

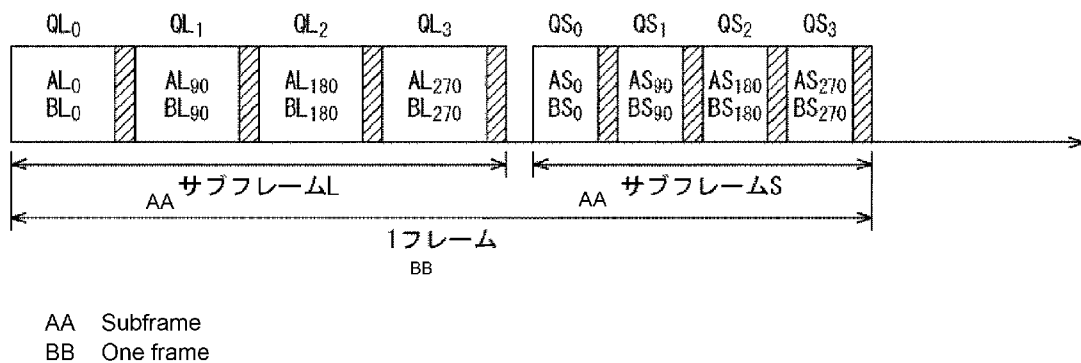


- (51) 国際特許分類:
G01S 17/894 (2020.01) *G01C 3/06* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/005028
- (22) 国際出願日: 2020年2月10日(10.02.2020)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2019-032073 2019年2月25日(25.02.2019) JP
- (71) 出願人: ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社(SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) [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: 小野 博明(ONO Hiroaki); 〒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). 草刈 高(KUSAKARI Takashi); 〒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). 神谷 拓郎(KAMIYA Takuro); 〒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: 西川 孝, 外 (NISHIKAWA Takashi et al.); 〒1700013 東京都豊島区東池袋3丁目9番10号 池袋F Nビル4階 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,

(54) Title: DISTANCE MEASUREMENT DEVICE, DISTANCE MEASUREMENT METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 測距装置、測距方法、並びにプログラム

FIG. 25



(57) Abstract: This invention relates to a distance measurement device, distance measurement method, and program that make it possible to measure distance with an enhanced dynamic range. This invention comprises: a light emission unit for emitting emission light; a light reception unit for receiving reflected light resulting from the reflection of the emission light by an object; a calculation unit for calculating the distance to the object on the basis of the time from the emission of the emission light to the reception of the reflected light; and a control unit for controlling the light emission unit and light reception unit. The control unit controls first imaging in which the light reception unit is exposed for a first exposure time and second imaging in which the light reception unit is exposed for a second exposure time. The calculation unit calculates a distance using a signal obtained through the first imaging and a signal obtained through the second imaging. This invention can be applied to, for example, a distance measurement device for measuring the distance to a prescribed object.

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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,
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, 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))

(57) 要約: 本技術は、ダイナミックレンジを拡大した測距を行えるようにする測距装置、測距方法、並びにプログラムに関する。照射光を発光する発光部と、照射光が対象物において反射した反射光を受光する受光部と、照射光の発光から反射光の受光までの時間に基づいて、対象物までの距離を算出する算出部と、発光部と受光部を制御する制御部とを備え、制御部は、受光部を第1の露光時間で露光させる第1の撮像と、受光部を第2の露光時間で露光させる第2の撮像と、を制御し、算出部は、第1の撮像で得られた信号と第2の撮像で得られた信号を用いて距離を算出する。本技術は、例えば、所定の物体までの距離を測定する測距装置に適用できる。

明 細 書

発明の名称：測距装置、測距方法、並びにプログラム

技術分野

[0001] 本技術は、測距装置、測距方法、並びにプログラムに関し、例えば、測距可能距離が長い測距を行うことができるようにする測距装置、測距方法、並びにプログラムに関する。

背景技術

[0002] 近年、半導体技術の進歩により、物体までの距離を測定する測距装置の小型化が進んでいる。これにより、例えば、通信機能を備えた小型の情報処理装置である、いわゆるスマートフォンなどのモバイル端末に測距装置を搭載することが実現されている。対象物までの距離を測定する測距装置（センサ）としては、例えば、TOF（Time Of Flight）センサがある（例えば、特許文献1を参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2016-090268号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 測距装置の測距方式として、間接TOF方式が知られている。間接TOF方式を用いた測距システムでは、所定のパルス幅で繰り返し発光するLED（Light Emitting Diode）やレーザから照射されたアクティブ光が対象物にあたって反射した光を受光することで発生する電荷量を用いて対象物までの距離が測定される。

[0005] このアクティブ光の周波数により測距できる距離に制限が設けられるため、測距できる距離を延ばすことが望まれている。また、飽和することなく測距できる、換言すればダイナミックレンジを向上させることも望まれている。

[0006] 本技術は、このような状況に鑑みてなされたものであり、測距できる距離を延ばし、ダイナミックレンジを向上させた測距を行えるようにするものである。

課題を解決するための手段

[0007] 本技術の一側面の第1の測距装置は、照射光を発光する発光部と、前記照射光が対象物において反射した反射光を受光する受光部と、前記照射光の発光から前記反射光の受光までの時間に基づいて、前記対象物までの距離を算出する算出部と、前記発光部と前記受光部を制御する制御部とを備え、前記制御部は、前記受光部を第1の露光時間で露光させる第1の撮像と、前記受光部を第2の露光時間で露光させる第2の撮像と、を制御し、前記算出部は、前記第1の撮像で得られた信号と前記第2の撮像で得られた信号を用いて前記距離を算出する。

[0008] 本技術の一側面の第1の測距方法は、測距を行う測距装置が、照射光を発光する発光部と、前記照射光が対象物において反射した反射光を受光する受光部と、前記照射光の発光から前記反射光の受光までの時間に基づいて、前記対象物までの距離を算出する算出部と、前記発光部と前記受光部を制御する制御部とを備え、前記制御部が、前記受光部を第1の露光時間で露光させる第1の撮像と、前記受光部を第2の露光時間で露光させる第2の撮像と、を制御し、前記算出部が、前記第1の撮像で得られた信号と前記第2の撮像で得られた信号を用いて前記距離を算出する。

[0009] 本技術の一側面のプログラムは、照射光を発光する発光部と、前記照射光が対象物において反射した反射光を受光する受光部と、前記照射光の発光から前記反射光の受光までの時間に基づいて、前記対象物までの距離を算出する算出部と、前記発光部と前記受光部を制御する制御部とを備える測距装置のコンピュータに、前記制御部が、前記受光部を第1の露光時間で露光させる第1の撮像と、前記受光部を第2の露光時間で露光させる第2の撮像と、を制御し、前記算出部が、前記第1の撮像で得られた信号と前記第2の撮像で得られた信号を用いて前記距離を算出するステップを含む処理を実行させ

る。

[0010] 本技術の一側面の第2の測距装置は、照射光を発光する発光部と、前記照射光が対象物において反射した反射光を受光する受光部と、前記照射光の発光から前記反射光の受光までの時間に基づいて、前記対象物までの距離を算出する算出部と、前記発光部と前記受光部を制御する制御部とを備え、前記制御部は、前記発光部を第1のデューティ比で発光させる第1の撮像と、前記受光部を前記第1のデューティ比よりも小さい第2のデューティ比で発光させる第2の撮像と、を制御し、前記算出部は、前記第1の撮像で得られた信号と前記第2の撮像で得られた信号を用いて前記距離を算出する。

[0011] 本技術の一側面の第2の測距方法は、測距を行う測距装置が、照射光を発光する発光部と、前記照射光が対象物において反射した反射光を受光する受光部と、前記照射光の発光から前記反射光の受光までの時間に基づいて、前記対象物までの距離を算出する算出部と、前記発光部と前記受光部を制御する制御部とを備え、前記制御部が、前記発光部を第1のデューティ比で発光させる第1の撮像と、前記受光部を前記第1のデューティ比よりも小さい第2のデューティ比で発光させる第2の撮像と、を制御し、前記算出部が、前記第1の撮像で得られた信号と前記第2の撮像で得られた信号を用いて前記距離を算出する。

[0012] 本技術の一側面の第3の測距装置は、照射光を発光する発光部と、前記照射光が対象物において反射した反射光を受光する受光部と、前記照射光の発光から前記反射光の受光までの時間に基づいて、前記対象物までの距離を算出する算出部と、前記発光部と前記受光部を制御する制御部とを備え、前記制御部は、前記発光部を第1の発光強度で発光させる第1の撮像と、前記受光部を前記第1の発光強度よりも弱い第2の発光強度で発光させる第2の撮像と、を制御し、前記算出部は、前記第1の撮像で得られた信号と前記第2の撮像で得られた信号を用いて前記距離を算出する。

[0013] 本技術の一側面の第3の測距方法は、測距を行う測距装置が、照射光を発光する発光部と、前記照射光が対象物において反射した反射光を受光する受

光部と、前記照射光の発光から前記反射光の受光までの時間に基づいて、前記対象物までの距離を算出する算出部と、前記発光部と前記受光部を制御する制御部とを備え、前記制御部が、前記発光部を第1の発光強度で発光させる第1の撮像と、前記受光部を前記第1の発光強度よりも弱い第2の発光強度で発光させる第2の撮像と、を制御し、前記算出部が、前記第1の撮像で得られた信号と前記第2の撮像で得られた信号を用いて前記距離を算出する。

[0014] 本技術の一側面の第1の測距装置、第1の測距方法、並びにプログラムにおいては、照射光を発光する発光部と、照射光が対象物において反射した反射光を受光する受光部と、照射光の発光から反射光の受光までの時間に基づいて、対象物までの距離を算出する算出部と、発光部と受光部を制御する制御部とが備えられる。制御部は、受光部を第1の露光時間で露光させる第1の撮像と、受光部を第2の露光時間で露光させる第2の撮像と、を制御し、算出部は、第1の撮像で得られた信号と第2の撮像で得られた信号を用いて距離を算出する。

[0015] 本技術の一側面の第2の測距装置および第2の測距方法においては、照射光を発光する発光部と、照射光が対象物において反射した反射光を受光する受光部と、照射光の発光から反射光の受光までの時間に基づいて、対象物までの距離を算出する算出部と、発光部と受光部を制御する制御部とが備えられる。制御部は、発光部を第1のデューティ比で発光させる第1の撮像と、受光部を第1のデューティ比よりも小さい第2のデューティ比で発光させる第2の撮像と、を制御し、算出部は、第1の撮像で得られた信号と第2の撮像で得られた信号を用いて距離を算出する。

[0016] 本技術の一側面の第3の測距装置および第3の測距方法においては、照射光を発光する発光部と、照射光が対象物において反射した反射光を受光する受光部と、照射光の発光から反射光の受光までの時間に基づいて、対象物までの距離を算出する算出部と、発光部と受光部を制御する制御部とが備えられる。制御部は、発光部を第1の発光強度で発光させる第1の撮像と、受光

部を第1の発光強度よりも弱い第2の発光強度で発光させる第2の撮像と、を制御し、算出部は、第1の撮像で得られた信号と第2の撮像で得られた信号を用いて距離を算出する。

[0017] なお、測距装置は、独立した装置であっても良いし、1つの装置を構成している内部ブロックであっても良い。

[0018] また、プログラムは、伝送媒体を介して伝送することにより、または、記録媒体に記録して、提供することができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本技術を適用した測距装置の一実施の形態の構成を示す図である。

[図2]受光部の構成例を示す図である。

[図3]画素の構成例を示す図である。

[図4]画素における電荷の振り分けを説明する図である。

[図5]90度毎に位相が遅れた4通りの受光の一例を示す図である。

[図6]位相遅れ0度の受光による検出期間での検出信号の一例を示す図である。

[図7]位相遅れ90度の受光による検出期間での検出信号の一例を示す図である。

[図8]位相遅れ180度の受光による検出期間での検出信号の一例を示す図である。

[図9]位相遅れ270度の受光による検出期間での検出信号の一例を示す図である。

[図10]90度毎に位相が遅れた4通りの照射光の一例を示す図である。

[図11]90度毎に位相が遅れた4通りの照射光による4つの検出期間を利用した測距について説明する図である。

[図12]位相遅れ0度の照射光による検出期間での検出信号の一例を示す図である。

[図13]位相遅れ90度の照射光による検出期間での検出信号の一例を示す図である。

[図14]位相遅れ180度の照射光による検出期間での検出信号の一例を示す図である。

[図15]位相遅れ270度の照射光による検出期間での検出信号の一例を示す図である。

[図16]1フレームにおける検出信号について説明するための図である。

[図17]検出期間と検出信号の関係を説明するための図である。

[図18]1フレームにおける検出信号について説明するための図である。

[図19]1フレームにおける検出信号について説明するための図である。

[図20]測距可能距離について説明するための図である。

[図21]測距可能距離について説明するための図である。

[図22]2つの周波数を用いた測距について説明するための図である。

[図23]信号処理部の構成例を示す図である。

[図24]信号処理部の動作について説明するための図である。

[図25]2つの露光時間を用いた測距について説明するための図である。

[図26]信号処理部の構成例を示す図である。

[図27]信号処理部の動作について説明するための図である。

[図28]HDR合成処理について説明するための図である。

[図29]2つの周波数、2つの露光時間を用いた測距について説明するための図である。

[図30]信号処理部の構成例を示す図である。

[図31]信号処理部の動作について説明するための図である。

[図32]低周波のHDR合成処理について説明するための図である。

[図33]高周波のHDR合成処理について説明するための図である。

[図34]2つの周波数、2つの露光時間を用いた測距について説明するための図である。

[図35]信号処理部の構成例を示す図である。

[図36]信号処理部の動作について説明するための図である。

[図37]統合処理について説明するための図である。

[図38]通常モードと高精度モードを切り替える測距について説明するための図である。

[図39]通常モードと高精度モードを切り替える測距について説明するための図である。

[図40]信号処理部の構成例を示す図である。

[図41]信号処理部の動作について説明するための図である。

[図42]信号処理部の構成例を示す図である。

[図43]信号処理部の信号処理について説明するための図である。

[図44]信号処理部の構成例を示す図である。

[図45]信号処理部の動作について説明するための図である。

[図46]長時間露光と短時間露光の実現の仕方について説明するための図である。

[図47]記録媒体について説明するための図である。

[図48]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49]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

[0020] 以下に、本技術を実施するための形態（以下、実施の形態という）について説明する。

[0021] 本技術は、例えば間接TOF方式により測距を行う測距システムを構成する受光素子や、そのような受光素子を有する撮像装置などに適用することが可能である。

[0022] 例えば測距システムは、車両に搭載され、車外にある対象物までの距離を測定する車載用のシステムや、ユーザの手等の対象物までの距離を測定し、その測定結果に基づいてユーザのジェスチャを認識するジェスチャ認識用のシステムなどに適用することができる。この場合、ジェスチャ認識の結果は、例えばカーナビゲーションシステムの操作等に用いることができる。

[0023] <測距装置の構成例>

図1は、本技術を適用した測距装置の一実施の形態の構成例を示している

。

[0024] 測距装置 10 は、レンズ 11、受光部 12、信号処理部 13、発光部 14、および発光制御部 15 を備える。図 1 の測距装置 10 は、物体に対して光を照射し、その光（照射光）が物体で反射した光（反射光）を受光することで物体までの距離を測定する。

[0025] 測距装置 10 の発光系は、発光部 14 と発光制御部 15 から成る。発光系においては、発光制御部 15 が、信号処理部 13 からの制御に従い、発光部 14 により赤外光（IR）を照射させる。レンズ 11 と受光部 12 の間に IR バンドフィルタを設け、IR バンドパスフィルタの透過波長帯に対応する赤外光を発光部 14 が発光する構成とするようにしても良い。

[0026] 発光部 14 は、測距装置 10 の筐体内に配置してもよいし、測距装置 10 の筐体外部に配置してもよい。発光制御部 15 は、後述するように、発光部 14 を、所定の周波数で発光させる。

[0027] 信号処理部 13 は、例えば、受光部 12 から供給される検出信号に基づいて、測距装置 10 から物体までの距離を算出する算出部として機能する。

[0028] <撮像素子の構成>

図 2 は、受光部 12 の構成例を示すブロック図である。受光部 12 は、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサとすることができる。

[0029] 受光部 12 は、画素アレイ部 41、垂直駆動部 42、カラム処理部 43、水平駆動部 44、およびシステム制御部 45 を含む。画素アレイ部 41、垂直駆動部 42、カラム処理部 43、水平駆動部 44、およびシステム制御部 45 は、図示しない半導体基板（チップ）上に形成されている。

[0030] 画素アレイ部 41 には、入射光量に応じた電荷量の光電荷を発生して内部に蓄積する光電変換素子を有する単位画素（例えば、図 3 の画素 50）が行列状に 2 次元配置されている。なお、以下では、入射光量に応じた電荷量の光電荷を、単に「電荷」と記述し、単位画素を、単に「画素」と記述する場合もある。

- [0031] 画素アレイ部 4 1 にはさらに、行列状の画素配列に対して行毎に画素駆動線 4 6 が図の左右方向（画素行の画素の配列方向）に沿って形成され、列毎に垂直信号線 4 7 が図の上下方向（画素列の画素の配列方向）に沿って形成されている。画素駆動線 4 6 の一端は、垂直駆動部 4 2 の各行に対応した出力端に接続されている。
- [0032] 垂直駆動部 4 2 は、シフトレジスタやアドレスデコーダなどによって構成され、画素アレイ部 4 1 の各画素を、全画素同時あるいは行単位等で駆動する画素駆動部である。垂直駆動部 4 2 によって選択走査された画素行の各単位画素から出力される画素信号は、垂直信号線 4 7 の各々を通してカラム処理部 4 3 に供給される。カラム処理部 4 3 は、画素アレイ部 4 1 の画素列毎に、選択行の各単位画素から垂直信号線 4 7 を通して出力される画素信号に対して所定の信号処理を行うとともに、信号処理後の画素信号を一時的に保持する。
- [0033] 具体的には、カラム処理部 4 3 は、信号処理として少なくとも、ノイズ除去処理、例えば CDS（Correlated Double Sampling; 相関二重サンプリング）処理を行う。このカラム処理部 4 3 による相関二重サンプリングにより、リセットノイズや増幅トランジスタの閾値ばらつき等の画素固有の固定パターンノイズが除去される。なお、カラム処理部 4 3 にノイズ除去処理以外に、例えば、AD（アナログデジタル）変換機能を持たせ、信号レベルをデジタル信号で出力することも可能である。
- [0034] 水平駆動部 4 4 は、シフトレジスタやアドレスデコーダなどによって構成され、カラム処理部 4 3 の画素列に対応する単位回路を順番に選択する。この水平駆動部 4 4 による選択走査により、カラム処理部 4 3 で信号処理された画素信号が順番に信号処理部 4 8 に出力される。
- [0035] システム制御部 4 5 は、各種のタイミング信号を生成するタイミングジェネレータ等によって構成され、タイミングジェネレータで生成された各種のタイミング信号を基に垂直駆動部 4 2、カラム処理部 4 3、および水平駆動部 4 4 などの駆動制御を行う。

[0036] 画素アレイ部41において、行列状の画素配列に対して、画素行毎に画素駆動線46が行方向に沿って配線され、各画素列に2つの垂直信号線47が列方向に沿って配線されている。例えば画素駆動線46は、画素から信号を読み出す際の駆動を行うための駆動信号を伝送する。なお、図2では、画素駆動線46について1本の配線として示しているが、1本に限られるものではない。画素駆動線46の一端は、垂直駆動部42の各行に対応した出力端に接続されている。

[0037] <単位画素の構造>

次に、画素アレイ部41に行列状に配置されている単位画素50の具体的な構造について説明する。

[0038] 画素50は、1つのフォトダイオード61で発生した電荷がタップ51-1およびタップ51-2に振り分けられるように構成されている。そして、フォトダイオード61で発生した電荷のうち、タップ51-1に振り分けられた電荷が垂直信号線47-1から読み出されて検出信号Aとして出力される。また、タップ51-2に振り分けられた電荷が垂直信号線47-2から読み出されて検出信号Bとして出力される。

[0039] タップ51-1は、転送トランジスタ62-1、FD (Floating Diffusion) 部63-1、選択トランジスタ64-1、およびリセットトランジスタ65-1により構成される。同様に、タップ51-2は、転送トランジスタ62-2、FD部63-2、選択トランジスタ64-2、およびリセットトランジスタ65-2により構成される。

[0040] 図4を参照して、画素50における電荷の振り分けについて説明する。ここで、振り分けとは、画素50（フォトダイオード31）に蓄積された電荷を異なるタイミングで読み出すことで、タップ毎に読み出しを行うことを意味する。

[0041] 図4に示すように、照射時間内に照射のオン／オフを繰り返すように変調（1周期＝ T_p ）された照射光が発光部14から出力され、物体までの距離に応じた遅延時間 T_d だけ遅れて、フォトダイオード61において反射光が

受光される。

- [0042] 転送制御信号TRT_Aは、転送トランジスタ62-1のオン／オフを制御し、転送制御信号TRT_Bは、転送トランジスタ62-2のオン／オフを制御する。図示するように、転送制御信号TRT_Aが、照射光と同一の位相である一方で、転送制御信号TRT_Bは、転送制御信号TRT_Aを反転した位相となっている。
- [0043] 従って、フォトダイオード61が反射光を受光することにより発生する電荷は、転送制御信号TRT_Aに従って転送トランジスタ62-1がオンとなっている間ではFD部63-1に転送される。また転送制御信号TRT_Bに従って転送トランジスタ62-2のオンとなっている間ではFD部63-2に転送される。これにより、照射時間Tの照射光の照射が周期的に行われる所定の期間において、転送トランジスタ62-1を介して転送された電荷はFD部63-1に順次蓄積され、転送トランジスタ62-2を介して転送された電荷はFD部63-2に順次蓄積される。
- [0044] そして、電荷を蓄積する期間の終了後、選択信号SELm1に従って選択トランジスタ64-1がオンとなると、FD部63-1に蓄積されている電荷が垂直信号線47-1を介して読み出され、その電荷量に応じた検出信号Aが受光部12から出力される。同様に、選択信号SELm2に従って選択トランジスタ64-2がオンとなると、FD部63-2に蓄積されている電荷が垂直信号線47-2を介して読み出され、その電荷量に応じた検出信号Bが受光部12から出力される。
- [0045] FD部63-1に蓄積されている電荷は、リセット信号RST_Aに従ってリセットトランジスタ65-1がオンになると排出される。FD部63-2に蓄積されている電荷は、リセット信号RST_Bに従ってリセットトランジスタ65-2がオンになると排出される。
- [0046] このように、画素50は、フォトダイオード61が受光した反射光により発生する電荷を、遅延時間Tdに応じてタップ51-1およびタップ51-2に振り分けて、検出信号Aおよび検出信号Bを出力することができる。そして、遅延時間Tdは、発光部14で発光した光が物体まで飛行し、物体で

反射した後に受光部 12 まで飛行する時間に応じたもの、即ち、物体までの距離に応じたものである。従って、測距装置 10 は、検出信号 A および検出信号 B に基づき、遅延時間 T_d に従って物体までの距離（デプス）を求めることができる。

[0047] <受光側で位相をずらした測距>

図 5 乃至図 9 を参照し、受信側で位相をずらして受光し、検出信号を取得する場合について説明する。

[0048] 例えば、図 5 に示すように、90 度毎に位相が遅れた 4 通りの受光が行われる。即ち、照射側の位相とずれなく受光する位相遅れ 0 度の受光を基準として、位相遅れ 90 度の受光、位相遅れ 180 度の受光、および、位相遅れ 270 度の受光が行われ、それぞれ検出信号 A と検出信号 B を検出する期間（quad）が 4 回設けられる。

[0049] 即ち、図 6 に示したように、例えば、位相遅れ 0 度の受光により反射光を検出する検出期間 Q_0 、位相遅れ 90 度の受光により反射光を検出する検出期間 Q_1 、位相遅れ 180 度の受光により反射光を検出する検出期間 Q_2 、および、位相遅れ 270 度の受光により反射光を検出する検出期間 Q_3 が連続的に設けられる。

[0050] 図 6 には、検出期間 Q_0 における受光、反射光、転送制御信号 TRT_A と転送制御信号 TRT_B 、並びに、検出信号 A と検出信号 B の一例が示されている。図 6 に示すように、照射光の発光開始と同タイミング（位相遅れ 0 度）で、タップ 51-1 の転送制御信号 TRT_A がオンにされ、タップ 51-1 において受光（転送）が開始される。また、転送制御信号 TRT_A がオフにされるタイミングで、転送制御信号 TRT_B がオンにされ、タップ 51-2 において受光（転送）が開始される。

[0051] このように位相遅れ 0 度の受光が行われることで、遅延時間 T_R に応じた電荷量でタップ 51-1 およびタップ 51-2 に電荷が振り分けられ、インテグレーション期間において電荷がそれぞれ蓄積される。その後、リードアウト期間において、それぞれインテグレーション期間で蓄積された電荷量の

電荷が読み出されて、検出期間Q 0における検出信号A 0および検出信号B 0が出力される。

[0052] 図7には、検出期間Q 1における受光、反射光、転送制御信号TRT_Aと転送制御信号TRT_B、並びに、検出信号Aと検出信号Bの一例が示されている。図7に示すように、照射光の発光開始から90度位相が遅れたタイミングで、タップ5 1-1の転送制御信号TRT_Aがオンにされ、タップ5 1-1において受光（転送）が開始される。また、転送制御信号TRT_Aがオフにされるタイミングで、転送制御信号TRT_Bがオンにされ、タップ5 1-2において受光（転送）が開始される。

[0053] このように位相遅れ90度の受光が行われることで、遅延時間TRに応じた電荷量でタップ5 1-1およびタップ5 1-2に電荷が振り分けられ、インテグレーション期間において電荷がそれぞれ蓄積される。その後、リードアウト期間において、それぞれインテグレーション期間で蓄積された電荷量の電荷が読み出されて、検出期間Q 1における検出信号A 90および検出信号B 90が出力される。

[0054] 図8には、検出期間Q 2における受光、反射光、転送制御信号TRT_Aと転送制御信号TRT_B、並びに、検出信号Aと検出信号Bの一例が示されている。図8に示すように、照射光の発光開始から180度位相が遅れたタイミングで、タップ5 1-1の転送制御信号TRT_Aがオンにされ、タップ5 1-1において受光（転送）が開始される。また、転送制御信号TRT_Aがオフにされるタイミングで、転送制御信号TRT_Bがオンにされ、タップ5 1-2において受光（転送）が開始される。

[0055] このように位相遅れ180度の受光が行われることで、遅延時間TRに応じた電荷量でタップ5 1-1およびタップ5 1-2に電荷が振り分けられ、インテグレーション期間において電荷がそれぞれ蓄積される。その後、リードアウト期間において、それぞれインテグレーション期間で蓄積された電荷量の電荷が読み出されて、検出期間Q 2における検出信号A 180および検出信号B 180が出力される。

[0056] 図9には、検出期間Q3における受光、反射光、転送制御信号TRT_Aと転送制御信号TRT_B、並びに、検出信号Aと検出信号Bの一例が示されている。図9に示すように、照射光の発光開始から270度位相が遅れたタイミングで、タップ51-1の転送制御信号TRT_Aがオンにされ、タップ51-1において受光（転送）が開始される。また、転送制御信号TRT_Aがオフにされるタイミングで、転送制御信号TRT_Bがオンにされ、タップ51-2において受光（転送）が開始される。

[0057] このように位相遅れ270度の受光が行われることで、遅延時間TRに応じた電荷量がタップ51-1およびタップ51-2に電荷が振り分けられ、インテグレーション期間において電荷がそれぞれ蓄積される。その後、リードアウト期間において、それぞれインテグレーション期間で蓄積された電荷量の電荷が読み出されて、検出期間Q3における検出信号A270および検出信号B270が出力される。

[0058] このように、検出期間Q0では位相遅れ0度の受光で検出信号A0および検出信号B0が検出され、検出期間Q1では位相遅れ90度の受光で検出信号A90および検出信号B90が検出される。同様に、検出期間Q2では位相遅れ180度の受光で検出信号A180および検出信号B180が検出され、検出期間Q3では位相遅れ270度の受光で検出信号A270および検出信号B270が検出される。

[0059] 照射側では、受光が開始される位相遅れにかかわらず、位相遅れなく、換言すれば常に同じタイミングで照射光の照射が開始される。

[0060] このように2つのタップ51で4つの位相遅れの受光を行い、所定の物体までの距離を測距する場合、4つの検出期間により得られる信号に基づいて、信号処理部13（図1）の処理が行われる。

[0061] <発光側で位相をずらす測距>

図10乃至図15を参照し、発光側で位相をずらして発光し、検出信号を取得する場合について説明する。

[0062] 例えば、図10に示すように、90度毎に位相が遅れた4通りの照射光が

用いられる。即ち、位相遅れ0度の照射光を基準として、位相遅れ90度の照射光、位相遅れ180度の照射光、および、位相遅れ270度の照射光を用いて、それぞれ検出信号Aと検出信号Bを検出する期間（quad）が4回設けられる。

[0063] 即ち、図11に示すように、例えば、位相遅れ0度の照射光による反射光を検出する検出期間Q0、位相遅れ90度の照射光による反射光を検出する検出期間Q1、位相遅れ180度の照射光による反射光を検出する検出期間Q2、および、位相遅れ270度の照射光による反射光を検出する検出期間Q3が連続的に設けられる。また、検出期間Q0、検出期間Q1、検出期間Q2、および検出期間Q3では、電荷をリセットするリセット期間、電荷を蓄積するインテグレーション期間、電荷を読み出すリードアウト期間が設けられている。

[0064] そして、検出期間Q0、検出期間Q1、検出期間Q2、および検出期間Q3からなる検出期間と、その後の待機期間（dead time / idle time）とにより、1枚の距離画像を出力するための1フレームが構成される。このような1フレームが繰り返され、フレーム番号tのフレーム、フレーム番号t+1のフレーム、フレーム番号t+2のフレームのように、所定のフレームレートで連続的にフレームが出力される。なお、上記した受光側で位相をずらす測距においても、図11に示したように、リセット期間、インテグレーション期間、リードアウト期間は、それぞれ設けられている。

[0065] 図12には、検出期間Q0における照射光、反射光、転送制御信号TRT_Aと転送制御信号TRT_B、並びに、検出信号Aと検出信号Bの一例が示されている。図12に示すように、照射光は、位相遅れ0度で照射される。受信側では、照射光の照射がオンにされたタイミングで、転送制御信号TRT_Aがオンにされ、受光（転送）が開始される。

[0066] 遅延時間TRに応じた電荷量でタップ51-1およびタップ51-2に電荷が振り分けられ、インテグレーション期間において電荷がそれぞれ蓄積される。その後、リードアウト期間において、それぞれインテグレーション期

間で蓄積された電荷量の電荷が読み出されて、検出期間Q 0における検出信号A 0および検出信号B 0が出力される。

[0067] 図1 3には、検出期間Q 1における照射光、反射光、転送制御信号TRT_Aと転送制御信号TRT_B、並びに、検出信号Aと検出信号Bの一例が示されている。図1 3に示すように、照射光は、位相遅れ9 0度で照射される。受信側では、位相遅れ0度のタイミングで、転送制御信号TRT_Aがオンにされ、受光（転送）が開始される。

[0068] 遅延時間T Rに応じた電荷量でタップ5 1－1およびタップ5 1－2に電荷が振り分けられ、インテグレーション期間において電荷がそれぞれ蓄積される。その後、リードアウト期間において、それぞれインテグレーション期間で蓄積された電荷量の電荷が読み出されて、検出期間Q 1における検出信号A 9 0および検出信号B 9 0が出力される。

[0069] 図1 4には、検出期間Q 2における照射光、反射光、転送制御信号TRT_Aと転送制御信号TRT_B、並びに、検出信号Aと検出信号Bの一例が示されている。図1 4に示すように、照射光は、位相遅れ1 8 0度で照射される。受信側では、位相遅れ0度のタイミングで、転送制御信号TRT_Aがオンにされ、受光（転送）が開始される。

[0070] 遅延時間T Rに応じた電荷量でタップ5 1－1およびタップ5 1－2に電荷が振り分けられ、インテグレーション期間において電荷がそれぞれ蓄積される。その後、リードアウト期間において、それぞれインテグレーション期間で蓄積された電荷量の電荷が読み出されて、検出期間Q 2における検出信号A 1 8 0および検出信号B 1 8 0が出力される。

[0071] 図1 5には、検出期間Q 3における照射光、反射光、転送制御信号TRT_Aと転送制御信号TRT_B、並びに、検出信号Aと検出信号Bの一例が示されている。図1 5に示すように、照射光は、位相遅れ2 7 0度で照射される。受信側では、位相遅れ0度のタイミングで、転送制御信号TRT_Aがオンにされ、受光（転送）が開始される。

[0072] 遅延時間T Rに応じた電荷量でタップ5 1－1およびタップ5 1－2に電

荷が振り分けられ、インテグレーション期間において電荷がそれぞれ蓄積される。その後、リードアウト期間において、それぞれインテグレーション期間で蓄積された電荷量の電荷が読み出されて、検出期間Q 3における検出信号A 2 7 0および検出信号B 2 7 0が出力される。

[0073] このように、検出期間Q 0では位相遅れ0度の照射光を用いて検出信号A 0および検出信号B 0が検出され、検出期間Q 1では位相遅れ90度の照射光を用いて検出信号A 9 0および検出信号B 9 0が検出される。同様に、検出期間Q 2では位相遅れ180度の照射光を用いて検出信号A 1 8 0および検出信号B 1 8 0が検出され、検出期間Q 3では位相遅れ270度の照射光を用いて検出信号A 2 7 0および検出信号B 2 7 0が検出される。

[0074] 受信側では、照射される照射光の位相遅れにかかわらず、位相遅れなく、換言すれば常に同じタイミングで受信が開始される。

[0075] このように2つのタップ5 1で4つの位相差の照射光を用いて所定の物体までの距離を測距する場合、4つの検出期間により得られる信号に基づいて、信号処理部1 3（図1）の処理が行われる。

[0076] 以下に説明する本技術は、照射光の位相をずらして照射することで測距を行う場合と、受光の位相をずらして測距を行う場合に適用できる。どちらにも適用可能であるため、以下の説明では、図1 6のように図示し、説明を続ける。

[0077] <距離の算出について>

図1 6に示すように、1フレームの検出期間は、検出期間Q 0、検出期間Q 1、検出期間Q 2、検出期間Q 3から構成される。検出期間Q 0において、検出信号A 0と検出信号B 0が取得され、検出期間Q 1において、検出信号A 9 0と検出信号B 9 0が取得される。また、検出期間Q 2において、検出信号A 1 8 0と検出信号B 1 8 0が取得され、検出期間Q 3において、検出信号A 2 7 0と検出信号B 2 7 0が取得される。

[0078] 信号処理部1 3（図1）は、これらの検出信号を用いて、次式（1）に基づき、位相差 θ を算出し、次式（2）に基づき、距離Dを算出し、次式（3

)に基づき信頼度 c を算出する。

[0079] [数1]

$$I = c_0 - c_{180} = (A_0 - B_0) - (A_{180} - B_{180})$$

$$Q = c_{90} - c_{270} = (A_{90} - B_{90}) - (A_{270} - B_{270})$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{Q}{I}\right) \quad (0 \leq \theta < 2\pi) \quad \dots (1)$$

[0080] [数2]

$$D = \frac{\theta}{2\pi} \left(\frac{T_{pc}}{2} \right) \quad \dots (2)$$

[0081] [数3]

$$\text{confidence} = \sqrt{I^2 + Q^2} \quad \dots (3)$$

[0082] 式(1)において、 I は、検出信号 A_0 から検出信号 B_0 を減算した値 C_0 から、検出信号 A_{180} から検出信号 B_{180} を減算した値 C_{180} を減算した値を表す。 Q は、検出信号 A_{90} から検出信号 B_{90} を減算した値 C_{90} から、検出信号 A_{270} から検出信号 B_{270} を減算した値 C_{270} を減算した値を表す。位相差 θ は、 (I/Q) のアークタンジェントを演算することで算出される。

[0083] 式(2)において、 C は光速であり、 T_p はパルス幅を表す。位相差 θ に基づいて遅延時間 T_d を求めることができ、遅延時間 T_d により対象物までの距離 D が求められる。

[0084] 式(3)は、算出された距離の信頼度を表す値を算出するための式である。信頼度 c は、 I の2乗と Q の2乗を加算した値の平方根を算出することで求められる。なお、信頼度 c の演算は、距離 D の算出において不可欠な要素ではなく、省略することも可能である。

[0085] 以下の説明では、2つのタップ51で4つの位相差の照射光を用いて所定の物体までの距離を測距する場合(以下、適宜、2タップ4フェーズと称する)を例に挙げて説明を行うが、2つのタップ51で2つの位相差の照射光

を用いて所定の物体までの距離を測距する場合や、1つのタップ51で4つの位相差の照射光を用いて所定の物体までの距離を測距する場合に対しても本技術を適用することはできる。

[0086] <2タップ2フェーズについて>

2つのタップ51で2つの位相差の照射光を用いて、または2つの位相差で受光を行うことで、所定の物体までの距離を測距する場合（以下、適宜、2タップ2フェーズと称する）について簡便に説明を加える。ここでは、2つの位相差で受光を行うことで、所定の物体までの距離を測距する場合を例に挙げて説明を続ける。

