

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6452354号  
(P6452354)

(45) 発行日 平成31年1月16日(2019.1.16)

(24) 登録日 平成30年12月21日(2018.12.21)

(51) Int.Cl.

F I

H O 4 N 5/369 (2011.01)

H O 4 N 5/369

H O 4 N 5/374 (2011.01)

H O 4 N 5/374

H O 1 L 27/146 (2006.01)

H O 1 L 27/146

A

請求項の数 18 (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2014-177358 (P2014-177358)  
 (22) 出願日 平成26年9月1日(2014.9.1)  
 (65) 公開番号 特開2016-52054 (P2016-52054A)  
 (43) 公開日 平成28年4月11日(2016.4.11)  
 審査請求日 平成29年3月31日(2017.3.31)

(73) 特許権者 000001007  
 キヤノン株式会社  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
 (74) 代理人 100090273  
 弁理士 國分 孝悦  
 (72) 発明者 鈴木 聡史  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ  
 ヤノン株式会社内  
 審査官 松永 隆志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光を電荷に変換する第1及び第2の単位画素を有する撮像素子と、  
 被写体に対して光を投射する発光装置と、

1フレーム期間内に前記第1及び第2の単位画素の信号の蓄積及び読み出しを行うよう  
 に前記撮像素子を駆動する駆動手段と、

前記第1の単位画素の出力信号を用いて瞳分割位相差検出方式による被写体の焦点検出  
 を行う第1の焦点検出手段と、

前記第2の単位画素の出力信号を用いて前記発光装置により前記被写体に光を投射して  
 から前記第2の単位画素により反射光を受光するまでの時間に基づくTOF(Time  
 of Flight)方式による被写体の焦点検出を行う第2の焦点検出手段と、

前記第1の単位画素及び前記第2の単位画素の出力信号を用いて撮影画像を生成する生  
 成手段と、

を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記生成手段は、前記第1の焦点検出手段により被写体の焦点検出を行う場合に、前記  
 第1の単位画素及び前記第2の単位画素の出力信号を用いて撮影画像を生成し、前記第2  
 の焦点検出手段により被写体の焦点検出を行う場合に、前記第2の単位画素の出力信号を  
 用いずに前記第1の単位画素の出力信号を用いて撮影画像を生成することを特徴とする請  
 求項1に記載の撮像装置。

## 【請求項 3】

前記第 1 の焦点検出手段が、前記発光装置が光を投射しない場合の前記第 1 の単位画素の出力信号を基にした被写体の焦点検出後、前記第 1 の単位画素の出力信号に応じて、前記第 1 の焦点検出手段及び前記第 2 の焦点検出手段のいずれかにより被写体の焦点検出を行うことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の撮像装置。

## 【請求項 4】

さらに、撮影条件に応じて前記第 1 の焦点検出手段を用いて焦点検出を行う第 1 のモードと、前記第 2 の焦点検出手段を用いて焦点検出を行う第 2 のモードのいずれかを選択する制御手段を有することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項 に記載の撮像装置。

## 【請求項 5】

前記制御手段は、前記被写体の輝度に応じて前記第 1 のモードと前記第 2 のモードのいずれかを選択することを特徴とする請求項 4 に記載の撮像装置。

## 【請求項 6】

前記制御手段は、前記被写体の輝度が第 1 の閾値よりも高い場合に前記第 1 のモードを選択して前記被写体の焦点検出を行い、前記被写体の輝度が前記第 1 の閾値よりも低い場合に前記第 2 のモードを選択して前記被写体の焦点検出を行うように制御することを特徴とする請求項 5 に記載の撮像装置。

## 【請求項 7】

前記制御手段は、前記被写体までの距離が第 2 の閾値よりも遠い場合に前記第 1 のモードを選択して前記被写体の焦点検出を行い、前記被写体までの距離が第 2 の閾値よりも近い場合に前記第 2 のモードを選択して前記被写体の焦点検出を行うように制御することを特徴とする請求項 4 に記載の撮像装置。

## 【請求項 8】

前記第 1 の単位画素は、単一のマイクロレンズを共有する複数の光電変換部を有し、  
前記第 1 の焦点検出手段は、前記複数の光電変換部の信号を基に被写体の焦点検出を行うことを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項 に記載の撮像装置。

## 【請求項 9】

前記第 2 の焦点検出手段は、前記発光装置が投射する光と、前記第 2 の単位画素が受光した光との位相差を基に被写体の焦点検出を行うことを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項 に記載の撮像装置。

## 【請求項 10】

前記第 2 の単位画素は、1 つの光電変換部を有することを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項 に記載の撮像装置。

## 【請求項 11】

前記第 2 の単位画素は、単一のマイクロレンズを共有する複数の光電変換部を備えることを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項 に記載の撮像装置。

## 【請求項 12】

前記第 1 の単位画素と前記第 2 の単位画素とは、各々の駆動方法が異なることを特徴とする請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項 に記載の撮像装置。

## 【請求項 13】

複数の前記第 1 の単位画素が並ぶ第 1 の行と、複数の前記第 2 の単位画素が並ぶ第 2 の行を有することを特徴とする請求項 1 ~ 12 のいずれか 1 項 に記載の撮像装置。

## 【請求項 14】

前記第 2 の焦点検出手段により被写体の焦点検出を行う場合には、前記第 1 の単位画素の電荷蓄積期間と前記第 2 の単位画素の電荷蓄積期間は異なることを特徴とする請求項 1 ~ 13 のいずれか 1 項 に記載の撮像装置。

## 【請求項 15】

前記撮像素子は、光を電荷に変換する第 3 の単位画素を有し、  
前記駆動手段は、1 フレーム期間内に前記第 1 乃至第 3 の単位画素の信号の蓄積及び読み出しを行うように前記撮像素子を駆動し、

10

20

30

40

50

前記生成手段は、前記第1乃至第3の単位画素の出力信号を用いて撮影画像を生成し、  
前記第1の焦点検出手段及び前記第2の焦点検出手段は、前記第3の単位画素の出力信号を用いず被写体の焦点検出を行うことを特徴とする請求項1～13のいずれか1項に記載の撮像装置。

【請求項16】

前記第2の焦点検出手段により被写体の焦点検出を行う場合、前記第1の単位画素の電荷蓄積期間と前記第2の単位画素の電荷蓄積期間と前記第3の単位画素の電荷蓄積期間は異なることを特徴とする請求項15に記載の撮像装置。

【請求項17】

前記第2の単位画素の電荷蓄積期間は、前記発光装置が光を投射する期間を含むことを特徴とする請求項16に記載の撮像装置。

10

【請求項18】

前記第3の単位画素の電荷蓄積期間は、前記発光装置が光を投射する期間を含まないことを特徴とする請求項16に記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

20

近年、電子カメラ等の撮像装置において、光の強度分布のみならず光の入射方向や距離情報をも取得可能な撮像装置が知られている。

【0003】

特許文献1では、撮像装置において、瞳分割方式の焦点検出が可能な技術が開示されている。特許文献1では、1つの画素は2つのフォトダイオードを有しており（以下、これらを分割画素という）、各フォトダイオードは1つのマイクロレンズによって撮影レンズの異なる瞳を通過した光を受光する。したがって、2つのフォトダイオードからの出力信号波形を比較することで、瞳分割位相差AFや距離検出用画像の取得が可能となる。また、2つのフォトダイオードからの出力信号を加算することで、通常の撮像画像を得ることができる。

30

【0004】

また、特許文献2では、撮像装置において、いわゆる光走行時間法、あるいはTOF（Time of Flight）方式の焦点検出が可能な技術が開示されている。特許文献2には、1つの画素は1つのフォトダイオードに対して2つのフローティングディフュージョンと2つの転送スイッチを有している。そして、投射光のパルスタイミングに同期し、2つの転送スイッチを交互に開閉させることで、反射光により発生した電荷を1つのフォトダイオードから2つのフローティングディフュージョンへ配分する。その電荷の配分比から被写体までの距離を推定することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0005】

【特許文献1】特開2001-124984号公報

【特許文献2】国際公開第2007/026777号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、瞳分割方式の焦点検出は、被写体の明暗を用いたコントラスト方式等に比べて、焦点検出の高速化が可能であるが、被写界深度が深い状況や、また画像周辺部など、光学的な諸条件によっては瞳分割位相差が得られにくい。そのため、瞳分割方式の焦点検出は、良好な焦点検出や距離検出用画像の取得を行うことが難しい場合がある。一方で、光

50

走行時間法では、画素単位で距離情報の取得が可能であるが、遠距離被写体に対して投射光が届かない場合や反射率の低い被写体に対して測定が困難である。

【 0 0 0 7 】

本発明の目的は、状況に応じた適切な焦点検出を行うことができる撮像装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本発明の撮像装置は、光を電荷に変換する第 1 及び第 2 の単位画素を有する撮像素子と、被写体に対して光を投射する発光装置と、1 フレーム期間内に前記第 1 及び第 2 の単位画素の信号の蓄積及び読み出しを行うように前記撮像素子を駆動する駆動手段と、前記第 1 の単位画素の出力信号を用いて瞳分割位相差検出方式による被写体の焦点検出を行う第 1 の焦点検出手段と、前記第 2 の単位画素の出力信号を用いて前記発光装置により前記被写体に光を投射してから前記第 2 の単位画素により反射光を受光するまでの時間に基づく T O F ( T i m e o f F l i g h t ) 方式による被写体の焦点検出を行う第 2 の焦点検出手段と、前記第 1 の単位画素及び前記第 2 の単位画素の出力信号を用いて撮影画像を生成する生成手段と、を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

光学的な諸条件に応じた適切な焦点検出を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図 1】撮像装置の構成例を示すブロック図である。

【図 2】第 1 の実施形態における撮像素子の画素配置図である。

【図 3】撮影レンズの射出瞳から出た光束が単位画素に入射する概念図である。

【図 4】第 1 の実施形態における単位画素内の構成例を示す模式図である。

【図 5】位相差検出用単位画素内の構成例を示す回路図である。

【図 6】T O F 焦点検出用単位画素内の構成例を示す回路図である。

【図 7】第 1 の実施形態における撮像素子の読み出し回路を説明する図である。

【図 8】位相差検出用画素の駆動方法を示すタイミングチャートである。

【図 9】T O F 焦点検出用画素の第 1 の駆動方法のタイミングチャートである。

【図 1 0】T O F 焦点検出用画素の第 2 の駆動方法のタイミングチャートである。

【図 1 1】T O F 方式に係るパルスタイミングを説明する模式図である。

【図 1 2】撮像動作を説明するフローチャートである。

【図 1 3】第 1 の焦点検出駆動方法を説明する読み出しタイミングチャートである。

【図 1 4】第 2 の焦点検出駆動方法を説明する読み出しタイミングチャートである。

【図 1 5】第 2 の実施形態における撮像素子の画素配置図である。

【図 1 6】第 2 の実施形態における単位画素内の構成例を示す模式図である。

【図 1 7】通常の撮像用単位画素内の構成例を示す回路図である。

【図 1 8】第 2 の実施形態における撮像素子の読み出し回路を説明する図である。

【図 1 9】通常の撮像画素の駆動方法を示すタイミングチャートである。

【図 2 0】第 1 の焦点検出駆動方法を説明する読み出しタイミングチャートである。

【図 2 1】第 2 の焦点検出駆動方法を説明する読み出しタイミングチャートである。

【図 2 2】第 3 の実施形態における撮像素子の画素配置図である。

【図 2 3】第 3 の実施形態における単位画素内の構成例を示す模式図である。

【図 2 4】第 3 の実施形態における単位画素内の構成例を示す回路図である。

【図 2 5】第 3 の実施形態における撮像素子の読み出し回路を説明する図である。

【図 2 6】位相差検出用画素の駆動方法を示すタイミングチャートである。

【図 2 7】T O F 焦点検出用画素の駆動方法を示すタイミングチャートである。

【図 2 8】通常の撮像画素の駆動方法を示すタイミングチャートである。

【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 1 1 】

## ( 第 1 の実施形態 )

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態による撮像装置 1 0 0 の構成例を示すブロック図である。撮影レンズ 1 0 1 を通過した光は、レンズ絞り 2 0 4 を介して、撮影レンズ 1 0 1 の焦点位置近傍に結像する。マイクロレンズアレイ 1 0 2 は、複数のマイクロレンズ 1 0 2 0 を有し、撮影レンズ 1 0 1 の焦点位置近傍に配置されることで、撮影レンズ 1 0 1 の異なる瞳領域を通過した光を瞳領域毎に分割して出射する。撮像素子 1 0 3 は、C M O S イメージセンサや C C D イメージセンサ等の固体撮像素子であり、1つのマイクロレンズ 1 0 2 0 に対して複数の画素が対応するように配置される。撮像素子 1 0 3 は、マイクロレンズ 1 0 2 0 で瞳領域毎に分割して出射された光を、分割情報を保ったまま受光し、データ処理可能な画像信号に変換する。

10

## 【 0 0 1 2 】

アナログ信号処理回路 ( A F E ) 1 0 4 は、撮像素子 1 0 3 から出力される画像信号に対して、相関二重サンプリング処理、信号増幅、基準レベル調整、アナログ / デジタル変換処理等を行う。デジタル信号処理回路 ( D F E ) 1 0 5 は、アナログ信号処理回路 1 0 4 から出力される画像信号に対して、基準レベル調整等のデジタル画像処理を行う。

## 【 0 0 1 3 】

画像処理回路 1 0 6 は、デジタル信号処理回路 1 0 5 から出力された画像信号に対して、後述する A 像及び B 像の相関演算や焦点検出、また所定の画像処理や欠陥補正等を施す。メモリ回路 1 0 7 及び記録回路 1 0 8 は、画像処理回路 1 0 6 から出力された画像信号等を記録保持する不揮発性メモリあるいはメモリカード等の記録媒体である。

20

## 【 0 0 1 4 】

制御回路 1 0 9 は、撮影レンズ 1 0 1、撮像素子 1 0 3、画像処理回路 1 0 6、操作回路 1 1 0、表示回路 1 1 1 及び発光装置 1 1 2 等の撮像装置全体を統括的に駆動・制御する。操作回路 1 1 0 は、撮像装置 1 0 0 に備え付けられた操作部材からの信号を入力し、制御回路 1 0 9 に対してユーザーの命令を出力する。表示回路 1 1 1 は、撮影後の画像やライブビュー画像、各種設定画面等を表示する。発光装置 1 1 2 は、制御回路 1 0 9 からの信号 P L I G H T ( 図 8 ~ 図 1 1 ) に応じて、被写体に対して光を投射する。

