

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4807014号
(P4807014)

(45) 発行日 平成23年11月2日 (2011. 11. 2)

(24) 登録日 平成23年8月26日 (2011. 8. 26)

(51) Int. Cl.

F I

H O 4 N 5/374 (2011. 01)

H O 4 N 5/335 7 4 O

H O 1 L 27/146 (2006. 01)

H O 1 L 27/14 A

H O 4 N 5/359 (2011. 01)

H O 4 N 5/335 5 9 O

請求項の数 11 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2005-254682 (P2005-254682)
 (22) 出願日 平成17年9月2日 (2005. 9. 2)
 (65) 公開番号 特開2007-68099 (P2007-68099A)
 (43) 公開日 平成19年3月15日 (2007. 3. 15)
 審査請求日 平成20年8月26日 (2008. 8. 26)

(73) 特許権者 000002185
 ソニー株式会社
 東京都港区港南1丁目7番1号
 (74) 代理人 110000925
 特許業務法人信友国際特許事務所
 (72) 発明者 古閑 史彦
 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ
 ニー株式会社内

審査官 若林 治男

(56) 参考文献 特開2004-129015 (JP, A
)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体撮像装置、固体撮像装置の駆動方法および撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入射光を光電変換して信号電荷を蓄積する光電変換部と、前記光電変換部に蓄積された信号電荷を転送する転送トランジスタと、前記転送トランジスタにより転送された信号電荷を信号電圧に変換する電荷電圧変換部と、前記電荷電圧変換部の電位をリセットするリセットトランジスタとを含む単位画素が配列されてなる画素アレイ部と、

前記電荷電圧変換部を構成するウェルの電圧を、前記リセットトランジスタにより前記電荷電圧変換部の電位をリセットする際に負電圧に設定する電圧設定手段と

を備えた固体撮像装置。

【請求項 2】

前記リセットトランジスタは、デプレッション型トランジスタである

請求項 1 記載の固体撮像装置。

【請求項 3】

前記転送トランジスタのゲート下のポテンシャル障壁は、前記光電変換部のオーバーフローパルスよりも高い

請求項 1 記載の固体撮像装置。

【請求項 4】

前記電圧設定手段により前記電荷電圧変換部の電位を前記ウェルの電圧を負電圧にするときに、前記転送トランジスタのゲートに印加する電圧を低下させる手段を有する

請求項 1 記載の固体撮像装置。

10

20

【請求項 5】

前記単位画素は、前記電荷電圧変換部の信号を入力とする増幅トランジスタをさらに有し、

前記電圧設定手段は、前記増幅トランジスタから前記電荷電圧変換部の信号を出力する際に、前記ウェルの電圧を前記電荷電圧変換部のリセット時の電圧よりも高い電圧に設定する

請求項 1 記載の固体撮像装置。

【請求項 6】

入射光を光電変換して信号電荷を蓄積する光電変換部と、前記光電変換部に蓄積された信号電荷を転送する転送トランジスタと、前記転送トランジスタにより転送された信号電荷を信号電圧に変換する電荷電圧変換部と、前記電荷電圧変換部の電位をリセットするリセットトランジスタと、前記電荷電圧変換部の信号を入力とする増幅トランジスタとを含む単位画素が配列されてなる画素アレイ部と、

前記増幅トランジスタにより前記電荷電圧変換部の信号を出力する際に、前記電荷電圧変換部を構成するウェルの電圧を前記電荷電圧変換部のリセット時の電圧よりも高い電圧に設定する電圧設定手段と

を備えた固体撮像装置。

【請求項 7】

前記電圧設定手段は、前記リセットトランジスタにより前記電荷電圧変換部の電位をリセットする際に前記ウェルの電圧を負電圧にする

請求項 6 記載の固体撮像装置。

【請求項 8】

入射光を光電変換して信号電荷を蓄積する光電変換部と、前記光電変換部に蓄積された信号電荷を転送する転送トランジスタと、前記転送トランジスタにより転送された信号電荷を信号電圧に変換する電荷電圧変換部と、前記電荷電圧変換部の電位をリセットするリセットトランジスタとを含む単位画素が配列されてなる画素アレイ部を備えた固体撮像装置の駆動にあたって、

前記電荷電圧変換部を構成するウェルの電圧を、前記リセットトランジスタにより前記電荷電圧変換部の電位をリセットする際に負電圧に設定して前記光電変換部から前記電荷電圧変換部へ信号電荷を転送する

