

(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
2018年3月1日(01.03.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/037728 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 1/70 (2006.01) G01S 17/36 (2006.01)
G01C 3/06 (2006.01) G01S 17/93 (2006.01)
G01S 5/16 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/024749
- (22) 国際出願日: 2017年7月6日(06.07.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-162320 2016年8月23日(23.08.2016) 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).

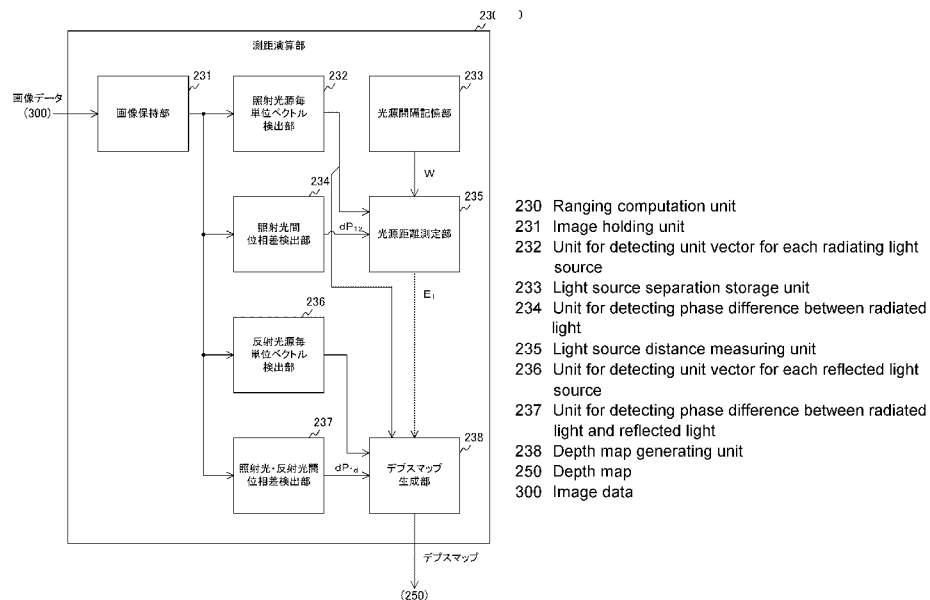
(72) 発明者: 城 堅誠 (JO, Kensei); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 丸島 敏一 (MARUSHIMA, Toshikazu); 〒1600022 東京都新宿区新宿3-3-2 京王新宿三丁目第二ビル 5F クラフト国際特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,

(54) Title: RANGING DEVICE, ELECTRONIC DEVICE, AND RANGING DEVICE CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: 測距装置、電子装置、および、測距装置の制御方法



(57) **Abstract:** The present invention reduces power consumption in a device which measures a distance by means of a phase difference of light. This ranging device is provided with a phase difference detecting unit and a ranging unit. In the ranging device, the phase difference detecting unit detects a phase difference between light from each of a pair of external light sources. Further, in the ranging device, the ranging unit acquires as known data either the distance to one of the pair of external light sources or the separation of the pair of external light sources, and measures the distance to the other of



DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))

the pair of external light sources on the basis of the known data and the phase difference.

(57) 要約: 光の位相差から距離を測定する装置において、消費電力を低減する。測距装置は、位相差検出部、および、測距部を具備する。この測距装置において、位相差検出部は、一対の外部光源のそれぞれからの光の位相差を検出する。また、測距装置において、測距部は、一対の外部光源の一方までの距離と一対の外部光源の間隔とのいずれかを既知データとして取得して既知データおよび位相差に基づいて一対の外部光源の他方までの距離を測定する。

明 細 書

発明の名称：測距装置、電子装置、および、測距装置の制御方法
技術分野

[0001] 本技術は、測距装置、電子装置、および、測距装置の制御方法に関する。
詳しくは、光の位相差から距離を測定する測距装置、電子装置、および、測距装置の制御方法に関する。

背景技術

[0002] 従来より、測距機能を持つ装置や機器において、T o F (Time of Flight) 方式と呼ばれる測距方式がよく用いられている。このT o F方式は、サイン波や矩形波の照射光を装置から物体に照射し、その物体からの反射光を装置が受光して、照射光と反射光との位相差から距離を測定する方式である。例えば、アレイ状に配置した複数の受光素子により反射光を受光してT o F方式により測距する装置が提案されている（例えば、非特許文献1 参照。）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特表2013-519092号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上述の従来技術では、アレイ状の受光素子により、複数の物体のそれぞれまでの距離を測定してデプスマップを生成することができる。しかしながら、物体までの距離が遠い場合や、物体の反射率が低い場合には、反射光の光量が少なくなって測距精度が低下してしまう。そのような場合に測距精度を維持するには、照射光の光量を大きくする必要があり、その照射光を照射する装置の消費電力が増大してしまうという問題がある。特に、バッテリーで動作するモバイル機器において、消費電力の増大はデメリットが大きく、対策が必要となる。

[0005] 本技術はこのような状況に鑑みて生み出されたものであり、光の位相差から距離を測定する装置において、消費電力を低減することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本技術は、上述の問題点を解消するためになされたものであり、その第1の側面は、一対の外部光源のそれぞれからの光の位相差を検出する位相差検出部と、上記一対の外部光源の一方までの距離と上記一対の外部光源の間隔とのいずれかを既知データとして取得して上記既知データおよび上記位相差に基づいて上記一対の外部光源の他方までの距離を測定する測距部とを具備する測距装置、および、その制御方法である。これにより、既知データおよび位相差に基づいて一対の外部光源の他方までの距離が測定されるという作用をもたらす。

[0007] また、この第1の側面において、上記一対の外部光源は、いずれも照射光を発する照射光源であり、上記測距部は、上記一対の外部光源の間隔を上記既知データとして取得してもよい。これにより、一対の外部光源の間隔と位相差とに基づいて一対の外部光源の他方までの距離が測定されるという作用をもたらす。

[0008] また、この第1の側面において、照射光を発する一対の発光部をさらに具備してもよい。これにより、発光部を備える測距装置の外部の外部光源までの距離が測定されるという作用をもたらす。

[0009] また、この第1の側面において、上記一対の外部光源は、線光源上の所定の位置に配置されてもよい。これにより、線光源上の所定の位置までの距離が測定されるという作用をもたらす。

[0010] また、この第1の側面において、上記一対の外部光源の上記一方は照射光を発する照射光源であり、上記他方は上記照射光を反射する反射光源であり、上記測距部は、上記一対の外部光源の上記一方までの距離を上記既知データとして取得してもよい。これにより、一対の外部光源の上記一方までの距離と位相差とに基づいて一対の外部光源の他方までの距離が測定されるという作用をもたらす。

- [0011] また、この第1の側面において、上記照射光源は、交互に点灯する一対の照射光源を含み、上記測距部は、上記一対の照射光源の間の間隔に基づいて上記一対の照射光源の一方までの距離を取得してもよい。これにより、交互に点灯する一対の照射光源の間の間隔に基づいて上記一対の照射光源の一方までの距離が取得されるという作用をもたらす。
- [0012] また、この第1の側面において、上記測距部は、三次元座標が既知の複数の空間点のそれぞれを所定の撮像平面に投影した投影点の平面座標を取得して当該平面座標から上記既知データを取得してもよい。これにより、投影点の平面座標から既知データが取得されるという作用をもたらす。
- [0013] また、この第1の側面において、上記測距部は、一対の外部光源のそれぞれまでの方向を示す単位ベクトルを検出し、当該単位ベクトルと上記既知データと上記位相差に基づいて上記他方までの距離を測定してもよい。これにより、単位ベクトルと既知データと位相差に基づいて他方までの距離が測定されるという作用をもたらす。
- [0014] また、この第1の側面において、上記位相差検出部および上記測距部は、車両に搭載され、上記一対の外部光源は、上記車両とは異なる他車両のテールランプであり、上記測距部は、上記車両と上記他車両との車間距離を測定してもよい。これにより、既知データおよび位相差に基づいて車間距離が測定されるという作用をもたらす。
- [0015] また、本技術の第2の側面は、一対の外部光源のそれぞれからの光の位相差を検出する位相差検出部と、上記一対の外部光源の一方までの距離と上記一対の外部光源の間隔とのいずれかを既知データとして取得して上記既知データおよび上記位相差に基づいて上記一対の外部光源の他方までの距離を測定する測距部と、上記測定された距離に基づいて所定の情報を表示部に表示させる制御部とを具備する電子装置である。これにより、既知データおよび位相差に基づいて一対の外部光源の他方までの距離が測定され、その距離に基づいて所定の情報が表示されるという作用をもたらす。

発明の効果

[0016] 本技術によれば、光の位相差から距離を測定する装置において、消費電力を低減することができるという優れた効果を奏し得る。なお、ここに記載された効果は必ずしも限定されるものではなく、本開示中に記載されたいずれかの効果であってもよい。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本技術の第1の実施の形態における測距システムの一例を示す全体図である。

[図2]本技術の第1の実施の形態におけるVR (Virtual Reality) 端末の一構成例を示すブロック図である。

[図3]本技術の第1の実施の形態における固体撮像素子の一構成例を示すブロック図である。

[図4]本技術の第1の実施の形態における画素回路の一構成例を示す回路図である。

[図5]本技術の第1の実施の形態におけるQ1 Q2検出期間の固体撮像素子の同値の一例を示すタイミングチャートである。

[図6]本技術の第1の実施の形態におけるQ3 Q4検出期間の固体撮像素子の同値の一例を示すタイミングチャートである。

[図7]本技術の第1の実施の形態における位相差の検出方法を説明するための図である。

[図8]本技術の第1の実施の形態における画素データの一例を示す図である。

[図9]本技術の第1の実施の形態における照射光源および固体撮像素子の動作の一例を示すタイミングチャートである。

[図10]本技術の第1の実施の形態における測距演算部の一構成例を示すブロック図である。

[図11]本技術の第1の実施の形態における単位ベクトルの検出方法を説明するための図である。

[図12]本技術の第1の実施の形態における画像データの一例を示す図である。

[図13]本技術の第1の実施の形態における照射光源までの距離の測定方法を説明するための図である。

[図14]本技術の第1の実施の形態における物体までの距離の測定方法を説明するための図である。

[図15]本技術の第1の実施の形態における測距モジュールの動作の一例を示すフローチャートである。

[図16]本技術の第1の実施の形態における光源距離演算処理の一例を示すフローチャートである。

[図17]本技術の第1の実施の形態の第1の変形例における測距システムの一例を示す全体図である。

[図18]本技術の第1の実施の形態の第1の変形例における測距方法を説明するための図である。

[図19]本技術の第1の実施の形態の第1の変形例における測距演算部の一構成例を示すブロック図である。

[図20]本技術の第1の実施の形態の第2の変形例における測距システムの一構成例を示す全体図である。

[図21]本技術の第1の実施の形態の第2の変形例における無人航空機の一構成例を示すブロック図である。

[図22]本技術の第1の実施の形態の第2の変形例における測距演算部の一構成例を示すブロック図である。

[図23]本技術の第2の実施の形態における線光源の一例を示す図である。

[図24]本技術の第2の実施の形態における照射光源までの距離の測定方法を説明するための図である。

[図25]本技術の第2の実施の形態における物体までの距離の測定方法を説明するための図である。

[図26]IoTシステム9000の概略的な構成の一例を示す図である。

[図27]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である。

[図28]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である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本技術を実施するための形態（以下、実施の形態と称する）について説明する。説明は以下の順序により行う。

1. 第1の実施の形態（一对の外部光源からの光の位相差を検出して測距する例）

2. 第2の実施の形態（線光源上的一对の外部光源からの光の位相差を検出して測距する例）

[0019] <1. 第1の実施の形態>

[測距システムの構成例]

図1は、本技術の第1の実施の形態における測距システムの一例を示す全体図である。この測距システムは、周囲の物体500までの距離を測定するためのシステムであり、外部機器110とVR端末200とを備える。

[0020] 外部機器110は、室内に設置された機器であり、照射光を発する照射光源111および112を備える。外部機器110としては、チューナ、レコーダやToFカメラなどの様々な家電製品が想定される。これらの照射光源111および112は、外部機器110の特定の位置に設けられた点光源であり、所定の周波数（20メガヘルツなど）の共通の同期信号に同期して、例えば、パルス光を照射光として発する。この照射光は、ユーザの周囲に存在する様々な物体500の表面で反射する。その反射した箇所である反射光源や、照射光源111および112などの外部光源が、測距に用いられる。

[0021] VR端末200は、ユーザの周囲の物体500のそれぞれまでの距離を示すデプスマップを生成するものである。このVR端末200は、液晶ディスプレイなどの表示部を備えたゴーグル型の機器であり、ユーザの頭部に装着される。また、VR端末200は、生成したデプスマップに基づいて、表示部に様々な情報を表示する処理を行う。なお、VR端末200は、特許請求の範囲に記載の電子装置の一例である。

[0022] [VR端末の構成例]

図2は、本技術の第1の実施の形態におけるVR端末200の一構成例を

示すブロック図である。このVR端末200は、測距モジュール210、端末制御部250および表示部260を備える。また、測距モジュール210は、撮像レンズ220、固体撮像素子300および測距演算部230を備える。なお、測距モジュール210は、特許請求の範囲に記載の測距装置の一例である。

[0023] 撮像レンズ220は、照射光源111および112からの照射光や、その照射光に対する反射光を集光して固体撮像素子300に導くものである。

[0024] 固体撮像素子300は、撮像レンズ220からの光を光電変換して画像データを生成するものである。この固体撮像素子300には、所定の周波数の垂直同期信号VSYNCと、基準クロックCLKsとが入力される。垂直同期信号VSYNCの周波数は、照射光源111および112が照射する照射光の周波数（20メガヘルツなど）よりも低い値（60ヘルツなど）に設定される。また、基準クロックCLKsの周波数は、その照射光の周波数と同じ値に設定される。ただし、基準クロックCLKsは、照射光源111および112の照射光と同期しておらず、その照射光と位相が一致するとは限らない。固体撮像素子300は、垂直同期信号VSYNC等に同期して画像データを生成し、測距演算部230に供給する。

[0025] 測距演算部230は、照射光源111および112のそれぞれからの照射光の位相差 dP_{12} を検出し、その位相差 dP_{12} と照射光源111および112の間隔Wとから、照射光源111および112の少なくとも一方までの距離を測定するものである。例えば、照射光源111までの距離 E_1 のみが測定される。

[0026] また、距離 E_1 の測定後に測距演算部230は、照射光源111からの照射光と、その照射光に対する反射光との位相差 dP_{1d} を検出し、既知の距離 E_1 と位相差 dP_{1d} とに基づいて、その反射光を発する反射光源までの距離 E_d を測定する。この反射光源は、物体の表面上において、照射光が反射する反射点に該当する。すなわち、距離 E_d は、物体の表面の反射点までの距離を示す。測距演算部230は、複数の反射光源のそれぞれについて距離 E_d を

測定し、それらの測定結果を示すデプスマップを生成して端末制御部 250 に供給する。

[0027] 端末制御部 250 は、VR 端末 200 全体を制御するものである。この端末制御部 250 は、デプスマップに基づいて様々な情報を表示部 260 に表示させる処理を行う。例えば、端末制御部 250 は、デプスマップの示す物体までの距離に基づいて、その物体の位置にゲームで用いるアイテムを表示させる処理を行う。なお、端末制御部 250 は、特許請求の範囲に記載の制御部の一例である。

[0028] 表示部 260 は、端末制御部 250 の制御に従って情報を表示するものである。表示部 260 として、液晶ディスプレイや有機 EL (Electro Luminescence) ディスプレイなどが想定される。

[0029] なお、測距モジュール 210 を VR 端末 200 に設けているが、距離情報を用いる装置や機器であれば、VR 端末 200 以外に測距モジュール 210 を設けてもよい。例えば、ToF カメラや、スマートフォン、パーソナルコンピュータ、自動車などに測距モジュール 210 を設けてもよい。

[0030] [固体撮像素子の構成例]

図 3 は、本技術の第 1 の実施の形態における固体撮像素子 300 の一構成例を示すブロック図である。この固体撮像素子 300 は、行走査回路 310 と、画素アレイ部 320 と、タイミング制御部 340 と、複数の AD (Analog to Digital) 変換部 350 と、列走査回路 360 と、信号処理部 370 とを備える。画素アレイ部 320 には、二次元格子状に複数の画素回路 330 が配置される。以下、所定の方向に配列された画素回路 330 の集合を「行」と称し、行に垂直な方向に配列された画素回路 330 の集合を「列」と称する。前述の AD 変換部 350 は、列ごとに設けられる。

[0031] タイミング制御部 340 は、垂直同期信号 VSYNC に同期して行走査回路 310、AD 変換部 350 および列走査回路 360 を制御するものである。

[0032] 行走査回路 310 は、行を順に選択して画素信号を出力させるものである

。画素回路 330 は、行走査回路 310 の制御に従って、受光量に応じたレベルの画素信号を出力するものである。

[0033] AD変換部 350 は、対応する列からの画素信号を AD 変換するものである。この AD 変換部 350 は、列走査回路 360 の制御に従って、AD 変換した画素信号を画素データとして信号処理部 370 に出力する。列走査回路 360 は、AD 変換部 350 を順に選択して画素データを出力させるものである。

[0034] 信号処理部 370 は、画素データからなる画像データに対して、CDS (Correlated Double Sampling) 処理などの信号処理を行うものである。この信号処理部 370 は、信号処理後の画像データを測距演算部 230 に供給する。

[0035] [画素回路の構成例]

図 4 は、本技術の第 1 の実施の形態における画素回路 330 の一構成例を示すブロック図である。この画素回路 330 は、受光素子 331 と、転送スイッチ 332 と、電荷蓄積部 333 および 334 と、選択スイッチ 335 および 336 とを備える。

[0036] 受光素子 331 は、光を光電変換して電荷を生成するものである。この受光素子 331 として、例えば、フォトダイオードが用いられる。

[0037] 転送スイッチ 332 は、行走査回路 310 の制御に従って受光素子 331 を電荷蓄積部 333、電荷蓄積部 334 およびリセット電源 V_{rst} のいずれかに接続するものである。この転送スイッチ 332 は、例えば、複数の MOS (Metal-Oxide-Semiconductor) トランジスタなどにより実現される。リセット電源 V_{rst} に接続された際において、MOS トランジスタのドレインから出力された電荷は破棄され、受光素子 331 の電荷が初期化される。

[0038] 電荷蓄積部 333 および 334 は、電荷を蓄積して、その蓄積量に応じた電圧を生成するものである。これらの電荷蓄積部 333 および 334 として、例えば、浮遊拡散層が用いられる。

[0039] 選択スイッチ 335 は、行走査回路 310 の制御に従って、電荷蓄積部 333 と AD 変換部 350 との間の線路を開閉するものである。選択スイッチ

336は、行走査回路310の制御に従って、電荷蓄積部334とAD変換部350との間の線路を開閉するものである。例えば、行走査回路310によりFD読出し信号RD_FD1が供給された際に選択スイッチ335が閉状態に遷移し、行走査回路310によりFD読出し信号RD_FD2が供給された際に選択スイッチ336が閉状態に遷移する。これらの選択スイッチ335および336のそれぞれは、例えば、MOSトランジスタなどにより実現される。

[0040] 図5は、本技術の第1の実施の形態におけるQ1Q2検出期間内の画素回路の露光制御の一例を示すタイミングチャートである。VR端末200に測距させるための所定の操作が行われると、画素回路330は、受光量Q1およびQ2の検出と、受光量Q3およびQ4の検出とを交互に繰り返し行う。以下、受光量Q1およびQ2の検出期間を「Q1Q2検出期間」と称し、受光量Q3およびQ4の検出期間を「Q3Q4検出期間」と称する。また、Q1Q2検出期間およびQ3Q4検出期間からなる期間を「測定期間」と称する。Q1Q2検出期間およびQ3Q4検出期間のそれぞれの長さは、垂直同期信号VSYNCの周期（例えば、 $1/60$ 秒）である。

[0041] ここで、受光量Q1は、基準クロックCLKsの特定の位相（例えば、立上り）を0度として、0度から180度までの受光量q1をQ1Q2検出期間に亘って累積したものである。基準クロックCLKsの周波数は20メガヘルツ（MHz）と高いため、その1周期（ $1/20$ マイクロ秒）当たりの受光量q1は非常に少なく、検出が困難である。このため、画素回路330は、基準クロックCLKsの周期（ $1/20$ マイクロ秒）より長い $1/60$ 秒などのQ1Q2検出期間に亘って、q1のそれぞれを累積し、その総量を受光量Q1として検出する。また、受光量Q2は、180度から360度までの受光量q2をQ1Q2検出期間に亘って累積したものである。

