

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4622488号
(P4622488)

(45) 発行日 平成23年2月2日(2011.2.2)

(24) 登録日 平成22年11月12日(2010.11.12)

(51) Int.Cl. F I
B 2 1 C 47/02 (2006.01) B 2 1 C 47/02 E
B 2 1 C 47/34 (2006.01) B 2 1 C 47/34 B

請求項の数 4 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2004-344455 (P2004-344455)	(73) 特許権者	000001258
(22) 出願日	平成16年11月29日(2004.11.29)		J F E スチール株式会社
(65) 公開番号	特開2006-150403 (P2006-150403A)		東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
(43) 公開日	平成18年6月15日(2006.6.15)	(74) 代理人	100105968
審査請求日	平成19年10月18日(2007.10.18)		弁理士 落合 憲一郎
		(74) 代理人	100130834
			弁理士 森 和弘
		(72) 発明者	本邑 隆
			東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J
			F E スチール株式会社内
		(72) 発明者	八尋 和広
			東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J
			F E スチール株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱間圧延における金属帯の巻取方法およびそれを用いた熱延金属帯の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

熱間圧延にて、
 金属帯を仕上圧延機で圧延し、
 回転中の上下二つのピンチロール二対で挟持しつつ、マンドレルに巻き取るに際し、
 金属帯の尾端が仕上圧延機を抜けた後、
 ピンチロールを回転させる電動機を、
マンドレルに近い側のピンチロールについては、マンドレルにより巻き取られつつある
金属帯の速度と等しい周速に速度制御するとともに、
マンドレルから遠い側のピンチロールについては、マンドレルにより巻き取られつつあ
る金属帯の速度よりも遅い周速に速度制御し、
両ピンチロールを回転させる電動機の電流の実績をとらえ、それに基づいて両ピンチロ
ールとも上下二つのピンチロールのギャップを調整するよう制御する
 ことを特徴とする熱間圧延における金属帯の巻取方法。

10

【請求項2】

前記金属帯の尾端が前記仕上圧延機を抜ける前のある一定の期間、ピンチロールで前記
 金属帯に張力を作用させるようにする
 ことを特徴とする前記請求項1に記載の熱間圧延における金属帯の巻取方法。

【請求項3】

前記マンドレルから遠い側のピンチロールについて、

20

上側のロールを金属帯の搬送方向上流側にオフセットすることを特徴とする前記請求項 1 又は 2 に記載の熱間圧延における金属帯の巻取方法。

【請求項 4】

前記請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の熱間圧延における金属帯の巻取方法を用いた熱延金属帯の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、熱間圧延における金属帯の巻取方法、なかでも金属帯の尾端の巻取方法に関する。対象とする被圧延材は鋼帯を主とするが、これに限るものではなく、銅、アルミほかの材質であってもよい。

10

【0002】

ちなみに鋼帯とは、JIS G 3193などに規定される通り、厚さ 1.2 mm 以上で幅が 600 mm 以上の帯状に長い薄板状の鋼材のことを指し、平鋼よりも幅広（具体的には幅 500 mm 超）の鋼材を意味する。また、鋼帯は厚鋼板と一部製品厚、製品幅ともラップする領域があるが、鋼帯と厚鋼板とは、前者が圧延後に巻き取られるのに対し後者は巻き取られないという違いがある。

【背景技術】

【0003】

熱間圧延とは、金属材料を数百～千数百に加熱した後、熱間圧延ライン上に抽出し、一对のロールで挟圧しつつそのロールを回転させることで、薄く延ばすことをいう。図 16 は、従来から多くある熱間圧延ライン 100 の一例を示す。加熱炉 10 により数百～千数百に加熱された厚み 150～300 mm の金属材料 8 は、粗圧延機 12、仕上圧延機 18 により厚み 0.8～2.5 mm まで圧延されて金属帯（以下、被圧延材 8）状に薄く延ばされる。

20

【0004】

粗圧延機 12 は、図 16 に示す熱間圧延ライン 100 の場合、R1、R2、R3 の 3 基であるが、必ずしも基数はこれに限らない。1 基だけのものや 2 基のもののほか、最も一般的なものは 4 基のものであり、基数の多いものだと 6 基のものまでである。

【0005】

30

最も一般的な 4 基のものの場合、4 基のうち一部（多くの場合 1 機）を往復圧延するものとし、残る圧延機が一方向圧延を行う 3/4 連続と呼ばれるタイプが多い。しかし、4 機中 3 機が一方向のタイプに限らず、例えば図 16 のように 3 機中 1 機が一方向のタイプも含め、3/4 連続という。

粗圧延機 12 のすぐ上流に幅プレス 9 を設置したものもある。仕上圧延機 18 を構成する各圧延機（スタンド）の数は、図 16 に示す熱間圧延ライン 100 の場合、F1～F7 の 7 基であるが、6 基のものもある。

【0006】

これら各種基数の違いはあるが、粗圧延機 12 は、往復圧延あるいは一方向圧延あるいは両者により、一般的に合計で 6 回あるいは 7 回の粗圧延を行なって、粗圧延後の被圧延材 8 を、それにつづく仕上圧延機 18 に向け供給する。6 回あるいは 7 回というように複数回圧延することを、6 パスで圧延するとか 7 パスで圧延するとも言う。

40

【0007】

仕上圧延機 18 は、数百～千数百の高温の被圧延材 8 を複数の圧延機で同時に圧延する熱間タンデム圧延機の形式をとるが、略して単に「仕上圧延機」と称されることが多い。

ところで、熱間圧延ライン 100 には、仕上圧延機 18 の各スタンド間を除いて、その他の圧延機（スタンド）間には図示しない多数（百以上）のテーブルローラが設置されており、被圧延材 8 を搬送する。

【0008】

50

ところで、先述のように数百～千数百 に加熱された高温の被圧延材 8 には、加熱炉 10 から抽出されたとき、その表裏面に酸化物の層（以下、スケール）が生成している。この他、圧延され薄く延ばされるとともに放熱により降温していく過程でも、被圧延材 8 は高温の状態で大気に曝されるため、新たなスケールが被圧延材 8 の表裏面に生成する。このため、粗圧延機 12 の中の各圧延機の入側には、ポンプからの供給圧にして 10～30 MPa 内外の高圧水を被圧延材 8 の表裏面に吹き付けてスケールを除去するデスケリング装置 16 が設置され、スケールを除去している。

【0009】

図 16 において、14 はクランプシャーであり、仕上圧延前に被圧延材 8 の先後端のクランプ（被圧延材 8 の先後端の、いびつな平面形状の部分）を切断除去し、仕上圧延機 18 にスムーズに噛み込みやすい略矩形の平面形状に整形する。

10

【0010】

22 は冷却ゾーンであり、仕上圧延後の被圧延材 8 を水冷する。23 は冷却ゾーンのテーブルローラ群であり、ランナウトテーブルと呼ばれる。24 はコイラーであり、冷却後の被圧延材 8 を巻き取る。

【0011】

50 は制御装置、70 はプロセスコンピュータ、90 はビジネスコンピュータである。

【0012】

15 は仕上入側温度計であり、仕上圧延前の被圧延材 8 の温度を測定し、仕上圧延機 18 に被圧延材 8 が噛み込む際の、ロール間隙その他の各種の設定（セットアップ）を、プロセスコンピュータ 70 内での計算により設定値の決定を行なった結果に基づいて行なうための、その計算の起動の役割と、温度データの制御装置 50 とプロセスコンピュータ 70 への提供の役割と、を兼ねて果たす。

20

【0013】

21 は仕上出側温度計を示し、温度データを制御装置 50 とプロセスコンピュータ 70 に提供する役割を果たす。

【0014】

25 はコイラー入側温度計を示し、温度データを制御装置 50 とプロセスコンピュータ 70 に提供する役割を果たす。

【0015】

このような熱間圧延ライン 100 では、被圧延材 8 が一本圧延されてはまた次の被圧延材 8 が圧延され、という具合に仕上圧延機 18 での圧延が行われるが、このように一本一本断続的に仕上圧延することを、特に、バッチ圧延と呼ぶこともある。