固体撮像装置の駆動方法。

【請求項 9】

入射光を光電変換して信号電荷を蓄積する光電変換部と、前記光電変換部に蓄積された信号電荷を転送する転送トランジスタと、前記転送トランジスタにより転送された信号電荷を信号電圧に変換する電荷電圧変換部と、前記電荷電圧変換部の電位をリセットするリセットトランジスタと、前記電荷電圧変換部の信号を入力とする増幅トランジスタとを含む単位画素が配列されてなる画素アレイ部を備えた固体撮像装置の駆動にあたって、

前記増幅トランジスタにより前記電荷電圧変換部の信号を出力する際に、前記電荷電圧変換部を構成するウェルの電圧を前記電荷電圧変換部のリセット時の電圧よりも高い電圧に設定する

固体撮像装置の駆動方法。

【請求項 10】

固体撮像装置と、

被写体からの光を前記固体撮像装置の撮像面上に導く光学系とを具備し、

前記固体撮像装置は、

入射光を光電変換して信号電荷を蓄積する光電変換部と、前記光電変換部に蓄積された信号電荷を転送する転送トランジスタと、前記転送トランジスタにより転送された信号電荷を信号電圧に変換する電荷電圧変換部と、前記電荷電圧変換部の電位をリセットするリセットトランジスタとを含む単位画素が配列されてなる画素アレイ部と、

前記電荷電圧変換部を構成するウェルの電圧を、前記リセットトランジスタにより前記

10

20

30

40

50

電荷電圧変換部の電位をリセットする際に負電圧に設定する電圧設定手段とを備えた撮像装置。

【請求項 1 1】

固体撮像装置と、

被写体からの光を前記固体撮像装置の撮像面上に導く光学系とを具備し、

前記固体撮像装置は、

入射光を光電変換して信号電荷を蓄積する光電変換部と、前記光電変換部に蓄積された信号電荷を転送する転送トランジスタと、前記転送トランジスタにより転送された信号電荷を信号電圧に変換する電荷電圧変換部と、前記電荷電圧変換部の電位をリセットするリセットトランジスタと、前記電荷電圧変換部の信号を入力とする増幅トランジスタとを含む単位画素が配列されてなる画素アレイ部と、

10

前記増幅トランジスタにより前記電荷電圧変換部の信号を出力する際に、前記電荷電圧変換部を構成するウェルの電圧を前記電荷電圧変換部のリセット時の電圧よりも高い電圧に設定する電圧設定手段とを備えた

撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、固体撮像装置、固体撮像装置の駆動方法および撮像装置に関し、特に光電変換素子を含む単位画素の各々が増幅機能を持つ増幅型の固体撮像装置、その駆動方法および当該固体撮像装置を用いた撮像装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

近年、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサに代表される増幅型の固体撮像装置の開発が活発化している。この種の固体撮像装置（例えば、特許文献 1 参照）では、MOS のデザインルールの縮小に伴って電源電圧の低電圧化が進められている。その結果、単位画素内の電荷電圧変換部であるフローティングディフュージョン部の電位をリセットする際のリセット電圧が低くなってきている。

【0003】

【特許文献 1】特開 2001 - 69408 号公報

30

【0004】

本来、固体撮像装置においては、SN 比の向上を図る上で、信号の増幅を信号処理系の前段で行うことが有利とされている。そのため、SN 比を良好なものとするためには、フローティングディフュージョン部の容量を小さく抑えて、信号電荷を信号電圧に変化する際の変換効率を高くすることが望まれる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、フローティングディフュージョン部の変換効率が高くなると（フローティングディフュージョン部の容量が小さくなると）、それに応じて撮像の感度（センサ感度）が高くなるため、例えば強い光が固体撮像装置の撮像面に入射したときに、光電変換部に蓄積される信号電荷をフローティングディフュージョン部に転送しきれなくなるという問題が生じる。フローティングディフュージョン部に転送しきれなく、転送残りが生じると、残像などの発生原因となり、画質の劣化を招くことになる。

40

【0006】

また、仮に光電変換部からフローティングディフュージョン部への信号電荷の転送に成功したとしても、増幅トランジスタをソースフォロアとして動作させる場合には、増幅トランジスタのゲートに印加される電圧が過度に低くなってしまふ。そのため、増幅トランジスタのソース側に設置される定電流源（トランジスタ）のドレインに十分な電圧が印加されなくなる。すると、定電流源は良好な動作をすることができなくなるため、ソースフ

50

オロアのリニアリティーが悪化するなどの影響が現れる。

【 0 0 0 7 】

また、この対策として、光電変換部での飽和信号量を増加させると、転送不良が発生しやくなる。そのため、従来においては、ダイナミックレンジの拡大とS/N比の向上とを同時に実現することが困難であった。

