

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6525694号  
(P6525694)

(45) 発行日 令和1年6月5日(2019.6.5)

(24) 登録日 令和1年5月17日(2019.5.17)

(51) Int.Cl. F I  
H O 4 N 5/355 (2011.01) H O 4 N 5/355

請求項の数 20 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2015-79476 (P2015-79476)	(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
(22) 出願日	平成27年4月8日(2015.4.8)	(74) 代理人	100126240 弁理士 阿部 琢磨
(65) 公開番号	特開2016-201639 (P2016-201639A)	(74) 代理人	100124442 弁理士 黒岩 創吾
(43) 公開日	平成28年12月1日(2016.12.1)	(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
審査請求日	平成30年3月19日(2018.3.19)	(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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置、撮像システム、および、撮像装置の駆動方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

入射光に基づいて電荷を生成し、かつ、前記電荷を蓄積する光電変換部と、前記電荷を保持する保持部と、前記電荷に基づく信号を出力する増幅部と、前記光電変換部から前記保持部へ前記電荷を転送する第1の転送スイッチと、前記保持部から前記増幅部へ前記電荷を転送する第2の転送スイッチと、をそれぞれが有する複数の画素と、

前記複数の画素からの複数の信号が出力される出力線と、を有する撮像装置の駆動方法であって、

前記複数の信号を前記出力線に出力するための動作を複数回行い、

複数回行われる前記動作のそれぞれにおいて、

前記第1の転送スイッチおよび前記第2の転送スイッチの両方がオンしている状態にすることにより、前記保持部を介して前記光電変換部の電荷を排出する排出動作を行い、

前記排出動作の後の第1の時刻において、前記複数の画素の前記第1の転送スイッチをオンからオフに制御することで、前記複数の画素の前記光電変換部において前記電荷の蓄積を開始し、

前記第1の時刻よりも後に、前記状態においてオンしている前記複数の画素の前記第2の転送スイッチをオンからオフに制御し、

前記第1の時刻から第2の時刻まで、前記複数の画素の少なくとも1つの画素の前記第1の転送スイッチをオフに維持し、かつ、前記少なくとも1つの画素の前記光電変換部において前記第1の時刻から前記第2の時刻までの第1の期間に生じた電荷を蓄積し、

10

20

前記第 2 の時刻から第 3 の時刻まで、前記複数の画素の前記保持部において、前記第 1 の期間に生じた電荷、および、前記第 2 の時刻から前記第 3 の時刻までの第 2 の期間に生じた電荷を保持し、

前記第 3 の時刻に、前記複数の画素の前記第 1 の転送スイッチをオンからオフに制御し、

前記第 3 の時刻から第 4 の時刻までの第 3 の期間に、前記複数の画素の前記第 2 の転送スイッチを順にオンし、かつ、前記複数の信号を前記出力線へ順に出力する出力動作を行い、

複数回行われる前記動作は、第 1 の動作および前記第 1 の動作の次に行われる第 2 の動作を含み、

前記第 2 の動作での前記排出動作は、前記第 1 の動作での前記出力動作が終わった後に行われる、

ことを特徴とする撮像装置の駆動方法。

【請求項 2】

前記第 1 の転送スイッチおよび前記第 2 の転送スイッチの両方がオンしている状態から、前記第 1 の時刻において前記第 1 の転送スイッチをオンからオフに制御した後に、前記第 2 の転送スイッチをオンからオフへ制御する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置の駆動方法。

【請求項 3】

複数回行われる前記動作を通して、前記出力動作が行われている前記第 3 の期間には前記排出動作を行わない、

ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の撮像装置の駆動方法。

【請求項 4】

複数回行われる前記動作を通して、前記第 2 の期間には前記排出動作を行わない、

ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一項に記載の撮像装置の駆動方法。

【請求項 5】

前記複数の画素のそれぞれが前記増幅部の入力ノードの電圧をリセットするリセットスイッチを含み、

前記排出動作において、前記第 1 の転送スイッチおよび前記第 2 の転送スイッチの両方がオンしているときに前記リセットスイッチがオンの状態である、

ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一項に記載の撮像装置の駆動方法。

【請求項 6】

遅くとも前記第 2 の時刻までに、前記複数の画素の前記第 1 の転送スイッチをオンに制御し、

前記第 2 の期間の一部において、前記第 1 の転送スイッチをオフに制御する、

ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一項に記載の撮像装置の駆動方法。

【請求項 7】

前記第 2 の期間において、前記第 1 の転送スイッチをオフからオンへ遷移させる制御を行い、

前記第 2 の期間において前記第 1 の転送スイッチがオフからオンへ遷移する回数が、前記光電変換部の飽和電荷量に対する前記保持部の飽和電荷量の比よりも大きい、

ことを特徴とする請求項 6 に記載の撮像装置の駆動方法。

【請求項 8】

前記第 1 の時刻から前記第 2 の時刻まで、前記複数の画素の前記第 1 の転送スイッチをオフに維持され、かつ、前記複数の画素の前記光電変換部において前記第 1 の期間に生じた電荷を蓄積し、

前記第 2 の時刻に、前記複数の画素の前記第 1 の転送スイッチをオフからオンへ制御する、

ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか一項に記載の撮像装置の駆動方法。

【請求項 9】

10

20

30

40

50

前記複数の画素のそれぞれが、前記光電変換部の電荷を排出する排出スイッチを有し、前記第 3 の期間の少なくとも一部において、前記排出スイッチをオンの状態にする、ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 8 のいずれか一項に記載の撮像装置の駆動方法。

【請求項 10】

前記排出スイッチは、前記第 1 の転送スイッチによる電荷の排出の経路とは別の経路で、前記光電変換部の電荷を排出する、ことを特徴とする請求項 9 に記載の撮像装置の駆動方法。

【請求項 11】

前記第 2 の期間が、前記第 1 の期間より長い、ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 10 のいずれか一項に記載の撮像装置の駆動方法

10

【請求項 12】

前記光電変換部の飽和電荷量  $A_1$ 、前記保持部の飽和電荷量  $A_2$ 、前記第 1 の期間  $P_1$ 、前記第 2 の期間  $P_2$  が、次の関係を満たす、

【数 1】

$$\frac{P_1 - 0.5 \times P_1}{(P_1 + P_2)} \leq \frac{A_1}{A_2} \leq \frac{P_1 + 0.5 \times P_2}{(P_1 + P_2)}$$

ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 11 のいずれか一項に記載の撮像装置の駆動方法

20

【請求項 13】

前記光電変換部の飽和電荷量  $A_1$ 、前記保持部の飽和電荷量  $A_2$ 、前記第 1 の期間  $P_1$ 、前記第 2 の期間  $P_2$  が、次の関係を満たす、

【数 2】

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{P_1}{(P_1 + P_2)}$$

ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 11 のいずれか一項に記載の撮像装置の駆動方法

30

【請求項 14】

前記第 1 の時刻から第 2 の時刻まで、前記複数の画素の前記第 2 の転送スイッチをオフに維持する、

ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 13 のいずれか一項に記載の撮像装置の駆動方法

【請求項 15】

入射光に基づいて電荷を生成し、かつ、前記電荷を蓄積する光電変換部と、前記電荷を保持する保持部と、前記電荷に基づく信号を出力する増幅部と、前記光電変換部から前記保持部へ前記電荷を転送する第 1 の転送スイッチと、前記保持部から前記増幅部へ前記電荷を転送する第 2 の転送スイッチと、をそれぞれが有する複数の画素と、

