

(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
2024年12月19日(19.12.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/257565 A1

(51) 国際特許分類:

G01S 7/4863 (2020.01) G01S 17/89 (2020.01)
G01S 7/497 (2006.01) H04N 25/70 (2023.01)
G01S 7/4865 (2020.01) H04N 25/773 (2023.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/018783

(22) 国際出願日: 2024年5月22日(22.05.2024)

(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 2023-096484 2023年6月12日(12.06.2023) JP

(71) 出願人: ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社(SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) [JP/JP]; 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目1番1号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 西野 辰樹 (NISHINO Tatsuki); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目1番

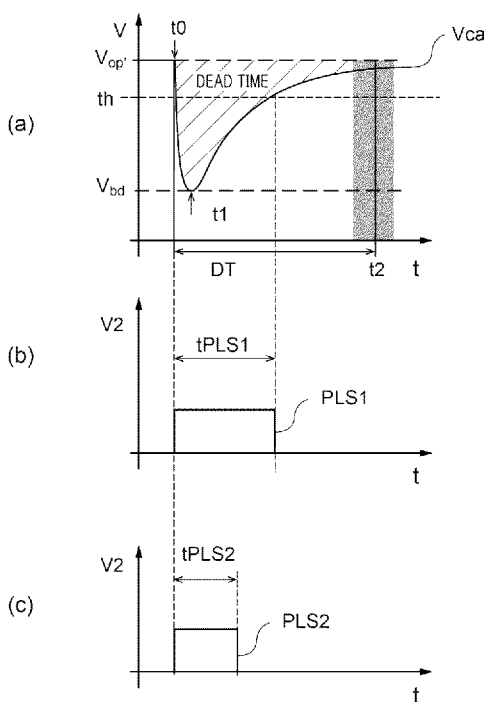
番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 宮嶋 学 (MIYAJIMA Manabu); 〒1000005 東京都千代田区丸の内1丁目6番6号 日本生命丸の内ビル 協和特許法律事務所 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: OPTICAL DETECTION DEVICE AND RANGING SYSTEM

(54) 発明の名称: 光検出装置、及び測距システム



(57) Abstract: The present disclosure provides a light detection device capable of reducing an influence of disturbance light while suppressing a decrease in measurement accuracy on a short distance side. According to the present disclosure, provided is an optical detection device (20) that detects laser light for measurement reflected from an object (50), the device comprising: a pixel (1000) that generates, in accordance with a received photon, a plurality of types of pulse signals (PLS1, PLS2) in which the pulse width increases with the elapse of time from the time at which the laser light is irradiated; a time information generation unit (111) that generates information on a first time range (tPLS1, tPLS2) that is a range corresponding to the pulse width and indicates an elapsed time; a histogram generation unit (112) that, on the basis of the information in the first time range, adds a prescribed number of frequencies in a range corresponding to the first time range to generate a histogram indicating the frequency value; and a signal processing unit (113) that generates a distance value (D) to the object (50) on the basis of the frequency value of the histogram.



(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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

(57) 要約: 本開示では、近距離側での測定精度の低下を抑制しつつ、外乱光の影響を低減可能である光検出装置を提供する。本開示によれば、測定用のレーザ光の対象物 (50) からの反射光を検出する光検出装置 (20) は、レーザ光が照射された時間からの経過時間にしたがってパルス幅が増加する複数種類のパルス信号 (PLS1、PLS2) を、受光した光子に応じて生成する画素 (1000) と、前記パルス幅に対応する範囲であり、経過時間を示す第1時間範囲 (t PLS1、t PLS2) の情報を生成する時間情報生成部 (111) と、第1時間範囲の情報に基づき、第1時間範囲に対応する範囲の所定数の頻度を加算して、頻度値を示すヒストグラムを生成するヒストグラム生成部 (112) と、ヒストグラムの頻度値に基づき、対象物 (50) までの距離値 (D) を生成する信号処理部 (113) と、を備える。

明 細 書

発明の名称：光検出装置、及び測距システム

技術分野

[0001] 本開示は、光検出装置、及び測距システムに関する。

背景技術

[0002] 物体（対象物）までの距離をToF（Time of Flight）に基づいて計測する測距システムが一般に知られている。ToFは、レーザ光源のレーザ光をレンズを介してパルス光として複数回発射し、パルス光それぞれが照射された物体からの反射光をSPAD（Single Photon Avalanche Diode）と呼ばれる受光素子で光子を検出する。

[0003] これにより発生したキャリアを、アバランシェ増倍を用いてパルス信号に変換して、これをTDC（Time to Digital Converter）に入力することで反射光の到来時刻を計測し、物体までの距離を算出する技術である。

[0004] また、複数回発射したレーザ光それぞれに対して反射光の到来時刻の計測が、ヒストグラムを用いて行われる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2021-1764号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ところが、反射光の計測には、外乱光の影響を受けてしまう。特に中、長距離側での計測では、反射光が減るために、外乱光の影響をより多く受けてしまう。一方で、外乱光の影響を抑制しようとすると、より高精度な測定精度が求められる近距離側での測定精度が低下してしまう恐れがある。

[0007] そこで、本開示では、近距離側での測定精度の低下を抑制しつつ、外乱光

の影響を低減可能である光検出装置、及び測距システムが提供される。

課題を解決するための手段

- [0008] 上記の課題を解決するために、本開示によれば、
測定用のレーザ光の対象物からの反射光を検出する光検出装置であって、
前記レーザ光が照射された時間からの経過時間にしたがってパルス幅が増加する複数種類のパルス信号を、受光した光子に応じて生成する画素と、
前記パルス幅に対応する範囲であり、前記経過時間を示す第1時間範囲の情報を生成する時間情報生成部と、
前記第1時間範囲の情報に基づき、前記第1時間範囲に対応する範囲の所定数の頻度を加算して、頻度値を示すヒストグラムを生成するヒストグラム生成部と、
前記ヒストグラムの頻度値に基づき、前記対象物までの距離値を生成する信号処理部と、
を備える、光検出装置が提供される。
- [0009] 前記画素は、前記複数種類のパルス信号として、前記経過時間に従い、第2パルス信号を生成した後に、前記第2パルス信号よりもパルス幅が広い第1パルス信号を生成してもよい。
- [0010] 前記画素は、受光した光子に応じて値が変動する電気信号を生成する光電変換部と、
前記電気信号が所定値の範囲で変動している時間に応じて、前記パルス幅である第1信号の範囲が変動する前記第1パルス信号と、
前記電気信号の変動の開始に基づき生成され、前記第1信号の範囲が固定された前記第2パルス信号と、を生成可能であるパルス生成部と、
を有してもよい。
- [0011] 前記第1パルス信号の前記第1信号の範囲は、前記電気信号が所定の閾値を超えている時間に対応する第2時間範囲であり、前記第2パルス信号の前記第1信号の範囲は、前記第1パルス信号が生成されるタイミングに基づく、固定の第3時間範囲であってもよい。

- [0012] 前記パルス生成部は、前記第 1 パルス信号、及び前記第 2 パルス信号の一方を出力してもよい。
- [0013] 前記パルス生成部は、前記レーザ光が照射された時間からの所定の経過時間時である閾値まで前記第 2 パルス信号を出力した後に、前記第 1 パルス信号を出力してもよい。
- [0014] 前記パルス生成部は、前記画素が受光する外乱光の光量に応じて、前記閾値を変更してもよい。
- [0015] 前記外乱光の光量は、前記レーザ光を用いた測定が開始される前に測定されてもよい。
- [0016] 前記レーザ光を用いた測定が開始される前の外乱光を測定する外乱光測定時間に、前記画素、前記時間情報生成部、及び前記ヒストグラム生成部を駆動させてヒストグラムを生成させ、前記外乱光の光量を示す評価値を生成する外乱光測定部を、更に備えてもよい。
- [0017] 前記評価値に基づき、前記外乱光の光量が大きくなるに従い、前記経過時間を短くする閾値を生成する閾値生成部を、更に備えてもよい。
- [0018] 前記外乱光測定部は、前記外乱光測定時間においては、前記画素に前記第 1 パルス信号を出力させてもよい。
- [0019] 前記測定用のレーザ光は、パルス光であり、
前記パルス光を所定の時間間隔で繰り返し発光させ、
前記時間間隔内の反射光測定期間において前記閾値に基づき、前記画素に前記第 1 パルス信号、及び前記第 2 パルス信号の一方を出力させ、
前記第 1 パルス信号、及び前記第 2 パルス信号の一方の前記第 1 時間範囲の情報を、前記時間情報生成部に生成させ、
前記ヒストグラム生成部に、前記第 1 時間範囲に対応する範囲の頻度を加算して頻度値を示すヒストグラムを、前記パルス光が繰り返し発光している測定期間の間において生成させる生成指示部を、更に備えてもよい。
- [0020] 前記光電変換部は、SPAD (Single Photon Avalanche Diode) であり、

前記SPADのリチャージ動作が終了するまでのデッド期間が長くなるに従い、前記第2時間範囲は長くなってもよい。

- [0021] 前記第1信号はハイレベル信号であり、
前記パルス生成部は、
前記電気信号に応じて前記第1パルス信号を出力するインバータ回路と、
前記第1パルス信号のエッジから前記第3時間範囲のハイレベル信号を有する前記第2パルス信号を出力するパルス生成回路と、
前記閾値に基づく選択信号に応じて、前記第1パルス信号、又は前記第2パルス信号を選択して出力するマルチプレクサと、
を有してもよい。

- [0022] 上記の課題を解決するために、本開示によれば、測定用のレーザ光を対象物に照射する発光装置と、
前記対象物からの反射光を受光する光検出装置と、を備える測距システムであって、
前記光検出装置は、
前記レーザ光が照射された時間からの経過時間にしたがってパルス幅が増加する複数種類のパルス信号を、受光した光子に応じて生成する画素と、
前記パルス幅に対応する範囲であり、前記経過時間を示す第1時間範囲の情報を生成する時間情報生成部と、
前記第1時間範囲の情報に基づき、前記第1時間範囲に対応する範囲の所定数の頻度を加算して、頻度値を示すヒストグラムを生成するヒストグラム生成部と、
前記ヒストグラムの頻度値に基づき、前記対象物までの距離値を生成する信号処理部と、
を有する、測距システムが提供されてもよい。

- [0023] 前記光検出装置は、
前記ヒストグラムに関する情報を出力する出力部を更に有し、
前記ヒストグラムに関する情報に基づきヒストグラムを画像化する主制御

装置と、

前記画像化されたヒストグラムを表示する表示操作装置と、
を更に備えてもよい。

[0024] 前記画素は、

受光した光子に応じて値が変動する電気信号を生成する光電変換部と、
前記電気信号が所定値の範囲で変動している時間に応じて、前記パルス幅
である第 1 信号の範囲が変動する第 1 パルス信号と、

前記電気信号の変動の開始に基づき生成され、前記第 1 信号の範囲が固定
された第 2 パルス信号と、を生成可能であるパルス生成部と、
を有してもよい。

[0025] 前記パルス生成部は、前記レーザ光が照射された時間からの所定の経過時
間時である閾値まで前記第 2 パルス信号を出力した後に、前記第 1 パルス信
号を出力し、

主制御装置は、前記閾値とヒストグラムとを関連づけて画像化し、

前記表示操作装置は、前記画像化された前記閾値の位置を示す第 2 閾値の
画像の位置を変更する操作部を、有し、

前記光検出装置は、前記表示操作装置から入力された前記第 2 閾値の位置
に対応する前記閾値の情報を用いて、前記パルス生成部の前記閾値を変更可
能であってもよい。

[0026] 前記閾値とヒストグラムとを関連づけて画像化する予備測定の場合に、前
記パルス生成部は、前記第 1 パルス信号のみ、或いは、前記前記第 2 パルス
信号のみを出力してもよい。

[0027] 前記光検出装置は、

複数の前記画素を行列状に配置した画素アレイを有し、前記時間情報生成
部、前記ヒストグラム生成部、及び前記信号処理部は、複数の前記画素ごと
に出力する記第 1 パルス信号、及び記第 2 パルス信号を処理してもよい。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]本開示の実施形態に係る測距システムの概略構成の一例を示すブロック

図。

[図2]発光装置の発光周期と測定期間例を示す図。

[図3]本実施形態に係る測距システムの光学システムの概略構成を示す図。

[図4]フラッシュ型の光学システムの例を示す図。

[図5]図1に示した画素の概略例を示す図。

[図6]光電変換部のカソード電位と、パルス信号の例を示す図。

[図7]読み出し回路の構成例を示す図。

[図8]パルス信号に対するTDCの動作を説明する図。

[図9]複数の光子が入力した場合のパルス信号に対するTDCの動作を説明する図。

[図10]第2パルス信号に対するTDCの動作を説明する図。

[図11]画複数の光子が入力した場合のパルス信号に対するTDCの動作を説明する図。

[図12]第1モード（レベル検出モード）でのヒストグラム例を示す図。

[図13]第2モード（エッジ検出モード）でのヒストグラム例を示す図。

[図14]同一対象物に対するヒストグラム生成部におけるカウント値を示す図。

[図15]ヒストグラム生成部におけるカウント値を模式的に示す図。

[図16]ヒストグラム生成部におけるカウント値を模式的に示す図。

[図17]制御部のより詳細な構成例を示す図。

[図18]外乱光がより少ない場合の制御部の制御例を示す図。

[図19]外乱光がより多い場合の制御部の制御例を示す図。

[図20]表示操作部に表示される画像例を示す図。

[図21]表示操作部に表示される別の画像例を示す図。

[図22]表示操作部に表示される更に別の画像例を示す図。

[図23]制御部の動作例を示すフローチャート。

[図24]車両制御システムの概略的な構成の一例を示すブロック図。

[図25]車外情報検出部及び撮像部の設置位置の一例を示す説明図。

発明を実施するための形態

[0029] 以下、図面を参照して、光検出装置、及び測距システムの実施形態について説明する。以下では、光検出装置、及び測距システムの主要な構成部分を中心に説明するが、光検出装置、及び測距システムには、図示又は説明されていない構成部分や機能が存在しうる。以下の説明は、図示又は説明されていない構成部分や機能を除外するものではない。

[0030] (第1実施形態)

図1は、本開示の実施形態に係る測距システム1の概略構成の一例を示すブロック図である。図1に示すように、測距システム1は、発光装置10と、光検出装置20と、全体制御部30と、受光部光学系40と、主制御装置60と、表示操作装置70とを備える。測距システム1は、光源とToFセンサとを備えるセンサシステムであり、光を射出するとともに、対象物50により反射された反射光を検出するように構成される。ここで、対象物50は測距システム1の画角内に存在する1以上の物体であってよい。

[0031] 図2は、発光装置10の発光周期と測定期間例を示す図である。(a)図は、レーザ光L0の照射タイミングと周期S0を示す図であり、(b)図は、外乱光測定期間T1と、反射光測定期間T2を示す図である。横軸は時間を示す。

[0032] 図2に示すように、発光装置10は、全体制御部30からの指示に基づいて、対象物50に向かってパルス光であるレーザ光(照射光)L0を射出するように構成される。発光装置10は、全体制御部30からの指示に基づいて、発光および非発光を交互に繰り返す発光動作を行うことにより所定の発光周期S0に合わせた発光タイミングTL0でレーザ光L0を射出する。この場合、レーザ光L0を射出せずに、外乱光を測定する外乱光測定期間T1と、発光周期S0に合わせてレーザ光L0の反射光を測定する反射光測定期間T2を有する。このように、対象物50の計測時間では、発光周期S0のレーザ光L0が繰り返し照射される。

[0033] 再び図1に示すように、受光部光学系40は、光検出装置20の受光面に

において像を結像させるレンズを含んで構成される。この受光部光学系40には、発光装置10から射出され、対象物50により反射された光L1が入射するようになっている。反射光L1は、光子（フォトン）として、受光部光学系40を介して、後述する各画素1000に受光される。以後の説明では、反射光L1を光子L1と称する場合がある。

[0034] 光検出装置20は、画素アレイ100と、測距処理部110と、測距制御部120と、駆動回路130と、発光タイミング制御部140と、制御部150と、クロック生成部160と、出力部170とを備える。全体制御部30は、発光装置10および光検出装置20に制御信号を供給し、これらの動作を制御することにより、測距システム1の動作を制御するように構成される。

[0035] 光検出装置20は、全体制御部30からの指示に基づいて、光子L1を検出するように構成される。そして、光検出装置20は、検出結果に基づいて距離画像を生成し、生成した距離画像の画像データを出力部170より距離情報D1として出力する。

[0036] これら、画素アレイ100と、測距処理部110と、測距制御部120と、駆動回路130と、発光タイミング制御部140と、制御部150と、クロック生成部160と、出力部170とは、1つの半導体チップ上に配置することができる。また一方で、光検出装置20は第1の半導体チップと第2の半導体チップとを積層した構成としてもよい。この場合、例えば画素アレイ100の一部の（光電変換部1001）を第1の半導体チップ上に配置し、測距装置に含まれる他の部分を第2の半導体チップ上に配置する構成が考えられる。

[0037] 図1において、全体制御部30は、例えば予め組み込まれるプログラムに従い、測距システム1全体の動作を制御する。また、全体制御部30は、外部から供給される外部制御信号に応じた制御を実行することもできる。一方、制御部150は、全体制御部30からの指示に従い、光検出装置20全体の動作を制御する。また、制御部150は、画素アレイ100の駆動モード

を第1モードであるレベル検出モードと、第2モードであるエッジ検出モードとに駆動を変更する制御を実行可能である。なお、制御部150の詳細は後述する。

[0038] クロック生成部160は、外部から供給される基準クロック信号に基づき、光検出装置20内で用いられる1以上のクロック信号を生成する。例えば、クロック生成部160は、後述するTDCクロックを生成する。発光タイミング制御部140は、全体制御部30から供給される発光トリガ信号に従い、発光タイミングTL0（図2参照）を示す発光制御信号を生成する。発光制御信号は、発光装置10に供給されるとともに、測距処理部110に供給される。すなわち、発光装置10は、発光制御信号に従い、発光タイミングTL0（図2参照）でレーザ光L0を射出する

[0039] 測距制御部120は、制御部150からの指示に基づいて、測距処理部110の動作を制御することにより、画素アレイ100の各画素1000から出力されるパルス信号PLS1、PLS2（図5、6を参照）に基づく距離情報の生成を測距処理部110に実行させる。

