

(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 12 月 17 日(17.12.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/190308 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 17/10 (2006.01) H01L 27/146 (2006.01)
G01S 17/89 (2006.01) H04N 5/369 (2011.01)
H01L 27/14 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/065458
- (22) 国際出願日: 2015 年 5 月 28 日(28.05.2015)
- (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 2014-118623 2014 年 6 月 9 日(09.06.2014) 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

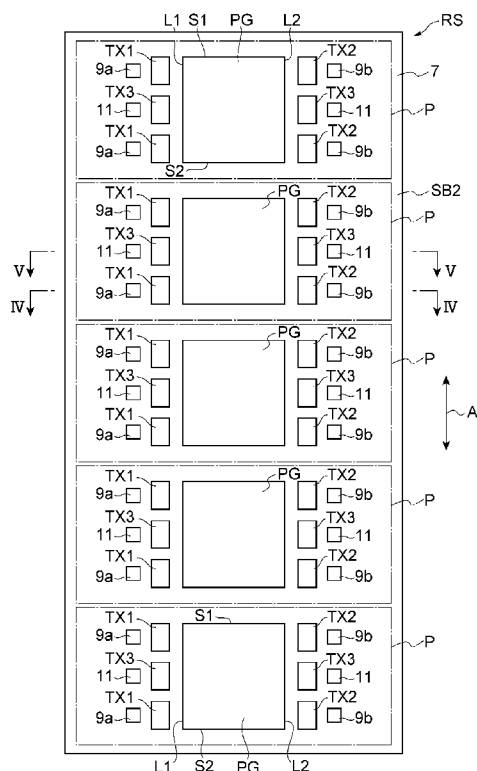
6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP).

- (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), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー

[続葉有]

(54) Title: DISTANCE MEASURING DEVICE

(54) 発明の名称 : 測距装置



(57) Abstract: According to the irradiation position of pulsed light, a selection unit outputs a first transfer signal to a first transfer electrode (TX1) and a second transfer signal to a second transfer electrode (TX2) so as to cause signal charges to flow into first and second signal charge collection regions (9a, 9b) of a pixel corresponding to the irradiation position among a plurality of pixels, and outputs a third transfer signal to a third transfer electrode (TX3) so as to cause an unnecessary charge to flow into an unnecessary charge discharge region (11) of a pixel other than the pixel corresponding to the irradiation position among the plurality of pixels. A calculation unit reads out signals corresponding to the amounts of the signal charges respectively collected in the first and second signal charge collection regions (9a, 9b) of the pixel selected by the selection unit, and calculates the distance to an object on the basis of the ratio between the amount of the signal charge collected in the first signal charge collection region (9a) and the amount of the signal charge collected in the second signal charge collection region (9b).

(57) 要約: 選択部は、パルス光の照射位置に応じて、複数の画素のうち照射位置に対応する画素の第一及び第二信号電荷収集領域 9 a, 9 b に信号電荷を流入させるように第一転送電極 TX 1 に第一転送信号を出力すると共に第二転送電極 TX 2 に第二転送信号を出力し、複数の画素のうち照射位置に対応する画素以外の画素の不要電荷排出領域 1 1 に不要電荷を流入させるように第三転送電極 TX 3 に第三転送信号を出力する。演算部は、選択部により選択された画素の第一及び第二信号電荷収集領域 9 a, 9 b それぞれに収集された信号電荷の量に対応する信号を読み出し、第一信号電荷収集領域 9 a に収集された信号電荷の量と第二信号電荷収集領域 9 b に収集された信号電荷の量との比率に基づいて対象物までの距離を演算する。

WO 2015/190308 A1



ロツパ (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), 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：測距装置

技術分野

[0001] 本発明は、測距装置に関する。

背景技術

[0002] 光源から出射されたパルス光の対象物への照射位置を走査する走査部と、複数の画素が一次元方向に配置されており、対象物でのパルス光の反射光が入射する受光部と、複数の画素から信号を読み出し、対象物までの距離を演算する演算部と、を備える測距装置が知られている（たとえば、特許文献 1 参照）。特許文献 1 に記載された測距装置は、T O F（Time-Of-Flight）型の距離計測を行う。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第 2 0 1 3 / 1 2 1 2 6 7 号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献 1 に記載された測距装置では、電荷の蓄積毎にリセット動作が行われ、画素から不要な電荷が排出される。これにより、外乱光の入射により生じた電荷（不要な電荷）が信号電荷として蓄積されるのが抑制され、画素から読み出される信号に外乱光の成分が反映されるのを防ぐことができる。

[0005] ところで、距離計測の精度を高めるためには、画素から信号を読み出す際に、十分な信号量を確保することが求められる。特許文献 1 に記載された測距装置では、上述したように、信号の蓄積毎にリセット動作が行われるため、十分な信号量を確保するためには、各画素における電荷の蓄積時間を比較的長く設定する必要がある。電荷の蓄積時間に対応させて、走査部による走査時間も長く設定する必要がある。したがって、特許文献 1 に記載された測距装置では、対象物が移動する場合、適切に距離計測を行うことが困難とな

る恐れがある。

[0006] 本発明は、距離計測を適切かつ精度よく行うことが可能な測距装置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

[0007] 本発明の一つの観点に係る測距装置は、光源から出射されたパルス光の対象物への照射位置を走査する走査部と、一次元方向に配置されている複数の画素を有し、対象物でのパルス光の反射光が入射する受光部と、走査部によるパルス光の照射位置に応じて、信号を読み出す画素を複数の画素から選択する選択部と、選択部により選択された画素から信号を読み出し、対象物までの距離を演算する演算部と、を備えている。複数の画素それぞれは、入射光に応じて電荷が発生する電荷発生領域と、電荷発生領域からそれぞれ離間して配置され、電荷発生領域にて発生した電荷を信号電荷として収集する第一及び第二信号電荷収集領域と、電荷発生領域から離間して配置され、電荷発生領域にて発生した電荷を不要電荷として排出する不要電荷排出領域と、第一信号電荷収集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収集領域に流入させる第一転送電極と、第二信号電荷収集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収集領域に流入させる第二転送電極と、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第三転送電極と、を備えている。選択部は、走査部によるパルス光の照射位置に応じて、複数の画素のうち照射位置に対応する画素の第一及び第二信号電荷収集領域に信号電荷を流入させるように第一転送電極に第一転送信号を出力すると共に第二転送電極に第二転送信号を出力し、複数の画素のうち照射位置に対応する画素以外の画素の不要電荷排出領域に不要電荷を流入させるように第三転送電極に第三転送信号を出力する。演算部は、選択部により選択された画素の

第一及び第二信号電荷収集領域それぞれに収集された信号電荷の量に対応する信号を読み出し、第一信号電荷収集領域に収集された信号電荷の量と第二信号電荷収集領域に収集された信号電荷の量との比率に基づいて対象物までの距離を演算する。

[0008] 本発明の一つの観点では、選択部により、パルス光の照射位置に対応する画素の第一転送電極に、当該画素の第一信号電荷収集領域に信号電荷を流入させるように、第一転送信号が出力される。選択部により、パルス光の照射位置に対応する上記画素の第二転送電極に、当該画素の第二信号電荷収集領域に信号電荷を流入させるように、第一転送信号と位相が異なる第二転送信号が出力される。すなわち、選択部により選択された画素の電荷発生領域に発生した電荷が、信号電荷として、第一信号電荷収集領域と第二信号電荷収集領域とに振り分けられて、対応する信号電荷収集領域で信号電荷が収集される。選択部により、パルス光の照射位置に対応する上記画素以外の画素の第三転送電極に、当該画素の不要電荷排出領域に不要電荷を流入させるように第三転送信号が出力される。すなわち、信号電荷が収集される画素以外の画素では、当該画素の電荷発生領域に発生した電荷が、不要電荷として、不要電荷排出領域から排出される。演算部により、選択部により選択された画素の第一及び第二信号電荷収集領域それぞれに収集された信号電荷の量に対応する信号が読み出され、第一信号電荷収集領域に収集された信号電荷の量と第二信号電荷収集領域に収集された信号電荷の量との比率に基づいて対象物までの距離が演算される。これらのことから、信号電荷が収集される画素以外の画素では、当該画素の電荷発生領域に発生した電荷が、不要電荷として排出されるため、対象物までの距離の演算に対し、不要電荷に基づく電荷量が反映され難い。したがって、距離計測を適切かつ精度よく行うことができる。

[0009] 一実施形態において、選択部は、選択した画素において、第一及び第二信号電荷収集領域へ信号電荷を流入させるタイミングと異なり、かつ、光源からパルス光が出射されないタイミングで、第一及び第二信号電荷収集領域に

電荷を流入させるように第一転送電極に第一転送信号を出力すると共に第二転送電極に第二転送信号を出力してもよく、演算部は、光源からパルス光が出射されないタイミングで第一信号電荷収集領域に収集された電荷の量が減じられた第一信号電荷収集領域に収集された信号電荷の量と、光源からパルス光が出射されないタイミングで第二信号電荷収集領域に収集された電荷の量が減じられた第二信号電荷収集領域に収集された信号電荷の量と、の比率に基づいて対象物までの距離を演算してもよい。

[0010] 上述した一実施形態によれば、選択部により、選択された画素において、第一及び第二信号電荷収集領域に信号電荷を流入させるタイミングと異なり、かつ、光源からパルス光が出射されないタイミングで、第一信号電荷収集領域に電荷を流入させるように、第一転送信号が出力される。選択部により、選択された上記画素において、第一及び第二信号電荷収集領域に信号電荷を流入させるタイミングと異なり、かつ、光源からパルス光が出射されないタイミングで、第二信号電荷収集領域に電荷を流入させるように、第二転送信号が出力される。すなわち、選択部により選択された画素の電荷発生領域において、当該画素に対応するパルス光の出射によらない電荷が、第一信号電荷収集領域と第二信号電荷収集領域とに振り分けられて、対応する領域で収集される。演算部により、光源からパルス光が出射されないタイミングで第一信号電荷収集領域に収集された電荷の量が減じられた第一信号電荷収集領域に収集された信号電荷の量と、光源からパルス光が出射されないタイミングで第二信号電荷収集領域に収集された電荷の量が減じられた第二信号電荷収集領域に収集された信号電荷の量と、の比率に基づいて対象物までの距離が演算される。すなわち、選択された画素に対応するパルス光の出射によらない電荷が減じられることにより、対象物までの距離の演算に対し、背景光などの外乱光に基づく電荷量が反映され難い。したがって、距離計測をより一層適切かつ精度よく行うことができる。

