

(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 1		
H04N 5/369	(2011.01)	H04N 5/369	
H04N 5/374	(2011.01)	H04N 5/374	
H01L 27/146	(2006.01)	H01L 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 脍史 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に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ェージョンと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することで、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ェ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。

【0007】

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】

【0008】

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。10

【発明の効果】

【0009】

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】

【0010】

【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】TOF 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】TOF 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。30

【図10】TOF 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11】TOF 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12】撮像動作を説明するフローチャートである。

【図13】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14】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15】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16】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17】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18】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19】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。40

【図20】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21】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22】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23】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24】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25】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26】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27】TOF 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28】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】

10

20

30

40

50

【0011】

(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100の構成例を示すブロック図である。撮影レンズ101を通過した光は、レンズ絞り204を介して、撮影レンズ101の焦点位置近傍に結像する。マイクロレンズアレイ102は、複数のマイクロレンズ1020を有し、撮影レンズ101の焦点位置近傍に配置されることで、撮影レンズ101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103は、CMOSイメージセンサやCCD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1020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103は、マイクロレンズ1020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。

【0012】

アナログ信号処理回路(AFE)104は、撮像素子103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(DFE)105は、アナログ信号処理回路104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。

【0013】

画像処理回路106は、デジタル信号処理回路105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107及び記録回路108は、画像処理回路106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。

【0014】

制御回路109は、撮影レンズ101、撮像素子103、画像処理回路106、操作回路110、表示回路111及び発光装置112等の撮像装置全体を統括的に駆動・制御する。操作回路110は、撮像装置100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109に対してユーザーの命令を出力する。表示回路111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112は、制御回路109からの信号PLIGHT(図8~図11)に応じて、被写体に対して光を投射する。

【0015】

次に、撮影レンズ101、マイクロレンズアレイ102及び撮像素子103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。

【0016】

図2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。本実施形態では、1つのマイクロレンズ1020に対して1つの単位画素200が設けられる。図2においては、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(X, Y)と表記する。単位画素200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200は、1つのマイクロレンズ1020に対して2個の分割画素201A及び201Bを有する。分割画素201A及び201B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200は、1つのマイクロレンズ1020に対して1つの画素を有する。2つの分割画素201A及び201Bで構成される6行の単位画素200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200は、TOF方式焦点検出に使用される。

【0017】

図3は、撮影レンズ101から出射された光が1つのマイクロレンズ1020を通過して単位画素200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202及び203は、撮影レンズ101の射出瞳領域を表す。瞳領域202及び203を通過した光は、光軸Zを中心として単位画素200に入射する。瞳領域202を通過する光束はマイクロレンズ1020を通して分割画素201Aで受光され、瞳領域203を通過する光束はマイクロレンズ1020を通して分割画素201Bで受光

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 像信号として、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 P TXA 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 P TXB 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。

10

20

30

40

50

【0023】

セレクトスイッチ306Aは、セレクトパルス信号PSELに応じて、ソースフォロアアンプ305Aで増幅された画素信号を垂直出力線307Aに出力する。セレクトスイッチ306Bは、セレクトパルス信号PSELに応じて、ソースフォロアアンプ305Bで増幅された画素信号を垂直出力線307Bに出力する。垂直出力線307A及び307Bは、図7のように、同じ列の複数の単位画素200で共有される。

【0024】

図6は、図2のY座標が3、6の単位画素200の構成例を示す回路図であり、TOF方式の焦点検出に使用される第2の単位画素200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200が並ぶ行である。第2の単位画素200は、1つのフォトダイオード301を有する。フォトダイオード301は、画素に対応する。フォトダイオード301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にはフローティングディフュージョン303Cが接続される。転送スイッチ302Dにはフローティングディフュージョン303Dが接続される。フローティングディフュージョン303Cにはリセットスイッチ304C及びソースフォロアアンプ305Cが接続される。フローティングディフュージョン303Dにはリセットスイッチ304D及びソースフォロアアンプ305Dが接続される。ソースフォロアアンプ305Cにはセレクトスイッチ306Cが接続される。ソースフォロアアンプ305Dにはセレクトスイッチ306Dが接続される。リセットスイッチ304Cと304D及びソースフォロアアンプ305Cと305Dのドレインは、基準電位(VDD)ノード308に接続される。

10

【0025】

フォトダイオード301は、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302Cは、転送パルス信号PTXCに応じて、フォトダイオード301で発生した電荷をフローティングディフュージョン303Cに転送する。転送スイッチ302Dは、転送パルス信号PTXDに応じて、フォトダイオード301で発生した電荷をフローティングディフュージョン303Dに転送する。フローティングディフュージョン303C及び303D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。

【0026】

リセットスイッチ304C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303C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304D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303D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305C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303C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305D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303D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

【0027】

セレクトスイッチ306Cは、セレクトパルス信号PSELに応じて、ソースフォロアアンプ305Cで増幅された画素信号を垂直出力線307Aに出力する。セレクトスイッチ306Dは、セレクトパルス信号PSELに応じて、ソースフォロアアンプ305Dで増幅された画素信号を垂直出力線307Bに出力する。垂直出力線307A及び307Bは、図7のように、同じ列の複数の単位画素200で共有される。

40

【0028】

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200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200を示す。第1の単位画素200は、単一のマイクロレンズ1020を共有する第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、転送スイッチ302Aに接続される。第2のフォトダイオード

