

(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4月2日(02.04.2020)



(10) 国際公開番号

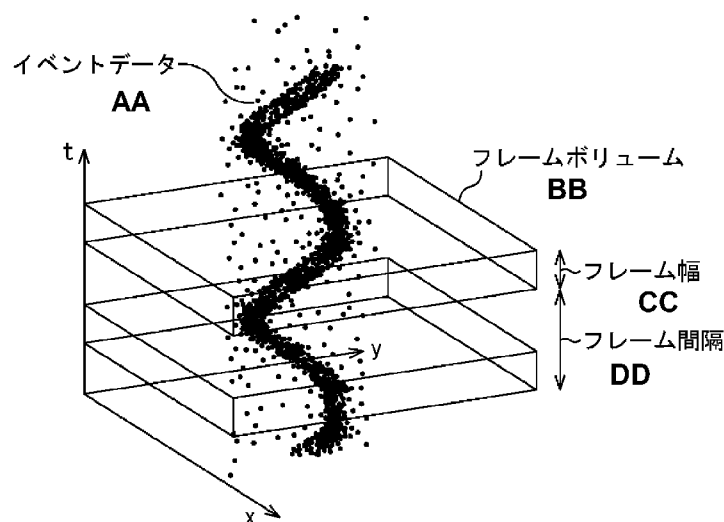
WO 2020/067410 A1

- (51) 国際特許分類:
G06T 7/254 (2017.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/038112
- (22) 国際出願日: 2019年9月27日(27.09.2019)
- (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 2018-184639 2018年9月28日(28.09.2018) JP
特願 2019-006852 2019年1月18日(18.01.2019) JP
- (71) 出願人: ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社(SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) [JP/JP]; 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 Kanagawa (JP). ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 本田 元就 (HONDA Motonari); 〒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). 海津 俊(KAIZU Shun); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 西川 孝, 外 (NISHIKAWA Takashi et al.); 〒1700013 東京都豊島区東池袋3丁目9番10号 池袋F Nビル4階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,

(54) **Title:** DATA PROCESSING DEVICE, DATA PROCESSING METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: データ処理装置、データ処理方法、及び、プログラム

FIG. 11



AA Event data
BB Frame volume
CC Frame width
DD Frame interval

(57) **Abstract:** The present invention relates to an image data processing device, an image data processing method, and a program, with which suitable frame data can be obtained. A frame data generation unit generates: first frame data, which is based on event data, which is a change in the electrical signal of a pixel that carries out a photoelectric conversion and generates an electrical signal, and is generated during a first accumulation time from a first frame generation start time to a first frame generation end time; and second frame data, which is based on event data generated during a second accumulation time from a second frame generation start time to a second frame generation end time. A first frame period, which is from the start of the first frame generation to the start of the second frame generation, is set and supplied to the

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

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

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

frame data generation unit. The present technology can be applied when generating frame data from event data that is output from a Dynamic Vision Sensor (DVS), for example.

(57) 要約: 本技術は、適切なフレームデータを得ることができるようにする画像データ処理装置、画像データ処理方法、及び、プログラムに関する。フレームデータ生成部において、第1のフレーム生成開始時から第1のフレーム生成終了時までの第1の蓄積時間で発生した、光電変換を行って電気信号を生成する画素の電気信号の変化であるイベントデータに基づく第1のフレームデータと、第2のフレーム生成開始時から第2のフレーム生成終了時までの第2の蓄積時間で発生したイベントデータに基づく第2のフレームデータとが生成される。第1のフレーム生成開始時から第2のフレーム生成開始時までの第1のフレーム期間が設定されフレームデータ生成部に供給される。本技術は、例えば、DVS(Dynamic Vision Sensor)が出力するイベントデータから、フレームデータを生成する場合に適用することができる。

明 細 書

発明の名称：

データ処理装置、データ処理方法、及び、プログラム

技術分野

[0001] 本技術は、データ処理装置、データ処理方法、及び、プログラムに関し、特に、例えば、画素の電気信号の変化であるイベントの発生を表すイベントデータに応じて、フレーム形式の画像データであるフレームデータを生成するにあたり、適切なフレームデータを得ることができるようにするデータ処理装置、データ処理方法、及び、プログラムに関する。

背景技術

[0002] 画素の輝度変化をイベントとして、イベントが発生した場合に、イベントの発生を表すイベントデータを出力するイメージセンサが提案されている。ここで、垂直同期信号に同期して撮像を行い、フレーム形式の画像データであるフレームデータを出力するイメージセンサは、同期型のイメージセンサとすることができる。これに対して、イベントデータを出力するイメージセンサは、イベントデータを、垂直同期信号に同期して出力するわけではないので、非同期型のイメージセンサとすることができる。非同期型のイメージセンサは、例えば、DVS(Dynamic Vision Sensor)と呼ばれる。

[0003] DVSが出力するイベントデータについては、そのままでは、既存の画像処理に用いることが困難であるため、イベントデータは、フレームデータに変換されてから、画像処理に用いられる。イベントデータをフレームデータに変換する方法、すなわち、イベントデータに応じてフレームデータを生成する方法としては、特定の時間に亘るイベントデータをフレームに集約する方法や、特定の数のイベントデータをフレームに集約する方法が提案されている（例えば、特許文献1を参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特表2017-530467号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] イベントデータに応じて、フレーム形式の画像データであるフレームデータを生成するにあたっては、その後に行われる画像処理等にとって適切なフレームデータを得ることが要請される。

[0006] 本技術は、このような状況に鑑みてなされたものであり、適切なフレームデータを得ることができるようにするものである。

課題を解決するための手段

[0007] 本技術の第1のデータ処理装置は、第1のフレーム生成開始時から第1のフレーム生成終了時までの第1の蓄積時間で発生した、光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントデータに基づく第1のフレームデータと、第2のフレーム生成開始時から第2のフレーム生成終了時までの第2の蓄積時間で発生したイベントデータに基づく第2のフレームデータとを生成するフレームデータ生成部と、第1のフレーム生成開始時と第2のフレーム生成開始時までの第1のフレーム期間を設定し前記フレームデータ生成部に供給するフレーム期間設定部とを備えるデータ処理装置である。

[0008] 本技術の第1のデータ処理装置においては、第1のフレーム生成開始時から第1のフレーム生成終了時までの第1の蓄積時間で発生した、光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントデータに基づく第1のフレームデータと、第2のフレーム生成開始時から第2のフレーム生成終了時までの第2の蓄積時間で発生したイベントデータに基づく第2のフレームデータとが生成される。また、第1のフレーム生成開始時と第2のフレーム生成開始時までの第1のフレーム期間が設定され前記フレームデータ生成部に供給される。

[0009] 本技術の第2のデータ処理装置又は第1のプログラムは、フレーム生成開始時からフレーム生成終了時までの蓄積時間で発生した、光電変換を行って

電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントデータに基づいてフレームデータを生成するフレームデータ生成部と、第1のフレームデータのフレームデータ生成開始時と、第1のフレームデータと連続して生成される第2のフレームデータのフレームデータ生成開始時との間隔であるフレーム期間を設定し前記フレームデータ生成部に供給するフレーム期間設定部とを備えるデータ処理装置、又は、そのようなデータ処理装置として、コンピュータを機能させるためのプログラムである。

[0010] 本技術の第1のデータ処理方法は、フレームデータ生成部が、フレーム生成開始時からフレーム生成終了時までの蓄積時間で発生した、光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントデータに基づいてフレームデータを生成することと、第1のフレームデータのフレームデータ生成開始時と、前記第1のフレームデータと連続して生成される第2のフレームデータのフレームデータ生成開始時との間隔であるフレーム期間を設定し前記フレームデータ生成部に供給することを含むデータ処理方法である。

[0011] 本技術の第2のデータ処理装置、第1のデータ処理方法、及び、第1のプログラムにおいては、フレーム生成開始時からフレーム生成終了時までの蓄積時間で発生した、光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントデータに基づいてフレームデータが生成される。また、第1のフレームデータのフレームデータ生成開始時と、前記第1のフレームデータと連続して生成される第2のフレームデータのフレームデータ生成開始時との間隔であるフレーム期間が設定され前記フレームデータ生成部に供給される。

[0012] 本技術の第3のデータ処理装置又は第2のプログラムは、第1のフレーム生成開始時から第1のフレーム生成終了時までの第1の蓄積時間で発生した、光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントデータに基づく第1のフレームデータと、第2のフレーム生成開始時から第2のフレーム生成終了時までの第2の蓄積時間で発生した前記イベン

トデータに基づく第2のフレームデータとを、第1の蓄積時間と第2の蓄積時間が重畳するように生成するフレームデータ生成部を備えるデータ処理装置、又は、そのようなデータ処理装置として、コンピュータを機能させるためのプログラムである。

[0013] 本技術の第2のデータ処理方法は、第1のフレーム生成開始時から第1のフレーム生成終了時までの第1の蓄積時間で発生した、光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントデータに基づく第1のフレームデータと、第2のフレーム生成開始時から2のフレーム生成終了時までの第2の蓄積時間で発生した前記イベントデータに基づく第2のフレームデータとを、第1の蓄積時間と第2の蓄積時間が重畳するように生成することを含むデータ処理方法である。

[0014] 本技術の第3のデータ処理装置、第2のデータ処理方法、及び、第2のプログラムにおいては、第1のフレーム生成開始時から第1のフレーム生成終了時までの第1の蓄積時間で発生した、光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントデータに基づく第1のフレームデータと、第2のフレーム生成開始時から2のフレーム生成終了時までの第2の蓄積時間で発生した前記イベントデータに基づく第2のフレームデータとが、第1の蓄積時間と第2の蓄積時間が重畳するように生成される。

[0015] 本技術の第4のデータ処理装置は、フレーム生成開始時からフレーム生成終了時までの蓄積時間で発生した、光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントデータに基づいてフレームデータを生成し、単位時間当たりの前記イベントデータの数に応じて、単位時間当たりの前記フレームデータの生成数が変化するデータ処理装置である。

[0016] 本技術の第4のデータ処理装置においては、フレーム生成開始時からフレーム生成終了時までの蓄積時間で発生した、光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントデータに基づいてフレームデータが生成される。単位時間当たりの前記イベントデータの数に応じて、単位時間当たりの前記フレームデータの生成数は変化する。

[0017] 本技術の第5のデータ処理装置は、光電変換を行って電気信号を生成する画素を有し、前記画素の前記電気信号の変化であるイベントの発生を表すイベントデータを生成するイベント生成部と、フレーム生成開始時からフレーム生成終了時までの蓄積時間で発生した前記イベントデータに基づいてフレームデータを生成するフレームデータ生成部と、第1のフレームデータのフレームデータ生成開始時と、前記第1のフレームデータと連続して生成される第2のフレームデータのフレームデータ生成開始時との間隔であるフレーム期間を設定し前記フレームデータ生成部に供給するフレーム期間設定部とを備えるデータ処理部を備えるデータ処理装置である。

[0018] 本技術の第3のデータ処理方法は、光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントの発生を表すイベントデータを生成することと、フレーム生成開始時からフレーム生成終了時までの蓄積時間で発生した前記イベントデータに基づいてフレームデータを生成することと、第1のフレームデータのフレームデータ生成開始時と、前記第1のフレームデータと連続して生成される第2のフレームデータのフレームデータ生成開始時との間隔であるフレーム期間を設定し前記フレームデータ生成部に供給することとを含むデータ処理方法である。

[0019] 本技術の第5のデータ処理装置及び第3のデータ処理方法においては、フレームデータ生成部において、光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントの発生を表すイベントデータが生成され、フレーム生成開始時からフレーム生成終了時までの蓄積時間で発生した前記イベントデータに基づいてフレームデータが生成される。また、第1のフレームデータのフレームデータ生成開始時と、前記第1のフレームデータと連続して生成される第2のフレームデータのフレームデータ生成開始時との間隔であるフレーム期間が設定され前記フレームデータ生成部に供給される。

[0020] データ処理装置は、独立した装置であっても良いし、1つの装置を構成している内部ブロックであっても良い。また、データ処理装置は、1チップの

半導体チップやモジュールとして構成することができる。

[0021] プログラムは、伝送媒体を介して伝送することにより、又は、記録媒体に記録して、頒布することができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]本技術を適用したデータ処理チップの一実施の形態の構成例を示す図である。

[図2]データ処理チップの動作を説明するフローチャートである。

[図3]イベント生成部21の構成例を示すブロック図である。

[図4]画素アレイ部31の構成例を示すブロック図である。

[図5]画素51の構成例を示す回路図である。

[図6]イベント検出部52の構成例を示すブロック図である。

[図7]電流電圧変換部71の構成例を示す回路図である。

[図8]減算部73及び量子化部74の構成例を示す回路図である。

[図9]データ処理部22の構成例を示すブロック図である。

[図10]イベント生成部21が出力するイベントデータの概要を説明する図である。

[図11]イベントデータに応じてフレームデータを生成する方法の概要を説明する図である。

[図12]フレーム幅及びフレーム間隔の第1の設定方法を示す図である。

[図13]フレーム幅及びフレーム間隔の第2の設定方法を示す図である。

[図14]フレーム幅及びフレーム間隔の第3の設定方法を示す図である。

[図15]データ生成部113の構成例を示すブロック図である。

[図16]メモリ制御部122によるメモリ121の制御の例を説明する図である。

[図17]データ処理部22の処理の例を説明するフローチャートである。

[図18]データ生成部113が行うデータ生成処理の例を説明するフローチャートである。

[図19]フレーム幅及びフレーム間隔の第4の設定方法を示す図である。

[図20] フレーム幅及びフレーム間隔の第5の設定方法を示す図である。

[図21] フレーム幅及びフレーム間隔の第6の設定方法を示す図である。

[図22] 本技術を適用したコンピュータの一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

[図23] 車両制御システムの概略的な構成の一例を示すブロック図である。

[図24] 車外情報検出部及び撮像部の設置位置の一例を示す説明図である。

[図25] フレーム間隔及びフレーム幅を設定する設定方法の一覧を示す図である。

[図26] フレームデータのフレーム全体に1つのフレーム幅が設定される場合に生成されるフレームデータの例を示す図である。

[図27] フレームを分割領域に分割する分割の仕方の例を示す図である。

[図28] 分割領域ごとにフレーム幅が設定される場合に生成されるフレームデータの例を示す図である。

[図29] 分割領域ごとにフレーム幅としてのイベントデータ数を設定する場合の設定方法の例を示すフローチャートである。

[図30] 評価値Fの例を示す図である。

[図31] イベント検出部52の他の構成例を示す図である。

[図32] スキャン方式の撮像装置の構成例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0023] <本技術を適用したデータ処理チップの一実施の形態>

[0024] 図1は、本技術を適用したデータ処理チップの一実施の形態の構成例を示す図である。

[0025] データ処理チップは、1チップの半導体チップであり、複数のダイ（基板）としてのセンサダイ（基板）11とロジックダイ12とが積層されて構成される。なお、データ処理チップは、1個のダイで構成することもできるし、3個以上のダイを積層して構成することもできる。

[0026] 図1のデータ処理チップにおいて、センサダイ11には、イベント生成部21（としての回路）が構成され、ロジックダイ12には、データ処理部2

2が構成されている。なお、イベント生成部21については、その一部を、ロジックダイ12に構成することができる。また、データ処理部22については、その一部を、センサダイ11に構成することができる。

[0027] イベント生成部21は、入射光の光電変換を行って電気信号を生成する画素を有し、画素の電気信号の変化であるイベントの発生を表すイベントデータを生成する。イベント生成部21は、イベントデータを、データ処理部22に供給する。すなわち、イベント生成部21は、例えば、同期型のイメージセンサと同様に、画素において、入射光の光電変換を行って電気信号を生成する撮像を行うが、フレーム形式の画像データを生成するのではなく、又は、フレーム形式の画像データを生成するとともに、画素の電気信号の変化であるイベントの発生を表すイベントデータを生成する。

[0028] データ処理部22は、イベント生成部21からのイベントデータに応じてデータ処理を行い、そのデータ処理の結果であるデータ処理結果を出力する。

[0029] 図2は、図1のデータ処理チップの動作を説明するフローチャートである。

[0030] ステップS1において、イベント生成部21は、イベントとしての画素の電気信号の変化が発生すると、イベントデータを生成し、データ処理部22に供給する。

[0031] ステップS2において、データ処理部22は、イベント生成部21からのイベントデータに応じて、イベントデータをフレームデータに変換する、すなわち、フレームデータを生成する等のデータ処理を行い、データ処理結果を出力する。

[0032] <イベント生成部21の構成例>

[0033] 図3は、図1のイベント生成部21の構成例を示すブロック図である。

[0034] イベント生成部21は、画素アレイ部31、駆動部32、アービタ33、及び、出力部34を備える。

[0035] 画素アレイ部31には、複数の画素が二次元格子状に配列される。また、

画素アレイ部 31 は、それぞれが所定数の画素からなる複数の画素ブロックに分割される。以下、水平方向に配列された画素または画素ブロックの集合を「行」と称し、行に垂直な方向に配列された画素または画素ブロックの集合を「列」と称する。

[0036] 画素ブロックは、画素の光電変換によって生成される電気信号としての光電流に所定の閾値を超える変化が発生した場合に、その光電流の変化をイベントとして検出する。イベントが検出された場合、画素ブロックは、イベントの発生を表すイベントデータの出力を要求するリクエストをアービタ 33 に出力する。

[0037] 駆動部 32 は、画素アレイ部 31 に制御信号を供給することにより、画素アレイ部 31 を駆動する。

[0038] アービタ 33 は、画素アレイ部 31 を構成する画素ブロックからのリクエストを調停し、イベントデータの出力の許可又は不許可を表す応答を画素ブロックに返す。イベントデータの出力の許可を表す応答を受け取った画素ブロックは、イベントデータを出力部 34 に出力する。

[0039] 出力部 34 は、画素アレイ部 31 を構成する画素ブロックが出力するイベントデータに必要な処理を施し、データ処理部 22（図 1）に供給する。

[0040] ここで、画素の電気信号としての光電流の変化は、画素の輝度変化とも捉えることができるので、イベントは、画素の輝度変化（閾値を超える輝度変化）であるともいうことができる。

[0041] イベントの発生を表すイベントデータには、少なくとも、イベントとしての輝度変化が発生した画素ブロックの位置を表す位置情報（座標等）が含まれる。その他、イベントデータには、輝度変化の極性（正負）を含ませることができる。

[0042] 画素ブロックからイベントが発生したタイミングで出力されるイベントデータの系列については、イベントデータどうしの間隔がイベントの発生時のまま維持されている限り、イベントデータは、イベントが発生した（相対的な）時刻を表す時刻情報を暗示的に含んでいるということができる。但し、

イベントデータがメモリに記憶されること等により、イベントデータどうしの間隔がイベントの発生時のまま維持されなくなると、イベントデータに暗示的に含まれる時刻情報が失われる。そのため、出力部３４は、イベントデータどうしの間隔がイベントの発生時のまま維持されなくなる前に、イベントデータに、タイムスタンプ等の、イベントが発生した（相対的な）時刻を表す時刻情報を含める。イベントデータに時刻情報を含める処理は、イベントデータに暗示的に含まれる時刻情報が失われる前であれば、出力部３４以外の任意のブロックで行うことができる。

[0043] <画素アレイ部３１の構成例>

[0044] 図４は、図３の画素アレイ部３１の構成例を示すブロック図である。

[0045] 画素アレイ部３１は、複数の画素ブロック４１を有する。画素ブロック４１は、 I 行× J 列（ I 及び J は整数）に配列された複数（ $I \times J$ 個）の画素５１と、イベント検出部５２とを備える。画素ブロック４１内の複数の画素５１は、イベント検出部５２を共有している。

[0046] 画素５１は、被写体からの入射光を受光し、光電変換して電気信号としての光電流を生成する。画素５１は、駆動部３２の制御に従って、光電流を、イベント検出部５２に供給する。

[0047] イベント検出部５２は、画素５１のそれぞれからの光電流の所定の閾値を超える変化を、イベントとして検出する。イベント検出部５２は、イベントを検出した場合、イベントの発生を表すイベントデータの出力を要求するリクエストを、アービタ３３に供給する。そして、イベント検出部５２は、リクエストに対して、イベントデータの出力を許可する旨の応答を、アービタ３３から受け取ると、イベントデータを、出力部３４に出力する。

[0048] <画素５１の構成例>

[0049] 図５は、図４の画素５１の構成例を示す回路図である。

[0050] 画素５１は、光電変換素子６１及び転送トランジスタ６２を備える。

[0051] 光電変換素子６１は、例えば、PD(Photodiode)で構成され、入射光を受光し、光電変換して電荷を生成する。

[0052] 転送トランジスタ 6 2 は、例えば、N(Negative)型のMOS(Metal-Oxide-Semiconductor) FET(Field Effect Transistor)で構成される。画素ブロック 4 1 を構成する $I \times J$ 個の画素 5 1 のうちの n 番目の画素 5 1 を構成する転送トランジスタ 6 2 は、駆動部 3 2 (図 3) から供給される制御信号 $T R G n$ に従ってオン／オフする。転送トランジスタ 6 2 がオンすることにより、光電変換素子 6 1 で生成された電荷は、光電流として、イベント検出部 5 2 に転送(供給)される。

[0053] 画素ブロック 4 1 を構成する $I \times J$ 個の画素 5 1 は、ノード 6 0 を介して、その画素ブロック 4 1 を構成するイベント検出部 5 2 に接続されている。したがって、画素 5 1 (の光電変換素子 6 1) で生成された光電流は、ノード 6 0 を介して、イベント検出部 5 2 に供給される。その結果、イベント検出部 5 2 には、画素ブロック 4 1 内のすべての画素 5 1 の光電流の和が供給される。

[0054] イベント検出部 5 2 は、駆動部 3 2 (図 3) からの制御信号としての行駆動信号に従って駆動し、イベントとしての画素 5 1 から供給される光電流(の和)の変化を検出する。イベント検出部 5 2 は、イベントとしての光電流の変化、すなわち、輝度変化を検出すると、イベントの発生を表すイベントデータを出力する。

[0055] ここで、イベント検出部 5 2 では、イベントが検出された場合に、画素 5 1 から供給される光電流に対応する電圧を、画素 5 1 に入射した入射光に対応する画素信号として、イベントデータとは別に出力することができる。画素信号の出力については、複数の画素 5 1 の転送トランジスタ 6 2 を同時にオンにすることにより、その複数の画素 5 1 の画素信号の和を出力することができる。また、画素ブロック 4 1 を構成する画素 5 1 の転送トランジスタ 6 2 を順次にオンにすることにより、画素 5 1 ごとの画素信号を出力することができる。画素 5 1 の画素信号を出力する場合には、その画素信号をAD変換するAD変換部が、イベント生成部 2 1 に設けられる。

[0056] 図 4 に示したように、画素ブロック 4 1 を複数の画素 5 1 で構成し、その

複数の画素51で、イベント検出部52を共有する場合には、1個の画素51に対して、1個のイベント検出部52を設ける場合に比較して、イベント検出部52の数を少なくすることができる。したがって、画素アレイ部31の規模を抑制することができる。

[0057] なお、画素ブロック41は、複数の画素51ではなく、1個の画素51で構成することができる。

[0058] <イベント検出部52の構成例>

[0059] 図6は、図4のイベント検出部52の構成例を示すブロック図である。

[0060] イベント検出部52は、電流電圧変換部71、バッファ72、減算部73、量子化部74、及び、転送部75を備える。

[0061] 電流電圧変換部71は、画素51からの光電流（の和）を、その光電流の対数に対応する電圧（以下、光電圧ともいう）に変換し、バッファ72に供給する。

[0062] バッファ72は、電流電圧変換部71からの光電圧をバッファリング（補正）し、減算部73に供給する。

[0063] 減算部73は、駆動部32からの制御信号としての行駆動信号に従ったタイミングで、現在の光電圧と、現在と微小時間だけ異なるタイミングの光電圧との差を演算し、その差に対応する差信号を、量子化部74に供給する。

[0064] 量子化部74は、減算部73からの差信号をデジタル信号に量子化し、差信号の量子化値を、転送部75に供給する。

[0065] 転送部75は、量子化部74からの差信号の量子化値に応じて、イベントデータを、出力部34に転送（出力）する。すなわち、転送部75は、イベントデータの出力を要求するリクエストを、アービタ33に供給する。そして、転送部75は、リクエストに対して、イベントデータの出力を許可する旨の応答をアービタ33から受け取ると、イベントデータを、出力部34に出力する。

[0066] <電流電圧変換部71の構成例>

[0067] 図7は、図6の電流電圧変換部71の構成例を示す回路図である。

- [0068] 電流電圧変換部 7 1 は、トランジスタ 8 1 ないし 8 3 で構成される。トランジスタ 8 1 及び 8 3 としては、例えば、N 型の MOS FET を採用することができる、トランジスタ 8 2 としては、例えば、P 型の MOS FET を採用することができる。
- [0069] トランジスタ 8 1 のソースは、トランジスタ 8 3 のゲートと接続され、トランジスタ 8 1 のソースとトランジスタ 8 3 のゲートとの接続点には、画素 5 1 からの光電流が供給される。トランジスタ 8 1 のドレインは、電源 VDD に接続され、そのゲートは、トランジスタ 8 3 のドレインに接続される。
- [0070] トランジスタ 8 2 のソースは、電源 VDD に接続され、そのドレインは、トランジスタ 8 1 のゲートとトランジスタ 8 3 のドレインとの接続点に接続される。トランジスタ 8 2 のゲートには、所定のバイアス電圧 V_{bias} が印加される。トランジスタ 8 2 は、一定の電流をトランジスタ 8 3 に供給する。
- [0071] トランジスタ 8 3 のソースは接地される。
- [0072] 電流電圧変換部 7 1 において、トランジスタ 8 1 は電源 VDD 側に接続されており、ソースフォロアになっている。ソースフォロアになっているトランジスタ 8 1 と、そのトランジスタ 8 1 のソースにゲートが接続されたトランジスタ 8 3 とより、画素 5 1 からの光電流は、その光電流の対数に対応する光電圧に変換される。
- [0073] 光電圧は、トランジスタ 8 1 のゲートとトランジスタ 8 3 のドレインとの接続点から、バッファ 7 2 (図 6) に供給される。
- [0074] <減算部 7 3 及び量子化部 7 4 の構成例>
- [0075] 図 8 は、図 6 の減算部 7 3 及び量子化部 7 4 の構成例を示す回路図である。
- [0076] 減算部 7 3 は、コンデンサ 9 1、オペアンプ 9 2、コンデンサ 9 3、及び、スイッチ 9 4 を備える。量子化部 7 4 は、コンパレータ 1 0 1 を備える。
- [0077] コンデンサ 9 1 の一端は、バッファ 7 2 (図 6) の出力端子に接続され、他端は、オペアンプ 9 2 の入力端子に接続される。
- [0078] オペアンプ 9 2 の出力端子は、コンパレータ 1 0 1 の非反転入力端子 (+

) に接続される。

[0079] コンデンサ 93 の一端は、オペアンプ 92 の入力端子に接続され、他端は、オペアンプ 92 の出力端子に接続される。

[0080] スイッチ 94 は、コンデンサ 93 の両端の接続をオン／オフするように、コンデンサ 93 に接続される。スイッチ 94 は、駆動部 32 からの制御信号としての行駆動信号に従ってオン／オフすることにより、コンデンサ 93 の両端の接続をオン／オフする。

