

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6252833号
(P6252833)

(45) 発行日 平成29年12月27日 (2017.12.27)

(24) 登録日 平成29年12月8日 (2017.12.8)

(51) Int.Cl.	F I
C 2 1 D 9/56 (2006.01)	C 2 1 D 9/56 1 0 1 B
C 2 1 D 9/573 (2006.01)	C 2 1 D 9/573 1 0 1 Z
C 2 1 D 9/60 (2006.01)	C 2 1 D 9/60 1 0 1
C 2 1 D 9/46 (2006.01)	C 2 1 D 9/46 Q
C 2 1 D 1/18 (2006.01)	C 2 1 D 1/18 Q
請求項の数 4 (全 9 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2013-203882 (P2013-203882)	(73) 特許権者	000005083
(22) 出願日	平成25年9月30日 (2013. 9. 30)		日立金属株式会社
(65) 公開番号	特開2015-67873 (P2015-67873A)		東京都港区港南一丁目2番70号
(43) 公開日	平成27年4月13日 (2015. 4. 13)	(72) 発明者	岡田 文徳
審査請求日	平成28年8月10日 (2016. 8. 10)		島根県安来市安来町2107番地2 日立金属株式会社 安来工場内
		審査官	瀧澤 佳世
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルテンサイト系ステンレス鋼鋼帯の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

- (1) 巻出し機によりマルテンサイト系ステンレス鋼鋼帯を巻出す巻出し工程と、
 (2) 前記巻出し工程により巻き出されたマルテンサイト系ステンレス鋼鋼帯を通板させながら誘導加熱により予熱する予熱工程と、
 (3) 前記予熱工程により予熱されたマルテンサイト系ステンレス鋼鋼帯を800を超え1100以下に加熱された不活性ガス雰囲気中に通板し、次いで急冷して焼入れする焼入れ工程と、
 (4) 前記焼入れ工程により焼入れされたマルテンサイト系ステンレス鋼鋼帯を300～500に加熱された不活性ガス雰囲気中に通板して焼戻しする焼戻し工程と、
 (5) 前記焼戻し工程により焼戻しされたマルテンサイト系ステンレス鋼鋼帯を巻取る巻取り工程と、

を連続して行い、前記予熱工程において、誘導加熱はソレノイド方式誘導加熱コイルの内側にセラミックス管を配置した前記焼入れ工程と同一雰囲気中の誘導加熱帯により、行うことを特徴とするマルテンサイト系ステンレス鋼鋼帯の製造方法。

【請求項 2】

前記予熱工程の温度が600～800であることを特徴とする請求項1に記載のマルテンサイト系ステンレス鋼鋼帯の製造方法。

【請求項 3】

前記焼戻し工程と前記巻取り工程の間に、更に、焼戻したマルテンサイト系ステンレス

10

20

鋼鋼帯表面を研磨する研磨工程を設けることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のマルテンサイト系ステンレス鋼鋼帯の製造方法。

【請求項 4】

前記セラミックス管は断熱材で被覆されて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マルテンサイト系ステンレス鋼鋼帯の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マルテンサイト系ステンレス鋼鋼帯の製造方法に関するものである。

【背景技術】

10

【0002】

例えば、バネや弁等に用いるのに適したマルテンサイト系ステンレス鋼の鋼帯（以下「鋼帯」という。）は、一般に、所定の板厚まで圧延を行った後、予熱帯と加熱帯を有する焼入れ炉、噴霧装置、水冷定盤および焼戻し炉をこの順番で連続的に配置した連続加熱設備を利用して、鋼帯を巻出しながら連続的に焼入れと焼戻しを行う方法により製造されている。

前述の鋼帯に連続加熱設備を利用して焼入れ焼戻しを行う具体的な製造方法には、例えば、本出願人による特開昭 56 - 139627 号公報（特許文献 1）に記載された製造方法がある。この製造方法は、焼入れ炉を出た鋼帯を急冷し焼入を行なう場合に、鋼帯のきず及び歪の発生を防止し、焼入後の硬さのばらつきを少なくすることができるものである

