

(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2011-191221
(P2011-191221A)

(43) 公開日 平成23年9月29日 (2011.9.29)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 B 11/00 (2006.01)	GO 1 B 11/00 H	2 F 0 6 5
GO 1 B 11/25 (2006.01)	GO 1 B 11/25 G	
	GO 1 B 11/25 H	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2010-58625 (P2010-58625)	(71) 出願人	000001889 三洋電機株式会社 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号
(22) 出願日	平成22年3月16日 (2010.3.16)	(74) 代理人	100111383 弁理士 芝野 正雅
		(72) 発明者	榎田 勝美 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内
		(72) 発明者	岩月 信雄 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内
		(72) 発明者	森本 高明 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内

最終頁に続く

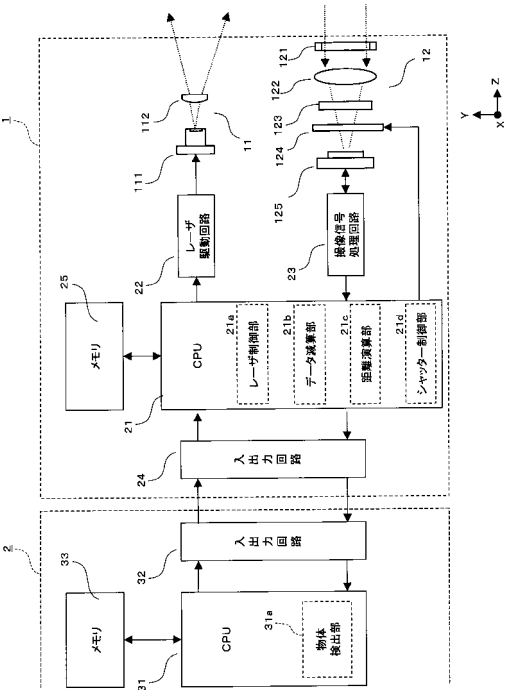
(54) 【発明の名称】 物体検出装置および情報取得装置

(57) 【要約】

【課題】レーザ光の光軸方向において、投射光学系の小型化を図り得る情報取得装置およびこれを搭載する物体検出装置を提供する。

【解決手段】情報取得装置は、所定波長帯域のレーザ光を出射するレーザ光源111と、レーザ光源から出射されたレーザ光を平行光に変換するコリメータレンズ112と、目標領域から反射された反射光を受光して信号を出力するCMOSイメージセンサ125と、CMOSイメージセンサ125から出力される信号に基づいて目標領域に存在する物体の3次元情報を取得するCPUとを備える。コリメータレンズ112の出射面112bに、レーザ光を回折によりドットパターンを持つレーザ光に変換する光回折部112cが一体的に形成されている。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光を用いて目標領域の情報を取得する情報取得装置において、
所定波長帯域のレーザ光を出射する光源と、
前記光源から出射されたレーザ光を平行光に変換するコリメータレンズと、
前記コリメータレンズの入射面または出射面に形成され、前記レーザ光を回折によりドットパターンを持つレーザ光に変換する光回折部と、
前記目標領域から反射された反射光を受光して信号を出力する受光素子と、
前記受光素子から出力される信号に基づいて前記目標領域に存在する物体の 3 次元情報を取得する情報取得部と、を備える、
ことを特徴とする情報取得装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の情報取得装置において、
前記コリメータレンズの出射面は平面とされ、
前記光回折部は、前記コリメータレンズの出射面に形成されている、
ことを特徴とする情報取得装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の情報取得装置において、
前記光回折部は、前記コリメータレンズの出射面に配された樹脂材料に、前記ドットパターンを持つレーザ光を生成するための回折パターンを転写することにより形成されている、
ことを特徴とする情報取得装置。

20

【請求項 4】

請求項 2 または 3 に記載の情報取得装置において、
前記コリメータレンズを保持するとともに前記レーザ光の光軸に対する前記コリメータレンズの光軸の傾きを補正するためのチルト補正機構をさらに備える、
ことを特徴とする情報取得装置。

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 の何れか一項に記載の情報取得装置において、
前記光源を制御する光源制御部と、
前記受光素子から出力された信号の値に関する信号値情報を記憶する記憶部と、
をさらに備え、
前記光源制御部は、前記光の出射と非出射が繰り返されるように前記光源を制御し、
前記記憶部は、前記光源から前記光が出射されている間に前記受光素子から出力された信号の値に関する第 1 の信号値情報と、前記光源から前記光が出射されていない間に前記受光素子から出力された信号の値に関する第 2 の信号値情報とをそれぞれ記憶し、
前記情報取得部は、前記記憶部に記憶された前記第 1 の信号値情報から前記第 2 の信号値情報を減算した減算結果に基づいて、前記目標領域に存在する物体の 3 次元情報を取得する、
ことを特徴とする情報取得装置。

30

40

【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 の何れか一項に記載の情報取得装置を有する物体検出装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、目標領域に光を投射したときの反射光の状態に基づいて目標領域内の物体を検出する物体検出装置およびこれに用いて好適な情報取得装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、光を用いた物体検出装置が種々の分野で開発されている。いわゆる距離画像セン

50

サを用いた物体検出装置では、２次元平面上の平面的な画像のみならず、検出対象物体の奥行き方向の形状や動きを検出することができる。かかる物体検出装置では、レーザ光源やＬＥＤ（Light Emitting Device）から、予め決められた波長帯域の光が目標領域に投射され、その反射光がＣＭＯＳイメージセンサ等の受光素子により受光される。距離画像センサとして、種々のタイプのものが知られている。

【０００３】

一つの種類の距離画像センサでは、所定のドットパターンを持つレーザ光が目標領域に照射される。ドットパターン上の各ドット位置におけるレーザ光の目標領域からの反射光が受光素子によって受光される。各ドット位置のレーザ光の受光素子上の受光位置に基づいて、三角測量法を用いて、検出対象物体の各部（ドットパターン上の各ドット位置）までの距離が検出される（たとえば、非特許文献１）。

10

【先行技術文献】

【非特許文献】

【０００４】

【非特許文献１】第１９回日本ロボット学会学術講演会（２００１年９月１８－２０日）予稿集、Ｐ１２７９－１２８０

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

上記物体検出装置において、レーザ光は、コリメータレンズによって平行光とされた後、回折光学素子（ＤＯＥ：Diffraction Optical Element）に入射され、ドットパターンを持つレーザ光に変換される。したがって、この構成では、レーザ光源の後段に、コリメータレンズとＤＯＥを配置するためのスペースが必要となる。このため、この構成では、レーザ光の光軸方向において、投射光学系が大型化するとの問題が生じる。

20

【０００６】

本発明は、かかる問題を解消するためになされたものであり、レーザ光の光軸方向において、投射光学系の小型化を図り得る情報取得装置およびこれを搭載する物体検出装置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】

【０００７】

本発明の第１の態様は、光を用いて目標領域の情報を取得する情報取得装置に関する。本態様に係る情報取得装置は、所定波長帯域のレーザ光を出射する光源と、前記光源から出射されたレーザ光を平行光に変換するコリメータレンズと、前記コリメータレンズの入射面または出射面に形成され、前記レーザ光を回折によりドットパターンを持つレーザ光に変換する光回折部と、前記目標領域から反射された反射光を受光して信号を出力する受光素子と、前記受光素子から出力される信号に基づいて前記目標領域に存在する物体の３次元情報を取得する情報取得部とを備える。

30

【０００８】

本発明の第２の態様は、物体検出装置に関する。この態様に係る物体検出装置は、上記第１の態様に係る情報取得装置を有する。

40

【発明の効果】

【０００９】

本発明によれば、光回折部がコリメータレンズの入射面または出射面に形成されているため、光回折素子（ＤＯＥ）の配置スペースを削減できる。よって、レーザ光の光軸方向において、投射光学系の小型化を図ることができる。

