

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第6750876号  
(P6750876)

(45) 発行日 令和2年9月2日 (2020.9.2)

(24) 登録日 令和2年8月17日 (2020.8.17)

(51) Int.Cl.  
H04N 5/374 (2011.01)

F I  
H04N 5/374

請求項の数 19 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2016-199129 (P2016-199129)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成28年10月7日 (2016.10.7)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2018-61192 (P2018-61192A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成30年4月12日 (2018.4.12)	(74) 代理人	100094112
審査請求日	令和1年9月24日 (2019.9.24)		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 齋藤 正巳
		(72) 発明者	小林 大祐
			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】 固体撮像装置及びその駆動方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光電変換により電荷を生成する光電変換部と、前記光電変換部で生成された電荷を保持する保持部と、前記光電変換部から前記保持部へ電荷を転送する転送手段と、を有し、前記保持部が保持する電荷に基づく信号を出力する複数の画素と、

前記複数の画素に接続され、前記複数の画素から前記信号が出力される出力線と、  
1回の露光期間の間に前記光電変換部で生成された電荷を、1以上の範囲で可変の回数の転送動作により前記保持部へ転送するように前記転送手段を制御する転送制御部と、  
前記信号を増幅する増幅手段と、

前記増幅手段の増幅率を、前記転送動作の回数が第1の回数のときに第1のゲインに制御し、前記転送動作の回数が前記第1の回数よりも少ない第2の回数のときに前記第1のゲインよりも大きい第2のゲインに制御する制御部と

を有することを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 2】

前記制御部は、前記回数に応じた前記画素の飽和電荷量に対応する信号レベルが、前記増幅手段の入力レンジ又は出力レンジに含まれるように、前記増幅率を制御する

ことを特徴とする請求項1記載の固体撮像装置。

【請求項 3】

前記回数は、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率に対応している

10

20

ことを特徴とする請求項 2 記載の固体撮像装置。

【請求項 4】

前記制御部は、前記回数が少ないほど、前記増幅率を大きくする

ことを特徴とする請求項 2 記載の固体撮像装置。

【請求項 5】

前記制御部は、前記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率に対応する回数又はそれ以上であり、前記信号が前記画素の最大飽和電荷量に対応する信号レベルよりも小さい場合に、前記回数が多いほど、前記増幅率を大きくする

ことを特徴とする請求項 1 記載の固体撮像装置。

【請求項 6】

前記露光期間における前記転送動作の間の電荷の蓄積期間が不均一である

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

【請求項 7】

前記制御部は、前記転送動作のタイミングにより、前記蓄積期間が不均一になるように制御する

ことを特徴とする請求項 6 記載の固体撮像装置。

【請求項 8】

前記画素は、前記光電変換部の電荷をリセットするリセット手段を更に有し、

前記制御部は、連続する 2 つの前記転送動作の間に、前記リセット手段により前記光電変換部をリセットすることにより、蓄積期間が不均一になるように制御する

ことを特徴とする請求項 6 記載の固体撮像装置。

【請求項 9】

前記複数の画素は、複数の行に渡って配されており、

行毎に、前記蓄積期間のタイミングが異なっている

ことを特徴とする請求項 6 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

【請求項 10】

前記露光期間毎に、前記蓄積期間のタイミングが異なっている

ことを特徴とする請求項 6 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

【請求項 11】

前記制御部は、前の露光期間における前記信号の信号レベルに基づいて前記回数及び前記増幅率を設定する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

【請求項 12】

前記増幅手段は、前記出力線に出力された前記信号を増幅する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

【請求項 13】

前記複数の画素のそれぞれが、前記増幅手段と、前記保持部の電荷を前記増幅手段の入力ノードに転送する第 2 の転送手段と、を含む

ことを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

【請求項 14】

前記制御部は、前記増幅手段の前記入力ノードの容量値を切り替えることにより、前記増幅手段の前記増幅率を制御する

ことを特徴とする請求項 13 記載の固体撮像装置。

【請求項 15】

前記複数の画素のそれぞれが、前記増幅手段の前記入力ノードの前記容量値を切り替えるためのスイッチを含み、

前記回数が第 1 の値の場合に前記制御部は前記スイッチをオンにし、前記回数が前記第 1 の値より少ない第 2 の値の場合に前記制御部は前記スイッチをオフにする

ことを特徴とする請求項 14 に記載の固体撮像装置。

【請求項 16】

10

20

30

40

50

光電変換により電荷を生成する光電変換部と、前記光電変換部で生成された電荷を保持する保持部と、前記光電変換部から前記保持部へ電荷を転送する転送手段と、を有し、前記保持部が保持する電荷に基づく信号を出力する複数の画素と、前記複数の画素に接続され、前記複数の画素から前記信号が出力される出力線と、前記信号を増幅する増幅手段と、を有する固体撮像装置の駆動方法であって、

1回の露光期間の間に前記光電変換部で生成された電荷を、1以上の範囲で可変の回数の転送動作により前記保持部に転送し、

前記増幅手段の増幅率を、前記転送動作の回数が第1の回数のときに第1のゲインに制御し、前記転送動作の回数が前記第1の回数よりも少ない第2の回数のときに前記第1のゲインよりも大きい第2のゲインに制御する

10

ことを特徴とする固体撮像装置の駆動方法。

【請求項17】

複数の前記画素において前記露光期間が同じである

ことを特徴とする請求項16記載の固体撮像装置の駆動方法。

【請求項18】

請求項1乃至15のいずれか1項に記載の固体撮像装置と、

前記固体撮像装置の前記画素から出力される前記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19】

移動体であって、

20

請求項1乃至15のいずれか1項に記載の固体撮像装置と、

前記固体撮像装置からの信号に基づく視差画像から、対象物までの距離情報を取得する距離情報取得手段と、

前記距離情報に基づいて前記移動体を制御する制御手段と

を有することを特徴とする移動体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、固体撮像装置及びその駆動方法に関する。

【背景技術】

30

【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の機能を有するものが提案されている。グローバル電子シャッタとは、複数の画素の間で露光期間が一致するような撮像動作を電氣的に制御することである。グローバル電子シャッタを用いることには、動きの速い被写体を撮影する場合でも被写体像がゆがみにくいという利点がある。

【0003】

特許文献1には、グローバル電子シャッタ機能を備えた固体撮像装置において、光電変換部から保持部への電荷の転送を露光期間中に複数回行う構成とすることにより、画素サイズの拡大を抑えつつ画素の飽和電荷量を増加することが記載されている。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2015-177349号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、露光期間中に光電変換部から保持部に複数回の電荷の転送を行う構成とした場合に画質が低下することがあった。特許文献1ではこのような点は考慮されていなかった。

【0006】

50

本発明の目的は、露光期間中に光電変換部から保持部に複数回の電荷の転送を行う構成とした場合の画質の低下を抑制しうる固体撮像装置及びその駆動方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一観点によれば、光電変換により電荷を生成する光電変換部と、前記光電変換部で生成された電荷を保持する保持部と、前記光電変換部から前記保持部へ電荷を転送する転送手段と、を有し、前記保持部が保持する電荷に基づく信号を出力する複数の画素と、前記複数の画素に接続され、前記複数の画素から前記信号が出力される出力線と、1回の露光期間の間に前記光電変換部で生成された電荷を、1以上の範囲で可変の回数の転送動作により前記保持部へ転送するように前記転送手段を制御する転送制御部と、前記信号を増幅する増幅手段と、前記増幅手段の増幅率を、前記転送動作の回数が第1の回数のときに第1のゲインに制御し、前記転送動作の回数が前記第1の回数よりも少ない第2の回数のときに前記第1のゲインよりも大きい第2のゲインに制御する制御部とを有する固体撮像装置が提供される。

10

【0008】

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成する光電変換部と、前記光電変換部で生成された電荷を保持する保持部と、前記光電変換部から前記保持部へ電荷を転送する転送手段と、を有し、前記保持部が保持する電荷に基づく信号を出力する複数の画素と、前記複数の画素に接続され、前記複数の画素から前記信号が出力される出力線と、前記信号を増幅する増幅手段と、を有する固体撮像装置の駆動方法であって、1回の露光期間の間に前記光電変換部で生成された電荷を、1以上の範囲で可変の回数の転送動作により前記保持部に転送し、前記増幅手段の増幅率を、前記転送動作の回数が第1の回数のときに第1のゲインに制御し、前記転送動作の回数が前記第1の回数よりも少ない第2の回数のときに前記第1のゲインよりも大きい第2のゲインに制御する固体撮像装置の駆動方法が提供される。

20

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、露光期間中に光電変換部から保持部に複数回の電荷の転送を行う構成とした場合の画質の低下を効果的に抑制することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の第1実施形態による固体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実施形態による固体撮像装置の画素の構成例を示す回路図である。

【図3】本発明の第1実施形態による固体撮像装置の信号処理部の構成例を示すブロック図である。

【図4】本発明の第1実施形態による固体撮像装置の駆動方法を示すタイミング図である。

【図5】本発明の第1実施形態による固体撮像装置の駆動方法における転送回数と増幅率の設定例を示す図である。

40

【図6】本発明の第1実施形態による固体撮像装置の駆動方法における転送回数と増幅率の他の設定例を示す図である。

【図7】転送回数が2回の場合の固体撮像装置の駆動例を示すタイミング図である。

【図8】図7の駆動例における転送回数と増幅率の設定例を示す図である。

【図9】本発明の第2実施形態による固体撮像装置の駆動方法を示すタイミング図である。

【図10】本発明の第2実施形態による固体撮像装置の駆動方法における転送回数と増幅率の設定例を示す図である。

【図11】本発明の第3実施形態による固体撮像装置の駆動方法を示すタイミング図である。

50

【図 1 2】本発明の第 4 実施形態による固体撮像装置の画素の構成例を示す回路図である。

【図 1 3】本発明の第 4 実施形態による固体撮像装置の駆動方法を示す図である。

【図 1 4】本発明の第 5 実施形態による撮像システムの概略構成を示すブロック図である。

【図 1 5】本発明の第 6 実施形態による撮像システム及び移動体の構成例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

