

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5876289号  
(P5876289)

(45) 発行日 平成28年3月2日(2016.3.2)

(24) 登録日 平成28年1月29日(2016.1.29)

(51) Int.Cl.

G01S 17/10 (2006.01)

F 1

G01S 17/10

請求項の数 7 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2011-288343 (P2011-288343)  
 (22) 出願日 平成23年12月28日 (2011.12.28)  
 (65) 公開番号 特開2013-137237 (P2013-137237A)  
 (43) 公開日 平成25年7月11日 (2013.7.11)  
 審査請求日 平成26年9月9日 (2014.9.9)

(73) 特許権者 000236436  
 浜松ホトニクス株式会社  
 静岡県浜松市東区市野町1126番地の1  
 (74) 代理人 100088155  
 弁理士 長谷川 芳樹  
 (74) 代理人 100113435  
 弁理士 黒木 義樹  
 (74) 代理人 100124291  
 弁理士 石田 悟  
 (74) 代理人 100122507  
 弁理士 柏岡 潤二  
 (72) 発明者 間瀬 光人  
 静岡県浜松市東区市野町1126番地の1  
 浜松ホトニクス株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】距離測定装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

飛行時間法により対象物に対する距離を求める距離測定装置であって、  
 変調光を放出する光源部と、

入射光に応じて電荷を発生する光感應領域、前記光感應領域で発生した電荷を蓄積する  
 第1の蓄積領域及び第2の蓄積領域、前記光感應領域と前記第1の蓄積領域との間に設け  
 られた第1の転送電極、前記光感應領域と前記第2の蓄積領域との間に設けられた第2の  
 転送電極、前記第1の蓄積領域とリセット電位との間に設けられた第1のリセットスイ  
 ッチ、並びに、前記第2の蓄積領域とリセット電位との間に設けられた第2のリセットスイ  
 ッチを有するセンサ部と、

前記変調光の放出タイミング及び前記センサ部を制御して、距離を算出する処理部と、  
 を備え、

前記処理部は、

前記第1のリセットスイッチ及び前記第2のリセットスイッチを制御して前記第1の  
 蓄積領域及び前記第2の蓄積領域を前記リセット電位に接続してから該第1の蓄積領域及  
 び該第2の蓄積領域を次に前記リセット電位に接続するまでのフレーム期間内の複数の第  
 1の電荷転送サイクルにおいて、一以上の放出期間に前記光源部に前記変調光を放出させ  
 、前記一以上の放出期間に同期した一以上の第1の転送期間に前記第1の転送電極に与え  
 る電圧を制御して前記光感應領域で発生した電荷を前記第1の蓄積領域に蓄積させ、前記  
 一以上の第1の転送期間と位相反転した一以上の第2の転送期間に前記第2の転送電極に

10

20

与える電圧を制御して前記光感應領域で発生した電荷を前記第2の蓄積領域に蓄積させ、

前記フレーム期間内の複数の第2の電荷転送サイクルであり前記複数の第1の電荷転送サイクルと交互の該複数の第2の電荷転送サイクルにおいて、前記光源部に前記変調光を放出させず、第3の転送期間に前記第1の転送電極に与える電圧を制御して前記光感應領域で発生した電荷を前記第1の蓄積領域に蓄積させ、前記第3の転送期間と位相反転した第4の転送期間に前記第2の転送電極に与える電圧を制御して前記光感應領域で発生した電荷を前記第2の蓄積領域に蓄積させ、

前記複数の第1の電荷転送サイクルのそれぞれに対応する複数の第1の読み出しサイクルにおいて、該複数の第1の電荷転送サイクルのそれぞれと次の前記第2の電荷転送サイクルの間の時点に前記第1の蓄積領域に蓄積されている電荷量に応じた第1の読み出し値及び該時点に前記第2の蓄積領域に蓄積されている電荷量に応じた第2の読み出し値を、前記センサ部から取得し、

前記複数の第2の電荷転送サイクルのそれぞれに対応する複数の第2の読み出しサイクルにおいて、該複数の第2の電荷転送サイクルのそれぞれと次の前記第1の電荷転送サイクルの間の時点に前記第1の蓄積領域に蓄積されている電荷量に応じた別の第1の読み出し値及び該時点に前記第2の蓄積領域に蓄積されている電荷量に応じた別の第2の読み出し値を、前記センサ部から取得し、

$n$ 回目の前記第1の読み出しサイクルの前記第1の読み出し値の2倍の値から $n$ 回目及び $n-1$ 回目の前記第2の読み出しサイクルの前記別の第1の読み出し値を差し引いた値である第1の値、及び、 $n$ 回目の前記第1の読み出しサイクルの前記第2の読み出し値の2倍の値から $n$ 回目及び $n-1$ 回目の前記第2の読み出しサイクルの前記別の第2の読み出し値を差し引いた値である第2の値を算出して、 $M$ 個の第1の値及び $M$ 個の第2の値を求め、ここで、 $n$ は前記複数の第1の読み出しサイクル及び前記複数の第2の読み出しサイクルの順番を示し、

前記 $M$ 個の第1の値及び前記 $M$ 個の第2の値に基づいて、距離を算出する、距離測定装置。

#### 【請求項2】

前記第1の電荷転送サイクルにおいて前記第1の蓄積領域に電荷を蓄積させる時間長、前記第1の電荷転送サイクルにおいて前記第2の蓄積領域に電荷を蓄積させる時間長、前記第2の電荷転送サイクルにおいて前記第1の蓄積領域に電荷を蓄積させる時間長、及び、前記第2の電荷転送サイクルにおいて前記第2の蓄積領域に電荷を蓄積させる時間長は、実質的に同じ時間長である、請求項1に記載の距離測定装置。

#### 【請求項3】

前記複数の第1の電荷転送サイクルの各々は、一回の前記第1の転送期間、及び、一回の前記第2の転送期間を含む、請求項1又は2に記載の距離測定装置。

#### 【請求項4】

前記処理部は、

前記複数の第2の読み出しサイクルのうち、前記別の第1の読み出し値及び前記別の第2の読み出し値が所定の閾値を超えない最終の第2の読み出しサイクルを特定し、

該最終の第2の読み出しサイクルまでに得られた一以上の前記第1の読み出し値及び二以上の前記別の第1の読み出し値に基づいて前記 $M$ 個の第1の値を求め、該最終の第2の読み出しサイクルまでに得られた一以上の前記第2の読み出し値及び二以上の前記別の第2の読み出し値に基づいて前記 $M$ 個の第2の値を求める、

請求項1～3の何れか一項に記載の距離測定装置。

#### 【請求項5】

前記処理部は、 $n$ 回目の前記第2の読み出しサイクルの前記別の第1の読み出し値と、 $n$ 回目の前記第2の読み出しサイクルの前記別の第1の読み出し値と $n-1$ 回目の前記第2の読み出しサイクルの前記別の第1の読み出し値との間の差分値との和、又は、 $n$ 回目の前記第2の読み出しサイクルの前記別の第2の読み出し値と、 $n$ 回目の前記第2の読み出しサイクルの前記別の第2の読み出し値と $n-1$ 回目の前記第2の読み出しサイクルの前記別の第2の読み出し

10

20

30

40

50

との間の差分値との和が、所定の閾値を超える場合に、 $n + 1$ 回目以降の前記第1の読み出しサイクル及び前記第2の読み出しサイクルを停止し、

最終の読み出しサイクルであるn回目の前記第2の読み出しサイクルまでに得られた一以上の前記第1の読み出し値及び二以上の前記別の第1の読み出し値に基づいて前記M個の第1の値を求め、該最終の読み出しサイクルまでに得られた一以上の前記第2の読み出し値及び二以上の前記別の第2の読み出し値に基づいて前記M個の第2の値を求める、

請求項1～3の何れか一項に記載の距離測定装置。

【請求項6】

前記処理部は、前記M個の第1の値の積算値及び前記M個の第2の値の積算値に基づいて、前記距離を算出する、請求項1～5の何れか一項に記載の距離測定装置。 10

【請求項7】

前記処理部は、

前記M個の第1の値を順に積算してM個の第1の積算値を算出し、前記M個の第2の値を順に積算してM個の第2の積算値を算出し、

第1の推定値を前記M個の第1の積算値に基づく近似式を用いて算出し、第2の推定値を前記M個の第2の積算値に基づく近似式を用いて算出し、

前記第1の推定値及び前記第2の推定値に基づいて、前記距離を算出する、  
請求項1～5の何れか一項に記載の距離測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明の実施形態は、距離測定装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

光源からパルス光を放出させ、対象物からの反射光を距離センサで受けることにより、対象物から距離センサまでの距離を測定する飛行時間(TOF: Time-of-Flying)法が知られている。

【0003】

下記の特許文献1～2にはTOF法に基づく距離測定装置が記載されている。特許文献1に記載された装置は、光源からパルス光を放出させ、一つのフレーム期間内の異なる長さのサブ期間のそれぞれにおいて距離センサのフォトダイオードで発生した電荷の量に応じた値の信号を当該距離センサから取得し、取得した複数の信号のうち最良の信号に基づいて距離を算出する。 30

【0004】

特許文献2に記載された装置は、距離センサの実効ダイナミックレンジを広げるための構成を有している。具体的には、この装置は、光源からパルス光を放出させ、距離センサのフォトダイオードで発生した電荷をキャパシタに蓄積し、キャパシタに生じる電圧が飽和電圧に達するときに当該電圧をリセットし、リセットの回数とキャパシタに生じた最終の電圧とに基づいて、距離を算出する。

【0005】

40

距離センサに入射する光には、光源から放出されたパルス光が対象物に反射することによって生じた信号光に加えて、背景光が含まれる。特許文献1及び2に記載された距離測定装置は、基本的には、距離センサからの信号に含まれる背景光成分等のノイズ成分の除去を考慮していない。

【0006】

下記の特許文献3にはTOF法に基づく別の距離測定装置が記載されている。特許文献3に記載された装置は、第1のフレーム期間において光源からパルス光を照射して距離センサからの信号を取得し、第2のフレーム期間においては光源を非発光として距離センサからの信号を取得する。ここで、フレーム期間とは、センサの光感応領域に発生した電荷を蓄積する蓄積領域の電荷をリセットしてから、次に当該蓄積領域の電荷をリセットする 50

までの期間である。この装置は、第1のフレーム期間の信号から第2のフレーム期間の信号を差し引くことで、信号内のノイズ成分を除去している。当該装置は、このようにノイズ成分を除去した信号に基づいて距離を算出している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】米国特許7,379,100号明細書

【特許文献2】特表2006-523074号公報

【特許文献3】特開2008-122223号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

特許文献3に記載された装置では、フレーム期間ごとに異なる背景光等のノイズが生じると、距離の測定精度が劣化する。また、当該装置は、二つのフレーム期間を利用して距離を測定するので、フレームレートが低い。

【0009】

したがって、当技術分野においては、フレームレートを低下させず、短い期間で変動するノイズが生じても高い精度で距離を算出することができる距離測定装置が求められている。

