

(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2013-257162

(P2013-257162A)

(43) 公開日 平成25年12月26日 (2013. 12. 26)

(51) Int. Cl.			F I			テーマコード (参考)
GO1C	3/06	(2006.01)	GO1C	3/06	110B	2F065
GO1B	11/00	(2006.01)	GO1B	11/00	H	2F112
GO1B	11/25	(2006.01)	GO1B	11/25	H	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2012-131819 (P2012-131819)
 (22) 出願日 平成24年6月11日 (2012. 6. 11)

(71) 出願人 000006747
 株式会社リコー
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号
 (74) 代理人 100085660
 弁理士 鈴木 均
 (72) 発明者 大内田 茂
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内
 (72) 発明者 高橋 禎郎
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内
 (72) 発明者 丸山 剛
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

最終頁に続く

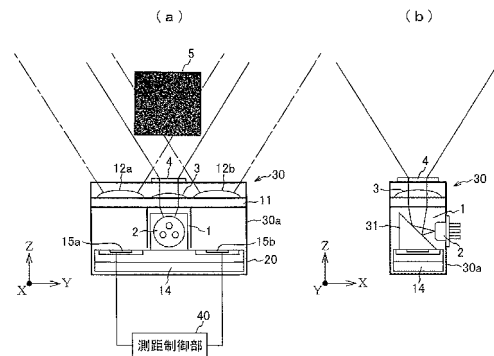
(54) 【発明の名称】 測距装置

(57) 【要約】

【課題】測距対象物までの距離が変わってもステレオカメラにより測距が可能な領域が回折パターン光を照明している領域に含まれ、測距対象物との距離に関わらず測距可能エリアの全体で回折パターン光を利用した精度の良い測距が可能な測距装置を実現する。

【解決手段】照明光を出射する光源2と、照明光を回折して生成したパターン光5を、被写体に照射する回折光学素子4と、被写体で反射された回折パターン光5を結像する複数の撮像レンズ12と、撮像レンズ12により結像された回折パターン光5に基づく、被写体に係る複数の画像を撮像する撮像手段15と、複数の画像間の視差情報から前記被写体からの距離を算出する測距手段40と、を備え、回折光学素子4は、複数の撮像レンズ12の光軸間に配置し、回折パターン光の出射角度が複数の撮像レンズ12の画角と等しくなるようした。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被写体に照射するための照明光を出射する光源と、
前記照明光を回折して生成した回折パターン光を、前記被写体に照射する回折光学素子と、

前記被写体で反射された前記回折パターン光を結像する複数の撮像レンズと、
前記各撮像レンズにより結像された前記回折パターン光に基づく、前記被写体に係る複数の画像を撮像する複数の撮像手段と、

前記複数の画像間の視差情報から前記被写体からの距離を算出する測距手段と、
を備え、

前記回折光学素子は、

前記複数の撮像レンズの光軸間に配置されるとともに、前記回折パターン光の照射領域が、前記複数の撮像レンズを介して前記視差情報を取得可能な領域を含む角度にて前記回折パターン光を出射可能であることを特徴とする測距装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の測距装置において、

前記回折光学素子は、前記複数の撮像レンズの光軸の中心位置に配置され、

前記複数の撮像手段により取得された前記画像における、前記回折パターン光に含まれる 0 次回折光のスポット画像の視差位置に基づいて、前記回折パターン光の出射角度のずれを検出する検出手段を備えたことを特徴とする測距装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の測距装置において、

前記回折光学素子は、前記 0 次回折光のスポットが、他の回折光のスポットよりもサイズが大きいか、又は光強度が強くなるように、前記照射光を回折することを特徴とする測距装置。

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 に記載の測距装置において、

前記光源から出射された照明光の光路における前記回折光学素子の手前側に配置されて、前記照明光を平行光に変換する光学手段を備え、

前記光学手段は、前記複数の撮像レンズと一体に形成されていることを特徴とする測距装置。

【請求項 5】

請求項 1 又は 2 に記載の測距装置において、

該光源から出射された照明光の光路における前記回折光学素子の手前側に配置されて、前記照明光を平行光に変換する光学手段を備え、

前記回折光学素子は、前記光学手段又は前記複数の撮像レンズと一体に形成されていることを特徴とする測距装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、計測対象に回折パターン光を投光するパターン照明装置を備えた測距装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、計測（測距）対象物を 2 つのカメラで撮影し、得られた 2 つの画像を用いて計測対象までの距離情報を得る「ステレオ測距」と呼ばれる技術が知られている。

このような「ステレオ測距」を適用した測距装置は、自走式のロボットや可動式のロボットアームに好適に用いることが出来る。

「ステレオ測距」では、2 つの画像間に生じる視差を利用して、三角測量の原理により奥行き距離を算出するが、ステレオ測距において視差を求めるためには、ウィンドウマッ

10

20

30

40

50

チングを行って各画像において互いに対応する点（対応点）を探し出す必要がある。

【0003】

図14、図15は、「ステレオ測距」で用いられる三角測量の原理を利用した測距方法の原理を説明する図である。

「ステレオ測距」を用いた測距方法においては、1対の2次元センサと1対のレンズとを組み合わせることにより2つのカメラを構成して、計測対象物のずれ（視差）を検出して三角測量の原理で距離を計測する。

図14に示すステレオカメラ装置106において、計測対象物101からの光を、同一の光学系からなる2つのカメラ102a、102bを配置して撮影する場合を考える。

カメラ102aのレンズ103aを通して得た計測対象物像104aと、カメラ102bのレンズ103bを通して得た計測対象物像104bとは、被写体（計測対象物101）上の同一点が視差 だけずれて、2次元センサ105a、105b（図15）にそれぞれ至り、複数の受光素子（画素）で受光され、電気信号に変換される。

