

(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8月8日(08.08.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/162109 A1

(51) 国際特許分類:

G01S 7/4863 (2020.01) G01S 17/894 (2020.01)
G01C 3/06 (2006.01) H04N 25/773 (2023.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/001924

(22) 国際出願日: 2024年1月23日(23.01.2024)

(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 2023-013582 2023年1月31日(31.01.2023) 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14番1号 Kanagawa (JP).

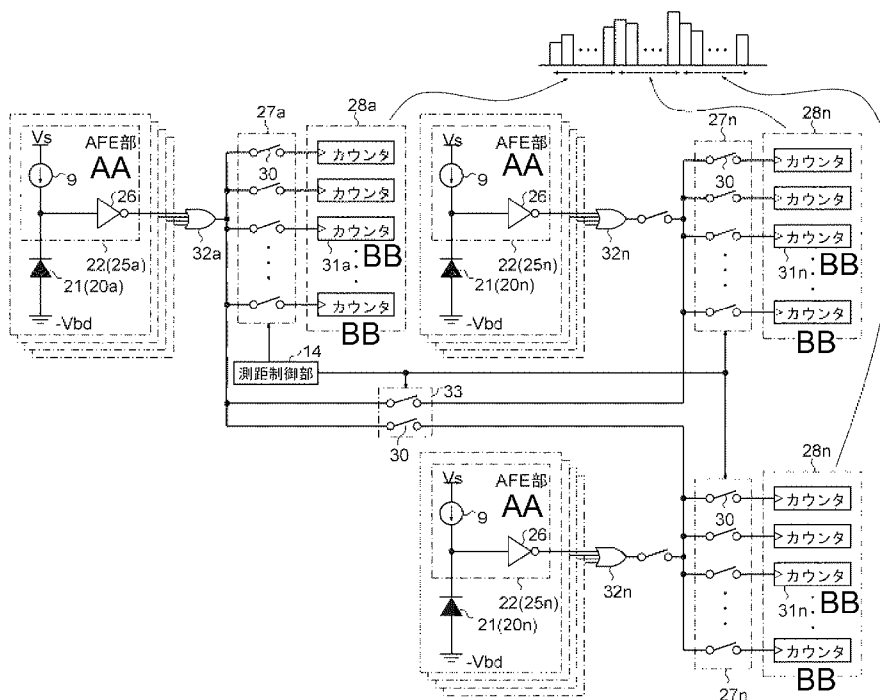
(72) 発明者: 清水 孝亮 (SHIMIZU Kosuke);
〒2430014 神奈川県厚木市旭町4丁目14-1 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(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,

(54) Title: LIGHT DETECTING DEVICE, AND RANGING SYSTEM

(54) 発明の名称: 光検出装置及び測距システム



14 Ranging control unit
AA AFE unit
BB Counter

(57) Abstract: [Problem] To provide a light detecting device and a ranging system with which it is possible to improve ranging accuracy at long distances without increasing the number of pixels. [Solution] This light detecting device comprises: a first counter group including two or more first counters; a first pixel circuit or a first pixel circuit group connected to the first counter group; a first pixel connected to the first pixel circuit or a first pixel group connected to the first pixel circuit group; a second counter group including two or more second counters; a second pixel circuit or a second pixel

[続葉有]

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.

- (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))

circuit group connected to the second counter group; a second pixel connected to the second pixel circuit or a second pixel group connected to the second pixel circuit group; and a switching circuit for switching between whether a number of times an output signal of the first pixel circuit or the first pixel circuit group transitions is to be counted using the first counter group, without being counted using the second counter group, or is to be counted using the first counter group and the second counter group.

- (57) 要約: [課題] 画素数を増やすことなく遠距離での測距精度を向上できる光検出装置及び測距システムを提供する。[解決手段] 光検出装置は、2以上の第1のカウンタを含む第1のカウンタ群と、前記第1のカウンタ群に接続される第1の画素回路又は第1の画素回路群と、前記第1の画素回路に接続される第1の画素、または前記第1の画素回路群に接続される第1の画素群と、2以上の第2のカウンタを含む第2のカウンタ群と、前記第2のカウンタ群に接続される第2の画素回路又は第2の画素回路群と、前記第2の画素回路に接続される第2の画素、または前記第2の画素回路群に接続される第2の画素群と、前記第1の画素回路又は前記第1の画素回路群の出力信号が遷移した回数を前記第2のカウンタ群でカウントせずに前記第1のカウンタ群でカウントするか、前記第1のカウンタ群及び前記第2のカウンタ群でカウントするかを切り替える切替回路と、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] 微弱な光を検出できるSPAD (Single Photon Avalanche Diode) を用いて、近距離から遠距離までの物体の距離を計測する技術が提案されている（例えば、特許文献1、2参照）。

[0003] 近距離から遠距離までの物体からの反射光を受光するには、物体からの反射光を長期間にわたって受光する必要がある。特許文献1には、SPADが光（フォトン）を検出した回数を計測するフォトンカウンタを画素ごとに設けるとともに、複数の画素用の複数のフォトンカウンタを時分割で動作させて、長期間にわたってフォトン进行カウントできるようにするビニング処理が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2022-73105号公報

特許文献2：特開2021-92437号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1の場合、測距可能な距離を延ばすには、ビニング処理を行う画素数を増やす必要があり、実質的な解像度が低下してしまう。

[0006] また、ビニング処理を行うことを想定して、画素アレイ部の画素数を増やすと、画素アレイ部のサイズが大きくなり、小型化が困難になる。また、画素アレイ部の画素数が増えると、画素回路の数も増えるため、消費電力が増大する。

[0007] フォトンカウンタを画素アレイ部と異なるチップ（基板）に配置して、ビ

ニング処理を行わずに画素ごとのフォトンカウンタの数を増やすことも考えられるが、その場合、フォトンカウンタの回路規模が大きくなり、チップを小型化できなくなる。

[0008] 一方、特許文献2の場合、複数の画素からなるマクロピクセルごとにヒストグラム生成器を設けている。特許文献2には、カウンタが開示されていないが、ヒストグラム生成器が実質的にカウンタと同様の機能を持っている。特許文献2の構成において遠距離測距を行うには、マクロピクセルごとに設けられるヒストグラム生成器の数を増やせばよいが、その場合、特許文献1と同様に、ヒストグラム生成器の回路規模が大きくなり、ヒストグラム生成器が実装されるチップを小型化できなくなる。

[0009] このように、特許文献1と2はいずれも、遠距離測距等のためにフォトンカウンタ又はヒストグラム生成器の数を増やそうとすると、その分、回路規模が大きくなってチップを小型化できないという共通の課題を有する。

[0010] そこで、本開示では、画素数を増やすことなく遠距離での測距精度を向上できる光検出装置及び測距システムを提供するものである。

課題を解決するための手段

[0011] 上記の課題を解決するために、本開示によれば、2以上の第1のカウンタを含む第1のカウンタ群と、

前記第1のカウンタ群に接続される第1の画素回路又は第1の画素回路群と、

前記第1の画素回路に接続される第1の画素、または前記第1の画素回路群に接続される第1の画素群と、

2以上の第2のカウンタを含む第2のカウンタ群と、

前記第2のカウンタ群に接続される第2の画素回路又は第2の画素回路群と、

前記第2の画素回路に接続される第2の画素、または前記第2の画素回路群に接続される第2の画素群と、

前記第1の画素回路又は前記第1の画素回路群の出力信号が遷移した回数

を前記第2のカウンタ群でカウントせずに前記第1のカウンタ群でカウントするか、前記第1のカウンタ群及び前記第2のカウンタ群でカウントするかを切り替える切替回路と、を備える、

光検出装置が提供される。

[0012] 前記第1の画素又は前記第1の画素群は、物体からの反射光の受光に用いられるアクティブ画素又はアクティブ画素群であり、

前記第2の画素又は前記第2の画素群は、前記反射光の受光に用いられない非アクティブ画素又は非アクティブ画素群であってもよい。

[0013] 前記第1の画素回路又は前記第1の画素回路群の出力信号が遷移した回数を前記第2のカウンタ群でカウントせずに前記第1のカウンタ群でカウントする第1のモードと、前記第1のカウンタ群及び前記第2のカウンタ群でカウントする第2のモードと、のいずれかを選択するモード選択部を備え、

前記切替回路は、前記モード選択部による選択に従って切替を行ってもよい。

[0014] 前記第1のカウンタ群及び前記第2のカウンタ群のカウント値は、物体の距離を測距するために用いられ、

前記第2のモードが選択された場合、前記第1のモードが選択された場合よりも測距可能な距離は長くなり、

前記第1のモード又は前記第2のモードのいずれが選択されても、距離分解能及び解像度は同一であってもよい。

[0015] 前記第2のモードが選択された場合の測距可能な距離は、前記第1のモードが選択された場合の測距可能な距離の2倍以上の整数倍であってもよい。

[0016] 前記第1のモード及び前記第2のモードのそれぞれは、択一的に選択可能な第3のモード及び第4のモードをさらに有し、

前記第3のモードは、1つの前記第1のカウンタ群を使用して前記第1の画素回路又は前記第1の画素回路群の出力信号が遷移した回数をカウントし、

前記第4のモードは、複数の前記第1のカウンタ群を使用して前記第1の

画素回路又は前記第 1 の画素回路群の出力信号が遷移した回数をカウントしてもよい。

[0017] 前記第 4 のモードは、択一的に選択可能な第 5 のモード、第 6 のモード及び第 7 のモードをさらに有し、

前記第 6 のモードは、前記第 5 のモードよりも測距可能な距離が長く、かつ前記第 5 のモードよりも距離分解能が低く、かつ前記第 5 のモードと同一の解像度であり、

前記第 7 のモードは、前記第 5 のモードよりも測距可能な距離が長く、かつ前記第 5 のモードと距離分解能及び解像度が同一であってもよい。

[0018] 複数の前記第 1 の画素又は前記第 1 の画素群と、複数の前記第 2 の画素又は前記第 2 の画素群とが配置される画素アレイ部を有する第 1 の基板と、

前記第 1 の基板に積層され、複数の前記第 1 の画素回路又は前記第 1 の画素回路群、複数の前記第 1 のカウンタ群、複数の前記第 2 の画素回路又は前記第 2 の画素回路群、複数の前記第 2 のカウンタ群、及び複数の前記切替回路が配置される第 2 の基板と、を備えてもよい。

[0019] 前記複数の第 1 の画素又は前記複数の第 1 の画素群は、前記画素アレイ部における所定の画素領域に配置され、

前記複数の第 2 の画素又は前記複数の第 2 の画素群は、前記画素アレイ部における前記所定の画素領域以外の画素領域に配置されてもよい。

[0020] 前記モード選択部で選択されたモードに関する情報を含む第 1 のビット列データと、前記第 1 のモード時には前記第 1 のカウンタ群のカウント値を、前記第 2 のモード時には前記第 1 のカウンタ群及び前記第 2 のカウンタ群のカウント値を含む第 2 のビット列データとを含む出力データを生成する出力部を備えてもよい。

[0021] 前記第 1 のビット列データは、前記第 2 のモードを選択する際には、前記第 1 のカウンタ群と連結される前記第 2 のカウンタ群の数に関する情報を含んでもよい。

[0022] 前記第 1 のビット列データは、2 以上の前記第 1 のカウンタ群を用いてカ

ウントするビニング処理を行うか、又は一つの前記第 1 のカウンタ群を用いてカウントするかを識別する情報を含んでもよい。

[0023] 前記第 1 のビット列データは、特定の注目画素領域内で前記回数をカウントするか、又は予め定めた部分画素領域内で前記回数をカウントするかを識別する情報を含んでもよい。

[0024] 前記第 2 のビット列データは、前記第 2 のモードを選択する際には、すべての前記第 1 の画素のそれぞれに対応する前記第 1 のカウンタ群及び前記第 2 のカウンタ群のカウント値を画素順に並べた複数のビット列データであってもよい。

[0025] 複数の前記第 1 の画素又は前記第 1 の画素群と、複数の前記第 2 の画素又は前記第 2 の画素群とが配置される第 1 の画素アレイ部と、

それぞれが被写体光を撮像する複数の第 3 の画素が配置される第 2 の画素アレイ部と、

前記第 2 の画素アレイ部に入射される被写体光の焦点距離に合わせて、前記第 2 の画素アレイ部の受光範囲を制御する制御部と、を備えてもよい。

[0026] 前記制御部は、前記第 2 の画素アレイ部の焦点距離を望遠側に制御する場合には、前記第 1 の画素アレイ部における前記複数の第 1 の画素又は前記複数の第 1 の画素群の画素領域のサイズをより小さくしてもよい。

[0027] 前記第 2 の画素アレイ部に入射される被写体光の焦点距離を調節する焦点調節光学系を駆動する光学系駆動部を備え、

前記制御部は、前記第 1 の画素アレイ部における前記複数の第 1 の画素又は前記複数の第 1 の画素群で受光された物体からの反射光に基づく前記物体の距離の計測結果に基づいて、前記光学系駆動部を制御してもよい。

[0028] 本開示によれば、物体に光を照射する発光装置と、

前記発光装置で発光された光が前記物体で反射された反射光を受光する受光部と、

前記発光装置で発光された光と前記受光部で受光された反射光とに基づいて、前記物体の距離を計測する測距部と、

前記発光装置、前記受光部、及び前記測距部を制御する制御部と、を備え、

前記受光部は、

複数の第 1 の画素又は第 1 の画素群と、複数の第 2 の画素又は第 2 の画素群とを有する画素アレイ部と、

前記複数の第 1 の画素に接続される複数の第 1 の画素回路、又は前記複数の第 1 の画素群に接続される複数の第 1 の画素回路群と、

前記複数の第 1 の画素回路又は前記複数の第 1 の画素回路群のそれぞれに対して設けられ、複数の第 1 のカウンタを含む第 1 のカウンタ群と、

前記複数の第 2 の画素に接続される複数の第 2 の画素回路、又は前記複数の第 2 の画素群に接続される複数の第 2 の画素回路群と、

前記複数の第 2 の画素回路又は前記複数の第 2 の画素回路群のそれぞれに対して設けられ、複数の第 2 のカウンタを含む第 2 のカウンタ群と、

前記複数の第 1 の画素回路又は前記複数の第 1 の画素回路群の出力信号のそれぞれが遷移した回数を、対応する前記第 2 のカウンタ群でカウントせずに、対応する前記第 1 のカウンタ群でカウントするか、対応する前記第 1 のカウンタ群及び対応する前記第 2 のカウンタ群でカウントするかを切り替える切替回路と、を有する、

測距システムが提供される。

[0029] 前記発光装置は、前記制御部の制御に基づいて、光を発光するか否かを個別に制御可能な複数の発光部を有し、

前記制御部は、前記複数の発光部のうち光を発光する発光エリアのサイズと、前記画素アレイ部における前記複数の第 1 の画素又は前記複数の第 1 の画素群の画素領域のサイズとを連動して制御してもよい。

図面の簡単な説明

[0030] [図1]第 1 の実施形態に係る光検出装置を備える測距システム 2 の概略の構成を示すブロック図。

[図2]図 1 の光検出装置の詳細なブロック図。

[図3]画素アレイ部の画素と測距処理部のA F E部の回路図。

[図4]図3のS P A Dのカソードと画素回路から出力される画素信号の電圧波形図。

[図5A]図2の生成部の内部構成の一例を示す回路図。

[図5B]生成部で生成されるヒストグラムの一例を示す図。

[図6A]ビニング処理の対象となる画素群を示す図。

[図6B]ビニング処理に対応する振分回路とカウンタ群を示す回路図。

[図7]光検出装置の機能を備える半導体チップの模式的な斜視図。

[図8]第1の実施形態に係る光検出装置の主要部の回路図。

[図9]すべての発光素子が同時に発光する場合の測距システムの概略構成を示す図。

[図10]一部の発光素子が同時に発光する場合の測距システムの概略構成を示す図。

[図11]第1の実施形態に係る光検出装置及び発光装置をホスト制御部が制御する例を示す図。

[図12]画素アレイ上のアクティブ画素と非アクティブ画素の画素位置の一例を示す図。

[図13]R O I エリア以外の画素領域を非アクティブ画素とする例を示す図。

[図14]複数のスポットエリアを設定する場合のアクティブ画素と非アクティブ画素の対応関係を示す図。

[図15]第1のカウンタ群に連結される第2のカウンタ群のカウント値の一例を示す図。

[図16]非アクティブ画素の第2のカウンタ群を、アクティブ画素の第1のカウンタ群の一部として用いない場合の第1のカウンタ群と第2のカウンタ群のカウント値の一例を示す図。

[図17]図8の一変形例に係る光検出装置の主要部の回路図。

[図18]第1の実施形態に係る光検出装置の特徴をまとめた図。

[図19A]第2の比較例で生成されるヒストグラムを示す図。

[図19B]第3の比較例で生成されるヒストグラムを示す図。

[図19C]第4の比較例で生成されるヒストグラムを示す図。

[図20]第2の実施形態に係る光検出装置を備える測距システムの主要部の構成を示す図。

[図21]A F レンズドライバを備える測距システムの主要部を示す図。

[図22]図21の測距システムの処理動作を示すフローチャート。

[図23A]全ての画素がアクティブ画素の場合で、かつビニング処理を行わない場合の出力データの構成を示す図。

[図23B]一部の画素がアクティブ画素の場合の出力データの構成を示す図。

[図23C]ビニング処理を行う場合の出力データの構成を示す図。

[図23D]アクティブ画素と非アクティブ画素が含まれる場合に第1のカウンタ群と第2のカウンタ群の連結を行う場合の出力データの構成を示す図。

[図24]第4の実施形態に係る光検出装置1の主要部のブロック図。

[図25]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26]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

[0031] 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。

[0032] (第1の実施形態)

図1は第1の実施形態に係る光検出装置1を備える測距システム2の概略の構成を示すブロック図である。図1の測距システム2は、光検出装置1と、アプリケーション部3と、発光装置4と、ホスト制御部5とを備える。

[0033] 発光装置4は、周期的に光パルス信号を発光する。発光装置4は、光パルス信号の伝搬方向を一次元又は二次元方向に所定の周期で走査させることができる。また、発光装置4は、複数の発光素子を有し、各発光素子は光パル

ス信号を発光するタイミングを個別に切り替えることができる。これにより、発光装置 4 は、2 以上の発光素子が同時に発光する発光エリアの面積及び場所を任意に切り替えることができる。

[0034] 発光装置 4 から発光された光パルス信号が物体 6 に照射されると、物体 6 からの反射光信号が光検出装置 1 で受光される。光検出装置 1 は、受光部 11 と測距処理部 12 を有する。受光部 11 は、発光装置 4 が周期的に発光した光パルス信号を繰り返し受光する。測距処理部 12 は、反射光信号の受光タイミングごとの受光頻度を表すヒストグラムを生成し、ヒストグラムのピーク位置に基づいて物体 6 の距離を計測する。

[0035] アプリケーション部 3 は、光検出装置 1 から出力された物体 6 の距離データを用いて、任意の処理を行うことができる。例えば、アプリケーション部 3 は、距離データに基づいて距離画像を生成することができる。

[0036] ホスト制御部 5 は、発光装置 4、光検出装置 1 及びアプリケーション部 3 を制御する。ホスト制御部 5 は、例えば CPU (Central Processing Unit) でもよいし、PC (Personal Computer) 又はサーバ等でもよい。また、ホスト制御部 5 は、光検出装置 1 と同一の半導体チップに実装されてもよい。

[0037] 図 2 は図 1 の光検出装置 1 の詳細なブロック図である。図 2 に示すように、光検出装置 1 は、受光部 11 と、測距処理部 12 と、制御部 13 と、測距制御部 14 と、発光タイミング制御部 15 と、クロック生成部 16 と、画素制御部 17 と、インタフェース (I/F) 部 18 とを有する。