[0040] 画素アレイ100は、マトリックス状に配置された複数の画素1000を備える。画素1000は、光子L1を検出することにより、検出した光子L1に応じたパルス信号を生成するように構成される。この画素1000は、受光した光子に応じて、ハイレベル信号の範囲が異なる複数のパルス信号PLS1、PLS2（図5、6を参照）を生成可能である。すなわち、この画素1000は、レーザ光L0が照射された時間TL0からの時間経過にしたがい、パルス幅が増加する複数種類のパルス信号PLS1、PLS2を、受光した光子に応じて生成する。詳しくは、図5を用いて後述する。なお、本実施系形態では画素1000の動作例を、一画素を例に説明する場合があるが、画素アレイ100内における他の画素1000も同等の構成を有し、同様の動作が可能である。すなわち、光検出装置20は、画素1000ごとに対応する距離情報を生成可能である。

[0041] 複数の画素1000に対しては、列ごとに画素駆動線LD（図面中の上下

方向)が接続され、その一端は駆動回路130の各列に対応した出力端に接続される。

[0042] 本実施形態では、画素アレイ100の全部又は一部を使用して、光子L1を検出する。画素アレイ100における使用する領域は、レーザ光L0全体が光子L1として反射された場合に画素アレイ100に結像される光子L1の像と同じ、スキャン方向と垂直な方向(図面中、上下方向。以下、垂直方向ともいう)に長い矩形であってよい。ただし、これに限定されず、画素アレイ100に結像される光子L1の像よりも大きな領域や小さな領域など、種々変形されてよい。

[0043] 駆動回路130は、シフトレジスタやアドレスデコーダなどを含み、画素アレイ100の各画素1000を、全画素同時や列単位等で駆動する。そこで、駆動回路130は、少なくとも、画素アレイ100内の選択列における各画素1000に、後述するクエンチ電圧 V_{QCH} を印加する回路と、選択列における各画素1000に、後述する選択制御電圧 V_{SEL} を印加する回路とを含む。そして、駆動回路130は、読出し対象の列に対応する画素駆動線LDに選択制御電圧 V_{SEL} を印加することで、フォトンの入射を検出するために用いる画素1000を列単位で選択する。

[0044] 画素アレイ100から出力されたパルス信号は、測距処理部110に供給される。測距処理部110は、TDC部111と、ヒストグラム生成部112と、信号処理部113とを備える。

[0045] 各画素1000から読み出されたパルス信号PLS1、PLS2は、TDC部111に供給される。ここで、第1パルス信号PLS1は、第1モードでのパルス信号であり、第2パルス信号PLS2は、第2モードでのパルス信号である。パルス信号PLS1、PLS2は、画素アレイ100における例えば画素列ごとに、所定のサンプリング周期で読み出され、TDC部111に供給される。なお、パルス信号PLS1、PLS2の詳細は後述する。

[0046] TDC部111は、基準とするタイミング(例えば、発光タイミング制御部140から発光制御信号が入力されたタイミング)から画素アレイ100

から供給されたパルス信号 P L S 1、P L S 2 が入力されるまでの時間差を計測し、計測された時間差を示すデジタル情報を生成する。すなわち、T D C 部 1 1 1 は、発光制御信号とパルス信号 P L S 1、P L S 2 とに基づき、発光装置 1 0 から光が出射してその光が対象物 5 0 で反射して各画素 1 0 0 0 に入射するまでの飛行時間を示す時間情報を生成する。すなわち、この T D C 部 1 1 1 は、パルス信号 P L S 1、P L S 2 のハイレベル信号（第 1 信号）の範囲に基づき、レーザ光が照射された時間 T L 0 からの経過時間を示す第 1 時間範囲（ $t_{P L S 1}$ 、 $t_{P L S 2}$ ）の情報を生成する。なお、本実施形態に係る T D C 部 1 1 1 が、時間情報生成部に対応する。また、T D C 部 1 1 1 の動作の詳細も図 8 乃至図 1 0 を用いて後述する。

[0047] ヒストグラム生成部 1 1 2 は、T D C 部 1 1 1 により生成された時間情報に基づいてヒストグラムを生成する。ここで、ヒストグラム生成部 1 1 2 は、時間情報を、測距制御部 1 2 0 により設定された単位時間 d に基づき計数し、ヒストグラムを生成する。単位時間 d とは、例えば、T D C 部 1 1 1 が用いる周期信号である T D C クロックである。この T D C クロックは、クロック生成部 1 6 0 により生成される。この T D C クロックの周期はヒストグラムにおける 1 つのビンに割り当てられた時間幅であってよい。また、単位時間 d は、例えば、画素アレイ 1 0 0 の各画素 1 0 0 0 からパルス信号を読み出すサンプリング周期と同じ時間幅であってもよい。

[0048] 信号処理部 1 1 3 は、ヒストグラム生成部 1 1 2 により生成されたヒストグラムのデータに基づき、所定の演算処理を行い、例えば、距離情報を算出する。信号処理部 1 1 3 は、例えば、ヒストグラムのデータに基づき、当該ヒストグラムの曲線近似を作成する。信号処理部 1 1 3 は、このヒストグラムが近似された曲線のピークを検出し、検出されたピークに基づき、対象物 5 0 までの距離 D を求めることができる。

[0049] 測距処理部 1 1 0 から出力される距離情報、及びヒストグラムのデータは出力部 1 7 0 に供給される。出力部 1 7 0 はインターフェース部とも呼ばれ、測距処理部から供給された距離情報、及びヒストグラムのデータを、出力

データとして外部に出力する。出力部 170 としては、例えば、M I P I (M o b i l e I n d u s t r y P r o c e s s o r I n t e r f a c e) を適用することができる。

[0050] 主制御装置 60 は、出力部 170 が出力された出力データを用いて 2 次元の距離画像を生成する。また、主制御装置 60 は、ヒストグラムのデータを画像データとして生成する。

[0051] 表示操作装置 70 は、例えば液晶のタッチパネルであり、2 次元の距離画像、ヒストグラムの画像を表示可能である。また、表示操作装置 70 は、モード 1 とモード 2 を切り替える閾値の調整値を入力可能である。

[0052] [光学システム]

図 3 は、本実施形態に係る測距システム 1 の光学システムの概略構成を示す図である。図 2 では、光検出装置 20 の画角を水平方向に走査する、いわゆるスキャン型の光学システムを例示する。

[0053] 図 3 に示すように、測距システム 1 は、光学システムとして、光源 11 と、レンズ 12 と、ハーフミラー 13 と、ポリゴンミラー 14 と、受光レンズ 15 と、画素アレイ 100 とを備える。光源 11、レンズ 12、ハーフミラー 13 及びポリゴンミラー 14 は、例えば、図 1 における発光装置 10 に含まれる。また、受光レンズ 15 は図 1 における受光部光学系 40 に含まれる。なお、ハーフミラー 13 及びポリゴンミラー 14 は、発光装置 10 と受光部光学系 40 とで共有されてよい。

[0054] 図 3 に示す構成において、光源 11 から出射したレーザ光 L0 は、レンズ 12 により、断面の強度スペクトルが垂直方向に長い矩形の平行の光束 B10 に変換され、その後、ハーフミラー 13 に入射する。ハーフミラー 13 は、入射したレーザ光 L0 の一部を反射する。ハーフミラー 13 で反射したレーザ光 L0 は、ポリゴンミラー 14 に入射する。ポリゴンミラー 14 は、例えば、全体制御部 30 からの制御に基づいて動作する駆動部 16 により、所定の回転軸を振動中心として水平方向に振動する。これにより、ポリゴンミラー 14 で反射したレーザ光 L0 の画角 SR が測距範囲 AR を水平方向に往

復走査するように、レーザ光L0が水平走査される。なお、駆動部16には、MEMS (Micro Electro Mechanical System) やマイクロモーター等を用いることができる。

[0055] ポリゴンミラー14で反射したレーザ光L0は、測距範囲AR内に存在する対象物50で反射し、光子L1としてポリゴンミラー14に入射する。ポリゴンミラー14に入射した光子L1の一部は、ハーフミラー13を透過して受光レンズ15に入射し、それにより、画素アレイ100における特定の領域に結像される。なお、特定の領域は、画素アレイ100の全体であってもよいし、一部であってもよい。また、特定の領域は、例えば、特許請求の範囲における第1の領域に相当する領域であってもよい。

[0056] 図4は、フラッシュ型の光学システムの例を示す図である。図3ではスキャン型の光学系を例示したが、これに限定されず、例えば、図4に示すように、測距システム1の画角が固定された、いわゆるフラッシュ型の光学システムとすることも可能である。この場合、図4に示すように、光源11と、レンズ17と、集光レンズ18と、画素アレイ100とを備える。光源11から出射されたレーザ光は、レンズ17を介することで必要十分な広がり角の光束B10に変換されて、測距範囲AR全体に照射される。測距範囲AR内に存在する対象物50で反射したレーザ光L0は、光子L1として、集光レンズ18を介して画素アレイ100に入射する。このように、一度の発光で測距範囲AR全体を測定することが可能なフラッシュ型の測距システム1では、測距範囲AR内を走査するための駆動部16やハーフミラー13と、ポリゴンミラー14とを必要とせず、そのため、スキャン型の測距システム1と比較して、光学システムが小規模で済むという利点がある。

[0057] [画素の構成]

[0058] 図5は、図1に示した画素1000の概略例を示す図である。図5に示すように、画素アレイ100は複数の画素1000が行列方向に配列されており、各画素1000は、光電変換部1001と、クエンチ抵抗1002と、選択トランジスタ1003と、パルス生成部1004と、を備える。例えば

、クエンチ抵抗1002はPMOSトランジスタで構成される。また、パルス生成部1004は、インバータ1004aと、読み出し回路1004bとを有する。

[0059] 光電変換部1001は、入射された光を光電変換により電気信号に変換して出力する。光電変換部1001は、入射された光子（フォトン）を光電変換により電気信号に変換し、光子の入射に応じたパルスを出力する。光電変換部1001として、例えば、単一光子アバランシェダイオード（SPAD：Single Photon Avalanche Diode）が用いられる。SPADは、カソードにアバランシェ増倍が発生する大きな負電圧を加えておくと、1光子の入射に応じて発生した電子がアバランシェ増倍を生じ、大電流が流れる特性を有する。SPADのこの特性を利用することで、1光子の入射を高感度で検知することができる。

[0060] 図5において、光電変換部1001は、カソードがクエンチ抵抗1002のドレインに接続され、アノードが光電変換部1001の降伏電圧である電圧 V_{bd} に対応する負電圧（ $-V_{op}$ ）の電圧源に接続される。クエンチ抵抗1002のソースが電源電圧 V_e に接続される。クエンチ抵抗1002のゲートには、クエンチ電圧 V_{QCH} が入力される。クエンチ抵抗1002は、電源電圧 V_e およびクエンチ電圧 V_{QCH} に応じた電流をドレインから出力する電流源である。このような構成により、光電変換部1001には、逆バイアスが印加される。また、光電流は、光電変換部1001のカソードからアノードに向けた方向に流れる。

[0061] 画素1000の出力状態は、例えば以下のように動作する。選択トランジスタ1003がオフ状態である期間（非接続期間）、光電変換部1001のカソードには電源電圧 V_e が供給されることから、光電変換部1001に光子が入射すると前述したように、電圧降下が生じ、画素1000からは出力パルスが出力される。この状態である画素1000のことを以下アクティブ画素と称する場合がある。一方、選択トランジスタ1003がオンである期間（接続期間）、光電変換部1001のカソードは電圧 V_g が印加される。

すなわち、光電変換部1001には降伏電圧を超える電圧が印加されない状態となり、光子が光電変換部1001に入射しても、画素1000からは出力パルスは出力されない。この状態である画素1000のことを以下非アクティブ画素と称する場合がある。

[0062] 図6は、光電変換部1001のカソード電位 V_{ca} と、パルス信号 PLS_1 、 PLS_2 の例を示す図である。図6(a)は、光電変換部1001のカソード電位 V_{ca} を示す図である。横軸は時間を示し、縦軸は電圧を示す。図6(b)は、第1パルス信号 PLS_1 を示す図であり、図6(c)は、第2パルス信号 PLS_2 を示す図である。横軸は時間を示し、縦軸はパルス信号の電圧 V_2 を示す。

[0063] 画素1000がアクティブ画素である場合、上述したように、スイッチ1003はオフに設定される。より詳細には、図5を参照しつつ、図6(a)に示すように、光電変換部1001は、カソードに電源電圧 V_e が印加され、カソードーアノード間の電圧が電圧 $V_e + V_{op}$ となっている状態で光子が時間 t_0 で入射されると、アバランシェ増倍が開始されカソードからアノードの方向に向けて電流が流れ、それに伴い光電変換部1001において電圧 V_{ca} の電圧降下が発生する。この電圧降下により、光電変換部1001のカソードーアノード間の電圧が電圧 V_{bd} まで時間 t_1 で下がるとアバランシェ増倍が停止される（クエンチング動作）。その後、電流源であるクエンチ抵抗1002からの電流（リチャージ電流）により光電変換部1001が充電され、光電変換部1001の状態が光子入射前の状態に時間 t_2 で戻る（リチャージ動作）。時間 t_0 から時間 t_2 までの期間はデッド期間（DEAD TIME） DT となる。すなわち、デッド期間 DT は、SPADに光子が入射して、リチャージ動作が終了するまでの期間である。再度光子が入射されると、光子入射前の状態に戻るリチャージ時間がより長くなり、時間 t_0 から時間 t_2 までのデッド期間 DT がより長くなる。

[0064] クエンチ抵抗1002のドレインと光電変換部1001のカソードとの接続点から取り出された電圧 V_{ca} が、インバータ1004aに入力される。

インバータ1004aは、入力された電圧 V_{ca} に対して閾値電圧 V_{th} に基づき閾値判定を行い、第1パルス信号 $PLS1$ のレベルを、当該電圧 V_{ca} が閾値電圧 V_{th} を正方向または負方向に超える毎に反転させる。この第1パルス信号 $PLS1$ のハイレベルの期間 t_{PLS1} は、例えば光子が再入力されると、より長くなる。

[0065] より具体的には、図6(b)に示すように、インバータ1004aは、光電変換部1001に対する光子の入射に応じたアバランシェ増倍による電圧降下において、電圧 V_{ca} が閾値電圧 V_{th} を跨いだ第1のタイミングで、第1パルス信号 $PLS1$ をローレベルからハイレベルに反転させる。次に、リチャージ動作により光電変換部1001の充電が行われ電圧 V_{ca} が上昇する。インバータ1004aは、この上昇する電圧 V_{ca} が閾値電圧 V_{th} を跨いだ第2のタイミングで、第1パルス信号 $PLS1$ をハイレベルからローレベル反転させる。この第1パルス信号 $PLS1$ は、第1のタイミングと第2のタイミングとの時間幅 t_{PLAS1} のハイレベル信号を有する。本実施形態に係るハイレベル信号が第1信号に対応する。なお、第1信号をハイレベル信号として説明するがこれに限定されない。例えば第1パルス信号 $PLS1$ をネガポジ反転し、ローレベル信号を第1信号としてもよい。

[0066] 次に、第1パルス信号 $PLS1$ は、読み出し回路1004bに入力する。図7は、読み出し回路1004bの構成例を示す図である。図7に示すように、読み出し回路1004bは、パルス生成回路1006と、選択回路1007とを有する。

[0067] より具体的には、図6(c)に示すように、エッジ検出回路は、第1パルス信号 $PLS1$ のエッジに対応する点、すなわち、電圧 V_{ca} が閾値電圧 V_{th} を跨いだ第1のタイミングでハイレベル信号を出力する。パルス生成回路は、ハイレベル信号が入力されると、予め定められた時間幅 t_{PLAS2} のハイレベル信号を第2パルス信号 $PLS2$ として出力する。

[0068] 選択回路1007は、例えばマルチプレクサであり、制御部150から供給されるモード信号 S_{mode} に応じて、第1パルス信号 $PLS1$ 又は第2

パルス信号 PLS2 を出力する。すなわち、選択回路 1007 は、モード信号 Smode が第 1 モード（レベル検出モード）を示す情報を有すれば第 1 パルス信号 PLS1 を出力し、第 2 モード（エッジ検出モード）を示す情報を有すれば第 2 パルス信号 PLS2 を出力する。制御部 150 は、例えばモード信号 Smode を後述する閾値に基づき、生成する。

[0069] なお、画素 1000 が、非アクティブ画素とされる場合には、ハイレベルのゲーティング信号 V_{SEI} がスイッチ 1003 に供給され、スイッチ 1003 がオンされる。スイッチ 1003 がオンされると、SPAD 1001 のカソード電圧 V_{ca} が 0V となる。その結果、SPAD 1001 のアノード・カソード間電圧が降伏電圧以下となるので、SPAD 1001 に光子が入ってきても反応しない状態となる。

[0070] 図 8 は、第 1 パルス信号 PLS1 に対する TDC 111 の動作を説明する図である。図 9 は、画素 1000 がアクティブの期間に複数の光子が入力した場合の第 1 パルス信号 PLS1 に対する TDC 111 の動作を説明する図である。上から順に、第 1 パルス信号 PLS1、TDC 111 の TDC クロックを示し、横軸は時間を示す。

[0071] 図 8 に示すように、パルス光 L0 の発光タイミング T0 を 0 として、光子の入力に応じて第 1 パルス信号 PLS1 が生成される。この第 1 パルス信号 PLS1 は、読み出し回路 1004b（図 5 参照）に入力され、第 1 モード（レベル検出モード）である場合に、選択出力される。

[0072] 読み出し回路 1004b から出力された第 1 パルス信号 PLS1 は、TDC 111（図 1 参照）に入力される。TDC 111 は、TDC クロック信号に基づいて TDC コードをカウントアップする。この場合、TDC 111 は、第 1 パルス信号 PLS1 がハイレベルの期間の TDC クロック信号を出力する。例えば TDC コードは、[bs1—be1] のように、第 1 パルス信号 PLS1 がハイレベルの期間の情報を含む信号である。bs1 は、信号 PLS1 のハイレベルの期間が開始した時間を示す TDC クロックに対応する。同様に、be1 は、信号 PLS1 がハイレベルの期間が終了した時間を示

すTDCクロックに対応する。TDCコードは、ヒストグラム生成部112（図1参照）に出力される。

[0073] 同様に、図9に示すように、パルス光L0の発光タイミングT0を0として、光子の入力に応じて第1パルス信号PLS1が生成される。図9では、光子が複数入力され、TDCコードの[bs2-be2]の範囲は、[bs1-be1]よりも長くなる。このように、第1モード（レベル検出モード）では、TDCコードの[bs2-be2]の範囲は、デッド期間DTに相关する。

[0074] 図10は、第2パルス信号PLS2に対するTDC111の動作を説明する図である。図11は、画素1000がアクティブの期間に複数の光子が入力した場合の第2パルス信号PLS2に対するTDC111の動作を説明する図である。上から順に、第1パルス信号PLS1、第2パルス信号PLS2、TDC111のTDCクロックを示し、横軸は時間を示す。