【課題を解決するための手段】

20

【0010】

本発明の一側面は、飛行時間法により対象物に対する距離を求める距離測定装置に関するものである。この距離測定装置は、光源部、センサ部、及び、処理部を備えている。光源部は、変調光を放出する。センサ部は、入射光に応じて電荷を発生する光感應領域、光感應領域で発生した電荷を蓄積する第1の蓄積領域及び第2の蓄積領域、光感應領域と第1の蓄積領域との間に設けられた第1の転送電極、光感應領域と第2の蓄積領域との間に設けられた第2の転送電極、第1の蓄積領域とリセット電位との間に設けられた第1のリセットスイッチ、並びに、第2の蓄積領域とリセット電位との間に設けられた第2のリセットスイッチを有する。処理部は、変調光の放出タイミング及びセンサ部を制御して、距離を算出する。

30

【0011】

処理部は、フレーム期間、即ち、第1のリセットスイッチ及び第2のリセットスイッチを制御して第1の蓄積領域及び第2の蓄積領域をリセット電位に接続してから第1の蓄積領域及び第2の蓄積領域を次にリセット電位に接続するまでの期間内の(a1)複数の第1の電荷転送サイクルにおいて、一以上の放出期間に光源部に変調光を放出させ、(a2)一以上の放出期間に同期した一以上の第1の転送期間に第1の転送電極に与える電圧を制御して光感應領域で発生した電荷を第1の蓄積領域に蓄積させ、(a3)一以上の第1の転送期間と位相反転した一以上の第2の転送期間に第2の転送電極に与える電圧を制御して光感應領域で発生した電荷を第2の蓄積領域に蓄積させる。

【0012】

40

処理部は、フレーム期間内の複数の第2の電荷転送サイクルであり一以上の第1の電荷転送サイクルと交互の該一以上の第2の電荷転送サイクルにおいて、(b1)光源部に変調光を放出させず、(b2)第3の転送期間に第1の転送電極に与える電圧を制御して光感應領域で発生した電荷を第1の蓄積領域に蓄積させ、(b3)第3の転送期間と位相反転した第4の転送期間に第2の転送電極に与える電圧を制御して光感應領域で発生した電荷を第2の蓄積領域に蓄積させる。

【0013】

処理部は、一以上の第1の電荷転送サイクルのそれぞれに対応する一以上の第1の読み出しサイクルにおいて、一以上の第1の電荷転送サイクルのそれぞれと次の前記第2の電荷転送サイクルの間の時点に第1の蓄積領域に蓄積されている電荷量に応じた第1の読み出し

50

値及び当該時点に第2の蓄積領域に蓄積されている電荷量に応じた第2の読み出し値を、センサ部から取得する。

【0014】

処理部は、一以上の第2の電荷転送サイクルのそれぞれに対応する一以上の第2の読み出しサイクルにおいて、一以上の第2の電荷転送サイクルのそれぞれと次の第1の電荷転送サイクルの間の時点に第1の蓄積領域に蓄積されている電荷量に応じた別の第1の読み出し値及び当該時点に第2の蓄積領域に蓄積されている電荷量に応じた別の第2の読み出し値を、センサ部から取得する。

【0015】

処理部は、n回目の前記第1の読み出しサイクルの第1の読み出し値の2倍の値からn回目及びn-1回目の第2の読み出しサイクルの別の第1の読み出し値を差し引いた値である第1の値、及び、n回目の第1の読み出しサイクルの第2の読み出し値の2倍の値からn回目及びn-1回目の第2の読み出しサイクルの別の第2の読み出し値を差し引いた値である第2の値を算出して、M個の第1の値及びM個の第2の値を求める。ここで、nは複数の第1の読み出しサイクル及び複数の第2の読み出しサイクルの順番を示す。処理部は、M個の第1の値及びM個の第2の値に基づいて、距離を算出する。

10

【0016】

この距離測定装置では、一つのフレーム期間内に光源部に変調光を放出させて第1の蓄積領域及び第2の蓄積領域に電荷を振り分ける第1の電荷転送サイクル及び光源部に変調光を放出させずに第1の蓄積領域及び第2の蓄積領域に電荷を振り分ける第2の電荷転送サイクルが交互に行われる。第1の電荷転送サイクルでは、変調光に対する対象物からの反射光を含む入射光に基づく電荷が増加分の電荷として蓄積領域に蓄積され、第2の電荷転送サイクルにおいては、背景光等のノイズに基づく電荷が増加分の電荷として蓄積される。そして、第1の電荷転送サイクル直後の蓄積電荷量に応じた読み出し値の2倍の値から、当該第1の電荷転送サイクルの直前の第2の電荷転送サイクルの直後の蓄積電荷量に応じた別の読み出し値、及び、当該第1の電荷転送サイクルの次の第2の電荷転送サイクルの直後の蓄積電荷量に応じた別の読み出し値を差し引いた値を求めることにより、各第1の電荷転送サイクルでの電荷量の増加分に対応する値（即ち、第1の値及び第2の値）が得られる。この距離測定装置は、これら第1の値及び第2の値に基づいて距離を算出するので、フレームレートを低下させず、短い期間で変動する背景光等のノイズが生じても高い精度で距離を算出することができる。また、この距離測定装置のセンサ部は、電荷振り分けのための二つの蓄積領域以外に、ノイズに基づく電荷を取得するための追加の蓄積領域を必要としないので、センサ部の構成を複雑化することがなく、また、センサ部における実装面積を有效地に利用することができる。

20

【0017】

一実施形態においては、第1の電荷転送サイクルにおいて第1の蓄積領域に電荷を蓄積させる時間長、第1の電荷転送サイクルにおいて第2の蓄積領域に電荷を蓄積させる時間長、第2の電荷転送サイクルにおいて第1の蓄積領域に電荷を蓄積させる時間長、及び、第2の電荷転送サイクルにおいて第2の蓄積領域に電荷を蓄積させる時間長は、実質的に同じ時間長であってもよい。

30

【0018】

一実施形態においては、複数の第1の電荷転送サイクルの各々は、一回の第1の転送期間、及び、一回の第2の転送期間を含んでいてもよい。この実施形態によれば、第1の電荷転送サイクル及びこれに対応する第2の電荷転送サイクルの時間長を短くすることができる。その結果、より短い期間で変動するノイズが生じても高い精度で距離を算出することが可能となる。

40

【0019】

一実施形態においては、処理部は、(c1)複数の第2の読み出しサイクルのうち、別の第1の読み出し値及び別の第2の読み出し値が所定の閾値を超えない最終の第2の読み出しサイクルを特定し、(c2)最終の第2の読み出しサイクルまでに得られた一以上の第1の読み出

50

し値及び二以上の別の第1の読み出し値に基づいてM個の第1の値を求め、当該最終の第2の読み出しサイクルまでに得られた一以上の第2の読み出し値及び二以上の別の第2の読み出し値に基づいてM個の第2の値を求めてよい。この実施形態によれば、所定の閾値を蓄積領域の飽和蓄積容量に対応する読み出し値以上の値に設定することにより、飽和蓄積容量に対応する読み出し値を超えない範囲の読み出し値を利用して、距離を算出することが可能となる。その結果、より高い精度で距離を算出することが可能となる。

#### 【0020】

一実施形態においては、処理部は、(d1)n回目の第2の読み出しサイクルの別の第1の読み出し値と、n回目の第2の読み出しサイクルの別の第1の読み出し値とn-1回目の第2の読み出しサイクルの別の第1の読み出し値との間の差分値との和、又は、n回目の第2の読み出しサイクルの別の第2の読み出し値と、n回目の第2の読み出しサイクルの別の第2の読み出し値との間の差分値との和が、所定の閾値を超える場合に、n+1回目以降の第1の読み出しサイクル及び第2の読み出しサイクルを停止してもよく、(d2)最終の読み出しサイクルであるn回目の第2の読み出しサイクルまでに得られた一以上の第1の読み出し値及び一以上の別の第1の読み出し値に基づいてM個の第1の値を求め、最終の第2の読み出しサイクルまでに得られた一以上の第2の読み出し値及び一以上の別の第2の読み出し値に基づいてM個の第2の値を求めてよい。この実施形態では、所定の閾値を蓄積領域の飽和蓄積容量に対応する読み出し値以上の値に設定することにより、飽和蓄積容量に対応する読み出し値を超えない範囲の読み出し値を利用して、距離を算出することが可能となる。また、測定距離のダイナミックレンジが向上され得る。さらに、この実施形態によれば、上述した和が所定の閾値を超える場合に、読み出し値のセンサ部からの取得を停止することができる、距離の算出を早期に開始することが可能となる。

10

20

30

#### 【0021】

一実施形態においては、処理部は、(e1)M個の第1の値を順に積算してM個の第1の積算値を算出し、M個の第2の値を順に積算してM個の第2の積算値を算出し、(e2)第1の推定値をM個の第1の積算値に基づく近似式を用いて算出し、第2の推定値をM個の第2の積算値に基づく近似式を用いて算出し、(e3)第1の推定値及び第2の推定値に基づいて、前記距離を算出してもよい。この実施形態によれば、第1の値及び第2の値の一部が変動しても、近似式に基づく第1の推定値及び第2の推定値では、変動を含む値の影響が低減される。故に、この距離測定装置によれば、距離の測定精度が更に向上され得る。

#### 【発明の効果】

#### 【0022】

以上説明したように、本発明の一側面及び実施形態によれば、フレームレートを低下させず、短い期間で変動するノイズが生じても高い精度で距離を算出することができる距離測定装置が提供され得る。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0023】

【図1】図1は、一実施形態に係る距離測定装置を概略的に示す図である。

40

【図2】一実施形態に係るセンサの一例を概略的に示す図である。

【図3】一実施形態に係るセンサにおける一つの画素ユニットの一例を示す平面図である。

【図4】図3のIV-IV線に沿って取った断面図である。

【図5】図3のV-V線に沿って取った断面図である。

【図6】一実施形態に係るセンサ部の一つの画素ユニットと当該画素ユニット用の対応のサンプルホールド回路の回路図である。

【図7】一実施形態に係る処理部の制御及び演算を示すフローチャートである。

【図8】一実施形態に係る距離測定装置で利用される各種信号のタイミングチャートである。

50

【図9】別の実施形態に係る処理部の制御及び演算を示すフローチャートである。

【図10】更に別の実施形態に係る距離測定装置で利用される各種信号のタイミングチャートである。

【図11】更に別の実施形態のセンサの一例を概略的に示す図である。

【図12】更に別の実施形態に係るセンサ部の一つの画素ユニットと当該画素ユニット用の対応のサンプルホールド回路の回路図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、図面を参照して種々の実施形態について詳細に説明する。なお、各図面において同一又は相当の部分に対しては同一の符号を附すこととする。

10

【0025】

図1は、一実施形態に係る距離測定装置を概略的に示す図である。図1に示す距離測定装置10は、飛行時間法(TOF: Time-of-flight)法により、対象物と当該距離測定装置10との距離を求める装置である。距離測定装置10は、光源部12、センサ部14、及び処理部16を備えている。

【0026】

光源部12は、変調光を放出する。一実施形態においては、光源部12は、レーザダイオード12a及びドライバ回路12bを有し得る。ドライバ回路12bは、処理部16からの駆動パルス信号に同期した変調電流を、レーザダイオード12aに供給する。レーザダイオード12aは、変調電流に応じて変調光を放出する。変調光は、例えば、一以上のパルス光を含み得る。

