

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2024年7月25日(25.07.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/154429 A1

(51) 国際特許分類:  
G01S 7/495 (2006.01) G01S 7/497 (2006.01)  
G01C 3/06 (2006.01) G01S 7/4863 (2020.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/041827

(22) 国際出願日: 2023年11月21日(21.11.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願 2023-004620 2023年1月16日(16.01.2023) JP

(71) 出願人: ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社(SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) [JP/JP]; 〒2430014

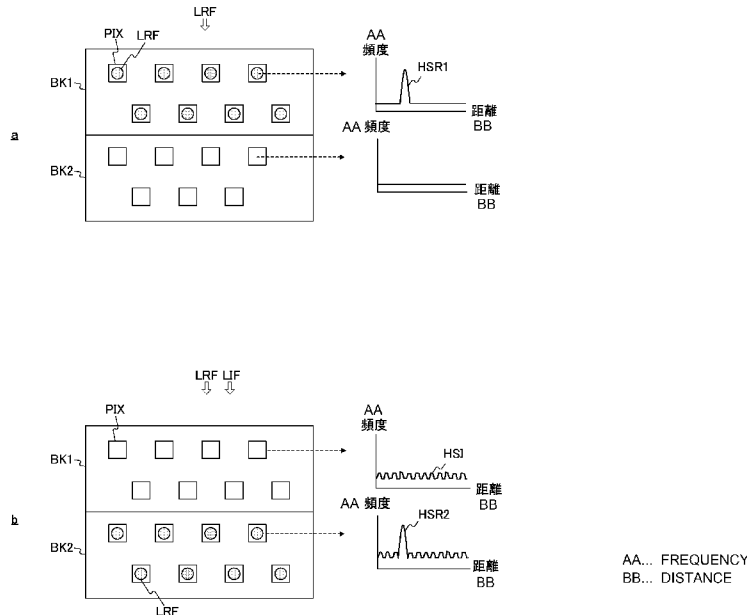
神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 馬原 久美子(MAHARA, Kumiko); 〒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). 宮地 晴子(MIYAJI, Haruko); 〒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). 崎村 昇(SAKIMURA, Noboru); 〒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). 松本 晋(MATSUMOTO, Shin); 〒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

(54) Title: DISTANCE MEASUREMENT DEVICE

(54) 発明の名称: 測距装置

[図6]



(57) Abstract: The present invention reduces the discrepancy between the timing of receiving distance measurement light and the timing of receiving interference light. This distance measurement device comprises: a light-emitting unit that emits distance measurement light; and a light-receiving unit that has a plurality of light-receiving regions that are capable of receiving light while switching between receiving and not receiving reflected light that is the distance measurement light reflected. The light-receiving regions include a first light-receiving region and a second light-receiving region in which receiving and not receiving reflected light are exclusively switched. The positions of the first and second light-receiving regions may be set such that: when the reflected light is received in the first light-receiving region, the reflected light is



Kanagawa (JP). 岩永 佑紀(IWANAGA, Yuki);  
〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目 1 4 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). 猪田 敬弘(IDA,  
Takahiro); 〒1080075 東京都港区港南 1 丁目  
7 番 1 号 ソニーグループ株式会社内 Tokyo  
(JP). 大木 光晴(OHKI, Mitsuharu); 〒2430014  
神奈川県厚木市旭町四丁目 1 4 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). 宮本 宗(MIYAMOTO,  
Takashi); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁  
目 1 4 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 5 F 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,  
EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,  
HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,  
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,  
LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,  
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,  
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,  
SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

not received in the second light-receiving region; and, when the reflected light is received in the second light-receiving region, the reflected light is not received in the first light-receiving region.

(57) 要約: 測距光の受光タイミングと干渉光の受光タイミングの乖離を減少させる。測距装置は、測距光を出射する発光部と、測距光が反射された反射光の受光の有無を切り替えて受光可能な複数の受光領域を有する受光部とを備える。受光領域は、反射光の受光の有無が互いに排他的に切り替えられる第1受光領域および第2受光領域を備え、反射光が第1受光領域で受光されるときに、反射光が第2受光領域で受光されないように、第1受光領域と第2受光領域との位置が設定され、反射光が第2受光領域で受光されるときに、反射光が第1受光領域で受光されないように、第1受光領域と第2受光領域との位置が設定されてもよい。

## 明 細 書

**発明の名称：**測距装置

### 技術分野

[0001] 本技術は、測距装置に関する。詳しくは、本技術は、干渉光を検知可能な測距装置に関する。

### 背景技術

[0002] 測距装置は、車載機器、搬送機器およびモバイル機器などの様々な用途に用いられる。このとき、測距装置には、突発的な干渉光、永続的な干渉光および意図的な干渉光などの多様な干渉光が入射することがあり、干渉対策がとられることがある。例えば、第1受光期間に発光素子を発光させて受光素子に戻り光を受光させ、第2受光期間に発光素子を発光させずに受光素子に光を受光させて外乱情報を取得する測距センサが提案されている（例えば、特許文献1参照）。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2022-24252号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、上述の従来技術では、発光素子が発光される第1受光期間と発光素子が発光されない第2受光期間が周期的に分割される。このため、戻り光の受光タイミングと干渉光の受光タイミングの乖離が増大し、突発的な干渉光の入射に対応できないおそれがあった。

[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、測距光の受光タイミングと干渉光の受光タイミングの乖離を減少させ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、測距光を出射する発光部と、前記測距光が反射された反射光の受光の有無を切り替えて受光可能な複数の受光領域を有する受光部とを備える測距装置である。これにより、複数の受光領域での受光に基づく測距を可能としつつ、測距に用いられる受光と干渉検知に用いられる受光とが同時に実施されるという作用をもたらす。

[0007] また、第1の側面において、前記受光領域は、前記反射光の受光の有無が互いに排他的に切り替えられる第1受光領域および第2受光領域を備え、前記反射光が前記第1受光領域で受光されるときに、前記反射光が前記第2受光領域で受光されないように、前記第1受光領域と第2受光領域との位置が設定され、前記反射光が前記第2受光領域で受光されるときに、前記反射光が前記第1受光領域で受光されないように、前記第1受光領域と第2受光領域との位置が設定されてもよい。これにより、反射光の受光と、干渉検知に用いられる受光とが同時に実施されるという作用をもたらす。

[0008] また、第1の側面において、前記発光部は、前記第1受光領域に対応した第1レーザ素子と、前記第2受光領域に対応した第2レーザ素子とを備え、前記反射光が前記第1受光領域で受光されるときは、前記第1レーザ素子はオンされるとともに、前記第2レーザ素子はオフされ、前記反射光が前記第2受光領域で受光されるときは、前記第1レーザ素子はオフされるとともに、前記第2レーザ素子はオンされてもよい。これにより、測距時の測距光の出射と、干渉検知時の測距光の非出射とが同時に実施されるという作用をもたらす。

[0009] また、第1の側面において、前記反射光の受光に基づく測距動作と、前記反射光に干渉する干渉光の受光に基づく干渉検知動作を制御する制御部をさらに備えてもよい。これにより、測距動作と干渉検知動作とが協働して実施されるという作用をもたらす。

[0010] また、第1の側面において、前記制御部は、前記測距動作と前記干渉検知動作とをサブフレーム単位で繰り返してもよい。これにより、第1受光領域および第2受光領域のそれぞれにおいて、反射光の受光と干渉検知に用いら

れる受光とがサブフレームごとの実施されるという作用をもたらす。

[0011] また、第1の側面において、前記制御部は、前記干渉光の検知結果に基づいて、前記測距光の出射間隔を変更してもよい。これにより、干渉光による干渉作用が低減されるという作用をもたらす。

[0012] また、第1の側面において、前記制御部は、前記干渉光の検知結果に基づいて、前記測距光の出射間隔をランダムに変更してもよい。これにより、干渉光による干渉作用が不規則的に低減されるという作用をもたらす。

[0013] また、第1の側面において、前記制御部は、前記受光領域での受光頻度と距離との関係を示すヒストグラムのピークの有無または干渉評価指標に基づいて前記干渉光を検知してもよい。これにより、反射光の非受光に基づいて、干渉光が検知されるという作用をもたらす。

[0014] また、第1の側面において、前記制御部は、前記干渉光の検知結果に基づいて、干渉の有無を示す干渉フラグを発行してもよい。これにより、干渉光の検知が通知されるという作用をもたらす。

[0015] また、第1の側面において、前記第1受光領域および前記第2受光領域はそれぞれ複数設けられ、前記第1受光領域および前記第2受光領域は、フレームごとに切り替えられて測距および干渉検知に用いられてもよい。これにより、第1受光領域および第2受光領域がフレームごとに変更されるという作用をもたらす。

[0016] また、第1の側面において、前記第1受光領域および前記第2受光領域はそれぞれ複数設けられ、前記第1受光領域および前記第2受光領域のうちの少なくとも一部が選択されて測距および干渉検知に用いられてもよい。これにより、第1受光領域および第2受光領域の選択に基づいて、解像度および露光時間が変更されるという作用をもたらす。

[0017] また、第1の側面において、前記測距および前記干渉検知に用いられる前記第1受光領域および前記第2受光領域のうちの少なくとも一部はランダムに選択されてもよい。これにより、第1受光領域および第2受光領域の選択が不規則化されるという作用をもたらす。

- [0018] また、第1の側面において、前記制御部は、第1フレームでの前記干渉光の検知結果を第2フレームのノイズの除去に用いてもよい。これにより、干渉検知がノイズの除去に流用されるという作用をもたらす。
- [0019] また、第2の側面は、測距光を出射する発光部と、前記測距光が反射された反射光を受光する受光部と、前記干渉光の検知結果に基づいて、前記測距光の出射間隔をランダムに変更する制御部とを備える測距装置である。これにより、干渉検知を実施することなく、干渉作用が中断されるという作用をもたらす。
- [0020] また、第3の側面は、発光トリガに基づいて測距光を出射する発光部と、前記測距光が反射された反射光を受光する受光部と、前記発光トリガに基づく発光タイミングの間に設けられた非発光タイミングに基づいて、前記受光部で受光される光の検知を制御する制御部とを備える測距装置である。これにより、発光タイミングの間に設けられた非発光タイミングにおける受光に基づいて、干渉検知が実施されるという作用をもたらす。
- [0021] また、第3の側面において、前記制御部は、前記発光タイミングを含む発光期間および前記非発光タイミングを含む非発光期間の設定を制御してもよい。これにより、測距および干渉検知のタイミングが変更可能となるという作用をもたらす。
- [0022] また、第3の側面において、前記発光期間は、前記発光部から出射される1つの発光パルスの出射単位または前記受光部での受光回数のヒストグラムで生成単位であるスロット単位に基づいて設定されてもよい。これにより、測距および干渉検知がフレームごとに複数回実施されるという作用をもたらす。
- [0023] また、第3の側面において、前記制御部は、前記測距光に干渉する干渉光の検知結果を通知してもよい。これにより、干渉光の検知結果が外部で確認可能となるという作用をもたらす。
- [0024] また、第3の側面において、前記制御部は、前記発光タイミングでの発光に対する受光に基づいて測距データを算出し、前記非発光タイミングに基づ

いて検知された干渉光の検知結果に基づいて前記測距データを補正してもよい。これにより、測距光に対する干渉光の影響が低減されるという作用をもたらす。

[0025] また、第3の側面において、前記制御部は、前記非発光タイミングに基づく信号のサンプリング精度を前記発光タイミングに基づく信号のサンプリング精度より低くしてもよい。これにより、測距精度の低下を抑制しつつ、低消費電力化が達成されるという作用をもたらす。

### 図面の簡単な説明

[0026] [図1]第1の実施の形態に係る測距装置の構成例を示すブロック図である。

[図2]第1の実施の形態に係る光検出部の構成例を示すブロック図である。

[図3]第1の実施の形態に係る制御部の構成例を示すブロック図である。

[図4]第1の実施の形態に係る撮像装置の構成例を示すブロック図である。

[図5]第1の実施の形態に係る固体撮像装置の構成例を示すブロック図である。

[図6]第1の実施の形態に係るバンクの切替例を示す図である。

[図7]第1の実施の形態に係る測距動作と干渉検知動作を示すタイミングチャートである。

[図8]第1の実施の形態に係る測距データと干渉検知データの生成処理を示す図である。

[図9]第1の実施の形態に係る測距および干渉検知に伴うデータ出力例を示すタイミングチャートである。

[図10]第1の実施の形態に係るバンクの切替時の発光パターンの一例を示す図である。

[図11]第1の実施の形態に係るバンクの切替時の受光パターンの一例を示す図である。

[図12]第1の実施の形態に係る干渉検知処理の一例を示すフローチャートである。

[図13]第2の実施の形態に係るバンクの切替例を示す図である。

[図14]第2の実施の形態に係る測距動作と干渉検知動作を示すタイミングチャートである。

[図15]第3の実施の形態に係る測距動作と干渉検知動作を示すタイミングチャートである。

[図16]第3の実施の形態に係るヒストグラム演算部の構成例を示すブロック図である。

[図17]第4の実施の形態に係るレーザ間隔の変更方法の一例を示すタイミングチャートである。

[図18]第5の実施の形態に係るバンクの切替方法の一例を示すタイミングチャートである。

[図19]第5の実施の形態に係るバンクの切替方法の第1の例を示す図である。

[図20]第5の実施の形態に係るバンク切替部の第1の例を示すブロック図である。

[図21]第5の実施の形態に係るバンク遷移テーブルの第2の例を示す図である。

[図22]第5の実施の形態に係るバンク遷移方法の第2の例を示すタイミングチャートである。

[図23]第5の実施の形態に係るバンク切替部の第2の例を示すブロック図である。

[図24]第5の実施の形態に係るバンク遷移方法を示すフローチャートである。

[図25]第6の実施の形態に係るバンク選択方法の一例を示す図である。

[図26]第6の実施の形態に係るバンク選択に参照される干渉フラグの遷移例を示すタイミングチャートである。

[図27]第6の実施の形態に係る干渉フラグの遷移に基づくバンク選択方法を示す図である。

[図28]第7の実施の形態に係る測距動作を示すタイミングチャートである。

[図29]第7の実施の形態に係る測距動作を示すフローチャートである。

[図30]第8の実施の形態に係る撮像装置の構成例を示すブロック図である。

[図31]第8の実施の形態に係る発光トリガおよび非発光トリガに基づくヒストグラム生成方法を示す図である。

[図32]第8の実施の形態に係る干渉補正方法を示す図である。

[図33]第9の実施の形態に係る発光トリガおよび非発光トリガに基づくサンプリング方法を示すタイミングチャートである。

[図34]第10の実施の形態に係る発光トリガおよび非発光トリガに基づくサンプリング方法を示すタイミングチャートである。

[図35]第11の実施の形態に係る発光トリガおよび非発光トリガに基づくサンプリング方法を示すタイミングチャートである。

[図36]第12の実施の形態に係る発光トリガおよび非発光トリガに基づくサンプリング方法を示すタイミングチャートである。

[図37]第13の実施の形態に係る干渉データのサンプリング方法の一例を示す図である。

[図38]第14の実施の形態に係る干渉データのサンプリング方法の一例を示す図である。

[図39]第15の実施の形態に係る撮像装置の構成例を示すブロック図である。

[図40]第16の実施の形態に係る撮像装置の構成例を示すブロック図である。

[図41]第17の実施の形態に係る固体撮像装置の積層例を示す斜視図である。

[図42]第18の実施の形態に係る画素アレイ部の積層例を示す斜視図である。

[図43]第19の実施の形態に係る画素アレイ部の積層例を示す斜視図である。

[図44]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。

[図45]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

[0027] 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（測距を行うバンクと干渉検知を行うバンクとをサブフレームごとに切り替え、反射光に基づく測距と、干渉光に基づく干渉検知を同時に実施する例）

2. 第2の実施の形態（測距を行うバンクと干渉検知を行うバンクとをそれぞれ複数設け、測距を行うバンクと干渉検知を行うバンクとをそれぞれ切り替える例）

3. 第3の実施の形態（干渉検知された干渉光を測距におけるノイズ減算に用いる例）

4. 第4の実施の形態（干渉光の有無とは無関係に測距光のPRI（Pulse Repetition Interval）をランダムに変更する例）

5. 第5の実施の形態（測距を行うバンクと干渉検知を行うバンクとをそれぞれ複数設け、測距を行うバンクと干渉検知を行うバンクとをランダムに切り替える例）

6. 第6の実施の形態（測距を行うバンクと干渉検知を行うバンクとをそれぞれ複数設け、測距を行うバンクと干渉検知を行うバンクとを選択可能とした例）

7. 第7の実施の形態（干渉検知を実施せずに、測距光のPRIをランダムに変更する例）

8. 第8の実施の形態（発光トリガの間に挿入された非発光トリガに基づいて、干渉検知を実施する例）

9. 第9の実施の形態（非発光トリガの間に複数の発光トリガを生成する例）

10. 第10の実施の形態（発光トリガおよび非発光トリガをランダムに生成する例）

１１．第１１の実施の形態（ヒストグラム生成単位に基づいて、発光トリガおよび非発光トリガの系列を生成する例）

１２．第１２の実施の形態（ヒストグラム生成単位ごとに発光トリガの系列および非発光トリガの系列を切り替える例）

１３．第１３の実施の形態（測距可能な距離を分割して、発光トリガに基づくヒストグラムと、非発光トリガに基づくヒストグラムを生成する例）

１４．第１４の実施の形態（発光トリガに基づくサンプリング精度よりも非発光トリガに基づくサンプリング精度を低くした例）

１５．第１５の実施の形態（干渉補正を外部で実施する例）

１６．第１６の実施の形態（干渉光の検知結果を通知する例）

１７．第１７の実施の形態（画素アレイ部を上層チップに設け、回路部を下層チップに設けた例）

１８．第１８の実施の形態（受光アレイ部を上層チップに設け、回路アレイ部を下層チップに設けた例）

１９．第１９の実施の形態（複数の受光部が設けられた画素が配列された受光アレイ部を上層チップに設け、回路アレイ部を下層チップに設けた例）

２０．移動体への応用例

[0028] <１．第１の実施の形態>

図１は、第１の実施の形態に係る測距装置の構成例を示すブロック図である。

[0029] 同図において、測距装置１００は、例えば、ＴｏＦ（Time of Flight）に基づいて距離画像を撮像する。距離画像は、測距装置１００から対象物１０１までの奥行き方向について、画素ごとの距離に基づく距離画素信号から生成することができる。ここで、測距装置１００は、測距光ＬＭＬを対象物１０１に出射し、測距光ＬＭＬが反射された反射光ＬＲＦの受光に基づいて、測距を実施することができる。このとき、測距装置１００には、反射光ＬＲＦの受光時に、干渉源１０２から出射された干渉光ＬＩＦが入射することがある。このため、測距装置１００は、干渉光ＬＩＦの干渉検知を実施し、干

渉光 $LIF$ が検知された場合は、測距光 $LM$ に干渉する干渉光 $LIF$ の影響を低減するように動作することができる。

[0030] 測距装置 $100$ は、駆動部 $111$ 、発光部 $112$ 、光検出部 $123$ 、光学系 $113$ 、 $121$ および光学フィルタ $122$ を備える。

[0031] 駆動部 $111$ は、光検出部 $123$ からの指示に従って、発光部 $112$ を駆動する。このとき、駆動部 $111$ は、光検出部 $123$ からの発光トリガ $TRG$ に従って、発光部 $112$ の駆動タイミングを設定する。また、駆動部 $111$ は、バンク選択信号 $BSL$ に従って、発光部 $112$ の発光領域をバンクごとに設定する。バンク選択信号 $BSL$ は、フレームが分割されたサブフレームごとにバンクを切り替えてもよい。

[0032] 発光部 $112$ は、駆動部 $111$ の駆動に従って、所定の波長域の光を出射する。所定の波長域は、赤外域でもよい。発光部 $112$ の発光領域は、バンクごとに設けることができる。発光部 $112$ には、レーザダイオードを用いることができる。レーザダイオードは、バンクごとに設けることができる。

[0033] 光学系 $113$ は、測距光 $LM$ を対象物 $101$ に結像させる。なお、光学系 $113$ は、レンズおよび光学フィルタなどを備えてもよい。

[0034] 光学系 $121$ は、反射光 $LRF$ を光検出部 $123$ の受光面に結像させる。なお、光学系 $121$ は、レンズおよび絞りなどを備えてもよい。

[0035] 光学フィルタ $122$ は、反射光 $LRF$ および干渉光 $LIF$ から不要な波長帯の光を除去する。

[0036] 光検出部 $123$ は、対象物 $101$ から反射された反射光 $LRF$ を受光する。受光部は、SPAD (Single Photon Avalanche Diode) でもよいし、フォトダイオードでもよい。光検出部 $123$ は、発光トリガ $TRG$ に従って発光部 $112$ が測距光 $LM$ を出射してから、受光部 $123$ が受光するまでの時間をカウントしたカウント値に基づいて、ヒストグラムを画素ごとに生成することができる。ヒストグラムは、受光部の反応数（受光頻度とも言う）と対象物 $101$ までの距離の関係を示すことができる。対象物 $101$ までの距離は、発光部 $112$ が測距光 $LM$ を出射してから、受光部 $123$ が受光す

るまでの時間をカウントしたカウント値に基づいて換算することができる。

そして、光検出部 123 は、そのヒストグラムのピークから対象物 101 までの距離を画素ごとに求めることができる。

[0037] 光検出部 123 は、反射光 LRF の受光の有無を切り替えて受光可能な複数のバンクを備える。このとき、光検出部 123 は、受光領域として、反射光 LRF の受光の有無が互いに排他的に切り替えられる第 1 バンクおよび第 2 バンクを備えることができる。そして、光検出部 123 は、反射光 LRF が第 1 バンクで受光されるときに、反射光 LRF が第 2 バンクで受光されないように、第 1 バンクと第 2 バンクとの位置を設定することができる。また、光検出部 123 は、反射光 LRF が第 2 バンクで受光されるときに、反射光 LRF が第 1 バンクで受光されないように、第 1 バンクと第 2 バンクとの位置を設定することができる。なお、バンクは、特許請求の範囲に記載の受光領域の一例である。

[0038] このとき、発光部 112 には、第 1 バンクに反射光 LRF が入射し、第 2 バンクに反射光 LRF が入射しないように構成された第 1 発光領域が設けられる。また、発光部 112 には、第 2 バンクに反射光 LRF が入射し、第 1 バンクに反射光 LRF が入射しないように構成された第 2 発光領域とが設けられる。このとき、第 1 発光領域に第 1 レーザ素子を設け、第 2 発光領域に第 2 レーザ素子を設けてもよい。

[0039] 光検出部 123 は、第 1 バンクに入射する反射光 LRF に基づいて測距を実施するとともに、第 2 バンクに反射光 LRF が入射しない時に干渉検知を実施する。そして、光検出部 123 は、第 2 バンクに反射光 LRF が入射しない時に干渉光 LI F を検知すると、その干渉検知に基づいて干渉を抑制する動作および測距データ補正を行う。

[0040] また、光検出部 123 は、第 2 バンクに入射する反射光 LRF に基づいて測距を実施するとともに、第 1 バンクに反射光 LRF が入射しない時に干渉検知を実施する。そして、光検出部 123 は、第 1 バンクに反射光 LRF が入射しない時に干渉光 LI F を検知すると、その干渉検知に基づいて干渉を

抑制する動作および測距データ補正を行う。ここで、干渉光 $LIF$ には、突発的な干渉光、永続的な干渉光および意図的な干渉光などの多様な干渉光がある。

[0041] このとき、光検出部123は、測距に用いられるバンクを第1バンク第2バンクとサブフレームごとに切り替えることにより、測距を中断することなく、測距光 $LM_L$ の影響がない干渉検知を実施することができる。このため、光検出部123は、干渉光 $LIF$ の多様性に対応しつつ、干渉光 $LIF$ が測距に及ぼす影響を軽減することができる。

[0042] プロセッサ103は、駆動部111および光検出部123を制御したり、通信したりする。プロセッサ103は、CPU (Central Processing Unit) やGPU (Graphics Processing Unit) を備えてもよい。また、プロセッサ103は、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) やFPGA (Field Programmable Gate Array) などのハードウェア回路を備えてもよい。

[0043] 図2は、第1の実施の形態に係る光検出部の構成例を示すブロック図である。

[0044] 同図において、光検出部123は、画素アレイ部131、読出し回路132、TDC (Time to Digital Converter) 133、ヒストグラム生成部134、内部クロック生成部135、制御部136および外部インタフェース137を備える。

[0045] 画素アレイ部131には、ロウ方向およびカラム方向に画素がマトリックス状に配置される。画素アレイ部131には、画素が配列された複数のバンクが設けられる。各バンクは、反射光 $LRF$ の受光の有無を切り替えて受光可能である。このとき、画素アレイ部131は、第1バンクでの測距用受光および第2バンクでの干渉検知用受光の同時実施と、第1バンクでの干渉検知用受光および第2バンクでの測距用受光の同時実施とを交互に切り替えることができる。

[0046] 読出し回路132は、画素アレイ部131の各画素からバンクごとに画素

データを読み出す。

- [0047] TDC 133は、発光から受光までの時間差をバンクごとに測定し、その値をデジタル値に変換する。このとき、デジタル値は、発光トリガTRGの出力タイミングとSPADパルスの出力タイミングの時間差を示すことができる。マルチヒットTDCの場合、発光トリガTRGの出力後に順次検出される複数のSPADパルスについて、それぞれの時間差を求めることができる。
- [0048] ヒストグラム生成部134は、発光から受光までの時間差と発光部112の反応数との関係を示すヒストグラムをバンクごとに生成することができる。このとき、ヒストグラム生成部134は、測距用に割り当てられたバンクでは、反射光LRFについてのヒストグラムを生成する。干渉光LIFがある場合には、干渉光LIFに基づく反応数が反射光LRFについてのヒストグラムに加算される。また、ヒストグラム生成部134は、干渉検知用に割り当てられたバンクでは、干渉光LIFについてのヒストグラムを生成する。干渉検知用に割り当てられたバンクには、反射光LRFは入射しないので、反射光LRFに基づく反応数は干渉光LIFについてのヒストグラムに加算されない。
- [0049] 内部クロック生成部135は、外部クロックCKOに基づいて内部クロックCKIを生成し、制御部136に供給する。また、内部クロック生成部135は、制御部136からの制御に基づいて、内部クロックCKIの周波数を変更することができる。
- [0050] 制御部136は、読出し回路132、TDC 133およびヒストグラム生成部134を制御する。制御部136は、発光トリガTRGおよびバンク選択信号BSLを駆動部111に出力する。このとき、制御部136は、測距用に割り当てられたバンクに対応した発光領域から発光され、干渉検知用に割り当てられたバンクに対応した発光領域からは発光されないように、発光トリガTRGおよびバンク選択信号BSLを設定することができる。例えば、制御部136は、バンク選択信号BSLに基づいて測距用として第1バン

クを選択するときは、第1バンクに対応した第1発光領域から発光され、第2バンクに対応した第2発光領域から発光されないように発光トリガTRGを設定する。また、制御部136は、バンク選択信号BSLに基づいて測距用として第2バンクを選択するときは、第2バンクに対応した第2発光領域から発光され、第1バンクに対応した第1発光領域から発光されないように発光トリガTRGを設定する。また、制御部136は、干渉検知用のヒストグラムに基づいて、干渉検知を実施することができる。また、制御部136は、干渉光LIFの有無に基づいて、内部クロックCKIの周波数を変更することができる。このとき、制御部136は、内部クロックCKIの周波数に基づいて、測距光LMLのPRIを変更することができる。また、制御部136は、外部インタフェース137を介して外部I/Oとデータをやり取りすることができる。制御部136は、レジスタを含んでもよい。

[0051] 図3は、第1の実施の形態に係る制御部の構成例を示すブロック図である。

[0052] 同図において、干渉検知部171、乱数発生器172および内部クロック周波数レジスタ173を備える。

[0053] 干渉検知部171は、干渉検知用に割り当てられたバンクでの受光結果に基づいて干渉検知を実施する。干渉検知部171には、バンク選択信号BSLおよびヒストグラムデータHIS1、HIS2が入力される。ヒストグラムデータHIS1は、第1バンクでの受光に基づくヒストグラムを示す。ヒストグラムデータHIS2は、第2バンクでの受光に基づくヒストグラムを示す。干渉検知部171は、バンク選択信号BSLにて第1バンクが測距用に割り当てられ、第2バンクが干渉検知用に割り当てられた際にはHIS2のピークを検出し、バンク選択信号BSLにて第2バンクが測距用に割り当てられ、第1バンクが干渉検知用に割り当てられた際にはHIS1のピークを検出することにより、サブフレームごとに干渉光LIFを検知することができる。干渉検知部171は、干渉光LIFを検知すると、干渉フラグFGIを出力することができる。

- [0054] 乱数発生器 172 は、干渉検知部 171 から干渉フラグ FGI が出力されると、乱数を発生させ、内部クロック周波数レジスタ 173 に出力する。
- [0055] 内部クロック周波数レジスタ 173 は、乱数発生器 172 で発生された乱数に基づいて生成された内部クロック周波数を保持し、内部クロック生成部 135 に出力する。このとき、内部クロック生成部 135 は、内部クロック周波数レジスタ 173 に保持された内部クロック周波数に基づいて、内部クロック CKI の周波数を変更することができる。内部クロック CKI の周波数を変更することにより、測距光 LML の PRI を変更することができ、干渉光 LIF を分散化させて干渉光 LIF の影響を抑制することができる。
- [0056] 図 4 は、第 1 の実施の形態に係る撮像装置の構成例を示すブロック図である。
- [0057] 同図において、撮像装置 140 は、図 2 の光検出部 123 に用いることができる。撮像装置 140 は、光学系 141、固体撮像装置 142、撮像制御部 143、画像処理部 144、記憶部 145、表示部 146 および操作部 147 を備える。撮像制御部 143、画像処理部 144、記憶部 145、表示部 146 および操作部 147 は、バス 148 を介して互いに接続されている。なお、撮像装置 140 は、単体として用いられてもよいし、スマートフォンなどの携帯端末に組み込まれてもよいし、認証装置や監視装置に組み込まれてもよい。
- [0058] 光学系 141 は、対象物 101 および干渉源 102 からの光を固体撮像装置 142 に入射させ、被写体像を固体撮像装置 142 の受光面に結像させる。このとき、光学系 141 は、測距光 LML が反射された反射光 LRF をバンクごとに固体撮像装置 142 に入射させることができる。光学系 141 は、例えば、フォーカスレンズ、ズームレンズ、光学フィルタおよび絞りなどを備えることができる。光学系 141 は、広角レンズ、標準レンズおよび望遠レンズなどの複数のレンズを備えてもよい。
- [0059] 固体撮像装置 142 は、対象物 101 および干渉源 102 からの光を各バンクについて画素ごとに電気信号に変換し、その電気信号をデジタル化して

