

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4833010号  
(P4833010)

(45) 発行日 平成23年12月7日(2011.12.7)

(24) 登録日 平成23年9月30日(2011.9.30)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>HO4N</b>	<b>5/369</b>	<b>(2011.01)</b>	HO4N	5/335	690
<b>HO4N</b>	<b>5/374</b>	<b>(2011.01)</b>	HO4N	5/335	740
<b>HO1L</b>	<b>27/146</b>	<b>(2006.01)</b>	HO1L	27/14	A

請求項の数 5 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2006-259231 (P2006-259231)  
 (22) 出願日 平成18年9月25日(2006.9.25)  
 (65) 公開番号 特開2008-79250 (P2008-79250A)  
 (43) 公開日 平成20年4月3日(2008.4.3)  
 審査請求日 平成21年6月9日(2009.6.9)

(73) 特許権者 000236436  
 浜松ホトニクス株式会社  
 静岡県浜松市東区市野町1126番地の1  
 (74) 代理人 100088155  
 弁理士 長谷川 芳樹  
 (74) 代理人 100092657  
 弁理士 寺崎 史朗  
 (74) 代理人 100124291  
 弁理士 石田 悟  
 (74) 代理人 100110582  
 弁理士 柴田 昌聰  
 (72) 発明者 水野 誠一郎  
 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜  
 松ホトニクス株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

入射光量に応じた量の電荷を発生するフォトダイオードと、ゲート端子に形成された寄生容量部に蓄積されている電荷の量に応じた電圧値を出力する増幅用トランジスタと、前記フォトダイオードで発生した電荷を前記増幅用トランジスタのゲート端子へ転送する転送用トランジスタと、前記寄生容量部の電荷を初期化する放電用トランジスタと、前記増幅用トランジスタから出力される電圧値を選択的に出力する選択用トランジスタとを各々有する複数の画素部を含み、電荷蓄積動作制御信号が指示する期間に前記複数の画素部それぞれにおいて前記フォトダイオードで発生した電荷を前記寄生容量部に蓄積する受光部と、

前記複数の画素部それぞれにおける電荷蓄積動作の後に、前記複数の画素部それぞれの前記選択用トランジスタから出力される電圧値に応じたデジタル値を出力する出力部と、

第1入力端子、第2入力端子および出力端子を有するアンプを含み、前記複数の画素部それぞれの前記放電用トランジスタに前記アンプの前記第1入力端子が接続され、前記複数の画素部それぞれの前記寄生容量部の電荷を初期化する為のバイアス電位に前記アンプの前記第2入力端子が接続され、前記アンプの前記出力端子からの出力信号に基づいて、前記複数の画素部それぞれの前記フォトダイオードに入射する光の総量を表す入射光総量信号を出力する入射光総量監視部と、

を備えることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項2】

前記入射光総量監視部から出力される入射光総量信号を入力し、この入射光総量信号が表す入射光総量が閾値より大きいときに前記受光部の前記複数の画素部それぞれに対して電荷蓄積動作を指示する前記電荷蓄積動作制御信号を生成する制御部を更に備え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】

前記入射光総量監視部が、

前記アンプの前記第 1 入力端子と前記出力端子との間に設けられた容量素子およびスイッチと、前記アンプの前記出力端子から出力される電圧値と基準電圧値とを大小比較して当該比較結果を表す信号を前記入射光総量信号として出力する比較回路とを更に含み、

前記スイッチが前記入射光総量信号のレベルに応じて開閉制御される、

ことを特徴とする請求項 1 記載の固体撮像装置。

10

【請求項 4】

前記入射光総量監視部が、

前記アンプの前記第 1 入力端子と前記出力端子との間に設けられた容量素子およびスイッチを更に含み、

前記スイッチが一定周期で開閉制御され、

前記アンプの前記出力端子からの出力信号を前記入射光総量信号として出力する、

ことを特徴とする請求項 1 記載の固体撮像装置。

【請求項 5】

前記入射光総量監視部が、

前記アンプの前記第 1 入力端子と前記出力端子との間に設けられた抵抗器を更に含み、

前記アンプの前記出力端子からの出力信号を前記入射光総量信号として出力する、

ことを特徴とする請求項 1 記載の固体撮像装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、入射光量に応じた量の電荷を発生するフォトダイオードを各々有する複数の画素部が配列された受光部を備える固体撮像装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

固体撮像装置は、フォトダイオードを各々有する複数の画素部が 2 次元配置された受光部を備えており、また、各画素部のフォトダイオードで発生した電荷の量に応じたデジタル値を出力する A/D 変換回路をも備える場合がある。このような固体撮像装置において、画素数が増加の一途にあり、また、撮像の高速化が求められている。このような画素数の増加と撮像の高速化は、一般に固体撮像装置の消費電力の増加をもたらすことになる。

30

【特許文献 1】特表 2002 - 505002 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、固体撮像装置の用途によっては、消費電力の増加を抑制したい場合や、寧ろ消費電力を低減したい場合がある。例えば、固体撮像装置を長時間に亘ってバッテリー駆動したい場合や、固体撮像装置を含む機器の構造上の理由から発熱を抑制したい場合、等である。本発明は、上記問題点を解消する為になされたものであり、画素数の増加や撮像の高速化を図る場合であっても消費電力の増大を抑制することができる固体撮像装置を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明に係る固体撮像装置は、(1) 入射光量に応じた量の電荷を発生するフォトダイオードと、ゲート端子に形成された寄生容量部に蓄積されている電荷の量に応じた電圧値を出力する増幅用トランジスタと、フォトダイオードで発生した電荷を増幅用トランジスタ

50

のゲート端子へ転送する転送用トランジスタと、寄生容量部の電荷を初期化する放電用トランジスタと、増幅用トランジスタから出力される電圧値を選択的に出力する選択用トランジスタとを各々有する複数の画素部を含み、電荷蓄積動作制御信号が指示する期間に複数の画素部それぞれにおいてフォトダイオードで発生した電荷を寄生容量部に蓄積する受光部と、(2) 複数の画素部それぞれにおける電荷蓄積動作の後に、複数の画素部それぞれの選択用トランジスタから出力される電圧値に応じたデジタル値を出力する出力部と、(3) 第1入力端子、第2入力端子および出力端子を有するアンプを含み、複数の画素部それぞれの放電用トランジスタにアンプの第1入力端子が接続され、複数の画素部それぞれの寄生容量部の電荷を初期化する為のバイアス電位にアンプの第2入力端子が接続され、アンプの出力端子からの出力信号に基づいて、複数の画素部それぞれのフォトダイオードに入射する光の総量を表す入射光総量信号を出力する入射光総量監視部と、を備えることを特徴とする。また、本発明に係る固体撮像装置は、入射光総量監視部から出力される入射光総量信号を入力し、この入射光総量信号が表す入射光総量が閾値より大きいときに受光部の複数の画素部それぞれに対して電荷蓄積動作を指示する電荷蓄積動作制御信号を生成する制御部を更に備えるのが好適である。

