

(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
2025年2月20日(20.02.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/037565 A1

(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/JP2024/028314

(22) 国際出願日: 2024年8月7日(07.08.2024)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2023-132036 2023年8月14日(14.08.2023) 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).

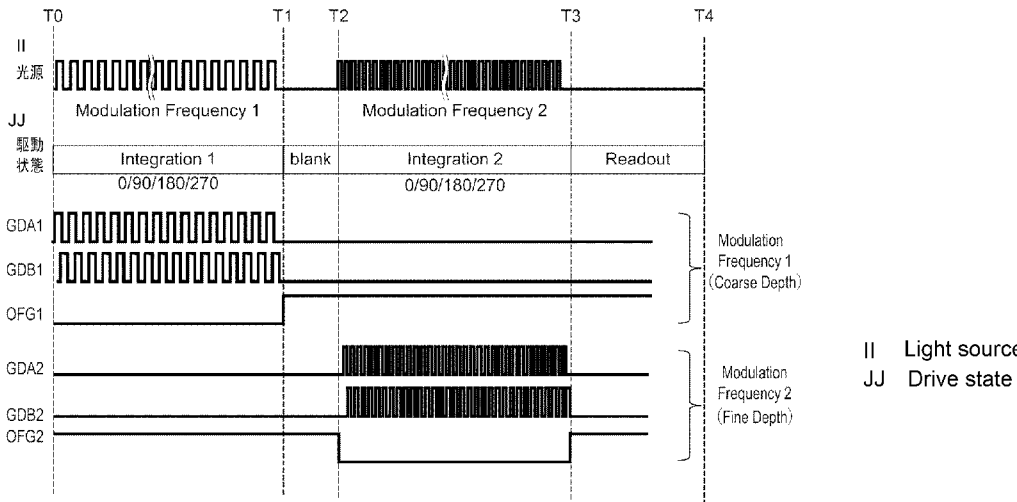
(72) 発明者: 横川 創造 (YOKOGAWA Sozo); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP). 小玉 小桃(KODAMA Komomo); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 宮嶋 学 (MIYAJIMA Manabu); 〒1000005 東京都千代田区丸の内1丁目6番6号 日本生命丸の内ビル 協和特許法律事務所 Tokyo (JP).

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

(54) Title: RANGING DEVICE AND RANGING METHOD

(54) 発明の名称: 測距装置、および測距方法



(57) Abstract: [Problem] The problem according to the present disclosure is to provide a ranging device and a ranging method which are capable of suppressing a decrease in the accuracy of measuring a ranging value generated on the basis of a phase difference. [Solution] To this end, provided is a ranging device which, according to the present disclosure, comprises: a ranging sensor having a first charge storage part for storing signal charges using a first drive frequency and a second charge storage part for storing signal charges using a second drive frequency; a control unit for setting a switching period for switching from first irradiation light to second irradiation light shorter than a reading period for reading a first signal corresponding to an accumulated charge of the first charge storage part and a second signal corresponding to an accumulated charge of the second charge storage part; a reading unit for reading the first signal and the second signal; and a signal processing unit for generating a distance measurement value by generating, on the basis of the first signal and as a first phase difference, the time until light is received as reflected light, and generating, on the basis of the second signal

EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, 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))

and as a second phase difference, the time until light is received as reflected light.

(57) 要約: [課題] 本開示では、位相差に基づき生成する測距値の測定精度の低下を抑制可能な測距装置、および測距方法を提供する。[解決手段] 上記の課題を解決するために、本開示によれば、第1駆動周波数により、信号電荷を蓄積する第1電荷蓄積部と、第2駆動周波数により、信号電荷を蓄積する第2電荷蓄積部と、を有する測距センサと、第1電荷蓄積部の蓄積電荷に応じた第1信号、及び第2電荷蓄積部の蓄積電荷に応じた第2信号を読み出す読み出し期間より、第1照射光から第2照射光に切り替える切り替え期間を短く設定する制御部と、第1信号、及び第2信号を読み出す読み出し部と、第1信号に基づき、第1位相差として生成し、第2信号に基づき、反射光として受光されるまでの時間を第2位相差として生成して、測距値を生成する信号処理部と、を備える測距装置が提供される。

明 細 書

発明の名称：測距装置、および測距方法

技術分野

[0001] 本開示は、測距装置、および測距方法に関する。

背景技術

[0002] 測距モジュールにおける測距方法としては、例えば間接T o F方式（I n d i r e c t T i m e o f F l i g h t）が一般に知られている。この間接T o F方式では、物体に向かってパターン光が照射されてから反射光として受光されるまでの時間を位相差として生成し、この位相差に基づき測距値を生成する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2022-111663号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところが、間接T o F方式の距離の測定では、A C変調光を繰り返して照射する。さらに、2つの電荷蓄積部に振り分ける変調周波数を複数設定して動作させる。この変調周波数は、4種類の位相（0、90、180、270度）を有し、4回のデータ読み出しが必要になってしまう。さらに、複数のA C変調光を用いて、測定精度をより上げる測定が実施される場合がある。この場合、複数のA C変調光に対して、変調周波数は、4種類の位相（0、90、180、270度）を有し、一般に8回のデータ読み出しが必要になってしまう。このため、測距対象が移動体である場合に、測定期間が長くなり測定精度が低下してしまう恐れがある。

[0005] そこで、本開示では、位相差に基づき生成する測距値の測定精度の低下を抑制可能な測距装置、および測距方法を提供する。

課題を解決するための手段

[0006] 上記の課題を解決するために、本開示によれば、

第1変調周波数の第1照射光と、第1変調周波数と異なる第2変調周波数の第2照射光を順に照射し、物体で反射されて返ってきた反射光を用いて距離値を生成する測距装置であって、

前記第1変調周波数に同期した第1駆動周波数により、第1光電変換部で生成された信号電荷を蓄積する第1電荷蓄積部と、前記第2変調周波数に同期した第2駆動周波数により、第2光電変換部で生成された信号電荷を蓄積する第2電荷蓄積部と、を有する測距センサと、

前記第1電荷蓄積部の蓄積電荷に応じた第1信号、及び前記第2電荷蓄積部の蓄積電荷に応じた第2信号を前記第2照射光の照射後に読み出す読み出し期間より、前記第1照射光から前記第2照射光に切り替える切り替え期間を短く制御する制御部と、

前記第1信号に基づき、前記反射光として受光されるまでの時間を第1位相差として生成し、前記第2信号に基づき、前記反射光として受光されるまでの時間を第2位相差として生成して、前記第1位相差、及び前記第2位相差を用いて測距値を生成する信号処理部と、

を備える、測距装置が提供される。

[0007] 前記測距センサは、前記第1電荷蓄積部を有する複数の画素群と、前記第2電荷蓄積部を有する複数の画素群と、を混載してもよい。

[0008] 前記測距センサは、前記第1光電変換部に所定の電位を供給可能である第1電荷排出トランジスタと、前記第2光電変換部に所定の電位を供給可能である第2電荷排出トランジスタと、を更に有し、

前記制御部は、前記第2照射光を照射する期間において前記第1電荷排出トランジスタを導通状態とし、且つ前記第2電荷排出トランジスタを非導通状態とし、

前記第1照射光を照射する期間において前記第1電荷排出トランジスタを非導通状態とし、且つ前記第2電荷排出トランジスタを導通状態としてもよい。

[0009] 前記測距センサは、前記第1光電変換部に所定の電位を供給可能である第1電荷排出トランジスタと、前記第2光電変換部に所定の電位を供給可能である第2電荷排出トランジスタと、を更に有し、

前記制御部は、前記第2照射光を照射する期間において前記第1電荷排出トランジスタを非導通状態と導通状態とを繰り返えさせ、前記第1照射光を照射する期間において前記第2電荷排出トランジスタを非導通状態と導通状態とを繰り返えさせてもよい。

[0010] 前記第1光電変換部を有する第1画素は、前記第1変調周波数と同位相である0度のパルス駆動信号に従い、前記第1電荷蓄積部の第1の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、前記第1変調周波数と180度位相が異なる180度のパルス駆動信号に従い、前記第1電荷蓄積部の第2の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、

前記第1画素と隣接し、前記第1光電変換部を有する第2画素は、前記第1変調周波数と90度位相が異なる90度のパルス駆動信号に従い、前記第1電荷蓄積部の第3の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、前記第1変調周波数と270度位相が異なる270度のパルス駆動信号に従い、前記第1電荷蓄積部の第4の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、

前記信号処理部は、前記第1電荷蓄積部の前記第1乃至第4の電荷蓄積部それぞれに蓄積された電荷に基づき、前記第1位相差を生成してもよい。

[0011] 前記第2光電変換部を有する第3画素は、前記第2変調周波数と同位相である0度のパルス駆動信号に従い、前記第2電荷蓄積部の第1の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、前記第2変調周波数と180度位相が異なる180度のパルス駆動信号に従い、前記第2電荷蓄積部の第2の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、

前記第3画素と隣接し、前記第2光電変換部を有する第4画素は、前記第2変調周波数と90度位相が異なる90度のパルス駆動信号に従い、前記第2電荷蓄積部の第3の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、前記第2変調周波数と270度位相が異なる270度のパルス駆動信号に従い、前記第2電荷蓄積部

の第4の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、

前記信号処理部は、前記第2電荷蓄積部の前記第1乃至第4の電荷蓄積部それぞれに蓄積された電荷に基づき、前記第2位相差を生成してもよい。

[0012] 前記第1光電変換部を有する第5画素は、前記第1変調周波数と同位相である0度のパルス駆動信号に従い、前記第1電荷蓄積部の第1の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、前記第1変調周波数と90度位相が異なる90度のパルス駆動信号に従い、前記第1電荷蓄積部の第2の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、前記第1変調周波数と180度位相が異なる180度のパルス駆動信号に従い、前記第1電荷蓄積部の第3の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、前記第1変調周波数と270度位相が異なる270度のパルス駆動信号に従い、前記第1電荷蓄積部の第4の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、

前記信号処理部は、前記第1電荷蓄積部の第1乃至第4の電荷蓄積部のそれぞれに蓄積された電荷に基づき、前記第1位相差を生成してもよい。

[0013] 前記第2光電変換部を有する第6画素は、前記第2変調周波数と同位相である0度のパルス駆動信号に従い、前記第2電荷蓄積部の第1の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、前記第2変調周波数と90度位相が異なる90度のパルス駆動信号に従い、前記第2電荷蓄積部の第2の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、前記第2変調周波数と180度位相が異なる180度のパルス駆動信号に従い、前記第2電荷蓄積部の第3の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、前記第2変調周波数と270度位相が異なる270度のパルス駆動信号に従い、前記第2電荷蓄積部の第4の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、

前記信号処理部は、前記第2電荷蓄積部の第1乃至第4の電荷蓄積部のそれぞれに蓄積された電荷に基づき、前記第2位相差を生成してもよい。

[0014] 前記第5画素と前記第6画素とは、隣接してもよい。

[0015] 前記第1光電変換部と、前記第2光電変換部と、は同一の光電変換部であってもよい。

[0016] 第7画素は、前記第1変調周波数と同期し、位相の異なる2つのパルス駆動信号の一方に従い、前記第1電荷蓄積部の一方の電荷蓄積部に電荷を蓄積

し、前記位相の異なる２つのパルス駆動信号の他方に従い、前記第１電荷蓄積部の他方の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、

前記第２変調周波数と同期し、位相の異なる２つのパルス駆動信号の一方に従い、前記第２電荷蓄積部の一方の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、前記位相の異なる２つのパルス駆動信号の他方に従い、前記第２電荷蓄積部の他方の電荷蓄積部に電荷を蓄積してもよい。

[0017] 前記第７画素においては、前記第１変調周波数と同期し、位相の異なる２つのパルス駆動信号は、前記第１変調周波数と同位相である０度のパルス駆動信号と、前記第１変調周波数と１８０度位相が異なる１８０度のパルス駆動信号とであり、

前記第２変調周波数と同期し、位相の異なる２つのパルス駆動信号は、前記第２変調周波数と同位相である０度のパルス駆動信号と、前記第２変調周波数と１８０度位相が異なる１８０度のパルス駆動信号とであってもよい。

[0018] 前記第７画素に隣接する第８画素は、前記第７画素と同等の構成であって、前記第１変調周波数と同期し、位相の異なる２つのパルス駆動信号は、前記第１変調周波数と同位相である９０度のパルス駆動信号と、前記第１変調周波数と２７０度位相が異なる２７０度のパルス駆動信号とであり、

前記第２変調周波数と同期し、位相の異なる２つのパルス駆動信号は、前記第２変調周波数と同位相である９０度のパルス駆動信号と、前記第２変調周波数と２７０度位相が異なる２７０度のパルス駆動信号とであってもよい。

[0019] 前記第１変調周波数は、前記第２変調周波数よりも低周であってもよい。

[0020] 前記信号処理部は、前記第１位相差に応じた前記第２位相差の繰り返し周期と、前記第２位相差とに基づき、前記測距値を生成してもよい。

[0021] 前記第１変調周波数と前記第２変調周波数とは、同一の周期であってもよい。

[0022] 前記第１電荷蓄積部の第１の電荷蓄積部の蓄積電荷に基づく信号と、前記第２電荷蓄積部の第３の電荷蓄積部の蓄積電荷に基づく信号とを用いた第１

成分と、前記第 1 電荷蓄積部の第 2 の電荷蓄積部の蓄積電荷に基づく信号と、前記第 2 電荷蓄積部の第 2 の電荷蓄積部の蓄積電荷に基づく信号とを用いた第 2 成分と、を用いた第 1 信頼度と、

前記信号処理部は、前記第 2 電荷蓄積部の第 1 の電荷蓄積部の蓄積電荷に基づく信号と、前記第 2 電荷蓄積部の第 3 の電荷蓄積部の蓄積電荷に基づく信号とを用いた第 3 成分と、前記第 1 電荷蓄積部の第 2 の電荷蓄積部の蓄積電荷に基づく信号と、前記第 2 電荷蓄積部の第 2 の電荷蓄積部の蓄積電荷に基づく信号とを用いた第 4 成分と、を用いた第 2 信頼度と、を生成し、

前記第 1 信頼度と前記第 2 信頼度との差が所定値以内である場合に、

前記第 1 位相差に応じた前記第 2 位相差の繰り返し周期と、前記第 2 位相差とに基づき、前記測距値を生成してもよい。

[0023] 上記の課題を解決するために、本開示によれば、

第 1 変調周波数の第 1 照射光を照射し、物体で反射されて返ってきた反射光を用いて距離値を生成する測距装置であって、

前記第 1 変調周波数と同期し、前記第 1 変調周波数と同位相である 0 度のパルス駆動信号に従い、第 1 の電荷蓄積部に光電変換部で生成された信号電荷を蓄積し、前記第 1 変調周波数と 90 度位相の異なる 90 度のパルス駆動信号に従い、第 2 の電荷蓄積部に前記信号電荷を蓄積し、前記第 1 変調周波数と 180 度位相の異なる 180 度のパルス駆動信号に従い、第 3 の電荷蓄積部に前記信号電荷を蓄積し、前記第 1 変調周波数と 270 度位相の異なる 270 度のパルス駆動信号に従い、第 4 の電荷蓄積部に前記信号電荷を蓄積する第 10 画素を有する測距センサと、

前記第 1 の電荷蓄積部の蓄積電荷に基づく信号と、前記第 3 の電荷蓄積部の蓄積電荷に基づく信号との第 1 和信号と、

前記第 2 の電荷蓄積部の蓄積電荷に基づく信号と、前記第 3 の電荷蓄積部の蓄積電荷に基づく信号との第 2 和信号と、

前記第 1 和信号と前記第 2 和信号とに基づき、前記反射光として受光されるまでの時間を第 1 変調周波数よりも低周波に対応する第 1 位相差として生

生成して、測距値を生成する信号処理部と、
を備える測距装置が提供される。

[0024] 上記の課題を解決するために、本開示によれば、

第1変調周波数の第1照射光と、前記第1変調周波数と異なる第2変調周波数の第2照射光と、前記第1変調周波数の第3照射光と、を順に照射し、物体で反射されて返ってきた反射光を用いて距離値を生成する測距装置であって、

前記第1変調周波数に同期した第1駆動周波数により、第1光电変換部で生成された信号電荷を蓄積する第1電荷蓄積部と、前記第2変調周波数に同期した第2駆動周波数により、第2電変換部で生成された信号電荷を蓄積する第2電荷蓄積部と、を有する測距センサと、

前記第1照射光の照射の後に、前記第1電荷蓄積部の蓄積電荷に応じた第1信号を読み出し、前記第2電荷蓄積部の蓄積電荷に応じた第2信号を読み出し、前記第3照射光の照射の後に、前記第1電荷蓄積部の蓄積電荷に応じた第3信号を読み出す読み出し部と、

前記第1信号に基づき、前記反射光として受光されるまでの時間を第1位相差として生成し、前記第2信号に基づき、前記反射光として受光されるまでの時間を第2位相差として生成して、前記第3信号に基づき、前記反射光として受光されるまでの時間を第3位相差として生成して、前記第1位相差と、前記第3位相差との平均値と、前記第2位相差とを用いて測距値を生成する信号処理部と、

を備える測距装置が提供される。

[0025] 上記の課題を解決するために、本開示によれば、

第1変調周波数の第1照射光と、第1変調周波数と異なる第2変調周波数の第2照射光を物体に順に照射し、

前記第1変調周波数に同期した第1駆動周波数により、第1光电変換部で生成された信号電荷を蓄積する第1電荷蓄積部と、前記第2変調周波数に同期した第2駆動周波数により、第2電変換部で生成された信号電荷を蓄積す

る第2電荷蓄積部と、を有する測距センサを用いた測距方法であって、

前記第1電荷蓄積部の蓄積電荷に応じた第1信号、及び前記第2電荷蓄積部の蓄積電荷に応じた第2信号を前記第2照射光の照射後に読み出す読み出し期間より、前記第1照射光から前記第2照射光に切り替える切り替え期間を短くし、

前記第1信号に基づき、前記物体からの反射光として受光されるまでの時間を第1位相差として生成し、前記第2信号に基づき、前記反射光として受光されるまでの時間を第2位相差として生成して、前記第1位相差、及び前記第2位相差を用いて測距値を生成する、測距方法が提供される。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]本技術を適用した測距装置の概略構成例を示している図。

[図2]受光素子の構成例を示すブロック図。

[図3]測距センサの画素の機能別な配置例を示す図。

[図4]変調周波数 F_{mod1} の4隣接画素と、変調周波数 F_{mod2} の4隣接画素との配置例を模式的に示す図。

[図5]画素の詳細な回路構成例を示している図。

[図6]照射光の発光と画素の駆動を説明する図。

[図7]信号処理部の構成例を示すブロック図。

[図8]各位相における画素の第1タップの露光期間を、位相差が分かり易いように並べて示した図。

[図9]信頼度は、位相によらず一定であることを示す模式的な説明図。

[図10]本実施形態に係る駆動例を示すタイムチャート。

[図11]補間処理部の用いる画素と、画素との組み合わせ例を示す図。

[図12]第1距離値と、第2距離値を用いた補間処理部における距離値の演算方法を模式的に示す図。

[図13]物体の反射率と信頼度の関係を示す図。

[図14]2種の測定光を用いた場合の信頼度を示す図。

[図15]比較例1の駆動状態を模式的に示す図。

[図16]比較例1の物体とデプス値（測距値）の関係を模式的に示す図。

[図17]比較例2の駆動状態を模式的に示す図。

[図18]比較例2の物体とデプス値（測距値）の関係を模式的に示す図。

[図19]本実施形態に係る物体とデプス値（測距値）の関係を模式的に示す図。

[図20]3つの駆動モードを示す図。

[図21]図20と異なる3つの駆動モードを示す図。

[図22]補間処理例を示す図。

[図23]画素群に対する補間処理例を示す図

[図24]画素群に対する補間処理例を示す図。

[図25]本実施形態に係る制御例を示すフローチャート。

[図26]第1実施形態の変形例1に係る駆動例を示すタイムチャート。

[図27]第2実施形態に係る測距センサの構成例を示す図。

[図28]第2実施形態に係る駆動例を示すタイムチャート。

[図29]第3実施形態に係る駆動例を示すタイムチャート。

[図30]第4実施形態に係る測距装置の駆動例を示すタイムチャート。

[図31]画素を4 T A Pで構成した例を示す図。

[図32]図31の配置例における補間処理例を示す図。

[図33]3つの駆動モードを示す図。

[図34]図33と異なる3つの駆動モードを示す図。

[図35]図33と更に異なる3つの駆動モードを示す図。

[図36]図33と更に異なる3つの駆動モードを示す図。

発明を実施するための形態

[0027] 以下、図面を参照して、測距装置、および測距方法の実施形態について説明する。以下では、測距装置、および測距方法の主要な構成部分を中心に説明するが測距装置、および測距方法には、図示又は説明されていない構成部分や機能が存在しうる。以下の説明は、図示又は説明されていない構成部分や機能を除外するものではない。

[0028] (第1実施形態)

＜測距装置の構成例＞

図1は、本技術を適用した測距装置の概略構成例を示している図である。

図1の測距装置1は、一度の読み出しで、複数のAC変調光に対する全位相データの読み出しが可能なシステムである。

[0029] この測距装置1は、制御装置11、受光装置12、および、照明装置13を備える。受光装置12は、受光素子31およびレンズ32を備える。照明装置13は、LD21および発光部22を備える。

[0030] 制御装置11は、測距装置1全体の動作を制御する装置である。制御装置11は、受光装置12に対して、動作モードを指定して測定リクエストを供給する。

[0031] また、制御装置11は、測定リクエストに応じて受光装置12が受光した結果に基づいて生成した測定データを、受光装置12から取得する。制御装置11は、測距装置1の構成の一部ではなく、測距装置1の外部に、例えば、測距装置1が組み込まれるホスト装置の制御部として設けられてもよい。

[0032] ここで、制御装置11が受光装置12に対して指定可能な動作モードには、間接ToF方式による物体までの距離を測定する測距モードと、2次元の輝度画像を生成する2D画像撮影モードとがある。間接ToF方式の測距は、照射光が発光されたタイミングから、反射光が受光されるタイミングまでの飛行時間を位相差として検出し、物体までの距離を算出する測距である。2D画像撮影モードは、通常のイメージセンサのように、受光量に応じた2次元の輝度画像を出力するモードである。また、本実施形態に係る測距装置1は、複数の測距モードを有する。なお、測距モードの詳細は後述する。

[0033] 受光装置12の受光素子31は、制御装置11から測定リクエストが供給されると、制御部51（後述の図2参照）の制御下で、発光パルスをもLD21へ供給し、発光部22から照射光を発光させる。そして、受光素子31は、物体41及び物体42等の被写体からの反射光を、レンズ32を介して受光する。レンズ32は、被写体から反射されてきた反射光を入射光として受

光素子 3 1 の受光面に結像させる。なお、レンズ 3 2 の構成は任意であり、例えば、複数のレンズ群によりレンズ 3 2 を構成することも可能である。

[0034] 発光パルスは、発光部 2 2 の発光動作、および、受光素子 3 1 の受光動作の基準となるタイミング信号であり、例えば、オン (High) とオフ (Low) が繰り返されるパルス信号である。例えば、本実施形態に係る変調周波数 F_{mod1} のパルス信号を第 1 期間で生成した後に、変調周波数 F_{mod2} のパルス信号を第 2 期間で生成する。変調周波数 F_{mod1} は、低周波側の周波数で、例えば 20 MHz である。一方で、変調周波数 F_{mod2} は、高周波側の周波数で、例えば 100 MHz である。 F_{mod1} 側の測距精度は、例えば 360 度が 7.5 m に対応する。一方で、 F_{mod2} 側の測距精度は、例えば 360 度が 1.5 m に対応する。つまり、一つの距離画像 (デプス画像) を生成する際に、変調周波数 F_{mod1} のパルス信号を用いた測距 (Coarse Depth) と、変調周波数 F_{mod2} のパルス信号を用いた測距 (Fine Depth) と、が実行される。なお、本実施形態に係る変調周波数 F_{mod1} が第 1 変調周波数に対応し、変調周波数 F_{mod2} が第 2 変調周波数に対応する。

[0035] 受光素子 3 1 は、動作モードが測距モードの場合には、反射光の受光結果に基づいて、被写体までの距離情報を格納したデプス画像を生成し、測定データとして、制御装置 1 1 へ出力する。一方、動作モードが 2 D 画像撮影モードの場合には、受光装置 1 2 は、反射光の受光結果に基づいて、被写体の輝度画像を生成し、測定データとして、制御装置 1 1 へ出力する。受光素子 3 1 の具体的構成については、図 2 以降で詳述する。

[0036] 照明装置 1 3 の LD 2 1 は、例えば、発光部 2 2 を駆動するレーザドライバであり、受光素子 3 1 からの発光パルスに基づいて発光部 2 2 を駆動し、発光部 2 2 から照射光として AC 変調光を出力させる。発光部 2 2 は、例えば、VCSEL LED (Vertical Cavity Surface Emitting LASER LED) などで構成され、LD 2 1 の駆動により照射光を発光する。照射光には、例えば、波長が約 850 nm か

ら940nmの範囲の赤外光（IR光）が用いられる。

[0037] ＜受光素子の構成例＞

図2は、図1の受光素子31の構成例を示すブロック図である。

[0038] 受光素子31は、制御部51、測距センサ52、パルス生成回路53、タップ駆動部54、垂直駆動部55、カラム処理部56、水平駆動部57、信号処理部58、および、出力部59を含んで構成される。

[0039] 制御部51は、受光素子31全体の動作を制御する。例えば、制御部51は、制御装置11から供給される動作モードおよび測定リクエストを、不図示の入力部を介して取得する。また、制御部51は、動作モードに応じて、所定の変調周波数 F_{mod} の発光パルスの生成をパルス生成回路53へ指示する。制御部51は、動作モードに応じた動作を行うための制御信号を、タップ駆動部54、垂直駆動部55、カラム処理部56、水平駆動部57等へ供給する。すなわち、制御部51は、測距センサ52での電荷蓄積時間、及び、蓄積電荷の読み出し期間、パルス生成回路53を用いた照射光の照射時間、照射光の変調周波数を切り替える切り替え期間などを設定し、制御する。さらに、制御部51は、動作モードに応じて信号処理部58が行う所定の信号処理、例えば、複数の位相差に基づく距離値を生成させ、デプス画像（距離画像）を生成させる生成処理や、輝度画像の生成処理などを、信号処理部58へ指示する。

[0040] ＜画素の機能別配置例＞

測距センサ52には、複数の画素61が行列状に2次元配置されている。本実施形態に係る画素61の構成は同等であるが、タップ駆動部54を介した駆動信号の相違により、画素の機能を異ならせることが可能となる。

[0041] 図3は、測距センサ52の画素の機能別な配置例を示す図である。図3に示すように、2行毎に画素61の処理する受光周波数が異なる。例えば上から2行の画素61は、変調周波数 $F_{mod1} = 20\text{MHz}$ の計測光の処理を実施する。すなわち、上から2行の画素61は、ハイレベルとロウレベルの照度を有する20MHzの計測光を受光し、処理を実行する。

[0042] 更に、次の2行の画素61は、変調周波数 $F_{mod2} = 100\text{MHz}$ の計測光の処理を実施する。すなわち、次の2行の画素61は、ハイレベルとロウレベルの照度を有する 100MHz の計測光を受光し、処理を実行する。

[0043] また、変調周波数 $F_{mod1} = 20\text{MHz}$ の計測光の処理を実施する画素群は、例えば上下、左右に隣接する4画素が測距値を演算する際の組み合わせ例となる。図3内の「0」、「180」が位相0、180度に対応する計測画素に対応し、「90」、「270」が位相90、270度に対応する計測画素に対応する。

[0044] 同様に、変調周波数 $F_{mod1} = 100\text{MHz}$ の計測光の処理を実施する画素群は、例えば上下、左右に隣接する4画素が測距値を演算する際の組み合わせとなる。図3内の「0」、「180」が位相0、180度に対応する計測画素に対応し、「90」、「270」が位相90、270度に対応する計測画素に対応する。なお、これらの配置例は一例であり、これに限定されない。すなわち、変調周波数 F_{mod1} を処理する画素61と、変調周波数 F_{mod2} を処理する画素61と、を入れ替えることも可能である。同様に、位相0、180度に対応する計測画素と、位相90、270度に対応する計測画素と、を入れ替えることも可能である。或いは、変調周波数 F_{mod1} を処理する画素61と、変調周波数 F_{mod2} を処理する画素61と、を市松模様状に配置することも可能である。