[0075] 図10に示すように、パルス光L0の発光タイミングT0を0として、光子の入力に応じて第1パルス信号PLS1が生成される。この第1パルス信号PLS1は、読み出し回路1004b（図5参照）に入力される。第2モード（エッジ検出モード）である場合には、第2パルス信号PLS2が選択出力される。

[0076] 読み出し回路1004bから出力された第2パルス信号PLS2は、TDC111（図1参照）に入力される。TDC111は、TDCクロック信号に基づいてTDCコードをカウントアップする。この場合、TDC111は、第2パルス信号PLS2がハイレベルの期間のTDCクロック信号を出力する。例えばTDCコードは、[bs3-be4]のように、第1パルス信号PLS1がハイレベルの期間の情報を含む信号である。TDCコードは、ヒストグラム生成部112（図1参照）に出力される。

[0077] 同様に、図11に示すように、パルス光L0の発光タイミングT0を0として、光子の入力に応じて第1パルス信号PLS1が生成される。図11では、光子が複数入力され、デッド期間DTは、図10の例よりも長くなる。

- [0078] 一方で、第2パルス信号 $PLS2$ の長さは、 t_{PLS2} の期間で固定されるので、デッド期間 DT とは相関しないものである。このため、 TDC コードの $[bs4-be4]$ の範囲は、 $[bs3-be3]$ と同等の長さとなる。このように、第2モード（エッジ検出モード）では、 TDC コードの $[bs4-be4]$ の範囲は、デッド期間 DT に相関せず、固定値となる。
- [0079] ヒストグラム生成部112は、 $TDC111$ の最終状態の TDC コードに対応するヒストグラムのビン（Bin）の頻度値を1だけ追加する。光源32の発光と、その反射光の受光とが所定回数（例えば、数千乃至数万回）繰り返された結果、ヒストグラム生成部112において、図12、13に示されるような、 TDC コードに応じた頻度分布を示すヒストグラムが完成する。
- [0080] 図12は、第1モード（レベル検出モード）でのヒストグラム例を示す図である。図13は、第2モード（エッジ検出モード）でのヒストグラム例を示す図である。横軸は、時間を示し、縦軸はカウント値（頻度値）を示す。図11、及び図12は、同じ対象物50を、同じ外乱光の中で生成した例である。第1モード（レベル検出モード）でのヒストグラムの半値幅 $hw1$ は、第2モード（エッジ検出モード）でのヒストグラムの半値幅 $hw2$ よりも広くなる。なお、横軸の時間は、 TDC クロック信号の周期の周期数に対応し、ビン（bin）と称する場合もある。
- [0081] 図14は、同一対象物に対するヒストグラム生成部112におけるカウント値を示す図である。横軸は外乱光の光量を示し、縦軸はヒストグラム生成部112におけるカウント値を示す。第1モード（レベル検出モード）では、光量が増加すると、カウント値が光量に比例して増加する傾向をしめす。つまり、第1モード（レベル検出モード）では、光量が増加すると、第1パルス信号 $PLS1$ の時間幅 t_{PLS1} が相関して長くなることを示している。一方で、第2モード（エッジ検出モード）では、第2パルス信号 $PLS2$ の時間幅 t_{PLS2} は、固定値であるので、光量が所定値を超えると、デッド期間 DT が増加して、カウント値が減少する。

- [0082] 再び図1を参照すると、信号処理部113は、ヒストグラム生成部112により生成されたヒストグラムのデータに基づき、所定の演算処理を行い、例えば、距離情報を算出する。信号処理部113は、例えば、ヒストグラムのデータに基づき、当該ヒストグラムの曲線近似を作成する。信号処理部113は、このヒストグラムが近似された曲線のピークを検出し、検出されたピークに基づき、対象物50までの距離D値を画素1000毎に生成する。
- [0083] 信号処理部113は、ヒストグラムの曲線近似を行う際に、ヒストグラムが近似された曲線に対してフィルタ処理を施すことができる。例えば、信号処理部113は、ヒストグラムが近似された曲線に対してローパスフィルタ処理を施すことで、ノイズ成分を抑制することが可能である。
- [0084] 図15は、ヒストグラム生成部112におけるカウント値を模式的に示す図である。横軸は、時間を示し、縦軸はカウント値（頻度値）を示す。図15では、ヒストグラムのピークP1、P2の一部を模式的に示している。信号処理部113の距離D値の生成では、ヒストグラムが近似された曲線のピークを検出することが前提となる。このため、信号処理部113は、外乱光のレベルnLのヒストグラムのピークP1が埋もれない場合には、距離D値を生成可能となる。一方で、信号処理部113は、外乱光のレベルnLにピークP2が埋もれる場合には、測定が困難となってしまう。本実施形態では、反射光測定期間T2（図2参照）におけるカウントの標準偏差とヒストグラムのピークP1の値の比をSNと称する場合がある。つまり、SNが大きくなるに従い、距離Dの測定可能性が増加する。
- [0085] 図16は、ヒストグラム生成部112におけるカウント値を模式的に示す図である。横軸は、時間を示し、縦軸はカウント値（頻度値）を示す。図16では、ヒストグラムのピークP3、P4、P5の一部を模式的に示している。
- [0086] 一方で、ヒストグラムのピークP1でのSNが確保できた場合には、測定精度が重要となる。例えばピークP3‘のように半値幅が広がると、真の距離値Dとのずれが増加する。また、ピークP4、P5に示すように、真の距

離値DとヒストグラムのP4、P5がずれないことが求められる。例えば、第2パルス信号PLS2の生成タイミングを光子の受光タイミングに近づけると、真の位置に近づけることが可能となる。逆に第2パルス信号PLS2の生成タイミングを光子の受光タイミングから離すと、真の位置から離れてしまう。

[0087] 図11乃至図16の説明から分かるように、第1モード（レベル検出モード）で生成するヒストグラムは、外乱光の光量が増加しても、測定可能なSNの値を維持可能となる。一方で、第1モード（レベル検出モード）で生成するヒストグラムのピークは、半値幅が第2モード（エッジ検出モード）よりも広くなる傾向を示す。

[0088] 第2モード（エッジ検出モード）で生成するヒストグラムのピークは、半値幅がより狭くなり、測定精度がより向上する。なお、第2パルス信号PLS2の生成タイミングは、光子の受光タイミングにほぼ一致するため、半値幅がより狭くなるほど、2パルス信号PLS2のハイレベル信号の期間は、上述の真の位置に近づくものである。

[0089] 一方で、外乱光の光量が増加すると、SNが低下し、第1モード（レベル検出モード）よりも測定精度が低下する傾向を示す。このように、第1モード（レベル検出モード）で生成するヒストグラムのピークと、第2モード（エッジ検出モード）で生成するヒストグラムのピークとは、相補的な関係を有する。

[0090] 図17は、制御部150（図1参照）のより詳細な構成例を示す図である。図17に示すように、制御部150は、実行制御部150aと、外乱光測定部150bと、閾値設定部150cと、生成指示部150dと、を有する。上述のように、実行制御部150aは、全体制御部30からの指示に従い、光検出装置20全体の動作を制御する。

[0091] 外乱光測定部150bは、外乱光測定期間T1（図2参照）で、外乱光の測定を実行する。より、具体的には、外乱光測定期間T1において、レーザー光L0を照射せずに、第1モード（レベル検出モード）での測定を画素アレ

イ 1 0 0、T D C 1 1 1、及びヒストグラム生成部 1 1 2 に実行させる。これにより、レーザ光 L 0 を照射しない状態でのヒストグラムが生成される。

[0092] 外乱光測定部 1 5 0 b は、レーザ光 L 0 を照射しない状態でのヒストグラムからカウント値の標準偏差などの統計値を外乱光の大きさを示す評価値として演算する。例えば、本実施形態では、標準偏差を評価値として用いることとするが、これに限定されない。評価値は、外乱光の大きさに相加する数値であればよく、例えば、カウント値の平均値などを評価値にすることも可能である。

[0093] 閾値設定部 1 5 0 c は、外乱光測定部 1 5 0 b が測定した評価値に基づき、閾値を設定する。この閾値は、発光タイミング T L 0（図 2 参照）からの経過時間である。閾値設定部 1 5 0 c は、評価値が大きくなるに従い、閾値をより小さくする。

[0094] 生成指示部 1 5 0 d は、閾値設定部 1 5 0 c が設定した閾値を用いた測定を画素アレイ 1 0 0、T D C 1 1 1、及びヒストグラム生成部 1 1 2 に実行させる。すなわち、生成指示部 1 5 0 d は、画素アレイ 1 0 0 に対するモード信号 S m o d e を光タイミング T L 0（図 2 参照）から閾値未満までは、第 2 モード（エッジ検出モード）とし、閾値以上では第 1 モード（レベル検出モード）とする。

[0095] 図 1 8 は、外乱光がより少ない場合の制御部 1 5 0 の制御例を示す図である。図 1 9 は、外乱光がより多い場合の制御部 1 5 0 の制御例を示す図である。図 1 8、1 9 において（a）図は、外乱光測定部 1 5 0 b が、外乱光測定期間 T 1 において、レーザ光 L 0 を照射せずに、第 1 モード（レベル検出モード）での測定を画素アレイ 1 0 0、T D C 1 1 1、及びヒストグラム生成部 1 1 2 に実行させて生成したヒストグラムを示す。外乱光測定部 1 5 0 b は、このヒストグラムを用いて、評価値を生成する。なお、外乱光測定期間 T 1 も測定期間と同様に繰り返すことも可能である。

[0096] （b）図は、閾値設定部 1 5 0 c が設定した閾値 t h 1 と、生成指示部 1 5 0 d が生成させたヒストグラムを示す。（b）図に示すように、生成指示

部 150d は、閾値 t_{h1} よりも光タイミング $TL0$ からの経過期間が閾値 t_{h1} よりも短い時間範囲では、第2モード（エッジ検出モード）でヒストグラムを生成させ、閾値 t_{h1} 以上の経過期間の範囲では、第1モード（レベル検出モード）でヒストグラムを生成させる。より具体的は、発光タイミング $TL0$ からの経過期間が閾値 t_{h1} よりも短い時間範囲では、各画素 1000 から第2パルス信号 $PLS2$ を出力させ、閾値 t_{h1} 以上の経過期間の範囲では第1パルス信号 $PLS1$ を出力させる。

[0097] これにより、近距離側の測定では、測定精度がより向上する。一方で、遠距離側の測定では、 SN がより向上する。発光タイミング $TL0$ からの経過時間に応じて光子 $L1$ は、より遠距離から戻ってくるので、戻ってくる光子 $L1$ は減少する。このため、遠距離になるにしたがい、レーザ光 $L0$ による光子の戻り数が減る傾向を示すので、 SN をあげることでよりピークの検出が可能となる。

[0098] 一方で、対象物 50 が、近距離になるに従い、同じ測定値のずれであっても、測定距離に対する相対誤差が増加してしまう。このため、近距離側では、より高い測定精度を求められるので、第2モード（エッジ検出モード）でヒストグラムを生成させることにより、より測定精度を向上させることが可能となる。

[0099] また、図 19 に示すように、評価値が大きくなる場合には、閾値 t_{h2} をより短い時間に設定することにより、第1モード（レベル検出モード）での測定範囲を広げ、 SN を確保可能となる。このように、外乱光の大きさを示す評価値で、閾値 t_{h1} 、 t_{h2} を決めることにより、全測定期間でピーク検出が可能な SN を維持可能となる。更に、ピーク検出が可能な SN が維持可能であることを条件に、第2モード（エッジ検出モード）でヒストグラムを生成させるので、近距離側では、より高い測定精度を得ることも可能となる。これらから分かるように、外乱光の大きさを示す評価値で、閾値 t_{h1} 、 t_{h2} を決めることにより、近距離側での測定精度の低下を抑制しつつ、外乱光の影響を低減可能である。

- [0100] 図20は、表示操作装置70に表示される画像例を示す図である。画像72は、主制御装置60が生成したヒストグラムの画像データに、閾値と、エッジ検出、レベル検出の範囲を重畳した例を示す。表示操作装置70の入力部74の入力操作部74aは、閾値と連動しており、入力操作部74aを操作者が操作することにより、閾値の設定が可能となる。例えば、操作者が入力操作部74aを操作した場合には、閾値が閾値設定部150cに送信され、画素1000の閾値として設定される。
- [0101] 図21は、表示操作装置70に表示される別の画像例を示す図である。図21では、反射光測定期間T2の全範囲を第2モードで測定させた予備測定の例を示す。このように、全範囲を第2モードで測定させた場合には、測定精度を重視する場合に、測定可能な範囲の閾値を設定する場合に、より効率的に設定可能となる。
- [0102] 図22は、表示操作装置70に表示される更に別の画像例を示す図である。図22では、反射光測定期間T2の全範囲を第1モードで測定させた予備測定の例を示す。このように、全範囲を第1モードで測定させた場合には、SNを重視する場合に、測定可能な範囲の閾値を設定する場合に、より効率的に設定可能となる。
- [0103] 図23は、制御部150の動作例を示すフローチャートである。図22に示すように、外乱光測定部150bは、外乱光測定期間T1（図2参照）で、外乱光の測定を実行し（ステップS100）、評価値を生成する。
- [0104] 次に、閾値設定部150cは、外乱光測定部150bが測定した評価値は、閾値を設定する（ステップS101）。続けて、生成指示部150dは、反射光測定期間T2において、閾値設定部150cが設定した閾値を用いた測定を画素アレイ100、TDC111、及びヒストグラム生成部112に所定の回数実行させる（ステップS102）。
- [0105] 次にヒストグラム生成部112は、最終的に生成したヒストグラムの情報を信号処理部113に出力する（ステップS103）。そして、信号処理部113は、画素1000毎に最終的に生成されたヒストグラムから距離値を

生成し、出力部 170 を介して主制御装置 60 に出力し（ステップ S104）、処理を終了する。

[0106] 以上説明したように、本実施形態に測距システム 1 では、画素 1000 がレーザ光 L0 が照射された時間 TL0 からのからの時間経過にしたがい、パルス幅が増加する複数種類のパルス信号 PLAS1, PLAS2 を、受光した光子に応じて生成することとした。これにより、対象物 50 からの近距離側の測定精度の低下を抑制しつつ、遠距離側のパルス信号 PLAS1 の SN を上げることににより乱交の影響を低減可能である。

[0107] <<応用例>>

本開示に係る技術は、様々な製品へ応用することができる。例えば、本開示に係る技術は、自動車、電気自動車、ハイブリッド電気自動車、自動二輪車、自転車、パーソナルモビリティ、飛行機、ドローン、船舶、ロボット、建設機械、農業機械（トラクター）などのいずれかの種類の移動体に搭載される部として実現されてもよい。

[0108] 図 24 は、本開示に係る技術が適用され得る移動体制御システムの一例である車両制御システム 7000 の概略的な構成例を示すブロック図である。車両制御システム 7000 は、通信ネットワーク 7010 を介して接続された複数の電子制御ユニットを備える。図 24 に示した例では、車両制御システム 7000 は、駆動系制御ユニット 7100、ボディ系制御ユニット 7200、バッテリー制御ユニット 7300、車外情報検出ユニット 7400、車内情報検出ユニット 7500、及び統合制御ユニット 7600 を備える。これらの複数の制御ユニットを接続する通信ネットワーク 7010 は、例えば、CAN (Controller Area Network)、LIN (Local Interconnect Network)、LAN (Local Area Network) 又は FlexRay (登録商標) 等の任意の規格に準拠した車載通信ネットワークであってよい。

[0109] 各制御ユニットは、各種プログラムにしたがって演算処理を行うマイクロコンピュータと、マイクロコンピュータにより実行されるプログラム又は各

種演算に用いられるパラメータ等を記憶する記憶部と、各種制御対象の部を駆動する駆動回路とを備える。各制御ユニットは、通信ネットワーク 7010 を介して他の制御ユニットとの間で通信を行うためのネットワーク I/F を備えるとともに、車内外の部又はセンサ等との間で、有線通信又は無線通信により通信を行うための通信 I/F を備える。図 24 では、統合制御ユニット 7600 の機能構成として、マイクロコンピュータ 7610、汎用通信 I/F 7620、専用通信 I/F 7630、測位部 7640、ビーコン受信部 7650、車内機器 I/F 7660、音声画像出力部 7670、車載ネットワーク I/F 7680 及び記憶部 7690 が図示されている。他の制御ユニットも同様に、マイクロコンピュータ、通信 I/F 及び記憶部等を備える。

[0110] 駆動系制御ユニット 7100 は、各種プログラムにしたがって車両の駆動系に関連する部の動作を制御する。例えば、駆動系制御ユニット 7100 は、内燃機関又は駆動用モータ等の車両の駆動力を発生させるための駆動力発生部、駆動力を車輪に伝送するための駆動力伝送機構、車両の舵角を調節するステアリング機構、及び、車両の制動力を発生させる制動部等の制御部として機能する。駆動系制御ユニット 7100 は、ABS (Anti-lock Brake System) 又は ESC (Electronic Stability Control) 等の制御部としての機能を有してもよい。

[0111] 駆動系制御ユニット 7100 には、車両状態検出部 7110 が接続される。車両状態検出部 7110 には、例えば、車体の軸回転運動の角速度を検出するジャイロセンサ、車両の加速度を検出する加速度センサ、あるいは、アクセルペダルの操作量、ブレーキペダルの操作量、ステアリングホイールの操舵角、エンジン回転数又は車輪の回転速度等を検出するためのセンサのうちの少なくとも一つが含まれる。駆動系制御ユニット 7100 は、車両状態検出部 7110 から入力される信号を用いて演算処理を行い、内燃機関、駆動用モータ、電動パワーステアリング部又はブレーキ部等を制御する。

[0112] ボディ系制御ユニット 7200 は、各種プログラムにしたがって車体に装

備された各種部の動作を制御する。例えば、ボディ系制御ユニット 7200 は、キーレスエントリシステム、スマートキーシステム、パワーウィンドウ部、あるいは、ヘッドランプ、バックランプ、ブレーキランプ、ウィンカー又はフォグランプ等の各種ランプの制御部として機能する。この場合、ボディ系制御ユニット 7200 には、鍵を代替する携帯機から発信される電波又は各種スイッチの信号が入力され得る。ボディ系制御ユニット 7200 は、これらの電波又は信号の入力を受け付け、車両のドアロック部、パワーウィンドウ部、ランプ等を制御する。

[0113] バッテリ制御ユニット 7300 は、各種プログラムにしたがって駆動用モータの電力供給源である二次電池 7310 を制御する。例えば、バッテリ制御ユニット 7300 には、二次電池 7310 を備えたバッテリ部から、バッテリ温度、バッテリ出力電圧又はバッテリの残存容量等の情報が入力される。バッテリ制御ユニット 7300 は、これらの信号を用いて演算処理を行い、二次電池 7310 の温度調節制御又はバッテリ部に備えられた冷却部等の制御を行う。