## 【 0 0 1 5 】

次に、撮影レンズ 1 0 1、マイクロレンズアレイ 1 0 2 及び撮像素子 1 0 3 の関係と、画素の定義、及び瞳分割方式による焦点検出の原理を説明する。

30

## 【 0 0 1 6 】

図 2 は、撮像素子 1 0 3 及びマイクロレンズ 1 0 2 0 を図 1 の光軸 Z 方向から観察した図である。本実施形態では、1つのマイクロレンズ 1 0 2 0 に対して1つの単位画素 2 0 0 が設けられる。図 2 においては、撮像素子 1 0 3 は、 $8 \times 8 = 64$  個の単位画素 2 0 0 を有する。各単位画素 2 0 0 は、それぞれ X 座標と Y 座標のアドレスを ( X , Y ) と表記する。単位画素 2 0 0 は、光を電荷に変換する。ここで、Y 座標が 0、1、2、4、5、6 の 6 行に配置されている単位画素 2 0 0 は、1つのマイクロレンズ 1 0 2 0 に対して 2 個の分割画素 2 0 1 A 及び 2 0 1 B を有する。分割画素 2 0 1 A 及び 2 0 1 B は、X 軸方向に並ぶ。また、Y 座標が 3、6 の 2 行に配置されている単位画素 2 0 0 は、1つのマイクロレンズ 1 0 2 0 に対して 1 つの画素を有する。2 つの分割画素 2 0 1 A 及び 2 0 1 B で構成される 6 行の単位画素 2 0 0 は、瞳分割位相差検出方式の焦点検出に使用され、1 つの画素で構成される 2 行の単位画素 2 0 0 は、T O F 方式焦点検出に使用される。

40

## 【 0 0 1 7 】

図 3 は、撮影レンズ 1 0 1 から出射された光が 1 つのマイクロレンズ 1 0 2 0 を通過して単位画素 2 0 0 で受光される様子を光軸 Z に対して垂直方向 ( Y 軸方向 ) から観察した図である。瞳領域 2 0 2 及び 2 0 3 は、撮影レンズ 1 0 1 の射出瞳領域を表す。瞳領域 2 0 2 及び 2 0 3 を通過した光は、光軸 Z を中心として単位画素 2 0 0 に入射する。瞳領域 2 0 2 を通過する光束はマイクロレンズ 1 0 2 0 を通して分割画素 2 0 1 A で受光され、瞳領域 2 0 3 を通過する光束はマイクロレンズ 1 0 2 0 を通して分割画素 2 0 1 B で受光

50

される。したがって、分割画素 201A 及び 201B は、それぞれ撮影レンズ 101 の異なる瞳領域 202 及び 203 の光を受光している。

【0018】

複数の単位画素 200 内の分割画素 201A の出力信号群で構成した被写体像を A 像とする。同様に、複数の単位画素 200 内の分割画素 201B の出力信号群で構成した被写体像を B 像とする。

【0019】

画像処理回路 106 は、A 像及び B 像に対して相関演算を実施し、像のずれ量（瞳分割位相差）を検出する。さらに、画像処理回路 106 は、像のずれ量に対して撮影レンズ 101 の焦点位置と光学系から決まる変換係数を乗じることで、画像内の任意の被写体位置に対応した焦点位置を算出することができる。制御回路 109 は、ここで算出された焦点位置を基に撮影レンズ 101 のフォーカスを制御することで瞳分割位相差 AF が可能となる。また、画像処理回路 106 は、A 像信号と B 像信号との加算を A + B 像信号とすることで、この A + B 像信号を通常の撮影画像に用いることができる。

【0020】

図 5 は、図 2 の Y 座標が 0、1、2、4、5、6 の単位画素 200 の構成例を示す回路図であり、瞳分割位相差検出方式の焦点検出に使用される第 1 の単位画素 200 を示す。Y 座標が 0、1、2、4、5、6 の行は、それぞれ、複数の図 5 の第 1 の単位画素 200 が並ぶ行である。第 1 の単位画素 200 は、第 1 のフォトダイオード 301A 及び第 2 のフォトダイオード 301B を有する。第 1 のフォトダイオード 301A は分割画素 201A に対応し、第 2 のフォトダイオード 301B は分割画素 201B に対応する。第 1 のフォトダイオード 301A には転送スイッチ 302A が接続され、第 2 のフォトダイオード 301B には転送スイッチ 302B が接続される。転送スイッチ 302A にはフローティングディフュージョン 303A が接続され、転送スイッチ 302B にはフローティングディフュージョン 303B が接続される。フローティングディフュージョン 303A にはリセットスイッチ 304A 及びソースフォロアアンプ 305A が接続される。フローティングディフュージョン 303B にはリセットスイッチ 304B 及びソースフォロアアンプ 305B が接続される。ソースフォロアアンプ 305A にはセレクトスイッチ 306A が接続される。ソースフォロアアンプ 305B にはセレクトスイッチ 306B が接続される。リセットスイッチ 304A と 304B 及びソースフォロアアンプ 305A と 305B のドレインは、基準電位（VDD）ノード 308 に接続される。

【0021】

フォトダイオード 301A 及び 301B は、同一のマイクロレンズ 1020 を通過した光を受光し、その受光量に応じた電荷を生成する光電変換部である。転送スイッチ 302A は、転送パルス信号 PTX A に応じて、第 1 のフォトダイオード 301A で発生した電荷をフローティングディフュージョン 303A に転送する。転送スイッチ 302B は、転送パルス信号 PTX B に応じて、第 2 のフォトダイオード 301B で発生した電荷をフローティングディフュージョン 303B に転送する。フローティングディフュージョン 303A 及び 303B は、電荷を一時的に保持するとともに、保持した電荷を電圧に変換する電荷電圧変換部である。

【0022】

リセットスイッチ 304A は、リセットパルス信号 PRES に応じて、フローティングディフュージョン 303A の電位を基準電位 ノード 308 の電位にリセットする。リセットスイッチ 304B は、リセットパルス信号 PRES に応じて、フローティングディフュージョン 303B の電位を基準電位 ノード 308 の電位にリセットする。ソースフォロアアンプ 305A は、MOS トランジスタと基準電位 ノード 308 からなるソースフォロア回路であり、フローティングディフュージョン 303A に保持した電荷に基づく電圧を増幅して、画素信号として出力する。ソースフォロアアンプ 305B は、MOS トランジスタと基準電位 ノード 308 からなるソースフォロア回路であり、フローティングディフュージョン 303B に保持した電荷に基づく電圧を増幅して、画素信号として出力する。

## 【 0 0 2 3 】

セレクトスイッチ 3 0 6 A は、セレクトパルス信号 P S E L に応じて、ソースフォロアアンプ 3 0 5 A で増幅された画素信号を垂直出力線 3 0 7 A に出力する。セレクトスイッチ 3 0 6 B は、セレクトパルス信号 P S E L に応じて、ソースフォロアアンプ 3 0 5 B で増幅された画素信号を垂直出力線 3 0 7 B に出力する。垂直出力線 3 0 7 A 及び 3 0 7 B は、図 7 のように、同じ列の複数の単位画素 2 0 0 で共有される。

## 【 0 0 2 4 】

図 6 は、図 2 の Y 座標が 3、6 の単位画素 2 0 0 の構成例を示す回路図であり、T O F 方式の焦点検出に使用される第 2 の単位画素 2 0 0 を示す。Y 座標が 3、6 の行は、複数の図 6 の第 2 の単位画素 2 0 0 が並ぶ行である。第 2 の単位画素 2 0 0 は、1 つのフォトダイオード 3 0 1 を有する。フォトダイオード 3 0 1 は、画素に対応する。フォトダイオード 3 0 1 には 2 つの転送スイッチ 3 0 2 C 及び 3 0 2 D が接続される。転送スイッチ 3 0 2 C にはフローティングディフュージョン 3 0 3 C が接続される。転送スイッチ 3 0 2 D にはフローティングディフュージョン 3 0 3 D が接続される。フローティングディフュージョン 3 0 3 C にはリセットスイッチ 3 0 4 C 及びソースフォロアアンプ 3 0 5 C が接続される。フローティングディフュージョン 3 0 3 D にはリセットスイッチ 3 0 4 D 及びソースフォロアアンプ 3 0 5 D が接続される。ソースフォロアアンプ 3 0 5 C にはセレクトスイッチ 3 0 6 C が接続される。ソースフォロアアンプ 3 0 5 D にはセレクトスイッチ 3 0 6 D が接続される。リセットスイッチ 3 0 4 C と 3 0 4 D 及びソースフォロアアンプ 3 0 5 C と 3 0 5 D のドレインは、基準電位 ( V D D ) ノード 3 0 8 に接続される。

## 【 0 0 2 5 】

フォトダイオード 3 0 1 は、マイクロレンズ 1 0 2 0 を通過した光を受光し、その受光量に応じた電荷を生成する光電変換部である。転送スイッチ 3 0 2 C は、転送パルス信号 P T X C に応じて、フォトダイオード 3 0 1 で発生した電荷をフローティングディフュージョン 3 0 3 C に転送する。転送スイッチ 3 0 2 D は、転送パルス信号 P T X D に応じて、フォトダイオード 3 0 1 で発生した電荷をフローティングディフュージョン 3 0 3 D に転送する。フローティングディフュージョン 3 0 3 C 及び 3 0 3 D は、電荷を一時的に保持するとともに、保持した電荷を電圧に変換する電荷電圧変換部である。

## 【 0 0 2 6 】

リセットスイッチ 3 0 4 C は、リセットパルス信号 P R E S に応じて、フローティングディフュージョン 3 0 3 C の電位を基準電位 ノード 3 0 8 の電位にリセットする。リセットスイッチ 3 0 4 D は、リセットパルス信号 P R E S に応じて、フローティングディフュージョン 3 0 3 D の電位を基準電位 ノード 3 0 8 の電位にリセットする。ソースフォロアアンプ 3 0 5 C は、M O S トランジスタと基準電位 ノード 3 0 8 からなるソースフォロア回路であり、フローティングディフュージョン 3 0 3 C に保持した電荷に基づく電圧を増幅して、画素信号として出力する。ソースフォロアアンプ 3 0 5 D は、M O S トランジスタと基準電位 ノード 3 0 8 からなるソースフォロア回路であり、フローティングディフュージョン 3 0 3 D に保持した電荷に基づく電圧を増幅して、画素信号として出力する。

## 【 0 0 2 7 】

セレクトスイッチ 3 0 6 C は、セレクトパルス信号 P S E L に応じて、ソースフォロアアンプ 3 0 5 C で増幅された画素信号を垂直出力線 3 0 7 A に出力する。セレクトスイッチ 3 0 6 D は、セレクトパルス信号 P S E L に応じて、ソースフォロアアンプ 3 0 5 D で増幅された画素信号を垂直出力線 3 0 7 B に出力する。垂直出力線 3 0 7 A 及び 3 0 7 B は、図 7 のように、同じ列の複数の単位画素 2 0 0 で共有される。

## 【 0 0 2 8 】

図 4 ( a ) は、図 5 に対応し、図 2 の Y 座標が 0、1、2、4、5、6 の単位画素 2 0 0 のレイアウト図であり、瞳分割位相差検出方式の焦点検出に使用される第 1 の単位画素 2 0 0 を示す。第 1 の単位画素 2 0 0 は、単一のマイクロレンズ 1 0 2 0 を共有する第 1 のフォトダイオード 3 0 1 A 及び第 2 のフォトダイオード 3 0 1 B を有する。第 1 のフォトダイオード 3 0 1 A は、転送スイッチ 3 0 2 A に接続される。第 2 のフォトダイオード

10

20

30

40

50

301Bは、転送スイッチ302Bに接続される。転送スイッチ302Aは、フローティングディフュージョン303Aに接続される。転送スイッチ302Bは、フローティングディフュージョン303Bに接続される。

#### 【0029】

図4(b)は、図6に対応し、図2のY座標が3、6の単位画素200のレイアウト図であり、TOF方式の焦点検出に使用される単位画素200を示す。1つのマイクロレンズ1020に対して、フォトダイオード301が設けられる。フォトダイオード301の両端には、2つの転送スイッチ302C及び302Dが接続される。転送スイッチ302Cは、フローティングディフュージョン303Cに接続される。転送スイッチ302Dは、フローティングディフュージョン303Dに接続される。

10

#### 【0030】

図7は、撮像素子103、垂直シフトレジスタ401、列回路403、水平シフトレジスタ404及び出力アンプ407の構成例を示す図である。撮像素子103では、複数の単位画素200が行列状に配置されている。なお、図7においては、4行3列の計12個の単位画素200を図示するが、実際は、撮像素子103は数百万～数千万の単位画素200を有する。また、単位画素200は、ベイヤー配列に従って並べられ、それぞれ赤(R)、緑(G)、青(B)のカラーフィルタが設けられる。ここでは、発光装置112の投射光として用いられる赤外光や、より反射光の受光効率を上げることを目的として、赤外フィルタや透明フィルタを形成した画素を配置してもよい。垂直シフトレジスタ401は、各行の単位画素200に接続される信号線402を介して、単位画素200の行を選択・駆動する。単位画素200のフローティングディフュージョン303A～303Dで変換された信号は、それぞれ垂直出力線307A及び307Bを通り、列回路403に入力される。列回路403で処理された信号は、水平シフトレジスタ404により、水平出力線405及び406を通り、出力アンプ407に転送される。

20

#### 【0031】

続いて、列回路403の構成を説明する。クランプ容量408は、垂直出力線307A又は307Bに接続される。フィードバック容量409は、オペアンプ410の出力端子及び入力端子間に接続される。基準電圧ノード411は、基準電圧をオペアンプ410に供給する。スイッチ412は、リセット信号PCORに応じて、フィードバック容量409の両端をショートさせるためのスイッチである。容量413及び414は、電圧を保持するための容量である。スイッチ415は、信号PTSに応じて、オペアンプ410の出力電圧を容量413へ書き込む。スイッチ416は、信号PTNに応じて、オペアンプ410の出力電圧を容量414へ書き込む。スイッチ417は、水平シフトレジスタ404からの信号PHSに応じて、容量413の電圧を水平出力線405に転送する。スイッチ418は、水平シフトレジスタ404からの信号PHNに応じて、容量414の電圧を水平出力線406に転送する。出力アンプ407は、水平出力線405及び406の電圧の差分を出力する。