[0045] 図4は、変調周波数 F_{mod1} の4隣接画素61A、B、C、Dと、変調周波数 F_{mod2} の4隣接画素61a、b、c、dとの配置例を模式的に示す図である。図4に示すように画素61は、2つの転送トランジスタ72A、Bを介して、電荷を蓄積する2つのタップ（電荷蓄積部）73A、Bに蓄積電荷を振り分ける。なお、本実施形態に係る画素61A、B、C、Dが有するタップ（電荷蓄積部）73A、Bが第1電荷蓄積部に対応する。また、本実施形態に係る画素61a、b、c、dが有するタップ（電荷蓄積部）73A、Bが第2電荷蓄積部に対応する。

[0046] 図4では、4隣接画素61A、B、C、Dは、変調周波数 F_{mod1} の照

射光の照射タイミングを基準に、位相を 0° 、 90° 、 180° 、および、 270° だけずらした受光タイミングでタップ73Aにより反射光を受光し、電荷を蓄積する。より具体的には、画素61Aは、照射光の照射タイミングに対して位相を 0° にして受光し、画素61Bは、照射光の照射タイミングに対して位相を 90° にして受光し、画素61Cは、照射光の照射タイミングに対して位相を 180° にして受光し、画素61Dは、照射光の照射タイミングに対して位相を 270° にして受光する、というように、位相を変えて反射光を受光し、電荷を蓄積する。

[0047] なお、 0° 、 90° 、 180° 、または、 270° の位相とは、特に言及しない限り、画素61のタップ73Aにおける位相を表す。タップ73Bは、第1タップとは反転した位相となるので、第1タップが 0° 、 90° 、 180° 、または、 270° の位相のとき、第2タップは、それぞれ、 180° 、 270° 、 0° 、または、 90° の位相となっている。また、タップ73Aを、第1タップと称し、タップ73Bを、第2タップとも称する場合がある。

[0048] 同様に、4隣接画素61a、b、c、dは、変調周波数 F_{mod2} の照射光の照射タイミングを基準に、位相を 0° 、 90° 、 180° 、および、 270° だけずらした受光タイミングでタップ73A（第1タップ）により反射光を受光する。より具体的には、画素61aは、照射光の照射タイミングに対して位相を 0° にして受光し、画素61bは、位相を 90° にして受光し、画素61cは、位相を 180° にして受光し、画素61dは、位相を 270° にして受光する、というように、位相を変えて反射光を受光する。このように、測距センサ52に2次元配置された各4隣接画素61A、B、C、D、及び各4隣接画素61a、b、c、dは、画素61の位置毎に照射光の照射タイミングに対して位相を変更することにより、位相の異なる受光信号を同時に生成可能である。このように、測距センサ52内の各4隣接画素61A、B、C、D、及び各4隣接画素61a、b、c、dが有するタップ73A、Bに信号電荷を蓄積することができるため、一度の読み出しで遠

距離測距に必要な変調周波数 F_{mod1} での位相情報と、高精度測距に必要な変調周波数 F_{mod2} での位相情報を一連の読み出しシーケンスでまとめて読み出すことができる。なお、本実施形態では、各4隣接画素61A、B、C、D、での測定後に、各4隣接画素61a、b、c、dでの測定をし、データを一度に読み出すシーケンス処理を実行するが、これに限定されない。

[0049] 再び図2を参照すると、測距センサ52には、画素行ごとに画素駆動線63が水平方向に沿って配線され、画素列ごとに2本の垂直信号線64Aおよび64Bが垂直方向に沿って配線されている。画素駆動線63は、各画素61から検出信号VSLを読み出す際の駆動を行うための駆動信号を伝送する。図2では、画素駆動線63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63の一端は、垂直駆動部55の各画素行に対応した出力端に接続されている。垂直信号線64Aは、第1タップの検出信号VSLAをカラム処理部56へ伝送する信号線であり、垂直信号線64Bは、第2タップの検出信号VSLBをカラム処理部56へ伝送する信号線である。

[0050] パルス生成回路53は、制御部51の制御にしたがい、所定の変調周波数 F_{mod} の発光パルスを生じ、照明装置13のLD21へ出力する。上述のように、発光パルスの変調周波数 F_{mod1} は、20MHzに設定され、変調周波数 F_{mod2} は100MHzに設定される。なお、この変調周波数は一例であり、この数値に限定されないものである。

[0051] また、パルス生成回路53は、変調周波数 F_{mod} の発光パルスに対応した駆動信号GDAおよびGDBを生じ、タップ駆動部54へ供給する。駆動信号GDAは、各画素61の光電変換部で生成された電荷を第1タップへ転送するための駆動信号であり、駆動信号GDBは、各画素61の光電変換部で生成された電荷を第2タップへ転送するための駆動信号である。本実施形態では、例えば駆動信号GDAと駆動信号GDBは、一方に対して他方の位相が反転した信号となっている。

[0052] タップ駆動部54は、パルス生成回路53から供給される、2つの駆動信号GDAおよびGDBを分配することで画素61単位の駆動信号GDA'と駆動信号GDB'を生成して、測距センサ52の各画素61に供給する。タップ駆動部54は、測距センサ52の画素列単位に駆動信号GDA'と駆動信号GDB'を供給することで、各画素61の2つのタップへの電荷振り分けを制御する。すなわち、駆動信号GDA'と駆動信号GDB'は、変調周波数 F_{mod1} のときの、周波数20MHzの[0deg]、[180deg]の位相を有するパルス信号の組み合わせ、或いは、周波数20MHzの[90deg]、[270deg]の位相を有するパルス信号の組み合わせである。すなわち、[0deg]、[180deg]の位相を有する組み合わせパルス信号は、画素61A、D(図4参照)に供給され、[90deg]、[270deg]の位相を有する組み合わせパルス信号は、画素61B、C(図4参照)に供給される。

[0053] 同様に、駆動信号GDA'と駆動信号GDB'は、変調周波数 F_{mod2} のときの、周波数100MHzの[0deg]、[180deg]の位相を有するパルス信号の組み合わせ、或いは、周波数100MHzの[90deg]、[270deg]の位相を有するパルス信号の組み合わせである。すなわち、[0deg]、[180deg]の位相を有する組み合わせパルス信号は、画素61a、d(図4参照)に供給され、[90deg]、[270deg]の位相を有する組み合わせパルス信号は、画素61b、c(図4参照)に供給される。

[0054] 垂直駆動部55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、画素行ごとに水平方向に沿って配線された画素駆動線63を介して、測距センサ52の各画素61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55によって選択走査された画素行の各画素61から出力される検出信号VSLAおよびVSLBは、画素信号として、垂直信号線64Aまたは64Bを通してカラム処理部56に供給される。

[0055] カラム処理部56は、測距センサ52の画素列毎に、選択行の各画素61

から垂直信号線 6 4 A または 6 4 B を介して入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。

例えば、カラム処理部 5 6 は、信号処理として、画素信号の A D（アナログデジタル）変換処理などを実行する。なお、本実施形態に係るカラム処理部 5 6 が読み出し部に対応する。

[0056] 水平駆動部 5 7 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 5 6 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 5 7 による選択走査により、カラム処理部 5 6 で信号処理された画素信号が順番に信号処理部 5 8 に出力される。

[0057] 信号処理部 5 8 は、所定の演算処理機能を有し、カラム処理部 5 6 から出力される画素信号に対して、所定の演算処理を必要に応じて行って、出力部 5 9 を介して、制御装置 1 1（図 1 参照）へ出力する。

[0058] 例えば、信号処理部 5 8 は、動作モードが測距モードの場合には、カラム処理部 5 6 から供給される各画素 6 1 のタップ毎の画素データ（検出信号 V S L A および V S L B）に基づいて、被写体までの距離情報を算出し、各画素の画素値として距離情報を格納したデプス画像を生成する処理を行う。

[0059] 例えば、信号処理部 5 8 は、動作モードが 2 D 画像撮影モードの場合には、カラム処理部 5 6 から供給される各画素 6 1 のタップ毎の画素データに基づいて、被写体の輝度画像を生成する処理を行う。なお、信号処理部 5 8 の詳細は、後述する。

[0060] 出力部 5 9 は、例えば、M I P I（M o b i l e I n d u s t r y P r o c e s s o r I n t e r f a c e）等の所定の通信インタフェース等で構成され、信号処理部 5 8 の演算処理結果であるデプス画像や輝度画像を、測定データとして、制御装置 1 1 へ出力する。

[0061] 以上のように構成される受光素子 3 1 は、制御装置 1 1 から指定された動作モードで受光動作を行う。動作モードとして測距モードが指定された場合には、受光素子 3 1 は、発光パルスの変調周波数 F_{mod} を、低速駆動 F_{mod1} と高速駆動 F_{mod2} の少なくとも 2 種類の変調周波数に切り替えて

受光動作を行い、デプス画像を生成して出力する。また、動作モードとして2D画像撮影モードが指定された場合には、受光素子31は、被写体の輝度画像を生成して出力する。2D画像撮影モードでは、測距モードと同様に所定の変調周波数 F_{mod} で照射光を発光させてもよいし、発光させなくてもよい。照射光を発光させない場合には、発光パルスの照明装置13への出力が停止される。本実施の形態では、低速駆動の第2の変調周波数 F_{mod2} で照射光を発光させて、受光することとして説明する。なお、2D画像撮影モードで照射光を発光させる場合の変調周波数 F_{mod} は、測距モードで動作させる場合のいずれかの変調周波数 F_{mod} と同じである必要はない。

[0062] <画素回路の構成例>

図5は、画素61の詳細な回路構成例を示している図である。図5の画素61は、光電変換部として光電変換素子（フォトダイオード）71を備える。また、画素61は、転送トランジスタ72、FD（浮遊拡散領域）73、FDゲートトランジスタ74、増幅トランジスタ75、リセットトランジスタ76、及び、選択トランジスタ77を、2つのタップに対応して2個ずつ有する。すなわち、画素61は、転送トランジスタ72Aおよび72B、FD73Aおよび73B、FDゲートトランジスタ74Aおよび74B、増幅トランジスタ75Aおよび75B、リセットトランジスタ76Aおよび76B、並びに、選択トランジスタ77Aおよび77Bを有し、符号にAが付された素子が第1タップ側の素子であり、符号にBが付された素子が第2タップ側の素子である。また、FD73Aおよび73Bが、光電変換素子71で生成された電荷を蓄積する2つのタップに相当する。画素61は、さらに、電荷排出トランジスタ78も有している。画素61に含まれる各トランジスタは、N型のMOSFETで構成される。上述のように、本実施形態に係るFD（浮遊拡散領域）73A、Bが電荷蓄積部に対応する。

[0063] 光電変換素子71は、受光した反射光の光量に応じた電荷を生成して蓄積する。なお、本実施形態に係る光電変換素子71が光電変換部に対応する。

[0064] 転送トランジスタ72Aは、ゲート電極に供給される駆動信号 GDA' が

アクティブ状態（High）になるとこれに応答して導通状態になることで、光電変換素子 71 に蓄積されている電荷を FD 73 A に転送する。転送トランジスタ 72 B は、ゲート電極に供給される駆動信号 GDB' がアクティブ状態（High）になるとこれに応答して導通状態になることで、光電変換素子 71 に蓄積されている電荷を FD 73 B に転送する。

[0065] FD 73 A は、光電変換素子 71 から転送されてきた電荷を一時的に蓄積し保持する第 1 タップの電荷蓄積部である。FD 73 B は、光電変換素子 71 から転送されてきた電荷を一時的に蓄積し保持する第 2 タップの電荷蓄積部である。

[0066] FD ゲートトランジスタ 74 A は、ゲート電極に供給される FD 駆動信号 FDG がアクティブ状態になるとこれに応答して導通状態になることで、FD ゲートトランジスタ 74 A とリセットトランジスタ 76 A との間の付加容量を、FD 73 A に接続させる。FD ゲートトランジスタ 74 B は、ゲート電極に供給される FD 駆動信号 FDG がアクティブ状態になるとこれに応答して導通状態になることで、FD ゲートトランジスタ 74 B とリセットトランジスタ 76 B との間の付加容量を、FD 73 B に接続させる。入射光の光量に応じて FD ゲートトランジスタ 74 のオンオフを動的に制御することで、蓄積容量を変更することができる。図 3 では、簡略化のため、FD 駆動信号線 81 が 1 本で、FD 駆動信号 FDG を FD ゲートトランジスタ 74 A および 74 B で共有する構成とされているが、実際には FD 駆動信号線 81 は、FD ゲートトランジスタ 74 A および 74 B それぞれに対して個別に設けられており、それぞれが排他的に動作されるようにオンまたはオフが制御される。

[0067] 増幅トランジスタ 75 A は、ソース電極が選択トランジスタ 77 A を介して垂直信号線 64 A と接続されることにより不図示の定電流源と接続し、ソースフォロワ回路を構成する。増幅トランジスタ 75 B は、ソース電極が選択トランジスタ 77 B を介して垂直信号線 64 B と接続されることにより不図示の定電流源と接続し、ソースフォロワ回路を構成する。

[0068] リセットトランジスタ 76 A は、ゲート電極に供給されるリセット駆動信号 R S T がアクティブ状態になるとこれに応答して導通状態になることで、F D 73 A の電位をリセットする。リセットトランジスタ 76 B は、ゲート電極に供給されるリセット駆動信号 R S T がアクティブ状態になるとこれに
応答して導通状態になることで、F D 73 B の電位をリセットする。なお、リセットトランジスタ 76 A および 76 B がアクティブ状態とされるとき、F D ゲートトランジスタ 74 A および 74 B も同時にアクティブ状態とされる。図 3 では、簡略化のため、リセット駆動信号線 82 が 1 本で、リセット駆動信号 R S T をリセットトランジスタ 76 A および 76 B で共有する構成とされているが、実際にはリセット駆動信号線 82 は、リセットトランジスタ 76 A および 76 B それぞれに対して個別に設けられており、それぞれが排他的に動作されるようにオンまたはオフが制御される。リセットトランジスタ 76 A および 76 B のドレインには、所定のドレイン電圧 R S T D R A I N が供給されている。

[0069] 選択トランジスタ 77 A は、増幅トランジスタ 75 A と垂直信号線 64 A との間に接続されており、ゲート電極に供給される選択信号 S E L がアクティブ状態になると導通し、増幅トランジスタ 75 A より出力される検出信号 V S L A を、垂直信号線 64 A に出力する。選択トランジスタ 77 B は、増幅トランジスタ 75 B と垂直信号線 64 B との間に接続されており、ゲート電極に供給される選択信号 S E L がアクティブ状態になると導通し、増幅トランジスタ 75 B より出力される検出信号 V S L B を、垂直信号線 64 B に出力する。図 5 では、簡略化のため、選択信号線 83 が 1 本で、選択信号 S E L を選択トランジスタ 77 A および 77 B で共有する構成とされているが、実際には選択信号線 83 は、選択トランジスタ 77 A および 77 B それぞれに対して個別に設けられており、それぞれが排他的に動作されるようにオンまたはオフが制御される。

[0070] 電荷排出トランジスタ 78 は、排出駆動信号線 84 を介してゲート電極に供給される排出駆動信号 O F G がアクティブ状態になるとこれに
応答して導

通状態になることで、光電変換素子 71 に蓄積された電荷を排出する。

[0071] <画素動作と画素信号の説明>

図 6 は、照射光の発光と画素の駆動を説明する図である。図 5 を参照しつつ、図 6 に基づき、画素 61A の動作例について説明する。ここでは、駆動信号 GDA' と駆動信号 GDB' は、 $[0deg]$ 、 $[180deg]$ の位相を有するパルス信号の組み合わせの例である。

[0072] 横軸は時間であり、上から照射光、反射光、位相 0 度の駆動信号 GDA' 、位相 180 度の駆動信号 GDB' である。照射光は、ハイレベルが高光度、ロウレベルが低光度の発光パルスの変調周波数 $F_{mod} (1/2T)$ を示す。反射光は、照射光から時間 ΔT 遅れて物体 41 から戻ってきた戻り光を示す。

[0073] 駆動信号 GDA' は、転送トランジスタ 72A に供給されるゲート信号であり、駆動信号 GDB' は、転送トランジスタ 72B に供給されるゲート信号である。

[0074] まず、受光が行われる前に画素 61 の電荷をリセットするリセット動作が画素 61A で実行される。すなわち、FD ゲートトランジスタ 74A および 74B、リセットトランジスタ 76A および 76B がオンにされて、FD 73A および 73B の蓄積電荷が排出され、電荷排出トランジスタ 78 がオンにされて、光電変換素子 71 の蓄積電荷が排出される。

[0075] 蓄積電荷の排出後、変調周波数 F_{mod1} で受光が開始される。具体的には、発光部 22 から、図 6 に示されるように、照射時間 T で照射のオン／オフを繰り返すように変調された照射光が出力され、被写体までの距離に応じた遅延時間 ΔT だけ遅れて、光電変換素子 71 において反射光が受光される。照射光の 1 周期 ($=2T$) は、 $1/F_{mod1}$ となる。また、駆動信号 GDA' は、転送トランジスタ 72A のオン／オフを制御し、駆動信号 GDB' は、転送トランジスタ 72B のオン／オフを制御する。駆動信号 GDA' は、例えば、照射光と同一位相の信号であり、駆動信号 GDB' は、駆動信号 GDA' を反転した位相となっている。

[0076] 従って、図6において、光電変換素子71が反射光を受光することにより発生する電荷は、駆動信号GDA'に従って転送トランジスタ72Aがオンとなっている間ではFD73Aに転送され、駆動信号GDB'に従って転送トランジスタ72Bがオンとなっている間ではFD73B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72Aを介して転送された電荷はFD73Aに順次蓄積され、転送トランジスタ72Bを介して転送された電荷はFD73Bに順次蓄積される。FDゲートトランジスタ74Aおよび74Bがオンのときは、付加容量にも蓄積される。

[0077] 以上のように、画素61は、光電変換素子71が受光した反射光により発生する電荷を、遅延時間 ΔT に応じて第1タップ(FD73A)と第2タップ(FD73B)に振り分けて、第1タップの検出信号VSLAと、第2タップの検出信号VSLBのそれぞれを出力する。なお、FDゲートトランジスタ74Aおよび74Bがオンのときは、付加容量にも蓄積される。

[0078] 画素61Bは、[90deg]、[270deg]の位相を有するパルス信号の組み合わせであり、[90deg]の駆動信号GDA'は、[0deg]の駆動信号GDA'に対して位相が $T/2$ 遅れ、[270deg]の駆動信号GDA'は、[0deg]の駆動信号GDA'に対して位相が $T+T/2$ 遅れる。同様に、画素61Cは、[270deg]、[90deg]の位相を有するパルス信号の組み合わせであり、[270deg]の駆動信号GDA'は、[0deg]の駆動信号GDA'に対して位相が $T+T/2$ 遅れ、[90deg]の駆動信号GDA'は、[0deg]の駆動信号GDA'に対して位相が $T/2$ 遅れる。同様に、画素61Dは、[180deg]、[0deg]の位相を有するパルス信号の組み合わせであり、[180deg]の駆動信号GDA'は、[0deg]の駆動信号GDA'に対して位相が T 遅れ、[0deg]の駆動信号GDA'は、[0deg]の駆動信号GDA'と同相である。後の動作は、画素61Aと同様であるので、詳細な動作例の説明は省略する。同様に、画素61a、b、c、dは、照射光の1

周期 ($= 2T'$) は、 $1 / F \bmod 2$ となる点で、画素 61 A、B、C、D と相違する。それぞれの動作説明は画素 61 A、B、C、D と同様であるので、省略する。

[0079] ただし、測距センサ 52 では、個々の画素 61 が有する光電変換素子 71 や転送トランジスタ 72 等の画素トランジスタの各素子の特性のズレ（感度差）によって、画素 61 ごとに異なる影響が検出信号 VSL A および検出信号 VSL B に与えられる場合がある。そのため、間接 T o F 方式の測距装置 1 では、同一の画素 61 で位相を変えて反射光を受光した検出信号 VSL A および検出信号 VSL B を取得することにより、各画素 61 のタップ間の感度差を除去し、S N 比を向上させる手法が採用される。

[0080] <信号処理部の構成と演算処理>

ここで、図 7 乃至図 12 を参照しつつ、信号処理部 58 の構成例と、演算処理例を説明する。図 7 は、信号処理部 58 の構成例を示すブロック図である。図 7 に示すように、信号処理部 58 は、距離生成部 580 と、信頼度生成部 582 と、補間処理部 584 と、判定部 586 とを、有する。

[0081] <デプス値演算と信頼度>

距離生成部 580 は、デプス値を算出する方式として、例えば、4 P h a s e による検出方式（4 P h a s e 方式）と、2 P h a s e による検出方式（2 P h a s e 方式）と、を用いることが可能である。

[0082] 図 8 は、 0° 、 90° 、 180° 、および、 270° の各位相における画素 61 A、B、C、D の第 1 タップの露光期間を、位相差が分かり易いように並べて示した図である。上から照射光、反射光、画素 61 A、B、C、D の第 1 タップの露光期間 GDA__0、GDA__90、GDA__180、GDA__270 を示す。

[0083] 図 8 に示されるように、第 1 タップにおいて、照射光と同一の位相（位相 0° ）で受光して得られる検出信号 VSL A を検出信号 A0、照射光と 90° 度ずらした位相（位相 90° ）で受光して得られる検出信号 VSL A を検出信号 A90、照射光と 180° 度ずらした位相（位相 180° ）で受光して得

られる検出信号VSLAを検出信号A180、照射光と270度ずらした位相（位相270°）で受光して得られる検出信号VSLAを検出信号A270、と称する。

[0084] また、図示は省略するが、第2タップにおいて、照射光と同一の位相（位相0°）で受光して得られる検出信号VSLBを検出信号B0、照射光と90度ずらした位相（位相90°）で受光して得られる検出信号VSLBを検出信号B90、照射光と180度ずらした位相（位相180°）で受光して得られる検出信号VSLBを検出信号B180、照射光と270度ずらした位相（位相270°）で受光して得られる検出信号VSLBを検出信号B270、と称する。

[0085] 距離生成部580は、4Phaseによる検出方式（4Phase方式）では、（1）～（3）式にしたがった距離情報の演算処理を実行する。すなわち、距離生成部580は、間接ToF方式において、デプス値dは、次式（1）の演算を実行する。

$$d = (c \times \Delta T) / 2 = (c \times \eta) / 4\pi f \quad (1)$$

式（1）のcは光速であり、 ΔT は遅延時間であり、fは光の変調周波数Fmodを表す。また、式（1）の η は、反射光の位相差[rad]を表し、次式（2）で表される。

$$\eta = \text{Arctan}(Q/I)$$

（2） η は、 $0 \leq \phi < 2\pi$ の範囲である。

[0086] 4Phase方式では、式（2）のI、Qが、位相を0°、90°、180°、270°に設定して得られた検出信号A0乃至A270および検出信号B0乃至B270を用いて、次式（3）で計算される。I、Qは、照射光の輝度変化をsin波と仮定し、sin波の位相を極座標から直交座標系（IQ平面）に変換した信号である。

$$[0087] \quad I = c0 - c180 = (A0 - B0) - (A180 - B180)$$

$$Q = c90 - c270 = (A90 - B90) - (A270 - B270)$$

(3)

[0088] 信頼度生成部582は、信頼度Cfを、2Phase方式および4Phase方式のいずれにおいても、次式(4)で演算する。

[0089] 図9は、信頼度Cf(Confidence)は、位相によらず一定であることを示す模式的な説明図である。図9(a)は、上から照射光、c0、c180、c90、c270を示す図である。図9(b)は、上から照射光、c0、c180、c90、c270を示し、更に外光(Ambient光)La100、LA102を示す図である。図9(c)は、上から照射光、c0、c180、c90、c270、信頼度cnfを示し、更に外光(Ambient光)La100、LA102の絶対値La104、LA106を示す図である。

[0090] 図9に示すように、4Phase方式では、例えば、式(3)の“A0-A180”や“A90-A270”のように、同じ画素での逆位相の検出信号の差分を取ることで、各画素に存在するタップ間の特性ばらつき、すなわち、タップ間の感度差、及び外光差を除去することができる。これにより、図9(c)の信頼度Cfに示すように、位相によらず、一定値となる。

$$Cf = \text{Sqrt}(I \times I + Q \times Q)$$

(4)

[0091] このように、信頼度Cfのレベル(Level)は、画素61の積算(Integ)時間×光源のデューティ(Duty)×被写体反射率となる。式(4)から分かるように、信頼度Cfは、画素61A、B、C、Dで受光した反射光の大きさ、即ち輝度情報(輝度値)に相当する。

[0092] 一方、距離生成部580は、2Phase方式では、(1)、(2)、及び(5)式にしたがった距離情報の演算処理を実行する。2Phase方式では、位相0°と位相90°の2つの位相の検出信号を用いて、式(2)のI、Qが計算できる。すなわち、2Phase方式における式(2)のI、Qは、次式(5)となる。この値を(1)、(2)式に代入し、距離情報を演算する。

$$I = c_{00} - c_{180} = (A_{00} - B_{00})$$

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

(5)

[0093] 2 Phase方式では、各画素に存在するタップ間の特性ばらつきは除去することができないが、2つの位相の検出信号のみで物体までのデプス値dを求めることができるので、4 Phase方式の2倍の解像度で測距を行うことができる。タップ間の特性ばらつきは、例えば、ゲインやオフセット等の補正パラメータで調整することができる。

[0094] 図10は、本実施形態に係る駆動例を示すタイムチャートである。上から、光源の発光光量、駆動状態、GDA1信号、GDB1信号、OFG1信号、GDA2信号、GDB2信号、及びOFG2信号を示す。横軸は時間を示す。光源の発光光量、GDA1信号、GDB1信号、OFG1信号、GDA2信号、GDB2信号、及びOFG2信号は、それぞれハイレベル信号とロウレベル信号を示す。なお、画素61A、B、C、Dのそれぞれは、上述のようにGDA1信号、GDB1信号の位相が異なり、画素61a、b、c、dのそれぞれは、上述のようにGDA2信号、GDB2信号の位相が異なるが、図9では、説明を簡単にするために、一組の信号で代表して図示している。

[0095] 図4、及び5を参照しつつ、図10に示すように、時刻T0で、Fmod1 = 20MHzの発光が開始され、画素61A、B、C、Dは、電荷蓄積状態(Integration1)となる。すなわち、画素61A、B、C、Dにおける電荷排出トランジスタ78のゲートにロウレベルのOFG1信号が印加される。これにより、画素61A、B、C、Dにおける光電変換素子71は、光電変換を開始する。

[0096] このとき、画素61A、B、C、Dの転送トランジスタ72Aのゲートと、72Bのゲートとは、位相が変転した信号、GDA1信号、及びGDB1信号が20MHzでそれぞれ供給される。これにより、画素61A、B、C、Dでは、光電変換素子71の電位に応じた電荷が、20MHzで第1タ

ップであるFD73Aと、第2タップであるFD73Bとに振り分けられる。

[0097] 一方で、画素61a、b、c、dにおける電荷排出トランジスタ78のゲートにハイレベルのOFG2信号が印加されている。これにより、画素61a、b、c、dにおける光電変換素子71のカソードには、電位VDDが印加され、初期状態を維持する。同様に、画素61a、b、c、dの転送トランジスタ72Aのゲートと、72Bのゲートとにはロウレベル信号が供給され、非接続状態が維持される。

[0098] 時刻T1になると、画素61A、B、C、Dにおける電荷排出トランジスタ78のゲートにハイレベルのOFG1信号が印加され、光電変換素子71のカソードには、電位VDDが印加され、初期状態となり、電荷蓄積状態（Integration1）が終了する。また、時刻T1よりT/2時間前に、画素61A、B、C、Dの転送トランジスタ72Aのゲートと、72Bのゲートとにはロウレベル信号が供給され、非接続状態となる。これらの状態は、時刻T4まで維持される。

[0099] 時刻T2になると、発光部22のブランク期間が終了し、Fmod2=100MHzの発光が開始され、画素61a、b、c、dは、電荷蓄積状態（Integration2）となる。すなわち、画素61a、b、c、dにおける電荷排出トランジスタ78のゲートにロウレベルのOFG2信号が印加される。これにより、画素61a、b、c、dにおける光電変換素子71は、光電変換を開始する。