[0042] また、受光量Q3は、90度から270度までの受光量q3をQ3Q4検出期間に亘って累積したものである。また、受光量Q4は、270度から90度までの受光量q4をQ3Q4検出期間に亘って累積したものである。

[0043] これらの受光量 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 および Q_4 を次の式に代入することにより、測距演算部 230 は、基準クロック CLK_s と、受光した光との間の位相差 dP を算出することができる。この式の導出方法は、例えば、「Larry Li, "Time-of-Flight Camera - An Introduction"、テキサスインスツルメンツ、Technical White Paper SL0A190B January 2014 Revised May 2014」に記載されている。

$$dP = \tan^{-1} \{ (Q_3 - Q_4) / (Q_1 - Q_2) \} \quad \dots \text{式 1}$$

上式において $\tan^{-1}()$ は、正接関数の逆関数を示す。

[0044] 例えば、タイミング T_1 からタイミング T_2 までの Q_1 Q_2 検出期間において、その期間の受光量 Q_1 および Q_2 が検出される。まず、行走査回路 310 は、タイミング T_1 から所定のパルス期間に亘ってリセット信号 RST を全行に供給する。このリセット信号 RST により、全行の電荷蓄積部 333 および 334 の電荷蓄積量が初期化される。また、行走査回路 310 は、 FD 選択信号 SEL_FD により、全行の受光素子 331 の電荷を初期化する。

[0045] そして、行走査回路 310 は、 Q_1 Q_2 検出期間において、基準クロック CLK_s の周期内の 0 度から 180 度までに亘って全行について FD 選択信号 SEL_FD により受光素子 331 が生成した電荷を電荷蓄積部 333 に転送させる。この制御により、電荷蓄積部 333 に受光量 q_1 が蓄積される。

[0046] また、行走査回路 310 は、 Q_1 Q_2 検出期間において、基準クロック CLK_s の周期内の 180 度から 360 度までに亘って全行について FD 選択信号 SEL_FD により受光素子 331 が生成した電荷を電荷蓄積部 334 に転送させる。この制御により、電荷蓄積部 334 に受光量 q_2 が蓄積される。

[0047] そして、タイミング T_2 の直前のタイミング T_{11} において行走査回路 310 は、1 行目に FD 読出し信号 RD_FD_1 および RD_FD_2 を順に供給する。この制御により、1 行目の受光量 Q_1 および Q_2 に応じた画素信号が読み出される。次に、行走査回路 310 は、2 行目に FD 読出し信号 RD_F

D 1 および R D _ F D 2 を順に供給して画素信号を読み出す。以下、同様に行走査回路 3 1 0 は、行を順に選択して画素信号を読み出す。

[0048] このように、Q 1 Q 2 検出期間において画素回路 3 3 0 のそれぞれは、0 度から 1 8 0 度までの受光量 Q 1 と、1 8 0 度から 3 6 0 度までの受光量 Q 2 とを検出する。

[0049] 図 6 は、本技術の第 1 の実施の形態における Q 3 Q 4 検出期間内の画素回路 3 3 0 の露光制御の一例を示すタイミングチャートである。例えば、タイミング T 2 からタイミング T 3 までの Q 3 Q 4 検出期間において、その期間の受光量 Q 3 および Q 4 が検出される。まず、行走査回路 3 1 0 は、タイミング T 2 から所定のパルス期間に亘ってリセット信号 R S T を全行に供給し、全行の電荷蓄積部 3 3 3 および 3 3 4 の電荷蓄積量を初期化する。また、行走査回路 3 1 0 は、F D 選択信号 S E L _ F D により、全行の受光素子 3 3 1 の電荷を初期化する。

[0050] そして、行走査回路 3 1 0 は、最初の 0 度から 9 0 度において、全行について F D 選択信号 S E L _ F D により受光素子 3 3 1 が生成した電荷を電荷蓄積部 3 3 4 に転送させる。この制御により、電荷蓄積部 3 3 4 に受光量 q 4 が蓄積される。以降において行走査回路 3 1 0 は、基準クロック C L K s の周期内の 9 0 度から 2 7 0 度までに亘って全行について F D 選択信号 S E L _ F D により受光素子 3 3 1 が生成した電荷を電荷蓄積部 3 3 3 に転送させる。この制御により、電荷蓄積部 3 3 3 に受光量 q 3 が蓄積される。

[0051] また、行走査回路 3 1 0 は、Q 3 Q 4 検出期間において、基準クロック C L K s の周期内の 2 7 0 度から 9 0 度までに亘って全行について F D 選択信号 S E L _ F D により受光素子 3 3 1 が生成した電荷を電荷蓄積部 3 3 4 に転送させる。この制御により、電荷蓄積部 3 3 4 に受光量 q 4 が蓄積される。

[0052] そして、タイミング T 3 の直前のタイミング T 2 1 において行走査回路 3 1 0 は、1 行目に F D 読出し信号 R D _ F D 1 および R D _ F D 2 を順に供給する。この制御により、1 行目の受光量 Q 3 および Q 4 に応じた画素信号が読み出される。以下、同様に行走査回路 3 1 0 は、行を順に選択して画素信

号を読み出す。

[0053] このように、Q3Q4検出期間において画素回路330のそれぞれは、90度から270度までの受光量Q3と、270度か90度までの受光量Q4とを検出する。

[0054] 図7は、本技術の第1の実施の形態における位相差の検出方法を説明するための図である。画素回路330は、Q1Q2検出期間内のタイミングT50（0度）からタイミングT52（180度）までの受光量を電荷蓄積部333に転送する。光源（照射光源111および112など）がタイミングT51で発光を開始した場合には、タイミングT51からT52までの受光量が受光量q1として転送される。

[0055] また、画素回路330は、Q1Q2検出期間内のタイミングT52（180度）からタイミングT54（360度）までの受光量を電荷蓄積部334に転送する。光源がタイミングT53で発光を終了した場合には、タイミングT52からT53までの受光量が受光量q2として転送される。

[0056] そして、画素回路330は、Q3Q4検出期間内のタイミングT55（90度）からタイミングT57（270度）までの受光量を電荷蓄積部333に転送する。光源がタイミングT56で発光を開始した場合には、タイミングT56からT57までの受光量が受光量q3として転送される。

[0057] また、画素回路330は、Q3Q4検出期間内のタイミングT57（270度）からタイミングT59（90度）までの受光量を電荷蓄積部334に転送する。光源がタイミングT58で発光を終了した場合には、タイミングT57からT58までの受光量が受光量q4として転送される。

[0058] そして、Q1Q2検出期間内の受光量q1およびq2の累積値が受光量Q1およびQ2として読み出され、Q3Q4検出期間内の受光量q3およびq4の累積値が受光量Q3およびQ4として読み出される。このQ1およびQ2の差分と、Q3およびQ4の差分との比は、基準クロックCLKsと、受光した光との位相差に応じた値となる。このため、測距演算部230は、式1を用いて、その位相差を算出することができる。

[0059] ここで、光源は、前述したように照射光源 1 1 1 と照射光源 1 1 2 とを含む。これらの 2 つの光源からの光は、画素アレイ部 3 2 0 において、別々の画素回路 3 3 0 により受光される。したがって、V R 端末 2 0 0 は、これらの 2 つの光と、基準クロック C L K s との位相差を個別に検出することができる。照射光源 1 1 1 からの光と基準クロック C L K s との位相差を $d P_{1s}$ とし、照射光源 1 1 2 からの光と基準クロック C L K s との位相差を $d P_{2s}$ とする。これらの位相差の差分は、照射光源 1 1 1 からの光と照射光源 1 1 2 からの光との位相差 $d P_{12}$ に該当する。このように、V R 端末 2 0 0 は、基準クロック C L K s の位相を基準として用いて、照射光源 1 1 1 からの光と照射光源 1 1 2 からの光との位相差 $d P_{12}$ を検出することができる。

[0060] 図 8 は、第 1 の実施の形態における画像データのデータ構成の一例を示す図である。この画像データは、複数の画素データを含む。Q 1 Q 2 検出期間において画素データのそれぞれは、受光量 Q 1 および Q 2 を含む。一方、Q 3 Q 4 検出期間において画素データのそれぞれは、受光量 Q 3 および Q 4 を含む。例えば、Q 1 Q 2 検出期間内の座標 (0, 0) の画素データは、「1 0」の受光量 Q 1 と「2 0」の受光量 Q 2 とを含む。また、座標 (0, 1) の画素データは、「1 0」の受光量 Q 1 と「2 0」の受光量 Q 2 とを含む。

[0061] 図 9 は、本技術の第 1 の実施の形態における照射光源および固体撮像素子の動作の一例を示すタイミングチャートである。照射光源 1 1 1 が発する光を照射光 L 1 とし、照射光源 1 1 2 が発する光を照射光 L 2 とする。前述したように、これらの光源は、共通の同期信号に同期して発光する。このため、照射光 L 1 および L 2 の周波数は同一であり、照射時において位相差は 0 度である。ただし、V R 端末 2 0 0 が受光する受光時において照射光 L 1 および L 2 の位相差は同一とは限らない。照射光源 1 1 1 および 1 1 2 のそれぞれから V R 端末 2 0 0 までの距離は同一とは限らないためである。また、外部機器 1 1 0 は、照射光源 1 1 1 のみを一定期間に亘って発光させる制御と、照射光源 1 1 2 のみを一定期間に亘って発光させる制御とを繰り返し行う。この一方のみを発光させる期間の長さは、測定期間より長い時間 (1 /

15秒など)に設定される。

[0062] 例えば、タイミングT10からタイミングT12までの測定期間内のタイミングT11において照射光L1の発光が開始される。そして、タイミングT12からタイミングT13までの次の測定期間の直後のタイミングT14において、照射光L1が消灯し、照射光L2の発光が開始される。そして、タイミングT13からタイミングT15までの測定期間と、タイミングT15からタイミングT16までの測定期間とが経過したタイミングT17において、照射光L2が消灯し、照射光L1の発光が開始される。

[0063] このように、照射光源111および112を交互に発光させるのは、デプスマップの生成において計算量が低減するためである。計算量が低減する理由については後述する。

[0064] タイミングT10からタイミングT13までの間においては、照射光源111のみが発光しているため、VR端末200は、基準クロックCLKsに対する照射光L1の位相を検出することができる。また、VR端末200は、基準クロックCLKsを基準として、照射光L1が物体で反射した反射光の位相も検出することができる。

[0065] また、タイミングT13からタイミングT15までの間においては、照射光源111のみが発光し、次いで照射光源112のみが発光するため、VR端末200は、基準クロックCLKsを用いて照射光L1およびL2の位相を検出することができる。タイミングT15からタイミングT16までの間においては照射光源112のみが発光しているため、VR端末200は、基準クロックCLKsを用いて照射光L2の位相を検出することができる。

[0066] そして、VR端末200は、検出した照射光L1およびL2の位相から、これらの位相差 dP_{12} を検出する。そして、VR端末200は、その位相差 dP_{12} と、照射光源111および112の既知の間隔Wとから、照射光源111までの距離 E_1 を測定する。距離 E_1 の測定後にVR端末200は、照射光L1と、その照射光L1に対する反射光との位相差 dP_{1d} を検出し、既知の距離 E_1 と位相差 dP_{1d} とに基づいて、その反射光を発する反射光源までの

距離 E_d を測定する。測距演算部 230 は、複数の反射光源のそれぞれについて距離 E_d を測定し、それらの測定結果を示すデプスマップを生成する。タイミング T17 以降においても、同様の方法により、一定間隔（2 / 15 秒など）でデプスマップが繰り返し生成される。

[0067] [測距演算部 230 の構成例]

図 10 は、本技術の第 1 の実施の形態における測距演算部 230 の一構成例を示すブロック図である。この測距演算部 230 は、画像保持部 231、照射光源毎単位ベクトル検出部 232、光源間隔記憶部 233、照射光間位相差検出部 234 および光源距離測定部 235 を備える。また、測距演算部 230 は、反射光源毎単位ベクトル検出部 236、照射光・反射光間位相差検出部 237 およびデプスマップ生成部 238 を備える。

[0068] 画像保持部 231 は、所定数の画像データを保持するものである。1 つのデプスマップの生成に N フレームが必要である場合には、少なくとも (N - 1) フレームが保持（言い換えれば、バッファリング）される。

[0069] 照射光源毎単位ベクトル検出部 232 は、照射光源 111 および 112 のそれぞれについて、単位ベクトルを検出するものである。ここで、単位ベクトルは、VR 端末 200 から、照射光源 111 または 112 までの方向を示し、長さが「1」のベクトルである。この照射光源毎単位ベクトル検出部 232 は、照射光源 111 および 112 のそれぞれの単位ベクトルを光源距離測定部 235 に供給する。また、照射光源 111 の単位ベクトルは、デプスマップ生成部 238 にも供給される。

[0070] 光源間隔記憶部 233 は、照射光源 111 および 112 の間の既知の間隔 W を記憶するものである。

[0071] 照射光間位相差検出部 234 は、照射光源 111 および 112 のそれぞれからの光の位相差 dP_{12} を検出するものである。例えば、照射光間位相差検出部 234 は、照射光源 111 に対応する画素の受光量 Q_1 乃至 Q_4 から、照射光源 111 からの光と基準クロック CLKs との位相差 dP_{1s} を検出する。また、照射光間位相差検出部 234 は、照射光源 112 に対応する画素

の受光量 Q_1 乃至 Q_4 から、照射光源 112 からの光と基準クロック CLK_s との位相差 dP_{2s} を検出する。そして、照射光間位相差検出部 234 は、それらの位相差の差分を位相差 dP_{12} として求め、光源距離測定部 235 に供給する。

[0072] 光源距離測定部 235 は、単位ベクトルと、位相差 dP_{12} と、既知の間隔 W とから、照射光源 111 までの距離 E_1 を測定するものである。

[0073] ここで、照射光源 111 および 112 の間隔 W は、VR 端末 200 から照射光源 111 および 112 のそれぞれまでのベクトルを用いて次の式により表される。

[数1]

$$W = |\vec{E}_2 - \vec{E}_1| \quad \dots \text{式2}$$

上式において、矢印を付した E_1 は、VR 端末 200 から照射光源 111 へのベクトルを示し、矢印を付した E_2 は、VR 端末 200 から照射光源 112 へのベクトルを示す。また、間隔 W の単位は、例えば、メートルである。

[0074] また、VR 端末 200 から照射光源 111 までの距離 E_1 と、VR 端末 200 から照射光源 112 までの距離 E_2 との差を dE_{12} とすると、次の式が成立する。

$$dE_{12} = E_2 - E_1 \quad \dots \text{式3}$$

[0075] さらに、余弦定理により、次の式が成立する。

$$W^2 = E_1^2 + E_2^2 - 2E_1 \cdot E_2 \cdot \cos R \quad \dots \text{式4}$$

上式において、 R は、照射光源 111 への単位ベクトルと照射光源 112 への単位ベクトルとのなす角度を示す。この角度 R の単位は、例えば、ラジアンである。また、距離 E_1 および E_2 の単位は、例えば、メートル (m) である。

[0076] 式3により、距離 E_2 を距離 E_1 と差分 dE_{12} との加算値に置き換え、式4に代入して変形すれば、次の式が得られる。

[数2]

$$E_1 = \frac{1}{2} \left(\sqrt{\frac{2W^2 - dE^2(1 + \cos R)}{1 - \cos R}} - dE_{12} \right) \quad \dots \text{式5}$$

[0077] また、式3により、距離 E_1 を距離 E_2 および差分 dE_{12} の差分に置き換え、式4に代入して変形すれば、次の式が得られる。

[数3]

$$E_2 = \frac{1}{2} \left(\sqrt{\frac{2W^2 - dE^2(1 + \cos R)}{1 - \cos R}} + dE_{12} \right) \quad \dots \text{式6}$$

[0078] また、ベクトルの内積に関する公式より、次の式が得られる。

[数4]

$$\cos R = \frac{\vec{e}_1 \cdot \vec{e}_2}{|\vec{e}_1| |\vec{e}_2|} = \vec{e}_1 \cdot \vec{e}_2 \quad \dots \text{式7}$$

[0079] また、距離 E_1 および距離 E_2 は、T o Fの原理に基づいて、次の式により表すこともできる。

$$E_1 = c \cdot \{P(E_1) - P(u_1)\} / (2\pi f) \quad \dots \text{式8}$$

$$E_2 = c \cdot \{P(E_2) - P(u_2)\} / (2\pi f) \quad \dots \text{式9}$$

上式において、 c は光速であり、単位は、例えば、メートル毎秒 (m/s) である。 π は、円周率を示す。また、 f は照射光の周波数であり、単位は、例えば、メガヘルツ (MHz) である。 $P(E_1)$ は、照射光源111が発する照射光L1の照射時の位相であり、 $P(u_1)$ は、その照射光L1の受光時の位相である。 $P(E_2)$ は、照射光源112が発する照射光L2の照射時の位相であり、 $P(u_2)$ は、その照射光L2の受光時の位相である。これらの位相の単位は、例えば、ラジアンである。

[0080] 照射時の位相 $P(E_1)$ および $P(E_2)$ は未知であるため、式8および式9だけでは距離 E_1 および E_2 を直接求めることはできない。しかし、前述し

たように、照射時の位相 $P(E_1)$ および $P(E_2)$ は同一の値であるため、これらを式 8 および式 9 から消去して次の式が得られる。

$$\begin{aligned} dE_{12} &= E_2 - E_1 \\ &= c \cdot \{P(u_1) - P(u_2)\} / (2\pi f) \\ &= c \cdot dP_{12} / (2\pi f) \quad \dots \text{式 10} \end{aligned}$$

[0081] 余弦定理に基づいて、式 5 および式 6 により、3 辺の長さが E_1 、 E_2 および W の三角形において、2 辺が分かれば、残りの 1 辺を算出することができるが、既知なのは W のみである。このため、式 5 および式 6 だけでは残りの E_1 および E_2 を算出することができない。しかし、T o F 方式によれば、さらに式 10 が得られるため、連立方程式を解くことにより E_1 および E_2 を算出することができる。

[0082] 光源距離測定部 235 は、検出された位相差 dP_{12} を式 10 に代入して差分 dE_{12} を算出し、検出された単位ベクトルを式 7 に代入して $\cos R$ を算出する。そして、照射光間位相差検出部 234 は、算出した差分 dE_{12} および $\cos R$ と、既知の間隔 W とを式 5 に代入して、距離 E_1 を算出し、デプスマップ生成部 238 に供給する。なお、照射光間位相差検出部 234 は、距離 E_1 の代わりに、式 6 により距離 E_2 を算出してもよいし、距離 E_1 および E_2 の両方を算出してもよい。

[0083] 反射光源毎単位ベクトル検出部 236 は、照射光源 111 からの照射光を反射する所定数の反射光源のそれぞれについて、単位ベクトルを検出するものである。反射光源毎単位ベクトル検出部 236 は、算出した単位ベクトルのそれぞれをデプスマップ生成部 238 に供給する。

[0084] 照射光・反射光間位相差検出部 237 は、反射光源ごとに、その反射光源からの反射光と、照射光源 111 からの照射光との位相差を検出するものである。照射光・反射光間位相差検出部 237 は、照射光間位相差検出部 234 と同様の方法により、反射光源ごとに位相差 dP_{1d} を演算し、デプスマップ生成部 238 に供給する。なお、照射光間位相差検出部 234 および照射光・反射光間位相差検出部 237 のそれぞれは、特許請求の範囲に記載の位

相差検出部の一例である。

[0085] デプスマップ生成部 238 は、反射光源ごとに、その反射光源までの距離を示すデプスマップを生成するものである。反射光源を経由しない照射光源 111 までの直線距離 E_1 と、反射光源を経由した照射光源 111 までの距離との差分 dD は、次の式により表される。

[数5]

$$|\vec{E_1 D}| + D - E_1 = dD \quad \dots \text{式11}$$

上式において、矢印を付した $E_1 D$ は、照射光源 111 から反射光源への方
向を示すベクトルである。また、 D は、VR 端末 200 から反射光源までの直
線距離であり、単位は、例えば、メートル (m) である。

[0086] 式 11 と余弦定理とに基づいて、距離 D は、次の式により表すこと
ができる。

$$D = dD(dD + 2E_1) / \{2dD + 2E_1(1 - \cos A)\} \quad \dots \text{式12}$$

上式において、 A は、照射光源 111 への単位ベクトルと反射光源への単
位ベクトルとのなす角度を示す。角度 A の単位は、例えば、ラジアンである。

[0087] また、ベクトルの内積に関する公式より、次の式が得られる。

[数6]

$$\cos A = \frac{\vec{e_1} \cdot \vec{d}}{|\vec{e_1}| |\vec{d}|} = \vec{e_1} \cdot \vec{d} \quad \dots \text{式13}$$

