

(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
2017年11月9日(09.11.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/191758 A1

(51) 国際特許分類:

G01S 7/486 (2006.01) H01L 27/146 (2006.01)
G01C 3/06 (2006.01) H04N 5/357 (2011.01)
G01S 17/10 (2006.01) H04N 5/374 (2011.01)
G01S 17/89 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/015746

(22) 国際出願日: 2017年4月19日(19.04.2017)

(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 2016-092660 2016年5月2日(02.05.2016) JP

(71) 出願人: 浜松ホトニクス株式会社 (HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) [JP/JP];

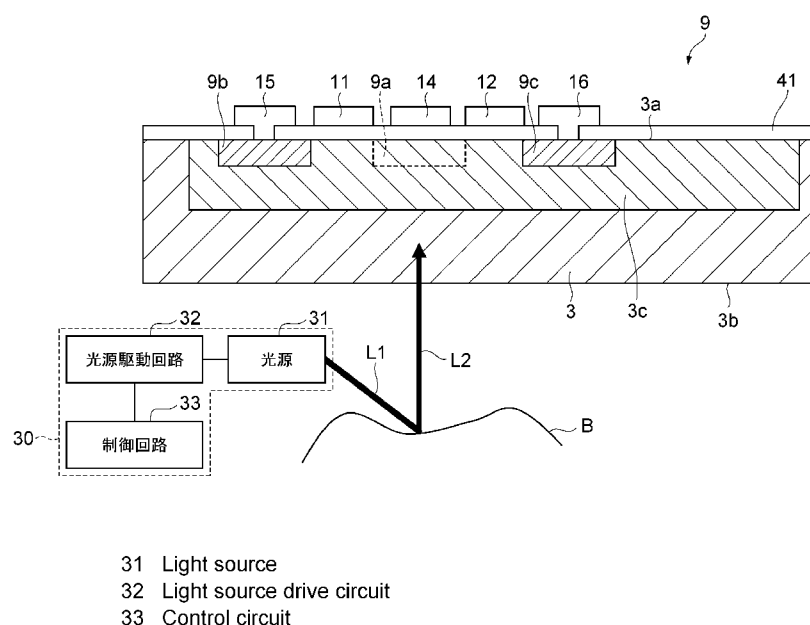
〒4358558 静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 Shizuoka (JP).

(72) 発明者: 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). 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). 鈴木高志 (SUZUKI Takashi); 〒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).

(54) Title: DISTANCE SENSOR, AND METHOD FOR DRIVING DISTANCE SENSOR

(54) 発明の名称: 距離センサおよび距離センサの駆動方法

[図3]



(57) Abstract: The present invention relates to a distance sensor which injects an equal amount of current into storage nodes coupled to each of a plurality of charge collection regions (9b, 9c) between which the charge of a light sensitive region is divided as a result of driving first and second transfer electrodes (11, 12), and which obtains the distance to an object on the basis of information related to the difference between the charge amounts of each of the storage nodes. Saturation of each of the storage nodes caused by disturbance light is avoided by injecting an equal amount of current

[続葉有]



WO 2017/191758 A1



(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 M Y P L A Z A (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, DJ, 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, KH, KN, KP, KR, KW, 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).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

into each of the storage nodes. Meanwhile, information related to the difference between the charge amounts of each of the storage nodes, which does not readily affect current injection, can be obtained by driving the first and second transfer electrodes (11, 12) in accordance with a plurality of frames which respectively indicate electrode drive patterns.

(57) 要約: 本発明は、光感応領域の電荷が第1および第2の転送電極(11, 12)の駆動により振り分けられる電荷収集領域(9b, 9c)にそれぞれ結合された蓄積ノードに等量の電流を注入する一方、蓄積ノードそれぞれの電荷量の差分情報に基づいて対象物までの距離を求める距離センサに関する。蓄積ノードそれぞれに等量の電流を注入することにより各蓄積ノードの外乱光に起因した飽和が回避される一方、電極駆動パターンをそれぞれ示す複数フレームに従って第1および第2の転送電極(11, 12)を駆動させることにより、電流注入の影響を受けにくい、蓄積ノードそれぞれの電荷量の差分情報が得られる。

明 細 書

発明の名称：距離センサおよび距離センサの駆動方法

技術分野

[0001] 本発明は、距離センサおよび距離センサの駆動方法に関するものである。

背景技術

[0002] 光源から光を放出したタイミングと、対象物からの反射光が到達したタイミングとの時間差に基づいて、対象物までの距離を測定する飛行時間（TOF：Time-of-Flight）法が知られている。例えば、下記の特許文献1には、TOF法に基づく距離センサが記載されている。この特許文献1に記載された距離センサは、電荷振分け型の構成を備えており、パルス状の光を照射した後の第1の期間に発生する電荷と、第1の期間後の第2の期間に発生する電荷とが、それぞれ異なる電荷収集領域に結合された蓄積ノードに蓄積される。そして、これらの蓄積ノードに蓄積された電荷量の比に基づいて、対象物までの距離を算出する。

[0003] また、非特許文献1には、三角波状の光を照射し、照射光とその反射光との位相差に基づいて、対象物までの距離を測定する方法が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2011-133464号公報

非特許文献

[0005] 非特許文献1：David Stoppa et al., Introduction to 3D Time-of-Flight Image Sensors, European Solid-State Circuits Conference (ESSCIRC), European Solid-State Device Conference (ESSDERC), 2015

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 発明者らは、上述の従来技術について検討した結果、以下のような課題を発見した。すなわち、距離センサにおいては、一般に、反射光による電荷の

みでなく、外乱光による電荷も蓄積ノードに蓄積される。特許文献 1 に記載された距離センサでは、距離の算出を行う際に、蓄積ノードそれぞれにおいて得られた電荷量から外乱光に相当する電荷量が差し引かれる。したがって、反射光による電荷と外乱光による電荷とが共に蓄積ノードそれぞれに蓄積され、蓄積ノードが飽和し易くなるという課題があった。なお、特許文献 1 に記載された方法では、パルス状の光が出力されるので、外乱光の強さに対する照射光の強度（すなわち S / N 比）を高くすることができるという利点がある。

[0007] また、非特許文献 1 に記載された方法では、三角波状の光が対象物に照射されるので、その 1 周期の間に発生する電荷をすべて取り込むためには、1 周期の間、常にいずれかの転送電極がオン電位（電荷転送を可能にする電位）に設定される必要がある。この場合、外乱光による電荷を多く取り込むこととなり、蓄積ノードそれぞれが飽和し易くなる。また、パルス状の光が出力される場合と比較して、光源の発光状態が連続するので、照射光の強度が低く抑えられ、外乱光の強さに対する照射光の強度（すなわち S / N 比）が低いという課題があった。

[0008] ここで、蓄積ノードの飽和を回避するために、各蓄積ノードに電流を注入して電荷を打ち消すことが考えられる。そのような方式では、外乱光の強度が不明な状態で電流注入を行う必要があるため、各蓄積ノードに等量の電流を注入するとともに、蓄積ノードそれぞれに蓄積された電荷量の差分により対象物までの距離を求め得ることが望まれる。電荷量の差分であれば、注入された電流の影響を受けないからである。しかしながら、上記特許文献 1 および非特許文献 1 に記載された距離センサでは、そのような方法での使用が困難である。

[0009] 本発明は、上述のような課題を解決するためになされたものであり、光感応領域の電荷が複数の転送電極の駆動により振り分けられる電荷収集領域にそれぞれ電氣的に結合された蓄積ノードに等量の電流を注入する一方、蓄積ノードそれぞれの電荷量の差分情報に基づいて対象物までの距離を求めるこ

とを可能にするための構造を備えた距離センサおよび距離センサの駆動方法を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0010] 本実施形態に係る距離センサは、対象物に光を照射し、該対象物からの反射光を検出することにより該対象物までの距離を計測する距離センサであって、その一態様として、光照射部と、半導体基板と、第1の転送電極と、第2の転送電極と、駆動部と、を備える。光照射部は、パルス状の光を対象物に繰り返し照射する。半導体基板は、光感応領域と、第1および第2の電荷収集領域と、を有する。光感応領域は、反射光の光量に応じた電荷を発生する領域である。第1および第2の電荷収集領域それぞれは、光感応領域から所定距離離間した状態で配置され、該光感応領域からの電荷を収集する領域である。第1の転送電極は、光感応領域と第1の電荷収集領域との間の領域上に配置され、オン電位またはオフ電位に設定可能な電極である。ここで、オン電位は、光感応領域から第1の電荷収集領域への電荷転送を可能にする電位であり、オフ電位は、この電荷転送を停止させる電位である。第2の転送電極は、光感応領域と前記第2の電荷収集領域との間の領域上に配置され、光感応領域から第2の電荷収集領域への電荷転送を可能にする電位であり、オフ電位は、この電荷転送を停止させる電位である。駆動部は、それぞれが、第1および第2の転送電極を駆動させるための電極駆動パターンを構成するとともに等間隔の時刻 t_0 、 t_1 、 $\dots$ 、 t_9 で定義された複数のフレームを順に実行することにより、これら第1および第2の転送電極を駆動させる。上述のような構成において、光照射部は、複数のフレームそれぞれにおいて光を時刻 $t_1 \sim t_3$ の間照射する。また、駆動部は、複数のフレームのうちの第1フレームにおいて、第1の転送電極を時刻 $t_0 \sim t_2$ および $t_4 \sim t_6$ の間オン電位に設定する一方、第2の転送電極を時刻 $t_2 \sim t_4$ および $t_6 \sim t_8$ の間オン電位に設定する。更に、駆動部は、第1フレームとは別の第2フレームにおいて、第1の転送電極を時刻 $t_1 \sim t_3$ および $t_5 \sim t_7$ の間オン電位に設定する一方、第2の転送電極を時刻 $t_3 \sim t_5$ および $t_7 \sim t_9$ の間オン電位に設定す

る。

発明の効果

[0011] 本実施形態に係る距離センサは、パルス状の光を対象物に照射する距離センサであって、光感応領域の電荷が複数の転送電極の駆動により振り分けられる電荷収集領域にそれぞれ電氣的に結合された蓄積ノードに等量の電流を注入する一方、蓄積ノードそれぞれの電荷量の差分情報に基づいて対象物までの距離を求めるための構造を有する。そのため、当該距離センサおよび当該距離センサを駆動対象とする駆動方法によれな、蓄積ノードそれぞれに等量の電流を注入することにより各蓄積ノードの外乱光に起因した飽和が回避される一方、電極駆動パターンをそれぞれ示す複数フレームに従って第1および第2の転送電極を駆動させることにより、電流注入の影響を受けにくい、蓄積ノードそれぞれの電荷量の差分情報が得られる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]は、本発明の一実施形態に係る距離センサの構成を示す平面図である。
[図2]は、図1に示された距離センサの各画素の受光部の平面図である。
[図3]は、図2のIII-III線に沿った断面図である。
[図4]は、図2のIV-IV線に沿った断面図である。
[図5]は、或る画素に入射する反射光の強度の時間変化の例を示すグラフ、および2つの転送電極にそれぞれ印加される電圧の時間変化を示すグラフである。
[図6]は、センサ駆動回路による撮像領域の駆動方式を示す図である。
[図7]は、第1フレームの蓄積フレームにおける転送電極の動作を示すタイミングチャート、および第2フレームの蓄積フレームにおける転送電極の動作を示すタイミングチャートである。
[図8]は、第1フレームおよび第2フレームの1回の駆動クロックに対するタイミングチャートを重ねて示す図である。
[図9]は、図8に示されたタイミングチャートにおいて、反射光の受光パルス波形のチャートを更に示す図である。

[図10]図8に示されたタイミングチャートにおいて、反射光の受光パルス波形のチャートを更に示す図である。

[図11]は、各画素からの出力値と、光を照射してから反射光が入射するまでの時間との関係を示すグラフ、第1フレームおよび第2フレームにおける出力値の符号を示す図表、および総電荷量の算出方法を示す図である。

[図12]は、第1フレームおよび第2フレームにおける出力値から距離を算出する方法を示す図である。

[図13]は、電流注入回路の詳細な構成を示す回路図である。

[図14]は、第1変形例に係る駆動方法のタイミングチャートを示す図である。

[図15]は、第1変形例における距離算出方法を説明するための図である。

[図16]は、第2変形例に係る受光部を示す平面図である。

[図17]は、図16のXVII-XVII線に沿った断面図である。

[図18]は、第2変形例におけるセンサ駆動回路の駆動方式を示す図である。

[図19]は、蓄積フレームにおける転送電極の動作を示すタイミングチャートである。

発明を実施するための形態

[0013] [本願発明の実施形態の説明]

最初に本願発明の実施形態の対応それぞれを個別に列挙して説明する。

[0014] (1) 本実施形態に係る距離センサは、対象物に光を照射し、該対象物からの反射光を検出することにより該対象物までの距離を計測する距離センサであって、その一態様として、光照射部と、半導体基板と、第1の転送電極と、第2の転送電極と、駆動部と、を備える。光照射部は、パルス状の光を対象物に繰り返し照射する。半導体基板は、光感応領域と、第1および第2の電荷収集領域と、を有する。光感応領域は、反射光の光量に応じた電荷を発生する領域である。第1および第2の電荷収集領域それぞれは、光感応領域から所定距離離間した状態で配置され、該光感応領域からの電荷を収集する領域である。第1の転送電極は、光感応領域と第1の電荷収集領域との間

の領域上に配置され、オン電位またはオフ電位に設定可能な電極である。ここで、オン電位は、光感应領域から第1の電荷収集領域への電荷転送を可能にする電位であり、オフ電位は、この電荷転送を停止させる電位である。第2の転送電極は、光感应領域と前記第2の電荷収集領域との間の領域上に配置され、光感应領域から第2の電荷収集領域への電荷転送を可能にする電位であり、オフ電位は、この電荷転送を停止させる電位である。駆動部は、それぞれが、第1および第2の転送電極を駆動させるための電極駆動パターンを構成するとともに等間隔の時刻 t_0 、 t_1 、 $\dots$ 、 t_9 で定義された複数のフレームを順に実行することにより、これら第1および第2の転送電極を駆動させる。上述のような構成において、光照射部は、複数のフレームそれぞれにおいて光を時刻 $t_1 \sim t_3$ の間照射する。また、駆動部は、複数のフレームのうちの第1フレームにおいて、第1の転送電極を時刻 $t_0 \sim t_2$ および $t_4 \sim t_6$ の間オン電位に設定する一方、第2の転送電極を時刻 $t_2 \sim t_4$ および $t_6 \sim t_8$ の間オン電位に設定する。更に、駆動部は、第1フレームとは別の第2フレームにおいて、第1の転送電極を時刻 $t_1 \sim t_3$ および $t_5 \sim t_7$ の間オン電位に設定する一方、第2の転送電極を時刻 $t_3 \sim t_5$ および $t_7 \sim t_9$ の間オン電位に設定する。

- [0015] (2) 本実施形態の一態様として、当該距離センサにおける上記駆動部は、それぞれが、第1および第2の転送電極を駆動させるための電極駆動パターンを構成するとともに等間隔の時刻 t_0 、 t_1 、 $\dots$ 、 t_8 で定義された複数のフレームを順に実行することにより、これら第1および第2の転送電極を駆動させてもよい。この場合、光照射部は、複数のフレームそれぞれにおいて光を時刻 $t_1 \sim t_3$ の間照射する。駆動部は、複数のフレームのうちの第1フレームにおいて、第1の転送電極を時刻 $t_0 \sim t_1$ および $t_4 \sim t_5$ の間オン電位に設定する一方、第2の転送電極を時刻 $t_2 \sim t_3$ および $t_6 \sim t_7$ の間オン電位に設定する。更に、駆動部は、第1フレームとは別の第2フレームにおいて、第1の転送電極を時刻 $t_1 \sim t_2$ および $t_5 \sim t_6$ の間オン電位に設定する一方、第2の転送電極を時刻 $t_3 \sim t_4$ および $t_7 \sim t_8$ の間オン電位に設定する。

[0016] (3) 本実施形態の一態様として、当該距離センサは、光照射部と、半導体基板と、第1～第4の転送電極と、駆動部と、を備えてもよい。光照射部は、パルス状の光を対象物に繰り返し照射する。半導体基板は、光感応領域と、第1～第4の電荷収集領域と、を有する。ここで、光感応領域は、反射光の光量に応じた電荷を発生する。第1～第4の電荷収集領域は、それぞれが光感応領域から所定距離離間した状態で配置され、該光感応領域からの電荷を収集する。第1の転送電極は、光感応領域と第1の電荷収集領域との間の領域上に配置され、第2の転送電極は、光感応領域と第2の電荷収集領域との間の領域上に配置され、第3の転送電極は、光感応領域と第3の電荷収集領域との間の領域上に配置され、第4の転送電極は、光感応領域と第4の電荷収集領域との間の領域上に配置される。第1～第4の転送電極のそれぞれは、光感応領域から対応する電荷収集領域への電荷転送を可能にするオン電位、または、この電荷転送を停止させるオフ電位に設定可能な電極である。駆動部は、それぞれが、第1～第4の転送電極を駆動させるための電極駆動パターンを構成するとともに等間隔の時刻 t_0 、 t_1 、 $\dots$ 、 t_8 で定義された複数のフレームを順に実行することにより、これら第1～第4の転送電極を駆動させる。上述のような構成において、光照射部は、複数のフレームそれぞれにおいて光を時刻 $t_1 \sim t_3$ の間照射する。駆動部は、複数のフレームそれぞれにおいて、第1の転送電極を時刻 $t_0 \sim t_1$ および $t_4 \sim t_5$ の間オン電位に設定し、第2の転送電極を時刻 $t_1 \sim t_2$ および $t_5 \sim t_6$ の間オン電位に設定し、第3の転送電極を時刻 $t_2 \sim t_3$ および $t_6 \sim t_7$ の間オン電位に設定し、第4の転送電極を時刻 $t_3 \sim t_4$ および $t_7 \sim t_8$ の間オン電位に設定する。

[0017] (4) 本実施形態に係る距離センサの駆動方法は、対象物に光を照射し、該対象物からの反射光を検出することにより該対象物までの距離を計測する距離センサを駆動する。駆動対象となる距離センサは、光照射部と、半導体基板と、第1の転送電極と、第2の転送電極と、を備える。光照射部は、パルス状の光を対象物に繰り返し照射する。半導体基板は、光感応領域と、第1および第2の電荷収集領域と、を有する。光感応領域は、反射光の光量に

応じた電荷を発生する領域である。第1および第2の電荷収集領域それぞれは、光感应領域から所定距離離間した状態で配置され、該光感应領域からの電荷を収集する領域である。第1の転送電極は、光感应領域と第1の電荷収集領域との間の領域上に配置され、オン電位またはオフ電位に設定可能な電極である。ここで、オン電位は、光感应領域から第1の電荷収集領域への電荷転送を可能にする電位であり、オフ電位は、この電荷転送を停止させる電位である。第2の転送電極は、光感应領域と前記第2の電荷収集領域との間の領域上に配置され、光感应領域から第2の電荷収集領域への電荷転送を可能にする電位であり、オフ電位は、この電荷転送を停止させる電位である。当該駆動方法は、その一態様として、それぞれが、第1および第2の転送電極を駆動させるための電極駆動パターンを構成するとともに等間隔の時刻 t_0 、 t_1 、 $\dots$ 、 t_9 で定義された複数のフレームを順に実行する。具体的に、当該駆動方法では、複数のフレームそれぞれにおいて光照射部から光が時刻 $t_1 \sim t_3$ の間照射される。また、当該駆動方法では、複数のフレームのうちの第1フレームにおいて、第1の転送電極が時刻 $t_0 \sim t_2$ および $t_4 \sim t_6$ の間オン電位に設定される一方、第2の転送電極が時刻 $t_2 \sim t_4$ および $t_6 \sim t_8$ の間オン電位に設定される。更に、当該駆動方法では、第1フレームとは別の第2フレームにおいて、第1の転送電極が時刻 $t_1 \sim t_3$ および $t_5 \sim t_7$ の間オン電位に設定される一方、第2の転送電極が時刻 $t_3 \sim t_5$ および $t_7 \sim t_9$ の間オン電位に設定される。

