

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015 年 11 月 12 日(12.11.2015)



(10) 国際公開番号

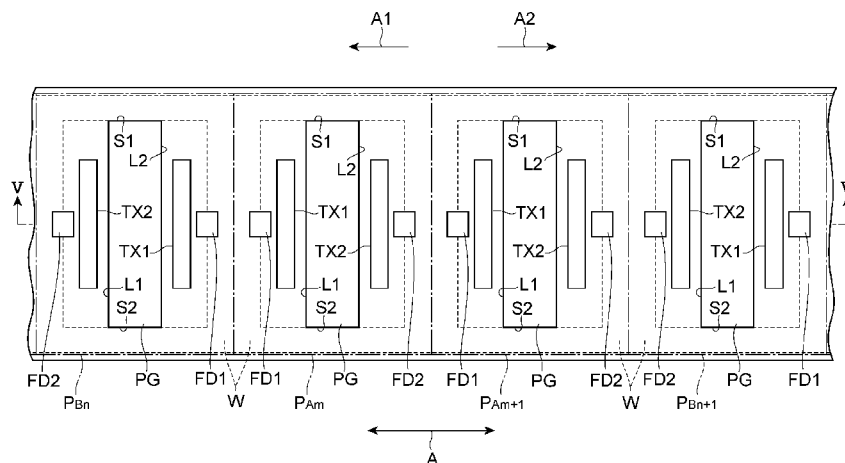
WO 2015/170487 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 7/486 (2006.01) H01L 27/146 (2006.01)
G01S 17/89 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/052465
- (22) 国際出願日: 2015 年 1 月 29 日(29.01.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-096703 2014 年 5 月 8 日(08.05.2014) JP
- (71) 出願人: 浜松ホトニクス株式会社(HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者: 間瀬 光人(MASE Mitsuhiro); 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 平光 純(HIRAMITSU Jun); 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 島田 明洋(SHIMADA Akihiro); 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP).
- (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目 1 番 1 号丸の内 MY PLAZA (明治安田生命ビル) 9 階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) Title: DISTANCE IMAGE SENSOR

(54) 発明の名称: 距離画像センサ



(57) Abstract: Three distance sensors (P_{Bn} , P_{Am} , P_{Am+1}) which are arranged in a one-dimensional direction (A) so as to be continuous with one another, wherein: first signal charge storage regions (FD1) are adjacent to one another in the one-dimensional direction (A) for the distance sensor (P_{Am}) positioned in the center of the three distance sensors and the distance sensor (P_{Bn}) positioned to one side in the one-dimensional direction (A) from the distance sensor (P_{Am}); and a first signal charge storage region (FD1) and a second signal charge storage region (FD2) are adjacent to one another in the one-dimensional direction (A) for the distance sensor (P_{Am}) positioned in the center of the three distance sensors and the distance sensor (P_{Am+1}) positioned to the other side in the one-dimensional direction (A) from the distance sensor (P_{Am}).

(57) 要約: 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 P_{Bn} , P_{Am} , P_{Am+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 P_{Am} と当該距離センサ P_{Am} より一次元方向 A で的一方に位置する距離センサ P_{Bn} とでは、第一信号電荷蓄積領域 FD1 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 P_{Am} と当該距離センサ P_{Am} より一次元方向 A の他方に位置する距離センサ P_{Am+1} とでは、第一信号電荷蓄積領域 FD1 と第二信号電荷蓄積領域 FD2 とが一次元方向 A で隣り合っている。

WO 2015/170487 A1

WO 2015/170487 A1



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：距離画像センサ

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、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、T O F（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恐れがある。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] 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、を備えている。一次元方向に連続して並ぶ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も一次元方向の一方側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上記距離センサと、当該距離センサよりも一次元方向の他方側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。

[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、を備えている。
。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。
。

[0008] 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。一次元方向のうち一方の方向で上記任意の一つの距離センサの隣に位置する距離センサにおいて、第一信号電荷蓄積領域が、電荷発生領域よりも一次元方向の他方側に位置する場合、一次元方向のうち他方の方向で上記任意の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、第一信号電荷蓄積領域が、電荷発生領域よりも一次元方向の一方側に位置する。上記一方の方向で上記任意の一つの距離センサの隣に位置する距離センサにおいて、第二信号電荷蓄積領域が、電荷発生領域よりも一次元方向の他方側に位置する場合、上記他方の方向で上記任意の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、第二信号電荷蓄積領域が、電荷発生領域よりも一次元方向の一方側に位置する。すなわち、上記一方の方向で上記任意の一つの距離センサの隣に位置する距離センサと、上記他方の方向で上記任意の一つの距離センサの隣に位置する距離センサとにおいて、上記任意の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。

