

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4578686号
(P4578686)

(45) 発行日 平成22年11月10日(2010.11.10)

(24) 登録日 平成22年9月3日(2010.9.3)

(51) Int. Cl.	F I	
GO 1 B 11/24 (2006.01)	GO 1 B 11/24	K
GO 1 C 3/06 (2006.01)	GO 1 C 3/06	1 1 O A
GO 1 S 17/10 (2006.01)	GO 1 S 17/10	
GO 6 T 1/00 (2006.01)	GO 6 T 1/00	4 2 O G
HO 1 L 31/09 (2006.01)	GO 6 T 1/00	4 3 O G
請求項の数 14 (全 19 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2000-588568 (P2000-588568)
 (86) (22) 出願日 平成10年12月16日(1998.12.16)
 (65) 公表番号 特表2002-532704 (P2002-532704A)
 (43) 公表日 平成14年10月2日(2002.10.2)
 (86) 国際出願番号 PCT/IL1998/000611
 (87) 国際公開番号 W02000/036372
 (87) 国際公開日 平成12年6月22日(2000.6.22)
 審査請求日 平成17年9月26日(2005.9.26)

(73) 特許権者 509195951
 マイクロソフト インターナショナル ホールディングス ビイ. ヴイ.
 オランダ王国、1043 ビーダブリュー
 アムステルダム、ナリータヴェーク 165
 (74) 代理人 100140109
 弁理士 小野 新次郎
 (74) 代理人 100089705
 弁理士 社本 一夫
 (74) 代理人 100075270
 弁理士 小林 泰
 (74) 代理人 100080137
 弁理士 千葉 昭男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 3Dカメラ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

対象物上の点までの距離を測定する為の3Dカメラであって、

2次元配列された複数の感光性画素を備え、それぞれの画素が、光センサと、スイッチと、出力端子とを有する回路を備え、前記回路は前記光センサに光が入射し前記スイッチがクローズされている間のみ前記出力端子上に信号を提供するよう構成された、半導体面と、

扇形ビームからの光が、前記複数の画素の少なくとも1つに向けて前記対象物によって反射されるように、少なくとも1つの位置から前記対象物を照明するように制御可能な扇形ビームであって、前記少なくとも1つの位置は走査角によって定義される、扇形ビームと、

前記扇形ビームの複数の走査角で前記対象物を照明するよう前記扇形ビームを制御するコントローラと、を備え、

前記半導体面は、前記扇形ビームから照明され、前記対象物によって反射された全ての光を受光可能であり、

それぞれの走査角について、前記扇形ビームからの光が前記対象物を照明する間、前記コントローラは複数の前記スイッチを同時にクローズし、

パルスを生成する画素について、前記画素のスイッチがクローズであるとき、前記コントローラは、前記走査角及び前記半導体面内の位置に応じて三角測量によって前記画素から前記対象物までの距離を決定し、

前記照明される扇形ビームが、走査ミラー(134)で反射されて、前記対象物(122)に導かれ、前記対象物(122)から反射された光が、レンズ(144)を通じて、前記半導体面(20)に伝搬され、

前記ビームが、位置リフレクタ(141)に向かって走査され、当該位置リフレクタが、走査に対する基準物であり、そこからの反射光が、前記レンズ(144)を介して、前記半導体面(20)に伝搬されて、バンド(148)と呼ばれる合焦された画像を生成し、

(a)位置リフレクタ(141)、

(b)前記走査ミラー(134)上のライン(136)、即ち、線形部分であって、当該線形部分で、前記扇形ビームが前記走査ミラー(134)で反射されるもの、

(c)前記レンズ(144)、

(d)前記半導体面(20)、

の間の位置的関係が、既知であり、

位置ストライプ(142)であって、当該位置ストライプが一点であり、その、位置リフレクタ(141)内での位置が既知であるものが、結果として、前記バンド(148)内の位置ストライプ画像(146)として合焦され、

位置ストライプ(142)、位置リフレクタ(141)、ライン(136)、レンズ(144)、及び、半導体面の間の前記位置関係に基づき、かつ、前記半導体面の上での前記位置ストライプ画像(146)の位置に基づいて、走査角が決定される、

3Dカメラ。

【請求項2】

前記回路は前記半導体面の内部又は面上に形成される、請求項1に記載の3Dカメラ。

【請求項3】

前記回路は、モノリシック集積回路の要素として形成される、請求項1または請求項2に記載の3Dカメラ。

【請求項4】

複数の入力を有する信号受信回路を備え、前記スイッチが同時にクローズされる画素は、前記信号受信回路の異なる入力に接続される前記出力端子を有する、請求項1から請求項3のいずれかに記載の3Dカメラ。

【請求項5】

前記信号受信回路はエンコーダを備える、請求項4に記載の3Dカメラ。

【請求項6】

前記画素の2次元配列は、画素の行及び列を備え、それぞれの画素は前記配列の1つの行及び1つの列に属するものであり、同一の列に属する画素の前記出力端子は、前記エンコーダの同一の入力に接続される、請求項1に記載の3Dカメラ。

【請求項7】

前記コントローラは、同一の行に属する全ての画素の前記スイッチを実質的に同時にクローズする、請求項6に記載の3Dカメラ。

【請求項8】

前記コントローラは、それぞれの行に属する全ての画素を1行ずつ順次クローズする、請求項7に記載の3Dカメラ。

【請求項9】

前記半導体面の列は、前記扇形ビームが前記対象物を照明する際の前記扇形ビームの全ての位置に関し、前記扇形ビームの面に平行である、請求項6から請求項8のいずれかに記載の3Dカメラ。

【請求項10】

前記回路は、前記光センサに接続される第1の入力と、基準電圧でバイアスされる第2の入力と、出力とを有するコンパレータを備え、あらかじめ決定された輝度よりも高い輝度を有する光が前記光センサに入射するときに、前記第1の入力の電圧が前記基準電圧より上に上昇し、前記コンパレータは出力信号を発生する、請求項1から請求項9のいずれ

10

20

30

40

50

かに記載の 3 D カメラ。

【請求項 1 1】

前記コンパレータの前記出力は、前記スイッチの接点端子に接続される、請求項 1 0 に記載の 3 D カメラ。

【請求項 1 2】

対象物上の領域までの距離を測定する為の方法であって、

扇形ビームからの光が、それぞれの画素が光で照明される間のみ前記光に応じて信号を提供する、複数の感光性の画素からなる 2 次元配列を有する半導体面に向けて前記対象物によって反射される様に、走査角で定義される位置を有する扇形光ビームからの光で前記対象物を照明すること、

10

グループ内のどの画素が信号を提供しているかを決定する為に、前記半導体面内の画素の 2 次元グループからの信号を検知すること、

前記画素のグループ内の画素について走査角を決定すること、および

前記対象物の領域までの距離を決定する為に、信号を提供する画素の位置と前記決定された走査角とを用いること、を含み、

前記照明される扇形ビームが、走査ミラー (1 3 4) で反射されて、前記対象物 (1 2 2) に導かれ、前記対象物 (1 2 2) から反射された光が、レンズ (1 4 4) を通じて、前記半導体面 (2 0) に伝搬され、

前記ビームが、位置リフレクタ (1 4 1) に向かって走査され、当該位置リフレクタが、走査に対する基準物であり、そこからの反射光が、前記レンズ (1 4 4) を介して、前記半導体面 (2 0) に伝搬されて、バンド (1 4 8) と呼ばれる合焦された画像を生成し

20

、

(a) 位置リフレクタ (1 4 1) 、

(b) 前記走査ミラー (1 3 4) 上のライン (1 3 6) 、即ち、線形部分であって、当該線形部分で、前記扇形ビームが前記走査ミラー (1 3 4) で反射されるもの、

(c) 前記レンズ (1 4 4) 、

(d) 前記半導体面 (2 0) 、

の間の位置的關係が、既知であり、

位置ストライプ (1 4 2) であって、当該位置ストライプが一点であり、その、位置リフレクタ (1 4 1) 内での位置が既知であるものが、結果として、前記バンド (1 4 8) 内の位置ストライプ画像 (1 4 6) として合焦され、