【００１０】

本発明の特徴は、以下に示す実施の形態の説明により更に明らかとなる。ただし、以下の実施の形態は、あくまでも、本発明の一つの実施形態であって、本発明ないし各構成要件の用語の意義は、以下の実施の形態に記載されたものに制限されるものではない。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 1 1 】

【図 1】実施の形態に係る物体検出装置の構成を示す図である。

【図 2】実施の形態に係る情報取得装置と情報処理装置の構成を示す図である。

【図 3】実施の形態に係る目標領域に対するレーザ光の照射状態とイメージセンサ上のレーザ光の受光状態を示す図である。

【図 4】実施の形態と比較形態に係る投射光学系の構成を示す図である。

【図 5】実施の形態に係る光回折部の形成工程と光回折部の設定例を示す図である。

【図 6】実施の形態と比較形態に係るコリメータレンズの収差に関するシミュレーションについて説明する図である。

【図 7】実施の形態に係るチルト補正機構の構成を示す図である。

10

【図 8】実施の形態に係るレーザ光の発光タイミングと、イメージセンサに対する露光タイミングおよび撮像データの記憶タイミングを示すタイミングチャートである。

【図 9】実施の形態に係る撮像データの記憶処理を示すフローチャートである。

【図 10】実施の形態に係る撮像データの減算処理を示すフローチャートである。

【図 11】実施の形態に係る撮像データの処理過程を模式的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

図 1 に本実施の形態に係る物体検出装置の概略構成を示す。図示の如く、物体検出装置は、情報取得装置 1 と、情報処理装置 2 とを備えている。テレビ 3 は、情報処理装置 2 からの信号によって制御される。

20

【 0 0 1 3 】

情報取得装置 1 は、目標領域全体に赤外光を投射し、その反射光を C M O S イメージセンサにて受光することにより、目標領域にある物体各部の距離（以下、「3次元距離情報」という）を取得する。取得された 3次元距離情報は、ケーブル 4 を介して情報処理装置 2 に送られる。

【 0 0 1 4 】

情報処理装置 2 は、たとえば、テレビ制御用のコントローラやゲーム機、パーソナルコンピュータ等である。情報処理装置 2 は、情報取得装置 1 から受信した 3次元距離情報に基づき、目標領域における物体を検出し、検出結果に基づきテレビ 3 を制御する。

【 0 0 1 5 】

30

たとえば、情報処理装置 2 は、受信した 3次元距離情報に基づき人を検出するとともに、3次元距離情報の変化から、その人の動きを検出する。たとえば、情報処理装置 2 がテレビ制御用のコントローラである場合、情報処理装置 2 には、受信した 3次元距離情報からその人のジェスチャーを検出するとともに、ジェスチャーに応じてテレビ 3 に制御信号を出力するアプリケーションプログラムがインストールされている。この場合、ユーザは、テレビ 3 を見ながら所定のジェスチャーをすることにより、チャンネル切り替えやボリュームの U p / D o w n 等、所定の機能をテレビ 3 に実行させることができる。

【 0 0 1 6 】

また、たとえば、情報処理装置 2 がゲーム機である場合、情報処理装置 2 には、受信した 3次元距離情報からその人の動きを検出するとともに、検出した動きに応じてテレビ画面上のキャラクタを動作させ、ゲームの対戦状況を変化させるアプリケーションプログラムがインストールされている。この場合、ユーザは、テレビ 3 を見ながら所定の動きをすることにより、自身がテレビ画面上のキャラクタとしてゲームの対戦を行う臨場感を味わうことができる。

40

【 0 0 1 7 】

図 2 は、情報取得装置 1 と情報処理装置 2 の構成を示す図である。

【 0 0 1 8 】

情報取得装置 1 は、光学部の構成として、投射光学系 1 1 と受光光学系 1 2 とを備えている。投射光学系 1 1 は、レーザ光源 1 1 1 と、コリメータレンズ 1 1 2 とを備えている。また、受光光学系 1 2 は、アパーチャ 1 2 1 と、撮像レンズ 1 2 2 と、フィルタ 1 2 3

50

と、シャッター１２４と、ＣＭＯＳイメージセンサ１２５とを備えている。この他、情報取得装置１は、回路部の構成として、ＣＰＵ（Central Processing Unit）２１と、レーザ駆動回路２２と、撮像信号処理回路２３と、入出力回路２４と、メモリ２５を備えている。

【００１９】

レーザ光源１１１は、波長８３０ｎｍ程度の狭波長帯域のレーザ光を出力する。コリメータレンズ１１２は、レーザ光源１１１から出射されたレーザ光を平行光に変換する。コリメータレンズ１１１の出射面には、回折光学素子（ＤＯＥ：Diffraction Optical Element）の機能を有する光回折部１１２ｃ（図４（ａ）参照）が形成されている。この光回折部１１２ｃによって、レーザ光は、ドットマトリックスパターンのレーザ光に変換されて、目標領域に照射される。

10

【００２０】

目標領域から反射されたレーザ光は、アパーチャ１２１を介して撮像レンズ１２２に入射する。アパーチャ１２１は、撮像レンズ１２２のＦナンバーに合うように、外部からの光に絞りを掛ける。撮像レンズ１２２は、アパーチャ１２１を介して入射された光をＣＭＯＳイメージセンサ１２５上に集光する。

【００２１】

フィルタ１２３は、レーザ光源１１１の出射波長（８３０ｎｍ程度）を含む波長帯域の光を透過し、可視光の波長帯域をカットするバンドパスフィルタである。フィルタ１２３は、８３０ｎｍ近傍の波長帯域のみを透過する狭帯域のフィルタではなく、８３０ｎｍを含む比較的広い波長帯域の光を透過させる安価なフィルタからなっている。

20

【００２２】

シャッター１２４は、ＣＰＵ２１からの制御信号に応じて、フィルタ１２３からの光を遮光または通過させる。シャッター１２４は、たとえば、メカニカルシャッターや電子シャッターである。ＣＭＯＳイメージセンサ１２５は、撮像レンズ１２２にて集光された光を受光して、画素毎に、受光光量に応じた信号（電荷）を撮像信号処理回路２３に出力する。ここで、ＣＭＯＳイメージセンサ１２５は、各画素における受光から高レスポンスでその画素の信号（電荷）を撮像信号処理回路２３に出力できるよう、信号の出力速度が高速化されている。

【００２３】

30

ＣＰＵ２１は、メモリ２５に格納された制御プログラムに従って各部を制御する。かかる制御プログラムによって、ＣＰＵ２１には、レーザ光源１１１を制御するためのレーザ制御部２１ａと、後述するデータ減算部２１ｂと、３次元距離情報を生成するための３次元距離演算部２１ｃと、シャッター１２４を制御するためのシャッター制御部２１ｄの機能が付与される。

【００２４】

レーザ駆動回路２２は、ＣＰＵ２１からの制御信号に応じてレーザ光源１１１を駆動する。撮像信号処理回路２３は、ＣＭＯＳイメージセンサ１２５を制御して、ＣＭＯＳイメージセンサ１２５で生成された各画素の信号（電荷）をライン毎に順次取り込む。そして、取り込んだ信号を順次ＣＰＵ２１に出力する。ＣＰＵ２１は、撮像信号処理回路２３から供給される信号（撮像信号）をもとに、情報取得装置１から検出対象物の各部までの距離を、３次元距離演算部２１ｃによる処理によって算出する。入出力回路２４は、情報処理装置２とのデータ通信を制御する。

40

【００２５】

情報処理装置２は、ＣＰＵ３１と、入出力回路３２と、メモリ３３を備えている。なお、情報処理装置２には、同図に示す構成の他、テレビ３との通信を行うための構成や、ＣＤ－ＲＯＭ等の外部メモリに格納された情報を読み取ってメモリ３３にインストールするためのドライブ装置等が配されるが、便宜上、これら周辺回路の構成は図示省略されている。

【００２６】

50

CPU 31は、メモリ33に格納された制御プログラム（アプリケーションプログラム）に従って各部を制御する。かかる制御プログラムによって、CPU 31には、画像中の物体を検出するための物体検出部31aの機能が付与される。かかる制御プログラムは、たとえば、図示しないドライブ装置によってCD-ROMから読み取られ、メモリ33にインストールされる。

