

(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2011-13083

(P2011-13083A)

(43) 公開日 平成23年1月20日(2011.1.20)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G O 1 D 5/30 (2006.01)	G O 1 D 5/30 F	2 F 0 6 5
G O 1 P 3/80 (2006.01)	G O 1 P 3/80 Z	2 F 1 0 3
G O 1 B 11/00 (2006.01)	G O 1 B 11/00 G	
	G O 1 D 5/30 T	
	G O 1 D 5/30 C	
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 23 頁)		

(21) 出願番号	特願2009-157049 (P2009-157049)	(71) 出願人	000001007
(22) 出願日	平成21年7月1日 (2009.7.1)		キヤノン株式会社
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号
		(74) 代理人	100110412
			弁理士 藤元 亮輔
		(74) 代理人	100104628
			弁理士 水本 敦也
		(72) 発明者	井垣 正彦
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
			ヤノン株式会社内
		Fターム(参考)	2F065 AA02 AA07 AA09 AA20 BB01
			BB15 DD02 FF01 FF04 FF41
			FF56 GG06 GG07 GG21 JJ02
			JJ07 JJ18 JJ25
		最終頁に続く	

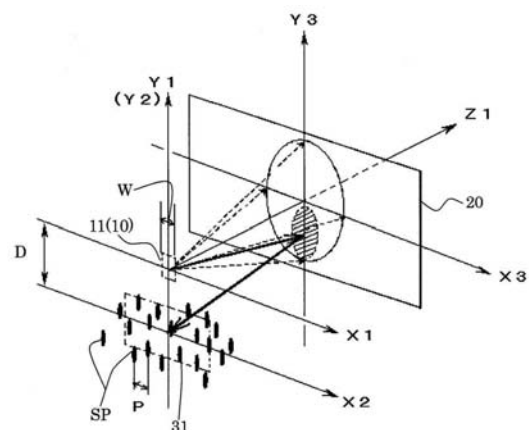
(54) 【発明の名称】 測定装置及びそれを用いた機器

(57) 【要約】

【課題】測定対象物と受光素子との離間距離に依存せずに、反射光学像を用いて高精度に測定対象物の測定装置との相対変位等を測定する。

【解決手段】測定装置は、可干渉性を有する発散光束を射出する光源10と、光源から測定対象物20に照射された光束により発生した反射光学像を受光する受光素子31とを有する。測定装置は、光源の発光面と受光素子の受光面は同じ平面C上に配設され、光源から射出された発散光束を光学パワーを持った面を介さずに測定対象物に照射する。測定装置は、 $\tan(\theta/2) > D/(2 \cdot L)$ を満足する。θは光源の配光角度範囲、Dは光源の発光領域の中心と受光素子の受光領域の中心との間の距離、Lは光源の発光面から測定対象物までの距離である。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

可干渉性を有する発散光束を射出する光源と、前記光源から射出された発散光束を測定対象物に照射し、生成された反射光学像を受光する受光素子とを有する装置であり、前記測定対象物の該装置との相対変位量、相対変位速度が可能な測定装置であって、

前記光源の発光面と前記受光素子の受光面は同一平面上に配設され、前記光源から射出された発散光束を光学パワーを持った面を介さずに前記測定対象物に照射し、かつ以下の条件を満足することを特徴とする測定装置。

$$\tan(\theta/2) > D/(2 \cdot L)$$

ただし、 θ は前記光源の配光角度範囲、 D は前記光源の発光領域の中心と前記受光素子の受光領域の中心との間の距離、 L は前記光源の発光面から前記測定対象物までの距離である。

【請求項 2】

前記光源の発光面と前記受光素子の受光面が配置された前記平面は、前記測定対象物が該測定装置と相対変位する平面と平行であることを特徴とする請求項 1 に記載の測定装置。

【請求項 3】

前記光源の発光面から前記測定対象物までの距離と前記測定対象物から前記受光素子の受光面までの距離とが等しいことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の測定装置。

【請求項 4】

前記測定対象物の該測定装置との相対変位方向に対して直交する軸上に、前記光源と前記受光素子とが配置されていることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 つに記載の測定装置。

【請求項 5】

前記光源は、電流狭窄構造を有する LED であることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 つに記載の測定装置。

【請求項 6】

前記光源の発光窓の寸法が、前記受光素子の受光面上に形成される反射光学像の平均空間強度分布の平均周期の $1/2$ 以下であることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 つに記載の測定装置。

【請求項 7】

複数の前記受光素子を有し、

該複数の受光素子からの出力信号を用いて前記測定を行うことを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 つに記載の測定装置。

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれか 1 つに記載の測定装置を有することを特徴とする光学機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、可干渉性の光を照射した物体からの拡散反射光により生じるスペックル・パターン又は測定対象物の表面の凹凸形状の結像作用や干渉作用から生成された光強度分布を有する光学像を利用して該物体の変位や変位速度を非接触測定する測定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

He-Ne レーザ等のコヒーレント光を散乱面に照射すると、不規則な粒状模様が現れる。このような粒状模様は、散乱面によってランダムに散乱及び回折されてランダムな位相関係を持った散乱光同士が重なり合った結果生じる干渉光によるものであり、スペックル・パターンと呼ばれている。

スペックル・パターンを用いて、物体の変位や変位速度を計測することができる。スぺ

10

20

30

40

50

クル・パターンの静的及び動的な特性や各種計測への応用については、よく知られており、また特許文献 1 及び特許文献 2 には、スペックル・パターンを用いて物体の表面粗さを計測する方法が開示されている。

これらのような計測において、スペックル・パターンを発生させるためには必ずしも結像光学系を用いる必要はなく、単に入射レーザ光によって粗面物体が照明され、そこからの散乱光が自由空間を伝播しただけでもスペックル・パターンは生ずる。これを回折界のスペックル・パターンと呼ぶ。回折界のスペックル・パターンにおいても、特殊な場合を除き、スペックル・パターンは粗面物体の移動に伴って、計測系の配置で決まる一定の比率で移動する。

スペックル・パターンの移動検出方法としては、スペックル・パターンの生成面又は結像面にイメージセンサやフォトダイオードアレイを配置する方法や、移動前後のスペックル・パターンの像を感光材料に 2 重記録する方法等が提案されている。

回折界のレーザスペックル・パターン（レーザスペックル）を利用した速度測定法については、特許文献 3 にて開示されている。ただし、このような回折界のレーザスペックルを利用し、移動物体からの反射光を受光する方式の速度測定装置では、移動物体の振動や傾斜によって測定誤差が大きくなる。特に、移動物体が傾斜すると、該移動物体での反射光を受光することができなくなり、測定不能となることがある。

図 1 3 には、特許文献 3 にて開示された速度測定方法の概略を示している。移動物体（粗面物体）5 0 1 が図中の右方向に面内移動しているとき、その表面にレーザ光源 5 0 2 からのレーザ光を投光レンズ 5 0 3 を介して斜めから照射する。そして、移動物体 5 0 1 での反射光を、スペックル・パターンの並進方向に平行に配置した受光センサ 5 0 4 A , 5 0 4 B により検出し、検出した光信号の時間的ずれ量を、相関処理器 5 0 5 により相互相関処理することで、移動物体 5 0 1 の速度を検出する。

ここで、移動物体 5 0 1 の移動速度を V_{ob} とし、並進倍率を γ とし、受光センサ 5 0 4 A , 5 0 4 B 上でのスペックル・パターンの移動速度を V_{sp} とする。また、受光センサ 5 0 4 A , 5 0 4 B の離間距離を X とし、投光レンズ 5 0 3 と移動物体 5 0 1 との間に形成されるビームウェスト 5 0 6 と移動物体 5 0 1 との離間距離を Z_a とする。さらに、移動物体 5 0 1 と受光センサ 5 0 4 A , 5 0 4 B との離間距離を Z_b とする。このとき、受光センサ 5 0 4 A , 5 0 4 B で検出した光信号の時間的ずれ量 d は、以下の式で与えられる。

$$\begin{aligned} V_{ob} &= \gamma \times V_{sp} \\ &= 1 + Z_b / Z_a \\ d &= X / V_{ob} = X / (\gamma \times V_{sp}) \end{aligned}$$

ただし、 X と γ は既知とする。

受光センサ 5 0 4 B からは、受光センサ 5 0 4 A での受光信号の波形に対して時間的ずれ量 d を持った同様な受光信号の波形が出力される。このため、時間的ずれ量 d を測定すれば、上記式によって移動物体 5 0 1 の移動速度 V_{ob} を求めることができる。

このような測定系において、移動物体 5 0 1 に面外変位が発生すると、離間距離 Z_a , Z_b が変化し、既知の値として使用する並進倍率 γ の値に対する誤差が発生する。この結果、算出された移動物体 5 0 1 の移動速度 V_{ob} に誤差が生じる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 3】