[0009] したがって、上記任意の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、上記一方の方向で上記任意の一つの距離センサの隣に位置する距離センサと、上記他方の方向で上記任意の一つの距離センサの隣に位置する距離センサとに漏れ込む場合、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。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。

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]図1は、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]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。

[図3]図3は、距離画像センサの構成図である。

[図4]図4は、距離画像センサを示す概略平面図である。

[図5]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。

[図6]図6は、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]図7は、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]図8は、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。

[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、レーザ光照射装置又は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。

[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を含む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_D 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。制御部CONTは、第一及び第二転送信号 S_{p1} 、 S_{p2} を距離画像センサRSに出力する。制御部CONTは、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_1 、 q_2 をそれぞれ読み出し、読み出した電荷量 q_1 、 q_2 に基づいて距離dを演算する。演算部ARTは、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。

[0017] 測距装置10では、駆動信号 S_D が光源LSに印加されることにより、パルス光Lpがフレーム周期毎に光源LSから出射される。光源LSから出射されたパルス光Lpが対象物OJに入射すると、反射によりパルス光である反射光Lrが対象物OJから出射される。対象物OJから出射された反射光L

r は、距離画像センサ RS に入射する。

[0018] 距離画像センサ RS から、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 が出力される。距離画像センサ RS から出力された電荷量 q_1 , q_2 は、駆動信号 S_D に同期して演算部 ART に入力される。演算部 ART 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 が演算される。演算結果は、演算部 ART から制御部 CONT に入力される。制御部 CONT に入力された演算結果は、表示器 DSP に転送されて表示される。

[0019] 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。

[0020] 距離画像センサ RS 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 RS は、半導体基板 1 の第一主面 1 a 側を配線基板 WB に対向させた状態で、接着領域 FL を介して配線基板 WB に貼り付けられている。接着領域 FL 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 RS 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。

[0021] 続いて、図 3 及び図 4 を参照しながら、距離画像センサ RS 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。

[0022] 距離画像センサ RS 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 RS 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 RS の一画素を構成している。

[0023] 距離画像センサ RS は、光入射面である第二主面 1 b の前方に遮光層 LI

を備えている。遮光層 $L1$ 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 $L1a$ が形成されている。開口 $L1a$ は、矩形状を呈している。本実施形態では、開口 $L1a$ は、長方形状を呈している。光は、遮光層 $L1$ の開口 $L1a$ を通して、半導体基板 1 に入射する。したがって、開口 $L1a$ により、半導体基板 1 には、受光領域が規定される。遮光層 $L1$ は、たとえば、アルミニウムなどの金属からなる。図3及び図4では、遮光層 $L1$ の図示を省略している。

[0024] 半導体基板 1 は、第一主面 $1a$ 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 $1b$ 側に位置する p^- 型の第二半導体領域 5 と、を有している。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 $1b$ （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。

[0025] 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 PG と、第一及び第二信号電荷蓄積領域 $FD1$, $FD2$ と、第一及び第二転送電極 $TX1$, $TX2$ と、 p 型のウェル領域 W と、を備えている。図4では、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）の図示を省略している。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）の構成のみが示されている。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。

[0026] フォトゲート電極 PG は、開口 $L1a$ 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 L_p の反射光 L_r 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 L_{la} 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 L_{la} と同様に長方形状を呈している。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 L_1 , L_2 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 S_1 , S_2 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のうち一方の方向 A_1 側に第一長辺 L_1 、一次元方向Aのうち他方の方向 A_2 側に第二長辺 L_2 を有している。

[0027] 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 L_1 側にフォトゲート電極PGから離間して配置されている。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 L_2 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 L_2 側にフォトゲート電極PGから離間して配置されている。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 L_1 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。

[0028] 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、平面視で正形状を呈しており、互い

に同じ形状を有している。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。

[0029] 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。

[0030] 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。

[0031] 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。本実施形態では、第一及び第二転送電極 $TX1$, $TX2$ 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、互いに同じ形状を有している。第一及び第二転送電極 $TX1$, $TX2$ の長辺の長さは、フォトゲート電極 PG の第一及び第二長辺 $L1$, $L2$ の長さよりも短い。

[0032] 隣り合う二つの距離センサ P_{Am} , P_{Bn} において、第一信号電荷蓄積領域 $FD1$ 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_{Am+1} , P_{Bn+1} において、第二信号電荷蓄積領域 $FD2$ 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_{Am} , P_{Am+1} において、第一信号電荷蓄積領域 $FD1$ と第二信号電荷蓄積領域 $FD2$ 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_{Bn-1} , P_{Bn} においても、第一信号電荷蓄積領域 $FD1$ と第二信号電荷蓄積領域 $FD2$ とが一次元方向 A で隣り合っている。

