

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4131843号
(P4131843)

(45) 発行日 平成20年8月13日(2008.8.13)

(24) 登録日 平成20年6月6日(2008.6.6)

(51) Int. Cl.	F 1		
G 0 1 B 21/08	(2006.01)	G 0 1 B 21/08	I O 1
B 2 1 B 37/00	(2006.01)	B 2 1 B 37/00	Y
B 2 1 C 51/00	(2006.01)	B 2 1 C 51/00	K
		B 2 1 C 51/00	Q

請求項の数 3 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2003-314389 (P2003-314389)	(73) 特許権者	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22) 出願日	平成15年9月5日(2003.9.5)	(74) 代理人	100109900 弁理士 堀口 浩
(65) 公開番号	特開2005-83820 (P2005-83820A)	(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
(43) 公開日	平成17年3月31日(2005.3.31)		
審査請求日	平成18年2月16日(2006.2.16)	審査官	横林 秀治郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 チャタマーク検出装置

(57) 【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

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の間隔を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17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オーダー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1000mm、腕の間隔500mm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 μ 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】

【0023】

上記目的を達成するために、本発明によるチャタマーク検出装置は、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。

20

【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。

30

【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が検出できる。

40

【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1

50

1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。

10

【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。

20

【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が一致するように、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、例えば、被測定物11の測定範囲が0.1乃至8mm程度厚さを測定する場合には、200mm乃至は500mm程度の寸法で設定される。

30

【0037】

また、腕部14T、14Bの長さは、被測定物の11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11の板幅寸法は上記板厚さの範囲において、800mm乃至2000mm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1500mm程度の腕部14T、14Bの寸法としておく。

【0038】

このようなC型フレーム14aの構造は、腕部14Tと腕部14B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。レーザ式厚さ計2の腕部14Tと腕部14B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。

40

【0039】

次に、この板厚測定装置50の各部に供給する被測定物11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1mm/パルス程度にしておく。

【0040】

50

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 を参照して説明する。厚さ演算部 4 は、レーザ式厚さ計 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。

【 0 0 4 8 】

このレーザ式厚さ計 2 の出力信号 s_1 は位置ずれ補正回路 2 a を介して放射線厚さ計 3 の出力信号 s_2 との測定位置と一致させ、レーザ式厚さ計 2 の厚さ信号 s_4 として厚さ演算部 4 に入力される。

【 0 0 4 9 】

通常、この出力信号 s_1 及び s_2 は、被測定物 1 1 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 s_1 、 s_2 は厚さ偏差値であるとして説明する。

【 0 0 5 0 】

次に、放射線厚さ計 3 の出力信号 s_2 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 1 mm 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 s_2 は、厚さ信号 s_4 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。

【 0 0 5 1 】

また、放射線厚さ計 3 は周囲温度が変化し、腕部 1 4 T と腕部 1 4 B 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。

【 0 0 5 2 】

従って、夫々の出力信号 s_1 、 s_2 を平均化回路 4 1、4 2 で所定の長さで移動平均し

10

20

30

40

50

た信号 s_5 、 s_6 は、図 4 (c)、(e) にみられるようにほぼ直線上になる。

【0053】

そして、移動平均した信号 s_5 と s_6 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 e_d 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 s_4 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 e_d が除去された厚さ信号 s_8 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 e_d) 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 s_4 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。

10

【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。

20

【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 s_8 と速度検出信号 s_3 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 s_8 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。

