

(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)



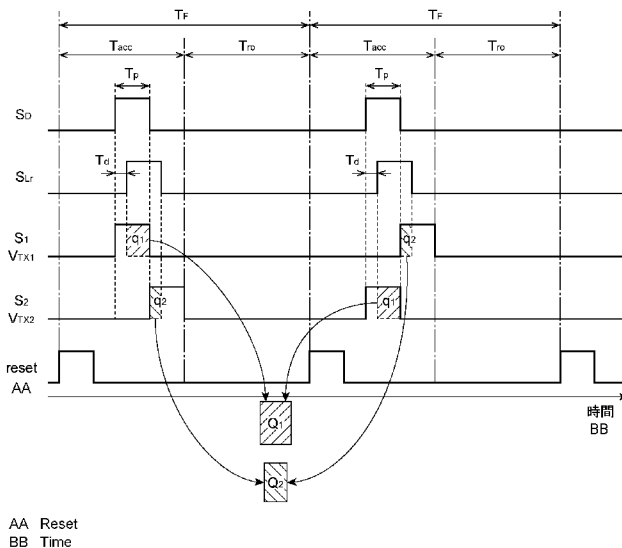
(10) 国際公開番号  
WO 2015/170542 A1

- (51) 国際特許分類:  
G01S 17/10 (2006.01) H01L 31/12 (2006.01)  
G01C 3/06 (2006.01) H04N 5/335 (2011.01)  
H01L 27/146 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/060886
- (22) 国際出願日: 2015年4月7日(07.04.2015)
- (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 2014-096698 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1126番地の1 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者: 間瀬 光人(MASE Mitsuhito); 〒4358558 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 Shizuoka (JP). 平光 純(HIRAMITSU Jun); 〒4358558 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 Shizuoka (JP). 島田 明洋(SHIMADA Akihiro); 〒4358558 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 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), ユーロピア (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: DISTANCE-MEASUREMENT DEVICE AND METHOD FOR POWERING DISTANCE-MEASUREMENT DEVICE

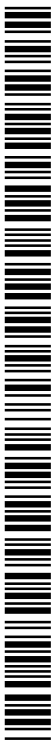
(54) 発明の名称: 測距装置及び測距装置の駆動方法



(57) Abstract: A distance-measurement device (10), wherein: for each frame period (T<sub>F</sub>), a control unit (CONT) alternately switches the chronological order of a first pulse-forwarding signal (S<sub>1</sub>) and a second pulse-forwarding signal (S<sub>2</sub>), and outputs the first and second pulse-forwarding signals (S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>); and a calculation unit (ART) calculates a distance (d) to an object (OJ) on the basis of the total charge amount (Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub>) of the signal charges stored in a first charge storage region (FD1) and a second charge storage region (FD2), according to the first and second pulse-forwarding signals (S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>), the phase of which is identical in two chronologically consecutive frame periods (T<sub>F</sub>).

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2015/170542 A1

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

---

測距装置 10 では、制御部 CONT が、フレーム周期  $T_F$  毎に、第一パルス転送信号  $S_1$  と第二パルス転送信号  $S_2$  との時系列での順序を交互に入れ替えて、第一及び第二パルス転送信号  $S_1$ ,  $S_2$  を出力すると共に、演算部 ART が、時系列で連続する二つのフレーム周期  $T_F$  における、位相が同じとなる第一及び第二パルス転送信号  $S_1$ ,  $S_2$  に応じて第一電荷蓄積領域 FD 1 と第二電荷蓄積領域 FD 2 とに蓄積された信号電荷の合計電荷量  $Q_1$ ,  $Q_2$  に基づいて対象物 O J までの距離  $d$  を演算する。

## 明 細 書

発明の名称：測距装置及び測距装置の駆動方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、測距装置及び測距装置の駆動方法に関する。

### 背景技術

[0002] TOF (Time-Of-Flight) 型の距離画像センサ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では、複数の距離センサが一次元方向に配置されている。各距離センサは、矩形の電荷発生領域と、一对の転送電極と、一对の電荷蓄積領域と、を含んでいる。一对の転送電極は、電荷発生領域の一对の対向する二辺に沿ってそれぞれ設けられている。一对の電荷蓄積領域は、転送電極により転送された信号電荷をそれぞれ蓄積する。

[0003] この測距装置では、各転送電極が電荷発生領域に発生した電荷を信号電荷として位相の異なる転送信号に応じて各電荷蓄積領域に振り分ける。振り分けられた信号電荷は、対応する各電荷蓄積領域にそれぞれ蓄積される。各電荷蓄積領域に蓄積された信号電荷は、蓄積された電荷量に対応した出力として読み出される。これらの出力の比率に基づいて、対象物までの距離が算出される。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 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

[0005] 本発明者らの調査研究の結果、上記特許文献1に記載されるような測距装置では、測定距離が同等であるべき二つの距離センサにおいて、測定距離が距離センサによって異なる場合があることが明らかになった。

[0006] 本発明は、測定距離が同等であるべき二つの距離センサにおける測定距離

の異なりを低減する測距装置及び測距装置の駆動方法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] 本発明者らは、測定距離が同等であるべき二つの距離センサにおける測定距離の異なりを低減する測距装置及び測距装置の駆動方法について、調査研究を行った。その結果、本発明者らは以下の事実を見出した。

[0008] 上記特許文献1に記載されるような測距装置では、光が入射した距離センサ（以下、入射距離センサと称する）以外の他の距離センサでも信号が検出される場合がある。これは、入射距離センサの電荷発生領域で生成された電荷が、他の距離センサの各電荷蓄積領域に流入するクロストークが生じているためと考えられる。他の距離センサの各電荷蓄積領域へのクロストークの影響は、当該各電荷蓄積領域の配置によって異なる。他の距離センサの各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、クロストークの影響は異なる。すなわち、他の距離センサにおいて光入射距離センサ側に配置される電荷蓄積領域では、クロストークの影響が大きい。光入射距離センサ側とは逆側に配置される電荷蓄積領域では、クロストークの影響が小さい。

[0009] 電荷振り分け方式の距離センサでは、上記のように、各電荷蓄積領域の出力の比率に基づいて、対象物までの距離が算出される。このため、周りの距離センサから各電荷蓄積領域に電荷の漏れ込みがあると、距離センサで算出される距離が変化する。例えば、光が入射された二つの距離センサの各電荷蓄積領域において、一方の位相の転送信号に応じて振り分けられる電荷量と、他方の位相に応じて振り分けられる電荷量とが同じとなる場合であっても、クロストークの影響が異なるために、測定距離が異なる場合がある。すなわち、二つの光入射距離センサにおいて、測定距離が同等であるべき場合であっても、同じ位相の転送信号に応じて信号電荷を蓄積する各電荷蓄積領域同士の配置が、もう一方の光入射距離センサ側であるか否かで互いに異なる場合は、測定距離が距離センサによって異なり得る。

[0010] 本発明者らは、自らが見出したこれらの事実に着目して、測定距離が同等であるべき二つの距離センサにおける測定距離の異なりを低減する構成について更に鋭意研究を行い、本発明を想到するに至った。

[0011] 本発明の一形態に係る測距装置は、距離画像センサと、制御部と、演算部と、を備える。距離画像センサは、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る。距離センサは、対象物に向けてパルス光をフレーム周期毎に出射するように光源を駆動する駆動部と、対象物でのパルス光の反射光の入射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、電荷を蓄積する第一及び第二電荷蓄積領域と、第一電荷蓄積領域と電荷発生領域との間に配置されている第一転送電極と、第二電荷蓄積領域と電荷発生領域との間に配置されている第二転送電極と、を有している。駆動部は、パルス光の出射と同期するように、フレーム周期毎に、電荷発生領域にて発生した電荷を信号電荷として第一電荷蓄積領域に流入させるように、第一パルス転送信号を第一転送電極に出力し、電荷発生領域にて発生した電荷を信号電荷として第二電荷蓄積領域に流入させるように、第一パルス転送信号と位相が異なる第二パルス転送信号を第二転送電極に出力する。演算部は、フレーム周期毎に、第一及び第二電荷蓄積領域に蓄積された信号電荷をそれぞれ読み出し、読み出した信号電荷に基づいて対象物までの距離を演算する。制御部は、フレーム周期毎に、第一パルス転送信号と第二パルス転送信号との時系列での順序を交互に入れ替えて、第一及び第二パルス転送信号を出力する。演算部は、時系列で連続する二つのフレーム周期における、位相が同じとなる第一及び第二パルス転送信号に応じて第一電荷蓄積領域と第二電荷蓄積領域とに蓄積された信号電荷の合計電荷量に基づいて対象物までの距離を演算する。

[0012] 本発明の一形態に係る測距装置の駆動方法は、対象物に向けてパルス光を出射する光源と、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と、を備える測距装置の駆動方法である。距離センサは、対象物でのパルス光の反射光の入射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、電荷を蓄積する第一及び第二電荷蓄積領域と、第一電荷蓄積領域と電荷発生領域との間に配置されている第一転送電極と、第二電荷蓄積領域と電荷発生領域との間に配置されている第二転送電極と、を有する。本形態に係る測距装置の駆動方法では、パルス光をフレーム周期毎に出射するように光源を駆動し、パルス光の出射と同期するように、フレーム周期毎に、電荷発生領域にて発生した電荷を信号電荷として第一電荷蓄積領域に流入させるように、第一パルス転送信号を第一転送電極に出力し、電荷発生領域にて発生した電荷を信号電荷として第二電荷蓄積領域に流入させるように、第一パルス転送信号と位相が異なる第二パルス転送信号を第二転送電極に出力し、フレーム周期毎に、第一及び第二電荷蓄積領域に蓄積された信号電荷をそれぞれ読み出し、読み出した信号電荷に基づいて対象物までの距離を演算し、第一及び第二パルス転送信号を出力する際に、フレーム周期毎に、第一パルス転送信号と第二パルス転送信号との時系列での順序を交互に入れ替えて、第一及び第二パルス転送信号を出力し、対象物までの距離を演算する際に、時系列で連続する二つのフレーム周期における、位相が同じとなる第一及び第二パルス転送信号に応じて第一電荷蓄積領域と第二電荷蓄積領域とに蓄積された信号電荷の合計電荷量に基づいて対象物までの距離を演算する。