[0038] 受光部 11 は、画素アレイ部 19 を有する。画素アレイ部 19 は、第 1 方向 X 及び第 2 方向 Y に配置される複数の画素 20 を有する。各画素 20 は 1 以上の受光素子を有する。受光素子は、例えば、フォトダイオード又は SPAD である。本明細書では、受光素子として SPAD 21 を用いる例を主に説明する。

[0039] 画素制御部 17 は、画素アレイ部 19 の各画素 20 で物体 6 からの反射光信号を受光するか否かを個別に制御することができる。これにより、画素アレイ部 19 の任意のサイズ及び位置の画素領域でのみ、反射光信号を受光す

ることができる。

- [0040] 測距処理部 12 は、アナログフロントエンド部（以下、AFE 部）22 と、生成部 23 と、測距部 24 を有する。
- [0041] AFE 部 22 は、画素アレイ部 19 の画素 20 ごとに設けられる複数の画素回路 25 を有する。各画素回路 25 は、対応する SPAD 21 が反射光信号を受光すると、所定のパルス幅の画素信号を出力する。
- [0042] 生成部 23 は、各画素回路 25 から出力された画素信号の出力タイミングと出力頻度に基づいて、ヒストグラムを生成する。ヒストグラムは、反射光信号を受光する画素数に応じたビン数を有する。より詳細には、生成部 23 は、画素 20 ごとに複数のカウンタからなるカウンタ群を有する。複数のカウンタは、対応する画素 20 が反射光信号を受光したタイミングごとに、対応する画素 20 が反射光信号を受光した回数をカウントする。各カウンタのカウント値は、ヒストグラムの一つのビンに対応している。生成部 23 は、複数のカウンタのカウント値に基づいて、複数のビンを有するヒストグラムを生成する。
- [0043] 測距部 24 は、生成部 23 で生成されたヒストグラムのピーク位置に基づいて物体 6 の距離を計測する。測距部 24 は、ヒストグラムのピーク位置付近の複数のビンの値（出現頻度）を平均化するなどして距離を計測してもよい。
- [0044] 制御部 13 は、光検出装置 1 の各部を制御する。測距制御部 14 は、制御部 13 からの指示に従って、測距処理部 12 の AFE 部 22、生成部 23、及び測距部 24 を制御する。画素制御部 17 は、制御部 13 からの指示に従って、画素アレイ部 19 の各画素 20 で反射光を受光するか否かを制御する。発光タイミング制御部 15 は、制御部 13 からの指示に従って、発光装置 4 の各発光素子が光パルス信号を発光するタイミングを制御する。制御部 13、測距制御部 14、画素制御部 17、及び発光タイミング制御部 15 の少なくとも一部を統合させて統合制御部を設けてもよい。
- [0045] クロック生成部 16 は、光検出装置 1 の各部を同期させるためのクロック

信号を生成する。I/F部18は、測距処理部12で計測された物体6の距離情報を出力する。

[0046] 図3は、画素アレイ部19の画素20と測距処理部12のAFE部22の回路図である。AFE部22の画素回路25は、PMOSトランジスタQ1とインバータ26を有する。PMOSトランジスタQ1のソースは基準電圧ノードVsに接続され、PMOSトランジスタQ1のドレインはSPAD21のカソードとインバータ26の入力ノードに接続される。PMOSトランジスタQ1のゲートには、画素制御部17からの制御信号Vcが入力される。これにより、PMOSトランジスタQ1は電流源9として機能する。画素制御部17は、制御信号Vcによって、PMOSトランジスタQ1をオフさせることができる。これにより、画素20での受光動作を強制的に停止させることができる。SPAD21のアノードは、例えば負電位ノード(-Vbd)に接続される。インバータ26の出力ノードから画素信号が出力される。

[0047] 図4は図3のSPAD21のカソードと画素回路25から出力される画素信号の電圧波形図である。図4では、SPAD21のカソード電圧波形をW1、画素信号の電圧波形をW2としている。SPAD21のカソードは、SPAD21がフォトンを検出するまでは、基準電圧ノードVsと同じ電圧Vsであり、画素信号はローレベルである。SPAD21がフォトンを検出することは発火と呼ばれる。時刻t0でSPAD21が発火すると、SPAD21のカソード電圧は急激に低下し、インバータ26の閾値電圧Vthより低い電圧になる。これにより、インバータ26から出力される画素信号はローレベルからハイレベルに遷移する。その後、SPAD21のカソード電圧は徐々に上昇し、インバータ26の閾値電圧Vthを上回った時点t1でインバータ26から出力される画素信号はハイレベルからローレベルに遷移する。

[0048] このように、画素回路25は、SPAD21が発火すると、所定のパルス幅の画素信号を出力する。これにより、画素回路25は、SPAD21の発火をデジタル化された画素信号に変換して出力する。

[0049] 図5Aは図2の生成部23の内部構成の一例を示す回路図、図5Bは生成

部 2 3 で生成されるヒストグラムの一例を示す図である。図 5 A に示すように、生成部 2 3 は、振分回路 2 7 と、カウンタ群 2 8 を有するヒストグラム生成部 2 9 とを有する。振分回路 2 7 は、複数の切替器 3 0 を有する。ヒストグラム生成部 2 9 内のカウンタ群 2 8 は、複数の切替器 3 0 と同数の複数のカウンタ 3 1 を有する。

[0050] 複数の切替器 3 0 のそれぞれは、カウンタ群 2 8 のいずれかのカウンタ 3 1 に対応づけられている。カウンタ群 2 8 を構成する複数のカウンタ 3 1 のそれぞれのカウント値は、図 5 B に示すヒストグラムのいずれかのビンの頻度値に該当する。

[0051] 複数の切替器 3 0 のそれぞれは、対応する画素回路 2 5 から出力された画素信号の遷移回数を、対応するカウンタ 3 1 でカウントするか否かを切り替える。複数の切替器 3 0 は、測距制御部 1 4 の指示に基づいて切替動作を行う。測距制御部 1 4 は、発光装置 4 が光パルス信号を発光してからの経過時間に応じて、複数の切替器 3 0 の切替タイミングを制御する。本明細書では、切替器 3 0 に接続されたカウンタ 3 1 がカウント動作を行えるようにすることを、「切替器 3 0 をオンする」、と呼ぶ。複数の切替器 3 0 がオンするタイミングは、それぞれ異なっている。これにより、複数のカウンタ 3 1 のそれぞれは、受光部 1 1 が反射光信号を受光した時刻ごとに、反射光信号の受光頻度をカウント値として計測する。

[0052] 本実施形態は、2 以上の画素 2 0（例えば 4 画素）からなる画素群で受光された反射光信号を、画素群の複数のカウンタ群 2 8 でカウントするビニング処理を行うことができる。ビニング処理を行うことで、遠距離からの反射光信号をカウントすることができ、測距可能な距離を広げることができる。

[0053] 図 6 A はビニング処理の対象となる画素群 3 0 g を示す図、図 6 B はビニング処理に対応する振分回路 2 7 とカウンタ群 2 8 を示す回路図である。

[0054] 図 6 A は、 2×2 画素 2 0 の画素群 3 0 g を単位としてビニング処理を行う例を示すが、ビニング処理の単位となる画素群 3 0 g に含まれる画素数は任意である。

[0055] 図6Bの振分回路27は、複数の切替器30とOR回路32を有する。OR回路32は、ビニング処理の単位となる画素群30gに含まれるすべての画素回路25から出力された複数の画素信号の論理和を演算する。反射光信号を受光した画素20に接続された画素回路25は、ハイレベルのパルス信号からなる画素信号を出力する。これにより、ビニング処理の単位となる画素群30gに含まれる少なくとも一つの画素20が反射光信号を受光すると、少なくとも一つの画素信号がハイレベルのパルス信号を出力し、OR回路32の出力信号はハイレベルになる。複数の切替器30は、測距制御部14からの指示で切替動作を行う。OR回路32の出力信号がハイレベルになると、いずれかの切替器30を介して、対応するカウンタ31のカウント値がカウントアップされる。図6Bでは、図示を省略しているが、ビニング処理の単位となる画素群30gには、複数のカウンタ群28が存在するため、これらカウンタ群28を用いることで、遠距離の物体からの反射光信号に対応するカウント値を計測でき、遠距離の物体の測距精度を向上できる。

[0056] 本実施形態に係る光検出装置1は、積層化された半導体チップで構成することができる。図7は、光検出装置1の機能を備える半導体チップ40の模式的な斜視図である。図7の半導体チップ40は、積層された第1の基板44及び第2の基板45を有する。第1の基板44は、反射光信号の入射面側に配置される。第2の基板45は、上述した入射面とは反対側で、第1の基板44に積層される。

[0057] 第1の基板44には、画素アレイ部19が配置される。より具体的な一例は、第1の基板44における反射光信号の入射面の略全域に画素アレイ部19が配置される。画素アレイ部19には、複数の画素20が配置される。第2の基板45には、複数の画素回路25を含むAFE部22と、生成部23と、測距部24とが配置される。なお、生成部23と測距部24の少なくとも一部は、第1の基板44に配置されてもよい。あるいは、生成部23と測距部24の少なくとも一部は、第2の基板45に積層される不図示の第3の基板に配置されてもよい。第3の基板は、第1の基板44及び第2の基板4

5に積層するのではなく、第1の基板44及び第2の基板45を有する半導体チップ40とは別の半導体チップに設けられてもよい。

[0058] 第1の基板44と第2の基板45の間の各種の信号伝送は、ビア、Cu-Cu接合、バンプ及び配線パターンなどを介して行われる。

[0059] 図7では、図6Aと同様に、2×2画素でビニング処理を行うことができる例を示すが、ビニング処理の単位となる画素数は任意である。

[0060] 受光部11が有する画素アレイ部19の各画素20は、発光装置4が有する複数の発光素子のそれぞれと対応づけることができる。この場合、複数の発光素子のうち同時に発光される発光素子の数が多いほど、受光部11の画素アレイ部19で反射光信号を受光する画素数が増えることになる。発光装置4がVCSEL (Vertical Cavity Surface Emitting Laser) 等の面発光素子を有する場合、発光装置4が同時に発光させる発光素子の数が多いほど、各発光素子の発光強度が低下し、受光素子が反射光信号を受光する際のS/N比が低下する。各発光素子の発光強度が低下すると、遠方まで光パルス信号が届かなくなり、遠距離の物体6の距離精度が低下する。

[0061] したがって、遠距離の物体6の距離計測の精度を上げるには、発光装置4が有する複数の発光素子のうち、一部の発光素子のみを同時に発光させて、各発光素子の発光強度ができるだけ低くならないようにするのが望ましい。発光装置4で同時に発光する発光素子の数が減ると、受光部11で反射光信号を受光する画素20の数も減る。よって、制御部13は、発光装置4で同時に光信号を発光する発光素子の数に合わせて、受光部11で反射光信号を受光する画素20の数を制御し、受光部11で無駄な電力を消費しないようにするのが望ましい。

[0062] 本明細書では、反射光信号を受光する画素20をアクティブ画素（第1の画素）20aと呼び、反射光信号を受光しない画素20を非アクティブ画素（第2の画素）20nと呼ぶ。アクティブ画素20aは、画素アレイ部19内の所定の画素領域に配置され、非アクティブ画素20nは、画素アレイ部19における所定の画素領域以外の画素領域に配置される。画素制御部17

は、制御部13からの指示により、アクティブ画素20aのSPAD21のカソードに接続されたPMOSトランジスタQ1をオンして電流源9を動作させ、非アクティブ画素20nのSPAD21のカソードに接続されたPMOSトランジスタQ1をオフして電流源9を停止させる。これにより、非アクティブ画素20nのSPAD21のカソードには基準電圧Vsが供給されなくなり、非アクティブ画素20nの受光を強制的に停止させることができ、受光部11の消費電力を削減できる。

[0063] このように、非アクティブ画素20nは、反射光信号の受光を行わないため、SPAD21の後段に配置されたカウンタ群28は使用されない。そこで、第1の実施形態では、非アクティブ画素20nのカウンタ群28を、アクティブ画素20aのカウンタ群28の一部として使用できるようにする。この場合、第2のカウンタ群28nは、カウンタ群28に連結して使用される。

[0064] なお、本明細書では、後述する図8に示すように、アクティブ画素20aに対応して設けられるカウンタ群28を第1のカウンタ群28aと呼び、第1のカウンタ群28aを構成する各カウンタ31を第1のカウンタ31aと呼び、非アクティブ画素20nに対応して設けられるカウンタ群28を第2のカウンタ群28nと呼び、第2のカウンタ群28nを構成する各カウンタ31を第2のカウンタ31nと呼ぶ。

[0065] 図8は第1の実施形態に係る光検出装置1の主要部の回路図である。図8は、ビニング処理を行うことが可能な構成を示している。図8は、ビニング処理の単位である4つのアクティブ画素20aと8つの非アクティブ画素20nに接続される画素回路25等の構成を図示している。

[0066] 図8に示すように、第1の実施形態に係る光検出装置1は、アクティブ画素20aに接続される画素回路25（以下、アクティブ画素回路25a）と、アクティブ画素回路25aに接続される第1の振分回路27aと、第1の振分回路27aに接続される第1のカウンタ群28aと、非アクティブ画素20nに接続される画素回路25（以下、非アクティブ画素回路25n）と

、非アクティブ画素回路 25 n に接続される第 2 の振分回路 27 n と、第 2 の振分回路 27 n に接続される第 2 のカウンタ群 28 n と、第 2 のカウンタ群 28 n を第 1 のカウンタ群 28 a に連結するか否かを切り替えるカウンタ切替回路 33 とを有する。

[0067] カウンタ切替回路 33 は、非アクティブ画素 20 n に接続される第 2 の振分回路 27 n の一端を、第 2 のカウンタ群 28 n に接続するか、又はアクティブ画素 20 a に接続される第 1 の振分回路 27 a の一端に接続するかを切り替える。すなわち、カウンタ切替回路 33 は、アクティブ画素回路 25 a から出力された画素信号が遷移した回数を第 2 のカウンタ群 28 n でカウントせずに第 1 のカウンタ群でカウントするか、第 1 のカウンタ群 28 a 及び第 2 のカウンタ群 28 n でカウントするかを切り替える。

[0068] 第 1 の振分回路 27 a、第 2 の振分回路 27 n、及びカウンタ切替回路 33 は、それぞれ複数の切替器 30 を有する。各切替器 30 は、測距制御部 14 により切替制御される。

[0069] 第 2 の振分回路 27 n は、第 2 のカウンタ群 28 n に接続される複数の切替器 30 と、これら複数の切替器 30 の他端側を OR 回路 32 に接続するか、又はカウンタ切替回路 33 に接続するか否かを切り替える切替器 30 とを有する。カウンタ切替回路 33 は、第 1 の振分回路 27 a の一端と第 2 の振分回路 27 n の一端との間に接続される切替器 30 を有する。

[0070] 測距制御部 14 は、遠距離の測距を行う場合に、非アクティブ画素 20 n に接続された第 2 のカウンタ群 28 n を第 1 のカウンタ群 28 a に連結するべく、カウンタ切替回路 33 を切替制御する。これにより、第 2 のカウンタ群 28 n を構成する各第 2 のカウンタ 31 n は、アクティブ画素 20 a の受光結果に基づいて生成されるヒストグラムの一部のビンのデータを生成するために用いられる。

[0071] 測距制御部 14 は、アクティブ画素回路 25 a から出力された画素信号が遷移した回数を第 2 のカウンタ群 28 n でカウントせずに第 1 のカウンタ群 28 a でカウントする第 1 のモードと、第 1 のカウンタ群 28 a 及び第 2 の

カウンタ群28nでカウントする第2のモードとのいずれかを選択するモード選択部として機能する。

[0072] 第1のカウンタ群28a及び第2のカウンタ群28nのカウント値は、物体6の距離を測距するために用いられる。第2のモードが選択された場合、第1のモードが選択された場合よりも測距可能な距離は長くなる。具体的な一例としては、第2のモードが選択された場合の測距可能な距離は、第1のモードが選択された場合の測距可能な距離の2倍以上の整数倍である。第1のモード又は第2のモードのいずれが選択されても、距離分解能及び解像度は同一である。

[0073] 第1のモード及び第2のモードのそれぞれは、択一的に選択可能な第3のモード及び第4のモードを有してもよい。第3のモードでは、1つの第1のカウンタ群28aを使用して第1の画素回路25の出力信号が遷移した回数をカウントする。第3のモードは、画素アレイ部19の全画素20がアクティブ画素20aで、かつビニング処理を行わないモードである。第4のモードでは、複数の第1のカウンタ群28aを使用して第1の画素回路25の出力信号が遷移した回数をカウントする。第4のモードは、画素アレイ部19の全画素20がアクティブ画素20aで、かつビニング処理を行うモードである。

[0074] 第4のモードは、択一的に選択可能な第5のモード、第6のモード及び第7のモードをさらに有してもよい。第6のモードは、第5のモードよりも測距可能な距離が長く、かつ第5のモードよりも距離分解能が低く、かつ第5のモードと同一の解像度である。第7のモードは、第5のモードよりも測距可能な距離が長く、かつ第5のモードと距離分解能及び解像度が同一である。

[0075] 上述したように、非アクティブ画素20nに対応して設けられる第2のカウンタ群28nを第1のカウンタ群28aに連結することにより、ヒストグラムのビン数を増やすことができ、より遠距離の測距精度を向上できる。

[0076] 図9及び図10は、第1の実施形態に係る光検出装置1と発光装置4を備

える測距システム2の概略構成を示す図である。図9は、発光装置4のすべての発光素子41が同時に発光して、受光部11のすべての画素20が反射光信号を受光する様子を示す。図10は、発光装置4が有する複数の発光素子41のうち、一部の発光素子41が同時に発光して、受光部11が有する複数の画素20のうち一部の画素20で反射光信号を受光する様子を示す。図10の反射光信号を受光する画素20がアクティブ画素20a、反射光信号を受光しない画素20が非アクティブ画素20nである。

[0077] 図9及び図10に示すように、発光装置4は、複数の発光素子41が面方向に配置されて面発光を行うVCSEL42と、VCSEL42を駆動するLDD (Laser Diode Driver) 43とを有する。光検出装置1は、面方向に複数の画素20が配置された画素アレイ部19を有する第1の基板44と、第1の基板44に積層される第2の基板45とを有する。各画素20は、1つ以上のSPAD21を有する。図9及び図10では、第1の基板44よりも第2の基板45の方が面積が大きい例を示すが、第1の基板44と第2の基板45のサイズ比は任意である。

[0078] 光検出装置1は、物体6の距離計測情報を含むLVDS (Low Voltage Differential Signaling)形式の信号と、各種の制御信号をシリアル伝送するSPI (Serial Peripheral Interface) 信号とをLDD43に伝送する。LDD43は、SPI信号に基づいて、VCSEL42の発光エリアを制御する。SPI信号はシリアル通信方式の一例であり、他の通信方式の制御信号を光検出装置1からLDD43に送信してもよい。

[0079] 図8では、非アクティブ画素20nに対応して設けられる第2のカウント群28nを、アクティブ画素20aのヒストグラムのビンを拡張するために用いる例を説明したが、アクティブ画素20aに対応して設けられる第1のカウント群28aのビット数を拡張するために用いてもよい。この場合、第1のカウント群28aを構成する各第1のカウント31aのビット数を拡張できるため、より長時間にわたって距離計測を繰り返すことができ、物体6の距離計測の精度を向上できる。

