



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

一対のレーザ式厚さ測定装置と、前記レーザ式厚さ測定装置の動作モードを設定する動作モード設定部と、前記レーザ式厚さ測定装置が測定する被測定物の移動速度を測定する速度検出器と、を備えるレーザ式厚さ測定システムであって、

前記レーザ式厚さ測定装置は、移動する前記被測定物の上下を挟む腕部を有するC型フレームと、前記腕部の上下に対向して配置された1対のレーザ距離計と、前記レーザ距離計の距離出力に基づいて厚さを求める厚さ測定部と、前記動作モード設定部で設定された動作モードに基づいて、前記C型フレームを測定位置及び校正位置に設定する位置設定部と、を備え、

前記一対のレーザ式厚さ測定装置は、前記被測定物の移動方向に対して予め定める間隔で設けられ、

前記動作モード設定部は、移動方向の上流側に置かれる一方の第1のレーザ式厚さ測定装置を、予め設定される校正周期で厚さ校正を実行する「校正」モード設定信号を送り、前記第1のレーザ式厚さ測定装置は、前記「校正」モードに基づいて、当該第1のレーザ式厚さ測定装置を、校正位置に移動させ、予め設定される厚さ基準板で厚さ校正処理を実行し、

前記動作モード設定部は、移動方向の下流側に置かれる他方の第2のレーザ式厚さ測定装置に被測定物の厚さ測定を指令する「測定」モード設定信号を送り、

前記第2のレーザ式厚さ測定装置は、予め設定される測定位置で前記被測定物の厚さを連続して測定処理を実行し、

前記動作モード設定部は、前記第1のレーザ式厚さ測定装置に対して「測定」モード設定信号を送り、前記第1のレーザ式厚さ測定装置から測定位置に位置設定を完了した位置設定完了信号を受信して、前記第2のレーザ式厚さ測定装置に「厚さ補正」処理開始信号を送り、

前記第2のレーザ式厚さ測定装置の前記厚さ測定部は、前記「厚さ補正」処理開始信号を受信すると、測定位置に置かれた前記第1のレーザ厚さ計の第1の厚さ測定値と、前記速度検出器から前記被測定物の移動速度と、を受信して、前記第1の厚さ測定値を前記被測定物の移動方向に、前記間隔に対応する位置まで遅延（トラッキング）し、当該第1の厚さ測定値と自身の第2の厚さ測定値との差を補正值として求め、前記第2のレーザ式厚さ測定装置が測定を中断することなく、測定中に前記第2の厚さ測定値を補正するようにしたことを特徴とするレーザ式厚さ測定システム。

## 【請求項 2】

一対のレーザ式厚さ測定装置と、前記レーザ式厚さ測定装置の動作モードを設定する動作モード設定部と、前記レーザ式厚さ測定装置が測定する被測定物の移動速度を測定する速度検出器と、を備えるレーザ式厚さ測定システムの厚さ校正方法であって、

前記一対のレーザ式厚さ測定装置は、前記被測定物の移動方向に対して予め定める間隔で設定され、

前記動作モード設定部は、移動方向の上流側に置かれる一方の第1のレーザ式厚さ測定装置を予め定める校正周期で「校正」を設定するステップと、

前記第1のレーザ式厚さ測定装置が、予め設定される校正位置に自身を移動させ、予め設定される厚さ基準板で厚さ校正処理を実行するステップと、

前記動作モード設定部は、移動方向の下流側に置かれる他方の第2のレーザ式厚さ測定装置に「測定」を設定するステップと、

第2のレーザ式厚さ測定装置は、前記被測定物の厚さを連続して測定処理を実行するステップと、

前記動作モード設定部は、前記第1のレーザ式厚さ測定装置に「測定」を設定し、前記第1のレーザ式厚さ測定装置から測定位置に設定された測定位置設定完了信号を受信して、前記第2のレーザ式厚さ測定装置に「厚さ補正」処理開始を指令するステップと、

前記第2のレーザ式厚さ測定装置は、前記「厚さ補正」処理開始信号を受信すると、測定

10

20

30

40

50

位置に置かれた前記第 1 のレーザ式厚さ測定装置の第 1 の厚さ測定値と前記速度検出器から前記被測定物の移動速度を受信して、前記第 1 の厚さ測定値を移動方向に前記間隔に対応する位置まで遅延し、当該第 1 の厚さ測定値と自身の第 2 の厚さ測定値との差を補正值として求め、前記第 2 の厚さ測定値を測定中に補正するステップと、

