

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6315268号
(P6315268)

(45) 発行日 平成30年4月25日(2018.4.25)

(24) 登録日 平成30年4月6日(2018.4.6)

(51) Int. Cl.	F I				
GO 1 S 7/481 (2006.01)	GO 1 S	7/481	A		
GO 1 S 17/36 (2006.01)	GO 1 S	17/36			
GO 1 S 17/42 (2006.01)	GO 1 S	17/42			
GO 1 C 3/06 (2006.01)	GO 1 C	3/06	1 2 0 Q		

請求項の数 6 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2014-137132 (P2014-137132)	(73) 特許権者	000201113 船井電機株式会社 大阪府大東市中垣内7丁目7番1号
(22) 出願日	平成26年7月2日(2014.7.2)	(73) 特許権者	504132272 国立大学法人京都大学 京都府京都市左京区吉田本町36番地1
(65) 公開番号	特開2016-14607 (P2016-14607A)	(74) 代理人	100148460 弁理士 小俣 純一
(43) 公開日	平成28年1月28日(2016.1.28)	(74) 代理人	100168125 弁理士 三藤 誠司
審査請求日	平成29年6月12日(2017.6.12)	(72) 発明者	瀬戸野 真吾 大阪府大東市中垣内7丁目7番1号 船井電機株式会社内
(出願人による申告)平成25年度、独立行政法人科学技術振興機構 研究成果展開事業 センター・オブ・イノベーションプログラム『活力ある生涯のためのLast 5X イノベーション』委託研究開発、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 レーザレンジファインダ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

筐体と、
前記筐体内に配置され、レーザ光を出力する光源と、
前記レーザ光を出力する方向を変化させる走査部と、
前記筐体内に配置された第一受光部であって、予め定められた方向に出力された前記レーザ光の一部を反射し、当該レーザ光の他の一部を受光する第一受光部と、
前記レーザ光が前記筐体外の物体により反射された第一反射光、および、前記レーザ光の一部が前記第一受光部により反射された第二反射光を受光する第二受光部と、
前記第二受光部が受光した前記第一反射光を用いて前記光源から前記物体までの第一距離を算出し、前記第二受光部が受光した前記第二反射光を用いて前記光源から前記第一受光部までの第二距離を算出し、前記第一距離から前記第二距離を減算することにより、レーザレンジファインダから前記物体までの距離を算出し、前記第一受光部が前記レーザ光を受光したタイミングを用いて前記レーザレンジファインダに対する前記物体の方向の算出を行う信号処理部を備える、
レーザレンジファインダ。

【請求項2】

前記第一受光部は、前記レーザ光の一部を反射させる塗料が一部に塗布された受光面を有する、
請求項1に記載のレーザレンジファインダ。

【請求項 3】

前記第一受光部は、
受光素子と、
前記受光素子と前記走査部との間に配置された反射拡散板を有する、
請求項 1 に記載のレーザレンジファインダ。

【請求項 4】

前記第一受光部は、前記筐体の開口部から前記筐体の内部に進入する外光が直接入射しない位置に配置されている、
請求項 3 に記載のレーザレンジファインダ。

【請求項 5】

前記第一受光部は、さらに、前記筐体の開口部から入る外光のうち、前記反射拡散板に向かう外光を遮光する遮光部を備え、
前記反射拡散板は、前記第一受光部と前記走査部との間において、前記遮光部に接する位置に配置されている、
請求項 3 に記載のレーザレンジファインダ。

【請求項 6】

前記信号処理部は、前記レーザレンジファインダに対する前記物体の方向の算出において、
前記物体が検出されたタイミングを取得し、
前記第一受光部が前記レーザ光を受光したタイミングから前記レーザ光が前記第一受光部を通過する時間の間隔を検出し、
当該間隔と前記予め定められた方向の角度とを用いて、時間に対する前記レーザ光の方向の変位を示す正弦波を算出し、
前記正弦波と前記物体が検出されたタイミングとを用いて前記レーザ光の方向を算出する、
請求項 1 ~ 5 の何れか 1 項に記載のレーザレンジファインダ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レーザレンジファインダに関する。

【背景技術】

【0002】

ロボットが自律移動する時の障害物を検知するためのセンサ、あるいは、人物を検知するためのセンサには、例えば、レーザレンジファインダ (Laser Range Finder、LRF) がある。

【0003】

レーザレンジファインダは、レーザ光が出力されてから、レーザ光が物体に当たって反射した反射光が返ってくるまでの時間の測定を行い、測定結果から物体までの距離を算出する。レーザレンジファインダは、レーザ光を出力する方向を水平方向および垂直方向に変化させることで、距離の測定を行う範囲 (以下、「走査範囲」と称する) の全体において物体までの距離の測定を行う。

【0004】

具体的には、レーザレンジファインダは、例えば、レーザ光を出力するレーザダイオード (Laser Diode、LD) と、レーザ光の出力方向を調整するミラーと、物体からの反射光を受光する受光素子と、信号処理部とを備えている。レーザ光の出力方向を調整するミラーには、例えば、回転機構に取り付けられたミラー、ポリゴンミラー、MEMS (Micro Electro Mechanical System) ミラー等がある。信号処理部は、レーザダイオードにレーザ光を出力させる出力信号を出力し、受光素子からの受光信号を受け付ける。信号処理部は、レーザダイオードから出力されるレーザ光の位相と受光素子が受光した反射光の位相との差から、物体までの距離を測定する。

10

20

30

40

50

【0005】

レーザレンジファインダによる距離の測定を精密に行うためには、レーザダイオードがレーザ光を出力してから受光素子が反射光を受光するまでの時間の測定、つまり、位相差の算出を精度良く行うことが求められる。光の速度は非常に高速であるため、測定は精密に行うことが望ましい。

【0006】

ここで、レーザレンジファインダでは、信号処理部が出力信号を出力してから実際にレーザダイオードからレーザ光が出力されるまでの間には遅延（信号伝達時間による遅延）が生じる。また、受光素子が物体からの反射光を受光してから、信号処理部に受光信号が到達するまでの間には遅延（電気信号の変換による遅延）が生じる。さらに、これらの信号遅延は、温度変化、あるいは、時間の経過と共に生じる物理的な劣化（経時劣化）により影響を受ける場合がある。

10

【0007】

さらに、光源からレーザ光の出力方向を調整するミラーまでの距離についても、温度変化あるいは経時劣化による影響を受けて変化する場合があると考えられる。

【0008】

このため、例えば、レーザレンジファインダ内の光路上に反射鏡を配置し、反射鏡までの距離を測定することにより、上記遅延を除去する方法が開示されている（例えば、特許文献1参照）。なお、当該方法では、反射鏡および反射鏡の機械的な駆動機構が新たに必要になる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2001-159681号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、距離の測定精度を向上させるために、レーザレンジファインダ内の光路上に反射鏡を設け、さらに反射鏡の機械的な駆動機構を追加すると、製造コストが増大するという問題、および、レーザレンジファインダが大型化するという問題が生じる。

