

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4066603号
(P4066603)

(45) 発行日 平成20年3月26日(2008.3.26)

(24) 登録日 平成20年1月18日(2008.1.18)

(51) Int.Cl.

C21D 1/42 (2006.01)
C21D 1/10 (2006.01)

F 1

C21D 1/42
C21D 1/42
C21D 1/42
C21D 1/10
C21D 1/10R
E
F
E
U

請求項の数 4 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2001-26387 (P2001-26387)
 (22) 出願日 平成13年2月2日 (2001.2.2)
 (65) 公開番号 特開2002-226912 (P2002-226912A)
 (43) 公開日 平成14年8月14日 (2002.8.14)
 審査請求日 平成15年3月4日 (2003.3.4)

(73) 特許権者 000001258
 JFEスチール株式会社
 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
 (74) 代理人 100105968
 弁理士 落合 憲一郎
 (74) 代理人 100130834
 弁理士 森 和弘
 (72) 発明者 藤林 晃夫
 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日本鋼管株式会社内
 (72) 発明者 日野 善道
 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日本鋼管株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鋼材の熱処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

厚鋼板を誘導加熱する熱処理方法であって、少なくとも誘導加熱装置の前後に搬送装置を設けて、被加熱物である厚鋼板を前記搬送装置により前記誘導加熱装置内を、1回以上往復して通過させて加熱する際に、前記誘導加熱装置の周波数を一定の値にして、厚鋼板の板厚および/または板幅に応じて、厚鋼板表層と厚鋼板板厚方向中心部の温度が均一となるように、各通過回毎および/または複数の通過回毎に、前記誘導加熱装置の投入電力を順次減少させることを特徴とする厚鋼板の熱処理方法。

【請求項 2】

誘導加熱装置がソレノイド型誘導加熱装置であることを特徴とする請求項1に記載の厚鋼板の熱処理方法。

10

【請求項 3】

誘導加熱装置の投入電力と厚鋼板の搬送速度を、厚鋼板の板厚および板幅に応じて決定することを特徴とする請求項1または2に記載の厚鋼板の熱処理方法。

【請求項 4】

請求項1乃至3のいずれか一つに記載の熱処理方法を熱処理工程に含むことを特徴とする厚鋼板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

20

本発明は、広くは鋼材の熱処理する方法に関し、特に厚鋼板を連続的に加熱して熱処理するのに好適な方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

鋼材は一般に焼入れ処理、その後の焼戻し処理によって高強度・高韌性を得るプロセスが熱処理として行われている。特に焼戻し処理は燃焼をエネルギー源とした炉による熱処理が一般的であり、特開平9-256053号のように温度パターンを工夫して能率を上げることが行われている。また、具体的な手段の記載がないものの、特開平4-358022号のように温度上昇速度を大きくとることで能率を上げる方法も行われている。

【0003】

一方、従来では誘導加熱による加熱方法も知られている。特開平9-225517号では、熱延鋼板の製造プロセスにおいて、粗圧延された粗バーの仕上圧延機入側の温度が粗バー長手方向に一様になるように、誘導加熱で粗バーを加熱する方法が開示されている。この中では、粗バーを一定速度で誘導加熱装置を通過させ、仕上圧延機入側温度が一定になるように加熱する方法が示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した従来技術のうち、ガス燃焼による加熱によって鋼材の熱処理を行う方法では、ふく射や対流伝熱によって鋼材に熱が伝わるために急速な加熱ができず、このために加熱効率が悪く、例えば厚み20mm程度の厚鋼板であっても15分から40分ほどの加熱時間が必要となる。

【0005】

一方、誘導加熱は、特に被加熱物の表層の温度を急速に上げることは比較的容易にできるが、連続的に昇熱させるためには搬送速度をかなり落としてゆっくり通板させる必要があり、またその場合、表層はすぐに所望の加熱温度に到達するが、中心部はある時間遅れを持って昇熱する。従って、特に均熱性が要求される厚鋼板の熱処理では、厚鋼板の各部を所望の温度領域に入れるためには誘導加熱装置のコイル長を長くするか、長手方向の投入電力を変更する等の工夫が必要であり、厚鋼板各部の均熱性を確保する制御は非常に難しかった。

【0006】

本発明は、上記のような問題を解決するためになされたもので、誘導加熱方式による鋼材の熱処理において、鋼材各部を迅速に且つ均一に加熱することができる鋼材の熱処理方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明の鋼材の熱処理方法は以下のようないくつかの特徴を有する。