【特許文献 1】特開昭 6 3 - 2 7 4 8 0 7 号公報

【特許文献 2】特開昭 5 1 - 1 2 4 4 5 4 号公報

【特許文献 3】特開平 4 - 8 6 5 6 2 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

このように、スペックル・パターンを利用した測定方法は、非接触で粗面物体の面内変位

10

20

30

40

50

や移動速度等を測定するには適しているが、移動物体に対する照明系や検出系のアライメントを正確かつ安定的に保つ必要がある。特許文献3にて開示された測定系では、照明系及び検出系は、移動物体に対してそれぞれ斜めに配置されている。このような傾斜照明系及び傾斜検出系を避け、垂直照明系及び垂直検出系を採用するためには、ハーフミラーやビームスプリッタ等の光学部品を用いる必要があるため、部品点数の増加によって測定装置の小型化が妨げられる。

一方、結像光学系を用いた像界のスペックル・パターンを利用して速度を測定する方法もある。この測定方法によれば、移動物体の振動や傾斜の影響をキャンセルすることが可能である。ただし、この測定方法では、センサと移動物体とを、これらが結像関係になるような位置に正確に設置することが必要となり、設置が困難である。

本発明は、測定対象物と受光素子との離間距離に依存せずに、スペックル・パターン等を用いて高精度に測定対象物の光源（測定装置）との相対変位、相対変位速度又は表面粗さを計測することが可能な小型の測定装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の一側面としての測定装置は、可干渉性を有する発散光束を射出する光源と、光源から測定対象物に照射された光束により発生したスペックル・パターンあるいは測定対象物の表面の凹凸形状の結像作用、干渉作用から生成された光強度分布を有する光学像を受光する受光素子とを有する装置であり、測定対象物の該装置との相対変位量、相対変位速度を測定する。該測定装置は、光源の発光面と受光素子の受光面は同じ平面上に配設され、光源から射出された発散光束を光学パワーを持った面を介さずに測定対象物に照射する。そして、該測定装置は、以下の条件を満足することを特徴とする。

【0006】

$$\tan(\theta/2) > D/(2 \cdot L)$$

ただし、 θ は光源の配光角度範囲、 D は光源の発光領域の中心と受光素子の受光領域の中心との間の距離、 L は光源の発光面から測定対象物までの距離である。

【0007】

なお、上記測定装置を有するカメラ、交換レンズ、プリンタ、複写機等の機器も本発明の他の一側面を構成する。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、スペックル・パターン又は測定対象物の表面の凹凸形状の結像作用や干渉作用から生成された光強度分布を有する光学像を利用した小型の測定装置を実現できる。しかも、本発明によれば、測定対象物と検出装置との離間距離が変化しても、高精度に測定対象物の光源（測定装置）との相対変位、相対変位速度又は表面粗さを計測することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の実施例1である測定装置の斜視図、正面図及び側面断面図。

【図2】実施例1の測定装置の斜視図。

【図3】実施例1の測定装置の詳細説明図。

【図4】実施例1の測定装置における信号処理回路部の回路図及び出力信号の波形図。

【図5】従来の測定装置と実施例1の測定装置の差を説明する図。

【図6】実施例1の測定装置の光学構成を示す図。

【図7】実施例1の測定装置における出力信号の例を示す図。

【図8】本発明の実施例2である測定装置の構成を示す図。

【図9】本発明の実施例3である測定装置の構成を示す図。

【図10】本発明の実施例4であるカラー複写機の一部の構成を示す図。

【図11】本発明の実施例5であるインクジェットプリンタの一部の構成を示す図。

【図12】本発明の実施例6であるビデオカメラの構成を示す図。

10

20

30

40

50

【図 1 3】従来の測定装置の構成を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の好ましい実施例について図面を参照しながら説明する。

【実施例 1】

【0011】

図 1 の (A) 及び (B) には、本発明の実施例 1 である測定装置の概略構成を示している。また、図 2 には、該測定装置においてスペックル・パターン又は測定対象物の表面の凹凸形状の結像作用や干渉作用から生成された光強度分布を有する光学像 (以下、反射光学像という) が形成される様子を示している。

図 1 の (A) 及び図 2 において、X 1 , X 2 , X 3 はそれぞれ、後述する発光窓の短辺方向、フォトダイオードアレイの配列方向 (反射光学像のピッチ方向) 、及び測定対象物の面内方向である。また、Y 1 , Y 2 , Y 3 はそれぞれ、発光窓の長辺方向、フォトダイオードアレイを構成する各フォトダイオードの長手方向、及び測定対象物の他の面内方向である。さらに、Z 1 , Z 2 , Z 3 はそれぞれ、発光窓 (発光面) 、フォトダイオードアレイ (受光面) 及び物体の表面に垂直な方向である。

これらの図において、10 は光源としての電流狭窄型半導体発光素子であり、発光領域を発光層の一部に限定するための電流狭窄構造を有する化合物半導体発光素子である。発光素子 10 は、点光源である。以下の説明において、この発光素子を L E D チップ 10 と称する。11 は L E D チップ 10 の有効発光領域を形成する発光窓である。

20 は測定対象物 (以下、単に物体という) であり、その表面は金属粗面のような光学的な拡散面として形成されている。この物体 20 は、測定装置 (つまりは L E D チップ 10) に対して、X 3 方向に移動する。

なお、本実施例では、物体 20 が測定装置に対して移動する場合について説明するが、固定された物体 20 に対して測定装置が移動してもよい。言い換えれば、測定装置と物体 20 とが相対移動すればよい。

本実施例の測定装置は、物体 20 の測定装置との相対変位量、相対変位速度又は物体 20 の表面粗さを測定することができるが、ここでは、測定装置に対する物体 20 の移動量を測定するものとして説明する。

31 は反射光学像を受光する受光素子であり、本実施例では、フォトダイオードアレイを用いて構成されている。以下の説明においては、この受光素子を、フォトダイオードアレイ 31 と称する。30 はフォト I C チップであり、信号処理回路部 34 及びフォトダイオードアレイ 31 を含むシリコン半導体素子である。

L E D チップ 10 と、フォトダイオードアレイ 31 及び信号処理回路 34 を含むフォト I C チップ 30 とにより、反射型光学式センサとしての検出ヘッド 40 が構成される。

L E D チップ 10 から射出した発散光束は、物体 20 の表面上の広い範囲に照射される。そして、物体 20 の粗面の各点で散乱された光が互いに干渉し合うことで、L E D チップ 10 やフォト I C チップ 30 を含む広い空間領域で不規則な干渉パターン、結像パターンである反射光学像 S P を形成する。なお、L E D チップ 10 から射出された発散光束は、光学パワーを持った面を介さずに、すなわち直接、物体 20 に照射される。

物体 20 の粗面 (表面) が X 3 方向に移動すると、スペックル・パターン S P は移動しながら変形する。物体表面の変位や変形による反射光学像 S P の移動は、該変位及び変形の種類や、光を物体に照射したり反射光学像 S P を検出したりするための光学系や、反射光学像の検出位置 (観察位置) に依存している。反射光学像 S P には、物体 20 への照射光の発散又は収束や反射光学像 S P の観察位置によって、物体 20 の変位が拡大されて現れたり、逆に縮小されて現れたりする。

本実施例では、L E D チップ 10 から射出した光束は発散光束として物体 20 に照射され、かつ照射光束の波面の曲率半径と観察位置との関係から、反射光学像 S P の並進倍率 (変位拡大倍率) は 2 倍となっている。

物体 20 の粗面が面内移動 (平行移動) するときの反射光学像 S P の大きさは、L E D チ

10

20

30

40

50

チップ 10 の発光窓 11 の大きさ、照射光の照射面（粗面）上での大きさ、及び照射光の波面の曲率半径等により決定される。反射光学像 S P の形状は、照射光の波長、物体 20 への入射角化、及び物体 20 の粗面の構造に依存する。

図 1 の（B）及び図 2 には、フォトダイオードアレイ 31 の近傍に形成された、平均ピッチが P である反射光学像 S P を示している。

図 1 の（B）において、LED チップ 10 の発光窓（発光面）11 から物体 20 の表面までの距離と、物体 20 の表面からフォトダイオードアレイ 31 の受光面までの距離とは互いに等しく、距離 L に設定されている。言い換えれば、LED チップ 10 の発光面とフォトダイオードアレイ 31 の受光面は、図中に C で示す同一平面上に配設されている。この関係を有する場合、スペックル・パターンの変位量は物体 20 の移動量の 2 倍となる。

なお、平面 C は、物体 20 が移動する（物体 20 が測定装置と相対変位する）平面と平行な平面である。また、LED チップ 10 とフォトダイオードアレイ 31 は、物体 20 の測定装置との相対変位方向に対して直交する軸上にそれぞれ配置されている

図 3 の（A）～（C）には、上述した検出ヘッド 40 の詳細を示している。（A）には、LED チップ 10 とフォト IC チップ 30 の詳細を示す。LED チップ 10 の発光窓（有効発光領域）11 は、 $40 \times 150 \mu\text{m}$ 程度の矩形又は楕円形状に形成されている。

LED チップ 10 は、中心発光波長： $\lambda = 650 \text{ nm}$ の赤色 LED であり、発光波長のスペクトル半値幅： 15 nm 前後である。