[0018] (5) 本実施形態の一態様として、当該駆動方法は、上述のような構造を有する距離センサを駆動対象とし、それぞれが、第1および第2の転送電極を駆動させるための電極駆動パターンを構成するとともに等間隔の時刻 t_0 、 t_1 、 $\dots$ 、 t_8 で定義された複数のフレームを順に実行してもよい。この場合、当該駆動方法では、複数のフレームそれぞれにおいて光照射部から光が各フレームの時刻 $t_1 \sim t_3$ の間照射される。また、当該駆動方法では、複数のフレームのうちの第1フレームにおいて、第1の転送電極が時刻 $t_0 \sim t_1$ および $t_4 \sim t_5$ の間オン電位に設定される一方、第2の転送電極が時刻 $t_2 \sim t_3$ お

よび $t_6 \sim t_7$ の間オン電位に設定される。更に、当該駆動方法では、第1フレームとは別の第2フレームにおいて、第1の転送電極が時刻 $t_1 \sim t_2$ および $t_5 \sim t_6$ の間オン電位に設定される一方、第2の転送電極が時刻 $t_3 \sim t_4$ および $t_7 \sim t_8$ の間オン電位に設定される。

[0019] (6) 本実施形態の一態様として、当該駆動方法の駆動対象となる距離センサは、光照射部と、半導体基板と、第1～第4の転送電極と、を備えてもよい。光照射部は、パルス状の光を対象物に繰り返し照射する。半導体基板は、光感応領域と、第1～第4の電荷収集領域と、を有する。ここで、光感応領域は、反射光の光量に応じた電荷を発生する。第1～第4の電荷収集領域は、それぞれが光感応領域から所定距離離間した状態で配置され、該光感応領域からの電荷を収集する。第1の転送電極は、光感応領域と第1の電荷収集領域との間の領域上に配置され、第2の転送電極は、光感応領域と第2の電荷収集領域との間の領域上に配置され、第3の転送電極は、光感応領域と第3の電荷収集領域との間の領域上に配置され、第4の転送電極は、光感応領域と第4の電荷収集領域との間の領域上に配置される。第1～第4の転送電極のそれぞれは、光感応領域から対応する電荷収集領域への電荷転送を可能にするオン電位、または、この電荷転送を停止させるオフ電位に設定可能な電極である。上述のような構造を有する距離センサを駆動対象とする当該駆動方法は、それぞれが、第1～第4の転送電極を駆動させるための電極駆動パターンを構成するとともに等間隔の時刻 t_0 、 t_1 、 $\dots$ 、 t_8 で定義された複数のフレームを順に実行する。具体的に、当該駆動方法では、複数のフレームそれぞれにおいて、光照射部から光が時刻 $t_1 \sim t_3$ の間照射され、第1の転送電極が時刻 $t_0 \sim t_1$ および $t_4 \sim t_5$ の間オン電位に設定され、第2の転送電極が時刻 $t_1 \sim t_2$ および $t_5 \sim t_6$ の間オン電位に設定され、第3の転送電極が時刻 $t_2 \sim t_3$ および $t_6 \sim t_7$ の間オン電位に設定され、第4の転送電極が時刻 $t_3 \sim t_4$ および $t_7 \sim t_8$ の間オン電位に設定される。

[0020] (7) 上記の種々の態様それぞれに係る距離センサおよび駆動方法によれば、後述する実施形態において述べるとおり、各蓄積ノードに蓄積された電

荷量の差分により距離を求めることができる。従って、各蓄積ノードに等量の電流を注入することによって各蓄積ノードの飽和を回避することが可能になる。

[0021] (8) 本実施形態に係る距離センサおよびその九度追う方法それぞれの態様として、半導体基板は、光感应領域から所定距離離間した状態で配置された、該光感应領域からの電荷を収集する第5の電荷収集領域を更に有してもよく、この構成に対応して、距離センサは、光感应領域と第5の電荷収集領域との間の領域上に配置された第5の転送電極を更に備えてもよい。この場合、距離センサでは、駆動部が、第5の転送電極を、他の転送電極が最初にオン電位に設定されてから最後にオフ電位に設定されるまでの期間を除いて、オン電位に設定する。一方、駆動方法では、第5の転送電極が、他の転送電極が最初にオン電位に設定されてから最後にオフ電位に設定されるまでの期間を除いてオン電位に設定される。

[0022] (9) 上記の種々の態様それぞれに係る距離センサおよび駆動方法によれば、第1および第2の転送電極（若しくは第1～第4の転送電極）が駆動している期間以外では第5の転送電極を用いて外乱光による電荷を排出することができる。従って、外乱光による飽和の更なる抑制、および外乱光によるショットノイズの低減が可能となるので、外乱光に対する耐性および測距精度をより向上させることができる。

[0023] 以上、この[本願発明の実施形態の説明]の欄に列挙された各態様は、残りの全ての態様のそれぞれに対して、または、これら残りの態様の全ての組み合わせに対して適用可能である。

[0024] [本願発明の実施形態の詳細]

以下、本実施形態に係る距離センサおよび距離センサの駆動方法の具体的な構造を、添付図面を参照しながら詳細に説明する。なお、本発明はこれらの例示に限定されるものではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内での全ての変更が含まれることが意図される。また、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複す

る説明を省略する。

[0025] 図1は、本発明の一実施形態に係る距離センサ1Aの構成を示す平面図である。距離センサ1Aは、対象物に光を照射し、該対象物からの反射光を検出することにより対象物までの距離を計測する。図1に示されたように、距離センサ1Aは、半導体基板3上に形成された撮像領域5と、センサ駆動回路7（駆動部）と、処理回路8と、を備える。センサ駆動回路7は、撮像領域5を駆動する。処理回路8は、撮像領域5の出力を処理する。撮像領域5は、半導体基板3上に一次元または二次元状に配列された複数の画素Pを備える。図1では、第m行第n列の画素P（m，n）が示されている（m，nは自然数）。各画素P（m，n）は、受光部9と、電流注入回路20とを含む。撮像領域5は、対象物からの反射光を画素Pごとに検出する。そして、光が照射されてから反射光が到達するまでの時間を画素Pごとに求めることにより、対象物の画像の画素Pごとの距離が求められる。当該距離センサ1Aは、電荷振分け型の距離センサであって、光が照射されてから反射光が到達するまでの時間を、各画素P内で2カ所に振り分けられた電荷量の比率に応じて求める。

[0026] 図2は、図1に示された距離センサ1Aの各画素P（m，n）の受光部9の平面図である。図3および図4は、それぞれ図2のIII-III線およびIV-IV線に沿った断面図であって、受光部9の断面構成を示す。なお、図3には、光源ユニット30が併せて示されている。

[0027] 図2に示されたように、本実施形態の受光部9は、転送電極11（第1の転送電極）と、転送電極12（第2の転送電極）と、転送電極13（第5の転送電極）と、フォトゲート電極14と、信号取出電極15，16と、電荷排出用電極17と、を有する。なお、図2では転送電極11，12および信号取出電極15，16がそれぞれ2個ずつ設けられているが、これらはそれぞれ1個ずつ設けられてもよい。また、図2では転送電極13および電荷排出用電極17が2個ずつ設けられているが、これらは1個ずつ設けられてもよい。

[0028] 図3に示されたように、受光部9は、光感応領域9aと、電荷収集領域9b（第1の電荷収集領域）と、電荷収集領域9c（第2の電荷収集領域）とを更に有する。光感応領域9aは、反射光L2を受けてその光量に応じた電荷を発生する。電荷収集領域9b、9cは、光感応領域9aを挟んだ状態で該光感応領域9aに隣接するようそれぞれ配置されている。電荷収集領域9b、9cそれぞれが光感応領域9aからの電荷を収集することで、それぞれに結合された蓄積ノードに電荷が蓄積する。なお、図3では、電荷収集領域9b、9cの間に光感応領域9aが配置されているが、電荷収集領域9b、9cは、光感応領域9aの一方の側に隣接してもよく、互いの位置関係に制約は無い。

[0029] 具体的には、半導体基板3は高濃度のp型（第2導電型）半導体からなり、各画素P(m, n)の受光部9は、半導体基板3の表面3a側に設けられた低濃度のp型（第2導電型）の表面領域3cを有する。また、半導体基板3の表面3a上には絶縁層41が形成されており、電荷収集領域9b、9c間の表面領域3c上にはフォトゲート電極14が絶縁層41を介して形成されている。フォトゲート電極14の直下に位置する表面領域3c内の領域が、光感応領域9aとなる。光感応領域9aのポテンシャルは、フォトゲート電極14への印加電圧によって制御される。フォトゲート電極14には、必要に応じてわずかな正の直流電圧が印加される。これにより、光感応領域9aへの光の入射に応じて正孔電子対が発生する。

[0030] 電荷収集領域9b、9cは、半導体基板3の表面領域3c側に形成された高濃度のn型（第1導電型）領域である。電荷収集領域9b、9cは、フローティングディフュージョン領域あるいは電荷蓄積領域とも呼ばれる。n型半導体は、電氣的に中性の状態で電子をキャリアとして有しており、キャリアが抜けた場合には、正にイオン化する。すなわち、高濃度のn型の電荷収集領域9b、9cのバンド構造は、大きく下向きに凹む形となり、ポテンシャル井戸を構成する。信号取出電極15は電荷収集領域9b上に形成されており、信号取出電極16は電荷収集領域9c上に形成されている。信号取出

電極 1 5, 1 6 は、絶縁層 4 1 に形成された開口を介して、各電荷収集領域 9 b, 9 c に接触している。

[0031] 転送電極 1 1 は、光感应領域 9 a と電荷収集領域 9 b との間の領域上に配置される。転送電極 1 2 は、光感应領域 9 a と電荷収集領域 9 c との間の領域上に配置される。転送電極 1 1 に正電位（オン電位）が与えられると、転送電極 1 1 の直下の領域のポテンシャルが、光感应領域 9 a のポテンシャルと電荷収集領域 9 b のポテンシャルとの中間の大きさとなる。これにより、光感应領域 9 a から電荷収集領域 9 b へのポテンシャルの階段が形成され、電荷収集領域 9 b のポテンシャル井戸内に電子が落ち込むことになる（井戸内に電荷が蓄積される）。同様に、転送電極 1 2 に正電位（オン電位）が与えられると、転送電極 1 2 の直下の領域のポテンシャルが、光感应領域 9 a のポテンシャルと電荷収集領域 9 c のポテンシャルとの中間の大きさとなる。従って、光感应領域 9 a から電荷収集領域 9 c へのポテンシャルの階段が形成され、電荷収集領域 9 c のポテンシャル井戸内に電子が落ち込む。

[0032] なお、本実施形態では、電荷収集領域 9 b, 9 c 上に信号取出電極 1 5, 1 6 を設けて信号を取り出す構造を採用しているが、電荷収集領域 9 b, 9 c の隣に信号取り出し用の高濃度領域を別途設け、この高濃度領域と電荷収集領域 9 b, 9 c との間の領域上に別の転送電極を配置し、高濃度領域上に信号取出電極を設けて信号を取り出すことも可能である。

[0033] 光源ユニット 3 0 は、対象物 B に光 L 1 を照射するための光照射部であって、光源 3 1 と、光源駆動回路 3 2 と、制御回路 3 3 と、を備える。光源 3 1 は、レーザ素子または発光ダイオードといった半導体発光素子を含む。光源駆動回路 3 2 は、光源 3 1 を高周波駆動する。制御回路 3 3 は、光源駆動回路 3 2 の駆動クロックを出力する。また、光源 3 1 からは、方形波の強度変調が行われたパルス光が対象物 B に対して周期的に繰り返し照射される。

[0034] 光源 3 1 からの照射光 L 1 は、対象物 B の表面にて反射し、反射光 L 2 として距離センサ 1 A の撮像領域 5 内の画素 P (m, n) それぞれに半導体基板 3 の裏面 3 b 側から入射する。なお、半導体基板 3 の裏面 3 b と対向して

、画素P (m, n) それぞれに対応する複数の結像レンズが配置されてもよい。

[0035] 図4に示されたように、受光部9は、2つの電荷収集領域9d (第5の電荷収集領域) を更に有する。電荷収集領域9dは、半導体基板3の表面領域3cに形成されており、光感応領域9aを挟んだ状態で該光感応領域9aに隣接するよう配置されている。そして、電荷排出用電極17はこの電荷収集領域9d上に形成されている。電荷排出用電極17は、絶縁層41に形成された開口を介して、電荷収集領域9dに接触している。転送電極13は、光感応領域9aと電荷収集領域9dとの間の領域上に配置される。転送電極13に正電位 (オン電位) が与えられると、光感応領域9aから電荷収集領域9dへ電荷が移動し、電荷収集領域9dのポテンシャル井戸内に電荷が蓄積される。なお、電荷収集領域9dの具体的な構成は、電荷収集領域9b, 9cと同様である。

[0036] 図5 (a) は、或る画素P (m, n) に入射する反射光の強度の時間変化の例を示すグラフである。図5 (b) は、転送電極11に印加される電圧の時間変化を示すグラフである。図5 (c) は、転送電極12に印加される電圧の時間変化を示すグラフである。図5 (a) に示されるように、反射光L2は、光照射タイミング T_1 から対象物Bまでの距離に応じた時間tだけ遅延して画素P (m, n) に入射する。

[0037] 図5 (b) に示されたように、転送電極11は、光照射後の第1の期間 H_1 にオン電位に設定され、その後の第2の期間 H_2 にオフ電位に設定される。また、図5 (c) に示されたように、転送電極12は、第1の期間 H_1 にオフ電位に設定され、第2の期間 H_2 にオン電位に設定される。そして、反射光L2の一部 (図中のグラフの領域 A_1) が、第1の期間 H_1 内に画素P (m, n) に入射したとする。このとき、転送電極11がオン電位に設定される一方、転送電極12がオフ電位に設定されているので、光感応領域9aにおいて発生した電荷は、電荷収集領域9bに移動し、蓄積される。反射光L2の残部 (図中のグラフの領域 A_2) は、第2の期間 H_2 内に画素P (m, n) に入射する

。このとき、転送電極 1 2 がオン電位に設定される一方、転送電極 1 1 がオフ電位に設定されているので、光感应領域 9 a において発生した電荷は、電荷収集領域 9 c に移動し、蓄積される。したがって、電荷収集領域 9 b に蓄積された電荷量（電荷収集領域 9 b に電氣的に結合された蓄積ノードの電荷量）と、電荷収集領域 9 c に蓄積された電荷量（電荷収集領域 9 c に電氣的に結合された蓄積ノードの電荷量）との比率を求めることによって、遅延時間 t すなわち対象物 B までの距離を知ることができる。

[0038] ここで、本実施形態の処理回路 8 は、電荷収集領域 9 b に電荷と、電荷収集領域 9 c に蓄積された電荷とを互いに相殺することによって、これらの電荷量の差分を出力するものであってもよい。そのような場合であっても、電荷収集領域 9 b, 9 c にそれぞれ蓄積された電荷量の合計（電荷収集領域 9 b, 9 c にそれぞれ結合された蓄積ノードの電荷量の合計）を知ることができれば、電荷収集領域 9 b に蓄積された電荷量と、電荷収集領域 9 c に蓄積された電荷量との比率を知ることができる。以下、電荷収集領域 9 b, 9 c にそれぞれ蓄積された電荷量の合計を知るための撮像領域 5 の駆動方式（本実施形態による距離センサの駆動方法）について説明する。

[0039] 本実施形態のセンサ駆動回路 7 は、時分割された複数のフレーム（それぞれが転送電極の駆動パターンを示す）を順に実行することにより転送電極 1 1, 1 2 を駆動する。図 6 は、センサ駆動回路 7 による撮像領域 5 の駆動方式を示す図である。図 6 に示されたように、本実施形態の駆動方式では、第 1 フレーム F 1 および第 2 フレーム F 2 が交互に繰り返されながら、各フレーム F 1, F 2 内の処理が行われる。図 6 には、各フレーム F 1, F 2 内の処理内容が併せて示されている。各フレーム F 1, F 2 内では、電荷収集領域 9 b, 9 c への電荷蓄積（電荷収集領域 9 b, 9 c にそれぞれ結合された蓄積ノードへの電荷蓄積）を行う蓄積フレーム F 3 と、電荷収集領域 9 b, 9 c からの電荷の読出しを行う読出フレーム F 4 とが交互に繰り返される。

[0040] 図 7 (a) および図 7 (b) は、蓄積フレーム F 3 における転送電極 1 1 ~ 1 3 の動作を示すタイミングチャートである。図 7 (a) は、第 1 フレーム

ムF 1におけるタイミングチャートを示し、図7 (b)は、第2フレームF 2におけるタイミングチャートを示す。これら図7 (a)および図7 (b)には、制御回路3 3から出力される光源駆動回路3 2の駆動クロックCL (すなわち光源3 1から出力されるパルス光の強度の時間変化)と、転送電極1 1に印加される駆動電圧 V_{tx1} と、転送電極1 2に印加される駆動電圧 V_{tx2} と、転送電極1 3に印加される駆動電圧 V_{txr} とが示されている。

[0041] 蓄積フレームF 3では、駆動クロックCLが一回立ち上がる毎に、或る周期Tでもって駆動電圧 V_{tx1} および V_{tx2} がオン電位とオフ電位とを2回ずつ繰り返される。周期Tは、駆動クロックCLのオン時間 t_L の2倍 (すなわち $T = 2 t_L$) に設定される。また、各周期における駆動電圧 V_{tx1} および V_{tx2} のオン時間 (オン電位に設定されている期間) は駆動クロックCLのオン時間 t_L と等しい。

[0042] 具体的には、図7 (a)および図7 (b)に示されたように、第1フレームF 1および第2フレームF 2それぞれの蓄積フレームF 3において、等間隔の時刻 t_0 、 t_1 、 $\dots$ 、 t_9 が定義される。これらの間隔は、照射光L 1の一回の照射時間 t_L の半分である。このとき、光源ユニット3 0は、照射光L 1を時刻 $t_1 \sim t_3$ の間照射する。そして、図7 (a)に示されたように、センサ駆動回路7は、第1フレームF 1において、駆動電圧 V_{tx1} を時刻 $t_0 \sim t_2$ および $t_4 \sim t_6$ の間オン電位に設定し、駆動電圧 V_{tx2} を時刻 $t_2 \sim t_4$ および $t_6 \sim t_8$ の間オン電位に設定する。また、図7 (b)に示されたように、センサ駆動回路7は、第2フレームF 2において、駆動電圧 V_{tx1} を時刻 $t_1 \sim t_3$ および $t_5 \sim t_7$ の間オン電位に設定し、駆動電圧 V_{tx2} を時刻 $t_3 \sim t_5$ および $t_7 \sim t_9$ の間オン電位に設定する。

[0043] なお、転送電極1 3に印加される駆動電圧 V_{txr} は、他の駆動電圧 V_{tx1} 、 V_{tx2} が最初にオン電位に設定されてから最後にオフ電位に設定されるまでの期間を除いてオン電位に設定される。すなわち、駆動電圧 V_{txr} は、第1フレームF 1においては時刻 $t_0 \sim t_8$ の間オフ電位に設定され、第2フレームF 2においては時刻 $t_1 \sim t_9$ の間オフ電位に設定され、その他の期間に

においてオン電位に設定される。

[0044] 上記の動作を言い換えると、次のようになる。第1フレームF1では、駆動電圧 $V_{t \times 1}$ が、駆動クロックCLの立ち上がりタイミングに対して($t_L/2$)だけ早いタイミングで立ち上がる。以下、この第1フレームF1での駆動電圧 $V_{t \times 1}$ の位相を 0° とする。駆動電圧 $V_{t \times 2}$ は、駆動電圧 $V_{t \times 1}$ の立ち上がりタイミングに対して t_L だけ遅いタイミングで立ち上がる。言い換えれば、第1フレームF1での駆動電圧 $V_{t \times 2}$ の位相は 180° である。第2フレームF2では、駆動電圧 $V_{t \times 1}$ が、駆動クロックCLの立ち上がりタイミングと同じタイミングで立ち上がる。言い換えれば、第2フレームF2での駆動電圧 $V_{t \times 1}$ の位相は 90° である。また、駆動電圧 $V_{t \times 2}$ は、駆動電圧 $V_{t \times 1}$ の立ち上がりタイミングに対して t_L だけ遅いタイミングで立ち上がる。言い換えれば、第2フレームF2での駆動電圧 $V_{t \times 2}$ の位相は 270° である。

