

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6386777号  
(P6386777)

(45) 発行日 平成30年9月5日(2018.9.5)

(24) 登録日 平成30年8月17日(2018.8.17)

(51) Int. Cl. F I  
**GO 1 S 7/481 (2006.01)** GO 1 S 7/481 Z  
**GO 1 S 17/89 (2006.01)** GO 1 S 17/89  
**HO 1 L 27/14 (2006.01)** HO 1 L 27/14

請求項の数 2 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2014-96703 (P2014-96703)	(73) 特許権者	000236436
(22) 出願日	平成26年5月8日(2014.5.8)		浜松ホトニクス株式会社
(65) 公開番号	特開2015-215182 (P2015-215182A)		静岡県浜松市東区市野町1126番地の1
(43) 公開日	平成27年12月3日(2015.12.3)	(74) 代理人	100088155
審査請求日	平成29年1月4日(2017.1.4)		弁理士 長谷川 芳樹
		(74) 代理人	100113435
			弁理士 黒木 義樹
		(74) 代理人	100140442
			弁理士 柴山 健一
		(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
		(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
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 距離画像センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の距離センサが一次元方向に配置されている距離画像センサであって、  
 前記複数の距離センサそれぞれは、  
 入射光に応じて電荷が発生する電荷発生領域と、  
 前記電荷発生領域から離間し且つ前記一次元方向で前記電荷発生領域を挟んで配置され、  
 前記電荷発生領域にて発生した電荷を信号電荷として蓄積する第一及び第二信号電荷蓄積領域と、

前記第一信号電荷蓄積領域と前記電荷発生領域との間に配置され、第一転送信号に応じて前記電荷発生領域にて発生した電荷を信号電荷として前記第一信号電荷蓄積領域に流入させる第一転送電極と、

前記第二信号電荷蓄積領域と前記電荷発生領域との間に配置され、前記第一転送信号と位相が異なる第二転送信号に応じて前記電荷発生領域にて発生した電荷を信号電荷として前記第二信号電荷蓄積領域に流入させる第二転送電極と、を備えており、

前記一次元方向に連続して並びいずれの三つの前記距離センサにおいて、前記三つの距離センサのうち中央に位置する距離センサと該距離センサより前記一次元方向での一方に位置する距離センサとでは、前記第一信号電荷蓄積領域同士又は前記第二信号電荷蓄積領域同士が前記一次元方向で隣り合い、前記三つの距離センサのうち中央に位置する前記距離センサと該距離センサより前記一次元方向での他方に位置する距離センサとでは、前記第一信号電荷蓄積領域と前記第二信号電荷蓄積領域とが前記一次元方向で隣り合っている

10

20

、距離画像センサ。

【請求項 2】

複数の距離センサが一次元方向に配置されている距離画像センサであって、  
前記複数の距離センサそれぞれは、  
入射光に応じて電荷が発生する電荷発生領域と、  
前記電荷発生領域から離間し且つ前記一次元方向で前記電荷発生領域を挟んで配置され、  
前記電荷発生領域にて発生した電荷を信号電荷として蓄積する第一及び第二信号電荷蓄積領域と、

前記第一信号電荷蓄積領域と前記電荷発生領域との間に配置され、第一転送信号に応じて前記電荷発生領域にて発生した電荷を信号電荷として前記第一信号電荷蓄積領域に流入させる第一転送電極と、

前記第二信号電荷蓄積領域と前記電荷発生領域との間に配置され、前記第一転送信号と位相が異なる第二転送信号に応じて前記電荷発生領域にて発生した電荷を信号電荷として前記第二信号電荷蓄積領域に流入させる第二転送電極と、を備えており、

前記一次元方向で前記第一信号電荷蓄積領域同士が隣り合う二つの前記距離センサからなる距離センサ組と、前記一次元方向で前記第二信号電荷蓄積領域同士が隣り合う二つの前記距離センサからなる距離センサ組と、が前記一次元方向で交互に並んでいる、距離画像センサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、距離画像センサに関する。

【背景技術】

【0002】

電荷振り分け型の距離画像センサが知られている（たとえば、特許文献1参照）。特許文献1に記載された距離画像センサは、電荷の振り分け方式の距離画像センサであり、複数の距離センサを備えている。複数の距離センサそれぞれは、入射光に応じて電荷が発生する電荷発生領域と、一次元方向で電荷発生領域を挟み且つ電荷発生領域から離間して配置されている二つの信号電荷蓄積領域と、異なる位相の電荷転送信号が与えられ、各信号電荷蓄積領域と電荷発生領域との間にそれぞれ配置されている二つの転送電極と、を備えている。電荷振り分け型の距離画像センサは、TOF（Time-Of-Flight）型の距離計測に適用できる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】国際公開第2007/026779号パンフレット

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

複数の距離センサが一次元方向に配置されている電荷振り分け型の距離画像センサでは、一次元方向で隣り合う距離センサ間で電荷のクロストーク（漏れ込み）が生じる場合、隣り合う距離センサ間で、距離計測に対する電荷のクロストークの影響が異なる懼れがある。距離計測に対する電荷のクロストークの影響が隣り合う距離センサ間で異なると、距離計測を適切に行うことが困難となる。

【0005】

本発明は、電荷振り分け型の距離画像センサであって、一次元方向で隣り合う距離センサ間で電荷のクロストークが生じる場合でも、隣り合う距離センサ同士で距離計測に対する電荷のクロストークの影響が同様となる距離画像センサを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

10

20

30

40

50

本発明の一態様は、複数の距離センサが一次元方向に配置されている距離画像センサであって、複数の距離センサそれぞれは、入射光に応じて電荷が発生する電荷発生領域と、電荷発生領域から離間し且つ一次元方向で電荷発生領域を挟んで配置され、電荷発生領域にて発生した電荷を信号電荷として蓄積する第一及び第二信号電荷蓄積領域と、第一信号電荷蓄積領域と電荷発生領域との間に配置され、第一転送信号に応じて電荷発生領域にて発生した電荷を信号電荷として第一信号電荷蓄積領域に流入させる第一転送電極と、第二信号電荷蓄積領域と電荷発生領域との間に配置され、第一転送信号と位相が異なる第二転送信号に応じて電荷発生領域にて発生した電荷を信号電荷として第二信号電荷蓄積領域に流入させる第二転送電極と、を備えており、一次元方向に連続して並びいずれの三つの距離センサにおいて、三つの距離センサのうち中央に位置する距離センサと当該距離センサより一次元方向での一方に位置する距離センサとでは、第一信号電荷蓄積領域同士又は第二信号電荷蓄積領域が一次元方向で隣り合い、三つの距離センサのうち中央に位置する距離センサと当該距離センサより一次元方向での他方に位置する距離センサとでは、第一信号電荷蓄積領域と第二信号電荷蓄積領域とが一次元方向で隣り合っている。