30

位置ストライプ (1 4 2) 、位置リフレクタ (1 4 1) 、ライン (1 3 6) 、レンズ (1 4 4) 、及び、半導体面の間の前記位置関係に基づき、かつ、前記半導体面の上での前記位置ストライプ画像 (1 4 6) の位置に基づいて、走査角が決定される、

方法。

【請求項 1 3】

複数の画素の行において 1 行ずつ、前記半導体面内の画素からの信号を検知すること、を含む請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 4】

信号検出手段を提供することを含み、該信号を検出することは、前記検出手段の同一の入力の画素の列内の全ての画素からの信号を検出することを含む、請求項 1 3 に記載の方法。

40

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

[発明の分野]

本発明は、画像化する対象物及び対象物の部分までの距離の測定を提供するカメラに関し、詳細には、このようなカメラの機能の単一チップへの集約に関する。

【 0 0 0 2 】

[発明の背景]

以下において“ 3 D カメラ ” と称する、画像化する対象物及び対象物の部分までの距離の

50

測定を提供可能な3次元光画像化システムは、多くの様々な応用分野に用いられる。これらの応用分野には、工業製品の輪郭検査、CAD検証、ロボットビジョン、地理的な測量、及び距離の関数として対象物を選択的に画像化することがある。

【0003】

いくつかの3Dカメラは、シーン中にある対象物までの距離を測定する為に飛行時間技法を用いる。このタイプの3Dカメラは、通常、画像化されているシーンを光パルスで照明する為にパルス化された又はシャッター制御されたレーザ装置のような光源と、シーン中の対象物で反射した光パルスからの光を画像化する為のゲート制御画像化システムとを備える。ゲート制御画像化システムは、以下で“感光面”と呼ぶ感光性の面を有する、CCD又はCMOSカメラのようなカメラ又はIRカメラと、電気光学シャッター又はゲート制御イメージ増倍管のようなカメラをオープン又はクローズにゲート制御する為のゲート制御手段とを備える。反射光は、カメラがゲートオープンであるときにカメラに達した場合にのみカメラの感光面の画素に記録される。

10

【0004】

シーンを画像化しカメラからシーン中の対象物までの距離を決定する為に、シーンは一般に光源から放射された光パルス列で照明される。列中の放射された光パルスそれぞれについて、光パルスが放射された時刻からの正確に決定された遅延に続いて、カメラは、以下“ゲート”と呼ぶ限定された期間ゲートオープンされる。シーン中の対象物で反射した光パルスの光は、ゲートである間にカメラに到達した場合には、カメラの感光面で画像化される。光パルスの放射から続くゲートまでの経過時間は既知なので、画像化された光が光源からシーン中の反射の対象物まで進みカメラまで戻ってくるのにかかる時間は既知である。経過時間は対象物までの距離を決定する為に用いられる。

20

【0005】

いくつかの3Dカメラは、対象物の表面を照明する入射光ビームと表面で反射された入射光ビームからの光との間の幾何学的な関係を用いて、対象物までの距離を決定する。一般的には、毎回、入射光は対象物の限定された表面領域を照明し、対象物までの距離は、その限定された表面領域中の対象物の点についてのみ測定される。異なる表面領域にある点までの距離を測定する為に、ビームの位置が変更される。一般に、対象物までの距離の“幾何学的”測定は三角測量の技法を用いて行われる。

【0006】

3D画像化の一般的な“幾何学的”方法は、動的な三角測量である。動的な三角測量においては、一般的に、レーザ光の薄い扇形ビームが対象物の表面を表面上の細いストライプに沿って照明する。照明されたストライプで反射された光は、しかるべき感光面の画素に入射する。感光面内のそれぞれの照明された画素は、ストライプ上の異なる点で反射した光で照明される。感光面内の照明された画素の位置、及び以下“走査角”と呼ぶ、扇形ビームが基準となる座標系でなす角度は、画素に向けて光を反射するストライプ上のスポットに対する3つの空間座標を決定するのに十分である。対象物表面の3Dマップを作る為に、表面上で隣接して間隔を置かれた異なるストライプに沿って連続的に対象物を照明しながら、扇形ビームが対象物の表面を走査できるように、走査角は増加される。これらの隣接して間隔をおかれたストライプそれぞれについて、照明された画素に対応するストライプ上のスポットの空間座標が計算される。

30

40

【0007】

飛行時間及び対象物までの距離を決定する為の飛行時間技法の変形例を用いる3Dカメラは、本出願の何人かの発明者によるPCT出願PCT/IL98/00476に述べられおり、このPCT出願は参照によって本明細書に組み込まれる。対象物までの距離を測定する為に“幾何学的”方法を実質的に用いる3Dカメラは、また本出願の何人かの発明者によるPCT出願PCT/IL97/00370に述べられており、このPCT出願は参照によって本明細書に組み込まれる。

【0008】

[発明の要約]

50

本発明の好ましい実施形態の側面は、画素に入射する光に応じて感光面内の画素をオン又はオフに自動的にゲート制御する3Dカメラ用のゲート制御装置を感光面が内蔵する、3Dカメラに使用して便利な感光面を提供することに関する。

【0009】

本発明の好ましい実施形態の別の側面は、複数の画素のそれぞれが基準時間から光が画素に入射するまでの時間経過の長さに応じて情報を提供する、複数の画素を備える感光面に関する。

【0010】

本発明のいくつかの好ましい実施形態において、画素は、基準時間にゲートオンされ、画素に光が入射した時刻にゲートオフされる。

10

本発明のいくつかの好ましい実施形態において、画素は、画素に光が入射したときにゲートオンされ基準時間にゲートオフされる。

【0011】

本発明のいくつかの好ましい実施形態の別の側面は、飛行時間技法を用いて対象物までの距離を測定する為の、本発明の好ましい実施形態による感光面を用いる3Dカメラを提供することに関する。

【0012】

本発明のいくつかの好ましい実施形態の別の側面は、三角測量技法を用いて対象物までの距離を測定する為の、本発明の好ましい実施形態による感光面を用いる3Dカメラを提供することに関する。

20

【0013】

本発明の好ましい実施形態の側面によれば、感光面内のそれぞれの画素は、画素をゲートオン又はオフ制御する為のそれ独自の画素回路を含む。画素回路は、以下“開始時間”と呼ぶ基準時間に、画素をゲートオンするように制御可能である。一旦ゲートオンすると、画素回路は、その後、以下“停止時間”と呼ぶ、画素が感光性を持つ光が画素に入射する時間に、画素をゲートオフする。本発明のこのような好ましい実施形態において、開始時間は光が画素に入射する時間であり、停止時間は基準時間である。

【0014】

本発明のいくつかの好ましい実施形態において、画素の開始時間から停止時間までの時間経過は、画素内のコンデンサのような電荷積分手段によって、開始時間から停止時間までの間に蓄積された電荷の量から決定される。

30

本発明の好ましい実施形態による感光面において、感光面のそれぞれの画素の画素回路は、光センサ、コンパレータ、フリップフロップ、及び蓄積キャパシタを備える。

【0015】

フリップフロップの出力がオンに切り替わると、適切な電流源から電流が蓄積コンデンサに流れ込む。出力がオフであるときは蓄積キャパシタに電流は流れ込まない。フリップフロップの出力は、そのフリップフロップの第1の入力に接続されたコントローラからのしかるべき信号によってオン切り換えるよう制御可能である。フリップフロップの第2の入力は、コンパレータの出力に接続されている。コンパレータの出力は、オン及びオフ状態を有する。フリップフロップの出力がオンである場合に、コンパレータの出力がオフからオンに切り替わると、すなわちコンパレータの出力が“オンに変わる”と、フリップフロップの出力はオフする。

40

【0016】

以下“光電流”と呼ぶ光センサからの電流は、いつコンパレータの出力がオンし、及びそれにより、いつフリップフロップの出力がオフし蓄積キャパシタが電流の積分を停止するかを制御する。光センサは、コンパレータの正の入力に接続されるのが好ましい。基準電圧を供給する電源が、コンパレータの負入力に接続されるのが好ましい。光センサに電流が流れないとき、正入力の電圧は基準電圧よりも下である。光センサが感光性をもつ光が、光センサに十分な輝度で入射するとき、光センサからの電流は正入力の電圧を基準電圧よりも上に上昇させる。光センサ入力電圧の基準電圧の下から上への横断は、コンパレー