30

【0016】

ところで、熱間圧延では、仕上圧延後の被圧延材 8 が蛇行した場合、図 17 に示すように、コイラー 24 でコイル状に巻かれた被圧延材 8 の端面が揃わなくなる、いわゆるテレスコが発生し、その後の被圧延材 8 の搬送に支障が出るほか、何よりも、アップエンドといって、コイル状に巻かれた被圧延材 8 を横に倒した場合に端面から飛び出している被圧延材部分が曲げられて折れてしまう品質不良につながり、そのままでは顧客に納品できなくなるという支障が出る。

40

【0017】

また、仕上圧延後の被圧延材 8 の蛇行の程度がひどくなると、図 18 に示すように、被圧延材 8 の尾端がサイドガイド 24 a との接触によって擦れ、ひどい場合には折れ曲がったりする、絞りと呼ばれる品質不良につながり、耳欠などになって、そのままでは顧客に納品できなくなるという支障が出る。ちなみに、図 18 中、24 b は上下ロールで被圧延材 8 を挟持するピンチロール、24 c はコイラー 24 の回転心棒にあたるマンドレルであり、24 d は被圧延材 8 の先端がマンドレル 24 c に巻き付く動作を行うためのラッパーロールである。

【0018】

テレスコや絞りの発生を抑制するため、従来から様々な提案がなされてきている。

50

例えば、特許文献 1 や特許文献 2 では、被圧延材 8 の尾端が仕上圧延機 1 8 を抜ける直前から又は抜け出してから巻取完了までの間、マンドレル 2 4 c を速度制御し、ピンチロール 2 4 b を張力制御することで、仕上圧延機 1 8 を抜けたときの被圧延材 8 の尾端が過張力で跳ね上がったたり、張力が失われて逆にだぶったりするのを抑制し、コイル巻姿の乱れ（テレスコ）やサイドガイド 2 4 a との干渉（絞）の発生を抑制することが提案されている。

【 0 0 1 9 】

特許文献 3 では、図 1 9 に示すように、ピンチロール 2 4 b を 2 つ設置し、第 1 のピンチロール 2 4 b 1 と第 2 のピンチロール 2 4 b 2 の両者にて、大きな合計張力を被圧延材 8 に作用させ、センタリングすることで、絞りの発生を抑制し、だぶり込みによる 2 枚折れの発生を抑制することが提案されている。

10

【 0 0 2 0 】

特許文献 4 では、第 1 のピンチロール 2 4 b 1 と第 2 のピンチロール 2 4 b 2 を速度制御するとともに両者で分担して張力を被圧延材 8 に作用させるようにすることが記載されている。速度（周速）の指令値を、わずかずつ、マンドレル > 第 2 のピンチロール > 第 1 のピンチロール、とすることで、張力を、マンドレル 2 4 c と第 2 のピンチロール 2 4 b 2 間、第 2 のピンチロール 2 4 b 2 と第 1 のピンチロール 2 4 b 1 間、にそれぞれ確保するようにする。被圧延材 8 の搬送速度と第 1、第 2 のピンチロールの速度の実績値はわずかずつずれるため、微小ながらスリップすることになる。このようなスリップは微小であれば問題はなく、むしろテレスコ発生抑制上は好ましい。過多になると被圧延材 8 に摺り疵などの表面欠陥が発生するので調整が必要になる。

20

【 0 0 2 1 】

特許文献 5 では、被圧延材 8 の尾端が仕上圧延機 1 8 を抜ける前のある一定の期間、第 1 のピンチロール 2 4 b 1 と第 2 のピンチロール 2 4 b 2 で張力を被圧延材 8 に作用させるようにすること（いわゆる負荷移行制御）が記載されている。（従来は、抜ける直前から又は抜け出してからであり、それ以前は、ピンチロールを空転させるのに最低限必要な図示しないピンチロール用ベアリングなどの機械的な摩擦（いわゆるメカロス）に相当するトルク分を補償的にピンチロールを回転させる電動機から出力するようにしている。）

張力を増減調整するためには、圧下力を増減調整するようにすることが、例えば特許文献 3 などに記載されており、あるいはさらに、被圧延材 8 の搬送速度 V_f に比べてピンチロールの周速 V_r を抑えるように速度制御する（但し、スリップ率 $R = (V_f - V_r) / V_f$ を 3 ~ 6 % に収める）ことが、例えば特許文献 6 などに記載されている。

30

【 0 0 2 2 】

なお、補足して言うと、特許文献 3 と特許文献 7 には、先述の第 1 のピンチロールについて、上下二つのロールのうち上側のロールを金属帯の搬送方向上流側にオフセットする、すなわち、中心をずらすようにすることで、被圧延材 8 の蛇行を抑制し、ピンチロールに二枚折れとなって噛み込むのを抑制できることが記載されている。

【 0 0 2 3 】

コイラー 2 4 は複数台あるのが普通であるため、先述の第 1 のピンチロールを No. 0 ピンチロール、第 2 のピンチロールを No. 1 (n) ピンチロール、2 台目以降のコイラーのピンチロールを No. n ピンチロールと、以下、改称することにする。

40

【 0 0 2 4 】

制御のしくみについて次に述べると、従来は、例えば図 2 0 に示すごとく、プロセスコンピュータ 7 0 内に巻取速度指令値（被圧延材 8 の搬送速度として、この値が指令値になる）を有しているとともに、同プロセスコンピュータ 7 0 内ではラグ率の指令値をも別途有していて、No. 0 ピンチロールには巻取速度指令値に対し、 $(1 - \text{ラグ率})$ 倍の速度指令値を、そして、No. n ピンチロールには巻取速度指令値の 1 倍の速度指令値を、それぞれ制御装置 5 0 を介して与え、No. 0 ピンチロール、No. n (n - 1) ピンチロールともプロセスコンピュータ 7 0 内に圧下力指令値を有していて、これを調整することで図 2 0 中の張力 T_{0PR} 、張力 T_{nPR} を各調整し、コイル状に巻かれつつある被圧延材 8 と

50

No. n ピンチロールとの間の張力 T_{MD} は、マンドレル 24c を回転させる図示しない電動機の電流を調整することで出力トルクを調整する、などして制御するようにしていた。

【0025】

張力を調整するのに圧下力を調整する理由は簡単であり、上記の例のように、被圧延材 8 の搬送速度とピンチロールの速度がラグ率分ずれている No. 0 ピンチロールの場合は動摩擦の、そして、被圧延材 8 の搬送速度とピンチロールの速度が揃速している No. n (n - 1) ピンチロールの場合は静止摩擦の状態に、それぞれなっているから、各抗力に相当する圧下力を調整することで、摩擦力に相当する張力を結果的に制御しているのである。

【0026】

図 21 にこれらの関係を模式的に示す。先述の特許文献 4 の例のように、被圧延材 8 の搬送速度に対し、第 1、第 2 のピンチロールの速度の実績値がともにわずかずつずれることもあり得るから、一概に No. 0 ピンチロールが動摩擦のピンチロールで、No. n (n - 1) ピンチロールが静止摩擦のピンチロールの場合に限るものではないが、動摩擦のピンチロールの場合は、動摩擦係数 μ' が、静止摩擦のピンチロールの場合は、静止摩擦係数 μ が、未知の比例係数として何らかの値をもって存在しており、それら比例係数と各圧下力を掛け算した値が結果的に張力ということになる。

【0027】

このため、ピンチロールを回転させる電動機のトルクの実績（換算すると電流）とピンチロールの圧下力の実績を測定することにより、未知の比例係数である動摩擦係数 μ' や静止摩擦係数 μ を知ることができる。

