

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6570384号  
(P6570384)

(45) 発行日 令和1年9月4日 (2019.9.4)

(24) 登録日 令和1年8月16日 (2019.8.16)

(51) Int.Cl.	F 1			
HO4N 5/353	(2011.01)	HO4N	5/353	500
HO1L 27/146	(2006.01)	HO1L	27/146	A
HO4N 5/355	(2011.01)	HO4N	5/355	540
HO4N 5/374	(2011.01)	HO4N	5/374	
HO4N 5/235	(2006.01)	HO4N	5/235	500

請求項の数 19 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2015-179347 (P2015-179347)
(22) 出願日	平成27年9月11日 (2015.9.11)
(65) 公開番号	特開2017-55328 (P2017-55328A)
(43) 公開日	平成29年3月16日 (2017.3.16)
審査請求日	平成30年9月6日 (2018.9.6)

(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	100094112 弁理士 岡部 譲
(74) 代理人	100101498 弁理士 越智 隆夫
(74) 代理人	100106183 弁理士 吉澤 弘司
(74) 代理人	100128668 弁理士 斎藤 正巳
(72) 発明者	川端 一成 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】撮像装置及び撮像システム

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

光電変換により電荷を生じる光電変換部と、前記光電変換部から転送される電荷を保持する保持部と、前記保持部から転送される電荷に基づく信号を出力する増幅部とをそれぞれが含む複数の画素を有し、

前記複数の画素は、

それぞれのフレームの第1の露光期間の間に前記光電変換部で生じた電荷に基づく信号を出力する画素を含む第1のグループと、

それぞれの前記フレームの第2の露光期間の間に前記光電変換部で生じた電荷に基づく信号を出力する画素を含む第2のグループとを含み、

前記第2の露光期間は、前記第1の露光期間よりも長く、少なくとも一部が前記第1の露光期間と重なっており、

前記第2のグループに属する前記画素は、前記第2の露光期間の間に、

前記光電変換部で生じた電荷を前記光電変換部に蓄積するとともに、前記保持部が保持している電荷を前記増幅部に転送する第1の期間と、

前記第1の期間の間に前記光電変換部で生じた前記電荷を前記保持部が保持するとともに、前記第1の期間の後に前記光電変換部で生じた電荷を前記光電変換部又は前記保持部が保持する第2の期間とを含む

ことを特徴とする撮像装置。

## 【請求項 2】

10

20

前記第2のグループに属する前記画素において、前記第1の期間及び前記第2の期間に前記光電変換部で生じた前記電荷は、次のフレームの前記第1の期間に前記保持部に保持されている

ことを特徴とする請求項1記載の撮像装置。

【請求項3】

前記第1のグループに属する前記画素は、前記第1の露光期間の後に、前記第1の露光期間の間に前記光電変換部で生じた電荷を前記保持部が保持する第4の期間を有し、前記第4の期間の間に前記保持部が保持している電荷を前記増幅部に転送する

ことを特徴とする請求項1又は2記載の撮像装置。

【請求項4】

10

前記第4の期間は、前記第2の期間又は次のフレームの前記第1の期間の間に行われる  
ことを特徴とする請求項3記載の撮像装置。

【請求項5】

前記第2の期間の間に前記光電変換部で生じた前記電荷は、前記第2の期間の間に間欠的に前記保持部へ転送される

ことを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の撮像装置。

【請求項6】

前記第1のグループに属する前記画素の前記第1の露光期間は一致しており、

前記第2のグループに属する前記画素の前記第2の露光期間は一致している

ことを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の撮像装置。

20

【請求項7】

前記第1の露光期間の開始時刻と、前記第2の露光期間の開始時刻とが一致している  
ことを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載の撮像装置。

【請求項8】

前記第1の露光期間の時間重心と、前記第2の露光期間の時間重心とが一致している  
ことを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載の撮像装置。

【請求項9】

前記第1の露光期間の終了時刻と、前記第2の露光期間の終了時刻とが一致している  
ことを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載の撮像装置。

【請求項10】

30

前記第1のグループの前記画素から出力される前記信号に基づく第1の画像と、前記第2のグループの前記画素から出力される前記信号に基づく第2の画像とから、ワイドダイナミックレンジ画像を取得する

ことを特徴とする請求項1乃至9のいずれか1項に記載の撮像装置。

【請求項11】

前記第1のグループは、第1の瞳領域を通過した光に基づく信号を出力する第1の画素と、前記第1の瞳領域とは異なる第2の瞳領域を通過した光に基づく信号を出力する第2の画素とを含む

ことを特徴とする請求項1乃至10のいずれか1項に記載の撮像装置。

【請求項12】

40

前記第1の画素及び前記第2の画素は、前記第1の瞳領域を通過した光を光電変換する第1の光電変換素子と、前記第2の瞳領域を通過した光を光電変換する第2の光電変換素子とを含む

ことを特徴とする請求項11記載の撮像装置。

【請求項13】

前記第1の画素の前記光電変換部に前記第1の瞳領域を通過した光を選択的に入射し、前記第2の画素の前記光電変換部に前記第2の瞳領域を通過した光を選択的に入射する遮光膜を有する

ことを特徴とする請求項11記載の撮像装置。

【請求項14】

50

前記第1のグループの前記第1の画素及び前記第2の画素から出力される前記信号に基づき焦点検出用信号を取得し、前記第2のグループの前記画素から出力される前記信号に基づき撮像信号を取得する

ことを特徴とする請求項11乃至13のいずれか1項に記載の撮像装置。

【請求項15】

前記第1のグループに属する前記画素は、それぞれのフレームにおいて、前記第1の露光期間の間に前記光電変換部で生じた前記電荷に基づく前記信号と、前記第1の露光期間とは異なる第3の露光期間の間に前記光電変換部で生じた電荷に基づく信号とを出力することを特徴とする請求項1乃至14のいずれか1項に記載の撮像装置。

【請求項16】

光電変換により電荷を生じる光電変換部と、前記光電変換部から転送される電荷を保持する保持部と、前記保持部から転送される電荷に基づく信号を出力する増幅部とをそれぞれが含む複数の画素を有する撮像装置の駆動方法であって、

前記複数の画素のうち第1のグループに属する画素については、

それぞれのフレームの第1の露光期間の間に前記光電変換部で生じた電荷を前記光電変換部で蓄積し、

前記第1の露光期間の後に、前記第1の露光期間の間に前記光電変換部で生じた前記電荷を前記保持部から前記増幅部へと転送し、

前記複数の画素のうち第2のグループに属する画素については、

それぞれのフレームの第2の露光期間の第1の期間の間に、前記光電変換部で生じた電荷を前記光電変換部に蓄積するとともに、前記保持部が保持している電荷を前記増幅部に転送し、

前記第2の露光期間の第2の期間の間に、前記第1の期間の間に前記光電変換部で生じた前記電荷を前記保持部で保持するとともに、前記第2の期間の間に前記光電変換部で生じた電荷を前記光電変換部又は前記保持部で保持し、

前記第2の露光期間の後に、前記第1の期間及び前記第2の期間の間に前記光電変換部で生じた前記電荷を前記保持部から前記増幅部へと転送する

ことを特徴とする撮像装置の駆動方法。

【請求項17】

請求項1乃至15のいずれか1項に記載の撮像装置と、

前記撮像装置からの信号を処理する信号処理部と

を有することを特徴とする撮像システム。

【請求項18】

前記信号処理部は、前記第1のグループの前記画素から出力される前記信号に基づき、焦点検出信号を生成する

ことを特徴とする請求項17記載の撮像システム。

【請求項19】

前記信号処理部は、前記第1のグループの前記画素から出力される前記信号に基づく第1の画像と、前記第2のグループの前記画素から出力される前記信号に基づく第2の画像とから、ワイドダイナミックレンジ画像を取得する

ことを特徴とする請求項17記載の撮像システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像装置及び撮像システムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、CMOSイメージセンサにおいて、グローバル電子シャッタ動作による撮像を行うことが提案されている。特許文献1及び特許文献2には、グローバル電子シャッタを備えた撮像装置が記載されている。グローバル電子シャッタを備えた撮像装置には、動きの

10

20

30

40

50

速い被写体を撮影する場合でも被写体像がゆがまないという利点がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2004-111590号公報

【特許文献2】特開2006-246450号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

発明者らは、グローバル電子シャッタ機能を備えた撮像装置において、多重露光によるダイナミックレンジの拡大や撮像面での焦点検出の高速化などの高機能化が必要であることを見出した。しかしながら、従来の撮像装置では、このような高機能化に適した撮像装置の構成や駆動方法について検討はなされていなかった。 10

【0005】

本発明の目的は、グローバル電子シャッタを用いた撮像において、ダイナミックレンジの拡大や焦点検出の高速化を実現しうる撮像装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一観点によれば、光電変換により電荷を生じる光電変換部と、前記光電変換部から転送される電荷を保持する保持部と、前記保持部から転送される電荷に基づく信号を出力する増幅部とをそれぞれが含む複数の画素を有し、前記複数の画素は、それぞれのフレームの第1の露光期間の間に前記光電変換部で生じた電荷に基づく信号を出力する画素を含む第1のグループと、それぞれの前記フレームの第2の露光期間の間に前記光電変換部で生じた電荷に基づく信号を出力する画素を含む第2のグループとを含み、前記第2の露光期間は、前記第1の露光期間よりも長く、少なくとも一部が前記第1の露光期間と重なっており、前記第2のグループに属する前記画素は、前記第2の露光期間の間に、前記光電変換部で生じた電荷を前記光電変換部に蓄積するとともに、前記保持部が保持している電荷を前記増幅部に転送する第1の期間と、前記第1の期間の間に前記光電変換部で生じた前記電荷を前記保持部が保持するとともに、前記第1の期間の後に前記光電変換部で生じた電荷を前記光電変換部又は前記保持部が保持する第2の期間とを含む撮像装置が提供される。 20

【0007】

また、本発明の他の一観点によれば、光電変換により電荷を生じる光電変換部と、前記光電変換部から転送される電荷を保持する保持部と、前記保持部から転送される電荷に基づく信号を出力する増幅部とをそれぞれが含む複数の画素を有する撮像装置の駆動方法であって、前記複数の画素のうち第1のグループに属する画素については、それぞれのフレームの第1の露光期間の間に前記光電変換部で生じた電荷を前記光電変換部で蓄積し、前記第1の露光期間の後に、前記第1の露光期間の間に前記光電変換部で生じた前記電荷を前記保持部から前記増幅部へと転送し、前記複数の画素のうち第2のグループに属する画素については、それぞれのフレームの第2の露光期間の第1の期間の間に、前記光電変換部で生じた電荷を前記光電変換部に蓄積するとともに、前記保持部が保持している電荷を前記増幅部に転送し、前記第2の露光期間の第2の期間の間に、前記第1の期間の間に前記光電変換部で生じた前記電荷を前記保持部で保持するとともに、前記第2の露光期間の後に、前記第1の期間及び前記第2の露光期間の間に前記光電変換部で生じた前記電荷を前記保持部から前記増幅部へと転送する撮像装置の駆動方法が提供される。 40

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、グローバル電子シャッタ機能を備えた撮像装置において、ダイナミックレンジの拡大や焦点検出の高速化を実現することができる。 50

**【図面の簡単な説明】****【0009】**

【図1】本発明の第1実施形態による撮像装置の概略構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1実施形態による撮像装置の画素回路の構成例を示す図である。

【図3】本発明の第1実施形態による撮像装置の画素アレイ部における画素の配置例を示す図である。

【図4】本発明の第1実施形態による撮像装置の動作を示す模式図である。

【図5】本発明の第1実施形態による撮像装置の動作を示すタイミングチャートである。

【図6】本発明の第1実施形態による撮像装置の動作を示すタイミングチャートである。

【図7】本発明の第2実施形態による撮像装置の画素回路の構成例を示す図である。 10

【図8】本発明の第2実施形態による撮像装置の動作を示す模式図である。

【図9】本発明の第2実施形態による撮像装置の動作を示すタイミングチャートである。

【図10】本発明の第3実施形態による撮像装置の動作を示す模式図である。

【図11】本発明の第3実施形態による撮像装置の動作を示すタイミングチャートである。  
。

【図12】本発明の第4実施形態による撮像装置の画素回路の構成例を示す図である。

【図13】本発明の第4実施形態による撮像装置の画素の断面構造を示す図である。

【図14】本発明の第4実施形態による撮像装置の動作を示すタイミングチャートである。  
。

【図15】本発明の第5実施形態による撮像装置の画素の断面構造を示す図である。 20

【図16】本発明の第6実施形態による撮像システムの構成を示すブロック図である。

**【発明を実施するための形態】****【0010】**

以下、本発明の実施形態について、図面を用いて説明する。もちろん、本発明に係る実施形態は、以下に説明される実施形態のみに限定されるものではない。例えば、以下のいずれかの実施形態の一部の構成を他の実施形態に追加した例や、他の実施形態の一部の構成と置換した例も、本発明の実施形態である。

**【0011】****[第1実施形態]**

本発明の第1実施形態による撮像装置について、図1乃至図6を用いて説明する。図1は、本実施形態による撮像装置の概略構成を示すブロック図である。図2は、本実施形態による撮像装置の画素回路の構成例を示す回路図である。図3は、本実施形態による撮像装置の画素アレイ部における画素の配置例を示す図である。図4は、本実施形態による撮像装置の動作を示す模式図である。図5及び図6は、本実施形態による撮像装置の動作を示すタイミングチャートである。 30

**【0012】**

はじめに、本実施形態による撮像装置の構成について、CMOSイメージセンサを例に挙げ、図1及び図2を用いて説明する。

**【0013】**

本実施形態による撮像装置100は、図1に示すように、画素アレイ部10と、垂直駆動回路20と、水平駆動回路30と、制御回路40と、出力回路50とを有している。 40

**【0014】**

画素アレイ部10には、複数行及び複数列に渡って配された複数の画素12が設けられている。それぞれの画素12は、入射光をその光量に応じた電荷に変換する光電変換素子を含む。図1には、5行×2列に配列された10個の画素12からなる画素アレイを示しているが、実際には更に多くの画素12を有している。

**【0015】**

画素アレイ部10に配列された複数の画素12には、読み出し対象画素群12aと、非読み出し対象画素群12bとを含むことができる。読み出し対象画素群12aは、後段の信号処理系において用いられる信号を出力する画素12からなる画素群である。信号処理 50

