

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3890567号  
(P3890567)

(45) 発行日 平成19年3月7日(2007.3.7)

(24) 登録日 平成18年12月15日(2006.12.15)

(51) Int. Cl.

F I

C 2 1 D 9/573 (2006.01)

B 2 1 B 45/02 (2006.01)

C 2 1 D 1/607 (2006.01)

C 2 1 D 9/52 (2006.01)

C 2 1 D 9/573 1 O 2

B 2 1 B 45/02 3 2 O M

C 2 1 D 1/607

C 2 1 D 9/52 1 O 3 B

C 2 1 D 9/52 1 O 3 A

請求項の数 8 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2003-309993 (P2003-309993)

(22) 出願日 平成15年9月2日(2003.9.2)

(65) 公開番号 特開2005-76101 (P2005-76101A)

(43) 公開日 平成17年3月24日(2005.3.24)

審査請求日 平成18年7月11日(2006.7.11)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 393025334

山田 勝彦

兵庫県神戸市北区藤原台北町3丁目2-6

(72) 発明者 山田勝彦

兵庫県神戸市北区藤原台北町3丁目2番6号

審査官 鈴木 葉子

(56) 参考文献 特開昭57-079124 (JP, A)

特開昭52-021244 (JP, A)

特開2002-235149 (JP, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱間圧延鋼線材の制御冷却方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

熱間圧延直後の走行する赤熱鋼線材を鉛直軸周りに自転するらせん状誘導管に貫通させて鉛直らせん状リングに形成し、次いで該リングを、該リング軸に対して偏心して水平に回転している集積台上に一定落下距離、一定位相角を維持して落下させることにより、半径方向には一定、接線方向には等間隔で偏心して集積したリング列を気中で形成しつつ、該集積台を下降させて水平遠心放射状の流れを持つ冷媒中に旋回しながら浸漬し冷却することを特徴とする鋼線材の制御冷却方法。

【請求項2】

集積台の回転位相角が  $0.1 \sim \pi/2$  (rad) であり、偏心率が  $0.1 \sim 0.5$  であることを特徴とする請求項1に記載の制御冷却方法。

$$\text{位相角 (rad)} = 2 \times \text{集積台回転数} / \text{らせん状誘導管回転数}$$

$$\text{偏心率} = \text{偏心距離} / \text{リング半径}$$

【請求項3】

冷媒が所定温度範囲に制御された溶融塩又は水であり、該冷媒の流れが、冷媒を内装している冷却槽の底部の供給口に流入し、隔壁を介して槽内中央部を上昇し、上層部で水平遠心放射状にリング間を通過し、その後一部は槽外壁の排出口から流出し、プースターポンプを介して再び供給口に回帰する外部循環系と、残りは旋回流と案内翼により槽内壁面に沿って下方に流動し、底部で向心的に流動し再び中央部を上昇する内部循環系からなることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の制御冷却方法。

**【請求項 4】**

冷却槽内の熔融塩を所定温度に制御又は変更する方法が、冷却に対しては冷却槽外壁面及び／又は外部循環系の管路を水冷により、昇温に対しては高温熔融塩を保持する蓄熱槽からの入れ替え補給によることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 又は請求項 3 に記載の制御冷却方法。

**【請求項 5】**

熔融塩の温度を 300 ～ 700 の間の所定温度、冷却槽上層部においてコイル内外面を通過する熔融塩の水平・半径方向の平均発散流速を 0.04 m/s 以上とすることによりオーステナイト状態の炭素鋼又は低合金鋼又はオーステナイト系ステンレス鋼の赤熱線材を恒温変態又は急冷凍結させ、鋼種と該温度に対応して焼鈍、焼準、パテンチング、オーステンパー、焼入焼戻し併行処理及び溶体化処理のいずれかを施すことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 又は請求項 3 又は請求項 4 に記載の制御冷却方法。

10

**【請求項 6】**

冷媒が所定温度の水であり、オーステナイト状態の炭素鋼又は低合金鋼又はオーステナイト系ステンレス鋼の赤熱線材を連続冷却させ、鋼種と該温度に対応して焼準、疑似パテンチング、焼入、溶体化処理のいずれかを施すことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 又は請求項 3 に記載の制御冷却方法。

**【請求項 7】**

請求項 1 又は請求項 2 又は請求項 3 又は請求項 4 又は請求項 5 又は請求項 6 の方法によって製造された制御冷却線材の幾何的ルーズ・コイル。

20

**【請求項 8】**

走行する赤熱鋼線材を垂直らせん状リングに形成するためのレイング式巻取機と、該リングを受けて集積させる集積台と、該集積台を内包し且つ冷媒を内装する冷却槽と、該集積台をリング集積高さに対応して下降させ該リングを該冷媒中に浸漬する昇降機構と、該集積台を該リング中心軸に対し偏心して水平に回転させる回転機構と、該冷媒を該冷却槽中央底部より流入し中央部を上昇し上部でリング内側からリング外側へ遠心放射状に流動し一部は槽外に出てブースターポンプにより供給口に回帰させる外部循環系と、該冷媒の残りは旋回しつつ槽内壁面に付設された案内翼により該冷却槽壁面に沿って下降させ且つ中央底部に向心・回帰させる内部循環系と、該冷媒を所定温度に維持又は変更するための冷却槽水冷装置及び／又は外部循環系管路冷却装置と高温熔融塩を保持する蓄熱槽とを備え、且つ制御冷却を完了したコイルを引出して附着している塩類を水洗する洗浄系とからなることを特徴とする線材制御冷却装置。