出力する。固体撮像装置 142 は、例えば、イベントベースビジョンセンサでもよい。固体撮像装置 142 で受光される光は、可視光であってもよいし、近赤外光（NIR : Near InfraRed）、短波赤外光（SWIR : Short Wavelength InfraRed）、紫外光または X 線などでもよい。

[0060] 撮像制御部 143 は、操作部 147 からの指令に基づいて固体撮像装置 142 による撮像を制御する。このとき、撮像制御部 143 は、固体撮像装置 142 の露光条件および撮像タイミングなどを制御することができる。

[0061] 画像処理部 144 は、固体撮像装置 142 からの出力に基づいて画像処理を実施する。画像処理部 144 は、ソフトウェアに基づいて処理を実行するアプリケーションプロセッサを備えてもよい。

[0062] 記憶部 145 は、固体撮像装置 142 で撮像された撮像画像を記憶したり、固体撮像装置 142 の撮像パラメータなどを記憶したりする。また、記憶部 145 は、ソフトウェアに基づいて撮像装置 140 を動作させるプログラムを記憶することができる。記憶部 145 は、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory) およびメモリカードを含んでもよい。

[0063] 表示部 146 は、撮像画像を表示したり、撮像操作をサポートする各種情報を表示したりする。表示部 146 は、液晶ディスプレイでもよいし、有機 EL (Electro Luminescence) ディスプレイでもよい。

[0064] 操作部 147 は、撮像装置 140 を操作するユーザインターフェースを提供する。操作部 147 は、例えば、撮像装置 140 に設けられたボタン、ダイヤルおよびスイッチを含んでもよい。操作部 147 は、表示部 146 とともにタッチパネルで構成してもよい。

[0065] 図 5 は、第 1 の実施の形態に係る固体撮像装置の構成例を示すブロック図である。

[0066] 同図において、固体撮像装置 142 は、画素アレイ部 131、水平制御部 152 および信号処理部 153 を備える。これらの回路は、単一の半導体基板に配置してもよいし、積層基板に配置してもよい。

[0067] 画素アレイ部 131 には、画素 160 がロウ方向およびカラム方向にマリ

トックス状に配置される。各画素160は、カラムごとに垂直信号線161に接続され、ロウごとに水平制御線162に接続される。画素アレイ部131では、水平制御線162を介して出力される制御信号に従って、各画素160がバンクごとに駆動される。また、各画素160でバンクごとに生成された画素データが垂直信号線161に出力される。

[0068] 水平制御部152は、垂直同期信号に同期してロウをバンクごとに順に選択する。このとき、水平制御部152は、水平制御線162を介して画素160を選択することができる。信号処理部153は、画素データを配列した画像データに対して、各種の信号処理を実行する。信号処理部153は、カラムをスキャンするラインスキャナを含んでもよい。

[0069] 図6は、第1の実施の形態に係るバンクの切替例を示す図である。同図におけるaは、干渉光LIFがないときに、第1バンクBK1が測距に用いられ、第2バンクBK2が干渉検知に用いられる例を示す。同図におけるbは、干渉光LIFがあるときに、第1バンクBK1が干渉検知に用いられ、第2バンクBK2が測距に用いられる例を示す。

[0070] 同図におけるaにおいて、第1バンクBK1および第2バンクBK2には、複数のマクロピクセルPIXがそれぞれ設けられる。そして、第1バンクBK1が測距に用いられ、第2バンクBK2が干渉検知に用いられる場合、第1バンクBK1の各マクロピクセルPIXには、反射光LRFが入射し、第2バンクBK2の各マクロピクセルPIXには、反射光LRFが入射しない。このとき、光検出部123は、第1バンクBK1について、反射光LRFの受光頻度に応じたヒストグラムHRS1を生成することができる。第2バンクBK2については、反射光LRFも干渉光LIFも入射しないので、ヒストグラムは生成されない。

[0071] 同図におけるbにおいて、第1バンクBK1が干渉検知に用いられ、第2バンクBK2が測距に用いられる場合、第2バンクBK2の各マクロピクセルPIXには、反射光LRFが入射し、第1バンクBK1の各マクロピクセルPIXには、反射光LRFが入射しない。このとき、光検出部123は、

第1バンクBK1について、干渉光LIFの受光頻度に応じたヒストグラムHS1を生成することができる。また、光検出部123は、第2バンクBK2について、反射光LRFおよび干渉光LIFの受光頻度に応じたヒストグラムHRS2を生成することができる。

[0072] 図7は、第1の実施の形態に係る測距動作と干渉検知動作を示すタイミングチャートである。

[0073] 同図において、各フレームFMは、2つのサブフレームSFM1、SFM2に分割される。また、発光部112として、第1バンクBK1および第2バンクBK2のそれぞれに対応してレーザ素子が設けられる。このとき、サブフレームSFM1では、第1バンクBK1で測距が実施され、第2バンクBK2で干渉検知が実施される。サブフレームSFM2では、第1バンクBK1で干渉検知が実施され、第2バンクBK2で測距が実施される。第1バンクBK1および第2バンクBK2のそれぞれにおいて、測距ではレーザ素子がオンされ、干渉検知ではレーザ素子がオフされる。このとき、光検出部123は、干渉がないときは、レーザ素子の出射間隔をPRI1に設定することができる。そして、光検出部123は、干渉を検知すると、レーザ素子の出射間隔をPRI1からPRI2に変更し、干渉ノイズを低減することができる。

[0074] 図8は、第1の実施の形態に係る測距データと干渉検知データの生成処理を示す図である。同図におけるaは、干渉光LIFがないときに、第1バンクBK1が測距に用いられ、第2バンクBK2が干渉検知に用いられる例を示す。同図におけるbは、干渉光LIFがあるときに、第1バンクBK1が干渉検知に用いられ、第2バンクBK2が測距に用いられる例を示す。

[0075] 同図におけるaにおいて、TDC133には、第1バンクBK1および第2バンクBK2のそれぞれに対応してTDC133-1、133-2が設けられる。ヒストグラム生成部134には、第1バンクBK1および第2バンクBK2のそれぞれに対応してヒストグラム生成部134-1、134-2が設けられる。各マクロピクセルPIXには、複数の画素160が設けられ

る。各マクロピクセルP I Xにおいて、画素160は2×2の配列でもよい。

[0076] 第1バンクBK1の各マクロピクセルP I Xで反射光L R Fが検出されたものとする。このとき、TDC133-1において、その反射光L R Fに対応した測距光L M Lの発光タイミングと、その反射光L R Fの受光タイミングとの時間差が算出される。そして、ヒストグラム生成部134-1において、TDC133-1での算出結果に基づいて、反射光L R Fの受光頻度に応じたヒストグラムHRS1が生成される。

[0077] 第2バンクBK2の各マクロピクセルP I Xでは、反射光L R Fも干渉光L I Fも検出されないので、反射光L R Fおよび干渉光L I Fの受光頻度に応じたヒストグラムは生成されない。

[0078] 同図におけるbにおいて、第1バンクBK1の各マクロピクセルP I Xで干渉光L I Fが検出されたものとする。このとき、TDC133-1において、第2バンクBK2に対応した測距光L M Lの発光タイミングと、その干渉光L I Fの受光タイミングとの時間差が算出される。そして、ヒストグラム生成部134-1において、TDC133-1での算出結果に基づいて、干渉光L I Fの受光頻度に応じたヒストグラムHRIが生成される。

[0079] 第2バンクBK2の各マクロピクセルP I Xで反射光L R Fおよび干渉光L I Fが検出されたものとする。このとき、TDC133-2において、その反射光L R Fに対応した測距光L M Lの発光タイミングと、その反射光L R Fおよび干渉光L I Fのそれぞれの受光タイミングとの時間差が算出される。そして、ヒストグラム生成部134-2において、TDC133-2での算出結果に基づいて、反射光L R Fおよび干渉光L I Fのそれぞれの受光頻度に応じたヒストグラムHRS2が生成される。

[0080] 図9は、第1の実施の形態に係る測距および干渉検知に伴うデータ出力例を示すタイミングチャートである。

[0081] 同図において、バンク選択信号BSLは、測距に用いられるバンクを指定する。例えば、第1バンクBK1が測距に用いられる場合、バンク選択信号

B S L にて第 1 バンク B K 1 が指定され、第 2 バンク B K 2 が測距に用いられる場合、バンク選択信号 B S L にて第 2 バンク B K 2 が指定される。バンク選択信号 B S L にて指定されないバンクは、干渉検出に用いられる。

[0082] また、測距に用いられるバンクでは、P R I で指定される時間間隔で発光トリガ T R G が光検出部 1 2 3 から発光部 1 1 2 に出力される。第 1 バンク B K 1 および第 2 バンク B K 2 でそれぞれ排他的に検出された測距データおよび干渉検知データは、サブフレーム S F M 1、S F M 2 ごとに交互に出力される。

[0083] 図 1 0 は、第 1 の実施の形態に係るバンクの切替時の発光パターンの一例を示す図である。同図における a は、第 1 バンク B K 1 が測距に用いられるときの発光パターンの一例を示す。同図における b は、第 2 バンク B K 2 が測距に用いられるときの発光パターンの一例を示す。

[0084] 同図における a において、第 1 バンク B K 1 が測距に用いられる場合、第 1 バンク B K 1 の受光位置に対応する対象物 1 0 1 上には、測距光 L M L の発光パターンが形成される。このとき、第 2 バンク B K 2 の受光位置に対応する対象物 1 0 1 上には、非発光パターン N M L が形成される。この非発光パターン N M L には、干渉光 L I F が含まれてもよい。

[0085] 同図における b において、第 2 バンク B K 2 が測距に用いられる場合、第 2 バンク B K 2 の受光位置に対応する対象物 1 0 1 上には、測距光 L M L の発光パターンが形成される。このとき、第 1 バンク B K 1 の受光位置に対応する対象物 1 0 1 上には、非発光パターン N M L が形成される。この非発光パターン N M L には、干渉光 L I F が含まれてもよい。

[0086] 図 1 1 は、第 1 の実施の形態に係るバンクの切替時の受光パターンの一例を示す図である。同図における a は、第 1 バンク B K 1 が測距に用いられるときの受光パターンの一例を示す。同図における b は、第 2 バンク B K 2 が測距に用いられるときの受光パターンの一例を示す。

[0087] 同図における a において、画素アレイ部 1 3 1 には、第 1 バンク B K 1 および第 2 バンク B K 2 が設けられる。第 1 バンク B K 1 および第 2 バンク B

K 2 には、複数のマクロピクセル P I X がそれぞれ設けられる。そして、第 1 バンク B K 1 が測距に用いられる場合、第 1 バンク B K 1 の各マクロピクセル P I X には、反射光 L R F が入射し、第 2 バンク B K 2 の各マクロピクセル P I X には、反射光 L R F が入射しない。同図における b において、第 2 バンク B K 2 が測距に用いられる場合、第 2 バンク B K 2 の各マクロピクセル P I X には、反射光 L R F が入射し、第 1 バンク B K 1 の各マクロピクセル P I X には、反射光 L R F が入射しない。

[0088] 図 1 2 は、第 1 の実施の形態に係る干渉検知処理を示すフローチャートである。

[0089] 同図において、制御部 1 3 6 は、干渉検知期間に取得したヒストグラムのピークを検出する (S 1 0 1)。干渉検知期間は、例えば、第 1 バンク B K 1 および第 2 バンク B K 2 について、サブフレーム S F M 1、S F M 2 ごとに交互に設定することができる。

[0090] 次に、制御部 1 3 6 は、干渉検知期間に取得したヒストグラムにピークがあるかどうかを判断する (S 1 0 2)。制御部 1 3 6 は、干渉検知期間に取得したヒストグラムにピークがある場合、干渉フラグを発行する (S 1 0 3)。

[0091] 一方、制御部 1 3 6 は、干渉検知期間に取得したヒストグラムにピークがない場合、干渉評価指標が閾値以上かどうかを判断する (S 1 0 4)。制御部 1 3 6 は、干渉評価指標が閾値以上の場合、干渉フラグを発行する (S 1 0 3)。一方、制御部 1 3 6 は、干渉評価指標が閾値より小さい場合、干渉なしと判断する (S 1 0 5)。

[0092] なお、干渉評価指標は、信号雑音比 (signal-noise ratio) でもよいし、干渉ノイズの標準偏差と平均値との比でもよいし、ヒストグラムの各ビンのカウント値の最大値でもよい。

[0093] このように、上述の第 1 の実施の形態では、測距を行うバンクと干渉検知を行うバンクとをサブフレーム S F M 1、S F M 2 ごとに切り替え、反射光 L R F に基づく測距と、干渉光 L I F に基づく干渉検知を同時に実施する。

これにより、測距時においても干渉検知を実施することができ、干渉検知期間の欠落を防止することができる。このため、突発的な干渉光、永続的な干渉光および意図的な干渉光などの多様な干渉光の影響を軽減しつつ、測距を実施することが可能となり、測距精度を向上させることができる。

[0094] また、測距に用いられるバンクと、干渉検知に用いられるバンクとで発光タイミングを分けることができ、レーザ出射に必要なピークカレントを抑制することができる。

[0095] <2. 第2の実施の形態>

上述の第1の実施の形態では、測距を行うバンクと干渉検知を行うバンクとをサブフレームSFM1、SFM2ごとに切り替え、反射光LRFに基づく測距と、干渉光LIFに基づく干渉検知を同時に実施した。この第2の実施の形態では、測距を行うバンクと干渉検知を行うバンクとをそれぞれ複数設け、測距を行うバンクと干渉検知を行うバンクとをそれぞれ切り替える。

[0096] 図13は、第2の実施の形態に係るバンクの切替例を示す図である。同図では、画素アレイ部131に6個のバンクが設けられた例を示す。

[0097] 同図において、画素アレイ部131には、バンクBK1からBK6が設けられている。バンクBK1からBK6は、2×3の配列を単位UNTとして、ロウ方向およびカラム方向にマトリックス状に配置してもよい。

[0098] バンクBK1からBK6は、測距を行うバンクと干渉検知を行うバンクとでペアを構成することができ、これらのペア間でインターリーブ動作することができる。例えば、バンクBK1、BK2がペアとなり、バンクBK3、BK4がペアとなり、バンクBK5、BK6がペアとなってもよい。そして、例えば、バンクBK3、BK4では、バンクBK3が測距に用いられるときは、バンクBK4が干渉検知に用いるようにし、バンクBK3が干渉検知に用いられるときは、バンクBK4が測距に用いられようにしてもよい。このとき、バンクBK3が測距に用いられる場合、測距用バンクMBKと干渉検知用バンクIBKとはそれぞれロウ方向に1つおきに選択され、カラム方向に2つおきに選択される。

- [0099] ペアの作成方法としては、互いに隣接するバンク同士をペアとしてもよいし、クロストークが起きにくくするため、互いに離れたバンク同士をペアとしてもよい。
- [0100] 図14は、第2の実施の形態に係る測距動作と干渉検知動作を示すタイミングチャートである。
- [0101] 同図において、画素アレイ部131に6個のバンクBK1からBK6を設けた場合、フレームFMを6個のサブフレームSFM1からSFM6に分割することができる。このとき、測距用バンクMBKと干渉検知用バンクIBKとをサブフレームSFM1からSFM6ごとに1バンクずつ割り当てることができる。
- [0102] 例えば、サブフレームSFM1では、バンクBK1を測距に使用し、バンクBK2を干渉検知に使用し、バンクBK3からBK6を休止させることができる。サブフレームSFM2では、バンクBK1を干渉検知に使用し、バンクBK2を測距に使用し、バンクBK3からBK6を休止させることができる。
- [0103] サブフレームSFM3では、バンクBK3を測距に使用し、バンクBK4を干渉検知に使用し、バンクBK1、BK2、BK5、BK6を休止させることができる。サブフレームSFM4では、バンクBK3を干渉検知に使用し、バンクBK4を測距に使用し、バンクBK1、BK2、BK5、BK6を休止させることができる。
- [0104] サブフレームSFM5では、バンクBK5を測距に使用し、バンクBK6を干渉検知に使用し、バンクBK1からBK4を休止させることができる。サブフレームSFM6では、バンクBK5を干渉検知に使用し、バンクBK6を測距に使用し、バンクBK1からBK4を休止させることができる。
- [0105] このように、上述の第2の実施の形態では、測距を行うバンクと干渉検知を行うバンクとをそれぞれ複数設け、測距用バンクMBKと干渉検知用バンクIBKとをそれぞれ切り替える。これにより、サブフレームSFM1からSFM6ごとに一部のバンクを動作させつつ、測距および干渉検知を同時に

実施することが可能となり、低消費電力化を図ることができる。

[0106] また、バンク数の増大に従って、サブフレームSFM1からSFM6ごとのヒストグラムの生成にかかる負荷を低減することができ、回路面積を低減することが可能となるとともに、クロストークを低減することができる。さらに、バンク数の増大に従って、干渉時間が重なる確率を低下させることができ、干渉を抑制することができる。

[0107] <3. 第3の実施の形態>

上述の第1の実施の形態では、測距を行うバンクと干渉検知を行うバンクとをサブフレームSFM1、SFM2ごとに切り替え、反射光LRFに基づく測距と、干渉光LIFに基づく干渉検知を同時に実施した。この第3の実施の形態では、あるサブフレームの干渉検知で取得したヒストグラムに基づいて、別のサブフレームの測距用のヒストグラムからノイズを除去する。

[0108] 図15は、第3の実施の形態に係る測距動作と干渉検知動作を示すタイミングチャートである。

[0109] 同図において、例えば、バンクBK1は、サブフレームSFM1では測距に使用され、サブフレームSFM2では干渉検知に使用される。このとき、サブフレームSFM1では、バンクBK1での測距に基づいてヒストグラムHSRが生成され、サブフレームSFM2では、バンクBK1での干渉検知に基づいてヒストグラムHSIが生成される。サブフレームSFM1において、ヒストグラムHSRにはヒストグラムHSIが加算される。このとき、制御部136は、サブフレームSFM2におけるヒストグラムHSIに基づいて、サブフレームSFM1におけるヒストグラムHSRに加算されたヒストグラムHSIを減算する。

[0110] 図16は、第3の実施の形態に係るヒストグラム演算部の構成例を示すブロック図である。

[0111] 同図において、制御部136は、ヒストグラム演算部180を備える。ヒストグラム演算部180は、第1バンクノイズ除去部181および第2バンクノイズ除去部182を備える。第1バンクノイズ除去部181には、サブ

フレームSFM1で測距に使用されたバンクBK1の受光に基づくヒストグラムデータHIS11が入力される。また、第1バンクノイズ除去部181には、サブフレームSFM2で干渉検知に使用されたバンクBK1の受光に基づくヒストグラムデータHIS12が入力される。第1バンクノイズ除去部181は、ヒストグラムデータHIS11からヒストグラムデータHIS12を減算したヒストグラムデータHIS1を生成して出力する。

[0112] 第2バンクノイズ除去部182には、サブフレームSFM1で干渉検知に使用されたバンクBK2の受光に基づくヒストグラムデータHIS21が入力される。また、第2バンクノイズ除去部182には、サブフレームSFM2で測距に使用されたバンクBK2の受光に基づくヒストグラムデータHIS22が入力される。第2バンクノイズ除去部182は、ヒストグラムデータHIS22からヒストグラムデータHIS21を減算したヒストグラムデータHIS2を生成して出力する。

[0113] このとき、ヒストグラム演算部180は、ノイズ除去イネーブル信号ENBに基づいて、各バンクBK1、BK2におけるノイズの除去を有効化することができる。

[0114] このように、上述の第3の実施の形態では、あるサブフレームの干渉検知で取得したヒストグラムに基づいて、別のサブフレームの測距用のヒストグラムからノイズを除去する。これにより、サブフレームSFM1、SFM2ごとに計測された測距データから干渉データを含むノイズを除去することができ、測距の時間間隔の増大を抑制しつつ、測距精度を向上させることが可能となる。

[0115] <4. 第4の実施の形態>

上述の第3の実施の形態では、あるサブフレームの干渉検知で取得したヒストグラムに基づいて、別のサブフレームの測距用のヒストグラムからノイズを除去した。この第4の実施の形態では、干渉光LIFの有無とは無関係に測距光LMLのPRIをランダムに変更し、干渉光LIFの影響を低減する。

[0116] 図17は、第4の実施の形態に係るレーザ間隔の変更方法の一例を示すタイミングチャートである。

[0117] 同図において、各バンクは、サブフレームSFM1、SFM2ごとに測距と干渉検知に交互に用いられる。このとき、干渉光LIFの入射に基づいて、干渉が検知されると、干渉フラグがオンにされる。制御部136は、干渉フラグのオン／オフとは無関係に測距光LMLのPRIをフレームFMごとにランダムに変更する。このとき、制御部136は、あるフレームFMで干渉を検知した場合、そのフレームFMの測距データの信頼性は低いということとを通知してもよい。

[0118] このように、上述の第4の実施の形態では、干渉フラグのオン／オフとは無関係に測距光LMLのPRIをフレームFMごとにランダムに変更する。これにより、測距データから干渉データを減算する処理を実施することなく、干渉光LIFの影響を低減することができる。

[0119] <5. 第5の実施の形態>

上述の第2の実施の形態では、測距を行うバンクと干渉検知を行うバンクとをそれぞれ複数設け、測距を行うバンクと干渉検知を行うバンクとをそれぞれ切り替えた。この第5の実施の形態では、測距を行うバンクと干渉検知を行うバンクとをそれぞれ複数設け、測距を行うバンクと干渉検知を行うバンクとをランダムに切り替える。

[0120] 図18は、第5の実施の形態に係るバンクの切替方法の一例を示すタイミングチャートである。同図では、画素アレイ部131に6個のバンクが設けられた例を示す。

[0121] 同図において、画素アレイ部131には、バンクBK1からBK6が設けられている。バンクBK1からBK6は、測距を行うバンクと干渉検知を行うバンクとでペアを構成することができ、これらのペア間でインターリーブ動作することができる。例えば、バンクBK1、BK2がペアPA1となり、バンクBK3、BK4がペアPA2となり、バンクBK5、BK6がペアPA3となってもよい。このとき、制御部136は、各フレームFM1からF

M3ごとにペアPA1からPA3の遷移順をランダムに変更することができる。

[0122] 例えば、制御部136は、フレームFM1では、PA1→PA3→PA2という遷移順で各ペアPA1からPA3を遷移させることができる。また、制御部136は、フレームFM2では、PA2→PA1→PA3という遷移順で各ペアPA1からPA3を遷移させることができる。また、制御部136は、フレームFM3では、PA2→PA3→PA1という遷移順で各ペアPA1からPA3を遷移させることができる。

[0123] 図19は、第5の実施の形態に係るバンクの切替方法の第1の例を示す図である。なお、同図におけるaは、ランダム遷移なしの例、同図におけるbは、ランダム遷移ありの例を示す。

[0124] 同図におけるaにおいて、各ペアPA1からPA3をランダムに遷移させるために、バンク遷移テーブル191が設けられる。デフォルトでは、バンク遷移テーブル191は、ランダム遷移なしに設定される。バンク遷移テーブル191は、各フレームFM1からFM3ごとのサブフレームのペアにバンクインデックスBIXを付与する。バンクインデックスBIXは、バンクBK1からBK6のペアPA1からPA3の指定に用いることができる。ランダム遷移なしでは、サブフレームSFM1、SFM2にBIX=1が割り当てられ、サブフレームSFM3、SFM4にBIX=2が割り当てられ、サブフレームSFM5、SFM6にBIX=3が割り当てられる。

[0125] 同図におけるbにおいて、ランダム遷移ありでは、サブフレームSFM1からSFM6のペアにバンクインデックスBIXがランダムに割り当てられる。例えば、サブフレームSFM1、SFM2にBIX=3が割り当てられ、サブフレームSFM3、SFM4にBIX=1が割り当てられ、サブフレームSFM5、SFM6にBIX=2が割り当てられる。このとき、サブフレームSFM1からSFM6のペアの間では、バンクインデックスBIXは重複されないように設定することができる。

[0126] ランダム遷移ありでは、バンク遷移テーブル191で指定されるバンクイ

ンデックス B I X に基づいて、バンクアサインテーブル 192 が設定される。バンクアサインテーブル 192 には、奇数番目のサブフレームのバンク番号と偶数番目のサブフレームのバンク番号とが、バンクインデックス B I X ごとに設定される。そして、バンク遷移テーブル 191 で指定されるバンクインデックス B I X に従って、バンクアサインテーブル 192 で指定されるバンク番号のバンクに遷移される。

[0127] 図 20 は、第 5 の実施の形態に係るバンク切替部の第 1 の例を示すブロック図である。

[0128] 同図において、制御部 136 は、乱数発生器 190、バンク遷移テーブル 191 およびバンクアサインテーブル 192 を備える。バンク遷移テーブル 191 およびバンクアサインテーブル 192 は、レジスタを備えてもよい。

[0129] 乱数発生器 190 は、乱数を発生させ、バンク遷移テーブル 191 に出力する。

[0130] バンク遷移テーブル 191 は、乱数発生器 190 で発生された乱数に基づいて、バンクインデックス B I X をバンクアサインテーブル 192 に出力する。このとき、バンク遷移テーブル 191 は、ランダム遷移イネーブル信号 E B T に基づいて、サブフレーム S F M 1 から S F M 6 のペアにバンクインデックス B I X をランダムに割り当てることができる。また、バンク遷移テーブル 191 は、リセット信号 R S T に基づいて、バンクインデックス B I X をデフォルトに戻すことができる。

[0131] バンクアサインテーブル 192 は、バンクインデックス B I X に従ってサブフレーム番号 N S F で指定されるバンクを選択し、そのバンクの選択信号 B S L を出力する。

[0132] 図 21 は、第 5 の実施の形態に係るバンク遷移テーブルの第 2 の例を示す図である。

[0133] 同図において、各ペア P A 1 から P A 3 をランダムに遷移させるために、バンク遷移テーブル 196 を設けてもよい。バンク遷移テーブル 196 には、ペア P A 1 から P A 3 の遷移順が設定され、ペア P A 1 から P A 3 の遷移

順ごとにバンク遷移テーブルインデックス  $TIX$  が付与される。例えば、 $TIX = 1$  には、 $PA1 \rightarrow PA2 \rightarrow PA3$  という遷移順が割り当てられる。 $TIX = 2$  には、 $PA1 \rightarrow PA3 \rightarrow PA2$  という遷移順が割り当てられる。

[0134] 図 22 は、第 5 の実施の形態に係るバンク遷移方法の第 2 の例を示すタイミングチャートである。

[0135] 同図において、バンク遷移テーブルインデックス  $TIX$  として 1 が指定された場合、 $PA1 \rightarrow PA2 \rightarrow PA3$  という遷移順で各サブフレーム  $SFM1$  から  $SFM6$  にバンク  $BK1$  から  $BK6$  が割り当てられる。このとき、バンク遷移テーブルインデックス  $TIX$  をフレーム  $FM$  ごとにランダムに指定することにより、ペア  $PA1$  から  $PA3$  の遷移順をフレーム  $FM$  ごとにランダムに変更することができる。

[0136] 図 23 は、第 5 の実施の形態に係るバンク切替部の第 2 の例を示すブロック図である。

[0137] 同図において、制御部 136 は、乱数発生器 194、セクタ 195 およびバンク遷移テーブル 196 を備える。

[0138] 乱数発生器 194 は、乱数を発生させ、セクタ 195 に出力する。

[0139] セクタ 195 は、前フレームのバンク遷移テーブルインデックス  $TIX1$  および乱数発生器 194 から出力された乱数のいずれかを選択し、その選択結果を次フレームのバンク遷移テーブルインデックス  $TIX2$  としてバンク遷移テーブル 196 に出力する。このとき、セクタ 195 は、ランダム遷移イネーブル信号  $EBT$  に基づいて、乱数発生器 194 から出力された乱数を選択することができる。

[0140] バンク遷移テーブル 196 は、セクタ 195 から出力された次フレームのバンク遷移テーブルインデックス  $TIX2$  に基づいて、ペア  $PA1$  から  $PA3$  の遷移順を選択し、その選択結果をバンクの選択信号  $BSL$  として出力する。

[0141] 図 24 は、第 5 の実施の形態に係るバンク遷移方法を示すフローチャートである。

[0142] 同図において、制御部136は、現在のバンク遷移テーブルインデックスTIXを取得する(S201)。

[0143] 次に、制御部136は、バンクランダム遷移は有効かどうかをランダム遷移イネーブル信号EBTに基づいて判断する(S202)。制御部136は、バンクランダム遷移が有効の場合、バンク遷移テーブルインデックスTIXをランダムに生成する(S203)。

[0144] 次に、制御部136は、バンク遷移テーブルインデックスTIXで示される遷移順でバンクを動作させる(S204)。一方、制御部136は、バンクランダム遷移が有効でない場合、バンク遷移テーブルインデックスTIXを変更することなく、S204に進む(S205)。

[0145] このように、上述の第5の実施の形態では、測距を行うバンクと干渉検知を行うバンクとをそれぞれ複数設け、測距を行うバンクと干渉検知を行うバンクとをランダムに切り替える。これにより、サブフレームSFM1からSFM6ごとに一部のバンクを動作させつつ、測距および干渉検知を同時に実施することが可能となり、低消費電力化を図ることができる。

[0146] <6. 第6の実施の形態>

上述の第5の実施の形態では、測距を行うバンクと干渉検知を行うバンクとをそれぞれ複数設け、測距を行うバンクと干渉検知を行うバンクとをランダムに切り替えた。この第6の実施の形態では、測距を行うバンクと干渉検知を行うバンクとをそれぞれ複数設け、測距を行うバンクと干渉検知を行うバンクとを選択可能とする。

[0147] 図25は、第6の実施の形態に係るバンク選択方法の一例を示す図である。なお、同図におけるaは、全面測距または全面スパース測距の例、同図におけるbは、ROI (Region Of Interest) 測距の例を示す。

[0148] 同図におけるaにおいて、画素アレイ部131には、バンクBK1からBK16が設けられている。各バンクBK1からBK16は、画素アレイ部131の全面に渡って離散的に配置してもよい。このとき、制御部136は、バンクBK1からBK16を遷移させることにより、干渉検知と同時に全面

測距を実施することができる。また、制御部 136 は、例えば、バンク BK 1 から BK 4 を遷移させることにより、干渉検知と同時に全面スパス測距を実施することができる。ここで、制御部 136 は、干渉検知に応じて全面測距と全面スパス測距とを切り替えてもよい。このとき、制御部 136 は、干渉の有無を検出するために、全面スパス測距に基づいて干渉検知の高速化を図ってもよいし、干渉がない場合は、全面測距に基づいて解像度を向上させてもよい。

