

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-83820

(P2005-83820A)

(43) 公開日 平成17年3月31日(2005.3.31)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

GO1B 21/08  
B21B 37/00  
B21C 51/00

F I

GO1B 21/08 1 O 1  
B21C 51/00 K  
B21C 51/00 Q  
B21B 37/00 B B H Z

テーマコード(参考)

2 F 0 6 9  
4 E 0 2 4

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2003-314389 (P2003-314389)  
(22) 出願日 平成15年9月5日(2003.9.5)

(71) 出願人 000003078  
株式会社東芝  
東京都港区芝浦一丁目1番1号  
(74) 代理人 100083161  
弁理士 外川 英明  
(72) 発明者 西川 政光  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社  
東芝本社事務所内  
Fターム(参考) 2F069 AA46 AA47 BB19 BB34 DD15  
EE23 GG04 GG07 GG08 GG63  
JJ13  
4E024 AA07 GG10

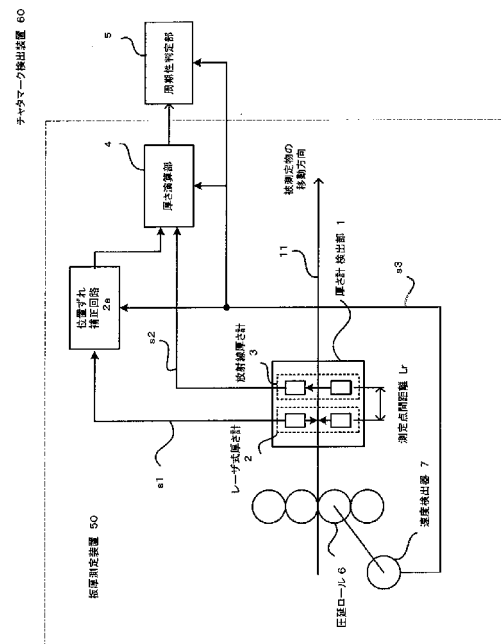
(54) 【発明の名称】 板厚測定装置及びチャタマーク検出装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、高分解能で、且つ高精度で板厚の形状が測定できる板厚測定装置及びチャタマーク検出装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 移動する被測定物11の上下を挟むC型フレームの腕部の上下にレーザー距離計を対向配置したレーザー式厚さ計2と、前記腕部の一方に放射線発生器、他方の腕部に放射線検出器を配置した放射線厚さ計3とを備え、前記レーザー式厚さ計2と前記放射線厚さ計3を前記被測定物11の移動方向において所定の距離で、且つ、前記移動方向と直行する方向においては同じ位置で測定する様に腕部上に夫々を固定並置し、移動方向の測定位置のずれを補正し、前記放射線厚さ計3の出力から前記レーザー式厚さ計2の出力を平均して減算し、その減算結果を補正值とし、前記レーザー式厚さ計2の出力に前記補正值を加算する厚さ演算部4を備えたことを特徴とする。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

移動する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 対のレーザ距離計によって、前記被測定物の表面にレーザ光を照射して、その反射光から前記レーザ距離計と前記被測定物表面との間の夫々の距離を測定することによって前記被測定物の厚さを測定するレーザ式厚さ計と、  
一方の前記腕部に放射線発生器、他方の前記腕部に放射線検出器を対向して配置し、前記被測定物の表面に前記放射線発生器から放射線を照射し、前記被測定物を透過した放射線量を測定して被測定物の厚さを測定する放射線厚さ計と

10

を備え、

前記レーザ式厚さ計の前記レーザ光の照射位置と前記放射線厚さ計の照射位置は、前記被測定物の移動方向においては所定の距離で、且つ、前記移動方向と直行する方向においては同じ位置となる様に前記腕部に固定並置し、

前記レーザ式厚さ計の出力と前記放射線厚さ計の出力との前記被測定物の移動方向における測定位置のずれを補正する位置ずれ補正手段と、

前記位置ずれ補正された前記レーザ式厚さ計及び前記放射線厚さ計の出力に対して、前記放射線厚さ計の出力の平均値と前記レーザ式厚さ計の出力との平均値の差を補正值とし求め、位置ずれ補正後の前記レーザ式厚さ計の出力を前記補正值で補正する様にした厚さ演算手段とを

備えたことを特徴とする板厚測定装置。

20

## 【請求項 2】

前記放射線厚さ計の出力及び前記レーザ式厚さ計の出力の平均値は、所定の時間平均値または前記被測定物の移動方向における所定の単位移動距離の所定の移動平均値とすることを特徴とする請求項 1 に記載の板厚測定装置。