30

【0011】

また、物体の角度についても、精度の向上が求められている。

【0012】

本発明は上述の課題を解決するためになされたものであり、距離の測定精度および角度の測定精度を向上させながら、製造コストの増大および大型化を抑制することができるレーザレンジファインダを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記目的を達成するために、本発明の一態様に係るレーザレンジファインダは、筐体と、前記筐体内に配置され、レーザ光を出力する光源と、前記レーザ光を出力する方向を変化させる走査部と、前記筐体内に配置された第一受光部であって、予め定められた方向に出力された前記レーザ光の一部を反射し、当該レーザ光の他の一部を受光する第一受光部と、前記レーザ光が前記筐体外の物体により反射された第一反射光、および、前記レーザ光の一部が前記第一受光部により反射された第二反射光を受光する第二受光部と、前記第二受光部が受光した前記第一反射光を用いて前記光源から前記物体までの第一距離を算出し、前記第二受光部が受光した前記第二反射光を用いて前記光源から前記第一受光部までの第二距離を算出し、前記第一距離から前記第二距離を減算することにより、レーザレンジファインダから前記物体までの距離を算出し、前記第一受光部が前記レーザ光を受光したタイミングを用いて前記レーザレンジファインダに対する前記物体の方向の算出を行う信号処理部を備える。

40

50

【0014】

上記構成のレーザレンジファインダは、光源から物体までの第一距離から、光源から第一受光部までの第二距離を減算することにより、開口部から物体までの距離を算出する。なお、光源から第一受光部までの第二距離は、光源から筐体の開口部までの距離とほぼ同じ。上述したように、光源から走査部（例えば、レーザ光の出力方向を調整するミラー）までの距離は、温度変化あるいは経時劣化の影響を受けて変化する場合がある。このため、光源から物体までの第一距離から、光源から第一受光部までの第二距離を減算することで、物体までの筐体内における距離の変化を取り除くことができる。

【0015】

さらに、上記構成のレーザレンジファインダによれば、第一受光部がレーザ光を受光したタイミングから、レーザ光の方向の時間変化を導出することができる。物体が検出されたときのタイミングを取得すれば、レーザ光の方向の時間変化から、物体が検出されたときのレーザ光が出力された方向を求めることが可能になる。

10

【0016】

以上より、上記構成のレーザレンジファインダは、受光素子を1つ追加するだけで、信号遅延の影響を良好に除去して距離の測定精度を向上させることが可能になり、かつ、物体が検出されたときのレーザ光が出力された方向を良好に求めることが可能になる。

【0017】

例えば、前記第一受光部は、前記レーザ光の一部を反射させる塗料が一部に塗布された受光面を有していても良い。

20

【0018】

上記構成のレーザレンジファインダは、第二受光素子の受光面の一部に光を反射させる塗料を設けるので、第一受光部の構成を簡素化することができる。

【0019】

また、前記第一受光部は、受光素子と、前記受光素子と前記走査部との間に配置された反射拡散板を有していても良い。

【0020】

上記構成のレーザレンジファインダは、受光素子と、走査部（例えば、MEMSミラー）から受光素子までの間の光路に設けた反射拡散板とで第一受光部を構成するので、第一受光部の取り付け精度が厳しくなるのを抑えることができる。

30

【0021】

また、前記第一受光部は、前記筐体の開口部から前記筐体の内部に進入する外光が直接入射しない位置に配置されていても良い。

【0022】

上記構成のレーザレンジファインダは、第一受光部が外光が直接入射しない位置に配置されているので、外光の影響を抑えることが可能になる。

【0023】

また、前記第一受光部は、さらに、前記筐体の開口部から入る外光のうち、前記反射拡散板に向かう外光を遮光する遮光部を備え、前記反射拡散板は、前記第一受光部と前記走査部との間において、前記遮光部に接する位置に配置されていても良い。

40

【0024】

上記構成のレーザレンジファインダは、第一受光部に向かう外光を遮光する遮光部が設けられ、遮光部に接する位置に反射拡散板が設けられているので、反射拡散板に外光が入射するのを良好に防止することが可能になる。

【0025】

また、前記信号処理部は、前記レーザレンジファインダに対する前記物体の方向の算出において、前記物体が検出されたタイミングを取得し、前記第一受光部が前記レーザ光を受光したタイミングから前記レーザ光が前記第一受光部を通過する時間の間隔を検出し、当該間隔と前記予め定められた方向の角度とを用いて、時間に対する前記レーザ光の方向の変位を示す正弦波を算出し、前記正弦波と前記物体が検出されたタイミングとを用いて

50

前記レーザ光の方向を算出して良い。

【0026】

上記構成のレーザレンジファインダは、物体が検出されたときのタイミングとレーザ光の方向の時間変化から、物体が検出されたときのレーザ光が出力された方向を求めることが可能になる。

【発明の効果】

【0027】

本発明によると、距離の測定精度および角度の測定精度を向上させながら、製造コストの増大および大型化を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0028】

【図1】実施の形態におけるレーザレンジファインダの構成の一例を示す斜視図である。

【図2】実施の形態におけるレーザレンジファインダの構成の一例を示すブロック図である。

【図3】実施の形態におけるレーザレンジファインダの各構成の位置関係の一例を示す図である。

【図4】実施の形態におけるMEMSミラーの構成の一例を示す図である。

【図5】実施の形態におけるMEMSミラーによるレーザ光のX軸方向の変化の一例を示す図である。

【図6】実施の形態における第一受光部の構成の一例を示す斜視図である。

20

【図7】実施の形態における距離測定処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図8】実施の形態におけるレーザダイオードが出力したレーザ光の波形の一例と第二受光部が受光した光の波形の一例とを示すグラフである。

【図9】実施の形態におけるレーザダイオードが出力したレーザ光の波形の一例と、第二受光部が受光した第一反射光の波形の一例と、第一反射光から信号遅延の影響を除いた波形の一例を示すグラフである。

【図10】実施の形態における角度算出処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図11】実施の形態における第一受光部から出力される信号の一例を示すグラフである

30

【図12】実施の形態における角度と検出タイミングとの関係を示す正弦波の一例を示すグラフである。

【図13】実施の形態における物体の角度の導出方法の一例を示すグラフである。

【図14】実施の形態における物体の角度の導出結果の一例を示す図である。

【図15】変形例1における第一受光部の構成の一例を示す図である。

【図16】変形例1における第一受光部の構成の一例を示す図である。

【図17】変形例2における第一受光部の構成の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0029】

40

以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。なお、各図は、必ずしも各寸法あるいは各寸法比等を厳密に図示したものではない。

