(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3559640号
(P3559640)
(45)発行日　平成16年9月2日(2004.9.2)　(24)登録日　平成16年5月28日(2004.5.28)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
H04N 5/335	H04N	5/335	E
H01L 27/146	H01L	27/14	A

請求項の数 3　(全 12 頁)

(21)出願番号　特願平8-39614
(22)出願日　平成8年2月27日(1996.2.27)
(65)公開番号　特開平9-233392
(43)公開日　平成9年9月5日(1997.9.5)
審査請求日　平成11年4月5日(1999.4.5)

(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　100065385
弁理士　山下　穣平
(72)発明者　上野　勇武
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　▲徳▼田　賢二

(56)参考文献　特開平０２－１５１１８３（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－２８１６８２（ＪＰ，Ａ）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】光電変換装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
光電変換手段から発生する光信号電荷を制御電極に蓄積する光電変換装置において、
各々が、
前記光電変換手段と、
上記光電変換手段から発生した電荷の上澄み電荷を転送する手段と、
上記転送した上澄み電荷を蓄積する手段と、
上記上澄み電荷による電位変化を非破壊で読み出す読み出し手段と、
を有する複数の画素と、
前記読み出し手段から出力される信号に基づき、上記上澄み電荷量を自動的に制御する手段と、
を有することを特徴とする光電変換装置。
【請求項２】
上記光電変換手段を有する画素において、複数の上記画素のブロック単位で、上記上澄み電荷量の制御を行なうことを特徴とする請求項１記載の光電変換装置。
【請求項３】
前記読み出し手段は、読み出した電位変化を出力するＭＯＳ反転増幅回路を有することを特徴とする請求項１記載の光電変換装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】

【発明の属する技術分野】
本発明は、光電変換装置に関し、例えばビデオカメラ、Ｘ線撮像装置、赤外線撮像装置等において画像読み取りを行う一次元及び二次元の光電変換装置に関し、特に上澄み電荷転送方式の光電変換装置に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
従来、ビデオカメラ、ディジタルカメラ等の撮像デバイスとして、主にＣＣＤが用いられてきたが、このような画像読取装置には、例えば、アイ・イー・イー・イー　トランザクションズ　エレクトロン　デバイシィズＥＤ－２９　巻、３頁、１９８２年（ＩＥＥＥ　Ｔｒａｎｓ．Ｅｌｅｃｔｒｏｎ，ｖｏｌ．ＥＤ－２９，ｐ３，１９８２）や、特公平７－４８８２６号公報に開示されたような「電荷上澄み転送方式」が用いられている。
【０００３】
図１３は、特公平７－４８８２６号公報に記載された従来の電荷上澄み転送方式の赤外線撮像装置の模式図であり、図１２は、電荷上澄み転送による電荷量の変化を示す図であり、また、図１１（ａ）～（ｃ）は、電荷上澄み転送型の赤外線撮像素子の入力回路を示す模式図である。
【０００４】
図１１，図１３において、１０１はフォトダイオード、１０２はシリコンＣＣＤ、１０４は赤外線、１０５は出力回路、１１０は入力ゲート電極、１１１は蓄積電極、１１２はスキミング電極、１１３はＣＣＤ電極、１１４はオーバーフロードレイン、１１５はオーバーフロー電極、１１９はスキミング電圧入力端子である。
【０００５】
また、図１２において、１１６は背景輻射による電荷、１１７は信号源の輻射による電荷、１１８はスキミング・レベルである。
【０００６】
このような構成の従来の電荷上澄み転送型の赤外線撮像素子の動作を、図に沿って説明すると、
▲１▼　まず、図１１（ａ）に示すように、赤外線１０４はフォトダイオード１０１により光電流に変換され、入力ゲート電極１１０を介して蓄積電極１１１の下に入力され、蓄積される。
▲２▼　そして、蓄積終了後、図１１（ｂ）に示すように、スキミング電極１１２にパルス信号を加え、ポテンシャル井戸の高さを変化させ、蓄積電荷の一部をＣＣＤ電極１１３下へ移送する。移送する電荷量は、スキミング電極１１２に加えるパルス信号（以下、スキミング電圧と称す）により制御する。
▲３▼　その後、図１１（ｃ）に示すように、蓄積電極１１１下に残留した電荷を、オーバーフロー電極１１５を介してオーバーフロー・ドレイン１１４へ排出する。
【０００７】
以上のようにして、電荷上澄み転送を行なうことにより、図１２に示すように背景輻射による直流成分１１６が除去され、コントラストが強調されるとともに、ＣＣＤ電極１１３下へ移送される電荷量が低減される。
【０００８】
なお、ＣＣＤ電極１１３下へ移送された電荷は、電荷上澄み転送方式でない場合と全く同様にＣＣＤ１０２により順次転送され、出力回路１０５を通して外部回路へ出力される。
【０００９】
【発明が解決しようとする課題】
上述したように、従来の光電変換装置では、背景輻射のフォトン数が信号源の輻射するフォトン数に比べて極めて多い場合、信号のコントラストが小さいという問題点があり、更に、この問題は、単にシリコンＣＣＤの蓄積時間を長くするだけでは解決できなかった。
前述した従来例では、上澄み電荷転送を行なうことにより、上記問題点を解決しているものの、スキム電圧は、各画素の信号電圧をもとに、外部回路で演算、生成している為、処

