

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5092613号
(P5092613)

(45) 発行日 平成24年12月5日 (2012. 12. 5)

(24) 登録日 平成24年9月28日 (2012. 9. 28)

(51) Int. Cl.

F I

GO 1 C 3/06 (2006. 01)

GO 8 G 1/16 (2006. 01)

GO 1 C 3/06 1 1 O A

GO 1 C 3/06 1 4 O

GO 8 G 1/16 C

請求項の数 11 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2007-204218 (P2007-204218)	(73) 特許権者	000003997
(22) 出願日	平成19年8月6日 (2007. 8. 6)		日産自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2009-41929 (P2009-41929A)		神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(43) 公開日	平成21年2月26日 (2009. 2. 26)	(74) 代理人	100084412
審査請求日	平成22年7月28日 (2010. 7. 28)		弁理士 永井 冬紀
		(72) 発明者	西内 秀和
			神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
		審査官	須中 栄治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 距離計測方法および装置、ならびに距離計測装置を備えた車両

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

照射角に対する所定の特性の変化率が一定の第1の光と、照射角に応じて前記特性の変化率が異なる第2の光とを計測対象空間に照射する光照射部と、

前記計測対象空間内の被検物の像を撮像する撮像部と、

前記撮像部で撮像された画像のうち前記第1の光による画像から、前記特性の変化率が一定の領域を被検領域として抽出する被検領域抽出部と、

前記被検領域抽出部で抽出された前記被検領域毎に、前記撮像部で撮像された画像のうち前記第2の光による画像から前記特性の変化情報を求め、該変化情報から前記第2の光の照射角情報を求める照射角情報算出部と、

前記被検領域毎に、前記照射角情報算出部で求められる照射角情報と、前記被検領域の前記撮像部による画像上の位置情報と、前記光照射部と前記撮像部との位置関係情報とから前記被検領域に対応する被検物までの距離情報を算出する距離情報算出部とを備えることを特徴とする距離計測装置。

【請求項 2】

請求項1に記載の距離計測装置において、

前記光照射部による光照射を行うときに前記撮像部で撮像される画像と、前記光照射部からの光照射を行わないときに前記撮像部で撮像される画像との差分演算によって、前記第1および第2の光による画像を抽出する反射光抽出部をさらに備え、

前記被検領域抽出部および前記照射角情報算出部では、前記反射光抽出部で抽出された

画像を処理対象とすることを特徴とする距離計測装置。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の距離計測装置において、
前記光照射部は、前記第 1 および第 2 の光を照射する第 1 および第 2 の光源を有することを特徴とする距離計測装置。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の距離計測装置において、
前記第 1 および第 2 の光は波長が異なり、
前記光照射部は、前記第 1 および第 2 の光を同時に前記計測対象空間に照射し、
前記撮像部は、複数の色成分毎の画像を撮像することを特徴とする距離計測装置。

10

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の距離計測装置において、
前記所定の特性は照度であり、
前記第 1 の光は、照射角に対する照度の変化率が一定であり、
前記第 2 の光は、照射角に対する照度の変化率が 1 次関数以外の関数で表されることを特徴とする距離計測装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の距離計測装置において、
前記第 2 の光は、照射方向が水平方向に近いほど照度が大きくなることを特徴とする距離計測装置。

20

【請求項 7】

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の距離計測装置において、
前記所定の特性は、複数のスリット光の間隔であり、
前記第 1 の光は、照度が一定の光または照射角の間隔が一定の複数のスリット光よりなり、
前記第 2 の光は、照射角の間隔が次第に変化する複数のスリット光よりなることを特徴とする距離計測装置。

【請求項 8】

請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の距離計測装置を備えた車両であって、
前記光照射部が前記車両前方に設けられることを特徴とする車両。

30

【請求項 9】

請求項 8 に記載の車両であって、
前記光照射部の光源は、前記車両のヘッドライトの光源と兼用することを特徴とする車両。

【請求項 10】

照射角に対する所定の特性の変化率が一定の第 1 の光と、照射角に応じて前記特性の変化率が異なる第 2 の光とを計測対象空間に照射する工程と、

前記計測対象空間内の被検物の像を撮像する工程と、

前記撮像部で撮像された画像のうち前記第 1 の光による画像から、前記特性の変化率が一定の領域を被検領域として抽出する工程と、

40

前記抽出された被検領域毎に、前記撮像された画像のうち前記第 2 の光による画像から前記特性の変化情報を求め、この変化情報から前記第 2 の光の照射角情報を求める工程と

、

前記被検領域毎に、前記照射角情報と、前記被検領域の撮像された画像上の位置情報と、前記第 1 および第 2 の光を照射する位置と前記被検物の像を撮像する位置との位置関係情報とから前記被検領域に対応する被検物までの距離情報を算出する工程とを有することを特徴とする距離計測方法。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の距離計測方法において、

前記第 1 および第 2 の光の照射を行うときに撮像される画像と、前記第 1 および第 2 の

50

光の照射を行わないときに撮像される画像との差分演算処理によって、前記第 1 および第 2 の光による画像を抽出する工程をさらに有し、

前記被検領域を抽出する工程および前記照射角情報を算出する工程では、前記差分演算処理によって抽出される画像を処理対象とすることを特徴とする距離計測方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、計測用の光を被検物に照射して被検物の距離情報を計測する距離計測技術、およびこの距離計測技術を用いる乗用車等の車両に関するものである。

【背景技術】

10

【0002】

光を計測対象空間に向けて照射し、被検物からの反射光を CCD などの撮像装置で撮像し、その撮像情報を処理して、被検物までの距離や被検物の形状などを計測する距離（形状）計測装置が知られている。このような計測装置として、カメラの 1 フレームの露光時間中に、照射方向毎に照射光量が異なるよう計測対象空間に向けてスリット光を照射し、カメラで撮像して得た画像において、スリット光の照射による露光量総和の違いから、各画素毎にスリット光の照射方向を算出するようにした計測装置が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

この計測装置においては、各画素毎に算出されたスリット光の照射方向、各画素の撮像方向、およびスリット光の光源の位置とカメラとの位置関係に基づいて、三角測量の原理でスリット光が照射された物体の点や面までの距離を算出している。そして、このようにして算出されたカメラの全画素の距離情報より、計測対象空間内の物体の三次元形状を計測している。

20

【特許文献 1】特開 20002-131031 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、この従来の計測装置にあっては、各スリット光毎に照射光量が異なるように光を照射し、カメラで撮像した像の露光量総和の違いから照射方向を算出し、その照射方向を用いて幾何学的に距離を算出している。従って、例えば、物体面の反射率の違いによって露光量総和が異なるため、照射方向を誤って算出してしまい、正確な距離計測が行えない場合があるという問題があった。

30

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明による距離計測装置では、光照射部は、照射角に対する所定の特性の変化率が一定の第 1 の光と、照射角に応じて特性の変化率が異なる第 2 の光とを計測対象空間に照射する。撮像部は、光照射された計測対象空間内の被検物の像を撮像する。被検領域抽出部は、撮像部で撮像された画像のうち第 1 の光による画像から、特性の変化率が一定の領域を被検領域として抽出する。照射角情報算出部は、被検領域抽出部で抽出された被検領域毎に、撮像部で撮像された画像のうち第 2 の光による画像から特性の変化情報を求め、この変化情報から第 2 の光の照射角情報を求める。距離情報算出部は、被検領域毎に、照射角情報算出部で求められる照射角情報と、被検領域の撮像部による画像上の位置情報と、光照射部と撮像部との位置関係情報とから被検領域に対応する被検物までの距離情報を算出する。