[0087] 図17は、0度、90度、180度、270度の4位相の露光タイミングを、位相差がわかりやすいように先頭を揃えて図示した図である。

[0088] 実際には、図16に示したように、検出信号A0と検出信号B0を取得するための撮像が検出期間Q0において行われ、検出信号A90と検出信号B90を取得するための撮像が検出期間Q1において行われ、検出信号A180と検出信号B180を取得するための撮像が検出期間Q2において行われ、検出信号A270と検出信号B270を取得するための撮像が検出期間Q3において行われる。

[0089] この時間方向に順次行われる撮像を、検出期間の先頭を揃えて縦方向に並べて図示すると図17のようになる。検出期間Q0の先頭から、検出信号A0を撮像するための露光が行われ、その次に、検出信号B0を撮像するための露光が行われる。

[0090] 検出期間Q1の先頭から90度位相がずれた時点から、検出信号A90を撮像するための露光が行われ、その次に、検出信号B90を撮像するための露光が行われる。

[0091] 検出期間Q2の先頭から180度位相がずれた時点から、検出信号A180を撮像するための露光が行われ、その次に、検出信号B180を撮像するための露光が行われる。

[0092] 検出期間Q3の先頭から270度位相がずれた時点から、検出信号A270

0を撮像するための露光が行われ、その次に、検出信号B 2 7 0を撮像するための露光が行われる。

[0093] ここで、検出期間Q 0における検出信号B 0の露光時間と、検出期間Q 2における検出信号A 1 8 0の露光時間を比べると、同一のタイミングで露光が行われていることが読み取れる。よって、検出期間Q 2における検出信号A 1 8 0は、検出期間Q 0における検出信号B 0で代用できる。同様に、検出期間Q 2における検出信号B 1 8 0は、検出期間Q 0における検出信号A 0で代用できる。

[0094] 同様に、検出期間Q 1における検出信号B 9 0の露光時間と、検出期間Q 3における検出信号A 2 7 0の露光時間を比べると、同一のタイミングで露光が行われていることが読み取れる。よって、検出期間Q 3における検出信号A 2 7 0は、検出期間Q 1における検出信号B 9 0で代用できる。同様に、検出期間Q 3における検出信号B 2 7 0は、検出期間Q 1における検出信号A 9 0で代用できる。

[0095] このことから、図1 8に示すように、検出期間Q 0と検出期間Q 1を1フレームの検出期間とし、検出期間Q 0において、検出信号A 0と検出信号B 0が取得されるようにする。

[0096] この検出期間Q 0において取得される検出信号A 0は、検出信号B 1 8 0として用いることができる。また、検出期間Q 0において取得される検出信号B 0は、検出信号A 1 8 0として用いることができる。よって、この場合、検出期間Q 0において、検出信号A 0、検出信号B 0、検出信号A 1 8 0、検出信号B 1 8 0が取得されたのと同等に扱うことができる。

[0097] また、検出期間Q 1において取得される検出信号A 9 0は、検出信号B 2 7 0として用いることができる。また、検出期間Q 1において取得される検出信号B 9 0は、検出信号A 2 7 0として用いることができる。よって、この場合、検出期間Q 1において、検出信号A 9 0、検出信号B 9 0、検出信号A 2 7 0、検出信号B 2 7 0が取得されたのと同等に扱うことができる。

[0098] よって、図1 6を参照して説明した2タップ4フェーズの場合と同等に、

図 1 8 を参照して説明した 2 タップ 2 フェーズの場合も扱うことができる。

[0099] 図 1 6 を参照して説明した 2 タップ 4 フェーズにおける式 (1) における値 I と値 Q は、次式 (4) のように表される。

[0100] [数4]

$$I = c_0 - c_{180} = A_0 - B_0$$

$$Q = c_{90} - c_{270} = A_{90} - B_{90} \quad \cdot \cdot \cdot (4)$$

[0101] 値 I は、検出信号 A 0 から検出信号 B 0 を減算することで求められ、値 Q は、検出信号 A 9 0 から検出信号 B 9 0 を減算することで求められる。値 I と値 Q が取得されるため、上記した 2 タップ方式の場合と同じく、式 (1) により位相差 θ を算出することができ、式 (2) により距離 D を算出することができる。

[0102] < 1 タップ 4 フェーズについて >

1 つのタップ 5 1 (1 つのタップ 5 1 を備える画素 5 0 の構成は不図示) で 4 つの位相差の照射光を用いて、または 4 つの位相差で受光を行うことで、所定の物体までの距離を測距する場合 (以下、適宜、1 タップ 4 フェーズと称する) について簡便に説明を加える。

[0103] 1 タップ 4 フェーズにおける時間方向の撮像順を図 1 6 と同じように表すと、図 1 9 のようになる。検出期間 Q 0 において、上記した式 (1) における値 C 0 が取得される。検出期間 Q 1 において、上記した式 (1) における値 C 9 0 が取得される。検出期間 Q 2 において、上記した式 (1) における値 C 1 8 0 が取得される。検出期間 Q 3 において、上記した式 (1) における値 C 2 7 0 が取得される。

[0104] 上記した式 (1) における値 I と値 Q は、1 タップ方式の場合、次式 (5) のように表される。

[数5]

$$I = c_0 - c_{180}$$

$$Q = c_{90} - c_{270} \quad \cdot \cdot \cdot (5)$$

[0105] 値 I と値 Q が取得されるため、上記した 2 タップ方式の場合と同じく、式 (1) により位相差 θ を算出することができ、式 (2) により距離 D を算出することができる。

[0106] 本技術は、上記した 2 タップ 4 フェーズ、2 タップ 2 フェーズ、および 1 タップ 4 フェーズに対して適用できる。以下の説明では、2 タップ 4 フェーズに本技術を適用した場合を例に挙げて説明を続ける。

[0107] <第 1 の実施の形態>

<2 つの周波数を用いた測距について>

上記した方法、例えば、2 タップ 4 フェーズと称した方法により、対象物に発光部 14 (図 1) で発光した光を照射し、その照射光が対象物において反射した反射光を受光し、照射光の発光から反射光の受光までの時間を測定することで、対象物までの距離を測定するようにした場合、その測定できる距離は、発光部 14 が発光する照射光の周波数に依存する。

[0108] 図 20 の A は、照射光が高周波である場合の位相差と距離との関係を表すグラフであり、図 20 の B は、照射光が低周波である場合の位相差と距離との関係を表すグラフである。図 20 のグラフにおいて、縦軸は位相差を表し、横軸は距離を表す。位相差は、上記した式 (1) で算出される位相差 θ であり、距離は、上記した式 (2) で算出される距離 D であるとする。

[0109] なお、高周波、低周波とは、一方の周波数を基準としたとき、他方の周波数が高いまたは低い場合を示す。例えば、高周波を基準としたとき、この高周波の周波数より低い周波数を、低周波と記述する。また、高周波と低周波は、可変であっても良いし、固定であっても良い。後述するように、周波数により測距可能な距離が決定されるため、周波数を可変にし、測距可能な距離が変更できるようにした場合にでも本技術は適用できる。

[0110] 図 20 の A を参照するに、照射光が高周波 (ここでは、周波数 f_h であるとする) の場合であり、その 1 周期で測定できる距離は 0 乃至 1.5 (m) であった場合を想定する。このような場合、位相差 $\theta = 0$ 乃至 2π に対応する距離 D は、0 乃至 1.5 (m) となる。

- [0111] 位相差 θ として、位相差 θ_h が算出された場合、その位相差 θ_h により算出される距離 D としては、距離 D_{h1} 、距離 D_{h2} 、距離 D_{h3} 、距離 D_{h4} 、距離 D_{h5} がある。この場合、位相差 θ_h が算出されたとき、0 乃至 1.5 (m) の間の距離 D_{h1} であるのか、1.5 乃至 3.0 (m) の間の距離 D_{h2} であるのか、3.0 乃至 4.5 (m) の間の距離 D_{h3} であるのか、4.5 乃至 6.0 (m) の間の距離 D_{h4} であるのか、または 6.0 乃至 7.5 (m) の間の距離 D_{h5} であるのかわからず、決定することができない。
- [0112] 照射光の周波数が、周波数 f_h である場合、0 乃至 1.5 (m) の範囲であれば、一意に距離を求めることができる。しかしながら、1.5 (m) 以上の距離に対しては、誤った結果である可能性がある。
- [0113] 図 20 の B を参照するに、照射光が低周波（ここでは、周波数 f_l であるとする）の場合であり、その 1 周期で測定できる距離は 0 乃至 2.5 (m) であった場合を想定する。このような場合、位相差 $\theta = 0$ 乃至 2π に対応する距離 D は、0 乃至 2.5 (m) となる。
- [0114] 位相差 θ として、位相差 θ_l が算出された場合、その位相差 θ_l により算出される距離 D としては、距離 D_{l1} 、距離 D_{l2} 、距離 D_{l3} がある。この場合、位相差 θ_l が算出されたとき、0 乃至 2.5 (m) の間の距離 D_{l1} であるのか、2.5 乃至 5.0 (m) の間の距離 D_{l2} であるのか、5.0 乃至 7.5 (m) の間の距離 D_{l3} であるのかわからず、決定することができない。
- [0115] 照射光の周波数が、周波数 f_l である場合、0 乃至 2.5 (m) の範囲であれば、一意に距離を求めることができる。しかしながら、2.5 (m) 以上の距離に対しては、誤った結果である可能性がある。
- [0116] このように、測距できる距離は、照射光の周波数に依存する。照射光の周波数が高周波である場合、換言すれば、パルス幅が短い場合、測距できる距離は短くなるが、解像度を高めることができる。一方で、照射光の周波数が低周波である場合、換言すれば、パルス幅が長い場合、測距できる距離は長

くなるが、解像度は低くなる可能性がある。

[0117] 測距できる距離を長くし、かつ解像度を維持または向上させるために、照射光の周波数として高周波と低周波を用いるようにする。このことについて、図21を参照して説明する。

[0118] 図21は、図20のAで示した高周波の場合のグラフと図20のBに示した低周波のグラフを重ねて図示したグラフである。図21においても、図20のAを参照して説明した場合と同じく、周波数 f_h の高周波で測距したとき、位相差が位相差 θ_h と検出され、その位相差 θ_h で特定される距離として距離 D_{h1} 、距離 D_{h2} 、距離 D_{h3} 、距離 D_{h4} 、距離 D_{h5} が候補して算出される。

[0119] また図21においても、図20のBを参照して説明した場合と同じく、周波数 f_l の低周波で測距したとき、位相差が位相差 θ_l と検出され、その位相差 θ_l で特定される距離として距離 D_{l1} 、距離 D_{l2} 、距離 D_{l3} が候補して算出される。

[0120] このように、測距結果の候補が複数あるとき、周波数 f_h の高周波で測距したときの候補と、周波数 f_l の低周波で測距したときの候補を比較することで、複数の候補から一意に1つの結果を決定することができる。処理の一例を説明する。

[0121] 距離 D_{l1} と、距離 D_{h1} 、距離 D_{h2} 、距離 D_{h3} 、距離 D_{h4} 、距離 D_{h5} をそれぞれ比較したとき、距離 D_{l1} と最も近いのは、距離 D_{h1} であると判定される。比較は、例えば、差分を算出することで行われる。その差分が最も小さい値を有する距離 D_h が求められる。この場合、距離 D_{l1} と距離 D_{h1} の差分値（差分値Aとする）が最も小さくなるため、測距結果の候補として、距離 D_{h1} に絞り込まれる。

[0122] 距離 D_{l2} と、距離 D_{h1} 、距離 D_{h2} 、距離 D_{h3} 、距離 D_{h4} 、距離 D_{h5} をそれぞれ比較したとき、距離 D_{l2} と最も近いのは、距離 D_{h3} であると判定される。この場合も、距離 D_{l2} と距離 D_{h3} の差分値（差分値Bとする）が最も小さくなるため、測距結果の候補として、距離 D_{h3} に絞

り込まれる。

[0123] 距離 D_{l3} と、距離 D_{h1} 、距離 D_{h2} 、距離 D_{h3} 、距離 D_{h4} 、距離 D_{h5} をそれぞれ比較したとき、距離 D_{l3} と最も近いのは、距離 D_{h4} であると判定される。この場合も、距離 D_{l3} と距離 D_{h4} の差分値（差分値 C とする）が最も小さくなるため、測距結果の候補として、距離 D_{h4} に絞り込まれる。

[0124] 差分値 A 、差分値 B 、差分値 C が比較され、最も小さい値が検出される。図21を参照するに、差分値 A が最も小さいため、差分値 A が検出される。差分値 A は、距離 D_{l1} と距離 D_{h1} の差分値である。よって、このような場合、距離 D_{h1} が、測距結果として一意に決定される。

[0125] このように、2つの異なる周波数の照射光を用いて測距し、それぞれの周波数で得られる測距結果を比較することで、複数の候補から一意に測距結果を特定することができる。

[0126] このように、2つの異なる周波数の照射光を用いて測距することで、測距できる距離を長くすることができる。例えば、図20、図21を参照した説明において、高周波だけ用いた場合には0乃至1.5（m）が測距できる範囲であり、低周波だけを用いた場合には0乃至2.5（m）が測距できる範囲であったが、高周波と低周波を用いた場合には、0乃至7.5（m）が測距できる範囲となる。

[0127] すなわち、測距可能な距離は、低周波の1周期と高周波の1周期の最小公倍数となる。よって、組み合わせる周波数により、より測距可能な距離を延ばすことができる。

[0128] また、2つの異なる周波数を用いることにより、解像度が下がるようなことはない。よって、解像度を維持したまま、測距可能な距離を延ばすことができる。

[0129] このように、低周波の照射光と高周波の照射光を、それぞれ照射することで測距を行う場合、また上記した2タップ4フェーズ方式で測距を行う場合、図22に示すように測距が行われる。

- [0130] なお、以下の説明においては、低周波の照射光と高周波の照射光の２種類の周波数を用いて測距を行う場合を例に挙げて説明を続けるが、２種類以上の周波数を用いた測距を行うようにしても良い。
- [0131] １フレームは、低周波の照射光を用いて測距を行うフレーム（以下、サブフレームｌと記述する）と、高周波の照射光を用いて測距を行うフレーム（以下、サブフレームｈと記述する）から構成される。
- [0132] サブフレームｌとサブフレームｈは、それぞれ図１６を参照して説明した２タップ４フェーズ方式の場合と同じく、４つの検出期間を有し、それぞれの検出期間で、検出信号Ａと検出信号Ｂを取得する。
- [0133] サブフレームｌは、検出期間Ｑｌ０、検出期間Ｑｌ１、検出期間Ｑｌ２、検出期間Ｑｌ３を含む。検出期間Ｑｌ０において、検出信号Ａｌ０と検出信号Ｂｌ０が取得される。検出期間Ｑｌ１において、検出信号Ａｌ９０と検出信号Ｂｌ９０が取得される。検出期間Ｑｌ２において、検出信号Ａｌ１８０と検出信号Ｂｌ１８０が取得される。検出期間Ｑｌ３において、検出信号Ａｌ２７０と検出信号Ｂｌ２７０が取得される。
- [0134] サブフレームｈは、検出期間Ｑｈ０、検出期間Ｑｈ１、検出期間Ｑｈ２、検出期間Ｑｈ３を含む。検出期間Ｑｈ０において、検出信号Ａｈ０と検出信号Ｂｈ０が取得される。検出期間Ｑｈ１において、検出信号Ａｈ９０と検出信号Ｂｈ９０が取得される。検出期間Ｑｈ２において、検出信号Ａｈ１８０と検出信号Ｂｈ１８０が取得される。検出期間Ｑｈ３において、検出信号Ａｈ２７０と検出信号Ｂｈ２７０が取得される。
- [0135] このように、低周波の照射光と高周波の照射光を、それぞれ照射することで測距を行う場合、信号処理部１３ａは、図２３に示す統合処理部１０１を含み、統合処理部１０１によりサブフレームｌとサブフレームｈが処理されることで、測距が行われる。
- [0136] 統合処理部１０１には、受光部１２（図１）から、サブフレームｌとサブフレームｈが順次供給される。なお、サブフレームｌの後、サブフレームｈが供給されるとして説明を続けるが、サブフレームｈの後、サブフレームｌ

が供給されるようにしてもよい。換言すれば、低周波の照射光による測距の後に、高周波の照射光による測距を行っても良いし、高周波の照射光による測距の後に、低周波の照射光による測距を行っても良い。

[0137] 統合処理部101は、図21を参照して説明したように、低周波の照射光による測距により得られた距離候補と、高周波の照射光による測距により得られた距離候補を用いて、1つの距離を特定し、測距結果として出力する。

[0138] 図24に示したフローチャートを参照し、図23に示した信号処理部13aに含まれる統合処理部101の処理について説明を加える。

[0139] ステップS101において、統合処理部101は、検出信号を取得する。図22を参照して説明したように、低周波の照射光により測距が行われた後、高周波の照射光により測距が行われる場合、統合処理部101は、検出信号A10と検出信号B10、検出信号A190と検出信号B190、検出信号A1180と検出信号B1180、検出信号A1270と検出信号B1270を、順次取得する。

[0140] サブフレームIに含まれる検出信号が取得された後、サブフレームhに含まれる検出信号が順次取得される。すなわち統合処理部101は、検出信号Ah0と検出信号Bh0、検出信号Ah90と検出信号Bh90、検出信号Ah180と検出信号Bh180、検出信号Ah270と検出信号Bh270を、順次取得する。

[0141] ステップS102において、統合処理部101は、低周波の照射光を照射したときに得られた検出信号と、高周波の照射光を照射したときに得られた検出信号を統合することで、対象物までの距離を測距する。

[0142] 統合処理部101は、低周波の照射光を照射したときに得られた検出信号A10と検出信号B10、検出信号A190と検出信号B190、検出信号A1180と検出信号B1180、検出信号A1270と検出信号B1270を用いて、図16を参照して説明したように、式(1)に基づき位相差を算出し、式(2)に基づき距離を算出する。このとき算出される距離は、図20のAを参照して説明したように、複数の候補が考えられる。

[0143] 統合処理部101は、高周波の照射光を照射したときに得られた検出信号A_{h0}と検出信号B_{h0}、検出信号A_{h90}と検出信号B_{h90}、検出信号A_{h180}と検出信号B_{h180}、検出信号A_{h270}と検出信号B_{h270}を用いて、図16を参照して説明したように、式(1)に基づき位相差を算出し、式(2)に基づき距離を算出する。このとき算出される距離は、図20のBを参照して説明したように、複数の候補が考えられる。

[0144] 図21を参照して説明したように、低周波の照射光を照射したときに得られた検出信号から算出された距離D_lと、高周波の照射光を照射したときに得られた検出信号から算出された距離D_hとから、一意に、距離を検出することができる。統合処理部101は、低周波の照射光のときに得られる結果と高周波の照射光のときに得られる結果を統合することで、測距結果を算出する。

[0145] このように、低周波の照射光と高周波の照射光を、それぞれ照射することで測距を行い、得られる結果を統合することで、所定の精度の解像度を維持したまま測定できる距離を延ばすことができる。

[0146] <第2の実施の形態>

<2つの露光時間を用いた測距について>

受光部12(図1)は、図2を参照して説明したように、画素アレイ部41を有し、フォトダイオード61(図3)を含む構成とされている。このようなフォトダイオードを含むイメージセンサは、屋内や野外、昼間や夜間といった多様な環境下で使用されることが想定される。外光の変化等に応じて、フォトダイオードにおける電荷蓄積期間を制御することによって露光時間を調整し、感度を最適値にする電子シャッタ動作などが行われる。

[0147] また、イメージセンサにおいて、そのダイナミックレンジを拡大する方法として、露光時間の異なる複数の画像を連続的に撮影して合成する手法が知られている。すなわち、長時間露光画像と短時間露光画像を連続的に個別に撮影し、暗い画像領域については長時間露光画像を利用し、長時間露光画像では白とびになってしまうような明るい画像領域では短時間露光画像を利用

する合成処理によって、1つの画像を生成する手法である。このように、複数の異なる露光画像を合成することで、白とびのないダイナミックレンジの広い画像、すなわち広ダイナミックレンジ画像（HDR画像）を得ることができる。

[0148] このようなことは、TOFによる測距を行う測距装置10においても同様であり、飽和してしまった場合、正確な検出信号を得られず、測距が行えない可能性がある。測距装置10においても、飽和が起きないように制御されるのが好ましい。TOFによる測距を行う測距装置10においても広ダイナミックレンジが得られる撮像が行われるようにし、測距が行えないような状況が発生しないようにする。

[0149] ここでは、測距装置10において、長時間露光画像と短時間露光画像を連続的に個別に撮影することで、高ダイナミックレンジを実現した測距について説明する。

[0150] このように、長時間露光と短時間露光で、それぞれ撮像することで測距を行う場合、また上記した2タップ4フェーズ方式で測距を行う場合、図25に示すように測距が行われる。

[0151] なお、長時間露光、短時間露光とは、一方の露光時間を基準としたとき、他方の露光時間が長いまたは短い場合を示す。例えば、長時間露光を基準としたとき、この長時間露光の露光時間より短い露光時間を、短時間露光と記述する。長時間露光や短時間露光は、可変であっても良いし、固定であっても良い。可変である場合、所謂AE（Automatic Exposure）で露光時間が設定されるようにすることができる。

[0152] また、長時間露光と短時間露光の一方が可変、他方は固定とされていても良い。また、長時間露光と短時間露光の両方が固定とされていても良い。長時間露光と短時間露光は、所定の比率で設定されているようにしても良い。長時間露光と短時間露光の一方を可変とし、その可変とされている露光時間に対して、所定の比率で、他方の露光時間が設定されるようにしても良い。

[0153] なお、ここでは、2種類の露光時間を用いた測距を例に挙げて説明するが

、２種類以上の露光時間を用いて測距する場合にも本技術を適用できる。

[0154] １フレームは、長時間露光での撮像で測距を行うフレーム（以下、サブフレームＬと記述する）と、短時間露光での撮像で測距を行うフレーム（以下、サブフレームＳと記述する）から構成される。

[0155] サブフレームＬとサブフレームＳは、それぞれ図１６を参照して説明した２タップ４フェーズ方式の場合と同じく、４つの検出期間を有し、それぞれの検出期間で、検出信号Ａと検出信号Ｂを取得する。

[0156] サブフレームＬは、検出期間ＱＬ０、検出期間ＱＬ１、検出期間ＱＬ２、検出期間ＱＬ３を含む。検出期間ＱＬ０において、検出信号ＡＬ０と検出信号ＢＬ０が取得される。検出期間ＱＬ１において、検出信号ＡＬ９０と検出信号ＢＬ９０が取得される。検出期間ＱＬ２において、検出信号ＡＬ１８０と検出信号ＢＬ１８０が取得される。検出期間ＱＬ３において、検出信号ＡＬ２７０と検出信号ＢＬ２７０が取得される。

[0157] サブフレームＳは、検出期間ＱＳ０、検出期間ＱＳ１、検出期間ＱＳ２、検出期間ＱＳ３を含む。検出期間ＱＳ０において、検出信号ＡＳ０と検出信号ＢＳ０が取得される。検出期間ＱＳ１において、検出信号ＡＳ９０と検出信号ＢＳ９０が取得される。検出期間ＱＳ２において、検出信号ＡＳ１８０と検出信号ＢＳ１８０が取得される。検出期間ＱＳ３において、検出信号ＡＳ２７０と検出信号ＢＳ２７０が取得される。

[0158] このように、長時間露光での撮像で得られる検出信号と短時間露光での撮像で得られる検出信号を用いて測距を行う場合、信号処理部１３ｂは、図２６に示すＨＤＲ合成部２０１を含み、ＨＤＲ合成部２０１によりサブフレームＬとサブフレームＳが処理されることで、測距が行われる。

[0159] ＨＤＲ合成部２０１には、受光部１２（図１）から、サブフレームＬとサブフレームＳが順次供給される。なお、サブフレームＬの後、サブフレームＳが供給されるとして説明を続けるが、サブフレームＳの後、サブフレームＬが供給されるようにしてもよい。換言すれば、長時間露光による測距の後に、短時間露光による測距を行っても良いし、短時間露光による測距の後に

、長時間露光による測距を行っても良い。

[0160] 図27に示したフローチャートを参照し、図26に示した信号処理部13bに含まれるHDR合成部201の処理について説明を加える。

[0161] ステップS201において、HDR合成部201は、検出信号を取得する。図25を参照して説明したように、長時間露光により測距が行われた後、短時間露光により測距が行われる場合、HDR合成部201は、検出信号AL0と検出信号BL0、検出信号AL90と検出信号BL90、検出信号AL180と検出信号BL180、検出信号AL270と検出信号BL270を、順次取得する。

[0162] サブフレームLに含まれる検出信号が取得された後、サブフレームSに含まれる検出信号が順次取得される。すなわちHDR合成部201は、検出信号AS0と検出信号BS0、検出信号AS90と検出信号BS90、検出信号AS180と検出信号BS180、検出信号AS270と検出信号BS270を、順次取得する。

[0163] ステップS202において、HDR合成部201は、長時間露光のときに得られた検出信号と、短時間露光のときに得られた検出信号を合成することで、HDR画像を生成する。

[0164] ステップS202におけるHDR合成処理について、図28のフローチャートを参照して説明する。図28のフローチャートを参照して説明するHDR合成処理は、画素毎に行われる。

[0165] ステップS221において、処理対象とされている画素における長時間露光による撮像は、飽和しているか否かが判定される。ステップS221において、長時間露光による撮像は、飽和していないと判定された場合、ステップS222に処理が進められる。

[0166] ステップS222において、HDR合成部201は、長時間露光による撮像は飽和していないため、長時間露光で撮像したときに得られた測距結果を、出力する。HDR合成部201は、長時間露光による撮像は飽和していない場合、サブフレームLで得られる検出結果AL0乃至AL270と検出結

果B L 0乃至B L 2 7 0を用いて、距離Dを算出し、その算出結果が測距結果として出力する。このとき算出されるのは、処理対象とされている画素で撮像されている物体までの距離である。

[0167] なお、長時間露光による撮像が飽和していない場合、短時間露光による撮像も飽和していない可能性が高い。よって、長時間露光の撮像で得られた検出信号と短時間露光の撮像で得られた検出信号を、所定の方法、例えば、重み付け係数を、それぞれの検出信号に乗算し、加算するといった演算を行うことで合成し、合成した後の信号を用いて、距離Dが算出されるようにしても良い。

[0168] 一方、ステップS 2 2 1において、処理対象とされている画素における長時間露光による撮像は飽和していると判定された場合、ステップS 2 2 3に処理が進められる。ステップS 2 2 3において、短時間露光による撮像は、飽和しているか否かが判定される。ステップS 2 2 3において、短時間露光による撮像は、飽和していないと判定された場合、ステップS 2 2 4に処理が進められる。

[0169] ステップS 2 2 4において、HDR合成部2 0 1は、短時間露光による撮像は飽和していないため、短時間露光で撮像したときに得られた測距結果を、出力する。HDR合成部2 0 1は、短時間露光による撮像は飽和していない場合、サブフレームSで得られる検出結果A S 0乃至A S 2 7 0と検出結果B S 0乃至B S 2 7 0を用いて、距離Dを算出し、その算出結果が測距結果として出力する。このとき算出されるのは、処理対象とされている画素で撮像されている物体までの距離である。

[0170] 一方、ステップS 2 2 3において、短時間露光による撮像は飽和していると判定された場合、ステップS 2 2 5に処理が進められる。ステップS 2 2 5に処理が来る場合、長時間露光による撮像は飽和し、短時間露光による撮像も飽和している場合であるため、無効値が出力される。

[0171] このような処理が1フレームに含まれる画素毎に行われることで、長時間露光の撮像により飽和していない画素においては、長時間露光の撮像により

得られた検出信号が用いられて距離が算出され、長時間露光の撮像により飽和している画素においては、短時間露光の撮像により得られた検出信号が用いられて距離が算出される。よって、1フレーム（1画像）において、広ダイナミックレンジを実現した測距を行うことができる。

[0172] このように、長時間露光での撮像と短時間露光での撮像がそれぞれ行われ、得られる結果が合成されることで、広ダイナミックレンジを実現した測距を行うことができる。

[0173] <第3の実施の形態>

<2つの周波数、2つの露光時間を用いた測距について>

第1の実施の形態のように、高周波と低周波の2つの周波数の照射光を用いた測距によれば、測距可能な距離を延ばせるが、撮像時に飽和してしまう可能性があり、測距が行えない状況が発生する可能性がある。

[0174] 第2の実施の形態のように、長時間露光と短時間露光の2つの露光時間を用いた測距によれば、撮影時に飽和してしまう可能性を低減し、広ダイナミックレンジを実現した測距を行うことができるが、測距可能な距離は、照射光の周波数に依存し、所望の距離まで測距できない可能性がある。

[0175] そこで、第1の実施の形態と第2の実施の形態を組み合わせ、高周波と低周波の2つの周波数の照射光を用いた測距と、長時間露光と短時間露光の2つの露光時間を用いた測距を組み合わせることで、広ダイナミックレンジで測距を行え、かつ測距できる距離を延ばすことができる測距が行えるようにした第3の実施の形態について以下に説明を加える。

[0176] このように、高周波と低周波の2つの周波数の照射光を用いた測距と長時間露光と短時間露光の2つの露光時間を用いた測距を組み合わせることで測距を行う場合、また上記した2タップ4フェーズ方式で測距を行う場合、図29に示すように測距が行われる。

[0177] 1フレームは、低周波の照射光を照射し、長時間露光で撮像を行うことで測距を行うフレーム（以下、サブフレームⅠLと記述する）、低周波の照射光を照射し、短時間露光で撮像を行うことで測距を行うフレーム（以下、サ

ブフレーム I S と記述する)、高周波の照射光を照射し、長時間露光で撮像を行うことで測距を行うフレーム(以下、サブフレーム h L と記述する)、および高周波の照射光を照射し、短時間露光で撮像を行うことで測距を行うフレーム(以下、サブフレーム h S と記述する)から構成される。

[0178] なお、低周波の照射光による測距の後に、高周波の照射光による測距が行われる場合を例に挙げて説明を続けるが、高周波の照射光による測距の後に、低周波の照射光による測距が行われるようにしても良い。また長時間露光による測距の後に、短時間露光の測距が行われる場合を例に挙げて説明を行うが、短時間露光による測距の後に、長時間露光の測距が行われるようにしても良い。

[0179] サブフレーム I L、サブフレーム I S、サブフレーム h L、およびサブフレーム h S は、それぞれ図 16 を参照して説明した 2 タップ 4 フェーズ方式の場合と同じく、4 つの検出期間を有し、それぞれの検出期間で、検出信号 A と検出信号 B を取得する。

[0180] サブフレーム I L は、検出期間 Q I L 0、検出期間 Q I L 1、検出期間 Q I L 2、検出期間 Q I L 3 を含む。検出期間 Q I L 0 において、検出信号 A I L 0 と検出信号 B I L 0 が取得される。検出期間 Q I L 1 において、検出信号 A I L 9 0 と検出信号 B I L 9 0 が取得される。検出期間 Q I L 2 において、検出信号 A I L 1 8 0 と検出信号 B I L 1 8 0 が取得される。検出期間 Q I L 3 において、検出信号 A I L 2 7 0 と検出信号 B I L 2 7 0 が取得される。

[0181] サブフレーム I S は、検出期間 Q I S 0、検出期間 Q I S 1、検出期間 Q I S 2、検出期間 Q I S 3 を含む。検出期間 Q I S 0 において、検出信号 A I S 0 と検出信号 B I S 0 が取得される。検出期間 Q I S 1 において、検出信号 A I S 9 0 と検出信号 B I S 9 0 が取得される。検出期間 Q I S 2 において、検出信号 A I S 1 8 0 と検出信号 B I S 1 8 0 が取得される。検出期間 Q I S 3 において、検出信号 A I S 2 7 0 と検出信号 B I S 2 7 0 が取得される。

[0182] サブフレーム h L は、検出期間 Q h L 0、検出期間 Q h L 1、検出期間 Q h L 2、検出期間 Q h L 3 を含む。検出期間 Q h L 0 において、検出信号 A h L 0 と検出信号 B h L 0 が取得される。検出期間 Q h L 1 において、検出信号 A h L 9 0 と検出信号 B h L 9 0 が取得される。検出期間 Q h L 2 において、検出信号 A h L 1 8 0 と検出信号 B h L 1 8 0 が取得される。検出期間 Q h L 3 において、検出信号 A h L 2 7 0 と検出信号 B h L 2 7 0 が取得される。

[0183] サブフレーム h S は、検出期間 Q h S 0、検出期間 Q h S 1、検出期間 Q h S 2、検出期間 Q h S 3 を含む。検出期間 Q h S 0 において、検出信号 A h S 0 と検出信号 B h S 0 が取得される。検出期間 Q h S 1 において、検出信号 A h S 9 0 と検出信号 B h S 9 0 が取得される。検出期間 Q h S 2 において、検出信号 A h S 1 8 0 と検出信号 B h S 1 8 0 が取得される。検出期間 Q h S 3 において、検出信号 A h S 2 7 0 と検出信号 B h S 2 7 0 が取得される。

[0184] このように、低周波の照射光を照射し、長時間露光による撮像で得られる検出信号、低周波の照射光を照射し、短時間露光による撮像で得られる検出信号、高周波の照射光を照射し、長時間露光による撮像で得られる検出信号、および高周波の照射光を照射し、短時間露光による撮像で得られる検出信号を用いて測距を行う場合、信号処理部 1 3 c は、図 3 0 に示す構成とされる。

[0185] 信号処理部 1 3 c は、H D R 合成部 3 0 1 - 1、H D R 合成部 3 0 1 - 2、および統合処理部 3 0 2 を備える。H D R 合成部 3 0 1 - 1 と H D R 合成部 3 0 1 - 2 は、長時間露光による撮像結果と短時間露光による撮像結果を合成する。

[0186] H D R 合成部 3 0 1 - 1 には、受光部 1 2（図 1）から、サブフレーム I L とサブフレーム I S が順次供給される。H D R 合成部 3 0 1 - 1 は、供給されたサブフレーム I L とサブフレーム I S から、低周波の H D R 画像を生成し、統合処理部 3 0 2 に供給する。

- [0187] HDR合成部301-2には、受光部12（図1）から、サブフレームhLとサブフレームhSが順次供給される。HDR合成部301-2は、供給されたサブフレームhLとサブフレームhSから、高周波のHDR画像を生成し、統合処理部302に供給する。
- [0188] 統合処理部302は、図23に示した統合処理部101と同じく、低周波の照射光で撮像されたときに得られた検出信号、この場合、低周波のHDR画像と、高周波の照射光で撮像されたときに得られた検出信号、この場合、高周波のHDR画像を統合することで、所定の物体までの距離を算出し、測距結果として出力する。
- [0189] 図31に示したフローチャートを参照し、図30に示した信号処理部13に含まれるHDR合成部301と統合処理部302の処理について説明を加える。
- [0190] ステップS301において、信号処理部13は、検出信号を取得する。
- [0191] HDR合成部301-1は、サブフレームlLに含まれる検出信号A l L 0と検出信号B l L 0、検出信号A l L 90と検出信号B l L 90、検出信号A l L 180と検出信号B l L 180、検出信号A l L 270と検出信号B l L 270を、順次取得する。
- [0192] また、HDR合成部301-1は、サブフレームlSに含まれる検出信号A l S 0と検出信号B l S 0、検出信号A l S 90と検出信号B l S 90、検出信号A l S 180と検出信号B l S 180、検出信号A l S 270と検出信号B l S 270を、順次取得する。
- [0193] HDR合成部301-2は、サブフレームhLに含まれる検出信号A h L 0と検出信号B h L 0、検出信号A h L 90と検出信号B h L 90、検出信号A h L 180と検出信号B h L 180、検出信号A h L 270と検出信号B h L 270を、順次取得する。
- [0194] また、HDR合成部301-2は、サブフレームhSに含まれる検出信号A h S 0と検出信号B h S 0、検出信号A h S 90と検出信号B h S 90、検出信号A h S 180と検出信号B h S 180、検出信号A h S 270と検

