

(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
2020年7月30日(30.07.2020)



(10) 国際公開番号

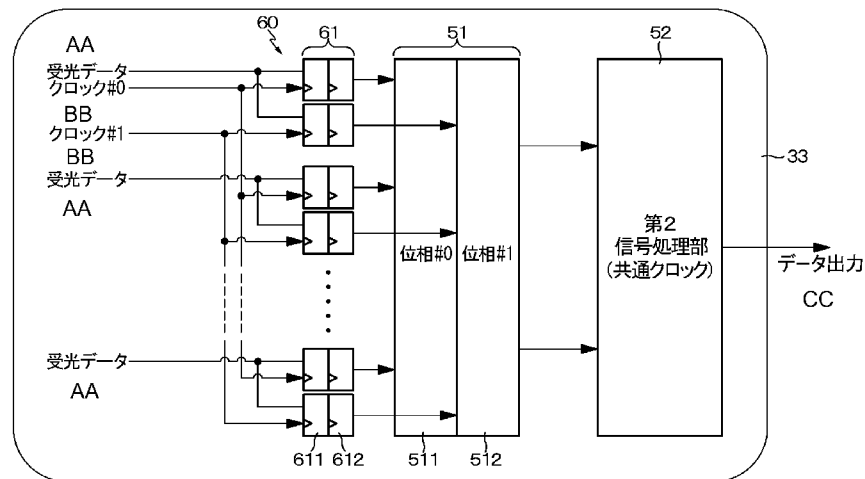
WO 2020/153182 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 7/487 (2006.01) *G01S 17/894* (2020.01) 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 Kanagawa (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/000990 (72) 発明者: 天川 慶太郎 (AMAGAWA Keitarou); 〒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).
- (22) 国際出願日: 2020年1月15日(15.01.2020)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2019-011006 2019年1月25日(25.01.2019) JP (74) 代理人: 山本 孝久, 外(YAMAMOTO Takahisa et al.); 〒1410032 東京都品川区大崎4丁目3番2号 秋葉ビル301号 Tokyo (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 (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: LIGHT DETECTION DEVICE, METHOD FOR DRIVING LIGHT DETECTION DEVICE, AND RANGING DEVICE

(54) 発明の名称: 光検出装置及び光検出装置の駆動方法、並びに、測距装置

図6



52 Second signal processing unit (common clock)
511, 512 Phase
AA Received light data
BB Clock
CC Data output

(57) Abstract: A light detection device according to the present disclosure comprises a plurality of pixels including light-receiving elements and sampling circuits provided corresponding to the plurality of pixels for sampling received light data output from the pixels in synchronization with the input of trigger signals and on the basis of a plurality of clock signals having different phases, wherein the sampling circuits switch the phases of the clock signals each time the trigger signals are input. Furthermore, a ranging device according to the present disclosure comprises a light source for

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

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

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

irradiating a subject being measured with light and a light detection device for detecting light reflected off the subject being measured, wherein the light detection device has the configuration described above.

(57) 要約：本開示の光検出装置は、受光素子を含む複数の画素、及び、複数の画素に対応して設けられ、トリガー信号の入力に同期して、位相が異なる複数のクロック信号に基づいて、画素から出力される受光データをサンプリングするサンプリング回路を備え、サンプリング回路は、トリガー信号が入力される毎に、クロック信号の位相を切り替える。また、本開示の測距装置は、測定対象物に対して光を照射する光源、及び、測定対象物で反射された光を検出する光検出装置を備え、光検出装置として、上記の構成の光検出装置を用いる。

明 細 書

発明の名称：

光検出装置及び光検出装置の駆動方法、並びに、測距装置

技術分野

[0001] 本開示は、光検出装置及び光検出装置の駆動方法、並びに、測距装置（距離測定装置）に関する。

背景技術

[0002] 光子の受光に応じて信号を発生する素子を、受光素子として用いた光検出装置がある（例えば、特許文献1参照）。この種の光検出装置では、測定対象物までの距離を測定する測定法として、測定対象物に向けて照射した光が、当該測定対象物で反射されて戻ってくるまでの時間を測定するT o F（Time of Flight：飛行時間）法が採用されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2016-211881号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] T o F法のうち、光の飛行時間差から直接距離を算出する直接T o F法を用いる光検出装置では、受光素子から出力される受光データを、高速の時間計測部（time-to-digital converter：TDC）で取得する必要がある。しかし、1つの受光素子から出力される受光データを、複数のクロック位相で並列化してサンプリングする構成とした場合、サンプリング中は高速に動作しているためピーク電力が大きい。ピーク電力が大きいと、光検出装置を設計するときの電源設計やタイミング設計への影響が大きい。

[0005] そこで、本開示は、サンプリング動作中のピーク電力を低減することができる光検出装置及び光検出装置の駆動方法、並びに、当該光検出装置を用いる測距装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0006] 上記の目的を達成するための本開示の光検出装置は、
受光素子を含む複数の画素、及び、
複数の画素に対応して設けられ、トリガー信号の入力に同期して、位相が異なる複数のクロック信号に基づいて、画素から出力される受光データをサンプリングするサンプリング回路を備え、
サンプリング回路は、トリガー信号が入力される毎に、異なる位相のクロック信号に基づいてサンプリング動作を行う。
- [0007] また、上記の目的を達成するための本開示の光検出装置の駆動方法は、
受光素子を含む複数の画素、及び、
複数の画素に対応して設けられ、トリガー信号の入力に同期して、位相が異なる複数のクロック信号に基づいて、画素から出力される受光データをサンプリングするサンプリング回路を備える光検出装置の駆動に当たって、
サンプリング回路において、トリガー信号が入力される毎に、異なる位相のクロック信号に基づいてサンプリング動作を行う。
更に、上記の目的を達成するための本開示の測距装置（距離測定装置）は、
測定対象物に対して光を照射する光源、及び、
測定対象物で反射された光を検出する光検出装置を備え、
光検出装置として、上記の構成の光検出装置を用いる。

図面の簡単な説明

- [0008] [図1]図1は、本開示の実施形態に係る測距装置を示す概略構成図である。
[図2]図2 A及び図2 Bは、測距装置の具体的な構成を示すブロック図である。
[図3]図3は、SPAD素子を用いた光検出装置における画素回路の構成の一例を示す回路図である。
[図4]図4は、本開示の実施形態に係る光検出装置の基本的な構成の一例を示すブロック図である。

[図5]図5は、サンプリング回路の基本的な動作の説明図であり、図5 Aに、スロット信号、トリガー信号、及び、サンプリングタイミングのタイミング関係を示し、図5 Bに、トリガー信号に対する2つのクロック信号# 0, # 1のタイミング関係を示している。

[図6]図6は、実施例1に係る光検出装置における信号処理回路の回路構成を示すブロック図である。

[図7]図7は、実施例1に係る光検出装置における第1信号処理部の回路動作の説明に供するブロック図である。

[図8]図8は、実施例2に係る光検出装置における信号処理回路の回路構成を示すブロック図である。

[図9]図9は、実施例2に係る光検出装置における第1信号処理部の回路動作の説明に供するブロック図である。

[図10]図10は、実施例3に係る光検出装置における信号処理回路の回路構成を示すブロック図である。

[図11]図11は、実施例3に係る光検出装置における第1信号処理部の回路動作の説明に供するブロック図である。

[図12]図12は、実施例4に係る光検出装置の駆動方法の処理の一例を示すフローチャートである。

[図13]図13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。

[図14]図14は、移動体制御システムにおける撮像部及び車外情報検出部の設置位置の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本開示に係る技術を実施するための形態（以下、「実施形態」と記述する）について図面を用いて詳細に説明する。本開示に係る技術は実施形態に限定されるものではない。以下の説明において、同一要素又は同一機能を有する要素には同一符号を用いることとし、重複する説明は省略する。尚、説明は以下の順序で行う。

1. 本開示の光検出装置及び測距装置、全般に関する説明
2. 実施形態に係る測距装置
 - 2-1. 測距装置の基本的な構成
 - 2-2. SPAD素子を用いた画素回路の構成例
 - 2-3. 光検出装置の基本的な構成例
3. 実施形態に係る光検出装置
 - 3-1. 実施例1（第1信号処理部として2つのクロック位相分の回路部を実装する例）
 - 3-2. 実施例2（第1信号処理部として1つのクロック位相分の回路部のみを実装する例）
 - 3-3. 実施例3（実施例2の変形例：第1信号処理部の1つの回路部分をクロック位相に対応して分割し、SPAD領域毎にクロック位相を変える例）
 - 3-4. 実施例4（実施例4に係る光検出装置の駆動方法の例）
4. 本開示に係る技術の適用例（移動体の例）
5. 本開示がとることができる構成

[0010] ＜本開示の光検出装置及び測距装置、全般に関する説明＞

本開示の光検出装置及び測距装置にあつては、サンプリング回路について、トリガー信号が入力される毎に、異なる位相のクロック信号に基づいて、受光データのサンプリング動作を行うラッチ回路を有する構成とすることができる。

[0011] 更に、上述した好ましい構成を含む本開示の光検出装置及び測距装置にあつては、サンプリング回路について、複数のクロック信号の位相に対応して設けられた複数のラッチ回路を有している構成とすることができる。そして、複数のラッチ回路について、トリガー信号が入力される毎に順番に、受光データのサンプリング動作を行う構成とすることができる。

[0012] あるいは又、上述した好ましい構成を含む本開示の光検出装置及び測距装置にあつては、サンプリング回路について、複数のクロック信号の位相に対

して共通に設けられた単一のラッチ回路を有し、当該単一のラッチ回路について、複数のクロック信号の位相毎に順番に、受光データのサンプリング動作を行う構成とすることができる。また、サンプリング回路について、複数のクロック信号を位相毎に選択し、単一のラッチ回路に供給するセクタ回路を有する構成とすることができる。

[0013] あるいは又、上述した好ましい構成を含む本開示の光検出装置及び測距装置にあっては、サンプリング回路について、複数のクロック信号の位相に対して共通に設けられた単一のラッチ回路を有し、当該単一のラッチ回路について、複数の画素の受光データを単位として、複数のクロック信号の位相毎に順番に、受光データのサンプリング動作を行う構成とすることができる。また、サンプリング回路について、複数のクロック信号を位相毎に選択し、複数の画素の受光データを単位として、単一のラッチ回路に供給するセクタ回路を有する構成とすることができる。

[0014] 更に、上述した好ましい構成を含む本開示の光検出装置及び測距装置にあっては、受光素子について、光子の受光に応じて信号を発生する素子である構成とすることができる。そして、受光素子について、単一光子アバランシェダイオードから成る構成とすることができる。

[0015] <実施形態に係る測距装置>

先ず、本開示に係る技術が適用される測距装置（即ち、本開示の実施経緯に係る測距装置）の基本的な構成について、図1を用いて説明する。

[0016] [測距装置の基本的な構成]

図1は、本開示の実施形態に係る測距装置を示す概略構成図である。本実施形態に係る測距装置1は、測定対象物である被写体10までの距離を測定する測定法として、被写体10に向けて照射した光（例えば、赤外の波長領域にピーク波長を有するレーザ光）が、当該被写体10で反射されて戻ってくるまでの時間を測定するT o F（time of flight：飛行時間）法を採用している。T o F法による距離測定を実現するために、本実施形態に係る測距装置1は、光源20及び光検出装置30を備えている。そして、光検出装置

30として、後述する本開示の実施形態に係る光検出装置を用いる。

[0017] 測距装置1の基本的な構成を図2A及び図2Bに示す。光源20は、例えば、レーザドライバ21、レーザ光源22、及び、拡散レンズ23を有し、被写体10に対してレーザ光を照射する。レーザドライバ21は、光検出装置30の制御回路34による制御の下に、レーザ光源22を駆動する。レーザ光源22は、例えば半導体レーザから成り、レーザドライバ21によって駆動されることによりレーザ光を出射する。拡散レンズ23は、レーザ光源22から出射されたレーザ光を拡散し、被写体10に対して照射する。

[0018] 光検出装置30は、受光レンズ31、受光部である光センサ32、信号処理回路33、及び、制御回路34を有し、レーザ照射部20による照射レーザ光が被写体10で反射されて戻ってくる反射レーザ光を受光する。受光レンズ31は、被写体10からの反射レーザ光を光センサ32の受光面上に集光する。光センサ32は、受光レンズ31を経た被写体10からの反射レーザ光を画素単位で受光し、光電変換する。光センサ32の詳細については後述する。

[0019] 光センサ32の出力信号、即ち、画素から出力される受光データは、信号処理回路33に供給される。信号処理回路33は、制御回路34による制御の下に、光源20から被写体10に向けて照射したレーザ光が、当該被写体10で反射されて光検出装置30に戻ってくるまでの時間 t の計測を行い、光検出装置30が検出した時間情報として出力する。光検出装置30が検出した時間情報（時間 t ）を基に、被写体10までの距離を求めることができる。

[0020] 時間計測の方法としては、光源20からパルス光を照射したタイミングでタイマをスタートさせ、光検出装置30が当該パルス光を受光したタイミングでタイマをストップし、時間 t を計測する方法を例示することができる。時間計測のその他の方法として、光源20から所定の周期でパルス光を照射し、光検出装置30が当該パルス光を受光した際の周期を検出し、発光の周期と受光の周期との位相差から時間 t を計測する方法を例示することができる。

る。時間計測は複数回実行され、複数回計測された時間を積み上げたヒストグラムのピークを検出することで時間 t を計測することができる。

[0021] 制御回路 34 は、例えば、CPU (Central Processing Unit : 中央処理ユニット) 等によって構成され、光検出装置 30 の外部から与えられるスロット (Slot) 信号及びトリガー (Trigger) 信号に基づいて、光源 20 及び信号処理回路 33 の制御を行う。

[0022] 光センサ 32 としては、受光素子を含む画素が行列状 (アレイ状) に 2 次元配置されて成る 2 次元アレイセンサ (所謂、エリアセンサ) を用いることもできるし、受光素子を含む画素が直線状に配置されて成る 1 次元アレイセンサ (所謂、ラインセンサ) を用いることもできる。

[0023] 光センサ 32 として、画素の受光素子が、光子の受光に応じて信号を発生する素子、例えば、SPAD (Single Photon Avalanche Diode : 単一光子アバランシェダイオード) 素子から成るセンサを用いることができる。すなわち、本例に係る光検出装置 30 は、画素の受光素子が SPAD 素子から成る構成となっている。尚、受光素子としては、SPAD 素子に限られるものではなく、APD (Avalanche Photo Diode) や CAPD (Current Assisted Photonic Demodulator) 等の種々の素子であってもよい。