[0100] このとき、画素61a、b、c、dの転送トランジスタ72Aのゲートと、72Bのゲートとには、位相が反転した信号、GDA2信号、及びGDB3信号が100MHzでそれぞれ供給される。これにより、画素61a、b、c、dでは、光電変換素子71の電位に応じた電荷が、100MHzで第1タップであるFD73Aと、第2タップであるFD73Bとに振り分けられる。

[0101] 時刻T3になると、画素61a、b、c、dにおける電荷排出トランジス

タ78のゲートにハイレベルのOFG2信号が印加され、光電変換素子71のカソードには、電位VDDが印加され、初期状態となり、電荷蓄積状態(Integration2)が終了する。時刻T3よりT/2時間前に、画素61a、b、c、dの転送トランジスタ72Aのゲートと、72Bのゲートとにはロウレベル信号が供給され、非接続となる。これらの状態は、時刻T4まで維持される。

[0102] また、時刻T3になると、画素61A、B、C、Dと、画素61a、b、c、dとのトランジスタ77A、77Bにハイレベル信号が順次、或いは同時に供給され、蓄積電荷が読み出される。このように、画素61A、B、C、Dと、画素61a、b、c、dとの蓄積電荷が時刻T3からt5のデータ読み出し期間に読み出される。なお、時刻T0からT1の期間と、時刻T2からT3の期間は、例えば0.1~1msの期間に設定される。また、時刻T1からt2の期間は、例えば0.1msの期間に設定され、時刻T3からT4のデータ読み出し期間は、例えば5msの期間に設定される。これらから分かるように、時刻T3からT4のデータ読み出し期間が、距離情報を生成する際の処理時間の多くの割合、例えば、80%くらいの割合を占めることになる。また、Fmod1=20MHzのデータは距離位相のノイズに対して、Fmod2=100MHzのデータよりも相対的にロバストなため、先に低周波のデータを取得した後に、高周波のデータを取得することで、安定したDual Freq動作が可能になる。また、物体41からの反射光を受光したいタイミングのみ、各画素61は信号電荷の振り分け動作を行い、それ以外の期間については電荷排出トランジスタ78を導通状態にすることで、太陽光や他の測距センサからの外乱光により発生する信号電荷を排出することで、外乱光起因の測距精度の劣化を最小限にとどめることができる。

[0103] <組み合わせとデプス値演算>

図11は、補間処理部584の用いる画素61A、B、C、Dと、画素61a、b、c、dとの組み合わせ例を示す図である。図11(a)は、図3

と同様に、測距センサ 5 2 の画素の機能別な配置例を示す図であり、図 1 1 (b) は、補間処理部 5 8 4 の補間演算での、画素 6 1 A、B、C、D と、画素 6 1 a、b、c、d との組み合わせ例を示す図である。本実施形態では、補間処理部 5 8 4 の補間演算では、例えば隣接する画素 6 1 A、B、C、D と、画素 6 1 a、b、c、d との組み合わせを用いる。

[0104] ここで、画素 6 1 A、B、C、D と、画素 6 1 a、b、c、d との組み合わせを G_{rm} 、 n で示す。つまり、 n が行を示し、 m が列を示す。図 1 1 (b) では、 n が偶数を示す場合が、画素 6 1 A、B、C、D に対応し、 n が奇数を示す場合が、画素 6 1 a、b、c、d に対応する。

[0105] 画素 6 1 A、B、C、D から読み出された信号は、デジタル信号 (A_0 、 A_{90} 、 A_{180} 、 A_{270})、(B_0 、 B_{90} 、 B_{180} 、 B_{270}) に変換される。距離生成部 5 8 0 は、画素 6 1 A、B、C、D 毎に、(1) 式にしたがい、第 1 距離値 ($Coarse\ Depth$) $\phi_{m,n}$ (n は偶数) を演算する。そして、信頼度生成部 5 8 2 は、(4) 式にしたがい、信頼度 $C_{fm,n}$ (n は偶数) を演算する。

[0106] 一方で、画素 6 1 a、b、c、d から読み出された信号は、デジタル信号 (A_0 、 A_{90} 、 A_{180} 、 A_{270})、(B_0 、 B_{90} 、 B_{180} 、 B_{270}) に変換される。距離生成部 5 8 0 は、画素 6 1 a、b、c、d 毎に、(1) 式にしたがい、第 2 距離値距離 ($Fine\ Depth$) $\Phi_{m,n}$ (n は奇数) を演算する。そして、(信頼度生成部 5 8 2 は、(4) 式にしたがい、信頼度 $C_{fm,n}$ (n は奇数) を演算する。補間処理部 5 8 4 は、図 1 1 (b) に示すように、上下の距離値を用いて、例えば補間演算を実施する。

[0107] 図 1 2 は、第 1 距離値 ($Coarse\ Depth$) と、第 2 距離値 ($Fine\ Depth$) を用いた補間処理部 5 8 4 における距離値の演算方法を模式的に示す図である。横軸は測距距離値 ($Distance$) であり、縦軸は第 1 距離値 ($Coarse\ Depth$) と、第 2 距離値 ($Fine\ Depth$) を示す。

[0108] 例えば、 $G_{rm, n}$ (n は偶数)の距離値を演算する場合、 $\phi_{m, n}$ (n は偶数)、 $\Phi_{m, n-1}$ 、 $\Phi_{m, n+1}$ の値が用いられる。 $\phi_{m, n}$ (n は偶数)で第2距離値が何周期であるかを定める。図11では、繰り返し周期が2周期であり、第2距離値を $(\Phi_{m, n-1} + \Phi_{m, n+1}) / 2$ で演算する。

[0109] 上述のように、第1距離値 (Coarse Depth) は、360度 (1周期) が7.5mに対応し、第2距離値 (Fine Depth) の測距精度は、例えば360度 (1周期) が1.5mに対応する。つまり、図11では、繰り返し周期が2周期目であり、 $1.5m + (\Phi_{m, n-1} + \Phi_{m, n+1}) / 2$ が、 $G_{rm, n}$ (n は偶数)の距離値 (Distance) となる。

[0110] また、例えば、 $G_{rm, n}$ (n は奇数)の距離値を演算する場合、 $\Phi_{m, n}$ (n は奇数)、 $\phi_{m, n-1}$ 、 $\phi_{m, n+1}$ の値が用いられる。 $(\phi_{m, n-1} + \phi_{m, n+1}) / 2$ で第2距離値が何周期であるかを定める。図11では、2周期目であり、第2距離値を $\Phi_{m, n}$ (n は奇数)で定める。つまり、図11では、繰り返し周期が2周期目であり、 $1.5m + \Phi_{m, n}$ (n は奇数)が、 $G_{rm, n}$ (n は奇数)の距離値 (Distance) となる。このように、信号処理部58は、画素61A、B、C、Dの信号に基づき演算した第1位相差 η_1 (1式参照)に応じた画素61a、b、c、dの信号に基づき演算した第2位相差 η_2 (1式参照)の繰り返し周期と、第2位相差 η_2 とに基づき、測距値 (Distance) を生成する。このような処理をデエイリアシング (De-aliasing) 処理と称する場合がある。

[0111] <補間演算の条件>

ここで、図13、14を用いて、判定部586の判定処理例を説明する。判定部586は、補間処理部584の補間演算を実施するか否かを判定する。図13は、物体41の反射率と信頼度 C_f の関係を示す図である。横軸は距離値 (Distance) を示し、縦軸は信頼度 C_f を示す。上述したよ

うに、信頼度 C_f のレベル (Level) は、画素61の積算 (Integ) 時間 $\times$ 光源のデューティ (Duty) $\times$ 被写体反射率 $\div$ 距離値の二乗となる。すなわち、高反射率の物体41からの信頼度 C_f100 は、距離値の二乗に反比例し、低反射率の物体41からの信頼度 C_f102 よりも高い値を示す。

[0112] 図14は、100MHz、20MHzの2種の測定光を用いた場合の信頼度 C_f を示す図である。横軸は距離値 (Distance) を示し、縦軸は信頼度 C_f の値を示す信号 (Signal) を示す。図14に示すように、信頼度 C_f は、測定光の周波数には、依存しないものである。

[0113] そこで、本実施形態に係る判定部586では、図11で示した補間演算を実施する場合に、信頼度 C_f の値を参考にして、補間演算を実施するか否かを判定する。判定部586は、例えば、 $G_{rm, n}$ (n は奇数) の距離値を演算する場合、 $C_{fm, n}$ と、 $C_{fm, n+1}$ の値の差の絶対値が閾値 t_{h1} 未満であれば、 $\phi_{m, n+1}$ の値を補間に用い、 $C_{fm, n}$ と、 $C_{fm, n-1}$ の値の差の絶対値が閾値 t_{h1} 未満であれば、 $\phi_{m, n-1}$ の値を補間に用いると判定する。一方で、判定部586は、閾値 t_{h1} 以上であれば、補間に用いないと判定する。つまり判定部586が、 $\phi_{m, n+1}$ 、及び $\phi_{m, n-1}$ の値を補間に用いないと判定する場合には、補間処理部584は第2距離値 (Fine Depth) のみを出力する。このように、補間処理部584は、隣接する4画素に基づき算出される信頼度 C_f の値が所定値でないであれば、同一物体からの反射光と判断する。そして、補間処理部584は補間演算を実施する。

[0114] 同様に、判定部586は、例えば、 $G_{rm, n}$ (n は偶数) の距離値を演算する場合、 $C_{fm, n}$ と、 $C_{fm, n+1}$ の値の差の絶対値が閾値 t_{h1} 未満であれば、 $\Phi_{m, n+1}$ の値を補間に用い、 $C_{fm, n}$ と、 $C_{fm, n-1}$ の値の差の絶対値が閾値 t_{h1} 未満であれば、 $\Phi_{m, n-1}$ の値を補間に用いると判定する。一方で、判定部586は、閾値 t_{h1} 以上であれば、補間に用いないと判定する。つまり、判定部586が、 $\Phi_{m, n+1}$ 、及び

Φ_m 、 $n-1$ の値を補間に用いないと判定する場合には、補間処理部584は第1距離値(Coarse Depth)のみを出力する。

[0115] <比較例1>

図15は、比較例1の駆動状態を模式的に示す図である。受けから光源の発光状態、画素61の駆動状態をしめす。横軸は時間である。比較例1のような一般的な間接ToF方式では、一つの画素61において、時分割でデータが蓄積され、読み出される。つまり、変調周波数 F_{mod1} を用いて4位相に対応する4フレーム t_0 、 t_1 、 t_2 、 t_3 で(0度、90度、180度、270度)、及び(180度、270度、0度、90度)のデータ蓄積と、読み出しが順に行われる。

[0116] 同様に、変調周波数 F_{mod2} を用いて4位相に対応する4フレーム t_4 、 t_5 、 t_6 、 t_7 で(0度、90度、180度、270度)、及び(180度、270度、0度、90度)のデータ蓄積と、読み出しが順に行われる。このように、複数の変調周波数 F_{mod1} 、数 F_{mod2} で測距を行う場合には、1枚のデプス画像を出力するために、少なくとも8フレームの発光および読み出しを行う必要がある。読み出し時間は、データ蓄積時間の例えば5倍程度の時間を要する。

[0117] 図16は、比較例1の物体41とデプス値(測距値)の関係を模式的に示す図である。物体41は、移動体であり、読み出し時間は、データ蓄積時間の例えば5倍程度の時間を要するので、8フレーム t_0 、 t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 、 t_5 、 t_6 、 t_7 で、デプス値が変わってしまう。

[0118] <比較例2>

図17は、比較例2の駆動状態を模式的に示す図である。受けから光源の発光状態、画素61の駆動状態をしめす。横軸は時間である。比較例2は、本実施形態と同様に、画素61A、B、C、Dを有するが、画素61a、b、c、dを有さない例である。すなわち、画素61A、B、C、Dにより、変調周波数 F_{mod1} を用いて4位相に対応する1フレーム t_0 の蓄積と読み出しが行われた後に、更に、画素61A、B、C、Dにより、変調周波数

$F \bmod 2$ を用いて4位相に対応する1フレーム t_1 の蓄積と読み出しが行われる。

[0119] 図18は、比較例2の物体41とデプス値（測距値）の関係を模式的に示す図である。物体41は、移動体であり、読み出し時間は、データ蓄積時間の例えば5倍程度の時間を要するので、2フレーム t_0 、 t_1 で、デプス値が変わってしまう。

[0120] <本実施形態>

図19は、本実施形態に係る物体41とデプス値（測距値）の関係を模式的に示す図である。本実施形態に係る測距センサ52は、画素61A、B、C、D、画素61a、b、c、dとを独立して機能する画素61として構成している。これにより、それぞれ同時に蓄積電荷を蓄積することが可能である。このため、図10で示したように、時刻 $T_1 \sim T_2$ のブランク期間では、データの読み出しを行わずとも距離情報の生成が可能となる。これにより、画素61A、B、C、Dの電荷の蓄積を開始する時点 T_0 と、画素61a、b、c、dの電荷の蓄積を終了する時点 T_3 と、の時間を短縮化できる。これにより、画素61A、B、C、Dと、画素61a、b、c、dとの距離値の差をより抑制でき、距離情報の精度がより向上する。このように、物体41に対してブレ（ブラー）がなく、一度にデータを読み出すために、低消費電力に寄与する。

[0121] <他の駆動モード>

測距センサ52の各画素61へ供給されるタップ駆動部54からの駆動信号により、駆動モードを変更可能である。

[0122] 図20は、3つの駆動モードを示す図である。図20では、4隣接の画素61A、B、C、Dを画素群610で示し、4隣接の画素61a、b、c、dを画素群612で示している。図20(a)は、図4と同等の構成であり、横ストライプの例である。図20(a)は、行毎に画素群610と画素群612とを構成している。図20(b)は、チェッカー（市松状）の構成例であり、画素群610と画素群612とを市松状に構成している。図20(c)

c) は、横ストライプの例であり、列毎に画素群 610 と画素群 612 とを構成している。

[0123] 図 21 は、図 20 と異なる 3 つの駆動モードを示す図である。4 隣接の画素 61D、C、B、A を画素群 610a で示し、4 隣接の画素 61d、c、b、a を画素群 612a で示している。つまり、4 位相を (0 度、90 度、180 度、270 度) の配置順から (180 度、270 度、0 度、90 度) の配置順に変更している。図 21 (a) は、行毎に画素群 610a と画素群 612a とを構成している。図 21 (b) は、チェッカー (市松状) の構成例であり、画素群 610a と画素群 612a とを市松状に構成している。図 21 (c) は、横ストライプの例であり、列毎に画素群 610a と画素群 612a とを構成している。このように、制御部 51 は、撮像目的に応じて、駆動モードを変更することが可能である。

[0124] 図 22 は、図 20 (b) の配置例における補間処理例を示す図である。図 22 (a) は、図 20 (b) と同様のチェッカー (市松状) の構成例を示す図である。図 22 (b) は、補間対照の隣接画素群を模式的に示す図である。

[0125] 図 23 は、画素群 610 に対する補間処理例を示す図である。図 23 (a) は、着目した画素群 610 の例を示し、図 23 (b) は、着目した画素群 610 の周辺の 4 隣接画素群 612 を示す図である。図 20 (b)、図 21 (b) で示すチェッカー (市松状) の構成例では、周辺の 4 画素群を補間に用いることが可能である。すなわち、判定部 586 は、画素群 610 に対しては、図 23 (b) に示すように、4 隣接の画素群 612 の信頼度 C_f の差分の絶対値が閾値 t_{h1} 未満であれば、補間に用いると判定し、閾値 t_{h1} 以上であれば、補間に用いないと判定する。上述のように信頼度 C_f は変調周波数によらないため、変調周波数が異なっても等距離にある同じ反射率を有する物体 41 に対しては、ほぼ同等な値を返す。このため、信頼度 C の値の相関を用いて方向判定 (補間に用いる隣接画素群を選定する判定) をすることで、単純に周囲の隣接画素群を用いて補間する場合に比べて、距離

画像の品質低下の少ないデアライジング（*de-aliasing*）処理が可能になる。

[0126] 図24は、画素群612に対する補間処理例を示す図である。図24（a）は、着目した画素群612の例を示し、図23（b）は、着目した画素群610の周辺の4隣接画素群612を6100、6102、6104、6106で示す図である。図23（b）では、画素群612の信頼度 C_f と、画素群6104、6106の信頼度の絶対値の差は閾値 $Th1$ 以上であり、画素群6100、6102の信頼度の絶対値の差は閾値 $Th1$ 未満である。この場合、判定部586は、画素群6100、6102を着目した画素群610の補間に用いると判定する。このように、判定部586は、画素群612に対しては、4隣接の画素群610の信頼度 C_f の差分の絶対値が閾値 $th1$ 未満であれば、補間に用いると判定し、閾値 $th1$ 以上であれば、補間に用いないと判定する。

[0127] 図25は、本実施形態に係る制御例を示すフローチャートである。ここでは、図20（b）、で示すチェッカー（市松状）の構成例で説明する。

[0128] まず、制御部51の制御下でパルス生成回路53が、 $F_{mod1} = 20\text{MHz}$ の発光パルスをLD21に供給し、 $F_{mod1} = 20\text{MHz}$ の発光が開始される（ステップS100）。次に、画素61A、B、C、Dは、電荷蓄積状態（*Integration1*）となる（ステップS102）。

[0129] 次に、制御部51の制御下でパルス生成回路53が、 $F_{mod2} = 100\text{MHz}$ の発光パルスをLD21に供給し、 $F_{mod2} = 100\text{MHz}$ の発光が開始される（ステップS104）。次に、画素61a、b、c、dは、電荷蓄積状態（*Integration1*）となる（ステップS106）。

[0130] 次に、信号処理部58の信頼度生成部582は、（4）式にしたがい信頼度 C_f を、画素群610、612毎に、AC光レベルとして演算する（ステップS108）。信号処理部58の判定部586は、4隣接する画素群610と画素群612との信頼度 C_f の差分の絶対値を全画素群610、612に対して演算し、デエイリアシング（*De-aliasing*）処理を実施

するか否かを判定する（ステップS110）。

[0131] 次に、距離生成部580は、距離情報を全画素群610と全画素群612に対して演算する（ステップS108）。続けて、信号処理部58の信頼度生成部582は、（4）式にしたがい信頼度 C_f を、画素群610、612毎に、AC光レベルとして演算する（ステップS110）。

[0132] 判定部586は、4隣接する全画素群610の信頼度 C_f と全画素群612の信頼度 C_f との差分の絶対値を演算して、絶対値が閾値 t_{h1} 未満であるいか否かを判定する（ステップS112）。4隣接する画素群と差分値の絶対値が全て閾値 t_{h1} 以上である場合に（ステップS112のN）、補間処理部584は、画素群610、612毎の距離情報をデエイリアシング（De-aliasing）処理を実施せずに出力し（ステップS114）、処理を終了する

[0133] 一方で、判定部586は、四隣接の画素群のいずれかが閾値 t_{h1} 未満であると判定する場合（ステップS112のY）、画素群の距離画像（図22の（b）参照）を生成する（ステップS116）。続けて、判定部586は、四隣接の画素群の値に応じて、補間方向を判定する。例えば、四隣接の画素群の値を全てが閾値 t_{h1} 未満である場合には、水平、又は垂直方向を選択する（ステップS116）。この場合、四隣接の画素群の内の3画素群の値を用いる場合には、任意の2画素群を選択してもよい。或いは、四隣接の画素群全てを選択してもよい。

[0134] 次に、補間処理部584は、ステップ116で選択した画素群の平均値を補間強度値として演算する（ステップS118）。そして、補間強度値を用いて全画素群610、612に対してデエイリアシング（De-aliasing）処理を実施し（ステップS120）、処理を終了する。

[0135] 以上説明したように、本実施形態によれば、変調周波数 F_{mod1} に対応する画素61A、B、C、Dと、変調周波数 F_{mod2} に対応する画素61a、b、c、dとを、測距センサ52に混載することとした。これにより、画素61A、B、C、Dと画素61a、b、c、dとを独立に駆動可能とな

り、変調周波数 F_{mod2} の照射光の照射後の画素 61A、B、C、D、及び画素 61a、b、c、d から信号を読み出す読み出し期間より、変調周波数 F_{mod1} の照射光から変調周波数 F_{mod2} の第2照射光に切り替える切り替え期間を短く制御することが可能となる。これにより、変調周波数 F_{mod1} での測定期間の物体 41 の位置に基づくと、変調周波数 F_{mod2} での測定期間の物体 41 の位置との距離差（ブラー）を抑制可能となり、位相差に基づき生成する測距値の測定精度の低下を抑制できる。

[0136] （第1実施形態の変形例1）

第1実施形態の変形例1に係る測距装置1は、外乱光を排出する期間中も、信号電荷の振り分け期間中と同じように高い周波数でオーバーフローゲートをON/OFFする点で、第1実施形態に係る測距装置1と相違する。以下では、第1実施形態に係る測距装置1と相違する点を説明する。

[0137] 図26は、第1実施形態の変形例1に係る駆動例を示すタイムチャートである。上から、光源の発光光量、駆動状態、GDA1信号、GDB1信号、OFG1信号、GDA2信号、GDB2信号、及びOFG2信号を示す。横軸は時間を示す。光源の発光光量、GDA1信号、GDB1信号、OFG1信号、GDA2信号、GDB2信号、及びOFG2信号は、それぞれハイレベル信号とロウレベル信号を示す。

[0138] 図26に示すように、時刻 $T_1 \sim T_3$ の期間においても、OFG1信号をトグル駆動して、電荷排出トランジスタ78のON/OFFを繰り返す。同様に、時刻 $T_0 \sim T_2$ の期間においても、OFG2信号をトグル駆動して、電荷排出トランジスタ78のON/OFFを繰り返す。

[0139] このように、外乱光を排出する期間中も、信号電荷の振り分け期間中と同じように高い周波数で電荷排出トランジスタ78をON/OFFするため、電源変動の時間的な揺らぎが小さくなり、測距性能の安定化がより向上する。

[0140] （第2実施形態）

第2実施形態に係る測距装置1は、 $F_{mod2} = 100\text{MHz}$ 側は、4P

h a s e方式で演算し、 $F_{mod1} = 20\text{MHz}$ 側は、2 P h a s e方式で演算する点で、第1実施形態に係る測距装置1と相違する。以下では、第1実施形態に係る測距装置1と相違する点を説明する。

[0141] 図27は、第2実施形態に係る測距センサ52の構成例を示す図である。

図27に示すように、画素61a、b、c、dの画素群612により、全画素群612が構成される。

[0142] 図28は、第2実施形態に係る駆動例を示すタイムチャートである。上から、光源の発光光量、駆動状態、T A P A信号、T A P B信号、T A P C信号、T A P D信号を示す。横軸は時間を示す。光源の発光光量、T A P A信号、T A P B信号、T A P C信号、T A P D信号は、それぞれハイレベル信号とロウレベル信号を示す。T A P A信号、T A P B信号、T A P C信号、T A P D信号は、転送トランジスタ72A、72B、72C、72Dのゲート信号を示す。転送トランジスタ72A、72Bは、[0度、180度]の位相に対応し、転送トランジスタ72C、72Dは、[90度、270度]の位相に対応する。

[0143] 距離生成部580は、 $F_{mod2} = 100\text{MHz}$ 側のデプス値dを(1)～(3)式に従い演算する。一方で、距離生成部580は、 $F_{mod1} = 20\text{MHz}$ 側のデプス値dを(1)、(2)、(5)式に従い演算する。この場合、T A P A + T A P Bの信号値と、T A P C + T A P Dの信号値と、を用いる。すなわち、T A P A + T A P Bの信号値は、 $FD73A + FD73B$ の信号値であり、T A P C + T A P Dの信号値は、 $FD73C + FD73D$ の信号値である。

[0144] このように、[0 + 180]、[90 + 270]度の和信号により $F_{mod1} = 20\text{MHz}$ 側の低周波数成分の位相情報を取得することが可能となる。これにより、画素群612に対して統一した駆動が可能となり、空間的な分布に対する補間も不要とすることも可能となる。

[0145] (第3実施形態)

第3実施形態に係る測距装置1は、 $F_{mod1} = 20\text{MHz}$ 側での測距情

報を2度取得し、時間平均する点で、第1実施形態に係る測距装置1と相違する。以下では、第1実施形態に係る測距装置1と相違する点を説明する。

[0146] 図29は、第3実施形態に係る駆動例を示すタイムチャートである。上から、光源の発光光量、駆動状態を示す。図29(a)は、1回目の画素群610の距離値 $L100$ と、2回目の画素群610の距離値 $L102$ と、平均値 $L104$ との関係を示す図である。図29(b)は、画素群612の距離値 $L106$ 、平均値 $L104$ とを用いたデエイリアシング (De-aliasing) 処理結果を示す図である。このように、信号処理部58は、1回目の画素群610の距離値 $L100$ と、2回目の画素群610の距離値 $L102$ の平均値 $L104$ と、画素群612の距離値 $L106$ とを用いて、デエイリアシング (De-aliasing) 処理を実行するために、物体41の重心ズレ (ブラー) を解消することができる。

[0147] (第4実施形態)

第4実施形態に係る測距装置1は、変調周波数 F_{mod} を3種類以上有する点で、第1実施形態に係る測距装置1と相違する。以下では、第1実施形態に係る測距装置1と相違する点を説明する。

[0148] 第4実施形態に係る測距装置1の測距センサ52は、変調周波数 $F_{mod1} = 20\text{MHz}$ に対応する第1画素群と、変調周波数 $F_{mod2} = 100\text{MHz}$ に対応する第2画素群と、変調周波数 $F_{modN} = 200\text{MHz}$ に対応する第3画素群と、を有する。変調周波数 F_{modN} は、例えば 200MHz であるが、これに限定されない。

[0149] 図30は、第4実施形態に係る測距装置1の駆動例を示すタイムチャートである。上から、光源の発光光量、駆動状態を示す。横軸は時間を示す。図30に示すように、変調周波数 $F_{mod1} = 20\text{MHz}$ で、距離情報を生成した後に、変調周波数 $F_{mod2} = 100\text{MHz}$ で距離情報を生成した後に、変調周波数 $F_{modN} = 200\text{MHz}$ で距離情報を生成する。このように、3種類以上の距離精度の情報を得ることが可能となる。

[0150] (第5実施形態)

第5実施形態に係る測距装置1は、画素61を4TAPで構成する点で、第1実施形態に係る測距装置1と相違する。以下では、第1実施形態に係る測距装置1と相違する点を説明する。

[0151] 図31は、画素を4TAPで構成した例を示す図である。4TAPで構成した画素614、616は、同等の構成を有する。以下の説明では変調周波数 $F_{mod1} = 20\text{MHz}$ の駆動に関しては、大文字のD、E、F、Gで示し、変調周波数 $F_{mod2} = 100\text{MHz}$ の駆動に関しては、小文字のd、e、f、gで示すこととする。また、発光パルスの基準位相に対して、0度の位相を、D、dで示し、90度の位相を、E、eで示し、180度の位相を、G、gで示し、270度の位相を、E、eで示すこととする。

[0152] 図31に示すように、画素614は、変調周波数 $F_{mod1} = 20\text{MHz}$ で駆動する画素であり、単一の光電変換部で生成された電子を、転送トランジスタ72D、E、F、Gを介して、電荷を蓄積する4つのタップ73D、E、F、Gに振り分ける。すなわち、転送トランジスタ72D、E、F、Gのゲートには、発光パルスの基準位相に対して、0度、90度、180度、270度の位相差を有する変調周波数 $F_{mod1} = 20\text{MHz}$ の駆動信号が供給される。すなわち、画素を2TAPで構成した場合には、2TAPに対して、1つの光電変換部が必要となるが、画素を3TAPで構成した場合には、4TAPに対して、1つの光電変換部が必要となる点で相違する。これにより、4TAPで構成した画素を用いることにより、測距センサ52をより小型化することが可能となる。

[0153] 一方で、画素616は、変調周波数 $F_{mod2} = 100\text{MHz}$ で駆動する画素であり、光電変換部で生成された電子を、転送トランジスタ72d、e、f、gを介して、電荷を蓄積する4つのタップ73d、e、f、gに振り分ける。すなわち、転送トランジスタ72d、e、f、gのゲートには、発光パルスの基準位相に対して、0度、90度、180度、270度の位相差を有する変調周波数 $F_{mod2} = 100\text{MHz}$ の駆動信号が供給される。