出信号 B h S 2 7 0 を、順次取得する。

- [0195] ステップ S 3 0 2 において、H D R 合成部 3 0 1 - 1 は、低周波の照射光を照射し、長時間露光のときに得られた検出信号と、短時間露光のときに得られた検出信号を合成することで、低周波の照射光を照射したときに得られる H D R 画像（低周波 H D R 画像と記述する）を生成する。
- [0196] ステップ S 3 0 2 における低周波の H D R 合成処理について、図 3 2 のフローチャートを参照して説明する。図 3 2 のフローチャートを参照して説明する低周波の H D R 合成処理は、画素毎に行われる。
- [0197] ステップ S 3 2 1 において、処理対象とされている画素における長時間露光による撮像は、飽和しているか否かが判定される。ステップ S 3 2 1 において、長時間露光による撮像は、飽和していないと判定された場合、ステップ S 3 2 2 に処理が進められる。
- [0198] ステップ S 3 2 2 において、H D R 合成部 3 0 1 - 1 は、長時間露光による撮像は飽和していないため、長時間露光で撮像したときに得られた結果を、出力する。H D R 合成部 3 0 1 - 1 は、長時間露光による撮像は飽和していない場合、サブフレーム I L に含まれる処理対象とされている画素から得られた検出結果 A I L 0 乃至 A I L 2 7 0 と検出結果 B I L 0 乃至 B I L 2 7 0 を、低周波 H D R 画像の一部として出力する。
- [0199] ここでは、検出信号が、低周波 H D R 画像として出力されるとして説明するが、サブフレーム I L で得られる検出結果 A I L 0 乃至 A I L 2 7 0 と検出結果 B I L 0 乃至 B I L 2 7 0 を用いて、式（1）に基づき位相差 θ を算出し、その算出結果が低周波 H D R 画像として出力されるようにしても良い。また位相差 θ を用いて、式（2）に基づき距離 D（複数の候補）を算出し、その距離 D が出力されるようにしても良い。
- [0200] なお、長時間露光による撮像が飽和していない場合、短時間露光による撮像も飽和していない可能性が高い。よって、長時間露光の撮像で得られた検出信号と短時間露光の撮像で得られた検出信号を、所定の方法、例えば、重み付け係数を、それぞれの検出信号に乗算し、加算するといった演算を行う

ことで合成し、合成した後の信号を用いて、位相差 θ や距離 D が算出されるようにしても良い。

[0201] 一方、ステップS321において、処理対象とされている画素における長時間露光による撮像は飽和していると判定された場合、ステップS323に処理が進められる。ステップS323において、短時間露光による撮像は、飽和しているか否かが判定される。ステップS323において、短時間露光による撮像は、飽和していないと判定された場合、ステップS324に処理が進められる。

[0202] ステップS324において、HDR合成部301-1は、短時間露光による撮像は飽和していないため、短時間露光で撮像したときに得られた結果を、出力する。HDR合成部301-1は、短時間露光による撮像は飽和していない場合、サブフレームISに含まれる処理対象とされている画素から得られた検出結果AIS0乃至AIS270と検出結果BIS0乃至BIS270を、低周波HDR画像の一部として出力する。

[0203] ここでは、検出信号が、低周波HDR画像として出力されるとして説明するが、サブフレームISで得られる検出結果AIS0乃至AIS270と検出結果BIS0乃至BIS270を用いて、式(1)に基づき位相差 θ を算出し、その算出結果が低周波HDR画像として出力されるようにしても良い。また位相差 θ を用いて、式(2)に基づき距離 D (複数の候補)を算出し、その距離 D が出力されるようにしても良い。

[0204] 一方、ステップS323において、短時間露光による撮像は飽和していると判定された場合、ステップS325に処理が進められる。ステップS325に処理が来る場合、長時間露光による撮像は飽和し、短時間露光による撮像も飽和している場合であるため、処理対象とされている画素に対しては無効値が出力される。

[0205] このような処理が1フレームに含まれる画素毎に行われることで、長時間露光の撮像により飽和していない画素においては、長時間露光の撮像により得られた検出信号が出力され、長時間露光の撮像により飽和している画素に

おいては、短時間露光の撮像により得られた検出信号が出力される。

[0206] すなわち、HDR合成部301-1は、低周波の照射光を照射し、長時間露光で撮像したことにより得られたサブフレームI_Lと、短時間露光で撮像したことにより得られたサブフレームI_Sを合成することで、低周波HDR画像を生成する。この生成された低周波HDR画像は、図22乃至図24を参照して説明した2つの周波数を用いた測距におけるサブフレームIに該当する。

[0207] ステップS303（図31）において、HDR合成部301-2は、高周波の照射光を照射し、長時間露光のときに得られた検出信号と、短時間露光のときに得られた検出信号を合成することで、高周波の照射光を照射したときに得られるHDR画像（高周波HDR画像と記述する）を生成する。

[0208] ステップS303における高周波のHDR合成処理について、図33のフローチャートを参照して説明する。図33のフローチャートを参照して説明する高周波のHDR合成処理は、画素毎に行われる。

[0209] ステップS341において、処理対象とされている画素における長時間露光による撮像は、飽和しているか否かが判定される。ステップS341において、長時間露光による撮像は、飽和していないと判定された場合、ステップS342に処理が進められる。

[0210] ステップS342において、HDR合成部301-2は、長時間露光による撮像は飽和していないため、長時間露光で撮像したときに得られた結果を、出力する。HDR合成部301-2は、長時間露光による撮像は飽和していない場合、サブフレームh_Lに含まれる処理対象とされている画素から得られた検出結果A_{hL}0乃至A_{hL}270と検出結果B_{hL}0乃至B_{hL}270を、高周波HDR画像の一部として出力する。

[0211] ここでは、検出信号が、高周波HDR画像として出力されるとして説明するが、サブフレームh_Lで得られる検出結果A_{hL}0乃至A_{hL}270と検出結果B_{hL}0乃至B_{hL}270を用いて、式（1）に基づき位相差 θ を算出し、その算出結果が高周波HDR画像として出力されるようにしても良い

。また位相差 θ を用いて、式(2)に基づき距離 D (複数の候補)を算出し、その距離 D が出力されるようにしても良い。

[0212] なお、長時間露光による撮像が飽和していない場合、短時間露光による撮像も飽和していない可能性が高い。よって、長時間露光の撮像で得られた検出信号と短時間露光の撮像で得られた検出信号を、所定の方法、例えば、重み付け係数を、それぞれの検出信号に乗算し、加算するといった演算を行うことで合成し、合成した後の信号を用いて、位相差 θ や距離 D が算出されるようにしても良い。

[0213] 一方、ステップS341において、処理対象とされている画素における長時間露光による撮像は飽和していると判定された場合、ステップS343に処理が進められる。ステップS343において、短時間露光による撮像は、飽和しているか否かが判定される。ステップS343において、短時間露光による撮像は、飽和していないと判定された場合、ステップS344に処理が進められる。

[0214] ステップS344において、HDR合成部301-2は、短時間露光による撮像は飽和していないため、短時間露光で撮像したときに得られた結果を、出力する。HDR合成部301-2は、短時間露光による撮像は飽和していない場合、サブフレーム hS に含まれる処理対象とされている画素から得られた検出結果 $AhS0$ 乃至 $AhS270$ と検出結果 $BhS0$ 乃至 $BhS270$ を、高周波HDR画像の一部として出力する。

[0215] ここでは、検出信号が、高周波HDR画像として出力されるとして説明するが、サブフレーム hS で得られる検出結果 $AhS0$ 乃至 $AhS270$ と検出結果 $BhS0$ 乃至 $BhS270$ を用いて、式(1)に基づき位相差 θ を算出し、その算出結果が高周波HDR画像として出力されるようにしても良い。また位相差 θ を用いて、式(2)に基づき距離 D (複数の候補)を算出し、その距離 D が出力されるようにしても良い。

[0216] 一方、ステップS343において、短時間露光による撮像は飽和していると判定された場合、ステップS345に処理が進められる。ステップS34

5に処理が来る場合、長時間露光による撮像は飽和し、短時間露光による撮像も飽和している場合であるため、処理対象とされている画素に対しては無効値が出力される。

[0217] このような処理が1フレームに含まれる画素毎に行われることで、長時間露光の撮像により飽和していない画素においては、長時間露光の撮像により得られた検出信号が出力され、長時間露光の撮像により飽和している画素においては、短時間露光の撮像により得られた検出信号が出力される。

[0218] すなわち、HDR合成部301-2は、高周波の照射光を照射し、長時間露光で撮像したことにより得られたサブフレームh_Lと、短時間露光で撮像したことにより得られたサブフレームh_Sを合成することで、高周波HDR画像を生成する。この生成された高周波HDR画像は、図22乃至図24を参照して説明した2つの周波数を用いた測距におけるサブフレームhに該当する。

[0219] ステップS304（図31）において、統合処理部302は、低周波HDR画像と高周波HDR画像を統合する。統合処理部302には、HDR合成部301-1から、低周波HDR画像が供給される。この低周波HDR画像は、上記したような処理が行われることで生成された広ダイナミックレンジの画像であり、サブフレームl（図23）に該当する画像である。

[0220] また統合処理部302には、HDR合成部301-2から、高周波HDR画像が供給される。この高周波HDR画像は、上記したような処理が行われることで生成された広ダイナミックレンジの画像であり、サブフレームh（図23）に該当する画像である。

[0221] 統合処理部302は、サブフレームlとサブフレームhに該当する低周波HDR画像と高周波HDR画像を取得するため、サブフレームlとサブフレームhを取得し、処理する統合処理部101（図23）と同様の処理を行うことで距離を算出することができる。統合処理部101（図23）における処理については既に説明したため、統合処理部302における処理については、説明を省略する。

[0222] このように、長時間露光による撮像と短時間露光による撮像を行うことで、広ダイナミックレンジの画像を取得し、その広ダイナミックレンジの画像を用いて測距を行うことで、ダイナミックレンジを向上させた測距を行うことができる。また、低周波の照射光を照射した撮像と高周波の照射光を照射した撮像を行うことで、測距できる距離を延ばすことができる。

[0223] <第4の実施の形態>

<2つの周波数、2つの露光時間を用いた他の測距について>

図29乃至図33を参照して第3の実施の形態として説明したように、2つの周波数、2つの露光時間を用いた測距によれば、ダイナミックレンジを向上させ、かつ測距できる距離を延ばすことができる。

[0224] ここで、再度図29を参照する。図29に示したように、第3の実施の形態によれば、4つのサブフレームを取得し、処理する必要がある。この場合、4つのサブフレームを時間方向で順次撮像する必要があるため、撮像にかかる時間が増す可能性がある。また、4つのサブフレームを処理するためにかかる時間や処理負担が増す可能性もある。

[0225] 取得するサブフレーム数を減らすことで、撮影にかかる時間や、取得されたサブフレームを処理する時間や処理負担を軽減する測距について説明を加える。

[0226] 第4の実施の形態として、図34に示すように、取得するサブフレームを、サブフレーム l L、サブフレーム h L、およびサブフレーム h Sの3つのサブフレームとした場合について説明する。

[0227] サブフレーム l Lは、低周波の照射光を照射し、長時間露光で撮像を行うことで測距を行うフレームであり、図29を参照して説明したサブフレーム l Lに該当するサブフレームである。また、サブフレーム l Lは、図22を参照して説明したサブフレーム l に該当するサブフレームである。

[0228] サブフレーム h Lは、高周波の照射光を照射し、長時間露光で撮像を行うことで測距を行うサブフレームであり、図29を参照して説明したサブフレーム h Lに該当するサブフレームである。

- [0229] サブフレーム h S は、高周波の照射光を照射し、短時間露光で撮像を行うことで測距を行うサブフレームであり、図 29 を参照して説明したサブフレーム h S に該当するサブフレームである。
- [0230] 図 34 に示した実施の形態は、図 29 に示した実施の形態と比較し、低周波を照射し、短時間露光で撮像を行うことで測距を行うサブフレーム l S を取得し、処理する処理が省略された形態とされている。
- [0231] 測距を行うとき、距離が近い方が、距離が遠い方よりも飽和しやすい傾向にある。図 20 を参照して説明したように、高周波の照射光を用いた測距は、測距可能な距離が、低周波の照射光を用いた測距よりも短くなる。距離が近い方（近距離）を測距したい場合、高周波の照射光を用いて測距し、距離が遠い方（遠距離）を測距したい場合、低周波の照射光を用いて測距することができる。
- [0232] 近距離の方が、遠距離よりも飽和しやすい傾向にあるため、近距離を測定する高周波の照射光を用いた撮像の方が、遠距離を測定する低周波の照射光を用いた撮像よりも、飽和する可能性が高いと考えられる。そこで、高周波の照射光を用いた撮像は、長時間露光と短時間露光を行うことで、飽和する可能性を低減し、広ダイナミックレンジでの撮像が行われるようにする。
- [0233] 一方で、飽和する可能性が低い低周波の照射光を用いた撮像は、長時間露光により撮像を行うことで、S/N 比が低下することがない撮像が行われるようにする。また、低周波の照射光を用いた撮像は、飽和する可能性が低いため、短時間露光による撮像を省略する。
- [0234] このように、低周波を照射し、短時間露光で撮像を行うことで測距を行うサブフレーム l S を取得する処理を省略しても、測距可能な距離を延ばし、飽和する可能性を低減した測距を行うことができる。
- [0235] また、上記した 4 つのサブフレームを取得して測距を行う場合と比べて、3 つのサブフレームを取得して測距する場合は、サブフレームを取得する時間、換言すれば、撮像にかかる時間を短くすることができる。一般的に、撮像にかかる時間が長くなると、動被写体を撮像しているとぶれが生じ、動被

写体特性が悪化してしまう可能性がある。撮像にかかる時間が短くなることで、動被写体特性の悪化を低減することができる。

[0236] また、処理するサブフレーム数が減ることで、処理するための時間を低減し、処理能力の負荷を低減することもできる。このことから、低消費電力化することも可能となる。

[0237] このような測距を行う場合、信号処理部 13 d は、図 35 に示すような構成を有する。信号処理部 13 d は、HDR 合成部 301-2、および統合処理部 302 を備える。図 35 に示した信号処理部 13 は、図 30 に示した信号処理部 13 から、HDR 合成部 301-1 を削除した構成となっているため、図 30 に示した信号処理部 13 と同一の部分には同一の符号を付し、適宜説明は省略する。

[0238] HDR 合成部 301-2 には、受光部 12 (図 1) から、サブフレーム h L とサブフレーム h S が順次供給される。HDR 合成部 301-2 は、供給されたサブフレーム h L とサブフレーム h S から、高周波の HDR 画像を生成し、統合処理部 302 に供給する。

[0239] 統合処理部 302 には、サブフレーム l L と、サブフレーム h L とサブフレーム h S が合成された高周波 HDR 画像が供給される。統合処理部 302 は、サブフレーム l L と高周波 HDR 画像を統合することで、所定の物体までの距離を算出し、測距結果として出力する。

[0240] 図 36 に示したフローチャートを参照し、図 35 に示した信号処理部 13 d の処理について説明を加える。

[0241] ステップ S 401 において、信号処理部 13 d は、検出信号を取得する。

[0242] ステップ S 402 において、HDR 合成部 301-2 は、高周波の照射光を照射し、長時間露光のときに得られた検出信号と、短時間露光のときに得られた検出信号を合成することで、高周波の照射光を照射したときに得られる高周波 HDR 画像を生成する。

[0243] ステップ S 402 における高周波の HDR 合成処理は、図 33 に示したフローチャートに基づき行われる。図 33 に示したフローチャートに基づく処

理については既に説明したので、ここでは説明を省略する。

[0244] ステップS 4 0 3において、統合処理部3 0 2により統合処理が実行される。ステップS 4 0 3において実行される統合処理について、図3 7に示したフローチャートを参照し説明する。

[0245] ステップS 4 2 1において、低周波の照射光を照射し、長時間露光による撮像が、飽和しているか否かが判定される。この場合、サブフレームI Lに含まれている処理対象とされている画素は、飽和しているか否かが判定される。ステップS 4 2 1において、低周波の照射光を照射し、長時間露光による撮像は飽和していないと判定された場合、ステップS 4 2 2に処理は進められる。

[0246] ステップS 4 2 2において、高周波の照射光を照射したときの撮像は、飽和しているか否かが判定される。この場合、HDR合成部3 0 1-2により生成された高周波HDR画像のうちの、処理対象とされている画素は、飽和しているか否かが判定される。

[0247] ステップS 4 0 2の処理（図3 3に示したフローチャートに基づく処理）が実行されることで生成された高周波HDR画像には、飽和している画素は含まれていない可能性が高いが、ステップS 3 4 5（図3 3）において、無効値が出力されている可能性もある。そこで、ステップS 4 0 2においては、高周波HDR画像のうち処理対象とされている画素の画素値は、無効値であるか否かが判定される。

[0248] ステップS 4 0 2において、処理対象とされている高周波HDR画像内の画素の画素値は、無効値ではないと判定された場合、ステップS 4 2 3に処理が進められる。ステップS 4 2 3において、低周波の照射光が照射されたときに得られた画像と高周波の照射光が照射されたときに得られた画像が合成され、出力される。この場合、サブフレームI Lで得られる画像と、高周波HDR画像が合成される。

[0249] この合成は、図3 1のステップS 3 0 4で実行される処理と同様に行われるため、その説明は省略するが、サブフレームI Lに含まれる検出信号を用

いて算出される距離と、高周波HDR画像に含まれる検出信号を用いて算出される距離とから、一意に、距離を求める処理が実行される。

[0250] 一方、ステップS422において、処理対象とされている高周波HDR画像内の画素の画素値は、無効値であると判定された場合、ステップS424に処理が進められる。

[0251] ステップS424において、無効値が出力される。ステップS424に処理が来るのは、高周波HDR画像の処理対象とされている画素が飽和しているため、高周波HDR画像からは距離を算出できないときである。また、低周波の照射光が照射されたときに得られたサブフレームILは、飽和していないと判定されたときである。

[0252] サブフレームILは、飽和していないため、このサブフレームILから距離を算出し、算出された距離が、測距結果として出力されるようにしても良い。この場合、図20のBを参照して説明したように、複数の測距結果が算出されるため、誤った測距結果が出力される可能性がある。よって、ここでは、誤った結果が出力されないように、無効値が出力されるとして説明を続ける。

[0253] または、算出される複数の測距結果から1つの測距結果に特定できた場合には、その測距結果が出力されるようにしても良い。

[0254] 例えば、処理対象とされている画素の近傍の画素であり、ステップS423に処理が進められ、測距結果が出された画素が検出される。検出された画素の測距結果に近い値を有する測距結果が、処理対象とされている画素から算出された複数の測距結果から検出される。このような検出処理が、ステップS424において実行されるようにし、測距結果が出力されるようにしても良い。

[0255] 一方、ステップS421において、低周波の照射光を照射し、長時間露光による撮像が、飽和していると判定された場合、ステップS425に処理が進められる。ステップS425の処理は、ステップS422の処理と同じく、高周波の照射光を照射したときの撮像は、飽和しているか否かが判定され

る。換言すれば、ステップS 4 2 5において、処理対象とされている高周波H D R画像内の画素の画素値は、無効値であるか否かが判定される。

[0256] ステップS 4 2 5において、処理対象とされている高周波H D R画像内の画素の画素値は、無効値ではないと判定された場合、ステップS 4 2 6に処理が進められる。ステップS 4 2 6に処理が来た場合、処理対象とされている高周波H D R画像内の画素から検出された検出信号が用いられ、距離が算出され、その算出値が測距結果として出力される。

[0257] この場合も、ステップS 4 2 4に処理が来た場合と同様であり、高周波の照射光が照射されたときの撮像または低周波の照射光が照射されたときの撮像のどちらかが飽和している状態であるため、複数の測距結果が算出され、一意に特定できない可能性がある。よって、ステップS 4 2 6においても、ステップS 4 2 4と同じく、複数の測距結果から一意に測距結果が特定される処理が行われるようにしても良い。または無効値が出力されるようにしても良い。

[0258] 一方、ステップS 4 2 5において、処理対象とされている高周波H D R画像内の画素の画素値は、無効値であると判定された場合、ステップS 4 2 7に処理が進められる。ステップS 4 2 7において、処理対象とされている画素からの測距結果は、無効であることを示す無効値が出力される。

[0259] このように、長時間露光による撮像と短時間露光による撮像を行うことで、広ダイナミックレンジの画像を取得し、その広ダイナミックレンジの画像を用いて測距を行うことで、ダイナミックレンジを向上させた測距を行うことができる。また、低周波の照射光を照射した撮像と高周波の照射光を照射した撮像を行うことで、測距できる距離を延ばすことができる。

[0260] また処理するサブフレーム数を少なくすることで、撮影や処理にかかる時間を短くし、処理負荷を低減し、動被写体特性が悪化することを抑制することができる。

[0261] <第5の実施の形態>

第1乃至第4の実施の形態は、組み合わせて用いることができる。第5の

実施の形態とし、図38を参照し、2つの周波数を用いた測距を行う第1の実施の形態と、2つの周波数と2つの露光時間を用いた測距を行う第3の実施の形態を組み合わせた場合について説明する。また、図39を参照し、2つの周波数を用いた測距を行う第1の実施の形態と、2つの周波数と2つの露光時間を用いた測距を行う第4の実施の形態を組み合わせた場合について説明する。

[0262] 図38を参照するに、測距のモードとして、通常モードと高精度モードがある。通常モードは、第1の実施の形態が適用されたモードであり、低周波の照射光と高周波の照射光を用いた測距を行うモードである。この通常モードでは、AE (Automatic Exposure) で露光が制御される。

[0263] 通常モードでは、図22を参照して説明した場合と同じく、低周波の照射光が照射されたときに撮像されるサブフレームIと、高周波の照射光が照射されたときに撮像されるサブフレームhが取得される。またこのサブフレームIとサブフレームhとから、1フレームが構成される。

[0264] 高精度モードは、第3の実施の形態が適用されたモードであり、低周波の照射光と高周波の照射光を用いた測距と長時間露光と短時間露光での測距を行うモードである。

[0265] 高精度モードでは、図29を参照して説明した場合と同じく、低周波の照射光が照射され、長時間露光で撮像されたサブフレームIL、低周波の照射光が照射され、短時間露光で撮像されたサブフレームIS、高周波の照射光が照射され、長時間露光で撮像されたサブフレームhL、および高周波の照射光が照射され、短時間露光で撮像されたサブフレームhSが取得される。またこのサブフレームIL、サブフレームIS、サブフレームhL、およびサブフレームhSとから、1フレームが構成される。

[0266] 図38に示した例では、フレーム1とフレーム2は、通常モードで撮像され、フレーム3で高精度モードに切り替わり、フレーム4で通常モードに戻り、通常モードが維持されたままフレーム5が撮像される。

[0267] 通常モードから高精度モードに切り替わるタイミングについては、後述す

る。通常モードから高精度モードに切り替わるとき、露光長は維持される。

図38に示した例では、フレーム2のサブフレーム1の露光時間は、フレーム3のサブフレーム1Lに引き継がれ、フレーム2のサブフレームhの露光時間は、フレーム3のサブフレームhLに引き継がれる。

[0268] すなわち、通常モード時の低周波の照射光を用いた撮像を行うときの露光時間が、高精度モード時の低周波の照射光を用いた撮像を行うときの長時間露光の露光時間に設定される。また、通常モード時の高周波の照射光を用いた撮像を行うときの露光時間が、高精度モード時の高周波の照射光を用いた撮像を行うときの長時間露光の露光時間に設定される。

[0269] 高精度モード時の長時間露光の露光長は、前フレームの通常モード時の露光長が維持されるため、また通常モード時の露光長は、AEにより設定されるため、高精度モード時の長時間露光の露光長は、可変となる。

[0270] 高精度モード時の長時間露光の露光長に合わせて、高精度モード時の短時間露光の露光長も可変としても良い。高精度モード時の短時間露光の露光長を可変とした場合、高精度モード時の長時間露光の露光長に対する比率で設定されるようにしても良い。

[0271] 例えば、高精度モード時の短時間露光の露光長は、長時間露光の露光長の半分(0.5)に設定するといったように、高精度モード時の長時間露光の露光長に対する比率で短時間露光の露光長が設定されるようにしても良い。

[0272] 高精度モード時の短時間露光の露光長は、高精度モード時の長時間露光の露光長に係わらず、固定値としても良い。

[0273] 高精度モードから通常モードに切り替わるときも、露光長は維持される。

図38に示した例では、フレーム3のサブフレーム1Lの露光時間は、フレーム4のサブフレーム1に引き継がれ、フレーム3のサブフレームhLの露光時間は、フレーム3のサブフレームhに引き継がれる。

[0274] このように、通常モードと高精度モードの切り替わり時に、露光時間が維持されるようにすることで、露光時間がフレーム間で急激に変化するようなことを防ぐことができ、ユーザに違和感を与えるようなことを防ぐことがで

きる。

[0275] 図38に示した例では、高精度モードは、1フレームしかない場合を例に挙げて説明したが、複数フレームが連続して高精度モードで撮像されるようにしても良い。高精度モード時に、複数フレームが撮像されるようにした場合、高精度モード中に、露光長が変更されるようにしても良い。

[0276] 高精度モード中に露光長が変更される場合、高精度モードから通常モードに切り替わるとき、高精度モードの最後のフレームの露光長が、通常モードの露光長として引き継がれる。

[0277] 図38に示した例は、高精度モードのときに取得されるサブフレーム l Lとサブフレーム h Lは、前の通常モードのフレームのサブフレーム l とサブフレーム h と露光時間が同じなため、高精度モードは、通常モードの撮像に短時間露光での撮像が追加されたモードであるとも言える。

[0278] 通常モード時の露光長が高精度モード時にも維持され、高精度モード時には、通常モードの撮像に短時間露光での撮像が追加されるため、通常モード時の露光長は、高精度モード時に短時間露光での撮像が追加されても、1フレーム内に収まる時間に制限される。

[0279] 通常モード時のサブフレーム l の露光長を露光長 l とし、サブフレーム h の露光長を露光長 h とする。また、高精度モード時のサブフレーム l Lの露光長を露光長 l Lとし、サブフレーム l Sの露光長を露光長 l Sとし、サブフレーム h Lの露光長を露光長 h Lとし、サブフレーム h Sの露光長を露光長 h Sとする。またフレームレートが、30fpsである場合、1フレーム時間は、 $1/30$ 秒となる。

[0280] 露光長 l L + 露光長 l S + 露光長 h L + 露光長 h S < 1フレーム時間 ($1/30$ 秒)

となる。

露光長 l L = 露光長 l 、露光長 h L = 露光長 h であるため、この不等号は

、

露光長 l + 露光長 l S + 露光長 h + 露光長 h S < 1フレーム時間

と書き換えられる。

[0281] よって、

露光長 l + 露光長 $h < 1$ フレーム時間 - (露光長 l S + 露光長 h S)

となる。

この不等号が満たされるように、通常モード時の露光長は設定される。なお、露光量 l と露光量 h は、露光量 $l =$ 露光量 h であり、露光長 l S と露光長 h S は、露光長 l $S =$ 露光長 h S である。

[0282] 次に、第1の実施の形態と第4の実施の形態を組み合わせた場合について説明する。図39に示すように、高精度モードのときは、第4の実施の形態のように、3枚のサブフレームで測距が行われるようにしても良い。図39に示した場合も、基本的に、図38に示した場合と同様であるため、同様な説明は適宜省略する。

[0283] 高精度モードでは、図34を参照して説明した場合と同じく、低周波の照射光が照射され、長時間露光で撮像されたサブフレーム l L 、高周波の照射光が照射され、長時間露光で撮像されたサブフレーム h L 、および高周波の照射光が照射され、短時間露光で撮像されたサブフレーム h S が取得される。またこのサブフレーム l L 、サブフレーム h L 、およびサブフレーム h S とから、1フレームが構成される。

[0284] 通常モードから高精度モードに切り替わるとき、露光長は維持される。図39に示した例では、フレーム2のサブフレーム l の露光時間は、フレーム3のサブフレーム l L に引き継がれ、フレーム2のサブフレーム h の露光時間は、フレーム3のサブフレーム h L に引き継がれる。

[0285] また高精度モードから通常モードに切り替わるときも、露光長は維持される。図39に示した例では、フレーム3のサブフレーム l L の露光時間は、フレーム4のサブフレーム l に引き継がれ、フレーム3のサブフレーム h L の露光時間は、フレーム3のサブフレーム h に引き継がれる。

[0286] このように、通常モードと高精度モードの切り替わり時に、露光時間が維持されるようにすることで、露光時間がフレーム間で急激に変化するような

ことを防ぐことができ、ユーザに違和感を与えるようなことを防ぐことができる。

[0287] 図39に示した例では、高精度モードは、1フレームしかない場合を例に挙げて説明したが、複数フレームが連続して高精度モードで撮像されるようにしても良い。高精度モード時に、複数フレームが撮像されるようにした場合、高精度モード中に、露光長が変更されるようにしても良い。

[0288] 高精度モード中に露光長が変更される場合、高精度モードから通常モードに切り替わるとき、高精度モードの最後のフレームの露光長が、通常モードの露光長として引き継がれる。

[0289] 図39に示した例は、高精度モードのときに取得されるサブフレーム l とサブフレーム h は、前の通常モードのフレームのサブフレーム l とサブフレーム h と露光時間が同じなため、高精度モードは、通常モードの撮像に、高周波の照射光を照射し、短露光時間での撮像が追加されたモードであるとも言える。

[0290] 図39に示した例では、

露光長 l + 露光長 h + 露光長 $h_s < 1$ フレーム時間 (1 / 30 秒)
となる。

露光長 $l =$ 露光長 l 、露光長 $h =$ 露光長 h であるため、この不等号は、

露光長 $l +$ 露光長 $h +$ 露光長 $h_s < 1$ フレーム時間
と書き換えられる。

[0291] よって、

露光長 $l +$ 露光長 $h < 1$ フレーム時間 - 露光長 h_s
となる。

この不等号が満たされるように、通常モード時の露光長は設定される。なお、露光量 l と露光量 h は、露光量 $l =$ 露光量 h である。

[0292] 以下の説明においては、図39に示した場合を例に挙げて説明する。

[0293] <トリガーによる切替>

図40は、図39を参照して説明した通常モードと高精度モードを、所定のトリガーが入力されたときに切り替える信号処理部13eの構成を示す図である。図40に示した信号処理部13eは、通常モード制御部501、最適露光算出部502、高精度モード制御部503、モード切替部504、HDR合成部505、および統合処理部506を備える。

[0294] 通常モード制御部501は、通常モード時に、受光部12（図1）に対して制御信号を送信する。また通常モード制御部501は、通常モード時に、受光部12からのサブフレームの入力を制御する。

[0295] 通常モード制御部501は、受光部12が、サブフレームIとサブフレームhを撮像するように制御する。また、通常モード制御部501は、受光部12で撮像されたサブフレームIとサブフレームhを取得し、統合処理部506に出力する。

[0296] 高精度モード制御部503は、高精度モード時に、受光部12に対して制御信号を送信する。また高精度モード制御部503は、高精度モード時に、受光部12からのサブフレームの入力を制御する。

[0297] 高精度モード制御部503は、受光部12が、サブフレームIL、サブフレームhL、およびサブフレームhSを撮像するように制御する。また、高精度モード制御部503は、受光部12で撮像されたサブフレームIL、サブフレームhL、およびサブフレームhSを取得し、サブフレームILを統合処理部506に出力し、サブフレームhLとサブフレームhSをHDR合成部505に出力する。

[0298] 最適露光算出部502は、受光部12からのサブフレームを用いて、次のフレームの撮像に適した露光長を設定する。設定された露光長は、通常モード制御部501と高精度モード制御部503に供給され、通常モード制御部501または高精度モード制御部503は、設定されている露光長に基づき、受光部12の露光時間を制御する。

[0299] モード切替部504は、外部から所定のトリガーが入力されたとき、通常モードと高精度モードを切り替える。所定のトリガーとは、例えば、撮像時

にユーザが操作するシャッタボタンが操作されているときとすることができる。ここでは、シャッタボタンが操作されていることをトリガーとして説明するが、他のトリガーが設定されている場合にも本技術は適用できる。

[0300] シャッタボタンが操作された場合、その操作情報が、モード切替部504に供給される。モード切替部504は、所定のトリガーが入力された場合、通常モードから高精度モードに切り替える。高精度モードに切り替えられた場合、通常モード制御部501は、処理を停止し、高精度モード制御部503は、処理を開始する。

[0301] またシャッタボタンの操作が終了された場合、モード切替部504は、高精度モードから通常モードに切り替える。通常モードに切り替えられた場合、通常モード制御部501は、処理を開始し、高精度モード制御部503は、処理を停止する。

[0302] このように、シャッタボタンが操作されているときに高精度モードで動作するようにした場合、シャッタボタンが操作されているとき、すなわち撮像が行われるときには、高精度で撮像が行われるようにすることができる。

[0303] またシャッタボタンが操作されていないときには、例えばライブビューと称される、その時点で撮像されている画像をディスプレイに表示する画像として、受光部12で撮像している画像をユーザに提供することができる。

[0304] HDR合成部505は、図35に示した信号処理部13dのHDR合成部301-2と同様の機能を有し、高精度モード制御部503から供給されるサブフレームhLとサブフレームhSを合成し、高周波HDR画像を生成し、統合処理部506に供給する。

[0305] 統合処理部506は、図23に示した信号処理部13aの統合処理部101と同様の機能を有し、通常モード制御部501から供給されるサブフレームlとサブフレームhを用いて、距離を算出し、出力する。

[0306] また統合処理部506は、図35に示した信号処理部13dの統合処理部302と同様の機能も有し、高精度モード制御部503から供給されるサブフレームlLと、HDR合成部505から供給される高周波HDR画像を用

いて、距離を算出し、出力する。

- [0307] 図40に示した信号処理部13eの動作について、図41のフローチャートを参照して説明する。
- [0308] ステップS501において、高精度出力のトリガー信号を受信したか否かが判定される。高精度出力のトリガー信号とは、例えば、シャッターボタンが操作されたことや、シャッターボタンが操作され続けていることを示す信号、換言すれば撮像を指示する信号である。
- [0309] ステップS501において、高精度出力のトリガー信号は受信していないと判定された場合、ステップS502に処理は進められる。高精度出力のトリガー信号を受信していないため、通常モードによる測距が行われる。
- [0310] ステップS502において、複数周波数、この場合、低周波と高周波の照射光を用いた撮像が行われる。通常モード制御部501は、発光制御部15（図1）に対して、低周波の照射光を露光時間（この場合、長時間露光）に相当する時間照射し、その後高周波の照射光を露光時間に相当する時間照射するという制御を行わせるための制御信号を出力する。また、受光部12（図1）が、最適露光算出部502により算出された露光時間で露光を行うように、受光部12に対して制御信号を出力する。
- [0311] このように、通常モード制御部501からの制御信号に基づき、発光部14により照射光の照射が行われ、受光部12により受光が行われることで、サブフレームlとサブフレームhが撮像される。
- [0312] ステップS503において、複数周波数の信号から距離が算出される。通常モード制御部501は、受光部12からのサブフレームlとサブフレームhを統合処理部506に出力する。統合処理部506は、サブフレームlとサブフレームhのそれぞれに含まれる検出信号Aと検出信号Bを用いて、距離を算出し、複数の候補から一意に距離を特定する。
- [0313] ステップS504において、最適露光長が算出される。最適露光算出部502は、入力されたサブフレームから、次のフレームの撮像時の露光長を算出する。算出された露光長は、通常モード制御部501と高精度モード制御

部503に供給される。

[0314] ステップS505において、撮影は終了か否かが判定される。例えば、測距装置10の電源がオフにされた場合、測距装置10として機能させるためのアプリケーションが閉じられた場合などに、撮影は終了であると判定される。

[0315] ステップS505において、撮影は終了していないと判定された場合、ステップS501に処理が戻され、それ以降の処理が繰り返される。一方、撮影は終了したと判定された場合、図41に示したフローチャートの処理は終了される。

[0316] 一方、ステップS501において、高精度出力のトリガー信号を受信したと判定された場合、ステップS506に処理は進められる。高精度出力のトリガー信号を受信しているため、高精度モードによる測距が行われる。

[0317] ステップS506において、複数周波数と複数露光長、この場合、低周波の照射光で長時間露光した撮像、高周波の照射光で長時間露光した撮像、および高周波の照射光で短時間露光した撮像が行われる。

[0318] 高精度モード制御部503は、発光制御部15（図1）に対して、低周波の照射光を長時間露光に相当する時間照射し、高周波の照射光を長時間露光に相当する時間照射し、高周波の照射光を短時間露光に相当する時間照射するという制御を行わせるための制御信号を出力する。

[0319] また、受光部12（図1）が、最適露光算出部502により算出された露光時間（長時間露光）で露光を行うように、また、短時間露光の露光時間として設定された露光時間で露光が行われるように、受光部12に対して制御信号を出力する。

[0320] 最適露光算出部502により算出された露光時間は、前のフレームの撮像時に設定されている値であり、ステップS504において算出された値である。よって、通常モード時のフレームの露光時間が、高精度モード時のフレームの露光時間として維持される。また、短時間露光の露光時間は、上記したように、長時間露光に対する比率で算出され、設定される値、または固定

値として設定されている値が用いられる。

- [0321] このように、通常モード制御部501からの制御信号に基づき、発光部14により照射光の照射が行われ、受光部12により受光が行われることで、サブフレーム l L、サブフレーム h L、およびサブフレーム h Sが撮像される。
- [0322] ステップS507において、複数周波数と複数露光の撮像により得られた信号から距離が算出される。高精度モード制御部503は、受光部12からのサブフレーム l Lを統合処理部506に出力する。また、高精度モード制御部503は、サブフレーム h Lとサブフレーム h Sを、HDR合成部505に出力する。
- [0323] HDR合成部505は、図33に示したフローチャートを参照して説明した場合と同様の処理を行うことで、高周波HDR画像を生成し、統合処理部506に出力する。統合処理部506は、サブフレーム l Lと高周波HDR画像のそれぞれに含まれる検出信号Aと検出信号Bを用いて、距離を算出し、複数の候補から一意に距離を特定する。
- [0324] ステップS505において、撮影は終了か否かが判定される。ステップS505において、撮影は終了していないと判定された場合、ステップS501に処理が戻され、それ以降の処理が繰り返され、撮影は終了したと判定された場合、図41に示したフローチャートの処理は終了される。
- [0325] 高精度モード時にも、露光長を変更するようにした場合、ステップS507からステップS505に処理が進められるとき、最適露光長が算出されるようにしても良い。
- [0326] このように、所定のトリガーが入力されたとき、通常モードから高精度モードに切り替わるようにすることで、消費電力や処理負荷を低減させることができる。
- [0327] このようなトリガーの入力により通常モードと高精度モードを切り替える信号処理部13の適用例を、図42に示す。図42に示した信号処理部13fは、RGBセンサ551からの信号を入力し、処理する機能が追加されて