【0030】

また、以下で説明する実施の形態は、いずれも本発明の好ましい一具体例を示すものである。以下の実施の形態で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置位置及び接続形態、ステップ、ステップの順序などは、一例であり、本発明を限定する主旨ではない。本発明は、特許請求の範囲によって特定される。よって、以下の実施の形態における構成要素のうち、独立請求項に記載されていない構成要素については、本発明の課題を達成するのに必ずしも必要ではないが、より好ましい形態を構成するものとして説明される。

50

【 0 0 3 1 】

(実施の形態)

本実施の形態のレーザレンジファインダについて、図 1 ~ 図 1 4 を基に説明する。

【 0 0 3 2 】

[1 . レーザレンジファインダの構成]

図 1 は、本実施の形態におけるレーザレンジファインダ 1 0 の構成の一例を示す斜視図である。なお、図 1 において、Z 軸はレーザレンジファインダの軸 A Z (基準方向) に平行な軸であり、X 軸および Y 軸は、対物レンズ 1 2 および接眼レンズ (図示せず) に平行な軸である。

【 0 0 3 3 】

本実施の形態では、単眼のレーザレンジファインダ 1 0 を例に説明するが、これに限るものではない。レーザ光が出力されるレンズと物体からの反射光を受けるレンズとが別に構成されていても構わない。

【 0 0 3 4 】

図 2 は、本実施の形態におけるレーザレンジファインダ 1 0 の構成の一例を示すブロック図である。なお、図 2 では、電気信号の経路を実線の矢印で示し、光の進路を一点鎖線の矢印で示している。

【 0 0 3 5 】

図 3 は、本実施の形態におけるレーザレンジファインダ 1 0 のレーザダイオード 2 1、有孔ミラー 2 2、MEMS ミラー 2 3、第二受光部 2 5 および第一受光部 2 7 の位置関係の一例を示す図である。

【 0 0 3 6 】

レーザレンジファインダ 1 0 は、図 1 ~ 図 3 に示すように、筒状の筐体 1 1 と、底面に形成された円形の開口部に配置された接眼レンズ (図示せず) と、上面に形成された円形の開口部に配置された対物レンズ 1 2 とを備えている。

【 0 0 3 7 】

さらに、レーザレンジファインダ 1 0 は、筐体 1 1 の内部に、変調信号出力部 2 0、レーザダイオード 2 1、有孔ミラー 2 2、MEMS ミラー 2 3、ミラー駆動部 2 4、第二受光部 2 5、アンプ 2 6、第一受光部 2 7、および、信号処理部 3 0 を備えている。

【 0 0 3 8 】

[1 - 1 . 変調信号出力部、レーザダイオードおよび有孔ミラー]

変調信号出力部 2 0 は、レーザダイオード 2 1 にレーザ光を出力させるための変調信号を生成する。

【 0 0 3 9 】

レーザダイオード 2 1 は、レーザ光を出力する光源の一例であり、変調信号出力部 2 0 から出力される変調信号に従ってレーザ光を出力する。レーザダイオード 2 1 は、筐体の内部に配置され、レーザ光を MEMS ミラー 2 3 に向けて出力する。

【 0 0 4 0 】

レーザダイオード 2 1 から出力されたレーザ光は、有孔ミラー 2 2 の孔を通過して、MEMS ミラー 2 3 において反射される。レーザ光は、MEMS ミラー 2 3 において反射された後、レーザレンジファインダ 1 0 の筐体 1 1 の開口部に設けられた対物レンズから外側に向けて出力される。あるいは、レーザ光は、MEMS ミラー 2 3 において反射された後、レーザレンジファインダ 1 0 の筐体 1 1 内に設けられた第一受光部 2 7 により反射される。

【 0 0 4 1 】

レーザ光が物体 4 0 により反射された第一反射光は、筐体 1 1 の開口部に設けられた対物レンズ 1 2 において集光される。対物レンズ 1 2 により集光された第一反射光は、MEMS ミラー 2 3 において有孔ミラー 2 2 に向けて反射される。第一反射光は、さらに、有孔ミラー 2 2 において第二受光部 2 5 に向けて反射される。また、第一受光部 2 7 により反射された第二反射光は、MEMS ミラー 2 3 において有孔ミラー 2 2 に向けて反射され

10

20

30

40

50

る。有孔ミラー 22 により反射された第一反射光および第二反射光は、第二受光部 25 により受光される。

【0042】

有孔ミラー 22 は、図 3 に示すように、レーザダイオード 21 から出力されたレーザ光をそのまま通過させ、MEMSミラー 23 からの光（物体 40 からの第一反射光および第一受光部 27 からの第二反射光）を反射させる部材である。有孔ミラー 22 は、レーザダイオード 21 と MEMSミラー 23 との間のレーザ光の光路上に配置されている。

【0043】

より詳細には、有孔ミラー 22 は、MEMSミラー 23 からの光を第二受光部 25 に向けて反射させる反射面を備える板状部材を備えて構成されている。当該板状部材には、レーザダイオード 21 から出力されたレーザ光をそのまま通過させる孔が形成されている。有孔ミラー 22 を通過するレーザ光は集束された光であるため、孔の断面の面積は非常に小さく形成することが可能である。物体 40 からの反射光はレーザ光に比べて強度が弱いことから、反射面の面積を確保するため、孔の断面積は小さくすることが好ましい。

【0044】

[1 - 2 . MEMSミラーおよびミラー駆動部]

MEMS (micro electro mechanical system) ミラー 23 は、レーザダイオード 21 から出力されるレーザ光を出力する方向を変化させる走査部の一例である。MEMSミラー 23 は、電子回路を形成するシリコン基板の上に、微小な機械部品であるミラーを形成して構成される。

【0045】

図 4 は、本実施の形態における MEMSミラー 23 の構成の一例を示す図である。図 5 は、本実施の形態における MEMSミラー 23 によるレーザ光の X 軸方向の変化の一例を示す図である。

【0046】

なお、以下、説明のため、X 軸方向を水平方向、Y 軸方向を垂直方向として説明するが、当該方向は一例であり、X 軸方向は必ずしも水平方向に平行である必要はない。同様に、Y 軸方向は必ずしも垂直方向に平行である必要はない。

【0047】

MEMSミラー 23 は、図 4 に示すように、ミラー部 23 a とミラー揺動器 23 b とを備えている。

【0048】

ミラー部 23 a は、レーザダイオード 21 から出力されたレーザ光を反射する反射面で構成される。ミラー揺動器 23 b は、ミラー部 23 a の中央部分を通る軸 AY を中心に反射面を揺動する。軸 AY は、Y 軸に平行に配置されている。ミラー揺動器 23 b は、ミラー駆動部 24 から供給される電圧により、共振周波数で駆動される。なお、ミラー部 23 a の X 軸方向の振れ角は、図 5 に示すように、設計時は R_1 であるが、温度変化あるいは経時劣化等により、例えば、 R_2 等に変化する場合がある。なお、MEMSミラー 23 の走査範囲（図 5 の R_1 あるいは R_2 ）は、筐体 11 の上面に形成された開口部の大きさよりも若干大きくなるように設計されている。

