

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7697600号
(P7697600)

(45)発行日 令和7年6月24日(2025.6.24)

(24)登録日 令和7年6月16日(2025.6.16)

(51)国際特許分類

F I

B 2 1 B	37/22	(2006.01)	B 2 1 B	37/22	A
B 2 1 B	38/04	(2006.01)	B 2 1 B	38/04	A
B 2 1 C	51/00	(2006.01)	B 2 1 C	51/00	J
B 2 1 B	37/00	(2006.01)	B 2 1 B	37/00	2 4 1
			B 2 1 B	37/00	2 2 1 A

請求項の数 3 (全16頁)

(21)出願番号 特願2024-540126(P2024-540126)
 (86)(22)出願日 令和4年8月9日(2022.8.9)
 (86)国際出願番号 PCT/JP2022/030474
 (87)国際公開番号 WO2024/034020
 (87)国際公開日 令和6年2月15日(2024.2.15)
 審査請求日 令和6年5月1日(2024.5.1)

(73)特許権者 501137636
株式会社 T M E I C
東京都中央区京橋三丁目 1 番 1 号
 (74)代理人 110003199
弁理士法人高田・高橋国際特許事務所
 (72)発明者 真鍋 翼
東京都中央区京橋三丁目 1 番 1 号 株式
会社 T M E I C 内
 審査官 石田 宏之

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 可逆圧延機の板幅制御装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被圧延材に対し幅圧延を行う一対のエッジャロールを有するエッジャと、前記エッジャの下流に配置され前記被圧延材に対し水平圧延を行う一対の水平ロールを有する水平圧延機とを備える可逆圧延機の板幅制御装置において、

前記エッジャによる前記幅圧延は行わず前記水平圧延機による前記水平圧延のみ行う逆パス圧延中に前記一対のエッジャロールが前記被圧延材に接触するように前記エッジャを動作させるように構成された圧下制御装置と、

前記逆パス圧延中に前記一対のエッジャロールが前記被圧延材に接触しているときの前記エッジャの圧下位置を検出するように構成された圧下位置検出器と、

前記逆パス圧延中に前記被圧延材の長手方向の位置を追跡するように構成されたトラッキング装置と、

前記圧下位置検出器の出力と前記トラッキング装置の出力とに基づいて前記被圧延材の長手方向の複数位置の板幅実績値を計算するように構成された板幅実績値計算装置と、を備え、

前記圧下制御装置は、前記逆パス圧延中に、

前記一対のエッジャロールが前記被圧延材に接触していない状態から、前記一対のエッジャロール間の距離を縮めるように前記エッジャを動作させることと、

前記エッジャの荷重測定値を監視し、前記荷重測定値が荷重目標値に達したことを前記一対のエッジャロールの前記被圧延材への接触として検知することと、

前記一対のエッジロールの前記被圧延材への接触が検知されたら、前記一対のエッジロール間の距離を広げるように前記エッジを動作させることと、を繰り返し実行するように構成されている

ことを特徴とする可逆圧延機の板幅制御装置。

【請求項 2】

被圧延材に対し幅圧延を行う一対のエッジロールを有するエッジと、前記エッジの下流に配置され前記被圧延材に対し水平圧延を行う一対の水平ロールを有する水平圧延機とを備える可逆圧延機の板幅制御装置において、

前記エッジによる前記幅圧延は行わず前記水平圧延機による前記水平圧延のみ行う逆パス圧延中に前記一対のエッジロールが前記被圧延材に接触するように前記エッジを動作させるように構成された圧下制御装置と、

10

前記逆パス圧延中に前記一対のエッジロールが前記被圧延材に接触しているときの前記エッジの圧下位置を検出するように構成された圧下位置検出器と、

前記逆パス圧延中に前記被圧延材の長手方向の位置を追跡するように構成されたトラッキング装置と、

前記圧下位置検出器の出力と前記トラッキング装置の出力とに基づいて前記被圧延材の長手方向の複数位置の板幅実績値を計算するように構成された板幅実績値計算装置と、

前記エッジの下流に配置され前記逆パス圧延の前の正パス圧延中に前記被圧延材の板幅を計測するように構成された板幅計と、を備え、

前記板幅実績値計算装置は、前記板幅計の測定値と前記水平圧延による幅広がり量とから予測される板幅を用いて前記板幅実績値を修正するように構成されたことを特徴とする可逆圧延機の板幅制御装置。

20

【請求項 3】

被圧延材に対し幅圧延を行う一対のエッジロールを有するエッジと、前記エッジの下流に配置され前記被圧延材に対し水平圧延を行う一対の水平ロールを有する水平圧延機とを備える可逆圧延機の板幅制御装置において、

前記エッジによる前記幅圧延は行わず前記水平圧延機による前記水平圧延のみ行う逆パス圧延中に前記一対のエッジロールが前記被圧延材に接触するように前記エッジを動作させるように構成された圧下制御装置と、

前記逆パス圧延中に前記一対のエッジロールが前記被圧延材に接触しているときの前記エッジの圧下位置を検出するように構成された圧下位置検出器と、

30

前記逆パス圧延中に前記被圧延材の長手方向の位置を追跡するように構成されたトラッキング装置と、

前記圧下位置検出器の出力と前記トラッキング装置の出力とに基づいて前記被圧延材の長手方向の複数位置の板幅実績値を計算するように構成された板幅実績値計算装置と、

前記エッジの上流に配置され前記逆パス圧延中に前記被圧延材の板幅を計測するように構成された板幅計と、を備え、

前記板幅実績値計算装置は、前記板幅計の測定値を用いて前記板幅実績値を修正するように構成された

ことを特徴とする可逆圧延機の板幅制御装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、可逆圧延機の板幅制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

熱間圧延ラインでは、粗圧延工程及び仕上圧延工程によって被圧延材が製品寸法に加工される。粗圧延工程は水平圧延機とエッジとを備える可逆圧延機によって行われる。エッジは水平圧延機の上流側に設置される。エッジは被圧延材に対し幅圧延を行う一対のエッジロールを有する。水平圧延機は被圧延材に対し水平圧延を行う一対の水平ロー

