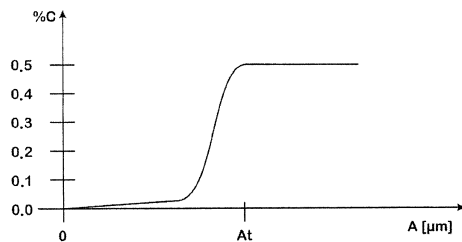


FIG. 1



---

フロントページの続き

- (72)発明者 ビーアン イアン  
ドイツ 47057 デュイスブルク, ノイデルファー - シュトラーセ 129
- (72)発明者 グラフェン アクセル  
ドイツ 41812 エルケレンツ, ローゼン - シュトラーセ 32
- (72)発明者 サアティーノ ジョヴァンニ  
ドイツ 46539 ディンスラーケン, デラー - ハイデ 35

審査官 佐藤 陽一

- (56)参考文献 特開昭49 - 045819 (JP, A)  
特開平02 - 175839 (JP, A)  
特開平07 - 070635 (JP, A)  
特開昭56 - 055520 (JP, A)  
特開平06 - 093329 (JP, A)  
特開昭58 - 090386 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C21D 9/46 - 9/48  
C21D 3/00 - 3/10  
C22C 38/00 - 38/60