【0049】

ミラー駆動部 24 は、ミラー揺動器 23 b を駆動するための駆動電流を生成し、ミラー揺動器 23 b に対して出力する。

【0050】

[1 - 3 . 第一受光部]

第一受光部 27 は、本実施の形態では、第一受光部 27 は、予め定められた方向に出力されたレーザ光の一部を反射し、当該レーザ光の他の一部を受光する受光素子を用いて構成されている。第一受光部 27 は、受光した光の強度が大きいほど電圧値が大きい出力信号（電気信号）を、信号処理部 30 のタイミング検出部 32 および角度算出部 35 に対して出力する。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 1 】

第一受光部 2 7 は、本実施の形態では、図 1 および図 3 に示すように、筐体 1 1 の内側であって、対物レンズ 1 2 の近傍、且つ、レーザ光の走査範囲の端部近傍に配置されている。第一受光部 2 7 は、図 3 に示すように、軸 A Z に対する X 軸方向の角度が θ_0 の位置に配置されている。

【 0 0 5 2 】

図 6 は、本実施の形態における第一受光部 2 7 の構成の一例を示す斜視図である。図 6 に示すように、第一受光部 2 7 は、受光面 2 7 b の一部に塗料 2 7 c が塗られた受光素子 2 7 a により構成されている。受光面 2 7 b は、本実施の形態では、直径 5 mm の円形のガラス板で構成されている。塗料 2 7 c は、白色の塗料等、MEMS ミラー 2 3 からのレーザ光を反射させることができる塗料であればよい。塗料 2 7 c は、本実施の形態では、受光面 2 7 b の中央に、直径 1 mm の円形に塗られている。

10

【 0 0 5 3 】

[1 - 4 . 第二受光部およびアンプ]

第二受光部 2 5 は、有孔ミラー 2 2 からの光を受光する受光素子を備えて構成されている。受光素子は、ガラス面で構成された受光面を備える。第二受光部 2 5 は、レーザ光が筐体 1 1 の外側に存在する物体 4 0 により反射され変調された第一反射光、および、レーザ光が第一受光部 2 7 により反射された第二反射光を受光する。第二受光部 2 5 は、受光した光の強度が大きいほど電圧値が大きい出力信号（電気信号）を、アンプ 2 6 を介して信号処理部 3 0 の距離算出部 3 1 に対して出力する。

20

【 0 0 5 4 】

アンプ 2 6 は、第二受光部 2 5 から出力される信号を増幅する。特に、MEMS ミラー 2 3 からのレーザ光は物体 4 0 において反射散乱されるため、レーザレンジファインダ 1 0 内に戻ってくる第一反射光の強度はレーザ光に比べて非常に小さくなる。このため、アンプ 2 6 により第二受光部 2 5 からの出力信号を増幅している。第一受光部 2 7 については、反射拡散等の影響が小さいため、アンプを備えない構成であっても構わない。

【 0 0 5 5 】

[1 - 5 . 信号処理部]

信号処理部 3 0 は、図 2 に示すように、距離算出部 3 1、タイミング検出部 3 2、オフセット記憶部 3 3、減算部 3 4 および角度算出部 3 5 を備えて構成されている。なお、信号処理部 3 0 は、システム L S I (L a r g e S c a l e I n t e g r a t i o n : 大規模集積回路)、あるいは、I C (I n t e g r a t e d C i r c u i t) を用いて構成されていてもよい。あるいは、信号処理部 3 0 は、マイクロコントローラにより構成されていても構わない。

30

【 0 0 5 6 】

距離算出部 3 1 は、レーザダイオード 2 1 から物体 4 0 までの第一距離およびレーザダイオード 2 1 から筐体 1 1 の開口部までの距離を算出する。なお、レーザダイオード 2 1 から筐体 1 1 の開口部までの距離は、レーザダイオード 2 1 から第一受光部 2 7 までの第二距離と同じであると推定し、本実施の形態では、レーザダイオード 2 1 から筐体 1 1 の開口部までの距離として、レーザダイオード 2 1 から第一受光部 2 7 までの第二距離を算出する。

40

【 0 0 5 7 】

距離算出部 3 1 は、より詳細には、第二受光部 2 5 が受光した第一反射光を用いてレーザダイオード 2 1 から物体 4 0 までの第一距離を算出し、第二受光部 2 5 が受光した第二反射光を用いてレーザダイオード 2 1 から第一受光部 2 7 までの第二距離を算出する。第一距離の算出方法と第二距離の算出方法は同じである。

【 0 0 5 8 】

レーザダイオード 2 1 から物体 4 0 までの距離の算出は、例えば、レーザダイオード 2 1 から出力されたレーザ光の位相と第二受光部 2 5 が受光した第一反射光との位相差から、レーザ光がレーザダイオード 2 1 から出力されてから第二受光部 2 5 により第一反射光

50

が受光されるまでの時間を算出する。この時間は、レーザ光がレーザダイオード 21 から物体 40 までを往復するのにかかる時間である。当該時間の 1 / 2 に光の速さを乗算することにより、距離を求めることができる。同様に、レーザダイオード 21 から第一受光部 27 までの距離を、レーザダイオード 21 から出力されたレーザ光の位相と第二受光部 25 が受光した第二反射光との位相差から求める。

【0059】

なお、距離算出部 31 によって求められる距離（レーザダイオード 21 から物体 40 までの距離、および、レーザダイオード 21 から第一受光部 27 までの距離）には、温度変化等からの影響が含まれる。

【0060】

また、距離算出部 31 による距離の算出は、制御クロックのタイミング（カウンタの計数のタイミング）で行われる。カウンタの計数値が時間に対応する。

【0061】

タイミング検出部 32 は、第二受光部 25 が第二反射光を受光しているタイミングを検出する。タイミング検出部 32 は、第一受光部 27 から出力される信号の強度が一定の強度よりも大きくなるタイミング（例えば、図 11 の極大値をとるときのタイミング）を、第二受光部 25 が第二反射光を受光しているタイミングとして検出する。このタイミングにおいて距離算出部 31 から出力された値は、レーザダイオード 21 から第一受光部 27 までの距離である。また、他のタイミングにおいて距離算出部 31 から出力された値は、レーザダイオード 21 から物体 40 までの距離である。タイミング検出部 32 は、検出されたタイミングにおいて距離算出部 31 から出力された値をオフセット記憶部 33 に記憶させる。これにより、オフセット記憶部 33 は、レーザダイオード 21 から第一受光部 27 までの距離を（＝オフセット値）を記憶することができる。