【0027】

たとえば、制御プログラムがゲームプログラムである場合、物体検出部31aは、情報取得装置1から供給される3次元距離情報から画像中の人およびその動きを検出する。そして、検出された動きに応じてテレビ画面上のキャラクタを動作させるための処理が制御プログラムにより実行される。

10

【0028】

また、制御プログラムがテレビ3の機能を制御するためのプログラムである場合、物体検出部31aは、情報取得装置1から供給される3次元距離情報から画像中の人およびその動き（ジェスチャ）を検出する。そして、検出された動き（ジェスチャ）に応じて、テレビ1の機能（チャンネル切り替えやボリューム調整、等）を制御するための処理が制御プログラムにより実行される。

【0029】

入出力回路32は、情報取得装置1とのデータ通信を制御する。

【0030】

図3(a)は、目標領域に対するレーザ光の照射状態を模式的に示す図、図3(b)は、CMOSイメージセンサ125におけるレーザ光の受光状態を模式的に示す図である。なお、同図(b)には、便宜上、目標領域に平坦な面（スクリーン）が存在するときの受光状態が示されている。

20

【0031】

同図(a)に示すように、投射光学系11からは、ドットマトリックスパターンを持ったレーザ光（以下、このパターンを持つレーザ光の全体を「DMP光」という）が、目標領域に向けて照射される。同図(a)には、DMP光の光束断面が破線の枠によって示されている。DMP光内の各ドットは、コリメータレンズ112出射面の回折部112cによってレーザ光の強度が点的に高められた領域を模式的に示している。DMP光の光束中には、レーザ光の強度が高められた領域が、所定のドットマトリックスパターンに従って点在している。

30

【0032】

目標領域に平坦な面（スクリーン）が存在すると、これにより反射されたDML光の各ドット位置の光は、同図(b)のように、CMOSイメージセンサ124上で分布する。たとえば、目標領域上におけるP0のドット位置の光は、CMOSイメージセンサ124上では、Ppのドット位置の光に対応する。

【0033】

上記3次元距離演算部21cでは、各ドットに対応する光がCMOSイメージセンサ124上のどの位置に入射したかが検出され、その受光位置から、三角測量法に基づいて、検出対象物体の各部（ドットマトリックスパターン上の各ドット位置）までの距離が検出される。かかる検出手法の詳細は、たとえば、上記非特許文献1（第19回日本ロボット学会学術講演会（2001年9月18 - 20日）予稿集、P1279 - 1280）に示されている。

40

【0034】

かかる距離検出では、CMOSイメージセンサ124上におけるDMP光（各ドット位置の光）の分布状態を正確に検出する必要がある。しかしながら、本実施の形態では、透過帯域幅が比較的広い安価なフィルタ123が用いられているため、DMP光以外の光がCMOSイメージセンサ124に入射し、この光が外乱光となる。たとえば、目標領域に蛍光灯等の発光体があると、この発光体の像がCMOSイメージセンサ124の撮像画像に写り込み、これにより、DMP光の分布状態を正確に検出できないことが起こり得る。

50

【 0 0 3 5 】

そこで、本実施の形態では、後述の処理により、DMP光の分布状態の検出の適正化が図られている。この処理については、追って、図8ないし図11を参照して説明する。

【 0 0 3 6 】

図4(a)は、本実施の形態に係る投射光学系の構成の詳細を示す図、図4(b)は、比較形態に係る投射光学系の構成を示す図である。

【 0 0 3 7 】

図4(b)に示すように、比較形態では、レーザ光源111から出射されたレーザ光は、コリメータレンズ113によって平行光に変換された後、アパーチャ114によって絞られ、DOE115に入射される。DOE115の入射面には、平行光で入射したレーザ光をドットマトリックスパターンのレーザ光に変換するための光回折部115aが形成されている。こうして、レーザ光は、ドットマトリックスパターンのレーザ光として目標領域に照射される。

10

【 0 0 3 8 】

このように、比較形態では、ドットマトリックスパターンのレーザ光を生成するために、レーザ光の後段に、コリメータレンズ113と、アパーチャ114と、DOE115が配置される。このため、レーザ光の光軸方向における投射光学系の寸法が大きくなる。

【 0 0 3 9 】

これに対し、本実施の形態では、図4(a)に示すように、コリメータレンズ112の出射面に光回折部112cが形成されている。コリメータレンズ112は、入射面112aが曲面、出射面112bが平面となっている。入射面112aの面形状は、レーザ光源111から入射するレーザ光が、屈折により平行光となるように設計されている。平面となっている出射面112bに、平行光で入射したレーザ光をドットマトリックスパターンのレーザ光に変換するための光回折部112cが形成されている。こうして、レーザ光は、ドットマトリックスパターンのレーザ光として目標領域に照射される。

20

【 0 0 4 0 】

このように、本実施の形態では、コリメータレンズ112の出射面に光回折部112cが一体的に形成されているため、別途、DOEを配置するためのスペースを取らなくて良い。よって、同図(b)の構成に比べ、レーザ光の光軸方向における投射光学系の寸法を小さく抑えることができる。

30

【 0 0 4 1 】

図5(a)～(c)は、光回折部112cの形成工程の一例を示す図である。

【 0 0 4 2 】

この形成工程では、まず、同図(a)に示すように、コリメータレンズ112の出射面112bに紫外線硬化樹脂が塗布され、紫外線硬化樹脂層116が配置される。次に、同図(b)に示すように、ドットマトリックスパターンのレーザ光を生成するための凹凸形状117aを有するスタンプ117が、紫外線硬化樹脂層116の上面に押し付けられる。この状態で、コリメータレンズ112の入射面112a側から紫外線が照射され、紫外線硬化樹脂層116が硬化される。その後、スタンプ117を紫外線硬化樹脂層116から引き剥がす。これにより、スタンプ117側の凹凸形状117aが紫外線硬化樹脂層116の上面に転写される。こうして、コリメータレンズ112の出射面112bに、ドットマトリックスパターンのレーザ光を生成するための光回折部112cが形成される。

40

【 0 0 4 3 】

図5(d)は、光回折部112cの回折パターンの設定例を示す図である。同図中、黒色の部分は、白色の部分に対して、深さ3μmのステップ状の溝になっている。光回折部112bは、この回折パターンの周期構造となっている。

【 0 0 4 4 】

なお、光回折部112cは、図5(a)～(c)に示す以外の形成工程により形成することも可能である。また、コリメータレンズ112の出射面112b自身が、ドットマトリックスパターンのレーザ光を生成するための凹凸形状(回折のための形状)を有してい

50

ても良い。たとえば、樹脂材料の射出成型によりコリメータレンズ 1 1 2 が生成される場合には、射出成型用の金型の内面に、回折パターンを転写するための形状を持たせておく。こうすると、別途、コリメータレンズ 1 1 2 の出射面に光回折部 1 1 2 b を形成するための工程を行う必要がないため、コリメータレンズ 1 1 2 を簡素なものにすることができる。

【 0 0 4 5 】

本実施の形態では、コリメータレンズ 1 1 2 の出射面 1 1 2 b を平面とし、この平面上に光回折部 1 1 2 c を形成するようにしたため、比較的簡単に、光回折部 1 1 2 c を形成することができる。しかし、その一方で、出射面 1 1 2 b が平面であるため、コリメータレンズ 1 1 2 で発生するレーザ光の収差が、入射面と出射面がともに曲面である場合の
10
コリメータレンズに比べて大きくなる。通常、コリメータレンズ 1 1 2 は、収差を抑制するために、入射面と出射面の両方の形状が調整される。この場合、入射面と出射面はともに非球面となる。こうして、入射面と出射面の形状を調整することで、平行光への変換と収差の抑制を同時に実現できる。しかし、本実施の形態では、入射面のみが曲面であるため、収差の抑制には限界がある。このため、本実施の形態では、入射面と出射面がともに曲面である場合のコリメータレンズに比べ、レーザ光に生じる収差が大きくなる。