50

タの出力をオンさせる。このことは結果として、フリップフロップの出力をオフし、電流源から蓄積キャパシタに流れ込む電流を停止する。

【 0 0 1 7 】

光センサ、電圧源、及びコンパレータ間での上記した接続の変形例が実現可能である。例えば、基準電圧は正だけでなく負とすることもでき、フリップフロップは、光センサ入力
が基準電圧の上から下に横断したときにオフすることもできる。このような変形例は、当
業者が思い付くであろうし、また有利なこととなり得る。

【 0 0 1 8 】

画素の開始及び停止時間はそれぞれ、フリップフロップがオンし蓄積キャパシタが電流の
積分を開始する時間、及びフリップフロップがオフし蓄積キャパシタが電流の積分を停止
する時間である。開始時間から停止時間までの間に蓄積キャパシタによって蓄積された電
荷は、開始時間から停止時間までの時間経過の関数である。蓄積キャパシタに蓄積された
電荷は、当技術分野で知られた方法を用いて検出され記録され、その後、時間経過を決定
する為に用いられる。

10

【 0 0 1 9 】

本発明の好ましい実施形態による、対象物までの距離を測定する為に飛行時間技法を用い
る3Dカメラにおいて、画素の開始時間から停止時間までの時間経過は、パルス光が光源
から対象物まで進み画素に戻ってくるまでにかかる時間を測定する為に用いられる。

【 0 0 2 0 】

本発明の好ましい実施形態による、対象物までの距離を測定する為に三角測量技法を用い
る3Dカメラにおいて、画素の開始時間から停止時間までの時間経過は、光が対象物で画
素に向けて反射される対象物を照明する、光ビームの位置を指し示す。

20

【 0 0 2 1 】

本発明の好ましい実施形態によるいくつかの感光面において、画素回路の開始時間と停止
時間の両方が、画素に入射する光によって制御される。本発明の好ましい実施形態による
このタイプの感光面において、画素回路は、コンパレータの第1の入力に接続された光セ
ンサを備える。コンパレータの第2の入力は、第2の入力を基準電圧に保つ電圧源に接続
される。ある一定の閾値輝度よりも大きな輝度を有する光が光センサに入射すると、コン
パレータの正入力の電圧は基準電圧より上に上昇し、画素回路はゲートオンする。光の輝
度が閾値輝度よりも下に低下すると、画素回路はゲートオフする。本発明のいくつかの好
ましい実施形態において、このタイプの感光面を内蔵する3Dカメラが、三角測量を用い
て対象物までの距離を測定するのに用いられる。

30

【 0 0 2 2 】

画素は感光面上に50ミクロンより狭いピッチで集積されるのが好ましい。画素が30ミ
クロンよりも狭いピッチで集積されるのがさらに好ましい。感光面は、CMOSテクノロ
ジーを用いて作られるのが好ましい。CMOSテクノロジーを用いることで、視覚的な画
像化に適する画素配列を備える感光性の感光面をつくることができる。この場合において
、感光面のそれぞれの画素は、フォトダイオードのような光センサ、電子スイッチ、コン
トローラ及び論理素子を有する画素回路を含む。例えば、米国特許5,345,266は、フォト
ダイオード及びトランジスタを備える画素を記述している。Peter Denyer氏は1996年2月7
日の1996 SSCTSワークショップのCMOS画像化テクノロジーにて行った講演において、側辺
がおよそ12ミクロンであり、電子素子を備え、フォトダイオードが画素領域の60%を
占める画素について述べた。本発明のいくつかの好ましい実施形態において、画素回路は
、画素回路のスイッチング制御及び/又は論理部品が光センサが配置される表面層よりも
下のモノリシック回路の層に存在する、モノリシック多層回路の素子として形成される。

40

【 0 0 2 3 】

したがって本発明の好ましい実施形態によって提供されるのは、複数の画素のそれぞれの
画素が半導体面上又は内部に形成された電子回路を備える、複数の感光性の画素を備える
半導体面であって、前記電子回路は、入射する光に応じて出力に信号を発生する光センサ
と、信号に応じた第1の時間と基準時間との間の時間経過に応じて信号を提供する回路と

50

、を備える。

好ましくは、前記回路は、前記時間経過の間電流を積分する電流積分器を備える。好ましくは、前記電流積分器はキャパシタを備える。

【0024】

代替として又は追加として、前記回路は、オン及びオフ状態を有するスイッチ可能電源を備え、スイッチ可能電源がオン状態にあるとき積分器は電流を積分し、スイッチ可能電源がオフ状態にあるとき積分器は電流を積分しない。

好ましくは、前記回路は、スイッチ可能電源の入力に接続された出力を有するコンパレータを備え、光センサに入射する光があらかじめ決定された輝度よりも高い輝度を有するときにスイッチ可能電源が状態を変更する様に、光センサ出力がコンパレータの入力に接続される。

10

【0025】

代替として又は追加として、前記回路は、第1の時間において、光センサからの信号に応じてスイッチ可能電源をオフ状態に切替える。

代替として、前記回路は、前記第1の時間において、光センサからの信号に応じてスイッチ可能電源をオン状態に切替える。

【0026】

本発明のいくつかの好ましい実施形態において、スイッチ可能電源はフリップフロップである。

本発明のいくつかの好ましい実施形態において、前記電子回路は、モノリシック集積回路として形成される。

20

【0027】

さらに、本発明のいずれかの好ましい実施形態による半導体面を備える3Dカメラが提供される。

【0028】

本発明のいくつかの好ましい実施形態によれば、3Dカメラは、3Dカメラで画像化されるシーン内の対象物を少なくとも1つの光パルスで照明する光源を備え、複数の画素のそれぞれの画素について、基準時間は前記少なくとも1つの光パルスが放射される時間であり、第1の時間は、対象物の表面領域で反射された前記少なくとも1つの光パルスが画素に入射する時間であり、また、画素と表面領域の間の距離を時間経過に応じて計算する回路を含む。

30

【0029】

本発明のいくつかの好ましい実施形態によれば、3Dカメラは、扇形ビームを備え、扇形ビームの位置は走査角によって定義される。好ましくは、扇形ビームは複数の異なる走査角で対象物を照明し、光センサ信号は扇形ビームから光センサまでの対象物によって反射された光に応じて生成され、異なる走査角で扇形ビームからの反射光を用いて照明される異なる画素についての第1の時間の間の差が特定の時間差よりも大きく、且つ同一の走査角で扇形ビームからの反射光を用いて照明される異なる画素についての第1の時間の間の差が前記特定の時間差よりも小さくなる様に、扇形ビームはある速度で走査角の範囲で移動される。

40

好ましくは、扇形ビームが複数の走査角のそれぞれで対象物を照明する時間は既知である。

【0030】

代替として又は追加として、3Dカメラは、走査角のそれぞれについて半導体面における少なくとも1つの画素に向けて光を反射するリフレクタを備え、特定の走査角について、前記少なくとも1つの画素についての第1の時間と、対象物で反射された扇形ビームからの光によって照明される画素についての第1の時間との間の差は、特定の時間差よりも小さい。好ましくは、3Dカメラは、前記少なくとも1つの画素の位置から前記特定の走査角を決定する回路を含む。

【0031】

50

本発明のいくつかの好ましい実施形態によれば、基準時間は前記複数の画素の全ての画素について同一である。

本発明のいくつかの好ましい実施形態によれば、基準時間は前記複数の画素の少なくとも2つの画素について異なっている。

【0032】

さらに、本発明のいくつかの好ましい実施形態によって提供されるのは、対象物上の点までの距離を測定する為の3Dカメラであって、複数の感光性の画素を備え、それぞれの画素が光センサと、スイッチと、出力端子とを有する回路を備え、前記回路が光センサに光が入射しスイッチがクローズされるときのみ出力端子から信号を提供する、半導体面と、扇形ビームからの光が少なくとも1つの前記画素に向けて対象物によって反射される様に、扇形ビームの少なくとも1つの位置に関して対象物を照明する扇形ビームと、を備え、扇形ビームのそれぞれの位置に対し、複数の前記スイッチが同時にクローズされる。