[0080] なお、図9及び図10では、発光装置4の発光エリアのサイズと画素アレイ部19のアクティブ画素20aの画素領域のサイズとが連動している例を示したが、必ずしも連動していなくてもよい。本実施形態による光検出装置1の技術的特徴は、非アクティブ画素20nに対応して設けられる第2のカウタ群28nを、アクティブ画素20aに対応して設けられる第1のカウタ群28aに連結することであり、発光装置4の発光エリアのサイズと画素アレイ部19のアクティブ画素20aの画素領域のサイズとは必ずしも連動していなくてもよい。

[0081] 図11は、第1の実施形態に係る光検出装置1及び発光装置4をホスト制御部5が制御する例を示す図である。ホスト制御部5は、例えばI2C (Inter-Integrated Circuit) 信号により、光検出装置1の制御部13と発光装置4のLDD43を制御する。なお、I2C信号は一例であり、ホスト制御部5は他の通信方式の制御信号を制御部13とLDD43に送信してもよい。

[0082] ホスト制御部5から制御部13に送信されるI2C信号には、画素アレイ部19のアクティブ画素20aの画素位置情報が含まれる。制御部13は、ホスト制御部5から送信されたアクティブ画素20aの画素位置情報を、例えばレジスタ46に記憶する。

[0083] 制御部13は、画素設定部47と振分設定部48を有する。画素設定部47は、ホスト制御部5から送信されたアクティブ画素20aの画素位置情報に基づいて、画素アレイ部19の各画素20がアクティブ画素20aか非アクティブ画素20nかを示す信号を測距制御部14に送信する。

[0084] 振分設定部48は、ホスト制御部5から送信されたアクティブ画素20aの画素位置に基づいて、第1の振分回路27a及び第2の振分回路27n、及びカウタ切替回路33のそれぞれが有する複数の切替器30の切替制御信号を各切替器30に送信する。

[0085] 測距制御部14は、制御部13の画素設定部47から送信された信号に基づいて、画素アレイ部19のアクティブ画素20aのSPAD21のカソードに接続されるPMOSトランジスタQ1をオンするとともに、非アクティ

ブ画素20nのSPAD21のカソードに接続されるPMOSトランジスタQ1をオフする。

[0086] また、測距制御部14は、アクティブ画素20aに接続されたアクティブ画素回路25aのAFE部22に電源電圧を供給し、非アクティブ画素20nに接続された非アクティブ画素回路25nのAFE部22への電源電圧の供給を停止する。

[0087] 第1の振分回路27a、第2の振分回路27n、及びカウンタ切替回路33は、振分設定部48から送信された信号に基づいて、第2のカウンタ群28nを第1のカウンタ群28aに連結するか否かを切替制御する。

[0088] ホスト制御部5から発光装置4のLDD43に送信されるI2C信号には、発光装置4の発光エリア情報が含まれる。LDD43は、ホスト制御部5から送信された発光エリア情報をレジスタ49に記憶する。LDD43は、発光エリア情報に基づいて、VCSEL42の各発光素子41を駆動するか否かを示す駆動信号を生成する出力回路50を有する。VCSEL42は、出力回路50から出力された駆動信号に基づいて、各発光素子41を発光させるか否かを個別に制御する。

[0089] 図12は画素アレイ上のアクティブ画素20aと非アクティブ画素20nの画素位置の一例を示す図である。図12は、画素アレイ部19の中央部にアクティブ画素20aの画素領域を配置し、その周囲に非アクティブ画素20nの画素領域を配置する例を示す。非アクティブ画素20nの非アクティブ画素回路25nに接続された第2の振分回路27nの切替器30を切替制御することで、非アクティブ画素20nに対応して設けられる第2のカウンタ群28nをアクティブ画素20aに対応して設けられる第1のカウンタ群28aに連結することができる。図12では、第1のカウンタ群28aに接続される第1の振分回路27aと、第2のカウンタ群28nに接続される第2の振分回路27nとを接続する配線53を模式的に示す。

[0090] なお、第1の振分回路27a、第2の振分回路27n、カウンタ切替回路33、第1のカウンタ群28a、及び第2のカウンタ群28nは、画素アレ

イ部 19 が配置される第 1 の基板 44 に積層される第 2 の基板 45 に配置される。図 12 は、第 1 の基板 44 と第 2 の基板 45 を重ねて平面視した様子を示している。

[0091] 本実施形態によれば、アクティブ画素 20a の解像度を維持しながら、第 1 のカウンタ群 28a を構成する第 1 のカウンタ 31a の数を実質的に増やすことができる。よって、ヒストグラムのビン数を増やして、遠距離の物体 6 の距離精度を向上できる。

[0092] 上述したように、第 2 のカウンタ群 28n は、ヒストグラムのビン数を増やす目的ではなく、第 1 のカウンタ群 28a の各第 1 のカウンタ 31a のビット数を拡張する目的で使用することもできる。この場合、物体 6 の距離計測を繰り返す回数をより増やすことができ、距離計測の精度を向上できる。

[0093] 図 12 では、画素アレイ部 19 の中央部にアクティブ画素 20a の画素領域を配置する例を示したが、画素アレイ部 19 のどこに、どの程度のサイズのアクティブ画素 20a の画素領域を設定するかは任意である。

[0094] また、画素アレイ部 19 の任意の画素位置に物体 6 が存在することが検出された場合に、その検出結果に基づいて、画素アレイ部 19 の物体 6 の存在箇所に ROI (Region Of Interest) エリアを設定し、ROI エリア内の各画素 20 をアクティブ画素 20a としてもよい。

[0095] 図 13 は、ROI エリア 54 内の各画素 20 をアクティブ画素 20a とし、ROI エリア 54 以外の画素領域を非アクティブ画素 20n とする例を示す図である。図 13 は、ROI エリア 54 内の各アクティブ画素 20a をいずれかの非アクティブ画素 20n に対応づける例を示す。図 13 では、各アクティブ画素 20a を、ROI エリア 54 以外の第 1 方向 X (水平方向) に位置する非アクティブ画素 20n に対応づける例を示す。対応関係にあるアクティブ画素 20a と非アクティブ画素 20n とは配線 55 で接続される。対応づけるための各配線 55 は第 1 方向 X に延びており、各配線 55 の長さにばらつきが生じないようにすることで、信号伝搬遅延のばらつきを抑制できる。

[0096] なお、各アクティブ画素20aを、ROIエリア54以外の第2方向（垂直方向）Yに位置する非アクティブ画素20nに対応づけてもよい。ROIエリア54内の各アクティブ画素20aの画素位置に合わせて、ROIエリア54以外の画素位置の非アクティブ画素20nに対応づけることで、ROIエリア54のサイズをより広げることができる。

[0097] また、一つのアクティブ画素20aに対して、2つ以上の非アクティブ画素20nを対応づけることも可能である。図13の第2方向Yに延びる配線55は、一つのアクティブ画素20aに対して、2つの非アクティブ画素20nを対応づける例を示す。

ROIエリア54のサイズに制限を設ける場合、ROIエリア54の外側に非アクティブ画素20nの画素領域を確保できるため、アクティブ画素20aと非アクティブ画素20nとの対応づけるための配線55の長さをできるだけ短く揃えることができる。

[0098] 図14は、画素アレイ部19に複数のスポットエリア56を設定する場合のアクティブ画素20aと非アクティブ画素20nの対応関係を示す図である。図14では、各スポットエリア56内の各画素20はアクティブ画素20aであり、各スポットエリア56外の各画素20は非アクティブ画素20nである。

[0099] 図14では、各スポットエリア56内の各アクティブ画素20aに隣接するスポットエリア56外の非アクティブ画素20nを対応づけている。これにより、アクティブ画素20aと対応する非アクティブ画素20nとを接続する配線55の配線長を短くできる。各スポットエリア56の画素位置およびサイズは、ホスト制御部5からの画素位置情報により任意に制御できる。

[0100] 図14に示す各スポットエリア56に含まれる複数のアクティブ画素20aは、ビニング処理を行う単位でもよい。ビニング処理の単位である複数のアクティブ画素20aのそれぞれごとに、非アクティブ画素20nと対応づけることができる。

[0101] 画素アレイ部19のどこをスポットエリア56にするかは任意であるため

、どの画素位置にスポットエリア 5 6 が設定されても対応できるように、予め複数の画素 2 0 同士を対応づける配線 5 5 を設けてもよい。

[0102] また、図 1 4 においても、1 つのアクティブ画素 2 0 a に対して 2 以上の非アクティブ画素 2 0 n を対応づける配線 5 5 を設けてもよい。

[0103] 画素アレイ部 1 9 の全画素 2 0 で反射光信号を受光するか、図 1 3 に示す R O I エリア 5 4 のみで受光するか、又は図 1 4 に示すスポットエリア 5 6 のみで受光するかを、任意に切り替えられるようにしてもよい。

[0104] 図 1 5 は画素アレイ部 1 9 の一部に設定されるアクティブ画素 2 0 a の画素領域（R O I エリア 5 4 又はスポットエリア 5 6）における第 1 のカウンタ群 2 8 a のカウント値と、第 1 のカウンタ群 2 8 a に連結される第 2 のカウンタ群 2 8 n のカウント値の一例を示す図である。図示のように、本来はカウント値がゼロであるはずの第 2 のカウンタ群のカウント値はゼロ以外の値になる。ゼロ以外のカウント値を持つ第 2 のカウンタ群 2 8 n は、例えばヒストグラムの対応するビンの情報として用いられる。

[0105] 図 1 6 は、非アクティブ画素 2 0 n の第 2 のカウンタ群 2 8 n を、アクティブ画素 2 0 a の第 1 のカウンタ群 2 8 a の一部として用いない場合の第 1 のカウンタ群 2 8 a と第 2 のカウンタ群 2 8 n のカウント値の一例を示す図である。図 1 6 の場合は、第 2 のカウンタ群 2 8 n のカウント値はすべてゼロであり、ヒストグラムのビン数を拡張することはできない。

[0106] 図 1 7 は図 8 の一変形例に係る光検出装置 1 の主要部の回路図である。図 1 7 では、図 8 と共通する構成部分には同一の符号を付しており、以下では相違点を中心に説明する。

[0107] 図 1 7 では、第 2 の振分回路 2 7 n 内の一部の切替器 3 0 を O R 回路 6 0 に変更している。この O R 回路 6 0 は、複数の非アクティブ画素回路 2 5 n から出力された複数の画素信号の論理和を演算する O R 回路 3 2 n の出力信号と、ビニング処理を行う複数のアクティブ画素回路 2 5 a から出力された複数の画素信号の論理和を演算する O R 回路 6 0 の出力信号との論理和を演算する。複数の非アクティブ画素回路 2 5 n から出力された複数の画素信号

は常にローレベルであるため、OR回路32の出力信号がハイレベルになることはない。これに対して、OR回路32aは、複数のアクティブ画素回路25aのいずれかで反射光信号が受光された時点でハイレベルになる。よって、切替器30の代わりにOR回路60を用いた場合には、OR回路32aの出力がハイレベルになった時点で、OR回路60の出力をハイレベルにすることができ、切替器30をオンにしたのと同じ効果が得られる。

[0108] 図18は第1の実施形態に係る光検出装置1の特徴をまとめた図である。図18では、第1の実施形態に係る光検出装置1の特徴を第1の比較例～第5の比較例と比較している。第1の比較例は、画素アレイ部19の全画素20がアクティブ画素20aで、かつビニング処理を行わない例を示す。第2の比較例は、画素アレイ部19の2×2画素（以下、ビニング画素）を単位としてビニング処理を行う例を示す。第3の比較例は、画素アレイ部19の2×2画素のビニング画素を単位としてビニング処理を行い、ビニング画素用の第1のカウンタ群28aのカウント値に基づいて生成されるヒストグラムのビン幅を2倍に拡張する例を示す。第4の比較例は、画素アレイ部19の2×2画素のビニング画素を単位としてビニング処理を行うとともに、2つの第1のカウンタ群28aを時分割で動作させる例を示す。第5の比較例は、画素アレイ部19の2×4画素のビニング画素を単位としてビニング処理を行う例を示す。図18に記載された本実施形態に係る光検出装置1は、画素アレイ部19の2×2画素のビニング画素を単位としてビニング処理を行うとともに、第1のカウンタ群28aに1つの第2のカウンタ群28nを連結する例を示す。

[0109] 第2の比較例は、2×2画素のビニング画素を単位としてビニング処理を行うため、第1の比較例に比べて、解像度は $1/2$ に低下するものの、第1のカウンタ群28aの数が4倍に増えるため、距離分解能は第1の比較例よりも4倍向上する。なお、図13では、距離分解能を距離 $L/4$ で表記しており、短い距離単位での分解能が得られることを意味する。第2の比較例は、第1の比較例と同じフレームレートが得られる。

- [0110] 第3の比較例は、第2の比較例により生成される図19Aに示すヒストグラムと比べて、図19Bに示すように、ヒストグラムのビン幅を広げるため、第2の比較例よりも測距可能な距離が2倍になるが、距離分解能は $1/2$ になる。また、第3の比較例は、解像度とフレームレートは第2の比較例と同じである。
- [0111] 第4の比較例は、図19Cに示すように、2つの第1のカウンタ群28aを時分割で動作させて2つのヒストグラム（第1のヒストグラムと第2のヒストグラム）を生成するため、測距可能な距離が第1及び第2の比較例の2倍になる。その一方で、フレームレートは、第1～第3の比較例の $1/2$ になる。また、第4の比較例の距離分解能は第2の比較例と同じである。
- [0112] 第5の比較例は、ビニング処理を行う画素数が第2～第4の比較例の2倍になるため、第1の比較例の解像度の4倍になる。また、第5の比較例は、第2～第4の比較例と比べて、ビニング数が2倍になるため、第1のカウンタ群28aの数も2倍になる。よって、第5の比較例は、第2の比較例と比べて、測距可能な距離が2倍になるが、距離分解能は同程度である。第5の比較例のフレームレートは、第1～第3の比較例と同程度である。
- [0113] 本実施形態に係る光検出装置1の測距可能な距離は、第3～第5の実施形態と同程度であり、第2～第4の実施形態と同程度の解像度を有する。また、本実施形態に係る光検出装置1は、第2、第4及び第5の実施形態と同程度の距離分解能を有する。さらに、本実施形態に係る光検出装置1は、第1～第3、及び第5の実施形態と同程度のフレームレートを有する。
- [0114] このように、第1の実施形態では、非アクティブ画素20nに対応して設けられる第2のカウンタ群28nを、アクティブ画素20aに対応して設けられる第1のカウンタ群28aに連結することができるようにしたため、アクティブ画素20a用のヒストグラムのビン数を拡張することができ、遠距離に位置する物体6の距離計測の精度を向上できる。あるいは、第2のカウンタ群28nを第1のカウンタ群28aを構成する各第1のカウンタ31aのビット数を拡張するために使用することができ、距離計測の精度を向上で

きる。

[0115] 第1の実施形態は、スポットエリア56又はROIエリア54内でのみ反射光信号を受光する際に、非アクティブ画素20nに対応して設けられる第2のカウンタ群28nを有効活用できる。よって、画素アレイ部19の画素数を増やさなくても、遠距離の物体6の距離計測を精度よく行うことができる。

[0116] (第2の実施形態)

第2の実施形態に係る光検出装置1は、距離計測用の受光部11だけでなく、被写体光を撮像する撮像部を備えることを特徴とする。

[0117] 図20は第2の実施形態に係る光検出装置1を備える測距システム2の主要部の構成を示す図である。図20の測距システム2は、光検出装置1と、発光装置4と、ホスト制御部5とを備える。図20では、図9と共通する構成部分には同一の符号を付しており、以下では、相違点を中心に説明する。

[0118] 図20の光検出装置1は、図7と同様に、受光部11が配置される第1の基板44と、第1の基板44に積層される第2の基板45とを有する。第2の基板45には、図2と同様に、測距処理部12と、測距制御部14と、発光タイミング制御部15と、クロック生成部16と、I/F部18とが配置される。

[0119] この他、図20の光検出装置1は、被写体光を撮像する撮像部61を備える。撮像部61は、イメージセンサとも呼ばれる。撮像部61は、積層された第1の基板44及び第2の基板45を備える半導体チップ40とは別の半導体チップである。あるいは、第1の基板44の空き領域に撮像部61を配置してもよい。

[0120] 撮像部61は、焦点距離が長い望遠用の光学系（図20では不図示）を透過した被写体光を撮像する。光学系は、焦点距離を調整可能なズームレンズでもよい。あるいは、望遠用の光学系を透過した被写体光を撮像する第1の撮像部と、広角用の光学系を透過した被写体光を撮像する第2の撮像部とのいずれかを任意に選択できるようにしてもよい。

- [0121] 発光装置4は、図9と同様に、VCSEL42とLDD43を有する。ホスト制御部5は、例えばI2C信号にて、撮像部61と、受光部11と、LDD43を制御する。図20に示す撮像部61は、望遠用の光学系を透過した被写体光を撮像するものである。
- [0122] 図20の撮像部61、受光部11、及び発光装置4は、ホスト制御部5の制御に従って、連動して動作する。撮像部61が望遠用の光学系を透過した被写体光を撮像する場合、発光装置4は、遠距離に位置する物体6の距離計測を行うために、発光エリアを狭くする。受光部11は、発光エリアに応じたサイズの画素領域のスポットエリア56で物体6からの反射光信号を受光する。
- [0123] 一方、撮像部61が広角用の焦点距離の被写体光を撮像する場合、発光装置4は発光エリアを広くし、受光部11は発光エリアに応じたサイズの画素領域で物体6からの反射光信号を受光する。
- [0124] 図21は、撮像部61の焦点調節光学系（AFレンズ）の焦点距離を可変制御するAFレンズドライバ（光学系駆動部）62を備える測距システム2の主要部を示す図である。撮像部61は、例えばSPI信号を受光部11に送信する。SPI信号は、AFレンズの焦点距離に関する情報を含む。受光部11は、SPI信号をLDD43に送信するだけでなく、AFレンズドライバ62にも送信する。また、ホスト制御部5は、図20と同様に、例えばI2C信号を、撮像部61、受光部11、及びLDD43に送信する。
- [0125] 遠距離に位置する物体6を撮像部61で撮像する場合、撮像部61がSPI信号でその旨を送信する。撮像部61から出力されたSPI信号は、受光部11を介してAFレンズドライバ62に供給される。AFレンズドライバ62は、不図示のAFレンズの焦点距離を調整する。また、VCSEL42は、AFレンズの焦点距離に合わせて、発光エリアを調整する。また、受光部11は、AFレンズの焦点距離に合わせて、画素アレイ部19のアクティブ画素20aの画素領域を制御する。制御部13は、受光部11で受光された物体からの反射光に基づく物体の距離計測結果に基づいて、AFレンズド

ライバ62を制御する。

[0126] 図22は図21の測距システム2の処理動作を示すフローチャートである。まず、望遠のAF (Auto Focus) 動作を開始するか否かを判定する(ステップS1)。望遠のAF動作を開始するまではステップS1に留まる。あるいは、望遠のAF動作を開始しない場合は図22の処理を終了してもよい。

[0127] 望遠のAF動作を開始する場合(ステップS1がYESの場合)、ホスト装置は望遠用の撮像部61を起動する(ステップS2)。次に、ホスト装置は、撮像部61に対して、望遠の焦点距離に関する情報を設定する(ステップS3)。撮像部61は、望遠の焦点調節動作(AF動作)を開始する(ステップS4)。

[0128] 撮像部61は、望遠のAF動作情報をSPI信号にて受光部11に送信する(ステップS5)。受光部11は、望遠のAF動作情報をSPI信号でLDD43に送信する(ステップS6)。