## 【請求項 3】

前記位置ずれ補正手段は、前記被測定物の移動距離に比例する信号を発信する同期速度検出器と、

前記放射線厚さ計と前記レーザ式厚さ計との移動方向の位置ずれ量に相当する距離、前記被測定物が移動する上流に配置された前記放射線厚さ計または前記レーザ式厚さ計の出力信号のいずれか一方を前記同期速度検出器の信号に同期して遅延させる遅延手段とを

30

備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の板厚測定装置。

## 【請求項 4】

移動する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 対のレーザ距離計によって、前記被測定物の表面にレーザ光を照射して、その反射光から前記レーザ距離計と前記被測定物表面との間の夫々の距離を測定することによって前記被測定物の厚さを測定するレーザ式厚さ計と、

一方の前記腕部に放射線発生器、他の前記腕部に放射線検出器を対向して配置し、前記被測定物の表面に前記放射線発生器から放射線を照射し、前記被測定物を透過した放射線量を測定して被測定物の厚さを測定する放射線厚さ計と

40

を備え、

前記レーザ式厚さ計の前記レーザ光の照射位置と前記放射線厚さ計の照射位置は前記被測定物の移動方向において所定の距離で、且つ、前記移動方向と直行する方向においては同じ位置となる様に前記腕部に固定並置し、

前記レーザ式厚さ計の出力と前記放射線厚さ計の出力との前記被測定物の移動方向における測定位置のずれを補正する位置ずれ補正手段と、

前記位置ずれ補正された前記レーザ式厚さ計及び放射線厚さ計の出力に対して、前記放射線厚さ計の出力の平均値と前記レーザ式厚さ計の出力の平均値との差を補正值として求め、位置ずれ補正後の前記レーザ式厚さ計の出力を前記補正值で補正する様にした厚さ演算手段と、

前記厚さ演算手段の出力から周期性信号を求める周期信号判定手段とを

50

備えたことを特徴とするチャタマーク検出装置。

【請求項 5】

前記周期信号判定手段は、前記被測定物の移動距離に同期した前記厚さ演算手段の出力の周波数スペクトルを演算するフーリエ変換回路と、

前記フーリエ変換回路の出力を所定の値と比較して、チャタマークを判定するチャタマーク判定回路とを

備えたことを特徴とする請求項 4 に記載のチャタマーク検出装置。

【請求項 6】

前記周期信号判定手段は、前記被測定物の移動距離に同期した厚さ演算手段の出力を所定のチャタマーク発生距離の周期で繰り返し加算する同期加算回路と、

前記同期加算回路の出力を所定の値と比較して、チャタマークを判定するチャタマーク判定回路とを

備えたことを特徴とする請求項 4 に記載のチャタマーク検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧延機で圧延される板状の被測定物の厚さを測定する厚さ測定装置及びチャタマーク検出装置に係り、特にレーザ式厚さ計と放射線厚さ計とを一体化した板厚測定装置及びチャタマーク検出装置に関する。

【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、更に板厚測定の測定分解能を細かくする要求には問題があった。即ち、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に対しては、測定分解能が不足するため検出が困難であった。

【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の点から、測定空間分解能として10mm、その应答速度は1ms以上が要求される。

【0005】

例えば、圧延速度が600m/minの場合において、圧延方向の分解能として10mmに应答できるためには、应答速度としては1msの厚さ測定装置が要求される。

【0006】

このような板厚変動を検出する方法として、 $\gamma$ 線厚さ計よりも優れた分解能を有するX線厚さ計を圧延方向に2台、所定の間隔で並置して、各々の板厚信号の差からチャタマーク等の板厚変動を求める方法がある（例えば、特許文献1参照。）。

【0007】

この方法は、空間測定分解能はX線ビーム径が被測定物表面で10mmであるため、要求の最低値は満足するものの、应答速度は10msであるため、この点において満足できる性能が得られない。

【0008】

そこで、最近では、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計が使用されている。

【0009】

10

20

30

40

50

同図において、レーザ式厚さ計による厚さ測定は、C型フレーム14の上下の腕部14T、14Bに被測定物11を挟み、距離Lの間隔においてレーザ距離計10T、10Bを対向配置し、レーザ光源部12から被測定物11の表面に照射したレーザ光の反射光をCCDカメラ13で受光し、レーザ距離計10T、10Bと被測定物11との間の距離Lt、Lbを夫々距離演算部15で演算して求める。