理時間が長い、システム全体のコストがアップする、という新たな問題点が生じる。
【００１０】
また、ＣＣＤ以外の、例えば、ＣＭＯＳ型センサ等のＸ－Ｙアドレス方式の光電変換装置に電荷上澄み転送手段を備えたものは、今だに実用的なものが開発されていないという解決すべき課題がある。
【００１１】
［発明の目的］
本発明の目的は、優れた特性を持つＣＭＯＳ型等のＸ－Ｙアドレス方式の光電変換装置に上澄み電荷転送機能を備えた素子を提供することにある。
【００１２】
また、本発明の目的は、上澄み電荷の蓄積手段としてＣＣＤを用いなくても、同様に信号の背景輻射による成分を除去して、Ｓ／Ｎ比の高い信号を得ることにある。
【００１３】
【課題を解決する為の手段および作用】
本発明は、上記課題を解決する為の手段として、
光電変換手段から発生する光信号電荷を制御電極に蓄積する光電変換装置において、
各々が、
前記光電変換手段と、
上記光電変換手段から発生した電荷の上澄み電荷を転送する手段と、
上記転送した上澄み電荷を蓄積する手段と、
上記上澄み電荷による電位変化を非破壊で読み出す読み出し手段と、
を有する複数の画素と、
前記読み出し手段から出力される信号に基づき、上記上澄み電荷量を自動的に制御する手段と、
を有することを特徴とする光電変換装置を有する。
【００１５】
また、上記光電変換手段を有する画素の全上澄み電荷信号を読み出し、その最大電圧に応じたスキミング電圧でスキム量を制御する手段を有することを特徴とし、
また、上記光電変換手段による電荷の蓄積期間中に、各画素電圧をモニターし、上記スキミング電圧を自動的に設定する手段を有することを特徴とする光電変換装置でもある。
【００１６】
［作用］
本発明によれば、上澄み電荷の蓄積手段として、従来用いられていたＣＣＤの代わりにＭＯＳトランジスタを用いることにより、従来と同様に、信号の背景成分を除去することができ、Ｓ／Ｎ比の高い、従ってコントラストの向上した電荷上澄み転送方式の光電変換装置を得ることができる。
【００１７】
また、本発明によれば、スキミング電圧を自動的に、しかもリアルタイムで制御できるため、最適の上澄み電荷量を容易に得ることができる。
【００１８】
【発明の実施の形態】
以下、本発明の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。
【００１９】
［実施形態１］
図１は、本発明の第１の実施形態の光電変換素子の断面構造とその周辺回路を同時に示す模式図であり、電荷上澄み転送の動作も模式的に表わしている。
【００２０】
図において、１はフォトダイオード（ただし、実際のフォトダイオード１は、ｐ型の半導体基板と、n^+ 拡散層３０のｐｎ接合で構成されており、説明上、回路図として付けられている。以下の図でも同様である。）、２は信号を出力するためのドライバーＭＯＳＦ

ＥＴであり、このドレイン端子は、選択スイッチ１３を通して出力線につながり、出力線には、抵抗負荷又は定電流負荷（不図示）が設けられ、この負荷素子とドライバーＭＯＳＦＥＴ２でアンプが構成されている。また、１０は入力ゲート電極、１１は蓄積電極、１２はスキミング電極、１６はＭＯＳＦＥＴ２のフローティングゲートのリセット用ＭＯＳスイッチである。