【0004】

ここでレンズ103a、103bの光軸間の距離は基線長と呼ばれ、これをDとし、レンズと被写体との距離をA、レンズの焦点距離をfとしたとき、 $A = Df$ であるときには次式1が成り立つ。

[式1]

$$A = Df /$$

基線長D、およびレンズの焦点距離fは既知であるから、[式1]を用いて視差 を検出すれば被写体までの距離Aを算出することができる。

なお、上記の方法は、2つの2次元センサに映った計測対象物101を、画素の輝度値の分布特性に基づいて対応点を探し出す方法である。

従って、計測対象物101が単一色の表面をもつ物体で、表面の輝度分布が一様であり撮影画像において輝度値に変化が生じ難い場合は、対応づけを行うことが困難になり（即ち、図15に示す対応点104cを検知できないため）、距離を算出できなくなる。

【0005】

かかる問題に対し、特許文献1、特許文献2には、計測対象の表面に向けて所定の投光パターンを投光して計測対象の表面に模様を付けることにより、上記の問題を解消する技術が開示されている。

特許文献1には、ステレオカメラを用いた距離計測装置において、投光パターンを照明する手段を設けた構成が開示されており、本文献に開示の技術では、パターンあるいは撮影画像に基づいて、適切な投光パターンを投光する構成とすることで、撮影画像において輝度値に変化が生じ難い対象物に対しても高精度な距離画像が得られるようにしている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら特許文献1に記載されている装置は、ステレオカメラによる撮影領域（測距可能領域）とパターン照明装置によるパターン照明領域は、特定の距離の時には重なるが、それ以外の距離では重ならなくなってしまうという問題がある。例えば、工場の検査ラインのようにカメラが固定されて決まった距離を測る場合には適用できるが、自走式のロボットや可動式のロボットアームに搭載して近距離（1m以下）から中距離（5m程度）までの幅広い距離を測る用途には適していない。すなわち、測距対象物がある決まった距離にある場合以外は、精度良く測距を行うことができない。

本発明は、上記の問題点を鑑みてなされたものであり、測距対象物との距離に関わらず測距可能エリアの全体で回折パターン光を利用した精度の良い測距が可能な測距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】

上記の課題を解決するために、請求項1に係る発明は、被写体に照射するための照明光

を出射する光源と、前記照明光を回折して生成した回折パターン光を、前記被写体に照射する回折光学素子と、前記被写体で反射された前記回折パターン光を結像する複数の撮像レンズと、前記各撮像レンズにより結像された前記回折パターン光に基づく、前記被写体に係る複数の画像を撮像する複数の撮像手段と、前記複数の画像間の視差情報から前記被写体からの距離を算出する測距手段と、を備え、前記回折光学素子は、前記複数の撮像レンズの光軸間に配置されるとともに、前記回折パターン光の照射領域が、前記複数の撮像レンズを介して前記視差情報を取得可能な領域を含む角度にて、前記回折パターン光を出射可能であることを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

上記のように構成したので、本発明によれば、測距対象物との距離に関わらず測距可能エリアの全体で回折パターン光を利用した精度の良い測距が可能な測距装置を実現することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の測距装置に適用可能なパターン照明装置の構成例を示す図。

【図2】回折光学素子の断面形状と回折効率との関係を示した図。

【図3】本発明の測距装置に適用可能なステレオカメラの構成を示す図。

【図4】図3のステレオカメラに図1のパターン照明装置を適用した本発明に係る測距装置を説明する図。

【図5】図4に示す測距装置における、測距レンズの画角とパターン照明装置の回折パターン光の出射角度との関係を示した図。

【図6】回折パターン光における0次回折光スポットの位置を示す図。

【図7】正規状態における、撮像領域上の0次回折光スポット像の位置を示す図。

【図8】回折パターン光の出射方向がずれた場合の0次回折光スポット像の位置を示す図。

【図9】回折パターン光の出射方向がずれた場合の0次回折光スポット像の位置を示す図。

【図10】第2の実施形態に係るパターン照明装置を説明する図。

【図11】第3の実施形態にかかる測距装置を説明する図。

【図12】第3の実施形態にかかる測距装置を説明する図。

【図13】本発明の測距装置に回折光学素子を取り付ける態様を説明する図。

【図14】三角測量の原理を利用した測距方法の原理を説明する図。

【図15】三角測量の原理を利用した測距方法の原理を説明する図。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下に、図面を用いて本発明に係る実施の形態を詳細に説明する。

[第1の実施形態]

図1は、本発明の複眼カメラ装置に適用可能なパターン照明装置の構成例を示す図である。

なお、図1(a)は、パターン照明装置を構成する各要素を説明するものであり、パターン照明装置を適用可能な複眼カメラの構成は表示を省略している。また、図1(b)は、多階調輝度分布の階調を示す図である。

図1に示すように、本実施形態に係るパターン照明装置1は、光源としての半導体レーザー光源2と、半導体レーザー光源2から出射されるレーザー光の光路上に配置されたカップリングレンズ3、回折光学素子4と、を備えている。

半導体レーザー光源2から出射されたレーザー光は、計測対象である被写体側の光路上に配置されたカップリングレンズ3によって平行光とされる。

カップリングレンズ3を通過(透過)した平行光は、次に回折光学素子4に入射して回折され、2階調以上の輝度分布を持つ回折パターン光5として計測対象に投光される。

10

20

30

40

50

なお、半導体レーザ光源 2 の出力を一定に保つために、その温度を一定に保つ温度調節機能部 6 a や A P C (Auto Power Control) 機能部 6 b を備えていても良い。

