

(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
2016 年 11 月 3 日(03.11.2016)



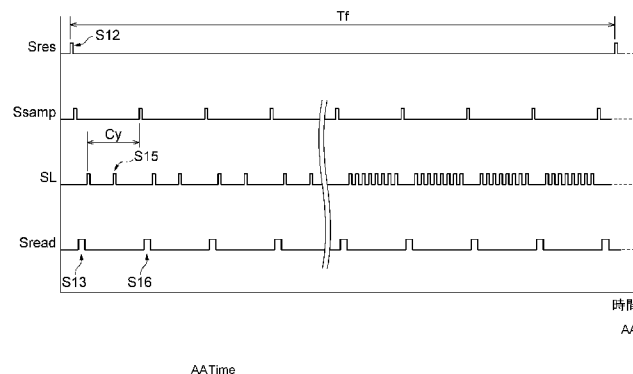
(10) 国際公開番号
WO 2016/175012 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 7/486 (2006.01) *G01S 17/10* (2006.01)
G01C 3/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/061535
- (22) 国際出願日: 2016 年 4 月 8 日(08.04.2016)
- (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 2015-091372 2015 年 4 月 28 日(28.04.2015) 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 MEASUREMENT DEVICE

(54) 発明の名称: 距離測定装置



(57) Abstract: In the present invention, a processing unit causes a light source unit to emit modulated light during one or more emission periods in a plurality of charge-transfer cycles Cy within a frame period Tf from the time when an accumulation region is connected to a reset potential by controlling a reset switch to the time when the accumulation region is subsequently connected to the reset potential, and causes the number of emission periods per charge-transfer cycle Cy to increase within one frame period Tf. The processing unit controls the voltage applied to a transfer electrode during one or more transfer periods that are synchronized with the one or more emission periods, and causes the accumulation region to accumulate charge generated in a photosensitive region. In a plurality of read-out cycles that correspond to each of the plurality of charge-transfer cycles Cy, the processing unit acquires, from a sensor unit, a plurality of read-out values that correspond to the charge amount accumulated in the accumulation region at points in time that alternate from the plurality of charge-transfer cycles Cy. The processing unit calculates a distance on the basis of the acquired plurality of read-out values.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2016/175012 A1



ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, 添付公開書類:

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).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

処理部は、リセットスイッチを制御して蓄積領域をリセット電位に接続してから当該蓄積領域を次にリセット電位に接続するまでのフレーム期間 T_f 内の複数の電荷転送サイクル C_y において、一以上の放出期間に光源部に変調光を放出させ、かつ、電荷転送サイクル C_y 一回あたりの放出期間の数を一つのフレーム期間 T_f 内で増加させる。処理部は、一以上の放出期間に同期した一以上の転送期間に転送電極に与える電圧を制御して光感応領域で発生した電荷を蓄積領域に蓄積させる。処理部は、複数の電荷転送サイクル C_y のそれぞれに対応する複数の読出しサイクルにおいて、複数の電荷転送サイクル C_y と交互の時点に蓄積領域に蓄積されている電荷量に応じた複数の読出し値をセンサ部から取得する。処理部は、取得した複数の読出し値に基づいて、距離を算出する。

明 細 書

発明の名称： 距離測定装置

技術分野

[0001] 本発明は、距離測定装置に関する。

背景技術

[0002] 光源からパルス光を放出させ、対象物からの反射光を距離センサで受けることにより、対象物から距離センサまでの距離を測定する飛行時間（TOF）法が知られている。

[0003] 特許文献1にはTOF法に基づく距離測定装置が記載されている。特許文献1に記載された装置は、距離センサの実効ダイナミックレンジを広げるための構成を有している。この装置は、光源からパルス光を放出させ、距離センサのフォトダイオードで発生した電荷をキャパシタに蓄積する。上記装置は、キャパシタに生じる電圧が飽和電圧に達するときに当該電圧をリセットし、リセットの回数とキャパシタに生じた最終の電圧とに基づいて、距離を算出する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特表2006-523074号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 本発明の一態様の目的は、反射光の強度のダイナミックレンジが拡大することが可能な距離測定装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一態様は、飛行時間法により対象物に対する距離を求める距離測定装置であって、変調光を放出する光源部と、センサ部と、処理部と、備えている。

センサ部は、入射光に応じて電荷を発生する光感応領域、光感応領域で発生

した電荷を蓄積する蓄積領域、光感応領域と蓄積領域との間に設けられた転送電極、及び、蓄積領域とリセット電位との間に設けられたリセットスイッチを有している。処理部は、変調光の放出タイミング及びセンサ部を制御して、距離を算出する。処理部は、リセットスイッチを制御して蓄積領域をリセット電位に接続してから該蓄積領域を次にリセット電位に接続するまでのフレーム期間内の複数の電荷転送サイクルにおいて、一以上の放出期間に光源部に変調光を放出させ、かつ、電荷転送サイクル一回あたりの放出期間の数を一つのフレーム期間内で増加させる。処理部は、一以上の放出期間に同期した一以上の転送期間に転送電極に与える電圧を制御して光感応領域で発生した電荷を蓄積領域に蓄積させる。処理部は、複数の電荷転送サイクルのそれぞれに対応する複数の読出しサイクルにおいて、複数の電荷転送サイクルと交互の時点に蓄積領域に蓄積されている電荷量に応じた複数の読出し値をセンサ部から取得する。処理部は、複数の読出し値に基づいて、距離を算出する。

[0007] 本一態様に係る距離測定装置では、処理部は、電荷転送サイクル一回あたりの放出期間の数を一つのフレーム期間内で増加させている。すなわち、一つのフレーム期間の初期では、電荷転送サイクル一回あたりの放出期間の数が少なく、一つのフレーム期間の後期では、電荷転送サイクル一回あたりの放出期間の数が多し。このため、距離測定装置に入射する反射光の強度が強い場合（たとえば、対象物が近距離に位置している場合、あるいは対象物の反射率が高い場合など）でも、一つのフレーム期間の初期において、蓄積される信号電荷の飽和が生じ難い。したがって、上述した場合でも、距離測定装置では、適切な距離測定が行われる。距離測定装置に入射する反射光の強度が低い場合（たとえば、対象物が遠距離に位置している場合、あるいは対象物の反射率が低い場合など）でも、蓄積される信号電荷の不足が抑制される。したがって、上述した場合でも、距離測定装置では、適切な距離測定が行われる。これらの結果、本一態様に係る距離測定装置では、一つのフレーム期間が変更されることなく、反射光の強度のダイナミックレンジを拡大す

ることができる。

[0008] 処理部は、放出期間の周期を短くすることにより、電荷転送サイクル一回あたりの放出期間の数を増加させてもよい。また、処理部は、電荷転送サイクルの期間を長くすることにより、電荷転送サイクル一回あたりの放出期間の数を増加させてもよい。

[0009] 処理部は、電荷転送サイクル一回あたりの放出期間の数を段階的に増加させてもよい。また、処理部は、電荷転送サイクル一回あたりの放出期間の数を徐々に増加させてもよい。

[0010] センサ部は、蓄積領域として、第1の蓄積領域及び第2の蓄積領域を含んでいてもよい。センサ部は、転送電極として、光感応領域と第1の蓄積領域との間に設けられた第1の転送電極、及び、光感応領域と第2の蓄積領域との間に設けられた第2の転送電極を含んでいてもよい。センサ部は、リセットスイッチとして、第1の蓄積領域とリセット電位との間に設けられた第1のリセットスイッチ、及び、第2の蓄積領域とリセット電位との間に設けられた第2のリセットスイッチを含んでいてもよい。これらの場合、処理部は、第1のリセットスイッチ及び第2のリセットスイッチを制御して第1の蓄積領域及び第2の蓄積領域をリセット電位に接続してから該第1の蓄積領域及び該第2の蓄積領域を次にリセット電位に接続するまでのフレーム期間内の複数の電荷転送サイクルにおいて、一以上の放出期間に同期した一以上の第1の転送期間に第1の転送電極に与える電圧を制御して光感応領域で発生した電荷を第1の蓄積領域に蓄積させ、一以上の第1の転送期間と位相反転した一以上の第2の転送期間に第2の転送電極に与える電圧を制御して光感応領域で発生した電荷を第2の蓄積領域に蓄積させる。処理部は、複数の電荷転送サイクルのそれぞれに対応する複数の読出しサイクルにおいて、複数の電荷転送サイクルと交互の時点に第1の蓄積領域に蓄積されている電荷量に応じた複数の第1の読出し値及び該時点に第2の蓄積領域に蓄積されている電荷量に応じた複数の第2の読出し値を、センサ部から取得する。処理部は、複数の第1の読出し値及び複数の第2の読出し値に基づいて、距離を算

出する。

[0011] 処理部は、 n 回目の読出しサイクルの第 1 の読出し値と、 n 回目の読出しサイクルの第 1 の読出し値と $n - 1$ 回目の読出しサイクルの第 1 の読出し値との間の差分値との和、又は、 n 回目の読出しサイクルの第 2 の読出し値と、 n 回目の読出しサイクルの第 2 の読出し値と $n - 1$ 回目の読出しサイクルの第 2 の読出し値との間の差分値との和が、所定の閾値を超える場合に、 $n + 1$ 回目以降の読出しサイクルを停止してもよい。この場合、所定の閾値が用いられることにより、第 1 の蓄積領域及び第 2 の蓄積領域が飽和するまでに取得した第 1 の読出し値及び第 2 の読出し値が距離測定に利用される。したがって、反射光の強度のダイナミックレンジが確実に拡大される。更に、上述した和が所定の閾値を超える場合に、読出し値のセンサ部からの取得が停止されるので、距離の算出を早期に開始することが可能である。ここで n は、複数の読出しサイクルの順番を示している。

[0012] 処理部は、複数の第 1 の読出し値に基づく近似式を用いて第 1 の推定値を算出し、複数の第 2 の読出し値に基づく近似式を用いて第 2 の推定値を算出し、第 1 の推定値及び第 2 の推定値に基づいて、距離を算出してもよい。この場合、距離の算出に用いられる第 1 の推定値及び第 2 の推定値がそれぞれ、最終の読出しサイクルまでに得られた第 1 の読出し値に基づく近似式及び第 2 の読出し値に基づく近似式を用いて算出される。したがって、複数の読出しサイクルで取得される第 1 の読出し値及び第 2 の読出し値の一部が外乱などにより変動した場合でも、第 1 の推定値及び第 2 の推定値では、変動を含む読出し値の影響が低減される。この結果、距離の測定精度が向上される。

発明の効果

[0013] 本発明の上記一態様によれば、反射光の強度のダイナミックレンジを拡大することが可能な距離測定装置を提供される。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]図 1 は、一実施形態に係る距離測定装置を概略的に示す図である。

[図2]図2は、センサの一例を概略的に示す図である。

[図3]図3は、センサにおける一つの画素ユニットの一例を示す平面図である。

[図4]図4は、図3の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のV-V線に沿った断面構成を示す図である。

[図6]図6は、センサ部の一つの画素ユニット及び当該画素ユニット用の対応のサンプルホールド回路の回路図である。

[図7]図7は、処理部の制御及び演算を示すフローチャートである。

[図8]図8は、距離測定装置で利用される各種信号のタイミングチャートである。

[図9]図9は、距離測定装置で利用される各種信号のタイミングチャートである。

[図10]図10は、距離測定装置で利用される各種信号のタイミングチャートである。

[図11]図11は、距離測定装置で利用される各種信号のタイミングチャートである。

[図12]図12は、距離測定装置で利用される各種信号のタイミングチャートである。

[図13]図13は、距離測定装置で利用される各種信号のタイミングチャートである。

[図14]図14は、距離測定装置で利用される各種信号のタイミングチャートである。

[図15]図15は、別の実施形態のセンサの一例を概略的に示す図である。

[図16]図16は、別の実施形態に係るセンサ部の一つの画素ユニットと当該画素ユニット用の対応のサンプルホールド回路の回路図である。

発明を実施するための形態

[0015] 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。

[0016] 図1は、本実施形態に係る距離測定装置を概略的に示す図である。図1に示す距離測定装置10は、飛行時間法(TOF)法により、対象物と当該距離測定装置10との距離を求める。距離測定装置10は、光源部12、センサ部14、及び処理部16を備えている。

[0017] 光源部12は、変調光を放出する。本実施形態においては、光源部12は、レーザダイオード12a、反射部材12b、及びドライバ回路12cを有し得る。ドライバ回路12cは、処理部16からの駆動パルス信号に同期した変調電流を、レーザダイオード12aに供給する。レーザダイオード12aは、変調電流に応じて変調光を放出する。変調光は、たとえば、一以上のパルス光を含み得る。レーザダイオード12aは、反射部材12bに向けてパルス光を出射する。反射部材12bは、レーザダイオード12aから出射されたパルス光を反射する。反射部材12bで反射されたパルス光が対象物に照射される。

[0018] ドライバ回路12cは、処理部16の制御にしたがって、反射部材12bのアクチュエータに駆動信号を送る。ドライバ回路12cは、レーザダイオード12aから反射部材12bに向けて出射されたパルス光の光路を変更するようにアクチュエータを駆動する。アクチュエータは、ドライバ回路12cからの駆動信号により、反射部材12bの角度を偏向する。反射部材12bの角度の偏向により、レーザダイオード12aから出射されたパルス光の対象物への照射位置が走査される。反射部材12bは、たとえば、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) ミラーである。

[0019] センサ部14は、本実施形態においては、センサ18、デジタルーアナログ変換部(DAC)20、及び、アナログーデジタル変換部(ADC)22、を有している。デジタルーアナログ変換部20は、処理部16の信号処理部16aからのデジタル信号をアナログ信号に変換する。デジタルーアナログ変換部20は、アナログ信号をセンサ18に供給する。アナログーデジタル変換部22は、センサ18からのアナログ信号をデジタル信号に変換する

。アナログーデジタル変換部 22 は、デジタル信号を処理部 16 に供給する。

[0020] 処理部 16 は、光源部 12 の変調光の放出タイミング及びセンサ部 14 を制御して、距離を算出する。処理部 16 は、信号処理部 16a 及びメモリ 16b を含んでいる。信号処理部 16a は、たとえば、FPGA (Field-Programmable Gate Array) といった演算回路である。メモリ 16b は、たとえば、SRAM (Static Random Access Memory) である。

[0021] 図 2 は、センサの一例を概略的に示す図である。センサ 18 は、撮像領域 IR、サンプルホールド回路群 SHG、スイッチ群 SWG、水平シフトレジスタ群 HSG、信号ライン H1 及び H2、並びに、出力アンプ OAP1 及び OAP2 を含んでいる。図 2 に示されるように、センサ 18 は、たとえば、一行の画像を取得するラインセンサである。本実施形態においては、撮像領域 IR は、水平方向に配列された複数の画素ユニット P(j) を含んでいる。ここで、j は、1~J の整数である。J は、2 以上の整数であり、画素ユニットの個数を示している。

[0022] 図 3 は、センサにおける一つの画素ユニットの一例を示す平面図である。図 4 は、図 3 の IV-IV 線に沿った断面構成を示す図であり、図 5 は、図 3 の V-V 線に沿った断面構成を示す図である。各画素ユニット P(1)~P(J) は、図 3~図 5 に示された構成を有している。

[0023] 図 4 及び図 5 に示されるように、本実施形態においては、画素ユニット P(j) は、半導体基板 SB を含んでいる。半導体基板 SB は、たとえばシリコン基板である。半導体基板 SB は、第 1 の半導体領域 SR1 及び第 2 の半導体領域 SR2 を含んでいる。第 1 の半導体領域 SR1 は、半導体基板 SB の一方の主面 SBF1 を提供する p 型の半導体領域である。第 2 の半導体領域 SR2 は、第 1 の半導体領域 SR1 上に配置されている p-型の半導体領域である。第 2 の半導体領域 SR2 の不純物濃度は、第 1 の半導体領域 SR1 の不純物濃度以下である。半導体基板 SB は、たとえば、p 型の半導体基板上に、p-型の半導体領域をエピタキシャル成長法により堆積させることによ

り形成される。

[0024] 半導体基板S Bの他方の主面S B F 2上には、絶縁膜I S Lが形成されている。絶縁膜I S Lは、たとえば、S i O₂によって構成される。絶縁膜I S L上には、フォトゲート電極P Gが配置されている。フォトゲート電極P Gは、たとえば、ポリシリコンによって構成される。図3に示されるように、本実施形態では、フォトゲート電極P Gは、略矩形の平面形状を有し得る。画素ユニットP (j)では、フォトゲート電極P Gの下方に位置する領域が、入射光に感応して電荷を発生する光感応領域として機能する。