[第 1 実施形態]

本発明の第 1 実施形態による固体撮像装置及びその駆動方法について、図 1 乃至図 6 を用いて説明する。

【0012】

図 1 は、本実施形態による固体撮像装置の概略構成を示すブロック図である。図 2 は、本実施形態による固体撮像装置の画素の構成例を示す回路図である。図 3 は、本実施形態による固体撮像装置の列信号処理部の構成例を示すブロック図である。図 4 は、本実施形態による固体撮像装置の駆動方法を示すタイミング図である。図 5 及び図 6 は、本実施形態による固体撮像装置の駆動方法における転送回数と増幅率の設定例を示す図である。

【0013】

はじめに、本実施形態による固体撮像装置の構造について、図 1 乃至図 3 を用いて説明する。

本実施形態による固体撮像装置 100 は、図 1 に示すように、画素アレイ 10 と、画素駆動部 20 と、信号処理部 30 と、水平走査部 50 と、信号出力部 60 と、駆動信号生成部 70 とを有している。

【0014】

画素アレイ 10 は、複数の行及び複数の列に渡って配された複数の画素 12 を含む。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部を含み、入射光量に応じた画素信号を出力する。

【0015】

画素アレイ 10 の各行には、行方向に延在する画素駆動信号線 14 が配されている。それぞれの行の画素駆動信号線 14 は、対応する行に属する画素 12 に共通の信号線をなしている。画素駆動信号線 14 は、画素駆動部 20 に接続されている。画素アレイ 10 の各列には、列方向に延在する画素出力線 16 が配されている。それぞれの列の画素出力線 16 は、対応する列に属する画素 12 に共通の信号線をなしている。画素出力線 16 は、信号処理部 30 に接続されている。

【0016】

画素駆動部 20 は、画素駆動信号線 14 を介して供給する駆動信号によって、画素 12 の光電変換動作、電荷の転送動作、読み出し動作を制御する制御部である。画素駆動信号線 14 は、図 1 には 1 本の信号線で示しているが、実際には複数の駆動信号線を含む。画素駆動部 20 により選択された行の画素 12 は、画素出力線 16 に同時に画素信号を出力する。

【0017】

信号処理部 30 は、画素アレイ 10 の列毎に設けられた複数の列信号処理部 32 を有する。それぞれの列信号処理部 32 は、対応する列の画素出力線 16 に接続されている。列信号処理部 32 は、画素出力線 16 を介して画素 12 から読み出された画素信号に対して所定の信号処理を実施する回路部である。列信号処理部 32 は、少なくとも画素信号を増幅する機能を有し、必要に応じて A/D (アナログ/デジタル) 変換等のその他の機能を有してもよい。

【0018】

水平走査部 50 は、信号処理部 30 において処理された画素信号を列毎に順次、信号出

10

20

30

40

50

力部 60 に転送するためのものである。水平走査部 50 は、各列の列信号処理部 32 に順次、選択信号を供給する。これにより、列信号処理部 32 で処理された画素信号が、列毎に順次、共通出力線 52 へと出力される。水平走査部 50 は、デコーダやシフトレジスタで構成される。

#### 【0019】

信号出力部 60 は、画素 12 から読み出された画素信号を固体撮像装置の外部に出力するための回路である。信号出力部 60 は、信号処理部 30 の出力信号を増幅する機能を備えていてもよい。信号処理部 30 が A/D 変換器を含む構成では、画素信号は、デジタル信号として信号処理部 30 から出力され、信号出力部 60 へと転送される。この場合、信号出力部 60 は、デジタル信号処理機能を備えていてもよい。信号出力部 60 が備えるデジタル信号処理機能としては、デジタルゲイン処理やオフセット加算処理などが挙げられる。また、信号出力部 60 の出力構成として、例えば、単一の端子から電圧出力を行う方式や、差動の 2 端子を持つ LVDS (Low Voltage Differential Signaling) 方式の出力手段を有してもよい。信号出力部 60 で処理された画素信号は、固体撮像装置 100 の外部へと出力される。

10

#### 【0020】

駆動信号生成部 70 は、画素駆動部 20、信号処理部 30、水平走査部 50 に、これらの駆動や設定を制御するための制御信号を供給する。例えば、駆動信号生成部 70 は、画素駆動部 20 や信号処理部 30 に供給する信号の出力タイミングや画素信号の増幅率を設定する。駆動信号生成部 70 は、画素駆動部 20 とともに、光電変換部から保持部に電荷を転送する転送手段を制御する転送制御部を構成する。

20

#### 【0021】

図 2 は、画素 12 の構成例である。それぞれの画素 12 は、光電変換部 PD、転送トランジスタ M1、M2、M4、リセットトランジスタ M3、増幅トランジスタ M5、選択トランジスタ M6 を含む。

#### 【0022】

光電変換部 PD は、例えばフォトダイオードである。光電変換部 PD のフォトダイオードは、アノードが接地電圧線 GND に接続され、カソードが転送トランジスタ M1 のソース及び転送トランジスタ M4 のソースに接続されている。転送トランジスタ M4 は、オーバーフロートランジスタと呼ばれることもある。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 と転送トランジスタ M2 との間の接続ノードは、容量成分を含み、電荷の保持部 C1 としての機能を備える。

30

#### 【0023】

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 M5 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 M5 のゲートの接続ノードであるノード VFD は、容量成分を含み、電荷の保持部 C2 としての機能を備える。ノード VFD は、フローティングディフュージョンと呼ばれることもある。ノード VFD は、増幅トランジスタ M5 により構成される増幅部の入力ノードとして機能する。

40

#### 【0024】

リセットトランジスタ M3 のドレイン、転送トランジスタ M4 のドレイン及び増幅トランジスタ M5 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 M5 のソースは、選択トランジスタ M6 のドレインに接続されている。選択トランジスタ M6 のソースは、画素出力線 16 に接続されている。

#### 【0025】

保持部 C1、C2 を構成する容量は、特に限定されるものではなく、例えば、P 型半導体と N 型半導体との間の PN 接合容量、誘電体を金属で挟んだ構造の MIM 容量、MOS 容量、配線容量等の寄生容量などを適用可能である。

#### 【0026】

50

図2の画素構成の場合、画素アレイ10に配されたそれぞれの画素駆動信号線14は、信号線TX1, TX2, RES, OFD, SELを含む。信号線TX1は、対応する行に属する画素12の転送トランジスタM1のゲートにそれぞれ接続されている。信号線TX2は、対応する行に属する画素12の転送トランジスタM2のゲートにそれぞれ接続されている。信号線RESは、対応する行に属する画素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ている。信号線OFDは、対応する行に属する画素12の転送トランジスタM4のゲートにそれぞれ接続されている。信号線SELは、対応する行に属する画素12の選択トランジスタM6のゲートにそれぞれ接続されている。電源電圧線VDD及び接地電圧線GNDは、図2に示すような行方向に延在する信号線や、列方向に延在する信号線などにより構成される、各画素12に共通に接続された配線である。

10

#### 【0027】

信号線TX1には、画素駆動部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駆動信号PTX1が出力される。信号線TX2には、画素駆動部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駆動信号PTX2が出力される。信号線RESには、画素駆動部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駆動信号PRESが出力される。信号線OFDには、画素駆動部20から、転送トランジスタM4を制御するための駆動パルスである駆動信号POFDが出力される。信号線SELには、画素駆動部20から、選択トランジスタM6を制御するための駆動パルスである駆動信号PSELが出力される。各トランジスタがN型トランジスタで構成される場合、画素駆動部20からハイレベルの駆動信号が供給されると対応するトランジスタがオンとなり、画素駆動部20からローレベルの駆動信号が供給されると対応するトランジスタがオフとなる。

20

#### 【0028】

光電変換部PDは、入射光をその光量に応じた量の電荷に変換（光電変換）するとともに、生じた電荷を蓄積する。転送トランジスタM4は、光電変換部PDを電源電圧線VDDの電位にリセットする。転送トランジスタM1は、光電変換部PDの電荷を保持部C1に転送する。保持部C1は、入射光によって生じた電荷を光電変換部PD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の電荷を保持部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、ノードVFD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、ノードVFDを電源電圧線VDDの電位にリセットする。選択トランジスタM6は、画素出力線16に信号を出力する画素12を選択する。増幅トランジスタM5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M6を介して電流源（図示せず）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（ソースフォロウ回路）を構成する。これにより増幅トランジスタM5は、入射光によって生じた電荷に基づく信号を、選択トランジスタM6を介して画素出力線16に出力する。なお、光電変換部PDのリセットは、不図示の別の電位で行ってもよいし、転送トランジスタM1, M2をオンにした状態でリセットトランジスタM3を介して行ってもよい。

30

#### 【0029】

図3は、列信号処理部32の構成例である。列信号処理部32は、増幅部34と、A/D変換器36とを含む。増幅部34は、画素出力線16を介して画素12から出力された画素信号を増幅する。A/D変換器36は、増幅部34から出力された増幅された画素信号をアナログ信号からデジタル信号に変換する。なお、列信号処理部32の構成はこれに限定されるものではなく、増幅部34のみの構成やA/D変換器36のみの構成であってもよいし、相関二重サンプリング機能を更に備えていてもよい。

40

#### 【0030】

次に、本実施形態による固体撮像装置の駆動方法について、図4乃至図6を用いて説明する。なお、各トランジスタは駆動信号がハイレベルのときにオン状態になり、駆動信号がローレベルのときにオフ状態になるものとする。