【0010】

そして、厚さ演算部20において、被測定物の11の厚さtを下記(1)式から演算により求める。

【0011】

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

10

このレーザ式厚さ計の空間分解能は、被測定物11の表面においてレーザ光の径を光学系により1mm程度にすることは容易である。また、応答速度についても、レーザ光の強度を所定の強度以上に確保することによって1ms以上とすることが可能で、この方式は分解能に関しては、高分解能を要求される性能を満足できる。

【0012】

しかしながら、このレーザ式厚さ計100は(1)式に示す様に、レーザ距離計10T、10Bを固定するC型フレーム14の腕部14T、14B間の距離Lが周囲温度の変化で変動すると、この変動分が測定誤差となる問題がある。

【0013】

一方、X線やγ線を使用した放射線厚さ計は、被測定物11の透過放射線量の変化から厚さを測定する方式であるため、放射線発生器と放射線検出器間の距離変動に対しては極微小な誤差しか発生しない。

20

【0014】

この点に関して図6を参照して詳述する。同図は放射線厚さ計200の一般的な構成図である。同図において、C型フレーム14の腕部14T、14Bには、夫々放射線検出器17、放射線発生器16が被測定物11を挟んで対向配置されている。

【0015】

そして、放射線発生器16から照射された放射線は、被測定物11を透過し、その透過放射線量を放射線検出器17で受光し、この受光信号の変化を厚さ測定演算部21で演算し、厚さ測定を行っている。

30

【0016】

このような放射線厚さ計200において、放射線発生器16と放射線検出器1との間の距離Lが変動した場合、放射線発生器16から照射された放射線の受光光量の変化量は、放射線検出器17で受光する受光立体角の変化に相当する分しか変化しないので、この場合の測定誤差は極わずかしか生じない。

【0017】

即ち、この距離変動分をdとすると、受光立体角の変化は $(d/L)^2$ に比例し、例えば、 $L = 500 \text{ mm}$ で、 $d = 0.1 \text{ mm}$ とした場合でも、その測定誤差は0.04%以下の極微小な範囲内に収まる。この様に放射線厚さ計によれば、距離変動に対しては問題が無いが、前述した様に測定分解能の点で性能を満たすことが困難である。

40

【特許文献1】特公平5-87325号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0018】

以上述べた様に、圧延機で重要とされるチャタマーク等の板厚の厚さ形状測定を行おうとした場合、従来の放射線厚さ計では、厚さ測定精度は満足しているものの、測定分解能が不足する。一方、レーザ式厚さ計では測定分解能は満足しているものの、レーザ距離計の固定支持点間の距離変動による測定誤差が大きく、数μオーダの厚さ測定精度が満足されない問題がある。

【0019】

50

また、この腕部寸法は、被測定物の形状と厚さ測定装置の寸法から腕の長さで1000 mm、腕の間隔500 mm程度の比較的大型な構造物となる。そのため、このC型フレームを極力コンパクトにして、温度膨張率の低いアンバー材などの特殊金属を使用し、その周囲を断熱材で覆って周囲温度変化の影響を受けにくいC型フレームの構造としても、圧延機の近辺で使用される設置環境においては、この支持点間の距離変動を数 $\mu$ 以下に抑えることは困難である。

#### 【0020】

本発明は上記問題点を解決するためになされたもので、レーザ距離計の支持点間距離変動による測定誤差の影響を除去し、高分解能で、且つ高精度で板厚の形状が測定できる板厚測定装置及びチャタマーク検出装置を提供することを目的とする。

10

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0021】

上記目的を達成するために、本発明による板厚測定装置は、移動する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対のレーザ距離計によって、前記被測定物の表面にレーザ光を照射して、その反射光から前記レーザ距離計と前記被測定物表面との間の夫々の距離を測定することによって前記被測定物の厚さを測定するレーザ式厚さ計と、一方の前記腕部に放射線発生器、他方の前記腕部に放射線検出器を対向して配置し、前記被測定物の表面に前記放射線発生器から放射線を照射し、前記被測定物を透過した放射線量を測定して被測定物の厚さを測定する放射線厚さ計とを備え、前記レーザ式厚さ計の前記レーザ光の照射位置と前記放射線厚さ計の照射位置は、前記被測定物の移動方向においては所定の距離で、且つ、前記移動方向と直行する方向においては同じ位置となる様に前記腕部に固定並置し、前記レーザ式厚さ計の出力と前記放射線厚さ計の出力との前記被測定物の移動方向における測定位置のずれを補正する位置ずれ補正手段と、前記位置ずれ補正された前記レーザ式厚さ計及び前記放射線厚さ計の出力に対して、前記放射線厚さ計の出力の平均値と前記レーザ式厚さ計の出力との平均値の差を補正值とし求め、位置ずれ補正後の前記レーザ式厚さ計の出力を前記補正值で補正する様にした厚さ演算手段とを備えたことを特徴とする。