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HBLKにおいて、時刻t0では、信号PRE5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 t3 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 t4 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 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 のリセット状態を解除する。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 に書き込む。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。10

【0035】

次に、時刻 t8 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 t10 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 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 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 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。20

【0036】

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。30

【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4050

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。
10

【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。
20

【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。
30

【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。
40

【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
50

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 T OF 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、T OF 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 P TX C 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 P L I G H T 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 P TX C がロー・レベルになり、それと同時に信号 P TX D 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 P L I G H T 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 P TX D 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 P TX C による転送スイッチ 302C のオン時間と信号 P TX D 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 P L I G H T 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 P L I G H T によるパルス光の投射期間に対して、 $(t_{11}' - t_9)$ 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 $(t_{10} - t_{11}')$ 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】

10

20

30

40

50

ステップ S 802 では、制御回路 109 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 804 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 803 に進む。

【0057】

ステップ S 803 では、制御回路 109 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 805 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 804 に進む。

【0058】

ステップ S 804 では、図 5 の単位画素 200 は、発光装置 112 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 200 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 806 に進む。10

【0059】

ステップ S 805 では、図 5 の単位画素 200 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 200 は、発光装置 112 による発光を伴う図 10 の第 3 の駆動方法（T O F 方式焦点検出）により信号を読み出す。その後、ステップ S 806 に進む。10

【0060】

ステップ S 806 では、画像処理回路 106 は、ステップ S 804 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 805 の信号を基に、T O F 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 804 を通過した場合、画像処理回路 106 の第 1 の焦点検出部は、ステップ S 804 の発光装置 112 が光を投射しないで図 5 の単位画素 200 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 805 を通過した場合、画像処理回路 106 の第 2 の焦点検出部は、ステップ S 805 の発光装置 112 が光を投射して図 6 の単位画素 200 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。20

【0061】

また、画像処理回路 106 は、ステップ S 804 又は S 805 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 107、記録回路 108、及び表示回路 111 に出力する。30

【0062】

ステップ S 807 では、制御回路 109 は、撮影終了の有無を判定する。継続ならばステップ S 808 に進み、終了ならば一連の動作を終了する。

【0063】

ステップ S 808 では、制御回路 109 は、ステップ S 806 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 809 では、制御回路 109 は、算出されたレンズ駆動量を基に撮影レンズ 101 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 801 に戻り、上記動作を繰り返す。

【0064】

なお、最初のフレームにおいて、ステップ S 802 及び S 803 の判定ができない場合には、ステップ S 801 の後、ステップ S 804 に進む。すなわち、図 12 の 1 回目の処理では、ステップ S 801 からステップ S 804 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 200 の出力を基に、ステップ S 802 及び S 803 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 200 の出力信号を基に、ステップ S 802 及び S 803 の判定を行う。なお、ステップ S 802 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。40

【0065】

次に、撮像素子 103 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 804 の第 1 及び第 2 の駆動方法を説明する読み出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H00～H15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200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、TOF方式の焦点検出が可能な図6の単位画素200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H00～H07の期間であり、単位画素(0, 3)が信号を蓄積する期間はH06～H13の期間となる。

【0066】

10

図14は、図12のステップS805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200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、TOF方式の焦点検出が可能な図6の単位画素200の行を、Y座標アドレスが小さい順に2行読み出す。

【0067】

また、TOF方式の焦点検出に使用する発光装置112による発光を、信号PLIGH Tに従い、H05, H06, H13, H14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200の行の単位画素(0, 0)が電荷を蓄積する期間はH00～H07の期間である。

20

【0068】

一方、TOF方式の焦点検出が可能な図6の単位画素200の行の単位画素(0, 3)が電荷を蓄積する期間は、図13ではH06～H13の期間であった。図14においては、発光装置112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H13の発光の直前の期間H12において、フォトダイオード301の信号のリセットを行うことにより、電荷蓄積期間はH13のみとする。

【0069】

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200の電荷蓄積期間と、TOF方式の焦点検出が可能な図6の単位画素200の電荷蓄積期間は、相互に異なる。TOF方式の焦点検出が可能な図6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。

30

【0070】

以上のようにして、撮像素子103は、瞳分割位相差方式による焦点検出とTOF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。

【0071】

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

【0072】

(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200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。

【0073】

図15は、図2と同様に、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。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。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 200 は、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 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 200 は、1つのマイクロレンズ 1020 に対して1つの画素が設けられる。2つの分割画素 201A 及び 201B で構成される単位画素 200 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 200 のうち、Y 座標が 3、7 の単位画素 200 は、TOF 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 200 は、焦点検出には使用されず、撮像にのみ使用される。

【0074】

Y 座標が 0、4 の単位画素 200 は、図 5 の構成を有する。Y 座標が 3、7 の単位画素 200 は、図 6 の構成を有する。

10

【0075】

図 17 は、図 15 の Y 座標が 1、2、5、6 の単位画素 200 の構成例を示す回路図である。単位画素 200 は、1つのフォトダイオード 301 を有する。フォトダイオード 301 には、転送スイッチ 302E が接続される。転送スイッチ 302E には、フローティングディフュージョン 303E が接続される。フローティングディフュージョン 303E には、リセットスイッチ 304E 及びソースフォロアアンプ 305E が接続される。ソースフォロアアンプ 305E には、セレクトスイッチ 306E が接続される。リセットスイッチ 304E 及びソースフォロアアンプ 305E のドレインは、基準電位 (VDD) ノード 308 に接続される。