[0081] コンデンサ 91 とオペアンプ 92 との接続点は、仮想接地になっており、この仮想接地の電位を便宜上、ゼロとする。

[0082] スイッチ 94 をオンした際のコンデンサ 91 のバッファ 72 (図 6) 側の光電圧を V_{init} とするとともに、コンデンサ 91 の容量を $C1$ とすると、スイッチ 94 がオンである場合にコンデンサ 91 に蓄積される電荷 Q_{init} は、次の式により表される。一方、コンデンサ 93 の両端は、スイッチ 94 がオンになっている場合には、短絡されるため、コンデンサ 93 に蓄積される電荷はゼロとなる。

$$[0083] \quad Q_{init} = C1 \times V_{init} \quad \dots (1)$$

[0084] その後、スイッチ 94 がオフになり、その場合の、コンデンサ 91 のバッファ 72 (図 6) 側の光電圧を、 V_{after} とすると、コンデンサ 91 に蓄積される電荷 Q_{after} は、次の式により表される。

$$[0085] \quad Q_{after} = C1 \times V_{after} \quad \dots (2)$$

[0086] 一方、コンデンサ 93 の容量を $C2$ とするとともに、オペアンプ 92 の出力電圧を V_{out} とすると、コンデンサ 93 に蓄積される電荷 $Q2$ は、次の式により表される。

$$[0087] \quad Q2 = -C2 \times V_{out} \quad \dots (3)$$

[0088] スイッチ 94 がオフする前後で、コンデンサ 91 の電荷とコンデンサ 93

の電荷とを合わせた総電荷量は変化しないため、次の式が成立する。

$$\begin{aligned} [0089] \quad Q_{init} &= Q_{after} + Q_2 \\ &\dots (4) \end{aligned}$$

[0090] 式(4)に式(1)ないし式(3)を代入して変形すると、次の式が得られる。

$$\begin{aligned} [0091] \quad V_{out} &= -(C_1 / C_2) \times (V_{after} - V_{init}) \\ &\dots (5) \end{aligned}$$

[0092] 式(5)によれば、減算部73では、光電圧 V_{after} 及び V_{init} の減算、すなわち、光電圧 V_{after} と V_{init} との差 $V_{after} - V_{init}$ に対応する差信号(V_{out})の算出が行われる。式(5)によれば、減算部73の減算のゲインは C_1 / C_2 となる。通常、ゲインを最大化することが望まれるため、 C_1 を大きく、 C_2 を小さく設計することが好ましい。一方、 C_2 が小さすぎると、 kTC ノイズが増大し、ノイズ特性が悪化するおそれがあるため、 C_2 の容量削減は、ノイズを許容することができる範囲に制限される。また、画素ブロック41ごとに減算部73を含むイベント検出部52が搭載されるため、容量 C_1 や C_2 には、面積上の制約がある。これらを考慮して、容量 C_1 及び C_2 の値が決定される。

[0093] コンパレータ101は、減算部73からの差信号と、反転入力端子(−)に印加された所定の閾値電圧 V_{th} とを比較する。コンパレータ101は、差信号と閾値電圧 V_{th} との比較結果を表す、例えば、H(High)レベル又はL(Low)レベルを、差信号の量子化値として、転送部75に出力する。

[0094] 転送部75は、量子化部74からの差信号の量子化値に応じて、イベントとしての輝度変化が発生したと認められる場合、すなわち、差信号(V_{out})が閾値電圧 V_{th} より大である場合に、イベントの発生を表すイベントデータを、出力部34に出力する。

[0095] 出力部34は、転送部75からのイベントデータに、そのイベントデータが表すイベントが発生した画素51(を有する画素ブロック41)の位置情報、及び、イベントが発生した時刻を表す時刻情報、さらには、必要に応じ

て、イベントとしての輝度変化の極性を含めて出力する。

[0096] イベントが発生した画素51の位置情報、イベントが発生した時刻を表す時刻情報、イベントとしての輝度変化の極性を含むイベントデータのデータ形式としては、例えば、AER(Address Event Representation)と呼ばれるデータ形式を採用することができる。

[0097] なお、イベント検出部52全体のゲインAは、電流電圧変換部71のゲインを $C G_{\log}$ とし、バッファ72のゲインを「1」とすると、次の式により表される。

$$[0098] \quad A = C G_{\log} C 1 / C 2 \left(\sum i_{\text{photo}} n \right) \quad \dots (6)$$

[0099] $i_{\text{photo}} n$ は、画素ブロック41を構成する $I \times J$ 個の画素51のうちの n 番目の画素51の光電流を表す。式(6)の Σ は、 n を、1から $I \times J$ までの整数についてとるサメーションを表す。

[0100] なお、画素51では、カラーフィルタ等の所定の光を透過するフィルタを設けること等により、入射光として、任意の光を受光することができる。例えば、画素51において、入射光として、可視光を受光する場合、イベントデータは、視認することができる被写体が映る画像における画素値の変化の発生を表す。また、例えば、画素51において、入射光として、測距のための赤外線やミリ波等を受光する場合、イベントデータは、被写体までの距離の変化の発生を表す。さらに、例えば、画素51において、入射光として、温度の測定のための赤外線を受光する場合、イベントデータは、被写体の温度の変化の発生を表す。本実施の形態では、画素51において、入射光として、可視光を受光することとする。

[0101] <データ処理部22の構成例>

[0102] 図9は、図1のデータ処理部22の構成例を示すブロック図である。

[0103] 図9において、データ処理部22は、フレーム間隔設定部111、フレーム幅設定部112、データ生成部113、及び、画像処理部114を有する。

- [0104] フレーム間隔設定部 111 は、例えば、ユーザの操作等に応じて、フレーム間隔を設定し、データ生成部 113 に供給する。フレーム間隔とは、イベントデータに応じて生成されるフレームデータのフレームの間隔を表し、フレーム間隔は、時間、又は、イベントデータの数により指定して設定することができる。ここで、フレーム間隔設定部 111 で設定されたフレーム間隔を、設定フレーム間隔ともいう。
- [0105] フレーム幅設定部 112 は、例えば、ユーザの操作等に応じて、フレーム幅を設定し、データ生成部 113 に供給する。フレーム幅とは、1 フレームのフレームデータの生成に用いるイベントデータの時間幅を表し、フレーム幅は、フレーム間隔と同様に、時間、又は、イベントデータの数により指定して設定することができる。ここで、フレーム幅設定部 112 で設定されたフレーム幅を、設定フレーム幅ともいう。
- [0106] データ生成部 113 は、イベント生成部 21 からデータ処理部 22 に出力されるイベントデータに応じて、フレーム形式の画像データであるフレームデータを生成することにより、イベントデータをフレームデータに変換し、画像処理部 114 に供給する。
- [0107] データ生成部 113 は、フレーム間隔設定部 111 からの設定フレーム間隔、及び、フレーム幅設定部 112 からの設定フレーム幅に応じて、フレームデータを生成する。
- [0108] すなわち、データ生成部 113 は、設定フレーム間隔ごとに、設定フレーム間隔の先頭から設定フレーム幅内のイベントデータに応じて、フレームデータを生成する。
- [0109] 画像処理部 114 は、データ生成部 113 から供給されるフレームデータを用いた画像処理、例えば、フレームデータを対象とした認識処理等を行い、画像処理の処理結果（画像処理結果）を、データ処理結果として出力する。
- [0110] 画像処理部 114 としては、フレームデータを扱うことができる任意の装置を採用することができる。例えば、ニューラルネットワークにより画像認

識を行う装置や、ディスプレイとビューワとしてのソフトウェアとで構成される画像表示装置等を、画像処理部 114 として採用することができる。

[0111] なお、フレーム幅としては、あらかじめ決められた値を採用することができる。この場合、データ処理部 22 は、フレーム幅設定部 112 を設けずに構成することができる。

[0112] また、画像処理部 114 において、フレームデータを対象とした認識処理が行われ、その認識処理の認識結果の信頼度が得られる場合には、図 9 において点線で示すように、画像処理部 114 から認識結果の信頼度を、フレーム間隔設定部 111 及びフレーム幅設定部 112 に供給（フィードバック）することができる。この場合、フレーム間隔設定部 111 及びフレーム幅設定部 112 では、認識結果の信頼度に応じて、フレーム間隔及びフレーム幅を設定することができる。

[0113] すなわち、フレーム間隔設定部 111 及びフレーム幅設定部 112 では、最初に、2通りのデフォルトのフレーム間隔及びフレーム幅を設定することができる。そして、フレーム間隔設定部 111 及びフレーム幅設定部 112 では、2通りのデフォルトのフレーム間隔及びフレーム幅に応じて生成されるフレームデータを対象として画像処理部 114 が認識処理を行うことにより得られる2通りの認識結果の信頼度の変化から、勾配法等の探索アルゴリズムに従って、認識結果の信頼度を向上させる新たなフレーム間隔及びフレーム幅を設定することができる。

[0114] フレーム間隔設定部 111 及びフレーム幅設定部 112 では、新たなフレーム間隔及びフレーム幅に対して得られる認識結果の信頼度の変化から、認識結果の信頼度を向上させる、さらに新たなフレーム間隔及びフレーム幅を設定することを、認識結果の信頼度が最大（極大）になるまで繰り返すことができる。

[0115] フレーム間隔設定部 111 及びフレーム幅設定部 112 では、以上のように、画像処理部 114 で行われる画像処理の処理結果（画像処理結果）に応じて、フレーム間隔及びフレーム幅を設定することができる。

- [0116] なお、図9において、データ生成部113は、第1のフレーム生成開始時から第1のフレーム生成終了時までの第1の蓄積時間で発生した、光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントデータに基づく第1のフレームデータと、第2のフレーム生成開始時から第2のフレーム生成終了時までの第2の蓄積時間で発生したイベントデータに基づく第2のフレームデータとを生成するフレームデータ生成部として機能することができる。第1の蓄積時間や第2の蓄積時間とは、フレーム幅である。
- [0117] フレーム間隔設定部111は、第1のフレーム生成開始時と第2のフレーム生成開始時までの第1のフレーム期間を設定しフレームデータ生成部に供給するフレーム期間設定部として機能することができる。第1のフレーム期間とは、フレーム間隔である。
- [0118] 前記フレームデータ生成部としてのデータ生成部113は、第3のフレーム生成開始時から第3のフレーム生成終了時までの第3の蓄積時間で発生したイベントデータに基づく第3のフレームデータをさらに生成することができる。前記フレーム期間設定部としてのフレーム間隔設定部111は、前記第1のフレーム期間と、第2のフレーム生成開始時と第3のフレーム生成開始時までの第2のフレーム期間とが異なるように設定することができる。第2のフレーム期間とは、フレーム間隔である。
- [0119] フレーム幅設定部112は、前記第1の蓄積時間と前記第2の蓄積時間を設定し前記フレームデータ生成部としてのデータ生成部113に供給する蓄積時間設定部として機能する。
- [0120] 前記蓄積時間設定部としてのフレーム幅設定部112は、前記第1の蓄積時間と前記第2の蓄積時間とが異なるように設定することができる。
- [0121] データ生成部113は、フレーム生成開始時からフレーム生成終了時までの蓄積時間で発生した、光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントデータに基づいてフレームデータを生成するフレームデータ生成部として機能することができる。蓄積時間とは、フ

レーム幅である。

- [0122] フレーム間隔設定部 1 1 1 は、第 1 のフレームデータのフレームデータ生成開始時と、第 1 のフレームデータと連続して生成される第 2 のフレームデータのフレームデータ生成開始時との間隔であるフレーム期間を設定し前記フレームデータ生成部に供給するフレーム期間設定部として機能するということができる。フレーム期間とは、フレーム間隔である。
- [0123] 前記フレーム期間設定部としてのフレーム間隔設定部 1 1 1 は、前記フレーム期間を、時間で設定することができる。
- [0124] フレーム期間が、時間で設定される場合、前記蓄積時間設定部としてのフレーム幅設定部 1 1 2 は、前記蓄積時間を、時間で設定すること、又は、前記蓄積時間を、前記イベントデータの数に応じて設定することができる。さらに、前記蓄積時間を時間で設定することと、前記イベントデータの数に応じて設定することとを切り替えることができる。
- [0125] 前記フレーム期間設定部としてのフレーム間隔設定部 1 1 1 は、前記フレーム期間を、前記イベントデータの数に応じて設定することができる。
- [0126] フレーム期間が、イベントデータの数に応じて設定される場合、前記蓄積時間設定部としてのフレーム幅設定部 1 1 2 は、前記蓄積時間を、時間で設定すること、又は、前記蓄積時間を、前記イベントデータの数に応じて設定することができる。さらに、前記蓄積時間を時間で設定することと、前記イベントデータの数に応じて設定することとを切り替えることができる。
- [0127] データ生成部 1 1 3 は、第 1 のフレーム生成開始時から第 1 のフレーム生成終了時までの第 1 の蓄積時間で発生した、光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントデータに基づく第 1 のフレームデータと、第 2 のフレーム生成開始時から第 2 のフレーム生成終了時までの第 2 の蓄積時間で発生した前記イベントデータに基づく第 2 のフレームデータとを、第 1 の蓄積時間と第 2 の蓄積時間が重畳するように生成するフレームデータ生成部として機能するということができる。第 1 の蓄積時間と第 2 の蓄積時間が重畳するとは、後述する重複領域が生じることである。

[0128] フレーム期間を、イベントデータの数に応じて設定する場合、単位時間（例えば、1秒等）当たりの前記イベントデータの数に応じて、単位時間当たりのフレームデータの生成数（データ生成部113で生成されるフレームデータのフレーム数）が変化する。単位時間当たりの前記イベントデータの数が多いほど、単位時間当たりの前記フレームデータの生成数が多くなる。

[0129] データ生成部113は、フレーム生成開始時からフレーム生成終了時までの蓄積時間で発生した前記イベントデータに基づいてフレームデータを生成するフレームデータ生成部として機能するといえることができる。フレーム間隔設定部111は、第1のフレームデータのフレームデータ生成開始時と、前記第1のフレームデータと連続して生成される第2のフレームデータのフレームデータ生成開始時との間隔であるフレーム期間を設定し前記フレームデータ生成部に供給するフレーム期間設定部として機能するといえることができる。

[0130] 後述するように、前記蓄積時間設定部としてのフレーム幅設定部112は、前記フレームデータのフレームを複数の領域に分割した分割領域の単位で、前記蓄積時間を設定することができる。例えば、前記蓄積時間設定部は、前記蓄積時間の適切さを表す評価値に応じて、前記蓄積時間を設定することができる。より具体的には、前記蓄積時間設定部は、前記蓄積時間内の前記イベントデータに応じて生成される前記フレームデータを用いて求められる前記評価値に応じて、前記蓄積時間を設定することができる。

[0131] <イベントデータに応じたフレームデータの生成>

[0132] 図10は、図1のイベント生成部21が出力するイベントデータの概要を説明する図である。

[0133] イベント生成部21（の出力部34）は、例えば、図9で説明したように、イベントが発生した時刻を表す時刻情報（以下、イベントの時刻ともいう） t_i 、イベントが発生した画素51の位置情報（以下、イベントの位置ともいう）としての座標 (x_i, y_i) 、及び、イベントとしての輝度変化の極性 p_i を含むイベントデータを出力する。

[0134] イベントデータは、垂直同期信号に同期して、フレーム周期で出力されるフレーム形式の画像データ（フレームデータ）と異なり、イベントの発生ごとに出力される。そのため、イベントデータについては、そのままでは、フレームデータに対応する画像を表示するプロジェクタ等のディスプレイで、画像を表示することや、識別器（分類器）に入力して画像処理に用いることができない。イベントデータは、フレームデータに変換する必要がある。

[0135] ここで、図10のイベントデータにおいて、あるイベントの時刻 t_i と、そのイベントに隣接するイベントの時刻 t_{i+1} との間隔は、一定であるとは限らない。すなわち、イベントの時刻 t_i と t_{i+1} とは、同一の時刻であることもあるし、異なる時刻であることもある。但し、イベントの時刻 t_i 及び t_{i+1} については、式 $t_i \leq t_{i+1}$ で表される関係があることとする。

[0136] 図11は、イベントデータに応じてフレームデータを生成する方法の概要を説明する図である。

[0137] 図11では、x軸、y軸、及び、時間軸 t で構成される3次元空間において、イベントデータとしての点が、そのイベントデータに含まれるイベントの時刻 t 、及び、イベントの位置（としての座標） (x, y) にプロットされている。

[0138] すなわち、イベントデータに含まれるイベントの時刻 t 、及び、イベントの位置 (x, y) で表される3次元空間上の位置 (x, y, t) を、イベントの時空間位置ということとすると、図11では、イベントデータが、イベントの時空間位置 (x, y, t) に、点としてプロットされている。

[0139] データ生成部113は、例えば、ユーザの操作等によってフレームデータの生成が指示された時刻や、データ処理チップの電源がオンにされた時刻等の所定の時刻を、フレームデータの生成を開始する生成開始時刻として、イベントデータに応じたフレームデータの生成を開始する。

[0140] いま、生成開始時刻から、設定フレーム間隔ごとの、時間軸 t 方向に、設定フレーム幅の直方体をフレームボリュームということとする。フレームボリュームのx軸方向及びy軸方向のサイズは、例えば、画素ブロック41、又は、画素51のx軸方向及びy軸方向の個数に等しい。

- [0141] データ生成部 113 は、設定フレーム間隔ごとに、設定フレーム間隔の先頭から設定フレーム幅のフレームボリューム内のイベントデータに応じて、1 フレームのフレームデータを生成する。
- [0142] フレームデータの生成は、例えば、イベントデータに含まれるイベントの位置(x, y)のフレームの画素（の画素値）を白色に、フレームの他の位置の画素をグレー等の所定の色にセットすることで行われる。
- [0143] その他、フレームデータの生成は、イベントデータに含まれる極性を考慮して行うことができる。例えば、極性が正である場合には、画素を白色にセットし、極性が負である場合には、画素を黒色にセットすることができる。さらに、図 5 で説明したように、イベント検出部 52 において、イベントデータを出力するとともに、画素 51 の画素信号を出力する場合には、イベントデータに応じ、画素 51 の画素信号を用いて、フレームデータを生成することができる。すなわち、イベントデータに含まれるイベントの位置(x, y)のフレームの画素を、その位置(x, y)の画素 51 の画素信号にセットするとともに、フレームの他の位置の画素をグレー等の所定の色にセットすることで、フレームデータを生成することができる。
- [0144] なお、フレームボリューム内には、イベントの時刻 t が異なるが、イベントの位置(x, y)が同一のイベントデータが複数存在する場合がある。この場合、例えば、イベントの時刻 t が最も新しい又は古いイベントデータを優先させることができる。また、イベントデータが極性を含む場合には、イベントの時刻 t が異なるが、イベントの位置(x, y)が同一の複数のイベントデータの極性を加算し、その加算により得られる加算値に応じた画素値を、イベントの位置(x, y)の画素にセットすることができる。
- [0145] ここで、フレーム幅とフレーム間隔とが同一である場合、フレームボリュームは、隙間なく接した状態となる。また、フレーム間隔がフレーム幅より大である場合、フレームボリュームは、隙間を空けて並んだ状態となる。フレーム幅がフレーム間隔より大である場合、フレームボリュームは、一部が重複する形で並んだ状態となる。

[0146] 図 1 2 は、フレーム幅及びフレーム間隔の第 1 の設定方法を示す図である。

[0147] 図 1 2 では、横軸をイベントの時刻 t とするとともに、縦軸をイベントの位置 (x, y) として、イベントデータがプロットされている。

[0148] 第 1 の設定方法では、フレーム幅及びフレーム間隔が、時間による指定により、同一の時間であって、比較的短時間に設定される。

[0149] 第 1 の設定方法では、フレーム間隔が短時間であるため、フレームレートの高いフレームデータを得ることができる。フレームデータのフレームレートが、再生のフレームレート（例えば、30fps(Frame Per Second)等）より大であれば、フレームデータに対応する画像の再生は、スロー再生になる。

[0150] 第 1 の設定方法では、フレーム幅が、短時間のフレーム間隔と同一であるため、フレームボリュームがいわば薄くなり、フレームボリュームに含まれるイベントデータの数が少なくなりやすい。そして、そのような数が少ないイベントデータに応じて生成されるフレームデータに対応する画像は、被写体が明確に現れない（見にくい）画像となりやすく、さらに、そのような画像を対象として画像認識が行われる場合には、十分な認識性能が得られないことがある。

[0151] 図 1 3 は、フレーム幅及びフレーム間隔の第 2 の設定方法を示す図である。

[0152] 図 1 3 では、図 1 2 と同様に、横軸をイベントの時刻 t とするとともに、縦軸をイベントの位置 (x, y) として、イベントデータがプロットされている。

[0153] 第 2 の設定方法では、フレーム幅及びフレーム間隔が、時間による指定により、同一の時間に設定される。但し、第 2 の設定方法では、フレーム幅及びフレーム間隔は、第 1 の設定方法よりも長時間に設定される。

[0154] 第 2 の設定方法では、フレーム間隔が、第 1 の設定方法よりも長時間であるため、イベントデータから生成されるフレームデータのフレームレートは、第 1 の設定方法よりも小さくなる。フレームデータのフレームレートが、再生のフレームレートより小であれば、フレームデータに対応する画像の再

生は、早送り再生になる。

[0155] 第2の設定方法では、フレーム幅が、長時間のフレーム間隔と同一であるため、フレームボリュームがいわば厚くなり、フレームボリュームに含まれるイベントデータの数として、ある程度多くの数が確保されやすくなる。そして、そのような数が多いイベントデータに応じて生成されるフレームデータに対応する画像は、被写体が明確に現れる画像となる。

[0156] 但し、第2の設定方法では、被写体の動きが激しい場合には、フレームデータに対応する画像は、動きぼけが目立ち、被写体の細かな動きを認識しにくい画像になりやすい。さらに、第2の設定方法では、フレーム間隔が長時間で、フレームデータのフレームレートが小さくなるため、フレームデータに対応する画像に映る被写体の動きが、いわゆるカクカクした状態になることや、フレームデータに対応する画像を対象とした画像認識において、動体（動きのある被写体）の認識性能が十分に得られないことがある。

[0157] 図14は、フレーム幅及びフレーム間隔の第3の設定方法を示す図である。

[0158] 図14では、図12と同様に、横軸をイベントの時刻 t とするとともに、縦軸をイベントの位置 (x, y) として、イベントデータがプロットされている。

[0159] ここで、図14では、フレームボリュームとしての矩形が重なって見にくくなることを避けるため、フレームボリュームとしての矩形をやや傾けて図示してある。図14において、フレームボリュームとしての矩形を傾けてあるのは、図が見にくくなることを避けることを目的としており、実際に、フレームボリュームが傾いているのではない。さらに、図14において、フレームボリュームとしての矩形には、太線の矩形と細線の矩形とがあるが、これも、図が見にくくなることを避けることを目的としており、太線の矩形で表されるフレームボリュームと、細線の矩形で表されるフレームボリュームとの間に、違いはない。

[0160] 第3の設定方法では、フレーム幅及びフレーム間隔が、時間による指定により、個別の時間に設定される。

- [0161] 図14のAは、フレーム幅がフレーム間隔よりも長い時間に設定される場合のフレーム間隔及びフレーム幅の設定の例を示している。図14のBは、フレーム幅がフレーム間隔よりも短い時間に設定される場合のフレーム間隔及びフレーム幅の設定の例を示している。
- [0162] 図14のAでは、フレーム間隔が、第1の設定方法のように短時間に設定され、フレーム幅が、第2の設定方法のように長時間に設定されている。
- [0163] 図14のAでは、フレーム幅が、第2の設定方法と同様に、長時間であるため、フレームボリュームに含まれるイベントデータの数として、ある程度多くの数が確保されやすくなる。そして、そのような数が多いイベントデータに応じて生成されるフレームデータに対応する画像は、被写体が明確に現れ、視認性の高い画像となる。
- [0164] さらに、図14のAでは、フレーム間隔が、第1の設定方法と同様に、短時間であるため、フレームデータのフレームレートとして、ある程度の高フレームレートを確保することができる。したがって、フレームデータに対応する画像として、動きの速い被写体（動体）の動きがスムーズに映る画像を得ることができる。
- [0165] 以上のように、第3の設定方法では、フレーム幅及びフレーム間隔を、異なる時間に、独立に設定することで、適切なフレームデータを得ることができる。すなわち、例えば、視認性が高く、動きがスムーズな画像となるフレームデータを得ることができる。したがって、そのようなフレームデータに対応する画像を対象に画像認識を行う場合には、十分な認識性能を得ることができる。
- [0166] なお、図14のAでは、フレーム幅がフレーム間隔よりも長い時間に設定されるので、あるフレームの（フレームデータの生成に用いられる）フレームボリュームと、次のフレームのフレームボリュームとは、一部が重複した重複領域を有する。
- [0167] この場合、データ生成部113（図9）では、隣接する2つのフレームについては、いずれも、その2つのフレームのフレームボリュームの重複領域

内のイベントデータに応じて、フレームデータが生成される。したがって、隣接する2つのフレームについては、重複領域内の同一のイベントデータを共有するフレームデータが生成される、ということができる。

[0168] また、このことは、あるf番目のフレームの次のf+1番目のフレームについて、前のf番目のフレームのフレームデータの生成に用いられた重複領域内のイベントデータを再利用して、フレームデータが生成されると捉えることもできる。

[0169] 図14のBでは、フレーム間隔が、フレーム幅よりも長時間に設定されている（フレーム幅が、フレーム間隔よりも短時間に設定されている）。

[0170] フレーム間隔を、フレーム幅よりも長時間に設定することは、例えば、イベントの発生頻度が小さい場合に有効である。すなわち、フレーム間隔を、フレーム幅よりも長時間に設定することにより、同じようなシーンが映るフレームが長時間続くようなフレームデータが生成されることを抑制することができる。

[0171] <データ生成部113の構成例>

[0172] 図15は、図9のデータ生成部113の構成例を示すブロック図である。

[0173] 図15において、データ生成部113は、メモリ121、メモリ制御部122、フレームデータ生成部123、及び、取得部124を有する。

[0174] メモリ121には、イベント生成部21からのイベントデータが供給される。メモリ121は、イベント生成部21からのイベントデータを記憶する。なお、メモリ121は、その記憶領域に、イベントデータを順次記憶していき、記憶領域のすべてに、イベントデータを記憶した後は、最古のイベントデータに上書きする形で、最新のイベントデータを記憶する。

[0175] メモリ制御部122は、メモリ121からのイベントデータの読み出し等を制御する。メモリ制御部122は、例えば、取得部124から供給される設定フレーム間隔及び設定フレーム幅に応じて、メモリ121を制御することにより、フレームボリューム内のイベントデータを、メモリ121から読み出し、フレームデータ生成部123に供給する。

[0176] フレームデータ生成部 123 は、メモリ制御部 122 から供給されるフレームボリューム内のイベントデータに応じて、1フレームのフレームデータを生成し、画像処理部 114（図 9）に供給する。

[0177] 取得部 124 は、フレーム間隔設定部 111 から設定フレーム間隔を取得するとともに、フレーム幅設定部 112 から設定フレーム幅を取得する。そして、取得部 124 は、設定フレーム間隔及び設定フレーム幅を、メモリ制御部 122 に供給する。

[0178] 図 16 は、メモリ制御部 122 によるメモリ 121 の制御の例を説明する図である。

[0179] メモリ 121 は、イベント生成部 21 からのイベントデータを順次（時系列に）記憶していく。

[0180] メモリ制御部 122 は、例えば、メモリ 121 に最初に記憶されたイベントデータのイベントの時刻 t_0 から、設定フレーム幅としての時間内に、イベントの時刻 t が含まれるイベントデータを、1フレーム目のフレームボリューム内のイベントデータとして、メモリ 121 から読み出す。

[0181] 図 16 では、イベントの時刻 t_0 のイベントデータから、イベントの時刻 t_8 のイベントデータまでが、1フレーム目のフレームボリューム内のイベントデータとして、メモリ 121 から読み出され、そのイベントデータに応じて、フレームデータが生成されている。

[0182] メモリ制御部 122 は、1フレーム目のフレームボリューム内のイベントデータとしてのイベントの時刻 t_0 のイベントデータから、イベントの時刻 t_8 のイベントデータまでを、メモリ 121 から読み出した後、メモリ 121 の記憶領域のうちの、1フレーム目のフレームボリュームの先頭（設定フレーム間隔の先頭）の時刻から設定フレーム間隔だけ後の時刻の直前までの時間内に、イベントの時刻 t が含まれるイベントデータの記憶領域を解放する。