10

## 【0007】

本発明の別の態様は、複数の距離センサが一次元方向に配置されている距離画像センサであって、複数の距離センサそれぞれは、入射光に応じて電荷が発生する電荷発生領域と、電荷発生領域から離間し且つ一次元方向で電荷発生領域を挟んで配置され、電荷発生領域にて発生した電荷を信号電荷として蓄積する第一及び第二信号電荷蓄積領域と、第一信号電荷蓄積領域と電荷発生領域との間に配置され、第一転送信号に応じて電荷発生領域にて発生した電荷を信号電荷として第一信号電荷蓄積領域に流入させる第一転送電極と、第二信号電荷蓄積領域と電荷発生領域との間に配置され、第一転送信号と位相が異なる第二転送信号に応じて電荷発生領域にて発生した電荷を信号電荷として第二信号電荷蓄積領域に流入させる第二転送電極と、を備えており、一次元方向で第一信号電荷蓄積領域同士が隣り合う二つの距離センサからなる距離センサ組と、一次元方向で第二信号電荷蓄積領域同士が隣り合う二つの距離センサからなる距離センサ組と、が一次元方向で交互に並んでいる。

20

## 【0008】

いずれの態様においても、複数の距離センサのうち任意の一つの距離センサに着目すると、一次元方向での一方で当該一つの距離センサの隣に位置する距離センサにおいて、第一及び第二信号電荷蓄積領域のうち第一信号電荷蓄積領域が一次元方向での他方に位置する場合、一次元方向での他方で当該一つの距離センサの隣に位置する距離センサにおいては、一次元方向での一方に、第一信号電荷蓄積領域が位置する。同様に、一次元方向での一方で上記一つの距離センサの隣に位置する距離センサにおいて、第一及び第二信号電荷蓄積領域のうち第二信号電荷蓄積領域が一次元方向での他方に位置する場合、一次元方向での他方で上記一つの距離センサの隣に位置する距離センサにおいては、一次元方向での一方に、第二信号電荷蓄積領域が位置する。すなわち、上記一つの距離センサと一次元方向での一方及び他方で隣に位置する各距離センサにおいて、上記一つの距離センサ側に位置する信号電荷蓄積領域は、第一信号電荷蓄積領域同士又は第二信号電荷蓄積領域同士であり、同じ種類の信号電荷蓄積領域同士である。

30

40

## 【0009】

したがって、上記一つの距離センサの電荷発生領域にて発生した電荷のうち一部の電荷が、当該一つの距離センサと一次元方向での一方及び他方で隣に位置する二つの距離センサそれぞれに漏れ込む場合、漏れ込む電荷は、上記二つの距離センサの第一信号電荷蓄積領域同士又は第二信号電荷蓄積領域同士に流入する。そして、上記二つの距離センサに漏れ込む電荷は、当該二つの距離センサにおいて、第一信号電荷蓄積領域同士又は第二信号電荷蓄積領域同士に蓄積される。これにより、一次元方向で隣り合う距離センサ間で電荷のクロストークが生じる場合でも、漏れ込む電荷が蓄積される信号電荷蓄積領域の種類が、一次元方向に連続して並びいずれの三つの距離センサのうち両側に位置する二つの距離センサにおいて同じであるため、一次元方向で隣り合う距離センサ間において、距離計測

50

に対する電荷のクロストークの影響が同様となる。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、電荷振り分け型の距離画像センサであって、一次元方向で隣り合う距離センサ間で電荷のクロストークが生じる場合でも、隣り合う距離センサ間で距離計測に対する電荷のクロストークの影響が同様となる距離画像センサを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の一実施形態に係る測距装置の構成を示す説明図である。

【図2】距離画像センサの断面構成を説明するための図である。

10

【図3】距離画像センサの構成図である。

【図4】距離画像センサを示す概略平面図である。

【図5】図4におけるV-V線に沿った断面構成を示す図である。

【図6】半導体基板の第二主面近傍におけるポテンシャル分布を示す図である。

【図7】半導体基板の第二主面近傍におけるポテンシャル分布を示す図である。

【図8】各種信号のタイミングチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態について詳細に説明する。なお、説明において、同一要素又は同一機能を有する要素には、同一符号を用いることとし、重複する説明は省略する。

20

【0013】

図1は、本実施形態に係る測距装置の構成を示す説明図である。

【0014】

測距装置10は、対象物OJまでの距離dを測定する装置である。測距装置10は、距離画像センサRSと、光源LSと、表示器DSPと、制御ユニットと、を備えている。制御ユニットは、駆動部DRVと、制御部CONTと、演算部ARTと、を備えている。光源LSは、対象物OJに向けてパルス光Lpを出射する。光源LSは、例えば、レーザ光照射装置、LEDなどで構成される。距離画像センサRSは、電荷振り分け型の距離画像センサであり、TOF型の距離画像センサでもある。距離画像センサRSは、配線基板WB上に配置されている。

30

【0015】

制御ユニット(駆動部DRV、制御部CONT、及び演算部ART)は、CPU(Central Processing Unit)などの演算回路、RAM(Random Access Memory)及びROM(Read Only Memory)などのメモリ、電源回路、及びA/Dコンバータを含む読出回路などのハードウェアによって構成されている。この制御ユニットは、一部もしくは全体がASIC(Application Specific Integrated Circuit)又はFPGA(Field Programmable Gate Array)などの集積回路によって構成されていてもよい。

【0016】

駆動部DRVは、制御部CONTの制御に従って光源LSに駆動信号S<sub>D</sub>を印加し、対象物OJに向けてパルス光Lpをフレーム周期毎に出射するように光源LSを駆動する。制御部CONTは、駆動部DRVを制御すると共に、第一及び第二転送信号S<sub>p1</sub>、S<sub>p2</sub>を距離画像センサRSに出力し、更に、演算部ARTの演算結果を表示器DSPに表示させる。演算部ARTは、距離画像センサRSから信号電荷の電荷量q<sub>1</sub>、q<sub>2</sub>をそれぞれ読み出し、読み出した電荷量q<sub>1</sub>、q<sub>2</sub>に基づいて距離dを演算し、演算結果を制御部CONTに出力する。距離dの演算方法の詳細については、図8を参照して後で説明する。表示器DSPは、制御部CONTから演算部ARTの演算結果を入力し、当該演算結果を表示するディスプレイである。

40

【0017】

測距装置10では、駆動信号S<sub>D</sub>が光源LSに印加されることにより、パルス光Lpが

50

フレーム周期毎に光源  $L S$  から出射される。光源  $L S$  から出射されたパルス光  $L p$  が対象物  $O J$  に入射すると、反射によりパルス光である反射光  $L r$  が対象物  $O J$  から出射される。対象物  $O J$  から出射された反射光  $L r$  は、距離画像センサ  $R S$  に入射する。