[0154] 図32は、図31の配置例における補間処理例を示す図である。図32（

a) は、図 3 1 と同様のチェッカー（市松状）の構成例を示す図である。図 3 2 (b) は、補間対照の隣接画素群を模式的に示す図である。このように、4 T A P で構成した画素 6 1 4、6 1 6 を用いて、2 T A P で構成した画素群 6 1 0、6 1 2 と同様の距離画像を単一の光電変換部により生成することが可能である。

＜4 T A P の駆動モード＞

測距センサ 5 2 の各画素へ供給されるタップ駆動部 5 4 からの駆動信号により、駆動モードを変更可能である。

[0155] 図 3 3 は、3 つの駆動モードを示す図である。図 3 3 (a) は、図 3 1 と同等の構成であり、チェッカー（市松状）の構成例である。図 3 2 (b) は、横ストライプの例である。行毎に画素 6 1 4 と画素 6 1 6 とを構成している。図 3 3 (c) は、縦ストライプの例であり、列毎に画素 6 1 4 と画素 6 1 6 とを構成している。

[0156] 図 3 4 は、図 3 3 と異なる 3 つの駆動モードを示す図である。画素 6 1 8 は、変調周波数変調周波数 $F_{mod1} = 20\text{MHz}$ で駆動する転送トランジスタ 7 2 D、E と、変調周波数 $F_{mod2} = 100\text{MHz}$ で駆動する転送トランジスタ 7 2 d、e と、を有する。一方で画素 6 2 0 は、変調周波数変調周波数 $F_{mod1} = 20\text{MHz}$ で駆動する転送トランジスタ 7 2 F、G と、変調周波数 $F_{mod2} = 100\text{MHz}$ で駆動する転送トランジスタ 7 2 f、g と、を有する。

[0157] 図 3 4 (a) は、横ストライプの例であり、行毎に画素 6 1 8 と画素 6 2 0 とを構成している。図 3 4 (b) は、縦ストライプの例であり、列毎に画素 6 1 8 と画素 6 2 0 とを構成している。図 3 4 (c) は、チェッカー（市松状）の構成例である。このように、同一画素 6 1 8、6 2 0 内に異なる変調周波数で駆動するゲートトランジスタを構成してもよい。

[0158] 図 3 5 は、図 3 3 と更に異なる 3 つの駆動モードを示す図である。画素 6 2 2 は、変調周波数変調周波数 $F_{mod1} = 20\text{MHz}$ で駆動する転送トランジスタ 7 2 D、G と、変調周波数 $F_{mod2} = 100\text{MHz}$ で駆動する転

送トランジスタ 72d、g と、を有する。一方で画素 624 は、変調周波数変調周波数 $F_{mod1} = 20\text{MHz}$ で駆動する転送トランジスタ 72F、E と、変調周波数 $F_{mod2} = 100\text{MHz}$ で駆動する転送トランジスタ 72f、e と、を有する。

[0159] 図 35 (a) は、横ストライプの例であり、行毎に画素 622 と画素 624 とを構成している。図 35 (b) は、縦ストライプの例であり、列毎に画素 622 と画素 624 とを構成している。図 35 (c) は、チェッカー（市松状）の構成例である。このように、同一画素 622 と画素 624 内に異なる変調周波数で駆動するゲートトランジスタを構成してもよい。

[0160] 図 36 は、図 33 と更に異なる 3 つの駆動モードを示す図である。画素 626 は、変調周波数変調周波数 $F_{mod1} = 20\text{MHz}$ で駆動する転送トランジスタ 72D、G と、変調周波数 $F_{mod2} = 100\text{MHz}$ で駆動する転送トランジスタ 72d、g と、を有する。一方で画素 624 は、変調周波数変調周波数 $F_{mod1} = 20\text{MHz}$ で駆動する転送トランジスタ 72F、E と、変調周波数 $F_{mod2} = 100\text{MHz}$ で駆動する転送トランジスタ 72f、e と、を有する。

[0161] 図 36 (a) は、横ストライプの例であり、行毎に画素 622 と画素 624 とを構成している。図 36 (b) は、縦ストライプの例であり、列毎に画素 622 と画素 624 とを構成している。図 36 (c) は、チェッカー（市松状）の構成例である。このように、同一画素 624 と画素 626 内に異なる変調周波数で駆動するゲートトランジスタを構成してもよい。

[0162] なお、本技術は以下のような構成を取ることができる。

[0163] (1)

第 1 変調周波数の第 1 照射光と、第 1 変調周波数と異なる第 2 変調周波数の第 2 照射光を順に照射し、物体で反射されて返ってきた反射光を用いて距離値を生成する測距装置であって、

前記第 1 変調周波数に同期した第 1 駆動周波数により、第 1 光電変換部で生成された信号電荷を蓄積する第 1 電荷蓄積部と、前記第 2 変調周波数に同

期した第2駆動周波数により、第2光電変換部で生成された信号電荷を蓄積する第2電荷蓄積部と、を有する測距センサと、

前記第1電荷蓄積部の蓄積電荷に応じた第1信号、及び前記第2電荷蓄積部の蓄積電荷に応じた第2信号を前記第2照射光の照射後に読み出す読み出し期間より、前記第1照射光から前記第2照射光に切り替える切り替え期間を短く制御する制御部と、

前記第1信号に基づき、前記反射光として受光されるまでの時間を第1位相差として生成し、前記第2信号に基づき、前記反射光として受光されるまでの時間を第2位相差として生成して、前記第1位相差、及び前記第2位相差を用いて測距値を生成する信号処理部と、

を備える。

[0164] (2)

前記測距センサは、前記第1電荷蓄積部を有する複数の画素群と、前記第2電荷蓄積部を有する複数の画素群と、を混載している、(1)に記載の測距装置。

[0165] (3)

前記測距センサは、前記第1光電変換部に所定の電位を供給可能である第1電荷排出トランジスタと、前記第2光電変換部に所定の電位を供給可能である第2電荷排出トランジスタと、を更に有し、

前記制御部は、前記第2照射光を照射する期間において前記第1電荷排出トランジスタを導通状態とし、且つ前記第2電荷排出トランジスタを非導通状態とし、

前記第1照射光を照射する期間において前記第1電荷排出トランジスタを非導通状態とし、且つ前記第2電荷排出トランジスタを導通状態とする、(1)に記載の測距装置。

[0166] (4)

前記測距センサは、前記第1光電変換部に所定の電位を供給可能である第1電荷排出トランジスタと、前記第2光電変換部に所定の電位を供給可能で

ある第2電荷排出トランジスタと、を更に有し、

前記制御部は、前記第2照射光を照射する期間において前記第1電荷排出トランジスタを非導通状態と導通状態とを繰り返えさせ、前記第1照射光を照射する期間において前記第2電荷排出トランジスタを非導通状態と導通状態とを繰り返えさせる、(2)に記載の測距装置。

[0167] (5)

前記第1光電変換部を有する第1画素は、前記第1変調周波数と同位相である0度のパルス駆動信号に従い、前記第1電荷蓄積部の第1の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、前記第1変調周波数と180度位相が異なる180度のパルス駆動信号に従い、前記第1電荷蓄積部の第2の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、

前記第1画素と隣接し、前記第1光電変換部を有する第2画素は、前記第1変調周波数と90度位相が異なる90度のパルス駆動信号に従い、前記第1電荷蓄積部の第3の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、前記第1変調周波数と270度位相が異なる270度のパルス駆動信号に従い、前記第1電荷蓄積部の第4の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、

前記信号処理部は、前記第1電荷蓄積部の前記第1乃至第4の電荷蓄積部それぞれに蓄積された電荷に基づき、前記第1位相差を生成する、(1)に記載の測距装置。

[0168] (6)

前記第2光電変換部を有する第3画素は、前記第2変調周波数と同位相である0度のパルス駆動信号に従い、前記第2電荷蓄積部の第1の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、前記第2変調周波数と180度位相が異なる180度のパルス駆動信号に従い、前記第2電荷蓄積部の第2の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、

前記第3画素と隣接し、前記第2光電変換部を有する第4画素は、前記第2変調周波数と90度位相が異なる90度のパルス駆動信号に従い、前記第2電荷蓄積部の第3の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、前記第2変調周波数と2

70度位相が異なる270度のパルス駆動信号に従い、前記第2電荷蓄積部の第4の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、

前記信号処理部は、前記第2電荷蓄積部の前記第1乃至第4の電荷蓄積部それぞれに蓄積された電荷に基づき、前記第2位相差を生成する、(5)に記載の測距装置。

[0169] (7)

前記第1光電変換部を有する第5画素は、前記第1変調周波数と同位相である0度のパルス駆動信号に従い、前記第1電荷蓄積部の第1の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、前記第1変調周波数と90度位相が異なる90度のパルス駆動信号に従い、前記第1電荷蓄積部の第2の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、前記第1変調周波数と180度位相が異なる180度のパルス駆動信号に従い、前記第1電荷蓄積部の第3の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、前記第1変調周波数と270度位相が異なる270度のパルス駆動信号に従い、前記第1電荷蓄積部の第4の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、

前記信号処理部は、前記第1電荷蓄積部の第1乃至第4の電荷蓄積部のそれぞれに蓄積された電荷に基づき、前記第1位相差を生成する、(1)に記載の測距装置。

[0170] (8)

前記第2光電変換部を有する第6画素は、前記第2変調周波数と同位相である0度のパルス駆動信号に従い、前記第2電荷蓄積部の第1の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、前記第2変調周波数と90度位相が異なる90度のパルス駆動信号に従い、前記第2電荷蓄積部の第2の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、前記第2変調周波数と180度位相が異なる180度のパルス駆動信号に従い、前記第2電荷蓄積部の第3の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、前記第2変調周波数と270度位相が異なる270度のパルス駆動信号に従い、前記第2電荷蓄積部の第4の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、

前記信号処理部は、前記第2電荷蓄積部の第1乃至第4の電荷蓄積部のそれぞれに蓄積された電荷に基づき、前記第2位相差を生成する、(7)に記載

載の測距装置。

[0171] (9)

前記第5画素と前記第6画素とは、隣接する、(8)に記載の測距装置。

[0172] (10)

前記第1光電変換部と、前記第2光電変換部と、は同一の光電変換部である、(1)に記載の測距装置。

[0173] (11)

第7画素は、前記第1変調周波数と同期し、位相の異なる2つのパルス駆動信号の一方に従い、前記第1電荷蓄積部の一方の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、前記位相の異なる2つのパルス駆動信号の他方に従い、前記第1電荷蓄積部の他方の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、

前記第2変調周波数と同期し、位相の異なる2つのパルス駆動信号の一方に従い、前記第2電荷蓄積部の一方の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、前記位相の異なる2つのパルス駆動信号の他方に従い、前記第2電荷蓄積部の他方の電荷蓄積部に電荷を蓄積する、(10)に記載の測距装置。

[0174] (12)

前記第7画素においては、前記第1変調周波数と同期し、位相の異なる2つのパルス駆動信号は、前記第1変調周波数と同位相である0度のパルス駆動信号と、前記第1変調周波数と180度位相が異なる180度のパルス駆動信号とであり、

前記第2変調周波数と同期し、位相の異なる2つのパルス駆動信号は、前記第2変調周波数と同位相である0度のパルス駆動信号と、前記第2変調周波数と180度位相が異なる180度のパルス駆動信号とである、(11)に記載の測距装置。

[0175] (13)

前記第7画素に隣接する第8画素は、前記第7画素と同等の構成であって、前記第1変調周波数と同期し、位相の異なる2つのパルス駆動信号は、前記第1変調周波数と同位相である90度のパルス駆動信号と、前記第1変調

周波数と270度位相が異なる270度のパルス駆動信号とであり、

前記第2変調周波数と同期し、位相の異なる2つのパルス駆動信号は、前記第2変調周波数と同位相である90度のパルス駆動信号と、前記第2変調周波数と270度位相が異なる270度のパルス駆動信号とである、(12)に記載の測距装置。

[0176] (14)

前記第1変調周波数は、前記第2変調周波数よりも低周である、(1)に記載の測距装置。

[0177] (15)

前記信号処理部は、前記第1位相差に応じた前記第2位相差の繰り返し周期と、前記第2位相差とに基づき、前記測距値を生成する、(14)に記載の測距装置。

[0178] (16)

前記第1変調周波数と前記第2変調周波数とは、同一の周期である、(1)に記載の測距装置。

[0179] (17)

前記第1電荷蓄積部の第1の電荷蓄積部の蓄積電荷に基づく信号と、前記第2電荷蓄積部の第3の電荷蓄積部の蓄積電荷に基づく信号とを用いた第1成分と、前記第1電荷蓄積部の第2の電荷蓄積部の蓄積電荷に基づく信号と、前記第2電荷蓄積部の第2の電荷蓄積部の蓄積電荷に基づく信号とを用いた第2成分と、を用いた第1信頼度と、

前記信号処理部は、前記第2電荷蓄積部の第1の電荷蓄積部の蓄積電荷に基づく信号と、前記第2電荷蓄積部の第3の電荷蓄積部の蓄積電荷に基づく信号とを用いた第3成分と、前記第1電荷蓄積部の第2の電荷蓄積部の蓄積電荷に基づく信号と、前記第2電荷蓄積部の第2の電荷蓄積部の蓄積電荷に基づく信号とを用いた第4成分と、を用いた第2信頼度と、を生成し、

前記第1信頼度と前記第2信頼度との差が所定値以内である場合に、

前記第1位相差に応じた前記第2位相差の繰り返し周期と、前記第2位相

差とに基づき、前記測距値を生成する、(6)に記載の測距装置。

[0180] (18)

第1変調周波数の第1照射光を照射し、物体で反射されて返ってきた反射光を用いて距離値を生成する測距装置であって、

前記第1変調周波数と同期し、前記第1変調周波数と同位相である0度のパルス駆動信号に従い、第1の電荷蓄積部に光電変換部で生成された信号電荷を蓄積し、前記第1変調周波数と90度位相の異なる90度のパルス駆動信号に従い、第2の電荷蓄積部に前記信号電荷を蓄積し、前記第1変調周波数と180度位相の異なる180度のパルス駆動信号に従い、第3の電荷蓄積部に前記信号電荷を蓄積し、前記第1変調周波数と270度位相の異なる270度のパルス駆動信号に従い、第4の電荷蓄積部に前記信号電荷を蓄積する第10画素を有する測距センサと、

前記第1の電荷蓄積部の蓄積電荷に基づく信号と、前記第3の電荷蓄積部の蓄積電荷に基づく信号との第1和信号と、

前記第2の電荷蓄積部の蓄積電荷に基づく信号と、前記第3の電荷蓄積部の蓄積電荷に基づく信号との第2和信号と、

前記第1和信号と前記第2和信号とに基づき、前記反射光として受光されるまでの時間を第1変調周波数よりも低周波に対応する第1位相差として生成成して、測距値を生成する信号処理部と、

を備える測距装置。

[0181] (19)

第1変調周波数の第1照射光と、前記第1変調周波数と異なる第2変調周波数の第2照射光と、前記第1変調周波数の第3照射光と、を順に照射し、物体で反射されて返ってきた反射光を用いて距離値を生成する測距装置であって、

前記第1変調周波数に同期した第1駆動周波数により、第1光電変換部で生成された信号電荷を蓄積する第1電荷蓄積部と、前記第2変調周波数に同期した第2駆動周波数により、第2電変換部で生成された信号電荷を蓄積す

る第2電荷蓄積部と、を有する測距センサと、

前記第1照射光の照射の後に、前記第1電荷蓄積部の蓄積電荷に応じた第1信号を読み出し、前記第2電荷蓄積部の蓄積電荷に応じた第2信号を読み出し、前記第3照射光の照射の後に、前記第1電荷蓄積部の蓄積電荷に応じた第3信号を読み出す読み出し部と、

前記第1信号に基づき、前記反射光として受光されるまでの時間を第1位相差として生成し、前記第2信号に基づき、前記反射光として受光されるまでの時間を第2位相差として生成して、前記第3信号に基づき、前記反射光として受光されるまでの時間を第3位相差として生成して、前記第1位相差と、前記第3位相差との平均値と、前記第2位相差とを用いて測距値を生成する信号処理部と、

を備える測距装置。

[0182] (20)

第1変調周波数の第1照射光と、第1変調周波数と異なる第2変調周波数の第2照射光を物体に順に照射し、

前記第1変調周波数に同期した第1駆動周波数により、第1光電変換部で生成された信号電荷を蓄積する第1電荷蓄積部と、前記第2変調周波数に同期した第2駆動周波数により、第2電変換部で生成された信号電荷を蓄積する第2電荷蓄積部と、を有する測距センサを用いた測距方法であって、

前記第1電荷蓄積部の蓄積電荷に応じた第1信号、及び前記第2電荷蓄積部の蓄積電荷に応じた第2信号を前記第2照射光の照射後に読み出す読み出し期間より、前記第1照射光から前記第2照射光に切り替える切り替え期間を短くし、

前記第1信号に基づき、前記物体からの反射光として受光されるまでの時間を第1位相差として生成し、前記第2信号に基づき、前記反射光として受光されるまでの時間を第2位相差として生成して、前記第1位相差、及び前記第2位相差を用いて測距値を生成する、測距方法。

[0183] 本開示の態様は、上述した個々の実施形態に限定されるものではなく、当

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

符号の説明

[0184] 1 : 測距装置、41、42 : 物体、51 : 制御部、52 : 測距センサ、56 : カラム処理部（読み出し部）、58 : 信号処理部、71 : 光電変換素子、73、73A、73B、73C、73D、73a、73b、73c、73d : タップ（電荷蓄積部）、78 : 電荷排出トランジスタ、580 : 距離生成部、582 : 信頼度生成部、586 : 判定部、Fmod1 : 第1変調周波数、Fmod2 : 第2変調周波数。

請求の範囲

- [請求項1] 第1変調周波数の第1照射光と、第1変調周波数と異なる第2変調周波数の第2照射光を順に照射し、物体で反射されて返ってきた反射光を用いて距離値を生成する測距装置であって、
- 前記第1変調周波数に同期した第1駆動周波数により、第1光電変換部で生成された信号電荷を蓄積する第1電荷蓄積部と、前記第2変調周波数に同期した第2駆動周波数により、第2光電変換部で生成された信号電荷を蓄積する第2電荷蓄積部と、を有する測距センサと、
- 前記第1電荷蓄積部の蓄積電荷に応じた第1信号、及び前記第2電荷蓄積部の蓄積電荷に応じた第2信号を前記第2照射光の照射後に読み出す読み出し期間より、前記第1照射光から前記第2照射光に切り替える切り替え期間を短く制御する制御部と、
- 前記第1信号に基づき、前記反射光として受光されるまでの時間を第1位相差として生成し、前記第2信号に基づき、前記反射光として受光されるまでの時間を第2位相差として生成して、前記第1位相差、及び前記第2位相差を用いて距離値を生成する信号処理部と、
- を備える、測距装置。
- [請求項2] 前記測距センサは、前記第1電荷蓄積部を有する複数の画素群と、前記第2電荷蓄積部を有する複数の画素群と、を混載している、請求項1に記載の測距装置。
- [請求項3] 前記測距センサは、前記第1光電変換部に所定の電位を供給可能である第1電荷排出トランジスタと、前記第2光電変換部に所定の電位を供給可能である第2電荷排出トランジスタと、を更に有し、
- 前記制御部は、前記第2照射光を照射する期間において前記第1電荷排出トランジスタを導通状態とし、且つ前記第2電荷排出トランジスタを非導通状態とし、
- 前記第1照射光を照射する期間において前記第1電荷排出トランジスタを非導通状態とし、且つ前記第2電荷排出トランジスタを導通状

態とする、請求項 1 に記載の測距装置。

[請求項4]

前記測距センサは、前記第 1 光電変換部に所定の電位を供給可能である第 1 電荷排出トランジスタと、前記第 2 光電変換部に所定の電位を供給可能である第 2 電荷排出トランジスタと、を更に有し、

前記制御部は、前記第 2 照射光を照射する期間において前記第 1 電荷排出トランジスタを非導通状態と導通状態とを繰り返えさせ、前記第 1 照射光を照射する期間において前記第 2 電荷排出トランジスタを非導通状態と導通状態とを繰り返えさせる、請求項 2 に記載の測距装置。

[請求項5]

前記第 1 光電変換部を有する第 1 画素は、前記第 1 変調周波数と同期位相である 0 度のパルス駆動信号に従い、前記第 1 電荷蓄積部の第 1 の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、前記第 1 変調周波数と 180 度位相が異なる 180 度のパルス駆動信号に従い、前記第 1 電荷蓄積部の第 2 の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、

前記第 1 画素と隣接し、前記第 1 光電変換部を有する第 2 画素は、前記第 1 変調周波数と 90 度位相が異なる 90 度のパルス駆動信号に従い、前記第 1 電荷蓄積部の第 3 の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、前記第 1 変調周波数と 270 度位相が異なる 270 度のパルス駆動信号に従い、前記第 1 電荷蓄積部の第 4 の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、

前記信号処理部は、前記第 1 電荷蓄積部の前記第 1 乃至第 4 の電荷蓄積部それぞれに蓄積された電荷に基づき、前記第 1 位相差を生成する、請求項 1 に記載の測距装置。

[請求項6]

前記第 2 光電変換部を有する第 3 画素は、前記第 2 変調周波数と同期位相である 0 度のパルス駆動信号に従い、前記第 2 電荷蓄積部の第 1 の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、前記第 2 変調周波数と 180 度位相が異なる 180 度のパルス駆動信号に従い、前記第 2 電荷蓄積部の第 2 の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、

前記第 3 画素と隣接し、前記第 2 光電変換部を有する第 4 画素は、

前記第2変調周波数と90度位相が異なる90度のパルス駆動信号に従い、前記第2電荷蓄積部の第3の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、前記第2変調周波数と270度位相が異なる270度のパルス駆動信号に従い、前記第2電荷蓄積部の第4の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、

前記信号処理部は、前記第2電荷蓄積部の前記第1乃至第4の電荷蓄積部それぞれに蓄積された電荷に基づき、前記第2位相差を生成する、請求項5に記載の測距装置。

[請求項7]

前記第1光電変換部を有する第5画素は、前記第1変調周波数と同位相である0度のパルス駆動信号に従い、前記第1電荷蓄積部の第1の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、前記第1変調周波数と90度位相が異なる90度のパルス駆動信号に従い、前記第1電荷蓄積部の第2の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、前記第1変調周波数と180度位相が異なる180度のパルス駆動信号に従い、前記第1電荷蓄積部の第3の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、前記第1変調周波数と270度位相が異なる270度のパルス駆動信号に従い、前記第1電荷蓄積部の第4の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、

前記信号処理部は、前記第1電荷蓄積部の第1乃至第4の電荷蓄積部のそれぞれに蓄積された電荷に基づき、前記第1位相差を生成する、請求項1に記載の測距装置。

[請求項8]

前記第2光電変換部を有する第6画素は、前記第2変調周波数と同位相である0度のパルス駆動信号に従い、前記第2電荷蓄積部の第1の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、前記第2変調周波数と90度位相が異なる90度のパルス駆動信号に従い、前記第2電荷蓄積部の第2の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、前記第2変調周波数と180度位相が異なる180度のパルス駆動信号に従い、前記第2電荷蓄積部の第3の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、前記第2変調周波数と270度位相が異なる270度のパルス駆動信号に従い、前記第2電荷蓄積部の第4の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、

前記信号処理部は、前記第2電荷蓄積部の第1乃至第4の電荷蓄積部のそれぞれに蓄積された電荷に基づき、前記第2位相差を生成する、請求項7に記載の測距装置。

[請求項9] 前記第5画素と前記第6画素とは、隣接する、請求項8に記載の測距装置。

[請求項10] 前記第1光電変換部と、前記第2光電変換部と、は同一の光電変換部である、請求項1に記載の測距装置。

[請求項11] 第7画素は、前記第1変調周波数と同期し、位相の異なる2つのパルス駆動信号の一方に従い、前記第1電荷蓄積部の一方の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、前記位相の異なる2つのパルス駆動信号の他方に従い、前記第1電荷蓄積部の他方の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、

前記第2変調周波数と同期し、位相の異なる2つのパルス駆動信号の一方に従い、前記第2電荷蓄積部の一方の電荷蓄積部に電荷を蓄積し、前記位相の異なる2つのパルス駆動信号の他方に従い、前記第2電荷蓄積部の他方の電荷蓄積部に電荷を蓄積する、請求項10に記載の測距装置。

[請求項12] 前記第7画素においては、前記第1変調周波数と同期し、位相の異なる2つのパルス駆動信号は、前記第1変調周波数と同位相である0度のパルス駆動信号と、前記第1変調周波数と180度位相が異なる180度のパルス駆動信号とであり、

前記第2変調周波数と同期し、位相の異なる2つのパルス駆動信号は、前記第2変調周波数と同位相である0度のパルス駆動信号と、前記第2変調周波数と180度位相が異なる180度のパルス駆動信号とである、請求項11に記載の測距装置。

[請求項13] 前記第7画素に隣接する第8画素は、前記第7画素と同等の構成であって、前記第1変調周波数と同期し、位相の異なる2つのパルス駆動信号は、前記第1変調周波数と同位相である90度のパルス駆動信号と、前記第1変調周波数と270度位相が異なる270度のパルス

駆動信号とであり、

前記第2変調周波数と同期し、位相の異なる2つのパルス駆動信号は、前記第2変調周波数と同位相である90度のパルス駆動信号と、前記第2変調周波数と270度位相が異なる270度のパルス駆動信号とである、請求項12に記載の測距装置。

[請求項14] 前記第1変調周波数は、前記第2変調周波数よりも低周である、請求項1に記載の測距装置。

[請求項15] 前記信号処理部は、前記第1位相差に応じた前記第2位相差の繰り返し周期と、前記第2位相差とに基づき、前記測距値を生成する、請求項14に記載の測距装置。

[請求項16] 前記第1変調周波数と前記第2変調周波数とは、同一の周期である、請求項1に記載の測距装置。

[請求項17] 前記第1電荷蓄積部の第1の電荷蓄積部の蓄積電荷に基づく信号と、前記第2電荷蓄積部の第3の電荷蓄積部の蓄積電荷に基づく信号とを用いた第1成分と、前記第1電荷蓄積部の第2の電荷蓄積部の蓄積電荷に基づく信号と、前記第2電荷蓄積部の第2の電荷蓄積部の蓄積電荷に基づく信号とを用いた第2成分と、を用いた第1信頼度と、

前記信号処理部は、前記第2電荷蓄積部の第1の電荷蓄積部の蓄積電荷に基づく信号と、前記第2電荷蓄積部の第3の電荷蓄積部の蓄積電荷に基づく信号とを用いた第3成分と、前記第1電荷蓄積部の第2の電荷蓄積部の蓄積電荷に基づく信号と、前記第2電荷蓄積部の第2の電荷蓄積部の蓄積電荷に基づく信号とを用いた第4成分と、を用いた第2信頼度と、を生成し、

前記第1信頼度と前記第2信頼度との差が所定値以内である場合に、

前記第1位相差に応じた前記第2位相差の繰り返し周期と、前記第2位相差とに基づき、前記測距値を生成する、請求項6に記載の測距装置。

[請求項18] 第1変調周波数の第1照射光を照射し、物体で反射されて返ってきた反射光を用いて距離値を生成する測距装置であって、

前記第1変調周波数と同期し、前記第1変調周波数と同位相である0度のパルス駆動信号に従い、第1の電荷蓄積部に光電変換部で生成された信号電荷を蓄積し、前記第1変調周波数と90度位相の異なる90度のパルス駆動信号に従い、第2の電荷蓄積部に前記信号電荷を蓄積し、前記第1変調周波数と180度位相の異なる180度のパルス駆動信号に従い、第3の電荷蓄積部に前記信号電荷を蓄積し、前記第1変調周波数と270度位相の異なる270度のパルス駆動信号に従い、第4の電荷蓄積部に前記信号電荷を蓄積する第10画素を有する測距センサと、

前記第1の電荷蓄積部の蓄積電荷に基づく信号と、前記第3の電荷蓄積部の蓄積電荷に基づく信号との第1和信号と、

前記第2の電荷蓄積部の蓄積電荷に基づく信号と、前記第3の電荷蓄積部の蓄積電荷に基づく信号との第2和信号と、

前記第1和信号と前記第2和信号とに基づき、前記反射光として受光されるまでの時間を第1変調周波数よりも低周波に対応する第1位相差として生成成して、測距値を生成する信号処理部と、