【特許文献 1】特開昭 59 - 064115 号公報

【特許文献 2】特開平 07 - 075824 号公報

【特許文献 3】特許 3313507 号公報

【特許文献 4】特許 2860044 号公報

【特許文献 5】特許 2860045 号公報

【特許文献 6】特許 3438393 号公報

【特許文献 7】特許 2828194 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0028】

しかし、現在でもなお、テレスコや絞りは依然として発生しつづけている状況にある。

【課題を解決するための手段】

【0029】

本発明は、上述のような従来技術の問題を解決するべくなされたものである。

【0030】

すなわち、本発明は、

(1) 熱間圧延にて、金属帯を仕上圧延機で圧延し、回転中の上下二つのピンチロール二対で挟持しつつ、マンドレルに巻き取るに際し、金属帯の尾端が仕上圧延機を抜けた後、ピンチロールを回転させる電動機を、マンドレルに近い側のピンチロールについては、マンドレルにより巻き取られつつある金属帯の速度と等しい周速に速度制御するとともに、マンドレルから遠い側のピンチロールについては、マンドレルにより巻き取られつつある金属帯の速度よりも遅い周速に速度制御し、両ピンチロールを回転させる電動機の電流の実績をとらえ、それに基づいて両ピンチロールとも上下二つのピンチロールのギャップを調整するよう制御することを特徴とする熱間圧延における金属帯の巻取方法である。

【0033】

そして、本発明は、

(2) 前記金属帯の尾端が前記仕上圧延機を抜ける前のある一定の期間、ピンチロールで前記金属帯に張力を作用させるようにすることを特徴とする前記(1)に記載の熱間圧延における金属帯の巻取方法である。

10

20

30

40

50

【0034】

あるいは、さらに、本発明は、
(3)前記マンドレルから遠い側のピンチロールについて、上側のロールを金属帯の搬送方向上流側にオフセットすることを特徴とする前記(1)又は(2)に記載の熱間圧延における金属帯の巻取方法である。

【0035】

最後に、本発明は、
(4)前記(1)ないし(3)のいずれかに記載の熱間圧延における金属帯の巻取方法を用いた熱延金属帯の製造方法である。

【発明の効果】

10

【0036】

本発明によれば、テレスコや絞りの発生を抑制することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0037】

発明者らは、なぜ被圧延材の蛇行がおさまらず、テレスコや絞りが依然として発生しつづけるのか、その原因を鋭意研究した。その結果、次に述べるように、前提としていた仮定が実は正しくなかったことがわかり、その結果、上記本発明に想到したものである。

【0038】

その仮定とは、(i)動摩擦の比例係数 μ' は一定しているという仮定、(ii)ラグ率を変化させると動摩擦の比例係数 μ' は線形に変化するという仮定の二つである。

20

【0039】

図1は、ピンチロールを研磨したてのものに交換してからの経過日数により、動摩擦の比例係数 μ' がどのようになるかを示した図である。動摩擦の比例係数 μ' は、No.0ピンチロールを回転させる電動機の電流の実績から換算されるトルクを同ピンチロールの半径で除したものを張力の実績とし、それをそのときの同ピンチロールの圧下力の実績で除した値である。

【0040】

図1を見てもわかる通り、同ピンチロールを交換してから14日後には、動摩擦の比例係数 μ' は0.2ないし0.3程度の経験的にそのくらいであるとされている値になるものの、交換日にはその数倍の高い値を示すこともあることがわかる。そのような高い値を示すときにテレスコが発生していることもわかる。これらのことより、動摩擦の比例係数 μ' は一定しているという仮定は誤りであったことがわかる。

30

【0041】

図2は、ラグ率を種々変化させたときに、動摩擦の比例係数 μ' はどのように変化するかを示した図である。動摩擦の比例係数 μ' は、No.0ピンチロールを回転させる電動機の電流の実績から換算されるトルクを同ピンチロールの半径で除したものを張力の実績とし、それをそのときの同ピンチロールの圧下力の実績で除した値である点は同様である。ラグ率は、先述のスリップ率と同じものを意味し、被圧延材8の搬送速度を V_f 、ピンチロールの周速を V_r とした場合に、ラグ率 $R = (V_f - V_r) / V_f$ である。

【0042】

40

図2を見てもわかる通り、ラグ率がゼロに近い領域では、動摩擦の比例係数 μ' が高い値を示し、経験的に静止摩擦の比例係数の領域に入る0.4程度になっていることがわかる。このことより、ラグ率を変化させると動摩擦の比例係数 μ' は線形に変化するという仮定は誤りであったことがわかる。

【0043】

さらに、以上の図1や図2の結果から、次のように言える。

【0044】

すなわち、ラグ率として一般的な値である3~6%の領域で、動摩擦の比例係数 μ' は線形に変化するのではなく、むしろ、ラグ率が同じ値をとったとしても動摩擦の比例係数 μ' は静止摩擦の比例係数の領域に入る0.4程度の値をとったり、動摩擦の比例係数の

50

領域に入る 0.2 ないし 0.3 程度の値をとったり、どちらの場合もあって、安定しない、ということの意味している。

【0045】

このことは、図3(a)に平面図的に示すように、動摩擦の状態に制御し、センタリングすることを意図していたにもかかわらず、時として、はからずも静止摩擦の状態になってしまう場合(スティッキング)があることを意味し、そうすると、図3(b)に平面図的に示すように、ひとたび被圧延材8が蛇行すると、センタリングされなくなって、蛇行したまま巻き取られ終わって、テレスコが発生しやすくなるもの、と推定される。そして、静止摩擦の状態でも、とくにピンチロールを研磨したてのものに交換したての時期に、とくに静止摩擦の比例係数が大きいいため、いっそうテレスコが発生しやすくなるもの、と推定される。

10

【0046】

この点、本発明では、ピンチロールを回転させる電動機を、マンドレルにより巻き取られつつある金属帯の搬送速度よりも遅い周速に速度制御するとともに、ピンチロールを回転させる電動機の電流の実績をとらえ、それに基づいて上下二つのピンチロールのギャップを調整するよう制御する。

【0047】

金属帯の搬送速度よりも遅い周速に速度制御するピンチロールとは、ピンチロール一対でその被圧延材を挟持している場合はそのピンチロールを指し、ピンチロール二対でその被圧延材を挟持している場合はマンドレルから遠い側のNo.0ピンチロールと、あるいはさらに、被圧延材を巻き取りつつあるコイラーに付属するピンチロール(No.n)を指す。(遅い周速の程度としては、ラグ率にして1~6%が好ましく、2~3%とするのがさらに好ましい。)

20

ピンチロールを回転させる電動機の電流の実績が大きければ、被圧延材に張力を付与するのに大きなトルクを要しているということだから、静止摩擦の状態になってしまっている(スティッキング)おそれが強いため、上下二つのピンチロールのギャップを開く側に調整することで、動摩擦の状態に移行させることを目指すようにする。

【0048】

ピンチロールを回転させる電動機の電流の実績が小さければ、被圧延材に張力を付与するのに小さなトルクしか要していないということだから、動摩擦の状態になっているため、問題はない。ただ、どんどんトルクが小さくなっていくと、それはやがて被圧延材をセンタリングする作用が小さくなっていくことを意味するから、過度にトルクが小さくならないよう、上下二つのピンチロールのギャップを閉じる側に調整することで、被圧延材をセンタリングする作用の確保を目指すようにする。

30

【0049】

本発明の熱間圧延における金属帯の巻取方法について、以下に説明する。

【0050】

本発明を適用すべき熱間圧延ラインは、先述の図16に示したもののほか、冒頭で述べた各種のタイプのものに適用できる。コイラー24のピンチロールは、参考形態1では被圧延材8を巻き取るコイラー24に付属のもの一対だけのものも示すが、本実施形態では、そのコイラー24のマンドレル24cから遠い側、そのコイラー24に付属のピンチロール24b2よりも金属帯(被圧延材8)の搬送方向上流側にもう一対、合計二対ある。

40

【0051】

一対の場合を参考形態1とし、二対の場合であって、No.0ピンチロール24b1の側にだけ本発明を適用した場合を実施形態とし、二対の場合であって、No.0ピンチロール24b1とNo.nピンチロール24b2の両方に本発明を適用した場合を参考形態2として以下説明する。