を備え、測定を中断することなく第 2 の厚さ測定装置の補正を実行するようにしたことを特徴とするレーザ式厚さ測定システムの校正方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レーザ距離計を用いたレーザ式厚さ測定システム、及びその校正方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

従来、圧延機で圧延される板の厚さ測定装置としては、主に放射線を使用した放射線厚さ計が使用されてきた。この放射線厚さ計には、X線を使用するX線厚さ計や、 $\gamma$ 線を使用する $\gamma$ 線厚さ計がある。これらの厚さ計の厚さ測定精度としては、0.1%の精度が確保されており、通常の板厚の品質管理には支障なく使用されてきた。

【0003】

しかし、放射線厚さ計は、放射線のビーム系が絞れないことで空間分解能が不足すること、また、雑音の影響を除くために応答速度が遅くなることから、空間及び時間分解能が不足するために、圧延機の機械的な振動によるチャタマークや、圧延ロールの変形や損傷で発生するロールマークの様に、圧延される板の幅方向に長く、移動方向に一定のピッチで発生する板厚変動を検出することが困難であった。

20

【0004】

即ち、チャタマークやロールマークを検出するには、厚さ測定精度として0.1%、絶対値で数 $\mu$ 以下を、また、移動する板の変動速度と変動形状に应答できる分解能が要求される。詳細には、測定空間分解能として10mm、その応答速度は1m秒以上が要求されるため、高分解能を要求される厚さ測定においては、放射線厚さ計に代えて、図5に示すようなレーザ光を利用したレーザ距離計によるレーザ式厚さ測定装置200が使用されている。

30

【0005】

レーザ式厚さ測定装置200は、図5に示すように、C型フレーム15の上下の腕部15T、15Bに被測定物5を挟み、距離Loの間隔をにおいてレーザ距離計11とレーザ距離計12とを対向配置する。

【0006】

夫々のレーザ距離計11、12は、図示しないレーザ光源部、CCDカメラ、及び距離演算部を備え、レーザ光源部から被測定物5の表面に照射したレーザ光の反射光をCCDカメラで受光し、レーザ距離計11及びレーザ距離計12と被測定物11との間の距離La、Lbを、距離演算部で演算して求める。

【0007】

そして、求めた夫々の距離La、Lbを厚さ演算部113に送り、厚さ演算部113において、下記(1)式を演算して被測定物5の厚さtを求める。

40

【0008】

$$t = L_o - (L_t + L_b) \quad \dots (1)$$

しかしながら、このレーザ式厚さ測定装置200は(1)式に示す様に、レーザ距離計11及びレーザ距離計12を固定するC型フレーム15の腕部15T、15B間の距離Loが、周囲温度の変化によって変動すると、この変動分そのものが測定誤差となる問題があるため、距離Loの変動を抑えるためにC型フレーム構造や材質の改良がなされ、また、従来から各種の温度ドリフトの補正方法が実施されている。

【0009】

50

その1つには、C型フレーム15の熱収縮時間変化率よりも早い校正インターバルで校正を行い、被測定物5の生産に影響を与えないように5秒以下の短時間で校正する技術がある(例えば、特許文献1参照。 )。

【0010】

また、レーザ式厚さ測定装置200と、距離変動に強い放射線厚さ計とを併設して、高分解能であるレーザ式厚さ測定装置200の温度ドリフトを、放射線厚さ計の出力とレーザ式厚さ測定装置の出力との差を補正值として求め、レーザ式厚さ計の測定装置の出力を補正する様にしたチャタマーク検出装置がある(例えば、特許文献2参照。 )

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0011】

【特許文献1】特許第3880909号公報

【特許文献2】特許第4131843号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

特許文献1に開示された方法によるレーザ式厚さ測定装置の校正方法は、被測定物が搬送される生産ラインでの測定位置に、短時間で校正サンプルの設定するための大型のスイングアームが必要となることから、校正装置が大型となる問題がある。

【0013】

20

また、被測定物がない状態を設定する必要があるため、短時間ではあるが被測定物の生産を中断しなければならない問題がある。

【0014】

特許文献2に開示された方法による校正方法は、連続測定が可能で生産を中断する問題は解消されるが、放射線を使用するため安全管理区域を設ける他、特別の放射線の安全管理が必要となる問題がある。

【0015】

本発明は上記問題点を解決するためになされたもので、レーザ式厚さ測定装置のレーザ距離計の支持点間の距離が温度変化により変動することに起因する測定誤差の影響を除去するとともに、特別の安全管理を必要としない連続測定が可能なレーザ式厚さ測定システム、及びその校正方法を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0016】