40

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、各被検物の反射率に影響されることなく、被検物までの距離情報（形状の情報を含む）を正確に計測できる。

【発明を実施するための最良の形態】

50

【0007】

図1～図7を参照して本発明による距離計測装置の実施形態の一例について説明する。本実施形態は、乗用車等の車両に備えられた距離計測装置に本発明を適用したものである。図1は、本実施形態の距離計測装置を搭載した車両MBを示す。距離計測装置は、第1および第2の投光器1B、1Rおよびカメラ2Cと、図4のコントロールユニットCUとを備えている。投光器1B、1Rは、車両前方を計測対象空間として、計測対象空間に計測用の光を照射し、カメラ2Cは、計測空間内の被検物からの反射光（鏡面反射光および散乱光等を含む）を検出する。コントロールユニットCUは、カメラ2Cの検出情報を用いて被検物の距離情報（形状の情報を含む）を計測する。

【0008】

10

図1において、第1および第2の投光器1B、1Rは、車両MBのフロントバンパー3の左端部および右端部の近傍にそれぞれ設置され、計測対象空間に所定の照度分布の照射光LBおよびLRを重畳するように照射する。カメラ2Cは、フロントガラスの上部中央付近、すなわちルーフ4の前端部中央裏側のルームミラー（不図示）の近傍に取り付けられている。カメラ2Cは、対物レンズと、CCDまたはCMOSなどの多数の画素を2次元的に配列したカラー撮像素子とを有する。カメラ2Cは、投光器1B、1Rから照射された照射光による被検物からの反射光を複数の色成分毎に受光し、カラー画像を得る。なお、投光器1B、1Rは同じ位置に配置してもよい。

【0009】

20

図2は、図1の投光器1B、1Rおよびカメラ2Cの構成を示す平面図であり、この図2において、左側の投光器1Bは、青色光源5Bと、濃度フィルタ6Bと、駆動部4Bとを備えている。青色光源5Bは、発光ダイオード（LED）およびレンズを含み、青色（波長470nm）の照射光LBを所定の立体角で放射状に発生する。濃度フィルタ6Bは、照射光LBの照度分布を、後述のように照射角に応じて変化率が次第に変化する分布に設定する。駆動部4Bは、青色光源5Bをパルス発光させる。

【0010】

右側の投光器1Rは、赤色光源5Rと、均一化フィルタ6Rと、駆動部4Rとを備えている。赤色光源5Rは、赤色（波長680nm）の照射光LRを照射光LBとほぼ同じ立体角で放射状に発生する。均一化フィルタ6Rは、照射光LRの照度分布を、後述のように照射角に対する変化率がほぼ一定の分布に設定する。駆動部4Rは、赤色光源5Rをパルス発光させる。

30

【0011】

駆動部4B、4Rは、図4のコントロールユニットCUからの照射制御信号T1B、T1Rによって、たとえば投光器1B、1Rから照射光LB、LRを同じタイミングで同時にパルス発光させる。照射制御信号T1B、T1Rは、コントロールユニットCUの照射パターン制御部32から供給される。

【0012】

図2において、左右の投光器1B、1Rからの照射光LBおよびLRは、車両MB前方の計測対象空間をほぼ重畳して照明できるように構成されている。この結果、その車両前方の種々の被検物に対しては、照射光LBおよびLRが、例えばパルス光として重畳して照射され、その各被検物の照射光LBおよびLRによる反射光の像がカメラ2Cによって撮像される。

40

【0013】

図2に示すように、カメラ2Cは、光軸AXを持つ対物レンズ11と、カラー画像撮像用の撮像素子12Cとを備えている。撮像素子12Cの多数の画素は二次元的に配列されているが、図2においては、第k列の水平ライン上に配列されたJ個（Jは2以上の整数）の画素PXj（j=1～J）のみを示している。以下の説明では、第k列の水平ライン上の画素PXjの撮像信号sj（t）を処理するものとして説明するが、他の列の画素の撮像信号も同様に処理される。

【0014】

50

この場合、各画素 PX_j は、赤色光の輝度を検出する赤色画素 PXR_j 、緑色光の輝度を検出する緑色画素 PXG_j 、および青色光の輝度を検出する青色画素 PXB_j を含んで構成されており、撮像信号 $s_j(t)$ も、赤色、緑色、および青色の画像に対応する撮像信号 $sR_j(t)$ 、 $sG_j(t)$ および $sB_j(t)$ を含んで構成されている。

【0015】

図2の状態では、被検物（不図示）上の観測点 Q_1 に投光器 $1B$ 、 $1R$ から照射光 LB および LR が照射されると、観測点 Q_1 からの反射光 DL （照射光 LB および LR の合成光の反射光）が画素 PX_j に入射する。同様に、照射光 LB および LR が重畳して照射された被検物上の他の点からの反射光が撮像素子 $12C$ 上の対応する画素に入射して、被検物の像が撮像される。この場合、各画素毎に、入射する光束の光軸 AX に対する角度である撮像角が予め対応付けられている。なお、図2において、車両の幅方向、すなわち光軸 AX に垂直で、かつ路面に平行な方向を x 方向とする。

10

【0016】

コントロールユニット CU は、図4に示すように、 $CPU30$ と、カメラ $2C$ からの撮像信号を A/D 変換する A/D 変換器 13 と、 A/D 変換器 13 で A/D 変換された撮像信号を記憶する画像メモリ 14 とを備える。 $CPU30$ は、駆動制御部 31 と、照射パターン制御部 32 と、差分処理部 33 と、観測領域抽出部 34 と、照射角算出部 35 と、距離算出部 36 と、近接物検出部 37 とを備えて構成されている。

【0017】

照射パターン制御部 32 は、駆動制御部 31 からのカメラ制御信号 T_2 に同期して、照射制御信号 $T1B$ を投光器 $1B$ に、照射制御信号 $T1R$ を投光器 $1R$ にそれぞれ供給して投光器 $1B$ 、 $1R$ を駆動制御する。

20

【0018】

$CPU30$ は、カメラ制御信号 T_2 に基づいて、後述するように、投光器 $1B$ 、 $1R$ を消灯した状態で車両前方をカメラ $2C$ で撮像して参照画像を取得し、参照画像を画像メモリ 14 に記憶する。たとえば、撮像素子 $12C$ の各画素 PX_j から撮像信号 $s_j(t)$ を読み出し、 A/D 変換器 13 を介して画像メモリ 14 に記憶する。同様にして、投光器 $1B$ 、 $1R$ からパルス光を照射した状態で車両前方をカメラ $2C$ で撮像して検出画像を取得し、検出画像を画像メモリ 14 に記憶する。 $CPU30$ は、画像メモリ 14 から参照画像信号と検出画像信号を読み出す。たとえば、画像メモリ 14 に記憶している参照画像信号と検出画像信号のそれぞれについて、各画素 PX_j 毎の時系列の撮像信号 $s_j(t)$ （撮像情報）を読み出す。 CPU の各部の詳細は後述する。