【 0 0 0 8 】

そこで、本発明は、入射光量が多く、信号電荷が多量に光電変換部に蓄積された状態でも、転送残りを発生させることなく電荷の転送を行うことで、ダイナミックレンジの拡大を可能にした固体撮像装置、固体撮像装置の駆動方法および撮像装置を提供することを第1の目的とする。

10

【 0 0 0 9 】

また、本発明は、電荷電圧変換後の信号を高い増幅率で出力することで、S/Nの向上を可能にした固体撮像装置、固体撮像装置の駆動方法および撮像装置を提供することを第2の目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

上記第1の目的を達成するために、本発明では、入射光を光電変換して信号電荷を蓄積する光電変換部と、前記光電変換部に蓄積された信号電荷を転送する転送トランジスタと、前記転送トランジスタにより転送された信号電荷を信号電圧に変換する電荷電圧変換部と、前記電荷電圧変換部の電位をリセットするリセットトランジスタとを含む単位画素が配列されてなる固体撮像装置において、前記電荷電圧変換部を構成するウェルの電圧を、前記リセットトランジスタにより前記電荷電圧変換部の電位をリセットする際に負電圧に設定する構成を採っている。

20

【 0 0 1 1 】

上記構成の固体撮像装置において、電荷電圧変換部を構成するウェルの電圧を、リセットトランジスタにより電荷電圧変換部の電位をリセットする際に負電圧にすることで、光電変換部のポテンシャルと電荷電圧変換部のポテンシャルとの差を拡大できる。これにより、入射光量が多く信号電荷が多量に光電変換部に蓄積された状態でも、転送残りを発生させることなく光電変換部から電荷電圧変換部へ信号電荷の転送を行うことが可能となる。

30

【 0 0 1 2 】

上記第2の目的を達成するために、本発明では、入射光を光電変換して信号電荷を蓄積する光電変換部と、前記光電変換部に蓄積された信号電荷を転送する転送トランジスタと、前記転送トランジスタにより転送された信号電荷を信号電圧に変換する電荷電圧変換部と、前記電荷電圧変換部の電位をリセットするリセットトランジスタと、前記電荷電圧変換部の信号を入力とする増幅トランジスタとを含む単位画素が配列されてなる固体撮像装置において、前記増幅トランジスタにより前記電荷電圧変換部の信号を出力する際に、前記電荷電圧変換部を構成するウェルの電圧を前記電荷電圧変換部のリセット時の電圧よりも高い電圧に設定する構成を採っている。

【 0 0 1 3 】

40

上記構成の固体撮像装置において、増幅トランジスタにより電荷電圧変換部の信号を出力するときに、電荷電圧変換部を構成するウェルの電圧を、電荷電圧変換部をリセットしたときの電圧よりも高い電圧にすることで、電荷電圧変換後の信号を高い増幅率で出力できる。

【発明の効果】

【 0 0 1 4 】

本発明によれば、電荷電圧変換部を構成するウェルの電圧を負電圧にすることで、入射光量が多く信号電荷が多量に光電変換部に蓄積された状態でも、転送残りを発生させることなく光電変換部から電荷電圧変換部へ信号電荷を転送できるためダイナミックレンジを拡大できる。

50

【 0 0 1 5 】

また、増幅トランジスタにより電荷電圧変換部の信号を出力するときに、電荷電圧変換部を構成するウェルの電圧を電荷電圧変換部のリセット時の電圧よりも高い電圧にすることで、電荷電圧変換後の信号を高い増幅率で出力できるため S / N を向上できる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 6 】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【 0 0 1 7 】

図 1 は、本発明の一実施形態に係る増幅型の固体撮像装置、例えば C M O S イメージセンサの構成の一例を示すブロック図である。

10

【 0 0 1 8 】

図 1 に示すように、本実施形態に係る C M O S イメージセンサ 1 0 は、光電変換部である例えばフォトダイオードを含む単位画素 1 1、画素アレイ部（撮像領域）1 2、垂直選択回路 1 3、列並列信号処理回路であるカラム回路 1 4、水平選択回路 1 5、水平信号線 1 6、出力回路 1 7、タイミングジェネレータ（T G）1 8 およびウェル電圧制御回路 1 9 等を有するエリアセンサ構成となっている。