10

**【0005】**

本発明に係る固体撮像装置では、受光部に含まれる各画素部は、APS (Active Pixel Sensor) 方式のものであって、フォトダイオード、増幅用トランジスタ、転送用トランジスタ、放電用トランジスタおよび選択用トランジスタを有している。また、入射光総量監視部に含まれるアンプの第1入力端子は、複数の画素部それぞれの放電用トランジスタに接続される。アンプの第2入力端子は、複数の画素部それぞれの増幅用トランジスタのゲート端子に形成された寄生容量部の電荷を初期化する為のバイアス電位に接続される。アンプの第1入力端子は、第2入力端子に対してイマジナリショートの関係にあるので、同じくバイアス電位となっている。したがって、各画素部において、放電用トランジスタおよび転送用トランジスタがオン状態となっているときには、増幅用トランジスタのゲート端子の電位はリセットされるとともに、フォトダイオードで発生した電荷は入射光総量監視部のアンプの第1入力端子に入力される。

20

**【0006】**

入射光総量監視部のアンプの出力端子からの出力信号に基づいて、複数の画素部それぞれのフォトダイオードに入射する光の総量を表す入射光総量信号が得られる。そして、この入射光総量信号が表す入射光総量が閾値より大きいときに、受光部の各画素部に対して電荷蓄積動作を指示する電荷蓄積動作制御信号が生成される。受光部では、電荷蓄積動作制御信号が指示する期間に各画素部においてフォトダイオードで発生した電荷が増幅用トランジスタのゲート端子の寄生容量部に蓄積され、その後、各画素部の選択用トランジスタから出力される電圧値に応じたデジタル値が出力部から出力される。

30

**【0007】**

本発明に係る固体撮像装置では、入射光総量監視部は、アンプの第1入力端子と出力端子との間に設けられた容量素子およびスイッチと、アンプの出力端子から出力される電圧値と基準電圧値とを大小比較して当該比較結果を表す信号を入射光総量信号として出力する比較回路とを更に含み、スイッチが入射光総量信号のレベルに応じて開閉制御されるのが好適である。この場合には、比較回路から出力される入射光総量信号は、受光部への入射光量に応じたパルス繰返し周波数を有するパルス信号となる。

40

**【0008】**

本発明に係る固体撮像装置では、入射光総量監視部は、アンプの第1入力端子と出力端子との間に設けられた容量素子およびスイッチを更に含み、スイッチが一定周期で開閉制御され、アンプの出力端子からの出力信号を入射光総量信号として出力するのが好適である。この場合には、アンプから出力される入射光総量信号は、受光部への入射光量に応じたピーク値を有する三角波信号となる。

**【0009】**

本発明に係る固体撮像装置は、入射光総量監視部は、アンプの第1入力端子と出力端子

50

との間に設けられた抵抗器を更に含み、アンプの出力端子からの出力信号を入射光総量信号として出力するのが好適である。この場合には、アンプから出力される入射光総量信号は、受光部への入射光量に応じた電圧値となる。

【発明の効果】

【0010】

本発明に係る固体撮像装置は、画素数の増加や撮像の高速化を図る場合であっても、消費電力の増大を抑制することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、添付図面を参照して、本発明を実施するための最良の形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0012】

図1は、本実施形態に係る固体撮像装置1の構成図である。この図に示される固体撮像装置1は、受光部10、入射光総量監視部20、行選択部30、列選択部40、電圧保持部50、出力部60および制御部70を備える。なお、この図では、要素間の配線については省略または簡略化されている。

【0013】

受光部10は、入射した光の像を撮像するためのものであり、M行N列に2次元配列された画素部 $P_{1,1} \sim P_{M,N}$ を含む。画素部 $P_{m,n}$ は第m行第n列に位置している。M×N個の画素部 $P_{1,1} \sim P_{M,N}$ は、共通の構成を有して、入射光量に応じた量の電荷を発生するフォトダイオードと、該電荷を蓄積する電荷蓄積部とを有している。受光部10は、制御部70から出力される電荷蓄積動作制御信号が指示する期間に、M×N個の画素部 $P_{1,1} \sim P_{M,N}$ それぞれにおいてフォトダイオードで発生した電荷を電荷蓄積部により蓄積する。また、それ以外の期間には、受光部10は、M×N個の画素部 $P_{1,1} \sim P_{M,N}$ それぞれにおいてフォトダイオードで発生した電荷を入射光総量監視部20へ出力する。なお、M、Nは2以上の整数であり、mは1以上M以下の整数であり、nは1以上N以下の整数である。

【0014】

入射光総量監視部20は、画素部 $P_{1,1} \sim P_{M,N}$ のフォトダイオードに入射する光の総量を表す入射光総量信号を出力するものである。入射光総量監視部20は、反転入力端子、非反転入力端子および出力端子を有するアンプ $A_{20}$ を含む。アンプ $A_{20}$ の反転入力端子は、画素部 $P_{1,1} \sim P_{M,N}$ それぞれに接続されている。アンプ $A_{20}$ の非反転入力端子は、バイアス電位Vb1に接続されている。入射光総量監視部20は、アンプ $A_{20}$ の出力端子からの出力信号に基づいて、入射光総量信号を出力する。この入射光総量監視部20の詳細については、後に図2を用いて説明する。

【0015】

行選択部30は、制御部70による制御の下に、受光部10における各行を順次に指定して、その指定した第m行のN個の画素部 $P_{m,1} \sim P_{m,N}$ それぞれの電荷蓄積部に蓄積された電荷の量に応じた電圧値を電圧保持部50へ出力させる。行選択部30は、M段のシフトレジスタ回路を含み、このシフトレジスタ回路の各段の出力ビットにより、受光部10における各行を順次に指定することができる。

【0016】

電圧保持部50は、共通の構成を有するN個の保持回路 $H_1 \sim H_N$ を含む。保持回路 $H_n$ は、受光部10における第n列のM個の画素部 $P_{1,n} \sim P_{M,n}$ と接続されていて、これらのうちの何れかの画素部 $P_{m,n}$ から出力された電圧値を入力し、その入力した電圧値を保持して出力する。保持回路 $H_n$ は、雑音成分が重畳された信号成分を表す電圧値を保持するとともに、雑音成分を表す電圧値も保持することができる。