30

【0019】

なお、本実施形態では、照射光 LB および LR がそれぞれ青色および赤色であるため、コントロールユニット CU においては、撮像信号 $s_j(t)$ 中の赤色および青色の画像の撮像信号 $sR_j(t)$ 、 $sB_j(t)$ のみが使用される。

【0020】

図3(A)は、図2の投光器 $1B$ の青色光源 $5B$ および濃度フィルタ $6B$ とカメラ $2C$ とを示す側面図である。図3(A)において、路面に垂直な方向を y 方向とすると、撮像素子 $12C$ の垂直ラインは y 方向に延在する。図3(A)中では、撮像素子 $12C$ の第 j 行の垂直ライン上に配列された K 個（ K は2以上の整数）の画素 PX_{jk} （実際には赤色、緑色、青色の画素よりなる）（ $k=1\sim K$ ）を示す。以下では、画素 PX_{jk} の画素信号の処理について説明するが、他の垂直ライン上の画素の撮像信号も同様に処理される。この場合、各垂直ライン上の k 番目の画素 PX_{jk} の y 座標を y_k とする。

40

【0021】

図3(A)において、投光器 $1B$ 、すなわち青色光源 $5B$ の照射軸 AXB はカメラ $2C$ の光軸 AX に対して平行である。また、図3(A)において、カメラ $2C$ の前方に異なる距離で物体 $15A$ および $15B$ があり、物体 $15A$ 、 $15B$ のカメラ $2C$ 側の面をそれぞれ被検面 $16A$ 、 $16B$ とする。このとき、青色光源 $5B$ から放射状に照射される照射光のうち、照射角 α の光を照射光 $LB\alpha$ とする。被検面 $16A$ 、 $16B$ のほぼ中心に照射さ

50

れる照射角 $\alpha 1$, $\alpha 2$ の光を照射光 $L B \alpha 1$, $L B \alpha 2$ とする。なお、照射角は、照射軸 $A X B$ となす角度である。

【0022】

照射光 $L B \alpha 1$, $L B \alpha 2$ が被検面 16 A, 16 B で反射する光は、カメラ 2 C の撮像素子 12 C の画素 $P X j q$ および $P X j k$ に入射している。この場合、被検面 16 A, 16 B からそれぞれ反射する反射光の光軸は、カメラ光軸 $A X$ に対してそれぞれ $\gamma 1$, $\gamma 2$ の角度を持つ。この角度を撮像角と呼ぶ。カメラ 2 C と青色光源 5 B との y 方向の既知の間隔を e とすると、三角測量の原理から、カメラ 2 C から被検面 16 A, 16 B までの距離 $d 1$, $d 2$ は、近似的に次式 (1 A)、(1 B) から計算できる。

なお、カメラ 2 C と青色光源 5 B との光軸 $A X$ 方向の間隔等も考慮して距離 $d 1$, $d 2$ を計算することによって、距離 $d 1$, $d 2$ をより正確に計算することが可能である。

$$d 1 = e / (\tan \alpha 1 + \tan \gamma 1) \quad \cdots (1 A)$$

$$d 2 = e / (\tan \alpha 2 + \tan \gamma 2) \quad \cdots (1 B)$$

【0023】

撮像角 $\gamma 1$, $\gamma 2$ は、被検面 16 A, 16 B からの反射光を受光する画素 $P X j q$, $P X j k$ の位置（ここでは y 座標 $y q$, $y k$ ）の情報から、例えば所定のテーブルを参照することによって求めることができる。しかしながら、単に反射光を受光する画素の位置を特定するのみでは、その反射光に対応する照射光 $L B \alpha 1$, $L B \alpha 2$ の照射角 $\alpha 1$, $\alpha 2$ が分からないため、式 (1 A) および式 (1 B) を適用することができない。

【0024】

そこで、本実施形態では、濃度フィルタ 6 B を用いて照射光の照度の変化率を照射角 α に応じて変化させることによって、カメラ 2 C による被検面 16 A, 16 B の画像から対応する照射角 $\alpha 1$, $\alpha 2$ を求めることとしている。

【0025】

図 3 (B) は、濃度フィルタ 6 B の透過率分布を示し、図 3 (A) の青色光源 5 B からの照射光の光強度分布が照射方向によらずに均一であるとする、図 3 (B) の濃度フィルタ 6 B の透過率は x 方向には一定で、 y 方向にはほぼ 2 次関数の特性で透過率が大きくなる。

【0026】

図 3 (C) は、濃度フィルタ 6 B を用いることによって得られる図 3 (A) の照射光 $L B \alpha$ の、単位距離だけ離れた位置における照射角 α に対する照度 $I L B (\alpha)$ の特性を示し、図 3 (C) および次式に示すように、照射角の最小値 α_{min} 、所定のオフセット c および係数 h を用いて、照度 $I L B (\alpha)$ は照射角 α の 2 次関数で次式 (2 A) として表される。

$$I L B (\alpha) = h (\alpha - \alpha_{min})^2 + c \quad \cdots (2 A)$$

このとき、照度 $I L B (\alpha)$ の照射角 α に対する変化率 $d I L B / d \alpha$ は、次式 (2 B) のように表される。式 (2 B) から分かるように、変化率 $d I L B / d \alpha$ は照射角 α に対して線形に変化する。

$$d I L B / d \alpha = 2 h (\alpha - \alpha_{min}) \quad \cdots (2 B)$$

【0027】

この変化率は、照射角 α が $\alpha 1$ または $\alpha 2$ になると、図 3 (C) の接線 17 A および 17 B の傾きで示すように互いに異なった値になる。そこで、本実施形態では、カメラ 2 C で撮像される画像内の撮像信号（輝度レベル）の y 方向の変化率に基づいて、対応する被検面上に照射される照射光の照射角を求めることができる。この際、図 2 の均一化フィルタ 6 R を通過した照射光 $L R$ を使用するため、照射光 $L R$ の照度分布について説明する。

【0028】

図 3 (D) は、図 2 の均一化フィルタ 6 R の透過率分布を示す。図 2 の赤色光源 5 R からの照射光の光強度分布が照射方向によらずに均一であるとする、図 3 (D) の均一化フィルタ 6 R の透過率は x 方向には一定で、 y 方向にはほぼ線形に透過率が大きくなる。

【0029】

図3(E)は、均一化フィルタ6Rを用いることによって得られる図2の照射光LRの、単位距離だけ離れた位置における照射角 α (赤色光源5Rの光軸AXとのなす角度)に対する照度ILR(α)の特性を示す。図3(E)の点線の曲線18Bは、所定の係数 a および b を用いて、照射角 α の1次関数で次式(3A)として表される。

$$ILR(\alpha) = a \cdot \alpha + b \quad \cdots (3A)$$

【0030】

従って、照度ILR(α)の照射角 α に対する変化率 $dILR/d\alpha$ は、次式(3B)のように表される。式(3B)から分かるように、変化率 $dILR/d\alpha$ は次のように照射角 α に関係なく一定の a である。

$$dILR/d\alpha = a \quad \cdots (3B)$$

10

係数 a は0でもよく、この場合の照度ILR(α)は、図3(E)の実線18Aで示すように値が b で一定になる。

【0031】

なお、図3(A)では説明の便宜上、物体15A、15Bに対する照射光の照射角 α_1 、 α_2 は水平方向に対して上向きであるが、実際には、図1に示すように照射角 α_1 、 α_2 は水平方向に対してやや下向きである。すなわち、投光器1B、1Rからの照射光LB、LRは、水平方向に対して所定角度下向きの角度から水平方向まで次第に照度が増加するように設定され、水平方向より上の角度には殆ど照射されないように設定されている。このように水平方向に最も照度が高くなるように設定することによって、路面を走行している遠方の車両であってもその距離を正確に計測できる。