30

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は熱間圧延鋼線材の製造における制御冷却方法と制御冷却線材に関する。

**【背景技術】****【0002】**

鋼線材の製造に当たって通常熱間圧延直後の制御冷却により何らかの熱処理が付与され、線材 2 次加工工程において熱処理の省略がなされる。本発明にかかわる先行事例を以下に述べる。

40

**【0003】**

A： 特公昭 45 - 8536 に開示された方法では、走行してくる高炭素鋼の赤熱線材をレイング式巻取機によりらせん状リングを形成しつつ温水中に捲き落とし、コイル状態で沸騰冷却により疑似パテンチング処理がなされる。本方法では、連続冷却であるから恒温変態にはならず疑似パテンチングとなる。またリング重なり具合やコイル内での位置により沸騰冷却の強さが異なり、そのため機械的性質のコイル内、コイル間の均一性に欠けるという問題がある。

**【0004】**

B： 一般にステルモア・プロセスといわれる方法では、赤熱線材をレイング式巻取機に

50

よりらせん状リングを形成しつつ水平走行中のコンベア上に落下させて非同心平行リング列に上げた上で衝風冷却する。疑似パテンチングのほか空冷、徐冷等の処理も可能である。本方法では、衝風冷却の故に冷却力に限度がありパテンチングの強度水準には不十分であること、平行リング列の中央部と両側部とではリングの重なりが異なり、リング内での機械的性質のばらつきが大きいという二つの問題がある。長大なスペースという設備上の問題もある。

【0005】

C； 特開平01-313108に開示された方法では、上記の問題に対して両側部へのミスト冷却の適用が試みられ強度上昇とコイル内均一性は改善された。しかし原理的にはA、B方法と同様の連続冷却方式であるので鉛浴パテンチングのような恒温変態とは異なる。そのためパ-ライト変態に際して高温組織と低温組織が混在して線材断面内でのミクロ組織の均一性に欠ける。その結果得られた線材の冷間加工性、延靱性が微妙に劣る。

10

【0006】

D： 特公昭63-24048に開示された方法では、非同心平行リング列に沸騰冷却を適用するとともに、前記ステルモア・プロセスを併設した複列式設備であり、徐冷による焼準から、空冷による弱パテンチング、気水混合沸騰冷却による強パテンチング、冷水浸漬による焼入等の機能を持つ。機械的性質のコイル内均一性も比較的良いが平行リング列両側部の強度低下の問題はやはり残る。他にどの冷却方法も連続冷却であるので恒温変態に比べミクロ組織の均一性に欠ける。

【0007】

20

E： DLPプロセス（脇本，鉄と鋼69(1983)，S570）と称される方法では、ステルモア・プロセスを原型にして非同心平行リング列を熔融塩に浸漬して冷却することにより恒温変態させるところに特徴があって強パテンチング専用の制御冷却方法である。機械的性質（強度，靱性）の水準も高く、且つコイル内均一性も秀れ、恒温変態の故に冷間加工性もよい。しかし問題として一般に線材圧延工場では多種多様な製品が造られるが本方法は単機能のため設備の重複設置が不可欠である。さらに本方法は熔融塩槽容量が余りに大きいこと、および当然間欠運転となるのでエネルギー・コストなど操業コストが高い。

【0008】

F： 緩冷却プロセス（矢田，製鉄研究310（1982），P264）の方法では、コンベア全体を均熱炉に内包したものである。十分な焼鈍効果が得られているがE方法と同様、単機能の故に設備費，操業費ともに問題がある。

30

【0009】

以上、従来の制御冷却方法における材質上の問題と設備上の問題が提起された。これらとは別に制御冷却線材共通の問題がある。通常赤熱線材は非同心平行リング列に展開し冷却した後にコイル状に集束される。冷却後は形状が固定され且つ高弾性となる。それを強制的に集束させるのでコイル形状に無理な歪みが生ずる。また隣接リング間の密接のため厚肉円筒状の正確なコイル形状の形成が意外に困難である。不適切な形状の場合は、束崩れ、梱包崩れ、取り扱い傷の多発、使用時のもつれ、崩れ等の事故を誘発する。対策として集束時にリングを円周に沿って分散配分して一種のルーズ・コイルとする工夫が多数提案されてきたがリングの弾性に阻害されてうまく行かない。

40

【0010】

上記トラブルの他にリングが互いに密接していると後続の酸洗工程において液の浸透が劣り、酸洗が過剰処理になるか、又はやむを得ずコイルの事前解体処理がなされる。この問題に対してもコイルの一層のルーズ化が期待されている。コイル熱処理においても同様の問題がある。