【0076】

フォトダイオード 301 は、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 302E は、転送パルス信号 PTEX に応じて、フォトダイオード 301 で発生した電荷をフローティングディフュージョン 303E に転送する。フローティングディフュージョン 303E 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。

20

【0077】

リセットスイッチ 304E 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 303E 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 305E は、MOS トランジスタと基準電位 VDD 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 303E 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 306E は、セレクトパルス信号 PSEL に応じて、ソースフォロアアンプ 305E で増幅された画素信号を垂直出力線 307A に出力する。垂直出力線 307A は、同じ列の複数の単位画素 200 で共有される。

【0078】

図 16 (a) は、図 15 の Y 座標が 0、4 の単位画素 200 (図 5) のレイアウト図であり、図 4 (a) と同じである。図 16 (b) は、図 15 の Y 座標が 3、7 の単位画素 200 (図 6) のレイアウト図であり、図 4 (b) と同じである。図 16 (a) の単位画素 200 は第 1 の単位画素 200 であり、図 16 (b) の単位画素 200 は第 2 の単位画素 200 である。

40

【0079】

図 16 (c) は、図 15 の Y 座標が 1、2、5、6 の単位画素 200 (図 17) のレイアウト図である。フォトダイオード 301 は、転送スイッチ 302E に接続される。転送スイッチ 302E は、フローティングディフュージョン 303E に接続される。図 16 (c) の単位画素 200 は、第 3 の単位画素 200 である。

【0080】

図 18 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。本実施形態 (図 18) が第 1 の実施形態 (図 7) と異なる点を説明する。撮像素子 103 は、複数の単位画素 200 が行列状に配置されている。単位画素 200 内のフローティングディフュージョン 303

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。

10

【 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 0 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。

20

【 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 1 0 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 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、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。

30

【 0 0 8 5 】

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

40

50

レベル(光成分)として出力する。

【0086】

その後、画像処理回路106は、フローティングディフュージョン303E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106は、信号を加算してもよい。

【0087】

画像処理回路106は、図16(c)の単位画素200の出力信号を用いずに、第1の実施形態と同様に、図16(a)の単位画素200又は図16(b)の単位画素200の出力信号を基に被写体までの距離を演算する。図16(c)の単位画素200の出力信号は、画像信号を形成するために用いられる。

【0088】

次に、撮像素子103の読み出しのタイミングについて図20及び図21を用いて説明する。図20は、図12のステップS804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16(a)の単位画素200は図8の第1の駆動方法により駆動され、図16(b)の単位画素200は図9の第2の駆動方法により駆動され、図16(c)の単位画素200は図19の第4の駆動方法により駆動される。

10

【0089】

図20において、点線で区切られた期間H00～H15は、それぞれ各行の読み出し時間を表すものである。また、表記の画素アドレスは、図15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16(a)の単位画素200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16(c)の単位画素200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、TOF方式の焦点検出が可能な図16(b)の単位画素200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H00～H07の期間であり、単位画素(0,1)が電荷を蓄積する期間はH02～H09の期間であり、単位画素(0,3)が電荷を蓄積する期間はH06～H13の期間となる。

20

【0090】

図21は、図12のステップS805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16(a)の単位画素200は図8の第1の駆動方法により駆動され、図16(b)の単位画素200は図10の第3の駆動方法により駆動され、図16(c)の単位画素200は図19の第4の駆動方法により駆動される。

30

【0091】

図21においても、図20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16(a)の単位画素200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16(c)の単位画素200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、TOF方式の焦点検出が可能な図16(b)の単位画素200の行を、Y座標アドレスが小さい順に2行読み出す。また、TOF方式の焦点検出に使用する発光装置112による発光を、信号PLIGHTに従い、H05, H06, H13, H14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16(a)の単位画素200の行の単位画素(0,0)が電荷を蓄積する期間はH00～H07の期間である。

40

【0092】

一方、TOF方式の焦点検出が可能な図16(b)の単位画素200の行の単位画素(0,3)が電荷を蓄積する期間は、図20ではH06～H13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H13の発光の直前の期間H12において、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H13のみとする。

【0093】

また、通常の撮像にのみ使用される図16(c)の単位画素(0,1)が電荷を蓄積す

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を行うことができる。

【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ィュージョン303F、303G、303H、303Jが接続される。フローティングディフィュージョン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ィュージョン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。10

【 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。20

【 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。30

【 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。40

【 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 P TX F 及び P TX G 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 P TX H 及び P TX J 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 P SEL 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 P TX F 及び P TX G 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 P TX F 及び P TX G 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增幅出力する。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 HS R 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 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、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 HS R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 PH S 及び PH 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 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、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、301G の電荷蓄積が開始する。

【0119】

30

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 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。

40

【0120】

次に、時刻 t8 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 t10 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、3

50

02H、302Jがオフする。すると、フォトダイオード301F、301Gからフローティングディフュージョン303F、303G、303H、303Jへの電荷転送が終了する。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、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增幅出力する。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、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。
10

【0121】

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。
20

【0122】

この後、通常撮影として駆動するために、画像処理回路106は、フローティングディフュージョン303F、303G、303H、303Jの電荷に基づく信号を加算して撮影画像として使用する。

【0123】

以上のように、本実施形態では、単位画素200が全て同一の構成でありながら、単位画素200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、TOF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103を用いて複数の焦点検出方式を自由に実現可能とする。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