[0183] 図 16 では、メモリ 121 において、イベントの時刻 t_0 のイベントデータから、イベントの時刻 t_5 のイベントデータまでの記憶領域が解放されている。メモリ 121 において解放された記憶領域は、新たなイベントデータを記憶す

ることができる。図 1 6 では、イベントの時刻 t_0 のイベントデータから、イベントの時刻 t_3 のイベントデータまでが記憶されていた記憶領域に、イベントの時刻 t_{10} のイベントデータから、イベントの時刻 t_{13} のイベントデータまでが、上書きする形で記憶されている。

[0184] その後、メモリ制御部 1 2 2 は、メモリ 1 2 1 から直前にイベントデータが読み出されたフレームボリュームの先頭の時刻から設定フレーム間隔だけ後の時刻を、2 フレーム目のフレームボリュームの先頭として、その先頭から、設定フレーム幅としての時間内に、イベントの時刻 t が含まれるイベントデータを、2 フレーム目のフレームボリューム内のイベントデータとして、メモリ 1 2 1 から読み出す。

[0185] 図 1 6 では、イベントの時刻 t_6 のイベントデータから、イベントの時刻 t_{10} のイベントデータまでが、2 フレーム目のフレームボリューム内のイベントデータとして、メモリ 1 2 1 から読み出され、そのイベントデータに応じて、フレームデータが生成されている。

[0186] 以下、同様にして、3 フレーム目以降のイベントデータが読み出される。

[0187] <データ処理部 2 2 の処理>

[0188] 図 1 7 は、図 9 のデータ処理部 2 2 の処理の例を説明するフローチャートである。

[0189] ステップ S 1 1 において、フレーム間隔設定部 1 1 1 は、フレーム間隔を設定し、データ生成部 1 1 3 に供給するとともに、フレーム幅設定部 1 1 2 は、フレーム幅を設定し、データ生成部 1 1 3 に供給して、処理は、ステップ S 1 2 に進む。

[0190] ステップ S 1 2 では、データ生成部 1 1 3 は、フレーム間隔設定部 1 1 1 からのフレーム間隔（設定フレーム間隔）、及び、フレーム幅設定部 1 1 2 からのフレーム幅（設定フレーム幅）、並びに、イベント生成部 2 1（図 1）からのイベントデータに応じて、フレームデータを生成するデータ生成処理を行い、処理は、ステップ S 1 3 に進む。

[0191] ステップ S 1 3 では、画像処理部 1 1 4 は、ステップ S 1 2 で行われたデ

ータ生成処理で得られるフレームデータを用いて、画像処理を行う。

[0192] 図18は、図17のステップS12でデータ生成部113が行うデータ生成処理の例を説明するフローチャートである。

[0193] データ生成部113（図15）では、ステップS21において、メモリ121が、イベント生成部21からのイベントデータを順次記憶する。

[0194] 一方、データ生成部113は、ステップS31において、取得部124が、フレーム間隔設定部111で設定された設定フレーム間隔 St 、及び、フレーム幅設定部112で設定された設定フレーム幅 It を取得し、メモリ制御部122に供給して、処理は、ステップS32に進む。

[0195] ステップS32では、メモリ制御部122は、フレームボリューム（フレーム間隔）の先頭の時刻（を表す変数） T を0にセットし、処理は、ステップS33に進む。

[0196] ステップS33では、メモリ制御部122は、イベントの時刻 t が、式 $t < T$ を満たすイベントデータが記憶されているメモリ121の記憶領域（メモリ領域）を解放し、処理は、ステップS34に進む。メモリ121において解放された記憶領域には、ステップS21でのイベントデータの記憶が可能になる。

[0197] ステップS34では、メモリ制御部122は、イベントの時刻 t が、式 $T <= t < T + It$ を満たすイベントデータを、1フレームのフレームボリューム内のイベントデータとして、メモリ121から読み出し、フレームデータ生成部123に供給する。

[0198] フレームデータ生成部123は、メモリ制御部122からのフレームボリューム内のイベントデータに応じて、フレームデータを生成し、画像処理部114に供給して、処理は、ステップS34からステップS35に進む。

[0199] ステップS35では、メモリ制御部122は、時刻 T を、 $T + St$ に更新する。そして、処理は、ステップS35からステップS33に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

[0200] <フレーム間隔及びフレーム幅のイベントデータの数による指定>

[0201] 図19は、フレーム幅及びフレーム間隔の第4の設定方法を示す図である。

[0202] 図19では、図12と同様に、横軸をイベントの時刻 t とするとともに、縦軸をイベントの位置 (x, y) として、イベントデータがプロットされている。

[0203] 第4の設定方法では、フレーム間隔が、時間による指定により設定され、フレーム幅が、イベントデータの数による指定により設定される。

[0204] 第4の設定方法では、フレーム間隔が、時間により指定されるため、フレーム間隔は、一定の時間となり、したがって、フレームデータのフレームレートは、一定のフレームレートとなる。

[0205] 但し、第4の設定方法では、フレーム幅が、イベントデータの数により指定されるため、フレーム幅は、イベントの発生頻度に応じた不定の時間となる。すなわち、フレーム幅が、イベントデータの数により指定された場合、フレームボリューム内のイベントデータの数が、指定された数になるときのフレームボリュームの時間軸 t 方向の幅が、設定フレーム幅として扱われる。

[0206] したがって、第4の設定方法では、イベントデータの発生頻度が小である場合、フレーム幅としての時間は大になる。一方、イベントデータの発生頻度が大である場合、フレーム幅としての時間は小になる。

[0207] 第4の設定方法では、フレームボリューム内のイベントデータの数が、指定された数になるまで待って、その指定された数のイベントデータに応じて、1フレームのフレームデータが生成される。

[0208] したがって、例えば、動体が、画面の左右の一方から他方に移動するようなシーンについては、動体が画面内を動いている間は、その動体の動きによって、短時間に、多数のイベントが発生し、動いている動体が画像に現れるフレームデータが生成される。

[0209] 一方、動体が画面内に存在しない状態では、イベントがあまり発生しないため、フレームボリューム内のイベントデータの数が、指定された数になるまでには、長時間を要する。動体が画面内に存在しない状態で発生するイベント（のほとんど）は、例えば、背景の僅かな動きに起因するイベントにな

る。したがって、動体が画面内に存在しない状態では、長時間に亘って、背景の動きに起因するイベントが、指定された数まで発生するのを待って、フレームデータが生成される。

[0210] この場合、フレームデータに対応する画像には、僅かに動く背景が映る。

[0211] したがって、第4の設定方法によれば、動体が画面内を動いている間は、短い露光時間で撮像を行い、動体が画面内に存在しない間は、長い露光時間で撮像を行うといったような、イベントの発生頻度に応じて、露光時間が適応的に調整されるAE(Automatic Exposure)の機能を実現することができる。

[0212] なお、第3の設定方法及び第4の設定方法のように、フレーム間隔が、時間による指定により設定される場合において、フレーム幅を、第3の設定方法のように、時間による指定により設定するか、又は、第4の設定方法のように、イベントデータの数による指定により設定するかは、適応的に切り替えることができる。

[0213] すなわち、フレーム幅を、時間による指定により設定するか、又は、イベントデータの数による指定により設定するかは、例えば、ユーザの操作に応じて切り替えることができる。

[0214] また、フレーム幅を、時間による指定により設定するか、又は、イベントデータの数による指定により設定するかは、その他、例えば、所定の一定時間内のイベントの発生頻度、すなわち、イベントデータの数に応じて切り替えることができる。

[0215] ここで、フレーム幅を、イベントデータの数による指定により設定する場合には、イベントデータの数が、指定された数になるまで、フレームデータが生成されない。したがって、イベント発生頻度が極端に低い状態が続くと、フレームデータが、長時間生成されない事態が生じる。そこで、所定の一定時間内のイベントの発生頻度があらかじめ設定された閾値を下回る場合には、フレーム幅の設定を、時間による指定により行うことに切り替えることができる。一方、所定の一定時間内のイベントの発生頻度があらかじめ設定された閾値以上である場合には、フレーム幅の設定を、イベントデータの数

による指定により行うことに切り替えることができる。

[0216] 図20は、フレーム幅及びフレーム間隔の第5の設定方法を示す図である。

[0217] 図20では、図12と同様に、横軸をイベントの時刻 t とするとともに、縦軸をイベントの位置 (x, y) として、イベントデータがプロットされている。

[0218] 第5の設定方法では、フレーム幅が、時間による指定により設定され、フレーム間隔が、イベントデータの数による指定により設定される。

[0219] 第5の設定方法では、フレーム幅が、時間により指定されるため、フレーム幅は、一定の時間となる。

[0220] 但し、第5の設定方法では、フレーム間隔が、イベントデータの数により指定されるため、フレーム間隔は、イベントの発生頻度に応じた不定の時間となる。すなわち、フレーム間隔が、イベントデータの数により指定された場合、フレームボリュームの先頭から次のフレームボリュームの先頭までのイベントデータの数が、指定された数になるときのフレームボリュームの先頭から次のフレームボリュームの先頭までの時間が、設定フレーム間隔として扱われる。

[0221] したがって、第5の設定方法では、イベントデータの発生頻度が小である場合、フレーム間隔としての時間は大になる。一方、イベントデータの発生頻度が大きい場合、フレーム間隔としての時間は小になる。

[0222] 第5の設定方法では、直前のフレームボリュームの先頭からのイベントデータの数が、指定された数になるタイミングを、最新のフレームボリュームの先頭として、その最新のフレームボリューム内のイベントデータに応じて、1フレームのフレームデータが生成される。

[0223] したがって、例えば、動体が、画面の左右の一方から他方に移動するようなシーンについては、動体が画面内を動いている間は、その動体の動きによって、短時間に、多数のイベントが発生し、フレームデータが生成される頻度が大きくなる。その結果、フレームデータのフレームレートは大きくなる。

[0224] 一方、動体が画面内に存在しない状態では、イベントがあまり発生しない

ため、指定された数のイベントデータが発生するまでには、長時間を要する。したがって、動体が画面内に存在しない状態では、フレームデータが生成される頻度が小になり、その結果、フレームデータのフレームレートは小になる。

[0225] したがって、第5の設定方法によれば、動体が画面内を動いている間は、フレームデータのフレームレートが大になり、動体が画面内に存在しない間は、フレームデータのフレームレートが小になるといったような、イベントの発生頻度に応じて、フレームデータのフレームレートが適応的に調整される機能を実現することができる。

[0226] このようなフレームデータのフレームレートの適応的な調整によれば、動体が画面内に存在する場合には、フレームデータのフレームレートが大になるので、連写が行われているかのような状態になる。

[0227] なお、第5の設定方法で得られるフレームデータを、一定のフレームレートで再生する場合には、動体が画面内を動いているシーンでは、フレームデータに対応する画像の再生は、スロー再生になる。一方、動体が画面内に存在しないシーンでは、フレームデータに対応する画像の再生は、早送り再生になる。

[0228] 図21は、フレーム幅及びフレーム間隔の第6の設定方法を示す図である。

[0229] 図21では、図12と同様に、横軸をイベントの時刻 t とするとともに、縦軸をイベントの位置 (x, y) として、イベントデータがプロットされている。

[0230] 第6の設定方法では、フレーム間隔及びフレーム幅が、いずれも、イベントデータの数による指定により設定される。

[0231] 第6の設定方法では、フレーム間隔及びフレーム幅が、イベントデータの数により指定されるため、フレーム間隔及びフレーム幅は、第5の設定方法及び第4の設定方法とそれぞれ同様に、イベントの発生頻度に応じた不定の時間となる。すなわち、イベントの発生頻度が大であれば、フレーム間隔及びフレーム幅としての時間は短時間になり、イベントの発生頻度が小であれ

ば、フレーム間隔及びフレーム幅としての時間は長時間になる。

[0232] したがって、第6の設定方法によれば、第5の設定方法と同様に、動体が画面内を動いている間は、フレームデータのフレームレートが大になり、動体が画面内に存在しない間は、フレームデータのフレームレートが小になるといったような、イベントの発生頻度に応じて、フレームデータのフレームレートが適応的に調整される機能を実現することができる。

[0233] さらに、第6の設定方法によれば、第4の設定方法と同様に、動体が画面内を動いている間は、短い露光時間で撮像を行い、動体が画面内に存在しない間は、長い露光時間で撮像を行うといったような、イベントの発生頻度に応じて、露光時間が適応的に調整されるAEの機能を実現することができる。

[0234] なお、第5の設定方法及び第6の設定方法のように、フレーム間隔が、イベントデータの数による指定により設定される場合において、フレーム幅を、第5の設定方法のように、時間による指定により設定するか、又は、第6の設定方法のように、イベントデータの数による指定により設定するかは、適応的に切り替えることができる。

[0235] すなわち、フレーム幅を、時間による指定により設定するか、又は、イベントデータの数による指定により設定するかは、例えば、図20で説明したように、ユーザの操作や、所定の一定時間内のイベントの発生頻度等に応じて切り替えることができる。

[0236] また、フレーム間隔を、第3の設定方法及び第4の設定方法のように、時間による指定により設定するか、又は、第5の設定方法及び第6の設定方法のように、イベントデータの数による指定により設定するかは、適応的に切り替えることができる。

[0237] すなわち、フレーム間隔を、時間による指定により設定するか、又は、イベントデータの数による指定により設定するかは、例えば、ユーザの操作に応じて切り替えることができる。

[0238] また、フレーム間隔を、時間による指定により設定するか、又は、イベントデータの数による指定により設定するかは、その他、例えば、フレームデ

ータのフレームレートやデータ処理部 2 2 の消費電力に応じて切り替えることができる。

[0239] ここで、フレーム間隔を、イベントデータの数による指定により設定する場合には、フレームデータのフレームレートが変わるため、データ処理部 2 2 (図 1) の消費電力や、フレームデータの記憶に必要な記憶容量、画像処理部 1 1 4 (図 9) でフレームデータを対象として行われる画像処理の負荷が変化する。

[0240] そこで、データ処理部 2 2 の消費電力を計測し、その消費電力が閾値を超える場合には、フレーム間隔の設定を、時間による指定により行うことに切り替えることができる。一方、データ処理部 2 2 の消費電力が閾値以下である場合には、フレーム間隔の設定を、イベントデータの数による指定により行うことに切り替えることができる。これにより、データ処理部 2 2 の消費電力の増大を抑制することができる。

[0241] その他、フレーム間隔を、時間による指定により設定するか、又は、イベントデータの数による指定により設定するかは、フレームデータの記憶に必要な記憶容量や、画像処理部 1 1 4 でフレームデータを対象として行われる画像処理の負荷等に応じて切り替えることができる。

[0242] <本技術を適用したコンピュータの説明>

[0243] 次に、データ処理部 2 2 の一連の処理は、ハードウェアにより行うこともできるし、ソフトウェアにより行うこともできる。一連の処理をソフトウェアによって行う場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、マイクロコンピュータ等のコンピュータ等にインストールされる。

[0244] 図 2 2 は、上述した一連の処理を実行するプログラムがインストールされるコンピュータの一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

[0245] プログラムは、コンピュータに内蔵されている記録媒体としての ROM 9 0 3 に予め記録しておくことができる。

[0246] あるいはまた、プログラムは、リムーバブル記録媒体に格納（記録）しておくことができる。このようなリムーバブル記録媒体は、いわゆるパッケー

ジソフトウェアとして提供することができる。ここで、リムーバブル記録媒体としては、例えば、フレキシブルディスク、CD-ROM(Compact Disc Read Only Memory)、MO(Magneto Optical)ディスク、DVD(Digital Versatile Disc)、磁気ディスク、半導体メモリ等がある。

[0247] なお、プログラムは、上述したようなリムーバブル記録媒体からコンピュータにインストールする他、通信網や放送網を介して、コンピュータにダウンロードしてインストールすることができる。

[0248] コンピュータは、CPU(Central Processing Unit) 902を内蔵しており、CPU 902には、バス901を介して、ROM 903及びRAM 904が接続されている。

[0249] CPU 902は、ROM(Read Only Memory) 903に格納されているプログラムを実行する。

[0250] これにより、CPU 902は、上述したフローチャートにしたがった処理、あるいは上述したブロック図の構成により行われる処理を行う。

[0251] ここで、本明細書において、コンピュータがプログラムに従って行う処理は、必ずしもフローチャートとして記載された順序に沿って時系列に行われる必要はない。すなわち、コンピュータがプログラムに従って行う処理は、並列的あるいは個別に実行される処理（例えば、並列処理あるいはオブジェクトによる処理）も含む。

[0252] また、プログラムは、1のコンピュータ（プロセッサ）により処理されるものであっても良いし、複数のコンピュータによって分散処理されるものであっても良い。さらに、プログラムは、遠方のコンピュータに転送されて実行されるものであっても良い。

[0253] <移動体への応用例>

本開示に係る技術（本技術）は、様々な製品へ応用することができる。例えば、本開示に係る技術は、自動車、電気自動車、ハイブリッド電気自動車、自動二輪車、自転車、パーソナルモビリティ、飛行機、ドローン、船舶、ロボット等のいずれかの種類の移動体に搭載される装置として実現されても

よい。

[0254] 図23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。

[0255] 車両制御システム12000は、通信ネットワーク12001を介して接続された複数の電子制御ユニットを備える。図23に示した例では、車両制御システム12000は、駆動系制御ユニット12010、ボディ系制御ユニット12020、車外情報検出ユニット12030、車内情報検出ユニット12040、及び統合制御ユニット12050を備える。また、統合制御ユニット12050の機能構成として、マイクロコンピュータ12051、音声画像出力部12052、及び車載ネットワークI/F (interface) 12053が図示されている。

[0256] 駆動系制御ユニット12010は、各種プログラムにしたがって車両の駆動系に関連する装置の動作を制御する。例えば、駆動系制御ユニット12010は、内燃機関又は駆動用モータ等の車両の駆動力を発生させるための駆動力発生装置、駆動力を車輪に伝達するための駆動力伝達機構、車両の舵角を調節するステアリング機構、及び、車両の制動力を発生させる制動装置等の制御装置として機能する。

[0257] ボディ系制御ユニット12020は、各種プログラムにしたがって車体に装備された各種装置の動作を制御する。例えば、ボディ系制御ユニット12020は、キーレスエントリシステム、スマートキーシステム、パワーウィンドウ装置、あるいは、ヘッドランプ、バックランプ、ブレーキランプ、ウinker又はフォグランプ等の各種ランプの制御装置として機能する。この場合、ボディ系制御ユニット12020には、鍵を代替する携帯機から発信される電波又は各種スイッチの信号が入力され得る。ボディ系制御ユニット12020は、これらの電波又は信号の入力を受け付け、車両のドアロック装置、パワーウィンドウ装置、ランプ等を制御する。

[0258] 車外情報検出ユニット12030は、車両制御システム12000を搭載した車両の外部の情報を検出する。例えば、車外情報検出ユニット1203

0には、撮像部12031が接続される。車外情報検出ユニット12030は、撮像部12031に車外の画像を撮像させるとともに、撮像された画像を受信する。車外情報検出ユニット12030は、受信した画像に基づいて、人、車、障害物、標識又は路面上の文字等の物体検出処理又は距離検出処理を行ってもよい。

[0259] 撮像部12031は、光を受光し、その光の受光量に応じた電気信号を出力する光センサである。撮像部12031は、電気信号を画像として出力することもできるし、測距の情報として出力することもできる。また、撮像部12031が受光する光は、可視光であっても良いし、赤外線等の非可視光であっても良い。

[0260] 車内情報検出ユニット12040は、車内の情報を検出する。車内情報検出ユニット12040には、例えば、運転者の状態を検出する運転者状態検出部12041が接続される。運転者状態検出部12041は、例えば運転者を撮像するカメラを含み、車内情報検出ユニット12040は、運転者状態検出部12041から入力される検出情報に基づいて、運転者の疲労度合い又は集中度合いを算出してもよいし、運転者が居眠りをしていないかを判別してもよい。

[0261] マイクロコンピュータ12051は、車外情報検出ユニット12030又は車内情報検出ユニット12040で取得される車内外の情報に基づいて、駆動力発生装置、ステアリング機構又は制動装置の制御目標値を演算し、駆動系制御ユニット12010に対して制御指令を出力することができる。例えば、マイクロコンピュータ12051は、車両の衝突回避あるいは衝撃緩和、車間距離に基づく追従走行、車速維持走行、車両の衝突警告、又は車両のレーン逸脱警告等を含むADAS (Advanced Driver Assistance System) の機能実現を目的とした協調制御を行うことができる。

[0262] また、マイクロコンピュータ12051は、車外情報検出ユニット12030又は車内情報検出ユニット12040で取得される車両の周囲の情報に

基づいて駆動力発生装置、ステアリング機構又は制動装置等を制御することにより、運転者の操作に拠らずに自律的に走行する自動運転等を目的とした協調制御を行うことができる。

[0263] また、マイクロコンピュータ 12051 は、車外情報検出ユニット 12030 で取得される車外の情報に基づいて、ボディ系制御ユニット 12020 に対して制御指令を出力することができる。例えば、マイクロコンピュータ 12051 は、車外情報検出ユニット 12030 で検知した先行車又は対向車の位置に応じてヘッドランプを制御し、ハイビームをロービームに切り替える等の防眩を図ることを目的とした協調制御を行うことができる。

[0264] 音声画像出力部 12052 は、車両の搭乗者又は車外に対して、視覚的又は聴覚的に情報を通知することが可能な出力装置へ音声及び画像のうちの少なくとも一方の出力信号を送信する。図 23 の例では、出力装置として、オーディオスピーカ 12061、表示部 12062 及びインストルメントパネル 12063 が例示されている。表示部 12062 は、例えば、オンボードディスプレイ及びヘッドアップディスプレイの少なくとも一つを含んでもよい。

[0265] 図 24 は、撮像部 12031 の設置位置の例を示す図である。

[0266] 図 24 では、車両 12100 は、撮像部 12031 として、撮像部 12101、12102、12103、12104、12105 を有する。

[0267] 撮像部 12101、12102、12103、12104、12105 は、例えば、車両 12100 のフロントノーズ、サイドミラー、リアバンパ、バックドア及び車室内のフロントガラスの上部等の位置に設けられる。フロントノーズに備えられる撮像部 12101 及び車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部 12105 は、主として車両 12100 の前方の画像を取得する。サイドミラーに備えられる撮像部 12102、12103 は、主として車両 12100 の側方の画像を取得する。リアバンパ又はバックドアに備えられる撮像部 12104 は、主として車両 12100 の後方の画像を取得する。撮像部 12101 及び 12105 で取得される前方の画像は、

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。

[0268] なお、図24には、撮像部12101ないし12104の撮影範囲の一例が示されている。撮像範囲12111は、フロントノーズに設けられた撮像部12101の撮像範囲を示し、撮像範囲12112, 12113は、それぞれサイドミラーに設けられた撮像部12102, 12103の撮像範囲を示し、撮像範囲12114は、リアバンパ又はバックドアに設けられた撮像部12104の撮像範囲を示す。例えば、撮像部12101ないし12104で撮像された画像データが重ね合わせられることにより、車両12100を上方から見た俯瞰画像が得られる。

[0269] 撮像部12101ないし12104の少なくとも1つは、距離情報を取得する機能を有していてもよい。例えば、撮像部12101ないし12104の少なくとも1つは、複数の撮像素子からなるステレオカメラであってもよいし、位相差検出用の画素を有する撮像素子であってもよい。

[0270] 例えば、マイクロコンピュータ12051は、撮像部12101ないし12104から得られた距離情報を基に、撮像範囲12111ないし12114内における各立体物までの距離と、この距離の時間的変化（車両12100に対する相対速度）を求めることにより、特に車両12100の進行路上にある最も近い立体物で、車両12100と略同じ方向に所定の速度（例えば、0km/h以上）で走行する立体物を先行車として抽出することができる。さらに、マイクロコンピュータ12051は、先行車の手前に予め確保すべき車間距離を設定し、自動ブレーキ制御（追従停止制御も含む）や自動加速制御（追従発進制御も含む）等を行うことができる。このように運転者の操作に拠らずに自律的に走行する自動運転等を目的とした協調制御を行うことができる。

[0271] 例えば、マイクロコンピュータ12051は、撮像部12101ないし12104から得られた距離情報を元に、立体物に関する立体物データを、2輪車、普通車両、大型車両、歩行者、電柱等その他の立体物に分類して抽出

し、障害物の自動回避に用いることができる。例えば、マイクロコンピュータ 12051 は、車両 12100 の周辺の障害物を、車両 12100 のドライバが視認可能な障害物と視認困難な障害物とに識別する。そして、マイクロコンピュータ 12051 は、各障害物との衝突の危険度を示す衝突リスクを判断し、衝突リスクが設定値以上で衝突可能性がある状況であるときには、オーディオスピーカ 12061 や表示部 12062 を介してドライバに警報を出力することや、駆動系制御ユニット 12010 を介して強制減速や回避操舵を行うことで、衝突回避のための運転支援を行うことができる。

[0272] 撮像部 12101 ないし 12104 の少なくとも 1 つは、赤外線を検出する赤外線カメラであってもよい。例えば、マイクロコンピュータ 12051 は、撮像部 12101 ないし 12104 の撮像画像中に歩行者が存在するかどうかを判定することで歩行者を認識することができる。かかる歩行者の認識は、例えば赤外線カメラとしての撮像部 12101 ないし 12104 の撮像画像における特徴点を抽出する手順と、物体の輪郭を示す一連の特徴点にパターンマッチング処理を行って歩行者か否かを判別する手順によって行われる。マイクロコンピュータ 12051 が、撮像部 12101 ないし 12104 の撮像画像中に歩行者が存在すると判定し、歩行者を認識すると、音声画像出力部 12052 は、当該認識された歩行者に強調のための方形輪郭線を重畳表示するように、表示部 12062 を制御する。また、音声画像出力部 12052 は、歩行者を示すアイコン等を所望の位置に表示するように表示部 12062 を制御してもよい。

[0273] 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 12031 に適用され得る。具体的には、図 1 のデータ処理チップは、撮像部 12031 に適用することができる。撮像部 12031 に本開示に係る技術を適用することにより、適切なフレームデータを得て、そのフレームデータの画像処理により、適切な運転支援を行うことができる。

[0274] <フレーム間隔及びフレーム幅を設定する設定方法の一覧>

[0275] 図25は、フレーム間隔及びフレーム幅を設定する設定方法の一覧を示す図である。

[0276] 図25を参照して、本技術のフレーム間隔及びフレーム幅の設定方法について、再度説明する。

[0277] 第3の設定方法（図14）では、フレーム間隔及びフレーム幅が、それぞれ、時間で（時間による指定により）設定される。第4の設定方法（図19）では、フレーム間隔が、時間で設定され、フレーム幅が、イベントデータ数で（イベントデータの数による指定により）設定される。第5の設定方法（図20）では、フレーム間隔が、イベントデータ数で設定され、フレーム幅が、時間で設定される。第6の設定方法（図21）では、フレーム間隔及びフレーム幅が、それぞれ、イベントデータ数で設定される。

[0278] <フレームデータのフレーム全体に1つのフレーム幅が設定される場合に生成されるフレームデータの例>

[0279] 図26は、フレームデータのフレーム全体に1つのフレーム幅が設定される場合に生成されるフレームデータの例を示す図である。

[0280] 図26では、イベントの発生頻度を表すイベントレートが高い被写体（例えば、高速で移動している被写体）と、イベントレートが低い被写体（例えば、極めて低速で、又は、ほぼ静止している被写体）とが混在する。フレーム全体に、1つのフレーム幅が設定される場合には、イベントレートが高い被写体と、イベントレートが低い被写体とが混在すると、フレームボリュームには、イベントレートが高い被写体によるイベントデータが多く含まれ、イベントレートが低い被写体によるイベントデータがあまり含まれない状態になる。