【 0 0 4 6 】

図 6 は、入射面と出射面がともに曲面である場合のコリメータレンズ（比較例）と出射面が平面である場合のコリメータレンズ（実施例）について、収差の発生状況を検証したシミュレーション結果である。同図（a）、（b）は、それぞれ、実施例と比較例のシミュレーションで想定された光学系の構成を示す図、同図（c）、（d）は、それぞれ、
20
実施例と比較例のコリメータレンズの入射面 S 1 と出射面 S 2 の形状を規定するパラメータ値を示す図、同図（e）、（f）は、それぞれ、実施例と比較例に対するシミュレーション結果を示す図である。図中、C L はコリメータレンズ、O はレーザ光源の発光点、G P はレーザ光源の C A N の出射口に装着されたガラス板である。その他のシミュレーション条件は、下表のとおりである。

【 0 0 4 7 】

【表 1】

・レーザ波長	830nm
・コリメータレンズの有効径	3.7mm
・コリメータレンズの像面間距離	1000mm
・コリメータレンズの屈折率	1.492
・コリメータレンズのアッベ数	55.33
・コリメータレンズの厚み	2.71mm
・ガラス板の屈折率	1.517
・ガラス板のアッベ数	64.2
・ガラス板の厚み	0.25mm

【 0 0 4 8 】

同図（e）、（f）に示すシミュレーション結果において、S A は球面収差、T C O はコマ収差、T A S は非点収差（タンジェンシャル）、S A S は非点収差（サジタル）である。

【 0 0 4 9 】

同図（e）、（f）のシミュレーション結果を比較すると、実施例と比較例とにおいて
50

、球面収差（S A）にはそれほど大きな差異は生じない。これに対して、コマ収差（T C O）と非点収差（T A S、S A S）については、実施例と比較例との間に比較的大きな差異が見られる。球面収差は軸上収差であり、コマ収差と非点収差は軸外収差である。軸外収差は、レーザ光軸に対するコリメータレンズの光軸の傾きが大きくなると顕著になる。よって、本実施の形態のように出射面を平面にする場合には、コリメータレンズ 1 1 2 の光軸をレーザ光軸に整合させるためのチルト補正機構を設けるのが望ましい。

【0050】

図 7 は、チルト補正機構 2 0 0 の構成例を示す図である。同図（a）は、チルト補正機構 2 0 0 の分解斜視図、同図（b）、（c）は、チルト補正機構 2 0 0 の組立工程を示す図である。

10

【0051】

同図（a）を参照して、チルト補正機構 2 0 0 は、レンズホルダ 2 0 1 と、レーザホルダ 2 0 2 と、ベース 2 0 4 とを備えている。

【0052】

レンズホルダ 2 0 1 は、軸対象なコマ形状を有している。レンズホルダ 2 0 1 には、上方からコリメータレンズ 1 1 2 を嵌め込むことが可能なレンズ収容部 2 0 1 a が形成されている。レンズ収容部 2 0 1 a は、円柱状の内面を有しており、その径は、コリメータレンズ 1 1 2 の径よりも僅かに大きくなっている。

【0053】

レンズ収容部 2 0 1 a の下部には円環状の段部 2 0 1 b が形成され、この段部に続いて、円形の開口 2 0 1 c がレンズホルダ 2 0 1 の底面から外部に抜けるように形成されている。段部 2 0 1 b の内径はコリメータレンズ 1 1 2 の径よりも小さくなっている。レンズホルダ 2 0 1 a の上面から段部 2 0 1 b までの寸法は、コリメータレンズ 1 1 2 の光軸方向の厚みよりもやや大きくなっている。

20

【0054】

レンズホルダ 2 0 1 の上面には、3 つの切り溝 2 0 1 d が形成されている。また、レンズホルダ 2 0 1 の底部分（図中の 2 点鎖線以下の部分）は、球面 2 0 1 e となっている。この球面 2 0 1 e は、後述のように、ベース 2 0 4 上面の受け部 2 0 4 b と面接触する。

【0055】

レーザホルダ 2 0 2 には、レーザ光源 1 1 1 が収容されている。レーザホルダ 2 0 2 は円柱形状を有し、上面に開口 2 0 2 a が形成されている。この開口 2 0 2 a からレーザ光源 1 1 1 のガラス板 1 1 1 a（出射窓）が外部に臨んでいる。レーザホルダ 2 0 2 の上面には 3 つの切り溝 2 0 2 b が形成されている。レーザホルダ 2 0 2 の下面には、レーザ光源 1 1 1 に給電するためのフレキシブルプリント基板（F P C）2 0 3 が装着されている。

30

【0056】

ベース 2 0 4 には、内面が円柱状のレーザ収容部 2 0 4 a が形成されている。レーザ収容部 2 0 4 a の内面の径はレーザホルダ 2 0 2 の外周部分の径よりも僅かに大きくなっている。ベース 2 0 4 の上面には、レンズホルダ 2 0 1 の球面 2 0 1 e と面接触する球面状の受け部 2 0 4 b が形成されている。また、ベース 2 0 4 の側面には、F P C 2 0 3 を通すための切り欠き 2 0 4 c が形成されている。レーザ収容部 2 0 4 a の下端 2 0 4 d に続いて、段部 2 0 4 e が形成されている。レーザホルダ 2 0 2 をレーザ収容部 2 0 4 a に収容すると、この段部 2 0 4 e によって、F P C 2 0 3 とベース 2 0 4 の底面との間に隙間が生じる。この隙間によって、F P C 2 0 3 の裏面がベース 2 0 4 の底面に接触するのが回避される。

40

【0057】

レーザホルダ 2 0 2 は、同図（b）に示すように、上方からベース 2 0 4 のレーザ収容部 2 0 4 a に嵌め込まれる。レーザホルダ 2 0 2 の下端がレーザ収容部 2 0 4 a の下端 2 0 4 d に当接するまでレーザホルダ 2 0 2 がレーザ収容部 2 0 4 a に嵌め込まれた後、レーザホルダ 2 0 2 上面の切り溝 2 0 2 b に接着剤が注入される。これにより、レーザホル

50

ダ 2 0 2 がベース 2 0 4 に固定される。

【 0 0 5 8 】

さらに、コリメータレンズ 1 1 2 がレンズホルダ 2 0 1 のレンズ収容部 2 0 1 a に嵌め込まれる。コリメータレンズ 1 1 2 の下端がレンズ収容部 2 0 1 a の段部 2 0 1 b に当接するまでコリメータレンズ 1 1 2 がレンズ収容部 2 0 1 a に嵌め込まれた後、レンズホルダ 2 0 1 上面の切り溝 2 0 1 d に接着剤が注入される。これにより、コリメータレンズ 1 1 2 がレンズホルダ 2 0 1 に装着される。

【 0 0 5 9 】

その後、同図 (c) に示すように、レンズホルダ 2 0 1 の球面 2 0 1 e をベース 2 0 4 の受け部 2 0 4 b に載せる。この状態では、レンズホルダ 2 0 1 は、球面 2 0 1 e が受け部 2 0 4 b に摺接して揺動可能となっている。

10

【 0 0 6 0 】

しかる後、レーザ光源 1 1 1 を発光させ、コリメータレンズ 1 1 2 を透過したレーザ光のビーム径をビームアナライザで測定する。このとき、ジグを用いてレンズホルダ 2 0 1 を揺動させる。このように、レンズホルダ 2 0 1 を揺動させつつビーム径を測定し、ビーム径が最も小さくなる位置にレンズホルダ 2 0 1 を位置づける。そして、この位置において、レンズホルダ 2 0 1 の周面とベース 2 0 4 の上面とを接着剤により固定する。こうして、レーザ光軸に対するコリメータレンズ 1 1 2 のチルト補正がなされ、最も軸外収差が小さくなる位置にコリメータレンズ 1 1 2 が固定される。