【００２１】

このような光電変換装置は、光電変換手段１から発生する光信号電荷をＭＯＳトランジスタ２の制御電極（ゲート）に蓄積する光電変換装置であり、

上記光電変換手段１から発生した電荷の上澄み電荷を転送する手段としてのスキミング電極１２と、

上記転送した上澄み電荷を蓄積する手段としてのｎ$^{+}$　領域３１と、

上記上澄み電荷による電位変化を読み出す手段としてのＭＯＳトランジスタ２と、

上記転送する上澄み電荷量を自動的に制御する手段（図２に後述）と、

を有することを特徴とする光電変換装置である。

【００２２】

また、一導電型の半導体基板上に形成された反対導電型の不純物を拡散した第１の拡散層３０から成る光電変換手段と、

該光電変換手段で発生した光電荷を転送する転送電極１０と、

上記転送された光電荷を蓄積するための蓄積電極１１と、

上記蓄積された光電荷の上澄み電荷を転送するスキミング電極１２と、

上記上澄み電荷を蓄積する反対導電型の第２の拡散層３１と、

上記第２の拡散層３１に接続され、前記上澄み電荷による電位変化を出力線に出力する手段２と、

上記上澄み電荷を転送した残りの電荷をリセットする手段１４，１５と、

を有することを特徴とする光電変換装置である。

【００２３】

次に、本実施形態の電荷上澄み転送の動作について、図を参照しながら、説明する。

▲１▼　まず、図１（ａ）に示すように、光４は、光電変換手段であるフォトダイオード１により光電流に変換され、入力ゲート電極１０を介して蓄積電極１１の下に入力され、蓄積される。

▲２▼　そして、蓄積終了後、図１（ｂ）に示すように、スキミング電極１２にパルス信号を加え、ポテンシャル井戸の高さを変化させ、蓄積電荷の一部（上澄み電荷）をＭＯＳトランジスタ２のフローティングゲートに接続されるｎ$^{+}$　拡散層３１に移送する。移送する電荷量は、スキミング電極１２に加えるパルス信号（スキミング電圧）により制御する。

▲３▼　その後、図１（ｃ）に示すように、蓄積電極１１下に残留した電荷を、オーバーフロー電極１５を介してオーバーフロー・ドレイン１４へ排出する。

【００２４】

以上のようにして、電荷上澄み転送を行なうことにより、図１２に示すように、背景輻射による直流成分が除去され、コントラストが強調されるとともに、Ｓ／Ｎ比の向上した信号を得ることができる。

【００２５】

以上、▲１▼～▲３▼の動作を適宜繰り返し行なうことにより、信号の背景成分を除去することができ、Ｓ／Ｎ比の高い信号を得ることができる。

【００２６】

本実施形態では、信号電荷は非破壊で読み出すことが可能である為、蓄積期間中に信号読み出しを行ない、例えば、全画素の上澄み電荷の最大信号に応じた電圧で、スキミング電圧を設定することにより、スキミング量を自己最適化することが可能である。

【００２７】

また、上記光電変換手段を有する画素において、画素のブロック単位で信号を読み出し、

その最低電圧に応じたスキミング電圧でスキム量を、上記画素のブロック単位で制御することもできる。このようなブロック単位での制御は、例えば、それぞれの画素を走査する走査回路を制御して、部分的に走査する方法等により実施することができる。

【００２８】

図２は、図１で概略説明した実施形態１の光電変換装置の一例としてのＭＯＳ型ラインセンサを示す概略回路図である。図２には、４画素分が示されており、１画素分の周辺回路である点線部分Ｇ１について説明する。なお、図１の選択スイッチ１３は省かれている。

【００２９】

図２において、１は光電変換手段としてのフォトダイオード、（ただし、実際のフォトダイオード１は、ｐ型の半導体基板と、n^+　拡散層３０のｐｎ接合で構成されており、説明上、回路図として付けられている。以下の図でも同様である。）、２は信号を出力するためのドライバーＭＯＳＦＥＴであり、このドレイン端子は、出力線につながり、出力線には、負荷抵抗としてのＭＯＳＦＥＴ１７が設けられ、この負荷素子１７とドライバーＭＯＳＦＥＴ２で、各画素単位でソースホロア　アンプが構成されている。また、１０は入力ゲート電極、１１は蓄積電極、１２はスキミング電極、１６はＭＯＳＦＥＴ２のフローティングゲートのリセット用ＭＯＳスイッチである。

【００３０】

また、１４はオーバーフロードレイン、１５はオーバーフロー制御スイッチとなるＭＯＳＦＥＴである。

【００３１】

また更に、５１はスキミング電圧の自動制御回路、５２は、各画素の上澄み電荷の最大値を検出する回路である。

【００３２】

５１、５２の上澄み電荷量を自動的に制御する手段は、上澄み電荷の最大信号を検出し、該上澄み電荷の最大信号と適正信号レベルとを比較し、該上澄み電荷の信号が小さければ、スキミング電圧を制御して該上澄み電荷を増加させ、該上澄み電荷の信号が大きければ、該上澄み電荷を減少させる。

【００３３】

また、図中、スキミング電極１２は、上記光電変換手段から発生する電荷の上澄み電荷を転送する手段であり、

また更に、スキミング電圧の自動制御回路５１、各画素の上澄み電荷の最大値検出回路５２は、上記転送する上澄み電荷量を制御する手段であり、

また、n^+　領域３１は、上記転送した上澄み電荷を蓄積する手段、

また、ＭＯＳスイッチ１５、上記光電変換手段から発生する電荷の上記上澄み電荷を転送した残りの電荷をリセットする手段である。

【００３４】

図３は、図２の回路図のタイミングチャートであり、図４は、図２の回路の制御方法及び動作を示すフローチャートである。

【００３５】

以下、これをもとに、本実施例の動作を簡単に説明する。

【００３６】

まず、時刻t_0　において、Φ_R　、Φ_T　、Φ_{SKM}　にパルスを印加し、画素の残留電荷をリセットする。このリセットの終了時（t_1　）において、光電荷の蓄積動作が開始される。