[0149] 同図における b において、画素アレイ部 131 には、バンク BK 1 から BK 32 が設けられている。画素アレイ部 131 は、複数のブロックに分割することができる。例えば、画素アレイ部 131 は、4 個のブロックに分割してもよい。このとき、第 1 ブロック 300 には、バンク BK 1 から BK 8 を配置し、第 2 ブロックには、バンク BK 9 から BK 16 を配置し、第 3 ブロックには、バンク BK 17 から BK 24 を配置し、第 4 ブロックには、バンク BK 25 から BK 32 を配置してもよい。ここで、制御部 136 は、例えば、第 1 ブロック 300 を RO1 として指定することができる。このとき、RO1 として指定された第 1 ブロック 300 のバンク BK 1 から BK 8 を遷移させることにより、干渉検知と同時に RO1 測距を実施することができる。

[0150] 図 26 は、第 6 の実施の形態に係るバンク選択に参照される干渉フラグの遷移例を示すタイミングチャート、図 27 は、第 6 の実施の形態に係る干渉フラグの遷移に基づくバンク選択方法を示す図である。

[0151] 図 26 および図 27 において、制御部 136 は、測距と干渉検知に交互に用いられるバンクの個数をフレーム FM1 から FM3 ごとに変更可能である。ここで、制御部 136 は、測距と干渉検知に交互に用いられるバンクの個数に応じて各フレーム FM1 から FM3 を分割するサブフレームの個数を設定することができる。このとき、制御部 136 は、干渉の有無に応じて測距と干渉検知に交互に用いられるバンクの個数を変更してもよい。

[0152] 例えば、フレーム FM1 において、干渉の有無の検出を高速化したい場合

には、画素アレイ部131をバンクBK1、BK2の2つのバンクに振り分けることで全面の測距と干渉検知とを2個のサブフレームSFM1、SFM2で完了することができる。フレームFM1で干渉がないことが分かった場合、次のフレームFM2では、バンクBK1からBK6を用いて一部のバンクを動作させつつ、測距と干渉検知とを同時に実施し、低消費電力化を図ることができる。このとき、フレームFM2には、サブフレームSFM1からSFM6が設けられる。

[0153] ここで、フレームFM2において、干渉があるものとする、次のフレームFM3では、画素アレイ部131をバンクBK1、BK2の2つのバンクに振り分け測距と干渉検知とを同時に実施することで干渉の低減動作が効果的に働いたかどうかを全面で高速に確認することができる。

[0154] このように、上述の第6の実施の形態では、測距を行うバンクと干渉検知を行うバンクとをそれぞれ複数設け、測距を行うバンクと干渉検知を行うバンクとを選択可能とする。これにより、干渉の有無に応じて、干渉検知を高速化したり、低消費電力化したりすることができる。

[0155] <7. 第7の実施の形態>

上述の第4の実施の形態では、干渉光LIFの有無とは無関係に測距光LMLのPRIをランダムに変更し、干渉光LIFの影響を低減した。この第7の実施の形態では、干渉検知を実施することなく、測距光LMLのPRIをランダムに変更し、干渉光LIFの影響を低減する。

[0156] 図28は、第7の実施の形態に係る測距動作を示すタイミングチャートである。

[0157] 同図において、画素アレイ部131には、測距用のバンクが設けられる。画素アレイ部131には、干渉検知のバンクはあってもなくてもよい。画素アレイ部131に干渉検知のバンクがある場合、干渉検知機能はオフされる。

[0158] 各バンクは、フレームFMごとに測距に用いられる。各フレームFMでは、レーザはオンされる。このとき、干渉光LIFが入射しても、干渉検知は

実施されない。制御部136は、干渉検知を実施することなく、測距光LMLのPRIをフレームFMごとにランダムに変更する。測距光LMLのPRIは、ランダムパターンまたは固定パターンに応じてランダムに変更されてもよい。全バンク遷移では、干渉検知機能をオフし、高フレームレートが選択可能でもよい。

[0159] 図29は、第7の実施の形態に係る測距動作を示すフローチャートの一例である。なお、同図では、画素アレイ部131には、測距用のバンクおよび干渉検知のバンクが設けられ、バンク遷移モードに基づいて干渉検知機能がオン／オフされる例を示した。また、同図において、第1フレームレート＞第2フレームレート＞第3フレームレートである。また、同図において、遷移対象となるバンク数は、全バンク遷移モード＞第1部分バンク遷移モード＞第2部分バンク遷移モードである。

[0160] 同図において、制御部136は、全バンク遷移モードを選択するかどうか判断する(S301)。制御部136は、全バンク遷移モードを選択した場合、干渉検知機能をオフする(S302)。

[0161] 次に、制御部136は、高フレームレートを選択するかどうか判断する(S303)。制御部136は、高フレームレートを選択した場合、第1フレームレートを選択する(S304)。

[0162] 一方、制御部136は、全バンク遷移モードを選択しないと判断した場合(S301)、第1部分遷移モードを選択するかどうか判断する(S305)。制御部136は、第1部分遷移モードを選択した場合、干渉検知機能をオンするかどうか判断する(S306)。制御部136は、干渉検知機能をオンすると判断した場合、干渉検知機能をオンし(S307)、干渉検知機能をオンしないと判断した場合、干渉検知機能をオフする(S308)。

[0163] 次に、制御部136は、高フレームレートを選択するかどうか判断する(S309)。制御部136は、高フレームレートを選択した場合、第2フレームレートを選択する(S310)。

[0164] 一方、制御部136は、第1部分遷移モードを選択しないと判断した場合

(S305)、第2部分遷移モードを選択するかどうか判断する(S311)。制御部136は、第2部分遷移モードを選択した場合、干渉検知機能をオンするかどうか判断する(S312)。制御部136は、干渉検知機能をオンすると判断した場合、干渉検知機能をオンし(S313)、干渉検知機能をオンしないと判断した場合、干渉検知機能をオフする(S314)。次に、制御部136は、第3フレームレートを選択する(S315)。

[0165] このように、上述の第7の実施の形態では、干渉検知を実施することなく、測距光LM LのPRIをランダムに変更する。これにより、干渉検知にかかる負荷をなくしつつ、干渉光LIFの影響を中断させることができ、測距精度の低下を抑制しつつ、全面測距を高速化することができる。

[0166] <8. 第8の実施の形態>

上述の第1の実施の形態では、測距を行うバンクと干渉検知を行うバンクとをサブフレームSFM1、SFM2ごとに切り替え、反射光LRFに基づく測距と、干渉光LIFに基づく干渉検知を同時に実施した。この第8の実施の形態では、発光トリガに基づく発光タイミングの間に設けられた非発光タイミングにおける受光に基づいて、干渉検知を実施する。

[0167] 図30は、第8の実施の形態に係る撮像装置の構成例を示すブロック図である。

[0168] 同図において、撮像装置500は、ToFに基づいて距離画像を撮像する。このとき、撮像装置500は、干渉検知を実施するため、発光トリガTRGに基づく発光タイミングの間に非発光タイミングを設ける。発光タイミングと非発光タイミングとは交互に設定されてもよい。非発光タイミングの間の発光タイミングは、1つでもよいし複数でもよい。このとき、撮像装置500は、発光タイミングを含む発光期間および非発光タイミングを含む非発光期間の設定を制御することができる。発光トリガTRGは、測距光を出射する発光部の発光タイミングを指定する。そして、撮像装置500は、非発光タイミングで受光された光の検知結果に基づいて干渉検知を実施する。このとき、撮像装置500は、測距光に干渉する干渉光の検知結果を外部に通

知してもよい。また、撮像装置 500 は、発光タイミングでの発光に対する受光に基づいて測距データを算出し、非発光タイミングに基づいて検知された干渉光の検知結果に基づいて測距データを補正してもよい。

[0169] 撮像装置 500 は、画素アレイ部 551、サンプリング回路 552、受光制御部 553、全体制御部 554、発光制御部 555、タイミング制御部 556 および測距処理部 560 を備える。また、撮像装置 500 は、出力インタフェース 570、PLL (Phase Locked Loop) 回路 581 およびクロック生成部 582 を備える。これらの回路は、単一の半導体基板に配置してもよいし、積層基板に配置してもよい。

[0170] 画素アレイ部 551 には、画素 557 がロウ方向およびカラム方向にマトリックス状に配置される。画素 557 には、受光部が設けられる。受光部は、発光部から出射された測距光が反射された反射光を受光する。受光部は、SPAD でもよい。このとき、画素 557 には、クエンチ抵抗およびリチャージ回路などの回路部を画素 557 ごとに設けてもよい。

[0171] サンプリング回路 552 は、発光タイミングに基づいて各画素 557 での受光信号をサンプリングし、非発光タイミングに基づいて各画素 557 での受光信号をサンプリングする。サンプリングは、発光タイミングおよび非発光タイミングごとに複数回実施されてもよい。発光タイミングおよび非発光タイミングは、1 フレーム内に複数設定されてもよい。サンプリング回路 552 は、サンプリングするロウを順に選択してもよい。

[0172] 受光制御部 553 は、各画素 557 での受光部の動作を制御する。このとき、受光制御部 553 は、SPAD のクエンチやリチャージを制御してもよい。

[0173] 全体制御部 554 は、受光制御部 553、発光制御部 555、タイミング制御部 556 および測距処理部 560 を制御する。このとき、全体制御部 554 は、受光制御部 553、発光制御部 555、タイミング制御部 556 および測距処理部 560 を協調動作させることができる。全体制御部 554 は、タイミング制御部 556 に発光タイミングを通知することができる。全体

制御部 554 は、外部に接続されるホストとの間で通信制御を実施してもよい。外部との通信は、I<sup>2</sup>C (Inter-Integrated Circuit) を用いた方式でもよいし、SPI (Serial Peripheral Interface) を用いた方式でもよい。

[0174] 発光制御部 555 は、測距光を出射する発光部の発光を制御する。このとき、発光制御部 555 は、ヒストグラムの生成のみのトリガと発光トリガ TRG の選択を指示することができる。

[0175] タイミング制御部 556 は、発光制御部 555 からの制御に従って、発光トリガ TRG を発光ヒストグラム生成部 561 に出力し、非発光トリガ NRG を非発光ヒストグラム生成部 562 に出力する。また、タイミング制御部 556 は、測距光を出射する発光部に発光トリガ TRG を出力する。非発光トリガ NRG は、非発光時のヒストグラムの生成タイミングを指定することができる。

[0176] 測距処理部 560 は、発光トリガ TRG で規定される発光タイミングでの発光に対する受光に基づいて測距データを算出する。例えば、測距処理部 560 は、発光トリガ TRG に基づいてレーザが複数回発光されたとき、各発光に対してサンプリング時刻ごとの SPAD の反応数を加算してヒストグラムを生成し、そのヒストグラムから測距データを算出してもよい。このとき、サンプリングを高速化するために、例えば、3×3 の 9 個の SPAD を 1 画素に設け、同じタイミングで反応した SPAD の個数を加算してヒストグラムを生成してもよい。測距処理部 560 は、出力インタフェース 570 を介して測距データを外部に出力してもよい。

[0177] また、測距処理部 560 は、発光トリガ TRG に基づく発光タイミングの間に設けた非発光タイミングにおける SPAD の反応数を加算してヒストグラムを生成し、そのヒストグラムから干渉光を検知することができる。そして、測距処理部 560 は、非発光タイミングに基づいて検知された干渉光の検知結果に基づいて測距データを補正してもよい。

[0178] 測距処理部 560 は、発光ヒストグラム生成部 561、非発光ヒストグラム生成部 562、干渉補正部 563 および距離算出部 564 を備える。

- [0179] 発光ヒストグラム生成部561は、発光トリガTRGに基づく発光に対する受光のサンプリング時刻ごとのSPADの反応数を加算してヒストグラムを生成する。発光ヒストグラム生成部561は、スロット単位でヒストグラムを生成する。スロット単位は、ヒストグラム生成単位である。スロットは、1フレーム内に複数設けることができる。
- [0180] 非発光ヒストグラム生成部562は、非発光トリガNRGに基づく受光のサンプリング時刻ごとのSPADの反応数を加算してヒストグラムを生成する。発光ヒストグラム生成部561は、スロット単位でヒストグラムを生成する。
- [0181] 干渉補正部563は、非発光ヒストグラム生成部562で生成されたヒストグラムに基づいて、発光ヒストグラム生成部561で生成されたヒストグラムを補正する。このとき、干渉補正部563は、発光ヒストグラム生成部561で生成されたヒストグラムから非発光ヒストグラム生成部562で生成されたヒストグラムを減算し、干渉光が除去された反射光についてのヒストグラムを生成してもよい。
- [0182] 距離算出部564は、干渉補正部563で補正されたヒストグラムに基づいて、被写体までの距離を算出する。距離算出部564は、被写体までの距離を示す測距データを出力インタフェース570に出力してもよい。距離算出部564は、FIR (Finite Impulse Response) フィルタを備えてもよい。距離算出部564は、被写体までの距離を算出するために、エコー判定およびヒストグラムのピークを実施してもよい。
- [0183] クロック生成部582は、PLL回路581を介して入力された外部クロックCKOに基づいて内部クロックCKIを生成する。
- [0184] 図31は、第8の実施の形態に係る発光トリガおよび非発光トリガに基づくヒストグラム生成方法を示す図である。
- [0185] 同図において、発光トリガTRGに基づくサンプリング開始タイミングおよび非発光トリガNRGに基づくサンプリング開始タイミングは交互に設定される。このとき、サンプリング開始間隔TIVは、数百nsecから数μ

s e c の間に設定することができる。

[0186] 発光ヒストグラム生成部561は、各発光トリガTRGに基づくサンプリング時刻ごとのSPADの反応数を加算してヒストグラム601-1、601-2を生成する。そして、発光ヒストグラム生成部561は、複数の発光トリガTRGに基づくヒストグラム601-1、601-2を加算したヒストグラム601を生成する。

[0187] 非発光ヒストグラム生成部562は、各非発光トリガNRGに基づくサンプリング時刻ごとのSPADの反応数を加算してヒストグラム602-1、602-2を生成する。そして、非発光ヒストグラム生成部562は、複数の非発光トリガNRGに基づくヒストグラム602-1、602-2を加算したヒストグラム602を生成する。

[0188] 図32は、第8の実施の形態に係る干渉補正方法を示す図である。

[0189] 同図において、発光ヒストグラム生成部561は、発光トリガTRGに基づいてヒストグラム600を生成する。ヒストグラム600は、干渉光がないときの反射光のヒストグラム601に干渉光のヒストグラム602が加算されて生成される。非発光ヒストグラム生成部562は、非発光トリガNRGに基づいてヒストグラム602を生成する。ヒストグラム602は、干渉光の受光のサンプリング時刻ごとのSPADの反応数が加算されて生成される。

[0190] このとき、干渉補正部563は、発光ヒストグラム生成部561で生成されたヒストグラム600から非発光ヒストグラム生成部562で生成されたヒストグラム601を減算する。これにより、干渉補正部563は、発光ヒストグラム生成部561で生成されたヒストグラム600から干渉光が除去された反射光についてのヒストグラム601を抽出することができる。

[0191] このように、上述の第8の実施の形態では、発光トリガTRGに基づく発光タイミングの間に設けられた非発光タイミングに基づいて干渉検知を実施する。これにより、発光タイミングと重複しないようにしつつ、干渉検知に使用される受光信号のサンプリング間隔を短くすることができる。このため

、突発的な干渉光、永続的な干渉光および意図的な干渉光などの多様な干渉光の影響を軽減しつつ、測距を実施することが可能となり、測距精度を向上させることができる。

[0192] < 9. 第9の実施の形態 >

上述の第8の実施の形態では、発光トリガTRGに基づく発光タイミングの間に設けられた非発光タイミングに基づいて干渉検知を実施した。この第9の実施の形態では、発光トリガTRGに基づく発光タイミングを非発光タイミングの間に複数設ける。

[0193] 図33は、第9の実施の形態に係る発光トリガおよび非発光トリガに基づくサンプリング方法を示すタイミングチャートである。

[0194] 同図において、非発光トリガNRGの間に複数の発光トリガTRGが設けられる。非発光トリガNRGの間に設けられる発光トリガTRGは、2以上であればよい。非発光トリガNRGの間に設けられる発光トリガTRGの個数は変化してもよい。発光トリガTRGの間に複数の非発光トリガNRGが設けられてもよい。

[0195] このとき、干渉補正部563は、測距データから干渉光の影響を除去するために、今回の発光トリガTRGに対して2つ以上前または後にある非発光トリガNRGに基づくヒストグラムを用いてもよい。

[0196] このように、上述の第9の実施の形態では、発光トリガTRGに基づく発光タイミングを非発光タイミングの間に複数設ける。これにより、発光トリガTRGに基づく受光信号のサンプリング数を増大させることができ、測距精度の低下を抑制しつつ、突発的な干渉光、永続的な干渉光および意図的な干渉光などの多様な干渉光の影響を軽減することができる。

[0197] < 10. 第10の実施の形態 >

上述の第9の実施の形態では、発光トリガTRGに基づく発光タイミングを非発光タイミングの間に複数設けた。この第10の実施の形態では、発光トリガTRGに基づく発光タイミングの間に非発光タイミングをランダムに設ける。

[0198] 図34は、第10の実施の形態に係る発光トリガおよび非発光トリガに基づくサンプリング方法を示すタイミングチャートである。

[0199] 同図において、発光トリガTRGの間に非発光トリガNRGがランダムに設けられる。発光トリガTRGの間に複数の非発光トリガをランダムに設けてもよい。

[0200] このとき、干渉補正部563は、測距データから干渉光の影響を除去するために、今回の発光トリガTRGに対して最も近い非発光トリガNRGに基づくヒストグラムを用いてもよい。

[0201] このように、上述の第10の実施の形態では、発光トリガTRGに基づく発光タイミングの間に非発光タイミングをランダムに設ける。これにより、過去の発光タイミングから今回の発光タイミングを予測しにくくすることができ、意図的な干渉光を用いた攻撃などに対するセキュリティを強化することができる。

[0202] <11. 第11の実施の形態>

上述の第8の実施の形態では、発光トリガTRGに基づく発光タイミングの間に設けられた非発光タイミングに基づいて干渉検知を実施した。この第11の実施の形態では、ヒストグラム生成単位に基づいて、発光トリガの系列および非発光トリガの系列を生成する。

[0203] 図35は、第11の実施の形態に係る発光トリガおよび非発光トリガに基づくサンプリング方法を示すタイミングチャートである。

[0204] 同図において、各ヒストグラム生成単位では、発光トリガTRGおよび非発光トリガNRGが交互に設けられる。各ヒストグラム生成単位において、非発光トリガNRGは、発光トリガTRGの間にランダムに設けられてもよい。このとき、干渉が混在した測距用のヒストグラム600と干渉検知用のヒストグラム602は、ヒストグラム生成単位ごとに生成される。

[0205] 干渉検知に用いられる信号のサンプリング精度は、測距に用いられる信号のサンプリング精度より低くてもよい。このとき、干渉検知画像の解像度は、測距画像の解像度より低くてもよい。干渉検知に用いられる信号のサンプ

リング精度を測距に用いられる信号のサンプリング精度より低くすることにより、発光トリガTRGと非発光トリガNRGとを1 : 1に設定する必要がなくなり、非発光トリガNRGのランダム化を容易化することができる。例えば、発光トリガTRGに対して20%の確率で非発光トリガNRGをランダムに挿入すると、発光トリガTRGと非発光トリガNRGとが厳密に4 : 1に設定されることはなく、非発光トリガNRGが20%の確率よりも数回増減することがある。

[0206] このとき、撮像装置500は、ヒストグラムの蓄積回数を記録し、干渉光を除去するためのヒストグラムの減算処理にその蓄積回数を反映させてもよい。撮像装置500の外部で干渉光を除去する処理を実施する場合、撮像装置500は、ヒストグラムデータとともに、その蓄積回数を外部に通知してもよい。このとき、撮像装置500は、ヒストグラムデータのEBD (Embedded Data)にヒストグラムの蓄積回数を付加してもよい。

[0207] このように、上述の第11の実施の形態では、ヒストグラム生成単位に基づいて、発光トリガおよび非発光トリガの系列を生成する。これにより、非発光トリガNRGのランダム化に対応しつつ、干渉光を除去するためのヒストグラムの減算処理にヒストグラムの蓄積回数を反映させることができる。このため、意図的な干渉光を用いた攻撃などに対するセキュリティを強化しつつ、測距制度を向上させることが可能となる。

[0208] <12. 第12の実施の形態>

上述の第11の実施の形態では、各ヒストグラム生成単位において発光トリガTRGおよび非発光トリガNRGが交互に設けた。この第12の実施の形態では、発光トリガTRGの系列および非発光トリガNRGの系列をヒストグラム生成単位ごとに交互に設ける。

[0209] 図36は、第12の実施の形態に係る発光トリガおよび非発光トリガに基づくサンプリング方法を示すタイミングチャートである。

[0210] 同図において、発光トリガTRGの系列および非発光トリガNRGの系列がヒストグラム生成単位ごとに交互に設けられる。干渉が混在した測距用の

ヒストグラム600と干渉検知用のヒストグラム602は、ヒストグラム生成単位ごとに交互に生成される。このため、撮像装置500は、干渉が混在した測距用のヒストグラム600と干渉検知用のヒストグラム602とを交互に記憶すればよく、2種類のヒストグラム600、602を同一のメモリに時分割で記憶することができる。このため、2種類のヒストグラム600、602を記憶するための記憶容量を削減することができ、撮像装置500を小型化することができる。なお、測距データおよび干渉検知データは、ヒストグラムデータとして保持してもよいし、ヒストグラムのピーク位置や半値幅などの波形を再現可能な情報またはピーク周辺情報などに圧縮して保持してもよい。

[0211] このように、上述の第12の実施の形態では、発光トリガTRGの系列および非発光トリガNRGの系列をヒストグラム生成単位ごとに設ける。これにより、干渉が混在した測距用のヒストグラム600と干渉検知用のヒストグラム602とをヒストグラム生成単位ごとに生成することができ、2種類のヒストグラム600、602を同一のメモリに時分割で記憶することができる。

[0212] <13. 第13の実施の形態>

上述の第8の実施の形態では、発光トリガTRGに基づく発光タイミングの間に設けられた非発光タイミングに基づいて干渉検知を実施した。この第13の実施の形態では、測距可能な距離を分割して、発光トリガTRGに基づくヒストグラムと、非発光トリガNRGに基づくヒストグラムを生成する。

[0213] 図37は、第13の実施の形態に係る干渉データのサンプリング方法の一例を示す図である。

[0214] 同図において、撮像装置500は、例えば、干渉検知を伴わない100mまでの測距が可能であるものとする。このとき、撮像装置500は、干渉検知を伴う測距を実施する場合、50mまでの測距に切り替える。

[0215] 例えば、同図におけるaにおいて、干渉がない100mまでの測距では、

ヒストグラム701が作成され、干渉がある100mまでの干渉検知では、ヒストグラム702が作成されるものとする。このとき、干渉検知を伴わない100mまでの測距では、ヒストグラム701を記憶する記憶容量があればよい。一方、干渉検知を伴う100mまでの測距では、ヒストグラム701、702を記憶する記憶容量が必要となり、ヒストグラム702を記憶する記憶容量を増設する必要がある。

[0216] このとき、同図におけるbに示すように、撮像装置500は、干渉検知を伴う測距を実施する場合、50mまでの測距に切り替える。これにより、撮像装置500は、50mから100mまでのヒストグラム701の記憶容量を50mまでのヒストグラム702の記憶容量に割り当てることができる。このため、撮像装置500は、ヒストグラム702の記憶容量を増設することなく、被写体までの距離が近い干渉検知を伴う測距を実施することが可能となる。被写体までの距離が近い干渉検知を伴う測距を実施することにより、緊急性の高い測距の測距精度を向上させることが可能となる。

[0217] ここで、干渉検知を伴う測距では、50mまでのヒストグラム701、702が加算されたヒストグラムが生成される。一方、干渉検知では、同図におけるcに示すように、50mまでのヒストグラム701が加算されていないヒストグラム702が生成される。このため、同図におけるbの50mまでのヒストグラム701、702が加算されたヒストグラムから同図におけるcの50mまでのヒストグラム702を減算することにより、干渉が除去された50mまでのヒストグラム701を生成することができる。

[0218] なお、100mまでの測距において、50mより遠い位置での干渉検知を実施する場合、50mより遠い位置でのピークに基づいて、干渉の有無を判断してもよい。例えば、測距光が反射された反射光は、距離が遠くなると減衰が増大するので、距離が遠い位置でのピークは発生しない。これに対して、干渉光では、距離が遠くても、ピークが発生することがある。このため、干渉光のヒストグラム702では、50mより遠い位置においても、ピーク703が発生することがある。このため、50mより遠い位置において、ヒ

ストグラム702のピーク703が100mまでのヒストグラム701に加算されているかどうかを判断することにより、干渉の有無を判断することができる。また、被写体までの距離が遠い位置においては、複数のフレーム間で干渉検知を実施してもよい。

[0219] このように、上述の第13の実施の形態では、測距可能な距離を分割して、発光トリガTRGに基づくヒストグラムと、非発光トリガNRGに基づくヒストグラムを生成する。これにより、被写体までの距離に応じて干渉検知を伴う測距と、干渉検知を伴わない測距とを切り替えることができ、干渉検知を伴わない測距に対応したメモリ容量に基づいて、干渉検知を伴う測距を実施することが可能となる。

[0220] <14. 第14の実施の形態>

上述の第8の実施の形態では、発光トリガTRGに基づく発光タイミングの間に設けられた非発光タイミングに基づいて干渉検知を実施した。この第14の実施の形態では、発光トリガTRGに基づくサンプリング精度よりも非発光トリガNRGに基づくサンプリング精度を低くする。

[0221] 図38は、第14の実施の形態に係る干渉データのサンプリング方法の一例を示す図である。

[0222] 同図におけるaにおいて、撮像装置500は、例えば、100mまでの測距が可能であるものとする。このとき、撮像装置500は、例えば、5cmのサンプリング精度で100mかつ100回の発光トリガTRGに基づくサンプリングデータを加算してヒストグラム801を生成する。これに対し、撮像装置500は、例えば、10cmのサンプリング精度で100mかつ25回の非発光トリガNRGに基づくサンプリングデータを加算してヒストグラム802を生成する。このとき、干渉検知のサンプリング精度を測距のサンプリング精度より低くすることができ、ヒストグラム802の記憶容量を削減することができる。

[0223] また、同図におけるbに示すように、撮像装置500は、例えば、100m分のヒストグラム801の記憶容量のうち70m分をヒストグラム801

の記憶容量に割り当ててもよい。このとき、撮像装置500は、100m分のヒストグラム801の記憶容量のうち30m分をヒストグラム802の記憶容量に割り当てることができる。

[0224] ここで、撮像装置500は、同図におけるcに示すように、ヒストグラム802のサンプリング精度や加算数を削減し、70m分のヒストグラム802を30m分のヒストグラム801の記憶容量に記憶する。これにより、ヒストグラム802の記憶容量を増設することなく、測距と重複しないタイミングに基づいて干渉検知を実施することが可能となる。

[0225] このように、上述の第14の実施の形態では、発光トリガTRGに基づくサンプリング精度よりも非発光トリガNRGに基づくサンプリング精度を低くする。これにより、干渉検知用のヒストグラム602をデータ圧縮することが可能となり、干渉検知用のヒストグラム602の記憶容量を削減することができる。

[0226] <15. 第15の実施の形態>

上述の第8の実施の形態では、撮像装置500の干渉検知に基づいて、撮像装置500内で干渉補正を実施した。この第15の実施の形態では、撮像装置の干渉検知に基づいて、撮像装置外で干渉補正を実施する。

[0227] 図39は、第15の実施の形態に係る撮像装置の構成例を示すブロック図である。

[0228] 同図において、撮像装置800は、上述の第8の実施の形態の撮像装置500の測距処理部560に代えて、測距処理部860を備える。撮像装置800のそれ以外の構成は、上述の第8の実施の形態の撮像装置500の構成と同様である。

[0229] 測距処理部860は、上述の第8の実施の形態の測距処理部560の干渉補正部563および距離算出部564に代えて、セクタ861および前処理部862を備える。測距処理部860のそれ以外の構成は、上述の第8の実施の形態の測距処理部560の構成と同様である。

[0230] セクタ861は、発光ヒストグラム生成部561の出力と非発光ヒスト

グラム生成部 562 の出力とを選択的に前処理部 862 に出力する。

[0231] 前処理部 862 は、発光ヒストグラム生成部 561 の出力および非発光ヒストグラム生成部 562 の出力について、干渉補正の前処理を実施する。前処理部 862 は、FIR フィルタを備えてもよい。前処理部 862 は、エコー判定を実施してもよい。

[0232] ホスト 811 は、撮像装置 800 に接続される。ホスト 811 は、撮像装置 800 の出力を処理する。ホスト 811 は、入力インタフェース 812 および干渉補正部 813 を備える。

[0233] 干渉補正部 813 には、入力インタフェース 812 を介し、撮像装置 800 の出力が入力される。干渉補正部 813 は、非発光ヒストグラム生成部 562 で生成されたヒストグラムに基づいて、発光ヒストグラム生成部 561 で生成されたヒストグラムを補正する。このとき、干渉補正部 813 は、発光ヒストグラム生成部 561 で生成されたヒストグラムから非発光ヒストグラム生成部 562 で生成されたヒストグラムを減算し、干渉光が除去された反射光についてのヒストグラムを生成してもよい。

[0234] このように、上述の第 15 の実施の形態では、撮像装置 800 の干渉検知に基づいて、撮像装置 800 外で干渉補正を実施する。これにより、撮像装置 800 の干渉補正にかかる負荷を低減することができる。

[0235] < 16. 第 16 の実施の形態 >

上述の第 15 の実施の形態では、撮像装置 800 の干渉検知に基づいて、撮像装置 800 外で干渉補正を実施した。この第 16 の実施の形態では、撮像装置は、干渉光の検知結果を外部に通知する。

[0236] 図 40 は、第 16 の実施の形態に係る撮像装置の構成例を示すブロック図である。

[0237] 同図において、撮像装置 850 は、上述の第 8 の実施の形態の撮像装置 500 にピーク検出部 851 が追加されている。撮像装置 850 のそれ以外の構成は、上述の第 8 の実施の形態の撮像装置 500 の構成と同様である。

[0238] ピーク検出部 851 は、非発光ヒストグラム生成部 562 で生成されたヒ

ストグラムのピークを検出し、ワーニング情報として撮像装置 850 の外部に通知する。ワーニング情報は、端子を介して外部に通知してもよいし、出力インタフェース 570 を介して外部に通知してもよい。ワーニング情報は、EBDなどに挿入されて外部に通知されてもよい。