#### 【0031】

50

本実施形態による固体撮像装置の駆動方法では、図 4 に示すように、1 フレーム期間内に、期間 T 1 と、期間 T 1 よりも後の期間 T 2 と、期間 T 2 よりも後の期間 T 3 とが含まれる。期間 T 1 は、光電変換部 P D のリセット期間である。期間 T 2 は、光電変換部 P D の露光期間である。期間 T 3 は、画素信号の読み出し期間である。期間 T 2 は、期間 T 4 と、期間 T 5 とを含む。期間 T 4 は、光電変換部 P D における信号電荷の蓄積期間である。期間 T 5 は、光電変換部 P D から保持部 C 1 への信号電荷の転送期間である。期間 T 4 及び期間 T 5 の動作は、期間 T 2 の間に、1 回実行されるか、または、必要に応じて複数回、繰り返し実行される。期間 T 3 は、期間 T 6 を含む。期間 T 6 は、1 行の画素 1 2 から画素信号の読み出しを実行する期間である。画素アレイ 1 0 が n 行で構成される場合、1 行目から n 行目のそれぞれに対して順次、期間 T 6 の動作が実行される。

10

**【 0 0 3 2 】**

まず、期間 T 1 において、画素駆動部 2 0 からリセットの対象となる総ての行の信号線 O F D に供給される駆動信号 P O F D がハイレベルとなり、総ての画素 1 2 の転送トランジスタ M 4 がオンになる。これにより、光電変換部 P D は、転送トランジスタ M 4 を介して電源電圧線 V D D に接続され、電源電圧に応じた電位にリセットされる。

**【 0 0 3 3 】**

期間 T 1 の経過後、駆動信号 P O F D がローレベルになると、総ての画素 1 2 の転送トランジスタ M 4 がオフ状になり、光電変換部 P D のリセットが解除される。これにより、総ての画素 1 2 の光電変換部 P D では、光電変換によって入射光量に応じた電荷が生成され、蓄積される。つまり、1 回の露光期間が開始される。駆動信号 P O F D がハイレベルからローレベルへと遷移するタイミングは、期間 T 1 の終了時刻であるとともに、期間 T 2 の開始時刻でもある。

20

**【 0 0 3 4 】**

期間 T 2 の間、総ての行の信号線 T X 1 に供給される駆動信号 P T X 1 を少なくとも 1 回、ローレベルからハイレベルへと遷移する。駆動信号 P T X 1 がローレベルで転送トランジスタ M 1 がオフの期間が期間 T 4 であり、駆動信号 P T X 1 がハイレベルで転送トランジスタ M 1 がオンの期間が期間 T 5 である。期間 T 5 では、それまでに光電変換部 P D に蓄積されていた電荷が保持部 C 1 へと転送される。

**【 0 0 3 5 】**

期間 T 2 は、少なくとも 1 回の期間 T 5 を含む。期間 T 5 の前には期間 T 4 を実行してもよく、複数回の期間 T 5 を実行する場合は期間 T 5 の間に期間 T 4 を実行する。最後の期間 T 5 において駆動信号 P T X 1 をハイレベルからローレベルへと遷移するタイミングが、期間 T 2 の終了時刻となる。この結果、期間 T 2 の間に光電変換部 P D で生じた電荷は、光電変換部 P D から保持部 C 1 へと転送され、保持部 C 1 において保持されることになる。

30

**【 0 0 3 6 】**

本実施形態では、期間 T 2 の間に計 5 回、期間 T 4 及び期間 T 5 を繰り返し実行する例を示す。ただし、期間 T 2 の間に期間 T 4 及び期間 T 5 を繰り返し実行する回数は、5 回に限定されるものではない。また、期間 T 5 の間隔、すなわち期間 T 4 は、必ずしも均等である必要はない。また、期間 T 5 を複数回実行する場合、期間 T 5 は、必ずしも均等である必要はない。また、期間 T 5 の後に、再び期間 T 4 の動作を行う前に、光電変換部 P D をリセットする動作（期間 T 1 の動作）を行ってもよい。最初に光電変換部 P D のリセットが解除されてから、保持部 C 1 に保持された電荷を読み出すまでが、1 回の露光期間として定義される。すなわち、1 回の露光期間の中に、光電変換部 P D がリセットされることがあってもよい。

40

**【 0 0 3 7 】**

期間 T 2 が終了後、期間 T 3 が実行される。期間 T 3 では、行毎に順次、各画素 1 2 の保持部 C 1 に保持されている電荷に基づく信号の画素出力線 1 6 への読み出し（期間 T 6）を実行する。最終行（n 行目）の画素 1 2 からの画素信号の読み出しが終了すると、期間 T 3 が終了する。

50



## 【 0 0 3 8 】

期間 T 6 における各行の読み出し動作は、図 4 に示すように、リセット期間と、読み出し期間と、信号処理期間と、水平転送期間とを含む。

## 【 0 0 3 9 】

リセット期間及び読み出し期間では、読み出し対象の行の信号線 S E L に供給される駆動信号 P S E L をハイレベルとし、当該行の画素 1 2 の選択トランジスタ M 6 をオンにする。これにより、当該行の画素 1 2 が選択され、選択された画素 1 2 から画素出力線 1 6 への画素信号の読み出しが可能な状態となる。

## 【 0 0 4 0 】

リセット期間において、読み出し対象の行の信号線 R E S に供給される駆動信号 P R E S がハイレベルになると、リセットトランジスタ M 3 がオンになる。これにより、V F D ノードはリセットトランジスタ M 3 を介して電源電圧線 V D D に接続され、電源電圧に応じた電位（リセット電位）にリセットされる。

10

## 【 0 0 4 1 】

続く読み出し期間において、まず、リセットトランジスタ M 3 がオフした後、画素出力線 1 6 には、V F D ノードのリセット電位に応じた基準信号（N 信号）が出力される。次に、読み出し対象の行の信号線 T X 2 に供給される駆動信号 P T X 2 がハイレベルになると、転送トランジスタ M 2 がオンになる。これにより、保持部 C 1 に保持されていた電荷が保持部 C 2 へと転送され、V F D ノードは、保持部 C 2 の容量による電荷電圧変換により、保持部 C 2 へ転送された電荷の量に応じた電位となる。転送トランジスタ M 2 がオフになった後、画素出力線 1 6 には、保持部 C 1 から保持部 C 2 に転送された電荷の量に応じた画素信号（S 信号）が出力される。

20

## 【 0 0 4 2 】

信号処理期間では、画素出力線 1 6 を介して信号処理部 3 0 に出力された N 信号及び S 信号に対して、増幅処理、A / D 変換処理等の所定の信号処理が実行される。水平転送期間では、各列の列信号処理部 3 2 で処理された N 信号及び S 信号を、水平走査部 5 0 からの制御信号に従って列毎に順次、共通出力線 5 2 を介して信号出力部 6 0 へと転送する。

## 【 0 0 4 3 】

このようにして、複数の画素 1 2 の間で光電変換部 P D の光電変換動作と蓄積の期間（期間 T 2 ）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できる。

30

## 【 0 0 4 4 】

本実施形態による固体撮像装置の駆動方法では、露光期間（期間 T 2 ）中に、転送トランジスタ M 1 を複数回（ここでは 5 回）オンにして光電変換部 P D から保持部 C 1 に断続的に電荷の転送を行っている。1 回の露光期間中に転送トランジスタ M 1 をオンにする回数は、被写体の明るさなどの撮像条件に応じて変更される。換言すると、1 回の露光期間の間に光電変換部 P D で生成された電荷を、1 以上の範囲で可変の回数の転送動作により保持部 C 1 へ転送する。光電変換部 P D から保持部 C 1 に断続的に複数回の電荷の転送を行っていることの 1 つの理由は、画素サイズの拡大を抑制しつつ画素 1 2 の飽和電荷量を確保するためである。

40

## 【 0 0 4 5 】

光電変換部 P D から保持部 C 1 へ 1 回で電荷を転送するためには、光電変換部 P D の飽和電荷量と保持部 C 1 の飽和電荷量とがほぼ同じである必要がある。この場合、画素 1 2 の飽和電荷量を増やすためには光電変換部 P D の飽和電荷量と保持部 C 1 の飽和電荷量とを共に大きくしなければならず、画素サイズの拡大を避けることはできない。

## 【 0 0 4 6 】

光電変換部 P D から保持部 C 1 への電荷の転送を複数回に分けて行う構成とすることにより、光電変換部 P D の飽和電荷量を増やすことなく、画素 1 2 の飽和電荷量を確保することができる。例えば、光電変換部 P D の飽和電荷量を Q P、保持部 C 1 の飽和電荷量を Q M、光電変換部 P D から保持部 C 1 への転送回数を N とすると、飽和電荷量 Q P は Q M

50

/N程度とすることができ、画素サイズの拡大を抑制することができる。

#### 【0047】

一例として、保持部C1の飽和電荷量 $Q_M$ が光電変換部PDの飽和電荷量 $Q_P$ のM倍である（光電変換部PDから飽和電荷量 $Q_P$ 相当の電荷をM回転送することで保持部C1が飽和電荷量 $Q_M$ に達する）場合を想定する。この場合、画素12の最大飽和電荷量は、保持部C1の飽和電荷量 $Q_M$ となり、光電変換部PDがM回飽和したときの電荷量と等価であるといえる。つまり、光電変換部PDから飽和電荷量 $Q_P$ 相当の電荷をM回転送する構成とすることで、画素12を最大飽和電荷量で 사용할 ことができる。画素12を最大飽和電荷量で使用する ときの電荷の転送回数は、光電変換部PDの飽和電荷量 $Q_P$ に対する保持部C1の飽和電荷量 $Q_M$ の比率（ $Q_M / Q_P$ ）に対応している。また、後段の回路は、画素12の最大飽和電荷量、つまり、保持部C1の飽和電荷量 $Q_M$ に対応した信号を扱えるダイナミックレンジを持つ。