[0114] 車外情報検出ユニット 7400 は、車両制御システム 7000 を搭載した車両の外部の情報を検出する。例えば、車外情報検出ユニット 7400 には、撮像部 7410 及び車外情報検出部 7420 のうちの少なくとも一方が接続される。撮像部 7410 には、ToF (Time Of Flight) カメラ、ステレオカメラ、単眼カメラ、赤外線カメラ及びその他のカメラのうちの少なくとも一つが含まれる。車外情報検出部 7420 には、例えば、現在の天候又は気象を検出するための環境センサ、あるいは、車両制御システム 7000 を搭載した車両の周囲の他の車両、障害物又は歩行者等を検出するための周囲情報検出センサのうちの少なくとも一つが含まれる。

[0115] 環境センサは、例えば、雨天を検出する雨滴センサ、霧を検出する霧センサ、日照度合いを検出する日照センサ、及び降雪を検出する雪センサのうちの少なくとも一つであってよい。周囲情報検出センサは、超音波センサ、レーダ部及び LIDAR (Light Detection and Ran

ging、Laser Imaging Detection and Ranging) 部のうちの少なくとも一つであってよい。これらの撮像部 7410 及び車外情報検出部 7420 は、それぞれ独立したセンサないし部として備えられてもよいし、複数のセンサないし部が統合された部として備えられてもよい。

[0116] ここで、図 25 は、撮像部 7410 及び車外情報検出部 7420 の設置位置の例を示す。撮像部 7910、7912、7914、7916、7918 は、例えば、車両 7900 のフロントノーズ、サイドミラー、リアバンパ、バックドア及び車室内のフロントガラスの上部のうちの少なくとも一つの位置に設けられる。フロントノーズに備えられる撮像部 7910 及び車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部 7918 は、主として車両 7900 の前方の画像を取得する。サイドミラーに備えられる撮像部 7912、7914 は、主として車両 7900 の側方の画像を取得する。リアバンパ又はバックドアに備えられる撮像部 7916 は、主として車両 7900 の後方の画像を取得する。車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部 7918 は、主として先行車両又は、歩行者、障害物、信号機、交通標識又は車線等の検出に用いられる。

[0117] なお、図 25 には、それぞれの撮像部 7910、7912、7914、7916 の撮影範囲の一例が示されている。撮像範囲 a は、フロントノーズに設けられた撮像部 7910 の撮像範囲を示し、撮像範囲 b、c は、それぞれサイドミラーに設けられた撮像部 7912、7914 の撮像範囲を示し、撮像範囲 d は、リアバンパ又はバックドアに設けられた撮像部 7916 の撮像範囲を示す。例えば、撮像部 7910、7912、7914、7916 で撮像された画像データが重ね合わせられることにより、車両 7900 を上方から見た俯瞰画像が得られる。

[0118] 車両 7900 のフロント、リア、サイド、コーナ及び車室内のフロントガラスの上部に設けられる車外情報検出部 7920、7922、7924、7926、7928、7930 は、例えば超音波センサ又はレーダ部であって

よい。車両 7900 のフロントノーズ、リアバンパ、バックドア及び車室内のフロントガラスの上部に設けられる車外情報検出部 7920、7926、7930 は、例えば L I D A R 部であってよい。これらの車外情報検出部 7920～7930 は、主として先行車両、歩行者又は障害物等の検出に用いられる。

[0119] 図 24 に戻って説明を続ける。車外情報検出ユニット 7400 は、撮像部 7410 に車外の画像を撮像させるとともに、撮像された画像データを受信する。また、車外情報検出ユニット 7400 は、接続されている車外情報検出部 7420 から検出情報を受信する。車外情報検出部 7420 が超音波センサ、レーダ部又は L I D A R 部である場合には、車外情報検出ユニット 7400 は、超音波又は電磁波等を発信させるとともに、受信された反射波の情報を受信する。車外情報検出ユニット 7400 は、受信した情報に基づいて、人、車、障害物、標識又は路面上の文字等の物体検出処理又は距離検出処理を行ってもよい。車外情報検出ユニット 7400 は、受信した情報に基づいて、降雨、霧又は路面状況等を認識する環境認識処理を行ってもよい。車外情報検出ユニット 7400 は、受信した情報に基づいて、車外の物体までの距離を算出してもよい。

[0120] また、車外情報検出ユニット 7400 は、受信した画像データに基づいて、人、車、障害物、標識又は路面上の文字等を認識する画像認識処理又は距離検出処理を行ってもよい。車外情報検出ユニット 7400 は、受信した画像データに対して歪補正又は位置合わせ等の処理を行うとともに、異なる撮像部 7410 により撮像された画像データを合成して、俯瞰画像又はパノラマ画像を生成してもよい。車外情報検出ユニット 7400 は、異なる撮像部 7410 により撮像された画像データを用いて、視点変換処理を行ってもよい。

[0121] 車内情報検出ユニット 7500 は、車内の情報を検出する。車内情報検出ユニット 7500 には、例えば、運転者の状態を検出する運転者状態検出部 7510 が接続される。運転者状態検出部 7510 は、運転者を撮像する力

メラ、運転者の生体情報を検出する生体センサ又は車室内の音声を集音するマイク等を含んでもよい。生体センサは、例えば、座面又はステアリングホイール等に設けられ、座席に座った搭乗者又はステアリングホイールを握る運転者の生体情報を検出する。車内情報検出ユニット7500は、運転者状態検出部7510から入力される検出情報に基づいて、運転者の疲労度合い又は集中度合いを算出してもよいし、運転者が居眠りをしていないかを判別してもよい。車内情報検出ユニット7500は、集音された音声信号に対してノイズキャンセリング処理等の処理を行ってもよい。

- [0122] 統合制御ユニット7600は、各種プログラムにしたがって車両制御システム7000内の動作全般を制御する。統合制御ユニット7600には、入力部7800が接続されている。入力部7800は、例えば、タッチパネル、ボタン、マイクロフォン、スイッチ又はレバー等、搭乗者によって入力操作され得る部によって実現される。統合制御ユニット7600には、マイクロフォンにより入力される音声を音声認識することにより得たデータが入力されてもよい。入力部7800は、例えば、赤外線又はその他の電波を利用したリモートコントロール部であってもよいし、車両制御システム7000の操作に対応した携帯電話又はPDA (Personal Digital Assistant) 等の外部接続機器であってもよい。入力部7800は、例えばカメラであってもよく、その場合搭乗者はジェスチャにより情報を入力することができる。あるいは、搭乗者が装着したウェアラブル部の動きを検出することで得られたデータが入力されてもよい。さらに、入力部7800は、例えば、上記の入力部7800を用いて搭乗者等により入力された情報に基づいて入力信号を生成し、統合制御ユニット7600に出力する入力制御回路などを含んでもよい。搭乗者等は、この入力部7800を操作することにより、車両制御システム7000に対して各種のデータを入力したり処理動作を指示したりする。

- [0123] 記憶部7690は、マイクロコンピュータにより実行される各種プログラムを記憶するROM (Read Only Memory)、及び各種パラ

メータ、演算結果又はセンサ値等を記憶するRAM (Random Access Memory) を含んでもよい。また、記憶部7690は、HDD (Hard Disc Drive) 等の磁気記憶デバイス、半導体記憶デバイス、光記憶デバイス又は光磁気記憶デバイス等によって実現してもよい。

[0124] 汎用通信I/F7620は、外部環境7750に存在する様々な機器との間の通信を仲介する汎用的な通信I/Fである。汎用通信I/F7620は、GSM (登録商標) (Global System of Mobile communications)、WiMAX (登録商標)、LTE (登録商標) (Long Term Evolution) 若しくはLTE-A (LTE-Advanced) などのセルラー通信プロトコル、又は無線LAN (Wi-Fi (登録商標) ともいう)、Bluetooth (登録商標) などのその他の無線通信プロトコルを実装してよい。汎用通信I/F7620は、例えば、基地局又はアクセスポイントを介して、外部ネットワーク (例えば、インターネット、クラウドネットワーク又は事業者固有のネットワーク) 上に存在する機器 (例えば、アプリケーションサーバ又は制御サーバ) へ接続してもよい。また、汎用通信I/F7620は、例えばP2P (Peer To Peer) 技術を用いて、車両の近傍に存在する端末 (例えば、運転者、歩行者若しくは店舗の端末、又はMTC (Machine Type Communication) 端末) と接続してもよい。

[0125] 専用通信I/F7630は、車両における使用を目的として策定された通信プロトコルをサポートする通信I/Fである。専用通信I/F7630は、例えば、下位レイヤのIEEE802.11pと上位レイヤのIEEE1609との組合せであるWAVE (Wireless Access in Vehicle Environment)、DSRC (Dedicated Short Range Communications)、又はセルラー通信プロトコルといった標準プロトコルを実装してよい。専用通信I/F7630は、例えば、車車間 (Vehicle to Vehicle

）通信、路車間（Vehicle to Infrastructure）通信、車両と家との間（Vehicle to Home）の通信及び歩車間（Vehicle to Pedestrian）通信のうちの1つ以上を含む概念であるV2X通信を遂行する。

[0126] 測位部7640は、例えば、GNSS（Global Navigation Satellite System）衛星からのGNSS信号（例えば、GPS（Global Positioning System）衛星からのGPS信号）を受信して測位を実行し、車両の緯度、経度及び高度を含む位置情報を生成する。なお、測位部7640は、無線アクセスポイントとの信号の交換により現在位置を特定してもよく、又は測位機能を有する携帯電話、PHS若しくはスマートフォンといった端末から位置情報を取得してもよい。

[0127] ビーコン受信部7650は、例えば、道路上に設置された無線局等から発信される電波あるいは電磁波を受信し、現在位置、渋滞、通行止め又は所要時間等の情報を取得する。なお、ビーコン受信部7650の機能は、上述した専用通信I/F7630に含まれてもよい。

[0128] 車内機器I/F7660は、マイクロコンピュータ7610と車内に存在する様々な車内機器7760との間の接続を仲介する通信インタフェースである。車内機器I/F7660は、無線LAN、Bluetooth（登録商標）、NFC（Near Field Communication）又はWUSB（Wireless USB）といった無線通信プロトコルを用いて無線接続を確立してもよい。また、車内機器I/F7660は、図示しない接続端子（及び、必要であればケーブル）を介して、USB（Universal Serial Bus）、HDMI（登録商標）（High Definition Multimedia Interface、又はMHL（Mobile High-definition Link）等の有線接続を確立してもよい。車内機器7760は、例えば、搭乗者が有するモバイル機器若しくはウェアラブル機器、又は車両に搬入され若しくは取り

付けられる情報機器のうちの少なくとも1つを含んでいてもよい。また、車内機器7760は、任意の目的地までの経路探索を行うナビゲーション部を含んでいてもよい。車内機器1/F7660は、これらの車内機器7760との間で、制御信号又はデータ信号を交換する。

[0129] 車載ネットワーク1/F7680は、マイクロコンピュータ7610と通信ネットワーク7010との間の通信を仲介するインタフェースである。車載ネットワーク1/F7680は、通信ネットワーク7010によりサポートされる所定のプロトコルに則して、信号等を送受信する。

[0130] 統合制御ユニット7600のマイクロコンピュータ7610は、汎用通信1/F7620、専用通信1/F7630、測位部7640、ビーコン受信部7650、車内機器1/F7660及び車載ネットワーク1/F7680のうちの少なくとも一つを介して取得される情報に基づき、各種プログラムにしたがって、車両制御システム7000を制御する。例えば、マイクロコンピュータ7610は、取得される車内外の情報に基づいて、駆動力発生部、ステアリング機構又は制動部の制御目標値を演算し、駆動系制御ユニット7100に対して制御指令を出力してもよい。例えば、マイクロコンピュータ7610は、車両の衝突回避あるいは衝撃緩和、車間距離に基づく追従走行、車速維持走行、車両の衝突警告、又は車両のレーン逸脱警告等を含むADAS (Advanced Driver Assistance System) の機能実現を目的とした協調制御を行ってもよい。また、マイクロコンピュータ7610は、取得される車両の周囲の情報に基づいて駆動力発生部、ステアリング機構又は制動部等を制御することにより、運転者の操作に拠らずに自律的に走行する自動運転等を目的とした協調制御を行ってもよい。

[0131] マイクロコンピュータ7610は、汎用通信1/F7620、専用通信1/F7630、測位部7640、ビーコン受信部7650、車内機器1/F7660及び車載ネットワーク1/F7680のうちの少なくとも一つを介して取得される情報に基づき、車両と周辺 of 構造物や人物等の物体との間の

3次元距離情報を生成し、車両の現在位置の周辺情報を含むローカル地図情報を生成してもよい。また、マイクロコンピュータ7610は、取得される情報に基づき、車両の衝突、歩行者等の近接又は通行止めの道路への進入等の危険を予測し、警告用信号を生成してもよい。警告用信号は、例えば、警告音を発生させたり、警告ランプを点灯させたりするための信号であってよい。

[0132] 音声画像出力部7670は、車両の搭乗者又は車外に対して、視覚的又は聴覚的に情報を通知することが可能な出力部へ音声及び画像のうちの少なくとも一方の出力信号を送信する。図24の例では、出力部として、オーディオスピーカ7710、表示部7720及びインストルメントパネル7730が例示されている。表示部7720は、例えば、オンボードディスプレイ及びヘッドアップディスプレイの少なくとも一つを含んでいてもよい。表示部7720は、AR (Augmented Reality) 表示機能を有していてもよい。出力部は、これらの部以外の、ヘッドホン、搭乗者が装着する眼鏡型ディスプレイ等のウェアラブルデバイス、プロジェクタ又はランプ等の他の部であってもよい。出力部が表示部の場合、表示部は、マイクロコンピュータ7610が行った各種処理により得られた結果又は他の制御ユニットから受信された情報を、テキスト、イメージ、表、グラフ等、様々な形式で視覚的に表示する。また、出力部が音声出力部の場合、音声出力部は、再生された音声データ又は音響データ等からなるオーディオ信号をアナログ信号に変換して聴覚的に出力する。

[0133] なお、図24に示した例において、通信ネットワーク7010を介して接続された少なくとも二つの制御ユニットが一つの制御ユニットとして一体化されてもよい。あるいは、個々の制御ユニットが、複数の制御ユニットにより構成されてもよい。さらに、車両制御システム7000が、図示されていない別の制御ユニットを備えてもよい。また、上記の説明において、いずれかの制御ユニットが担う機能の一部又は全部を、他の制御ユニットに持たせてもよい。つまり、通信ネットワーク7010を介して情報の送受信がされ

るようになっていれば、所定の演算処理が、いずれかの制御ユニットで行われるようになってもよい。同様に、いずれかの制御ユニットに接続されているセンサ又は部が、他の制御ユニットに接続されるとともに、複数の制御ユニットが、通信ネットワーク 7010 を介して相互に検出情報を送受信してもよい。

[0134] なお、図 1 を用いて説明した本実施形態に係る測距システム 1 の各機能を実現するためのコンピュータプログラムを、いずれかの制御ユニット等を実装することができる。また、このようなコンピュータプログラムが格納された、コンピュータで読み取り可能な記録媒体を提供することもできる。記録媒体は、例えば、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、フラッシュメモリ等である。また、上記のコンピュータプログラムは、記録媒体を用いずに、例えばネットワークを介して配信されてもよい。

[0135] 以上説明した車両制御システム 7000 において、図 1 を用いて説明した本実施形態に係る測距システム 1 は、図 24 に示した応用例の統合制御ユニット 7600 に適用することができる。例えば、測距システム 1 は、撮像部 7410 に相当する。

[0136] なお、本技術は以下のような構成を取ることができる。

[0137] (1)

測定用のレーザ光の対象物からの反射光を検出する光検出装置であって、
前記レーザ光が照射された時間からの経過時間にしたがってパルス幅が増加する複数種類のパルス信号を、受光した光子に応じて生成する画素と、

前記パルス幅に対応する範囲であり、前記経過時間を示す第 1 時間範囲の情報を生成する時間情報生成部と、

前記第 1 時間範囲の情報に基づき、前記第 1 時間範囲に対応する範囲の所定数の頻度を加算して、頻度値を示すヒストグラムを生成するヒストグラム生成部と、

前記ヒストグラムの頻度値に基づき、前記対象物までの距離値を生成する信号処理部と、

を備える、光検出装置。

[0138] (2)

前記画素は、前記複数種類のパルス信号として、前記経過時間に従い、第2パルス信号を生成した後に、前記第2パルス信号よりもパルス幅が広い第1パルス信号を生成する、(1)に記載の光検出装置。

[0139] (3)

前記画素は、受光した光子に応じて値が変動する電気信号を生成する光電変換部と、

前記電気信号が所定値の範囲で変動している時間に応じて、前記パルス幅である第1信号の範囲が変動する前記第1パルス信号と、

前記電気信号の変動の開始に基づき生成され、前記第1信号の範囲が固定された前記第2パルス信号と、を生成可能であるパルス生成部と、

を有する、(2)に記載の光検出装置。

[0140] (4)

前記第1パルス信号の前記第1信号の範囲は、前記電気信号が所定の閾値を超えている時間に対応する第2時間範囲であり、前記第2パルス信号の前記第1信号の範囲は、前記第1パルス信号が生成されるタイミングに基づく、固定の第3時間範囲である、(3)に記載の光検出装置。

[0141] (5)

前記パルス生成部は、前記第1パルス信号、及び前記第2パルス信号の一方を出力する、(4)に記載の光検出装置。

[0142] (6)

前記パルス生成部は、前記レーザ光が照射された時間からの所定の経過時間時である閾値まで前記第2パルス信号を出力した後に、前記第1パルス信号を出力する、(5)に記載の光検出装置。

[0143] (7)

前記パルス生成部は、前記画素が受光する外乱光の光量に応じて、前記閾値を変更する、(6)に記載の光検出装置。

[0144] (8)

前記外乱光の光量は、前記レーザ光を用いた測定が開始される前に測定される、(7)に記載の光検出装置。

[0145] (9)

前記レーザ光を用いた測定が開始される前の外乱光を測定する外乱光測定時間に、前記画素、前記時間情報生成部、及び前記ヒストグラム生成部を駆動させてヒストグラムを生成させ、前記外乱光の光量を示す評価値を生成する外乱光測定部を、更に備える、(8)に記載の光検出装置。

[0146] (10)

前記評価値に基づき、前記外乱光の光量が大きくなるに従い、前記経過時間を短くする閾値を生成する閾値生成部を、更に備える、(9)に記載の光検出装置。

[0147] (11)

前記外乱光測定部は、前記外乱光測定時間においては、前記画素に前記第1パルス信号を出力させる、(10)に記載の光検出装置。

[0148] (12)