[0281] フレームボリュームに含まれるイベントデータが多すぎる被写体については、フレームデータに対応する画像において、被写体の輪郭がぶれて現れることがある。一方、フレームボリュームに含まれるイベントデータが少なすぎる被写体については、フレームデータに対応する画像において、被写体の輪郭が鮮明に現れず、被写体の視認性が低下することがある。さらに、その

ような画像を対象として画像認識が行われる場合には、十分な認識性能が得られないことがある。

[0282] そこで、フレーム幅は、フレームデータのフレームを複数の領域に分割した分割領域の単位で設定することができる。

[0283] <分割領域の単位でのフレーム幅の設定>

[0284] 図27は、フレームを分割領域に分割する分割の仕方の例を示す図である。

[0285] フレームは、例えば、横方向に等分するように、4個の分割領域に分割することができる。また、フレームは、横方向及び縦方向に等分するように、横×縦が4×4個の分割領域に分割することができる。フレームは、その他の方法で、分割領域に分割することができる。また、フレームは、サイズが異なる複数の分割領域に分割することができる。

[0286] フレーム幅は、分割領域ごとに設定することができる。

[0287] 図28は、分割領域ごとにフレーム幅が設定される場合に生成されるフレームデータの例を示す図である。

[0288] 図28では、図26と同様に、イベントレートが高い被写体と、イベントレートが低い被写体とが混在する。そして、図28では、イベントレートが高い被写体が映る分割領域には、フレーム幅として、例えば、所定時間より短い時間が設定されている。また、イベントレートが低い被写体が映る分割領域には、フレーム幅として、例えば、所定時間より長い時間が設定されている。

[0289] その結果、図28では、イベントレートが高い被写体と、イベントレートが低い被写体とについて、イベントデータが、それほど差のない数で、フレームボリュームに含まれる。これにより、フレームデータに対応する画像において、イベントレートが高い被写体、及び、イベントレートが低い被写体のいずれについても、被写体の輪郭が鮮明に現れる。

[0290] したがって、フレームデータに対応する画像に映る被写体の視認性を向上させることができる。さらに、フレームデータに対応する画像を対象として

画像認識が行われる場合には、十分な認識性能を得ることができる。なお、フレーム幅を、イベントデータ数で設定する場合には、例えば、イベントレートが高い被写体が映る分割領域、及び、イベントレートが低い被写体が映る分割領域のいずれにも、同一の、適切なイベントデータ数、すなわち、例えば、被写体の輪郭が鮮明に現れるイベントデータ数を、フレーム幅として設定することができる。この場合、イベントレートが高い被写体が映る分割領域については、フレーム幅としての時間は、イベントレートが低い被写体が映る分割領域についてのフレーム幅としての時間よりも短くなり、イベントレートが低い被写体が映る分割領域については、フレーム幅としての時間は、イベントレートが高い被写体が映る分割領域についてのフレーム幅としての時間よりも長くなる。

[0291] 図29は、分割領域ごとにフレーム幅としてのイベントデータ数を設定する場合の設定方法の例を示すフローチャートである。

[0292] ここで、フレーム幅としてのイベントデータ数を設定しようとする分割領域を、注目領域ともいう。図29は、注目領域のフレーム幅の設定方法を示すフローチャートである。

[0293] 注目領域のフレーム幅は、そのフレーム幅の適切さを表す評価値Fに応じて設定することができる。注目領域について、評価値Fは、注目領域のフレーム幅のフレームボリューム内のイベントデータに応じて生成される注目領域のフレームデータ（に対応する画像）に応じて求めることができる。

[0294] 注目領域のフレーム幅の設定では、ステップS101において、フレーム幅設定部112（図9）は、変数p, q, rを初期値としての0にセットし、処理は、ステップS102に進む。

[0295] pは、フレーム幅としてのイベントデータ数の候補を表す変数であり、qは、フレーム幅としてのイベントデータの数を表す変数である。rは、変数pが表すフレーム幅の適切さを表す評価値F、すなわち、イベントデータ数の候補（を表す変数）pを、フレーム幅（としてのイベントデータ数）とすることの適切さを表す評価値Fの閾値を表す変数である。

- [0296] ステップS 1 0 2では、フレーム幅設定部 1 1 2は、変数 p が、あらかじめ決められたフレーム幅としてのイベントデータ数の最大値である閾値 p_max より大きいかどうかを判定する。ステップS 1 0 2において、変数 p が閾値 p_max より大きくないと判定された場合、処理は、ステップS 1 0 3に進む。
- [0297] ステップS 1 0 3では、フレーム幅設定部 1 1 2は、変数 p 、すなわち、フレーム幅としてのイベントデータ数の候補 p を、仮のフレーム幅 p に設定し、その仮のフレーム幅 p のフレームボリューム内のイベントデータに応じて生成される注目領域の各画素の画素値としてのフレームデータ $I(x, y)$ を用いて、評価値 F を求め、処理は、ステップS 1 0 4に進む。 $I(x, y)$ は、注目領域内の位置 (x, y) の画素の画素値を表す。
- [0298] ステップS 1 0 4では、フレーム幅設定部 1 1 2は、評価値 F が、閾値（を表す変数） r より大きいかどうかを判定する。ステップS 1 0 4において、評価値 F が閾値 r より大きくないと判定された場合、処理は、ステップS 1 0 5をスキップして、ステップS 1 0 6に進む。
- [0299] また、ステップS 1 0 4において、評価値 F が閾値 r より大きいと判定された場合、処理は、ステップS 1 0 5に進む。ステップS 1 0 5では、フレーム幅設定部 1 1 2は、変数 q を、仮のフレーム幅 p に更新するとともに、閾値 r を、評価値 F に更新し、処理は、ステップS 1 0 6に進む。
- [0300] ステップS 1 0 6では、フレーム幅設定部 1 1 2は、変数 p を、あらかじめ決められた値 δp だけインクリメントする。そして、処理は、ステップS 1 0 6からステップS 1 0 2に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。
- [0301] その後、ステップS 1 0 2において、変数 p が閾値 p_max より大きいと判定された場合、処理は、ステップS 1 0 7に進む。ステップS 1 0 7では、フレーム幅設定部 1 1 2は、注目領域のフレーム幅として、変数 q を設定し、処理は、終了する。
- [0302] なお、図 2 9では、イベントデータ数により指定されるフレーム幅を、分割領域ごとに設定する設定方法を説明したが、図 2 9の設定方法は、時間により指定されるフレーム幅を、分割領域ごとに設定する場合にも適用するこ

とができる。時間により指定されるフレーム幅を、分割領域ごとに設定する場合には、図29において、変数 p は、フレーム幅としての時間の候補を表し、変数 q は、フレーム幅としての時間を表す。また、 $p_{\max}$ は、あらかじめ決められたフレーム幅としての時間の最大値を表す。

[0303] 図30は、評価値 F の例を示す図である。

[0304] 図30において、横軸は、フレーム幅としてのイベントデータ数又は時間を表し、縦軸は、評価値 F を表す。

[0305] 評価値 F としては、例えば、図30に示すように、注目領域のフレーム幅としてのイベントデータ数又は時間が適切な値である場合に値がより大きくなる関数を採用することができる。

[0306] 注目領域のフレーム幅としてのイベントデータ数が適切な数である場合とは、注目領域において、イベントデータ数が少なすぎるために、被写体の輪郭が十分に現れていない状態でもなく、かつ、イベントデータ数が多すぎるために、被写体の輪郭がぶれる状態でもない、被写体の輪郭が鮮明に現れる状態を意味する。

[0307] 評価値 F としては、例えば、注目領域に、1画素又は複数画素の幅の線が存在する場合に大きくなる値（関数）を採用することができる。具体的には、評価値 F としては、以下のような値を採用することができる。

[0308] 行列 A_x 及び A_y を、式(7)で表すこととする。

[0309] [数1]

$$A_x = \begin{pmatrix} a_x(-1, -1) & a_x(0, -1) & a_x(1, -1) \\ a_x(-1, 0) & a_x(0, 0) & a_x(1, 0) \\ a_x(-1, 1) & a_x(0, 1) & a_x(1, 1) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 2 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \end{pmatrix}$$

$$A_y = \begin{pmatrix} a_y(-1, -1) & a_y(0, -1) & a_y(1, -1) \\ a_y(-1, 0) & a_y(0, 0) & a_y(1, 0) \\ a_y(-1, 1) & a_y(0, 1) & a_y(1, 1) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 2 & 2 & 2 \\ -1 & -1 & -1 \end{pmatrix}$$

... (7)

[0310] また、 $f_x(x, y)$ 及び $f_y(x, y)$ を、式(8)で表すこととする。

[0311] [数2]

$$f_x(x, y) = \sum_{i=-1}^1 \sum_{j=-1}^1 I(x+i, y+j) a_x(i, j)$$

$$f_y(x, y) = \sum_{i=-1}^1 \sum_{j=-1}^1 I(x+i, y+j) a_y(i, j)$$

. . . (8)

$f_x(x, y)$ 及び $f_y(x, y)$ は、それぞれ、縦方向及び横方向に、1画素の幅の線が存在すると絶対値が大きくなる。評価値 F は、例えば、式 (9) で表すことができる。

[0312] [数3]

$$F = \sum_x \sum_y \sqrt{f_x(x, y)^2 + f_y(x, y)^2}$$

. . . (9)

[0313] 式 (9) のサメーションは、注目領域内の画素についてとられる。

[0314] なお、行列 A_x 及び A_y の各要素の値は、式 (7) に限定されるものではない。

さらに、行列 A_x 及び A_y の要素数及び構成 (サイズ) は、横×縦が3×3の要素に限定されるものではない。さらに、評価値 F は、式 (9) に示したように、 $f_x(x, y)$ 及び $f_y(x, y)$ それぞれの自乗の和の平方根のサメーションをとった値に限定されるものではない。例えば、評価値 F としては、式 (10) に示すように、 $f_x(x, y)$ 及び $f_y(x, y)$ それぞれの自乗の和のサメーションをとった値を採用することができる。また、評価値 F は、例えば、式 (11) に示すように、 $f_x(x, y)$ 及び $f_y(x, y)$ そのものを加算してサメーションをとることや、式 (12) に示すように、 $f_x(x, y)$ 及び $f_y(x, y)$ のうちの大きい方を選択してサメーションをとること等により求めることができる。その他、評価値 F は、イベントデータに応じて生成されるフレームデータに対応する画像として、所望の画像 (線幅等) が得られるときに最大値 (又は最小値) をとるように設計することができる。

[0315]

[数4]

$$F = \sum_x \sum_y (f_x(x, y)^2 + f_y(x, y)^2) \quad \dots (10)$$

[数5]

$$F = \sum_x \sum_y (f_x(x, y) + f_y(x, y)) \quad \dots (11)$$

[数6]

$$F = \sum_x \sum_y \max(f_x(x, y) + f_y(x, y)) \quad \dots (12)$$

[0316] <イベント検出部52の他の構成例>

[0317] 図31は、イベント検出部52の他の構成例を示す図である。

[0318] 図31において、イベント検出部52は、減算器430、量子化器440、メモリ451、及び、コントローラ452を有する。減算器430及び量子化器440は、減算部73及び量子化部74にそれぞれ対応する。

[0319] なお、図31において、イベント検出部52は、電流電圧変換部71及びバッファ72に対応するブロックをさらに有するが、図31では、図示を省略してある。

[0320] 減算器430は、コンデンサ431、オペアンプ432、コンデンサ433、及び、スイッチ434を有する。コンデンサ431ないしスイッチ434は、コンデンサ91ないしスイッチ94にそれぞれ対応する。

[0321] 量子化器440は、コンパレータ441を有する。コンパレータ441は、コンパレータ101に対応する。

[0322] コンパレータ441は、減算器430からの電圧信号（差信号）と、反転入力端子（－）に印加された所定の閾値電圧 V_{th} とを比較するものである。コンパレータ441は、比較結果を示す信号を検出信号（量子化値）として出力する。

- [0323] 減算器430からの電圧信号がコンパレータ441の入力端子(−)に、所定の閾値電圧 V_{th} がコンパレータ441の入力端子(+)に入力されてもよい。
- [0324] コントローラ452は、コンパレータ441の反転入力端子(−)に印加される所定の閾値電圧 V_{th} を供給する。供給される閾値電圧 V_{th} は、時分割で異なる電圧値であってもよい。例えば、コントローラ452はONイベント(例えば、光電流のプラスの変化)に対応する閾値電圧 V_{th1} とOFFイベント(例えば、光電流のマイナスの変化)に対応する閾値電圧 V_{th2} を異なるタイミングで供給することで、1つのコンパレータで複数種類のアドレスイベント(イベント)の検出が可能になる。
- [0325] メモリ451は、コントローラ452から供給されるSample signalに基づいて、コンパレータ441の出力を蓄積する。メモリ451は、スイッチ、プラスチック、容量などのサンプリング回路でもよいし、ラッチやフリップフロップなどのデジタルメモリ回路でもあってもよい。例えば、メモリ451は、コンパレータ441の反転入力端子(−)にOFFイベントに対応する閾値電圧 V_{th2} が供給されている期間に、ONイベントに対応する閾値電圧 V_{th1} を用いたコンパレータ441の比較結果を保持していてもよい。尚、メモリ451は無くても、画素(画素ブロック41)内部にあっても、画素外部にあってもよい。
- [0326] <スキャン方式>
- [0327] 図1のデータ処理チップは、非同期型の読出し方式にてイベントを読み出す非同期型の撮像装置である。但し、イベントの読出し方式としては、非同期型の読出し方式に限られるものではなく、同期型の読出し方式であってもよい。同期型の読出し方式が適用される撮像装置は、所定のフレームレートで撮像を行う通常の撮像装置と同じ、スキャン方式の撮像装置である。
- [0328] 図32は、スキャン方式の撮像装置の構成例を示すブロック図である。
- [0329] 図32に示すように、撮像装置510は、画素アレイ部521、駆動部522、信号処理部525、読出し領域選択部527、及び、信号生成部52

8を備える構成となっている。

[0330] 画素アレイ部521は、複数の画素530を含む。複数の画素530は、読出し領域選択部527の選択信号に応答して出力信号を出力する。複数の画素530のそれぞれについては、例えば図31に示すように、画素内に量子化器を持つ構成とすることもできる。複数の画素530は、光の強度の変化量に対応する出力信号を出力する。複数の画素530は、図32に示すように、行列状に2次元配置されていてもよい。

[0331] 駆動部522は、複数の画素530のそれぞれを駆動して、各画素530で生成された画素信号を信号処理部525に出力線514から出力させる。尚、駆動部522及び信号処理部525については、階調情報を取得するための回路部である。従って、イベント情報（イベントデータ）のみを取得する場合は、駆動部522及び信号処理部525は無くてもよい。

[0332] 読出し領域選択部527は、画素アレイ部521に含まれる複数の画素530のうちの一部を選択する。例えば、読出し領域選択部527は、画素アレイ部521に対応する2次元行列の構造に含まれる行のうちのいずれか1つもしくは複数の行を選択する。読出し領域選択部527は、予め設定された周期に応じて1つもしくは複数の行を順次選択する。また、読出し領域選択部527は、画素アレイ部521の各画素530からのリクエストに応じて選択領域を決定してもよい。

[0333] 信号生成部528は、読出し領域選択部527によって選択された画素530の出力信号に基づいて、選択された画素530のうちのイベントを検出した活性画素に対応するイベント信号を生成する。イベントは、光の強度が変化するイベントである。活性画素は、出力信号に対応する光の強度の変化量が予め設定された閾値を超える、又は、下回る画素530である。例えば、信号生成部528は、画素530の出力信号を基準信号と比較し、基準信号よりも大きい又は小さい場合に出力信号を出力する活性画素を検出し、当該活性画素に対応するイベント信号（イベントデータ）を生成する。

[0334] 信号生成部528については、例えば、信号生成部528に入ってくる信

号を調停するような列選択回路を含む構成とすることができる。また、信号生成部528については、イベントを検出した活性画素の情報の出力のみならず、イベントを検出しない非活性画素の情報も出力する構成とすることができる。

[0335] 信号生成部528からは、出力線515を通して、イベントを検出した活性画素のアドレス情報及びタイムスタンプ情報（例えば、（X，Y，T））が出力される。但し、信号生成部528から出力されるデータについては、アドレス情報及びタイムスタンプ情報だけでなく、フレーム形式の情報（例えば、（0，0，1，0，・・・））であってもよい。

[0336] なお、本技術の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本技術の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

[0337] また、上述のフローチャートで説明した各ステップは、1つの装置で実行する他、複数の装置で分担して実行することができる。

[0338] さらに、1つのステップに複数の処理が含まれる場合には、その1つのステップに含まれる複数の処理は、1つの装置で実行する他、複数の装置で分担して実行することができる。

[0339] また、本明細書に記載された効果はあくまで例示であって限定されるものではなく、他の効果があってもよい。

[0340] なお、本技術は、以下の構成をとることができる。

[0341] <1>

第1のフレーム生成開始時から第1のフレーム生成終了時までの第1の蓄積時間で発生した、光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントデータに基づく第1のフレームデータと、第2のフレーム生成開始時から第2のフレーム生成終了時までの第2の蓄積時間で発生したイベントデータに基づく第2のフレームデータとを生成するフレームデータ生成部と、

第1のフレーム生成開始時と第2のフレーム生成開始時までの第1のフレーム期間を設定し前記フレームデータ生成部に供給するフレーム期間設定部と

を備えるデータ処理装置。

< 2 >

前記フレームデータ生成部は、

第3のフレーム生成開始時から第3のフレーム生成終了時までの第3の蓄積時間で発生したイベントデータに基づく第3のフレームデータをさらに生成し、

前記フレーム期間設定部は、

前記第1のフレーム期間と、第2のフレーム生成開始時と第3のフレーム生成開始時までの第2のフレーム期間とが異なるように設定する

< 1 >に記載のデータ処理装置。

< 3 >

前記第1の蓄積時間と前記第2の蓄積時間を設定し前記フレームデータ生成部に供給する蓄積時間設定部をさらに備える

< 1 >又は< 2 >に記載のデータ処理装置。

< 4 >

前記蓄積時間設定部は、

前記第1の蓄積時間と前記第2の蓄積時間とが異なるように設定する

< 3 >に記載のデータ処理装置。

< 5 >

フレーム生成開始時からフレーム生成終了時までの蓄積時間で発生した、光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントデータに基づいてフレームデータを生成するフレームデータ生成部と、

第1のフレームデータのフレームデータ生成開始時と、第1のフレームデータと連続して生成される第2のフレームデータのフレームデータ生成開始時との間隔であるフレーム期間を設定し前記フレームデータ生成部に供給するフレーム期間設定部と

を備えるデータ処理装置。

< 6 >

前記蓄積時間を設定し前記フレームデータ生成部に供給する蓄積時間設定部をさらに備える

<5>に記載のデータ処理装置。

<7>

前記フレーム期間設定部は、前記フレーム期間を、時間で設定する

<5>又は<6>に記載のデータ処理装置。

<8>

前記蓄積時間設定部は、前記蓄積時間を、時間で設定する

<6>に記載のデータ処理装置。

<9>

前記蓄積時間設定部は、前記蓄積時間を、前記イベントデータの数に応じて設定する

<6>に記載のデータ処理装置。

<10>

前記蓄積時間設定部は、前記蓄積時間を時間で設定することと、前記イベントデータの数に応じて設定することとを切り替える

<6>に記載のデータ処理装置。

<11>

前記フレーム期間設定部は、前記フレーム期間を、前記イベントデータの数に応じて設定する

<5>に記載のデータ処理装置。

<12>

前記蓄積時間を設定し前記フレームデータ生成部に供給する蓄積時間設定部をさらに備え、

前記蓄積時間設定部は、前記蓄積時間を、時間で設定する

<11>に記載のデータ処理装置。

<13>

前記蓄積時間を設定し前記フレームデータ生成部に供給する蓄積時間設定

部をさらに備え、

前記蓄積時間設定部は、前記蓄積時間を、前記イベントデータの数に応じて設定する

< 1 1 >に記載のデータ処理装置。

< 1 4 >

前記蓄積時間を設定し前記フレームデータ生成部に供給する蓄積時間設定部をさらに備え、

前記蓄積時間設定部は、前記蓄積時間を時間で設定することと、前記イベントデータの数に応じて設定することとを切り替える

< 1 1 >に記載のデータ処理装置。

< 1 5 >

前記フレーム期間設定部は、前記フレーム期間を時間で設定することと、前記イベントデータの数に応じて設定することとを切り替える

< 5 >又は< 6 >に記載のデータ処理装置。

< 1 6 >

フレームデータ生成部が、フレーム生成開始時からフレーム生成終了時までの蓄積時間で発生した、光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントデータに基づいてフレームデータを生成することと、

第1のフレームデータのフレームデータ生成開始時と、前記第1のフレームデータと連続して生成される第2のフレームデータのフレームデータ生成開始時との間隔であるフレーム期間を設定し前記フレームデータ生成部に供給することと

を含むデータ処理方法。

< 1 7 >

フレーム生成開始時からフレーム生成終了時までの蓄積時間で発生した、光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントデータに基づいてフレームデータを生成するフレームデータ生成部と、

第1のフレームデータのフレームデータ生成開始時と、前記第1のフレームデータと連続して生成される第2のフレームデータのフレームデータ生成開始時との間隔であるフレーム期間を設定し前記フレームデータ生成部に供給するフレーム期間設定部と

して、コンピュータを機能させるためのプログラム。

<18>

第1のフレーム生成開始時から第1のフレーム生成終了時までの第1の蓄積時間で発生した、光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントデータに基づく第1のフレームデータと、第2のフレーム生成開始時から第2のフレーム生成終了時までの第2の蓄積時間で発生した前記イベントデータに基づく第2のフレームデータとを、

第1の蓄積時間と第2の蓄積時間が重畳するように生成するフレームデータ生成部

を備えるデータ処理装置。

<19>

第1のフレーム生成開始時から第1のフレーム生成終了時までの第1の蓄積時間で発生した、光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントデータに基づく第1のフレームデータと、第2のフレーム生成開始時から2のフレーム生成終了時までの第2の蓄積時間で発生した前記イベントデータに基づく第2のフレームデータとを、

第1の蓄積時間と第2の蓄積時間が重畳するように生成することを含むデータ処理方法。

<20>

第1のフレーム生成開始時から第1のフレーム生成終了時までの第1の蓄積時間で発生した、光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントデータに基づく第1のフレームデータと、第2のフレーム生成開始時から2のフレーム生成終了時までの第2の蓄積時間で発生した前記イベントデータに基づく第2のフレームデータとを、

第1の蓄積時間と第2の蓄積時間が重畳するように生成するフレームデータ生成部

として、コンピュータを機能させるためのプログラム。

<21>

フレーム生成開始時からフレーム生成終了時までの蓄積時間で発生した、光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントデータに基づいてフレームデータを生成し、

単位時間当たりの前記イベントデータの数に応じて、単位時間当たりの前記フレームデータの生成数が増加する

データ処理装置。

<22>

単位時間当たりの前記イベントデータの数が多いほど、単位時間当たりの前記フレームデータの生成数が多い

<21>に記載のデータ処理装置。

<23>

光電変換を行って電気信号を生成する画素を有し、前記画素の前記電気信号の変化であるイベントの発生を表すイベントデータを生成するイベント生成部と、

フレーム生成開始時からフレーム生成終了時までの蓄積時間で発生した前記イベントデータに基づいてフレームデータを生成するフレームデータ生成部と、

第1のフレームデータのフレームデータ生成開始時と、前記第1のフレームデータと連続して生成される第2のフレームデータのフレームデータ生成開始時との間隔であるフレーム期間を設定し前記フレームデータ生成部に供給するフレーム期間設定部と

を備えるデータ処理部

を備えるデータ処理装置。

<24>

前記フレームデータを用いて、画像処理を行う画像処理部をさらに備える
＜23＞に記載のデータ処理装置。

＜25＞

前記画像処理部は、前記フレームデータを対象とした認識処理を行う
＜24＞に記載のデータ処理装置。

＜26＞

複数のダイが積層された半導体チップで構成される

＜23＞ないし＜25＞のいずれかに記載のデータ処理装置。

＜27＞

光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントの発生を表すイベントデータを生成することと、

フレームデータ生成部が、フレーム生成開始時からフレーム生成終了時までの蓄積時間で発生した前記イベントデータに基づいてフレームデータを生成することと、

第1のフレームデータのフレームデータ生成開始時と、前記第1のフレームデータと連続して生成される第2のフレームデータのフレームデータ生成開始時との間隔であるフレーム期間を設定し前記フレームデータ生成部に供給することと

を含むデータ処理方法。

＜28＞

前記蓄積時間設定部は、前記フレームデータのフレームを複数の領域に分割した分割領域の単位で、前記蓄積時間を設定する

＜6＞、＜8＞、＜9＞、＜12＞、又は、＜13＞に記載のデータ処理装置。

＜29＞

前記蓄積時間設定部は、前記蓄積時間の適切さを表す評価値に応じて、前記蓄積時間を設定する

＜28＞に記載のデータ処理装置。

< 3 0 >

前記蓄積時間設定部は、前記蓄積時間内の前記イベントデータに応じて生成される前記フレームデータを用いて求められる前記評価値に応じて、前記蓄積時間を設定する

< 2 9 >に記載のデータ処理装置。

[0342] < A 1 >

フレームの間隔を表すフレーム間隔を設定するフレーム間隔設定部と、
光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントの発生を表すイベントデータに応じて、前記フレーム間隔の、フレーム形式の画像データであるフレームデータを生成するデータ生成部と
を備えるデータ処理装置。

< A 2 >

前記フレームデータの生成に用いる前記イベントデータの時間幅を表すフレーム幅を設定するフレーム幅設定部をさらに備え、

前記データ生成部は、前記フレーム間隔の先頭から前記フレーム幅内の前記イベントデータに応じて、前記フレームデータを生成する

< A 1 >に記載のデータ処理装置。

< A 3 >

前記フレーム間隔設定部は、前記フレーム間隔を、時間で設定する

< A 2 >に記載のデータ処理装置。

< A 4 >

前記フレーム幅設定部は、前記フレーム幅を、時間で設定する

< A 2 >又は< A 3 >に記載のデータ処理装置。

< A 5 >

前記フレーム幅設定部は、前記フレーム幅を、前記イベントデータの数で設定する

< A 2 >又は< A 3 >に記載のデータ処理装置。

< A 6 >

前記フレーム幅設定部は、前記フレーム幅を時間で設定することと、前記イベントデータの数で設定することとを切り替える

＜A 3＞に記載のデータ処理装置。

＜A 7＞

前記フレーム間隔設定部は、前記フレーム間隔を、前記イベントデータの数で設定する

＜A 2＞に記載のデータ処理装置。

＜A 8＞

前記フレーム幅設定部は、前記フレーム幅を、時間で設定する

＜A 2＞又は＜A 7＞に記載のデータ処理装置。

＜A 9＞

前記フレーム幅設定部は、前記フレーム幅を、前記イベントデータの数で設定する

＜A 2＞又は＜A 7＞に記載のデータ処理装置。

＜A 10＞

前記フレーム幅設定部は、前記フレーム幅を時間で設定することと、前記イベントデータの数で設定することとを切り替える

＜A 7＞に記載のデータ処理装置。

＜A 11＞

前記フレーム間隔設定部は、前記フレーム間隔を時間で設定することと、前記イベントデータの数で設定することとを切り替える

＜A 1＞又は＜A 2＞に記載のデータ処理装置。

＜A 12＞

フレームの間隔を表すフレーム間隔を設定することと、

光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントの発生を表すイベントデータに応じて、前記フレーム間隔の、フレーム形式の画像データであるフレームデータを生成することと

を含むデータ処理方法。

<A 1 3>

フレームの間隔を表すフレーム間隔を設定するフレーム間隔設定部と、
光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントの発生を表すイベントデータに応じて、前記フレーム間隔の、フレーム形式の画像データであるフレームデータを生成するデータ生成部として、コンピュータを機能させるためのプログラム。

<A 1 4>

光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントの発生を表すイベントデータに応じて、隣接するフレームで同一の前記イベントデータを共有する、フレーム形式の画像データであるフレームデータを生成するデータ生成部
を備えるデータ処理装置。