[0239] このように、上述の第 16 の実施の形態では、撮像装置 850 は、干渉光の検知結果を外部に通知する。これにより、撮像装置 850 での測距時の干渉を外部で確認することができる。

[0240] < 17. 第 17 の実施の形態 >

上述の第 1 の実施の形態では、測距を行うバンクと干渉検知を行うバンクとをサブフレーム S F M 1、S F M 2 ごとに切り替え、反射光 L R F に基づく測距と、干渉光 L I F に基づく干渉検知を同時に実施した。この第 17 の実施の形態では、受光素子が設けられた画素が配列された画素アレイ部を上層チップに設け、回路部を下層チップに設ける。

[0241] 図 41 は、第 17 の実施の形態に係る固体撮像装置の積層例を示す斜視図である。

[0242] 同図において、この固体撮像装置は、画素アレイ部 910 および回路部 920 を備える。画素アレイ部 910 は、回路部 920 上に積層することができる。画素アレイ部 910 は、画素 911 を備える。画素 911 は、ロウ方向およびカラム方向にマリトックス状に配置される。画素 911 には、S P A D などの受光部、クエンチ抵抗、リチャージ回路、カウンタおよびラッチなどを設けることができる。

[0243] 回路部 920 は、画素アレイ部 910 に接続される。回路部 920 には、読出し回路 921 および制御回路 922 を設けることができる。読出し回路 921 は、画素アレイ部 910 の各画素 911 から画素データを読出す。制御回路 922 は、発光部の発光タイミングを制御したり、受光部で生成された受光信号のサンプリングタイミングを制御したりすることができる。また、受光信号のサンプリングに基づいて、距離ごとの受光頻度を示すヒストグラムを生成し、そのヒストグラムに基づいて被写体までの距離を算出するこ

とができる。このとき、制御回路 922 は、干渉検知を実施し、干渉検知データに基づいて測距データを補正することができる。

[0244] 画素アレイ部 910 は上層チップに形成し、回路部 920 は下層チップに形成することができる。このとき、上層チップおよび下層チップは、直接接合してもよい。上層チップおよび下層チップの直接接合では、ハイブリッドボンディングを用いることができる。このとき、上層チップおよび下層チップは、Cu-Cu 接続に基づいて電氣的に接続してもよい。上層チップおよび下層チップに用いられる半導体基板の材料は、Si でもよいし、InGaAs でもよいし、InP でもよい。

[0245] このように、上述の第 17 の実施の形態では、受光素子が設けられた画素 911 が配列された画素アレイ部 910 を上層チップに設け、回路部 920 を下層チップに設ける。これにより、チップサイズの増大を抑制しつつ、受光素子の面積を増大させることができ、固体撮像装置の小型化を図りつつ、感度を向上させることができる。

[0246] <18. 第 18 の実施の形態>

上述の第 17 の実施の形態では、画素 911 が配列された画素アレイ部 910 を回路部 920 上に積層した。この第 18 の実施の形態では、受光部が配列された受光アレイ部を上層チップに設け、回路アレイ部を下層チップに設ける。

[0247] 図 42 は、第 18 の実施の形態に係る画素アレイ部の積層例を示す斜視図である。

[0248] 同図において、この画素アレイ部は、受光アレイ部 930 および回路アレイ部 940 を備える。受光アレイ部 930 は、回路アレイ部 940 上に積層することができる。受光アレイ部 930 は、受光部 931 を備える。受光部 931 は、ロウ方向およびカラム方向にマリトックス状に配置される。各受光部 931 には、SPAD を設けることができる。

[0249] 回路アレイ部 940 は、回路部 941 を備える。回路部 941 は、ロウ方向およびカラム方向にマリトックス状に配置される。回路部 941 は、受光

部 9 3 1 ごとに設けることができる。各回路部 9 4 1 には、クエンチ抵抗、リチャージ回路、カウンタおよびラッチなどを設けることができる。

[0250] このように、上述の第 1 8 の実施の形態では、受光部 9 3 1 が配列された受光アレイ部 9 3 0 を回路部 9 4 1 が配列された回路アレイ部 9 4 0 上に積層する。これにより、チップサイズの増大を抑制しつつ、受光部 9 3 1 の面積を増大させることができ、固体撮像装置の小型化を図りつつ、感度を向上させることができる。

[0251] < 1 9. 第 1 9 の実施の形態 >

上述の第 1 8 の実施の形態では、受光部 9 3 1 が配列された受光アレイ部 9 3 0 を回路部 9 4 1 が配列された回路アレイ部 9 4 0 上に積層した。この第 1 9 の実施の形態では、複数の受光素子が設けられた受光部が配列された受光アレイ部を上層チップに設け、回路アレイ部を下層チップに設ける。

[0252] 図 4 3 は、第 1 9 の実施の形態に係る画素アレイ部の積層例を示す斜視図である。

[0253] 同図において、画素アレイ部は、受光アレイ部 9 5 0 および回路アレイ部 9 6 0 を備える。受光アレイ部 9 5 0 は、回路アレイ部 9 6 0 上に積層することができる。受光アレイ部 9 5 0 は、受光部 9 5 1 を備える。受光部 9 5 1 は、ロウ方向およびカラム方向にマリトックス状に配置される。各受光部 9 5 1 には、複数の受光素子 9 5 2 が設けられる。受光素子 9 5 2 は、SPAD でもよい。各受光部 9 5 1 において、受光素子 9 5 2 は、2 × 2 の配列でもよいし、3 × 3 の配列でもよい。

[0254] 回路アレイ部 9 6 0 は、回路部 9 6 1 を備える。回路部 9 6 1 は、ロウ方向およびカラム方向にマリトックス状に配置される。回路部 9 6 1 は、受光部 9 5 1 ごとに設けることができる。各回路部 9 6 1 には、クエンチ抵抗、リチャージ回路、カウンタおよびラッチなどを設けることができる。

[0255] このように、上述の第 1 8 の実施の形態では、複数の受光素子 9 5 2 が設けられた受光部 9 5 1 が配列された受光アレイ部 9 5 0 を、回路部 9 6 1 が配列された回路アレイ部 9 6 0 上に積層する。これにより、チップサイズの

増大を抑制しつつ、各受光素子 952 の面積を増大させることが可能となるとともに、受光頻度を増大させることができる。このため、固体撮像装置の小型化を図りつつ、感度を向上させることが可能となるとともに、測距の高速化を図ることができる。

[0256] <20. 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。

[0257] 図44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。

[0258] 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44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。

[0259] 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。

[0260] 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12

020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。

[0261] 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。

[0262] 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、可視光であってもよいし、赤外線等の非可視光であってもよい。

[0263] 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。

[0264] 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。

[0265] 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。

[0266] 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12020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。

[0267] 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44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。

[0268] 図45は、撮像部12031の設置位置の例を示す図である。

[0269] 図45では、撮像部12031として、撮像部12101, 12102, 12103, 12104, 12105を有する。

[0270] 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。

[0271] なお、図 45 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。

[0272] 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。

[0273] 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。

[0274] 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。

[0275] 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 1 2 0 6 2 を制御してもよい。

[0276] 以上、本開示に係る技術が適用され得る車両制御システム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、撮像部 1 2 0 3 1 に適用され得る。具体的には、例えば、上述の測距装置は、撮像部 1 2 0 3 1 に適用することができる。車両制御システム 1 2 0 0 0 に本開示に係る技術を適用することにより、干渉光が入射する場合においても、測距精度の低下を抑制することが可能となる。

[0277] 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。また、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。

[0278] なお、本技術は以下のような構成もとることができる。

(1) 測距光を出射する発光部と、

前記測距光が反射された反射光の受光の有無を切り替えて受光可能な複数の受光領域を有する受光部と  
を備える測距装置。

(2) 前記受光領域は、前記反射光の受光の有無が互いに排他的に切り替えられる第 1 受光領域および第 2 受光領域を備え、

前記反射光が前記第 1 受光領域で受光されるときに、前記反射光が前記第 2 受光領域で受光されないように、前記第 1 受光領域と第 2 受光領域との位置が設定され、

前記反射光が前記第 2 受光領域で受光されるときに、前記反射光が前記第 1 受光領域で受光されないように、前記第 1 受光領域と第 2 受光領域との位

置が設定される

前記（１）に記載の測距装置。

（３）前記発光部は、

前記第１受光領域に対応した第１レーザ素子と、

前記第２受光領域に対応した第２レーザ素子とを備え、

前記反射光が前記第１受光領域で受光されるときは、前記第１レーザ素子はオンされるとともに、前記第２レーザ素子はオフされ、

前記反射光が前記第２受光領域で受光されるときは、前記第１レーザ素子はオフされるとともに、前記第２レーザ素子はオンされる

前記（２）に記載の測距装置。

（４）前記反射光の受光に基づく測距動作と、前記反射光に干渉する干渉光の受光に基づく干渉検知動作を制御する制御部を

さらに備える前記（２）または（３）に記載の測距装置。

（５）前記制御部は、前記測距動作と前記干渉検知動作とをサブフレーム単位で繰り返す

前記（４）に記載の測距装置。

（６）前記制御部は、前記干渉光の検知結果に基づいて、前記測距光の出射間隔を変更する

前記（４）または（５）に記載の測距装置。

（７）前記制御部は、前記干渉光の検知結果に基づいて、前記測距光の出射間隔をランダムに変更する

前記（６）に記載の測距装置。

（８）前記制御部は、前記受光領域での受光頻度と距離との関係を示すヒストグラムのピークの有無または干渉評価指標に基づいて前記干渉光を検知する

前記（４）から（７）のいずれかに記載の測距装置。

（９）前記制御部は、前記干渉光の検知結果に基づいて、干渉の有無を示す干渉フラグを発行する

前記（４）から（８）のいずれかに記載の測距装置。

（１０）前記第１受光領域および前記第２受光領域はそれぞれ複数設けられ、

前記第１受光領域および前記第２受光領域は、フレームごとに切り替えられて測距および干渉検知に用いられる

前記（２）から（９）のいずれかに記載の測距装置。

（１１）前記第１受光領域および前記第２受光領域はそれぞれ複数設けられ、

前記第１受光領域および前記第２受光領域のうちの少なくとも一部が選択されて測距および干渉検知に用いられる

前記（２）から（１０）のいずれかに記載の測距装置。

（１２）前記測距および前記干渉検知に用いられる前記第１受光領域および前記第２受光領域のうちの少なくとも一部はランダムに選択される

前記（１１）に記載の測距装置。

（１３）前記制御部は、第１フレームでの前記干渉光の検知結果を第２フレームのノイズの除去に用いる

前記（４）に記載の測距装置。

（１４）測距光を出射する発光部と、

前記測距光が反射された反射光を受光する受光部と、

前記干渉光の検知結果に基づいて、前記測距光の出射間隔をランダムに変更する制御部と

を備える測距装置。

（１５）発光トリガに基づいて測距光を出射する発光部と、

前記測距光が反射された反射光を受光する受光部と、

前記発光トリガに基づく発光タイミングの間に設けられた非発光タイミングに基づいて、前記受光部で受光される光の検知を制御する制御部とを備える測距装置。

（１６）前記制御部は、前記発光タイミングを含む発光期間および前記非発

光タイミングを含む非発光期間の設定を制御する

前記（１５）に記載の測距装置。

（１７）前記発光期間は、前記発光部から出射される１つの発光パルスの出射単位または前記受光部での受光回数のヒストグラムで生成単位であるスロット単位に基づいて設定される

前記（１６）に記載の測距装置。

（１８）前記制御部は、前記測距光に干渉する干渉光の検知結果を通知する前記（１５）から（１７）のいずれかに記載の測距装置。

（１９）前記制御部は、前記発光タイミングでの発光に対する受光に基づいて測距データを算出し、前記非発光タイミングに基づいて検知された干渉光の検知結果に基づいて前記測距データを補正する

前記（１５）から（１８）のいずれかに記載の測距装置。

（２０）前記制御部は、前記非発光タイミングに基づく信号のサンプリング精度を前記発光タイミングに基づく信号のサンプリング精度より低くする前記（１５）から（１９）のいずれかに記載の測距装置。

## 符号の説明

- [0279]    １００    測距装置
- １０１    対象物
- １０２    干渉源
- １０３    プロセッサ
- １１１    駆動部
- １１２    発光部
- １１３、１２１、１４１    光学系
- １２２    光学フィルタ
- １２３    光検出部
- １３１    画素アレイ部
- １３２    読出し回路
- １３３    ＴＤＣ

- 1 3 4 ヒストグラム生成部
- 1 3 5 内部クロック生成部
- 1 3 6 制御部
- 1 3 7 外部インタフェース
- 1 7 1 干渉検知部
- 1 7 2 乱数発生器
- 1 7 3 内部クロック周波数レジスタ
- 1 4 0 撮像装置
- 1 4 2 固体撮像装置
- 1 4 3 撮像制御部
- 1 4 4 画像処理部
- 1 4 5 記憶部
- 1 4 6 表示部
- 1 4 7 操作部
- 1 4 8 バス
- 1 6 0 画素
- 1 5 2 水平制御部
- 1 5 3 信号処理部
- 1 6 1 垂直信号線
- 1 6 2 水平制御線

## 請求の範囲

- [請求項1] 測距光を出射する発光部と、  
前記測距光が反射された反射光の受光の有無を切り替えて受光可能な複数の受光領域を有する受光部と  
を備える測距装置。
- [請求項2] 前記受光領域は、前記反射光の受光の有無が互いに排他的に切り替えられる第1受光領域および第2受光領域を備え、  
前記反射光が前記第1受光領域で受光されるときに、前記反射光が前記第2受光領域で受光されないように、前記第1受光領域と第2受光領域との位置が設定され、  
前記反射光が前記第2受光領域で受光されるときに、前記反射光が前記第1受光領域で受光されないように、前記第1受光領域と第2受光領域との位置が設定される  
請求項1に記載の測距装置。
- [請求項3] 前記発光部は、  
前記第1受光領域に対応した第1レーザ素子と、  
前記第2受光領域に対応した第2レーザ素子とを備え、  
前記反射光が前記第1受光領域で受光されるときは、前記第1レーザ素子はオンされるとともに、前記第2レーザ素子はオフされ、  
前記反射光が前記第2受光領域で受光されるときは、前記第1レーザ素子はオフされるとともに、前記第2レーザ素子はオンされる  
請求項2に記載の測距装置。
- [請求項4] 前記反射光の受光に基づく測距動作と、前記反射光に干渉する干渉光の受光に基づく干渉検知動作を制御する制御部を  
さらに備える請求項1に記載の測距装置。
- [請求項5] 前記制御部は、前記測距動作と前記干渉検知動作とをサブフレーム単位で繰り返す  
請求項4に記載の測距装置。

- [請求項6] 前記制御部は、前記干渉光の検知結果に基づいて、前記測距光の射出間隔を変更する  
請求項4に記載の測距装置。
- [請求項7] 前記制御部は、前記干渉光の検知結果に基づいて、前記測距光の射出間隔をランダムに変更する  
請求項6に記載の測距装置。
- [請求項8] 前記制御部は、前記受光領域での受光頻度と距離との関係を示すヒストグラムのピークの有無または干渉評価指標に基づいて前記干渉光を検知する  
請求項4に記載の測距装置。
- [請求項9] 前記制御部は、前記干渉光の検知結果に基づいて、干渉の有無を示す干渉フラグを発行する  
請求項4に記載の測距装置。
- [請求項10] 前記第1受光領域および前記第2受光領域はそれぞれ複数設けられ、  
前記第1受光領域および前記第2受光領域は、フレームごとに切り替えられて測距および干渉検知に用いられる  
請求項2に記載の測距装置。
- [請求項11] 前記第1受光領域および前記第2受光領域はそれぞれ複数設けられ、  
前記第1受光領域および前記第2受光領域のうちの少なくとも一部が選択されて測距および干渉検知に用いられる  
請求項2に記載の測距装置。
- [請求項12] 前記測距および前記干渉検知に用いられる前記第1受光領域および前記第2受光領域のうちの少なくとも一部はランダムに選択される  
請求項11に記載の測距装置。
- [請求項13] 前記制御部は、第1フレームでの前記干渉光の検知結果を第2フレームのノイズの除去に用いる

請求項 4 に記載の測距装置。

[請求項14]        測距光を出射する発光部と、  
                  前記測距光が反射された反射光を受光する受光部と、  
                  前記干渉光の検知結果に基づいて、前記測距光の出射間隔をランダムに変更する制御部と  
                  を備える測距装置。

[請求項15]        発光トリガに基づいて測距光を出射する発光部と、  
                  前記測距光が反射された反射光を受光する受光部と、  
                  前記発光トリガに基づく発光タイミングの間に設けられた非発光タイミングに基づいて、前記受光部で受光される光の検知を制御する制御部と  
                  を備える測距装置。

[請求項16]        前記制御部は、前記発光タイミングを含む発光期間および前記非発光タイミングを含む非発光期間の設定を制御する  
                  請求項 1 5 に記載の測距装置。

[請求項17]        前記発光期間は、前記発光部から出射される 1 つの発光パルスの出射単位または前記受光部での受光回数のヒストグラムで生成単位であるスロット単位に基づいて設定される  
                  を備える  
                  請求項 1 6 に記載の測距装置。

[請求項18]        前記制御部は、前記測距光に干渉する干渉光の検知結果を通知する  
                  請求項 1 5 に記載の測距装置。

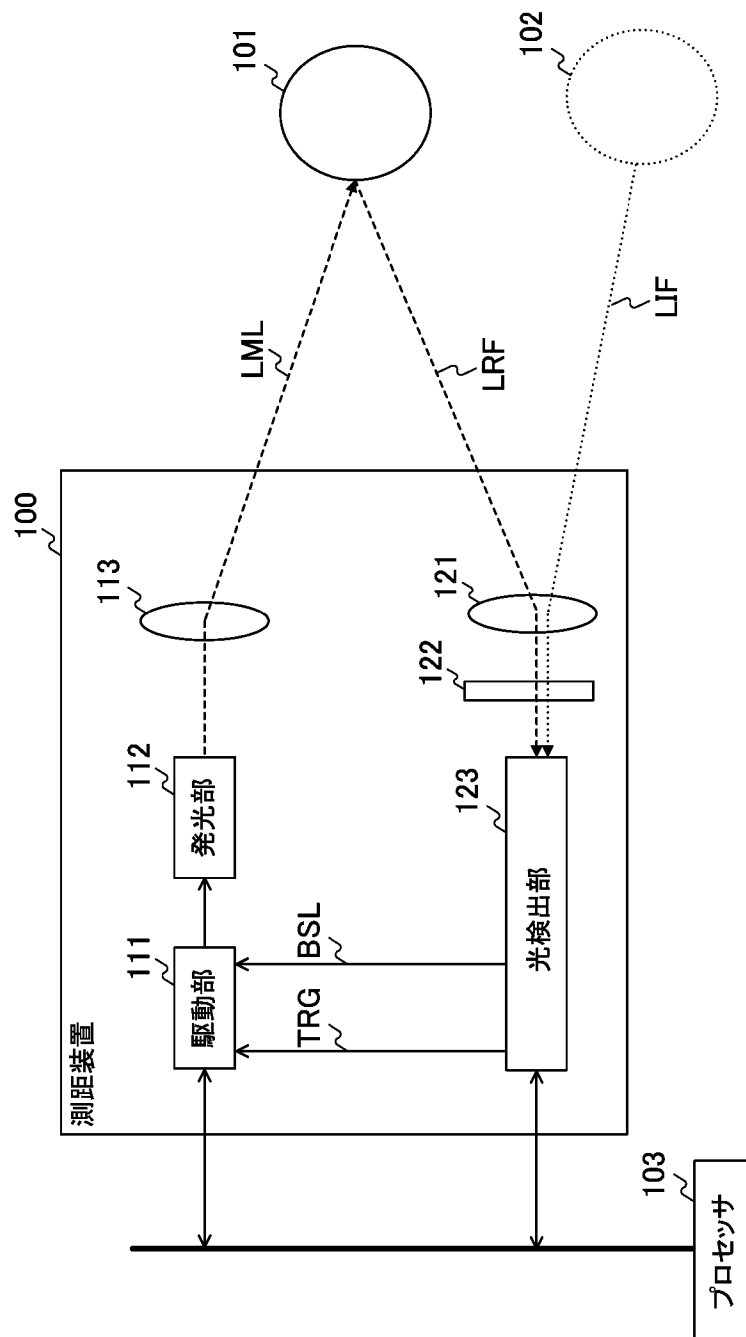
[請求項19]        前記制御部は、前記発光タイミングでの発光に対する受光に基づいて測距データを算出し、前記非発光タイミングに基づいて検知された干渉光の検知結果に基づいて前記測距データを補正する  
                  請求項 1 5 に記載の測距装置。

[請求項20]        前記制御部は、前記非発光タイミングに基づく信号のサンプリング精度を前記発光タイミングに基づく信号のサンプリング精度より低く

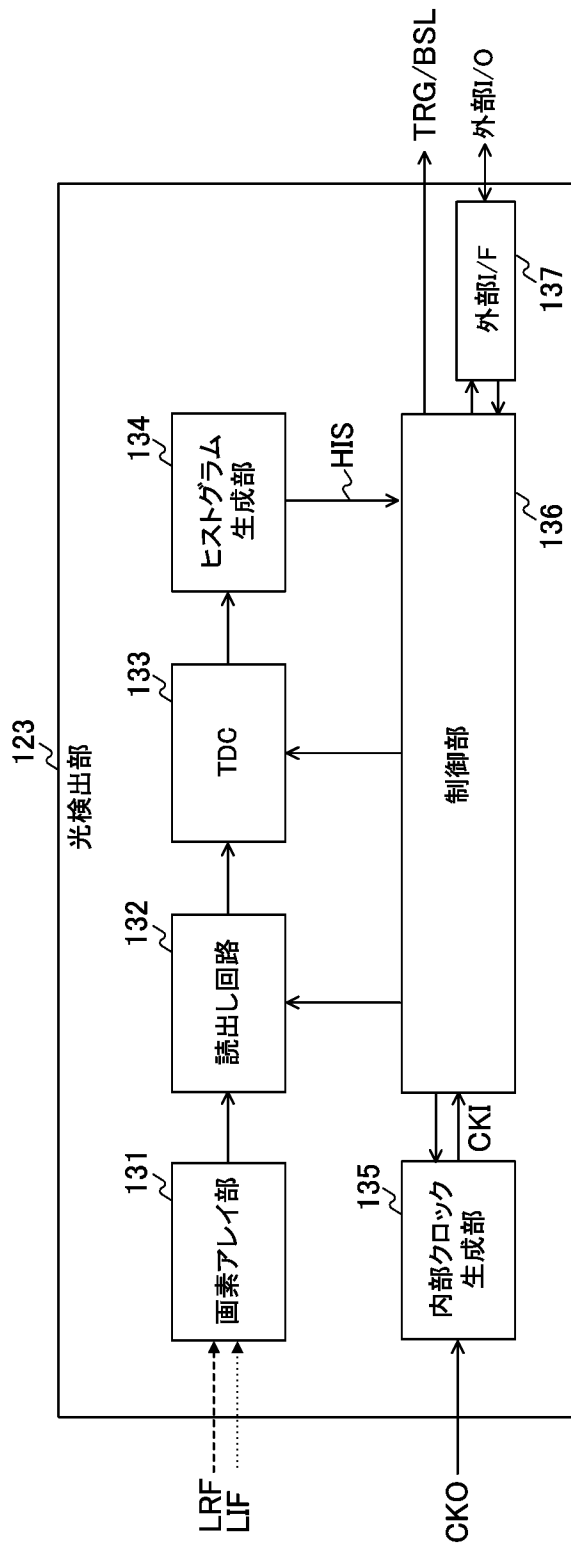
する

請求項 1 5 に記載の測距装置。

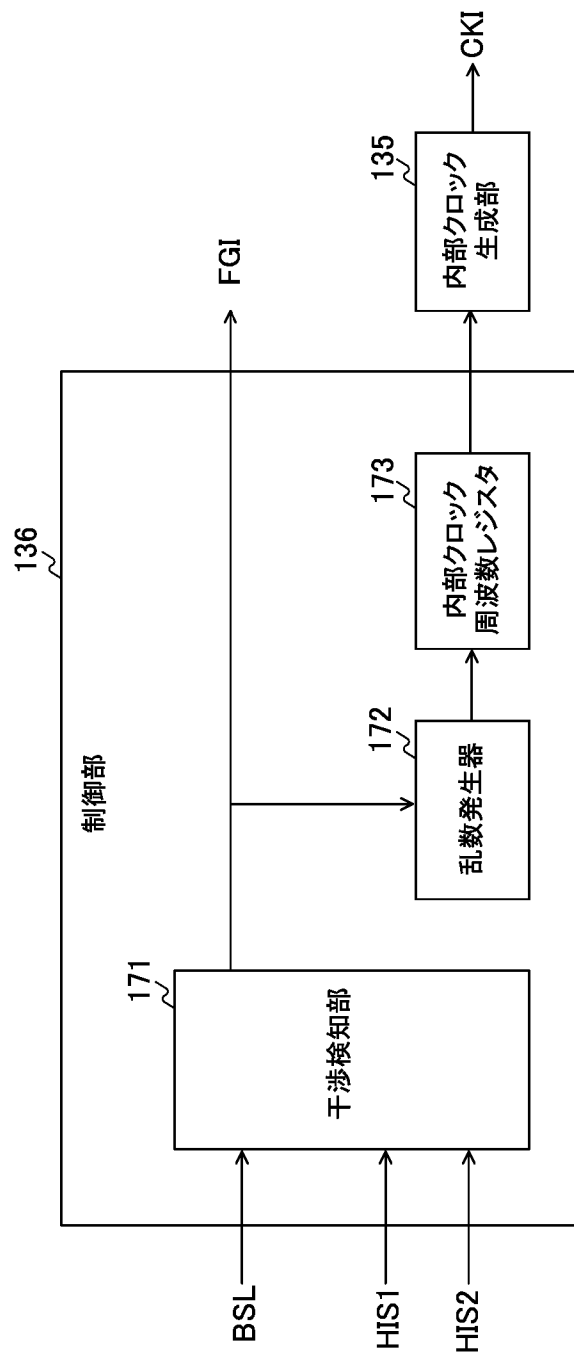
[図1]



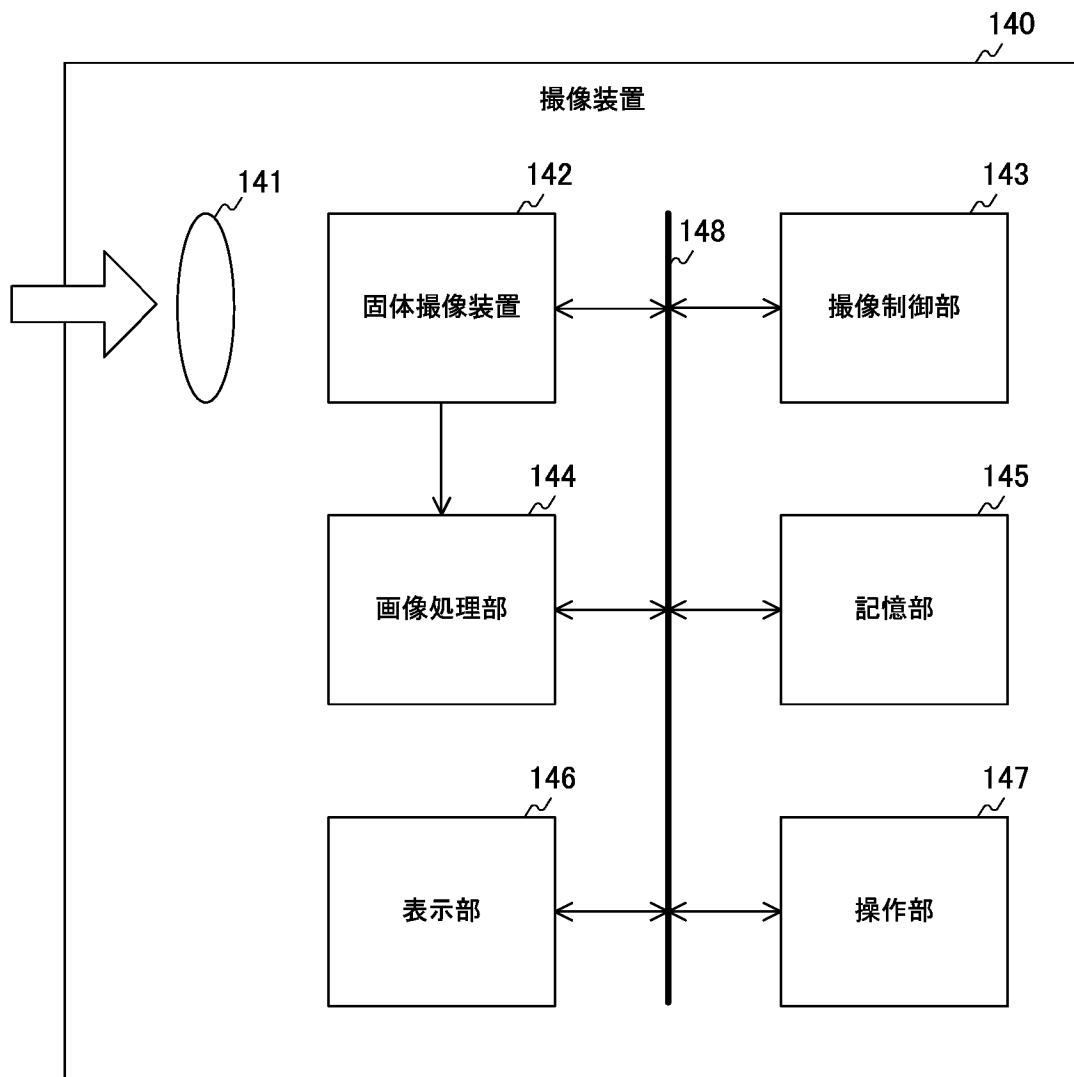
[図2]