【0124】

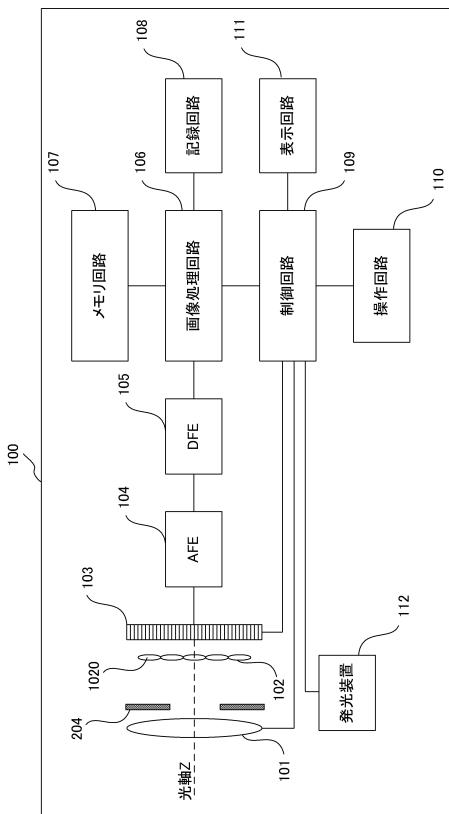
なお、上記実施形態は、何れも本発明を実施するにあたっての具体化の例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されなければならないものである。すなわち、本発明はその技術思想、又はその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形で実施することができる。