【0062】

オフセット記憶部 33 は、距離算出部 31 によって算出された筐体 11 内の距離をオフセット値として記憶するメモリを用いて構成される。オフセット記憶部 33 は、例えば、RAM (Random Access Memory) 等のメモリを用いて構成される。

【0063】

減算部 34 は、距離算出部 31 が算出した距離から、オフセット記憶部 33 に記憶されたオフセット値を減算する。

【0064】

角度算出部 35 は、第一受光部 27 がレーザ光を受光したタイミングを用いて、レーザレンジファインダ 10 に対する物体 40 の方向の算出を行う。

【0065】

[2 . 信号処理部の動作]

信号処理部 30 の動作について、図 7 ~ 図 13 を用いて説明する。

【0066】

信号処理部 30 は、本実施の形態では、開口部から物体 40 までの距離を測定する距離測定処理と、検出対象の物体 40 の角度を検出する角度算出処理とを実行する。

【0067】

[2 - 1 . 距離測定処理]

図 7 は、本実施の形態における距離測定処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。

【0068】

距離算出部 31 は、第一反射光を用いてレーザダイオード 21 から物体 40 までの第一距離を算出し、第二反射光を用いてレーザダイオード 21 から第一受光部 27 までの第二距離を算出する (S 11) 。

【0069】

距離算出部 31 は、例えば、レーザダイオード 21 から出力されたレーザ光の位相と、第二受光部 25 が受光した光の位相との位相差を用いてレーザ光が出力されてから受光さ

10

20

30

40

50

れるまでの時間差を求め、当該時間差と光の速度とを用いて距離を算出する。第二受光部 25 が受光した光には、第一反射光と第二反射光とが含まれる。第一反射光は、上述したように、レーザ光が物体 40 により反射された光であり、第二反射光は、上述したように、レーザ光が第一受光部 27 により反射された光である。なお、本実施の形態では、時間的に連続したレーザ光を出力するため、位相差を用いて距離を算出しているが、これに限るものではない。例えば、レーザ光を点滅させ、レーザ光を点灯させた開始とレーザ光を受光した時間の差を時間差として用いてもよい。

【0070】

第二受光部 25 が受光した光が第一反射光である場合は、レーザダイオード 21 から物体 40 までの距離が算出され、第二受光部 25 が受光した光が第二反射光である場合は、

10

レーザダイオード 21 から開口部までの距離が算出される。

【0071】

なお、測定結果には信号遅延の影響が含まれるため、距離算出部 31 が算出した距離には、温度変化あるいは経時劣化等による信号遅延の影響が含まれる。

【0072】

図 8 は、本実施の形態におけるレーザダイオード 21 から出力されたレーザ光の波形 W0 の一例と、第二受光部 25 が受光した光の波形 W1 の一例とを示すグラフである。図 8 に示すように、レーザダイオード 21 から出力されたレーザ光と第二受光部 25 が受光した光との間には、位相差 PhD、つまり、時間差がある。距離算出部 31 は、位相差 PhD × 光の速さから、距離を算出する。

20

【0073】

タイミング検出部 32 は、第二反射光の受光タイミングを検出する (S12)。タイミング検出部 32 は、第二反射光の受光タイミングであると検出したときは (S12 の Yes)、距離算出部 31 から出力された距離の算出結果をオフセット値 (=レーザダイオード 21 から開口部までの距離) としてオフセット記憶部 33 に記憶させる。

【0074】

減算部 34 は、距離算出部 31 が算出した距離からオフセット記憶部 33 に記憶されたオフセット値を減算する (S13)。距離算出部 31 が算出した距離がレーザダイオード 21 から物体 40 までの距離である場合、つまり、第二受光部 25 が第一反射光を受光しているタイミングでは、レーザダイオード 21 から物体 40 までの距離から、レーザダイ

30

オード 21 から開口部までの距離が減算された値が算出される。これにより、減算部 34 から出力される距離は、開口部から物体 40 までの距離となる。

【0075】

ここで、オフセット値には、距離算出部 31 が算出したレーザダイオード 21 から物体 40 までの距離と同様に、温度変化あるいは経時劣化等による影響が含まれる。従って、距離算出部 31 が算出した距離からオフセット値を減算することにより、温度変化あるいは経時劣化の影響を除いた開口部から物体 40 までの距離を算出することが可能になる。つまり、オフセット値を減算することで、信号遅延の影響を取り除く補正を行うことができる。

【0076】

図 9 A および図 9 B は、本実施の形態におけるレーザ光の波形 W0 の一例と、第二受光部 25 が受光した光の波形 W1 の一例と、第一反射光の波形 W1 から信号遅延の影響を除去した波形 W2 の一例とを示すグラフである。例えば、図 9 A に示すように、波形 W0 と波形 W1 との間には、PhD の位相差がある。また、波形 W1 と波形 W2 との間には、PhD の位相差がある。PhD は、オフセット値に対応する。波形 W1 を用いた距離の演算結果から、オフセット記憶部 33 に記憶されたオフセット値を差し引くことで、上述した信号遅延の影響を取り除くことが可能になる。

40

【0077】

減算部 34 は、演算結果を信号処理部 30 の外部、例えば、レーザレンジファインダ 10 の表示部等に出力する。なお、距離算出部 31 が算出した距離がレーザダイオード 21

50

から第一受光部 27 までの距離である場合、つまり、第二受光部 25 が第二反射光を受光しているタイミングでは、距離算出部 31 が算出した距離 = オフセット値となり、演算結果は 0 となる。従って、減算部 34 からは、開口部から物体 40 までの距離の算出結果が出力され、レーザダイオード 21 から開口部までの距離は出力されないことになる。

【0078】

[2 - 2 . X 軸方向の角度の算出]

図 10 は、本実施の形態における角度算出処理の処理手順の一例を示すフローチャートである。

【0079】

角度算出部 35 は、第一受光部 27 の出力波形から、角度と検出タイミングとの関係を示す正弦波のグラフを導出する (S21)。

10

【0080】

図 11 は、本実施の形態における第一受光部 27 から出力される信号の一例を示すグラフである。図 11 の (a) は、図 5 の走査範囲 R1 のようにレーザ光が振れた場合の第一受光部 27 から出力される信号の波形を示している。図 11 の (b) は、図 5 の走査範囲 R2 のようにレーザ光が振れた場合の第一受光部 27 から出力される信号の波形を示している。

【0081】

図 11 の (a) または (b) に示すように、レーザ光が第一受光部 27 を跨ぐときに、第一受光部 27 から出力される信号に極大値が現れる。レーザ光は、第一受光部 27 上を外側に向けて (軸 AZ から離れる方向に向けて) 跨いだ後、走査範囲の端で折り返して内側に向けて (軸 AZ に向けて) 移動し、第一受光部 27 上を再び跨ぐ。これにより、2 つの極大値の組が、一定間隔を置いて繰り返し現れることになる。本実施の形態では、物体 40 が検出された後に現れた 2 つの極大値 (一組の極大値) を用いるが、これに限るものではない。例えば、物体 40 が検出された前後の二組の極大値を用いても構わないし、物体 40 が検出された時間により近い時間に現れた 2 つの極大値を用いても構わない。