【 0 0 1 8 】

距離画像センサ  $R S$  からは、画素毎に第一及び第二転送信号  $S_{p1}$  ,  $S_{p2}$  に同期して収集された電荷量  $q_1$  ,  $q_2$  が出力され、駆動信号  $S_D$  に同期して演算部  $A R T$  に入力される。演算部  $A R T$  では、入力された電荷量  $q_1$  ,  $q_2$  に基づき、画素毎に距離  $d$  が演算され、演算結果が制御部  $C O N T$  に入力される。制御部  $C O N T$  に入力された演算結果は、表示器  $D S P$  に転送されて表示される。

【 0 0 1 9 】

図 2 は、距離画像センサの断面構成を説明するための図である。

【 0 0 2 0 】

距離画像センサ  $R S$  は、表面入射型の距離画像センサであって、半導体基板 1 を備えている。半導体基板 1 は、互いに対向する第一及び第二主面  $1 a$  ,  $1 b$  を有している。第二主面  $1 b$  は、光入射面である。距離画像センサ  $R S$  は、半導体基板 1 の第一主面  $1 a$  側に配線基板  $W B$  に対向させた状態で、接着領域  $F L$  を介して配線基板  $W B$  に貼り付けられている。接着領域  $F L$  は、絶縁性の接着剤やフィラーを有している。距離画像センサ  $R S$  には、半導体基板 1 の第二主面  $1 b$  側から反射光  $L r$  が入射する。

【 0 0 2 1 】

続いて、図 3 及び図 4 を参照しながら、距離画像センサ  $R S$  について詳細に説明する。図 3 は、距離画像センサの構成図である。図 4 は、距離画像センサを示す概略平面図である。図 5 は、図 4 における  $V-V$  線に沿った断面構成を示す図である。

【 0 0 2 2 】

距離画像センサ  $R S$  は、図 3 に示されるように、複数の距離センサ  $P_{A1} \sim P_{AM}$  ,  $P_{B1} \sim P_{BN}$  ( $M$  ,  $N$  は 2 以上の自然数) が一次元方向  $A$  に配置されたアレイ構造を成すラインセンサである。複数の距離センサ  $P_{A1} \sim P_{AM}$  ,  $P_{B1} \sim P_{BN}$  それぞれは、一つ又は二つ以上ずつで距離画像センサ  $R S$  の一画素 (チャンネル) を構成している。本実施形態では、複数の距離センサ  $P_{A1} \sim P_{AM}$  ,  $P_{B1} \sim P_{BN}$  それぞれは、一つで距離画像センサ  $R S$  の一画素を構成している。

【 0 0 2 3 】

距離画像センサ  $R S$  は、光入射面である第二主面  $1 b$  の前方に遮光層  $L I$  を備えている。遮光層  $L I$  には、複数の距離センサ  $P_{A1} \sim P_{AM}$  ,  $P_{B1} \sim P_{BN}$  に対応する領域それぞれにおいて、一次元方向  $A$  に開口  $L I a$  が形成されている。開口  $L I a$  は、矩形状を呈している。本実施形態では、開口  $L I a$  は、長方形を呈している。光は、遮光層  $L I$  の開口  $L I a$  を通って、半導体基板 1 に入射する。したがって、開口  $L I a$  により、半導体基板 1 には、受光領域が規定される。遮光層  $L I$  は、たとえば、アルミニウムなどの金属からなる。なお、図 3 では、遮光層  $L I$  を省略して示す。

【 0 0 2 4 】

半導体基板 1 は、第一主面  $1 a$  側に位置する  $p$  型の第一半導体領域 3 と、第一半導体領域 3 よりも不純物濃度が低く且つ第二主面  $1 b$  側に位置する  $p^-$  型の第二半導体領域 5 と、からなる。半導体基板 1 は、例えば、 $p$  型の半導体基板上に、当該半導体基板よりも不純物濃度が低い  $p^-$  型のエピタキシャル層を成長させることにより得ることができる。半導体基板 1 の第二主面  $1 b$  (第二半導体領域 5) 上には、絶縁層 7 が形成されている。複数の距離センサ  $P_{A1} \sim P_{AM}$  ,  $P_{B1} \sim P_{BN}$  は、半導体基板 1 において、一次元方向  $A$  に配置される。すなわち、複数の距離センサ  $P_{A1} \sim P_{AM}$  ,  $P_{B1} \sim P_{BN}$  は、半導体基板 1 において、一次元方向  $A$  に沿って並ぶように位置する。

【 0 0 2 5 】

複数の距離センサ  $P_{A1} \sim P_{AM}$  ,  $P_{B1} \sim P_{BN}$  それぞれは、図 4 及び図 5 に示されるように、フォトゲート電極  $P G$  と、第一及び第二信号電荷蓄積領域  $F D 1$  ,  $F D 2$  と、第一及び第二転送電極  $T X 1$  ,  $T X 2$  と、 $p$  型のウェル領域  $W$  と、を備えている。図 4 で

10

20

30

40

50

は、第一及び第二信号電荷蓄積領域  $FD1$  ,  $FD2$  上に配置されている導体  $13$  ( 図 5 参照 ) を省略して示す。図 4 では、4 つの距離センサ  $P_{Am}$  ,  $P_{Am+1}$  ,  $P_{Bn}$  ,  $P_{Bn+1}$  (  $m$  は  $M$  以下の自然数、 $n$  は  $N$  以下の自然数 ) の構成のみを示している。複数の距離センサ  $P_{A1} \sim P_{AM}$  それぞれは、距離センサ  $P_{Am}$  ,  $P_{Am+1}$  と同様の構成を有している。複数の距離センサ  $P_{B1} \sim P_{BN}$  それぞれは、距離センサ  $P_{Bn}$  ,  $P_{Bn+1}$  と同様の構成を有している。

【 0 0 2 6 】

フォトゲート電極  $PG$  は、開口  $LIa$  に対応して配置されている。半導体基板  $1$  ( 第二半導体領域  $5$  ) におけるフォトゲート電極  $PG$  に対応する領域 ( 図 5 において、フォトゲート電極  $PG$  の下方に位置する領域 ) は、対象物  $OJ$  でのパルス光  $Lp$  の反射光  $Lr$  の入射に応じて電荷が発生する電荷発生領域 ( 光感応領域 ) として機能する。フォトゲート電極  $PG$  は、開口  $LIa$  の形状にも対応し、平面視で矩形状を呈している。本実施形態では、フォトゲート電極  $PG$  は、開口  $LIa$  と同様に長方形を呈している。すなわち、フォトゲート電極  $PG$  は、一次元方向  $A$  と直交し且つ互いに対向する第一及び第二長辺  $L1$  ,  $L2$  と、一次元方向  $A$  と平行で且つ互いに対向する第一及び第二短辺  $S1$  ,  $S2$  とを有する平面形状を有している。フォトゲート電極  $PG$  は、一次元方向  $A$  の一方の方向側に第一長辺  $L1$  、一次元方向  $A$  の他方の方向側に第二長辺  $L2$  を有している。