前記測定用のレーザ光は、パルス光であり、
前記パルス光を所定の時間間隔で繰り返し発光させ、
前記時間間隔内の反射光測定期間において前記閾値に基づき、前記画素に前記第1パルス信号、及び前記第2パルス信号の一方を出力させ、
前記第1パルス信号、及び前記第2パルス信号の一方の前記第1時間範囲の情報を、前記時間情報生成部に生成させ、
前記ヒストグラム生成部に、前記第1時間範囲に対応する範囲の頻度を加算して頻度値を示すヒストグラムを、前記パルス光が繰り返し発光している測定期間の間において生成させる生成指示部を、更に備える、(11)に記載の光検出装置。

[0149] (13)

前記光電変換部は、SPAD (Single Photon Avala

n c h e D i o d e) であり、

前記 S P A D のリチャージ動作が終了するまでのデッド期間が長くなるに従い、前記第 2 時間範囲は長くなる、(1 2) に記載の光検出装置。

[0150] (1 4)

前記第 1 信号はハイレベル信号であり、

前記パルス生成部は、

前記電気信号に応じて前記第 1 パルス信号を出力するインバータ回路と、

前記第 1 パルス信号のエッジから前記第 3 時間範囲のハイレベル信号を有する前記第 2 パルス信号を出力するパルス生成回路と、

前記閾値に基づく選択信号に応じて、前記第 1 パルス信号、又は前記第 2 パルス信号を選択して出力するマルチプレクサと、

を有する、(1 3) に記載の光検出装置。

[0151] (1 5)

測定用のレーザ光を対象物に照射する発光装置と、

前記対象物からの反射光を受光する光検出装置と、を備える測距システムであって、

前記光検出装置は、

前記レーザ光が照射された時間からの経過時間にしたがってパルス幅が増加する複数種類のパルス信号を、受光した光子に応じて生成する画素と、

前記パルス幅に対応する範囲であり、前記経過時間を示す第 1 時間範囲の情報を生成する時間情報生成部と、

前記第 1 時間範囲の情報に基づき、前記第 1 時間範囲に対応する範囲の所定数の頻度を加算して、頻度値を示すヒストグラムを生成するヒストグラム生成部と、

前記ヒストグラムの頻度値に基づき、前記対象物までの距離値を生成する信号処理部と、

を有する、測距システム。

[0152] (1 6)

前記光検出装置は、
前記ヒストグラムに関する情報を出力する出力部を更に有し、
前記ヒストグラムに関する情報に基づきヒストグラムを画像化する主制御装置と、
前記画像化されたヒストグラムを表示する表示操作装置と、
を更に備える、（１５）に記載の測距システム。

[0153] （１７）

前記画素は、
受光した光子に応じて値が変動する電気信号を生成する光電変換部と、
前記電気信号が所定値の範囲で変動している時間に応じて、前記パルス幅である第１信号の範囲が変動する第１パルス信号と、
前記電気信号の変動の開始に基づき生成され、前記第１信号の範囲が固定された第２パルス信号と、を生成可能であるパルス生成部と、
を有する、（１６）に記載の測距システム。

[0154] （１８）

前記パルス生成部は、前記レーザ光が照射された時間からの所定の経過時間時である閾値まで前記第２パルス信号を出力した後に、前記第１パルス信号を出力し、
主制御装置は、前記閾値とヒストグラムとを関連づけて画像化し、
前記表示操作装置は、前記画像化された前記閾値の位置を示す第２閾値の画像の位置を変更する操作部を、有し、
前記光検出装置は、前記表示操作装置から入力された前記第２閾値の位置に対応する前記閾値の情報をを用いて、前記パルス生成部の前記閾値を変更可能である、（１７）に記載の測距システム。

[0155] （１９）

前記閾値とヒストグラムとを関連づけて画像化する予備測定の場合に、前記パルス生成部は、前記第１パルス信号のみ、或いは、前記前記第２パルス信号のみを出力する、（１８）に記載の測距システム。

[0156] (20)

前記光検出装置は、

複数の前記画素を行列状に配置した画素アレイを有し、前記時間情報生成部、前記ヒストグラム生成部、及び前記信号処理部は、複数の前記画素ごとに出力する記第1パルス信号、及び記第2パルス信号を処理する、(19)に記載の測距システム。

[0157] 本開示の態様は、上述した個々の実施形態に限定されるものではなく、当業者が想到しうる種々の変形も含むものであり、本開示の効果も上述した内容に限定されない。すなわち、特許請求の範囲に規定された内容およびその均等物から導き出される本開示の概念的な思想と趣旨を逸脱しない範囲で種々の追加、変更および部分的削除が可能である。

符号の説明

[0158] 1：測距システム、10：発光装置、20：光検出装置、50：対象物、60：主制御装置、70：表示操作装置、100：画素アレイ、111：TDC部、112：ヒストグラム生成部、113：信号処理部、170：出力部、1000：画素、1001：電変換部、1004：パルス生成部、1004a：インバータ、1004b：読み出し回路、1006：パルス生成回路、1007：選択回路、L0：レーザ光、L1：光子、PLS1：第1パルス信号、PLS2：第2パルス信号、tPLS1、tPLS2：第1時間範囲（期間）、TL0：発光タイミング、th1、th2：閾値、Vca：電圧（電気信号）、Vth：閾値電圧。

請求の範囲

- [請求項1] 測定用のレーザ光の対象物からの反射光を検出する光検出装置であって、
- 前記レーザ光が照射された時間からの経過時間にしたがってパルス幅が増加する複数種類のパルス信号を、受光した光子に応じて生成する画素と、
- 前記パルス幅に対応する範囲であり、前記経過時間を示す第1時間範囲の情報を生成する時間情報生成部と、
- 前記第1時間範囲の情報に基づき、前記第1時間範囲に対応する範囲の所定数の頻度を加算して、頻度値を示すヒストグラムを生成するヒストグラム生成部と、
- 前記ヒストグラムの頻度値に基づき、前記対象物までの距離値を生成する信号処理部と、
- を備える、光検出装置。
- [請求項2] 前記画素は、前記複数種類のパルス信号として、前記経過時間に従い、第2パルス信号を生成した後に、前記第2パルス信号よりもパルス幅が広い第1パルス信号を生成する、請求項1に記載の光検出装置。
- [請求項3] 前記画素は、受光した光子に応じて値が変動する電気信号を生成する光電変換部と、
- 前記電気信号が所定値の範囲で変動している時間に応じて、前記パルス幅に対応する第1信号の範囲が変動する前記第1パルス信号と、
- 前記電気信号の変動の開始に基づき生成され、前記第1信号の範囲が固定された前記第2パルス信号と、を生成可能であるパルス生成部と、
- を有する、請求項2に記載の光検出装置。
- [請求項4] 前記第1パルス信号の前記第1信号の範囲は、前記電気信号が所定の閾値を超えている時間に対応する第2時間範囲であり、前記第2パ

ルス信号の前記第 1 信号の範囲は、前記第 1 パルス信号が生成されるタイミングに基づく、固定の第 3 時間範囲である、請求項 3 に記載の光検出装置。

[請求項5] 前記パルス生成部は、前記第 1 パルス信号、及び前記第 2 パルス信号の一方を出力する、請求項 4 に記載の光検出装置。

[請求項6] 前記パルス生成部は、前記レーザ光が照射された時間からの所定の経過時間時である閾値まで前記第 2 パルス信号を出力した後に、前記第 1 パルス信号を出力する、請求項 5 に記載の光検出装置。

[請求項7] 前記パルス生成部は、前記画素が受光する外乱光の光量に応じて、前記閾値を変更する、請求項 6 に記載の光検出装置。

[請求項8] 前記外乱光の光量は、前記レーザ光を用いた測定が開始される前に測定される、請求項 7 に記載の光検出装置。

[請求項9] 前記レーザ光を用いた測定が開始される前の外乱光を測定する外乱光測定時間に、前記画素、前記時間情報生成部、及び前記ヒストグラム生成部を駆動させてヒストグラムを生成させ、前記外乱光の光量を示す評価値を生成する外乱光測定部を、更に備える、請求項 8 に記載の光検出装置。

[請求項10] 前記評価値に基づき、前記外乱光の光量が大きくなるに従い、前記経過時間を短くする閾値を生成する閾値生成部を、更に備える、請求項 9 に記載の光検出装置。

[請求項11] 前記外乱光測定部は、前記外乱光測定時間においては、前記画素に前記第 1 パルス信号を出力させる、請求項 10 に記載の光検出装置。

[請求項12] 前記測定用のレーザ光は、パルス光であり、
前記パルス光を所定の時間間隔で繰り返し発光させ、
前記時間間隔内の反射光測定期間において前記閾値に基づき、前記画素に前記第 1 パルス信号、及び前記第 2 パルス信号の一方を出力させ、

前記第 1 パルス信号、及び前記第 2 パルス信号の一方の前記第 1 時

間範囲の情報を、前記時間情報生成部に生成させ、

前記ヒストグラム生成部に、前記第1時間範囲に対応する範囲の頻度を加算して頻度値を示すヒストグラムを、前記パルス光が繰り返し発光している測定期間の間において生成させる生成指示部を、更に備える、請求項11に記載の光検出装置。

[請求項13] 前記光電変換部は、SPAD (Single Photon Avalanche Diode) であり、

前記SPADのリチャージ動作が終了するまでのデッド期間が長くなるに従い、前記第2時間範囲は長くなる、請求項12に記載の光検出装置。

[請求項14] 前記第1信号はハイレベル信号であり、

前記パルス生成部は、

前記電気信号に応じて前記第1パルス信号を出力するインバータ回路と、

前記第1パルス信号のエッジから前記第3時間範囲のハイレベル信号を有する前記第2パルス信号を出力するパルス生成回路と、

前記閾値に基づく選択信号に応じて、前記第1パルス信号、又は前記第2パルス信号を選択して出力するマルチプレクサと、

を有する、請求項13に記載の光検出装置。

[請求項15] 測定用のレーザ光を対象物に照射する発光装置と、

前記対象物からの反射光を受光する光検出装置と、を備える測距システムであって、

前記光検出装置は、

前記レーザ光が照射された時間からの経過時間にしたがってパルス幅が増加する複数種類のパルス信号を、受光した光子に応じて生成する画素と、

前記パルス幅に対応する範囲であり、前記経過時間を示す第1時間範囲の情報を生成する時間情報生成部と、

前記第 1 時間範囲の情報に基づき、前記第 1 時間範囲に対応する範囲の所定数の頻度を加算して、頻度値を示すヒストグラムを生成するヒストグラム生成部と、

前記ヒストグラムの頻度値に基づき、前記対象物までの距離値を生成する信号処理部と、

を有する、測距システム。

[請求項16]

前記光検出装置は、

前記ヒストグラムに関する情報を出力する出力部を更に有し、

前記ヒストグラムに関する情報に基づきヒストグラムを画像化する主制御装置と、

前記画像化されたヒストグラムを表示する表示操作装置と、

を更に備える、請求項 15 に記載の測距システム。

[請求項17]

前記画素は、

受光した光子に応じて値が変動する電気信号を生成する光電変換部と、

前記電気信号が所定値の範囲で変動している時間に応じて、前記パルス幅である第 1 信号の範囲が変動する第 1 パルス信号と、

前記電気信号の変動の開始に基づき生成され、前記第 1 信号の範囲が固定された第 2 パルス信号と、を生成可能であるパルス生成部と、

を有する、請求項 16 に記載の測距システム。

[請求項18]

前記パルス生成部は、前記レーザ光が照射された時間からの所定の経過時間時である閾値まで前記第 2 パルス信号を出力した後に、前記第 1 パルス信号を出力し、

主制御装置は、前記閾値とヒストグラムとを関連づけて画像化し、

前記表示操作装置は、前記画像化された前記閾値の位置を示す第 2 閾値の画像の位置を変更する操作部を、有し、

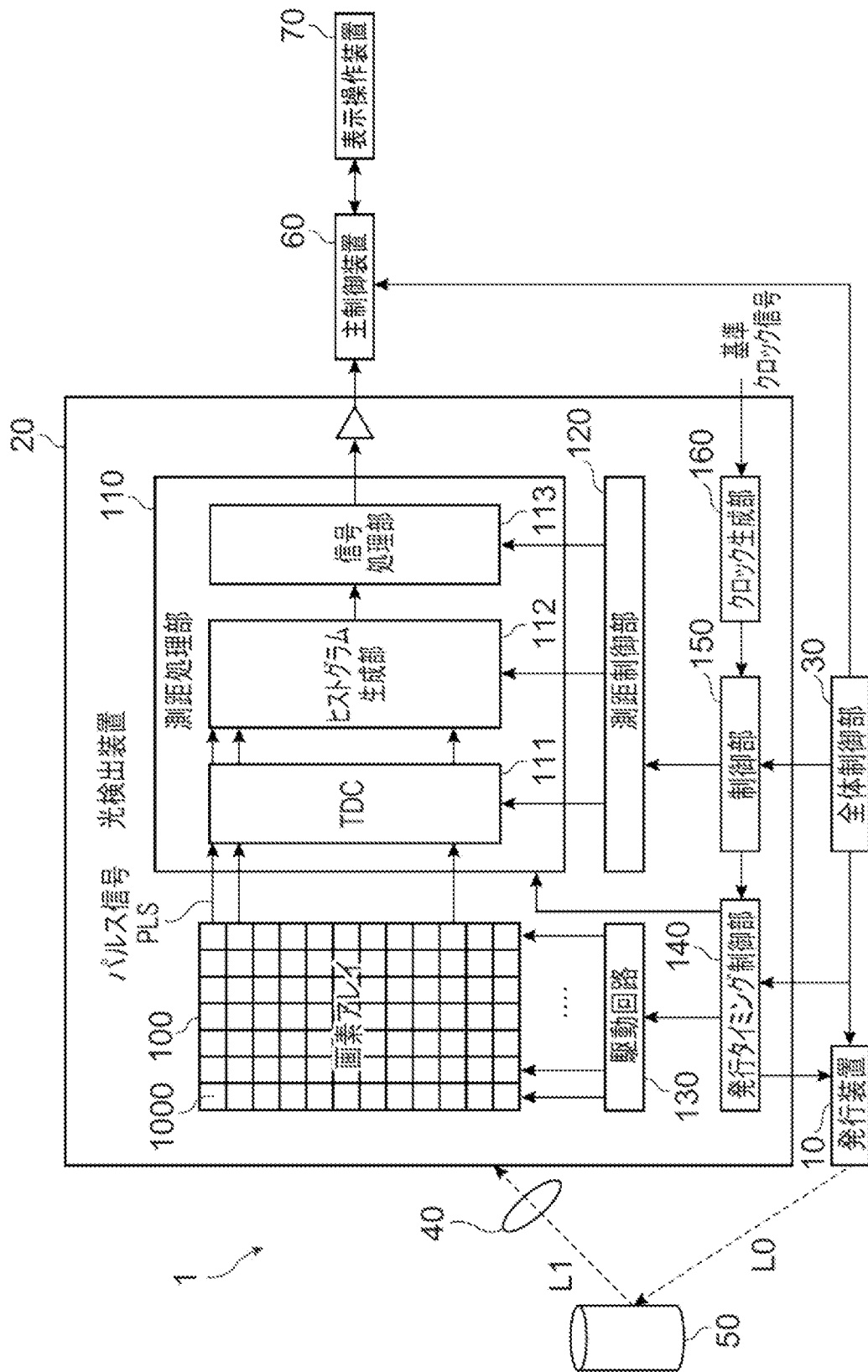
前記光検出装置は、前記表示操作装置から入力された前記第 2 閾値の位置に対応する前記閾値の情報を用いて、前記パルス生成部の前記

閾値を変更可能である、請求項 17 に記載の測距システム。

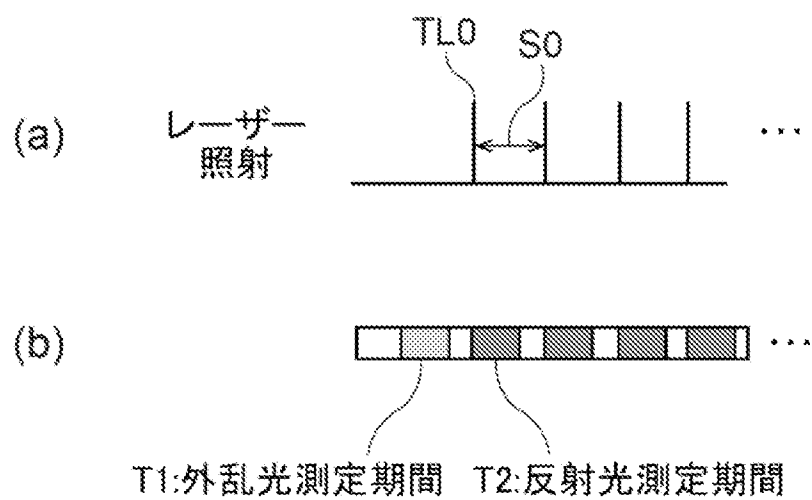
[請求項19] 前記閾値とヒストグラムとを関連づけて画像化する予備測定の場合に、前記パルス生成部は、前記第 1 パルス信号のみ、或いは、前記前記第 2 パルス信号のみを出力する、請求項 18 に記載の測距システム。

[請求項20] 前記光検出装置は、
複数の前記画素を行列状に配置した画素アレイを有し、前記時間情報生成部、前記ヒストグラム生成部、及び前記信号処理部は、複数の前記画素ごとに出力する記第 1 パルス信号、及び記第 2 パルス信号を処理する、請求項 19 に記載の測距システム。