上式において、矢印を付した d は、反射光源の単位ベクトルである。

[0088] また、差分 dD は、ToF の原理に基づいて、次の式により表すこ
とができる。

$$\begin{aligned} dD &= c \cdot \{P(u_1) - P(u_D)\} / (2\pi f) \\ &= c \cdot dP_{1d} / (2\pi f) \quad \dots \text{式14} \end{aligned}$$

上式において、 $P(u_1)$ は、照射光源 111 からの照射光の受光時の位相を
示す。 $P(u_D)$ は、反射光源からの反射光の受光時の位相を示す。

[0089] デプスマップ生成部238は、検出された位相差 dP_{1d} を式14に代入して差分 dD を算出し、検出ベクトルを式13に代入して $\cos A$ を算出する。そして、デプスマップ生成部238は、算出した差分 dD および $\cos A$ と、既知の距離 E_1 とを式12に代入して、距離 D を算出する。デプスマップ生成部238は、照射光源ごとに距離 D を算出し、デプスマップを生成して端末制御部250に供給する。なお、光源距離測定部235およびデプスマップ生成部238のそれぞれは、特許請求の範囲に記載の測距部の一例である。

[0090] なお、光源距離測定部235は、照射時の位相 $P(E_1)$ および $P(E_2)$ を同一の値（すなわち、位相差が「0」）として、演算を行っているが、これらの位相が異なる値であってもよい。ただし、位相差は、既知であるものとする。位相差が「0」でない場合には、式10の dP_{12} から、その位相差を加算または減算した式により演算を行えばよい。

[0091] 図11は、本技術の第1の実施の形態における単位ベクトルの検出方法を説明するための図である。一般に、三次元上のある点が、画像中のどの座標に投影されるかは、予めカメラ（VR端末200など）や撮像レンズ220固有のパラメータを求めることで、推定することができる。

[0092] 例えば、カメラを中心とした座標系における、ある点 P の座標（三次元座標）を (x_P, y_P, z_P) とし、その点 P が投影される画像上の点 U_P の座標（平面座標）を (U_P, V_P) とする。

[0093] この点 P の座標は、内部パラメータ行列により、対応する点 U_P の座標に変換することができる。逆に、点 U_P の座標が与えられた場合には、内部パラメータ行列により点 P の位置を求めることはできない。しかし、光学中心510から点 U_P までの方向に沿った直線上に点 P が位置することから、VR端末200は、点 U_P の座標に基づいて、光学中心510から点 P への方向を示す単位ベクトルを検出することができる。

[0094] 図12は、本技術の第1の実施の形態における画像データの一例を示す図である。同図における a は、照射光源111のみが発光している期間におい

て撮像された画像データ501の一例を示す。また、同図におけるbは、照射光源112のみが発光している期間において撮像された画像データ502の一例を示す。

[0095] VR端末200は、例えば、画像データ内で最も輝度の高い画素を、照射光源(111または112)を受光した画素として抽出する。そして、VR端末200は、その抽出した画素の座標から、照射光源までの単位ベクトルを検出する。

[0096] 図13は、本技術の第1の実施の形態における照射光源111までの距離 E_1 の測定方法を説明するための図である。測距モジュール210は、照射光源111が発光しているときに画像データを撮像し、その画像データ内の照射光源111の座標から、照射光源111までの方向を示す単位ベクトルを検出する。そして、同様の方法により、測距モジュール210は、照射光源112についても単位ベクトルを検出する。

[0097] また、測距モジュール210は、式1を用いて照射光源111および112のそれぞれからの光の位相差 dP_{12} を検出する。そして、測距モジュール210は、検出した単位ベクトルおよび位相差 dP_{12} と、既知の間隔 W とを、上述した式5、式7および式10に代入して照射光源111までの距離 E_1 を測定する。

[0098] なお、VR端末200は、照射光源111および112からの光の位相差から距離 E_1 を測定しているが、他の方法を用いて距離 E_1 を測定してもよい。例えば、測距モジュール210が設けられる機器の位置を固定し、予め、別の測定機器により距離 E_1 を測定しておく構成としてもよい。この場合には、その既知の距離 E_1 を用いることにより、デプスマップが生成される。

[0099] また、VR端末200は、ToF方式の原理に基づいて光の位相差から距離を測定しているが、Flash LIDAR (Light Detection and Ranging, Laser Imaging Detection and Ranging) の原理に基づいて距離を測定してもよい。位相変調したToF方式では、位相情報を、光の伝達時間に変換し、さらに距離情報に変換して距離を求めているが、Flash LIDAR

Rの場合、光の伝達時間を直接計測することができる。

- [0100] また、画像データに外部光源（照射光源 1 1 1 および 1 1 2 など）が写っていない場合に V R 端末 2 0 0 は、測距することができない。しかし、その場合であっても V R 端末 2 0 0 は、所定数の画像データをバッファリングし、それらの画像データ内の過去の外部光源の位置から、現在の外部光源の位置を推定してもよい。
- [0101] また、V R 端末 2 0 0 は、デプスマップの生成と同時に自己位置の推定を行ってもよい。このような処理は、S L A M (Simultaneous Localization and Mapping) と呼ばれる。自己位置を推定する場合、V R 端末 2 0 0 は、例えば、照射光源 1 1 1 および 1 1 2 の空間座標を予め記憶しておき、それらの光源への方向と距離とから自己位置を推定すればよい。
- [0102] 図 1 4 は、本技術の第 1 の実施の形態における物体までの距離 D の測定方法を説明するための図である。測距モジュール 2 1 0 は、照射光源 1 1 1 が発光しているときに画像データを撮像し、その画像データ内の反射光源 4 0 0 の座標から、その反射光源までの方向を示す単位ベクトルを検出する。
- [0103] また、測距モジュール 2 1 0 は、式 1 を用いて照射光源 1 1 1 と反射光源とのそれぞれからの光の位相差 $d P_{1d}$ を検出する。そして、測距モジュール 2 1 0 は、検出した単位ベクトルおよび位相差 $d P_{1d}$ と、演算済の既知の距離 E_1 とを、上述した式 1 2 乃至式 1 4 に代入して反射光源（物体） 4 0 0 までの距離 D を測定する。
- [0104] ここで、距離 D の測定の際に、照射光源 1 1 1 および照射光源 1 1 2 が同時に点灯していると、照射光源 1 1 1 の照射光と照射光源 1 1 2 の照射光との両方が物体で反射する。このため、それらの光を重ね合わせたものを反射光として、距離 D を演算する必要がある。この結果、照射光源が 1 つのみ点灯する場合と比較して、距離 D の演算が複雑になってしまう。したがって、距離 D の演算を簡易化する観点から、外部機器 1 1 0 は、照射光源 1 1 1 および 1 1 2 を交互に点灯させている。なお、演算が複雑化しても許容される場合には、照射光源 1 1 1 および 1 1 2 を同時に点灯させる構成としてもよ

い。一对の外部光源が同時に点灯してもよい場合、例えば、照射光源 111 および 112 の代わりに、一对の天井照明を用いてもよい。

[0105] 図 13 および図 14 を用いて説明したように、測距モジュール 210 は、反射光源や照射光源などの一对の外部光源に注目し、それらの外部光源からの光の位相差を検出する。そして、測距モジュール 210 は、一对の外部光源の間隔 W と、一方までの距離 (E_1 など) とのいずれかが既知であれば、その既知のデータと、検出した位相差とから他方までの距離 (E_1 や E_2) を測定することができる。図 13 の例では、2つの外部光源がいずれも照射光源であり、既知のデータである間隔 W に基づいて、それらの照射光源のいずれかまでの距離 (E_1 や E_2) が測定される。図 13 の距離 E_1 や E_2 は、特許請求の範囲における「他方までの距離」の一例である。一方、図 14 の例では、2つの外部光源の一方が照射光源、他方が反射光源であり、既知のデータである一方 (照射光源) までの距離 (E_1 や E_2) に基づいて、他方 (反射光源) までの距離 D が測定される。図 14 の距離 D は、特許請求の範囲における「他方までの距離」の一例である。

[0106] このように、VR 端末 200 は、外部光源からの光の位相差を用いて測距するため、その内部に発光ダイオードなどの発光素子を設ける必要がなくなる。これにより、発光素子に供給する分の消費電力を削減することができる。さらに、物体に照射光を照射して反射光を受光する一般的な T o F 方式と比較して、光が往復する必要が無いことと、光源からカメラに直接到達する光に関しては物体に光が吸収されないことから、受光量が大きくなる。これにより、反射光を受光する方式と比較して、測距精度を高くすることができる。

[0107] 図 15 は、本技術の第 1 の実施の形態における測距モジュール 210 の動作の一例を示すフローチャートである。この動作は、例えば、VR 端末 200 に電源が投入されたときや、デプスマップを処理するための所定のアプリケーションが実行されたときに開始される。測距モジュール 210 は、まず、照射光源 111 までの距離 E_1 を測定するための光源距離測定処理を実行す

る（ステップS910）。そして、測距モジュール210は、測定対象の所定数の画素のいずれかに注目する。測距モジュール210は、注目画素に写った物体について単位ベクトルを検出する（ステップS901）。また、測距モジュール210は、照射光と、その照射光が物体で反射した反射光との位相差を検出する（ステップS902）。

[0108] そして、測距モジュール210は、検出した単位ベクトルおよび位相差と、既知の距離 E_1 とから、物体までの距離 D を測定する（ステップS903）。測距モジュール210は、測定対象の全画素を測距したか否かを判断する（ステップS904）。全画素を測距していない場合に（ステップS904：No）、測距モジュール210は、ステップS901以降を繰り返し実行する。一方、測距対象の全画素を測距した場合に（ステップS904：Yes）、測距モジュール210は、ステップS910以降を繰り返し実行する。

[0109] 図16は、本技術の第1の実施の形態における光源距離測定処理の一例を示すフローチャートである。測距モジュール210は、2つの照射光源（111および112など）のそれぞれの単位ベクトルを検出する（ステップS911）。また、測距モジュール210は、2つの照射光源のそれぞれの照射光の位相差を検出する（ステップS912）。そして、測距モジュール210は、検出した単位ベクトルおよび位相差と、既知の間隔 W とから、いずれかの照射光源までの距離（ E_1 など）を測定する（ステップS913）。ステップS913の後に、測距モジュール210は、光源距離演算処理を終了する。

[0110] このように、本技術の第1の実施の形態によれば、VR端末200は、照射光源111および112や照射光源111および反射光源などの一対の外部光源からの光の位相差から、それらの一方までの距離を測定するため、内部に発光素子を設ける必要がなくなる。これにより、発光素子に供給する分の消費電力を削減することができる。

[0111] [第1の変形例]

上述の第1の実施の形態では、VR端末200は、交互に点灯する照射光源111および112の位相差から、照射光源111までの距離 E_1 を測定していた。しかし、連続的に発光する光源しか存在しない場合もある。このような場合には、例えば、空間座標が既知の複数の外部光源の投影点から、それらの外部光源までの距離を測定することができる。この第1の実施の形態の第1の変形例のVR端末200は、複数の外部光源の投影点の座標から、それらの光源までの距離を測定する点において第1の実施の形態と異なる。

[0112] 図17は、本技術の第1の実施の形態の第1の変形例における測距システムの一例を示す全体図である。この第1の実施の形態の第1の変形例の測距システムは、外部機器110に設けられた照射光源111および112の代わりに、天井照明131乃至134を外部光源として用いる点において第1の実施の形態と異なる。

[0113] 天井照明131乃至134は、所定の正方形の4つの頂点のそれぞれに配置されている。これらの照明の空間座標は、VR端末200に予め記憶されている。VR端末200は、この空間座標を用いて測距を行う。なお、天井照明131乃至134を頂点とする図形は、正方形に限定されず、長方形や台形などであってもよい。

[0114] 図18は、本技術の第1の実施の形態の第1の変形例における測距方法を説明するための図である。天井照明131乃至134は、所定の撮像平面上の投影点 u_1 乃至 u_4 に投影される。天井照明131乃至134の位置は変化しないのに対して、VR端末200の位置や姿勢は変化し得る。このため、VR端末200の位置や姿勢に応じて、投影点 u_1 乃至 u_4 の平面座標が変化する。投影点 u_1 乃至 u_4 の座標と、位置や姿勢との間には一定の関係が存在するため、その関係を示す関数に投影点 u_1 乃至 u_4 の平面座標を入力することにより、VR端末200は、自身の位置や姿勢を算出することができる。VR端末200の位置を算出すれば、天井照明131乃至134の位置は固定であるから、VR端末200は、自身の位置から、それらの照明までの距離を算出することができる。

- [0115] このように、既知の空間点（天井照明 131 乃至 134 など）と、その投影点とから、カメラ（VR 端末 200）の位置や姿勢を求めるという問題は、PnP（Perspective-n-Point）問題と呼ばれる。この PnP 問題に関しては、例えば、「奥富 正敏編、『デジタル画像処理』、改訂新版、財団法人画像情報教育振興協会、2006 年 3 月、p328－331」に記載されている。
- [0116] なお、VR 端末 200 は、天井照明 131 乃至 134 の投影点を利用しているが、位置が既知の外部光源であれば、天井照明以外の光源の投影点を用いることができる。
- [0117] 図 19 は、本技術の第 1 の実施の形態の第 1 の変形例における測距演算部 230 の一構成例を示すブロック図である。この第 1 の実施の形態の第 1 の変形例の測距演算部 230 は、照射光源毎単位ベクトル検出部 232、光源間隔記憶部 233、照射光間位相差検出部 234 および光源距離測定部 235 を備えない。測距演算部 230 は、それらの代わりに空間座標記憶部 241 および光源距離測定部 242 を備える。
- [0118] 空間座標記憶部 241 は、天井照明 131 乃至 134 のそれぞれの空間座標を記憶するものである。光源距離測定部 242 は、画像データから、天井照明 131 乃至 134 のそれぞれの投影点の平面座標を取得する。そして、光源距離測定部 242 は、PnP 問題を解いて VR 端末 200 の位置を算出し、その位置から、天井照明 131 乃至 134 のいずれか（天井照明 131 など）への方向を示す単位ベクトルと、その照明までの距離 E_1 とを求める。光源距離測定部 242 は、単位ベクトルおよび距離 E_1 をデプスマップ生成部 238 に供給する。
- [0119] このように、本技術の第 1 の実施の形態の第 1 の変形例によれば、VR 端末 200 は、複数の天井照明の投影点の座標から、その照明までの距離を測定するため、交互に点灯する照射光源 111 および 112 が無い場合であっても測距を行うことができる。
- [0120] [第 2 の変形例]

上述の第1の実施の形態では、VR端末200に測距モジュール210を設けていたが、VR端末200以外の装置や機器に測距モジュール210を設けることもできる。例えば、無人航空機（いわゆる、ドローン）に、測距モジュール210を設けてもよい。複数の無人航空機が編隊飛行を行う際には、僚機との距離を一定に保つ必要があり、そのような飛行制御などにおいて、測距モジュール210が測距した情報を利用することができる。この第1の実施の形態の第2の変形例の測距システムは、無人航空機に測距モジュール210を設けた点において第1の実施の形態と異なる。

[0121] 図20は、本技術の第1の実施の形態の第2の変形例における測距システムの一構成例を示す全体図である。この測距システムは、複数の無人航空機201を備える。無人航空機201のそれぞれは、発光部271および272と、測距モジュール210とを備える。発光部271および272は、無人航空機201の特定の位置に固定され、それらの間隔Wは一定である。なお、測距モジュール210は、同図において省略されている。

[0122] 無人航空機201のそれぞれは、他の無人航空機201の発光部271および272のそれぞれからの光の位相差を検出し、第1の実施の形態と同様の方法により、その発光部271までの距離 E_1 を測定する。この測定された距離 E_1 に基づいて無人航空機201は、互いの距離を一定に保つなどの飛行制御を行う。

[0123] このように、無人航空機201のそれぞれは、自身の機体に発光部271および272を備えるものの、自機が発した照射光に対する反射光ではなく、他の機体からの照射光の受光量を用いて測距を行う。照射光を照射して反射光を受光する一般的なToF方式と比較して、光が往復する必要が無いことと物体に光が吸収されないことから、発光部271および272の発光量を小さくすることができる。したがって、発光量が小さい分、無人航空機201の消費電力を削減することができる。また、発光量を一定とすると、反射光を受光する場合と比較して、受光量が大きくなるため、測距精度を向上させることができる。

[0124] 図21は、本技術の第1の実施の形態の第2の変形例における無人航空機201の一構成例を示すブロック図である。この無人航空機201は、測距モジュール210と、機体制御部251と、発光部271および272とを備える。

[0125] 測距モジュール210は、自機でなく、他の機体の発光部271までの距離 E_1 を測定し、機体制御部251に供給する。

[0126] 機体制御部251は、無人航空機201全体を制御するものである。この機体制御部251は、基準クロックCLKsを発光部271および272と、固体撮像素子300とに供給する。また、機体制御部251は、距離 E_1 に基づいて、無人航空機201の速度や進行方向を制御する。例えば、機体制御部251は、距離 E_1 が一定値に近づくように制御を行う。この制御により、複数の無人航空機210が、互いの距離を一定に保って飛行することができる。発光部271および272は、基準クロックCLKsに同期して発光するものである。

[0127] 図22は、本技術の第1の実施の形態の第2の変形例における測距演算部230の一構成例を示すブロック図である。この第1の実施の形態の第2の変形例の測距演算部230は、反射光源毎単位ベクトル検出部236、照射光・反射光間位相差検出部237およびデプスマップ生成部238を備えない点において第1の実施の形態と異なる。

[0128] このように、本技術の第1の実施の形態の第2の変形例によれば、無人航空機201が僚機の発光部271および272からの光の位相差を検出するため、複数の無人航空機201が、互いに相手までの距離を測定することができる。

[0129] <2. 第2の実施の形態>

[測距システムの構成例]

上述の第1の実施の形態では、VR端末200は、複数の点光源（照射光源111および112など）のそれぞれからの光の位相差を用いて測距を行っていたが、これらの点光源が測距対象の近傍に配置されていない場合には

、測距を行うことができなくなる。この場合であっても例えば蛍光灯のような形状の線光源を予め室内に配置しておけば、VR端末200は、その線光源からの光の位相差を用いて測距を行うことができる。例えば、点光源を持つ外部機器110が室内に無くとも、室内には照明用光源があることが多いため、その照明用光源を外部光源として利用することができればVR端末200は測距を行うことができる。この第2の実施の形態のVR端末200は、線光源からの光の位相差を用いて測距を行う点において第1の実施の形態と異なる。

[0130] 図23は、本技術の第2の実施の形態における線光源120の一例を示す図である。線光源120としては、例えば、蛍光灯状光源や、線状の発光ダイオードなどが想定される。この線光源120は、その全体が一定の周波数で点滅している。したがって、線光源120上の点のそれぞれからの照射光の照射時の位相差は「0」である。また、線光源120の幅Wは、既知のデータとしてVR端末200に予め記憶されている。

[0131] ここで、線光源120上の点121に着目する。この点121に測距モジュール210が焦点を合わせた場合、点121からの光は、撮像レンズ220により、固体撮像素子300上において1点に集光し、他の点からの光と混ざることには無い。したがって、線光源120上のいずれか2点を別個の照射光源として扱うことができ、VR端末200は、第1の実施の形態と同様の手法により、それらの光源までの距離を測定することができる。

[0132] 図24は、本技術の第2の実施の形態における照射光源までの距離の測定方法を説明するための図である。VR端末200は、線光源120の両端を照射光源として、それらの光源までの距離を測定する。まず、VR端末200は、それらの照射光源からの光の位相差を検出し、照射光源のそれぞれについて単位ベクトルを検出する。そして、VR端末200は、検出した位相差および単位ベクトルと、既知の幅Wとに基づいて、両端のいずれかまでの距離を測定する。

[0133] なお、VR端末200は、線光源120の両端に着目して、それらの照射

光の位相差を検出しているが、両端以外の２点に着目してもよい。また、VR端末２００は、線光源１２０でなく、面光源や、球状、リング状や円盤状の光源など、他の形状の光源上の２点に着目してもよい。

[0134] 図２５は、本技術の第２の実施の形態における物体までの距離の測定方法を説明するための図である。物体上の反射点で線光源１２０からの照射光が反射する場合、その反射点は、線光源１２０上の複数の点のそれぞれからの光を受光する。反射点から、線光源１２０上の各点までの距離は異なるため、反射光の位相は、単純に線光源１２０からの距離に比例する値になるとは限らない。

[0135] また、線光源１２０上の複数の点のそれぞれについて、VR端末２００は、単位ベクトルを検出する。また、VR端末２００は、点ごとに、その点からの照射光の位相を測定する。