20

#### 【0022】

本発明によれば、高分解能のレーザ式厚さ計のドリフトを放射線厚さ計の出力とレーザ式厚さ計の出力との差で補正する様にしたので、高分解能、且つ高精度な板厚測定装置が

30

#### 【0023】

また、請求項4においては、移動する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対のレーザ距離計によって、前記被測定物の表面にレーザ光を照射して、その反射光から前記レーザ距離計と前記被測定物表面との間の夫々の距離を測定することによって前記被測定物の厚さを測定するレーザ式厚さ計と、一方の前記腕部に放射線発生器、他方の前記腕部に放射線検出器を対向して配置し、前記被測定物の表面に前記放射線発生器から放射線を照射し、前記被測定物を透過した放射線量を測定して被測定物の厚さを測定する放射線厚さ計とを備え、前記レーザ式厚さ計の前記レーザ光の照射位置と前記放射線厚さ計の照射位置は前記被測定物の移動方向において所定の距離で、且つ、前記移動方向と直行する方向においては同じ位置となる様に前記腕部に固定並置し、前記レーザ式厚さ計の出力と前記放射線厚さ計の出力との前記被測定物の移動方向における測定位置のずれを補正する位置ずれ補正手段と、前記位置ずれ補正された前記レーザ式厚さ計及び放射線厚さ計の出力に対して、前記放射線厚さ計の出力の平均値と前記レーザ式厚さ計の出力の平均値との差を補正值として求め、位置ずれ補正後の前記レーザ式厚さ計の出力を前記補正值で補正する様にした厚さ演算手段と、前記厚さ演算手段の出力から周期性信号を求める周期性信号判定手段とを備えたことを特徴とする。

40

#### 【0024】

本発明によれば、高分解能、且つ高精度な板厚測定装置の出力から、周期性信号を統計的に判定するので高精度なチャタマーク検出装置が提供できる。

50

## 【発明の効果】

## 【0025】

以上述べた様に、本発明によれば、高分解能であるレーザ式厚さ計のドリフト要因を、放射線厚さ計の厚さ信号とレーザ式厚さ計信号との差を補正值として求め、レーザ式厚さ計の厚さ信号を補正する様にしたので、レーザ式厚さ計のドリフト要因が除去され、高分解能で高精度な板厚測定装置が提供できる。

## 【0026】

また、このような板厚測定装置を使用して、この板厚信号の周期性を統計的に判定するので、高いS/N比で、圧延機による種々の周波数のチャタマークを検出できる。

## 【0027】

更に、同様な圧延ロールの損傷により発生する周期性のロールマークも検出できる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0028】

以下、実施例1と実施例2について説明する。

## 【実施例1】

## 【0029】

本発明の実施例1を、図1乃至図3を参照して説明する。本発明の板厚測定装置50は、レーザ式厚さ計2及び放射線厚さ計3とを距離Lの間隔を置いて、移動する被測定物11を挟む構造のC型フレームに一体で固定した厚さ計検出部1と、被測定物11の移動方向上手に配置されたレーザ式厚さ計2と放射線厚さ計3との信号の位置ずれを補正する位置ずれ補正手段2aとを有する。

## 【0030】

そして、位置ずれ補正後のレーザ式厚さ計2及び放射線厚さ計3の出力から厚さを求める詳細を後述する厚さ演算部4及び移動する被測定物11の移動速度を検出する圧延ロール6の軸に連結された速度検出器7とから構成される。

## 【0031】

次に、各部の詳細構成と夫々の設定について、被測定物11の板厚を圧延ラインにおいて測定する場合について説明する。厚さ計検出部1の構成は、レーザ式厚さ計2、放射線厚さ計3、及び両厚さ計を一体で収納するC型フレーム14aで構成される。

## 【0032】

図2は、レーザ式厚さ計2及び放射線厚さ計3をC型フレーム14aに搭載した、厚さ計検出部1の分解斜視図である。夫々の厚さ計は、図示しない厚さ演算部を有するが、厚さ演算部の実装はC型フレーム14aに実装される場合、またはC型フレーム14aから離間して、外に配置される場合がある。