【符号の説明】

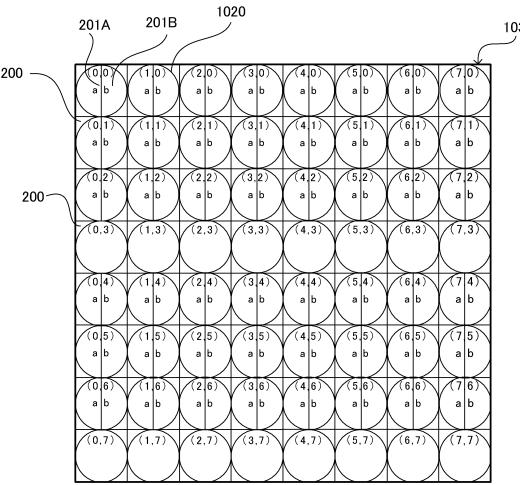
【0125】

100 撮像装置、103 撮像素子、106 画像処理回路、112 発光装置、20
0 単位画素
40

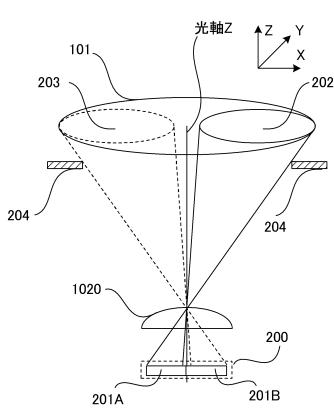
【図1】



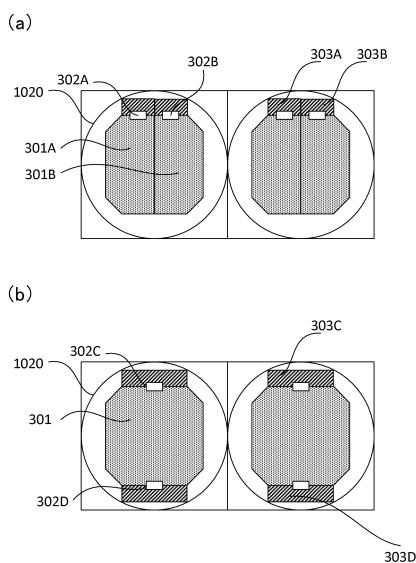
【図2】



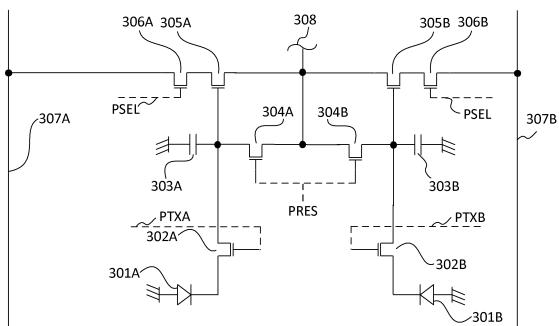
【図3】



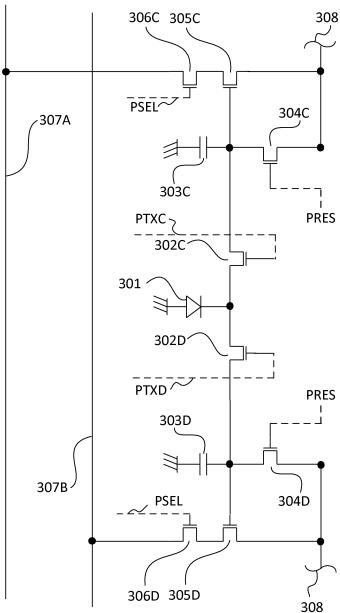
【図4】



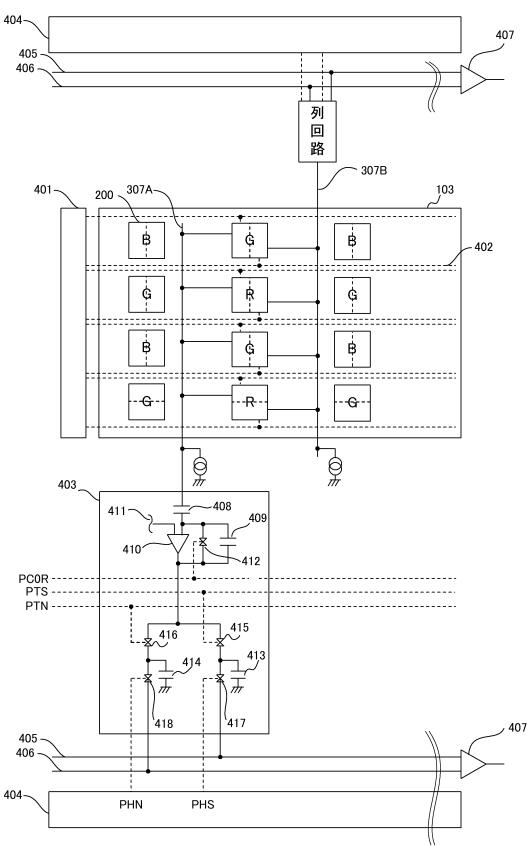
【 図 5 】



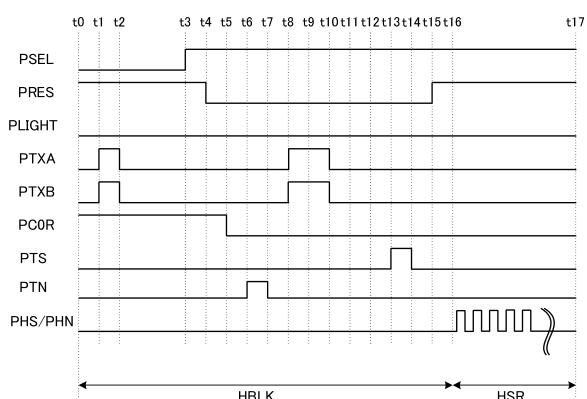
【図6】