20

。このような連続加熱設備には、熱源として天然ガス、軽油、重油等をバーナで燃焼させた燃焼熱を利用するものや、電気ヒーター等の通電加熱により発生した熱を利用するものなどがある。いずれの場合も、鋼帯は、これらの熱源からの輻射熱により加熱されるのであった。

また、従来技術に係る連続加熱設備のうち、焼入れ炉は、一般に鋼帯が通板される部分に複数の均熱帯を連続的に設けた構成となっている。均熱帯の一般的な構成としては、例えば、鋼帯を一定の温度まで予熱する予熱帯と、鋼帯の所定の焼入れ温度に保持する 1 または 2 以上の加熱帯とからなっている。このような構成により、初めに常温で巻き出され、焼入れ炉に通板された鋼帯を、焼入れ温度まで昇温させることができる。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開昭 56 - 139627 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明者らは上述した特許文献 1 に記載された連続加熱設備を用いて、鋼帯への熱処理能力を向上させ、生産能力を向上させる方法を検討した。

単位時間あたりの熱処理能力を向上させるには、例えば、焼入れ炉の長さを延長すると共に通板速度を早くする方法など、が考えられる。

40

しかしながら、従来の輻射加熱では、焼入れ炉を構成する複数の均熱帯のうち予熱帯の温度域における鋼帯の昇温速度が遅いために、熱処理能力の向上には十分な効果が得られないという問題がある。また、輻射加熱だと、上記の温度域における鋼帯の昇温速度その他の温度条件を任意の条件に制御することが容易ではないという問題もある。

本発明の目的は、鋼帯を製造するにあたり、温度制御を容易とし、熱処理能力を向上させることができる鋼帯の製造方法を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、上述した課題に鑑みてなされたものである。

50

すなわち本発明は、

- (1) 巻出し機により鋼帯を巻出す巻出し工程と、
 - (2) 前記巻出し工程により巻き出された鋼帯を通板させながら誘導加熱により予熱する予熱工程と、
 - (3) 前記予熱工程により予熱された鋼帯を800を超え1100以下に加熱された不活性ガス雰囲気中に通板し、次いで急冷して焼入れする焼入れ工程と、
 - (4) 前記焼入れ工程により焼入れした鋼帯を300～500に加熱された不活性ガス雰囲気中に通板して焼戻しする焼戻し工程と、
 - (5) 前記焼戻し工程により焼戻しされた鋼帯を巻取る巻取り工程と、
- を連続して行う鋼帯の製造方法である。

10

【0006】

好ましくは、前記予熱工程の温度が600～800である鋼帯。

また、本発明では、前記の焼入れ工程の急冷は、Ms点を超えて350以下に冷却する第一冷却工程の後、水冷定盤内で鋼帯を拘束しつつMs点以下に冷却する第二冷却工程を設けることが好ましく、前記第二冷却工程において、鋼帯を拘束する前記水冷定盤を複数個とすることが更に好ましい。

また、本発明では、前記焼戻し工程と前記巻取り工程の間に、更に焼戻した鋼帯表面を研磨する研磨工程を設けることが好ましい。

前記予熱工程において、誘導加熱はソレノイド方式誘導加熱コイルの内側にセラミックス管を配置した前記焼入れ工程と同一雰囲気中の誘導加熱帯により、行うことが好ましい。

20

さらに、本発明では、前記セラミックス管は断熱材で被覆されていることが好ましい。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、誘導加熱を利用した予熱炉によって鋼帯を急速加熱できることから、温度制御が容易となり優れた熱処理能力が得られ、更に、加熱時間が短縮され、熱処理能力が向上することで生産性も大きく向上させることができる。また、予熱炉、加熱炉を不活性ガス雰囲気とすることで確実に脱炭を防止し、所望の硬さをより確実に得ることができる。

【図面の簡単な説明】

30

【0008】

【図1】本発明の製造方法に用いる連続加熱設備の構成の一例を示す模式図である。

【図2】本発明の製造方法に用いる予熱炉の構成の一例を示す模式図である。

【図3】本発明の製造方法を適用した鋼帯の断面顕微鏡写真である。

【図4】比較例の製造方法を適用した鋼帯の断面顕微鏡写真である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