【 0 0 6 1 】

20

なお、図 7 に示す構成において、レーザホルダ 2 0 2 内にはレーザ光源 1 1 1 が収容されているのみで、ペルチェ素子等を含む温度調節器は収容されていない。本実施の形態では、以下の処理を行うことで、レーザ光源 1 1 1 から出射されるレーザ光に温度変化による波長変動が生じて、適正に、3次元データを取得することができる。

【 0 0 6 2 】

図 8 および図 9 を参照して、C M O S イメージセンサ 1 2 4 による D M P 光の撮像処理について説明する。図 8 は、レーザ光源 1 1 1 におけるレーザ光の発光タイミングと、C M O S イメージセンサ 1 2 5 に対する露光タイミングおよびこの露光により C M O S イメージセンサ 1 2 5 により得られた撮像データの記憶タイミングを示すタイミングチャートである。図 9 は、撮像データの記憶処理を示すフローチャートである。

30

【 0 0 6 3 】

図 8 を参照して、C P U 2 1 は、2 つのファンクションジェネレータの機能を持っており、これらの機能により、パルス F G 1、F G 2 を生成する。パルス F G 1 は、期間 T 1 毎に H i g h と L o w を繰り返す。パルス F G 2 は、F G 1 の立ち上がりタイミングと立下りタイミングに出力される。たとえば、パルス F G 2 は、パルス F G 1 を微分することにより生成される。

【 0 0 6 4 】

パルス F G 1 が H i g h の間、レーザ制御部 2 1 a は、レーザ光源 1 1 1 を点灯させる。また、パルス F G 2 が H i g h となってから期間 T 2 の間、シャッター制御部 2 1 d はシャッター 1 2 4 を開き、C M O S イメージセンサ 1 2 5 に対する露光を行う。かかる露光が終わった後、C P U 2 1 は、各露光により C M O S イメージセンサ 1 2 5 により取得された撮像データをメモリ 2 5 に記憶させる。

40

【 0 0 6 5 】

図 9 を参照して、C P U 2 1 は、パルス F G 1 が H i g h になると (S 1 0 1 : Y E S)、メモリフラグ M F を 1 にセットし (S 1 0 2)、レーザ光源 1 1 1 を点灯させる (S 1 0 3)。そして、パルス F G 2 が H i g h になると (S 1 0 6 : Y E S)、シャッター制御部 2 1 d はシャッター 1 2 4 を開き、C M O S イメージセンサ 1 2 5 に対する露光を行う (S 1 0 7)。この露光は、露光開始から期間 T 2 が経過するまで行われる (S 1 0 8)。

【 0 0 6 6 】

50

露光開始から期間 T 2 が経過すると (S 1 0 8 : Y E S)、シャッター制御部 2 1 d によりシャッター 1 2 4 が閉じられ (S 1 0 9)、C M O S イメージセンサ 1 2 5 により撮像された撮像データが C P U 1 2 5 に出力される (S 1 1 0)。C P U 2 1 は、メモリフラグ M F が 1 であるかを判別する (S 1 1 1)。ここでは、ステップ S 1 0 2 においてメモリフラグ M F が 1 にセットされているので (S 1 1 1 : Y E S)、C P U 2 1 は、C M O S イメージセンサ 1 2 5 から出力された撮像データを、メモリ 2 5 のメモリ領域 A に記憶する (S 1 1 2)。

【 0 0 6 7 】

その後、目標領域の情報を取得するための動作が終了されていなければ (S 1 1 4 : N O)、S 1 0 1 に戻って、C P U 2 1 は、パルス F G 1 が H i g h であるかを判定する。引き続きパルス F G 1 が H i g h であると、C P U 2 1 は、メモリフラグ M F を 1 にセットしたまま (S 1 0 2)、レーザ光源 1 1 1 を点灯させ続ける (S 1 0 3)。ただし、このタイミングでは、パルス F G 2 が出力されていないため (図 8 参照)、S 1 0 6 における判定が N O となって、処理が S 1 0 1 に戻る。こうして、C P U 2 1 は、パルス F G 1 が L o w になるまで、レーザ光源 1 1 1 を点灯させ続ける。

【 0 0 6 8 】

その後、パルス F G 1 が L o w になると、C P U 2 1 は、メモリフラグ M F を 0 にセットし (S 1 0 4)、レーザ光源 1 1 1 を消灯する (S 1 0 5)。そして、パルス F G 2 が H i g h になると (S 1 0 6 : Y E S)、シャッター制御部 2 1 d によりシャッター 1 2 4 が開かれ、C M O S イメージセンサ 1 2 5 に対する露光が行われる (S 1 0 7)。この露光は、上記と同様、露光開始から期間 T 2 が経過するまで行われる (S 1 0 8)。

【 0 0 6 9 】

露光開始から期間 T 2 が経過すると (S 1 0 8 : Y E S)、シャッター制御部 2 1 d によりシャッター 1 2 4 が閉じられ (S 1 0 9)、C M O S イメージセンサ 1 2 5 により撮像された撮像データが C P U 1 2 5 に出力される (S 1 1 0)。C P U 2 1 は、メモリフラグ M F が 1 であるかを判別する (S 1 1 1)。ここでは、ステップ S 1 0 4 においてメモリフラグ M F が 0 にセットされているので (S 1 1 1 : N O)、C P U 2 1 は、C M O S イメージセンサ 1 2 5 から出力された撮像データを、メモリ 2 5 のメモリ領域 B に記憶する (S 1 1 3)。

【 0 0 7 0 】

以上の処理が、情報取得動作の終了まで繰り返される。この処理により、レーザ光源 1 1 が点灯しているときに C M O S イメージセンサ 1 2 5 により取得された撮像データと、レーザ光源 1 1 が点灯していないときに C M O S イメージセンサ 1 2 5 により取得された撮像データが、それぞれ、メモリ 2 5 のメモリ領域 A とメモリ領域 B に記憶される。

【 0 0 7 1 】

図 1 0 (a) は、C P U 2 1 のデータ減算部 2 1 b による処理を示すフローチャートである。

【 0 0 7 2 】

メモリ領域 B に撮像データが更新記憶されると (S 2 0 1 : Y E S)、データ減算部 2 1 b は、メモリ領域 A に記憶された撮像データからメモリ領域 B に記憶された撮像データを減算する処理を行う (S 2 0 2)。ここでは、メモリ領域 A に記憶された各画素の受光光量に応じた信号 (電荷) の値から、メモリ領域 B に記憶された対応する画素の受光光量に応じた信号 (電荷) の値が減算される。この減算結果が、メモリ 2 5 のメモリ領域 C に記憶される (S 2 0 3)。目標領域の情報を取得するための動作が終了していなければ (S 2 0 4 : N O)、S 2 0 1 に戻って、同様の処理が繰り返される。

【 0 0 7 3 】

図 1 0 (a) の処理により、メモリ領域 C には、レーザ光源 1 1 1 の点灯時に取得された撮像データ (第 1 の撮像データ) から、その直後のレーザ光源 1 1 1 の消灯時に取得された撮像データ (第 2 の撮像データ) が減算された減算結果が更新記憶される。ここで、第 1 の撮像データと第 2 の撮像データは、図 8、9 を参照して説明したように、共に、同

10

20

30

40

50

じ時間 T 2 だけ C M O S イメージセンサ 1 2 5 が露光されて取得されるため、第 2 の撮像データは、第 1 の撮像データ中に含まれるレーザ光源 1 1 1 からのレーザ光以外の光によるノイズ成分に等しくなる。よって、メモリ領域 C には、レーザ光源 1 1 1 からのレーザ光以外の光によるノイズ成分が除去された撮像データが記憶されることになる。