40

前記複数の画素からの複数の信号が出力される出力線と、を有する撮像装置であって、前記複数の信号を前記出力線に出力するための動作を複数回行い、

複数回行われる前記動作のそれぞれにおいて、

前記第 1 の転送スイッチおよび前記第 2 の転送スイッチの両方がオンしている状態にすることにより、前記保持部を介して前記光電変換部の電荷を排出する排出動作を行い、

前記排出動作の後の第 1 の時刻において、前記複数の画素の前記第 1 の転送スイッチをオンからオフに制御することで、前記複数の画素の前記光電変換部において前記電荷の蓄積を開始し、

前記第 1 の時刻よりも後に、前記状態においてオンしている前記複数の画素の前記第 2

50

の転送スイッチをオンからオフに制御し、

前記第 1 の時刻から第 2 の時刻まで、前記複数の画素の少なくとも 1 つの画素の前記第 1 の転送スイッチをオフに維持し、かつ、前記少なくとも 1 つの画素の前記光電変換部において前記第 1 の時刻から前記第 2 の時刻までの第 1 の期間に生じた電荷を蓄積し、

前記第 2 の時刻から第 3 の時刻まで、前記複数の画素の前記保持部において、前記第 1 の期間に生じた電荷、および、前記第 2 の時刻から前記第 3 の時刻までの第 2 の期間に生じた電荷を保持し、

前記第 3 の時刻に、前記複数の画素の前記第 1 の転送スイッチをオンからオフに制御し、

前記第 3 の時刻から第 4 の時刻までの第 3 の期間に、前記複数の画素の前記第 2 の転送スイッチを順にオンし、かつ、前記複数の信号を前記出力線へ順に出力する出力動作を行い、

複数回行われる前記動作は、第 1 の動作および前記第 1 の動作の次に行われる第 2 の動作を含み、

前記第 2 の動作での前記排出動作は、前記第 1 の動作での前記出力動作が終わった後に行われる、

ことを特徴とする撮像装置。

【請求項 16】

前記保持部は、前記電荷を保持する第 1 導電型の第 1 の半導体領域と、前記第 1 の半導体領域の上に配された第 2 導電型の第 2 の半導体領域とを含む、

ことを特徴とする請求項 15 に記載の撮像装置。

【請求項 17】

前記光電変換部の上に配された導波路を有する、

ことを特徴とする請求項 15 または請求項 16 に記載の撮像装置。

【請求項 18】

前記光電変換部および前記保持部が配された半導体基板を有し、

前記半導体基板の表面と平行な面への前記光電変換部の正射影の面積が、前記面への前記保持部の正射影の面積より小さい、

ことを特徴とする請求項 15 乃至請求項 17 のいずれか一項に記載の撮像装置。

【請求項 19】

前記光電変換部の飽和電荷量  $A_1$ 、前記保持部の飽和電荷量  $A_2$ 、前記第 1 の期間  $P_1$ 、前記第 2 の期間  $P_2$  が、次の関係を満たす、

【数 3】

$$\frac{P_1 - 0.5 \times P_1}{(P_1 + P_2)} \leq \frac{A_1}{A_2} \leq \frac{P_1 + 0.5 \times P_2}{(P_1 + P_2)}$$

ことを特徴とする請求項 15 乃至請求項 18 のいずれか一項に記載の撮像装置。

【請求項 20】

請求項 15 乃至請求項 19 のいずれか一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装置と、を備える、

ことを特徴とする撮像システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像装置、撮像システム、および、撮像装置の駆動方法に関する。

【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ーを行うことが提案されている。特許文献 1 に記載された撮像装置には、動きの速い被写体を撮影する場合でも

10

20

30

40

50

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

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1に記載の撮像装置は、1つの画像、あるいは、1フレームを得るための光電変換によって生じた電荷の全部を光電変換部に蓄積している。その後、全画素同時に、光電変換部から保持部に電荷を転送し、次の画像、あるいは、次のフレームを得るための光電変換を開始している。そのため、画素の飽和電荷量を増やすためには、光電変換部の飽和電荷量と保持部の飽和電荷量との両方をほぼ同じ大きさを確保しなければならない。光電変換部の飽和電荷量を大きくするとその面積が増加する。したがって、画素サイズが大きくなるという課題がある。

10

【0005】

以上に説明した通り、従来の技術では、画素の飽和電荷量を大きくすることが困難であった。上記の課題に鑑み、本発明は、グローバル電子シャッタを行うことができる撮像装置において、画素の飽和電荷量を向上させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

20

【0006】

本発明の1つの側面に係る実施形態は、撮像装置の駆動方法である。撮像装置は、入射光に基づいて電荷を生成し、かつ、前記電荷を蓄積する光電変換部と、前記電荷を保持する保持部と、前記電荷に基づく信号を出力する増幅部と、前記光電変換部から前記保持部へ前記電荷を転送する第1の転送スイッチと、前記保持部から前記増幅部へ前記電荷を転送する第2の転送スイッチと、をそれぞれが有する複数の画素と、前記複数の画素からの複数の信号が出力される出力線と、を有する。実施形態の撮像装置の駆動方法は、前記複数の信号を前記出力線に出力するための動作を複数回繰り返し、複数回行われる前記動作のそれぞれにおいて、前記第1の転送スイッチおよび前記第2の転送スイッチの両方がオンしている状態にすることにより、前記保持部を介して前記光電変換部の電荷を排出する排出動作を行い、前記排出動作の後の第1の時刻において、前記複数の画素の前記第1の転送スイッチをオンからオフに制御することで、前記複数の画素の前記光電変換部において前記電荷の蓄積を開始し、前記第1の時刻よりも後に、前記状態においてオンしている前記複数の画素の前記第2の転送スイッチをオンからオフに制御し、前記第1の時刻から第2の時刻まで、前記複数の画素の少なくとも1つの画素の前記第1の転送スイッチをオフに維持し、かつ、前記少なくとも1つの画素の前記光電変換部において前記第1の時刻から前記第2の時刻までの第1の期間に生じた電荷を蓄積し、前記第2の時刻から第3の時刻まで、前記複数の画素の前記保持部において、前記第1の期間に生じた電荷、および、前記第2の時刻から前記第3の時刻までの第2の期間に生じた電荷を保持し、前記第3の時刻に、前記複数の画素の前記第1の転送スイッチをオンからオフに制御し、前記第3の時刻から第4の時刻までの第3の期間に、前記複数の画素の前記第2の転送スイッチを順にオンし、かつ、前記複数の信号を前記出力線へ順に出力する出力動作を行い、複数回行われる前記動作は、第1の動作および前記第1の動作の次に行われる第2の動作を含み、前記第2の動作での前記排出動作は、前記第1の動作での前記出力動作が終わった後に行われる、ことを特徴とする。

30

40

【0007】

本発明の別の側面に係る実施形態は、入射光に基づいて電荷を生成し、かつ、前記電荷を蓄積する光電変換部と、前記電荷を保持する保持部と、前記電荷に基づく信号を出力する増幅部と、前記光電変換部から前記保持部へ前記電荷を転送する第1の転送スイッチと、前記保持部から前記増幅部へ前記電荷を転送する第2の転送スイッチと、をそれぞれが