本発明の製造方法の特徴は、鋼帯を焼入れ温度にまで昇温する際に、焼入れ炉の予熱帯のみによって昇温を行うのではなく、焼入れ炉の前に誘導加熱を利用した予熱炉を設置し、この予熱炉により昇温を行うことにより、鋼帯を急速加熱できることである。また、焼入れと焼戻し時の雰囲気の不活性ガス雰囲気とすることで脱炭を発生させることなく所望の硬さを得ることができる。

40

以下、本発明について説明する。

まず、本発明で用いる鋼帯の好ましい組成は、質量%でC：0.3～0.5%、Si：0.2～0.5%、Mn：0.2～0.5%、Cr：12.0～15.0%、Mo：1.1～1.4%を含有し、残部はFe及び不純物である。

【0010】

図1に本発明で用いる連続加熱設備のレイアウトの一例を示す。図1を示しながら本発明を説明する。

焼入れと焼戻しを連続で行うための鋼帯2を巻出し機1により巻き出す（巻出し工程）

50

。続いて、巻き出された鋼帯 2 は、誘導加熱を利用した予熱炉 3 に通板される（予熱工程）。

本発明において誘導加熱を利用した予熱炉によって予熱を行う理由は、交番磁束によって鋼帯 2 に誘起される渦電流のジュール熱によって鋼帯 2 が自ら発熱するので、輻射加熱により加熱する場合に比べて急速に加熱することが可能となるためである。誘導加熱の方法としては、例えば、ソレノイド方式とトランスバース方式等があるが、本発明の場合では、ソレノイド方式とするのが好ましい。これは、ソレノイド方式の場合、鋼帯 2 の A c 1 点を利用して、鋼帯の温度制御を容易とし、鋼帯を均一に加熱しやすいためである。

この予熱工程での予熱温度は 600 以上の範囲が好ましい。これは、鋼帯の予熱温度が 600 未満であると、予熱工程の後に行う焼入れ温度まで鋼帯を加熱することが困難となる場合があるからである。そうすると、十分な焼入れ硬さを得ることができなくなる。また、予熱温度の上限は 800 とするのが好ましい。これは、高周波加熱によって 800 を超える温度に急速加熱すると鋼帯の変形のおそれがあるためである。また、800 付近の鋼帯の A c 1 点の温度を超えることにより金属組織がフェライトからオーステナイトに変態する。オーステナイトは非磁性であり、ソレノイド方式の高周波加熱では A c 1 点の温度以上で加熱効率が低下して過熱が防止されるため、予熱工程における鋼帯の温度制御を行うのに好都合である。

また、予熱炉内では鋼帯表面の脱炭を防止するために後述する焼入れ工程と同一な不活性ガス雰囲気とし、誘導加熱コイル 10 の内側には雰囲気を保つためにセラミックス管 11 を配置して、鋼帯 2 を前記セラミックス管 11 内を通板させることが好ましい。セラミックス管 11 は非磁性体であり、誘導加熱が生じないため、電力をロスすることなく効率的に鋼帯を誘導加熱することができる。セラミックス管は放熱による熱損失を低減するために、セラミックス管を断熱材で被覆することが好ましい。

なお、予熱工程における通板速度が過度に速すぎると、上述した予熱効果が得られない。そのため、通板速度を調整し、鋼帯のある部位が予熱炉を通過するのに要する時間を 0.8 ～ 3 秒の範囲となるように通板させるのが好ましい。

【0011】

上述の予熱工程の後、鋼帯 2 は脱炭を防ぐために不活性ガス雰囲気とした焼入れ炉 4 に通板し、800 を超え 1100 以下に昇温保持する（焼入れ工程）。好適な不活性ガスとしては、窒素、アルゴン、アンモニア分解ガス等があるが、中でもアルゴンはステンレス鋼帯と反応しないことからアルゴンガスを用いるのが好ましい。