50

ルを有する。粗圧延工程では、被圧延材を正方向に流す正パスと被圧延材を逆方向に流す逆パスとが交互に繰り返される。粗圧延工程では、正パスと逆パスとを繰り返しながらエッジロールによる幅圧延と水平ロールによる水平圧延とが繰り返され、被圧延材は仕上圧延の開始に適した板幅に加工される。可逆圧延機に関する従来技術としては、例えば、特許文献 1 及び特許文献 2 が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開昭58-070910号公報

【文献】国際公開第2016/185583号

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

仕上圧延工程は板幅変更能力が小さいため、粗圧延工程において板幅を作り込むことが求められる。そのためには粗圧延中の被圧延材の板幅を全長にわたって取得する必要がある。特に、最後の正パス圧延において板幅を上げるためには、逆パス圧延から最後の正パス圧延の前までに板幅を取得する必要がある。

【0005】

しかし、被圧延材の板幅を計測できる幅計は、熱間圧延ラインにおいて可逆圧延機の入側から離れた位置に設置されている場合が多い。その幅計を用いて被圧延材の板幅を全長にわたって計測するためには、被圧延材がエッジから抜けた後に被圧延材を幅計の設置位置まで搬送せねばならず、時間的ロスが生じてしまう。入側の幅計の位置次第では、逆パス圧延中に被圧延材が幅計に到達する場合がある。しかし、生産性向上のため、被圧延材がエッジから抜けた後には速やかに逆転操作が行われて正パスの圧延が開始される。このため、板幅を計測できるのは被圧延材の後端側の一部に限られ、全長にわたって板幅を計測することはできない。

20

【0006】

本開示の1つの目的は、時間的ロスによる生産性低下を回避しながら被圧延材の板幅を全長にわたって取得することができる可逆圧延機の板幅制御装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

30

【0007】

本開示の板幅制御装置は、被圧延材に対し幅圧延を行う一対のエッジロールを有するエッジと、エッジの下流に配置され被圧延材に対し水平圧延を行う一対の水平ロールを有する水平圧延機とを備える可逆圧延機に適用される。本開示の板幅制御装置は、圧下制御装置、圧下位置検出器、トラッキング装置、及び板幅実績値計算装置を備える。圧下制御装置は、逆パス圧延中に一対のエッジロールが被圧延材に接触するようにエッジを動作させるように構成されている。圧下位置検出器は、逆パス圧延中に一対のエッジロールが被圧延材に接触しているときのエッジの圧下位置を検出するように構成されている。トラッキング装置は、逆パス圧延中に被圧延材の長手方向の位置を追跡するように構成されている。そして、板幅実績値計算装置は、圧下位置検出器の出力とトラッキング装置の出力とに基づいて被圧延材の長手方向の複数位置の板幅実績値を計算するように構成されている。

40

【0008】

本開示の板幅制御装置において、圧下制御装置は、逆パス圧延中、一対のエッジロールが被圧延材に接触した状態が維持されるようにエッジに対して荷重一定制御を適用するように構成されてもよい。或いは、圧下制御装置は、逆パス圧延中、以下の処理を繰り返し実行するように構成されてもよい。第1の処理は、一対のエッジロールが被圧延材に接触していない状態から、一対のエッジロール間の距離を縮めるようにエッジを動作させることである。第2の処理は、エッジの荷重測定値から一対のエッジロールの被圧延材への接触を検知することである。そして、第3の処理は、一対のエッジロール

50

の被圧延材への接触が検知されたら、一对のエッジロール間の距離を広げるようにエッジを動作させることである。

【 0 0 0 9 】

本開示の板幅制御装置は、エッジの下流に配置され被圧延材の板幅を計測するように構成された板幅計をさらに備えてもよい。この場合、板幅実績値計算装置は、板幅計の測定値と水平圧延による幅広がり量とから予測される板幅を用いて板幅実績値を修正するように構成されてもよい。或いは、本開示の板幅制御装置は、エッジの上流に配置され被圧延材の板幅を計測するように構成された板幅計をさらに備えてもよい。この場合、板幅実績値計算装置は、板幅計の測定値を用いて板幅実績値を修正するように構成されてもよい。

10

【 0 0 1 0 】

本開示の板幅制御装置は、圧下位置修正計算装置をさらに備えてもよい。圧下位置修正計算装置は、板幅実績値に基づいて逆パス圧延の次の正パス圧延におけるエッジの圧下位置の修正量を計算するように構成されてもよい。より詳しくは、長手方向の板幅実績値の分布に合わせて長手方向の位置ごとに圧下位置の修正量を計算してもよいし、長手方向の板幅実績値の平均値に基づいて長手方向全体としての圧下位置の修正量を計算してもよい。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 1 】

本開示の板幅制御装置によれば、逆パス圧延中にエッジロールが被圧延材に接触しているときのエッジの圧下位置と、逆パス圧延中に追跡される被圧延材の長手方向の位置とに基づいて、被圧延材の長手方向の複数位置の板幅実績値が計算される。これによれば被圧延材を逆パス圧延に必要な距離以上に搬送する必要がないため、時間的ロスによる生産性低下を回避しながら被圧延材の板幅を全長にわたって取得することができる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 2 】

【 図 1 】本開示の第 1 実施形態にかかる板幅制御装置とそれが適用された可逆圧延機の構成と、板幅制御装置による逆パス圧延時の処理について説明する図である。

【 図 2 】本開示の第 1 実施形態にかかる逆パス圧延中のエッジロールの動作を示す図である。

30

【 図 3 】本開示の第 1 実施形態にかかる板幅制御装置とそれが適用された可逆圧延機の構成と、板幅制御装置による正パス圧延時の処理について説明する図である。

【 図 4 】本開示の第 1 実施形態にかかる板幅制御装置の第 1 の変形例の構成と、板幅制御装置による逆パス圧延時の処理について説明する図である。

【 図 5 】本開示の第 1 実施形態にかかる板幅制御装置の第 2 の変形例の構成と、板幅制御装置による逆パス圧延時の処理について説明する図である。

【 図 6 】本開示の第 2 実施形態にかかる逆パス圧延中のエッジロールの動作を示す図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 3 】