いる。RGBセンサ551からは、通常のカラ画像を取得することができる。

[0328] 信号処理部13fは、カラ画像から、例えば背景を削除し、人を残すといった処理を行う。このような処理を行う図42に示した信号処理部13は、図40に示した信号処理部13dにマッピング部561とエフェクト部562をさらに追加した構成とされている。

[0329] マッピング部561は、統合処理部506から出力される距離を、カラ画像上の対応する画素位置にマッピングする。すなわち、得られるカラ画像に対応する距離画像を生成する。例えば、図43の距離画像Aが生成される。この距離画像Aが得られたときにRGBセンサ551で得られたカラ画像は、例えば、図43のカラ画像Bである。

[0330] カラ画像Bは、人と背景が撮影されている。このカラ画像Bに対応する距離画像が、距離画像Aであり、人の部分は、略同一の距離を表す色で表示され、背景の部分は、人の部分とは異なる距離であることを表す色で表示される。

[0331] エフェクト部562は、距離画像Aで略同一の距離であり、近景にある部分を残し、他の部分を削除する処理を行う。この場合、近景に居る人が残り、背景が削除されることで、エフェクト画像C（図43）が得られる。

[0332] 図42に示したような信号処理部13を有する装置においては、通常モードのときには、統合処理部506から距離画像A、または／およびRGBセンサ551から得られたカラ画像Bが出力されるようにすることができる。

[0333] 高精度モードのときには、高精度での撮像が行われることで距離画像Aが取得され、その距離画像Aに基づき、カラ画像Bに対してエフェクト処理が実行される。そしてエフェクト後のエフェクト画像Cが出力される。高精度モードのときには、距離画像A、カラ画像B、エフェクト画像Cのうちのいずれか1つの画像、または複数の画像を出力するようにすることができる。

[0334] <第6の実施の形態>

<シーンによる切替>

第5の実施の形態では、所定のトリガーにより通常モードと高精度モードを切り替える場合を例に挙げて説明した。第6の実施の形態として、所定のシーンにより通常モードと高精度モードを切り替える場合を例に挙げて説明する。

[0335] 図44に、所定のシーンにより通常モードと高精度モードを切り替える信号処理部13gの構成例を示す。図44に示した信号処理部13gは、図40に示した信号処理部13fと比較し、モード切替部504の代わりに、シーン判定部601を備えた構成とされている点が異なり、他の部分は同様である。

[0336] シーン判定部601は、統合処理部506から出力される画像から、所定のシーンであるか否かを判定し、所定のシーンであると判定したとき、通常モード制御部501による制御から、高精度モード制御部503による制御に切り替える。

[0337] 所定のシーンとは、顔が検出されたシーンとすることができる。例えば、顔認証のときに、高精度モードで測距が行われるようにすることができる。

[0338] 図44に示した信号処理部13の動作について、図45に示したフローチャートを参照して説明する。第5の実施の形態における信号処理部13fと同様の処理については、適宜説明を省略する。

[0339] ステップS601乃至S604の処理は、ステップS502乃至S505（図41）と同じく、通常モード時における処理である。通常モードにおいてフレームIとフレームhが取得され、距離画像が生成されると、その生成された距離画像を用いて、シーン判定部601は、所定のシーンであるか否かを判定する。

[0340] 距離画像ではなく、白黒の画像が用いられて、所定のシーンの判定が行われるようにしても良い。図2に示したように、受光部12は、フォトダイオード61（図3）が2次元的に配置されている画素アレイ部41を備え、撮

像を行う。この撮像により、白黒、所謂モノクロの画像を得ることができる。よって、このモノクロ画像を用いて、撮像されている物体を認識し、その物体が人の顔であるか否かを判定することができる。

[0341] ステップS 6 0 5において、シーン判定部6 0 1は、高精度モードに移行するシーンであるか否かを判定する。シーン判定部6 0 1は、距離画像（またはモノクロ画像）を解析し、例えば、顔と判定できる領域がある場合、所定のシーンであると判定する。

[0342] ステップS 6 0 5において、シーン判定部6 0 1により、高精度出力が必要な所定のシーンではないと判定された場合、ステップS 6 0 1に処理が戻され、それ以降の処理が繰り返される。

[0343] 一方、ステップS 6 0 5において、シーン判定部6 0 1により、高精度出力が必要な所定のシーンであると判定された場合、ステップS 6 0 6に処理が進められる。高精度出力が必要な所定のシーンであると判定されたため、高精度モードによる測距が行われる。

[0344] ステップS 6 0 6，S 6 0 7の処理は、ステップS 5 0 6，S 5 0 7（図4 1）と同じく、高精度モード時における処理である。

[0345] このように、所定のシーン、例えば、顔認識が実行されているときには、高精度モードに移行し、高精度で撮像された画像が用いられ、後段の処理部で顔認証の処理が実行できるようにすることができる。

[0346] ＜第7の実施の形態＞

＜露光時間の調整の仕方＞

上記した説明においては、受光部1 2のイメージセンサの露光時間を調整することで、長時間露光や短時間露光を調整する場合を例に挙げて説明した。

[0347] 上記した説明において、例えば高周波の照射光を用いて長時間露光で撮像し、その後、高周波の照射光を用いて短時間露光で撮像するといった場合、図4 6のAに示すように、1周期における光源（発光部1 4）の発光時間（オンとされている時間）は、長時間露光のときの発光時間が短時間露光のと

きの発光時間よりも長く設定されている。また、センサ（受光部 1 2）の露光時間は、長時間露光（図 4 6 の A の左図）は、短時間露光（図 4 6 の B の右図）よりも長い時間とされている。図 4 6 の A に示すように、光源の発光時間と露光時間は、同時間に設定されている。

[0348] 受光側で長時間露光や短時間露光を実現することは、上記したように可能である。発光側の発光を制御することで、長時間露光時の状態と短時間露光時の状態を作り出すこともできる。また発光部 1 4 の発光時間は、長時間露光と短時間露光のときとで、同一としても良いが、短時間露光のときに、発光部 1 4 の発光時間も短くすることで、消費電力を低減することができる。

[0349] 図 4 6 の B は、デューティ比で長時間露光時の状態と短時間露光時の状態を作り出すときを示している。図 4 6 の B の左図は、長時間露光時の状態を表し、右図は、短時間露光時の状態を表している。

[0350] 図 4 6 の B の下段に示したセンサ側の図を参照するに、センサ側においては長時間露光と短時間露光で同一の露光時間とされている。一方で、図 4 6 の B の上段に示した光源側の図を参照するに、光源側においては長時間露光時の状態を作り出すために、デューティ比が 5 0 %（図中、Duty=50%）とされ、短時間露光時の状態を作り出すために、デューティ比が 2 5 %（図中、Duty=25%）とされている。

[0351] センサ側で光源の発光により発生した反射光のみを受光すると仮定した場合、センサが露光していても、光源が発光していなければ受光されない。図 4 6 の B に示した例では、発光時間は、長時間露光に該当する期間では、デューティ比が 5 0 % であるのに対し、短時間露光に該当する期間では、半分の 2 5 % に設定されている。

[0352] よって、センサ側では、長時間露光に該当する期間と短時間露光に該当する期間で、露光時間を同じにしたとしても、実際に受光している時間は、長時間露光に該当する期間において受光している時間の半分程度の時間が、短時間露光に該当する期間において受光している時間となる。

[0353] よって、発光側の発光時間を調整することで、センサ側の露光時間を調整

することができる。

[0354] 図46のCは、発光側の発光強度を制御することで、長時間露光時の状態と短時間露光時の状態を作り出す場合を示している。図46のCの左図は、長時間露光時の状態を表し、右図は、短時間露光時の状態を表している。

[0355] 図46のCの下段に示したセンサ側の図を参照するに、センサ側においては長時間露光と短時間露光で同一の露光時間とされている。一方で、図46のCの上段に示した光源側の図を参照するに、光源側においては長時間露光時の状態を作り出すために、光源強度が100%とされ、短時間露光時の状態を作り出すために、光源強度が50%とされている。

[0356] センサ側で光源の発光により発生した反射光のみを受光すると仮定した場合、センサが露光していても、光源が発光していなければ受光されない。また光源の発光強度が強ければ、単位時間当たりに受光される光量も増える。

[0357] 図46のCに示した例では、発光時間は、長時間露光に該当する期間では、発光強度が100%であるのに対し、短時間露光に該当する期間では、半分の50%に設定されている。

[0358] よって、センサ側では、長時間露光に該当する期間と短時間露光に該当する期間で、露光時間を同じにしたとしても、単位時間当たりに受光される光量が異なり、長時間露光に該当する期間において受光している時間の半分程度の光量が、短時間露光に該当する期間において受光している光量となる。

[0359] よって、発光側の発光強度を調整することで、センサ側の露光時間を調整することができる。

[0360] このような長時間露光に該当する期間と短時間露光に該当する期間を作り出す方法は、上記した第1乃至第6の実施の形態のいずれとも組み合わせることができる。一例として、第6の実施の形態と組み合わせ場合について説明を加える。

[0361] 図44に示した信号処理部13の構成例を再度参照する。図46のAを参照して説明したセンサ側で露光時間を調整することで、長時間露光に該当する期間と短時間露光に該当する期間を作り出す場合、通常モード制御部50

1 または高精度モード制御部 503 は、最適露光算出部 502 から供給される露光長で、受光部 12 の露光を制御するための制御信号を、受光部 12 に対して出力する。

[0362] 通常モード制御部 501 または高精度モード制御部 503 は、高周波の照射光を照射するときには、発光部 14 が高周波の照射光を照射するように制御するための制御信号を、発光制御部 15 に対して出力し、低周波の照射光を照射するときには、発光部 14 が低周波の照射光を照射するように制御するための制御信号を、発光制御部 15 に対して出力する。

[0363] 図 46 の B を参照して説明した光源側でデューティ比を調整することで、長時間露光に該当する期間と短時間露光に該当する期間を作り出す場合、通常モード制御部 501 と高精度モード制御部 503 は、最適露光算出部 502 から供給される露光長に対応するデューティ比を算出し、そのデューティ比で発光部 14 の発光を制御するための制御信号を、発光制御部 15 に対して出力する。

[0364] この場合、最適露光算出部 502 は、最適なデューティ比を算出する最適デューティ比算出部とし、通常モード制御部 501 と高精度モード制御部 503 は、最適デューティ比算出部から供給されるデューティ比を、発光制御部 15 に対して出力するようにしても良い。

[0365] また通常モード制御部 501 または高精度モード制御部 503 は、デューティ比の他に、高周波の照射光を照射するときには、発光部 14 が高周波の照射光を照射するように制御するための制御信号を、発光制御部 15 に対して出力し、低周波の照射光を照射するときには、発光部 14 が低周波の照射光を照射するように制御するための制御信号を、発光制御部 15 に対して出力する。

[0366] 図 46 の C を参照して説明した光源側で発光強度を調整することで、長時間露光に該当する期間と短時間露光に該当する期間を作り出す場合、通常モード制御部 501 と高精度モード制御部 503 は、最適露光算出部 502 から供給される露光長に対応する発光強度を算出し、その発光強度で発光部 1

4の発光を制御するための制御信号を、発光制御部15に対して出力する。

[0367] この場合、最適露光算出部502は、最適な発光強度を算出する最適発光強度算出部とし、通常モード制御部501と高精度モード制御部503は、最適発光強度算出部から供給される発光強度を、発光制御部15に対して出力するようにしても良い。

[0368] また通常モード制御部501または高精度モード制御部503は、発光強度の他に、高周波の照射光を照射するときには、発光部14が高周波の照射光を照射するように制御するための制御信号を、発光制御部15に対して出力し、低周波の照射光を照射するときには、発光部14が低周波の照射光を照射するように制御するための制御信号を、発光制御部15に対して出力する。

[0369] このように、通常モード制御部501または高精度モード制御部503により、受光側の露光時間を調整する、光源側のデューティ比を調整する、または光源側の発光強度を調整することで、長時間露光に該当する期間と短時間露光に該当する期間を作り出すことができる。

[0370] 上述したように、検出期間Q0乃至Q3（例えば、図16）において、検出信号A0乃至A270と検出信号B0乃至B270が取得される。これらの検出信号が、発光側の発光のタイミングを0度、90度、180度、270度の位相差分ずらして取得される場合、図46のBを参照して説明した場合を適用し、位相差とデューティ比が制御されることで、発光が行われるようにしても良い。

[0371] これらの検出信号が、発光側の発光のタイミングを0度、90度、180度、270度の位相差分ずらして取得される場合、図46のCを参照して説明した場合を適用し、位相差と発光強度が制御されることで、発光が行われるようにしても良い。

[0372] これらの検出信号が、受光側の受光開始のタイミングを0度、90度、180度、270度の位相差分ずらして取得される場合、図46のAを参照して説明した場合を適用し、位相差と露光時間が制御されることで、受光が行

われるようにしても良い。

[0373] 本技術によれば、測距可能距離を延ばした測距を行うことができる。また本技術によれば、ダイナミックレンジを向上させた測距を行うことが可能となる。また、本技術によれば、測距可能距離を延ばし、ダイナミックレンジを向上させた測距を行った場合であっても、撮像にかかる時間や処理にかかる時間を短縮し、処理負荷を低減させることができる。

[0374] また本技術によれば、処理するフレーム数を低減することができるため、動被写体耐性を向上させ、より多くのフレームを取得することが可能となるため、より高速な撮影（測距）が可能となる。

[0375] <記録媒体について>

上述した一連の処理は、ハードウェアにより実行することもできるし、ソフトウェアにより実行することもできる。一連の処理をソフトウェアにより実行する場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、コンピュータにインストールされる。ここで、コンピュータには、専用のハードウェアに組み込まれているコンピュータや、各種のプログラムをインストールすることで、各種の機能を実行することが可能な、例えば汎用のパーソナルコンピュータなどが含まれる。

[0376] 図47は、上述した一連の処理をプログラムにより実行するコンピュータのハードウェアの構成例を示すブロック図である。コンピュータにおいて、CPU（Central Processing Unit）1001、ROM（Read Only Memory）1002、RAM（Random Access Memory）1003は、バス1004により相互に接続されている。バス1004には、さらに、入出力インタフェース1005が接続されている。入出力インタフェース1005には、入力部1006、出力部1007、記憶部1008、通信部1009、及びドライブ1010が接続されている。

[0377] 入力部1006は、キーボード、マウス、マイクロフォンなどよりなる。出力部1007は、ディスプレイ、スピーカなどよりなる。記憶部1008は、ハードディスクや不揮発性のメモリなどよりなる。通信部1009は、

ネットワークインタフェースなどよりなる。ドライブ１０１０は、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、又は半導体メモリなどのリムーバブルメディア１０１１を駆動する。

[0378] 以上のように構成されるコンピュータでは、ＣＰＵ１００１が、例えば、記憶部１００８に記憶されているプログラムを、入出力インタフェース１００５及びバス１００４を介して、ＲＡＭ１００３にロードして実行することにより、上述した一連の処理が行われる。

[0379] コンピュータ（ＣＰＵ１００１）が実行するプログラムは、例えば、パッケージメディア等としてのリムーバブルメディア１０１１に記録して提供することができる。また、プログラムは、ローカルエリアネットワーク、インターネット、デジタル衛星放送といった、有線または無線の伝送媒体を介して提供することができる。

[0380] コンピュータでは、プログラムは、リムーバブルメディア１０１１をドライブ１０１０に装着することにより、入出力インタフェース１００５を介して、記憶部１００８にインストールすることができる。また、プログラムは、有線または無線の伝送媒体を介して、通信部１００９で受信し、記憶部１００８にインストールすることができる。その他、プログラムは、ＲＯＭ１００２や記憶部１００８に、予めインストールしておくことができる。

[0381] なお、コンピュータが実行するプログラムは、本明細書で説明する順序に沿って時系列に処理が行われるプログラムであっても良いし、並列に、あるいは呼び出しが行われたとき等の必要なタイミングで処理が行われるプログラムであっても良い。

[0382] <移動体への応用例>

本開示に係る技術（本技術）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、ロボット等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。

[0383] 図48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の概略的な構成例を示すブロック図である。

[0384] 車両制御システム12000は、通信ネットワーク12001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48に示した例では、車両制御システム12000は、駆動系制御ユニット12010、ボディ系制御ユニット12020、車外情報検出ユニット12030、車内情報検出ユニット12040、及び統合制御ユニット12050を備える。また、統合制御ユニット12050の機能構成として、マイクロコンピュータ12051、音声画像出力部12052、及び車載ネットワークI/F (Interface) 12053が図示されている。

[0385] 駆動系制御ユニット12010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12010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。

[0386] ボディ系制御ユニット12020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12020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inker又はフォグランプ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12020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12020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。

[0387] 車外情報検出ユニット12030は、車両制御システム12000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12030には、撮像部12031が接続される。車外情報検出ユニット12030

は、撮像部１２０３１に車外の画像を撮像させるとともに、撮像された画像を受信する。車外情報検出ユニット１２０３０は、受信した画像に基づいて、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。

[0388] 撮像部１２０３１は、光を受光し、その光の受光量に応じた電気信号を出力する光センサである。撮像部１２０３１は、電気信号を画像として出力することもできるし、測距の情報として出力することもできる。また、撮像部１２０３１が受光する光は、可視光であっても良いし、赤外線等の非可視光であっても良い。

[0389] 車内情報検出ユニット１２０４０は、車内の情報を検出する。車内情報検出ユニット１２０４０には、例えば、運転者の状態を検出する運転者状態検出部１２０４１が接続される。運転者状態検出部１２０４１は、例えば運転者を撮像するカメラを含み、車内情報検出ユニット１２０４０は、運転者状態検出部１２０４１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。

[0390] マイクロコンピュータ１２０５１は、車外情報検出ユニット１２０３０又は車内情報検出ユニット１２０４０で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１２０１０に対して制御指令を出力することができる。例えば、マイクロコンピュータ１２０５１は、車両の衝突回避あるいは衝撃緩和、車間距離に基づく追従走行、車速維持走行、車両の衝突警告、又は車両のレーン逸脱警告等を含むＡＤＡＳ（Advanced Driver Assistance System）の機能実現を目的とした協調制御を行うことができる。

[0391] また、マイクロコンピュータ１２０５１は、車外情報検出ユニット１２０３０又は車内情報検出ユニット１２０４０で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

協調制御を行うことができる。

[0392] また、マイクロコンピュータ 12051 は、車外情報検出ユニット 12030 で取得される車外の情報に基づいて、ボディ系制御ユニット 12030 に対して制御指令を出力することができる。例えば、マイクロコンピュータ 12051 は、車外情報検出ユニット 12030 で検知した先行車又は対向車の位置に応じてヘッドランプを制御し、ハイビームをロービームに切り替える等の防眩を図ることを目的とした協調制御を行うことができる。

[0393] 音声画像出力部 12052 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 48 の例では、出力装置として、オーディオスピーカ 12061、表示部 12062 及びインストルメントパネル 12063 が例示されている。表示部 12062 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。

[0394] 図 49 は、撮像部 12031 の設置位置の例を示す図である。

[0395] 図 49 では、撮像部 12031 として、撮像部 12101、12102、12103、12104、12105 を有する。

[0396] 撮像部 12101、12102、12103、12104、12105 は、例えば、車両 12100 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等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 12101 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 12105 は、主として車両 12100 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 12102、12103 は、主として車両 12100 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 12104 は、主として車両 12100 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 12105 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。

[0397] なお、図49には、撮像部12101ないし12104の撮影範囲の一例が示されている。撮像範囲12111は、フロントノーズに設けられた撮像部12101の撮像範囲を示し、撮像範囲12112, 12113は、それぞれサイドミラーに設けられた撮像部12102, 12103の撮像範囲を示し、撮像範囲12114は、リアバンパ又はバックドアに設けられた撮像部12104の撮像範囲を示す。例えば、撮像部12101ないし12104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12100を上方から見た俯瞰画像が得られる。

[0398] 撮像部12101ないし12104の少なくとも1つは、距離情報を取得する機能を有していてもよい。例えば、撮像部12101ないし12104の少なくとも1つは、複数の撮像素子からなるステレオカメラであってもよいし、位相差検出用の画素を有する撮像素子であってもよい。

[0399] 例えば、マイクロコンピュータ12051は、撮像部12101ないし12104から得られた距離情報を基に、撮像範囲12111ないし12114内における各立体物までの距離と、この距離の時間的变化（車両12100に対する相対速度）を求めることにより、特に車両12100の進行路上にある最も近い立体物で、車両12100と略同じ方向に所定の速度（例えば、0 km/h以上）で走行する立体物を先行車として抽出することができる。さらに、マイクロコンピュータ12051は、先行車の手前に予め確保すべき車間距離を設定し、自動ブレーキ制御（追従停止制御も含む）や自動加速制御（追従発進制御も含む）等を行うことができる。このように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うことができる。

[0400] 例えば、マイクロコンピュータ12051は、撮像部12101ないし12104から得られた距離情報を元に、立体物に関する立体物データを、2輪車、普通車両、大型車両、歩行者、電柱等その他の立体物に分類して抽出し、障害物の自動回避に用いることができる。例えば、マイクロコンピュータ12051は、車両12100の周辺の障害物を、車両12100のドラ

イバが視認可能な障害物と視認困難な障害物とに識別する。そして、マイクロコンピュータ 12051 は、各障害物との衝突の危険度を示す衝突リスクを判断し、衝突リスクが設定値以上で衝突可能性がある状況であるときには、オーディオスピーカ 12061 や表示部 12062 を介してドライバに警報を出力することや、駆動系制御ユニット 12010 を介して強制減速や回避操舵を行うことで、衝突回避のための運転支援を行うことができる。

[0401] 撮像部 12101 ないし 12104 の少なくとも 1 つは、赤外線を検出する赤外線カメラであってもよい。例えば、マイクロコンピュータ 12051 は、撮像部 12101 ないし 12104 の撮像画像中に歩行者が存在するかどうかを判定することで歩行者を認識することができる。かかる歩行者の認識は、例えば赤外線カメラとしての撮像部 12101 ないし 12104 の撮像画像における特徴点を抽出する手順と、物体の輪郭を示す一連の特徴点にパターンマッチング処理を行って歩行者か否かを判別する手順によって行われる。マイクロコンピュータ 12051 が、撮像部 12101 ないし 12104 の撮像画像中に歩行者が存在すると判定し、歩行者を認識すると、音声画像出力部 12052 は、当該認識された歩行者に強調のための方形輪郭線を重畳表示するように、表示部 12062 を制御する。また、音声画像出力部 12052 は、歩行者を示すアイコン等を所望の位置に表示するように表示部 12062 を制御してもよい。

[0402] 本明細書において、システムとは、複数の装置により構成される装置全体を表すものである。

[0403] 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。

[0404] なお、本技術の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本技術の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

[0405] なお、本技術は以下のような構成も取ることができる。

(1)

照射光を発光する発光部と、

前記照射光が対象物において反射した反射光を受光する受光部と、
前記照射光の発光から前記反射光の受光までの時間に基づいて、前記対象物までの距離を算出する算出部と、
前記発光部と前記受光部を制御する制御部と
を備え、
前記制御部は、
前記受光部を第 1 の露光時間で露光させる第 1 の撮像と、
前記受光部を第 2 の露光時間で露光させる第 2 の撮像と、を制御し、
前記算出部は、
前記第 1 の撮像で得られた信号と前記第 2 の撮像で得られた信号を用いて
前記距離を算出する
測距装置。

(2)

前記第 1 の露光時間は、前記第 2 の露光時間よりも長い
前記 (1) に記載の測距装置。

(3)

前記制御部は、
前記発光部を第 1 の周波数で発光させ、前記受光部を前記第 1 の露光時間で露光させる第 1 の撮像と、
前記発光部を第 1 の周波数で発光させ、前記受光部を前記第 2 の露光時間で露光させる第 2 の撮像と、
前記発光部を第 2 の周波数で発光させ、前記受光部を前記第 1 の露光時間で露光させる第 3 の撮像と、
を制御する
前記 (1) または (2) に記載の測距装置。

(4)

前記第 1 の撮像で得られた第 1 の画像と前記第 2 の撮像で得られた第 2 の画像から、広ダイナミックレンジ画像を生成し、

前記広ダイナミックレンジ画像と、前記第 3 の撮像で得られた第 3 の画像を用いて、前記算出部は、前記距離を算出する

前記（3）に記載の測距装置。

（5）

前記広ダイナミックレンジ画像は、前記第 1 の画像が飽和していない場合、前記 1 の画像を用い、前記第 1 の画像が飽和している場合、前記第 2 の画像を用いることで生成される

前記（4）に記載の測距装置。

（6）

前記制御部は、

前記発光部を前記第 2 の周波数で発光させ、前記受光部を前記第 2 の露光時間で露光させる第 4 の撮像をさらに制御する

前記（3）に記載の測距装置。

（7）

前記第 1 の周波数は、前記第 2 の周波数よりも高い周波数である

前記（3）乃至（6）のいずれかに記載の測距装置。

（8）

前記第 1 の撮像で得られた第 1 の画像と前記第 2 の撮像で得られた第 2 の画像から、第 1 の広ダイナミックレンジ画像を生成し、

前記第 3 の撮像で得られた第 3 の画像と前記第 4 の撮像で得られた第 4 の画像から、第 2 の広ダイナミックレンジ画像を生成し、

前記第 1 の広ダイナミックレンジ画像と前記第 2 の広ダイナミックレンジ画像を用いて、前記算出部は、前記距離を算出する

前記（6）または（7）に記載の測距装置。

（9）

測距を行う測距装置が、

照射光を発光する発光部と、

前記照射光が対象物において反射した反射光を受光する受光部と、

前記照射光の発光から前記反射光の受光までの時間に基づいて、前記対象物までの距離を算出する算出部と、

前記発光部と前記受光部を制御する制御部と

を備え、

前記制御部が、

前記受光部を第１の露光時間で露光させる第１の撮像と、

前記受光部を第２の露光時間で露光させる第２の撮像と、を制御し、

前記算出部が、

前記第１の撮像で得られた信号と前記第２の撮像で得られた信号を用いて前記距離を算出する

測距方法。

(１０)

照射光を発光する発光部と、

前記照射光が対象物において反射した反射光を受光する受光部と、

前記照射光の発光から前記反射光の受光までの時間に基づいて、前記対象物までの距離を算出する算出部と、

前記発光部と前記受光部を制御する制御部と

を備える測距装置のコンピュータに、

前記制御部が、

前記受光部を第１の露光時間で露光させる第１の撮像と、

前記受光部を第２の露光時間で露光させる第２の撮像と、を制御し、

前記算出部が、

前記第１の撮像で得られた信号と前記第２の撮像で得られた信号を用いて前記距離を算出する

ステップを含む処理を実行させるためのプログラム。

(１１)

照射光を発光する発光部と、

前記照射光が対象物において反射した反射光を受光する受光部と、

前記照射光の発光から前記反射光の受光までの時間に基づいて、前記対象物までの距離を算出する算出部と、

前記発光部と前記受光部を制御する制御部と

を備え、

前記制御部は、

前記発光部を第 1 のデューティ比で発光させる第 1 の撮像と、

前記受光部を前記第 1 のデューティ比よりも小さい第 2 のデューティ比で発光させる第 2 の撮像と、を制御し、

前記算出部は、

前記第 1 の撮像で得られた信号と前記第 2 の撮像で得られた信号を用いて前記距離を算出する

測距装置。

(1 2)

測距を行う測距装置が、

照射光を発光する発光部と、

前記照射光が対象物において反射した反射光を受光する受光部と、

前記照射光の発光から前記反射光の受光までの時間に基づいて、前記対象物までの距離を算出する算出部と、

前記発光部と前記受光部を制御する制御部と

を備え、

前記制御部が、

前記発光部を第 1 のデューティ比で発光させる第 1 の撮像と、

前記受光部を前記第 1 のデューティ比よりも小さい第 2 のデューティ比で発光させる第 2 の撮像と、を制御し、

前記算出部が、

前記第 1 の撮像で得られた信号と前記第 2 の撮像で得られた信号を用いて前記距離を算出する

測距方法。

(13)

照射光を発光する発光部と、
前記照射光が対象物において反射した反射光を受光する受光部と、
前記照射光の発光から前記反射光の受光までの時間に基づいて、前記対象物までの距離を算出する算出部と、
前記発光部と前記受光部を制御する制御部と
を備え、
前記制御部は、
前記発光部を第1の発光強度で発光させる第1の撮像と、
前記受光部を前記第1の発光強度よりも弱い第2の発光強度で発光させる第2の撮像と、を制御し、
前記算出部は、
前記第1の撮像で得られた信号と前記第2の撮像で得られた信号を用いて前記距離を算出する
測距装置。

(14)

測距を行う測距装置が、
照射光を発光する発光部と、
前記照射光が対象物において反射した反射光を受光する受光部と、
前記照射光の発光から前記反射光の受光までの時間に基づいて、前記対象物までの距離を算出する算出部と、
前記発光部と前記受光部を制御する制御部と
を備え、
前記制御部が、
前記発光部を第1の発光強度で発光させる第1の撮像と、
前記受光部を前記第1の発光強度よりも弱い第2の発光強度で発光させる第2の撮像と、を制御し、
前記算出部が、

前記第１の撮像で得られた信号と前記第２の撮像で得られた信号を用いて
前記距離を算出する

測距方法。

符号の説明

[0406] １０ 測距装置, １１ レンズ, １２ 受光部, １３ 信号処理部,
１４ 発光部, １５ 発光制御部, ３１ フォトダイオード, ４
１ 画素アレイ部, ４２ 垂直駆動部, ４３ カラム処理部, ４４
水平駆動部, ４５ システム制御部, ４６ 画素駆動線, ４７ 垂直
信号線, ４８ 信号処理部, ５０ 画素, ５１ タップ, ６１ フォ
トダイオード, ６２ 転送トランジスタ, ６３ ＦＤ部, ６４ 選択
トランジスタ, ６５ リセットトランジスタ, １０１ 統合処理部,
２０１ ＨＤＲ合成部, ３０１ ＨＤＲ合成部, ３０２ 統合処理部,
５０１ 通常モード制御部, ５０２ 最適露光算出部, ５０３ 高精
度モード制御部, ５０４ モード切替部, ５０５ ＨＤＲ合成部, ５
０６ 統合処理部, ５５１ ＲＧＢセンサ, ５６１ マッピング部,
５６２ エフェクト部, ６０１ シーン判定部

請求の範囲

- [請求項1] 照射光を発光する発光部と、
前記照射光が対象物において反射した反射光を受光する受光部と、
前記照射光の発光から前記反射光の受光までの時間に基づいて、前記対象物までの距離を算出する算出部と、
前記発光部と前記受光部を制御する制御部と
を備え、
前記制御部は、
前記受光部を第1の露光時間で露光させる第1の撮像と、
前記受光部を第2の露光時間で露光させる第2の撮像と、を制御し、
前記算出部は、
前記第1の撮像で得られた信号と前記第2の撮像で得られた信号を用いて前記距離を算出する測距装置。
- [請求項2] 前記第1の露光時間は、前記第2の露光時間よりも長い請求項1に記載の測距装置。
- [請求項3] 前記制御部は、
前記発光部を第1の周波数で発光させ、前記受光部を前記第1の露光時間で露光させる第1の撮像と、
前記発光部を第1の周波数で発光させ、前記受光部を前記第2の露光時間で露光させる第2の撮像と、
前記発光部を第2の周波数で発光させ、前記受光部を前記第1の露光時間で露光させる第3の撮像と、
を制御する請求項1に記載の測距装置。
- [請求項4] 前記第1の撮像で得られた第1の画像と前記第2の撮像で得られた第2の画像から、広ダイナミックレンジ画像を生成し、

前記広ダイナミックレンジ画像と、前記第3の撮像で得られた第3の画像を用いて、前記算出部は、前記距離を算出する

請求項3に記載の測距装置。

[請求項5] 前記広ダイナミックレンジ画像は、前記第1の画像が飽和していない場合、前記第1の画像を用い、前記第1の画像が飽和している場合、前記第2の画像を用いることで生成される

請求項4に記載の測距装置。

[請求項6] 前記制御部は、
前記発光部を前記第2の周波数で発光させ、前記受光部を前記第2の露光時間で露光させる第4の撮像をさらに制御する

請求項3に記載の測距装置。

[請求項7] 前記第1の周波数は、前記第2の周波数よりも高い周波数である
請求項3に記載の測距装置。

[請求項8] 前記第1の撮像で得られた第1の画像と前記第2の撮像で得られた第2の画像から、第1の広ダイナミックレンジ画像を生成し、

前記第3の撮像で得られた第3の画像と前記第4の撮像で得られた第4の画像から、第2の広ダイナミックレンジ画像を生成し、

前記第1の広ダイナミックレンジ画像と前記第2の広ダイナミックレンジ画像を用いて、前記算出部は、前記距離を算出する

請求項6に記載の測距装置。

[請求項9] 測距を行う測距装置が、
照射光を発光する発光部と、
前記照射光が対象物において反射した反射光を受光する受光部と、
前記照射光の発光から前記反射光の受光までの時間に基づいて、前記対象物までの距離を算出する算出部と、

前記発光部と前記受光部を制御する制御部と

を備え、

前記制御部が、

前記受光部を第1の露光時間で露光させる第1の撮像と、
前記受光部を第2の露光時間で露光させる第2の撮像と、を制御し、
前記算出部が、
前記第1の撮像で得られた信号と前記第2の撮像で得られた信号を用いて前記距離を算出する
測距方法。

[請求項10]

照射光を発光する発光部と、
前記照射光が対象物において反射した反射光を受光する受光部と、
前記照射光の発光から前記反射光の受光までの時間に基づいて、前記対象物までの距離を算出する算出部と、
前記発光部と前記受光部を制御する制御部と
を備える測距装置のコンピュータに、
前記制御部が、
前記受光部を第1の露光時間で露光させる第1の撮像と、
前記受光部を第2の露光時間で露光させる第2の撮像と、を制御し、
前記算出部が、
前記第1の撮像で得られた信号と前記第2の撮像で得られた信号を用いて前記距離を算出する
ステップを含む処理を実行させるためのプログラム。

[請求項11]

照射光を発光する発光部と、
前記照射光が対象物において反射した反射光を受光する受光部と、
前記照射光の発光から前記反射光の受光までの時間に基づいて、前記対象物までの距離を算出する算出部と、
前記発光部と前記受光部を制御する制御部と
を備え、
前記制御部は、

前記発光部を第1のデューティ比で発光させる第1の撮像と、
前記受光部を前記第1のデューティ比よりも小さい第2のデューティ比で発光させる第2の撮像と、を制御し、
前記算出部は、
前記第1の撮像で得られた信号と前記第2の撮像で得られた信号を用いて前記距離を算出する
測距装置。

[請求項12]

測距を行う測距装置が、
照射光を発光する発光部と、
前記照射光が対象物において反射した反射光を受光する受光部と、
前記照射光の発光から前記反射光の受光までの時間に基づいて、前記対象物までの距離を算出する算出部と、
前記発光部と前記受光部を制御する制御部と
を備え、
前記制御部が、
前記発光部を第1のデューティ比で発光させる第1の撮像と、
前記受光部を前記第1のデューティ比よりも小さい第2のデューティ比で発光させる第2の撮像と、を制御し、
前記算出部が、
前記第1の撮像で得られた信号と前記第2の撮像で得られた信号を用いて前記距離を算出する
測距方法。

[請求項13]