[0024] [SPAD 素子を用いた画素回路の構成例]

SPAD 素子を用いた光検出装置 30 における画素回路の構成の一例を図 3 に示す。ここでは、1 画素分の基本構成を図示している。

[0025] 本例に係る画素 40 の画素回路は、SPAD 素子 41 のカソード電極が、負荷である P 型 MOS トランジスタ Q_L を介して、電源電圧 V_{DD} が与えられる端子 42 に接続され、アノード電極が、アノード電圧 V_{bd} が与えられる端子 43 に接続された構成となっている。アノード電圧 V_{bd} としては、アバランシェ増倍が発生する大きな負電圧が印加される。

[0026] アノード電極とグランドとの間には容量素子 C が接続されている。そして、SPAD 素子 41 のカソード電圧 V_{CA} が、P 型 MOS トランジスタ Q_p 及び N 型 MOS トランジスタ Q_n が直列接続されて成る CMOS インバータ 54 を介

してSPAD出力（画素出力）として導出される。

[0027] SPAD素子41には、ブレイクダウン電圧 V_{BD} 以上の電圧が印加される。ブレイクダウン電圧 V_{BD} 以上の過剰電圧は、エクセスバイアス電圧 V_{EX} と呼ばれ、2〜5V程度の電圧が一般的である。SPAD素子41は、DC的な安定点が無いガイガーモードと呼ばれる領域で動作する。

[0028] [光検出装置の基本的な構成例]

光検出装置30の基本的な構成の一例を図4に示す。本構成例に係る光検出装置30では、光センサ32として、受光素子（例えば、SPAD素子）を含む複数の画素40が行列状（アレイ状）に2次元配置されて成る2次元アレイセンサを用いている。複数の画素40の各受光データは、信号処理回路33に供給される。

[0029] 制御回路34は、光検出装置30の外部から与えられるスロット（Slot）信号及びトリガー（Trigger）信号に基づいて、信号処理回路33の制御を行う。信号処理回路33は、複数の画素40に対応して、例えば、複数の画素40毎に設けられている。信号処理回路33は、前段の第1信号処理部51、及び、後段の第2信号処理部52から構成されており、制御回路34による制御の下に、複数の画素40から出力される各受光データに対して、測距のための信号処理を行う。

[0030] 具体的には、前段の第1信号処理部51は、光の飛行時間差から直接距離を算出する直接ToF法を用いて、画素40から出力される受光データを基に測距のための信号処理を行う。すなわち、第1信号処理部51は、測定対象物に向けて照射した光が、当該測定対象物で反射されて戻ってくるまでの時間 t を計測する時間計測回路（TDC回路）である。第1信号処理部51での時間計測は複数回実行され、複数回計測された時間を積み上げたヒストグラムのピークを検出することで時間 t を計測する。

[0031] 後段の第2信号処理部52は、メモリ（例えば、SRAM）を有し、第1信号処理部51から出力される画素40毎のデータを蓄積し、メモリに蓄積したデータを、画素共通のクロック信号に基づいて出力する。

- [0032] 第1信号処理部51は入力段に、画素40から出力される受光データを、位相が異なる複数のクロック信号に基づいてサンプリングするサンプリング回路60を有する構成となっている。
- [0033] ここで、位相が異なる複数のクロック信号として、位相が0度のクロック信号#0、及び、位相が180度のクロック信号#1の2つのクロック信号を用いる場合における、サンプリング回路60の動作について、図5A及び図5Bを用いて説明する。
- [0034] 図5Aに示すように、制御回路34に入力されるスロット信号は、同じSPAD領域を1スロットとしてアクティブ状態（例えば、高レベル）になる信号である。このスロット信号のアクティブ期間、即ち、1スロット期間に複数回、制御回路34にトリガー信号が入力される。
- [0035] サンプリング回路60は、制御回路34にトリガー信号が入力される度に、図5Bに示すように、位相が異なる2つのクロック信号#0、#1に同期して、画素40から出力される受光データをサンプリングする。すなわち、サンプリング回路60は、画素40から出力される受光データを、複数のクロック位相で並列化してサンプリングする。そして、第1信号処理部51は、サンプリング回路60でのサンプリングデータを1スロット期間蓄積し、1スロット期間中に蓄積したサンプリングデータを、後段の第2信号処理部52に出力する。
- [0036] 上述したように、1つのSPAD素子41（画素40）から出力される受光データを、複数のクロック位相で並列化してサンプリングする構成とした場合、サンプリング中は、クロック信号#0、#1のサンプリング回路60を含むTDC回路（即ち、第1信号処理部51）が高速に動作しているため、IRドロップが非常に大きくなり、ピーク電力が大きい。ピーク電力が大きいと、光検出装置30を設計するときの電源設計やタイミング設計への影響が大きい。
- [0037] <実施形態に係る光検出装置>

本実施形態では、複数の画素40に対応して設けられ、画素40から出力

される受光データを、位相が異なる複数のクロック信号に基づいてサンプリングするサンプリング回路60において、トリガー信号が入力される度に、異なる位相のクロック信号に基づいてサンプリング動作を行う、換言すれば、サンプリングするクロック信号の位相を切り替えてサンプリング動作を行う構成となっている。

[0038] トリガー信号が入力される度に、サンプリングするクロック信号の位相を切り替えることにより、サンプリング回路60において、サンプリング動作中に活性化される回路部分が、位相が異なる複数のクロック信号で並列化してサンプリングする場合に比べて少なくなる。従って、サンプリング動作中のピーク電力を低減できる。また、サンプリング回路60の回路構成によっては（後述する実施例2及び実施例3の場合）、回路規模の削減を図ることもできる。

[0039] 以下に、サンプリング回路60において、トリガー信号が入力される度に、異なる位相のクロック信号に基づいてサンプリング動作を行うための本実施形態の具体的な実施例について説明する。

[0040] [実施例1]

実施例1は、第1信号処理部51として2つのクロック位相分の回路部を実装する例である。実施例1に係る光検出装置30における信号処理回路33の回路構成のブロック図を図6に示す。ここでは、画素40の各々に対応して設けられる信号処理回路33について、1つの画素分のみの回路構成を図示している。この点については、後述する実施例においても同様である。

[0041] 実施例1に係る光検出装置30では、第1信号処理部51として2つのクロック位相分の回路部511、512を有するとともに、入力段のサンプリング回路60として、位相が異なる2つのクロック信号#0、#1毎にラッチ回路61を有する構成となっている。ラッチ回路61は、縦続接続された2つのフリップフロップ611、612から成り、1つのSPAD素子41（画素40）から出力される受光データに対して2個ずつ配置されている。

[0042] そして、2個のラッチ回路61の一方は、クロック信号#0に基づいて受

光データをサンプリングしてラッチし、そのラッチしたデータを第1信号処理部51の一方の回路部511に供給する。2個のラッチ回路61の他方は、クロック信号#1に基づいて受光データをラッチし、そのラッチしたデータを第1信号処理部51の他方の回路部512に供給する。すなわち、1回のトリガー信号の入力でサンプリングするクロック信号の位相は1つである。

[0043] 上記の構成の実施例1に係る光検出装置30における第1信号処理部51の回路動作について、図7を用いて説明する。

[0044] サンプリング回路60において、位相が異なる2つのクロック信号#0, #1毎に設けられた2個のラッチ回路61は、トリガー信号が制御回路34に入力される度に、2つのクロック信号#0, #1の位相毎に順番に、受光データのサンプリング動作を行う。具体的には、トリガー信号が入力される度に順番に、2個のラッチ回路61の一方は、位相が0度のクロック信号#0に基づいて受光データをラッチし、他方は、位相が180度のクロック信号#1に基づいて受光データをラッチする。すなわち、最初のトリガー信号の入力ではクロック信号#0のみでサンプリング動作を行い、次のトリガー信号の入力ではクロック信号#1のみでサンプリング動作を行う。

[0045] 図7において、左側の図が、位相が0度のクロック信号#0に基づいて受光データのサンプリング動作を行う場合を示し、右側の図が、位相が180度のクロック信号#1に基づいて受光データのサンプリング動作を行う場合を示している。

[0046] 上述したように、実施例1に係る光検出装置30における第1信号処理部51では、位相が異なる2つのクロック信号#0, #1毎に設けられた2個のラッチ回路61が、トリガー信号が入力される度に、交互に（順番に）サンプリング動作を行うことになる。そのため、サンプリング動作中に、第1信号処理部51において、網掛けで示す一方の回路部512/511が動作せず、他方の回路部分511/512のみが動作する。すなわち、サンプリング動作中に活性化される回路部分が、2つのクロック信号#0, #1で並

列化してサンプリングする場合に比べて半分になるため、サンプリング動作中のピーク電力を $1/2$ 程度まで低減できる。

[0047] 尚、実施例 1 では、位相が異なる複数のクロック信号として、位相が 0 度のクロック信号 # 0、及び、位相が 180 度のクロック信号 # 1 の 2 つのクロック信号を例示したが、2 相クロックに限られるものではなく、3 相以上の複数位相クロックであってもよく、位相の数が多いほど、サンプリング動作中のピーク電力を低減できる効果大きい。この点については、後述する実施例 2 及び実施例 3 においても同様である。

[0048] [実施例 2]

実施例 2 は、第 1 信号処理部 51 として 1 つのクロック位相分の回路部のみを実装する例である。実施例 2 に係る光検出装置 30 における信号処理回路 33 の回路構成のブロック図を図 8 に示す。

[0049] 実施例 2 に係る光検出装置 30 では、第 1 信号処理部 51 が、位相が異なる 2 つのクロック信号 # 0、# 1 に対して共通の回路部分から成るとともに、入力段のサンプリング回路 60 として、2 つのクロック信号 # 0、# 1 に対して共通に設けられた単一のラッチ回路 61 を有する構成となっている。ラッチ回路 61 は、縦続接続された 2 つのフリップフロップ 611、612 から成り、1 つの SPAD 素子 41（画素 40）から出力される受光データに対して 1 個ずつ配置されている。

[0050] そして、ラッチ回路 61 のクロック入力の前段には、2 つのクロック信号 # 0、# 1 を位相毎に選択し、単一のラッチ回路 61 のクロック入力とするセクタ回路 62 が設けられている。セクタ回路 62 は、光検出装置 30 の外部から供給される、トリガー信号に同期した選択信号に基づいて、例えば、選択信号が論理 “1” のときは、位相が 0 度のクロック信号 # 0 を選択し、選択信号が論理 “0” のときは、位相が 180 度のクロック信号 # 0 を選択する。

[0051] 上記の構成の実施例 2 に係る光検出装置 30 における第 1 信号処理部 51 の回路動作について、図 9 を用いて説明する。

[0052] サンプリング回路60では、2つのクロック信号#0、#1に対して共通に設けられたラッチ回路61は、トリガー信号が入力される度に、セレクト回路62が選択するクロック信号#0/#1の位相毎に順番に、画素40から出力される受光データのサンプリング動作が行われる。

[0053] 図9において、左側の図が、位相が0度のクロック信号#0に基づいて受光データのサンプリング動作を行う場合を示し、右側の図が、位相が180度のクロック信号#1に基づいて受光データのサンプリング動作を行う場合を示している。

[0054] 上述したように、実施例2に係る光検出装置30では、サンプリング回路60を含む第1信号処理部51が、1つのクロック位相分の回路部分から成る構成となっているため、2相のクロック信号#0、#1の場合には、回路規模を1/2に削減できる。図8では、信号処理回路33について、1画素に対応する回路構成を図示しているが、信号処理回路33は、画素40の各々に対応して設けられることから、実施例2に9. 回路規模の削減効果は大きい。しかも、サンプリング回路60を含む第1信号処理部51において、サンプリング動作中に活性化される回路部分が、2つのクロック信号#0、#1で並列化してサンプリングする場合に比べて少なくなるため、サンプリング動作中のピーク電力を1/2程度まで低減できる。

[0055] [実施例3]

実施例3は、実施例2の変形例であり、第1信号処理部51の1つの回路部分をクロック位相に対応して分割し、SPAD領域毎にクロック位相を変える例である。実施例2に係る光検出装置30における信号処理回路33の回路構成のブロック図を図10に示す。

[0056] 実施例3に係る光検出装置30では、実施例2の場合の第1信号処理部51の1つの回路部分を、2つのクロック信号#0、#1に対応して複数の回路部分（本例では、2つの回路部分51₀、51₁）に分割し、複数の画素40（即ち、複数のSPAD素子41）の受光データを単位とするSPAD領域毎に、回路部分51₀、51₁を使い分ける構成となっている。

- [0057] 具体的には、セクタ回路62は、トリガー信号に同期した選択信号に基づいて、2つのクロック信号#0、#1を位相毎に選択し、複数の画素40の受光データを単位とするSPAD領域毎に、単一のラッチ回路61のクロック入力とする。これにより、あるSPAD領域に対しては回路部分51₀、51₁の一方が使用され、他のSPAD領域に対しては回路部分51₀、51₁の他方が使用される。そして、複数の画素40の受光データを単位として、2つのクロック信号#0、#1の位相毎に順番に、受光データのサンプリング動作が行われることになる。
- [0058] 上記の構成の実施例3に係る光検出装置30における第1信号処理部51の回路動作について、図11を用いて説明する。
- [0059] サンプリング回路60では、2つのクロック信号#0、#1に対して共通に設けられたラッチ回路61は、複数の画素40の受光データを単位とするSPAD領域毎に、トリガー信号に同期して、セクタ回路62が選択するクロック信号#0／#1の位相毎に順番に、受光データのサンプリング動作が行われる。
- [0060] 図11において、左側の図が、回路部分51₀側でクロック信号#0に基づいてサンプリング動作を行うとともに、回路部分51₁側でクロック信号#1に基づいてサンプリング動作を行う場合を示している。また、右側の図が、回路部分51₀側でクロック信号#1に基づいてサンプリング動作を行うとともに、回路部分51₁側でクロック信号#0に基づいてサンプリング動作を行う場合を示している。
- [0061] 上述したように、実施例3に係る光検出装置30では、サンプリング回路60を含む第1信号処理部51が、1つのクロック位相分の回路部分から成る構成となっているため、実施例2の場合と同様に、2相のクロック信号#0、#1の場合には、回路規模を1／2に削減できる。しかも、サンプリング回路60を含む第1信号処理部51において、サンプリング動作中に活性化される回路部分が、2つのクロック信号#0、#1で並列化してサンプリングする場合に比べて少なくなるため、サンプリング動作中のピーク電力を