[0129] 受光部11は、望遠のAF動作情報に基づいて、アクティブ画素20aの画素領域を設定する(ステップS7)。LDD43は、望遠のAF動作情報に基づいて、VCSEL42の発光エリアを設定し、発光を開始させる(ステップS8)。

[0130] 受光部11は、ステップS7で設定したアクティブ画素20aの画素領域で反射光信号を受光し、測距処理を開始する(ステップS9)。受光部11での反射光信号の受光結果に基づいて物体6の距離を計測する。具体的には、ヒストグラムのパーク位置に基づいて物体6の距離を計測し、計測された物体6の距離に基づいてAFレンズドライバ62を制御する(ステップS10)。AFレンズドライバ62は、計測された物体6の距離に合わせてAFレンズの焦点距離を調整する(ステップS11)。

[0131] このように、第2の実施形態では、被写体光を撮像する望遠用の撮像部61を備えており、撮像部61にて遠距離の被写体を撮像する場合には、撮像部61に入射される被写体光の焦点距離に連動させて、発光装置4の発光エリアと受光部11のアクティブ画素20aの画素領域を制御する。これによ

り、撮像部 6 1 で遠距離の被写体を撮像する場合には、発光装置 4 の発光エリアを狭くし、かつ受光部 1 1 のアクティブ画素 2 0 a の画素領域を狭くするとともに、非アクティブ画素 2 0 n の第 2 のカウンタ群 2 8 n を第 1 のカウンタ群 2 8 a に連結させる。これにより、遠距離の物体 6 の距離計測の精度を向上できる。

[0132] (第 3 の実施形態)

第 3 の実施形態は、第 1 又は第 2 の実施形態に係る光検出装置 1 の測距処理部 1 2 内の生成部 2 3 から出力される出力データの形式に特徴がある。

[0133] 第 1 又は第 2 の実施形態に係る光検出装置 1 では、非アクティブ画素 2 0 n に対応して設けられる第 2 のカウンタ群 2 8 n を、第 1 のカウンタ群 2 8 a に連結することができる。しかしながら、第 1 のカウンタ群 2 8 a 及び第 2 のカウンタ群 2 8 n のカウント値だけでは、第 1 のカウンタ群 2 8 a と第 2 のカウンタ群 2 8 n が連結されているのか、それとも互いに無関係の反射光信号の受光結果を表すのか判別できない。

[0134] そこで、第 3 の実施形態に係る光検出装置 1 では、生成部 2 3 が出力する出力データに種々の情報を付加することで、第 1 のカウンタ群 2 8 a と第 2 のカウンタ群 2 8 n のカウント値が何を表すのかを容易に判別できるようにしたことを特徴とする。

[0135] 第 3 の実施形態に係る光検出装置 1 は、例えば図 2 と同様のブロック構成を備える。測距処理部 1 2 の生成部 2 3 は、例えば、図 2 3 A、図 2 3 B、図 2 3 C、又は図 2 3 D のデータ形式の出力データを出力する。図 2 3 A は画素アレイ部 1 9 の全ての画素 2 0 がアクティブ画素 2 0 a の場合で、かつビニング処理を行わない場合の出力データの構成を示す図である。図 2 3 B は、画素アレイ部 1 9 の一部がアクティブ画素 2 0 a の場合の出力データの構成を示す図である。図 2 3 C は、ビニング処理を行う場合の出力データの構成を示す図である。図 2 3 D は、画素アレイ部 1 9 にアクティブ画素 2 0 a と非アクティブ画素 2 0 n が含まれる場合に第 1 のカウンタ群 2 8 a と第 2 のカウンタ群 2 8 n の連結を行う場合の出力データの構成を示す図である。

- 。
- [0136] 図23A、図23B、図23C、及び図23Dのいずれも、出力データは、フレームごとのエンベデッドデータ（第1のビット列データ）と複数のペイロードデータ（第2のビット列データ）を含む。エンベデッドデータは、ペイロードデータの特性を表す情報を含み、例えば、第1のカウンタ群28aに連結される第2のカウンタ群28nの数を表すカウンタ連結数情報と、アクティブ画素20aがROIエリア54内にあるか、又はスポットエリア56内にあるかを識別するカウンタ連結モード情報と、ビニング処理を行うか否かを示すビニング情報とを含む。エンベデッドデータは、図23Aに示した3つの情報以外の情報を含んでいてもよい。
- [0137] 画素アレイ部19の全画素20がアクティブ画素20aで、かつビニング処理を行わない場合の出力データは、図23Aに示すように、全画素20についてのペイロードデータを画素20の並び順に含んでいる。
- [0138] 画素アレイ部19がビニング処理を行う場合の出力データは、図23Cに示すように、ビニング処理を行う複数の画素20（以下、ビニング画素）を単位とするカウント値を含むペイロードデータをビニング画素の並び順に含んでいる。
- [0139] 画素アレイ部19にアクティブ画素20aと非アクティブ画素20nが混在している場合の出力データは、図23Dに示すように、第1のカウンタ群28aを構成する各第1のカウンタ31aのカウント値を含むペイロードデータと、第1のカウンタ群28aに連結される第2のカウンタ群28nを構成する各第2のカウンタ31nのカウント値を含むペイロードデータとを含んでいる。
- [0140] 図23A～図23Dに示すデータ形式の出力データを、測距処理部12内の生成部23から出力することにより、測距部24は、ビニング処理を行ったか否かと、画素アレイ部19にスポットエリア56又はROIエリア54が設定されたか否かと、第1のカウンタ群28aに対して何個の第2のカウンタ群28nが連結されるかなどを特定でき、物体6の距離を精度よく計測

できる。

[0141] 上述した第1～第3の実施形態では、画素アレイ部19と、振分回路27及びカウンタ群28を含む測距処理部12を別々の基板に配置する例を主に説明したが、画素アレイ部19と測距処理部12の配置場所は限定されず、例えば同一の基板に配置されてもよい。

[0142] また、図5Aのカウンタ群28をヒストグラム生成部29に統合させて、カウンタ群28を省略する構成も取りうるが、この場合も、振分回路27を複数のヒストグラム生成部29に接続することで、必要に応じて複数のヒストグラム生成部29を連結することができる。

[0143] (第4の実施形態)

上述した第1～第3の実施形態では、画素ごとにカウンタ群28を設ける例を示したが、複数の画素ごとにカウンタ群28を設けてもよい。その際、カウンタ群28をヒストグラム生成部29に統合してもよい。

[0144] 図24は第4の実施形態に係る光検出装置1の主要部のブロック図である。図24の光検出装置1は、複数のアクティブ画素20aからなるマクロ画素20mを単位として、又はマクロ画素20m内の複数のアクティブ画素20aを単位として、ヒストグラムの生成を行う。画素アレイ部19は、1以上のマクロ画素20mと、マクロ画素20m以外の複数の非アクティブ画素とを有する。

[0145] 図24の光検出装置1は、マクロ画素20m内の2以上のアクティブ画素20aからなるアクティブ画素群20agを単位として、アクティブ画素回路群25agと、第1のTDC65aと、第1のヒストグラム生成部29aと、第1の振分回路27aとを備える。第1のTDC65aは、アクティブ画素回路群25agから出力された画素信号を時間デジタル信号に変換する。第1のヒストグラム生成部29aは、時間デジタル信号に基づいてヒストグラムを生成する。第1の振分回路27aは、第1のTDC65aと第1のヒストグラム生成部29aの間に配置される。

[0146] また、図24の光検出装置は、2以上の非アクティブ画素20nからなる

非アクティブ画素群 20ng を単位として、非アクティブ画素回路群 25ng と、第 2 の TDC 65n と、第 2 のヒストグラム生成部 29n と、第 2 の振分回路 27n とを備える。

[0147] 第 1 のヒストグラム生成部 29a と第 2 のヒストグラム生成部 29n は、それぞれ時間デジタル信号をカウントする機能を有する。

[0148] 第 1 の振分回路 27a 及び第 2 の振分回路 27n は、図 2 の測距制御部 14 の制御により切替制御される。例えば、測距制御部 14 は、遠距離測距を行う場合に、非アクティブ画素群 20ng に対応する第 2 のヒストグラム生成部 29n を第 1 のヒストグラム生成部 29a に連結することができる。

[0149] このように、第 4 の実施形態では、複数のアクティブ画素 20a を単位とする第 1 のヒストグラム生成部 29a と、複数の非アクティブ画素 20n を単位とする第 2 のヒストグラム生成部 29n を備える。第 4 の実施形態では、必要に応じて、第 2 のヒストグラム生成部 29n を第 1 のヒストグラム生成部 29a に連結することができ、第 1 ～ 第 3 の実施形態と同様に、カウンタの総数を増やさずに、遠距離測距時には、より多くのカウンタ（ヒストグラム生成部）を利用して測距処理を行うことができる。

[0150] （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装置として実現されてもよい。

[0151] 図 25 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 25 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。

[0152] 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、各種制御対象の装置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、車内外の装置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 25 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。

[0153] 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装置の動作を制御する。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装置、駆動力を車輪に伝達するための駆動力伝達機構、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装置等の制御装置として機能する。駆動系制御ユニット 7100 は、ABS (Antilock Brake System) 又は ESC (Electronic Stability Control) 等の制御装置としての機能を有してもよい。

[0154] 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装置又はブレーキ装置等を制御する。

[0155] 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装置の動作を制御する。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、パワーウィンドウ装置、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мп等の各種ランプの制御装置として機能する。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、車両のドアロック装置、パワーウィンドウ装置、ランプ等を制御する。

[0156] バッテリー制御ユニット 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、バッテリー制御ユニット 7300 には、二次電池 7310 を備えたバッテリー装置から、バッテリー温度、バッテリー出力電圧又はバッテリーの残存容量等の情報が入力される。バッテリー制御ユニット 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ー装置に備えられた冷却装置等の制御を行う。

[0157] 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。

[0158] 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、レーダ装置及びLIDAR (Light Detection and Ranging, Laser Imaging Detection and Ranging) 装置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装置として備えられてもよいし、複数のセンサないし装置が統合された装置として備えられてもよい。

[0159] ここで、図26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。

[0160] なお、図26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。

[0161] 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装置であってよい。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 装置であってよい。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。

[0162] 図 25 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、レーダ装置又は L I D A R 装置である場合には、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。

[0163] 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。

[0164] 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、運転者を撮像するカメラ、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。

[0165] 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装置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装置であってもよいし、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装置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。

[0166] 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。

[0167] 汎用通信 I/F 7620 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/F 7620 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) と同いう)、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/F 7620 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/F 7620 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。

[0168] 専用通信 I/F 7630 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/F 7630 は、例えば、下位レイヤの IEEE 802.11p と上位レイヤの IEEE 1609 との組合せである WAVE (Wireless Access in Vehicle Enviro

ment)、D S R C (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 / F 7 6 3 0 は、典型的には、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 V 2 X 通信を遂行する。

[0169] 測位部 7 6 4 0 は、例えば、G N S S (Global Navigation Satellite System) 衛星からの G N S S 信号 (例えば、G P S (Global Positioning System) 衛星からの G P S 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 7 6 4 0 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、P H S 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。

[0170] ビーコン受信部 7 6 5 0 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 7 6 5 0 の機能は、上述した専用通信 I / F 7 6 3 0 に含まれてもよい。

[0171] 車内機器 I / F 7 6 6 0 は、マイクロコンピュータ 7 6 1 0 と車内に存在する様々な車内機器 7 7 6 0 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 / F 7 6 6 0 は、無線 L A N、B l u e t o o t h (登録商標)、N F C (Near Field Communication) 又は W U S B (Wireless U S B) 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 / F 7 6 6 0 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、U S B (Universal Serial Bus)、H D M I (登録商標) (High-Definition Multimedia Interface、又は M H L (Mobile High-definition Link) 等の有線接続を確立してもよい。車内機器 7 7 6 0 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装置を含んでいてもよい。車内機器 I/F 7660 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。

[0172] 車載ネットワーク I/F 7680 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 I/F 7680 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。

[0173] 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 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 及び車載ネットワーク I/F 7680 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、駆動力発生装置、ステアリング機構又は制動装置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 A D A S (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装置、ステアリング機構又は制動装置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。

[0174] マイクロコンピュータ 7610 は、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 及び車載ネットワーク I/F 7680 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、車両と周辺の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

報を作成してもよい。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。

[0175] 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装置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 25 の例では、出力装置として、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。出力装置は、これらの装置以外の、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装置であってもよい。出力装置が表示装置の場合、表示装置は、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、出力装置が音声出力装置の場合、音声出力装置は、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。

[0176] なお、図 25 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けば、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装置が、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。

[0177] 以上説明した車両制御システム 7000 において、図 2 等を用いて説明した本実施形態に係る光検出装置 1 は、図 25 に示した応用例の車外情報検出ユニット 7400 に適用することができる。

[0178] なお、本技術は以下のような構成を取ることができる。

(1)

2 以上の第 1 のカウンタを含む第 1 のカウンタ群と、

前記第 1 のカウンタ群に接続される第 1 の画素回路又は第 1 の画素回路群と、

前記第 1 の画素回路に接続される第 1 の画素、または前記第 1 の画素回路群に接続される第 1 の画素群と、

2 以上の第 2 のカウンタを含む第 2 のカウンタ群と、

前記第 2 のカウンタ群に接続される第 2 の画素回路又は第 2 の画素回路群と、

前記第 2 の画素回路に接続される第 2 の画素、または前記第 2 の画素回路群に接続される第 2 の画素群と、

前記第 1 の画素回路又は前記第 1 の画素回路群の出力信号が遷移した回数を前記第 2 のカウンタ群でカウントせずに前記第 1 のカウンタ群でカウントするか、前記第 1 のカウンタ群及び前記第 2 のカウンタ群でカウントするかを切り替える切替回路と、を備える、

光検出装置。

(2) 前記第 1 の画素又は前記第 1 の画素群は、物体からの反射光の受光に用いられるアクティブ画素又はアクティブ画素群であり、

前記第 2 の画素又は前記第 2 の画素群は、前記反射光の受光に用いられない非アクティブ画素又は非アクティブ画素群である、

(1) に記載の光検出装置。

(3) 前記第1の画素回路又は前記第1の画素回路群の出力信号が遷移した回数を前記第2のカウンタ群でカウントせずに前記第1のカウンタ群でカウントする第1のモードと、前記第1のカウンタ群及び前記第2のカウンタ群でカウントする第2のモードと、のいずれかを選択するモード選択部を備え、

前記切替回路は、前記モード選択部による選択に従って切替を行う、

(1) 又は(2) に記載の光検出装置。

(4) 前記第1のカウンタ群及び前記第2のカウンタ群のカウント値は、物体の距離を測距するために用いられ、

前記第2のモードが選択された場合、前記第1のモードが選択された場合よりも測距可能な距離は長くなり、

前記第1のモード又は前記第2のモードのいずれが選択されても、距離分解能及び解像度は同一である、

(3) に記載の光検出装置。

(5) 前記第2のモードが選択された場合の測距可能な距離は、前記第1のモードが選択された場合の測距可能な距離の2倍以上の整数倍である、

(4) に記載の光検出装置。

(6) 前記第1のモード及び前記第2のモードのそれぞれは、択一的に選択可能な第3のモード及び第4のモードをさらに有し、

前記第3のモードは、1つの前記第1のカウンタ群を使用して前記第1の画素回路又は前記第1の画素回路群の出力信号が遷移した回数をカウントし、

前記第4のモードは、複数の前記第1のカウンタ群を使用して前記第1の画素回路又は前記第1の画素回路群の出力信号が遷移した回数をカウントする、

(3) 乃至(5) のいずれか一項に記載の光検出装置。

(7) 前記第4のモードは、択一的に選択可能な第5のモード、第6のモ

ード及び第7のモードをさらに有し、

前記第6のモードは、前記第5のモードよりも測距可能な距離が長く、かつ前記第5のモードよりも距離分解能が低く、かつ前記第5のモードと同一の解像度であり、

前記第7のモードは、前記第5のモードよりも測距可能な距離が長く、かつ前記第5のモードと距離分解能及び解像度が同一である、

(6)に記載の光検出装置。

(8)複数の前記第1の画素又は前記第1の画素群と、複数の前記第2の画素又は前記第2の画素群とが配置される画素アレイ部を有する第1の基板と、

前記第1の基板に積層され、複数の前記第1の画素回路又は前記第1の画素回路群、複数の前記第1のカウンタ群、複数の前記第2の画素回路又は前記第2の画素回路群、複数の前記第2のカウンタ群、及び複数の前記切替回路が配置される第2の基板と、を備える、

(1)乃至(7)のいずれか一項に記載の光検出装置。

(9)前記複数の第1の画素又は前記複数の第1の画素群は、前記画素アレイ部における所定の画素領域に配置され、

前記複数の第2の画素又は前記複数の第2の画素群は、前記画素アレイ部における前記所定の画素領域以外の画素領域に配置される、

(8)に記載の光検出装置。

(10)前記モード選択部で選択されたモードに関する情報を含む第1のビット列データと、前記第1のモード時には前記第1のカウンタ群のカウント値を、前記第2のモード時には前記第1のカウンタ群及び前記第2のカウンタ群のカウント値を含む第2のビット列データとを含む出力データを生成する出力部を備える、信号を生成する出力部を備える、

(3)乃至(7)のいずれか一項に記載の光検出装置。

(11)前記第1のビット列データは、前記第2のモードを選択する際には、前記第1のカウンタ群と連結される前記第2のカウンタ群の数に関する

情報を含む、

(10)に記載の光検出装置。

(12)前記第1のビット列データは、2以上の前記第1のカウント群を用いてカウントするビニング処理を行うか、又は一つの前記第1のカウント群を用いてカウントするかを識別する情報を含む、

(10)又は(11)に記載の光検出装置。

(13)前記第1のビット列データは、特定の注目画素領域内で前記回数をカウントするか、又は予め定めた部分画素領域内で前記回数をカウントするかを識別する情報を含む、

(10)乃至(12)のいずれか一項に記載の光検出装置。

(14)前記第2のビット列データは、前記第2のモードを選択する際には、すべての前記第1の画素のそれぞれに対応する前記第1のカウント群及び前記第2のカウント群のカウント値を画素順に並べた複数のビット列データである、

(10)乃至(13)のいずれか一項に記載の光検出装置。

(15)複数の前記第1の画素又は前記第1の画素群と、複数の前記第2の画素又は前記第2の画素群とが配置される第1の画素アレイ部と、

それぞれが被写体光を撮像する複数の第3の画素が配置される第2の画素アレイ部と、

前記第2の画素アレイ部に入射される被写体光の焦点距離に合わせて、前記第2の画素アレイ部の受光範囲を制御する制御部と、を備える、

(1)乃至(14)のいずれか一項に記載の光検出装置。

(16)前記制御部は、前記第2の画素アレイ部の焦点距離を望遠側に制御する場合には、前記第1の画素アレイ部における前記複数の第1の画素又は前記複数の第1の画素群の画素領域のサイズをより小さくする、

(15)に記載の光検出装置。

(17)前記第2の画素アレイ部に入射される被写体光の焦点距離を調節する焦点調節光学系を駆動する光学系駆動部を備え、

前記制御部は、前記第 1 の画素アレイ部における前記複数の第 1 の画素又は前記複数の第 1 の画素群で受光された物体からの反射光に基づく前記物体の距離の計測結果に基づいて、前記光学系駆動部を制御する、