【特許文献1】特公昭45-8536号公報

【特許文献2】特開平01-313108号公報

【特許文献3】特公昭63-24048号公報

【非特許文献1】脇本，鉄と鋼69(1983)，S570

【非特許文献2】矢田，製鉄研究310（1982），P264

50

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0011】

以上、線材圧延工場では多様な製品、多様なサイズに対応して多様な制御冷却を必要とするが、従来の制御冷却方法では得られた線材の機械的性質の水準が不足したりコイル内のばらつきが大きく、またミクロ組織が不均一という問題があった。これらの品質上の問題を解決した方法では単機能の故に設備の重複設置が必要となり、又操業コスト高という問題も生じた。

## 【0012】

さらに制御冷却線材のコイル自体にも大きな問題がある。制御冷却と理想的コイル形成とは相反する要素を持ち、従来前者が優先され後者は半端なルーズ化で対処されてきた。ルーズ・コイルは本来密接整列巻きに対して乱雑巻きを意味している。連続するリングを順次適切且つ規則的に配置することによりリング間の線状接触を避け且つ間隙を適正、均等状に構成し、その結果外形が正確な厚肉円筒状となったコイルを本発明では幾何的ルーズ・コイルと定義する。形状安定性・作業性に優れた当該コイルは大いに期待されながら未だになされていない。

## 【0013】

本発明は以上のような従来の制御冷却方法及び制御冷却線材の問題に対して、緩冷却から急冷までの各種制御冷却線材の幾何的ルーズ・コイルを、1) 高品質で、2) 比較的低廉且つ小スペースの単一設備で、3) 低コストで、製造する制御冷却方法を提供することを課題としている。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0014】

上記課題を解決することのできた本発明の構成を以下に述べる。

第1要素は、冷媒として溶融塩を採用した。理由は均一組織を得るには多くの場合恒温変態が不可欠であり、それには大きな冷却速度と温度の安定性から溶融塩が最適とされたからである。

第2要素は、冷却特性が均一で構造的にも安定したルーズ・コイルが得られる機械的条件を解明し、適用した。

第3要素は、リング内及びコイル内の冷却速度の差異を少なくするため、流速の確保と均等化、冷媒の局所昇温の抑制等冷却条件の最適化に適切な冷媒循環系を工夫した。

## 【0015】

第1発明は、熱間圧延直後の走行する赤熱鋼線材を自転するらせん状誘導管に貫通させて鉛直らせん状リングに形成し、次いで概リングを、該リング軸に対して偏心して水平に回転している集積台上に落下させることにより、実質的に半径方向には一定で接線方向には等間隔で偏心して集積したリング列を形成しつつ、該集積台を下降させて水平遠心放射状の流れを持つ該冷媒中に旋回しながら浸漬し冷却することを特徴とする鋼線材の制御冷却方法である。

## 【0016】

第2発明は、集積台の回転位相角が  $0.1 \sim \pi/2$  (rad) であり、偏心率が  $0.1 \sim 0.5$  であることを特徴とする第1発明に記載の制御冷却方法である。

位相角 (rad) =  $2\pi \times$  集積台回転数 / らせん状誘導管回転数

偏心率 = 偏心距離 / リング半径

## 【0017】

第3発明は、冷媒が所定温度範囲に制御された溶融塩又は水であり、該冷媒の流れが、該冷媒を内装している冷却槽底部の供給口に流入し、隔壁を介して槽内中央部を上昇し、上層部で水平遠心放射状にリング間を通過し、その後一部は槽外壁の排出口から流出し、プーンスターポンプを介して再び供給口に回帰する外部循環系と、残りは旋回流と案内翼により槽内壁面に沿って下方に流動し、底部で向心的に流動し再び中央部を上昇する内部循環系からなることを特徴とする第1発明又は第2発明に記載の制御冷却方法である。

10

20

30

40

50

## 【0018】

第4発明は、冷却槽内の溶融塩を所定温度に制御又は変更する方法が、冷却に対しては冷却槽外壁面及び／又は外部循環系の管路を水冷により、昇温に対しては高温溶融塩を保持する蓄熱槽からの入れ替え補給によることを特徴とする第1発明又は第2発明又は第3発明に記載の制御冷却方法である。

## 【0019】

第5発明は、溶融塩の温度を300～700の間の所定温度、冷却槽上層部においてコイル内外面を通過する溶融塩の水平・半径方向の平均発散流速を0.04m/s以上とすることによりオーステナイト状態の炭素鋼又は低合金鋼又はオーステナイト系ステンレス鋼の赤熱線材を恒温変態又は急冷凍結させ、該温度に対応して焼鈍、焼準、パテンチング、オーステンパー、焼入焼戻し併行処理及び溶体化処理のいずれかを施すことを特徴とする第1発明又は第2発明又は第3発明又は第4発明に記載の制御冷却方法である。

10

## 【0020】

第6発明は、冷媒が所定温度の水であり、オーステナイト状態の炭素鋼又は低合金鋼又はオーステナイト系ステンレス鋼の赤熱線材を連続冷却させ、鋼種と該温度に対応して焼準、疑似パテンチング、焼入、溶体化処理のいずれかを施すことを特徴とする第1発明又は第2発明又は第3発明に記載の制御冷却方法である。