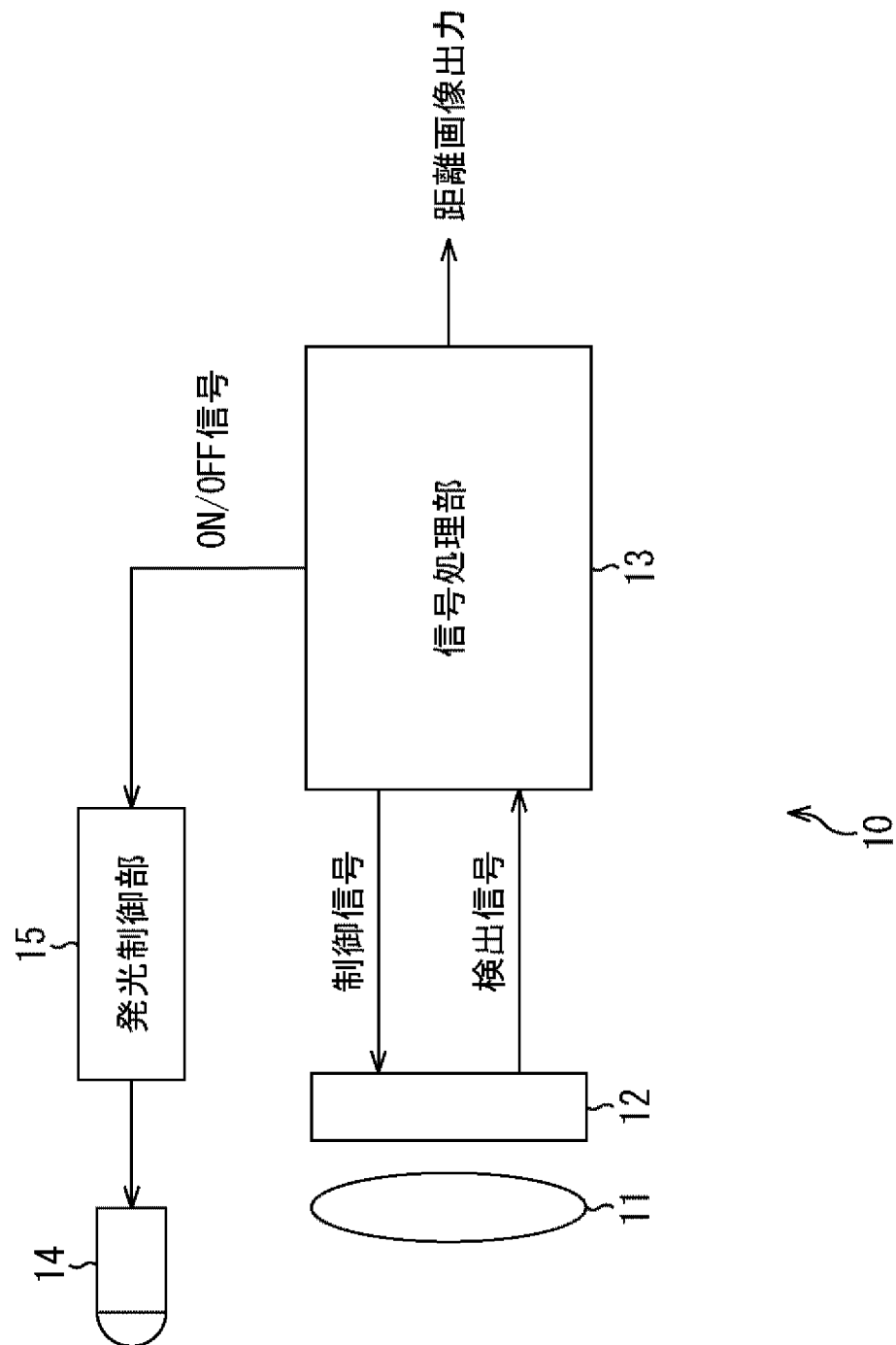
照射光を発光する発光部と、
前記照射光が対象物において反射した反射光を受光する受光部と、
前記照射光の発光から前記反射光の受光までの時間に基づいて、前記対象物までの距離を算出する算出部と、
前記発光部と前記受光部を制御する制御部と
を備え、

前記制御部は、
前記発光部を第 1 の発光強度で発光させる第 1 の撮像と、
前記受光部を前記第 1 の発光強度よりも弱い第 2 の発光強度で発光させる第 2 の撮像と、を制御し、
前記算出部は、
前記第 1 の撮像で得られた信号と前記第 2 の撮像で得られた信号を用いて前記距離を算出する
測距装置。

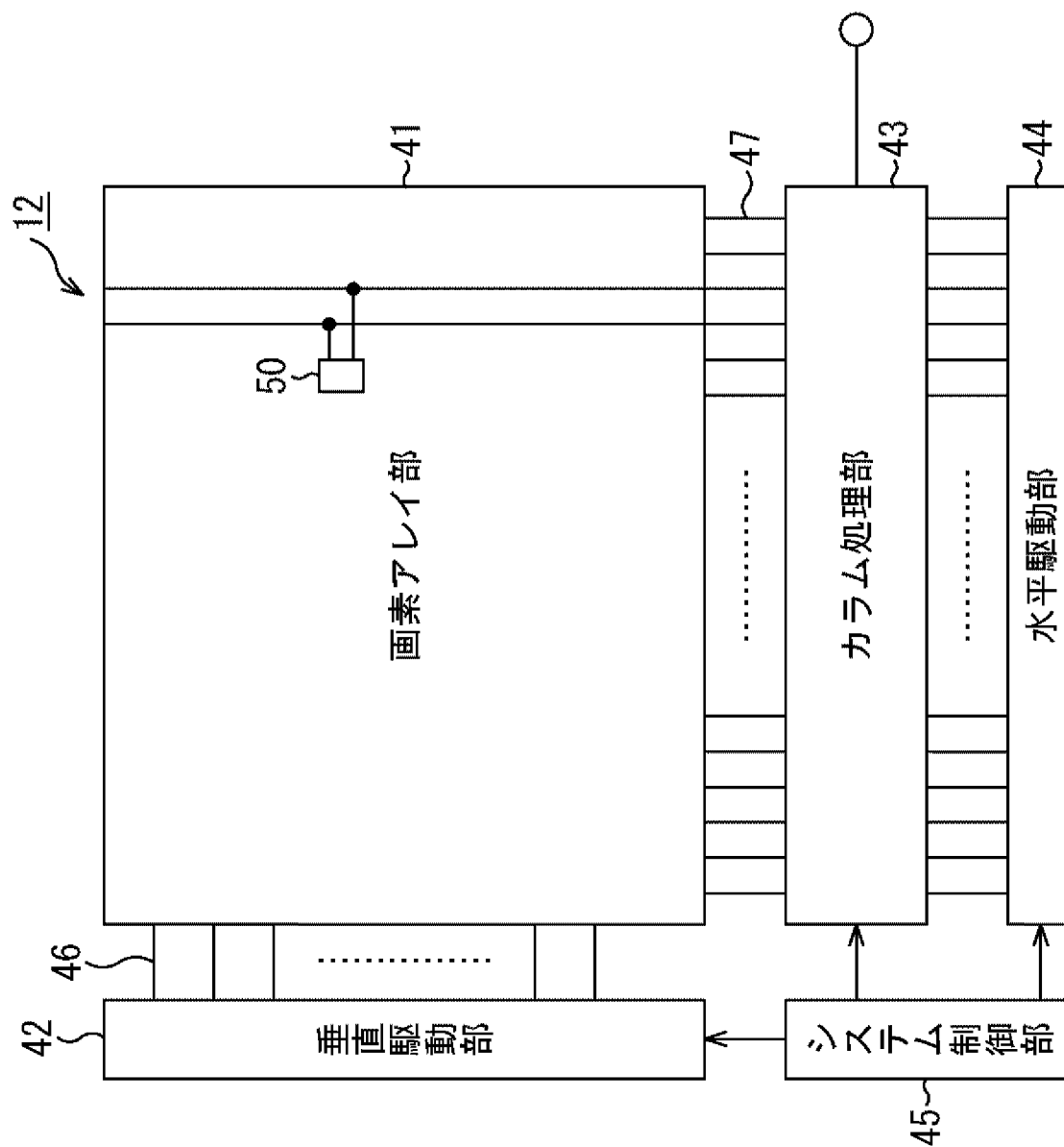
[請求項14]

測距を行う測距装置が、
照射光を発光する発光部と、
前記照射光が対象物において反射した反射光を受光する受光部と、
前記照射光の発光から前記反射光の受光までの時間に基づいて、前記対象物までの距離を算出する算出部と、
前記発光部と前記受光部を制御する制御部と
を備え、
前記制御部が、
前記発光部を第 1 の発光強度で発光させる第 1 の撮像と、
前記受光部を前記第 1 の発光強度よりも弱い第 2 の発光強度で発光させる第 2 の撮像と、を制御し、
前記算出部が、
前記第 1 の撮像で得られた信号と前記第 2 の撮像で得られた信号を用いて前記距離を算出する
測距方法。