【 0 0 2 7 】

第一及び第二信号電荷蓄積領域  $FD1$  ,  $FD2$  は、一次元方向  $A$  でフォトゲート電極  $PG$  を挟んで配置されている。距離センサ  $P_{Am}$  ,  $P_{Am+1}$  では、第一信号電荷蓄積領域  $FD1$  は、フォトゲート電極  $PG$  の第一長辺  $L1$  側にフォトゲート電極  $PG$  から離間して配置されている。また、第二信号電荷蓄積領域  $FD2$  は、フォトゲート電極  $PG$  の第二長辺  $L2$  側にフォトゲート電極  $PG$  から離間して配置されている。距離センサ  $P_{Bn}$  ,  $P_{Bn+1}$  では、第一信号電荷蓄積領域  $FD1$  は、フォトゲート電極  $PG$  の第二長辺  $L2$  側にフォトゲート電極  $PG$  から離間して配置されている。また、第二信号電荷蓄積領域  $FD2$  は、フォトゲート電極  $PG$  の第一長辺  $L1$  側にフォトゲート電極  $PG$  から離間して配置されている。すなわち、いずれの距離センサ  $P_{Am}$  ,  $P_{Am+1}$  ,  $P_{Bn}$  ,  $P_{Bn+1}$  においても、第一及び第二信号電荷蓄積領域  $FD1$  ,  $FD2$  は、電荷発生領域 ( フォトゲート電極  $PG$  の下方に位置する領域 ) から離間して配置されている。

【 0 0 2 8 】

第一及び第二信号電荷蓄積領域  $FD1$  ,  $FD2$  は、第二半導体領域  $5$  に形成された不純物濃度が高い  $n$  型の半導体領域であり、電荷発生領域にて発生した電荷を信号電荷として蓄積する。第一及び第二信号電荷蓄積領域  $FD1$  ,  $FD2$  は、平面視で矩形状を呈している。本実施形態では、第一及び第二信号電荷蓄積領域  $FD1$  ,  $FD2$  は、平面視で正方形を呈しており、互いに同形状を成している。第一及び第二信号電荷蓄積領域  $FD1$  ,  $FD2$  は、フローティング・ディフュージョン領域である。

【 0 0 2 9 】

第一転送電極  $TX1$  は、絶縁層  $7$  上であって、第一信号電荷蓄積領域  $FD1$  とフォトゲート電極  $PG$  との間に配置されている。第一転送電極  $TX1$  は、第一信号電荷蓄積領域  $FD1$  とフォトゲート電極  $PG$  とからそれぞれ離間して配置されている。第一転送電極  $TX1$  は、第一転送信号  $S_{p1}$  ( 図 8 参照 ) に応じて電荷発生領域にて発生した電荷を信号電荷として第一信号電荷蓄積領域  $FD1$  に流入させる。

【 0 0 3 0 】

第二転送電極  $TX2$  は、絶縁層  $7$  上であって、第二信号電荷蓄積領域  $FD2$  とフォトゲート電極  $PG$  との間に配置されている。第二転送電極  $TX2$  は、第二信号電荷蓄積領域とフォトゲート電極  $PG$  とからそれぞれ離間して配置されている。第二転送電極  $TX2$  は、第一転送信号  $S_{p1}$  と位相が異なる第二転送信号  $S_{p2}$  ( 図 8 参照 ) に応じて電荷発生領域にて発生した電荷を信号電荷として第二信号電荷蓄積領域  $FD2$  に流入させる。

【 0 0 3 1 】

第一及び第二転送電極  $TX1$  ,  $TX2$  は、平面視で矩形状を呈している。本実施形態で

10

20

30

40

50

は、第一及び第二転送電極  $T X 1$  ,  $T X 2$  は、一次元方向  $A$  に直交する方向を長辺とする長形状を呈し、互いに同形状を成している。第一及び第二転送電極  $T X 1$  ,  $T X 2$  の長辺の長さは、フォトゲート電極  $P G$  の第一及び第二長辺  $L 1$  ,  $L 2$  の長さよりも短い。

【 0 0 3 2 】

隣り合う二つの距離センサ  $P_{A m}$  ,  $P_{B n}$  において、第一信号電荷蓄積領域  $F D 1$  同士が一次元方向  $A$  で隣り合っている。隣り合う二つの距離センサ  $P_{A m+1}$  ,  $P_{B n+1}$  において、第二信号電荷蓄積領域  $F D 2$  同士が一次元方向  $A$  で隣り合っている。隣り合う二つの距離センサ  $P_{A m}$  ,  $P_{A m+1}$  において、第一信号電荷蓄積領域  $F D 1$  と第二信号電荷蓄積領域  $F D 2$  とが一次元方向  $A$  で隣り合っている。隣り合う二つの距離センサ  $P_{B n-1}$  ,  $P_{B n}$  においても、第一信号電荷蓄積領域  $F D 1$  と第二信号電荷蓄積領域  $F D 2$  とが一次元方向  $A$  で隣り合っている。

10

【 0 0 3 3 】

すなわち、距離画像センサ  $R S$  では、一次元方向  $A$  に連続して並びいずれの三つの距離センサ（たとえば、三つの距離センサ  $P_{B n}$  ,  $P_{A m}$  ,  $P_{A m+1}$  ）において、三つの距離センサのうち中央に位置する距離センサ（たとえば、距離センサ  $P_{A m}$  ）と当該距離センサより一次元方向  $A$  での一方に位置する距離センサ（たとえば、距離センサ  $P_{B n}$  ）とでは、第一信号電荷蓄積領域  $F D 1$  同士が一次元方向  $A$  で隣り合い、三つの距離センサのうち中央に位置する距離センサ（たとえば、距離センサ  $P_{A m}$  ）と当該距離センサより一次元方向  $A$  での他方に位置する距離センサ（たとえば、距離センサ  $P_{A m+1}$  ）とでは、第一信号電荷蓄積領域  $F D 1$  と第二信号電荷蓄積領域  $F D 2$  とが一次元方向  $A$  で隣り合っている。

20

【 0 0 3 4 】

たとえば、一次元方向  $A$  に連続して並び三つの距離センサ  $P_{A m}$  ,  $P_{A m+1}$  ,  $P_{B n+1}$  において、三つの距離センサ  $P_{A m}$  ,  $P_{A m+1}$  ,  $P_{B n+1}$  のうち中央に位置する距離センサ  $P_{A m+1}$  と距離センサ  $P_{A m+1}$  より一次元方向  $A$  での一方に位置する距離センサ  $P_{B n+1}$  とでは、第二信号電荷蓄積領域  $F D 2$  同士が一次元方向  $A$  で隣り合い、距離センサ  $P_{A m+1}$  と距離センサ  $P_{A m+1}$  より一次元方向  $A$  での他方に位置する距離センサ  $P_{A m}$  とでは、第一信号電荷蓄積領域  $F D 1$  と第二信号電荷蓄積領域  $F D 2$  とが一次元方向  $A$  で隣り合っている。