## 【0021】

第7発明は、第1発明又は第2発明又は第3発明又は第4発明又は第5発明又は第6発明の方法によって製造された制御冷却線材の幾何的ルーズ・コイルである。

20

## 【0022】

第8発明は、走行する赤熱鋼線材を垂直らせん状リングに形成するためのレイング式巻取機と、該リングを受けて集積させる集積台と、該集積台を内包し且つ冷媒を内装する冷却槽と、該集積台をリング集積高さに対応して下降させ該リングを該冷媒中に浸漬する昇降機構と、該集積台を該リング中心軸に対し偏心して水平に回転させる回転機構と、該冷媒を該冷却槽中央底部より流入し中央部を上昇し上部でリング内側からリング外側へ遠心放射状に流動し一部は槽外に出てブースターポンプにより供給口に回帰させる外部循環系と、該冷媒の残りは旋回しつつ槽内壁面に付設された案内翼により該冷却槽壁面に沿って下降させ且つ中央底部に向心・回帰させる内部循環系と、該冷媒を所定温度に維持又は変更するための冷却槽水冷装置及び／又は外部循環系管路冷却装置と高温溶融塩を保持する蓄熱槽とを備え、且つ制御冷却を完了したコイルを引出して附着している塩類を水洗する洗浄系とからなることを特徴とする線材制御冷却装置である。

30

## 【発明の効果】

## 【0023】

以上に述べたように本発明では、第1に赤熱線材を溶融塩へ浸漬冷却し、且つ溶融塩を流動させることにより恒温変態処理が可能となって、得られる金属組織の断面内均一性が高い。その結果強度、延靱性に富んだ鋼線が得られる。第2に赤熱リングを規則的に集積冷却してゆくので線材の機械的性質のリング内、コイル内の均一性が高い。第3に適切な浴温度の設定により容易に種々の熱処理ができる。溶融塩の温度を迅速・容易に変更することができるので生産能率とコストに都合がよい。第4に単一機で多様な熱処理が可能となるので設備費が割安である。第5にコイル形状の優れた幾何的ルーズ・コイルが得られる。コイルの結束状態が安定し取扱い上のトラブルが少ない上、リング間に適切な間隙があつて酸洗性、熱処理性に優れる。以上、本発明は多種、多様で且高品質の線材を造る工場に適用すると効果は極めて大きい。

40

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0024】

以下実施の形態を図面を参照しつつ説明する。図1は本発明の実施事例を示す熱間圧延線材の制御冷却方法の概略側面図である。図5、図6は冷媒の循環と温度制御を説明する図である。熱間圧延の最終圧延機1により所定寸法に仕上げられた赤熱線材2はピンチ・ロール3を通して自転するらせん状誘導管からなるレイング式捲取機4により鉛直らせん状

50

リング 5 に形成される。該リング 5 はドーナツ盤状の集積台 9 上に落下して鉛直方向のリング列 1 2 を形成する。該リング列 1 2 を形成する他の方法として、図 2 に示すように既存の制御冷却設備の水平コンベア 6 上で形成された非同心平行リング列 7 ( 図 4 ( a ) 参照 ) を制御冷却前に該集積台 9 上に鉛直に落下させてもよい。

#### 【 0 0 2 5 】

該集積台 9 は油圧シリンダーからなる昇降機構 1 0 と該リング 5 の中心軸 X に対して偏心軸 Y を持つ水平偏心回転機構 1 1 とを保有している。水平偏心回転している該集積台 9 をリング堆積速度と同等速度で下降させることにより一定の落下距離、一定の位相角のもとで、成り行き任せの垂直リング列とは異なる規則的な偏心をもった図 4 ( b ) に示される偏心集積リング列 1 2 が形成される。

10

#### 【 0 0 2 6 】

集積台 9 には、コイル内径より多少小さい外径を持ちリングを案内する内筒 1 5 が該集積台 9 と交差して付設されリング列 1 2 のずれを防止する。交差は集積台 9 の昇降運動を阻害しないためである。内筒には後述の冷媒の流路の役割もある。

#### 【 0 0 2 7 】

前記集積台 9 の回転位相角は  $0.1 \sim \pi/2$  の間の所定値とし、偏心率は  $0.1 \sim 0.5$  の間の所定値に設定される。その結果偏心集積リング列は所定外径、所定内径の厚肉 ( = 内外径差 / 2 ) の正確な円筒状のコイルに形成されて行く。リング間にはほぼ均等分布の間隙ができ、正確な幾何的ルーズ・コイルとなる。ここで位相角、偏心率は次のように定義される。前者は 1 リング毎の旋回角を、後者はリングの半径方向の拡がり程度を意味する。

20

位相角 ( r a d ) =  $2 \pi \times$  集積台回転数 / らせん状誘導管回転数

偏心率 = 偏心距離 / リング半径

#### 【 0 0 2 8 】

該集積台 9 は液状冷媒 1 9 を保持した円筒状の冷却槽 8 内に同軸状に設置されており、予め該冷媒 1 9 の液面直上に回転しながら待機している。リング列 1 2 の集積が進むと該集積台 9 は下降し、順次冷媒中に浸漬・冷却される。