[0033] 距離画像センサ RS では、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（たとえば、三つの距離センサ P_{Bn} , P_{Am} , P_{Am+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_{Am} ）と、一方の方向A1で当該距離センサの隣に位置する距離センサ（たとえば、距離センサ P_{Bn} ）とでは、第一信号電荷蓄積領域FD1同士が一次元方向Aで隣り合っている。上記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_{Am} ）と、他方の方向A2で当該距離センサの隣に位置する距離センサ（たとえば、距離センサ P_{Am+1} ）とでは、第一信号電荷蓄積領域FD1と第二信号電荷蓄積領域FD2とが一次元方向Aで隣り合っている。

[0034] たとえば、一次元方向Aに連続して並ぶ三つの距離センサ P_{Am} , P_{Am+1} , P_{Bn+1} において、三つの距離センサ P_{Am} , P_{Am+1} , P_{Bn+1} のうち中央に位置する距離センサ P_{Am+1} と、他方の方向A2で距離センサ P_{Am+1} の隣に位置する距離センサ P_{Bn+1} とでは、第二信号電荷蓄積領域FD2同士が一次元方向Aで隣り合っている。距離センサ P_{Am+1} と、一方の方向A1で距離センサ P_{Am+1} の隣に位置する距離センサ P_{Am} とでは、第一信号電荷蓄積領域FD1と第二信号電荷蓄積領域FD2とが一次元方向Aで隣り合っている。

[0035] 距離画像センサRSは、第一信号電荷蓄積領域FD1同士が一次元方向Aで隣り合う二つの距離センサ P_{Am} , P_{Bn} からなる複数の第一距離センサ組と、第二信号電荷蓄積領域FD2同士が一次元方向Aで隣り合う二つの距離センサ P_{Am+1} , P_{Bn+1} からなる複数の第二距離センサ組と、を含んでいる。複数の第一距離センサ組と、複数の第二距離センサ組とは、一次元方向Aで交互に並んでいる。

[0036] 隣り合う二つの距離センサ P_{Am} , P_{Bn} において、第一転送電極TX1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_{Am+1} , P_{Bn+1} において、第二転送電極TX2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_{Am} , P_{Am+1} において、第一転送電極TX1と第二転送電極TX2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_{Bn-1} , P_{Bn} においても、第一転送電極TX1と第二転送電極TX2と

が一次元方向 A で隣り合っている。

[0037] 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 $P_{A1} \sim P_{AM}$, $P_{B1} \sim P_{BN}$ 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している。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蓄積領域 F D 1, F D 2 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 F D 1, F D 2 を外部に接続するための導体 1 3 が配置される。

[0039] 本実施形態では、「不純物濃度が高い」とは、たとえば不純物濃度が $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 程度以上のことであって、「+」を導電型に付けて示す。「不純物濃度が低い」とは、たとえば $10 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ 程度以下のことであって、「-」を導電型に付けて示す。

[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 F D 1, F D 2 : 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] 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

貫通電極などを通して、基準電位（たとえば、グラウンド電位など）が与えられる。半導体基板はSiからなり、絶縁層7はSiO₂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_{p1}の位相と第二転送電極TX2に印加される第二転送信号S_{p2}の位相とは、180度ずれている。複数の距離センサP_{A1}～P_{AM}, P_{B1}～P_{BN}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の方向に走行する。すなわち、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の第一及び第二短辺S1, S2に平行な方向に走行する。

[0043] 第一転送電極TX1に正電位を与えると、第一転送電極TX1, の下のポテンシャルは、負の電荷（電子）に対し、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の下の領域のポテンシャルより低くなる。したがって、電子は、第一転送電極TX1の方向に引き込まれ、第一信号電荷蓄積領域FD1によって形成されるポテンシャル井戸内に蓄積される。第二転送電極TX2に正電位を与えると、第二転送電極TX2の下のポテンシャルは、負の電荷（電子）に対し、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の下の領域のポテンシャルより低くなる。したがって、電子は、第二転送電極TX2の方向に引き込まれ、第二信号電荷蓄積領域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。

[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中間の電位）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 ϕ_{PG} は、基板電位よりも若干高く設定されている。図6及び図7には、第一転送電極TX1の直下の領域のポテンシャル ϕ_{TX1} 、第二転送電極TX2の直下の領域のポテンシャル ϕ_{TX2} 、フォトゲート電極PGの直下の電荷発生領域のポテンシャル ϕ_{PG} 、第一信号電荷蓄積領域FD1のポテンシャル ϕ_{FD1} 、第二信号電荷蓄積領域FD2のポテンシャル ϕ_{FD2} 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TX1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TX1には正の電位が与えられる。第二転送電極TX2には、逆相の電位、すなわち位相が180度ずれた電位（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PGには、第一転送電極TX1に与えられる電位と、第二転送電極TX2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TX1直下の半導体領域のポテンシャル ϕ_{TX1} が電荷発生領域のポテンシャル ϕ_{PG} よりも下がることにより、第一信号電荷蓄積領域FD1のポテンシャル井戸内に流れ込む。