50

有する複数の画素と、前記複数の画素からの複数の信号が出力される出力線と、を有する撮像装置であって、前記複数の信号を前記出力線に出力するための動作を複数回行い、複数回行われる前記動作のそれぞれにおいて、前記第1の転送スイッチおよび前記第2の転送スイッチの両方がオンしている状態にすることにより、前記保持部を介して前記光電変換部の電荷を排出する排出動作を行い、前記排出動作の後の第1の時刻において、前記複数の画素の前記第1の転送スイッチをオンからオフに制御することで、前記複数の画素の前記光電変換部において前記電荷の蓄積を開始し、前記第1の時刻よりも後に、前記状態においてオンしている前記複数の画素の前記第2の転送スイッチをオンからオフに制御し、前記第1の時刻から第2の時刻まで、前記複数の画素の少なくとも1つの画素の前記第1の転送スイッチをオフに維持し、かつ、前記少なくとも1つの画素の前記光電変換部において前記第1の時刻から前記第2の時刻までの第1の期間に生じた電荷を蓄積し、前記第2の時刻から第3の時刻まで、前記複数の画素の前記保持部において、前記第1の期間に生じた電荷、および、前記第2の時刻から前記第3の時刻までの第2の期間に生じた電荷を保持し、前記第3の時刻に、前記複数の画素の前記第1の転送スイッチをオンからオフに制御し、前記第3の時刻から第4の時刻までの第3の期間に、前記複数の画素の前記第2の転送スイッチを順にオンし、かつ、前記複数の信号を前記出力線へ順に出力する出力動作を行い、複数回行われる前記動作は、第1の動作および前記第1の動作の次に行われる第2の動作を含み、前記第2の動作での前記排出動作は、前記第1の動作での前記出力動作が終わった後に行われる、ことを特徴とする。

10

【発明の効果】

20

【0008】

本発明によれば、飽和電荷量を向上しつつ、グローバル電子シャッタを行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】撮像装置の等価回路を表す図である。

【図2】撮像装置の断面構造を模式的に表す図である。

【図3】撮像装置の駆動パルスを示す図である。

【図4】撮像装置の駆動パルスを示す図である。

【図5】撮像装置の動作を模式的に示す図である。

30

【図6】撮像装置の断面構造を模式的に表す図である。

【図7】撮像装置の等価回路を表す図である。

【図8】撮像装置の断面構造を模式的に表す図である。

【図9】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】

本発明に係る1つの実施形態は、複数の画素と、複数の画素からの複数の信号が出力される出力線とを備える撮像装置である。複数の画素のそれぞれが、光電変換部と、電荷を保持する保持部と、電荷に基づく信号を出力する増幅部とを有する。さらに、光電変換部から保持部へ電荷を転送する第1の転送スイッチと、保持部から増幅部へ電荷を転送する第2の転送スイッチとが配される。このような構成により、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を行うことができる。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氣的に制御することである。

40

【0011】

撮像装置は、複数の信号を出力線に出力するための動作を複数回行う。本明細書においては、当該動作の1回を、1フレームの読出し動作、あるいは、単に1フレームの動作などと呼ぶ。1フレームの読出し動作は、以下に説明する動作を少なくとも含む。

【0012】

まず、光電変換部の電荷を排出する排出動作を行う。具体的には、第1の転送スイッチおよび第2の転送スイッチの両方がオンしている状態になるように、第1の転送スイッチ

50

および第2の転送スイッチを制御する。この制御により、光電変換部の電荷が保持部を介して排出される。

【0013】

排出動作の後の第1の時刻において、複数の画素の第1の転送スイッチをオンからオフに制御する。この制御により、複数の画素の光電変換部が電荷の蓄積を開始する。好ましくは、複数の画素の第1の転送スイッチをオンからオフに同時に制御する。これにより、複数の画素の光電変換部が電荷の蓄積を同時に開始することができる。結果として、複数の画素の間で蓄積時間を揃えられるため、画質を向上させることができる。

【0014】

第1の時刻から第2の時刻まで、少なくとも1つの画素において、第1の転送スイッチがオフに維持される。当該少なくとも1つの画素については、この期間に生じた電荷が光電変換部に蓄積される。第1の時刻から第2の時刻までの期間が第1の期間である。つまり、第1の期間は第1に時刻に開始し、第2の時刻に終了する。

10

【0015】

続いて、第2の時刻から第3の時刻までの第2の期間に、複数の画素の保持部が電荷を保持する。このとき、保持部は、第1の期間で生じた電荷と第2の期間で生じた電荷とを保持する。第3の時刻に、複数の画素の第1の転送スイッチがオンからオフに制御される。好ましくは、第3の時刻に、複数の画素の第1の転送スイッチがオンからオフに同時に制御される。

【0016】

20

その後、第3の時刻から第4の時刻までの第3の期間に、出力動作を行う。出力動作は、複数の画素の保持部に保持された電荷に基づく信号を、順に、出力線へ出力する動作である。言い換えると、当該第3の期間に、各画素が少なくとも1回ずつ信号を出力する。具体的な動作としては、当該第3の期間に、複数の画素の第12の転送スイッチが、順に、オンする。各画素において、保持部の電荷が増幅部へ転送された状態で、増幅部が信号を出力する。

【0017】

なお、1回の出力動作において出力される信号の数は、画像のフォーマットによって変更されうる。例えば動画の撮影であれば、1フレームの画像に用いられる水平ラインの数だけ信号が出力されればよい。このような実施形態では、撮像装置が備える画素の全部から信号が出力される前に、出力動作が終了する。

30

【0018】

上述の排出動作から出力動作までが、1フレームの読出し動作に含まれる。なお、1フレームの読出し動作が、ここで説明した動作以外の動作を含んでもよい。

【0019】

光電変換部は、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ため、光電変換部の飽和電荷量が小さくても、画素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、飽和電荷量を維持しつつ、グローバル電子シャッタを行うことができる。なお、いくつかの実施例では、複数の画素の保持部が電荷を保持している第2の期間は、第1の期間よりも長い。第2の期間が第1の期間より長いことにより、光電変換部の飽和電荷量をより小さくできるためである。

40

【0020】

なお、複数回行われるフレームの読出し動作を通じて、出力動作が行われている間には、排出動作を行わないことが好ましい。このような動作を行うことにより、光電変換部からの電荷排出の機能を、第1の転送スイッチが担うことができる。したがって、画素に用いられる素子の数を低減することができ、光電変換部あるいは保持部のサイズを大きくすることができる。結果として、飽和電荷量の向上が可能である。

【0021】

また、第1の転送スイッチおよび第2の転送スイッチの両方がオンしている状態から、第1の時刻において第1の転送スイッチをオンからオフに制御し、その後、第2の転送

50

スイッチをオンからオフへ制御することが好ましい。このような構成によれば、第1の転送スイッチにある電荷を電荷保持部の方へ転送することができる。そのため、光電変換部および保持部に残留する電荷を低減することができる。結果として、残像などのノイズを低減することが可能である。

【0022】

第2の転送スイッチは、遅くとも第2の時刻までにはオンからオフに制御されうる。このような構成に寄れば、第1の期間において光電変換部からあふれ出した電荷を、保持部が保持することができる。

【0023】

また、画素は増幅部の入力ノードの電圧をリセットするリセットスイッチを含んでもよい。10  
排出動作において、第1の転送スイッチおよび第2の転送スイッチの両方がオンしているときに、リセットスイッチがオンの状態とすることが好ましい。このような構成によれば、光電変換部と電荷の排出されるノードとの間に高い電圧を印加することが可能になる。結果として、光電変換部に残留する電荷を低減することができる。結果として、残像などのノイズを低減することが可能である。

【0024】

以下、本発明の実施例について図面を用いて説明する。もちろん、本発明に係る実施例は、以下に説明される実施例のみに限定されない。例えば、以下のいずれかの実施例の一部の構成を、他の実施例に追加した例、あるいは他の実施例の一部の構成と置換した例も本発明の実施例である。また、以下の実施例では、第1導電型がN型であり、第2導電型 20  
がP型である。しかし、第1導電型がP型であり、第2導電型がN型であってもよい。