[0013] 本形態では、フレーム周期毎に、光源からパルス光が出射され、対象物でのパルス光の反射光が距離画像センサに入射する。距離画像センサでは、電荷発生領域と、一次元方向で電荷発生領域を挟んで配置される第一及び第二電荷蓄積領域と、を有する複数の距離センサが一次元方向に配置されている。反射光が入射した距離センサでは、反射光に応じて電荷が電荷発生領域に発生する。発生した電荷は、フレーム周期毎に、第一及び第二パルス転送信号に応じて第一及び第二電荷蓄積領域に信号電荷として蓄積される。第一及び第二パルス転送信号は、位相が互いに異なり、且つ、フレーム周期毎に時系列での順序を交互に入れ替えて出力される。このため、時系列で連続する二つのフレーム周期において、一方のフレーム周期では、第一電荷蓄積領域

に信号電荷が蓄積された後に、第二電荷蓄積領域に信号電荷が蓄積される。また、他方のフレーム周期では、第二電荷蓄積領域に信号電荷が蓄積された後に、第一電荷蓄積領域に信号電荷が蓄積される。対象物までの距離は、時系列で連続する二つのフレーム周期における、位相が同じとなる第一及び第二パルス転送信号に応じて第一電荷蓄積領域と第二電荷蓄積領域とに蓄積された信号電荷の合計電荷量に基づいて演算される。これらの合計電荷量が対象物までの距離の演算に用いられるので、他の距離センサから第一及び第二電荷蓄積領域に漏れ込む電荷量が互いに異なる場合でも、電荷の漏れ込みによる影響が一方の位相のパルス転送信号に応じた合計電荷量と、他方の位相のパルス転送信号に応じた合計電荷量とにバランスよく分配される。この結果、一次元方向で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。これにより、測定距離が同等であるべき二つの距離センサにおいて、測定距離の異なりを低減することができる。

### 発明の効果

[0014] 本発明の一形態によれば、測定距離が同等であるべき二つの距離センサにおける測定距離の異なりを低減する測距装置及び測距装置の駆動方法を提供することができる。

### 図面の簡単な説明

[0015] [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におけるIV-IV線に沿った断面構成を示す図である。

[図5]図5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]図6は、距離センサにおける電荷の漏れ込みについて説明する図である。

[図7]図7は、各種信号のタイミングチャートである。

[図8]図8は、従来の測距装置における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

- [0016] 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。
- [0017] 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。
- [0018] 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、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。
- [0019] 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。
- [0020] 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>を印加する。これにより、駆動部DRVは、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、第一及び第二パルス転送信号S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub>を距離画像センサRSに出力する。制御部CONTは、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>

,  $q_2$ 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 7 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。

[0021] 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  $L_p$  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  $L_p$  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  $L_r$  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 の電荷発生領域に入射する。

[0022] 距離画像センサ RS からは、画素毎に第一及び第二パルス転送信号  $S_1$ ,  $S_2$  に同期して収集された電荷量  $q_1$ ,  $q_2$  が出力される。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。距離  $d$  の演算結果は、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。

[0023] 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。

[0024] 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 及び遮光層 L1 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 1a, 1b を有している。第二主面 1b 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 1a 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 1b 側から反射光  $L_r$  が入射する。遮光層 L1 は、第二主面 1b 上に設けられている。遮光層 L1 は、たとえば、アルミニウムなどの金属からなる。

[0025] 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、図 3 における IV-IV 線に沿った断面構成を示す図である。

[0026] 距離画像センサRSは、一次元方向Aに配置された複数の距離センサ $P_1 \sim P_N$  ( $N$ は2以上の自然数)を有する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 $P_1 \sim P_N$ それぞれは、一つ又は二つ以上ずつで距離画像センサRSの一画素を構成している。本実施形態では、複数の距離センサ $P_1 \sim P_N$ 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。図3では、距離センサ $P_n$  ( $n$ 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 $P_1 \sim P_N$ それぞれは、距離センサ $P_n$ と同様の構成を有している。

[0027] 上述のように、距離画像センサRSは、遮光層L1を備えている。遮光層L1は、光入射面である第二主面1bの前方に設けられている。遮光層L1には、複数の距離センサ $P_1 \sim P_N$ 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。なお、図3では、遮光層L1の図示が省略されている。

[0028] 半導体基板1は、p型の第一半導体領域3と、p<sup>-</sup>型の第二半導体領域5と、からなる。p型の第一半導体領域3は、第一主面1a側に位置している。p<sup>-</sup>型の第二半導体領域5は、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<sup>-</sup>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。

[0029] 複数の距離センサ $P_1 \sim P_N$ 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 $P_1 \sim P_N$ 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配置されている。複数の距離センサ $P_1 \sim P_N$ それぞれは、フォトゲート電極PGと、第一及び第二電荷蓄積領域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。なお、図3では、第一及び第二電荷蓄積領域FD1、FD2上に配置されている導体13（図4参照）の図示が省略されている。

[0030] フォトゲート電極PGは、開口La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4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として機能する。フォトゲート電極PGは、開口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Laと同様に長形状を呈している。すなわち、フォトゲート電極PGは、平面視で、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とを有している。フォトゲート電極PGは、一次元方向Aの一方側に第一長辺L1、一次元方向Aの他方側に第二長辺L2を有している。

[0031] 第一及び第二電荷蓄積領域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。第一電荷蓄積領域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。第二電荷蓄積領域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。複数の距離センサP<sub>1</sub>～P<sub>N</sub>それぞれは、距離センサP<sub>n</sub>と同様の構成を有しているため、隣り合う二つの距離センサP<sub>n</sub>、P<sub>n+1</sub>において、第一電荷蓄積領域FD1と第二電荷蓄積領域FD2とが一次元方向Aで隣り合っている。

[0032] 第一及び第二電荷蓄積領域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、第一及び第二電荷蓄積領域FD1、FD2は、平面視で正形状を呈すると共に、互いに同形状を成している。

- [0033] 第一転送電極  $T X 1$  は、絶縁層 7 上であって、第一電荷蓄積領域  $F D 1$  とフォトゲート電極  $P G$  との間に配置されている。第一転送電極  $T X 1$  は、第一電荷蓄積領域  $F D 1$  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、第一パルス転送信号  $S_1$  (図 7 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電荷蓄積領域  $F D 1$  に流入させる。
- [0034] 第二転送電極  $T X 2$  は、絶縁層 7 上であって、第二電荷蓄積領域  $F D 2$  とフォトゲート電極  $P G$  との間に配置されている。第二転送電極  $T X 2$  は、第二電荷蓄積領域  $F D 2$  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、第一パルス転送信号  $S_1$  と位相が異なる第二パルス転送信号  $S_2$  (図 7 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電荷蓄積領域  $F D 2$  に流入させる。複数の距離センサ  $P_1 \sim P_N$  それぞれは、距離センサ  $P_n$  と同様の構成を有しているため、隣り合う二つの距離センサ  $P_n, P_{n+1}$  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。
- [0035] 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、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。
- [0036] ウェル領域  $W$  は、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、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電荷蓄積領域  $F D 1, F D 2$  を囲んでいる。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  $P_1 \sim P_N$  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る。ウェル領域  $W$  は、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PGへの電圧の印加によって広がった空乏層と、第一及び第二電荷蓄積領域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。

[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。

[0038] 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 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 程度以上であることを意味し、「+」を導電型に付けて示される。一方、「不純物濃度が低い」とは例えば不純物濃度が $10 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ 程度以下であることを意味し、「-」を導電型に付けて示される。

[0039] 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 $1 \times 10^{16} \sim 10^{18} \text{ cm}^{-3}$

[0040] 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。

[0041] 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、これらは他の材料からなってもよい。

[0042] 第一転送電極TX1に印加される第一パルス転送信号S<sub>1</sub>の位相と第二転送電極TX2に印加される第二パルス転送信号S<sub>2</sub>の位相とは、180度ずれている。複数の距離センサP<sub>1</sub>～P<sub>N</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。このようにして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  $T X 1$ 、 $T X 2$  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 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。これにより、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、第一及び第二電荷蓄積領域  $F D 1$ 、 $F D 2$  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ているため、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。このため、半導体基板 1 で発生した電荷は、第一及び第二電荷蓄積領域  $F D 1$ 、 $F D 2$  には引き込まれない。

[0044] 図 5 は、図 3 の IV-IV 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 5 では、下向きがポテンシャルの正方向である。図 5 には、第一転送電極  $T X 1$  の直下の領域のポテンシャル  $\phi_{T X 1}$ 、第二転送電極  $T X 2$  の直下の領域のポテンシャル  $\phi_{T X 2}$ 、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  $\phi_{P G}$ 、第一電荷蓄積領域  $F D 1$  のポテンシャル  $\phi_{F D 1}$ 、第二電荷蓄積領域  $F D 2$  のポテンシャル  $\phi_{F D 2}$  が示されている。

[0045] フォトゲート電極  $P G$  の直下の領域（電荷発生領域）のポテンシャル  $\phi_{P G}$  は、無バイアス時における隣接する第一及び第二転送電極  $T X 1$ 、 $T X 2$  直下の領域のポテンシャル（ $\phi_{T X 1}$ 、 $\phi_{T X 2}$ ）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。この電荷発生領域のポテンシャル  $\phi_{P G}$  はポテンシャル  $\phi_{T X 1}$ 、 $\phi_{T X 2}$  よりも高くなり、ポテンシャル分布は電荷発生領域に