を備える、測距装置。

[請求項19] 第1変調周波数の第1照射光と、前記第1変調周波数と異なる第2変調周波数の第2照射光と、前記第1変調周波数の第3照射光と、を順に照射し、物体で反射されて返ってきた反射光を用いて距離値を生成する測距装置であって、

前記第1変調周波数に同期した第1駆動周波数により、第1光電変換部で生成された信号電荷を蓄積する第1電荷蓄積部と、前記第2変調周波数に同期した第2駆動周波数により、第2電変換部で生成された信号電荷を蓄積する第2電荷蓄積部と、を有する測距センサと、

前記第1照射光の照射の後に、前記第1電荷蓄積部の蓄積電荷に応

じた第1信号を読み出し、前記第2電荷蓄積部の蓄積電荷に応じた第2信号を読み出し、前記第3照射光の照射の後に、前記第1電荷蓄積部の蓄積電荷に応じた第3信号を読み出す読み出し部と、

前記第1信号に基づき、前記反射光として受光されるまでの時間を第1位相差として生成し、前記第2信号に基づき、前記反射光として受光されるまでの時間を第2位相差として生成して、前記第3信号に基づき、前記反射光として受光されるまでの時間を第3位相差として生成して、前記第1位相差と、前記第3位相差との平均値と、前記第2位相差とを用いて測距値を生成する信号処理部と、

を備える、測距装置。

[請求項20]

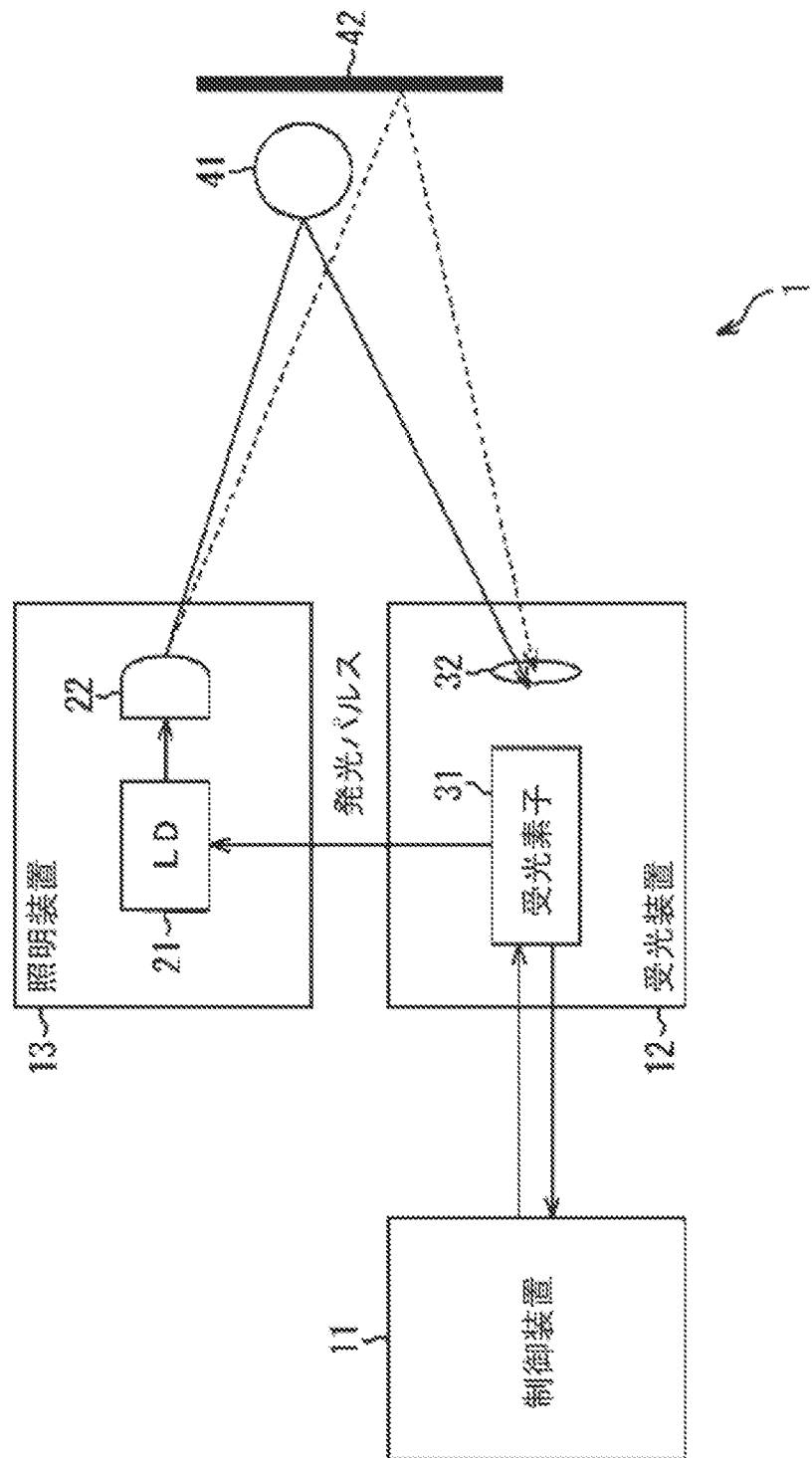
第1変調周波数の第1照射光と、第1変調周波数と異なる第2変調周波数の第2照射光を物体に順に照射し、

前記第1変調周波数に同期した第1駆動周波数により、第1光電変換部で生成された信号電荷を蓄積する第1電荷蓄積部と、前記第2変調周波数に同期した第2駆動周波数により、第2電変換部で生成された信号電荷を蓄積する第2電荷蓄積部と、を有する測距センサを用いた測距方法であって、

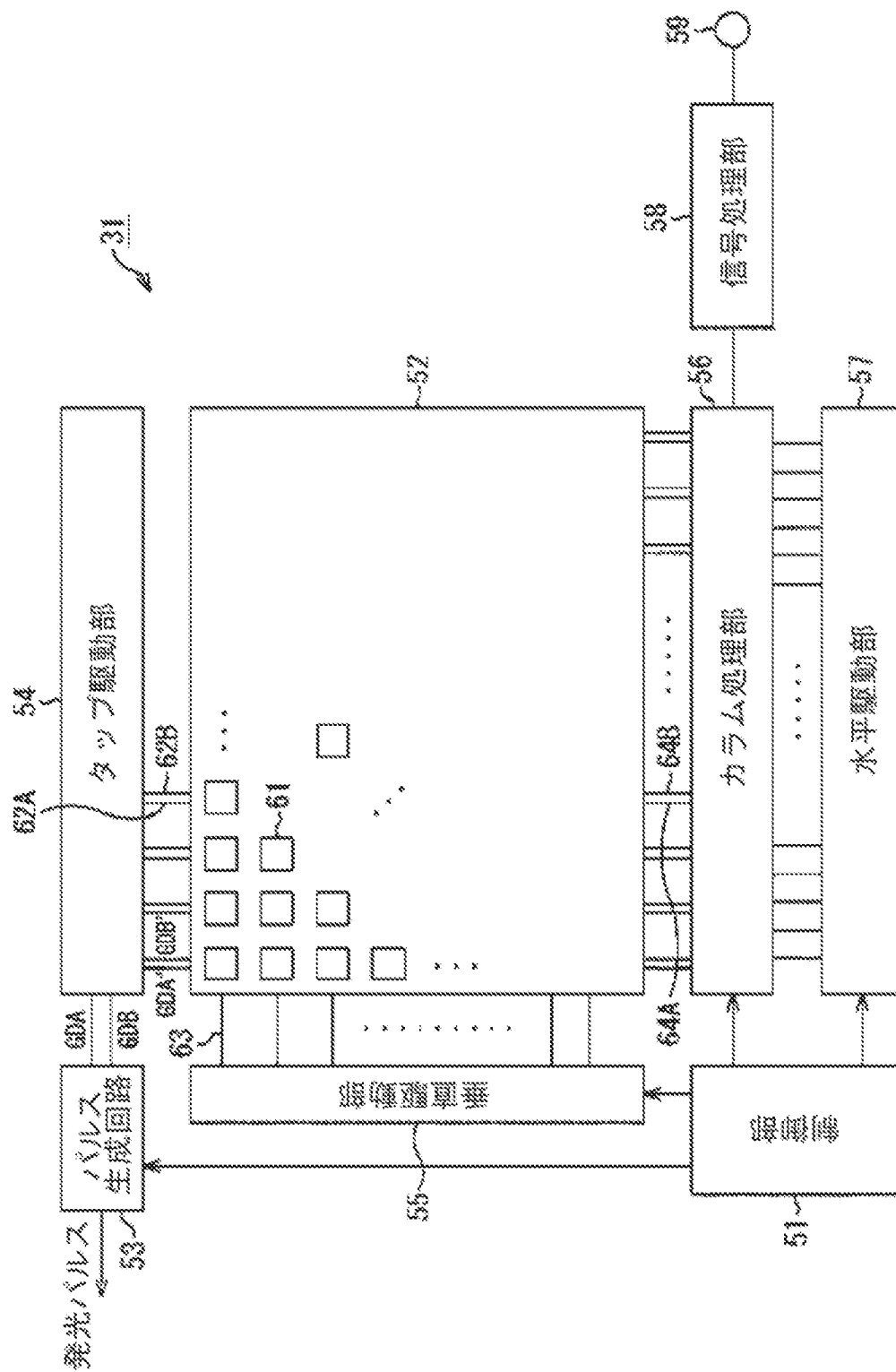
前記第1電荷蓄積部の蓄積電荷に応じた第1信号、及び前記第2電荷蓄積部の蓄積電荷に応じた第2信号を前記第2照射光の照射後に読み出す読み出し期間より、前記第1照射光から前記第2照射光に切り替える切り替え期間を短くし、

前記第1信号に基づき、前記物体からの反射光として受光されるまでの時間を第1位相差として生成し、前記第2信号に基づき、前記反射光として受光されるまでの時間を第2位相差として生成して、前記第1位相差、及び前記第2位相差を用いて測距値を生成する、測距方法。

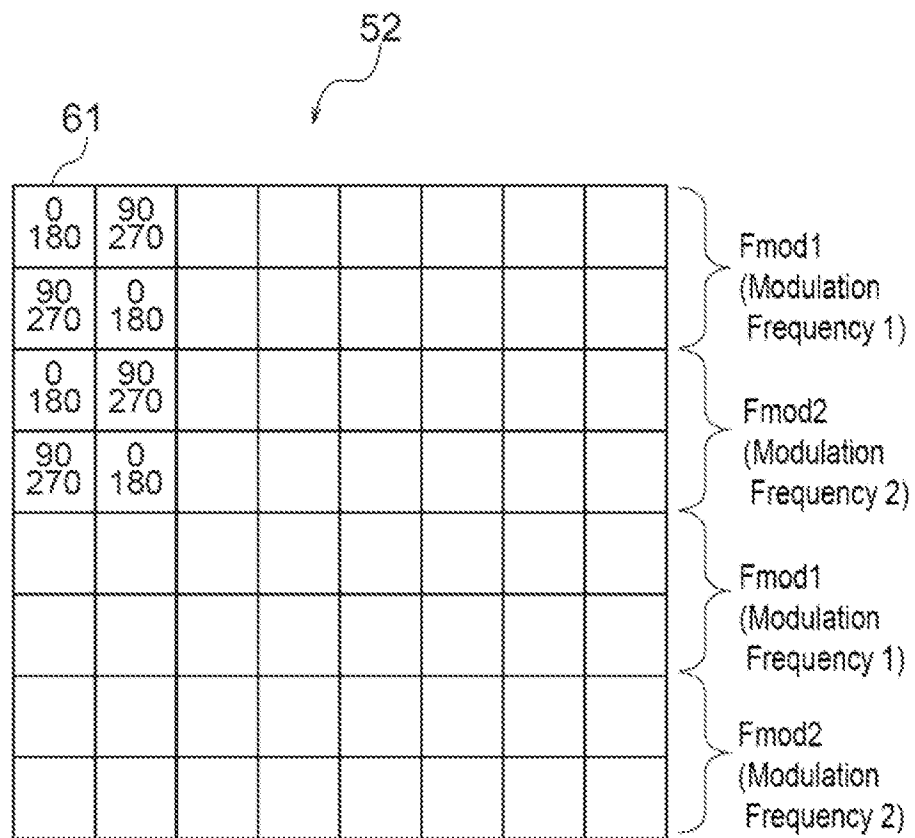
[図1]



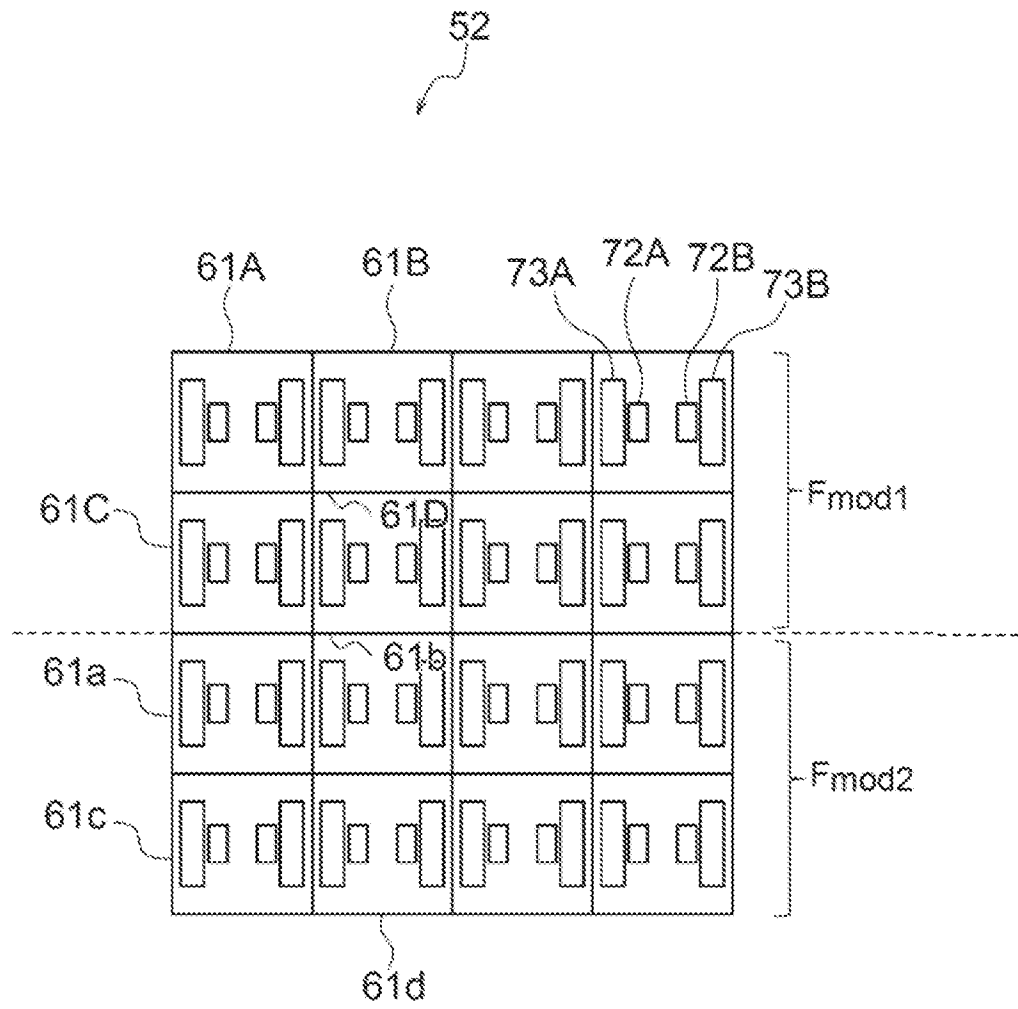
[図2]



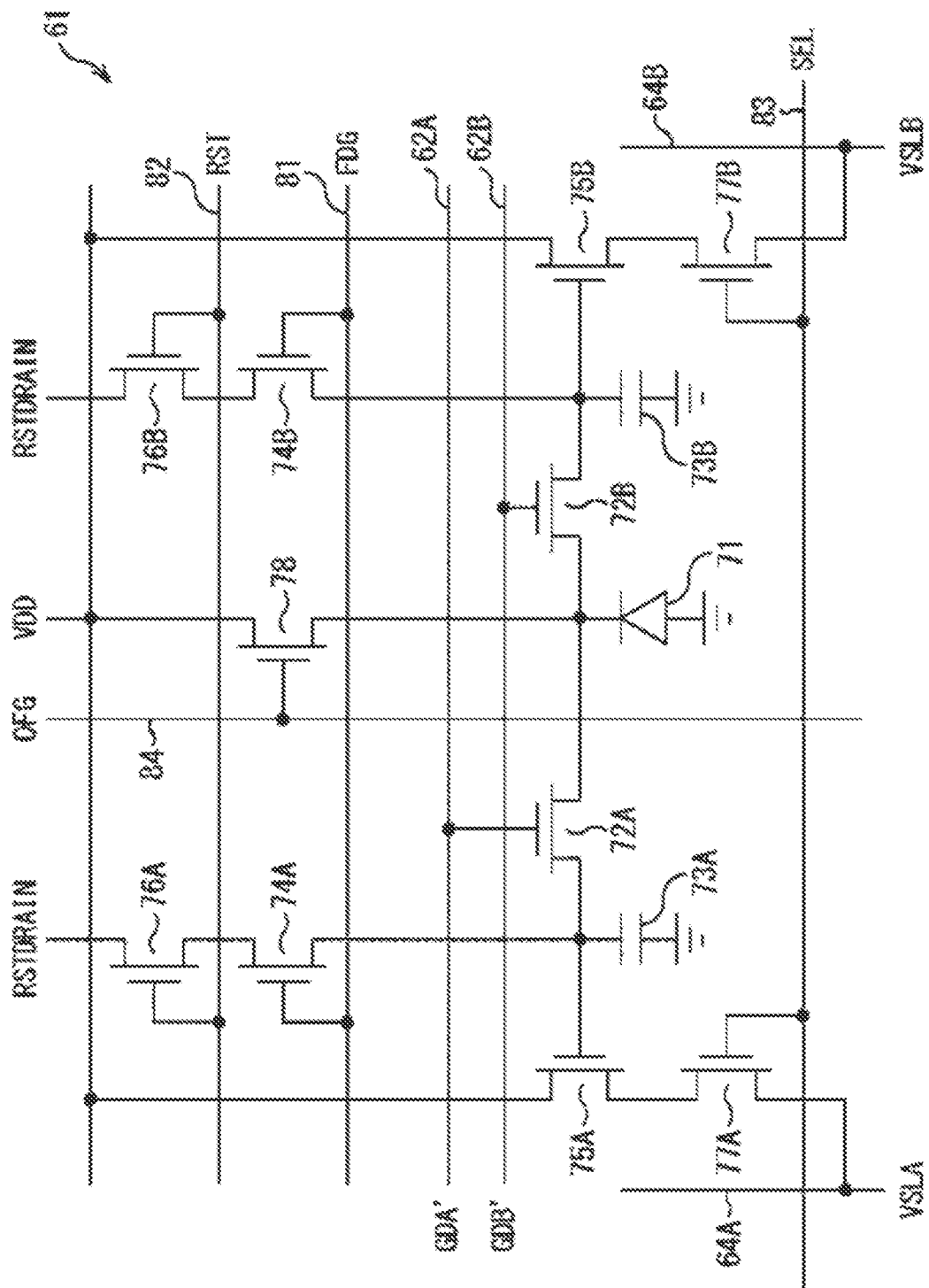
[図3]



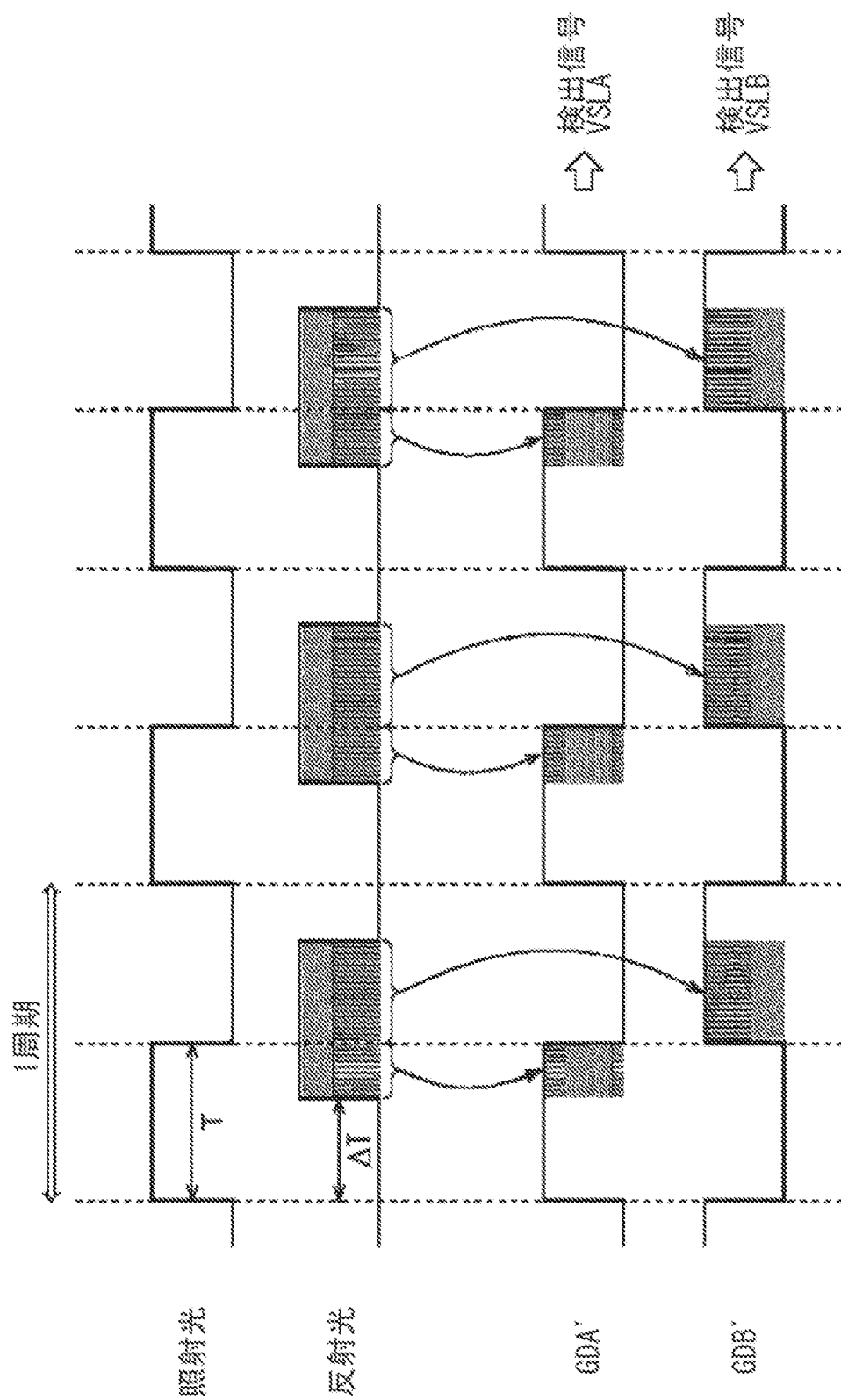
[図4]



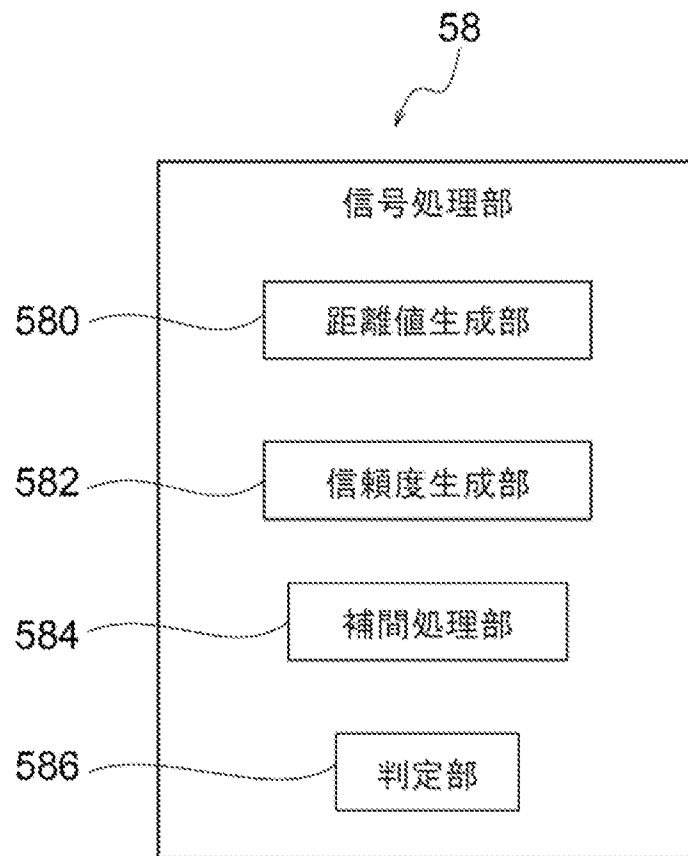
[図5]



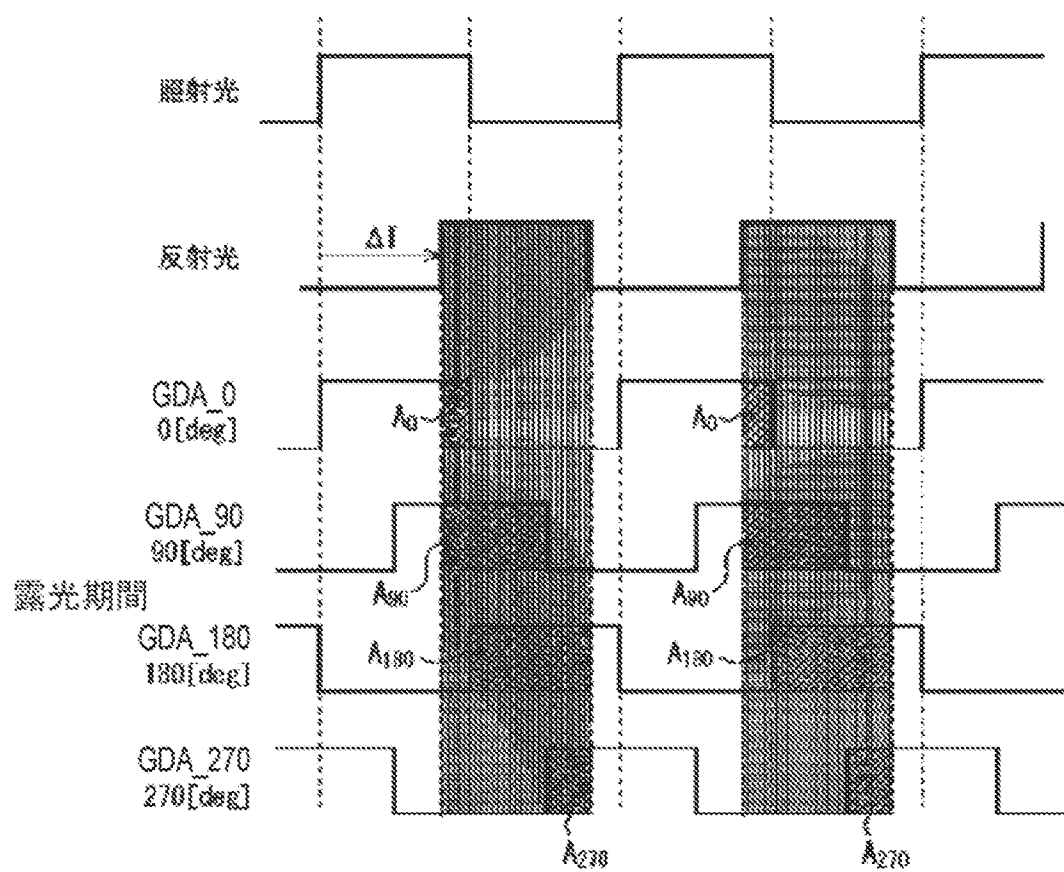
[図6]