系において用いられる信号には、例えば、画像に用いられる信号（以下、「画像用信号」と表記する）や、焦点検出に用いられる信号（以下、「焦点検出用信号」と表記する）などが含まれる。また、非読み出し対象画素群 12b は、出力を画像や焦点検出などに用いない画素 12 からなる画素群である。なお、非読み出し対象画素群 12b は、必ずしも設ける必要はない。

【0016】

垂直駆動回路 20 は、それぞれの画素 12 から信号を読み出す際に画素 12 内の読み出し回路を駆動するためのものである。水平駆動回路 30 は、画素 12 から読み出された信号に対して必要に応じて所望の信号処理を行った後、列毎に順次、出力回路 50 に転送するためのものである。水平駆動回路 30 が行う信号処理には、増幅処理や A/D 変換処理等を含むことができる。制御回路 40 は、垂直駆動回路 20 及び水平駆動回路 30 を制御するためのものである。出力回路 50 は、画素 12 から読み出した信号を外部に出力するための回路である。

【0017】

図 2 は、画素アレイ部 10 を構成する画素回路の一例を示す回路図である。図 2 には、画素アレイ部 10 を構成する画素 12 として、図 1 の読み出し対象画素群 12a に対応する 4 行 × 2 列に配列された 8 個の画素 12 を示しているが、実際には更に多くの画素 12 を有している。なお、以下の説明では、画素アレイの行を上から順に、第 m 行、第 m + 1 行、第 m + 2 行、第 m + 3 行、といった行番号で表記することがある。

【0018】

各画素 12 は、光電変換部 D1 と、転送トランジスタ M1 と、転送トランジスタ M2 と、リセットトランジスタ M3 と、増幅トランジスタ M4 と、選択トランジスタ M5 とを含む。光電変換部 D1 を構成するフォトダイオードのアノードは接地電圧線に接続され、カソードは転送トランジスタ M1 のソースに接続されている。転送トランジスタ M1 のドレインは、転送トランジスタ M2 のソースに接続されている。転送トランジスタ M1 のドレインと転送トランジスタ M2 のソースとの接続ノードは、電荷の保持部 C1 を構成する。図には、保持部 C1 を容量素子で表している。転送トランジスタ M2 のドレインは、リセットトランジスタ M3 のソース及び増幅トランジスタ M4 のゲートに接続されている。転送トランジスタ M2 のドレイン、リセットトランジスタ M3 のソース及び増幅トランジスタ M4 のゲートの接続ノードは、電荷の保持部 C2 を構成する。図には、保持部 C2 を容量素子で表している。なお、保持部 C2 は、いわゆるフローティングディフュージョン（FD）である。リセットトランジスタ M3 のドレイン及び増幅トランジスタ M4 のドレインは、電源電圧線（VDD）に接続されている。増幅トランジスタ M4 のソースは、選択トランジスタ M5 のドレインに接続されている。

【0019】

画素アレイ部 10 の画素アレイの各行には、行方向（図 2 において横方向）に延在して、制御線 TX1、制御線 TX2、制御線 RES、制御線 SEL が、それぞれ配されている。制御線 TX1 は、行方向に並ぶ画素 12 の転送トランジスタ M1 のゲートにそれぞれ接続され、これら画素 12 に共通の信号線をなしている。制御線 TX2 は、行方向に並ぶ画素 12 の転送トランジスタ M2 のゲートにそれぞれ接続され、これら画素 12 に共通の信号線をなしている。制御線 RES は、行方向に並ぶ画素 12 のリセットトランジスタ M3 のゲートにそれぞれ接続され、これら画素 12 に共通の信号線をなしている。制御線 SEL は、行方向に並ぶ画素 12 の選択トランジスタ M5 のゲートにそれぞれ接続され、これら画素 12 に共通の信号線をなしている。なお、図 1 には、各制御線の名称に、対応する行番号をそれぞれ付記している（例えば、TX1(m), TX1(m+1), TX1(m+2), TX1(m+3)）。

【0020】

制御線 TX1、制御線 TX2、制御線 RES、制御線 SEL は、垂直駆動回路 20 に接続されている。制御線 TX1 には、垂直駆動回路 20 から、転送トランジスタ M1 を制御するための駆動パルスである制御信号 P TX1 が output される。制御線 TX2 には、垂直駆

10

20

30

40

50

動回路 20 から、転送トランジスタ M2 を制御するための駆動パルスである制御信号 P T × 2 が出力される。制御線 R E S には、垂直駆動回路 20 から、リセットトランジスタ M3 を制御するための駆動パルスである制御信号 P R E S が出力される。制御線 S E L には、垂直駆動回路 20 から、選択トランジスタ M5 を制御するための駆動パルスである制御信号 P S E L が出力される。典型例では、垂直駆動回路 20 からハイレベルの制御信号が出力されると対応するトランジスタがオンとなり、垂直駆動回路 20 からローレベルの制御信号が出力されると対応するトランジスタがオフとなる。これら制御信号は、制御回路 40 からの所定のタイミング信号に応じて、垂直駆動回路 20 から供給される。垂直駆動回路 20 には、シフトレジスタやアドレスデコーダなどの論理回路が用いられる。

## 【0021】

10

画素アレイ部 10 の画素アレイの各列には、列方向（図 2 において縦方向）に延在して、出力線 14 が配されている。出力線 14 は、列方向に並ぶ画素 12 の選択トランジスタ M5 のソースにそれぞれ接続され、これら画素 12 に共通の信号線をなしている。なお、画素 12 の選択トランジスタ M5 は、省略してもよい。この場合、出力線 14 は、増幅トランジスタ M4 のソースに接続される。出力線 14 には、電流源 16 が接続されている。

## 【0022】

光電変換部 D1 は、入射光をその光量に応じた電荷に変換（光電変換）するとともに、光電変換により生じた電荷を蓄積する。転送トランジスタ M1 は、光電変換部 D1 が保持する電荷を保持部 C1 に転送する。保持部 C1 は、光電変換部 D1 で生成された電荷を、光電変換部 D1 とは別の場所で保持する。転送トランジスタ M2 は、保持部 C1 が保持する電荷を保持部 C2 に転送する。保持部 C2 は、保持部 C1 から転送された電荷を保持するとともに、増幅部の入力ノード（増幅トランジスタ M4 のゲート）の電圧を、その容量と転送された電荷の量とに応じた電圧に設定する。リセットトランジスタ M3 は、保持部 C2 の電圧をリセットする。選択トランジスタ M5 は、出力線 14 に信号を出力する画素 12 を選択する。増幅トランジスタ M4 は、ドレインに電源電圧が供給され、ソースに選択トランジスタ M5 を介して電流源 16 からバイアス電流が供給される構成となっており、ゲートを入力ノードとする増幅部（ソースフォロワ回路）を構成する。これにより増幅トランジスタ M4 は、入射光によって生じた電荷に基づく信号 Vout を出力線 14 に出力する。

## 【0023】

30

このような構成により、保持部 C1 が電荷を保持している間に光電変換部 D1 で生じた電荷は、光電変換部 D1 に蓄積することができる。これにより、複数の画素の間で光電変換の期間が一致するような撮像動作、いわゆるグローバル電子シャッタ動作を行うことが可能となる。なお、電子シャッタとは、入射光によって生じた電荷の蓄積を電気的に制御することである。

## 【0024】

次に、本実施形態による撮像装置の駆動方法について、図 3 乃至図 6 を用いて説明する。ここでは動画を撮影する場合の撮像動作について説明するが、静止画の撮影を行う場合についても同様に行うことができる。

## 【0025】

40

なお、本明細書では、グループ、時刻、期間、露光期間等の名称に、第 1、第 2、第 3 等の数詞を付することがあるが、これら数詞は単に説明の便宜上のものである。同じ数詞を用いた同じ名称の構成要素であっても、例えば明細書に記載されたものと特許請求の範囲に記載されたものとは、必ずしも同一のものを意図するものではない。

## 【0026】

本実施形態による撮像装置 100 の駆動方法では、読み出し対象画素群 12a を、少なくとも第 1 のグループと第 2 のグループとを含む複数のグループに分け、同じフレーム期間内にグループ毎に異なる撮像動作を行う。以下の説明では、読み出し対象画素群 12a が第 1 のグループと第 2 のグループとを含む場合を例にして説明するが、読み出し対象画素群 12a は 3 つ以上のグループを含んでいてもよい。なお、本実施形態の撮像装置 10

50

0において、読み出し対象画素群12aのグループ分けは、撮像動作の違いを規定するための便宜的なものであり、各グループに属する画素12に構造的或いは機能的な相違があるわけではない。

【0027】

本実施形態において、第1のグループに属する画素12と、第2のグループに属する画素12とは、互いに異なる露光期間の間に蓄積された電荷に基づく信号を出力する画素12として用いる。例えば、第1のグループの画素12は、相対的に短い露光時間の間に蓄積された電荷に基づく信号（以下、「短い蓄積時間の信号」と表記する）を出力する画素である。また、第2のグループの画素12は、相対的に長い露光時間の間に蓄積された電荷に基づく信号（以下、「長い蓄積時間の信号」と表記する）を出力する画素である。この場合、第1のグループの画素12から出力される短い蓄積時間の信号は低感度信号に、第2のグループの画素12から出力される長い蓄積時間の信号は高感度信号に、それぞれ対応づけることができる。これら複数の蓄積時間の信号から得られる画像を合成することにより、ワイドダイナミックレンジ画像を得ることが可能となる。

【0028】

第1のグループの画素12及び第2のグループの画素12の画素アレイ部10内における配置は、特に限定されるものではなく、例えば図3に示すような種々の配置を適用可能である。図3において、斜線を付した領域は第1のグループの画素12を示し、白抜きの領域は第2のグループの画素12を示している。

【0029】

図3(a)に示す配置は、第1のグループの画素12と第2のグループの画素12とを千鳥格子状に配置した例である。図3(b)に示す配置は、第1のグループの画素12と第2のグループの画素12とを1行毎に交互に配置した例である。図3(c)に示す配置は、第1のグループの画素12と第2のグループの画素12とを1列毎に交互に配置した例である。このように、蓄積時間の異なる信号を出力する画素12は、同じ行や同じ列に配置されていてもよく、一行毎或いは一列毎に配置されていてもよい。図3(d)に示す配置は、4つの画素を1つの単位ブロックとして、第1のグループの画素12からなる単位ブロックと第2のグループの画素12からなる単位ブロックとを千鳥格子状に配置した例である。図3(e)に示す配置は、第2のグループの画素12の数を第1のグループの画素の数の3倍にした配置例である。図3(f)に示す配置は、第2のグループの画素12の数を第1のグループの画素の数の7倍にした配置例である。例えば図3(e)及び図3(f)に示すように、第1のグループの画素12と第2のグループの画素12は、必ずしも同数である必要はない。

【0030】

図4は、時間の経過に伴う撮像装置100の動作状態の遷移を示した模式図であり、図面において左から右に向かう方向が時間軸に対応している。図4には、第1のグループの画素12及び第2のグループの画素12のそれぞれについて、第nフレーム及び第n+1フレームにおける撮像動作を示している。

【0031】

ここで、以下の説明の便宜上、1フレーム期間の間に、時間軸方向に沿って順番に、時刻T1, T2, T3, T4を定義するものとする。時刻T1はフレームの開始時刻であり、時刻T4はフレームの終了時刻である。また、時刻T1と時刻T2との間の期間を第1の期間、時刻T2と時刻T3との間の期間を第2の期間、時刻T3と時刻T4との間の期間を第3の期間と定義するものとする。

【0032】

第1のグループの撮像動作には、図4に示すように、1フレーム期間の間に、第1の露光期間と、第2の露光期間とが含まれる。第1の露光期間は、第1の期間に対応し、相対的に短い露光期間である。第2の露光期間は、第2の期間と第3の期間の合計の期間に対応し、第1の露光期間と比較して相対的に長い露光期間である。第2の露光期間は、第1の露光期間の後に開始される。

10

20

30

40

50

## 【0033】

また、第1のグループの撮像動作には、1フレーム期間の間に、蓄積期間PD(n,1), PD(n,2)が含まれる。蓄積期間PD(n,1)は、第1の露光期間において、光電変換部D1が電荷を生成或いは蓄積している期間である。蓄積期間PD(n,2)は、第2の露光期間において、光電変換部D1が電荷を生成或いは蓄積している期間である。

## 【0034】

また、第1のグループの撮像動作には、1フレーム期間の間に、保持期間MEM(n-1,2)の一部、保持期間MEM(n,1)及び保持期間MEM(n,2)の一部が含まれる。保持期間MEM(n-1,2)は、前フレーム(図示しない第n-1フレーム)の第2の露光期間に光電変換部D1で生成された電荷を保持部C1が保持している期間である。保持期間MEM(n,1)は、第2の期間に対応し、当該フレーム(第nフレーム)の第1の露光期間に光電変換部D1で生成された電荷を保持部C1が保持している期間である。保持期間MEM(n,2)は、当該フレームの第2の露光期間に光電変換部D1で生成された電荷を保持部C1が保持している期間である。保持期間MEM(n,2)は、当該フレームの第3の期間から次フレーム(第n+1フレーム)の第1の期間までの期間に対応する。

10

## 【0035】

また、第1のグループの撮像動作には、第1の読み出し期間と、第2の読み出し期間とが含まれる。第1の露光期間に蓄積された電荷に基づく信号の読み出し動作を実施する期間が第1の読み出し期間であり、第2の露光期間に蓄積された電荷に基づく信号の読み出し動作を実施する期間が第2の読み出し期間である。第1の読み出し期間は当該フレームの第2の期間内に行われ、第2の読み出し期間は次フレームの第1の期間内に行われる。図には、1行の画素12から一連の読み出し動作を実施する期間を1つの四角印で示している。異なる行の画素12からの読み出し期間を異なる高さの位置に示すことで、行順次で読み出し動作が実施されることを模式的に示している。

20

## 【0036】

第1のグループにおいて、保持期間MEM(n,1)に保持部C1が保持している電荷は、第2の期間内において行順次で保持部C2へ転送され、読み出し動作が順次実施される(第1の読み出し)。保持期間MEM(n,2)に保持部C1が保持している電荷は、次フレームの第1の期間内において行順次で保持部C2へ転送され、読み出し動作が順次実施される(第2の読み出し)。なお、第2の読み出しは、必ずしも実施する必要はない。また、必ずしも第1のグループに属する総ての画素12について読み出しを実施する必要はなく、第1のグループの一部の画素12についてのみ読み出しを実施してもよい。