(15) 又は (16) に記載の光検出装置。

(18) 物体に光を照射する発光装置と、

前記発光装置で発光された光が前記物体で反射された反射光を受光する受光部と、

前記発光装置で発光された光と前記受光部で受光された反射光とに基づいて、前記物体の距離を計測する測距部と、

前記発光装置、前記受光部、及び前記測距部を制御する制御部と、を備え、

前記受光部は、

複数の第 1 の画素又は第 1 の画素群と、複数の第 2 の画素又は第 2 の画素群とを有する画素アレイ部と、

前記複数の第 1 の画素に接続される複数の第 1 の画素回路、又は前記複数の第 1 の画素群に接続される複数の第 1 の画素回路群と、

前記複数の第 1 の画素回路又は前記複数の第 1 の画素回路群のそれぞれに対して設けられ、複数の第 1 のカウンタを含む第 1 のカウンタ群と、

前記複数の第 2 の画素に接続される複数の第 2 の画素回路、又は前記複数の第 2 の画素群に接続される複数の第 2 の画素回路群と、

前記複数の第 2 の画素回路又は前記複数の第 2 の画素回路群のそれぞれに対して設けられ、複数の第 2 のカウンタを含む第 2 のカウンタ群と、

前記複数の第 1 の画素回路又は前記複数の第 1 の画素回路群の出力信号のそれぞれが遷移した回数を、対応する前記第 2 のカウンタ群でカウントせずに、対応する前記第 1 のカウンタ群でカウントするか、対応する前記第 1 のカウンタ群及び対応する前記第 2 のカウンタ群でカウントするかを切り替える切替回路と、を有する、

測距システム。

(19) 前記発光装置は、前記制御部の制御に基づいて、光を発光する可否を個別に制御可能な複数の発光部を有し、

前記制御部は、前記複数の発光部のうち光を発光する発光エリアのサイズと、前記画素アレイ部における前記複数の第1の画素又は前記複数の第1の画素群の画素領域のサイズとを連動して制御する、

(18) に記載の測距システム。

[0179] 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

[0180] 1 光検出装置、2 測距システム、3 アプリケーション部、4 発光装置、5 ホスト制御部、6 物体、9 電流源、11 受光部、12 測距処理部、13 制御部、14 測距制御部、15 発光タイミング制御部、16 クロック生成部、17 画素制御部、18 I/F部、19 画素アレイ部、20 画素、20a アクティブ画素、20n 非アクティブ画素、22 AFE部、23 生成部、24 測距部、25 第1の画素回路、25 画素回路、25a アクティブ画素回路、25n 非アクティブ画素回路、26 インバータ、27 振分回路、27a 第1の振分回路27a、27n 第2の振分回路、28 カウンタ群、28a 第1のカウンタ群、28n 第2のカウンタ群、29 ヒストグラム生成部、30 切替器、30g 画素群、31 カウンタ、31a 第1のカウンタ、31n 第2のカウンタ、32 OR回路、32a OR回路、32n OR回路、33 カウンタ切替回路、40 半導体チップ、41 発光素子、44 第1の基板、45 第2の基板、46 レジスタ、47 画素設定部、48 振分設定部、49 レジスタ、50 出力回路、53 配線、54 ROIエリア、55 配線、56 スポットエリア、60 OR回路、61 撮像部

、 6 2 A F レンズドライバ

請求の範囲

[請求項1]

2以上の第1のカウンタを含む第1のカウンタ群と、
前記第1のカウンタ群に接続される第1の画素回路又は第1の画素回路群と、
前記第1の画素回路に接続される第1の画素、または前記第1の画素回路群に接続される第1の画素群と、
2以上の第2のカウンタを含む第2のカウンタ群と、
前記第2のカウンタ群に接続される第2の画素回路又は第2の画素回路群と、
前記第2の画素回路に接続される第2の画素、または前記第2の画素回路群に接続される第2の画素群と、
前記第1の画素回路又は前記第1の画素回路群の出力信号が遷移した回数を前記第2のカウンタ群でカウントせずに前記第1のカウンタ群でカウントするか、前記第1のカウンタ群及び前記第2のカウンタ群でカウントするかを切り替える切替回路と、を備える、
光検出装置。

[請求項2]

前記第1の画素又は前記第1の画素群は、物体からの反射光の受光に用いられるアクティブ画素又はアクティブ画素群であり、
前記第2の画素又は前記第2の画素群は、前記反射光の受光に用いられない非アクティブ画素又は非アクティブ画素群である、
請求項1に記載の光検出装置。

[請求項3]

前記第1の画素回路又は前記第1の画素回路群の出力信号が遷移した回数を前記第2のカウンタ群でカウントせずに前記第1のカウンタ群でカウントする第1のモードと、前記第1のカウンタ群及び前記第2のカウンタ群でカウントする第2のモードと、のいずれかを選択するモード選択部を備え、
前記切替回路は、前記モード選択部による選択に従って切替を行う、

請求項 1 に記載の光検出装置。

[請求項4] 前記第 1 のカウンタ群及び前記第 2 のカウンタ群のカウント値は、
物体の距離を測距するために用いられ、

前記第 2 のモードが選択された場合、前記第 1 のモードが選択された場合よりも測距可能な距離は長くなり、

前記第 1 のモード又は前記第 2 のモードのいずれが選択されても、
距離分解能及び解像度は同一である、

請求項 3 に記載の光検出装置。

[請求項5] 前記第 2 のモードが選択された場合の測距可能な距離は、前記第 1
のモードが選択された場合の測距可能な距離の 2 倍以上の整数倍である、

請求項 4 に記載の光検出装置。

[請求項6] 前記第 1 のモード及び前記第 2 のモードのそれぞれは、択一的に選
択可能な第 3 のモード及び第 4 のモードをさらに有し、

前記第 3 のモードは、1 つの前記第 1 のカウンタ群を使用して前記
第 1 の画素回路又は前記第 1 の画素回路群の出力信号が遷移した回数を
カウントし、

前記第 4 のモードは、複数の前記第 1 のカウンタ群を使用して前記
第 1 の画素回路又は前記第 1 の画素回路群の出力信号が遷移した回数を
カウントする、

請求項 3 に記載の光検出装置。

[請求項7] 前記第 4 のモードは、択一的に選択可能な第 5 のモード、第 6 のモ
ード及び第 7 のモードをさらに有し、

前記第 6 のモードは、前記第 5 のモードよりも測距可能な距離が長
く、かつ前記第 5 のモードよりも距離分解能が低く、かつ前記第 5 の
モードと同一の解像度であり、

前記第 7 のモードは、前記第 5 のモードよりも測距可能な距離が長
く、かつ前記第 5 のモードと距離分解能及び解像度が同一である、

請求項 6 に記載の光検出装置。

[請求項8] 複数の前記第 1 の画素又は前記第 1 の画素群と、複数の前記第 2 の画素又は前記第 2 の画素群とが配置される画素アレイ部を有する第 1 の基板と、

前記第 1 の基板に積層され、複数の前記第 1 の画素回路又は前記第 1 の画素回路群、複数の前記第 1 のカウンタ群、複数の前記第 2 の画素回路又は前記第 2 の画素回路群、複数の前記第 2 のカウンタ群、及び複数の前記切替回路が配置される第 2 の基板と、を備える、

請求項 1 に記載の光検出装置。

[請求項9] 前記複数の第 1 の画素又は前記複数の第 1 の画素群は、前記画素アレイ部における所定の画素領域に配置され、

前記複数の第 2 の画素又は前記複数の第 2 の画素群は、前記画素アレイ部における前記所定の画素領域以外の画素領域に配置される、

請求項 8 に記載の光検出装置。

[請求項10] 前記モード選択部で選択されたモードに関する情報を含む第 1 のビット列データと、前記第 1 のモード時には前記第 1 のカウンタ群のカウント値を、前記第 2 のモード時には前記第 1 のカウンタ群及び前記第 2 のカウンタ群のカウント値を含む第 2 のビット列データとを含む出力データを生成する出力部を備える、

請求項 3 に記載の光検出装置。

[請求項11] 前記第 1 のビット列データは、前記第 2 のモードを選択する際には、前記第 1 のカウンタ群と連結される前記第 2 のカウンタ群の数に関する情報を含む、

請求項 10 に記載の光検出装置。

[請求項12] 前記第 1 のビット列データは、2 以上の前記第 1 のカウンタ群を用いてカウントするビニング処理を行うか、又は一つの前記第 1 のカウンタ群を用いてカウントするかを識別する情報を含む、

請求項 10 に記載の光検出装置。

- [請求項13] 前記第1のビット列データは、特定の注目画素領域内で前記回数をカウントするか、又は予め定めた部分画素領域内で前記回数をカウントするかを識別する情報を含む、
請求項10に記載の光検出装置。
- [請求項14] 前記第2のビット列データは、前記第2のモードを選択する際には、すべての前記第1の画素のそれぞれに対応する前記第1のカウンタ群及び前記第2のカウンタ群のカウント値を画素順に並べた複数のビット列データである、
請求項10に記載の光検出装置。
- [請求項15] 複数の前記第1の画素又は前記第1の画素群と、複数の前記第2の画素又は前記第2の画素群とが配置される第1の画素アレイ部と、
それぞれが被写体光を撮像する複数の第3の画素が配置される第2の画素アレイ部と、
前記第2の画素アレイ部に入射される被写体光の焦点距離に合わせて、前記第2の画素アレイ部の受光範囲を制御する制御部と、を備える、
請求項1に記載の光検出装置。
- [請求項16] 前記制御部は、前記第2の画素アレイ部の焦点距離を望遠側に制御する場合には、前記第1の画素アレイ部における前記複数の第1の画素又は前記複数の第1の画素群の画素領域のサイズをより小さくする、
請求項15に記載の光検出装置。
- [請求項17] 前記第2の画素アレイ部に入射される被写体光の焦点距離を調節する焦点調節光学系を駆動する光学系駆動部を備え、
前記制御部は、前記第1の画素アレイ部における前記複数の第1の画素又は前記複数の第1の画素群で受光された物体からの反射光に基づく前記物体の距離の計測結果に基づいて、前記光学系駆動部を制御する、

請求項 15 に記載の光検出装置。

[請求項18]

物体に光を照射する発光装置と、

前記発光装置で発光された光が前記物体で反射された反射光を受光する受光部と、

前記発光装置で発光された光と前記受光部で受光された反射光とに基づいて、前記物体の距離を計測する測距部と、

前記発光装置、前記受光部、及び前記測距部を制御する制御部と、を備え、

前記受光部は、

複数の第1の画素又は第1の画素群と、複数の第2の画素又は第2の画素群とを有する画素アレイ部と、

前記複数の第1の画素に接続される複数の第1の画素回路、又は前記複数の第1の画素群に接続される複数の第1の画素回路群と、

前記複数の第1の画素回路又は前記複数の第1の画素回路群のそれぞれに対して設けられ、複数の第1のカウンを含む第1のカウング群と、

前記複数の第2の画素に接続される複数の第2の画素回路、又は前記複数の第2の画素群に接続される複数の第2の画素回路群と、

前記複数の第2の画素回路又は前記複数の第2の画素回路群のそれぞれに対して設けられ、複数の第2のカウンを含む第2のカウング群と、

前記複数の第1の画素回路又は前記複数の第1の画素回路群の出力信号のそれぞれが遷移した回数を、対応する前記第2のカウング群でカウントせずに、対応する前記第1のカウング群でカウントするか、対応する前記第1のカウング群及び対応する前記第2のカウング群でカウントするかを切り替える切替回路と、を有する、

測距システム。

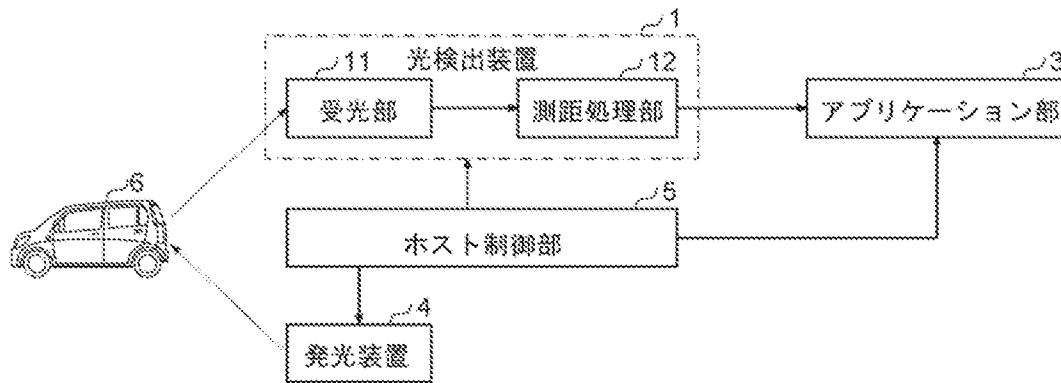
[請求項19]

前記発光装置は、前記制御部の制御に基づいて、光を発光するか否

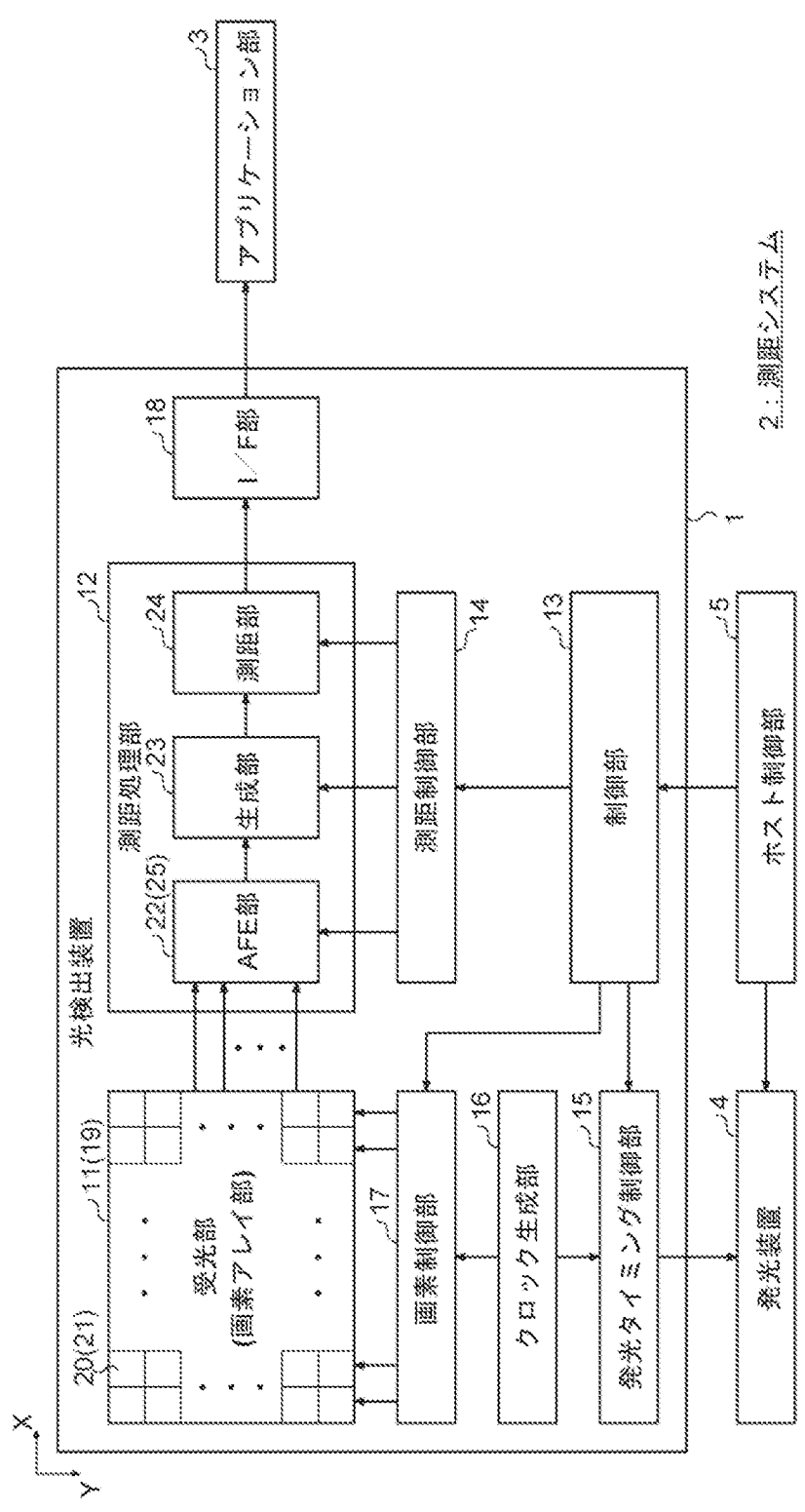
かを個別に制御可能な複数の発光部を有し、

前記制御部は、前記複数の発光部のうち光を発光する発光エリアのサイズと、前記画素アレイ部における前記複数の第 1 の画素又は前記複数の第 1 の画素群の画素領域のサイズとを連動して制御する、
請求項 18 に記載の測距システム。

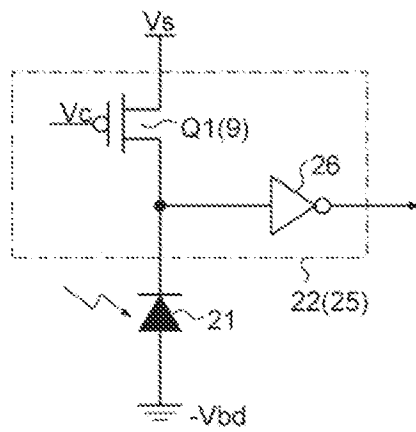
[図1]



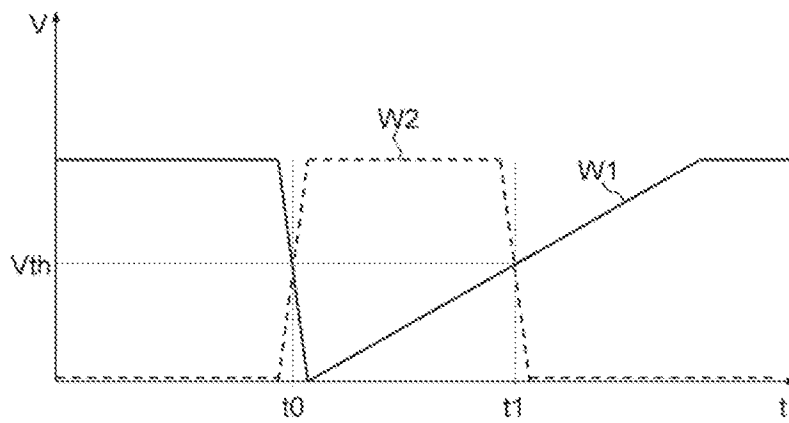
[図2]



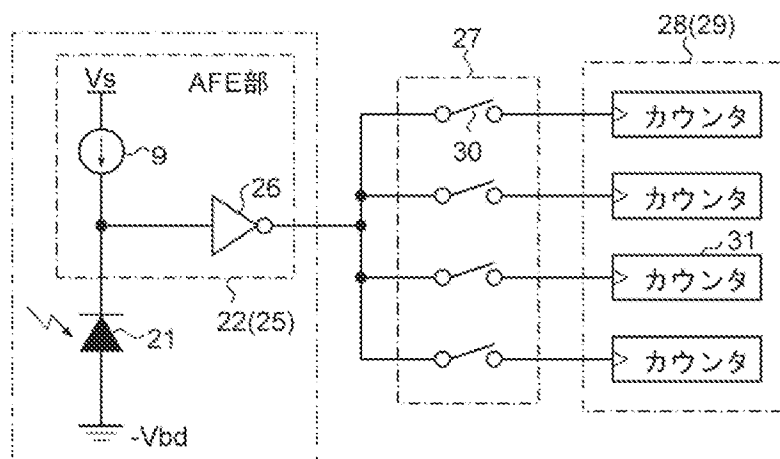
[図3]