発明の効果

[0011] 本発明の上記一つの観点によれば、距離計測を適切かつ精度よく行うこと

が可能な測距装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [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、図3に示されるIV-IV線に沿った断面構成を示す図である。

[図5]図5は、図3に示される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。

[図9]図9は、各種信号のタイミングチャートと選択される画素との関係を説明するための図である。

[図10]図10は、反射部材の動きと画素との関係を説明するための図である。

[図11]図11は、本実施形態の変形例における、各種信号のタイミングチャートと選択される画素との関係を説明するための図である。

[図12]図12は、本実施形態の変形例における、反射部材の動きと画素との関係を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、添付図面を参照して、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。

[0014] 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。

[0015] 測距装置1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1は、複数の画素を有する距離画像センサRSと、光源LSと、反射部材M

R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、反射部材MRに向けてパルス光Lpを出射する。光源LSは、たとえば、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、TOF型の距離画像センサである。距離画像センサRSは、配線基板WB上に配置されている。

[0016] 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。

[0017] 駆動部DRVは、制御部CONTの制御にしたがって、光源LSに駆動信号S_Dを送る。すなわち、駆動部DRVは、反射部材MR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。駆動部DRVは、制御部CONTの制御にしたがって、反射部材MRのアクチュエータに駆動信号を送る。すなわち、駆動部DRVは、光源LSから反射部材MRに向けて出射されたパルス光Lpの光路を変更するようにアクチュエータを駆動する。反射部材MRは、光源LSから出射されたパルス光Lpを反射する。反射されたパルス光Lpが対象物OJに照射される。アクチュエータは、駆動部DRVからの駆動信号により、反射部材MRの角度を偏向する。これにより、光源LSから出射されたパルス光Lpの対象物OJへの照射位置Piが走査される。本実施形態では、駆動部DRVと反射部材MRとが、光源LSから出射されたパルス光Lpの対象物OJへの照射位置を走査する走査部として機能する。反射部材MRは、たとえばMEMS（Micro Electro Mechanical Systems）ミラーである。

[0018] 制御部CONTは、駆動部DRVを制御すると共に、第一～第三転送信号

STX1, STX2, STX3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。制御部CONTは、選択部SELを有している。選択部SELは、パルス光Lpの対象物OJへの照射位置に応じて、距離画像センサRSが有する複数の画素の中から、信号を読み出す画素を選択する。演算部ARTは、選択部SELにて選択された画素から信号電荷の電荷量 Q_1 , Q_2 (合計電荷量 Q_{T1} , Q_{T2})を読み出す。演算部ARTは、読み出した電荷量 Q_1 , Q_2 (合計電荷量 Q_{T1} , Q_{T2})に基づいて距離dを画素毎に演算し、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から入力された演算部ARTの演算結果を表示する。

[0019] 測距装置1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は、反射部材MRにより走査される。パルス光Lpは、対象物OJに入射すると、対象物OJにより反射される。したがって、対象物OJに入射したパルス光Lpは、反射光Lrとして対象物OJから出射される。対象物OJから出射された反射光Lrは、距離画像センサRSの電荷発生領域に入射する。

[0020] 距離画像センサRSからは、画素毎に第一及び第二転送信号STX1, STX2に同期して収集された電荷量 Q_1 , Q_2 (合計電荷量 Q_{T1} , Q_{T2})が出力される。出力された電荷量 Q_1 , Q_2 (合計電荷量 Q_{T1} , Q_{T2})が駆動信号 S_D に同期して演算部ARTに入力される。演算部ARTは、入力された電荷量 Q_1 , Q_2 (合計電荷量 Q_{T1} , Q_{T2})に基づき、画素毎に距離dを演算する。制御部CONTは、演算部ARTの演算結果を演算部ARTから取得する。制御部CONTは、入力された演算部ARTの演算結果を表示器DSPに転送する。表示器DSPは、演算部ARTの演算結果を表示する。

[0021] 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。

[0022] 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 2 を備えている。半導体基板 2 は、互いに対向する第一及び第二主面 2 a , 2 b を有している。第二主面 2 b は、光入射面である。距離画像センサ R S は、半導体基板 2 の第一主面 2 a 側を配線基板 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、絶縁性の接着剤又は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 2 の第二主面 2 b 側から反射光 L r が入射する。

[0023] 続いて、図 3 ～図 5 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、図 3 に示される IV-IV 線に沿った断面構成を示す図である。図 5 は、図 3 に示される V-V 線に沿った断面構成を示す図である。

[0024] 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（本実施形態では、五つの距離センサ） P が一次元方向 A に配置されたアレイ構成を成すラインセンサである。複数の距離センサ P 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：c h）を構成している。本実施形態では、複数の距離センサ P 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。本実施形態では、距離画像センサ R S は、一次元方向に配置されている複数の画素を有し、対象物 O J でのパルス光の反射光 L r が入射する受光部として機能する。

[0025] 距離画像センサ R S は、光入射面である第二主面 2 b の前方に遮光層 L l を備えている。遮光層 L l には、一次元方向 A に複数の開口 L l a が形成されている。複数の開口 L l a は、複数の距離センサ P に対応する領域に形成されている。開口 L l a は、矩形状を呈している。本実施形態では、開口 L l a は、長方形形状を呈している。光は、遮光層 L l の開口 L l a を通って、半導体基板 2 に入射する。したがって、開口 L l a により、半導体基板 2 には、受光領域が規定される。遮光層 L l 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 l の図示が省略されている。

[0026] 半導体基板 2 は、第一主面 2 a 側に位置する p 型の第一半導体領域 4 と、第一半導体領域 4 よりも不純物濃度が低くかつ第二主面 2 b 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 2 は、たとえば、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 2 の第二主面 2 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 は、半導体基板 2 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 は、半導体基板 2 において、一次元方向 A に沿って並ぶように位置する。

[0027] 各距離センサ P は、図 3～図 5 に示されるように、フォトゲート電極 P G と、一对の第一信号電荷収集領域 9 a と、一对の第二信号電荷収集領域 9 b と、一对の不要電荷排出領域 1 1 と、それぞれ一对の第一～第三転送電極 T X 1, T X 2, T X 3 と、を備えている。図 3 では、第一及び第二信号電荷収集領域 9 a, 9 b 上並びに不要電荷排出領域 1 1 上に配置されている導体 1 3（図 4 及び図 5 参照）を省略して示す。

[0028] フォトゲート電極 P G は、開口 L l a に対応して配置されている。半導体基板 2（第二半導体領域 5）におけるフォトゲート電極 P G に対応する領域（図 4 及び図 5 において、フォトゲート電極 P G の下方に位置する領域）は、対象物 O J 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 P G は、開口 L l a 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 P G は、開口 L l a 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 P G は、一次元方向 A と平行でか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 と直交しか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。

[0029] 一对の第一信号電荷収集領域 9 a は、フォトゲート電極 P G の第一長辺 L 1 側において当該第一長辺 L 1 に沿って配置されている。一对の第一信号電荷収集領域 9 a は、フォトゲート電極 P G から離間して配置されている。一对の第二信号電荷収集領域 9 b は、フォトゲート電極 P G の第二長辺 L 2 側において当該第二長辺 L 2 に沿って配置されている。一对の第二信号電荷収

集領域 9 b は、フォトゲート電極 P G から離間して配置されている。いずれの距離センサ P においても、第一及び第二信号電荷収集領域 9 a, 9 b は、電荷発生領域（フォトゲート電極 P G の下方に位置する領域）から離間して配置されている。第一信号電荷収集領域 9 a と第二信号電荷収集領域 9 b とは、第一及び第二長辺 L 1, L 2 の対向方向（一次元方向 A と直交する方向）で、フォトゲート電極 P G を挟んで対向している。

[0030] 第一及び第二信号電荷収集領域 9 a, 9 b 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収集し、蓄積する。第一及び第二信号電荷収集領域 9 a, 9 b 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収集領域 9 a, 9 b は、平面視で正形状を呈しており、互いに同形状を成している。第一及び第二信号電荷収集領域 9 a, 9 b は、フローティング・ディフュージョン領域である。

[0031] 第一転送電極 T X 1 は、絶縁層 7 上であって、フォトゲート電極 P G と第一信号電荷収集領域 9 a との間に配置されている。第一転送電極 T X 1 は、第一信号電荷収集領域 9 a とフォトゲート電極 P G とからそれぞれ離間して配置されている。第一転送電極 T X 1 は、第一転送信号 S T X 1 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収集領域 9 a に流入させる。

[0032] 第二転送電極 T X 2 は、絶縁層 7 上であって、フォトゲート電極 P G と第二信号電荷収集領域 9 b との間に設けられている。第二転送電極 T X 2 は、第二信号電荷収集領域 9 b とフォトゲート電極 P G とからそれぞれ離間して配置されている。第二転送電極 T X 2 は、第二転送信号 S T X 2 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収集領域 9 b に流入させる。

[0033] 第一及び第二転送電極 T X 1, T X 2 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 T X 1, T X 2 は、フォトゲート電極 P G での第一及び第二短辺 S 1, S 2 の対向方向をその長辺方向とする長

方形状を呈している。第一及び第二転送電極 $TX1$, $TX2$ の長辺方向での長さは、同じに設定されている。

[0034] 不要電荷排出領域 11 は、フォトゲート電極 PG の第一長辺 $L1$ 側において、第一及び第二短辺 $S1$, $S2$ の対向方向（一次元方向 A ）で一对の第一信号電荷収集領域 9a に挟まれるように、第一信号電荷収集領域 9a から離間して配置されている。不要電荷排出領域 11 は、フォトゲート電極 PG の第二長辺 $L2$ 側において、第一及び第二短辺 $S1$, $S2$ の対向方向（一次元方向 A ）で一对の第二信号電荷収集領域 9b に挟まれるように、第二信号電荷収集領域 9b から離間して配置されている。各不要電荷排出領域 11 は、フォトゲート電極 PG から離間して配置されている。各不要電荷排出領域 11 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。不要電荷排出領域 11 同士は、第一及び第二長辺 $L1$, $L2$ の対向方向で、フォトゲート電極 PG を挟んで対向している。