【実施例1】

【0025】

実施例1について説明する。図1は、撮像装置の画素の等価回路を示している。図1には4個の画素20が示されているが、撮像装置はさらに多くの画素を有している。

【0026】

各画素20は、光電変換部1、保持部2、増幅部10、第1の転送スイッチ4、および、第2の転送スイッチ5を含む。さらに、画素20は、リセットトランジスタ9、選択トランジスタ7を含む。

【0027】

30  
光電変換部1は、入射光に基づいて電荷を生成し、かつ、入射光によって生じた電荷を蓄積する。光電変換部1には、半導体基板に形成されたフォトダイオードや、半導体基板の上に配された、有機材料または無機材料の光電変換膜が用いられる。第1の転送スイッチ4は、光電変換部1の電荷を保持部2に転送する。保持部2は、入射光によって生成された電荷を、光電変換部1とは別の場所で保持する。第2の転送スイッチ5は、保持部2の電荷を増幅部10の入力ノード3に転送する。リセットトランジスタ9は、増幅部10の入力ノード3の電圧をリセットする。リセットトランジスタ9がリセットスイッチを構成する。選択トランジスタ7は、出力線8に信号を出力する画素20を選択する。増幅部10は、入射光によって生成された電荷に基づく信号を出力線8に出力する。増幅部10は、例えばソースフォロアである。また、第1の転送スイッチ4、および、第2の転送ス 40  
イッチ5は、それぞれ、MOSトランジスタである。

【0028】

第1の転送スイッチ4には、制御線 $T \times 1$ が接続される。第2の転送スイッチ5には、制御線 $T \times 2$ が接続される。リセットトランジスタ9には、制御線 $R e s$ が接続される。本実施例では、複数の画素が行列状に配される。1つの行に含まれる画素には共通の制御線が接続される。そこで、例えば $n$ 行目の画素については、制御線 $T \times 1(n)$ 、制御線 $R e s(n)$ などと表記する。

【0029】

このような構成により、保持部2が電荷を保持している間に生じた電荷を、光電変換部1が蓄積することができる。そのため、複数の画素の間で光電変換の期間が一致するよう 50



な撮像動作、いわゆる、グローバル電子シャッタを行うことができる。

【0030】

図2は、撮像装置の断面構造を模式的に示している。図2には1つの画素の断面が示されている。図1と同じ機能を有する部分には同様の符号を付してある。図2は表面照射型の撮像装置を示しているが、裏面照射型としてもよい。

【0031】

図2において、光電変換部1には、埋め込み型のフォトダイオードが用いられる。光電変換部1は、N型の半導体領域11、および、P型の半導体領域12を含む。N型の半導体領域11、および、P型の半導体領域12がPN接合を構成する。N型の半導体領域11は信号電荷(電子)を蓄積するように構成される。P型の半導体領域12により界面のノイズを抑制することが可能となる。

10

【0032】

P型の半導体領域14はウェルである。N型の半導体領域11の下に、N型の半導体領域13が配される。N型の半導体領域13の不純物濃度は、N型の半導体領域11の不純物濃度より低い。これにより、深い位置で生じた電荷がN型の半導体領域11に収集される。ここでは、N型の半導体領域13はP型でもよい。N型の半導体領域13の下には、電荷に対するポテンシャルバリアとなるP型の半導体領域17が配される。

【0033】

保持部2は、N型の半導体領域201を含む。N型の半導体領域201に、信号となる電荷が保持される。N型の半導体領域201の不純物濃度は、N型の半導体領域11の不純物濃度より高い。

20

【0034】

ゲート電極40は、第1の転送スイッチ4のゲートを構成する。また、ゲート電極50は、第2の転送スイッチ5のゲートを構成する。N型の半導体領域201の上に、ゲート絶縁膜を介して、ゲート電極40の一部が配される。ゲート電極40に負の電圧を与えることにより、N型の半導体領域201の表面にホールを誘起することができる。これにより、界面で発生するノイズを抑制することができる。

【0035】

保持部2は、遮光部203によって遮光される。遮光部203は、タング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。遮光部203の開口の上に、カラーフィルタ100、マイクロレンズ101が配される。

30

【0036】

光電変換部1および保持部2は半導体基板に配される。この実施例では、半導体基板の表面と平行な面への光電変換部1の正射影の面積が、当該面への保持部2の正射影の面積より小さい。このような構成によれば、ノイズを低減しつつ、画素の飽和電荷量を増やすことができるという効果が得られる。

【0037】

画素の飽和電荷量を向上させるためには、保持部2が大きな飽和電荷量を持つことが好ましい。保持部2のN型の半導体領域201の不純物濃度を高くすること、あるいは、平面視におけるN型の半導体領域201の面積を大きくすることにより、保持部2の飽和電荷量を増やすことができる。しかし、N型の半導体領域201の不純物濃度が高いと、リーク電流などが大きくなりやすく、ノイズが大きくなる可能性がある。そのため、平面視におけるN型の半導体領域201の面積を大きくすることで、N型の半導体領域201の不純物濃度を抑えつつ、飽和電荷量を増やすことができる。

40

【0038】

このように、平面視における保持部2の面積、つまり、保持部2の正射影の面積を大きくすることで、ノイズを低減しつつ、画素の飽和電荷量を増やすことができる。そうすると、相対的に、平面視における光電変換部1の面積が小さくなりやすく、光電変換部1の飽和電荷量を増やすことが困難になる。したがって、光電変換部1の飽和電荷量が小さくても、画素の飽和電荷量を維持できるという効果がより顕著になる。

50

## 【 0 0 3 9 】

実施例の撮像装置の駆動方法について説明する。図3は、本実施例で用いられる駆動パルスを模式的に示している。図3では、 $n$ 行目～ $(n+2)$ 行目の画素の、第1の転送スイッチ4の制御線 $T \times 1$ 、第2の転送スイッチ5の制御線 $T \times 2$ およびリセットトランジスタ9の制御線 $Res$ に、それぞれ供給される駆動パルスが実線で示されている。一点鎖線は変形例の駆動パルスを示している。駆動パルスがハイレベルの時に、対応するトランジスタまたはスイッチがオンする。駆動パルスがローレベルの時に、対応するトランジスタまたはスイッチがオフする。ハイレベルとローレベルはトランジスタおよびスイッチの導電型に応じて決められる。撮像装置に配された制御部がこれらの駆動パルスを供給する。制御部には、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。

10

## 【 0 0 4 0 】

図3において、時刻 $T_1$ から時刻 $T_5$ までの動作が、第 $n$ フレームの読み出し動作である。まず、時刻 $T_0$ から時刻 $T_1$ までの期間に、前フレームである第 $(n-1)$ フレームの出力動作が行われている。出力動作においては、複数の画素20からの複数の信号が、順に、出力線8へ出力される。

## 【 0 0 4 1 】

時刻 $T_1$ において、第1の転送スイッチ4、第2の転送スイッチ5およびリセットトランジスタ9がオンする。第1の転送スイッチ4、および、第2の転送スイッチ5の両方がオンしている状態となり、光電変換部1の電荷が保持部2を介して排出される。つまり、排出動作が行われる。