<A 1 5>

光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントの発生を表すイベントデータに応じて、隣接するフレームで同一の前記イベントデータを共有する、フレーム形式の画像データであるフレームデータを生成すること
を含むデータ処理方法。

<A 1 6>

光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントの発生を表すイベントデータに応じて、隣接するフレームで同一の前記イベントデータを共有する、フレーム形式の画像データであるフレームデータを生成するデータ生成部
として、コンピュータを機能させるためのプログラム。

<A 1 7>

光電変換を行って電気信号を生成する画素を有し、前記画素の前記電気信号の変化であるイベントの発生を表すイベントデータを生成するイベント生成部と、

フレームの間隔を表すフレーム間隔を設定するフレーム間隔設定部と、
前記イベントデータに応じて、前記フレーム間隔の、フレーム形式の画像
データであるフレームデータを生成するデータ生成部と
を備えるデータ処理装置。

< A 1 8 >

前記フレームデータを用いて、画像処理を行う画像処理部をさらに備える
< A 1 7 >に記載のデータ処理装置。

< A 1 9 >

前記画像処理部は、前記フレームデータを対象とした認識処理を行う
< A 1 8 >に記載のデータ処理装置。

< A 2 0 >

複数のダイが積層された半導体チップで構成される

< A 1 7 >ないし< A 1 9 >のいずれかに記載のデータ処理装置。

< A 2 1 >

光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイ
ベントの発生を表すイベントデータを生成することと、

フレームの間隔を表すフレーム間隔を設定することと、

前記イベントデータに応じて、前記フレーム間隔の、フレーム形式の画像
データであるフレームデータを生成することと

を含むデータ処理方法。

< A 2 2 >

前記フレーム幅設定部は、前記フレームデータのフレームを複数の領域に
分割した分割領域の単位で、前記フレーム幅を設定する

< A 4 >、< A 5 >、< A 8 >、又は、< A 9 >に記載のデータ処理装置
。

< A 2 3 >

前記フレーム幅設定部は、前記フレーム幅の適切さを表す評価値に応じて
、前記フレーム幅を設定する

<A 2 2>に記載のデータ処理装置。

<A 2 4>

前記フレーム幅設定部は、前記フレーム幅内の前記イベントデータに応じて生成される前記フレームデータを用いて求められる前記評価値に応じて、前記フレーム幅を設定する

<A 2 3>に記載のデータ処理装置。

符号の説明

[0343] 1 1 センサダイ, 1 2 ロジックダイ, 2 1 イベント生成部, 2 2 データ処理部, 3 1 画素アレイ部, 3 2 駆動部, 3 3 アービタ, 3 4 出力部, 4 1 画素ブロック, 5 1 画素, 5 2 イベント検出部, 6 0 ノード, 6 1 光電変換素子, 6 2 転送トランジスタ, 7 1 電流電圧変換部, 7 2 バッファ, 7 3 減算部, 7 4 量子化部, 7 5 転送部, 8 1 ないし 8 3 トランジスタ, 9 1 コンデンサ, 9 2 オペアンプ, 9 3 コンデンサ, 9 4 スイッチ, 1 0 1 コンパレータ, 1 1 1 フレーム間隔設定部, 1 1 2 フレーム幅設定部, 1 1 3 データ生成部, 1 1 4 画像処理部, 1 2 1 メモリ, 1 2 2 メモリ制御部, 1 2 3 フレームデータ生成部, 1 2 4 取得部, 9 0 1 バス, 9 0 2 CPU, 9 0 3 ROM, 9 0 4 RAM

請求の範囲

- [請求項1] 第1のフレーム生成開始時から第1のフレーム生成終了時までの第1の蓄積時間で発生した、光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントデータに基づく第1のフレームデータと、第2のフレーム生成開始時から第2のフレーム生成終了時までの第2の蓄積時間で発生したイベントデータに基づく第2のフレームデータとを生成するフレームデータ生成部と、
- 第1のフレーム生成開始時と第2のフレーム生成開始時までの第1のフレーム期間を設定し前記フレームデータ生成部に供給するフレーム期間設定部と
- を備えるデータ処理装置。
- [請求項2] 前記フレームデータ生成部は、
- 第3のフレーム生成開始時から第3のフレーム生成終了時までの第3の蓄積時間で発生したイベントデータに基づく第3のフレームデータをさらに生成し、
- 前記フレーム期間設定部は、
- 前記第1のフレーム期間と、第2のフレーム生成開始時と第3のフレーム生成開始時までの第2のフレーム期間とが異なるように設定する
- 請求項1に記載のデータ処理装置。
- [請求項3] 前記第1の蓄積時間と前記第2の蓄積時間を設定し前記フレームデータ生成部に供給する蓄積時間設定部をさらに備える
- 請求項1に記載のデータ処理装置。
- [請求項4] 前記蓄積時間設定部は、
- 前記第1の蓄積時間と前記第2の蓄積時間とが異なるように設定する
- 請求項3に記載のデータ処理装置。
- [請求項5] フレーム生成開始時からフレーム生成終了時までの蓄積時間で発生

した、光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントデータに基づいてフレームデータを生成するフレームデータ生成部と、

第1のフレームデータのフレームデータ生成開始時と、第1のフレームデータと連続して生成される第2のフレームデータのフレームデータ生成開始時との間隔であるフレーム期間を設定し前記フレームデータ生成部に供給するフレーム期間設定部と

を備えるデータ処理装置。

[請求項6] 前記蓄積時間を設定し前記フレームデータ生成部に供給する蓄積時間設定部をさらに備える

請求項5に記載のデータ処理装置。

[請求項7] 前記フレーム期間設定部は、前記フレーム期間を、時間で設定する
請求項5に記載のデータ処理装置。

[請求項8] 前記蓄積時間設定部は、前記蓄積時間を、時間で設定する
請求項6に記載のデータ処理装置。

[請求項9] 前記蓄積時間設定部は、前記蓄積時間を、前記イベントデータの数に応じて設定する

請求項6に記載のデータ処理装置。

[請求項10] 前記蓄積時間設定部は、前記蓄積時間を時間で設定することと、前記イベントデータの数に応じて設定することとを切り替える

請求項6に記載のデータ処理装置。

[請求項11] 前記フレーム期間設定部は、前記フレーム期間を、前記イベントデータの数に応じて設定する

請求項5に記載のデータ処理装置。

[請求項12] 前記蓄積時間を設定し前記フレームデータ生成部に供給する蓄積時間設定部をさらに備え、

前記蓄積時間設定部は、前記蓄積時間を、時間で設定する

請求項11に記載のデータ処理装置。

- [請求項13] 前記蓄積時間を設定し前記フレームデータ生成部に供給する蓄積時間設定部をさらに備え、
前記蓄積時間設定部は、前記蓄積時間を、前記イベントデータの数に応じて設定する
請求項11に記載のデータ処理装置。
- [請求項14] 前記蓄積時間を設定し前記フレームデータ生成部に供給する蓄積時間設定部をさらに備え、
前記蓄積時間設定部は、前記蓄積時間を時間で設定することと、前記イベントデータの数に応じて設定することとを切り替える
請求項11に記載のデータ処理装置。
- [請求項15] 前記フレーム期間設定部は、前記フレーム期間を時間で設定することと、前記イベントデータの数に応じて設定することとを切り替える
請求項5に記載のデータ処理装置。
- [請求項16] フレームデータ生成部が、フレーム生成開始時からフレーム生成終了時までの蓄積時間で発生した、光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントデータに基づいてフレームデータを生成することと、
第1のフレームデータのフレームデータ生成開始時と、前記第1のフレームデータと連続して生成される第2のフレームデータのフレームデータ生成開始時との間隔であるフレーム期間を設定し前記フレームデータ生成部に供給することと
を含むデータ処理方法。
- [請求項17] フレーム生成開始時からフレーム生成終了時までの蓄積時間で発生した、光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントデータに基づいてフレームデータを生成するフレームデータ生成部と、
第1のフレームデータのフレームデータ生成開始時と、前記第1のフレームデータと連続して生成される第2のフレームデータのフレー

ムデータ生成開始時との間隔であるフレーム期間を設定し前記フレームデータ生成部に供給するフレーム期間設定部と

して、コンピュータを機能させるためのプログラム。

[請求項18]

第1のフレーム生成開始時から第1のフレーム生成終了時までの第1の蓄積時間で発生した、光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントデータに基づく第1のフレームデータと、第2のフレーム生成開始時から第2のフレーム生成終了時までの第2の蓄積時間で発生した前記イベントデータに基づく第2のフレームデータとを、

第1の蓄積時間と第2の蓄積時間が重畳するように生成するフレームデータ生成部

を備えるデータ処理装置。

[請求項19]

第1のフレーム生成開始時から第1のフレーム生成終了時までの第1の蓄積時間で発生した、光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントデータに基づく第1のフレームデータと、第2のフレーム生成開始時から2のフレーム生成終了時までの第2の蓄積時間で発生した前記イベントデータに基づく第2のフレームデータとを、

第1の蓄積時間と第2の蓄積時間が重畳するように生成することを含むデータ処理方法。

[請求項20]

第1のフレーム生成開始時から第1のフレーム生成終了時までの第1の蓄積時間で発生した、光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントデータに基づく第1のフレームデータと、第2のフレーム生成開始時から2のフレーム生成終了時までの第2の蓄積時間で発生した前記イベントデータに基づく第2のフレームデータとを、

第1の蓄積時間と第2の蓄積時間が重畳するように生成するフレームデータ生成部

として、コンピュータを機能させるためのプログラム。

[請求項21] フレーム生成開始時からフレーム生成終了時までの蓄積時間で発生した、光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントデータに基づいてフレームデータを生成し、

単位時間当たりの前記イベントデータの数に応じて、単位時間当たりの前記フレームデータの生成数が変化する

データ処理装置。

[請求項22] 単位時間当たりの前記イベントデータの数が多いほど、単位時間当たりの前記フレームデータの生成数が多い

請求項21に記載のデータ処理装置。

[請求項23] 光電変換を行って電気信号を生成する画素を有し、前記画素の前記電気信号の変化であるイベントの発生を表すイベントデータを生成するイベント生成部と、

フレーム生成開始時からフレーム生成終了時までの蓄積時間で発生した前記イベントデータに基づいてフレームデータを生成するフレームデータ生成部と、

第1のフレームデータのフレームデータ生成開始時と、前記第1のフレームデータと連続して生成される第2のフレームデータのフレームデータ生成開始時との間隔であるフレーム期間を設定し前記フレームデータ生成部に供給するフレーム期間設定部と

を備えるデータ処理部

を備えるデータ処理装置。

[請求項24] 前記フレームデータを用いて、画像処理を行う画像処理部をさらに備える

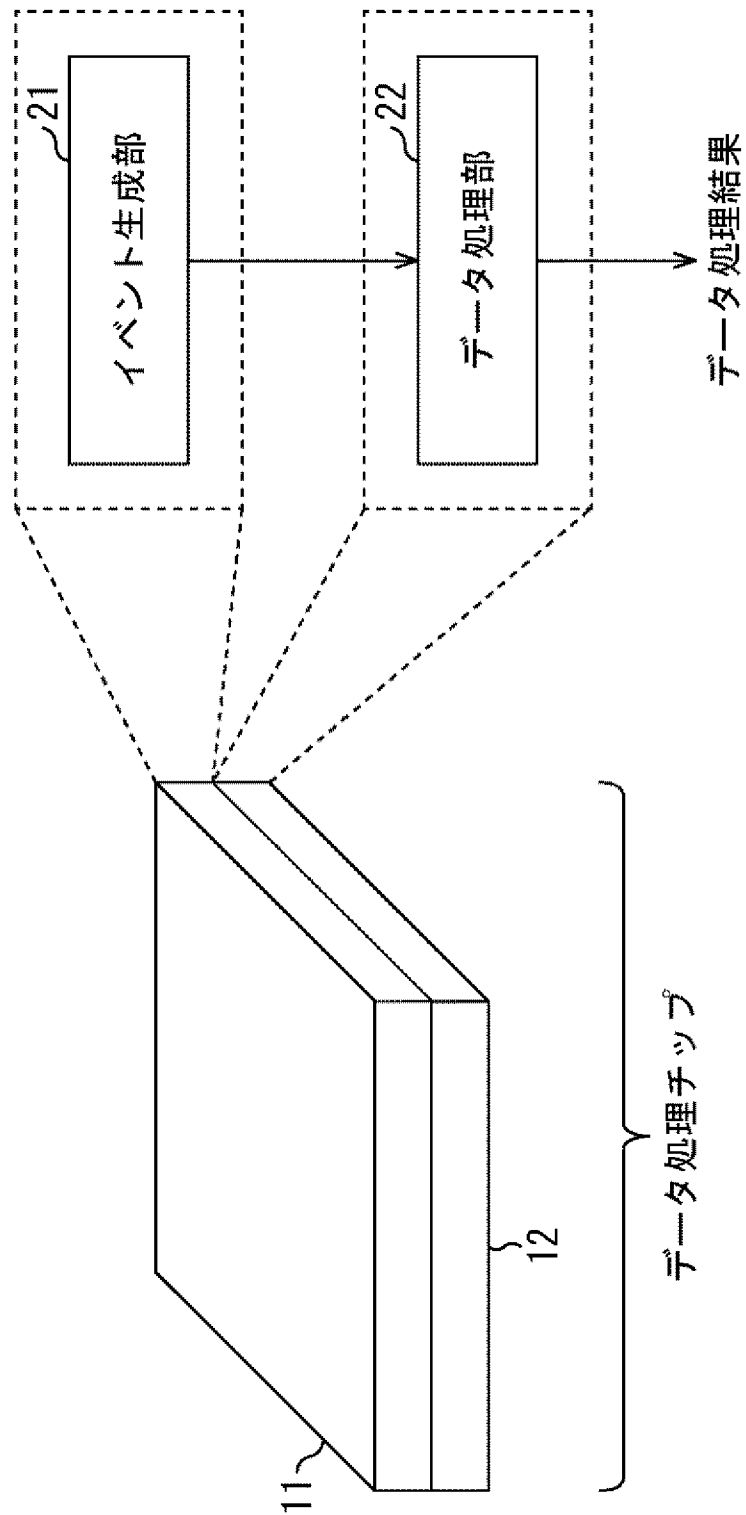
請求項23に記載のデータ処理装置。

[請求項25] 前記画像処理部は、前記フレームデータを対象とした認識処理を行う

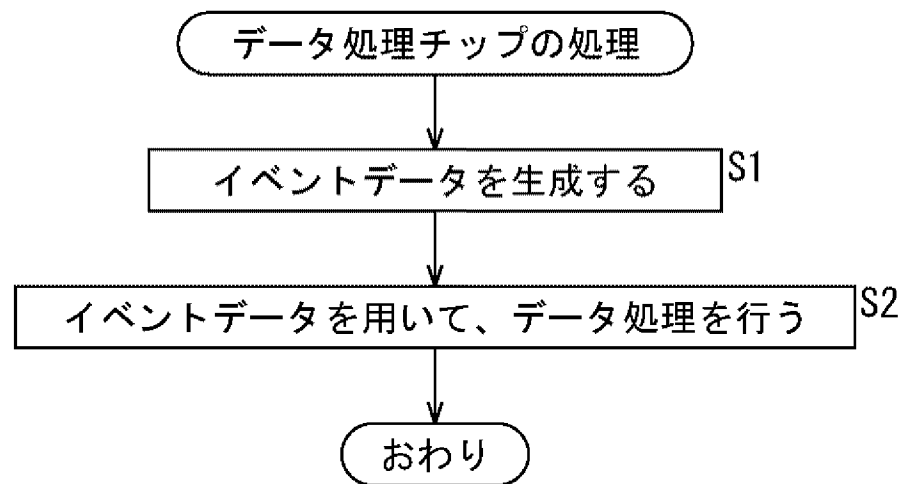
請求項24に記載のデータ処理装置。

- [請求項26] 複数のダイが積層された半導体チップで構成される
請求項23に記載のデータ処理装置。
- [請求項27] 光電変換を行って電気信号を生成する画素の前記電気信号の変化であるイベントの発生を表すイベントデータを生成することと、
フレームデータ生成部が、フレーム生成開始時からフレーム生成終了時までの蓄積時間で発生した前記イベントデータに基づいてフレームデータを生成することと、
第1のフレームデータのフレームデータ生成開始時と、前記第1のフレームデータと連続して生成される第2のフレームデータのフレームデータ生成開始時との間隔であるフレーム期間を設定し前記フレームデータ生成部に供給することと
を含むデータ処理方法。
- [請求項28] 前記蓄積時間設定部は、前記フレームデータのフレームを複数の領域に分割した分割領域の単位で、前記蓄積時間を設定する
請求項6、請求項8、請求項9、請求項12、又は、請求項13に記載のデータ処理装置。
- [請求項29] 前記蓄積時間設定部は、前記蓄積時間の適切さを表す評価値に応じて、前記蓄積時間を設定する
請求項28に記載のデータ処理装置。
- [請求項30] 前記蓄積時間設定部は、前記蓄積時間内の前記イベントデータに応じて生成される前記フレームデータを用いて求められる前記評価値に応じて、前記蓄積時間を設定する
請求項29に記載のデータ処理装置。