[0035] 不要電荷排出領域 11 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不要電荷として排出する。不要電荷排出領域 11 は、平面視で矩形状を呈している。本実施形態では、不要電荷排出領域 11 は、平面視で正形状を呈している。不要電荷排出領域 11 は、たとえば固定電位 V_{dd} に接続されている。

[0036] 各第三転送電極 $TX3$ は、絶縁層 7 上であって、フォトゲート電極 PG と対応する不要電荷排出領域 11 との間に設けられている。第三転送電極 $TX3$ は、不要電荷排出領域 11 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。第三転送電極 $TX3$ は、第三転送信号 $STX3$ 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 11 に流入させる。第三転送電極 $TX3$ は、平面視で矩形状を呈している。本実施形態では、第三転送電極 $TX3$ は、フォトゲート電極 PG での第一及び第二短辺 $S1$, $S2$ の対向方向をその長辺方向とする長形状を呈している。第三転送電極 $TX3$ の長辺方向での長さは、第一及び第二転送電極 $TX1$, $TX2$ の長辺方向での長さと同じに設定されている。

[0037] 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収集領域 9 a, 9 b 並びに不要電荷排出領域 11 を外部に接続するための導体 13 が配置される。

[0038] 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。

[0039] 各半導体領域の厚さ／不純物濃度の一例は、以下の通りである。

第一半導体領域 4 : 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収集領域 9 a, 9 b : 厚さ $0.1 \sim 1 \mu\text{m}$ / 不純物濃度 $1 \times 10^{18} \sim 10^{20} \text{ cm}^{-3}$

不要電荷排出領域 11 : 厚さ $0.1 \sim 1 \mu\text{m}$ / 不純物濃度 $1 \times 10^{18} \sim 10^{20} \text{ cm}^{-3}$

[0040] 半導体基板 2 (第一及び第二半導体領域 4, 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_2 からなり、フォトゲート電極 PG 及び第一～第三転送電極 TX 1, TX 2, TX 3 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。

[0041] 第一転送電極 TX 1 に印加される第一転送信号 STX 1 の位相と第二転送電極 TX 2 に印加される第二転送信号 STX 2 の位相とは、位相が異なる。本実施形態では、第一転送信号 STX 1 の位相と第二転送信号 STX 2 の位相とは、たとえば 180° ずれている。第三転送電極 TX 3 に印加される第三転送信号 STX 3 の位相は、第一及び第二転送信号 STX 1, STX 2 の位相と異なる。本実施形態では、第三転送信号 STX 3 の位相は、第一及び

第二転送信号 $S\ T\ X\ 1$, $S\ T\ X\ 2$ の位相と反転している。すなわち、第一又は第二転送信号 $S\ T\ X\ 1$, $S\ T\ X\ 2$ が高位のとき、第三転送信号 $S\ T\ X\ 3$ は低位であり、第一又は第二転送信号 $S\ T\ X\ 1$, $S\ T\ X\ 2$ が低位のとき、第三転送信号 $S\ T\ X\ 3$ は高位である。

[0042] 各距離センサ P に入射した光は、半導体基板 2（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 $P\ G$ 並びに第一及び第二転送電極 $T\ X\ 1$, $T\ X\ 2$ 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 $T\ X\ 1$ 又は第二転送電極 $T\ X\ 2$ の方向、すなわちフォトゲート電極 $P\ G$ の第一及び第二短辺 $S\ 1$, $S\ 2$ に平行な方向に走行する。

[0043] 第一又は第二転送電極 $T\ X\ 1$, $T\ X\ 2$ に正電位を与えると、第一又は第二転送電極 $T\ X\ 1$, $T\ X\ 2$ の下のポテンシャルがフォトゲート電極 $P\ G$ の下の部分の半導体基板 2（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 $T\ X\ 1$, $T\ X\ 2$ の方向に引き込まれ、第一及び第二信号電荷収集領域 $9\ a$, $9\ b$ によって形成されるポテンシャル井戸内に収集されて、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 $T\ X\ 1$, $T\ X\ 2$ 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 $T\ X\ 1$, $T\ X\ 2$ 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 2 で発生した電荷は、第一及び第二信号電荷収集領域 $9\ a$, $9\ b$ には引き込まれない。

[0044] 各距離センサ P に光が入射することにより発生した電荷のうち一部は、不要電荷として、フォトゲート電極 $P\ G$ 及び第三転送電極 $T\ X\ 3$ 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、第三転送電極 $T\ X\ 3$ の方向に走行する。

[0045] 第三転送電極 $T\ X\ 3$ に、正電位を与えると、第三転送電極 $T\ X\ 3$ の下のポテンシャルが、フォトゲート電極 $P\ G$ の下の部分の半導体基板 2（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り、負の電荷（電子）は、第三転送電極 $TX3$ の方向に引き込まれ、不要電荷排出領域 11 によって形成されるポテンシャル井戸内に収集されて、排出される。第三転送電極 $TX3$ 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、第三転送電極 $TX3$ によるポテンシャル障壁が生じ、半導体基板 2 で発生した電荷は、不要電荷排出領域 11 には引き込まれない。

[0046] 図 6 及び図 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 6 は、信号電荷の収集動作（蓄積動作）を説明するための図である。図 7 は、不要電荷の排出動作を説明するための図である。図 6 の (a) 及び (b) 並びに図 7 の (a) は、図 3 に示される IV-IV 線に沿った半導体基板 2 の第二主面 2b 近傍におけるポテンシャル分布を示している。図 6 の (c) 及び図 7 の (b) は、図 3 に示される V-V 線に沿った半導体基板 2 の第二主面 2b 近傍におけるポテンシャル分布を示している。

[0047] 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} 、第三転送電極 $TX3$ の直下の領域のポテンシャル ϕ_{TX3} 、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} 、第一信号電荷収集領域 9a のポテンシャル ϕ_{FD1} 、第二信号電荷収集領域 9b のポテンシャル ϕ_{FD2} 、不要電荷排出領域 11 のポテンシャル ϕ_{OFD1} 、 ϕ_{OFD2} が示されている。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。

[0048] フォトゲート電極 PG の直下の領域（電荷発生領域）のポテンシャル ϕ_{PG} は、無バイアス時における隣接する第一～第三転送電極 $TX1 \sim TX3$ 直下の領域のポテンシャル ϕ_{TX1} 、 ϕ_{TX2} 、 ϕ_{TX3} を基準電位とすると、この基準電位よりも高く設定されている。すなわち、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 ϕ_{PG} は、基板電位よりも若干高く設定されている。この電荷発生領域のポテンシャル ϕ_{PG} はポテンシャル ϕ_{TX1} 、 ϕ_{TX2} 、 ϕ_{TX3}

T_{X3} よりも高い。ポテンシャル分布は電荷発生領域において図面の下向きに凹んだ形状である。

[0049] 図6を参照して、信号電荷の収集動作（蓄積動作）を説明する。

[0050] 第一転送電極 T_{X1} に印加される第一転送信号 S_{TX1} の位相が0度のとき、第一転送電極 T_{X1} には正の電位が与えられる。第二転送電極 T_{X2} には、逆相の電位、すなわち位相が180度での電位（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_{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6の（a）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_{X1} 直下の半導体のポテンシャル 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、第一信号電荷収集領域9aのポテンシャル井戸内に流れ込む。

[0051] 第二転送電極 T_{X2} 直下の半導体のポテンシャル ϕ_{TX2} は下がらず、第二信号電荷収集領域9b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収集領域9a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収集領域9a, 9b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。

[0052] 第二転送電極 T_{X2} に印加される第二転送信号 S_{TX2} 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、第一転送電極 T_{X1} には、逆相の電位、すなわち位相が180度での電位（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_{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6の（b）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、第二信号電荷収集領域9bのポテンシャル井戸内に流れ込む。

[0053] 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、第一信号電荷収集領域9a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収集領域 9 b のポテンシャル井戸に収集されて、蓄積される。

[0054] 第一及び第二転送電極 $TX1$, $TX2$ に位相が 180 度ずれた第一及び第二転送信号 $STX1$, $STX2$ が印加されている間、第三転送電極 $TX3$ にはグラウンド電位が与えられている。このため、図 6 の (c) に示されるように、第三転送電極 $TX3$ 直下の半導体のポテンシャル ϕ_{TX3} は下がらず、不要電荷排出領域 11 のポテンシャル井戸内には、電荷は流れ込まない。

[0055] 以上により、信号電荷が第一及び第二信号電荷収集領域 9 a , 9 b 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収集領域 9 a , 9 b 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。

[0056] 図 7 を参照して、不要電荷の排出動作を説明する。

[0057] 第一及び第二転送電極 $TX1$, $TX2$ には、グラウンド電位が与えられている。このため、図 7 の (a) に示されるように、第一及び第二転送電極 $TX1$, $TX2$ 直下の半導体のポテンシャル ϕ_{TX1} , ϕ_{TX2} は下がらず、第一及び第二信号電荷収集領域 9 a , 9 b のポテンシャル井戸内には、電荷は流れ込まない。第三転送電極 $TX3$ には正の電位が与えられる。この場合、図 7 の (b) 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、第三転送電極 $TX3$ 直下の半導体のポテンシャル ϕ_{TX3} 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、不要電荷排出領域 11 のポテンシャル井戸内に流れ込む。以上により、不要電荷が不要電荷排出領域 11 のポテンシャル井戸に収集される。不要電荷排出領域 11 のポテンシャル井戸に収集された不要電荷は、外部に排出される。

[0058] ここで、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 には、信号電荷を収集し、蓄積する期間（蓄積期間）での各種信号が示されている。フレーム周期は、蓄積期間の他、信号電荷を読み出す期間（読み出し期間）を含んでいる。

[0059] 図 8 には、光源の駆動信号 SD 、反射光 L_r が距離画像センサ RS に入射

したときの反射光 L_r の強度信号 S_P 、第一転送電極 T_X1 に印加される第一転送信号 S_{TX1} 、及び、第二転送電極 T_X2 に印加される第二転送信号 S_{TX2} が示されている。駆動信号 S_D 、強度信号 S_P 、第一転送信号 S_{TX1} 、及び第二転送信号 S_{TX2} は、いずれもパルス幅 T_p のパルス信号である。