[0045] ここで図8は、理解の容易のため、図7(a)、図7(b)に示された第1フレームF1および第2フレームF2の1回の駆動クロックCLに対するタイミングチャートを重ねて示す図である。駆動電圧 $V_{t \times 1}(1)$ 、駆動電圧 $V_{t \times 2}(1)$ はそれぞれ第1フレームF1での駆動電圧 $V_{t \times 1}$ 、 $V_{t \times 2}$ を示し、駆動電圧 $V_{t \times 1}(2)$ 、駆動電圧 $V_{t \times 2}(2)$ はそれぞれ第2フレームF2での駆動電圧 $V_{t \times 1}$ 、 $V_{t \times 2}$ を示す。

[0046] 図9および図10は、図8に示されたタイミングチャートにおいて、反射光L2の受光パルス波形のチャートを更に示す。いま、図9に示されたように、対象物Bに光L1を照射してから時間($t_L/3$)後に反射光L2が当該画素P(m, n)に入射したとする。このとき、第1フレームF1では、図9中の領域A₃の面積に相当する電荷が電荷収集領域9bに蓄えられ、領域A₄の面積に相当する電荷が電荷収集領域9cに蓄えられる。反射光L2により生じる総電荷量をQとすると、電荷収集領域9bに蓄えられる電荷量は $Q/6$ であり、電荷収集領域9cに蓄えられる電荷量は $(5 \times Q/6)$ である。また、第2フレームF2では、図中の領域A₅の面積に相当する電荷が電荷収

集領域 9 b に蓄えられ、領域 A_6 の面積に相当する電荷が電荷収集領域 9 c に蓄えられる。このとき電荷収集領域 9 b に蓄えられる電荷量は $(2 \times Q / 3)$ であり、電荷収集領域 9 c に蓄えられる電荷量は $Q / 3$ である。そして、第 1 フレーム F 1 での電荷収集領域 9 c の電荷量 $(5 \times Q / 6)$ から第 1 フレーム F 1 での電荷収集領域 9 b の電荷量 $Q / 6$ を差し引くと、 $(2 \times Q / 3)$ という値が得られる。同様に、第 2 フレーム F 2 での電荷収集領域 9 c の電荷量 $Q / 3$ から第 2 フレーム F 2 での電荷収集領域 9 b の電荷量 $(2 \times Q / 3)$ を差し引くと、 $-Q / 3$ という値が得られる。そして、これらの絶対値を加算すると、反射光 L 2 により生じる総電荷量 Q が得られる。

[0047] 次に、図 10 に示されたように、対象物に光 L 1 を照射してから時間 $(3 \times t_L / 4)$ 後に反射光 L 2 が当該画素 P (m, n) に入射したとする。このとき、第 1 フレーム F 1 では、図中の領域 A_7 の面積に相当する電荷が電荷収集領域 9 b に蓄えられ、領域 A_8 の面積に相当する電荷が電荷収集領域 9 c に蓄えられる。このとき電荷収集領域 9 b に蓄えられる電荷量は $Q / 4$ であり、電荷収集領域 9 c に蓄えられる電荷量は $(3 \times Q / 4)$ である。また、第 2 フレーム F 2 では、図中の領域 A_9 の面積に相当する電荷が電荷収集領域 9 b に蓄えられ、領域 A_{10} の面積に相当する電荷が電荷収集領域 9 c に蓄えられる。このとき電荷収集領域 9 b に蓄えられる電荷量は $Q / 4$ であり、電荷収集領域 9 c に蓄えられる電荷量は $(3 \times Q / 4)$ である。そして、第 1 フレーム F 1 での電荷収集領域 9 c の電荷量 $(3 \times Q / 4)$ から第 1 フレーム F 1 での電荷収集領域 9 b の電荷量 $Q / 4$ を差し引くと、 $Q / 2$ という値が得られる。同様に、第 2 フレーム F 2 での電荷収集領域 9 c の電荷量 $(3 \times Q / 4)$ から第 2 フレーム F 2 での電荷収集領域 9 b の電荷量 $Q / 4$ を差し引くと、 $Q / 2$ という値が得られる。そして、これらの絶対値を加算すると、反射光 L 2 により生じる総電荷量 Q が得られる。

[0048] 上記の例から明らかなように、位相 180° すなわち時刻 $t_2 \sim t_4$ 、 $t_6 \sim t_8$ において収集された電荷量から、位相 0° すなわち時刻 $t_0 \sim t_2$ 、 $t_4 \sim t_6$ において収集された電荷量を差し引いた値の絶対値と、位相 270° すなわち

時刻 $t_3 \sim t_5$ 、 $t_7 \sim t_9$ において収集された電荷量から、位相 90° すなわち時刻 $t_1 \sim t_3$ 、 $t_5 \sim t_7$ において収集された電荷量を差し引いた値の絶対値とを加算することにより、反射光 L_2 により生じる総電荷量 Q を得ることができる。したがって、このようにして得られる総電荷量 Q と、処理回路 8 から得られる、電荷収集領域 9 b、9 c にそれぞれ結合された蓄積ノードに蓄積された電荷量の差とに基づいて、電荷収集領域 9 b、9 c にそれぞれ蓄積された電荷量の比率（電荷収集領域 9 b、9 c にそれぞれ結合された蓄積ノードに蓄積された電荷量の比率）を求め、遅延時間 t すなわち対象物 B までの距離を知ることができる。

[0049] 上述した距離算出方法について、さらに一般化して説明する。図 11 (a) は、電荷収集領域 9 c に結合された蓄積ノードの電荷量から電荷収集領域 9 b に結合された蓄積ノードの電荷量を差し引いた値（すなわち各画素 $P(m, n)$ からの出力値）と、光 L_1 を照射してから反射光 L_2 が入射するまでの時間 t （すなわち対象物 B までの距離）との関係を示すグラフである。図 11 (a) において、グラフ G_{11} は第 1 フレーム F_1 における出力値を示し、グラフ G_{12} は第 2 フレーム F_2 における出力値を示す。なお、便宜上、出力値はその最大値が 1、最小値が -1 となるように規格化されている。

[0050] 図 11 (a) のグラフ G_{11} に示されたように、第 1 フレーム F_1 では、 $0 < t < t_L/2$ の区間 D_1 において出力値が 0 から 1 まで上昇し、 $t_L/2 < t < t_L$ の区間 D_2 において出力値が 1 から 0 まで下降し、 $t_L < t < (3 \times t_L/2)$ の区間 D_3 において出力値が 0 から -1 まで更に下降し、 $(3 \times t_L/2) < t < 2 t_L$ の区間 D_4 において出力値が -1 から 0 まで上昇する。また、グラフ G_{12} に示されたように、第 2 フレーム F_2 では、区間 D_1 において出力値が -1 から 0 まで上昇し、区間 D_2 において出力値が 0 から 1 まで更に上昇し、区間 D_3 において出力値が 1 から 0 まで下降し、区間 D_4 において出力値が 0 から -1 まで更に下降する。

[0051] すなわち、図 11 (b) の図表に示されたように、第 1 フレーム F_1 およ

び第2フレームF₂における出力値の符号が、区間D₁ではそれぞれ（－）、（＋）となり、区間D₂ではそれぞれ（＋）、（＋）となり、区間D₃ではそれぞれ（＋）、（－）となり、区間D₄ではそれぞれ（－）、（－）となる。したがって、第1フレームF₁および第2フレームF₂における出力値の符号の組み合わせに基づいて、光L₁を照射してから反射光L₂が入射するまでの時間tが、区間D₁～D₄のうち何れの区間に存在するかを判別することができる。

[0052] 次に、図11（c）に示されたように、第1フレームF₁および第2フレームF₂の各出力値の絶対値がとられる。具体的には、区間D₁においては第2フレームF₂の出力値（グラフG₁₂）の符号が反転され、区間D₃においては第1フレームF₁の出力値（グラフG₁₁）の符号が反転され、区間D₃においては第1フレームF₁および第2フレームF₂の各出力値の符号が反転される（図のグラフG₁₃、G₁₄）。その後、第1フレームF₁および第2フレームF₂の各出力値の絶対値を加算することにより、時間tによらず一定値のグラフG₂₁が得られる。このグラフG₂₁が、反射光L₂により生じる総電荷量（前述した電荷量Q）を表す。

[0053] 続いて、図12（a）に示されたように、区間D₃、D₄における第2フレームF₂の出力値（図11（a）のグラフG₁₂）の符号が反転される。これにより、区間D₁、D₂における第2フレームF₂の出力値と、区間D₃、D₄における第2フレームF₂の出力値とが共に時間tに対して正の傾きを持つこととなる。そして、図12（b）に示されたように、区間D₁、D₂における第2フレームF₂の出力値と、区間D₃、D₄における第2フレームF₂の出力値との双方に対し、1／4が乗算される。最後に、区間D₁、D₂における第2フレームF₂の出力値と、区間D₃、D₄における第2フレームF₂の出力値とのそれぞれに適切なオフセット値が加算されることによって、図12（c）に示されるように、 $0 \leq t \leq 2t_L$ の範囲において出力値が0から1まで増加する線形なグラフG₂₂が得られる。その結果、グラフG₂₁とグラフG₂₂とに基づいて、時間tすなわち対象物Bまでの距離を知ることができる。な

お、図 1 2 (a) ～図 1 2 (c) に示された各演算の順序は上記に限られず、異なる順序で行われてもよい。或いは、図 1 2 (a) ～図 1 2 (c) に示された各演算は同時に行われてもよい。また、図 1 2 (a) ～図 1 2 (c) の説明では第 2 フレーム F 2 の出力値を用いたが、第 1 フレーム F 1 の出力値を用いて図 1 2 (c) のグラフ G 2 2 を算出してもよい。

[0054] 本実施形態に係る距離センサ 1 A および駆動方法によれば、上述のように、電荷収集領域 9 b, 9 c にそれぞれ結合された蓄積ノードに蓄積された電荷量の差分に基づいて、時間 t すなわち対象物 B までの距離を求めることができる。したがって、各蓄積ノードに等量の電流を注入するといった使用方法が可能となり、それによって各蓄積ノードの飽和を回避することができる。以下、各蓄積ノードに等量の電流を注入するための回路構成例について詳細に説明する。

[0055] 図 1 3 は、図 1 に示された電流注入回路 2 0 の詳細な構成を示す回路図である。図 1 3 に示されたように、本実施形態の電流注入回路 2 0 は、電圧生成回路 2 1 と、トランジスタ 2 2 a, 2 2 b, 2 3 a, 2 3 b とを備える。トランジスタ 2 2 a, 2 2 b, 2 3 a, 2 3 b は、例えば p チャネル MOS FET といった電界効果トランジスタである。

[0056] 電圧生成回路 2 1 は、電源電位線 3 4 と、電源電位線 3 4 よりも低電位の基準電位線 GND との間に接続されている。電圧生成回路 2 1 は、電荷収集領域 9 b, 9 c に蓄積された電荷量のうち大きい方の電荷量に応じた制御電圧 V_{C1} , V_{C2} を生成する。具体的には、電圧生成回路 2 1 は、電源電位線 3 4 と基準電位線 GND との間に直列に接続されたトランジスタ対 2 4 および電流源 2 5 を有する。更に、電圧生成回路 2 1 は、バッファ回路 2 7, 2 8 を有する。

[0057] トランジスタ対 2 4 は、トランジスタ 2 4 a, 2 4 b を含む。トランジスタ 2 4 a, 2 4 b は、例えば p チャネル MOS FET といった電界効果トランジスタである。トランジスタ 2 4 a, 2 4 b それぞれの一方の電流端子（第 1 の電流端子）は、互いに短絡されており、電流源 2 5 を介して電源電位

線 3 4 に電氣的に接続されている。トランジスタ 2 4 a, 2 4 b それぞれの他方の電流端子（第 2 の電流端子）は、互いに短絡されており、基準電位線 GND に電氣的に接続されている。トランジスタ 2 4 a の制御端子は、蓄積ノード 2 6 a を介して、電荷収集領域 9 b 上の信号取出電極 1 5 と電氣的に接続されている。トランジスタ 2 4 b の制御端子は、蓄積ノード 2 6 b を介して、電荷収集領域 9 c 上の信号取出電極 1 6 と電氣的に接続されている。蓄積ノード 2 6 a は電荷収集領域 9 b に収集された電荷を蓄積し、蓄積ノード 2 6 b は電荷収集領域 9 c に収集された電荷を蓄積する。

[0058] 電流源 2 5 は、トランジスタ 2 5 a を含む。トランジスタ 2 5 a は、例えば p チャネル MOSFET といった電界効果トランジスタである。トランジスタ 2 5 a の一方の電流端子（第 1 の電流端子）は、電源電位線 3 4 と電氣的に接続されている。トランジスタ 2 5 a の他方の電流端子（第 2 の電流端子）は、トランジスタ 2 4 a, 2 4 b それぞれの第 1 の電流端子と電氣的に接続されている。トランジスタ 2 5 a の制御端子には、所定のバイアス電圧 V_1 が印加される。なお、電流源は、トランジスタ 2 5 a と並列に接続された別のトランジスタを更に有してもよい。

[0059] トランジスタ 2 2 a は、外乱光成分を除去して蓄積ノード 2 6 a の飽和を回避するための電流を、蓄積ノード 2 6 a に供給する。トランジスタ 2 2 a の一方の電流端子（第 1 の電流端子）は電源電位線 3 4 に接続されており、他方の電流端子（第 2 の電流端子）はトランジスタ 2 3 a を介して蓄積ノード 2 6 a に接続されている。トランジスタ 2 2 a の制御端子は、バッファ回路 2 7 を介して、トランジスタ対 2 4 と電流源 2 5 との間のノード N_1 に電氣的に接続されている。

[0060] トランジスタ 2 2 b は、外乱光成分を除去するための電荷を蓄積ノード 2 6 b に供給する。トランジスタ 2 2 b の一方の電流端子（第 1 の電流端子）は電源電位線 3 4 に接続されており、他方の電流端子（第 2 の電流端子）はトランジスタ 2 3 b を介して蓄積ノード 2 6 b に接続されている。トランジスタ 2 2 b の制御端子は、バッファ回路 2 8 を介してノード N_1 に接続されて

いる。

[0061] トランジスタ 23 a は、トランジスタ 22 a に対してカスコード接続され、蓄積ノード 26 a の電位の変動がトランジスタ 22 a の動作に影響を及ぼすことを抑制する。具体的には、トランジスタ 23 a の一方の電流端子（第 1 の電流端子）はトランジスタ 22 a の第 2 の電流端子に接続されており、トランジスタ 23 a の他方の電流端子（第 2 の電流端子）は蓄積ノード 26 a に接続されている。トランジスタ 23 a の制御端子には、所定のバイアス電圧 V_3 が印加される。

[0062] トランジスタ 23 b は、トランジスタ 22 b に対してカスコード接続され、蓄積ノード 26 b の電位の変動がトランジスタ 22 b の動作に影響を及ぼすことを抑制する。具体的には、トランジスタ 23 b の一方の電流端子（第 1 の電流端子）はトランジスタ 22 b の第 2 の電流端子に接続されており、トランジスタ 23 b の他方の電流端子（第 2 の電流端子）は蓄積ノード 26 b に接続されている。トランジスタ 23 b の制御端子には、所定のバイアス電圧 V_4 が印加される。なお一実施例では、バイアス電圧 V_3 とバイアス電圧 V_4 とは互いに等しい。

[0063] バッファ回路 27 は、ノード N_1 の電位をシフトして制御電圧 V_{C1} を生成し、トランジスタ 22 a の制御端子に提供する。バッファ回路 27 は、例えばソースフォロワ回路を含んで構成される。具体的には、バッファ回路 27 は、互いに直列に接続されたトランジスタ 27 a, 27 b を有する。トランジスタ 27 a の一方の電流端子（第 1 の電流端子）は電源電位線 34 に接続され、他方の電流端子は（第 2 の電流端子）トランジスタ 27 b の一方の電流端子（第 1 の電流端子）に接続されている。トランジスタ 27 b の他方の電流端子（第 2 の電流端子）は基準電位線 GND に接続されている。トランジスタ 27 a の制御端子には所定のバイアス電圧 V_5 が印加される。トランジスタ 27 b の制御端子にはノード N_1 の電位が入力される。バッファ回路 27 は、トランジスタ 27 a, 27 b の間のノードから、ノード N_1 の電位に応じた大きさの制御電圧 V_{C1} を出力する。

- [0064] バッファ回路 28 は、ノード N_1 の電位をシフトして制御電圧 V_{C2} を生成し、トランジスタ 22b の制御端子に提供する。バッファ回路 28 は、例えばソースフォロワ回路を含んで構成される。具体的には、バッファ回路 28 は、互いに直列に接続されたトランジスタ 28a, 28b を有する。トランジスタ 28a の一方の電流端子（第 1 の電流端子）は電源電位線 34 に接続され、他方の電流端子（第 2 の電流端子）はトランジスタ 28b の一方の電流端子（第 1 の電流端子）に接続されている。トランジスタ 28b の他方の電流端子（第 2 の電流端子）は基準電位線 GND に接続されている。トランジスタ 28a の制御端子には所定のバイアス電圧 V_5 が印加される。トランジスタ 28b の制御端子にはノード N_1 の電位が入力される。バッファ回路 28 は、トランジスタ 28a, 28b の間のノードから、ノード N_1 の電位に応じた大きさの制御電圧 V_{C2} を出力する。バイアス電圧 V_5 , V_6 の大きさは、トランジスタ 22a から蓄積ノード 26a へ供給される電流量と、トランジスタ 22b から蓄積ノード 26b へ供給される電流量とが互いに等しくなるように設定され、一例として $V_5 = V_6$ であってもよい。
- [0065] なお、バッファ回路 27, 28 は省かれてもよい。その場合、トランジスタ 22a, 22b それぞれの制御端子がノード N_1 に直接接続され、ノード N_1 の電位が制御電圧 V_{C1} , V_{C2} としてこれらの制御端子に提供される。
- [0066] 電流注入回路 20 は、リセット回路 35, 36 を更に有する。リセット回路 35 はトランジスタ 35a を有し、リセット回路 36 はトランジスタ 36a を有する。トランジスタ 35a, 36a の一方の電流端子（第 1 の電流端子）にはリセット電位 V_r が入力される。トランジスタ 35a の他方の電流端子（第 2 の電流端子）は蓄積ノード 26a に接続され、トランジスタ 36a の他方の電流端子（第 2 の電流端子）は蓄積ノード 26b に接続されている。トランジスタ 35a, 36a の制御端子にはリセット信号 S_r が入力され、トランジスタ 35a, 36a がオン状態となることにより、蓄積ノード 26a, 26b の電荷が排出される。
- [0067] 以上の構成を備える電流注入回路 20 の動作について説明する。反射光 L

2が当該画素P (m, n)に入射すると、対象物Bまでの距離に応じた比率で電荷収集領域9b, 9cに電荷が流れ込む(図5を参照)。また、電荷収集領域9b, 9cには、当該画素P (m, n)に入射した外乱光の大きさに相当する電荷も流れ込む。但し、転送電極11に印加される駆動電圧のオン時間と、転送電極12に印加される駆動電圧のオン時間とが互いに等しい場合、外乱光によって電荷収集領域9b, 9cに流れ込む電荷量は互いに等しい。

[0068] これにより、蓄積ノード26a, 26bの電位は、それぞれ電荷収集領域9b, 9cに流入した電荷量に応じた大きさとなる。そして、蓄積フレームF3(図6参照)において電荷収集領域9b, 9cへの電荷の流入が続き、蓄積ノード26a, 26bの電位のうち一方の蓄積ノードがターンオン電圧を超えると、トランジスタ24a, 24bのうち一方が、該一方の蓄積ノードの電位に応じた電流を流し始める。したがって、ノードN₁の電位は、電荷収集領域9b, 9c(蓄積ノード26a, 26b)に蓄積された電荷量のうち大きい方の量に応じた大きさとなる。このノードN₁の電位に対応する大きさの制御電圧V_{C1}, V_{C2}が、トランジスタ22a, 22bの各制御端子に出力される。