30

【 0 0 3 5 】

すなわち、距離画像センサ  $R S$  では、一次元方向  $A$  で第一信号電荷蓄積領域  $F D 1$  同士が隣り合う二つの距離センサ  $P_{A m}$  ,  $P_{B n}$  からなる距離センサ組と、一次元方向  $A$  で第二信号電荷蓄積領域  $F D 2$  同士が隣り合う二つの距離センサ  $P_{A m+1}$  ,  $P_{B n+1}$  からなる距離センサ組と、が一次元方向  $A$  で交互に並んでいる。

【 0 0 3 6 】

隣り合う二つの距離センサ  $P_{A m}$  ,  $P_{B n}$  において、第一転送電極  $T X 1$  同士が一次元方向  $A$  で隣り合っている。隣り合う二つの距離センサ  $P_{A m+1}$  ,  $P_{B n+1}$  において、第二転送電極  $T X 2$  同士が一次元方向  $A$  で隣り合っている。隣り合う二つの距離センサ  $P_{A m}$  ,  $P_{A m+1}$  において、第一転送電極  $T X 1$  と第二転送電極  $T X 2$  とが一次元方向  $A$  で隣り合っている。隣り合う二つの距離センサ  $P_{B n-1}$  ,  $P_{B n}$  においても、第一転送電極  $T X 1$  と第二転送電極  $T X 2$  とが一次元方向  $A$  で隣り合っている。

40

【 0 0 3 7 】

ウェル領域  $W$  は、第二主面  $1 b$  に直交する方向から見て、フォトゲート電極  $P G$ 、第一及び第二転送電極  $T X 1$  ,  $T X 2$ 、並びに第一及び第二信号電荷蓄積領域  $F D 1$  ,  $F D 2$  を囲むように第二半導体領域  $5$  に形成されている。ウェル領域  $W$  は、第二主面  $1 b$  に直交する方向から見て、第一及び第二信号電荷蓄積領域  $F D 1$  ,  $F D 2$  それぞれの一部と重なっている。ウェル領域  $W$  の外縁は、複数の距離センサ  $P_{A 1} \sim P_{A M}$  ,  $P_{B 1} \sim P_{B N}$  の外縁と略一致している。ウェル領域  $W$  は、第二半導体領域  $5$  の導電型と同一の導電型であって、第二半導体領域  $5$  の不純物濃度よりも高い不純物濃度を有する。ウェル領域  $W$  は、フォトゲート電極  $P G$  への電圧の印加によって広がった空乏層と、第一及び第二信号電荷

50

蓄積領域FD1, FD2から広がる空乏層との結合を抑制している。これにより、クロストークが抑制される。

【0038】

絶縁層7には、第二半導体領域5の表面を露出させるためのコンタクトホールが設けられている。コンタクトホール内には、第一及び第二信号電荷蓄積領域FD1, FD2を外部に接続するための導体13が配置される。

【0039】

本実施形態では、「不純物濃度が高い」とは例えば不純物濃度が $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 程度以上のことであって、「+」を導電型に付けて示す。一方、「不純物濃度が低い」とは例えば $10 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ 程度以下のことであって、「-」を導電型に付けて示す。

10

【0040】

各半導体領域の厚さ/不純物濃度は以下の通りである。

第一半導体領域3：厚さ $10 \sim 1000 \mu\text{m}$ /不純物濃度 $1 \times 10^{12} \sim 10^{19} \text{ cm}^{-3}$

第二半導体領域5：厚さ $1 \sim 50 \mu\text{m}$ /不純物濃度 $1 \times 10^{12} \sim 10^{15} \text{ cm}^{-3}$

第一及び第二信号電荷蓄積領域FD1, FD2：厚さ $0.1 \sim 1 \mu\text{m}$ /不純物濃度 $1 \times 10^{18} \sim 10^{20} \text{ cm}^{-3}$

ウェル領域W：厚さ $0.5 \sim 5 \mu\text{m}$ /不純物濃度 $1 \times 10^{16} \sim 10^{18} \text{ cm}^{-3}$

【0041】

20

半導体基板1(第一及び第二半導体領域3, 5)には、バックゲート又は貫通電極などを介してグラウンド電位などの基準電位が与えられる。半導体基板はSiからなり、絶縁層7はSiO<sub>2</sub>からなり、フォトゲート電極PG及び第一及び第二転送電極TX1, TX2はポリシリコンからなるが、これらは他の材料を用いてもよい。

【0042】

第一転送電極TX1に印加される第一転送信号S<sub>p1</sub>の位相と第二転送電極TX2に印加される第二転送信号S<sub>p2</sub>の位相とは、180度ずれている。複数の距離センサP<sub>A1</sub>~P<sub>AM</sub>, P<sub>B1</sub>~P<sub>BN</sub>それぞれに入射した光は、半導体基板1(第二半導体領域5)内において電荷に変換される。発生した電荷のうち一部は、信号電荷として、フォトゲート電極PG並びに第一及び第二転送電極TX1, TX2に印加される電圧により形成されるポテンシャル勾配にしたがって、第一転送電極TX1又は第二転送電極TX2の方向、すなわちフォトゲート電極PGの第一及び第二短辺S1, S2に平行な方向に走行する。

30

【0043】

第一又は第二転送電極TX1, TX2に正電位を与えると、第一又は第二転送電極TX1, TX2の下のポテンシャルがフォトゲート電極PGの下の部分の半導体基板1(第二半導体領域5)のポテンシャルより電子に対して低くなる。したがって、負の電荷(電子)は、第一又は第二転送電極TX1, TX2の方向に引き込まれ、第一及び第二信号電荷蓄積領域FD1, FD2によって形成されるポテンシャル井戸内に蓄積される。n型の半導体は、正にイオン化したドナーを含んでおり、正のポテンシャルを有し、電子を引き付ける。第一又は第二転送電極TX1, TX2に、上記正電位よりも低い電位(たとえば、グラウンド電位)を与えると、第一又は第二転送電極TX1, TX2によるポテンシャル障壁が生じる。したがって、半導体基板1で発生した電荷は、第一及び第二信号電荷蓄積領域FD1, FD2には引き込まれない。

40

【0044】

図6及び図7は、図4のV-V線に沿った半導体基板の第二主面近傍におけるポテンシャル分布を示す図である。図6及び図7では、下向きがポテンシャルの正方向である。

【0045】

光入射時において、フォトゲート電極PGに与えられる電位(たとえば、第一転送電極TX1に与えられる高い方の電位と低い方の電位の間電位)により、フォトゲート電極PGの直下の領域のポテンシャル $\phi_{PG}$ は、基板電位よりも若干高く設定されている。