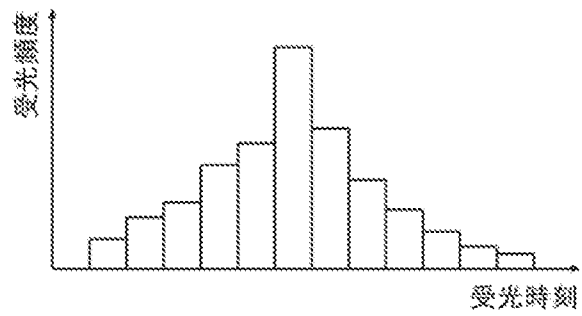
[図4]



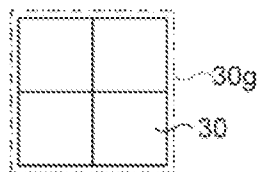
[図5A]



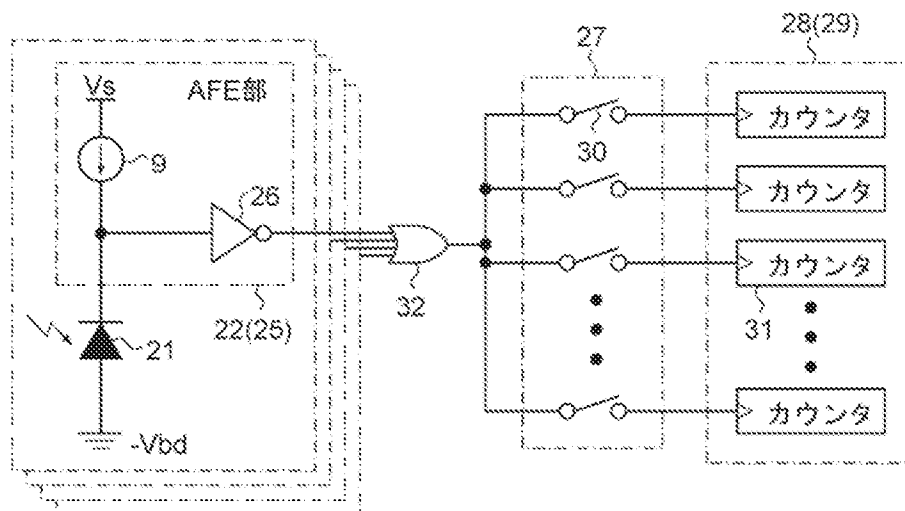
[図5B]



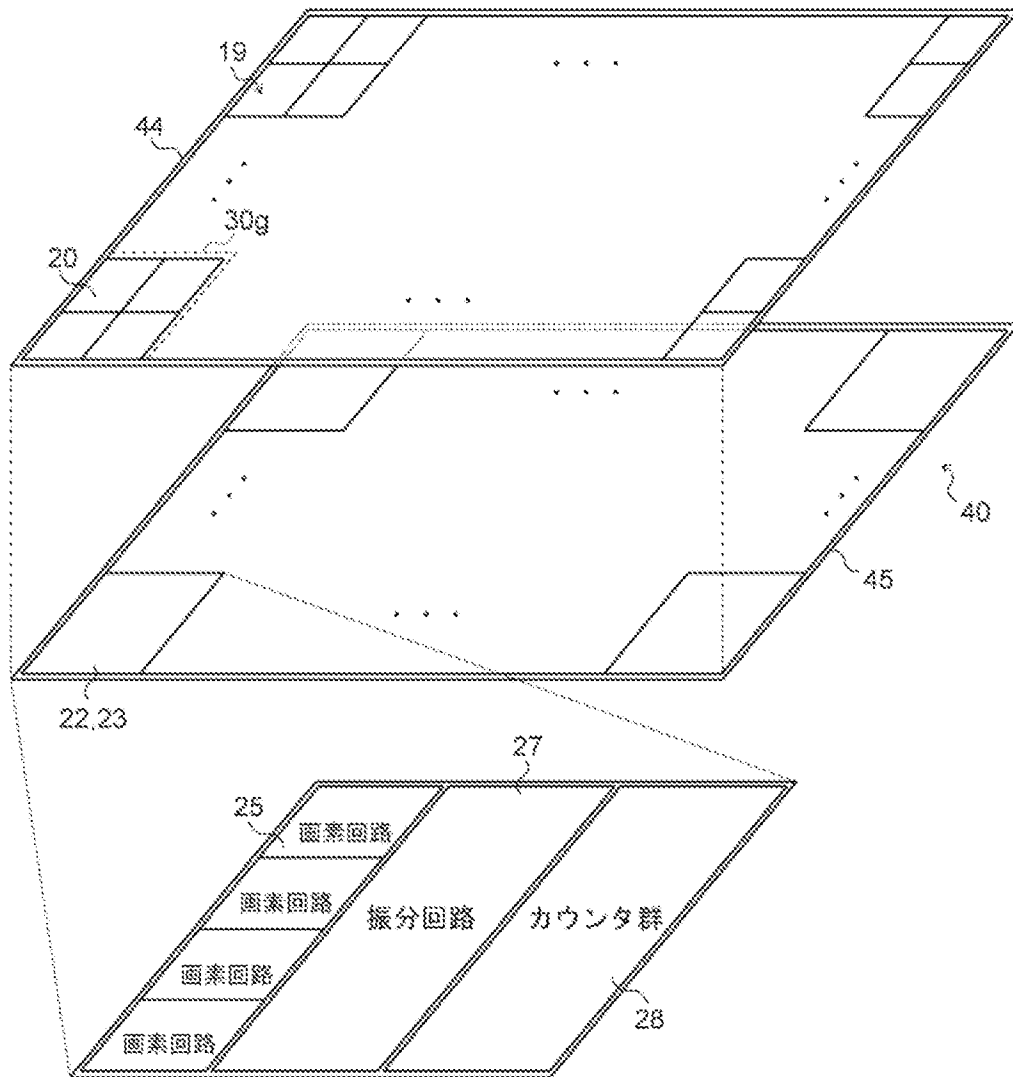
[図6A]

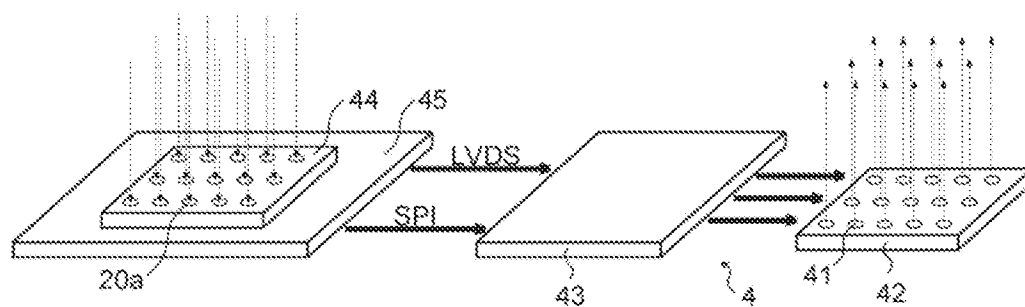
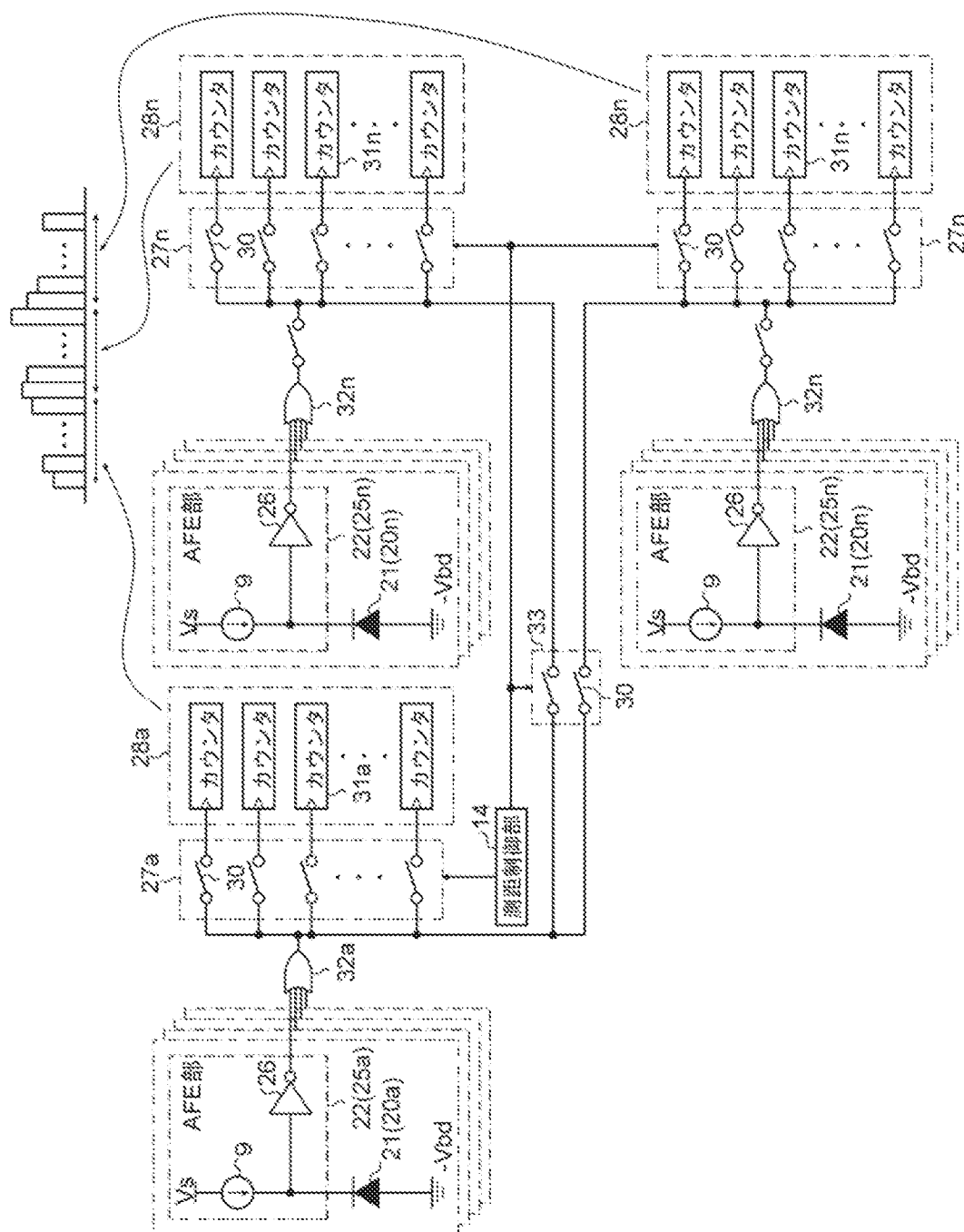


[図6B]

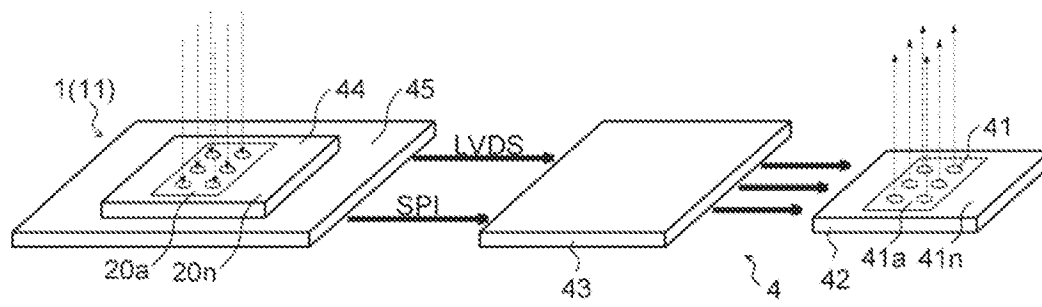


[図7]

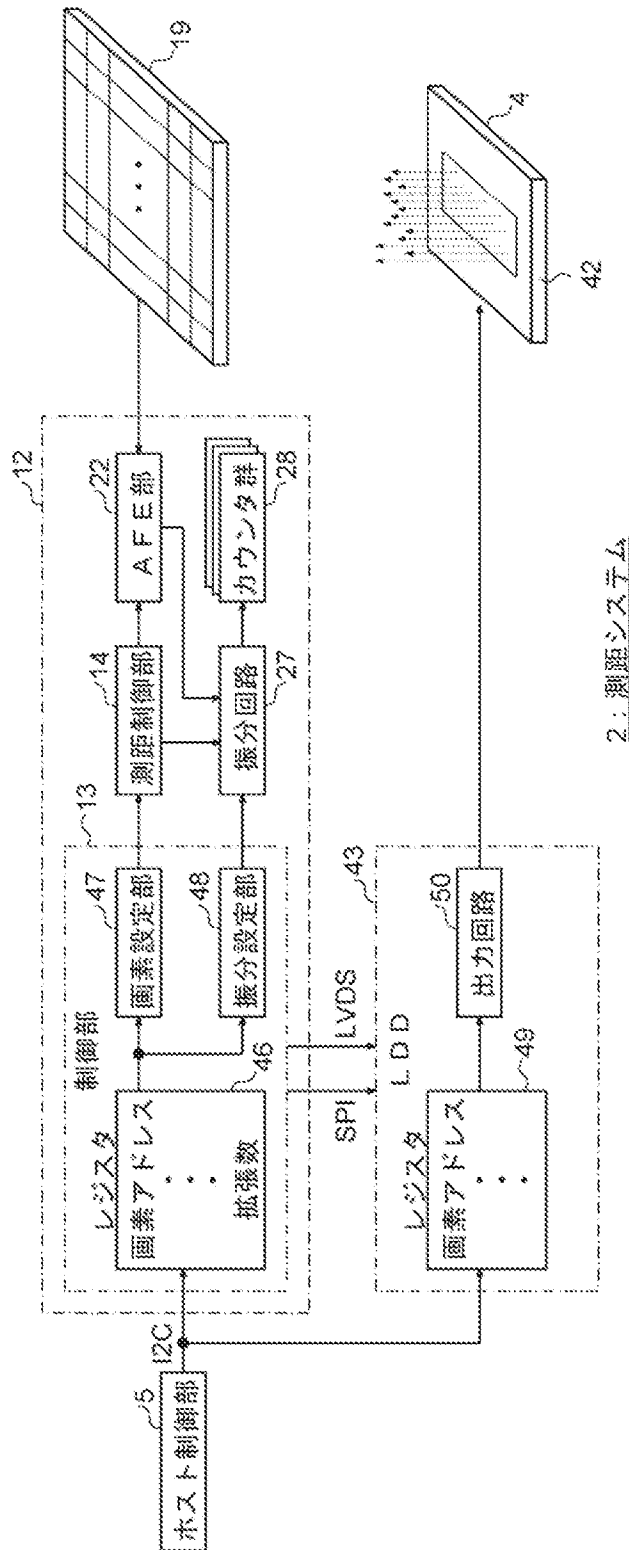




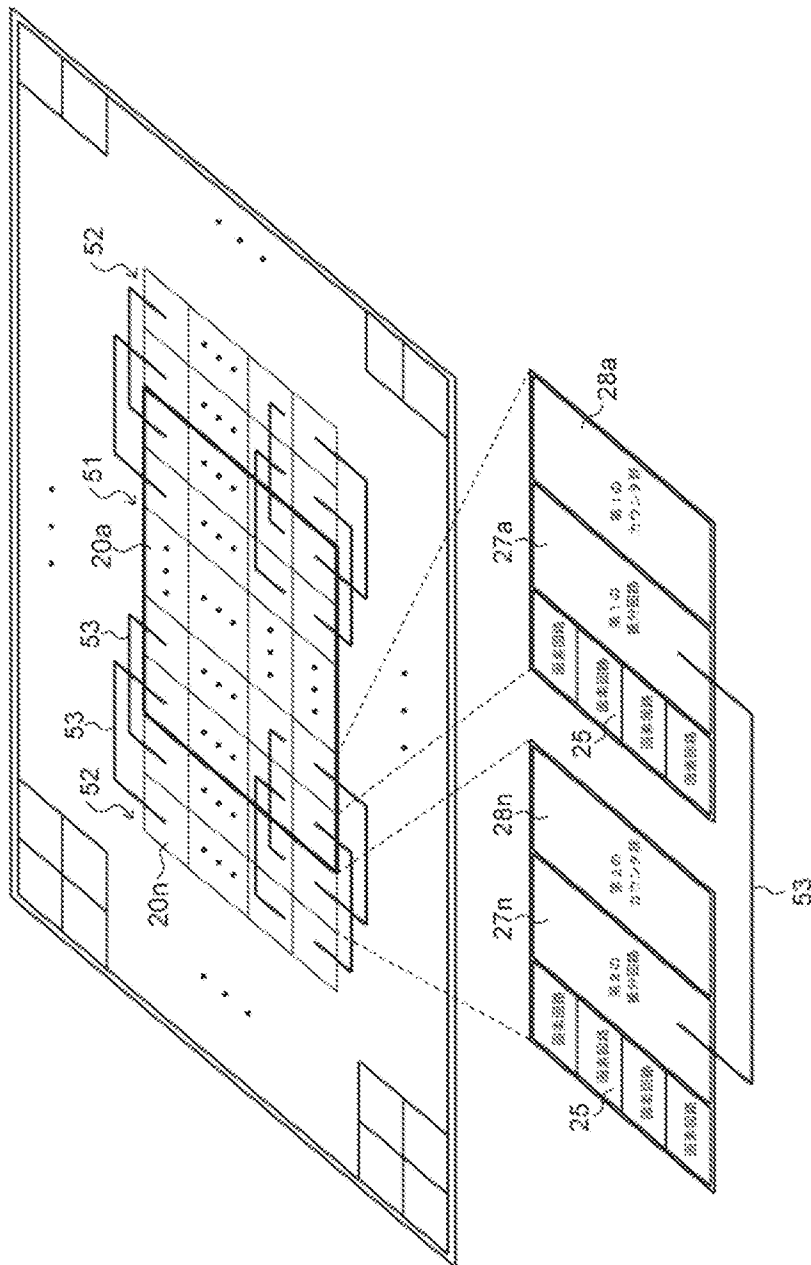
[図10]



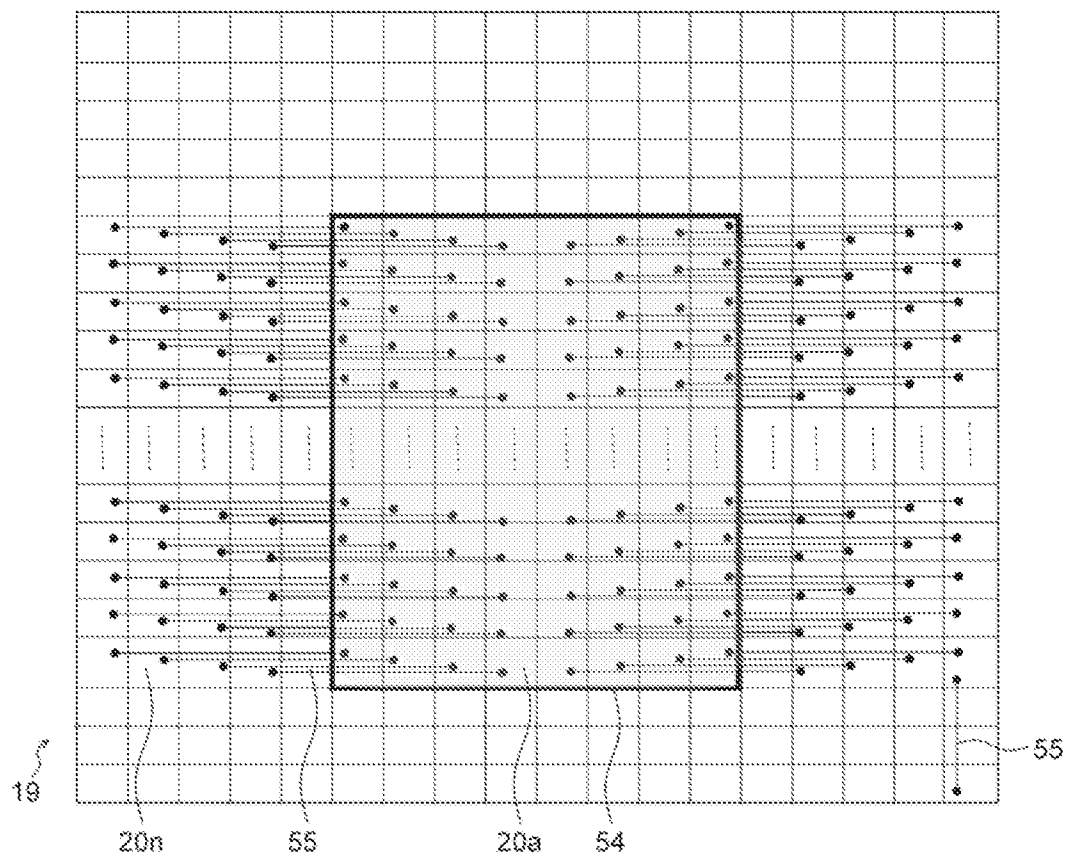
[図11]