20

【0027】

センサ部14は、一実施形態においては、センサ18、デジタル-アナログ変換部(DAC)20、及び、アナログ-デジタル変換部(ADC)22、を有し得る。DAC20は、処理部16の信号処理部16aからのデジタル信号をアナログ信号に変換して、当該アナログ信号をセンサ18に供給する。ADC22は、センサ18からのアナログ信号をデジタル信号に変換して、当該デジタル信号を処理部16に供給する。

【0028】

処理部16は、光源部12の変調光の放出タイミング及びセンサ部14を制御して、距離を算出する。一実施形態においては、処理部16は、信号処理部16a及びメモリ16bを含み得る。信号処理部16aは、例えば、FPGA(Field-Programmable Gate Array)といった演算回路であり、メモリ16bは、SRAM(Static Random Access Memory)である。

30

【0029】

図2は、一実施形態に係るセンサの一例を概略的に示す図である。センサ18は、撮像領域IR、サンプルホールド回路群SHG、スイッチ群SWG、水平シフトレジスタ群HSRG、信号ラインH1及びH2、並びに、出力アンプOAP1及びOAP2を含んでいる。

【0030】

一実施形態においては、図2に示すように、センサ18は、一行の画像を取得するラインセンサとして構成されていてもよい。この実施形態においては、撮像領域IRは、水平方向に配列された複数の画素ユニットP(j)を含んでいる。ここで、jは、1~Jの整数であり、Jは、2以上の整数であり、画素ユニットの個数を示している。

40

【0031】

図3は、一実施形態に係るセンサにおける一つの画素ユニットの一例を示す平面図である。図4は、図3のIV-IV線に沿って取った断面図であり、図5は、図3のV-V線に沿って取った断面図である。画素ユニットP(1)~P(J)は、図3~図5に示す同一の構造を有している。

【0032】

図4及び図5に示すように、一実施形態においては、画素ユニットP(j)は、半導体

50

基板 S B を含んでいる。半導体基板 S B は、例えばシリコン基板である。半導体基板 S B は、第 1 の半導体領域 S R 1 及び第 2 の半導体領域 S R 2 を含んでいる。第 1 の半導体領域 S R 1 は、半導体基板 S B の一方の正面 S B F 1 を提供する p 型の半導体領域である。第 2 の半導体領域 S R 2 は、第 1 の半導体領域 S R 1 上に設けられた p - 型の半導体領域である。第 2 の半導体領域 S R 2 の不純物濃度は、第 1 の半導体領域 S R 1 の不純物濃度以下である。半導体基板 S B は、p 型の半導体基板上に、p - 型の半導体領域をエピタキシャル成長法により堆積させることにより、形成され得る。

#### 【 0 0 3 3 】

半導体基板 S B の他方の正面 S B F 2 上には、絶縁膜 I S L が形成されている。絶縁膜 I S L は、例えば、 $\text{SiO}_2$  製である。絶縁膜 I S L 上には、フォトゲート電極 P G が設けられている。フォトゲート電極 P G は、例えば、ポリシリコンによって構成される。図 3 に示すように、一実施形態では、フォトゲート電極 P G は、略矩形の平面形状を有し得る。画素ユニット P ( j ) では、このフォトゲート電極 P G の下方に位置する領域が、入射光に感應して電荷を発生する光感應領域として機能する。

#### 【 0 0 3 4 】

図 4 及び図 5 に示すように、絶縁膜 I S L 上には、第 1 の転送電極 T X 1 、第 2 の転送電極 T X 2 、及び第 3 の転送電極 T X 3 が設けられている。これら転送電極 T X 1 ~ T X 3 は、例えば、ポリシリコンによって構成される。図 3 ~ 図 5 に示すように、第 1 の転送電極 T X 1 及び第 2 の転送電極 T X 2 は、それらの間にフォトゲート電極 P G が存在するように、配置されている。

#### 【 0 0 3 5 】

一実施形態では、図 3 に示すように、四つの第 3 の転送電極 T X 3 が絶縁膜 I S L 上に設けられている。二つの第 3 の転送電極 T X 3 は、第 1 の転送電極 T X 1 と第 2 の転送電極 T X 2 が配列されている方向（以下、「X 方向」という）に交差する方向（以下、「Y 方向」という）において、第 1 の転送電極 T X 1 がそれらの間に介在するように、配置されている。また、別の二つの第 3 の転送電極 T X 3 は、Y 方向において第 2 の転送電極 T X 2 がそれらの間に介在するように、配置されている。

#### 【 0 0 3 6 】

図 4 に示すように、第 2 の半導体領域 S R 2 には、第 1 の蓄積領域 f d 1 及び第 2 の蓄積領域 f d 2 が形成されている。第 1 の蓄積領域 f d 1 及び第 2 の蓄積領域 f d 2 は、光感應領域から転送される電荷を蓄積する。第 1 の蓄積領域 f d 1 及び第 2 の蓄積領域 f d 2 は、それらの間に光感應領域が介在するように配置されている。一実施形態では、第 1 の蓄積領域 f d 1 及び第 2 の蓄積領域 f d 2 は、n 型の不純物が高濃度にドープされた n + 型の半導体領域である。絶縁膜 I S L は、第 1 の蓄積領域 f d 1 及び第 2 の蓄積領域 f d 2 の上方において開口を画成している。これら開口内には、電極 1 3 が設けられている。電極 1 3 は、例えば、T i / T i N 膜を介して設けられたタンゲステンから構成される。

#### 【 0 0 3 7 】

X 方向においては、第 1 の転送電極 T X 1 は、第 1 の蓄積領域 f d 1 上の電極 1 3 とフォトゲート電極 P G との間に存在しており、第 2 の転送電極 T X 2 は、第 2 の蓄積領域 f d 2 上の電極 1 3 とフォトゲート電極 P G との間に配置されている。第 1 の蓄積領域 f d 1 に光感應領域から電荷を転送するときには、第 1 の転送電極 T X 1 の下方の半導体領域のポテンシャルを低減させる電圧 V T X 1 が第 1 の転送電極 T X 1 に与えられる。この電圧 V T X 1 は、信号処理部 1 6 a からのデジタル信号に基づいて D A C 2 0 から与えられる。また、第 2 の蓄積領域 f d 2 に光感應領域から電荷を転送するときには、第 2 の転送電極 T X 2 の下方の半導体領域のポテンシャルを低減させる電圧 V T X 2 が、第 2 の転送電極 T X 2 に与えられる。この電圧 V T X 2 は、信号処理部 1 6 a からのデジタル信号に基づいて D A C 2 0 から与えられる。

#### 【 0 0 3 8 】

また、図 5 に示すように、第 2 の半導体領域 S R 2 には、n + 型の半導体領域 S R 3 が

10

20

30

40

50

形成されている。一実施形態では、四つの半導体領域 S R 3 が設けられている。一対の半導体領域 S R 3 及び別の一対の半導体領域 S R 3 は、それらの間に光感応領域が介在するように設けられている。これら半導体領域 S R 3 の上方において、絶縁膜 I S L は、開口を画成しており、これら開口内には、電極 1 3 が設けられている。電極 1 3 は、例えば、T i / T i N 膜を介して設けられたタンゲステンから構成される。X 方向において、一つの半導体領域 S R 3 上の電極 1 3 とフォトゲート電極 P Gとの間には、対応の第 3 の転送電極 T X 3 が介在している。半導体領域 S R 3 には、第 3 の転送電極 T X 3 に電圧 V T X 3 を与えて当該第 3 の転送電極 T X 3 の下方の半導体領域のポテンシャルを低減させることにより、光感応領域から電荷が転送される。この電圧 V T X 3 は、信号処理部 1 6 a からのデジタル信号に基づいて D A C 2 0 から与えられる。半導体領域 S R 3 の電極 1 3 は、所定の電位 V d d にも接続されている(図 6 参照)。この電位 V d d は、信号処理部 1 6 a からのデジタル信号に基づいて D A C 2 0 によって設定される。電圧 V T X 3 を与えて該第 3 の転送電極 T X 3 の下方の半導体領域のポテンシャルを低減させると、光感応領域の電荷はリセットされる。

#### 【 0 0 3 9 】

以下、図 2 と共に図 6 を参照する。図 6 は、一実施形態に係るセンサ部の一つの画素ユニット及び当該画素ユニット用の対応のサンプルホールド回路の回路図である。図 2 及び図 6 に示すように、センサ 1 8 のサンプルホールド回路群 S H G は、J 個の第 1 のサンプルホールド回路 S H 1 及び J 個の第 2 のサンプルホールド回路 S H 2 を含んでいる。各第 1 のサンプルホールド回路 S H 1 及び各第 2 のサンプルホールド回路 S H 2 は、対応の画素ユニット P ( j ) (画素ユニット P ( 1 ) ~ P ( J ) のうち対応の画素ユニット)に接続されている。即ち、サンプルホールド回路群 S H G は、各々が一つの第 1 のサンプルホールド回路 S H 1 及び一つの第 2 のサンプルホールド回路を含む J 個のサンプルホールド回路対 S H P ( 1 ) ~ S H P ( J ) を含んでいる。J 個のサンプルホールド回路対 S H P ( 1 ) ~ S H P ( J ) はそれぞれ、画素ユニット P ( 1 ) ~ P ( J ) に対応付けられている。

#### 【 0 0 4 0 】

画素ユニット P ( j ) は、第 1 のリセットスイッチ R S 1 、第 2 のリセットスイッチ R S 2 、並びに、電荷 - 電圧変換回路 A 1 及び A 2 を更に含んでいる。第 1 のリセットスイッチ R S 1 は、リセット電位 V r と第 1 の蓄積領域 f d 1 上の電極 1 3 との間に設けられている。第 2 のリセットスイッチ R S 2 は、リセット電位 V r と第 2 の蓄積領域 f d 2 上の電極 1 3 との間に設けられている。リセット電位 V r は、信号処理部 1 6 a からのデジタル信号に基づいて D A C 2 0 によって設定される。

#### 【 0 0 4 1 】

第 1 のリセットスイッチ R S 1 及び第 2 のリセットスイッチ R S 2 には、信号処理部 1 6 a からリセットパルス信号 S r e s が与えられる。リセットパルス信号 S r e s が第 1 のリセットスイッチ R S 1 及び第 2 のリセットスイッチ R S 2 に与えられると、第 1 の蓄積領域 f d 1 及び第 2 の蓄積領域 f d 2 は、リセット電位 V r に接続される。これにより、第 1 の蓄積領域 f d 1 の電荷及び第 2 の蓄積領域 f d 2 の電荷がリセットされる。第 1 の蓄積領域 f d 1 及び第 2 の蓄積領域 f d 2 の電荷がリセットされるタイミングから次ぎにリセットされるタイミングまでの間の期間は、フレーム期間 T f (図 8 参照)となる。

#### 【 0 0 4 2 】

回路 A 1 の入力は、第 1 の蓄積領域 f d 1 上の電極 1 3 に接続されており、回路 A 1 の出力は、サンプルホールド回路 S H 1 のスイッチ S W 1 0 に接続されている。回路 A 1 は、第 1 の蓄積領域 f d 1 の電荷量を電圧に変換し、当該電圧をサンプルホールド回路 S H 1 に提供する。回路 A 2 の入力は、第 2 の蓄積領域 f d 2 上の電極 1 3 に接続されており、回路 A 2 の出力は、サンプルホールド回路 S H 2 のスイッチ S W 1 2 に接続されている。回路 A 2 は、第 2 の蓄積領域 f d 2 の電荷量を電圧に変換し、当該電圧をサンプルホールド回路 S H 2 に提供する。