【0017】

列選択部40は、電圧保持部50に含まれるN個の保持回路 $H_1 \sim H_N$ を順次に指定して、その指定した第nの保持回路 $H_n$ により保持されている電圧値を出力部60へ出力さ

10

20

30

40

50

せる。列選択部40は、N段のシフトレジスタ回路を含み、このシフトレジスタ回路の各段の出力ビットにより、N個の保持回路 $H_1 \sim H_N$ を順次に指定することができる。

【0018】

出力部60は、画素部 $P_{m,1} \sim P_{m,N}$ それぞれにおける電荷蓄積動作の後に、画素部 $P_{m,1} \sim P_{m,N}$ それぞれから出力される電圧値に応じたデジタル値（以下「画素データ」という。）を出力する。また、出力部60は、その画素データを出力していない期間に、入射光総量監視部20から出力される入射光総量信号を出力する。出力部60は、差演算回路61、AD変換回路62およびスイッチ $SW_{6,3}$ を含む。

【0019】

差演算回路61は、各保持回路 $H_n$ から出力される電圧値を入力して処理し、その処理結果である電圧値をAD変換回路62へ出力する。AD変換回路62は、差演算回路61から出力された電圧値を入力し、この入力した電圧値をAD変換して、そのAD変換の結果であるデジタル値（画素データ）を出力する。また、スイッチ $SW_{6,3}$ は、AD変換回路62から出力される画素データを入力するとともに、入射光総量監視部20から出力される入射光総量信号をも入力し、制御部70により制御されて、画素データおよび入射光総量信号の何れかを選択的に共通の出力信号線Loutへ出力する。

10

【0020】

制御部70は、固体撮像装置1の全体の動作を制御するものである。例えば、制御部70は、行選択部30における行選択動作、列選択部40における列選択動作、電圧保持部50におけるデータ保持動作、出力部60におけるAD変換動作および出力信号選択動作、を制御する。また、制御部70は、入射光総量監視部20から出力される入射光総量信号を入力し、この入射光総量信号が表す入射光総量が閾値より大きいときに受光部10の画素部 $P_{m,1} \sim P_{m,N}$ それぞれに対して電荷蓄積動作を指示する電荷蓄積動作制御信号を生成する。

20

【0021】

なお、受光部10の画素部 $P_{m,1} \sim P_{m,N}$ それぞれに対して電荷蓄積動作を指示する電荷蓄積動作制御信号は、制御部70から受光部10に直接に供給されてもよく、各画素部 $P_{m,n}$ に含まれる各トランジスタのゲート端子に与えられる制御信号（後述するReset(m)信号、Trans(m)信号およびHold(m)信号）とともに電荷蓄積動作を指示するものであってもよい。或いは、電荷蓄積動作制御信号が制御部70から行選択部30に供給されて、この電荷蓄積動作制御信号に基づいて、各画素部 $P_{m,n}$ に含まれる各トランジスタのゲート端子に与えられる制御信号が生成されてもよい。

30

【0022】

図2は、本実施形態に係る固体撮像装置1に含まれる入射光総量監視部20、画素部 $P_{m,n}$ および保持回路 $H_n$ それぞれの回路構成を示す図である。なお、この図では、 $M \times N$ 個の画素部 $P_{1,1} \sim P_{M,N}$ のうち代表して画素部 $P_{m,n}$ が示され、N個の保持回路 $H_1 \sim H_N$ のうち代表して保持回路 $H_n$ が示されている。 $M \times N$ 個の画素部 $P_{1,1} \sim P_{M,N}$ に対して1個の入射光総量監視部20が設けられている。また、各列のM個の画素部 $P_{1,n} \sim P_{M,n}$ に対して1個の保持回路 $H_n$ が設けられている。

【0023】

入射光総量監視部20は、積分回路21および比較回路22を含む。また、積分回路21は、アンプ $A_{2,0}$ 、容量素子 $C_{2,0}$ およびスイッチ $SW_{2,0}$ を有する。アンプ $A_{2,0}$ の反転入力端子は、配線Lresetを介して画素部 $P_{1,1} \sim P_{M,N}$ それぞれの放電用トランジスタT1のドレイン端子に接続されている。アンプ $A_{2,0}$ の非反転入力端子は、バイアス電位Vb1に接続されている。このバイアス電位Vb1は、画素部 $P_{1,1} \sim P_{M,N}$ それぞれの増幅用トランジスタT3のゲート端子に形成された寄生容量部の電荷を初期化し得る電位である。アンプ $A_{2,0}$ の反転入力端子と出力端子との間に、互いに並列的に接続された容量素子 $C_{2,0}$ およびスイッチ $SW_{2,0}$ が設けられている。比較回路22は、アンプ $A_{2,0}$ の出力端子から出力される電圧値と基準電圧値Vrefとを大小比較して、当該比較結果を表す信号を入射光総量信号として出力する。この入射光総量信号のレベルに応じてス

40

50

スイッチ  $SW_{20}$  は開閉制御される。

【0024】

この入射光総量監視部 20 では、スイッチ  $SW_{20}$  が開いていると、画素部  $P_{1,1} \sim P_{M,N}$  それぞれから配線  $L_{reset}$  を経てアンプ  $A_{20}$  の反転入力端子に入力された電荷が容量素子  $C_{20}$  に蓄積されていき、その蓄積電荷量に応じた電圧値がアンプ  $A_{20}$  の出力端子から出力される。アンプ  $A_{20}$  の出力端子から出力された電圧値は比較回路 22 により基準電圧値  $V_{ref}$  とを大小比較され、当該比較結果を表す信号が入射光総量信号として出力される。

【0025】

容量素子  $C_{20}$  に電荷が蓄積されていくに従い、やがて、アンプ  $A_{20}$  の出力端子から出力される電圧値と基準電圧値  $V_{ref}$  との大小関係が逆転して、入射光総量信号のレベルが変化し、これに応じてスイッチ  $SW_{20}$  が閉じる。スイッチ  $SW_{20}$  が閉じると、容量素子  $C_{20}$  が放電され、アンプ  $A_{20}$  の出力端子から出力される電圧値が初期化され、アンプ  $A_{20}$  の出力端子から出力される電圧値と基準電圧値  $V_{ref}$  との大小関係が再び逆転して、入射光総量信号のレベルが再び変化し、これに応じてスイッチ  $SW_{20}$  が開く。このように、入射光総量信号は、レベルが時間的に変化するパルス信号となり、そのパルスの繰返し周波数は、アンプ  $A_{20}$  の反転入力端子への電荷流入の速度（電流値）を表す。