において図面の下向きに凹んだ形状となる。

- [0046] 図5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 $T X 1$ に印加される第一パルス転送信号 $S_1$ 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5（a）に示されるように、第一転送電極 $T X 1$ 直下の半導体のポテンシャル $\phi_{T X 1}$ が電荷発生領域のポテンシャル $\phi_{P G}$ よりも下がる。これにより、電荷発生領域で発生した負の電荷 $e$ は、第一電荷蓄積領域 $F D 1$ のポテンシャル井戸内に流れ込む。
- [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 $\phi_{T X 2}$ は下がらない。このため、第二電荷蓄積領域 $F D 2$ 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。
- [0048] 第二転送電極 $T X 2$ に印加される第二パルス転送信号 $S_2$ 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5（b）に示されるように、第二転送電極 $T X 2$ 直下の半導体のポテンシャル $\phi_{T X 2}$ が電荷発生領域のポテンシャル $\phi_{P G}$ よりも下がる。これにより、電荷発生領域で発生した負の電荷 $e$ は、第二電荷蓄積領域 $F D 2$ 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 $\phi_{T X 1}$ は下がらない。このため、第一電荷蓄積領域 $F D 1$ 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。

[0050] 以上により、信号電荷が第一及び第二電荷蓄積領域 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] 図 6 は、距離センサにおける電荷の漏れ込みについて説明する図である。図 6 では、特に、隣り合う二つの距離センサ  $P_n$ ,  $P_{n+1}$  について示す。

[0052] 距離センサ  $P_n$ ,  $P_{n+1}$  は、構成が同じで、それぞれフォトゲート電極 P G の一次元方向 A の一方側に第一電荷蓄積領域 F D 1 及び第一転送電極 T X 1 を備えると共に、他方側に第二電荷蓄積領域 F D 2 及び第二転送電極 T X 2 を備えている。隣り合う二つの距離センサ  $P_n$ ,  $P_{n+1}$  において、第一電荷蓄積領域 F D 1 と第二電荷蓄積領域 F D 2 とが一次元方向 A で隣り合っている。

[0053] 距離画像センサ R S において、例えば、距離センサ  $P_n$  に反射光  $L_r$  が入射されると、距離センサ  $P_n$  では反射光  $L_r$  に応じて電荷が発生する。発生した電荷は、第一及び第二パルス転送信号  $S_1$ ,  $S_2$  にしたがって、距離センサ  $P_n$  の第一及び第二電荷蓄積領域 F D 1, F D 2 へと振り分けられる。このとき電荷の一部が他の距離センサ  $P_m$  ( $m \neq n$ ) の第一及び第二電荷蓄積領域 F D 1, F D 2 に漏れ込む。漏れ込み量は、他の距離センサ  $P_m$  における第一及び第二電荷蓄積領域 F D 1, F D 2 の配置が、距離センサ  $P_n$  側であるか否かによって大きく異なる。

[0054] 距離センサ  $P_{n+1}$  において、第一電荷蓄積領域 F D 1 は、距離センサ  $P_n$  側に配置されており、第二電荷蓄積領域 F D 2 は、距離センサ  $P_n$  とは逆側に配置されている。このため、距離センサ  $P_n$  に光が入射され、距離センサ  $P_n$  から距離センサ  $P_{n+1}$  に電荷が漏れ込む場合、第一電荷蓄積領域 F D 1 への漏れ込み量 B % は、第二電荷蓄積領域 F D 2 への漏れ込み量 A % よりも大きい。同様に、距離センサ  $P_{n+1}$  に光が入射され、距離センサ  $P_{n+1}$  から距離センサ

$P_n$ に電荷が漏れ込む場合、距離センサ $P_n$ において、距離センサ $P_{n+1}$ 側には第二電荷蓄積領域FD2が配置されているため、第二電荷蓄積領域FD2への漏れ込み量D%は、第一電荷蓄積領域FD1への漏れ込み量C%よりも大きい。

[0055] このように、隣り合う二つの距離センサ $P_n, P_{n+1}$ において互いに電荷が漏れ込み合うことにより、第一及び第二電荷蓄積領域FD1, FD2それぞれに蓄積される電荷量は、距離センサ $P_n$ と距離センサ $P_{n+1}$ とで異なる場合がある。

[0056] 続いて、図7を参照して、距離dの演算方法について説明する。図7は、各種信号のタイミングチャートである。図7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。

[0057] 図7では、光源LSの駆動信号 $S_D$ 、対象物OJ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 $S_{L_r}$ 、第一転送電極TX1に印加される第一パルス転送信号 $S_1$ 、第二転送電極TX2に印加される第二パルス転送信号 $S_2$ 、及びリセット信号reset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） $T_r$ と、からなる。駆動信号 $S_D$ 、強度信号 $S_{L_r}$ 、第一パルス転送信号 $S_1$ 、及び第二パルス転送信号 $S_2$ は、いずれもパルス幅 $T_p$ のパルス信号である。

[0058] 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が第一及び第二電荷蓄積領域FD1, FD2に印加される。これにより、第一及び第二電荷蓄積領域FD1, FD2の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、第一及び第二パルス転送信号 $S_1, S_2$ 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。

[0059] 第一及び第二パルス転送信号  $S_1$ ,  $S_2$  は、フレーム周期  $T_F$  毎に、第一パルス転送信号  $S_1$  と第二パルス転送信号  $S_2$  との時系列での順序を交互に入れ替えて出力される。したがって、時系列で連続する二つのフレーム周期  $T_F$  における一方のフレーム周期  $T_F$  (ここでは、時系列で前のフレーム周期  $T_F$ ) では、第一パルス転送信号  $S_1$  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、第二パルス転送信号  $S_2$  が駆動信号  $S_D$  に位相差  $180$  度で同期して出力される。他方のフレーム周期  $T_F$  (ここでは、時系列で後のフレーム周期  $T_F$ ) では、第二パルス転送信号  $S_2$  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、第一パルス転送信号  $S_1$  が駆動信号  $S_D$  に位相差  $180$  度で同期して出力される。

[0060] なお、このような第一及び第二パルス転送信号  $S_1$ ,  $S_2$  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、第一パルス転送信号  $S_1$  を第一転送電極  $TX1$  に出力する。これにより、フレーム周期  $T_F$  毎に、電荷発生領域にて発生した電荷が信号電荷として第一電荷蓄積領域  $FD1$  に流入する。また、制御部  $CONT$  は、パルス光  $L_p$  の出射と同期するように、第一パルス転送信号  $S_1$  と位相が異なる第二パルス転送信号  $S_2$  を第二転送電極  $TX2$  に出力する。これにより、フレーム周期  $T_F$  毎に、電荷発生領域にて発生した電荷が信号電荷として第二電荷蓄積領域  $FD2$  に流入する。制御部  $CONT$  は更に、フレーム周期  $T_F$  毎に、第一パルス転送信号  $S_1$  と第二パルス転送信号  $S_2$  との時系列での順序を交互に入れ替えて、第一及び第二パルス転送信号  $S_1$ ,  $S_2$  を出力する。

[0061] 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重なり合った部分に相当する電荷量  $q_1$  は、一方のフレーム周期  $T_F$  では、第一電荷蓄積領域  $FD1$  に蓄積され、他方のフレーム周期  $T_F$  では、第二電荷蓄積領域  $FD2$  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信号との重なり合った部分に相当する電荷量  $q_2$  は、一方のフレーム周期  $T_F$  では、第二電荷蓄積領域  $FD2$  に蓄積され、

他方のフレーム周期  $T_F$  では、第一電荷蓄積領域  $FD1$  に蓄積される。

[0062] 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  $Td$  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  $OJ$  までの距離  $d$  を示している。距離  $d$  は、演算部  $ART$  により、時系列で連続する二つのフレーム周期  $T_F$  における電荷量  $q_1$  の合計電荷量  $Q_1$ 、及び電荷量  $q_2$  の合計電荷量  $Q_2$  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。

[0063] 距離  $d = (c / 2) \times (T_P \times Q_2 / (Q_1 + Q_2)) \dots (1)$

[0064] つまり、演算部  $ART$  は、フレーム周期  $T_F$  毎に、第一及び第二電荷蓄積領域  $FD1$ 、 $FD2$  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  $OJ$  までの距離  $d$  を演算する。演算部  $ART$  は、この際、合計電荷量  $Q_1$ 、 $Q_2$  に基づいて対象物  $OJ$  までの距離  $d$  を演算する。合計電荷量  $Q_1$ 、 $Q_2$  は、時系列で連続する二つのフレーム周期  $T_F$  における、位相が同じとなる第一及び第二パルス転送信号  $S_1$ 、 $S_2$  に応じて第一電荷蓄積領域  $FD1$  と第二電荷蓄積領域  $FD2$  とに蓄積された信号電荷の合計電荷量である。

[0065] より具体的には、合計電荷量  $Q_1$  は、時系列で連続する二つのフレーム周期  $T_F$  における一方のフレーム周期  $T_F$  で第一電荷蓄積領域  $FD1$  に蓄積された信号電荷の電荷量  $q_1$  と他方のフレーム周期  $T_F$  で第二電荷蓄積領域  $FD2$  に蓄積された信号電荷の電荷量  $q_1$  との合計電荷量である。また、合計電荷量  $Q_2$  は、一方のフレーム周期  $T_F$  で第二電荷蓄積領域  $FD2$  に蓄積された信号電荷の電荷量  $q_2$  と他方のフレーム周期  $T_F$  で第一電荷蓄積領域  $FD1$  に蓄積された信号電荷の電荷量  $q_2$  との合計電荷量である。