20

【0032】

以下、図1の物体15A、15Bに照射される照射光LBの照射角を求めるための原理を説明する。

図1の距離 d_1 、 d_2 の物体15A、15Bに投光器1Rから照射光LRが照射された場合、物体15A、15Bにおける照度 I_{rR1} 、 I_{rR2} は、次式(4A)、(4B)を用いて表される。

$$I_{rR1} = (a \cdot \alpha_1 + b) / (d_1)^2 \quad \cdots (4A)$$

$$I_{rR2} = (a \cdot \alpha_2 + b) / (d_2)^2 \quad \cdots (4B)$$

【0033】

照射光LRの反射光によってカメラ2Cで撮像されて得られた物体15A、15Bの赤色画像の輝度 $LevR1$ 、 $LevR2$ は、物体15A、15Bの赤色光に対する反射率を r_1 、 r_2 とすると次式(5A)、(5B)で表される。なお、関数 $f\{\}$ は、カメラ2Cの感度特性関数である。

30

$$LevR1 = f\{(a \cdot \alpha_1 + b) r_1 / (d_1)^2\} \quad \cdots (5A)$$

$$LevR2 = f\{(a \cdot \alpha_2 + b) r_2 / (d_2)^2\} \quad \cdots (5B)$$

【0034】

カメラ2Cで撮像した赤色画像の輝度 $LevR1$ 、 $LevR2$ の照射角 α に関する変化率 $dLevR1/d\alpha$ 、 $dLevR2/d\alpha$ は、照射角と画素の位置とは比例の関係にあることから、次式(6A)、(6B)で表される。

$$dLevR1/d\alpha = f\{a \cdot r_1 / (d_1)^2\} \quad \cdots (6A)$$

$$dLevR2/d\alpha = f\{a \cdot r_2 / (d_2)^2\} \quad \cdots (6B)$$

40

【0035】

従って、赤色画像の輝度の空間的変化がほぼ一定の領域、すなわち赤色画像上で輝度の x 方向、 y 方向の変化率が所定の許容範囲内で同じ領域である観測領域を抽出すると、反射率 r と距離 d の自乗との比の値($= r/d^2$)が一定の領域、すなわち物体までの距離が同じで、かつ反射率が同じ領域が抽出できる。このように、照射光LRの画像から輝度の空間的変化率がほぼ一定の観測領域を抽出することによって、図3(A)の被検面16A、16Bの画像を識別することができる。

【0036】

一方、図1の投光器1Bから式(2A)の照度分布を持つ照射光LBが物体15Aに照

50

射される場合、物体 15 A からの反射光によってカメラ 2 C で撮像されて得られた青色画像の輝度 $LevB1$ は、次式ようになる。

$$LevB1 = f \left[\{ h (\alpha - \alpha_{min})^2 + c \} r_{B1} / (d1)^2 \right] \quad \cdots (7)$$

ただし、 r_{B1} は青色光に対する反射率

また、物体 15 A の青色画像の輝度 $LevB1$ の照射角 α に関する変化率 $dLevB1 / d\alpha$ は次式となる。

$$dLevB1 / d\alpha = f \left[\{ 2 h (\alpha - \alpha_{min}) \} r_{B1} / (d1)^2 \right] \quad \cdots (8)$$

【0037】

また、カメラ 2 C の画像上の観測領域における反射率と距離の自乗との比の値は一定であることから、 $2 h \cdot r_{B1} / (d1)^2$ を $H1$ とすると、 $dLevB1 / d\alpha$ は次のように表すことができる。

$$dLevB1 / d\alpha = f \{ H1 (\alpha - \alpha_{min}) \} \quad \cdots (9)$$

【0038】

従って、輝度の照射角 α に対する変化率 $dLevB1 / d\alpha$ は、照射角 α によって一意に決まる値となる。カメラ 2 C の感度特性関数 f は既知であるため、 $dLevB1 / d\alpha$ に対応する青色画像の輝度の y 座標に対する変化率を青色画像から求め、この値を式 (2 B) と比較することによって照射角 α_1 等を特定できる。

【0039】

図 4 は、図 2 の投光器 1 B、1 R およびカメラ 2 C の動作を制御し、カメラ 2 C の撮像信号を処理して車両前方の被検物までの距離情報を求めるためのコントロールユニット C U を示す。図 4 において、コントロールユニット C U は、画像メモリ 14 を含む R A M、R O M、C P U 30、A/D 変換器 13 などを備えた制御回路である。図 4 の C P U 30 内の各ブロックに分かれた処理部は、コンピュータのソフトウェアによって実行される機能である。ただし、各処理部を論理回路等の組合せ (ハードウェア) によって実現することも可能である。

【0040】

C P U 30 は、装置全体の動作を統括的に制御する駆動制御部 31 と、図 2 の投光器 1 B、1 R に照射制御信号 $T1B$ 、 $T1R$ を供給する照射パターン制御部 32 と、差分処理部 33 と、観測領域抽出部 34 と、照射角算出部 35 と、距離算出部 36 と、近接物検出部 37 とを有する。駆動制御部 31 は、先ず照射パターン制御部 32 を介して、図 2 の投光器 1 B、1 R から青色の照射光 $L B$ および赤色の照射光 $L R$ を同時にパルス発光させて、カメラ 2 C に 1 回目の撮像を行わせる。次に、投光器 1 B、1 R からの照射がない状態で、カメラ 2 C に 2 回目の撮像を行わせる。これは図 2 の車両前方からの照射光 $L B$ 、 $L R$ による反射光を検出する際に、背景光の影響を除去するためである。

【0041】

これら 2 回のカメラ 2 C の撮像によって得られる各画素の撮像信号 $s_j(t)$ は画像メモリ 14 に参照画像信号と検出画像信号として記憶され、そのうち、赤色および青色の画像に対応する撮像信号 $s_{Rj}(t)$ 、 $s_{Bj}(t)$ は差分処理部 33 に供給される。差分処理部 33 では、図 2 の照度の変化率が一定の照射光 $L R$ の反射光の画像を求めるために、赤色の各画素毎に 2 回の撮像信号 $s_{Rj}(t)$ の差分の撮像信号 $u_{Rj}(t)$ を求め、この撮像信号を観測領域抽出部 34 に供給する。さらに差分処理部 33 は、図 2 の照度の変化率が照射角 α によって変化する照射光 $L B$ の反射光の画像を求めるために、青色画像用の各画素毎に 2 回の撮像信号 $s_{Bj}(t)$ の差分の撮像信号 $u_{Bj}(t)$ を求め、この撮像信号を照射角算出部 35 に供給する。

【0042】

観測領域抽出部 34 では、供給された撮像信号 $u_{Rj}(t)$ を用いて、図 5 に示すカメラ 2 C の赤色の画像 2 C R 中で、輝度の x 方向、 y 方向の変化率が所定の許容範囲 (例えば平均値に対するばらつきが 10 % 等) 内で一定とみなすことができる画像を観察領域として抽出する。図 1 の場合には、図 5 の画像 2 C R 内で水平方向の座標 x 、垂直方向の座標 y における輝度 $I_{LR}(x, y)$ の変化率がその許容範囲内で一定の画像として、物体