50

図6及び図7には、第一転送電極 $T X 1$ の直下の領域のポテンシャル $T X 1$ 、第二転送電極 $T X 2$ の直下の領域のポテンシャル $T X 2$ 、フォトゲート電極 $P G$ の直下の電荷発生領域のポテンシャル $P G$ 、第一信号電荷蓄積領域 $F D 1$ のポテンシャル $F D 1$ 、第二信号電荷蓄積領域 $F D 2$ のポテンシャル $F D 2$ が示されている。

【0046】

図6及び図7を参照して、信号電荷の蓄積動作を説明する。第一転送電極 $T X 1$ に印加される第一転送信号 $S_{p1}$ の位相が0度のとき、第一転送電極 $T X 1$ には正の電位が与えられる。第二転送電極 $T X 2$ には、逆相の電位、すなわち位相が180度の電位（たとえば、グラウンド電位）が与えられる。フォトゲート電極 $P G$ には、第一転送電極 $T X 1$ に与えられる電位と、第二転送電極 $T X 2$ に与えられる電位との間の電位が与えられる。この場合、図6に示されるように、電荷発生領域で発生した負の電荷 $e$ は、第一転送電極 $T X 1$ 直下の半導体のポテンシャル $T X 1$ が電荷発生領域のポテンシャル $P G$ よりも下がることにより、第一信号電荷蓄積領域 $F D 1$ のポテンシャル井戸内に流れ込む。

10

【0047】

一方、第二転送電極 $T X 2$ 直下の半導体のポテンシャル $T X 2$ は下がらず、第二信号電荷蓄積領域 $F D 2$ のポテンシャル井戸内には、電荷は流れ込まない。これにより、信号電荷が第一信号電荷蓄積領域 $F D 1$ のポテンシャル井戸に収集されて、蓄積される。第一及び第二信号電荷蓄積領域 $F D 1$ 、 $F D 2$ では、 $n$ 型の不純物が添加されているため、正方向にポテンシャルが凹んでいる。

20

【0048】

第二転送電極 $T X 2$ に印加される第二転送信号 $S_{p2}$ の位相が0度のとき、第二転送電極 $T X 2$ には正の電位が与えられ、第一転送電極 $T X 1$ には、逆相の電位、すなわち位相が180度の電位（たとえば、グラウンド電位）が与えられる。フォトゲート電極 $P G$ には、第一転送電極 $T X 1$ に与えられる電位と、第二転送電極 $T X 2$ に与えられる電位との間の電位が与えられる。この場合、図7に示されるように、電荷発生領域で発生した負の電荷 $e$ は、第二転送電極 $T X 2$ 直下の半導体のポテンシャル $T X 2$ が電荷発生領域のポテンシャル $P G$ よりも下がることにより、第二信号電荷蓄積領域 $F D 2$ のポテンシャル井戸内に流れ込む。

【0049】

一方、第一転送電極 $T X 1$ 直下の半導体のポテンシャル $T X 1$ は下がらず、第一信号電荷蓄積領域 $F D 1$ のポテンシャル井戸内には、電荷は流れ込まない。これにより、信号電荷が第二信号電荷蓄積領域 $F D 2$ のポテンシャル井戸に収集されて、蓄積される。

30

【0050】

以上により、信号電荷が第一及び第二信号電荷蓄積領域 $F D 1$ 、 $F D 2$ のポテンシャル井戸に収集されて、蓄積される。第一及び第二信号電荷蓄積領域 $F D 1$ 、 $F D 2$ のポテンシャル井戸に蓄積された信号電荷は、外部に読み出される。

【0051】

続いて、図8を参照して、距離 $d$ の演算方法について説明する。図8は、各種信号のタイミングチャートである。図8では、複数のフレーム周期 $T_F$ のうち、時系列で連続する二つのフレーム周期 $T_F$ について示す。

40

【0052】

光源 $L S$ の駆動信号 $S_D$ 、対象物 $O J$ でのパルス光 $L_p$ の反射光 $L_r$ が撮像領域まで戻ってきたときの反射光 $L_r$ の強度信号 $S_{Lr}$ 、第一転送電極 $T X 1$ に印加される第一転送信号 $S_{p1}$ 、第二転送電極 $T X 2$ に印加される第二転送信号 $S_{p2}$ 、及びリセット信号 $r e s e t$ が示されている。二つのフレーム周期 $T_F$ それぞれは、信号電荷を蓄積する期間（蓄積期間） $T_{acc}$ と、信号電荷を読み出す期間（読み出し期間） $T_{ro}$ と、からなる。駆動信号 $S_D$ 、強度信号 $S_{Lr}$ 、第一転送信号 $S_{p1}$ 、及び第二転送信号 $S_{p2}$ は、いずれもパルス幅 $T_p$ のパルス信号である。

【0053】

蓄積期間 $T_{acc}$ において、まず距離測定に先立って、リセット信号 $r e s e t$ が第一

50

及び第二信号電荷蓄積領域  $F D 1$  ,  $F D 2$  に印加され、内部に蓄積された電荷が外部に排出される。本例では、リセット信号  $r e s e t$  が一瞬  $O N$  し、続いて  $O F F$  した後、駆動信号  $S_D$  が光源  $L S$  に印加される。駆動信号  $S_D$  の印加に同期して、第一及び第二転送信号  $S_{p1}$  ,  $S_{p2}$  が互いに逆位相で第一及び第二転送電極  $T X 1$  ,  $T X 2$  に印加される。これにより、電荷転送が行われ、第一及び第二信号電荷蓄積領域  $F D 1$  ,  $F D 2$  に信号電荷が蓄積される。その後、読み出し期間  $T_r$  において、第一及び第二信号電荷蓄積領域  $F D 1$  ,  $F D 2$  内に蓄積された信号電荷が読み出される。

【 0 0 5 4 】

各フレーム周期  $T_F$  では、第一転送信号  $S_{p1}$  が駆動信号  $S_D$  に位相差  $0$  で同期して出力されると共に、第二転送信号  $S_{p2}$  が駆動信号  $S_D$  に位相差  $180$  度で同期して出力される。第一及び第二転送信号  $S_{p1}$  ,  $S_{p2}$  の出力制御は、制御部  $C O N T$  により行われる。すなわち、制御部  $C O N T$  は、パルス光  $L p$  の出射と同期するように、フレーム周期  $T_F$  毎に、電荷発生領域にて発生した電荷を信号電荷として第一信号電荷蓄積領域  $F D 1$  に流入させるように、第一転送信号  $S_{p1}$  を第一転送電極  $T X 1$  に出力し、電荷発生領域にて発生した電荷を信号電荷として第二信号電荷蓄積領域  $F D 2$  に流入させるように、第一転送信号  $S_{p1}$  と位相が異なる第二転送信号  $S_{p2}$  を第二転送電極  $T X 2$  に出力する。