本発明において、焼入れ加熱温度が 800 以下であると炭化物の固溶が不十分となって疲労特性が低減する。また、焼入れ加熱温度が 1100 を超えると炭化物の固溶量が多くなり、焼戻し時に硬さが高くなりにくくなるばかりか、残留炭化物が少なくなり、打抜き性が劣化する。そのため、焼入れ加熱温度の範囲を 800 を超え 1100 以下とする。

なお、焼入れ工程における通板速度が過度に速すぎると、上述した焼入れ時の加熱温度の効果が得られない。そのため、通板速度を調整し、鋼帯のある部位が焼入れ炉を追加するのに要する時間を 35 ～ 90 秒の範囲となるように通板させるのが好ましい。

続いて、鋼帯 2 を急冷して焼入れを行う。急冷の方法としては、ソルトバス、熔融金属、水を用いる方法がある。このうち水を噴射する方法は最も簡便な方法であると共に、鋼帯表面に薄い酸化被膜を形成させることができる。この薄い酸化被膜は硬質であり、後述する水冷定盤 6 を通板する際に、鋼帯表面のきずの発生を抑制できる。そのため、本発明で用いる鋼帯 2 への急冷も水を噴射する方法を用いるのが好ましい。

【0012】

本発明で前述の水を噴射して急冷するには、焼入れ炉 4 の出側に設置された噴霧装置 5 を設けるのが好ましい。

また、焼入れ工程の急冷は、圧縮空気と浄水を用いた噴霧装置 5 によって鋼帯 2 を Ms 点を超えて 350 以下に冷却する第一冷却工程の後、鋼帯を挟みこむように水冷定盤 6 で拘束し、形状を矯正しながら Ms 点以下に冷却する第二冷却工程を行ってマルテンサイ

10

20

30

40

50

ト組織とするのが好ましい。

冷却を二段階とするのは、第一冷却工程でパーライトノーズを避けつつ、且つ、鋼帯 2 の焼入れ時に生じる歪を軽減し、次の第二冷却工程中でマルテンサイト変態を行わせつつ、鋼帯 2 の形状を整えることができるためである。

前述の第一冷却工程において、鋼帯 2 の急冷の下限を M s 点を超える温度としたのは、鋼帯 2 の焼入れ時に生じる歪を軽減させるためである。これは、第一の冷却工程で一気に M s 点以下とすると、焼入れ時の歪が大きくなり過ぎて形状が不安定になる場合があるためである。なお、鋼帯の組成によっても若干 M s 点は変化するが、およそ 180 ~ 190 である。好ましい第一冷却工程の冷却温度の下限は M s 点よりも 10 ~ 20 高めの温度とすると良い。また、第一冷却工程の冷却温度の上限を 350 としたのは、350

を超える温度となると、後述する水冷定盤内で M s 点以下まで冷却するのが困難となる場合があるためである。伝熱には熱伝導、熱対流、輻射熱の 3 つの形態があるが、水冷定盤中 6 で鋼帯 2 を拘束しつつ M s 点以下に冷却を行うと、水冷定盤内で水冷定盤 6 と鋼帯 2 との物理的接触による熱伝導により急速に冷却される。そして、鋼帯 2 を水冷定盤 6 によって拘束することが可能となるため、鋼帯 2 の変形を防止したり、変形を矯正できるためである。

本発明で用いる水冷定盤 6 は水により冷却しつつ、更に、複数個を連続して配置することが好ましい。これは、水冷定盤内で拘束する時間を長くすることができるため、より確実に M s 点以下まで冷却することができるため、鋼帯 2 の変形の防止や矯正をより確実に行うことができるためである。

【0013】

前述の焼入れ工程に続き、鋼帯 2 を 300 ~ 500 に加熱しつつ不活性ガス雰囲気の中で焼戻し炉 7 に通板して焼戻しを行う。不活性ガス雰囲気とするのは鋼帯の脱炭を防ぐためである。

本発明において、焼戻しの温度が 300 未満であると、硬度が高くなり過ぎる。一方、焼戻しの温度が 500 より高いと硬度が低くなる。

従って焼戻し温度が高過ぎても、低過ぎても適切な硬さを得ることができず、打抜き性が阻害されることになる。なお、焼戻しで調整する硬さはピッカース硬度が 500 ~ 650 (Hv) とすれば、良好な打抜き性を得ることができる。