#### 【 0 0 4 3 】

10

20

30

40

50

サンプルホールド回路 S H 1 は、スイッチ SW 1 0 及びキャパシタ C P 1 0 を含んでいる。また、サンプルホールド回路 S H 2 は、スイッチ SW 1 2 及びキャパシタ C P 1 2 を含んでいる。スイッチ SW 1 0 及びスイッチ SW 1 2 には、信号処理部 1 6 a からサンプリングパルス信号 S s a m p が与えられる。サンプリングパルス信号 S s a m p がスイッチ SW 1 0 及びスイッチ SW 1 2 に与えられると、回路 A 1 の出力とキャパシタ C P 1 0 とが接続され、回路 A 2 の出力とキャパシタ C P 1 2 が接続される。これにより、回路 A 1 の出力電圧がキャパシタ C P 1 0 の両端間に保持され、回路 A 2 の出力電圧がキャパシタ C P 1 2 の両端間に保持される。

#### 【 0 0 4 4 】

センサ 1 8 のスイッチ群 S W G は、J 個のスイッチ SW 1 及び J 個のスイッチ SW 2 を含んでいる。各スイッチ SW 1 及び各スイッチ SW 2 はそれぞれ、画素ユニット P ( 1 ) ~ P ( J ) のうち対応の画素ユニット用のサンプルホールド回路 S H 1 のキャパシタ C P 1 0 、及びサンプルホールド回路 S H 2 のキャパシタ C P 1 2 に、接続されている。即ち、スイッチ群 S W G は、各々が一つのスイッチ SW 1 及び一つのスイッチ SW 2 を含む J 個のスイッチ対 S W P ( 1 ) ~ S W P ( J ) を含んでいる。J 個のスイッチ対 S W P ( 1 ) ~ S W P ( J ) はそれぞれ、サンプルホールド回路対 S H P ( 1 ) ~ S H P ( J ) に対応付けられている。

#### 【 0 0 4 5 】

スイッチ SW 1 及びスイッチ SW 2 には、読み出しパルス信号 S r e a d が与えられる。読み出しパルス信号 S r e a d は、水平シフトレジスタ群 H S G から供給される。水平シフトレジスタ群 H S G は、J 個の水平シフトレジスタを有している。水平シフトレジスタは、例えば、フリップフロップを含み得る。これら水平シフトレジスタは、画素ユニット P ( 1 ) ~ P ( J ) の配列方向に配列されている。水平シフトレジスタ群 H S G 内の一端に設けられた水平シフトレジスタには、信号処理部 1 6 a からスタート信号が与えられる。また、全ての水平シフトレジスタには、信号処理部 1 6 a からクロック信号が与えられる。これらスタート信号及びクロック信号に応じて、J 個の水平シフトレジスタはそれぞれ、読み出しパルス信号 S r e a d をスイッチ対 S W P ( 1 ) ~ S W P ( J ) に順次与える。

このように読み出しパルス信号 S r e a d が与えられることにより、サンプルホールド回路対 S H P ( 1 ) ~ S H P ( J ) のサンプルホールド回路 S H 1 及びサンプルホールド回路 S H 2 が、信号ライン H 1 及び信号ライン H 2 に順次接続される。

#### 【 0 0 4 6 】

より具体的には、読み出しパルス信号 S r e a d がスイッチ SW 1 及び SW 2 に与えられると、サンプルホールド回路 S H 1 のキャパシタ C P 1 0 及びサンプルホールド回路 S H 2 のキャパシタ C P 1 2 はそれぞれ、信号ライン H 1 及び信号ライン H 2 に接続される。これにより、サンプルホールド回路 S H 1 に保持された電圧が信号ライン H 1 を介して出力アンプ O A P 1 に入力される。また、サンプルホールド回路 S H 2 に保持された電圧が信号ライン H 2 を介して出力アンプ O A P 2 に入力される。出力アンプ O A P 1 及び出力アンプ O A P 2 はそれぞれ、入力された電圧を増幅して、増幅した電圧を A D C 2 2 に出力する。

#### 【 0 0 4 7 】

A D C 2 2 は、入力された電圧信号を当該電圧信号の大きさに応じた値を有するデジタル値に変換する。A D C 2 2 によって出力されるデジタル値は、処理部 1 6 のメモリ 1 6 b に記憶される。本実施形態では、出力アンプ O A P 1 からの電圧信号に基づくデジタル値は、後述する第 1 の読み出し値として、メモリ 1 6 b に記憶される。第 1 の読み出し値は、第 1 の蓄積領域 f d 1 の蓄積電荷量が多いほど小さい値となる。また、出力アンプ O A P 2 からの電圧信号に基づくデジタル値は、後述する第 2 の読み出し値として、メモリ 1 6 b に記憶される。第 2 の読み出し値は、第 2 の蓄積領域 f d 2 の蓄積電荷量が多いほど小さい値となる。

#### 【 0 0 4 8 】

10

20

30

40

50

以下、処理部 16 の制御及び演算について説明する。図 7 は、一実施形態に係る処理部 16 の制御及び演算を示すフローチャートである。また、図 8 は、一実施形態に係る距離測定装置で利用される各種信号のタイミングチャートである。処理部 16 は、各画素ユニットについて、図 7 及び図 8 を参照して以下に説明する制御及び演算を行う。

#### 【0049】

一実施形態においては、処理部 16 の信号処理部 16 a は、まず、第 1 のリセットスイッチ RS 1 及び第 2 の RS 2 にリセットパルス信号 Sres を与えて、第 1 の蓄積領域 f d 1 及び第 2 の蓄積領域 f d 2 をリセット電位 Vr に接続する。これにより、第 1 の蓄積領域 f d 1 に蓄積された電荷及び第 2 の蓄積領域 f d 2 に蓄積された電荷がリセットされて、フレーム期間 Tf が開始される（ステップ S11）。このフレーム期間は、次に、第 1 のリセットスイッチ RS 1 及び第 2 の RS 2 にリセットパルス信号 Sres が与えられるまで継続する。

10

#### 【0050】

次いで、処理部 16 は、第 1 の値 Q1dc(0) 及び第 2 の値 Q2dc(0) をセンサ部 14 から取得して、当該第 1 の値 Q1dc(0) 及び第 2 の値 Q2dc(0) を、初期値としてメモリ 16 b に記憶する（ステップ S12）。

#### 【0051】

具体的に、信号処理部 16 a は、初回の第 1 の電荷転送サイクル Cy 1 の開始前に、サンプリングパルス信号 Ssample を、スイッチ SW10 及び SW12 に与える。これにより、初回の第 1 の電荷転送サイクル Cy 1 より前の時点に第 1 の蓄積領域 f d 1 に蓄積されている電荷量に対応する電圧がサンプルホールド回路 SH1 に保持され、当該時点に第 2 の蓄積領域 f d 2 に蓄積されている電荷量に対応する電圧がサンプルホールド回路 SH2 に保持される。

20

#### 【0052】

次いで、信号処理部 16 a は、水平シフトレジスタから読み出しパルス信号 Sread がスイッチ SW1 及び SW2 に与えられるよう、水平シフトレジスタ群 HSG にスタート信号及びクロック信号を与える。これにより、第 1 の値 Q1dc(0) 及び第 2 の値 Q2dc(0) が取得される。第 1 の値 Q1dc(0) 及び第 2 の値 Q2dc(0) は、リセットパルス信号 Sres の出力タイミングから最初のサンプリングパルス信号 Ssample の出力タイミングまでの間に、第 1 の蓄積領域 f d 1 に蓄積された電荷量及び第 2 の蓄積領域 f d 2 に蓄積された電荷量にそれぞれ対応している。したがって、第 1 の値 Q1dc(0) 及び第 2 の値 Q2dc(0) は、光源部 12 からの変調光が対象物から反射することにより発生する信号光成分を反映していない。

30

#### 【0053】

次いで、信号処理部 16 a は、n を 1 にセットして（ステップ S13）、1 回目～N 回目の第 1 及び第 2 の電荷転送サイクル及び 1 回目～N 回目の第 1 及び第 2 の読み出しサイクルを以下に説明するように試みる。ここで、「N」は、予め設定された最大のサイクルの順番を示している。

#### 【0054】

まず、信号処理部 16 a は、n 回目の第 1 の電荷転送サイクル Cy 1 において、光源部 12 に駆動パルス信号 SL を与えて、光源部 12 から変調光を放出させる（ステップ S14）。光源部 12 からの変調光の放出期間の時間長は、T0 である。なお、信号処理部 16 a は、駆動パルス信号 SL として、期間 T0 内に複数のパルス信号を光源部 12 に与えて、当該光源部 12 に複数のパルス光を放出させてもよい。

40

#### 【0055】

信号処理部 16 a は、n 回目の第 1 の電荷転送サイクル Cy 1 の第 1 の転送期間 T1 内に第 1 の転送電極 TX1 に High レベルの電圧信号 VTX1 が与えられるよう、デジタル信号をセンサ部 14 に与える。また、信号処理部 16 a は、n 回目の第 1 の電荷転送サイクル Cy 1 の第 2 の転送期間 T2 内に第 2 の転送電極 TX2 に High レベルの電圧信号 VTX2 が与えられるよう、デジタル信号をセンサ部 14 に与える。

50

## 【0056】

第1の転送期間T1は、駆動パルス信号SLと同期している。即ち、駆動パルス信号SLの立ち上がりタイミングと電圧信号VTX1の立ち上がりのタイミングは略同期しており、駆動パルス信号SLの持続時間T0と第1の転送期間T1は、略同一の時間長である。

## 【0057】

また、第2の転送期間T2は、第1の転送期間T1と位相反転している。即ち、第2の転送期間T2の位相は、第1の転送期間T1の位相から180度遅れている。より具体的には、電圧信号VTX1の立ち下がりタイミングと電圧信号VTX2の立ち上がりタイミングは略同期しており、第1の転送期間T1と第2の転送期間T2は、略同一の時間長である。なお、本実施形態では、第1の電荷転送サイクルCy1は、一つの第1の転送期間T1及び一つの第2の転送期間T2を含んでいる。10

## 【0058】

また、一実施形態においては、第1の電荷転送サイクルCy1の第1の転送期間T1及び第2の転送期間T2の間、信号処理部16aは、第3の転送電極TX3にLowレベルの電圧信号VTX3が与えられるよう、デジタル信号をセンサ部14に与える。第3の転送電極TX3には、第1の電荷転送サイクルCy1内の第1の転送期間T1及び第2の転送期間T2以外の期間に、Highレベルの電圧信号VTX3が与えられる。したがって、第1の電荷転送サイクルCy1の第1の転送期間T1及び第2の転送期間T2においては、光感應領域への入射光に応じた電荷は半導体領域SR3に転送されないが、第1の電荷転送サイクルCy1の第1の転送期間T1及び第2の転送期間T2以外の期間では、光感應領域に発生した電荷は半導体領域SR3に転送されて、除去される。20

## 【0059】

次いで、信号処理部16aは、第1の蓄積領域fd1に蓄積された電荷の量に対応する第1の読み出し値Q1ac(n)及び第2の蓄積領域fd2に蓄積された電荷の量に対応する第2の読み出し値Q2ac(n)をセンサ部14から取得して、第1の読み出し値Q1ac(n)及び第2の読み出し値Q2ac(n)をメモリ16bに記憶する(ステップS15)。