[0069] トランジスタ22a, 22bは、上述の制御電圧V_{C1}, V_{C2}を制御端子に受け、制御電圧V_{C1}, V_{C2}の大きさに対応する電流を流す。ここで、トランジスタ23a, 23bの制御端子には所定のバイアス電圧V₃, V₄が常に印加されているので、トランジスタ23a, 23bからの電流は、蓄積ノード26a, 26bにそれぞれ注入される。これにより、蓄積ノード26a, 26bにおいて同じ量の電荷が打ち消され、外乱光による蓄積ノード26a, 26b(電荷収集領域9b, 9c)の飽和が回避される。

[0070] 以上のような本実施形態に係る距離センサ1Aおよび距離センサ1Aの駆動方法によって得られる効果について説明する。本実施形態では、上述のように、電荷収集領域9b, 9cにそれぞれ結合された蓄積ノードに蓄積された電荷量の差分に基づいて、対象物Bまでの距離を求めることができる。し

たがって、電流注入回路 20 によって各蓄積ノードに等量の電流を注入するといった使用方法が可能となり、それによって各蓄積ノードの飽和を回避することができる。

[0071] また、本実施形態では、照射光 L1 としてパルス状の光が適用されるので、三角波状の光を用いる非特許文献 1 に記載された方法と比較して、電荷を排出する期間を設けることが容易である。そのため、本実施形態では、ショットノイズを低減することができる。更に、三角波状の光を出力する場合と比較して、本実施形態では光源の発光状態が断続的となるので、照射光の強度を高めることができる。すなわち、外乱光の強さに対する照射光の強度（すなわち S/N 比）を高めることができる。また、三角波状の光といった連続光の場合と比較して、パルス状といった断続光の光を出力する場合、デューティ比や光量といった光源の選択性が高い（選択が容易である）といった利点もある。

[0072] また、特許文献 1 に記載された距離センサでは照射光 L1 の照射時間と等しい遅延時間に相当する距離までしか計測することができない。これに対し、本実施形態によれば、照射光 L1 の照射時間（図 7（a）、図 7（b）の時間 t_L ）の 2 倍の遅延時間に相当する距離まで計測が可能となる。

[0073] また、本実施形態のように、センサ駆動回路 7 は、各フレーム F1, F2 において転送電極 13 を上記のように駆動してもよい。これにより、転送電極 11, 12 を駆動している期間以外では転送電極 13 を用いて外乱光による電荷を排出することができる。したがって、外乱光による飽和の更なる抑制、および外乱光によるショットノイズの低減が可能となるので、外乱光に対する耐性および測距精度を向上させることができる。

[0074] また、本実施形態の電流注入回路 20 では、トランジスタ 22a, 22b と蓄積ノード 26a, 26b との間に、トランジスタ 23a, 23b といったカスコードデバイスが接続されている。これにより、トランジスタ 22a, 22b および蓄積ノード 26a, 26b の各電位が分離される。そのため、蓄積ノード 26a と蓄積ノード 26b との間に電位差があったとしても、

トランジスタ 22 a, 22 b のドレインソース間電圧への影響が抑制され、これらトランジスタ 22 a, 22 b のドレインソース間電圧を互いに等しくすることができる。更に、トランジスタ 22 a, 22 b から蓄積ノード 26 a, 26 b (電荷収集領域 9 b, 9 c) へ注入される電流量の差が低減され、これら注入電流量を略均等な大きさに精度良く制御することができる。故に、処理回路 8 において電荷収集領域 9 b, 9 c に蓄積された電荷量の差分を出力する際の誤差を低減し、計測距離の精度を高めることができる。

[0075] (第 1 変形例)

図 14 (a) および図 14 (b) は、上記実施形態の第 1 変形例に係る駆動方法のタイミングチャートを示す図である。上記実施形態のセンサ駆動回路 7 は、図 7 (a) および図 7 (b) に示されたタイミングチャートに代えて、図 14 (a) および図 14 (b) に示されたタイミングチャートに基づいて転送電極 11, 12 を駆動してもよい。

[0076] 第 1 変形例のタイミングチャートと上記実施形態のタイミングチャートとの相違点は、駆動電圧 V_{tx1} および V_{tx2} のオン時間の長さである。上記実施形態では、駆動電圧 V_{tx1} および V_{tx2} のオン時間は駆動クロック CL のオン時間 (すなわち照射光 $L1$ の照射時間) t_L と等しいが、この第 1 変形例では、駆動電圧 V_{tx1} および V_{tx2} のオン時間は時間 t_L の半分 ($t_L/2$) となっている。

[0077] 具体的には、図 14 (a) および図 14 (b) に示されたように、第 1 フレーム $F1$ および第 2 フレーム $F2$ それぞれの蓄積フレーム $F3$ において、等間隔の時刻 $t_0, t_1, \dots, t_8$ が定義される。これらの間隔は、照射光 $L1$ の一回の照射時間 t_L の半分である。このとき、光源ユニット 30 は、照射光 $L1$ を時刻 $t_1 \sim t_3$ の間照射する。そして、図 14 (a) に示されたように、センサ駆動回路 7 は、第 1 フレーム $F1$ において、駆動電圧 V_{tx1} を時刻 $t_0 \sim t_1$ および $t_4 \sim t_5$ の間オン電位に設定し、駆動電圧 V_{tx2} を時刻 $t_2 \sim t_3$ および $t_6 \sim t_7$ の間オン電位に設定する。また、図 14 (b) に示されたように、センサ駆動回路 7 は、第 2 フレーム $F2$ において、駆動電圧 V_{tx1} を時

刻 $t_1 \sim t_2$ および $t_5 \sim t_6$ の間オン電位に設定し、駆動電圧 V_{tx2} を時刻 $t_3 \sim t_4$ および $t_7 \sim t_8$ の間オン電位に設定する。

[0078] なお、転送電極 13 に印加される駆動電圧 V_{txr} は、他の駆動電圧 V_{tx1} 、 V_{tx2} が最初にオン電位に設定されてから最後にオフ電位に設定されるまでの期間を除いてオン電位に設定される。すなわち、駆動電圧 V_{txr} は、第1フレームF1においては時刻 $t_0 \sim t_7$ の間オフ電位に設定され、第2フレームF2においては時刻 $t_1 \sim t_8$ の間オフ電位に設定され、その他の期間においてオン電位に設定される。

[0079] 図15(a)～図15(c)は、第1変形例における距離算出方法を説明するための図である。図15(a)は、電荷収集領域9cに結合された蓄積ノードの電荷量から電荷収集領域9bに結合された蓄積ノードの電荷量を差し引いた値（すなわち各画素P(m, n)からの出力値）と、光L1を照射してから反射光L2が入射するまでの時間t（すなわち対象物Bまでの距離）との関係を示すグラフである。図15(a)において、グラフG41は第1フレームF1における出力値を示し、グラフG42は第2フレームF2における出力値を示す。なお、便宜上、出力値はその最大値が1、最小値が-1となるように規格化されている。

[0080] 図15(a)のグラフG41に示されるように、第1フレームF1では、 $0 < t < t_L/2$ の区間D₁において出力値が1で一定となり、 $t_L/2 < t < t_L$ の区間D₂において出力値が1から-1まで下降し、 $t_L < t < (3 \times t_L/2)$ の区間D₃において出力値が-1で一定となり、 $(3 \times t_L/2) < t < 2t_L$ の区間D₄において出力値が-1から1まで上昇する。また、グラフG42に示されるように、第2フレームF2では、区間D₁において出力値が-1から1まで上昇し、区間D₂において出力値が1で一定となり、区間D₃において出力値が1から-1まで下降し、区間D₄において出力値が-1で一定となる。

[0081] ここで、第1フレームF1および第2フレームF2の各出力値の絶対値がとられ、第1フレームF1および第2フレームF2それぞれの出力値のうち大きい方の出力値が選択される。すると、図15(b)に示されたように、

時間 t によらず一定値のグラフ $G51$ が得られる。このグラフ $G51$ が、反射光 $L2$ により生じる総電荷量の $1/2$ を表す。

[0082] 一方、各区間 $D_1 \sim D_4$ のうち、第1フレーム $F1$ の出力値（グラフ $G41$ ）が第2フレーム $F2$ の出力値（グラフ $G42$ ）よりも小さい区間では、第1フレーム $F1$ および第2フレーム $F2$ の出力値のうち絶対値が小さい方の符号が反転される。図15（a）の例では、区間 D_2 における第1フレーム $F1$ の出力値、および区間 D_3 における第2フレーム $F2$ の出力値の符号が反転される。これにより、区間 D_1 、 D_3 における第2フレーム $F2$ の出力値と、区間 D_2 、 D_4 における第1フレーム $F1$ の出力値とが共に時間 t に対して正の傾きを持つこととなる。そして、図15（b）に示されたように、区間 D_1 、 D_3 における第2フレーム $F2$ の出力値と、区間 D_2 、 D_4 における第1フレーム $F1$ の出力値との双方に対し、 $1/4$ が乗算される。最後に、区間 D_1 、 D_3 における第2フレーム $F2$ の出力値と、区間 D_2 、 D_4 における第1フレーム $F1$ の出力値とのそれぞれに適切なオフセット値が加算されることによって、図15（c）に示されたように、 $0 \leq t \leq 2t_L$ の範囲において出力値が0から1まで増加する線形なグラフ $G52$ が得られる。その結果、グラフ $G51$ とグラフ $G52$ とに基づいて、時間 t すなわち対象物 B までの距離を知ることができる。なお、図15（a）～図15（c）に示された各演算の順序は上記に限られず、異なる順序で行われてもよい。或いは、図15（a）～図15（c）に示された各演算は同時に行われてもよい。

[0083] この第1変形例によれば、上記実施形態と同様に、電荷収集領域 $9b$ 、 $9c$ にそれぞれ結合された蓄積ノードに蓄積された電荷量の差分に基づいて、対象物 B までの距離を求めることができる。したがって、各蓄積ノードに等量の電流を注入するといった使用方法が可能となり、それによって各蓄積ノードの飽和を回避することができる。また、上記実施形態の他の効果についても好適に奏することができる。

[0084] また、第1変形例において、センサ駆動回路 7 は、各フレーム $F1$ 、 $F2$ において転送電極 13 を上記のように駆動してもよい。これにより、外乱光

による飽和の更なる抑制、および外乱光によるショットノイズの低減が可能となるので、外乱光に対する耐性および測距精度を向上させることができる。

[0085] (第2変形例)

図16は、上記実施形態の第2変形例に係る受光部9Aを示す平面図である。図16に示されたように、第2変形例の受光部9Aは、転送電極11（第1の転送電極）、転送電極12（第2の転送電極）、転送電極51（第3の転送電極）、および転送電極52（第4の転送電極）を、それぞれ1個ずつ有する。これらの転送電極11、12、51、52は、フォトゲート電極14と並んで、フォトゲート電極14の周囲に配置されている。なお、本実施形態では、転送電極11と転送電極12との間にフォトゲート電極14が位置し、転送電極51と転送電極52との間にフォトゲート電極14が位置しているが、転送電極11、12、51、52は、フォトゲート電極14と並んでさえいれば互いの位置関係に制約はない。

[0086] また、受光部9Aは、信号取出電極15、16、55、56を、それぞれ1個ずつ有する。転送電極11は信号取出電極15とフォトゲート電極14との間に配置され、転送電極12は信号取出電極16とフォトゲート電極14との間に配置され、転送電極51は信号取出電極55とフォトゲート電極14との間に配置され、転送電極52は信号取出電極56とフォトゲート電極14との間に配置される。また、受光部9Aは、転送電極13および電荷排出用電極17を有する。

[0087] 受光部9Aにおいて、転送電極11、12および信号取出電極15、16の直下の構成は図3と同様であり、転送電極13および電荷排出用電極17の直下の構成は図4と同様である。図17は、転送電極51、52および信号取出電極55、56の直下の構成を含む、図16のXVII-XVII線に沿った断面図である。図17に示されたように、受光部9Aは、電荷収集領域9e（第3の電荷収集領域）と、電荷収集領域9f（第4の電荷収集領域）とを更に有する。電荷収集領域9e、9fは、光感応領域9aを挟んだ状態で該

光感応領域 9 a に隣接するよう配置され、光感応領域 9 a からの電荷を収集し、それぞれの蓄積ノードに蓄積する。なお、電荷収集領域 9 e, 9 f の構成は、図 3 に示された電荷収集領域 9 b, 9 c の構成と同様である。

[0088] 信号取出電極 5 5 は電荷収集領域 9 e 上に形成されており、信号取出電極 5 6 は電荷収集領域 9 f 上に形成されている。信号取出電極 5 5, 5 6 は、絶縁層 4 1 に形成された開口を介して、各電荷収集領域 9 e, 9 f に接触している。

[0089] 転送電極 5 1 は、光感応領域 9 a と電荷収集領域 9 e との間の領域上に配置される。転送電極 5 2 は、光感応領域 9 a と電荷収集領域 9 f との間の領域上に配置される。転送電極 5 1 に正電位（オン電位）が与えられると、光感応領域 9 a から電荷収集領域 9 e のポテンシャル井戸内に電子が落ち込んでいく（井戸内に電荷が蓄積する）。同様に、転送電極 5 2 に正電位（オン電位）が与えられると、光感応領域 9 a から電荷収集領域 9 f のポテンシャル井戸内に電子が落ち込む。

[0090] 第 2 変形例のセンサ駆動回路は、時分割された複数のフレームを順に実行することにより転送電極 1 1, 1 2, 5 1, 5 2 を駆動する。図 1 8 は、第 2 変形例におけるセンサ駆動回路の駆動方式を示す図である。図 1 8 に示されたように、第 2 変形例の駆動方式では、同一のフレーム F 5 が繰り返されながら、フレーム F 5 内の処理を行う。図 1 8 には、フレーム F 5 内の処理内容が併せて示されている。フレーム F 5 内では、電荷収集領域 9 b, 9 c, 9 e, 9 f にそれぞれ結合された蓄積ノードへの電荷の蓄積を行う蓄積フレーム F 6 と、電荷収集領域 9 b, 9 c, 9 e, 9 f からの電荷の読出しを行う読出フレーム F 4 とが交互に繰り返される。

[0091] 図 1 9 は、蓄積フレーム F 6 における転送電極 1 1, 1 2, 1 3, 5 1, 5 2 の動作を示すタイミングチャートである。図 1 9 には、駆動クロック C L と、転送電極 1 1 に印加される駆動電圧 $V_{t \times 1}$ と、転送電極 1 2 に印加される駆動電圧 $V_{t \times 2}$ と、転送電極 5 1 に印加される駆動電圧 $V_{t \times 3}$ と、転送電極 5 2 に印加される駆動電圧 $V_{t \times 4}$ と、転送電極 1 3 に印加される駆動電

圧 $V_{t \times r}$ とが示されている。

[0092] 蓄積フレーム F 6 では、駆動クロック CL が一回立ち上がる毎に、或る周期 T でもって駆動電圧 $V_{t \times 1} \sim V_{t \times 4}$ がオン電位とオフ電位とが 2 回ずつ繰り返される。周期 T は、駆動クロック CL のオン時間 t_L の 2 倍（すなわち $T = 2 t_L$ ）に設定される。また、各周期における駆動電圧 $V_{t \times 1} \sim V_{t \times 2}$ のオン時間は駆動クロック CL のオン時間 t_L の半分（ $t_L / 2$ ）である。

[0093] 具体的には、図 19 に示されたように、各フレーム F 5 の蓄積フレーム F 6 において、等間隔の時刻 $t_0, t_1, \dots, t_8$ を定義する。これらの間隔は、照射光 L 1 の一回の照射時間 t_L の半分である。このとき、光源ユニット 30 は、照射光 L 1 を時刻 $t_1 \sim t_3$ の間照射する。そして、図 19 に示されるように、センサ駆動回路 7 は、各フレーム F 5 において、駆動電圧 $V_{t \times 1}$ を時刻 $t_0 \sim t_1$ および $t_4 \sim t_5$ の間オン電位に設定し、駆動電圧 $V_{t \times 2}$ を時刻 $t_1 \sim t_2$ および $t_5 \sim t_6$ の間オン電位に設定し、駆動電圧 $V_{t \times 3}$ を時刻 $t_2 \sim t_3$ および $t_6 \sim t_7$ の間オン電位に設定し、駆動電圧 $V_{t \times 4}$ を時刻 $t_3 \sim t_4$ および $t_7 \sim t_8$ の間オン電位に設定する。

[0094] なお、転送電極 13 に印加される駆動電圧 $V_{t \times r}$ は、他の駆動電圧 $V_{t \times 1} \sim V_{t \times 4}$ が最初にオン電位に設定されてから最後にオフ電位に設定されるまでの期間を除いてオン電位に設定される。すなわち、駆動電圧 $V_{t \times r}$ は、各フレーム F 5 において、時刻 $t_0 \sim t_8$ の間オフ電位に設定され、その他の期間においてオン電位に設定される。

[0095] 第 2 変形例は、第 1 変形例の第 1 フレーム F 1 および第 2 フレーム F 2 を一つのフレーム F 5 において一括して実行される例である。したがって、この第 2 変形例における距離算出方法は、第 1 変形例の距離算出方法（図 15（a）～図 15（c）を参照）と同様となる。すなわち、第 1 変形例における第 1 フレーム F 1 の出力値を、この第 2 変形例では電荷収集領域 9c に結合された蓄積ノードの電荷量から電荷収集領域 9b に結合された蓄積ノードの電荷量を差し引いた値とし、第 1 変形例における第 2 フレーム F 2 の出力値を、この第 2 変形例では電荷収集領域 9f に結合された蓄積ノードの電荷

量から電荷収集領域 9 e に結合された蓄積ノードの電荷量を差し引いた値とするといふ。

[0096] この第 2 変形例によれば、上記実施形態と同様に、電荷収集領域 9 b, 9 c にそれぞれ結合された蓄積ノードに蓄積された電荷量の差分、および電荷収集領域 9 e, 9 f にそれぞれ結合された蓄積ノードに蓄積された電荷量の差分に基づいて、対象物 B までの距離を求めることができる。したがって、各蓄積ノードに等量の電流を注入するといった使用方法が可能となり、それによって各蓄積ノードの飽和を回避することができる。また、上記実施形態の他の効果についても好適に奏することができる。

[0097] また、第 2 変形例において、センサ駆動回路 7 は、各フレーム F 5 において転送電極 1 3 を上記のように駆動してもよい。これにより、外乱光による飽和の更なる抑制、および外乱光によるショットノイズの低減が可能となるので、外乱光に対する耐性および測距精度を向上させることができる。

[0098] 本発明による距離センサおよび距離センサの駆動方法は、上述の実施形態に限られるものではなく、他に様々な変形が可能である。例えば、上記実施形態ではセンサ駆動回路の各トランジスタが MOS FET である場合を例示したが、各トランジスタは他の FET であってもよく、或いはバイポーラトランジスタであってもよい。

符号の説明

[0099] 1 A … 距離センサ、3 … 半導体基板、5 … 撮像領域、7 … センサ駆動回路、8 … 処理回路、9, 9 A … 受光部、9 a … 光感応領域、9 b ~ 9 f … 電荷収集領域、1 1, 1 2, 1 3, 5 1, 5 2 … 転送電極、1 4 … フォトゲート電極、1 5, 1 6, 5 5, 5 6 … 信号取出電極、1 7 … 電荷排出用電極、2 0 … 電流注入回路、2 1 … 電圧生成回路、2 5 … 電流源、2 6 a, 2 6 b … 蓄積ノード、2 7, 2 8 … バッファ回路、3 0 … 光源ユニット、3 1 … 光源、3 2 … 光源駆動回路、3 3 … 制御回路、3 4 … 電源電位線、3 5, 3 6 … リセット回路、4 1 … 絶縁層、B … 対象物、C L … 駆動クロック、F 1 … 第 1 フレーム、F 2 … 第 2 フレーム、F 3, F 6 … 蓄積フレーム、F 4 … 読出