発光窓 11 の短辺方向（ $40 \mu\text{m}$ 幅の方向）は、X1 方向に平行に設けられている。この発光窓 11 の短辺の幅は、光源としての空間的な可干渉性を決定する重要な寸法であり、スペックル・パターンの斑点形状及びその光学的なコントラストに影響を与える。具体的には、発光窓 11 の短辺の幅は、フォトダイオードアレイ 31 の受光面上に形成される反射光学像の平均空間強度分布の平均周期の $1/2$ 以下とすることが好ましい。

LED チップ 10 の下側には、フォト IC チップ 30 が配置されている。フォト IC チップ 30 のうち LED チップ 10 に近い側にフォトダイオードアレイ 31 が配置され、LED チップ 10 から遠い側に信号処理回路部 34 が配置されている。

フォトダイオードアレイ 31 においては、図中の水平方向である X2 方向に、16 個のフォトダイオード 32a, 32b, 32d, 32d, 33a, ..., 34d, 35a, 35b, 35c, 35d が等間隔に配列されている。

これらフォトダイオードは、フォトダイオードアレイ面上に形成される反射光学像の平均ピッチ P が検出できるように、該アレイ面に投影される光の強度分布として、寸法 P に対応する基本空間周波数成分が抽出できるように配列されている。この寸法 P に相当する周期を、検出ヘッド 40 の基本周期という。

16 個のフォトダイオードは、基本周期 P の $1/4$ のピッチ、すなわち $P/4$ ピッチで配列されている。また、これらフォトダイオードは、左から 4 個を 1 セットとする 4 つのセット（31, 32, 33, 34）として配置されている。4 個のフォトダイオードは、互いに 90° 位相がずれた A 相及び B 相の出力を得る 2 個のフォトダイオードと、これらに対してそれぞれ 180° 位相がずれた AB 相及び BB 相の出力を得る 2 個のフォトダイオードとを含む。

このようなフォトダイオードの配置により、物体 20 の移動に伴って、互いに 90° 位相のずれた A 相, AB 相, B 相及び BB 相の出力電流が得られる。これらの出力電流は、信号処理回路部 34 内に設けられた電流電圧変換器で電圧値に変換され、差動増幅器により A 相と AB 相の差動と、B 相と BB 相の差動とがとられることで、互いに 90° 位相のずれた A 相及び B 相の変位出力信号が得られる。

図 3 の（B）には、それぞれ半導体素子である LED チップ 10 とフォト IC チップ 30 を封止するパッケージを示している。（B）に示すように、LED チップ 10 とフォト IC チップ 30 の間には、LED チップ 10 の発光窓 11 から射出した光がフォトダイオードアレイ 31 に直接入射しないようにするための遮光壁 48 が設けられている。

また、図 3 の（C）には、検出ヘッド 40 と物体 20 との間の光路を示している。ただし、この光路は、物体 20 の表面が鏡面である場合の光路である。

10

20

30

40

50

これに対し、図3の(D)には、物体20の表面が粗面である場合の検出ヘッド40と物体20との間の光路を示している。該光路は、物体20の表面からの反射光によりスペckル・パターンが形成される場合の該スペckル像の形成に寄与する光線の光路である。(C)、(D)に示すように、検出ヘッド40は、LEDチップ10及びフォトICチップ30を支持する配線基板44と、LEDチップ10及びフォトICチップ30を覆うように配置された透光性の封止樹脂45を有する。さらに、検出ヘッド40は、封止樹脂45上に配設された透明ガラス46を有する。

図4の(A)には、信号処理回路部34の回路構成を示している。図3の(A)に示した16個のフォトダイオード32a, 32b, 32d, 32d, 33a, ..., 34d, 35a, 35b, 35c, 35dにおいて、同じ添え字a, b, c, dが付されたフォトダイオードは互いに電氣的に接続されている。例えば、フォトダイオード32a, 33a, 34a, 35aは互いに電氣的に接続されている。以下、添え字aが付された4個のフォトダイオードをa相フォトダイオード116といい、添え字bが付された4個のフォトダイオードをb相フォトダイオード117という。また、添え字cが付された4個のフォトダイオードをc相フォトダイオード118といい、添え字dが付された4個のフォトダイオードをd相フォトダイオード119という。

a相~d相フォトダイオード116~119からの出力信号は、電気回路ユニット121に入力される。電気回路ユニット121は、LEDチップ10の発光部112の発光回路と、アナログ信号処理部123と、物体20の移動量を算出して該物体20の位置を求める位置演算部122とを含む。アナログ信号処理部123は、図4の(b)に示すように、a相及びc相フォトダイオード116, 118の差動出力としてA相出力信号VAを得るとともに、c相及びd相フォトダイオード117, 119の差動出力としてB相出力信号VBを得る。

位置演算部122に入力されるアナログ信号処理部123からのA相及びB相出力信号VA, VBは、交流成分Va, Vbと、直流成分Vref2との和となる。位置演算部122は、A相出力信号($VA = Va + Vref2$)又はB相出力信号($VB = Vb + Vref2$)から該信号のピークを計数し、物体20の移動に伴う反射光学像の通過回数を得る。反射光学像の平均ピッチPに、計数した通過回数を乗じることで、物体20の移動量が算出される。

また、A相及びB相出力信号の交流成分に基づいて、A相とB相間の位相角を算出することにより、反射光学像の平均ピッチP以下の移動量を算出することができる。

例えば、A相及びB相の正弦波状の出力信号を逆正接演算して逆正接値(\arctan 値)を求めて位相角を算出する方法により、移動量の検出分解能を高めることができる。

【0012】

次に、LEDチップ10として、電流狭窄型半導体発光素子(電流狭窄LED)を用いることによる測定装置の優位な点について説明する。

図5の(A), (B)はそれぞれ、光源としてレーザダイオード10を用いた場合と電流狭窄LEDである本実施例のLEDチップ10を用いた場合での測定装置の光学構成(上図)と配向角度範囲(下図)を示している。なお、これらの図では、これまで説明した反射型の光学構成とは異なり、該反射型光学構成と等価な透過型光学構成を示している。前述したように、光源(レーザダイオード10, LEDチップ10)とフォトダイオードアレイ31はそれぞれ、物体20に対して等しい距離($Za = Zb$)の位置に配置されている。なお、フォトダイオードアレイ31は、光源の主光線上に配置されている。図中の31bは、フォトダイオードアレイ31を主光線上からオフセットさせて配置した場合を示している。

(A)では、レーザダイオード10の配光特性により、物体20上にはスポット光が照射される。このとき、レーザダイオード10の配向角度範囲1が狭いため、オフセット配置されたフォトダイオードアレイ31bには、ほとんど光が入射せず、光の利用効率が悪い。したがって、レーザダイオード10を光源として用いる場合には、該レーザダイオード10の光軸の近傍にフォトダイオードアレイ31を配置する必要がある。

一方、(B)では、LEDチップ10の配向角度範囲2がレーザダイオード10のそれよりも広いので、物体20上の広い範囲に光が照射される。この場合、フォトダイオードアレイ31及びオフセット配置されたフォトダイオードアレイ31bのいずれにも十分な光量の光を入射させることができる。

図6の(A)には、図5の(B)に示したLEDチップ10の位置を31bにより示した位置に移動させた場合の測定装置の透過型光学構成(上図)と配向角度範囲(下図)を示している。また、図6の(B)は、図6(A)の光学構成と等価な反射型光学構成(上図)と配向角度範囲(下図)を示している。(B)に示す光学構成が、本実施例における実際の光学構成を示している。

本実施例の測定装置では、光源10の発光面と測定対象体20までの距離 Z_a と受光素子31bと測定対象体20までの距離 Z_b を等距離に配置するとともに、この光源の配光特性について以下の条件を満足する。

$$\tan(\theta/2) > D/(2 \cdot L) \quad \dots (1)$$

条件式(1)において、図6の(A)および(B)に示すように、 θ はLEDチップ10の配光角度範囲、 D はLEDチップ10の発光領域の中心とフォトダイオードアレイ31の受光領域の中心との間の距離である。また、 L ($Z_a = Z_b$)はLEDチップ10の発光面から物体20までの距離である。

条件(1)は、図6図における光源10の配光角度範囲内に受光領域31の受光中心が含まれる配置条件を示したものである。

本実施例では、光源であるLEDチップ10として、配光角度範囲 θ が広い電流狭窄LEDを用いることで、図6の(B)に示すような配置が可能となる。LEDチップ10及びフォトダイオードアレイ31は、図3の(C)、(D)に示すように同一の配線基板44上に実装することにより、これらと物体20までの離間距離(L)を等しくすることができる。この結果、離間距離 L ($= Z_a = Z_b$)が変動しても、反射光学像の並進倍率($= 2$)の値を一定に保つことが可能であり、反射光学像の大きさや形状も安定する。

以上、説明した本実施例によれば、物体20とフォトダイオードアレイ31との離間距離が変化しても、反射光学像を利用して高精度に物体20の移動量を計測することが可能な小型の測定装置を実現することができる。