[0136] ここで、線光源１２０に沿った軸をX軸とし、X軸に直交する２軸をY軸およびZ軸とする。直線状の線光源１２０では、その形状が回転対称であるため、Y軸およびZ軸には任意性がある。しかし、照射光の位相も回転対称となるため、問題は無い。

[0137] また、一般的には、光源の座標系と、カメラ（VR端末２００）の座標系との軸の向きは異なるが、以下、説明の便宜上、それらは同一であるものとする。各座標系の軸の向きが異なる場合であっても、VR端末２００から見た線光源１２０の姿勢が既知であれば、容易に、一方の軸を他方に合わせて変換することができる。

[0138] これらの前提に基づき、反射光は、線光源１２０上の各点から届く光の重ね合わせにより、次の式で表される。

[数7]

$$L(\vec{D}, t) = \int L_E(\vec{D}, t) dE \quad \dots \text{式15}$$

上式においてtは時刻であり、単位は例えば秒（s）である。矢印を付したDは、VR端末２００から反射点へのベクトルを示す。また、左辺は、時刻

t における反射点の反射光である。また、右辺は、線光源 120 上の各点からの光を積分した結果である。

[0139] 式 15 に基づいて、反射光の位相を次の式により表すことができる。

[数8]

$$P(\vec{D}) = P_{Ec} + g(\vec{D} - \vec{E}_c) \quad \dots \text{式16}$$

上式において、左辺は、反射点 D の反射光の位相である。また、 P_{Ec} は、線光源 120 の中心からの光の位相である。これらの位相の単位は、例えば、ラジアンである。また、 $g()$ は、線光源 120 の中心からの反射点の位置と、反射光および照射光の位相差との関係を表す関数である。この関数 $g()$ は、例えば、何らかのキャリブレーションにより実測した値により、予め求められる。あるいは、理論的に関数 $g()$ を求めてもよい。

[0140] また、ToF方式の原理に基づいて、線光源 120 の中心からの照射光の受光時の位相 $P(u_c)$ は、次の式により表される。

$$P(u_c) = P_{Ec} - (2\pi f / c) \cdot E_c \quad \dots \text{式17}$$

上式において、 E_c は、線光源 120 の中心までの距離であり、単位は例えば、メートル (m) である。 E_c の座標は、線光源 120 の一端までの距離 E_1 と、それぞれの単位ベクトルとから求められる。 P_{Ec} は、線光源 120 の中心からの照射光の照射時の位相であり、単位は、例えば、ラジアンである。

[0141] 同様に、反射光の受光時の位相は、次の式により表される。

[数9]

$$P(u_D) = P(\vec{D}) - \frac{2\pi f}{c} D \quad \dots \text{式18}$$

[0142] 式 18 を式 16 に代入することにより、次の式が得られる。

[数10]

$$P(u_D) = P_{Ec} + g(\vec{D} - \vec{E}_C) - \frac{2\pi f}{c} D \quad \dots \text{式19}$$

[0143] 式17と式19との両辺で差分を取ると、次の式が成立する。

[数11]

$$P(u_D) - P(u_C) - \left\{ g(\vec{D} - \vec{E}_C) - \frac{2\pi f}{c} (D - \vec{E}_C) \right\} = 0 \quad \dots \text{式20}$$

[0144] 上式において、矢印を付したDは、反射点への方向を示すベクトルであり、このベクトルは、その方向の単位ベクトルに距離Dを乗算した値に置き換えることができる。このため、式20を次の式に置き換えることができる。

[数12]

$$P(u_D) - P(u_C) - \left\{ g(D\vec{d} - \vec{E}_C) - \frac{2\pi f}{c} (D - \vec{E}_C) \right\} = 0 \quad \dots \text{式21}$$

上式において、矢印を付したdは、反射点への方向の単位ベクトルを示す。

[0145] VR端末200は、線光源120の中心と、反射点とのそれぞれについて単位ベクトルを検出し、また、照射光および反射光のそれぞれの受光時の位相差を検出する。そして、VR端末200は、それらの単位ベクトルおよび位相差と、既知の距離Ecとを式21に代入することにより、反射点までの距離Dを算出する。

[0146] このように、本技術の第2の実施の形態によれば、VR端末200は、線光源120の両端のそれぞれからの光の位相差から、その両端までの距離を測定するため、点光源が無い場合であっても測距を行うことができる。例えば、点光源を持つ外部機器110が室内に無くとも、蛍光灯のような形状の線光源120を利用してVR端末200が測距を行うことができる。

[0147] <4. 応用例1>

本開示に係る技術は、いわゆる「物のインターネット」であるIoT（I

nternet of things) と呼ばれる技術へ応用可能である。

IoTとは、「物」であるIoTデバイス9100が、他のIoTデバイス9003、インターネット、クラウド9005などに接続され、情報交換することにより相互に制御する仕組みである。IoTは、農業、家、自動車、製造、流通、エネルギー、など様々な産業に利用できる。

[0148] 図26は、本開示に係る技術が適用され得るIoTシステム9000の概略的な構成の一例を示す図である。

[0149] IoTデバイス9001には、温度センサー、湿度センサー、照度センサー、加速度センサー、距離センサー、画像センサー、ガスセンサー、人感センサーなどの各種センサーなどが含まれる。また、IoTデバイス9001には、スマートフォン、携帯電話、ウェアラブル端末、ゲーム機器などの端末を含めてもよい。IoTデバイス9001は、AC電源、DC電源、電池、非接触給電、いわゆるエナジーハーベストなどにより給電される。IoTデバイス9001は、有線、無線、近接無線通信などにより通信することができる。通信方式は3G/LTE、WiFi、IEEE802.15.4、Bluetooth、Zigbee（登録商標）、Z-Waveなどが好適に用いられる。IoTデバイス9001は、これらの通信手段の複数を切り替えて通信してもよい。

[0150] IoTデバイス9001は、1対1、星状、ツリー状、メッシュ状のネットワークを形成してもよい。IoTデバイス9001は、直接に、またはゲートウェイ9002を通して、外部のクラウド9005に接続してもよい。IoTデバイス9001には、IPv4、IPv6、6LoWPANなどによって、アドレスが付与される。IoTデバイス9001から収集されたデータは、他のIoTデバイス9003、サーバ9004、クラウド9005などに送信される。IoTデバイス9001からデータを送信するタイミングや頻度は好適に調整され、データを圧縮して送信してもよい。このようなデータはそのまま利用してもよく、統計解析、機械学習、データマイニング、クラスタ分析、判別分析、組み合わせ分析、時系列分析など様々な手段で

データをコンピュータ 9008 で分析してもよい。このようなデータを利用することにより、コントロール、警告、監視、可視化、自動化、最適化、など様々なサービスを提供することができる。

[0151] 本開示に係る技術は、家に関するデバイス、サービスにも応用可能である。家における IoT デバイス 9001 には、洗濯機、乾燥機、ドライヤ、電子レンジ、食洗機、冷蔵庫、オーブン、炊飯器、調理器具、ガス器具、火災報知器、サーモスタット、エアコン、テレビ、レコーダ、オーディオ、照明機器、温水器、給湯器、掃除機、扇風機、空気清浄器、セキュリティカメラ、錠、扉・シャッター開閉装置、スプリンクラー、トイレ、温度計、体重計、血圧計などが含まれる。さらに IoT デバイス 9001 には、太陽電池、燃料電池、蓄電池、ガスメータ、電力メータ、分電盤を含んでもよい。

[0152] 家における IoT デバイス 9001 の通信方式は、低消費電力タイプの通信方式が望ましい。また、IoT デバイス 9001 は屋内では Wi-Fi、屋外では 3G/LTE により通信するようにしてもよい。クラウド 9005 上に IoT デバイス制御用の外部サーバ 9006 を設置し、IoT デバイス 9001 を制御してもよい。IoT デバイス 9001 は、家庭機器の状況、温度、湿度、電力使用量、家屋内外の人・動物の存否などのデータを送信する。家庭機器から送信されたデータは、クラウド 9005 を通じて、外部サーバ 9006 に蓄積される。このようなデータに基づき、新たなサービスが提供される。このような IoT デバイス 9001 は、音声認識技術を利用することにより、音声によりコントロールすることができる。

[0153] また各種家庭機器からテレビに情報を直接送付することにより、各種家庭機器の状態を可視化することができる。さらには、各種センサーが居住者の有無を判断し、データを空調機、照明などに送付することで、それらの電源をオン・オフすることができる。さらには、各種家庭機器に供えられたディスプレイにインターネットを通じて広告を表示することができる。

[0154] 以上、本開示に係る技術が適用され得る IoT システム 9000 の一例について説明した。本開示に係る技術は、以上説明した構成のうち、IoT デ

バイス 9001 内の測距センサーに好適に適用され得る。測距センサーに本開示に係る技術を適用することにより、IoT デバイス 9001 の消費電力を低減することができる。

[0155] <<5. 応用例 2>>

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。

[0156] 図 27 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 27 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。

[0157] 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 27 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 7 6 2 0、専用通信 I / F 7 6 3 0、測位部 7 6 4 0、ビーコン受信部 7 6 5 0、車内機器 I / F 7 6 6 0、音声画像出力部 7 6 7 0、車載ネットワーク I / F 7 6 8 0 及び記憶部 7 6 9 0 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。

[0158] 駆動系制御ユニット 7 1 0 0 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 7 1 0 0 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 7 1 0 0 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。

[0159] 駆動系制御ユニット 7 1 0 0 には、車両状態検出部 7 1 1 0 が接続される。車両状態検出部 7 1 1 0 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 7 1 0 0 は、車両状態検出部 7 1 1 0 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。

[0160] ボディ系制御ユニット 7 2 0 0 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 7 2 0 0 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 7 2 0 0 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 7 2 0

0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。

[0161] 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。

[0162] 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。

[0163] 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。

[0164] ここで、図28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。

[0165] なお、図 28 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。

[0166] 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。

[0167] 図 27 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LIDAR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。

[0168] 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。

[0169] 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。

[0170] 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。

[0171] 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。

[0172] 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 (Global System of Mobile communications)、WiMAX、

L T E (Long Term Evolution) 若しくは L T E - A (LTE-Advanced) などのセルラー通信プロトコル、又は無線 L A N (W i - F i (登録商標)ともいう)、B l u e t o o t h (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 7 6 2 0 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 7 6 2 0 は、例えば P 2 P (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 M T C (Machine Type Communication) 端末）と接続してもよい。

[0173] 専用通信 I / F 7 6 3 0 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 7 6 3 0 は、例えば、下位レイヤの I E E E 8 0 2 . 1 1 p と上位レイヤの I E E E 1 6 0 9 との組合せである W A V E (Wireless Access in Vehicle Environment)、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。

[0174] 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。

[0175] 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 7650 の機能は、上述した専用通信 1/F7630 に含まれてもよい。

[0176] 車内機器 1/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 1/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 1/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（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装置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。

[0177] 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。

[0178] 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 7 1 0 0 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 7 6 1 0 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 7 6 1 0 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。

[0179] マイクロコンピュータ 7 6 1 0 は、汎用通信 I / F 7 6 2 0、専用通信 I / F 7 6 3 0、測位部 7 6 4 0、ビーコン受信部 7 6 5 0、車内機器 I / F 7 6 6 0 及び車載ネットワーク I / F 7 6 8 0 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 7 6 1 0 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。

[0180] 音声画像出力部 7 6 7 0 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 2 7 の例では、出力装置として、オーディオスピーカ 7 7 1 0、表示部 7 7 2 0 及びインストルメントパネル 7 7 3 0 が例示されている。表示部 7 7 2 0 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 7 7 2 0 は、A R (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。

[0181] なお、図 27 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。

[0182] なお、図 2 を用いて説明した本実施形態に係る測距モジュール 210 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。

[0183] 以上説明した車両制御システム 7000 において、図 2 を用いて説明した本実施形態に係る測距モジュール 210 は、図 27 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、測距モジュール 210 は、統合制御ユニット 7600 の車外情報検出ユニット 7400 に相当す

る。例えば、一对の外部光源を他車両のテールランプとし、車外情報検出ユニット 7400（測距モジュール 200）が、それらのテールランプまでの距離を車間距離として測定することができる。

[0184] なお、上述の実施の形態は本技術を具現化するための一例を示したものであり、実施の形態における事項と、特許請求の範囲における発明特定事項とはそれぞれ対応関係を有する。同様に、特許請求の範囲における発明特定事項と、これと同一名称を付した本技術の実施の形態における事項とはそれぞれ対応関係を有する。ただし、本技術は実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において実施の形態に種々の変形を施すことにより具現化することができる。

[0185] また、上述の実施の形態において説明した処理手順は、これら一連の手順を有する方法として捉えてもよく、また、これら一連の手順をコンピュータに実行させるためのプログラム乃至そのプログラムを記憶する記録媒体として捉えてもよい。この記録媒体として、例えば、CD（Compact Disc）、MD（MiniDisc）、DVD（Digital Versatile Disc）、メモリカード、ブルーレイディスク（Blu-ray（登録商標）Disc）等を用いることができる。

[0186] なお、本明細書に記載された効果はあくまで例示であって、限定されるものではなく、また、他の効果があってもよい。

[0187] なお、本技術は以下のような構成もとることができる。

（１）一对の外部光源のそれぞれからの光の位相差を検出する位相差検出部と、

前記一对の外部光源の一方までの距離と前記一对の外部光源の間隔とのいずれかを既知データとして取得して前記既知データおよび前記位相差に基づいて前記一对の外部光源の他方までの距離を測定する測距部とを具備する測距装置。

（２）前記一对の外部光源は、いずれも照射光を発する照射光源であり、前記測距部は、前記一对の外部光源の間隔を前記既知データとして取得する

前記（１）記載の測距装置。

（３）照射光を発する一对の発光部をさらに具備する

前記（２）記載の測距装置。

（４）前記一对の外部光源は、線光源上の所定の位置に配置される

前記（２）または（３）に記載の測距装置。

（５）前記一对の外部光源の前記一方は照射光を発する照射光源であり、前記他方は前記照射光を反射する反射光源であり、

前記測距部は、前記一对の外部光源の前記一方までの距離を前記既知データとして取得する

前記（１）記載の測距装置。

（６）前記照射光源は、交互に点灯する一对の照射光源を含み、

前記測距部は、前記一对の照射光源の間の間隔に基づいて前記一对の照射光源の一方までの距離を取得する

前記（５）記載の測距装置。

（７）前記測距部は、三次元座標が既知の複数の空間点のそれぞれを所定の撮像平面に投影した投影点の平面座標を取得して当該平面座標から前記既知データを取得する

前記（５）記載の測距装置。

（８）前記測距部は、一对の外部光源のそれぞれまでの方向を示す単位ベクトルを検出し、当該単位ベクトルと前記既知データと前記位相差に基づいて前記他方までの距離を測定する

前記（１）から（７）のいずれかに記載の測距装置。

（９）前記位相差検出部および前記測距部は、車両に搭載され、

前記一对の外部光源は、前記車両とは異なる他車両のテールランプであり、

前記測距部は、前記車両と前記他車両との車間距離を測定する

前記（１）から（８）のいずれかに記載の測距装置。

（１０）一对の外部光源のそれぞれからの光の位相差を検出する位相差検出

部と、

前記一对の外部光源の一方までの距離と前記一对の外部光源の間隔とのいずれかを既知データとして取得して前記既知データおよび前記位相差に基づいて前記一对の外部光源の他方までの距離を測定する測距部と、

前記測定された距離に基づいて所定の情報を表示部に表示させる制御部とを具備する電子装置。

(11) 一对の外部光源のそれぞれからの光の位相差を検出する位相差検出手順と、

前記一对の外部光源の一方までの距離と前記一对の外部光源の間隔とのいずれかを既知データとして取得して前記既知データおよび前記位相差に基づいて前記一对の外部光源の他方までの距離を測定する測距手順と、
を具備する測距装置の制御方法。

符号の説明

- [0188] 110 外部機器
 111、112 照射光源
 120 線光源
 131、132、133、134 天井照明
 200 VR端末
 201 無人航空機
 210 測距モジュール
 220 撮像レンズ
 230 測距演算部
 231 画像保持部
 232 照射光源毎単位ベクトル検出部
 233 光源間隔記憶部
 234 照射光間位相差検出部
 235、242 光源距離測定部
 236 反射光源毎単位ベクトル検出部

2 3 7 照射光・反射光間位相差検出部
2 3 8 デプスマップ生成部
2 4 1 空間座標記憶部
2 5 0 端末制御部
2 5 1 機体制御部
2 6 0 表示部
2 7 1、2 7 2 発光部
3 0 0 固体撮像素子
3 1 0 行走査回路
3 2 0 画素アレイ部
3 3 0 画素回路
3 3 1 受光素子
3 3 2 転送スイッチ
3 3 3、3 3 4 電荷蓄積部
3 3 5、3 3 6 選択スイッチ
3 4 0 タイミング制御部
3 5 0 A D変換部
3 6 0 列走査回路
3 7 0 信号処理部
9 0 0 1 I o Tデバイス

請求の範囲

- [請求項1] 一対の外部光源のそれぞれからの光の位相差を検出する位相差検出部と、
- 前記一対の外部光源の一方までの距離と前記一対の外部光源の間隔とのいずれかを既知データとして取得して前記既知データおよび前記位相差に基づいて前記一対の外部光源の他方までの距離を測定する測距部と
- を具備する測距装置。
- [請求項2] 前記一対の外部光源は、いずれも照射光を発する照射光源であり、
- 前記測距部は、前記一対の外部光源の間隔を前記既知データとして取得する
- 請求項 1 記載の測距装置。
- [請求項3] 照射光を発する一対の発光部をさらに具備する
- 請求項 2 記載の測距装置。
- [請求項4] 前記一対の外部光源は、線光源上の所定の位置に配置される
- 請求項 2 記載の測距装置。
- [請求項5] 前記一対の外部光源の前記一方は照射光を発する照射光源であり、
- 前記他方は前記照射光を反射する反射光源であり、
- 前記測距部は、前記一対の外部光源の前記一方までの距離を前記既知データとして取得する
- 請求項 1 記載の測距装置。
- [請求項6] 前記照射光源は、交互に点灯する一対の照射光源を含み、
- 前記測距部は、前記一対の照射光源の間の間隔に基づいて前記一対の照射光源の一方までの距離を取得する
- 請求項 5 記載の測距装置。
- [請求項7] 前記測距部は、三次元座標が既知の複数の空間点のそれぞれを所定の撮像平面に投影した投影点の平面座標を取得して当該平面座標から前記既知データを取得する

請求項 5 記載の測距装置。

[請求項8] 前記測距部は、一对の外部光源のそれぞれまでの方向を示す単位ベクトルを検出し、当該単位ベクトルと前記既知データと前記位相差に基づいて前記他方までの距離を測定する

請求項 1 記載の測距装置。

[請求項9] 前記位相差検出部および前記測距部は、車両に搭載され、
前記一对の外部光源は、前記車両とは異なる他車両のテールランプであり、

前記測距部は、前記車両と前記他車両との車間距離を測定する

請求項 1 記載の測距装置。

[請求項10] 一对の外部光源のそれぞれからの光の位相差を検出する位相差検出部と、

前記一对の外部光源の一方までの距離と前記一对の外部光源の間隔とのいずれかを既知データとして取得して前記既知データおよび前記位相差に基づいて前記一对の外部光源の他方までの距離を測定する測距部と、