【００３７】

次に、時刻t_2　において、Φ_T　、Φ_S　にパルスを印加するとともに、スキミング電極Φ_{SKM}　に初期電圧のパルスを印加すると、その電圧に応じた上澄み電荷が、各画素のトランジスタ２のフローティングゲートに読み出される。この時刻において、Φ_L　、Φ_{TR}にもパルスを印加すると、各画素のソースフォロアアンプが動作し、画素の信号が容量C_{T1}～C_{T4}に読み出される。

【００３８】
その後、時刻t_3からt$_4$にかけて、走査回路２１を動作させ、容量C_{T1}～C_{T4}の信号を出力端子５３にシリアルに読み出すとともに、回路ブロック５２において、それらの例えば最大値を求める。
【００３９】
そして、その最大信号量に応じて、最適スキム電圧ϕ_{SKM}を回路ブロック５１で生成し、時刻t$_5$において、各画素に印加し、再び、上澄み転送及び信号読み出しを行なう。
【００４０】
上述した一連の動作を繰り返し行なうことにより、最適な上澄み信号を得ることができる。
【００４１】
ここで、上述の説明では、上澄み転送した後、蓄積電極はリセットせず、画素は、引き続き蓄積動作を行なっているが、１回の走査毎に、蓄積電極、画素部をリセットし、新たな蓄積を行なっても、何ら問題はない。
【００４２】
図５は、図２の５１に示した、蓄積期間中のスキミング電圧の自動設定回路の一例を示す図である。この回路では、入力信号（図２に示した出力アンプ５４からの信号）を反転アンプ６１で反転増幅し、その出力電圧をϕ_{SKM}のパルス振幅に反映する。すなわち、入力信号が小さいほど、ϕ_{SKM}のパルス振幅を大きくし、上澄み電荷転送量を自動的に多くすることができるものである。
【００４３】
図６は、図２の５２に示した各画素の上澄み電荷信号の最大値を検出する回路の一例を示すものであり、（ａ）は回路図、（ｂ）は、そのタイミングチャートを示すものである。動作としては、まずパルスϕ_{INIT}をＨｉとして、ＭＯＳスイッチ７１をＯＮし、容量７２をリセットする。その後、信号が入力される毎に、容量７２の電圧と比較し、容量７２の電圧より低ければ、ＯＵＴは、（ｂ）に示すV_{CC}レベルとなり、高ければＧＮＤレベルになるため、ＰＭＯＳ７３がＯＮし、入力信号が容量７２に書き込まれる。一連の動作が終了すると、パルスϕ_{READ}をＨｉとして、ＭＯＳスイッチ７４をＯＮし、帰還ループを作って、容量７２の電圧を出力する
［実施形態２］
図７は、第２の実施形態を示す回路図であり、画素の最大信号を検出する手段が異なる他は、実施形態１と同様である。
【００４４】
図７では、各画素の出力線にＮＰＮトランジスタ２３を設け、そのエミッタを共通接続することにより、各画素の信号を容量C_1～C_4に読み出す際に、ただちに信号の最大値が得られる。
【００４５】
また、この場合、５２’は、単なるバッファアンプでかまわない。
【００４８】
［実施形態４］
図９は、本発明の第４の実施形態を示す光電変換素子の模式回路図である。
【００４９】
本実施形態では、実施形態１で前述した装置の出力アンプがＮＭＯＳ反転回路となっている点が異なり、これにより、ゲインを１以上にすることも可能である。なお、各符号は、図１で説明したものと同じであるので省略する。
【００５０】
［実施形態５］
図１０は、本発明の第５の実施形態を示す光電変換素子の模式回路図である。
【００５１】

本実施形態では、スキミング電極１２のみを設け、前述した実施形態の入力ゲート電極、及び蓄積電極の役割を兼ねさせている。

【００５２】

フォトダイオードの発生する電荷の内の上澄み電荷をn^+　領域３１に取り出した後、n^+　領域３０に設けられたＭＯＳスイッチ１５により、残留電荷を排出する。

【００５３】

スキミング電極１２により、上澄み電荷量を制御する点は、上記実施形態と同様である。

【００５４】

なお、上述した実施形態では、すべて、ＭＯＳトランジスタのゲート電極に光信号を転送し、読み出すタイプの光電変換装置に関するものを述べたが、ＦＧＡ（ｆｌｏａｔｉｎｇ　ｇａｔｅ　ａｒｒａｙ　ｄｅｖｉｃｅ）、ＡＭＩ（ａｍｐｌｉｆｉｅｄ　ＭＯＳ　ｉｎｔｅｌｌｉｇｅｎｔ　ｉｍａｇｅｒ）、ＢＡＳＩＳ（ｂａｓｅ－ｓｔｏｒｅｄ　ｉｍａｇｅ　ｓｅｎｓｏｒ）、その他の光電変換装置に用いても、全く問題はない。