[0066] このように、距離  $d$  の演算に用いる合計電荷量  $Q_1$ 、 $Q_2$  はいずれも、第一電荷蓄積領域  $FD1$  に蓄積された信号電荷の電荷量  $q_1$ 、 $q_2$  と、第二電荷蓄積領域  $FD2$  に蓄積された信号電荷の電荷量  $q_1$ 、 $q_2$  との和である。したがって、上述したように、電荷の漏れ込みにより、第一及び第二電荷蓄積領域  $FD1$ 、 $FD2$  それぞれに蓄積される電荷量が距離センサ  $P_n$  と距離センサ  $P$

$n+1$ とで異なる場合であっても、電荷の漏れ込みによる影響は合計電荷量  $Q_1$ 、 $Q_2$  にバランスよく分配される。

[0067] この結果、一次元方向 A で隣り合う距離センサ  $P_n$ 、 $P_{n+1}$  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。したがって、距離センサ  $P_n$ 、 $P_{n+1}$  において、第一転送電極  $T \times 1$  によって第一電荷蓄積領域  $F D 1$  に振り分けられる電荷量と、第二転送電極  $T \times 2$  によって第二電荷蓄積領域  $F D 2$  に振り分けられる電荷量との比が同じとなる場合、すなわち、測定される距離が、距離センサ  $P_n$  と距離センサ  $P_{n+1}$  とで同等であるべき場合において、距離センサ  $P_n$ 、 $P_{n+1}$  における電荷の漏れ込みに起因した測定距離の異なりを低減することが可能となる。

[0068] 距離  $d$  の演算は、時系列で連続する二つのフレーム周期  $T_F$  において第一及び第二電荷蓄積領域  $F D 1$ 、 $F D 2$  に蓄積された信号電荷の電荷量に基づいて行われる。当該距離  $d$  の演算の次の距離  $d$  の演算は、先の距離  $d$  の演算に用いられた電荷量を得た二つのフレーム周期  $T_F$  の後に続き且つ時系列で連続する二つのフレーム周期  $T_F$  において第一及び第二電荷蓄積領域  $F D 1$ 、 $F D 2$  に蓄積された信号電荷の電荷量に基づいて行ってもよい。上記次の距離  $d$  の演算は、先の距離  $d$  の演算に用いられた電荷量を得た二つのフレーム周期  $T_F$  のうち後のフレーム周期  $T_F$  と、当該フレーム周期  $T_F$  に時系列で連続する一つのフレーム周期  $T_F$  と、において第一及び第二電荷蓄積領域  $F D 1$ 、 $F D 2$  に蓄積された信号電荷の電荷量に基づいて行ってもよい。

[0069] 図 8 は、従来の測距装置における各種信号のタイミングチャートである。

[0070] 従来の測距装置は、制御部  $C O N T$  が、フレーム周期  $T_F$  毎に、第一パルス転送信号  $S_1$  と第二パルス転送信号  $S_2$  との時系列での順序を交互に入れ替えることなく、第一及び第二パルス転送信号  $S_1$ 、 $S_2$  を出力する点、及び、演算部  $A R T$  が、一つのフレーム周期  $T_F$  で第一電荷蓄積領域  $F D 1$  に蓄積された信号電荷の電荷量  $q_1$  と第二電荷蓄積領域  $F D 2$  に蓄積された信号電荷の電荷量  $q_2$  とに基づいて対象物  $O J$  までの距離  $d$  を演算する点以外は、本実施形態に係る測距装置 10 と同様の構成を備えている。すなわち、従来の測距装

置では、距離  $d$  は一つのフレーム周期  $T_F$  における電荷量  $q_1$ ,  $q_2$  の比率を用いて、下記の式 (2) により演算される。

[0071] 距離  $d = (c / 2) \times (T_F \times q_2 / (q_1 + q_2)) \dots (2)$

[0072] 従来の測距装置では、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重なり合った部分に相当する電荷量  $q_1$  は、第一電荷蓄積領域  $FD1$  のみに蓄積された信号電荷量である。一方、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信号との重なり合った部分に相当する電荷量  $q_2$  は、第二電荷蓄積領域  $FD2$  のみに蓄積された信号電荷量である。したがって、上述したように、電荷の漏れ込みにより、第一及び第二電荷蓄積領域  $FD1$ ,  $FD2$  それぞれに蓄積される電荷量が距離センサ  $P_n$  と距離センサ  $P_{n+1}$  とで異なる場合、電荷の漏れ込みによる影響は電荷量  $q_1$ ,  $q_2$  間でアンバランスとなる。

[0073] この結果、距離センサ  $P_n$ ,  $P_{n+1}$  において、第一転送電極  $TX1$  によって第一電荷蓄積領域  $FD1$  に振り分けられる電荷量と、第二転送電極  $TX2$  によって第二電荷蓄積領域  $FD2$  に振り分けられる電荷量との比が同じとなり、測定される距離が、距離センサ  $P_n$  と距離センサ  $P_{n+1}$  とで同等であるべき場合であっても、距離センサ  $P_n$ ,  $P_{n+1}$  における電荷の漏れ込み起因して測定距離が異なり得る。

[0074] 以上説明したように、本実施形態に係る測距装置 10 及び測距装置 10 の駆動方法では、フレーム周期  $T_F$  毎に、光源  $LS$  からパルス光  $Lp$  が出射され、対象物  $OJ$  でのパルス光  $Lp$  の反射光  $Lr$  が距離画像センサ  $RS$  に入射する。距離画像センサ  $RS$  では、電荷発生領域と、一次元方向  $A$  で電荷発生領域を挟んで配置される第一及び第二電荷蓄積領域  $FD1$ ,  $FD2$  と、を有する複数の距離センサ  $P_1 \sim P_N$  が一次元方向  $A$  に配置されている。反射光  $Lr$  が入射した距離センサ  $P_n$  では、反射光  $Lr$  に応じて電荷が電荷発生領域に発生する。発生した電荷は、フレーム周期  $T_F$  毎に、第一及び第二パルス転送信号  $S_1$ ,  $S_2$  に応じて第一及び第二電荷蓄積領域  $FD1$ ,  $FD2$  に信号電荷として蓄積される。第一及び第二パルス転送信号  $S_1$ ,  $S_2$  は、位相が互いに異

なり、且つ、フレーム周期  $T_F$  毎に時系列での順序を交互に入れ替えて出力される。このため、時系列で連続する二つのフレーム周期  $T_F$  において、一方のフレーム周期  $T_F$  では、第一電荷蓄積領域  $FD1$  に信号電荷が蓄積された後に、第二電荷蓄積領域  $FD2$  に信号電荷が蓄積される。また、他方のフレーム周期  $T_F$  では、第二電荷蓄積領域  $FD2$  に信号電荷が蓄積された後に、第一電荷蓄積領域  $FD1$  に信号電荷が蓄積される。対象物  $OJ$  までの距離  $d$  は、時系列で連続する二つのフレーム周期  $T_F$  における、位相が同じとなる第一及び第二パルス転送信号  $S_1, S_2$  に応じて第一電荷蓄積領域  $FD1$  と第二電荷蓄積領域  $FD2$  とに蓄積された信号電荷の合計電荷量  $Q_1, Q_2$  に基づいて演算される。これらの合計電荷量  $Q_1, Q_2$  が対象物  $OJ$  までの距離  $d$  の演算に用いられるので、他の距離センサから第一及び第二電荷蓄積領域  $FD1, FD2$  に漏れ込む電荷量が互いに異なる場合でも、電荷の漏れ込みによる影響が一方の位相のパルス転送信号に応じた合計電荷量  $Q_1$  と、他方の位相のパルス転送信号に応じた合計電荷量  $Q_2$  とにバランスよく分配される。この結果、一次元方向  $A$  で隣り合う距離センサ  $P_n, P_{n+1}$  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。これにより、測定距離が同等であるべき二つの距離センサ  $P_n, P_{n+1}$  において、測定距離の異なりを低減することができる。

[0075] 具体的には、時系列で連続する二つのフレーム周期  $T_F$  における一方のフレーム周期  $T_F$  で第一電荷蓄積領域  $FD1$  に蓄積された信号電荷の電荷量  $q_1$  と他方のフレーム周期  $T_F$  で第二電荷蓄積領域  $FD2$  に蓄積された信号電荷の電荷量  $q_1$  との合計電荷量  $Q_1$ 、及び一方のフレーム周期  $T_F$  で第二電荷蓄積領域  $FD2$  に蓄積された信号電荷の電荷量  $q_2$  と他方のフレーム周期  $T_F$  で第一電荷蓄積領域  $FD1$  に蓄積された信号電荷の電荷量  $q_2$  との合計電荷量  $Q_2$  に基づいて対象物  $OJ$  までの距離  $d$  が演算される。合計電荷量  $Q_1, Q_2$  はいずれも、第一電荷蓄積領域  $FD1$  に蓄積された信号電荷の電荷量  $q_1, q_2$  と、第二電荷蓄積領域  $FD2$  に蓄積された信号電荷の電荷量  $q_1, q_2$  との和である。したがって、電荷の漏れ込みにより、第一及び第二電荷蓄積領域  $FD1,$

F D 2 それぞれに蓄積される電荷量が距離センサ  $P_n$  と距離センサ  $P_{n+1}$  とで異なる場合であっても、電荷の漏れ込みによる影響は合計電荷量  $Q_1$ 、 $Q_2$  にバランスよく分配される。この結果、測定される距離が、距離センサ  $P_n$  と距離センサ  $P_{n+1}$  とで同等であるべき場合において、距離センサ  $P_n$ 、 $P_{n+1}$  における電荷の漏れ込みに起因した測定距離の異なりを低減することが可能となる。

[0076] 本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。例えば、上記実施形態では、複数の距離センサ  $P_1 \sim P_N$  それぞれにおいて、第一及び第二転送電極  $T X 1$ 、 $T X 2$  及び第一及び第二電荷蓄積領域  $F D 1$ 、 $F D 2$  の数は1であるが、2以上であってもよい。