【 0 0 1 9 】

単位画素 1 1 の具体的な回路構成については後述する。画素アレイ部 1 2 は、単位画素 1 1 が 2 次元マトリクス状に多数配置されてなり、当該 2 次元マトリクス状の画素配列に対して列ごとに垂直信号線 3 1 が、行ごとに後述する制御線（図 2 の転送線 3 2 やリセット線 3 4）がそれぞれ配線された構成となっている。垂直信号線 3 1 の一端には、例えば M O S トランジスタからなる定電流源 3 5 が接続されている（図 2 参照）。

20

【 0 0 2 0 】

垂直選択回路 1 3 は、シフトレジスタやアドレスデコーダなどによって構成され、単位画素 1 1 内の転送トランジスタを駆動する転送信号や、リセットトランジスタを駆動するリセット信号などの制御信号を行単位で順次出力することによって画素アレイ部 1 2 の各画素 1 1 を行単位で選択駆動する。

【 0 0 2 1 】

カラム回路 1 4 は、画素アレイ部 1 2 の水平方向の画素ごと、即ち垂直信号線 3 1 ごとに配され、画素列ごとに並列的に所定の信号処理を行う列並列信号処理回路であり、例えば S / H（サンプルホールド）回路および C D S (Correlated Double Sampling; 相関二重サンプリング) 回路などによって構成される。

30

【 0 0 2 2 】

水平選択回路 1 5 は、シフトレジスタなどによって構成され、カラム回路 1 4 を通して行単位で並列的に出力される各画素 1 1 の信号を、列ごとに配された水平選択スイッチを介して順次選択走査することによって水平信号線 1 6 に出力させる。なお、図 1 では、図面の簡略化のため、水平選択スイッチについては図示を省略している。この水平選択スイッチは、水平選択回路 1 5 によって列単位で順次オン / オフ駆動される。

【 0 0 2 3 】

水平選択回路 1 5 による選択駆動により、カラム回路 1 4 から列ごとに順次出力される単位画素 1 1 の信号は、水平信号線 1 6 を通して出力回路 1 7 に供給される。出力回路 1 7 は、水平信号線 1 6 を通して供給される画素信号に対して、増幅処理、選択処理、A G C (Automatic Gain Control; 自動利得制御) 処理、A / D（アナログ / デジタル）変換処理などの信号処理を施す。

40

【 0 0 2 4 】

タイミングジェネレータ 1 8 は、垂直同期信号、水平同期信号およびマスタクロック信号に基づいて各種のタイミング信号を生成し、これら各種のタイミング信号を基に垂直選択回路 1 3、カラム回路 1 4 および水平選択回路 1 5 などの駆動制御を行う。

【 0 0 2 5 】

ウェル電圧制御回路 1 9 は、特許請求の範囲における電圧設定手段に相当し、単位画素

50

１１内の電荷電圧変換部を構成するウェルの電圧を任意のタイミングで制御し、当該ウェルの電圧を負電圧に設定する。このウェル電圧制御回路１９を設けて単位画素１１を駆動する点が本発明の特徴とするところであり、その駆動方法の詳細については後述する。

【００２６】

（画素回路）

図２は、単位画素１１の回路構成の一例を示す回路図である。図２に示すように、本回路例に係る単位画素１１は、光電変換素子、例えばフォトダイオード２１に加えて、例えば転送トランジスタ２２、リセットトランジスタ２３および増幅トランジスタ２４の３つのトランジスタを有する画素回路となっている。ここでは、これらトランジスタ２２～２４として、例えばＮチャネルのＭＯＳトランジスタを用いている。

10

【００２７】

フォトダイオード２１は、入射光をその光量に応じた電荷量の信号電荷（ここでは、電子）に光電変換し、当該信号電荷を蓄積する。転送トランジスタ２２は、フォトダイオード２１のカソードと電荷電圧変換部であるＦＤ（フローティングディフュージョン）部２５との間に接続されるとともに、転送線３２にゲートが接続され、ゲートに転送線３２を介して転送パルス ϕ_{TRF} が与えられることにより、フォトダイオード２１に蓄積された信号電荷をＦＤ部２５に転送する。

【００２８】

ＦＤ部２５は、フォトダイオード２１から転送された信号電荷を信号電圧に変換する。リセットトランジスタ２３は、電源線３３にドレインが、ＦＤ部２５にソースが、リセット線３４にゲートがそれぞれ接続され、フォトダイオード２１からＦＤ部２５への信号電荷の転送に先立って、ゲートにリセット線３４を介してリセットパルス ϕ_{RST} が与えられることによってＦＤ部２５の電位をリセットする。電源線３３には、電源電圧としてＶＤＤレベルとＧＮＤレベルとが選択的に与えられる。

