

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第4867028号
(P4867028)

(45) 発行日 平成24年2月1日 (2012. 2. 1)

(24) 登録日 平成23年11月25日 (2011. 11. 25)

(51) Int. Cl.

F I

HO 4 N 5/374 (2011. 01)

HO 4 N 5/378 (2011. 01)

HO 1 L 27/146 (2006. 01)

HO 4 N 5/335 7 4 O

HO 4 N 5/335 7 8 O

HO 1 L 27/14 A

請求項の数 10 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2001-15150 (P2001-15150)	(73) 特許権者	511077731
(22) 出願日	平成13年1月24日 (2001. 1. 24)		インテレクトュアル ベンチャーズ セカ
(65) 公開番号	特開2001-245210 (P2001-245210A)		ンド エルエルシー
(43) 公開日	平成13年9月7日 (2001. 9. 7)		アメリカ合衆国 ワシントン州 9800
審査請求日	平成20年1月21日 (2008. 1. 21)		5 ベルビュー ビルディング4 第13
(31) 優先権主張番号	490238		9アベニュー エスイー 3150
(32) 優先日	平成12年1月24日 (2000. 1. 24)	(74) 代理人	100147485
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 杉村 憲司
前置審査		(74) 代理人	100153017
			弁理士 大倉 昭人
		(74) 代理人	100158148
			弁理士 荒木 淳
		(72) 発明者	アンドレア・ニーダーコーン
			アメリカ合衆国アリゾナ州テンペ、サウス
			・スタンレー・プレース7317
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画素読み出しスイッチ・コンデンサ・バッファ回路およびその方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画素信号増幅回路 (2 0 0) であって :

第 1 および第 2 入力ならびに第 1 および第 2 出力 (R , S) を有する増幅器 (O P 1)

;

前記増幅器の第 1 入力および第 1 出力間に結合された第 1 コンデンサ (C 2) ;

前記増幅器の第 2 入力および第 2 出力間に結合された第 2 コンデンサ (C 4) ;

画素信号 (P I X I N) を受信するように結合された第 1 端子と、前記増幅器の第 1 入

力に結合された第 2 端子とを有する第 3 コンデンサ (C 1) ;

前記画素信号を受信するように結合された第 1 端子と、前記増幅器の第 2 入力に結合さ

れた第 2 端子を有する第 4 コンデンサ (C 3) ; および

前記第 1 コンデンサ (C 2) の第 1 および第 2 端子のそれぞれに結合された第 1 導通端

子を有する第 1 および第 2 トランジスタ (2 2 5 c , 2 2 5 d) ;

を備え、

前記第 1 および第 2 トランジスタ (2 2 5 c , 2 2 5 d) がバイアスされると、前記第

1 コンデンサ (C 2) の両端子における電荷が等化される

ことを特徴とする画素信号増幅回路 (2 0 0) 。

【請求項 2】

前記画素信号を受信するように結合された第 1 導通端子と、前記第 3 コンデンサの第 1

端子に結合された第 2 導通端子を有する第 1 トランジスタ (2 2 5 a) であって、前記画

10

20

素信号のリセット値を導通するために前記第 1 トランジスタを選択する信号を受信する制御端子とを有する第 1 トランジスタ (2 2 5 a) ; および

前記画素信号を受信するように結合された第 1 導通端子と、前記第 4 コンデンサの第 1 端子に結合された第 2 導通端子を有する第 2 トランジスタ (2 3 5 a) であって、サンプル画素信号値を導通するために前記第 2 トランジスタを選択する信号を受信する制御端子とを有する第 2 トランジスタ (2 3 5 a) ;

を更に備えることを特徴とする請求項 1 記載の画素信号増幅回路。

【請求項 3】

前記第 3 コンデンサの第 2 端子に結合された第 1 導通端子と、前記増幅器の第 1 入力に結合された第 2 導通端子と、信号を受信する制御端子とを有する第 3 トランジスタ (2 4 5 a) ; および