【 0 0 1 1 】

ところで、計測対象に照射する回折パターン光 5 に 2 階調以上の輝度を生じさせるために、回折光学素子 4 の断面形状は、溝の深さが異なる多段の階段形状となっている。

図 1 (b) に示すように、回折パターン光は、多階調の輝度分布を持ち、最小単位である 1 つの画素のサイズは、約 1 m m 角である。この多階調の輝度分布を持った最小単位の画素がランダムに配置された回折パターン光 5 が、計測 (測距) 対象物に投光される。

【 0 0 1 2 】

図 2 は、回折光学素子の断面形状と回折効率との関係を示した図である。

図 2 に示すように、回折光学素子 4 の断面形状における溝 (階段) の段数や階段の深さを変えることで回折効率に変化させることが出来る。

回折効率が高い部分では輝度が高く (明るく) 、回折効率が低い部分は輝度が低く (暗く) なるため、回折光学素子 4 における溝の形状パターンを適宜組み合わせることで、多階調の輝度分布を形成することが出来る。

なお、後述する 0 次光の強度もこの溝の形状により強度を制御することができる。

このように回折光学素子 4 を用いて光の強度 (輝度) 分布を変換すること自体は特開 2 0 0 3 - 2 7 0 5 8 5 公報、特許第 4 3 3 3 7 6 0 号等にも関連する技術が開示されている。

【 0 0 1 3 】

図 1 に示す半導体レーザ光源 2 は、波長 が 4 0 0 ~ 7 0 0 n m の可視光や波長 が 7 0 0 ~ 1 0 0 0 n m 程度の近赤外光を発するレーザを選択して出射することができる。

可視光線を用いればステレオカメラの撮像素子に対して感度が高く、解像度の高い回折パターン光を照射できる。それに対し、近赤外光を用いる場合は、撮像素子に対する感度は低いもののレーザ光が眼に見えないために (不可視光) 、使用者に不自然さを感じさせることがない。

回折光学素子 4 からの出射角度 θ は、半導体レーザ光源 2 からの出射光の波長 λ と、回折光学素子 4 の周期構造と、によって決定される。

出射角度 θ を大きな角度とするためには、半導体レーザ光源 2 の波長 λ を大きくするか、回折光学素子 4 の周期構造を微細化しなければならない。

【 0 0 1 4 】

しかしながら、半導体レーザ光源 2 からの出射光の波長は、上記の 4 0 0 ~ 1 0 0 0 n m の波長に限定され、回折光学素子 4 の周期構造は、加工装置の微細加工能力に制限される。

そのため出射角度はある程度の角度以上には大きくできないのが実情である。

なお、例えば波長 $\lambda = 0.65 \mu\text{m}$ 、周期構造を $1.0 \mu\text{m}$ とすると出射角度は約 40° となる。

【 0 0 1 5 】

図 3 は、本発明に係る測距装置に適用可能な複眼カメラ装置の構成を示す図であり、(a) は、複眼カメラ装置の断面図、(b) は、複眼カメラ装置が含む撮像素子の上面図である。

なお、本発明は、複眼カメラとして、2 つのカメラ (撮像レンズ及び撮像領域) を備えるステレオカメラ装置に好適に適用可能なであり、ステレオカメラ装置を例として説明する。

図 3 において、ステレオカメラ装置 2 0 は、同一面上に配置した複数 (例えば 2 つ) のレンズを有するレンズアレイ 1 1 と、レンズアレイ 1 1 を透過した被写体からの反射光を受光して (被写体像が結像されて) 画像情報を取得する撮像素子 1 4 と、を備えている。

なお、レンズアレイ 1 1 には、測距用のレンズである撮像レンズ 1 2 a、1 2 b が一体化されて形成されている。

【 0 0 1 6 】

10

20

30

40

50

撮像レンズ 1 2 a、1 2 b は、同一の光学特性を有するものであり、同一の形状を有して焦点距離が等しく、それぞれの光軸 1 3 a、1 3 b は平行である。なお、光軸 1 3 a と光軸 1 3 b の間隔が基線長 D である。

図 3 に示すように、光軸 1 3 a、1 3 b の方向を Z 軸とし、この Z 軸に直交し且つ光軸 1 3 b から光軸 1 3 a へ向かう方向を Y 軸とし、さらに Z 軸と Y 軸の双方に直交する方向を X 軸とする。

両レンズの中心が Y 軸上となるようにレンズアレイ 1 1 を配置すると、撮像レンズ 1 2 a、1 2 b は X Y 平面上に存在することになる。

この場合、視差 が発生する方向は Y 軸方向となる。

撮像素子 1 4 は C M O S (Complementary Metal Oxide Semiconductor)、C C D (Charge Coupled Device) 等の撮像素子でありウェハ 1 4 a 上に半導体プロセスにより多数の画素 (撮像領域) を形成したものである。

10

【 0 0 1 7 】

図 3 (b) に詳しく示すように、撮像素子 1 4 上には、撮像レンズ 1 2 a を経て被写体像が結像される撮像領域 (撮像手段) 1 5 a と、撮像レンズ 1 2 b を経て被写体像が結像される撮像領域 1 5 b が離間して配置されている。

撮像領域 1 5 a と撮像領域 1 5 b は、それぞれ同じ大きさの矩形領域であり、撮像領域 1 5 a と撮像領域 1 5 b のそれぞれの対角中心と、撮像レンズ 1 2 a、1 2 b の光軸 1 3 a、1 3 b がほぼ一致するように配置されている。