【0008】

(1) 厚鋼板を誘導加熱する熱処理方法であって、少なくとも誘導加熱装置の前後に搬送装置を設けて、被加熱物である厚鋼板を前記搬送装置により前記誘導加熱装置内を、1回以上往復して通過させて加熱する際に、前記誘導加熱装置の周波数を一定の値にして、厚鋼板の板厚および/または板幅に応じて、厚鋼板表層と厚鋼板板厚方向中心部の温度が均一となるように、各通過回毎および/または複数の通過回毎に、前記誘導加熱装置の投入電力を順次減少させることを特徴とする厚鋼板の熱処理方法。

【0009】

(2) 誘導加熱装置がソレノイド型誘導加熱装置であることを特徴とする(1)に記載の厚鋼板の熱処理方法。

【0010】

(3) 誘導加熱装置の投入電力と厚鋼板の搬送速度を、厚鋼板の板厚および板幅に応じて決定することを特徴とする(1)または(2)に記載の厚鋼板の熱処理方法。

【0011】

10

20

30

40

50

(4) (1) 乃至 (3) のいずれか一つに記載の熱処理方法を熱処理工程に含むことを特徴とする厚鋼板の製造方法。

【0012】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明の鋼材の熱処理方法の一実施形態を示す概略図である。

【0013】

図1によれば、熱処理を行う鋼材1をまず、誘導加熱装置2を通過させて連続的に加熱を行なった後に、搬送方向を変えて逆送し、再度、誘導加熱装置2を通過させて連続的に加熱を行う。誘導加熱装置2の前後には搬送ロール4からなる搬送装置を設ける。また誘導加熱装置2の内部に搬送ロール4を設ける場合もある。誘導加熱装置2の前後および内部の搬送ロール4は、回転数制御が細かく制御可能なものである。誘導加熱装置2の周波数は、例えば1000Hz程度の一定の値とする。必要に応じてこの操作(パス)を繰り返して、鋼材1の加熱を行う。その時、誘導加熱装置2の前後には鋼材1の温度を計測する温度計3を配置し、鋼材温度を計測する。その温度計測値に応じて次のパスの昇温量を決め、そのパスの誘導加熱装置2の投入電力、鋼材1の搬送速度を調整し、鋼材1の加熱を行う。

10

【0014】

鋼材加熱の昇温量を上げるために誘導加熱装置2の通過速度を遅くするか、投入電力を大きくすることが望ましいが、鋼材加熱の均熱性を上げるために誘導加熱装置内の加熱時間が同じなら、鋼材の通過速度を上げて通過回数を多くして、投入電力を下げることが望ましい。そこで、必要な昇温量、均熱度に応じて次のパスの速度、投入電力を制御するものである。

20

【0015】

誘導加熱装置2としては、トランスバース型とソレノイド型があるが、本発明では、被加熱物の表層近傍の発熱量を制御する目的から、原理的に被加熱物の表層に発熱が集中するソレノイド型誘導加熱装置を用いる方が好ましい。

【0016】

ソレノイド型誘導加熱装置はその性質上、被加熱物の表層に発熱が集中するため、表層部が先行して昇熱し、その傾向は投入電力が大きいほど、また周波数が高いほど大きくなる。急速に加熱するためには電力を大きくする必要があるが、その分、誘導加熱装置2を出した時点での均熱度は悪く、鋼材表層と鋼材板厚方向中心部の温度差が大きくなる。そこで、本実施形態では、例えば第4パス以降に誘導加熱装置2の投入電力を順次減少させることが望ましい。さらに例えば第6パス以降は、往復通過する間に自然放冷で失われる熱にほぼ等しい電力を鋼材1に加えれば、ほぼ均熱状態に保たれる。

30

【0017】

しかしながら、第1パスから投入電力を下げれば、均熱性は上がるが、昇熱速度が下がり結果として昇温量が落ちるので、加熱初期のパスでは必要な昇温量に応じて投入電力を選択すればよい。誘導加熱装置の投入電力を順次減少させ始めるパス回は任意である。

【0018】

周波数は特に制限はない。ただし、好ましい条件としては50Hz～1000Hzである。本実施形態で用いた誘導加熱装置2の周波数は1000Hzと、常温の鋼を加熱するのに適しているといわれる周波数50Hzに比べてかなり高周波となっているが、これは、加熱して鋼がキュリー点(730)を越えると比透磁率が小さくなるので、熱処理装置としてキュリー点を越える温度域でも加熱が行えるように1000Hzを選んだ。しかしながら、設備の熱処理温度がキュリー点を越えない場合には、低周波側の周波数を、例えば50Hz～1000Hzを適宜周波数として選定すればよい。

40

【0019】

また、この熱処理装置でさまざまな厚みの鋼材1を熱処理する場合は、各板厚毎に、鋼材表層と鋼材板厚方向中心部の温度が所望とされる均熱度に応じて熟熱されるように、すなわち温度が均一化されるように使用する誘導加熱装置の投入電力と通過させる搬送速度を