[0047] 第二転送電極TX2直下の半導体のポテンシャル ϕ_{TX2} は下がらず、第二信号電荷蓄積領域FD2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FD1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FD1、FD2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。

- [0048] 第二転送電極 T_X2 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_X2 には正の電位が与えられる。第一転送電極 T_X1 には、逆相の電位、すなわち位相が180度ずれた電位（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 PG には、第一転送電極 T_X1 に与えられる電位と、第二転送電極 T_X2 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_X2 直下の半導体領域のポテンシャル ϕ_{TX2} が電荷発生領域のポテンシャル ϕ_{PG} よりも下がることにより、第二信号電荷蓄積領域 $FD2$ のポテンシャル井戸内に流れ込む。
- [0049] 第一転送電極 T_X1 直下の半導体のポテンシャル ϕ_{TX1} は下がらず、第一信号電荷蓄積領域 $FD1$ 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 $FD2$ のポテンシャル井戸に収集されて、蓄積される。
- [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 $FD1$ 、 $FD2$ 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 $FD1$ 、 $FD2$ 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 での各種信号が示されている。
- [0052] 図8には、光源 LS の駆動信号 S_D 、反射光 L_r の強度信号 S_{Lr} 、第一転送電極 T_X1 に印加される第一転送信号 S_{p1} 、第二転送電極 T_X2 に印加される第二転送信号 S_{p2} 、及びリセット信号 $reset$ が示されている。反射光 L_r の強度信号 S_{Lr} は、対象物 OJ でのパルス光 L_p の反射光 L_r が距離画像センサ RS （電荷発生領域）に入射することにより得られた強度信号である。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_r 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 $reset$ が第一及び第二信号電荷蓄積領域 $FD1$ 、 $FD2$ に印加され。これにより、第一及び第二信号電荷蓄積領域 $FD1$ 、 $FD2$ に蓄積されている電荷が外部に排出される。本例では、リセット信号 $reset$ が一瞬 ON し、続いて OFF した後、駆動信号 S_D が光源 LS 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 $TX1$ 、 $TX2$ 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 $FD1$ 、 $FD2$ 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 $FD1$ 、 $FD2$ 内に蓄積された信号電荷が読み出される。

[0054] 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 $CONT$ により行われる。すなわち、制御部 $CONT$ 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 $FD1$ に流入させるように、第一転送信号 S_{p1} を第一転送電極 $TX1$ 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 $FD2$ 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 $TX2$ に出力する。

[0055] 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 $FD1$ 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 度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 $FD2$ に蓄積される。

[0056] 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 RS から対象物 O までの距離 d を示している。距離 d は、演算部 ART 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。 c は、光速である。

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

すなわち、演算部 ART 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 $FD1$ 、 $FD2$ 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 までの距離 d を演算する。

[0057] 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。

[0058] 一次元方向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、たとえば、フォトゲート電極よりも一次元方向の一方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、フォトゲート電極よりも一次元方向の他方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。

[0059] 上述した距離画像センサにおいて、たとえば、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、入射距離センサの第一及び第二信号電荷蓄積領域に振り分けられる。このとき、電荷の一部は、入射距離セン

サ以外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、上記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] 一次元方向のうち一方の方向で入射距離センサの隣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、電荷発生領域よりも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、電荷発生領域よりも入射距離センサとは逆側に配置されている。一次元方向のうち他方の方向で入射距離センサの隣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は、電荷発生領域よりも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、電荷発生領域よりも入射距離センサとは逆側に配置されている。

[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、一方側距離センサにおいて、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] 本実施形態において、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。一方の方向 $A1$ で上記任意の一つの距離センサの隣に位置する距離センサにおいて、第一信号電荷蓄積領域 $FD1$ が、電荷発生領域よりも他方の方向 $A2$ 側に位置する場合、他方の方向 $A2$ で当該任意の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、第一信号電荷蓄積領域 $FD1$ が、電荷発生領域よりも一方の方向 $A1$ 側に位置する。一方の方向 $A1$ で上記任意の一つの距離センサの隣に位置する距離センサにおいて、第二信号電荷蓄積領域 $FD2$ が、電荷発生領域よりも他方の方向 $A2$ 側に位置する場合、他方の方向 $A2$ で当該任意の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、第二信号電荷蓄積領域 $FD2$ が、電荷発生領域よりも一方の方向 $A1$ 側に位置する。すなわち、一方の方向 $A1$ で上記任意の一つの距離センサの隣に位置する距離センサと、他方の方向 $A2$ で上記任意の一つの距離センサの隣に位置する距離センサとにおいて、上記任意の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。