10

前記第 4 コンデンサの第 2 端子に結合された第 1 導通端子と、前記増幅器の第 2 入力に結合された第 2 導通端子と、信号を受信する制御端子とを有する第 4 トランジスタ (2 4 5 d) ;

を更に備えることを特徴とする請求項 2 記載の画素信号増幅回路。

【請求項 4】

画素検出回路 (2 0 0) であって :

第 1 および第 2 入力を有し、該第 1 および第 2 入力における信号間の差分値を発生する増幅器 (O P 1) ;

前記増幅器の前記第 1 入力および第 1 出力間に結合された第 1 コンデンサ (C 2) であって、画素リセット値を格納する第 1 コンデンサ ;

20

前記増幅器の第 2 入力および第 2 出力間に結合され、サンプル画素信号値を格納する、第 2 コンデンサ (C 4) ; および

前記第 1 コンデンサ (C 2) の第 1 および第 2 端子のそれぞれに結合された第 1 導通端子を有する第 1 および第 2 トランジスタ (2 2 5 c , 2 2 5 d) ;

を備え、

前記第 1 および第 2 トランジスタ (2 2 5 c , 2 2 5 d) がバイアスされると、前記第 1 コンデンサ (C 2) の両端子における電荷が等化される

ことを特徴とする画素検出回路 (2 0 0) 。

【請求項 5】

30

画素信号 (P I X I N) を受信するように結合された第 1 端子と、前記増幅器の第 1 入力に結合された第 2 端子とを有する第 3 コンデンサ (C 1) ; および

前記画素信号を受信するように結合された第 1 端子と、前記増幅器の第 2 入力に結合された第 2 端子を有する第 4 コンデンサ (C 3) ;

を更に備えることを特徴とする請求項 4 記載の画素検出回路。

【請求項 6】

画素信号を検出する方法であって :

第 1 および第 2 コンデンサの端子上の電荷を基準電圧に等しくする段階 ;

第 3 コンデンサ上に画素リセット値を格納する段階 ;

第 4 コンデンサ上にサンプル画素信号値を格納する段階 ;

40

前記第 3 コンデンサ上に格納された画素リセット値を前記第 1 コンデンサに転送する段階 ; および

前記第 4 コンデンサ上に格納されたサンプル画素信号値を前記第 2 コンデンサに転送する段階 ;

を備えることを特徴とする方法。

【請求項 7】

さらに、前記第 1 コンデンサ上に格納された画素リセット値と前記第 2 コンデンサ上に格納されたサンプル画素信号値との間の差を増幅する段階を備えることを特徴とする請求項 6 記載の方法。

【請求項 8】

50

前記第2コンデンサの第1および第2端子のそれぞれに結合された第1導通端子を有する第1および第2トランジスタを更に備えることを特徴とする請求項1記載の画素信号増幅器。

【請求項9】

前記第2コンデンサの第1および第2端子のそれぞれに結合された第1導通端子を有する第1および第2トランジスタを更に備えることを特徴とする請求項4記載の画素信号増幅器。

【請求項10】

第1および第2トランジスタを第2コンデンサに結合する段階を更に備えることを特徴とする請求項6記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一般的に、半導体撮像回路に関し、更に特定すれば、スイッチ・コンデンサを利用して信号対ノイズ比の向上および信号利得の増大を図った画素読み出し回路およびバッファ回路に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

半導体撮像素子の主要な機能は、光子の検出、およびそのエネルギーの測定可能な電圧信号への変換である。典型的に、画素エレメント内においてフォトダイオードから容量性ノードに電荷を移動させることによって発生する電圧を検出する。各画素エレメントをリセットし、画素エレメント・アレイ内にある各ダイオードの基準レベルを決定する。画素リセット動作に続いて、再度画素エレメントを連続的に動作させ、サンプルした画素信号を読み取る。サンプルした画素信号と基準レベルとの差が、アレイ内の各画素エレメントに対して決定される。