10

好ましくは、前記回路は半導体面の上または内部に形成される。代替として又は追加として、前記回路は、モノリシック集積回路の要素として形成されるのが好ましい。

【0033】

代替として又は追加として、3Dカメラは、複数の入力に有する信号受信回路を備え、スイッチが同時にクローズされる画素は、信号受信回路の異なる入力に接続される出力端子を有する。好ましくは、前記複数の画素は、画素の行及び列を有する画素の配列を備え、それぞれの画素は前記配列の1つの行及び1つの列に属する。好ましくは、画素の同一の列内の画素の出力端子はエンコーダの同一の入力に接続される。

20

【0034】

好ましくは、画素の同一の行内の全ての画素についてのスイッチは同時にクローズされる。好ましくは、半導体面内の画素のスイッチは、一行づつ順次クローズされる。

【0035】

代替として又は追加として、半導体面の行は、扇形ビームが対象物を照明する際の扇形ビームの全ての位置に関しての扇形ビームの面に平行である。

本発明のいくつかの好ましい実施形態によれば、光センサの出力は、スイッチの接点端子に接続される。

【0036】

本発明のいくつかの好ましい実施形態によれば、前記回路は、光センサに接続される入力に有するコンパレータを備え、あらかじめ決定された輝度よりも高い輝度を有する光が光センサに入力するときに、コンパレータの出力に信号が発生する。好ましくは、コンパレータの出力は、スイッチの接点端子に接続される。本発明のいくつかの好ましい実施形態によれば、信号受信回路はエンコーダを備える。

30

【0037】

さらに、本発明のいくつかの好ましい実施形態によって提供されるのは、対象物上の領域までの距離を測定する方法であって、第1の複数の感光性の画素を有する半導体面を提供することと、走査角で定義される位置を有する扇形光ビームからの光で対象物を照明することと、第1の複数の画素内に備えられた第2の複数の画素を同時に問い合わせる事によって、扇形ビームからの対象物によって反射された光で照明される半導体面上の画素からの信号を検出することと、信号を提供する画素について走査角を決定することと、対象物の領域までの距離を決定する為に、信号を提供する画素の位置と前記決定された走査角とを用いることと、を含む。

40

【0038】

好ましくは、第1の複数の画素は行及び列画素の矩形の配列で整列される。好ましくは、画素の行内の全ての画素は同時に問い合わせられる。第1の複数の画素内の画素は1行づつ順次問い合わせられるのが好ましい。

代替として又は追加として、方法は、信号検出手段を提供することを含み、信号を検出することは、検出手段の同一の入力上で画素の列内の全ての画素からの信号を検出することを含む。

50

【 0 0 3 9 】

本発明は、ここに添付される図と共に読み取られる、その好ましい実施形態の以下の記述を参照することによってより明瞭に理解されるであろう。図において、1以上の図に出てくる同一の構造、要素、又は部品は、それらが出てくる全ての図において同一の数字をラベル付けされる。

【 0 0 4 0 】

[好ましい実施形態の詳細]

図1(a)は、本発明の好ましい実施形態による感光面20を模式的に示す。感光面20は、好ましくはそれぞれが模式的に及び著しく拡大して示された画素回路40を有する画素21を備える。回路40の動作は、しかるべきコントローラ(不図示)によって制御され及び監視される。

10

【 0 0 4 1 】

本発明の好ましい実施形態によれば、感光面20は、シーン30中の対象物24, 26及び28までの距離を決定する為に、パルスレーザ22と共に使用されることが図1(a)において示されている。感光面20及びレーザ22は、本発明の好ましい実施形態によれば、距離検出“飛行時間”カメラとして動作する3Dカメラの部品である。議論するのに受当する3Dカメラの部品のみが示されている。感光面20は、レーザ22によって放射される光の波長と同一の波長を有する光のみを実質的に透過させるフィルタ(不図示)によってしかるべく覆われるのが好ましい。

【 0 0 4 2 】

表現の容易さと明確さの為に、図3における要素は一定の割合で示されておらず、また説明の簡単のため、シーン30内の対象物24, 26及び28のそれぞれは平面で及び3Dカメラの光軸32の回りで回転対称である。対象物24, 26及び28の全ての領域は、感光面20から等距離である。対象物24, 26及び28のそれぞれは、感光面20から異なる距離に配置されている。

20

【 0 0 4 3 】

光パルスがレーザ22から対象物24, 26及び28のそれぞれまで進み、そして感光面20に返ってくるのにどのくらいかかるかを決定することによって、3Dカメラは、感光面20に画像化される対象物24, 26及び28までの距離を測定する。しかしながら、本発明はさらに複雑な面の測定に適用可能である。

30

【 0 0 4 4 】

画素回路40は、好ましくは電圧 V_{dd} で逆バイアスされている光センサ44、コンパレータ46、フリップフロップ48、及び蓄積キャパシタ50を備えるのが好ましい。光センサ44は、キャパシタ45によってコンパレータ46の正入力52に容量的に結合されるのが好ましい。容量性の結合は、通常、比較的一定の背景の光によって生成される、入力52へのDC入力を取り除く。電圧源58がコンパレータ46の負入力54に接続され、入力54を所望の基準電圧 V_R に保つのが好ましい。入力52は、しかるべき抵抗値を有するブリーディング抵抗51を介してグランドに接続されるのが好ましい。コンパレータ46の出力56は、フリップフロップ48のリセット入力“R”に接続され、フリップフロップ制御ライン60は、フリップフロップ48のセット入力“S”をコントローラに接続する。フリップフロップ48の出力Qは、電流制限抵抗49及びダイオード51と共に直列に蓄積キャパシタ50にノード62において接続される。ノード62は、アドレススイッチ68を経由して読出しバス72に接続された出力66を持つバッファアンプ64に接続されている。アドレススイッチ68は、アドレスコントロールライン74を介して接続されたコントローラによって制御される。リセットスイッチ78は、クローズされると、蓄積キャパシタ50に蓄積された全ての電荷を放電する。リセットスイッチ78は、リセットコントロールライン80上を伝送されたコントローラからの信号によってクローズ及びオープンされる。

40

【 0 0 4 5 】

フリップフロップ48の出力Qがオンすると、出力Qからキャパシタ50に電流が流れ込

50

み、電荷は、制限抵抗 49 の抵抗値と蓄積キャパシタ 50 の容量で実質的に決定される速度でキャパシタ 50 に蓄積する。出力 Q がオフすると、キャパシタ 62 には電流は流れ込まず、ダイオード 51 は蓄積キャパシタ 50 に蓄積された電荷がフリップフロップ 48 まで逆に放電されるのを防ぐ。フリップフロップ 48 の出力 Q は、フリップフロップ 48 のセット入力 S がコントローラから “セット” 信号を受けるとオンする。コンパレータ 46 の出力 56 がオンしそれによって “リセット” 信号をフリップフロップ 48 の入力 R に送ると、フリップフロップ 48 の出力 Q はオフする。

【0046】

光センサ 44 の光電流はコンパレータ 46 の出力 56 がいつオンするかを制御する。光センサ 44 内に実質的に光電流が流れず、又は光センサ内の光電流がある一定の閾値電流より低い限り、入力 52 での電圧は V_R より低く、コンパレータ 46 の出力 56 はオフである。光センサ 44 が感光性を持つ光が、閾値電流を超える光センサ 44 内の光電流を発生するのに十分な輝度で光センサ 44 に入射する場合、入力 52 での電圧は V_R を超え、コンパレータ出力 56 はオンとなる。

10

【0047】

フリップフロップ 48 の出力 Q がコントローラからのセット信号によってオンされる開始時間から始まって、電荷は蓄積コンデンサ 50 に蓄積される。十分な輝度の光が光センサ 44 に入射するときには作られる、コンパレータ 46 の出力 56 からのリセット信号によって、フリップフロップ 48 の出力 Q がオフされる終了時間にて、電荷は、蓄積キャパシタ 50 への蓄積を停止する。したがって、蓄積キャパシタ 50 に蓄積する電荷は、開始時間から終了時間までの時間経過の関数となる。