## 【0033】

図2において、レーザ式厚さ計2は、レーザ距離計10T、10B及び図示しない厚さ演算部とからなり、レーザ距離計10T、10BはC型フレーム14aの上部腕部1Tと下部腕部1Bに、被測定物11を挟んで対向配置される。

## 【0034】

これらのレーザ距離計10T、10Bは、夫々のレーザ光照射位置P1が一致する様に、予め被測定物11の表面で合わせて固定しておく。

## 【0035】

また、放射線厚さ計3は、放射線発生器16及び放射線検出器17及び図示しない厚さ演算部とからなり、放射線発生器16及び放射線検出器17は、C型フレーム14aの下部腕部1B、上部腕部1Tに、被測定物11を挟んで放射線の放射線照射位置P2で、放射線の光軸を合わせて対向配置される。

## 【0036】

上部腕部1T側と、下部腕部1Bの間隔は、被測定物11が上下に動揺しても支障なく通過できる空間寸法とし、さらに、所定の厚さ精度を得るためのレーザ距離計10T、10Bの光学寸法と放射線厚さ計の光学寸法とから出きるだけ最小寸法となるように、例え

10

20

30

40

50

ば、被測定物 1 1 の測定範囲が 0 . 1 乃至 8 m m 程度厚さを測定する場合には、2 0 0 m m 乃至は 5 0 0 m m 程度の寸法で設定される。

【 0 0 3 7 】

また、腕部 1 4 T、1 4 B の長さは、被測定物の 1 1 の板幅寸法と幅方向の測定位置で決定され、通常、被測定物 1 1 の板幅寸法は上記板厚さの範囲において、8 0 0 m m 乃至 2 0 0 0 m m の範囲にあるので、その板幅中央部が測定できる様にするために、少なくとも 1 5 0 0 m m 程度の腕部 1 4 T、1 4 B の寸法としておく。

【 0 0 3 8 】

このような C 型フレーム 1 4 a の構造は、腕部 1 4 T と腕部 1 4 B の間隔の変動が放射線厚さ計 3 において所定の測定誤差範囲内収まる、従来の放射線厚さ計の構造で良い。レーザー式厚さ計 2 の腕部 1 4 T と腕部 1 4 B との距離の変動による誤差を抑えることを考慮して設定する必要は無い。

【 0 0 3 9 】

次に、この板厚測定装置 5 0 の各部に供給する被測定物 1 1 の移動に同期した速度信号の設定について説明する。図 1 に示す様に、速度検出器 7 は、所定の移動方向の距離分解能が得られる様に、圧延ロール 6 に機械的に連結されたパルス発信機等のギア比を調節して、例えば、パルス発信比率を 1 m m / パルス程度にしておく。

【 0 0 4 0 】

この速度検出器 7 は、非測定物 1 1 の移動速度を非接触で測定するレーザー速度計で生成することも可能である。

【 0 0 4 1 】

この速度検出器 7 からの速度信号 s 3 は、後述する位置ずれ補正回路 2 a、厚保さ演算部 4 及び周期性判定部 5 に供給され、移動方向の単位長さ信号として使用される。

【 0 0 4 2 】

次に、位置ずれ補正回路 2 a の設定について同じく図 1 を参照して説明する。

【 0 0 4 3 】

レーザー式厚さ計 2 の出力と、放射線厚さ計 3 の測定位置は、被測定物 1 1 の移動方向において L r の間隔で設定されているので、測定位置の一致させるため、移動方向上流にあるレーザー式厚さ計 2 の出力信号 s 1 を放射線厚さ計 3 の出力信号 s 2 の位置まで、速度信号（以後、単位長さ信号と言う。）s 3 によってシフトして一致させておく。

【 0 0 4 4 】

次に、厚さ演算部 4 について図 3 を参照して 1 説明する。厚さ演算部 4 は、レーザー式厚さ計 2 の出力信号 s 1 を被測定物 1 1 が単位長さ信号 s 3 によって移動方向に所定長さで移動平均する平均化回路 4 1、同じく放射線厚さ計 3 の出力信号 s 2 を所定長さ移動平均する平均化回路 4 2、この平均化回路 4 1 の出力信号 s 5 と平均化回路 4 2 の出力信号 s 6 との差を演算する減算回路 4 3、及び位置ずれ補正後のレーザー式厚さ計 2 の出力信号 s 4 に減算回路 4 3 の出力信号 s 7 を加算して厚さ信号 s 8 を求める加算回路 4 4 とから構成される。