50

調整すればよい。

【0020】

また、同様にこの熱処理装置でさまざまな板幅の鋼材1を熱処理する場合は、各板幅毎に、鋼材表層と鋼材板厚方向中心部の温度が所望とされる均熱度に応じて熟熱されるようすなわち温度が均一化されるように使用する誘導加熱装置の投入電力と通過させる搬送速度を調整すればよい。

【0021】

なお、一つのバス内で途中から投入電力を変更すること、あるいは、途中から搬送速度を変更することは、被加熱物である鋼材の加熱前に温度の分布がある場合には、面内に生じた偏熱を解消するために適宜実施することが可能である。しかしながら基本的には、加熱前の面内の温度が均一な鋼材を加熱するような場合は、各バスの誘導加熱装置の投入電力と搬送速度は一定にした方が操業しやすい。

10

【0022】

【実施例】

本実施例では、図2に示すように被加熱材である厚鋼板5を、ソレノイド型誘導加熱装置6を往復通過させることで加熱した。

【0023】

ソレノイド型誘導加熱装置6は、間口は幅4700mm、高さ200mmで、長さが1mのドーナツ型コイルの中を厚鋼板5を通過させて加熱するものである。ソレノイド型誘導加熱装置6の前後には搬送ロール7が設けられており、厚鋼板5をソレノイド型誘導加熱装置内を往復通過させることができる。なお、この搬送ロール7の回転数とソレノイド型誘導加熱装置6の出力は制御装置8によって演算して制御可能である。ソレノイド型誘導加熱装置6の前後には温度計9が設けられていて、厚鋼板5の温度を連続的に計測可能で、その温度によって次バス以降の搬送ロール7の回転数とソレノイド型誘導加熱装置6の投入電力を制御装置8によって演算して制御する。

20

【0024】

常温の幅4500mm、長さ6m、厚み20mmの厚鋼板5を上記ソレノイド型誘導加熱装置6に往復通過させて加熱し、焼鈍温度である650まで加熱した。この時のソレノイド型誘導加熱装置6の周波数は1000Hz、投入電力は第1バスから順に全部で第9バスまで、それぞれ1 1 1 0 . 5 0 . 2 0 . 1 0 . 0 3 0 . 0 3 0 . 0 3 MW / m²、搬送速度は全バスで8 . 57 mpmとした。厚鋼板5の幅方向中央で且つ長手方向中央にとりつけた熱電対の出力より求めた厚鋼板表層と厚鋼板板厚方向中心部の温度上昇曲線を図3に示す。この結果より、加熱開始後約5分で厚鋼板表層と厚鋼板板厚方向中心部の温度は、所望の加熱温度650 ± 10に到達し、その差は、1以下であってほぼ均熱されて加熱された。

30

【0025】

本実施例では、誘導加熱の性格上生じる厚鋼板表面と厚鋼板板厚方向中心部の温度差を少なくするために、第4バスから第5、第6バスと通過する毎にソレノイド型誘導加熱装置6の投入電力を順次減少させた。さらに第6バス以降は、往復通過する間に自然放冷で失われる熱にほぼ等しい電力を厚鋼板5に加えれば、ほぼ均熱状態に保たれる。

40

【0026】

本実施例では第7バス以降の投入電力は0 . 0 3 MW / m²であった。また、本実施例では保持時間を150秒程度としているが冶金学的に保持時間がさらに必要な場合は、このバスを繰り返すことによって保持時間を増やすことができる。

【0027】

(比較例)

比較例として、本実施例と同様の熱処理装置を用いて、往復通過させずに、ソレノイド型誘導加熱装置6を1回通過させて加熱する方法で熱処理を実施した。被加熱物である厚鋼板5のサイズは、実施例と同じである。

【0028】

50

比較例1の加熱条件は、上記実施例における第1パスの加熱条件、すなわち、ソレノイド型誘導加熱装置6の周波数を1000Hz、投入電力を1MW/m²、搬送速度を厚鋼板5の平均温度が650になるように2.36m/minとした。上記実施例と同じ位置に取りつけた熱電対の出力より求めた厚鋼板表層と厚鋼板板厚方向中心部の温度上昇曲線を図4に示す。この比較例1では、誘導加熱装置出側での厚鋼板表層と厚鋼板板厚方向中心部の温度差が大きく、表層は約750まで過加熱され、均熱性が劣っていた。その結果、この条件では表層は過加熱によって表層に変態による異常組織が現われ、均質な材料が得られなかった。