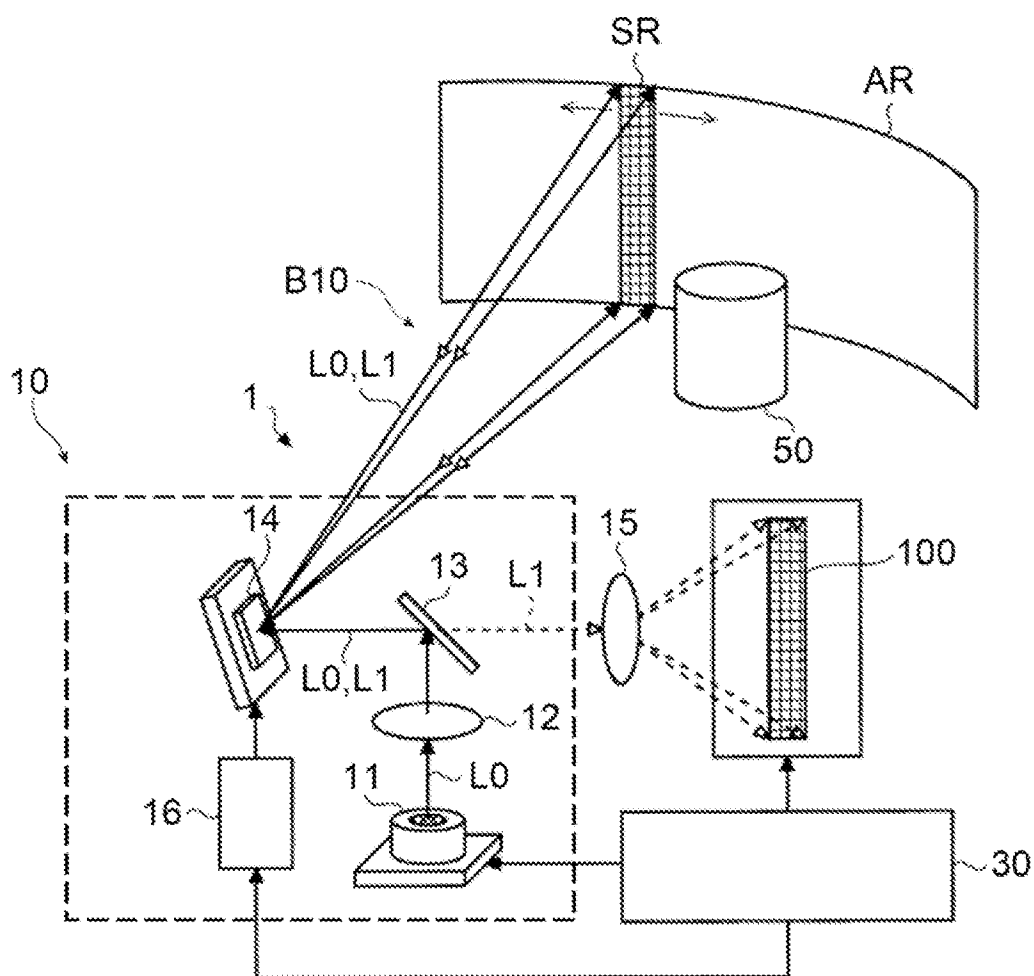
[図1]



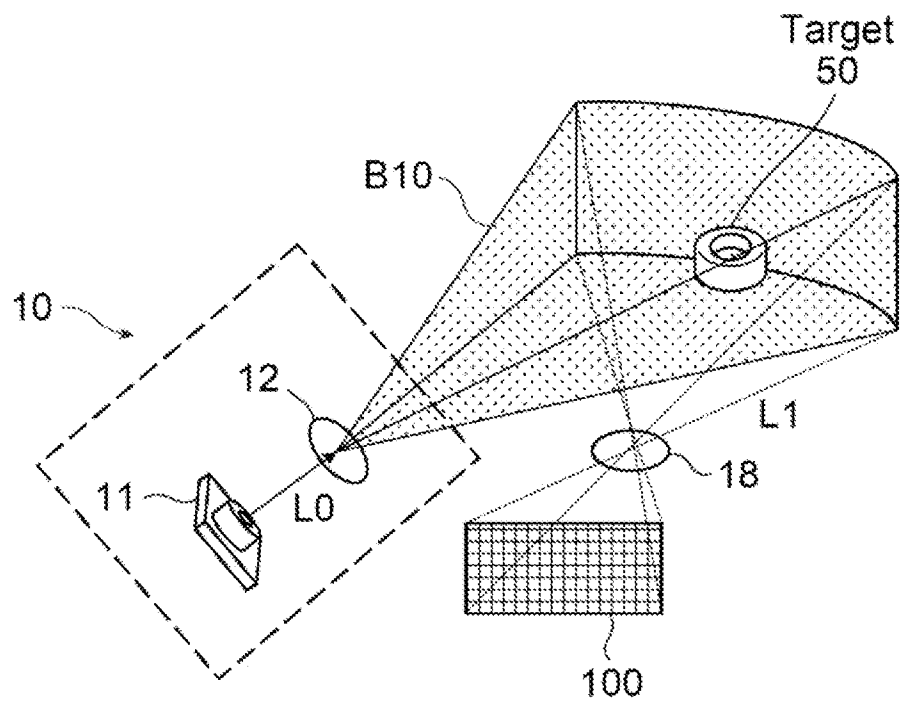
[図2]



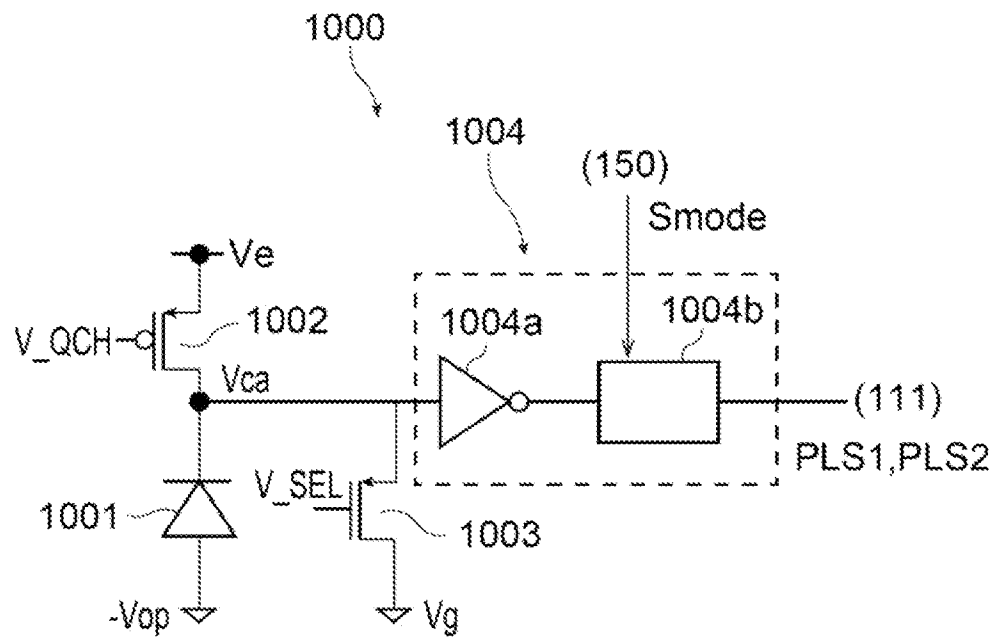
[図3]



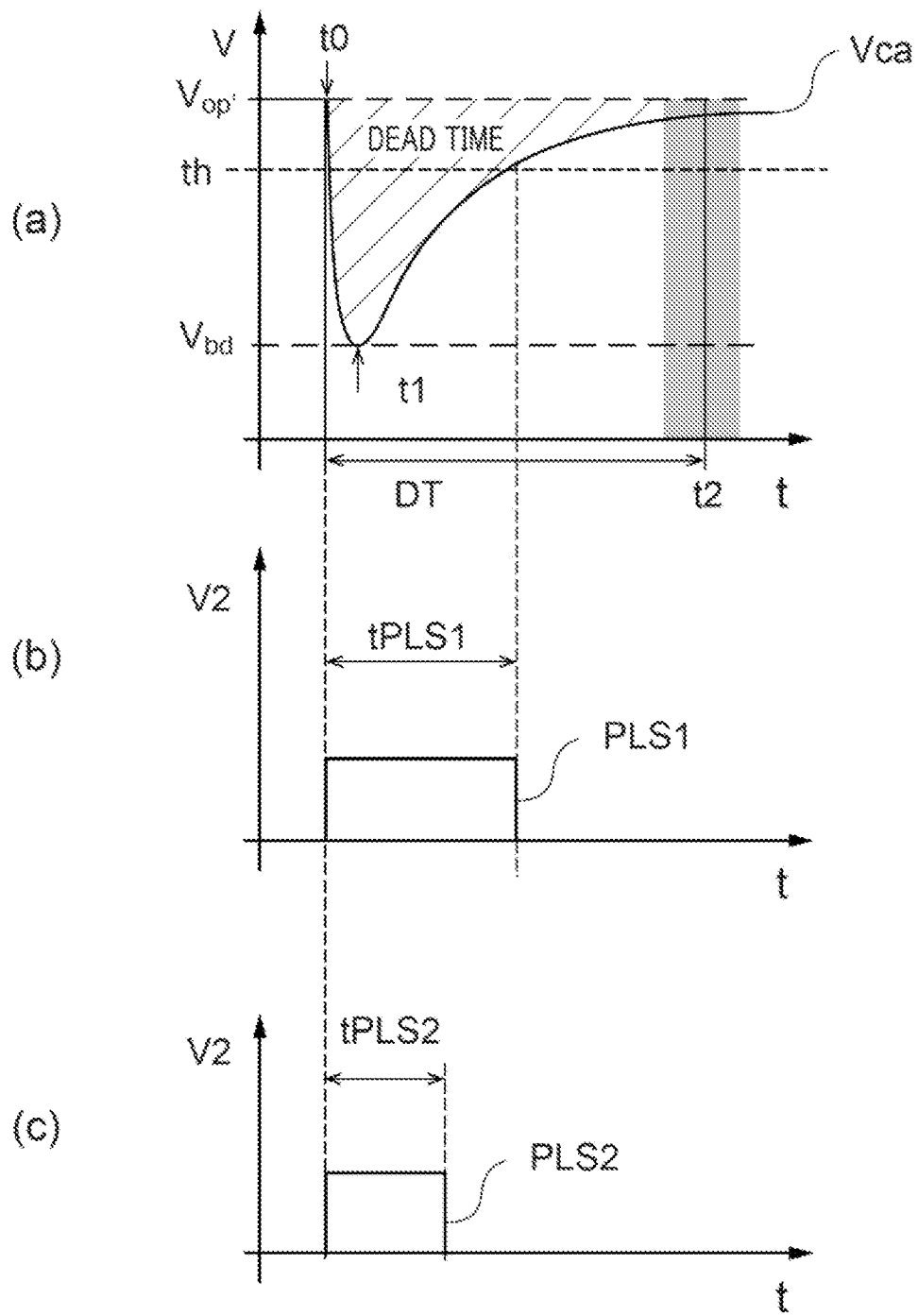
[図4]



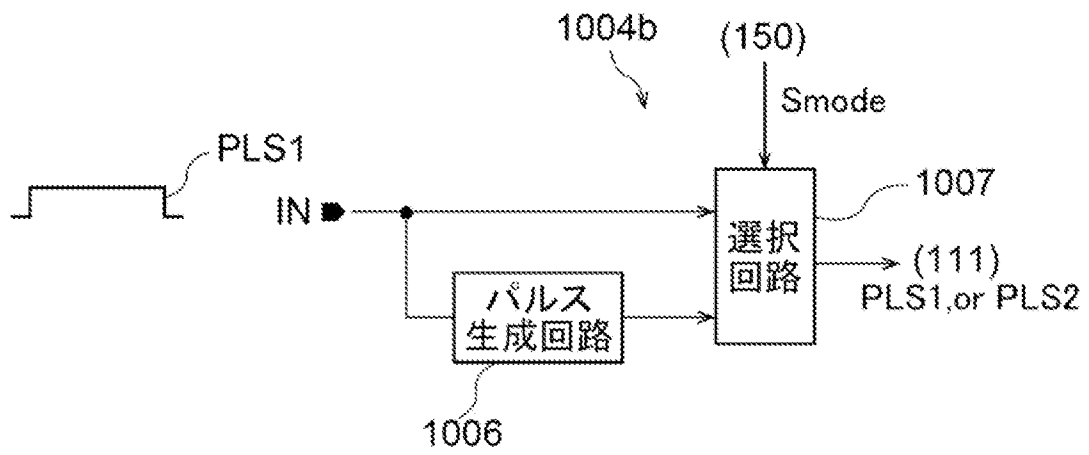
[図5]



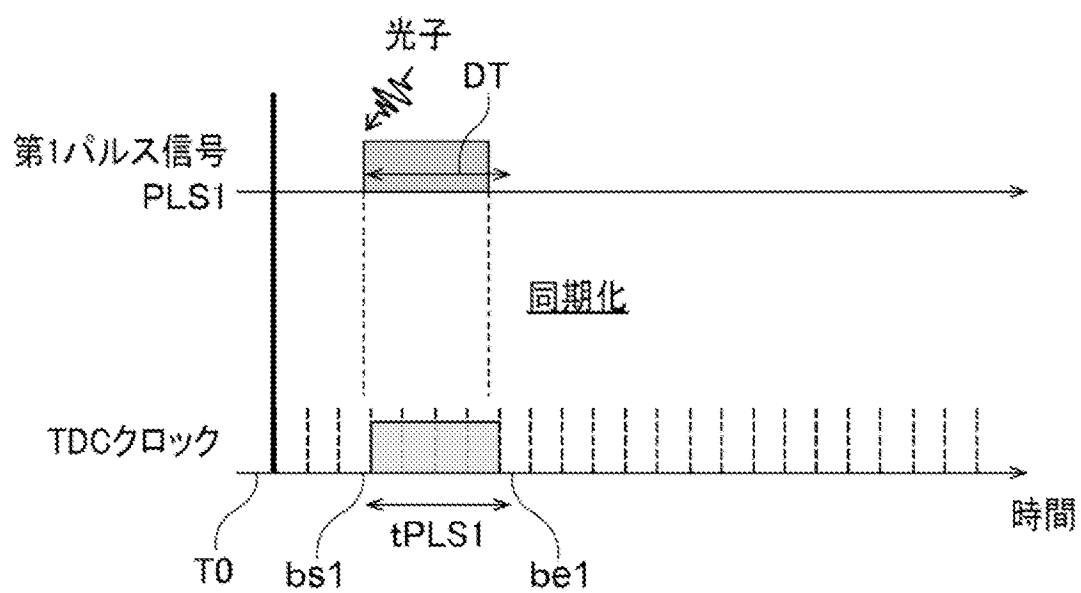
[図6]



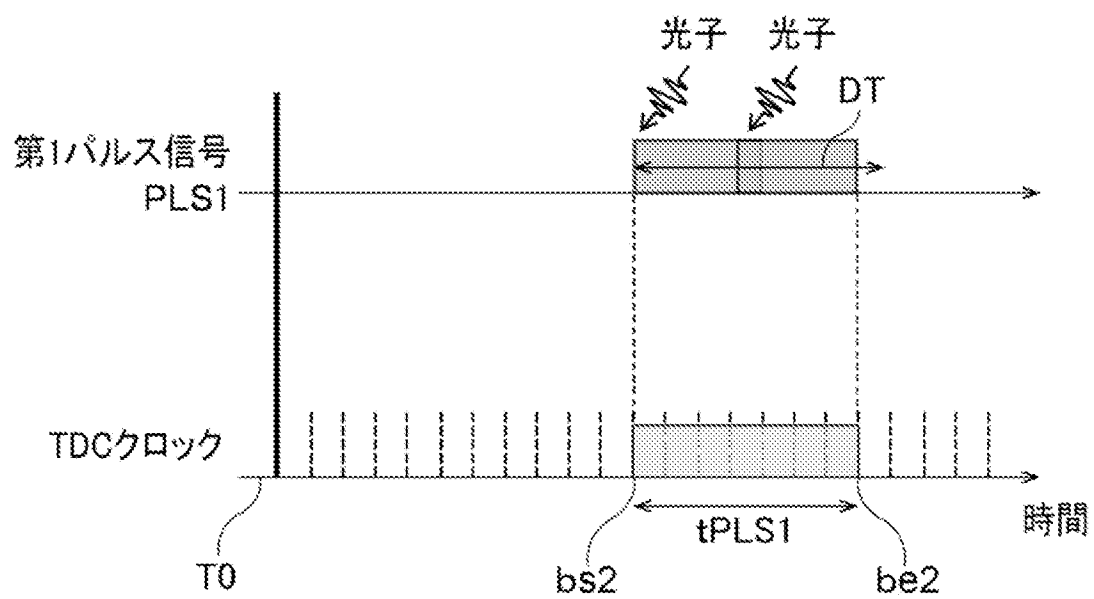
[図7]



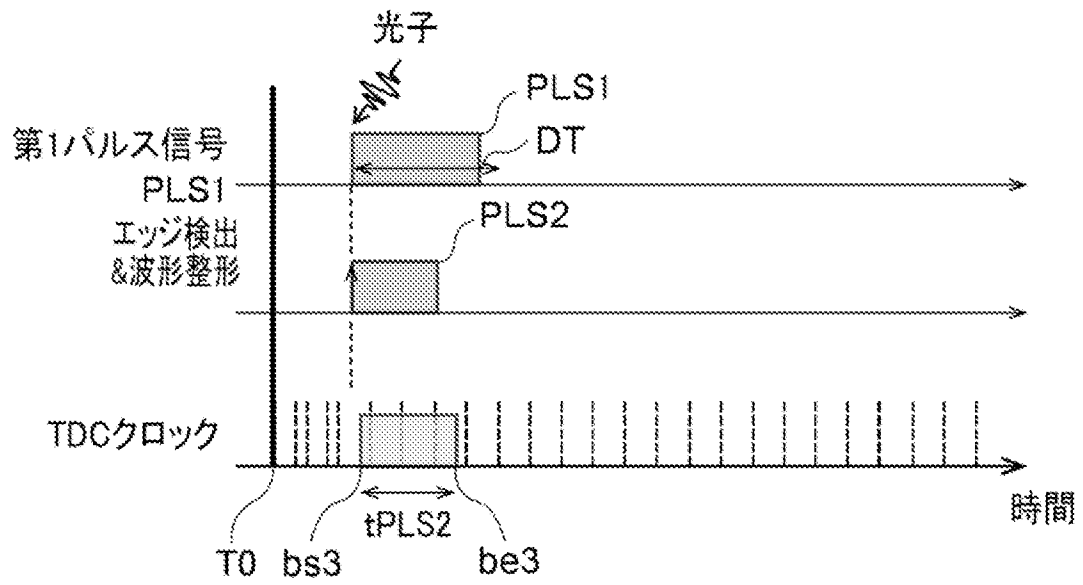
[図8]



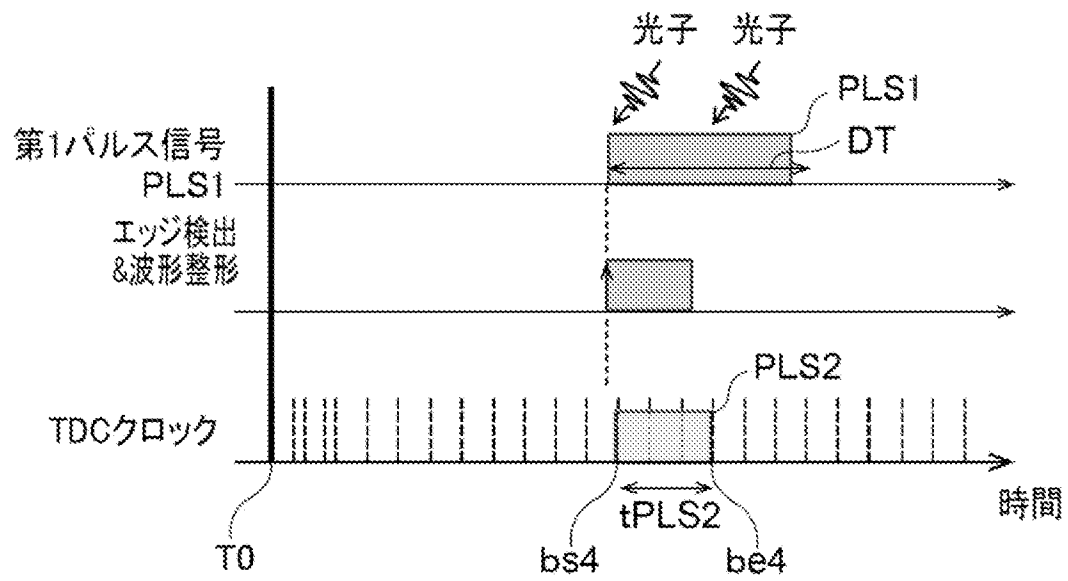
[図9]