[0025] 図4及び図5に示されるように、絶縁膜I S L上には、第1の転送電極T X 1、第2の転送電極T X 2、及び第3の転送電極T X 3が配置されている。これら転送電極T X 1～T X 3は、たとえば、ポリシリコンによって構成される。図3～図5に示されるように、第1の転送電極T X 1及び第2の転送電極T X 2は、それらの間にフォトゲート電極P Gが存在するように、配置されている。

[0026] 本実施形態では、図3に示されるように、四つの第3の転送電極T X 3が絶縁膜I S L上に配置されている。二つの第3の転送電極T X 3は、第1の転送電極T X 1と第2の転送電極T X 2が配列されている方向（以下、「X方向」という）に交差する方向（以下、「Y方向」という）において、第1の転送電極T X 1が二つの第3の転送電極T X 3の間に位置するように、配置されている。別の二つの第3の転送電極T X 3は、Y方向において第2の転送電極T X 2が上記別の二つの第3の転送電極T X 3に位置するように、配置されている。

[0027] 図4に示されるように、第2の半導体領域S R 2には、第1の蓄積領域f d 1及び第2の蓄積領域f d 2が形成されている。第1の蓄積領域f d 1及び第2の蓄積領域f d 2は、光感応領域から転送される電荷を蓄積する。第1の蓄積領域f d 1及び第2の蓄積領域f d 2は、第1の蓄積領域f d 1と第2の蓄積領域f d 2との間に光感応領域が位置するように、配置されている。第1の蓄積領域f d 1及び第2の蓄積領域f d 2は、たとえば、n型の

不純物が高濃度にドーピングされた n^+ 型の半導体領域である。

[0028] 絶縁膜 I S L は、第 1 の蓄積領域 f d 1 及び第 2 の蓄積領域 f d 2 の上方において開口を画成している。これら開口内には、電極 1 3 が配置されている。電極 1 3 は、たとえば、T i / T i N 膜を介して設けられたタングステンから構成される。

[0029] X 方向において、第 1 の転送電極 T X 1 は、第 1 の蓄積領域 f d 1 上の電極 1 3 とフォトゲート電極 P G との間に配置されている。電荷が光感应領域から第 1 の蓄積領域 f d 1 に転送されるときには、第 1 の転送電極 T X 1 の下方の半導体領域のポテンシャルを低減させる電圧 V T X 1 が第 1 の転送電極 T X 1 に与えられる。電圧 V T X 1 は、信号処理部 1 6 a からのデジタル信号に基づいてデジタルーアナログ変換部 2 0 から与えられる。

[0030] X 方向において、第 2 の転送電極 T X 2 は、第 2 の蓄積領域 f d 2 上の電極 1 3 とフォトゲート電極 P G との間に配置されている。電荷が光感应領域から第 2 の蓄積領域 f d 2 に転送されるときには、第 2 の転送電極 T X 2 の下方の半導体領域のポテンシャルを低減させる電圧 V T X 2 が、第 2 の転送電極 T X 2 に与えられる。電圧 V T X 2 は、信号処理部 1 6 a からのデジタル信号に基づいてデジタルーアナログ変換部 2 0 から与えられる。

[0031] 図 5 に示されるように、第 2 の半導体領域 S R 2 には、 n^+ 型の半導体領域 S R 3 が形成されている。本実施形態では、四つの半導体領域 S R 3 が配置されている。一对の半導体領域 S R 3 は、当該一对の半導体領域 S R 3 の間に光感应領域が位置するように配置されている。別の一对の半導体領域 S R 3 は、当該別の一对の半導体領域 S R 3 の間に光感应領域が位置するように配置されている。

[0032] 各半導体領域 S R 3 の上方において、絶縁膜 I S L は、開口を画成している。これら開口内には、電極 1 3 が配置されている。電極 1 3 は、たとえば、T i / T i N 膜を介して設けられたタングステンから構成される。

[0033] X 方向において、一つの半導体領域 S R 3 上の電極 1 3 とフォトゲート電極 P G との間には、対応の第 3 の転送電極 T X 3 が配置されている。第 3 の

転送電極 $TX3$ に電圧 V_{TX3} が与えられることにより、当該第3の転送電極 $TX3$ の下方の半導体領域のポテンシャルが低減される。第3の転送電極 $TX3$ の下方の半導体領域のポテンシャルが低減されることにより、光感応領域から電荷が半導体領域 $SR3$ に転送される。電圧 V_{TX3} は、信号処理部 16a からのデジタル信号に基づいてデジタルーアナログ変換部 20 から与えられる。

[0034] 半導体領域 $SR3$ の電極 13 は、所定の電位 V_{dd} にも接続されている（図6参照）。この電位 V_{dd} は、信号処理部 16a からのデジタル信号に基づいてデジタルーアナログ変換部 20 によって設定される。電圧 V_{TX3} が与えられることにより第3の転送電極 $TX3$ の下方の半導体領域のポテンシャルが低減すると、光感応領域の電荷はリセットされる。

[0035] 以下、図2と共に図6を参照する。図6は、センサ部の一つの画素ユニット及び当該画素ユニット用の対応のサンプルホールド回路の回路図である。図2及び図6に示されるように、センサ18のサンプルホールド回路群 SHG は、 J 個の第1のサンプルホールド回路 $SH1$ 及び J 個の第2のサンプルホールド回路 $SH2$ を含んでいる。各第1のサンプルホールド回路 $SH1$ 及び各第2のサンプルホールド回路 $SH2$ は、対応の画素ユニット $P(j)$ （画素ユニット $P(1) \sim P(J)$ のうち対応の画素ユニット）に接続されている。すなわち、サンプルホールド回路群 SHG は、各々が一つの第1のサンプルホールド回路 $SH1$ 及び一つの第2のサンプルホールド回路を含む J 個のサンプルホールド回路対 $SHP(1) \sim SHP(J)$ を含んでいる。 J 個のサンプルホールド回路対 $SHP(1) \sim SHP(J)$ はそれぞれ、画素ユニット $P(1) \sim P(J)$ に対応付けられている。

[0036] 画素ユニット $P(j)$ は、第1のリセットスイッチ $RS1$ 、第2のリセットスイッチ $RS2$ 、並びに、電荷ー電圧変換回路 $A1$ 及び $A2$ を含んでいる。第1のリセットスイッチ $RS1$ は、リセット電位 V_r と第1の蓄積領域 $fd1$ 上の電極 13 との間に位置している。第2のリセットスイッチ $RS2$ は、リセット電位 V_r と第2の蓄積領域 $fd2$ 上の電極 13 との間に位置して

いる。リセット電位 V_r は、信号処理部 16 a からのデジタル信号に基づいてデジタルーアナログ変換部 20 によって設定される。

[0037] 第1のリセットスイッチRS1及び第2のリセットスイッチRS2には、信号処理部16aからリセットパルス信号 S_{res} が与えられる。リセットパルス信号 S_{res} が第1のリセットスイッチRS1及び第2のリセットスイッチRS2に与えられると、第1の蓄積領域 f_{d1} 及び第2の蓄積領域 f_{d2} は、リセット電位 V_r に接続される。これにより、第1の蓄積領域 f_{d1} の電荷及び第2の蓄積領域 f_{d2} の電荷がリセットされる。第1の蓄積領域 f_{d1} 及び第2の蓄積領域 f_{d2} の電荷がリセットされるタイミングから次ぎにリセットされるタイミングまでの間の期間は、フレーム期間 T_f (図8参照) となる。

[0038] 電荷ー電圧変換回路A1の入力は、第1の蓄積領域 f_{d1} 上の電極13に接続されている。電荷ー電圧変換回路A1の出力は、第1のサンプルホールド回路SH1のスイッチSW10に接続されている。電荷ー電圧変換回路A1は、第1の蓄積領域 f_{d1} の電荷量を電圧に変換し、当該電圧を第1のサンプルホールド回路SH1に提供する。電荷ー電圧変換回路A2の入力は、第2の蓄積領域 f_{d2} 上の電極13に接続されている。電荷ー電圧変換回路A2の出力は、第2のサンプルホールド回路SH2のスイッチSW12に接続されている。電荷ー電圧変換回路A2は、第2の蓄積領域 f_{d2} の電荷量を電圧に変換し、当該電圧を第2のサンプルホールド回路SH2に提供する。

[0039] 第1のサンプルホールド回路SH1は、スイッチSW10及びキャパシタCP10を含んでいる。第2のサンプルホールド回路SH2は、スイッチSW12及びキャパシタCP12を含んでいる。スイッチSW10及びスイッチSW12には、信号処理部16aからサンプリングパルス信号 S_{samp} が与えられる。サンプリングパルス信号 S_{samp} がスイッチSW10及びスイッチSW12に与えられると、電荷ー電圧変換回路A1の出力とキャパシタCP10とが接続され、電荷ー電圧変換回路A2の出力とキャパシタC

P 1 2 が接続される。これにより、電荷－電圧変換回路 A 1 の出力電圧がキャパシタ C P 1 0 の両端間に保持され、電荷－電圧変換回路 A 2 の出力電圧がキャパシタ C P 1 2 の両端間に保持される。サンプリングパルス信号 S s a m p が与えられてから次にサンプリングパルス信号 S s a m p が与えられるまでの期間、すなわち、連続する二つのサンプリングパルス信号 S s a m p の間、読み出し期間となる。

[0040] センサ 1 8 のスイッチ群 S W G は、J 個のスイッチ S W 1 及び J 個のスイッチ S W 2 を含んでいる。各スイッチ S W 1 及び各スイッチ S W 2 はそれぞれ、画素ユニット P (1) ～ P (J) のうち対応の画素ユニット用の第 1 のサンプルホールド回路 S H 1 のキャパシタ C P 1 0、及び第 2 のサンプルホールド回路 S H 2 のキャパシタ C P 1 2 に、接続されている。すなわち、スイッチ群 S W G は、各々が一つのスイッチ S W 1 及び一つのスイッチ S W 2 を含む J 個のスイッチ対 S W P (1) ～ S W P (J) を含んでいる。J 個のスイッチ対 S W P (1) ～ S W P (J) はそれぞれ、サンプルホールド回路対 S H P (1) ～ S H P (J) に対応付けられている。

[0041] スイッチ S W 1 及びスイッチ S W 2 には、読み出しパルス信号 S r e a d が与えられる。読み出しパルス信号 S r e a d は、水平シフトレジスタ群 H S G から供給される。水平シフトレジスタ群 H S G は、J 個の水平シフトレジスタを有している。水平シフトレジスタは、たとえば、フリップフロップを含む。これら水平シフトレジスタは、画素ユニット P (1) ～ P (J) の配列方向に配列されている。水平シフトレジスタ群 H S G 内の一端に位置している水平シフトレジスタには、信号処理部 1 6 a からスタート信号が与えられる。全ての水平シフトレジスタには、信号処理部 1 6 a からクロック信号が与えられる。これらスタート信号及びクロック信号に応じて、J 個の水平シフトレジスタはそれぞれ、読み出しパルス信号 S r e a d をスイッチ対 S W P (1) ～ S W P (J) に順次与える。このように読み出しパルス信号 S r e a d が与えられることにより、サンプルホールド回路対 S H P (1) ～ S H P (J) の第 1 のサンプルホールド回路 S H 1 及び第 2 のサンプルホ

ールド回路SH2が、信号ラインH1及び信号ラインH2に順次接続される。

[0042] 読み出しパルス信号SreadがスイッチSW1及びSW2に与えられると、第1のサンプルホールド回路SH1のキャパシタCP10及び第2のサンプルホールド回路SH2のキャパシタCP12はそれぞれ、信号ラインH1及び信号ラインH2に接続される。これにより、第1のサンプルホールド回路SH1に保持された電圧が、信号ラインH1を介して出力アンプOAP1に入力される。第2のサンプルホールド回路SH2に保持された電圧が、信号ラインH2を介して出力アンプOAP2に入力される。出力アンプOAP1及び出力アンプOAP2はそれぞれ、入力された電圧を増幅して、増幅した電圧をアナログーデジタル変換部22に出力する。

[0043] アナログーデジタル変換部22は、入力された電圧信号を当該電圧信号の大きさに応じた値を有するデジタル値に変換する。アナログーデジタル変換部22によって出力されるデジタル値は、処理部16のメモリ16bに記憶される。本実施形態では、出力アンプOAP1からの電圧信号に基づくデジタル値は、後述する第1の読出し値として、メモリ16bに記憶される。第1の読出し値は、第1の蓄積領域fd1の蓄積電荷量が多いほど小さい値となる。出力アンプOAP2からの電圧信号に基づくデジタル値は、後述する第2の読出し値として、メモリ16bに記憶される。第2の読出し値は、第2の蓄積領域fd2の蓄積電荷量が多いほど小さい値となる。

[0044] 続いて、処理部16の制御及び演算について説明する。図7は、処理部の制御及び演算を示すフローチャートである。図8及び図9は、距離測定装置で利用される各種信号のタイミングチャートである。処理部16は、各画素ユニットについて、図7～図9を参照して以下に説明する制御及び演算を行う。

[0045] 本実施形態では、処理部16は、まず、光源部12から変調光を放出させない非発光フレーム期間において、N個の第1の読出し値D1（0，…，N）及び第2の読出し値D2（0，…，N）をセンサ部14から取得する（図

7 中、S 1 1)。

[0046] 具体的に、信号処理部 1 6 a は、初回の電荷転送サイクルの開始前にサンプリングパルス信号 S s a m p をスイッチ S W 1 0 及びスイッチ S W 1 2 に与える。これにより、初回の電荷転送サイクルより前の時点に第 1 の蓄積領域 f d 1 に蓄積されている電荷量に対応する電圧が、第 1 のサンプルホールド回路 S H 1 に保持される。また、初回の電荷転送サイクルより前の上記時点に第 2 の蓄積領域 f d 2 に蓄積されている電荷量に対応する電圧が、第 2 のサンプルホールド回路 S H 2 に保持される。

[0047] 次いで、信号処理部 1 6 a は、水平シフトレジスタから読み出しパルス信号 S r e a d がスイッチ S W 1 及び S W 2 に与えられるよう、水平シフトレジスタ群 H S G にスタート信号及びクロック信号を送出する。これにより、処理部 1 6 は、第 1 の読出し値 D 1 (0) 及び第 2 の読出し値 D 2 (0) をセンサ部 1 4 から取得する。

[0048] 次いで、信号処理部 1 6 a は、1 回目～N 回目の電荷転送サイクル及び 1 回目～N 回目の読出しサイクルを以下に説明するように実行する。ここで、N は、予め定められた最大の電荷転送サイクルの順番を示す数値である。以下、読出しサイクルの順番を示すインデックスとして、記号「n」を用いる。

[0049] 信号処理部 1 6 a は、n 回目の電荷転送サイクルの第 1 の転送期間 T 1 において第 1 の転送電極 T X 1 に H i g h レベルの電圧信号 V T X 1 が与えられるよう、デジタル信号をセンサ部 1 4 に与える。これにより、第 1 の転送期間 T 1 においては、第 1 の転送電極 T X 1 の下方の半導体領域、すなわち、光感応領域と第 1 の蓄積領域 f d 1 との間の半導体領域のポテンシャルが下がるので、光感応領域から第 1 の蓄積領域 f d 1 に電荷が転送される。信号処理部 1 6 a は、n 回目の電荷転送サイクルの第 2 の転送期間 T 2 内に第 2 の転送電極 T X 2 に H i g h レベルの電圧信号 V T X 2 が与えられるよう、デジタル信号をセンサ部 1 4 に与える。これにより、第 2 の転送期間 T 2 においては、第 2 の転送電極 T X 2 の下方の半導体領域、すなわち、光感応

領域と第2の蓄積領域 $f d 2$ との間の半導体領域のポテンシャルが下がるので、光感应領域から第2の蓄積領域 $f d 2$ に電荷が転送される。

[0050] 非発光フレーム期間の第1の転送期間 $T 1$ 及び第2の転送期間 $T 2$ は、後述する発光フレーム期間の第1の転送期間 $T 1$ 及び第2の転送期間 $T 2$ と同様に、設定されている。非発光フレーム期間の各電荷転送サイクルにおける第1の転送期間 $T 1$ の合計長さと、発光フレーム期間の各電荷転送サイクルにおける第1の転送期間 $T 1$ の合計長さとは同じである。非発光フレーム期間の各電荷転送サイクルにおける第2の転送期間 $T 2$ の合計長さと、発光フレーム期間の各電荷転送サイクルにおける第2の転送期間 $T 2$ の合計長さとは同じである。