前記測定された距離に基づいて所定の情報を表示部に表示させる制御部と

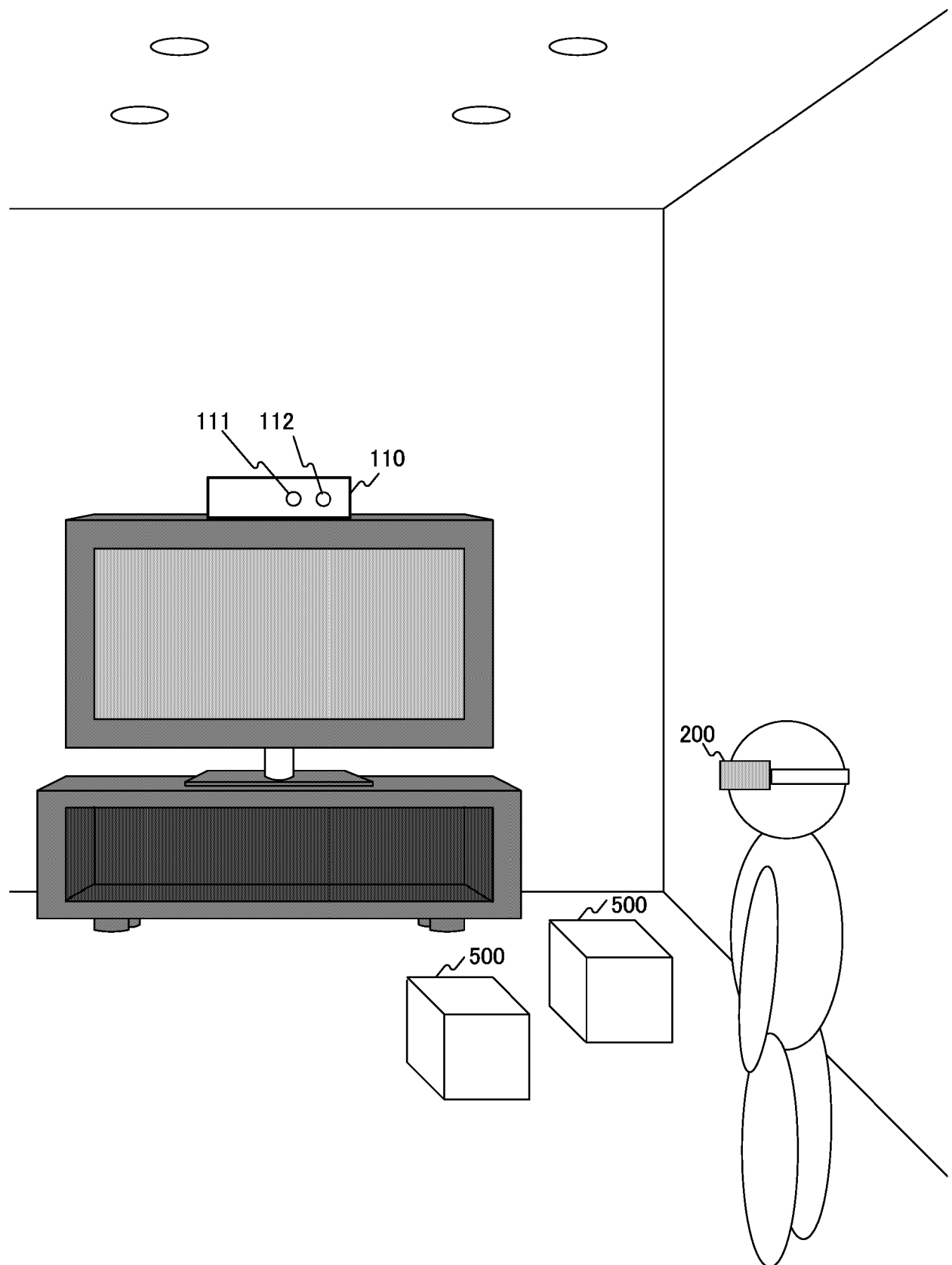
を具備する電子装置。

[請求項11] 一对の外部光源のそれぞれからの光の位相差を検出する位相差検出手順と、

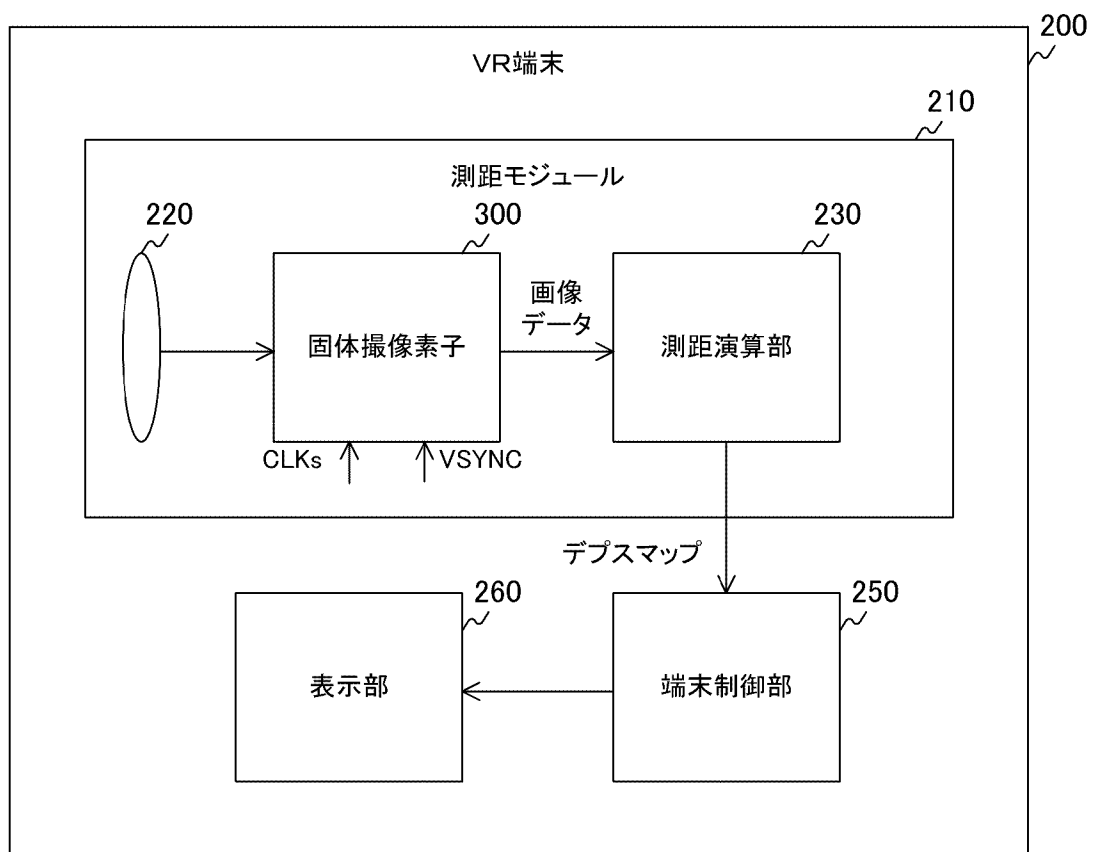
前記一对の外部光源の一方までの距離と前記一对の外部光源の間隔とのいずれかを既知データとして取得して前記既知データおよび前記位相差に基づいて前記一对の外部光源の他方までの距離を測定する測距手順と、

を具備する測距装置の制御方法。

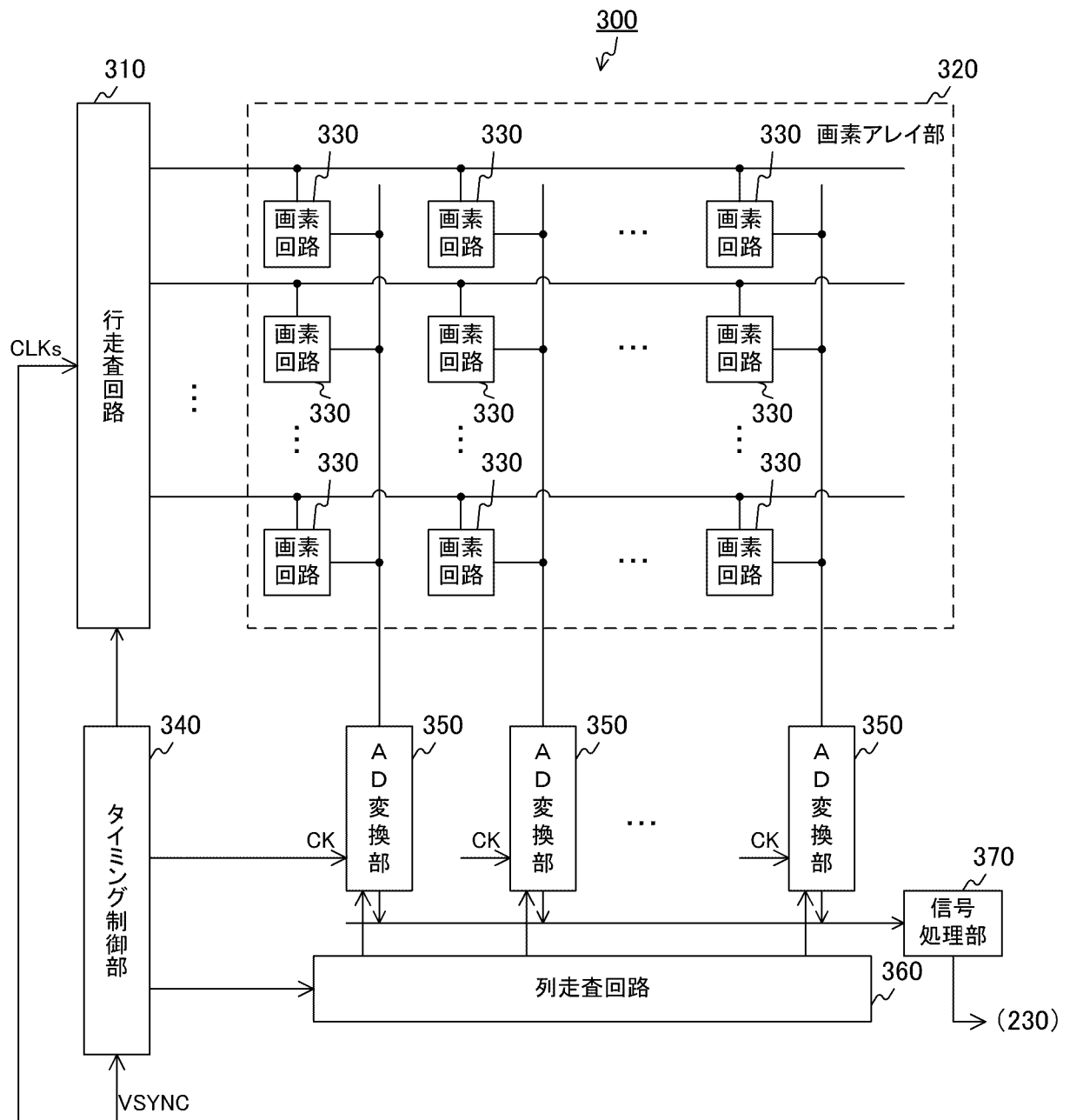
[図1]



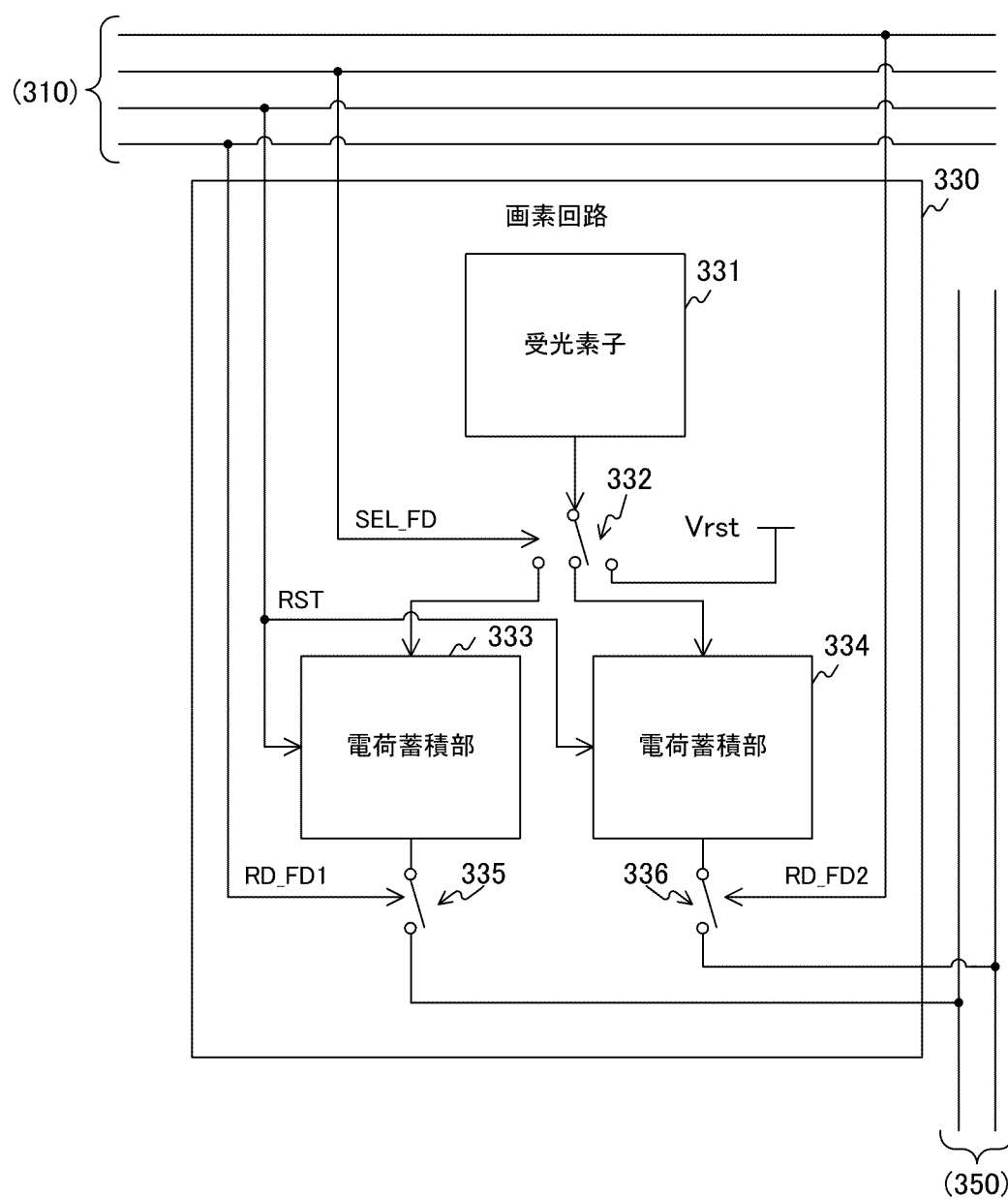
[図2]



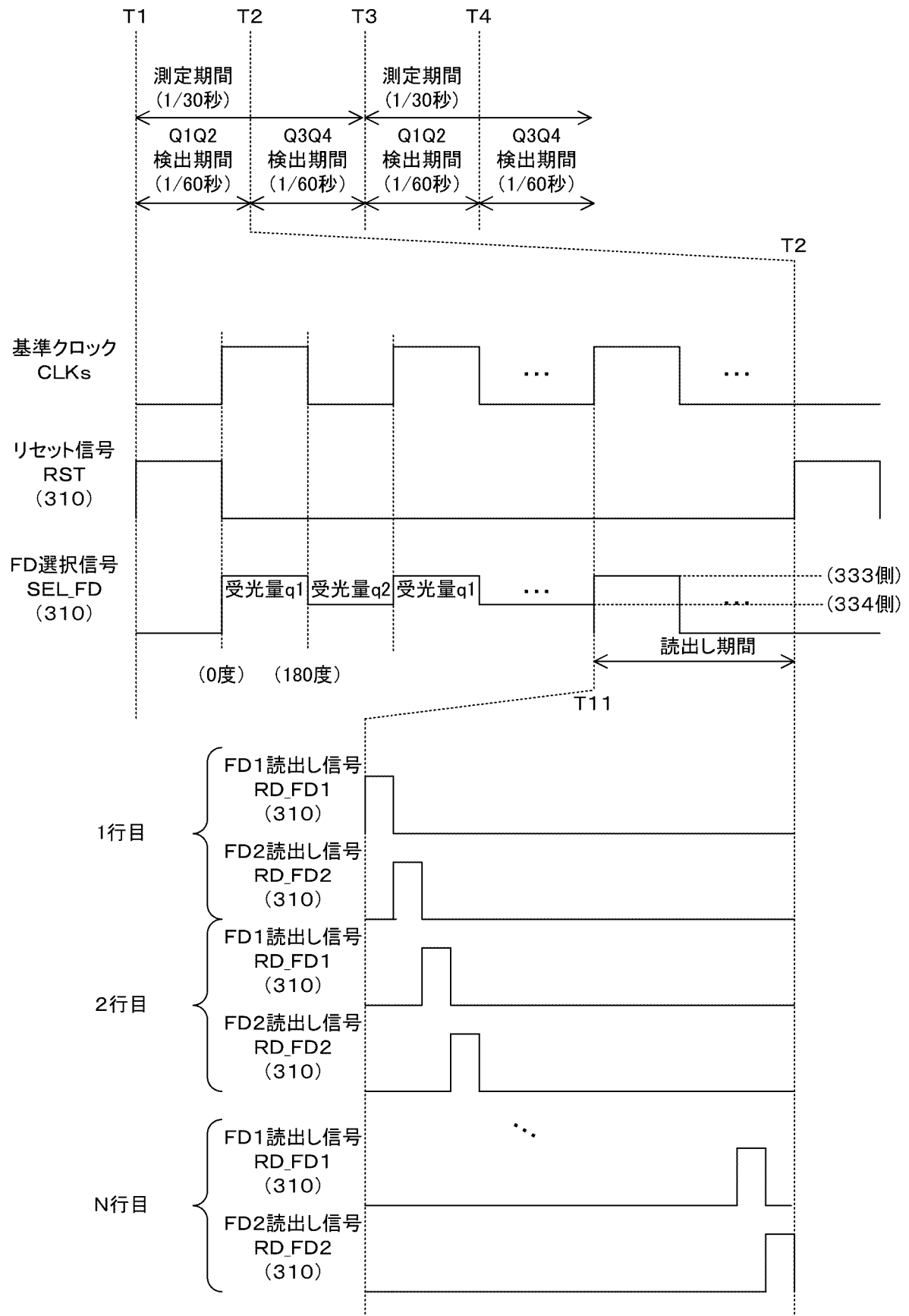
[図3]



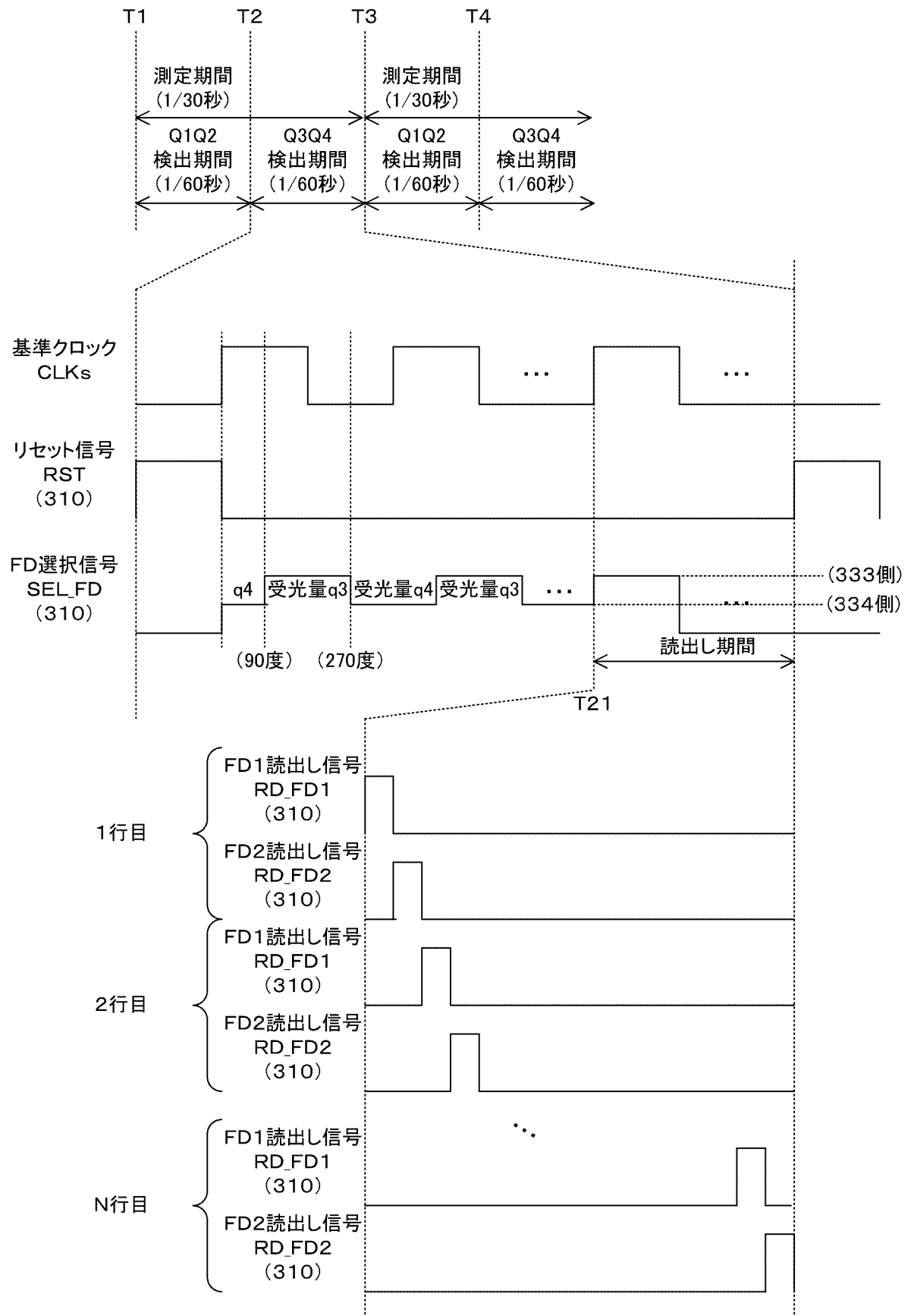
[図4]