【 0 0 7 4 】

図 1 1 は、図 1 0 (a) の処理による効果を模式的に例示する図である。

【 0 0 7 5 】

図 1 1 (a) のように、撮像領域内に、蛍光灯 L 0 が含まれている場合、上記実施の形態に示す投射光学系 1 0 から D M P 光を照射しつつ、受光光学系 2 0 により撮像領域を撮像すると、撮像画像は、同図 (b) のようになる。この撮像画像に基づく撮像データが、メモリ 2 5 のメモリ領域 A に記憶される。また、投射光学系 1 0 から D M P 光を照射せずに、受光光学系 2 0 により撮像領域を撮像すると、撮像画像は、同図 (c) のようになる。この撮像画像に基づく撮像データが、メモリ 2 5 のメモリ領域 B に記憶される。同図 (b) の撮像画像から同図 (c) の撮像画像を除くと、撮像画像は、同図 (d) のようになる。この撮像画像に基づく撮像データが、メモリ 2 5 のメモリ領域 C に記憶される。よって、メモリ領域 C には、D M P 光以外の光 (蛍光灯) によるノイズ成分が除去された撮像データが記憶される。

【 0 0 7 6 】

本実施の形態では、メモリ C に記憶された撮像データを用いて、C P U 2 1 の 3 次元距離演算部 2 1 c による演算処理が行われる。よって、これにより取得された 3 次元距離情報 (検出対象物の各部までの距離に関する情報) は、精度の高いものとなり得る。

【 0 0 7 7 】

以上、本実施の形態によれば、光回折部 1 1 2 c がコリメータレンズ 1 1 2 の出射面 1 1 2 b に一体的に形成されているため、図 4 (b) の構成に比べ、光回折素子 (D O E) 1 1 5 の配置スペースを削減できる。よって、レーザ光の光軸方向において、投射光学系 1 1 の小型化を図ることができる。

【 0 0 7 8 】

また、図 8 ないし図 1 1 に示す処理により、レーザ光源 1 1 1 の温度変化を抑制するための温度調節器を配置しなくて済むため、投射光学系 1 1 のさらなる小型化を図ることができる。この処理によれば、上記のように安価なフィルタ 1 2 3 を用いることができるため、コストの低減を図ることもできる。

【 0 0 7 9 】

なお、上記のように減算処理を行ってノイズ成分を除去する場合、理論上は、フィルタ 1 2 3 を用いなくても、D M P 光による撮像データを取得することができる。しかしながら、一般に、可視光帯域の光の光量レベルは、通常、D M P 光の光量レベルよりも数段高いため、可視光帯域が混ざった光から D M P 光のみを上記減算処理により正確に導き出すのは困難である。よって、本実施の形態では、上記のように、可視光を除去するために、フィルタ 1 2 3 が配されている。フィルタ 1 2 3 は、C M O S イメージセンサ 1 2 5 に入射する可視光の光量レベルを十分に低下させ得るものであれば良い。

【 0 0 8 0 】

以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明は、上記実施の形態に何ら制限されるものではなく、また、本発明の実施の形態も上記の他に種々の変更が可能である。

【 0 0 8 1 】

たとえば、上記実施の形態では、コリメータレンズ 1 1 2 の出射面 1 1 2 b が平面であったが、光回折部 1 1 2 c を形成可能であれば、緩やかな曲面であっても良い。こうすると、コリメータレンズ 1 1 2 の入射面 1 1 2 a と出射面 1 1 2 b の形状を調整することで、軸外収差を、ある程度、抑制可能となる。ただし、出射面 1 1 2 b が曲面であると、図 5 (a) ないし (c) の工程による光回折部 1 1 2 c の形成が難しくなる。

【 0 0 8 2 】

すなわち、入射面 1 1 2 a と出射面 1 1 2 b とで、平行光への変換と収差の抑制とを実

10

20

30

40

50

現しようとする、通常、出射面 1 1 2 b は非球面になる。このように被転写面となる出射面 1 1 2 b が非球面であると、スタンパ 1 1 7 側も出射面 1 1 2 b に応じて非球面となり、スタンパ 1 1 7 の凹凸形状 1 1 7 a を適正に紫外線硬化樹脂層 1 1 6 に転写させ難くなる。ドットマトリックスパターンレーザ光を生成するための回折パターンは、図 5 (d) に示すように微細で複雑であるため、スタンパ 1 1 7 を用いて転写を行う場合には、高い転写精度が要求される。したがって、図 5 (a) ないし (c) のような工程により光回折部 1 1 2 c が形成される場合には、上記実施の形態のように、出射面 1 1 2 b を平面として、その上に、光回折部 1 1 2 c を形成するようにするのが望ましい。こうすると、精度良く、コリメータレンズ 1 1 2 上に光回折部 1 1 2 c を形成することができる。

【 0 0 8 3 】

10

また、上記実施の形態では、光回折部 1 1 2 c をコリメータレンズ 1 1 2 の出射面 1 1 2 b 側に形成するようにしたが、コリメータレンズ 1 1 2 の入射面 1 1 2 a を平面または緩やかな曲面にして、この入射面 1 1 2 a に光回折部 1 1 2 c を形成するようにしても良い。ただし、このように入射面 1 1 2 a 側に光回折部 1 1 2 c を形成する場合には、拡散光として入射するレーザ光に対して、光回折部 1 1 2 c の回折パターンを設計する必要があるため、回折パターンの光学設計が難しくなる。また、光回折部 1 1 2 c により回折された後のレーザ光に対してコリメータレンズ 1 1 2 の面形状を設計する必要があるため、コリメータレンズ 1 1 2 の光学設計もまた難しくなる。

【 0 0 8 4 】

20

これに対し、上記実施の形態では、光回折部 1 1 2 c がコリメータレンズ 1 1 2 の出射面 1 1 2 b に形成されているため、レーザ光が平行光であるとして光回折部 1 1 2 c の回折パターンを設計すれば良く、よって、光回折部 1 1 2 c の光学設計を容易に行うことができる。また、コリメータレンズ 1 1 2 についても、回折のない拡散光について設計すれば良いため、光学設計を容易に行うことができる。

【 0 0 8 5 】

さらに、上記実施の形態の図 1 0 (a) では、メモリ領域 B が更新されると減算処理が行われるようにしたが、図 1 0 (b) のように、メモリ領域 A が更新されると減算処理が行われるようにしても良い。この場合、メモリ領域 A が更新されると (S 2 1 1 : Y E S)、その直前にメモリ領域 B に記憶された第 2 の撮像データを用いて、メモリ領域 A に更新記憶された第 1 の撮像データから第 2 の撮像データを減算する処理が行われ (S 2 1 2)、減算結果がメモリ領域 C に記憶される (S 2 0 3)。

30

【 0 0 8 6 】

また、上記実施の形態では、受光素子として、C M O S イメージセンサ 1 2 5 を用いたが、これに替えて、C C D イメージセンサを用いることもできる。

【 0 0 8 7 】

この他、本発明の実施の形態は、特許請求の範囲に示された技術的思想の範囲内において、適宜、種々の変更が可能である。

【 符号の説明 】

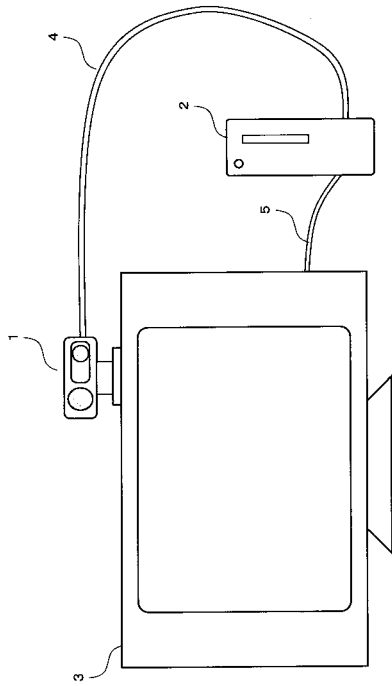
【 0 0 8 8 】

- 1 情報取得装置
- 1 1 1 レーザ光源 (光源)
- 1 1 2 コリメータレンズ
- 1 1 2 c 光回折部
- 1 2 5 C M O S イメージセンサ (受光素子)
- 2 0 0 チルト補正機構
- 2 1 C P U
- 2 1 a レーザ制御部 (光源制御部)
- 2 1 b データ減算部 (情報取得部)
- 2 1 c 3 次元距離演算部 (情報取得部)
- 2 5 メモリ (記憶部)