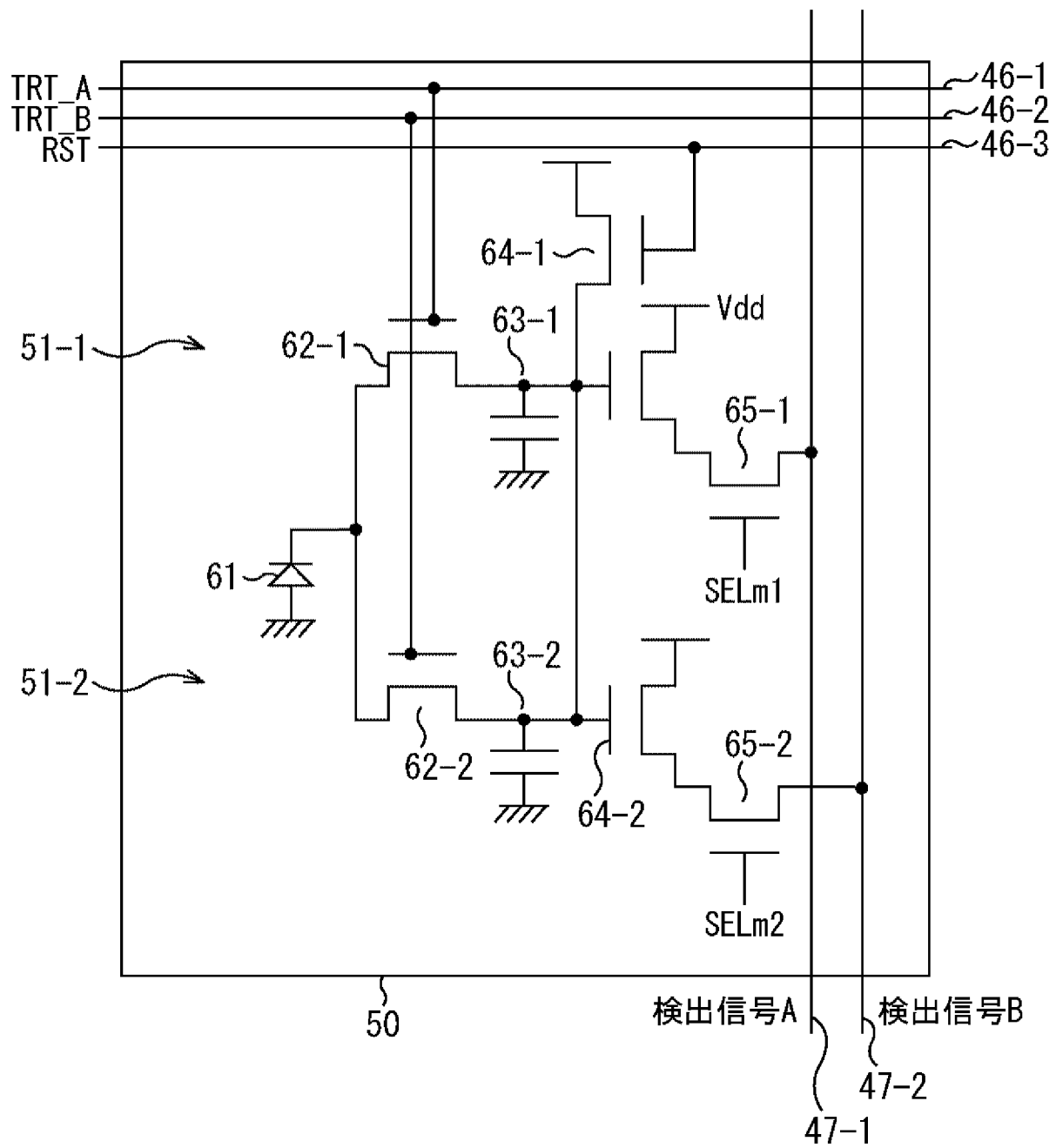
[図1]
FIG. 1



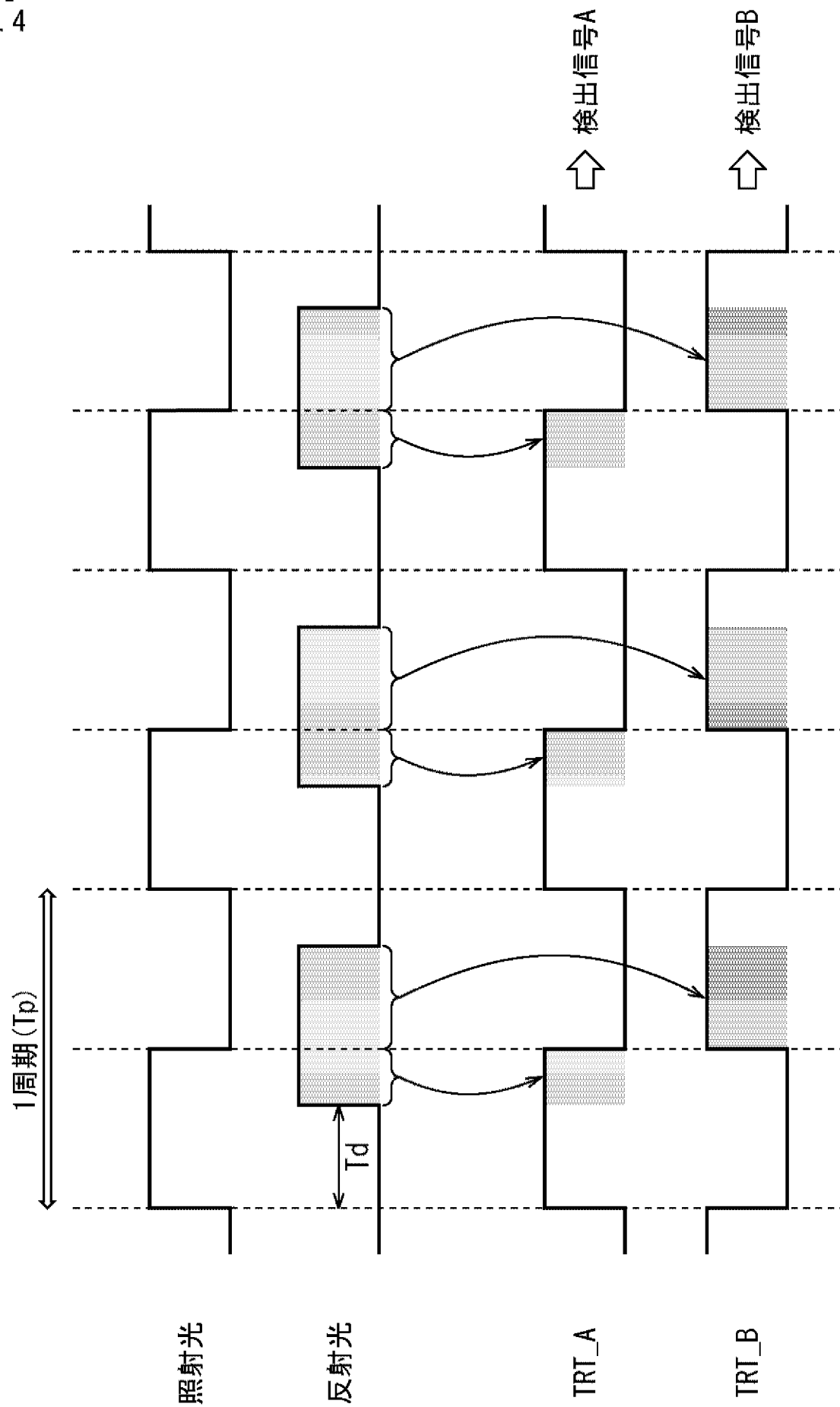
[図2]
FIG. 2



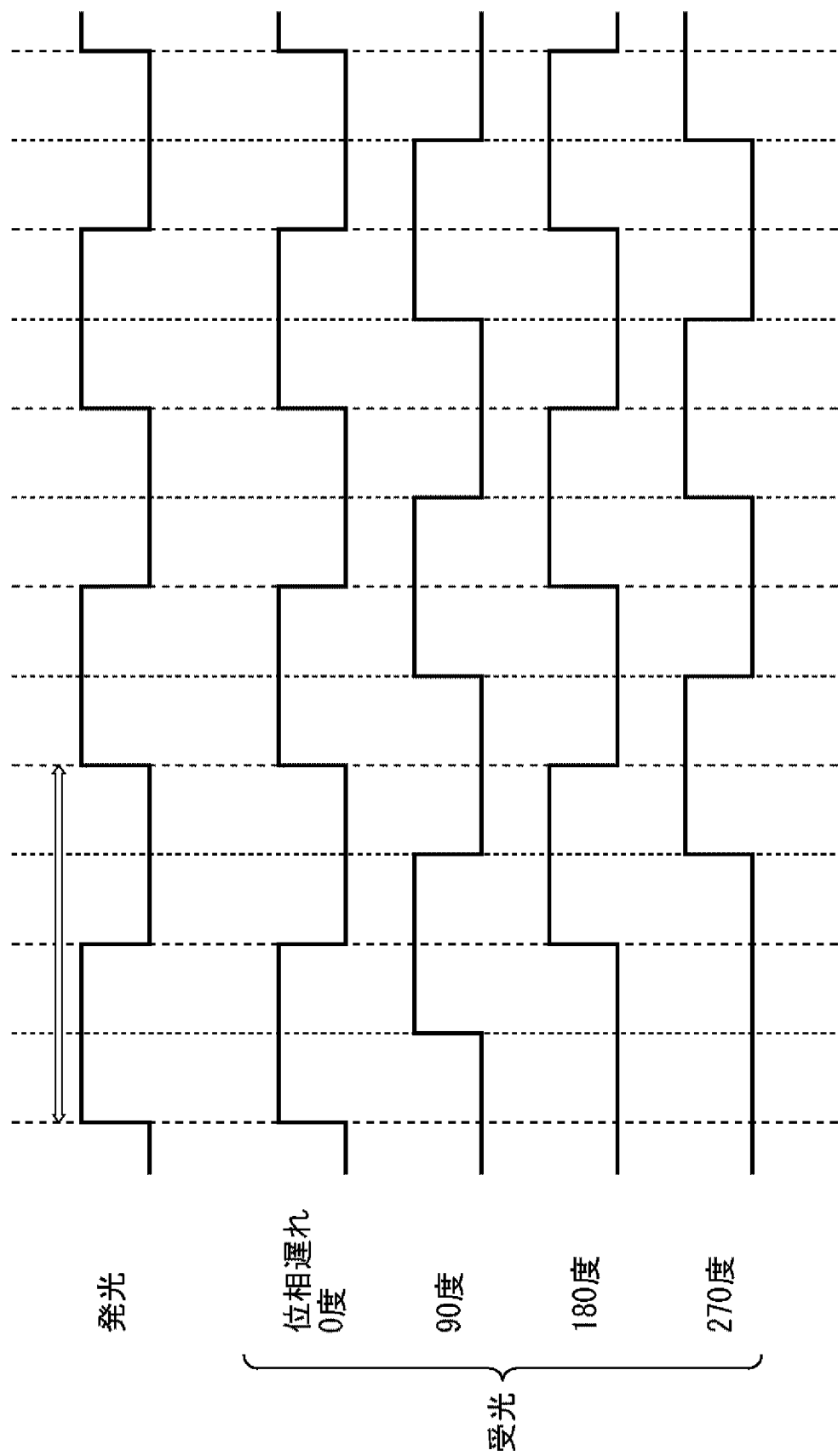
[図3]
FIG. 3



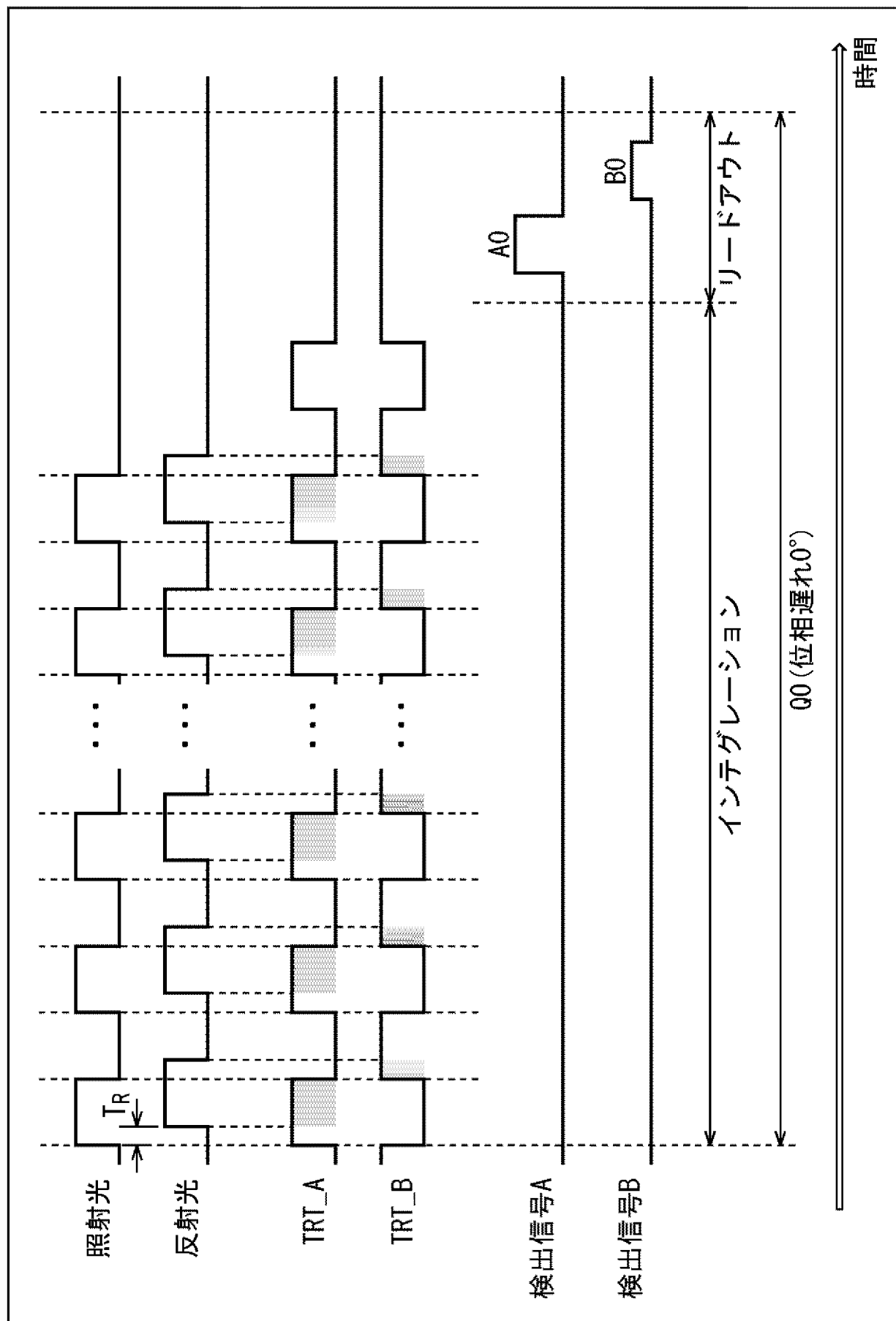
[図4]
FIG. 4



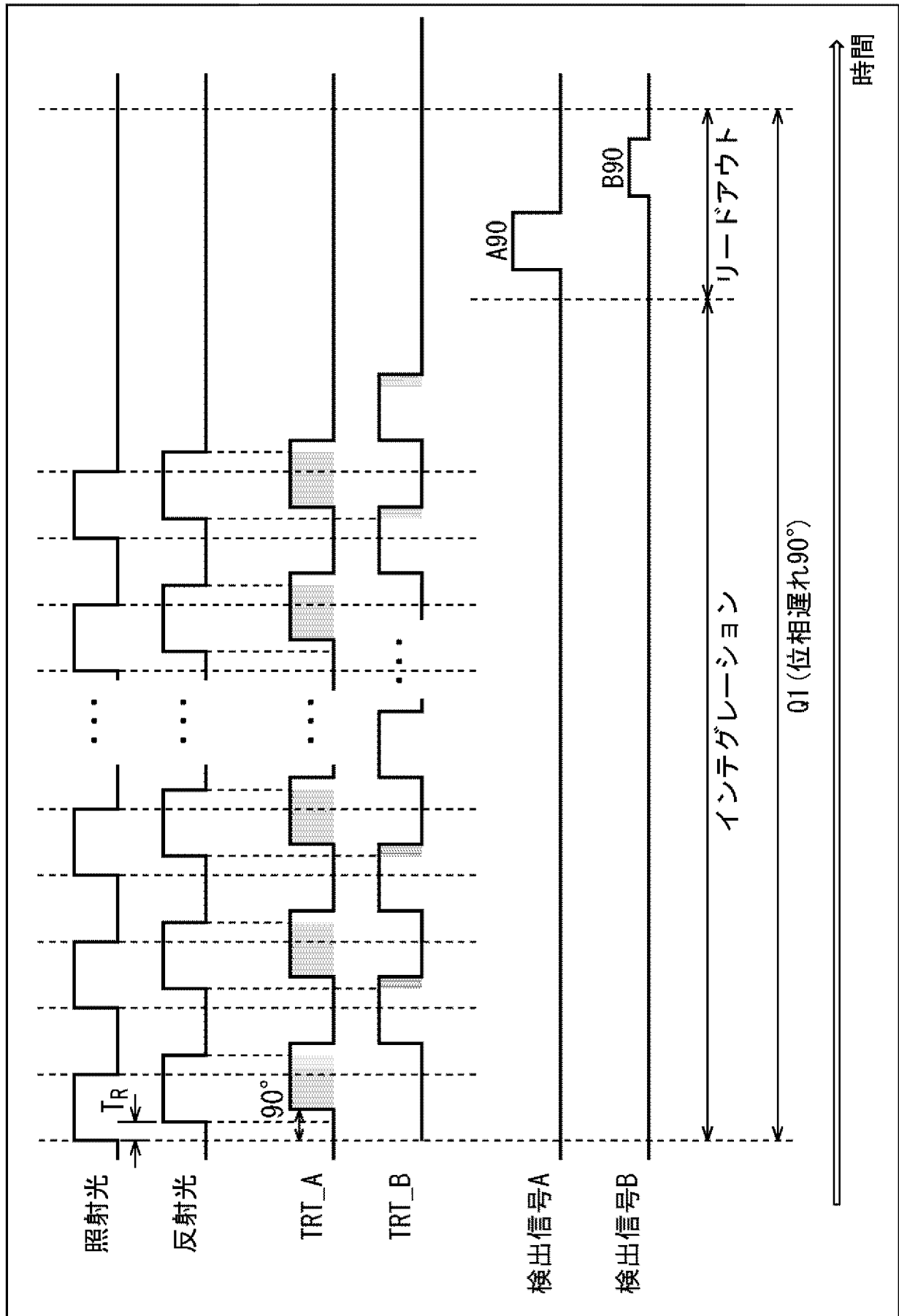
[図5]
FIG. 5

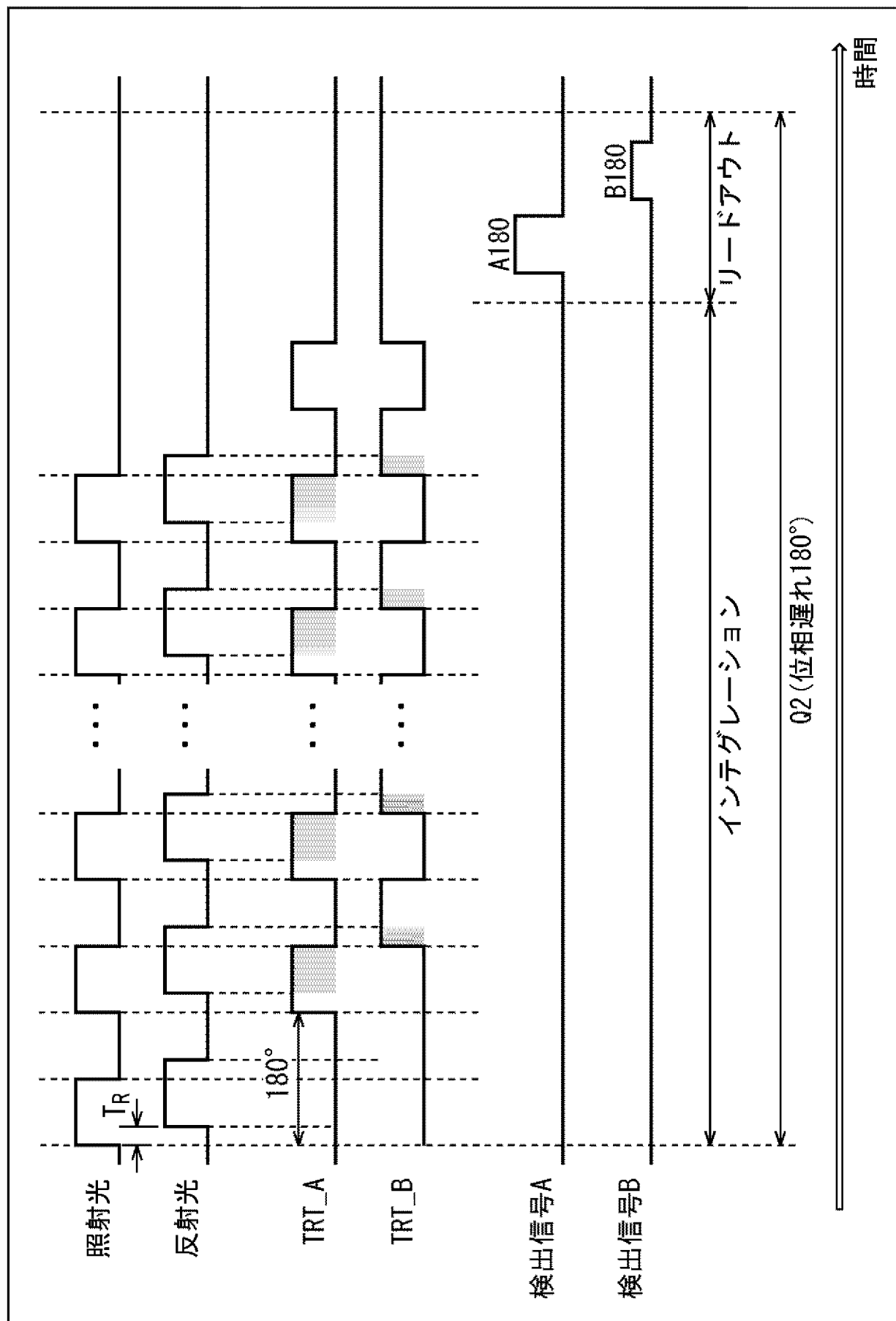


[図6]
FIG. 6

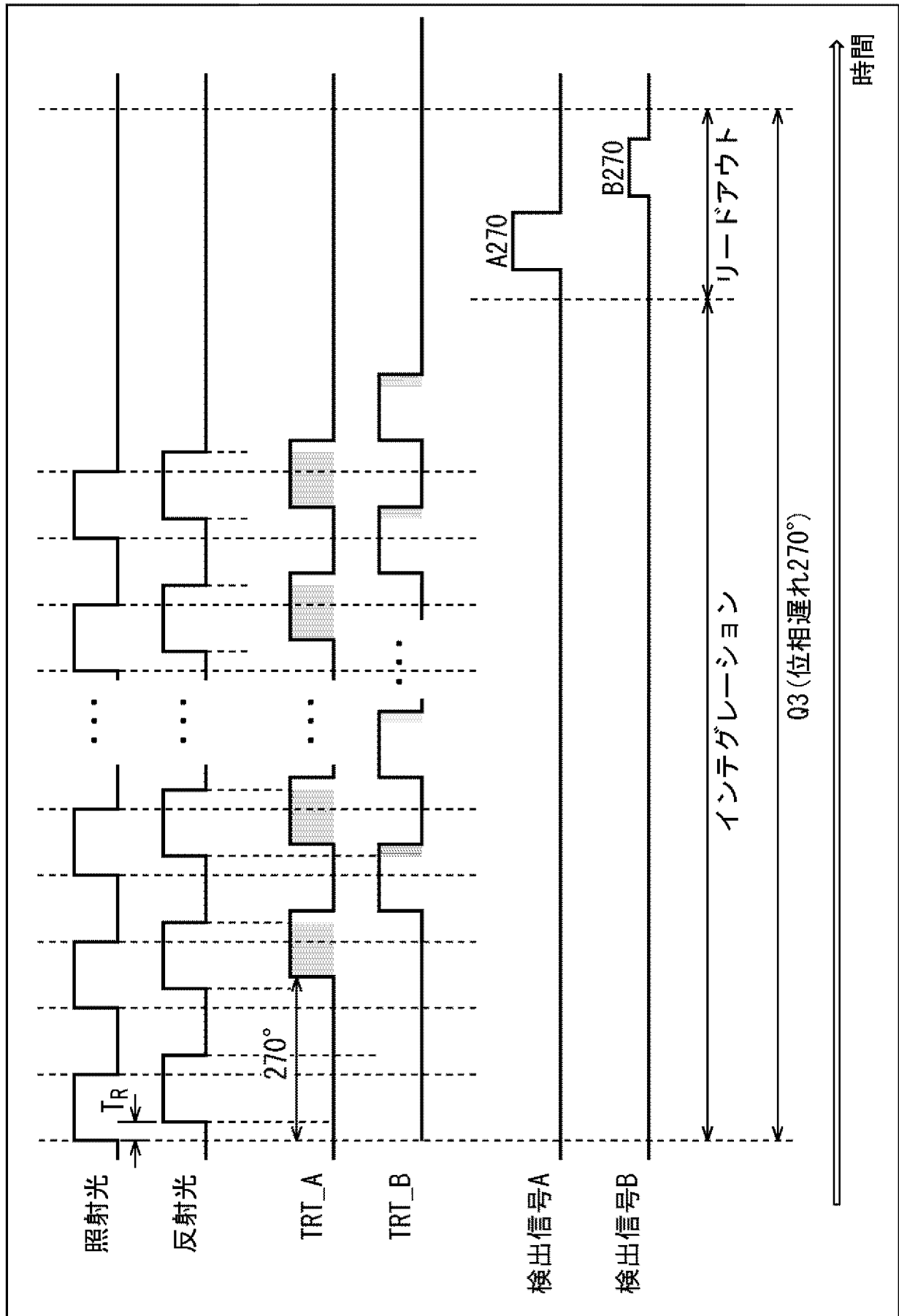


[図7]
FIG. 7

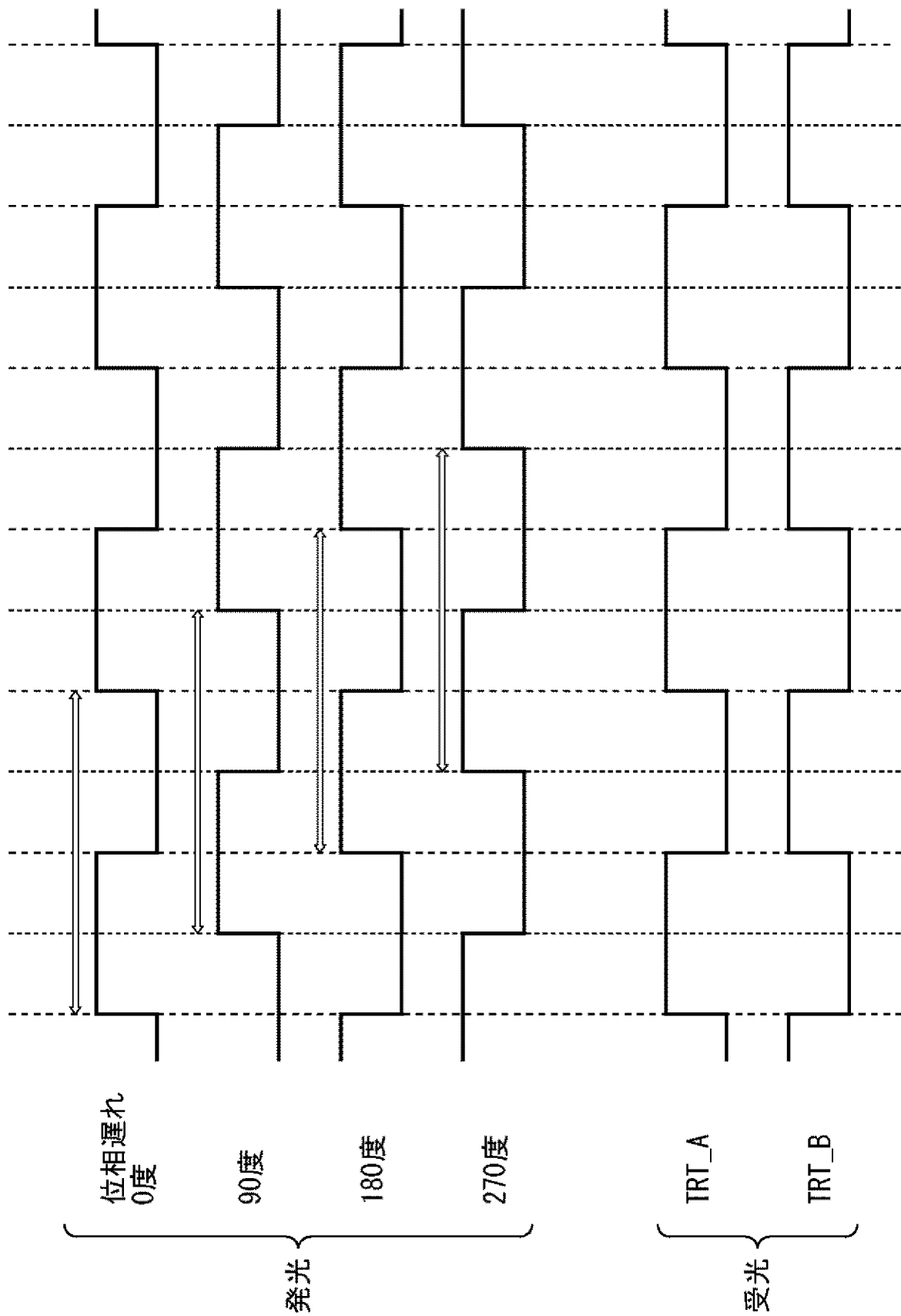


[図8]
FIG. 8

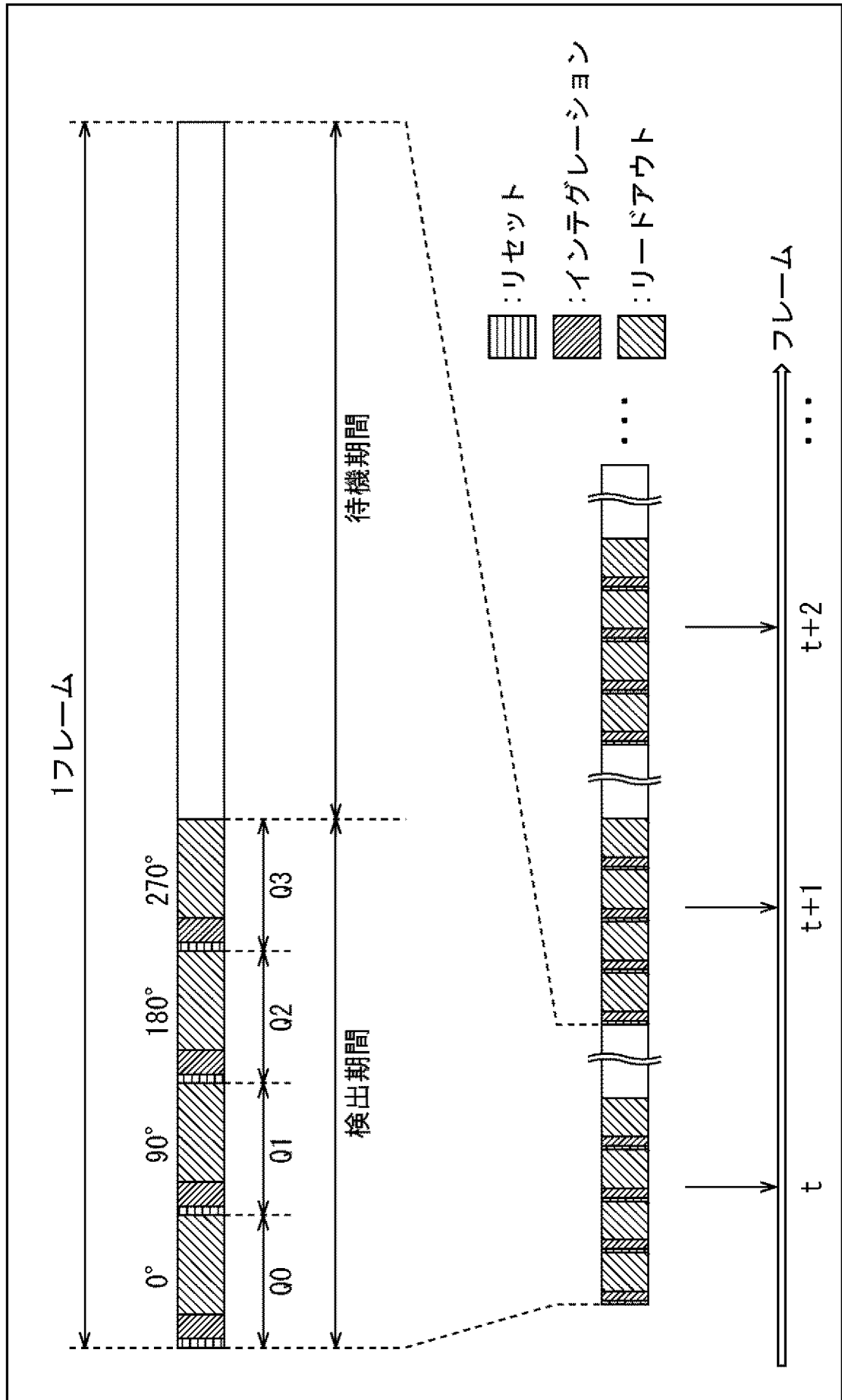
[図9]
FIG. 9



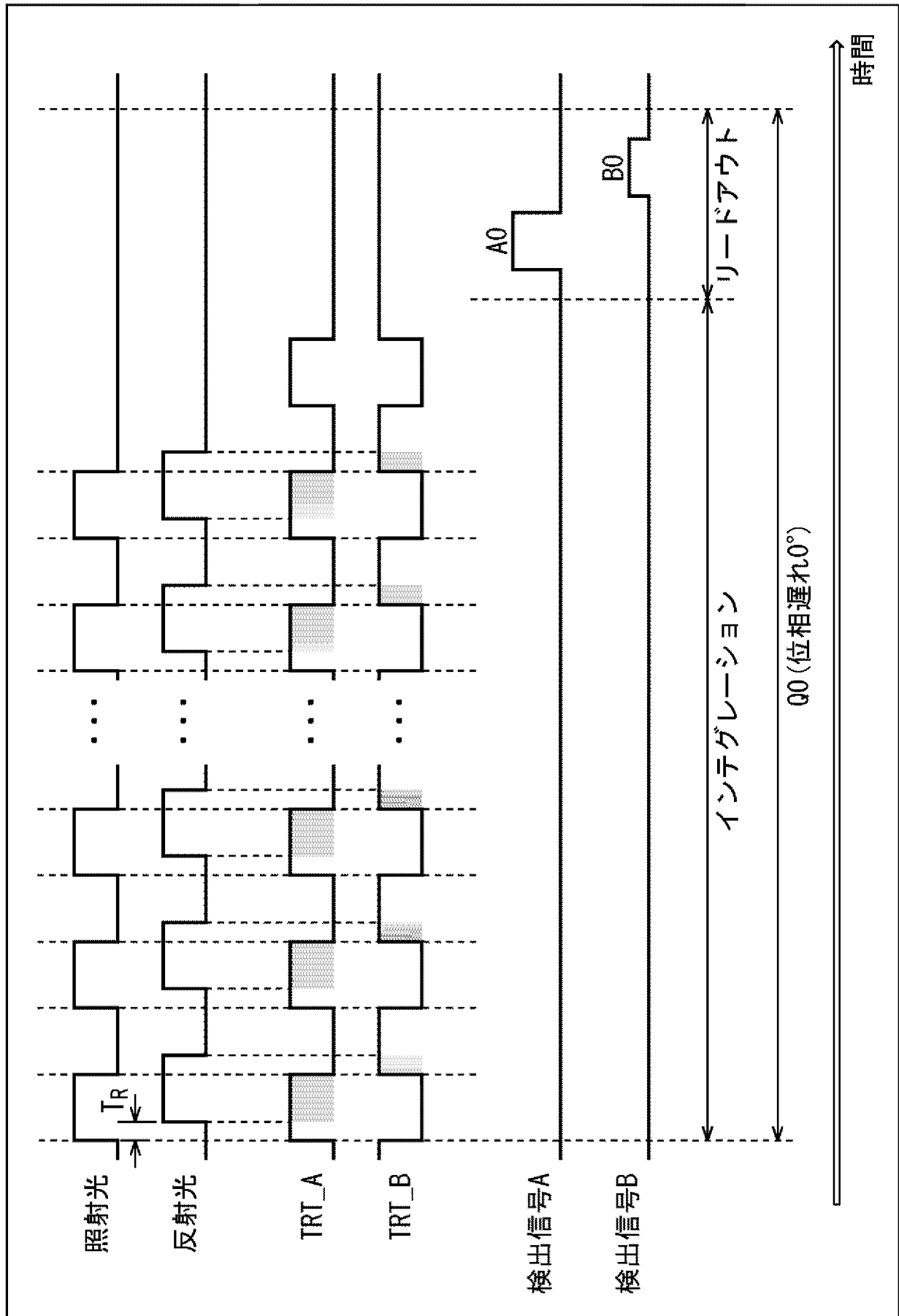
[図10]
FIG. 10



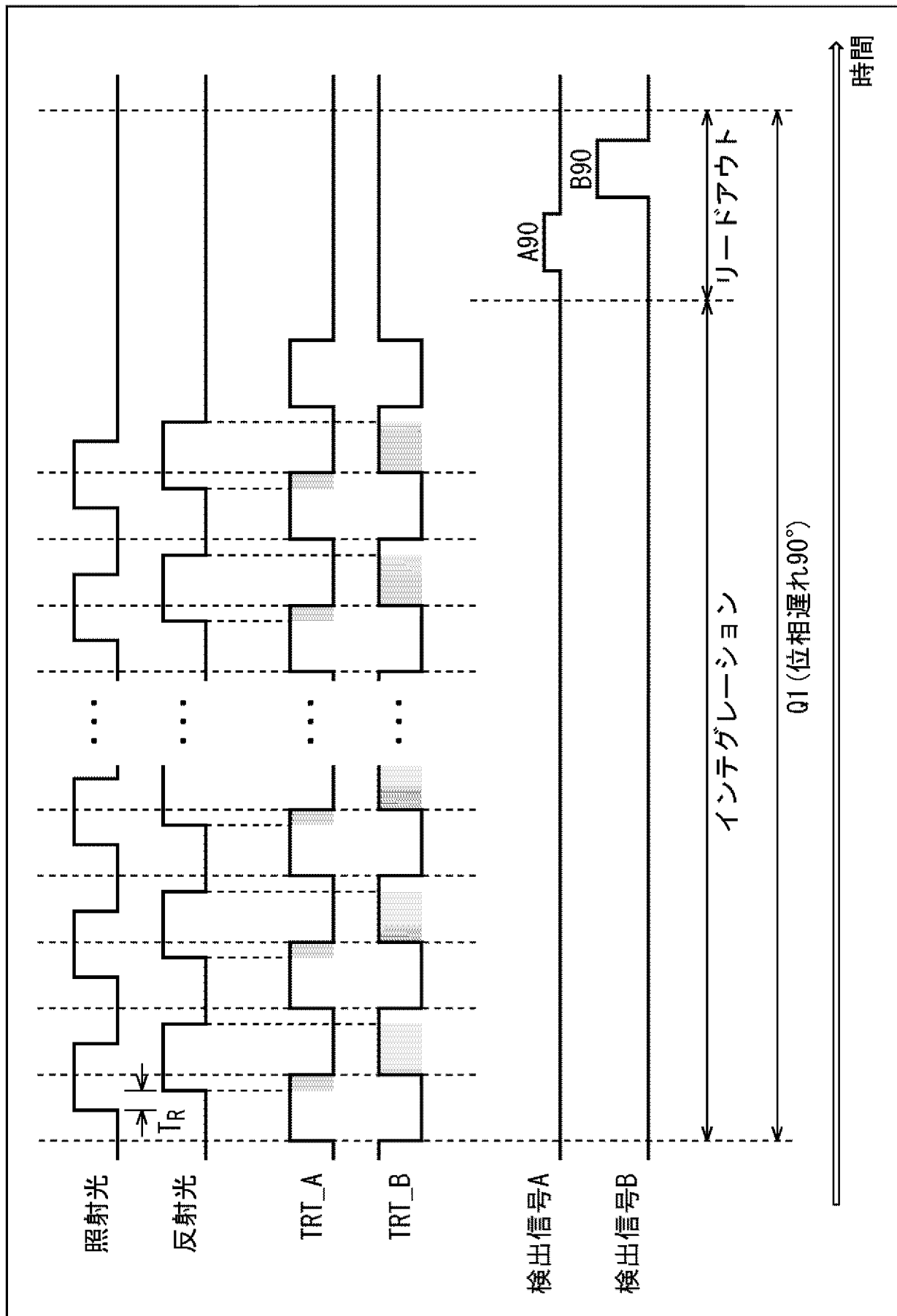
[図11]
FIG. 11



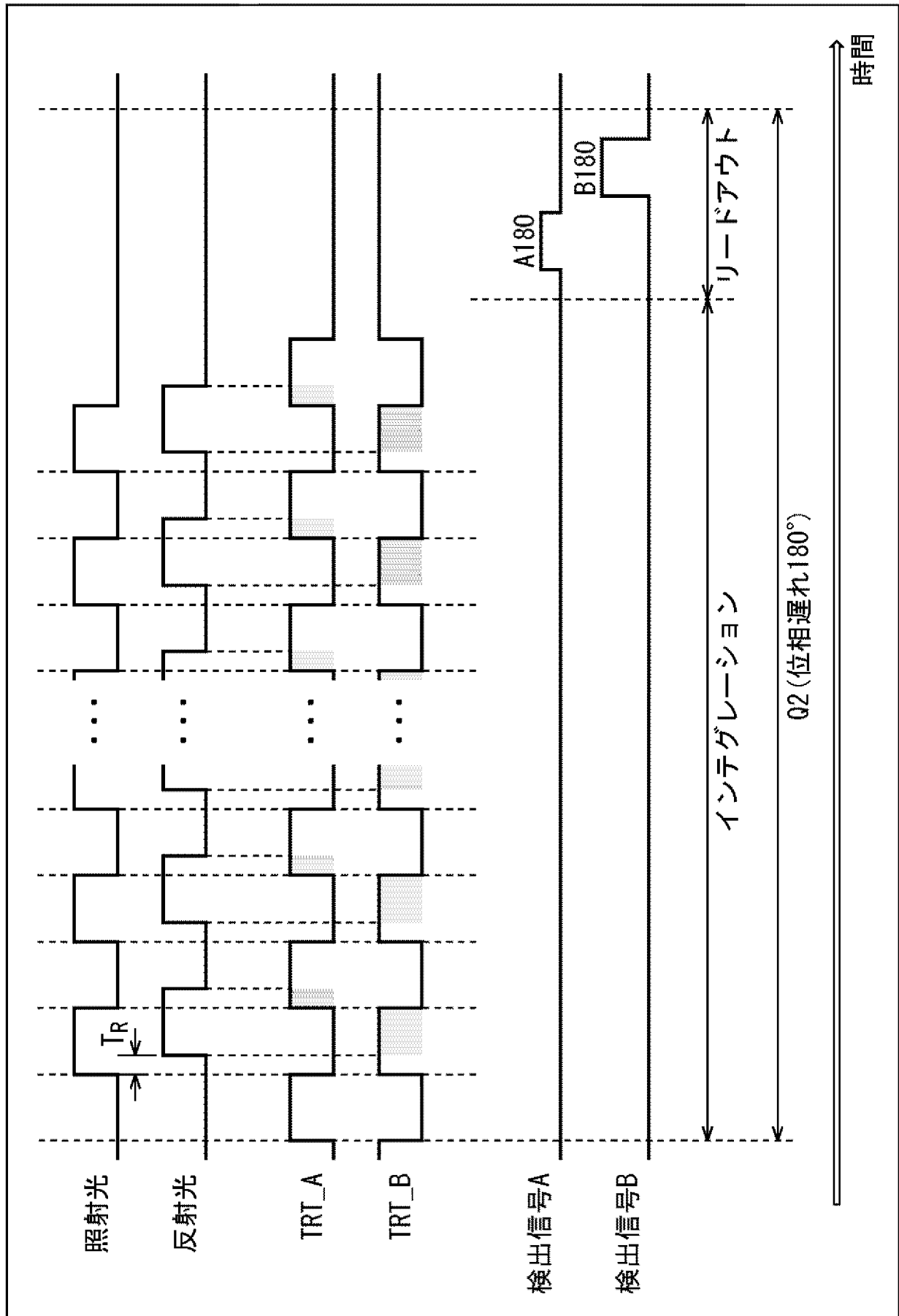
[図12]
FIG. 12



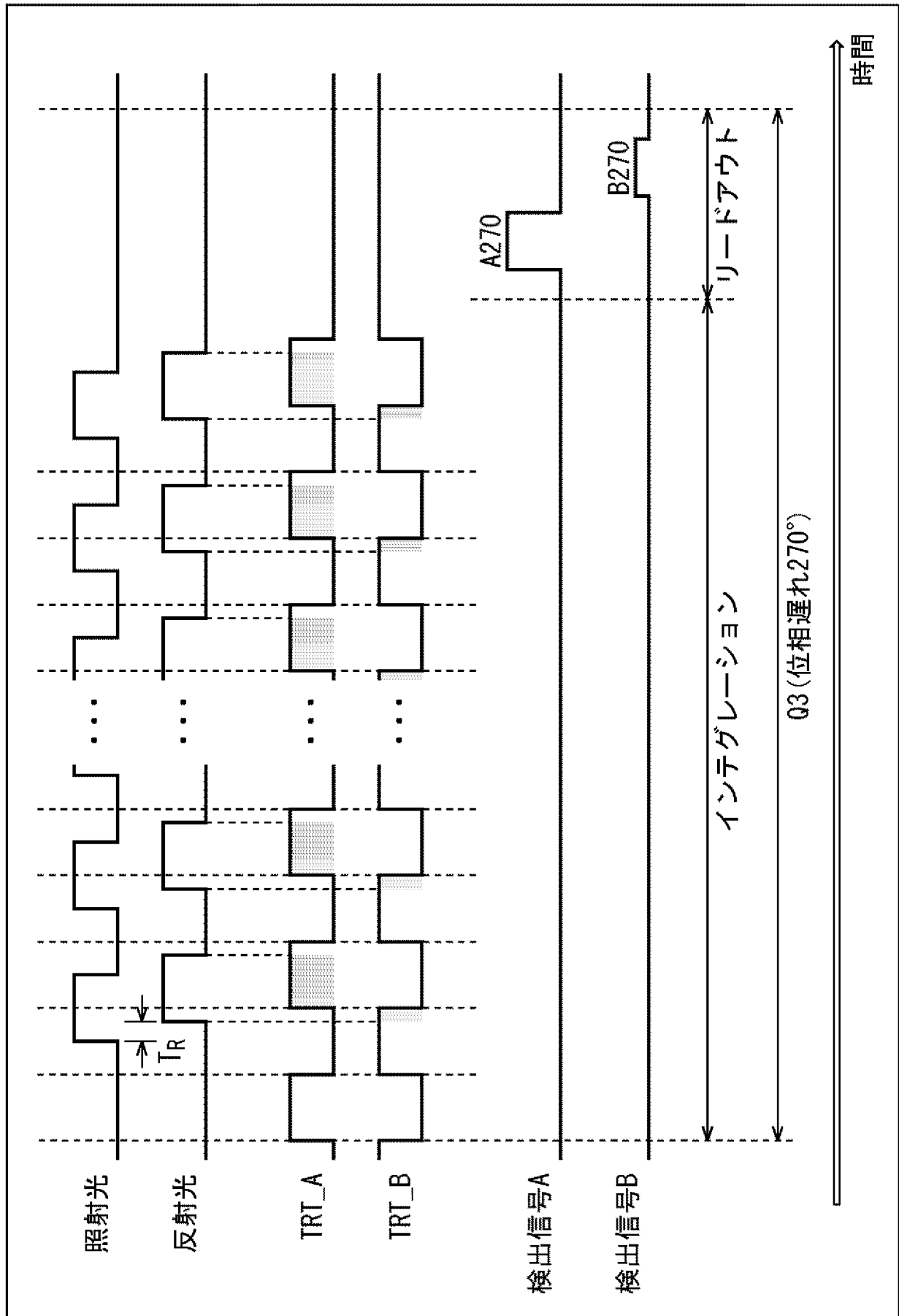
[図13]
FIG. 13



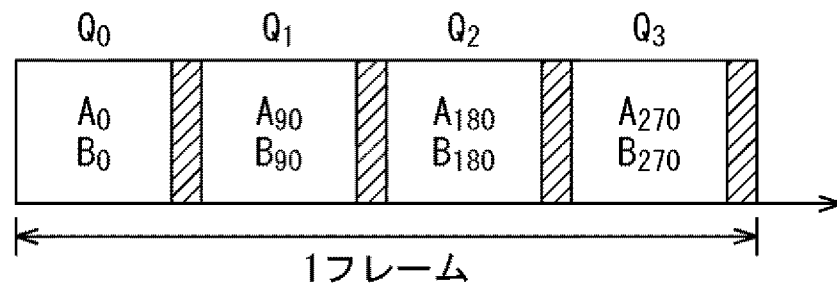
[図14]
FIG. 14



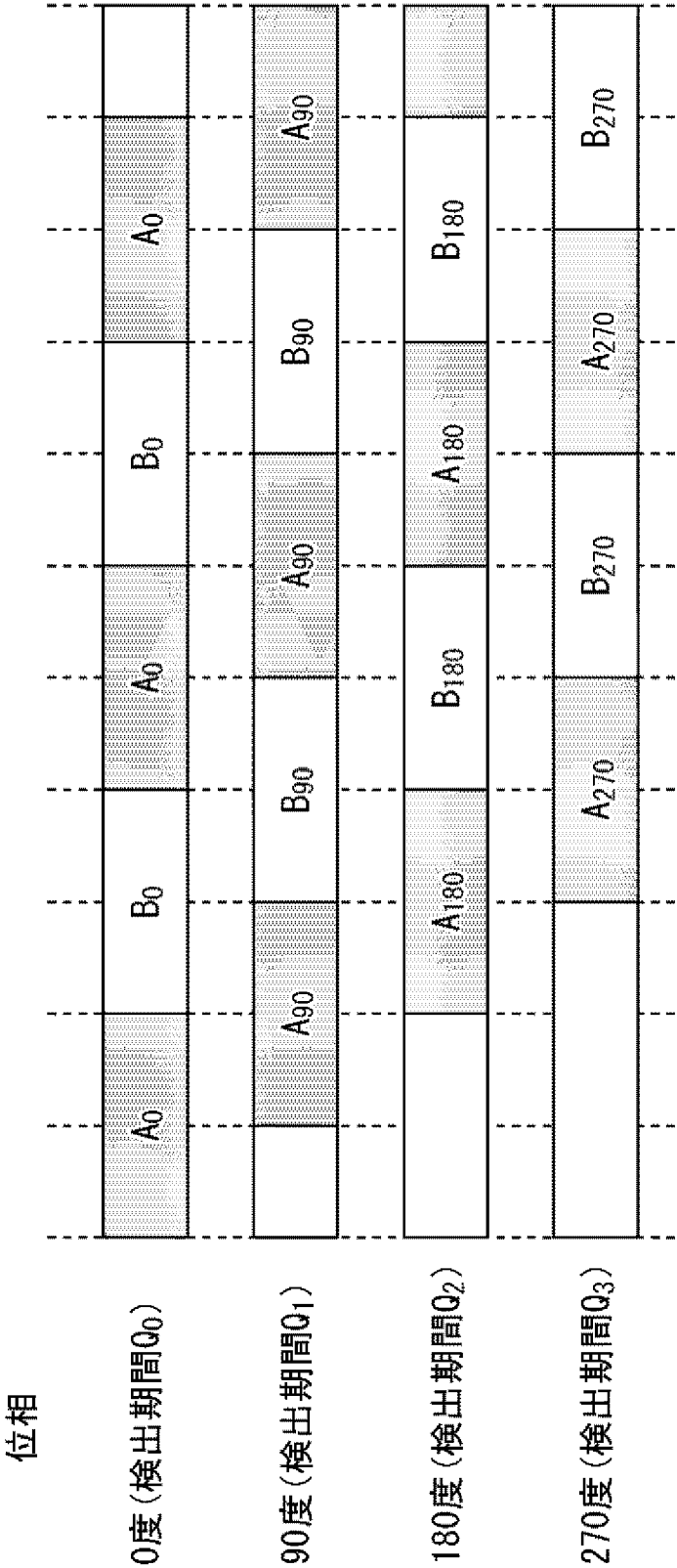
[図15]
FIG. 15



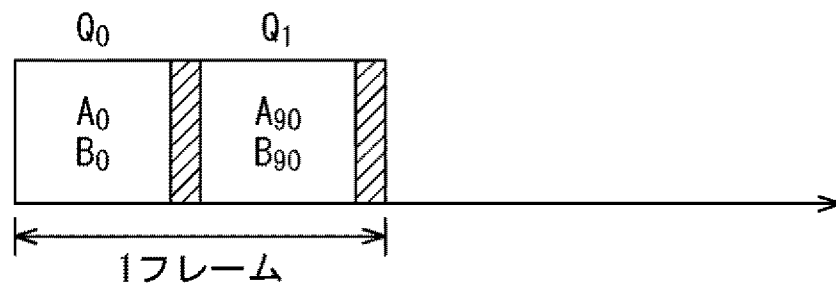
[図16]
FIG. 16



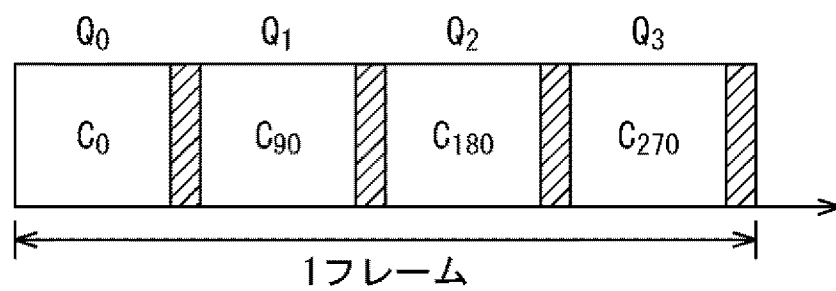
[図17]
FIG. 17



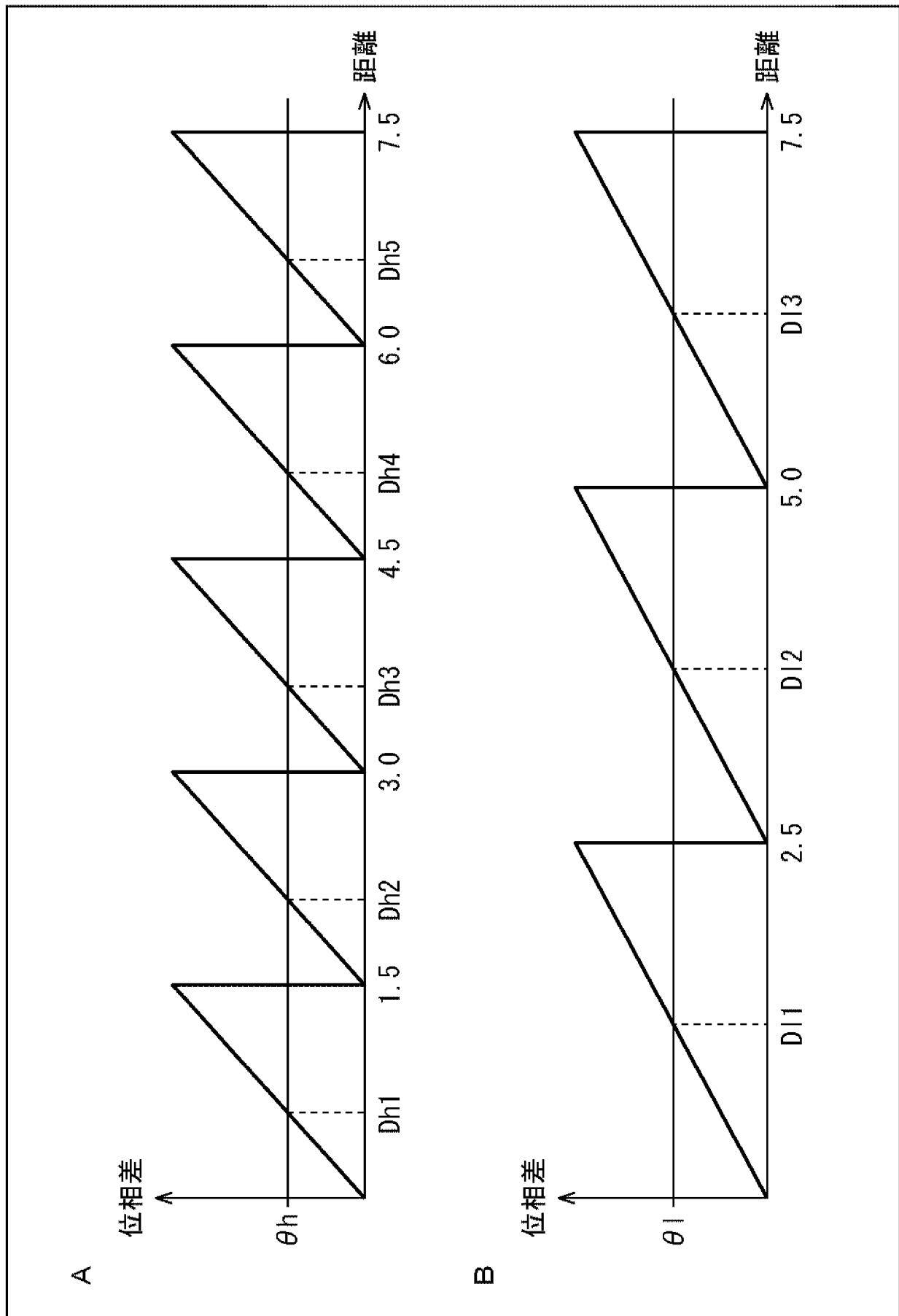
[図18]
FIG. 18



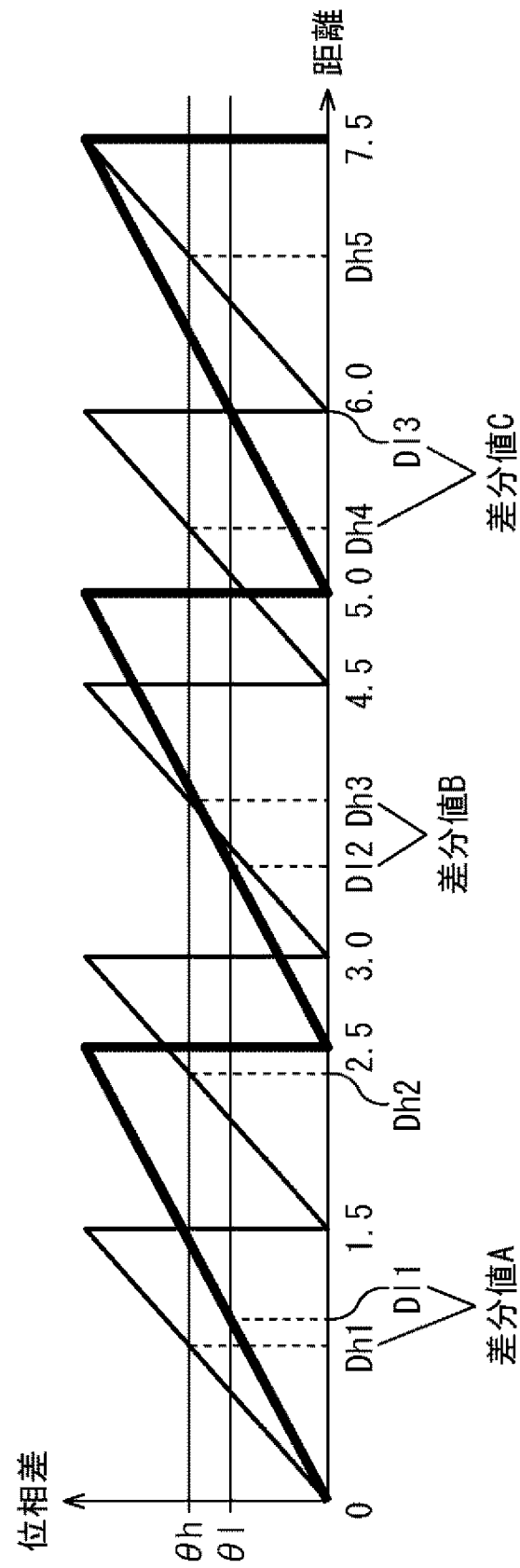
[図19]
FIG. 19



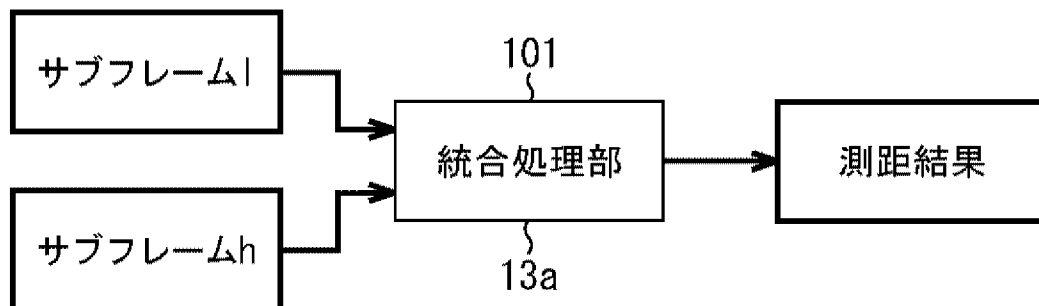
[図20]
FIG. 20



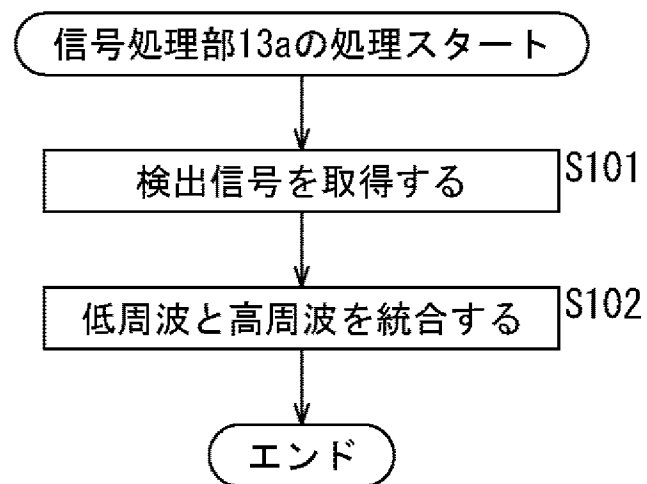
[図21]
FIG. 21



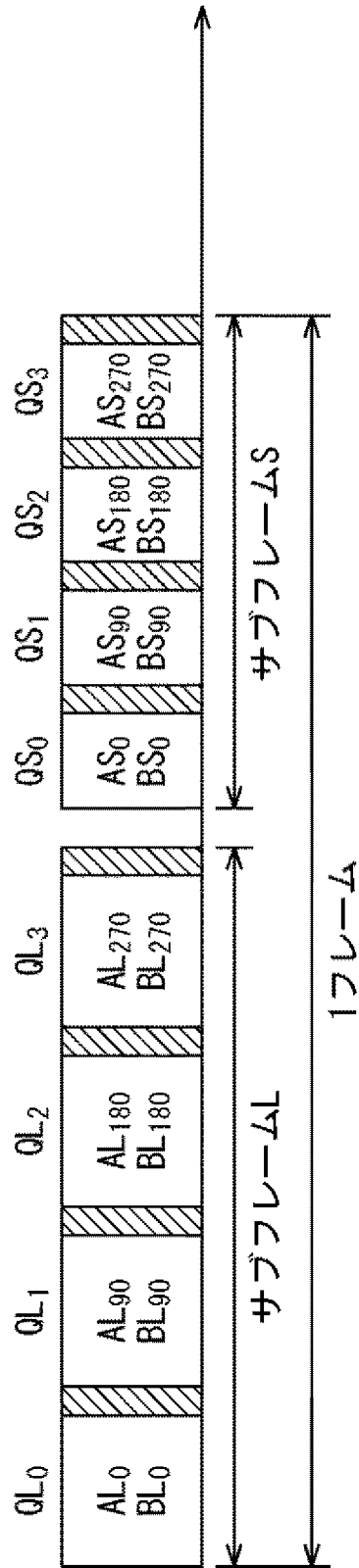
[図23]
FIG. 23



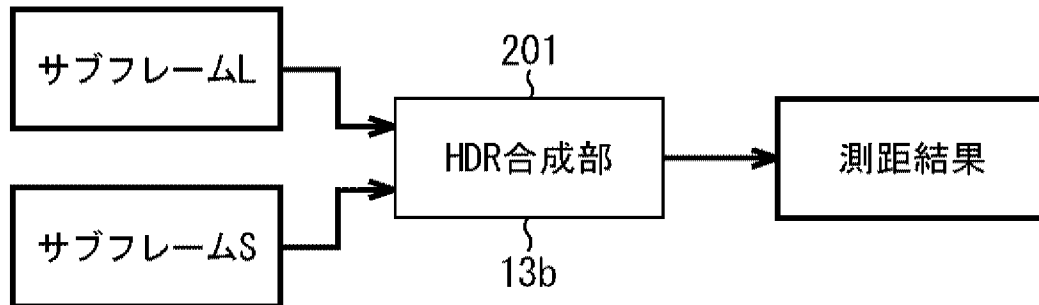
[図24]
FIG. 24



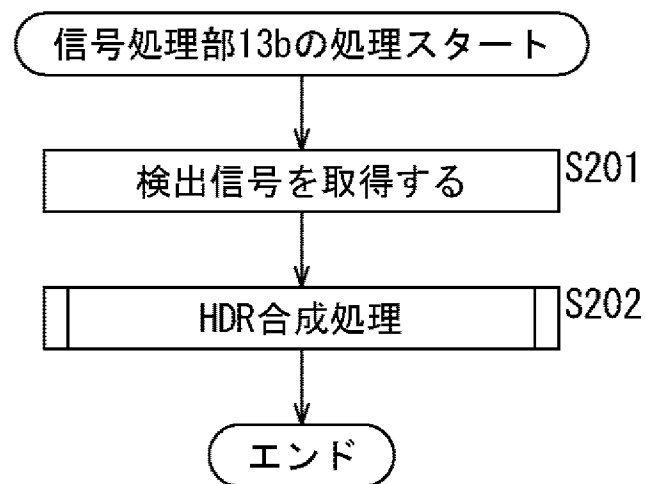
[図25]
FIG. 25



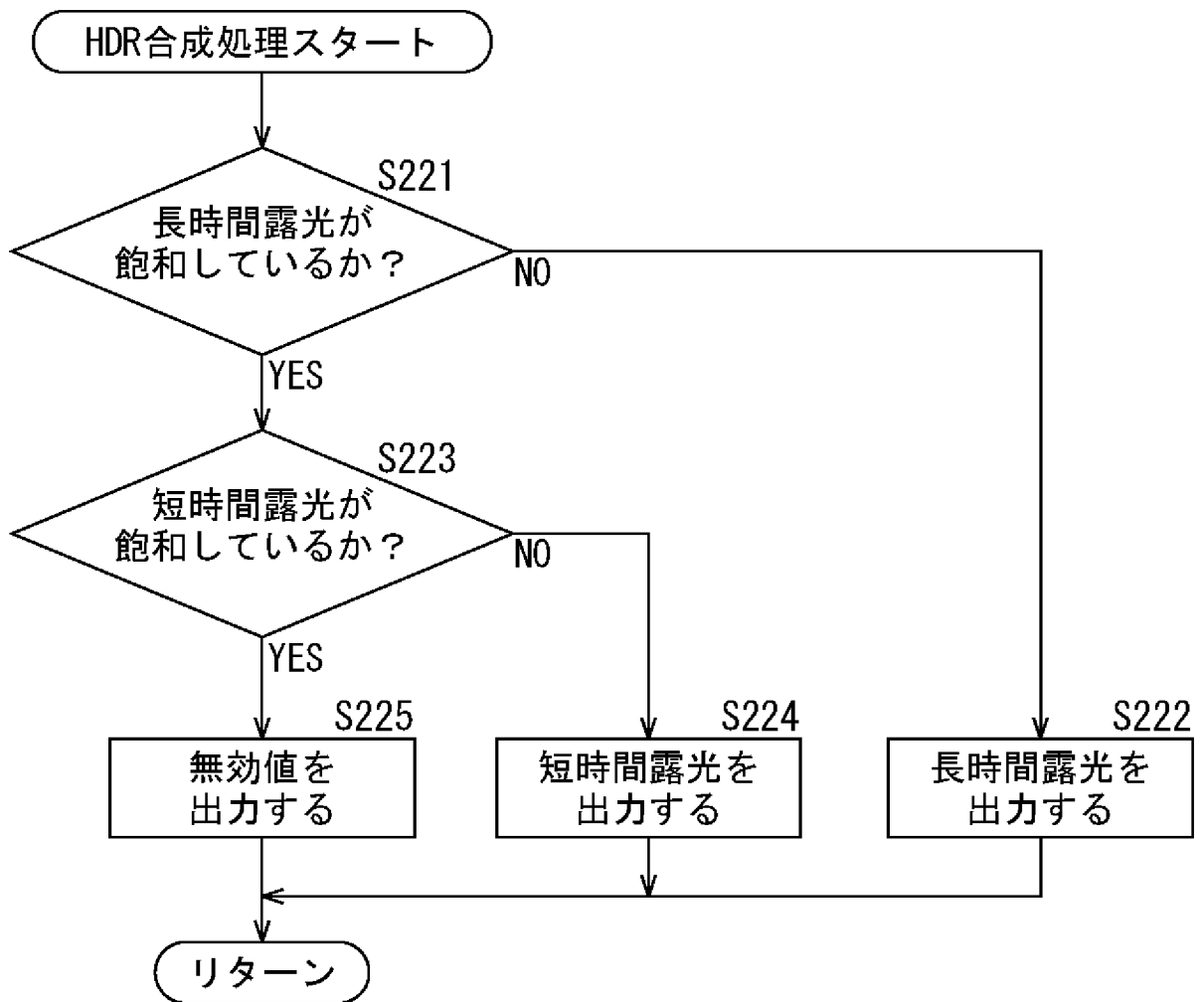
[図26]
FIG. 26



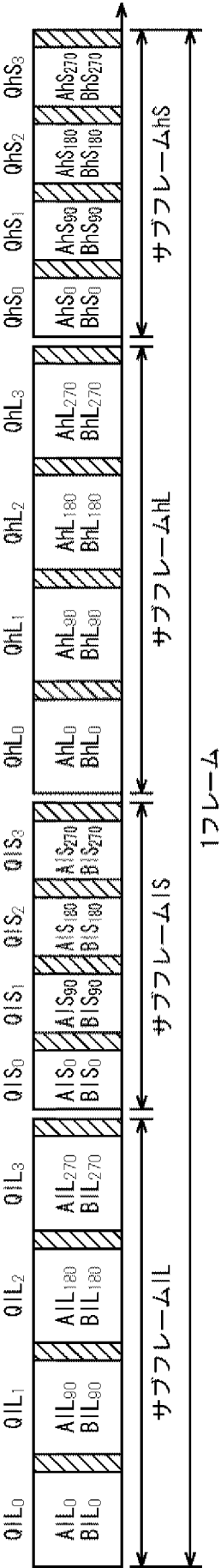
[図27]
FIG. 27



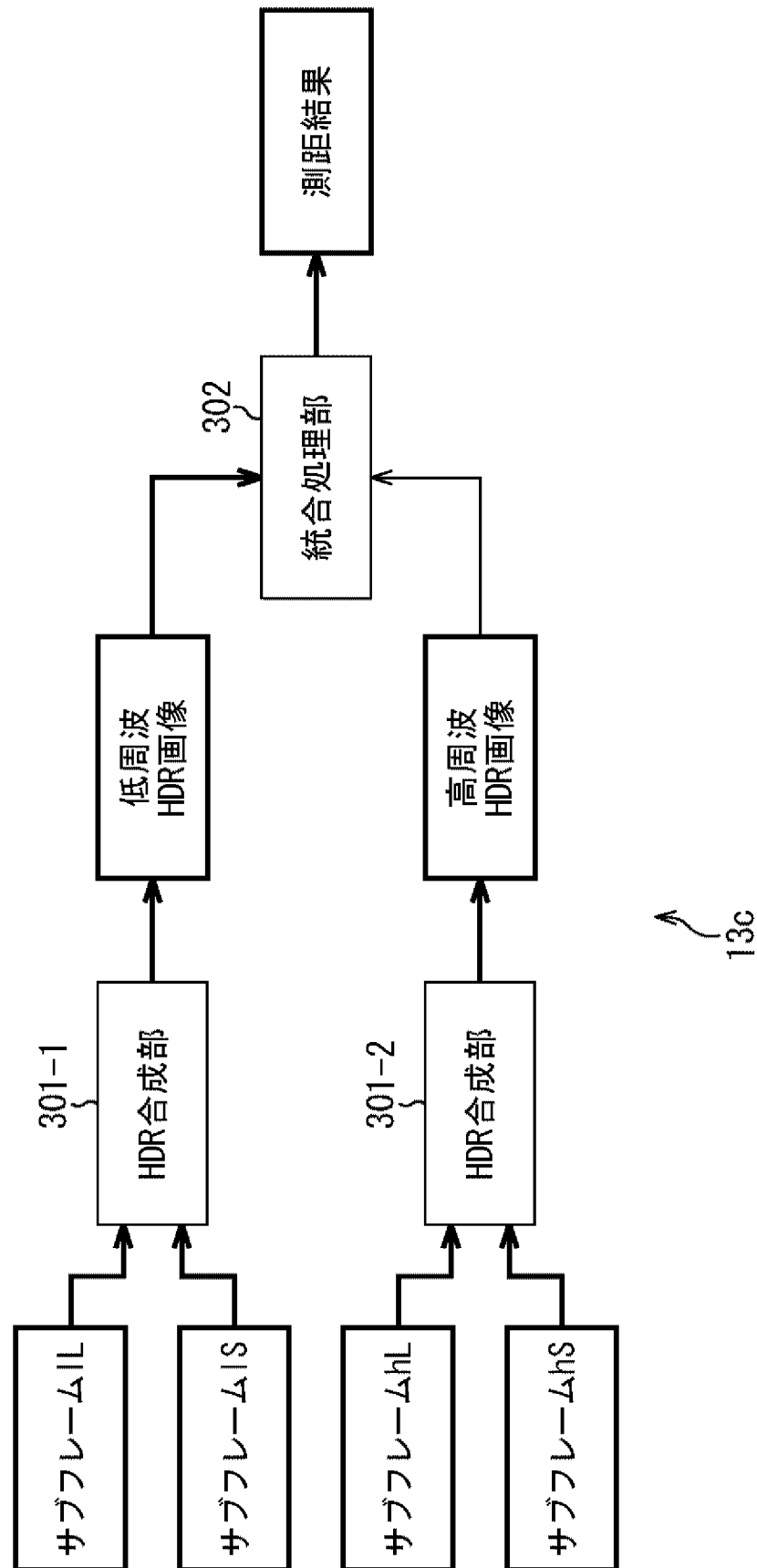
[図28]
FIG. 28



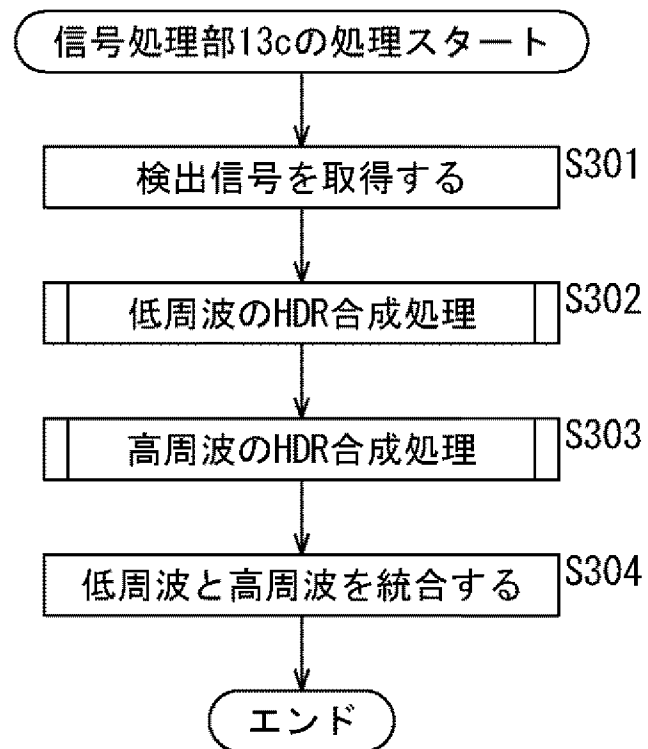
[図29]
FIG. 29



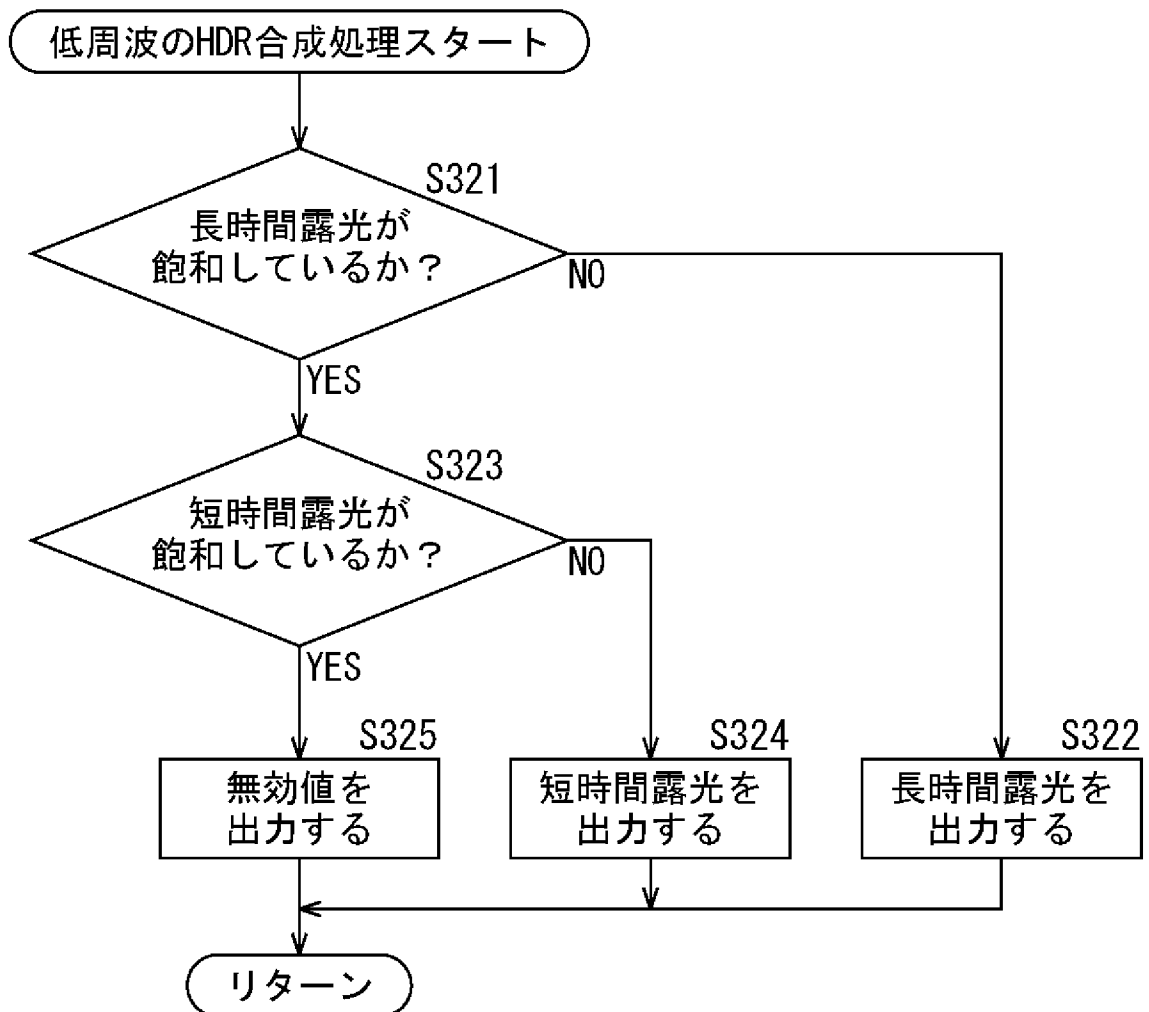
[図30]
FIG. 30



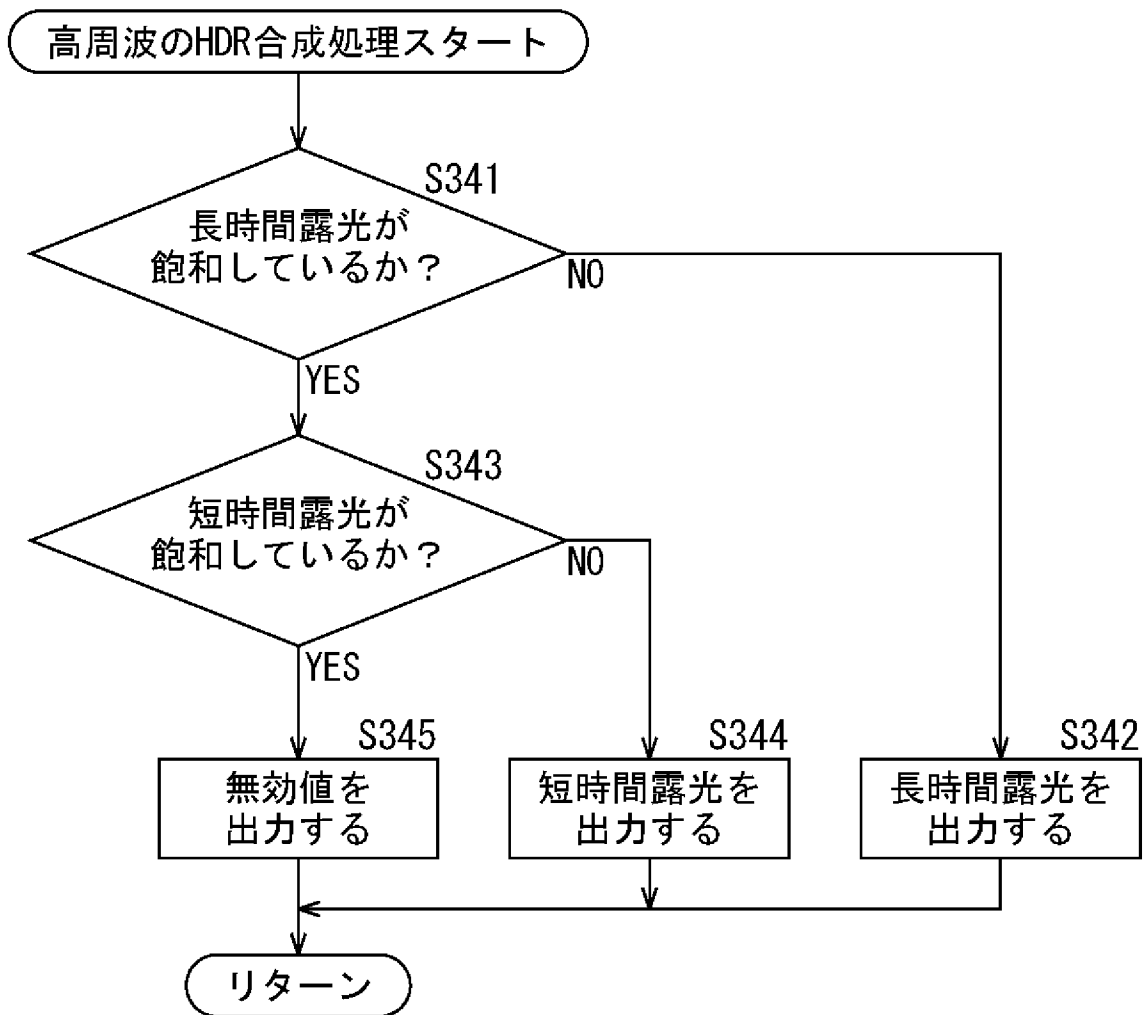
[図31]
FIG. 31



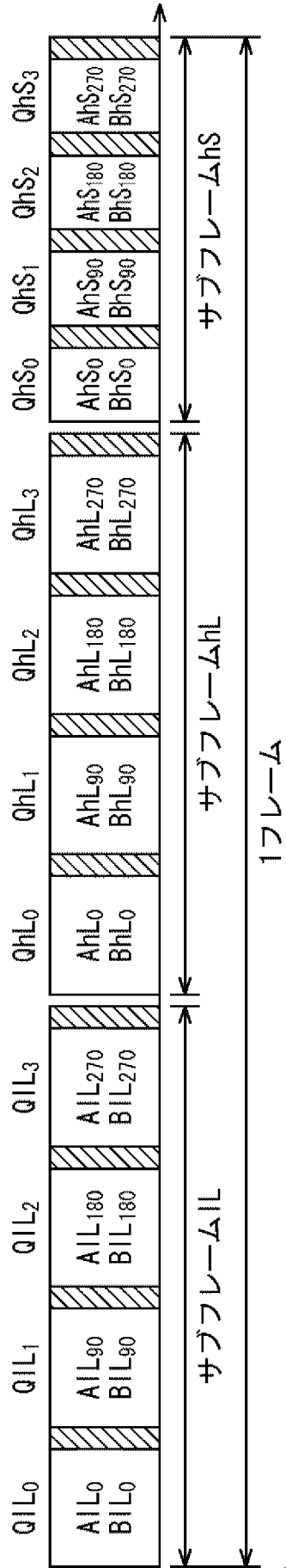
[図32]
FIG. 32



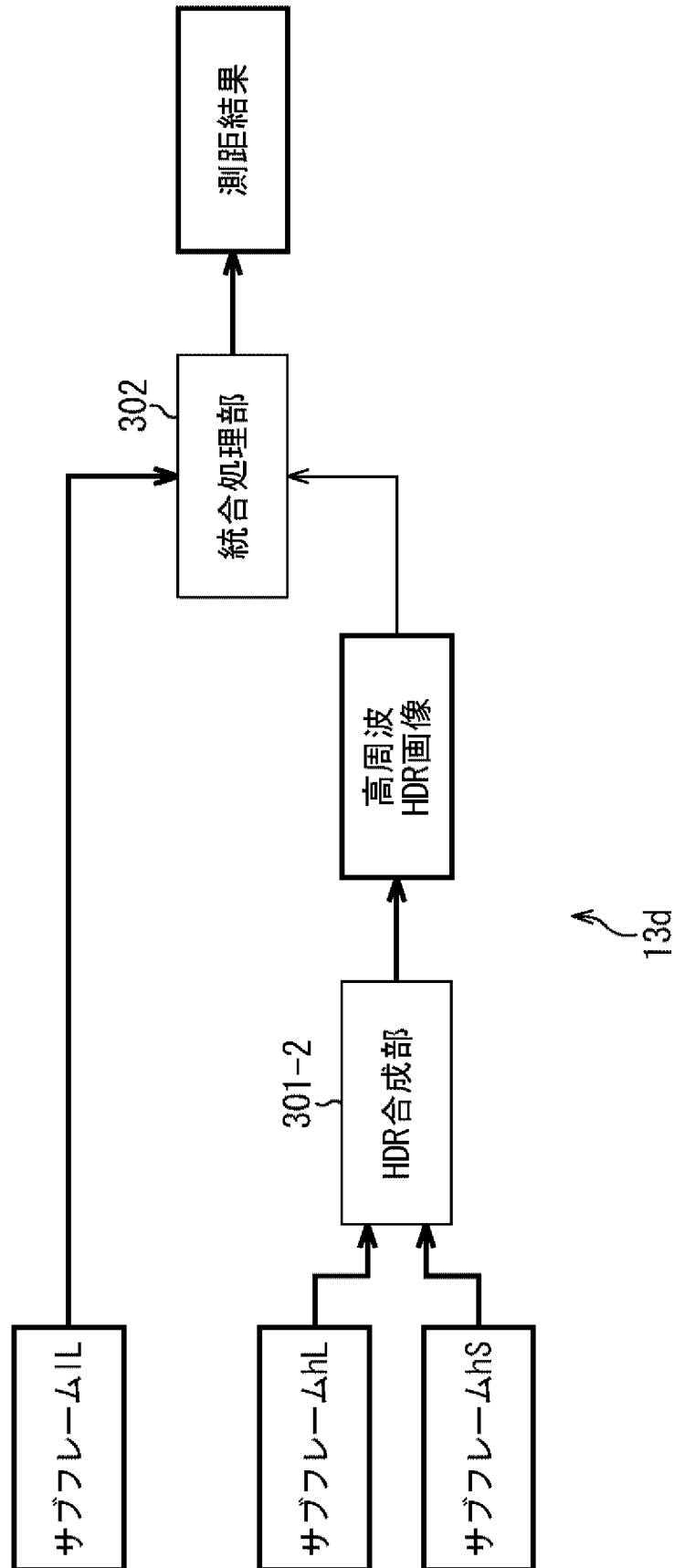
[図33]
FIG. 33



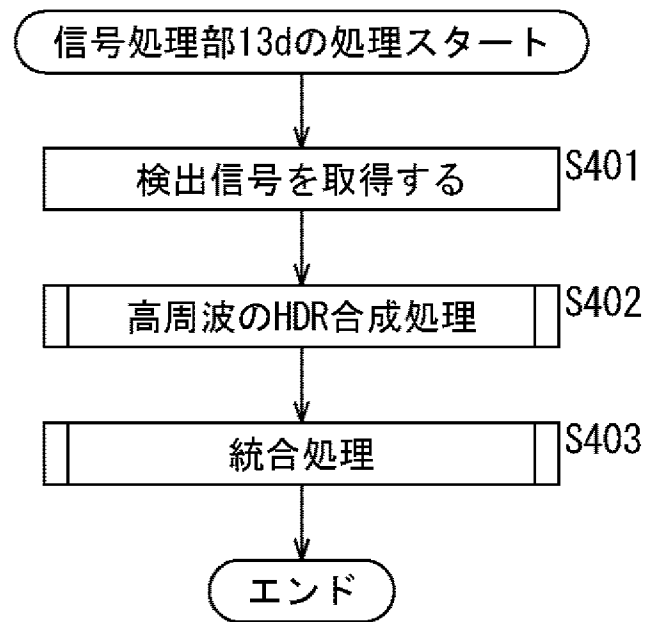
[図34]
FIG. 34



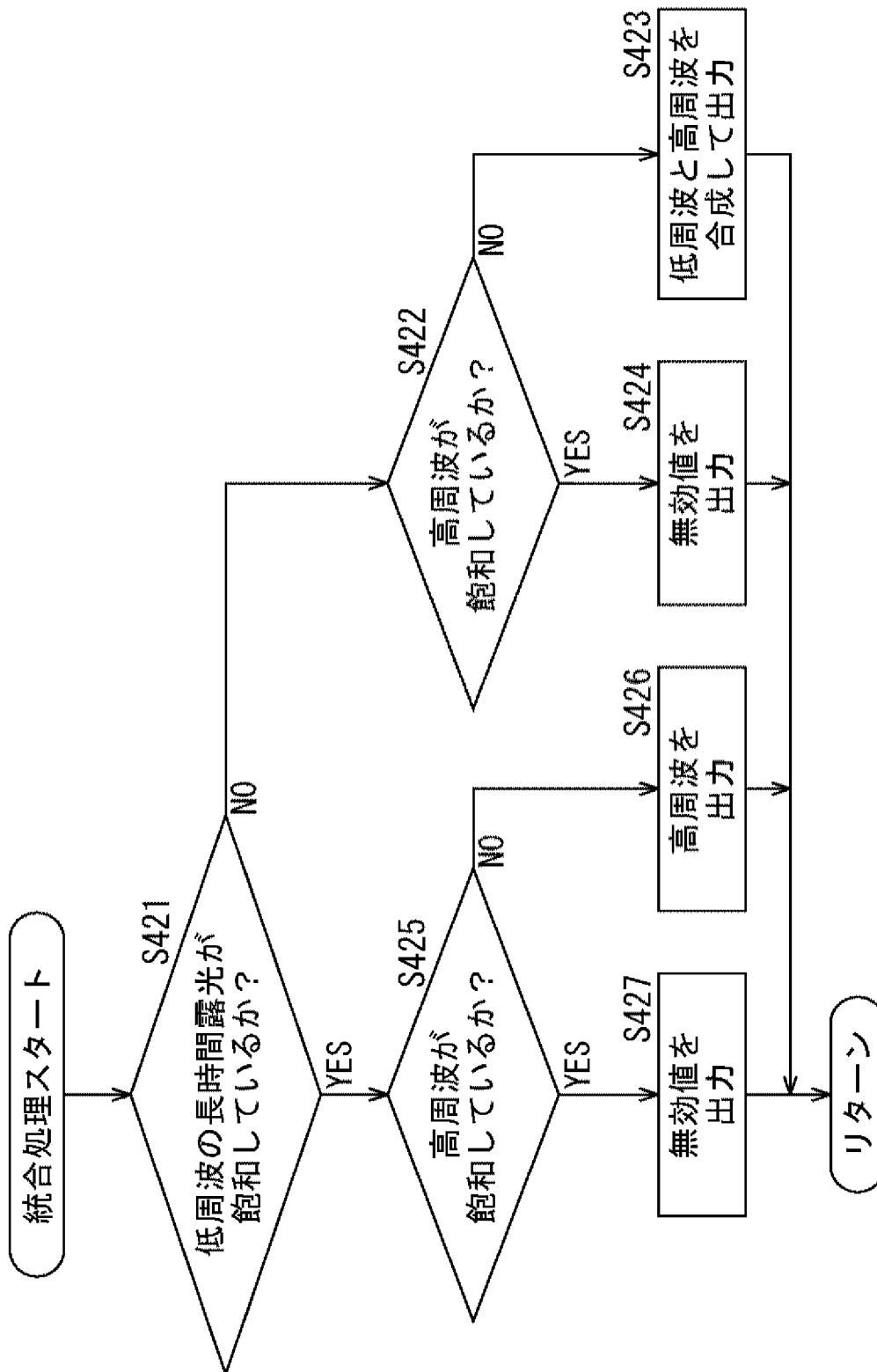
[図35]
FIG. 35



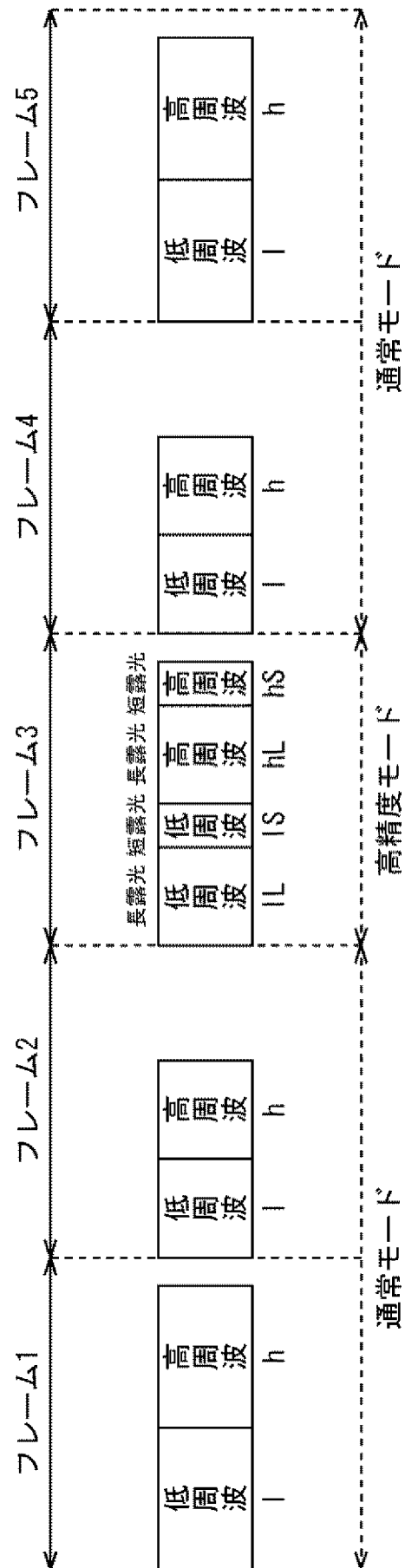
[図36]
FIG. 36