【 0 0 1 8 】

20

以上の構成からなるステレオカメラ装置 2 0 は、図 1 4、図 1 5 を用いて上記に説明した三角測量の原理により被写体からの距離を計測できる。

さらに図 1 に示したパターン照明装置によりパターンを照明すれば、計測対象物が単色の表面をもつ物体であってもステレオ対応づけを行うことができるため物体を精度良く計測できる。

【 0 0 1 9 】

図 4 は、図 3 のステレオカメラ装置に図 1 のパターン照明装置を適用 (一体化) した本発明に係るステレオカメラ装置を説明する図である。

また、図 4 において、(a) はステレオカメラ装置の長手方向 (レンズアレイの長さ方向) の断面図、(b) は、短手方向 (レンズアレイの幅方向) の断面図である。

30

また、図 5 は、図 4 に示すステレオカメラにおける、測距レンズの画角とパターン照明装置の回折パターン光の出射角度との関係を示した図である。

なお、図 4 以降において、図 1、図 3 と同じ構成については、同一の符号を付し、詳細な説明は省略するものとする。

【 0 0 2 0 】

図 4 に示す測距装置 3 0 は、図 3 で説明したステレオカメラ装置 2 0 に、図 1 に示したパターン照明装置の構成を一体に組み合わせて構成される。

すなわち、図 3 で説明したステレオカメラ装置 2 0 を構成する 2 つのカメラ (撮像レンズ 1 2 a 及び撮像領域 1 5 a、撮像レンズ 1 2 b 及び撮像領域 1 5 b) の間に、図 1 に示した如きパターン照明装置を配置している。

40

また、2 つのカメラによって撮像した画像の視差に基づいて測距を行う視差演算部 (測距手段) 4 0 を備えている。

図 4 (b) に示すように、測距装置 3 0 に含まれるパターン照明装置の半導体レーザ光源 2 は、測距装置 3 0 の筐体 3 0 a の側面に取り付けられ、撮像素子 1 4 の上方には、ミラー 3 1 が設置されている。半導体レーザ光源 2 から出射された光はミラー 3 1 により測距対象である被写体側に反射されて、カップリングレンズ 3 (図 1 参照) により、平行光に変換される。

平行光は回折光学素子 4 (図 1 参照) で回折され、所定の出射角度の回折パターン光 5 として出射されて対象物に照射される。

【 0 0 2 1 】

50

図 5 に示す測距装置 30 における測距可能領域 A は、2つの撮像レンズ 12 a、12 b の画角が重なる領域であるが、回折光学素子 4 から出射される回折パターン光 5 の出射角度 θ_1 はステレオカメラ装置 20 のレンズ 12 a、12 b の画角 θ_2 と等しい角度になっているため、対象物とステレオカメラ装置 20 との距離が変わっても測距可能領域 A の全体にパターンが照射される。

従って、図 5 に示すように、測距対象物との距離に関わらず測距可能領域 A の全体で、回折パターン光を利用した測距が可能となる。

このように、回折光学素子 4 をステレオカメラの 2つの撮像レンズ 12 a、12 b の光軸の間に配置して、ステレオカメラの画角と回折光学素子 4 の画角（広がり角）を一致させることで、ステレオカメラによる測距可能な領域と回折パターン光を照明している領域とを、常に一致させることができる。

10

【0022】

これにより対象物までの距離が変わってもステレオカメラにより測距可能な領域 A と回折パターン光を照明する領域を常に一致させることができる。また半導体レーザ光源 2 から出射される回折パターン光 5 を無駄なく測距可能領域 A に照射することができる。

もちろん、回折光学素子 4 の画角を、撮像レンズ 12 a、12 b の画角よりも大きくするようにしても良いが、上記したように回折光学素子の画角を大きくするには、回折光学素子 4 の周期構造を微細化しなければならず、加工装置の微細加工能力に制限されるという問題がある。

また、ステレオカメラにより測距可能領域 A と重ならない領域に照射される回折パターン光は、事実上無駄となる。

20

【0023】

ところで、図 4 に示す測距装置 30 を自走式のロボットや可動式のロボットアームなどに適用したような場合で、過酷な環境下で使用されることや経時によって、測距装置 30 におけるパターン照明装置（レーザ光源 2、カップリングレンズ 3、回折光学素子 4）と、ステレオカメラの撮像レンズ 12 a、12 b との位置関係がずれたり、あるいは半導体レーザ光源 2 の取り付け位置がずれて光の出射角度が当初の角度からずれたりした場合、レンズの画角 θ_2 と、回折パターン光の出射角度 θ_1 が等しくならず、また、ステレオカメラにより測距が可能な領域が回折パターン光を照明している領域に含まれなくなり、ステレオカメラの測距可能領域全体で正確に測距をすることが出来なくなる。

30

【0024】

以下に、ステレオカメラ（撮像レンズ 12 a、12 b）とパターン照明装置（レーザ光源 2、カップリングレンズ 3、回折光学素子 4）との位置ずれを検出する方法について図 6～図 9 を用いて説明する。

回折光学素子 4 により回折された回折パターン光 5 には、0 次回折光 7 が含まれる場合が多い。

ここで、0 次回折光とは回折光学素子 4 に入射した光束のうち、回折せずに素通り（透過）した光のことである。

本来は、0 次回折光が生じないように回折光学素子の設計、加工がなされるが、本発明では 0 次回折光 7 をあえて生じさせ、これを用いてステレオカメラ装置 20（撮像レンズ 12 a、12 b）とパターン照明装置 1（レーザ光源 2、カップリングレンズ 3、回折光学素子 4）の位置ずれを検知するために用いる。