[0051] 本実施形態においては、第1の転送期間 $T 1$ 及び第2の転送期間 $T 2$ の間、信号処理部 16 a は、第3の転送電極 $T X 3$ に $L o w$ レベルの電圧信号 $V T X 3$ が与えられるよう、デジタル信号をセンサ部 14 に与える。したがって、第1の転送期間 $T 1$ 及び第2の転送期間 $T 2$ の間には、光感应領域と半導体領域 $S R 3$ との間の半導体領域のポテンシャルは高いままで維持されるので、光感应領域に発生した電荷は、半導体領域 $S R 3$ には転送されない。一方、第3の転送電極 $T X 3$ には、第1の転送期間 $T 1$ 及び第2の転送期間 $T 2$ 以外の期間に、 $H i g h$ レベルの電圧信号 $V T X 3$ が与えられる。したがって、第1の転送期間 $T 1$ 及び第2の転送期間 $T 2$ 以外の期間では、光感应領域に発生した電荷は半導体領域 $S R 3$ に転送され、除去される。

[0052] 次いで、信号処理部 16 a は、 n 回目の電荷転送サイクルの終了時点と $n + 1$ 回目の電荷転送サイクルの開始時点との間の時点にサンプリングパルス信号 $S s a m p$ をスイッチ $S W 1 0$ 及びスイッチ $S W 1 2$ に与える。これにより、複数の電荷転送サイクルと交互の時点に第1の蓄積領域 $f d 1$ に蓄積されている電荷量に対応する電圧が第1のサンプルホールド回路 $S H 1$ に保持され、当該時点に第2の蓄積領域 $f d 2$ に蓄積されている電荷量に対応する電圧が第2のサンプルホールド回路 $S H 2$ に保持される。次いで、信号処理部 16 a は、 n 回目の読出しサイクルにおいて、水平シフトレジスタから

読み出しパルス信号 S_{read} がスイッチ $SW1$ 及び $SW2$ に与えられるよう、水平シフトレジスタ群 HSG にスタート信号及びクロック信号を与える。これにより、処理部 16 は、第 1 の読み出し値 $D1(n)$ 及び第 2 の読み出し値 $D2(n)$ をセンサ部 14 から取得する。

[0053] 処理部 16 は、第 1 の読み出し値 $D1(0, \dots, N)$ 及び第 2 の読み出し値 $D2(0, \dots, N)$ をセンサ部 14 から取得して、これら読み出し値をメモリ 16b に記憶する。非発光フレーム期間の電荷転送サイクルにおいては、処理部 16 は光源部 12 に変調光を放出させない。したがって、非発光フレーム期間において得られる第 1 の読み出し値 $D1(0, \dots, N)$ 及び第 2 の読み出し値 $D2(0, \dots, N)$ は、背景光等のノイズ成分のみを反映している。これら、第 1 の読み出し値 $D1(0, \dots, N)$ 及び第 2 の読み出し値 $D2(1, \dots, N)$ は、後に発光フレーム期間に取得される第 1 の読み出し値 $Q1(0, \dots, N)$ 及び第 2 の読み出し値 $Q2(0, \dots, N)$ から、背景光等のノイズ成分を除去するために、減算される。

[0054] 次に、処理部 16 の信号処理部 16a は、第 1 のリセットスイッチ $RS1$ 及び第 2 の $RS2$ にリセットパルス信号 S_{res} を与えて、第 1 の蓄積領域 $fd1$ 及び第 2 の蓄積領域 $fd2$ をリセット電位 V_r に接続する。これにより、第 1 の蓄積領域 $fd1$ に蓄積された電荷及び第 2 の蓄積領域 $fd2$ に蓄積された電荷がリセットされ（図 7 中、 $S12$ ）、次のフレーム期間 T_f である発光フレーム期間が開始される。発光フレーム期間の電荷転送サイクルにおいては、光源部 12 に信号処理部 16a から駆動パルス信号が与えられ、光源部 12 が所定のタイミングで変調光を放出する。

[0055] 発光フレーム期間においては、処理部 16 は、第 1 の読み出し値 $Q1(0)$ 及び第 2 の読み出し値 $Q2(0)$ をセンサ部 14 から取得して、当該第 1 の読み出し値 $Q1(0)$ 及び第 2 の読み出し値 $Q2(0)$ を、第 1 の読み出し値及び第 2 の読み出し値の初期値として、メモリ 16b に記憶する（図 7 中、 $S13$ ）。

[0056] 具体的に、信号処理部 16a は、初回の電荷転送サイクル C_y の開始前に

サンプリングパルス信号 S_{samp} をスイッチ $SW10$ 及びスイッチ $SW12$ に与える。これにより、初回の電荷転送サイクルより前の時点に第1の蓄積領域 $f d 1$ に蓄積されている電荷量に対応する電圧が第1のサンプルホールド回路 $SH1$ に保持され、当該時点に第2の蓄積領域 $f d 2$ に蓄積されている電荷量に対応する電圧が第2のサンプルホールド回路 $SH2$ に保持される。

[0057] 次いで、信号処理部 16a は、水平シフトレジスタから読み出しパルス信号 S_{read} がスイッチ $SW1$ 及び $SW2$ に与えられるよう、水平シフトレジスタ群 HSG にスタート信号及びクロック信号を送出する。これにより、処理部 16 は、第1の読出し値 $Q1(0)$ 及び第2の読出し値 $Q2(0)$ をセンサ部 14 から取得する。すなわち、 n 回目の電荷転送サイクル Cy において蓄積された電荷は、 n 回目の電荷転送サイクル Cy の終了時点と $n+1$ 回目の電荷転送サイクル Cy の開始時点との間の読出しサイクルにて読み出される。

[0058] 第1の読出し値 $Q1(0)$ 及び第2の読出し値 $Q2(0)$ は、最初のサンプリングパルス信号 S_{samp} の出力時点、すなわち、初回の電荷転送サイクルの前の時点に、第1の蓄積領域 $f d 1$ に蓄積されている電荷量及び第2の蓄積領域 $f d 2$ に蓄積されている電荷量にそれぞれ対応している。したがって、第1の読出し値 $Q1(0)$ 及び第2の読出し値 $Q2(0)$ は、光源部 12 からの変調光が対象物から反射することにより発生する信号光成分を反映していない。

[0059] 次いで、信号処理部 16a は、 n を 1 にセットして（図7中、 $S14$ ）、1回目～ N 回目の電荷転送サイクル Cy 及び1回目～ N 回目の読出しサイクルを以下に説明するように試みる。読出し期間（連続する二つのサンプリングパルス信号 S_{samp} の間の期間）は、電荷転送サイクル Cy と読出しサイクルとを含んでいる。

[0060] まず、信号処理部 16a は、図8も示されるように、 n 回目の電荷転送サイクル Cy において、光源部 12 に一以上の駆動パルス信号 SL を与えて、

光源部 1 2 から変調光を駆動パルス信号 S L の数と同じ回数放出させる（図 7 中、S 1 5）。すなわち、n 回目の電荷転送サイクル C y では、光源部 1 2 からの変調光の放出期間の数 m は、一以上である。各放出期間の時間長は、図 9 にも示されるように、T 0 である。

[0061] 信号処理部 1 6 a は、図 9 も示されるように、n 回目の電荷転送サイクル C y の第 1 の転送期間 T 1 内に第 1 の転送電極 T X 1 に H i g h レベルの電圧信号 V T X 1 が与えられるよう、デジタル信号をセンサ部 1 4 に与える。信号処理部 1 6 a は、n 回目の電荷転送サイクル C y の第 2 の転送期間 T 2 内に第 2 の転送電極 T X 2 に H i g h レベルの電圧信号 V T X 2 が与えられるよう、デジタル信号をセンサ部 1 4 に与える。

[0062] 第 1 の転送期間 T 1 は、駆動パルス信号 S L と同期している。すなわち、駆動パルス信号 S L の立ち上がりタイミングと電圧信号 V T X 1 の立ち上がりのタイミングとは、略同期している。駆動パルス信号 S L の持続時間 T 0 と第 1 の転送期間 T 1 とは、略同一の時間長である。

[0063] 第 2 の転送期間 T 2 は、第 1 の転送期間 T 1 と位相反転している。すなわち、各電荷転送サイクル C y において、第 2 の転送期間 T 2 の位相は、第 1 の転送期間 T 1 の位相から 1 8 0 度遅れている。より具体的には、電圧信号 V T X 1 の立ち下がりタイミングと電圧信号 V T X 2 の立ち上がりタイミングとは、略同期している。第 1 の転送期間 T 1 と第 2 の転送期間 T 2 とは、略同一の時間長である。

[0064] 本実施形態においては、第 1 の転送期間 T 1 及び第 2 の転送期間 T 2 の間、信号処理部 1 6 a は、第 3 の転送電極 T X 3 に L o w レベルの電圧信号 V T X 3 が与えられるよう、デジタル信号をセンサ部 1 4 に与える。第 3 の転送電極 T X 3 には、第 1 の転送期間 T 1 及び第 2 の転送期間 T 2 以外の期間に、H i g h レベルの電圧信号 V T X 3 が与えられる。したがって、第 1 の転送期間 T 1 及び第 2 の転送期間 T 2 においては、光感応領域への入射光に応じた電荷は半導体領域 S R 3 に転送されない。しかしながら、第 1 の転送期間 T 1 及び第 2 の転送期間 T 2 以外の期間では、光感応領域に発生した電

荷は半導体領域 S R 3 に転送されて、除去される。

[0065] 上述したように、各回の変調光の放出期間に同期して第 1 の転送期間 T 1 が設けられており、第 1 の転送期間 T 1 と位相反転した第 2 の転送期間 T 2 が設けられている。したがって、n 回目の電荷転送サイクル C y には、駆動パルス信号 S L の数と同じ数の第 1 の転送期間 T 1 と、駆動パルス信号 S L の数と同じ数の第 2 の転送期間 T 2 とが設けられている。n 回目の電荷転送サイクル C y において、第 1 の蓄積領域 f d 1 に電荷を蓄積させる時間長は、第 1 の転送期間 T 1 (時間 T 0) と駆動パルス信号 S L の回数 (放出期間の回数) との積である。n 回目の電荷転送サイクル C y において、第 2 の蓄積領域 f d 2 に電荷を蓄積させる時間長は、第 2 の転送期間 T 2 (時間 T 0) と駆動パルス信号 S L の回数 (放出期間の回数) との積である。

[0066] 次いで、信号処理部 1 6 a は、第 1 の読出し値 Q 1 (n) 及び第 2 の読出し値 Q 2 (n) をセンサ部 1 4 から取得して、当該第 1 の読出し値 Q 1 (n) 及び第 2 の読出し値 Q 2 (n) をメモリ 1 6 b に記憶する (図 7 中、S 1 6)。

[0067] 具体的に、信号処理部 1 6 a は、n 回目の電荷転送サイクル C y の終了時点と n + 1 回目の電荷転送サイクル C y の開始時点との間に、サンプリングパルス信号 S s a m p をスイッチ S W 1 0 及びスイッチ S W 1 2 に与える。これにより、複数の電荷転送サイクル C y と交互の時点に第 1 の蓄積領域 f d 1 に蓄積されている電荷量に対応する電圧が第 1 のサンプルホールド回路 S H 1 に保持され、当該時点に第 2 の蓄積領域 f d 2 に蓄積されている電荷量に対応する電圧が第 2 のサンプルホールド回路 S H 2 に保持される。

[0068] 次いで、信号処理部 1 6 a は、n 回目の読出しサイクルにおいて、水平シフトレジスタから読み出しパルス信号 S r e a d がスイッチ S W 1 及び S W 2 に与えられるよう、水平シフトレジスタ群 H S G にスタート信号及びクロック信号を与える。これにより、処理部 1 6 は、第 1 の読出し値 Q 1 (n) 及び第 2 の読出し値 Q 2 (n) をセンサ部 1 4 から取得する。すなわち、n 回目の電荷転送サイクル C y において蓄積された電荷は、n 回目の電荷転送

サイクルC_yの終了時点とn+1回目の電荷転送サイクルC_yの開始時点との間の読出しサイクルにて読み出される。第1の読出し値Q₁(n)は、n回目の電荷転送サイクルC_yの終了時とn+1回目の電荷転送サイクルC_yの開始時との間の時点に、第1の蓄積領域f_{d1}に蓄積されている電荷量に対応した値であり、第2の読出し値Q₂(n)は、当該時点に第2の蓄積領域f_{d2}に蓄積されている電荷量に対応した値である。

[0069] 次いで、信号処理部16aは、第1の差分値k₁(n)及び第2の差分値k₂(n)を求める(図7中、S17)。第1の差分値k₁(n)は、n回目の読出しサイクルの第1の読出し値Q₁(n)からn-1回目の読出しサイクルの第1の読出し値Q₁(n-1)を減算することにより求められる。第2の差分値k₂(n)は、n回目の読出しサイクルの第2の読出し値Q₂(n)からn-1回目の読出しサイクルの第2の読出し値Q₂(n-1)を減算することにより求められる。

[0070] 次いで、信号処理部16aは、予測値Q₁(n+1)及び予測値Q₂(n+1)を求める(図7中、S18)。予測値Q₁(n+1)は、n回目の読出しサイクルの第1の読出し値Q₁(n)に第1の差分値k₁(n)を加算することにより、求められる。予測値Q₂(n+1)は、n回目の読出しサイクルの第2の読出し値Q₂(n)に第2の差分値k₂(n)を加算することにより、求められる。予測値Q₁(n+1)は、n+1回目の読出しサイクルの第1の読出し値の予測値であり、予測値Q₂(n+1)は、n+1回目の読出しサイクルの第2の読出し値の予測値である。

[0071] 次いで、信号処理部16aは、第1の予測値Q₁(n+1)及び第2の予測値Q₂(n+1)を所定の閾値Q_{th}と比較する(図7中、S19)。本実施形態においては、閾値Q_{th}は、第1の蓄積領域f_{d1}の飽和蓄積容量に対応する第1の読出し値以上であり、かつ、第2の蓄積領域f_{d2}の飽和蓄積容量に対応する第2の読出し値以上の値であるように設定されている。第1の予測値Q₁(n+1)が閾値Q_{th}以上であり、かつ、第2の予測値Q₂(n+1)が閾値Q_{th}以上である場合には、S19での処理の判定結

果は「No」となり、信号処理部16aの処理はS20の処理に進む。S20での処理では、 n が N 以上であるか否かがテストされる。S20での処理において n が N より小さい場合には、信号処理部16aは、 n の値を1だけ増分し（図7中、S21）、S15からの処理を繰り返す。一方、S20での処理において n が N 以上である場合には、信号処理部16aの処理はS22に進む。

[0072] S19での処理（比較）の結果、第1の予測値 $Q1(n+1)$ 又は第2の予測値 $Q2(n+1)$ が閾値 Qth を超える、すなわち、閾値よりも小さい場合には、信号処理部16aの処理はS22に進む。したがって、処理部16は、第1の予測値 $Q1(n+1)$ 又は第2の予測値 $Q2(n+1)$ が閾値 Qth を超える場合には、 $n+1$ 回目以降の読出しサイクルを停止する。すなわち、信号処理部16aは、 $n+1$ 回目以降の読出しサイクルにおける第1の読出し値及び第2の読出し値のセンサ部14からの取得、及び $n+1$ 回目以降の読出しサイクルにおける第1の読出し値及び第2の読出し値のメモリ16bへの記憶を停止する。

[0073] 閾値 Qth が、第1の蓄積領域 $fd1$ の飽和蓄積容量に対応する第1の読出し値及び第2の蓄積領域 $fd2$ の飽和蓄積容量に対応する第2の読出し値のうち大きい方の読出し値と同値である場合には、処理部16は、第1の蓄積領域 $fd1$ の飽和蓄積容量に対応する読出し値を超えない範囲の第1の読出し値 $Q1(n)$ を取得することができ、処理部16は、第2の蓄積領域 $fd2$ の飽和蓄積容量に対応する読出し値を超えない範囲の第2の読出し値 $Q2(n)$ を取得することができる。その結果、測定距離のダイナミックレンジが向上され得る。また、距離の測定精度が向上される。更に、信号処理部16aのS22での処理以後の演算を早期に開始することも可能である。

[0074] 本実施形態においては、閾値 Qth は、第1の蓄積領域 $fd1$ の飽和蓄積容量に対応する第1の読出し値及び第2の蓄積領域 $fd2$ の飽和蓄積容量に対応する第2の読出し値のうち大きい方の読出し値よりも大きな値に設定されていてもよい。この実施形態によれば、第1の蓄積領域 $fd1$ 及び第2の