【００５５】

また、上記実施形態では、一次元の光電変換装置について説明したが、二次元の光電変換装置に関しても、同様の効果が得られることは言うまでもない。

【００５６】

また、本実施形態では、拡散層３０，３１としてｎ型を用いたが、半導体基板をｎ型として、ｐ型の拡散層を用いても良い。

【００５７】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、上澄み電荷の蓄積手段として、従来用いられていたＣＣＤの代わりに、例えばＭＯＳトランジスタを用いることにより、従来と同様に、信号の背景成分を除去することができ、Ｓ／Ｎ比の高い、従ってコントラストの向上した電荷上澄み転送方式の光電変換装置を得ることができる。

【００５８】

また、本発明によれば、スキミング電圧を自動的にリアルタイムに制御できるため、最適の上澄み電荷量を容易に得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の実施形態１の１画素分の模式回路図と上澄み電荷転送方式を示す模式図である。

【図２】本発明の実施形態１の回路図である。

【図３】本発明の実施形態１のタイミングチャートである。

【図４】本発明の実施形態１の動作を示すフローチャートである。

【図５】本発明の実施形態１のスキミング電圧の自動制御回路図である。

【図６】本発明の実施形態１の画素信号の最大値検出回路図である。

【図７】本発明の実施形態２の模式回路図である。

【図８】本発明の実施形態３の模式回路図である。

【図９】本発明の実施形態４の１画素分の模式回路図である。

【図１０】本発明の実施形態５の１画素分の模式回路図である。

【図１１】従来の電荷上澄み転送方式の模式回路図である。

【図１２】スキミング動作と電荷量の関係を示す図である。

【図１３】従来の電荷上澄み転送方式の模式回路図である。

【符号の説明】

１　フォトダイオード