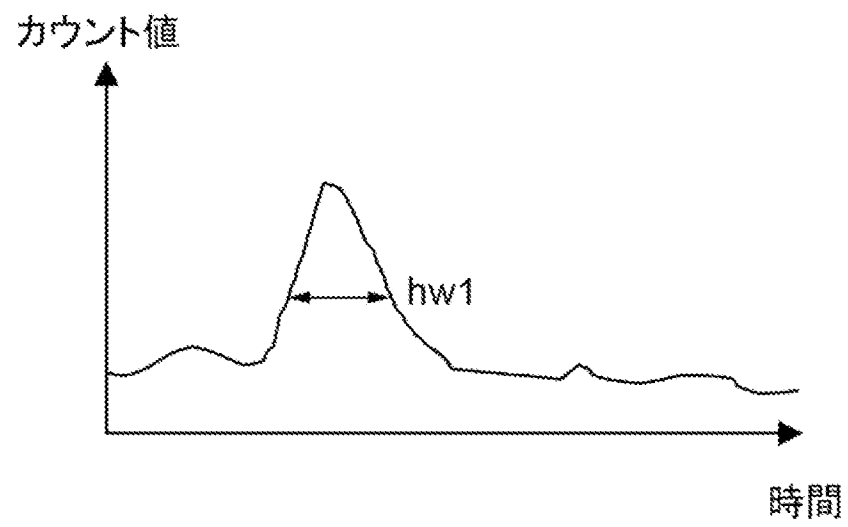
[図10]



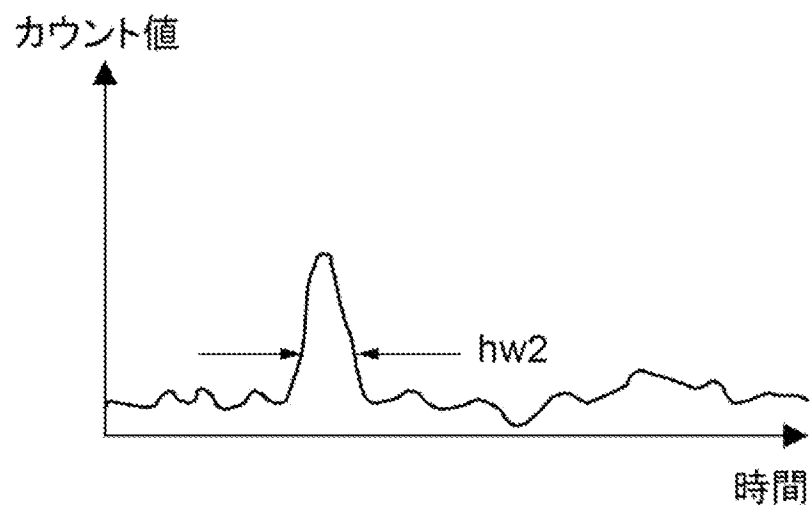
[図11]



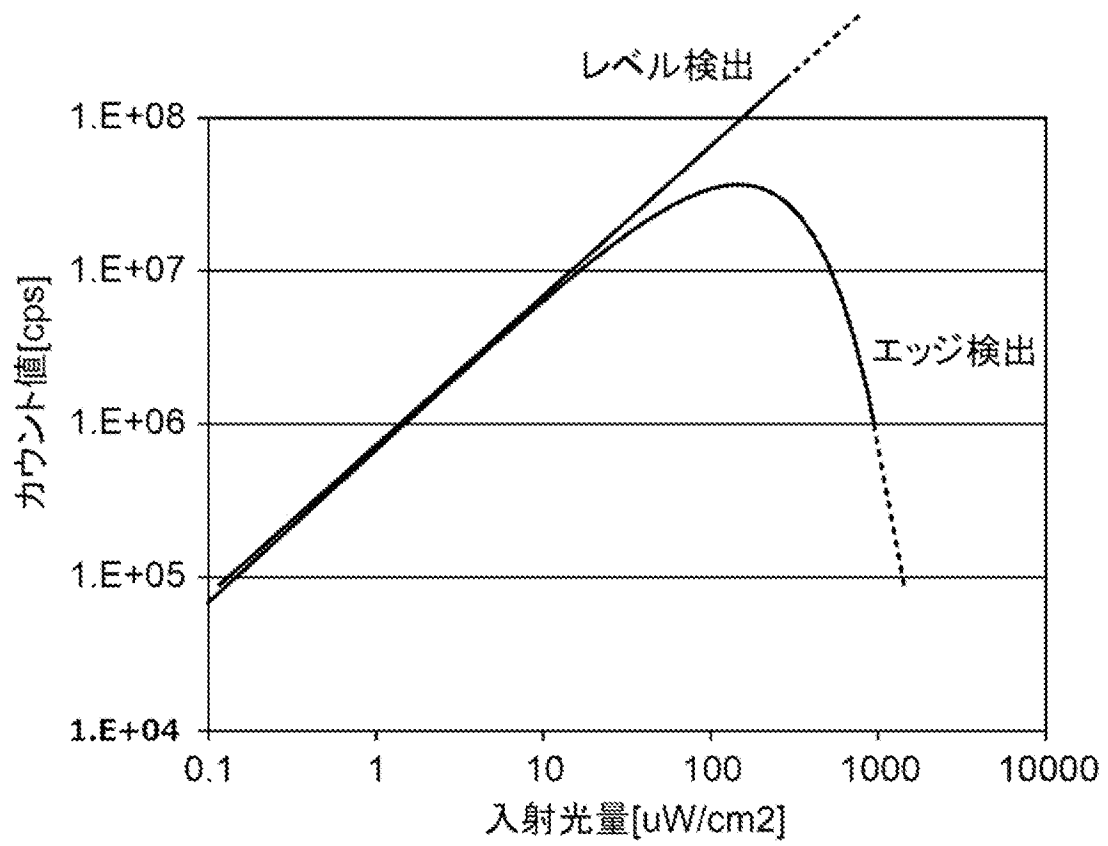
[図12]



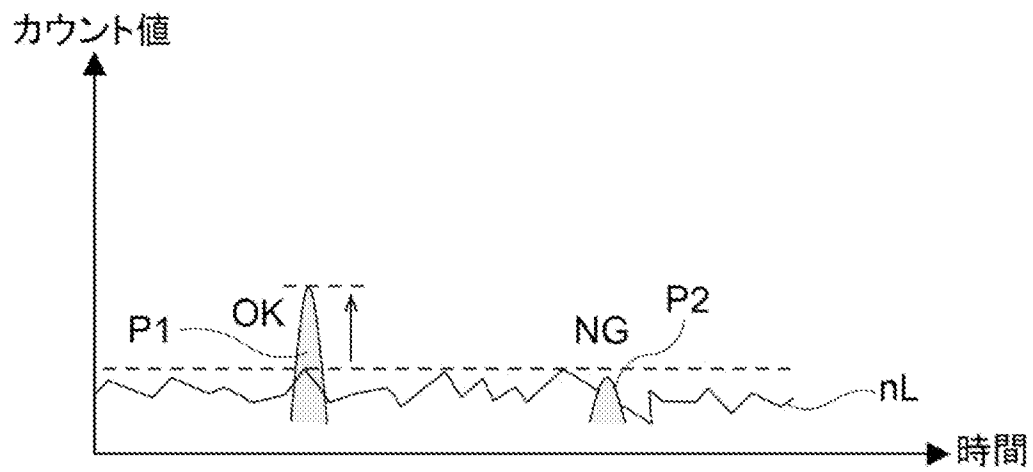
[図13]



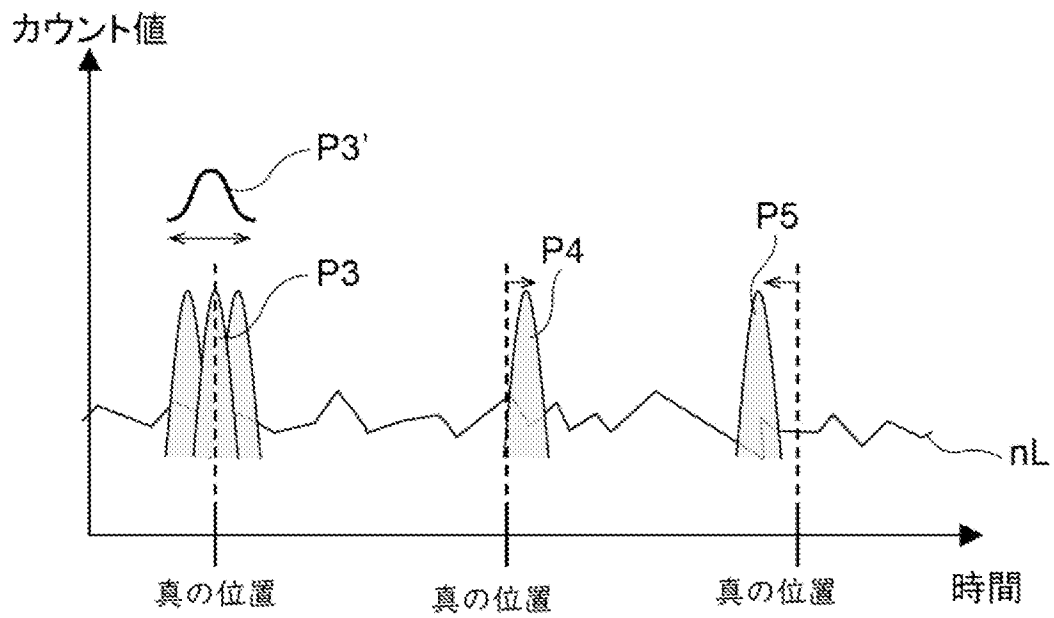
[図14]



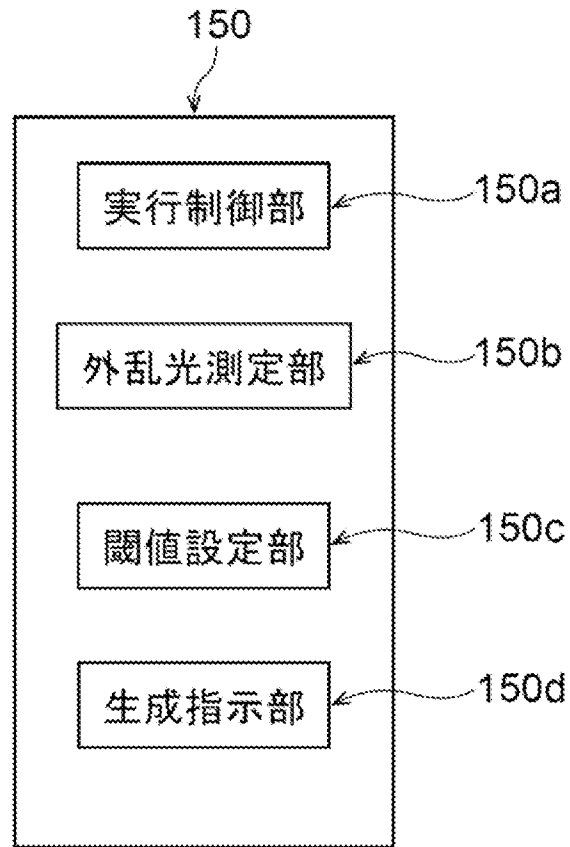
[図15]



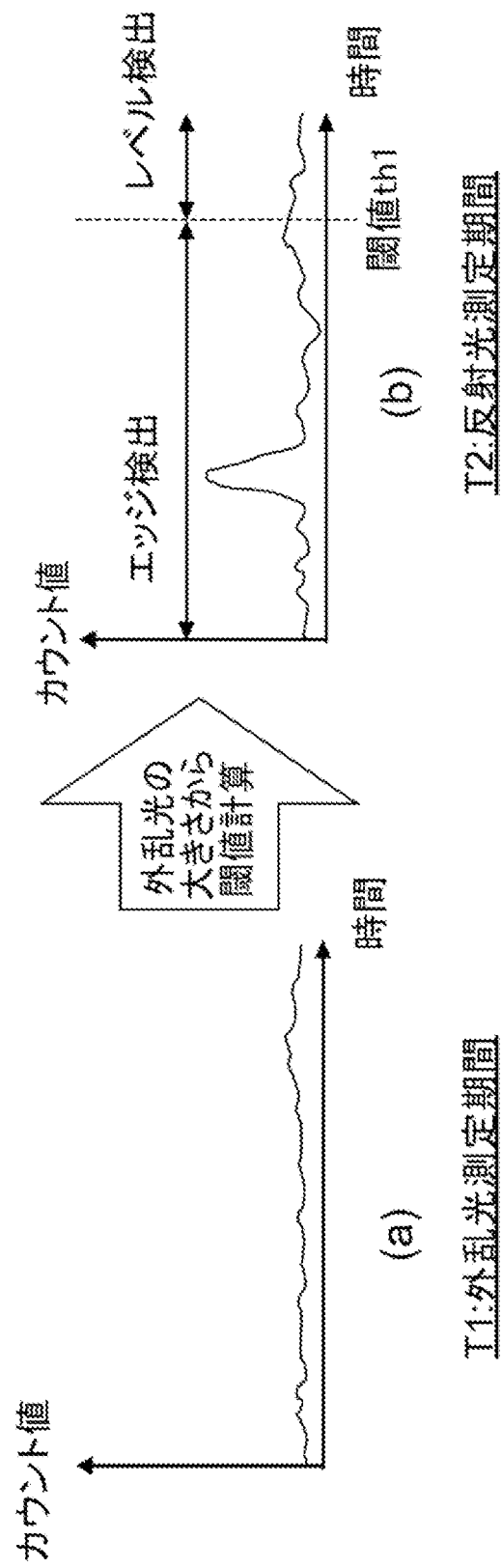
[図16]



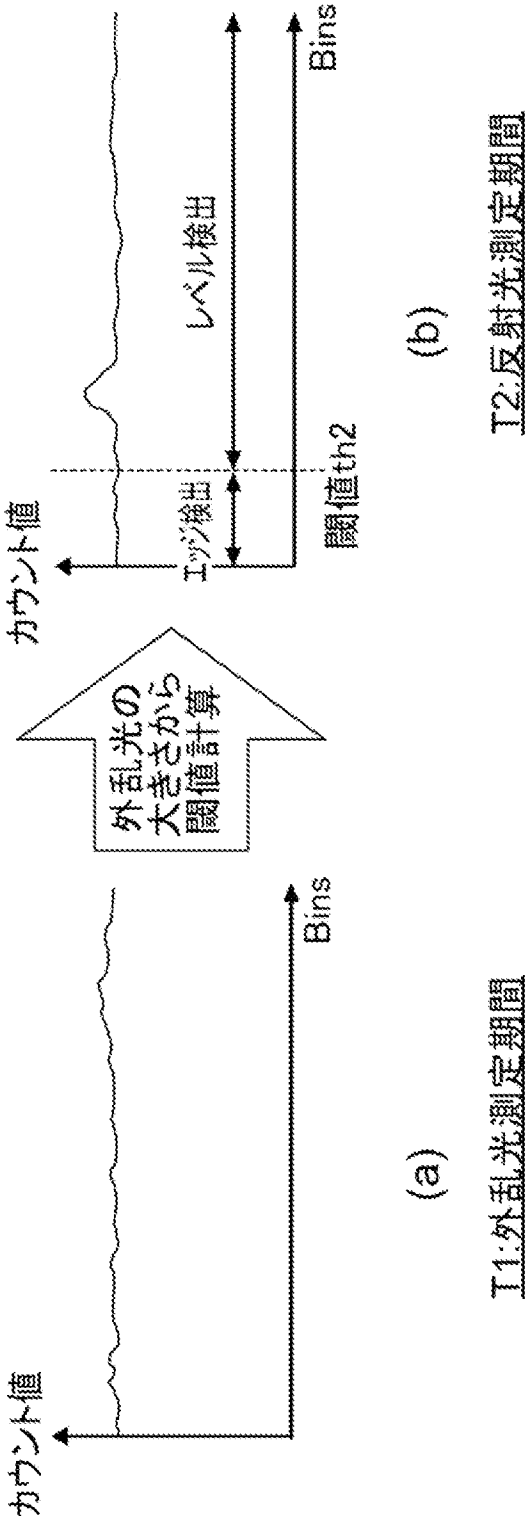
[図17]



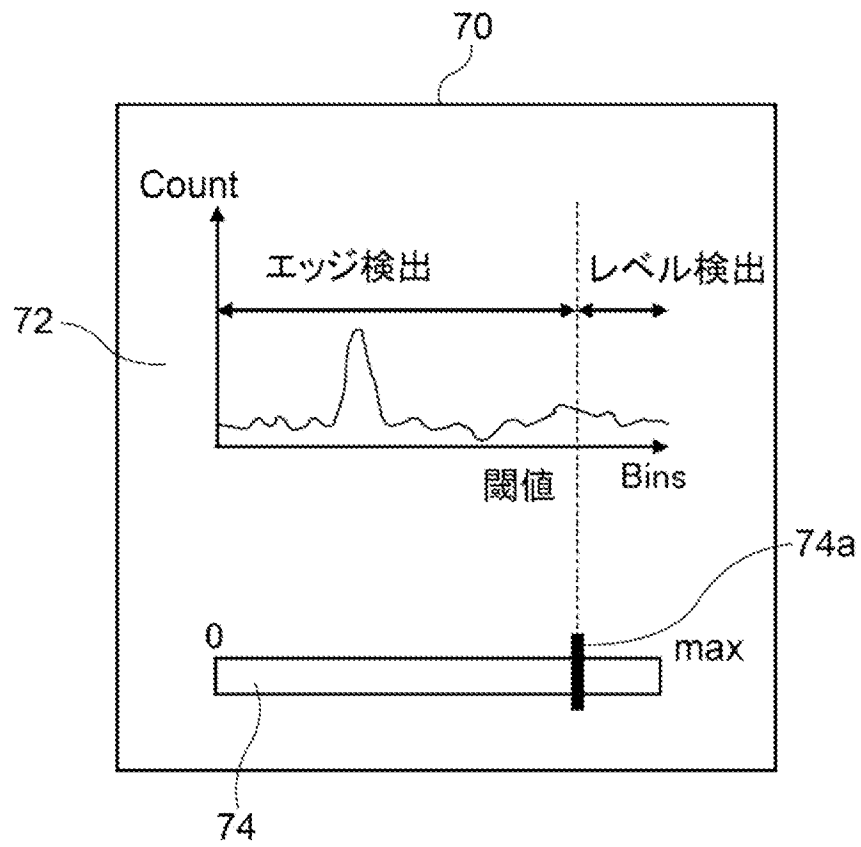
[図18]