[0063] したがって、上記任意の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、一方の方向 $A1$ で上記任意の一つの距離センサの隣に位置する距離センサと、他方の方向 $A2$ で上記任意の一つの距離センサの隣に位置する距離センサとに漏れ込む場合、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。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。

[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] 各距離センサ $P_{A1} \sim P_{AM}$, $P_{B1} \sim P_{BN}$ 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 $FD1$, $FD2$ を1つずつ備えているが、これに限られない。各距離センサ $P_{A1} \sim P_{AM}$, $P_{B1} \sim P_{BN}$ 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 $FD1$, $FD2$ を2つずつ以上備えてもよい。

[0066] 各距離センサ $P_{A1} \sim P_{AM}$, $P_{B1} \sim P_{BN}$ は、不要電荷排出領域と第三転送電極とを更に備えてもよい。不要電荷排出領域は、電荷発生領域にて発生した電荷を不要電荷として、外部に排出する。第三転送電極は、不要電荷排出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排出領域に流入させる。各距離センサ $P_{A1} \sim P_{AM}$, $P_{B1} \sim P_{BN}$ が不要電荷排出領域と第三転送電極とを備えている場合、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。不要電荷排出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 $P_{A1} \sim P_{AM}$, $P_{B1} \sim P_{BN}$ が一次元に配置されたラインセンサであるが、複数の距離センサ $P_{A1} \sim P_{AM}$, $P_{B1} \sim P_{BN}$ は二次元に配置されていてもよい。この場合、二次元画像を容易に得ることができる。ラインセンサを回転させる、又は、2つのラインセンサを走査させることによっても、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は、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）により構成されていてもよい。

[0071] 本実施形態に係る距離画像センサ RS における p 型及び n 型の各導電型は、上述したものとは逆になるように入れ替えられていてもよい。

産業上の利用可能性

[0072] 本発明は、電荷振り分け型の距離画像センサに利用できる。

符号の説明

[0073] 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。

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ぶ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、当該距離センサよりも前記一次元方向の一方側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、当該距離センサよりも前記一次元方向の他方側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。
- [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、

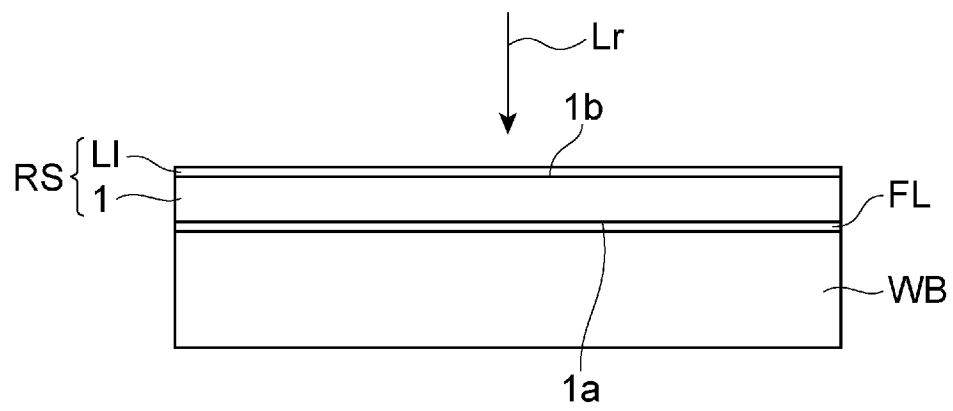
前記電荷発生領域から離間し且つ前記一次元方向で前記電荷発生領域を挟んで配置され、前記電荷発生領域にて発生した電荷を信号電荷として蓄積する第一及び第二信号電荷蓄積領域と、