蓄積領域 f d 2 それぞれの蓄積電荷量と入射光量との関係の線形性が優れた範囲で、センサ部 1 4 を利用することができる。したがって、距離の測定精度がより向上される。

[0075] 次に、信号処理部 1 6 a は、第 1 の推定値 $Q1_{est}$ 及び第 2 の推定値 $Q2_{est}$ を求める（図 7 中、S 2 2）。具体的には、信号処理部 1 6 a は、最終の読出しサイクルである n 回目の読出しサイクルまでの第 1 の読出し値 $Q1(0) \sim Q1(n)$ に基づく近似式を作成し、当該近似式を用いて第 1 の読出し値 $Q1$ の補正值 $Q1_{corr}$ を算出する。そして、信号処理部 1 6 a は、下記の式（1）に示されるように、第 1 の読出し値 $Q1$ の補正值 $Q1_{corr}$ と第 1 の読出し値 $Q1(0)$ との和から読出し値 $D1(n)$ を減算することにより、第 1 の推定値 $Q1_{est}$ を算出する。

<式（1）>

$$Q1_{est} = Q1_{corr} + Q1(0) - D1(n)$$

[0076] 同様に、信号処理部 1 6 a は、最終の読出しサイクルである n 回目の読出しサイクルまでの第 2 の読出し値 $Q2(0) \sim Q2(n)$ に基づく近似式を作成し、当該近似式を用いて第 2 の読出し値 $Q2$ の補正值 $Q2_{corr}$ を算出する。そして、信号処理部 1 6 a は、下記の式（2）に示されるように、第 2 の読出し値 $Q2$ の補正值 $Q2_{corr}$ と第 2 の読出し値 $Q2(0)$ との和から読出し値 $D2(n)$ を減算することにより、第 2 の推定値 $Q2_{est}$ を算出する。

<式（2）>

$$Q2_{est} = Q2_{corr} + Q2(0) - D2(n)$$

[0077] 本実施形態においては、第 1 の読出し値 $Q1$ の補正值 $Q1_{corr}$ は、n 回目の読出しサイクルの第 1 の読出し値 $Q1(n)$ の補正值であり、第 2 の読出し値 $Q2$ の補正值 $Q2_{corr}$ は、n 回目のサイクルの第 2 の読出し値 $Q2(n)$ の補正值である。補正值 $Q1_{corr}$ 及び $Q2_{corr}$ は、近似式の出力として得られる補正值であれば、対応する読出しサイクルの番号は限定されるものではない。

[0078] 近似式は、たとえば、最小自乗法に基づいて作成される。近似式は、その他の公知の近似式の作成方法が用いられてもよい。信号処理部16aは、読出し値 $D_1(0) \sim D_1(n)$ に基づく近似式を用いて、読出し値 D_1 の補正値を算出し、当該読出し値 D_1 の補正値を第1の読出し値 Q_1 の補正値 Q_{1corr} と第1の読出し値 $Q_1(0)$ との和から減算して、第1の推定値 Q_{1est} を算出してもよい。読出し値 D_1 の補正値及び読出し値 Q_1 の補正値 Q_{1corr} は、同じ順番の読出しサイクルの読出し値 D_1 の補正値及び読出し値 Q_1 の補正値である。同様に、信号処理部16aは、読出し値 $D_2(0) \sim D_2(n)$ に基づく近似式を用いて読出し値 D_2 の補正値を算出し、当該読出し値 D_2 の補正値を第2の読出し値 Q_2 の補正値 Q_{2corr} と第2の読出し値 $Q_2(0)$ との和から減算して、第2の推定値 Q_{2est} を算出してもよい。読出し値 D_2 の補正値及び読出し値 Q_2 の補正値 Q_{2corr} は、同じ順番の読出しサイクルの読出し値 D_2 の補正値及び読出し値 Q_2 の補正値である。

[0079] 第1の推定値 Q_{1est} は、近似式を用いて算出した第1の読出し値の補正値と第1の読出し値 $Q_1(0)$ との和から別のフレーム期間において求めた背景光等のノイズ成分に対応する第1の読出し値を減算した値である。第2の推定値 Q_{2est} は、近似式を用いて算出した第2の読出し値の補正値と第1の読出し値 $Q_1(0)$ との和から別のフレーム期間において求めた背景光等のノイズ成分に対応する第2の読出し値を減算した値である。したがって、最終の読出しサイクルまでに取得される第1の読出し値及び第2の読出し値の一部が外乱などにより変動しても、近似式に基づく第1の推定値 Q_{1est} 及び第2の推定値 Q_{2est} では、変動を含む読出し値の影響が低減される。第1の推定値 Q_{1est} 及び第2の推定値 Q_{2est} では、背景光などのノイズの影響が低減される。

[0080] 次いで、信号処理部16aは、距離を算出する(図7中、S23)。具体的には、信号処理部16aは、下記の式(3)の演算により、距離 L を算出する。

<式 (3)>

$$L = (1/2) \times c \times T_0 \times \{Q_{2est} \times \alpha / (Q_{1est} + Q_{2est} \times \alpha)\}$$

cは、光速である。 α は、同量の入射光が第1の転送期間 T_1 及び第2の転送期間 T_2 に光感応領域に入射したときの第1の読出し値と第2の読出し値の比である。このように、信号処理部16aは、第1の蓄積領域fd1の蓄積電荷量に基づく第1の推定値 Q_{1est} と第2の蓄積領域fd2の蓄積電荷量に基づく第2の推定値 Q_{2est} の比により、対象物に対する距離を高精度に算出する。本実施形態においては、信号処理部16aは、各画素について算出した距離に応じた濃淡値を有する1行の距離画像を出力する。本実施形態においては、信号処理部16aはフレーム期間 T_f ごとに距離画像を更新するよう、図7～図9を用いて説明した制御及び演算を繰り返してもよい。

[0081] ところで、信号処理部16aは、図8に示されるように、電荷転送サイクル C_y 一回あたりの放出期間の数 m を一つのフレーム期間 T_f 内で増加させている。具体的には、信号処理部16aは、放出期間の周期を短くすることにより、電荷転送サイクル C_y 一回あたりの放出期間の数 m を増加させている。すなわち、信号処理部16aは、放出期間の周期を短くすることにより、電荷転送サイクル C_y 一回あたりの放出期間の数 m を多くしている。信号処理部16aは、放出期間の周期を長くすることにより、電荷転送サイクル C_y 一回あたりの放出期間の数 m を少なくしている。

[0082] 一つのフレーム期間 T_f の初期での放出期間の周期は、一つのフレーム期間 T_f の後期での放出期間の周期に比して長い。すなわち、一つのフレーム期間 T_f の後期での放出期間の周期は、一つのフレーム期間 T_f の初期での放出期間の周期に比して短い。放出期間の周期は、一つのフレーム期間 T_f 内において、単調減少している。本明細書では、「単調減少している」は増加傾向とならないことを意味し、広義の単調減少を意味する。一つのフレーム期間 T_f 内において、読出し期間の長さは一定であり、電荷転送サイクル

C_yの期間は変化していない。

[0083] 信号処理部16aは、電荷転送サイクルC_y一回あたりの放出期間の数mを段階的に増加させている。たとえば、一つのフレーム期間T_fの初期では、電荷転送サイクルC_y一回あたりの放出期間の数mは、「2」であり、一つのフレーム期間T_fの後期では、電荷転送サイクルC_y一回あたりの放出期間の回数は、「M」である。すなわち、信号処理部16aは、電荷転送サイクルC_y一回あたりの放出期間の数を二段階で増加させている。ここで、Mは、電荷転送サイクルC_y一回あたりの放出期間の数の最大値として、予め定められた数値である。

[0084] 電荷転送サイクルC_y一回あたりの放出期間の数mは、一つのフレーム期間T_f内において、単調増加している。本明細書では、「単調増加している」は減少傾向とならないことを意味し、広義の単調増加を意味する。

[0085] 本実施形態の距離測定装置10では、一つのフレーム期間T_fの初期では、一つのフレーム期間T_fの後期に比べて、放出期間の周期を長いことにより、電荷転送サイクルC_y一回あたりの放出期間の数mが少ない。このため、センサ18の画素ユニットP(j)に入射する反射光の強度が強い場合（たとえば、対象物が近距離に位置している場合、あるいは対象物の反射率が高い場合など）でも、一つのフレーム期間T_fの初期において、蓄積される信号電荷の飽和が生じ難い。したがって、距離測定装置10では、適切な距離測定が行われる。

[0086] 一つのフレーム期間T_fの後期では、一つのフレーム期間T_fの初期に比べて、放出期間の周期を短いことにより、電荷転送サイクルC_y一回あたりの放出期間の数mが多い。このため、センサ18の画素ユニットP(j)に入射する反射光の強度が低い場合（たとえば、対象物が遠距離に位置している場合、あるいは対象物の反射率が低い場合など）でも、蓄積される信号電荷の不足が抑制される。したがって、距離測定装置10では、適切な距離測定が行われる。

[0087] 以上のことから、本実施形態の距離測定装置10によれば、一つのフレー

ム期間 T_f を変更することなく、反射光の強度のダイナミックレンジを拡大することができる。

[0088] 信号処理部16aは、図10に示されるように、電荷転送サイクル C_y 一回あたりの放出期間の数 m を3段階以上で増加させていてもよい。また、信号処理部16aは、図11に示されるように、電荷転送サイクル C_y 一回あたりの放出期間の数 m を「1」から「M」まで徐々に増加させていてもよい。いずれの場合も、電荷転送サイクル C_y 一回あたりの放出期間の数 m は、一つのフレーム期間 T_f 内において、単調増加している。

[0089] 信号処理部16aは、図12に示されるように、読出し期間の長さを長くして、電荷転送サイクル C_y の期間を長くすることにより、電荷転送サイクル C_y 一回あたりの放出期間の数 m を増加させていてもよい。すなわち、信号処理部16aは、読出し期間の長さを短くして、電荷転送サイクル C_y の期間を短くすることにより、電荷転送サイクル C_y 一回あたりの放出期間の数 m を少なくし、電荷転送サイクル C_y の期間を長くすることにより、電荷転送サイクル C_y 一回あたりの放出期間の数 m を多くしている。

[0090] 一つのフレーム期間 T_f の初期での電荷転送サイクル C_y の期間は、一つのフレーム期間 T_f の後期での電荷転送サイクル C_y の期間に比して短い。すなわち、一つのフレーム期間 T_f の後期での電荷転送サイクル C_y の期間は、一つのフレーム期間 T_f の初期での電荷転送サイクル C_y の期間に比して長い。電荷転送サイクル C_y の期間は、一つのフレーム期間 T_f 内において、単調増加している。放出期間の周期は、一つのフレーム期間 T_f 内において、変化していない。

[0091] 図12に示された例では、信号処理部16aは、電荷転送サイクル C_y の期間を二段階で長くしている。たとえば、電荷転送サイクル C_y 一回あたりの放出期間の数 m は、「3」であり、一つのフレーム期間 T_f の後期では、電荷転送サイクル C_y 一回あたりの放出期間の回数は、「M」である。電荷転送サイクル C_y 一回あたりの放出期間の数 m は、一つのフレーム期間 T_f 内において、単調増加している。

[0092] 本実施形態の距離測定装置 10 では、一つのフレーム期間 T_f の初期では、一つのフレーム期間 T_f の後期に比べて、電荷転送サイクル C_y の期間が短いことにより、電荷転送サイクル C_y 一回あたりの放出期間の数 m が少ない。このため、センサ 18 の画素ユニット $P(j)$ に入射する反射光の強度が強い場合（たとえば、対象物が近距離に位置している場合、あるいは対象物の反射率が高い場合など）でも、一つのフレーム期間 T_f の初期において、蓄積される信号電荷の飽和が生じ難い。したがって、距離測定装置 10 では、適切な距離測定が行われる。

[0093] 一つのフレーム期間 T_f の後期では、一つのフレーム期間 T_f の初期に比べて、電荷転送サイクル C_y の期間が長いことにより、電荷転送サイクル C_y 一回あたりの放出期間の数 m が多い。このため、センサ 18 の画素ユニット $P(j)$ に入射する反射光の強度が低い場合（たとえば、対象物が遠距離に位置している場合、あるいは対象物の反射率が低い場合など）でも、蓄積される信号電荷の不足が抑制される。したがって、距離測定装置 10 では、適切な距離測定が行われる。

[0094] 信号処理部 16a は、図 13 に示されるように、電荷転送サイクル C_y の期間を 3 段階以上で長くしていてもよい。この場合、電荷転送サイクル C_y 一回あたりの放出期間の数 m が 3 段階以上で増加する。また、信号処理部 16a は、図 14 に示されるように、電荷転送サイクル C_y の期間を徐々に長くしていてもよい。この場合、たとえば、電荷転送サイクル C_y 一回あたりの放出期間の数 m が「1」から「M」まで徐々に増加する。いずれの場合も、電荷転送サイクル C_y 一回あたりの放出期間の数 m は、一つのフレーム期間 T_f 内において、単調増加している。

[0095] 続いて、図 15 及び図 16 を参照して、別の実施形態について説明する。図 15 は、別の実施形態に係るセンサの一例を示す図である。図 16 は、別の実施形態に係るセンサ部の一つの画素ユニットと当該画素ユニット用の対応のサンプルホールド回路の回路図である。

[0096] 距離測定装置 10 は、センサ 18 に代えて、図 15 に示されるセンサ 18

Aを有していてもよい。センサ18Aは、 $I \times J$ 個の画素ユニット $P(i, j)$ を有する撮像領域IRを有している。ここで、 i は1～ I の整数であり、 j は1～ J の整数であり、 I 及び J は2以上の整数である。 $I \times J$ 個の画素ユニット $P(i, j)$ は、 I 行 J 列に配列されている。撮像領域IRには、画素ユニットの各列用の二つの垂直信号ライン $V1(j)$ 及び $V2(j)$ が設けられている。

[0097] 図16に示されるように、センサ18Aの画素ユニット $P(i, j)$ の電荷－電圧変換回路A1の出力には、スイッチSW20が接続されている。スイッチSW20は、対応の垂直信号ライン $V1(j)$ を介して対応の第1のサンプルホールド回路SH1のスイッチSW10に接続されている。画素ユニット $P(i, j)$ の電荷－電圧変換回路A2の出力には、スイッチSW22が接続されている。スイッチSW22は、対応の垂直信号ライン $V2(j)$ を介して対応の第2のサンプルホールド回路SH2のスイッチSW12に接続されている。

[0098] センサ18Aは、更に垂直シフトレジスタ群VSGを有している。垂直シフトレジスタ群VSGは、垂直方向に配列された複数の垂直シフトレジスタを含んでいる。各垂直シフトレジスタは、たとえばフリップフロップを含んでいる。配列方向において一端に設けられた垂直シフトレジスタには、信号処理部16aからスタート信号が与えられる。全ての垂直シフトレジスタには、信号処理部16aからクロック信号が与えられる。垂直シフトレジスタ群VSGは、スタート信号及びクロック信号を受けると、複数の画素ユニット $P(i, j)$ のスイッチSW20及びスイッチSW22に、行選択信号を行順に順次与える。

[0099] これにより、各列の複数の画素ユニット $P(i, j)$ の電荷－電圧変換回路A1及びA2の出力は、対応の垂直信号ライン $V1(j)$ 及び $V2(j)$ に順次接続されて、複数の画素ユニット $P(i, j)$ の出力電圧が、対応のサンプルホールド回路SH1及びSH2に、行順に順次保持される。各行内の複数の画素ユニット $P(j, i)$ の出力電圧が対応のサンプルホールド回路S

H 1 及び S H 2 に保持されると、サンプルホールド回路 S H 1 及び S H 2 に保持された電圧は、水平シフトレジスタ群 H S G から与えられる読み出しパルス信号により、信号ライン H 1 及び H 2 に列順に順次結合される。そして、図 7 で説明した演算を各画素ユニットについて行うことにより、信号処理部 1 6 a は二次元の距離画像を形成することができる。

[0100] 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。

[0101] たとえば、図 1 5 に示された実施形態では、画素ユニットの列ごとに対応のサンプルホールド回路 S H 1 及び S H 2 が設けられているが、画素ユニットごとに対応のサンプルホールド回路 S H 1 及び S H 2 が設けられていてもよい。撮像領域 I R の画素ユニットの個数は、一つであってもよい。