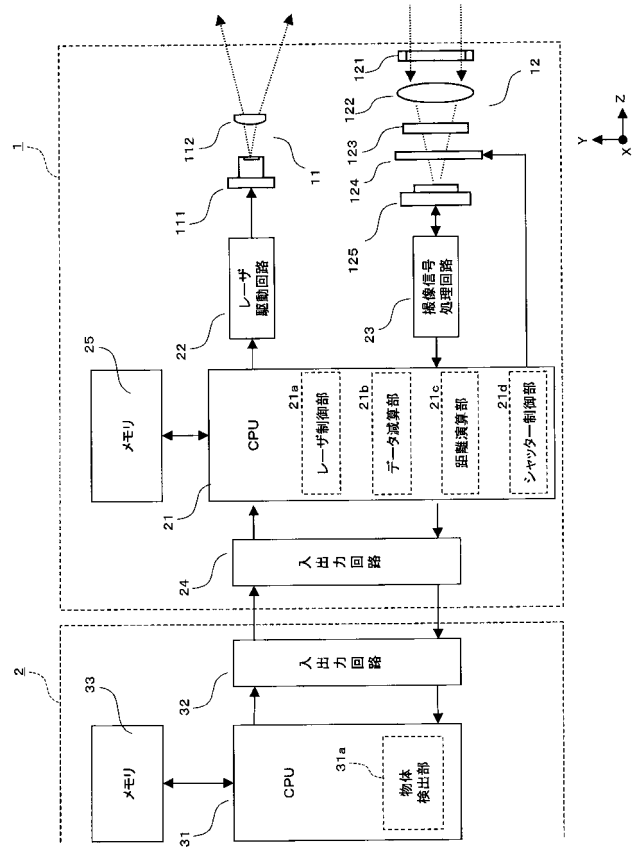
40

50

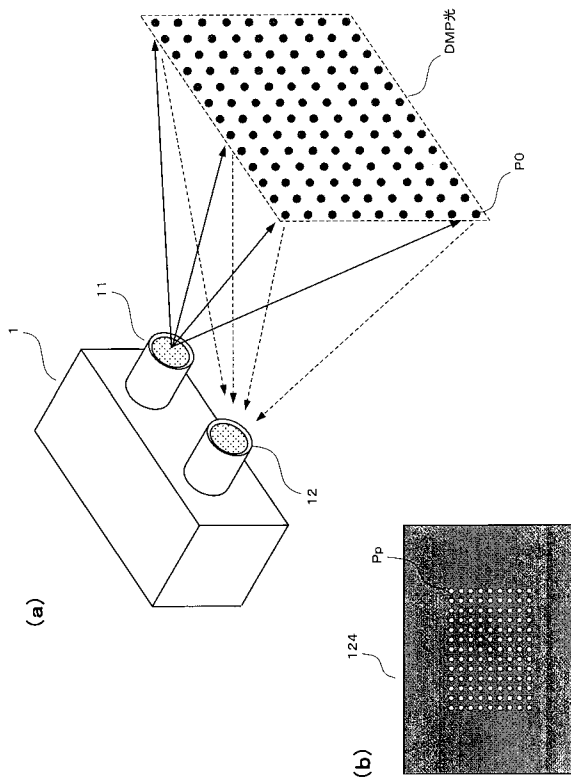
【図 1】



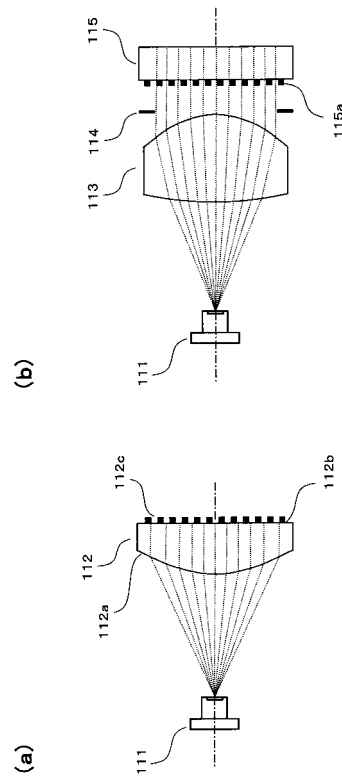
【図 2】



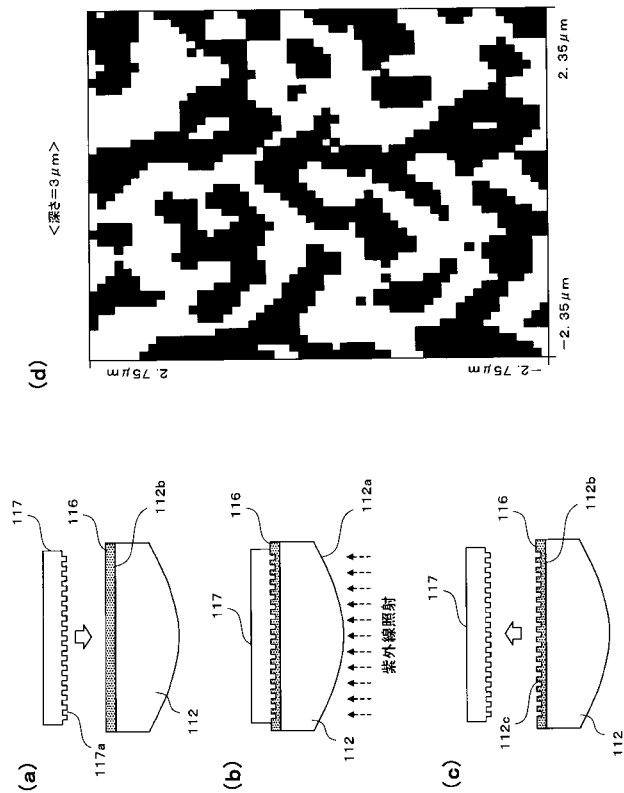
【図 3】



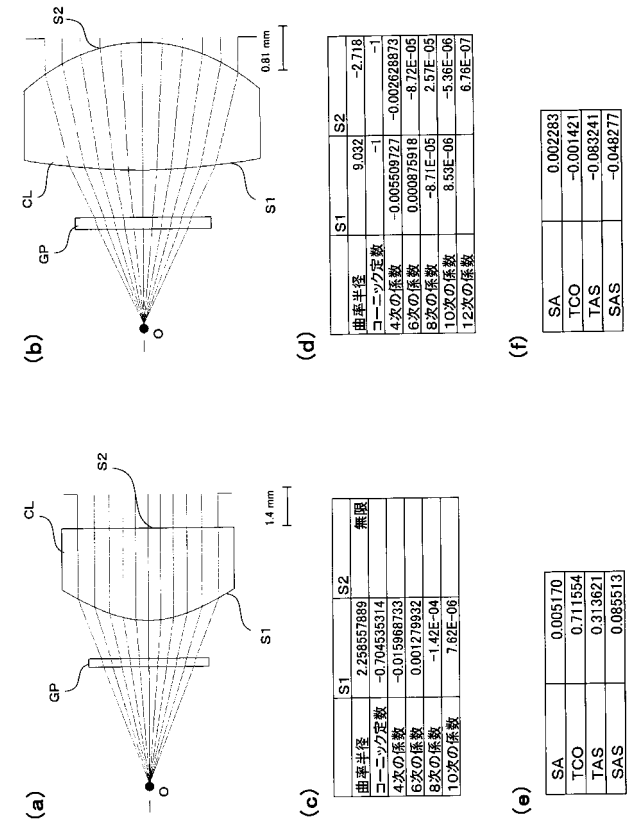
【図 4】



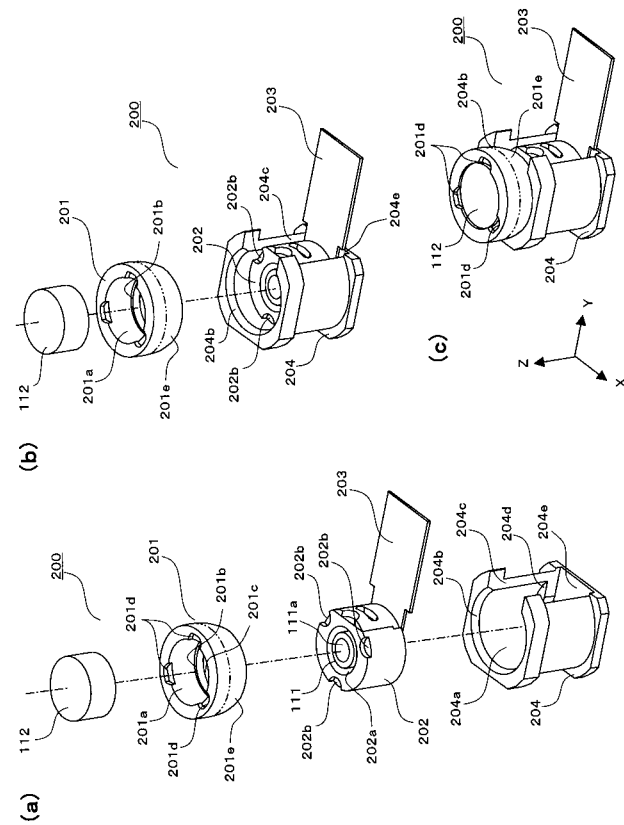
【図 5】



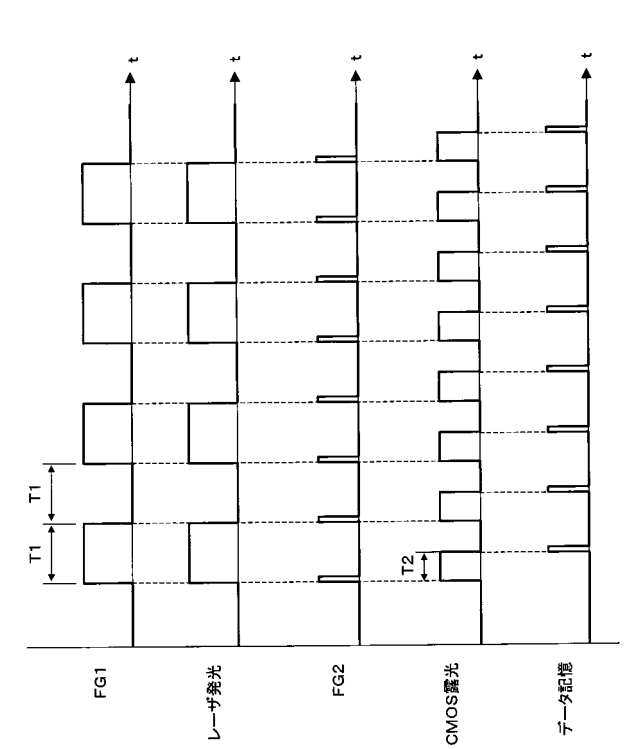