10

20

30

40

50

15 A, 15 Bの被検面に対応する2つの観察領域19 A, 19 Bが抽出される。各観察領域19 A, 19 Bに属する複数の画素の位置を示す座標情報T 3は、図4の照射角算出部35および距離算出部36に供給される。

【0043】

照射角算出部35では、供給された座標情報T 3に基づいて、図6 (A) に示すカメラ2 Cの青色の画像2 C B中で、図5の2つの観察領域19 A, 19 B内の照射角算出の基準点、たとえば中心点Q AおよびQ Bを特定する。なお、画像2 C B中の点とは、カメラ2 Cの一つの画素（ここでは青色の画素）に対応する領域である。そして、中心点Q AおよびQ Bのy座標をy aおよびy bとすると、照射角算出部35では、青色の画像の差分の撮像信号u B j (t) を用いて、中心点Q AおよびQ Bをy方向に挟む2点において、輝度レベルの差分を求める。

10

【0044】

なお、輝度レベルの差分を算出するに先立って、たとえば、撮像信号u B j (t) を図6 (A) の観察領域19 A, 19 B毎に、対応する赤色画像の撮像信号u R j (t) の平均レベル等で除算することによって規格化しておいてもよい。

【0045】

ここで、図6 (A) の中心点Q Aをy方向に挟む点Q A 1, Q A 2における撮像信号u B j (t) の輝度レベルをu B A 1, u B A 2とし、点Q A 1, Q A, Q A 2のy座標が既知のΔ yずつ変化しているものとする。輝度I L Bのy座標に対する変化率d I L B / d yを、輝度I L Bの差分を対応するy座標の変化分で除算した値とみなすと、点Q Aにおける輝度の変化率d I L B / d yは次のように計算できる。

20

$$d I L B / d y (\text{点} Q A) = (u B A 2 - u B A 1) / (2 \Delta y) \cdots (10 A)$$

【0046】

同様に、中心点Q Bをy方向に挟む点をQ B 1, Q B 2 (不図示) として、点Q B 1, Q B 2における撮像信号u B j (t) の輝度レベルをu B B 1, u B B 2とすると、点Q Bにおける輝度の変化率d I L B / d yは次のように計算できる。

$$d I L B / d y (\text{点} Q B) = (u B B 2 - u B B 1) / (2 \Delta y) \cdots (10 B)$$

【0047】

この場合、図1の照射光L Bの照射角αに対する照度I L B (α) は式(2 A)、すなわち図6 (B) で表され、照度I L B (α) の照射角αに対する変化率d I L B (α) / d αは式(2 B) で表される。本実施形態では、検出画像に基づいて照射角を決定するため、青色画像の輝度レベルがy軸上で照射角αに対してどのように変化するかを求める必要がある。そこで、式(2 B) で表される照度I L B (α) の照射角αに対する変化率d I L B (α) / d αを、カメラ2 Cの感度特性を示す関数f {} を用いて、青色画像の輝度レベルのy座標に対する変化率d I L B / d yに換算する。変化率d I L B / d yは、たとえば、図6 (C) の直線20として示される。この直線20の傾き、すなわち横軸の変化率d I L B / d yの変化に対する縦軸の照射角αの変化の割合を示す値は、図4の照射角算出部35内の記憶部に予め記憶されている。

30

【0048】

そして、照射角算出部35では、式(10 A) および(10 B) によって計算した輝度の変化率d I L B / d yの値が、図6 (C) の横軸の値になるような直線20上の点21 Aおよび21 Bを特定し、この点21 Aおよび21 Bに対応する縦軸上の照射角α 1およびα 2を求める。この照射角α 1およびα 2が、図6 (A) の観察領域19 A, 19 Bの中心点Q A, Q Bに入射する図1の投光器1 Bからの照射光L B α 1, L B α 2の照射角である。この観察領域19 A, 19 Bの中心点Q A, Q Bの座標およびこれに対応する照射角α 1, α 2を含む照射角情報T 4が距離算出部36に供給される。

40

【0049】

距離算出部36では、観測領域抽出部34から供給される座標情報T 3から、観察領域19 A, 19 Bに属する点の座標を認識する。さらに、距離算出部36は、その照射角情報T 4から各観察領域19 A, 19 B内の基準点の座標を抽出し、この座標からその基準

50

点における図3(A)のカメラ2Cに入射する反射光の撮像角 γ_1 , γ_2 を求める。次に、距離算出部36は、その照射角情報T4から、各観察領域19A, 19B内の基準点に入射する照射光LBの照射角 α_1 , α_2 を抽出する。そして、距離算出部36は、図3(A)のカメラ2Cと青色光源5Bとのy方向の既知の間隔eと、撮像角 γ_1 , γ_2 と、照射角 α_1 , α_2 とを式(1A)および(1B)に代入することによって、図6(A)の観察領域19A, 19Bに対応する物体である図3(A)の被検面16A, 16Bまでの距離d1, d2を算出する。観察領域19A, 19Bのx方向、y方向の位置の情報、および算出された距離d1, d2の情報は、近接物検出部37および表示器39に供給される。

【0050】

10

表示器39では、例えばモニタ上の観察領域19A, 19Bに対応する領域に距離情報を表示する。近接物検出部37は、供給された距離d1, d2が所定の許容値以下となった場合に、ブザー38からアラームを発生させて乗員に警告を発する。これに応じて、乗員は、例えば車間距離を適正化する操作を行う。

【0051】

する全体の動作につき図7のフローチャートを参照して説明する。この動作は図4の駆動制御部31によって制御される。

【0052】

まず、図7のステップS100において、図4の駆動制御部31は、図2の投光器1B, 1Rから同時に照射光LB, LRをパルス発光させて、ステップS101において、カメラ2Cで反射光を撮像させる。このときの画像（撮像信号）は図4の画像メモリ14に保存される（ステップS102A）。次のステップS103において、図2の投光器1B, 1Rから照射光LB, LRを照射しない状態に設定し、ステップS104において、カメラ2Cで車両前方の空間を撮像する。このときの画像（撮像信号）も図4の画像メモリ14に保存される（ステップS102B）。次のステップS105において、図4の差分処理部33では、画像メモリ14から赤色参照画像と青色検出画像を読み出し、参照画像と検出画像を差し引いて得られる差分画像を保存する。また、赤色差分画像の撮像信号uRj(t)を観測領域抽出部34に供給し、青色の差分画像の撮像信号uBj(t)を照射角算出部35に供給する。

20

【0053】

30

次のステップS201において、図4の観測領域抽出部34は、図5の画像2CRの下側の（y座標が小さい）水平ラインから上方の水平ラインに向けて、各水平ラインの赤色の画素毎に、対応する差分画像の撮像信号uRj(t)の輝度レベルのx方向の変化率（第1の水平ラインでは、y方向の変化率は計算できないため）を求め、この変化率が許容範囲内で一致する画素の座標を同一の観察領域に属する座標として記憶装置に記憶する（画素の属する観察領域の特定）。