[0102] 電荷転送サイクル C y 一回あたりの放出期間の数 m は、図 8 及び図 1 0 ～図 1 4 に示された値に限定されない。

[0103] 各画素ユニット P (1) ～ P (J) は、本願出願人による特開 2 0 1 3 - 1 7 8 1 2 1 号公報及び特開 2 0 1 3 - 2 0 6 9 0 3 号公報などに記載されているように、二つの光感応領域（第 1 の光感応領域と第 2 の光感応領域）を有していてもよい。この場合、第 1 の蓄積領域が第 1 の光感応領域で発生した電荷を蓄積し、第 2 の蓄積領域が第 2 の光感応領域で発生した電荷を蓄積する。第 1 の転送電極は、第 1 の光感応領域と第 1 の蓄積領域との間に設けられる。第 2 の転送電極は、第 2 の光感応領域と第 2 の蓄積領域との間に設けられる。

[0104] 各画素ユニット P (1) ～ P (J) が有する光感応領域、蓄積領域、及び転送電極は、上述した特開 2 0 1 3 - 1 7 8 1 2 1 号公報及び特開 2 0 1 3 - 2 0 6 9 0 3 号公報などに記載されているように、それぞれ「1」であってもよい。この場合、転送電極に印加される電圧信号は、所定のタイミングで間欠的に位相シフトが与えられている。たとえば、上記電圧信号は、1 8 0 度のタイミングで 1 8 0 度の位相シフトが与えられている。転送電極に印

加される電圧信号は、0度のタイミングで駆動パルス信号SLに同期し、180度のタイミングで駆動パルス信号SLに180度の位相差を有している。すなわち、0度のタイミングと180度のタイミングとにおいて、蓄積領域に蓄積された電荷が読み出される。

産業上の利用可能性

[0105] 本発明は、TOF法に基づく距離測定装置に利用することができる。

符号の説明

[0106] 10…距離測定装置、12…光源部、14…センサ部、16…処理部、16a…信号処理部、18…センサ、Cy…電荷転送サイクル、fd1…第1の蓄積領域、fd2…第2の蓄積領域、PG…フォトゲート電極、RS1…第1のリセットスイッチ、RS2…第2のリセットスイッチ、T1…第1の転送期間、T2…第2の転送期間、Tf…フレーム期間、TX1…第1の転送電極、TX2…第2の転送電極、Vr…リセット電位。

請求の範囲

[請求項1] 飛行時間法により対象物に対する距離を求める距離測定装置であって、

変調光を放出する光源部と、

入射光に応じて電荷を発生する光感応領域、前記光感応領域で発生した電荷を蓄積する蓄積領域、前記光感応領域と前記蓄積領域との間に設けられた転送電極、及び、前記蓄積領域とリセット電位との間に設けられたリセットスイッチを有するセンサ部と、

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

前記処理部は、

前記リセットスイッチを制御して前記蓄積領域を前記リセット電位に接続してから当該蓄積領域を次に前記リセット電位に接続するまでのフレーム期間内の複数の電荷転送サイクルにおいて、一以上の放出期間に前記光源部に前記変調光を放出させ、かつ、前記電荷転送サイクル一回あたりの前記放出期間の数を一つの前記フレーム期間内で増加させ、

前記一以上の放出期間に同期した一以上の転送期間に前記転送電極に与える電圧を制御して前記光感応領域で発生した電荷を前記蓄積領域に蓄積させ、

前記複数の電荷転送サイクルのそれぞれに対応する複数の読出しサイクルにおいて、前記複数の電荷転送サイクルと交互の時点に前記蓄積領域に蓄積されている電荷量に応じた複数の読出し値を前記センサ部から取得し、

前記複数の読出し値に基づいて、距離を算出する。

[請求項2] 請求項1に記載の距離測定装置であって、

前記処理部は、放出期間の周期を短くすることにより、前記電荷転送サイクル一回あたりの前記放出期間の数を増加させる。

- [請求項3] 請求項1に記載の距離測定装置であって、
 前記処理部は、電荷転送サイクルの期間を長くすることにより、前記電荷転送サイクル一回あたりの前記放出期間の数を増加させる。
- [請求項4] 請求項1～3のいずれか一項に記載の距離測定装置であって、
 前記処理部は、前記電荷転送サイクル一回あたりの前記放出期間の数を段階的に増加させる。
- [請求項5] 請求項1～3のいずれか一項に記載の距離測定装置であって、
 前記処理部は、前記電荷転送サイクル一回あたりの前記放出期間の数を徐々に増加させる。
- [請求項6] 請求項1～5のいずれか一項に記載の距離測定装置であって、
 前記センサ部は、
 前記蓄積領域として、第1の蓄積領域及び第2の蓄積領域を含み、
 、
 前記転送電極として、前記光感応領域と前記第1の蓄積領域との間に設けられた第1の転送電極、及び、前記光感応領域と前記第2の蓄積領域との間に設けられた第2の転送電極を含み、
 前記リセットスイッチとして、前記第1の蓄積領域とリセット電位との間に設けられた第1のリセットスイッチ、及び、前記第2の蓄積領域とリセット電位との間に設けられた第2のリセットスイッチを含み、
 前記処理部は、
 前記第1のリセットスイッチ及び前記第2のリセットスイッチを制御して前記第1の蓄積領域及び前記第2の蓄積領域を前記リセット電位に接続してから当該第1の蓄積領域及び当該第2の蓄積領域を次に前記リセット電位に接続するまでのフレーム期間内の複数の電荷転送サイクルにおいて、前記一以上の放出期間に同期した一以上の第1の転送期間に前記第1の転送電極に与える電圧を制御して前記光感応領域で発生した電荷を前記第1の蓄積領域に蓄積させ、前記一以上の

第 1 の転送期間と位相反転した一以上の第 2 の転送期間に前記第 2 の転送電極に与える電圧を制御して前記光感応領域で発生した電荷を前記第 2 の蓄積領域に蓄積させ、

前記複数の電荷転送サイクルのそれぞれに対応する複数の読出しサイクルにおいて、前記複数の電荷転送サイクルと交互の時点に前記第 1 の蓄積領域に蓄積されている電荷量に応じた複数の第 1 の読出し値及び当該時点に前記第 2 の蓄積領域に蓄積されている電荷量に応じた複数の第 2 の読出し値を、前記センサ部から取得し、

前記複数の第 1 の読出し値及び前記複数の第 2 の読出し値に基づいて、距離を算出する。

[請求項7] 請求項 6 に記載の距離測定装置であって、

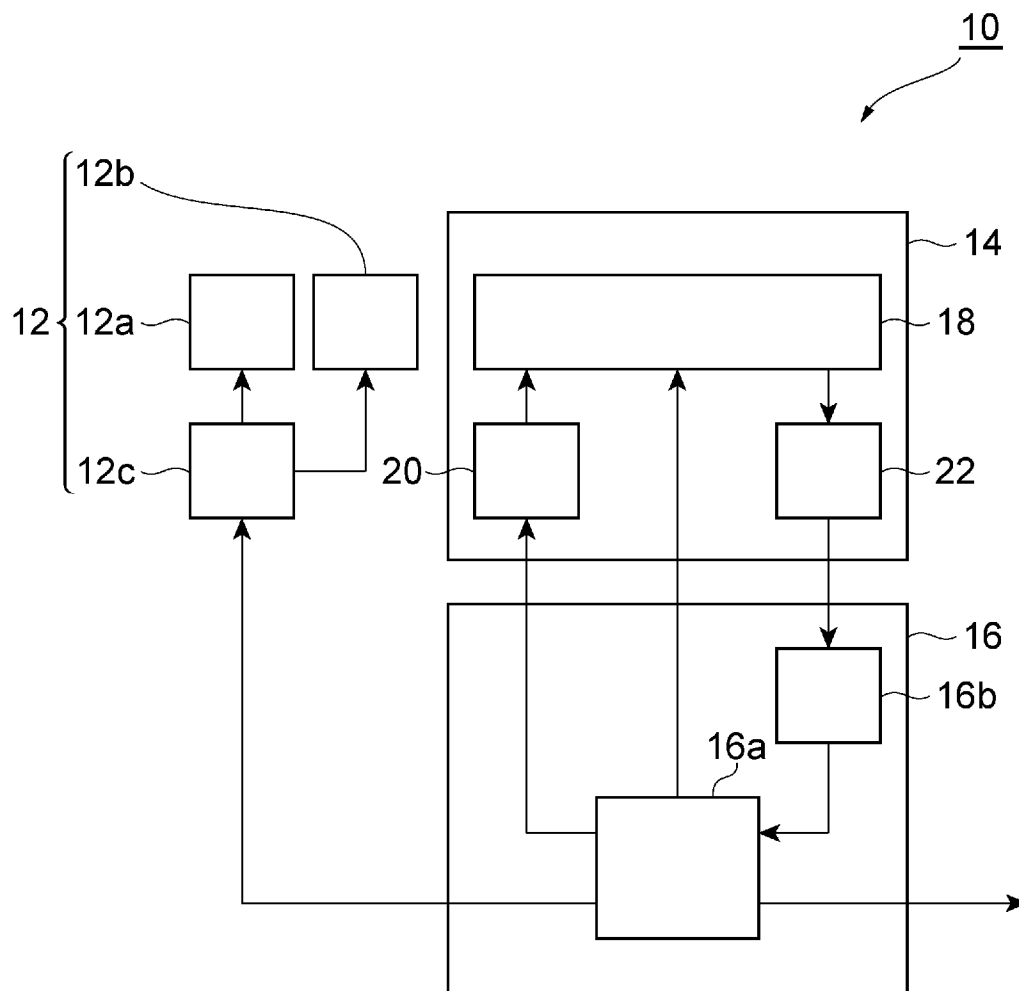
前記処理部は、 n 回目の前記読出しサイクルの前記第 1 の読出し値と、 n 回目の前記読出しサイクルの前記第 1 の読出し値と $n - 1$ 回目の前記読出しサイクルの前記第 1 の読出し値との間の差分値との和、又は、 n 回目の前記読出しサイクルの前記第 2 の読出し値と、 n 回目の前記読出しサイクルの前記第 2 の読出し値と $n - 1$ 回目の前記読出しサイクルの前記第 2 の読出し値との間の差分値との和が、所定の閾値を超える場合に、 $n + 1$ 回目以降の前記読出しサイクルを停止し、ここで n は前記複数の読出しサイクルの順番を示す。