#### 【 0 0 2 9 】

底部に冷媒供給口 2 0、上部外縁に排出口 2 1 を持つ冷却槽 8 と該供給口 2 0 と該排出口 2 1 を接続する外側管路は冷却装置 1 8 とプースタポンプを付設した外部循環系 1 6 を形成し、冷媒 1 9 を所定温度に維持、循環させる補助手段となっている。冷却槽 8 の内部では図 5 に示されるように、冷媒は内筒 1 5 内を旋回上昇し、槽上層部で該内筒 1 5 を貫通して水平に向きを変え、水平遠心放射状にリング間を通過した後外縁部へ押し出される。一部は排出口 2 1 に向かうが他は槽内壁各所に付設した壁・底面案内翼 2 3 と内筒 1 5 の底部円盤に付設した旋回案内翼 2 4、2 5 の作用により旋回しつつ下方に向かい、底部で向心的に流動後再び内筒内を上昇して内部循環系 2 6 を形成する。両循環系による上層部の水平遠心放射状流れはリング列各部に均等且つ適切な大きさの熱伝達率を与える。

30

#### 【 0 0 3 0 】

鋼材の冷却による冷媒の昇温に対しては、外部循環系 1 6 の冷却装置 1 8 の作動だけではなく冷却槽 8 の外壁面がスプレイ冷却装置 4 2 により適時冷却される。冷媒温度が高温に設定変更される場合は、高温冷媒を保持している蓄熱槽 4 5 からポンプを介して冷媒の入れ替えが行われる。これらの操作は図 6 に示されるように、熔融塩の温度を監視する温度センサー 5 1、冷却水を開閉する冷却水バルブ 5 2、冷媒を補給槽、蓄熱槽、冷却槽間を移動させるバルブスタンド ( ポンプを搭載する )、冷媒の失熱を補償する加熱装置 4 4 及び制御器 5 0 からなる温度制御システムを介してなされる。

40

#### 【 0 0 3 1 】

前記冷媒として所定温度範囲の熔融塩もしくは水が使用される。熔融塩の温度として 1 )  $550 \sim 700$  , 2 )  $450 \sim 550$  , 3 )  $300 \sim 450$  の間の所定値とすることにより、オーステナイト状態の炭素鋼、低合金鋼の赤熱線材を恒温変態させ、それぞれ 1 ) に対応して焼鈍ないし焼準、2 ) に対応して強弱のパテンチング、3 ) に対応してオ

50

ーステンパーまたは焼入焼もどし併行処理（低炭素鋼の場合  $M_s$  温度が高く焼戻し温度が相対的に低いので焼入後の保持中に焼戻しが起こる）等の熱処理効果が得られる。オーステナイト系ステンレス鋼に対しては溶融塩温度を 400 以下に設定することにより溶体化処理がなされる。同様に冷媒として水を使用し、80 以上で処理すれば高炭素鋼に対しては疑似パテンティング、60 以下では焼入処理を施すことができる。

#### 【0032】

材料後端が巻き落とされると直ちに巻取機 4 は待避する。後端部の変態がほぼ完了するまでの時間は冷媒中で回転保持される。その後コイル 13 は引き上げられ、プッシャー 50' によって水洗槽 14 の上に押し出され、該槽 14 に浸漬され、付着溶融塩が凝固・剥離される。必要に応じて 1 段以上のスプレー水洗、浸漬水洗が適用される。

10

#### 【0033】

図 1 に提示された集積台の昇降機構、水平回転機構は簡便であるが溶融塩の漏出という問題がある。図 3 は対策例の側面図と平面図であり、集積台 31 と該集積台の回転シャフト 32 はねじ構造で接続され、回転と昇降が連動する。回転は、集積台 31 の外周面に大歯車を形成し、大歯車と平行軸を持ち且つ昇降区間長さの子歯車 33 を冷却槽 35 の上方から駆動させることによりなされる。

回転シャフト 32 の底部には集積台と同様に外周面に大歯車を持つ外輪 36 が固定接続されていて冷却槽 35 の上方から子歯車 37 を駆動し、シャフト 32 を回転させる。集積台 31 と回転シャフト 32 の回転数比により昇降速度を調節することができる。待機中は同回転数になる。

20

#### 【0034】

以上本発明に対して必要不可欠な要素のみ説明したが実際には例えば生産性改善のため冷却槽の双子化、附着塩の回収、洗浄水の処理等問題は多々ある。それらは当業者にとって特別の困難はない設計事項である。

#### 【作用】

#### 【0035】

偏心集積リング列を気中、集積台上で形成した後順次下降させて浸漬冷却する理由の第 1 は、圧延直後の赤熱線材に必要な再結晶時間を与えるためである。第 2 は、鉛直らせん状リングが直接溶融塩上に落下するとその抵抗で正確な偏心集積リング列ができにくいためである。

30

#### 【0036】

幾何的ルーズ・コイルを巻き取り直後に形成する根拠は以下である。コイル形状をよくするためリングを分散配置する方法は伸線工程ではしばしば適用される。線材では全く巧く行かないのは、リングの機械的融通性を示す指標であるリング径 / 線径の値が伸線では 300 ~ 500 に対して線材では 100 ~ 200 となり、弾性抵抗が過大になるからである。他方変形抵抗は熱間では約 1 / 10 に低下するので塑性歪みにより容易に成形される。