30

#### 【0032】

図8は、撮像装置の第1の駆動方法を示すタイミングチャートである。第1の駆動方法は、通常撮影及び瞳分割位相差検出方式の焦点検出における画素信号読み出しを行うための駆動方法である。通常撮影では、画像信号を生成する。瞳分割位相差検出方式の焦点検出では、瞳分割位相差検出方式の焦点検出を行う。第1の駆動方法では、2つのフォトダイオード301A及び301Bで発生した電荷をそれぞれ2つのフローティングディフュージョン303A及び303Bで読み出す。

40

#### 【0033】

始めに、期間HBKにおいて、時刻t0では、信号PRESがハイレベルであり、リセットスイッチ304A及び304Bがオンし、フローティングディフュージョン303A及び303Bがリセットされる。時刻t1では、信号PTXA及びPTXBがハイレベルとなり、転送スイッチ302A及び302Bがオンし、フォトダイオード301A及び301Bがリセットされる。時刻t2では、信号PTXA及びPTXBがローレベルにな

50



り、転送スイッチ 302A 及び 302B がオフし、フォトダイオード 301A 及び 301B の電荷蓄積期間が開始する。フォトダイオード 301A 及び 301B は、光電変換により電荷を生成する。

#### 【0034】

その後、時刻  $t_3$  では、信号 PSEL がハイレベルになり、セレクトスイッチ 306A 及び 306B がオンし、ソースフォロアアンプ 305A 及び 305B が動作状態となる。時刻  $t_4$  では、信号 PRES がローレベルになり、リセットスイッチ 304A 及び 304B がオフし、フローティングディフュージョン 303A 及び 303B のリセットが解除される。ソースフォロアアンプ 305A 及び 305B は、それぞれ、フローティングディフュージョン 303A 及び 303B の電荷に基づく電圧をリセット信号レベル（ノイズ成分）として、垂直出力線 307A 及び 307B を介して列回路 403 に出力する。時刻  $t_5$  では、信号 PCOR がローレベルになり、スイッチ 412 がオフし、オペアンプ 410 のリセット状態を解除する。時刻  $t_6$  では、信号 PTN がハイレベルになり、スイッチ 416 がオンし、オペアンプ 410 の出力信号がリセット信号レベルとして容量 414 に書き込む。時刻  $t_7$  では、信号 PTN がローレベルになり、スイッチ 416 がオフし、容量 414 への書き込みが終了する。

#### 【0035】

次に、時刻  $t_8$  では、信号 PTXA 及び PTXB がハイレベルになり、転送スイッチ 302A 及び 302B がオンする。すると、フォトダイオード 301A 及び 301B に蓄積された電荷は、それぞれ、フローティングディフュージョン 303A 及び 303B に転送される。時刻  $t_{10}$  では、信号 PTXA 及び PTXB がローレベルになり、転送スイッチ 302A 及び 302B がオフし、フォトダイオード 301A 及び 301B からフローティングディフュージョン 303A 及び 303B への電荷転送が終了する。すなわち、フォトダイオード 301A 及び 301B の電荷蓄積期間が終了する。ソースフォロアアンプ 305A 及び 305B は、それぞれ、フローティングディフュージョン 303A 及び 303B の電荷に応じた電圧を光信号レベル（光成分 + ノイズ成分）として、垂直出力線 307A 及び 307B を介して列回路 403 に出力する。時刻  $t_{13}$  では、信号 PTS がハイレベルになり、スイッチ 415 がオンし、オペアンプ 410 の出力信号を光信号レベルとして、容量 413 に書き込む。オペアンプ 410 は、クランプ容量 408 及びフィードバック容量 409 の比に応じた反転ゲインで増幅出力する。時刻  $t_{14}$  では、信号 PTS がローレベルになり、スイッチ 415 がオフし、容量 413 への書き込みが終了する。その後、時刻  $t_{15}$  では、信号 PRES がハイレベルになり、リセットスイッチ 304A 及び 304B がオンし、フローティングディフュージョン 303A 及び 303B がリセット状態になる。

#### 【0036】

次に、期間 HSR において、時刻  $t_{16} \sim t_{17}$  では、水平シフトレジスタ 404 は、各列の列回路 403 毎に順次、ハイレベルパルスの信号 PHS 及び PHN を出力する。すると、各列の列回路 403 のスイッチ 417 及び 418 は、順次オンし、各列の列回路 403 の容量 413 及び 414 に保持された信号はそれぞれ水平出力線 405 及び 406 に出力される。出力アンプ 407 は、水平出力線 405 及び 406 の信号の差分を差動信号レベル（光成分）として出力する。

#### 【0037】

この後、通常撮影の場合、画像処理回路 106 は、フォトダイオード 301A 及び 301B の電荷に基づく信号を加算して撮影画像としてもよい。一方、瞳分割位相差検出方式の焦点検出の場合は、画像処理回路 106 は、前述した A 像及び B 像に対する相関演算を施し、距離情報を取得する。また、この場合も、距離情報取得後に、画像処理回路 106 は、A 像と B 像の信号を加算してもよい。

#### 【0038】

図 9 は、撮像装置の第 2 の駆動方法を示すタイミングチャートである。第 2 の駆動方法は、図 6 の単位画素 200 に対し、発光装置 112 による発光を用いず、通常撮影の画素

10

20

30

40

50

信号読み出しを行うための駆動方法である。第2の駆動方法では、1つのフォトダイオード301で発生した電荷を2つのフローティングディフュージョン303C及び303Dに転送する。

【0039】

始めに、期間HBLKにおいて、時刻t0では、信号PRESがハイレベルであり、リセットスイッチ304C及び304Dがオンし、フローティングディフュージョン303C及び303Dがリセットされる。時刻t1では、信号PTXC及びPTXDがハイレベルになり、転送スイッチ302C及び302Dがオンし、フォトダイオード301がリセットされる。時刻t2では、信号PTXC及びPTXDがローレベルになり、転送スイッチ302C及び302Dがオフし、フォトダイオード301の電荷蓄積が開始される。

10

【0040】

その後、時刻t3では、信号PSELがハイレベルになり、セレクトスイッチ306C及び306Dがオンし、ソースフォロアアンプ305C及び305Dが動作状態になる。時刻t4では、信号PRESがローレベルになり、リセットスイッチ304C及び304Dがオフし、フローティングディフュージョン303C及び303Dのリセットが解除される。ソースフォロアアンプ305C及び305Dは、それぞれ、フローティングディフュージョン303C及び303Dの電荷に基づく電圧をリセット信号レベル(ノイズ成分)として、垂直出力線307A及び307Bを介して列回路403に出力する。時刻t5では、信号PCORがローレベルになり、スイッチ412がオフし、オペアンプ410のリセット状態が解除される。時刻t6では、信号PTNがハイレベルになり、スイッチ416がオンし、オペアンプ410の出力信号がリセット信号レベルとして容量414に書き込まれる。時刻t7では、信号PTNがローレベルになり、スイッチ416がオフし、容量414への書き込みが終了する。

20

【0041】

次に、時刻t8では、信号PTXC及びPTXDがハイレベルになり、転送スイッチ302C及び302Dがオンし、フォトダイオード301に蓄積された電荷がフローティングディフュージョン303C及び303Dに転送される。時刻t10では、信号PTXC及びPTXDがローレベルになり、転送スイッチ302C及び302Dがオフし、フォトダイオード301からフローティングディフュージョン303C及び303Dへの電荷転送が終了する。ソースフォロアアンプ305C及び305Dは、それぞれ、フローティングディフュージョン303C及び303Dの電荷に基づく電圧を光信号レベル(光成分+ノイズ成分)として、垂直出力線307A及び307Bを介して列回路403に出力する。時刻t13では、信号PTSがハイレベルになり、スイッチ415がオンし、オペアンプ410の出力信号が光信号レベルとして容量413に書き込まれる。オペアンプ410は、クランプ容量408及びフィードバック容量409の比に応じた反転ゲインで増幅出力する。時刻t14では、信号PTSがローレベルになり、スイッチ415がオフし、容量413への書き込みが終了する。その後、時刻t15では、信号PRESがハイレベルになり、リセットスイッチ304C及び304Dがオンし、フローティングディフュージョン303C及び303Dがリセット状態になる。

30

【0042】

次に、期間HSRにおいて、時刻t16~t17では、水平シフトレジスタ404は、各列の列回路403毎に順次、ハイレベルパルスの信号PHS及びPHNを出力する。すると、各列の列回路403のスイッチ417及び418は、順次オンし、各列の列回路403の容量413及び414に保持された信号はそれぞれ水平出力線405及び406に出力される。出力アンプ407は、水平出力線405及び406の信号の差分を差動信号レベル(光成分)として出力する。

40

【0043】

この後、通常撮影の場合、画像処理回路106は、フローティングディフュージョン303C及び303Dの電荷に基づく信号を加算して撮影画像として使用する。

【0044】

50

図10は、撮像装置の第3の駆動方法を示すタイミングチャートである。第3の駆動方法は、TOF方式の焦点検出における画素信号読み出しを行うための駆動方法である。第3の駆動方法では、1つのフォトダイオード301で発生した電荷を2つのフローティングディフュージョン303C及び303Dに転送する。

#### 【0045】

始めに、期間HBLKにおいて、時刻t0では、信号PRESがハイレベルであり、リセットスイッチ304C及び304Dがオンし、フローティングディフュージョン303C及び303Dがリセットされる。時刻t1では、信号PTXC及びPTXDがハイレベルになり、転送スイッチ302C及び302Dがオンし、フォトダイオード301がリセットされる。時刻t2では、信号PTXC及びPTXDがローレベルになり、転送スイッチ302C及び302Dがオフし、フォトダイオード301の電荷蓄積が開始する。

#### 【0046】

その後、時刻t3では、信号PSELがハイレベルになり、セレクトスイッチ306C及び306Dがオンし、ソースフォロアアンプ305C及び305Dが動作状態になる。時刻t4では、信号PRESがローレベルになり、リセットスイッチ304C及び304Dがオフし、フローティングディフュージョン303C及び303Dのリセットが解除される。ソースフォロアアンプ305C及び305Dは、それぞれ、フローティングディフュージョン303C及び303Dの電荷に基づく電圧をリセット信号レベル(ノイズ成分)として、垂直出力線307A及び307Bを介して列回路403に出力する。時刻t5では、信号PCORがローレベルになり、スイッチ412がオフし、オペアンプ410のリセット状態が解除される。時刻t6では、信号PTNがハイレベルになり、スイッチ416がオンし、オペアンプ410の出力信号がリセット信号レベルとして容量414に書き込まれる。時刻t7では、信号PTNがローレベルになり、スイッチ416がオフし、容量414への書き込みが終了する。

#### 【0047】

次に、時刻t8では、信号PTXCがハイレベルになり、転送スイッチ302Cがオンし、フォトダイオード301に蓄積された電荷がフローティングディフュージョン303Cに転送開始する。その後、時刻t9では、信号PLIGHTがハイレベルになり、発光装置112はパルス光の投射を開始する。時刻t10では、信号PTXCがローレベルになり、それと同時に信号PTXDがハイレベルになる。すると、転送スイッチ302Cがオフし、フォトダイオード301からフローティングディフュージョン303Cへの電荷転送が終了し、転送スイッチ302Dがオンし、フォトダイオード301からフローティングディフュージョン303Dへの電荷転送が開始する。時刻t11では、信号PLIGHTがローレベルになり、発光装置112はパルス光の投射を終了する。時刻t12では、信号PTXDがローレベルになり、転送スイッチ302Dがオフし、フォトダイオード301からフローティングディフュージョン303Dへの電荷転送が終了する。

#### 【0048】

ソースフォロアアンプ305C及び305Dは、それぞれ、フローティングディフュージョン303C及び303Dの電荷に基づく電圧を光信号レベル(光成分+ノイズ成分)として、垂直出力線307A及び307Bを介して列回路403に出力する。時刻t13では、信号PTSがハイレベルになり、スイッチ415がオンし、オペアンプ410の出力信号が光信号レベルとして容量413に書き込まれる。オペアンプ410は、クランプ容量408及びフィードバック容量409の比に応じた反転ゲインで増幅出力する。時刻t14では、信号PTSがローレベルになり、スイッチ415がオフし、容量413への書き込みが終了する。その後、時刻t15では、信号PRESがハイレベルになり、リセットスイッチ304C及び304Dがオンし、フローティングディフュージョン303C及び303Dがリセット状態になる。

#### 【0049】

次に、期間HSRにおいて、時刻t16~t17では、水平シフトレジスタ404は、各列の列回路403毎に順次、ハイレベルパルスの信号PHS及びPHNを出力する。す

ると、各列の列回路403のスイッチ417及び418は、順次オンし、各列の列回路403の容量413及び414に保持された信号はそれぞれ水平出力線405及び406に出力される。出力アンプ407は、水平出力線405及び406の信号の差分を差動信号レベル（光成分）として出力する。

#### 【0050】

この後、画像処理回路106は、後述するようにフローティングディフュージョン303C及び303Dの電荷に基づく信号の比を基に反射光の投射光に対する遅延時間を算出し、被写体までの距離を取得する。また、画像処理回路106は、フローティングディフュージョン303C及び303Dの電荷に基づく信号を加算してもよい。

#### 【0051】

ところで、図8の瞳分割位相差方式では光学的な諸条件によって位相差検出が難しい場合が考えられる。そこで、図10のTOF方式による焦点検出を行う。図11は、図10のタイミングチャートの一部を示すものであり、TOF方式の焦点検出の原理を説明する図である。

#### 【0052】

時刻 $t_8$ では、信号PTXCがハイレベルになり、転送スイッチ302Cがオンし、フォトダイオード301に蓄積された電荷がフローティングディフュージョン303Cに転送開始する。その後、時刻 $t_9$ では、信号PLIGHTがハイレベルになり、発光装置112はパルス光の投射を開始する。時刻 $t_{10}$ では、信号PTXCがローレベルになり、それと同時に信号PTXDがハイレベルになる。すると、転送スイッチ302Cがオフし、フォトダイオード301からフローティングディフュージョン303Cへの電荷転送が終了し、転送スイッチ302Dがオンし、フォトダイオード301からフローティングディフュージョン303Dへの電荷転送が開始する。時刻 $t_{11}$ では、信号PLIGHTがローレベルになり、発光装置112はパルス光の投射を終了する。時刻 $t_{12}$ では、信号PTXDがローレベルになり、転送スイッチ302Dがオフし、フォトダイオード301からフローティングディフュージョン303Dへの電荷転送が終了する。