上記目的を達成するために、実施形態のレーザ式厚さ測定システムは、一対のレーザ式厚さ測定装置と、前記レーザ式厚さ測定装置の動作モードを設定する動作モード設定部と、前記レーザ式厚さ測定装置が測定する被測定物の移動速度を測定する速度検出器と、を備えるレーザ式厚さ測定システムであって、前記レーザ式厚さ測定装置は、移動する前記被測定物の上下を挟む腕部を有するC型フレームと、前記腕部の上下に対向して配置された1対のレーザ距離計と、前記レーザ距離計の距離出力に基づいて厚さを求める厚さ測定部と、前記動作モード設定部で設定された動作モードに基づいて、前記C型フレームを測定位置及び校正位置に設定する位置設定部と、を備え、前記一対のレーザ式厚さ測定装置は、前記被測定物の移動方向に対して予め定める間隔で設けられ、前記動作モード設定部は、移動方向の上流側に置かれる一方の第1のレーザ式厚さ測定装置を、予め設定される校正周期で厚さ校正を実行する「校正」モード設定信号を送り、前記第1のレーザ式厚さ測定装置は、前記「校正」モードに基づいて、当該第1のレーザ式厚さ測定装置を、校正位置に移動させ、予め設定される厚さ基準板で厚さ校正処理を実行し、前記動作モード設定部は、移動方向の下流側に置かれる他方の第2のレーザ式厚さ測定装置に被測定物の厚さ測定を指令する「測定」モード設定信号を送り、前記第2のレーザ式厚さ測定装置は、予め設定される測定位置で前記被測定物の厚さを連続して測定処理を実行し、前記動作モード設定部は、前記第1のレーザ式厚さ測定装置に対して「測定」モード設定信号を送り

40

50

、前記第1のレーザ式厚さ測定装置から測定位置に位置設定を完了した位置設定完了信号を受信して、前記第2のレーザ式厚さ測定装置に「厚さ補正」処理開始信号を送り、前記第2のレーザ式厚さ測定装置の前記厚さ測定部は、前記「厚さ補正」処理開始信号を受信すると、測定位置に置かれた前記第1のレーザ厚さ計の第1の厚さ測定値と、前記速度検出器から前記被測定物の移動速度と、を受信して、前記第1の厚さ測定値を前記被測定物の移動方向に、前記間隔に対応する位置まで遅延（トラッキング）し、当該第1の厚さ測定値と自身の第2の厚さ測定値との差を補正值として求め、前記第2の厚さ測定装置が測定を中断することなく、測定中に前記第2の厚さ測定値を補正するようにしたことを特徴とする。

【0017】

また、上記目的を達成するために、実施形態のレーザ式厚さ測定システムの校正方法は、一对のレーザ式厚さ測定装置と、前記レーザ式厚さ測定装置の動作モードを設定する動作モード設定部と、前記レーザ式厚さ測定装置が測定する被測定物の移動速度を測定する速度検出器と、を備えるレーザ式厚さ測定システムの厚さ校正方法であって、前記一对のレーザ式厚さ測定装置は、前記被測定物の移動方向に対して予め定める間隔で設定され、前記動作モード設定部は、移動方向の上流側に置かれる一方の第1のレーザ式厚さ測定装置を予め定める校正周期で「校正」を設定するステップと、前記第1のレーザ式厚さ測定装置が、予め設定される校正位置に自身を移動させ、予め設定される厚さ基準板で厚さ校正処理を実行するステップと、前記動作モード設定部は、移動方向の下流側に置かれる他方の第2のレーザ式厚さ測定装置に「測定」を設定するステップと、第2のレーザ式厚さ測定装置は、前記被測定物の厚さを連続して測定処理を実行するステップと、前記動作モード設定部は、前記第1のレーザ式厚さ測定装置に「測定」を設定し、前記第1のレーザ式厚さ測定装置から測定位置に設定された測定位置設定完了信号を受信して、前記第2のレーザ式厚さ測定装置に「厚さ補正」処理開始を指令するステップと、前記第2のレーザ式厚さ測定装置は、前記「厚さ補正」処理開始信号を受信すると、測定位置に置かれた前記第1のレーザ式厚さ測定装置の第1の厚さ測定値と前記速度検出器から前記被測定物の移動速度を受信して、前記第1の厚さ測定値を移動方向に前記間隔に対応する位置まで遅延し、当該第1の厚さ測定値と自身の第2の厚さ測定値との差を補正值として求め、前記第2の厚さ測定値を測定中に補正するステップと、を備え、測定を中断することなく第2の厚さ測定装置の補正を実行するようにしたことを特徴とする。