20

【0048】

コントローラは、全てのフリップフロップ 48 が同時にオンするように、感光面 20 内の画素 21 の全てのフリップフロップ 48 を動かすのが好ましい。本発明のいくつかの好ましい実施形態では、このことは、コントローラからの 1 つのセット信号が全てのフリップフロップ 48 をオンするように、全てのフリップフロップ制御ライン 60 を共通に接続することによって達成される。本発明の他の好ましい実施形態において、画素 21 は、画素グループにグループ化される。同じ画素グループ内の全てのフリップフロップ 48 へのフリップフロップ制御ライン 60 は共通に接続され、コントローラからの画素グループへの 1 つのセット信号は、グループ内の全ての画素 21 を実質的に同時にオンする。コントローラから異なる距離にある画素グループがセット信号を実質的に同じ時間に受けるように、セット信号は、しかるべき遅延を伴って異なる画素グループ送られる。

30

【0049】

対象物 24、26 及び 28 までの距離を測定する為に、リセットスイッチ 78 をクローズしてオープンすることによって画素 21 の蓄積キャパシタ 50 がリセットされた後、時刻 $t = 0$ において、レーザ 22 は、シーン 30 を照明する為に波線矢印 80 で表される光パルスを放射する。同じ時間に、セット信号、又は (フリップフロップ制御ラインが接続されるやり方に依存して) コントローラからのフリップフロップ 48 のセット入力 S をセットする為の信号は、好ましくは全ての画素 21 のフリップフロップ出力 Q をオンする。その結果、感光面 20 内の全ての画素 21 の蓄積キャパシタ 50 は、ほぼ同じ時間 $t = 0$ においてその対応のフリップフロップ 48 から流れる電流からの充電を開始する。

40

【0050】

それぞれの対象物 24、26 及び 28 は、感光面 20 に向けて、放射された光パルス 80 からの光を反射し、ここで反射された光パルスは、波線矢印 82、84 及び 86 によってそれぞれ表される。反射された光パルス 82、84 及び 86 は、感光面 20 上に対象物 24、26 及び 28 の画像 90、92 及び 94 をそれぞれ形成する為に、集光光学部品 (不図示) によって合焦される。

【0051】

対象物 24 の画像 90 は、時間 $t_{24} = D_{24} / c$ に形成される。ここで、 D_{24} は、光源 22 から対象物 24 までの距離と、対象物 22 から感光面 20 までの距離との和であり

50

、 c は光速である。時間 t_{24} において、反射された光パルス82からの光は、画像90で覆われた画素21内のそれぞれの光センサ44に入射する。画像90内のそれぞれの画素21の光センサ44において、入射光は光電流を発生させ、それによって画素のコンパレータ46の入力52は、基準電圧 V_R より上に上昇する。その結果、コンパレータ46の出力56はオンし、リセット入力Rにおいてリセット信号を発生させる。このリセット信号は、フリップフロップ48の出力Qをオフし、画素の蓄積キャパシタ50内に電流が流れ込むのを停止する。したがって時間 t_{24} において、画像90内の全ての画素21における蓄積キャパシタ50は充電を停止し、また、画素21のそれぞれの蓄積キャパシタ50に蓄積された電荷の量は t_{24} の関数である。したがって、画像90内の画素21のそれぞれのキャパシタ50の電荷は、本発明の好ましい実施形態によれば、対象物24までの距離を測定する為に用いることができる。

10

【0052】

同様に、対象物26の画像92は時間 $t_{26} = D_{26} / c$ に形成され、画像44は時間 $t_{28} = D_{28} / c$ に形成される。ここで、 D_{26} 及び D_{28} は、感光面20から対象物26及び28までのそれぞれの距離である。画像92及び44で覆われた画素21の蓄積キャパシタの電荷は、それぞれ時間 t_{26} 及び t_{28} の関数であり、対象物26及び28までの距離をそれぞれ測定する為に用いることができる。

【0053】

画像90、92及び94内の画素21の蓄積キャパシタ50がそれぞれのフリップフロップ48からの電流を積分する間の時間の長さは、図1(b)において棒グラフ106にそれぞれ示された棒100、102及び104の長さによって模式的に示される。棒100、102及び104は、時間 $t = 0$ からそれぞれ時間 t_{24} 、 t_{26} 及び t_{28} まで伸びることが示されている。

20

【0054】

反射した光パルス82、84及び86に対する感光面20の露光に続いて、それぞれの画素21の蓄積キャパシタ50の電荷の量が読み出される。このことは、画素のアドレススイッチ68をオンし、画素のプファアンプ64により読出しバス72に蓄積された電荷を検出及び記録することによって達成される。検出された電荷は、画素21の蓄積キャパシタ50が充電を停止した時間、及び画素上で画像化された対象物の画素からの距離を決定する為に、当技術分野で知られた方法を用いて処理される。

30

【0055】

本発明のいくつかの好ましい実施形態において、光パルス列80が対象物24、26及び28を照明する為に放射される。感光面20のフレームが取り込まれ、光パルス列の最後の光パルス80に続いて蓄積キャパシタ50の電荷が読み出される。全ての画素21の蓄積キャパシタ50がパルス列80の開始時にリセットされ、引き続き、パルス列のそれぞれのパルス80が放射される時間に、セット信号が全てのフリップフロップ48に送信される。対象物24、26及び28までの距離を決定する為に用いられる蓄積キャパシタ50の電荷は、光パルス列内のそれぞれのパルス80について蓄積された電荷の和である。単一の光パルスの代わりに光パルス列を用いることによって、対象物24、26及び28までの距離測定におけるランダム誤差が減じられる。

40

【0056】

本発明のいくつかの好ましい実施形態において、背景光がコンパレータ46をトリガーするかどうかを決定する為に、感光面20は、レーザ22からの光でシーン30を照明すること無しにシーン30に晒される。背景照明がコンパレータ46をトリガーする場合には、基準電圧 V_R の大きさはそれに依じて調整される。

【0057】

図2は、本発明の好ましい実施形態による、図1(a)に示した感光面20を備える3D三角測量カメラシステム120の模式図を示している。3Dカメラ120は、本発明の好ましい実施形態によれば、対象物122上の点までの距離を測定する為に対象物122を画像化することが示されている。3Dカメラの議論に関連する部品のみが示されており、

50

図 2 に示される部品及び他の要素のサイズは、必ずしも一定の割合でなく、表現の簡単さと明確さの為に選択されている。

【 0 0 5 8 】

3Dカメラ120は、伝達光モジュール130に入射するレーザー光ビーム128を放射するレーザ126を備える。伝達光モジュール130は、ビーム128を平行光にし及び拡大し、レーザ光の薄い扇形ビーム132を形成する。扇形ビーム132は、走査ミラー134にライン136に沿って入射する。走査ミラー134は、扇形ビーム132を、扇形ビーム132の中央の光線138とライン140の間で測定される走査角で反射する。ライン140は、ライン136とビーム128の方向の両方に垂直であるのが好ましい。走査角は、走査ミラー134をライン136に一致する軸の回りで回転させることによって変更されるのが好ましい。このタイプの構造は、三角測量タイプの3Dシステムにおいて一般的に用いられる。(いくつかのシステムでは、走査角を変更する為に走査ミラー134に代えてポリゴンスキャナが用いられる。)

10

【 0 0 5 9 】

それぞれの走査角について、扇形ビーム132は、対象物122の表面上の細い“対象物”ストライプ150を照明する。対象物ストライプ150が反射する扇形ビーム132からの光は、レンズ144によって模式的に表現された、集光された光を感光面20の画素21上に合焦させて感光面20上に対象物ストライプ画像152を形成する、しかるべきレンズシステムによって集光される。レンズ144は、光軸145を有する。レンズ144の光軸145、ビーム128の方向、中央の光線138、及びライン140は同一面上にあるのが好ましい。

