

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3817153号
(P3817153)

(45) 発行日 平成18年8月30日(2006.8.30)

(24) 登録日 平成18年6月16日(2006.6.16)

(51) Int. Cl.

F I

B 2 1 B 45/02 (2006.01)

B 2 1 B 45/02 3 2 O U

C 2 1 D 9/52 (2006.01)

B 2 1 B 45/02 3 2 O T

C 2 1 D 9/52 1 O 2

請求項の数 3 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-210396 (P2001-210396)
 (22) 出願日 平成13年7月11日(2001.7.11)
 (65) 公開番号 特開2003-25009 (P2003-25009A)
 (43) 公開日 平成15年1月28日(2003.1.28)
 審査請求日 平成17年9月14日(2005.9.14)

(73) 特許権者 000006655
 新日本製鐵株式会社
 東京都千代田区大手町2丁目6番3号
 (74) 代理人 100094972
 弁理士 萩原 康弘
 (72) 発明者 上尾 英孝
 大分県大分市大字西ノ洲1番地 新日本製
 鐵株式会社 大分製鐵所内
 (72) 発明者 野口 浩嗣
 大分県大分市大字西ノ洲1番地 新日本製
 鐵株式会社 大分製鐵所内
 (72) 発明者 有墨 誠治
 大分県大分市大字西ノ洲1番地 新日本製
 鐵株式会社 大分製鐵所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱延鋼板の冷却設備

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

熱間仕上圧延後の鋼板を連続的に注水冷却する冷却ゾーンにおいて、前記冷却ゾーンを前半ゾーンと後半ゾーンに2区分し、該前半ゾーンに高冷却能力の冷却設備を配設すると共に、前記後半ゾーンに低冷却能力の冷却設備を配設し、さらに、前記冷却ゾーンの全長に互り中冷却能力の冷却設備を配設したことを特徴とする熱延鋼板の冷却設備。

【請求項2】

前記請求項1の高冷却能力設備の水量密度を $1.0 \sim 5.0 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{min}$ とすると共に、低冷却能力設備の水量密度を $0.05 \sim 0.3 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{min}$ 未満とし、中冷却能力設備の水量密度を $0.3 \sim 1.0 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{min}$ 未満としたことを特徴とする熱延鋼板の冷却設備。

【請求項3】

前記請求項1または請求項2の高冷却能力設備の冷却方式をスリットラミナー方式、低冷却能力設備の冷却方式をスプレー方式、中冷却能力設備の冷却方式をパイプラミナー方式としたことを特徴とする熱延鋼板の冷却設備。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、熱間仕上圧延後における高温の鋼板をホットランテーブル上で注水冷却する設備に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

従来より、熱延鋼板や厚鋼板の仕上圧延後の高温の鋼板では、機械的強度の向上や強化合金元素の低減を図るため、目標の強度に見合った温度設定を行い、その温度まで冷却することが行われている。

例えば、熱延設備において、加熱炉から抽出した高温の鋼板を粗圧延機で粗圧延した後、仕上圧延機で圧延しこの仕上圧延後のホットストリップを所定の目標温度（600 程度）までに冷却設備によって冷却し、その後、これを巻取機で巻き取っている。

【 0 0 0 3 】

この冷却設備の1例を図3に示したが、仕上圧延後の高温（880 程度）の熱延鋼板2を注水冷却する装置の最も一般的な構成例である。ホットランテーブルローラー10上を走行する高温の熱延鋼板2を冷却するため、上方に注水能力 $0.3 \sim 1.0 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{min}$ 程度を有する冷却用パイプミナーノズル32をヘッダー管31に所定間隔で多数列配設した冷却装置を設けたものである。

しかし、このようなパイプミナー方式を用いた冷却は、一定流量で冷却するものであり、冷却能力を調整することは困難であった。このため、この改善例として例えば、特開平3-277721号公報で提案されている方法がある。