10

【 0 0 5 5 】

強度信号  $S_{Lr}$  と、駆動信号  $S_D$  に位相差  $0$  で同期して出力される第一転送信号  $S_{p1}$  との重なり合った部分に相当する電荷量  $q_1$  は、第一信号電荷蓄積領域  $F D 1$  に蓄積される。反射光  $L_r$  の強度信号  $S_{Lr}$  と、駆動信号  $S_D$  に位相差  $180$  で同期して出力される第二転送信号  $S_{p2}$  との重なり合った部分に相当する電荷量  $q_2$  は、第二信号電荷蓄積領域  $F D 2$  に蓄積される。

20

【 0 0 5 6 】

強度信号  $S_{Lr}$  と、駆動信号  $S_D$  に位相差  $0$  で同期して出力される信号との位相差  $T_d$  が、光の飛行時間であり、これは距離画像センサ  $R S$  から対象物  $O J$  までの距離  $d$  を示している。距離  $d$  は、演算部  $A R T$  により、一つのフレーム周期  $T_F$  における電荷量  $q_1$  及び電荷量  $q_2$  の比率を用いて、下記の式 ( 1 ) により演算される。なお、 $c$  は光速である。

$$\text{距離 } d = ( c / 2 ) \times ( T_F \times q_2 / ( q_1 + q_2 ) ) \cdot \cdot \cdot \quad ( 1 )$$

すなわち、演算部  $A R T$  は、フレーム周期  $T_F$  毎に、第一及び第二信号電荷蓄積領域  $F D 1$  ,  $F D 2$  に蓄積された信号電荷の電荷量  $q_1$  ,  $q_2$  それぞれ読み出し、読み出した電荷量  $q_1$  ,  $q_2$  に基づいて対象物  $O J$  までの距離  $d$  を演算する。

30

【 0 0 5 7 】

複数の距離センサが一次元方向に配置されている電荷振り分け型の距離画像センサでは、一次元方向で隣り合う距離センサ間で電荷のクロストーク ( 漏れ込み ) が生じる場合、隣り合う距離センサ間で、距離計測に対する電荷のクロストークの影響が異なる懼れがある。距離計測に対する電荷のクロストークの影響が隣り合う距離センサ間で異なると、距離計測を適切に行うことが困難となる。

【 0 0 5 8 】

ここで、一次元方向  $A$  で隣り合う距離センサ間で生じる電荷のクロストーク ( 漏れ込み ) について説明する。距離画像センサが備える複数の距離センサすべての構成が同じ場合、各距離センサは、それぞれフォトゲート電極の一次元方向  $A$  の一方の方向側に第一信号電荷蓄積領域及び第一転送電極を備えると共に、フォトゲート電極の一次元方向の他方の方向側に第二信号電荷蓄積領域及び第二転送電極を備える。したがって、隣り合う二つの距離センサにおいて、第一信号電荷蓄積領域と第二信号電荷蓄積領域とが一次元方向で隣り合っている。

40

【 0 0 5 9 】

上述した距離画像センサにおいて、例えば、三つの距離センサのうち中央に位置する距離センサに反射光が入射すると、当該距離センサ ( 以下、入射距離センサと称する ) では反射光に応じて電荷が発生する。発生した電荷は、第一及び第二転送信号にしたがって、

50

入射距離センサの第一及び第二信号電荷蓄積領域へと振り分けられる。このとき、電荷の一部が他の二つの距離センサの第一及び第二信号電荷蓄積領域に漏れ込む。漏れ込み量は、他の二つの距離センサにおける第一及び第二信号電荷蓄積領域の配置が、入射距離センサ側であるか否かによって大きく異なる。

【0060】

入射距離センサの一次元方向での一方に位置する距離センサ（以下、一方側距離センサと称する）において、第一信号電荷蓄積領域は、入射距離センサ側に配置されており、第二信号電荷蓄積領域は、入射距離センサとは逆側に配置されている。入射距離センサの一次元方向での他方に位置する距離センサ（以下、他方側距離センサと称する）においては、第二信号電荷蓄積領域が、入射距離センサ側に配置されており、第一信号電荷蓄積領域は、入射距離センサとは逆側に配置されている。

10

【0061】

入射距離センサから一方側距離センサに電荷が漏れ込む場合、第一信号電荷蓄積領域への漏れ込み量は、第二信号電荷蓄積領域への漏れ込み量よりも大きい。入射距離センサから他方側距離センサに電荷が漏れ込む場合、他方側距離センサにおいて、第二信号電荷蓄積領域への漏れ込み量は、第一信号電荷蓄積領域への漏れ込み量よりも大きい。したがって、一次元方向で隣り合う距離センサ間で電荷のクロストークが生じた場合、第一及び第二信号電荷蓄積領域それぞれに蓄積される電荷量は、一方側距離センサと他方側距離センサとで異なる懼れがある。

【0062】

20

これに対し、本実施形態では、複数の距離センサ  $P_{A1} \sim P_{AM}$ ,  $P_{B1} \sim P_{BN}$  のうち任意の一つの距離センサに着目すると、一次元方向 A での一方で当該一つの距離センサの隣に位置する距離センサにおいて、第一及び第二信号電荷蓄積領域  $FD1$ ,  $FD2$  のうち第一信号電荷蓄積領域  $FD1$  が一次元方向 A での他方に位置する場合、一次元方向 A での他方で当該一つの距離センサの隣に位置する距離センサにおいては、一次元方向 A での一方に、第一信号電荷蓄積領域  $FD1$  が位置する。同様に、一次元方向 A での一方で上記一つの距離センサの隣に位置する距離センサにおいて、第一及び第二信号電荷蓄積領域  $FD1$ ,  $FD2$  のうち第二信号電荷蓄積領域  $FD2$  が一次元方向 A での他方に位置する場合、一次元方向 A での他方で上記一つの距離センサの隣に位置する距離センサにおいては、一次元方向 A での一方に、第二信号電荷蓄積領域  $FD2$  が位置する。すなわち、上記一つの距離センサと一次元方向 A での一方及び他方で隣に位置する各距離センサにおいて、上記一つの距離センサ側に位置する信号電荷蓄積領域は、第一信号電荷蓄積領域  $FD1$  同士又は第二信号電荷蓄積領域  $FD2$  同士であり、同じ種類の信号電荷蓄積領域同士である。

30

【0063】

したがって、上記一つの距離センサの電荷発生領域にて発生した電荷のうち一部の電荷が、当該一つの距離センサと一次元方向 A での一方及び他方で隣に位置する二つの距離センサそれぞれに漏れ込む場合、漏れ込む電荷は、上記二つの距離センサの第一信号電荷蓄積領域  $FD1$  同士又は第二信号電荷蓄積領域  $FD2$  同士に流入する。そして、上記二つの距離センサに漏れ込む電荷は、当該二つの距離センサにおいて、第一信号電荷蓄積領域  $FD1$  同士又は第二信号電荷蓄積領域  $FD2$  同士に蓄積される。これにより、一次元方向 A で隣り合う距離センサ間で電荷のクロストークが生じる場合でも、漏れ込む電荷が蓄積される信号電荷蓄積領域の種類が、一次元方向 A に連続して並ぶいずれの三つの距離センサのうち両側に位置する二つの距離センサにおいて同じであるため、一次元方向 A で隣り合う距離センサ間において、距離計測に対する電荷のクロストークの影響が同様となる。