【0026】

画素部  $P_{m,n}$  は、APS 方式のものであって、フォトダイオード PD および 5 個の MOS トランジスタ  $T1 \sim T5$  を含む。この図に示されるように、放電用トランジスタ  $T1$ 、転送用トランジスタ  $T2$  およびフォトダイオード PD は順に直列的に接続されていて、入射光総量監視部 20 のアンプ  $A_{20}$  の反転入力端子がトランジスタ  $T1$  のドレイン端子に接続され、フォトダイオード PD のアノード端子が接地されている。

【0027】

増幅用トランジスタ  $T3$  および選択用トランジスタ  $T4$  は直列的に接続されていて、基準電圧  $V_{b2}$  がトランジスタ  $T3$  のドレイン端子に入力され、トランジスタ  $T4$  のソース端子が配線  $V_{line}(n)$  に接続されている。トランジスタ  $T1$  とトランジスタ  $T2$  との接続点は、トランジスタ  $T5$  を介してトランジスタ  $T3$  のゲート端子に接続されている。また、配線  $V_{line}(n)$  には定電流源が接続されている。

【0028】

$Reset(m)$  信号がトランジスタ  $T1$  のゲート端子に入力され、 $Trans(m)$  信号がトランジスタ  $T2$  のゲート端子に入力され、 $Address(m)$  信号がトランジスタ  $T4$  のゲート端子に入力され、また、 $Hold(m)$  信号がトランジスタ  $T5$  のゲート端子に入力される。これら  $Reset(m)$  信号、 $Trans(m)$  信号、 $Address(m)$  信号および  $Hold(m)$  信号は、制御部 70 による制御の下に行選択部 30 から出力され、第  $m$  行の  $N$  個の画素部  $P_{m,1} \sim P_{m,N}$  に対して共通に入力される。

【0029】

画素部  $P_{1,1} \sim P_{M,N}$  全体について、動作シーケンスは以下の三通りに区別される。すなわち、

- 1) 入射光量監視期間（図 4 中の時刻  $t_1$  以前）
- 2) 電荷蓄積動作期間（図 4 中の時刻  $t_1 \sim t_3$ ）
- 3) 読み出し出力期間（図 4 中の時刻  $t_3$  以降）

である。このうち、上記 1)、2) については、全画素部  $P_{1,1} \sim P_{M,N}$  全体が同時に動作を開始・終了する。また、3) については単位にて第 1 行から第  $M$  行まで順次動作が繰り返されるものである。この 1) ~ 3) の動作原理を前提に以下に説明を行う。

【0030】

入射光総量監視部 20 のアンプ  $A_{20}$  の非反転入力端子には、増幅用トランジスタ  $T3$  のゲート端子に形成された寄生容量部の電荷を初期化する為のバイアス電位  $V_{b1}$  が入力されており、アンプ  $A_{20}$  の反転入力端子は、非反転入力端子に対してイマジナリショートの関係にあるので、同じくバイアス電位  $V_{b1}$  となっている。したがって、 $Reset(m)$  信号お

10

20

30

40

50

よびTrans(m)信号がハイレベルであるとき、フォトダイオードPDの接合容量部（電荷蓄積部）が放電され、さらに、Hold(m)信号もハイレベルであると、トランジスタT3のゲート端子に形成された寄生容量部の電荷が放電される。上記1)の入射光量監視期間においては、常時Reset(m)信号およびTrans(m)信号がハイレベルであり、フォトダイオード全体の光電流がまとめてアンプA<sub>20</sub>の反転入力端子を介し容量素子C<sub>20</sub>に流れ続ける。

【0031】

その後、上記2)の電荷蓄積動作期間に入り、全画素部全体のReset(m)信号、Trans(m)信号およびHold(m)信号がローレベルになると、フォトダイオードPDで発生した電荷は接合容量部に蓄積されていく。電荷蓄積動作期間の最後に、Trans(m)信号およびHold(m)信号が短期間のみ、一斉にハイレベルとなり、フォトダイオード内の電荷がトランジスタT3のゲート容量に瞬時に転送される。

10

【0032】

この後、3)の各行読み出し期間に入ると、選択された行のN個の画素部のHold(m)信号がローレベルであって、Address(m)信号がハイレベルであると、画素部P<sub>m,n</sub>から配線Vline(n)へノイズ成分が出力される。そして、選択された行のN個の画素部のTrans(m)信号、Hold(m)信号およびAddress(m)信号がハイレベルになると、フォトダイオードPDの接合容量部に蓄積されている電荷の量に応じた電圧値が配線Vline(n)へ信号成分として出力される。

【0033】

保持回路H<sub>n</sub>は、2つの容量素子C<sub>1</sub>、C<sub>2</sub>、および、4つのスイッチSW<sub>11</sub>、SW<sub>12</sub>、SW<sub>21</sub>、SW<sub>22</sub>を含む。このホールド回路H<sub>n</sub>では、スイッチSW<sub>11</sub>およびスイッチSW<sub>12</sub>は、直列的に接続されて配線Vline(n)と配線Hline\_sとの間に設けられ、容量素子C<sub>1</sub>の一端は、スイッチSW<sub>11</sub>とスイッチSW<sub>12</sub>との間の接続点に接続され、容量素子C<sub>1</sub>の他端は接地されている。また、スイッチSW<sub>21</sub>およびスイッチSW<sub>22</sub>は、直列的に接続されて配線Vline(n)と配線Hline\_nとの間に設けられ、容量素子C<sub>2</sub>の一端は、スイッチSW<sub>21</sub>とスイッチSW<sub>22</sub>との間の接続点に接続され、容量素子C<sub>2</sub>の他端は接地されている。

20

【0034】

このホールド回路H<sub>n</sub>では、スイッチSW<sub>11</sub>は、制御部70から供給されるset\_s信号のレベルに応じて開閉する。スイッチSW<sub>21</sub>は、制御部70から供給されるset\_n信号のレベルに応じて開閉する。set\_s信号およびset\_n信号は、N個のホールド回路H<sub>1</sub>～H<sub>N</sub>に対して共通に入力される。スイッチSW<sub>12</sub>、SW<sub>22</sub>は、制御部70から供給されるhshiht(n)信号のレベルに応じて開閉する。

30

【0035】

このホールド回路H<sub>n</sub>では、set\_n信号がハイレベルからローレベルに転じてスイッチSW<sub>21</sub>が開くときに画素部P<sub>m,n</sub>から配線Vline(n)へ出力されていたノイズ成分が、それ以降、容量素子C<sub>2</sub>により電圧値out\_n(n)として保持される。set\_s信号がハイレベルからローレベルに転じてスイッチSW<sub>11</sub>が開くときに画素部P<sub>m,n</sub>から配線Vline(n)へ出力されていた信号成分が、それ以降、容量素子C<sub>1</sub>により電圧値out\_s(n)として保持される。そして、hshiht(n)信号がハイレベルになると、スイッチSW<sub>12</sub>が閉じて、容量素子C<sub>1</sub>により保持されていた電圧値out\_s(n)が配線Hline\_sへ出力され、また、スイッチSW<sub>22</sub>が閉じて、容量素子C<sub>2</sub>により保持されていた電圧値out\_n(n)が配線Hline\_nへ出力される。これら電圧値out\_s(n)と電圧値out\_n(n)との差が、画素部P<sub>m,n</sub>のフォトダイオードPDで発生した電荷の量に応じた電圧値を表す。