#### 【0053】

ここで、信号PTXCによる転送スイッチ302Cのオン時間と信号PTXDによる転送スイッチ302Dのオン時間は等しい。発光装置112が投射するパルス光は、被写体に対して反射する。撮像装置から被写体までの距離がゼロならば、反射光は信号PLIGHTによるパルス光の投射期間と同期間に受光され、フローティングディフュージョン303C及び303Dの電荷に基づく信号は同じになる。

#### 【0054】

しかし、撮像装置から被写体までの距離がゼロでない場合、図11のように、反射光は、信号PLIGHTによるパルス光の投射期間に対して、 $(t_9' - t_9)$ 分だけ遅れて受光される。その結果、フローティングディフュージョン303Cは $(t_{10} - t_9')$ の期間に受光した反射光に応じた電荷を蓄積し、フローティングディフュージョン303Dは $(t_{11}' - t_{10})$ の期間に受光した反射光に応じた電荷を蓄積することになる。フローティングディフュージョン303C及び303Dの蓄積電荷量に偏りが生じる。画像処理回路106は、発光装置112が投射する光と、図6の単位画素200が受光した光との位相差を基に被写体までの距離を演算する。すなわち、画像処理回路106は、フローティングディフュージョン303C及び303Dの電荷に基づく信号の比を基に反射光の投射光に対する遅延時間を推定することができ、その遅延時間と光速との積を基に被写体までの距離を算出することができる。

#### 【0055】

以上を踏まえ、撮像装置の撮像動作について、図12に示すフローチャートを用いて説明する。ステップS801では、制御回路109は、ユーザーによる操作回路110の操作に応じて又は自動的に、静止画撮影、動画撮影等のモード設定、感度、絞り値などの撮影条件設定を行う。

#### 【0056】

ステップS 8 0 2では、制御回路1 0 9は、被写体の輝度が第1の閾値よりも高いか否かの判定を行う。被写体の輝度が第1の閾値よりも高い場合は、ステップS 8 0 4に進む。被写体の輝度が第1の閾値よりも低い場合はステップS 8 0 3に進む。

【0 0 5 7】

ステップS 8 0 3では、制御回路1 0 9は、前のフレームにおける焦点検出結果である被写体までの距離が第2の閾値より近いかな否かの判定を行う。被写体までの距離が第2の閾値よりも近い場合は、ステップS 8 0 5に進む。被写体までの距離が第2の閾値よりも遠い場合は、ステップS 8 0 4に進む。

【0 0 5 8】

ステップS 8 0 4では、図5の単位画素2 0 0は、発光装置1 1 2による発光を伴わない図8の第1の駆動方法（瞳分割位相差検出方式焦点検出）により信号を読み出し、図6の単位画素2 0 0は、図9の第2の駆動方法により信号を読み出す。その後、ステップS 8 0 6に進む。

【0 0 5 9】

ステップS 8 0 5では、図5の単位画素2 0 0は、図8の第1の駆動方法により信号を読み出し、図6の単位画素2 0 0は、発光装置1 1 2による発光を伴う図10の第3の駆動方法（TOF方式焦点検出）により信号を読み出す。その後、ステップS 8 0 6に進む。

【0 0 6 0】

ステップS 8 0 6では、画像処理回路1 0 6は、ステップS 8 0 4の信号を基に、瞳分割位相差検出方式により被写体までの距離を算出し、ステップS 8 0 5の信号を基に、TOF方式により被写体までの距離を算出する。具体的には、ステップS 8 0 4を通過した場合、画像処理回路1 0 6の第1の焦点検出部は、ステップS 8 0 4の発光装置1 1 2が光を投射しないで図5の単位画素2 0 0の出力信号を基に被写体までの距離に関する情報を取得（演算）する。ステップS 8 0 5を通過した場合、画像処理回路1 0 6の第2の焦点検出部は、ステップS 8 0 5の発光装置1 1 2が光を投射して図6の単位画素2 0 0の出力信号を基に被写体までの距離に関する情報を取得（演算）する。

【0 0 6 1】

また、画像処理回路1 0 6は、ステップS 8 0 4又はS 8 0 5で読み出された画像信号に対し、所定の画像処理を施し、画像信号をメモリ回路1 0 7、記録回路1 0 8、及び表示回路1 1 1に出力する。

【0 0 6 2】

ステップS 8 0 7では、制御回路1 0 9は、撮影終了の有無を判定する。継続ならばステップS 8 0 8に進み、終了ならば一連の動作を終了する。

【0 0 6 3】

ステップS 8 0 8では、制御回路1 0 9は、ステップS 8 0 6で得られた被写体までの距離を基にレンズ駆動量を算出する。ステップS 8 0 9では、制御回路1 0 9は、算出されたレンズ駆動量を基に撮影レンズ1 0 1を駆動することでフォーカス駆動を行う。その後、ステップS 8 0 1に戻り、上記動作を繰り返す。

【0 0 6 4】

なお、最初のフレームにおいて、ステップS 8 0 2及びS 8 0 3の判定ができない場合には、ステップS 8 0 1の後、ステップS 8 0 4に進む。すなわち、図12の1回目の処理では、ステップS 8 0 1からステップS 8 0 4に進む。その後の2回目の処理では、1回目の図5の単位画素2 0 0の出力を基に、ステップS 8 0 2及びS 8 0 3の判定を行う。すなわち、2回目以降の処理では、前フレームの単位画素2 0 0の出力信号を基に、ステップS 8 0 2及びS 8 0 3の判定を行う。なお、ステップS 8 0 2の判定は、測光部により測定された輝度を基に判定してもよい。

【0 0 6 5】

次に、撮像素子1 0 3の読み出しのタイミングについて図13及び図14を用いて説明する。図13は、図12のステップS 8 0 4の第1及び第2の駆動方法を説明する読み出

10

20

30

40

50

しタイミングチャートである。図 13 において、点線で区切られた期間 H 0 0 ~ H 1 5 は、それぞれ各行の読み出し期間を表すものである。また、表記の画素アドレスは、図 2 を用いて説明した画素配置のアドレスと同じものである。本実施形態においては、各行を順番に読み出すローリング方式による読み出しを行う。読み出す行の順番は、まず、瞳分割位相差検出方式の焦点検出が可能な図 5 の単位画素 2 0 0 の行を、Y 座標アドレスが小さい順に 6 行読み出し、続けて、T O F 方式の焦点検出が可能な図 6 の単位画素 2 0 0 の行を、Y 座標アドレスが小さい順に 2 行読み出す。この時、例えば、単位画素 ( 0 , 0 ) が信号を蓄積する期間は H 0 0 ~ H 0 7 の期間であり、単位画素 ( 0 , 3 ) が信号を蓄積する期間は H 0 6 ~ H 1 3 の期間となる。

【 0 0 6 6 】

10

図 14 は、図 12 のステップ S 8 0 5 の第 1 及び第 3 の駆動方法を説明する読み出しタイミングチャートである。図 14 においても、図 13 と同様に、読み出す行の順番は、まず、瞳分割位相差検出方式の焦点検出が可能な図 5 の単位画素 2 0 0 の行を、Y 座標アドレスが小さい順に 6 行読み出す。続けて、T O F 方式の焦点検出が可能な図 6 の単位画素 2 0 0 の行を、Y 座標アドレスが小さい順に 2 行読み出す。

【 0 0 6 7 】

また、T O F 方式の焦点検出に使用する発光装置 1 1 2 による発光を、信号 P L I G H T に従い、H 0 5 , H 0 6 , H 1 3 , H 1 4 の期間に行う。この時、例えば、瞳分割位相差検出方式の焦点検出が可能な図 5 の単位画素 2 0 0 の行の単位画素 ( 0 , 0 ) が電荷を蓄積する期間は H 0 0 ~ H 0 7 の期間である。

20

【 0 0 6 8 】

一方、T O F 方式の焦点検出が可能な図 6 の単位画素 2 0 0 の行の単位画素 ( 0 , 3 ) が電荷を蓄積する期間は、図 13 では H 0 6 ~ H 1 3 の期間であった。図 14 においては、発光装置 1 1 2 による発光の被写体からの反射光以外の外光の影響を極力抑えるため、期間 H 1 3 の発光の直前の期間 H 1 2 において、フォトダイオード 3 0 1 の信号のリセットを行うことにより、電荷蓄積期間は H 1 3 のみとする。

【 0 0 6 9 】

瞳分割位相差検出方式の焦点検出が可能な図 5 の単位画素 2 0 0 の電荷蓄積期間と、T O F 方式の焦点検出が可能な図 6 の単位画素 2 0 0 の電荷蓄積期間は、相互に異なる。T O F 方式の焦点検出が可能な図 6 の単位画素 2 0 0 の電荷蓄積期間は、発光装置 1 1 2 が光を投射する期間を含む。

30

【 0 0 7 0 】

以上のようにして、撮像素子 1 0 3 は、瞳分割位相差方式による焦点検出と T O F 方式による焦点検出の両方を行うことが可能であり、一方の焦点検出方式での焦点検出が困難な場合でも、もう一方の焦点検出方式の焦点検出結果を用いることが可能となる。これにより、撮影環境や被写体の状態によらず、適切な焦点検出を行うことが可能となる。

【 0 0 7 1 】

なお、上記説明では、距離を算出する画素をカラーフィルタの区別なく行ったが、投射光の色、例えば赤外光などに合わせて赤外フィルタの画素のみを用いてもよいし、より光を取り込むために透明フィルタや G フィルタの画素を用いてもよい。

40

【 0 0 7 2 】

( 第 2 の実施形態 )

次に、本発明の第 2 の実施形態による撮像装置について説明する。第 1 の実施形態では全ての単位画素 2 0 0 が焦点検出可能な単位画素であるのに対し、第 2 の実施形態では撮像専用の単位画素を混在させる。

【 0 0 7 3 】

図 15 は、図 2 と同様に、撮像素子 1 0 3 及びマイクロレンズ 1 0 2 0 を図 1 の光軸 Z 方向から観察した図である。撮像素子 1 0 3 は、 $8 \times 8 = 64$  個の単位画素 2 0 0 を有する。各単位画素 2 0 0 は、それぞれ X 座標と Y 座標のアドレスをもって、( X , Y ) と表記する。ここで、本実施形態においては、Y 座標が 0 , 4 の 2 行に配置されている単位画

50

素 2 0 0 は、1つのマイクロレンズ 1 0 2 0 に対して 2つの分割画素 2 0 1 A 及び 2 0 1 B が設けられる。また、Y 座標が 1、2、3、5、6、7 の 6 行に配置されている単位画素 2 0 0 は、1つのマイクロレンズ 1 0 2 0 に対して 1つの画素が設けられる。2つの分割画素 2 0 1 A 及び 2 0 1 B で構成される単位画素 2 0 0 は、瞳分割位相差検出方式の焦点検出に使用される。1つの画素で構成される単位画素 2 0 0 のうち、Y 座標が 3、7 の単位画素 2 0 0 は、T O F 方式の焦点検出に使用され、Y 座標が 1、2、5、6 の単位画素 2 0 0 は、焦点検出には使用されず、撮像にのみ使用される。

【 0 0 7 4 】

Y 座標が 0、4 の単位画素 2 0 0 は、図 5 の構成を有する。Y 座標が 3、7 の単位画素 2 0 0 は、図 6 の構成を有する。

10

【 0 0 7 5 】

図 1 7 は、図 1 5 の Y 座標が 1、2、5、6 の単位画素 2 0 0 の構成例を示す回路図である。単位画素 2 0 0 は、1つのフォトダイオード 3 0 1 を有する。フォトダイオード 3 0 1 には、転送スイッチ 3 0 2 E が接続される。転送スイッチ 3 0 2 E には、フローティングディフュージョン 3 0 3 E が接続される。フローティングディフュージョン 3 0 3 E には、リセットスイッチ 3 0 4 E 及びソースフォロアアンプ 3 0 5 E が接続される。ソースフォロアアンプ 3 0 5 E には、セレクトスイッチ 3 0 6 E が接続される。リセットスイッチ 3 0 4 E 及びソースフォロアアンプ 3 0 5 E のドレインは、基準電位 ( V D D ) ノード 3 0 8 に接続される。

【 0 0 7 6 】

20

フォトダイオード 3 0 1 は、マイクロレンズ 1 0 2 0 を通過した光を受光し、その受光量に応じた電荷を生成する光電変換部である。転送スイッチ 3 0 2 E は、転送パルス信号 P T X E に応じて、フォトダイオード 3 0 1 で発生した電荷をフローティングディフュージョン 3 0 3 E に転送する。フローティングディフュージョン 3 0 3 E は、電荷を一時的に保持するとともに、保持した電荷を電圧に変換する電荷電圧変換部である。

【 0 0 7 7 】

リセットスイッチ 3 0 4 E は、リセットパルス信号 P R E S に応じて、フローティングディフュージョン 3 0 3 E の電位を基準電位 ノード 3 0 8 の電位にリセットする。ソースフォロアアンプ 3 0 5 E は、M O S トランジスタと基準電位 V D D 3 0 8 からなるソースフォロア回路であり、フローティングディフュージョン 3 0 3 E に保持した電荷に基づく電圧を増幅して、画素信号として出力する。

30

セレクトスイッチ 3 0 6 E は、セレクトパルス信号 P S E L に応じて、ソースフォロアアンプ 3 0 5 E で増幅された画素信号を垂直出力線 3 0 7 A に出力する。垂直出力線 3 0 7 A は、同じ列の複数の単位画素 2 0 0 で共有される。

【 0 0 7 8 】

図 1 6 ( a ) は、図 1 5 の Y 座標が 0、4 の単位画素 2 0 0 ( 図 5 ) のレイアウト図であり、図 4 ( a ) と同じである。図 1 6 ( b ) は、図 1 5 の Y 座標が 3、7 の単位画素 2 0 0 ( 図 6 ) のレイアウト図であり、図 4 ( b ) と同じである。図 1 6 ( a ) の単位画素 2 0 0 は第 1 の単位画素 2 0 0 であり、図 1 6 ( b ) の単位画素 2 0 0 は第 2 の単位画素 2 0 0 である。

40

【 0 0 7 9 】

図 1 6 ( c ) は、図 1 5 の Y 座標が 1、2、5、6 の単位画素 2 0 0 ( 図 1 7 ) のレイアウト図である。フォトダイオード 3 0 1 は、転送スイッチ 3 0 2 E に接続される。転送スイッチ 3 0 2 E は、フローティングディフュージョン 3 0 3 E に接続される。図 1 6 ( c ) の単位画素 2 0 0 は、第 3 の単位画素 2 0 0 である。