[0077] 複数の距離センサ  $P_1 \sim P_N$  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、第一及び第二パルス転送信号と位相が異なる第三パルス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の数は、2以上であってもよい。

[0078] 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パルス転送信号  $S_1$ 、及び第二パルス転送信号  $S_2$  が逐次出力されてもよい。この場合、第一及び第二電荷蓄積領域  $F D 1$ 、 $F D 2$  に信号電荷が積算して蓄積される。

[0079] 距離画像センサ  $R S$  は、複数の距離センサ  $P_1 \sim P_N$  それぞれ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  $P_1 \sim P_N$  それぞれが二次元に配置されてもよい。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ることによって、または、ラインセンサ2つ用いて走査させることによって二次元画像を得ることができる。

[0080] 距離画像センサ  $R S$  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、裏面入射型の距離画像センサであってもよい。

[0081] 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。

[0082] 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、上述した導電型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

[0083] 本発明は、TOF型の距離画像センサを備える測距装置及び測距装置の駆動方法に利用できる。

### 符号の説明

[0084] 10…測距装置、A…次元方向、FD1…第一電荷蓄積領域、FD2…第二電荷蓄積領域、P<sub>1</sub>~P<sub>N</sub>…距離センサ、PG…フォトゲート電極、RS…距離画像センサ、S<sub>1</sub>…第一パルス転送信号、S<sub>2</sub>…第二パルス転送信号、TX1…第一転送電極、TX2…第二転送電極、LS…光源、DRV…駆動部、ART…演算部、OJ…対象物、L<sub>p</sub>…パルス光、L<sub>r</sub>…反射光、T<sub>F</sub>…フレーム周期、q<sub>1</sub>, q<sub>2</sub>…電荷量、Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub>…合計電荷量、d…距離。

## 請求の範囲

[請求項1]

対象物に向けてパルス光をフレーム周期毎に出射するように光源を駆動する駆動部と、

前記対象物でのパルス光の反射光の入射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一次元方向で前記電荷発生領域を挟んで配置され、電荷を蓄積する第一及び第二電荷蓄積領域と、前記第一電荷蓄積領域と前記電荷発生領域との間に配置されている第一転送電極と、前記第二電荷蓄積領域と前記電荷発生領域との間に配置されている第二転送電極と、を有する複数の距離センサが前記一次元方向に配置されている距離画像センサと、

前記パルス光の出射と同期するように、前記フレーム周期毎に、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電荷蓄積領域に流入させるように、第一パルス転送信号を前記第一転送電極に出力し、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電荷蓄積領域に流入させるように、前記第一パルス転送信号と位相が異なる第二パルス転送信号を前記第二転送電極に出力する制御部と、

前記フレーム周期毎に、前記第一及び第二電荷蓄積領域に蓄積された信号電荷の電荷量をそれぞれ読み出し、読み出した電荷量に基づいて前記対象物までの距離を演算する演算部と、を備え、

前記制御部は、前記フレーム周期毎に、前記第一パルス転送信号と前記第二パルス転送信号との時系列での順序を交互に入れ替えて、前記第一及び第二パルス転送信号を出力し、

前記演算部は、時系列で連続する二つの前記フレーム周期における、位相が同じとなる前記第一及び第二パルス転送信号に応じて前記第一電荷蓄積領域と前記第二電荷蓄積領域とに蓄積された信号電荷の合計電荷量に基づいて前記対象物までの距離を演算する、測距装置。

[請求項2]

前記演算部は、時系列で連続する二つの前記フレーム周期における

一方のフレーム周期で前記第一電荷蓄積領域に蓄積された信号電荷の電荷量と他方のフレーム周期で前記第二電荷蓄積領域に蓄積された信号電荷の電荷量との合計電荷量、及び前記一方のフレーム周期で前記第二電荷蓄積領域に蓄積された信号電荷の電荷量と前記他方のフレーム周期で前記第一電荷蓄積領域に蓄積された信号電荷の電荷量との合計電荷量に基づいて前記対象物までの距離を演算する、請求項1記載の測距装置。

[請求項3]

対象物に向けてパルス光を出射する光源と、

前記対象物でのパルス光の反射光の入射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一次元方向で前記電荷発生領域を挟んで配置され、電荷を蓄積する第一及び第二電荷蓄積領域と、前記第一電荷蓄積領域と前記電荷発生領域との間に配置されている第一転送電極と、前記第二電荷蓄積領域と前記電荷発生領域との間に配置されている第二転送電極と、を有する複数の距離センサが前記一次元方向に配置されている距離画像センサと、を備える測距装置の駆動方法であって、

前記パルス光をフレーム周期毎に出射するように前記光源を駆動し、

前記パルス光の出射と同期するように、前記フレーム周期毎に、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電荷蓄積領域に流入させるように、第一パルス転送信号を前記第一転送電極に出力し、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電荷蓄積領域に流入させるように、第一パルス転送信号と位相が異なる第二パルス転送信号を前記第二転送電極に出力し、

前記フレーム周期毎に、前記第一及び第二電荷蓄積領域に蓄積された信号電荷の電荷量をそれぞれ読み出し、読み出した電荷量に基づいて前記対象物までの距離を演算し、

第一及び第二パルス転送信号を出力する際に、前記フレーム周期毎

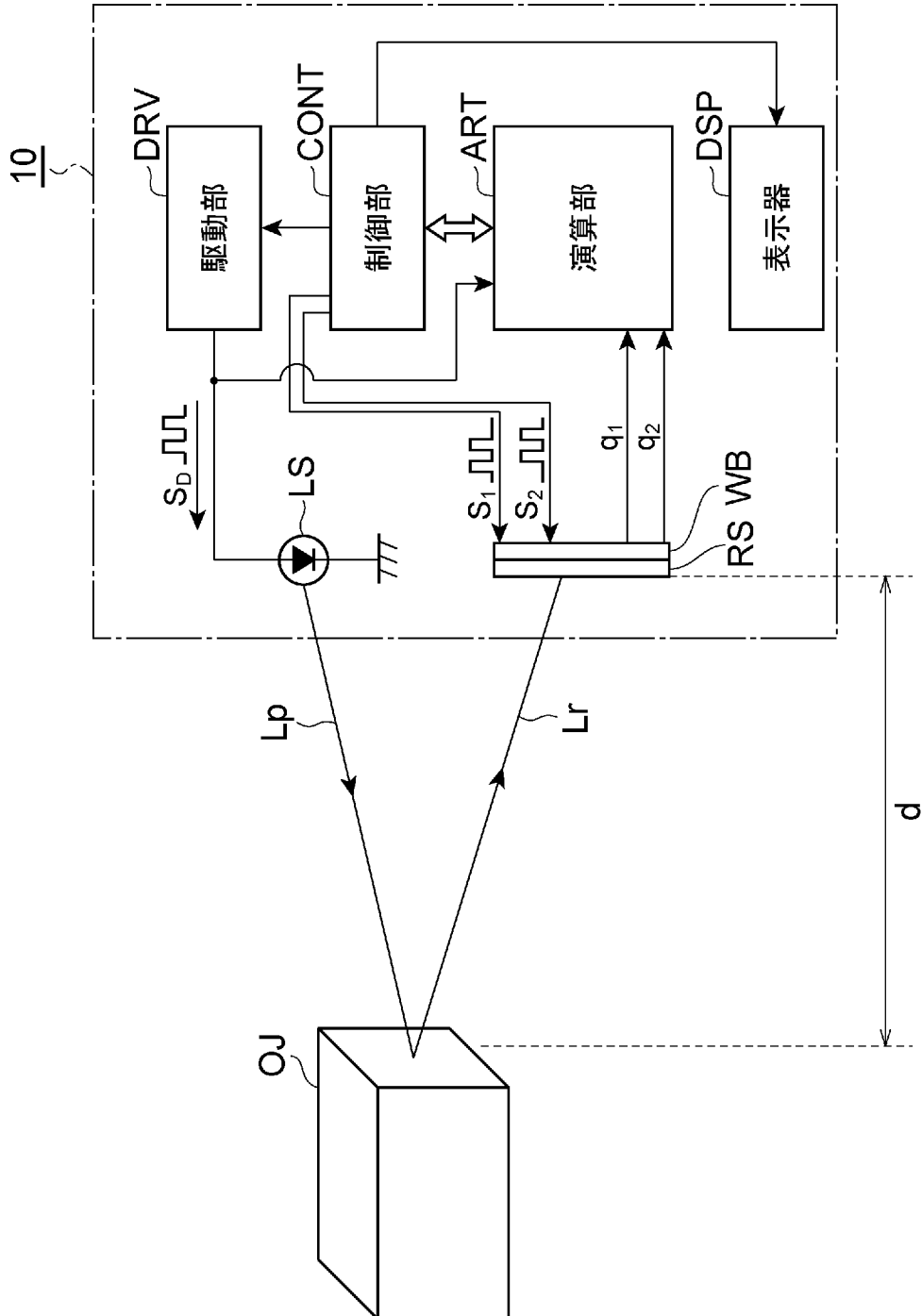
に、前記第一パルス転送信号と前記第二パルス転送信号との時系列での順序を交互に入れ替えて、前記第一及び第二パルス転送信号を出力し、

前記対象物までの距離を演算する際に、時系列で連続する二つの前記フレーム周期における、位相が同じとなる前記第一及び第二パルス転送信号に応じて前記第一電荷蓄積領域と前記第二電荷蓄積領域とに蓄積された信号電荷の合計電荷量に基づいて前記対象物までの距離を演算する、測距装置の駆動方法。