【0052】

(参考形態1)

ピンチロール24b一対の場合である。

50

【 0 0 5 3 】

本発明は、被圧延材 8 の尾端の巻取方法に特徴があるが、被圧延材 8 の全長の巻取方法について説明する必要があるため、まず、先端の巻取方法から説明する。被圧延材 8 の先端がコイラー 2 4 に接近してくる際、図 4 に示すように、No. n ピンチロール 2 4 b の上ロールは下降し、被圧延材 8 の先端の厚みに実質的に等しいギャップを形成した状態で、被圧延材 8 の先端が通過する際の搬送速度がそれよりも 5 ないし 3 0 % 速い周速で回転させつつ待機させるように制御する。このような待機状態で、No. n ピンチロール 2 4 b を被圧延材 8 の先端が通過する際の搬送速度よりも速い周速で回転させることを、リード率をもって回転させると称することがあるが、このようにリード率をもって No. n ピンチロール 2 4 b を回転させる理由は、被圧延材 8 の先端がだぶって接近してきたときに、No. n ピンチロール 2 4 b に噛み込むと引っ張られることで、そのだぶりが解消するのが期待できるからである。

10

【 0 0 5 4 】

被圧延材 8 の先端が No. n ピンチロール 2 4 b に噛み込むと、ほどなく同先端は、同じくリード率をもって回転させられていたマンドレル 2 4 c とラッパーロール 2 4 d との間に噛み込み、挟持され、引っ張られつつ送り込まれ、マンドレル 2 4 c に巻き付けられる。

【 0 0 5 5 】

No. n ピンチロール 2 4 b もマンドレル 2 4 c もラッパーロール 2 4 d も、被圧延材 8 の先端がマンドレル 2 4 c に巻き付けられたと判定したタイミング（被圧延材 8 の先端がマンドレルに接触した時点から、数巻巻き付いたと判定された時点までのある時点に適宜調整しうる）にて、リード率分が解消され、No. n ピンチロール 2 4 b もマンドレル 2 4 c もラッパーロール 2 4 d も、被圧延材 8 の先端の搬送速度と揃速するよう速度制御される。そして、ラッパーロール 2 4 d は開放され、被圧延材 8 から離れる。

20

【 0 0 5 6 】

この状態以降、被圧延材 8 の尾端が仕上圧延機 1 8 の最終スタンドをオフするまでの間（但し、後述の負荷移行制御を行う場合は負荷移行スタンドをオフするまでの間）、図 5 に示すように、No. n ピンチロール 2 4 b を空転させるのに最低限必要な図示しない No. n ピンチロール用ベアリングなどの機械的な摩擦（いわゆるメカロス）に相当するトルク分を、補償的に、No. n ピンチロール 2 4 b を回転させる電動機から出力するように制御する。

30

【 0 0 5 7 】

被圧延材 8 の尾端が仕上圧延機 1 8 の最終スタンドをオフするタイミング以降、いよいよ本発明の熱間圧延における金属帯（被圧延材 8 ）の巻取方法の適用となるが、それについて以下に説明する。

【 0 0 5 8 】

図 6 にピンチロールが一对の場合についての制御のブロック線図を示す。コイラーに巻取速度指令値が送られる形で被圧延材の搬送速度が制御される。マンドレルにどんどん被圧延材 8 が巻き取られていくと、次第に巻き太って径大になるから、同じ回転数であっても巻取速度が大きくなる。詳説しないロジックにより、その分に見合うようにマンドレルの回転数を小さくするよう巻き太り分見合い調整した上で速度制御される。

40

【 0 0 5 9 】

No. n ピンチロール 2 4 b は、巻取速度指令値にラグ率を掛け算した、マンドレル 2 4 c により巻き取られつつある金属帯（被圧延材 8 ）の搬送速度よりも遅い速度指令値に速度制御される。

【 0 0 6 0 】

このとき、No. n ピンチロール 2 4 b を回転させる電動機 M の電流の実績をとらえ、それを詳説しないロジックにより、No. n ピンチロール 2 4 b から被圧延材 8 に付与されるトルクに一旦換算し、それを No. n ピンチロール 2 4 b の半径で除して、No. n ピンチロール 2 4 b から被圧延材 8 に付与される張力に換算する。それを張力指令値 $TnPR$

50

refと比較し、その差に適宜なゲインを掛け算し、差がプラスであれば上下ピンチロールのギャップを開く側に、差がマイナスであれば上下ピンチロールのギャップを閉じる側に、それぞれ比例制御(P)する。積分制御(I)を適宜併用してもよい。ギャップを制御することで、静止摩擦の状態になってしまう(スティッキング)のが抑制される。さらに、張力実績TnPRが張力指令値TnPRrefで一定になるのを目標に制御されるので、動摩擦の状態に確実に制御され、結果的に、被圧延材8をセンタリングする作用が維持される。このとき、No. nピンチロール24bとマンドレル24cの間に作用する張力TMDは、結果的に、張力実績TnPRに等しくなる。

【0061】

なお、No. nピンチロール24bを回転させる電動機Mの電流の実績をとらえるに際しては、上下ピンチロールを回転させる電動機Mの電流の合計をとらえるようにする方法のほか、上下どちらかのピンチロールを回転させる電動機Mの電流を二倍にするなど、その他の方法によってもよい。

10

【0062】

(実施形態)

No. 0ピンチロール24b1の側にだけ本発明を適用した場合である。

【0063】

まず、先端の巻取方法から説明する。被圧延材8の先端がコイラー24に接近してくる際、図7に示すように、No. 0ピンチロール24b1は開放した状態とし、そしてNo. nピンチロール24b2の上ロールは下降した状態とするとともに、No. nピンチロール24b2の上ロールは被圧延材8の先端が通過する際の搬送速度かそれよりも5ないし30%のリード率分速い周速で回転させつつ待機するようにする。

20

【0064】

被圧延材8の先端がNo. nピンチロール24b2に噛み込むと、ほどなく同先端は、同じくリード率をもって回転させられていたマンドレル24cとラッパーロール24dとの間に噛み込み、挟持され、引っ張られつつ送り込まれ、マンドレル24cに巻き付けられる。

【0065】

No. nピンチロール24b2もマンドレル24cもラッパーロール24dも、被圧延材8の先端がマンドレル24cに巻き付けられたと判定したタイミング(被圧延材8の先端がマンドレルに接触した時点から、数巻巻き付いたと判定された時点までのある時点に適宜調整しうる)にて、リード率分が解消され、No. nピンチロール24b2もマンドレル24cもラッパーロール24dも、被圧延材8の先端の搬送速度と揃速するよう速度制御される。そして、ラッパーロール24dが開放されて被圧延材8から離れ、No. 0ピンチロール24b1が被圧延材8の先端の搬送速度と揃速するよう速度制御された状態で下降するよう制御される。

30

【0066】

この状態以降、被圧延材8の尾端が仕上圧延機18の最終スタンドをオフするまでの間(但し、後述の負荷移行制御を行う場合は負荷移行スタンドをオフするまでの間)、図8に示すように、No. 0ピンチロール24b1、No. nピンチロール24b2を空転させるのに最低限必要な図示しないNo. nピンチロール用ベアリングなどの機械的な摩擦(いわゆるメカロス)に相当するトルク分を、補償的に、No. nピンチロール24b2を回転させる電動機から出力するように制御する。

40

【0067】

被圧延材8の尾端が仕上圧延機18の最終スタンドをオフするタイミング以降、いよいよ本発明の熱間圧延における金属帯(被圧延材8)の巻取方法の適用となるが、それについて以下に説明する。

【0068】

図9にピンチロールが二対の場合であって、No. 0ピンチロール24b1の側にだけ本発明を適用した場合の制御のブロック線図を示す。

50

【 0 0 6 9 】

コイラー 2 4 に巻取速度指令値が送られる形で被圧延材 8 の搬送速度が制御される。マンドレル 2 4 c にどんどん被圧延材 8 が巻き取られていくと、次第に巻き太って径大になるから、同じ回転数であっても巻取速度が大きくなるため、詳説しないロジックにより、その分に見合うようにマンドレル 2 4 c の回転数を小さくするよう巻き太り分見合い調整した上で速度制御される点は、参考形態 1と同様である。