#### 【0037】

次ぎに幾何的ルーズ・コイルの形成条件について説明する。一般にコイル形状には次の関係式が成り立つ。ここでリング形状は厳密には真円ではないが、位相角は過大ではないので実質的には円と見なすことができる。

40

$$\text{コイル内径} = \text{リング直径} - 2 \times \text{偏心距離}$$

$$\text{コイル外径} = \text{リング直径} + 2 \times \text{偏心距離}$$

コイル形状の点から偏心率は次式で示す値が望ましい。

$$\text{偏心率} = \text{偏心距離} / \text{リング半径} = 0.1 \sim 0.5$$

偏心率が 0.1 未満では偏心効果が小さく、コイルの肉厚が不足で形状が安定しない。0.5 を超えるとコイル内径が過小となって以後の取扱いに支障を来す。因みにリング径 1000 mm、偏心率 0.3 に設定すると外径 1300 mm、内径 700 mm、肉厚が 300 mm になって従来に無い安定した形状となる。

#### 【0038】

コイルの形成には冷却特性が最優先に考慮されなければならない。即ち所定の冷却速度が

50

与えられること及び冷却速度がリング内、コイル内で均等であることが必要である。対流伝熱の平準化のためのコイルの幾何的条件を検討する。図4に示すようにリング過密度の指標とできる相前後するリングの交差ピッチは次式により求められる。

$$\text{交差ピッチ} = \text{リング半径} \times \text{位相角} (\text{rad})$$

$$\text{位相角} = 2 \pi \times \text{集積台回転数} / \text{らせん状誘導管回転数}$$

リング直径が通常の1000mmの場合、交差ピッチを少くとも従来の非同心平行リング列の両側部のそれ(最大で100mm)以上に改善し、且つコイル内径を実用範囲の500mm以上にするなら、上式より位相角として約0.2以上が望ましい。線径が小さい場合、線速が大きいので巻取回転数が増大しそれにつれ集積台回転数も過大になり勝ちである。他方冷却速度が大きくなるので多少交差ピッチが小さくなくても冷却低下の問題がない、即ち位相角を多少下げても良い。そこで実用上位相角下限値を0.1とした。

10

#### 【0039】

位相角の上限に関して、集積台1回転後同位相となったリング間の平行的接触を防止するには1回転までに数リング以上の積み上げ高さが必要となるので位相角は $\pi/2$ 以下が望ましい。そこで位相角 $=0.1 \sim \pi/2$ を適正条件と特定した。

#### 【0040】

図4は偏心集積リング列12と従来方法の非同心平行リング列のリング重なり状況を模式的に示す。両者とも相前後するリングは交差して重ねられるので冷却を弱めるような全周密接の現象は生じないが、前者は常に後者の平行リング列の中央部Cに比べ密、両側部Eに比べ粗となって平準化され、均一冷却に対して有利であることが解る。ちなみにリング交差ピッチを比較すると、前者においてリング径1000mm、位相角 $30^\circ$ 、偏心率0.25の場合、内周部で200mm、外周部で330mmとなる。従来方法では通常20~100mm程度で実施されているので、リングの交差ピッチは大きく緩和されている。

20

#### 【0041】

以上説明したように偏心集積リング列は非同心平行リング列に比べリング群の粗密度は著しく平準化されコイル内の均一冷却には都合がよいが、他方でリングの重層構造により所期の冷却強さが得られるかどうか問題となる。

本発明では冷媒として熔融塩又は水が使用されるが前者の場合の熱伝達率 $(W/m^2K)$ の値は静止浴中では約1500、250mm/sの直角方向流速では約5000と解明されており、その冷却能は本来極めて大きい。通常実施の鉛浴パテントの場合、の値は約2000程度であるから多少の流速を与えれば鉛浴焼入に匹敵することが解る。これは事例Eで実証されている。実験により0.05m/sの直角流の場合2000と確認された。

30

#### 【0042】

問題はリングが集積しているのでリング間を流動する冷媒の浸透、脱出性にある。恒温変態に必要な熱伝達率が得られてもこれが小さいと冷媒温度が局所的に上昇して変態温度が一定しない。本発明ではこの問題解決のため3つの工夫がある。まず集積台の回転により冷媒は遠心作用によりリング間を外側に貫通し易くなる。

第2に既述の冷媒外部循環系により槽上層部で上記流れを促進する。当然これは供給量に依存する。リング内の必要速度(約0.05m/s)をすべてこれで賄うことも可能である。

40

#### 【0043】

1/5スケールの水を代用したモデルにより流れを観察した。外部循環系が無いと槽内の水はリングと一体となって渦運動し、すり鉢状液面を形成し、インクの流れからリング内外はあまり混ざり合わないことが解った。次ぎに槽の内壁面に下方旋回への案内翼、底面に向心案内翼、支持内筒下部に槽内底部からの吸引翼等を設置すると槽内の外周部と芯部とが上下逆の循環流が形成された。