20

【００２９】

増幅トランジスタ２４は、ＦＤ部２５にゲートが、電源線３３にドレインが、垂直信号線３１にソースがそれぞれ接続されたソースフォロア構成となっており、電源線３３の電位がＶＤＤレベルになることによって動作状態となって画素１１の選択をなし、リセットトランジスタ２３によってリセットした後のＦＤ部２５の信号電圧をリセットレベルとして垂直信号線３１に出力し、さらに転送トランジスタ２２によって信号電荷を転送した後のＦＤ部２５の信号電圧を信号レベルとして垂直信号線３１に出力する。

30

【００３０】

なお、単位画素１１の回路構成としては、上記のように増幅トランジスタ２４を選択トランジスタと兼用した３トランジスタ構成のものに限られるものではなく、例えば、増幅トランジスタ２４のドレインと電源線３３との間、あるいはソースと垂直信号線３１との間に接続された選択トランジスタを有する４トランジスタ構成のものなどを用いることも可能である。

【００３１】

上記構成の単位画素１１が２次元マトリクス状に配置されてなるＣＭＯＳイメージセンサにおいて、本発明の特徴とするウェル電圧制御回路１９は、例えばリセットトランジスタ２３により電荷電圧変換部であるＦＤ部２５の電位をリセットする際に、当該ＦＤ部２５を構成するウェル２６の電圧を負電圧にする。ウェル電圧制御回路１９はさらに、増幅トランジスタ２４によりＦＤ部２６の信号を出力する際に、ウェル２６の電圧をＦＤ部２５のリセット時の電圧よりも高い電圧に設定する。

40

【００３２】

ここで、ウェル電圧制御回路１９を設けずに単位画素１１を駆動する従来例による駆動の場合と、ウェル電圧制御回路１９を設けて単位画素１１を駆動する本発明による駆動の場合とを対比する。

【００３３】

まず、従来例による駆動の場合について図３のポテンシャル図を用いて説明する。従来

50

例による駆動の場合、ウェル 26 の電圧 V_{well} は 0 V である。

【0034】

図 3 (A) は、リセットオン時のポテンシャル図である。すなわち、リセットトランジスタ 23 のゲートにリセットパルス ϕ_{RST} を印加して当該リセットトランジスタ 23 をオンさせ、FD 部 25 の電位をリセットした状態である。この状態では、FD 部 25 は、電源線 33 から供給されるリセット電圧 V_{rst} (本例では、VDD レベル) でリセットされる。

【0035】

図 3 (B) は、リセットオフ時のポテンシャル図である。すなわち、リセットトランジスタ 23 がオフすることで、当該リセットトランジスタ 23 のゲート下のポテンシャルが浅くなる。そして、リセット電圧 V_{rst} が増幅トランジスタ 24 によりリセットレベルとして出力される。

10

【0036】

図 3 (C) は、信号電荷の転送時のポテンシャル図である。すなわち、転送トランジスタ 22 のゲートに転送パルス ϕ_{TRF} を印加して当該転送トランジスタ 22 をオンさせたときの状態である。転送トランジスタ 22 がオンすることで、そのゲート下のポテンシャルが深くなるために、光電変換によってフォトダイオード 21 に蓄積された信号電荷が FD 部 25 に転送される。

【0037】

図 3 (D) は、信号電荷の転送後のポテンシャル図である。すなわち、転送トランジスタ 22 がオフすることで、FD 部 25 の電位はフォトダイオード 21 から転送された信号電荷の電荷量に応じた電圧となる。この信号電荷に応じた電圧は、増幅トランジスタ 24 により信号レベルとして出力される。

20

【0038】

ここで、電源電圧の低電圧化が進められ、リセット電圧 V_{rst} が低くなってきている状況の中で、SN 比を良好なものとするために、FD 部 25 の容量を小さく抑えて、信号電荷を信号電圧に変化する際の変換効率を高くすると、それに応じて撮像の感度が高くなるため、例えば強い光が固体撮像装置の撮像面に入射したときに、図 3 (D) に示すように、フォトダイオード 21 の信号電荷は FD 部 25 まで転送されず、転送残りして一部がフォトダイオード 21 に残留してしまう。また、仮にフォトダイオード 21 のポテンシャルが浅く、FD 部 25 への信号電荷の転送に成功したとしても、FD 部 25 の電位は極端に低くなってしまう。