【 0 0 8 0 】

図 1 8 は、撮像素子 1 0 3、垂直シフトレジスタ 4 0 1、列回路 4 0 3、水平シフトレジスタ 4 0 4 及び出力アンプ 4 0 7 の構成例を示す図である。本実施形態 ( 図 1 8 ) が第 1 の実施形態 ( 図 7 ) と異なる点を説明する。撮像素子 1 0 3 は、複数の単位画素 2 0 0 が行列状に配置されている。単位画素 2 0 0 内のフローティングディフュージョン 3 0 3

50

A ~ 3 0 3 E の電荷に基づく信号は、垂直出力線 3 0 7 A 又は 3 0 7 B を通り、列回路 4 0 3 に入力される。列回路 4 0 3 で処理された信号は、水平シフトレジスタ 4 0 4 により、水平出力線 4 0 5 及び 4 0 6 を通り、出力アンプ 4 0 7 に転送される。

#### 【 0 0 8 1 】

次に、単位画素 2 0 0 からの信号読み出しの読み出しタイミングを説明する。但し、図 1 6 ( a ) の単位画素 2 0 0 及び図 1 6 ( b ) の単位画素 2 0 0 からの信号読み出しのタイミングについては、図 8、図 9、図 1 0 を用いて説明した第 1 の実施形態の駆動タイミングと同一であるため、説明を省略する。

#### 【 0 0 8 2 】

図 1 9 は、撮像装置の第 4 の駆動方法を示すタイミングチャートである。第 4 の駆動方法は、図 1 6 ( c ) 及び図 1 7 の単位画素 2 0 0 からの画素信号読み出しを行うための駆動方法である。始めに、期間 H B L K において、時刻  $t_0$  では、信号 P R E S がハイレベルであり、リセットスイッチ 3 0 4 E がオンし、フローティングディフュージョン 3 0 3 E がリセットされる。時刻  $t_1$  では、信号 P T X E がハイレベルになり、転送スイッチ 3 0 2 E がオンし、フォトダイオード 3 0 1 がリセットされる。時刻  $t_2$  では、信号 P T X E がローレベルになり、転送スイッチ 3 0 2 E がオフし、フォトダイオード 3 0 1 の電荷蓄積期間が開始する。

#### 【 0 0 8 3 】

その後、時刻  $t_3$  では、信号 P S E L がハイレベルになり、セレクトスイッチ 3 0 6 E がオンし、ソースフォロアアンプ 3 0 5 E が動作状態になる。時刻  $t_4$  では、信号 P R E S がローレベルになり、リセットスイッチ 3 0 4 E がオフし、フローティングディフュージョン 3 0 3 E のリセットが解除される。ソースフォロアアンプ 3 0 5 E は、フローティングディフュージョン 3 0 3 E の電荷に基づく電圧をリセット信号レベル ( ノイズ成分 ) として、垂直出力線 3 0 7 A を介して列回路 4 0 3 に出力する。時刻  $t_5$  では、信号 P C O R がローレベルになり、スイッチ 4 1 2 がオフし、オペアンプ 4 1 0 のリセット状態が解除される。時刻  $t_6$  では、信号 P T N がハイレベルになり、スイッチ 4 1 6 がオンし、オペアンプ 4 1 0 の出力信号がリセット信号レベルとして容量 4 1 4 に書き込まれる。時刻  $t_7$  では、信号 P T N がローレベルになり、スイッチ 4 1 6 がオフし、容量 4 1 4 への書き込みが終了する。

#### 【 0 0 8 4 】

次に、時刻  $t_8$  では、信号 P T X E がハイレベルになり、転送スイッチ 3 0 2 E がオンし、フォトダイオード 3 0 1 に蓄積された電荷がフローティングディフュージョン 3 0 3 E に転送される。時刻  $t_9$  では、信号 P T X E がローレベルになり、転送スイッチ 3 0 2 E がオフし、フォトダイオード 3 0 1 からフローティングディフュージョン 3 0 3 E への電荷転送が終了する。すなわち、フォトダイオード 3 0 1 の電荷蓄積期間が終了する。ソースフォロアアンプ 3 0 5 E は、フローティングディフュージョン 3 0 3 E の電荷に基づく電圧を光信号レベル ( 光成分 + ノイズ成分 ) として、垂直出力線 3 0 7 A を介して列回路 4 0 3 に出力する。時刻  $t_{10}$  では、信号 P T S がハイレベルになり、スイッチ 4 1 5 がオンし、オペアンプ 4 1 0 の出力信号が光信号レベルとして容量 4 1 3 に書き込まれる。オペアンプ 4 1 0 は、クランプ容量 4 0 8 及びフィードバック容量 4 0 9 の比に応じた反転ゲインで増幅出力する。時刻  $t_{11}$  では、信号 P T S がローレベルになり、スイッチ 4 1 5 がオフし、容量 4 1 3 への書き込みが終了する。その後、時刻  $t_{12}$  では、信号 P R E S がハイレベルになり、フローティングディフュージョン 3 0 3 E がリセット状態になる。

#### 【 0 0 8 5 】

次に、期間 H S R において、時刻  $t_{13} \sim t_{14}$  では、水平シフトレジスタ 4 0 4 は、各列の列回路 4 0 3 毎に順次、ハイレベルパルスの信号 P H S 及び P H N を出力する。すると、各列の列回路 4 0 3 のスイッチ 4 1 7 及び 4 1 8 は、順次オンし、各列の列回路 4 0 3 の容量 4 1 3 及び 4 1 4 に保持された信号はそれぞれ水平出力線 4 0 5 及び 4 0 6 に出力される。出力アンプ 4 0 7 は、水平出力線 4 0 5 及び 4 0 6 の信号の差分を差動信号

10

20

30

40

50



レベル（光成分）として出力する。

【 0 0 8 6 】

その後、画像処理回路 1 0 6 は、フローティングディフュージョン 3 0 3 E の電荷に基づく信号を撮影画像として使用する。画像処理回路 1 0 6 は、信号を加算してもよい。

【 0 0 8 7 】

画像処理回路 1 0 6 は、図 1 6 ( c ) の単位画素 2 0 0 の出力信号を用いずに、第 1 の実施形態と同様に、図 1 6 ( a ) の単位画素 2 0 0 又は図 1 6 ( b ) の単位画素 2 0 0 の出力信号を基に被写体までの距離を演算する。図 1 6 ( c ) の単位画素 2 0 0 の出力信号は、画像信号を形成するために用いられる。

【 0 0 8 8 】

次に、撮像素子 1 0 3 の読み出しのタイミングについて図 2 0 及び図 2 1 を用いて説明する。図 2 0 は、図 1 2 のステップ S 8 0 4 の駆動方法を説明する読み出しタイミングチャートである。図 1 6 ( a ) の単位画素 2 0 0 は図 8 の第 1 の駆動方法により駆動され、図 1 6 ( b ) の単位画素 2 0 0 は図 9 の第 2 の駆動方法により駆動され、図 1 6 ( c ) の単位画素 2 0 0 は図 1 9 の第 4 の駆動方法により駆動される。

【 0 0 8 9 】

図 2 0 において、点線で区切られた期間 H 0 0 ~ H 1 5 は、それぞれ各行の読み出し期間を表すものである。また、表記の画素アドレスは、図 1 5 を用いて説明した画素配置のアドレスと同じものである。本実施形態においては、各行を順番に読み出すローリング方式による読み出しを行う。読み出す行の順番は、まず、瞳分割位相差検出方式の焦点検出が可能な図 1 6 ( a ) の単位画素 2 0 0 の行を、Y 座標アドレスが小さい順に 2 行読み出す。続けて、通常の撮像にのみ使用される図 1 6 ( c ) の単位画素 2 0 0 の行を、Y 座標アドレスが小さい順に 4 行読み出し、続けて、T O F 方式の焦点検出が可能な図 1 6 ( b ) の単位画素 2 0 0 の行を、Y 座標アドレスが小さい順に 2 行読み出す。この時、例えば、単位画素 ( 0 , 0 ) が電荷を蓄積する期間は H 0 0 ~ H 0 7 の期間であり、単位画素 ( 0 , 1 ) が電荷を蓄積する期間は H 0 2 ~ H 0 9 の期間であり、単位画素 ( 0 , 3 ) が電荷を蓄積する期間は H 0 6 ~ H 1 3 の期間となる。

【 0 0 9 0 】

図 2 1 は、図 1 2 のステップ S 8 0 5 の駆動方法を説明する読み出しタイミングチャートである。図 1 6 ( a ) の単位画素 2 0 0 は図 8 の第 1 の駆動方法により駆動され、図 1 6 ( b ) の単位画素 2 0 0 は図 1 0 の第 3 の駆動方法により駆動され、図 1 6 ( c ) の単位画素 2 0 0 は図 1 9 の第 4 の駆動方法により駆動される。

【 0 0 9 1 】

図 2 1 においても、図 2 0 と同様に、読み出す行の順番は、まず、瞳分割位相差検出方式の焦点検出が可能な図 1 6 ( a ) の単位画素 2 0 0 の行を、Y 座標アドレスが小さい順に 2 行読み出す。続けて、通常の撮像にのみ使用される図 1 6 ( c ) の単位画素 2 0 0 の行を、Y 座標アドレスが小さい順に 4 行読み出し、続けて、T O F 方式の焦点検出が可能な図 1 6 ( b ) の単位画素 2 0 0 の行を、Y 座標アドレスが小さい順に 2 行読み出す。また、T O F 方式の焦点検出に使用する発光装置 1 1 2 による発光を、信号 P L I G H T に従い、H 0 5 , H 0 6 , H 1 3 , H 1 4 の期間に行う。この時、例えば、瞳分割位相差検出方式の焦点検出が可能な図 1 6 ( a ) の単位画素 2 0 0 の行の単位画素 ( 0 , 0 ) が電荷を蓄積する期間は H 0 0 ~ H 0 7 の期間である。

【 0 0 9 2 】

一方、T O F 方式の焦点検出が可能な図 1 6 ( b ) の単位画素 2 0 0 の行の単位画素 ( 0 , 3 ) が電荷を蓄積する期間は、図 2 0 では H 0 6 ~ H 1 3 の期間であった。図 2 1 では、発光装置 1 1 2 による発光の被写体からの反射光以外の外光の影響を極力抑えることが望ましいため、期間 H 1 3 の発光の直前の期間 H 1 2 において、フォトダイオード 3 0 1 の電荷のリセットを行うことにより、電荷蓄積期間は H 1 3 のみとする。

【 0 0 9 3 】

また、通常の撮像にのみ使用される図 1 6 ( c ) の単位画素 ( 0 , 1 ) が電荷を蓄積す

10

20

30

40

50

る期間は、図20ではH02～H09の期間であった。図21では、発光装置112による発光の被写体からの反射光の画像への写りこみは極力抑えることが望ましい。そのため、期間H06に行われる発光装置112による発光の直後にフォトダイオード301の電荷のリセットを行うことにより、電荷蓄積期間はH07～H09のみとする。

#### 【0094】

瞳分割位相差検出方式の焦点検出が可能な図16(a)の単位画素200の電荷蓄積期間と、TOF方式の焦点検出が可能な図16(b)の単位画素200の電荷蓄積期間と、通常の撮像にのみ使用される図16(c)の単位画素200の電荷蓄積期間は異なる。TOF方式の焦点検出が可能な図16(b)の単位画素200の電荷蓄積期間は、発光装置112が光を投射する期間を含む。通常の撮像にのみ使用される図16(c)の単位画素200の電荷蓄積期間は、発光装置112が光を投射する期間を含まない。

10

#### 【0095】

以上のように、図16(a)の単位画素200の行、図16(c)の単位画素200の行、図16(b)の単位画素200の行について、それぞれ異なるタイミングでフォトダイオード301の電荷のリセットを行う。これにより、異なる方式の距離測定の精度向上及び適切な撮像画像取得を同時に行うことができる。

#### 【0096】

(第3の実施形態)

次に、本発明の第3の実施形態による撮像装置について説明する。第3の実施形態は、焦点検出方式に依らず、すべての単位画素200の構成が同じであり、単位画素200の駆動方法を異ならせることで、複数の焦点検出方式を実現するものである。

20

#### 【0097】

図22は、撮像素子103及びマイクロレンズ1020を図1の光軸Z方向から観察した図である。1つのマイクロレンズ1020に対応して、1つの単位画素200が設けられる。撮像素子103は、 $8 \times 8 = 64$ 個の単位画素200を有する。各単位画素200は、それぞれX座標とY座標のアドレスをもって、(X, Y)と表記する。すべての単位画素200は、相互に、構成が同じであり、1つのマイクロレンズ1020に対して2つの分割画素201A及び201Bを有する。2つの分割画素201A及び201Bで構成される単位画素200は、各行毎に、通常の撮像、瞳分割位相差検出方式の焦点検出、TOF方式の焦点検出のいずれかに使用される。

30

#### 【0098】

図24は、単位画素200の構成例を示す回路図である。単位画素200は、第1のフォトダイオード301F及び第2のフォトダイオード301Gを有する。第1のフォトダイオード301Fには、2つの転送スイッチ302F及び302Hが接続される。第2のフォトダイオード302Gには、2つの転送スイッチ302G及び302Jが接続される。転送スイッチ302F、302G、302H、302Jには、それぞれ、フローティングディフュージョン303F、303G、303H、303Jが接続される。フローティングディフュージョン303F、303G、303H、303Jには、それぞれ、リセットスイッチ304F、304G、304H、304Jとソースフォロアアンプ305F、305G、305H、305Jが接続される。ソースフォロアアンプ305F、305G、305H、305Jには、それぞれ、セレクトスイッチ306F、306G、306H、306Jが接続される。リセットスイッチ304Fと304G及びソースフォロアアンプ305Fと305Gのドレインは、基準電位(VDD)ノード308を共有している。リセットスイッチ304Hと304J及びソースフォロアアンプ305Hと305Jのドレインは、基準電位ノード308を共有している。

40

#### 【0099】

フォトダイオード301F及び301Gは、同一のマイクロレンズ1020を通過した光を受光し、その受光量に応じた電荷を生成する光電変換部である。転送スイッチ302Fは、転送パルス信号PTXFに応じて、フォトダイオード301Fで発生した電荷をフローティングディフュージョン303Fに転送する。転送スイッチ302Hは、転送パル