【実施例2】

【0013】

図7には、本発明の実施例2である測定装置における出力信号の例を示している。図7の上段には、先に示した図4での信号処理回路部34内で生成されるアナログ信号A相、B相、およびそれらの信号を2値化したデジタル信号DA相及びDB相の信号値を示している。また、図7の中段には、アナログ信号処理部123から出力されるA相及びB相出力信号を示している。さらに、図7の下段には、アナログ信号A相、B相をそれぞれX、Y軸としたリサージュ図形を示す。

実施例1にて説明した測定装置では、受光素子としてフォトダイオードアレイ31を用いている。しかし、この場合、図7の上段の丸で囲まれた部分のデジタル信号波形のように、一般的な反射光学像検出系で問題となるドロップアウト現象、すなわち信号の欠落がある頻度で発生するという問題は、本発明においても原理的な問題であって避けなければならない。測定対象物の変位量等の測定ができなくなる状態が生ずる可能性があるためである。

この場合、一般的には、受光素子31からの信号出力が欠落した状態を補完するように他の受光素子を設け、その受光素子から信号出力によりドロップアウト現象の発生を回避することが可能である。

図8は、具体的なドロップアウト回避を目的とする構成を有する、本発明の実施例2の測定装置である。この測定装置では、1つのLEDチップ10から物体20における互いに異なる2つの領域に光を照射する。そして、該2つの領域でそれぞれ反射された光によって発生する2領域の反射光学像をそれぞれ別々の2つのフォトICチップ30(フォトダイオードアレイ31)で受光することによりドロップアウトが回避できる。

本実施例においても、実施例 1 と同様に、光源 10 の発光面と測定対象体 20 までの距離 Z_a と受光素子 31 と測定対象体 20 までの距離 Z_b を等距離に配置し、かつ光源の配光特性 についても条件 (1) を満足する構成が有効な配置となる。特に、本実施例においては、図 8 の 2 つの受光領域 31 について条件 (1) が満足されなければならない。この実施例においては、2 つのフォト IC チップ 30 に対して共通の LED チップ 10 を用いることができ、低コストで小型の測定装置を構成することができる利点がある。

【実施例 3】

【0014】

実施例 2 のように 2 つの受光領域 31 を備えた測定装置を用いて、いわゆる区間速度検出法により、物体 20 の移動速度を計測することが可能である。区間速度検出法では、反射光学像の相互相関をとることにより該反射光学像の通過時間を計測し、反射光学像の移動速度を検知して、物体 20 の移動速度を計測する。

図 9 の (A)、(B)、(C) にはそれぞれ、区間速度検出法を行うことが可能な測定装置の構成を示している。いずれの測定装置でも、複数 (本実施例では 2 つ) の受光素子 (フォトダイオードアレイ 31) に対して LED チップ 10 を共通化することで、小型化及び低コスト化を図ることができる。

区間速度検出法においては、速度検出精度を高めるために 2 つの受光素子間の距離 M が重要である。このため、(B) に示す測定装置では、1 つのフォト IC 30 に 2 つのフォトダイオードアレイ 31 を設けている。これにより、(A)、(C) に示す測定装置のように 2 つのフォト IC 30 を基板に実装して用いる (実装誤差が生じやすい) 場合に比べて、より高精度に距離 M を設定することができる。

本実施例においても、実施例 1 と同様に、光源 10 の発光面と測定対象体 20 までの距離 Z_a と受光素子 31 と測定対象体 20 までの距離 Z_b を等距離に配置し、かつ光源の配光特性 についても条件 (1) を満足する構成が有効な配置となる。特に、本実施例においては、図 9 の 2 つの受光領域 31 について条件 (1) が満足されなければならない。

この例において、物体 20 の速度を高い精度で検出するために、2 つの受光領域 31 で観測した反射光学像の相関処理を実施する。このとき、相関精度を高めるために重要な点は、受光する 2 領域の照度分布が同一であることで、先に示した条件 (1) はそのための必須要件となる。

【実施例 4】

【0015】

図 10 の (A) には、本発明の実施例 4 である光学機器としてのカラー複写機 (画像形成装置) の中間転写ベルト部を示している。(B) はその側面図を示している。

この複写機は、中間転写ベルト (測定対象物) 310 を有する転写ユニットを有する。中間転写ベルト 310 は、駆動ローラ 309 と 2 つの従動ローラ 315、316 との間に巻き掛けられている。制御ユニット 370 によりモータ 307 が駆動され、その回転がギア 308 を介して駆動ローラ 309 に伝達されることにより、中間転写ベルト 310 が図中の矢印 F の方向に回動する。

【0016】

中間転写ベルト 310 の平面部の上方には、該中間転写ベルト 310 の回動方向に沿って、不図示の 4 色の感光体が配設されている。そして、中間転写ベルト 310 の内側には、各感光体との間に中間転写ベルト 310 を挟むように、4 つの 1 次転写ローラ (図示せず) が配置されている。

【0017】

カラー複写機においては、高精度に 4 色像の位置合わせが行われる。このとき、中間転写ベルト 310 に速度変動が生じると色ずれが発生し、画像の品位が低下する。したがって、中間転写ベルト 310 の速度を高精度に制御する必要がある。

このため、本実施例では、制御ユニット 370 が、実施例 1、2 で説明した反射型光学式センサとしての検出ヘッド 306A、306B を用いて、区間速度検出法により、該検出ヘッド 306A、306B 間の距離 M での中間転写ベルト 310 の移動速度を検出する。

なお、制御ユニット 370 は、検出ヘッド 306A, 306B とともに測定装置を構成する。

そして、制御ユニット 370 は、検出された移動速度に基づいて、駆動ローラ 309 の回転速度を制御することで、中間転写ベルト 310 の回転速度を一定に維持することができる。

【0018】

なお、検出ヘッド 306A, 306B を、中間転写ベルト 310 の内周に設けてもよい。

この実施例において、実施例 3 の検出装置構成を適用することも可能で、2 個の検出ヘッド 306A と 306B を 2 個用いるより経済的で且つ小型化が可能である。

【実施例 5】

【0019】

図 11 には、本発明の実施例 5 である光学機器としてのインクジェットプリンタの印字ヘッド部及びシート搬送部を示している。

図 11 において、701 は筐体である。609 は紙等のシートであり、図中の矢印 G 方向に搬送される。604 は印字ヘッドやインクタンク 605 を保持するキャリッジユニットであり、ガイドバー 705 に沿って矢印 H 方向に駆動される。703 はシート搬送用の駆動モータである。703 は駆動軸上に設けられたギアであり、704 はアイドルギアである。706 は主搬送ローラ軸上に設けられたギアである。

606 はキャリッジユニット 604 に取り付けられた、実施例 1 ~ 3 で説明した測定装置の一部を構成する反射型光学式センサとしての検出ヘッドである。該検出ヘッド 606 は、シート（測定対象物）609 に対して光を照射する。

本実施例では、検出ヘッド 606 を通じて 2 次元方向での移動量測定を行うように構成されており、シート 609 の G 方向での搬送量（移動量）を測定すると同時に、キャリッジユニット 604 の H 方向での移動量も測定する。

従来のインクジェットプリンタにおいては、キャリッジユニットの移動量を測定するためにリニアエンコーダが用いられていたが、インクジェットプリンタの小型化に伴ってリニアエンコーダの装着スペースが限られ、リニアスケールを併用する必要があった。

しかし、本実施例によれば、1 つの検出ヘッド 606 を用いてシート 609 の搬送量とキャリッジユニット 604 の移動量とを測定することができるので、このような問題を解消することができる。また、本実施例の検出ヘッド（つまりは測定装置）は、さらに小型のモバイルプリンタに対してより好適である。

【実施例 6】

【0020】

図 12 には、本発明の実施例 6 である光学機器としてのビデオカメラ（撮像装置）の構成を示している。なお、デジタルスチルカメラや交換レンズにおいて本実施例と同様の構成を採用してもよい。

このビデオカメラでは、レンズ保持枠 811, 814 によりそれぞれ保持されたバリエータとしての変倍レンズ 801b 及びフォーカスレンズ 801d を、ボイスコイルアクチュエータを用いて光軸方向に駆動する。

820, 821 は実施例 1 ~ 3 で説明した検出ヘッドである。816a, 816b はそれぞれ、変倍レンズ 801b 及びフォーカスレンズ 801d を駆動するボイスコイルアクチュエータの一部を構成するコイル（測定対象物）であり、レンズ保持枠 811, 814 と一体的に移動する。検出ヘッド 820, 821 は、該コイル 816a, 816b の粗面に光を照射し、そこからの反射光を受光する。検出ヘッド 820, 821 からの出力信号はそれぞれ、信号処理回路 822, 823 に入力され、ここでコイル 816a, 816b（つまりは変倍レンズ 801b 及びフォーカスレンズ 801d）の移動量（位置）が検出（測定）される。

【0021】

信号処理回路 822, 823 は変倍レンズ 801b 及びフォーカスレンズ 801d の位

10

20

30

40

50

置情報をCPU824に送る。検出ヘッド820, 821と信号処理回路822, 823により測定装置が構成される。

CPU824は、変倍レンズ801b及びフォーカスレンズ801dの位置情報に基づいて、ドライバ828, 829を介してコイル816a, 816bへの通電を制御する。これにより、変倍レンズ801b及びフォーカスレンズ801dをそれぞれの目標位置に移動させることができる。