40

【0036】

図3は、本実施形態に係る固体撮像装置1に含まれる差演算回路61の回路構成を示す図である。この図に示されるように、差演算回路61は、アンプA<sub>64</sub>～A<sub>66</sub>、スイッチSW<sub>64</sub>、SW<sub>65</sub>、および、抵抗器R<sub>1</sub>～R<sub>4</sub>を含む。アンプA<sub>66</sub>の反転入力端子は、抵抗器R<sub>1</sub>を介してバッファアンプA<sub>64</sub>の出力端子と接続され、抵抗器R<sub>3</sub>を介して自己の出力端子と接続されている。アンプA<sub>66</sub>の非反転入力端子は、抵抗器R<sub>2</sub>を介

50

してバッファアンプ  $A_{65}$  の出力端子と接続され、抵抗器  $R_4$  を介して接地電位と接続されている。アンプ  $A_{66}$  の出力端子は画素用 AD 変換回路 62 の入力端子と接続されている。バッファアンプ  $A_{64}$  の入力端子は、配線 Hline\_s を介して N 個の保持回路  $H_1 \sim H_N$  と接続され、スイッチ  $SW_{64}$  を介して接地電位と接続されている。バッファアンプ  $A_{65}$  の入力端子は、配線 Hline\_n を介して N 個の保持回路  $H_1 \sim H_N$  と接続され、スイッチ  $SW_{65}$  を介して接地電位と接続されている。

【0037】

差演算回路 61 のスイッチ  $SW_{64}$  ,  $SW_{65}$  は、hreset 信号により制御されて開閉動作する。スイッチ  $SW_{64}$  が閉じることで、バッファアンプ  $A_{64}$  の入力端子に入力される電圧値がリセットされる。スイッチ  $SW_{65}$  が閉じることで、バッファアンプ  $A_{65}$  の入力端子に入力される電圧値がリセットされる。スイッチ  $SW_{64}$  ,  $SW_{65}$  が開いているときに、N 個の保持回路  $H_1 \sim H_N$  のうちの何れかの保持回路  $H_n$  から配線 Hline\_s , Hline\_n へ出力された電圧値  $out_s(n)$  ,  $out_n(n)$  が、バッファアンプ  $A_{64}$  ,  $A_{65}$  の入力端子に入力される。バッファアンプ  $A_{64}$  ,  $A_{65}$  それぞれの増幅率を 1 とし、4 個の抵抗器  $R_1 \sim R_4$  それぞれの抵抗値が互いに等しいとすると、差演算回路 61 の出力端子から出力される電圧値は、配線 Hline\_s および配線 Hline\_n それぞれを経て入力される電圧値の差を表す。

【0038】

次に、本実施形態に係る固体撮像装置 1 の動作の一例について説明する。図 4 は、本実施形態に係る固体撮像装置 1 の動作の一例を示すタイミングチャートである。固体撮像装置 1 は、制御部 70 による制御の下に動作する。この図には、上から順に、(a) 固体撮像素子 1 に入射する光の強度、(b) 入射光総量監視部 20 の積分回路 21 から出力される電圧値、(c) 入射光総量監視部 20 から出力される入射光総量信号、(d) 制御部 70 から出力される電荷蓄積動作制御信号、(e) 出力部 60 から出力される信号、が示されている。なお、この図では、受光部 10 の第 m 行について AD 変換回路 62 から出力されるデジタル値 (画素データ) を  $Ddata(m)$  と表している。

【0039】

固体撮像素子 1 に電源が投入された直後の一定期間に、制御部 70 から出力される電荷蓄積動作制御信号がハイレベルとされる。そして、この電荷蓄積動作制御信号がローレベルに転じた後に、受光部 10 から電圧保持部 50 , 差演算回路 61 , AD 変換回路 62 およびスイッチ  $SW_{63}$  を経て 1 フレーム分の画素データが出力部 60 から出力される。このとき出力される画素データは無意味なものであるが、電源投入後の一定期間に亘って電荷蓄積動作制御信号がハイレベルとされることにより、受光部 10 の各画素部  $P_{m,n}$  や他の回路がリセットされ、その後の正常動作が可能となる。

【0040】

また、このリセットにより、行選択部 30 から各画素部  $P_{m,n}$  に供給される Reset(m) 信号 , Trans(m) 信号 および Hold(m) 信号 がともにハイレベルとされて、トランジスタ  $T_1$  ,  $T_2$  ,  $T_5$  がオン状態となっていて、フォトダイオード PD の接合容量部 (電荷蓄積部) が放電され、トランジスタ  $T_3$  のゲート端子の電位がリセットされる。また、入射光総量監視部 20 の積分回路 21 に含まれるスイッチ  $SW_{20}$  は、一定期間だけ閉じた後に開く。

【0041】

その後、固体撮像素子 1 に光が入射していない期間では、受光部 10 の各画素部  $P_{m,n}$  に含まれるフォトダイオード PD では暗電流が発生する。その暗電流は、各画素部  $P_{m,n}$  に含まれるトランジスタ  $T_1$  ,  $T_2$  および配線 Lreset を経て、入射光総量監視部 20 の積分回路 21 に入力され、容量素子  $C_{20}$  に電荷が蓄積されていく。これにより積分回路 21 から出力される電圧値は次第に増加していくが、その増加速度は遅い。

【0042】

したがって、固体撮像素子 1 に光が入射していない期間では、入射光総量監視部 20 から出力される入射光総量信号のパルス間隔は広い。そして、制御部 70 において、入射光

10

20

30

40

50

総量信号のパルス間隔が所定値より広いと判定され、固体撮像素子 1 に光が入射していない（または、入射光量が一定レベルより小さい）と判断されて、電荷蓄積動作制御信号がローレベルのままとされる。

【 0 0 4 3 】

やがて、固体撮像素子 1 に光が入射し始めると、受光部 1 0 の各画素部  $P_{m,n}$  に含まれるフォトダイオード PD で発生した電荷は、各画素部  $P_{m,n}$  に含まれるトランジスタ  $T_1$  ,  $T_2$  および配線  $L_{reset}$  を経て、入射光総量監視部 2 0 の積分回路 2 1 に入力され、容量素子  $C_{20}$  に電荷が蓄積されていく。これにより積分回路 2 1 から出力される電圧値は次第に増加していくが、その増加速度は入射光量に応じたものとなる。