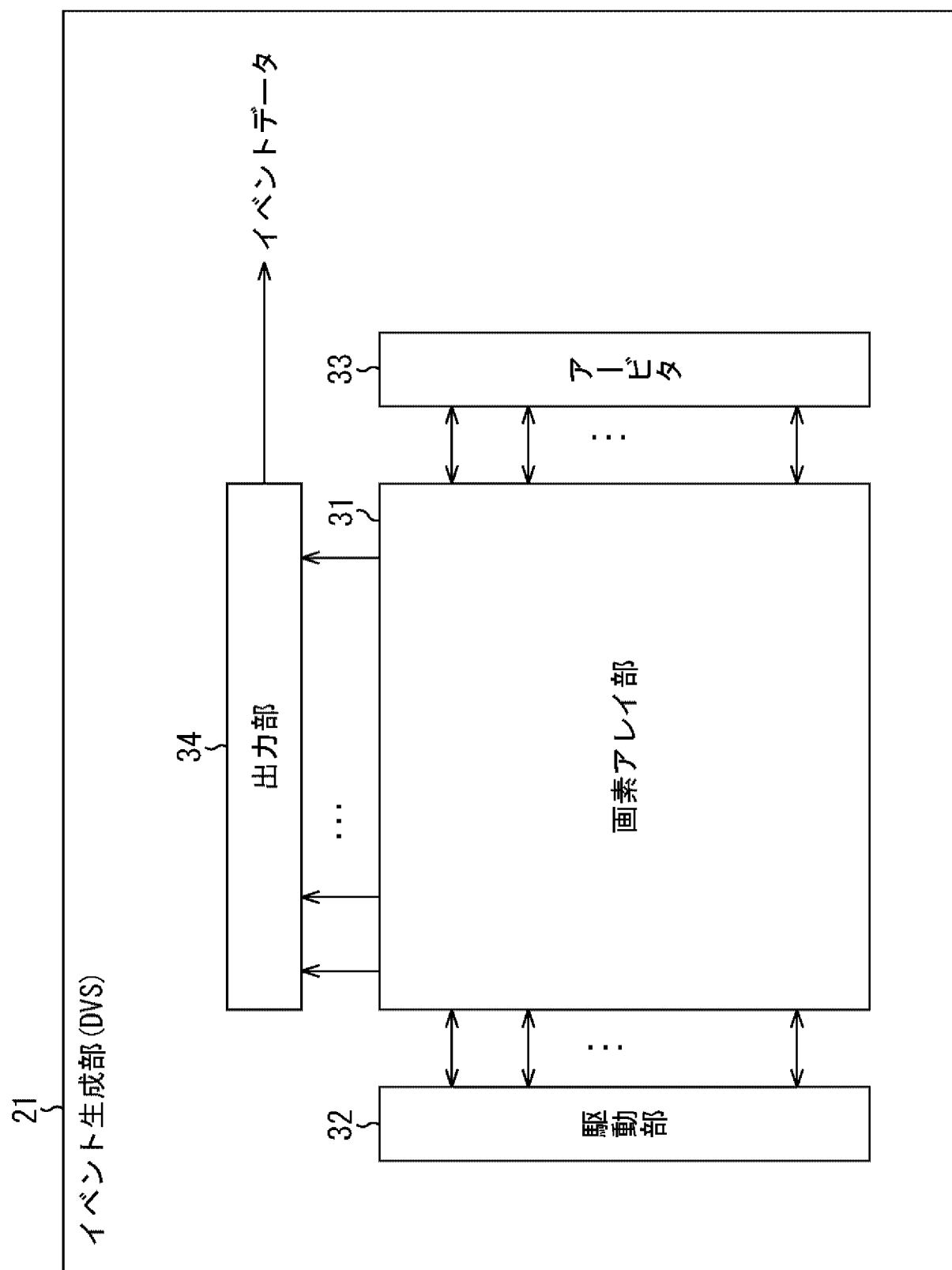
[図1]
FIG. 1



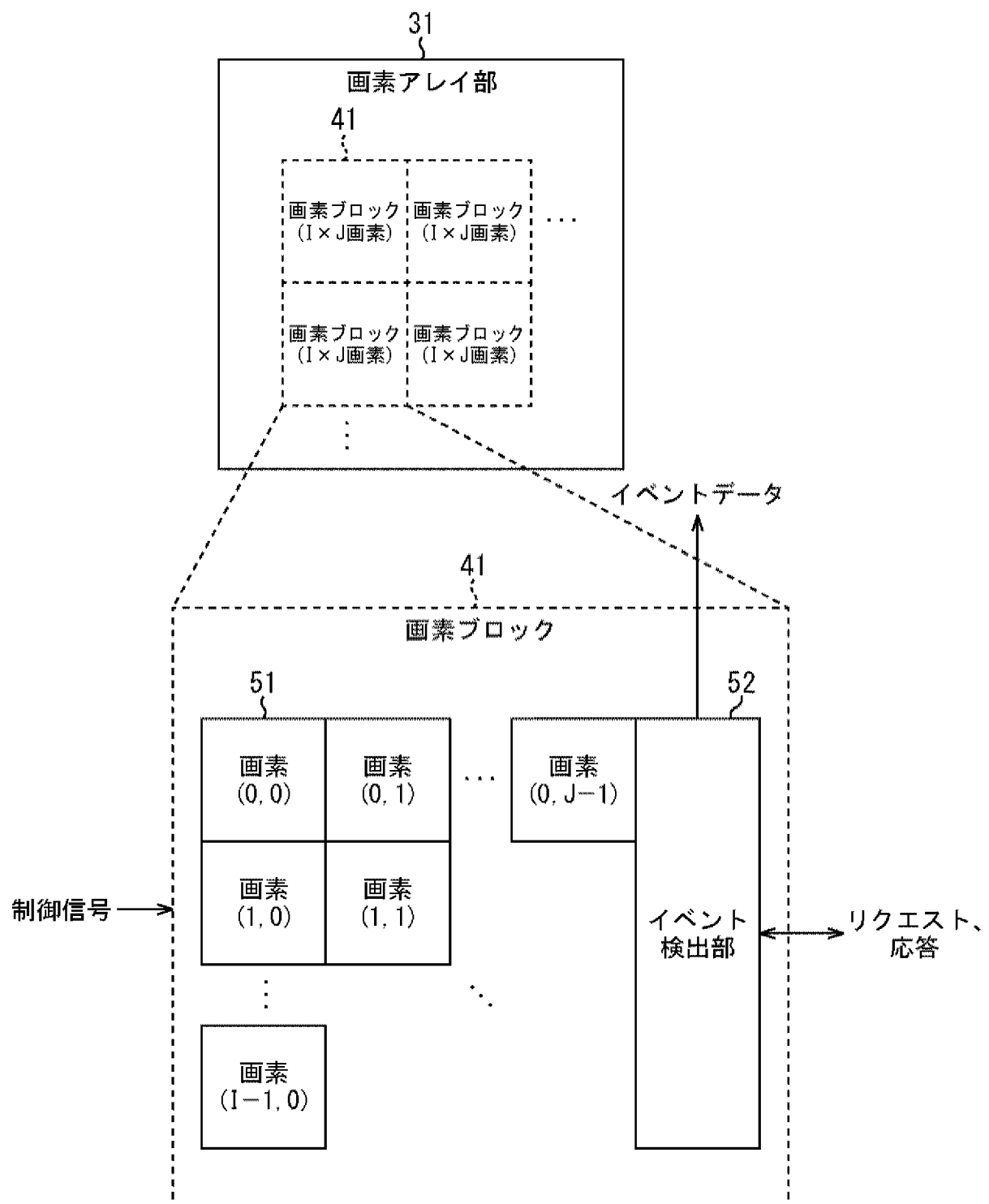
[図2]
FIG. 2



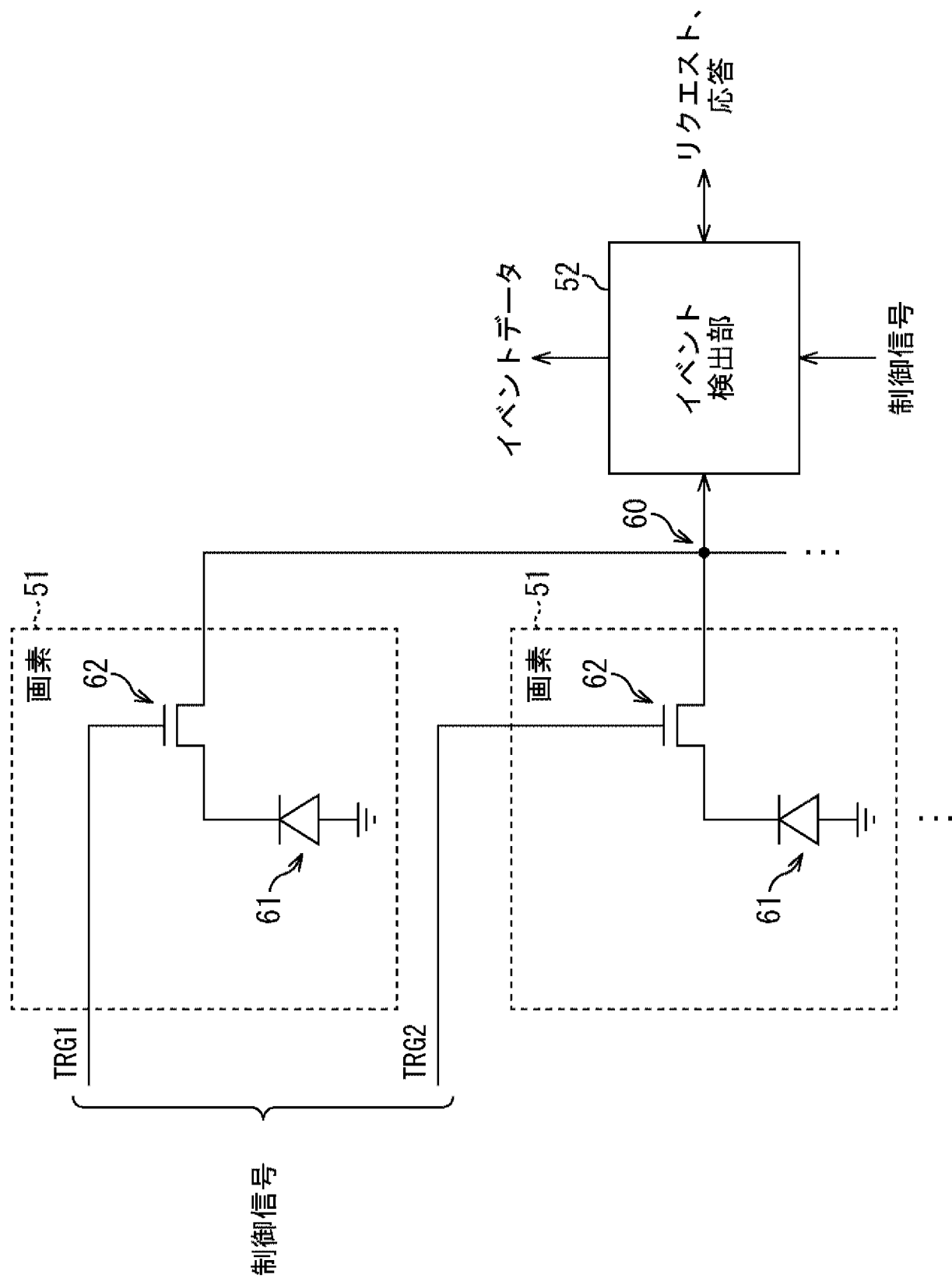
[図3]
FIG. 3



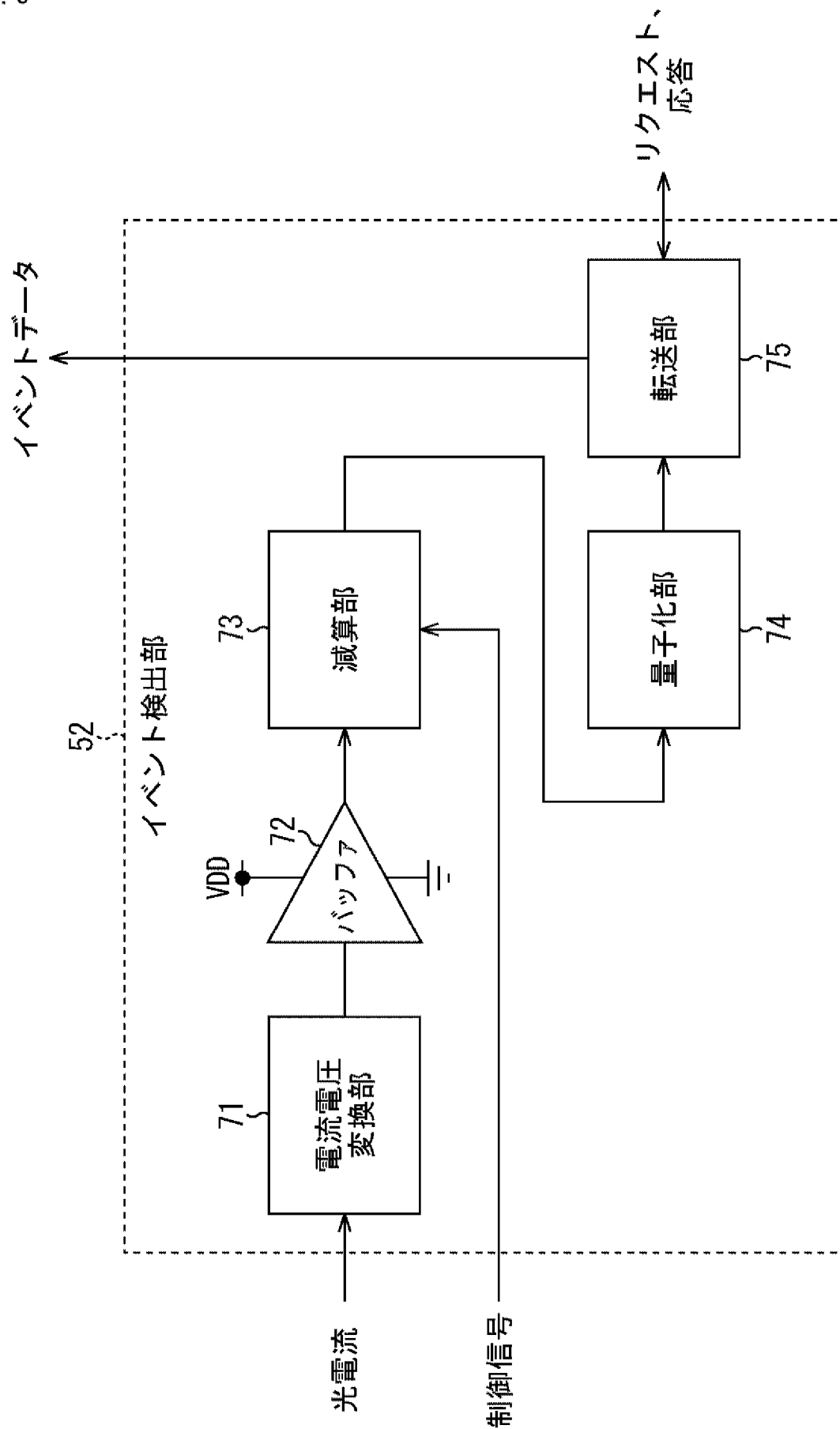
[図4]
FIG. 4



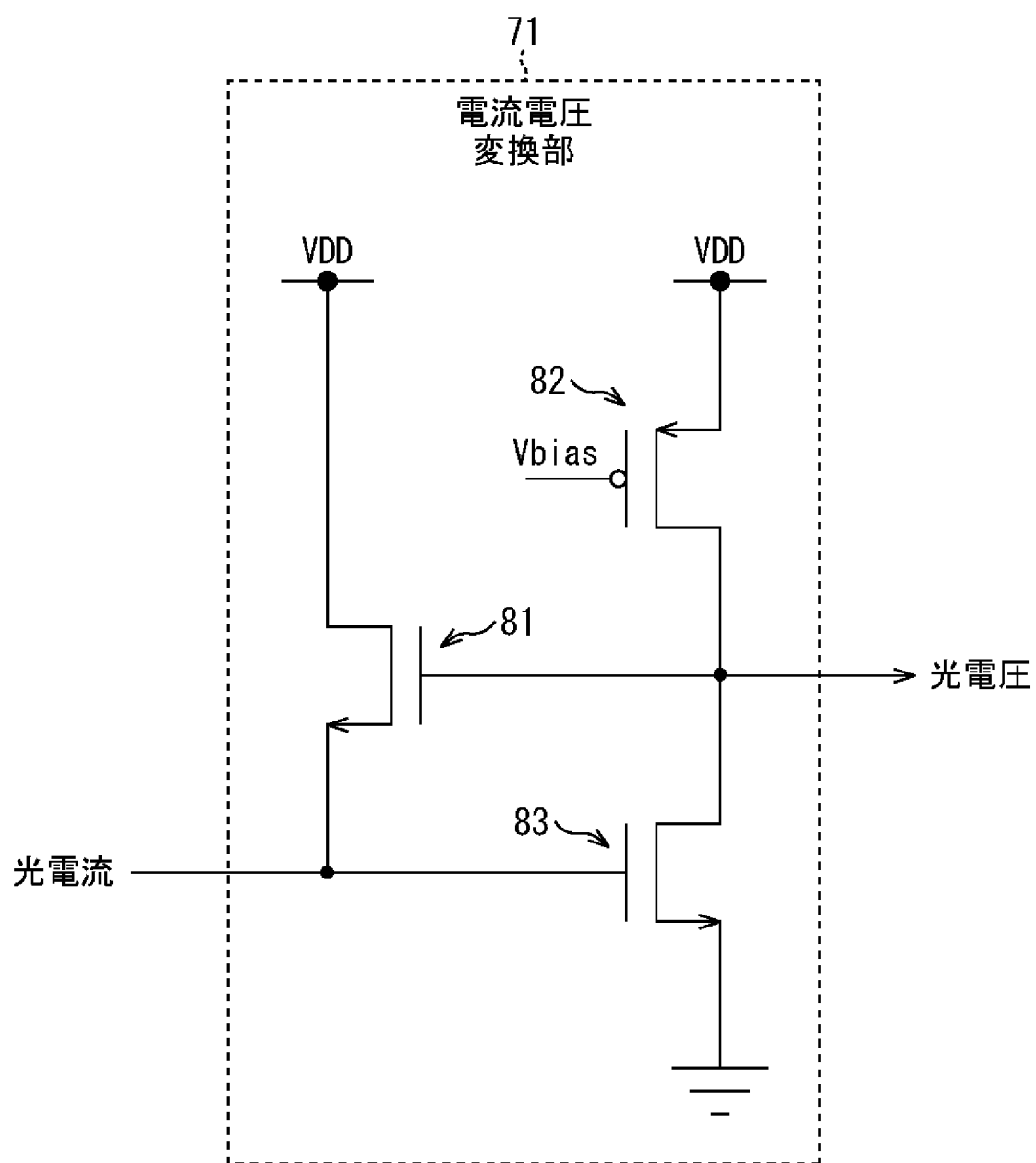
[図5]
FIG. 5



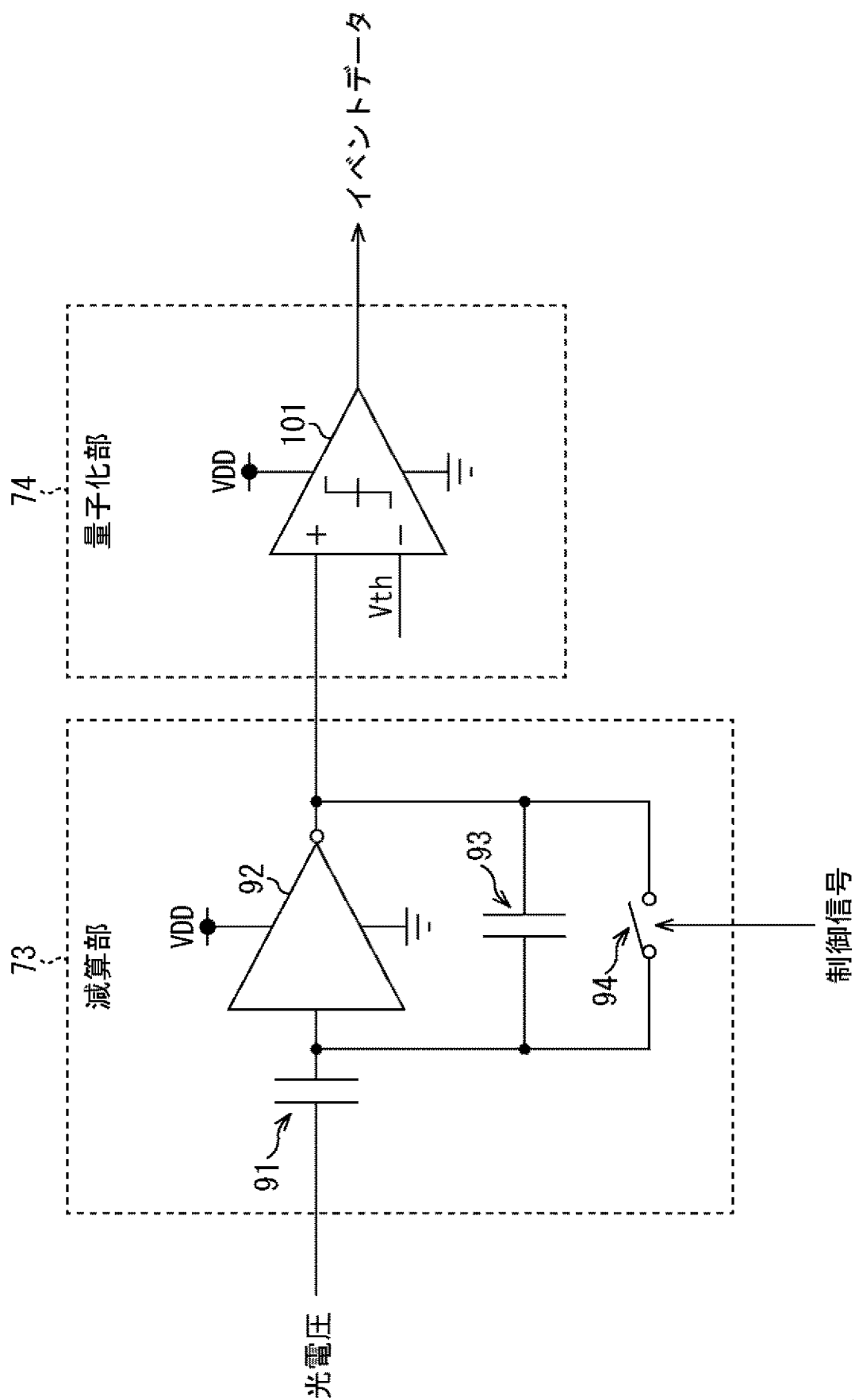
[図6]
FIG. 6



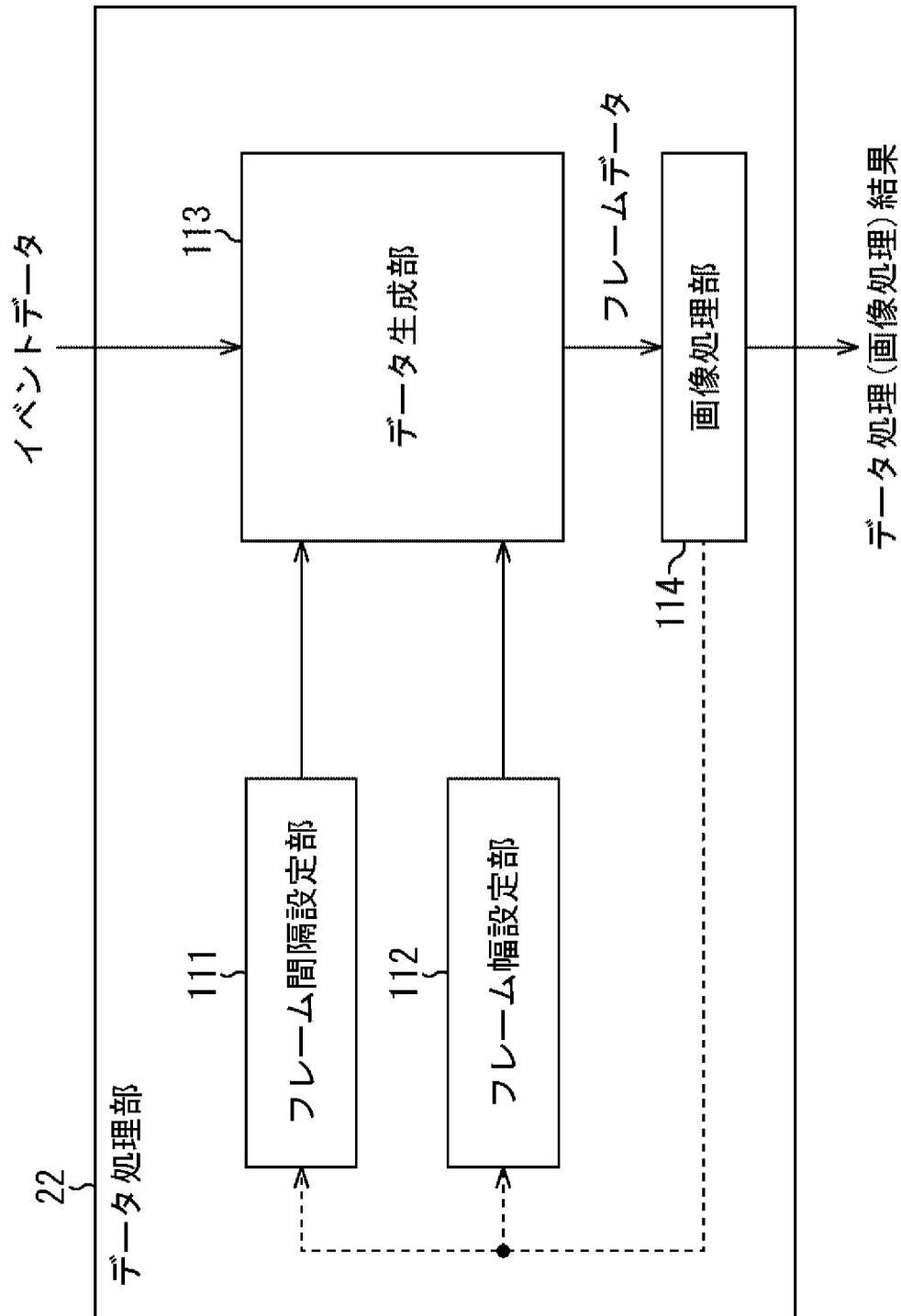
[図7]
FIG. 7



[図8]
FIG. 8



[図9]
FIG. 9



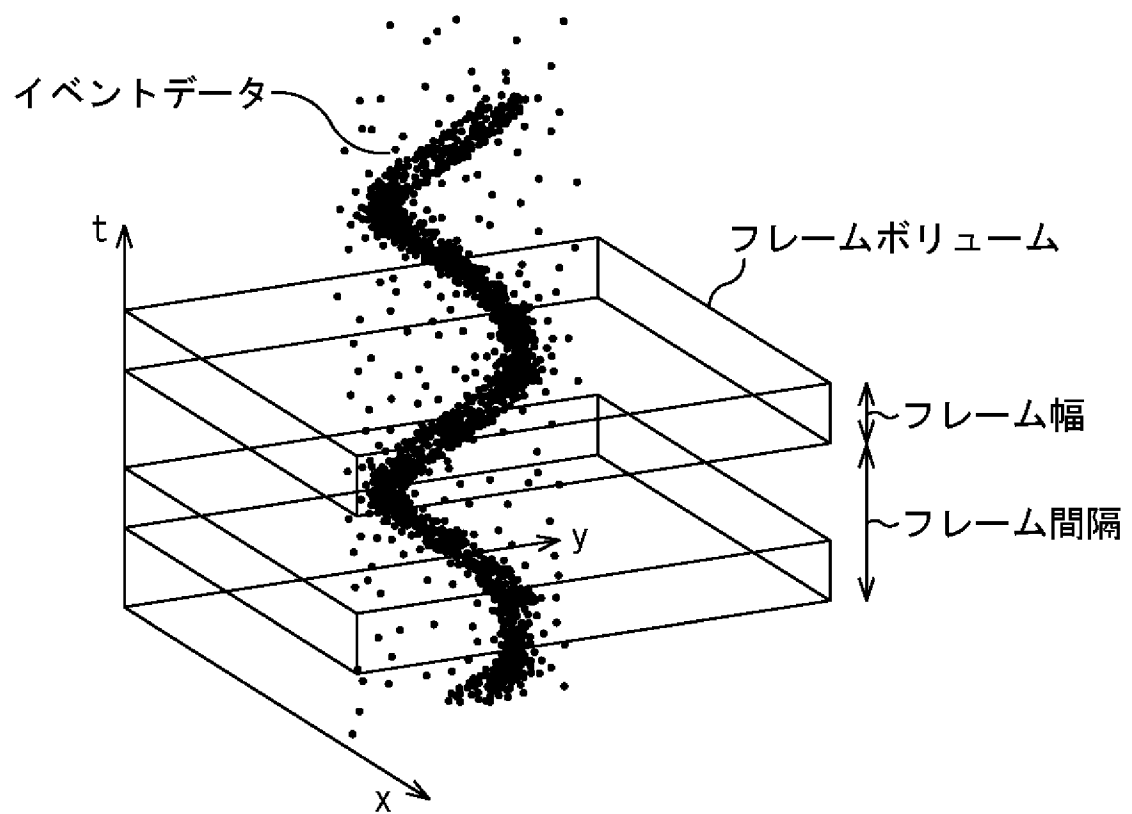
[図10]
FIG. 10

イベントデータ

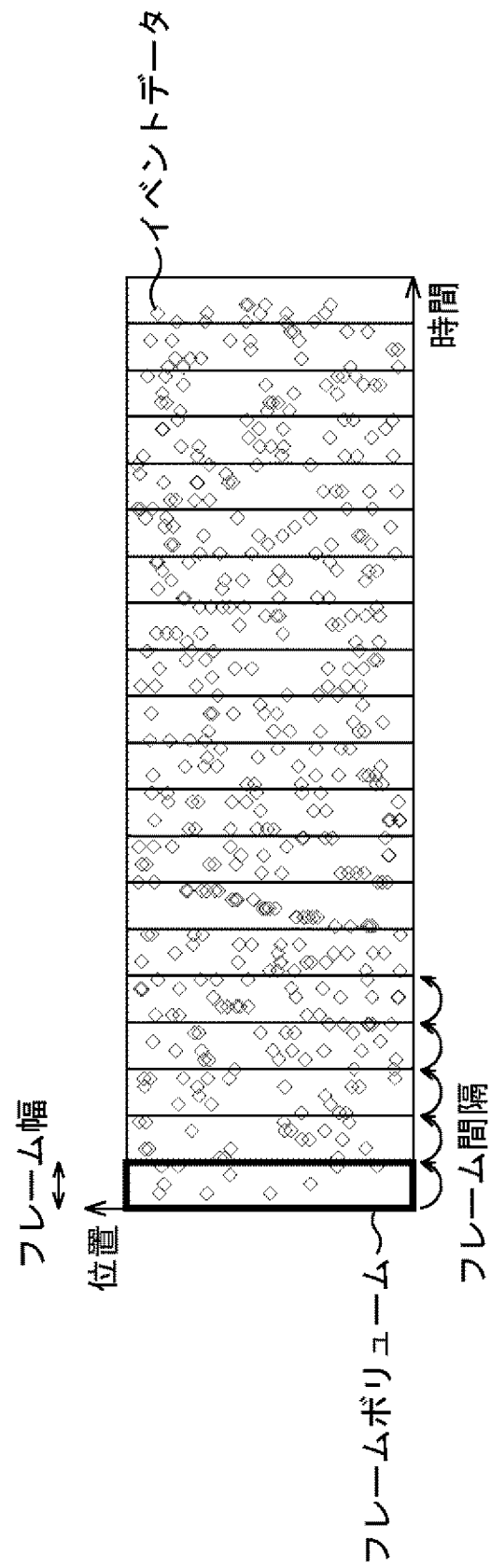


t_0, x_0, y_0, p_0
t_1, x_1, y_1, p_1
t_2, x_2, y_2, p_2
t_3, x_3, y_3, p_3
t_4, x_4, y_4, p_4
t_5, x_5, y_5, p_5
t_6, x_6, y_6, p_6
t_7, x_7, y_7, p_7
t_8, x_8, y_8, p_8
t_9, x_9, y_9, p_9
$t_{10}, x_{10}, y_{10}, p_{10}$
$t_{11}, x_{11}, y_{11}, p_{11}$
.
.
.