【 0 0 7 0 】

No . n ピンチロール 2 4 b 2 は、巻取速度指令値に等しい速度指令値に速度制御される。

No . 0 ピンチロール 2 4 b 1 は、巻取速度指令値にラグ率を掛け算した、マンドレル 2 4 c により巻き取られつつある金属帯（被圧延材 8）の搬送速度よりも遅い速度指令値に速度制御される。

【 0 0 7 1 】

このとき、No . n ピンチロール 2 4 b 2、No . 0 ピンチロール 2 4 b 1 を回転させる電動機 M n、M 0 の電流の実績をそれぞれとらえ、それを詳説しないロジックにより、No . n ピンチロール 2 4 b 2、No . 0 ピンチロール 2 4 b 1 から被圧延材 8 に付与されるトルクに一旦換算し、それを各ピンチロールの半径で除して、No . n ピンチロール 2 4 b 2、No . 0 ピンチロール 2 4 b 1 から被圧延材 8 に付与される張力にそれぞれ換算する。それを張力指令値 TnPRref、TOPRref と比較し、その差に適宜なゲインを掛け算し、差がプラスであれば上下ピンチロールのギャップを開く側に、差がマイナスであれば上下ピンチロールのギャップを閉じる側に、それぞれ比例制御（P）する。積分制御（I）を適宜併用してもよい。ギャップを制御することで、静止摩擦の状態になってしまう（ステイキング）のが抑制される。さらに、張力実績 TnPR、TOPR、が張力指令値 TnPRref、TOPRref で一定になるのを目標にそれぞれ制御されるので、動摩擦の状態に確実に制御され、結果的に、被圧延材 8 をセンタリングする作用が維持される。このとき、No . n ピンチロール 2 4 b 2 とマンドレル 2 4 c の間に作用する張力 TMD は、結果的に、張力実績 TnPR と張力実績 TOPR の合計に等しくなる。

【 0 0 7 2 】

なお、No . n ピンチロール 2 4 b 2、No . 0 ピンチロール 2 4 b 1 を回転させる電動機 M n、M 0 の電流の実績をとらえるに際しては、上下ピンチロールを回転させる電動機 M n、M 0 の電流の各合計をとらえるようにする方法のほか、上下どちらかのピンチロールを回転させる電動機 M n、M 0 の電流を各二倍にするなど、その他の方法によってもよい。

【 0 0 7 3 】

また、No . n ピンチロールと No . 0 ピンチロールとで、張力 TnPR、TOPR は必ずしも一対一で分担する必要はなく、適宜な負荷配分に調整してよい。発明者らの研究によれば、TnPR : TOPR で、9 : 1 ~ 1 : 1 程度の範囲に収めるようにするのが好ましい。

【 0 0 7 4 】

なお、本実施形態では、マンドレル 2 4 c を巻き太り分見合い調整した上で速度制御することに代えて、張力制御することによっても同様の効果を得られる。その場合は、巻取速度指令値に代えて、No . 0 と No . n 両ピンチロールの張力指令値を合計した値になることを目指して、巻取り分見合いの半径を掛け算したトルクを図示しないマンドレルを回転させる電動機から出力するよう電流を制御する。なお、一般的にその張力指令値は 0 . 1 M P a ~ 1 0 0 M P a の範囲の値をとる。

【 0 0 7 5 】

（参考形態 2）

No . 0 ピンチロール 2 4 b 1 と No . n ピンチロール 2 4 b 2 の両方に本発明を適用した場合である。

【 0 0 7 6 】

被圧延材 8 の尾端が仕上圧延機 1 8 の最終スタンドをオフするタイミングまでは実施形

10

20

30

40

50

態と同様である。そのタイミング以降、いよいよ本発明の熱間圧延における金属帯（被圧延材 8）の巻取方法の適用となるが、それについて以下に説明する。

【0077】

図 10 にピンチロールが二対の場合であって、No. 0 ピンチロール 24b2 と No. n ピンチロール 24b1 の両方に本発明を適用した場合の制御のブロック線図を示す。

【0078】

コイラー 24 に巻取速度指令値が送られる形で被圧延材 8 の搬送速度が制御される。マンドレル 24c にどんどん被圧延材 8 が巻き取られていくと、次第に巻き太って径大になるから、同じ回転数であっても巻取速度が大きくなるため、詳説しないロジックにより、その分に見合うようにマンドレル 24c の回転数を小さくするよう巻き太り分見合い調整した上で速度制御される点は、参考形態 1 と同様である。

【0079】

No. n ピンチロール 24b2 は、巻取速度指令値にラグ率 n を掛け算した、マンドレル 24c により巻き取られつつある金属帯（被圧延材 8）の搬送速度よりも遅い速度指令値に速度制御される。

【0080】

No. 0 ピンチロール 24b1 も、巻取速度指令値にラグ率 0（値がゼロという意味ではない）を掛け算した、マンドレル 24c により巻き取られつつある金属帯（被圧延材 8）の搬送速度よりも遅い速度指令値に速度制御される。

【0081】

このとき、No. n ピンチロール 24b2、No. 0 ピンチロール 24b1 を回転させる電動機 Mn、M0 の電流の実績をそれぞれとらえ、それを詳説しないロジックにより、No. n ピンチロール 24b2、No. 0 ピンチロール 24b1 から被圧延材 8 に付与されるトルクに一旦換算し、それを各ピンチロールの半径で除して、No. n ピンチロール 24b2、No. 0 ピンチロール 24b1 から被圧延材 8 に付与される張力にそれぞれ換算する。それを張力指令値 TnPRref、TOPRref と比較し、その差に適宜なゲインを掛け算し、差がプラスであれば上下ピンチロールのギャップを開く側に、差がマイナスであれば上下ピンチロールのギャップを閉じる側に、それぞれ比例制御（P）する。積分制御（I）を適宜併用してもよい。ギャップを制御することで、静止摩擦の状態になってしまう（ステイキング）のが抑制される。さらに、張力実績 TnPR、TOPR、が張力指令値 TnPRref、TOPRref で一定になるのを目標にそれぞれ制御されるので、動摩擦の状態に確実に制御され、結果的に、被圧延材 8 をセンタリングする作用が維持される。このとき、No. n ピンチロール 24b2 とマンドレル 24c の間に作用する張力 TMD は、結果的に、張力実績 TnPR と張力実績 TOPR の合計に等しくなる。

【0082】

なお、No. n ピンチロール 24b2、No. 0 ピンチロール 24b1 を回転させる電動機 Mn、M0 の電流の実績をとらえるに際しては、上下ピンチロールを回転させる電動機 Mn、M0 の電流の各合計をとらえるようにする方法のほか、上下どちらかのピンチロールを回転させる電動機 Mn、M0 の電流を各二倍にするなど、その他の方法によってもよい。

【0083】

また、No. n ピンチロールと No. 0 ピンチロールとで、張力 TnPR、TOPR は必ずしも一対一分担する必要はなく、適宜な負荷配分に調整してよい。発明者らの研究によれば、TnPR : TOPR で、9 : 1 ~ 1 : 1 程度の範囲に収めるようにするのが好ましい。

【0084】

参考形態 2 の場合の効果を図 11 に示す。テレスコの発生が抑制されていることがわかる。

【0085】

（好ましい本発明の実施の形態）

上記各実施形態について共通して言えることであるが、被圧延材 8 の尾端が仕上圧延機

10

20

30

40

50

18を抜ける前のある一定の期間、ピンチロール24b、あるいは、第1のピンチロール24b1と第2のピンチロール24b2の少なくとも一方で張力を被圧延材8に作用させるようにする、いわゆる負荷移行制御を行うようにするのも好ましい。