[0060] 蓄積期間において、駆動信号 S_D が光源 L_S に印加されと、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_{TX1} 、 S_{TX2} が互いに逆位相で第一及び第二転送電極 T_X1 、 T_X2 に印加される。本実施形態では、一つの蓄積期間において、駆動信号 S_D が光源 L_S に2度印加され、駆動信号 S_D ごとに第一及び第二転送信号 S_{TX1} 、 S_{TX2} が第一及び第二転送電極 T_X1 、 T_X2 に印加される。第一及び第二転送信号 S_{TX1} 、 S_{TX2} が第一及び第二転送電極 T_X1 、 T_X2 にそれぞれ印加されることにより、電荷転送が行われ、第一及び第二信号電荷収集領域 $9a$ 、 $9b$ に信号電荷が蓄積される。すなわち、時系列で連続して、駆動信号 S_D 並びに第一及び第二転送信号 S_{TX1} 、 S_{TX2} の印加が行われ、信号電荷の収集動作（蓄積動作）も、時系列で連続して行われる。その後、読み出し期間において、第一及び第二信号電荷収集領域 $9a$ 、 $9b$ 内に蓄積された信号電荷が読み出される。

[0061] 第一及び第二転送信号 S_{TX1} 、 S_{TX2} 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、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収集領域 $9a$ に流入させるように、第一転送信号 S_{TX1} を第一転送電極 T_X1 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収集領域 $9b$ に流入させるように、第二転送信号 S_{TX2} を第二転送電極 T_X2 に出力する。

[0062] 強度信号 S_P 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_{TX1} との重なり合った部分に相当する電荷量 Q_1 は、第一信号電荷収集領域 $9a$ に蓄積される。強度信号 S_P 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_{TX2} との重なり合った部分に相当する電荷

量 Q_2 は、第二信号電荷収集領域9bに蓄積される。

[0063] 強度信号 S_P と、駆動信号 S_D に位相差 θ で同期して出力される信号との位相差 T_d が、光の飛行時間である。位相差 T_d は、距離画像センサRSから対象物OJまでの距離 d を示している。距離 d は、演算部ARTにより、時系列で連続して蓄積された電荷量 Q_1 の合計電荷量 Q_{T1} 及び電荷量 Q_2 の合計電荷量 Q_{T2} 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。

$$\text{距離 } d = (c / 2) \times (T_P \times Q_{T2} / (Q_{T1} + Q_{T2})) \quad \cdots \quad (1)$$

すなわち、演算部ARTは、第一及び第二信号電荷収集領域9a, 9bに蓄積された信号電荷の電荷量 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 に基づいて対象物OJまでの距離 d を演算する。演算部ARTは、この際、時系列で連続して第一信号電荷収集領域9aと第二信号電荷収集領域9bとに蓄積された信号電荷の合計電荷量 Q_{T1} , Q_{T2} に基づいて対象物OJまでの距離 d を演算する。

[0064] 続いて、図9及び図10を参照して、各距離センサPにより構成される各画素(チャンネル: c_h)の選択動作について説明する。図9は、各種信号のタイミングチャートと選択される画素との関係を説明するための図である。図10は、反射部材の動きと画素との関係を説明するための図である。

[0065] 図9の(a)には、距離画像センサRSの各距離センサPにより構成される各画素(チャンネル1 c_h ~5 c_h)において、印加される信号、すなわち第一~第三転送信号 $STX1$, $STX2$, $STX3$ が駆動信号 S_D と共に示されている。図9の(b)には、パルス光 L_p の対象物OJへの照射位置を走査した結果、反射光 L_r が入射する距離センサP(チャンネル1 c_h ~5 c_h)が、太線で囲まれた領域として示されている。本実施形態では、図10にも示されるように、チャンネル1 c_h からチャンネル5 c_h の順に反射光 L_r が入射し、その後、チャンネル5 c_h からチャンネル1 c_h の順に反射光 L_r が入射するように、パルス光 L_p の対象物OJへの照射位置の走査

が繰り返される。

[0066] 本実施形態では、図10の(a)にも示されるように、チャンネル1chからチャンネル5chの順に反射光 L_r が入射し、その後、チャンネル5chからチャンネル1chの順に反射光 L_r が入射するように、パルス光 L_p の対象物OJへの照射位置の走査が繰り返される。図10の(a)には、反射部材MRの動きが、線図として模式的に示されている。図10の(b)には、反射光 L_r が入射する距離センサP（チャンネル1ch～5ch）が、時系列順に、ハッチングを付した領域として示されている。図10の(b)には、合計電荷量 Q_{T1} 、 Q_{T2} が読み出される距離センサP（チャンネル1ch～5ch）も、時系列順に、太線で囲まれた領域として示されている。

[0067] 対象物OJでのパルス光 L_p の照射位置に応じて、反射光 L_r が入射する画素（チャンネル1ch～5ch）が異なる。たとえば、図9の(b)に示されるように、チャンネル1chに対応する画素を構成する距離センサPに反射光 L_r が入射する場合、選択部SELは、チャンネル1chに対応する画素を構成する距離センサPにおいて上述した信号電荷の収集動作（蓄積動作）が行われるように、当該距離センサPに第一～第三転送信号 $STX1$ 、 $STX2$ 、 $STX3$ を出力する。たとえば、チャンネル5chに対応する画素を構成する距離センサPに反射光 L_r が入射する場合、選択部SELは、チャンネル5chに対応する画素を構成する距離センサPにおいて上述した信号電荷の収集動作（蓄積動作）が行われるように、当該距離センサPに第一～第三転送信号 $STX1$ 、 $STX2$ 、 $STX3$ を出力する。すなわち、選択部SELは、対象物OJでのパルス光 L_p の照射位置に応じて、信号を読み出す画素を複数の画素（チャンネル1ch～5ch）から選択する。

[0068] 演算部ARTは、選択部SELにより選択された画素から信号を読み出し、画素ごとに対象物OJまでの距離を演算する。本実施形態では、演算部ARTは、一往復の走査、すなわち、各チャンネル1ch～5chに対応する画素を構成する距離センサPに反射光 L_r が二度入射し、その二度の反射光 L_r の入射により生じた信号電荷をまとめて読み出している。したがって、

演算部ARTは、それぞれ二つの合計電荷量 Q_{T1} 、 Q_{T2} を、一つの読み出し周期で読み出す。

[0069] 選択部SELは、反射光 L_r が入射しない画素（チャンネル $1ch \sim 5ch$ ）を構成する距離センサPでは、上述した不要電荷の排出動作が行われるように、当該距離センサPに第一～第三転送信号 $STX1$ 、 $STX2$ 、 $STX3$ を出力する。すなわち、反射光 L_r が入射しない距離センサPでは、発生した電荷が排出されるため、当該電荷が蓄積されることはない。

[0070] 以上のように、本実施形態では、選択部SEL（制御部CONT）により、パルス光 L_p の照射位置に対応する画素（チャンネル $1ch \sim 5ch$ ）を構成する距離センサPの第一転送電極 $TX1$ に、当該距離センサPの第一信号電荷収集領域9aに信号電荷を流入させるように、第一転送信号 $STX1$ が出力される。選択部SELにより、パルス光 L_p の照射位置に対応する上記距離センサPの第二転送電極 $TX2$ に、当該距離センサPの第二信号電荷収集領域9bに信号電荷を流入させるように、第二転送信号 $STX2$ が出力される。すなわち、選択部SELにより選択された距離センサPの電荷発生領域（フォトゲート電極PGの下方に位置する領域）に発生した電荷が、信号電荷として、第一信号電荷収集領域9aと第二信号電荷収集領域9bとに振り分けられて、対応する領域9a、9bで信号電荷が収集される。

[0071] 選択部SEL（制御部CONT）により、パルス光 L_p の照射位置に対応する上記距離センサP以外の距離センサPの第三転送電極 $TX3$ に、当該距離センサPの不要電荷排出領域11に不要電荷を流入させるように第三転送信号 $STX3$ が出力される。すなわち、信号電荷が収集される距離センサP以外の距離センサPでは、当該距離センサPの電荷発生領域（フォトゲート電極PGの下方に位置する領域）に発生した電荷が、不要電荷として、不要電荷排出領域11から排出される。演算部ARTにより、選択部SELにより選択された距離センサPの第一及び第二信号電荷収集領域9a、9bそれぞれに収集された信号電荷の量に対応する信号が読み出され、第一信号電荷収集領域9aに収集された信号電荷の量と第二信号電荷収集領域9bに収集

された信号電荷の量との比率に基づいて対象物O Jまでの距離が演算される。

[0072] これらのことから、信号電荷が収集される距離センサP以外の距離センサPでは、当該距離センサPの電荷発生領域（フォトゲート電極PGの下方に位置する領域）に発生した電荷が、不要電荷として排出されるため、対象物O Jまでの距離の演算に対し、不要電荷に基づく電荷量が反映され難い。したがって、測距装置1は、距離計測を適切かつ精度よく行うことができる。測距装置1によれば、対象物O Jが移動体である場合でも、動き歪みが抑制された距離画像を取得することができる。

[0073] 次に、図11及び図12を参照して、本実施形態の変形例を説明する。図11は、本変形例における、各種信号のタイミングチャートと選択される画素との関係を説明するための図である。図12は、本変形例における、反射部材の動きと画素との関係を説明するための図である。

[0074] 図11の(a)には、図9の(a)と同様に、各距離センサPにより構成される各画素（チャンネル1ch～5ch）において印加される第一～第三転送信号STX1, STX2, STX3と、駆動信号S_Dと、が示されている。図11の(b)には、図9の(b)と同様に、パルス光L_pの走査の結果、反射光L_rが入射する距離センサP（チャンネル1ch～5ch）が、太線で囲まれた領域として示されている。本変形例でも、図12にも示されるように、チャンネル1chからチャンネル5chの順に反射光L_rが入射し、その後、チャンネル5chからチャンネル1chの順に反射光L_rが入射するように、パルス光L_pの対象物O Jへの照射位置の走査が繰り返される。