20

【 0 0 6 0 】

対象物122上のストライプ150の小領域154で反射された扇形ビーム132からの光は、レンズ144によって対象物ストライプ画像152上の対応の領域156に合焦される。走査角の大きさが知られるならば、都合のよい座標系を基準とする領域154の3つの空間座標は、当技術分野で知られた幾何学的な解析を用いて、感光面20上の領域156の座標から決定することができる。3つの座標は、領域154の感光面20を基準とする空間内の位置を特定し、感光面20からの領域154の距離及び対象物122上での領域154の位置を決定する。3つの座標を走査角及び3Dカメラ120の要素の相対の位置の関数として定義する方程式は、上記の参照されたPCT出願PCT/IL97/00370において議論されている。

30

【 0 0 6 1 】

本発明の好ましい実施形態によれば、ある対象物ストライプ画像150についての走査角を決定する為に、3Dカメラ122は位置リフレクタ141を備える。位置リフレクタ141上の点は、感光面20上の画素21のバンド148内にある画素21に向けて、それらの点が反射させる光を用いてレンズ144によって画像化される。すなわち、感光面20上の位置リフレクタ141の画像がバンド148である。

【 0 0 6 2 】

ある走査角で、扇形ビーム132は位置リフレクタ141を細い“位置”ストライプ142に沿って照明する。位置ストライプ142で反射された扇形ビーム132からの光は、レンズ144によって合焦され、バンド148内にある位置ストライプ画像146を形成する。バンド148に沿っての位置ストライプ画像146の位置は、走査角の関数である。

40

【 0 0 6 3 】

位置リフレクタ141は、ライン136、レンズ144及び感光面20に対して正確に配置される。これらの要素の既知の位置により、走査角の大きさは感光面20上の領域146の位置から決定することができる。

【 0 0 6 4 】

本発明の好ましい実施形態によれば、対象物122の領域までの距離を測定する為に、時間 $t = 0$ において感光面20の画素21はリセットされ、それからゲートオンされる。画

50

素 2 1 の蓄積キャパシタ 5 0 は、それらのそれぞれのフリップフロップからの電流の積分を開始する。対象物 1 2 2 は、それから複数の異なる走査角 で照明される。対象物 1 2 2 が扇形ビーム 1 3 2 によって照明されるそれぞれの走査角 について、走査角 に対応する対象物ストライプ画像 1 5 2 及び位置ストライプ画像 1 4 6 が感光面 2 0 上に形成される。対象物ストライプ画像 1 5 2 及び位置ストライプ画像 1 4 6 を形成する光が感光面 2 0 に入射するとき、画像内にある画素 2 1 内の光センサ 4 4 内で光電流が発生される。その結果、画像内の画素 2 1 はゲートオフされ、対象物ストライプ画像 1 5 2 及び位置ストライプ画像 1 4 6 の画素 2 1 内の蓄積キャパシタ 5 0 は電流の積分を停止する。

【 0 0 6 5 】

しかしながら、扇形ビーム 1 3 2 の発生源から、対象物ストライプ画像 1 5 2 及び位置ストライプ画像 1 4 6 上の異なる点についての感光面 2 0 内の画素 2 1 までの経路長の相違の為に、対象物ストライプ画像 1 5 2 及び位置ストライプ画像 1 4 6 内の画素 2 1 は、以下“停止時間”と呼ぶ、わずかに異なる時間にゲートオフされる。しかしながら、経路長の違いは、結局、経路長を光速で割ったものの相違に等しい停止時間における相違となる。これらの時間の相違は、以下“シフト時間”と呼ぶ、扇形ビーム 1 3 2 が対象物 1 2 2 を照明する 1 つから他の走査角度まで走査角 を変えるのに要する時間と比較して、一般にとっても小さい。さらに、同一の走査角 に対応する対象物ストライプ画像 1 5 2 及び位置ストライプ画像 1 4 6 の画素についての停止時間の間の最大の相違は、1 つの走査角 から次の走査角 まで走査ビーム 1 3 2 が移動されるとき速度を減じることによって、シフト時間と比較して減少させることができる。したがって、同一の走査角 に対応する対象物ストライプ画像 1 5 2 及び位置ストライプ画像 1 4 6 内の画素 2 1 についての停止時間の相違は、比較的小さい。その一方で、異なる走査角 に対応する対象物ストライプ画像 1 5 2 及び位置ストライプ画像 1 4 6 内の画素 2 1 についての停止時間の間の相違は、比較的大きい。

【 0 0 6 6 】

その結果、同一の走査角 に対応する対象物ストライプ画像 1 5 2 及び位置ストライプ画像 1 4 6 において蓄積キャパシタ 5 0 が充電される電圧の間の相違は、異なる走査角 に対応する対象物ストライプ画像 1 5 2 及び位置ストライプ画像 1 4 6 において蓄積キャパシタ 5 0 が充電される電圧の間の相違と比較して小さい。同一の走査角 に属する画素 2 1 は、それらの各々の蓄積キャパシタ 5 0 が充電される電圧によって、異なる走査角 に属する画素 2 1 と識別することができる。

【 0 0 6 7 】

対象物ストライプ画像 1 5 2 及び位置ストライプ画像 1 4 6 内の画素 2 1 は、画素の蓄積キャパシタ 5 0 の電圧で記録されている画素 2 1 のタイムスタンプで作られた時間で事実上時間が記録される。同一の走査角 に属する画素は、同一のタイムスタンプを持ち（同一の走査角 で照明された画素の停止時間における最大相違の範囲内で）、異なる走査角 に属する画素 2 1 は異なるタイムスタンプを持つ。

【 0 0 6 8 】

異なる走査角 での対象物の照明に続いて、蓄積キャパシタ 5 0 の電圧を読み出すことによって感光面 2 0 のフレームが取り込まれる。したがって、画像フレームデータが処理されたとき、同一の走査角 における扇形ビーム 1 3 2 で照明された全ての画素は、それらの各々の蓄積キャパシタ 5 0 に蓄積された電荷によって、すなわち、それらの各々のタイムスタンプによって識別することができる。

【 0 0 6 9 】

対象物ストライプ画像 1 5 2 内のそれぞれの画素 2 1 について、位置ストライプ画像 1 4 6 内に同一のタイムスタンプを持つ少なくとも 1 つの画素 2 1 がある。したがって、位置ストライプ画像 1 4 6 内の画素 2 1 についての走査角 は知られるので、フレーム内において読み出されたそれぞれの画素 2 1 についての走査角 は知られる。その結果、本発明の好ましい実施形態によれば、画素 2 1 に画像化された対象物 1 2 2 のそれぞれの領域 1 5 4 の空間内における位置、領域 1 5 4 の感光面 2 0 からの距離、及びその対象物 1 2 2 上

10

20

30

40

50

の位置は決定することができる。

【0070】

図3は、本発明の好ましい実施形態による、3Dカメラ182に備えられた感光面180を模式的に示す図である。3Dカメラ182は、対象物までの距離を測定する為に三角測量を用い、また、図3において対象物122を画像化することが示されている。3Dカメラ182は、感光面180が3Dカメラ120の感光面20に取って代わることで、及び位置リフレクタ140が好ましくは位置検知デバイスである“PSD”184で置き換えられることを除いて、図2示された3Dカメラ120と等しいのが好ましい。

【0071】

PSD184は、3Dカメラ182の他の要素に対して正確に位置付けられ、それによって、それぞれの異なる走査角 について、扇形ビーム28は、PSD184上で異なる位置に配置される細いストラップ186に沿ってPSD184を照明する。PSD184は、コントローラ190に接続され、PSD184上の細いストライプ186の位置に相当する情報をコントローラ190に送信する出力188を有する。送信された情報から、コントローラ190は扇形ビーム28の走査角 を決定するのが好ましい。

10

【0072】

感光面180は、好ましくはそれぞれが模式的に且つ大幅に拡大されて示された画素回路194を有する画素192を備える。感光面180は、レーザ126によって放射される光の波長と同じ波長を有する光のみを実質的に透過させるフィルタ(不図示)で覆われるのが好ましい。