30

## 【0037】

このように、第1のグループの画素12の1フレーム期間内の動作には、相対的に短い露光期間(以下、「短秒蓄積信号の蓄積期間」とも表記する)と、相対的に長い露光期間(以下、「長秒蓄積信号の蓄積期間」とも表記する)とが含まれる。短秒蓄積信号の蓄積期間は、第1の期間に相当する。また、長秒蓄積信号の蓄積期間は、第2の期間と第3の期間との合計の期間に相当する。或いは、第1の期間の信号の読み出しを終えた後、増幅部の入力ノードをリセットする動作を行わないことにより、長秒蓄積信号の蓄積期間は、第1の期間と第2の期間と第3の期間との合計の期間とすることもできる。すなわち、第1の期間で生じた電荷と、第2の期間及び第3の期間で生じた電荷とを、増幅部の入力ノードの上で加算することになる。長秒蓄積信号の蓄積期間は、用途や撮影状況等に応じて適宜選択することができる。

40

## 【0038】

保持部C1に保持された前フレームの長秒蓄積信号の電荷は、第1の期間に読み出される。そのため、第1の期間が終われば、保持部C1は新たな電荷を保持することができる。また、保持部C1に保持された短秒蓄積信号の電荷は、第2の期間に読み出される。そのため、第2の期間が終われば、保持部C1は新たな電荷を保持することができる。した

50

がって、光電変換部D1は、少なくとも、第1の期間の間に生じる電荷及び第2の期間の間に生じる電荷のうち多い方の電荷を蓄積できればよい。通常は、第1の期間及び第2の期間に生じる電荷の量は、1フレームの露光期間、すなわち第1の期間と第2の期間との合計の期間に生じる電荷の量より少ないため、光電変換部D1の飽和電荷量を小さくすることができる。

【0039】

本実施形態の駆動方法では、保持部C1が電荷を保持している第3の期間を、第1の期間及び第2の期間よりも長くしている。そのため、光電変換部D1の飽和電荷量をより小さくすることができる。ただし、第1の期間と第2の期間と第3の期間とは等しくてもよいし、第3の期間よりも第1の期間及び第2の期間が長くてもよい。その他にも任意の蓄積時間の組み合わせを採用することができる。

10

【0040】

一方、第2のグループの撮像動作には、図4に示すように、1フレーム期間の間に、第3の露光期間が含まれる。第3の露光期間は、1フレーム期間とほぼ等しく、第1の露光期間及び第2の露光期間と重畠している。第3の露光期間は、第1の露光期間及び第2の露光期間と比較して相対的に長い露光期間（長秒蓄積信号の蓄積期間）であるともいえる。

【0041】

また、第2のグループの撮像動作には、1フレーム期間の間に、蓄積期間PD(n,3)が含まれる。蓄積期間PD(n,3)は、第3の露光期間において、光電変換部D1が電荷を生成或いは蓄積している期間である。

20

【0042】

また、第2のグループの撮像動作には、1フレーム期間の間に、保持期間MEM(n-1,3)の一部及び保持期間MEM(n,3)の一部が含まれる。保持期間MEM(n-1,3)は、前フレームの第3の露光期間において光電変換部D1にて生成された電荷を保持部C1が保持している期間である。保持期間MEM(n,3)は、当該フレームの第3の露光期間において光電変換部D1にて生成された電荷を保持部C1が保持している期間である。保持期間MEM(n,3)は、当該フレームの第2の期間から次フレームの第1の期間までの期間に対応する。

【0043】

30

また、第2のグループの撮像動作には、1回の読み出し動作が含まれる。第2のグループにおいて、保持期間MEM(n,3)に保持部C1で保持されている電荷は、次フレームの第1の期間内において行順次で保持部C2へ転送され、読み出し動作が順次実施される。なお、必ずしも第2のグループに属する総ての画素12について読み出しを実施する必要はなく、第2のグループの一部の画素12についてのみ読み出しを実施してもよい。

【0044】

このように、第2のグループの画素12の露光期間は、第1の期間と第2の期間と第3の期間との合計の期間である。第1のグループと同様に、保持部C1に保持された前フレームの電荷は、第1の期間に読み出される。そのため、第1の期間が終われば、保持部C1は新たな電荷を保持することができる。したがって、光電変換部D1は、少なくとも第1の期間に生じる電荷を蓄積できればよい。通常は、第1の期間に生じる電荷の量は、1フレームの露光期間、すなわち第1の期間と第2の期間と第3の期間との合計の期間に生じる電荷の量より少ないため、光電変換部D1の飽和電荷量を小さくすることができる。

40

【0045】

本実施形態の駆動方法では、保持部C1が電荷を保持している第2の期間と第3の期間との合計の期間が、第1の期間よりも長い。そのため、光電変換部D1の飽和電荷量をより小さくできる。ただし、第1の期間と第2の期間と第3の期間とは等しくてもよいし、第2の期間と第3の期間との合計の期間よりも第1の期間が長くてもよい。その他にも任意の蓄積時間の組み合わせを採用することができる。

【0046】

50

なお、図4では、1行目の画素12から順に読み出し動作を行う例を示している。しかし、読み出し動作を行う順序はこの例に限られない。第1の期間及び第2の期間に、1フレームの画像を構成する画素12のそれぞれに対して、少なくとも1回ずつ読み出しが行われればよい。

【0047】

このように、第1のグループの画素12については、第1の期間及び第2の期間においてそれぞれ読み出し動作が行われる。また、第2のグループの画素12については、第1の期間において読み出し動作が行われる。これにより、1フレームの読み出し動作において、短秒蓄積信号の読み出しと、長秒蓄積信号の読み出しとが可能となる。

【0048】

また、図4の読み出し動作では、1フレームの露光が終了してからすぐに、次のフレームの露光を開始することができる。したがって、情報が欠落する期間をほとんどなくすことができるため、画質を向上することができる。

【0049】

また、光電変換部D1が電荷を蓄積している第1の期間及び第2の期間に、複数の画素12のそれぞれに対して読み出し動作が行われる。このため、光電変換部D1の飽和電荷量が小さくても、画素12の飽和電荷量を増加することができる。画素12の飽和電荷量は、1回の露光で生じる電荷のうち、信号として扱うことができる電荷量の最大値である。なお、光電変換部D1の飽和電荷量及び保持部C1の飽和電荷量は、それぞれ、光電変換部D1が蓄積できる電荷量の最大値及び保持部C1が保持できる電荷量の最大値である。

【0050】

図5は、本実施形態による撮像装置の駆動方法に用いられる駆動パルスの一例を模式的に示したものである。図5には、第1のグループの画素12及び第2のグループの画素12のそれぞれについて、転送トランジスタM1の制御線Tx1に供給される制御信号PTx1と、転送トランジスタM2の制御線Tx2に供給される制御信号PTx2とを示している。制御信号がハイレベルのときに対応するトランジスタがオンになり、制御信号がローレベルのときに対応するトランジスタがオフになる。

【0051】

図5では、第1のグループの画素12と第2のグループの画素12とが、図3(b)に示す配置で配列された場合、すなわち、第1のグループの画素12と第2のグループの画素12とが1行毎に交互に配置された場合を想定している。例えば、第m行目の画素12が第1のグループである場合、第m+2行、第m+4行、…、が第1のグループの画素となり、第m+1行、第m+3行、…、が第2のグループの画素となる。行順次の読み出し動作では、例えば図4に示すように、第1のグループの画素12と第2のグループの画素12とが交互に読み出されることになる。

【0052】

まず、第1のグループの画素12の駆動について説明する。

時刻T1までの期間には、前フレームの露光(第2の露光期間)が行われている。露光とは、光電変換によって生じた電荷が信号として蓄積又は保持されることを意味する。時刻T1より前に生じた前フレームの電荷は、光電変換部D1及び保持部C1に保持されている。制御信号PTx1をハイレベルとして転送トランジスタM1をオンにすることで、前フレームの露光期間に生じた電荷は、総て保持部C1に転送される。時刻T1において制御信号PTx1をローレベルとして総ての画素12で同時に転送トランジスタM1をオフにすることで、前フレームの露光期間は終了する。

【0053】

光電変換部D1及び保持部C1に蓄積されていた前フレームの電荷が総て保持部C1に転送されると、光電変換部D1は初期状態になる。すなわち、時刻T1において、総ての画素12の光電変換部D1が同時に電荷の蓄積を新たに開始する。このように、本実施形態の駆動方法では、転送トランジスタM1をオフにすることで、光電変換部D1による電

荷の蓄積が開始される。時刻  $T_1$  は、第 1 のグループの画素 1 2 において、第 1 の露光期間の開始時刻となる。

【 0 0 5 4 】

時刻  $T_1$  までの間に保持部 C 1 へと転送された電荷に基づく前フレームの信号は、時刻  $T_1$  以降、順次読み出される（前フレームの第 1 のグループの第 2 の読み出し）。すなわち、制御信号  $P_{T \times 2}$  をハイレベルとして転送トランジスタ M 2 をオンにすることで、保持部 C 1 に保持されている電荷を保持部 C 2 に転送する。これにより、保持部 C 2 の容量と転送された電荷の量に応じて増幅部の入力ノード（増幅トランジスタ M 4 のゲート）の電圧が変化し、出力線 1 4 には入力ノードの電圧に基づく信号が出力される。同様の動作を、第 1 のグループの読み出し対象の画素 1 2 について、行毎に行う。第 1 のグループの読み出し対象の画素 1 2 の読み出しが総て行われた後には、これら画素 1 2 の転送トランジスタ M 1, M 2 がオフになっている。10

【 0 0 5 5 】

第 1 の期間に出力する信号の数は、出力する画像のフォーマット等に応じて適宜変更されうる。例えば、動画の撮影であれば、1 フレームに用いられる水平ラインに対応する数の行の画素 1 2 から信号が出力されればよい。このような実施形態では、必ずしも撮像装置 1 0 0 が備える総ての画素 1 2 から信号が出力されなくてもよい。

【 0 0 5 6 】

転送トランジスタ M 1 は、時刻  $T_1$  から、少なくとも前フレームの第 1 のグループの第 2 の読み出しが終了するまで、オフ状態に維持される。本実施形態では、総ての画素 1 2 の転送トランジスタ M 1 をオフ状態に維持する例を示すが、少なくとも 1 つの画素 1 2 の転送トランジスタ M 1 をオフ状態に維持すればよい。これにより、転送トランジスタ M 1 をオフ状態で維持した画素 1 2 においては、この期間に生じた電荷が光電変換部 D 1 に蓄積される。この期間に生じた電荷は光電変換部 D 1 に蓄積されるので、転送トランジスタ M 1 がオフ状態の間、保持部 C 1 は、時刻  $T_1$  よりも前に生じた電荷を保持することができる。20

【 0 0 5 7 】

次いで、前フレームの第 1 のグループの第 2 の読み出しが終了後、制御信号  $P_{T \times 1}$  をハイレベルとして転送トランジスタ M 1 をオンにすることで、時刻  $T_1$  以降に光電変換部 D 1 で生じた電荷を保持部 C 1 に転送する。転送トランジスタ M 1 をオンにしている間に生じる電荷は、光電変換部 D 1 から保持部 C 1 へと即座に転送される。なお、本実施形態では、第 1 のグループの読み出し対象の総ての画素 1 2 の転送トランジスタ M 1 を同時にオフからオンに遷移する例を示している。しかしながら、転送トランジスタ M 1 は時刻  $T_2$  までにオンしていればよく、遷移のタイミングは行毎に互いに異なっていてもよい。例えば、前フレームの第 2 の読み出し動作が終了した画素 1 2 から順に、転送トランジスタ M 1 をオンにしてもよい。30

【 0 0 5 8 】

時刻  $T_2$  において、制御信号  $P_{T \times 1}$  をローレベルとして第 1 のグループの画素 1 2 の転送トランジスタ M 1 を同時にオフし、第 1 の露光期間を終了する。時刻  $T_2$  は、第 1 のグループの画素 1 2 において第 1 の露光期間の終了時刻となる。光電変換部 D 1 に保持されていた電荷が総て保持部 C 1 に転送されると、光電変換部 D 1 は初期状態になる。すなわち、時刻  $T_2$  において、第 1 のグループの画素 1 2 の光電変換部 D 1 が同時に電荷の蓄積を新たに開始する。時刻  $T_2$  は、第 1 のグループの画素 1 2 において第 2 の露光期間の開始時刻となる。時刻  $T_1$  から時刻  $T_2$  までの期間が、第 1 の期間である。第 1 の露光期間に生じた電荷は、時刻  $T_2$  以降、保持部 C 1 で保持される。時刻  $T_2$  以降に生じた電荷は光電変換部 D 1 に蓄積されるので、転送トランジスタ M 1 がオフ状態の間、保持部 C 1 は、第 1 の露光期間に生じた電荷を保持することができる。40

【 0 0 5 9 】

時刻  $T_2$  までの間に保持部 C 1 へと転送された電荷に基づく信号は、時刻  $T_2$  以降、順次読み出される（第 1 グループの第 1 の読み出し）。すなわち、前フレームの第 1 のグル50

ープの第2の読み出しと同様に、制御信号PT<sub>x</sub>2をハイレベルとして転送トランジスタM2をオンにすることで、保持部C1に保持されている電荷を保持部C2に転送する。これにより、保持部C2の容量と転送された電荷の量に応じて増幅部の入力ノード（増幅トランジスタM4のゲート）の電圧が変化し、出力線14には入力ノードの電圧に基づく信号が出力される。同様の動作を、第1のグループの読み出し対象の画素12について、行毎に行う。このようにすることで、第1の露光期間に蓄積された電荷に基づく信号が、短秒蓄積信号として出力される。第1のグループの読み出し対象の画素12の読み出しが総て行われた後には、これら画素12の転送トランジスタM1, M2がオフになっている。

#### 【0060】

転送トランジスタM1は、時刻T2から、少なくとも第1のグループの第1の読み出しが終了するまで、オフ状態に維持される。時刻T2以降、転送トランジスタM1が最初にオンとなるまでの期間において光電変換部D1で生じた電荷は、光電変換部D1に蓄積される。