[0075] 本変形例でも、図12の(a)に示されるように、チャンネル1chからチャンネル5chの順に反射光L_rが入射し、その後、チャンネル5chからチャンネル1chの順に反射光L_rが入射するように、パルス光L_pの対象物O Jへの照射位置の走査が繰り返される。図12の(a)には、図10の(a)と同様に、反射部材MRの動きが、線図として模式的に示されてい

る。図12の(b)には、反射光 L_r が入射する距離センサP（チャンネル1ch～5ch）が、時系列順に、ハッチングを付した領域として示されている。図12の(b)には、反射光 L_r が入射しないタイミングで電荷量が読み出される距離センサP（チャンネル1ch～5ch）が、時系列順に、太線で囲まれた領域として示されている。

[0076] たとえば、図11の(b)に示されるように、チャンネル1chに対応する画素を構成する距離センサPに反射光 L_r が入射する場合、選択部SELは、チャンネル1chに対応する画素を構成する距離センサPにおいて上述した信号電荷の収集動作（蓄積動作）が行われるように、当該距離センサPに第一～第三転送信号STX1, STX2, STX3を出力する。

[0077] 選択部SELは、信号電荷の収集動作に先立って、チャンネル1chに対応する画素を構成する距離センサPに反射光 L_r が入射しないタイミングで、電荷の収集動作（蓄積動作）が行われるように、当該距離センサPに第一～第三転送信号STX1, STX2, STX3を出力する。チャンネル1chに対応する画素を構成する距離センサPに反射光 L_r が入射しないタイミングは、当該距離センサPに反射光 L_r が入射する照射位置へパルス光 L_p が出射されないタイミングである。反射光 L_r が入射しないタイミングで収集される電荷は、背景光、又は、他のチャンネル2ch～5chに対応する画素を構成する距離センサPに入射する反射光 L_r の一部などの外乱光によって生じた電荷であり、信号電荷に対してノイズ成分である。

[0078] 選択部SELは、同様に、チャンネル1ch以外のチャンネル2ch～5chに対しても、信号電荷の収集動作、及び、信号電荷の収集動作に先立った電荷の収集動作を行うように、対応する距離センサPに第一～第三転送信号STX1, STX2, STX3を出力する。信号電荷の収集動作に先立って収集動作により収集される電荷は、信号電荷と同様に、第一信号電荷収集領域9aと第二信号電荷収集領域9bとに収集される。各チャンネル1ch～5chに対応する画素を構成する距離センサPに反射光 L_r が入射しないタイミングでは、第一及び第二信号電荷収集領域9a, 9bへ信号電荷を流

入させるタイミングと異なるタイミングでもある。

[0079] 演算部ARTは、選択部SELにより選択された画素から信号を読み出し、画素ごとに対象物OJまでの距離を演算する。本変形例では、演算部ARTは、各チャンネルチャンネル1ch～5chに対応する画素を構成する距離センサP毎に、信号電荷の収集動作に基づく電荷量 Q_1 、 Q_2 と、信号電荷の収集動作に先立った電荷の収集動作に基づく電荷量を読み出す。演算部ARTは、信号電荷の収集動作に基づく電荷量 Q_1 から、信号電荷の収集動作に先立った電荷の収集動作において第一信号電荷収集領域9aに収集された電荷量 q_1 が減じられた電荷量 $(Q_1 - q_1)$ と、信号電荷の収集動作に基づく電荷量 Q_2 から、信号電荷の収集動作に先立った電荷の収集動作において第二信号電荷収集領域9bに収集された電荷量 q_2 が減じられた電荷量 $(Q_2 - q_2)$ と、の比率に基づいて対象物OJまでの距離を演算する。

[0080] 本変形例においても、選択部SELは、反射光 L_r が入射しない画素（チャンネル1ch～5ch）を構成する距離センサPのうち、上述した信号電荷の収集動作に先立った電荷の収集動作を行う距離センサPを除いた距離センサPで、上述した不要電荷の排出動作が行われるように、当該距離センサPに第一～第三転送信号STX1、STX2、STX3を出力する。すなわち、反射光 L_r が入射せず、かつ、信号電荷の収集動作に先立った電荷の収集動作を行わない距離センサPでは、発生した電荷が排出されるため、当該電荷が蓄積されることはない。

[0081] 以上のように、本変形例では、選択部SEL（制御部CONT）により、選択された距離センサPにおいて、当該距離センサPの第一転送電極TX1に、第一及び第二信号電荷収集領域9a、9bへの信号電荷の流入に先立って、光源LSからパルス光 L_p が出射されないタイミングで、第一信号電荷収集領域9aに電荷を流入させるように、第一転送信号STX1が出力される。選択部SELにより、選択された上記距離センサPにおいて、当該距離センサPの第二転送電極TX2に、第一及び第二信号電荷収集領域9a、9bへの信号電荷の流入に先立って、光源LSからパルス光 L_p が出射されな

いタイミングで、第二信号電荷収集領域 9 b に電荷を流入させるように、第二転送信号 S T X 2 が出力される。すなわち、選択部 S E L により選択された距離センサ P の電荷発生領域（フォトゲート電極 P G の下方に位置する領域）において、当該距離センサ P に対応するパルス光 L p の出射によらない電荷が、第一信号電荷収集領域 9 a と第二信号電荷収集領域 9 b とに振り分けられて、対応する領域 9 a, 9 b で収集される。

[0082] 演算部 A R T により、光源 L S からパルス光 L p が出射されないタイミングで第一信号電荷収集領域 9 a に収集された電荷の量 q_1 が減じられた第一信号電荷収集領域 9 a に収集された信号電荷の量 $(Q_1 - q_1)$ と、光源 L S からパルス光 L p が出射されないタイミングで第二信号電荷収集領域 9 b に収集された電荷の量 q_2 が減じられた第二信号電荷収集領域 9 b に収集された信号電荷の量 $(Q_2 - q_2)$ と、の比率に基づいて対象物 O J までの距離が演算される。すなわち、選択された距離センサ P に対応するパルス光 L p の出射によらない電荷が減じられることにより、対象物 O J までの距離の演算に対し、上述した外乱光に基づく電荷量が反映され難い。したがって、本変形例では、距離計測をより一層適切かつ精度よく行うことができる。

[0083] 以上、本発明の実施形態及び実施形態の変形例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。

[0084] たとえば、上記実施形態及び変形例では、各距離センサ P は、それぞれ一对の、第一信号電荷収集領域 9 a、第二信号電荷収集領域 9 b、不要電荷排出領域 1 1、第一転送電極 T X 1、第二転送電極 T X 2、及び第三転送電極 T X 3 を備えているが、各距離センサ P が有する第一信号電荷収集領域 9 a、第二信号電荷収集領域 9 b、不要電荷排出領域 1 1、及び第一～第三転送電極 T X 1, T X 2, T X 3 の数は、これに限られない。各距離センサ P が有する第一信号電荷収集領域 9 a、第二信号電荷収集領域 9 b、不要電荷排出領域 1 1、及び第一～第三転送電極 T X 1, T X 2, T X 3 の数は、一つであってもよく、三つ以上であってもよい。距離画像センサ R S が有する距

離センサPの数も、五つでなくてもよく、複数であればよい。本実施形態及び本変形例では、選択部SELにより選択されたる画素（距離センサP）の数は、一つであるが、二つ以上であってもよい。

[0085] 本実施形態及び本変形例では、反射部材MRにより、光源LSから出射されたパルス光Lpの光路を変更し、パルス光Lpの対象物OJへの照射位置を走査しているが、これに限られない。反射部材MRを用いることなく、光源LSを移動させることにより、パルス光Lpの対象物OJへの照射位置を走査してもよい。

[0086] 本変形例では、選択部SEL（制御部CONT）は、第一及び第二信号電荷収集領域9a, 9bへの信号電荷の流入に先立って、光源LSからパルス光Lpが出射されないタイミングで、第一及び第二信号電荷収集領域9a, 9bに電荷を流入させるように、第一及び第二転送信号STX1, STX2を出力しているが、これに限られない。選択部SEL（制御部CONT）は、第一及び第二信号電荷収集領域9a, 9bへの信号電荷の流入の後で、かつ、光源LSからパルス光Lpが出射されないタイミングで、第一及び第二信号電荷収集領域9a, 9bに電荷を流入させるように、第一及び第二転送信号STX1, STX2を出力してもよい。

[0087] 本実施形態では、各距離センサPにおいて、時系列で連続する二回の収集動作（蓄積動作）により収集された電荷の量が読み出されているが、これに限られない。各距離センサPにおいて、時系列で連続する三回以上の収集動作により収集された電荷の量が読み出されてもよい。このように、収集動作の回数が増えるにしたがって、収集される電荷の量も増加し、十分な信号量が確保される。もちろん、二回の収集動作にて収集された電荷の量によっても、十分な信号量が確保される。

[0088] 距離画像センサRSは、複数の距離センサPが一次元に配置されたラインセンサに限られない。距離画像センサRSは、複数の距離センサPが二次元に配置されているセンサであってもよい。この場合、二次元画像を容易に得ることができる。

[0089] 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。

[0090] 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。

[0091] 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

[0092] 本発明は、対象物までの距離を測定する測距装置に利用できる。

符号の説明

[0093] 1…測距装置、9a…第一信号電荷収集領域、9b…第二信号電荷収集領域、11…不要電荷排出領域、A…一次元方向、ART…演算部、CONT…制御部、DRV…駆動部、Lp…パルス光、Lr…反射光、LS…光源、MR…反射部材、OJ…対象物、P…距離センサ、PG…フォトゲート電極、Pi…照射位置、RS…距離画像センサ、SEL…選択部、STX1…第一転送信号、STX2…第二転送信号、STX3…第三転送信号、TX1…第一転送電極、TX2…第二転送電極、TX3…第三転送電極。

請求の範囲

[請求項1]

測距装置であって、

光源から出射されたパルス光の対象物への照射位置を走査する走査部と、

一次元方向に配置されている複数の画素を有し、前記対象物でのパルス光の反射光が入射する受光部と、

前記走査部によるパルス光の照射位置に応じて、信号を読み出す画素を前記複数の画素から選択する選択部と、

前記選択部により選択された画素から信号を読み出し、前記対象物までの距離を演算する演算部と、を備え、

前記複数の画素それぞれは、

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それぞれ離間して配置され、前記電荷発生領域にて発生した電荷を信号電荷として収集する第一及び第二信号電荷収集領域と、