20

## 【 0 0 4 2 】

なお、第1の転送スイッチ4、第2の転送スイッチ5およびリセットトランジスタ9が互いに異なるタイミングでオフからオンに遷移してもよい。例えば、第2の転送スイッチ5がオフからオンに遷移するのより先に、第1の転送スイッチ4をオフからオンに制御してもよい。また、第1の転送スイッチ4がオフからオンに遷移するのより先に、第2の転送スイッチ5をオフからオンに制御してもよい。図3において、リセットトランジスタ9に供給される駆動パルスの変形例が一点鎖線で示されている。リセットトランジスタ9は少なくとも信号を出力線8に出力する時にだけオフしていればよい。第1の転送スイッチ4および第2の転送スイッチ5がオンの状態のときに、リセットトランジスタ9がオフしていてもよい。いずれの構成においても、第1の転送スイッチ4および第2の転送スイッチ5の両方がオンの状態とすることにより、光電変換部1の電荷が保持部2を介して排出される。

30

## 【 0 0 4 3 】

時刻 $T_2$ において、第1の転送スイッチ4がオンからオフに遷移する。これにより、露光が開始される。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または保持されることを意味する。ここでは、第1の転送スイッチ4がオンからオフに制御されることにより、光電変換部1が電荷の蓄積を開始する。

## 【 0 0 4 4 】

時刻 $T_2$ において第1の転送スイッチ4がオンからオフに制御された後、第2の転送スイッチ5がオンからオフに制御される。このように第1の転送スイッチ4および第2の転送スイッチ5を順にオフすることにより、保持部に残留する電荷を低減できる。その後、リセットトランジスタ9がオンからオフに制御される。

40

## 【 0 0 4 5 】

時刻 $T_2$ から第1の期間が経過する時刻 $T_3$ までは、第1の転送スイッチ4がオフに維持される。この実施例では、全ての画素の第1の転送スイッチ4がオフに維持される。しかし、少なくとも1つの画素において、時刻 $T_1$ から時刻 $T_2$ まで、第1の転送スイッチ4がオフに維持されていればよい。

## 【 0 0 4 6 】

時刻 $T_2$ から第1の期間が経過した時が時刻 $T_3$ である。すなわち、時刻 $T_2$ から時刻 $T_3$ までの期間が第1の期間である。第1の期間においては、当該第1の期間に生じる電

50

荷が光電変換部 1 に蓄積される。

【 0 0 4 7 】

時刻 T 3 に、第 1 の転送スイッチ 4 をオフからオンに制御する。これにより、光電変換部 1 の電荷が保持部 2 に転送される。つまり、時刻 T 3 以降は、第 1 の期間に生じた電荷が、保持部 2 によって保持される。この実施例では、全ての画素の第 1 の転送スイッチ 4 が同時にオフからオンに遷移する。しかし、時刻 T 3 までに、複数の画素の第 1 の転送スイッチ 4 がオンしていればよく、遷移のタイミングは互いに異なっていてもよい。

【 0 0 4 8 】

その後、時刻 T 3 から第 2 の期間が経過する時刻 T 4 まで、保持部 2 が、第 1 の期間に生じた電荷と、第 2 の期間に生じた電荷との両方を保持する。具体的には、時刻 T 3 から時刻 T 4 まで、複数の画素 2 0 の第 2 の転送スイッチ 5 がオフに維持される。

10

【 0 0 4 9 】

この実施例では、第 2 の期間が、第 1 の転送スイッチ 4 のオンしている期間と第 2 の転送スイッチ 4 のオフしている期間とを含む。第 2 の期間の一部において第 1 の転送スイッチ 4 がオフしていることにより、ノイズを低減することができる。

【 0 0 5 0 】

また、第 1 の転送スイッチ 4 は、第 2 の期間において、オフからオンに複数回制御される。第 1 の転送スイッチ 4 が第 2 の期間においてオフからオンに遷移する回数は、光電変換部 1 の飽和電荷量に対する保持部 2 の飽和電荷量の比よりも大きいことが好ましい。これにより、画素の飽和電荷量を向上させることができる。

20

【 0 0 5 1 】

光電変換部 1 から保持部 2 に電荷を転送する期間、つまり、第 1 の転送スイッチ 4 がオンしている期間は自由に設定することができる。第 2 の期間において第 1 の転送スイッチ 4 が常にオンに維持されてもよい。例えば、図 3 において、一点鎖線で示された駆動パルスが制御線 T x 1 を介して第 1 の転送スイッチ 4 に供給される。この場合、第 2 の期間に生じた電荷は、即座に保持部 2 に転送される。

【 0 0 5 2 】

時刻 T 4 において、全ての行の画素の第 1 の転送スイッチ 4 がオンからオフに同時に制御される。これにより、1 フレームの読み出し動作における露光期間が終了する。図 3 が示す通り、全ての画素の間で、露光期間が互いに一致している。つまり、全ての画素において、時刻 T 2 に露光が開始し、時刻 T 4 に露光が終了する。

30

【 0 0 5 3 】

次に、時刻 T 4 から時刻 T 5 までの第 3 の期間に、保持部 2 の電荷が増幅部 1 0 の入力ノード 3 に順次読み出される。また、時刻 T 4 から時刻 T 5 までの第 3 の期間に、複数の画素 2 0 からの複数の信号を出力線 8 へ順に出力する出力動作が行われる。具体的には、n 行目の第 2 の転送スイッチ 5 をオンとすることで、n 行目の画素の保持部 2 の電荷を入力ノード 3 に転送する。入力ノード 3 の容量と転送された電荷の量に応じて、入力ノード 3 の電圧が変化する。増幅部 1 0 によって、入力ノードの電圧に基づく信号が出力線 8 に出力される。次に n + 1 行目の画素について同様の動作が行われる。この動作が、1 行目の画素から最後の行の画素までのそれぞれにおいて行われる。

40

【 0 0 5 4 】

1 画素からの信号の読み出しの動作を簡単に説明する。図 4 は、撮像装置に用いられる駆動パルスを模式的に示している。図 4 には、選択トランジスタ 7 に供給される駆動パルス S E L、リセットトランジスタ 9 に供給される駆動パルス R E S、及び、第 2 の転送スイッチ 5 に供給される駆動パルス T x 2 が示される。駆動パルスがハイレベルの時に、対応するトランジスタまたはスイッチがオンする。駆動パルスがローレベルの時に、対応するトランジスタまたはスイッチがオフする。

【 0 0 5 5 】

図 4 に示される駆動パルスにしたがって、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 ) が行われる。出力された信号は

50

、撮像装置の外部でA D変換されてもよい。撮像装置の内部でA D変換されてもよい。

【0056】

時刻T5において、第1の転送スイッチ4、第2の転送スイッチ5およびリセットトランジスタ9がオンする。第1の転送スイッチ4、および、第2の転送スイッチ5の両方がオンしている状態となり、光電変換部1の電荷が保持部2を介して排出される。つまり、排出動作が行われる。

【0057】

ここで、時刻T5以降の動作は、次のフレームである第(n+1)フレームの読出し動作である。つまり、時刻T5以降は、時刻T1から時刻T5までの動作を繰り返す。このようにして、複数の画素20からの複数の信号を出力線8に出力するための動作を複数回行う。

10

【0058】

本実施例では、第(n+1)フレームの読出し動作における排出動作が、第nフレームの読出し動作における出力動作が終わった後に行われる。このような構成によれば、前のフレームの信号を失うことなく、光電変換部1に残留する電荷を低減することができる。したがって、ノイズを低減することが可能である。

【0059】

続いて本実施例の効果を説明する。図5は、撮像装置の動作を模式的に示している。図5には、第nフレームから第n+1フレームまでの読出し動作が示されている。第nフレームの読出し動作は実線で、第n+1フレームの読出し動作は点線で示されている。

20

【0060】

図5には、各フレームでの露光期間、光電変換部1が電荷を蓄積している期間、および、保持部2が電荷を保持している期間が示されている。また、図5は、第3の期間において、複数の画素からの複数の信号を出力する出力動作が行われていることを示している。