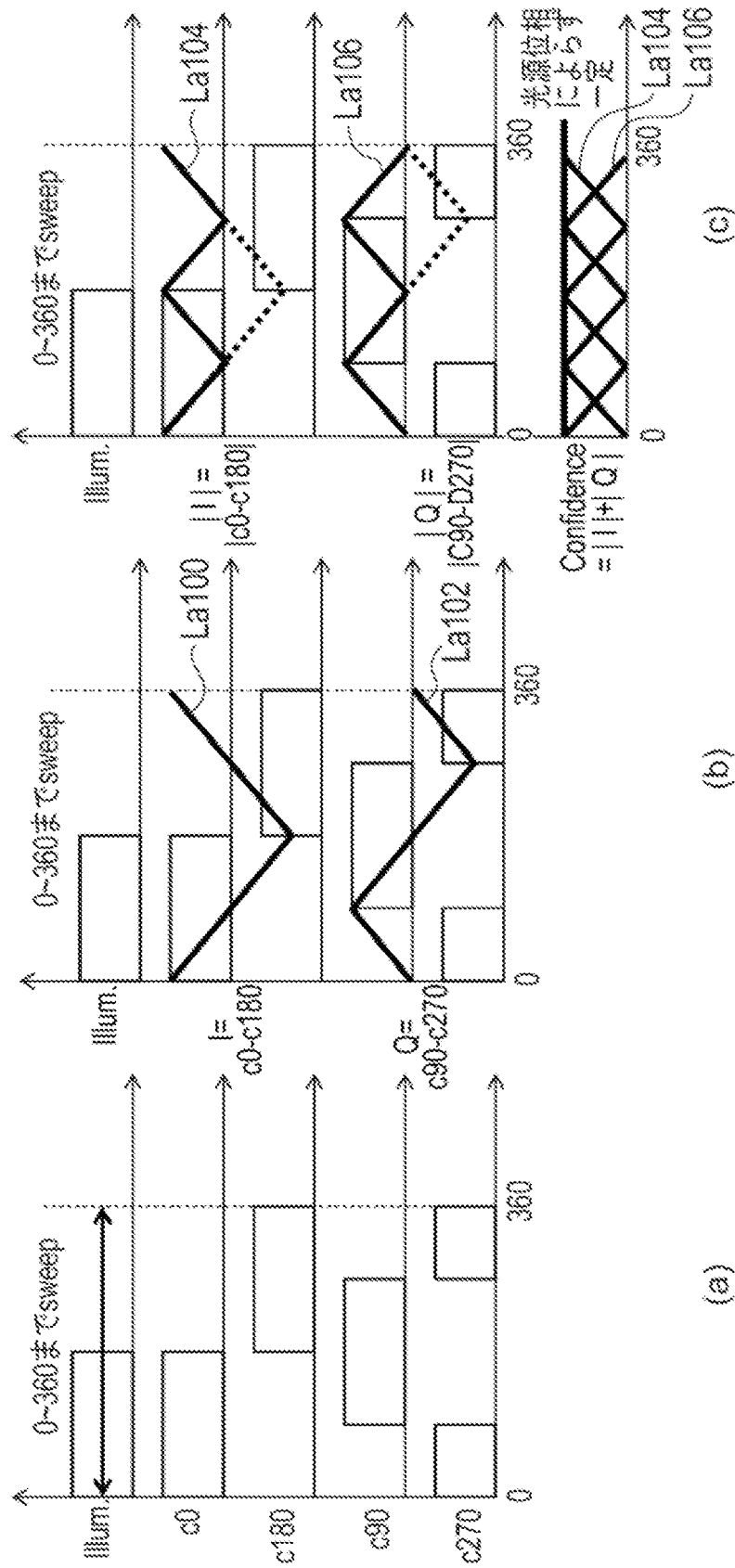
[図7]



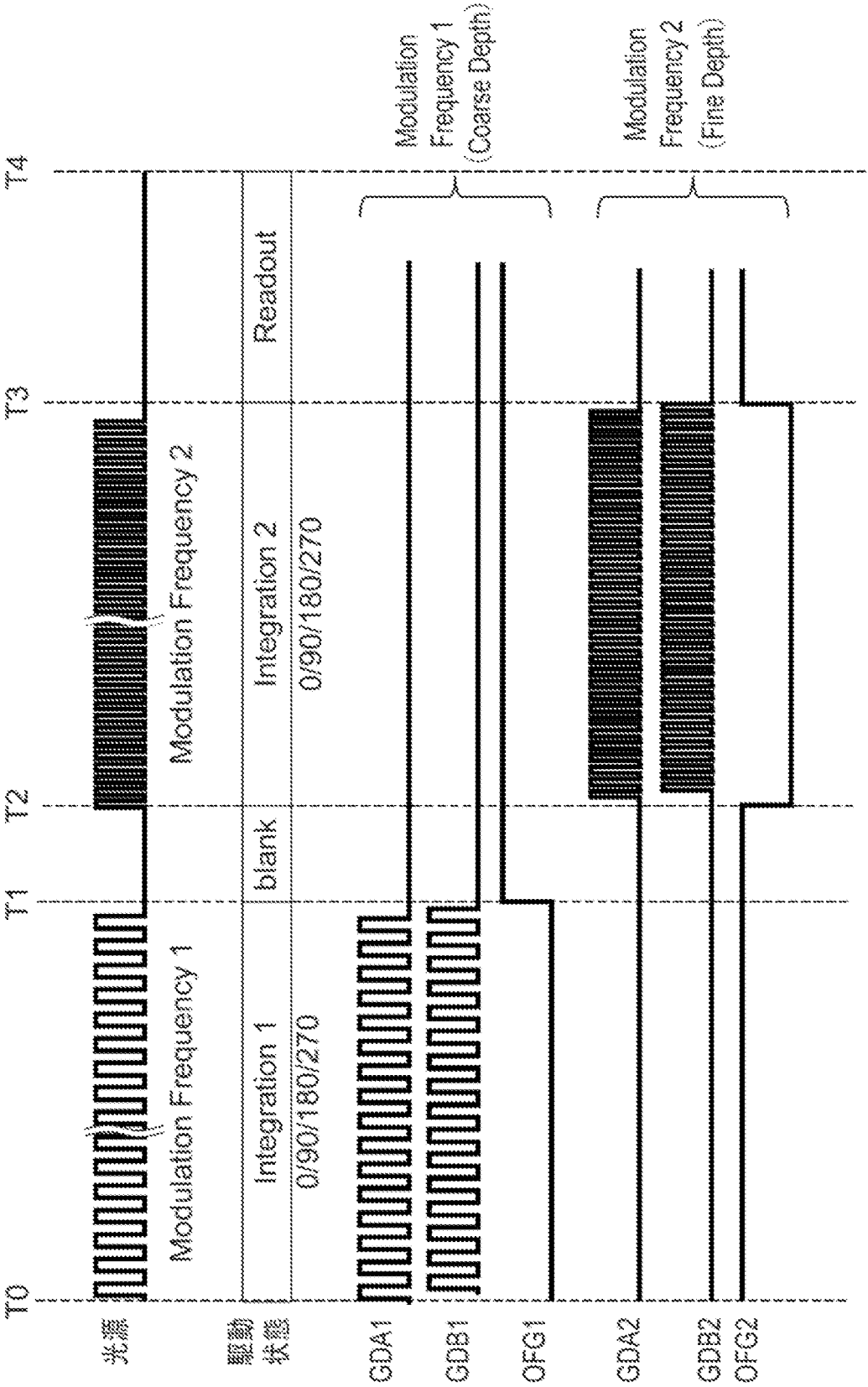
[図8]



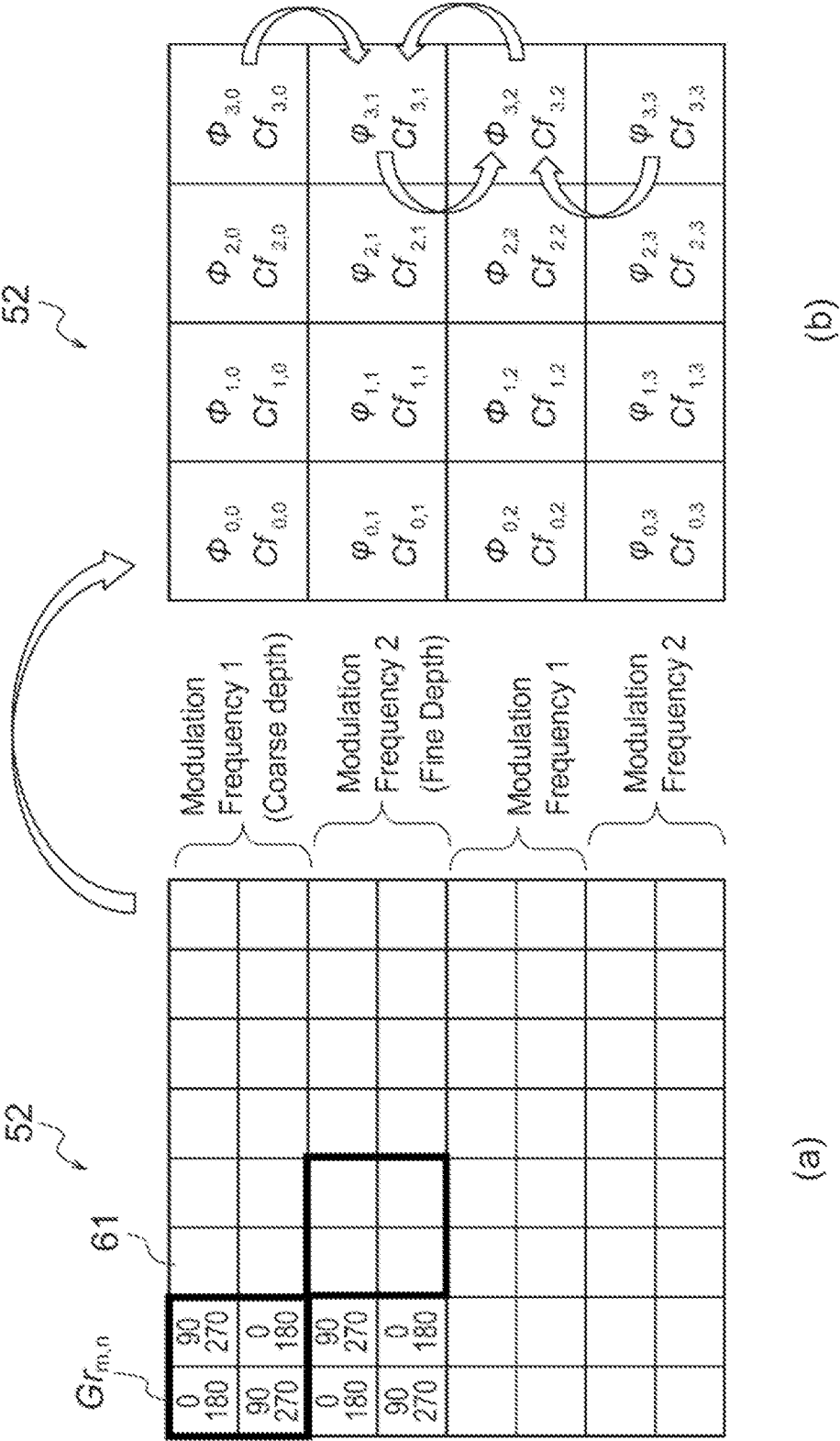
[図9]



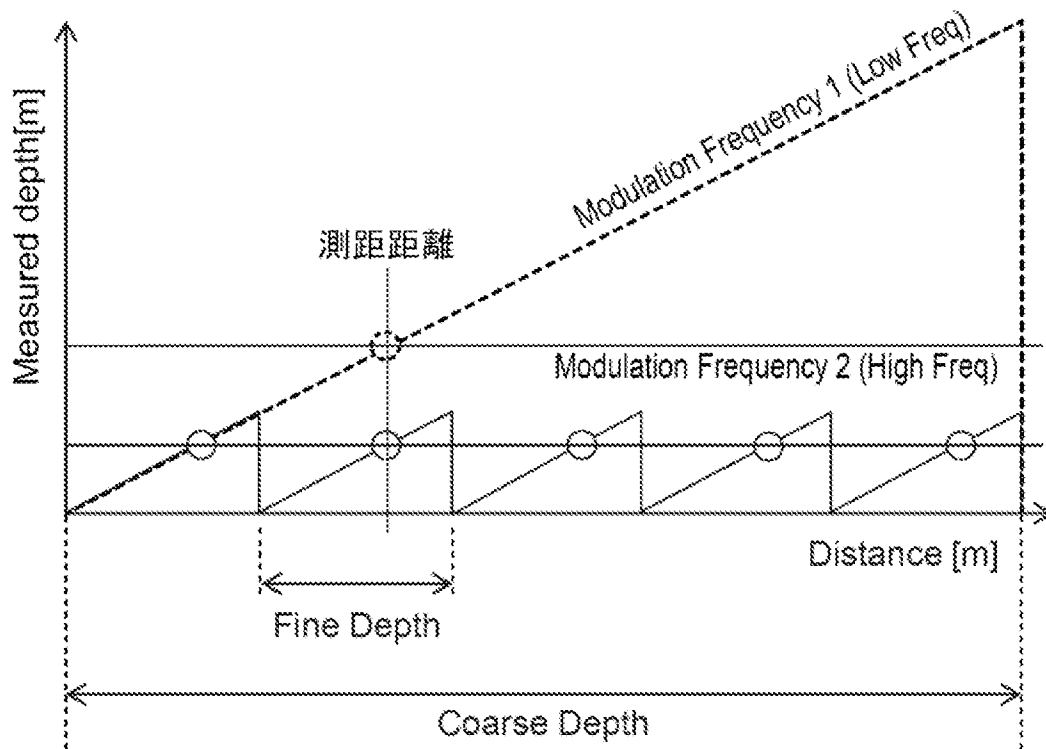
[図10]



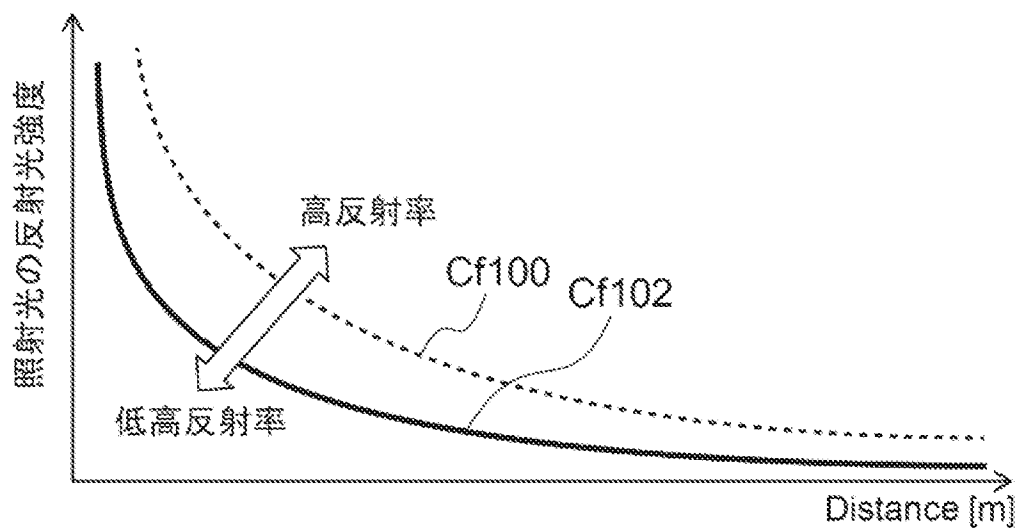
[図11]



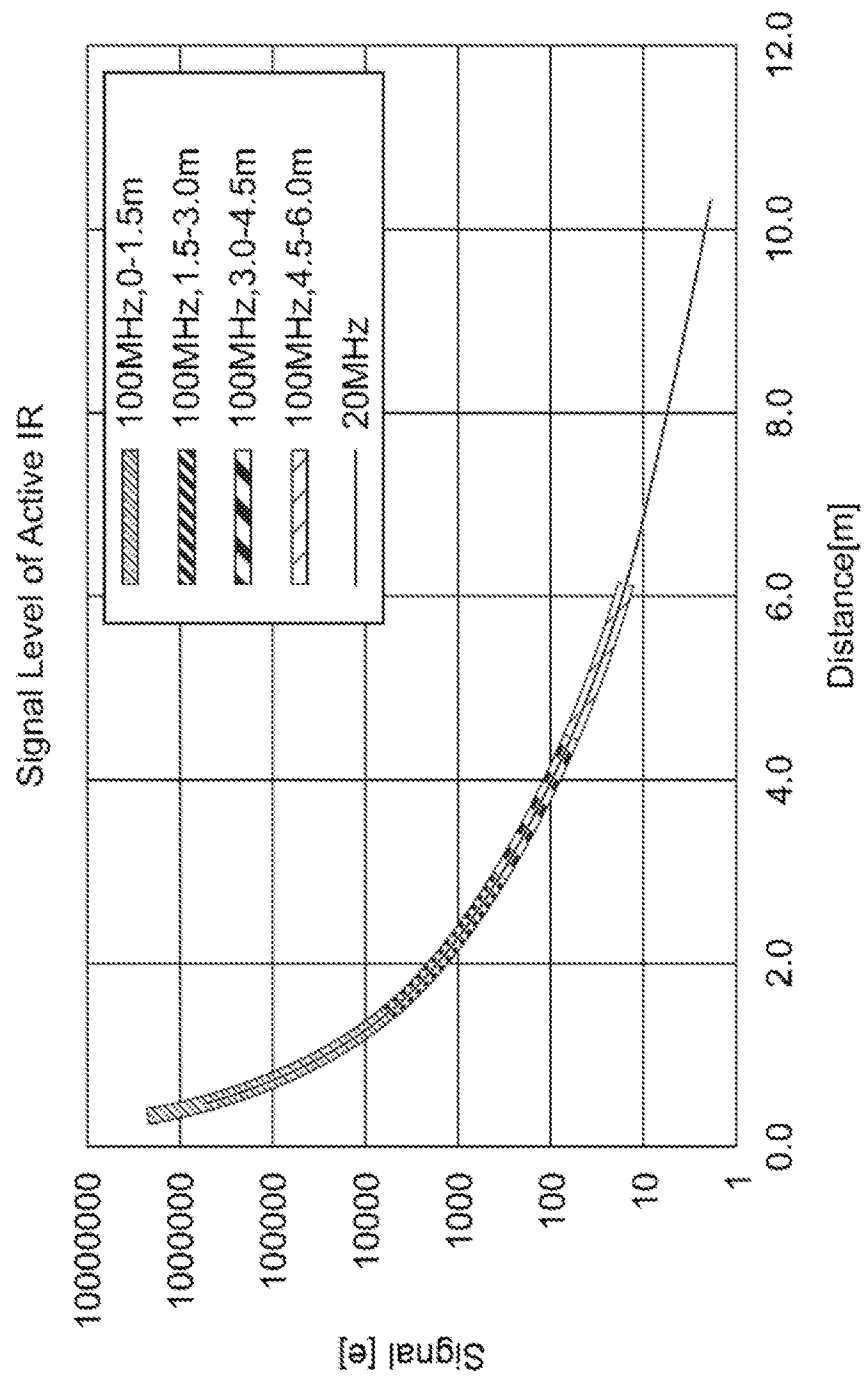
[図12]



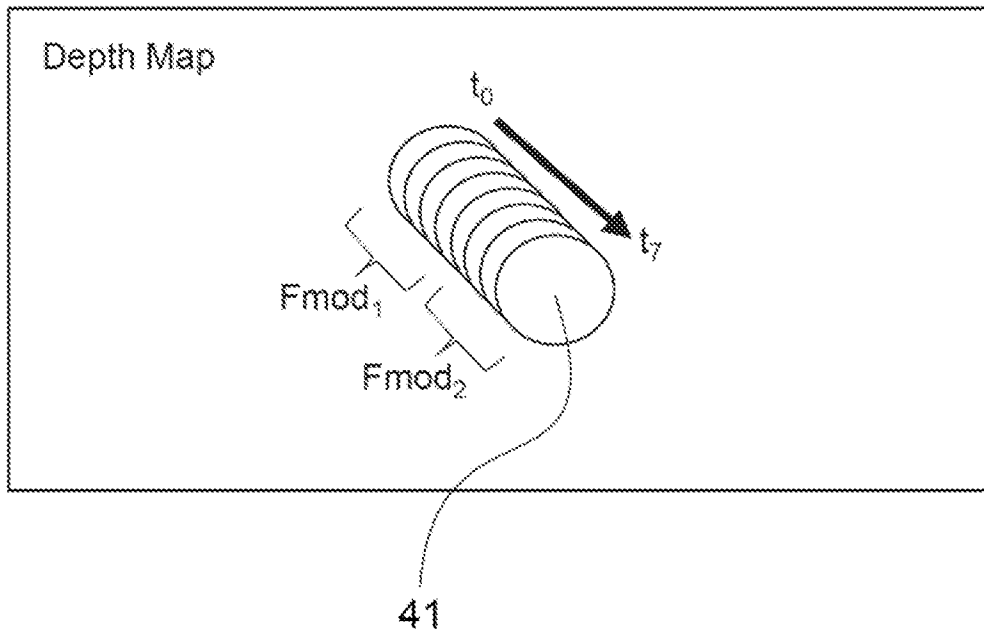
[図13]



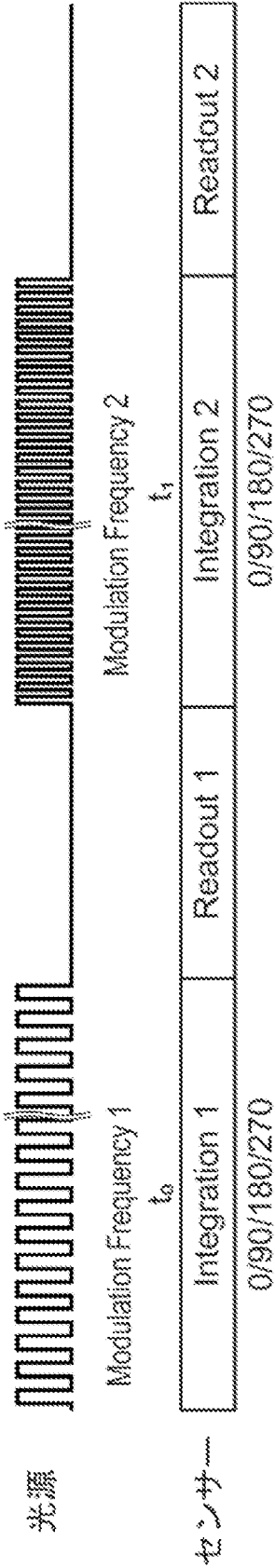
[図14]



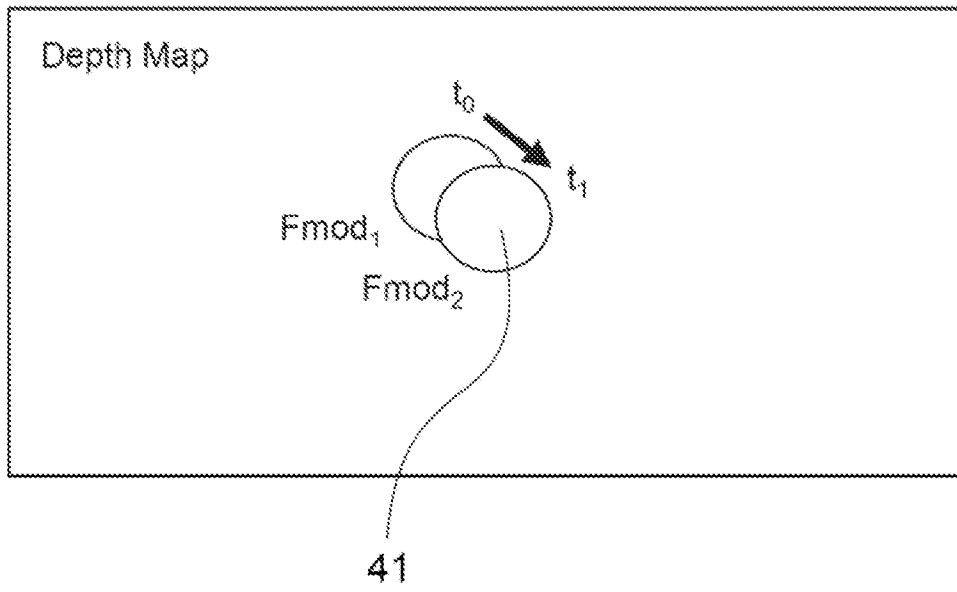
[図16]



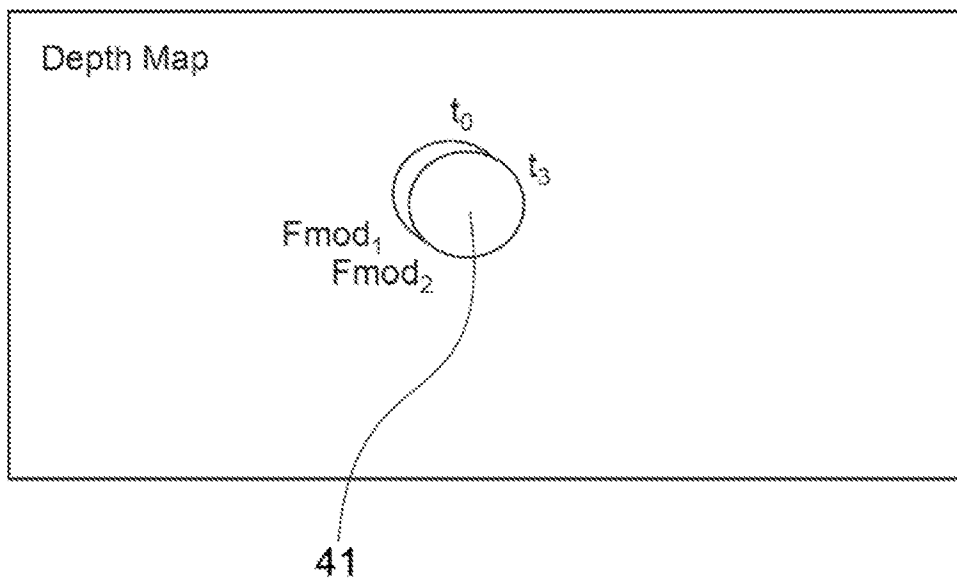
[図17]



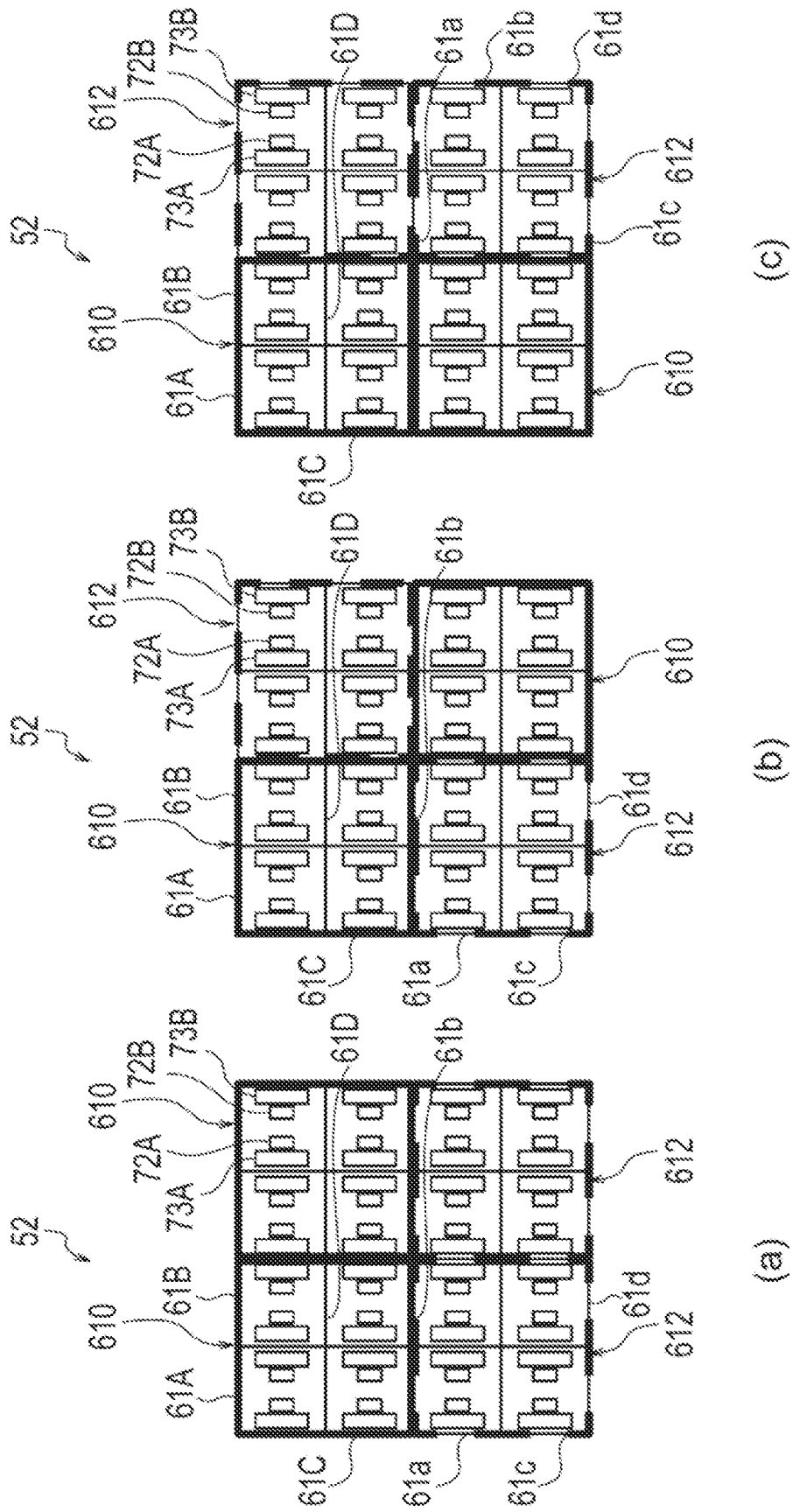
[図18]