【0086】

すなわち、図12を用いて、上記参考形態2の場合で説明するが、本発明を適用するよりも時間的に前の、まだ被圧延材8の尾端が仕上圧延機内にある時期の、例えば、F4などの中間スタンドを同尾端がオフした時点で、それまで各ピンチロールを空転させるのに最低限必要な図示しないピンチロール用ベアリングなどの機械的な摩擦（いわゆるメカロス）に相当するトルク分を補償的にピンチロールを回転させる電動機から出力するようにしていた状態から、最終スタンドF7を同尾端がオフすると予測される時点にて、そのときに予定している各張力指令値 $TnPRref$ 、 $TOPRref$ にちょうどなることを目標に、いわばテーパ状にNo. nピンチロール24b2とNo. 0ピンチロール24b1から被圧延材8に付与する張力を変化させるようにする。

10

【0087】

さらに、No. 0ピンチロール24b1については、図13(a)に示すように、上下二つのロールのうち上側のロールを金属帯（被圧延材8）の搬送方向上流側にオフセットする、すなわち、中心をずらすようにすることで、被圧延材8の蛇行を抑制し、ピンチロールに二枚折れとなって噛み込むのを抑制できるほか、テレスコや絞りの発生を抑制することができる。No. nピンチロール24b2の場合、図13(b)に示すように、コイラーに向かわせるため、下流側にオフセットしているのと対照的である。

20

【0088】

以上の通りであるが、上記した実施形態は一部にすぎず、本発明の実施形態はこれに限るものではない。すなわち、各種の変更を加えることができる。例えば、被圧延材は鋼に限らず、あらゆる種類の金属を対象とすることができるし、制御は上記に登場する各方式によるものでなくても、その他のものによっても良い。また最後に、本発明は、図16に示すような熱間圧延ライン100の他、図14に示すような、連続鋳造ライン26と直結した熱間圧延ライン200や図15に示すようなステッセルミル300等の熱間圧延ラインに適用してももちろんよい。

【0089】

なお、本発明の熱延金属帯の製造方法であるが、溶製した金属を連続鋳造法や造塊法によりスラブ状の金属塊としたのち、該金属塊を図16に示すような熱間圧延ライン100他の各種の熱間圧延ラインで加熱、圧延、巻取するに際し、以上述べた本発明の巻取方法により巻き取るようにすることでこれを実現するものである。

30

【図面の簡単な説明】

【0090】

【図1】従来技術の問題の原因を説明するための図である。

【図2】従来技術の問題の原因を説明するための図である。

【図3】本発明の作用を説明するための図である。

【図4】本発明の参考形態1を説明するための図である。

【図5】本発明の参考形態1を説明するための図である。

40

【図6】本発明の参考形態1を説明するための図である。

【図7】本発明の実施形態を説明するための図である。

【図8】本発明の実施形態を説明するための図である。

【図9】本発明の実施形態を説明するための図である。

【図10】本発明の参考形態2を説明するための図である。

【図11】本発明の効果を説明するための図である。

【図12】好ましい本発明の実施の形態を説明するための図である。

【図13】好ましい本発明の実施の形態を説明するための図である。

【図14】本発明を適用する別の熱間圧延ラインの一例を示す図である。

【図15】本発明を適用するさらに別の熱間圧延ラインの一例を示す図である。

50

【図 16】従来からある熱間圧延ラインの一例を示す図である。

【図 17】従来技術の問題を説明するための図である。

【図 18】従来技術の問題を説明するための図である。

【図 19】従来技術を説明するための図である。

【図 20】従来技術を説明するための図である。

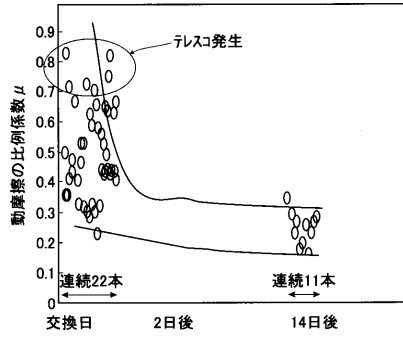
【図 21】従来技術を説明するための図である。

【符号の説明】

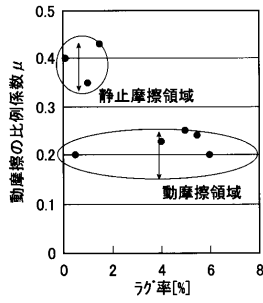
【0091】

8	被圧延材	
9	幅プレス	10
10	加熱炉	
12、	R1、R2、R3	粗圧延機
14	クランプシャー	
15	仕上入側温度計	
16	デスクーリング装置	
18、	F1、F2・・・F7	仕上圧延機
13、	19	ロール
21	仕上出側温度計	
22	冷却ゾーン	
23	ランナウトテーブル	20
24	コイラー	
24a、	24a1、24a2	サイドガイド
24b、	24b1、24b2	ピンチロール
24c	マンドレル	
24d	ラッパーロール	
25	コイラー入側温度計	
26	連続鋳造ライン	
50	制御装置	
70	プロセスコンピュータ	
90	ビジネスコンピュータ	30
100、	200、300	熱間圧延ライン