#### 【0061】

第1のグループの第1の読み出しが終了した後、制御信号PT<sub>x</sub>1をハイレベルとして転送トランジスタM1をオンにすることで、時刻T2以降に光電変換部D1で生じた電荷を保持部C1に転送する。本実施形態の例では、図5に示すように、第1のグループの第1の読み出しの終了後、間欠的に3回、転送トランジスタM1をオンにしている。ここで、1回目の間欠駆動における制御信号PT<sub>x</sub>1の立ち下がりのタイミングが時刻T3であり、3回目の間欠駆動における制御信号PT<sub>x</sub>1の立ち下がりのタイミングが時刻T4である。また、時刻T2から時刻T3までの期間が第2の期間であり、時刻T3から時刻T4までの期間が第3の期間である。この場合、1回目の間欠駆動において、第2の期間の間に光電変換部D1に蓄積された電荷が、保持部C1に転送される。以後の間欠駆動においても光電変換部D1から保持部C1への電荷の転送が同様に行われ、3回目の間欠駆動の後の時刻T4には、第2の期間及び第3の期間において光電変換部D1で生じた電荷の総てが保持部C1へ転送されることになる。

#### 【0062】

転送トランジスタM1を間欠的に駆動しているのは、第3の露光期間の間に生成される電荷が光電変換部D1の飽和電荷量を超える前に保持部C1へと転送するためである。間欠動作を行う間隔は、光電変換部D1の飽和電荷量等に応じて適宜選択することができるが、一実施例では、第1の期間或いは第2の期間と同じに設定することができる。間欠動作を行う間隔は、均等であることが望ましい。

#### 【0063】

なお、時刻T2から時刻T4の間ににおいて、光電変換部D1から保持部C1に電荷を転送する期間は、第1のグループの第1の読み出しが終了した後であれば、自由に設定することができる。例えば、転送トランジスタM1を間欠的にオンにする回数は、3回に限定されるものではなく、何度もよい。また、転送トランジスタM1は、第3の期間の間、常にオン状態に維持していてもよい。その場合には、第3の期間に生じた電荷は、光電変換部D1から即座に保持部C1に転送される。ただし、ノイズを低減する観点からは、転送トランジスタM1をオンにする期間が短い動作、例えば上述の間欠動作が望ましい。

#### 【0064】

次いで、時刻T4において、制御信号PT<sub>x</sub>1をハイレベルからローレベルへと遷移することにより、第1のグループの読み出し対象の総ての画素12の転送トランジスタM1を同時にオンからオフに制御する。これにより、1フレームの露光期間が終了する。時刻T4は、第1のグループの画素12において、第2の露光期間の終了時刻となる。

#### 【0065】

次いで、次フレームの第1の期間において、前述した前フレームの第1のグループの第2の読み出しと同様にして、第nフレームの第2の露光期間に生じた電荷に基づく信号の読み出しが行う（第1のグループの第2の読み出し）。なお、第1のグループの第2の読み出しが、前述の通り、必ずしも行う必要はない。

10

20

30

40

50

## 【0066】

このように、第1のグループの読み出し対象の総ての画素12の間で、露光期間が互いに一致している。つまり、第1のグループの読み出し対象の総ての画素12において、時刻T1に露光が開始し、時刻T4に露光が終了する。また、時刻T4において、次フレームの露光が開始され、以降、時刻T1から時刻T4までの動作が繰り返される。

## 【0067】

次に、第2のグループの画素12の駆動について説明する。なお、ここでは第1のグループの駆動と異なる点についてのみ説明し、同じ部分については説明を省略する。

## 【0068】

第2のグループの画素12の駆動が第1のグループの画素12の駆動と異なる点は、第2の期間において信号の読み出しを行わない点である。つまり、第2の期間において、転送トランジスタM2にハイレベルの制御信号PTx2を供給しない。これにより、保持部C1は、第1の期間に光電変換部D1で生じた電荷を保持したまま、第2の期間を終える。第2の期間以降における光電変換部D1から保持部C1への電荷の転送は、第1のグループの画素12と同じである。その後、時刻T4まで、転送トランジスタM2をオンにしない。これにより、第2のグループの画素12の露光期間（第3の露光期間）は、第1の期間と第2の期間と第3の期間との合計の期間となる。時刻T1が第3の露光期間の開始時刻となり、時刻T4が第3の露光期間の終了時刻となる。第3の露光期間に生じた電荷に基づく信号の読み出しは、第1グループの第2の読み出しと同様、次フレームの第1の期間に行われる。

10

20

## 【0069】

次に、1つの画素12からの信号の読み出し動作について、図6を用いて説明する。図6は、撮像装置100の駆動に用いられる制御信号のタイミングを模式的に示したものである。図6には、選択トランジスタM5に供給される制御信号PSEL、リセットトランジスタM3に供給される制御信号PRE、及び、転送トランジスタM2に供給される制御信号PTx2を示している。制御信号がハイレベルのときに対応するトランジスタがオンとなり、制御信号がローレベルのときに対応するトランジスタがオフとなる。

## 【0070】

図6(a)は、第1のグループの画素12の第2の読み出しにおいて、第2の露光期間の蓄積電荷に対応する信号を読み出す場合のタイミングチャートである。図6(b)は、第1のグループの画素12の第2の読み出しにおいて、第3の露光期間の蓄積電荷に対応する信号を読み出す場合のタイミングチャートである。各図において、破断線よりも左側が第1のグループの画素12の第1の読み出しの動作を示し、破断線よりも右側が第1のグループの画素12の第2の読み出しの動作を示している。なお、第2のグループの画素12の読み出しの動作は、第1のグループの画素12の第1の読み出しの動作と同様である。

30

## 【0071】

第1のグループの画素12の第1の読み出しでは、図6(a), (b)に示される駆動パルスに従って、画素の選択、リセット、ノイズ信号の読み出し(N読み)、電荷の転送、光信号の読み出し(S読み)が、順次行われる。

40

## 【0072】

図6(a)に示される第1のグループの画素12の第2の読み出しでは、第1のグループの画素12の第1の読み出し動作と同様に、画素の選択、リセット、ノイズ信号の読み出し(N読み)、電荷の転送、光信号の読み出し(S読み)が、順次行われる。図6(a)の動作では、電荷の転送(PTx2)の前に保持部C2のリセット(PRES)を行っているため、電荷の転送の際に保持部C1から保持部C2へ転送される電荷は、第2の露光期間において生じた電荷となる。なお、上述した図5の説明は、図6(a)の読み出し動作を前提としている。

## 【0073】

図6(b)に示される第1のグループの画素12の第2の読み出しでは、画素の選択、

50

電荷の転送、光信号の読み出し（S読み）が、順次行われる。すなわち、第2の読み出しの際には、電荷の転送の前に保持部C2のリセットは行わない。図6（b）の動作では電荷の転送前にリセットを行わないため、電荷の転送前の保持部C2には、第1の露光期間において生じた電荷が残存している。したがって、この状態で第2の露光期間において生じた電荷を保持部C1から保持部C2へ転送すると、保持部C2には、第1の露光期間において生じた電荷と、第2の露光期間において生じた電荷とが転送されることになる。つまり、図6（b）に示される第1のグループの画素12の第2の読み出しは、第3の露光期間の蓄積電荷に対応する信号を読み出すことに相当する。

【0074】

このようにして画素12から出力された信号は、撮像装置100の外部でA/D変換されてもよいし、撮像装置100の内部でA/D変換されてもよい。

10

【0075】

以上、説明したように、第2のグループの画素12の露光期間（第3の露光期間）は、第1のグループの画素12の露光期間（第1の露光期間）よりも長い。したがって、第1のグループの画素12及び第2のグループの画素12からそれぞれ信号を読み出すことにより、短い蓄積時間の信号と長い蓄積時間の信号とを、同じフレームにおいて取得することができる。したがって、これらの信号から得られる画像を用いることで、ダイナミックレンジを拡大した画像を得ることができる。短い蓄積時間の信号としては、第2の露光期間に蓄積された電荷に基づく信号を用いてもよい。

【0076】

20

また、第1のグループの画素12の第1の露光期間と第2のグループの画素12の第3露光期間とは、どちらも時刻T1において開始されるとともに、重複する露光期間（第1の期間）を有する。このように露光期間の開始時刻を揃えることにより、第1のグループの画素12から出力される信号に基づく画像と第2のグループの画素12から出力される信号に基づく画像を合成する際の被写体の位置ずれを低減することができる。これにより、被写体の位置ずれが小さく、黒つぶれや白飛びのないワイドダイナミックレンジ画像を得ることができる。

【0077】

第1のグループ及び第2のグループの画素12の光電変換部D1は、少なくとも第1の期間或いは第2の期間に生じる電荷を蓄積できればよいため、光電変換部D1の飽和電荷量が小さくても、画素12の飽和電荷量を維持することができる。したがって、このような構成により、画素12の飽和電荷量を維持しつつ、グローバル電子シャッタを行いながら、ワイドダイナミックレンジ画像を得ることができる。なお、画素12の保持部C1が電荷を保持している第3の期間は、第1の期間及び第2の期間よりも長いことが望ましい。このようにすることで、光電変換部D1の飽和電荷量をより小さくすることができる。

30

【0078】

なお、本実施形態の第1のグループの画素において、第1の露光期間は第2の露光期間よりも短い時間の露光期間である。しかしながら、第2のグループの画素の露光期間（第3の露光期間）よりも短い時間である限り、第1の露光期間は第2の露光期間よりも長い時間であってもよい。

40

【0079】

また、本実施形態の撮像装置100は、ローリングシャッタ動作を行う動作モードを有していてもよい。ローリングシャッタ動作を行う動作モードでは、複数の画素12の光電変換部D1による電荷の蓄積を、順次、開始する。その後、複数の画素の転送トランジスタM1を、順次、オンに制御する。また、本実施形態の撮像装置100は、別的方式のグローバル電子シャッタを行う動作モードを有していてもよい。別的方式のグローバル電子シャッタとは、光電変換部D1が電荷を蓄積している期間が露光期間と等しくなるような動作である。

【0080】

このように、本実施形態によれば、画素の飽和電荷量を向上しつつ、グローバル電子シ

50

ヤッタ動作を行うことができる。また、ダイナミックレンジを拡大した画像を得ることができる。

【0081】

[第2実施形態]

本発明の第2実施形態による撮像装置について、図7乃至図9を用いて説明する。図1乃至図6に示す第1実施形態による撮像装置と同様の構成要素については同一の符号を付し、説明を省略し或いは簡潔にする。図7は、本実施形態による撮像装置の画素回路の構成例を示す回路図である。図8は、本実施形態による撮像装置の動作を示す模式図である。図9は、本実施形態による撮像装置の動作を示すタイミングチャートである。

【0082】

はじめに、本実施形態による撮像装置100の構成について、図7を用いて説明する。

【0083】

本実施形態による撮像装置100は、画素12の回路構成が異なるほかは、第1実施形態による撮像装置100と同様である。本実施形態による撮像装置100の画素12は、図7に示すように、光電変換部D1、転送トランジスタM1, M2、リセットトランジスタM3、増幅トランジスタM4、選択トランジスタM5に加え、オーバーフロートランジスタM6を更に有している。

【0084】

オーバーフロートランジスタM6のソースは、光電変換部D1を構成するフォトダイオードのカソードと転送トランジスタM1のソースとの接続ノードに接続されている。オーバーフロートランジスタM6のドレインは、電源電圧線(VDD)に接続されている。画素アレイ部10の画素アレイの各行には、制御線OFGが更に配されている。制御線OFGは、行方向に並ぶ画素12のオーバーフロートランジスタM6のゲートにそれぞれ接続され、これら画素12に共通の信号線をなしている。制御線OFGは、垂直駆動回路20に接続されている。制御線OFGには、垂直駆動回路20から、オーバーフロートランジスタM6を制御するための制御信号POFGが出力される。典型例では、垂直駆動回路20からハイレベルの制御信号POFGが出力されるとオーバーフロートランジスタM6がオンとなり、垂直駆動回路20からローレベルの制御信号が出力されるとオーバーフロートランジスタM6がオフとなる。

【0085】

次に、本実施形態による撮像装置の駆動方法について、図8及び図9を用いて説明する。本実施形態による撮像装置の駆動方法は、第1のグループの画素12の露光期間の開始時刻をオーバーフロートランジスタM6によって制御している点において、第1実施形態による撮像装置の駆動方法とは異なっている。第2のグループの画素12の撮像動作は、基本的には第1実施形態と同様である。ここでは、第1実施形態の駆動方法と異なる点を中心に説明し、同じ部分については説明を省略し或いは簡潔にする。

【0086】

図8は、時間の経過に伴う撮像装置100の動作状態の遷移を示した模式図であり、図面において左から右に向かう方向が時間軸に対応している。図8には、第1のグループ及び第2のグループのそれぞれについて、第nフレーム及び第n+1フレームにおける撮像動作を示している。

【0087】

第1のグループの撮像動作には、図8に示すように、1フレーム期間の間に、第1の露光期間と、蓄積期間PD(n, 1)と、保持期間MEM(n, 1)と、排出期間OFDと、1回の読み出し期間とが含まれる。第1の露光期間は、第2のグループの画素12の露光期間である第3の露光期間よりも相対的に短い露光期間である。蓄積期間PD(n, 1)は、第1の露光期間において、光電変換部D1が電荷を生成或いは蓄積している期間である。保持期間MEM(n, 1)は、第1の露光期間に光電変換部D1で生成された電荷を保持部C1が保持している期間である。排出期間OFDは、オーバーフロートランジスタM6がオンの期間である。排出期間OFD中に光電変換部D1で生じた電荷は、オーバ

10

20

30

40

50

ーフロートランジスタM 6を介して排出されるため、光電変換部D 1には蓄積されない。第1のグループの画素1 2の読み出し動作は、第1の露光期間の後、第3の期間において行われる。

【0088】

本実施形態による撮像装置100の駆動方法では、第1のグループの画素1 2の第1の露光期間が各フレームの中間の期間に配置されるように、第1の露光期間の長さに応じてその開始時刻と終了時刻とを規定している。このような場合、第1の露光期間の開始時刻は、制御信号POFGのタイミングにより制御することができる。また、第1の露光期間の終了時刻は、制御信号PT×1のタイミングにより制御することができる。

【0089】

より具体的には、第1の露光期間の開始時刻は、フレーム期間の開始後、最初に制御信号POFGがハイレベルからローレベルへと遷移するタイミングによって規定することができる。制御信号POFGがローレベルとなりオーバーフロートランジスタM 6をオフにすることで、光電変換部D 1で生じた電荷は、オーバーフロートランジスタM 6を介して排出されなくなり、光電変換部D 1に蓄積されるようになる。第1の露光期間の開始時刻は、第1の露光期間がフレーム期間の中間に配置されるように、第1の露光期間の長さに応じて適宜設定される。第1の露光期間は第3の露光期間よりも短いため、第1の露光期間の開始時刻は時刻T 1よりも後である。