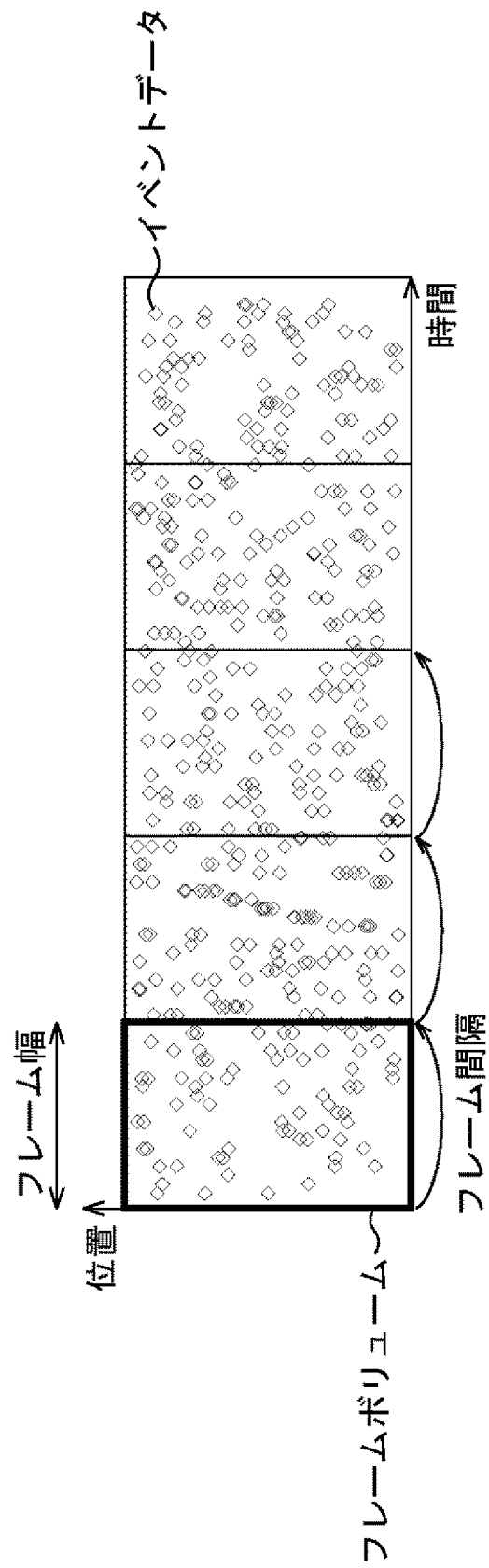
[図11]
FIG. 11



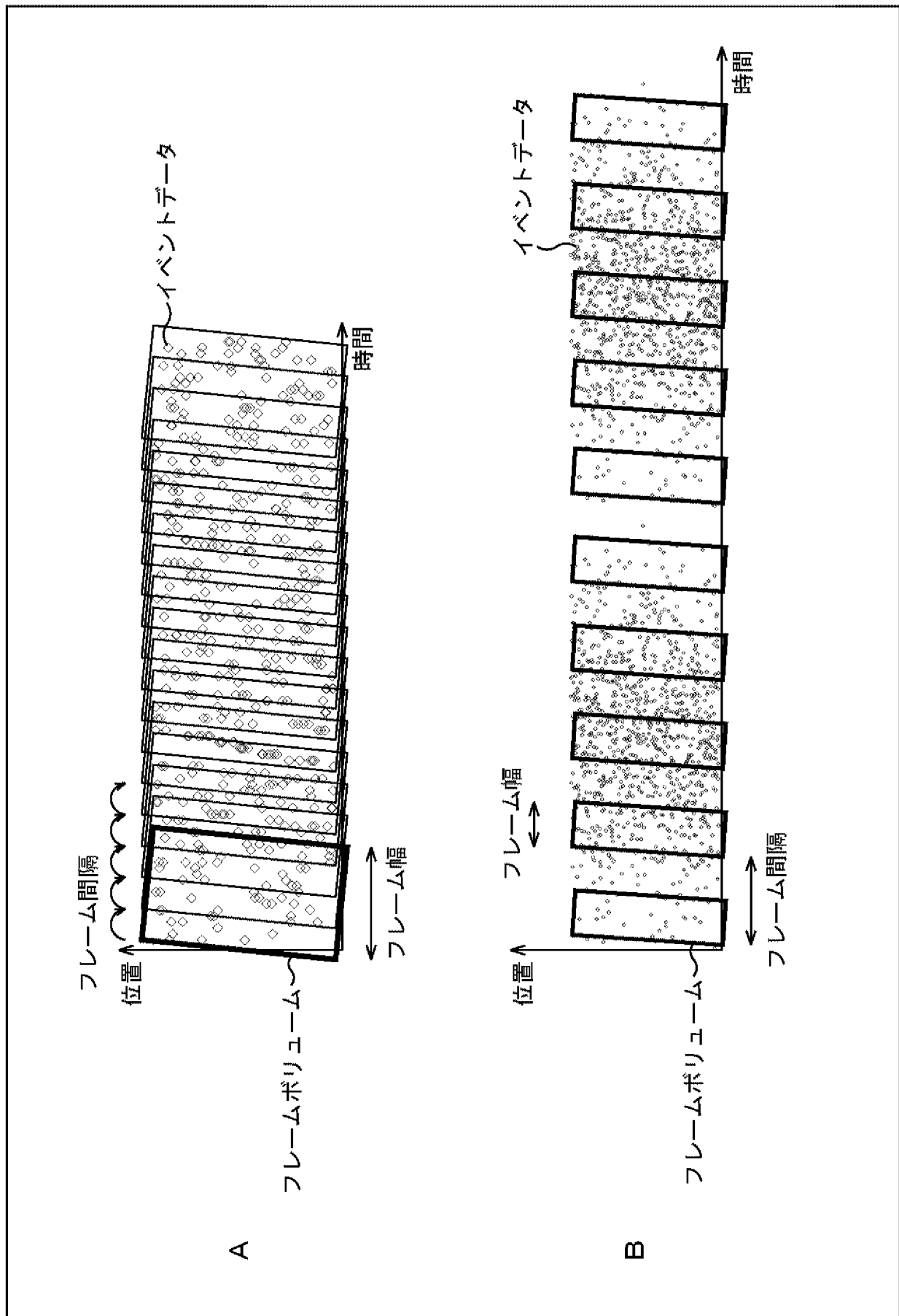
[図12]
FIG. 12



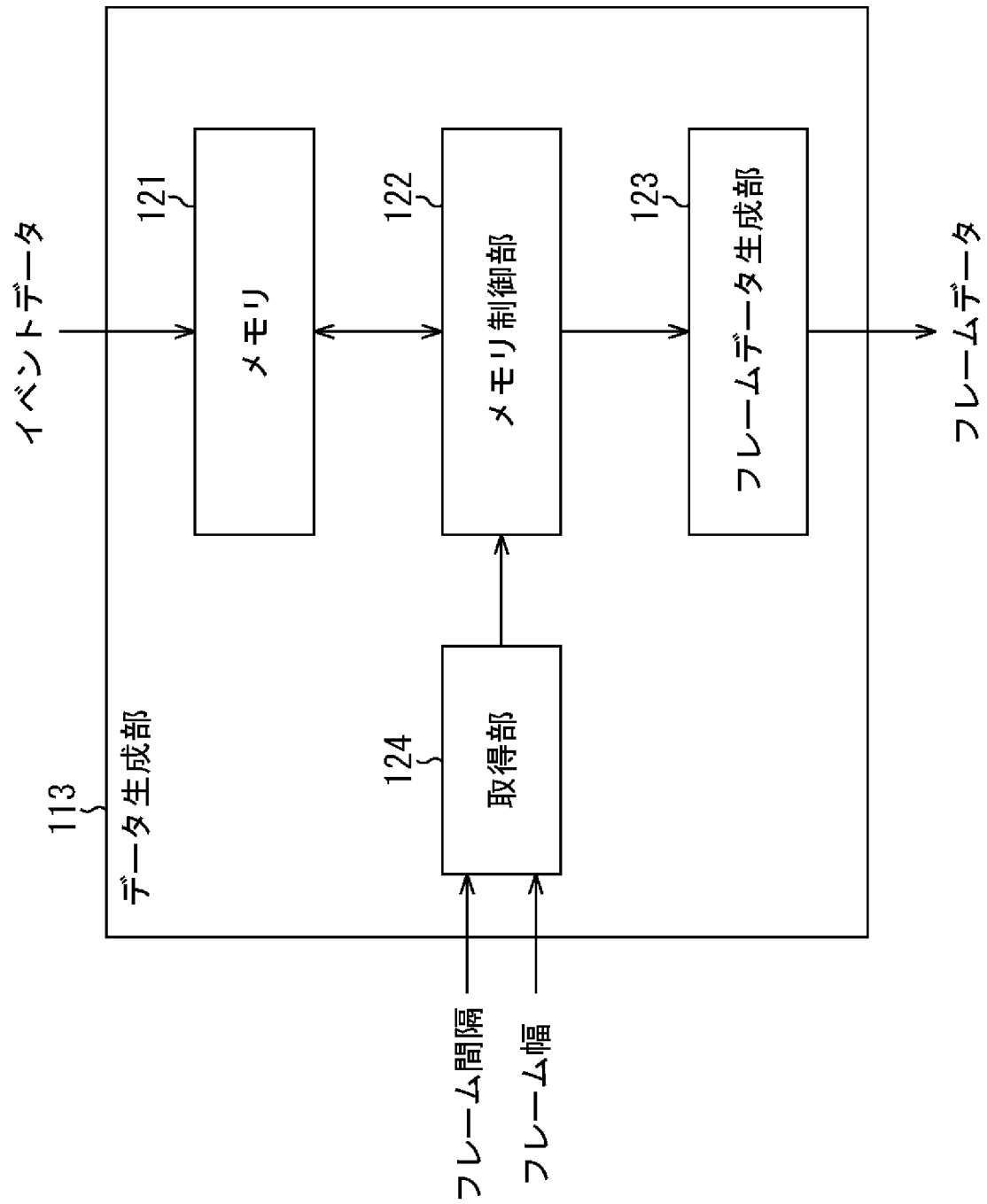
[図13]
FIG. 13



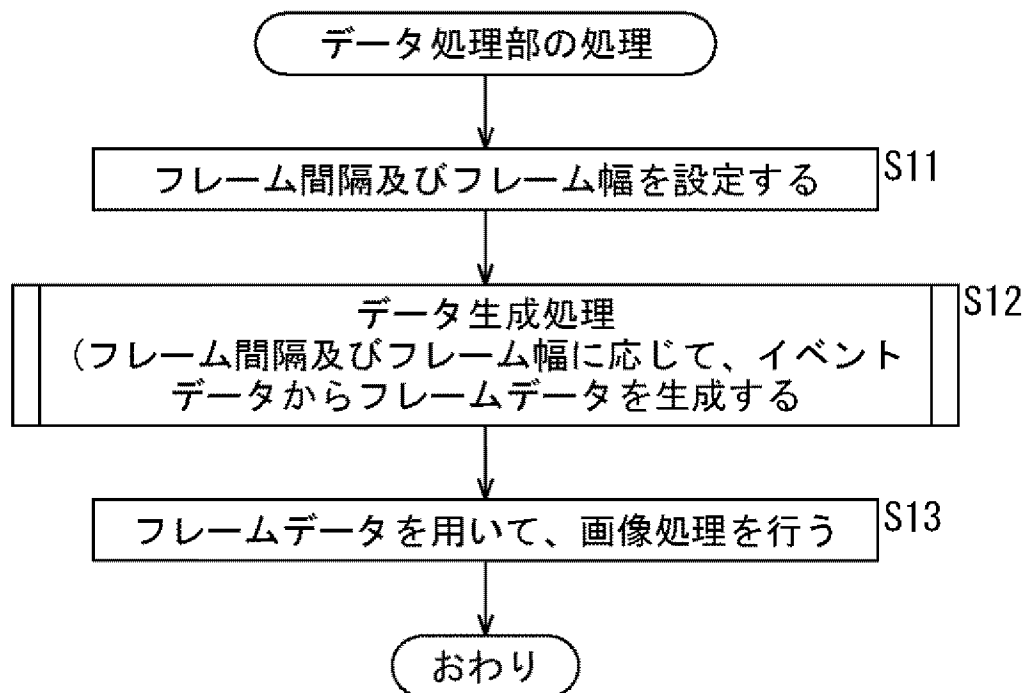
[図14]
FIG. 14



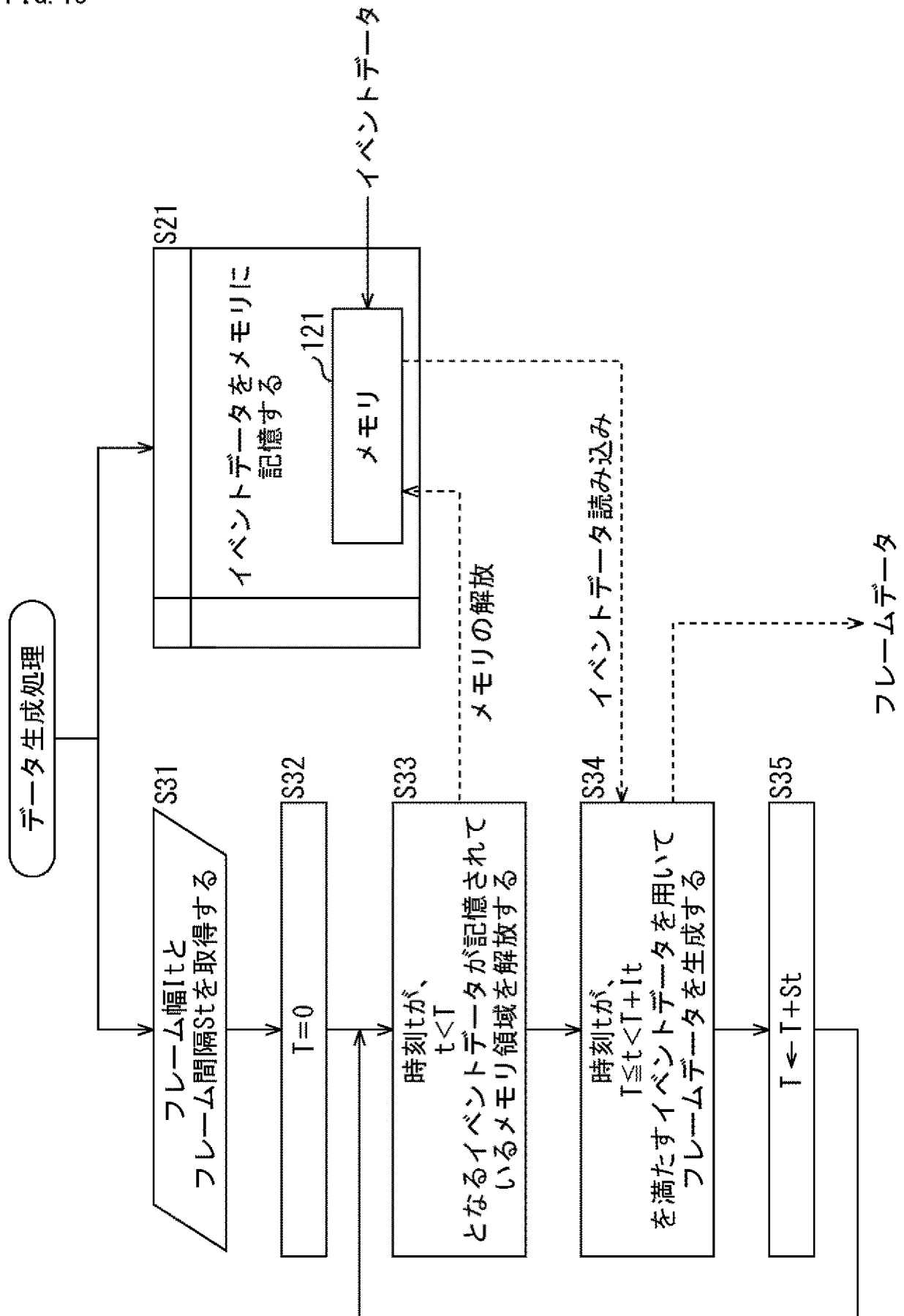
[図15]
FIG. 15



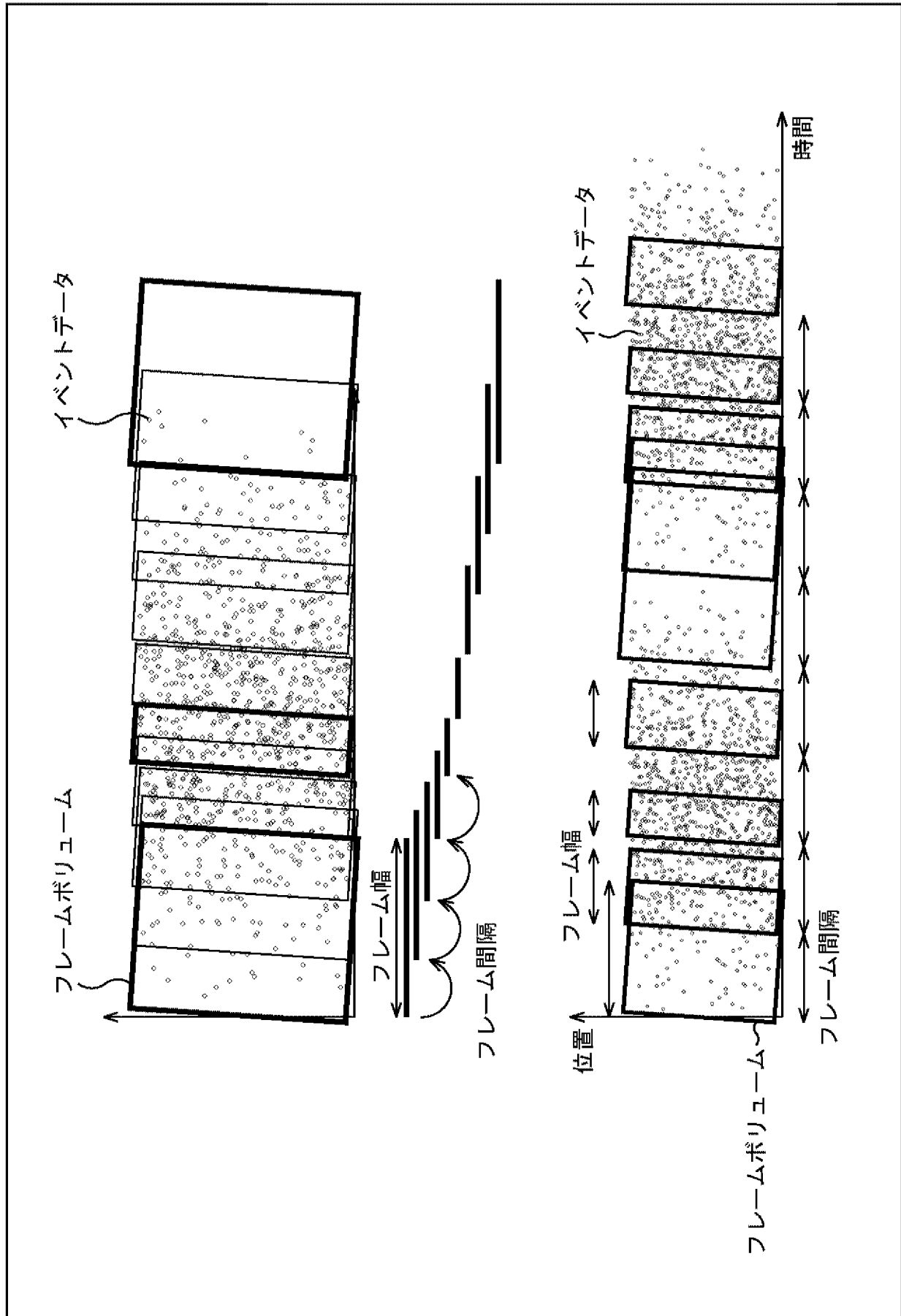
[図17]
FIG. 17



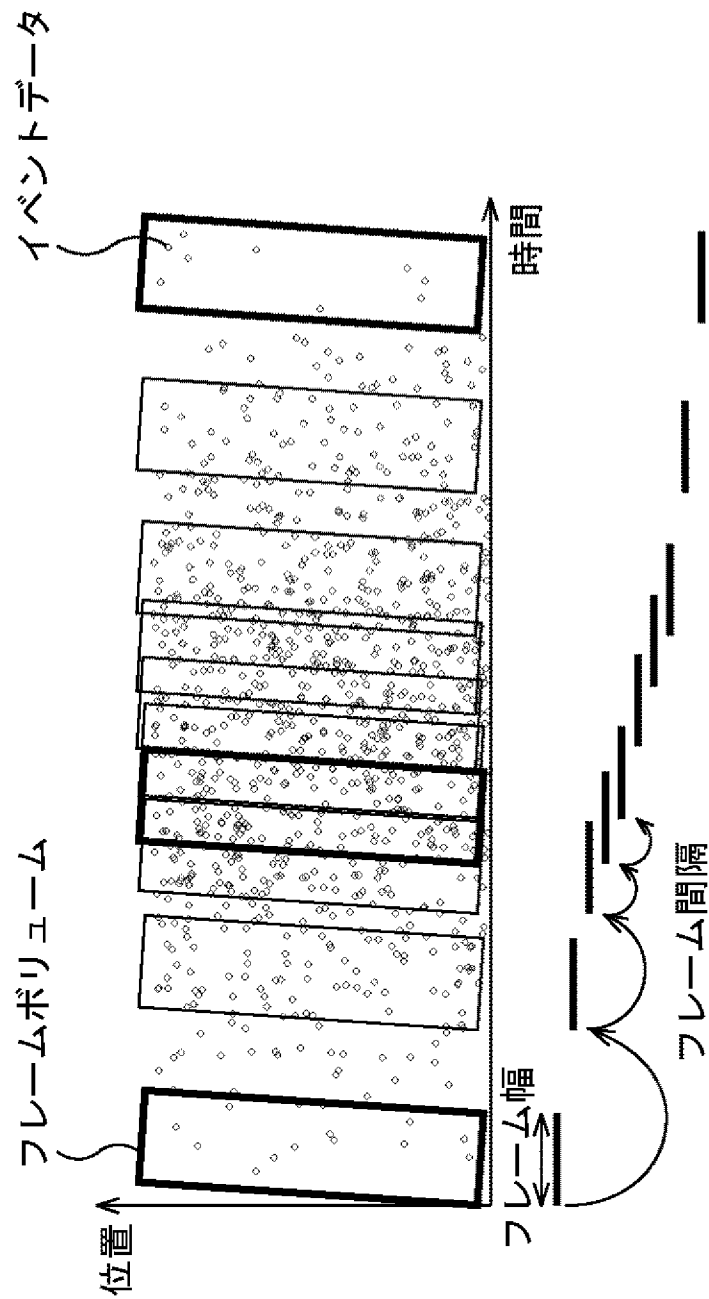
[図18]
FIG. 18



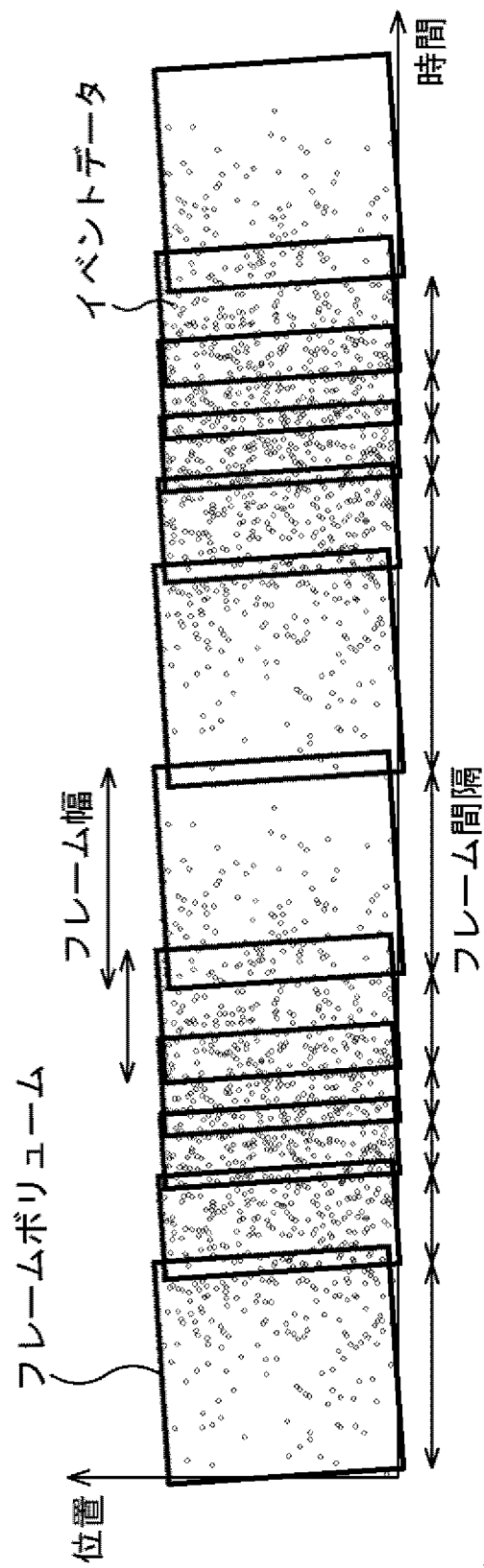
[図19]
FIG. 19



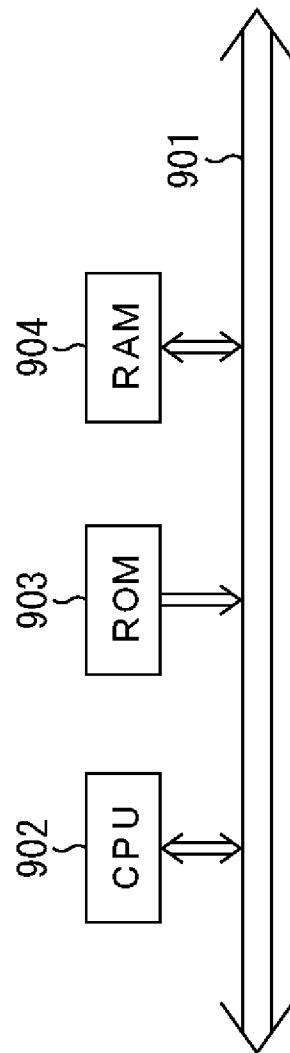
[図20]
FIG. 20



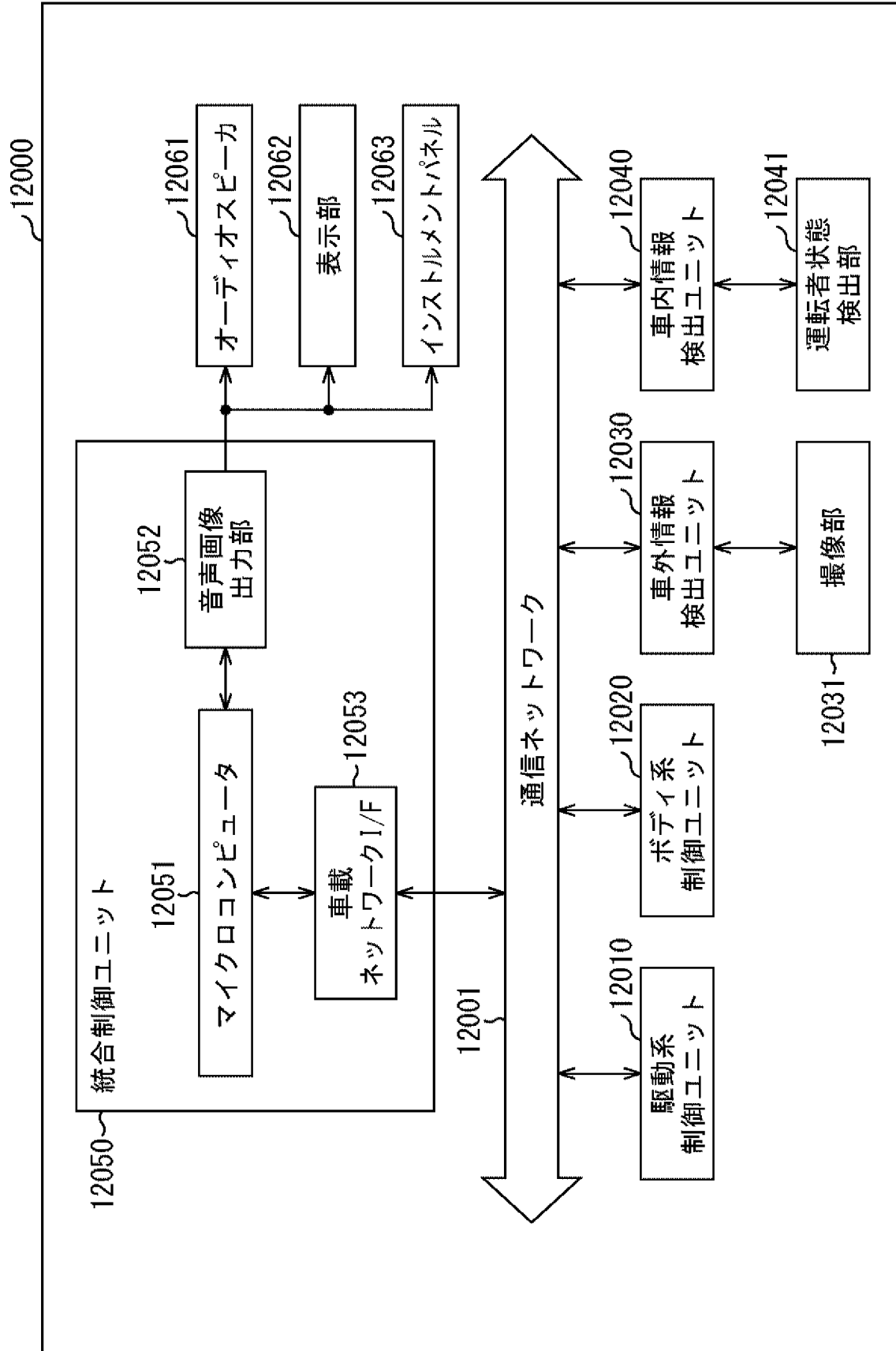
[図21]
FIG. 21



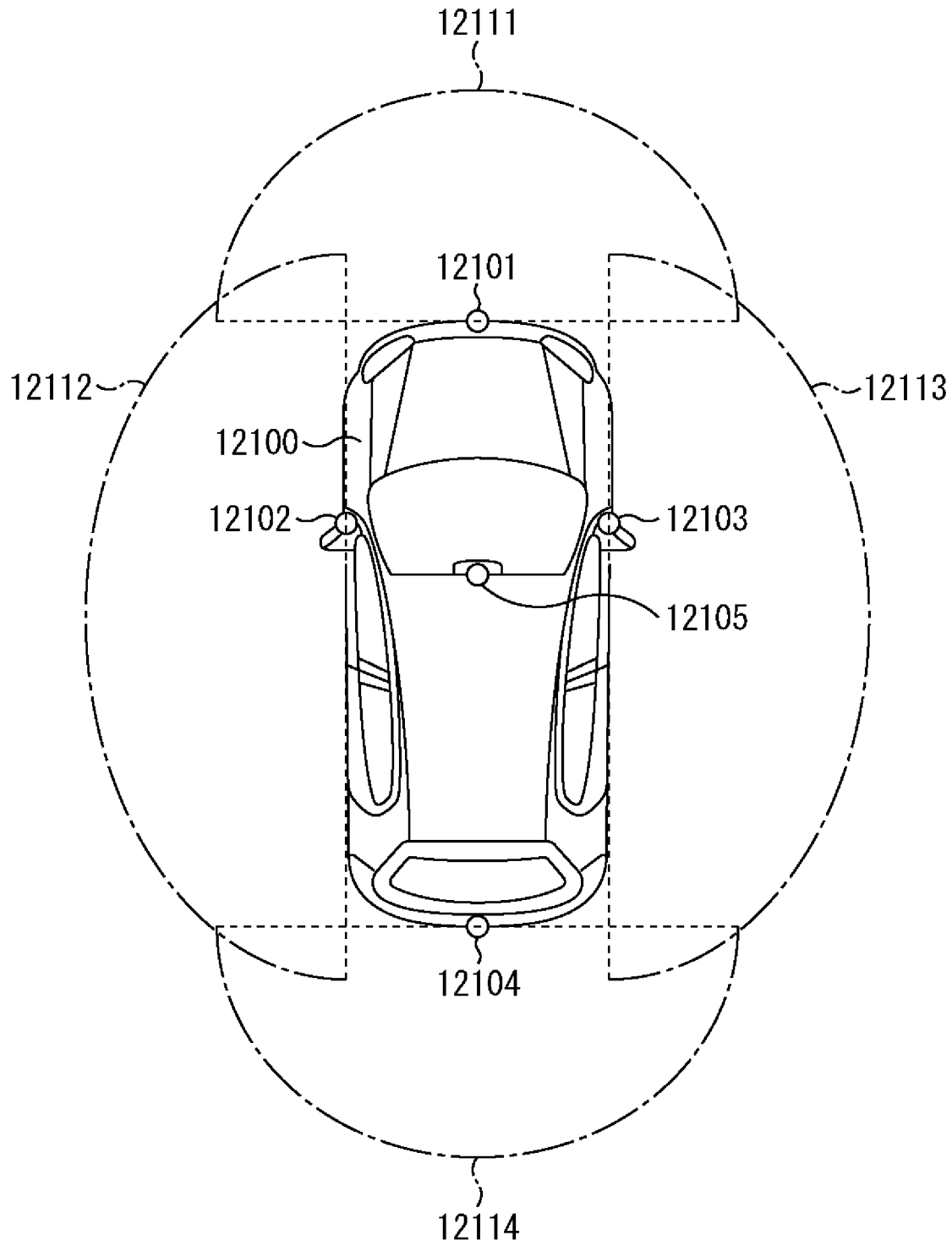
[図22]
FIG. 22



[図23]