【0061】

図5が示すように、光電変換部1が電荷を蓄積している第1の期間と、保持部2が電荷を保持している第2の期間とがある。このため、光電変換部1の飽和電荷量が小さくても、画素の飽和電荷量を増加させることができる。

【0062】

画素の飽和電荷量は、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。光電変換部1の飽和電荷量、および、保持部2の飽和電荷量は、それぞれ、光電変換部1が蓄積できる電荷量の最大値、および、保持部2が保持できる電荷量の最大値である。

30

【0063】

1回の露光期間は、第1の期間と第2の期間の合計である。ここで、光電変換部1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回の露光期間に生じる電荷の量より少ないため、光電変換部1の飽和電荷量を小さくすることができるのである。

【0064】

図5が示すように、本実施例では、保持部2が電荷を保持している第2の期間の方が、第1の期間よりも長い。そのため、光電変換部1の飽和電荷量をより小さくできる。しかし、第1の期間が第2の期間と等しくてもよいし、第1の期間が第2の期間より長くてもよい。

40

【0065】

図5では、1行目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の期間に、1フレームを構成する画素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。また、少なくとも一部の画素においては、あるフレームで保持部2が電荷の保持を開始してから、次のフレームで当該保持部2が電荷の保持を開始するまでの期間が、露光期間に等しい。

【0066】

50

第1の期間と第2の期間との合計に対する第1の期間の比と、保持部2の飽和電荷量に対する光電変換部1の飽和電荷量の比が、ほぼ等しいことが好ましい。より詳細には、光電変換部1の飽和電荷量 $A_1$ 、保持部2の飽和電荷量 $A_2$ 、第1の期間 $P_1$ 、および、第2の期間 $P_2$ が、次の式(1)の関係を満たす。ここで、第1の期間 $P_1$ と第2の期間 $P_2$ との合計は、1回の露光期間 $P_1 + P_2$ のことである。

【0067】

【数1】

$$\frac{P_1 - 0.5 \times P_1}{(P_1 + P_2)} \leq \frac{A_1}{A_2} \leq \frac{P_1 + 0.5 \times P_2}{(P_1 + P_2)} \quad (1) \quad 10$$

【0068】

より好適には、第1の期間と第2の期間との合計に対する第1の期間の比と、保持部2の飽和電荷量 $A_2$ に対する光電変換部1の飽和電荷量 $A_1$ の比が等しい。すなわち、 $A_1$ 、 $A_2$ 、 $P_1$ 、 $P_2$ が次の式(2)の関係を満たす。

【0069】

【数2】

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{P_1}{(P_1 + P_2)} \quad (2) \quad 20$$

【0070】

この実施例では、第1の期間に対する1回の露光期間の比は4である。つまり、第1の期間は、1回の露光期間の1/4である。例えば、毎秒60フレームの動画を撮影する場合、露光期間は1/60秒であり、第1の期間は1/240秒である。

【0071】

そのため、保持部2の飽和電荷量に対する、光電変換部1の飽和電荷量の比は1/4に近いことが好ましい。これは、保持部2は1回の露光期間で生じた電荷の全部を保持するのに対し、光電変換部1はその1/4の量の電荷を保持すればよいからである。具体的には、保持部2の飽和電荷量が40000電子の場合、光電変換部1の飽和電荷量は、5000電子以上、25000電子以下の範囲であるとよい。好適には、光電変換部1の飽和電荷量は10000電子である。

30

【0072】

このように上述の式(1)で表される飽和電荷量の比とすることで、光電変換部1と保持部2のサイズを最適化することができる。

【0073】

また、保持部2が光電変換部1から溢れた電荷を保持するように構成する場合は、 $A_1$ 、 $A_2$ 、 $P_1$ 、 $P_2$ が次の式(3)を満足するとよい。

40

【0074】

【数3】

$$\frac{P_1 - 0.5 \times P_1}{(P_1 + P_2)} \leq \frac{A_1}{A_2} < \frac{P_1}{(P_1 + P_2)} \quad (3)$$

【0075】

具体的に、保持部2の飽和電荷量が40000電子の場合、光電変換部1の飽和電荷量が、5000電子以上、10000電子未満での範囲である。このような構成により、光

50

電変換部 1 から溢れた電荷を保持部 2 が保持することができるため、電荷の混入を低減できる。

【0076】

一方、 $A_1$ 、 $A_2$ 、 $P_1$ 、 $P_2$ が次の式(4)を満足する場合、光電変換部 1 の飽和電荷量に余裕を持たせることができるため、電荷の溢れ出しを低減できる。

【0077】

【数4】

$$\frac{P_1}{(P_1 + P_2)} < \frac{A_1}{A_2} \leq \frac{P_1 + 0.5 \times P_2}{(P_1 + P_2)} \quad (4)$$

10

【0078】

なお、本実施例の撮像装置は、ローリングシャッタ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の動作モードでは、複数の画素の光電変換部 1 による電荷の蓄積を、順次、開始する。その後、複数の画素の第 1 の転送スイッチ 4 を、順次、オンに制御する。また、別の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。別の方式のグローバル電子シャッタとは、光電変換部 1 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。

【0079】

20

以上に説明した通り、本実施例の撮像装置によれば、飽和電荷量を向上しつつ、グローバル電子シャッタを行うことができる。

【実施例 2】

【0080】

別の実施例を説明する。本実施例では、保持部の構造が実施例 1 と異なる。そこで、実施例 1 と異なる点のみを説明し、実施例 1 と同様の部分についての説明は省略する。

【0081】

本実施例の等価回路は、実施例 1 と同じである。すなわち、図 1 は、本実施例の撮像装置の画素の等価回路を示している。図 1 についての説明は、実施例 1 と同様なので、省略する。

30

【0082】

本実施例の駆動方法は、実施例 1 と同じである。すなわち、図 3 および図 4 は、それぞれ、本実施例で用いられる駆動パルスを模式的に示している。また、図 5 は、本実施例の撮像装置の動作を模式的に示している。図 3 ~ 5 についての説明は、実施例 1 と同様なので、省略する。

【0083】

図 6 は、撮像装置の断面構造を模式的に示している。図 6 には 1 つの画素の断面が示されている。図 1 ~ 5 と同じ機能を有する部分には同様の符号を付してある。

【0084】

保持部 2 は、N 型の半導体領域 201 と、P 型の半導体領域 202 を含む。P 型の半導体領域 202 は、N 型の半導体領域 201 の上に配される。P 型の半導体領域 202 により界面のノイズを抑制することが可能となる。

40

【0085】

また、第 1 の転送スイッチ 4 のゲート電極 40 は、N 型の半導体領域 201 の上に延在していない。このため、レイアウトの制約が少なくなるため、設計の自由度を高めることができる。

【0086】

以上に説明した通り、本実施例によれば、実施例 1 の効果に加え、ノイズを低減することができる。

【実施例 3】

50

## 【 0 0 8 7 】

別の実施例を説明する。本実施例は、画素が排出スイッチを有する点で実施例 1 および実施例 2 と異なる。また、本実施例は、光電変換部の上に導波路が配された点で、実施例 1 および実施例 2 と異なる。そこで、実施例 1 および実施例 2 と異なる点のみを説明し、実施例 1 あるいは実施例 2 と同様の部分についての説明は省略する。