10

#### 【0048】

光電変換部PDから保持部C1への電荷の転送を一定の間隔でN回行う場合、期間 $T_2$ は、以下の式（1）のように表される。

$$T_2 = (T_4 + T_5) \times N \quad \dots (1)$$

#### 【0049】

$N = M$ のとき、画素12を最大飽和電荷量で 사용할 ことができる。非常に明るい被写体の場合、各転送動作において、光電変換部PDの飽和電荷量 $Q_P$ の電荷が転送されうる。この場合でも、信号レベルは後段の回路のダイナミックレンジに含まれる。一方で、暗いシーンを撮像する場合に同様にM回の電荷転送を行うと、1回に転送される電荷の量は光電変換部PDの飽和電荷量 $Q_P$ より少ない。つまり、1回の露光期間に保持部C1の飽和電荷量 $Q_M$ よりも少ない量の電荷しか生じない。この場合には、転送回数 $N$ を $M$ より小さくすることで、転送時に生じるノイズや消費電力の増大を抑えることができる。扱う電荷の量が少なくなるため、後段の回路のダイナミックレンジには出力される信号レベルに対して余裕が生じる。そこで、転送回数が少ない場合には、増幅部の増幅率 $G$ を大きくすることができる。本実施形態の駆動方法のように画素信号を信号処理部30で増幅する場合、光電変換部PDから保持部C1への電荷の転送回数 $N$ と信号処理部30における増幅率 $G$ との関係は、以下に説明するようにして規定することができる。

20

#### 【0050】

図5は、飽和電荷量 $Q_M$ が飽和電荷量 $Q_P$ の5倍（ $M = 5$ ）であるときの、ノードVFDの電圧振幅と信号処理部30の出力振幅との関係を示している。電圧振幅を考えるにあたり、電圧 $V_B$ をノードVFDの電圧振幅及び信号処理部30の出力振幅の基準と仮定している。なお、ここでは説明の簡略化のため、増幅トランジスタM5を含む画素12の増幅部の増幅率は1であるものと仮定する。また、図5において、 $V_S[V]$ は、信号処理部30の出力レンジ、すなわち最大出力振幅を想定している。

30

#### 【0051】

ノードVFDの電圧振幅の最大値（飽和電荷量 $Q_M$ に対応）を $V_M[V]$ とすると、例えば、 $N = 1$ のときのノードVFDの電圧振幅は $V_M \times (1/5)[V]$ となり、 $N = 2$ のときのノードVFDの電圧振幅は $V_M \times (2/5)[V]$ となる。

40

#### 【0052】

そこで、本実施形態による固体撮像装置の駆動方法では、光電変換部PDから保持部C1への電荷の転送回数 $N$ の設定に応じて、信号処理部30の増幅率 $G$ の設定を変更する。例えば、転送回数 $N$ が5のときに信号処理部30の増幅率 $G$ を1、転送回数 $N$ が2のときに信号処理部30の増幅率 $G$ を $5/2$ 、転送回数 $N$ が1のときに信号処理部30の増幅率 $G$ を5とする。すなわち、転送回数に応じた画素12の飽和電荷量に対応する信号レベルが、信号処理部30の出力レンジに含まれるように、転送回数 $N$ が $M$ よりも少ないほど、増幅率 $G$ を大きくする。このようにすることで、転送回数 $N$ によらず信号処理部30の出力振幅の最大値は $V_M[V]$ となり、信号処理部30を最大出力振幅 $V_S[V]$ の近傍で 사용할 ことができる。

50

## 【 0 0 5 3 】

なお、転送回数  $N$  が  $M$  未満のとき、必ずしも出力振幅の最大値が  $V_M [V]$  になるように信号処理部 30 の増幅率  $G$  を設定する必要はない。例えば、転送回数  $N$  が 1 のときに信号処理部 30 の増幅率  $G$  を 2 とし、信号処理部 30 の出力振幅の最大値が  $V_M \times 2 / 5 [V]$  となるようにしてもよい。

## 【 0 0 5 4 】

光電変換部 PD から保持部 C1 への転送回数  $N$  と信号処理部 30 の増幅率  $G$  との関係は、撮影の状況、固体撮像装置を構成するブロック間の信号処理の関係等に応じて、固体撮像装置のモードとして多様に設定することができる。例えば、画素 12 を最大飽和電荷量で使いたい場合には、転送回数  $N$  を 5 ( $= M$ )、増幅率  $G$  を 1 に設定する。期間  $T_2$  を短縮することで撮影を高速化しつつ、信号処理部 30 を最大出力振幅  $V_S [V]$  の近傍で使いたい場合には、転送回数  $N$  を 1、増幅率  $G$  を 5 に設定する。画素 12 を最大飽和電荷量で使いつつ、信号処理部 30 の出力振幅を信号出力部 60 や固体撮像装置外の装置の入出力レンジに応じて  $V_M [V]$  よりも小さい範囲、例えば  $V_M / 2 [V]$  で使いたい場合は、転送回数  $N$  を 5、増幅率  $G$  を  $1 / 2$  に設定する。

10

## 【 0 0 5 5 】

図 6 は、露光期間 (期間  $T_2$ ) を 2 分の 1 に短縮した場合における  $V_{FD}$  ノードの電圧振幅と信号処理部 30 の出力振幅との関係を示している。光電変換部 PD から保持部 C1 への転送回数  $N$  は 5 回としている。この例では、光電変換部 PD から保持部 C1 への転送回数  $N$  は 5 回であるが露光期間 (期間  $T_2$ ) は 2 分の 1 であるため、ノード  $V_{FD}$  の電圧振幅は  $V_M \times 1 / 2 [V]$  となる。この場合、信号処理部 30 の増幅率  $G$  を 2 とすることで、信号処理部 30 を最大出力振幅  $V_S [V]$  の近傍の出力振幅  $V_M [V]$  で使用することができる。すなわち、本駆動例は、転送回数が  $M$  回以上であり、保持部に蓄積される電荷に基づく信号が画素 12 の最大飽和電荷量に対応する信号レベルよりも小さい場合に、転送回数が多いほど増幅率  $G$  を大きく設定する例である。

20

## 【 0 0 5 6 】

図 6 の例は、飽和電荷量ではなく、単位時間あたりの光電変換部 PD から保持部 C1 への電荷の転送回数を多く設定することに着目した例で、蓄積期間の分散化に有効である。

## 【 0 0 5 7 】

例えば、露光期間における電荷の転送周期よりも短い周期で被写体の明暗が変化、つまり光量に変化する場合、露光期間中に 1 回だけ電荷の転送を行う構成では、常に明るい或いは常に暗いという蓄積結果になり、被写体を正しく撮像できないことがある。

30

## 【 0 0 5 8 】

これに対し、露光期間における電荷の転送を複数回行う構成であれば、蓄積期間が時間的に分散されることになる。時間の分散化の効果は、単位時間あたりの電荷の転送回数が多いほど大きくなる。つまり、単位時間あたりの電荷の転送回数を多く設定することで、明るい状態での電荷の蓄積と暗い状態での電荷の蓄積とを実行することができ、それらの平均値が蓄積結果となることで、明暗の変化する被写体についてより正確な撮像が可能となる。

## 【 0 0 5 9 】

その反面、露光期間に電荷の転送を複数回行うために転送トランジスタ  $M_1$  を複数回オンにすることで、転送トランジスタ  $M_1$  の動作に伴うノイズ成分が増加することが懸念される。しかしながら、本実施形態による固体撮像装置の駆動方法では、後段の信号処理部 30 の増幅率  $G$  を大きくすることで、転送トランジスタ  $M_1$  を複数回オンにすることによるノイズ増加の影響を、全体のノイズに対して相対的に低減することができる。つまり、画質の低下を抑えるための手段の一例として、露光期間  $T_2$  を短縮して転送トランジスタ  $M_1$  オンにする周期を相対的に短くしつつ、増幅率  $G$  を大きくするという設定が可能である。

40

## 【 0 0 6 0 】

本実施形態において説明した種々の駆動モードは、駆動信号生成部 70 において任意に

50

設定する構成としてもよいし、前フレームの出力データ等を参照し駆動信号生成部 70 において自動的に転送回数 N や増幅率 G を設定する構成としてもよい。また、増幅処理は、信号処理部 30 において実施する構成のみならず、信号出力部 60 で実施する構成や、固体撮像装置の外部の信号処理部（図示せず）で実施する構成としてもよい。或いは、これら増幅部の任意の組み合わせによって所望の増幅率 G を得るようにしてもよい。

#### 【0061】

なお、光電変換部 PD と保持部 C1 の飽和電荷量の比率、電荷の転送回数 N と信号処理部 30 の増幅率 G との組み合わせは、本実施形態で示した例に限定されるものではない。また、本実施形態では、転送トランジスタ M1 をオンにする回数に着目して説明したが、転送トランジスタ M2 を複数回オンにできる構成にすることによっても、同様の効果を得ることができる。ただし、この場合はグローバル電子シャッタ動作ではなく、ローリング電子シャッタ動作の場合に効果が得られるので、保持部 C1 や転送トランジスタ M1, M4 は画素 12 の構成上なくてもよい。

#### 【0062】

このように、本実施形態によれば、画素の飽和電荷量や電荷の転送回数によって変化するノード VFD の信号レベルに連動して増幅部の増幅率を調整するので、撮像状況に合致した最適なモードで良質の画像を撮影することができる。

#### 【0063】

##### [第2実施形態]

本発明の第2実施形態による固体撮像装置及びその駆動方法について、図7乃至図10を用いて説明する。第1実施形態による固体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。

#### 【0064】

図7は、転送回数が2回の場合の固体撮像装置の駆動例を示すタイミング図である。図8は、図7の駆動例における転送回数と増幅率の設定例を示す図である。図9は、本実施形態による固体撮像装置の駆動方法を示すタイミング図である。図10は、本実施形態による固体撮像装置の駆動方法における転送回数と増幅率の設定例を示す図である。