20

【0082】

角度算出部 35 は、第一受光部 27 の出力波形から、2 つの極大値の間の時間差を求める。図 11 の (a) の場合、時間差 t_1 が求められ、図 11 の (b) の場合、時間差 t_2 が求められる。図 5 および図 11 から分かるように、2 つの極大値の間の時間差が大きいほど、MEMS ミラー 23 の振れ幅が大きいことが分かる。

30

【0083】

ここで、極大値が現れるタイミングにおける軸 AZ に対する角度は、第一受光部 27 の軸 AZ に対する角度であり、図 3 において説明したように、角度 θ_0 である。

【0084】

また、正弦波の周期は、温度変化あるいは経時劣化等による信号遅延の影響にかかわらず、一定 (既知) であるものとする。

【0085】

これらの条件から、角度算出部 35 は、角度と時間との関係を示す正弦波のグラフを求める。より具体的には、角度算出部 35 は、角度 θ_0 の直線との交点の長さ (極大値を含む部分の長さ) が、 t_1 または t_2 となるような正弦波を求める。

40

【0086】

図 12 は、角度と検出タイミングとの関係を示す正弦波の一例を示すグラフである。図 12 では、図 5 の走査範囲 R1 および R2 に対応する正弦波を例示している。

【0087】

角度算出部 35 は、図 7 に示すように、ステップ S21 において求めた正弦波のグラフを用いて、物体 40 が検出されたときの X 軸方向の角度を算出する (S22)。なお、物体 40 が検出されたときの時間 (タイミング) は、測定によって求められる。ここでは、例えば、物体 40 が検出されたときの時間を t_1 とする。

【0088】

50

図13は、物体40の角度の導出方法の一例を示すグラフである。角度算出部35は、時間 t_1 と正弦波との交点から、物体40が検出されたときの角度を求める。図5の走査範囲 R_1 および R_2 において、検出タイミングが同じ t_d である場合、走査範囲 R_1 の場合には角度が θ_1 であると導出され、走査範囲 R_2 の場合には角度が θ_2 であると導出される。

【0089】

図14は、物体40の角度の導出結果の一例を示す図である。

【0090】

角度算出部35は、角度の算出結果(θ_1 または θ_2)をミラー駆動部24にフィードバックさせる。ミラー駆動部24は、走査角が一定になるように、フィードバック結果に応じてMEMSミラー23に出力する駆動信号を調整する。

10

【0091】

このように構成することにより、レーザ光のX軸方向の振れ幅が変化した場合でも、物体40が検出されたときのX軸方向の角度を正確に求めることが可能になる。また、レーザ光のX軸方向の振れ幅の調整を行うことが可能になる。

【0092】

[3.効果等]

本実施の形態のレーザレンジファインダ10は、第一反射光を用いた物体40までの距離の測定結果から、レーザレンジファインダ内の光路の長さの算出結果を差し引くことにより、開口部から物体40までの距離を算出する。ここで、第一反射光を用いた物体40までの距離の測定結果、および、レーザレンジファインダ内の光路の長さの算出結果の何れにも温度変化あるいは経時劣化等による信号遅延の影響が含まれる。第一反射光を用いた物体40までの距離の測定結果から、レーザレンジファインダ内の光路の長さの算出結果を差し引くことで、信号遅延の影響を差し引くことができる。

20

【0093】

また、本実施の形態のレーザレンジファインダ10は、第一受光部27が受光した光の波形を用いて、物体40が検出されたときのX軸方向の角度を求めることができる。図11に示すように、温度変化等によりレーザ光の振れ幅は変化する。従って、MEMSミラー23に対する制御信号による振れ角に指示幅と、実際の振れ角が異なる場合が生じると考えられる。本実施の形態では、第一受光部27によりX軸方向の角度を精度良く求めることができるので、物体40の検出方向をより正確に求めることが可能になる。

30

【0094】

さらに、上記実施の形態のレーザレンジファインダは、第一受光部27を、受光素子27aの受光面27bに光を反射する塗料27cを塗ることで構成できるので、特別な部材が必要なくなり、製造コストが増大するのを抑えることが可能になる。

【0095】

また、上述したように、上記構成のレーザレンジファインダ10は、物体40の距離算出およびX軸方向の角度の算出のいずれも、簡単な方法で求めることが可能である。

【0096】

また、上記実施の形態のレーザレンジファインダ10は、第一受光部27の取り付けについて、厳しい精度を必要としないため、装置の組み立てが容易になる。

40

【0097】

また、第一受光部27は、外光が入らない位置に設ける必要はない。実施の形態の第一受光部27は、受光面27bの表面が外光の進む方向に平行あるいは、外光が入射しない角度に設計されていれば、外光の影響を抑えることが可能である。

【0098】

[4.変形例]

[4-1.変形例1]

変形例1について、図15および図16を基に説明する。

【0099】

50

本変形例では、上記実施の形態とは、第一受光部の構成が異なる場合について説明する。その他の装置構成、信号処理部の動作等は実施の形態と同じである。

【0100】

上記実施の形態の第一受光部27は、受光面27bの中央に塗料27cが塗られた受光素子27aを用いて構成されていた。

【0101】

図15および図16は、本変形例における第一受光部28Aの構成の一例を示す図である。本変形例のレーザレンジファインダ10Aの第一受光部28Aは、図15に示すように、受光素子28aと受光素子28aの受光面28bの上部に設けられた反射拡散板28cとで構成されている。反射拡散板28cは、一部の光を透過するように構成されている。

10

【0102】

第一受光部28Aは、図16に示すように、筐体11の開口部の近傍であって、反射拡散板28cに外光が入らない位置に配置されている。このように反射拡散板28cを配置することにより、外光の影響を低減することが可能になる。

【0103】

[4-2. 変形例2]

変形例2について、図17を基に説明する。

【0104】

本変形例では、上記実施の形態および変形例1とは、第一受光部の構成が異なる場合について説明する。その他の装置構成、信号処理部の動作等は実施の形態と同じである。

20

【0105】

本変形例のレーザレンジファインダ10Bの第一受光部28Bは、受光素子28aと、反射拡散板28cと、遮光板29とを備えて構成されている。

【0106】

図17は、本変形例における第一受光部28Bの構成の一例を示す図である。図17に示すように、遮光板29は、反射拡散板28cに向かう外光を遮光する遮光部の一例であり、反射拡散板28cに入射する外光を遮ることができる位置に配置されている。図17では、遮光板29は、受光素子28aとは離間して配置されているが、受光素子28aの近傍に配置されていても構わない。反射拡散板28cは、遮光板29により外光が遮られる領域であって、MEMSミラー23と受光素子28aとを結ぶ光路上に配置されている。