【 0 0 0 4 】

これを図4を参照して説明する。仕上圧延機の後工程に設けた冷却設備を急冷ゾーン（b）、空冷ゾーン（a）および制御冷却ゾーン（c）に3区分し、急冷ゾーン（b）にて所定の急冷停止温度まで急冷し所望の特性（強度等）が得られるようにした後、空冷ゾーン（a）にてほぼ等温の状態に保ち安定して変態を完了させ、続いて制御冷却ゾーン（c）にて巻取温度まで温度制御（冷却）して巻取ることによって、コイル長手方向に一定温度で変態を進行させ、しかも巻取温度も一定に保つことができるので、コイル長手方向のミクロ組織の変化の小さい均一な特性を有するホットコイルを得ることができる製造方法である。即ち、仕上圧延後の制御冷却にて安定した鋼板を製造する方法にある。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特開平3-277721号公報で提案されている方法では、仕上圧延機と巻取機間の限られた機長において、強冷却専用ゾーン、空冷ゾーン、制御冷却ゾーンを順次設けており、強冷却ができない軟質材や冷却による強度上昇を必要としない鋼板（通常材）の場合には、空冷ゾーンと制御冷却ゾーンで冷却しなければならないため、冷却能力不足となって通常の通板速度では目標の温度まで冷却することが不可能となり、通板速度を低くしてやらなければならない、生産性が著しく低下する問題を有するものである。

【 0 0 0 6 】

更に、この冷却により鋼板の機械的性質が決定されるため、該冷却終了温度を精度よく的中させることが要求される。しかし、前記の様にパイプミナーノズルを用いた冷却方式では水量密度が $0.3 \sim 1.0 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{min}$ 未満であり、冷却終了温度が核沸騰域となる。

核沸騰域では、蒸気膜を介さずに高温の鋼板へ冷却水が直接接触することになり、熱伝達係数が大きくなる。このため単位時間当たりの温度変化量が大きく、さらに表面性状などの冷却外乱要素に対して敏感で不安定な冷却状態となり、高精度で目標の巻取温度に的中させることが困難であるという問題を有している。

【 0 0 0 7 】

本発明は、冷却により強度上昇を必要とする鋼板、または強度上昇を必要としない鋼板を作り分ける際して、生産性を低下することなく、しかも、冷却設備長を延長することなく、目標の冷却終了温度に精度良く的中させることを目的とした冷却設備を提供するものである。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

本発明は前記した従来における問題点を解決するために開発されたものであって、その要旨するところは、下記手段にある。

(1) 熱間仕上圧延後の鋼板を連続的に注水冷却する冷却ゾーンにおいて、前記冷却ゾーンを前半ゾーンと後半ゾーンに2区分し、該前半ゾーンに高冷却能力の冷却設備を配設すると共に、前記後半ゾーンに低冷却能力の冷却設備を配設し、さらに、前記冷却ゾーンの全長に互り中冷却能力の冷却設備を配設した熱延鋼板の冷却設備。

(2) 前記(1)の高冷却能力設備の水量密度を $1.0 \sim 5.0 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{min}$ とすると共に、低冷却能力設備の水量密度を $0.05 \sim 0.3 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{min}$ 未満とし、中冷却能力設備の水量密度を $0.3 \sim 1.0 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{min}$ 未満とした熱延鋼板の冷却設備。

10

(3) 前記(1)または(2)の高冷却能力設備の冷却方式をスリットラミナー方式、低冷却能力設備の冷却方式をスプレー方式、中冷却能力設備の冷却方式をパイブラミナー方式とした熱延鋼板の冷却設備。

【0009】

【発明の実施の形態】

本発明の実施態様を図1, 2を参照して説明する。

図1は、鋼板の熱間圧延工程の仕上圧延機から巻取機までの設備配列の概略を模式的に示した側面図であり、図中、Aは仕上圧延機1で仕上圧延された鋼板2を冷却するための複数の冷却設備であり、6は圧延した鋼板2を巻き取るための巻取機である。

前記複数の冷却設備においては、まず、仕上圧延機1の後部から全冷却ゾーンの全長に互って、 $0.3 \sim 1.0 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{min}$ 未満の水量密度(通常的水量密度)の冷却水を噴出できる中冷却能力を有するパイブラミナー冷却設備3を配設する。

20

【0010】

さらに、前記仕上圧延機1の後部から全冷却ゾーンの略 $1/3$ の範囲に、 $1.0 \sim 5.0 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{min}$ の水量密度の冷却水を噴出できる高冷却能力を有するスリットラミナー冷却設備5を配設すると共に、該スリットラミナー冷却設備5に引き続いてその後方に全冷却ゾーンの略 $2/3$ の範囲に、 $0.05 \sim 0.3 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{min}$ 未満の水量密度の冷却水を噴出できる低冷却能力を有するスプレー冷却設備4を配設する。