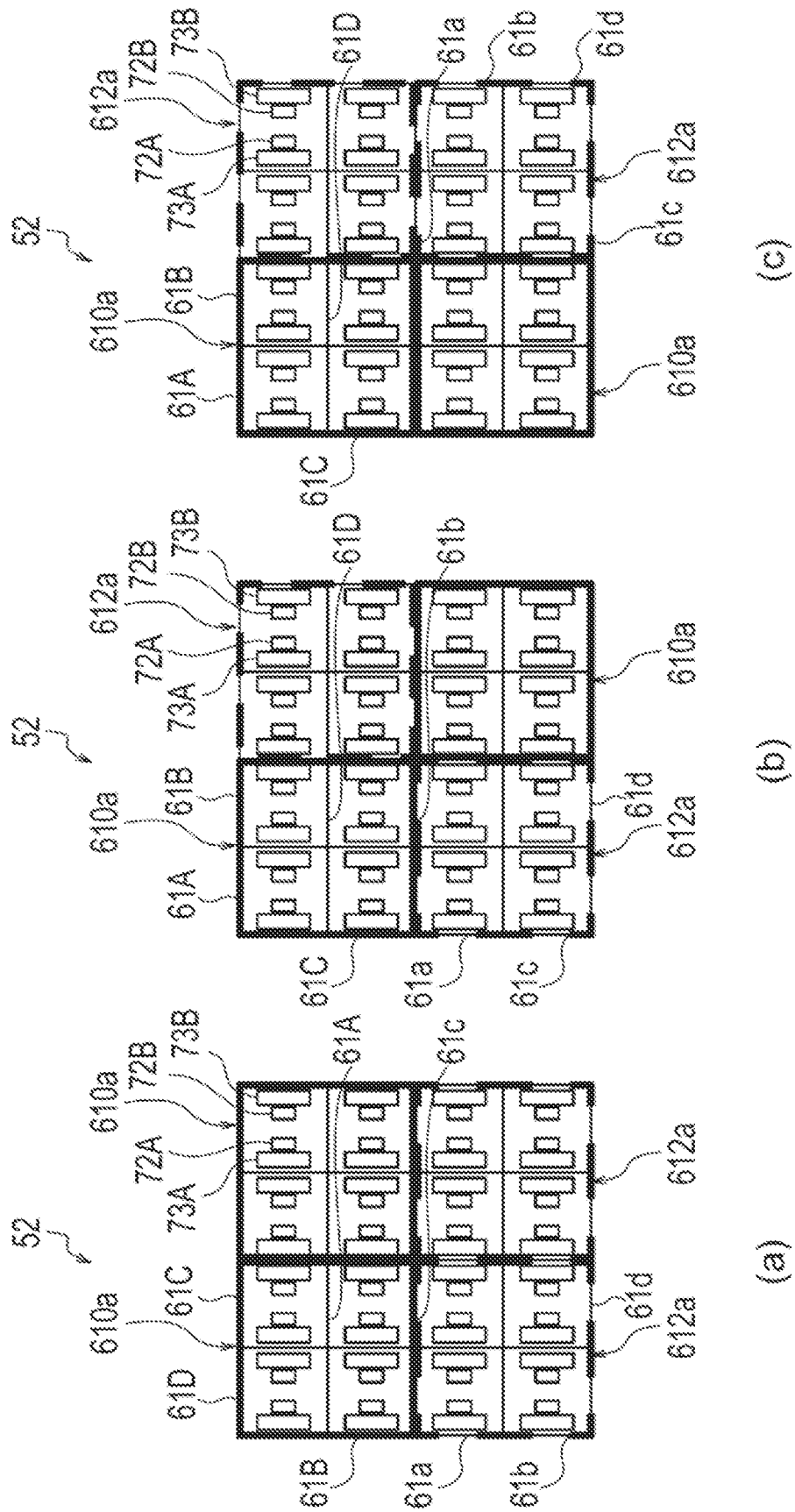
[図19]



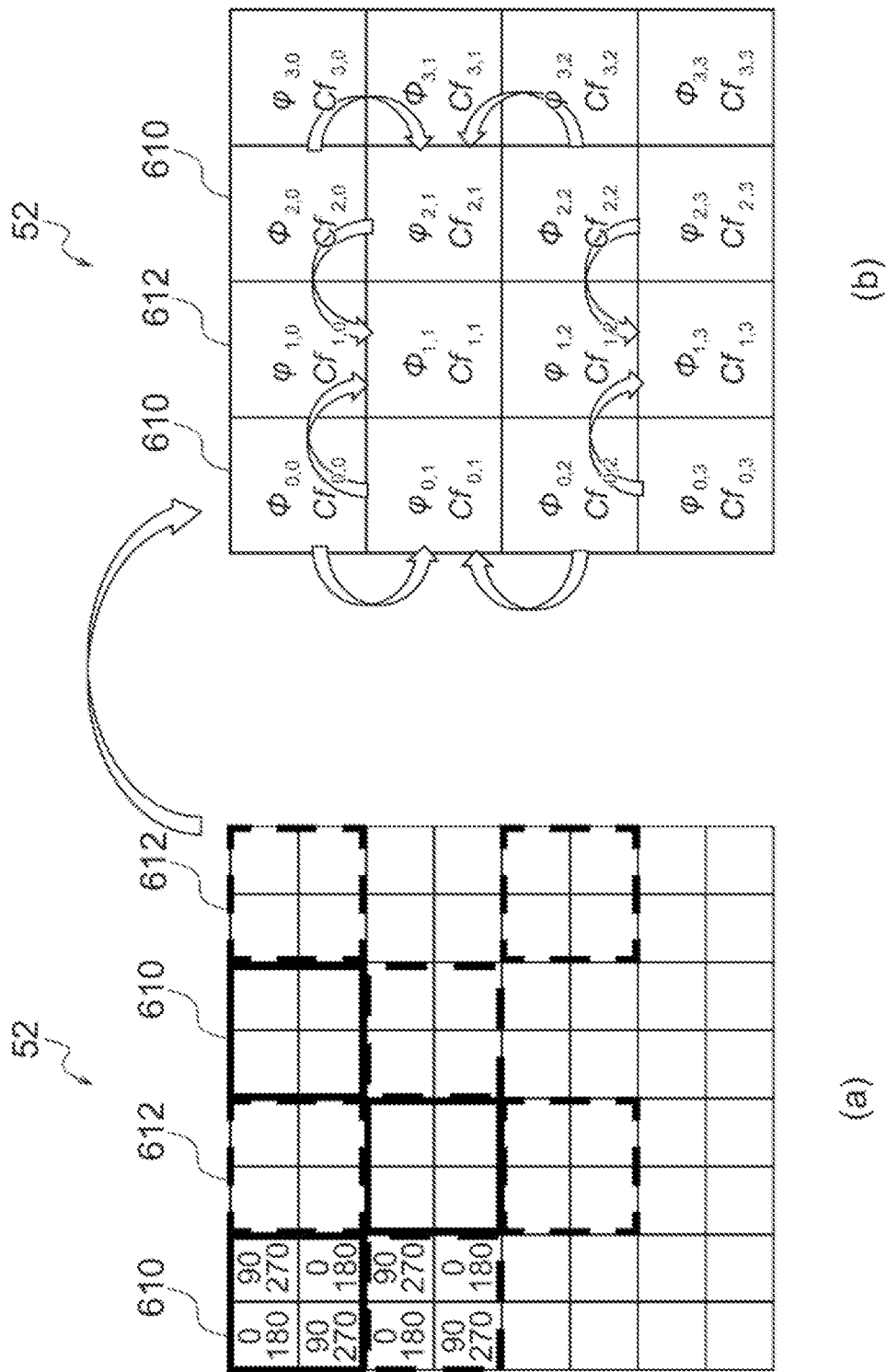
[図20]



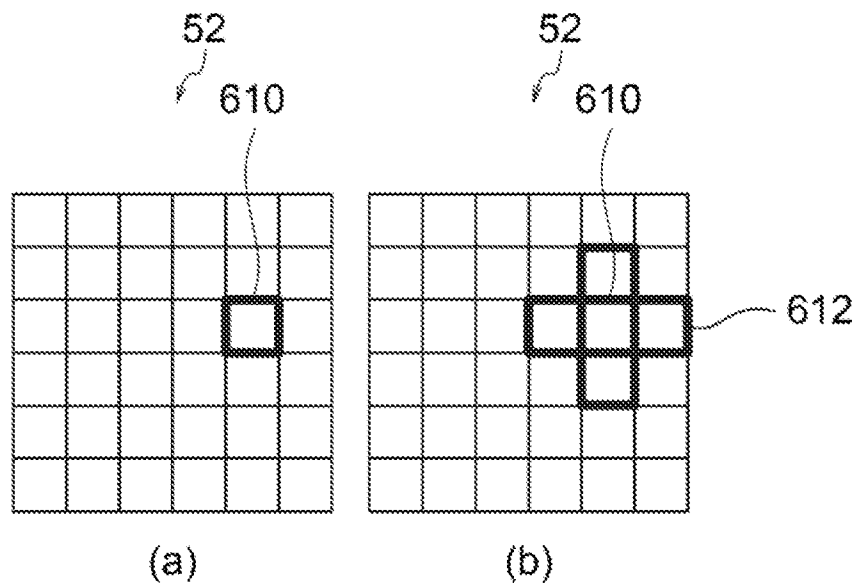
[図21]



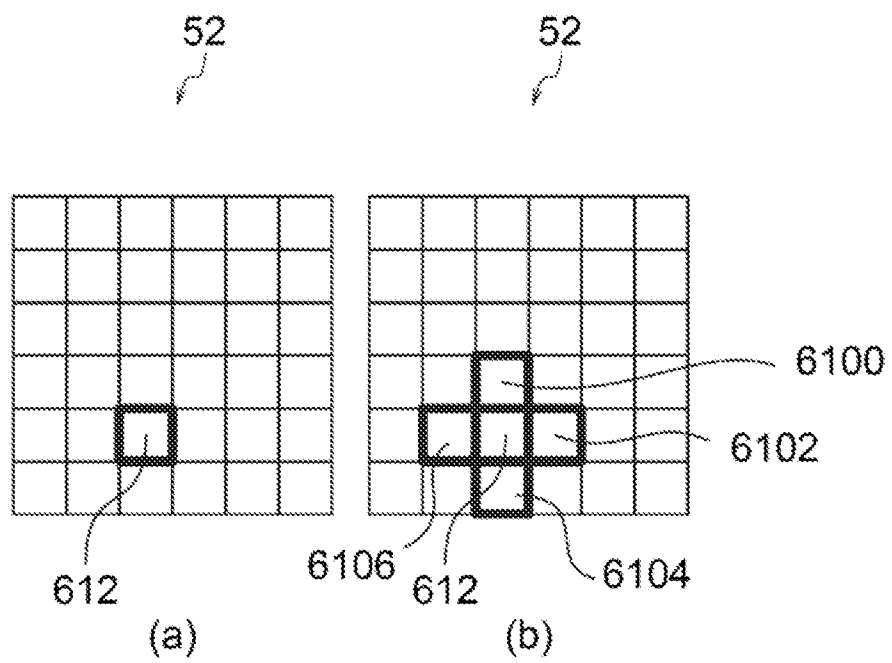
[図22]



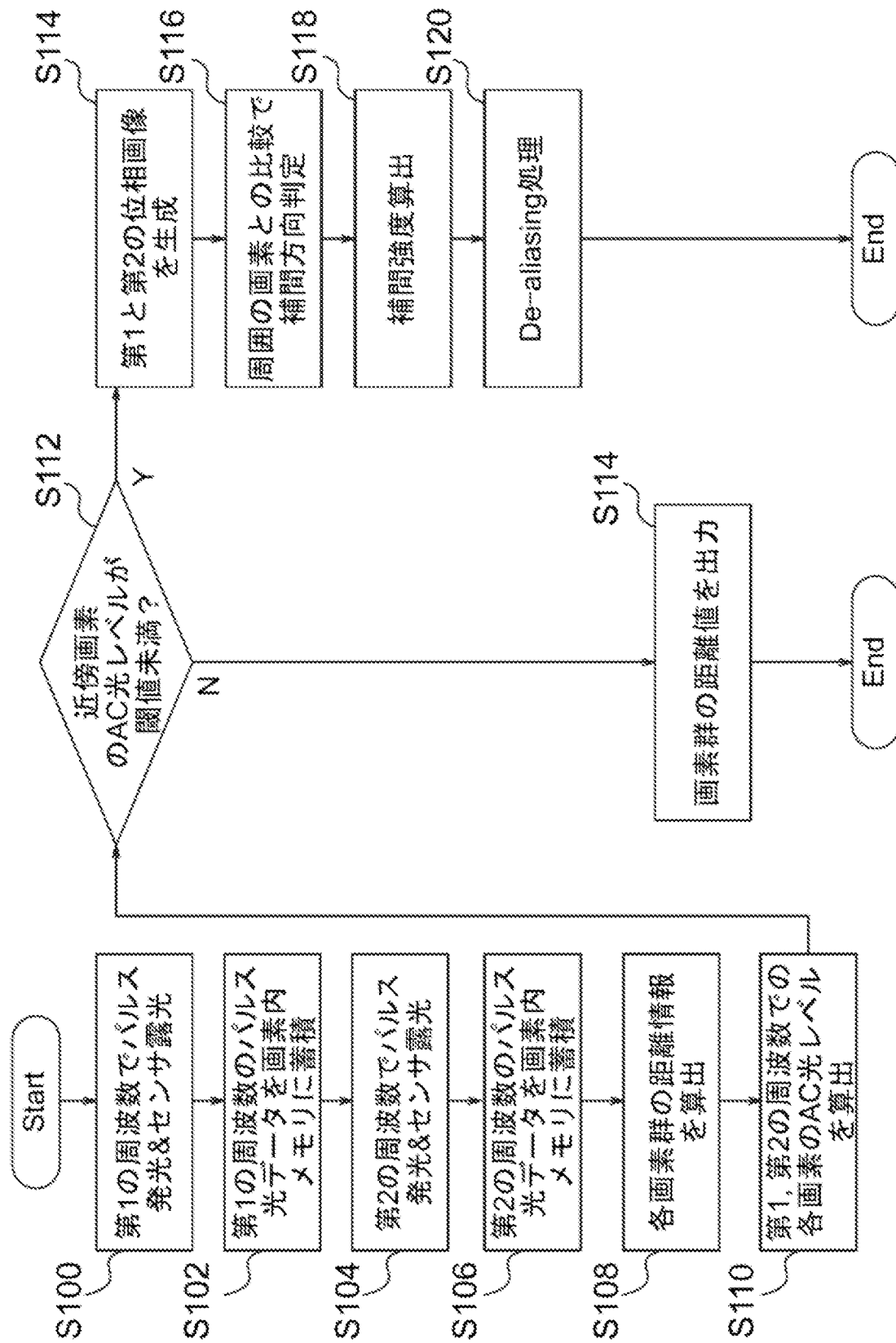
[図23]



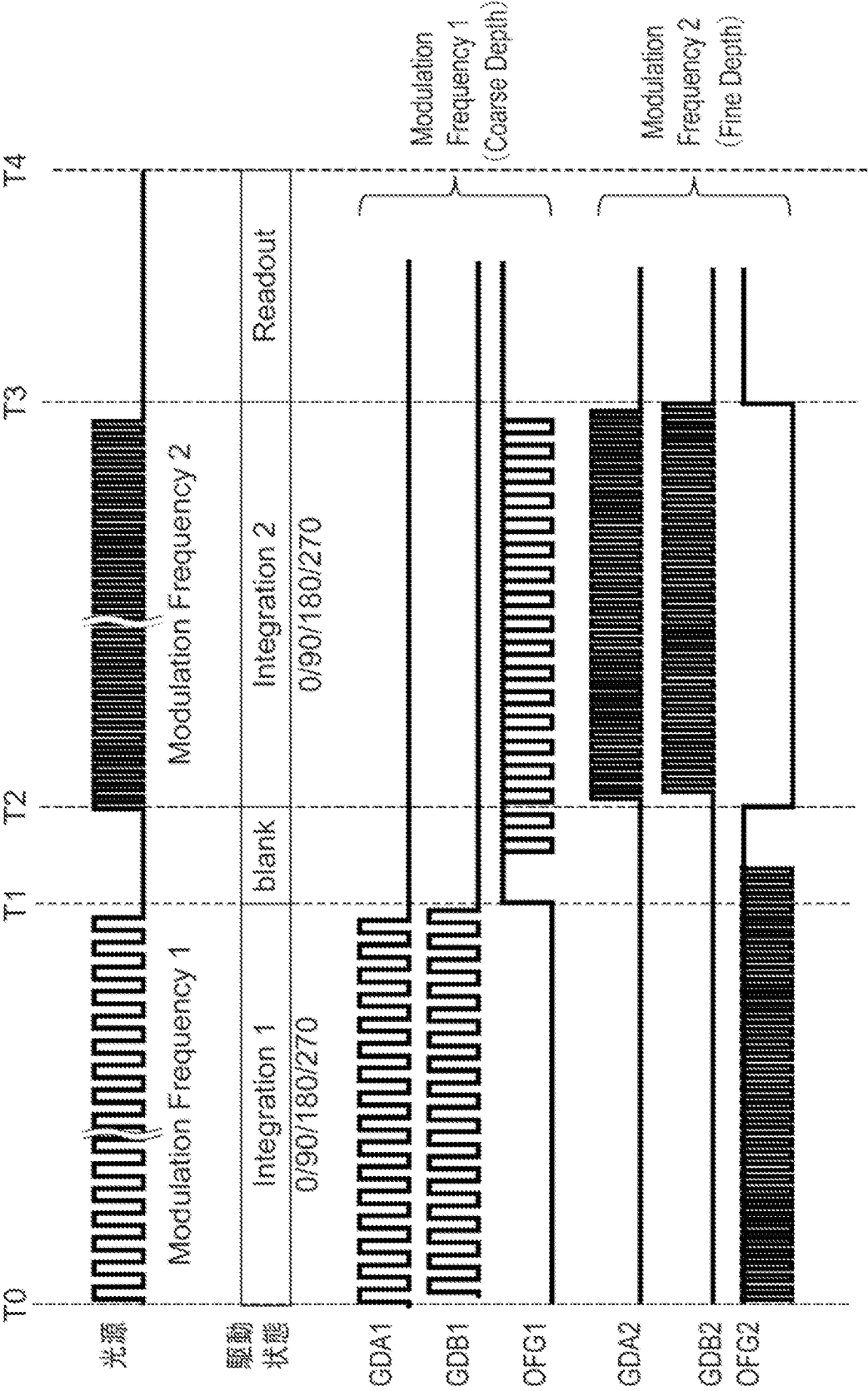
[図24]



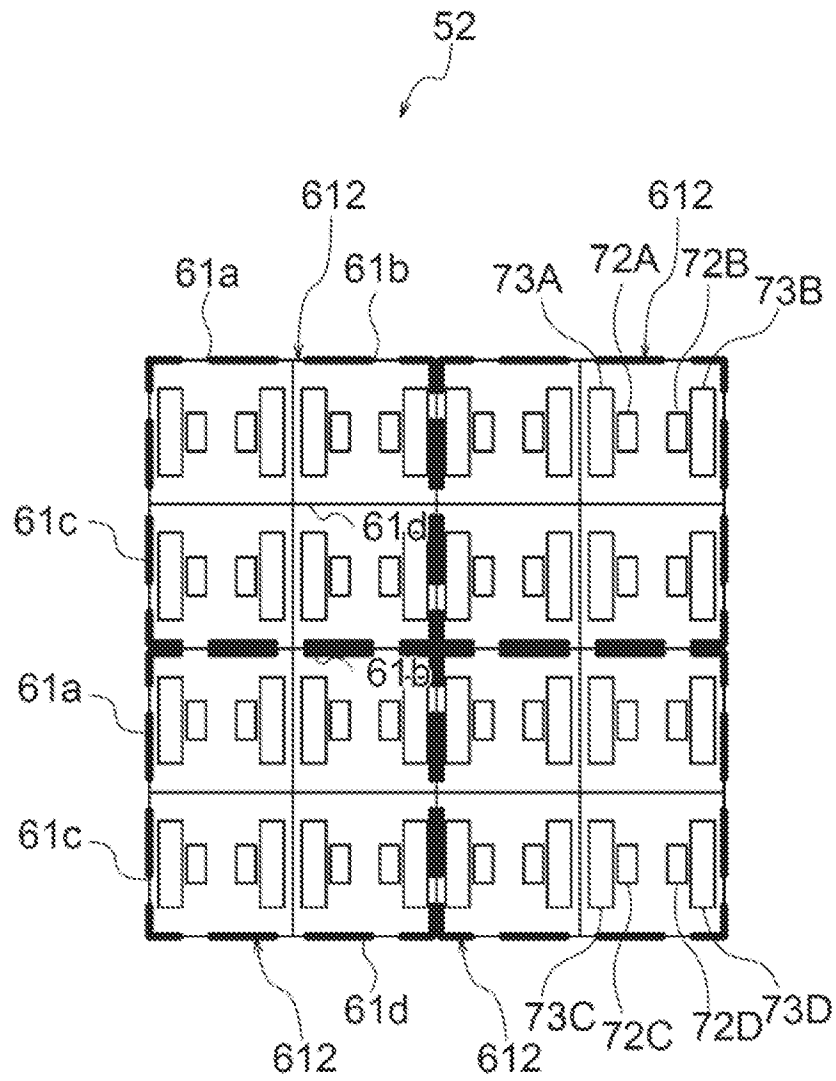
[図25]



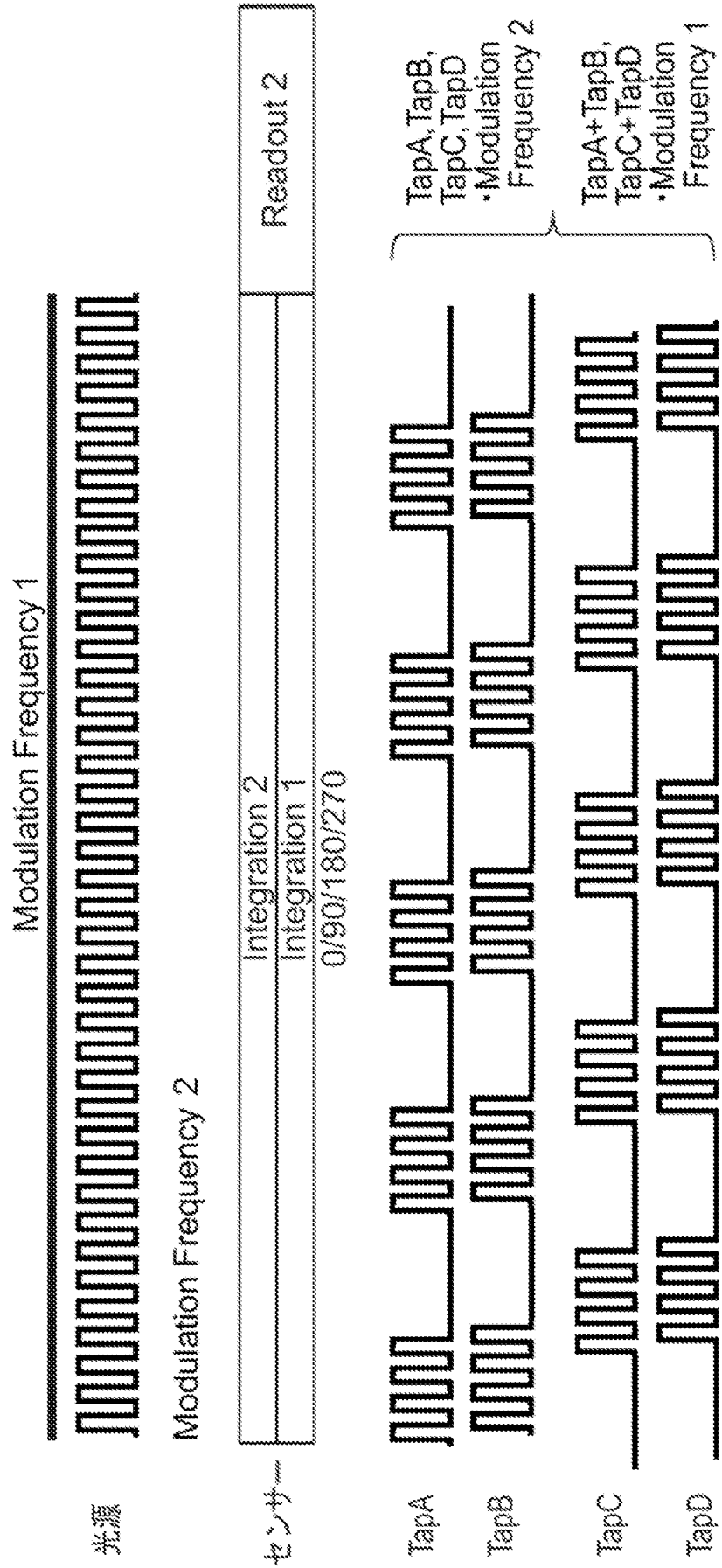
[図26]



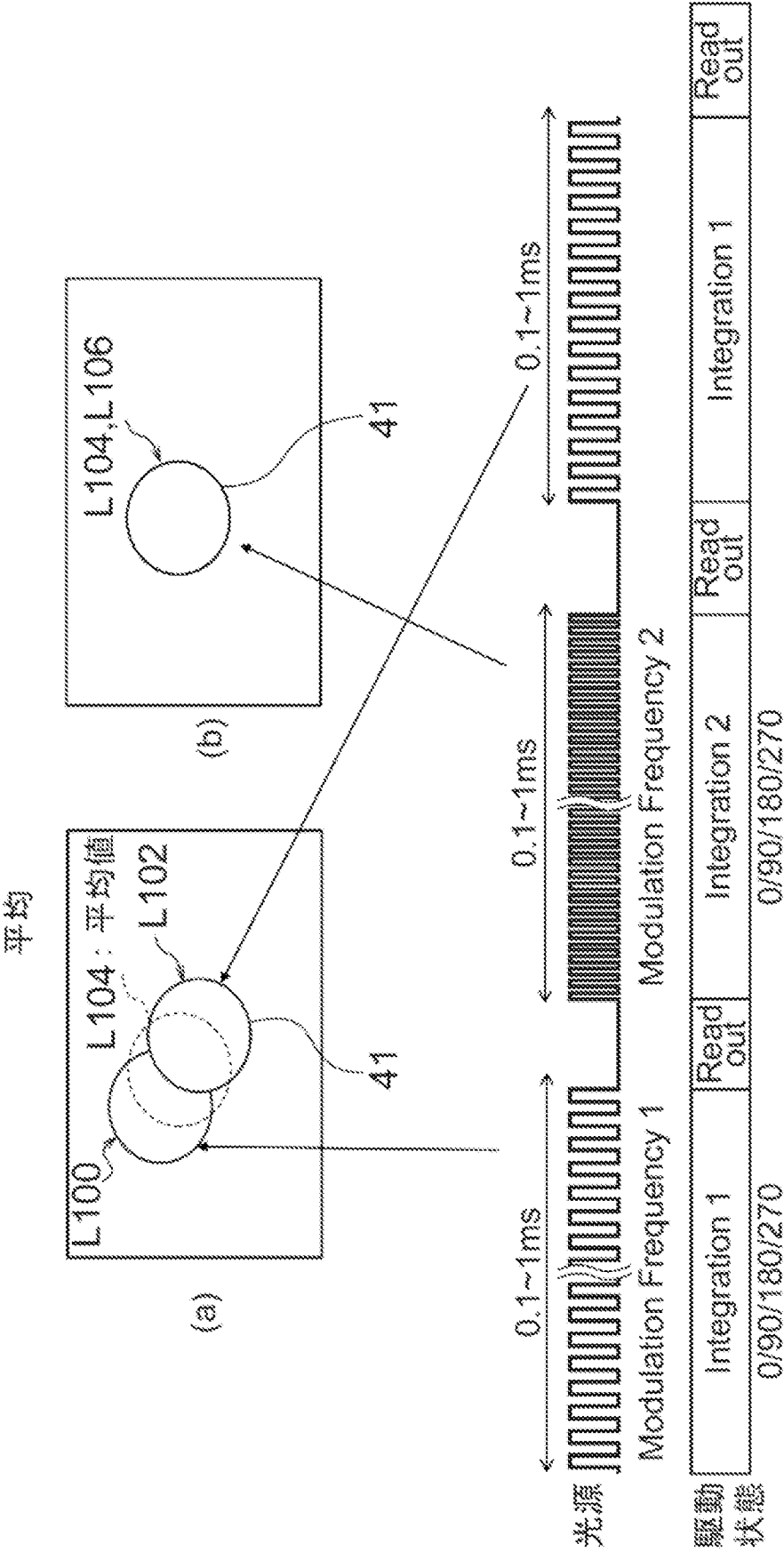
[図27]