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、

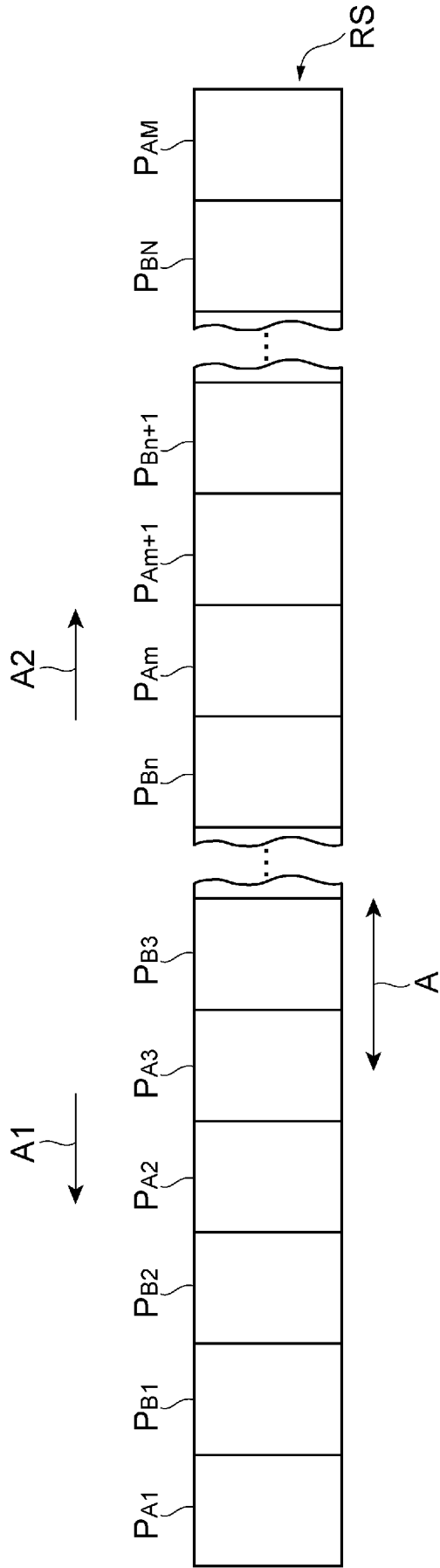
前記第二信号電荷蓄積領域と前記電荷発生領域との間に配置され、前記第一転送信号と位相が異なる第二転送信号に応じて前記電荷発生領域にて発生した電荷を信号電荷として前記第二信号電荷蓄積領域に流入させる第二転送電極と、を備えており、

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。

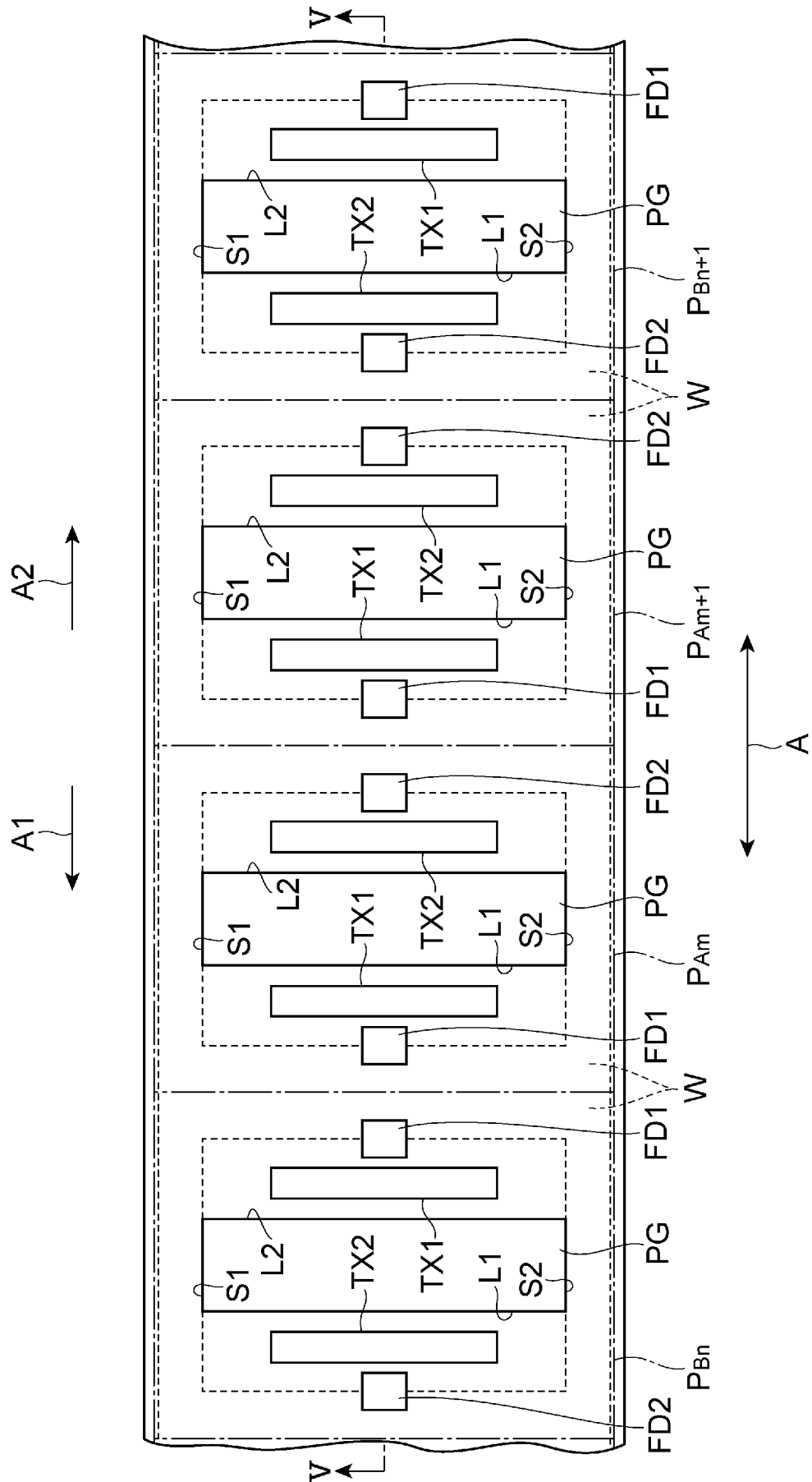
[図2]