【0011】

本発明ではこのような形で各冷却設備の配列を行い、冷却設備の全体配備を構成する。

30

なお、図中8は仕上温度計、9は巻取温度計、10はホットランテーブルロールである。また、スリットラミナー冷却設備5の水量密度の上限を $5.0 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{min}$ としたのは、これ以上にしても鋼板の温度低下が小さく不経済となるためである。また、スプレー冷却設備4の水量密度の下限を $0.05 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{min}$ としたのは、これ以下であるとクエンチ点が300以下となり、鋼板の品質に影響しなくなるからである。

【0012】

次いで、各冷却設備3, 4, 5の詳細な装置構成を図2にて説明する。

図2は、図1に示した設備の全体図における各冷却設備3, 4, 5の共存領域または隣接領域部分(B)の一部を拡大して表したもので、冷却ノズルの配列についてその詳細を示したものである。

40

【0013】

前記パイブラミナー冷却設備3は、鋼板2の幅方向に延びたヘッダー管31が鋼板2の長手方向(圧延方向)に所定間隔(例えば800mm)毎に複数列配設されており、また、該ヘッダー管31には口径が略15mmで円形のパイブラミナーノズル32が鋼板2の幅方向に適宜間隔(例えば80mm)置いて複数個配置して構成している。

また、スリットラミナー冷却設備5は、前記仕上圧延機1の後部からパイブラミナー冷却設備3のヘッダー管31間に、そのヘッダー管51が複数列配設されており該ヘッダー管51には、スリット幅略10mmでスリット長さ略2200mmのスリットラミナーノズル52を設置して構成している。

【0014】

50

さらに、スプレー冷却設備 4 は、前記スリットラミナー冷却設備 5 の後方、すなわち、巻取機 6 側にパイプラミナー冷却設備 3 のヘッダー管 3 1 間に、そのヘッダー管 4 1 が複数列配設されており、該ヘッダー管 4 1 には、口径が略 5 0 m m で円形のスプレーノズル 4 2 が鋼板 2 の幅方向の中央部に 1 個配置して、スプレー水が略 2 2 0 0 m m 広がるように構成している。

なお、パイプラミナーノズル 3 2 およびスリットラミナーノズル 5 2 からの噴出水は、搬送する鋼板の搬送ローラー 1 0 の頂部該当位置へ流下するように配備しており、鋼板 2 の安定な走行を考慮している。

【 0 0 1 5 】

本発明は、鋼板の冷却に際して上記したような機能的な設備構成を採るものであり、それぞれ冷却能の異なる 3 つの冷却設備を最適な位置に配備し、さらに、これら各冷却設備 3 , 4 , 5 を適宜使い分けることにより、同一化学成分の鋼板であっても異なる強度（強度アップ）を有する鋼板の造り分けを容易に実現することを可能とした。

【 0 0 1 6 】

従来、高強度を必要とする鋼板については、化学成分を調整して強度の増大を図ることにより造られていたが、本発明では、同一の化学成分の鋼板を仕上圧延後のホットランでの冷却パターンを選択し冷却能を調整することにより、通常材からさらに強度アップした鋼板への造り分けができるようになったものである。

【 0 0 1 7 】

前記特開平 3 - 2 7 7 7 2 1 号公報においても開示されているように、圧延完了後の高温の鋼板を高い冷却速度で冷却すると結晶粒の成長が抑制でき、鋼板の強度上昇が可能となるが、本発明者らは、この結晶粒の成長抑制を水量密度 $1.0 \sim 5.0 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{min}$ の大水量密度で冷却することで実現化せしめた。上記の大水量密度での冷却では、水量でのバラツキが鋼板の温度バラツキに直接影響を及ぼすので、幅方向を均一な水流で冷却することが可能なスリットラミナー方式を採用することで、幅方向において温度偏差が小さい均一な温度分布を持つ冷却を達成せしめたものである。

【 0 0 1 8 】

さらに、本発明者らは、通常冷却の水量密度 $0.3 \sim 1.0 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{min}$ 未満のパイプラミナー方式で 5 5 0 まで冷却し（図 1 中 C 位置）、その後、低冷却の水量密度 $0.05 \sim 0.3 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{min}$ 未満のスプレー冷却方式で巻取温度 4 5 0 まで冷却することにより、例えば通常 3 0 k クラスの鋼板強度を 4 0 k クラスまで上昇できることを確認し得た。