なお、焼戻し工程における通板速度が過度に速すぎると、上述した焼戻し時の加熱温度の効果が得られない。そのため、通板速度を調整し、鋼帯が焼戻し炉を通過するのに要する時間を 50 ~ 125 秒の範囲となるように通板させるのが好ましい。

【0014】

前述の焼戻し工程により焼戻した鋼帯 2 は、焼戻し炉 7 の下流側に配置された研磨装置 8 によって、鋼帯表面を研磨するのが好ましい。

これは、前述したように、焼入れ時に形成された酸化被膜を除去するほか、表面に不可避免的に付いたきずを除去または軽減することで、表面のきずに起因した疲労破壊を防止することができる。

その後、巻取り機 9 によって巻取る（巻取り工程）ことにより、脱炭を発生させることなく所望の硬さを有する鋼帯を得ることができる。

本発明では、前述したように、巻出し工程から巻取り工程までの各工程をコイルから巻き出した鋼帯を再びコイルに巻き取るまでを連続で行うことが可能なため、高い生産性を有するものである。これに加え、誘導加熱を利用した予熱炉によって、鋼帯を急速加熱できることから、優れた熱処理能力を付与し、更に、加熱時間を短縮し、処理能力を向上させることで生産性も大きく向上させることができる。

【実施例】

【0015】

図 1 に示す連続加熱設備を用いて、鋼帯を連続して焼入れ、焼戻した。このとき、本発明例では予熱炉 3 を稼働させ、比較例（従来例）では予熱なしとした。通板速度は本発明例が 7 m / 分とし、比較例を 5 m / 分とした。焼入れ温度、焼戻し温度、冷却速度は本

10

20

30

40

50

発明と比較例ともに同じとした。

厚さが 0.3 mm、長さが約 1500 m の表 1 に示す鋼帯を用意した。用意した鋼帯を焼入れ、焼戻しする連続焼入れ焼戻し炉は図 1 に示す構造のものであり、予熱炉 3 は図 2 に示す構造のものである。具体的には、

焼入れと焼戻しを連続で行うための鋼帯 2 を巻出し機 1 により巻き出して、続いて、

巻き出された鋼帯 2 は、焼入れ炉 4 と同じアルゴンガス雰囲気とし、誘導加熱コイル 10 の内側には雰囲気を保つためにセラミックス管 11 を配置した温度制御が容易なソレノイド方式の誘導加熱装置による誘導加熱により予熱された予熱炉 3 に通板させ、本発明の鋼帯を 600 ~ 700 に昇温させた。続いて、

鋼帯 2 を表 2 に示す焼入れ温度に昇温保持し、アルゴンガス雰囲気とした焼入れ炉 4 中を通板させ、続いて、

焼入れ炉 4 の出側に設置された噴霧装置 5 により、鋼帯 2 に空気を噴射して最初の冷却を行った。鋼帯の温度は 250 程度あった。

更に、鋼帯 2 を挟みこむように設置された 4 個の冷却定盤 6 で拘束して鋼帯 2 を約 140 まで急冷して焼入れを行い、続いて、

鋼帯 2 の脱炭を防ぐためにアルゴンガス雰囲気とした焼戻し炉 7 に通板して 350 で焼戻しを行い、

焼戻し炉 7 の下流側に配置された研磨装置 8 によって、鋼帯表面を研磨して、巻取り機 9 によって鋼帯 2 を巻取る構造を有するものである。

【0016】

【表 1】

(mass%)					
C	Si	Mn	Cr	Mo	残部
0.39	0.30	0.29	13.17	1.23	Fe 及び不純物

【0017】

【表 2】

	予熱温度(°C)	焼入れ温度(°C)
本発明 1	630	1040
本発明 2	638	1030
本発明 3	638	1035
比較例	予熱なし	1030

【0018】

焼入れと焼戻しを行った鋼帯から、脱炭の有無、硬さ、金属組織を調査するため、それぞれの試験片を採取した。代表的な金属組織として、本発明例 1、比較例の顕微鏡写真を図 3 及び図 4 に示す。