#### 【0044】

第3の工夫は上記案内翼と吸引翼の附設であり、前記の供給分による流れに槽内の循環流を付加してリング間の流速を補強した。槽中央底部からのガスバブリングの適用も有効で

50



ある。以上の3工夫は本発明の不可欠要素となっている。

#### 【0045】

ところで集積台の回転数には別の問題がある。圧延速度は通常、線径(15~55mm)に対応して10~100m/s、巻取回転数は約3~30rpsとなる。巻取回転数が大きい場合には位相角は小さく設定する。なぜならそうしないと集積台回転数が過大になって過大な渦流を形成し不都合になるからである。巻取回転数30rpsにおいて位相角を0.15radまで下げると集積台回転数は0.7rpsとなる。渦深さは約500mmと概算され多少不都合であるが、案内翼の作用や中央部からの供給流によりこれは緩和、是正される。

#### 【0046】

冷媒はリング列間を水平・遠心・放射状に流れ、昇温する。従ってコイル内周部と外周部では冷媒温度が異なる。外周部は多少時間遅れの冷却になる。変態中の周辺冷媒の温度の内外差異は冷却初期ほど大きくはならない。なぜなら内周部が恒温変態を開始する時期には冷媒の昇温は小さくなっているためである。

#### 【0047】

冷媒の昇温は流量、流速に関係する。複雑な乱流の故にリング列と冷媒間の相対流速は計算困難であるが、水平・半径方向の仮想流速は流量(供給量と循環量の和)と流路断面積(流れ層の厚さと周長の積)の商として求められる。コイル内外径の中間径(=リング径)の位置における該仮想流速を平均発散流速と定義する。平均発散流速からリング列を通過する時間が算出される。該時間から冷媒の受熱量、昇温量が概算される。該流速が0.04m/sでは冷媒全体は約30 昇温するが恒温変態時の冷媒温度の内外差は15 以内となる。恒温変態温度自体の差はさらに縮小する。

#### 【0048】

冷媒速度は独立リングでは0.05m/sで充分であると既述したがリング列では不明である。そこで後述の実施例の実験においてリング列を冷媒中で0.05m/sの速度で上下移動させた。移動速度は上記の平均発散流速と概ね同一と見なすことができる。この場合独立リングと同様の強度、組織が得られた。

この事実と前項の昇温に関する議論から第4発明においてリング内平均発散流速を0.04m/s以上と特定した。

#### 【0049】

冷媒として温水を使用すると 300程度の連続冷却となり、高炭素鋼の疑似パテンチングがなされる。均質性には欠けるが幾何的ルーズ・コイルは得られる。冷水では 3000となる。鋼材の焼入性との関係で得られる金属組織はマルテンサイト又はフェライト、ベイナイトを混入するマルテンサイトになる。

#### 【0050】

溶融塩の温度制御に関して、処理温度を短時間で変更する際、低温側へは比較的容易である。水冷装置の伝熱面積を大きくすればよい。しかし外部循環系の冷却能のみに頼るのは危険性がある。冷却槽内の冷媒の冷却速度は循環量/槽容量の比に依存するので大きな循環量が必要になる。冷却槽自体の適時の水冷が直接的であり、より効果的である。

#### 【0051】

他方、高温側への変更は大変である。なぜなら工程切替5分程度で溶融塩を300 上昇させるには大出力の加熱装置を必要とする。しかも使用頻度と時間は少なくあまりに非経済である。本発明では高温溶融塩を保持する蓄熱槽の付設と溶融塩の急速入れ替えによって当該問題を解決した。保温強化と小容量バーナーの運転により経済的に維持できる。

#### 【0052】

使用可能温度範囲が300~700 の一種類の塩で多様な熱処理が可能であるが、蓄熱槽の付設により2種類に分けてさらに適正化することも容易になる。

#### 【実施例】

#### 【0053】

表1に本発明の具体的設計事例と線材の処理結果を示す。表中巻取回転数はらせん状誘導

10

20

30

40

50

管回転数と同一である。得られた線材の機械的性質は本発明を模擬した実験室テストによるものである。表に示すようにコイル内の均一性は高い。

それらの実験条件は以下である。供試材は5本の直線線材サンプルを間隙を持って並べ、次ぎに同様5本を斜交させ同様に4段重ねにした束を所定温度に加熱し、熔融塩中で0.05 m/sの速度で上下移動させつつ冷却した。

【0054】

【表1】

鋼種		9254V	SWRS82B	低合金鋼
熱処理		焼鈍	パテンチング	焼入焼戻し
線材径	mm	7	11	12
圧延直後温度	°C	820	970	850
塩浴温度	°C	650	500	320
圧延速度	m/s	50	23	19
巻取回転数	rps	15.9	7.3	7.1
集積台回転数	rps	0.7	0.5	0.5
集積台位相角	°	16	25	25
リング径	mm	1000	1000	1000
偏心率		0.3	0.3	0.3
コイル外径	mm	1300	1300	1300
コイル内径	mm	700	700	700
コイル肉厚	mm	300	300	300
抗張力・平均	N/mm <sup>2</sup>	1010	1280	844
抗張力・偏差	N/mm <sup>2</sup>	5	6	10

【図面の簡単な説明】

【0055】

【図1】本発明の一実施例を示す熱間圧延線材の制御冷却の概略側面図。

【図2】垂直らせん状リングの形成方法の他の事例。

【図3】冷却槽の構造の他の事例と槽内循環流。

【図4】(a) 従来の非同心平行リング列によるコイル断面図。

(b)