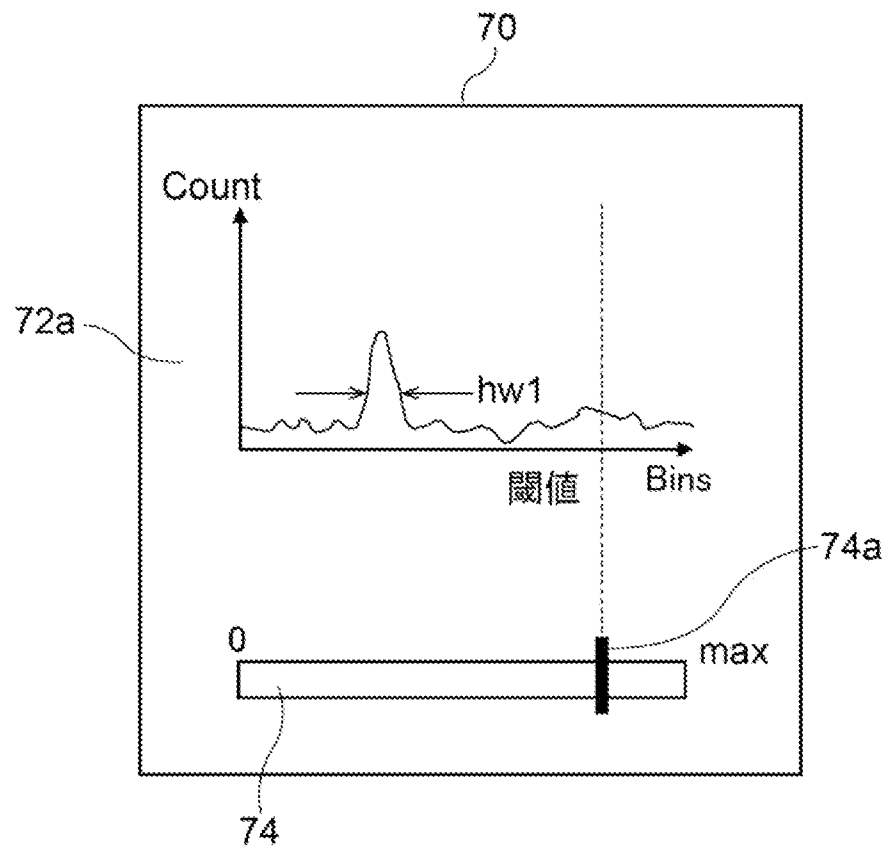
[図19]



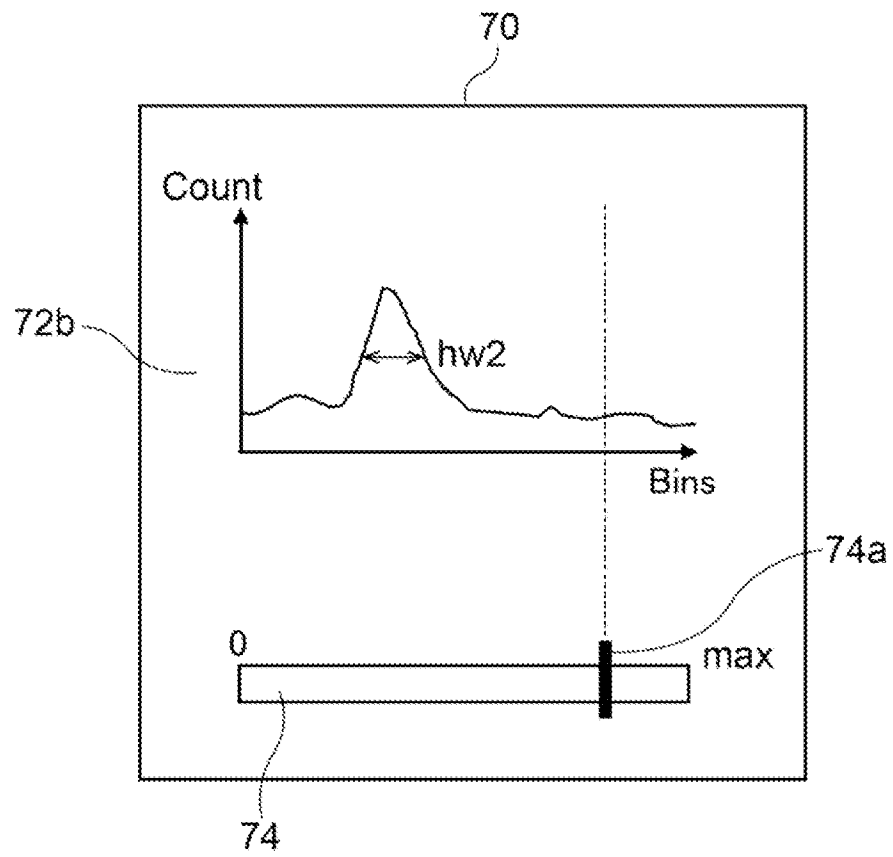
[図20]



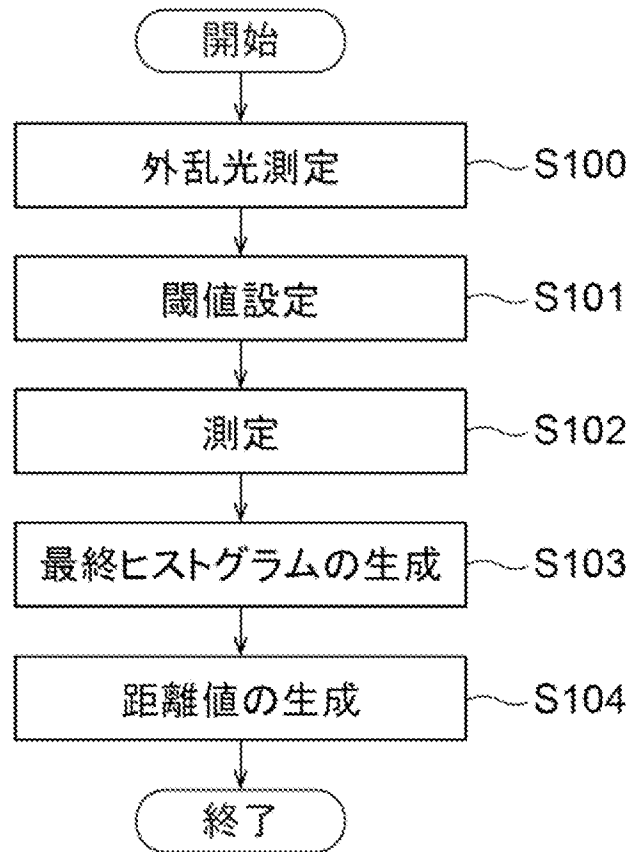
[図21]



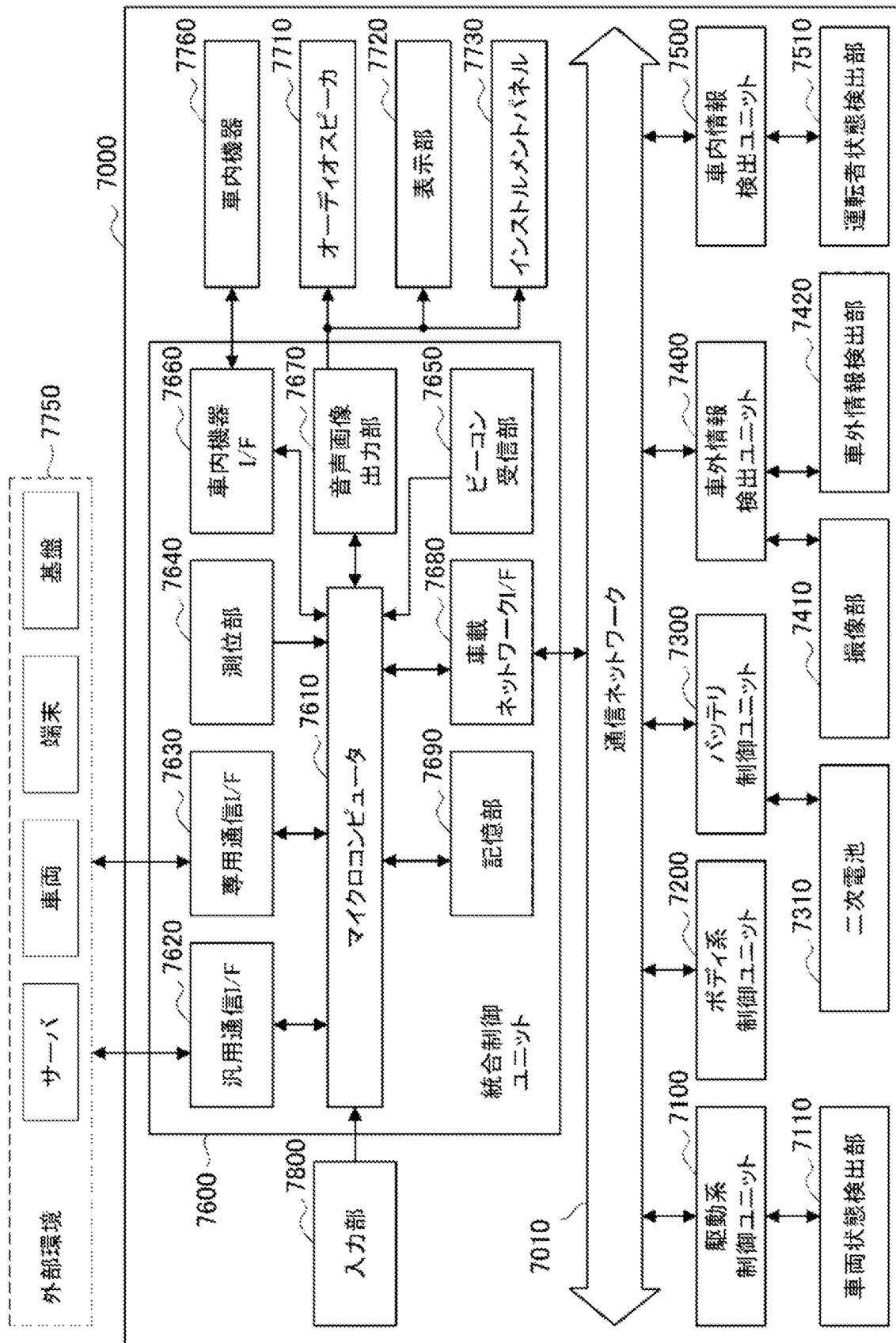
[図22]



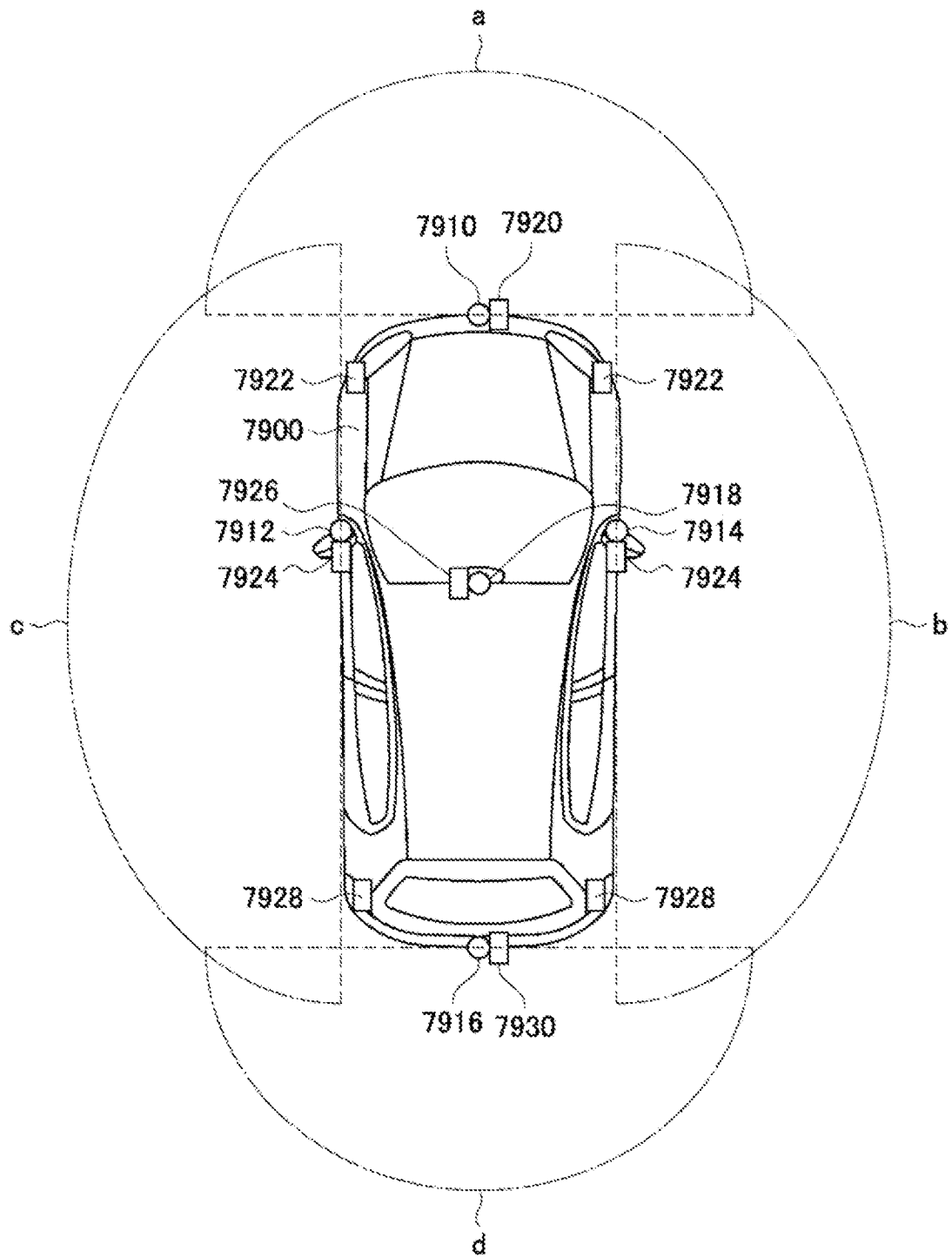
[図23]



[図24]



[図25]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/018783

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>G01S 7/4863</i> (2020.01)i; <i>G01S 7/497</i> (2006.01)i; <i>G01S 7/4865</i> (2020.01)i; <i>G01S 17/89</i> (2020.01)i; <i>H04N 25/70</i> (2023.01)i; <i>H04N 25/773</i> (2023.01)i FI: G01S7/4863; G01S7/4865; G01S17/89; G01S7/497; H04N25/70; H04N25/773 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 - G01S7/51; G01S17/00 - G01S17/95; G01C3/00 - G01C3/32; H04N25/70 - H04N25/79 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024 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 2022-176812 A (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) 30 November 2022 (2022-11-30) entire text, all drawings	1-20
A	JP 2021-96177 A (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORP.) 24 June 2021 (2021-06-24) entire text, all drawings	1-20
A	JP 2021-76589 A (DENSO CORPORATION) 20 May 2021 (2021-05-20) entire text, all drawings	1-20
A	US 2022/0236415 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 28 July 2022 (2022-07-28) entire text, all drawings	1-20
A	CN 111896971 A (SHANGHAI OPNOUS INTELLIGENT TECH CO., LTD.) 06 November 2020 (2020-11-06) entire text, all drawings	1-20
☐ 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 “D” document cited by the applicant in the international application “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 18 July 2024		Date of mailing of the international search report 06 August 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2024/018783

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2022-176812	A	30 November 2022	WO	2022/244322	A1	
				entire text, all drawings			
JP	2021-96177	A	24 June 2021	WO	2021/124762	A1	
				entire text, all drawings			
JP	2021-76589	A	20 May 2021	US	2022/0268901	A1	
				entire text, all drawings			
				WO	2021/095657	A1	
				CN	114729999	A	
US	2022/0236415	A1	28 July 2022	KR	10-2022-0106646	A	
				entire text, all drawings			
CN	111896971	A	06 November 2020	(Family: none)			

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

G01S 7/4863(2020.01)i; G01S 7/497(2006.01)i; G01S 7/4865(2020.01)i; G01S 17/89(2020.01)i;
H04N 25/70(2023.01)i; H04N 25/773(2023.01)i
FI: G01S7/4863; G01S7/4865; G01S17/89; G01S7/497; H04N25/70; H04N25/773

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））

G01S7/48 - G01S7/51; G01S17/00 - G01S17/95; G01C3/00 - G01C3/32; H04N25/70 - H04N25/79

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 - 2024年
日本国実用新案登録公報 1996 - 2024年
日本国登録実用新案公報 1994 - 2024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 2022-176812 A（ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社）30.11.2022 (2022 - 11 - 30) 全文, 全図	1-20
A	JP 2021-96177 A（ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社）24.06.2021 (2021 - 06 - 24) 全文, 全図	1-20
A	JP 2021-76589 A（株式会社デンソー）20.05.2021 (2021 - 05 - 20) 全文, 全図	1-20
A	US 2022/0236415 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 28.07.2022 (2022 - 07 - 28) 全文, 全図	1-20
A	CN 111896971 A (SHANGHAI OPNOUS INTELLIGENT TECHNOLOGY CO., LTD.) 06.11.2020 (2020 - 11 - 06) 全文, 全図	1-20

☐ 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、一般的技术水準を示すもの
“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
“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抵触するものではなく、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
18. 07. 2024

国際調査報告の発送日
06. 08. 2024

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

権限のある職員（特許庁審査官）

藤田 都志行 2M 3014

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/018783

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2022-176812	A	30.11.2022	WO	2022/244322	A1	
				全文, 全図			
JP	2021-96177	A	24.06.2021	WO	2021/124762	A1	
				全文, 全図			
JP	2021-76589	A	20.05.2021	US	2022/0268901	A1	
				全文, 全図			
				WO	2021/095657	A1	
				CN	114729999	A	
US	2022/0236415	A1	28.07.2022	KR	10-2022-0106646	A	
				全文, 全図			
CN	111896971	A	06.11.2020	(ファミリーなし)			