【図面の簡単な説明】

【0018】

- 【図1】実施形態のレーザ式厚さ測定システムの構成図。
  - 【図2】実施形態のレーザ式厚さ測定装置の断面構成図。
  - 【図3】実施形態のレーザ式厚さ測定システムのレーザ式厚さ測定装置の配置図。
  - 【図4】実施形態のレーザ式厚さ測定システムの測定位置及び校正位置の説明図
  - 【図5】従来のレーザ式厚さ測定装置の断面構成図。
- 【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、実施形態について、図1乃至図4を参照して説明する。まず、本実施形態のレーザ式厚さ測定システム100の構成について説明する。

【0020】

図1は、レーザ式厚さ測定システム100の構成を示す。図2は、被測定物5の搬送方向から見たレーザ式厚さ測定装置1または2の構造を説明するための断面図を示す。また、図3は、一对のレーザ式厚さ測定装置1、2が被測定物5の搬送方向に所定の間隔Ldを置いて設けられた場合の平面図を示す。

【0021】

図1に示すように、レーザ式厚さ測定システム100は、一对の第1のレーザ式厚さ測定装置1、及び第2のレーザ式厚さ測定装置2と、第1のレーザ式厚さ測定装置1、第1のレーザ式厚さ測定装置2の夫々の動作モードを設定する動作モード設定部3と、第1の

10

20

30

40

50

レーザ式厚さ測定装置 1 及び第 2 のレーザ式厚さ測定装置 2 が測定する被測定物 5 の移動速度を測定する速度検出器 4 と、を備える。

【 0 0 2 2 】

次に、第 1 のレーザ式厚さ測定装置 1、及び第 2 のレーザ式厚さ測定装置 2 は、図 2 に示すように、移動する被測定物 5 の上下を挟む腕部を有する C 型フレーム 1 5 と、上下の腕部 1 5 T、1 5 B に対向して配置された 1 対のレーザ距離計 1 1、1 2 と、レーザ距離計 1 1、1 2 の出力に基づいて厚さを求める厚さ測定部 1 3 と、動作モード設定部 3 で設定されたモードに基づいて、C 型フレーム 1 5 を測定位置、及び校正位置に設定する位置設定部 1 4 と、を備える。

【 0 0 2 3 】

厚さ測定部 1 3 は、C 型フレーム 1 5 に固定されても良く、C 型フレーム 1 5 とは別に設けてもよい。位置設定部 1 4 は、図 3 に示すように、レーザ距離計 1 1 及びレーザ距離計 1 2 を固定する C 型フレーム 1 5 の校正位置 P c、及び測定位置 P m を設定するもので、図 2 に示すように、被測定物 5 の搬送方向と直交する方向に所定の距離を移動して位置設定する駆動機構を備える。

【 0 0 2 4 】

この駆動機構の詳細は割愛するが、C 型フレーム 1 5 の走行方向に移動させるレールと、そのレールに固定される C 型フレームを走行させる駆動部とを備えたものであれば良く、C 型フレーム 1 5 に搭載されるレーザ距離計 1 1、1 2 に与える衝撃や振動が許容範囲内で、走行速度と停止位置とを制御、設定できる構成であれば良く、種々の方式で構成できる。

【 0 0 2 5 】

次に、動作モード設定部 3 について図 3 を参照して説明する。2 台の第 1 のレーザ式厚さ測定装置 1、及び第 2 のレーザ式厚さ測定装置 2 に対して、夫々の校正及び測定のモードを指令する動作モード設定信号を送る。

【 0 0 2 6 】

この動作モード設定信号は、第 1 のレーザ式厚さ測定装置 1、及び第 2 のレーザ式厚さ測定装置 2 の位置設定部 1 4 で受信し、夫々が設定された測定位置、または校正位置に装置を移動させる。

【 0 0 2 7 】

また、動作モード設定部 3 は、設定した動作モードに対応する位置に夫々の装置が移動したことを第 1 のレーザ式厚さ測定装置 1、及び第 2 のレーザ式厚さ測定装置 2 から送られる位置設定完了信号として受信し、さらに、設定した動作モードでの処理開始指令信号を夫々の第 1 のレーザ式厚さ測定装置 1、及び第 2 のレーザ式厚さ測定装置 2 に送信する。