30

【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。

40

【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。

50

【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。

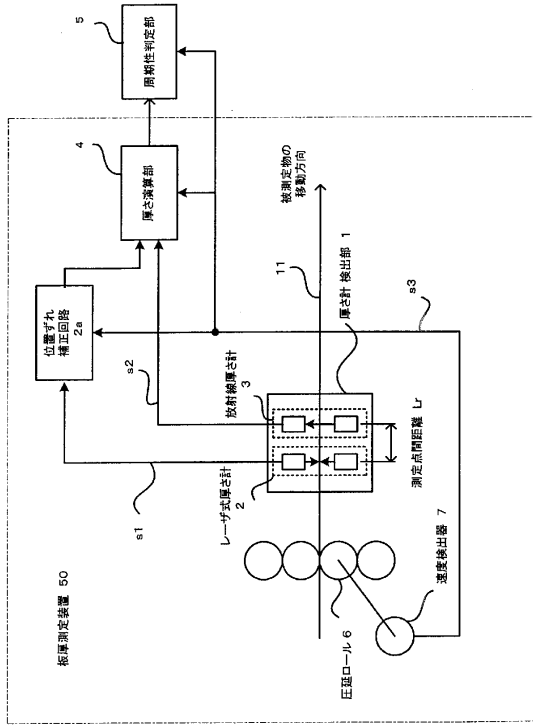
【符号の説明】

【0064】

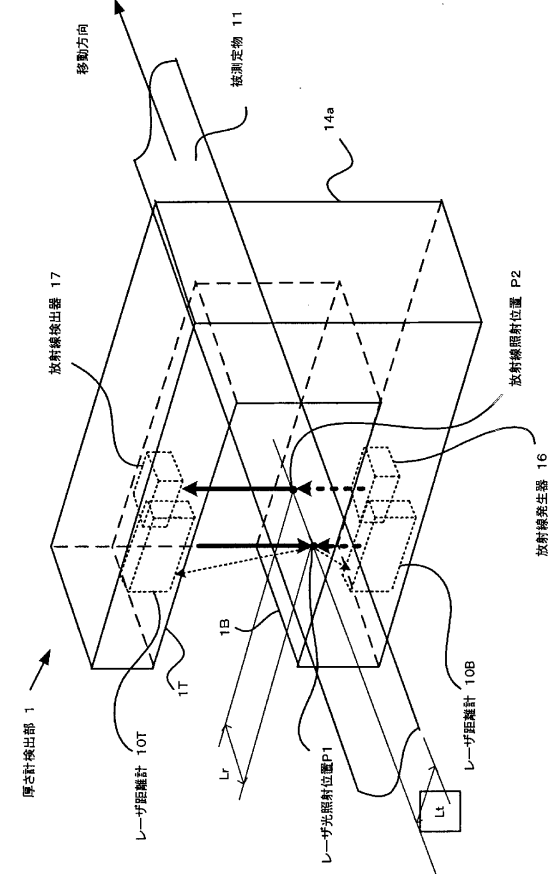
1	厚さ計検出部	
2	レーザ式厚さ計	
2 a	位置ずれ補正回路	
3	放射線厚さ計	10
4	厚さ演算部	
4 1	平均化回路	
4 2	平均化回路	
4 3	減算回路	
4 4	加算回路	
5	周期性判定部	
6	圧延ロール	
7	速度検出器	
1 0 T、1 0 B	レーザ距離計	
1 1	被測定物	20
1 2	レーザ光源部	
1 3	CCDカメラ	
1 4、1 4 a	C型フレーム	
1 4 T、1 4 B	腕部	
1 5	距離演算部	
1 6	放射線発生器	
1 7	放射線検出器	
2 0	厚さ演算部、	
2 1	厚さ演算部	
5 0	レーザ式厚さ計	30
6 0	放射線厚さ計	
1 0 0	レーザ式厚さ計	
2 0 0	放射線厚さ計	