前記電荷発生領域から離間して配置され、前記電荷発生領域にて発生した電荷を不要電荷として排出する不要電荷排出領域と、

前記第一信号電荷収集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収集領域に流入させる第一転送電極と、

前記第二信号電荷収集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収集領域に流入させる第二転送電極と、

前記不要電荷排出領域と前記電荷発生領域との間に配置され、前記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前記電荷発生領域にて発生した電荷を不要電荷として前記不要電荷排出領域に流入させる第三転送電極と、を備えており、

前記選択部は、前記走査部によるパルス光の照射位置に応じて、前記複数の画素のうち前記照射位置に対応する画素の前記第一及び第二信号電荷収集領域に信号電荷を流入させるように前記第一転送電極に前記第一転送信号を出力すると共に前記第二転送電極に前記第二転送信号を出力し、前記複数の画素のうち前記照射位置に対応する画素以外の画素の前記不要電荷排出領域に不要電荷を流入させるように前記第三転送電極に前記第三転送信号を出力し、

前記演算部は、前記選択部により選択された画素の前記第一及び第二信号電荷収集領域それぞれに収集された信号電荷の量に対応する信号を読み出し、前記第一信号電荷収集領域に収集された信号電荷の量と前記第二信号電荷収集領域に収集された信号電荷の量との比率に基づいて前記対象物までの距離を演算する。

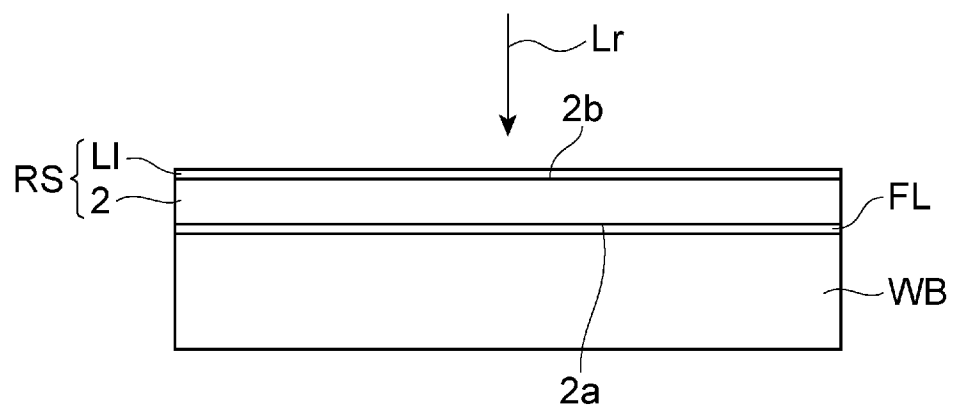
[請求項2]

請求項1に記載の測距装置であって、

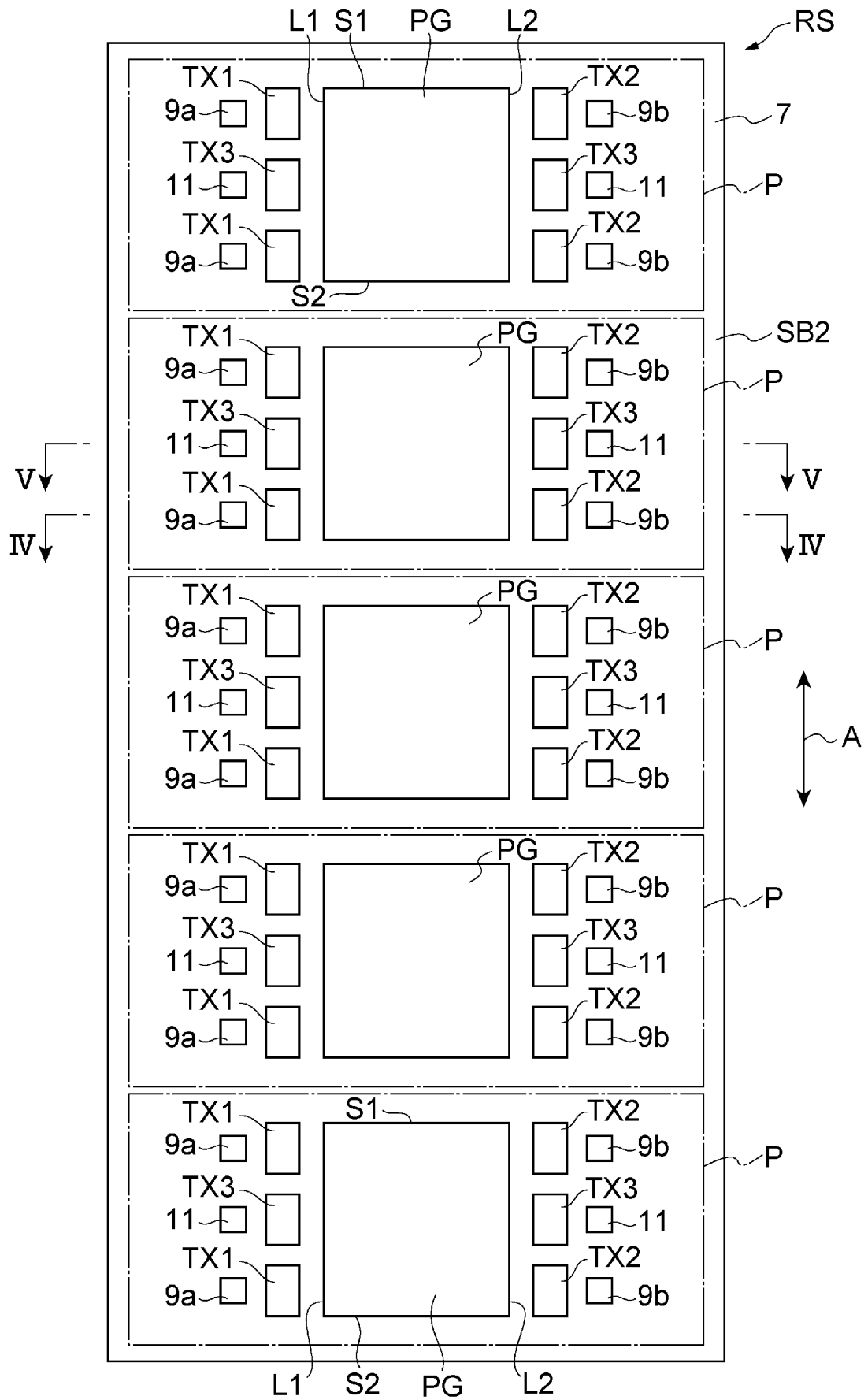
前記選択部は、選択した画素において、前記第一及び第二信号電荷収集領域へ信号電荷を流入させるタイミングと異なり、かつ、前記光源からパルス光が出射されないタイミングで、前記第一及び第二信号電荷収集領域に電荷を流入させるように前記第一転送電極に前記第一転送信号を出力すると共に前記第二転送電極に前記第二転送信号を出力し、

前記演算部は、前記光源からパルス光が出射されないタイミングで前記第一信号電荷収集領域に収集された電荷の量が減じられた前記第一信号電荷収集領域に収集された信号電荷の量と、前記光源からパルス光が出射されないタイミングで前記第二信号電荷収集領域に収集された電荷の量が減じられた前記第二信号電荷収集領域に収集された信号電荷の量と、の比率に基づいて前記対象物までの距離を演算する。

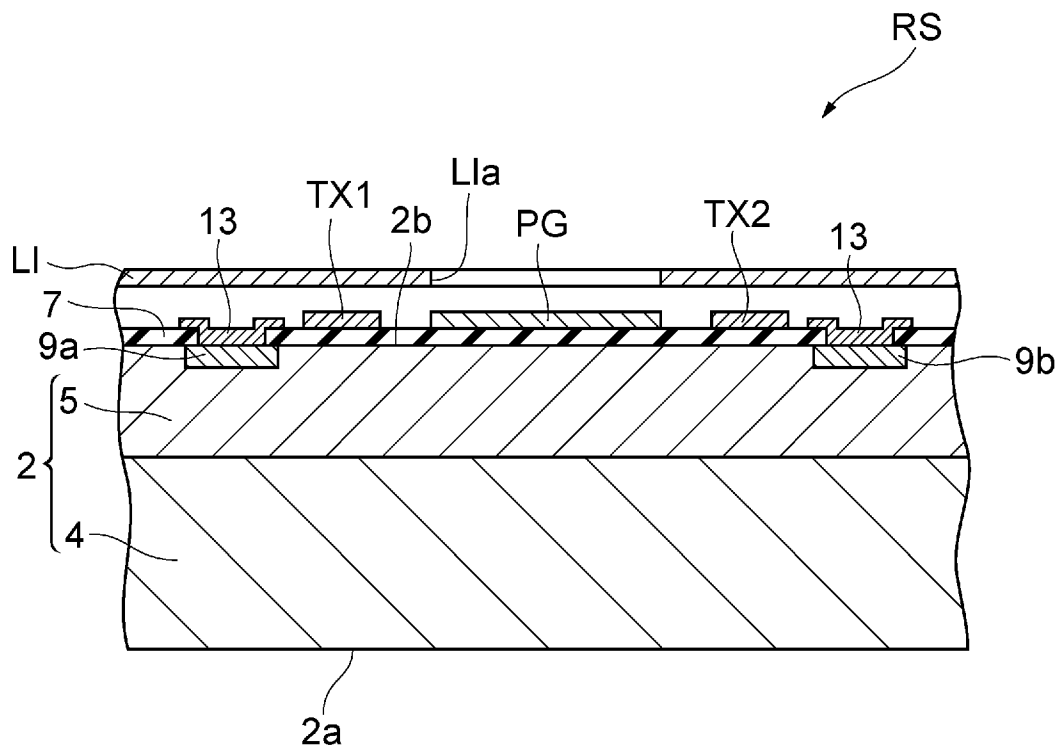
[図2]



[図3]



[図4]