1 . 第 1 実施形態

1 - 1 . 可逆圧延機の構成

以下、図 1 を参照して本開示の第 1 実施形態に係る可逆圧延機 1 0 の構成について説明する。

40

【 0 0 1 4 】

可逆圧延機 1 0 は、被圧延材（スラブ）9 0 を搬送するローラテーブル 8 0 を備える。ローラテーブル 8 0 は正方向への駆動と逆方向への駆動が可能な複数本のローラを有する。ローラテーブル 8 0 にはその搬送速度を検出する速度検出器 8 1 が取り付けられている。可逆圧延機 1 0 は、ローラテーブル 8 0 による被圧延材 9 0 の搬送ライン上に、幅圧延のためのエッジ 2 0 と、水平圧延のための水平圧延機 3 0 とを備える。水平圧延機 3 0

50

は、エッジヤ 20 に対して搬送ラインの下流に配置されている。

【0015】

エッジヤ 20 は、被圧延材 90 を左右から挟むように配置された一対のエッジヤロール 25 を備える。エッジヤロール 25 はロールチョック 26、すなわち、ベアリングを備えた軸箱によって支持されている。エッジヤ 20 は、ロールチョック 26 に支持されたエッジヤロール 25 を被圧延材 90 の幅方向に移動させる圧下装置 22 を備える。圧下装置 22 は油圧シリンダを備え、油圧シリンダによる高速な圧下動作が可能である。

【0016】

エッジヤ 20 は、圧下装置 22 による圧延荷重を検出する荷重計測器 24 を備える。荷重計測器 24 は、具体的には、ロールチョック 26 に設けられたロードセルである。ただし、圧下装置 22 の油圧シリンダに設けられた油圧検出器を荷重計測器 24 として用いることもできる。また、エッジヤ 20 は、圧下装置 22 による圧下位置を検出する圧下位置検出器 23 を備える。圧下位置検出器 23 は、油圧シリンダの油柱長さを圧下位置の検出値として出力する。ここで、圧下位置とは無負荷時（非圧延時）における一対のエッジヤロール 25 のギャップを示す値である。圧下位置検出器 23 は、両側の油圧シリンダの油柱長さの実測値に基づき圧下位置を演算して出力する。例えば、事前にある基準油柱長さにおいて実際のエッジヤロール 25 のギャップを計測し（この処理をゼロ調という）、その計測値（ゼロ調時ロールギャップ）から、油柱長さのゼロ調時からの変化量を差し引いた値を圧下位置の検出値として出力する。

【0017】

水平圧延機 30 は、被圧延材 90 を上下から挟むように配置された一対の水平ロール 31 を備える。水平ロール 31 には水平ロール 31 の回転速度を検出する速度検出器 32 が取り付けられている。また、水平圧延機 30 の出側には熱片検出器（HMD）100 が配置されている。ただし、可逆圧延機 10 に配置された熱片検出器 100 はそれ一つではなく、被圧延材 90 の搬送ライン上の複数個所に熱片検出器 100 が配置されている。

【0018】

1 - 2 . 板幅制御装置の構成

次に、上記のように構成された可逆圧延機 10 に適用される板幅制御装置 200 の構成について引き続き図 1 を参照して説明する。

【0019】

板幅制御装置 200 は、圧下制御装置 21、板幅実績計算装置 40、設定計算装置 50、圧下位置修正計算装置 60、及びトラッキング装置 70 から構成される。板幅制御装置 200 を構成するこれらの装置 21、40、50、60、70 は、特定用途向け集積回路（ASIC）、フィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）、中央処理装置（CPU）、又は別の処理装置であってもよい。装置 21、40、50、60、70 のうちの 1 又は複数は、2 以上の ASIC、FPGA、CPU、又は別の処理装置の組合せであってもよい。板幅制御装置 200 を構成する ASIC、FPGA、CPU、及び別の処理装置は一連の実行可能な命令を含む。それらの命令が実行されると、対応する ASIC、FPGA、CPU、及び別の処理装置は後述する各装置 21、40、50、60、70 の機能を実行するようにトリガされる。

【0020】

設定計算装置 50 は、圧下制御装置 21 に対して各種の設定計算値 51 を与えるように構成されている。設定計算値 51 には、被圧延材 90 に対する板幅目標値 51a が含まれる。荷重目標値 51a は、最小荷重から最大荷重の範囲において予め定められた値である。最小荷重は安定に荷重を計測できる下限値であり、最大荷重はエッジヤ 20 の機械的な許容上限値である。

【0021】

圧下制御装置 21 は、設定計算装置 50 から与えられる各種の設定計算値 51 に従って動作する。また、圧下制御装置 21 には、荷重計測器 24 で検出された圧延荷重と、圧下位置検出器 23 で検出された圧下位置とが入力される。圧下制御装置 21 は、逆パス圧延

10

20

30

40

50

中に圧下位置検出器 2 3 から入力された圧下位置の検出値を、圧下位置実績値 2 1 a として板幅実績計算装置 4 0 に送信するように構成されている。

【 0 0 2 2 】

トラッキング装置 7 0 は、速度検出器 3 2 で検出された水平ロール 3 1 の回転速度と、速度検出器 8 1 で検出されたローラテーブル 8 0 の搬送速度と、熱片検出器 1 0 0 の出力とを取得する。トラッキング装置 7 0 は、逆パス圧延中に取得されたそれらの情報を用いて長手方向における被圧延材 9 0 の位置を示すトラッキング情報 7 1 を生成するように構成されている。生成されたトラッキング情報 7 1 は板幅実績計算装置 4 0 に送信される。

【 0 0 2 3 】

板幅実績計算装置 4 0 は、記憶装置 4 1 と全長板幅実績計算部 4 2 とを含む。圧下制御装置 2 1 から送信された圧下位置実績値 2 1 a は記憶装置 4 1 に格納される。また、トラッキング装置 7 0 で生成されたトラッキング情報 7 1 も記憶装置 4 1 に格納される。圧下位置実績値 2 1 a 及びトラッキング情報 7 1 の何れもが被圧延材 9 0 の逆パス圧延中に取得された情報であり、取得されたタイミングによって相互に紐づけられている。これらの情報の取得タイミングは、一定または可変のサンプリング時間間隔や、被圧延材 9 0 の長手方向の位置によって予め定められている。