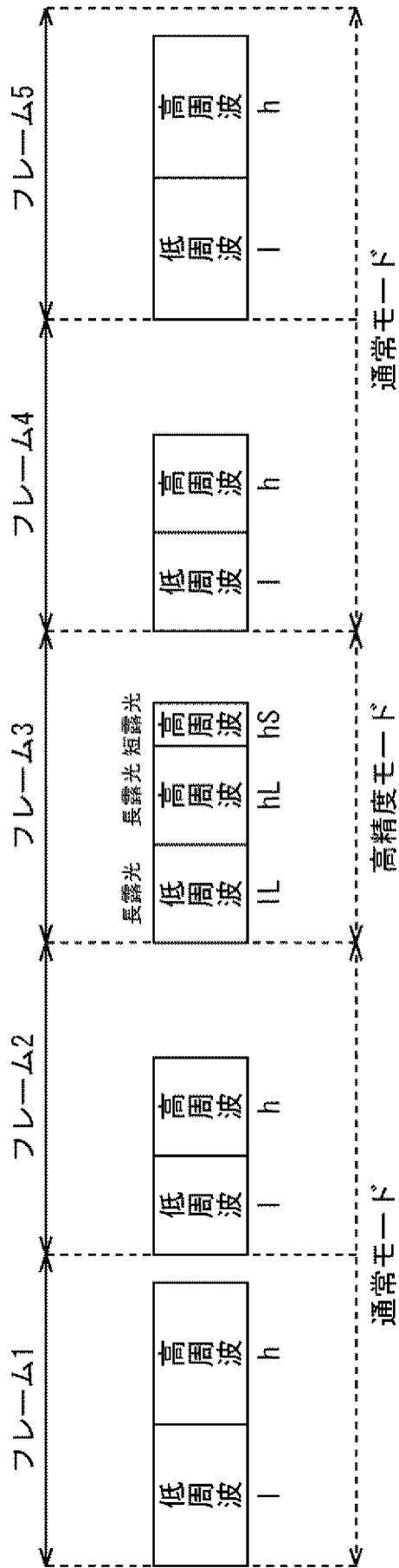
[図37]
FIG. 37



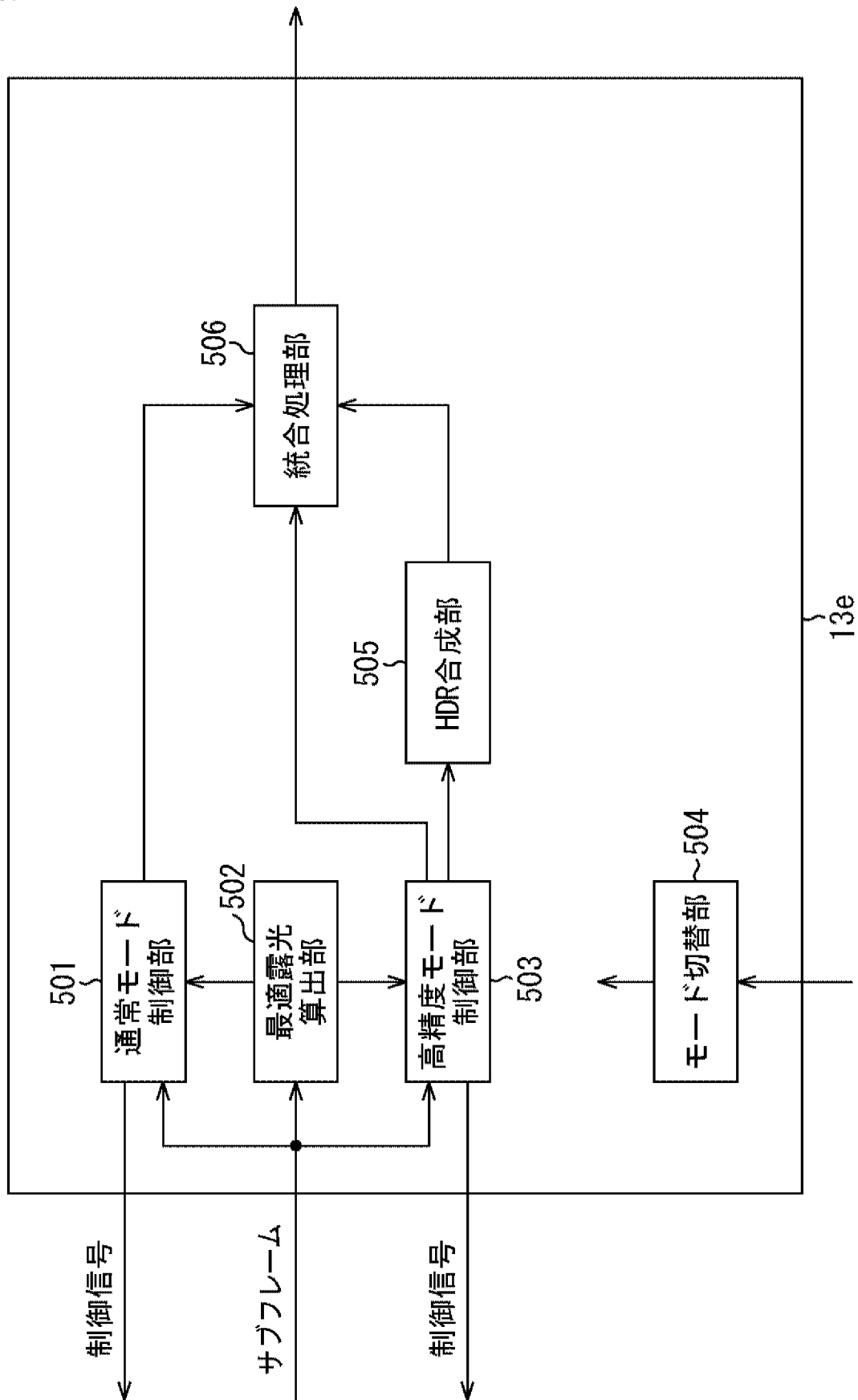
[図38]
FIG. 38



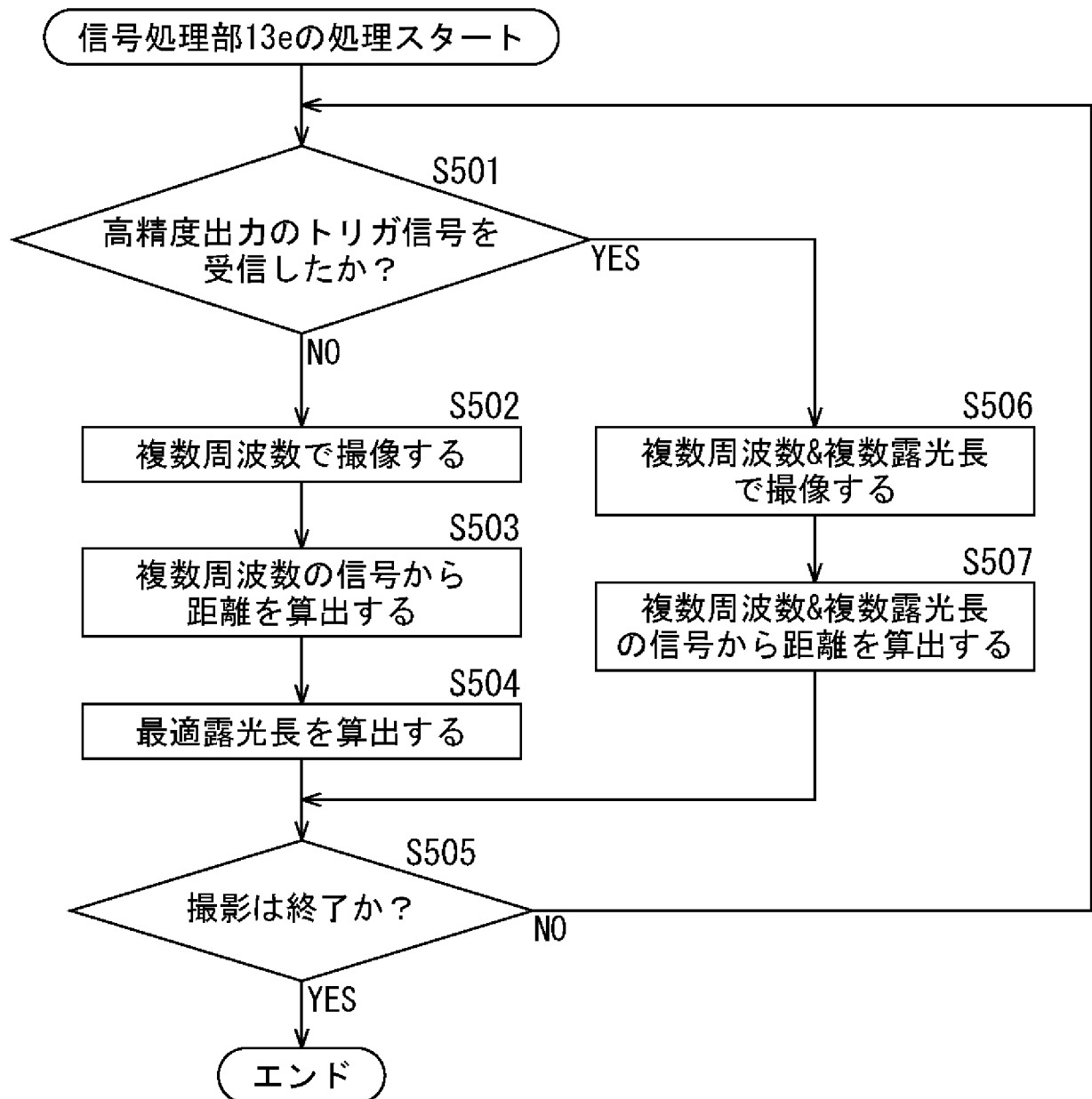
[図39]
FIG. 39



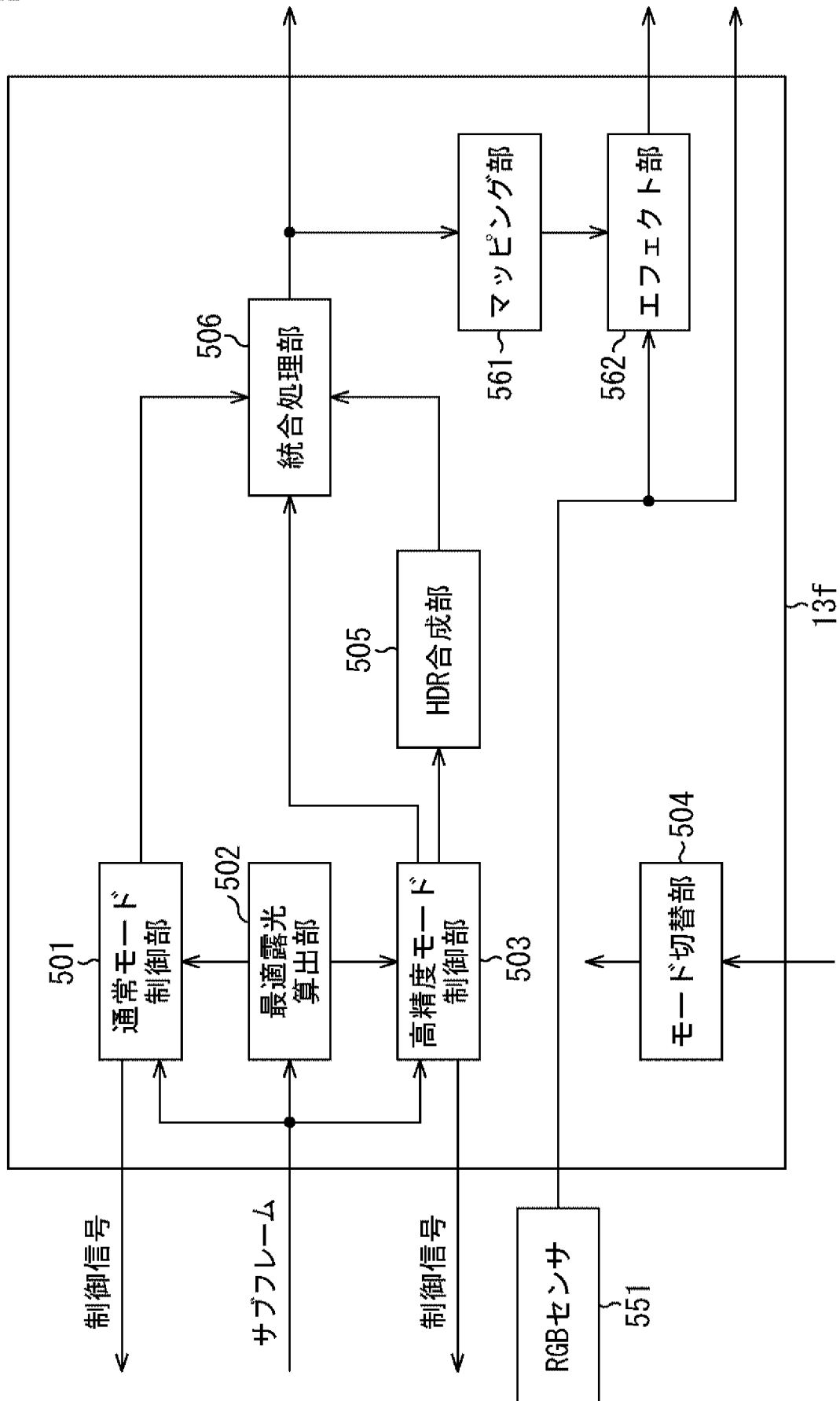
[図40]
FIG. 40



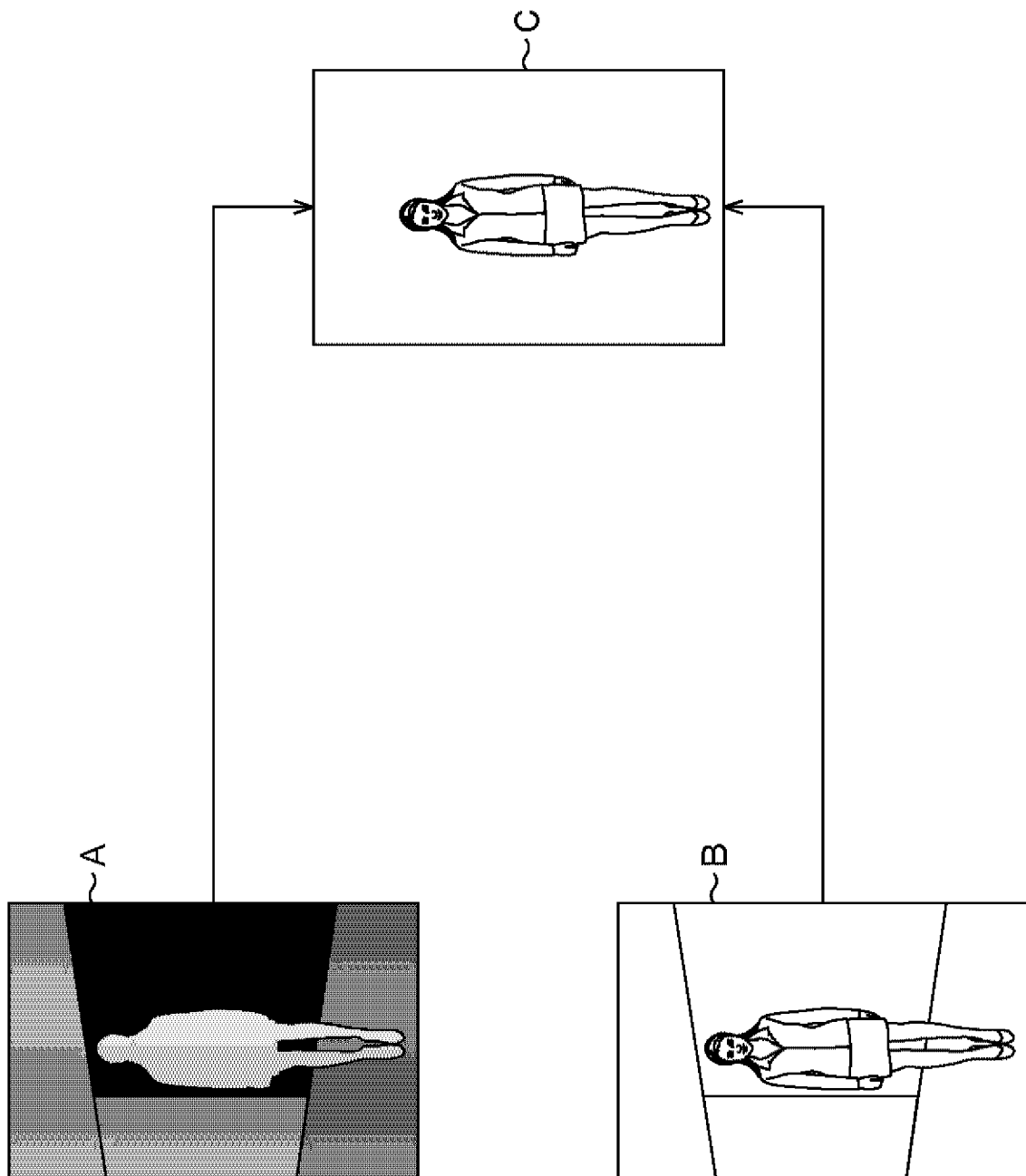
[図41]
FIG. 41



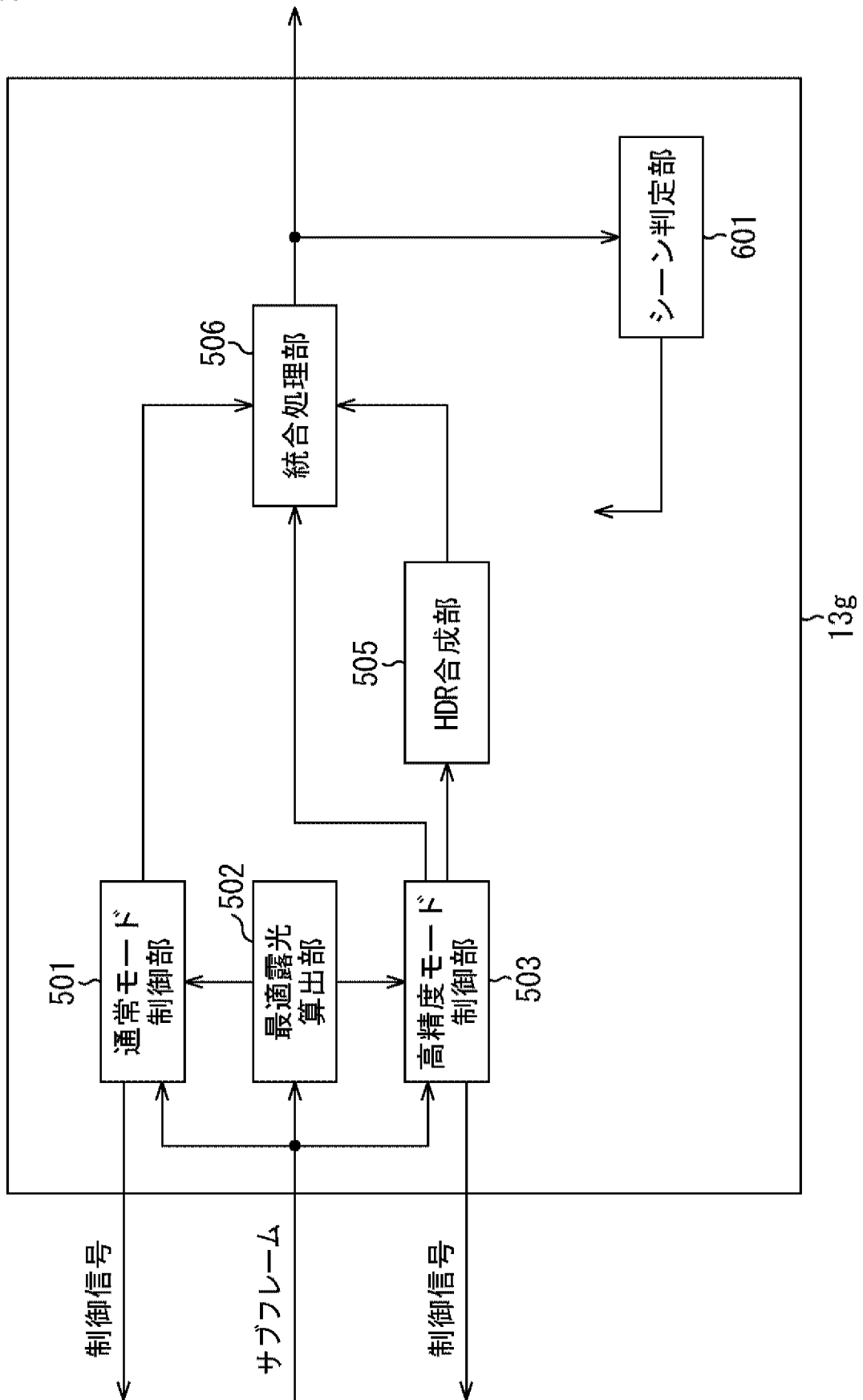
[図42]
FIG. 42



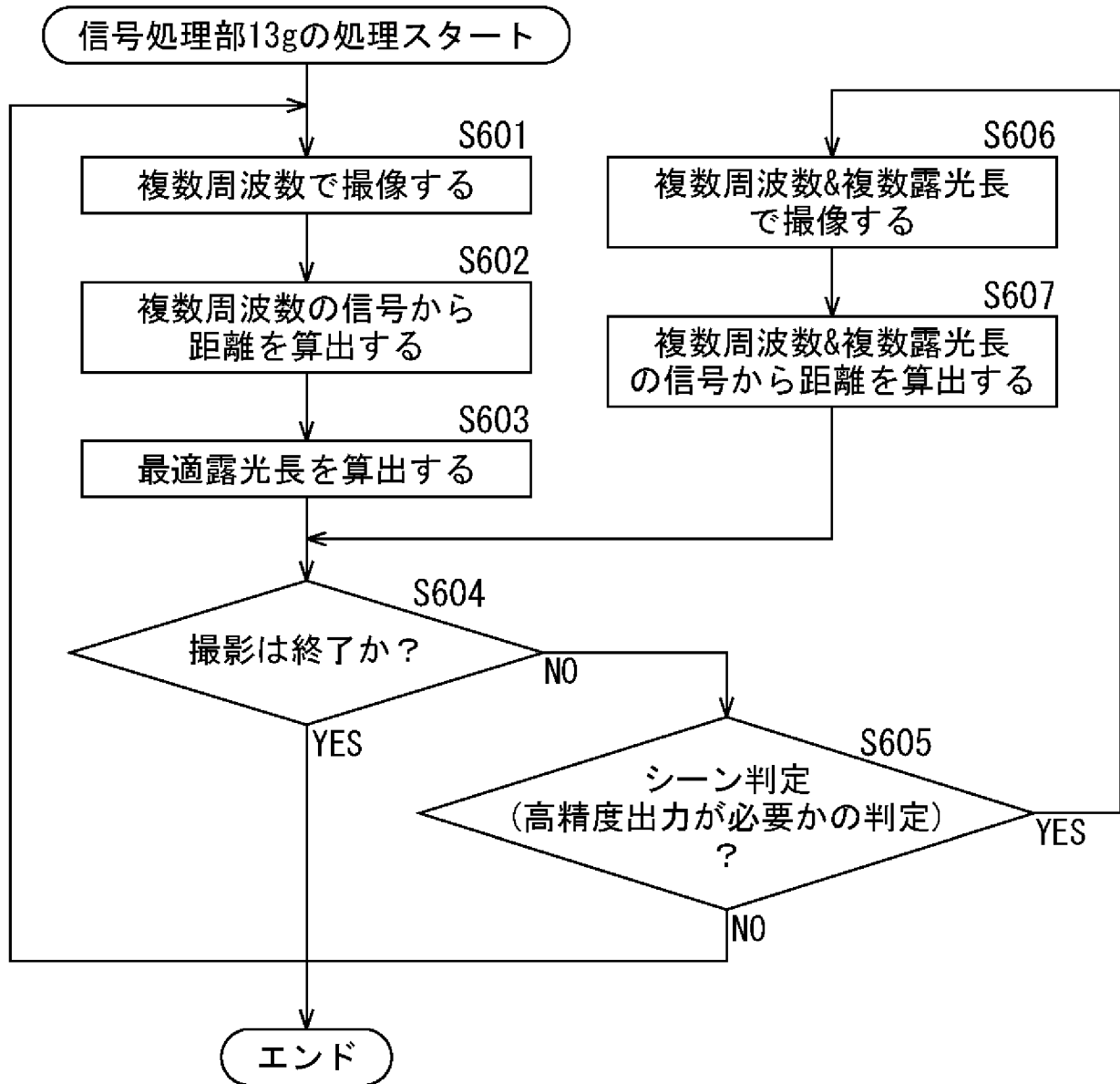
[図43]
FIG. 43

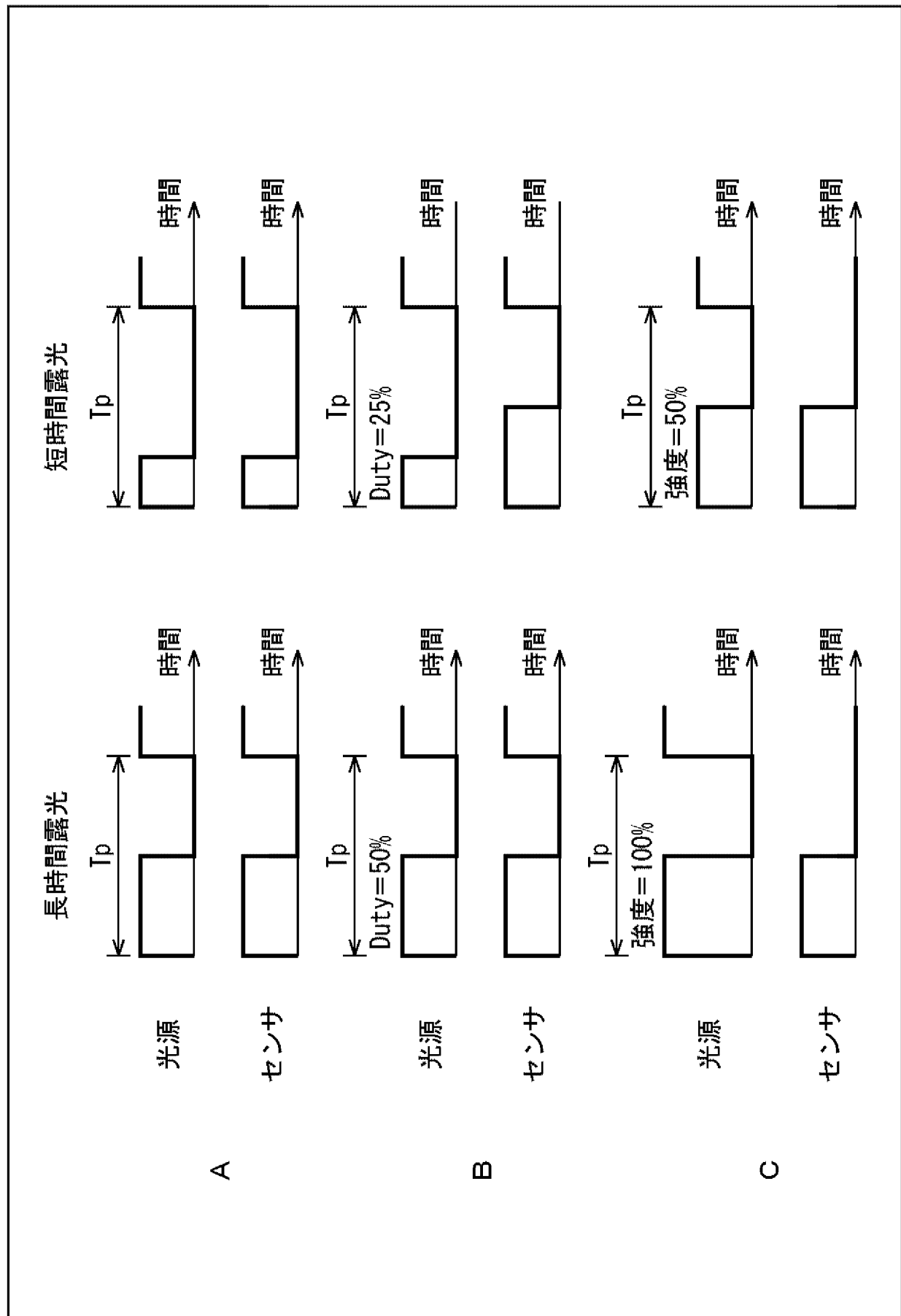


[図44]
FIG. 44

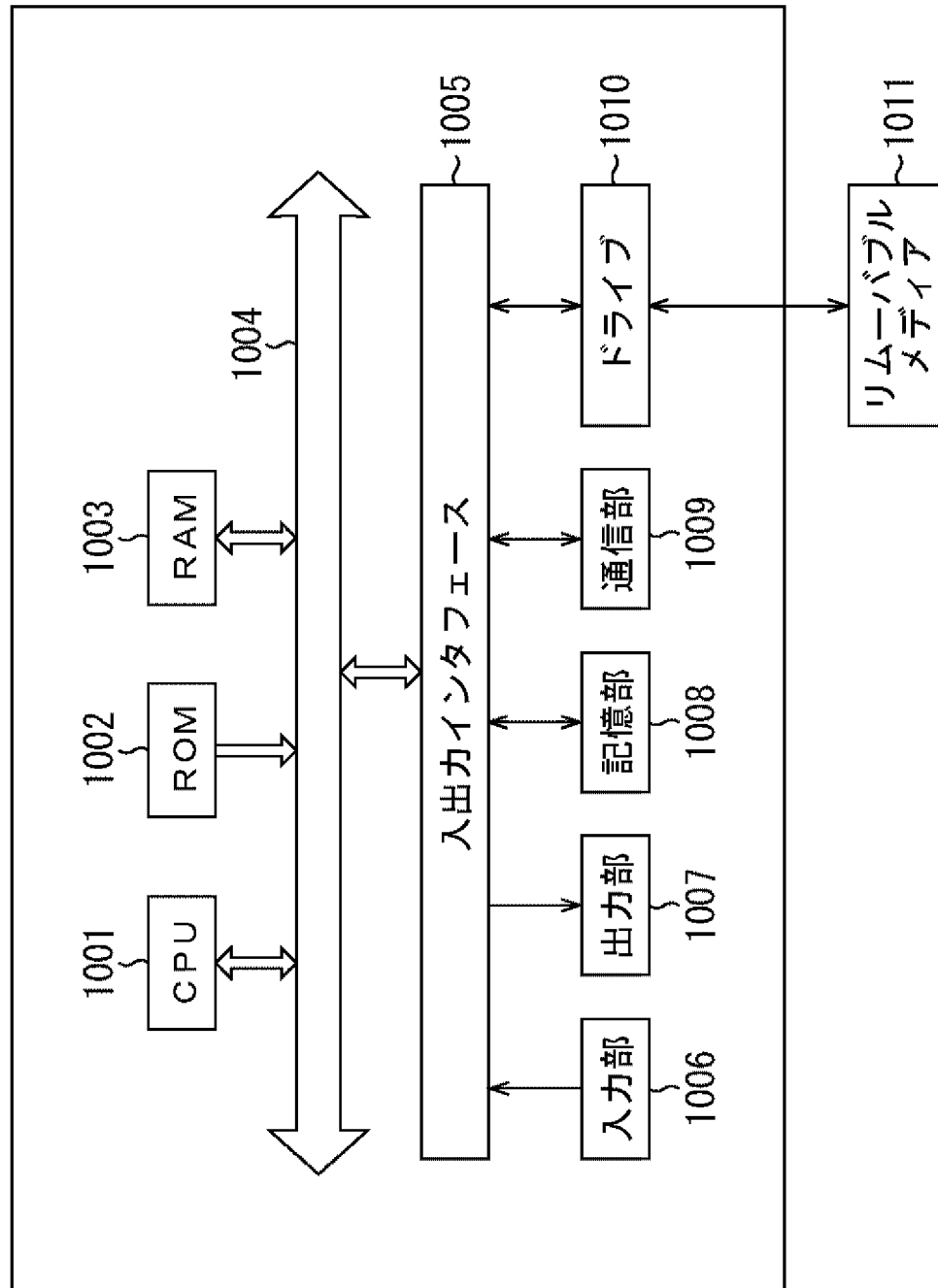


[図45]
FIG. 45

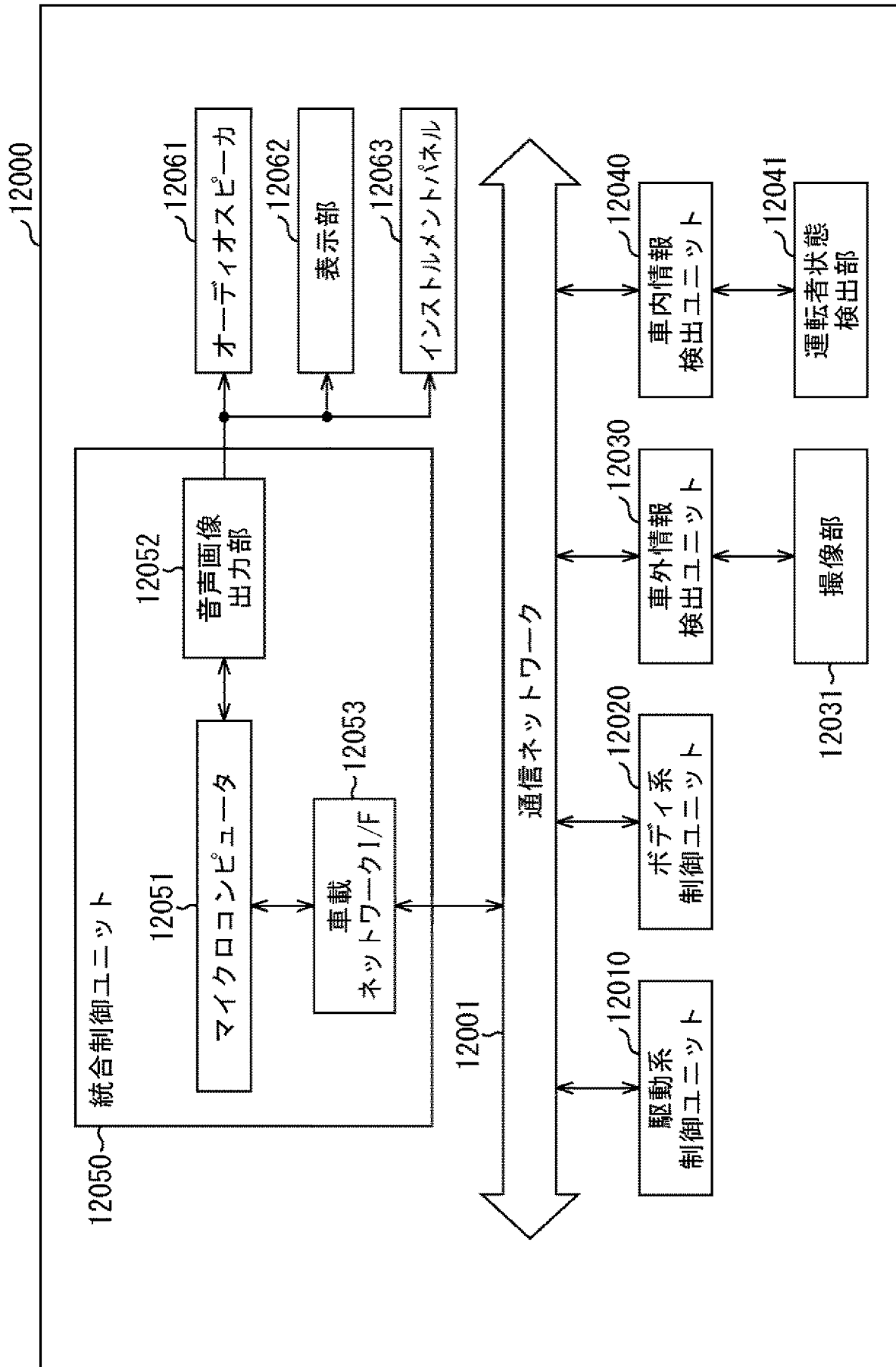


[図46]
FIG. 46

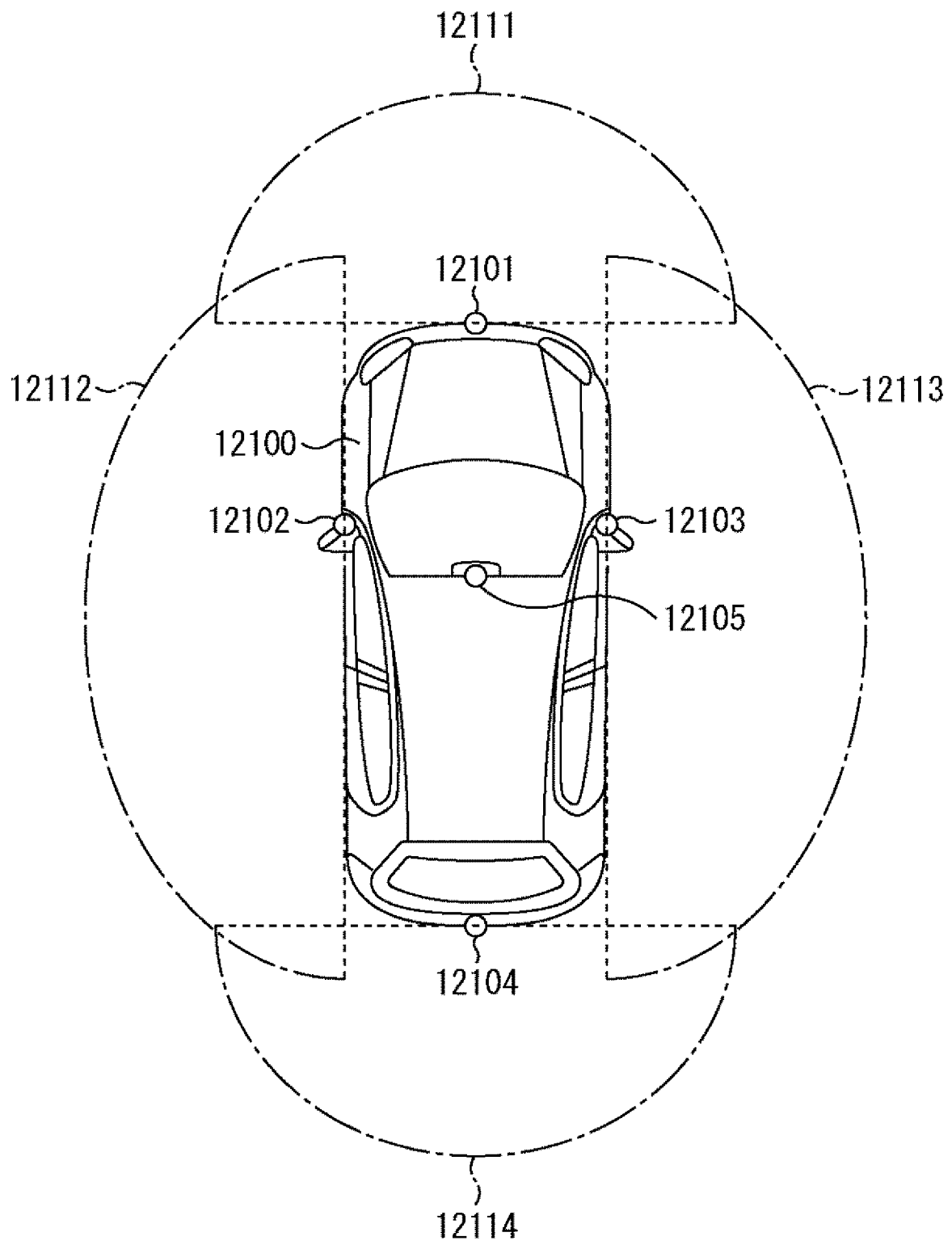
[図47]
FIG. 47



[図48]



[図49]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/005028

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S 17/894 (2020.01) i; G01C 3/06 (2006.01) i
 FI: G01S17/894; G01C3/06 120Q

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01S7/48-7/51, 17/00-17/95; G01C3/00-3/32; G01B11/00-11/30

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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.
X	US 2006/0114333 A1 (GOKTURK, Salih Burak)	1-2, 9-10
Y	01.06.2006 (2006-06-01) paragraphs [0012]-[0013], [0066]-[0074], fig. 2A, 3A, 3C	3-8, 11-14
Y	WO 2019/012756 A1 (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) 17.01.2019 (2019-01-17) paragraphs [0021]-[0135], fig. 1-22	3-8
Y	JP 2017-528714 A (FARO TECHNOLOGIES, INC.) 28.09.2017 (2017-09-28) paragraph [0098]	11-14
A	WO 2017/217240 A1 (SONY CORP.) 21.12.2017 (2017-12-21) entire text	1-14
A	JP 8-189965 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 23.07.1996 (1996-07-23) entire text	3-8



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
21 April 2020 (21.04.2020)

Date of mailing of the international search report
12 May 2020 (12.05.2020)

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

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/005028

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
US 2006/0114333 A1	01 Jun. 2006	WO 2006/088722 A2	