10

【 0 0 4 4 】

したがって、固体撮像素子 1 に光が入射し始めると、入射光総量監視部 2 0 から出力される入射光総量信号のパルス間隔は狭くなる。そして、制御部 7 0 において、入射光総量信号のパルス間隔が所定値より狭いと判定され、固体撮像素子 1 に光が入射している（または、入射光量が一定レベル以上である）と判断されて、時刻  $t_1$  に電荷蓄積動作制御信号がハイレベルに転じる。

【 0 0 4 5 】

そして、電荷蓄積動作制御信号がハイレベルに転じた時刻  $t_1$  から、電荷蓄積動作制御信号がローレベルに転じる時刻  $t_2$  までの期間、受光部 1 0 の各画素部  $P_{m,n}$  では、Reset(m) 信号、Trans(m) 信号および Hold(m) 信号がローレベルになって、トランジスタ  $T_1$  ,  $T_2$  ,  $T_5$  がオフ状態となり、フォトダイオード PD で発生した電荷は接合容量部に蓄積されていく。

20

【 0 0 4 6 】

なお、入射光量を予め予測できる場合には、その予測値に基づいて電荷蓄積時間（すなわち、電荷蓄積動作制御信号がハイレベルとされる期間  $t_1 \sim t_2$ ）を適正值に設定してもよい。

【 0 0 4 7 】

電荷蓄積動作制御信号がローレベルに転じた時刻  $t_2$  から時刻  $t_3$  までの期間、受光部 1 0 の各画素部  $P_{m,n}$  では、Reset(m) 信号および Address(m) 信号がローレベルとなって、トランジスタ  $T_1$  ,  $T_4$  がオフ状態となり、また、Trans(m) 信号および Hold(m) 信号がハイレベルになって、トランジスタ  $T_2$  ,  $T_5$  がオン状態となる。これにより、それまでに接合容量部に蓄積されていた電荷は、トランジスタ  $T_2$  ,  $T_5$  を経て、トランジスタ  $T_3$  のゲート端子に移動してホールドされる。ただし、トランジスタ  $T_4$  がオフ状態であるので、電荷蓄積量に応じた電圧値が各画素部  $P_{m,n}$  から配線  $V_{line}(n)$  へ出力されることは無い。

30

【 0 0 4 8 】

続く時刻  $t_3$  から時刻  $t_4$  までの期間に、受光部 1 0 の第 1 行にある N 個の画素部  $P_{1,1} \sim P_{1,N}$  における電荷蓄積量に応じた N 個の画素データ  $Ddata(1)$  が出力部 6 0 から出力される。具体的には、受光部 1 0 の第 1 行においてのみ、Address(1) 信号がハイレベルとなり、トランジスタ  $T_4$  がオン状態となって、第 1 行にある各画素部  $P_{1,n}$  における電荷蓄積量に応じた電圧値が、配線  $V_{line}(n)$  へ出力され、電圧保持部 5 0 の保持回路  $H_n$  により保持される。そして、各保持回路  $H_n$  から順次に出力された電圧値は差演算回路 6 1 を経て AD 変換回路 6 2 に入力されて AD 変換され、AD 変換回路 6 2 からスイッチ  $SW_{63}$  を経て順次に N 個の画素データ  $Ddata(1)$  が出力される。

40

【 0 0 4 9 】

続く時刻  $t_4$  から時刻  $t_5$  までの期間に、受光部 1 0 の第 2 行にある N 個の画素部  $P_{2,1} \sim P_{2,N}$  における電荷蓄積量に応じた N 個の画素データ  $Ddata(2)$  が出力部 6 0 から

50

出力される。具体的には、受光部10の第2行においてのみ、Address(2)信号がハイレベルとなり、トランジスタT4がオン状態となって、第2行にある各画素部 $P_{2,n}$ における電荷蓄積量に応じた電圧値が、配線Vline(n)へ出力され、電圧保持部50の保持回路 $H_n$ により保持される。そして、各保持回路 $H_n$ から順次に出力された電圧値は差演算回路61を経てAD変換回路62に入力されてAD変換され、AD変換回路62からスイッチ $SW_{63}$ を経て順次にN個の画素データDdata(2)が出力される。

【0050】

更に続く時刻 $t_5$ から時刻 $t_6$ までの期間に、受光部10の第3行にあるN個の画素部 $P_{3,1} \sim P_{3,N}$ における電荷蓄積量に応じたN個の画素データDdata(3)が出力部60から出力される。具体的には、受光部10の第3行においてのみ、Address(3)信号がハイレベルとなり、トランジスタT4がオン状態となって、第3行にある各画素部 $P_{3,n}$ における電荷蓄積量に応じた電圧値が、配線Vline(n)へ出力され、電圧保持部50の保持回路 $H_n$ により保持される。そして、各保持回路 $H_n$ から順次に出力された電圧値は差演算回路61を経てAD変換回路62に入力されてAD変換され、AD変換回路62からスイッチ $SW_{63}$ を経て順次にN個の画素データDdata(3)が出力される。

10

【0051】

以降も同様にして、受光部10の第4行から第M行まで順次に、第m行にあるN個の画素部 $P_{m,1} \sim P_{m,N}$ における電荷蓄積量に応じたN個の画素データDdata(m)が出力部60から出力される。このようにして、受光部10から電圧保持部50、差演算回路61、AD変換回路62およびスイッチ $SW_{63}$ を経て1フレーム分の画素データDdata(1)～Ddata(M)が出力部60から出力される。そして、1フレーム分の画素データが出力された後、再び、時刻 $t_1$ 前と同じ状態に戻る。

20

【0052】

このように、本実施形態に係る固体撮像装置1では、受光部10への入射光量を監視する入射光総量監視部20が設けられていて、入射光総量監視部20から出力される入射光総量信号に基づいて、受光部10に光が入射しているか否か(または、入射光量が一定レベル以上であるか否か)が判断される。そして、受光部10に光が入射している(または、入射光量が一定レベル以上である)と判断されたときに、受光部10の画素部 $P_{1,1} \sim P_{M,N}$ それぞれにおける電荷蓄積量に応じた画素データDdata(1)～Ddata(M)が出力部60から出力される。すなわち、受光部10から出力部60へ到る画素データの読出動作、その中でも特にAD変換回路62におけるAD変換動作は、受光部10への光入射があったときのみでよい。したがって、本実施形態に係る固体撮像装置1は、画素数の増加や撮像の高速化を図る場合であっても、消費電力の増大を抑制することができる。