本発明の偏心集積リング列によるコイル断面図。

【図5】冷媒の循環状況を説明する図。

【図6】冷媒の温度制御方法を説明する図

【符号の説明】

【0056】

1：最終圧延機      2：線材      3：ピンチ・ロール      4：レーン式巻取機      5：鉛直らせん状リング      6：水平コンベア      7：非同心水平リング列      8：冷却槽  
9：集積台      10：昇降機構      11 水平偏心回転機構      12：偏心集積リング列

10

20

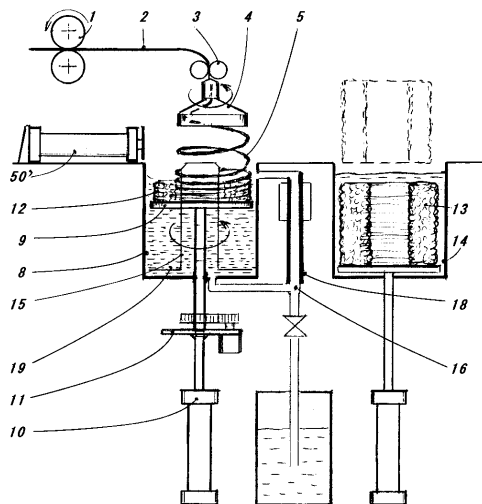
30

40

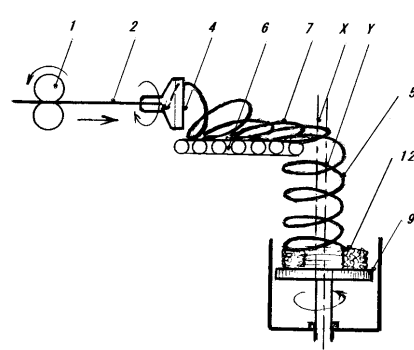
50

13 : コイル      14 : 水洗槽      15 : 内筒      16 : 外部循環系      18 冷却装置  
 置      19 : 冷媒      20 : 冷媒供給口      21 : 排出口      23 : 壁・底面案内翼  
 24, 25 : 旋回案内翼      26 : 内部循環系      31 : 集積台      32 : 回転シャフト  
 33 : 子歯車      35 : 冷却槽      36 : 外輪      37 : 子歯車      X : 鉛直らせん  
 状リング中心軸      Y : 偏心回転軸      41 : ブースター・ポンプ      42 : スプレイ冷却装置  
 44 : 加熱装置      45 : 蓄熱槽      46 : 補給槽      50 : 制御装置      5  
 0' : プッシャー      51 : 温度センサー      51' : 接触点      52 : 冷却水バルブ  
 53 : バルブスタンド

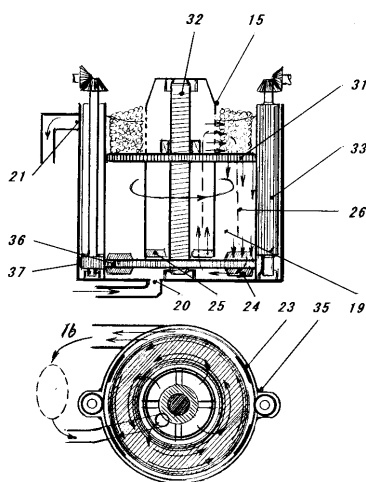
【図1】



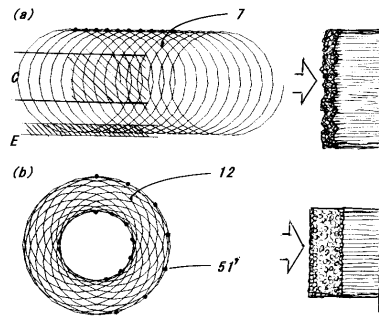
【図2】



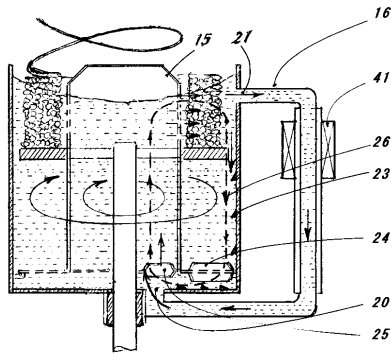
【図3】



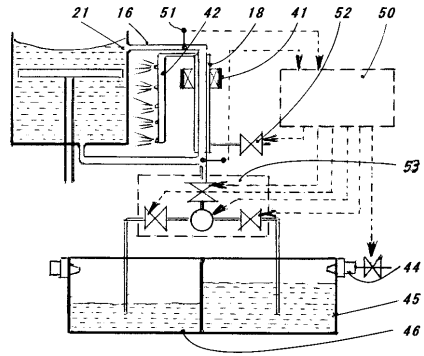
【図 4】



【図 5】



【図 6】



---

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

C 2 1 D 1 / 0 2 - 1 / 8 4

C 2 1 D 9 / 0 0 - 9 / 4 4 , 9 / 5 0

C 2 1 D 9 / 5 2 - 9 / 6 6

B 2 1 B 4 5 / 0 0 - 4 5 / 0 8