【0054】

ステップS201において、輝度レベルのx方向の変化率はその許容範囲内で一致しない画素があった場合には、新たな観察領域が存在するものとしてステップS202に移行して、それまでの輝度レベルの変化率とその許容範囲内で一致する1組の画素の座標を1つの観察領域の座標として記憶装置に記憶する（観察領域の保存）。

40

【0055】

次のステップS203において、図5の画像2CRの全部の水平ライン（全部のy座標）の画素について処理が終了したかどうかを判定し、終了していない場合にはステップS201に戻る。そして、処理中の水平ラインの画素について、輝度レベルのx方向およびy方向の変化率とその許容範囲内で一致する観察領域を特定し、一致する観察領域がない場合にはステップS202に移行して、それまでに得られた観察領域の保存を行う。このようにステップS201およびS202を繰り返して実行することによって、例えば図5の観察領域19A, 19Bが分けして抽出される。

【0056】

50

ステップS203において、図5の画像2CRの全部のy座標の画素の処理が終了した後、ステップS301に移行する。ステップS301において、図4の照射角算出部35は、図6(A)の青色の画像2CB内の観察領域19A、19B毎に、撮像信号の輝度レベルのy座標に対する変化率を求め、この変化率と図6(C)の直線20とから、その変化率に対応する照射光LBの照射角を求める。次のステップS302において、図4の距離算出部36は、その照射角の情報、および観察領域19A、19B内の基準点に対応する撮像角の情報をを用いて、観察領域19A、19Bまでの距離d1、d2を算出する。この距離の算出は、ステップS303において、全部の観察領域19A、19Bの距離の算出が終了するまで繰り返される。

【0057】

10

全部の観察領域19A、19Bの距離の算出が終了した後、ステップS304において、図4の近接物検出部37は、近接物があるかどうかを判定し、近接物がない場合には、ステップS100に戻って距離計測が繰り返して実行される。ステップS304において、近接物が存在する場合には、ステップS305に移行して、ブザー38からアラームを発生した後、ステップS100に戻って距離計測が繰り返される。

【0058】

本実施形態の距離計測装置および車両によれば、以下の作用効果を奏する。

(1) 投光器1Rから、照射角に対する照度の変化率がほぼ一定の照射光LRを、投光器1Bから、照射角に応じて照度の変化率が異なる照射光LBを、それぞれ車両前方に照射する。車両前方の被検物からの反射光の像をカメラ2Cで撮像する。観測領域抽出部34は、カメラ2Cで撮像された画像のうち照射光LRによる赤色画像から、照度（画像上の輝度）の変化率がほぼ一定の領域を観察領域19A、19Bとして抽出する。照射角算出部35は、観測領域抽出部34で抽出された観察領域19A、19B毎に、照射光LBによる青色画像から照度（輝度）の変化率を求め、この変化率から観察領域19A、19Bに対する照射光LBの照射角 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ を求める。距離算出部36は、観察領域19A、19B毎に、照射角算出部35で求められる照射角と、観察領域19A、19Bのカメラ2Cによる画像上の位置情報（撮像角 $\gamma 1$ 、 $\gamma 2$ ）と、投光器1Bとカメラ2Cとの距離e（位置関係情報）とに基づいて、観察領域19A、19Bに対応する被検物までの距離d1、d2を算出する。

20

【0059】

30

従って、照射光LRの照射によって、反射率および／または距離が異なる複数の被検物の像を、複数の観察領域19A、19Bとして容易に区分できる。さらに、各観察領域19A、19B毎に照射光LBの照射角を求めているため、各被検物の反射率および距離に影響されることなく、三角測量の原理によって、被検物までの距離を簡単な機構で正確に、かつ短時間に計測できる。

【0060】

(2) 本実施形態では、投光器1B、1Rによる照射を行うときにカメラ2Cで撮像して取得した画像と、投光器1B、1Rからの照射を行わないときにカメラ2Cで撮像して取得した画像との差分演算画像を抽出する差分処理部33を備える。観測領域抽出部34および照射角算出部35では、差分処理部33で抽出された差分演算画像を処理して、観測領域を特定して照射角を算出している。従って、背景光に影響されることなく、被検物までの距離を正確に計測できる。

40

【0061】

(3) 投光器1B、1Rは、照射光LRおよびLBを照射するための赤色光源5Rおよび青色光源5Bと、均一化フィルタ6Rおよび濃度フィルタ6Bとを有する。従って、照射光LR、LBと光源5R、5Bとの対応が1対1になり、光源5R、5Bに対してフィルタ6R、6Bを切り替える機構が不要となるため装置規模が小さくなり、その結果、導入コストおよび運用コストを低くすることができる。

【0062】

(4) 照射光LRおよびLBは波長が異なり、投光器1B、1Rは照射光LRおよびLB

50

を同時に車両前方に照射し、カメラ 2 C は、照射光 L R および L B の波長を含む複数の色成分毎の画像を撮像している。従って、被検物に照射光 L R および L B を同時に照射して被検物までの距離を計測できるため、計測時間をさらに短縮できる。

【0063】

(5) 照射光 L R は照射角に対する照度の変化率がほぼ一定であり、照射光 L B は、照射角に対する照度の変化率が 1 次関数以外の関数である 2 次関数で表されている。従って、被検物の画像からその被検物に照射されている照射光 L B の照射角を求めることができる。

【0064】

(6) 図 1 の例では、照射光 L B は、照射方向が水平方向に近いほど照度が大きくなるように設定されている。従って、この距離計測装置を車両に搭載した場合には、近い距離から遠方に向かって照射強度が強くなるため、広範囲の計測が可能となる。

【0065】

(7) 本実施形態の車両は、上記の距離計測装置を備えた車両であって、投光器 1 B, 1 R が車両前方に設けられている。従って、車両前方の被検物までの距離情報を計測できる。

【0066】

本発明の距離計測装置を以下のように変形することができる。

(1) 投光器 1 B, 1 R の青色光源 5 B および赤色光源 5 R をヘッドライト 8 B, 8 R 内に設けてもよい。この場合、光源 5 B, 5 R の設置場所を別途確保する必要がないという利点がある。さらに、ヘッドライト 8 B, 8 R 内の照明用の光源 7 B, 7 R を距離計測用に兼用することも可能となる。

【0067】

(2) 照射光 L B および照射光 L R は波長が異なっていればよく、その波長の組み合わせは任意である。例えば照射光 L B として近赤外光等を使用し、照射光 L R として緑色光等を使用してもよい。

【0068】

(3) 駆動制御部 3 1 からのカメラ制御信号 T 2 に同期して、照射制御信号 T 1 B を投光器 1 B に、照射制御信号 T 1 R を投光器 1 R にそれぞれ供給して投光器 1 B, 1 R を駆動制御したが、照射光 L B, L R を、時間差をあけてパルス発光させてもよい。

【0069】

(4) 上記の実施形態では、図 2 の照射光 L B の照度は照射角 α に対して 2 次関数の形で変化している。しかしながら、照射光 L B の照度は、照射角 α に対して、3 次以上の関数、指数関数、または平方関数等の 1 次関数以外の関数で変化してもよい。

【0070】

(5) 照射光 L B として、間隔が不均一の照射角、例えば係数 a , b および整数 k ($k = 1, 2, \dots$) を用いて $(a + (k \cdot b)^2)$ で表される照射角 α_k において、所定の角度幅で所定照度を持つ複数のスリット光を使用してもよい。このためには、図 2 の濃度フィルタ 6 B の代わりに、図 8 に示すように、照射角 α_k に対応する位置で所定幅の透過部 2 2 となり、それ以外で遮光部となるフィルタ 6 B A を使用すればよい。