20

【0073】

画素回路194は、好ましくは電圧V_{dd}で逆バイアスされた光センサ44と、コンパレータ46と、アドレススイッチ196とを備える。光センサ44は、ノード198でコンパレータ46の正入力52及び好ましくはグランドに接続されるブリーディング抵抗200に接続されるのが好ましい。コンパレータ46の負入力54は、負入力をしかるべき基準電圧V_Rに維持する電圧源58に接続される。コンパレータ46の出力56は、アドレススイッチ196に接続される。アドレススイッチがクローズされると、コンパレータ46の出力56は読出しバス72に接続される。

【0074】

光センサ44が感光性を持つ光が十分な輝度で光センサ44に入射するとき、コンパレータ46の入力52を基準電圧V_Rの上にドライブする電流が、光センサ44内において発生する。応答として、コンパレータ46は、出力56において以下“信号電圧”と呼ぶあらかじめ決定されたしかるべき電圧を発生し、入力152の電圧が基準電圧V_Rより上である限り、出力56の信号電圧を維持する。アドレススイッチ196がクローズされた場合には、出力56が信号電圧であると、信号電圧は読出しバス72に伝達される。アドレススイッチ196は、スイッチコントロールライン202を通じてそれが受ける信号によって制御される。コンパレータ46の出力56の電圧が信号電圧であるとき、画素192は“オン”であると表される。

30

【0075】

感光面180内の画素192が、行及び列のインデックスi及びjによってそれぞれ表され、画素面180のi番目の行及びj番目の列における特定の画素192がP(i, j)で表されるものとする。行インデックスi及び列インデックスjの増加する方向は、矢印204及び206によってそれぞれ表される。本発明の好ましい実施形態によれば、画素192の列が扇形ビーム28の面と実質的に平行となるように、感光面180は方向付けられる。

40

【0076】

本発明の好ましい実施形態によれば、感光面180内の同一の画素192の行内の全ての画素のスイッチコントロールライン202は、共通の“行”選択ライン210に接続される。異なる行の画素192のスイッチコントロールライン202は、異なる行選択ラインに接続される。行選択ライン210は、行セレクタ212に接続されるのが好ましい。特

50

定の行選択ライン 210 上に伝送された行セクタ 212 からのしかるべき制御信号は、行選択ライン 210 に接続された全てのアドレススイッチ 196 を制御して同時にオープン又はクローズする。行セクタ 212 は、コントロールライン 213 によってコントローラ 190 に接続されるのが好ましい。コントローラ 190 は、行セクタ 212 が送信する信号を制御するコントロールライン 213 を通じて信号を送信し、212 からの信号が伝送される行選択ラインを決定する。i 番目行についての特定の行選択ラインは、“RC(i)”で表される。

【0077】

本発明の好ましい実施形態によれば、感光面 180 内の画素 192 の同一の列における全ての画素 192 の読出しバス 72 は、共通の“列”信号ライン 214 に接続される。異なる列内の画素 192 の読出しバス 72 は、異なる列信号ライン 214 に接続される。それぞれの列信号ライン 214 は、出力 218 を有するエンコーダ 216 に入力される。出力 218 は、コントローラ 190 に接続される。エンコーダ 216 に到達する信号がオーバーラップしない様に十分に時間が分離される限り、信号ライン 214 を通じて信号がエンコーダ 216 に到達するのをコントローラによって識別するのに、出力 218 の信号が使用できる様に、エンコーダ 216 は十分な数の出力 218 を有する。j 番目列内の画素 192 の読出しバス 72 が接続される特定の列信号ライン 214 は、CS(j)で表される。

【0078】

本発明のいくつかの好ましい実施形態において、エンコーダ 216 は、1 より多い信号がエンコーダ 190 に同時に入力された場合にコントローラ 190 にしかるべき信号を送るように設計されている。このことは例えば、1 より多い信号がエンコーダ 216 によって受信されたか否かを決定する為の、当分野で知られたパルス高識別技法を用いることによって行うことができる。本発明のいくつかの好ましい実施形態において、エンコーダ 216 及び / 又はコントローラ 190 は、信号が同時に入力される列信号ライン 214 の列インデックスから平均の列インデックスを決定するように設計されている。平均の列インデックスは、受信された信号についての列インデックスとして用いられる。

【0079】

本発明の他の好ましい実施形態において、エンコーダ 216 は、互いにある限られた距離の範囲内にある列信号ライン 214 を通じて同時にエンコーダ 216 に送られた信号が、2 つの信号がエンコーダに同時に到着することがない様に互いに遅延される。本発明の他の好ましい実施形態において、どの列信号ラインを通じて同時の信号が到着するかを決定する際のあいまいさを防ぐ為に、複数のエンコーダが用いられる。例えば、本発明の好ましい実施形態において、2 つのエンコーダが用いられる。1 つのエンコーダは、“偶数の”列信号ライン 214 に接続され、他のものは“奇数の”列信号ライン 214 に接続される(すなわち、列信号ライン CS(j) に対し、j はそれぞれ偶数及び奇数である)。その結果、2 つの隣接の列信号ラインからの同時の信号ラインは、異なるエンコーダに送られ、したがって識別され得る。本発明の好ましい実施形態によれば、3 以上のエンコーダが、列信号ライン 214 からの信号を受信する為に同様に用いられる。本発明の好ましい実施形態によれば、“n”個のエンコーダを用いるときは、感光面 180 内の n 個の連続の列信号ライン 214 の全てのグループのそれぞれは、n 個のエンコーダの異なる 1 つに接続される。

【0080】

ある瞬間に光が十分な輝度で画素 P(i, j) の光センサ 44 に入射し、それによって画素がオンすると仮定する。その結果、画素 P(i, j) のコンパレータ 46 の出力 56 は信号電圧になる。さらに、画素 P(i, j) の出力 56 が信号電圧を持つ間に、コントローラ 190 が行セクタ 212 を制御して、行 i に配置された画素 P(i, j) 内の全てのアドレススイッチ 196 をクローズする制御信号を行制御ライン RC(i) 上に送信し、一方で、他の全ての画素 192 内においてアドレススイッチ 196 はオープンのままであるとする。その後、画素 P(i, j) は、列信号ライン CS(j) を通じてエンコーダ 216 に信号電圧を送信するであろう。応答として、画素 P(i, j) が列 i における唯

10

20

30

40

50

一の“オン”画素である場合には、エンコーダ216はただ1つの列信号ライン214からの入力を受信し、したがって、その出力218上に、コントローラ190に対して受信した信号が特定の列信号ラインCS(j)から来た事を正しく識別できる信号を発生するのであろう。行i内のアドレススイッチ196のみが閉じられるので、コントローラ190は、画素P(i, j)がオンであることを正しく決定する。

【0081】

対象物122までの距離を測定する為に、扇形ビーム28は、複数の異なる走査角で対象物122を照明するようにコントローラ190によって制御される。それぞれの走査角において、扇形ビーム28は対象物122の表面の対象物ストライプ150を照明する。対象物ストライプ150は、扇形ビーム28からの対象物ストライプ150が反射した光を用いて、感光面180内の画素192の画像ストライプ152に沿って画像化される。対象物ストライプ150が扇形ビーム28によって照明される限り、画像ストライプ152内の画素192についてのコンパレータ46の出力56は信号電圧に保たれ、画像ストライプ152内の画素192はオンである。

10

【0082】

扇形ビーム28は、照明された対象物ストライプ150もまた細く、画像ストライプ152が実質的に1又はせいぜい2、3の画素192の幅であるように、非常に細いのが好ましい。表現の簡単のために、画像ストライプ152はほんの1画素192の幅であると仮定する。

【0083】

それぞれの走査角について、コントローラ190は、一回につき1つの行選択ライン210で、それぞれの行選択ライン210に接続された行セクタ212を制御しアドレススイッチ196をクローズ及びオープンする。画素192の行i内のアドレススイッチ196が行選択ラインRS(i)上のしかるべき信号によって閉じられるとき、行i列jに配置された画像ストライプ192内の画素P(i, j)からの信号電圧は、その信号電圧を列信号ラインCS(j)上に送信する。コントローラ190は、画素P(i, j)のインデックスiとjの値を記録し、それから行セクタ212を制御し行i内のアドレススイッチをオープンし、異なる行内のアドレススイッチをクローズする。異なる行に配置される画像ストライプ152内の画素192の行列インデックスは、その後、行i列jに配置された画像ストライプ152内の画素P(i, j)の行列が記録されるのと同じやり方で記録される。プロセスは、全ての行が“読み出され”、画像ストライプ152内の全ての画素192の位置に対応する行列インデックスがコントローラ190によって記録されるまで継続する。