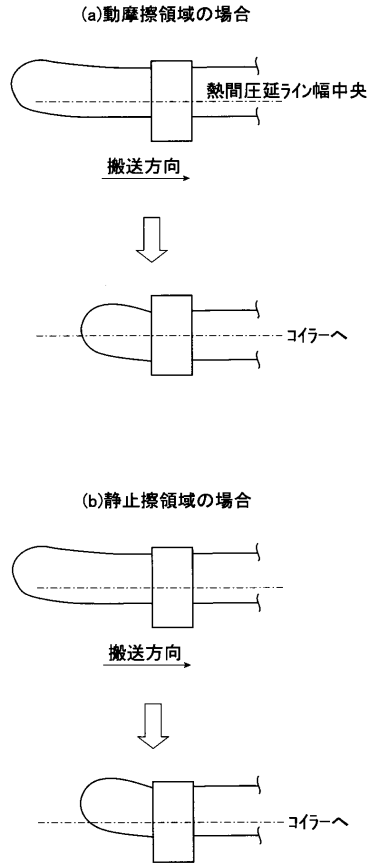
【図1】



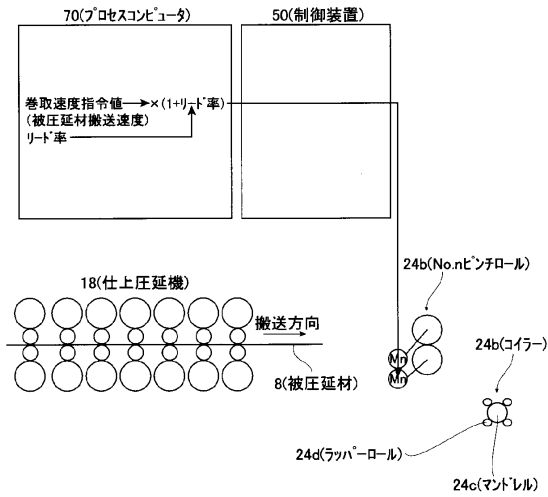
【図2】



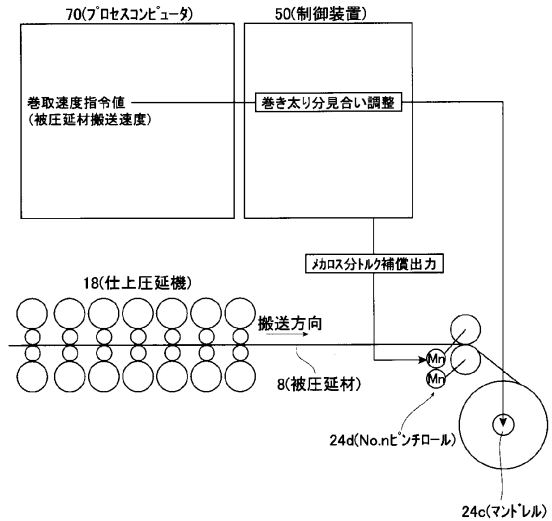
【図3】



【図4】

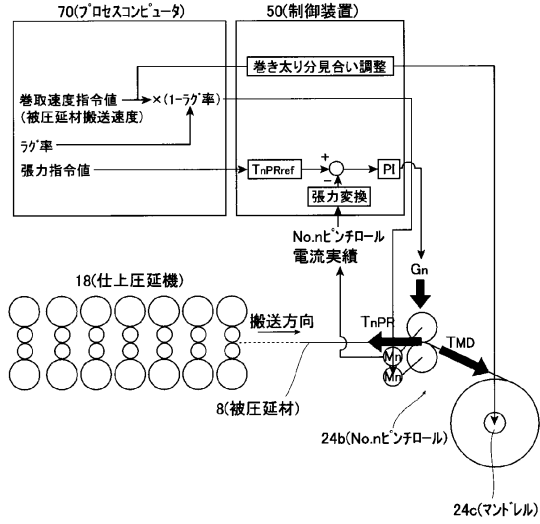


【図5】

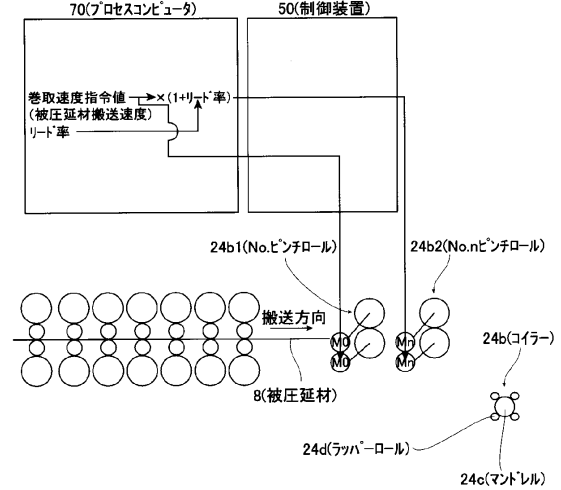


注) 24c(マンドレル)、14d(ラッパロール)も、リード率(24b(ピンチロール)と同じ値とは限らない)をもって速度制御される。

【図6】

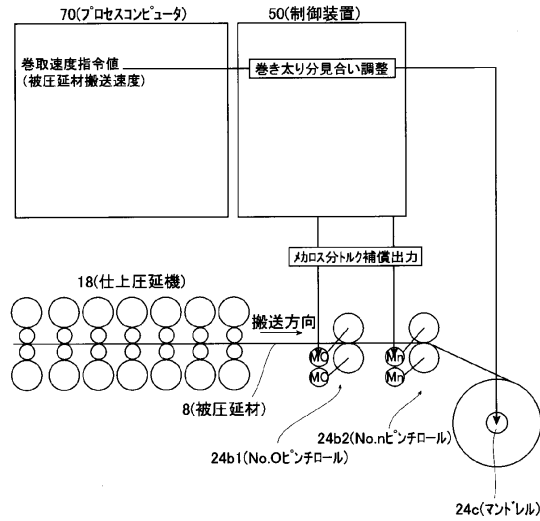


【図7】

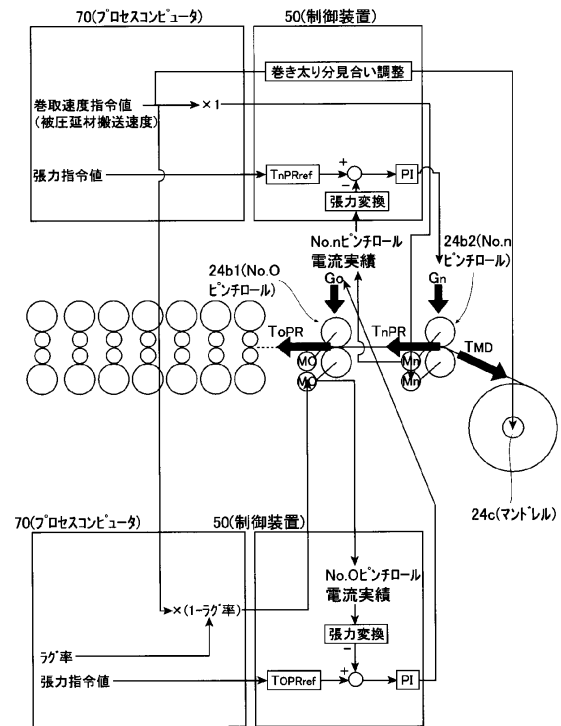


注)24c(マンドレル)、14d(ラッパロール)も、リード率(24b2(ピンチロール)と同じ値とは限らない)をもって速度制御される。

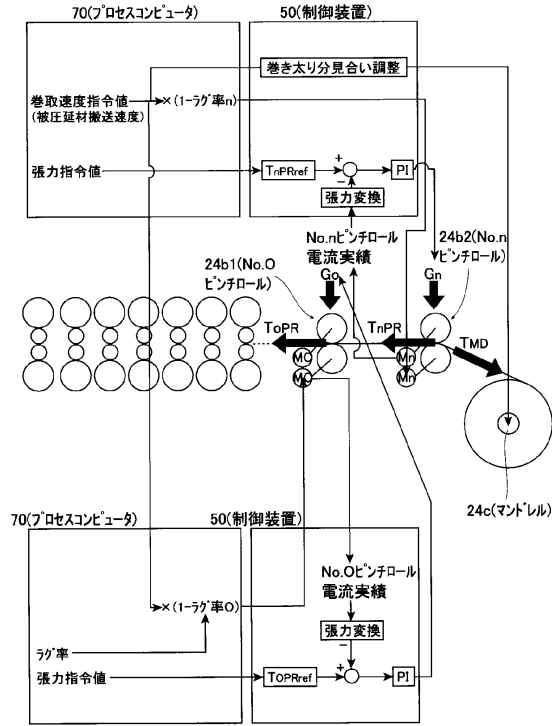
【図8】



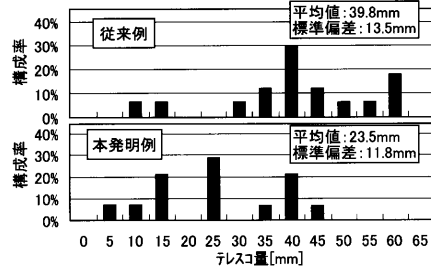
【図9】



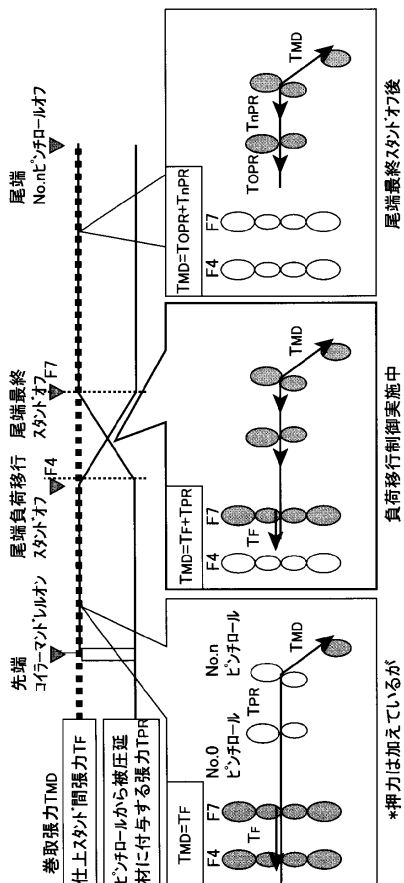
【図10】



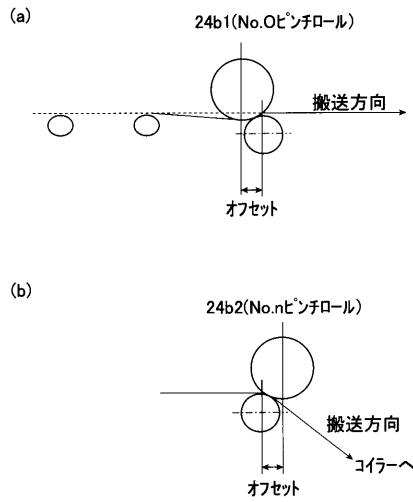
【図11】



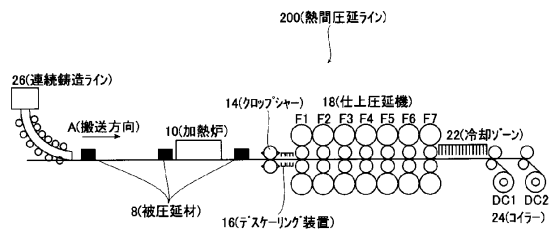