#### 【0065】

本実施形態では、図1乃至図3に示す第1実施形態による固体撮像装置の他の駆動方法を説明する。本実施形態では、蓄積時間の分散化をより効果的に実現しうるによる固体撮像装置の駆動方法を示す。

#### 【0066】

ここでは説明の簡略化のため、光電変換部 PD の飽和電荷量 QP と保持部 C1 の飽和電荷量 QM との比が 1 : 2 である場合を想定する。保持部 C1 の飽和電荷量 QM は、第1実施形態の図4及び図5で説明した場合と同じ値であるものとする。この場合、 $N = M = 2$  を満たす場合に、画素 12 を最大飽和電荷量で使用することができる。

#### 【0067】

図7は、光電変換部 PD から保持部 C1 への信号電荷の転送回数が2回である場合の1フレーム期間内の動作を示すタイミング図である。本駆動例は、期間 T2 の間に期間 T4 及び期間 T5 を繰り返し実行する回数が2回である他は、図4のタイミング図と同様である。

#### 【0068】

図8は、図7の駆動例の場合の信号処理部 30 における増幅率 G の設定例を示している。図7の駆動例の場合、転送回数 N が1のときに信号処理部 30 における増幅率 G を2、転送回数 N が2のときに信号処理部 30 における増幅率 G を1にすることで、信号処理部 30 を最大出力振幅 VS [V] の近傍で使用することができる。

#### 【0069】

本実施形態による固体撮像装置の駆動方法では、図7の駆動例を基本として、それぞれの期間 T4 を、必要に応じて更に複数の蓄積期間に分割する。例えば図9に示すように、最初の期間 T4 を、期間 T7 と、期間 T5 と、期間 T8 とに分割し、次の期間 T4 を、期

10

20

30

40

50

間  $T_9$  と、期間  $T_5$  と、期間  $T_{10}$  とに分割する。期間  $T_7$  ,  $T_8$  ,  $T_9$  ,  $T_{10}$  は、元の期間  $T_4$  と同様、光電変換部  $PD$  における信号電荷の蓄積期間である。期間  $T_5$  は、光電変換部  $PD$  から保持部  $C_1$  への信号電荷の転送期間である。つまり、期間  $T_2$  内における光電変換部  $PD$  から保持部  $C_1$  への信号電荷の転送回数は、4 回となる。

#### 【0070】

期間  $T_7$  ,  $T_8$  は、 $T_4 = T_7 + T_5 + T_8$  の関係を満たす範囲で任意に設定することができる。同様に、期間  $T_9$  ,  $T_{10}$  は、 $T_4 = T_9 + T_5 + T_{10}$  の関係を満たす範囲で任意に設定することができる。すなわち、期間  $T_7$  ,  $T_8$  ,  $T_9$  ,  $T_{10}$  は、駆動信号  $PTX_1$  のタイミングを制御することにより、互いに異なる長さに自由に設定することが可能である。これにより、これら蓄積期間（期間  $T_4$  ,  $T_7$  ,  $T_8$  ,  $T_9$  ,  $T_{10}$  ）を不均一にすることができ、被写体の周期的な光量変化の影響を、より受けにくくすることができる。したがって、第1実施形態で説明した蓄積期間の分散化を更に効果的に実施することができる。

10

#### 【0071】

本実施形態において図7の駆動例を基本としているのは、光電変換部  $PD$  における信号電荷の蓄積期間（期間  $T_7$  ,  $T_8$  ,  $T_9$  ,  $T_{10}$  ）が期間  $T_4$  を越えないようにするためである。このようにすることで、期間  $T_2$  の分割態様によらず、画素12を最大飽和電荷量で使用することが可能となる。なお、図7の駆動例を基本にする代わりに、期間  $T_2$  の全体を、期間  $T_4$  の長さを越えない複数の蓄積期間で分割するようにしてもよい。

#### 【0072】

20

図10は、図9の駆動例における信号処理部30における増幅率  $G$  の設定例を示している。本実施形態においても第1実施形態の場合と同様、光電変換部  $PD$  から保持部  $C_1$  への信号電荷の転送回数（蓄積期間）に応じて信号処理部30における増幅率  $G$  を適宜設定することで、信号処理部30を最大出力振幅  $VS[V]$  の近傍で使用することができる。

#### 【0073】

なお、図10において、転送回数が1回の場合とは、期間  $T_2$  中、期間  $T_7$  の後の期間  $T_5$  のみにおいて光電変換部  $PD$  から保持部  $C_1$  への信号電荷の転送を行う場合である。転送回数が2回の場合とは、期間  $T_2$  中、期間  $T_7$  及び期間  $T_8$  の後の期間  $T_5$  において光電変換部  $PD$  から保持部  $C_1$  への信号電荷の転送を行う場合である。転送回数が3回の場合とは、期間  $T_2$  中、期間  $T_7$  、期間  $T_8$  及び期間  $T_9$  の後の期間  $T_5$  において光電変換部  $PD$  から保持部  $C_1$  への信号電荷の転送を行う場合である。転送回数が4回の場合とは、期間  $T_2$  中、期間  $T_7$  、期間  $T_8$  、期間  $T_9$  及び期間  $T_{10}$  の後の期間  $T_5$  において光電変換部  $PD$  から保持部  $C_1$  への信号電荷の転送を行う場合である。

30

#### 【0074】

図9の駆動例では期間  $T_2$  内の2つの期間  $T_4$  をそれぞれ2つの蓄積期間に分割しているが、期間  $T_4$  を分割する態様はこれに限定されるものではない。例えば、期間  $T_4$  は、3つ以上の蓄積期間に分割してもよい。また、必ずしも総ての期間  $T_4$  を複数の蓄積期間に分割する必要はなく、一部の期間  $T_4$  のみを分割するようにしてもよい。また、期間  $T_2$  は、3つ以上の期間  $T_4$  を含んでもよい。

#### 【0075】

40

光電変換部  $PD$  から保持部  $C_1$  への信号電荷の転送を行う間隔や回数は、フレーム毎（露光期間毎）或いは行毎に変化する構成としてもよい。この場合、1フレームの間隔や1行の間隔と同じ周期で光量が変化する被写体に対しても、蓄積期間の分散化の効果が得られる。

#### 【0076】

このように、本実施形態によれば、画素の飽和電荷量や電荷の転送回数によって変化するノード  $VFD$  の信号レベルに連動して増幅部の増幅率を調整するので、撮像状況に合致した最適なモードで良質の画像を撮影することができる。また、電荷の転送間隔をランダムに設定することで、蓄積期間の分散化の効果を高めより良質の画像を取得することができる。

50

## 【 0 0 7 7 】

## 〔 第 3 実施形態 〕

本発明の第 3 実施形態による固体撮像装置及びその駆動方法について、図 1 1 を用いて説明する。第 1 及び第 2 実施形態による固体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。

## 【 0 0 7 8 】

図 1 1 は、本実施形態による固体撮像装置の駆動方法を示すタイミング図である。

本実施形態では、図 1 乃至図 3 に示す第 1 実施形態による固体撮像装置の他の駆動方法を説明する。本実施形態では、蓄積時間の分散化を行う際の蓄積時間の制御を、転送トランジスタ M 4 を用いて行う方法を示す。

10

## 【 0 0 7 9 】

ここでは第 1 実施形態への適用例として、光電変換部 P D の飽和電荷量 Q P と保持部 C 1 の飽和電荷量 Q M との比が 1 : 5 である場合を想定する。保持部 C 1 の飽和電荷量 Q M は、第 1 実施形態の図 4 及び図 5 で説明した場合と同じ値であるものとする。

## 【 0 0 8 0 】

図 1 1 は、光電変換部 P D から保持部 C 1 への信号電荷の転送回数が 5 回である場合の 1 フレーム期間内の動作を示すタイミング図である。図 4 に示す第 1 実施形態の駆動方法と異なる点は、連続する 2 つの転送動作（期間 T 5）の間（転送トランジスタ M 1 がオフである期間 T 4）に、転送トランジスタ M 4 をオンにする期間 T 1 3 を含むことである。

## 【 0 0 8 1 】

転送トランジスタ M 4 がオンの期間中、光電変換部 P D はリセット状態となり、光電変換部 P D で生成された電荷は電源電圧線 V D D に排出される。したがって、期間 T 1 3 を含む期間 T 4 内における正味の蓄積期間は、転送トランジスタ M 4 がオフになるタイミングから、次に転送トランジスタ M 1 がオンになるタイミング（期間 T 4 の終了）までの期間である。例えば図 1 1 の例では、2 番目の期間 T 4 内における正味の蓄積期間は期間 T 1 1 となり、4 番目の期間 T 4 内における正味の蓄積期間は期間 T 1 2 となる。したがって、期間 T 2 の全体における正味の蓄積時間 T 2 は、以下の式（2）のように表すことができる。

20

$$T 2 = T 4 \times 3 + T 1 1 + T 1 2 + T 5 \times 5 \quad \dots ( 2 )$$

## 【 0 0 8 2 】

すなわち、本実施形態では、転送トランジスタ M 1 のオンにする回数 N に加えて、期間 T 4 内に転送トランジスタ M 4 をオンにする期間を設定することによって蓄積期間を制御し、ノード V F D の電圧振幅を決定する。第 1 実施形態と同じ電圧振幅を使用する場合は、式（2）において、蓄積時間 T 2 が期間 T 2 と等しくなるように、期間 T 4、期間 T 1 1、期間 T 1 2 を適宜調整すればよい。

30

## 【 0 0 8 3 】

なお、転送トランジスタ M 4 をオンにする回数や間隔、光電変換部 P D のリセット期間 T 1 3 の長さは、図 1 1 の例に限定されるものではなく、適宜変更が可能である。