【0090】

また、第1の露光期間の終了時刻は、制御信号PT×1がハイレベルからローレベルへと遷移するタイミングであって、且つ、制御信号POFGがローレベルのときにフレーム期間中に最後に登場するタイミングによって規定することができる。露光期間は、光電変換部D 1で生じた電荷を保持部C 1に転送することによって終了する。オーバーフロートランジスタM 6がオンになると光電変換部D 1がリセットされるため、露光期間の終了時刻は、オーバーフロートランジスタM 6がオンになるタイミングよりも前に、転送トランジスタM 1がオフになる最後のタイミングとなる。第1の露光期間の終了時刻は、第1の露光期間がフレーム期間の中間に配置されるように、第1の露光期間の長さに応じて適宜設定される。第1の露光期間は第3の露光期間よりも短いため、第1の露光期間の終了時刻は時刻T 4よりも前である。

【0091】

図9は、本実施形態による撮像装置100の駆動方法に用いられる駆動パルスの一例を模式的に示したものである。図9には、第1のグループの画素1 2及び第2のグループの画素1 2のそれについて、制御信号POFGと、制御信号PT×1と、制御信号PT×2とを示している。制御信号がハイレベルのときに対応するトランジスタがオンになり、制御信号がローレベルのときに対応するトランジスタがオフになる。

【0092】

まず、第1のグループの画素1 2の駆動について説明する。

【0093】

時刻T 1において、フレーム期間は開始されるが、制御信号POFGはハイレベルでありオーバーフロートランジスタM 6がオンになっているため、光電変換部D 1で生じた電荷は蓄積されない。第1の露光期間は、制御信号POFGがハイレベルからローレベルへと遷移するタイミング、すなわちオーバーフロートランジスタM 6がオフになるタイミングから開始される。オーバーフロートランジスタM 6がオフの間、光電変換部D 1で生じた電荷は光電変換部D 1に蓄積される。読み出し対象の第1のグループの画素1 2について同時にオーバーフロートランジスタM 6をオフにすることで、グローバル電子シャッタ動作が可能となる。

【0094】

オーバーフロートランジスタM 6がオフの期間中に、制御信号PT×1をハイレベルとして転送トランジスタM 1をオンにすることで、光電変換部D 1で生じた電荷を保持部C 1に転送する。本実施形態の例では、図9に示すように、オーバーフロートランジスタM

10

20

30

40

50

6がオフの間、間欠的に3回、転送トランジスタM1をオンにしている。転送トランジスタM1を間欠的に駆動している理由は、第1実施形態の場合と同様である。

【0095】

第1の露光期間の終了時刻は、前述のように、オーバーフロートランジスタM6がオンになるタイミングよりも前に、転送トランジスタM1がオフになる最後のタイミングである。図9の例では、転送トランジスタM1の3回目の間欠駆動における制御信号PT×1の立ち下がりのタイミングが、第1の露光期間の終了時刻となる。読み出し対象の第1のグループの画素12について同時に転送トランジスタM1をオフにすることで、グローバル電子シャッタ動作が可能となる。

【0096】

保持部C1は、第3の期間の間、電荷を保持することができるため、第1の露光期間に生じた電荷に基づく第1のグループの画素12の信号の読み出しが、第1の露光期間よりも後、例えば第3の期間の第1の露光期間の後に行うことができる。第1のグループの画素12の信号の読み出しが、第2のグループの画素12の信号の読み出しと同様、次フレームの第1の期間に行ってもよい。

【0097】

第1のグループの画素12の駆動については、制御信号POFGを常にローレベルに維持するほかは、第1実施形態と同様である。第2のグループの画素12については、オーバーフロートランジスタM6を持たない第1実施形態の画素12と同様の構成としてもよい。

【0098】

このようにして、第1のグループの画素12の第1の露光期間をフレーム期間の中間に配置することで、第1の露光期間の時間重心の位置と、第3の露光期間の時間重心の位置とを近づけることができる。これにより、第1のグループの画素12から出力される信号に基づく画像と第2のグループの画素12から出力される信号に基づく画像とを合成する際の被写体の位置ずれを低減することができる。これにより、被写体の位置ずれが小さく、黒つぶれや白飛びのないワイドダイナミックレンジ画像を得ることができる。

【0099】

【第3実施形態】

本発明の第3実施形態による撮像装置について、図10及び図11を用いて説明する。図1乃至図9に示す第1及び第2実施形態による撮像装置と同様の構成要素については同一の符号を付し、説明を省略し或いは簡潔にする。図10は、本実施形態による撮像装置の動作を示す模式図である。図11は、本実施形態による撮像装置の動作を示すタイミングチャートである。

【0100】

本実施形態では、図7に示す回路構成の画素12を有する第2実施形態による撮像装置100の他の駆動方法を説明する。本実施形態による撮像装置100の駆動方法は、第1のグループの画素12の露光期間の終了時刻と、第2のグループの画素12の露光期間の終了時刻とが一致している点において、第2実施形態による撮像装置100の駆動方法とは異なっている。第2のグループの画素12の撮像動作は、第2実施形態と同様である。ここでは、第1及び第2実施形態の駆動方法と異なる点を中心に説明し、同じ部分については説明を省略し或いは簡潔にする。

【0101】

図10は、時間の経過に伴う撮像装置100の動作状態の遷移を示した模式図であり、図面において左から右に向かう方向が時間軸に対応している。図10には、第1のグループ及び第2のグループのそれぞれについて、第nフレーム及び第n+1フレームにおける撮像動作を示している。本実施形態による撮像装置の駆動方法では、第1のグループの画素12と第2のグループの画素12の両方について、第1の期間に読み出しが行われる。

【0102】

本実施形態による撮像装置の駆動方法では、第1のグループの画素12の第1の露光期

10

20

30

40

50

間の終了時刻と、第2のグループの画素12の第3の露光期間の終了時刻とが一致するように、第1の露光期間の開始時刻と終了時刻とを規定している。第2実施形態において説明したように、第1の露光期間の開始時刻は、制御信号P O F Gのタイミングにより制御することができる。また、第1の露光期間の終了時刻は、制御信号P T x 1のタイミングにより制御することができる。

#### 【0103】

より具体的には、第1の露光期間の開始時刻は、フレーム期間の開始後、最初に制御信号P O F Gがハイレベルからローレベルへと遷移するタイミングによって規定することができる。制御信号P O F GがローレベルとなりオーバーフロートランジスタM6をオフにすることで、光電変換部D1で生じた電荷は、オーバーフロートランジスタM6を介して排出されなくなり、光電変換部D1に蓄積されるようになる。第1の露光期間の開始時刻は、第1の露光期間の終了時刻が時刻T4になるように、第1の露光期間の長さに応じて適宜設定される。第1の露光期間は第3の露光期間よりも短いため、第1の露光期間の開始時刻は時刻T1よりも後である。

10

#### 【0104】

また、第1の露光期間の終了時刻は、制御信号P T x 1がハイレベルからローレベルへと遷移するタイミングであって、且つ、制御信号P O F Gがローレベルのときにフレーム期間中に最後に登場するタイミングによって規定することができる。露光期間は、光電変換部D1で生じた電荷を保持部C1に転送することによって終了する。オーバーフロートランジスタM6がオンになると光電変換部D1がリセットされるため、露光期間の終了時刻は、オーバーフロートランジスタM6がオンになるタイミングよりも前に、転送トランジスタM1がオフになる最後のタイミングとなる。本実施形態による駆動方法では、第1の露光期間の終了時刻は時刻T4であり、オーバーフロートランジスタM6がオンになるタイミングは時刻T4以降である。

20

#### 【0105】

図11は、本実施形態による撮像装置100の駆動方法に用いられる駆動パルスの一例を模式的に示したものである。図9には、第1のグループの画素12及び第2のグループの画素12のそれについて、制御信号P O F Gと、制御信号P T x 1と、制御信号P T x 2とを示している。制御信号がハイレベルのときに対応するトランジスタがオンになり、制御信号がローレベルのときに対応するトランジスタがオフになる。

30

#### 【0106】

時刻T1において、フレーム期間は開始されるが、制御信号P O F GはハイレベルでありオーバーフロートランジスタM6がオンになっているため、光電変換部D1で生じた電荷は蓄積されない。第1の露光期間は、制御信号P O F Gがハイレベルからローレベルへと遷移するタイミング、すなわちオーバーフロートランジスタM6がオフになるタイミングから開始される。オーバーフロートランジスタM6がオフの間、光電変換部D1で生じた電荷は光電変換部D1に蓄積される。読み出し対象の第1のグループの画素12について同時にオーバーフロートランジスタM6をオフにすることで、グローバル電子シャッタ動作が可能となる。

40

#### 【0107】

オーバーフロートランジスタM6がオフの期間中に、制御信号P T x 1をハイレベルとして転送トランジスタM1をオンにすることで、光電変換部D1で生じた電荷を保持部C1に転送する。本実施形態の例では、図11に示すように、オーバーフロートランジスタM6がオフの間、間欠的に2回、転送トランジスタM1をオンにしている。転送トランジスタM1を間欠的に駆動している理由は、第1実施形態の場合と同様である。

#### 【0108】

第1の露光期間の終了時刻は、前述のように、オーバーフロートランジスタM6がオンになるタイミングよりも前に、転送トランジスタM1がオフになる最後のタイミングである。図11の例では、転送トランジスタM1の2回目の間欠駆動における制御信号P T x 1の立ち下がりのタイミングである時刻T4が、第1の露光期間の終了時刻となる。読み

50

出し対象の第1のグループの画素12について同時に転送トランジスタM1をオフにすることで、グローバル電子シャッタ動作が可能となる。

【0109】

第1の露光期間に生じた電荷に基づく第1のグループの画素12の信号の読み出しは、第1の露光期間よりも後、例えば次フレームの第1の期間に行うことができる。すなわち、第1のグループの画素12の信号の読み出しは、第2のグループの画素12の信号の読み出しと同じ期間に行うことができる。

【0110】

このようにすることで、第1のグループの画素12の第1の露光期間の終了時刻と第2のグループの画素12の第3の露光期間の終了時刻とを一致させることができる。これにより、第1のグループの画素12から出力される信号に基づく画像と第2のグループの画素12から出力される信号に基づく画像とを合成する際の被写体の位置ずれを低減することができる。これにより、被写体の位置ずれが小さく、黒つぶれや白飛びのないワイドダイナミックレンジ画像を得ることができる。また、第1のグループの画素12の信号の読み出しと第2のグループの画素12の信号読み出しとを同じ期間に行うことで読み出し回路の走査回数を減らすことができるため、消費電力を低減することができる。

【0111】

[第4実施形態]

本発明の第4実施形態による撮像装置について、図12乃至図14を用いて説明する。図1乃至図11に示す第1乃至第3実施形態による撮像装置と同様の構成要素については同一の符号を付し、説明を省略し或いは簡潔にする。図12は、本実施形態による撮像装置の画素回路の構成例を示す回路図である。図13は、本実施形態による撮像装置の断面構造を示す模式図である。図14は、本実施形態による撮像装置の制御信号を示すタイミングチャートである。

【0112】

はじめに、本実施形態による撮像装置100の構成について、図12及び図13を用いて説明する。

【0113】

本実施形態による撮像装置100は、画素12の回路構成が異なるほかは、第1実施形態による撮像装置100と同様である。本実施形態による撮像装置100の画素12は、図12に示すように、2つの光電変換部D1A、D1Bを有している。また、光電変換部D1Aから保持部C1に電荷を転送するための転送トランジスタM1Aと、光電変換部D1Bから保持部C1に電荷を転送するための転送トランジスタM1Bとを有している。

【0114】

光電変換部D1Aを構成するフォトダイオードのアノードは接地電圧線に接続され、カソードは転送トランジスタM1Aのソースに接続されている。光電変換部D1Bを構成するフォトダイオードのアノードは接地電圧線に接続され、カソードは転送トランジスタM1Bのソースに接続されている。転送トランジスタM1Aのドレイン及び転送トランジスタM1Bのドレインは、転送トランジスタM2のソースに接続されている。画素12のその他の構成は、第1実施形態による撮像装置100の画素12と同様である。

【0115】

画素アレイ部10の画素アレイの各行には、行方向に延在して、制御線Tx1\_A、制御線Tx1\_Bが、それぞれ配されている。制御線Tx1\_Aは、行方向に並ぶ画素12の転送トランジスタM1Aのゲートにそれぞれ接続され、これら画素12に共通の信号線をなしている。制御線Tx1\_Bは、行方向に並ぶ画素12の転送トランジスタM1Bのゲートにそれぞれ接続され、これら画素12に共通の信号線をなしている。

【0116】

制御線Tx1\_A、制御線Tx1\_Bは、垂直駆動回路20に接続されている。制御線Tx1\_Aには、垂直駆動回路20から、転送トランジスタM1Aを制御するための駆動パルスである制御信号PTx1\_Aが出力される。制御線Tx1\_Bには、垂直駆動回路

10

20

30

40

50

20から、転送トランジスタM1Bを制御するための駆動パルスである制御信号PTx1-Bが出力される。典型例では、垂直駆動回路20からハイレベルの制御信号が出力されると対応するトランジスタがオンとなり、垂直駆動回路20からローレベルの制御信号が出力されると対応するトランジスタがオフとなる。

【0117】

図13は、本実施形態による撮像装置の画素12の部分的な断面構造を模式的に示している。図13には一例として表面照射型の撮像装置を示しているが、裏面照射型の撮像装置としてもよい。

【0118】

N型の半導体基板60内には、N型半導体領域62A, 62B, 64A, 64B, 66, 68、P型半導体領域70, 72, 74, 76が設けられている。光電変換部D1Aは、N型半導体領域62AとP型半導体領域70との間のPN接合により構成される埋め込み型のフォトダイオード構造を有する。光電変換部D1Bは、N型半導体領域62BとP型半導体領域70との間のPN接合により構成される埋め込み型のフォトダイオード構造を有する。光電変換部D1Aと光電変換部D1Bとの間には、P型半導体領域76からなる分離領域19が設けられている。この分離領域19は、必ずしも均一な濃度で構成されていなくともよい。P型半導体領域70により、半導体基板60の表面部におけるノイズを抑制することが可能となる。