[請求項8] 請求項 6 又は 7 に記載の距離測定装置であって、

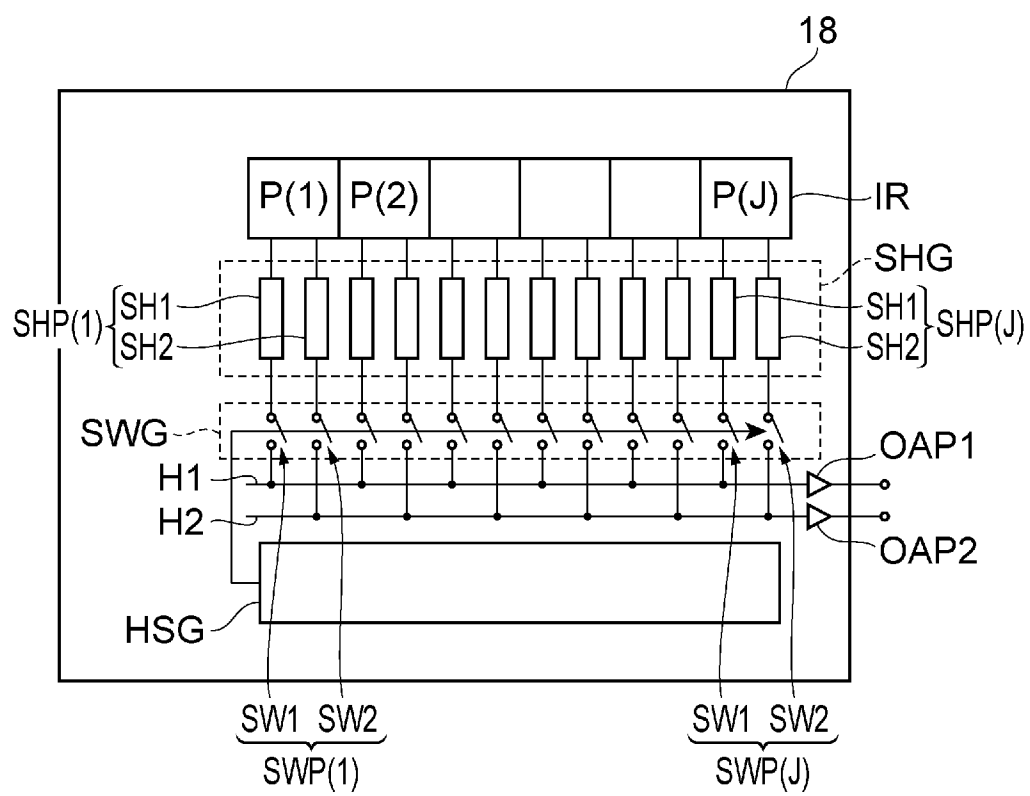
前記処理部は、

前記複数の第 1 の読出し値に基づく近似式を用いて第 1 の推定値を算出し、前記複数の第 2 の読出し値に基づく近似式を用いて第 2 の推定値を算出し、

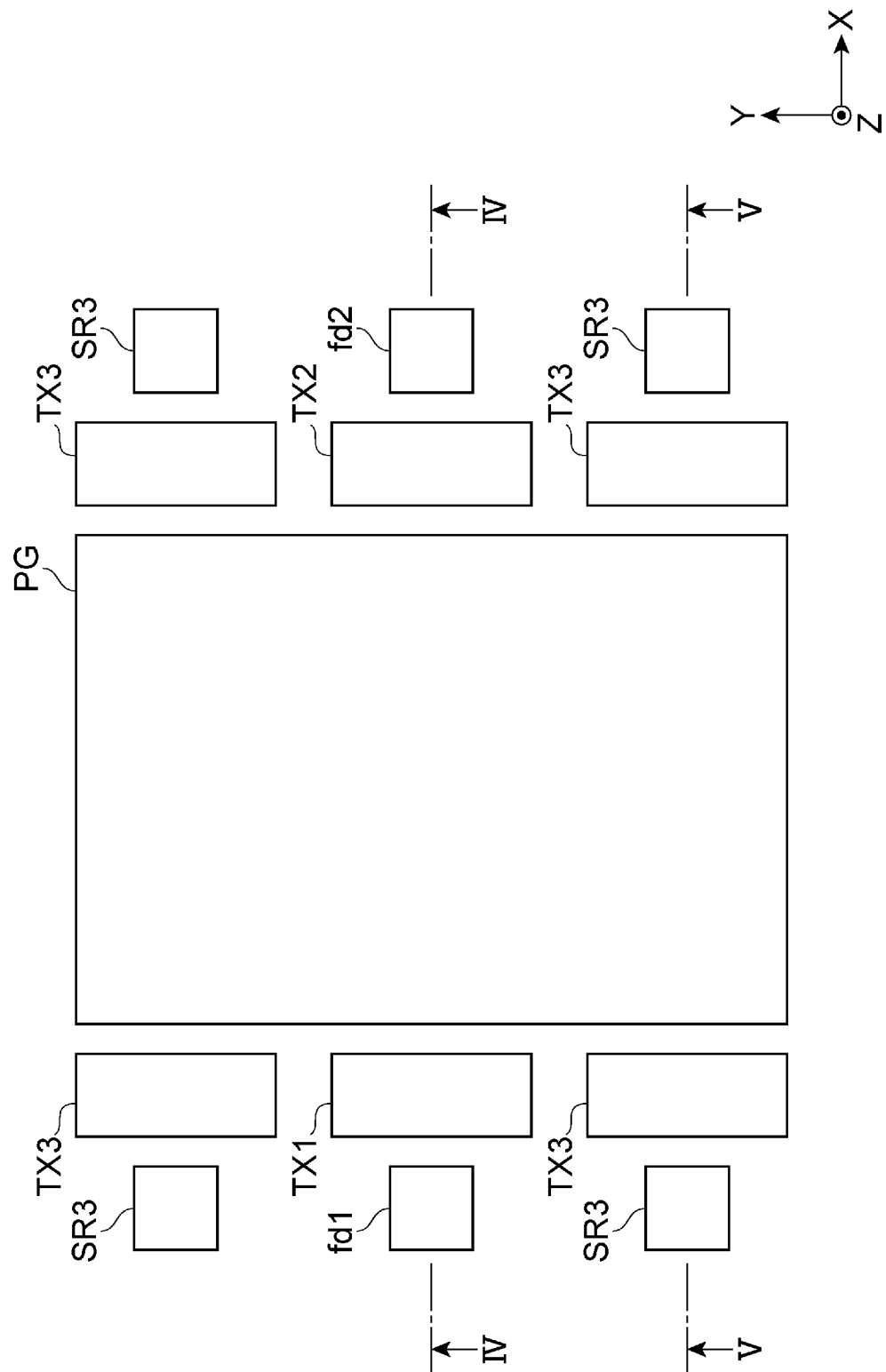
前記第 1 の推定値及び前記第 2 の推定値に基づいて、距離を算出する。



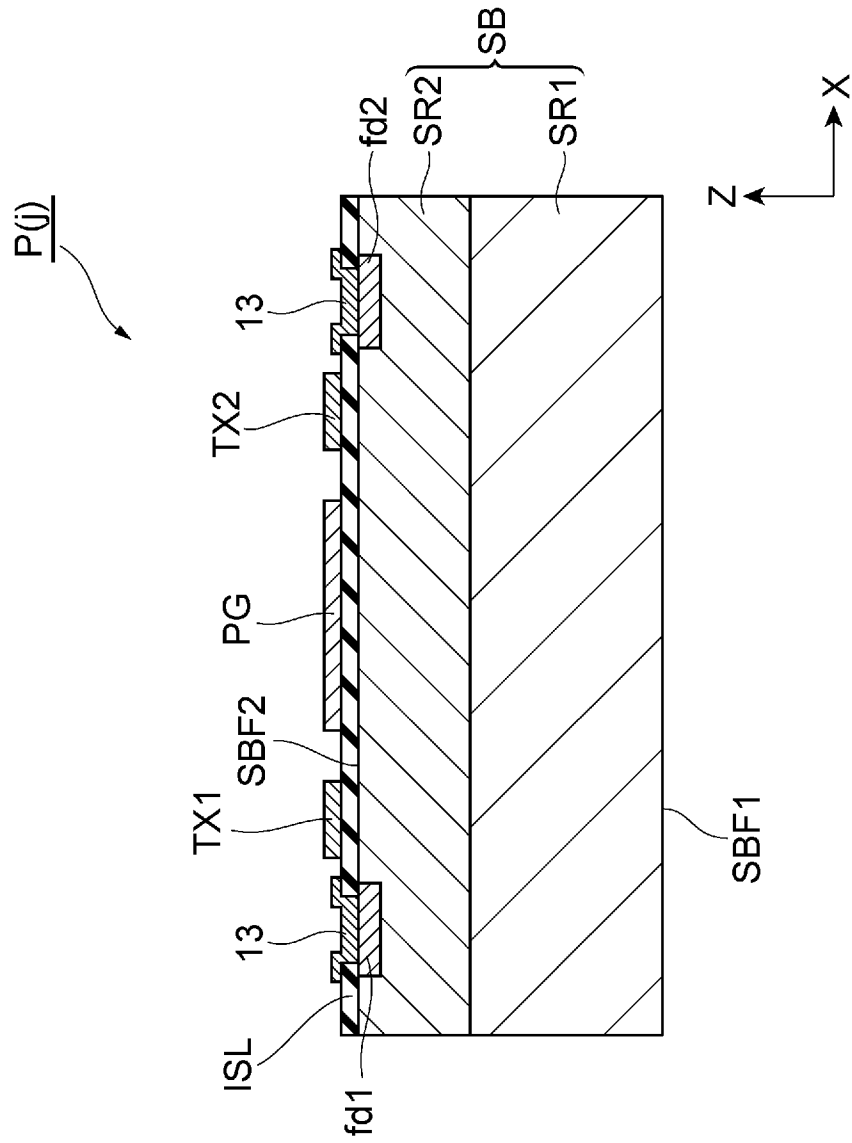
[図2]



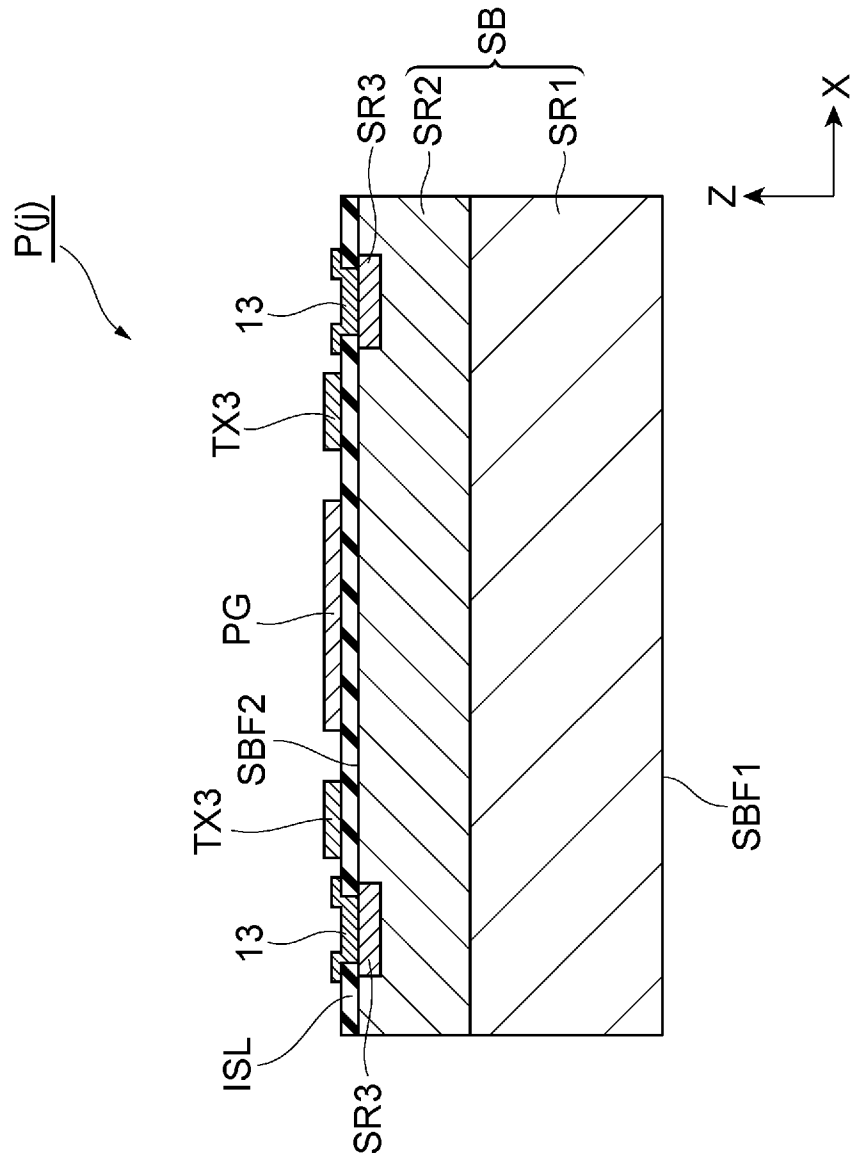
[図3]



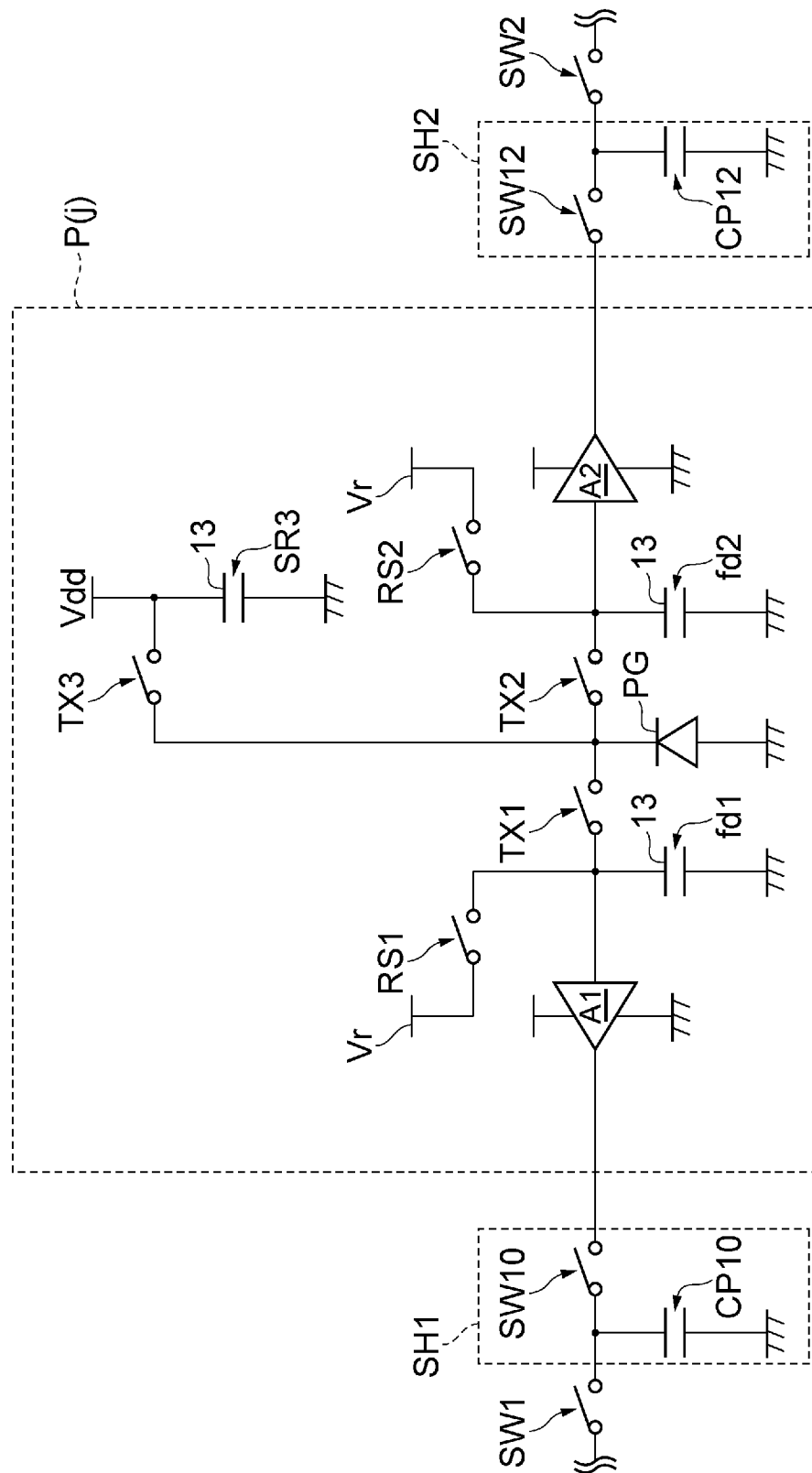
[図4]



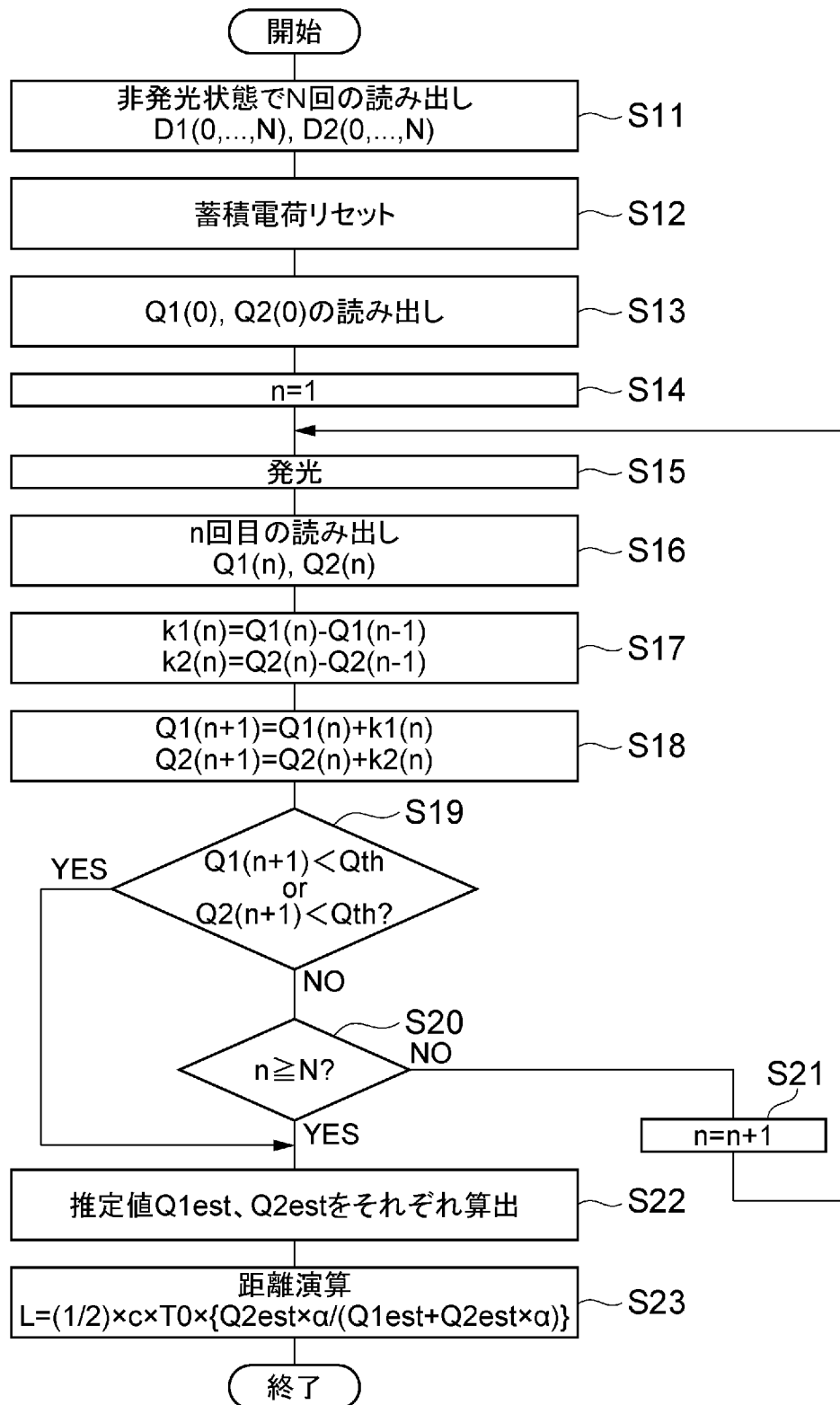
[図5]



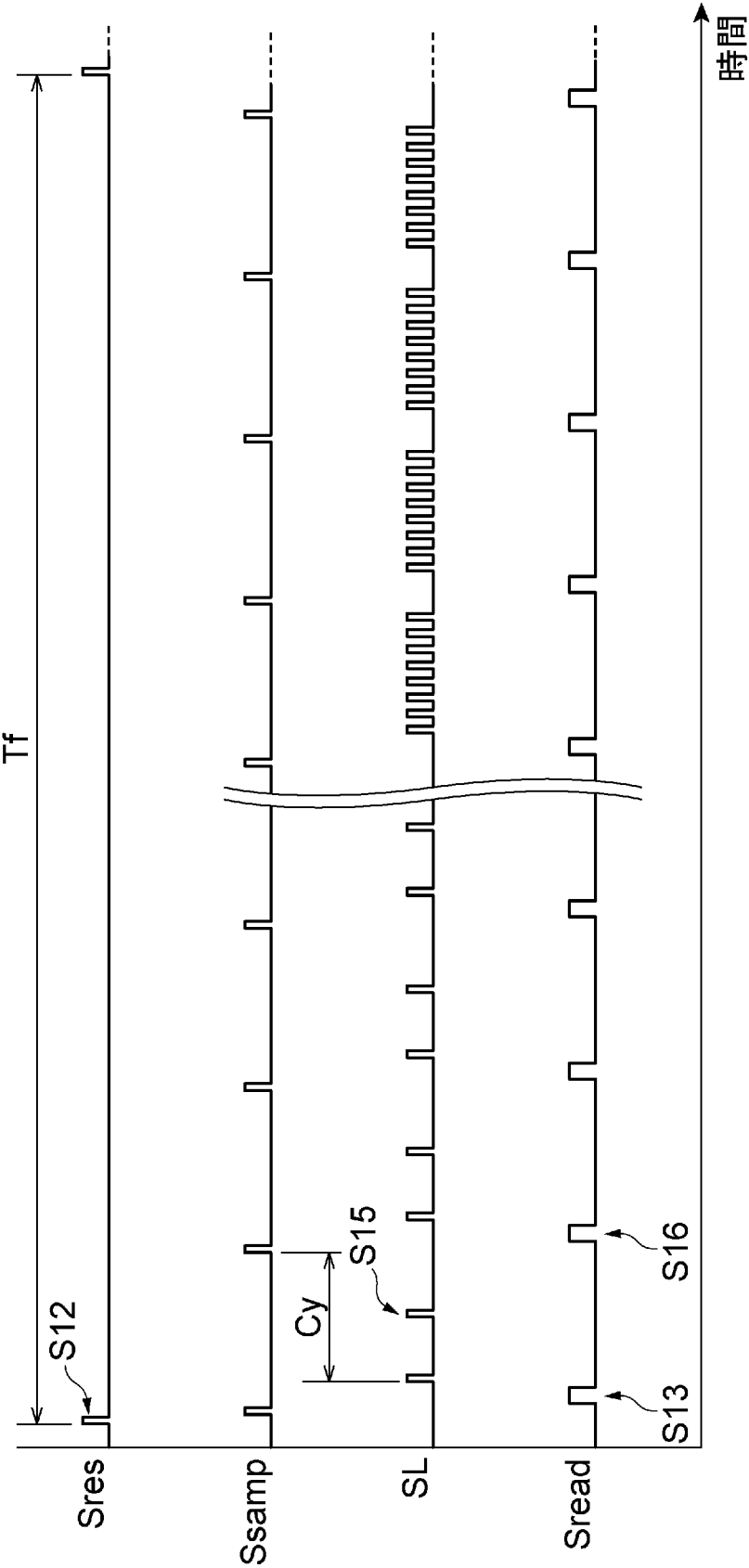
[図6]