10

【 0 0 2 4 】

全長板幅実績計算部 4 2 は、記憶装置 4 1 に格納された情報に基づいて長手方向の複数位置における被圧延材 9 0 の板幅の実績値を計算するように構成される。板幅の実績値の計算方法の詳細については後述する。全長板幅実績計算部 4 2 で計算された板幅の実績値は圧下位置修正計算装置に入力される。

20

【 0 0 2 5 】

圧下位置修正計算装置 6 0 は、全長板幅実績計算部 4 2 で計算された板幅の実績値に基づいて、圧下装置 2 2 による圧下位置の修正量を計算するように構成されている。圧下位置修正計算装置 6 0 により計算される圧下位置の修正量は、板幅の実績値が計算された逆パス圧延の次の正パス圧延において、圧下制御装置 2 1 によるエッジヤ 2 0 の制御に用いられる。圧下位置の修正量の計算方法の詳細については後述する。

【 0 0 2 6 】

1 - 3 . 板幅制御装置の逆パス圧延時の処理

逆パス圧延では、被圧延材 9 0 はローラテーブル 8 0 によって矢印の方向に搬送され、その間、一对のエッジヤロール 2 5 によって被圧延材 9 0 は左右から挟まれる。逆パス圧延中は、圧下制御装置 2 1 によってエッジヤ 2 0 に対して荷重一定制御が適用される。荷重一定制御では、荷重計測器 2 4 で検出される圧延荷重が荷重目標値 5 1 a と一致するように圧下装置 2 2 が操作される。

30

【 0 0 2 7 】

図 2 は逆パス圧延中のエッジヤロール 2 5 の動作を示す図である。荷重一定制御が行われることにより、左右のエッジヤロール 2 5 と被圧延材 9 0 とが接触した状態が被圧延材 9 0 の全長にわたって維持されるように、エッジヤロール 2 5 間のギャップ 2 8 が制御される。そして、エッジヤロール 2 5 が被圧延材 9 0 の側面に沿って相対移動している間に、エッジヤロール 2 5 の幅方向位置に対応する圧下位置実績値 2 1 a が圧下位置検出器 2 3 によって取得される。

40

【 0 0 2 8 】

逆パス圧延の終了後、板幅実績計算装置 4 0 による被圧延材 9 0 の板幅実績値の計算が行われる。板幅実績値の計算は全長板幅実績計算部 4 2 で行われる。全長板幅実績計算部 4 2 は、記憶装置 4 1 に記憶された圧下位置実績値 2 1 a を用いて、以下の式によって全長の板幅実績値を計算する。

【 数 1 】

$$B_{i-1}^{CFR}(j) = S_{Ei-1}^{ACT}(j) + \Delta S_{mEi-1} + \Delta S_{weari-1} - \Delta S_{thermi-1}$$

上記式における各パラメータの意味は以下の通りである。

50

【数 2】

$B_{i-1}^{CFR}(j)$: 長手方向位置 j における逆パス($i-1$ パス)の板幅実績値[mm]

【数 3】

$S_{Ei-1}^{ACT}(j)$: 長手方向位置 j における逆パス($i-1$ パス)の圧下位置実績値[mm]

【数 4】

ΔS_{mEi-1} : 逆パス($i-1$ パス)のエッジミル伸び量[mm]

10

【数 5】

$\Delta S_{weari-1}$: 逆パス($i-1$ パス)におけるエッジロール摩耗量[mm]

【数 6】

$\Delta S_{thermi-1}$: 逆パス($i-1$ パス)におけるエッジロール熱膨張量[mm]

20

【0029】

エッジミル伸び量は、二次式などで表わされるミルカーブを用いて圧延荷重から計算される。エッジロールの摩耗量及び熱膨張量は、ゼロ調時のエッジロール直径からの変化量として考慮される。摩耗量は、予測または計測された圧延荷重や圧延長などから数秒周期で周期的に算出され積算される。熱膨張量は、予測または計測されたロール温度から数秒周期で周期的に算出され積算される。熱膨張量は予測または計測されたロール温度から数秒周期で周期的に算出され積算される。エッジロールが摩耗しているとき摩耗量は正の値となり、熱膨張しているとき熱膨張量は正の値となる。

【0030】

本実施形態では、逆パス圧延中は荷重一定制御によりエッジロール25と被圧延材90とが接触した状態が維持される。このため、長手方向の任意の位置において圧下位置実績値21aを取得することができる。全長の板幅実績値を高精度に取得する上では、圧下位置実績値21aとトラッキング情報71とを取得する計測点の数は多いほど好ましい。

30

【0031】

また、本実施形態では、荷重一定制御の荷重目標値51aは安定に荷重を計測できる範囲で十分小さい値とされる。そうすることで、逆パス圧延での幅圧下量を小さく保つことができ、被圧延材90のドッグボーンの発生と、その幅戻りによる幅変動(塑性変形)を無視できる程度に小さくすることができる。その結果、全長の板幅実績値、特に先尾端部における板幅実績値を高精度に取得することができる。

【0032】

以上説明したように、本実施形態では、逆パス圧延中の荷重一定制御により取得されるエッジ20の圧下位置と、逆パス圧延中に追跡される被圧延材90の長手方向の位置とに基づいて、被圧延材90の全長の板幅実績値が計算される。これによれば被圧延材90を逆パス圧延に必要な距離以上に搬送する必要がない。このため、本実施形態に係る板幅制御装置200によれば、時間的ロスによる生産性低下を回避しながら、被圧延材90の板幅を全長にわたって取得することができる。

40

【0033】

1-4. 板幅制御装置の正パス圧延時の処理

逆パス圧延の次は正パス圧延が実行される。図3には板幅制御装置200による正パス圧延時の処理が示されている。正パス圧延では、被圧延材90はローラテーブル80によ

50

って矢印の方向に搬送され、その間、被圧延材 90 はエッジャ 20 によって左右から圧延される。エッジャ 20 による被圧延材 90 の圧延は、正パス圧延の終了時の板幅が全長にわたって一定となるように行われる。

【数 7】

正パス圧延の開始前には、圧下位置修正計算装置 60 によってエッジャ 20 の圧下位置の修正量が計算される。圧下位置の修正量は、逆パス圧延時に計算された全長の板幅実績値を用いて計算される。長手方向の板幅実績値の分布に合わせて長手方向の位置ごとに圧下位置の修正量を計算してもよいし、長手方向の板幅実績値の平均値に基づいて長手方向全体としての圧下位置の修正量を計算してもよい。以下の式は、圧下位置の修正量を計算する式の一例である。