40

【0025】

図 6 は、回折パターン光における 0 次回折光スポットの位置を示す図である。

図 6 に示すように、0 次回折光 7 のスポットは通常、回折パターン光 5 の領域中心に生じる。

また、0 次回折光 7 は半導体レーザ光源 2 から発せられた光で、ステレオカメラの撮像レンズ 12 a、12 b の光軸 13 a、13 b の中間位置から出射されている。

そのため正規の状態であれば、ステレオカメラの 2つの撮像素子の撮像領域 15 a、15 b には 0 次回折光 7 のスポットは図 7 に示すように映る。

50

【 0 0 2 6 】

図 7 は、正規状態における撮像領域上の 0 次回折光スポット像の位置を示す図である。

図 7 に示すように、左側の撮像領域 1 5 a では、領域の中心から視差 L_0 だけずれた位置に 0 次回折光スポットが映り (0 次回折光スポット像 7 L)、右側の撮像領域 1 5 b では、領域の中心から視差 R_0 だけずれた位置に 0 次回折光 7 のスポットが映る (0 次回折光スポット像 7 R)。

このとき、半導体レーザ光源 2 はステレオカメラのレンズ 1 2 a、1 2 b の光軸 1 3 a、1 3 b の中間位置にあるため視差 $L_0 = 視差 R_0$ となる。すなわち、2 つのカメラの画面の中心からそれぞれ等しい画素数だけずれた位置で検出される。

【 0 0 2 7 】

図 8、図 9 は、回折パターン光の出射方向がずれた場合の、撮像領域上の 0 次回折光スポット像の位置を示す図である。

図 8 に示すように、半導体レーザ光源 2 の位置が図中左側にずれて、回折パターン光 5 の方向が Y 方向の + 側 (図の右側) にずれると (回折パターン光 5 A)、0 次回折光 7 のスポットも Y 方向の + 側 (図の右側) にずれる (0 次回折光スポット 7 A)。

0 次回折光 7 のスポット像の位置について、撮像領域 1 5 a における 0 次回折光スポット像 7 L は、撮像領域 1 5 a の中心から視差 L_1 ($L_1 > L_0$) だけずれた位置に映り、撮像領域 1 5 b における 0 次回折光スポット像 7 R は、撮像領域 1 5 b の中心から視差 R_1 ($R_1 < R_0$) だけずれた位置に映る。このとき視差 $L_1 > 視差 R_1$ となる。

この差を、視差演算部 4 0 によって検知することで、回折パターン光 5 の方向とステレオカメラの方向がどれだけずれたかについて、そのズレ量とズレの方向がわかる。

【 0 0 2 8 】

逆に図 9 に示すように半導体レーザ光源 2 の位置が図中右側にずれて、回折パターン光 5 の方向が Y 方向の - 側 (図の左側) にずれると (回折パターン光 5 B)、0 次回折光 7 のスポットも Y 方向の - 側 (図の左側) にずれる (0 次回折光スポット 7 B)。

0 次回折光 7 のスポットの位置について、撮像領域 1 5 a における 0 次回折光スポット像 7 L は、撮像領域 1 5 a の中心から視差 L_2 ($L_2 < L_0$) だけずれた位置に映り、撮像領域 1 5 b における 0 次回折光スポット像 7 R は、撮像領域 1 5 b の中心から視差 R_2 ($R_2 > R_0$) だけずれた位置に映る。このとき視差 $L_2 < 視差 R_2$ となる。

図 8 の場合と同様に、この差を視差演算部 4 0 にて検知することで、回折パターン光 5 の方向とステレオカメラの方向がどれだけずれたかについて、そのズレ量とズレの方向がわかる。

【 0 0 2 9 】

以上のように、0 次回折光の位置を、ステレオカメラを用いて検出することで回折パターン光の方向とステレオカメラの方向のずれを検出できる。

これにより自走式のロボットや可動式のロボットアームのように振動が多い使用条件下でも所定以上のずれが発生した場合はすぐに動作を停止するなどして補正・修正を行い、常に正しい測距を行える状態を保つことができる。

また、ずれが発生した場合にその旨を音声や発光にて外部に報知する報知手段を、測距装置 3 0 や、測距装置 3 0 を組み込む他の装置に設けることが望ましい。

【 0 0 3 0 】

[第 2 の実施形態]

図 1 0 は、本発明の第 2 の実施形態に係るパターン照明装置を説明する図である。

0 次回折光 7 を用いて回折パターン光とステレオカメラ (撮像レンズ) の方向ずれを検出するためには、0 次回折光 7 を検出しやすくすることが望ましい。そのためには 0 次回折光 7 をパターン照明の他のスポット 5 a に対して違いが際立つようにすればよい。

従って、0 次回折光 7 を、回折パターン光 5 の他のスポット 5 a よりもスポットサイズを大きくしたり、あるいは光強度を強くすれば良い。

0 次回折光 7 のスポットサイズは、カップリングレンズ 3 から出射される平行光のビーム径で決まる。従って、カップリングレンズ 3 から出射される平行光のビーム径をパタ

10

20

30

40

50

ーン照明の他のスポット径よりも大きくすれば、違いがわかりやすくなる。

さらに0次回折光7の光強度がパターン照明の他のスポットより光強度が強ければ、撮影画像において0次回折光7はシロ飛びしてしまう。

撮影画像においてシロ飛びした箇所は距離画像においても測距エラーが生じる。従って、シロ飛びやエラーが生じた箇所が0次回折光の位置と見なすことができる。

【0031】

また、0次回折光7の光強度は回折効率で決まるため。回折効率を低下させれば、その分回折せずに素通り（透過）する光である0次回折光7の光強度が強くなる。

図2に示したように回折光学素子4の溝深さや形状を変えることで回折効率は最適に設定することができる。

このように0次回折光7をパターン照明の他のスポットよりスポットサイズが大きくなるようにしたり、光強度が強くなるようにすれば、回折パターン光とステレオカメラの方向ずれを検出しやすくなる。