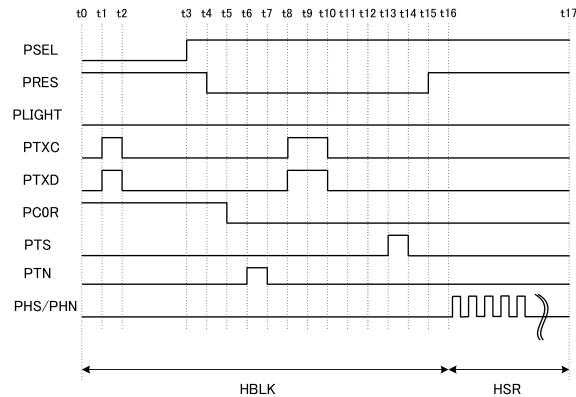
【 図 7 】



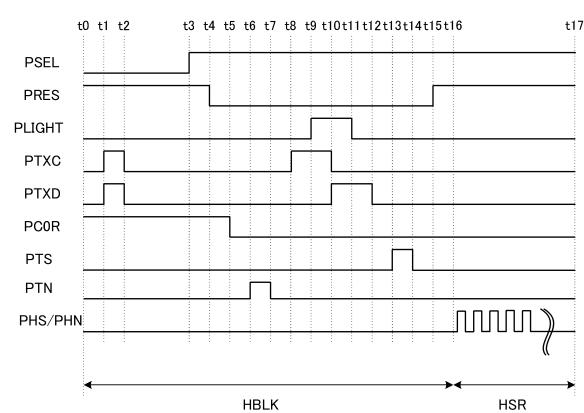
【 四 8 】



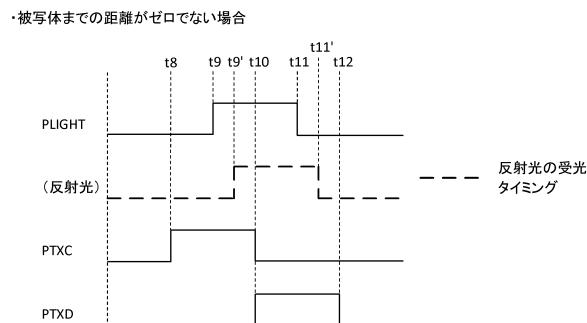
【図9】



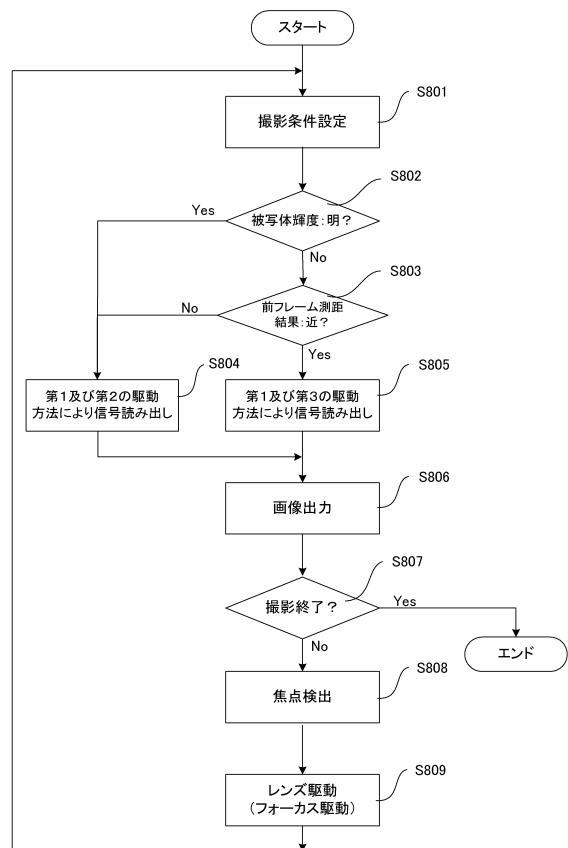
【図10】



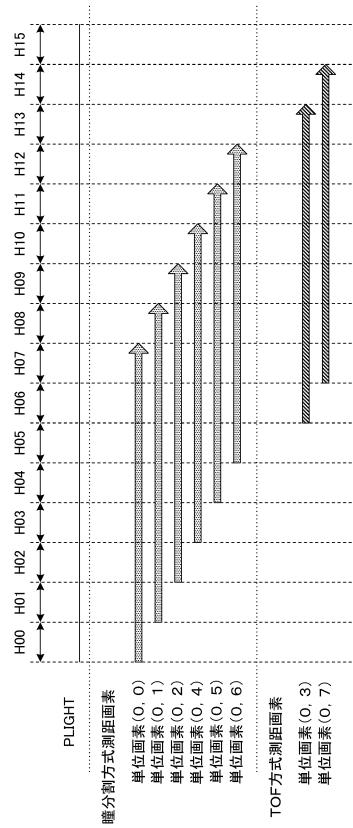
【図11】



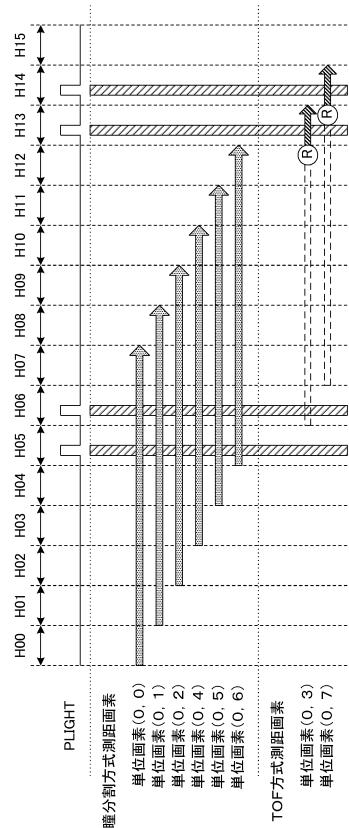
【図12】



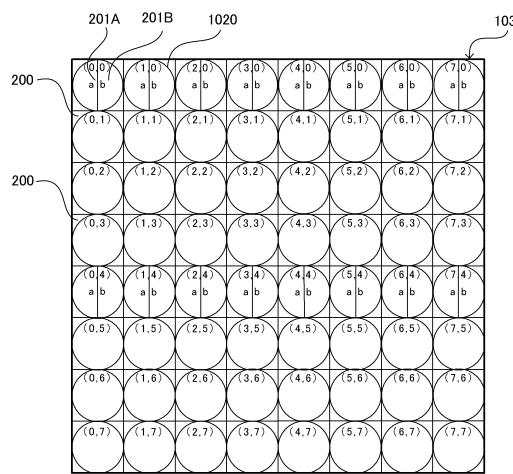
【図13】



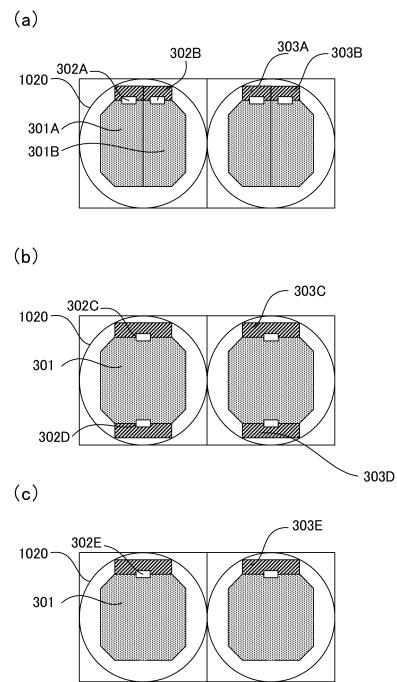
【図14】



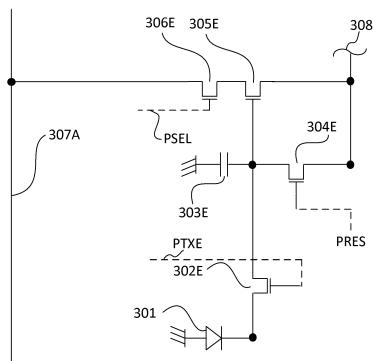