【数 7】

$$\Delta S_i(j) = -\frac{\Delta B_{i-1}(j)}{\eta_i} \cdot G_i$$

【数 8】

$$\Delta B_{i-1}(j) = B_{i-1}^{CFR}(j) - B_{i-1}^{ref}$$

【数 9】

$$B_{i-1}^{ref} = \frac{1}{L_{end} - L_{start}} \int_{j=L_{start}}^{L_{end}} B_{i-1}^{CFR}(j) dj$$

上記式における各パラメータの意味は以下の通りである。

【数 10】

$\Delta S_i(j)$: 長手方向位置 j における i パスのエッジャ圧下位置修正量[mm]

【数 11】

$\Delta B_{i-1}(j)$: 長手方向位置 j における $i-1$ パスの基準幅からの偏差[mm]

【数 12】

η_i : i パスにおけるエッジャ圧下効率[-]

【数 13】

G_i : i パスにおける圧下位置修正ゲイン[-]

【数 14】

$B_{i-1}^{CFR}(j)$: 長手方向位置 j における逆パス($i-1$ パス)の板幅実績値[mm]

【数 15】

B_{i-1}^{ref} : 逆パス($i-1$ パス)の板幅基準値[mm]

【数 16】

10

20

30

40

50

L_{start} : 平均区間開始位置[m]

【数 1 7】

L_{end} : 平均区間終了位置[m]

【0 0 3 5】

エッジヤ圧下効率は板厚 / 板幅比の関数で表され、通常 0 . 2 ~ 0 . 8 程度の値をとる。逆パス ($i - 1$ パス) の板幅基準値には、板幅実績値の所定区間の平均値が用いられる。ただし、平均値に代えて板幅設定計算値を用いてもよい。

10

【0 0 3 6】

圧下位置修正計算装置 6 0 は、上記の式によって算出されたエッジヤ圧下位置修正量 6 1 を圧下制御装置 2 1 に入力する。エッジヤ圧下位置修正量 6 1 は、長手方向の板幅実績値の分布に合わせて長手方向の位置ごとに計算されている。また、設定計算装置 5 0 は、荷重目標値 5 1 a を圧下制御装置 2 1 に入力する。圧下制御装置 2 1 は、それら入力情報とトラッキング装置 7 0 から入力されるトラッキング情報 7 1 との間でタイミングを合わせて、エッジヤロール 2 5 間のギャップを制御する。これにより、下流の仕上圧延工程に送られる被圧延材 9 0 の幅精度が向上し、製品の歩留まりが改善される。

【0 0 3 7】

1 - 5 . 板幅制御装置の第 1 の変形例の構成と板幅実績値の修正処理

図 4 は板幅制御装置 2 0 0 の第 1 の変形例を示す。第 1 の変形例では、板幅制御装置 2 0 0 は可逆圧延機 1 0 よりも下流に板幅計 1 1 0 を備える。また、板幅制御装置 2 0 0 の板幅実績計算装置 4 0 は、記憶装置 4 1 と全長板幅実績計算部 4 2 と板幅実績修正部 4 3 とで構成される。

20

【0 0 3 8】

第 1 の変形例では、逆パス圧延の前の正パス圧延時、水平圧延機 3 0 を通過した被圧延材 9 0 は板幅計 1 1 0 に到達し、その板幅を計測される。ただし、被圧延材 9 0 の後端 (圧延ラインの進行方向における後端) が水平圧延機 3 0 を通過したことが確認された後、ローラテーブル 8 0 の搬送方向は速やかに正パスから逆パスに切り替えられる。ゆえに、被圧延材 9 0 の全長にわたって板幅が計測されるのではなく、被圧延材 9 0 の後端が水平圧延機 3 0 を通過するまでに板幅計 1 1 0 に到達した先端側の一部分 9 1 の板幅のみが計測される。板幅計 1 1 0 で得られた板幅測定値 1 1 1 は板幅実績計算装置 4 0 に送信され、記憶装置 4 1 に格納される。

30

【0 0 3 9】

第 1 の変形例では、全長板幅実績計算部 4 2 で得られた全長の板幅実績値に対して板幅実績修正部 4 3 による修正が行われる。板幅実績値の修正量は、正パス圧延時に板幅計 1 1 0 で得られた板幅測定値を用いて、以下の式によって計算される。

【数 1 8】

$$B_{i-1}^{corr-CFR}(j) = B_{i-1}^{CFR}(j) + \Delta B_{i-1}^{corr}$$

40

【数 1 9】

$$\Delta B_{i-1}^{corr} = \frac{1}{L_{end}^{corr} - L_{start}^{corr}} \int_{j=L_{start}^{corr}}^{L_{end}^{corr}} (B_{i-1}^{pre}(j) - B_{i-1}^{CFR}(j)) dj$$

【数 2 0】

$$B_{i-1}^{pre}(j') = B_{i-2}^{RDW}(j) + \Delta B_{i-1}^{spread}$$

50

【数 2 1】

$$j' = j \cdot \lambda_{i-1}$$

【数 2 2】

$$\lambda_{i-1} \cong \frac{h_{i-2}}{h_{i-1}}$$

上記式における各パラメータの意味は以下の通りである。

【数 2 3】

$B_{i-1}^{corr-CFR}(j)$: 長手方向位置 j における補正後の逆パス($i-1$ パス)の板幅実績値[mm]

10

【数 2 4】

ΔB_{i-1}^{corr} : 板幅実績値補正量[mm]

【数 2 5】

L_{start}^{corr} : 補正量の算出を開始する被圧延材の長手方向位置[m]

20

【数 2 6】

L_{start}^{means} : 板幅を計測できた区間の開始点の長手方向位置[m]($L_{start}^{corr} \geq L_{start}^{means}$)

【数 2 7】

L_{end}^{corr} : 補正量の算出を終了する被圧延材の長手方向位置[m]

【数 2 8】

L_{end}^{means} : 板幅を計測できた区間の終了点の長手方向位置[m]($L_{end}^{corr} \leq L_{end}^{means}$)