## 【 0 0 8 4 】

このように、本実施形態によれば、画素の飽和電荷量や電荷の転送回数によって変化するノード V F D の信号レベルに連動して増幅部の増幅率を調整するので、撮像状況に合致した最適なモードで良質の画像を撮影することができる。また、電荷の転送間隔をランダムに設定することで、蓄積期間の分散化の効果を高めより良質の画像を取得することができる。

40

## 【 0 0 8 5 】

## 〔 第 4 実施形態 〕

本発明の第 4 実施形態による固体撮像装置及びその駆動方法について、図 1 2 及び図 1 3 を用いて説明する。第 1 乃至第 3 実施形態による固体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。

## 【 0 0 8 6 】

50

図 1 2 は、本実施形態による固体撮像装置の画素の構成例を示す回路図である。図 1 3 は、本実施形態による固体撮像装置の駆動方法を示す図である。

【 0 0 8 7 】

本実施形態による固体撮像装置は、画素 1 2 の回路構成が異なるほかは、第 1 実施形態による固体撮像装置と同様である。本実施形態による固体撮像装置の画素 1 2 は、図 1 2 に示すように、ノード V F D に保持部接続トランジスタ M 7 を介して保持部 C 3 が接続されている点で、第 1 実施形態による固体撮像装置とは異なっている。

【 0 0 8 8 】

ノード V F D に保持部接続トランジスタ M 7 を介して保持部 C 3 を接続することで、ノード V F D に接続される容量の容量値を切り替えることができる。すなわち、保持部接続トランジスタ M 7 がオフ状態のとき、ノード V F D に接続される容量値は、保持部 C 2 の容量となる。保持部接続トランジスタ M 7 がオン状態のとき、ノード V F D に接続される容量値は、保持部 C 2 の容量と保持部 C 3 の容量との合成容量となる。保持部接続トランジスタ M 7 は、増幅手段の入力ノードの容量値を切り替えるためのスイッチである。

【 0 0 8 9 】

ノード V F D に接続される容量の容量値を切り替えることにより、ノード V F D に転送される電荷の量に応じたノード V F D の電位の変化率、すなわち増幅トランジスタ M 5 のゲートを入力ノードとする増幅部の増幅率を切り替えることができる。この意味で、ノード V F D に接続された保持部接続トランジスタ M 7 及び保持部 C 3 は、増幅手段であるといえる。保持部接続トランジスタ M 7 は、そのゲートに接続された信号線 S E L 2 に画素駆動部 2 0 から供給される駆動信号によって制御することができる。

【 0 0 9 0 】

本実施形態では、ノード V F D に接続可能に構成された付加的な保持部は保持部 C 3 のみであるが、更に他の保持部を接続できる構成としてもよい。また、設定によって保持部の接続を複数切替える構成としてもよい。また、保持部接続トランジスタ M 7 は、フレーム毎に設定してもよいし、各フレーム内でパルス動作によって接続或いは切替え動作を行ってもよい。例えば、読み出し期間 T 3 内に全行同時に接続或いは切替え動作を行う構成や、選択された行だけ接続或いは切替え動作を行う構成とすることができる。

【 0 0 9 1 】

次に、本実施形態による固体撮像装置の動作について、図 1 3 を用いて説明する。ここでは説明の簡略化のため、光電変換部 P D の飽和電荷量 Q P と保持部 C 1 の飽和電荷量 Q M との比が 1 : 2 である場合を想定する。

【 0 0 9 2 】

転送トランジスタ M 1 を 1 回オンにしたときに光電変換部 P D から保持部 C 1 に転送される最大の電荷量が Q M 1 であり、転送トランジスタ M 1 を 2 回オンにしたときに光電変換部 P D から保持部 C 1 に転送される最大の電荷量が Q M 2 であるものとする。転送トランジスタ M 2 をオンにして保持部 C 1 に保持されている電荷をノード V F D に読み出すと、ノード V F D は、保持部 C 1 が保持していた電荷の量とノード V F D の容量との比に応じた電圧となる。例えば、保持部接続トランジスタ M 7 がオフであり、保持部 C 1 が電荷量 Q M 2 を保持していた場合、保持部 C 2 の容量値を C F D 1 とすると、ノード V F D の電圧振幅は簡易的に  $Q M 2 / C F D 1 [V]$  と表すことができる。

【 0 0 9 3 】

このとき、例えば図 1 3 に示すように、ノード V F D の電圧振幅が増幅トランジスタ M 5 の入力レンジ V S F [V] を超えてしまうことがある。このような場合、保持部接続トランジスタ M 7 をオンにしてノード V F D に保持部 C 3 (容量値 C F D 2) を付加し、ノード V F D の電圧振幅を  $Q M 2 / (C F D 1 + C F D 2) [V]$  に制限する。このようにすることで、ノード V F D の電圧振幅を増幅トランジスタ M 5 の入力レンジ V S F [V] 以下に抑えることができる。

【 0 0 9 4 】

なお、上記の例では、保持部 C 2 の容量値 C F D 1 と保持部 C 3 の容量値 C F D 2 とが

10

20

30

40

50

同じ容量値である場合を示したが、容量値 C F D 1 と容量値 C F D 2 とは必ずしも同じである必要はない。また、上記の例では、説明の簡略化のため、電荷量 Q M 2 が電荷量 Q M 1 の 2 倍である場合を示したが、光電変換部 P D から保持部 C 1 へ転送される電荷の量は、例えば第 2 実施形態に示したように、転送回数のみならず、蓄積期間の長さによっても変化する。ノード V F D に接続する容量の容量値は、蓄積期間の設定をも考慮して適宜選択することができる。

#### 【 0 0 9 5 】

本実施形態では、転送トランジスタ M 1 のオン回数により変化する電荷量に応じてノード V F D の容量値を制御することによって、増幅トランジスタ M 5 以降の入出力振幅範囲に併せて出力信号の電圧振幅を調整することができる。飽和電荷量（電荷量 Q M 2 ）が必要ない場合は、転送トランジスタ M 1 のオン回数を 1 回とし、保持部 C 2 のみを使用すればよい。さらに電圧振幅を抑えたい場合には、保持部 C 3 を接続すればよい。

#### 【 0 0 9 6 】

このように、本実施形態によれば、画素の飽和電荷量や電荷の転送回数によって変化するノード V F D の信号レベルに連動して増幅部の増幅率を調整するので、撮像状況に合致した最適なモードで良質の画像を撮影することができる。

#### 【 0 0 9 7 】

##### [ 第 5 実施形態 ]

本発明の第 5 実施形態による撮像システムについて、図 1 4 を用いて説明する。図 1 乃至図 1 3 に示す第 1 乃至第 4 実施形態による固体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。

#### 【 0 0 9 8 】

図 1 4 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。

上記第 1 乃至第 4 実施形態で述べた固体撮像装置は、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としては、例えば、デジタルスチルカメラ、デジタルカムコーダー、監視カメラなどが挙げられる。図 1 4 に、上述の実施形態に記載の固体撮像装置を適用したデジタルスチルカメラの例を示す。

#### 【 0 0 9 9 】

図 1 4 に例示した撮像システム 2 0 0 は、固体撮像装置 1 0 0、被写体の光学像を固体撮像装置 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、固体撮像装置 1 0 0 に光を集光する光学系である。固体撮像装置 1 0 0 は、第 1 乃至第 4 実施形態で説明した固体撮像装置 1 0 0 である。

#### 【 0 1 0 0 】

撮像システム 2 0 0 は、また、固体撮像装置 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、必要に応じて各種の補正、圧縮を行って信号を出力する動作を行う。信号処理部 2 0 8 は、固体撮像装置 1 0 0 より出力される出力信号に対して A D 変換処理を実施する機能を備えていてもよい。この場合、固体撮像装置 1 0 0 の列信号処理部 3 2 は、必ずしも A D 変換回路を有する必要はない。

#### 【 0 1 0 1 】

撮像システム 2 0 0 は、更に、画像データを一時的に記憶するためのバッファメモリ部 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 を有する。更に撮像システム 2 0 0 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 2 1 4、記録媒体 2 1 4 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）2 1 6 を有する。なお、記録媒体 2 1 4 は、撮像システム 2 0 0 に内蔵されていてもよく、着脱可能であってもよい。

#### 【 0 1 0 2 】

更に撮像システム 2 0 0 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 2 1 8、固体撮像装置 1 0 0 と信号処理部 2 0 8 に各種タイミング信号を出力するタイミング発生部 2 2 0 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

10

20

30

40

50



もよく、撮像システム200は、少なくとも固体撮像装置100と、固体撮像装置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。全体制御・演算部218及びタイミング発生部220は、固体撮像装置100の駆動信号生成部70等の機能の一部又は全部（例えば、転送制御部やクリップレベル制御部の機能）を実施するように構成してもよい。

#### 【0103】

固体撮像装置100は、画像用信号を信号処理部208に出力する。信号処理部208は、固体撮像装置100から出力される画像用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。また、信号処理部208は、画像用信号を用いて、画像を生成する。

10

#### 【0104】

第1乃至第4実施形態による固体撮像装置100を用いて撮像システムを構成することにより、より良質の画像が取得可能な撮像システムを実現することができる。

#### 【0105】

##### [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及び移動体について、図15を用いて説明する。図15は、本実施形態による撮像システム及び移動体の構成を示す図である。

#### 【0106】

図15(a)は、車載カメラに関する撮像システムの一例を示したものである。撮像システム300は、撮像装置310を有する。撮像装置310は、上記第1乃至第4実施形態のいずれかに記載の固体撮像装置である。撮像システム300は、撮像装置310により取得された複数の画像データに対し、画像処理を行う画像処理部312と、撮像システム300により取得された複数の画像データから視差（視差画像の位相差）の算出を行う視差算出部314を有する。また、撮像システム300は、算出された視差に基づいて対象物までの距離を算出する距離計測部316と、算出された距離に基づいて衝突可能性があるか否かを判定する衝突判定部318と、を有する。ここで、視差算出部314や距離計測部316は、対象物までの距離情報を取得する距離情報取得手段の一例である。すなわち、距離情報とは、視差、デフォーカス量、対象物までの距離等に関する情報である。衝突判定部318はこれらの距離情報のいずれかを用いて、衝突可能性を判定してもよい。距離情報取得手段は、専用に設計されたハードウェアによって実現されてもよいし、ソフトウェアモジュールによって実現されてもよい。また、FPGA(Field Programmable Gate Array)やASIC(Application Specific Integrated circuit)等によって実現されてもよいし、これらの組合せによって実現されてもよい。