30

【0053】

本実施形態に係る固体撮像装置1は、例えば以下のような用途の際に効果を発揮することができる。すなわち、固体撮像装置1は、受光部10の受光面上にシンチレータが設けられることで、入射したX線をシンチレータにより可視光に変換して、その可視光を受光部10のフォトダイオードで受光することができ、これにより、入射したX線を撮像することができる。このようなシンチレータが設けられた固体撮像装置1は、口腔内におけるX線撮像に用いられる。

40

【0054】

固体撮像装置1が口腔内におけるX線撮像に用いられる場合、撮像すべきX線の入射期間が極めて短く、固体撮像装置1はX線入射タイミングを捉えて該X線を撮像しなければならない。そこで、固体撮像装置1は、入射光総量監視部20によりX線入射を検知する。そして、固体撮像装置1は、X線入射を検知したら、受光部10、電圧保持部50、差演算回路61およびAD変換回路62により画素データを読み出す。このようにすることにより、固体撮像装置1は、X線入射タイミングを捉えて該X線を撮像することができる。

【0055】

このように、固体撮像装置1が口腔内におけるX線撮像に用いられる場合、X線入射前

50

にはAD変換回路62を休止することができ、X線入射時のみAD変換回路62を動作させればよい。したがって、この固体撮像装置1は、画素数の増加や撮像の高速化を図る場合であっても、消費電力の増大を抑制することができる。

【0056】

また、固体撮像装置1が口腔内におけるX線撮像に用いられる場合、画素データおよび入射光総量信号を共通の出力信号線Loutへ出力するのが好適であり、また、これらのデータをシリアルデータとして出力するのも好適である。これらの場合には、これらのデータを出力するための配線の本数を削減することができ、信頼性を向上させることができる。

【0057】

さらに、固体撮像装置1は、光入射を検知した後に、受光部10のM×N個の画素部 $P_{1,1} \sim P_{M,N}$ それぞれにおいて同一期間にフォトダイオードPDで発生した電荷を電荷蓄積部により蓄積することができ、その電荷蓄積の後に、各画素部 $P_{m,n}$ について画素データを順次に出力部60から出力することができる。したがって、入射光量の時間的な変化が速い場合であっても、全ての画素部において同一期間の入射光量を捉えることができ、高精度の撮像を行うことができる。

【0058】

本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。例えば、上記実施形態では制御部70が電荷蓄積動作制御信号を生成したが、入射光総量信号に基づいて電荷蓄積動作制御信号を生成する外部機器を固体撮像装置とは別個に設けてもよい。この場合、固体撮像装置の出力部から外部機器へ入射光総量信号が出力され、その出力された入射光総量信号に基づいて外部機器により電荷蓄積動作制御信号が生成され、その生成された電荷蓄積動作制御信号が外部機器から固体撮像装置へ与えられる。

【0059】

このようにすることにより、入射光総量信号と閾値との大小比較に基づく光入射検知の際に、その閾値を外部機器において柔軟に調整することができる。また、電荷蓄積動作制御信号が電荷蓄積を指示する期間（すなわち、各画素部においてフォトダイオードで発生した電荷を電荷蓄積部により蓄積する期間）を外部機器において柔軟に調整することができ、幅広い入射光量レンジに容易に対応することができる。

【0060】

また、入射光総量監視部20については、図5または図6に示される変形例の構成も可能である。図5に示される入射光総量監視部20Aは、アンプ $A_{20}$ 、容量素子 $C_{20}$ およびスイッチ $SW_{20}$ を有する。アンプ $A_{20}$ の反転入力端子は、配線Lresetを介して画素部 $P_{1,1} \sim P_{M,N}$ それぞれの放電用トランジスタT1のドレイン端子に接続されている。アンプ $A_{20}$ の非反転入力端子は、バイアス電位Vb1に接続されている。このバイアス電位Vb1は、画素部 $P_{1,1} \sim P_{M,N}$ それぞれの増幅用トランジスタT3のゲート端子に形成された寄生容量部の電荷を初期化し得る電位である。アンプ $A_{20}$ の反転入力端子と出力端子との間に、互いに並列的に接続された容量素子 $C_{20}$ およびスイッチ $SW_{20}$ が設けられている。スイッチ $SW_{20}$ は、制御部70Aにより制御されて、一定周期で開閉する。そして、入射光総量監視部20Aは、アンプ $A_{20}$ の出力端子からの出力信号を入射光総量信号として出力する。

【0061】

この入射光総量監視部20Aでは、スイッチ $SW_{20}$ の一定周期の開閉に応じて、アンプ $A_{20}$ の出力端子から出力される電圧値は増減を繰り返す。すなわち、スイッチ $SW_{20}$ が閉じると、アンプ $A_{20}$ の出力端子から出力される電圧値は初期化され、スイッチ $SW_{20}$ が開いている期間に、アンプ $A_{20}$ の出力端子から出力される電圧値は変化する。そのときの出力電圧値の変化速度は、アンプ $A_{20}$ の反転入力端子への電荷流入の速度（電流値）を表す。また、スイッチ $SW_{20}$ が開いている期間は一定であり、スイッチ $SW_{20}$ が閉じている期間も一定である。したがって、アンプ $A_{20}$ の出力端子から出力される入射光総量信号の各三角波のピーク値は、受光部10に入射する光の総量を表す。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 2 】

図6に示される入射光総量監視部20Bは、アンプA<sub>20</sub>および抵抗器R<sub>20</sub>を有する。アンプA<sub>20</sub>の反転入力端子は、配線L<sub>reset</sub>を介して画素部P<sub>1,1</sub>~P<sub>M,N</sub>それぞれの放電用トランジスタT<sub>1</sub>のドレイン端子に接続されている。アンプA<sub>20</sub>の非反転入力端子は、バイアス電位V<sub>b1</sub>に接続されている。このバイアス電位V<sub>b1</sub>は、画素部P<sub>1,1</sub>~P<sub>M,N</sub>それぞれの増幅用トランジスタT<sub>3</sub>のゲート端子に形成された寄生容量部の電荷を初期化し得る電位である。アンプA<sub>20</sub>の反転入力端子と出力端子との間に抵抗器R<sub>20</sub>が設けられている。この入射光総量監視部20Bでは、アンプA<sub>20</sub>の反転入力端子に入力する電流値に応じた電圧値がアンプA<sub>20</sub>の出力端子から入射光総量信号として出力される。アンプA<sub>20</sub>から出力される入射光総量信号は、受光部10に入射する光の総量を表す。

10

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 6 3 】

【図1】本実施形態に係る固体撮像装置1の構成図である。

【図2】本実施形態に係る固体撮像装置1に含まれる入射光総量監視部20、画素部P<sub>m,n</sub>および保持回路H<sub>n</sub>それぞれの回路構成を示す図である。