【0029】

比較例2の加熱条件は、上記実施例における第4パスの加熱条件、すなわち、ソレノイド型誘導加熱装置6の周波数を1000Hz、投入電力を0.5MW/m²、搬送速度を厚鋼板5の平均温度が650になるように1.15m/minとした。上記実施例と同じ位置に取りつけた熱電対の出力より求めた厚鋼板表層と厚鋼板板厚方向中心部の温度上昇曲線を図5に示す。この比較例2では、誘導加熱装置出側での厚鋼板表層と厚鋼板板厚方向中心部の温度差が50程度、表層は約700まで過加熱され、比較例1よりは過加熱は少ないがやはり均熱性が劣っていた。その結果、この条件でも表層は過加熱によって表層に変態による異常組織が現われ、均質な材料が得られなかった。

10

【0030】

【発明の効果】

以上述べたように本発明によれば、誘導加熱方式による鋼材の熱処理において、鋼材各部を迅速に且つ均一に加熱することができる。さらに、誘導加熱によって高い昇熱速度と高い均熱性とが同時に得られるので、温度の均一化を図りながら能率的な加熱を行なうことができる。また、表層の過加熱がなく、設備長も短くて済み省スペースである。勿論、高い均熱度を得られることで、熱処理後の鋼材各部の強度差が少なく、より均一な材質にすることができる。その結果、材質はずれによる格落ちがなく、製品歩留まりが高い。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の鋼材の熱処理方法の一実施形態を示す概略図。

【図2】本発明の鋼材の熱処理方法の実施例を示す概略図。

【図3】本発明の実施例における厚鋼板表層と厚鋼板板厚方向中心部の温度上昇曲線を示すグラフ。

30

【図4】比較例1における厚鋼板表層と厚鋼板板厚方向中心部の温度上昇曲線を示すグラフ。

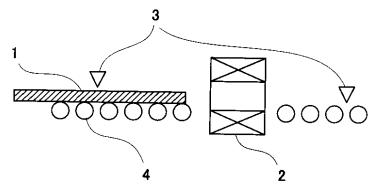
【図5】比較例2における厚鋼板表層と厚鋼板板厚方向中心部の温度上昇曲線を示すグラフ。

【符号の説明】

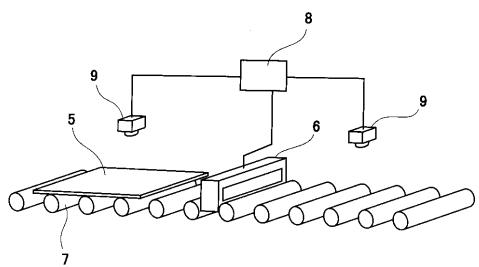
- 1 鋼材
- 2 誘導加熱装置
- 3 溫度計
- 4 搬送ロール
- 5 厚鋼板
- 6 ソレノイド型誘導加熱装置
- 7 搬送ロール
- 8 制御装置
- 9 溫度計

40

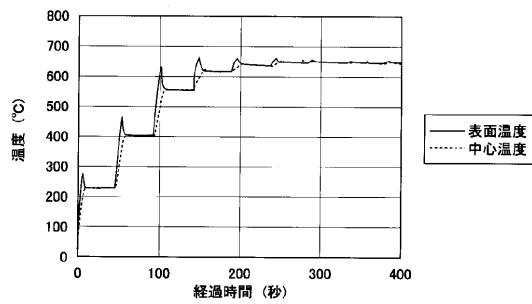
【図1】



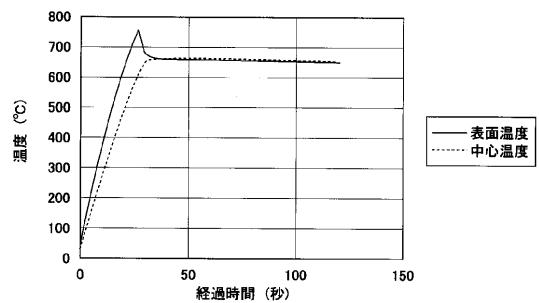
【図2】



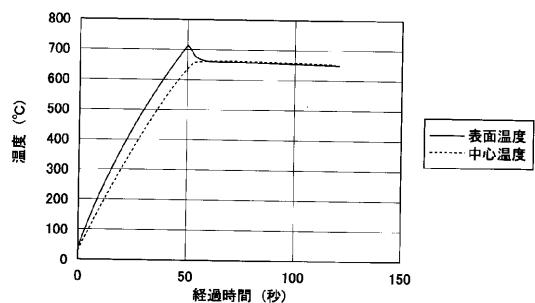
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 多賀根 章

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日本鋼管株式会社内

(72)発明者 關根 宏

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日本鋼管株式会社内

審査官 鈴木 葉子

(56)参考文献 特公昭41-016843 (JP, B1)

実開昭58-035794 (JP, U)

特開昭61-030625 (JP, A)

特開昭57-172685 (JP, A)

特公昭51-009176 (JP, B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C21D1/02-1/84

C21D9/00-9/44, 9/50

H05B6/10-6/44