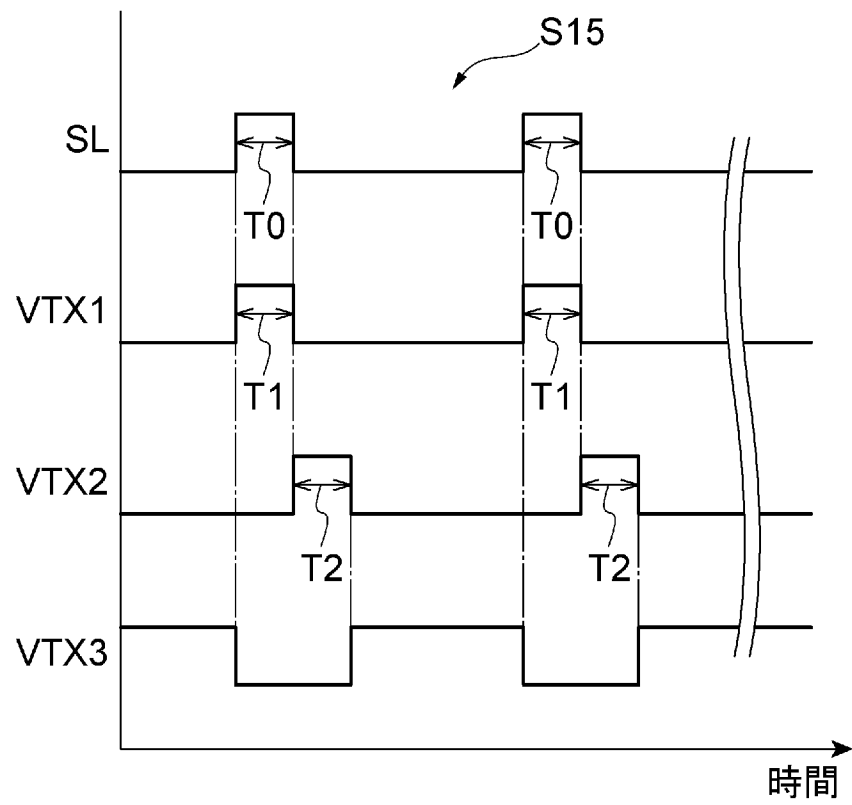
[図7]



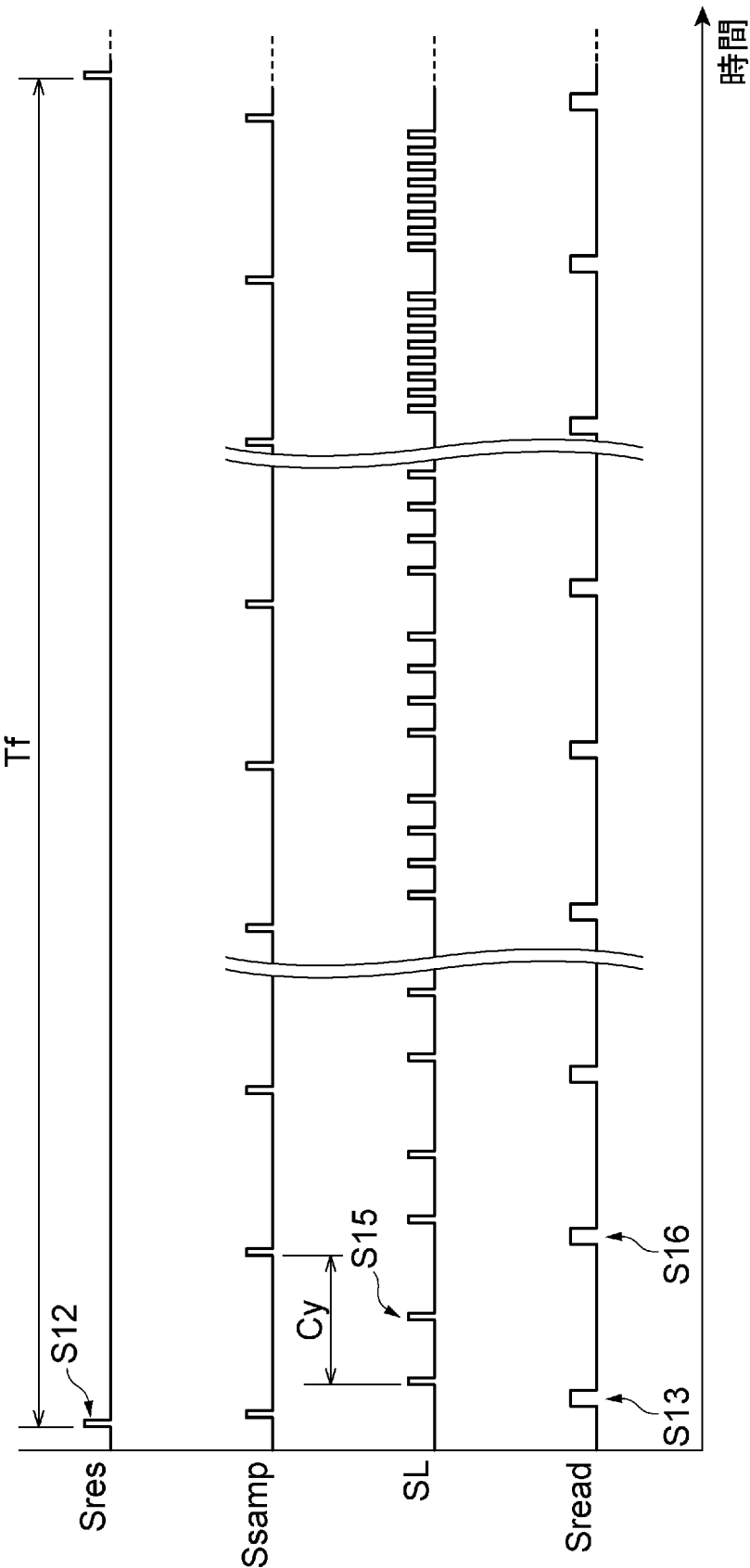
[図8]



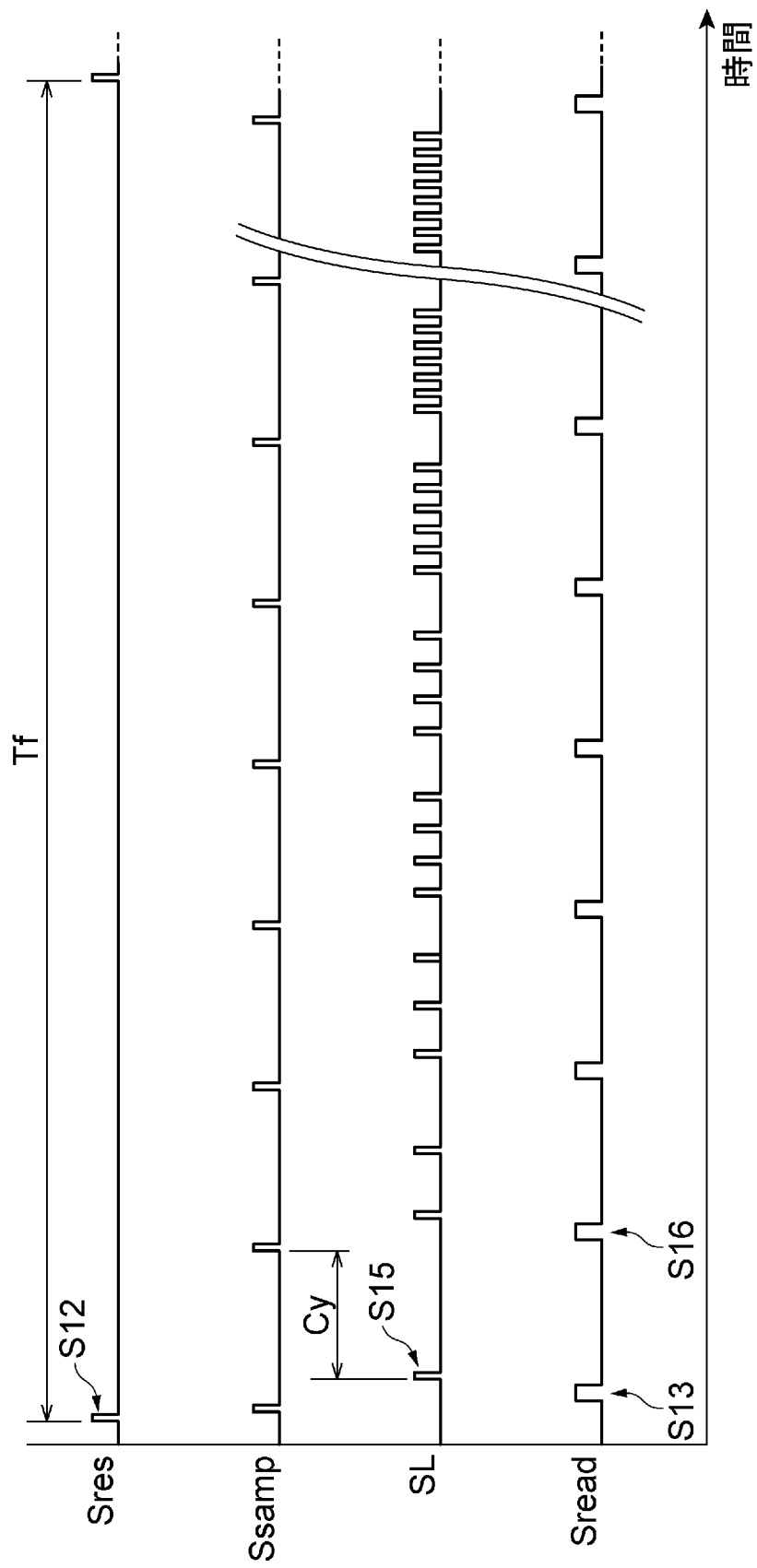
[図9]



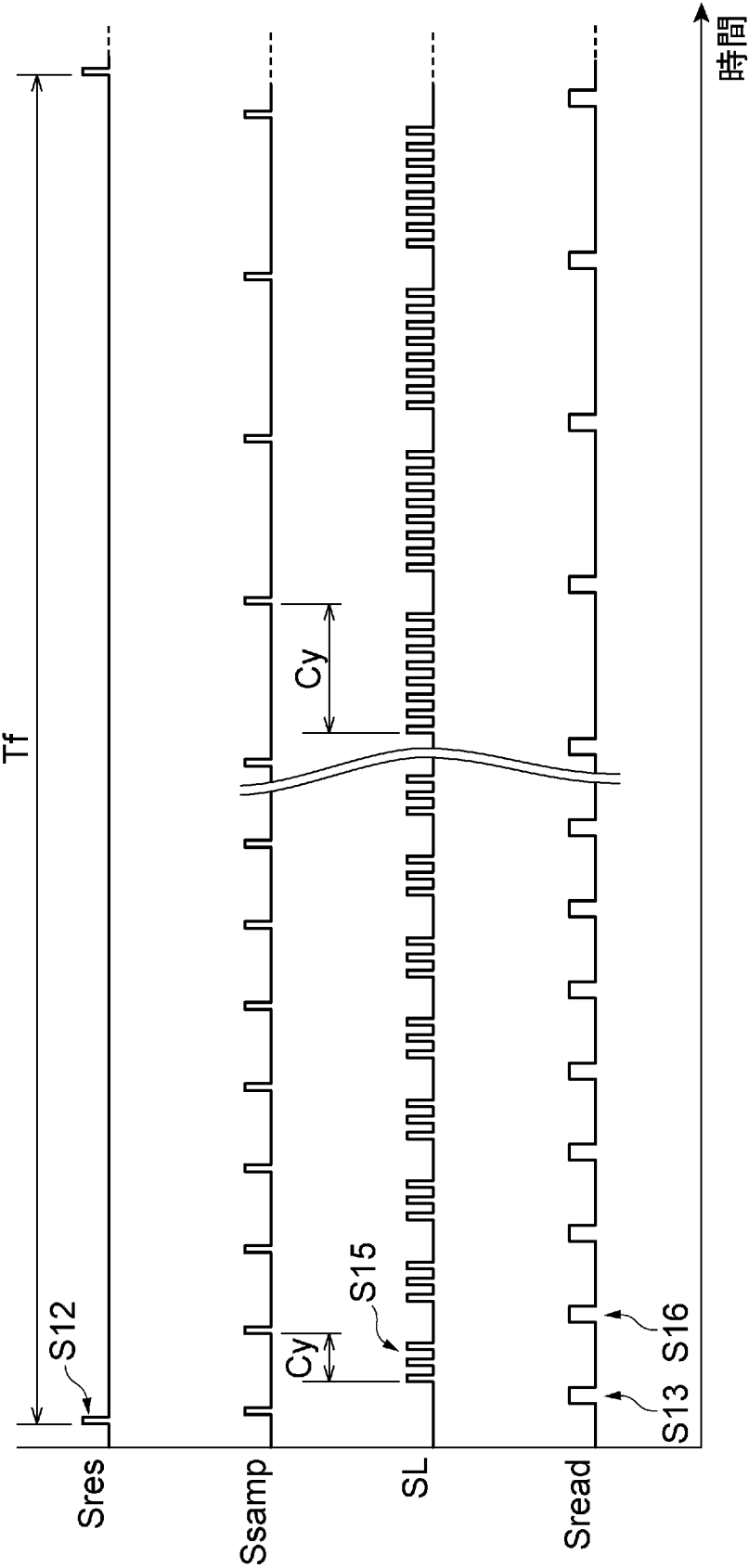
[図10]