$1/2$ ($= 1/4 + 1/4$) 程度まで低減できる。

[0062] 尚、ここでは、第1信号処理部51を上下に2分割(#0, #1)にする場合を例示したが、上下2分割に限られるものではなく、複数の画素40の受光データを単位として、上下4分割(#0, #1, #0, #1)以上の上下複数分割とすることもできる。

[0063] [実施例4]

実施例4は、本開示の実施形態に係る光検出装置30の駆動方法の例である。実施例4に係る光検出装置30の駆動方法の処理の一例のフローチャートを図12に示す。

[0064] 実施例4に係る光検出装置30の駆動方法の処理は、信号処理回路33において、制御回路34による制御の下に実行される。

[0065] 制御回路34は、トリガー信号の入力を監視し(ステップS11)、トリガー信号が入力されたと判断した場合(S11のYES)、位相が0度のクロック信号#0に基づいて受光データをラッチし(ステップS12)、次いで、再度トリガー信号の入力を監視する(ステップS13)。

[0066] 制御回路34は、ステップS13の処理で、トリガー信号が入力されたと判断した場合(S13のYES)、位相が180度のクロック信号#1に基づいて受光データをラッチする(ステップS14)。以降、制御回路34は、サンプリング動作が終了するまで、ステップS11からステップS14までの処理を繰り返して実行する。

[0067] 上述したように、実施例4に係る光検出装置30の駆動方法では、位相が異なる2つのクロック信号#0, #1毎に設けられた2個のラッチ回路61が、トリガー信号が入力される度に、交互に(順番に)サンプリング動作を行うことになる。そのため、サンプリング動作中に活性化される回路部分が、2つのクロック信号#0, #1で並列化してサンプリングする場合に比べて半分になるため、サンプリング動作中のピーク電力を $1/2$ 程度まで低減できる。

[0068] <変形例>

以上、本開示に係る技術について、好ましい実施形態に基づき説明したが、本開示に係る技術は当該実施形態に限定されるものではない。上記の実施形態において説明した光検出装置及び測距装置の構成、構造は例示であり、適宜、変更することができる。例えば、上記の実施形態では、受光素子としてSPAD素子を用いる場合を例に挙げて説明したが、受光素子としては、SPAD素子に限られるものではなく、APDやCAPD等の素子を用いた場合であっても同様の作用、効果を得ることができる。

[0069] <本開示に係る技術の適用例>

本開示に係る技術は、様々な製品に適用することができる。以下に、より具体的な適用例について説明する。例えば、本開示に係る技術は、自動車、電気自動車、ハイブリッド電気自動車、自動二輪車、自転車、パーソナルモビリティ、飛行機、ドローン、船舶、ロボット、建設機械、農業機械（トラクター）などのいずれかの種類の移動体に搭載される測距装置として実現されてもよい。

[0070] [移動体]

図13は、本開示に係る技術が適用され得る移動体制御システムの一例である車両制御システム7000の概略的な構成例を示すブロック図である。車両制御システム7000は、通信ネットワーク7010を介して接続された複数の電子制御ユニットを備える。図13に示した例では、車両制御システム7000は、駆動系制御ユニット7100、ボディ系制御ユニット7200、バッテリー制御ユニット7300、車外情報検出ユニット7400、車内情報検出ユニット7500、及び統合制御ユニット7600を備える。これらの複数の制御ユニットを接続する通信ネットワーク7010は、例えば、CAN (Controller Area Network)、LIN (Local Interconnect Network)、LAN (Local Area Network) 又はFlexRay（登録商標）等の任意の規格に準拠した車載通信ネットワークであってよい。

[0071] 各制御ユニットは、各種プログラムにしたがって演算処理を行うマイクロコンピュータと、マイクロコンピュータにより実行されるプログラム又は各

種演算に用いられるパラメータ等を記憶する記憶部と、各種制御対象の装置を駆動する駆動回路とを備える。各制御ユニットは、通信ネットワーク 7010 を介して他の制御ユニットとの間で通信を行うためのネットワーク I/F を備えるとともに、車内外の装置又はセンサ等との間で、有線通信又は無線通信により通信を行うための通信 I/F を備える。図 13 では、統合制御ユニット 7600 の機能構成として、マイクロコンピュータ 7610、汎用通信 I/F 7620、専用通信 I/F 7630、測位部 7640、ビーコン受信部 7650、車内機器 I/F 7660、音声画像出力部 7670、車載ネットワーク I/F 7680 及び記憶部 7690 が図示されている。他の制御ユニットも同様に、マイクロコンピュータ、通信 I/F 及び記憶部等を備える。

[0072] 駆動系制御ユニット 7100 は、各種プログラムにしたがって車両の駆動系に関連する装置の動作を制御する。例えば、駆動系制御ユニット 7100 は、内燃機関又は駆動用モータ等の車両の駆動力を発生させるための駆動力発生装置、駆動力を車輪に伝達するための駆動力伝達機構、車両の舵角を調節するステアリング機構、及び、車両の制動力を発生させる制動装置等の制御装置として機能する。駆動系制御ユニット 7100 は、ABS (Antilock Brake System) 又は ESC (Electronic Stability Control) 等の制御装置としての機能を有してもよい。

[0073] 駆動系制御ユニット 7100 には、車両状態検出部 7110 が接続される。車両状態検出部 7110 には、例えば、車体の軸回転運動の角速度を検出するジャイロセンサ、車両の加速度を検出する加速度センサ、あるいは、アクセルペダルの操作量、ブレーキペダルの操作量、ステアリングホイールの操舵角、エンジン回転数又は車輪の回転速度等を検出するためのセンサのうちの少なくとも一つが含まれる。駆動系制御ユニット 7100 は、車両状態検出部 7110 から入力される信号を用いて演算処理を行い、内燃機関、駆動用モータ、電動パワーステアリング装置又はブレーキ装置等を制御する。

[0074] ボディ系制御ユニット 7200 は、各種プログラムにしたがって車体に装

備された各種装置の動作を制御する。例えば、ボディ系制御ユニット 7200 は、キーレスエントリシステム、スマートキーシステム、パワーウィンドウ装置、あるいは、ヘッドランプ、バックランプ、ブレーキランプ、ウィンカー又はフォグラ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 7200 には、鍵を代替する携帯機から発信される電波又は各種スイッチの信号が入力され得る。ボディ系制御ユニット 7200 は、これらの電波又は信号の入力を受け付け、車両のドアロック装置、パワーウィンドウ装置、ランプ等を制御する。

[0075] バッテリー制御ユニット 7300 は、各種プログラムにしたがって駆動用モータの電力供給源である二次電池 7310 を制御する。例えば、バッテリー制御ユニット 7300 には、二次電池 7310 を備えたバッテリー装置から、バッテリー温度、バッテリー出力電圧又はバッテリーの残存容量等の情報が入力される。バッテリー制御ユニット 7300 は、これらの信号を用いて演算処理を行い、二次電池 7310 の温度調節制御又はバッテリー装置に備えられた冷却装置等の制御を行う。

[0076] 車外情報検出ユニット 7400 は、車両制御システム 7000 を搭載した車両の外部の情報を検出する。例えば、車外情報検出ユニット 7400 には、撮像部 7410 及び車外情報検出部 7420 のうちの少なくとも一方が接続される。撮像部 7410 には、ToF (Time of Flight) カメラ、ステレオカメラ、単眼カメラ、赤外線カメラ及びその他のカメラのうちの少なくとも一つが含まれる。車外情報検出部 7420 には、例えば、現在の天候又は気象を検出するための環境センサ、あるいは、車両制御システム 7000 を搭載した車両の周囲の他の車両、障害物又は歩行者等を検出するための周囲情報検出センサのうちの少なくとも一つが含まれる。

[0077] 環境センサは、例えば、雨天を検出する雨滴センサ、霧を検出する霧センサ、日照度合いを検出する日照センサ、及び降雪を検出する雪センサのうちの少なくとも一つであってよい。周囲情報検出センサは、超音波センサ、レーダ装置及び LIDAR (Light Detection and Ranging、Laser Imagin

g Detection and Ranging) 装置のうちの少なくとも一つであってよい。これらの撮像部 7410 及び車外情報検出部 7420 は、それぞれ独立したセンサないし装置として備えられてもよいし、複数のセンサないし装置が統合された装置として備えられてもよい。

[0078] ここで、図 14 は、撮像部 7410 及び車外情報検出部 7420 の設置位置の例を示す。撮像部 7910, 7912, 7914, 7916, 7918 は、例えば、車両 7900 のフロントノーズ、サイドミラー、リアバンパ、バックドア及び車室内のフロントガラスの上部のうちの少なくとも一つの位置に設けられる。フロントノーズに備えられる撮像部 7910 及び車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部 7918 は、主として車両 7900 の前方の画像を取得する。サイドミラーに備えられる撮像部 7912, 7914 は、主として車両 7900 の側方の画像を取得する。リアバンパ又はバックドアに備えられる撮像部 7916 は、主として車両 7900 の後方の画像を取得する。車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部 7918 は、主として先行車両又は、歩行者、障害物、信号機、交通標識又は車線等の検出に用いられる。

[0079] 尚、図 14 には、それぞれの撮像部 7910, 7912, 7914, 7916 の撮影範囲の一例が示されている。撮像範囲 a は、フロントノーズに設けられた撮像部 7910 の撮像範囲を示し、撮像範囲 b, c は、それぞれサイドミラーに設けられた撮像部 7912, 7914 の撮像範囲を示し、撮像範囲 d は、リアバンパ又はバックドアに設けられた撮像部 7916 の撮像範囲を示す。例えば、撮像部 7910, 7912, 7914, 7916 で撮像された画像データが重ね合わせられることにより、車両 7900 を上方から見た俯瞰画像が得られる。

[0080] 車両 7900 のフロント、リア、サイド、コーナ及び車室内のフロントガラスの上部に設けられる車外情報検出部 7920, 7922, 7924, 7926, 7928, 7930 は、例えば超音波センサ又はレーダ装置であってよい。車両 7900 のフロントノーズ、リアバンパ、バックドア及び車室

内のフロントガラスの上部に設けられる車外情報検出部 7920, 7926, 7930 は、例えば L I D A R 装置であってよい。これらの車外情報検出部 7920 ~ 7930 は、主として先行車両、歩行者又は障害物等の検出に用いられる。

[0081] 図 13 に戻って説明を続ける。車外情報検出ユニット 7400 は、撮像部 7410 に車外の画像を撮像させるとともに、撮像された画像データを受信する。また、車外情報検出ユニット 7400 は、接続されている車外情報検出部 7420 から検出情報を受信する。車外情報検出部 7420 が超音波センサ、レーダ装置又は L I D A R 装置である場合には、車外情報検出ユニット 7400 は、超音波又は電磁波等を発信させるとともに、受信された反射波の情報を受信する。車外情報検出ユニット 7400 は、受信した情報に基づいて、人、車、障害物、標識又は路面上の文字等の物体検出処理又は距離検出処理を行ってもよい。車外情報検出ユニット 7400 は、受信した情報に基づいて、降雨、霧又は路面状況等を認識する環境認識処理を行ってもよい。車外情報検出ユニット 7400 は、受信した情報に基づいて、車外の物体までの距離を算出してもよい。

[0082] また、車外情報検出ユニット 7400 は、受信した画像データに基づいて、人、車、障害物、標識又は路面上の文字等を認識する画像認識処理又は距離検出処理を行ってもよい。車外情報検出ユニット 7400 は、受信した画像データに対して歪補正又は位置合わせ等の処理を行うとともに、異なる撮像部 7410 により撮像された画像データを合成して、俯瞰画像又はパノラマ画像を生成してもよい。車外情報検出ユニット 7400 は、異なる撮像部 7410 により撮像された画像データを用いて、視点変換処理を行ってもよい。

[0083] 車内情報検出ユニット 7500 は、車内の情報を検出する。車内情報検出ユニット 7500 には、例えば、運転者の状態を検出する運転者状態検出部 7510 が接続される。運転者状態検出部 7510 は、運転者を撮像するカメラ、運転者の生体情報を検出する生体センサ又は車室内の音声を集音する

マイク等を含んでもよい。生体センサは、例えば、座面又はステアリングホイール等に設けられ、座席に座った搭乗者又はステアリングホイールを握る運転者の生体情報を検出する。車内情報検出ユニット 7500 は、運転者状態検出部 7510 から入力される検出情報に基づいて、運転者の疲労度合い又は集中度合いを算出してもよいし、運転者が居眠りをしていないかを判別してもよい。車内情報検出ユニット 7500 は、集音された音声信号に対してノイズキャンセリング処理等の処理を行ってもよい。

[0084] 統合制御ユニット 7600 は、各種プログラムにしたがって車両制御システム 7000 内の動作全般を制御する。統合制御ユニット 7600 には、入力部 7800 が接続されている。入力部 7800 は、例えば、タッチパネル、ボタン、マイクロフォン、スイッチ又はレバー等、搭乗者によって入力操作され得る装置によって実現される。統合制御ユニット 7600 には、マイクロフォンにより入力される音声を音声認識することにより得たデータが入力されてもよい。入力部 7800 は、例えば、赤外線又はその他の電波を利用したリモートコントロール装置であってもよいし、車両制御システム 7000 の操作に対応した携帯電話又は PDA (Personal Digital Assistant) 等の外部接続機器であってもよい。入力部 7800 は、例えばカメラであってもよく、その場合搭乗者はジェスチャにより情報を入力することができる。あるいは、搭乗者が装着したウェアラブル装置の動きを検出することで得られたデータが入力されてもよい。さらに、入力部 7800 は、例えば、上記の入力部 7800 を用いて搭乗者等により入力された情報に基づいて入力信号を生成し、統合制御ユニット 7600 に出力する入力制御回路などを含んでもよい。搭乗者等は、この入力部 7800 を操作することにより、車両制御システム 7000 に対して各種のデータを入力したり処理動作を指示したりする。

[0085] 記憶部 7690 は、マイクロコンピュータにより実行される各種プログラムを記憶する ROM (Read Only Memory)、及び各種パラメータ、演算結果又はセンサ値等を記憶する RAM (Random Access Memory) を含んでい