変倍レンズ801b及びフォーカスレンズ801dを含む撮像光学系により形成された被写体像は、CCDセンサやCMOSセンサ等の撮像素子825により電気信号に変換される。撮像素子825からの出力信号に対して画像処理回路826により各種処理が施される。これにより、画像信号が生成される。

上記のようにボイスコイルアクチュエータを用いてレンズを駆動する小型のビデオカメラには、実施例1等で説明した検出ヘッド（つまりは測定装置）が好適である。従来、820, 821で示す部位には、リニアタイプボリウム（可変抵抗器）や、グレーコードパターンが形成された電極上をブラシが摺動するタイプの位置検出器が設けられていた。その他に、レンズ保持枠とともに移動する光学素子とPSD等の光電変換素子とによりレンズの位置検出を行う位置検出器が設けられる場合もあった。ただし、いずれも大きな配置スペースを必要としていた。

これに対し、本実施例では、ボイスコイルアクチュエータの一部であるコイル816a, 816bの粗面を用いて非接触で位置検出を行う。これにより、大きな配置スペースを不要とし、ビデオカメラの設計自由度を上げたり、ビデオカメラをより小型化したりすることができる。

以上説明した各実施例は代表的な例にすぎず、本発明の実施に際しては、各実施例に対して種々の変形や変更が可能である。

【産業上の利用可能性】

【0022】

測定対象物と受光素子との離間距離に依存せずに、スペックル・パターン等を用いて高精度に測定対象物の光源（測定装置）との相対変位、相対変位速度又は表面粗さを計測することが可能な測定装置を提供できる。

【符号の説明】

【0023】

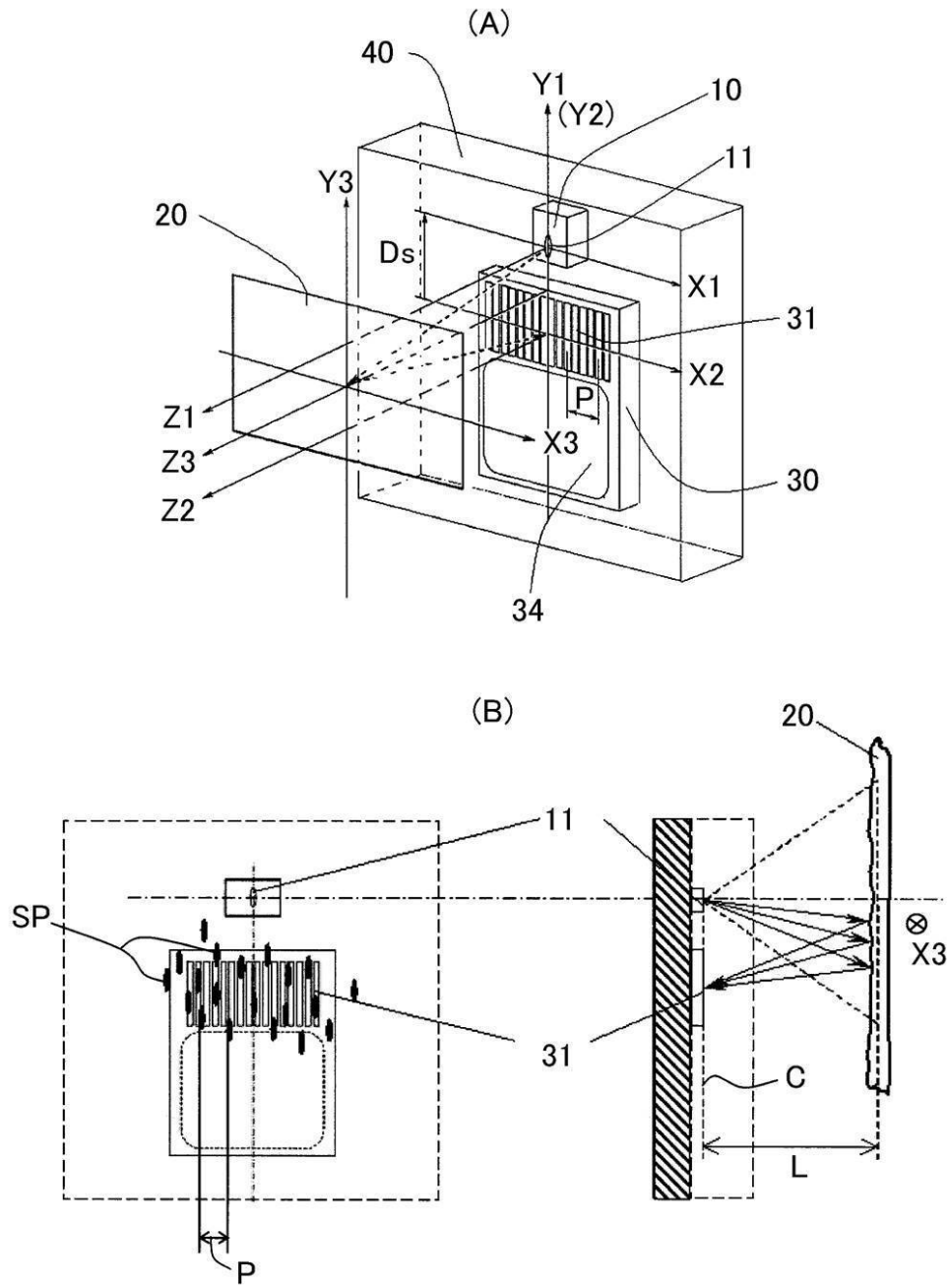
- 10 LEDチップ（光源）
- 11 発光窓
- 20 物体（測定対象物）
- 30 フォトIC
- 31 フォトダイオードアレイ