【0119】

P型半導体領域72は、ウェルを構成する。N型半導体領域62A, 62Bの下に、それぞれN型半導体領域64A, 64Bが配される。N型半導体領域64A, 64Bの不純物濃度は、N型半導体領域62A, 62Bの不純物濃度よりも低い。これにより、半導体基板60の深い位置で生じた電荷がN型半導体領域に収集される。N型半導体領域64A, 64Bの代わりにP型半導体領域を設けてもよい。N型半導体領域64A, 64Bの下には、電荷に対するポテンシャルバリアとなるP型半導体領域74が配される。

【0120】

保持部C1は、N型半導体領域66を含む。N型半導体領域66に、信号となる電荷が保持される。N型半導体領域66の不純物濃度は、N型半導体領域62A, 62Bの不純物濃度より高い。保持部C2は、N型半導体領域68を含む。

【0121】

N型半導体領域62AとN型半導体領域66との間の半導体基板60上には、ゲート絶縁膜を介してゲート電極80が設けられている。ゲート電極80は、転送トランジスタM1Aのゲートを構成する。N型半導体領域62A及びN型半導体領域66は、転送トランジスタM1Aのソース及びドレインとしても機能する。

【0122】

N型半導体領域66とN型半導体領域68との間の半導体基板60上には、ゲート絶縁膜を介してゲート電極82が設けられている。ゲート電極82は、転送トランジスタM2のゲートを構成する。N型半導体領域66及びN型半導体領域68は、転送トランジスタM2のソース及びドレインとしても機能する。

【0123】

半導体基板60上には、光電変換部D1A, D1B上に開口部86を有する遮光膜84が設けられている。保持部C1は、遮光膜84によって遮光される。遮光膜84は、タンゲステンやアルミニウム等の可視光にとって光を通しにくい金属で形成される。遮光膜84の開口86上には、カラーフィルタ88、マイクロレンズ90が配される。

【0124】

なお、図13の例では、保持部C1等の遮光を遮光膜84により行っているが、他の配線層を用いて遮光するようにしてもよい。また、遮光膜84と他の配線層とによって遮光するようにしていてもよい。また、保持部C1及びゲート電極80等は、必ずしも図示するような構成でなくともよい。例えば、ゲート電極80を保持部C1上に延在するようにしてもよいし、保持部C1の上部に光電変換部D1A, D1Bと同様のP型半導体領域を

10

20

30

40

50

設けてもよい。

【0125】

光電変換部D1A及び光電変換部D1Bは、レンズの瞳とほぼ共役となるように配置されている。そして、光電変換部D1A及び光電変換部D1Bは、レンズの瞳の互いに異なる位置を透過した光束を受光する。この構成により、焦点検出が可能である。また、光電変換部D1Aの信号と光電変換部D1Bの信号とを加算することにより、撮像を行う画素として利用することも可能である。すなわち、図13に示した構成によれば、焦点検出用の画素として用いることも、撮像用の画素として用いることも可能である。

【0126】

次に、本実施形態による撮像装置100の駆動方法について、図14を用いて説明する。  
10

【0127】

本実施形態による撮像装置100の駆動方法では、第1のグループの画素12を、各フレーム期間において転送トランジスタM1Aを先に駆動するグループAと、各フレーム期間において転送トランジスタM1Bを先に駆動するグループBとに更に分ける。そして、同じフレーム期間内に、第1のグループA、第1のグループB、第2のグループ毎に、異なる撮像動作を行う。第1のグループAの画素12及び第1のグループBの画素12が焦点検出用信号を出力する画素であり、第2のグループの画素12が画像用信号を出力する画素である。

【0128】

図14は、本実施形態による撮像装置100の駆動方法に用いられる駆動パルスの一例を模式的に示したものである。図14には、第1のグループA、第1のグループB、第2のグループのそれぞれについて、制御信号PTx1\_Aと、制御信号PTx1\_Bと、制御信号PTx2とを示している。制御信号がハイレベルのときに対応するトランジスタがオンになり、制御信号がローレベルのときに対応するトランジスタがオフになる。  
20

【0129】

まず、第1のグループの画素12の駆動について説明する。

【0130】

第1のグループAの画素12及び第1のグループBの画素12の撮像動作は、基本的には第1実施形態の第1のグループの画素12の撮像動作と同じである。第1のグループAの画素12については、第1実施形態の制御信号PTx1が、制御信号PTx1\_Aに対応する。制御信号PTx1\_Bは、第1の期間の間ローレベルで維持しているほかは、制御信号PTx1\_Aと同様である。第1のグループBの画素12については、第1実施形態の制御信号PTx1が、制御信号PTx1\_Bに対応する。制御信号PTx1\_Aは、第1の期間の間ローレベルで維持しているほかは、制御信号PTx1\_Bと同様である。制御信号PTx2は、第1実施形態の制御信号PTx2と同じである。  
30

【0131】

このような撮像動作を行うことにより、第1のグループAの画素12からは、第1の期間に光電変換部D1Aで生じた電荷に基づく信号が、第2の期間において出力される。また、第1のグループBの画素12からは、第1の期間に光電変換部D1Bで生じた電荷に基づく信号が、第2の期間において出力される。これらの信号は、1フレームの露光時間が終了する時刻T4よりも前に出力することができる。より具体的には、第2の期間に信号の読み出しを完了することができる。そのため、ここで得られた信号を用いて焦点検出のための演算を行うことにより、高速に焦点検出を行うことができる。  
40

【0132】

次に、第2のグループの画素12の駆動について説明する。

【0133】

第2のグループの画素12は、画像用信号を出力する画素である。そのため、第1のグループの画素12の撮像動作とは異なり、光電変換部D1A及び光電変換部D1Bから保持部C1へ同時に電荷を転送する。すなわち、図14に示すように、光電変換部D1Aと  
50

保持部 C 1 との間に設けられた転送トランジスタ M 1 A と、光電変換部 D 1 B と保持部 C 1 との間に設けられた転送トランジスタ M 1 B とを、同期して駆動する。これにより、光電変換部 D 1 A で生じた電荷と光電変換部 D 1 B で生じた電荷は、保持部 C 1 上で加算される。第 1 の期間と第 2 の期間と第 3 の期間との合計の期間に生じた電荷は、次のフレームの第 1 の期間に出力される。

【 0 1 3 4 】

第 1 のグループ A の画素 1 2 及び第 1 のグループ B の画素 1 2 からは、画像用信号を得ることはできない。しかしながら、これら画素 1 2 の周囲に存在する第 2 のグループの画素 1 2 の出力データから、第 1 のグループ A の画素 1 2 及び第 1 のグループ B の画素 1 2 の位置における補間データを生成することが可能である。

10

【 0 1 3 5 】

焦点検出用信号を取得するための第 1 のグループ A の画素 1 2 及び第 1 のグループ B の画素 1 2 からの読み出し動作は、1 フレーム中に行われる複数回の読み出し動作のうちの最初に実施することが望ましい。また、画像用信号を取得するための第 2 のグループの画素 1 2 からの読み出し動作は、1 フレーム中に行われる複数回の読み出し動作のうちの最後に実施することが望ましい。例えば、当該フレームの第 2 の期間に焦点検出用信号を出力し、次フレームの第 1 の期間に撮像信号を出力する本実施形態によれば、撮像信号の出力に先立って焦点検出用信号を得ることができる。これにより、高速な焦点検出動作を行うことができる。

【 0 1 3 6 】

このような構成とすることで、グローバル電子シャッタ動作を行いながら、画像用信号の出力に先立って焦点検出用信号を出力することができ、高速な焦点検出動作を行うことができる。

20

【 0 1 3 7 】

なお、第 1 のグループ A の画素 1 2 、第 1 のグループ B の画素 1 2 、第 2 のグループの画素 1 2 の配置については、図 3 に示した第 1 のグループの画素 1 2 と第 2 のグループの画素 1 2 との配置と同様に、様々なバリエーションが考えられる。このとき、焦点検出用信号を出力する第 1 のグループ A の画素 1 2 と第 1 のグループ B の画素 1 2 とは、第 1 のグループ内にほぼ同数含まれていればよい。また、第 1 のグループ A の画素 1 2 と第 1 のグループ B の画素 1 2 とは、画素アレイのなかで、それぞれ近い位置に存在し、互いに対をなす関係となっていることが望ましい。第 1 のグループ A の画素 1 2 と第 1 のグループ B の画素 1 2 の対は、画素アレイ部 1 0 内に離散的に配置してもよいし、画素アレイの所定の行或いは列の画素 1 2 を総て第 1 のグループ A の画素 1 2 及び第 1 のグループ B の画素 1 2 により構成してもよい。

30

【 0 1 3 8 】

また、画素アレイ部 1 0 を構成する総ての画素 1 2 を、複数の光電変換部 D 1 を有する画素 1 2 により構成する必要はなく、少なくとも焦点検出用信号を取得する画素 1 2 のみを、複数の光電変換部 D 1 を有する画素 1 2 により構成すればよい。

【 0 1 3 9 】

[ 第 5 実施形態 ]

本発明の第 5 実施形態による撮像装置について、図 1 5 を用いて説明する。図 1 乃至図 1 4 に示す第 1 乃至第 4 実施形態による撮像装置と同様の構成要素については同一の符号を付し、説明を省略し或いは簡潔にする。図 1 5 は、本実施形態による撮像装置の断面構造を示す模式図である。

40

【 0 1 4 0 】

第 4 実施形態による撮像装置では、1 つの画素 1 2 に 2 つの光電変換部 D 1 A , D 1 B を有する撮像装置 1 0 0 を用いて焦点検出信号を取得する例を示したが、画素 1 2 は必ずしも 2 つの光電変換部 D 1 A , D 1 B を有する必要はない。互いに異なる瞳領域の光を検出する 2 つの光電変換部を設ける代わりに、第 1 の瞳領域の光を選択的に検出する光電変換部 D 1 を有する画素 1 2 と、第 1 の瞳領域とは異なる第 2 の瞳領域の光を選択的に検出

50

する光電変換部 D 1 を有する画素 1 2 とを設けてもよい。

【 0 1 4 1 】

図 1 5 は、遮光膜 8 4 によって光電変換部が検出する瞳領域を変える例を示したものである。図 1 5 ( a ) は、レンズの瞳の一部の領域 ( 第 1 の瞳領域 ) を通過した光が光電変換部 D 1 によって選択的に検出されるように、遮光膜 8 4 に開口部 8 6 A を設けた例である。図 1 5 ( b ) は、レンズの瞳の他の一部の領域 ( 第 2 の瞳領域 ) を通過した光が選択的に光電変換部 D 1 によって検出されるように、遮光膜 8 4 に開口部 8 6 B を設けた例である。図 1 5 ( c ) は、第 1 の瞳領域及び第 2 の瞳領域を通過した光が光電変換部 D 1 によって検出されるように、開口部 8 6 A 及び開口部 8 6 B に対応する領域に開口部 8 6 を有する遮光膜 8 4 を設けた例である。この場合、図 1 5 ( a ) の構成の画素及び図 1 5 ( b ) の構成の画素を焦点検出用信号を出力する 1 対の画素 1 2 として、図 1 5 ( c ) の構成の画素 1 2 を画像用信号を出力する画素として用いることができる。

【 0 1 4 2 】

したがって、例えば、第 1 のグループ A の画素 1 2 を図 1 5 ( a ) の構成とし、第 1 のグループ B の画素 1 2 を図 1 5 ( b ) の構成とし、第 2 のグループの画素 1 2 を図 1 5 ( c ) の構成とすることで、第 4 実施形態と同様の機能を実現することができる。この場合、第 1 のグループ A の画素 1 2 については図 1 4 の制御信号 P T x 1 \_ A によって転送トランジスタ M 1 を駆動し、第 1 のグループ B の画素 1 2 については図 1 4 の制御信号 P T x 1 \_ B によって転送トランジスタ M 1 を駆動すればよい。

【 0 1 4 3 】

〔 第 6 実施形態 〕

本発明の第 6 実施形態による撮像システムについて、図 1 6 を用いて説明する。図 1 乃至図 1 5 に示す第 1 乃至第 5 実施形態による撮像装置と同様の構成要素には同一の符号を付し説明を省略し或いは簡潔にする。図 1 6 は、本実施形態による撮像システムの構成を示すブロック図である。

【 0 1 4 4 】

上記第 1 乃至第 5 実施形態で述べた撮像装置 1 0 0 は、種々の撮像システムに適用可能である。適用可能な撮像システムの例としては、デジタルスチルカメラ、デジタルカムコーダ、監視カメラ、複写機、ファックス、携帯電話、車載カメラ、観測衛星などが挙げられる。また、レンズなどの光学系と撮像装置とを備えるカメラモジュールも、撮像システムに含まれる。図 1 6 には、これらのうちの一例として、デジタルスチルカメラのプロック図を例示している。

【 0 1 4 5 】

図 1 6 に例示した撮像システム 2 0 0 は、撮像装置 1 0 0 、被写体の光学像を撮像装置 1 0 0 に結像させるレンズ 2 0 2 、レンズ 2 0 2 を通過する光量を可変にするための絞り 2 0 4 、レンズ 2 0 2 の保護のためのバリア 2 0 6 を有する。レンズ 2 0 2 及び絞り 2 0 4 は、撮像装置 1 0 0 に光を集光する光学系である。撮像装置 1 0 0 は、第 1 乃至第 5 実施形態で説明した撮像装置 1 0 0 であって、レンズ 2 0 2 により結像された光学像を画像データに変換する。

【 0 1 4 6 】

撮像システム 2 0 0 は、また、撮像装置 1 0 0 より出力される出力信号の処理を行う信号処理部 2 0 8 を有する。信号処理部 2 0 8 は、撮像装置 1 0 0 が output するアナログ信号をデジタル信号に変換する A D 変換を行う。また、信号処理部 2 0 8 はその他、必要に応じて各種の補正、圧縮を行って画像データを出力する動作を行う。信号処理部 2 0 8 の一部である A D 変換部は、撮像装置 1 0 0 が設けられた半導体基板に形成されていてもよいし、撮像装置 1 0 0 とは別の半導体基板に形成されていてもよい。また、撮像装置 1 0 0 と信号処理部 2 0 8 とが同一の半導体基板に形成されていてもよい。