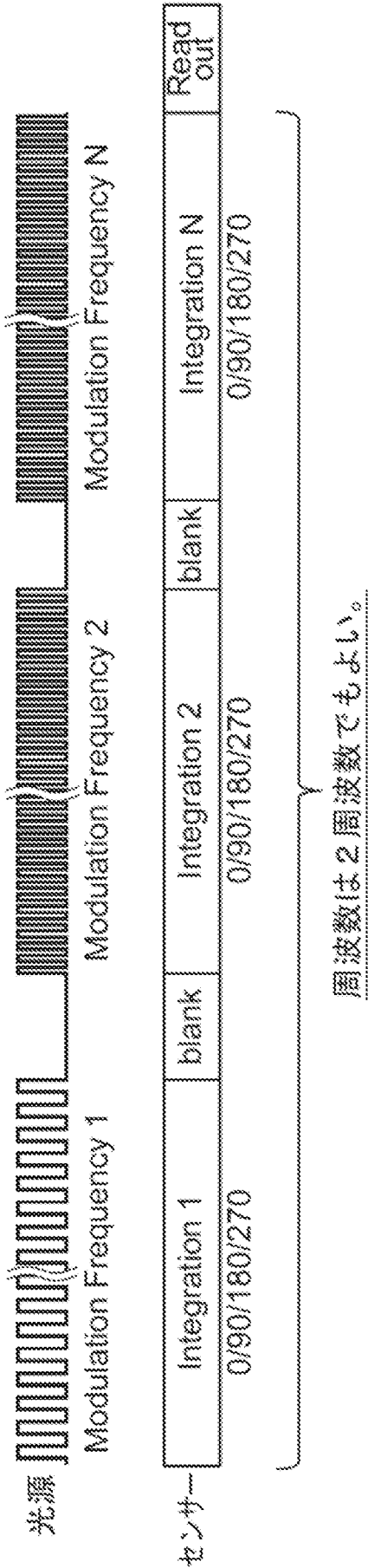
[図28]



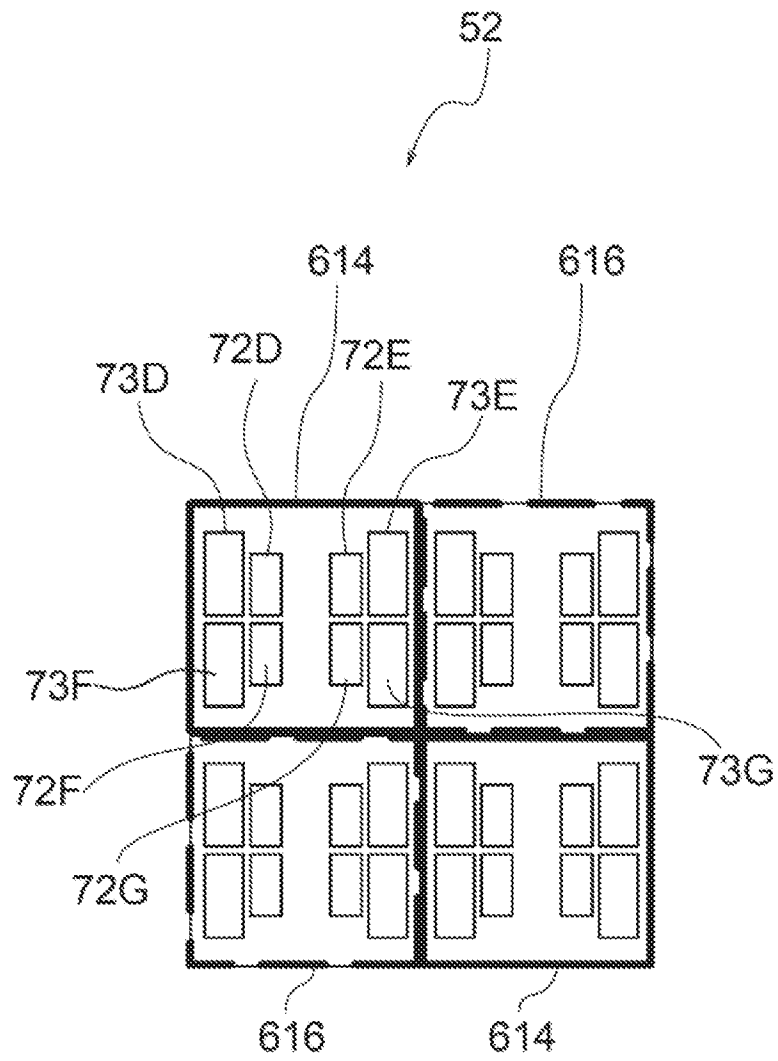
[図29]



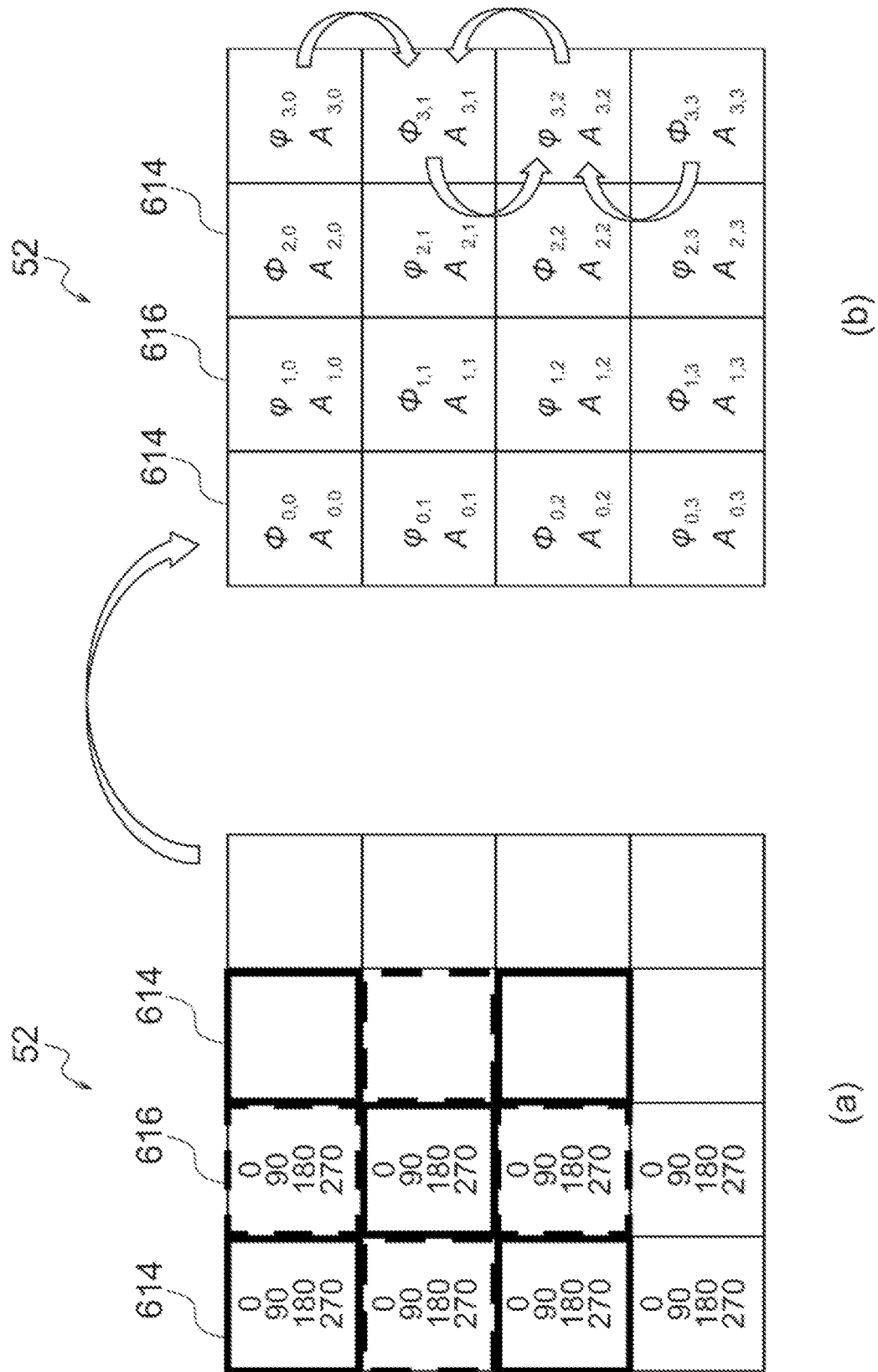
[図30]



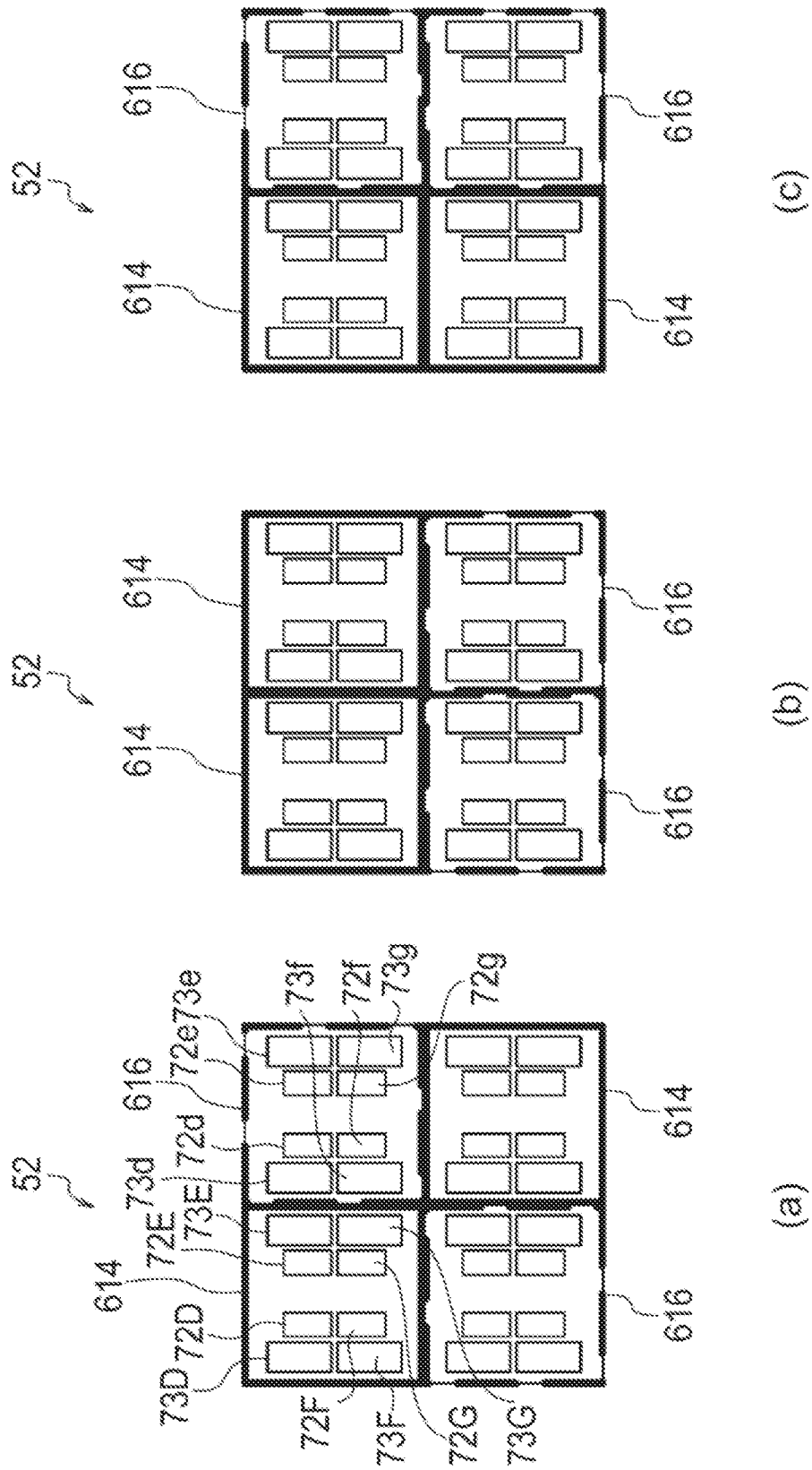
[図31]



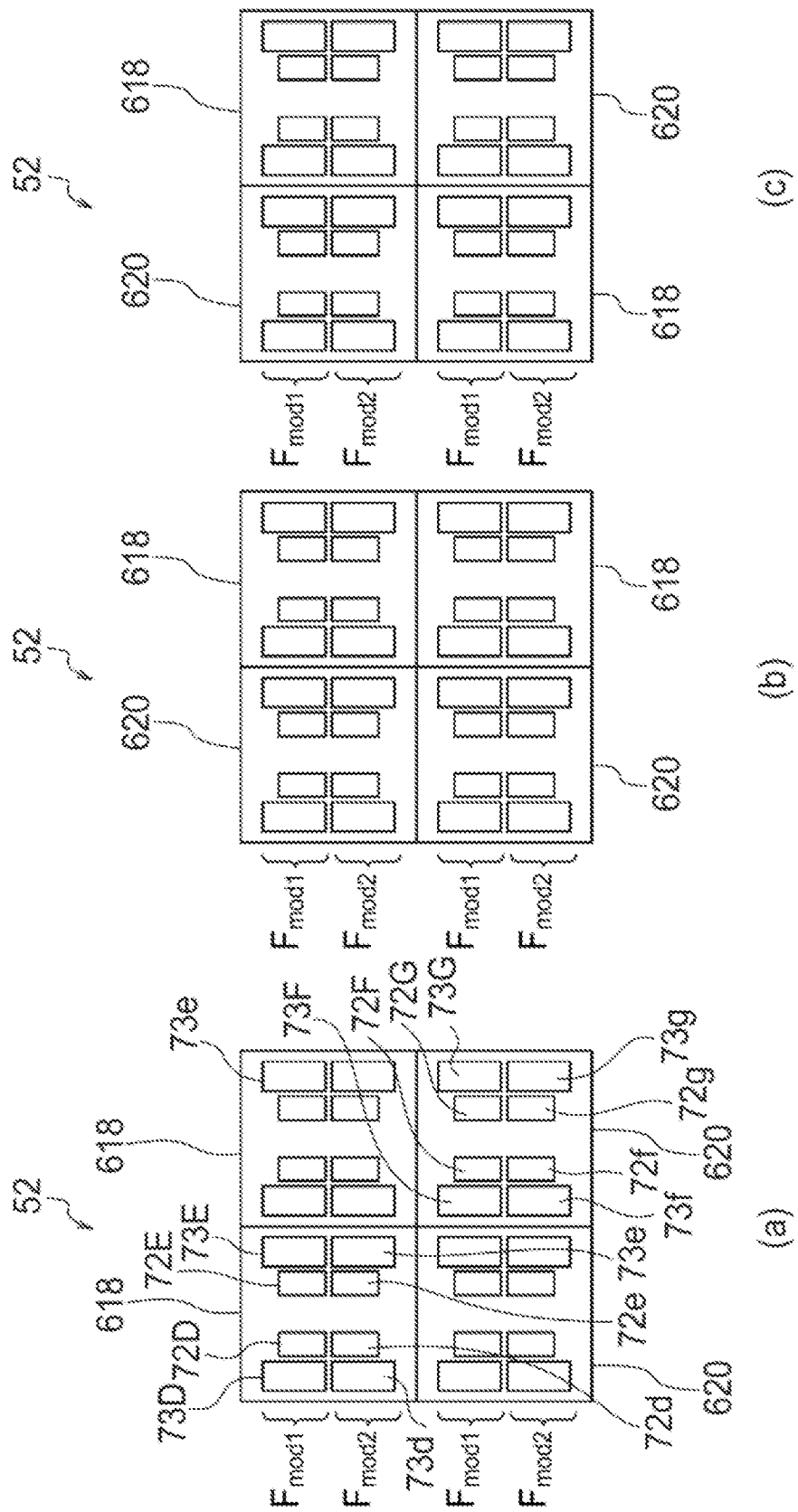
[図32]



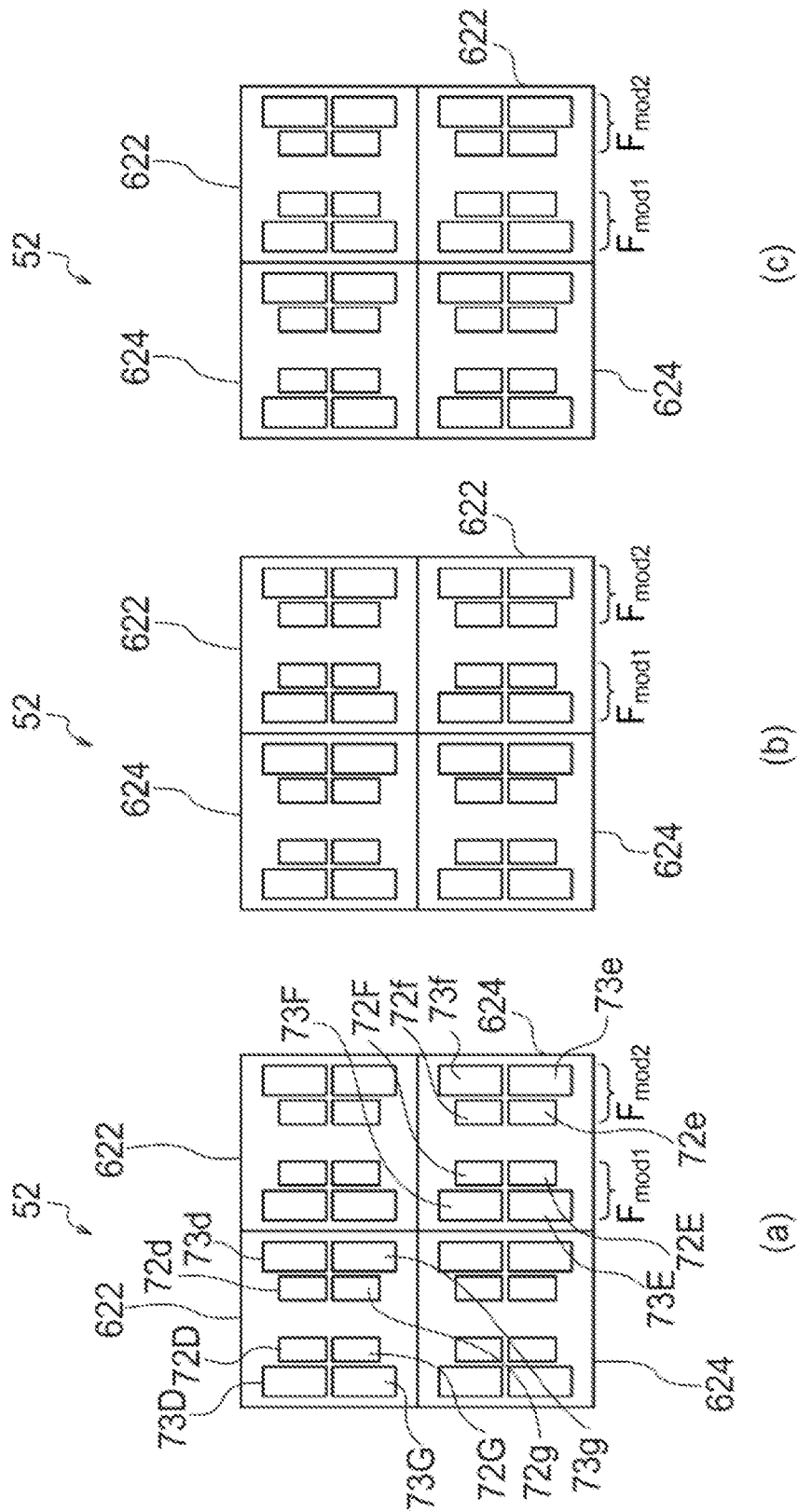
[図33]



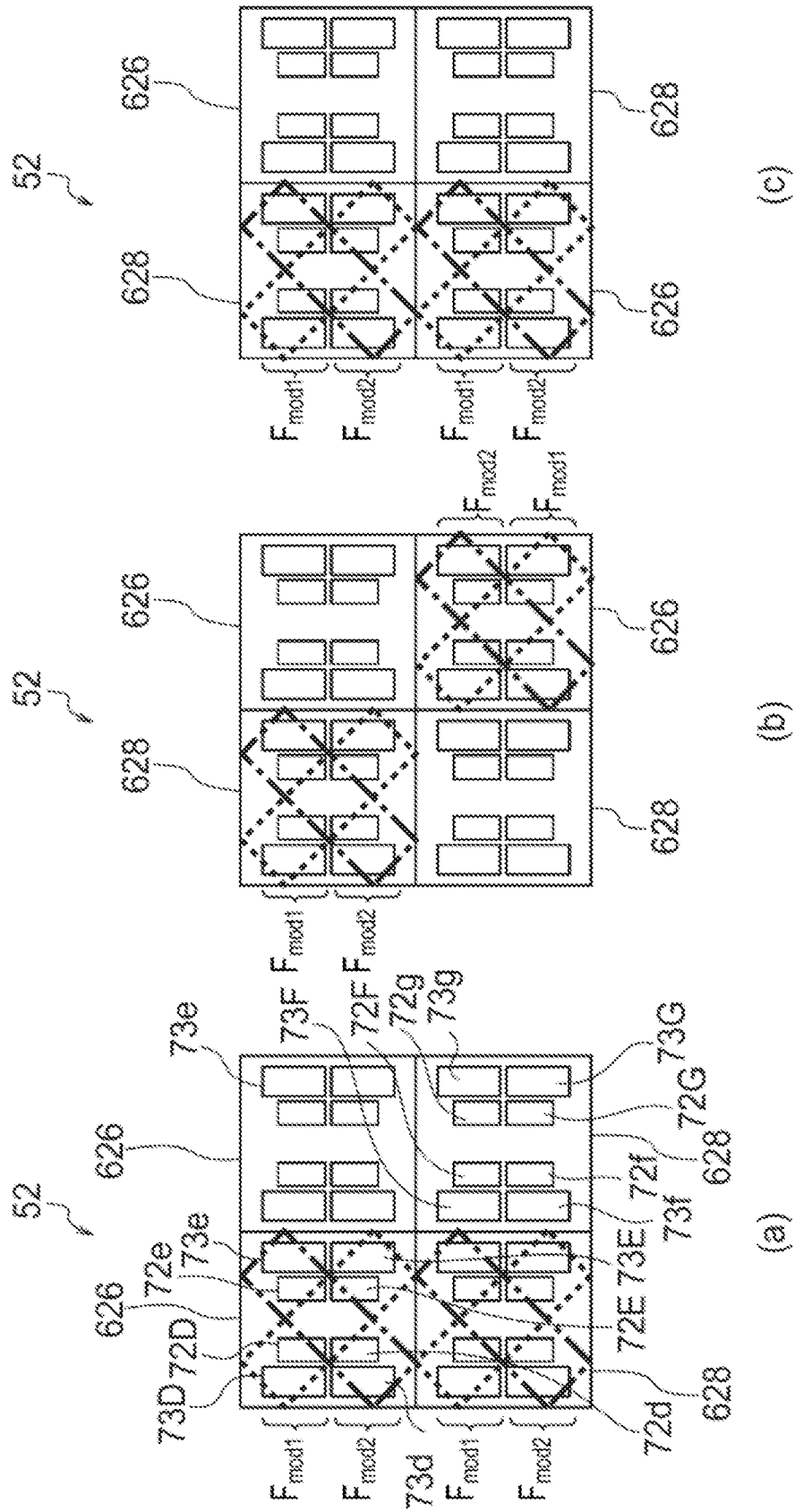
[図34]



[図35]



[図36]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/028314

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01S 17/894 (2020.01)i; G01C 3/06 (2006.01)i FI: G01S17/894; 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) G01S 7/48 - 7/51; G01S 17/00 - 17/95; G01C3/00 - 3/32 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.
A	JP 2022-185168 A (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORP.) 14 December 2022 (2022-12-14) entire text, all drawings	1-20
A	WO 2022/149466 A1 (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORP.) 14 July 2022 (2022-07-14) entire text, all drawings	1-20
A	JP 2023-1122 A (NIKON CORP.) 04 January 2023 (2023-01-04) entire text, all drawings	1-20
A	JP 2018-21764 A (DENSO CORPORATION) 08 February 2018 (2018-02-08) entire text, all drawings	1-20
A	CN 112099036 A (SHENZHEN GOODIX TECHNOLOGY CO., LTD.) 18 December 2020 (2020-12-18) entire text, all drawings	1-20
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “D” document cited by the applicant in the international application “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 30 August 2024		Date of mailing of the international search report 10 September 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/028314

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2017/0131405 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 11 May 2017 (2017-05-11) entire text, all drawings	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/028314

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2022-185168	A	14 December 2022	WO 2022/254792 A1	
WO	2022/149466	A1	14 July 2022	(Family: none)	
JP	2023-1122	A	04 January 2023	(Family: none)	
JP	2018-21764	A	08 February 2018	US 2019/0179017 A1 entire text, all drawings WO 2018/025749 A1 CN 109564287 A	
CN	112099036	A	18 December 2020	(Family: none)	
US	2017/0131405	A1	11 May 2017	US 2015/0130904 A1 KR 10-2015-0054568 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; 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））
G01S 7/48 - 7/51; G01S 17/00 - 17/95; G01C3/00 - 3/32
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 カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2022-185168 A（ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社）14.12.2022 (2022 - 12 - 14) 全文全図	1-20
A	WO 2022/149466 A1（ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社）14.07.2022 (2022 - 07 - 14) 全文全図	1-20
A	JP 2023-1122 A（株式会社ニコン）04.01.2023（2023 - 01 - 04） 全文全図	1-20
A	JP 2018-21764 A（株式会社デンソー）08.02.2018（2018 - 02 - 08） 全文全図	1-20
A	CN 112099036 A（SHENZHEN GOODIX TECHNOLOGY CO., LTD.）18.12.2020（2020 - 12 - 18） 全文全図	1-20

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

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

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

国際調査を完了した日
30.08.2024

国際調査報告の発送日
10.09.2024

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）

藤脇 昌也 2M 4013

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	US 2017/0131405 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 11.05.2017 (2017 - 05 - 11) 全文全図	1-20

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/028314

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2022-185168	A	14.12.2022	WO	2022/254792	A1	
WO	2022/149466	A1	14.07.2022	(ファミリーなし)			
JP	2023-1122	A	04.01.2023	(ファミリーなし)			
JP	2018-21764	A	08.02.2018	US	2019/0179017	A1	
				全文全図			
				WO	2018/025749	A1	
				CN	109564287	A	
CN	112099036	A	18.12.2020	(ファミリーなし)			
US	2017/0131405	A1	11.05.2017	US	2015/0130904	A1	
				KR	10-2015-0054568	A	