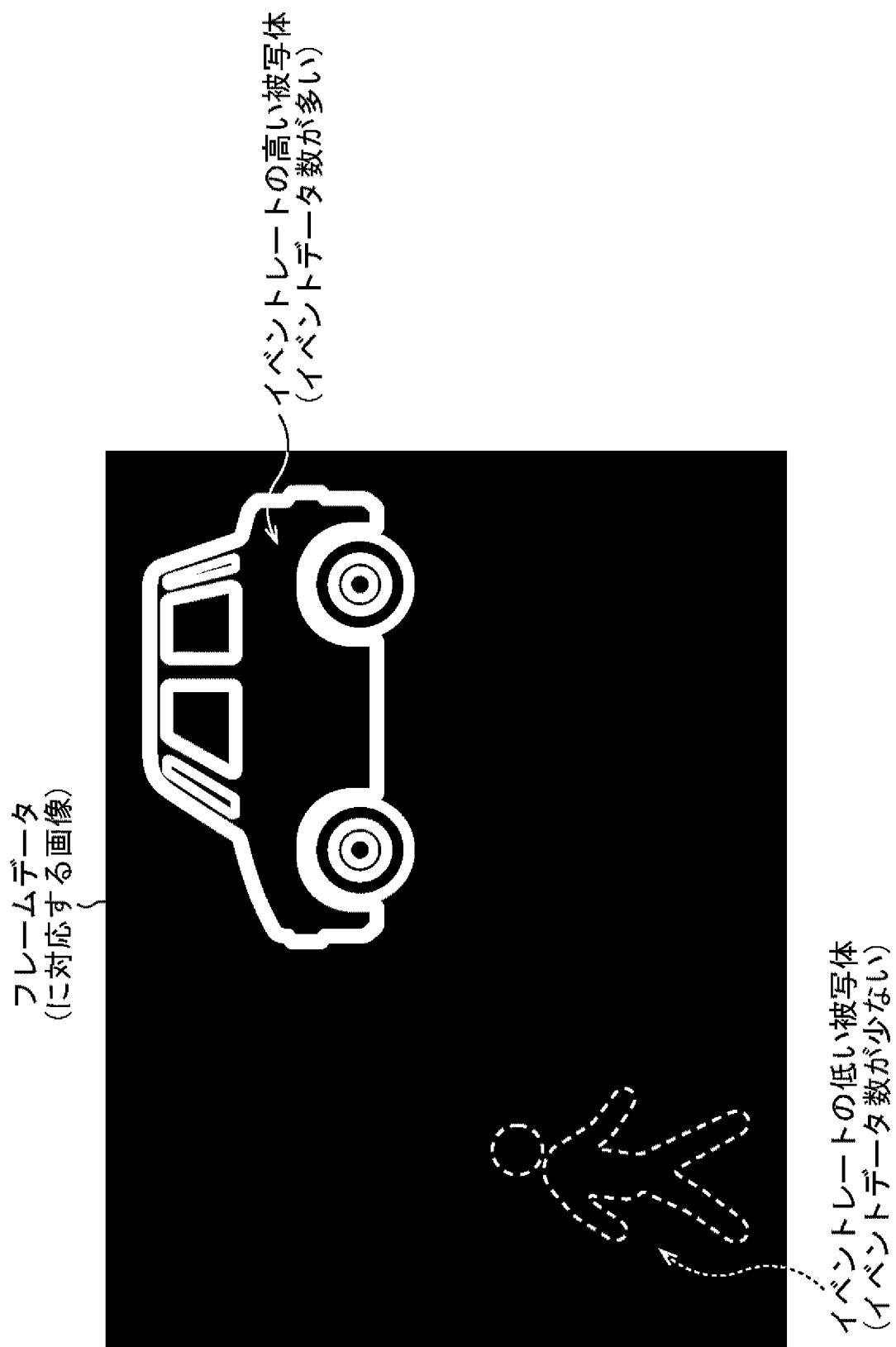
[図24]



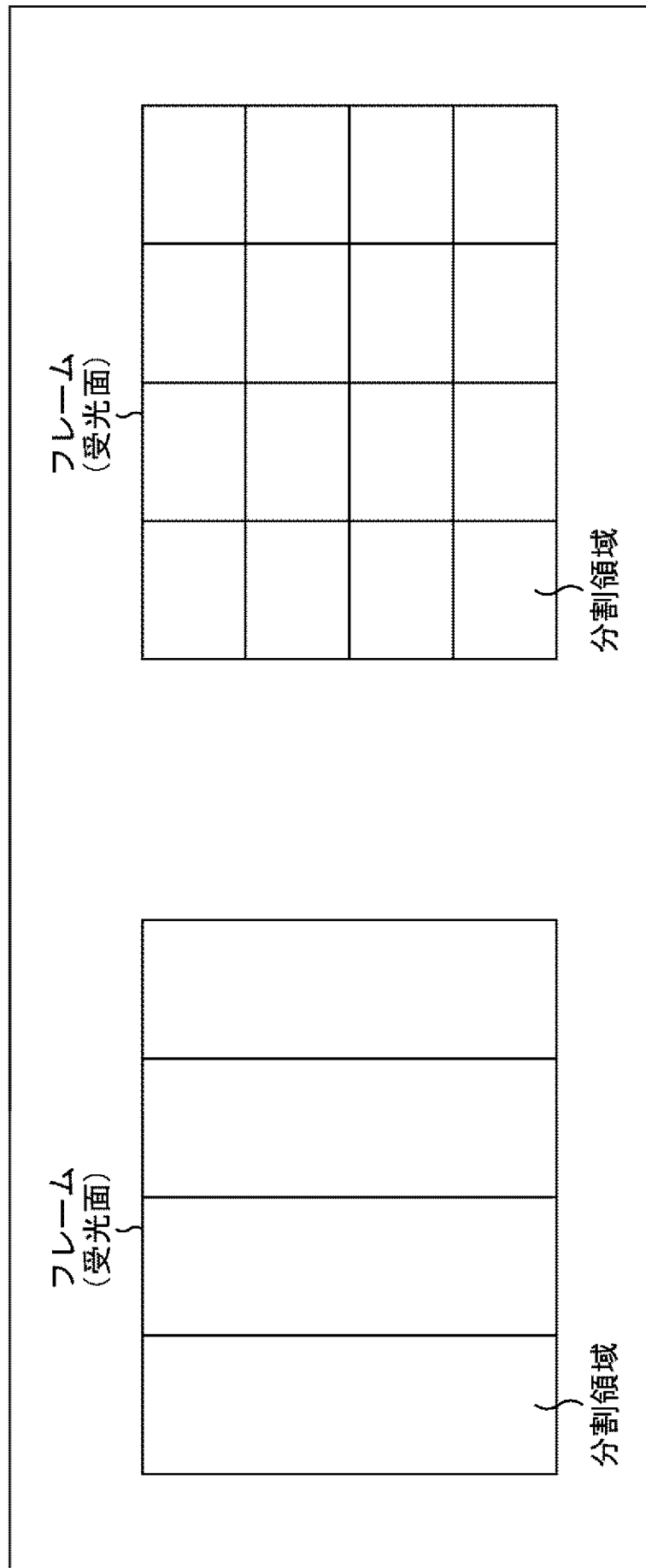
[図25]
FIG. 25

	フレーム間隔 (フレーム期間)	フレーム幅 (蓄積時間)
第3の設定方法	時間	時間
第4の設定方法	時間	イベントデータ数
第5の設定方法	イベントデータ数	時間
第6の設定方法	イベントデータ数	イベントデータ数

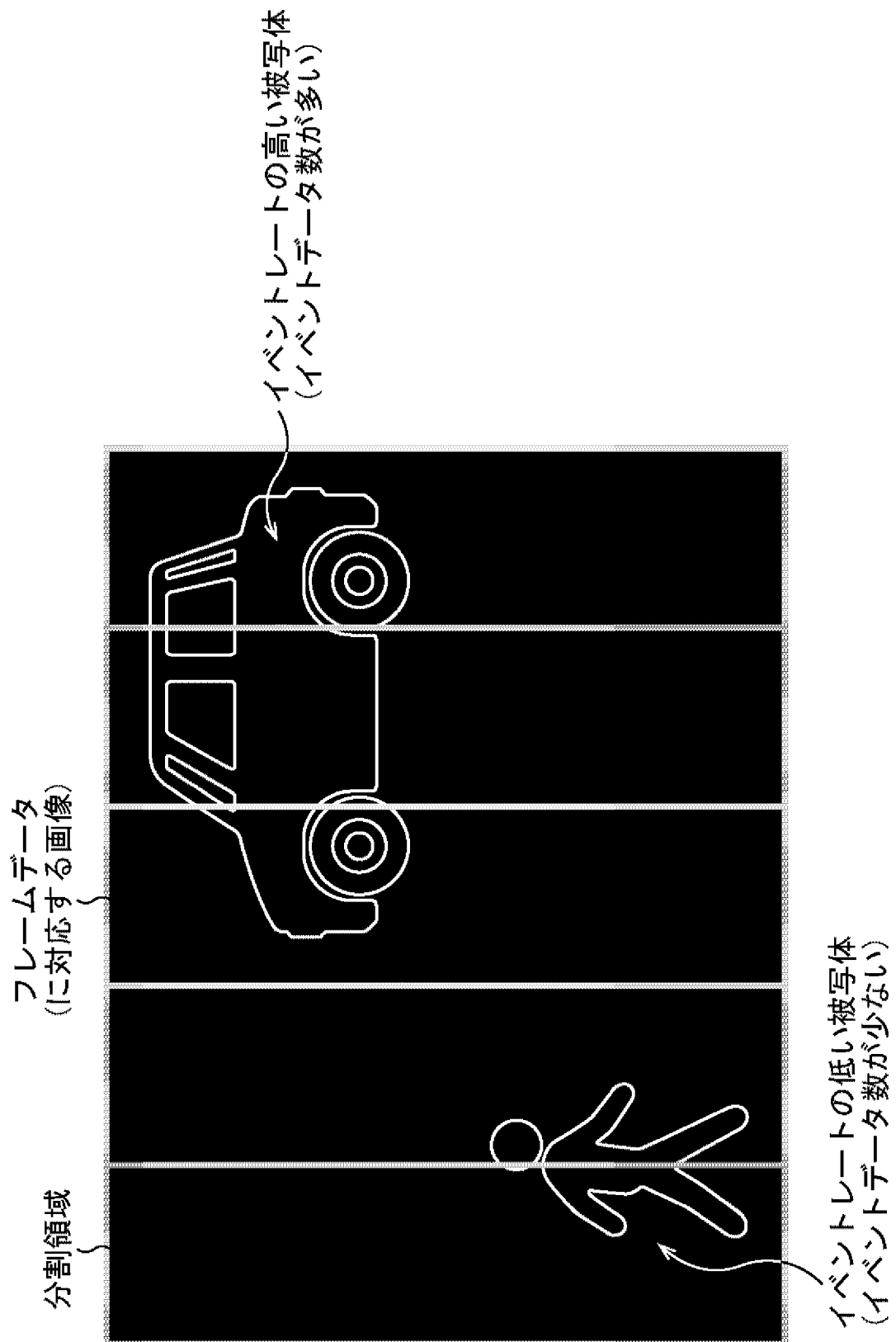
[図26]
FIG. 26



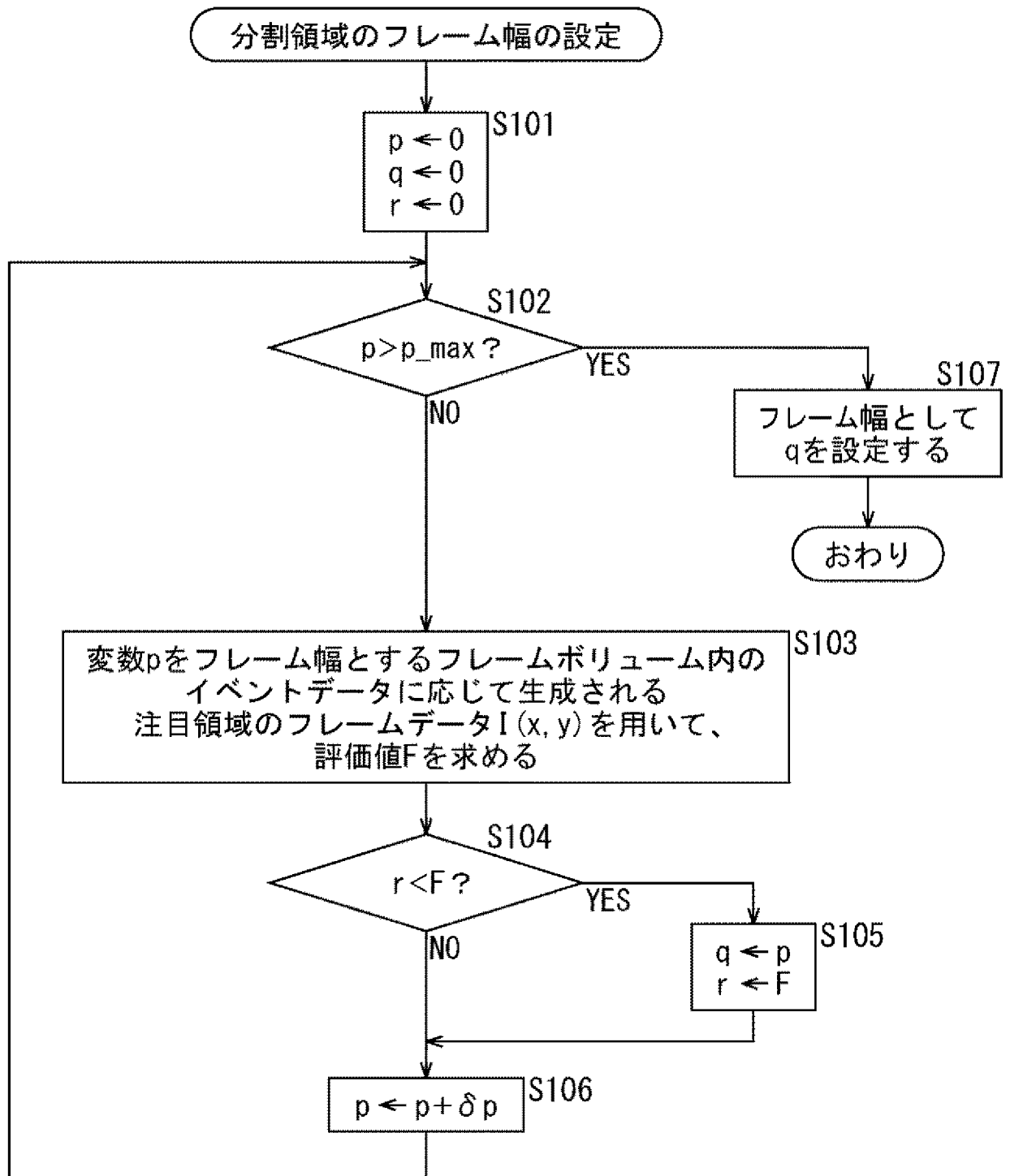
[図27]
FIG. 27



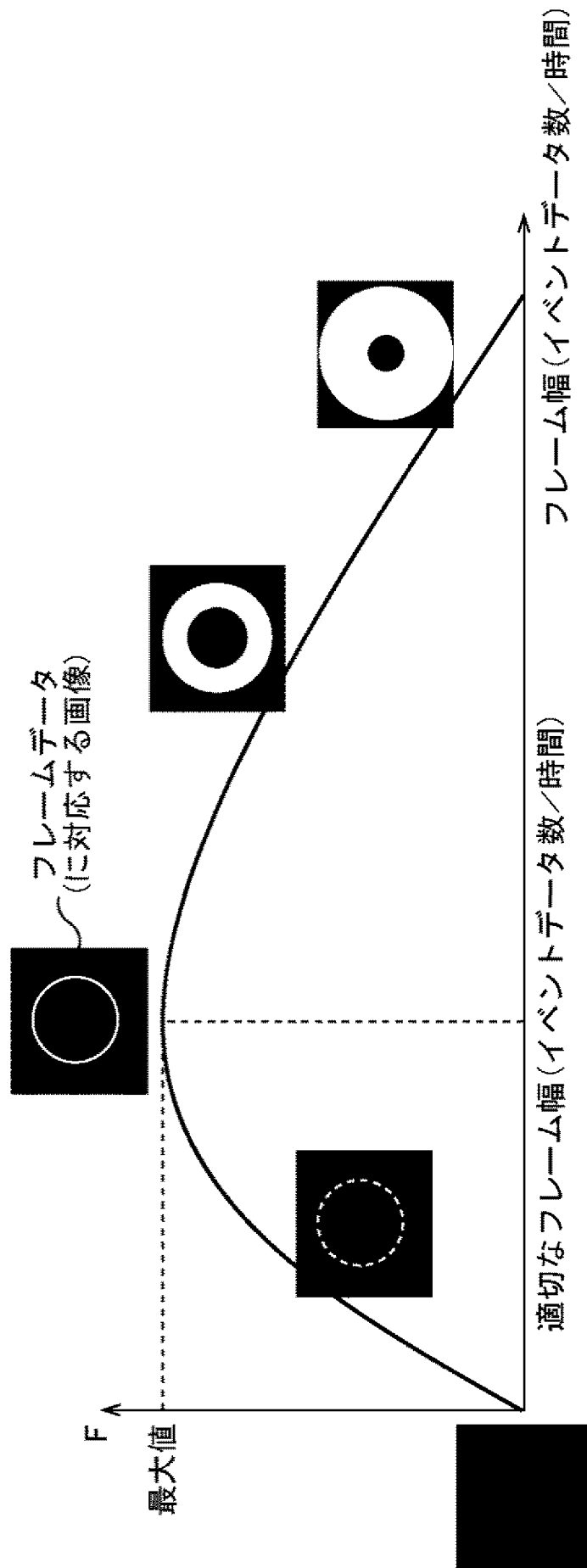
[図28]
FIG. 28



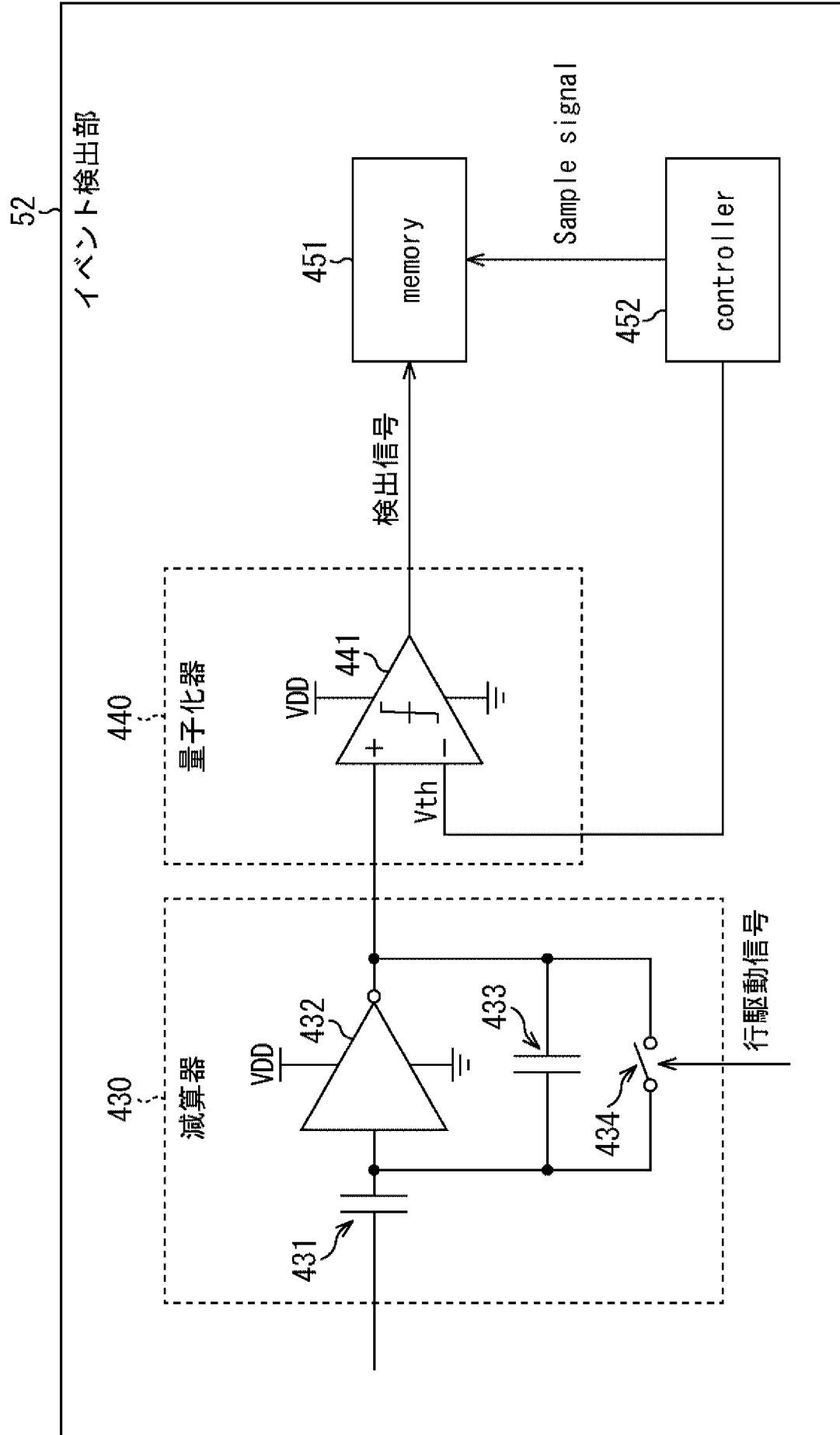
[図29]
FIG. 29



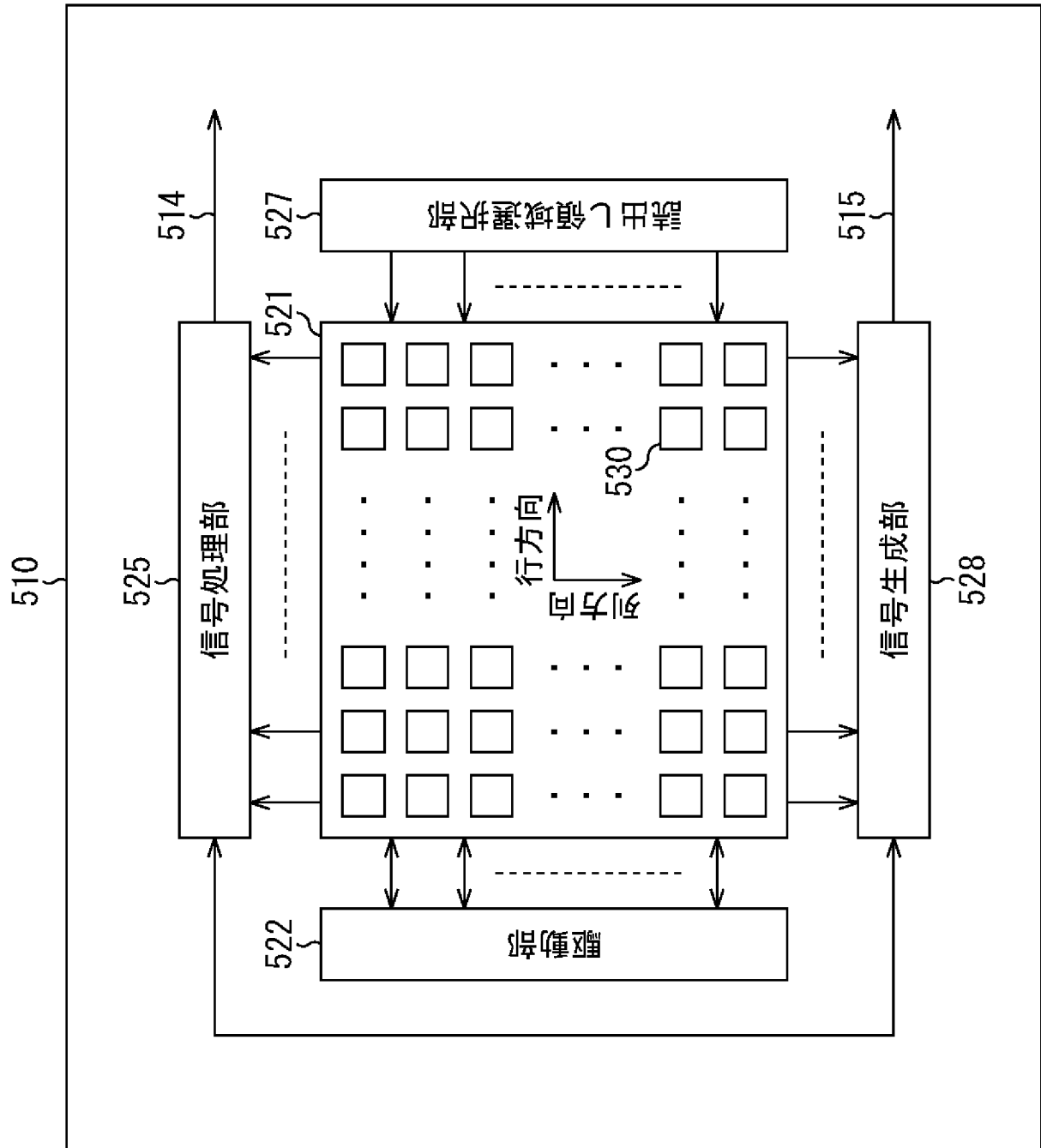
[図30]
FIG. 30



[図31]



[図32]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/038112

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G06T7/254 (2017.01) 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. G06T7/254, G06T7/00, G06T1/00, H04N5/235

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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 A	JP 2010-510732 A (AIT AUSTRIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY GMBH) 02 April 2010, abstract, paragraphs [0001]-[0083], fig. 1a-8 & US 2010/0182468 A1 abstract, fig. 1a-8, paragraphs [0001]-[0057] & WO 2008/061268 A1	1-8, 12, 16-30 9-11, 13-15

☒ 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
04 December 2019 (04.12.2019)

Date of mailing of the international search report
17 December 2019 (17.12.2019)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/038112

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2018-509847 A (UNIVERSITE PIERRE ET MARIE CURIE (PARIS 6)) 05 April 2018, abstract, paragraphs [0001]-[0057], fig. 1-8c & US 2018/0063449 A1 abstract, fig. 1-8c, paragraphs [0001]-[0091] & WO 2016/146937 A1 & FR 3033914 A1 & CN 107873097 A	1-30
A	JP 2012-257193 A (SONY CORP.) 27 December 2012, abstract & US 2012/0287294 A1 abstract & US 2014/0313400 A1 & EP 2523452 A1 & CN 102780849 A	1-30

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G06T7/254(2017.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G06T7/254, G06T7/00, G06T1/00, H04N5/235

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2010-510732 A (エーアイティー オーストリアン インスティテュート オブ テクノロジー ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテル ハフツング) 2010.04.02, 要約、段落[0001]-[0083]、	1-8, 12, 16-30
A	図 1a-8 & US 2010/0182468 A1 Abstract, Figs. 1a-8, [0001]-[0057] & WO 2008/061268 A1	9-11, 13-15

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

04.12.2019

国際調査報告の発送日

17.12.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

真木 健彦

5H

9569

電話番号 03-3581-1101 内線 3531

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2018-509847 A (ユニヴェルシテ・ピエール・エ・マリ・キュリ・ (パリ・6)) 2018.04.05, 要約、段落[0001]-[0057]、図 1-8c & US 2018/0063449 A1 Abstract, Figs.1-8c, [0001]-[0091] & WO 2016/146937 A1 & FR 3033914 A1 & CN 107873097 A	1-30
A	JP 2012-257193 A (ソニー株式会社) 2012.12.27, 要約 & US 2012/0287294 A1 Abstract & US 2014/0313400 A1 & EP 2523452 A1 & CN 102780849 A	1-30