## 【0060】

具体的に、信号処理部16aは、n回目の第1の電荷転送サイクルの終了時点とn回目の第2の電荷転送サイクルの開始時点との間の時点に、サンプリングパルス信号SSampをスイッチSW10及びスイッチSW12に与る。これにより、第1の電荷転送サイクルの終了時と次の第2の電荷転送サイクルの開始時との間の時点に第1の蓄積領域fd1に蓄積されている電荷量に対応する電圧がサンプルホールド回路SH1に保持され、当該時点に第2の蓄積領域fd2に蓄積されている電荷量に対応する電圧がサンプルホールド回路SH2に保持される。30

## 【0061】

次いで、信号処理部16aは、n回目の第1の読み出しサイクルにおいて、水平シフトレジスタから読み出しパルス信号SreadがスイッチSW1及びSW2に与えられるよう、水平シフトレジスタ群HSGにスタート信号及びクロック信号を与える。これにより、処理部16は、第1の読み出し値Q1ac(n)及び第2の読み出し値Q2ac(n)をセンサ部14から取得する。第1の読み出し値Q1ac(n)は、n回目の第1の電荷転送サイクルの終了時とn回目の第2の電荷転送サイクルの開始時との間の時点に第1の蓄積領域fd1に蓄積されている電荷量に応じた値であり、第2の読み出し値Q2ac(n)は、当該時点に第2の蓄積領域fd2に蓄積されている電荷量に対応する値である。40

## 【0062】

次いで、信号処理部16aは、n回目の第2の電荷転送サイクルCy2において、光源部12の変調光の放出を停止させる(ステップS16)。即ち、第2の電荷転送サイクルCy2では、信号処理部16aは、光源部12に駆動パルス信号を供給しない。

## 【0063】

10

20

30

40

50

信号処理部 16 a は、n 回目の第 2 の電荷転送サイクル Cy 2 の第 3 の転送期間 T 3 内に第 1 の転送電極 TX 1 に H i g h レベルの電圧信号 VT X 1 が与えられるよう、デジタル信号をセンサ部 14 に与える。また、信号処理部 16 a は、n 回目の第 2 の電荷転送サイクル Cy 2 の第 4 の転送期間 T 4 内に第 2 の転送電極 TX 2 に H i g h レベルの電圧信号 VT X 2 が与えられるよう、デジタル信号をセンサ部 14 に与える。

【 0 0 6 4 】

第 3 の転送期間 T 3 の位相と第 4 の転送期間 T 4 の位相との関係は、第 1 の転送期間 T 1 の位相と第 2 の転送期間 T 2 の位相との関係と同一である。また、第 1 の転送期間 T 1 、第 2 の転送期間 T 2 、第 3 の転送期間 T 3 、及び第 4 の転送期間 T 4 は、略同一の時間長である。

10

【 0 0 6 5 】

また、n 回目の第 2 の電荷転送サイクル Cy 2 においても、第 3 の転送期間 T 3 及び第 4 の転送期間 T 4 の間、信号処理部 16 a は、第 3 の転送電極 TX 3 に L o w レベルの電圧信号 VT X 3 が与えられるよう、デジタル信号をセンサ部 14 に与える。また、信号処理部 16 a は、第 2 の電荷転送サイクル Cy 2 内の第 3 の転送期間 T 1 及び第 4 の転送期間 T 4 以外の期間に、第 3 の転送電極 TX 3 に H i g h レベルの電圧信号 VT X 3 が与えられるよう、デジタル信号をセンサ部 14 に与える。

【 0 0 6 6 】

次いで、信号処理部 16 a は、第 1 の蓄積領域 f d 1 に蓄積されている電荷量に対応する第 1 の読み出し値 Q 1 d c ( n ) 及び第 2 の蓄積領域 f d 2 に蓄積されている電荷量に対応する第 2 の読み出し値 Q 2 d c ( n ) をセンサ部 14 から取得して、当該第 1 の読み出し値 Q 1 d c ( n ) 及び第 2 の読み出し値 Q 2 d c ( n ) をメモリ 16 b に記憶する (ステップ S 17)。

20

【 0 0 6 7 】

具体的に、信号処理部 16 a は、n 回目の第 2 の電荷転送サイクルの終了時と n + 1 回目の第 1 の電荷転送サイクルの開始時との間に、サンプリングパルス信号 S s a m p をスイッチ SW 1 0 及びスイッチ SW 1 2 に与える。これにより、第 2 の電荷転送サイクルの終了時と次の第 1 の電荷転送サイクルの開始時の間に第 1 の蓄積領域 f d 1 に蓄積されている電荷量に対応する電圧がサンプルホールド回路 S H 1 に保持され、当該時点に第 2 の蓄積領域 f d 2 に蓄積されている電荷量に対応する電圧がサンプルホールド回路 S H 2 に保持される。

30

【 0 0 6 8 】

次いで、信号処理部 16 a は、n 回目の第 2 の読み出しサイクルにおいて、水平シフトレジスタから読み出しパルス信号 S r e a d がスイッチ SW 1 及び SW 2 に与えられるよう、水平シフトレジスタ群 H S G にスタート信号及びクロック信号を与える。これにより、処理部 16 a は、第 1 の読み出し値 Q 1 d c ( n ) 及び第 2 の読み出し値 Q 2 d c ( n ) をセンサ部 14 から取得する。第 1 の読み出し値 Q 1 d c ( n ) は、n 回目の第 2 の電荷転送サイクルの終了時と n + 1 回目の第 1 の電荷転送サイクルの開始時との間に第 1 の蓄積領域 f d 1 に蓄積されている電荷量に応じた値であり、第 2 の読み出し値 Q 2 d c ( n ) は、当該時点に第 2 の蓄積領域 f d 2 に蓄積されている電荷量に対応する値である。

40

【 0 0 6 9 】

次いで、信号処理部 16 a は、第 1 の値 Q 1 ( n ) 及び第 2 の値 Q 2 ( n ) を算出する (ステップ S 18)。具体的には、第 1 の値 Q 1 ( n ) は、第 1 の読み出し値 Q 1 a c ( n ) の 2 倍の値から第 1 の読み出し値 Q 1 d c ( n - 1 ) 及び第 1 の読み出し値 Q 1 d c ( n ) を差し引いた値として求められる。また、第 2 の値 Q 2 ( n ) は、第 2 の読み出し値 Q 2 a c ( n ) の 2 倍の値から第 2 の読み出し値 Q 2 d c ( n - 1 ) 及び第 2 の読み出し値 Q 2 d c ( n ) を差し引いた値として求められる。

【 0 0 7 0 】

次いで、信号処理部 16 a は、差分値 k 1 ( n ) 及び差分値 k 2 ( n ) を算出する (ステップ S 19)。差分値 k 1 ( n ) は、n 回目の第 2 の読み出しサイクルの第 1 の読み出し値

50

$Q_{1dc}(n)$  と  $n - 1$  回目の第 2 の読み出しサイクルの第 1 の読み出し値  $Q_{1dc}(n - 1)$  との差分を求ることにより、得られる。また、差分値  $k_{2d}(n)$  は、 $n$  回目の第 2 の読み出しサイクルの第 2 の読み出し値  $Q_{2dc}(n)$  と  $n - 1$  回目の第 2 の読み出しサイクルの第 2 の読み出し値  $Q_{2dc}(n - 1)$  との差分を求ることにより、得られる。なお、第 1 の読み出し値  $Q_{1dc}(0)$  としては  $Q_1(0)$  が、第 2 の読み出し値  $Q_{2dc}(0)$  としては  $Q_2(0)$  が、代用され得る。

#### 【0071】

次いで、信号処理部 16a は、第 1 の予測値  $Q_{1dc}(n + 1)$  及び第 2 の予測値  $Q_{2dc}(n + 1)$  を求める（ステップ S20）。第 1 の予測値  $Q_{1dc}(n + 1)$  は、第 1 の読み出し値  $Q_{1dc}(n)$  と差分値  $k_{1d}(n)$  との和を求ることにより、得られる。また、第 2 の予測値  $Q_{2dc}(n + 1)$  は、第 1 の読み出し値  $Q_{2dc}(n)$  と差分値  $k_{2d}(n)$  との和を求ることにより、得られる。第 1 の予測値  $Q_{1dc}(n + 1)$  は、 $n + 1$  回目の第 2 の読み出しサイクルの第 1 の読み出し値の予測値である。また、第 2 の予測値  $Q_{2dc}(n + 1)$  は、 $n + 1$  回目の第 2 の読み出しサイクルの第 2 の読み出し値の予測値である。

#### 【0072】

次いで、信号処理部 16a は、第 1 の予測値  $Q_{1dc}(n + 1)$  及び第 2 の予測値  $Q_{2dc}(n + 1)$  を所定の閾値  $Q_{th}$  と比較する（ステップ S21）。一実施形態においては、閾値  $Q_{th}$  は、第 1 の蓄積領域  $f_{d1}$  の飽和蓄積容量に対応する第 1 の読み出し値以上、且つ、第 2 の蓄積領域  $f_{d2}$  の飽和蓄積容量に対応する第 2 の読み出し値以上の数値であるよう設定されている。第 1 の予測値  $Q_{1dc}(n + 1)$  が閾値  $Q_{th}$  以上であり、且つ、第 2 の予測値  $Q_{2dc}(n + 1)$  が閾値  $Q_{th}$  以上である場合には、ステップ S21 の判定結果は「No」となり、信号処理部 16a の処理はステップ S22 に進む。ステップ S22 では、 $n$  が  $N$  以上であるか否かがテストされる。ステップ S22 において  $n$  が  $N$  より小さい場合には、信号処理部 16a は、 $n$  の値を 1 だけ増分し（ステップ S23）、ステップ S14 からの処理を繰り返す。一方、ステップ S22 において  $n$  が  $N$  以上である場合には、信号処理部 16a の処理はステップ S24 に進む。

#### 【0073】

また、ステップ S21 の比較の結果、第 1 の予測値  $Q_{1dc}(n + 1)$  又は第 2 の予測値  $Q_{2dc}(n + 1)$  が閾値  $Q_{th}$  を超える、即ち、閾値よりも小さい場合には、信号処理部 16a の処理はステップ S24 に進む。したがって、処理部 16 は、第 1 の予測値  $Q_{1dc}(n + 1)$  又は第 2 の予測値  $Q_{2dc}(n + 1)$  が閾値  $Q_{th}$  を超える場合には、 $n + 1$  回目以降の第 1 の読み出しサイクル及び  $n + 1$  回目以降の第 2 の読み出しサイクルの読み出し値の取得及び記憶を停止する。

#### 【0074】

閾値  $Q_{th}$  が、第 1 の蓄積領域  $f_{d1}$  の飽和蓄積容量に対応する第 1 の読み出し値及び第 2 の蓄積領域  $f_{d2}$  の飽和蓄積容量に対応する第 2 の読み出し値のうち大きい方の読み出し値と同値である場合には、処理部 16 は、第 1 の蓄積領域  $f_{d1}$  の飽和蓄積容量に対応する読み出し値を超えない範囲の第 1 の読み出し値を取得することができ、第 2 の蓄積領域  $f_{d2}$  の飽和蓄積容量に対応する読み出し値を超えない範囲の第 2 の読み出し値を取得することができる。その結果、測定距離のダイナミックレンジが向上され得る。また、距離の測定精度が向上され得る。さらに、信号処理部 16a のステップ S24 以後の演算を早期に開始することも可能である。