【図15】



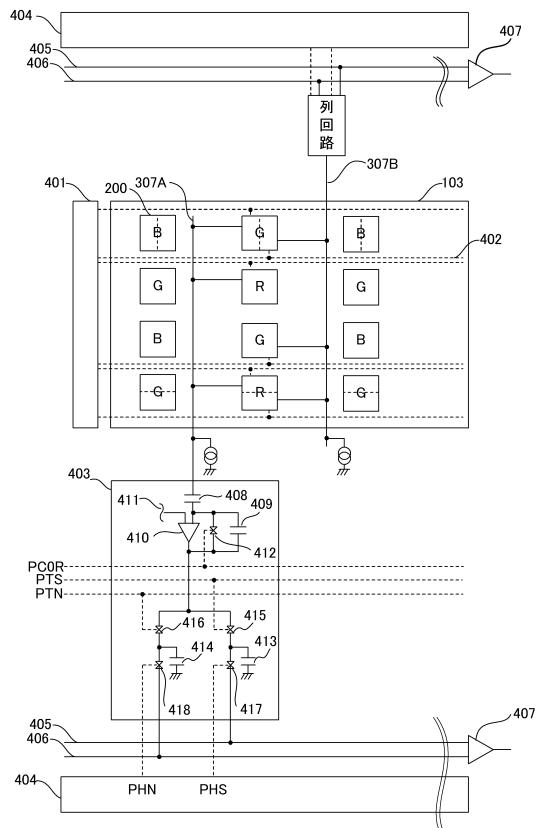
【図16】



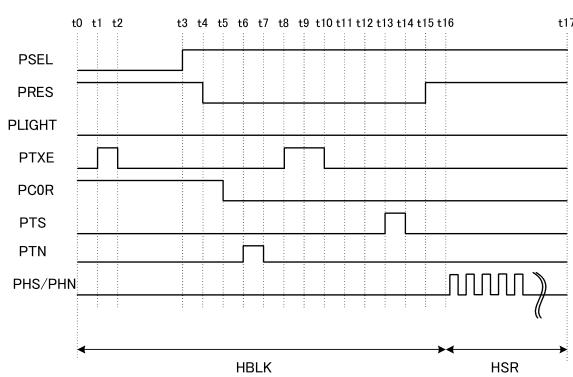
【図17】



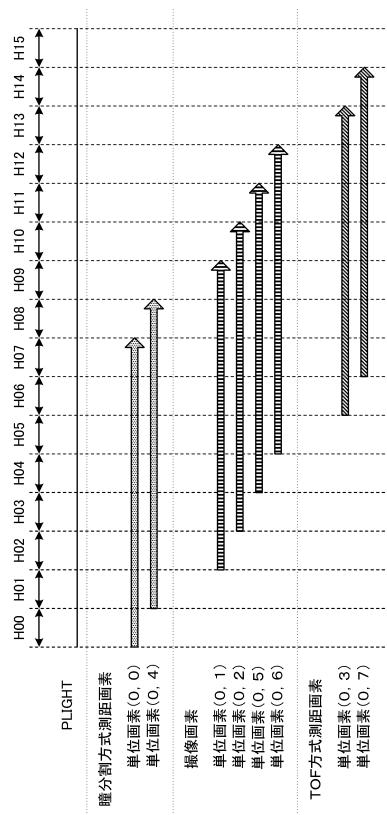
【図18】



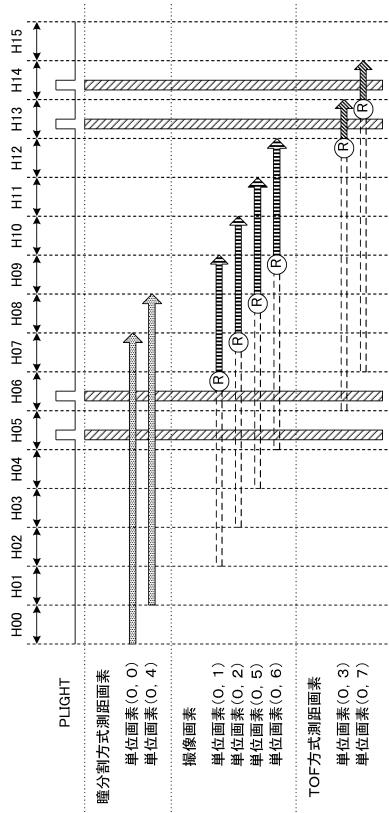
【図19】



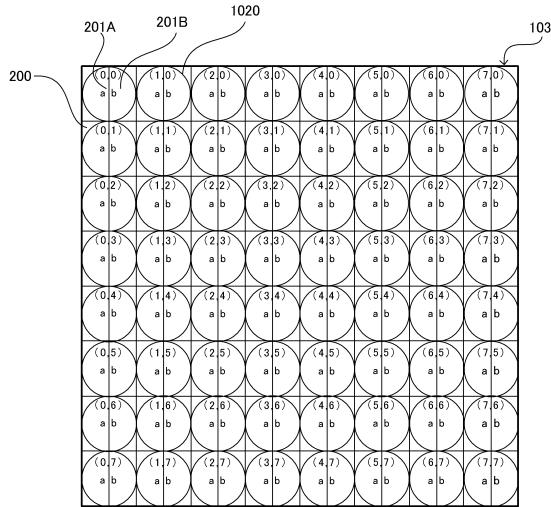
【図20】



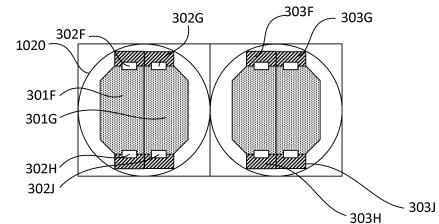
【図21】



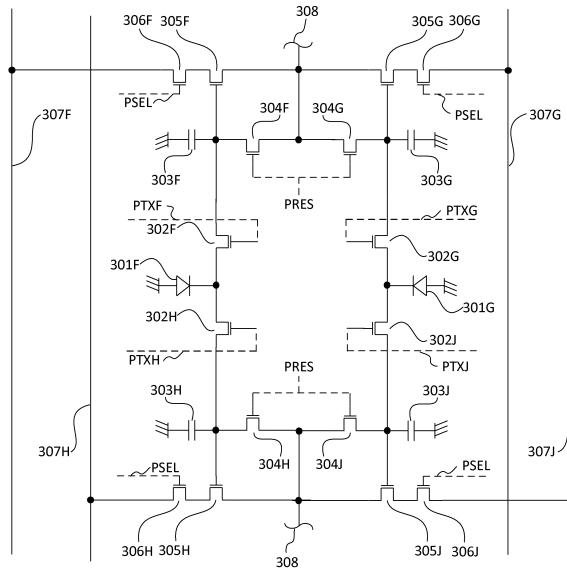
【図22】



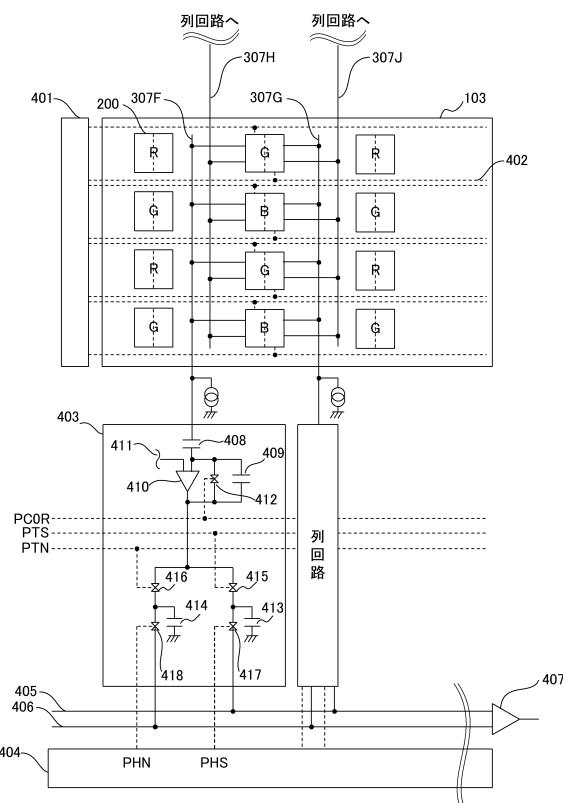
【図23】