フレーム、F 5 …フレーム、GND…基準電位線、L 1 …照射光、L 2 …反射光、N₁…ノード、P…画素、V t x₁～V t x₄…駆動電圧。

請求の範囲

- [請求項1] 対象物に光を照射し、前記対象物からの反射光を検出することにより前記対象物までの距離を計測する距離センサであって、
- パルス状の前記光を前記対象物に繰り返し照射する光照射部と、
- 前記反射光の光量に応じた電荷を発生する光感応領域と、それぞれが前記光感応領域から所定距離離間した状態で配置され、前記光感応領域からの電荷を収集する第1および第2の電荷収集領域と、を有する半導体基板と、
- 前記光感応領域と前記第1の電荷収集領域との間の領域上に配置され、前記光感応領域から前記第1の電荷収集領域への電荷転送を可能にするオン電位、または、該電荷転送を停止させるオフ電位に設定可能な第1の転送電極と、
- 前記光感応領域と前記第2の電荷収集領域との間の領域上に配置され、前記光感応領域から前記第2の電荷収集領域への電荷転送を可能にするオン電位、または、該電荷転送を停止させるオフ電位に設定可能な第2の転送電極と、
- それぞれが、前記第1および第2の転送電極を駆動させるための電極駆動パターンを構成するとともに等間隔の時刻 t_0 、 t_1 、 $\dots$ 、 t_9 で定義された複数のフレームを順に実行することにより、前記第1および第2の転送電極を駆動させる駆動部と、を備え、
- 前記光照射部は、前記複数のフレームそれぞれにおいて前記光を時刻 $t_1 \sim t_3$ の間照射するとともに、
- 前記駆動部は、
- 前記複数のフレームのうちの第1フレームにおいて、前記第1の転送電極を時刻 $t_0 \sim t_2$ および $t_4 \sim t_6$ の間オン電位に設定する一方、前記第2の転送電極を時刻 $t_2 \sim t_4$ および $t_6 \sim t_8$ の間オン電位に設定し、
- 前記第1フレームとは別の第2フレームにおいて、前記第1の転送

電極を時刻 $t_1 \sim t_3$ および $t_5 \sim t_7$ の間オン電位に設定する一方、前記第2の転送電極を時刻 $t_3 \sim t_5$ および $t_7 \sim t_9$ の間オン電位に設定する、距離センサ。

[請求項2] 対象物に光を照射し、前記対象物からの反射光を検出することにより前記対象物までの距離を計測する距離センサであって、

パルス状の前記光を前記対象物に繰り返し照射する光照射部と、

前記反射光の光量に応じた電荷を発生する光感応領域と、それぞれが前記光感応領域から所定距離離間した状態で配置され、前記光感応領域からの電荷を収集する第1および第2の電荷収集領域と、を有する半導体基板と、

前記光感応領域と前記第1の電荷収集領域との間の領域上に配置され、前記光感応領域から前記第1の電荷収集領域への電荷転送を可能にするオン電位、または、該電荷転送を停止させるオフ電位に設定可能な第1の転送電極と、

前記光感応領域と前記第2の電荷収集領域との間の領域上に配置され、前記光感応領域から前記第2の電荷収集領域への電荷転送を可能にするオン電位、または、該電荷転送を停止させるオフ電位に設定可能な第2の転送電極と、

それぞれが、前記第1および第2の転送電極を駆動させるための電極駆動パターンを構成するとともに等間隔の時刻 t_0 、 t_1 、 $\dots$ 、 t_8 で定義された複数のフレームを順に実行することにより、前記第1および第2の転送電極を駆動させる駆動部と、を備え、

前記光照射部は、前記複数のフレームそれぞれにおいて前記光を時刻 $t_1 \sim t_3$ の間照射し、

前記駆動部は、

前記複数のフレームのうちの第1フレームにおいて、前記第1の転送電極を時刻 $t_0 \sim t_1$ および $t_4 \sim t_5$ の間オン電位に設定する一方、前記第2の転送電極を時刻 $t_2 \sim t_3$ および $t_6 \sim t_7$ の間オン電位に設

定し、

前記第1フレームとは別の第2フレームにおいて、前記第1の転送電極を時刻 $t_1 \sim t_2$ および $t_5 \sim t_6$ の間オン電位に設定する一方、前記第2の転送電極を時刻 $t_3 \sim t_4$ および $t_7 \sim t_8$ の間オン電位に設定する、距離センサ。

[請求項3] 対象物に光を照射し、前記対象物からの反射光を検出することにより前記対象物までの距離を計測する距離センサであって、

パルス状の前記光を前記対象物に繰り返し照射する光照射部と、

前記反射光の光量に応じた電荷を発生する光感応領域と、それぞれが前記光感応領域から所定距離離間した状態で配置され、前記光感応領域からの電荷を収集する第1～第4の電荷収集領域と、を有する半導体基板と、

前記光感応領域と前記第1の電荷収集領域との間の領域上に配置され、前記光感応領域から前記第1の電荷収集領域への電荷転送を可能にするオン電位、または、該電荷転送を停止させるオフ電位に設定可能な第1の転送電極と、

前記光感応領域と前記第2の電荷収集領域との間の領域上に配置され、前記光感応領域から前記第2の電荷収集領域への電荷転送を可能にするオン電位、または、該電荷転送を停止させるオフ電位に設定可能な第2の転送電極と、

前記光感応領域と前記第3の電荷収集領域との間の領域上に配置され、前記光感応領域から前記第3の電荷収集領域への電荷転送を可能にするオン電位、または、該電荷転送を停止させるオフ電位に設定可能な第3の転送電極と、

前記光感応領域と前記第4の電荷収集領域との間の領域上に配置され、前記光感応領域から前記第4の電荷収集領域への電荷転送を可能にするオン電位、または、該電荷転送を停止させるオフ電位に設定可能な第4の転送電極と、

それぞれが、前記第1～第4の転送電極を駆動させるための電極駆動パターンを構成するとともに等間隔の時刻 t_0 、 t_1 、 $\dots$ 、 t_8 で定義された複数のフレームを順に実行することにより、前記第1～第4の転送電極を駆動させる駆動部と、を備え、

前記光照射部は、前記複数のフレームそれぞれにおいて前記光を時刻 $t_1 \sim t_3$ の間照射し、

前記駆動部は、前記複数のフレームそれぞれにおいて、

前記第1の転送電極を時刻 $t_0 \sim t_1$ および $t_4 \sim t_5$ の間オン電位に設定し、

前記第2の転送電極を時刻 $t_1 \sim t_2$ および $t_5 \sim t_6$ の間オン電位に設定し、

前記第3の転送電極を時刻 $t_2 \sim t_3$ および $t_6 \sim t_7$ の間オン電位に設定し、

前記第4の転送電極を時刻 $t_3 \sim t_4$ および $t_7 \sim t_8$ の間オン電位に設定する、距離センサ。

[請求項4] 前記半導体基板が、前記光感応領域から所定距離離間した状態で配置された、前記光感応領域からの電荷を収集する第5の電荷収集領域を更に有し、

当該距離センサが、前記光感応領域と前記第5の電荷収集領域との間の領域上に配置された第5の転送電極を更に備え、

前記駆動部は、前記第5の転送電極を、他の転送電極が最初にオン電位に設定されてから最後にオフ電位に設定されるまでの期間を除いて、オン電位に設定する、請求項1～3の何れか一項に記載の距離センサ。

[請求項5] 対象物に光を照射し、前記対象物からの反射光を検出することにより前記対象物までの距離を計測する距離センサの駆動方法であって、

前記距離センサは、

パルス状の前記光を前記対象物に繰り返し照射する光照射部と、

前記反射光の光量に応じた電荷を発生する光感応領域と、それぞれが前記光感応領域から所定距離離間した状態で配置され、前記光感応領域からの電荷を収集する第1および第2の電荷収集領域と、を有する半導体基板と、

前記光感応領域と前記第1の電荷収集領域との間の領域上に配置され、前記光感応領域から前記第1の電荷収集領域への電荷転送を可能にするオン電位、または、該電荷転送を停止させるオフ電位に設定可能な第1の転送電極と、

前記光感応領域と前記第2の電荷収集領域との間の領域上に配置され、前記光感応領域から前記第2の電荷収集領域への電荷転送を可能にするオン電位、または、該電荷転送を停止させるオフ電位に設定可能な第2の転送電極と、を備え、

それぞれが、前記第1および第2の転送電極を駆動させるための電極駆動パターンを構成するとともに等間隔の時刻 t_0 、 t_1 、 $\dots$ 、 t_9 で定義された複数のフレームを順に実行する当該駆動方法は、

前記複数のフレームそれぞれにおいて前記光照射部から前記光を時刻 $t_1 \sim t_3$ の間照射し、

前記複数のフレームのうちの第1フレームにおいて、前記第1の転送電極を時刻 $t_0 \sim t_2$ および $t_4 \sim t_6$ の間オン電位に設定する一方、前記第2の転送電極を時刻 $t_2 \sim t_4$ および $t_6 \sim t_8$ の間オン電位に設定し、

前記第1フレームとは別の第2フレームにおいて、前記第1の転送電極を時刻 $t_1 \sim t_3$ および $t_5 \sim t_7$ の間オン電位に設定する一方、前記第2の転送電極を時刻 $t_3 \sim t_5$ および $t_7 \sim t_9$ の間オン電位に設定する、距離センサの駆動方法。

[請求項6] 対象物に光を照射し、前記対象物からの反射光を検出することにより前記対象物までの距離を計測する距離センサの駆動方法であって、

前記距離センサは、

パルス状の前記光を前記対象物に繰り返し照射する光照射部と、

前記反射光の光量に応じた電荷を発生する光感応領域と、それぞれが前記光感応領域から所定距離離間した状態で配置され、前記光感応領域からの電荷を収集する第1および第2の電荷収集領域と、を有する半導体基板と、

前記光感応領域と前記第1の電荷収集領域との間の領域上に配置され、前記光感応領域から前記第1の電荷収集領域への電荷転送を可能にするオン電位、または、該電荷転送を停止させるオフ電位に設定可能な第1の転送電極と、

前記光感応領域と前記第2の電荷収集領域との間の領域上に配置され、前記光感応領域から前記第2の電荷収集領域への電荷転送を可能にするオン電位、または、該電荷転送を停止させるオフ電位に設定可能な第2の転送電極と、を備え、

それぞれが、前記第1および第2の転送電極を駆動させるための電極駆動パターンを構成するとともに等間隔の時刻 t_0 、 t_1 、 $\dots$ 、 t_8 で定義された複数のフレームを順に実行する当該駆動方法は、

前記複数のフレームそれぞれにおいて前記光照射部から前記光を各フレームの時刻 $t_1 \sim t_3$ の間照射し、

前記複数のフレームのうちの第1フレームにおいて、前記第1の転送電極を時刻 $t_0 \sim t_1$ および $t_4 \sim t_5$ の間オン電位に設定する一方、前記第2の転送電極を時刻 $t_2 \sim t_3$ および $t_6 \sim t_7$ の間オン電位に設定し、

前記第1フレームとは別の第2フレームにおいて、前記第1の転送電極を時刻 $t_1 \sim t_2$ および $t_5 \sim t_6$ の間オン電位に設定する一方、前記第2の転送電極を時刻 $t_3 \sim t_4$ および $t_7 \sim t_8$ の間オン電位に設定する、距離センサの駆動方法。

[請求項7] 対象物に光を照射し、前記対象物からの反射光を検出することにより前記対象物までの距離を計測する距離センサの駆動方法であって、

前記距離センサは、

パルス状の前記光を前記対象物に繰り返し照射する光照射部と、

前記反射光の光量に応じた電荷を発生する光感応領域と、それぞれが前記光感応領域から所定距離離間した状態で配置され、前記光感応領域からの電荷を収集する第1～第4の電荷収集領域と、を有する半導体基板と、

前記光感応領域と前記第1の電荷収集領域との間の領域上に配置され、前記光感応領域から前記第1の電荷収集領域への電荷転送を可能にするオン電位、または、該電荷転送を停止させるオフ電位に設定可能な第1の転送電極と、

前記光感応領域と前記第2の電荷収集領域との間の領域上に配置され、前記光感応領域から前記第2の電荷収集領域への電荷転送を可能にするオン電位、または、該電荷転送を停止させるオフ電位に設定可能な第2の転送電極と、

前記光感応領域と前記第3の電荷収集領域との間の領域上に配置され、前記光感応領域から前記第3の電荷収集領域への電荷転送を可能にするオン電位、または、該電荷転送を停止させるオフ電位に設定可能な第3の転送電極と、

前記光感応領域と前記第4の電荷収集領域との間の領域上に配置され、前記光感応領域から前記第4の電荷収集領域への電荷転送を可能にするオン電位、または、該電荷転送を停止させるオフ電位に設定可能な第4の転送電極と、を備え、

それぞれが、前記第1～第4の転送電極を駆動させるための電極駆動パターンを構成するとともに等間隔の時刻 t_0 、 t_1 、 $\dots$ 、 t_8 で定義された複数のフレームを順に実行する当該駆動方法は、前記複数のフレームそれぞれにおいて、

前記光照射部から前記光を時刻 $t_1 \sim t_3$ の間照射し、

前記第1の転送電極を時刻 $t_0 \sim t_1$ および $t_4 \sim t_5$ の間オン電位に

設定し、

前記第2の転送電極を時刻 $t_1 \sim t_2$ および $t_5 \sim t_6$ の間オン電位に設定し、

前記第3の転送電極を時刻 $t_2 \sim t_3$ および $t_6 \sim t_7$ の間オン電位に設定し、

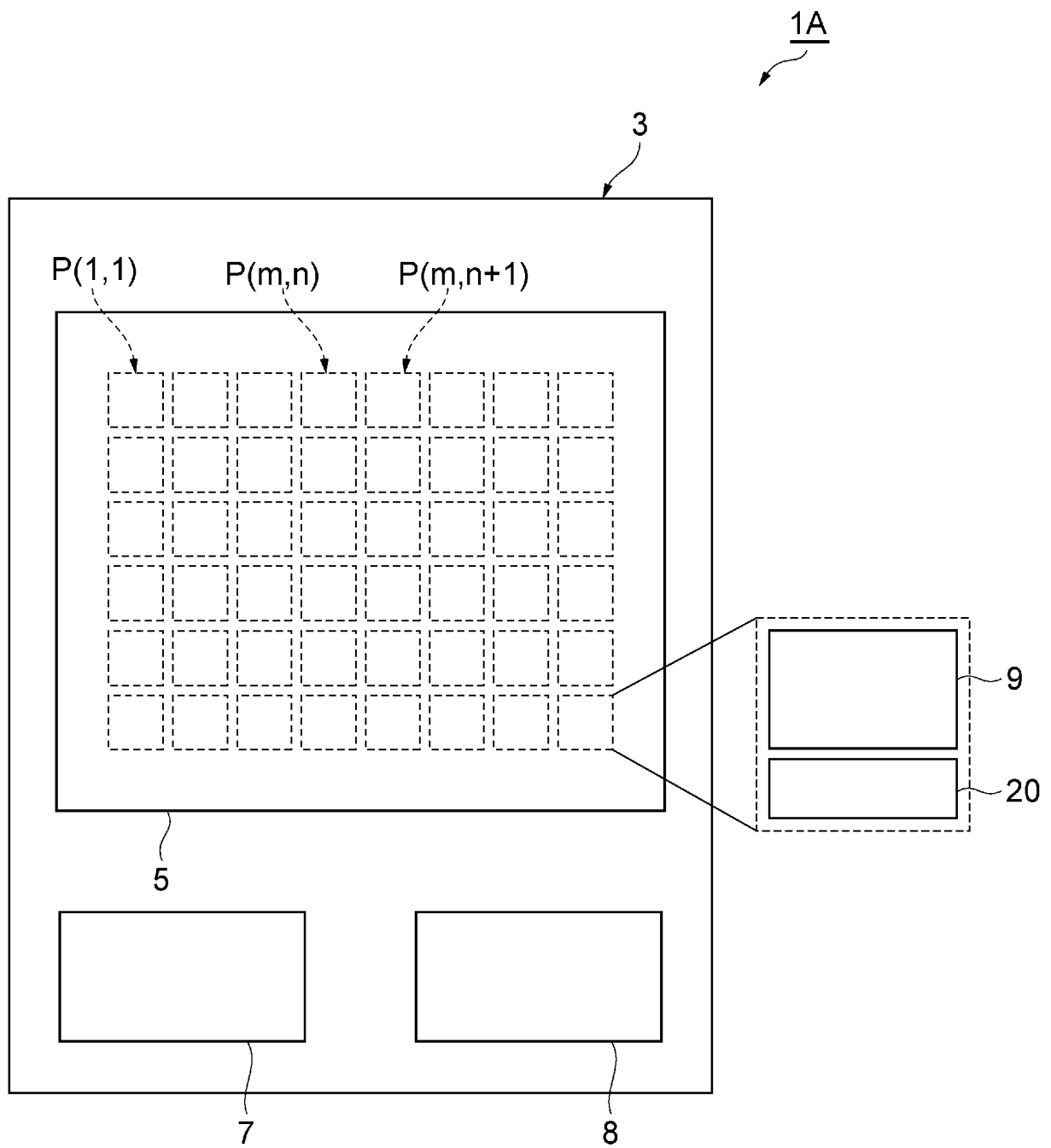
前記第4の転送電極を時刻 $t_3 \sim t_4$ および $t_7 \sim t_8$ の間オン電位に設定する、距離センサの駆動方法。

[請求項8] 前記半導体基板が、前記光感応領域から所定距離離間した状態で配置され、前記光感応領域からの電荷を収集する第5の電荷収集領域を更に有し、

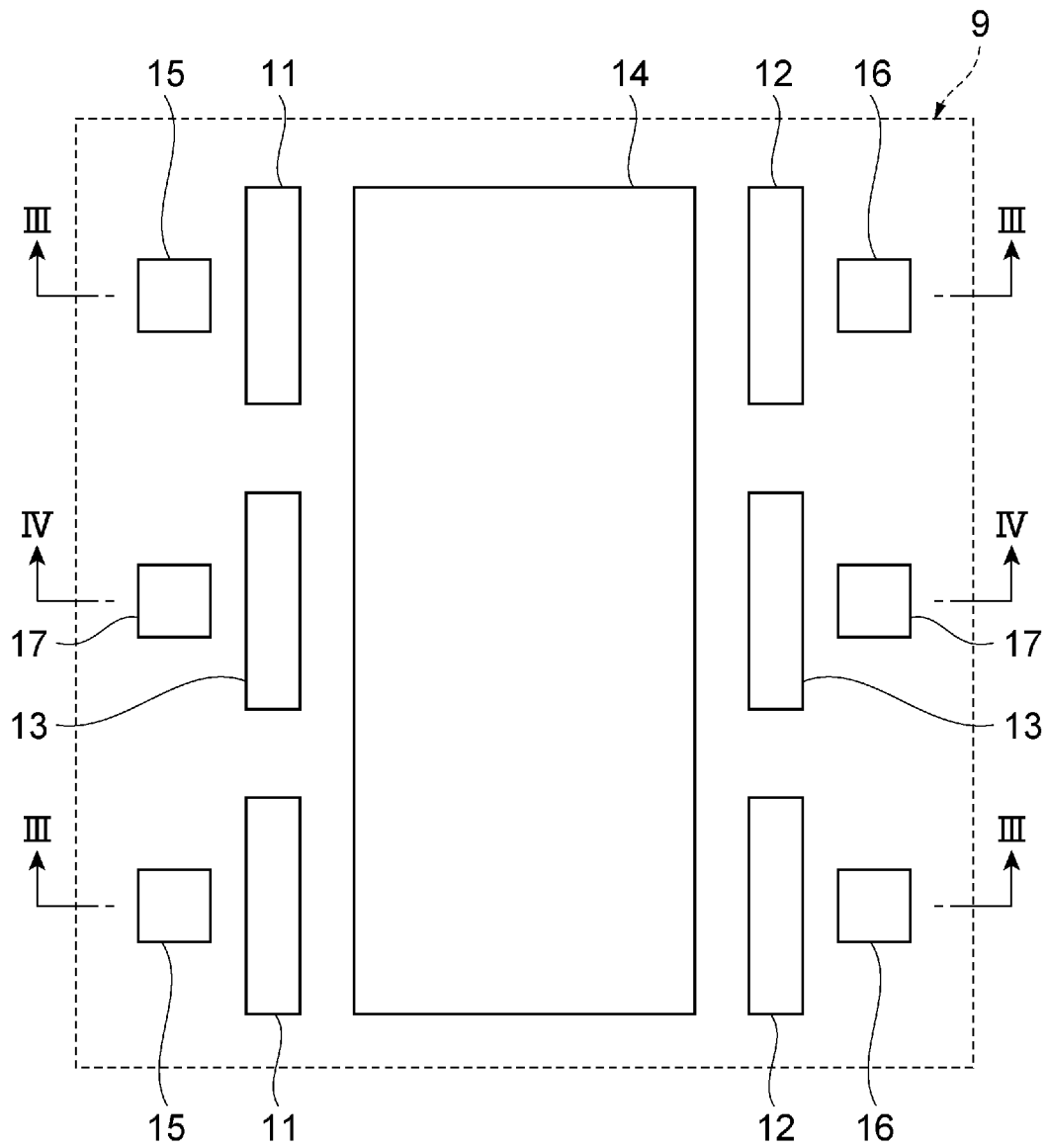
前記距離センサが、前記光感応領域と前記第5の電荷収集領域との間の領域上に配置された第5の転送電極を更に備え、