【図12】



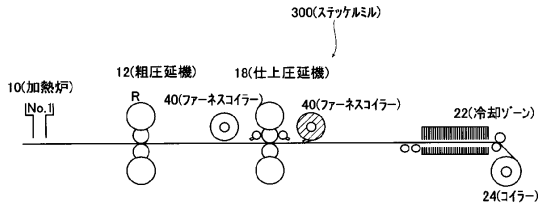
【図13】



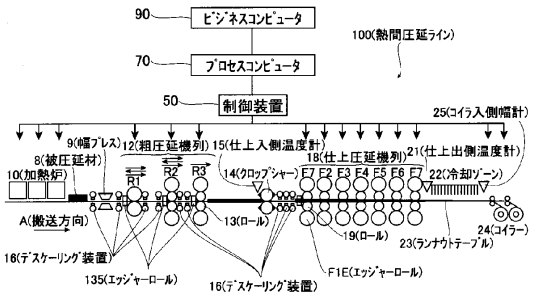
【図14】



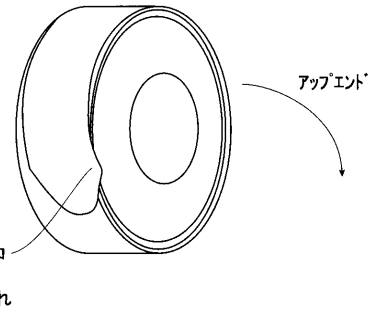
【図15】



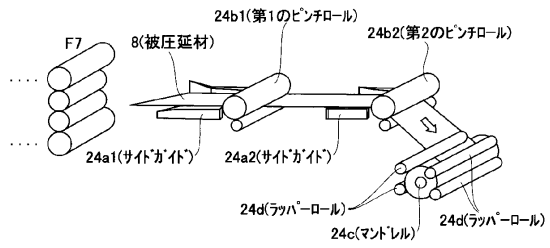
【図16】



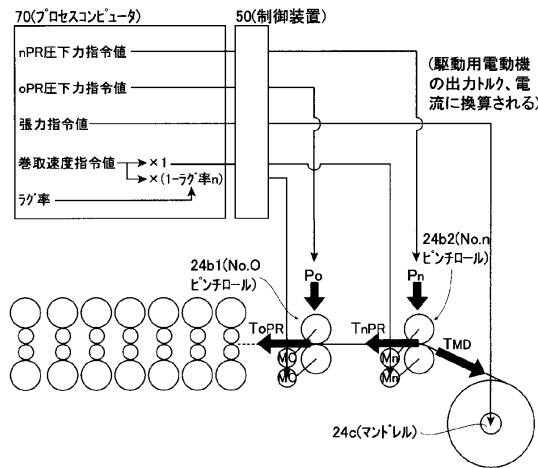
【図17】



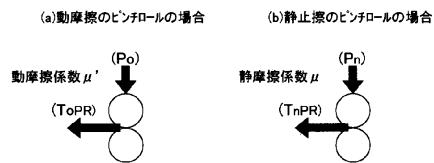
【図19】



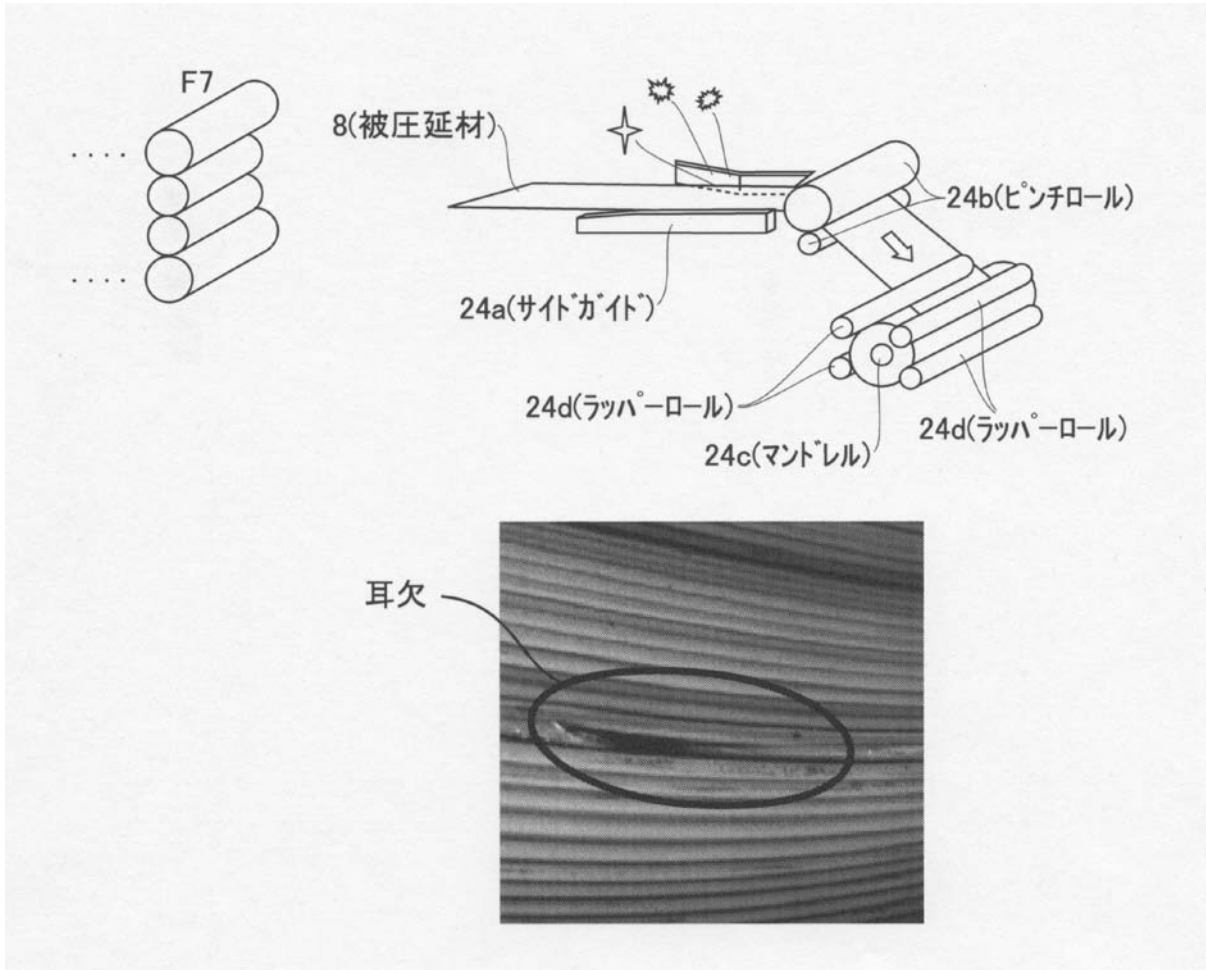
【図20】



【図21】



【図18】



フロントページの続き

- (72)発明者 山崎 孝博
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 JFEスチール株式会社内
- (72)発明者 福井 義光
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 JFEスチール株式会社内

審査官 福島 和幸

- (56)参考文献 特許第3313507(JP, B2)
特開平11-277133(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| B21C | 47/02 |
| B21C | 47/34 |