【 0 0 2 8 】

図 3 に示すように、2 台の第 1 のレーザ式厚さ測定装置 1、第 2 のレーザ式厚さ測定装置 2 は、被測定物 5 が搬送される方向と直交する方向に移動し、通常、被測定物 5 の搬送方向の上流側にかれる第 1 のレーザ式厚さ測定装置 1 は、被測定物 5 の搬送位置から退避した校正位置 P c に、また、第 2 のレーザ式厚さ測定装置 2 はその下流側に予め設定される間隔 L d で、予め設定される被測定物 5 の測定位置 P m に設定される。

【 0 0 2 9 】

また、図 4 に示すように第 1 のレーザ式厚さ測定装置 1 は、予め設定される校正周期 T p c で、校正位置で厚さ基準板 5 c による厚さ校正を実施する。この校正周期 T p c は、第 1 のレーザ式厚さ測定装置 1 に要求される測定精度と、第 1 のレーザ式厚さ測定装置 1 が設置される周囲温度変化に対する温度ドリフト特性とから予め定められる。

【 0 0 3 0 】

例えば、周囲温度変化が 1 0 / 1 0 時間に対して、レーザ式厚さ測定装置 1 の温度ドリフトが 0 . 5 % で、要求精度が 0 . 1 % であるとする、温度ドリフトが時間に対して直線的に変化 ( 0 . 5 % / 1 0 時間 ) していると仮定した場合には、少なくとも校正周期

10

20

30

40

50

T p c は 2 時間以下で行う必要がある。

【 0 0 3 1 】

校正された第 1 のレーザ式厚さ測定装置 1 は、測定位置 P m に移動し、測定を開始する。第 1 のレーザ式厚さ測定装置 1 が測定位置 P m に設定され測定を開始すると、動作モード設定部 3 がこの測定位置での位置設定完了信号を受信して、厚さ測定中の第 2 のレーザ式厚さ測定装置 2 に対して、補正開始信号を送信する。

【 0 0 3 2 】

次に、レーザ式厚さ測定装置 2 の厚さ測定部 1 3 に備える補正演算部 1 3 a について説明する。補正演算部 1 3 a は、被測定物 5 の移動方向での測定位置が自身の測定位置と間隔 L d ずれているので、被測定物 5 の移動速度信号を速度検出器 4 から受信して、レーザ式厚さ測定装置 1 の測定値を間隔 L d ずれている分遅延して、自身の測定値位置と合わせ、夫々の測定値の差を補正值として求める。そして、この補正值は、次の「厚さ補正」タイミングまで記憶しておく。

10

【 0 0 3 3 】

次に、このように構成された、レーザ式厚さ測定システム 1 0 0 の動作について、図 1 及び図 4 を参照して説明する。

【 0 0 3 4 】

動作モード設定部 3 は、一对のレーザ式厚さ測定装置 1 0 0 は、一对の第 1 のレーザ式厚さ測定装置 1、及び第 1 のレーザ式厚さ測定装置 2 は、被測定物 5 の移動方向に対して予め定める間隔 L d で、また、夫々予め厚さ基準板で校正された後、初期位置である校正位置、及び測定位置に設定される。

20

【 0 0 3 5 】

次に、動作モード設定部 3 は、移動方向の上流側に置かれる一方の第 1 のレーザ式厚さ測定装置 1 を予め定める校正周期 T p c で「校正」を設定する。

【 0 0 3 6 】

すると、第 1 のレーザ式厚さ測定装置 1 が、予め設定される校正位置に自身を移動させ、予め設定される厚さ基準板で厚さ校正処理を実行する。

【 0 0 3 7 】

そして、動作モード設定部 3 は、移動方向の下流側に置かれる他方の第 2 のレーザ式厚さ測定装置 2 に「測定」を設定する。

30

【 0 0 3 8 】

すると、第 2 のレーザ式厚さ測定装置 2 は、被測定物 5 の厚さを連続して測定処理を実行する。

【 0 0 3 9 】

次に、動作モード設定部 3 は、次の校正周期 T p c が到来した時点で、校正を完了している第 1 のレーザ式厚さ測定装置 1 に「測定」を設定し、第 1 のレーザ式厚さ測定装置 1 から測定位置に設定された測定位置設定完了信号を受信して、第 2 のレーザ式厚さ測定装置 2 に「厚さ補正」処理開始信号をおくる。