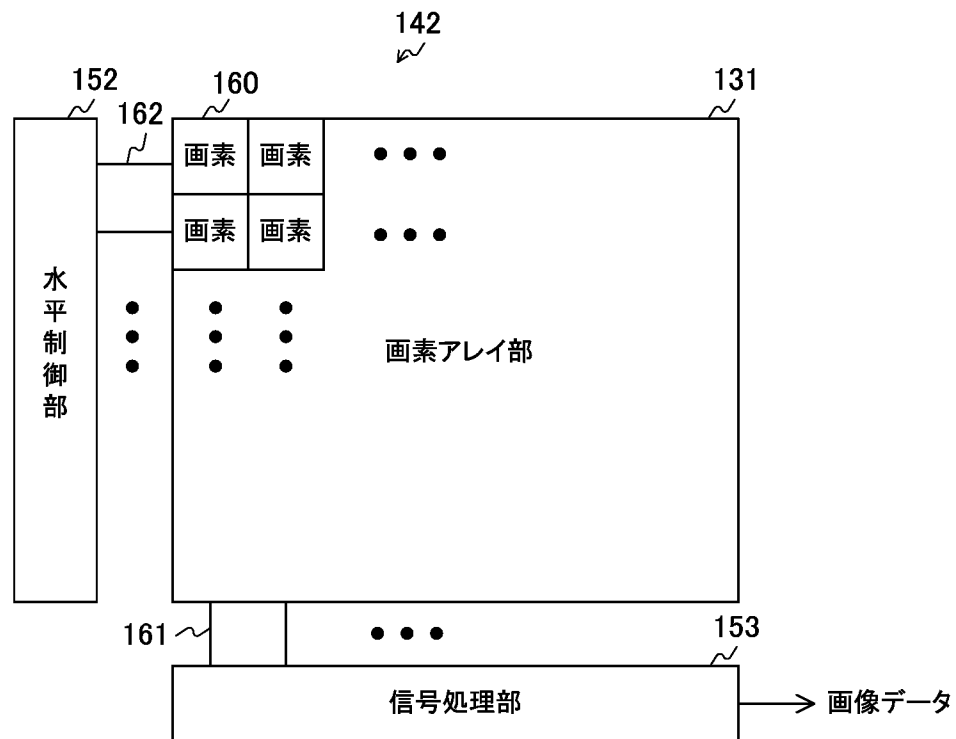
[図3]



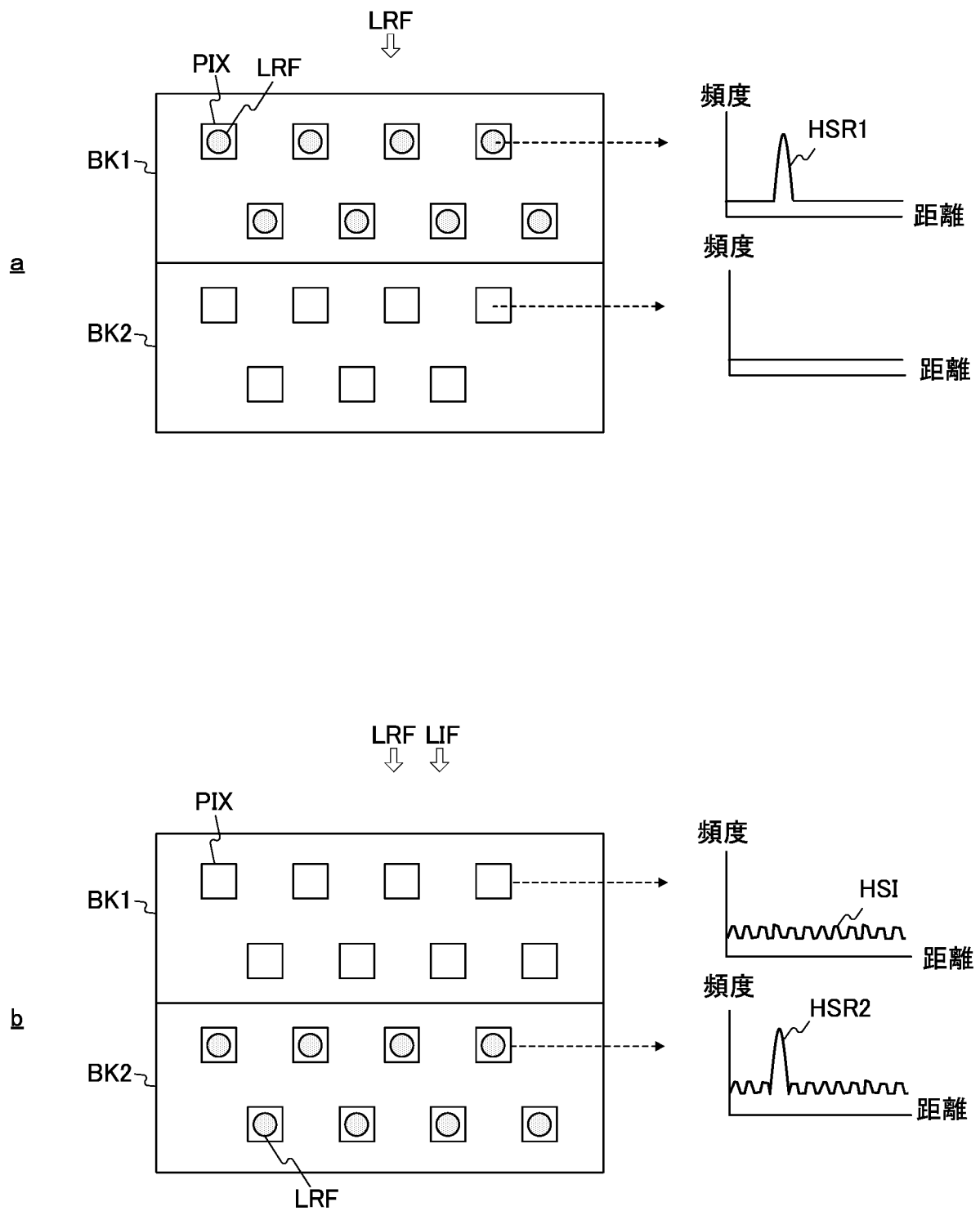
[図4]



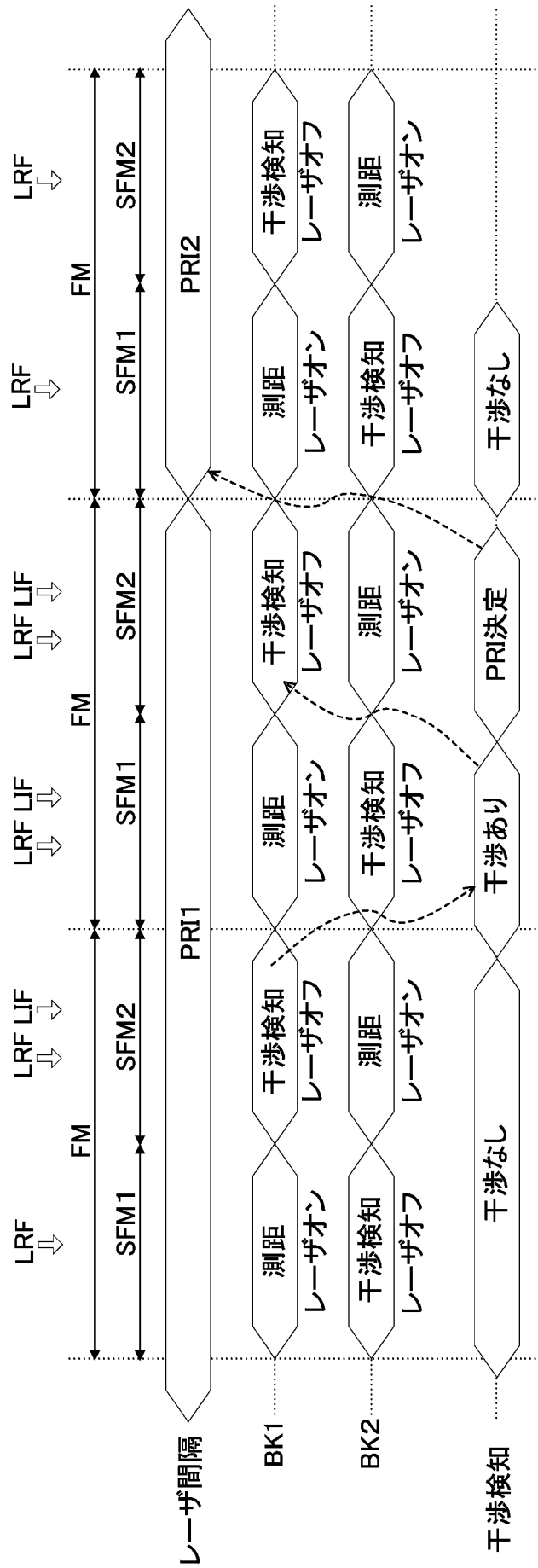
[図5]



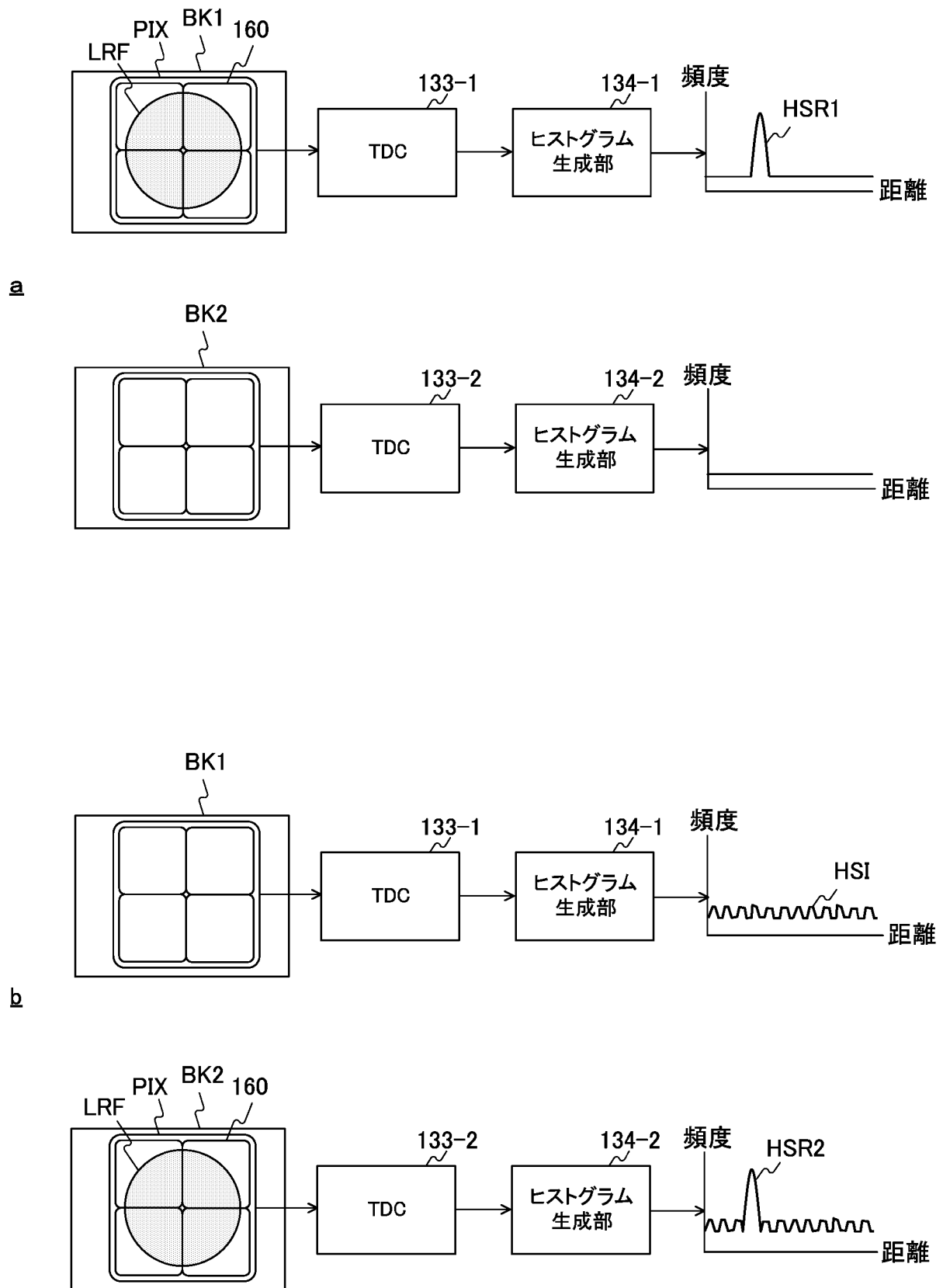
[図6]



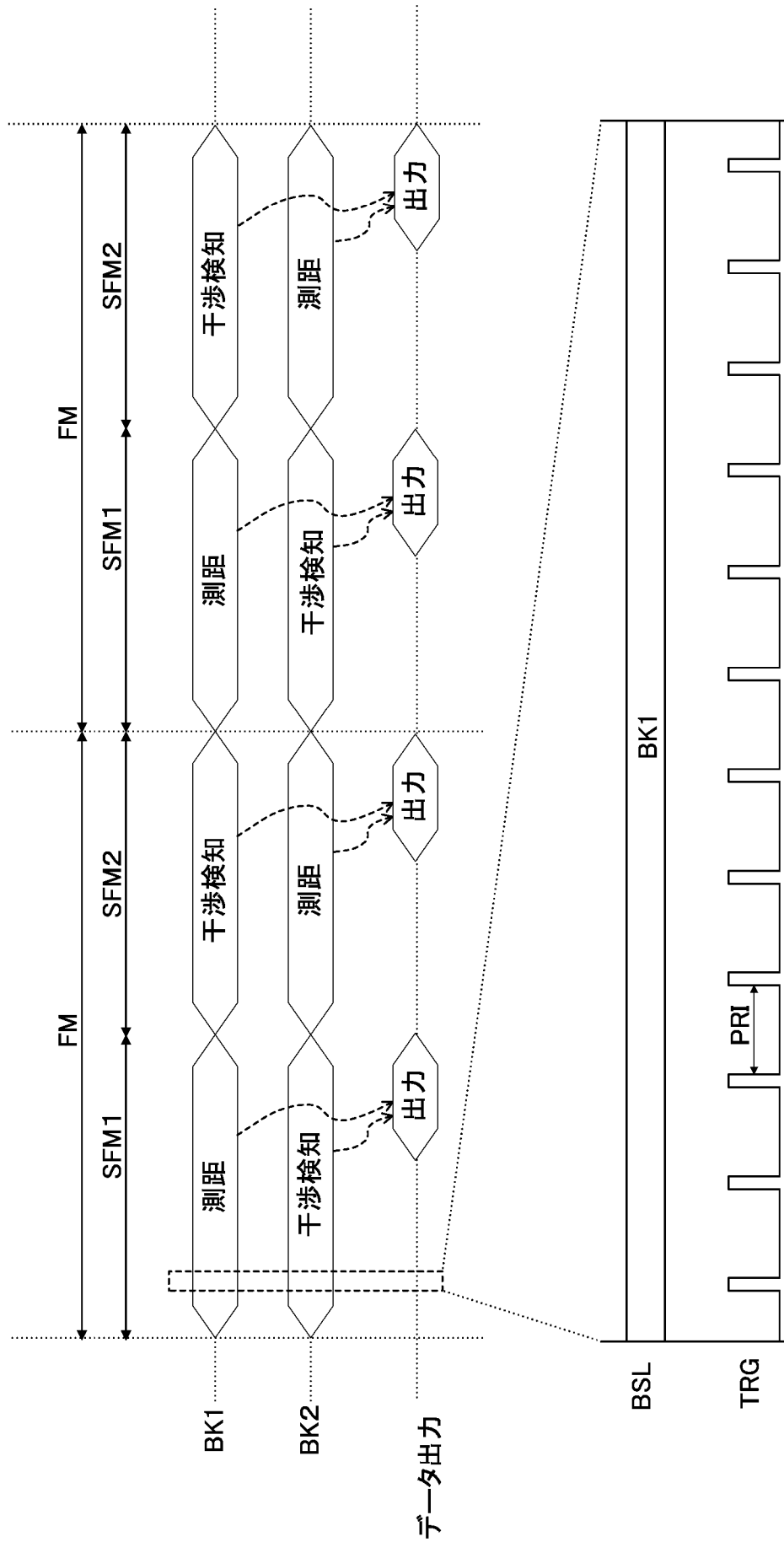
[図7]



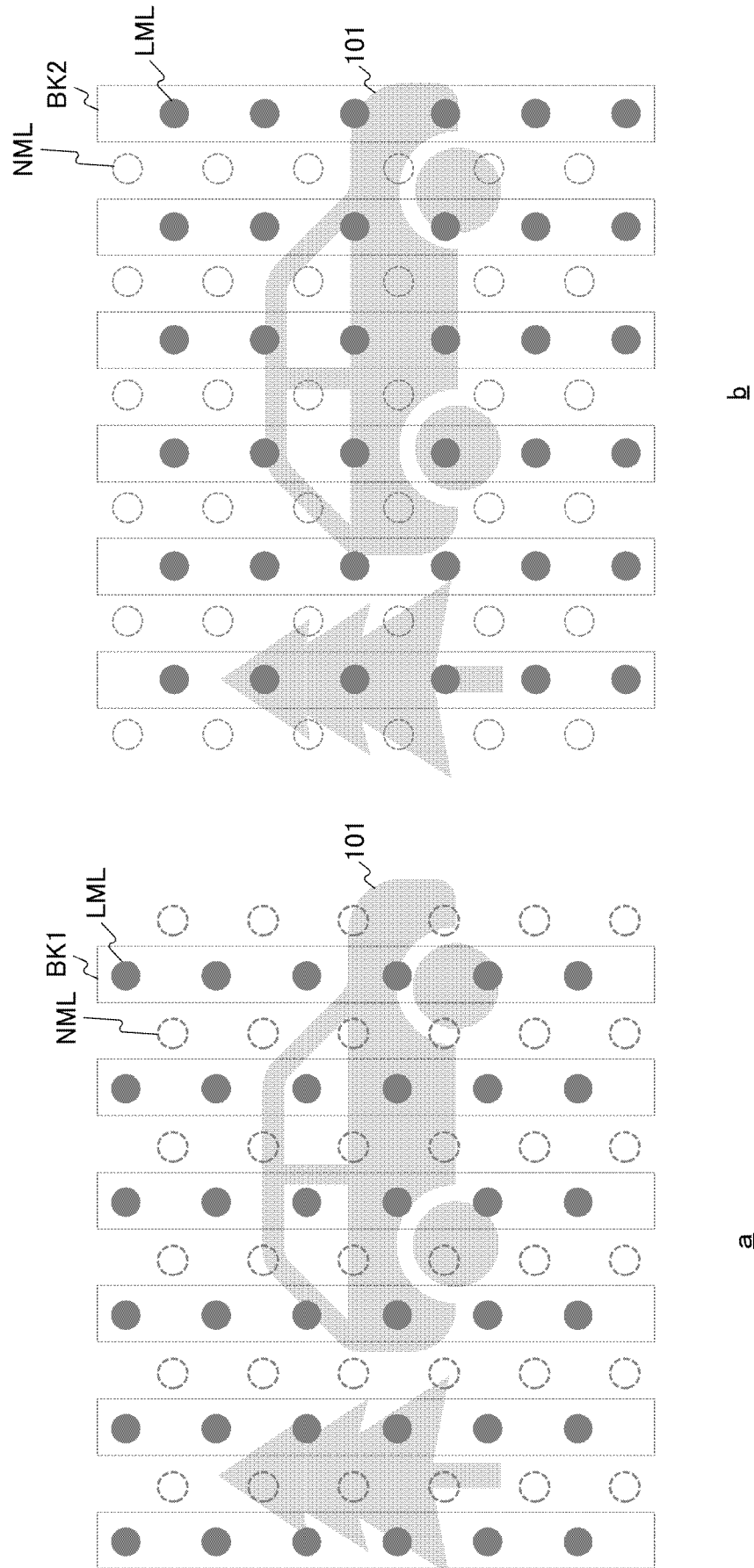
[図8]



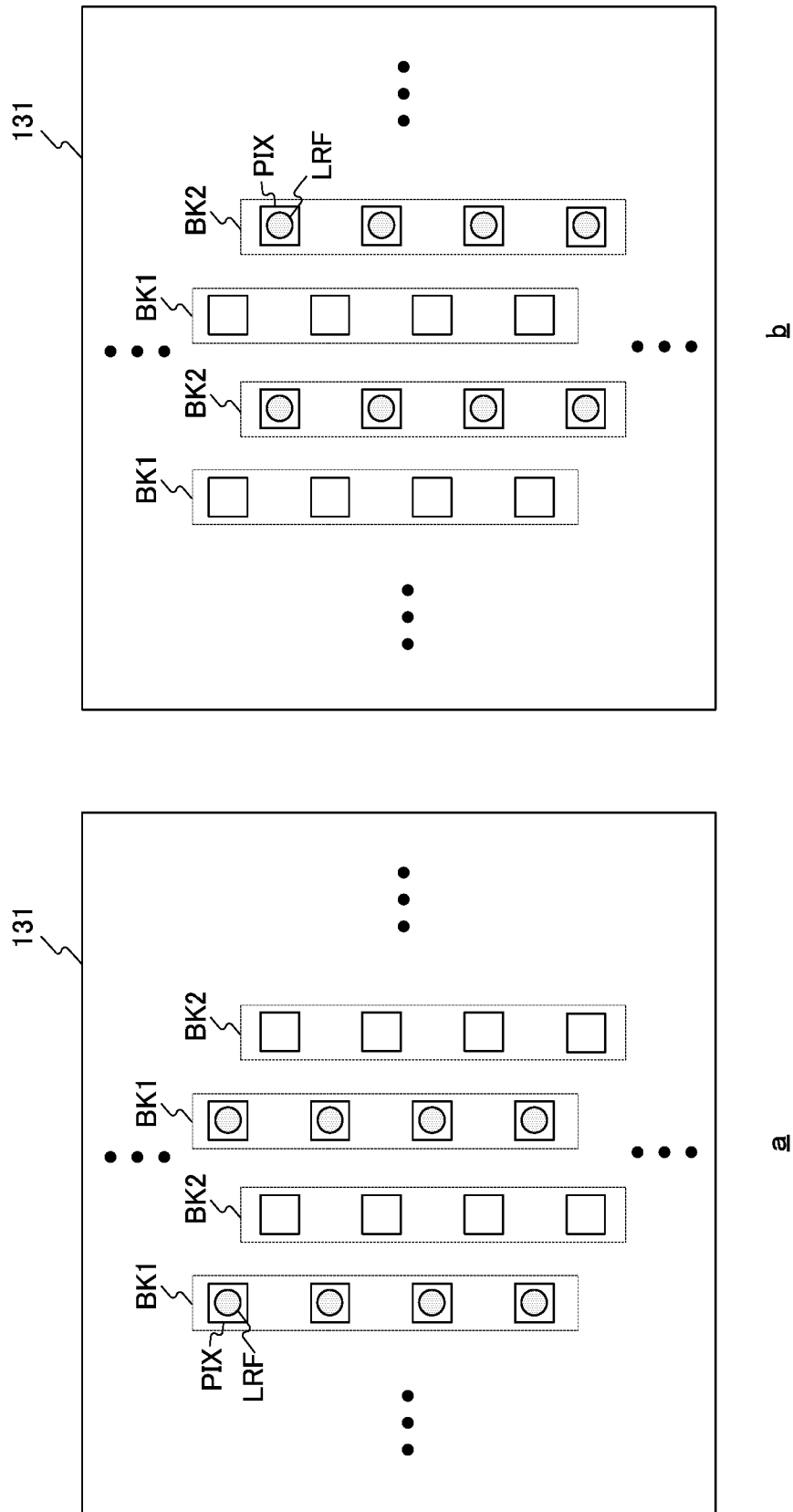
[図9]



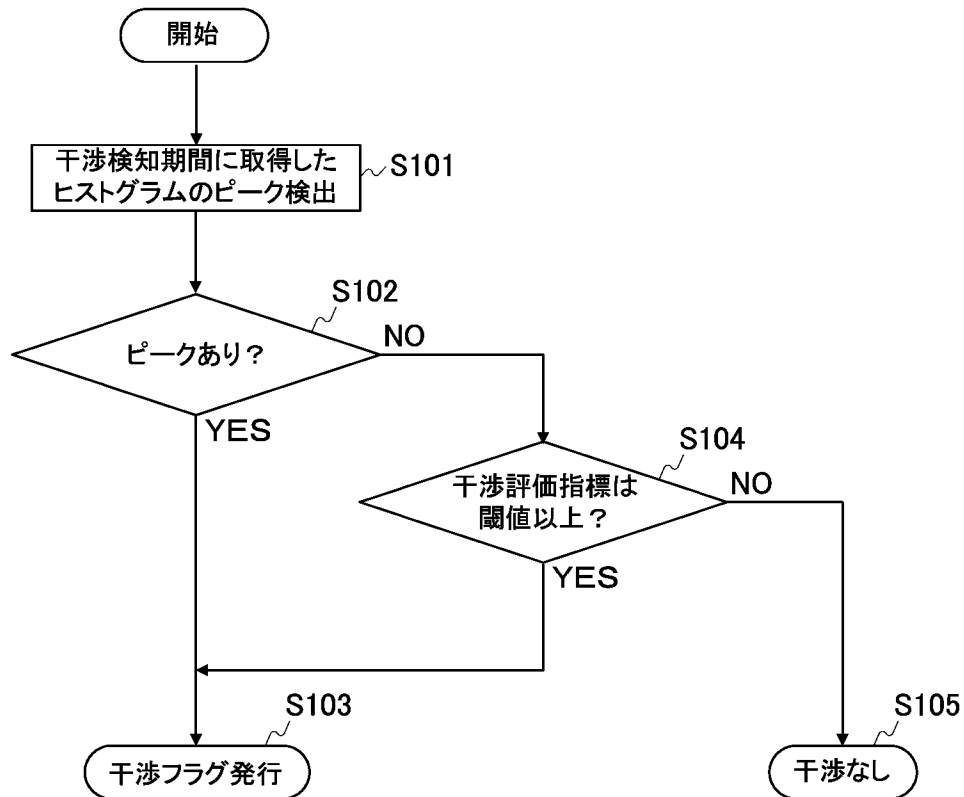
[図10]



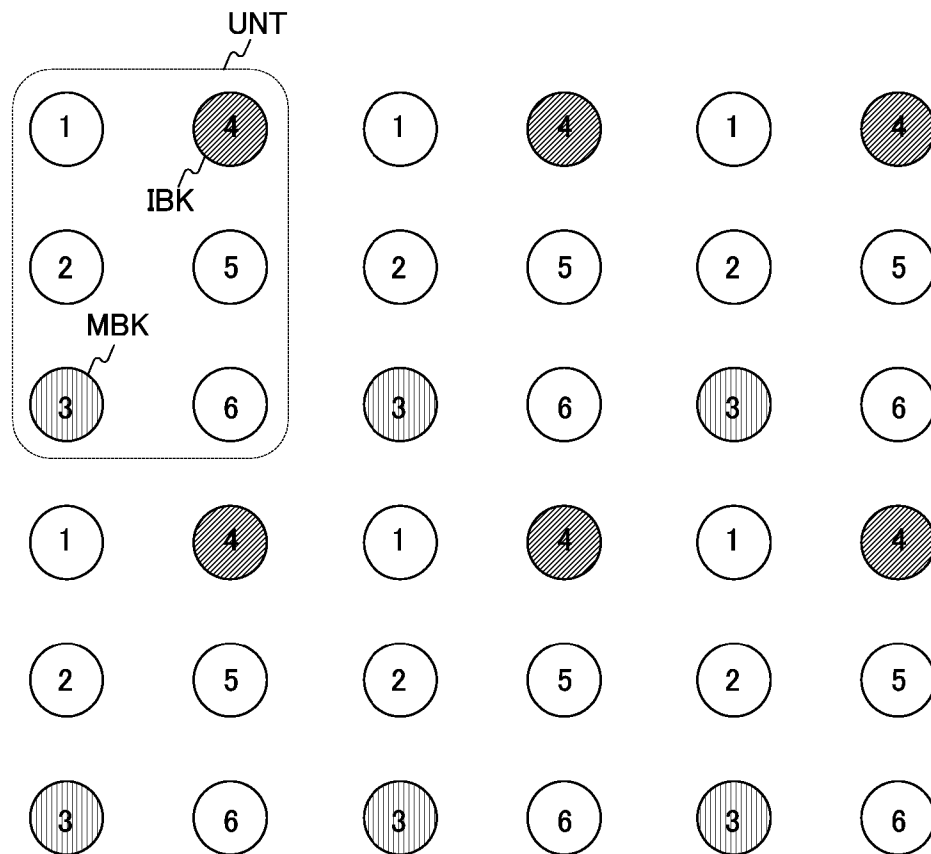
[図11]



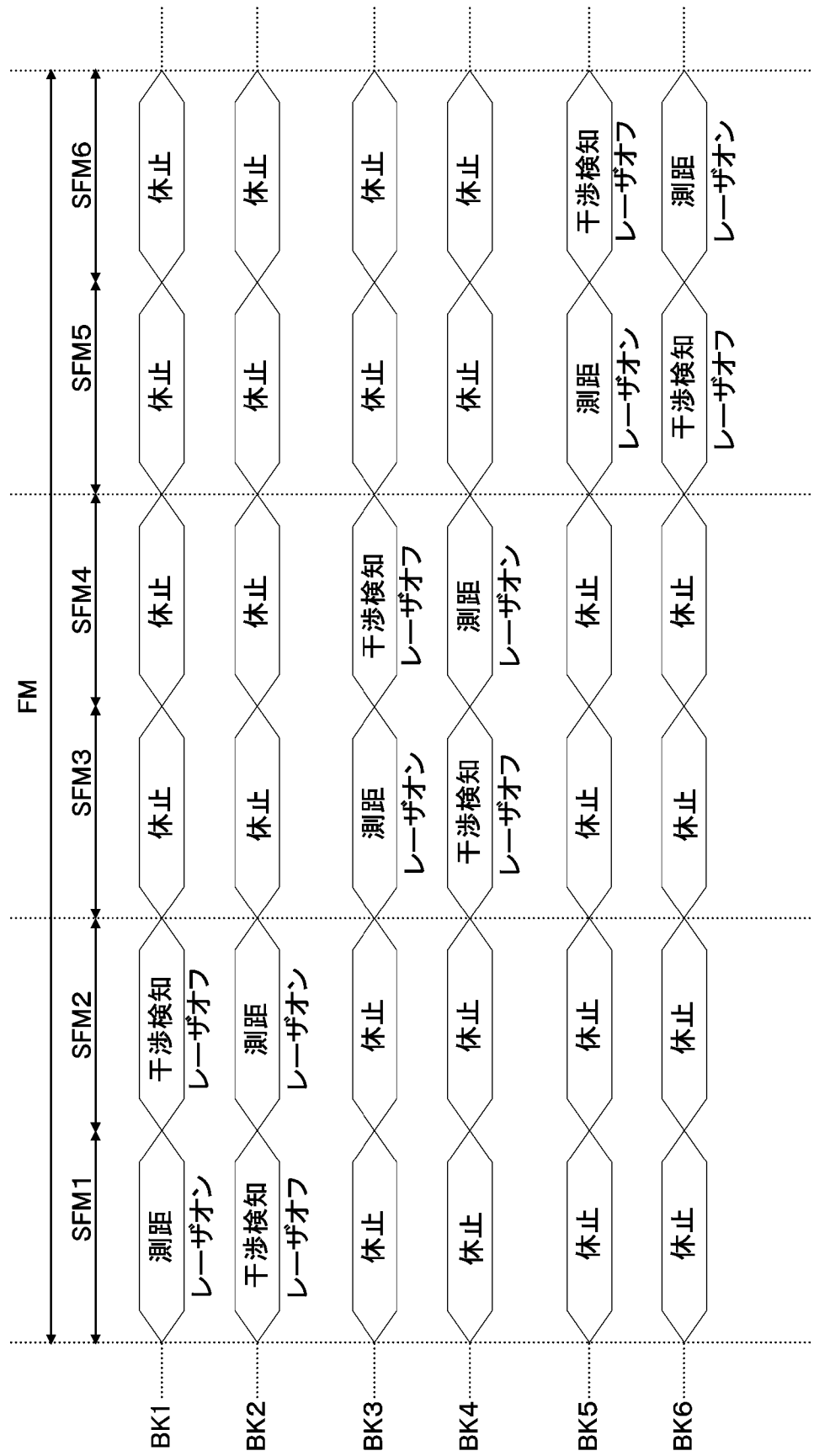
[図12]