30

【数 2 9】

$B_{i-1}^{pre}(j)$: 長手方向位置 j における板幅計測定値から予測された逆パス終了後の板幅[mm]

【数 3 0】

$B_{i-2}^{RDW}(j)$: 長手方向位置 j における正パス($i-2$ パス)の圧延機出側の板幅計測定値[m]

40

ただし、 j は以下の条件を満たす。

【数 3 1】

$$L_{start}^{means} \leq j \leq L_{end}^{means}$$

【数 3 2】

ΔB_{i-1}^{spread} : 逆パス($i-1$ パス)の水平圧延による幅拡がり量の予測値[mm]

50

【数 3 3】

j' : 逆パス($i-1$ パス)の水平圧延による長手方向の延伸を考慮した位置[m]

【数 3 4】

λ_{i-1} : 逆パス($i-1$ パス)の水平圧延による長手方向の延伸率[m]

【数 3 5】

h_{i-2} : 正パス($i-2$ パス)の出側板厚[mm]

【数 3 6】

h_{i-1} : 逆パス($i-1$ パス)の出側板厚[mm]

10

【0 0 4 0】

一般的に、可逆圧延機 1 0 の下流の板幅計 1 1 0 は、ロール冷却水などによる計測外乱を避けるために可逆圧延機 1 0 から 5 m 程度以上離れた位置に設置される場合が多い。正パス圧延後に逆パス圧延が行われる場合、正パス圧延の終了後に速やかに逆パス圧延に切り替えられる。このため、可逆圧延機 1 0 の下流の板幅計 1 1 0 では計測できない区間（水平圧延機 3 0 から板幅計 1 1 0 までの距離に相当）が生じる。板幅実績値補正量は、板幅測定値を測定できた区間内の任意の区間において算出できる。

【0 0 4 1】

1 - 6 . 板幅制御装置の第 2 の変形例の構成と板幅実績値の修正処理

図 5 は板幅制御装置 2 0 0 の第 2 の変形例を示す。第 2 の変形例では、板幅制御装置 2 0 0 は可逆圧延機 1 0 よりも上流に板幅計 1 1 0 を備える。また、板幅制御装置 2 0 0 の板幅実績計算装置 4 0 は、記憶装置 4 1 と全長板幅実績計算部 4 2 と板幅実績修正部 4 3 とで構成される。

20

【0 0 4 2】

第 2 の変形例では、逆パス圧延時、エッジヤ 2 0 を通過した被圧延材 9 0 は板幅計 1 1 0 に到達し、その板幅を計測される。ただし、被圧延材 9 0 の先端（圧延ラインの進行方向における先端）が水平圧延機 3 0 を通過したことが確認された後、ローラテーブル 8 0 の搬送方向は速やかに逆パスから正パスに切り替えられる。ゆえに、被圧延材 9 0 の全長にわたって板幅が計測されるのではなく、被圧延材 9 0 の先端がエッジヤ 2 0 を通過するまでに板幅計 1 1 0 に到達した後端側の一部分 9 2 の板幅のみが計測される。板幅計 1 1 0 で得られた板幅測定値 1 1 1 は板幅実績計算装置 4 0 に送信され、記憶装置 4 1 に格納される。

30

【0 0 4 3】

第 2 の変形例では、全長板幅実績計算部 4 2 で得られた全長の板幅実績値に対して板幅実績修正部 4 3 による修正が行われる。板幅実績値の修正量は、逆パス圧延時に板幅計 1 1 0 で得られた板幅測定値を用いて、以下の式によって計算される。

【数 3 7】

$$B_{i-1}^{corr_CFR}(j) = B_{i-1}^{CFR}(j) + \Delta B_{i-1}^{corr}$$

40

【数 3 8】

$$\Delta B_{i-1}^{corr} = \frac{1}{L_{end}^{corr} - L_{start}^{corr}} \int_{j=L_{start}^{corr}}^{L_{end}^{corr}} (B_{i-1}^{REW}(j) - B_{i-1}^{CFR}(j)) dj$$

上記式における各パラメータの意味は以下の通りである。ただし、第 1 の変形例に係る式のパラメータと共通のパラメータについては説明を省略する。

【数 3 9】

$B_{i-1}^{REW}(j)$: 長手方向位置 j における正パス($i-2$ パス)圧延機出側の板幅計測定値[mm]

50

【 0 0 4 4 】

一般的に、可逆圧延機 1 0 の上流の板幅計 1 1 0 は、上流の圧延機の出側付近に設置される。逆パス圧延後は速やかに正パス圧延に切り替えられるため、可逆圧延機 1 0 の上流の板幅計 1 1 0 では計測できない区間（板幅計 1 1 0 からエッジャ 2 0 までの距離に相当）が生じる。板幅実績値補正量は、板幅測定値を測定できた区間内の任意の区間において算出できる。

【 0 0 4 5 】

圧延設備では、経時的に変化する機械的な損耗やロール径の変化を校正して寸法精度を向上させるため、ロール交換や設備停止のたびにゼロ調が行われている。水平圧延機 3 0 は、ロール同士を接触させる方法（キスロール）により測定が可能であるため、実際の圧延に近い条件（荷重）でゼロ調が可能である。一方で、一对のエッジャロール 2 5 は離れた距離にあるため、ロール同士を接触させたゼロ調を行うことはできない。そのため、従来は、間接的にエッジャロールギャップを計測する方法、例えば、停止させた状態のエッジャロールギャップを計測する方法や、既知の寸法の試験材を挟むことにより計測する方法が実施されていた。しかし、間接的な方法では、計測誤差が生じるために、エッジャロールギャップのゼロ調は正しく行われていない場合があった。

10

【 0 0 4 6 】

この点に関し、上述の板幅制御装置によれば、不正確なゼロ調やロール摩耗の予測誤差によるエッジャロールギャップの誤差を校正し、高精度な板幅実績値を取得するとともに、幅圧延精度を向上させることができる。