【0071】

この場合、図 2 の照射光 L R としては、均一化フィルタ 6 R を透過した照射光、または間隔が均一か若しくは線形に変化する照射角において所定の照度を持つ複数のスリット光を用いることができる。

【0072】

(6) 上記の実施形態では、背景光の影響を除去するために、図 4 の差分処理部 3 3 を設けているが、背景光の影響が少ない場合には、差分処理部 3 3 を用いることなく、カメラ 2 C で撮像された撮像信号を直接、観測領域抽出部 3 4 および照射角算出部 3 5 で処理することも可能である。

【0073】

10

20

30

40

50

(7) 上記の実施形態では、照射光 L B および L R の波長が異なっているが、照射光 L B および L R として波長が同じ光を用いることも可能である。この場合には、たとえば、まず照射光 L R のみを照射してカメラ 2 C によって 1 回目の撮像を行い、次に照射光 L B のみを照射してカメラ 2 C によって 2 回目の撮像を行った後、照射光 L R, L B の照射がない状態でカメラ 2 C によって 3 回目の撮像を行う。そして、1 回目と 3 回目との画像の差分画像を図 4 の観測領域抽出部 3 4 に供給し、2 回目と 3 回目との画像の差分画像を図 4 の照射角算出部 3 5 に供給することによって、上記の実施形態と同様に、被検物までの距離を計測できる。

【0074】

このような計測手順は、照射光 L B, L R を白色 L E D を有する光源から照射してモノクロ参照画像とモノクロ検出画像を取得する場合にも適用することができる。

10

【0075】

このように照射光 L B および L R の波長が同じ場合には、両者の光源を共通化して、図 2 の均一化フィルタ 6 R および濃度フィルタ 6 B を 1 つの液晶シャッター等で兼用して、一つの光源から時分割的に照射光 L R および L B を照射することも可能である。

【0076】

(8) 所定の照度分布を形成するための図 2 の濃度フィルタ 6 B および均一化フィルタ 6 R としては、液晶シャッター、または例えば多数の微小なミラーの角度を制御可能な非発光型画像表示素子（空間光変調器）の一種である DMD (Digital Micro-mirror Device) を使用することも可能である。

20

【0077】

(9) 上記の実施形態の図 4 の距離算出部 3 6 では、三角測量の原理から被検物までの距離を算出している。しかしながら、投光器 1 B とカメラ 2 C との位置関係が複雑であるような場合には、予め照射光 L B の複数の照射角とカメラ 2 C での複数の撮像角とにおいて、被検物までの距離をシミュレーションによって計算しておき、この情報をテーブルとして記憶しておいてもよい。そして、実際の距離計測時には、そのテーブルを用いて、テーブルにない照射角等においては補間演算を行うことによって、被検物までの距離を求めるようにしてもよい。

【0078】

(10) 図 6 (C) の直線 2 0 (曲線でもよい) を実測によって求めることも可能である。このためには、たとえば、投光器 1 B からの照射光 L B を、所定の角度幅で次第に増加する照射角 α_i ($i = 1, 2, \dots$) 毎に計測用の物体に照射して、その反射光の画像を撮像し、その画像の輝度の y 座標に対する変化率 $d I L B / d y$ を実測する。そして、各照射角 α_i に対応して変化率 $d I L B / d y$ の実測値をプロットすることによって、図 6 (C) の直線 2 0 または曲線を求めることができる。

30

【0079】

(11) 上記の実施形態では、本発明を車両に搭載した距離計測装置に適用した例を示したが、本発明はこれに限定されない。本発明は、例えば鉄道や船舶などの他の乗り物や、産業ロボット・警備ロボット・介護ロボットなどのロボット、あるいは産業機器などの移動する装置に搭載される計測装置に適用できる他、固定して使用される測定機器等（形状測定装置等を含む）にも適用することができる。

40

【0080】

さらに、本発明の特徴的な機能を損なわない限り、本発明は、上述した実施形態に何ら限定されない。また、上述した実施形態および変形例は組み合わせてもよい。

【0081】

なお、特許請求の範囲の構成要素と上述の実施形態の構成要素との対応関係は次の通りである。すなわち、第 1 の光は照射光 L R に、第 2 の光は照射光 L B に、光照射部は投光器 1 B, 1 R に、撮像部はカメラ 2 C に、被検領域抽出部は観測領域抽出部 3 4 に、照射角情報算出部は照射角算出部 3 5 に、距離情報算出部は距離算出部 3 6 に、反射光抽出部は差分処理部 3 3 に、第 1 の光源は赤色光源 5 R に、第 2 の光源は青色光源 5 B にそれぞれ

50

れ対応する。なお、以上の説明はあくまで一例であり、発明を解釈する際、上記の実施形態の記載事項と特許請求の範囲の記載事項との対応関係になんら限定も拘束もされない。

【図面の簡単な説明】

【0082】

【図1】本発明の実施形態の一例の距離計測装置が搭載された車両を示す斜視図である。

【図2】その実施形態の距離計測装置の光学系を示す一部を切り欠いた平面図である。

【図3】図3（A）は、その実施形態の距離計測装置の左側の投光器1 Bおよびカメラ2 Cの構成を示す側面図、図3（B）は濃度フィルタ6 Bを示す図、図3（C）は照射光L Bの照度分布を示す図、図3（D）は均一化フィルタ6 Rを示す図、図3（E）は照射光L Rの照度分布を示す図である。

10

【図4】その実施形態のコントロールユニットC Uの構成を示すブロック図である。

【図5】図1の照射光L Rによる画像を示す図である。

【図6】図6（A）は図1の照射光L Bによる画像を示す図、図6（B）は照射光L Bの照度分布を示す図、図6（C）は画像上の輝度の変化率と照射角との関係を示す図である。