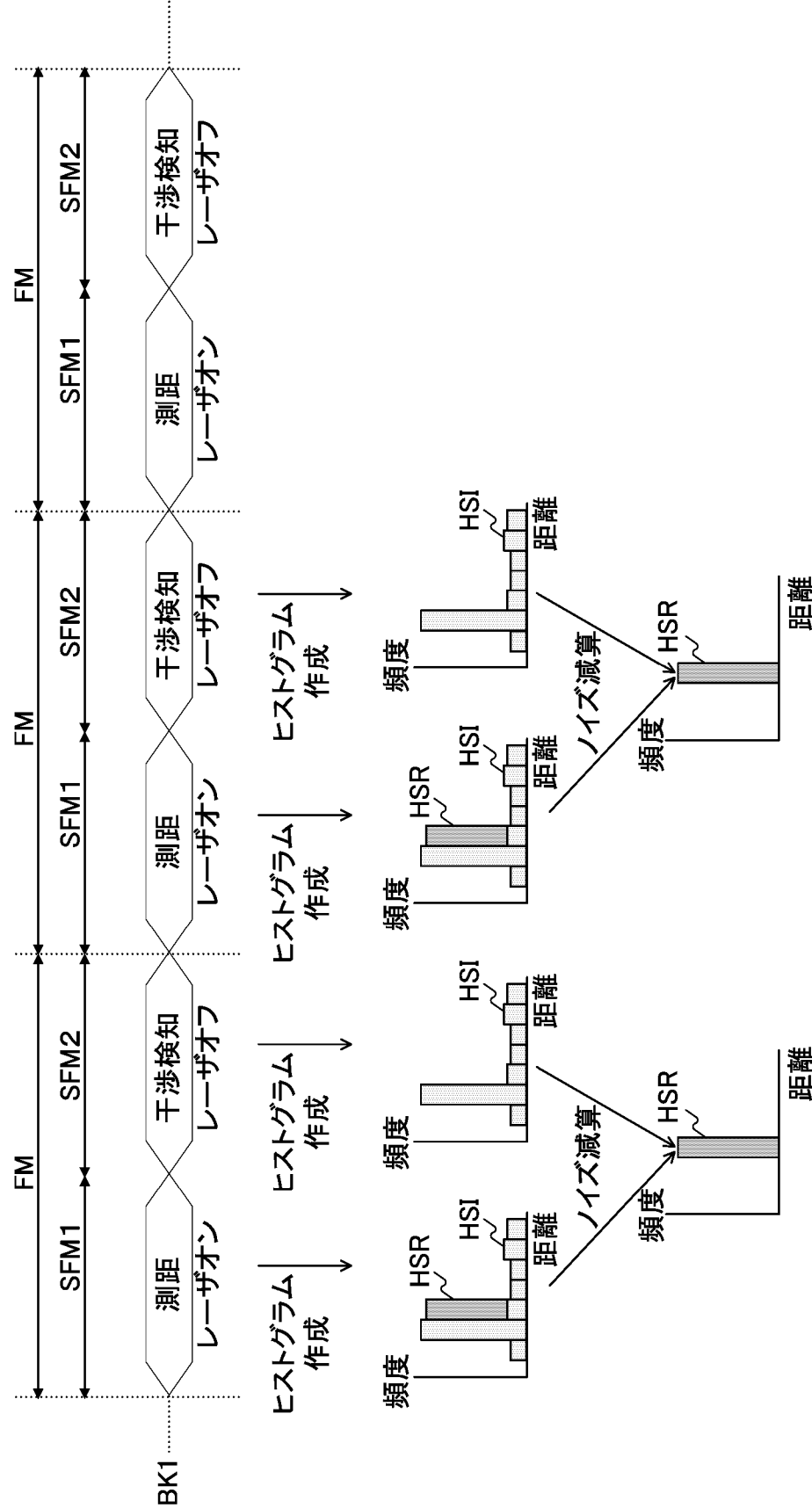
[図13]



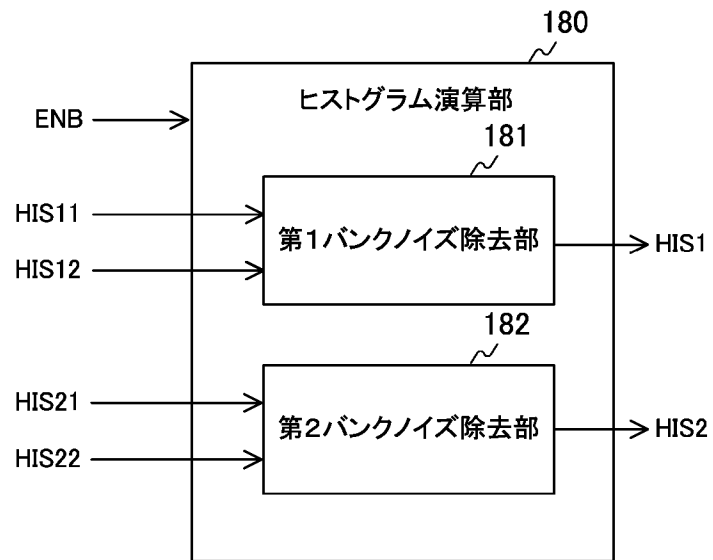
[図14]



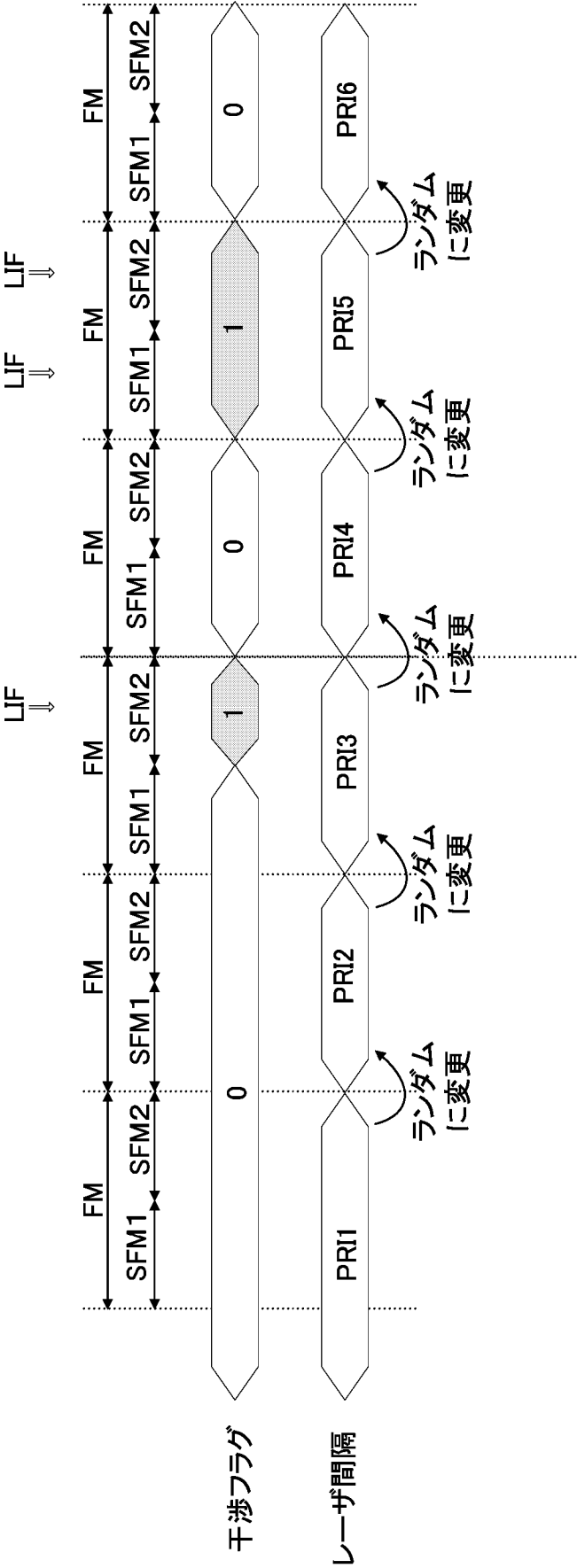
[図15]



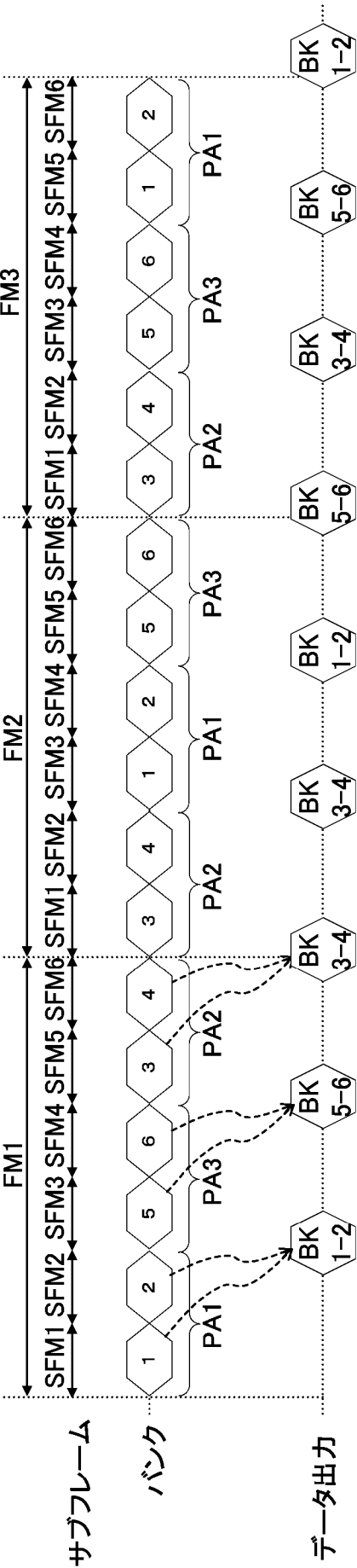
[図16]



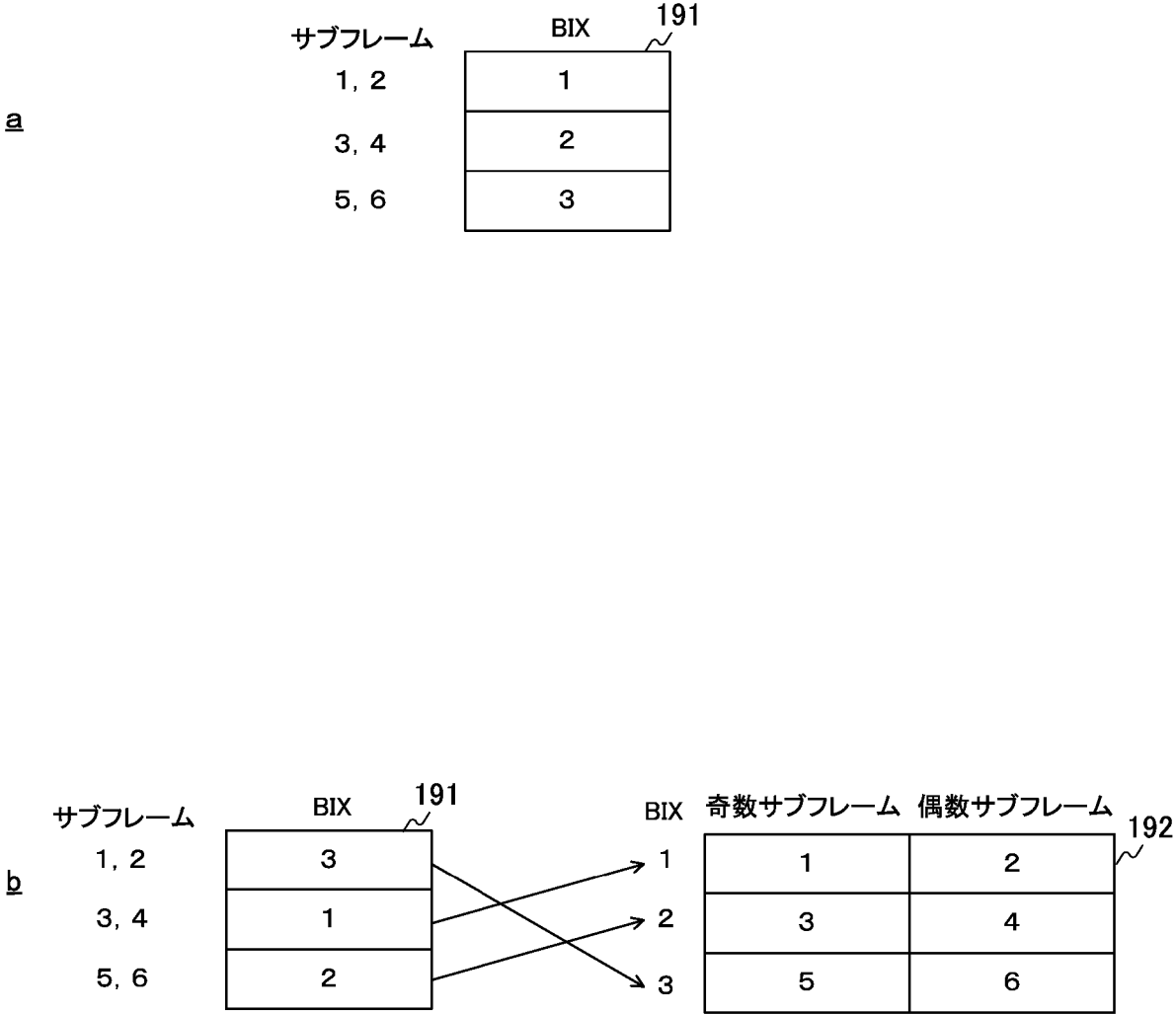
[図17]



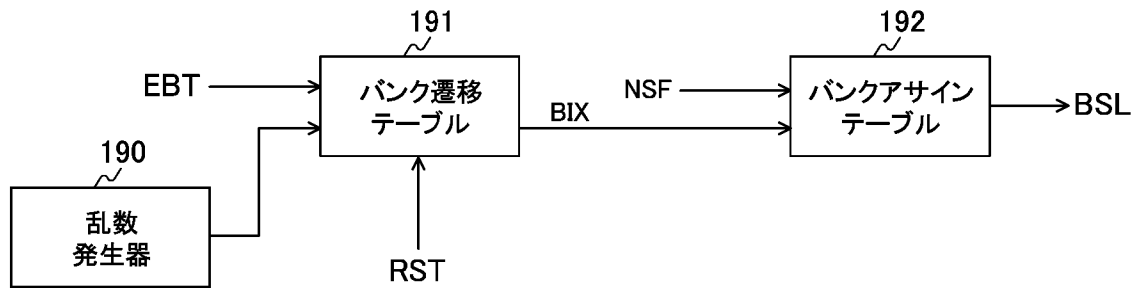
[図18]



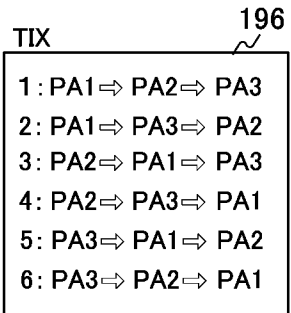
[図19]



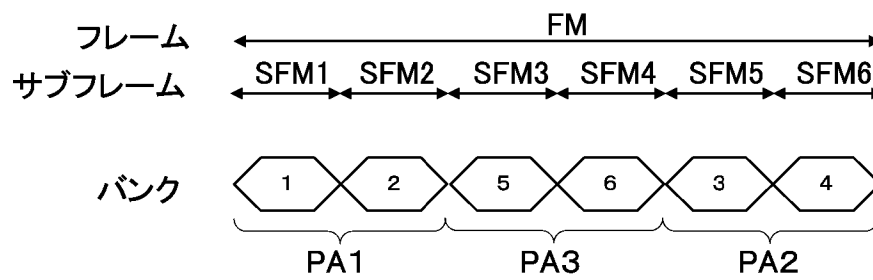
[図20]



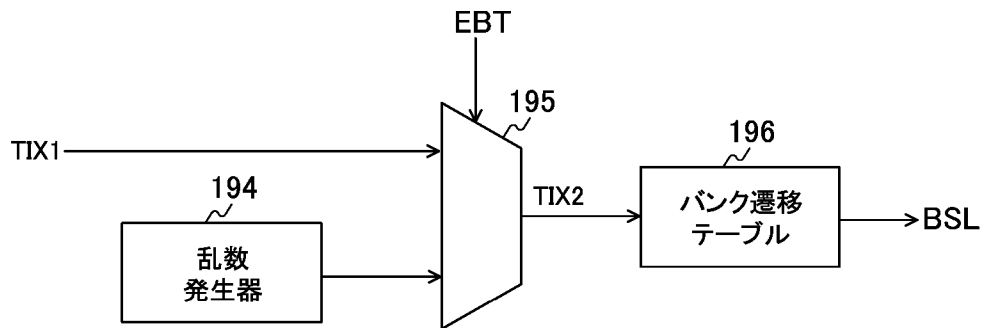
[図21]



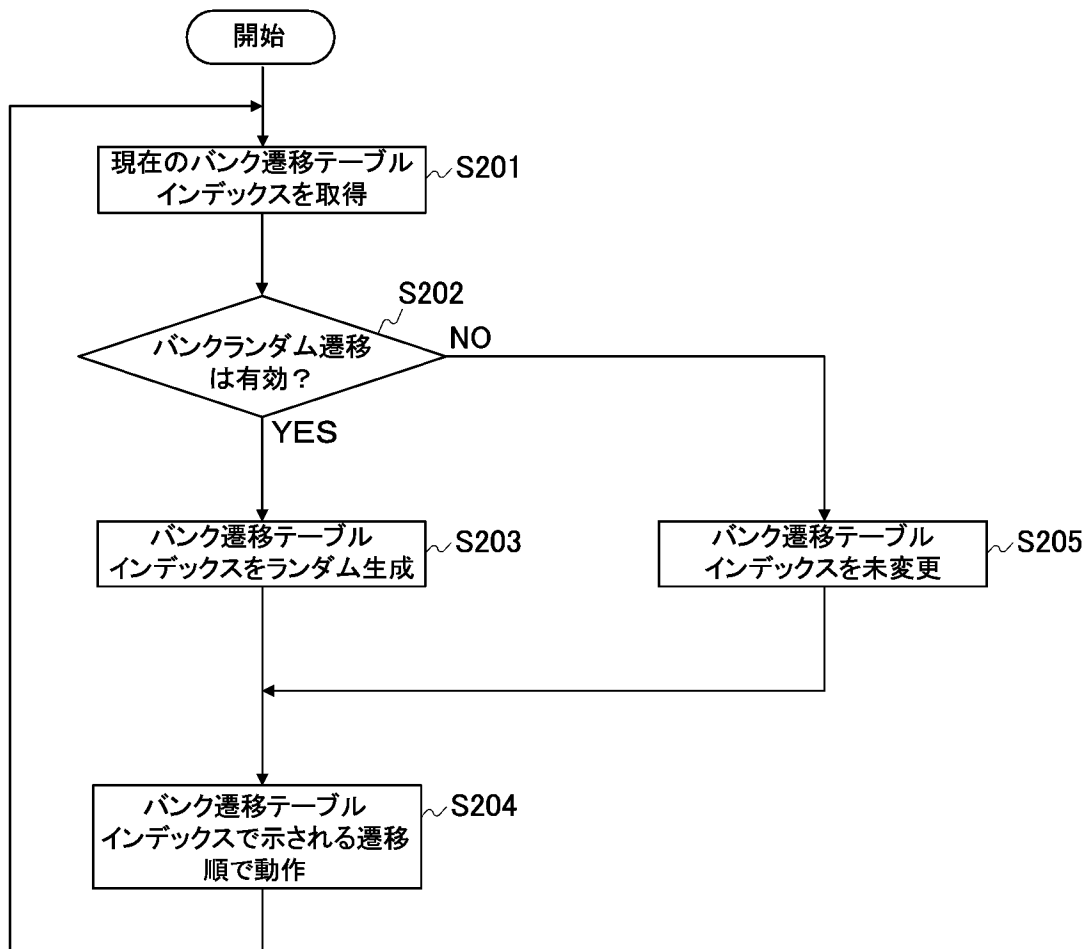
[図22]



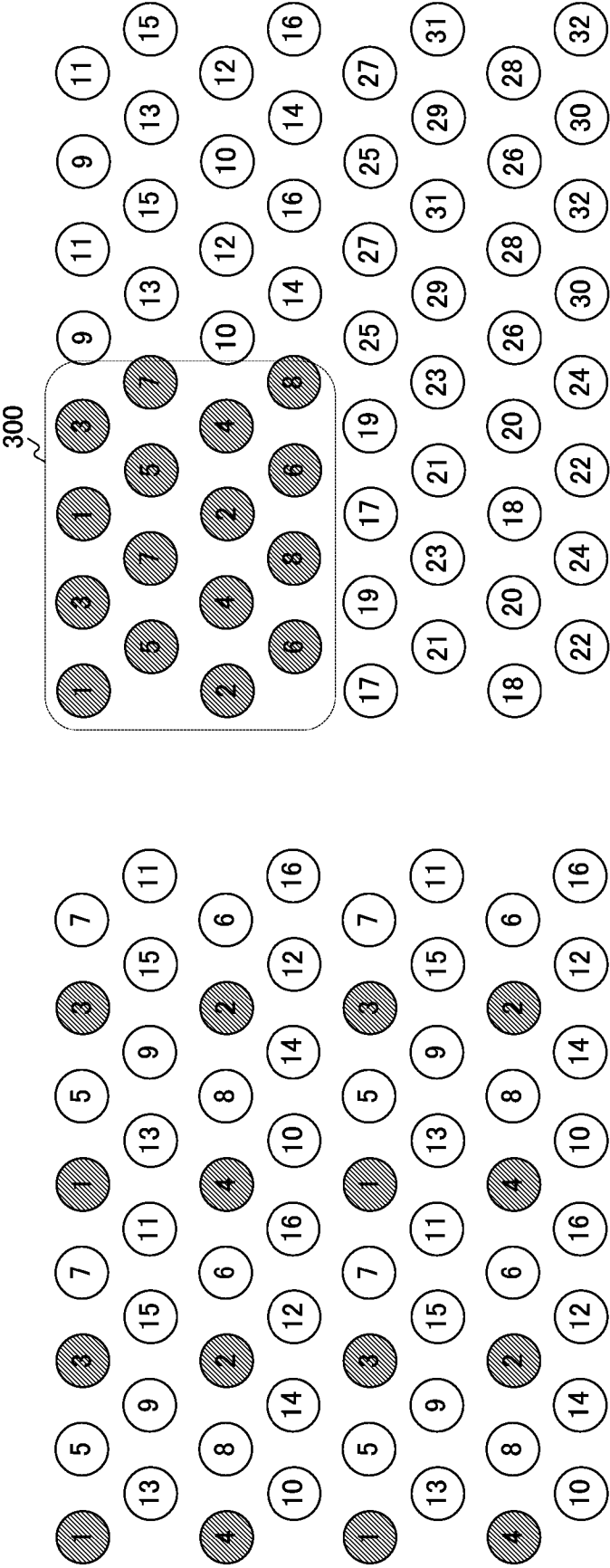
[図23]



[図24]



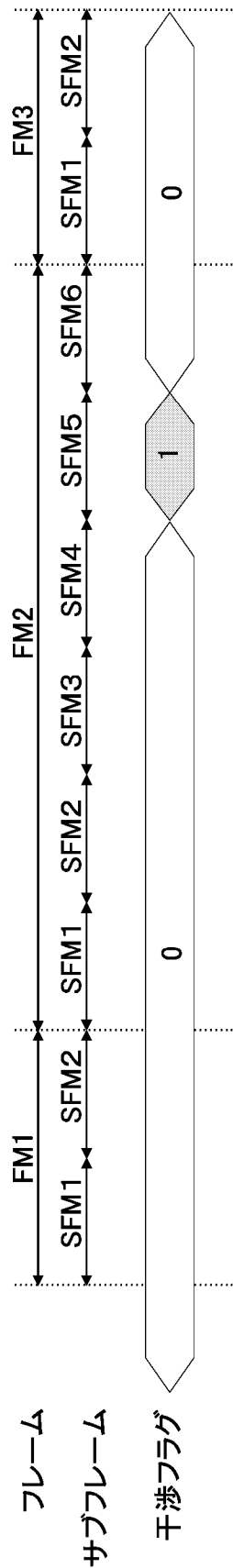
[図25]



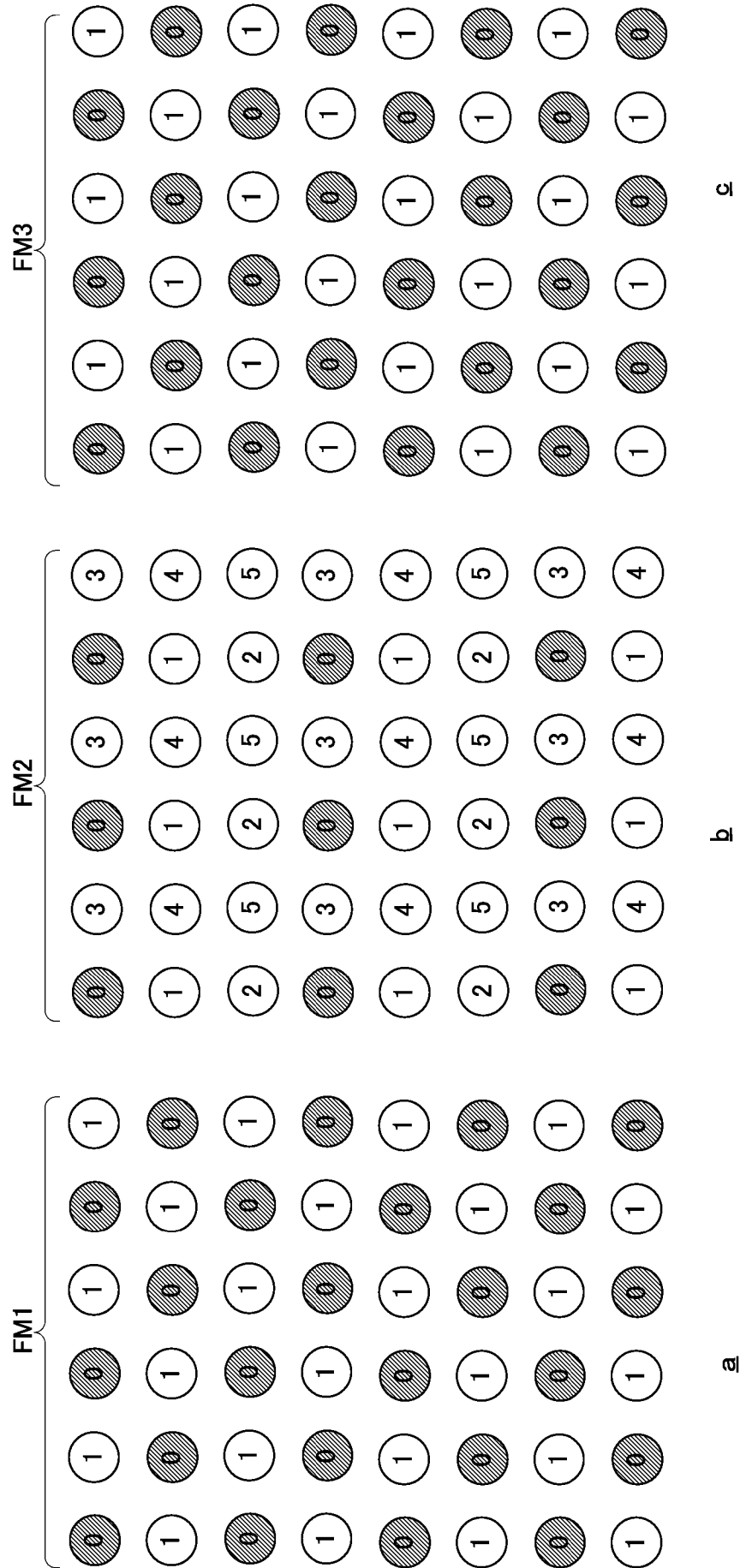
b

a

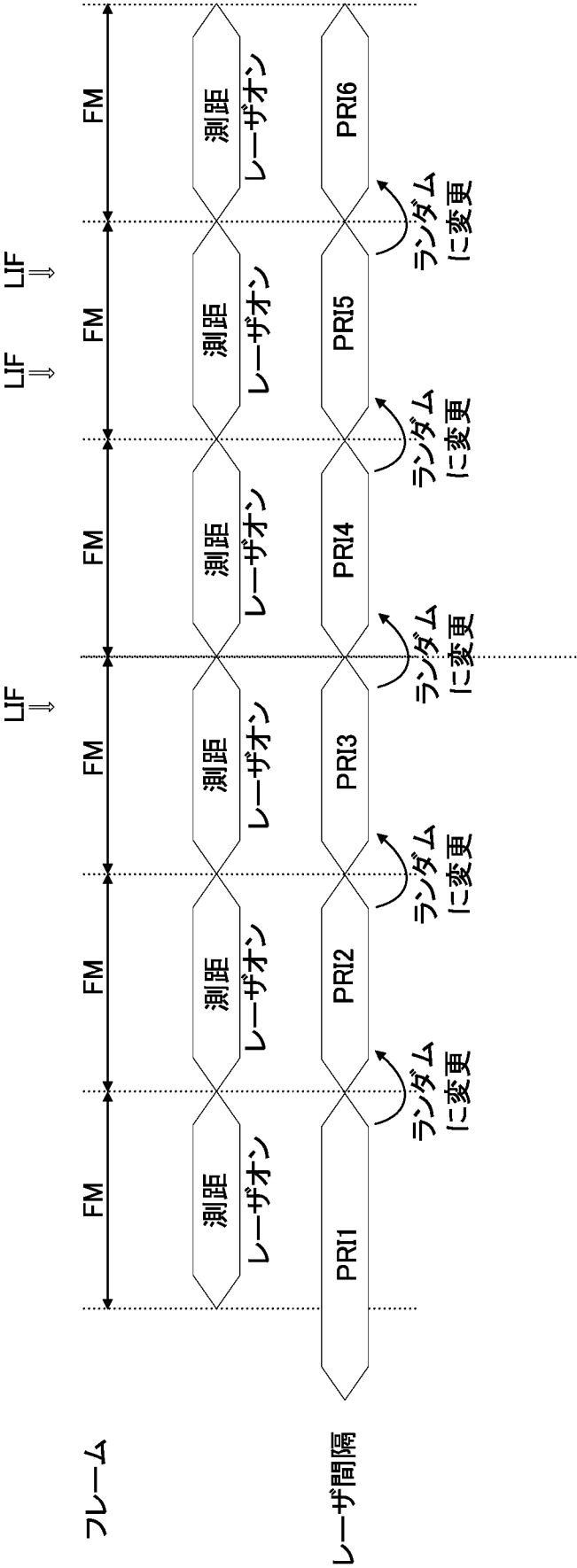
[図26]