【 0 1 4 7 】

撮像システム 2 0 0 は、さらに、画像データを一時的に記憶するためのメモリ部 2 1 0 、外部コンピュータ等と通信するための外部インターフェース部 ( 外部 I / F 部 ) 2 1 2

10

20

30

40

50

を有する。さらに撮像システム 200 は、撮像データの記録又は読み出しを行うための半導体メモリ等の記録媒体 214、記録媒体 214 に記録又は読み出しを行うための記録媒体制御インターフェース部（記録媒体制御 I/F 部）216 を有する。なお、記録媒体 214 は、撮像システム 200 に内蔵されていてもよく、着脱可能であってもよい。

【0148】

さらに撮像システム 200 は、各種演算とデジタルスチルカメラ全体を制御する全体制御・演算部 218、撮像装置 100 と信号処理部 208 に各種タイミング信号を出力するタイミング発生部 220 を有する。ここで、タイミング信号などは外部から入力されてもよく、撮像システム 200 は少なくとも撮像装置 100 と、撮像装置 100 から出力された出力信号を処理する信号処理部 208 とを有すればよい。

10

【0149】

撮像装置 100 は、撮像信号を信号処理部 208 に出力する。信号処理部 208 は、撮像装置 100 から出力される撮像信号に対して所定の信号処理を実施し、画像データを出力する。第 4 又は第 5 実施形態の撮像装置 100 にあっては、焦点検出用画素が出力する信号に基づく焦点検出用信号と撮像信号をも信号処理部 208 に出力する。信号処理部 208 は、焦点検出用信号を用いて、合焦しているか否かを検出する。また、信号処理部 208 は、撮像信号を用いて、画像を生成する。信号処理部 208 が合焦していないことを検出した場合には、全体制御・演算部 218 は、合焦する方向に光学系を駆動する。再び信号処理部 208 は、撮像装置 100 から出力される焦点検出用信号を用いて、再び合焦しているか否かを検出する。以下、撮像装置 100、信号処理部 208、全体制御・演算部 218 は、合焦するまでこの動作を繰り返す。

20

【0150】

ワイドダイナミックレンジ画像を取得する場合にあっては、全体制御・演算部 218 は、第 1 のグループの画素 12 からの出力信号に基づく画像データと、第 2 のグループの画素 12 からの出力信号に基づく画像データとを合成する処理を実施する。

【0151】

第 1 乃至第 5 実施形態による撮像装置 100 を適用することにより、被写体の位置ずれが小さく黒つぶれや白飛びのないワイドダイナミックレンジ画像を取得しうる撮像システムを実現することができる。また、高速な焦点検出動作が可能な撮像システムを実現することができる。

30

【0152】

〔変形実施形態〕

本発明は、上記実施形態に限らず種々の変形が可能である。

【0153】

例えば、上記実施形態では、信号電荷として電子を生成する光電変換部 D1 を用いた撮像装置を例にして説明したが、信号電荷として正孔を生成する光電変換部 D1 を用いた撮像装置についても同様に適用可能である。この場合、画素 12 を構成するトランジスタの導電型は、逆導電型になる。なお、上記実施形態に記載したトランジスタのソースとドレインの呼称は、トランジスタの導電型や着目する機能等に応じて異なることもあり、上述のソース及びドレインの全部又は一部が逆の名称で呼ばれることがある。

40

【0154】

また、上記第 1 乃至第 5 実施形態では、第 2 のグループの画素 12 の露光期間（第 3 の露光期間）をフレーム期間とほぼ等しくしているが、これら期間は必ずしも等しくする必要はない。第 2 のグループの画素 12 の露光期間についても、第 1 のグループの画素 12 の露光期間と同様に、開始時刻を時刻 T1 よりも遅く、或いは、終了時刻を時刻 T4 よりも早くしてもよい。例えば、第 2 又は第 3 実施形態に示したようなオーバーフロートランジスタ M6 を含む画素構成とすることにより、露光期間の開始時刻と終了時刻とを容易に変えることができる。

【0155】

また、上記第 1 乃至第 5 実施形態では、第 1 のグループの画素 12 の露光期間（第 1 の

50

露光期間、第2の露光期間)が、第2のグループの画素12の露光期間(第3の露光期間)に包含されていたが、必ずしも包含されている必要はない。第1のグループの画素12の露光期間の少なくとも一部と第2のグループの画素12の露光期間の少なくとも一部とが重なっている状態であれば、被写体の位置ずれの小さいワイドダイナミックレンジ画像を得ることが可能である。

【0156】

また、上記第2及び第3実施形態では、第1の露光期間及び第3の露光期間の開始時刻を、オーバーフロートランジスタM6の駆動タイミングによって制御した。しかしながら、例えば静止画の撮像を行う場合、第1の露光期間及び第3の露光期間の開始時刻は、必ずしもオーバーフロートランジスタM6の駆動タイミングによって制御する必要はない。静止画の撮像を行う場合、前フレームの蓄積電荷は必ずしも保持部C1で保持しておく必要はないため、光電変換部D1の初期化を、保持部C1, C2を介してリセットトランジスタM3により行うことも可能である。

【0157】

また、上記第4実施形態では、撮像信号の取得に先立って焦点検出用信号を取得したが、焦点検出用信号は、必ずしも撮像信号の取得に先立って取得する必要はない。

【0158】

また、上記第4実施形態では、第1のグループの画素12から焦点検出用の信号を取得したが、第1のグループAの画素12及び第1のグループBの画素12のほかに、撮像信号を出力する画素12を追加してもよい。この画素12については、制御信号PTx1\_A, PTx1\_Bを同期して駆動するほかは、第1実施形態の第1のグループの画素12と同様にして撮像動作を実施することができる。この画素12からは、ワイドダイナミックレンジ画像に利用可能な短い蓄積時間の信号を出力することができる。

【0159】

また、第6実施形態に示した撮像システムは、本発明の撮像装置を適用しうる撮像システムの一例を示したものであり、本発明の撮像装置を適用可能な撮像システムは図16に示した構成に限定されるものではない。

【0160】

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】

【0161】

- D1, D1A, D1B 光電変換部
- C1, C2 保持部
- M1, M2 転送トランジスタ
- M3 リセットトランジスタ
- M4 増幅トランジスタ
- M5 選択トランジスタ
- M6 オーバーフロートランジスタ
- 10 画素アレイ部
- 12 画素
- 14 出力線
- 84 遮光膜