RS

LI

7

11

5

2

4

2a

2b

PG

TX3

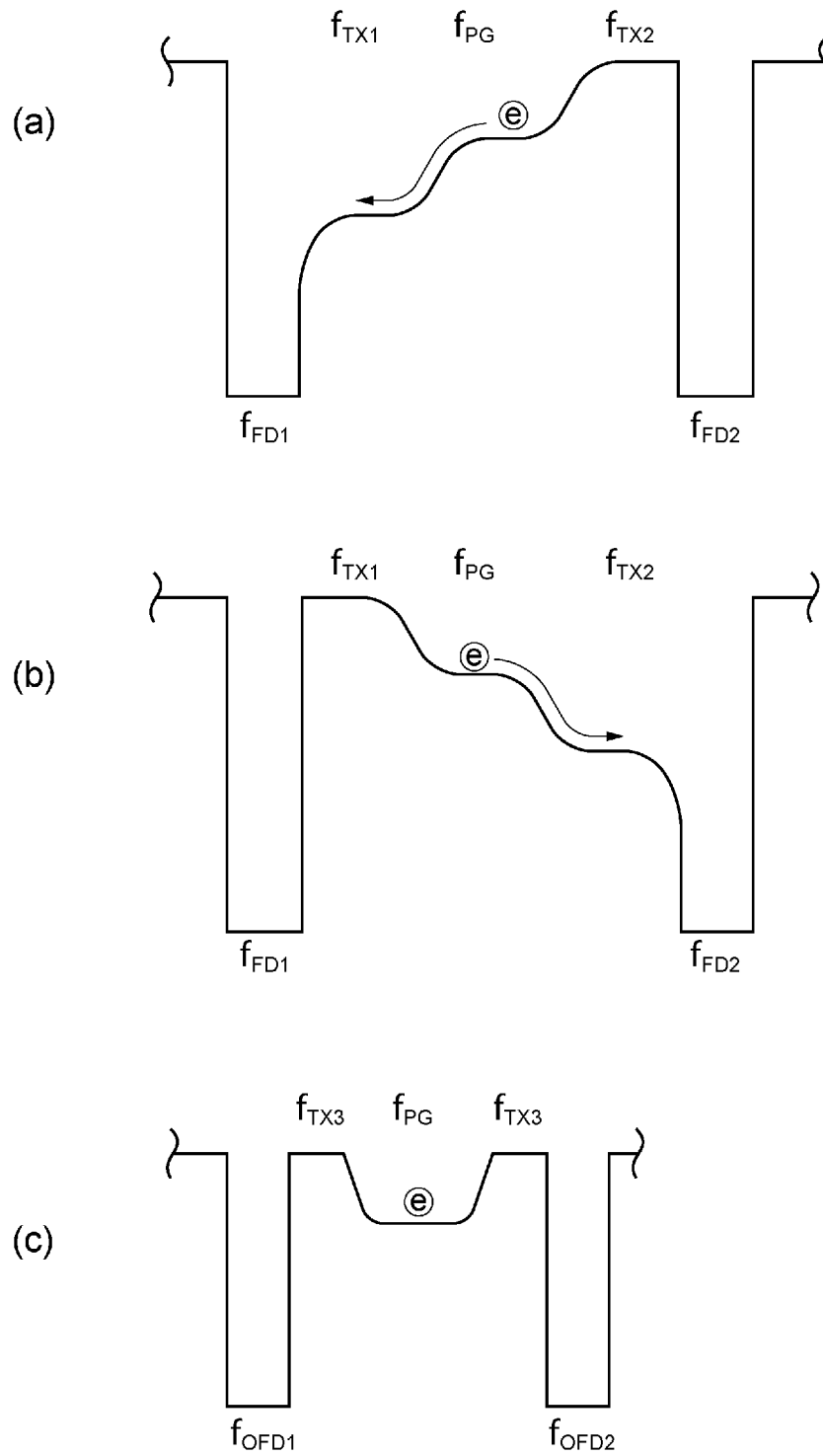
TX3

13

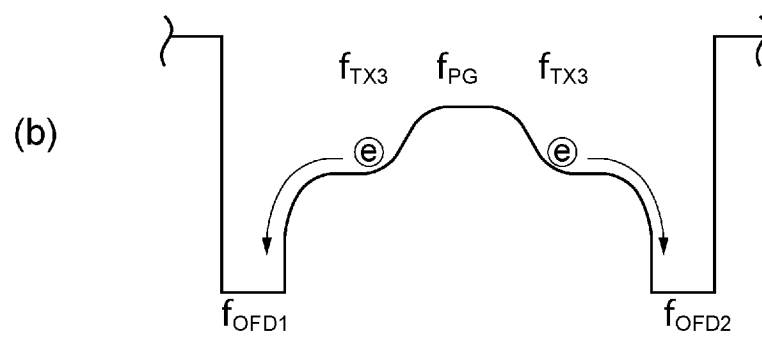
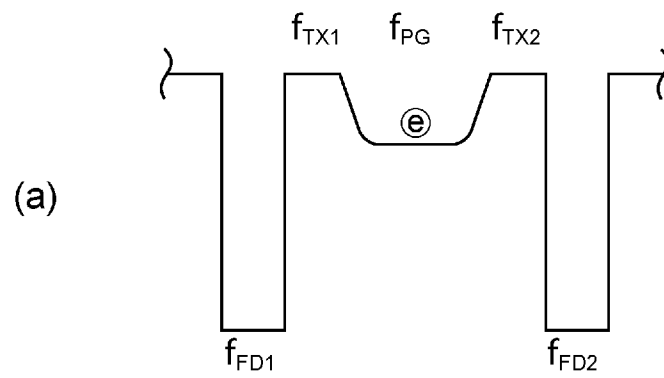
13

11

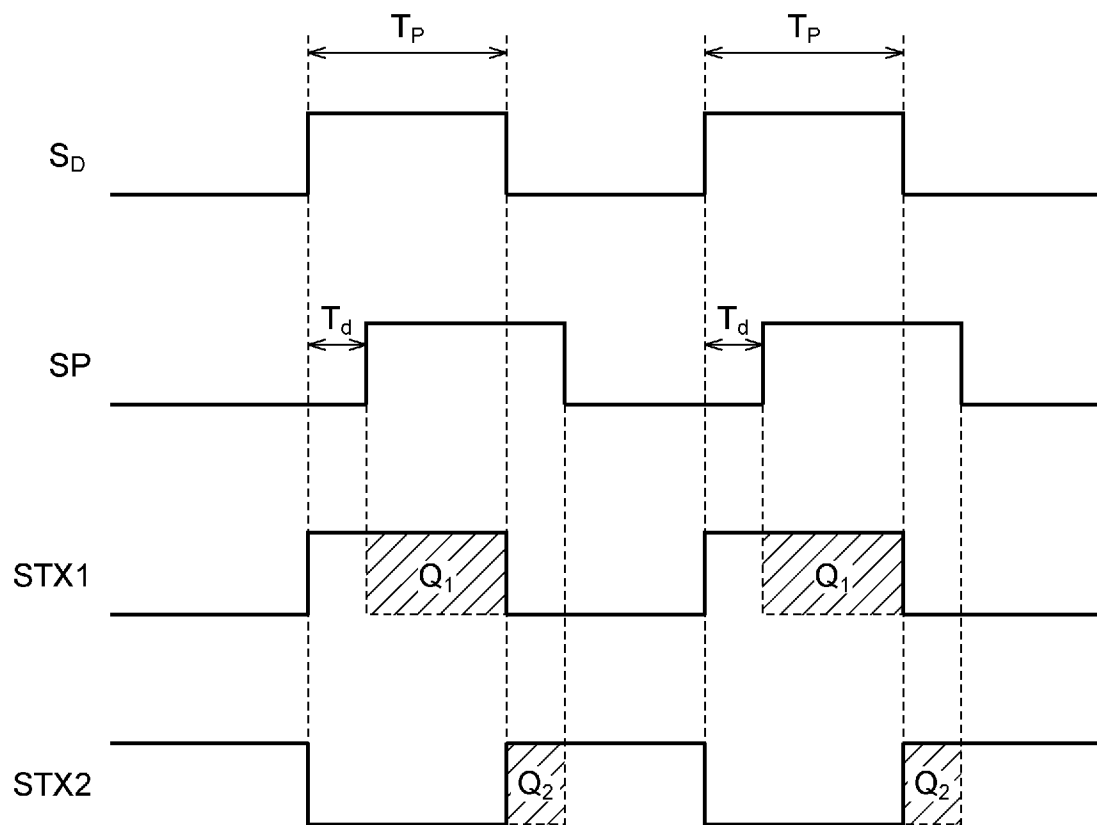
[図6]