巻取温度直前の低温域を低水量密度のスプレー冷却することで、巻取温度を低温化しても温度偏差が少なく安定した冷却を可能とした。

【 0 0 1 9 】

本発明におけるこれら冷却方式の選択実施に当たっては、上述したようなそれぞれの冷却方式の特性を見極めたうえ、水量密度との関係から各々の冷却方式を機能的に組み合わせることによって、最適な冷却制御を実現できる。

これらは本発明者らが多くの実験によって実証し得たもので、これらの冷却実績のデータの蓄積に基づき適切な冷却を実施することができるようになった。

【 0 0 2 0 】

次ぎに、本発明設備を用いて温度偏差が少なく巻取温度の低温化を達成するための具体的手段の 1 例について説明する。

本発明において、水量密度毎に冷却カーブを調査した結果を図 5 に示した。冷却カーブ上から冷却速度の遅い膜沸騰域から冷却速度が早い核沸騰域への変化点をクエンチ点と呼び、水量密度毎にクエンチ点を整理した結果を図 6 に示した。

【 0 0 2 1 】

水量密度を小さくするとクエンチ点が低温側にへ移行し、膜沸騰域が低温域まで継続することが理解できる。通常材の冷却では水量密度 $0.4 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{min}$ の冷却能力で冷却しており、図 6 よりこのクエンチ点は 5 0 0 であり、通常の巻取温度 5 0 0 ~ 6 0 0

10

20

30

40

50

はクエンチ点より高い膜沸騰域で冷却を行っていることになる。

すなわち、巻取温度偏差が少ない安定した冷却を行うには、巻取温度をクエンチ点以上で冷却を完了させなければならない。従って、同一化学成分の鋼板を冷却パターンを操作することにより、異なる強度の鋼板に造り分けるもう一つの手段である巻取温度の低温化には、このメカニズムを使って冷却の安定化を図ることができる。

【0022】

通常の冷却設備のパイブラミナーで水量密度 $0.4 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{min}$ のクエンチ点上の 550 まで冷却し、目標の 450 までの冷却を水量密度 $0.1 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{min}$ のスプレーでの冷却設備を用いたことで、巻取温度偏差の少ない安定した冷却を実現できる。水量密度 $0.1 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{min}$ のクエンチ点は図 6 より 380 であり、巻取温度 450 はクエンチ点より高く安定した冷却が実現できる。

10

すなわち、本発明では、従来の通常冷却能力のパイブラミナー冷却設備を全長に有すると共に、高冷却能力のスリットラミナー冷却設備と低冷却能力のスプレー冷却設備を適切な位置に設置したので、通常材の冷却能力も十分に確保できているので、高速での通板が可能であり高生産性を実現できるところに大きな特長を有する。

また、本発明においては、圧延鋼板は、仕上温度計の測定値と冷却パターンにより巻取温度計の測定値が所定温度となるように、各冷却設備の冷却長をそれぞれ適切に制御して冷却を行い、圧延鋼板の巻き取りを行う。

【0023】

上記に説明したように本発明の冷却設備を活用するに際しては、各冷却設備での冷却条件を適切に制御することにより、化学成分の同一の鋼板においても通常の冷却条件で得られる鋼板の強度（例えば高張力）に対して、略 10 K 範囲内での強度の上昇を図ることが容易である。この事実については特に示さなかったが本発明者らは多くの実験結果によってこのことを確認している。

20

また、熱延鋼板のコイル内・コイル間においても強度の偏差を目標強度の 5 % 以下の範囲内に抑えることができ、強度特性の優れた鋼板を容易に得ることができる。

【0024】

【発明の効果】

本発明は、通常冷却能力のパイブラミナー冷却設備を全長に配設し、通常材への冷却能力を有し高速での通板による高生産性を実現した上に、高冷却能力のスリットラミナー冷却設備の配設により、鋼板を高い冷却速度で冷却することで鋼板の強度上昇を図り、同一化学成分の鋼種をホットラン冷却パターンの組み合わせで強度の異なる多種の鋼板を造り分けることが可能となった。

30

さらに、低冷却能力のスプレー冷却設備を配設し、巻取温度直前の冷却に適用したことで、冷却噴射制御の 1 制御当たりの温度低下量を小さくすることができ、高精度で巻取温度の的中が可能となり材質バラツキが小さく均一な鋼板の製造が可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の全体設備列の概略を示す側面図