#### 【0075】

一実施形態においては、閾値  $Q_{th}$  は、第 1 の蓄積領域  $f_{d1}$  の飽和蓄積容量に対応する第 1 の読み出し値及び第 2 の蓄積領域  $f_{d2}$  の飽和蓄積容量に対応する第 2 の読み出し値のうち大きい方の読み出し値よりも大きな値に設定されていてもよい。この実施形態によれば、第 1 の蓄積領域  $f_{d1}$  及び第 2 の蓄積領域  $f_{d2}$  それぞれの蓄積電荷量と入射光量との関係の線形性が優れた範囲で、センサ部 14 を利用することができる。したがって、距離の測定精度がより向上され得る。

## 【0076】

次に、信号処理部16aは、第1の推定値Q1est及び第2の推定値Q2estを求める(ステップS24)。第1の推定値Q1estは、M個の第1の値Q1(1, ..., M)に基づいて算出される。具体的には、式(1)に示すように、M個の第1の値Q1(1, ..., M)を積算した値に値Q1dc(0)を加算することにより、第1の推定値Q1estが算出される。

## 【数1】

$$Q1est = \sum_{i=1}^M Q1(i) + Q1dc(0) \quad \cdots(1)$$

10

また、第2の推定値Q2estは、M個の第2の値Q2(1, ..., M)に基づいて算出される。具体的には、式(2)に示すように、M個の第2の値Q2(1, ..., M)を積算した値に値Q2dc(0)を加算することにより、第2の推定値Q2estが算出される。

## 【数2】

$$Q2est = \sum_{i=1}^M Q2(i) + Q2dc(0) \quad \cdots(2)$$

20

ここで、「n」が「N」である場合、即ち、予め定めた最大数Nまで、第1の読み出しサイクル及び第2の読み出しサイクルが行われている場合には、「M」は、「N」となる。一方、予め定めた最大数Nまで、第1の読み出しサイクル及び第2の読み出しサイクルが行われていない場合には、「M」は最終の第1の読み出しサイクル及び第2の読み出しサイクルの順番を示す数値となる。

## 【0077】

次いで、信号処理部16aは、距離を算出する(ステップS25)。具体的には、信号処理部16aは、下記の式(3)の演算により、距離Lを算出する。

## 【数3】

$$L = (1/2) \times c \times T0 \times \{(Q2est \times \alpha) / (Q1est + Q2est \times \alpha)\} \quad \cdots(3)$$

30

ここで、cは光速であり、は同量の入射光が第1の転送期間T1及び第2の転送期間T2に光感應領域に入射したときの第1の読み出し値と第2の読み出し値の比である。

## 【0078】

一実施形態においては、信号処理部16aは、各画素について算出した距離に応じた濃淡値を有する1行の距離画像を出力する。また、一実施形態においては、信号処理部16aはフレーム期間ごとに距離画像を更新するよう、図7及び図8を用いて説明した制御及び演算を繰り返してもよい。

## 【0079】

ここで、Q1ac(n)、Q1dc(n)、Q2ac(n)、Q2dc(n)は、下記の式(4)により表わされる。

40

## 【数4】

$$\left. \begin{aligned}
 Qlac(n) &= \sum_{i=1}^n q1aa(i) + \sum_{i=1}^n q1ad(i) + \sum_{i=1}^{n-1} q1dd(i) \\
 Q2ac(n) &= \sum_{i=1}^n q2aa(i) + \sum_{i=1}^n q2ad(i) + \sum_{i=1}^{n-1} q2dd(i) \\
 Q1dc(n) &= \sum_{i=1}^n q1aa(i) + \sum_{i=1}^n q1ad(i) + \sum_{i=1}^n q1dd(i) \\
 Q2dc(n) &= \sum_{i=1}^n q2aa(i) + \sum_{i=1}^n q2ad(i) + \sum_{i=1}^n q2dd(i)
 \end{aligned} \right\} \cdots(4) \quad 10$$

なお、q 1 a aは、n回目の第1の電荷転送サイクルにおける第1の蓄積領域の電荷量の増加分のうち変調光に対する対象物からの反射光、即ち信号光に基づく電荷量の増加分に対応する値である。q 2 a aは、n回目の第1の電荷転送サイクルにおける第2の蓄積領域の電荷量の増加分のうち信号光に基づく電荷量の増加分に対応する値である。q 1 a dは、n回目の第1の電荷転送サイクルにおける第1の蓄積領域の電荷量の増加分のうち信号光以外の要因に基づく電荷量の増加分に対応する値である。q 2 a dは、n回目の第1の電荷転送サイクルにおける第2の蓄積領域の電荷量の増加分のうち信号光以外の要因に基づく電荷量の増加分に対応する値である。q 1 d dは、n回目の第2の電荷転送サイクルにおける第1の蓄積領域の電荷量の増加分に対応する値である。また、q 2 d dは、n回目の第2の電荷転送サイクルにおける第2の蓄積領域の電荷量の増加分に対応する成分である。 20

## 【0080】

したがって、第1の値Q1(n)及び第2の値Q2(n)は、下記の式(5)及び式(6)により表わされる。

## 【数5】

$$\begin{aligned}
 &2Qlac(n) - Q1dc(n) - Q1dc(n-1) \\
 &= 2\sum_{i=1}^n q1aa(i) + 2\sum_{i=1}^n q1ad(i) + 2\sum_{i=1}^{n-1} q1dd(i) \\
 &\quad - \sum_{i=1}^n q1aa(i) - \sum_{i=1}^n q1ad(i) - \sum_{i=1}^n q1dd(i) \\
 &\quad - \sum_{i=1}^{n-1} q1aa(i) - \sum_{i=1}^{n-1} q1ad(i) - \sum_{i=1}^{n-1} q1dd(i) \\
 &= q1aa(n) + q1ad(n) - q1dd(n) \approx q1aa(n) \quad \cdots(5) \quad 30
 \end{aligned}$$

## 【数6】

$$\begin{aligned}
 &2Q2ac(n) - Q2dc(n) - Q2dc(n-1) \\
 &= 2\sum_{i=1}^n q2aa(i) + 2\sum_{i=1}^n q2ad(i) + 2\sum_{i=1}^{n-1} q2dd(i) \\
 &\quad - \sum_{i=1}^n q2aa(i) - \sum_{i=1}^n q2ad(i) - \sum_{i=1}^n q2dd(i) \\
 &\quad - \sum_{i=1}^{n-1} q2aa(i) - \sum_{i=1}^{n-1} q2ad(i) - \sum_{i=1}^{n-1} q2dd(i) \\
 &= q2aa(n) + q2ad(n) - q2dd(n) \approx q2aa(n) \quad \cdots(6) \quad 40
 \end{aligned}$$

よって、第1の値  $Q1(n)$  は、  $n$  回目の第1の電荷転送サイクルにおける第1の蓄積領域の電荷量の増加分のうち信号光に基づく電荷量の増加分を表している。また、第2の値  $Q2(n)$  は、  $n$  回目の第2の電荷転送サイクルにおける第2の蓄積領域の電荷量の増加分のうち信号光に基づく電荷量の増加分を表している。

【0081】

ステップS18、ステップS24、及びステップS25の演算を参照すれば明らかなように、第1の推定値  $Q1est$  は、第1の値  $Q1$  に基づいて算出されており、第2の推定値  $Q2est$  は第2の値  $Q2$  に基づいて算出されている。したがって、式(3)の演算により算出される距離  $L$  は、第1の値  $Q1$  及び第2の値  $Q2$  に基づいており、ノイズを除去した値に基づいて求められる。故に、距離測定装置10は、フレームレートを低下させず、短い期間で変動する背景光等のノイズが生じても高い精度で距離を算出することができる。10

【0082】

また、上述した実施形態では、第1の読み出しサイクルに含まれる第1の転送期間の回数及び第2の転送期間の回数はそれぞれ、一回である。したがって、各サイクルの時間長を短くすることができる。故に、この実施形態によれば、より短い期間で変動するノイズが生じても、高い精度で距離を算出することが可能となる。

【0083】

一実施形態においては、信号処理部16aは、第1の推定値  $Q1est$  及び第2の推定値  $Q2est$  を、以下に説明するように算出してもよい。即ち、信号処理部16aは、式(7)に示すように、第1の値  $Q1(1, \dots, M)$  を順に積算して、M個の第1の積算値  $Q1int(1, \dots, M)$  を求め、第2の値  $Q2(1, \dots, M)$  を順に積算して、M個の第2の積算値  $Q2int(1, \dots, M)$  を求める。20

【数7】

$$\left. \begin{array}{l} Q1int(j) = \sum_{i=1}^j Q1(i) \quad (j=1, \dots, M) \\ Q2int(j) = \sum_{i=1}^j Q2(i) \quad (j=1, \dots, M) \end{array} \right\} \dots(7)$$

30

【0084】

次いで、信号処理部16aは、M個の第1の積算値  $Q1int(1, \dots, M)$  に基づく近似式及びM個の第2の積算値  $Q2int(1, \dots, M)$  に基づく近似式を用いて、第1の積算値  $Q1int$  の補正值及び第2の積算値  $Q2int$  の補正值を算出する。そして、信号処理部16aは、第1の積算値  $Q1int$  の補正值と値  $Q1dc(0)$  との和を求めるにより、第1の推定値  $Q1est$  を算出する。同様に、信号処理部16aは、第2の積算値  $Q2int$  の補正值と値  $Q2(0)$  との和を求めるにより、第2の推定値  $Q2est$  を算出する。一実施形態においては、第1の積算値  $Q1int$  の補正值は、M個の第1の値  $Q1(1, \dots, M)$  の全ての積算値の補正值であり、第2の積算値  $Q2int$  の補正值は、M個の第2の値  $Q2(1, \dots, M)$  の全ての積算値の補正值であり得る。なお、近似式は、最小自乗法に基づいて作成され得る。また、その他の公知の近似式の作成方法が用いられてもよい。40

【0085】

この実施形態では、第1の推定値  $Q1est$  は、近似式を用いて算出した第1の積算値  $Q1int$  の補正值に基づいており、第2の推定値  $Q2est$  は、近似式を用いて算出した第2の積算値  $Q2int$  の補正值に基づいている。したがって、M個の第1の値  $Q1(1, \dots, M)$  及びM個の第2の値  $Q2(1, \dots, M)$  の一部が外乱等により変動しても、近似式に基づく第1の推定値  $Q1est$  及び第2の推定値  $Q2est$  では、変動を含む読み出し値の影響が低減され得る。故に、距離の測定精度が更に向上され得る。

【0086】

50

以下、別の実施形態について説明する。図9は、別の実施形態に係る処理部の制御及び演算を示すフローチャートである。距離測定装置10の処理部16は、図9に示す制御及び演算を行ってもよい。距離測定装置10の処理部16は、図9のフローチャートに示す制御及び演算においては、図7のステップS18～ステップS21が行われない。即ち、予め定められたN回の第1及び第2の読み出しサイクルまでステップS14～ステップS17の処理が行われる。