図 3 (本発明例 1) 及び図 4 (比較例) の金属組織は、マルテンサイトの基地に白色の微細炭化物が認められ、両者ともに遜色のないものであった。脱炭の有無、硬さ、結晶粒度の結果は併せて表 3 に示す。なお、結晶粒度は旧オーステナイト粒を JIS 0551 に従って測定したものである。

【0019】

10

20

30

40

【表 3】

	脱炭	硬さ(HV)
本発明 1	なし	534
本発明 2	なし	542
本発明 3	なし	538
比較例	なし	540

【0020】

10

以上の結果から、本発明では、従来から実施されていた連続焼入れ、焼戻しを行った鋼帯が有する各種の特性を維持していることが分かる。また、今回の実施例では、本発明を適用した場合の所要時間は約 2 1 4 分であるのに対し、比較例では約 3 0 0 分であった。

従って、誘導加熱を利用した予熱炉によって、鋼帯を急速加熱できることから、優れた熱処理能力を付与し、更に、通板速度を高めることで加熱時間を短縮し、処理能力を向上させることで生産性も大きく向上させることができるものである。

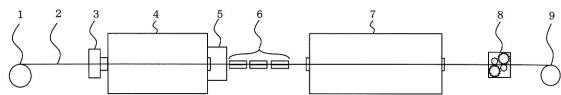
【符号の説明】

【0021】

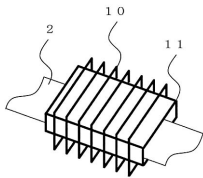
- 1 巻出し機
- 2 マルテンサイト系ステンレス鋼鋼帯
- 3 予熱炉
- 4 焼入れ炉
- 5 噴霧装置
- 6 水冷定盤
- 7 焼戻し炉
- 8 研磨装置
- 9 巻取り機
- 10 誘導加熱コイル
- 11 セラミックス管

20

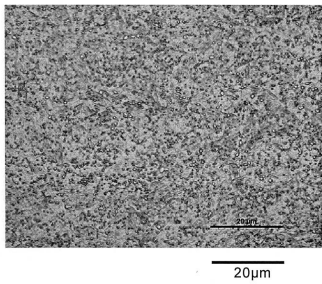
【図 1】



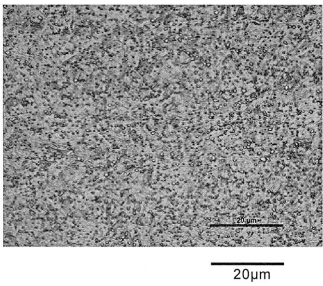
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
C 2 1 D	1/42	(2006.01)	C 2 1 D 1/42 L
C 2 2 C	38/00	(2006.01)	C 2 2 C 38/00 3 0 2 Z
C 2 2 C	38/22	(2006.01)	C 2 2 C 38/22

(56)参考文献 特開平 0 2 - 0 0 8 3 2 1 (J P , A)
 特開昭 5 3 - 1 3 3 5 1 3 (J P , A)
 特開平 0 8 - 0 8 1 7 1 6 (J P , A)
 特開平 1 0 - 3 3 0 9 7 4 (J P , A)
 特開平 0 8 - 1 6 4 4 1 2 (J P , A)
 特表 2 0 0 2 - 5 3 8 3 1 0 (J P , A)
 特開平 0 4 - 2 7 6 0 2 8 (J P , A)
 特開 2 0 0 8 - 2 5 5 4 2 2 (J P , A)
 特開昭 6 1 - 2 5 7 4 3 0 (J P , A)
 特開 2 0 1 1 - 0 7 4 4 5 5 (J P , A)
 国際公開第 2 0 1 3 / 1 4 7 1 5 5 (WO , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

C 2 1 D	9 / 5 6
C 2 1 D	1 / 1 8
C 2 1 D	1 / 4 2
C 2 1 D	9 / 4 6
C 2 1 D	9 / 5 7 3
C 2 1 D	9 / 6 0
C 2 2 C	3 8 / 0 0
C 2 2 C	3 8 / 2 2