【 0 0 4 0 】

第 2 のレーザ式厚さ測定装置 2 は、「厚さ補正」処理開始信号を受信すると、測定位置に置かれた第 1 のレーザ式厚さ測定装置 1 の第 1 の厚さ測定値と速度検出器 4 から被測定物 5 の移動速度を受信して、第 1 のレーザ式厚さ測定装置 1 の第 1 の厚さ測定値を移動方向に、間隔 L d に対応する位置まで遅延して、当該第 1 の厚さ測定値と自身の第 2 の厚さ測定値との差を補正值として求め、第 2 の厚さ測定値を測定中に補正する。

40

【 0 0 4 1 】

以上述べた様に、一方のレーザ式厚さ測定装置を校正位置で予め設定される校正周期で校正し、測定中の他方のレーザ式厚さ測定装置の測定値と、一方のレーザ式厚さ測定装置の測定値の差を求めて、予め設定される校正周期で補正するようにした。

【 0 0 4 2 】

したがって、本実施形態によれば、レーザ式厚さ測定装置のレーザ距離計のレーザ距離

50

計の支持点間の距離が温度変化により変動することに起因する測定誤差の影響を除去するとともに、特別の安全管理を必要としない連続測定が可能なレーザ式厚さ測定システム、及びその校正方法を提供することができる。

【0043】

本発明の実施形態を説明したが、この実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。この実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。

これらの実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【符号の説明】

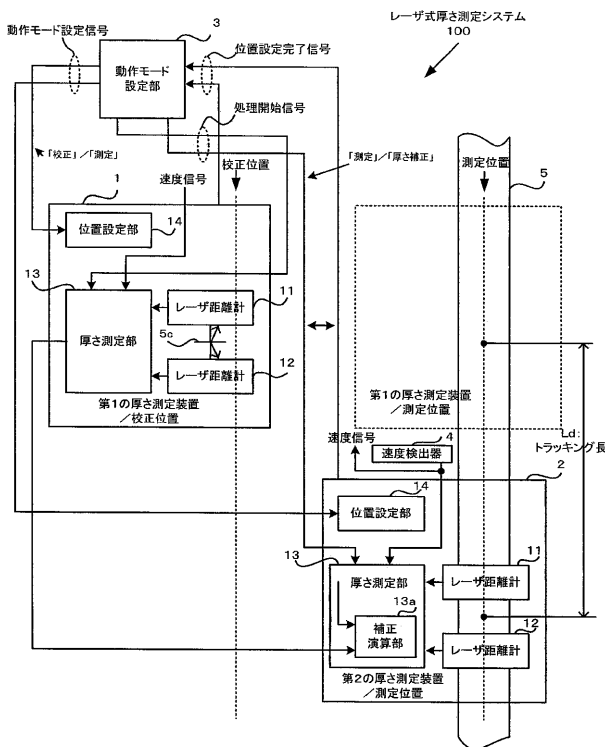
【0044】

- 1、2、200 レーザ式厚さ測定装置
- 3 動作モード設定部
- 4 速度検出器
- 5 被測定物
- 5c 厚さ基準板
- 11、12 レーザ距離計
- 13 厚さ測定部
- 13a 補正演算部
- 14 位置設定部
- 15 C型フレーム
- 15T 上部腕部
- 15B 下部腕部
- 100 レーザ式厚さ測定システム

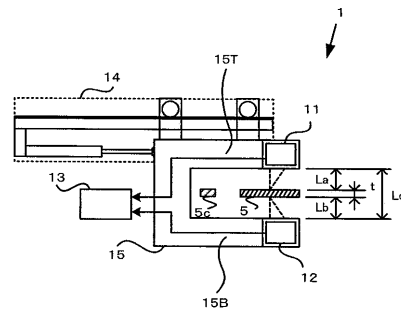
10

20

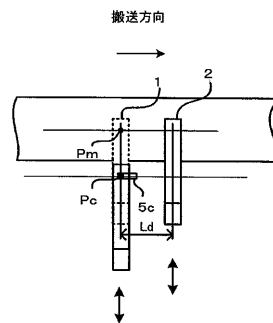
【図1】



【図2】

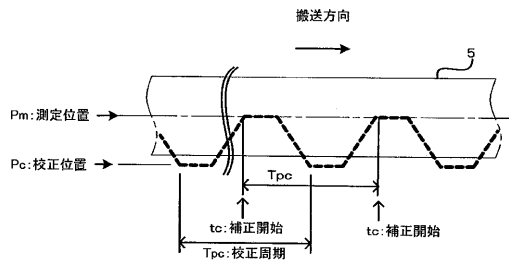


【図3】





【 図 4 】



【 図 5 】