てもよい。また、記憶部 7690 は、HDD (Hard Disc Drive) 等の磁気記憶デバイス、半導体記憶デバイス、光記憶デバイス又は光磁気記憶デバイス等によって実現してもよい。

[0086] 汎用通信 I / F 7620 は、外部環境 7750 に存在する様々な機器との間の通信を仲介する汎用的な通信 I / F である。汎用通信 I / F 7620 は、GSM (登録商標) (Global System of Mobile communications)、WiMAX、LTE (Long Term Evolution) 若しくは LTE-A (LTE-Advanced) などのセルラー通信プロトコル、又は無線 LAN (Wi-Fi (登録商標) ともいう)、Bluetooth (登録商標) などのその他の無線通信プロトコルを実装してよい。汎用通信 I / F 7620 は、例えば、基地局又はアクセスポイントを介して、外部ネットワーク (例えば、インターネット、クラウドネットワーク又は事業者固有のネットワーク) 上に存在する機器 (例えば、アプリケーションサーバ又は制御サーバ) へ接続してもよい。また、汎用通信 I / F 7620 は、例えば P2P (Peer To Peer) 技術を用いて、車両の近傍に存在する端末 (例えば、運転者、歩行者若しくは店舗の端末、又は MTC (Machine Type Communication) 端末) と接続してもよい。

[0087] 専用通信 I / F 7630 は、車両における使用を目的として策定された通信プロトコルをサポートする通信 I / F である。専用通信 I / F 7630 は、例えば、下位レイヤの IEEE 802.11p と上位レイヤの IEEE 1609 との組合せである WAVE (Wireless Access in Vehicle Environment)、DSRC (Dedicated Short Range Communications)、又はセルラー通信プロトコルといった標準プロトコルを実装してよい。専用通信 I / F 7630 は、典型的には、車車間 (Vehicle to Vehicle) 通信、路車間 (Vehicle to Infrastructure) 通信、車両と家との間 (Vehicle to Home) の通信及び歩車間 (Vehicle to Pedestrian) 通信のうちの 1 つ以上を含む概念である V2X 通信を遂行する。

[0088] 測位部 7640 は、例えば、GNSS (Global Navigation Satellite

System) 衛星からのGNSS信号(例えば、GPS(Global Positioning System) 衛星からのGPS信号)を受信して測位を実行し、車両の緯度、経度及び高度を含む位置情報を生成する。尚、測位部7640は、無線アクセスポイントとの信号の交換により現在位置を特定してもよく、又は測位機能を有する携帯電話、PHS若しくはスマートフォンといった端末から位置情報を取得してもよい。

[0089] ビーコン受信部7650は、例えば、道路上に設置された無線局等から発信される電波あるいは電磁波を受信し、現在位置、渋滞、通行止め又は所要時間等の情報を取得する。尚、ビーコン受信部7650の機能は、上述した専用通信1/F7630に含まれてもよい。

[0090] 車内機器1/F7660は、マイクロコンピュータ7610と車内に存在する様々な車内機器7760との間の接続を仲介する通信インタフェースである。車内機器1/F7660は、無線LAN、Bluetooth(登録商標)、NFC(Near Field Communication)又はWUSB(Wireless USB)といった無線通信プロトコルを用いて無線接続を確立してもよい。また、車内機器1/F7660は、図示しない接続端子(及び、必要であればケーブル)を介して、USB(Universal Serial Bus)、HDMI(登録商標)(High-Definition Multimedia Interface)、又はMHL(Mobile High-definition Link)等の有線接続を確立してもよい。車内機器7760は、例えば、搭乗者が有するモバイル機器若しくはウェアラブル機器、又は車両に搬入され若しくは取り付けられる情報機器のうちの少なくとも1つを含んでいてもよい。また、車内機器7760は、任意の目的地までの経路探索を行うナビゲーション装置を含んでいてもよい。車内機器1/F7660は、これらの車内機器7760との間で、制御信号又はデータ信号を交換する。

[0091] 車載ネットワーク1/F7680は、マイクロコンピュータ7610と通信ネットワーク7010との間の通信を仲介するインタフェースである。車載ネットワーク1/F7680は、通信ネットワーク7010によりサポー

トされる所定のプロトコルに則して、信号等を送受信する。

[0092] 統合制御ユニット7600のマイクロコンピュータ7610は、汎用通信I/F7620、専用通信I/F7630、測位部7640、ビーコン受信部7650、車内機器I/F7660及び車載ネットワークI/F7680のうちの少なくとも一つを介して取得される情報に基づき、各種プログラムにしたがって、車両制御システム7000を制御する。例えば、マイクロコンピュータ7610は、取得される車内外の情報に基づいて、駆動力発生装置、ステアリング機構又は制動装置の制御目標値を演算し、駆動系制御ユニット7100に対して制御指令を出力してもよい。例えば、マイクロコンピュータ7610は、車両の衝突回避あるいは衝撃緩和、車間距離に基づく追従走行、車速維持走行、車両の衝突警告、又は車両のレーン逸脱警告等を含むADAS (Advanced Driver Assistance System) の機能実現を目的とした協調制御を行ってもよい。また、マイクロコンピュータ7610は、取得される車両の周囲の情報に基づいて駆動力発生装置、ステアリング機構又は制動装置等を制御することにより、運転者の操作に拠らずに自律的に走行する自動運転等を目的とした協調制御を行ってもよい。

[0093] マイクロコンピュータ7610は、汎用通信I/F7620、専用通信I/F7630、測位部7640、ビーコン受信部7650、車内機器I/F7660及び車載ネットワークI/F7680のうちの少なくとも一つを介して取得される情報に基づき、車両と周辺の構造物や人物等の物体との間の3次元距離情報を生成し、車両の現在位置の周辺情報を含むローカル地図情報を作成してもよい。また、マイクロコンピュータ7610は、取得される情報に基づき、車両の衝突、歩行者等の近接又は通行止めの道路への進入等の危険を予測し、警告用信号を生成してもよい。警告用信号は、例えば、警告音を発生させたり、警告ランプを点灯させたりするための信号であってよい。

[0094] 音声画像出力部7670は、車両の搭乗者又は車外に対して、視覚的又は聴覚的に情報を通知することが可能な出力装置へ音声及び画像のうちの少な

くとも一方の出力信号を送信する。図13の例では、出力装置として、オーディオスピーカ7710、表示部7720及びインストルメントパネル7730が例示されている。表示部7720は、例えば、オンボードディスプレイ及びヘッドアップディスプレイの少なくとも一つを含んでいてもよい。表示部7720は、AR (Augmented Reality) 表示機能を有していてもよい。出力装置は、これらの装置以外の、ヘッドホン、搭乗者が装着する眼鏡型ディスプレイ等のウェアラブルデバイス、プロジェクタ又はランプ等の他の装置であってもよい。出力装置が表示装置の場合、表示装置は、マイクロコンピュータ7610が行った各種処理により得られた結果又は他の制御ユニットから受信された情報を、テキスト、イメージ、表、グラフ等、様々な形式で視覚的に表示する。また、出力装置が音声出力装置の場合、音声出力装置は、再生された音声データ又は音響データ等からなるオーディオ信号をアナログ信号に変換して聴覚的に出力する。

[0095] 尚、図13に示した例において、通信ネットワーク7010を介して接続された少なくとも二つの制御ユニットが一つの制御ユニットとして一体化されてもよい。あるいは、個々の制御ユニットが、複数の制御ユニットにより構成されてもよい。さらに、車両制御システム7000が、図示されていない別の制御ユニットを備えてもよい。また、上記の説明において、いずれかの制御ユニットが担う機能の一部又は全部を、他の制御ユニットに持たせてもよい。つまり、通信ネットワーク7010を介して情報の送受信がされるようになっていけば、所定の演算処理が、いずれかの制御ユニットで行われるようになってもよい。同様に、いずれかの制御ユニットに接続されているセンサ又は装置が、他の制御ユニットに接続されるとともに、複数の制御ユニットが、通信ネットワーク7010を介して相互に検出情報を送受信してもよい。

[0096] 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、例えば、撮像部7410がToFカメラを含む場合に、当該ToFカメラに適用され得る。

そして、本開示に係る技術を適用することにより、測距におけるサンプリング動作中のピーク電力を低減できるため、例えば、低消費電力の車両制御システムを構築できる。

[0097] <本開示がとることができる構成>

尚、本開示は、以下のような構成をとることもできる。

[0098] ≪A. 光検出装置≫

[A-1] 受光素子を含む複数の画素、及び、

複数の画素に対応して設けられ、トリガー信号の入力に同期して、位相が異なる複数のクロック信号に基づいて、画素から出力される受光データをサンプリングするサンプリング回路を備え、

サンプリング回路は、トリガー信号が入力される毎に、異なる位相のクロック信号に基づいてサンプリング動作を行う、

光検出装置。

[A-2] サンプリング回路は、トリガー信号が入力される毎に、異なる位相のクロック信号に基づいて、受光データのサンプリング動作を行うラッチ回路を有する、

上記[A-1]に記載の光検出装置。

[A-3] サンプリング回路は、複数のクロック信号の位相に対応して設けられた複数のラッチ回路を有しており、

複数のラッチ回路は、トリガー信号が入力される毎に順番に、受光データのサンプリング動作を行う、

上記[A-2]に記載の光検出装置。

[A-4] サンプリング回路は、複数のクロック信号の位相に対して共通に設けられた単一のラッチ回路を有しており、

単一のラッチ回路は、複数のクロック信号の位相毎に順番に、受光データのサンプリング動作を行う、

上記[A-2]に記載の光検出装置。

[A-5] サンプリング回路は、複数のクロック信号を位相毎に選択し、単

一のラッチ回路に供給するセクタ回路を有する、

上記〔A－4〕に記載の光検出装置。

〔A－6〕サンプリング回路は、複数のクロック信号の位相に対して共通に設けられた単一のラッチ回路を有しており、

単一のラッチ回路は、複数の画素の受光データを単位として、複数のクロック信号の位相毎に順番に、受光データのサンプリング動作を行う、

上記〔A－2〕に記載の光検出装置。

〔A－7〕サンプリング回路は、複数のクロック信号を位相毎に選択し、複数の画素の受光データを単位として、単一のラッチ回路に供給するセクタ回路を有する、

上記〔A－6〕に記載の光検出装置。

〔A－8〕受光素子は、光子の受光に応じて信号を発生する素子である、

上記〔A－1〕乃至上記〔A－7〕のいずれかに記載の光検出装置。

〔A－9〕受光素子は、単一光子アバランシェダイオードから成る、

上記〔A－8〕に記載の光検出装置。

[0099] ≪ B. 測距装置 ≫

〔B－1〕測定対象物に対して光を照射する光源、及び、

測定対象物で反射された光を受光する受光装置を備え、

受光装置は、

受光素子を含む複数の画素、及び、

画素から出力される受光データを、位相が異なる複数のクロック信号に基づいてサンプリングするサンプリング回路を備え、

サンプリング回路は、トリガー信号が入力される毎に、異なる位相のクロック信号に基づいてサンプリング動作を行う、

測距装置。

〔B－2〕サンプリング回路は、トリガー信号が入力される毎に、異なる位相のクロック信号に基づいて、受光データのサンプリング動作を行うラッチ回路を有する、

上記〔B－１〕に記載の測距装置。

〔B－３〕 サンプリング回路は、複数のクロック信号の位相に対応して設けられた複数のラッチ回路を有しており、

複数のラッチ回路は、トリガー信号が入力される毎に順番に、受光データのサンプリング動作を行う、

上記〔B－２〕に記載の測距装置。

〔B－４〕 サンプリング回路は、複数のクロック信号の位相に対して共通に設けられた単一のラッチ回路を有しており、

単一のラッチ回路は、複数のクロック信号の位相毎に順番に、受光データのサンプリング動作を行う、

上記〔B－２〕に記載の測距装置。

〔B－５〕 サンプリング回路は、複数のクロック信号を位相毎に選択し、単一のラッチ回路に供給するセクタ回路を有する、

上記〔B－４〕に記載の測距装置。

〔B－６〕 サンプリング回路は、複数のクロック信号の位相に対して共通に設けられた単一のラッチ回路を有しており、

単一のラッチ回路は、複数の画素の受光データを単位として、複数のクロック信号の位相毎に順番に、受光データのサンプリング動作を行う、

上記〔B－２〕に記載の測距装置。

〔B－７〕 サンプリング回路は、複数のクロック信号を位相毎に選択し、複数の画素の受光データを単位として、単一のラッチ回路に供給するセクタ回路を有する、

上記〔B－６〕に記載の測距装置。

〔B－８〕 受光素子は、光子の受光に応じて信号を発生する素子である、

上記〔B－１〕乃至上記〔B－７〕のいずれかに記載の測距装置。

〔B－９〕 受光素子は、単一光子アバランシェダイオードから成る、

上記〔B－８〕に記載の測距装置。

符号の説明

[0100] 1・・・測距装置、10・・・被写体（測定対象物）、20・・・光源、
21・・・レーザドライバ、22・・・レーザ光源、23・・・拡散レンズ
、30・・・光検出装置、31・・・受光レンズ、32・・・光センサ、3
3・・・信号処理回路、34・・・制御回路、40・・・画素、41・・・
SPAD素子、51・・・第1信号処理部、52・・・第2信号処理部、6
0・・・サンプリング回路、61・・・ラッチ回路、62・・・セレクト回
路、611, 612・・・フリップフロップ

請求の範囲

- [請求項1] 受光素子を含む複数の画素、及び、
 複数の画素に対応して設けられ、トリガー信号の入力に同期して、
 位相が異なる複数のクロック信号に基づいて、画素から出力される受
 光データをサンプリングするサンプリング回路を備え、
 サンプリング回路は、トリガー信号が入力される毎に、異なる位相
 のクロック信号に基づいてサンプリング動作を行う、
 光検出装置。
- [請求項2] サンプリング回路は、トリガー信号が入力される毎に、異なる位相
 のクロック信号に基づいて、受光データのサンプリング動作を行うラ
 ッチ回路を有する、
 請求項1に記載の光検出装置。
- [請求項3] サンプリング回路は、複数のクロック信号の位相に対応して設けら
 れた複数のラッチ回路を有しており、
 複数のラッチ回路は、トリガー信号が入力される毎に順番に、受光
 データのサンプリング動作を行う、
 請求項2に記載の光検出装置。
- [請求項4] サンプリング回路は、複数のクロック信号の位相に対して共通に設
 けられた単一のラッチ回路を有しており、
 単一のラッチ回路は、複数のクロック信号の位相毎に順番に、受光
 データのサンプリング動作を行う、
 請求項2に記載の光検出装置。
- [請求項5] サンプリング回路は、複数のクロック信号を位相毎に選択し、単一
 のラッチ回路に供給するセクタ回路を有する、
 請求項4に記載の光検出装置。
- [請求項6] サンプリング回路は、複数のクロック信号の位相に対して共通に設
 けられた単一のラッチ回路を有しており、
 単一のラッチ回路は、複数の画素の受光データを単位として、複数