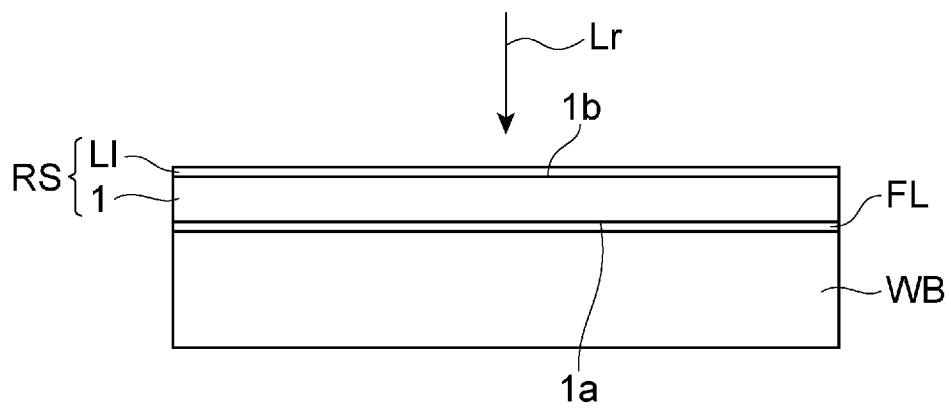
[請求項4]

前記対象物までの距離を演算する際に、時系列で連続する二つの前記フレーム周期における一方のフレーム周期で前記第一電荷蓄積領域に蓄積された信号電荷の電荷量と他方のフレーム周期で前記第二電荷蓄積領域に蓄積された信号電荷の電荷量との合計電荷量、及び前記一方のフレーム周期で前記第二電荷蓄積領域に蓄積された信号電荷の電荷量と前記他方のフレーム周期で前記第一電荷蓄積領域に蓄積された信号電荷の電荷量との合計電荷量に基づいて前記対象物までの距離を演算する、請求項3記載の測距装置の駆動方法。

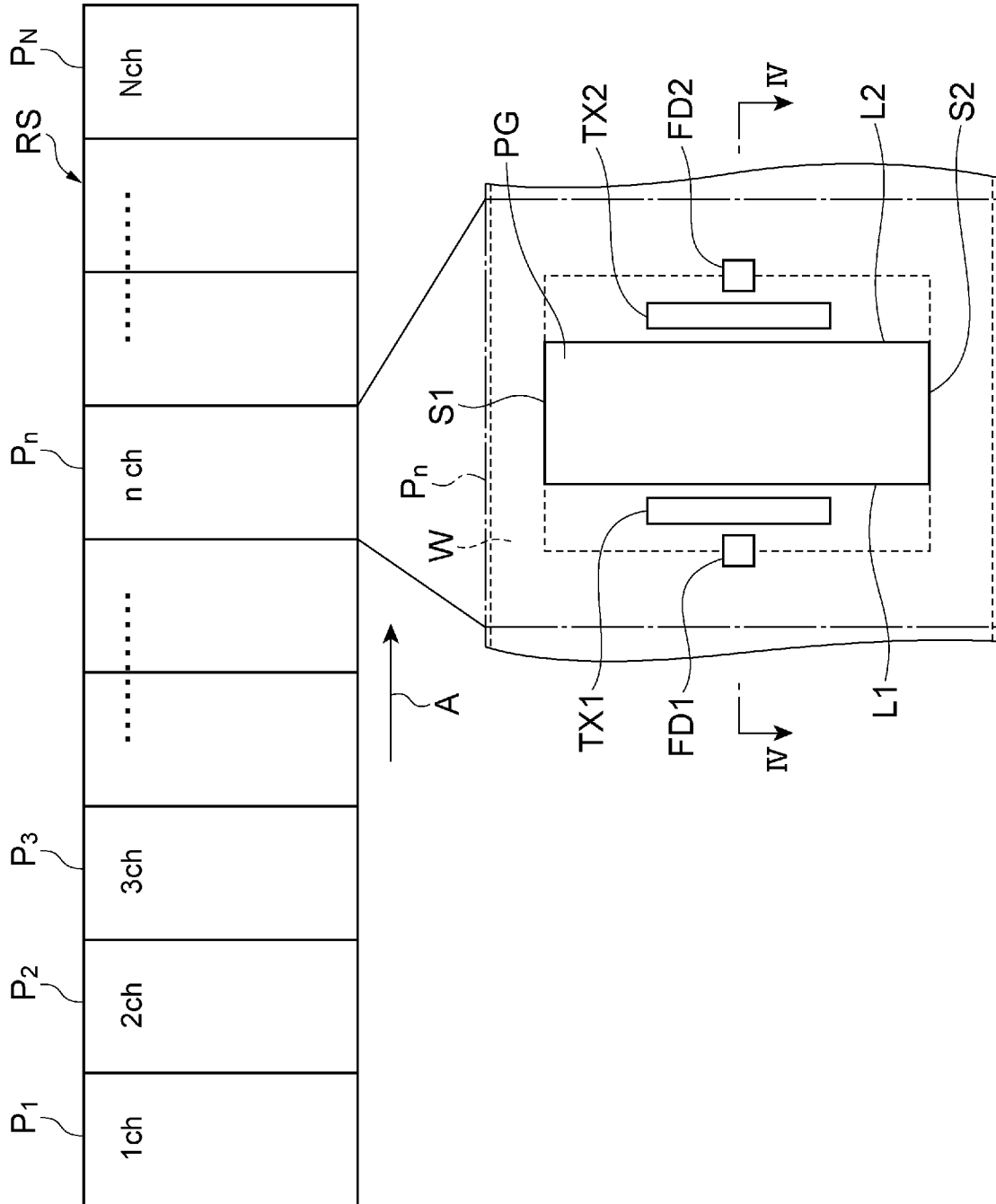
[図1]



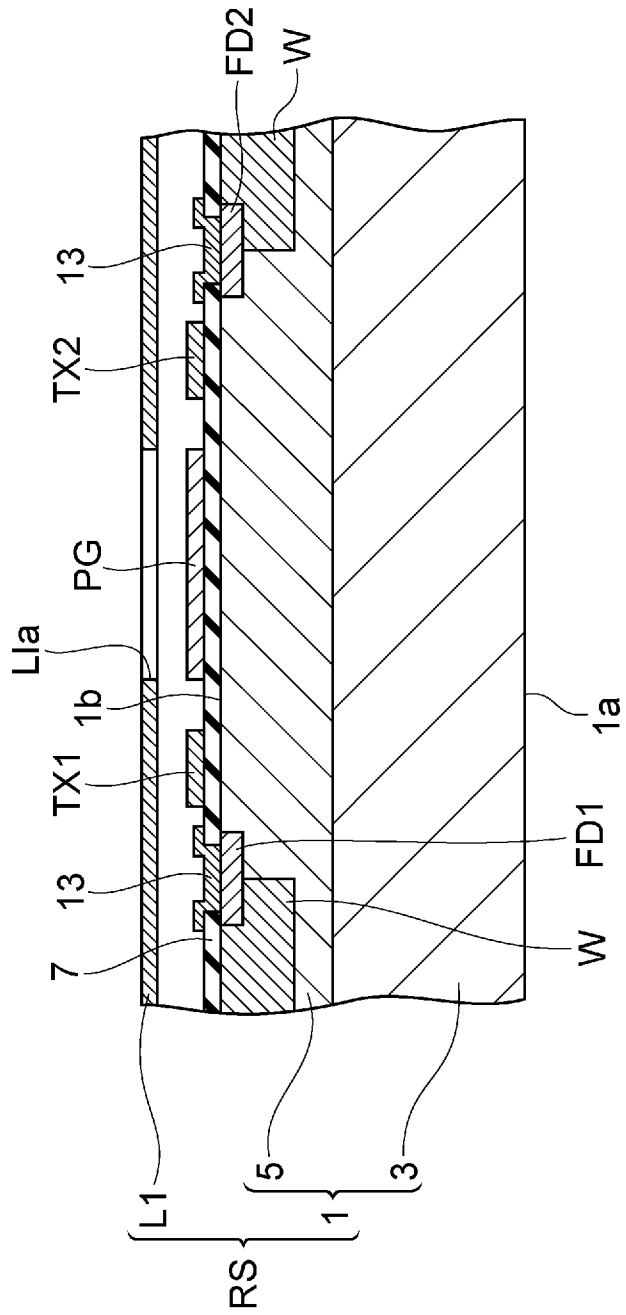
[図2]