50

ス信号 P T X H に応じて、フォトダイオード 3 0 1 F で発生した電荷をフローティングディフュージョン 3 0 3 H に転送する。転送スイッチ 3 0 2 G は、転送パルス信号 P T X G に応じて、フォトダイオード 3 0 1 G で発生した電荷をフローティングディフュージョン 3 0 3 G に転送する。転送スイッチ 3 0 2 J は、転送パルス信号 P T X J に応じて、フォトダイオード 3 0 1 G で発生した電荷をフローティングディフュージョン 3 0 3 J に転送する。フローティングディフュージョン 3 0 3 F、3 0 3 G、3 0 3 H、3 0 3 J は、電荷を一時的に保持するとともに、保持した電荷を電圧信号に変換する電荷電圧変換部である。

#### 【 0 1 0 0 】

リセットスイッチ 3 0 4 F、3 0 4 G、3 0 4 H、3 0 4 J は、それぞれ、リセットパルス信号 P R E S に応じて、フローティングディフュージョン 3 0 3 F、3 0 3 G、3 0 3 H、3 0 3 J の電位を基準電位ノード 3 0 8 の電位にリセットする。ソースフォロアアンプ 3 0 5 F、3 0 5 G、3 0 5 H、3 0 5 J は、それぞれ、M O S トランジスタと基準電位 V D D 3 0 8 からなるソースフォロア回路である。ソースフォロアアンプ 3 0 5 F、3 0 5 G、3 0 5 H、3 0 5 J は、それぞれ、フローティングディフュージョン 3 0 3 F、3 0 3 G、3 0 3 H、3 0 3 J に保持した電荷に基づく電圧を増幅して、画素信号として出力する。

#### 【 0 1 0 1 】

セレクトスイッチ 3 0 6 F、3 0 6 G、3 0 6 H、3 0 6 J は、セレクトパルス信号 P S E L に応じて、ソースフォロアアンプ 3 0 5 F、3 0 5 G、3 0 5 H、3 0 5 J で増幅された画素信号を垂直出力線 3 0 7 F、3 0 7 G、3 0 7 H、3 0 7 J に出力する。垂直出力線 3 0 7 F、3 0 7 G、3 0 7 H、3 0 7 J は、図 2 5 に示すように、同じの列の複数の単位画素 2 0 0 で共有される。

#### 【 0 1 0 2 】

図 2 3 は、単位画素 2 0 0 のレイアウト図である。フォトダイオード 3 0 1 F の両端には、2 つの転送スイッチ 3 0 2 F 及び 3 0 2 H が接続される。転送スイッチ 3 0 2 F はフローティングディフュージョン 3 0 3 F に接続され、転送スイッチ 3 0 2 H はフローティングディフュージョン 3 0 3 H に接続される。フォトダイオード 3 0 1 G の両端には、2 つの転送スイッチ 3 0 2 G 及び 3 0 2 J が接続される。転送スイッチ 3 0 2 G はフローティングディフュージョン 3 0 3 G に接続され、転送スイッチ 3 0 2 J はフローティングディフュージョン 3 0 3 J に接続される。

#### 【 0 1 0 3 】

図 2 5 は、撮像素子 1 0 3、垂直シフトレジスタ 4 0 1、列回路 4 0 3、水平シフトレジスタ 4 0 4 及び出力アンプ 4 0 7 の構成例を示す図である。本実施形態（図 2 5）が第 1 の実施形態（図 7）と同様の構成要素については、説明を省略する。撮像素子 1 0 3 は、複数の単位画素 2 0 0 が行列状に配置されている。単位画素 2 0 0 内のフローティングディフュージョン 3 0 3 F、3 0 3 G、3 0 3 H、3 0 3 J での電荷に基づく信号は、それぞれ、垂直出力線 3 0 7 F、3 0 7 G、3 0 7 H、3 0 7 J を通り、列回路 4 0 3 に入力される。列回路 4 0 3 で処理された信号は、水平シフトレジスタ 4 0 4 により、水平出力線 4 0 5 及び 4 0 6 を通り、出力アンプ 4 0 7 に転送される。

#### 【 0 1 0 4 】

図 2 6 は、図 8 に対応し、撮像装置の第 1 の駆動方法を示すタイミングチャートである。第 1 の駆動方法は、通常撮影及び瞳分割位相差検出方式焦点検出における画素信号読み出しを行うための駆動方法である。第 1 の駆動方法では、2 つのフォトダイオード 3 0 1 F 及び 3 0 1 G で発生した電荷をそれぞれフローティングディフュージョン 3 0 3 F 及び 3 0 3 G に転送する。

#### 【 0 1 0 5 】

始めに、期間 H B L K において、時刻 t 0 では、信号 P R E S がハイレベルであり、リセットスイッチ 3 0 4 F 及び 3 0 4 G がオンし、フローティングディフュージョン 3 0 3 F 及び 3 0 3 G がリセットされる。時刻 t 1 では、信号 P T X F 及び P T X G がハイレベ

10

20

30

40

50

ルになり、転送スイッチ 302F 及び 302G がオンし、フォトダイオード 301F 及び 301G がリセットされる。時刻 t2 では、信号 PTXF 及び PTXG がローレベルになり、転送スイッチ 302F 及び 302G がオフし、フォトダイオード 301F 及び 301G の電荷蓄積が開始する。ここで、リセットのためにオン/オフする転送スイッチは、電荷蓄積後に、電荷転送に用いるものに限らず、この例では信号 PTXH 及び PTXJ による転送スイッチ 302H 及び 302J を使用してもよい。

#### 【0106】

その後、時刻 t3 では、信号 PSEL がハイレベルになり、セレクトスイッチ 306F 及び 306G がオンし、ソースフォロアアンプ 305F 及び 305G が動作状態になる。時刻 t4 では、信号 PRES がローレベルになり、リセットスイッチ 304F 及び 304G がオフし、フローティングディフュージョン 303F 及び 303G のリセットが解除される。ソースフォロアアンプ 305F 及び 305G は、それぞれ、フローティングディフュージョン 303F 及び 303G の電荷に基づく電圧をリセット信号レベル（ノイズ成分）として、垂直出力線 307F 及び 307G を介して列回路 403 に出力する。時刻 t5 では、信号 PCOR がローレベルになり、スイッチ 412 がオフし、オペアンプ 410 のリセット状態が解除される。時刻 t6 では、信号 PTN がハイレベルになり、スイッチ 416 がオンし、オペアンプ 410 の出力信号がリセット信号レベルとして容量 414 に書き込まれる。時刻 t7 では、信号 PTN がローレベルになり、スイッチ 416 がオフし、容量 414 への書き込みが終了する。

#### 【0107】

次に、時刻 t8 では、信号 PTXF 及び PTXG がハイレベルになり、転送スイッチ 302F 及び 302G がオンし、フォトダイオード 301F 及び 301G に蓄積された電荷がフローティングディフュージョン 303F 及び 303G にそれぞれ転送される。時刻 t10 では、信号 PTXF 及び PTXG がローレベルになり、転送スイッチ 302F 及び 302G がオフし、フォトダイオード 301F 及び 301G からフローティングディフュージョン 303F 及び 303G への電荷転送が終了する。ソースフォロアアンプ 305F 及び 305G は、それぞれ、フローティングディフュージョン 303F 及び 303G 電荷に基づく電圧を光信号レベル（光成分 + ノイズ成分）として、垂直出力線 307F 及び 307G を介して列回路 403 に出力する。時刻 t13 では、信号 PTS がハイレベルになり、スイッチ 415 がオンし、オペアンプ 410 の出力信号が光信号レベルとして容量 413 に書き込まれる。オペアンプ 410 は、クランプ容量 408 及びフィードバック容量 409 の比に応じた反転ゲインで増幅出力する。時刻 t14 では、信号 PTS がローレベルになり、スイッチ 415 がオフし、容量 413 への書き込みが終了する。その後、時刻 t15 では、信号 PRES がハイレベルになり、リセットスイッチ 304F 及び 304G がオンし、フローティングディフュージョン 303F 及び 303G がリセット状態になる。

#### 【0108】

次に、期間 HSR において、時刻 t16 ~ t17 では、水平シフトレジスタ 404 は、各列の列回路 403 毎に順次、ハイレベルパルスの信号 PHS 及び PHN を出力する。すると、各列の列回路 403 のスイッチ 417 及び 418 は、順次オンし、各列の列回路 403 の容量 413 及び 414 に保持された信号はそれぞれ水平出力線 405 及び 406 に出力される。出力アンプ 407 は、水平出力線 405 及び 406 の信号の差分を差動信号レベル（光成分）として出力する。

#### 【0109】

この後、通常撮影として駆動される場合、画像処理回路 106 は、フォトダイオード 301F 及び 301G の電荷に基づく信号を加算して撮影画像としてもよい。一方、瞳分割位相差検出の場合、画像処理回路 106 は、前述した A 像及び B 像に対する相関演算を施し、距離情報を取得する。また、この場合も、画像処理回路 106 は、距離情報取得後に、A 像及び B 像の信号を加算してもよい。

#### 【0110】

なお、図 26 のタイミングチャートでは、F 及び G の組み合わせを用いたが、F 及び J

10

20

30

40

50

またはG及びHといった組み合わせを用いることもできる。それは、水平転送や後段の処理回路等の仕様に応じて適宜決められる。

【0111】

図27は、図10に対応し、撮像装置の第3の駆動方法を示すタイミングチャートである。第3の駆動方法は、TOF方式焦点検出における画素信号読み出しを行うための駆動方法である。第3の駆動方法では、フォトダイオード301Fに加えて、フォトダイオード301Gも同時に使用して読み出す。

【0112】

始めに、期間HBLKにおいて、時刻t0では、信号PRESがハイレベルであり、リセットスイッチ304F、304G、304H、304Jがオンし、フローティングディフュージョン303F、303G、303H、303Jがリセットされる。時刻t1では、信号PTXF、PTXG、PTXH、PTXJがハイレベルになり、転送スイッチ302F、302G、302H、302Jがオンし、フォトダイオード301F及び301Gがリセットされる。時刻t2では、信号PTXF、PTXG、PTXH、PTXJがローレベルになり、転送スイッチ302F、302G、302H、302Jがオフし、フォトダイオード301F及び301Gの電荷蓄積が開始する。

【0113】

その後、時刻t3では、信号PSELがハイレベルになり、セレクトスイッチ306F、306G、306H、306Jがオンし、ソースフォロアアンプ305F、305G、305H、305Jが動作状態になる。時刻t4では、信号PRESがローレベルになり、リセットスイッチ304F、304G、304H、304Jがオフし、フローティングディフュージョン303F、303G、303H、303Jのリセットが解除される。ソースフォロアアンプ305F、305G、305H、305Jは、それぞれ、フローティングディフュージョン303F、303G、303H、303Jの電荷に基づく電圧をリセット信号レベル(ノイズ成分)として、列回路403に出力する。その電圧は、垂直出力線307F、307G、307H、307Jを介して、列回路403に出力される。時刻t5では、信号PCORがローレベルになり、スイッチ412がオフし、オペアンプ410のリセット状態が解除される。時刻t6では、信号PTNがハイレベルになり、スイッチ416がオンし、オペアンプ410の出力信号がリセット信号レベルとして容量414に書き込まれる。時刻t7では、信号PTNがローレベルになり、スイッチ416がオフし、容量414への書き込みが終了する。

【0114】

次に、時刻t8では、信号PTXF及びPTXGがハイレベルになり、転送スイッチ302F及び302Gがオンし、フォトダイオード301F及び301Gに蓄積された電荷がフローティングディフュージョン303F及び303Gに転送開始する。その後、時刻t9では、信号PLIGHTがハイレベルになり、発光装置112はパルス光の投射を開始する。時刻t10では、信号PTXF及びPTXGがローレベルになり、信号PTXH及びPTXJがハイレベルになり、転送スイッチ302F及び302Gがオフし、転送スイッチ302H及び302Jがオンする。すると、フォトダイオード301F及び301Gからフローティングディフュージョン303F及び303Gへの電荷転送が終了し、フォトダイオード301F及び301Gからフローティングディフュージョン303H及び303Jへの電荷転送が開始する。時刻t11では、信号PLIGHTがローレベルになり、発光装置112はパルス光の投射を終了する。時刻t12では、信号PTXH及びPTXJがローレベルになり、転送スイッチ302H及び302Jがオフし、フォトダイオード301F及び301Gからフローティングディフュージョン303H及び303Jへの電荷転送が終了する。

【0115】

ソースフォロアアンプ305F、305G、305H、305Jは、それぞれ、フローティングディフュージョン303F、303G、303H、303Jの電荷に基づく電圧を光信号レベル(光成分+ノイズ成分)として、列回路403に出力する。その電圧は、

10

20

30

40

50

垂直出力線 307F、307G、307H、307J を介して、列回路 403 に出力される。時刻  $t_{13}$  では、信号 P T S がハイレベルになり、スイッチ 415 がオンし、オペアンプ 410 の出力信号が光信号レベルとして容量 413 に書き込まれる。オペアンプ 410 は、クランプ容量 408 及びフィードバック容量 409 の比に応じた反転ゲインで増幅出力する。時刻  $t_{14}$  では、信号 P T S がローレベルになり、スイッチ 415 がオフし、容量 413 への書き込みが終了する。その後、時刻  $t_{15}$  では、信号 P R E S がハイレベルになり、リセットスイッチ 304F、304G、304H、304J がオンし、フローティングディフュージョン 303F、303G、303H、303J がリセット状態になる。

#### 【0116】

10

次に、期間 H S R において、時刻  $t_{16} \sim t_{17}$  では、水平シフトレジスタ 404 は、各列の列回路 403 毎に順次、ハイレベルパルスの信号 P H S 及び P H N を出力する。すると、各列の列回路 403 のスイッチ 417 及び 418 は、順次オンし、各列の列回路 403 の容量 413 及び 414 に保持された信号はそれぞれ水平出力線 405 及び 406 に出力される。出力アンプ 407 は、水平出力線 405 及び 406 の信号の差分を差動信号レベル（光成分）として出力する。

#### 【0117】

図 28 は、図 19 に対応し、撮像装置の第 4 の駆動方法を示すタイミングチャートである。第 4 の駆動方法は、通常の撮像にのみ使用される単位画素 200 からの画素信号読み出しを行うための駆動方法である。

20

#### 【0118】

始めに、期間 H B L K において、時刻  $t_0$  では、信号 P R E S がハイレベルであり、リセットスイッチ 304F、304G、304H、304J がオンし、フローティングディフュージョン 303F、303G、303H、303J がリセットされる。時刻  $t_1$  では、信号 P T X F、P T X G、P T X H、P T X J がハイレベルになり、転送スイッチ 302F、302G、302H、302J がオンし、フォトダイオード 301F、301G がリセットされる。時刻  $t_2$  では、信号 P T X F、P T X G、P T X H、P T X J がローレベルになり、転送スイッチ 302F、302G、302H、302J がオフし、フォトダイオード 301F、301G の電荷蓄積が開始する。