前記第5の転送電極が、他の転送電極が最初にオン電位に設定されてから最後にオフ電位に設定されるまでの期間を除いてオン電位に設定される、請求項5～7の何れか一項に記載の距離センサの駆動方法。

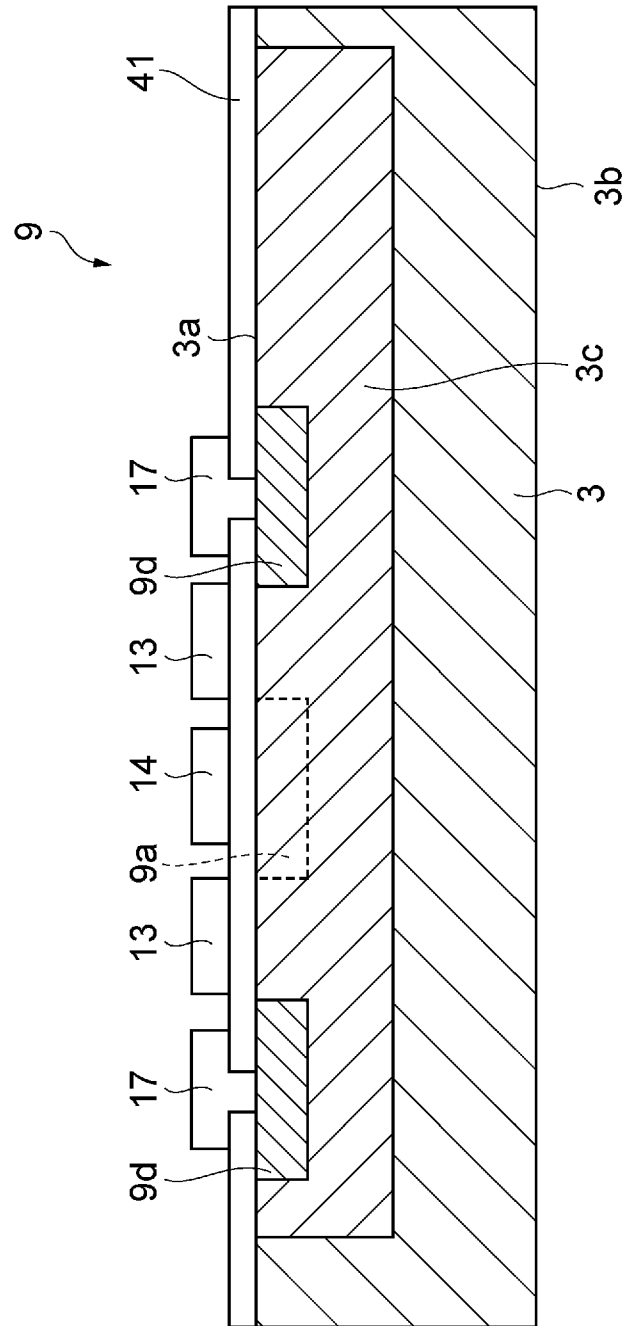
[図1]



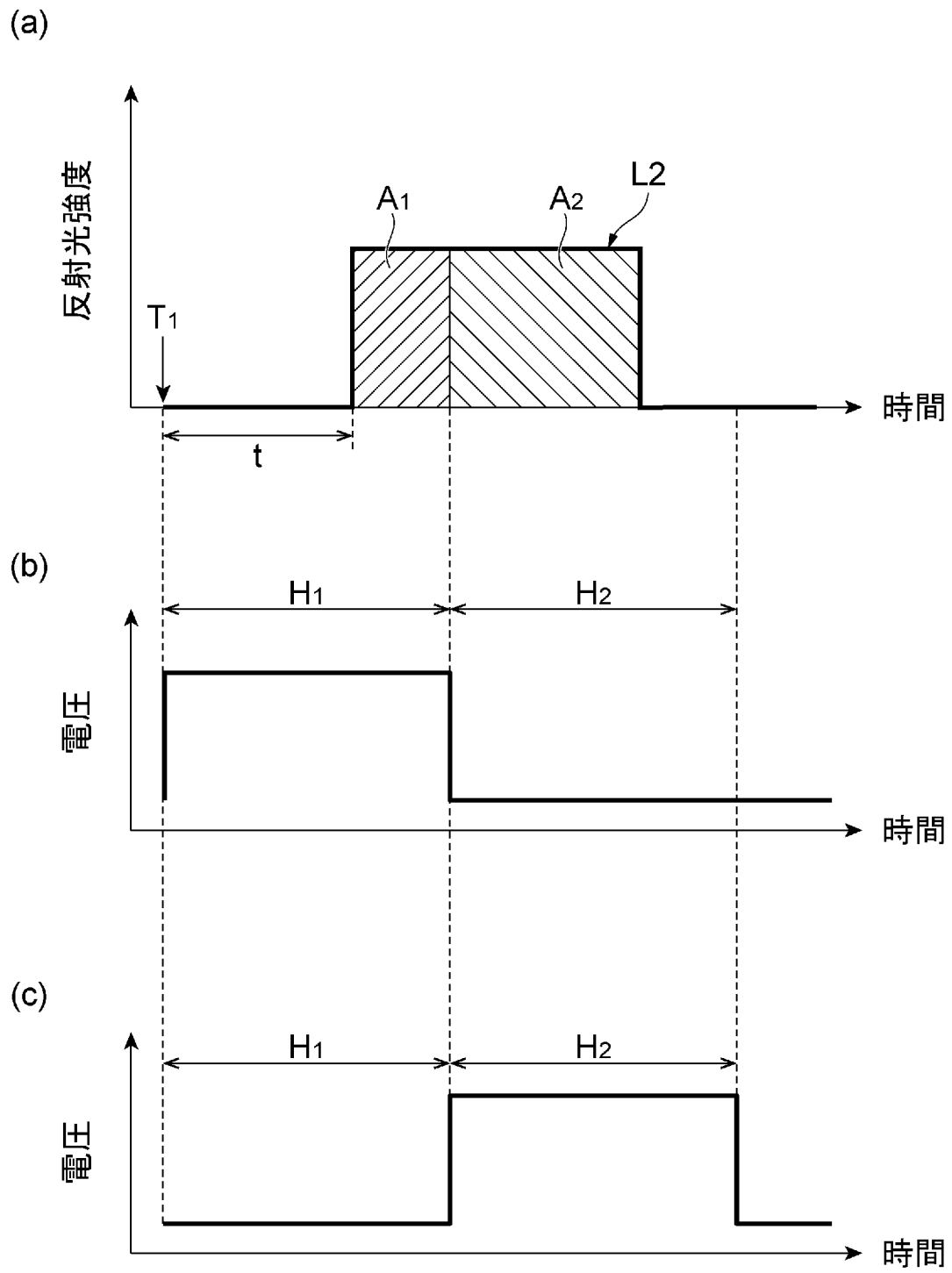
[図2]



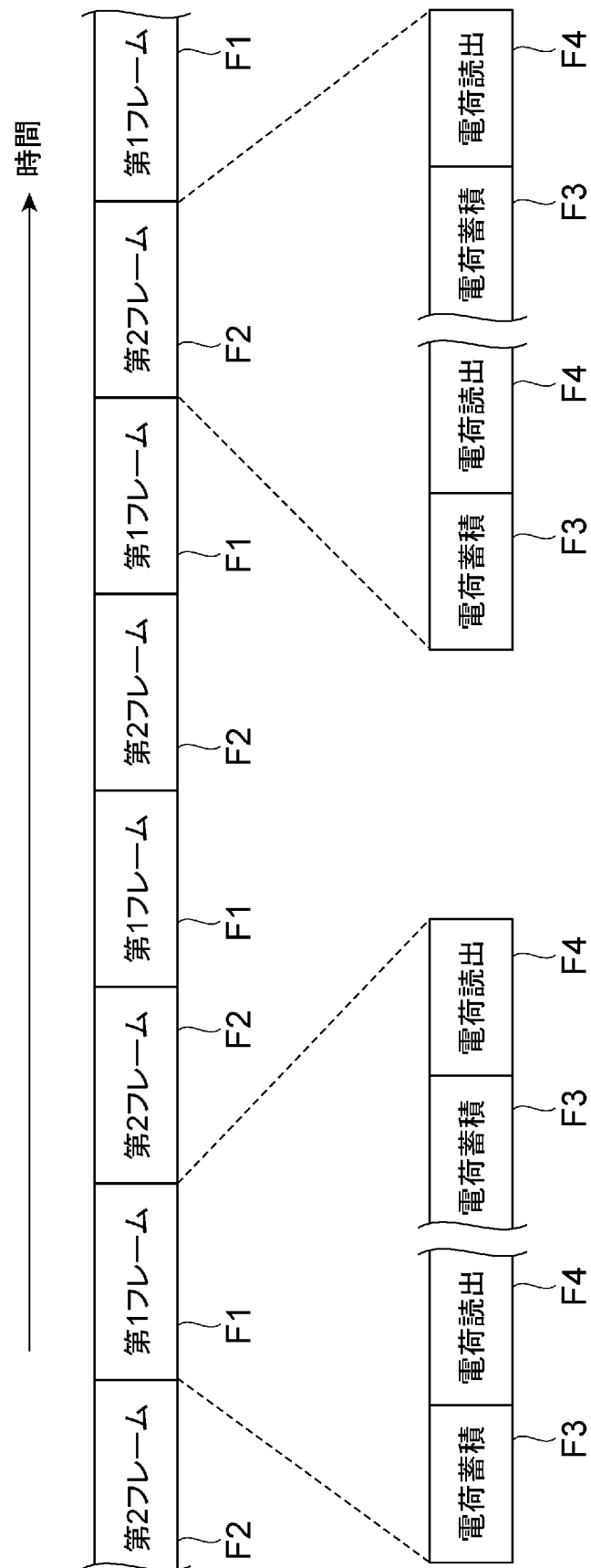
[図4]



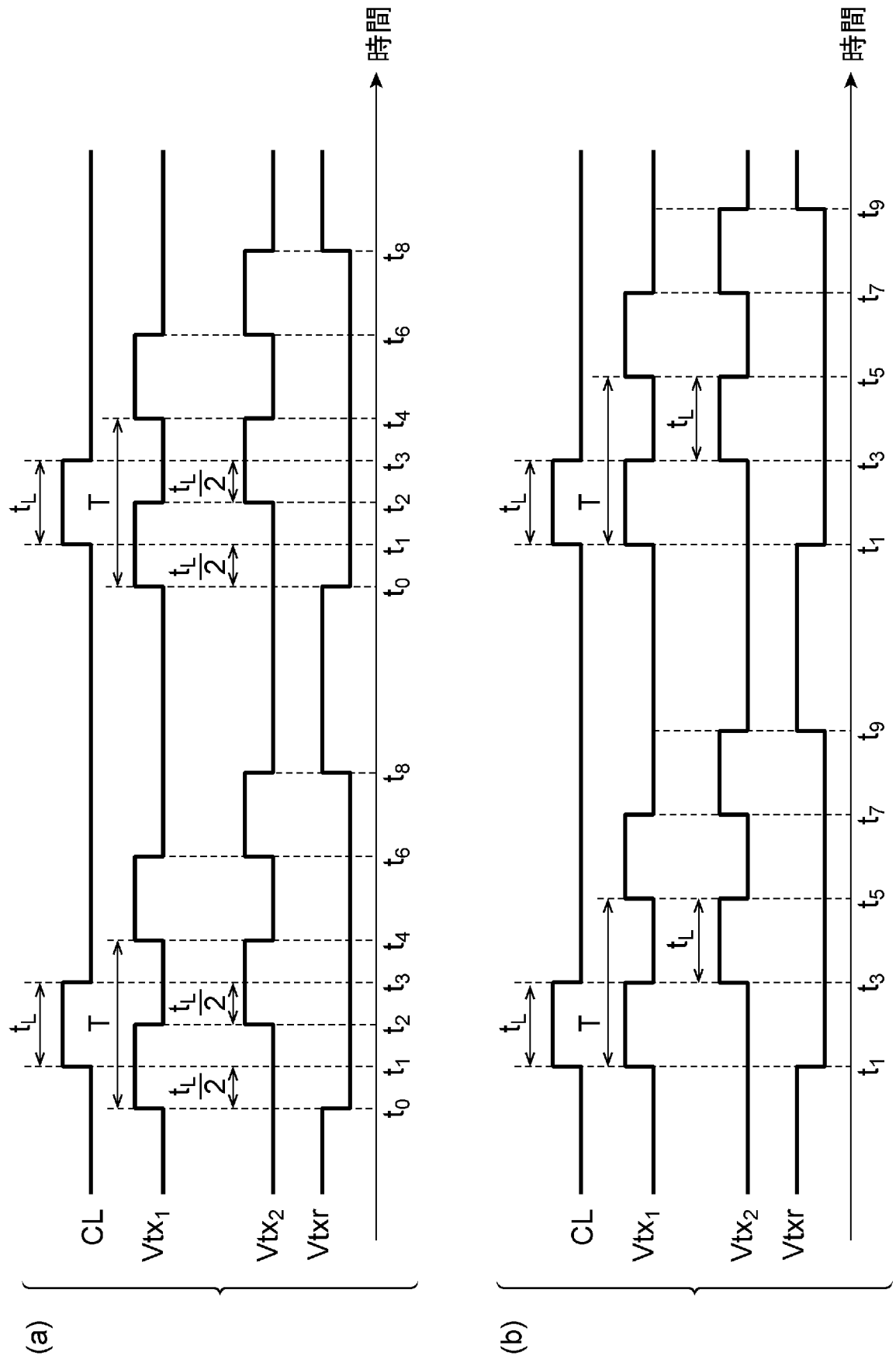
[図5]



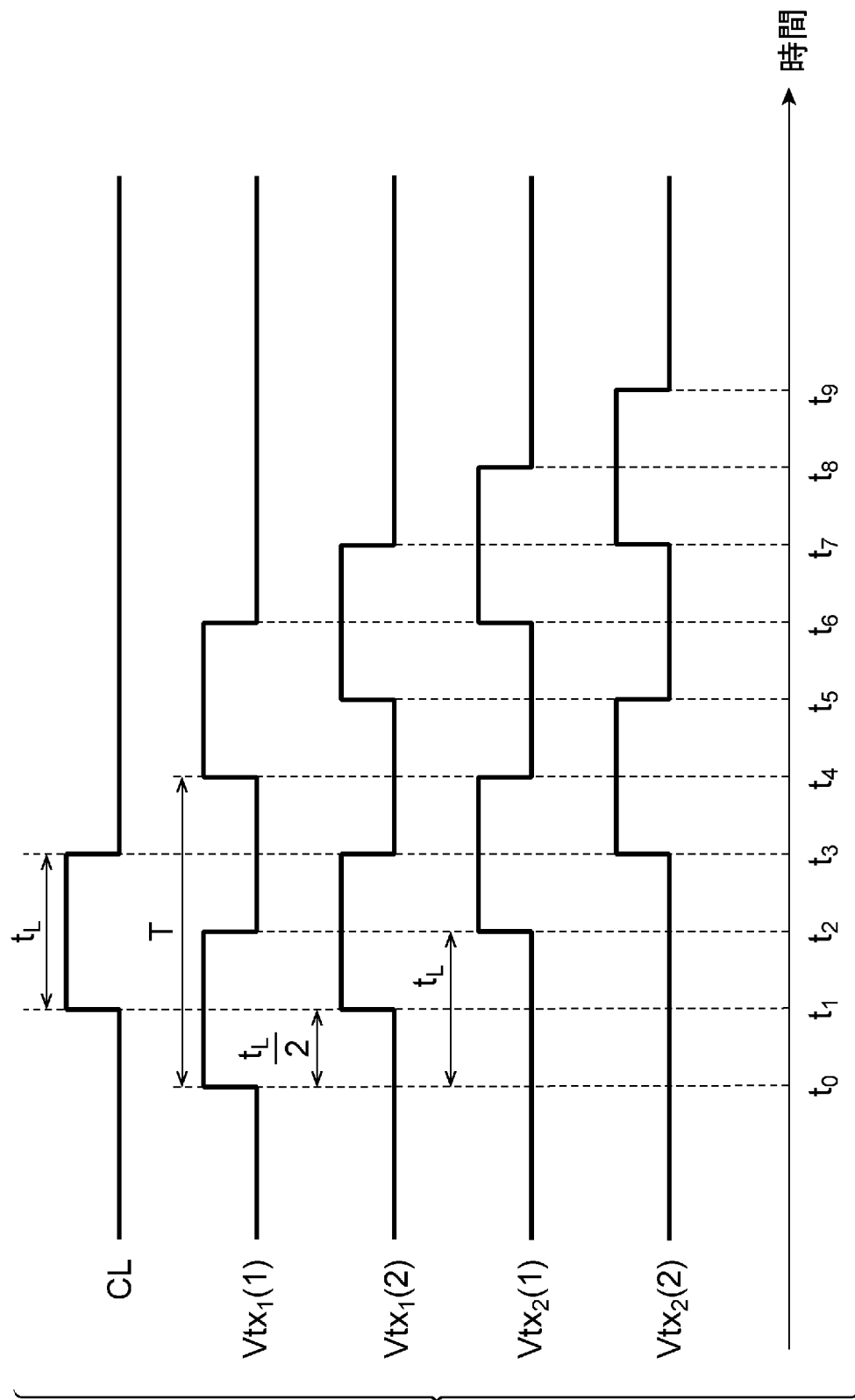
[図6]