２　信号を出力するためのドライバーＭＯＳＦＥＴ

１０　入力ゲート電極

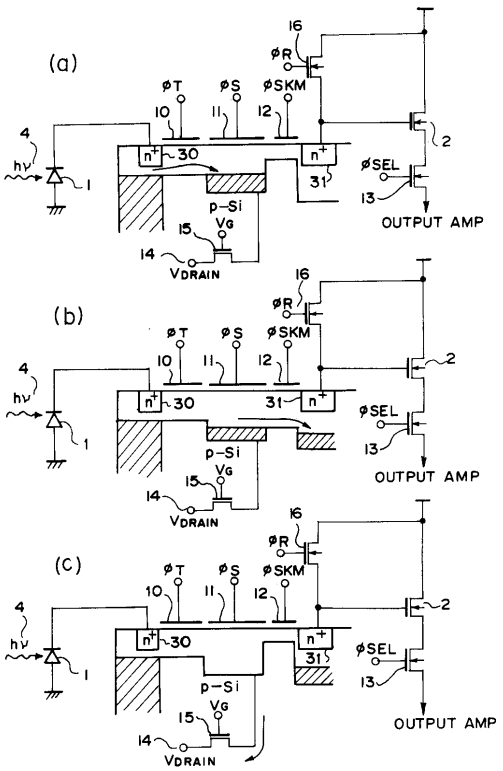
１１　蓄積電極

１２　スキミング電極

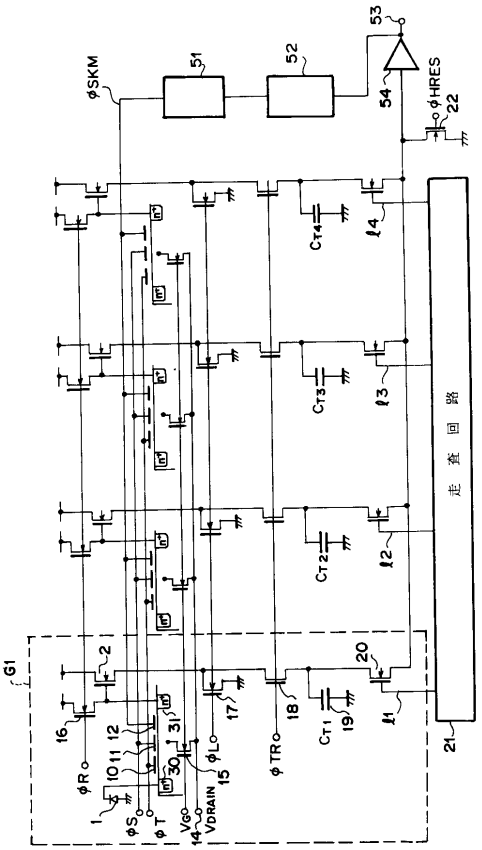
１３　選択スイッチ

１６　フローティングゲートのリセット用ＭＯＳスイッチ
５１　スキミング電圧自動制御回路
５２　画素最大値信号検出回路
５３　出力端子
５４　出力アンプ
１０１　フォトダイオード
１０２　シリコンＣＣＤ
１０４　赤外線
１０５　出力回路
１１０　入力ゲート電極
１１１　蓄積電極
１１２　スキミング電極
１１３　ＣＣＤ電極
１１４　オーバーフロードレイン
１１５　オーバーフロー電極
１１６　背景輻射による電荷
１１７　信号源の輻射による電荷
１１８　スキミング・レベル
１１９　スキミング電圧入力端子

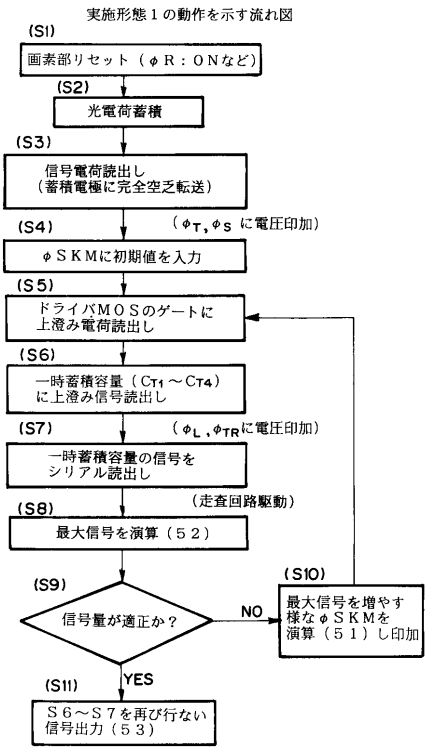
【図１】



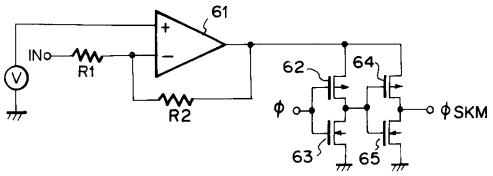
【図２】



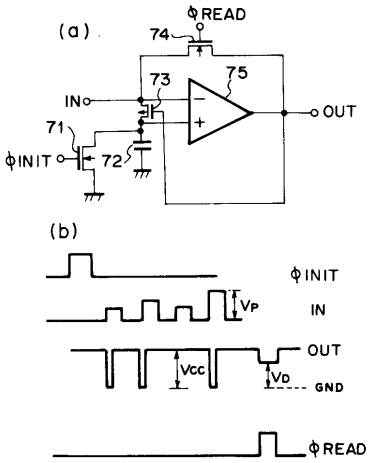
【図４】


実施形態１の動作を示す流れ図
(S1)
画素部リセット（φR：ONなど）
(S2)
光電荷蓄積
(S3)
信号電荷読出し
（蓄積電極に完全空乏転送）
(S4)
（φT, φS に電圧印加）
φSKMに初期値を入力
(S5)
ドライバMOSのゲートに
上澄み電荷読出し
(S6)
一時蓄積容量（CT1～CT4）
に上澄み信号読出し
(S7)
（φL, φTRに電圧印加）
一時蓄積容量の信号を
シリアル読出し
(S8)
（走査回路駆動）
最大信号を演算（５２）
(S9)
信号量が適正か？
NO
(S10)
最大信号を増やす
様なφSKMを
演算（５１）し印加
YES
(S11)
S６～S７を再び行ない
信号出力（５３）