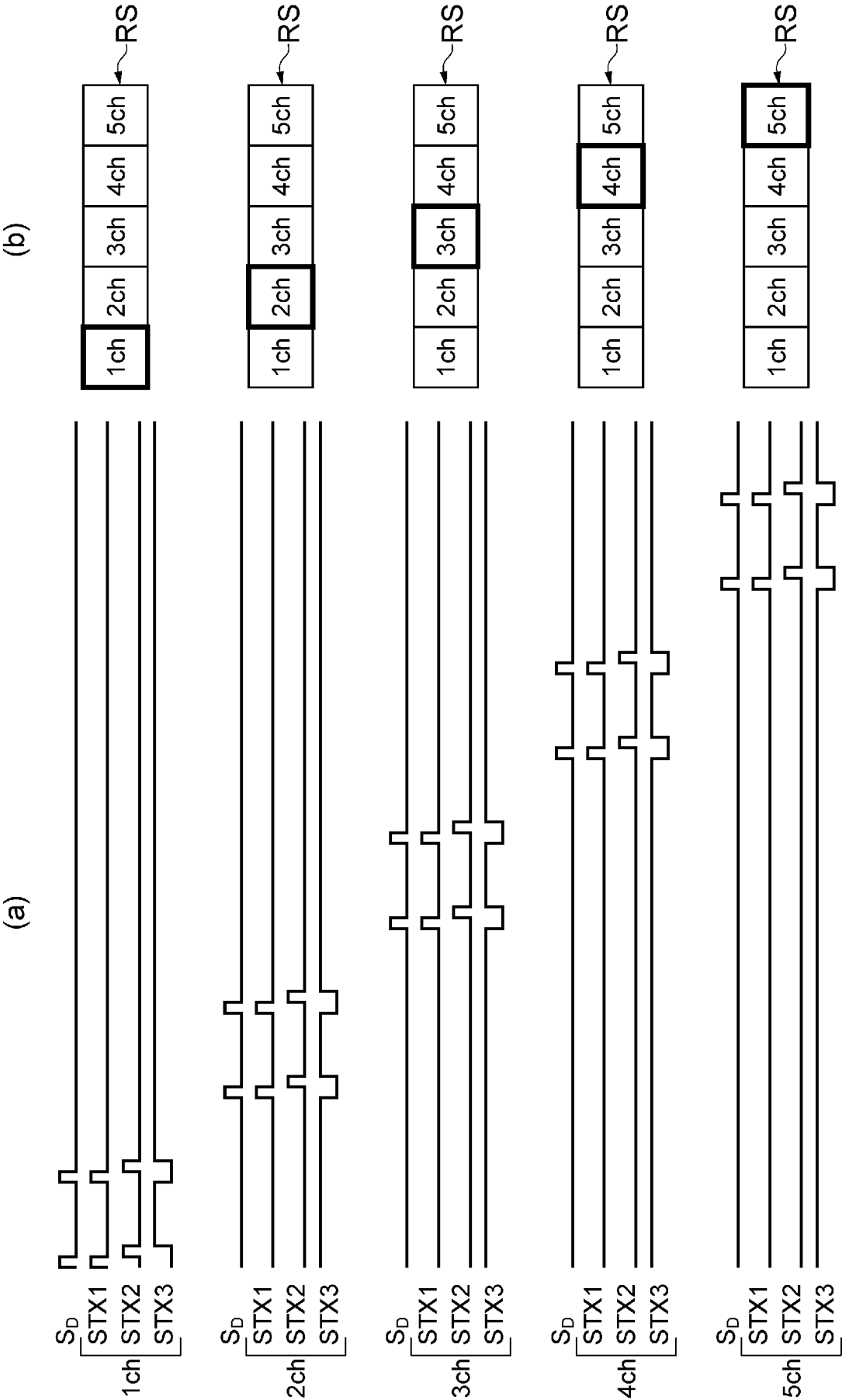
[図7]



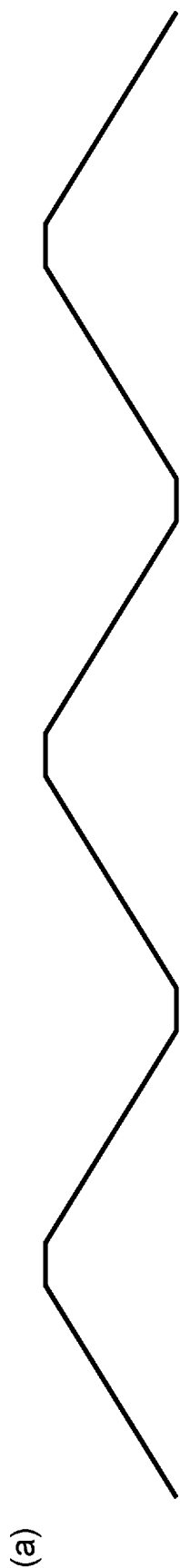
[図8]



[図9]



[図10]

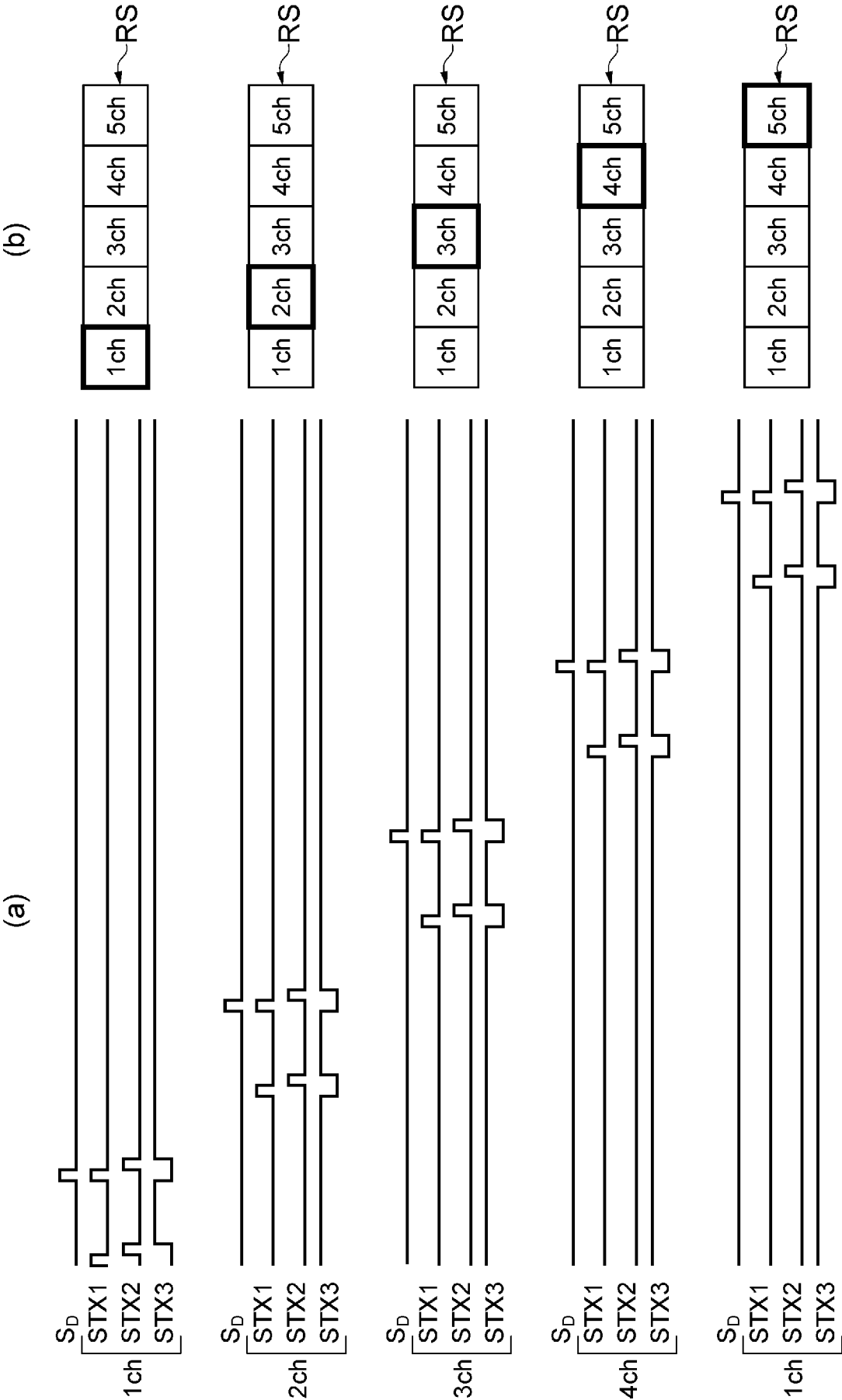


(b)

⇒ 反射光が入射する画素

⇒信号を読み出すために選択される画素

[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/065458

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S17/10(2006.01)i, G01S17/89(2006.01)i, H01L27/14(2006.01)i, H01L27/146(2006.01)i, H04N5/369(2011.01)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)

G01S7/48-7/51, G01S17/00-17/95, H01L27/14-27/148, H04N5/30-5/378

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.
Y	WO 2007/026779 A1 (National University Corporation Shizuoka University), 08 March 2007 (08.03.2007), paragraphs [0013] to [0041] & JP 5110520 B2 & US 2009/0134396 A1	1-2
Y	JP 2001-194458 A (Denso Corp.), 19 July 2001 (19.07.2001), paragraphs [0037] to [0069] & US 6400448 B1 & DE 10054676 A1	1-2
Y	JP 2008-122223 A (Suzuki Motor Corp.), 29 May 2008 (29.05.2008), paragraphs [0023] to [0029] (Family: none)	2

☒ 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
29 June 2015 (29.06.15)

Date of mailing of the international search report
07 July 2015 (07.07.15)

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/JP2015/065458

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 2013-50310 A (Stanley Electric Co., Ltd.), 14 March 2013 (14.03.2013), paragraphs [0014] to [0089] (Family: none)	1-2
A	JP 2011-112385 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 09 June 2011 (09.06.2011), paragraphs [0019] to [0068] & WO 2011/065286 A1 & US 2012/0205723 A1 & EP 2506037 A1 & KR 10-2012-0104973 A	1-2
A	JP 2003-247809 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 05 September 2003 (05.09.2003), paragraphs [0050] to [0086] (Family: none)	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. G01S17/10(2006.01)i, G01S17/89(2006.01)i, H01L27/14(2006.01)i, H01L27/146(2006.01)i, H04N5/369(2011.01)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. G01S7/48-7/51, G01S17/00-17/95, H01L27/14-27/148, H04N5/30-5/378

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
Y	WO 2007/026779 A1（国立大学法人静岡大学）2007.03.08, 段落[0013]-[0041] & JP 5110520 B2 & US 2009/0134396 A1	1-2
Y	JP 2001-194458 A（株式会社デンソー）2001.07.19, 段落【0037】-【0069】 & US 6400448 B1 & DE 10054676 A1	1-2
Y	JP 2008-122223 A（スズキ株式会社）2008.05.29, 段落【0023】-【0029】（ファミリーなし）	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

2 9 . 0 6 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 7 . 0 7 . 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 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

大和田 有軌

2 S

3 0 0 4

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 2013-50310 A (スタンレー電気株式会社) 2013. 03. 14, 段落【0014】 - 【0089】 (ファミリーなし)	1-2
A	JP 2011-112385 A (浜松ホトニクス株式会社) 2011. 06. 09, 段落【0019】 - 【0068】 & WO 2011/065286 A1 & US 2012/0205723 A1 & EP 2506037 A1 & KR 10-2012-0104973 A	1-2
A	JP 2003-247809 A (オリンパス光学工業株式会社) 2003. 09. 05, 段落【0050】 - 【0086】 (ファミリーなし)	1-2