【 0 0 4 5 】

この様に構成された板厚測定装置 5 0 の動作について図 3 乃至図 4 を参照して説明する。チャタマークやロールマークは、例えば、図 4 ( a ) に示す様に、被測定物 1 1 の表面に一定のピッチ L r の厚さ変動として発生する。

【 0 0 4 6 】

図 4 は、このような厚さ形状の変動を持つ被測定物 1 1 がレーザー厚さ計 2 を通過したときの、図 3 に示す厚さ演算部 4 の各部の信号波形示したものである。例えば、同図 ( a ) に対応した厚さ信号の変動は定周期 T ( = 1 / f ) で検出される。

【 0 0 4 7 】

このレーザー式厚さ計 2 の周囲温度が変化し、腕部 1 4 T と腕部 1 4 B の距離が変動するとドリフト e d が発生、例えば、同図 ( b ) に示す様に定周期の被測定物の厚さ変動分に、ドリフト成分 e d が重畳した信号 s 1 となる。

10

20

30

40

50

## 【0048】

このレーザ式厚さ計2の出力信号s1は位置ずれ補正回路2aを介して放射線厚さ計3の出力信号s2との測定位置と一致させ、レーザ式厚さ計2の厚さ信号s4として厚さ演算部4に入力される。

## 【0049】

通常、この出力信号s1及びs2は、被測定物11の絶対値厚さ、または、基準板厚値からの厚さ偏差として出力される。ここでは、断らない限り夫々の出力信号s1、s2は厚さ偏差値であるとして説明する。

## 【0050】

次に、放射線厚さ計3の出力信号s2について説明する。放射線厚さ計3の空間分解能は、レーザ式厚さ計2の1mmに比べて、その照射放射線の空間寸法がX線厚さ計の場合では10倍、線厚さ計の場合では50倍程度大きくなるので、出力信号s2は、厚さ信号s4に比べてこの空間寸法で平均化された緩やかな応答の信号となる。

## 【0051】

また、放射線厚さ計3は周囲温度が変化し、腕部14Tと腕部14Bの間の距離が変動しても、図4(D)に示す様にその変動誤差は極僅かしか表れない。

## 【0052】

従って、夫々の出力信号s1、s2を平均化回路41、42で所定の長さで移動平均した信号s5、s6は、図4(c)、(e)にみられるようにほぼ直線になる。

## 【0053】

そして、移動平均した信号s5とs6の差を減算回路43で求めると、レーザ式厚さ計2による腕部14Tと腕部14Bの間の距離によるドリフト成分edが、補正值として検出される。

## 【0054】

そして、位置ずれ補正後のレーザ式厚さ計2の厚さ信号s4に減算回路43の出力を加算回路44で加算すると、このドリフト成分edが除去された厚さ信号s8が得られる。

## 【0055】

以上述べた様に、本実施例1によれば、レーザ式厚さ計2の誤差要因である腕部14Tと腕部14Bの間の距離による測定誤差(ドリフト成分ed)が、放射線厚さ計3との差を求めることによって検出されるので、この差レーザ式厚さ計2の厚さ信号s4に対して補正することによって、レーザ式厚さ計2のドリフト誤差が除去され、高精度、高分解能な板厚測定装置が提供できる。

## 【0056】

また、レーザ式厚さ計2と放射線厚さ計3との測定位置のずれを補正して、夫々の板厚さ信号の差を求めて厚さ演算を行っているので、測定位置の相違によって板厚さに相違があった場合でも、その差は除去される。

## 【実施例2】

## 【0057】

実施例2は、実施例1による板厚さ測定装置50を使用した、チャタマーク検出装置60で、同じく図1、図3及び図4を参照して説明する。チャタマーク検出装置60は、板厚測定装置の検出原理は、チャタマークが圧延機の振動によって、種々の板厚さの変動が定周期で発生することを利用して、この定周期の発生パターンを上述した板厚測定装置50の出力から統計的処理によってS/N比を改善して検出するものである。

## 【0058】

実施例2が、実施例1と異なる点は、厚さ演算部4の厚さ信号s8と速度検出信号s3とを入力する周期性判定部5を設けたことにある。板厚測定装置50については、実施例1で説明したものと同一であるのでその説明を省略する。