のクロック信号の位相毎に順番に、受光データのサンプリング動作を行う、

請求項 2 に記載の光検出装置。

[請求項7] サンプリング回路は、複数のクロック信号を位相毎に選択し、複数の画素の受光データを単位として、単一のラッチ回路に供給するセレクト回路を有する、

請求項 6 に記載の光検出装置。

[請求項8] 受光素子は、光子の受光に応じて信号を発生する素子である、
請求項 1 に記載の光検出装置。

[請求項9] 受光素子は、単一光子アバランシェダイオードから成る、
請求項 8 に記載の光検出装置。

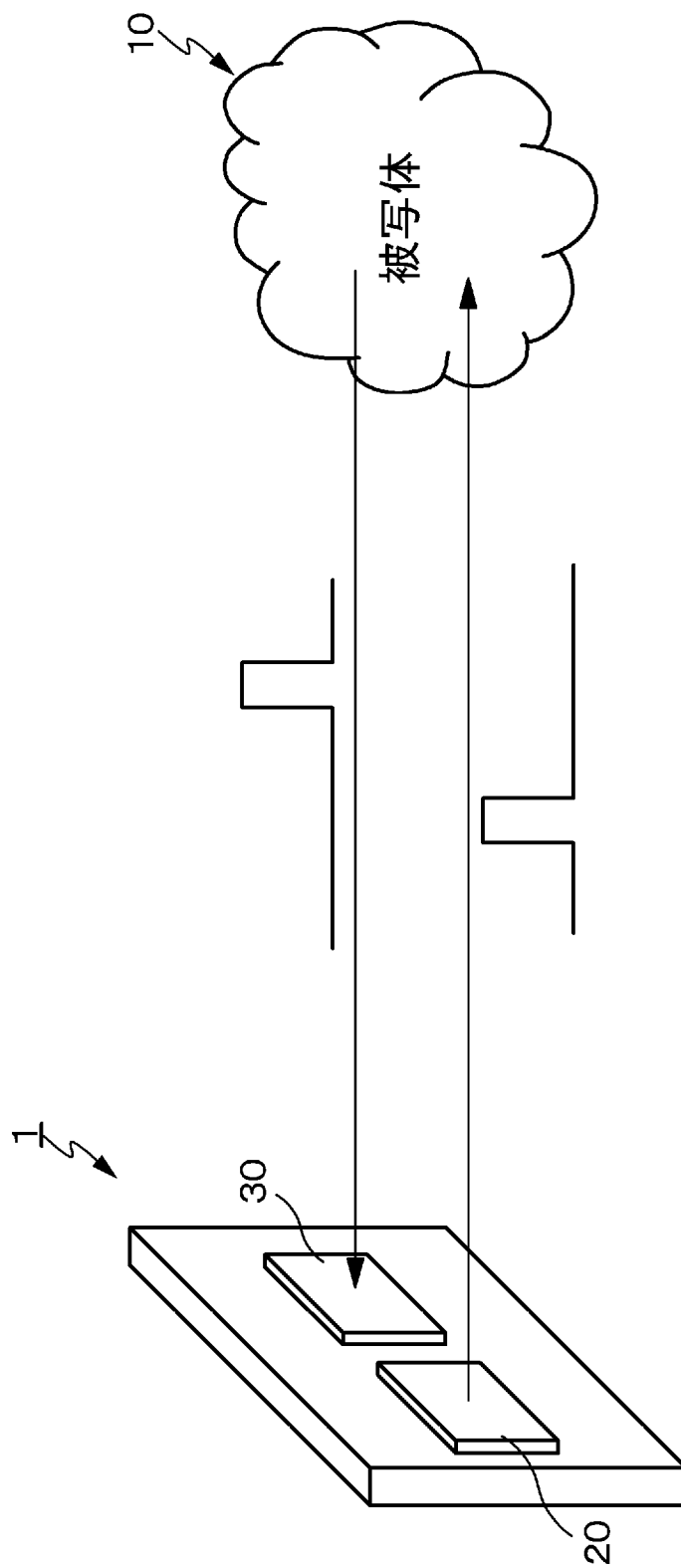
[請求項10] 受光素子を含む複数の画素、及び、
複数の画素に対応して設けられ、トリガー信号の入力に同期して、位相が異なる複数のクロック信号に基づいて、画素から出力される受光データをサンプリングするサンプリング回路を備える光検出装置の駆動に当たって、

サンプリング回路において、トリガー信号が入力される毎に、異なる位相のクロック信号に基づいてサンプリング動作を行う、
光検出装置の駆動方法。

[請求項11] 測定対象物に対して光を照射する光源、及び、
測定対象物で反射された光を受光する受光装置を備え、
受光装置は、
受光素子を含む複数の画素、及び、
画素から出力される受光データを、位相が異なる複数のクロック信号に基づいてサンプリングするサンプリング回路を備え、
サンプリング回路は、サンプリング動作を行う回路部が、複数のクロック信号の位相毎に異なる、
測距装置。

[図1]

図 1



[図2]

図 2 A

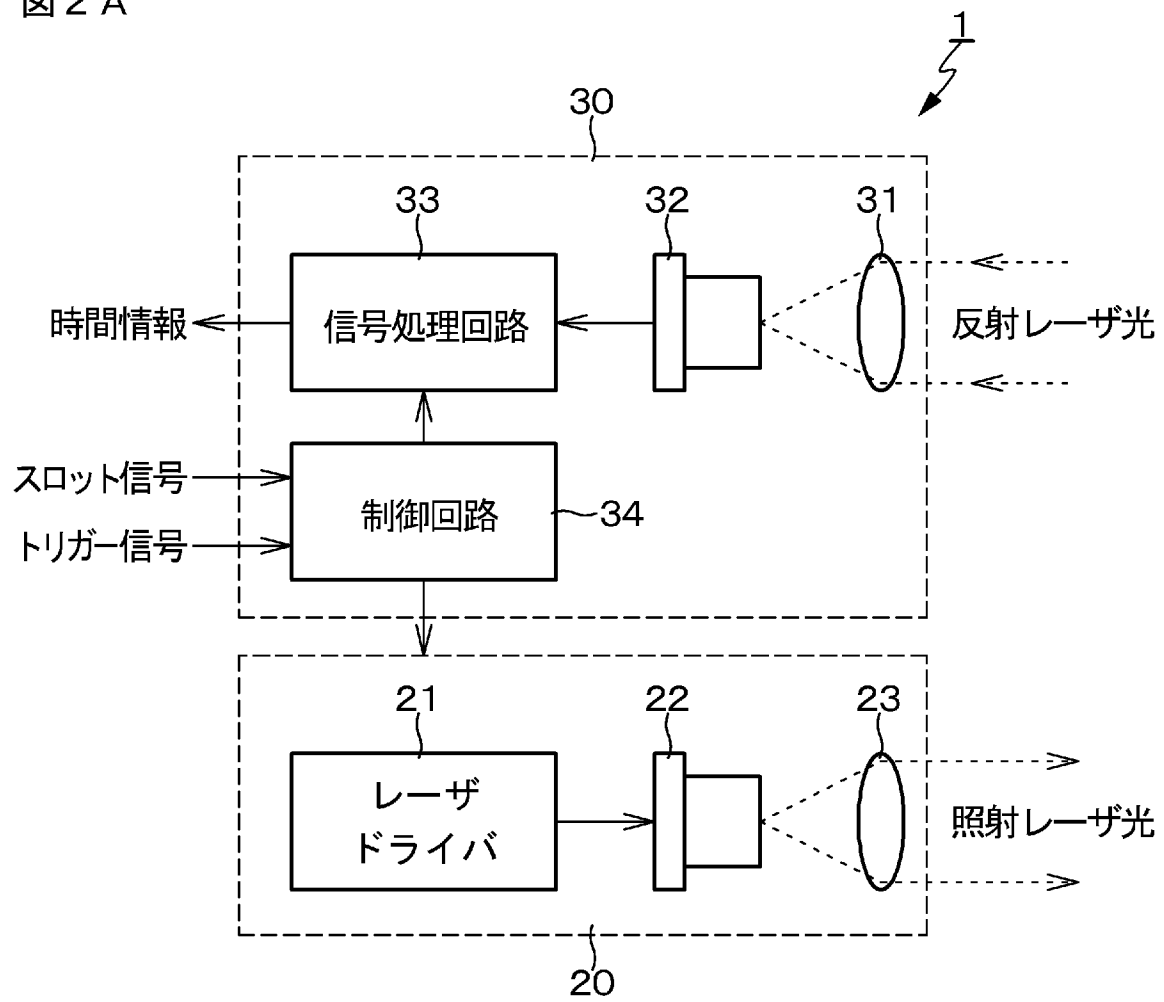
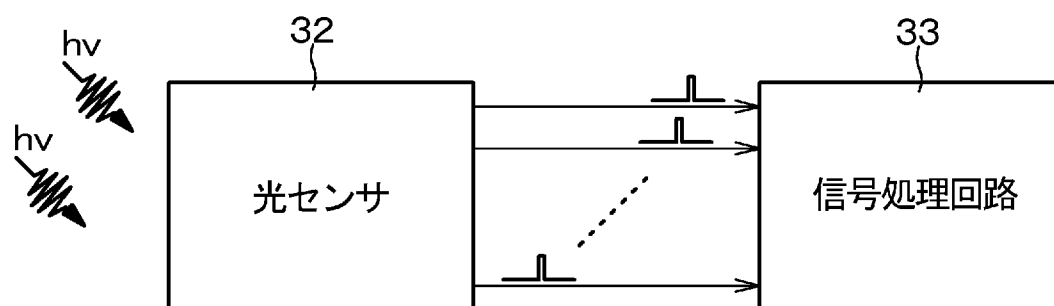
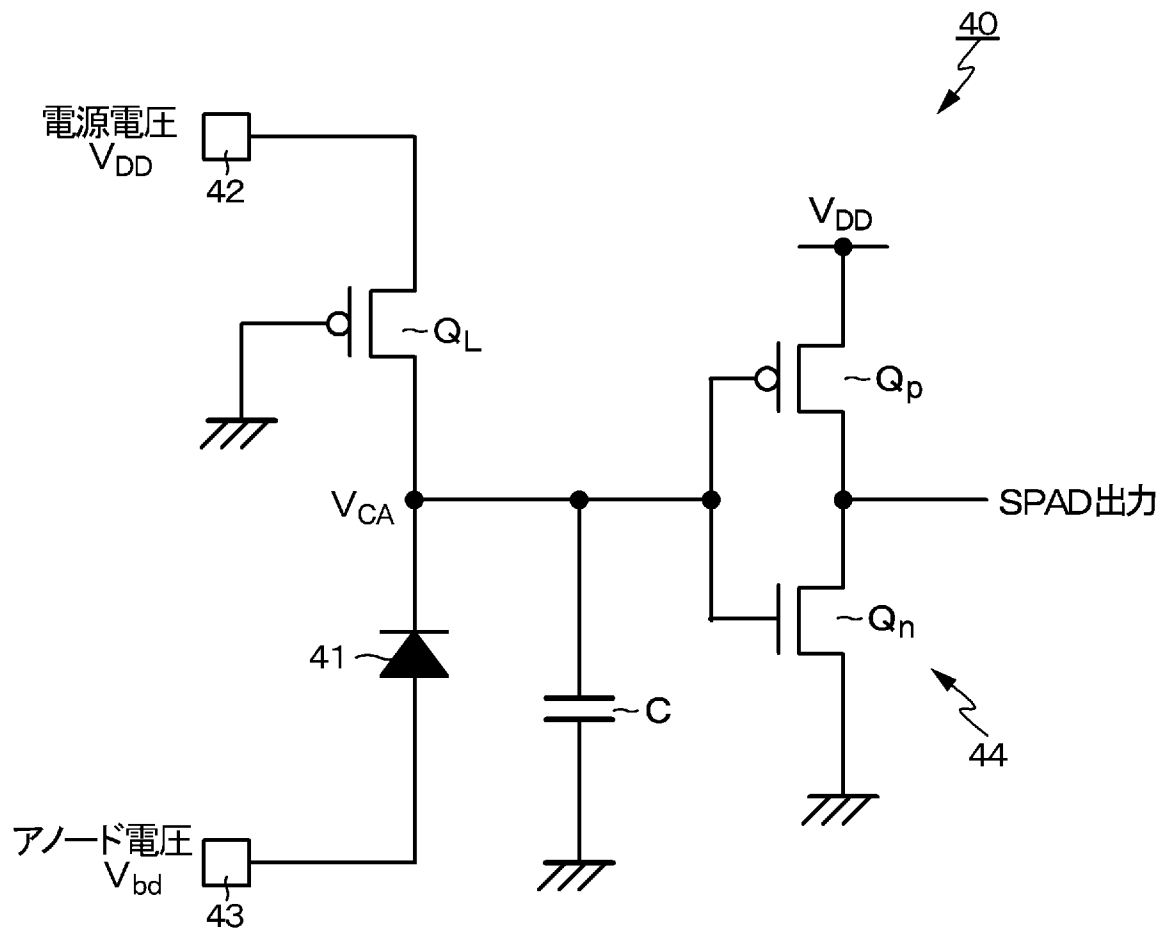