#### 【0087】

次いで、処理部16の信号処理部16aは、実行したN回の第1及び第2の読み出しサイクルのうち最良のM回目の第1及び第2の読み出しサイクルを特定する(ステップS26)。一実施形態では、最良のM回目の読み出しサイクルは、N回の読み出しサイクルのうち、所定の閾値を超えない、即ち所定の閾値以上である第1の読み出し値Q1dc(0)及び第2の読み出し値Q2dc(0)が取得された最大の読み出しサイクルとして求められ得る。この所定の閾値は、第1の蓄積領域fd1の飽和電荷量に対応する読み出し値、及び、第2の蓄積領域fd2の飽和電荷量に対応する読み出し値のうち大きい方の読み出し値以上の値として設定され得る。

#### 【0088】

次いで、第1の推定値Q1est及び第2の推定値Q2estを算出する(ステップS27)。一実施形態においては、第1の推定値Q1estは、式(8)に示すように、ステップS18及びステップS24にて上述した第1の値Q1(1, ..., M)の積算値と値Q1dc(0)との加算により求められる。また、第2の推定値Q2estは、第2の値Q2(1, ..., M)の積算値と値Q2dc(0)との加算により求められる。

#### 【数8】

$$\left. \begin{aligned} Q1est &= \sum_{i=1}^M (2 \times Q1ac(i) - Q1dc(i) - Q1dc(i-1)) + Q1dc(0) \\ Q2est &= \sum_{i=1}^M (2 \times Q2ac(i) - Q2dc(i) - Q2dc(i-1)) + Q2dc(0) \end{aligned} \right\} \cdots(8)$$

#### 【0089】

別の実施形態においては、第1の推定値Q1estは、M個の第1の値Q1(1, ..., M)を求め、式(7)に示すように第1の値Q1(1, ..., M)を順に積算して、M個の第1の積算値Q1int(1, ..., M)を求め、M個の第1の積算値Q1int(1, ..., M)に基づく近似式を用いて第1の積算値Q1intの補正值を算出し、当該補正值とQ1dc(0)との和を求めることにより、得られる。また、第2の推定値Q2estは、M個の第2の値Q2(1, ..., M)を求め、式(7)に示すように第2の値Q2(1, ..., M)を順に積算して、M個の第2の積算値Q2int(1, ..., M)を求め、M個の第2の積算値Q2int(1, ..., M)に基づく近似式を用いて第2の積算値Q2intの補正值を算出し、当該補正值とQ2dc(0)との和を求めることにより、得られる。

#### 【0090】

図9に示すフローチャートにおいては、信号処理部16aは、ステップS27で得られた第1の推定値Q1est及び第2の推定値Q2estを用いて、式(3)に従い距離Lを算出する。このように、予め定められたN回の第1及び第2の読み出しサイクルの後に、最良のサイクルMを特定して、距離Lを算出してもよい。

#### 【0091】

次に、図10を参照して、更に別の実施形態について説明する。図10は、別の実施形態に係る距離測定装置で利用される各種信号のタイミングチャートである。図10のタイミングチャートに示すように、一実施形態においては、各第1の電荷転送サイクルCycl1内に、光源部12から変調光の複数回の放出期間が設けられている。即ち、各第1の電荷転送サイクルCycl1における複数の放出期間において、駆動パルス信号が光源部12に与えられる。

10

20

30

40

50

## 【0092】

図10においては、各第1の電荷転送サイクルC y 1において、変調光の三回の放出時間が設けられている。各回の変調光の放出期間に同期して第1の転送期間T 1が設けられており、第1の転送期間T 1と位相反転した第2の転送期間T 2が設けられている。したがって、各第1の電荷転送サイクルC y 1には、3回の第1の転送期間T 1及び3回の第2の転送期間T 2が設けられている。また、各第2の電荷転送サイクルC y 2の第3の転送期間T 3の時間長は、第1の転送期間T 1の3倍の時間長に設定されており、各第2の電荷転送サイクルC y 2の第4の転送期間T 4の時間長は、第2の転送期間T 2の時間長の3倍の時間長に設定されている。

## 【0093】

10

したがって、各第1の電荷転送サイクルC y 1において第1の蓄積領域f d 1に電荷を蓄積させる時間長、各第1の電荷転送サイクルC y 1において第2の蓄積領域f d 2に電荷を蓄積させる時間長、各第2の電荷転送サイクルC y 2において第1の蓄積領域f d 1に電荷を蓄積させる時間長、及び、各第2の電荷転送サイクルC y 2において第2の蓄積領域f d 2に電荷を蓄積させる時間長は、実質的に同じ時間長となる。このように、第各第1の電荷転送サイクルC y 1内に、複数回の変調光の放出期間、複数回の第1の転送期間T 1、及び複数回の第2の転送期間T 2が設けられていてもよい。

## 【0094】

以下、図11及び図12を参照して更に別の実施形態について説明する。図11は、更に別の実施形態に係るセンサの一例を示す図である。図12は、更に別の実施形態に係るセンサ部の一つの画素ユニットと当該画素ユニット用の対応のサンプルホールド回路の回路図である。距離測定装置10は、センサ18に代えて、図11に示すセンサ18Aを有していてもよい。センサ18Aは、I×J個の画素ユニットP(i, j)を有する撮像領域IRを有している。ここで、iは1～Iの整数であり、jは1～Jの整数であり、I及びJは2以上の整数である。I×J個の画素ユニットP(i, j)は、I行J列に配列されている。撮像領域IRには、画素ユニットの各列用の二つの垂直信号ラインV1(j)及びV2(j)が設けられている。

20

## 【0095】

図12に示すように、センサ18Aの画素ユニットP(i, j)の回路A1の出力にはスイッチSW20が接続されており、当該スイッチSW20は対応の垂直信号ラインV1(j)を介して対応のサンプルホールド回路SH1のスイッチSW10に接続されている。また、画素ユニットP(i, j)の回路A2の出力にはスイッチSW22が接続されており、当該スイッチSW22は対応の垂直信号ラインV2(j)を介して対応のサンプルホールド回路SH2のスイッチSW12に接続されている。

30

## 【0096】

センサ18Aは、更に垂直シフトレジスタ群VSGを更に有している。垂直シフトレジスタ群VSGは、垂直方向に配列された複数の垂直シフトレジスタを含んでいる。各垂直シフトレジスタは例えればフリップフロップを含んでいる。配列方向において一端に設けられた垂直シフトレジスタには、信号処理部16aからスタート信号が与えられる。また、全ての垂直シフトレジスタには、信号処理部16aからクロック信号が与えられる。垂直シフトレジスタ群VSGは、スタート信号及びクロック信号を受けると、複数の画素ユニットP(i, j)のスイッチSW20及びスイッチSW22に、行選択信号を行順に順次与える。これにより、各列の複数の画素ユニット(i, j)の回路A1及びA2の出力は、対応の垂直信号ラインV1(j)及びV2(j)に順次接続されて、複数の画素ユニットP(i, j)の出力電圧が、対応のサンプルホールド回路SH1及びSH2に、行順に順次保持される。また、各行内の複数の画素ユニット(j, i)の出力電圧が対応のサンプルホールド回路SH1及びSH2に保持されると、サンプルホールド回路SH1及びSH2に保持された電圧は、水平シフトレジスタ群HSGから与えられる読み出しパルス信号により、信号ラインH1及びH2に列順に順次結合される。そして、図7又は図9で説明した演算を各画素ユニットについて行うことにより、信号処理部16aは二次元の距離

40

50

画像を形成することができる。

【0097】

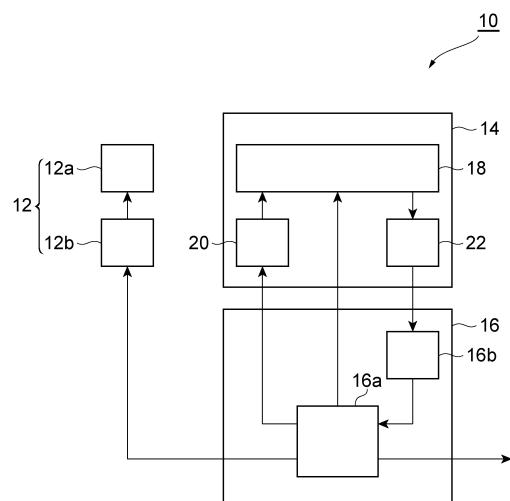
なお、上述した実施形態に限定されることなく種々の変形態様を構成可能である。例えば、図11に示した実施形態では、画素ユニットの列ごとに対応のサンプルホールド回路SH1及びSH2が設けられているが、画素ユニットごとに対応のサンプルホールド回路SH1及びSH2が設けられていてもよい。また、撮像領域IRの画素ユニットの個数は、一つであってもよい。また、図7及び図9で説明したフローチャートにおける複数のステップの順序は、それら実施形態の目的と矛盾しない範囲で任意に変更可能である。

【符号の説明】

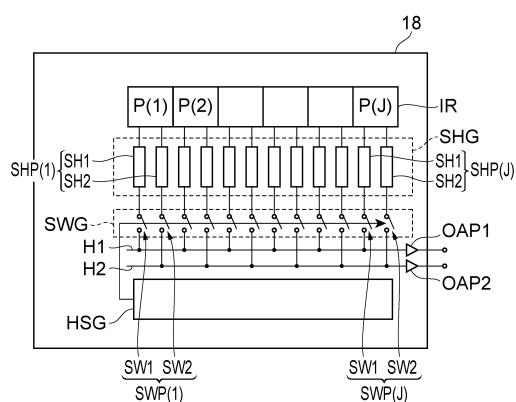
【0098】

10 ...距離測定装置、12 ...光源部、12a ...レーザダイオード、12b ...ドライバ回路、14 ...センサ部、16 ...処理部、16a ...信号処理部、16b ...メモリ、18 ...センサ、20 ...D A C (デジタル - アナログ変換部)、22 ...A D C (アナログ - デジタル変換部)、fd1 ...第1の蓄積領域、fd2 ...第2の蓄積領域、TX1 ...第1の転送電極、TX2 ...第2の転送電極、A1 ...電荷 - 電圧変換回路 (第1の変換部)、A2 ...電荷 - 電圧変換回路 (第2の変換部)、SH1 ...第1のサンプルホールド回路、SH2 ...第2のサンプルホールド回路。