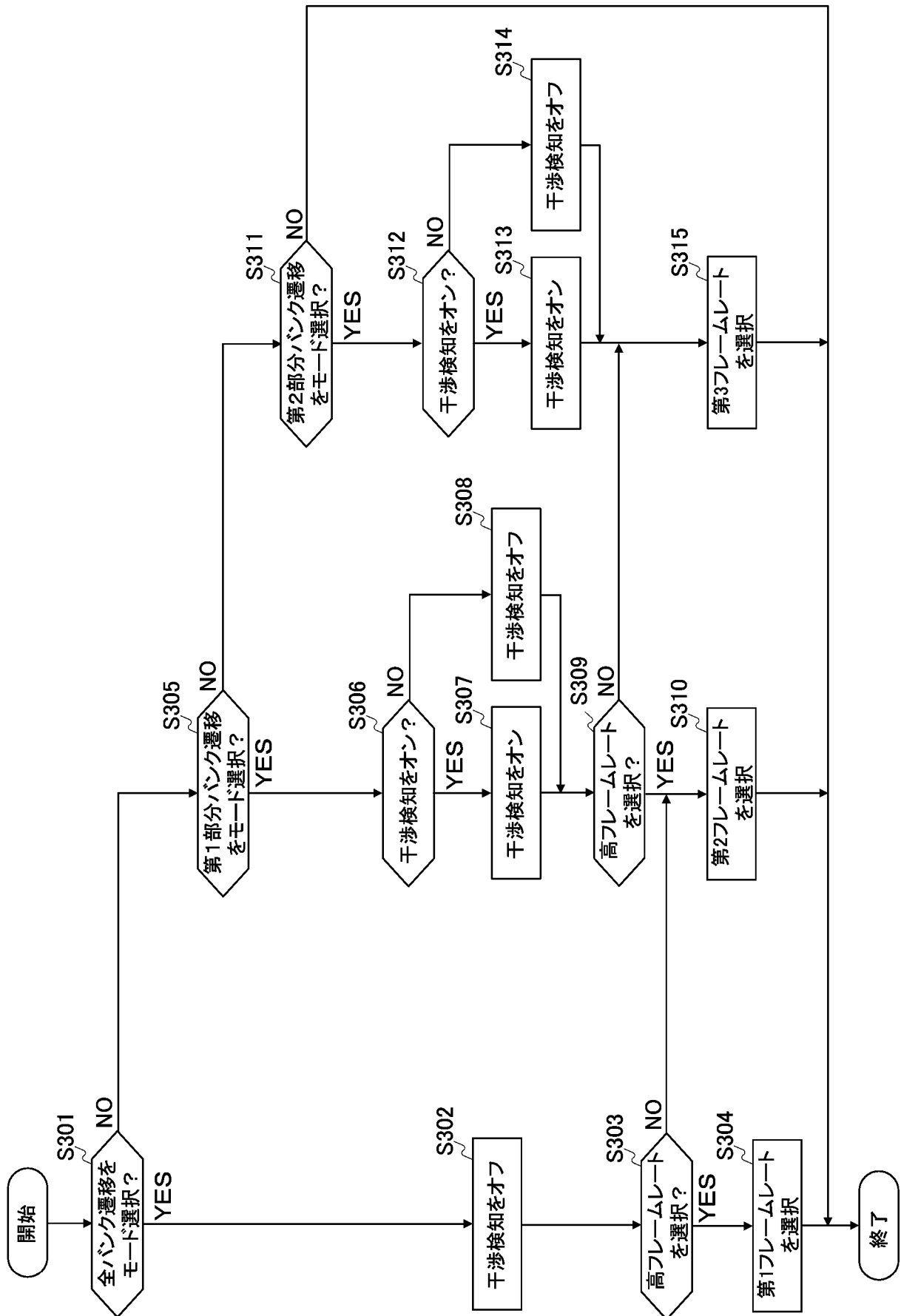
[図27]



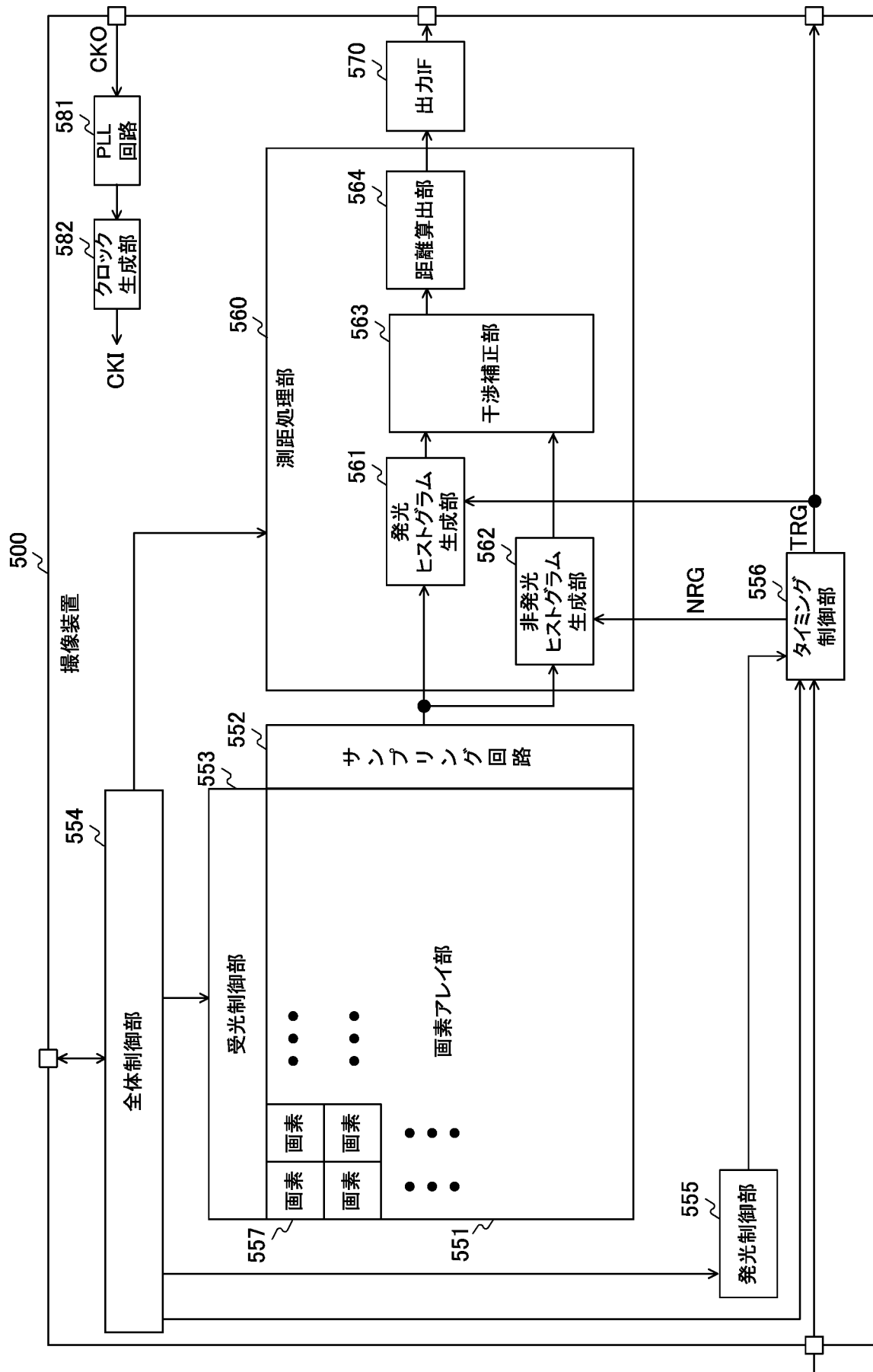
[図28]



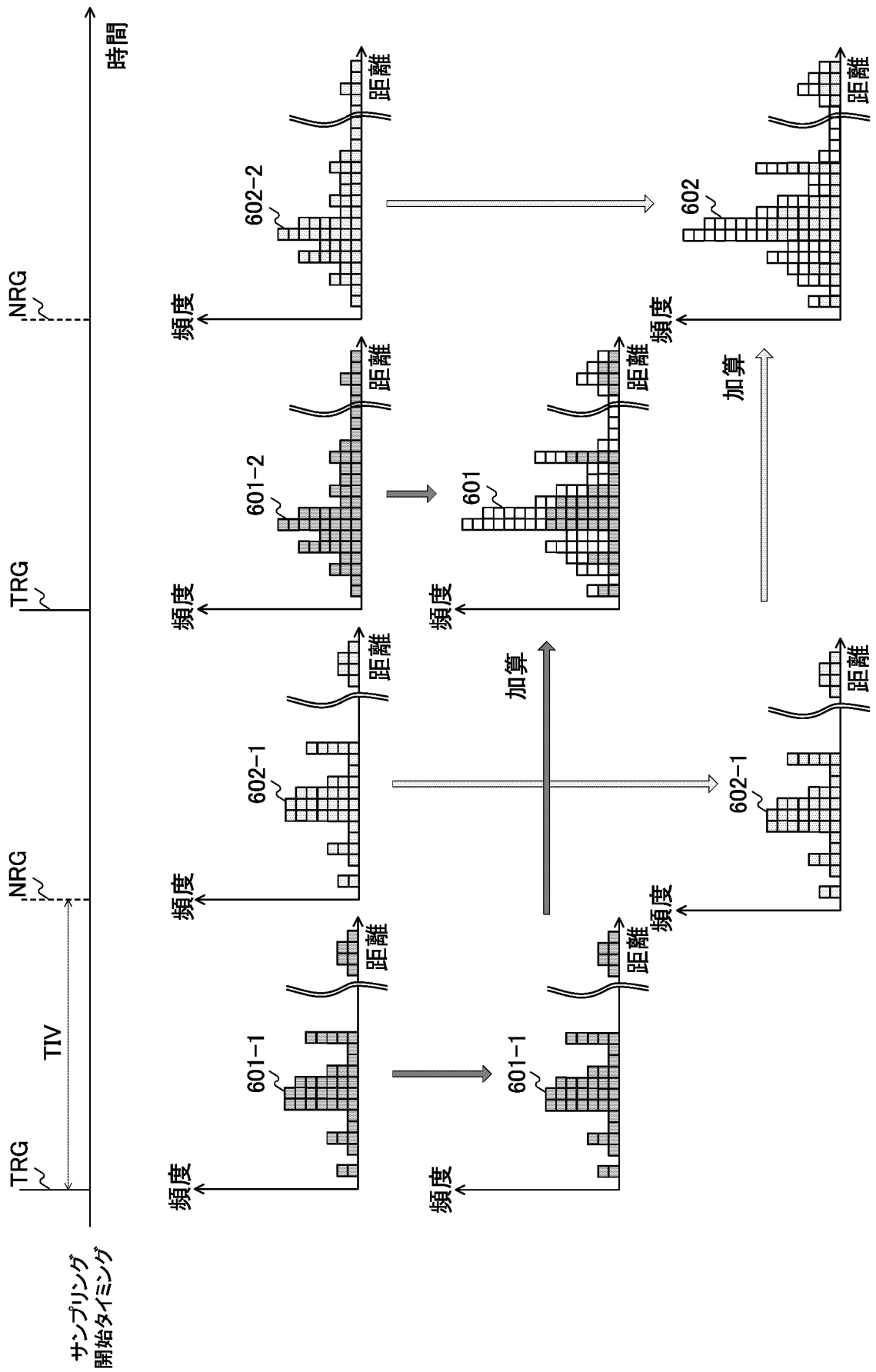
[図29]



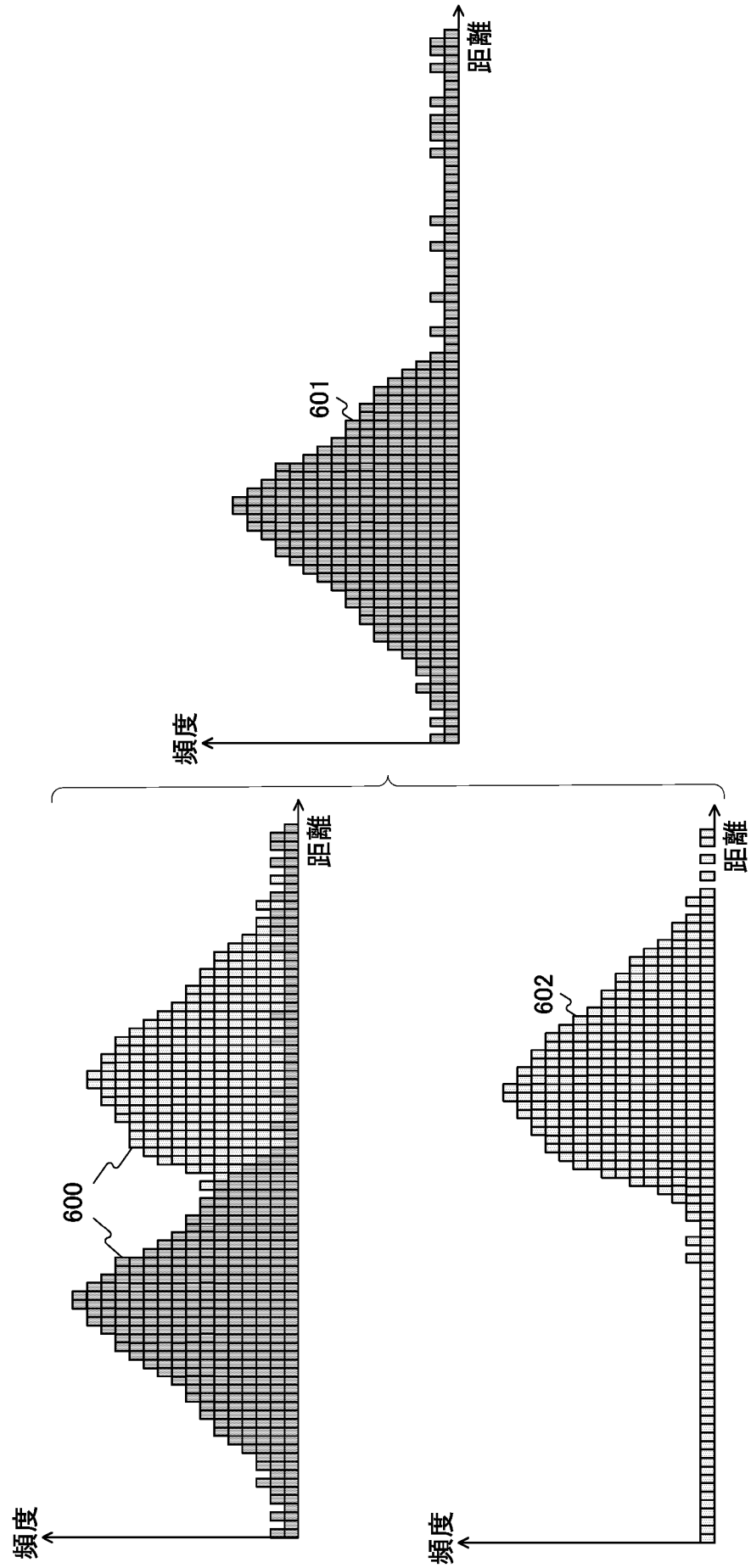
[図30]



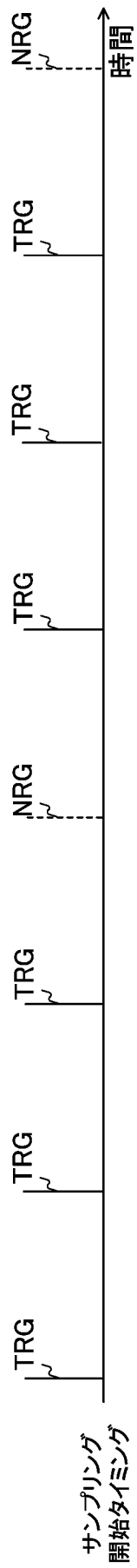
[図31]



[図32]



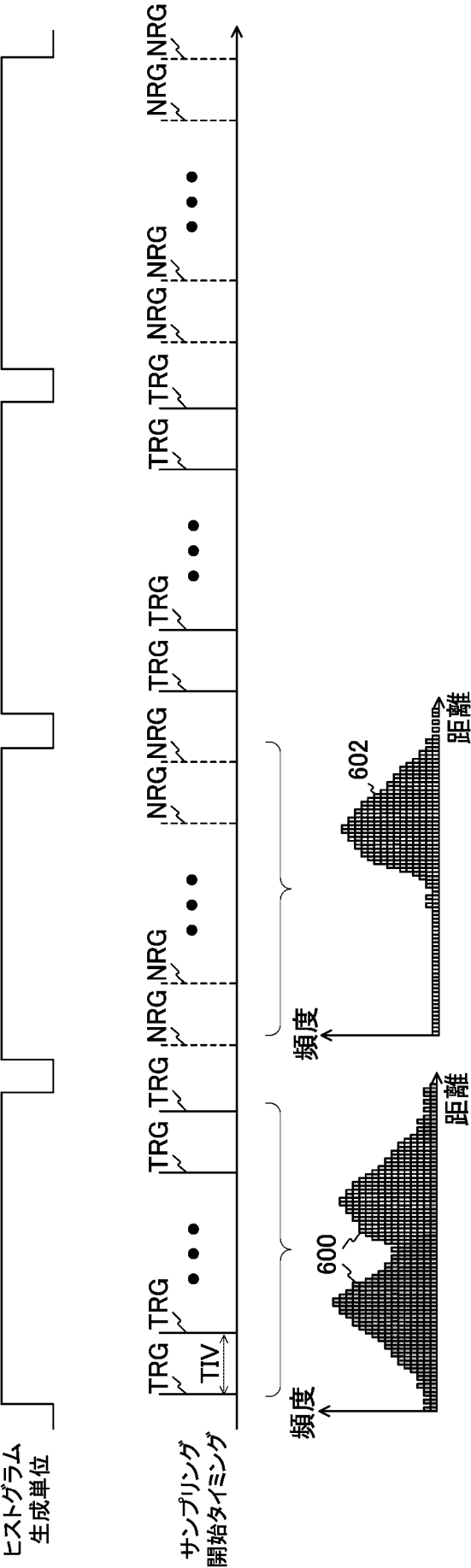
[図33]



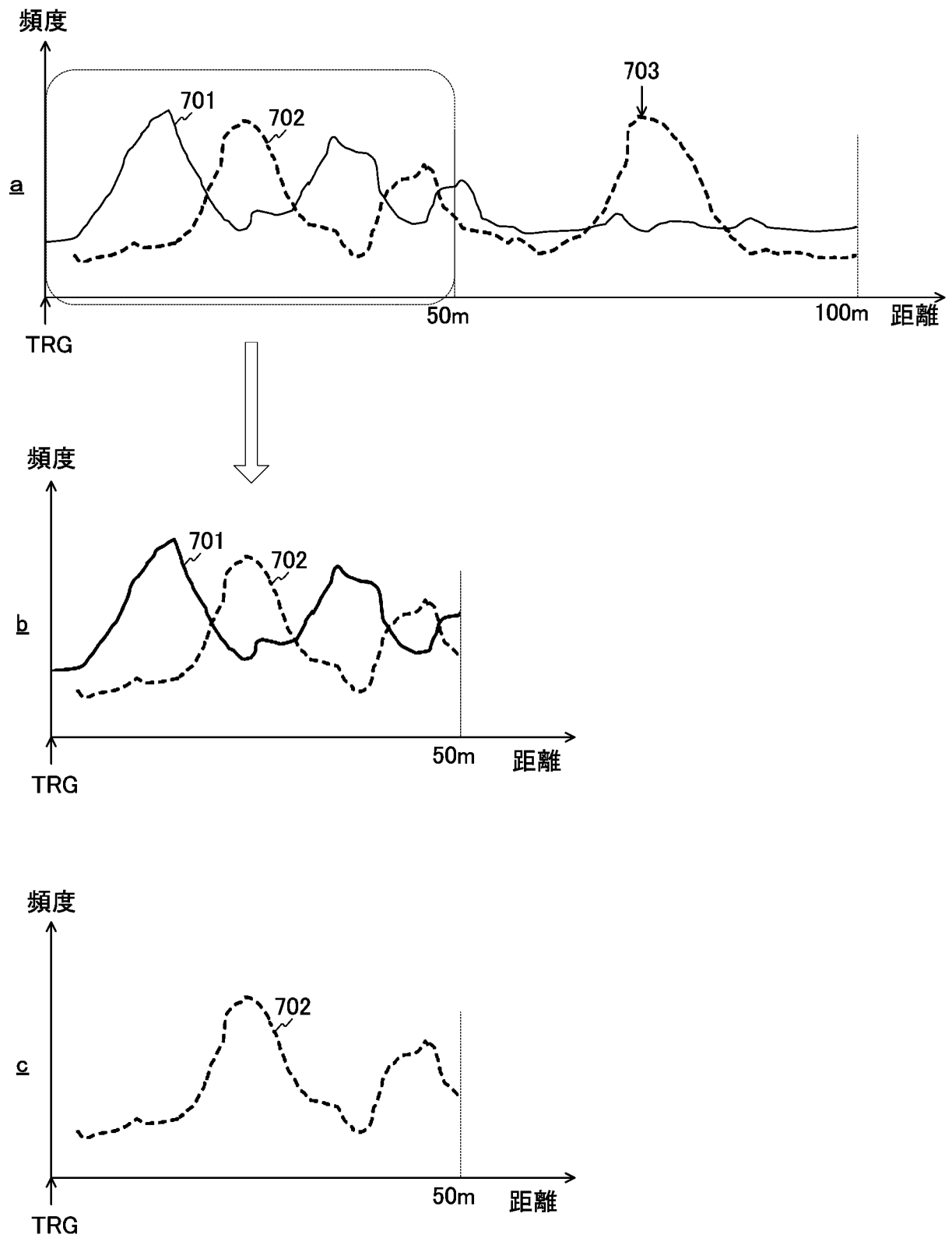




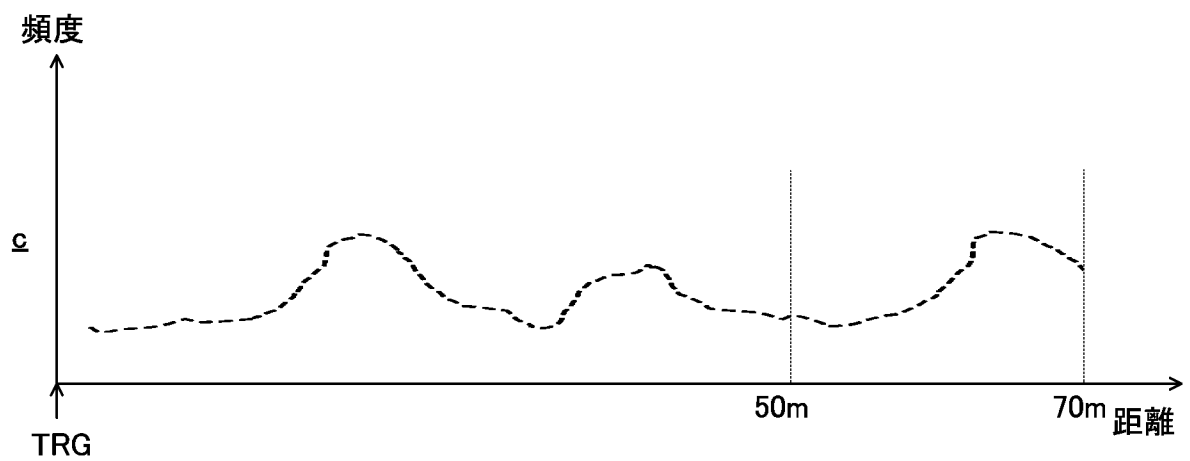
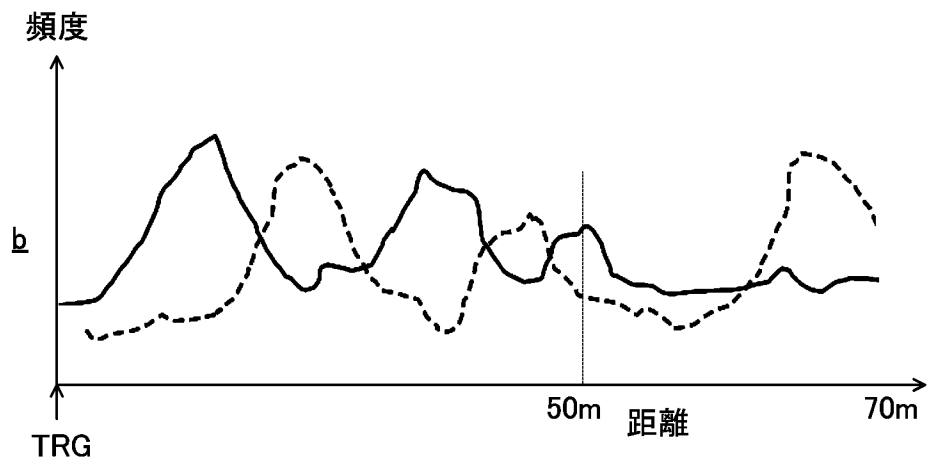
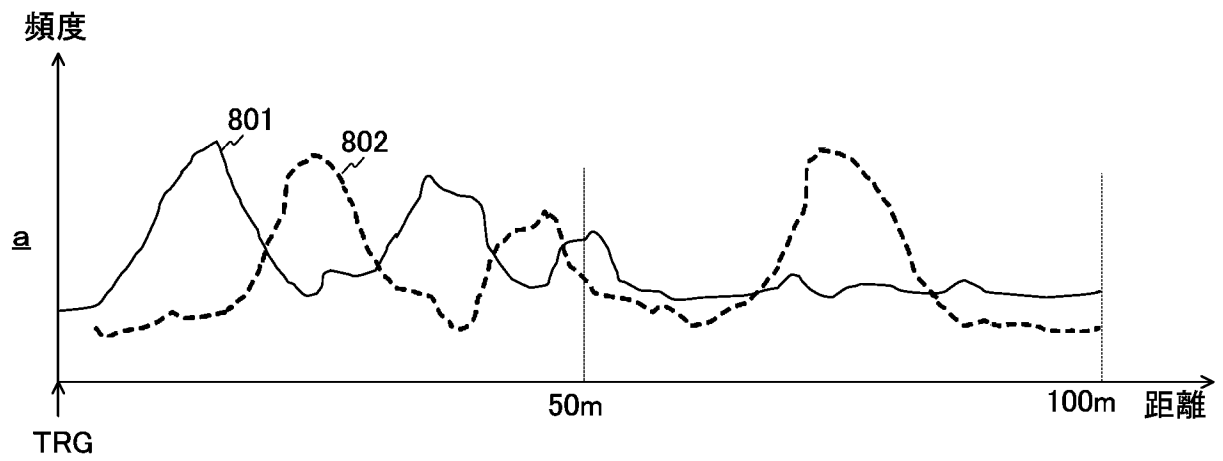
[図36]



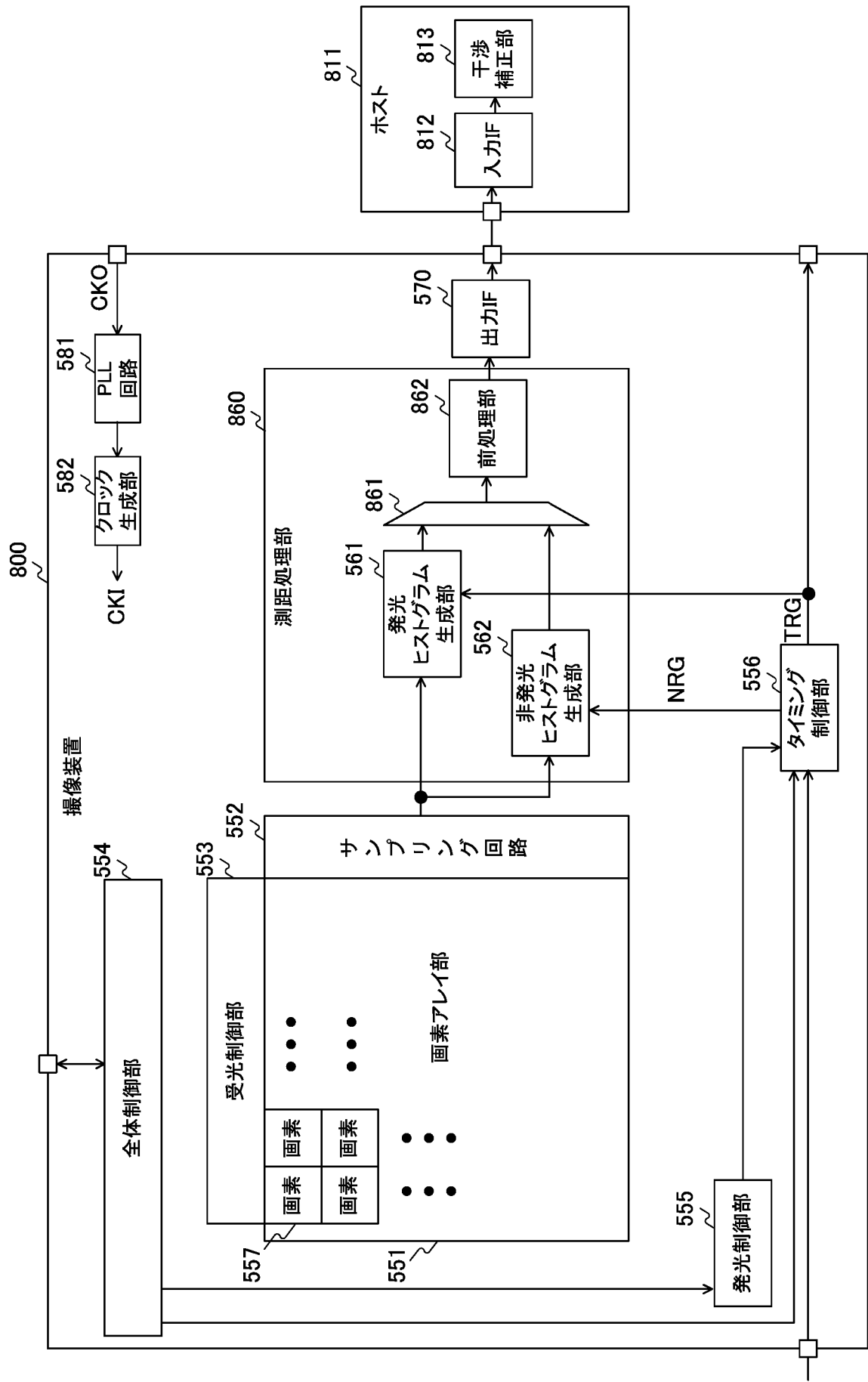
[図37]