20

【 0 0 4 7 】

2 . 第 2 実施形態

次に、本開示の第 2 実施形態に係る板幅制御装置について説明する。本実施形態に係る板幅制御装置は、第 1 実施形態に係る板幅制御装置とは基本的な構成を共通にする。つまり、本実施形態に係る板幅制御装置は、第 1 実施形態と同様に図 1 に示される構成を有する。本実施形態に係る板幅制御装置と第 1 実施形態に係る板幅制御装置との相違点は、逆パス圧延時に行われる圧下制御装置 2 1 によるエッジャ 2 0 の制御にある。詳しくは、圧下制御装置 2 1 により制御されるエッジャロール 2 5 の動作に違いがある。

【 0 0 4 8 】

図 6 は本実施形態にかかる逆パス圧延中のエッジャロール 2 5 の動作を示す図である。図 6 において破線で示される動線は、被圧延材 9 0 に対する相対的なエッジャロール 2 5 の動作、つまり、エッジャ 2 0 の圧下位置の動作を示す動線である。第 2 実施形態では、被圧延材 9 0 の長手方向に複数の計測点が予め定められ、各計測点について板幅実績値が取得される。図 6 に示される例では、動線が被圧延材 9 0 に接触している点が板幅実績値が取得される計測点である。計測点は一定または可変のサンプリング時間間隔や長さ間隔によって定められている。

30

【 0 0 4 9 】

逆パス圧延の開始前のエッジャ 2 0 の圧下位置は、エッジャロール 2 5 が被圧延材 9 0 に接触しない位置とされる。そして、トラッキング情報 7 1 から、予め定めた被圧延材 9 0 の計測点がエッジャロール 2 5 の位置に到達したことが検知される（時点 t_0 ）。

40

【 0 0 5 0 】

次に、エッジャロール 2 5 間のギャップ 2 8 を狭くする方向にエッジャ 2 0 が操作される（動作 1）。このときのエッジャ 2 0 の圧下速度は、逆パス圧延の開始前に、圧下装置 2 2 及び荷重計測器 2 4 の応答特性や圧下制御装置 2 1 の制御周期を考慮して予め定められる。具体的には、一定速度、又は圧下位置によって定まる速度とされる。

【 0 0 5 1 】

圧下速度の制御中は、圧延荷重及び単位時間あたりの圧延荷重の変化量が監視される。そして、エッジャロール 2 5 が被圧延材 9 0 に接触して圧延荷重が荷重目標値に達したとき（時点 t_1 ）、その時点でのエッジャ 2 0 の圧下位置と被圧延材 9 0 の長手方向位置とが記憶装置 4 1 に記憶される。なお、荷重目標値は、安定に荷重を計測でき、且つ、幅圧

50

下量またはドッグボーン盛り上がり量が許容上限を超えない範囲において予め定められた値である。

【 0 0 5 2 】

その後、予め定められた距離だけエッジアロール 2 5 間のギャップ 2 8 を広げるようにエッジア 2 0 が操作される（動作 2）。そして、予め定めた被圧延材 9 0 の次の計測点がエッジアロール 2 5 の位置に到達するまで、ギャップ 2 8 を維持したままエッジアロール 2 5 は待機させられる（動作 3）。

【 0 0 5 3 】

第 1 実施形態では、荷重一定制御が行われることによって圧下装置 2 2 の油圧シリンダは開かれたり閉められたりし、その度に油圧シリンダの摺動摩擦の方向が変化する。油圧検出器を荷重計測器 2 4 として使用する場合は、摺動摩擦の方向の変化は荷重一定制御における外乱となり、荷重一定制御の制御性を悪化させる。このため、第 1 実施形態では、被圧延材 9 0 とエッジアロール 2 5 との接触状態を被圧延材 9 0 の全長にわたって等しく保持できない可能性がある。

10

【 0 0 5 4 】

これに対して、第 2 実施形態では、圧下位置の測定時における油圧シリンダの動作の方向は、常にエッジアロール 2 5 間のギャップ 2 8 を閉める方向となる。このため、油圧シリンダの摺動摩擦の方向に変化は生じず、圧下位置を測定する際の測定条件は一定に揃えられる。ゆえに、第 2 実施形態によれば、被圧延材 9 0 の板幅の測定精度をより向上させることができる。

20

【 0 0 5 5 】

なお、第 1 実施形態の第 1 の変形例及び第 2 の変形例において説明した板幅測定値を用いた板幅実績値の修正方法は、第 2 実施形態に係る板幅制御装置にも適用することができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 6 】

- 1 0 可逆圧延機
- 2 0 エッジア
- 2 2 圧下装置
- 2 1 圧下制御装置
- 2 3 圧下位置検出器
- 2 4 荷重計測器
- 2 5 エッジアロール
- 3 0 水平圧延機
- 4 0 板幅実績計算装置
- 5 0 設定計算装置
- 6 0 圧下位置修正計算装置
- 7 0 トラッキング装置
- 3 1 水平ロール
- 9 0 被圧延材
- 1 1 0 板幅計
- 2 0 0 板幅制御装置