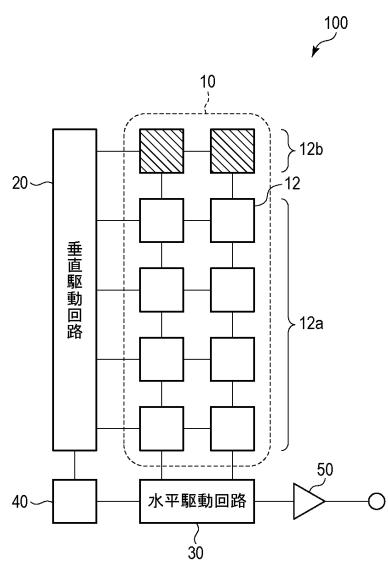
10

20

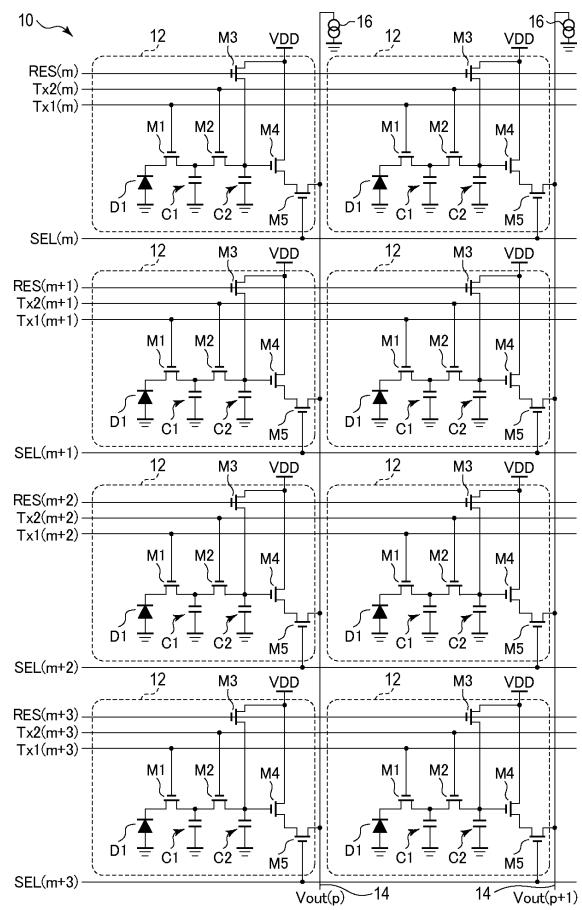
30

40

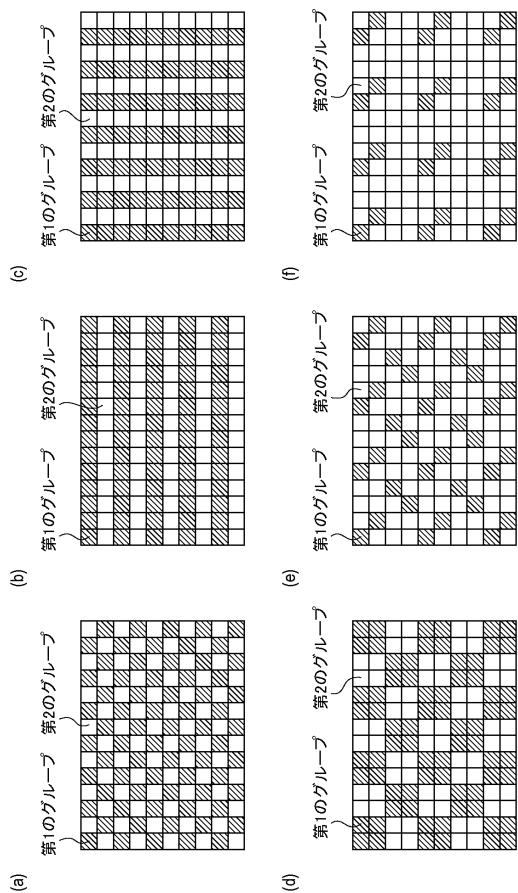
【図1】



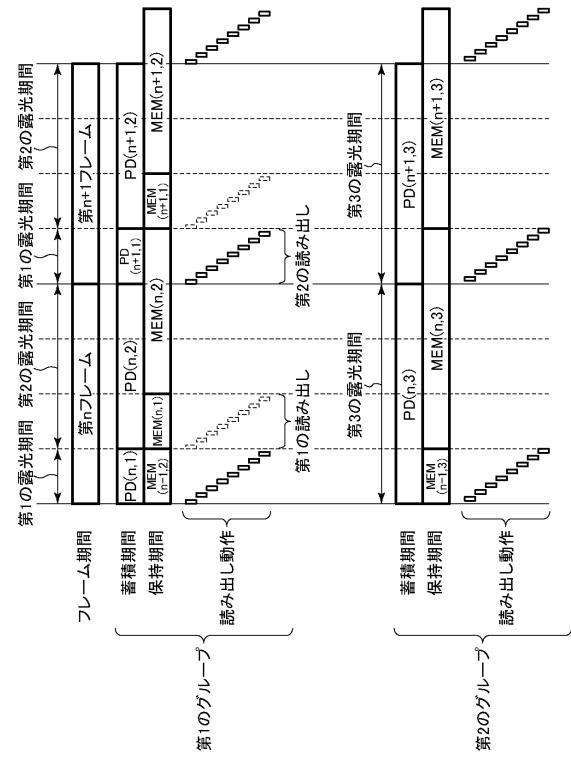
【図2】



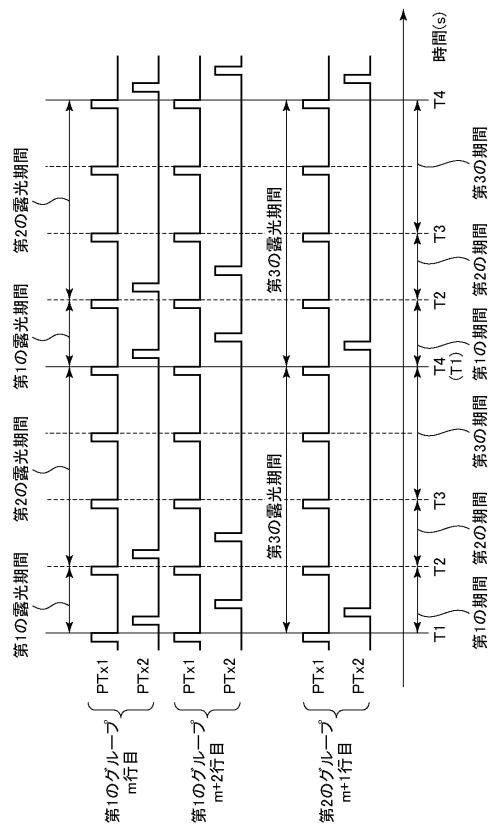
【図3】



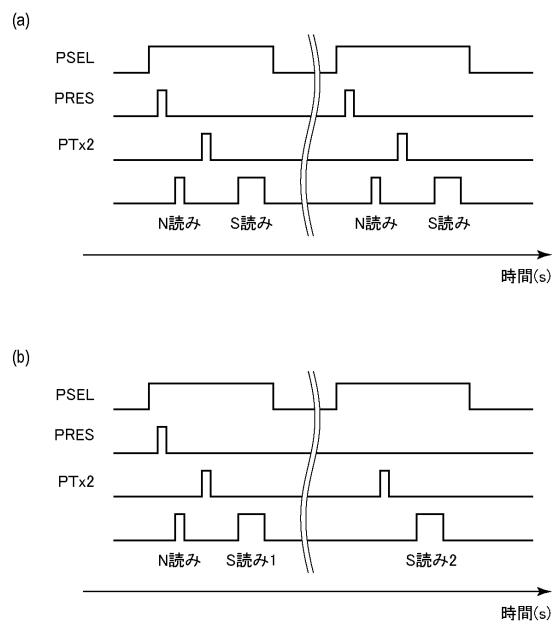
【図4】



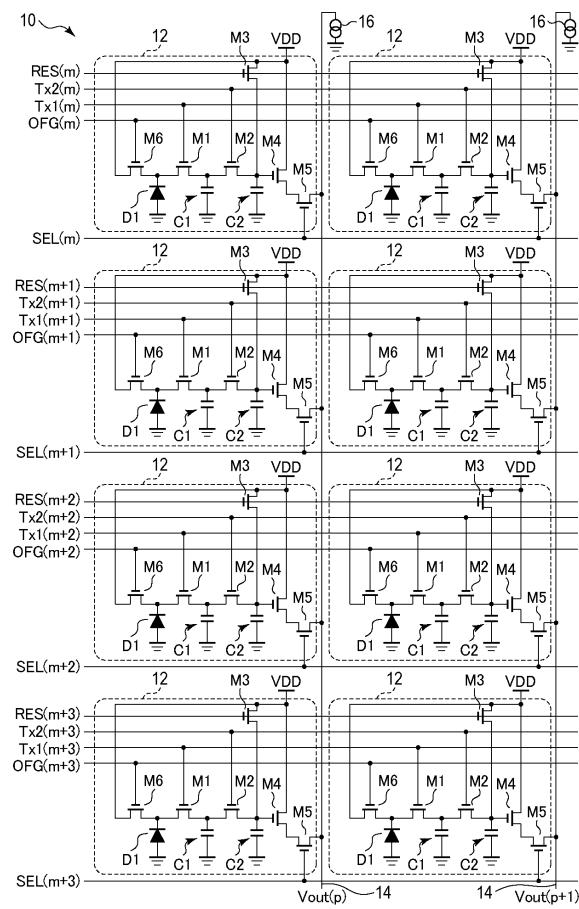
【図5】



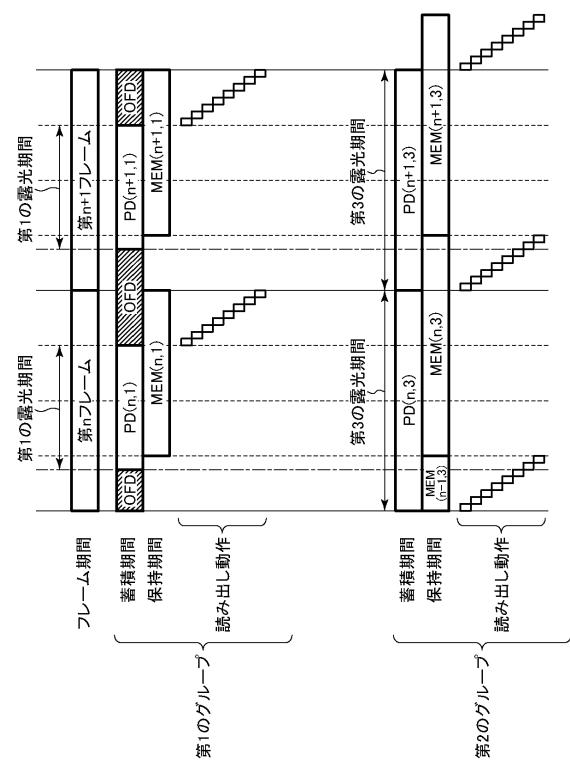
【 四 6 】



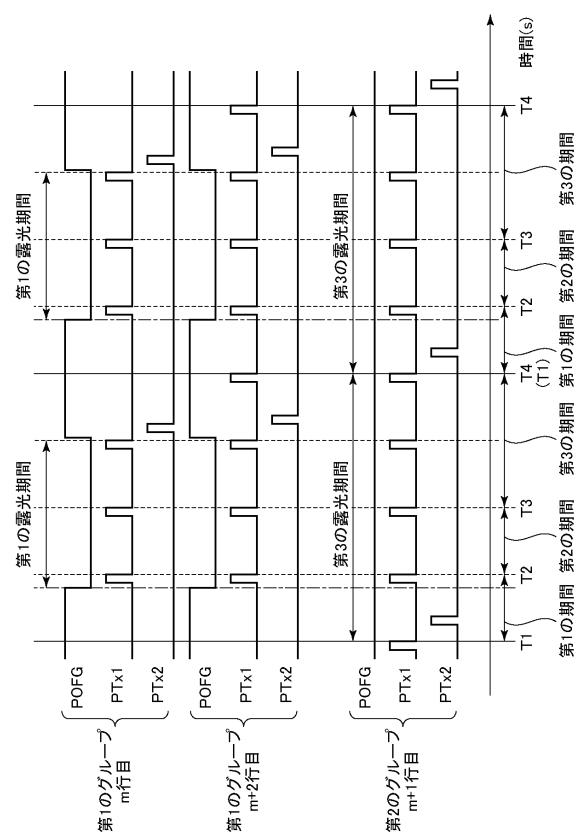
【図7】



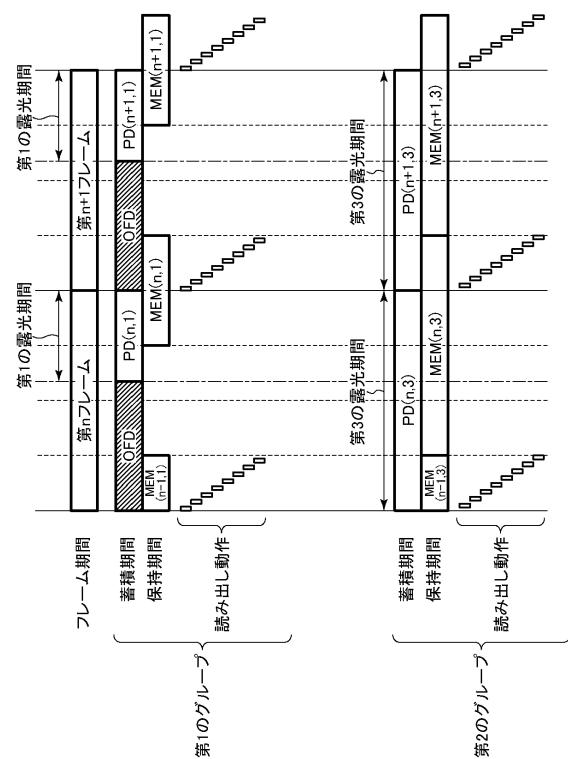
【 四 8 】



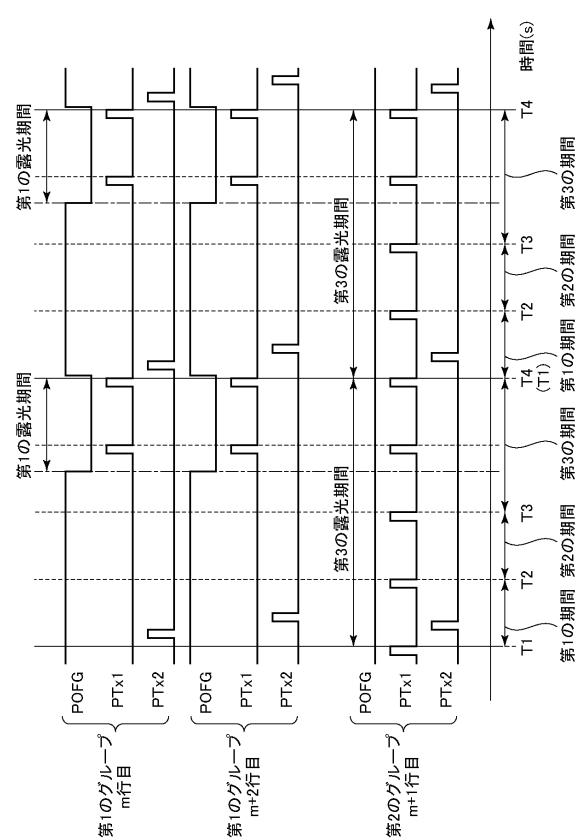
【図 9】



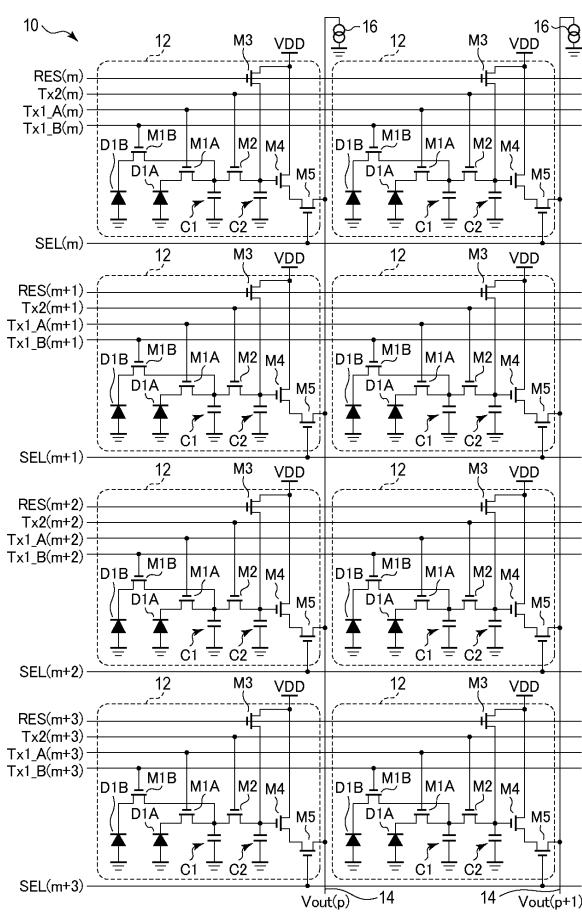
【図 10】



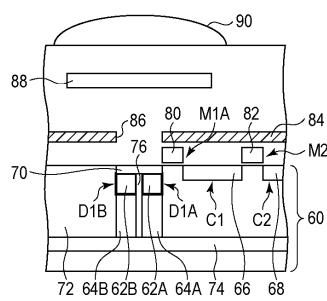
【図 11】



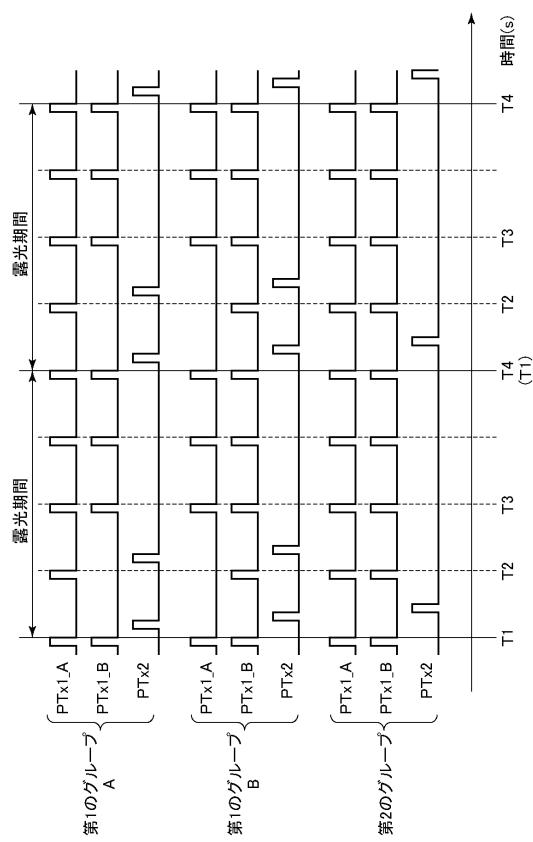
【図 12】



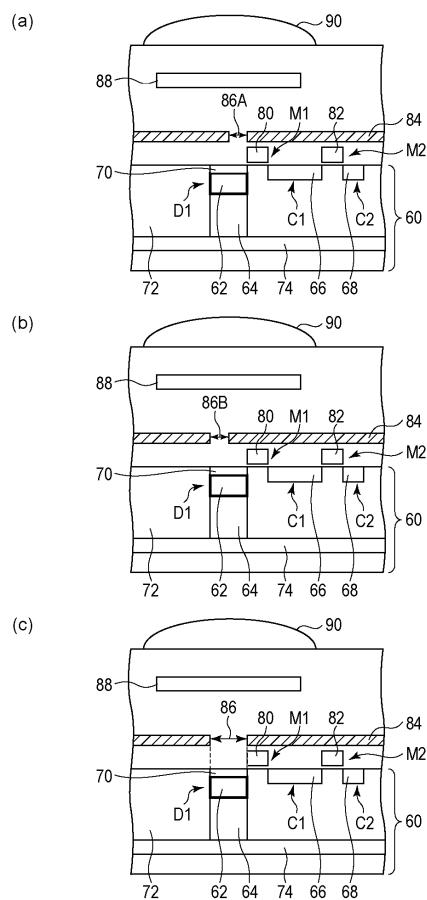
【図13】



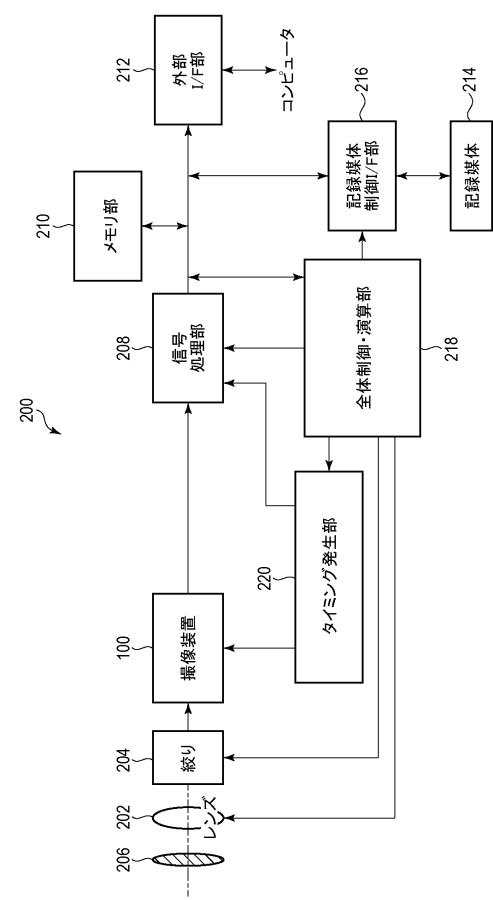
【図14】



【図15】



【図16】



---

フロントページの続き

(72)発明者 市川 武史

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

(72)発明者 小林 昌弘

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

(72)発明者 大貫 裕介

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 鈴木 明

(56)参考文献 特開2013-021533(JP, A)

特開2013-055500(JP, A)

特開2010-157893(JP, A)

特開2009-268072(JP, A)

特開2010-136205(JP, A)

特開2013-172210(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/30-5/378

H04N 5/222-5/257

H01L 27/14-27/148