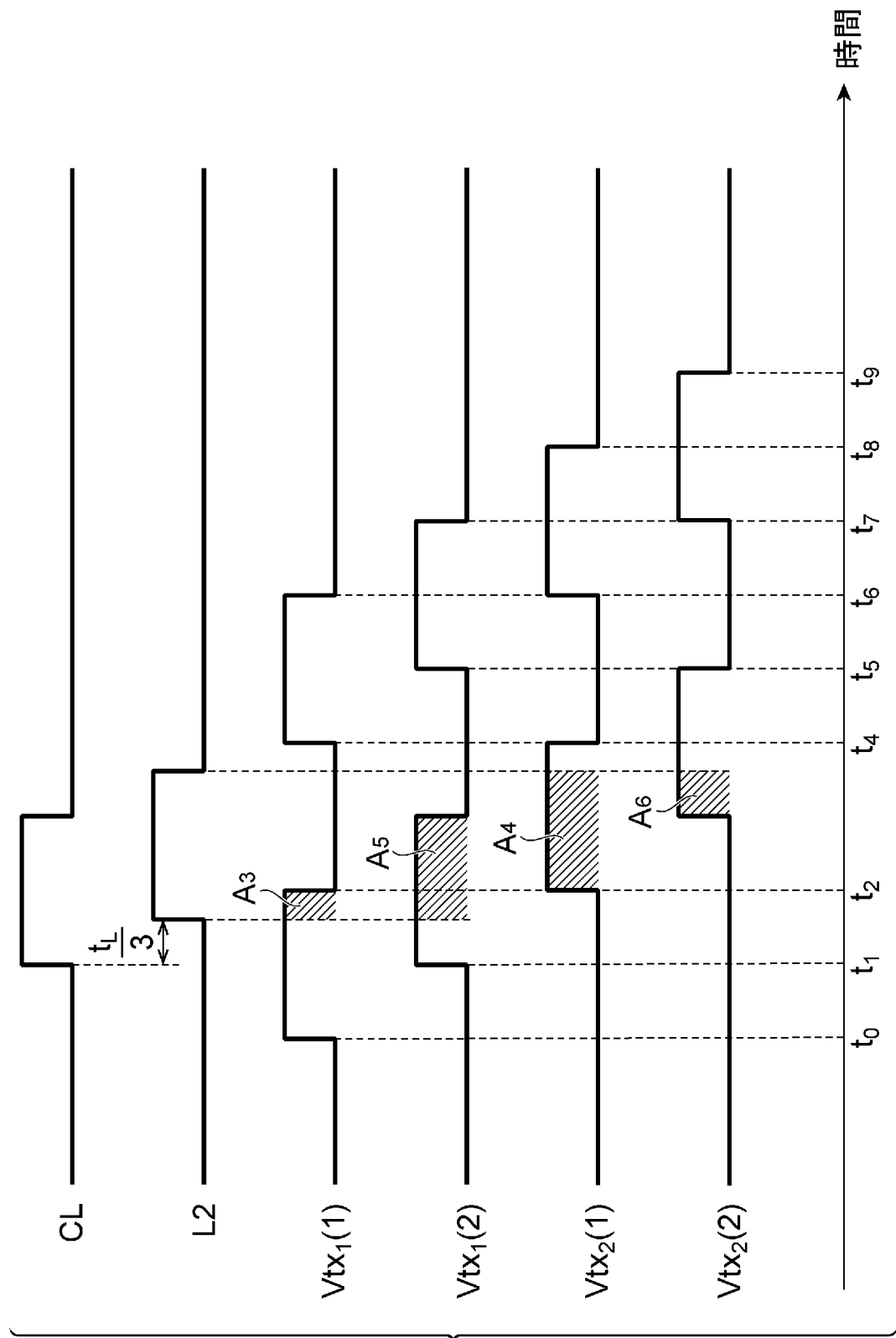
[図7]



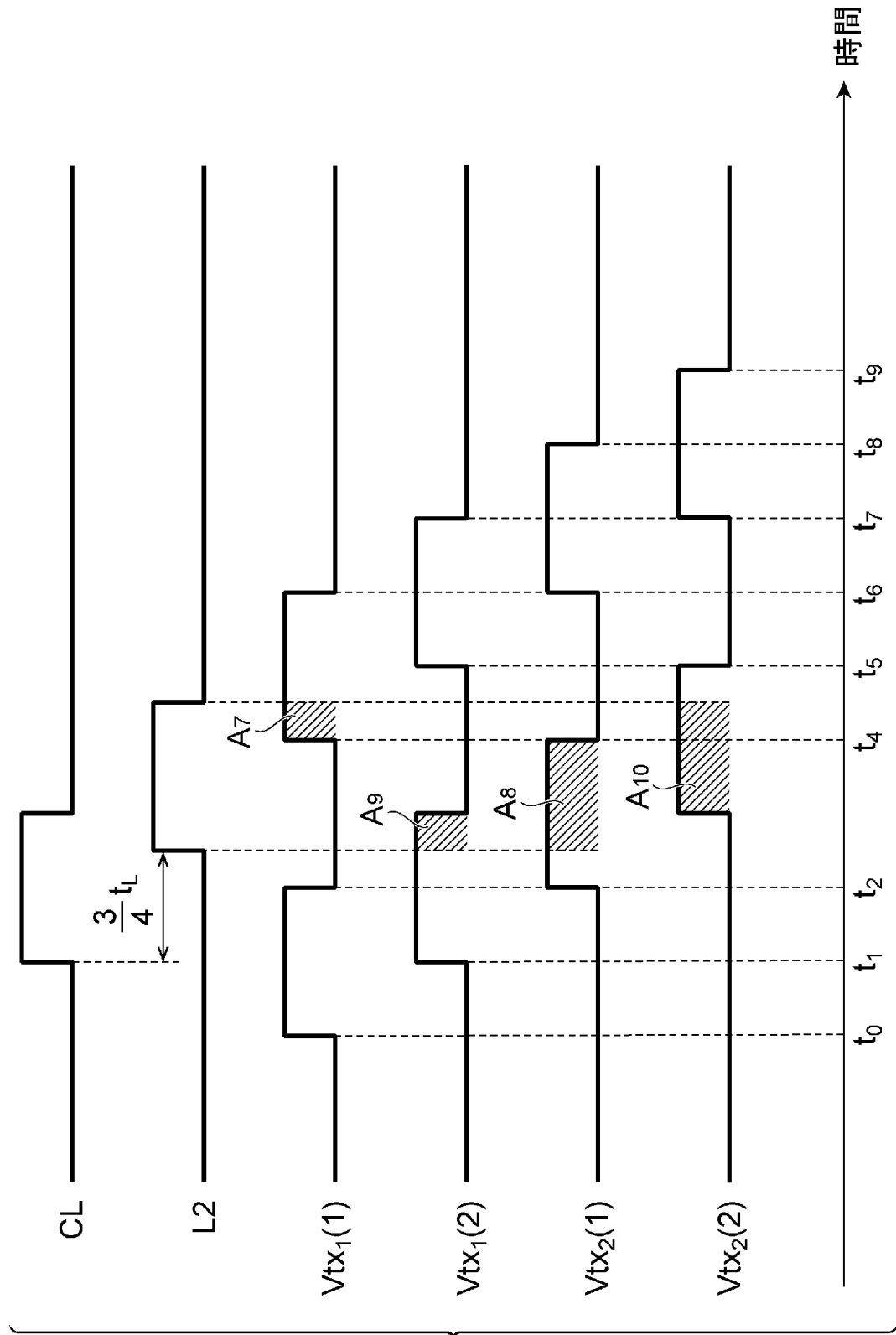
[図8]



[図9]

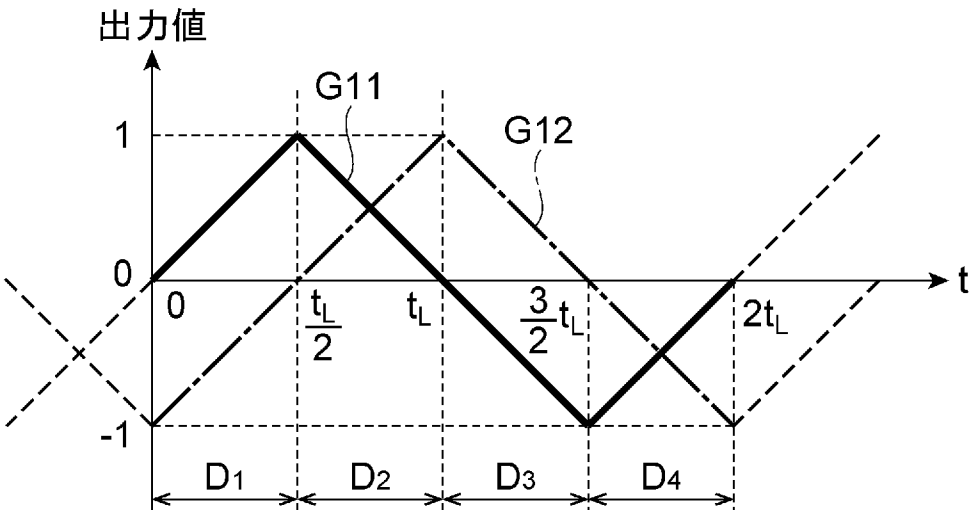


[図10]



[図11]

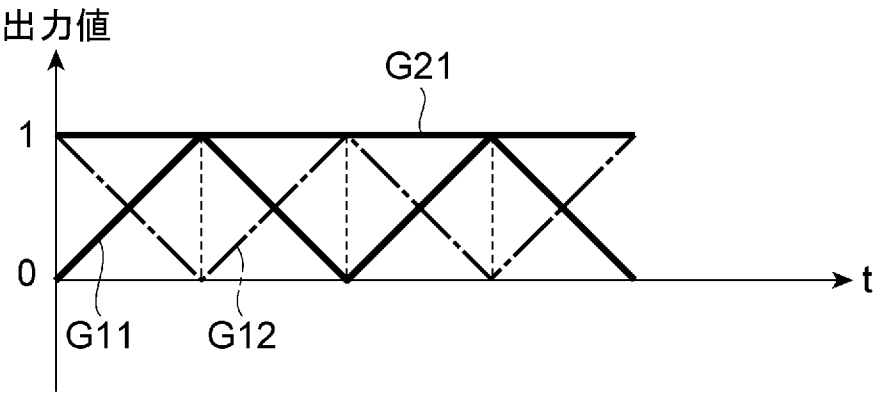
(a)



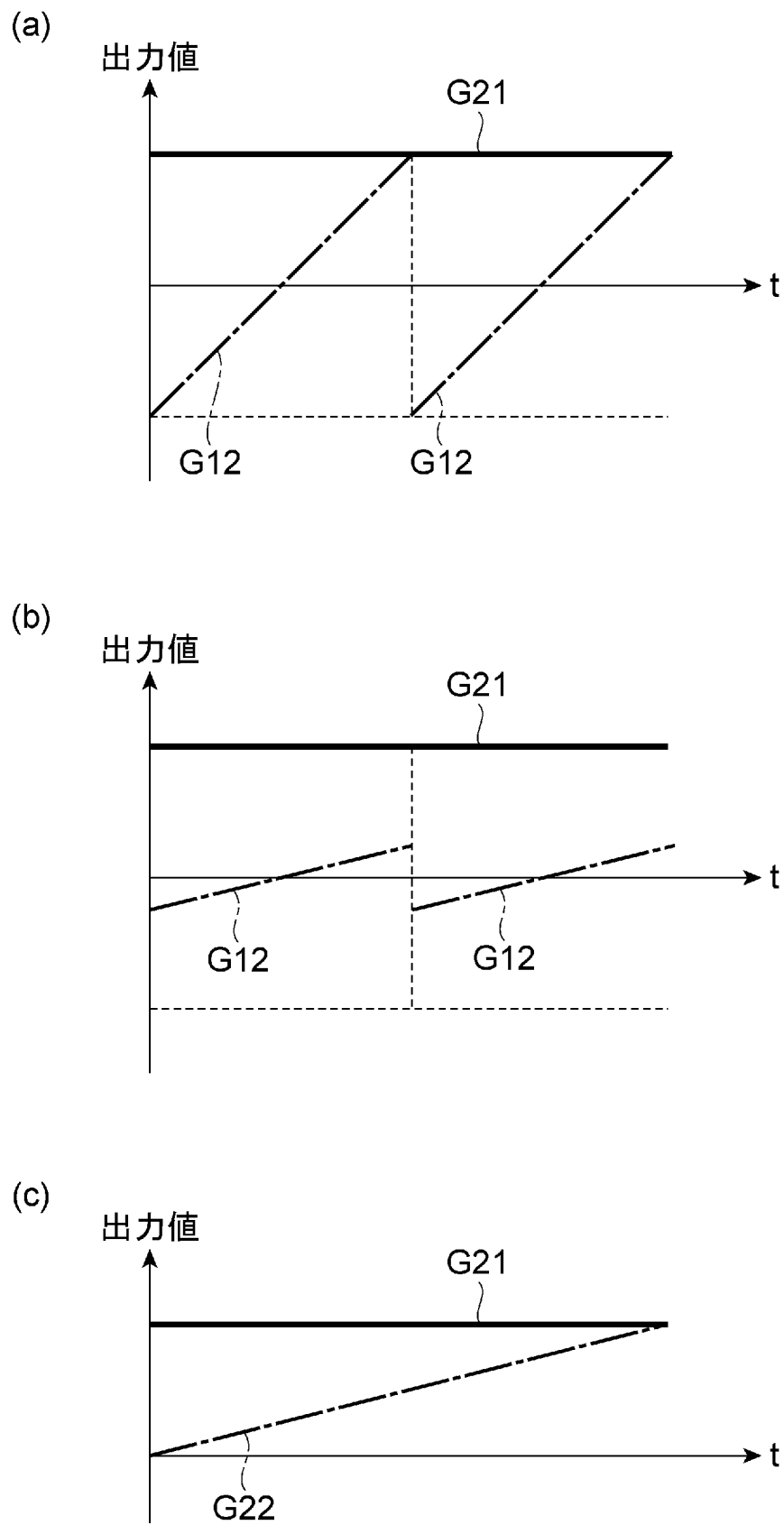
(b)

G11	−	+	+	−
G12	+	+	−	−

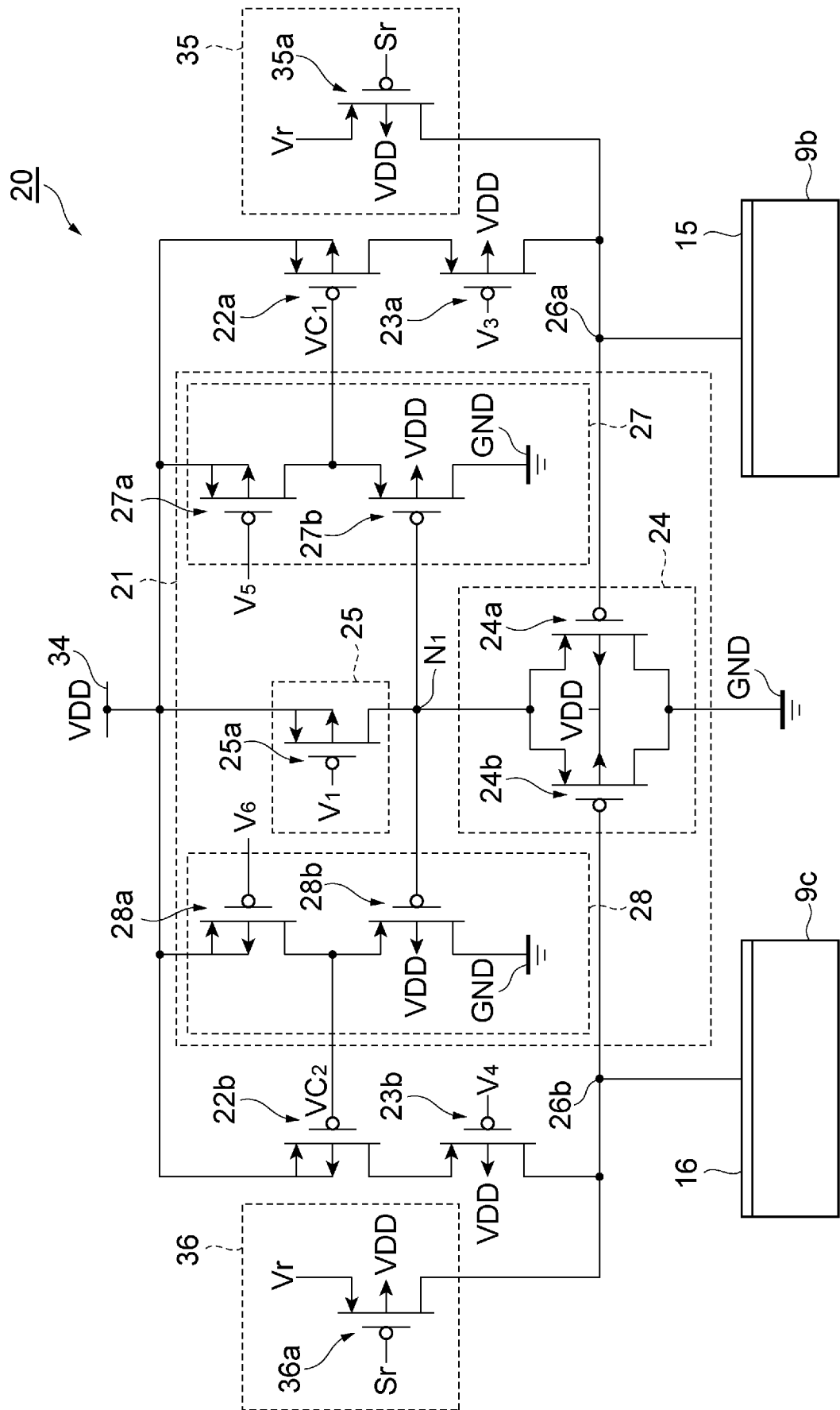
(c)



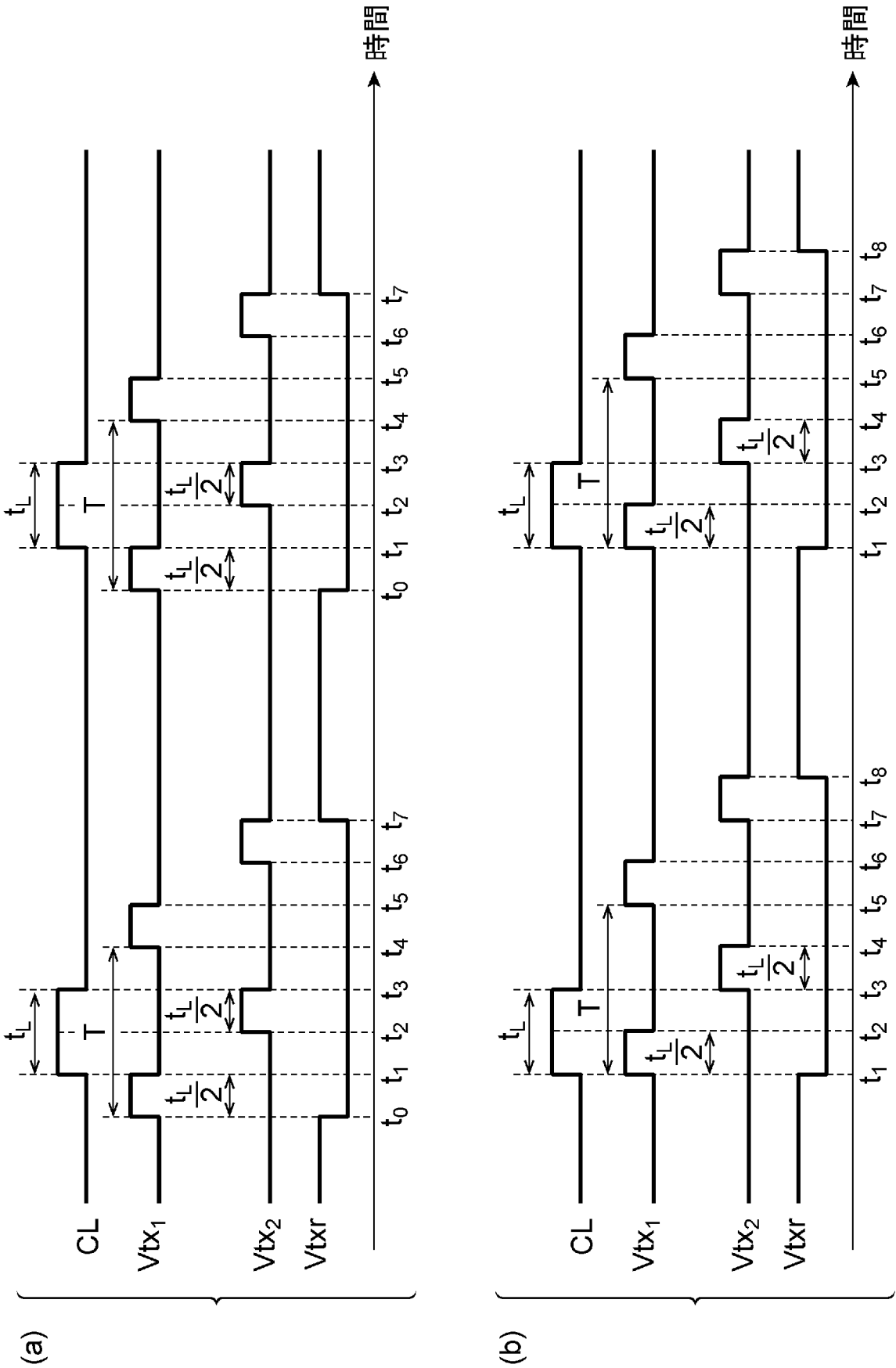
[図12]