【0032】

[第3の実施形態]

次に、本発明の測距装置の変形例について説明する。

図11は、第3の実施形態にかかる測距装置を説明する図である。

本実施形態では、図11に示すように、測距装置を構成するパターン照明装置のカップリングレンズ3とステレオカメラの一对のレンズ12a、12bが、レンズアレイ8として一体に形成されている。

このように一体で形成されていると組立工程が簡素化されることに加えて、以下のようなメリットがある。

図11において一体化されたレンズアレイ8に対して半導体レーザ光源2の位置がY方向の+側にずれた場合（本来の位置は点線の位置）、回折パターン光5および0次回折光7は図12に示すようにY方向の-側にずれる（回折パターン光5c及び0次回折光7c）。

【0033】

回折パターン光5がY方向の-側にずれば、上述したようにステレオカメラによってずれを検知できる。

その場合、半導体レーザ光源2の位置を-Y方向に動かして補正すれば、ずれはなくなる。

このようにパターン照明用のカップリングレンズ3とステレオカメラの一对のレンズとが一体に形成されていることで回折パターン光の方向とステレオカメラの方向とを検知して、半導体レーザ光源2の位置を動かすことでずれを補正することができる。

一体になっていない場合はずれを検知しても半導体レーザ光源2がずれたのか、カップリングレンズ3がずれたのか、両方ずれたのかはわからないため、調整が困難になる。

【0034】

カップリングレンズとステレオカメラの一对のレンズとを一体に形成することでレンズを基準とすることができるためずれがあった場合でも容易に補正できる。

すなわち、レーザ光源2からの光を取り込むカップリングレンズ3とステレオカメラの1対のレンズ12とを一体形成することで、ステレオカメラ（撮像レンズ12a、12b）が撮影している方向とパターン照明装置（カップリングレンズ3）が照明している方向を検知し、ズレがあった場合でも容易にズレを修正することができる。

回折光学素子4を、カップリングレンズ3もしくはステレオカメラの2つの撮像レンズ12a、12bと一体に形成することで、振動や経時変化に対して位置ずれが生じにくくなるためステレオカメラが撮影している方向と照明装置が照明している方向がずれにくくなり安定した測距を行うことができる。

カップリングレンズとステレオカメラのレンズを一体形成することでステレオカメラが撮影している方向と照明装置が照明している方向を容易に一致させることができる。

回折光学素子がカップリングレンズもしくはステレオカメラのレンズと一体に形成され

10

20

30

40

50

ていることで、振動や経時変化に対して位置ずれが生じにくくなるためステレオカメラが撮影している方向と照明装置が照明している方向が安定になる。

【 0 0 3 5 】

[第 4 の実施形態]

図 1 3 は、本発明の測距装置に回折光学素子を取り付ける態様を説明する図である。

回折光学素子 4 の形状は微細な周期構造となっているため、フォトリソグラフィやエッチングによりガラス基板上に加工するのが一般的である。

そこでガラス基板に加工された回折光学素子 4 を、図 1 1 に示したような一体型レンズ 8 とホルダ 9 を介して一体化 (図 1 3 (a)) したり、別のガラス基板 1 0 a に貼り付けた上で、一体型レンズ 8 と一体化 (図 1 3 (b)) したり、エッチングに用いたガラス基板 1 0 b ごと、一体化レンズ 8 と一体化 (図 1 3 (c)) することができる。

このように、撮像レンズ 1 2、カップリングレンズ 3、回折光学素子 4 を一体化することで、回折光学素子 4 とカップリングレンズ 3 とステレオカメラの一对の撮像レンズ 1 2 との位置関係が固定できるため、振動や経時変化によりパターン照明が位置ずれを起こしたり、回転ずれを起こしたりすることがなくなる。これにより信頼性の高い測距を実現できる。

以上述べてきたように、図 1 に示すパターン照明装置と、図 3 に示すステレオカメラが一体化されていることで小型化が実現できると同時に、パターン照明装置を構成する部材とステレオカメラを構成する部材の、相互の位置ずれを検知しやすく、またそのズレも補正しやすいため信頼性の高い測距装置を実現でき、経時変化や振動に対しても安定した測距が可能になる。

【符号の説明】

【 0 0 3 6 】

1 パターン照明装置、2 半導体レーザ光源、3 カップリングレンズ、4 回折光学素子、5 回折パターン光、5 A 回折パターン光、5 B 回折パターン光、6 a 温度調節機能部、6 b A P C 機能部、7 0 次回折光、7 L 撮像領域、7 L 0 次回折光スポット像、7 R 0 次回折光スポット像、8 レンズアレイ、8 一体型レンズ、1 1 レンズアレイ、1 2 a 撮像レンズ、1 2 b 撮像レンズ、1 3 a 光軸、1 3 b 光軸、1 4 撮像素子、1 4 a ウェハ、1 5 a 撮像領域、1 5 b 撮像領域、2 0 ステレオカメラ装置、3 0 測距装置 3 0 a 筐体、3 1 ミラー、4 0 視差演算部、1 0 1 計測対象物、1 0 2 a カメラ、1 0 2 b カメラ、1 0 3 a レンズ、1 0 3 b レンズ、1 0 4 a 計測対象物像、1 0 4 b 計測対象物像、1 0 4 c 対応点、1 0 5 a 二次元センサ、1 0 6 ステレオカメラ装置