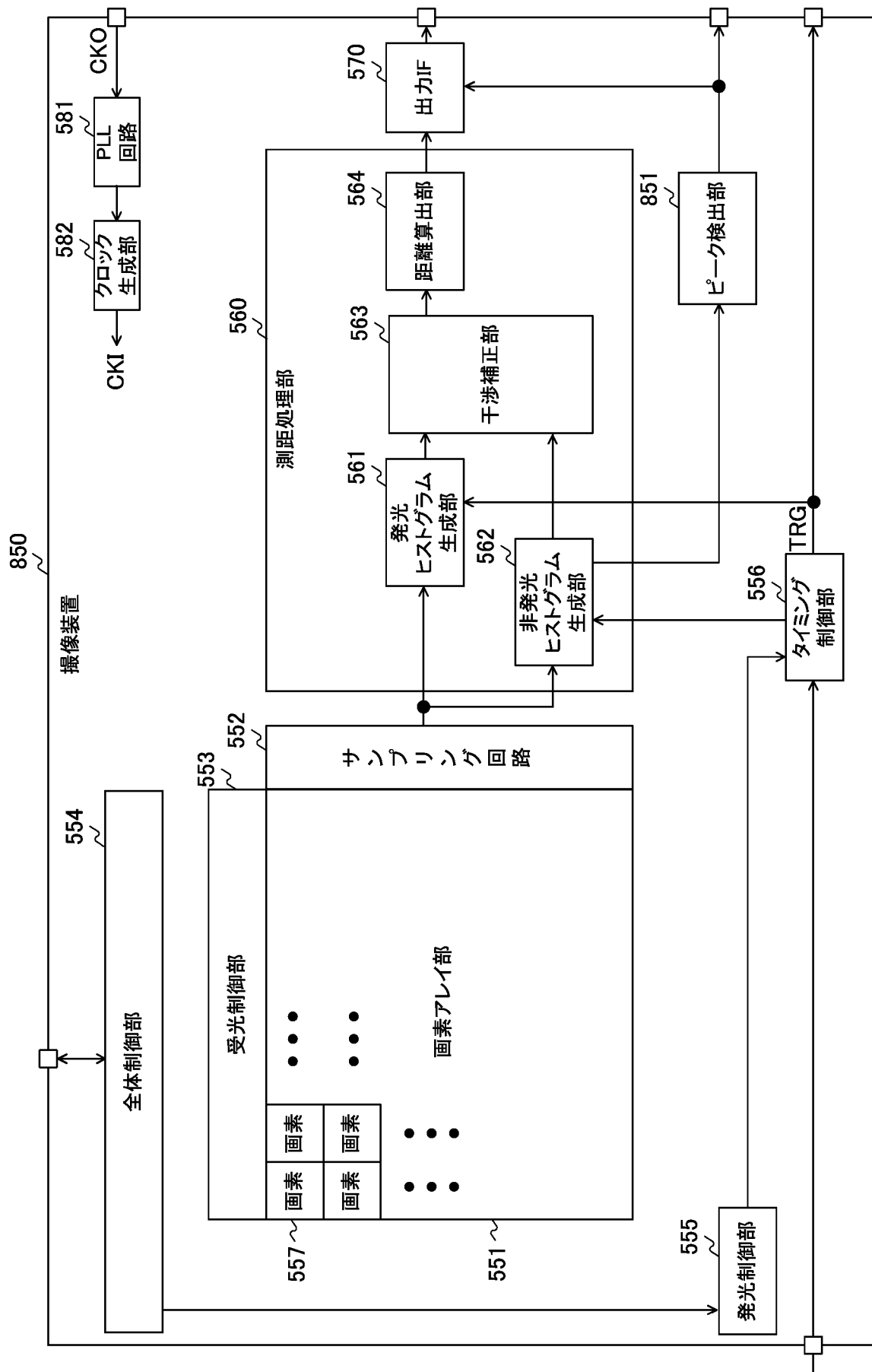
[図38]



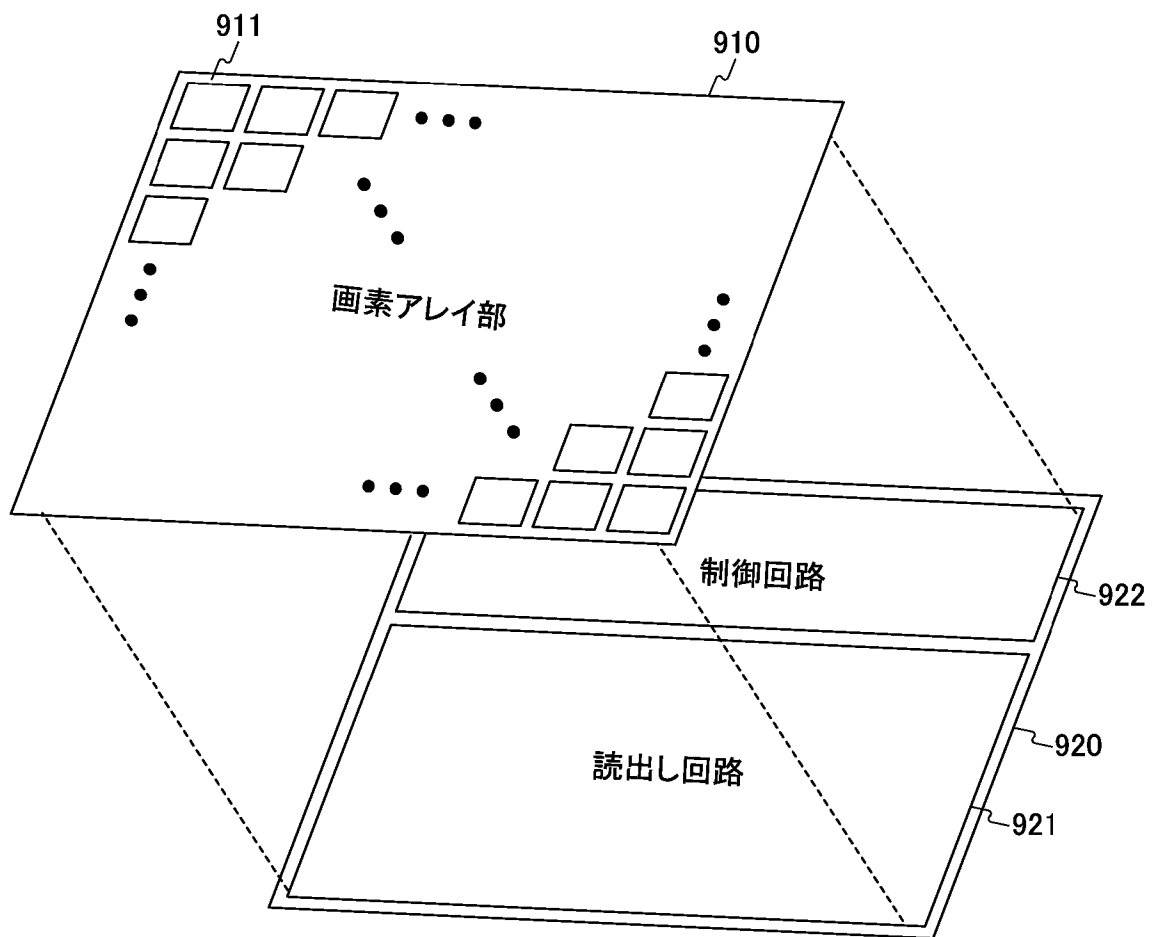
[図39]



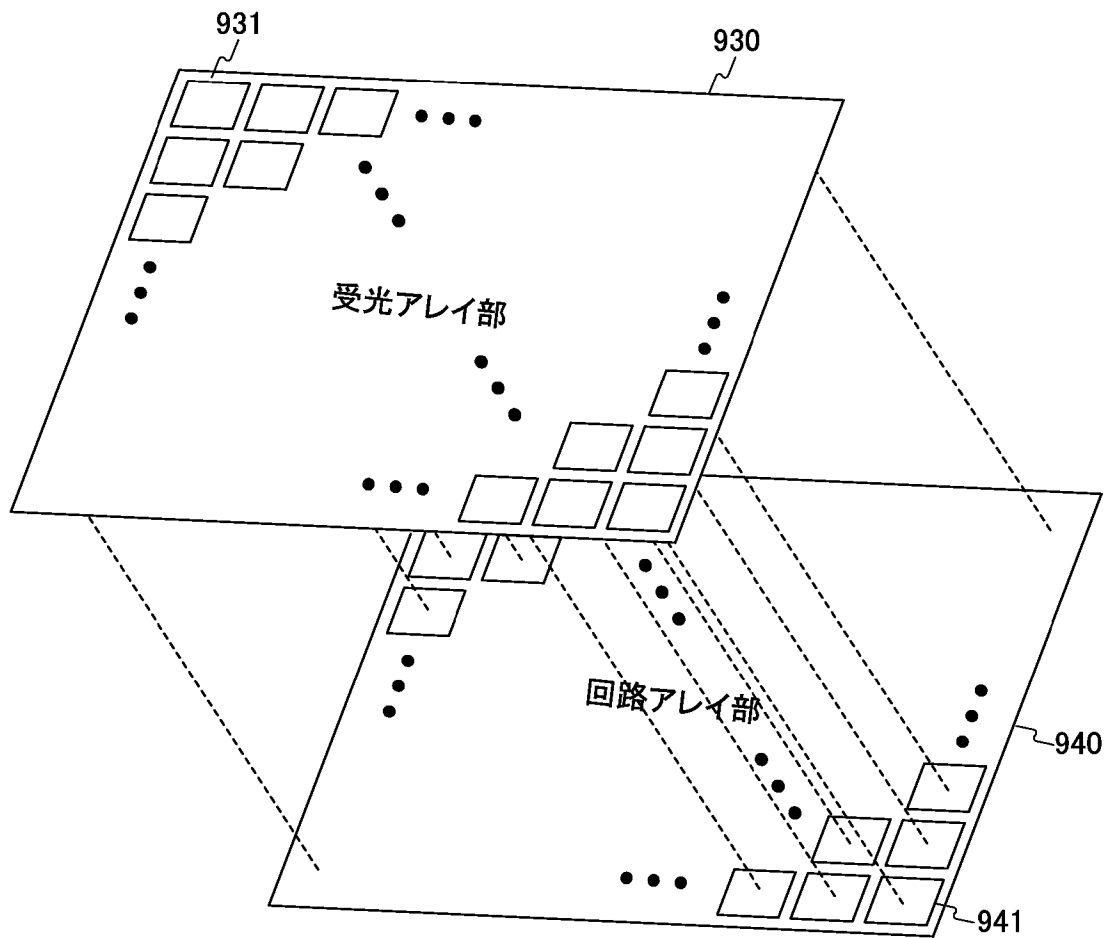
[図40]



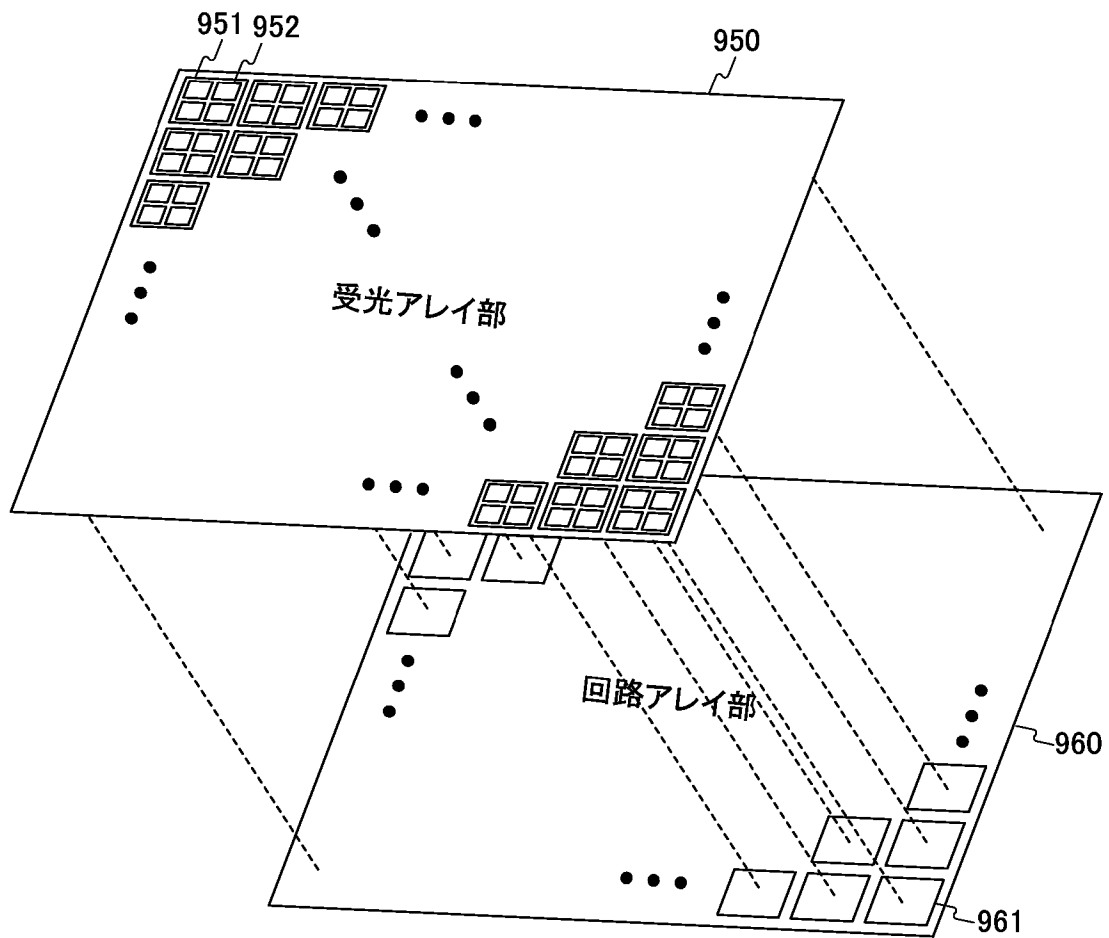
[図41]



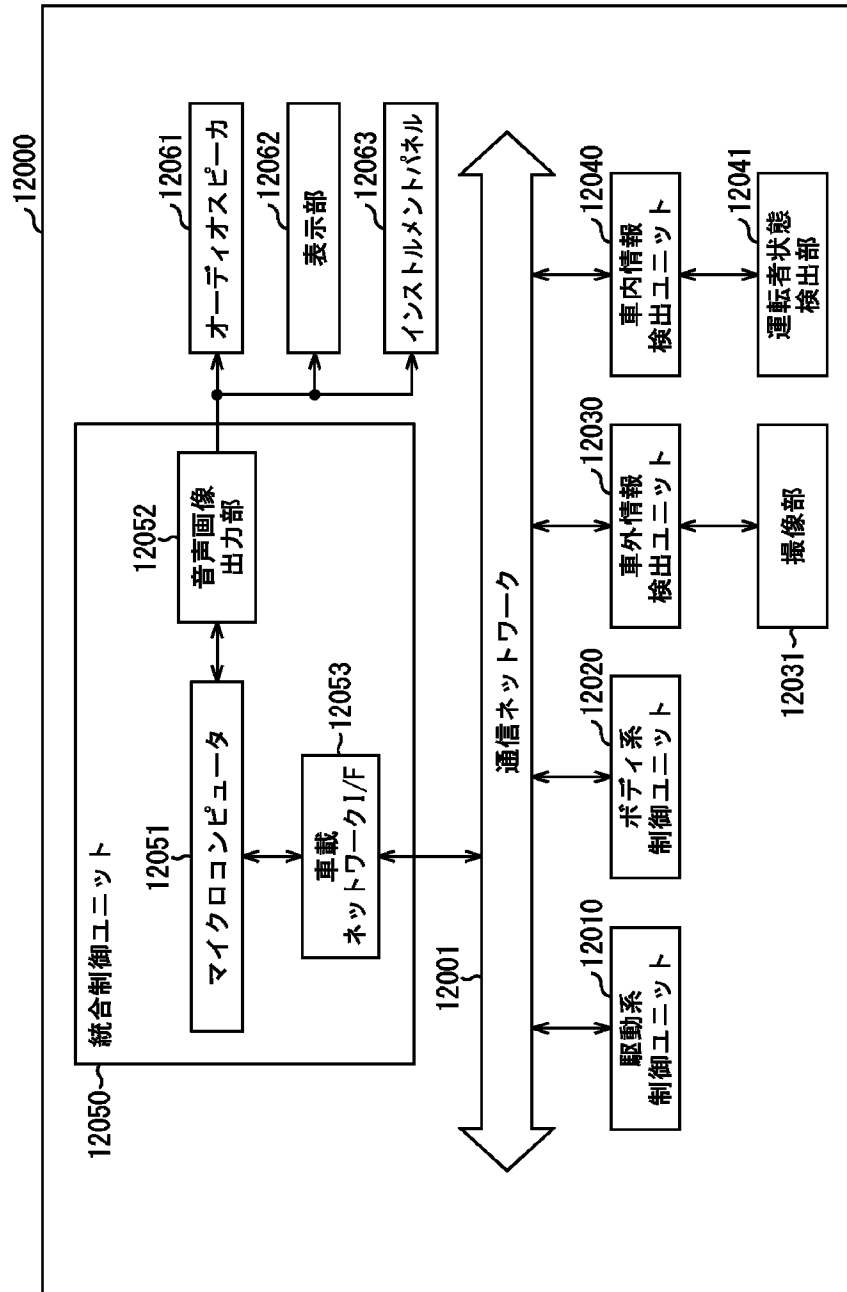
[図42]



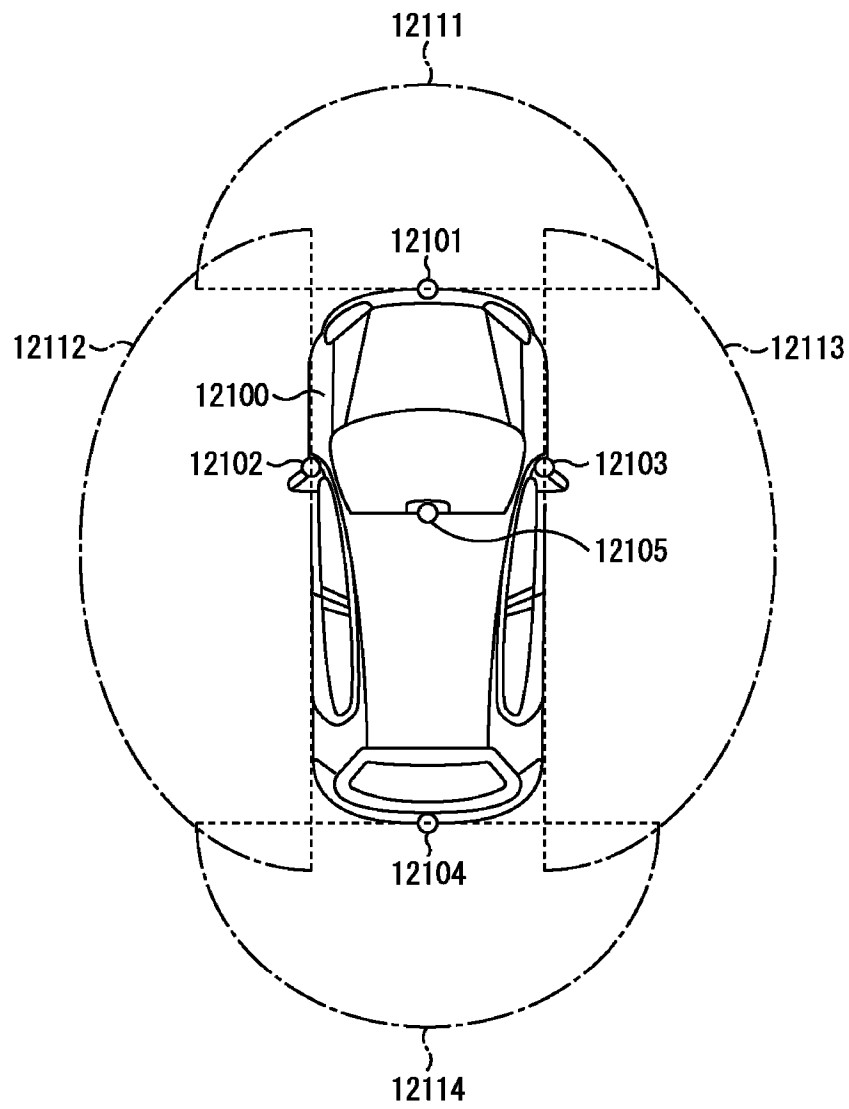
[図43]



[図44]



[図45]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/041827

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G01S 7/495**(2006.01)i; **G01C 3/06**(2006.01)i; **G01S 7/497**(2006.01)i; **G01S 7/4863**(2020.01)i

FI: G01S7/495; G01S7/497; G01S7/4863; G01C3/06 120Q; G01C3/06 140

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

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01S7/48 - G01S7/51; G01S17/00 - G01S17/95; G01C3/00 - G01C3/32

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024

Registered utility model specifications of Japan 1996-2024

Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                          | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | JP 2020-153751 A (DENSO CORPORATION) 24 September 2020 (2020-09-24)<br>paragraphs [0012]-[0031], fig. 1-7                   | 1-3                   |
| Y         | paragraphs [0012]-[0031], fig. 1-7                                                                                          | 4-9, 13               |
| A         |                                                                                                                             | 10-12                 |
| Y         | WO 2020/188782 A1 (BROOKMAN TECHNOLOGY, INC.) 24 September 2020<br>(2020-09-24)<br>paragraphs [0033], [0065]-[0081], fig. 5 | 4-9, 13               |
| A         |                                                                                                                             | 10-12                 |
| Y         | JP 2010-175487 A (KEYENCE CORP.) 12 August 2010 (2010-08-12)<br>paragraph [0167], fig. 45                                   | 6-7, 13               |
| A         |                                                                                                                             | 10-12                 |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

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

“D” document cited by the applicant in the international application

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

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

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

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

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

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

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

“&amp;” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

31 January 2024

Date of mailing of the international search report

13 February 2024

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)  
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915  
Japan

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

**PCT/JP2023/041827**

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                        | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | JP 2018-72078 A (DENSO CORPORATION) 10 May 2018 (2018-05-10)                                              | 9                     |
| A         | paragraphs [0042], [0048]                                                                                 | 10-12                 |
| A         | US 2017/0261371 A1 (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE) 14 September 2017 (2017-09-14) | 1-13                  |
|           | entire text, all drawings                                                                                 |                       |

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Claims are classified into the following three inventions.

· Invention 1 (main invention) : claims 1-13

As a result of the international search, document 1 (JP 2020-153751 A) was found.

Claim 1 lacks novelty in light of document 1, and thus does not have a special technical feature (STF). In addition, claims 2-3 dependent on claim 1 lacks novelty in light of document 1 and thus does not have a special technical feature (STF).

Therefore, claims 1-3, for which the presence or absence of a special technical feature (STF) was previously determined, are classified as invention 1.

Also, claims 4-13 are dependent on claim 1 and are inventively related to claim 1, and are thus classified as invention 1.

· Invention 2 (additional invention 1): claim 14

There are no other same or corresponding special technical features (STF) between claim 14 (invention in independent claim) and claims 1-3 (lack novelty) classified as invention 1.

In addition, claim 14 is not dependent on claim 1. Also, claim 14 is not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as invention 1.

Thus, claim 14 cannot be classified as invention 1.

Claim 14 is classified as invention 2.

· Invention 3 (additional invention 2): claims 15-20

Claims 15 (independent claim) does not have a special technical feature (STF) identical or corresponding to that of claims 1-3 classified as invention 1 and claim 14 classified as invention 2.

In addition, claim 15 is not dependent on claim 1 or claim 14. Furthermore, claim 15 is not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as invention 1 or invention 2.

Therefore, claim 15 cannot be classified as either invention 1 or invention 2. This is also applied to claims 16-20 dependent on claim 15.

Claims 15-20 are classified as the invention 3.

Thus, the present application do not comply with the requirement of unity of invention.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: **claims 1-13**

**Remark on Protest**

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2023/041827**

| Patent document<br>cited in search report |              |    | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s)                                                                            | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|--------------|----|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| JP                                        | 2020-153751  | A  | 24 September 2020                    | US 2022/0003853 A1<br>paragraphs [0025]-[0043], fig.<br>1-7<br>WO 2020/189062 A1<br>CN 113678021 A |                                      |
| WO                                        | 2020/188782  | A1 | 24 September 2020                    | US 2021/0333372 A1<br>paragraphs [0051], [0084]-<br>[0102], fig. 5                                 |                                      |
| JP                                        | 2010-175487  | A  | 12 August 2010                       | US 2010/0194583 A1<br>paragraph [0223], fig. 45                                                    |                                      |
| JP                                        | 2018-72078   | A  | 10 May 2018                          | (Family: none)                                                                                     |                                      |
| US                                        | 2017/0261371 | A1 | 14 September 2017                    | KR 10-2017-0104879 A<br>entire text, all drawings                                                  |                                      |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

G01S 7/495(2006.01)i; G01C 3/06(2006.01)i; G01S 7/497(2006.01)i; G01S 7/4863(2020.01)i  
FI: G01S7/495; G01S7/497; G01S7/4863; G01C3/06 120Q; G01C3/06 140

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

G01S7/48 - G01S7/51; G01S17/00 - G01S17/95; G01C3/00 - G01C3/32

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922 - 1996年  
日本国公開実用新案公報 1971 - 2024年  
日本国実用新案登録公報 1996 - 2024年  
日本国登録実用新案公報 1994 - 2024年

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

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| X               | JP 2020-153751 A (株式会社デンソー) 24.09.2020 (2020 - 09 - 24)<br>段落 [0012]-[0031], 図 1-7                | 1-3            |
| Y               | 段落 [0012]-[0031], 図 1-7                                                                           | 4-9, 13        |
| A               |                                                                                                   | 10-12          |
| Y               | WO 2020/188782 A1 (株式会社ブルックマンテクノロジー) 24.09.2020 (2020 - 09 - 24)<br>段落 [0033], [0065]-[0081], 図 5 | 4-9, 13        |
| A               |                                                                                                   | 10-12          |
| Y               | JP 2010-175487 A (株式会社キーエンス) 12.08.2010 (2010 - 08 - 12)<br>段落 [0167], 図 45                       | 6-7, 13        |
| A               |                                                                                                   | 10-12          |
| Y               | JP 2018-72078 A (株式会社デンソー) 10.05.2018 (2018 - 05 - 10)<br>段落 [0042], [0048]                       | 9              |
| A               |                                                                                                   | 10-12          |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

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

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

国際調査を完了した日

31.01.2024

国際調査報告の発送日

13.02.2024

名称及びあて先

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

権限のある職員（特許庁審査官）

藤田 都志行 2M 3014

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

| C. 関連すると認められる文献 |                                                                                                                     |                |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| A               | US 2017/0261371 A1 (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE)<br>14.09.2017 (2017 - 09 - 14)<br>全文, 全図 | 1-13           |
| <hr/>           |                                                                                                                     |                |

## 第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲は、以下の3つの発明に区分される。

・発明1（主発明）：請求項1－13

国際調査の結果、文献1（JP 2020-153751 A）が発見された。

請求項1は、文献1により新規性が欠如しているため、特別な技術的特徴（STF）を有しない。そして、請求項1の従属項である請求項2－3も、文献1により新規性が欠如しており、特別な技術的特徴（STF）を有しない。

したがって、それまでに特別な技術的特徴（STF）の有無を判断した請求項1－3を発明1に区分する。

また、請求項4－13は請求項1の従属項であり、請求項1に対して発明の連関を有しているので、発明1に区分する。

・発明2（追加発明1）：請求項14

請求項14（独立項）と、発明1に区分された請求項1－3（新規性無し）との間に、同一の又は対応する特別な技術的特徴（STF）が存在しない。

さらに、請求項14は、請求項1の従属請求項ではない。また、請求項14は、発明1に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項14は、発明1に区分できない。

請求項14は、発明2に区分する。

・発明3（追加発明2）：請求項15－20

請求項15（独立項）と、発明1に区分された請求項1－3又は発明2に区分された請求項14との間に、同一の又は対応する特別な技術的特徴（STF）が存在しない。

さらに、請求項15は、請求項1又は請求項14の従属請求項ではない。また、請求項15は、発明1又は発明2に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項15は、発明1及び発明2のいずれにも区分できない。請求項15に従属する請求項16－20についても同様である。

請求項15－20は、発明3に区分する。

以上から、この国際出願は、発明の単一性の要件を満たしていない。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。 請求項1－13

追加調査手数料の異議の  
申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

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/JP2023/041827

| 引用文献 |              |    | 公表日        | パテントファミリー文献                                                                             | 公表日 |
|------|--------------|----|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| JP   | 2020-153751  | A  | 24.09.2020 | US 2022/0003853 A1<br>段落 [0025]-[0043], 図<br>1-7<br>WO 2020/189062 A1<br>CN 113678021 A |     |
| WO   | 2020/188782  | A1 | 24.09.2020 | US 2021/0333372 A1<br>段落 [0051], [0084]-<br>[0102], 図 5                                 |     |
| JP   | 2010-175487  | A  | 12.08.2010 | US 2010/0194583 A1<br>段落 [0223], 図 45                                                   |     |
| JP   | 2018-72078   | A  | 10.05.2018 | (ファミリーなし)                                                                               |     |
| US   | 2017/0261371 | A1 | 14.09.2017 | KR 10-2017-0104879 A<br>全文, 全図                                                          |     |