## 【 0 0 8 8 】

図 7 は、撮像装置の画素の等価回路を示している。図 1 と同様の部分には同じ符号を付してある。なお、図面の簡略化のため、制御線 T x 1、制御線 T x 2、および、制御線 R e s の符号は省略してある。制御線 T x 1、制御線 T x 2、および、制御線 R e s は実施例 1 と同様の構成である。

10

## 【 0 0 8 9 】

各画素は、排出スイッチ 1 8 を有している。排出スイッチ 1 8 は、光電変換部 1 の電荷をオーバーフロートラインなどの電源ノードに排出する。排出スイッチ 1 8 には、制御線 O F G が接続される。排出スイッチ 1 8 は、例えば、M O S トランジスタである。

## 【 0 0 9 0 】

本実施例では、複数の画素 2 0 からの複数の信号を出力線 8 へ出力する出力動作が行われている第 3 の期間の少なくとも一部において、排出スイッチをオンの状態にする。このとき、排出スイッチ 1 8 は、第 1 の転送スイッチ 4 による電荷の排出の経路とは別の経路で、光電変換部 1 の電荷を排出することができる。したがって、第 3 の期間に生じた電荷が保持部 2 へ混入することで生じるノイズを低減できる。結果として、画質を向上させることが可能である。

20

## 【 0 0 9 1 】

図 8 は、撮像装置の断面構造を模式的に示している。図 1 および図 2 と同様の機能を有する部分には同じ符号を付してある。図 8 は、実施例 2 と同様に、保持部 2 が P 型の半導体領域 2 0 2 を含む例を示している。図 1 のように、保持部 2 に P 型の半導体領域 2 0 2 が含まれなくてもよい。

## 【 0 0 9 2 】

排出スイッチ 1 8 は、オーバーフロー制御電極 1 6 とオーバーフロートライン 1 5 とを有する。オーバーフロー制御電極 1 6 に供給される電圧に応じて、光電変換部 1 の電荷がオーバーフロートライン 1 5 に排出される。オーバーフロートライン 1 5 には、所定の電圧が供給される。オーバーフロー制御電極 1 6 とオーバーフロートライン 1 5 は、遮光部 2 0 3 によって遮光される。

30

## 【 0 0 9 3 】

本実施例では、光電変換部 1 に対応して導波路 3 0 1 が配される。導波路 3 0 1 は、入射した光を光電変換部 1 に導く。これにより、感度を向上させることができる。特に、斜めに入射する光に対しての感度低下を低減することができる。

## 【 0 0 9 4 】

導波路 3 0 1 には、公知の構造が用いられる。本実施例では、導波路 3 0 1 は、周囲の絶縁膜よりも高い屈折率を有する材料で構成される。例えば、周囲の絶縁膜としては、シリコン酸化膜で構成された層間絶縁膜が用いられ、導波路 3 0 1 にはシリコン窒化膜が用いられる。あるいは、導波路 3 0 1 の周囲に反射層が設けられる。導波路 3 0 1 は、全ての画素の光電変換部 1 に対応して配されてもよいし、一部の画素の光電変換部 1 にのみ配されてもよい。

40

## 【 0 0 9 5 】

カラーフィルタ 1 0 0 と導波路 3 0 1 との間に、層内レンズ 3 0 2 が配されてもよい。層内レンズ 3 0 2 は、カラーフィルタ 1 0 0 を通過した光を導波路 3 0 1 に集光する。層内レンズ 3 0 2 により、感度を向上させることができる。特に、斜めに入射する光に対しての感度低下を低減することができる。

## 【 0 0 9 6 】

以上に説明した通り、本実施例によれば、実施例 1 の効果に加え、ノイズを低減するこ

50

とができる。また、本実施例によれば、実施例 1 の効果に加えて、感度を向上させることができる。特に、平面視における保持部 2 の面積を大きくするため、平面視における光電変換部 1 の面積を小さくした場合に、感度を向上の効果は顕著である。

【0097】

なお、本実施例の撮像装置は、排出スイッチ 18 および導波路 301 の両方を備えている。しかし、排出スイッチ 18 および導波路 301 のいずれか一方のみを備えていてもよい。

【実施例 4】

【0098】

本発明に係る撮像システムの実施例について説明する。撮像システムとして、デジタルスチルカメラ、デジタルカムコーダ、複写機、ファックス、携帯電話、車載カメラ、観測衛星などがあげられる。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 9 に、撮像システムの例としてデジタルスチルカメラのブロック図を示す。

【0099】

図 9 において、1001 はレンズの保護のためのバリア、1002 は被写体の光学像を撮像装置 1004 に結像させるレンズ、1003 はレンズ 1002 を通った光量を可変するための絞りである。1004 は上述の各実施例で説明した撮像装置であって、レンズ 1002 により結像された光学像を画像データとして変換する。ここで、撮像装置 1004 の半導体基板には A/D 変換部が形成されているものとする。1007 は撮像装置 1004 より出力された撮像データに各種の補正やデータを圧縮する信号処理部である。そして、図 9 において、1008 は撮像装置 1004 および信号処理部 1007 に、各種タイミング信号を出力するタイミング発生部、1009 はデジタルスチルカメラ全体を制御する全体制御部である。1010 は画像データを一時的に記憶する為のフレームメモリ部、1011 は記録媒体に記録または読み出しを行うためのインターフェース部、1012 は撮像データの記録または読み出しを行う為の半導体メモリ等の着脱可能な記録媒体である。そして、1013 は外部コンピュータ等と通信する為のインターフェース部である。ここで、タイミング信号などは撮像システムの外部から入力されてもよく、撮像システムは少なくとも撮像装置 1004 と、撮像装置 1004 から出力された撮像信号を処理する信号処理部 1007 とを有すればよい。

【0100】

本実施例では、撮像装置 1004 と A/D 変換部とが同一の半導体基板に形成された構成を説明した。しかし、撮像装置 1004 と A/D 変換部とが別の半導体基板に設けられていてもよい。また、撮像装置 1004 と信号処理部 1007 とが同一の半導体基板に形成されていてもよい。