40

【0064】

以上、本発明の実施形態について説明してきたが、本発明は必ずしも上述した実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で様々な変更が可能である。

【0065】

たとえば、上記実施形態では、複数の距離センサ  $P_{A1} \sim P_{AM}$ ,  $P_{B1} \sim P_{BN}$  それぞれは、第一及び第二転送電極  $TX1$ ,  $TX2$  及び第一及び第二信号電荷蓄積領域  $FD1$

50

、FD2を1つずつ備えるが、2つずつ以上備えてもよい。

【0066】

複数の距離センサ $P_{A1} \sim P_{AM}$ 、 $P_{B1} \sim P_{BN}$ それぞれは、電荷発生領域にて発生した電荷を不要電荷として収集する不要電荷収集領域と、不要電荷収集領域と電荷発生領域との間に配置され、第一及び第二転送信号と位相が異なる第三転送信号に応じて電荷発生領域にて発生した電荷を不要電荷として不要電荷収集領域に流入させる第三転送電極を更に備えてもよい。この場合、不要電荷を外部に排出することができるので、距離の測定精度を向上させることが可能である。なお、不要電荷収集領域及び第三転送電極は、それぞれ複数であってもよい。

【0067】

各フレーム周期 $T_F$ において、複数の駆動信号 $S_D$ が逐次印加され、これに同期して第一転送信号 $S_{p1}$ 、及び第二転送信号 $S_{p2}$ が逐次出力されてもよい。この場合、第一及び第二信号電荷蓄積領域FD1、FD2に信号電荷が積算して蓄積される。

【0068】

距離画像センサRSは、複数の距離センサ $P_{A1} \sim P_{AM}$ 、 $P_{B1} \sim P_{BN}$ それぞれが一次元に配置されたラインセンサであるが、二次元に配置してもよい。この場合、二次元画像を容易に得ることができる。なお、ラインセンサを回転させたり、2つのラインセンサを用いて走査させたりすることによっても二次元画像を得ることができる。

【0069】

距離画像センサRSは、表面入射型の距離画像センサに限られない。距離画像センサRSは、裏面照射型の距離画像センサであってもよい。

【0070】

入射光に応じて電荷が発生する電荷発生領域をフォトダイオード（たとえば、埋め込み型のフォトダイオードなど）により構成してもよい。

【0071】

本実施形態に係る距離画像センサRSにおけるp型およびn型の各導電型は、上述したものと逆になるように入れ替えられていてもよい。

【符号の説明】

【0072】

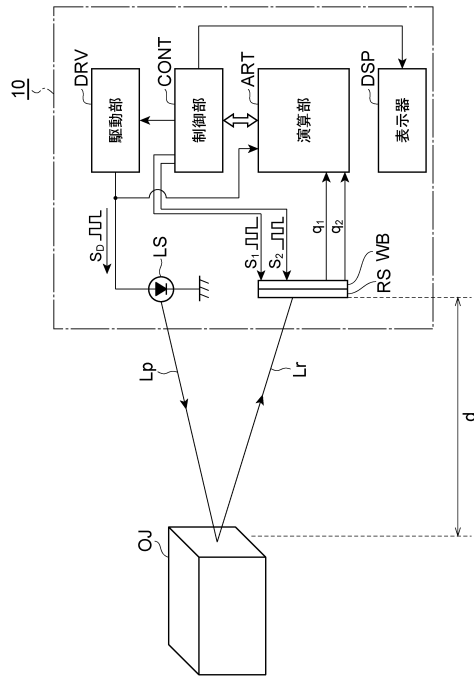
1...半導体基板、10...測距装置、A...一次元方向、FD1...第一信号電荷蓄積領域、FD2...第二信号電荷蓄積領域、 $P_{A1} \sim P_{AM}$ 、 $P_{B1} \sim P_{BN}$ ...距離センサ、PG...フォトゲート電極、RS...距離画像センサ、 $S_{p1}$ ...第一転送信号、 $S_{p2}$ ...第二転送信号、TX1...第一転送電極、TX2...第二転送電極。

10

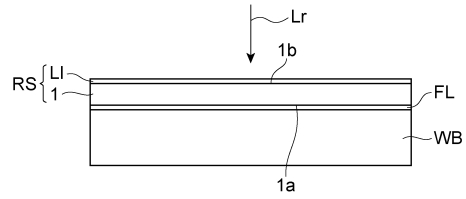
20

30

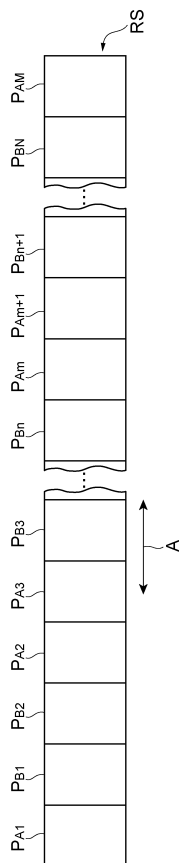
【図1】



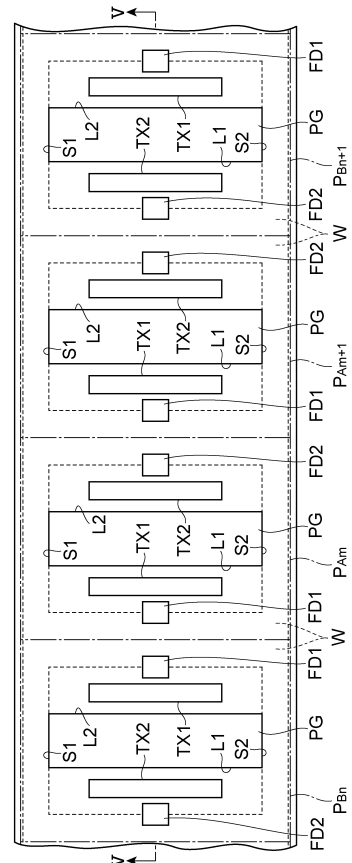
【図2】



【図3】



【図4】





---

フロントページの続き

(72)発明者 島田 明洋

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 高 場 正光

(56)参考文献 特開2009-047661(JP,A)  
特開2012-083213(JP,A)  
特開2013-178121(JP,A)  
特開2013-206903(JP,A)  
特開2012-083214(JP,A)  
特開2011-133464(JP,A)  
特開2011-112376(JP,A)  
国際公開第02/49339(WO,A2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

IPC	G01S	7/48	-	7/51
		17/00	-	17/95
	H01L	27/14		
		27/144	-	27/148