30

【0107】

このように遮光板29および反射拡散板28cを配置することにより、外光の影響を低減することが可能になる。つまり、物体40からの第一反射光の強度が小さい場合であっても、当該物体40を検出することが可能になる。

【0108】

(他の実施の形態)

以上、本発明の実施の形態に係るレーザレンジファインダについて説明したが、本発明は、この実施の形態に限定されるものではない。

40

【0109】

例えば、Y軸方向の角度を検出する機構を新たに備えていても構わない。

【0110】

また、単眼のレーザレンジファインダではなく、レーザ光が出力されるレンズと物体40からの反射光を受けるレンズとが別に構成されているレーザレンジファインダに適用しても構わない。

【0111】

また、上記実施の形態および上記変形例では、一軸のMEMSミラー23を用いる場合について説明したが、2軸のMEMSミラーを利用して構わない。

【0112】

50

さらに、上記実施の形態及び上記変形例をそれぞれ組み合わせるとしても良い。

【産業上の利用可能性】

【0113】

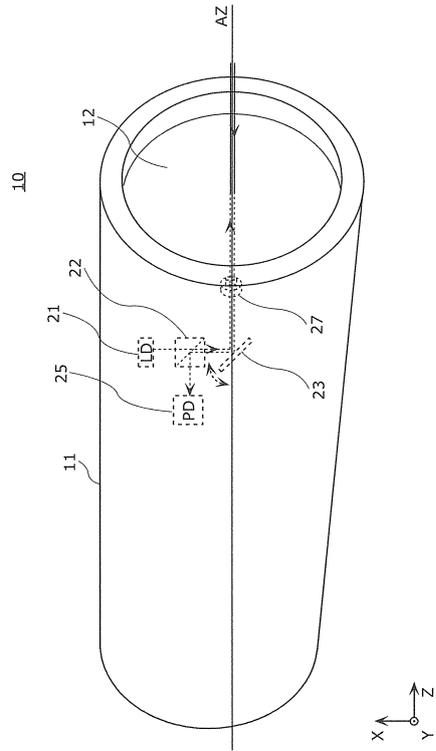
上記実施の形態は、物体の距離を検出するレーザレンジファインダに適用可能である。

【符号の説明】

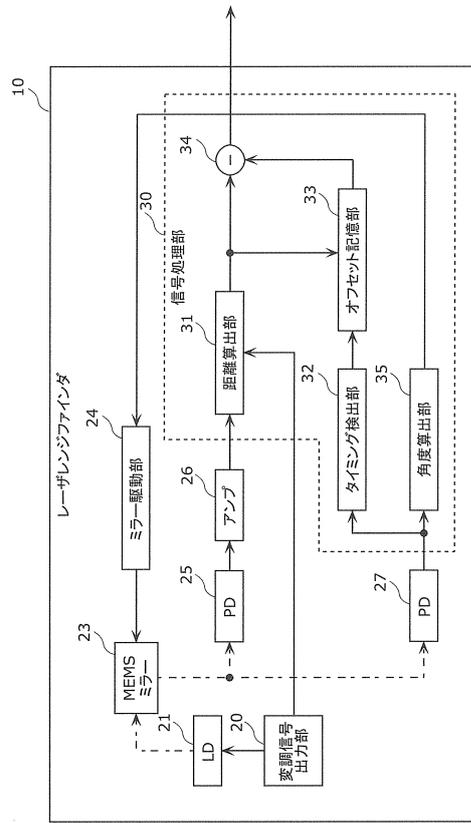
【0114】

10、10A、10B	レーザレンジファインダ	
11	筐体	
12	対物レンズ	
20	変調信号出力部	10
21	レーザダイオード	
22	有孔ミラー	
23	MEMSミラー	
23a	ミラー部	
23b	ミラー揺動器	
24	ミラー駆動部	
25	第二受光部	
26	アンプ	
27、28A、28B	第一受光部	
27a、28a	受光素子	20
27b、28b	受光面	
27c	塗料	
28c	反射拡散板	
29	遮光板	
30	信号処理部	
31	距離算出部	
32	タイミング検出部	
33	オフセット記憶部	
34	減算部	
35	角度算出部	30
40	物体	
R1、R2	走査範囲	
W0、W1、W2	波形 振れ角	