20

30

【0084】

本発明の好ましい実施形態によれば、画像ストライプ152は1画素幅であるとみなされ、画素列は扇形ビーム28の面に平行であることに留意しなければならない。したがって、本発明の好ましい実施形態によれば、アドレススイッチ196は列でなく行によってオンされるので、それぞれの行が読み出されるとき、エンコーダ216は、1回につきただ1つの列信号ライン214からの入力を受信する。

【0085】

走査角について、画像ストライプ152内の“オン”画素192についての行及び列インデックスの1組に加えて、コントローラ190は、PSD184からの出力信号を受信し及び記録するのが好ましい。PSD184からの出力信号は、オン画素が対応している走査角を決定する為に用いられるのが好ましい。その後、対象物ストライプ150の領域までの距離は、記録された画素インデックスと走査角から決定される。

40

【0086】

本出願の特許請求の範囲及び詳細な説明における、それぞれの動詞、すなわち“備える”、“含む”、及びその同一語源の語は、対象物又は動詞の目的語が、主題又は動詞の主語の構成物、要素、又は部品を含むが必ずしもその全ての完全なる列挙ではないことを示す為に用いられる。

50

【 0 0 8 7 】

本発明は、例証によって提供され、発明の範囲を限定する事を意図するものではない、非限定の詳細な好ましい実施形態の記述を用いて述べられてきた。当業者であれば記述された実施形態の変形例を想起するであろう。例えば、図 1 及び 2 に記述された好ましい実施形態において、画像化された対象物からの反射光は、感光面 2 0 の画素 2 1 内のフリップフロップ 4 8 をオフする為に用いられる。記述された実施形態の変形例において、画像化された対象物で反射された光は、フリップフロップ 4 8 をオンする為に用いることができる。続いて、フリップフロップ 4 8 は、感光面 2 0 のフレームが取り込まれる時間のような都合の良い時間にオフされる。図 3 に記述された好ましい実施形態において、P S D 1 8 4 は図 2 に示されるようなリフレクタで置き換えることができる。本発明の範囲は、特許請求の範囲によってのみ制限される。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 図 1 (a) 及び図 1 (b) は、本発明の好ましい実施形態による、自己トリガ感光面の模式図、及びその画素の回路図を示し、また、飛行時間を用いてシーン内の対象物までの距離を決定する為に感光面がどのように用いられるかを模式的に表す。

【 図 2 】 図 2 は、本発明の好ましい実施形態による、三角測量を用いて対象物までの距離を決定するために用いられる、図 1 (a) に示されたものと同じの自己トリガ感光面を備える 3 D カメラを模式的に示す。

【 図 3 】 図 3 は、本発明の好ましい実施形態による、異なる感光面と、三角測量を用いて対象物を画像化する為の 3 D カメラを模式的に示す。

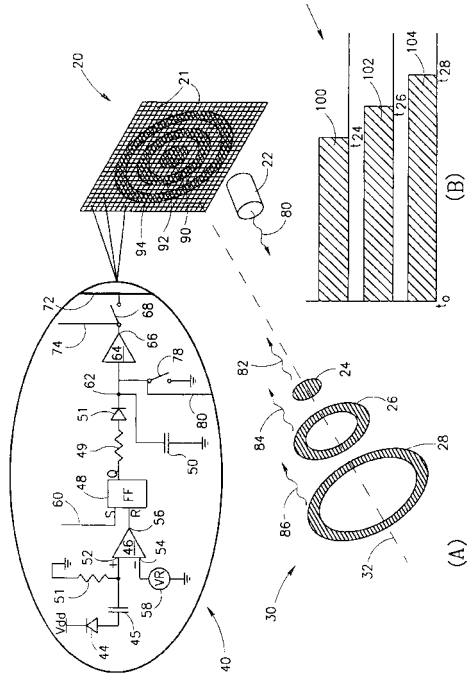
20

【 符号の説明 】

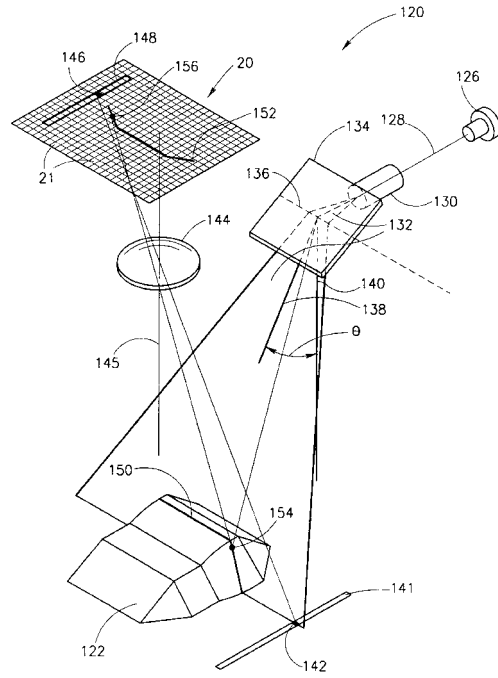
- 2 0 感光面
- 2 1 画素
- 2 2 レーザ
- 2 4 , 2 6 , 2 8 対象物
- 3 0 シーン
- 4 0 画素回路
- 4 4 光センサ
- 4 6 コンパレータ
- 4 8 フリップフロップ
- 5 0 蓄積キャパシタ
- 6 4 バッファアンプ
- 7 2 読出しバス

30

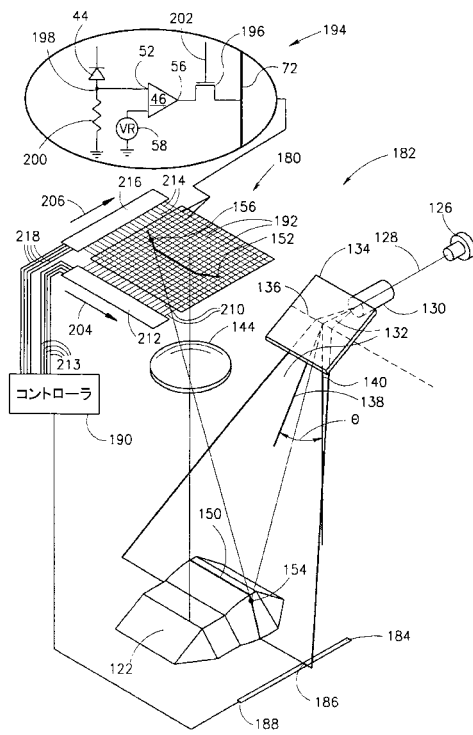
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

- (51)Int.Cl. F I
H 0 1 L 31/08 (2006.01) H 0 1 L 31/00 A
H 0 1 L 31/08 Q
- (74)代理人 100096013
弁理士 富田 博行
- (74)代理人 100119781
弁理士 中村 彰吾
- (72)発明者 ブラウン・オリ・ジェイ
イスラエル国 テル アヴィヴ 6 9 1 2 7 ボイェール ストリート 1 2 / 7
- (72)発明者 イッダン・ガブリエル・ジェイ
イスラエル国 ハイファ 3 4 6 0 2 アインシュタイン ストリート 4 4 A
- (72)発明者 ヤハブ・ギオラ
イスラエル国 ハイファ 3 4 8 1 4 ベイリス ストリート 1 1

審査官 清藤 弘晃

- (56)参考文献 特開昭64-039509(JP,A)
特開平10-185514(JP,A)
特開平08-304540(JP,A)
米国特許第04979816(US,A)
特開平06-011525(JP,A)
特開昭63-085489(JP,A)
米国特許第05682229(US,A)
特開平10-253910(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01B11/00-11/30
G01S17/00-17/95