図 2 B



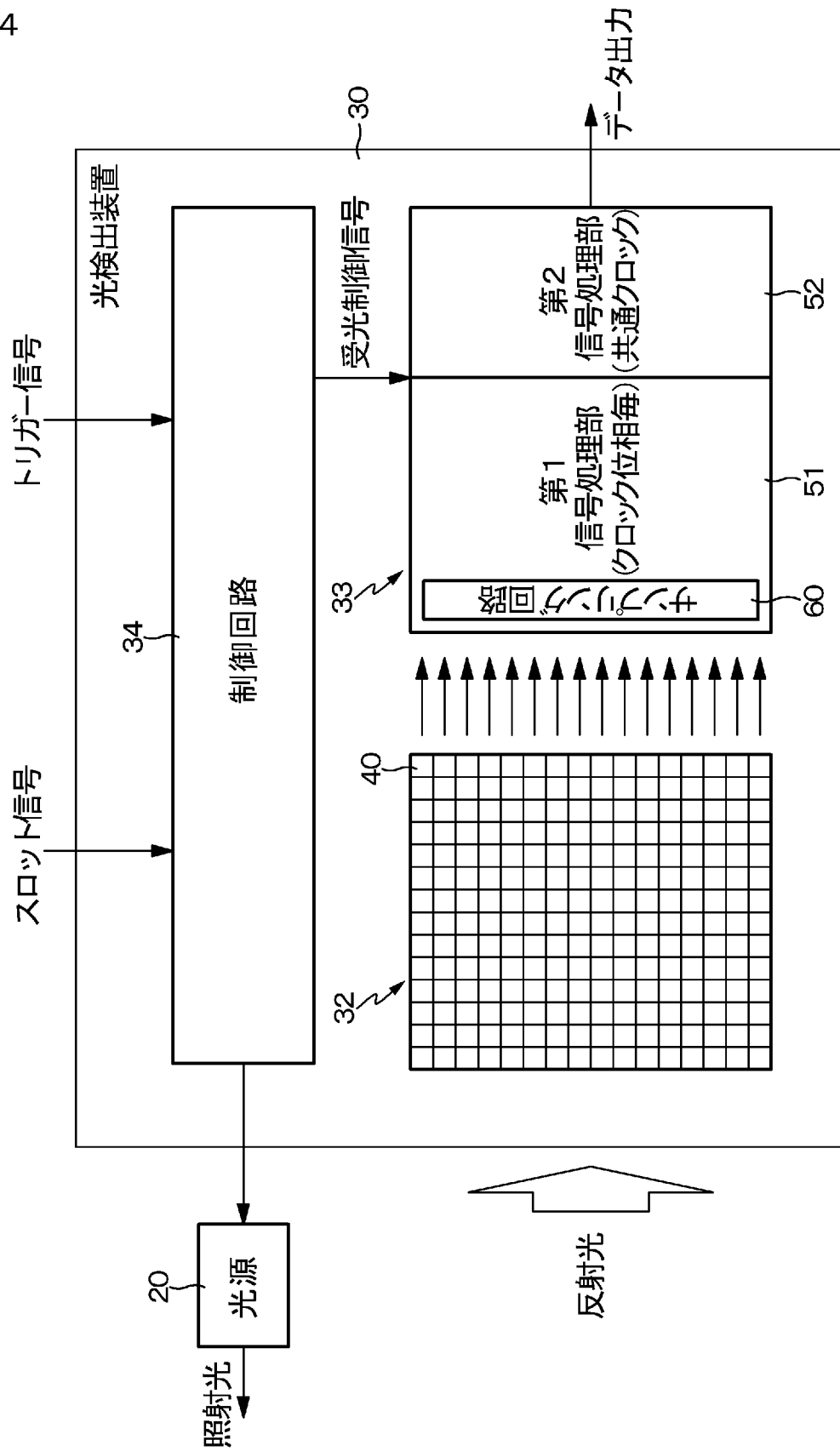
[図3]

図 3



[図4]

図 4



[図5]

図 5 A

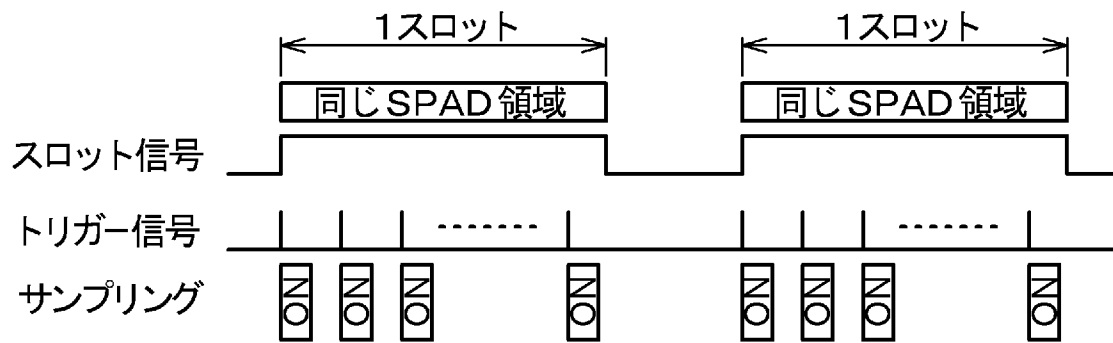
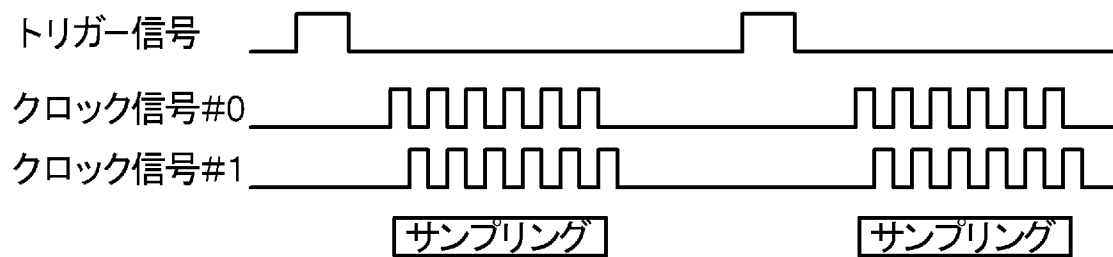
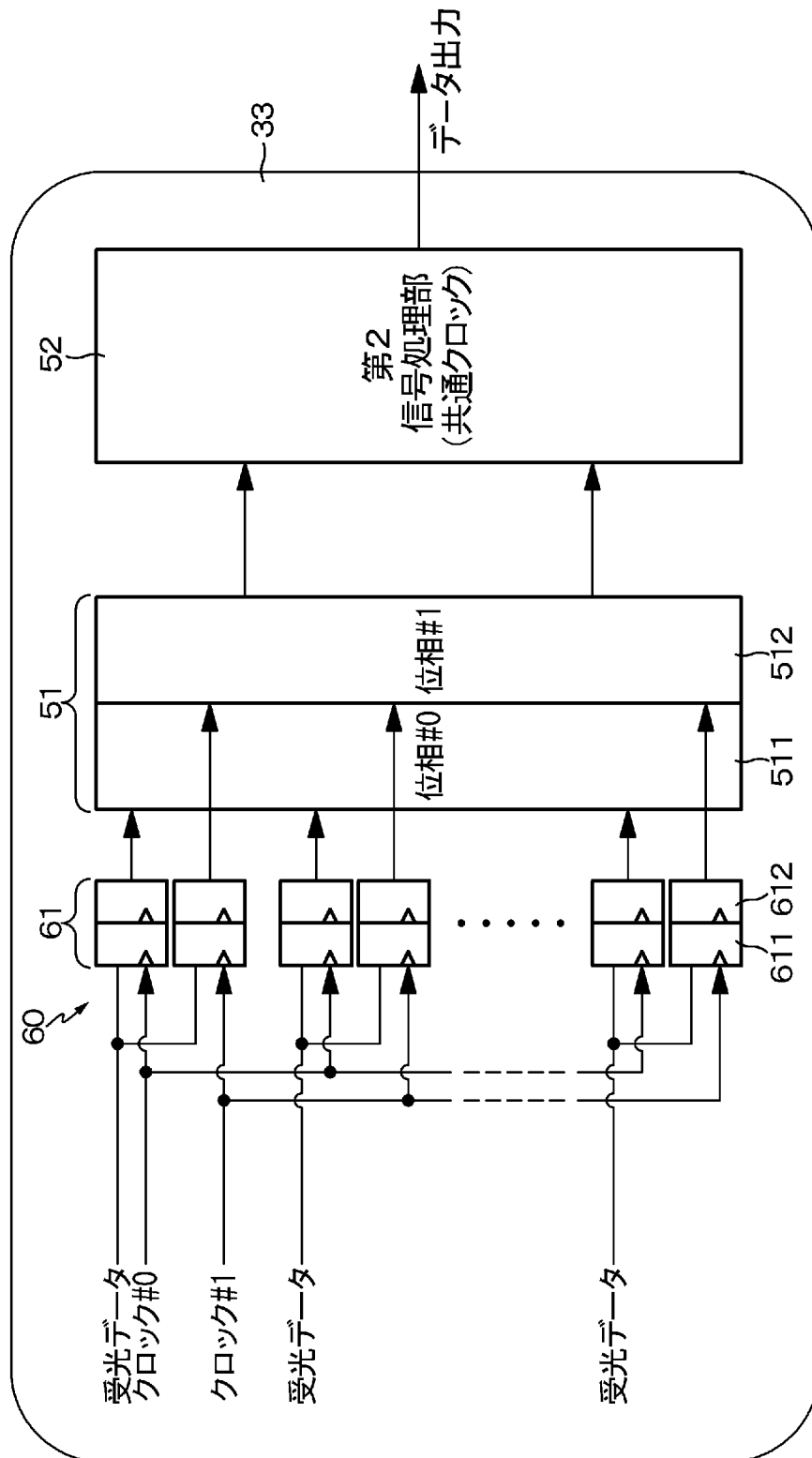


図 5 B



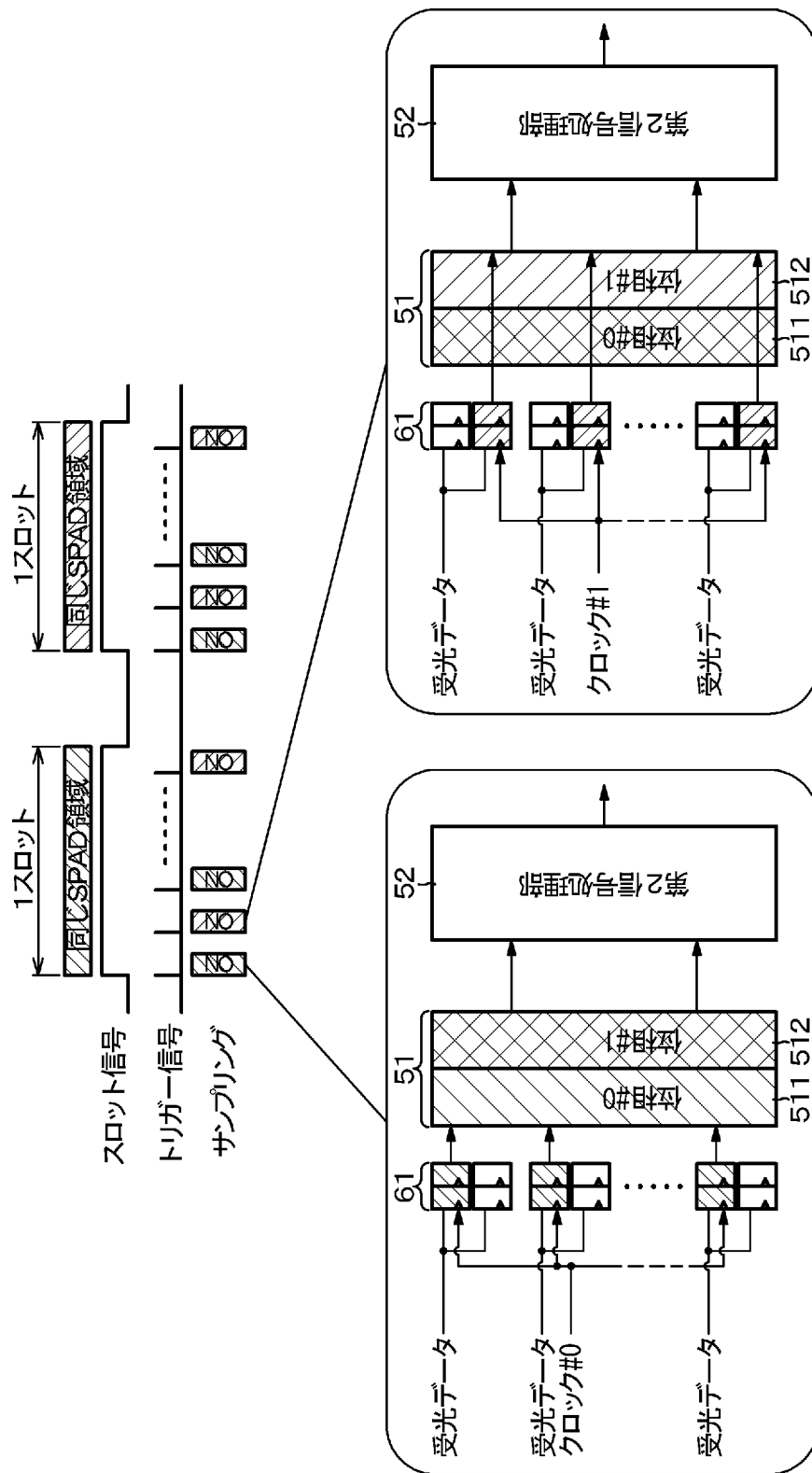
[図6]