WO 2019/012756 A1	17 Jan. 2019	CN 110832346 A	
JP 2017-528714 A	28 Sep. 2017	WO 2016/040271 A1	
		paragraph [0116]	
WO 2017/217240 A1	21 Dec. 2017	US 2019/0109972 A1	
		CN 107852472 A	
		KR 10-2019-0019035 A	
JP 8-189965 A	23 Jul. 1996	US 5694130 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01S 17/894(2020.01)i; G01C 3/06(2006.01)i FI: G01S17/894; G01C3/06 120Q										
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）） G01S7/48-7/51, 17/00-17/95; G01C3/00-3/32; G01B11/00-11/30										
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2020年	日本国実用新案登録公報	1996-2020年	日本国登録実用新案公報	1994-2020年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2020年									
日本国実用新案登録公報	1996-2020年									
日本国登録実用新案公報	1994-2020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								
X	US 2006/0114333 A1 (GOKTURK, Salih Burak) 01.06.2006 (2006-06-01) [0012] ~ [0013], [0066] ~ [0074], 図2A, 図3A, 図3C	1-2, 9-10								
Y		3-8, 11-14								
Y	WO 2019/012756 A1 (ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社) 17.01.2019 (2019-01-17) [0021] ~ [0135], 図1~22	3-8								
Y	JP 2017-528714 A (ファロ テクノロジーズ インコーポレーテッド) 28.09.2017 (2017-09-28) [0098]	11-14								
A	WO 2017/217240 A1 (ソニー株式会社) 21.12.2017 (2017-12-21) 全文	1-14								
A	JP 8-189965 A (本田技研工業株式会社) 23.07.1996 (1996-07-23) 全文	3-8								
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。										
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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 21.04.2020		国際調査報告の発送日 12.05.2020								
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） 小川 浩史 2S 9114 電話番号 03-3581-1101 内線 3216								

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/005028

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
US	2006/0114333	A1	01.06.2006	WO	2006/088722	A2	
WO	2019/012756	A1	17.01.2019	CN	110832346	A	
JP	2017-528714	A	28.09.2017	WO	2016/040271	A1	
				[0116]			
WO	2017/217240	A1	21.12.2017	US	2019/0109972	A1	
				CN	107852472	A	
				KR	10-2019-0019035	A	
JP	8-189965	A	23.07.1996	US	5694130	A	