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 3 7 】

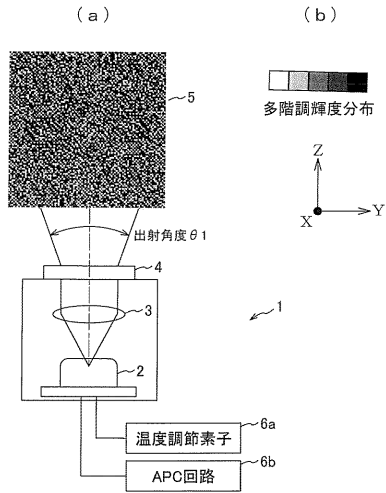
【特許文献 1】特開 2 0 0 1 - 1 4 7 1 1 0 公報

10

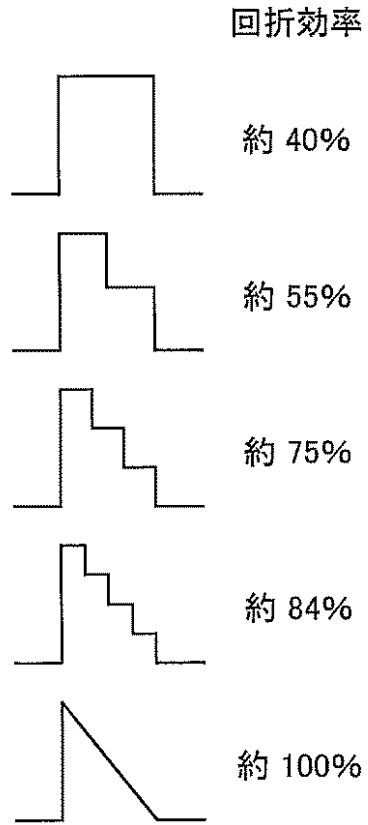
20

30

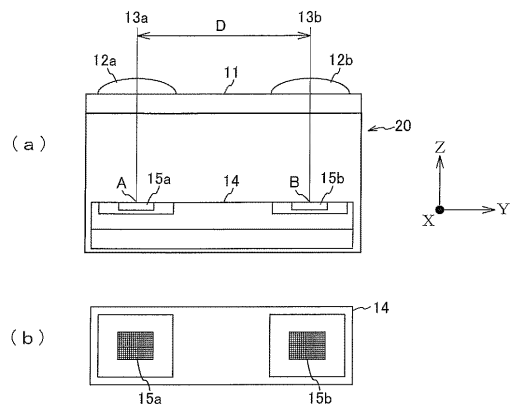
【 図 1 】



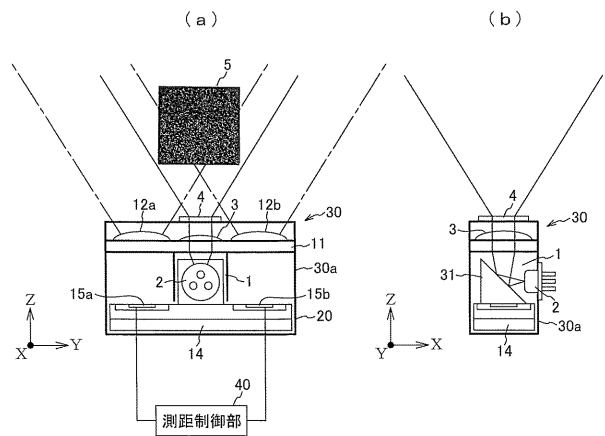
【 図 2 】



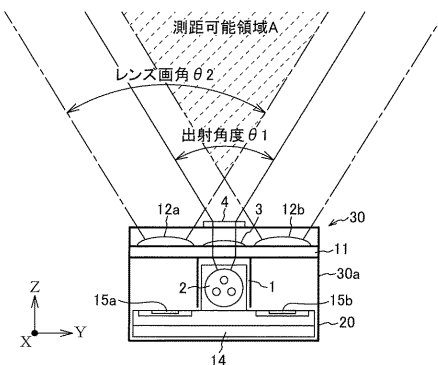
【 図 3 】



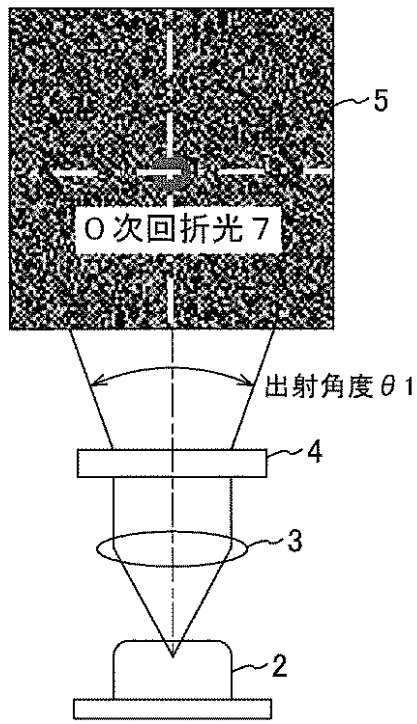
【 図 4 】



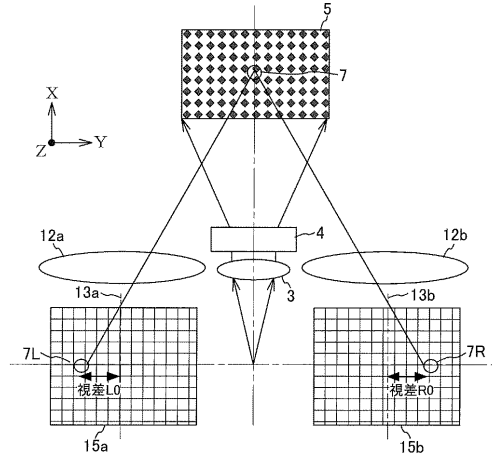
【 図 5 】



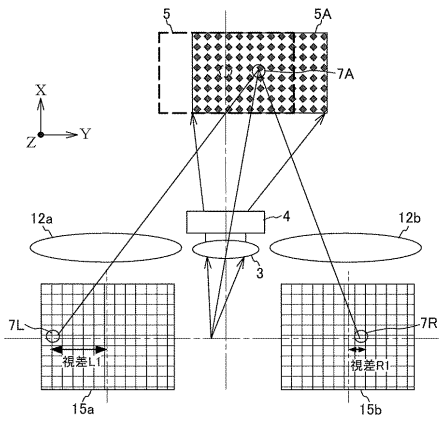
【 図 6 】



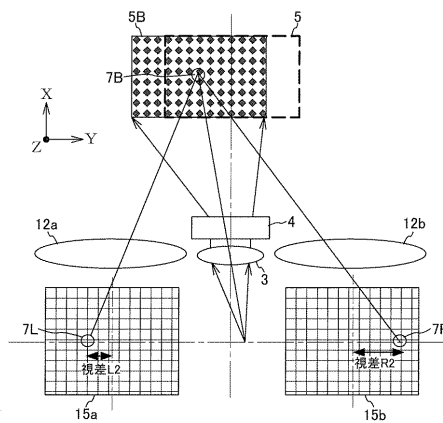