## 【0059】

周期性判定部5は、厚さ信号s8を所定の期間でフーリエ変換することによって図4(g)に見られるようなチャタマークの発生周波f及びその奇数倍の周波数において、パワ

10

20

30

40

50



ースペクトルのピーク値が得られるので、このパワースペクトルを予め設定する所定の基準値と比較して判定する。

【0060】

また、予めチャタマークの発生するピッチが分かっている場合には、周期性判定処理を同期加算処理によって、S/N比を向上させて検出することが可能である。

【0061】

この同期加算処理は、所定の被測定物11の移動方向に単位長さ毎に書き込みができる記憶回路を設け、この記憶回路の加算周期をチャタマークの周期に同期させて加算することによって、加算周期に一致した信号のピーク値からチャタマークを判定する。

【0062】

以上詳述した様に本発明の板厚測定装置50及びチャタマーク検出装置60は、各実施例に何ら限定されるものではなく、レーザ式厚さ計のレーザ距離計の距離測定方式や、放射線厚さ計の測定方式を本発明の主旨を逸脱しない範囲で変形して実施することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0063】

【図1】板厚測定装置及びチャタマーク検出装置の構成図。

【図2】検出部の斜視図。

【図3】厚さ測定部の詳細な構成図。

【図4】板厚測定装置及びチャタマーク検出装置の信号処理機能説明図。

【図5】レーザ式厚さ計の構成図。

【図6】放射線厚さ計の構成図。

【符号の説明】

【0064】

- 1 厚さ計検出部
- 2 レーザ式厚さ計
- 2 a 位置ずれ補正回路
- 3 放射線厚さ計
- 4 厚さ演算部
- 4 1 平均化回路
- 4 2 平均化回路
- 4 3 減算回路
- 4 4 加算回路
- 5 周期性判定部
- 6 圧延ロール
- 7 速度検出器
- 10 T、10 B レーザ距離計
- 11 被測定物
- 12 レーザ光源部
- 13 CCDカメラ
- 14、14 a C型フレーム
- 14 T、14 B 腕部
- 15 距離演算部
- 16 放射線発生器
- 17 放射線検出器
- 20 厚さ演算部、
- 21 厚さ演算部
- 50 レーザ式厚さ計
- 60 放射線厚さ計
- 100 レーザ式厚さ計