。

【図7】その実施形態における距離計測動作の一例を示すフローチャートである。

【図8】図2の濃度フィルタ6 Bの変形例を示す図である。

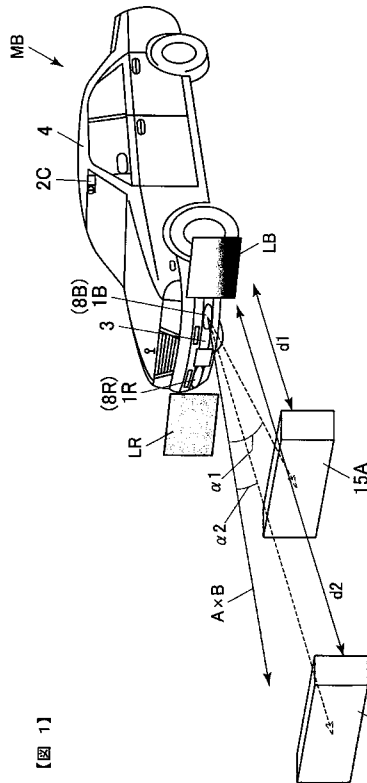
【符号の説明】

【0083】

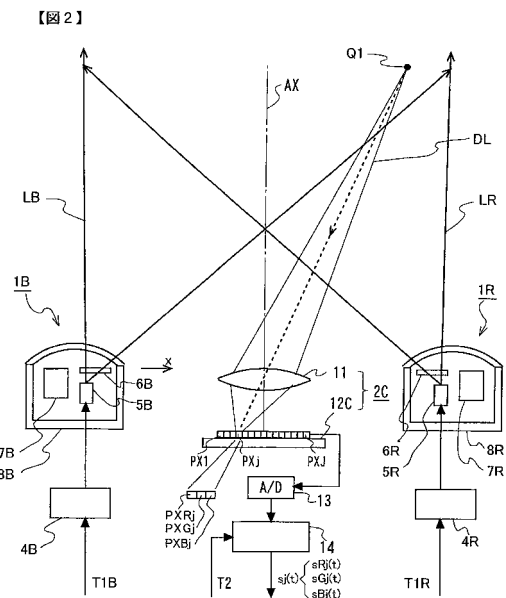
C U	コントロールユニット	1 B, 1 R	投光器
2 C	カメラ	5 B	青色光源
5 R	赤色光源	6 B	濃度フィルタ
6 R	均一化フィルタ	1 2 C	撮像素子
3 1	駆動制御部	3 3	差分処理部
3 4	観測領域抽出部	3 5	照射角算出部
3 6	距離算出部		

20

【図 1】

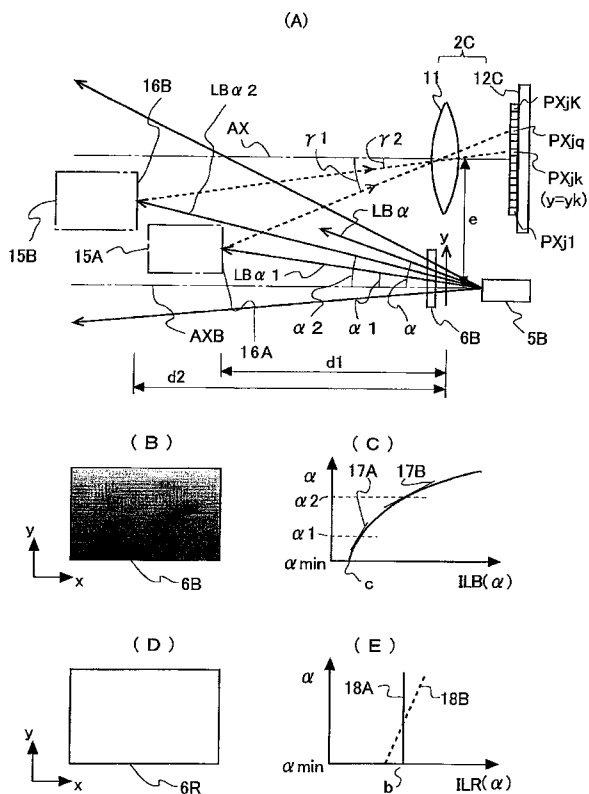


【図 2】



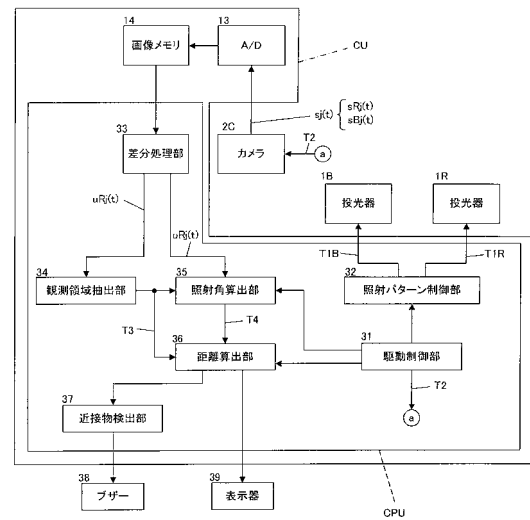
【図 3】

【図 3】



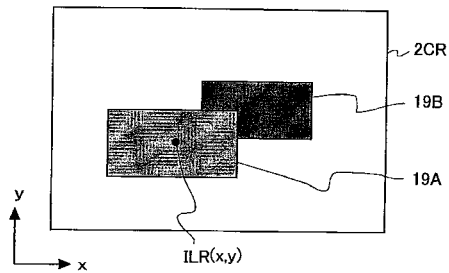
【図 4】

【図 4】



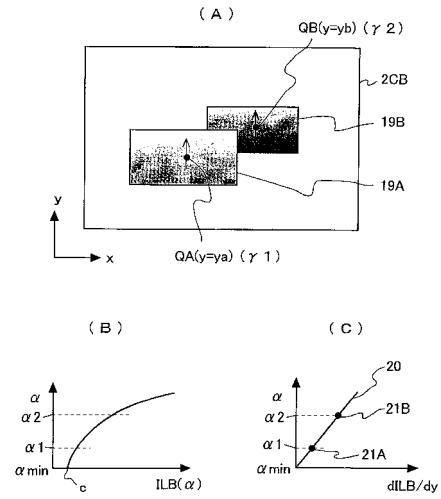
【図 5】

【図 5】

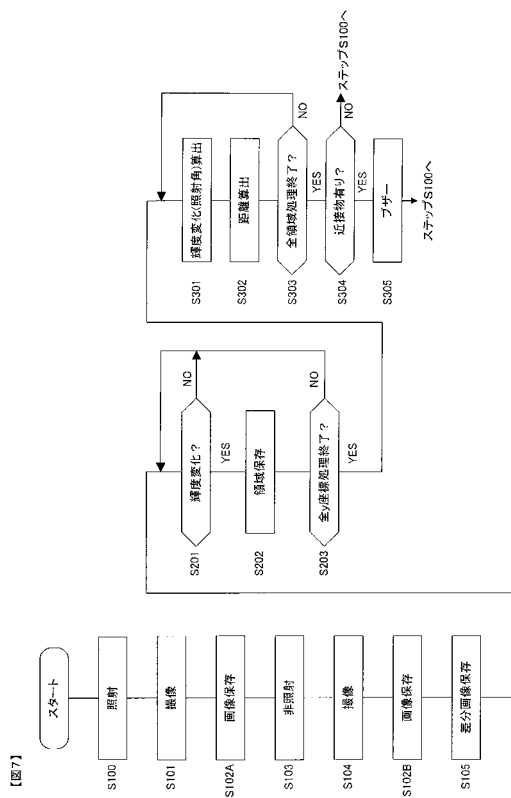


【図 6】

【図 6】

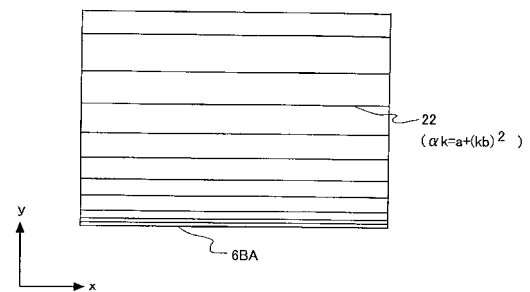


【図 7】



【図 8】

【図 8】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平11-094520 (JP, A)
特開2005-176031 (JP, A)
特開平08-136222 (JP, A)
特開昭61-246613 (JP, A)
特開2001-012909 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01C3/00-3/32
G01B11/00-11/30
G08G1/00-99/00
G01S7/48-7/51; 17/00-17/95
G02B7/09; 7/28-7/40