【図3】本実施形態に係る固体撮像装置1に含まれる差演算回路61の回路構成を示す図である。

【図4】本実施形態に係る固体撮像装置1の動作の一例を示すタイミングチャートである。

20

【図5】本実施形態に係る固体撮像装置1に含まれる入射光総量監視部20の変形例の回路構成を示す図である。

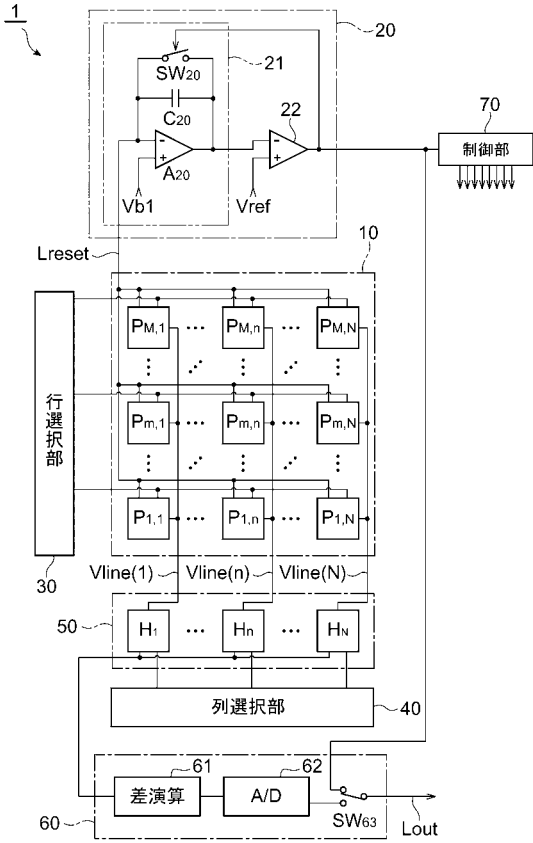
【図6】本実施形態に係る固体撮像装置1に含まれる入射光総量監視部20の変形例の回路構成を示す図である。

## 【 符号の説明 】

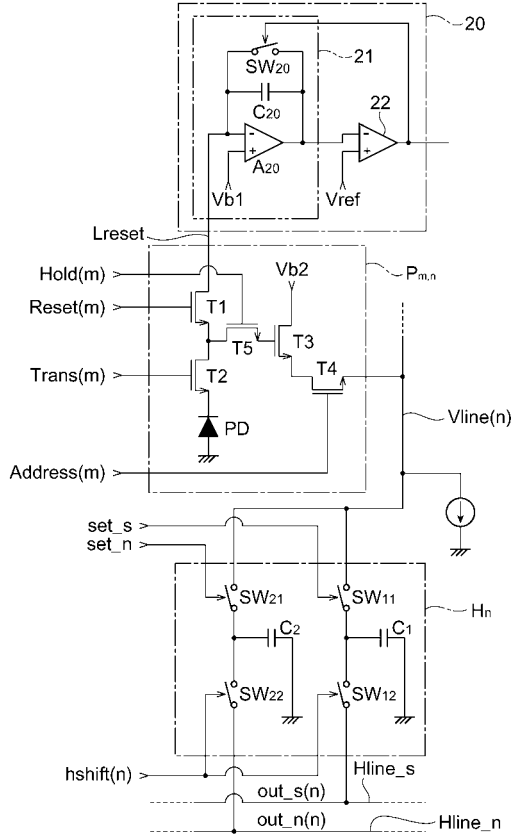
## 【 0 0 6 4 】

1...固体撮像装置、10...受光部、20...入射光総量監視部、21...積分回路、22...比較回路、30...行選択部、40...列選択部、50...電圧保持部、60...出力部、61...差演算回路、62...AD変換回路、70...制御部、P<sub>1,1</sub>~P<sub>M,N</sub>...画素部。

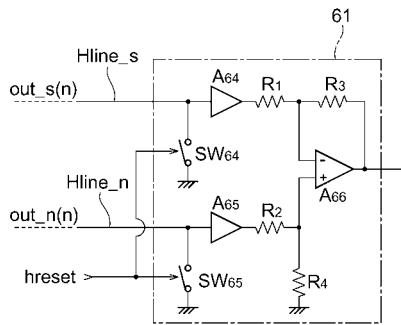
【図1】



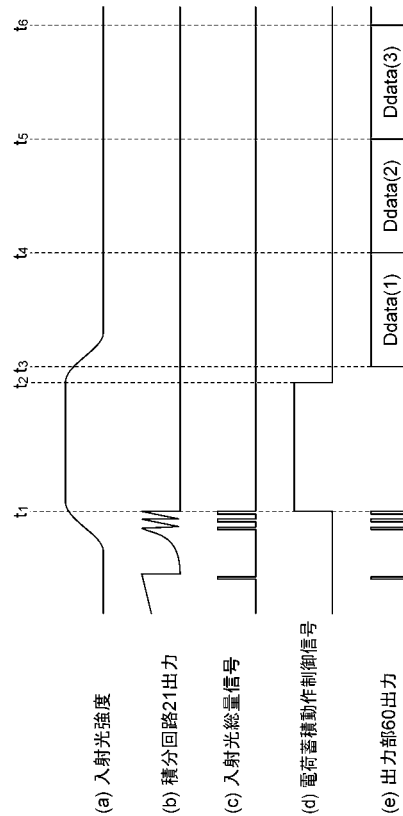
【図2】



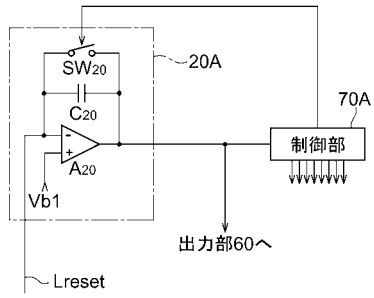
【図3】



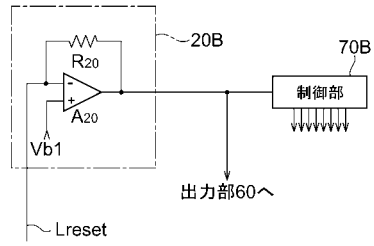
【図4】



【 図 5 】



【 図 6 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 杉山 行信

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内

審査官 井出 和水

(56)参考文献 特開平11-155847(JP,A)  
特開平11-188033(JP,A)  
特開平08-149376(JP,A)  
特開2002-344813(JP,A)  
特開2008-131385(JP,A)  
特開2005-175986(JP,A)  
米国特許第07211803(US,B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/30 - H04N 5/378  
H01L 27/146