30

【0039】

続いて、本発明による駆動の場合について図 4 のポテンシャル図を用いて説明する。

【0040】

図 4 (A) は、リセットオン時のポテンシャル図である。すなわち、ウェル電圧制御回路 19 により、ウェル 26 の電圧 V_{well} を負電圧に設定し、リセットトランジスタ 23 のゲートにリセットパルス ϕ_{RST} を印加して当該リセットトランジスタ 23 をオンさせ、FD 部 25 の電位をリセットした状態である。このとき、FD 部 25 は、電源線 33 から供給されるリセット電圧 V_{rst} (本例では、VDD レベル) でリセットされる。なお、負電圧は、リセット電圧 V_{rst} に応じて任意に決定される。

40

【0041】

ここで、リセットトランジスタ 23 としては、デプレッション型トランジスタが用いられる。すなわち、ウェル 26 の電圧を考慮し、当該ウェル 26 への負電圧の印加時にも、リセットトランジスタ 23 が十分深くオンするようにその閾値電圧をデプレッション化して設計するのが好ましい。

【0042】

図 4 (B) は、リセットオフ時のポテンシャル図である。すなわち、リセットトランジスタ 23 がオフすることで、当該リセットトランジスタ 23 のゲート下のポテンシャルが浅くなる。このときも、ウェル 26 の電圧 V_{well} は負電圧である。そして、リセット

50

電圧 V_{rst} が増幅トランジスタ 24 によりリセットレベルとして出力される。

【0043】

図 4 (C) は、ウェル 26 の電圧 V_{we11} を負電圧から 0 V に戻したときのポテンシャル図である。FD 部 25 はフローティング状態にあるため、ウェル 26 の電圧 V_{we11} を 0 V に戻すことで、電圧 V_{we11} の上昇に伴って FD 部 25 の電位も上昇する。結果として、図 3 (B) のときよりも高い電圧で FD 部 25 をリセットすることができる。

【0044】

図 4 (D) は、信号電荷の転送時のポテンシャル図である。すなわち、転送トランジスタ 22 のゲートに転送パルス ϕ_{TRF} を印加して当該転送トランジスタ 22 をオンさせたときの状態である。転送トランジスタ 22 がオンすることで、そのゲート下のポテンシャルが深くなるために、光電変換によってフォトダイオード 21 に蓄積された信号電荷が FD 部 25 に転送される。このとき、元々の FD 部 24 の電位が高いため、フォトダイオード 21 での転送残りが発生しない。

【0045】

図 4 (E) は、信号電荷の転送後のポテンシャル図である。すなわち、転送トランジスタ 22 がオフすることで、FD 部 25 の電位はフォトダイオード 21 から転送された信号電荷の電荷量に応じた電圧となる。このとき、ウェル 26 を負電圧にしないとき、即ち図 3 (D) の状態よりも電荷転送後の FD 部 25 の電位が高くなっている。このため、FD 部 25 の電位を増幅トランジスタ 24 により信号レベルとして出力する際に、増幅トランジスタ 24 は高い増幅率で信号を増幅することができる。

【0046】

図 4 (C) の状態で単位画素 11 から出力されるリセットレベルと、図 4 (E) の状態で単位画素 11 から出力される信号レベルは、垂直信号線 31 を通してカラム回路 14 に供給され、当該カラム回路 14 における CDS 処理でそれぞれ順にサンプリングされる。このように、図 4 (C) の状態、即ちウェル 26 の電圧が安定した状態でサンプリングを行うことで、ウェル 26 に印加する負電圧のバラツキにより発生するリセットノイズの影響を除去する。

【0047】

転送トランジスタ 22 のゲート下のポテンシャル障壁は、フォトダイオード 21 のオーバーフローパス、具体的には図 4 (A) に示すように、フォトダイオード 21 の n 型の信号電荷蓄積領域とその下の n 型基板（または、n ウェル）に形成された p 型のオーバーフローバリア領域 40 よりも十分高くなるように設計する。これにより、ウェル 26 に負電圧を印加しても、フォトダイオード 21 に蓄積された信号電荷が転送トランジスタ 22 のゲート下からオーバーフローしないため、飽和信号の減少を抑制することができる。

【0048】

また、オーバーフローパスが主に転送トランジスタ 22 のゲート下に存在する場合には、ウェル 26 の電圧を負電圧にするとときに、それに伴って転送トランジスタ 22 のゲートに印加する電圧、即ち転送パルス ϕ_{TRF} の電圧も同程度に低下させることで、信号電荷の転送パスとオーバーフローパスとの相対的なポテンシャル差を確保できるため、飽和信号の減少を抑制することができる。

【0049】

[適用例]