20

30

#### 【0107】

撮像システム300は車両情報取得装置320と接続されており、車速、ヨーレート、舵角などの車両情報を取得することができる。また、撮像システム300は、衝突判定部318での判定結果に基づいて、車両に対して制動力を発生させる制御信号を出力する制御装置である制御ECU330が接続されている。また、撮像システム300は、衝突判定部318での判定結果に基づいて、ドライバーへ警報を発する警報装置340とも接続されている。例えば、衝突判定部318の判定結果として衝突可能性が高い場合、制御ECU330はブレーキをかける、アクセルを戻す、エンジン出力を抑制するなどして衝突を回避、被害を軽減する車両制御を行う。警報装置340は音等の警報を鳴らす、カーナビゲーションシステムなどの画面に警報情報を表示する、シートベルトやステアリングに振動を与えるなどしてユーザに警告を行う。

40

#### 【0108】

本実施形態では、車両の周囲、例えば前方又は後方を撮像システム300で撮像する。図15(b)に、車両前方（撮像範囲350）を撮像する場合の撮像システムを示した。車両情報取得装置320が、上述の第1乃至第4の実施形態に記載した動作を行うように撮像システム300ないしは撮像装置310に指示を送る。撮像装置310の動作は、第1乃至第4の実施形態と同じなので、ここでは説明を省略する。このような構成により、

50

測距の精度をより向上させることができる。

【 0 1 0 9 】

上記では、他の車両と衝突しないように制御する例を説明したが、他の車両に追従して自動運転する制御や、車線からはみ出さないように自動運転する制御などにも適用可能である。さらに、撮像システムは、自車両等の車両に限らず、例えば、船舶、航空機あるいは産業用ロボットなどの移動体（移動装置）に適用することができる。加えて、移動体に限らず、高度道路交通システム（ITS）等、広く物体認識を利用する機器に適用することができる。

【 0 1 1 0 】

[ 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。

【 0 1 1 1 】

例えば、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。

【 0 1 1 2 】

また、上記実施形態では、固体撮像装置をグローバル電子シャッター駆動する場合について述べたが、本発明は固体撮像装置をローリング電子シャッター駆動する場合においても同様に適用可能である。

【 0 1 1 3 】

また、上記実施形態では、画素 1 2 のトランジスタを N 型トランジスタにより構成する場合を想定して説明を行ったが、画素 1 2 のトランジスタを P 型トランジスタにより構成するようにしてもよい。この場合、上記説明における各駆動信号の信号レベルは逆になる。

【 0 1 1 4 】

また、画素 1 2 の回路構成は、図 2 や図 1 2 に示したものに限定されるものではなく、適宜変更が可能である。例えば、第 1 , 第 2 , 第 4 実施形態の固体撮像装置において、転送トランジスタ M 4 は必ずしも設ける必要はなく、リセットトランジスタ M 3、転送トランジスタ M 2 , M 1 を介して光電変換部 P D のリセットを行うようにしてもよい。

【 0 1 1 5 】

また、第 5 及び第 6 実施形態に示した撮像システムは、本発明の固体撮像装置を適用する撮像システム例を示したものであり、本発明の固体撮像装置を適用可能な撮像システムは図 1 4 及び図 1 5 に示した構成に限定されるものではない。