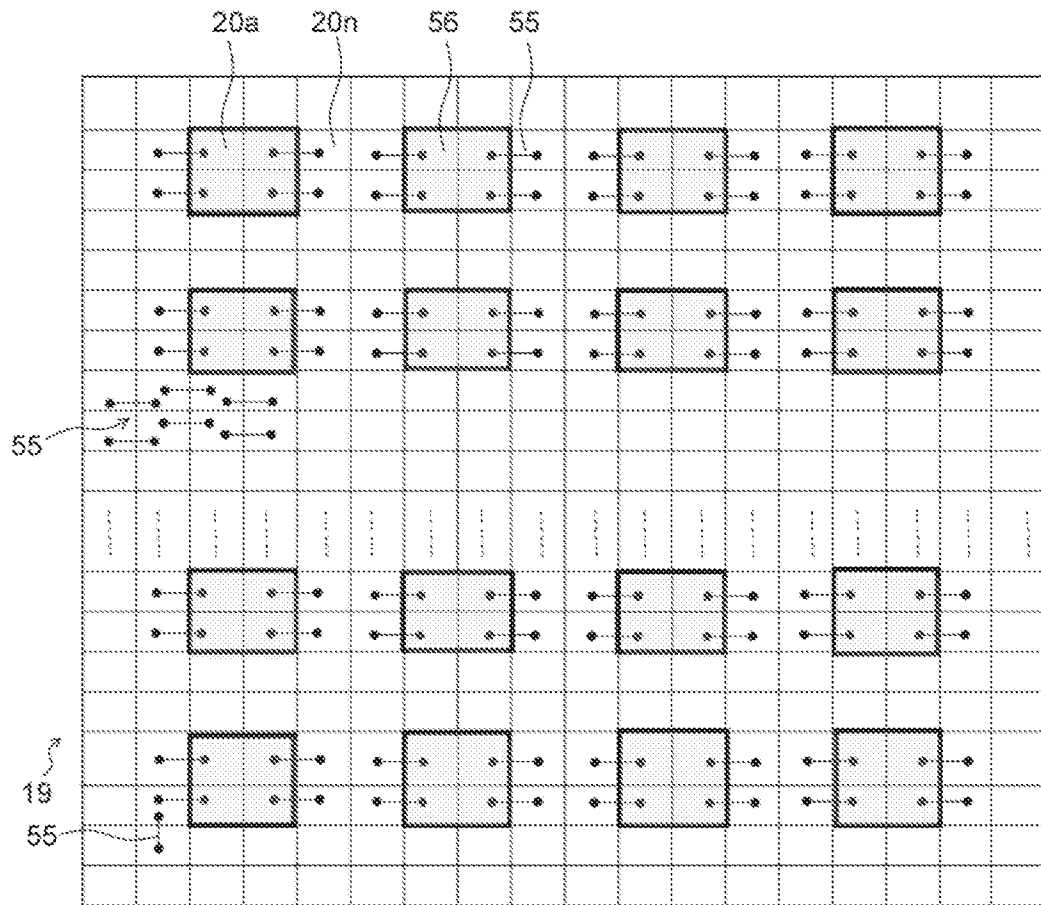
[図12]



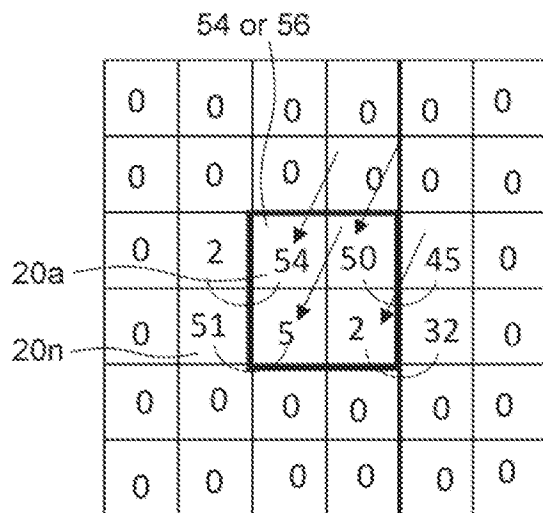
[図13]



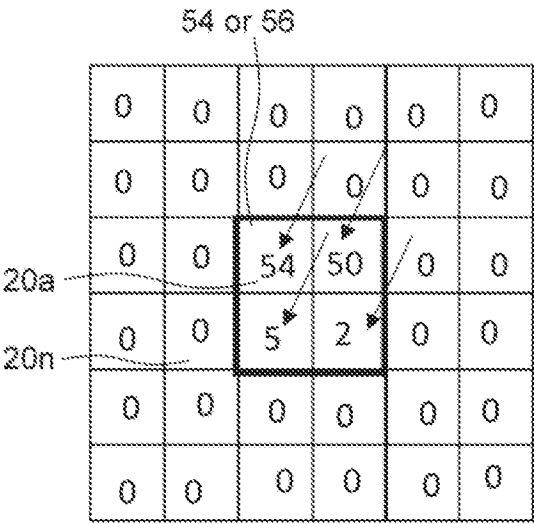
[図14]



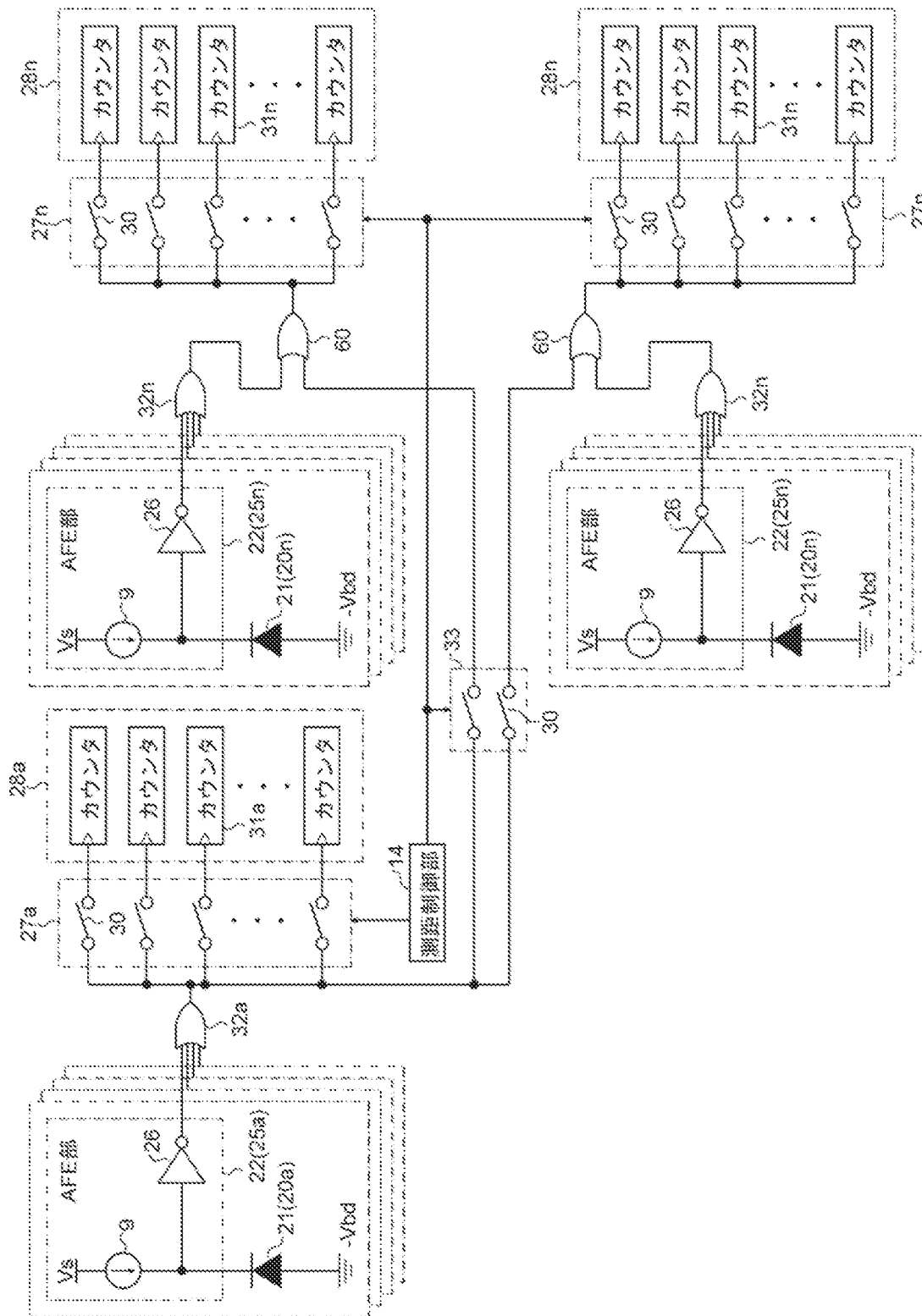
[図15]



[図16]



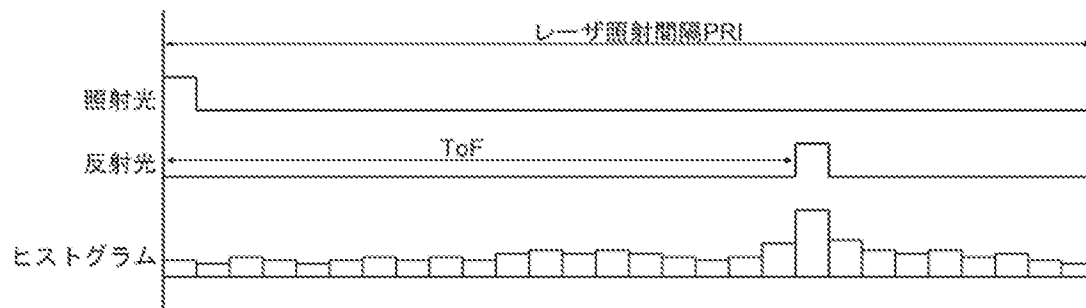
[図17]



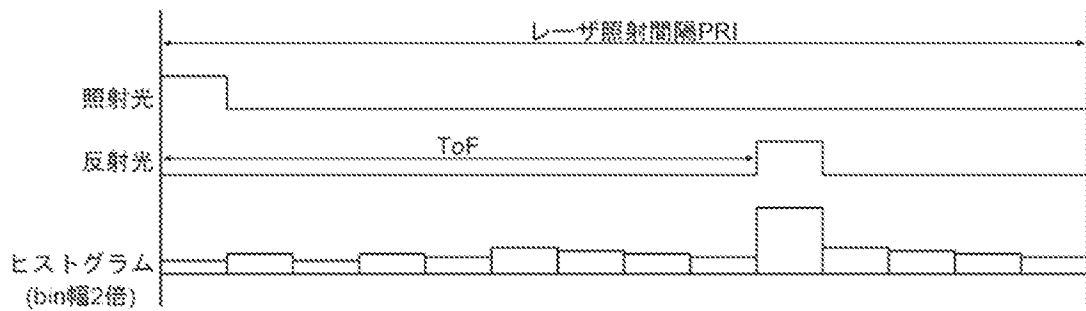
[図18]

	第1比較例	第2比較例	第3比較例	第4比較例	第5比較例	本実施形態 2×2 ビンニング カウンタ群 連結
	ビンニング無	2×2 ビンニング	2×2 ビンニング (bin幅2倍)	2×2 ビンニング (時分割)	2×4 ビンニング	
測距距離(m)	L	L	L×2	L×2	L×2	L×2
解像度	R	R/2	R/2	R/2	R/4	R/2
ビンニング数	1×1	2×2	2×2	2×2	2×4	2×2
カウンタ数	1	4	4	4	8	8
距離分解能(m)	L	L/4	L/2	L/4	L/4	L/4
フレームレート(fps)	F	F	F	F/2	F	F

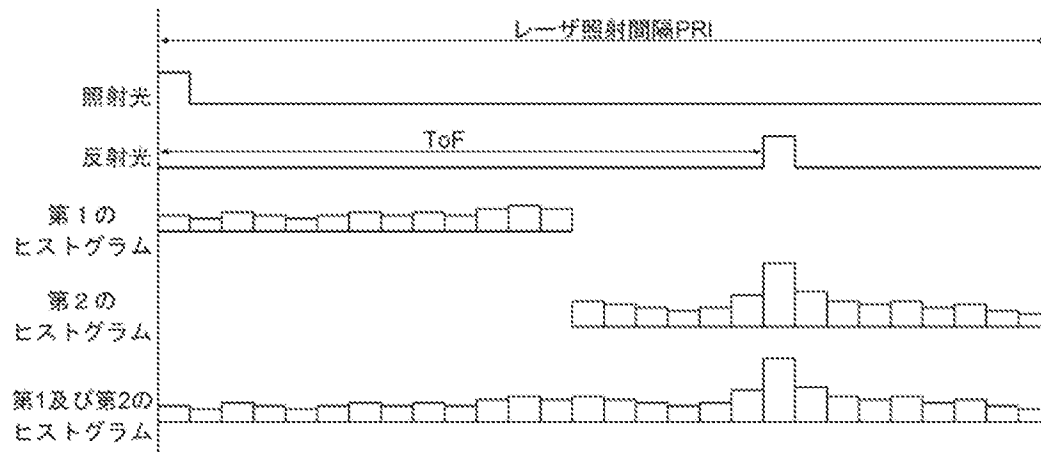
[図19A]



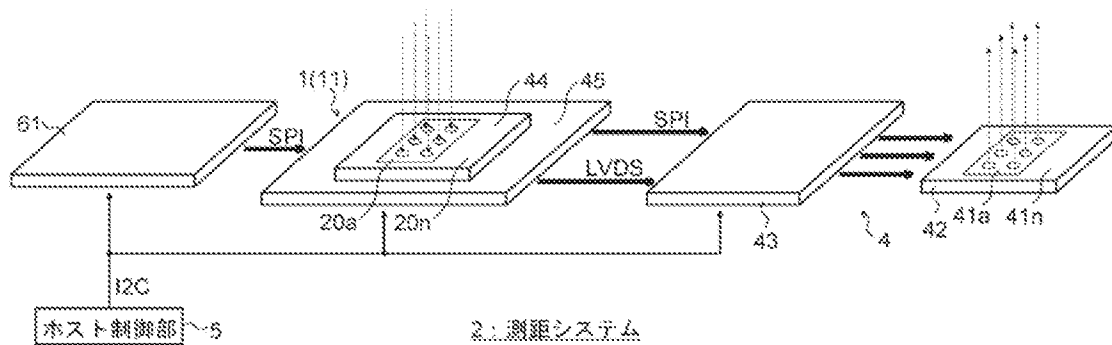
[図19B]



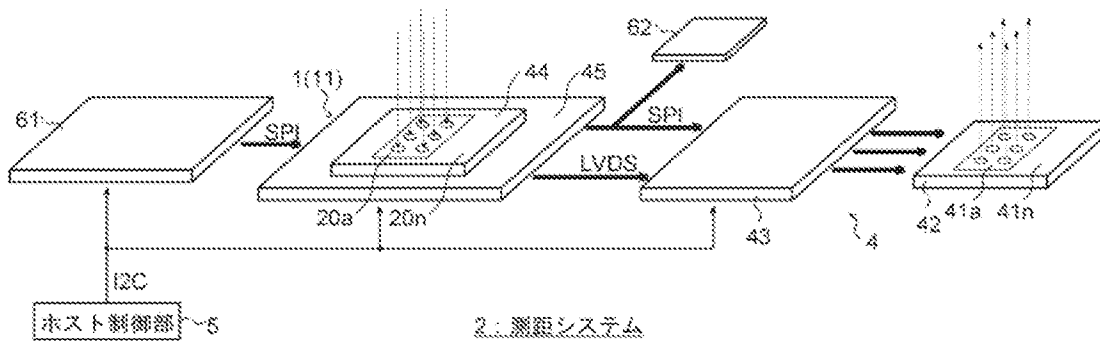
[図19C]



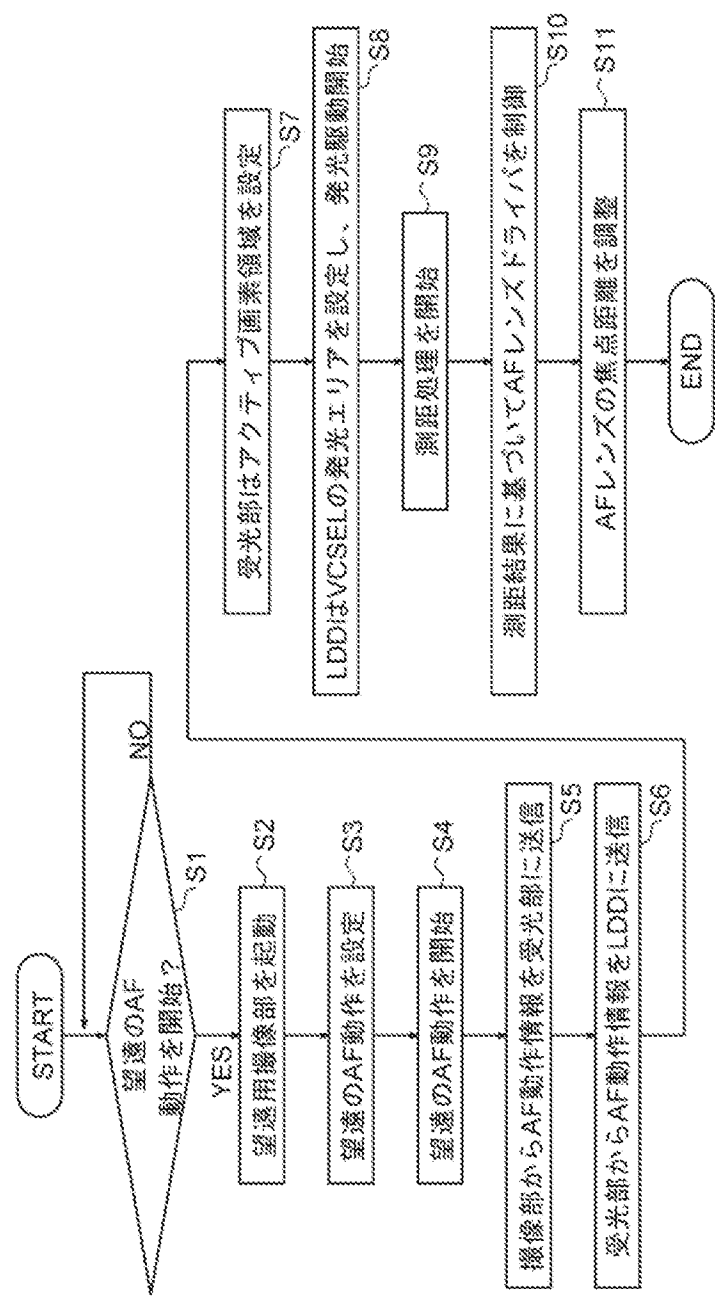
[図20]