上記実施形態に係る固体撮像装置は、デジタルスチルカメラやビデオカメラ等の撮像装置において、その撮像デバイスとして用いて好適なものである。

【0050】

ここに、撮像装置とは、撮像デバイスとしての固体撮像装置、当該固体撮像装置の撮像面（受光面）上に被写体の像光を結像させる光学系および当該固体撮像装置の信号処理回路を含むカメラモジュール（例えば、携帯電話等の電子機器に搭載されて用いられる）、当該カメラモジュールを搭載したデジタルスチルカメラやビデオカメラ等のカメラシステムを言うものとする。

【 0 0 5 1 】

図 5 は、本発明に係る撮像装置の構成の一例を示すブロック図である。図 5 に示すように、本例に係る撮像装置は、レンズ 5 1 を含む光学系、撮像デバイス 5 2、カメラ信号処理回路 5 3 およびデバイス駆動回路 5 4 等によって構成されている。

【 0 0 5 2 】

レンズ 5 1 を含む光学系は、被写体からの像光を撮像デバイス 5 2 の撮像面上に結像する。撮像デバイス 5 2 は、デバイス駆動回路 5 4 による駆動制御の下に、レンズ 5 1 によって撮像面上に結像された像光を画素単位で電気信号に変換して得られる画像信号を出力する。この撮像デバイス 5 2 として、先述した実施形態に係る固体撮像装置、即ち C M O S イメージセンサが用いられる。カメラ信号処理部 5 3 は、撮像デバイス 5 2 から出力される画像信号に対して、所定の信号処理を施す。

10

【 0 0 5 3 】

デバイス駆動回路 5 4 は、例えば図 1 におけるタイミング発生回路 1 8 やウェル電位制御回路 1 9 等によって構成され、単位画素の駆動時には、ウェル電位制御回路 1 9 による制御の下に、例えばリセットトランジスタにより電荷電圧変換部の電位をリセットする際に、当該電荷電圧変換部を構成するウェルの電圧を負電圧にし、また増幅トランジスタにより電荷電圧変換部の信号を出力する際に、ウェルの電圧を電荷電圧変換部のリセット時の電圧よりも高い電圧に設定する。

【 0 0 5 4 】

上述したように、デジタルスチルカメラやビデオカメラ等の撮像装置において、その撮像デバイスとして先述した実施形態に係る C M O S イメージセンサを搭載することで、次のような作用効果を得ることができる。

20

【 0 0 5 5 】

すなわち、当該 C M O S イメージセンサでは、電源電圧の低電圧化が進められ、リセット電圧が低くなってきている状況の中で、S N 比を良好なものとするために、F D 部 2 5 の容量を小さく抑えて、信号電荷を信号電圧に変化する際の変換効率を高くした場合において、入射光量が多く、信号電荷が多量に光電変換部に蓄積された状態でも、転送残りを発生させることなく電荷の転送を行うことでダイナミックレンジを拡大でき、また電荷電圧変換後の信号を高い増幅率で出力することで S / N を向上できるため、高画質の撮像画像を得ることができる。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 6 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態に係る C M O S イメージセンサの構成の一例を示すブロック図である。