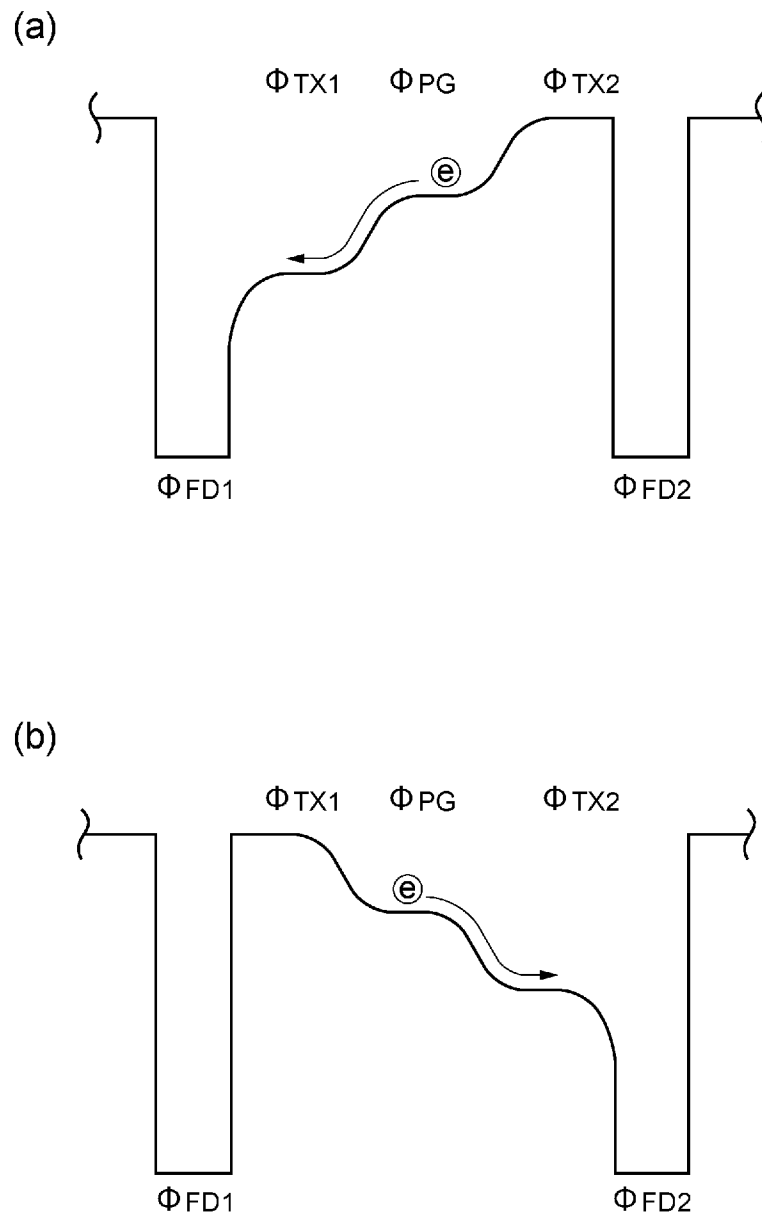
[図3]



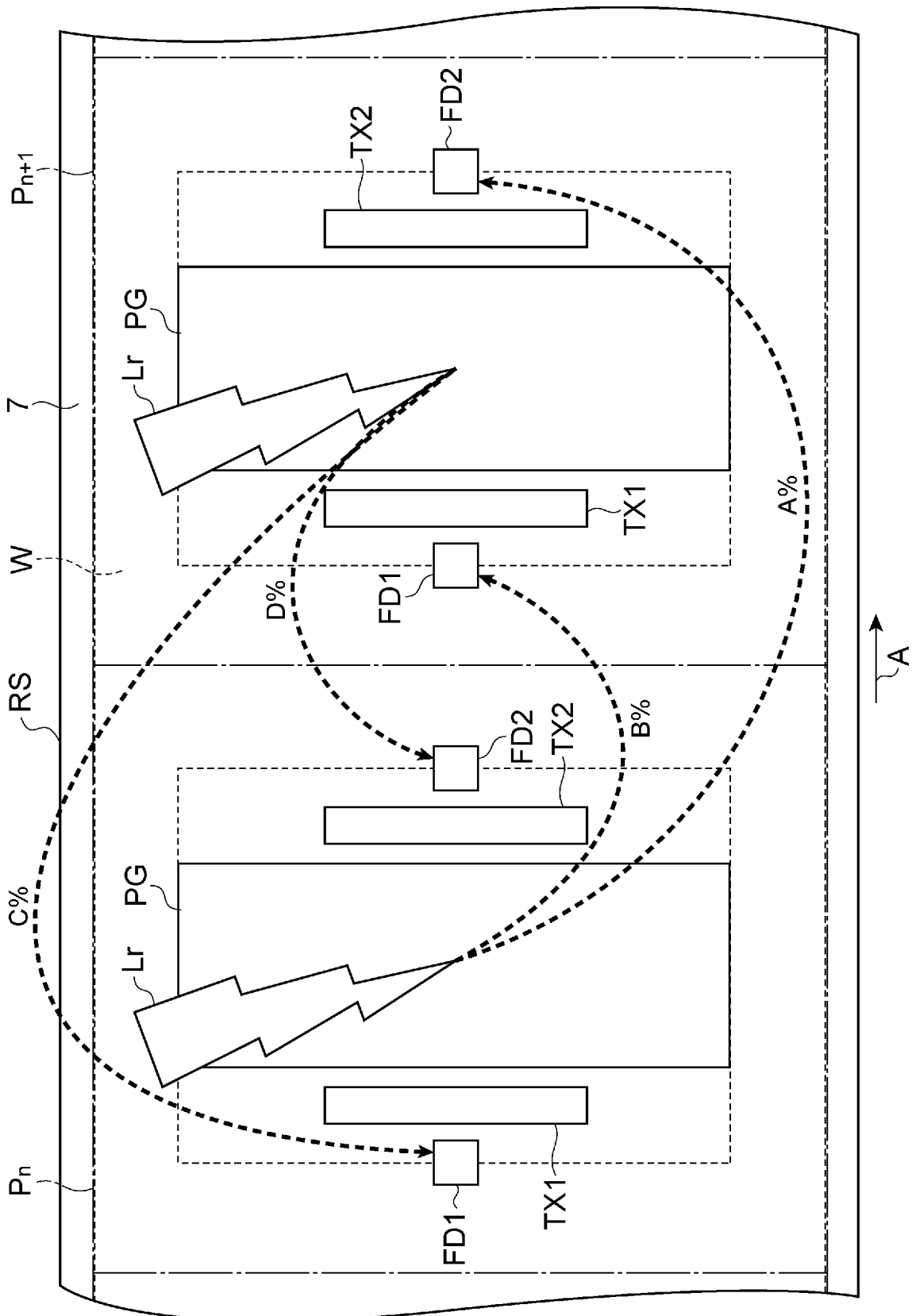
[図4]



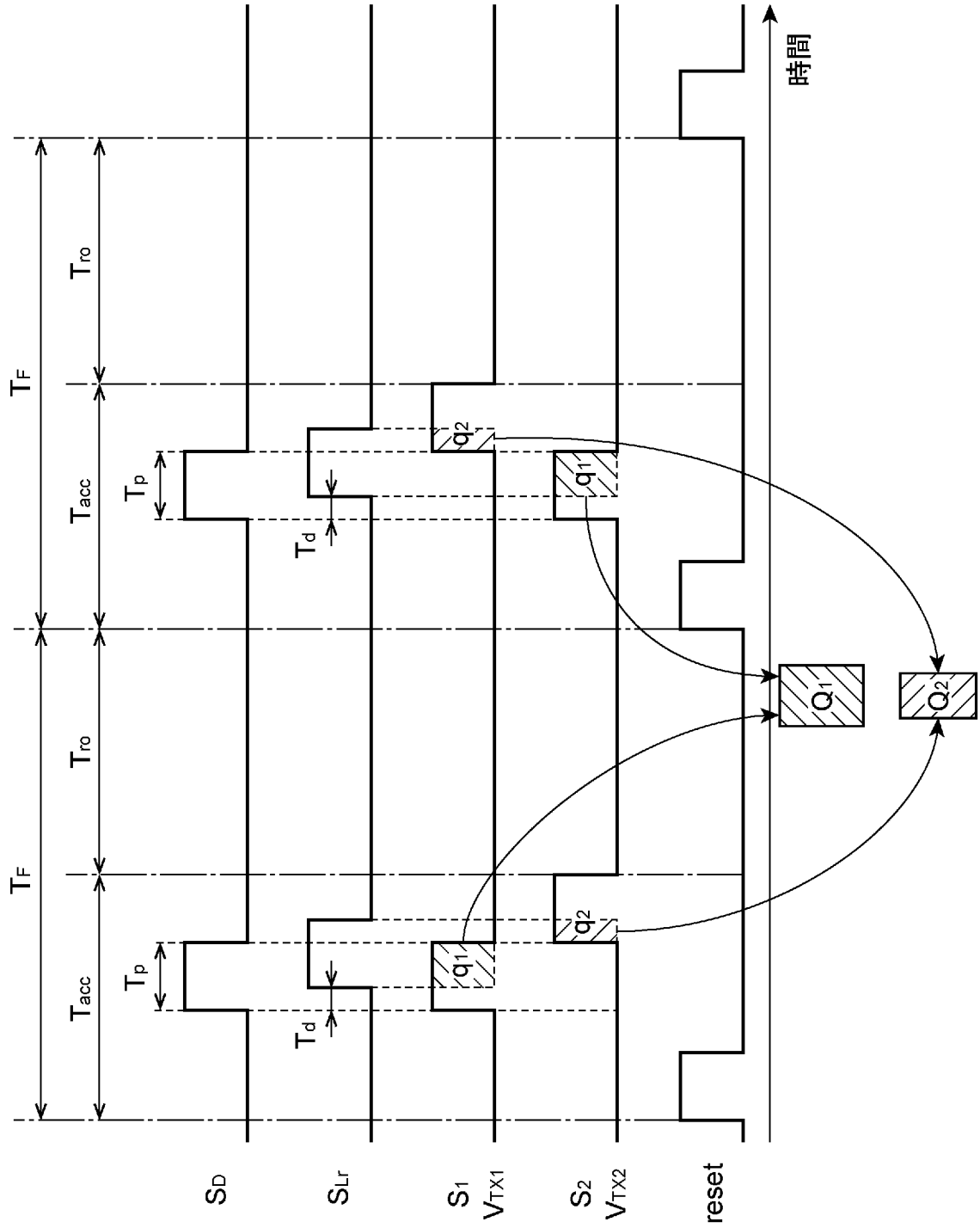
[図5]