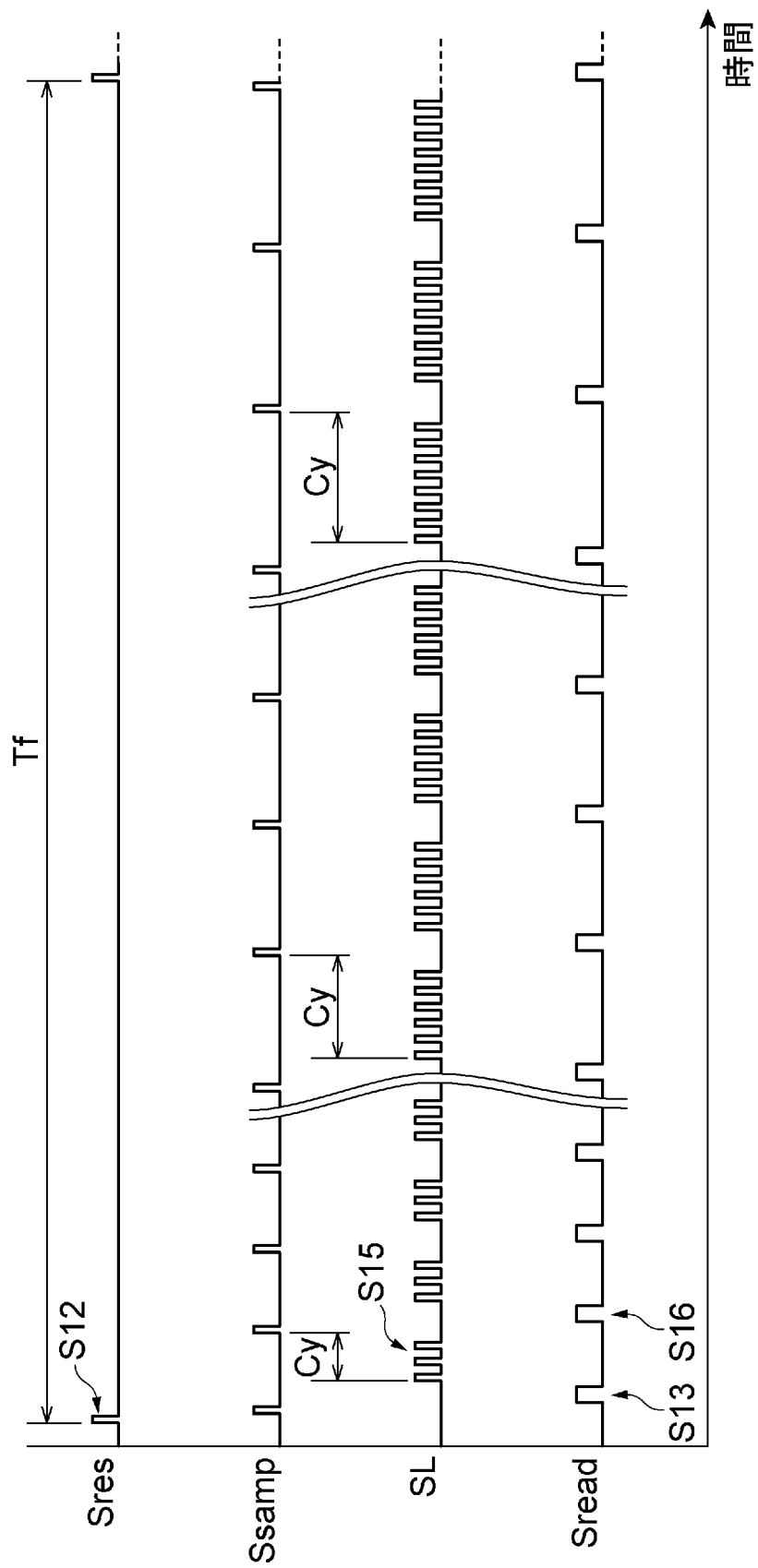
[図11]



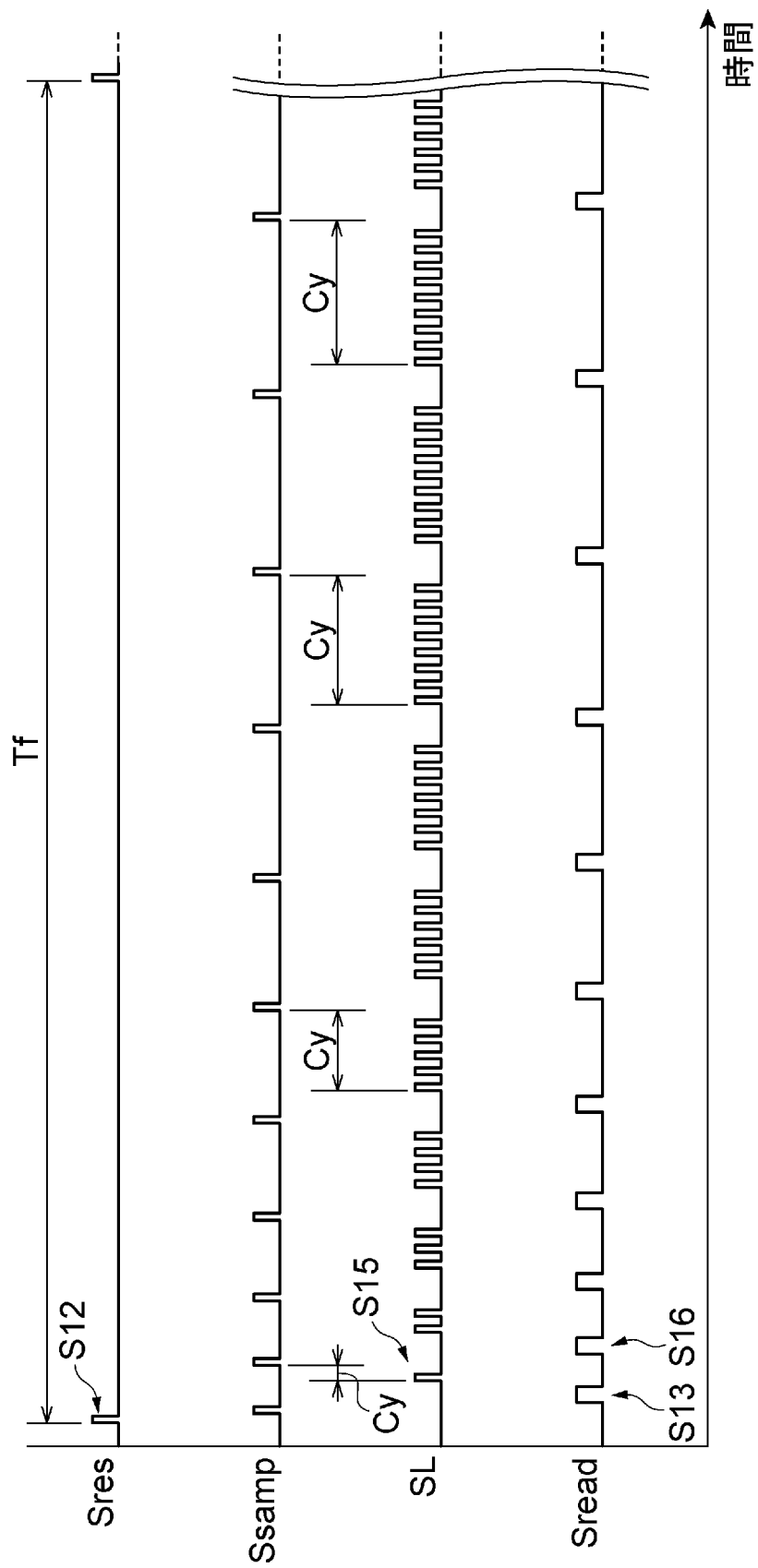
[図12]



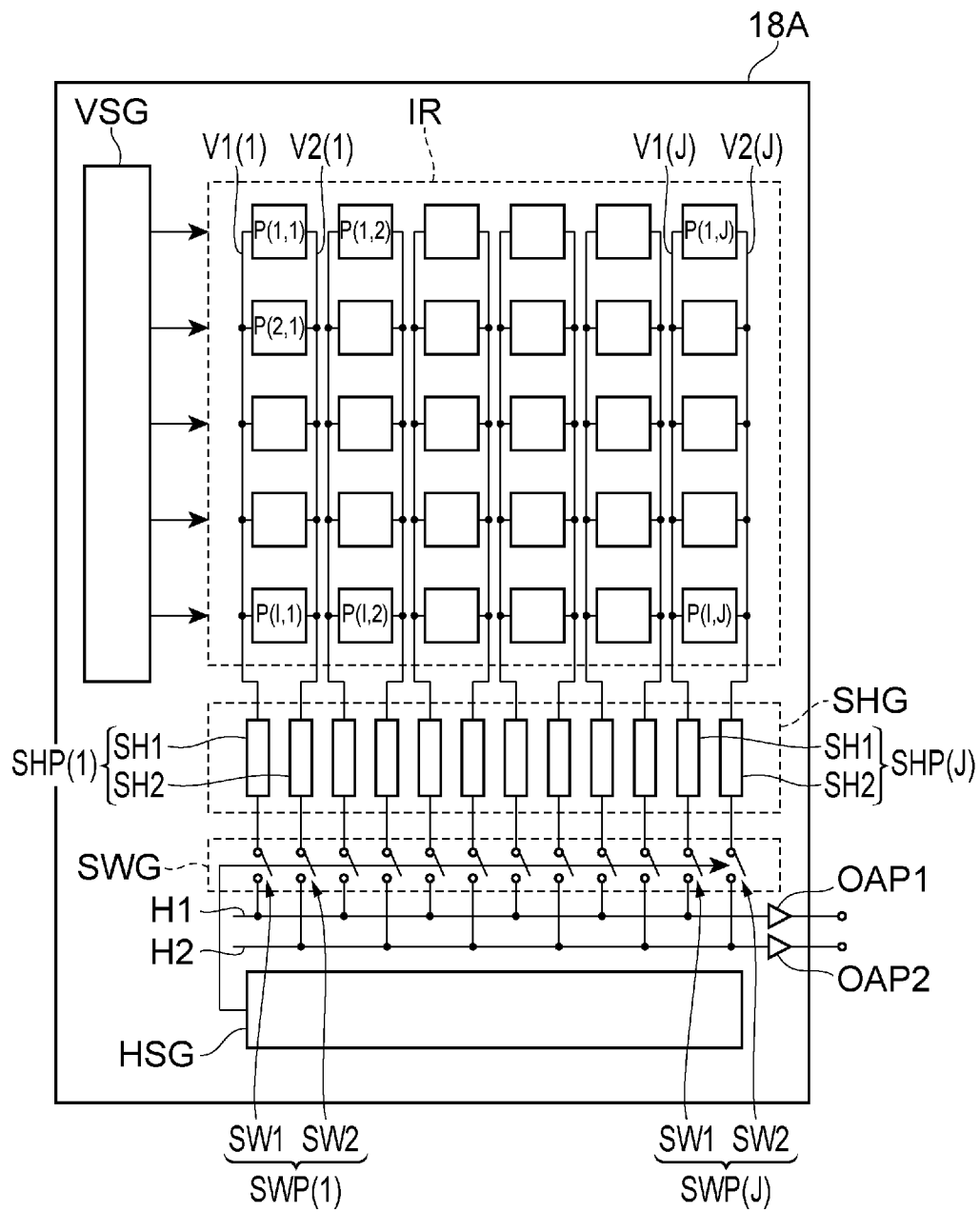
[図13]



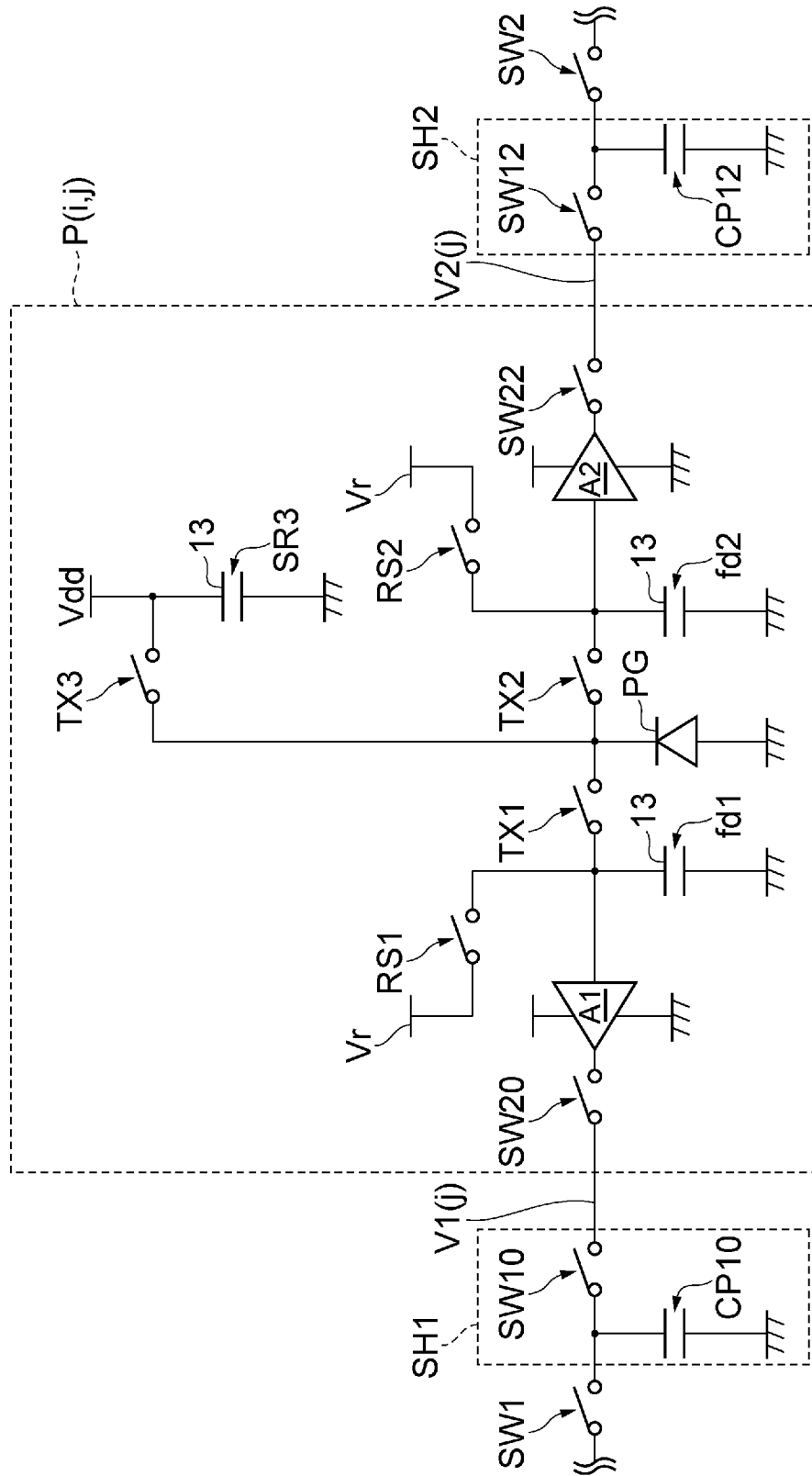
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/061535

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S7/486(2006.01)i, G01C3/06(2006.01)i, G01S17/10(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)

G01C3/00-3/32, G01S7/48-7/51, 17/00-17/95

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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	JP 2013-137237 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 11 July 2013 (11.07.2013), claims 1, 5 to 7; paragraphs [0024] to [0096]; all drawings & US 2014/0327903 A1 claims 1, 5 to 7; paragraphs [0037] to [0110]; all drawings & WO 2013/099348 A1 & EP 2799906 A1 & KR 10-2014-0111639 A	1-8
Y	JP 2009-257780 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 05 November 2009 (05.11.2009), abstract; claims 1 to 5; paragraphs [0001] to [0014], [0037] to [0063]; all drawings (Family: none)	1-8

☒ 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
21 June 2016 (21.06.16)

Date of mailing of the international search report
28 June 2016 (28.06.16)

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/JP2016/061535

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
<u>Y</u> A	JP 10-197635 A (Omron Corp.), 31 July 1998 (31.07.1998), abstract; paragraphs [0018] to [0025]; all drawings (Family: none)	<u>3-8</u> 1-2
A	JP 2000-275340 A (Mitsubishi Electric Corp.), 06 October 2000 (06.10.2000), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	WO 2009/105857 A1 (INSTITUT NATIONAL D'OPTIQUE), 03 September 2009 (03.09.2009), entire text; all drawings & CA 2716980 A1	1-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01S7/486(2006.01)i, G01C3/06(2006.01)i, G01S17/10(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 (IPC))

Int.Cl. G01C3/00-3/32
G01S7/48-7/51, 17/00-17/95

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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	JP 2013-137237 A (浜松ホトニクス株式会社) 2013.07.11, 請求項 1, 5-7, 段落[0024]-[0096], 全図 & US 2014/0327903 A1, 請求項 1, 5-7, 段落[0037]-[0110], 全図 & WO 2013/099348 A1 & EP 2799906 A1 & KR 10-2014-0111639 A	1-8
Y	JP 2009-257780 A (三菱重工業株式会社) 2009.11.05, 要約, 請求項 1-5, 段落[0001]-[0014], [0037]-[0063], 全図 (ファミリーなし)	1-8

☑ 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

21.06.2016

国際調査報告の発送日

28.06.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/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)

神谷 健一

2 S

9705

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

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
<u>Y</u> A	JP 10-197635 A (オムロン株式会社) 1998.07.31, 要約, 段落 [0018]-[0025], 全図 (ファミリーなし)	<u>3 - 8</u> 1 - 2
A	JP 2000-275340 A (三菱電機株式会社) 2000.10.06, 全文, 全図 (フ ァミリーなし)	1 - 8
A	WO 2009/105857 A1 (INSTITUT NATIONAL D'OPTIQUE) 2009.09.03, 全 文, 全図 & CA 2716980 A1	1 - 8