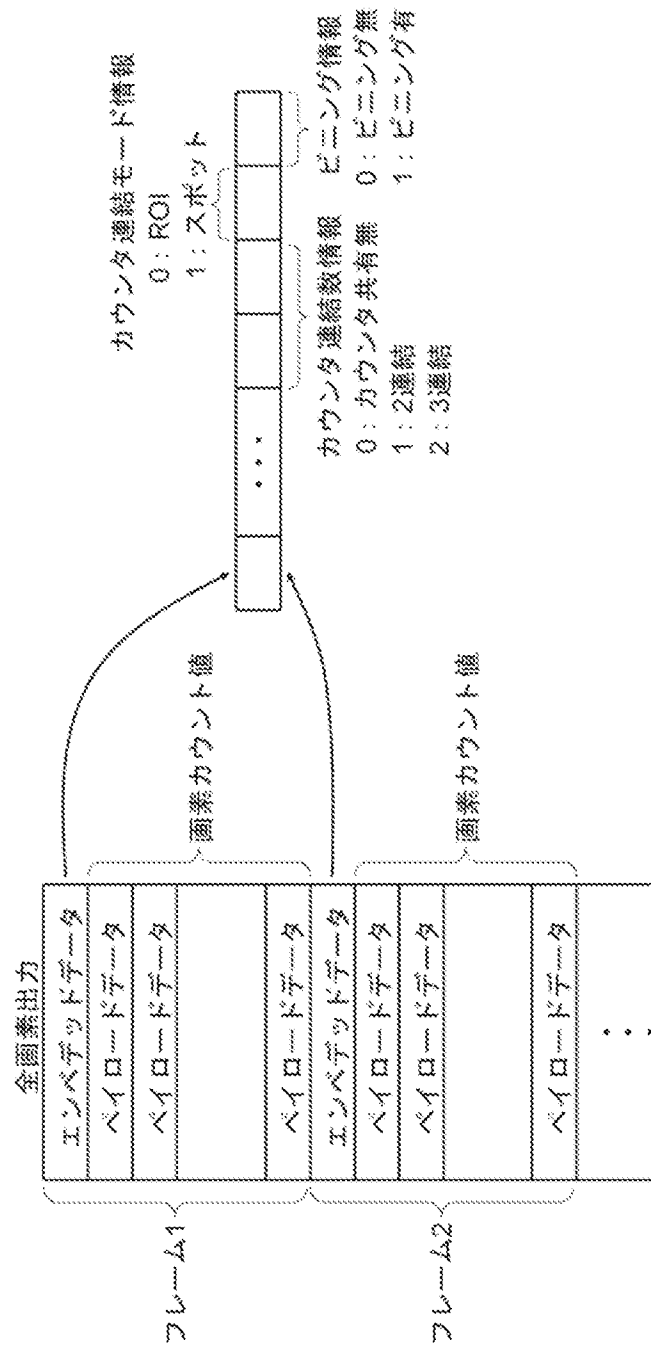
[図21]



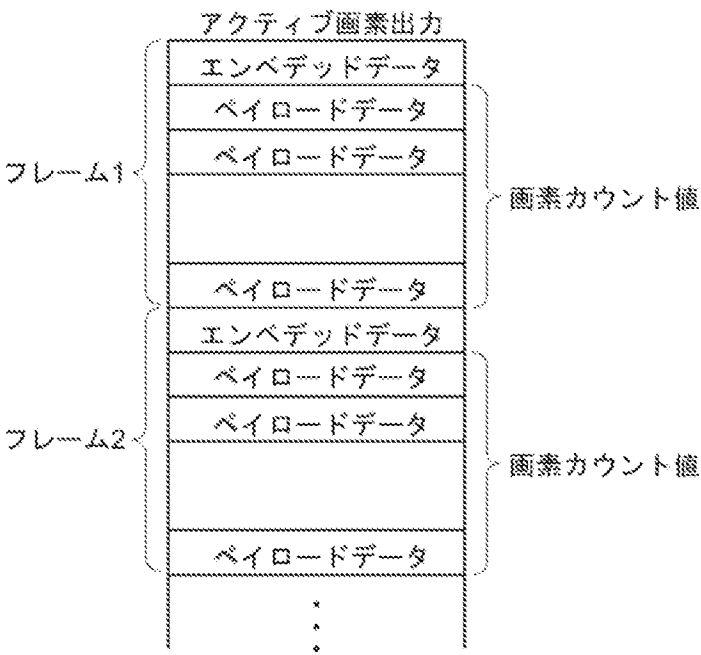
[図22]



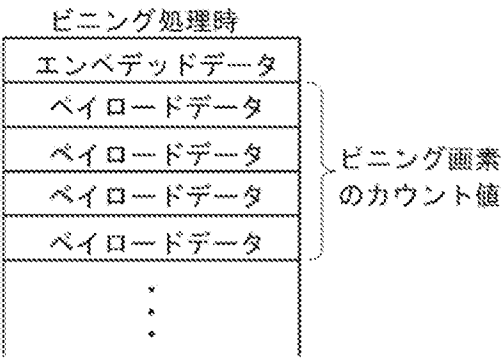
[図23A]



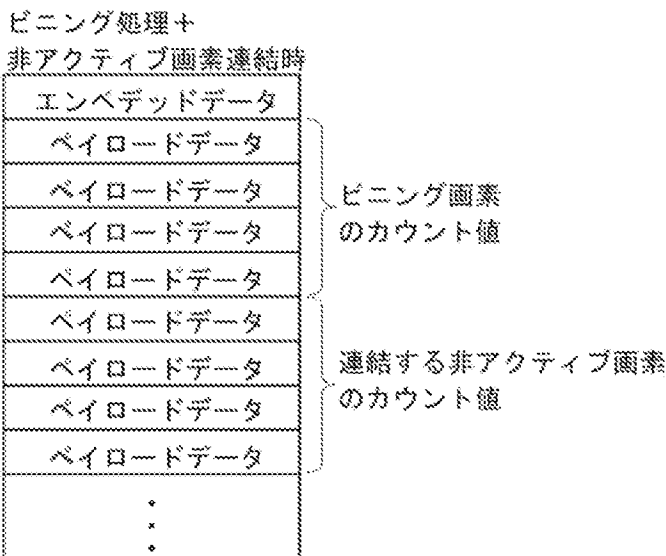
[図23B]



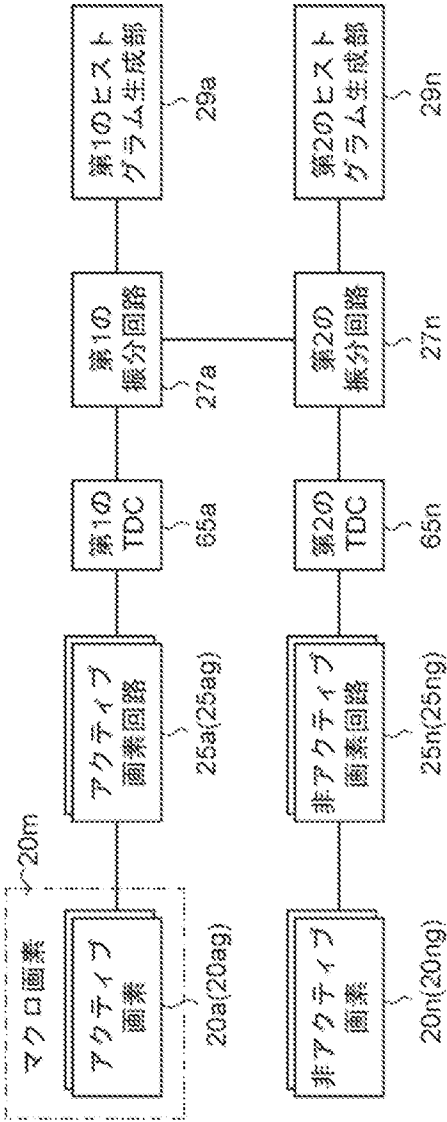
[図23C]



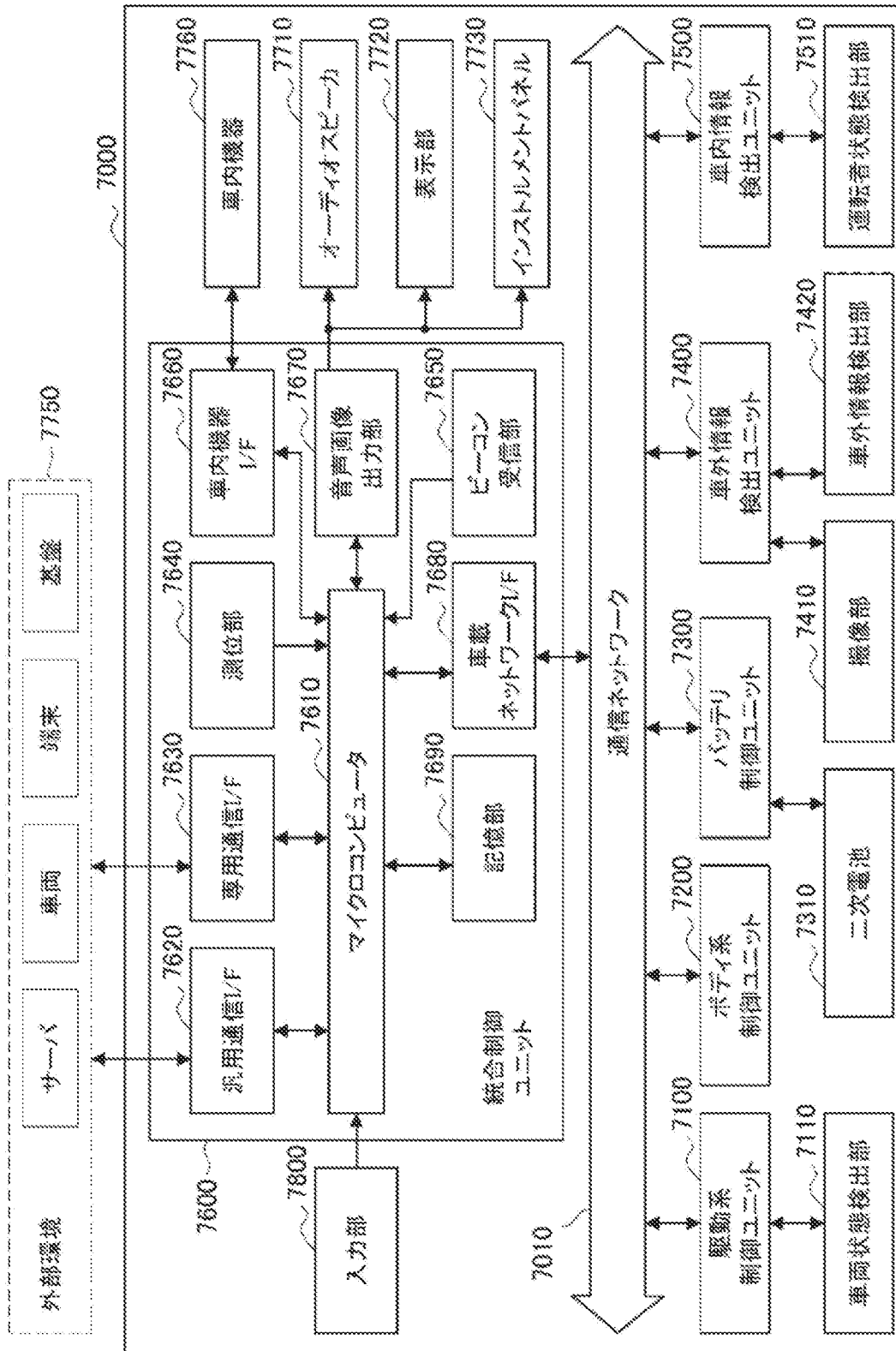
[図23D]



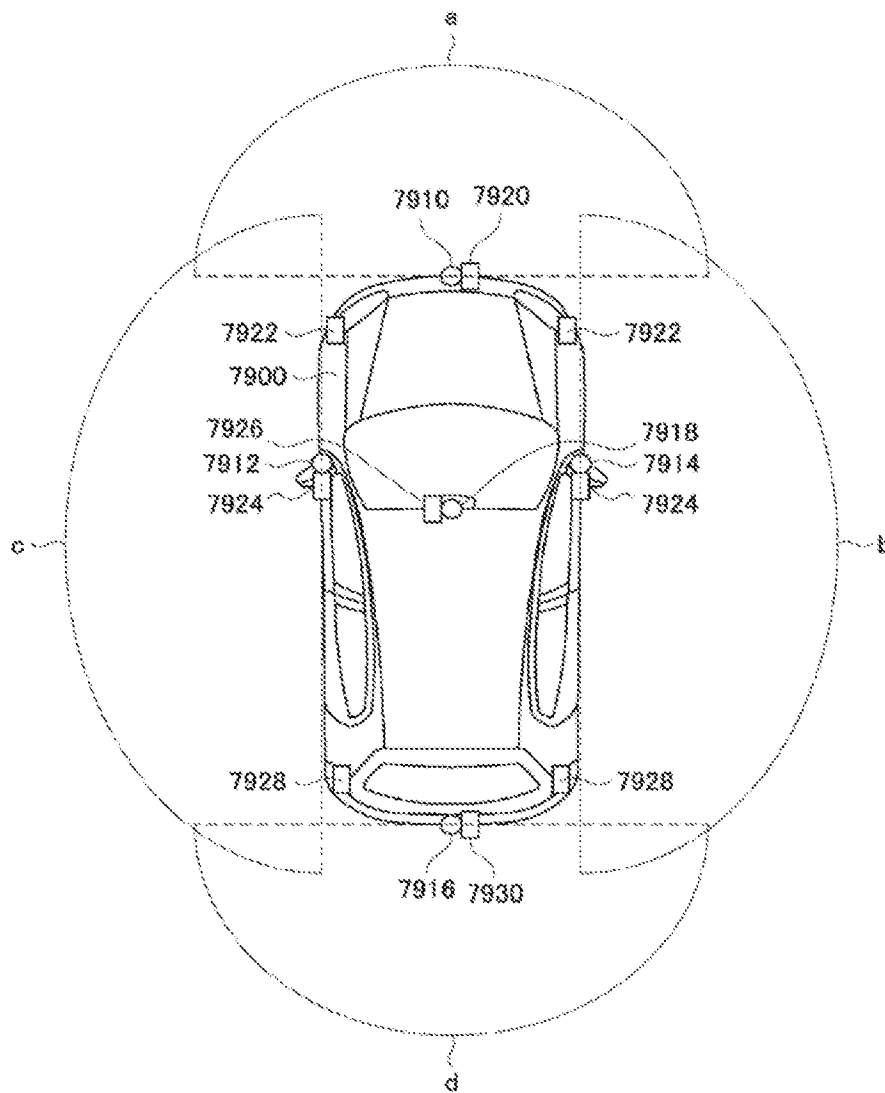
[図24]



[図25]



[図26]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/001924

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>G01S 7/4863</i> (2020.01)i; <i>G01C 3/06</i> (2006.01)i; <i>G01S 17/894</i> (2020.01)i; <i>H04N 25/773</i> (2023.01)i FI: G01S7/4863; G01S17/894; G01C3/06 120Q; G01C3/06 140; 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	WO 2022/091856 A1 (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORP.) 05 May 2022 (2022-05-05) entire text, all drawings	1-19
A	WO 2020/116039 A1 (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORP.) 11 June 2020 (2020-06-11) entire text, all drawings	1-19
A	JP 2021-507261 A (IBEO AUTOMOTIVE SYSTEMS GMBH) 22 February 2021 (2021-02-22) entire text, all drawings	1-19
A	JP 2022-510817 A (SENSE PHOTONICS INC.) 28 January 2022 (2022-01-28) entire text, all drawings	1-19
A	JP 2021-139647 A (RICOH CO., LTD.) 16 September 2021 (2021-09-16) entire text, all drawings	1-19
☒ 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 March 2024		Date of mailing of the international search report 02 April 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

International application No.

PCT/JP2024/001924

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2020/0233068 A1 (SENSE PHOTONICS INC.) 23 July 2020 (2020-07-23) entire text, all drawings	1-19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2024/001924

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2022/091856	A1	05 May 2022	CN	116348737	A	
				US	2024/027585	A1	
WO	2020/116039	A1	11 June 2020	US	2020/0348416	A1	
				DE	112019000310	T5	
				CN	111630409	A	
				TW	202030500	A	
JP	2021-507261	A	22 February 2021	US	2020/0309915	A1	
				WO	2019/115149	A1	
				EP	3724685	A1	
				DE	102017222969	A1	
				CN	111819469	A	
				KR	10-2021-0002448	A	
JP	2022-510817	A	28 January 2022	US	2020/0158838	A1	
				entire text, all drawings			
				WO	2020/106813	A1	
				EP	3864432	A1	
				CN	113260874	A	
				KR	10-2021-0093306	A	
JP	2021-139647	A	16 September 2021	US	2021/0270939	A1	
				entire text, all drawings			
				EP	3875987	A1	
US	2020/0233068	A1	23 July 2020	WO	2020/150574	A1	
				EP	3894887	A1	
				CN	113748356	A	

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; G01C 3/06(2006.01)i; G01S 17/894(2020.01)i; H04N 25/773(2023.01)i
FI: G01S7/4863; G01S17/894; G01C3/06 120Q; G01C3/06 140; 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	WO 2022/091856 A1（ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社）05.05.2022 (2022 - 05 - 05) 全文, 全図	1-19
A	WO 2020/116039 A1（ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社）11.06.2020 (2020 - 06 - 11) 全文, 全図	1-19
A	JP 2021-507261 A（イベオ オートモティブ システムズ ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテル ハフツング）22.02.2021 (2021 - 02 - 22) 全文, 全図	1-19
A	JP 2022-510817 A（センス フォトニクス インコーポレイテッド）28.01.2022 (2022 - 01 - 28) 全文, 全図	1-19
A	JP 2021-139647 A（株式会社リコー）16.09.2021 (2021 - 09 - 16) 全文, 全図	1-19

☒ 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
“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
“I” 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. 03. 2024

国際調査報告の発送日 02. 04. 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）

佐藤 宙子 2M 9316

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

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	US 2020/0233068 A1 (SENSE PHOTONICS INC.) 23.07.2020 (2020 - 07 - 23) 全文, 全図	1-19

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/JP2024/001924

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2022/091856	A1	05.05.2022	CN	116348737	A	
				US	2024/027585	A1	

WO	2020/116039	A1	11.06.2020	US	2020/0348416	A1	
				DE	112019000310	T5	
				CN	111630409	A	
				TW	202030500	A	

JP	2021-507261	A	22.02.2021	US	2020/0309915	A1	
				WO	2019/115149	A1	
				EP	3724685	A1	
				DE	102017222969	A1	
				CN	111819469	A	
				KR	10-2021-0002448	A	

JP	2022-510817	A	28.01.2022	US	2020/0158838	A1	
				全文, 全図			
				WO	2020/106813	A1	
				EP	3864432	A1	
				CN	113260874	A	
				KR	10-2021-0093306	A	

JP	2021-139647	A	16.09.2021	US	2021/0270939	A1	
				全文, 全図			
				EP	3875987	A1	

US	2020/0233068	A1	23.07.2020	WO	2020/150574	A1	
				EP	3894887	A1	
				CN	113748356	A	