【 図 7 】



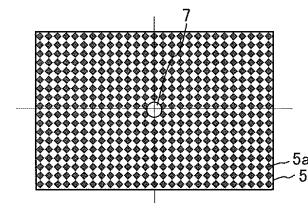
【 図 8 】



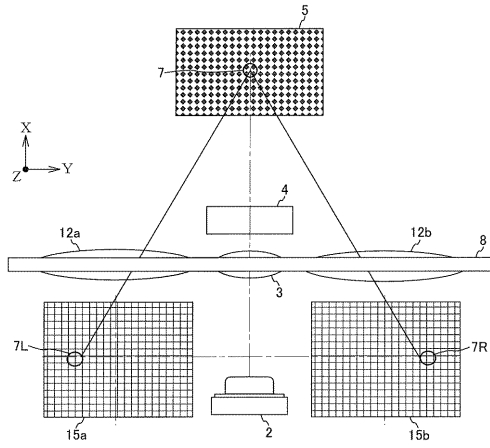
【 図 9 】



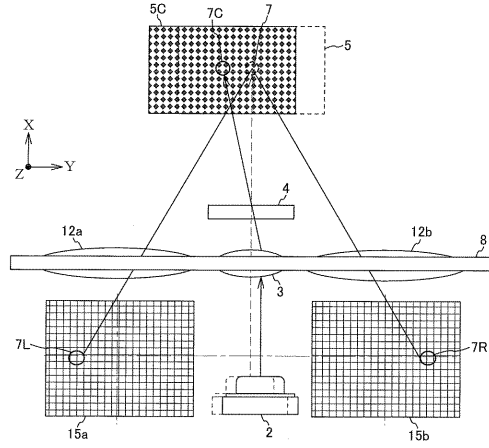
【 図 10 】



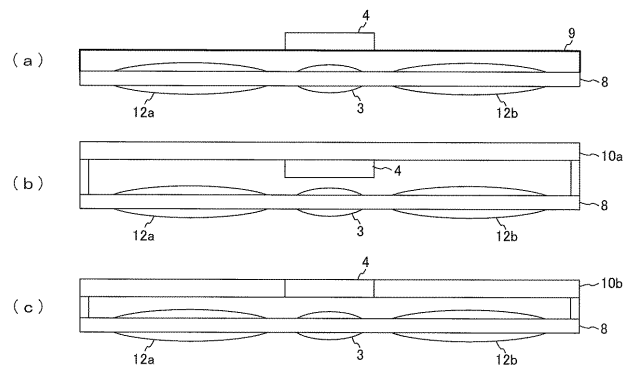
【 図 1 1 】



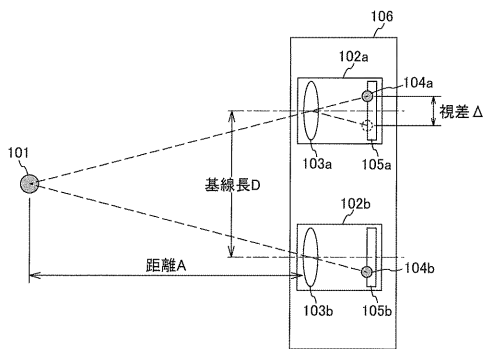
【 図 1 2 】



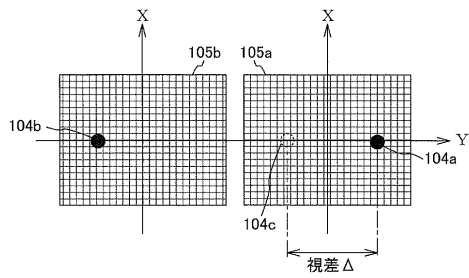
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F065 AA04 AA06 DD03 EE06 FF05 FF09 GG06 HH06 JJ03 JJ05
JJ26 LL04 LL12 LL42 PP25 QQ24 QQ25 QQ28 QQ31 UU01
2F112 AA09 BA03 CA04 CA05 DA05 DA08 DA11 DA25 FA35 FA45