【符号の説明】

【0101】

- 1 光電変換部
- 2 保持部
- 4 第 1 の転送スイッチ
- 5 第 2 の転送スイッチ
- 8 出力線
- 10 増幅部

10

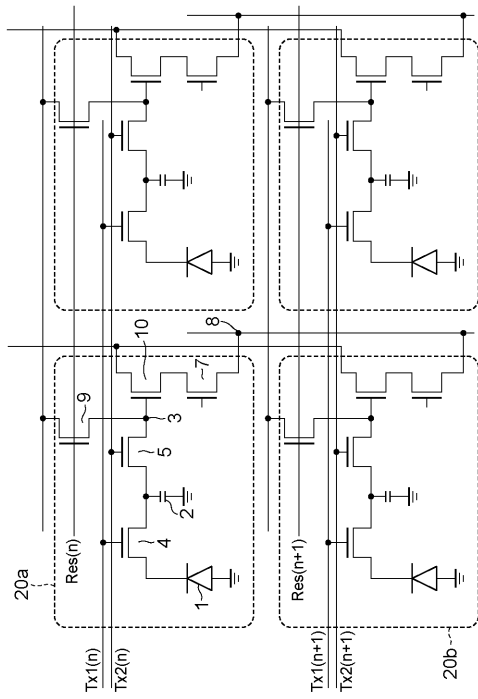
20

30

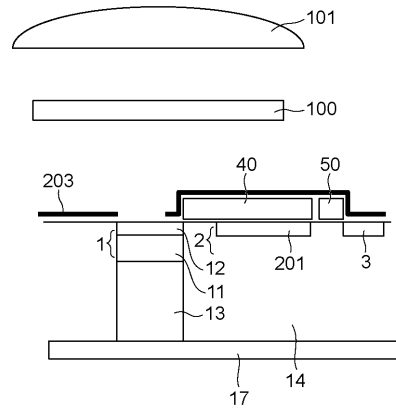
40



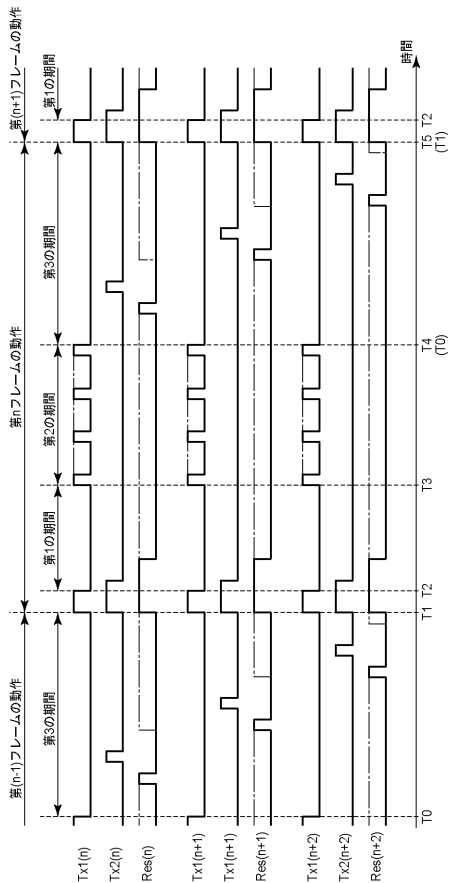
【図1】



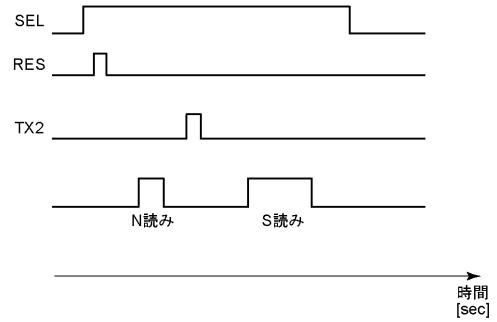
【図2】



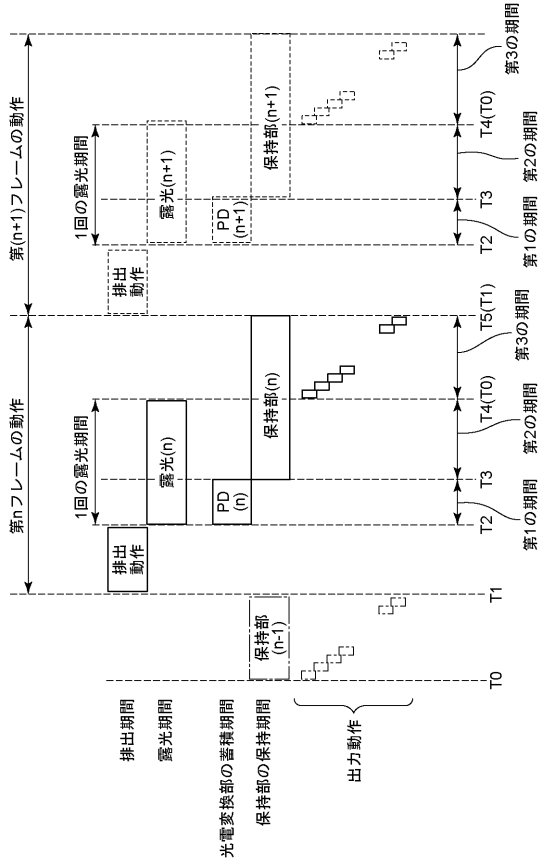
【図3】



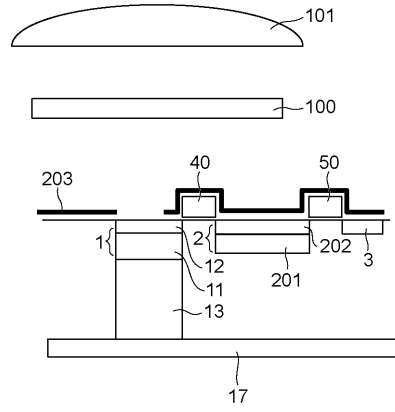
【図4】



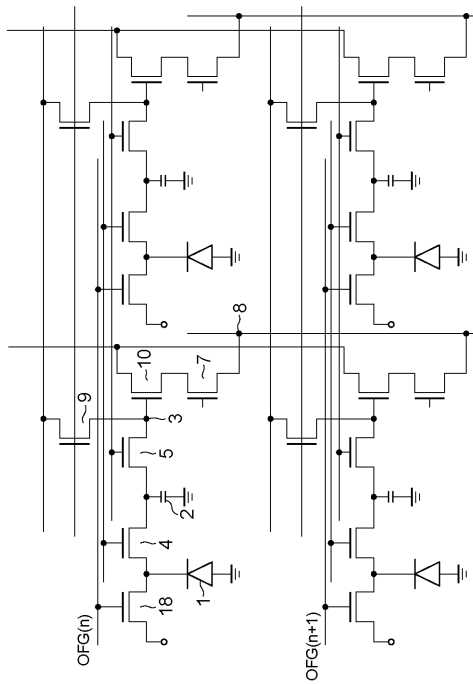
【図5】



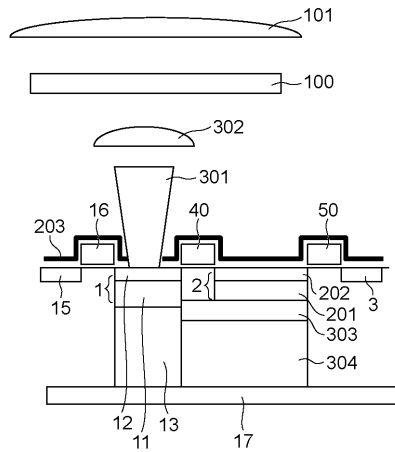
【図6】



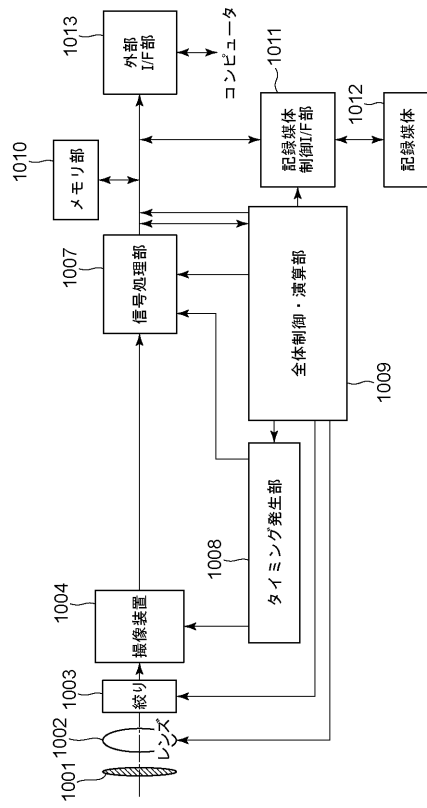
【図7】



【図8】



【図9】



---

フロントページの続き

- (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
- (72)発明者 小泉 徹  
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 橘 高志

- (56)参考文献 特開2013-021471(JP,A)  
特開2012-129797(JP,A)  
特開2010-157893(JP,A)  
特開2013-168546(JP,A)  
特開2015-053411(JP,A)  
米国特許出願公開第2010/0231771(US,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H04N 5/355