10

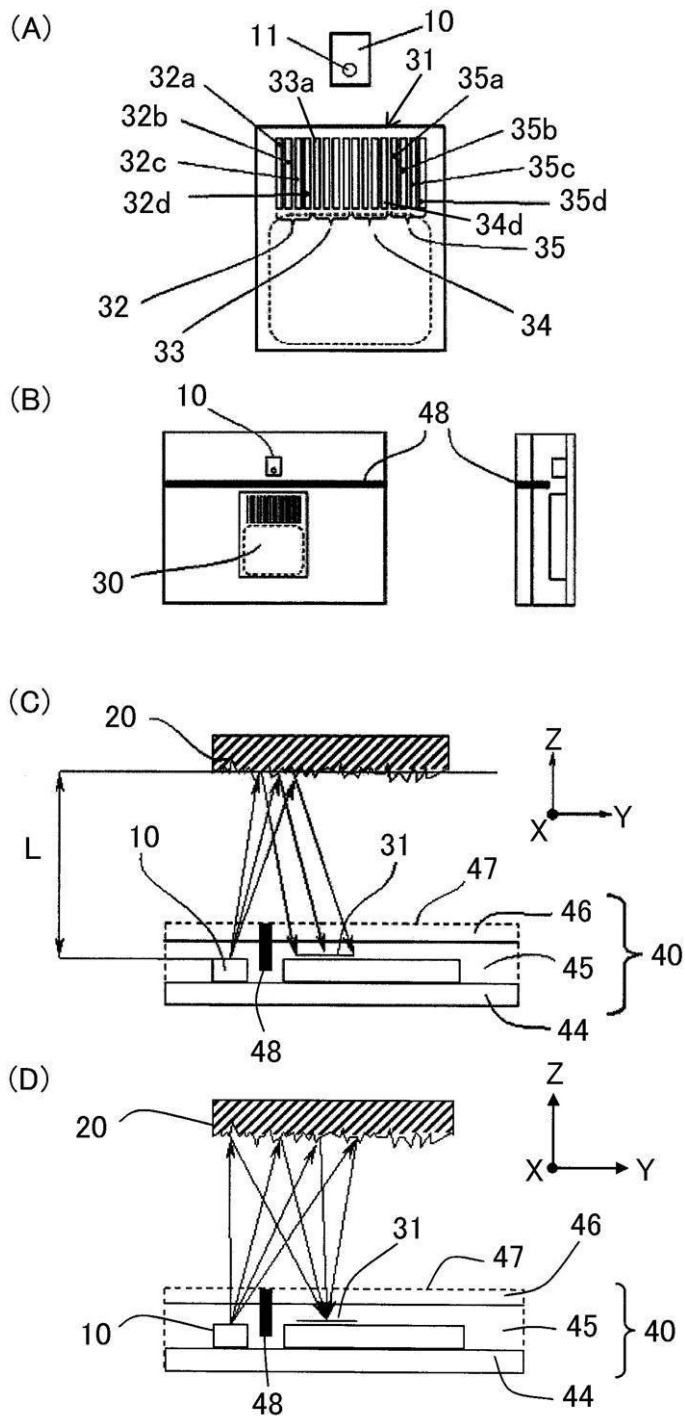
20

30

【図 1】

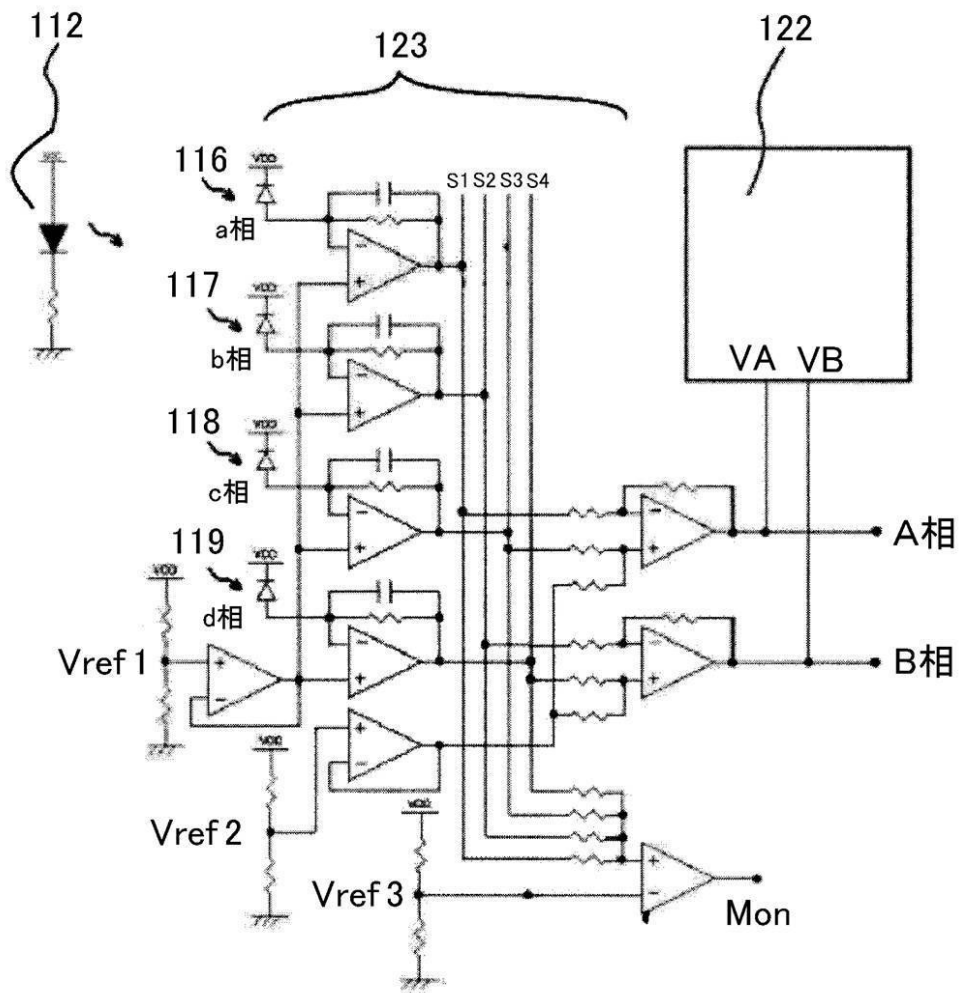


【図 3】

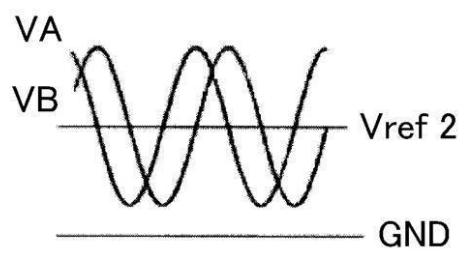


【図4】

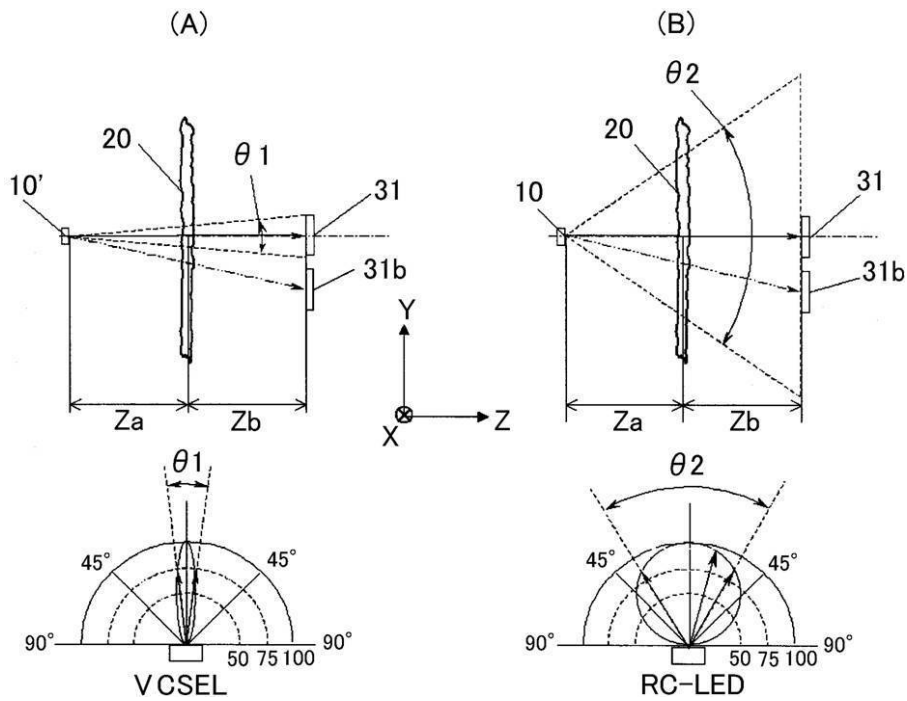
(A)



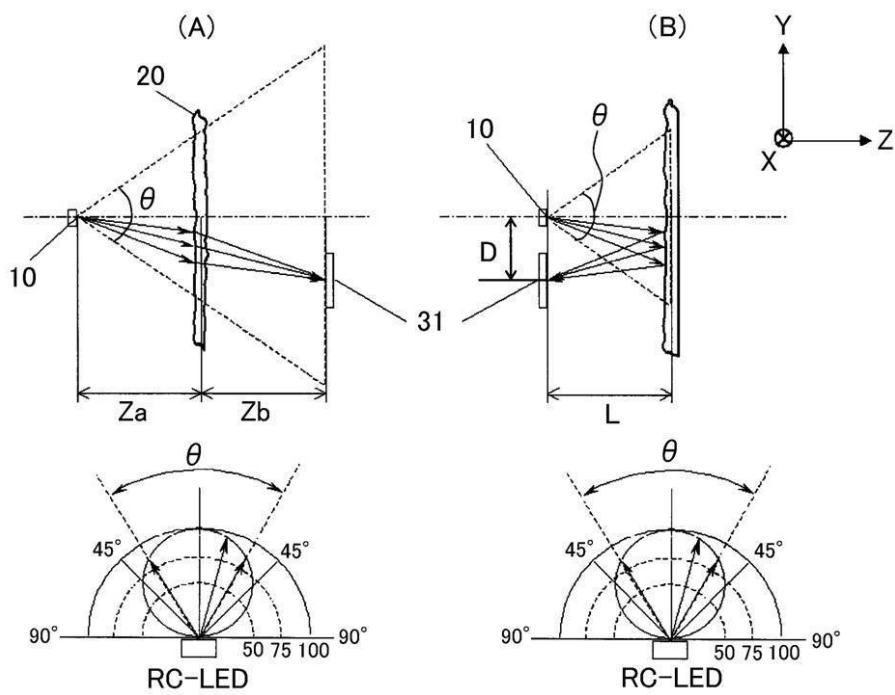
(B)



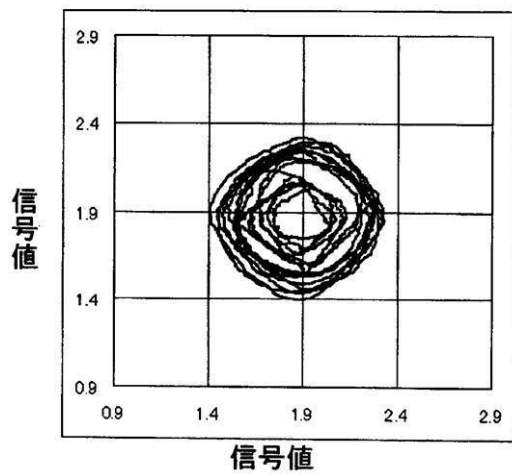
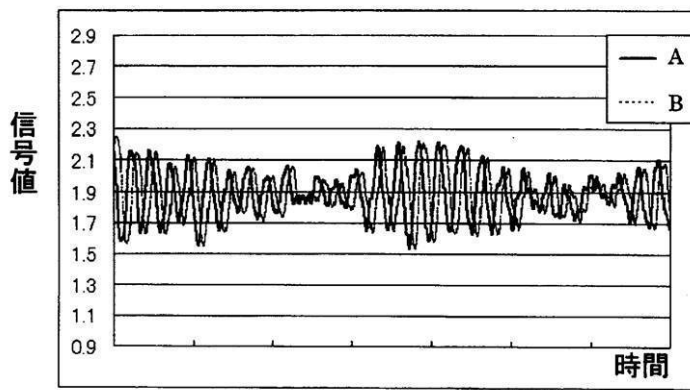
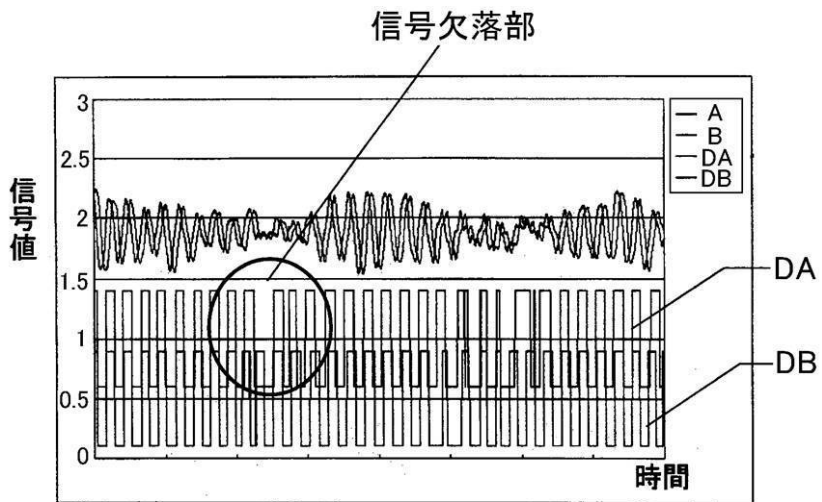
【図 5】