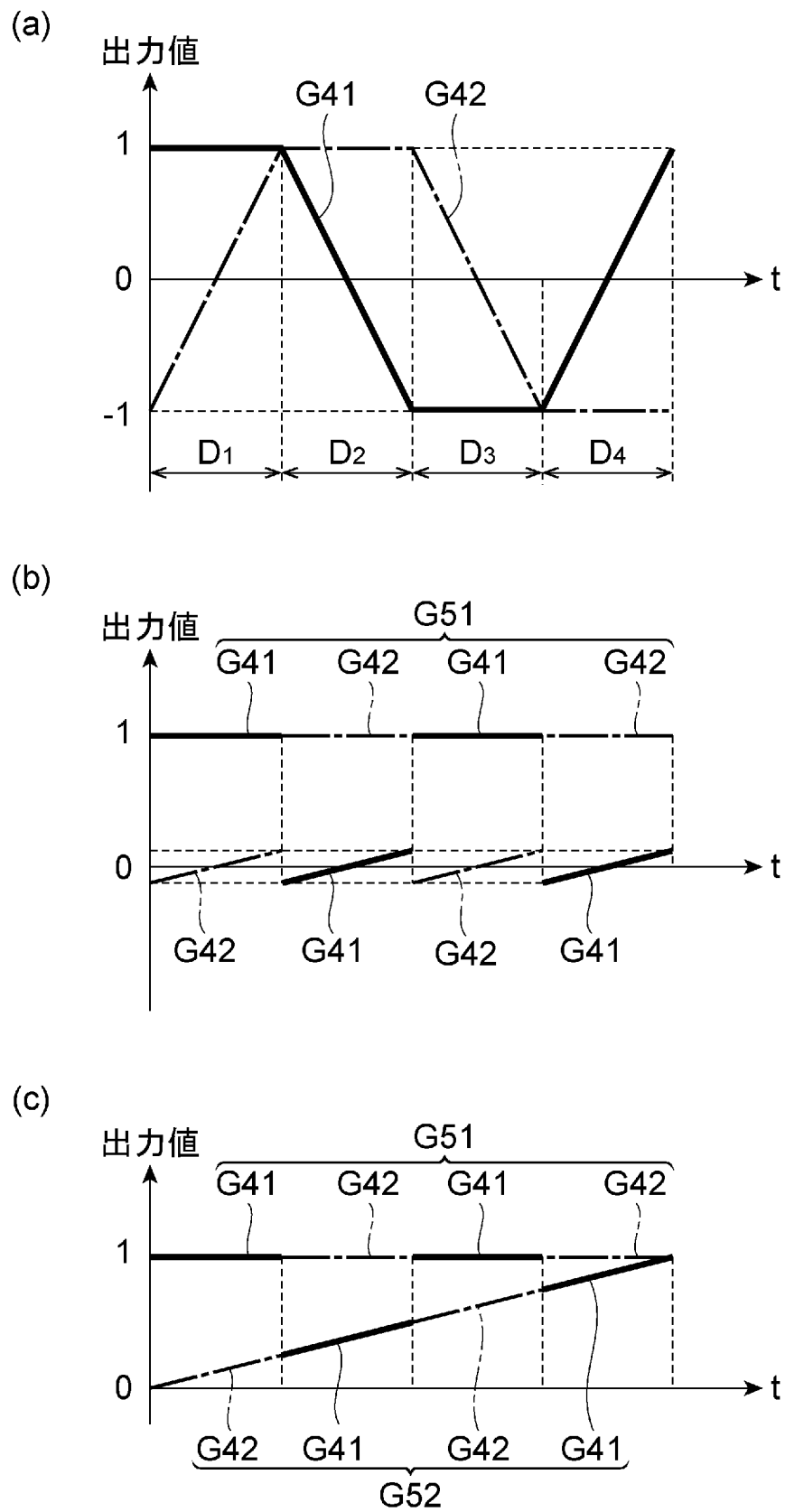
[図13]



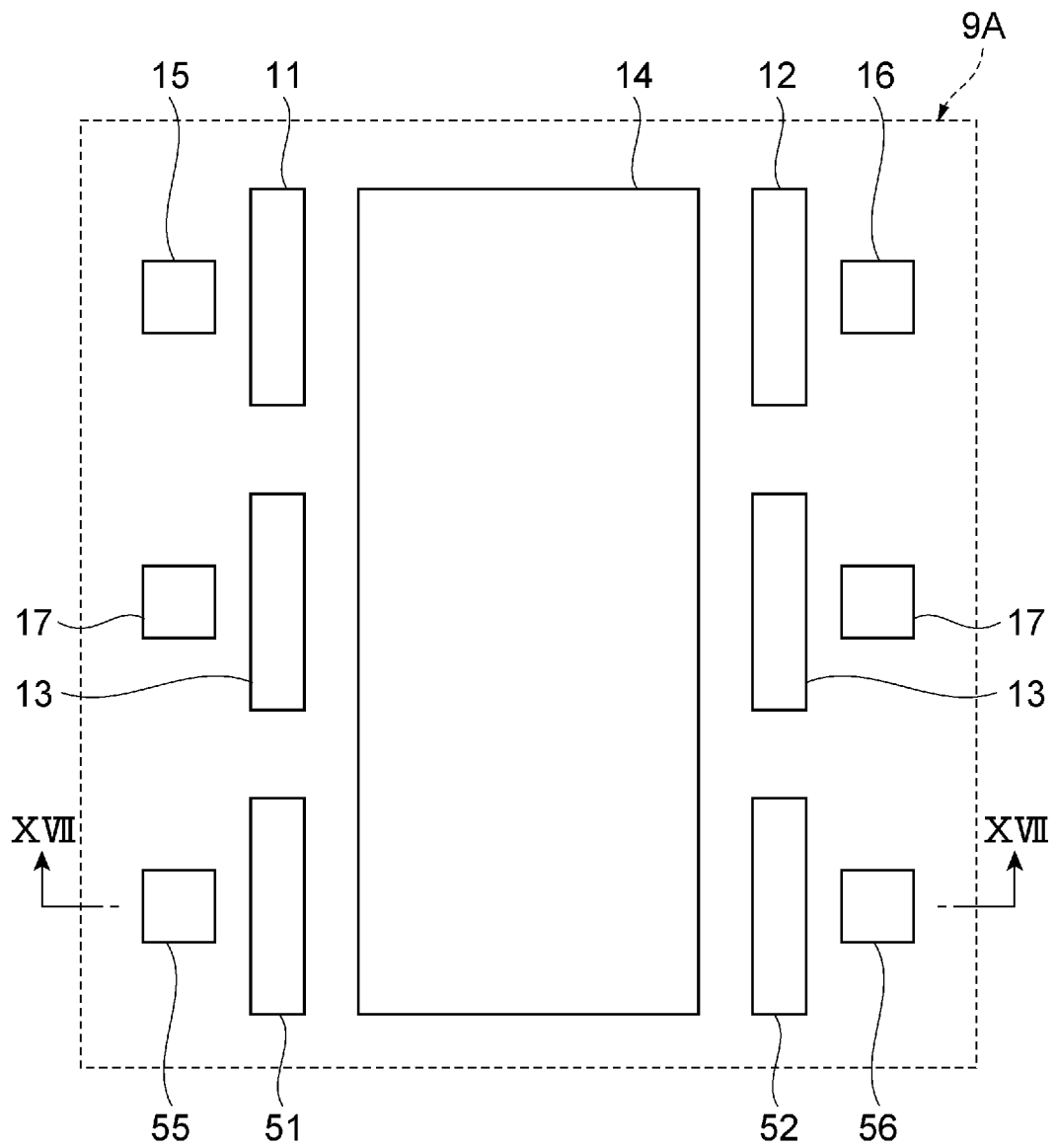
[図14]



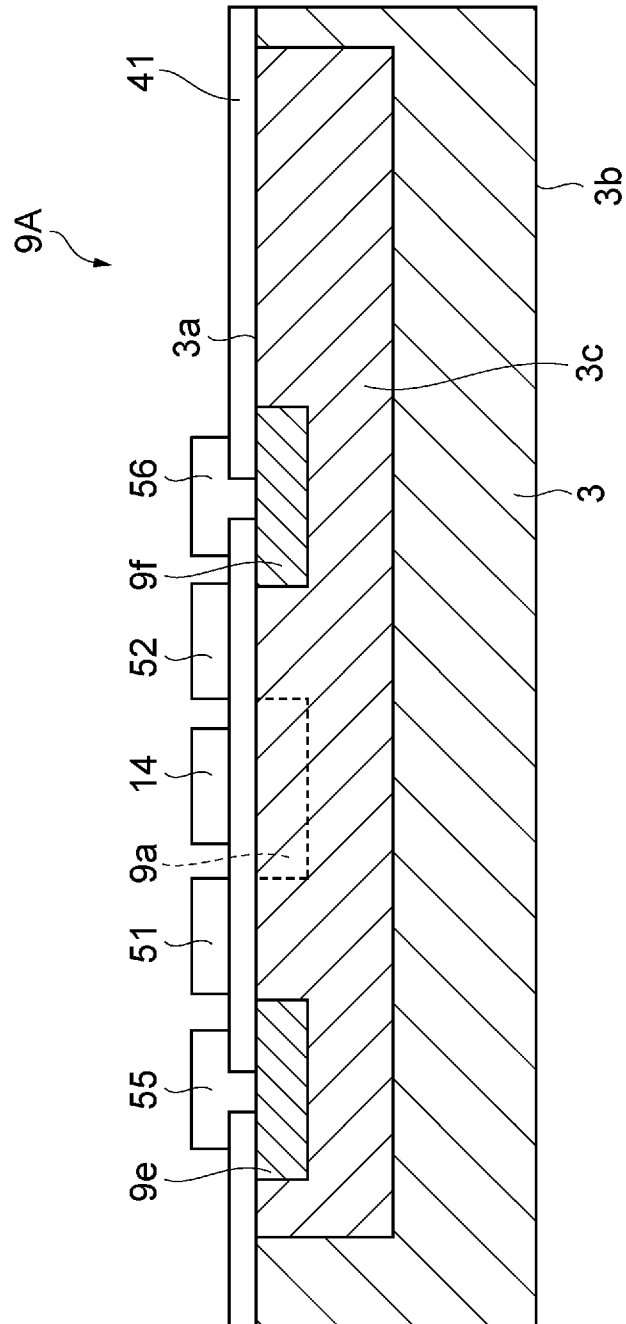
[図15]



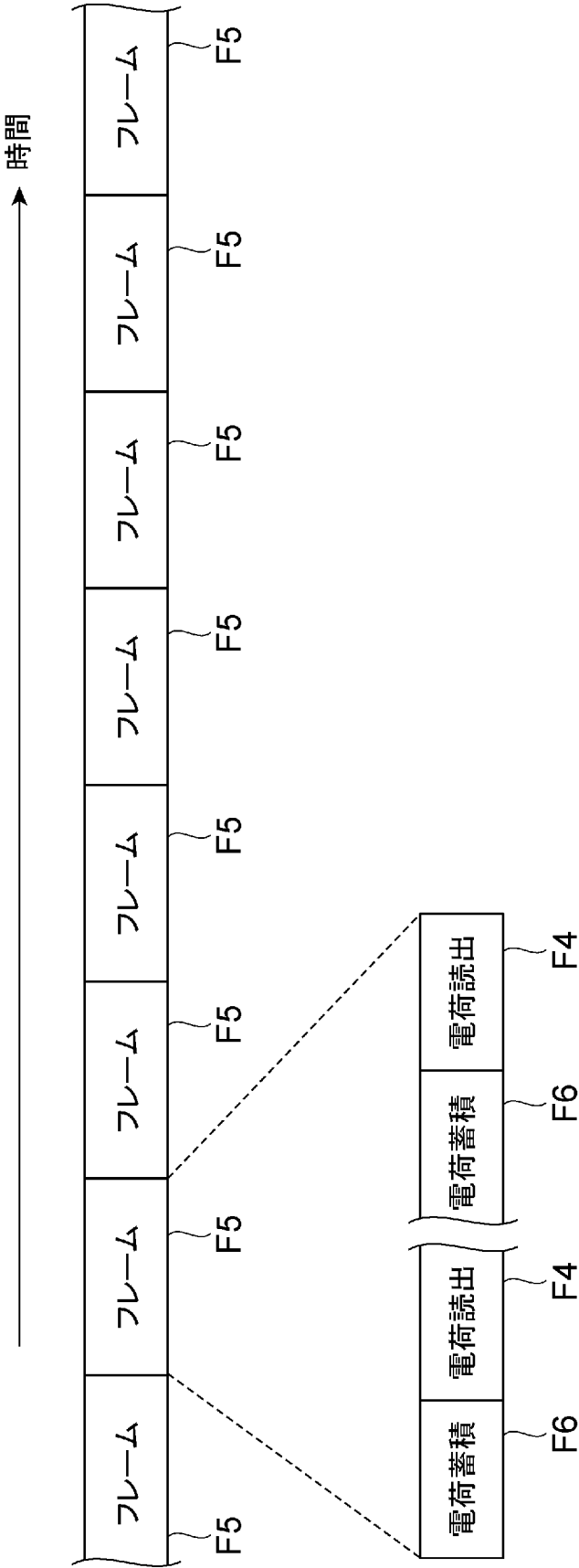
[図16]



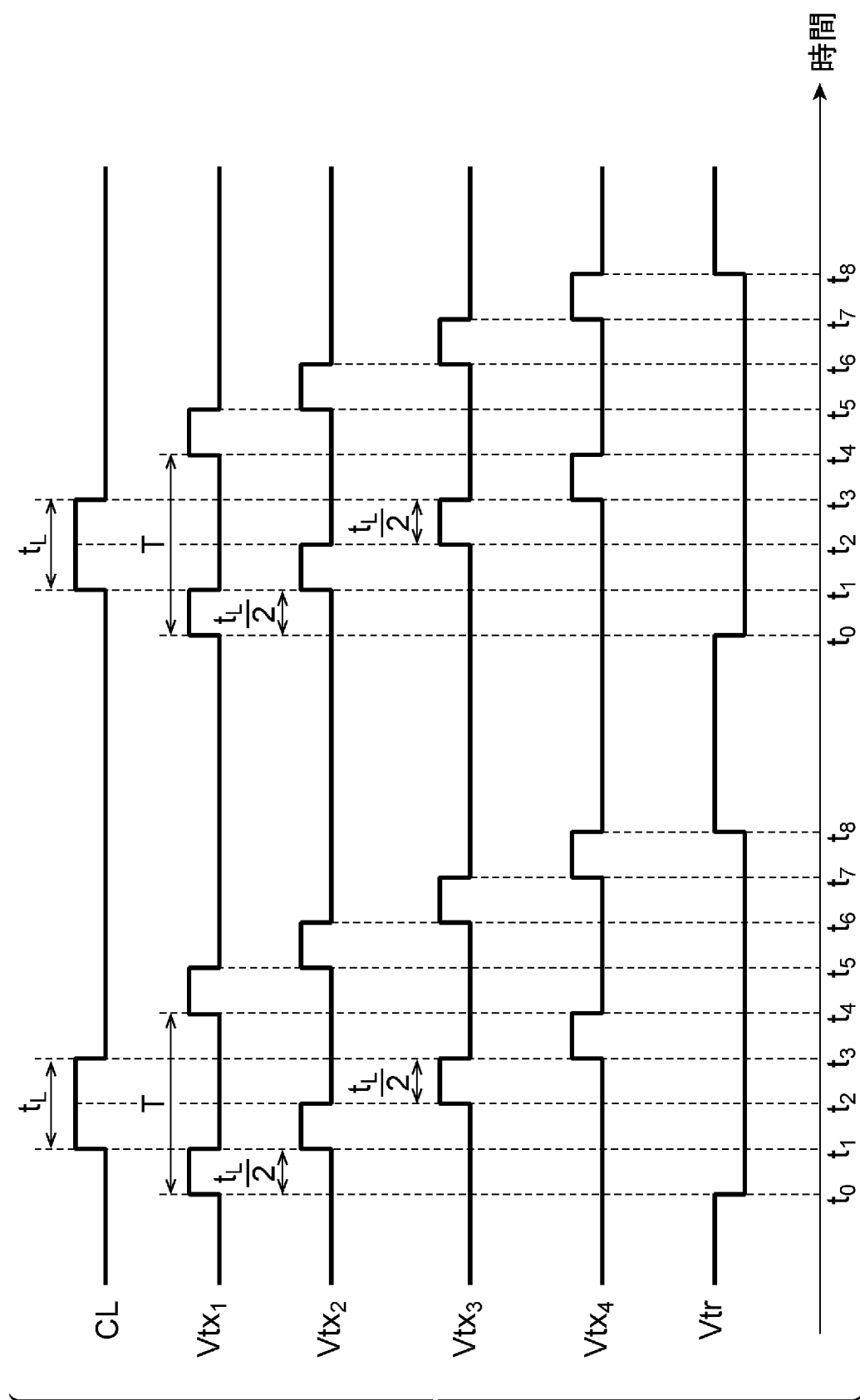
[図17]



[図18]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/015746

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S7/486(2006.01)i, G01C3/06(2006.01)i, G01S17/10(2006.01)i, G01S17/89(2006.01)i, H01L27/146(2006.01)i, H04N5/357(2011.01)i, H04N5/374(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, G01C3/06, H01L27/146, H04N5/357, H04N5/374

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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	JP 2012-215480 A (Honda Motor Co., Ltd.), 08 November 2012 (08.11.2012), paragraphs [0075] to [0087]; fig. 14 to 17 (Family: none)	1-8
A	JP 2014-169921 A (Denso Corp.), 18 September 2014 (18.09.2014), paragraphs [0001] to [0120]; fig. 1 to 11 (Family: none)	1-8
A	JP 2013-76645 A (Stanley Electric Co., Ltd.), 25 April 2013 (25.04.2013), paragraphs [0015] to [0041]; fig. 1 to 2 (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
05 July 2017 (05.07.17)

Date of mailing of the international search report
18 July 2017 (18.07.17)

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/JP2017/015746

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	WO 2017/022220 A1 (Panasonic Intellectual Property Management Co., Ltd.), 09 February 2017 (09.02.2017), paragraphs [0015] to [0065]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-8
E, A	JP 2017-116314 A (Ricoh Co., Ltd.), 29 June 2017 (29.06.2017), paragraphs [0021] to [0037]; fig. 7 to 11 (Family: none)	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, G01S17/89(2006.01)i,
H01L27/146(2006.01)i, H04N5/357(2011.01)i, H04N5/374(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 (IPC))

Int.Cl. G01S7/48-7/51, G01S17/00-17/95, G01C3/06, H01L27/146, H04N5/357, H04N5/374

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
A	JP 2012-215480 A (本田技研工業株式会社) 2012.11.08, 段落 0075-0087, 図 14-17 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2014-169921 A (株式会社デンソー) 2014.09.18, 段落 0001-0120, 図 1-11 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2013-76645 A (スタンレー電気株式会社) 2013.04.25, 段落 0015-0041, 図 1-2 (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

05.07.2017

国際調査報告の発送日

18.07.2017

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)

山下 雅人

2S

9303

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
P, A	WO 2017/022220 A1 (パナソニック I P マネジメント株式会社) 2017.02.09, 段落 0015-0065, 図 1-4 (ファミリーなし)	1-8
E, A	JP 2017-116314 A (株式会社リコー) 2017.06.29, 段落 0021-0037, 図 7-11 (ファミリーなし)	1-8