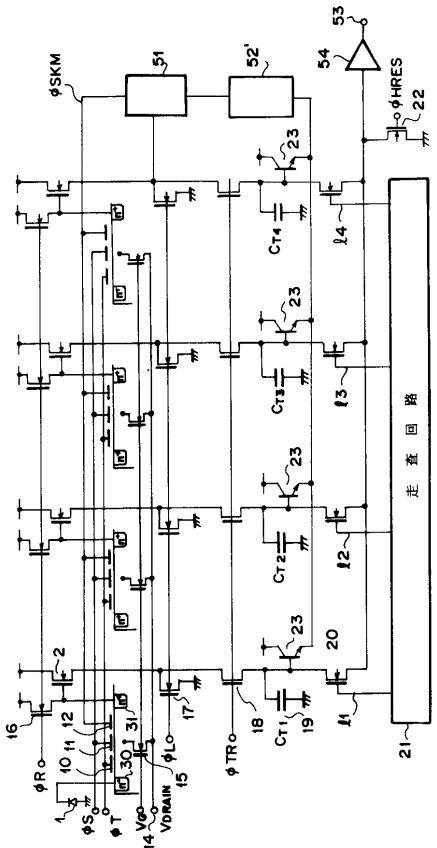
【図５】


61
IN
R1
R2
V
62
64
φ
φSKM
63
65

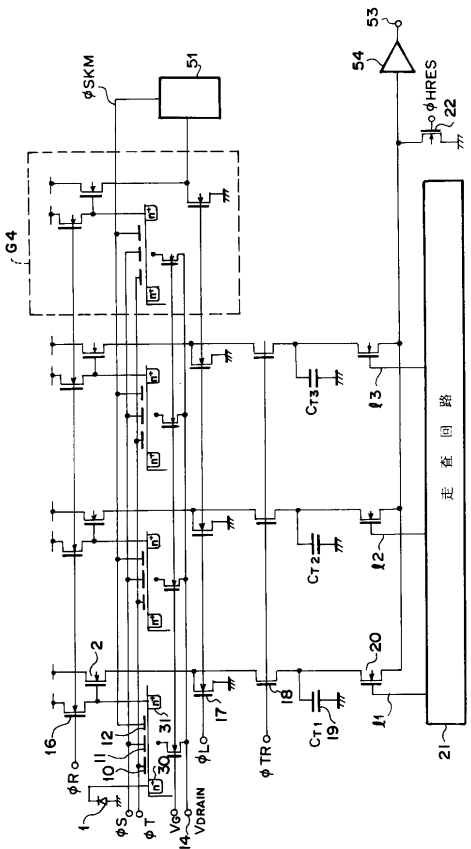
【図６】


(a)
φREAD
74
73
75
IN
OUT
71
φINIT
72
(b)
φINIT
VP
IN
OUT
Vcc
VD
GND
φREAD

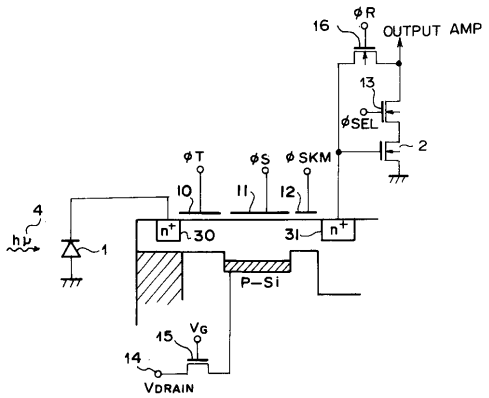
【図７】


φSKM
51
52'
53
54
φHRES
22
23
CT4
ℓ4
CT3
ℓ3
CT2
ℓ2
CT1
ℓ1
20
走査回路
21
2
16
12
11
10
31
30
15
17
18
19
φR
φS
φT
VG
VDRAIN
φL
φTR
1
14

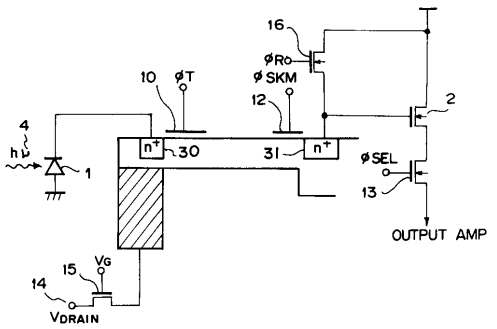
【図８】


φSKM
51
53
54
φHRES
22
G4
CT3
ℓ3
CT2
ℓ2
CT1
ℓ1
20
走査回路
21
2
16
12
11
10
31
30
17
18
19
φR
φS
φT
VG
VDRAIN
φL
φTR
1
14