【 図 2 】 単位画素の回路構成の一例を示す回路図である。

【 図 3 】 従来例による駆動の場合の動作説明のためのポテンシャル図である。

【 図 4 】 本発明による駆動の場合の動作説明のためのポテンシャル図である。

【 図 5 】 本発明に係る撮像装置の構成の一例を示すブロック図である。

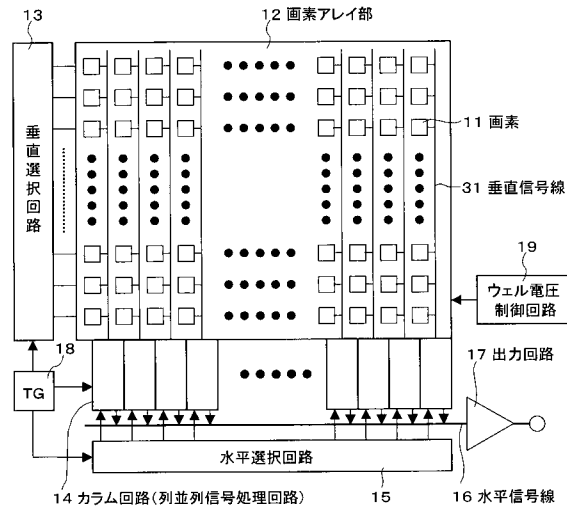
【 符号の説明 】

【 0 0 5 7 】

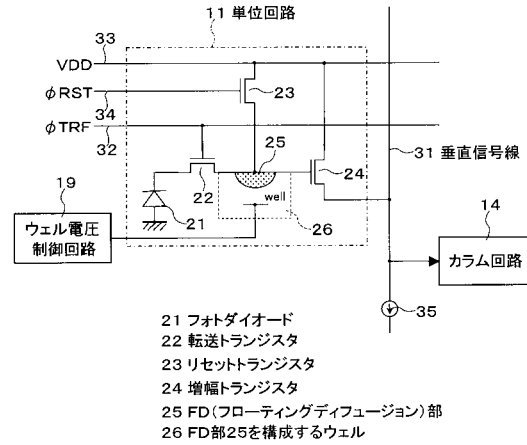
40

1 1 ... 単位画素、 1 2 ... 画素アレイ部（撮像領域）、 1 3 ... 垂直選択回路、 1 4 ... カラム回路（列並列信号処理回路）、 1 5 ... 水平選択回路、 1 6 ... 水平信号線、 1 7 ... 出力回路、 1 8 ... タイミングジェネレータ（T G）、 1 9 ... ウェル電圧制御回路、 2 1 ... フォトダイオード、 2 2 ... 転送トランジスタ、 2 3 ... リセットトランジスタ、 2 4 ... 増幅トランジスタ、 2 5 ... F D（フローティングディフュージョン）部、 2 6 ... F D 部を構成するウェル

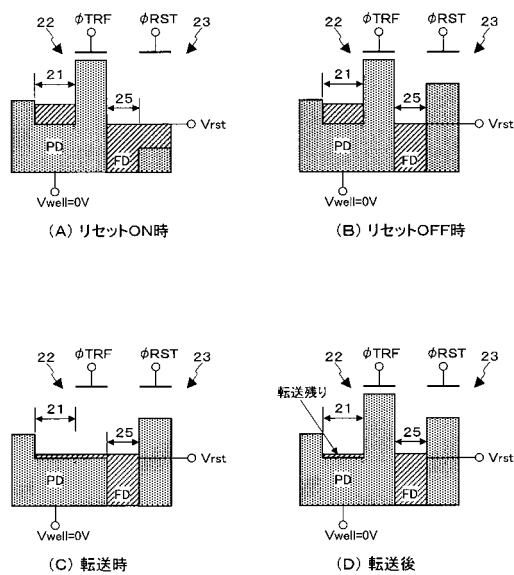
【図 1】



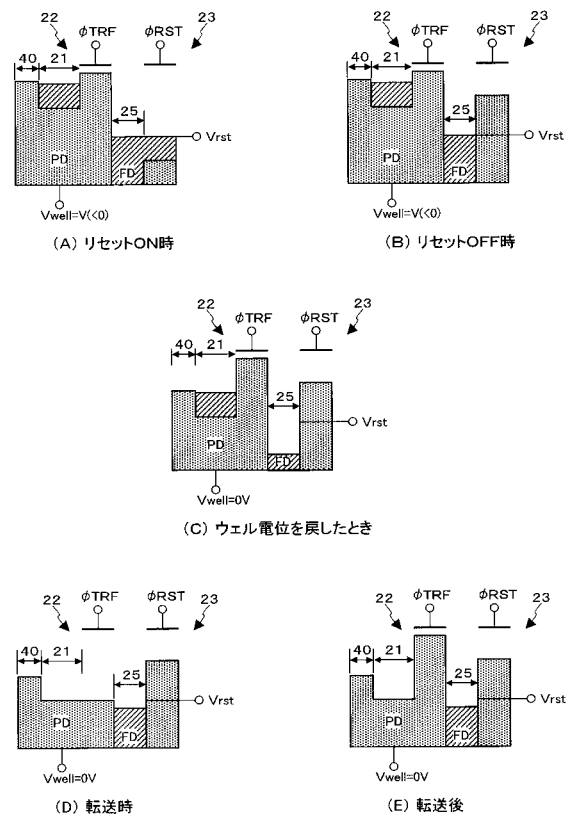
【図 2】



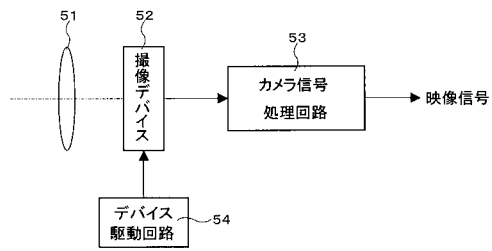
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 4 N 5 / 3 7 4

H 0 1 L 2 7 / 1 4 6

H 0 4 N 5 / 3 5 9