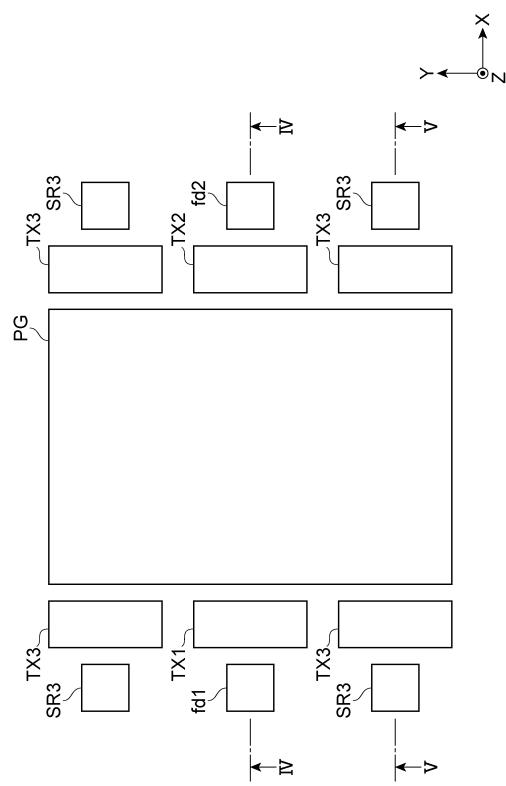
【図1】



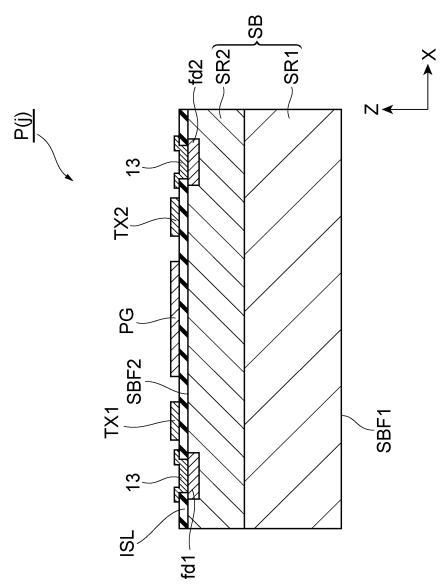
【図2】



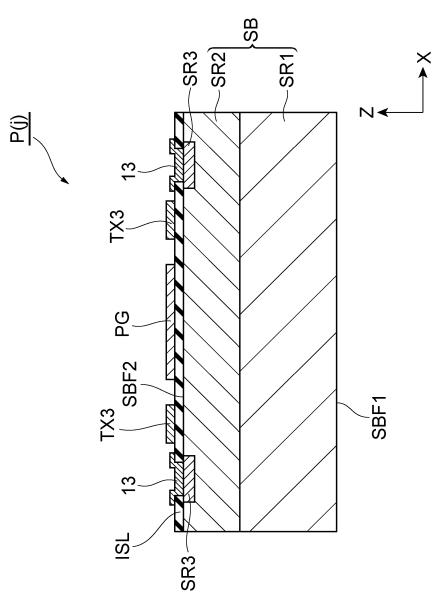
【図3】



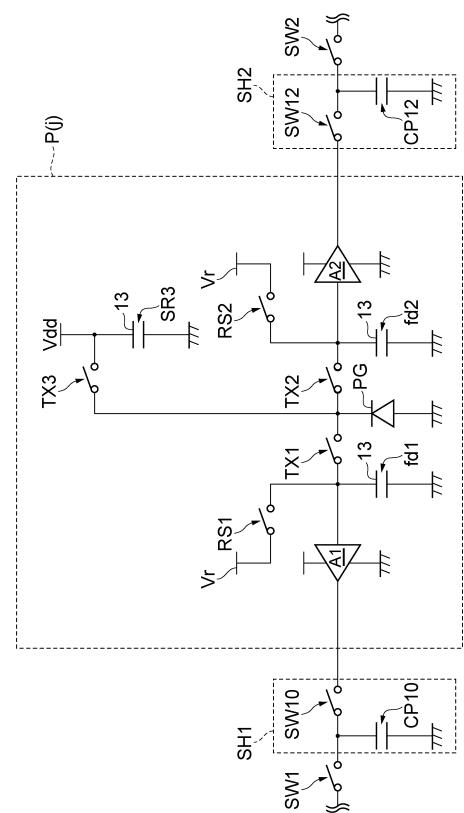
【図4】



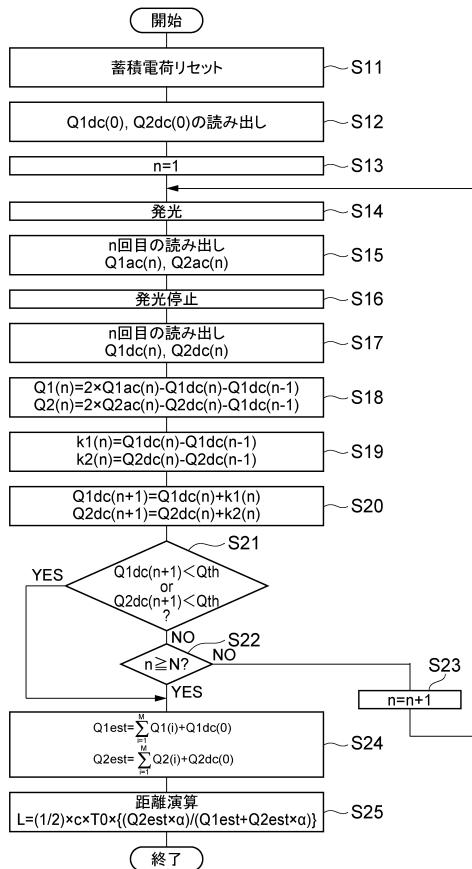
【図5】



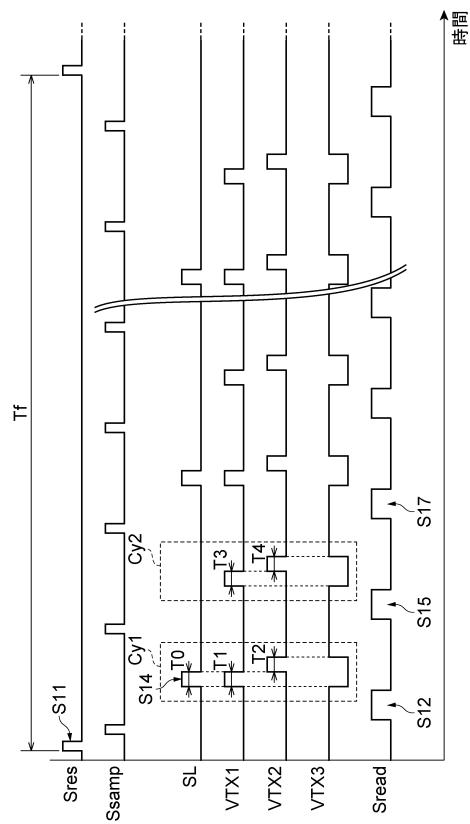
【図6】



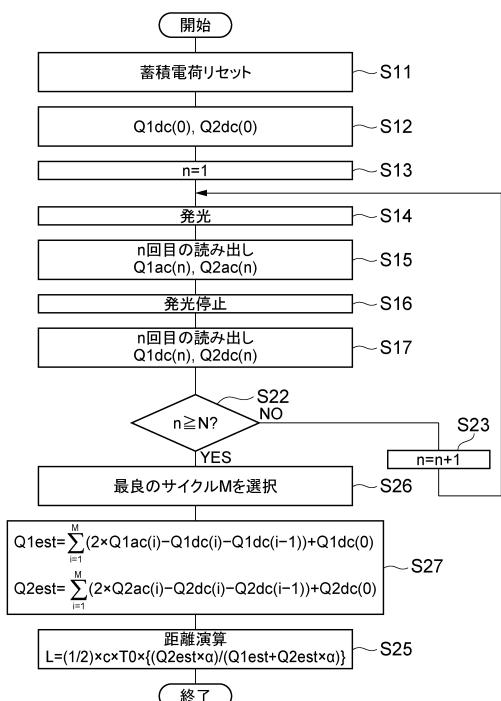
【図7】



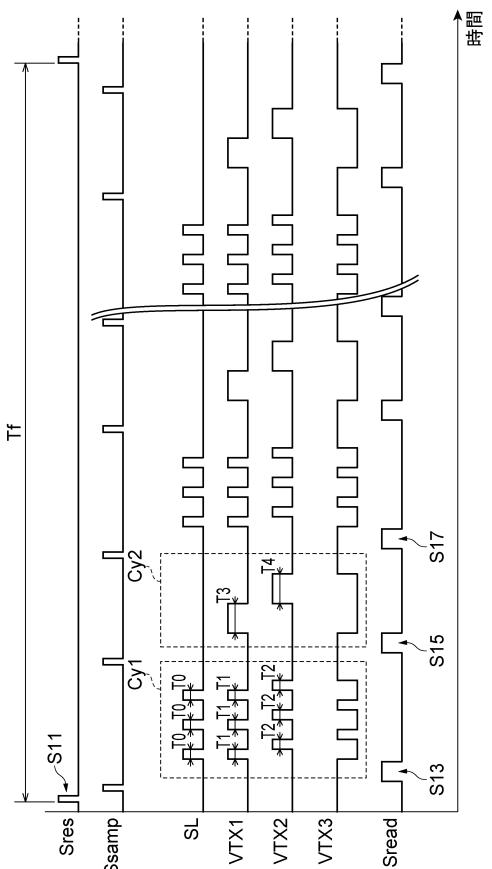
【図8】



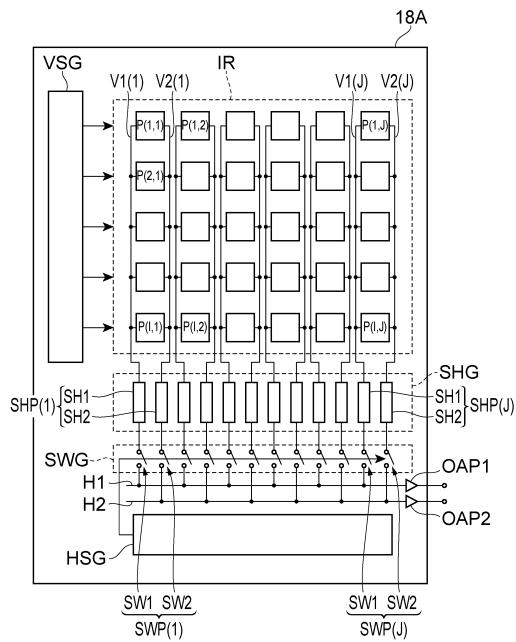
【図9】



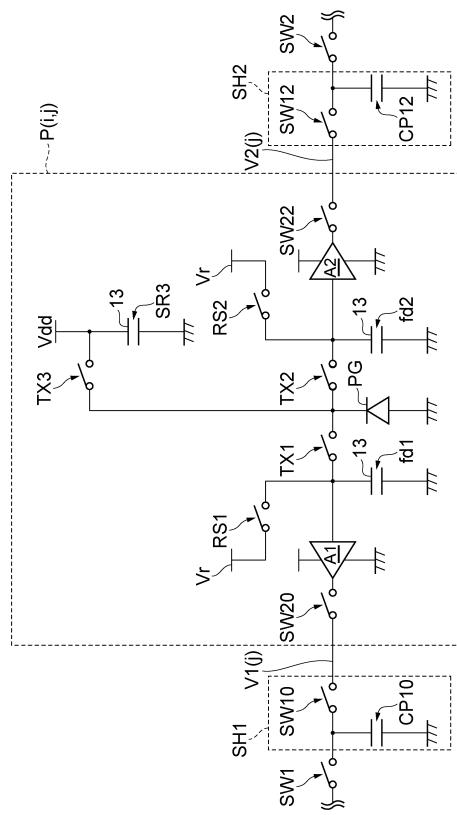
【図10】



### 【図 1 1】



【図12】



---

フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 高志

静岡県浜松市東区市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内

(72)発明者 平光 純

静岡県浜松市東区市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内

審査官 中村 説志

(56)参考文献 特開2004-294420(JP, A)

特開2005-235893(JP, A)

特開2009-041943(JP, A)

特開昭57-179772(JP, A)

特開2011-179926(JP, A)

特開2013-137242(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 7/48 - 7/51

G01S17/00 - 17/95