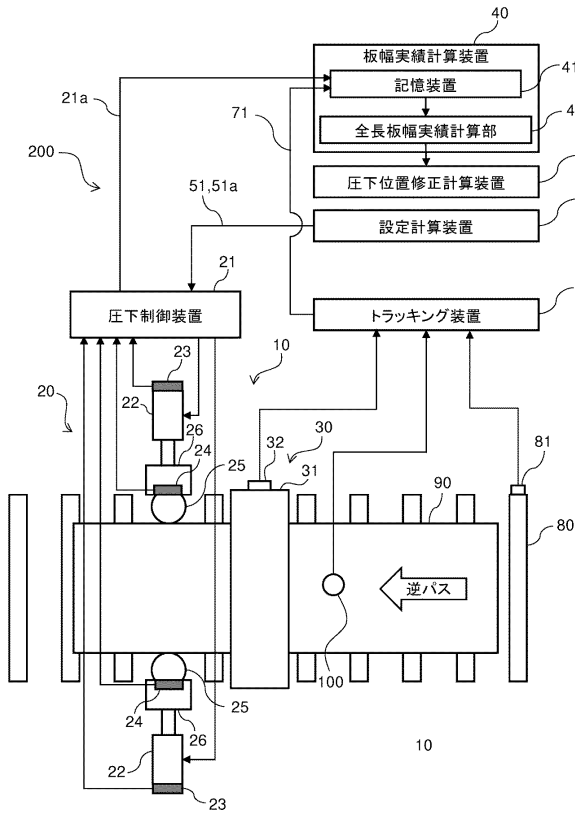
30

40

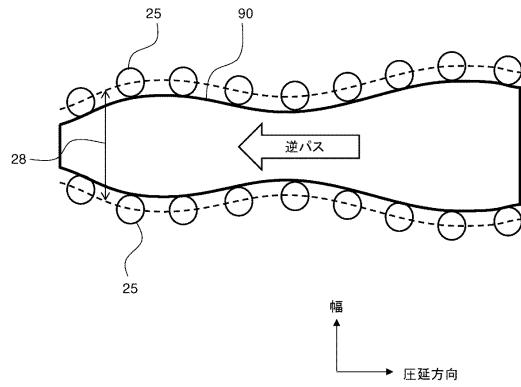
50

【図面】

【図 1】



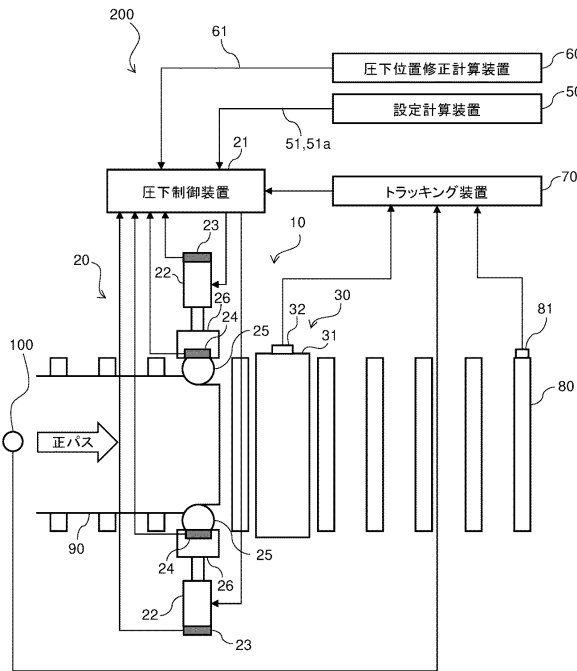
【図 2】



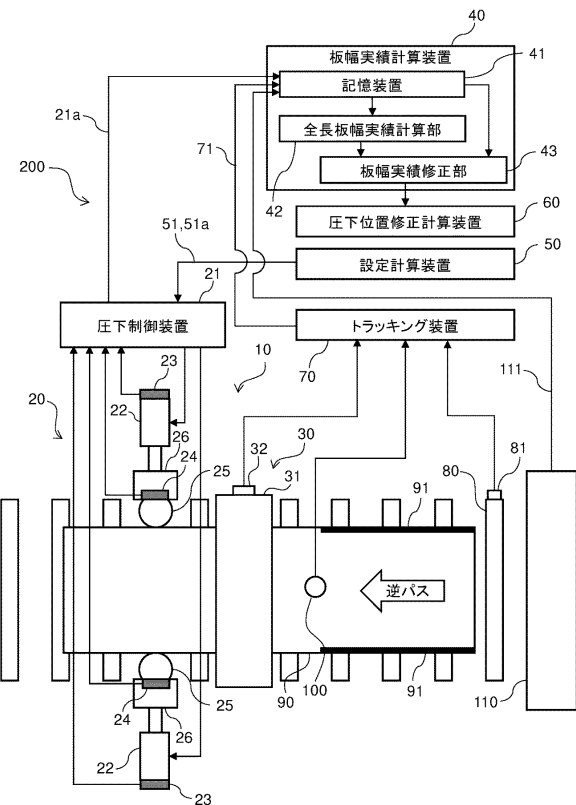
10

20

【図 3】



【図 4】

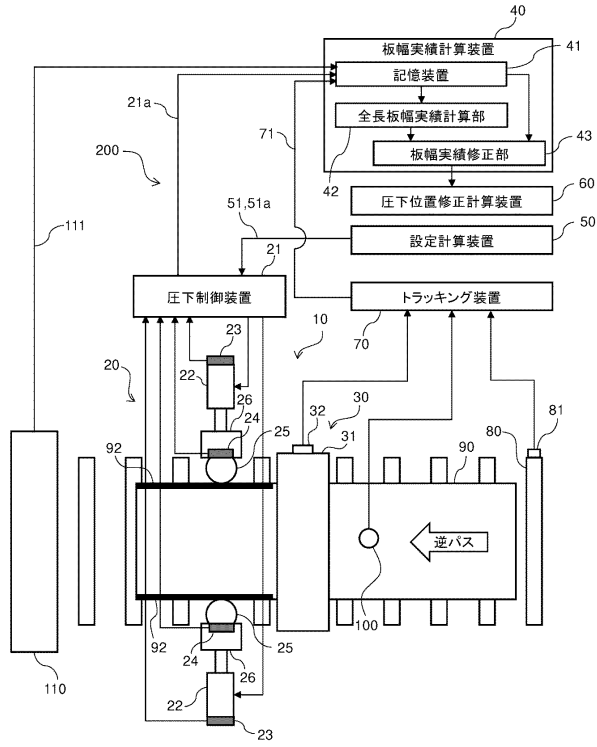


30

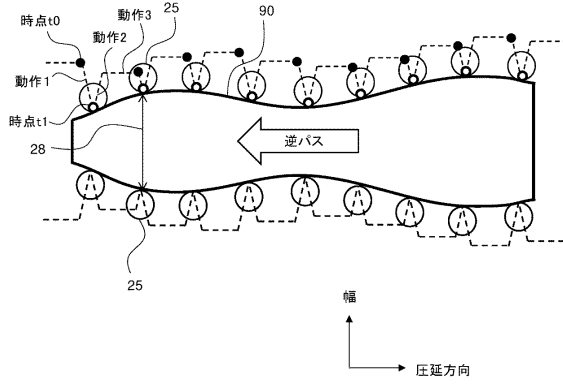
40

50

【図5】



【図6】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭58-148002(JP,A)
実開昭62-34308(JP,U)
特開2012-101246(JP,A)
特開昭59-229216(JP,A)
特開平2-75408(JP,A)
特開昭63-180317(JP,A)
特開昭60-231515(JP,A)

- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B21B 37/22
B21B 38/04
B21C 51/00
B21B 37/00