図 6



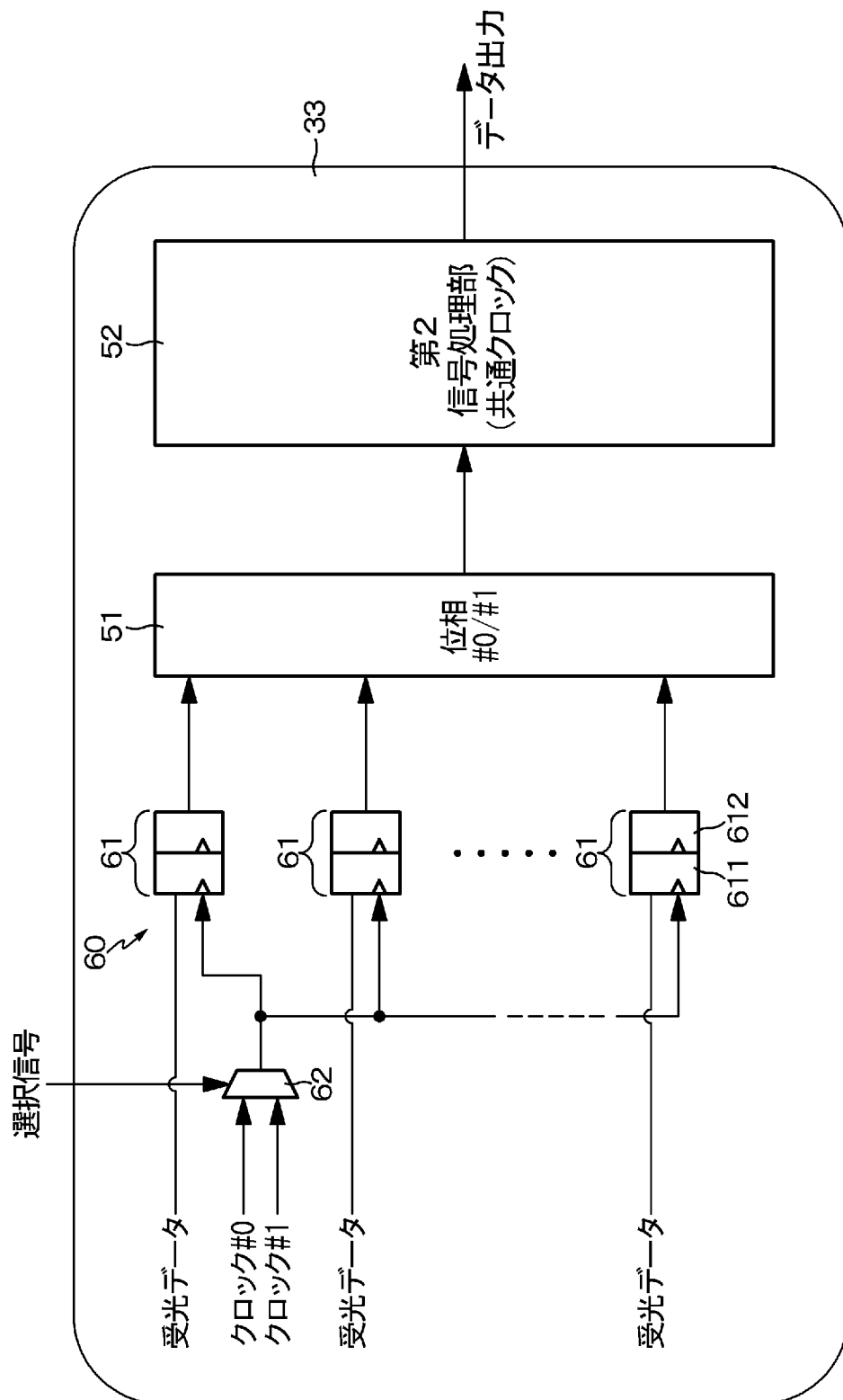
[図7]

図 7



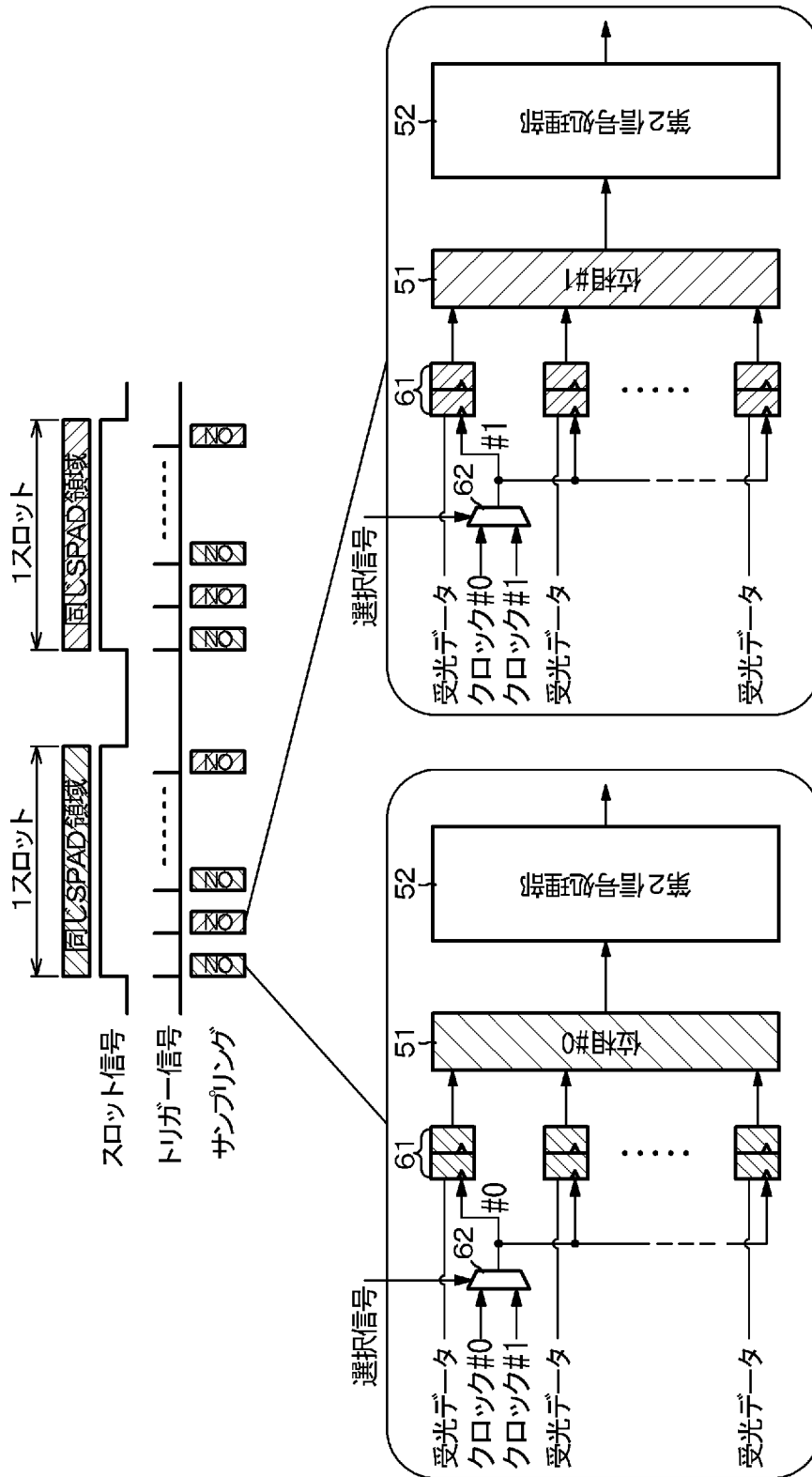
[図8]

図 8



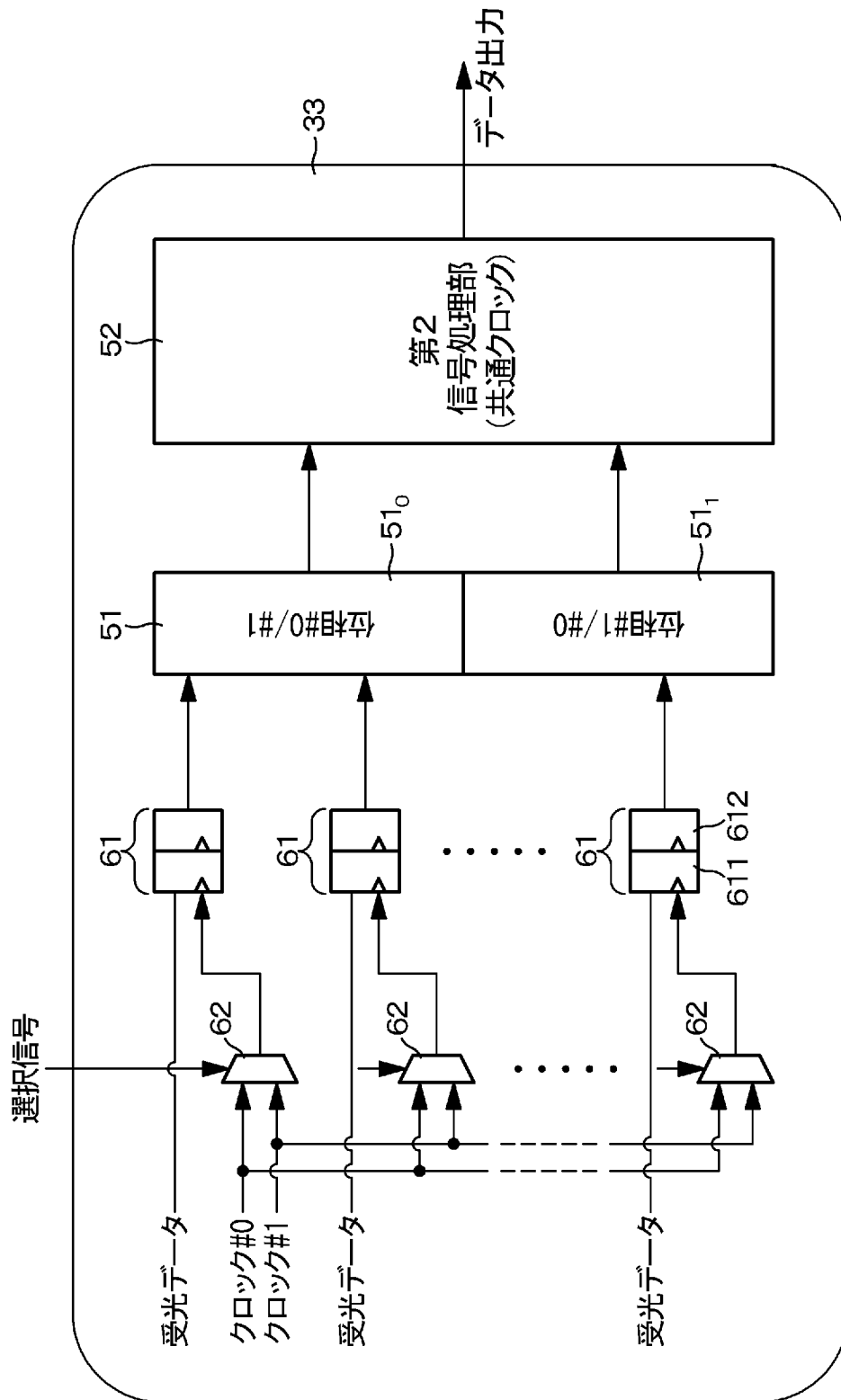
[図9]

図 9



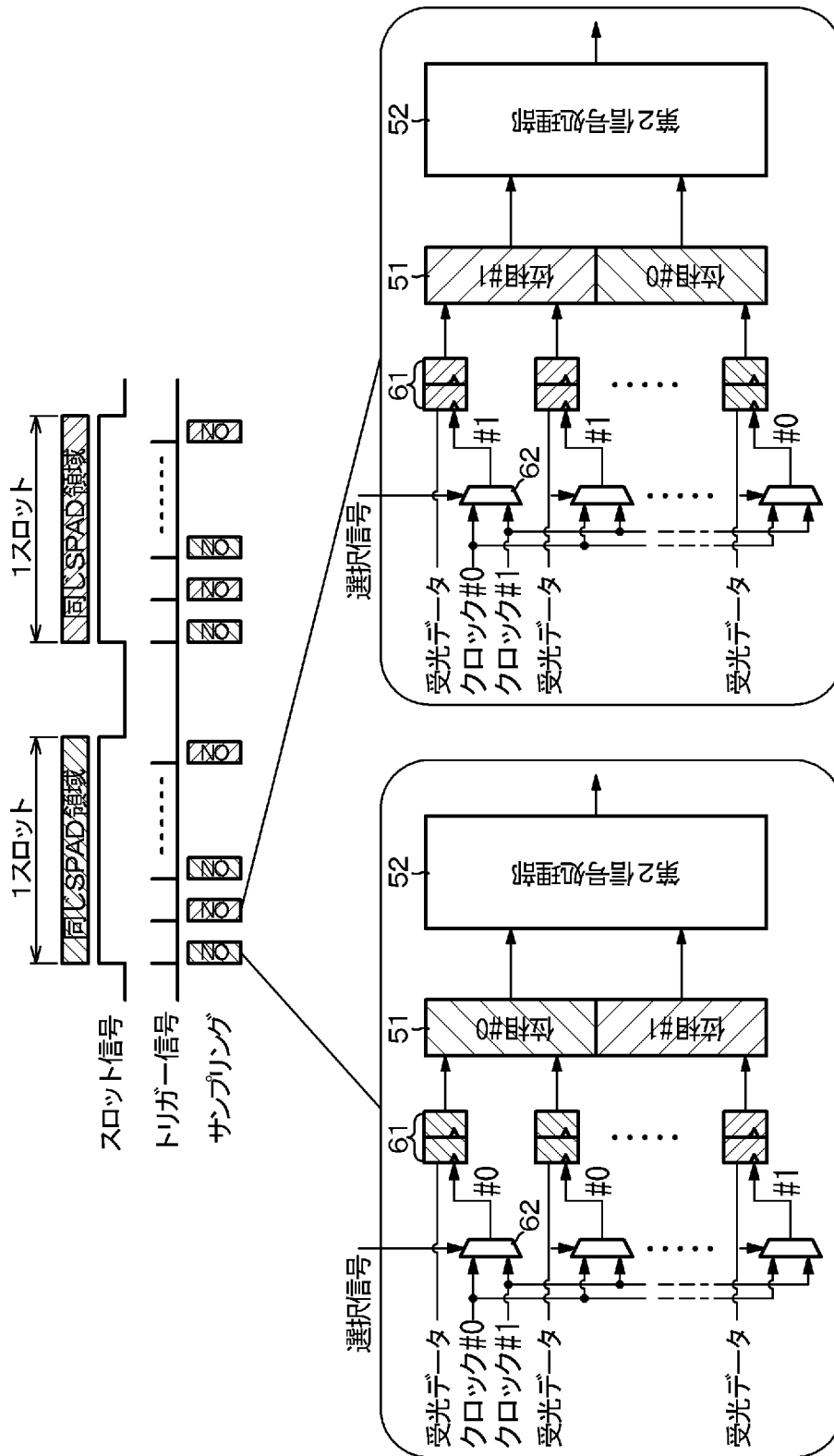
[図10]