【 0 1 1 6 】

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

【 符号の説明 】

【 0 1 1 7 】

1 0 ...画素アレイ

1 2 ...画素

1 4 ...画素駆動信号線

1 6 ...画素出力線

2 0 ...画素駆動部

3 0 ...信号処理部

3 2 ...列信号処理部

5 0 ...水平走査部

5 2 ...共通出力線

6 0 ...信号出力部

7 0 ...駆動信号生成部

10

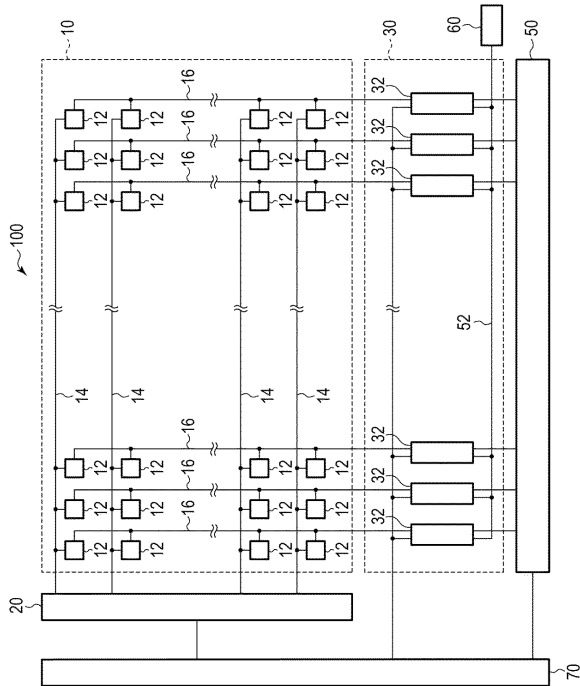
20

30

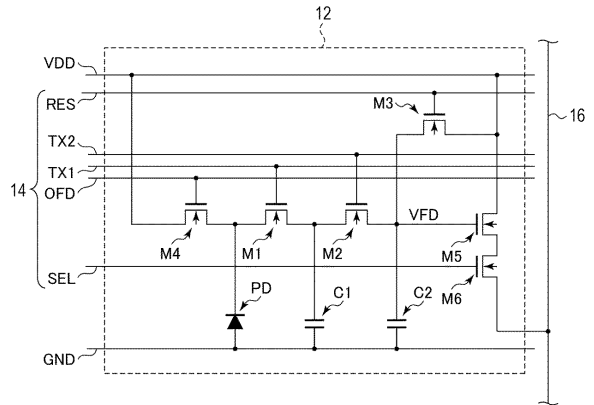
40

50

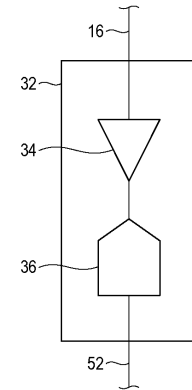
【図 1】



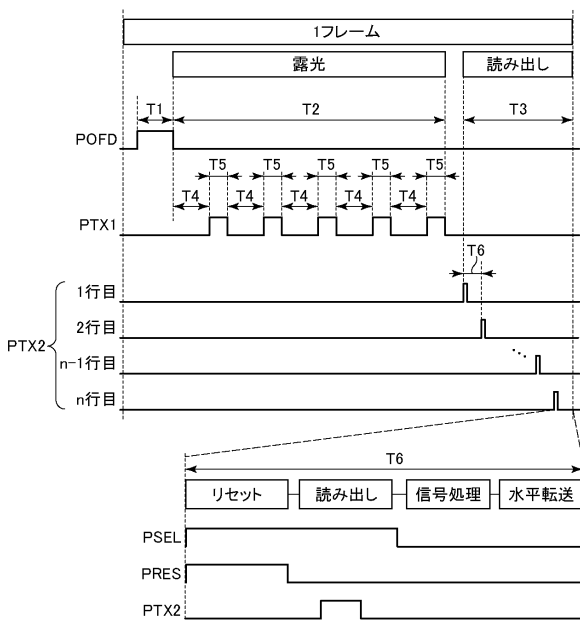
【図 2】



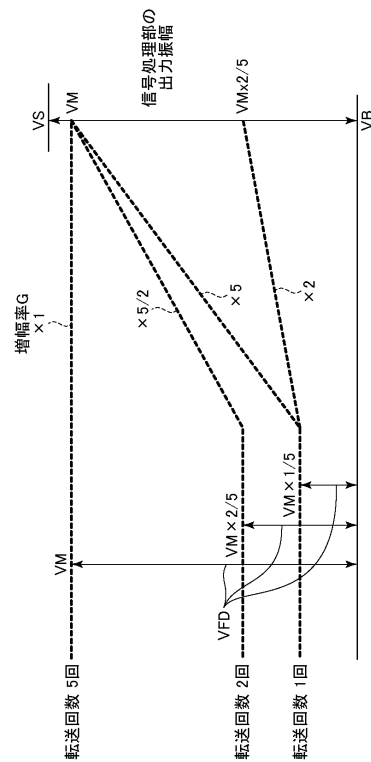
【図 3】



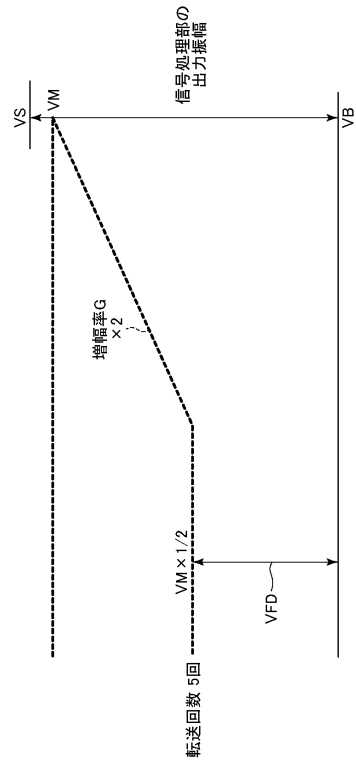
【図 4】



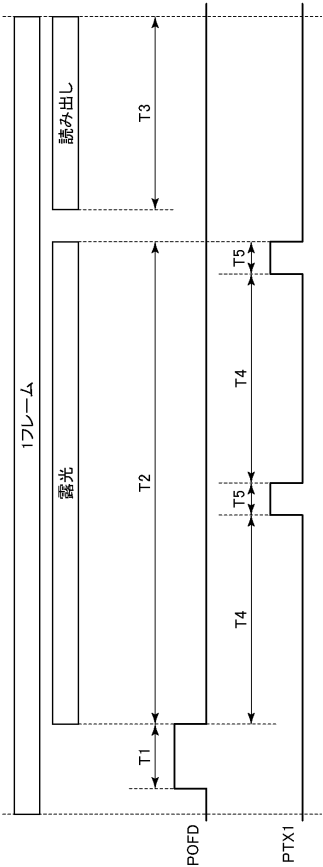
【図 5】



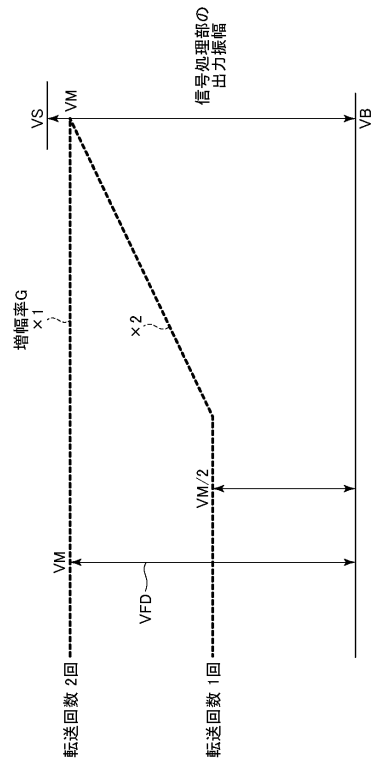
【図 6】



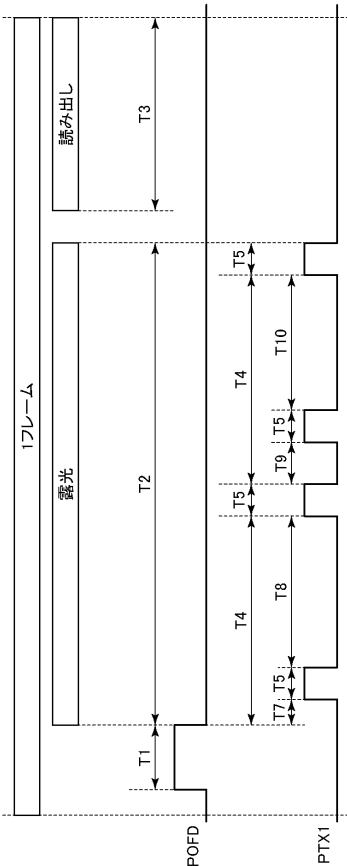
【図 7】



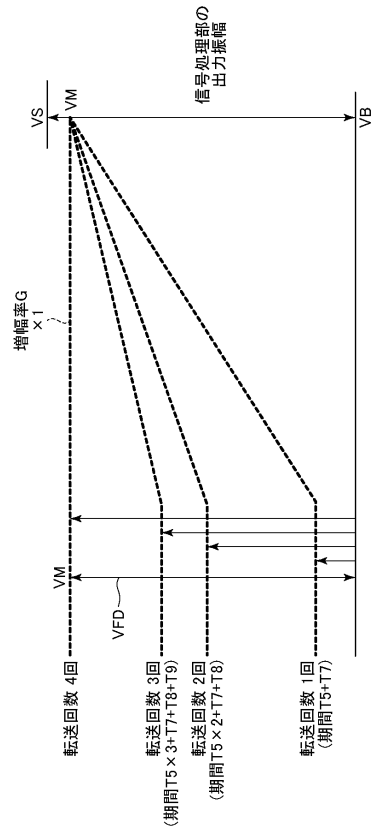
【図 8】



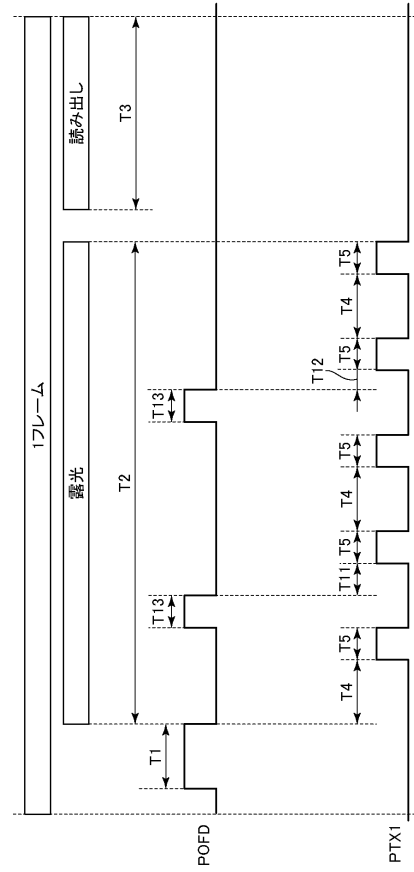
【図 9】



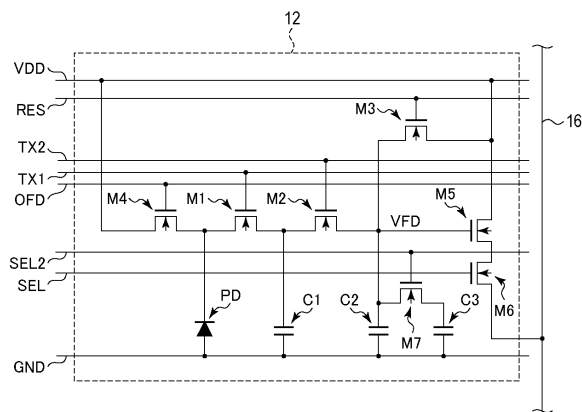
【図 10】



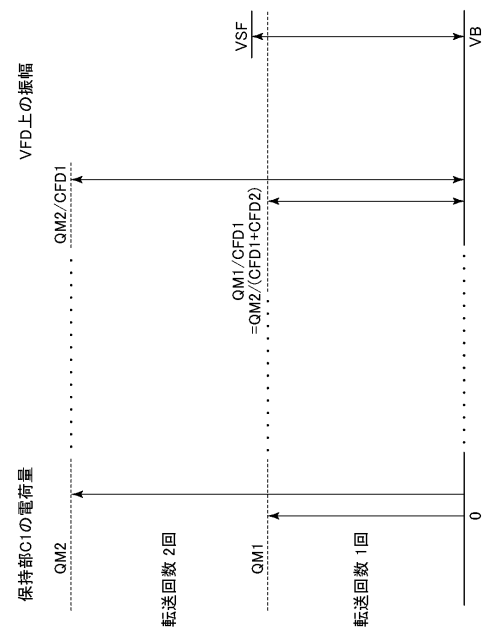
【図 11】



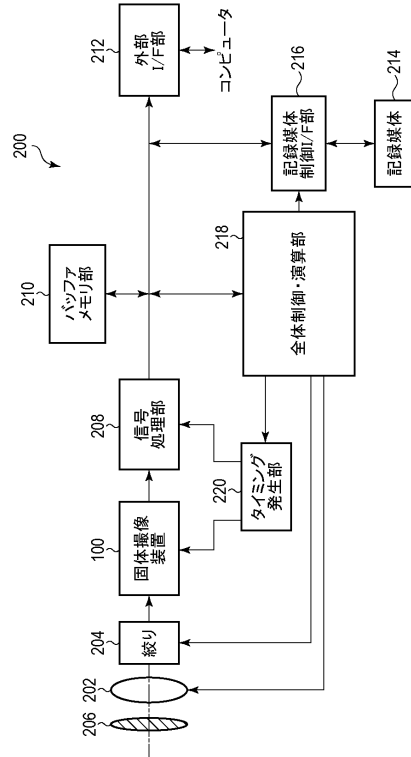
【図 12】



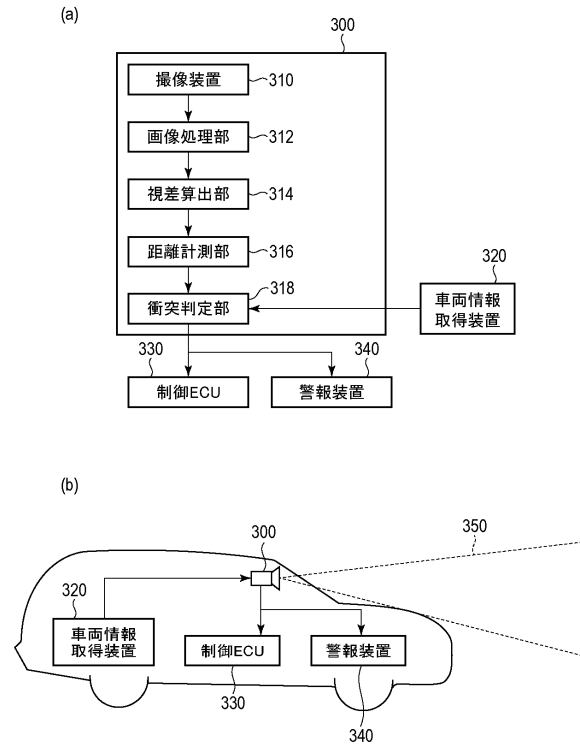
【図 13】



【図 14】



【図 15】



---

フロントページの続き

- (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
- (72)発明者 斉藤 和宏  
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 特表2016-511539(JP,A)  
特開2007-181088(JP,A)  
特開2007-214832(JP,A)  
特開2016-131367(JP,A)  
特開2015-177350(JP,A)  
特開2010-093642(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H04N 5/30-5/378