#### 【0119】

30

その後、時刻  $t_3$  では、信号 P S E L がハイレベルになり、セレクトスイッチ 306F、306G、306H、306J がオンし、ソースフォロアアンプ 305F、305G、305H、305J が動作状態になる。時刻  $t_4$  では、信号 P R E S がローレベルになり、リセットスイッチ 304F、304G、304H、304J がオフし、フローティングディフュージョン 303F、303G、303H、303J のリセットが解除される。ソースフォロアアンプ 305F、305G、305H、305J は、それぞれ、フローティングディフュージョン 303F、303G、303H、303J の電荷に基づく電圧をリセット信号レベル（ノイズ成分）として、列回路 403 に出力する。その電圧は、垂直出力線 307F、307G、307H、307J を介して、列回路 403 に出力される。時刻  $t_5$  では、信号 P C O R がローレベルであり、スイッチ 412 がオフし、オペアンプ 410 のリセット状態が解除される。時刻  $t_6$  では、信号 P T N がハイレベルになり、スイッチ 416 がオンし、オペアンプ 410 の出力信号がリセット信号レベルとして容量 414 に書き込まれる。時刻  $t_7$  では、信号 P T N がローレベルになり、スイッチ 416 がオフし、容量 414 への書き込みが終了する。

40

#### 【0120】

次に、時刻  $t_8$  では、信号 P T X F、P T X G、P T X H、P T X J がハイレベルになり、転送スイッチ 302F、302G、302H、302J がオンする。すると、フォトダイオード 301F、301G に蓄積された電荷がフローティングディフュージョン 303F、303G、303H、303J に転送される。時刻  $t_{10}$  では、信号 P T X F、P T X G、P T X H、P T X J がローレベルになり、転送スイッチ 302F、302G、3

50

0 2 H、3 0 2 J がオフする。すると、フォトダイオード 3 0 1 F、3 0 1 G からフローティングディフュージョン 3 0 3 F、3 0 3 G、3 0 3 H、3 0 3 J への電荷転送が終了する。ソースフォロアアンプ 3 0 5 F、3 0 5 G、3 0 5 H、3 0 5 J は、それぞれ、フローティングディフュージョン 3 0 3 F、3 0 3 G、3 0 3 H、3 0 3 J の電荷に基づく電圧を光信号レベル（光成分＋ノイズ成分）として、列回路 4 0 3 に出力する。その電圧は、垂直出力線 3 0 7 F、3 0 7 G、3 0 7 H、3 0 7 J を介して、列回路 4 0 3 に出力される。時刻 t 1 3 では、信号 P T S がハイレベルになり、スイッチ 4 1 5 がオンし、オペアンプ 4 1 0 の出力信号が光信号レベルとして容量 4 1 3 に書き込まれる。オペアンプ 4 1 0 は、クランプ容量 4 0 8 及びフィードバック容量 4 0 9 の比に応じた反転ゲインで増幅出力する。時刻 t 1 4 では、信号 P T S がローレベルになり、スイッチ 4 1 5 がオフし、容量 4 1 3 への書き込みが終了する。その後、時刻 t 1 5 では、信号 P R E S がハイレベルになり、リセットスイッチ 3 0 4 F、3 0 4 G、3 0 4 H、3 0 4 J がオンし、フローティングディフュージョン 3 0 3 F、3 0 3 G、3 0 3 H、3 0 3 J がリセット状態になる。

10

#### 【 0 1 2 1 】

次に、期間 H S R において、時刻 t 1 6 ~ t 1 7 では、水平シフトレジスタ 4 0 4 は、各列の列回路 4 0 3 毎に順次、ハイレベルパルスの信号 P H S 及び P H N を出力する。すると、各列の列回路 4 0 3 のスイッチ 4 1 7 及び 4 1 8 は、順次オンし、各列の列回路 4 0 3 の容量 4 1 3 及び 4 1 4 に保持された信号はそれぞれ水平出力線 4 0 5 及び 4 0 6 に出力される。出力アンプ 4 0 7 は、水平出力線 4 0 5 及び 4 0 6 の信号の差分を差動信号レベル（光成分）として出力する。

20

#### 【 0 1 2 2 】

この後、通常撮影として駆動するために、画像処理回路 1 0 6 は、フローティングディフュージョン 3 0 3 F、3 0 3 G、3 0 3 H、3 0 3 J の電荷に基づく信号を加算して撮影画像として使用する。

#### 【 0 1 2 3 】

以上のように、本実施形態では、単位画素 2 0 0 が全て同一の構成でありながら、単位画素 2 0 0 からの信号読み出し駆動方法を変える。これにより、瞳分割位相差検出方式の焦点検出を行う単位画素の行、通常の撮像にのみ使用される単位画素の行、T O F 方式の焦点検出を行う単位画素の行のいずれかの駆動方法を各行毎に選択することが可能となる。1 つの撮像素子 1 0 3 を用いて複数の焦点検出方式を自由の実現可能とする。これにより、撮影環境や被写体の状態によらず、適切な焦点検出を行うことができる。

30

#### 【 0 1 2 4 】

なお、上記実施形態は、何れも本発明を実施するにあたっての具体化の例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されてはならないものである。すなわち、本発明はその技術思想、又はその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形で実施することができる。

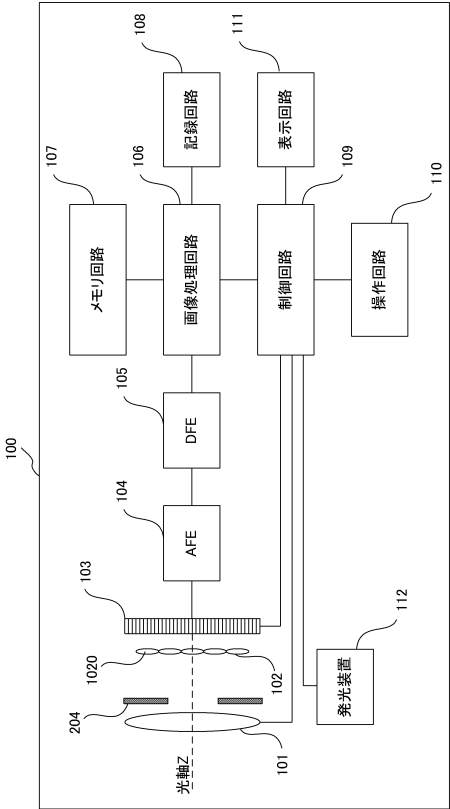
#### 【 符号の説明 】

#### 【 0 1 2 5 】

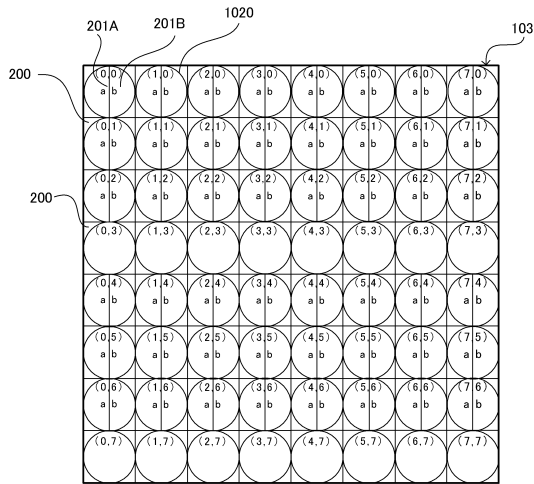
1 0 0 撮像装置、1 0 3 撮像素子、1 0 6 画像処理回路、1 1 2 発光装置、2 0 0 単位画素