図 10



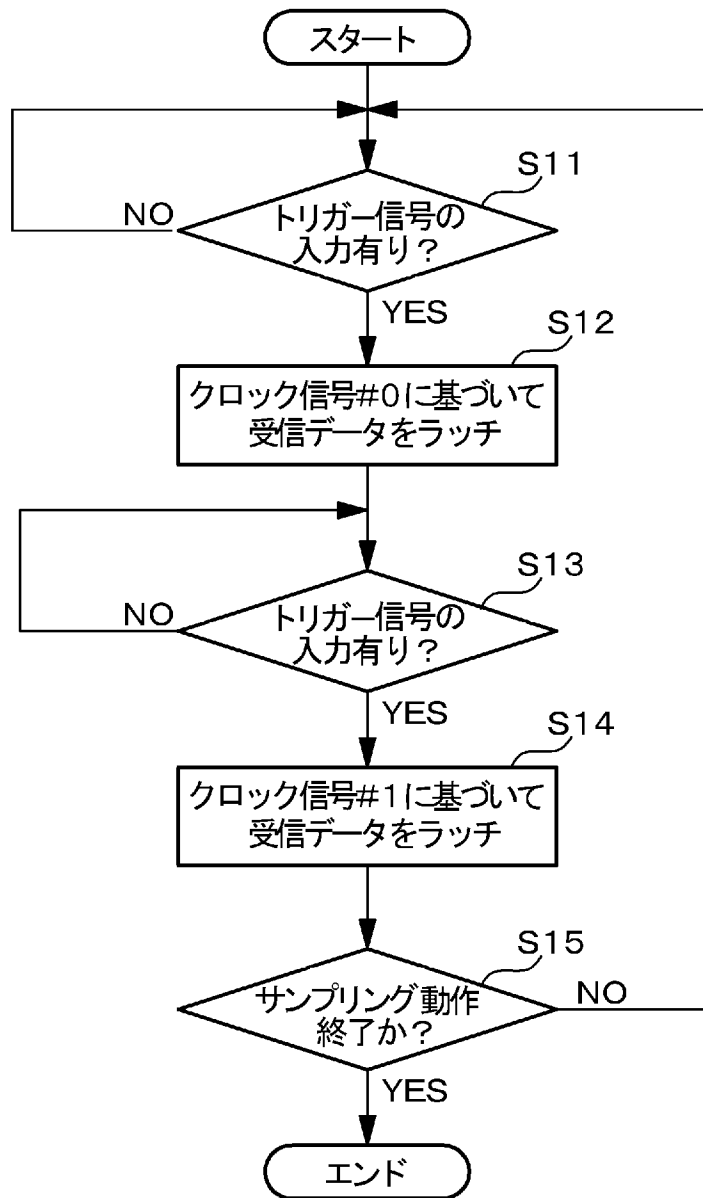
[図11]

図 1 1



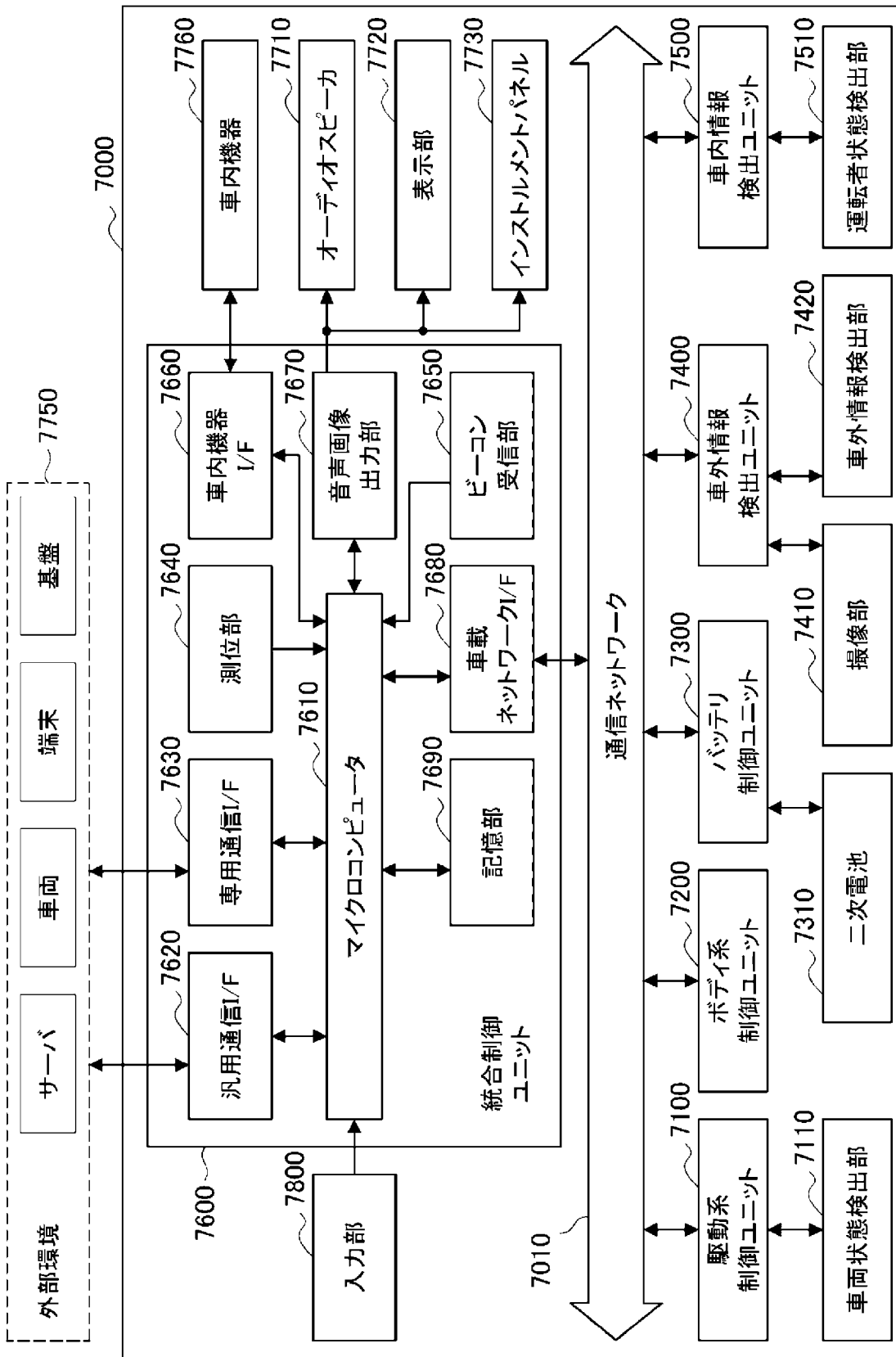
[図12]

図 1 2



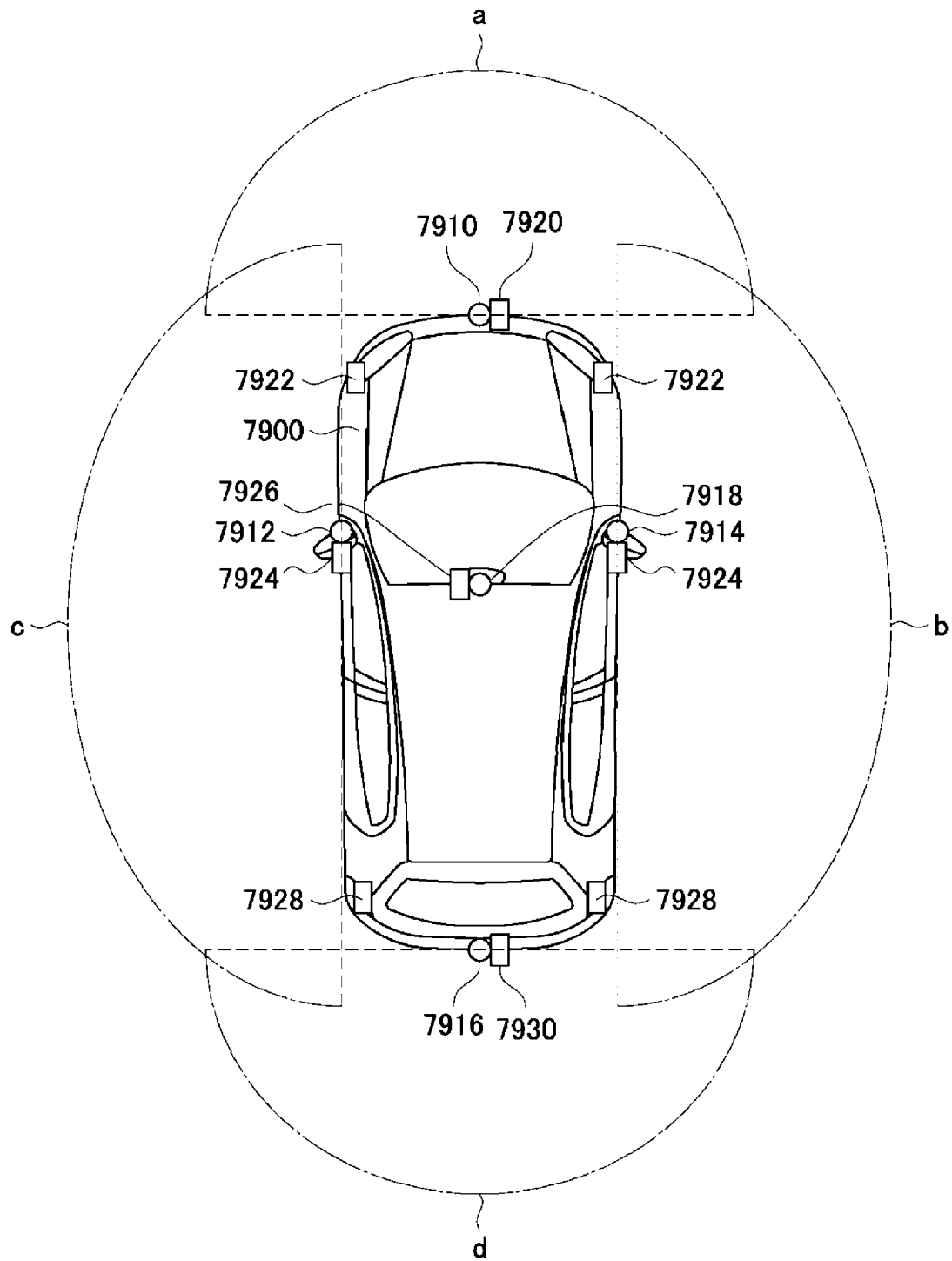
[図13]

図 13



[図14]

図 1 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/000990

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01S7/487(2006.01)i, G01S17/894(2020.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. G01S7/48-G01S7/51, G01S17/00-G01S17/95

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2008-076390 A (TRIPLE-IN HOLDING AG) 03.04.2008 (2008-04-03), paragraphs [0051]-[0055], [0062], [0063], [0073], [0074], [0081]-[0089], [0102], [0114], claim 34, fig. 1-4, 7-8c	1-2, 8, 10-11 3-7, 9
Y	US 2012/0062705 A1 (OVSIANNIKOV, I.) 15.03.2012 (2012-03-15), fig. 4-8, paragraphs [0064]-[0077]	3-7
Y	JP 2017-053833 A (SONY CORPORATION) 16.03.2017 (2017-03-16), paragraphs [0026], [0064]-[0066], fig. 11	9
A	JP 2003-510561 A (CANESTA, INC.) 18.03.2003 (2003-03-18), paragraph [0043], fig. 2-4	1-11

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

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
02.03.2020

Date of mailing of the international search report
17.03.2020

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/000990

JP 2008-076390 A	03.04.2008	EP 1901093 A1 US 2008/0186470 A1 paragraphs [0092]-[0095], [0106]-[0112], [0140], [0141], [0148]-[0157], [0171], [0182]-[0187], claim 34, fig. 1-4, 7-8c
US 2012/0062705 A1	15.03.2012	KR 10-2012-0025052 A
JP 2017-053833 A	16.03.2017	WO 2017/042993 A1 US 2018/0259629 A1 paragraphs [0060], [0102]-[0104], fig. 11
JP 2003-510561 A	18.03.2003	US 6512838 B1 US 6323942 B1 column 8, line 64 to column 9, line 10, fig. 2-4 US 6522395 B1 US 2003/0063775 A1 WO 01/22033 A1 WO 02/29711 A2 WO 02/057714 A1 KR 2002-0067032 A

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01S 7/487(2006.01)i; G01S 17/894(2020.01)i										
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G01S 7/48 - G01S 7/51, G01S 17/00 - G01S 17/95 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年									
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）										
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号								
X	JP 2008-076390 A（トリプルーイン ホールディング アーゲー）03.04.2008（2008 - 04 - 03） * [0051]-[0055], [0062]-[0063], [0073]-[0074], [0081]-[0089], [0102], [0114], [請求項34], 図1-4, 7-8c *	1-2, 8, 10-11								
Y		3-7, 9								
Y	US 2012/0062705 A1（OVSIANNIKOV, I.）15.03.2012（2012 - 03 - 15） * 図4-8, [0064]-[0077] *	3-7								
Y	JP 2017-053833 A（ソニー株式会社）16.03.2017（2017 - 03 - 16） * [0026], [0064]-[0066], 図11 *	9								
A	JP 2003-510561 A（カネスタ インコーポレイテッド）18.03.2003（2003 - 03 - 18） * [0043], 図2-4 *	1-11								
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。										
* 引用文献のカテゴリ “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献										
国際調査を完了した日 02.03.2020		国際調査報告の発送日 17.03.2020								
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 高場 正光 2S 2910 電話番号 03-3581-1101 内線 3216								

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/000990

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2008-076390	A	03.04.2008	EP	1901093	A1	
				US	2008/0186470	A1	
				* [0092]-[0095], [0106]-[0112], [0140]-[0141], [0148]-[0157], [0171], [0182]-[0187], [請求項34], 図1-4, 7-8c *			
US	2012/0062705	A1	15.03.2012	KR	10-2012-0025052	A	
JP	2017-053833	A	16.03.2017	WO	2017/042993	A1	
				US	2018/0259629	A1	
				* [0060], [0102]-[0104], 図11 *			
JP	2003-510561	A	18.03.2003	US	6512838	B1	
				US	6323942	B1	
				* 第8欄第64行 - 第9欄第10行, 図2-4 *			
				US	6522395	B1	
				US	2003/0063775	A1	
				WO	01/22033	A1	
				WO	02/29711	A2	
				WO	02/057714	A1	
				KR	2002-0067032	A	