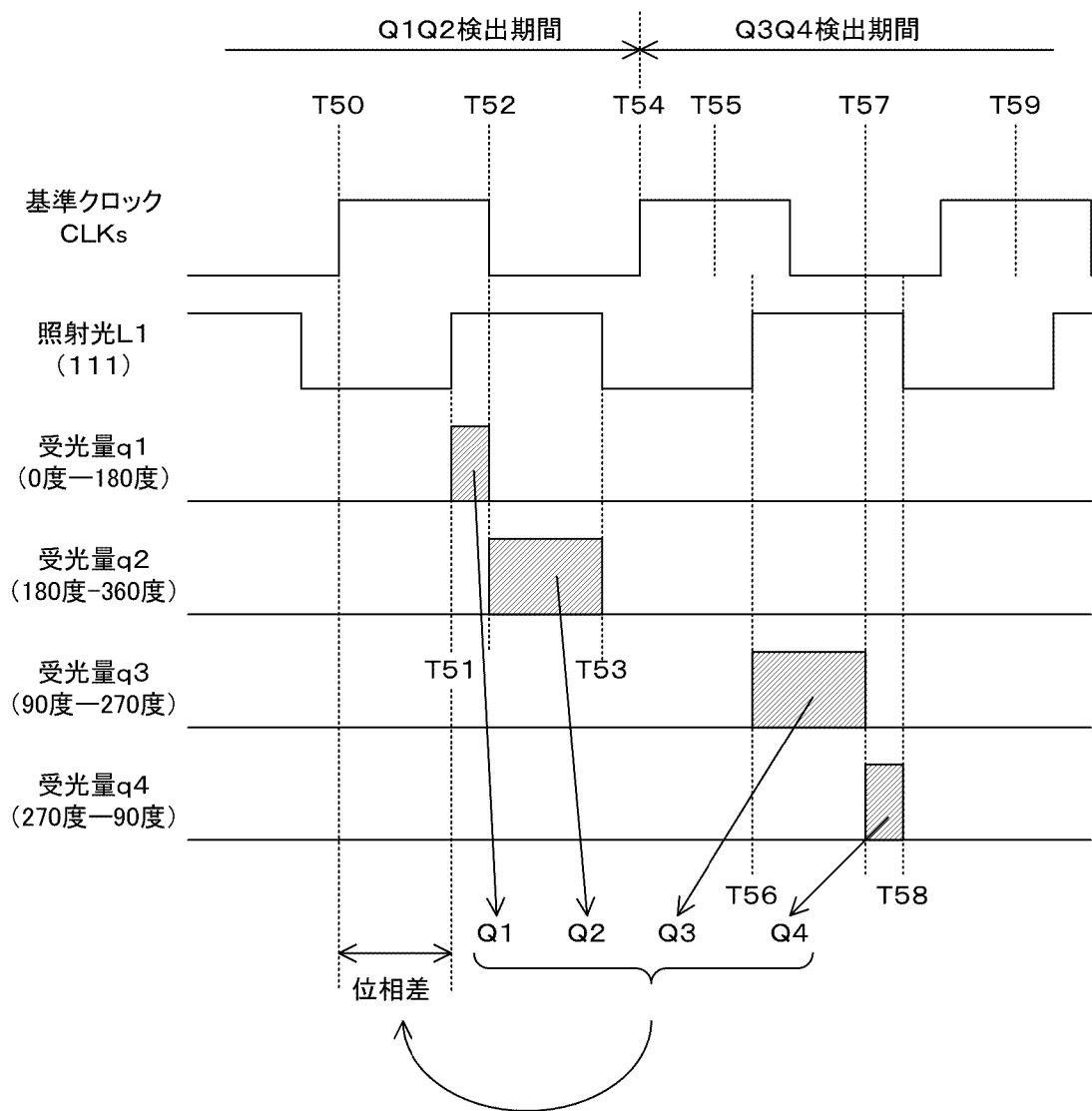
[図5]



[図6]



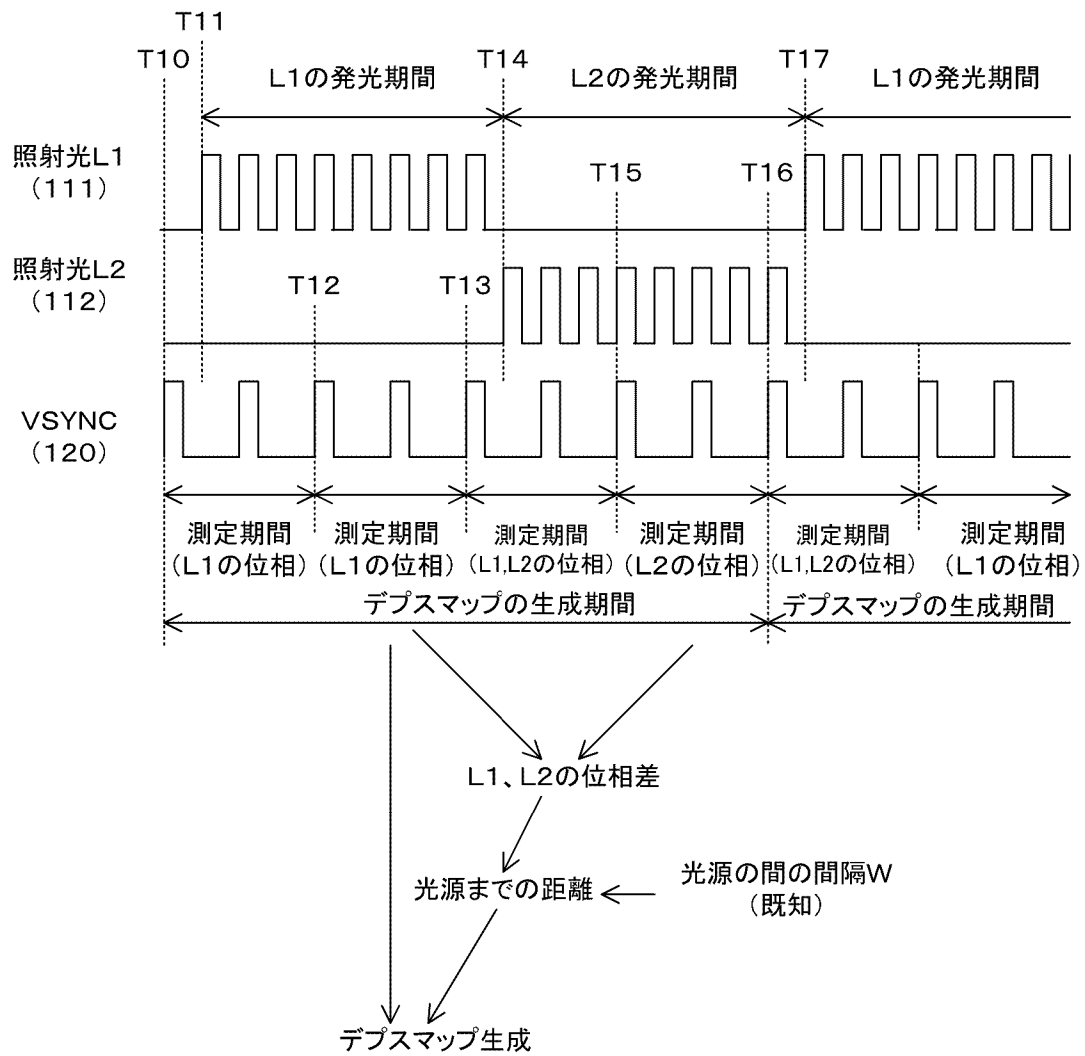
[図7]



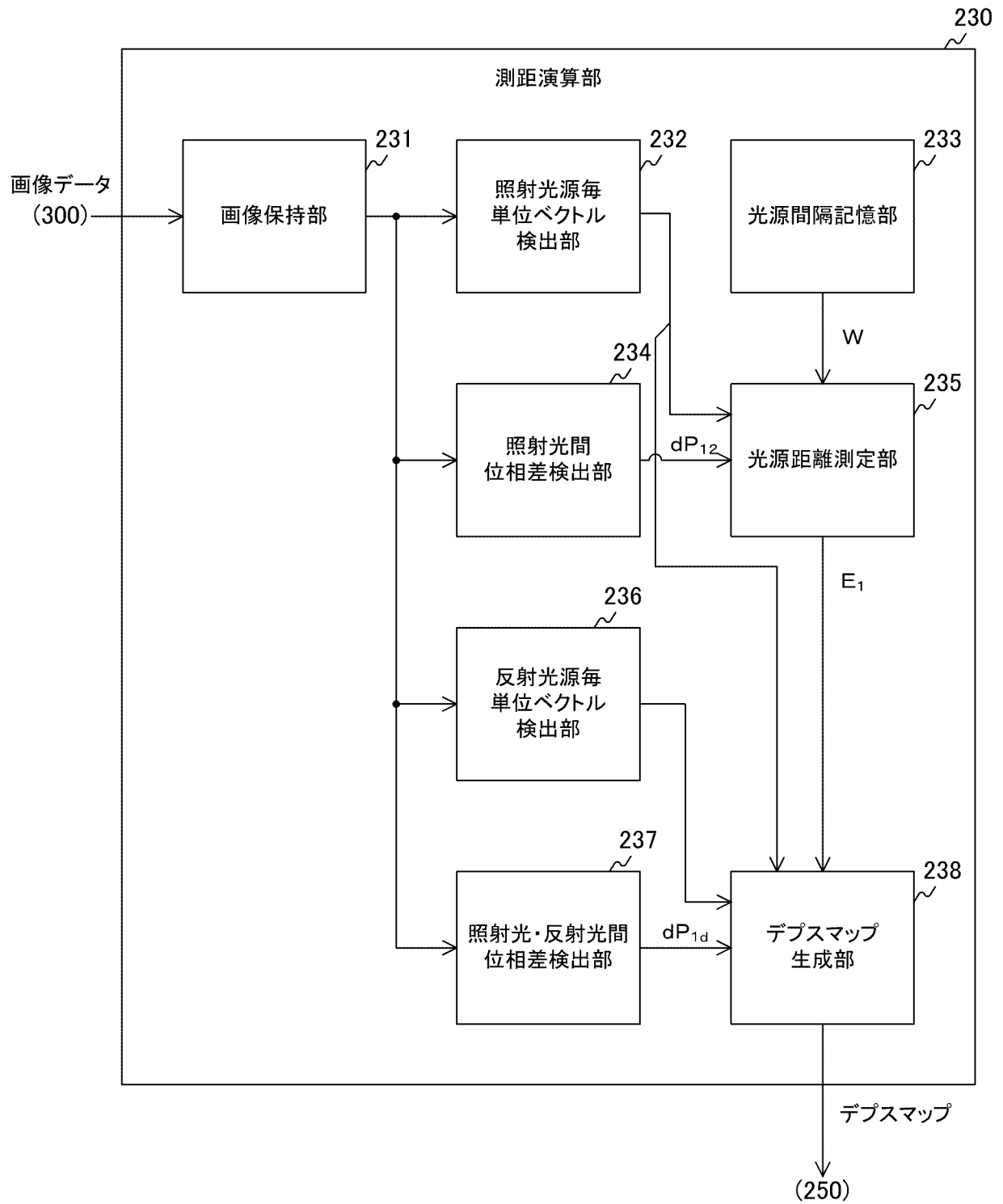
[図8]

画素データ		
(x座標, y座標)	Q1	Q2
(0, 0)	10	20
(0, 1)	10	20
(0, 2)	11	19
	⋮	⋮

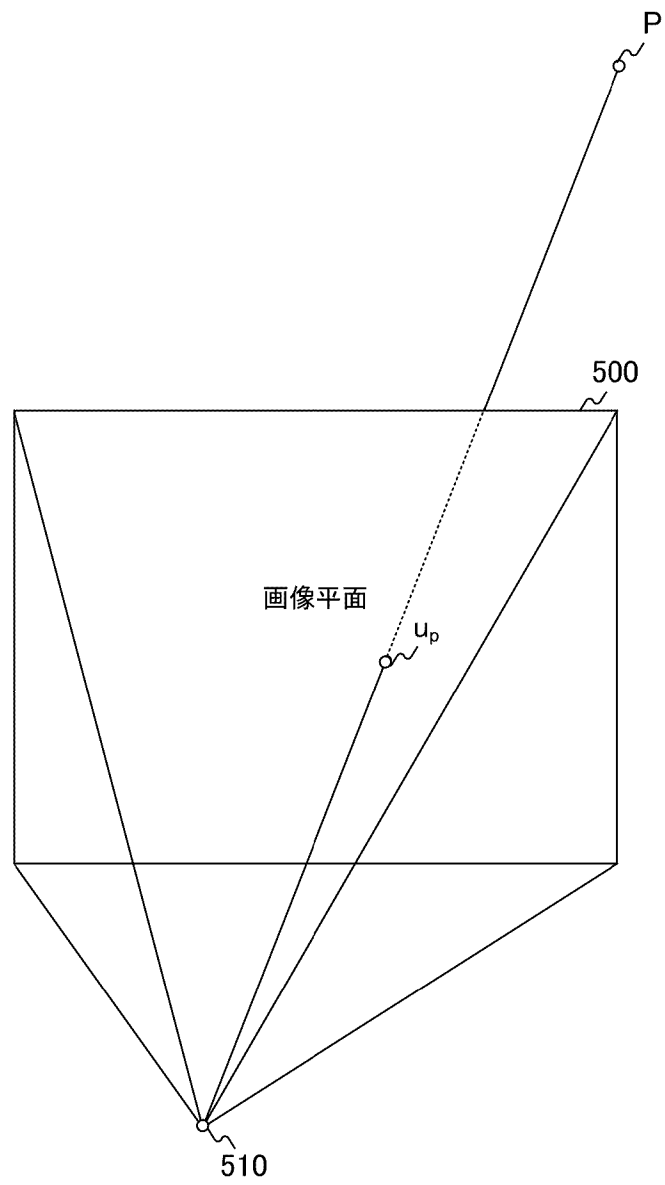
[図9]



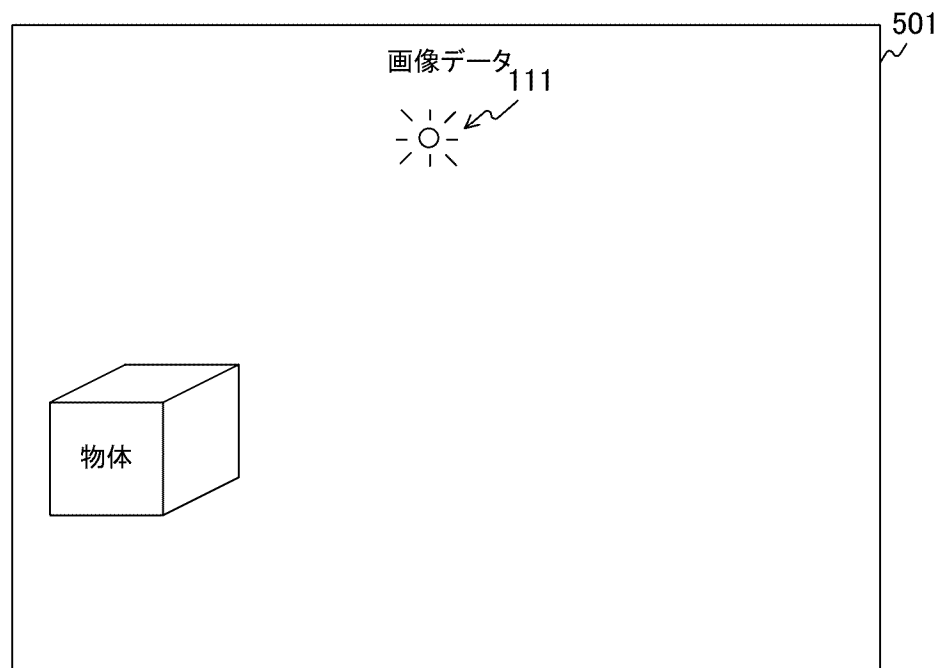
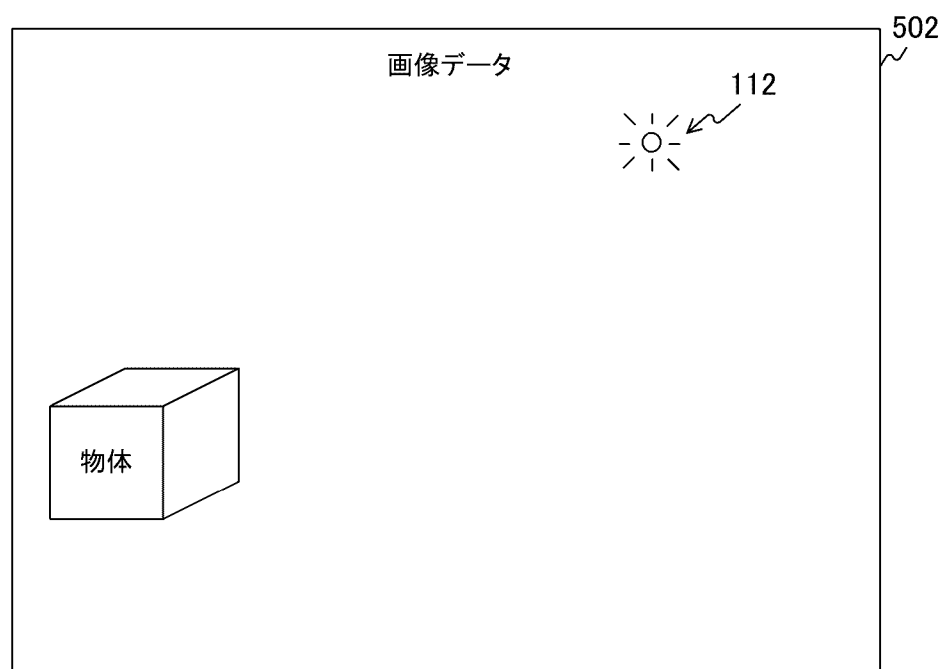
[図10]



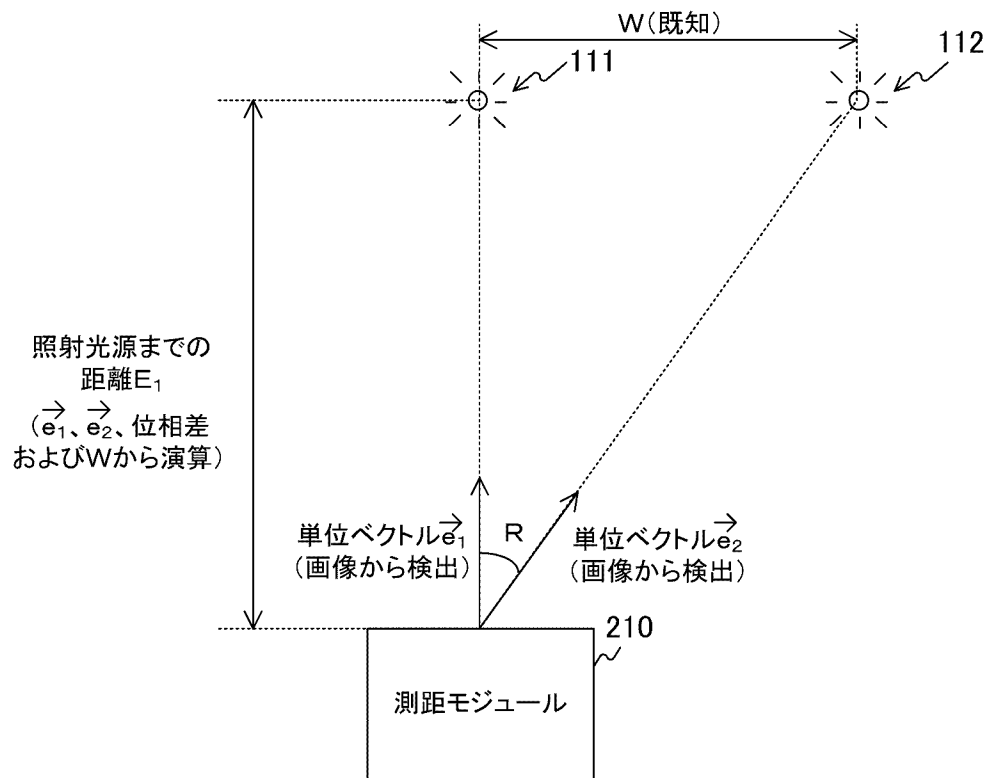
[図11]