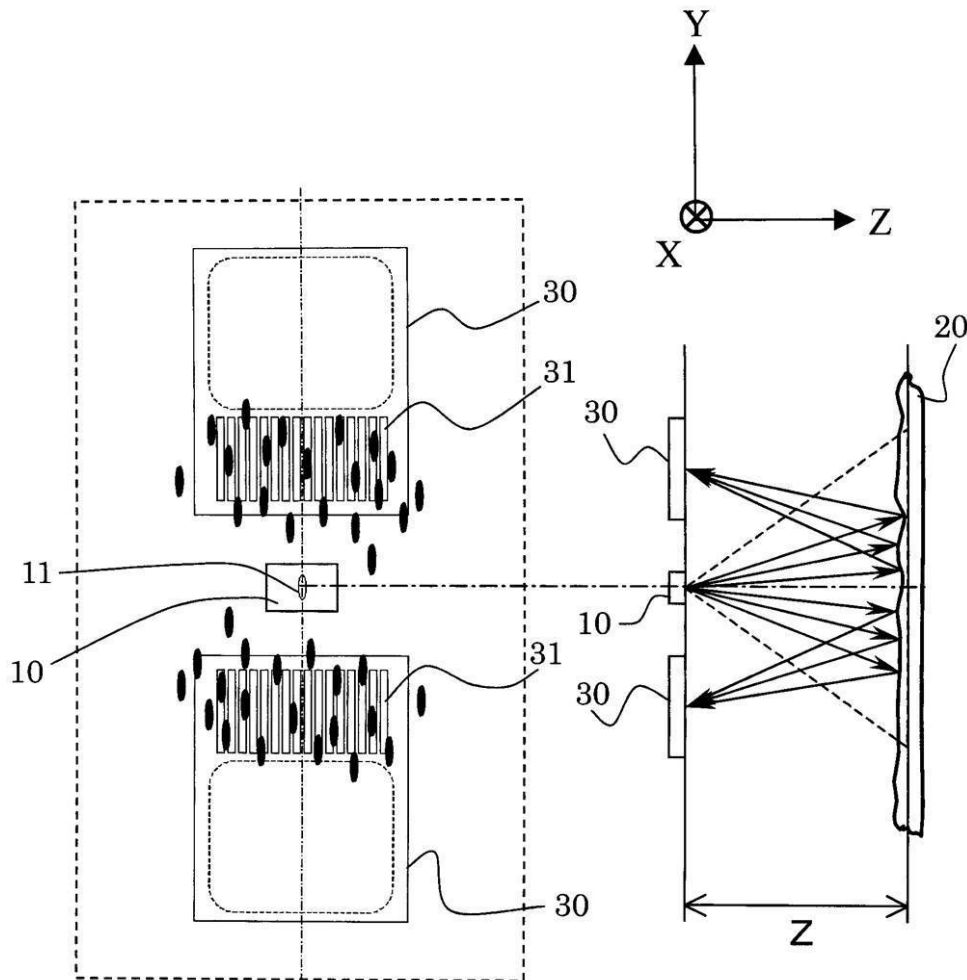
【図 6】



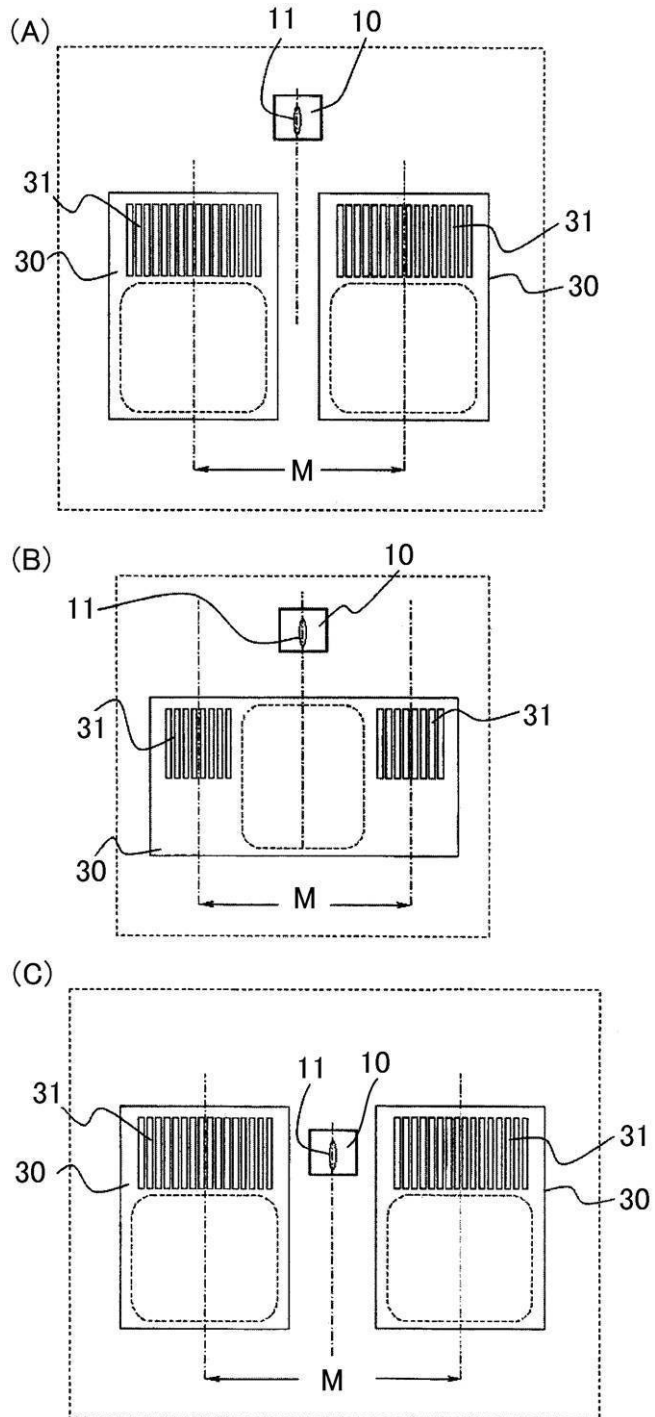
【図 7】



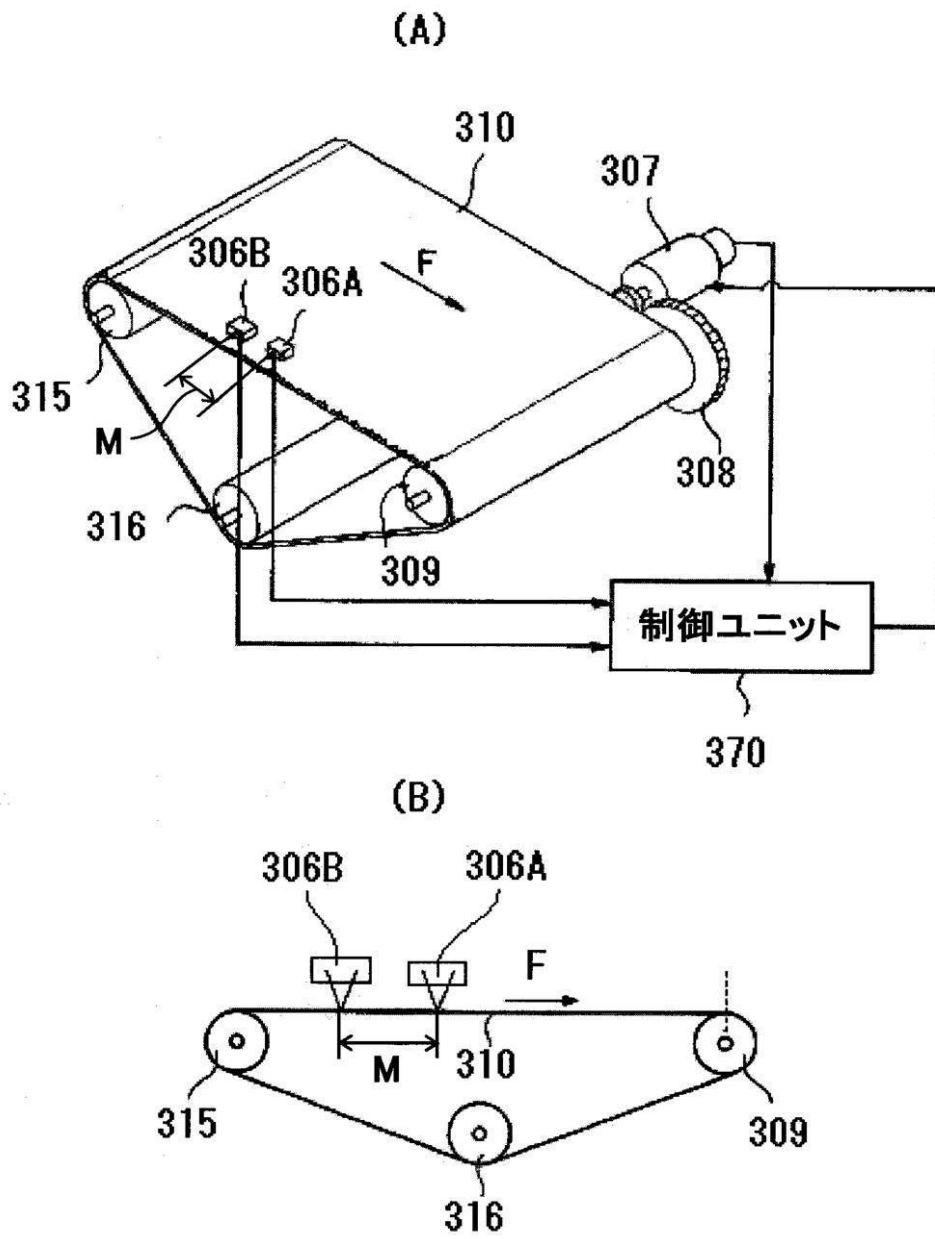
【図 8】



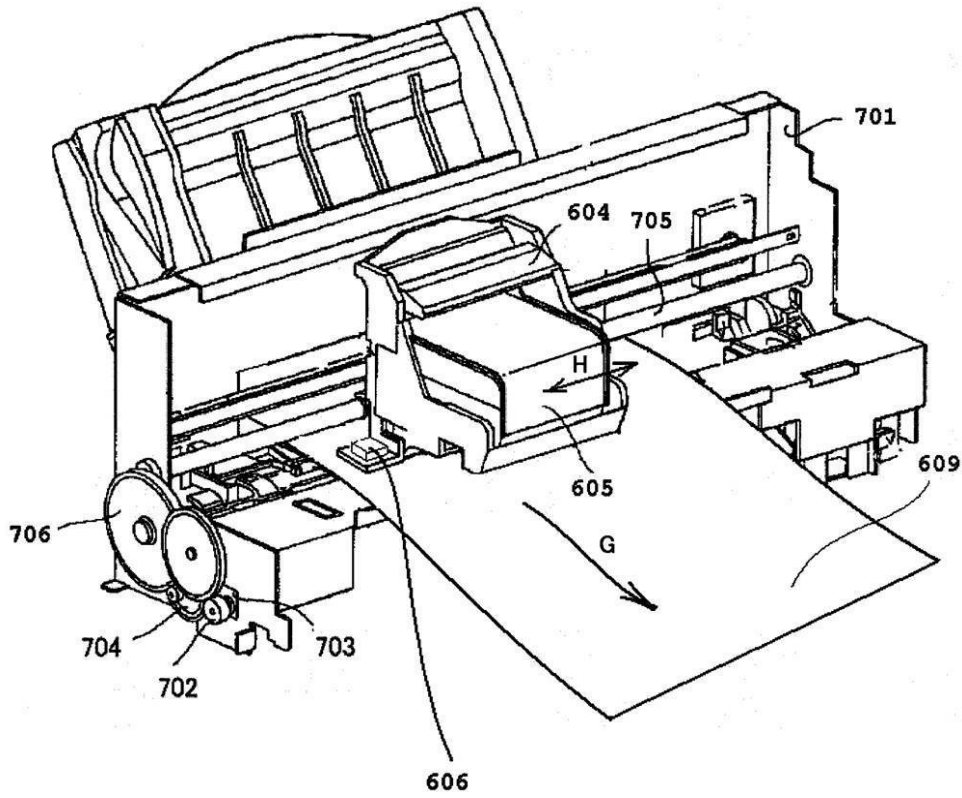
【図 9】