【図 2】図 1 の B 部分におけるノズル配列の詳細を示す図

【図 3】従来の冷却設備のノズル配列を示す図

40

【図 4】従来の高冷却ゾーンを有する全体設備列を示す図

【図 5】各冷却設備による鋼板の冷却時の測定例を示す図

【図 6】水量密度とクエンチ点の関係を示す図

【符号の説明】

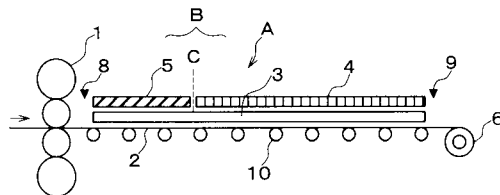
- 1 仕上圧延機
- 2 熱延鋼板
- 3 中冷却能力設備（パイブラミナー方式）
 - 31 ヘッダー管
 - 32 パイブラミナーノズル
- 4 低冷却能力設備（スプレー方式）

50

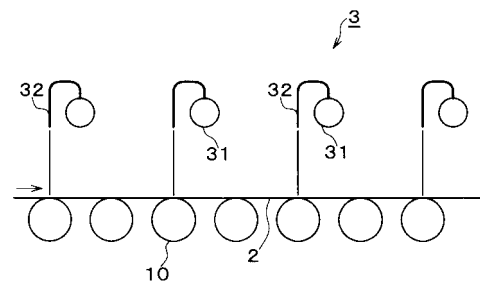
- 4 1 ヘッダー管
- 4 2 スプレーノズル
- 5 高冷却能力設備（スリットラミナー方式）
- 5 1 ヘッダー管
- 5 2 スリットラミナーノズル
- 6 巻取機
- 8 仕上温度計
- 9 巻取温度計
- 1 0 ホットランテーブルローラー
- A 冷却設備
- a 空冷ゾーン
- b 急冷ゾーン
- c 制御冷却ゾーン

10

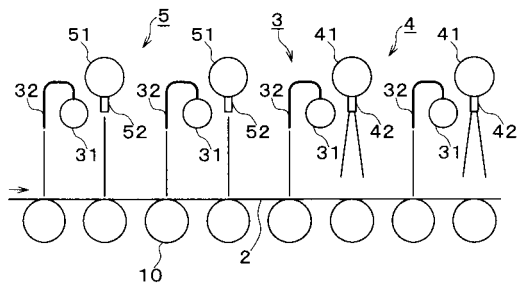
【図 1】



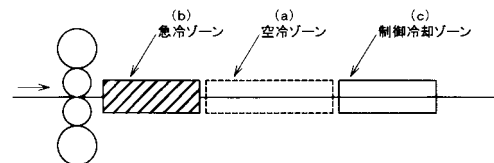
【図 3】



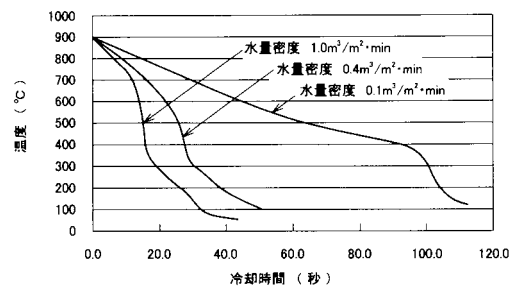
【図 2】



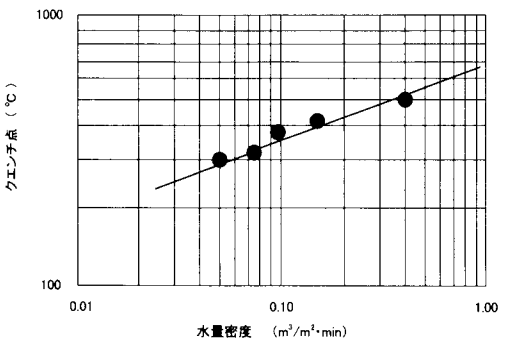
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

審査官 國方 康伸

- (56)参考文献 特開平04 - 157004 (JP, A)
特開昭63 - 126611 (JP, A)
特開昭61 - 153236 (JP, A)
特開昭62 - 263818 (JP, A)
実開昭62 - 179108 (JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B21B 45/02

C21D 9/52