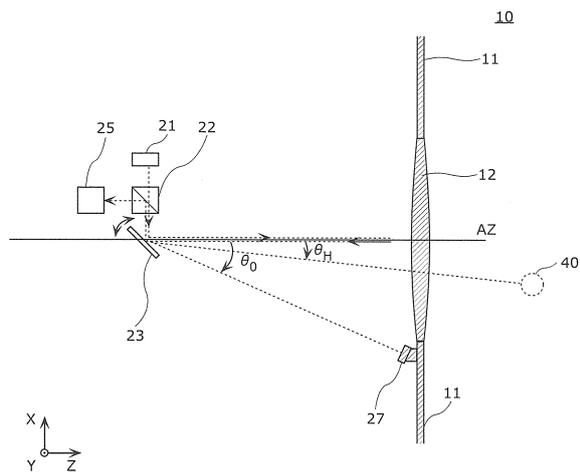
【図1】



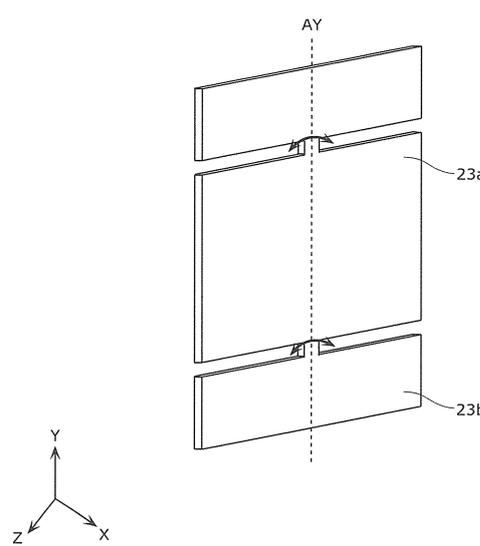
【図2】



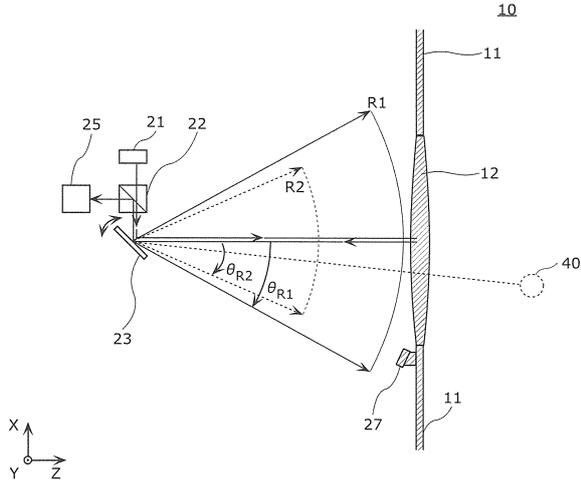
【図3】



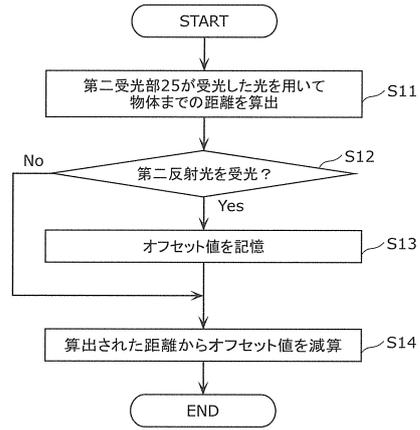
【図4】



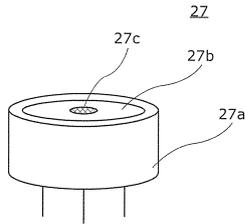
【図5】



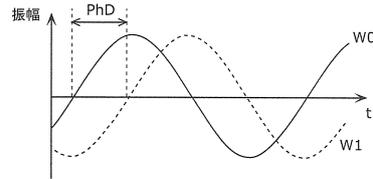
【図7】



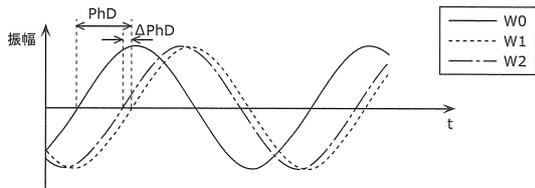
【図6】



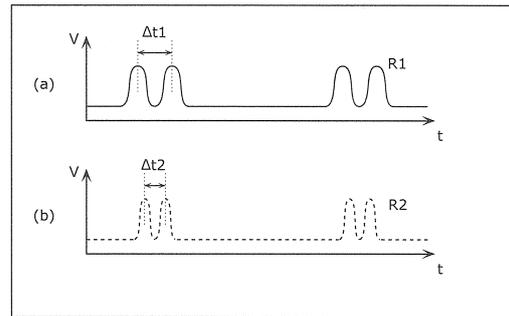
【図8】



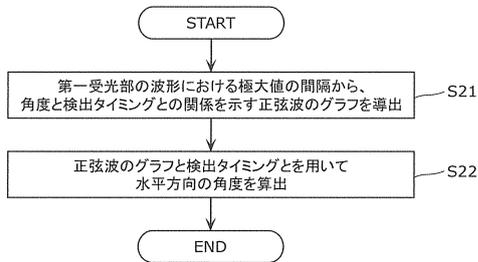
【図9】



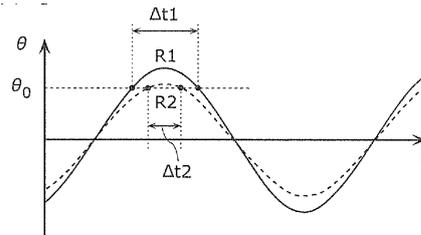
【図11】



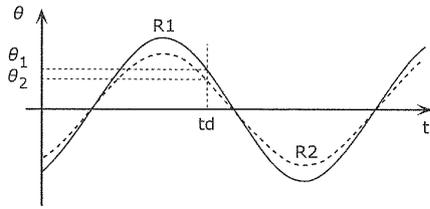
【図10】



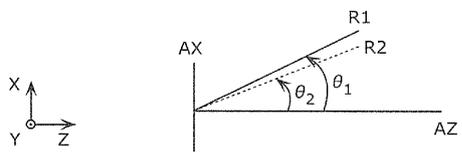
【図12】



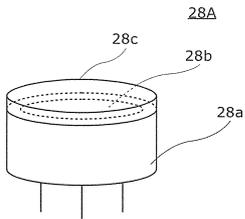
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】

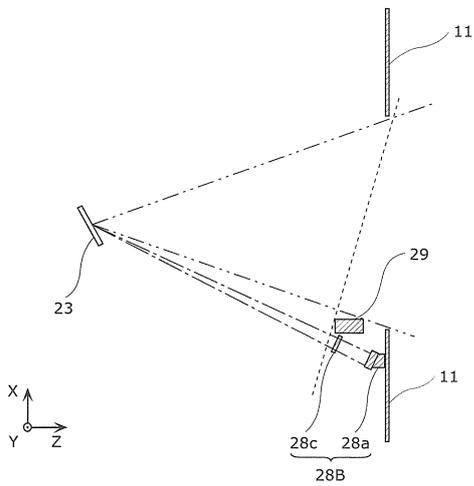


【 図 1 5 】



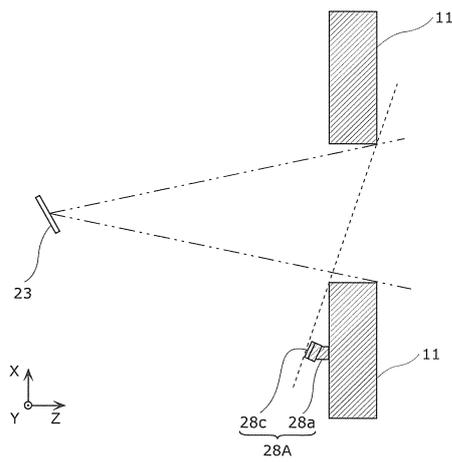
【 図 1 7 】

10B



【 図 1 6 】

10A



フロントページの続き

- (72)発明者 堀邊 隆介
大阪府大東市中垣内7丁目7番1号 船井電機株式会社内
- (72)発明者 村山 学
大阪府大東市中垣内7丁目7番1号 船井電機株式会社内
- (72)発明者 増田 雄一郎
大阪府大東市中垣内7丁目7番1号 船井電機株式会社内
- (72)発明者 平井 智久
大阪府大東市中垣内7丁目7番1号 船井電機株式会社内
- (72)発明者 虫本 篤史
大阪府大東市中垣内7丁目7番1号 船井電機株式会社内
- (72)発明者 松野 文俊
京都府京都市左京区吉田本町3番地1 国立大学法人京都大学内

審査官 請園 信博

- (56)参考文献 特開2013-160545(JP,A)
特開2008-070159(JP,A)
特開2013-210316(JP,A)
特開2011-179969(JP,A)
特開2012-093256(JP,A)
特開2002-090681(JP,A)
国際公開第2003/087875(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B	11/00	-	11/30
G01C	3/00	-	3/32
G01S	7/48	-	7/51
	17/00	-	17/95