10

20

30

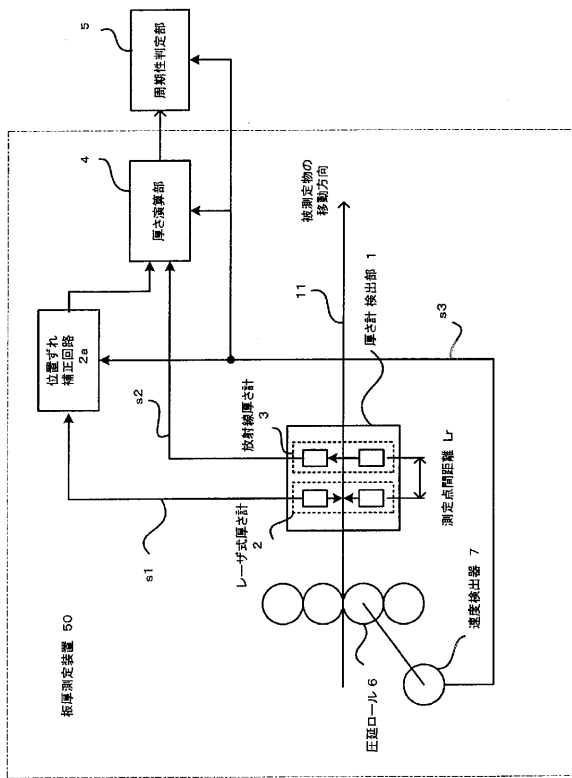
40

50

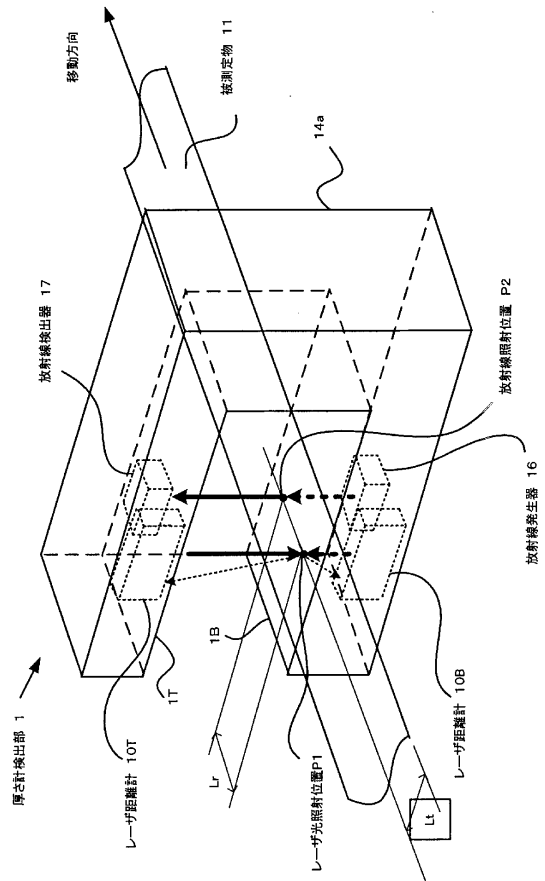
200 放射線厚さ計

子カメラ放射線装置 60

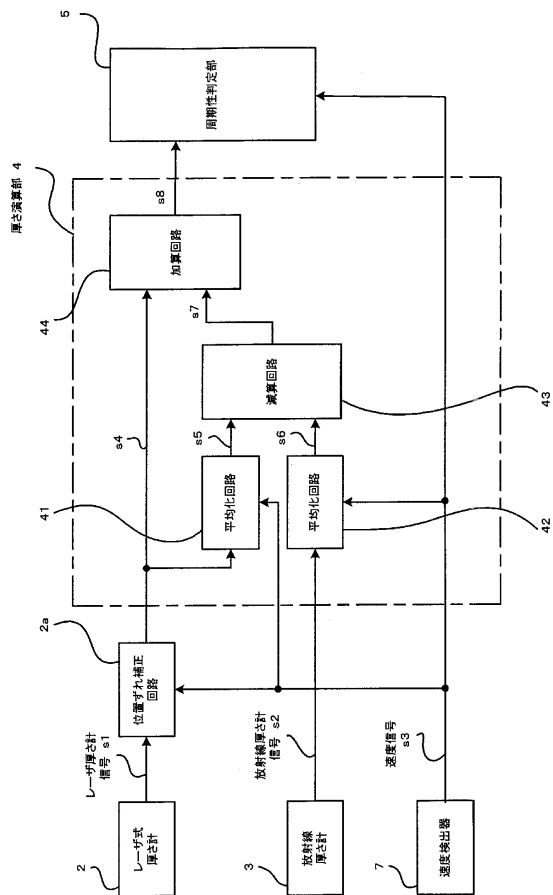
【図 1】



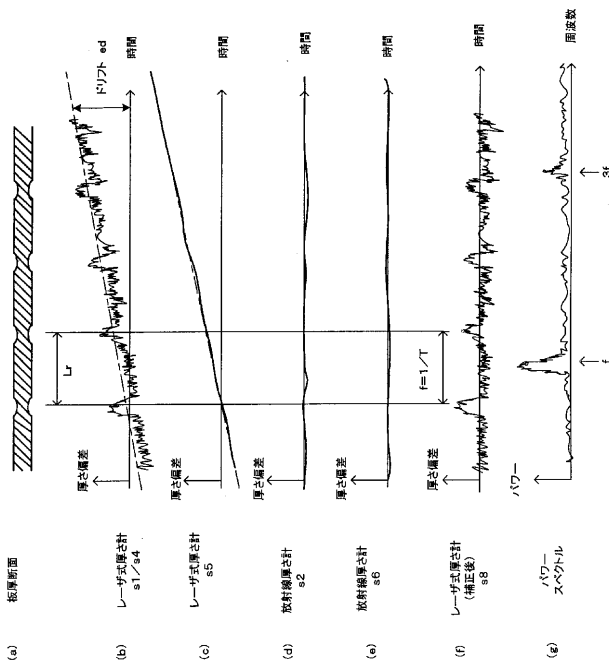
【図 2】



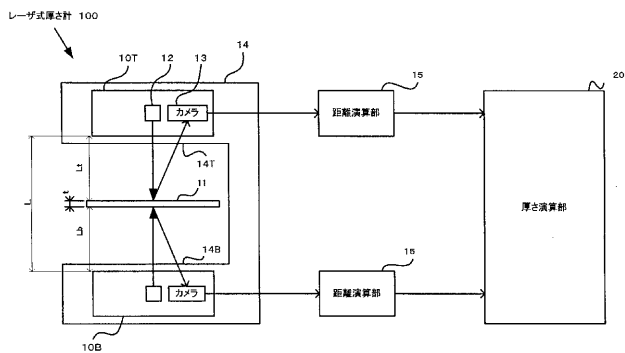
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【図 6】