【図 6】



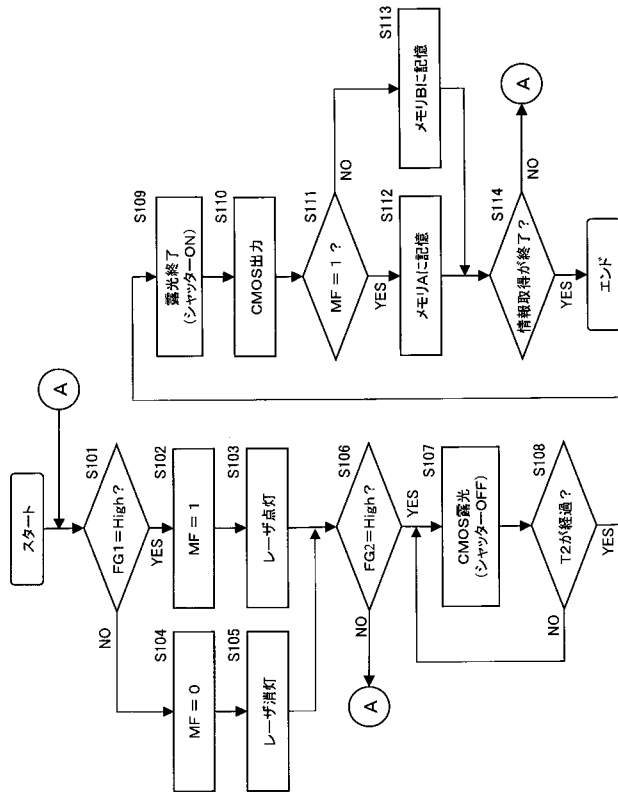
【図 7】



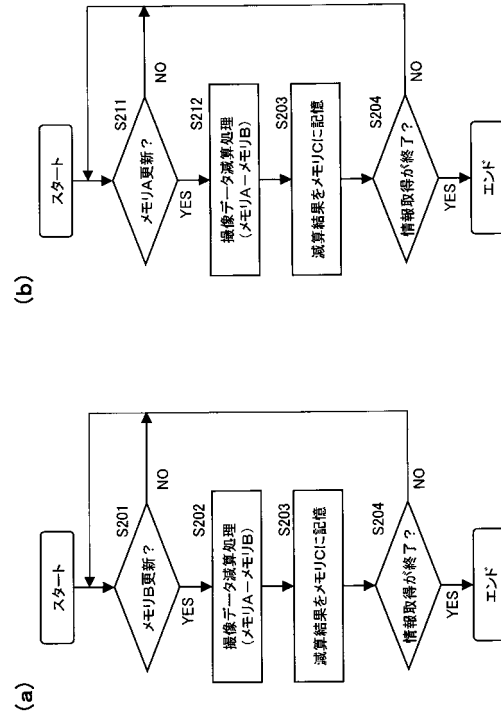
【図 8】



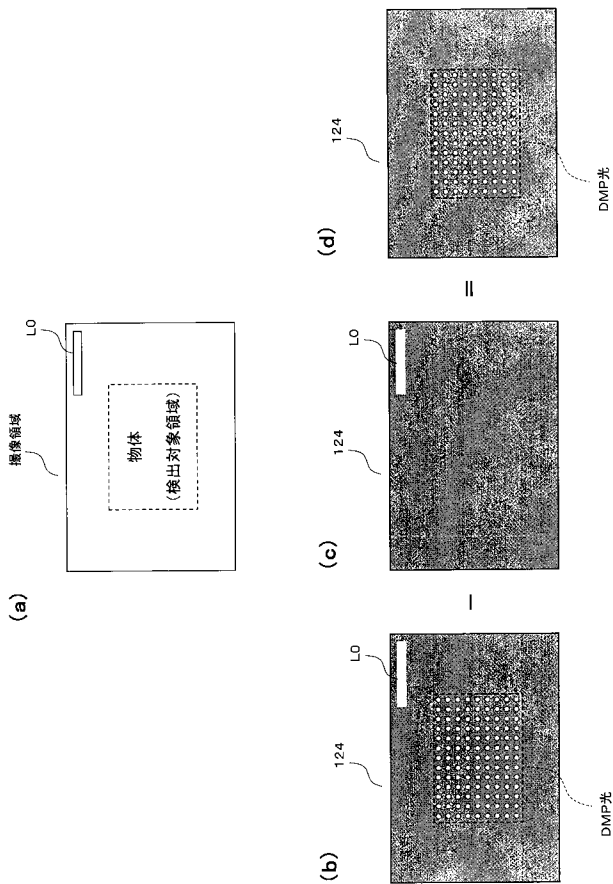
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2F065 AA04 CC16 DD02 FF04 FF09 FF48 GG04 HH06 JJ03 JJ26
LL04 LL10 LL22 LL30 LL42 QQ23 QQ24 QQ25 QQ31 UU01