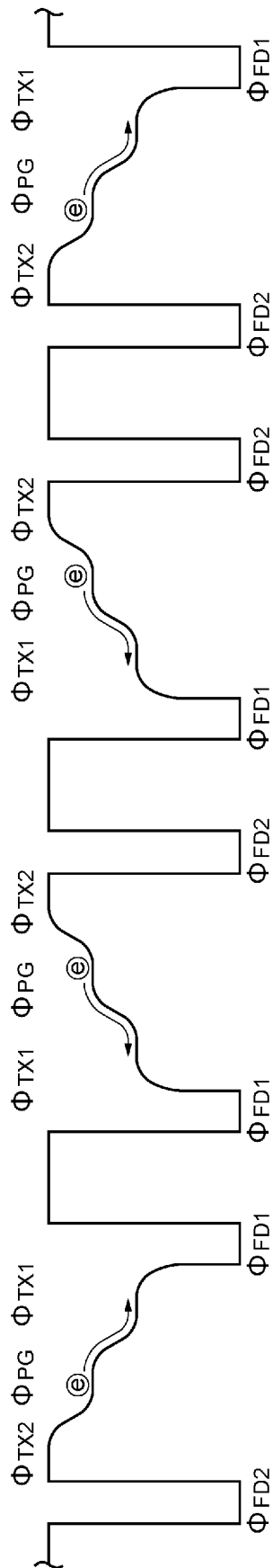
[図3]



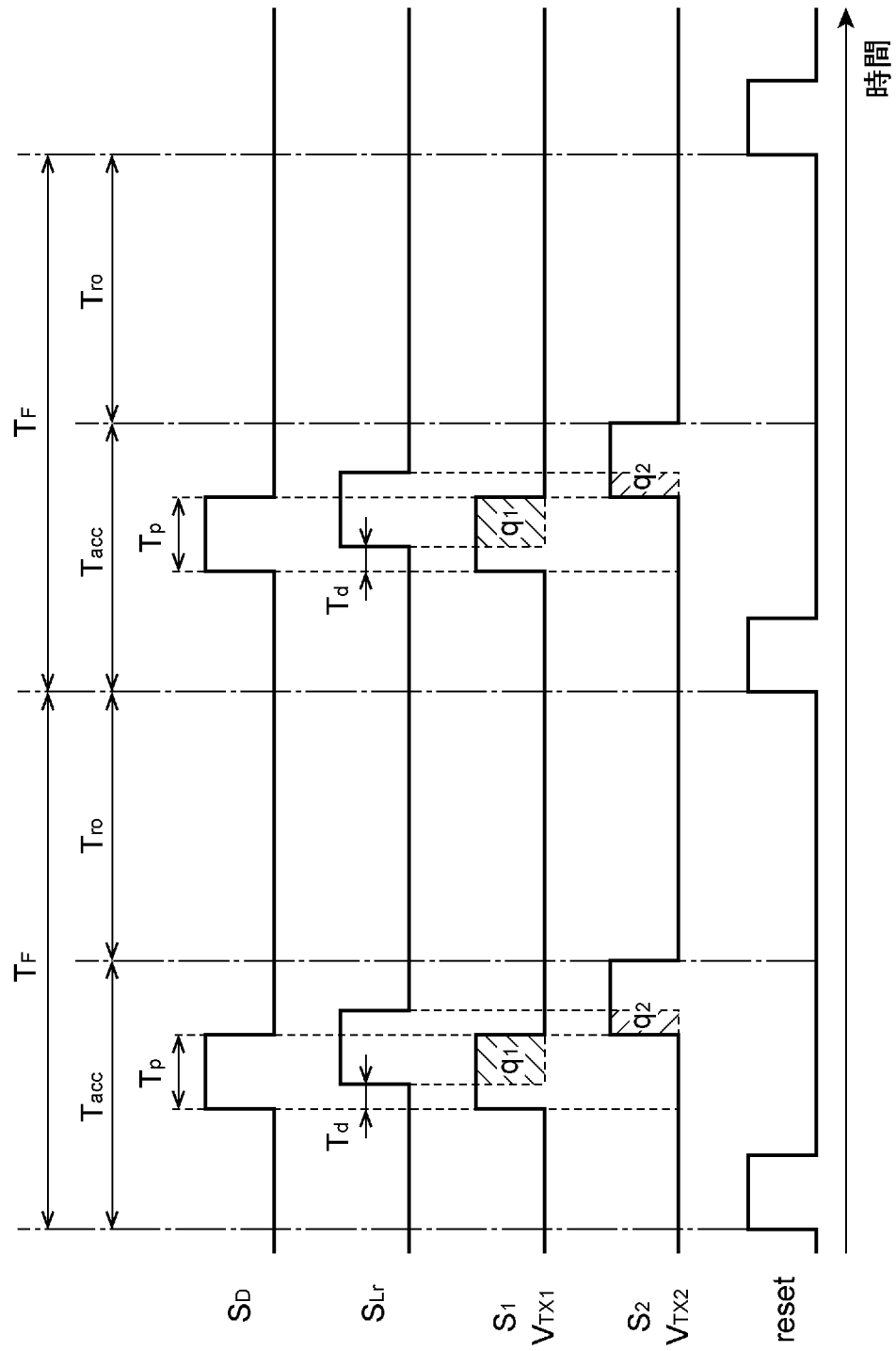
[図4]