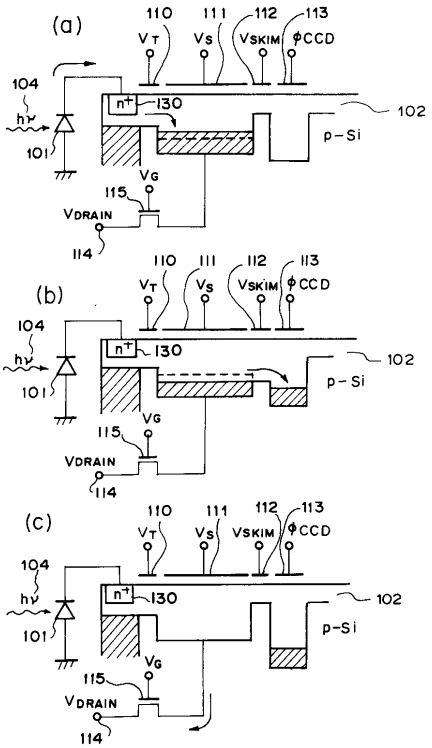
【図９】



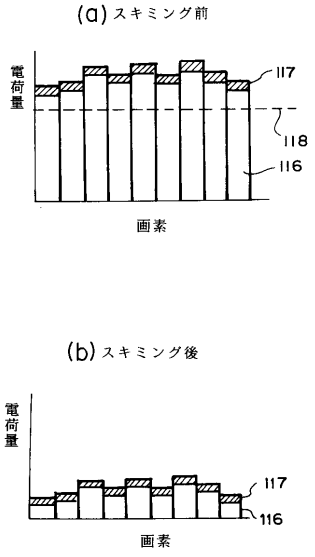
【図１０】



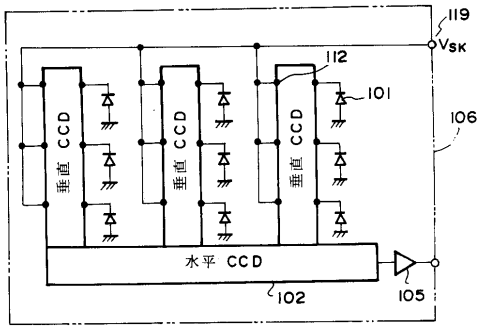
【図１１】



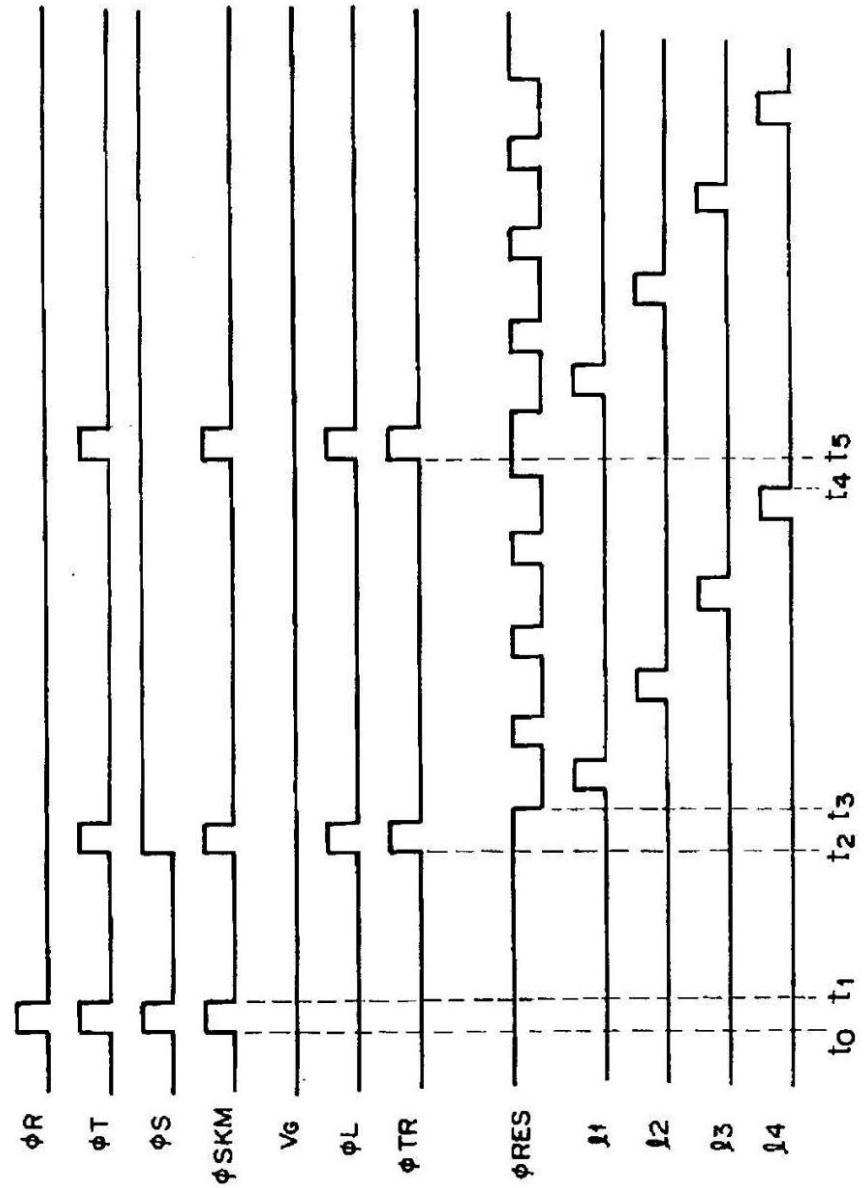
【図１２】



【図１３】



【図３】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.[7], ＤＢ名)
H04N 5/335
H01L 27/146