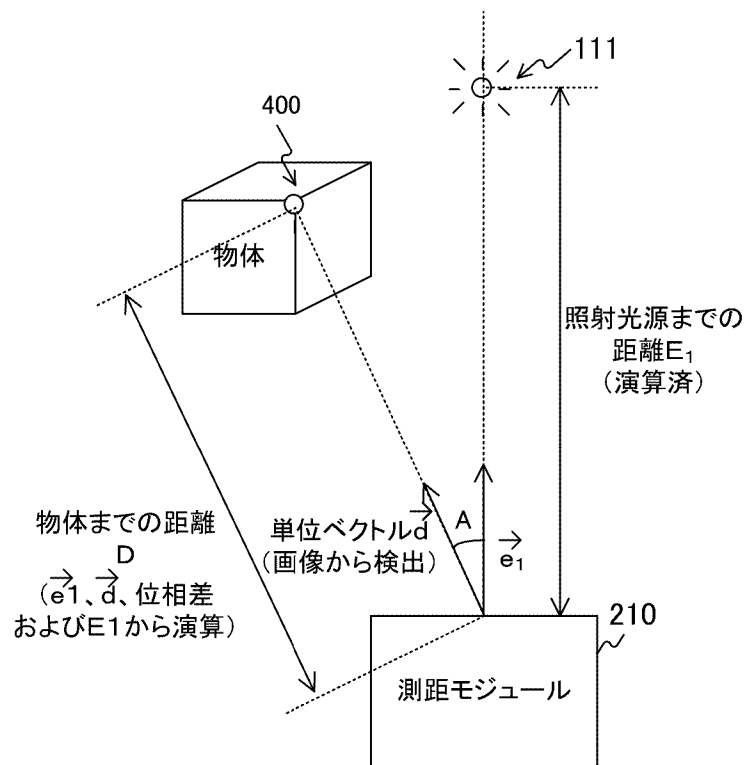
[図12]

ab

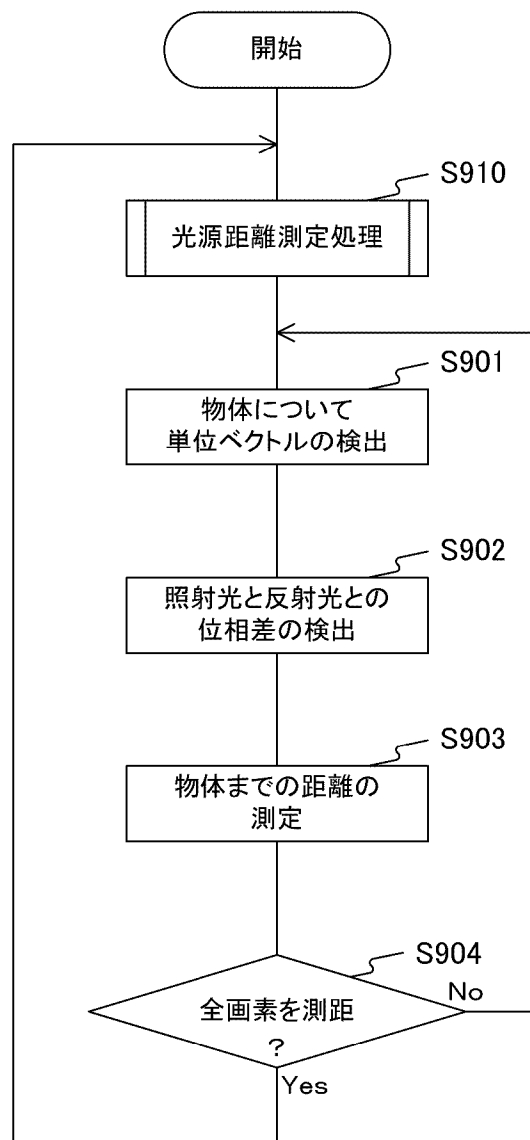
[図13]



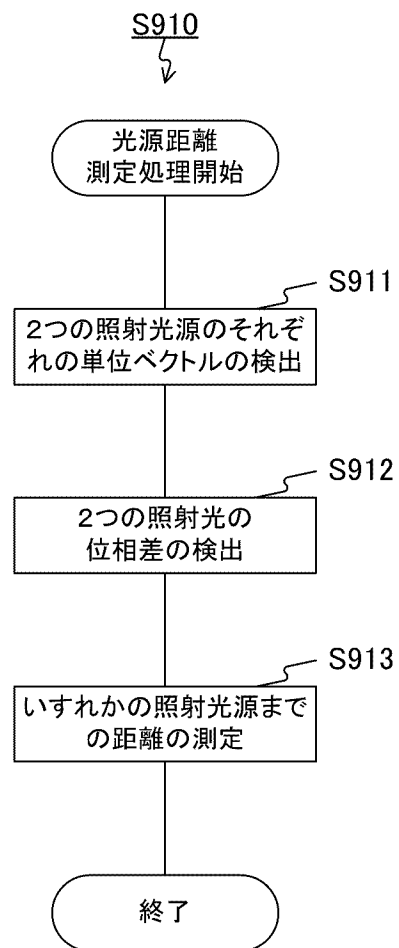
[図14]



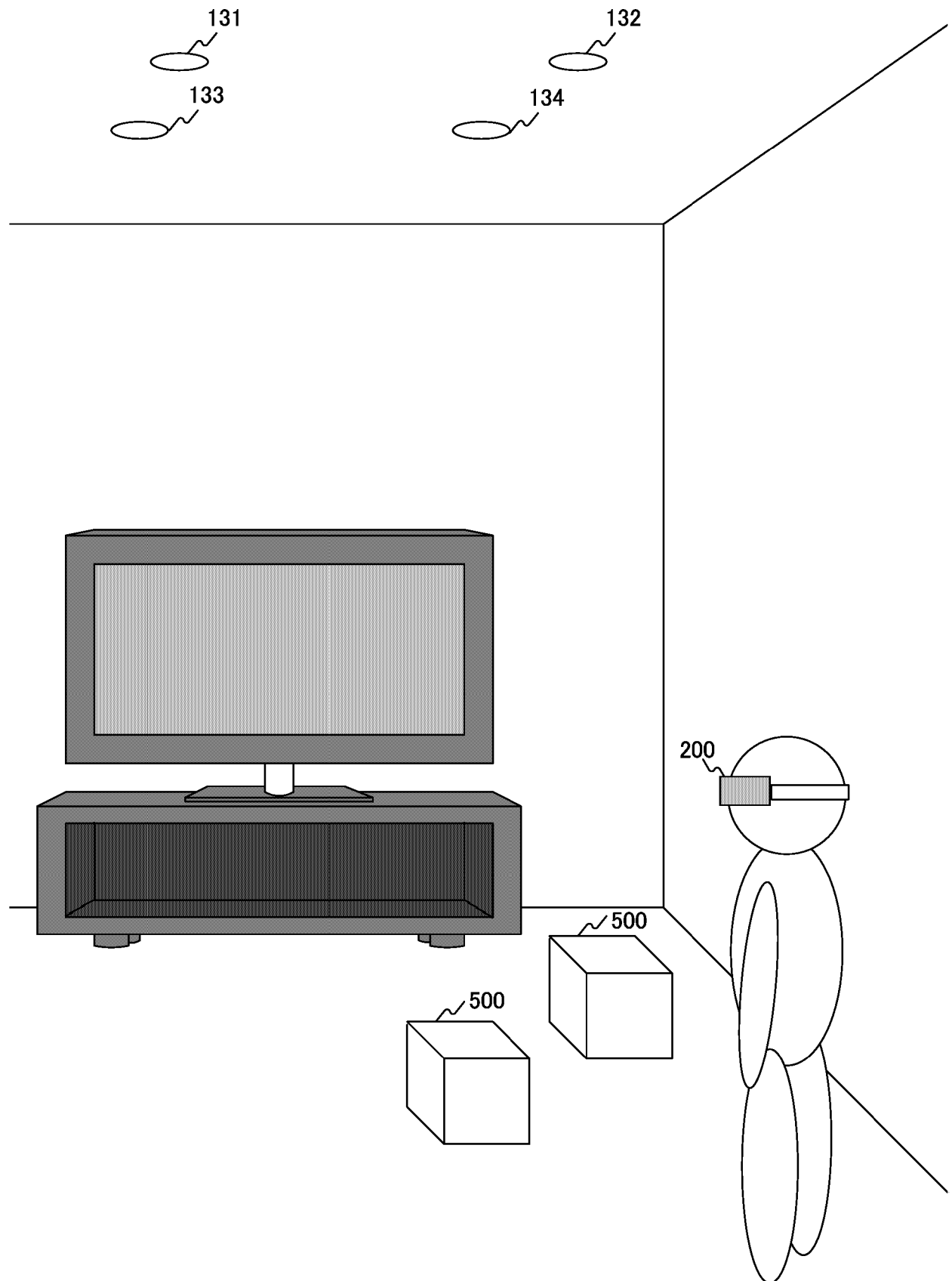
[図15]



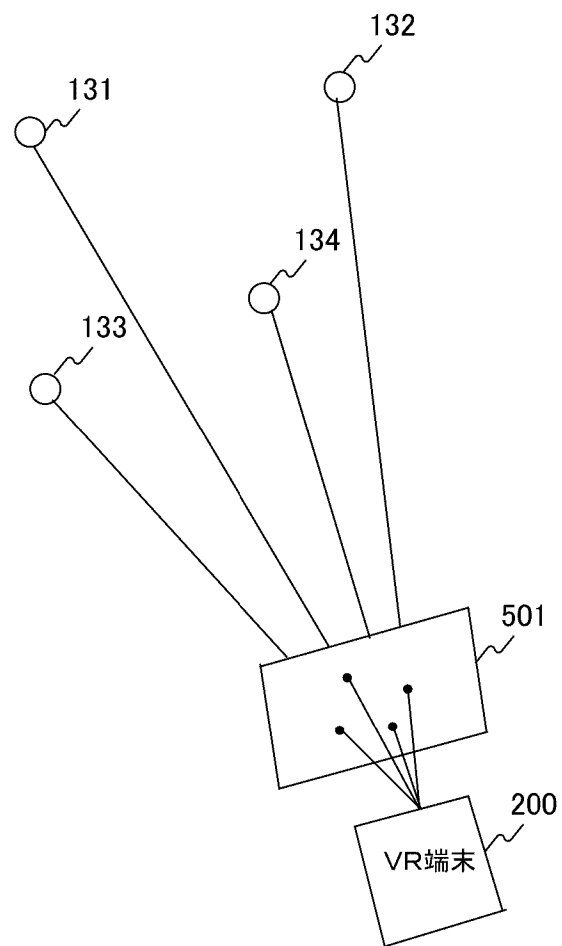
[図16]



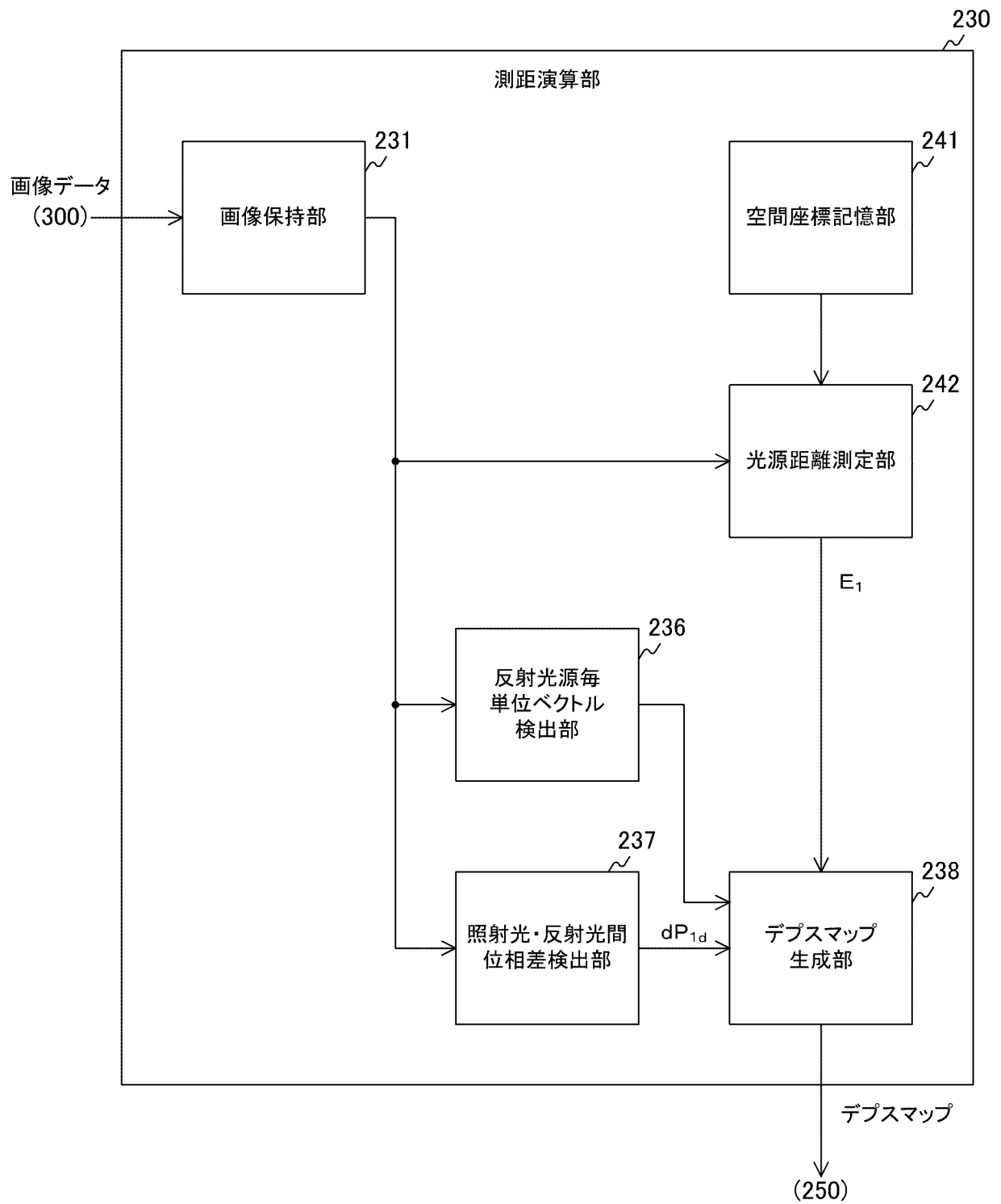
[図17]



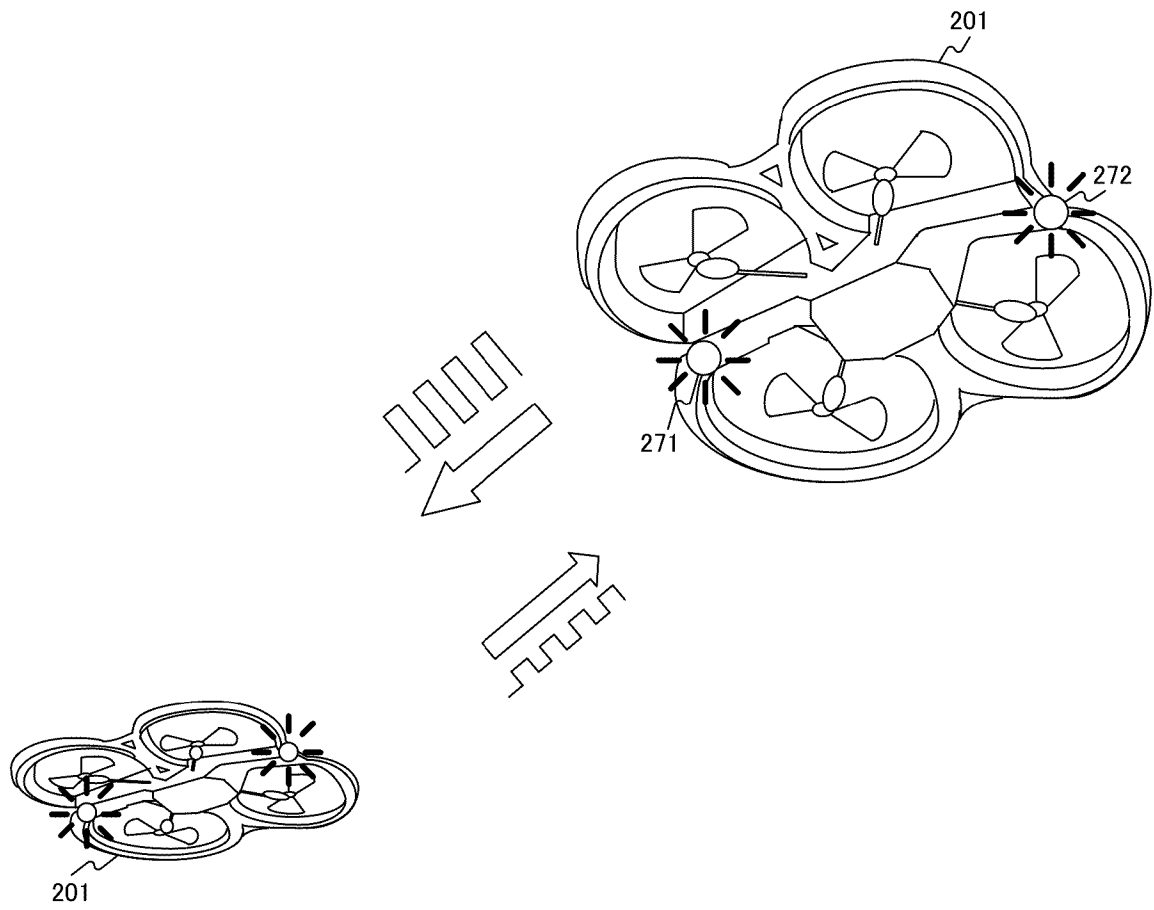
[図18]



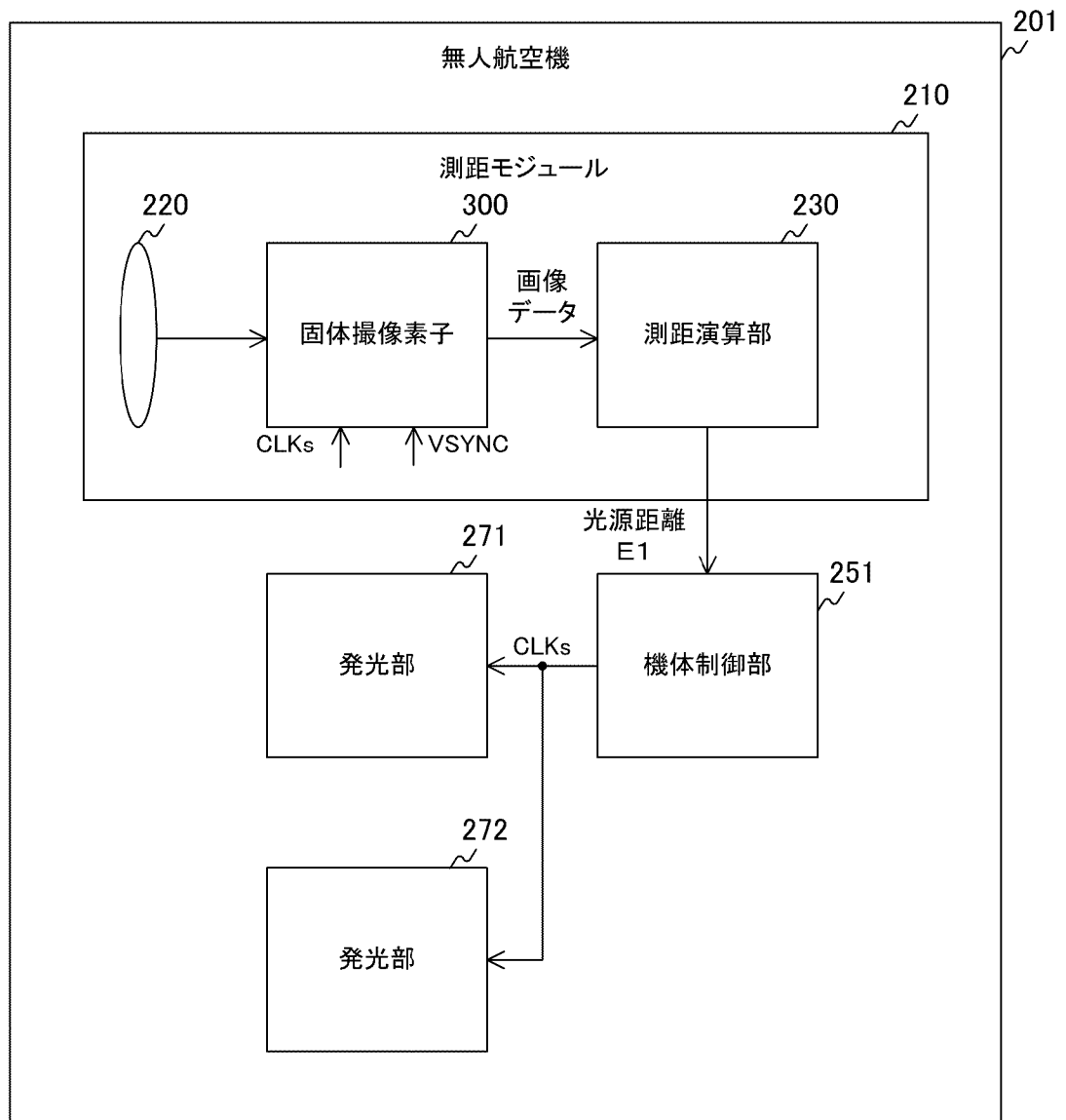
[図19]