[図6]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/052465

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S7/486(2006.01)i, G01S17/89(2006.01)i, H01L27/146(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01S7/486, G01S17/89, H01L27/146

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2009-47661 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 05 March 2009 (05.03.2009), Best Mode for carrying out the Invention; fig. 19, 20 & WO 2009/025365 A1	1, 2
X	JP 2012-83213 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 26 April 2012 (26.04.2012), Mode for carrying out the invention; fig. 3, 10 (Family: none)	1

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
14 April 2015 (14.04.15)

Date of mailing of the international search report
28 April 2015 (28.04.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/052465

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-178121 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 09 September 2013 (09.09.2013), entire text; all drawings & US 2013/0221472 A1 & WO 2013/128714 A1 & EP 2821812 A1	1, 2
A	JP 2013-206903 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 07 October 2013 (07.10.2013), entire text; all drawings & US 2013/0258311 A1 & WO 2013/145420 A1	1, 2
A	JP 2012-83214 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 26 April 2012 (26.04.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1, 2
A	JP 2011-133464 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 07 July 2011 (07.07.2011), entire text; all drawings & US 2012/0182540 A1 & WO 2011/065280 A1 & EP 2506036 A1 & KR 10-2012-0104969 A	1, 2
A	WO 2007/026779 A1 (National University Corporation Shizuoka University), 08 March 2007 (08.03.2007), entire text; all drawings & JP 5110520 B & US 2009/0134396 A1	1, 2

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01S7/486(2006.01)i, G01S17/89(2006.01)i, H01L27/146(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01S7/486, G01S17/89, H01L27/146

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2009-47661 A（浜松ホトニクス株式会社）2009.03.05, 【発明を実施するための最良の形態】, 図19, 20 & WO 2009/025365 A1	1, 2
X	JP 2012-83213 A（浜松ホトニクス株式会社）2012.04.26, 【発明を実施するための形態】, 図3, 10（ファミリーなし）	1
A	JP 2013-178121 A（浜松ホトニクス株式会社）2013.09.09, 全文, 全図 & US 2013/0221472 A1 & WO 2013/128714 A1 & EP 2821812 A1	1, 2

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 4 . 0 4 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 8 . 0 4 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

小川 亮

2 S

3 0 0 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 8

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2013-206903 A (浜松ホトニクス株式会社) 2013. 10. 07, 全文, 全図 & US 2013/0258311 A1 & WO 2013/145420 A1	1, 2
A	JP 2012-83214 A (浜松ホトニクス株式会社) 2012. 04. 26, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 2
A	JP 2011-133464 A (浜松ホトニクス株式会社) 2011. 07. 07, 全文, 全図 & US 2012/0182540 A1 & WO 2011/065280 A1 & EP 2506036 A1 & KR 10-2012-0104969 A	1, 2
A	WO 2007/026779 A1 (国立大学法人静岡大学) 2007. 03. 08, 全文, 全図 & JP 5110520 B & US 2009/0134396 A1	1, 2