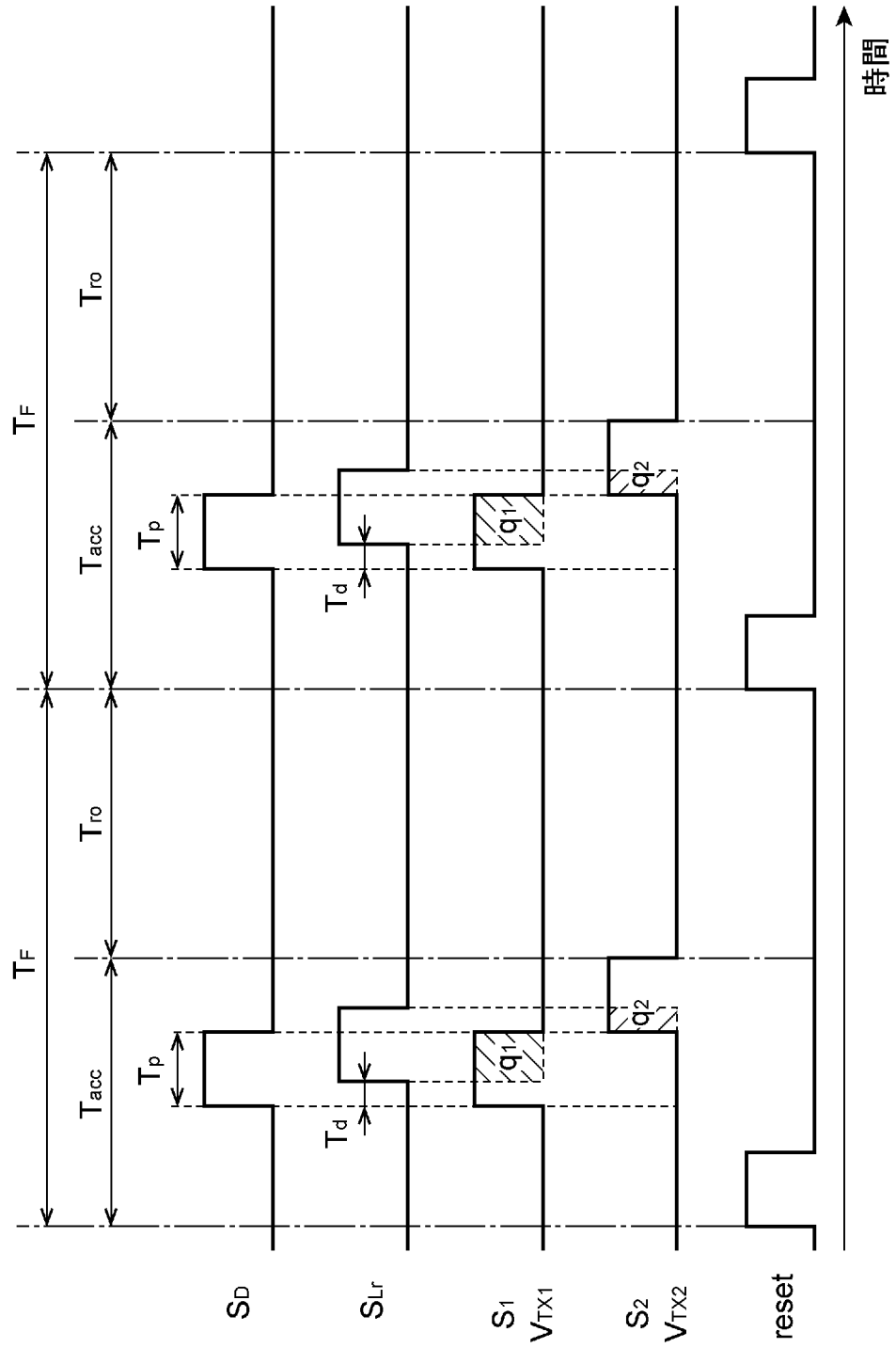
[図6]



[図7]



[図8]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2015/060886

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
G01S17/10(2006.01)i, G01C3/06(2006.01)i, H01L27/146(2006.01)i, H01L31/12(2006.01)i, H04N5/335(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)  
G01S17/10, G01C3/06, H01L27/146, H01L31/12, H04N5/335

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. |
|-----------|---|-----------------------|
| A         | US 2011/0317878 A1 (Samsung Electronics Co., Ltd.),<br>29 December 2011 (29.12.2011),<br>entire text; fig. 8A to D<br>& EP 2402784 A2 & KR 10-2012-0000299 A  | 1-4                   |
| A         | JP 2011-164095 A (Samsung Electronics Co., Ltd.),<br>25 August 2011 (25.08.2011),<br>entire text; all drawings<br>& US 2011/0188026 A1 & KR 10-2011-0090501 A | 1-4                   |

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

|   |  |
|---|--|
| * Special categories of cited documents:  | "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  |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  | "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   |
| "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date   | "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 |
| "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) | "&" document member of the same patent family  |
| "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  |  |

|  |   |
|--|---|
| Date of the actual completion of the international search<br>26 June 2015 (26.06.15) | Date of mailing of the international search report<br>07 July 2015 (07.07.15) |
|--|---|

|  |   |
|--|---|
| Name and mailing address of the ISA/<br>Japan Patent Office<br>3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,<br>Tokyo 100-8915, Japan | Authorized officer<br><br>Telephone No. |
|--|---|

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/060886

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 2009-47662 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha),<br>05 March 2009 (05.03.2009),<br>entire text; all drawings<br>& US 2010/0231891 A1 & WO 2009/025373 A1<br>& EP 2187237 A1 & KR 10-2010-0062975 A<br>& CN 101784911 A   | 1-4                   |
| A         | JP 2012-83213 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha),<br>26 April 2012 (26.04.2012),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)   | 1-4                   |
| A         | JP 2013-206903 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha),<br>07 October 2013 (07.10.2013),<br>entire text; all drawings<br>& US 2013/0258311 A1 & WO 2013/145420 A1<br>& DE 112012006401 T & KR 10-2014-0138625 A  | 1-4                   |
| A         | JP 2013-137242 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha),<br>11 July 2013 (11.07.2013),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)   | 1-4                   |
| A         | JP 2011-215073 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha),<br>27 October 2011 (27.10.2011),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)  | 1-4                   |
| A         | JP 2007-526448 A (Canesta Inc.),<br>13 September 2007 (13.09.2007),<br>entire text; all drawings<br>& JP 2012-37526 A & JP 2012-49547 A<br>& JP 5357392 B & US 2006/0128087 A1<br>& US 2010/0151303 A1 & US 2002/0084430 A1<br>& US 7994465 B1 & US 2010/0221588 A1<br>& US 2012/0021266 A1 & US 2013/0034762 A1<br>& US 2011/0250490 A1 & WO 2004/114369 A2<br>& EP 1644700 A2 & EP 2442068 A2<br>& AU 3960802 A | 1-4                   |
| A         | JP 2004-294420 A (Shoji KAWAHITO),<br>21 October 2004 (21.10.2004),<br>entire text; all drawings<br>& US 2006/0192938 A1 & WO 2004/070313 A1  | 1-4                   |

|  |   |                |
|--|---|----------------|
| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））<br>Int.Cl. G01S17/10(2006.01)i, G01C3/06(2006.01)i, H01L27/146(2006.01)i, H01L31/12(2006.01)i, H04N5/335(2011.01)i   |   |                |
| B. 調査を行った分野<br>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））<br>Int.Cl. G01S17/10, G01C3/06, H01L27/146, H01L31/12, H04N5/335   |   |                |
| 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<br>日本国実用新案公報 1922-1996年<br>日本国公開実用新案公報 1971-2015年<br>日本国実用新案登録公報 1996-2015年<br>日本国登録実用新案公報 1994-2015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<br>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<br>請求項の番号 |
| A  | US 2011/0317878 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 2011.12.29, 全文, 図8A-D & EP 2402784 A2 & KR 10-2012-0000299 A                                   | 1-4            |
| A  | JP 2011-164095 A (三星電子株式会社) 2011.08.25, 全文, 全図 & US 2011/0188026 A1 & KR 10-2011-0090501 A  | 1-4            |
| A  | JP 2009-47662 A (浜松ホトニクス株式会社) 2009.03.05, 全文, 全図 & US 2010/0231891 A1 & WO 2009/025373 A1 & EP 2187237 A1 & KR 10-2010-0062975 A & CN 101784911 A | 1-4            |
| <input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <span style="margin-left: 200px;"><input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</span>   |   |                |
| * 引用文献のカテゴリー<br>「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<br>「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<br>「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）<br>「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献<br>「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<br>「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<br>「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<br>「&」同一パテントファミリー文献 |   |                |
| 国際調査を完了した日<br>26.06.2015   | 国際調査報告の発送日<br>07.07.2015  |                |
| 国際調査機関の名称及びあて先<br>日本国特許庁（ISA/J P）<br>郵便番号100-8915<br>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）<br>小川 亮<br>電話番号 03-3581-1101 内線 3258  | 2 S   3 0 0 6  |

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |  |                |
|-----------------------|--|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| A                     | JP 2012-83213 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 - 4          |
| 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 & DE 112012006401 T & KR 10-2014-0138625 A  | 1 - 4          |
| A                     | JP 2013-137242 A (浜松ホトニクス株式会社) 2013. 07. 11, 全文, 全図 (ファミリーなし)  | 1 - 4          |
| A                     | JP 2011-215073 A (浜松ホトニクス株式会社) 2011. 10. 27, 全文, 全図 (ファミリーなし)  | 1 - 4          |
| A                     | JP 2007-526448 A (カネスタ インコーポレイテッド) 2007. 09. 13, 全文, 全図 & JP 2012-37526 A & JP 2012-49547 A & JP 5357392 B & US 2006/0128087 A1 & US 2010/0151303 A1 & US 2002/0084430 A1 & US 7994465 B1 & US 2010/0221588 A1 & US 2012/0021266 A1 & US 2013/0034762 A1 & US 2011/0250490 A1 & WO 2004/114369 A2 & EP 1644700 A2 & EP 2442068 A2 & AU 3960802 A | 1 - 4          |
| A                     | JP 2004-294420 A (川人 祥二) 2004. 10. 21, 全文, 全図 & US 2006/0192938 A1 & WO 2004/070313 A1   | 1 - 4          |