40

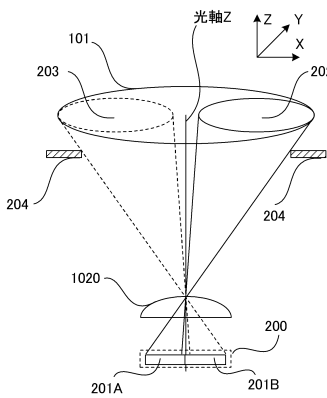
【図 1】



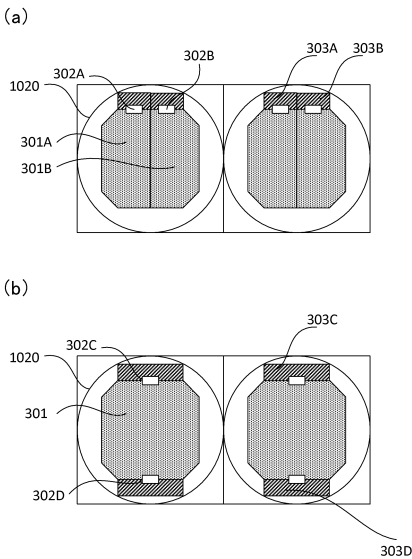
【図 2】



【図 3】

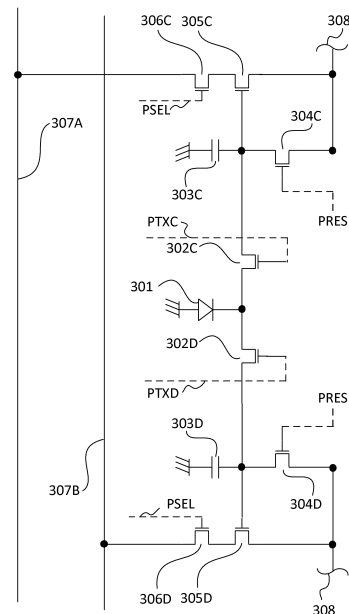


【図 4】

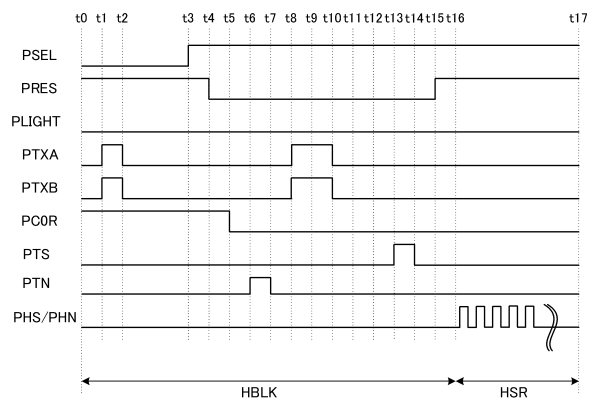




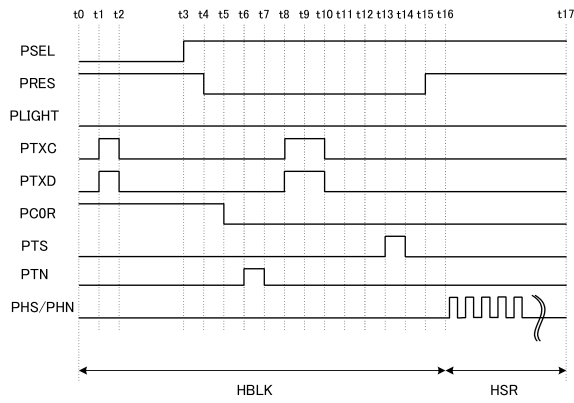
【 図 6 】



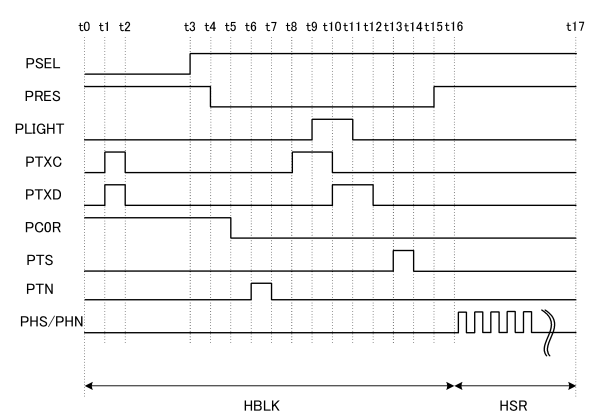
【 図 8 】



【図 9】

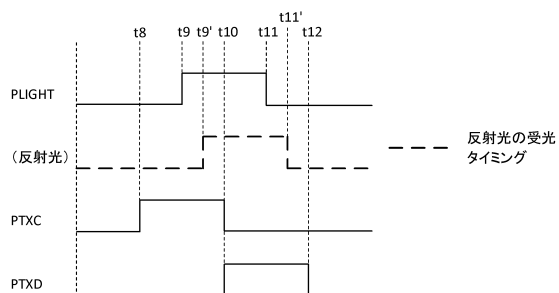


【図 10】

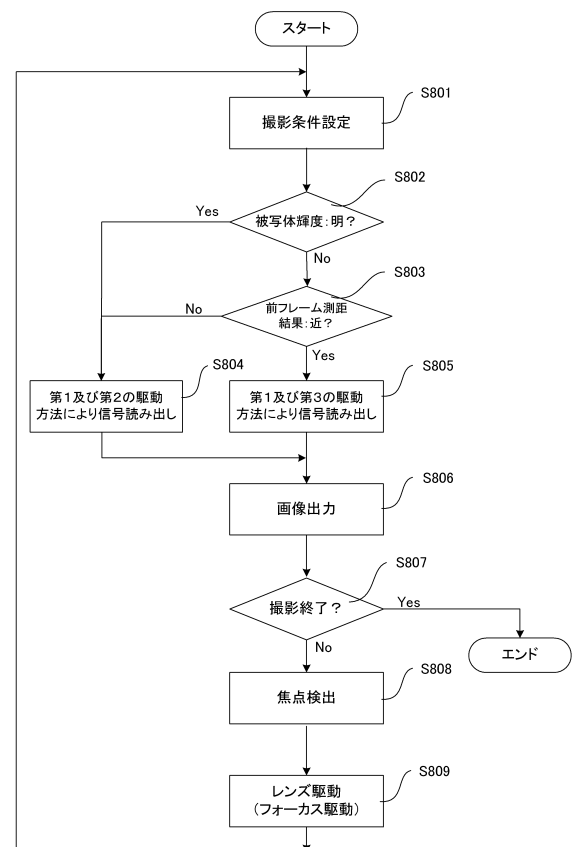


【図 11】

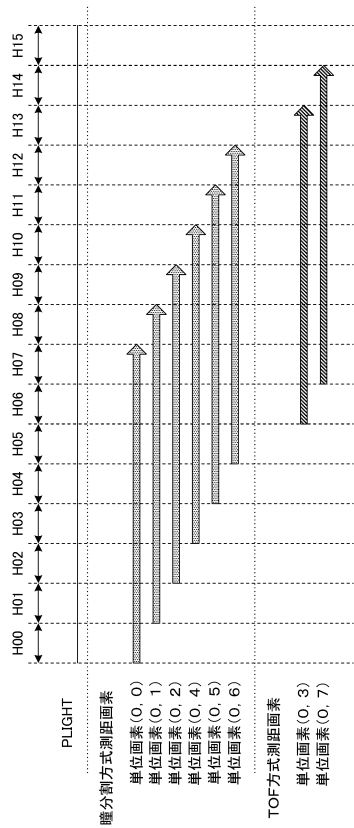
・被写体までの距離がゼロでない場合



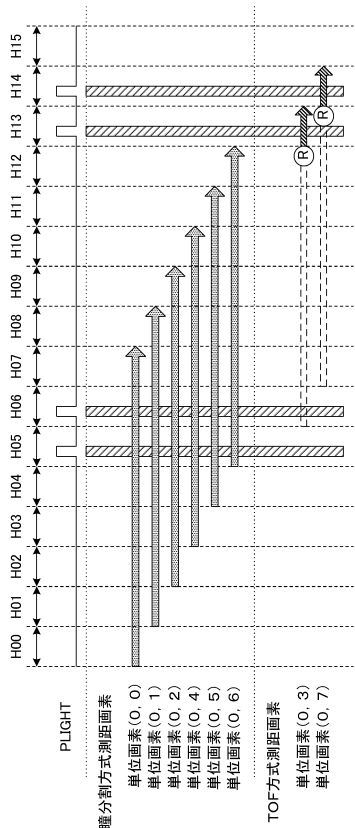
【図 12】



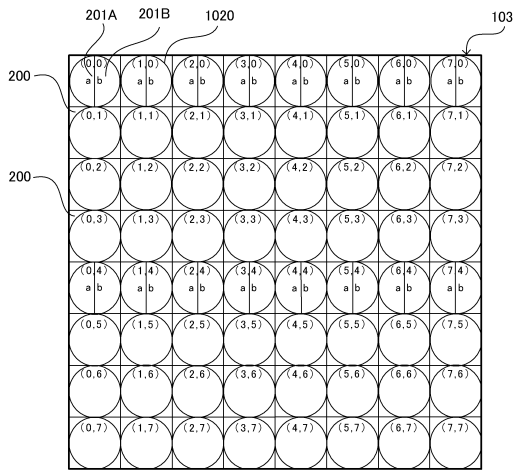
【図 13】



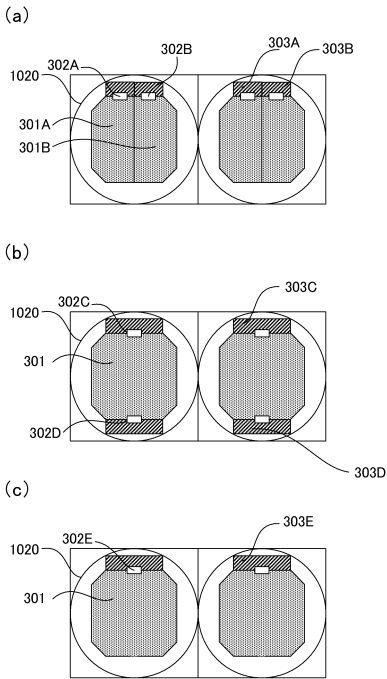
【図 14】



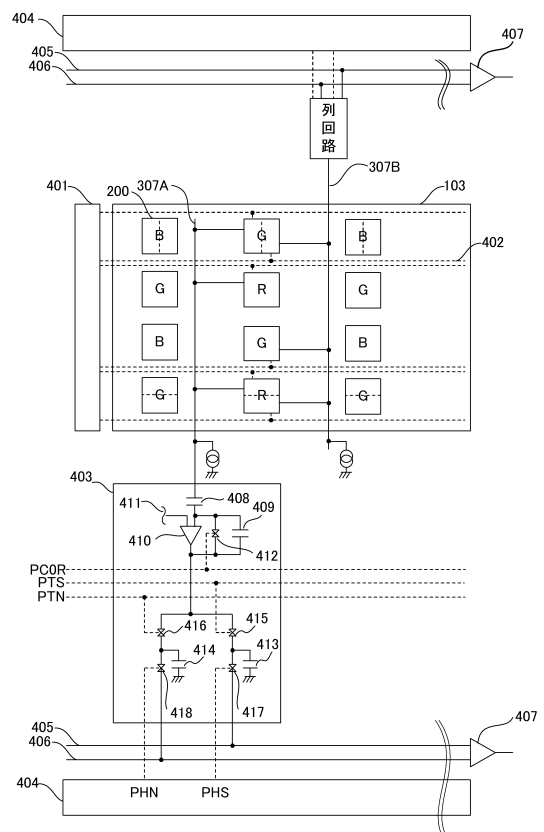
【図 15】



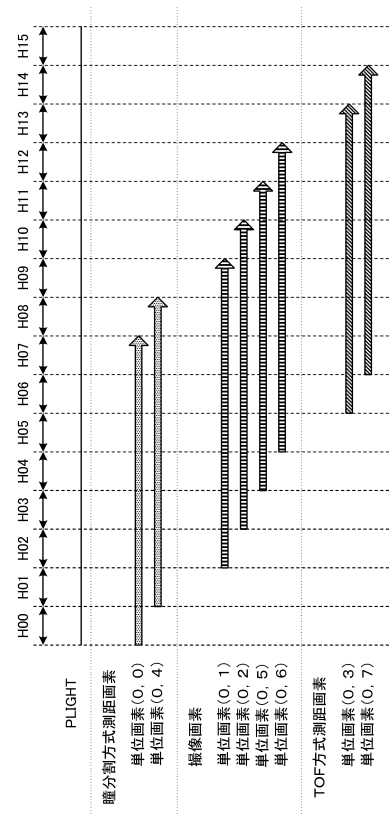
【図 16】



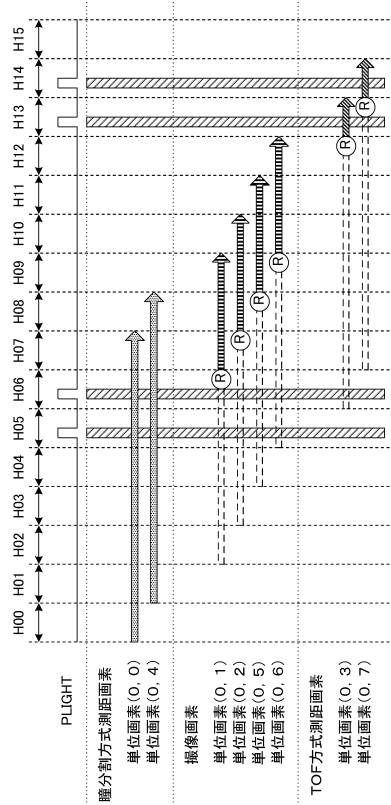
【圖 18】



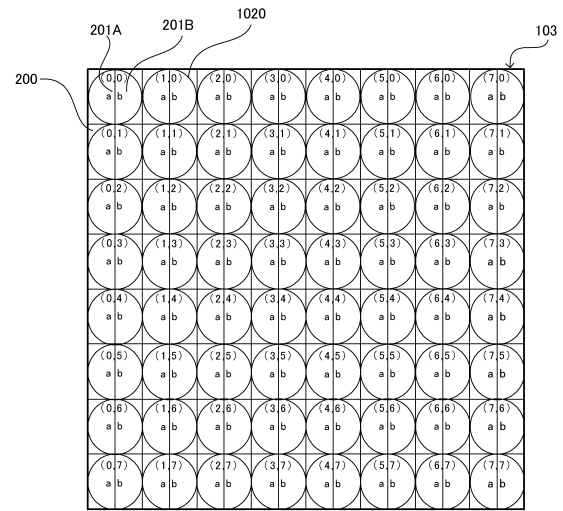
【 図 2 0 】



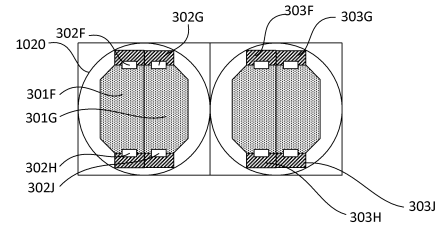
【図 2 1】



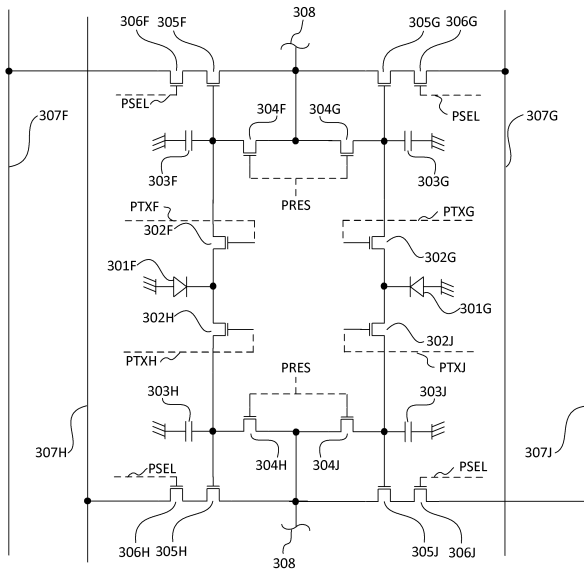
【図 2 2】



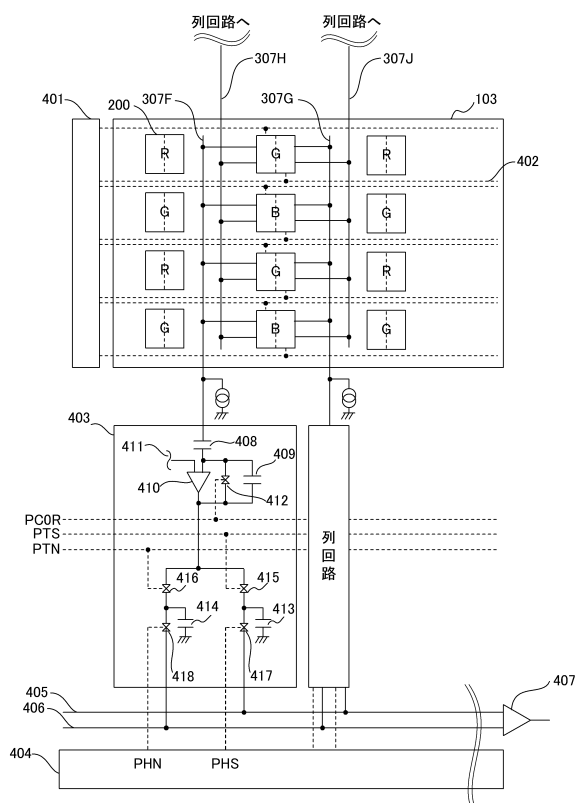
【図 2 3】



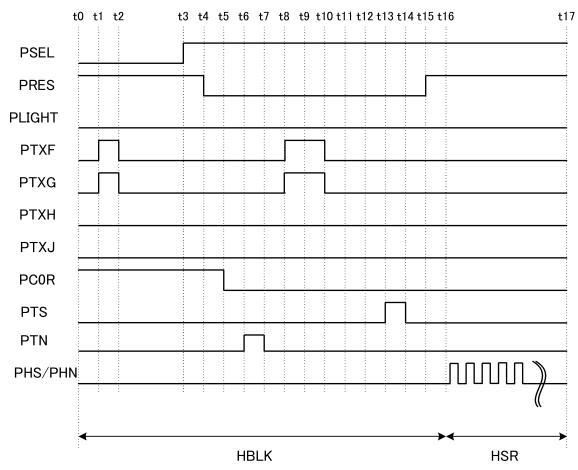
【図 2 4】



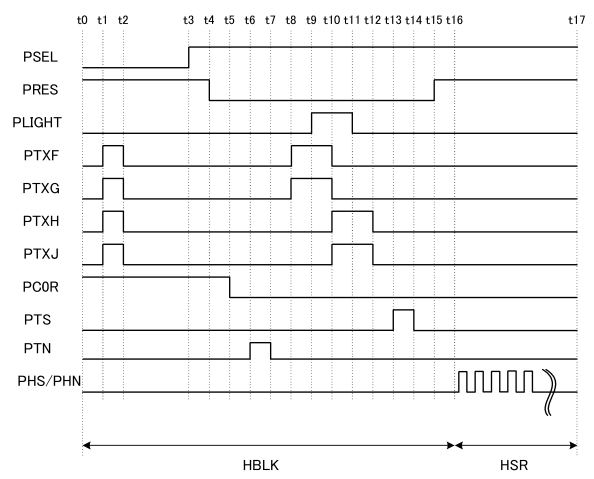
【図 2 5】



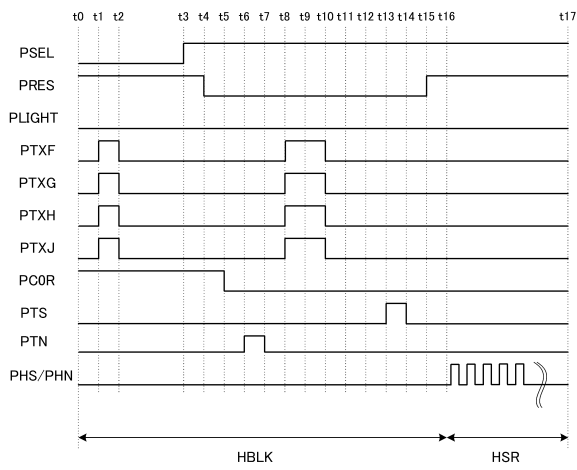
【図 26】



【図 27】



【図 28】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 1 2 - 2 2 0 6 3 1 ( J P , A )  
特開平 0 7 - 1 6 7 6 4 6 ( J P , A )  
特開平 0 7 - 1 6 7 6 4 7 ( J P , A )  
特開 2 0 0 1 - 0 8 3 4 0 7 ( J P , A )  
特開 2 0 1 3 - 0 0 3 5 0 1 ( J P , A )  
国際公開第 2 0 1 5 / 0 8 3 5 3 9 ( W O , A 1 )  
国際公開第 2 0 1 5 / 0 7 5 9 2 6 ( W O , A 1 )

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H 0 4 N 5 / 2 2 5 - 5 / 3 7 8  
H 0 4 N 9 / 0 0 - 9 / 1 1  
H 0 1 L 2 7 / 1 4 6