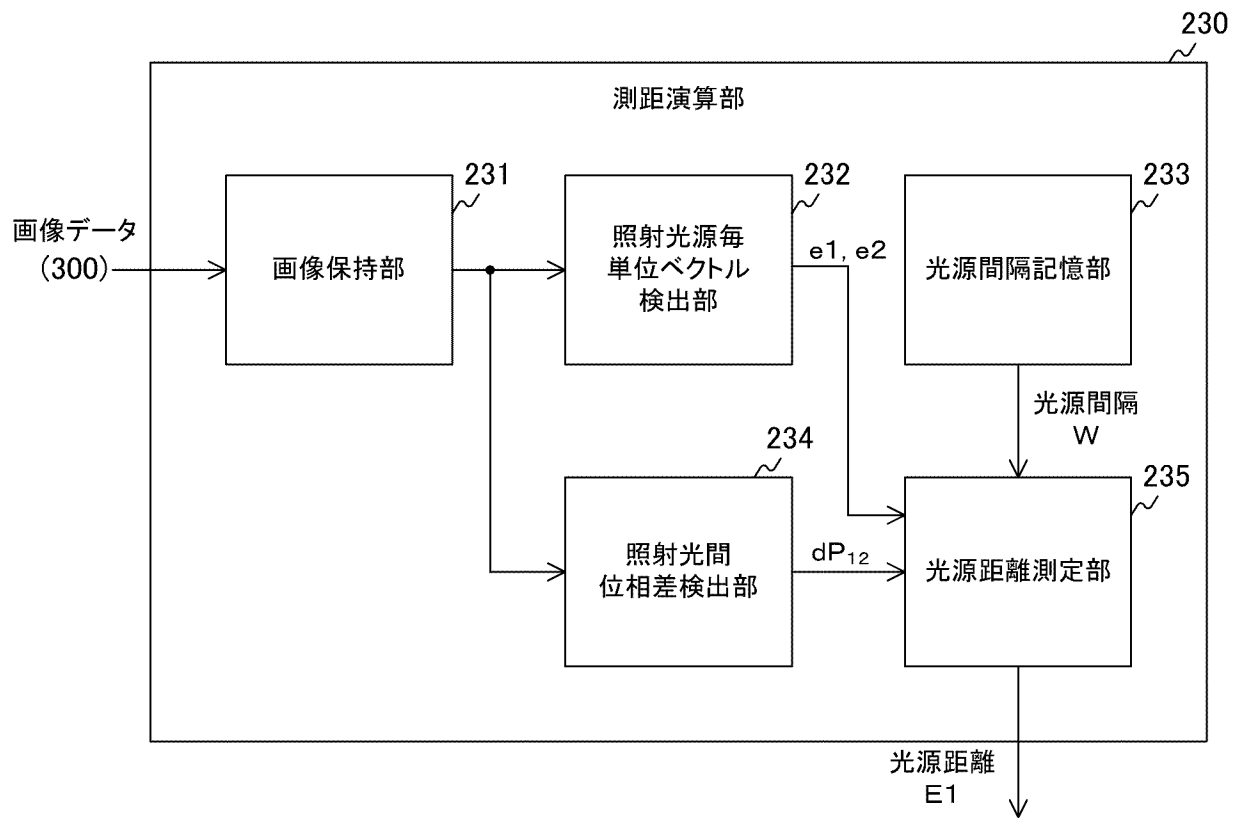
[図20]



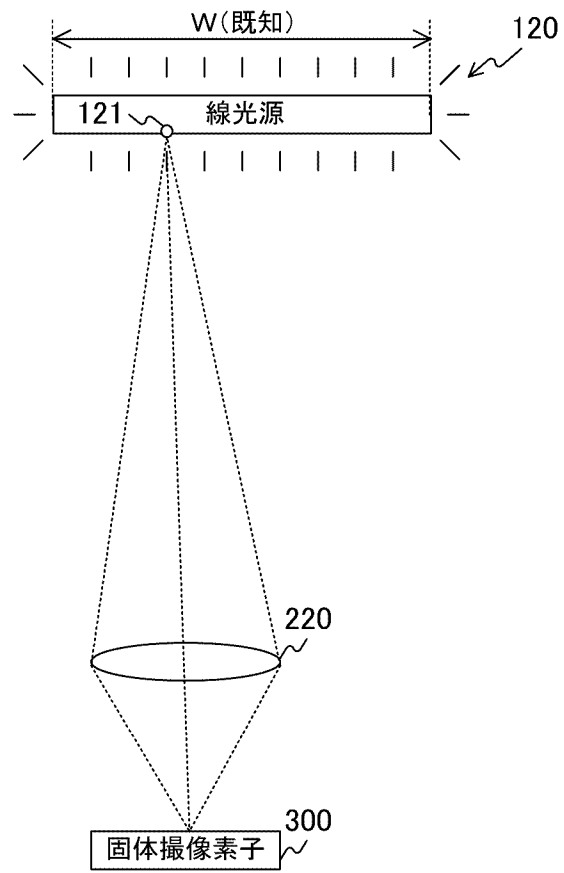
[図21]



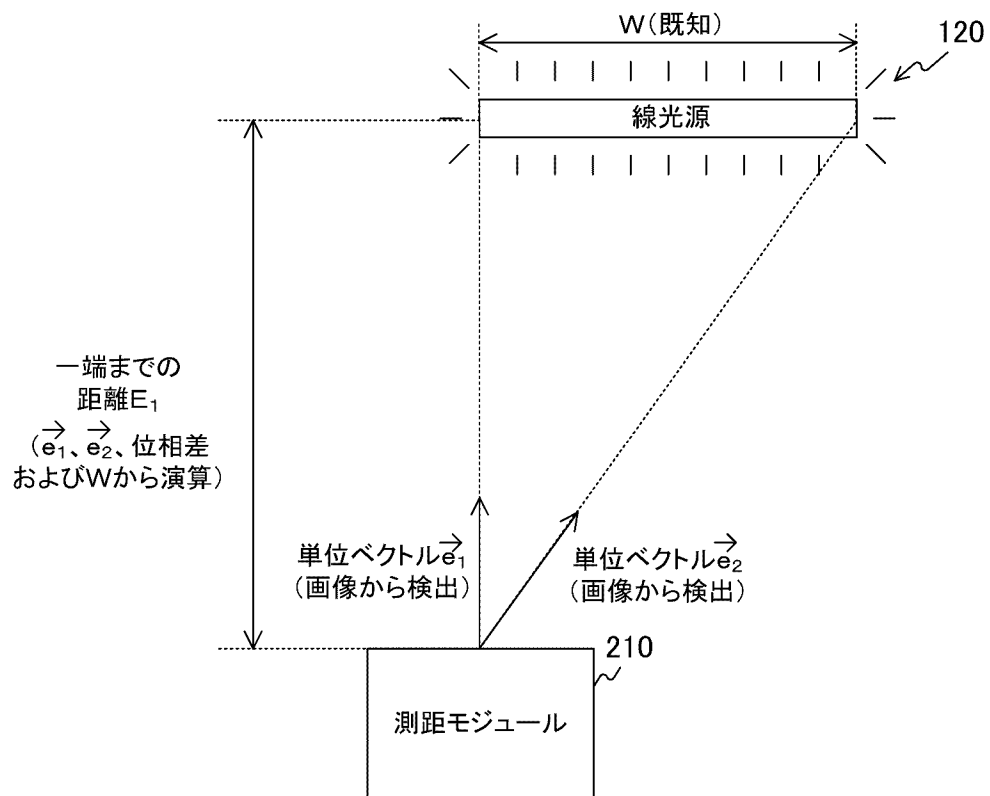
[図22]



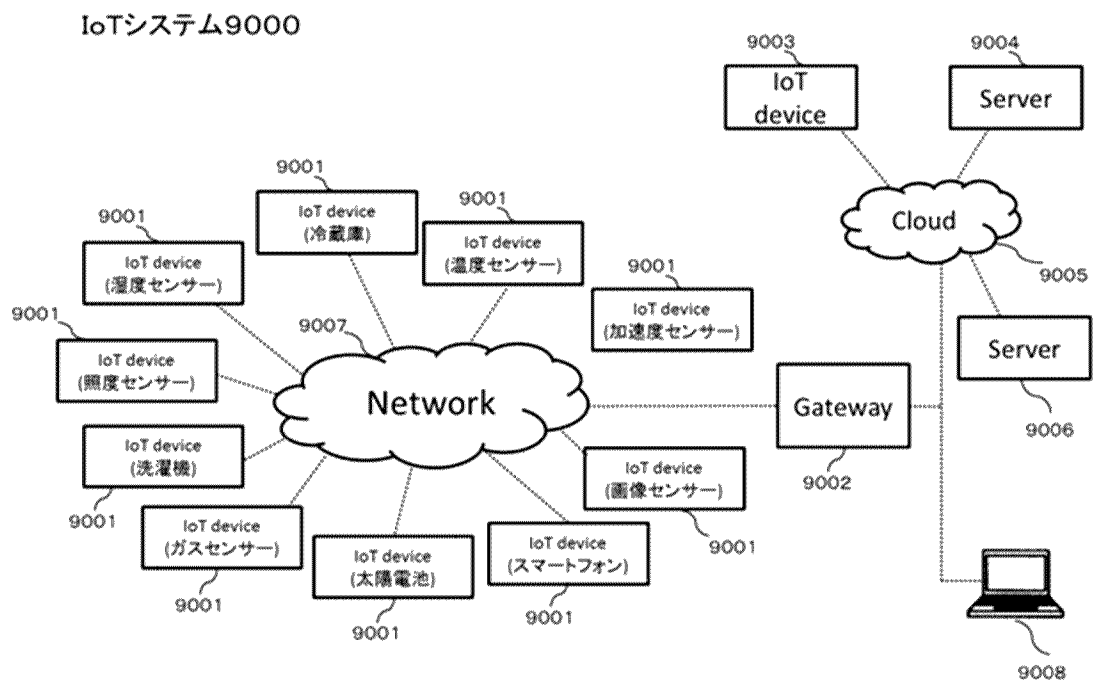
[図23]



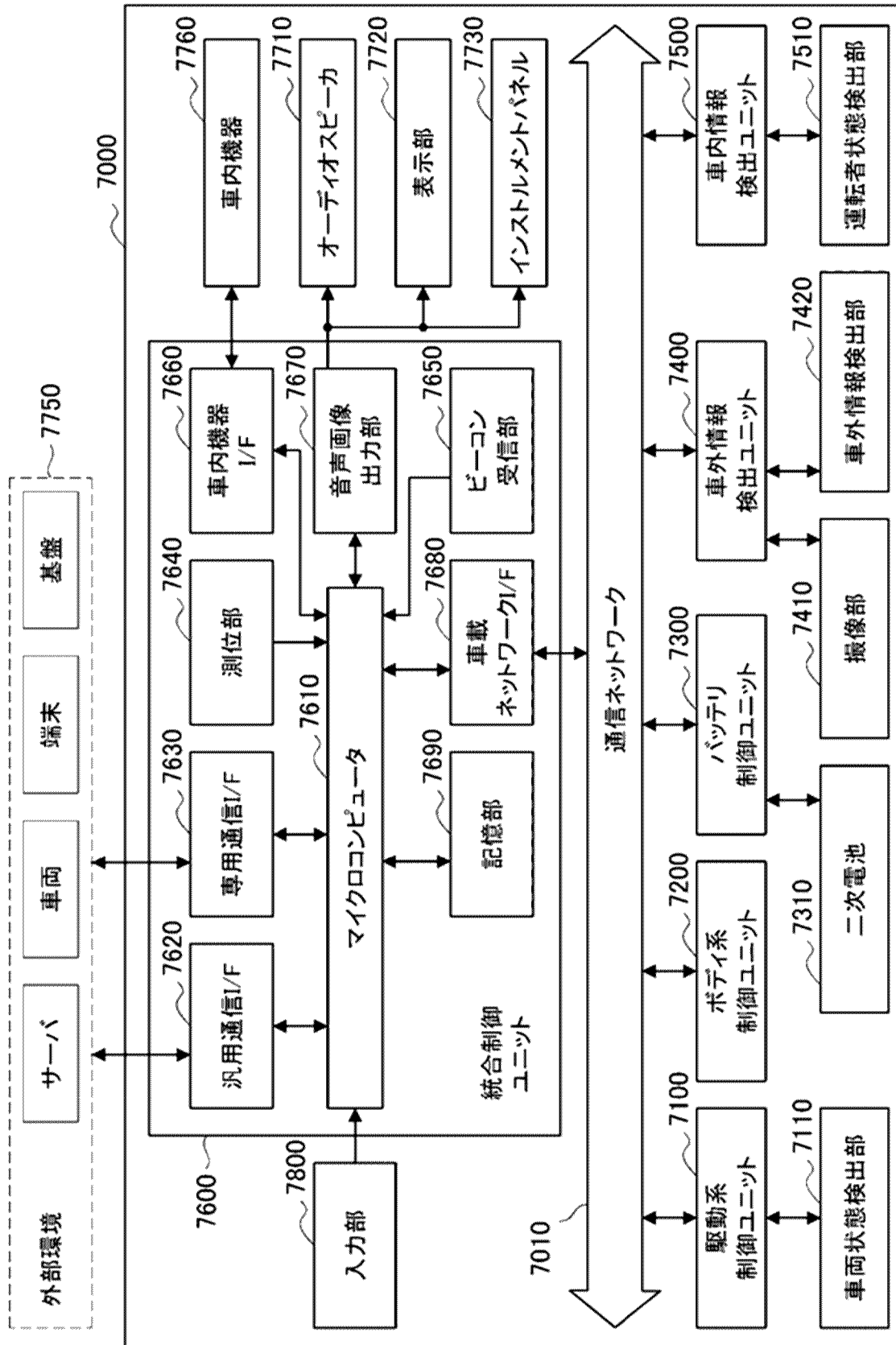
[図24]



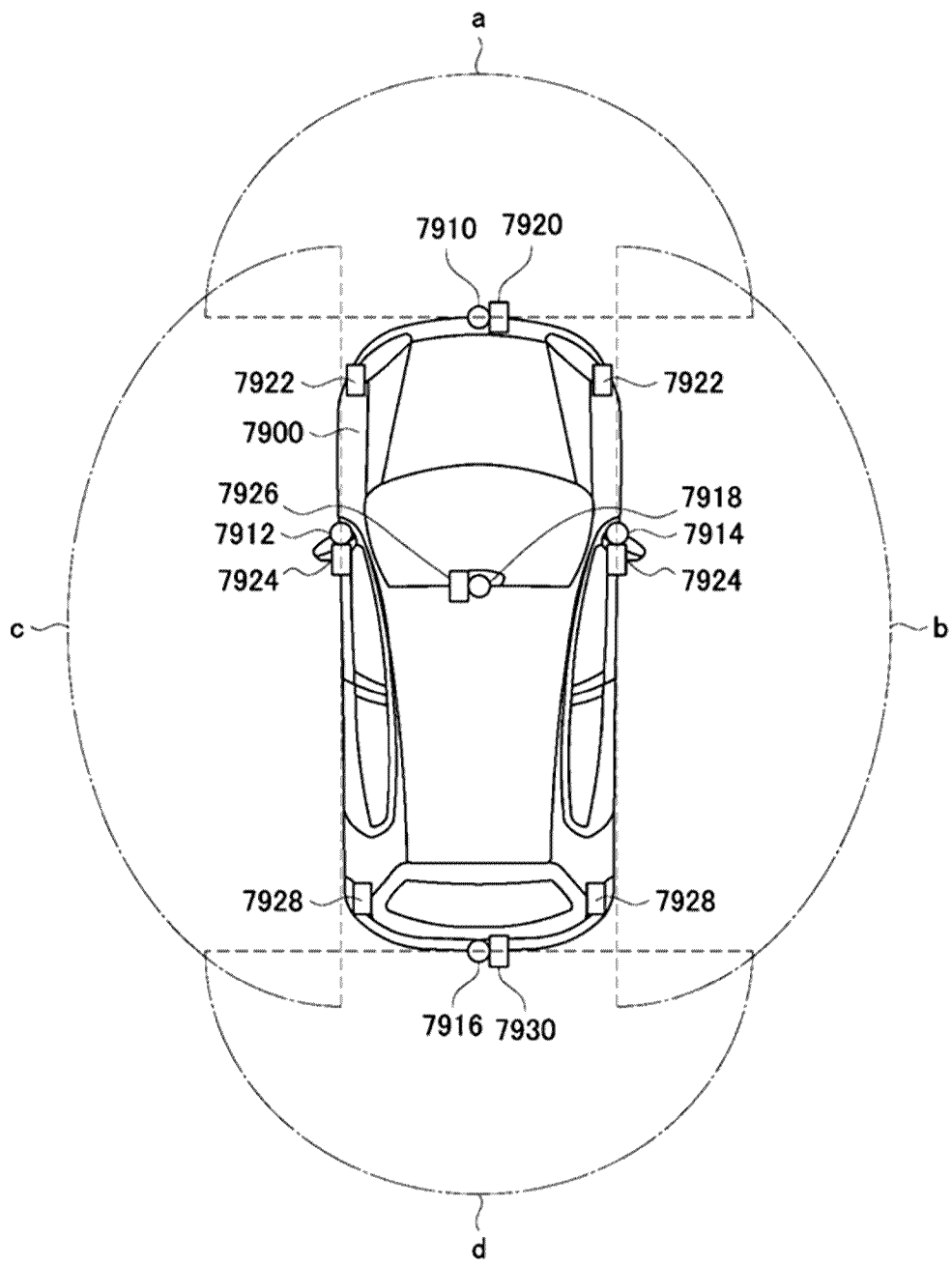
[図26]



[図27]



[図28]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/024749

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S1/70(2006.01)i, G01C3/06(2006.01)i, G01S5/16(2006.01)i, G01S17/36(2006.01)i, G01S17/93(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01S1/70, G01S5/16, G01S7/48-G01S7/51, G01S17/00-G01S17/95, G01C3/00-G01C3/32, B60R21/00, H04N5/335

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-92861 A (Hitachi, Ltd.), 07 April 2005 (07.04.2005), entire text; all drawings & US 2005/0036660 A1	1-11
A	JP 2014-220787 A (Panasonic Intellectual Property Corporation of America), 20 November 2014 (20.11.2014), entire text; all drawings & US 2013/0330088 A1 & EP 2858268 A1 & CN 103650383 A	1-11
A	US 2014/0285818 A1 (LEAP MOTION, INC.), 25 September 2014 (25.09.2014), entire text; all drawings & WO 2014/200589 A2	1-11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
22 September 2017 (22.09.17)

Date of mailing of the international search report
03 October 2017 (03.10.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/024749

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-154626 A (Konami Digital Entertainment Co., Ltd.), 11 August 2011 (11.08.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-11
A	JP 11-143640 A (Seiko Epson Corp.), 28 May 1999 (28.05.1999), entire text; all drawings (Family: none)	1-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01S1/70(2006.01)i, G01C3/06(2006.01)i, G01S5/16(2006.01)i, G01S17/36(2006.01)i, G01S17/93(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01S1/70, G01S5/16, G01S7/48-G01S7/51, G01S17/00-G01S17/95, G01C3/00-G01C3/32, B60R21/00, H04N5/335

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2005-92861 A (株式会社日立製作所) 2005.04.07, 全文, 全図 & US 2005/0036660 A1	1-11
A	JP 2014-220787 A (パナソニック インテレクチュアル プロパティ コーポレーション オブ アメリカ) 2014.11.20, 全文, 全図 & US 2013/0330088 A1 & EP 2858268 A1 & CN 103650383 A	1-11

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

22.09.2017

国際調査報告の発送日

03.10.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

安井 英己

2 S

6 0 0 1

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	US 2014/0285818 A1 (LEAP MOTION, INC.) 2014.09.25, 全文, 全図 & WO 2014/200589 A2	1-11
A	JP 2011-154626 A (株式会社コナミデジタルエンタテインメント) 2011.08.11, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 11-143640 A (セイコーエプソン株式会社) 1999.05.28, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11