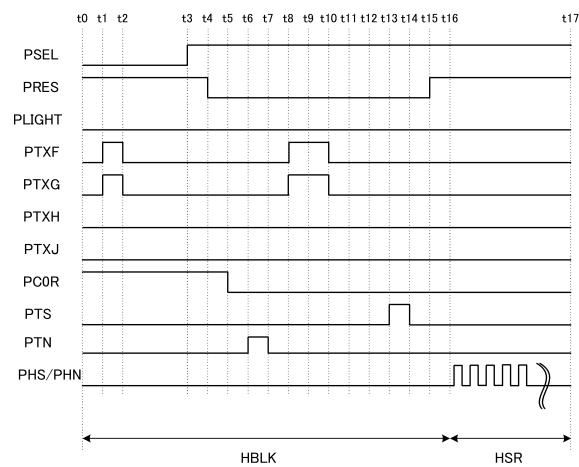
【図24】



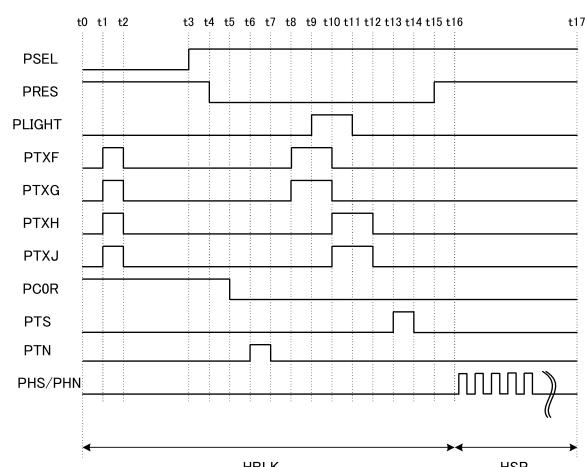
【図25】



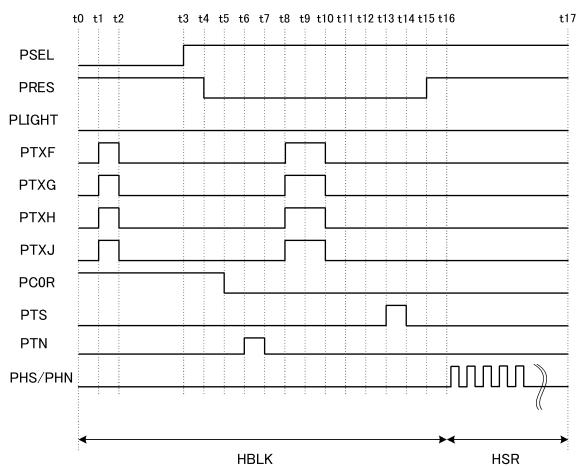
【図26】



【図27】



【図28】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2012-220631(JP,A)
特開平07-167646(JP,A)
特開平07-167647(JP,A)
特開2001-083407(JP,A)
特開2013-003501(JP,A)
国際公開第2015/083539(WO,A1)
国際公開第2015/075926(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/225-5/378
H04N 9/00-9/11
H01L 27/146