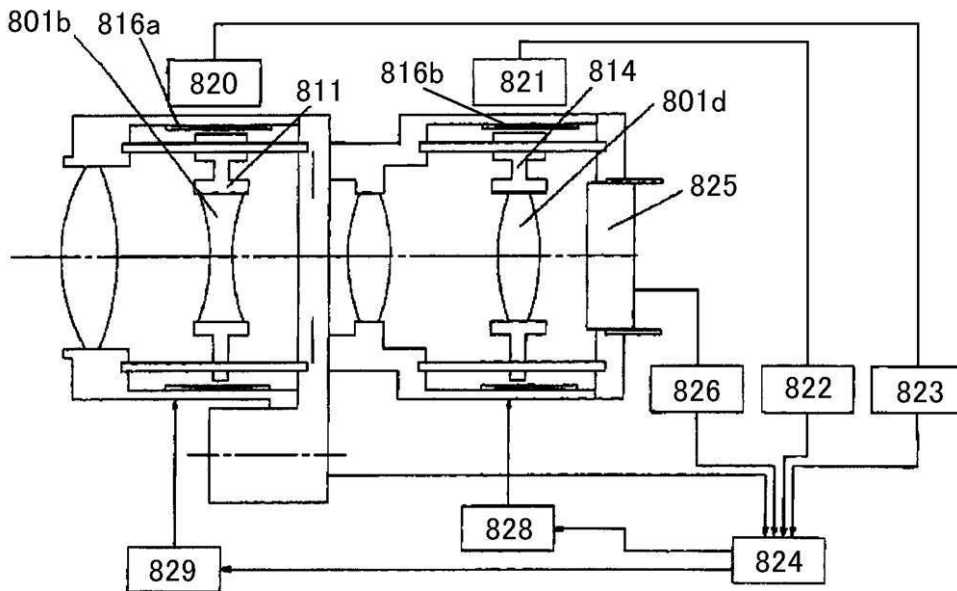
【図10】



【 図 1 1 】

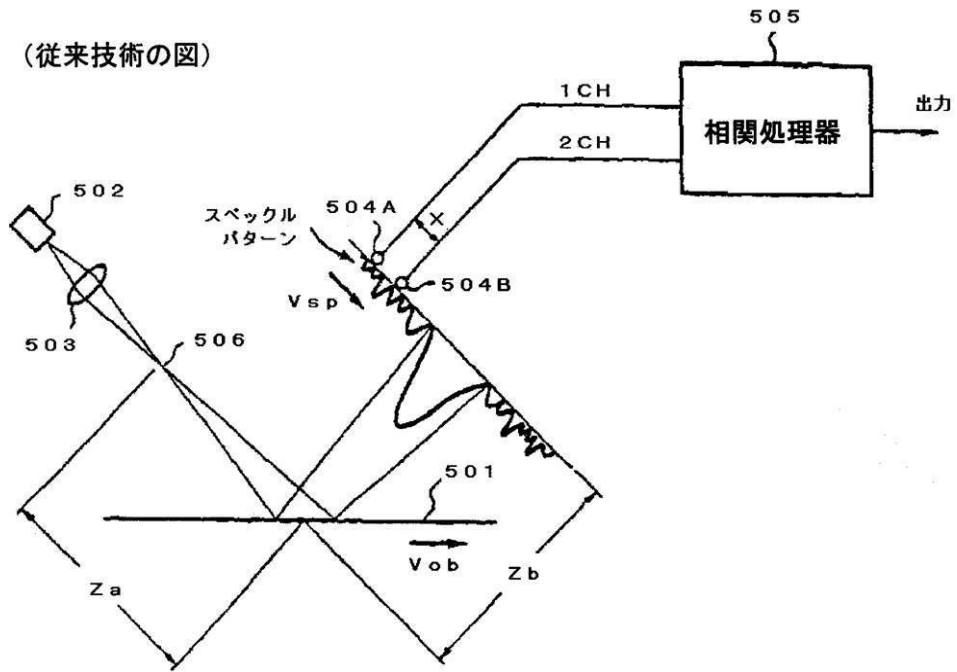


【 図 1 2 】



【図 13】

(従来技術の図)



フロントページの続き

F ターム(参考) 2F103 BA46 CA03 CA07 CA08 DA12 EA15 EB02 EB04 EB06 EB12
EB15 EB16 EB32 FA01