【図 1】

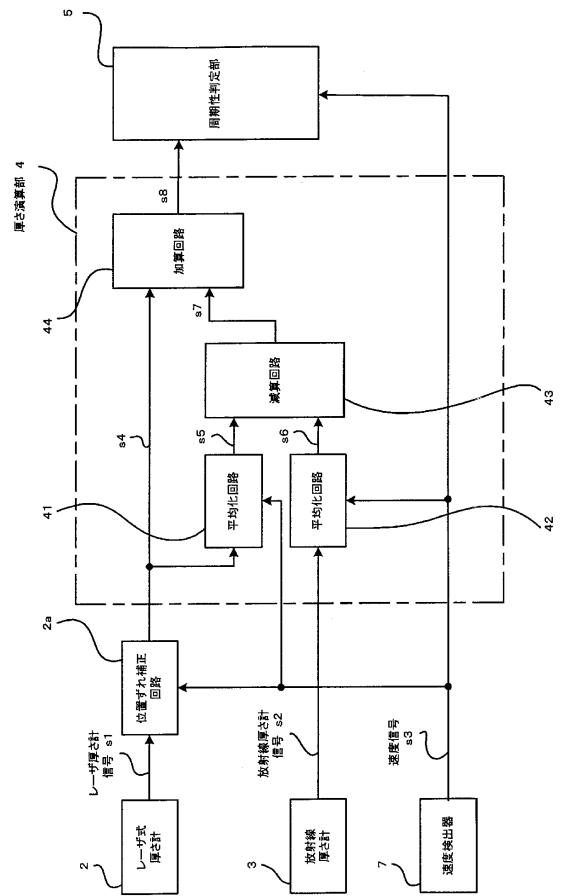
チャタマーク検出装置 60



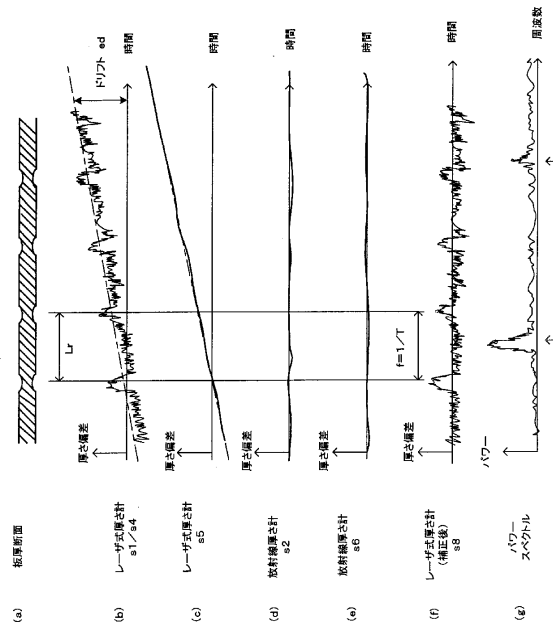
【図 2】



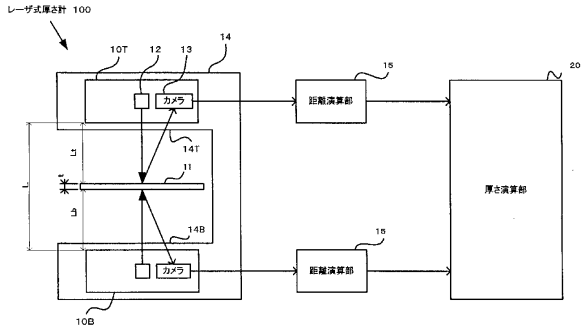
【図 3】



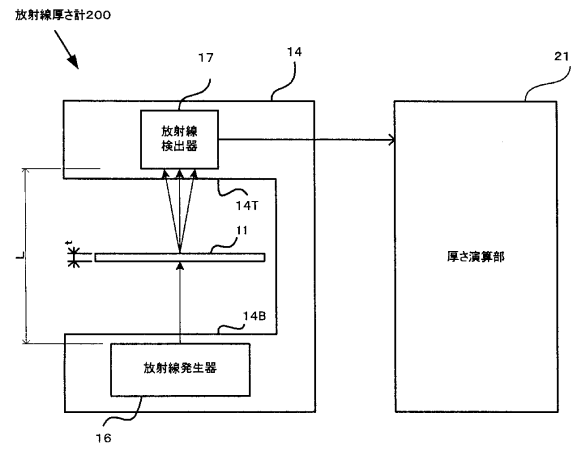
【図 4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2001-147116(JP,A)
特開平09-273912(JP,A)
実開平05-011009(JP,U)
特開平06-137845(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

- G01B21/00-21/32
G01B5/00-5/30
G01B7/00-7/34, 102
G01B11/00-11/30, 102