【0003】

アクティブ画素センサ(active pixel sensor)の主な性能パラメータは、荷電粒子分光測定(charged particle spectrometry)の用途または撮像の用途であるかに係らず、信号対ノイズ比である。ノイズは、空間、時間および検出成分に分けられる。空間即ち固定パターン・ノイズ(FPN: Fixed Pattern Noise)は、一般に最も大きなノイズ源であり、本発明における重要な課題である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

捕獲した電子電荷(electron charge)の電圧への変換(e^- からV)の間、その結果得られるサンプル信号レベルの強度は非常に小さい。したがって、認知可能なダイナミック・レンジを有する電圧振幅を得るためには、得られたサンプル信号レベルの増幅、即ち、利得作用が必要となる。このためには、信号源において最大利得を与えることにより、下流のノイズ注入源(downstream noise injecting source)からのノイズの増幅を回避することが望ましい。

【0005】

【発明の実施の形態】

本発明が提案する方法は、CMOS撮像素子の列アーキテクチャにおけるスイッチ・コンデンサ回路の適用によって、列読み出し回路におけるソース・フォロワ(source follower)の殆どを排除する。スイッチ・コンデンサは、従来技術において用いられているソース・フォロワ・バッファの使用に伴う利得損失を受けない。

【0006】

コンデンサ比を適正に選択することによって、1よりも大きな利得が得られ、スイッチ・コンデンサ回路を画素信号源に接近して接続することができ、これによって全体の信号対ノイズ比が更に向上する。画素サンプル信号の利得向上は、二次元フォト・アレイ撮像素子には非常に望ましい。この種の素子における画素信号レベルは、局所的な光レベルに左

10

20

30

40

50

右され、信号の振幅が100ミリボルト未満となる場合もあり、信号対ノイズ比の低下を招く。したがって、いずれの下流ノイズ注入源による処理にも先立って、画素信号利得を与えることが非常に望ましい。

【0007】

加えて、一定のコンデンサ比を維持することは、アレイにおける個々のソース・フォロウに一定の利得を維持するよりも簡単である。ソース・フォロウ内における利得の不整合が大きくなると、列間のノイズ比較において現れ、ノイズの増大に至る。図2に示すように、回路にスイッチ・コンデンサを用いることにより、従来技術が示すノイズ性能よりも約30パーセント低い、列間ノイズ性能を達成する。

【0008】

本発明に用いるスイッチ・コンデンサは、アクティブ画素検出エレメントを有するその他の半導体撮像素子にも適用可能である。本発明の構成は、例えば、CMOSリニア・センサ、電荷結合素子(CCD)、または列毎に読み出し検出を行なうその他のCMOSセンサに有効である。かかる画像検出素子は、指紋認証器、カメラ、網膜スキャナ、ならびにデジタルおよびビデオ・カメラに含まれる。

【0009】

図1を参照すると、複数のソース・フォロワ・バッファを有する従来技術の画像センサおよびバッファ回路の簡略構成図が示されている(以下、「従来技術回路100」と呼ぶ)。従来技術回路100は、基準リセット回路部110およびサンプル回路部120を有する。基準リセット回路部110は、2つの共通モード・ソース・フォロワ・スイッチ、即ち、トランジスタ112, 114を有する。また、サンプル回路部120も2つの共通モード・ソース・フォロワ・スイッチ、即ち、トランジスタ122, 124を有する。2つの回路部110, 120は互いに接続され、更に図3に示す画素エレメントの出力にも接続することができる。図3は、画素入力源の一例を示す。従来技術回路100は、相関二重サンプリング(correlated double sampling)を用いた従来技術のCCD撮像方法の一例である。

【0010】

図2は、本発明の一実施例による画素検出回路または画素信号増幅回路200である。回路200は、従来技術回路100(図1)の2つの回路部分110, 120の代わりに、スイッチ・コンデンサを用いた回路を有する。

【0011】

回路200は、リセット回路210およびサンプル信号回路220を含む。回路210, 220は互いに接続され、更に図3に示す画素エレメントの出力にも接続されている。リセット回路210は、リセット信号トランジスタ・スイッチ225aを含む。リセット回路210は、信号PIXIN(図3)を受信し、トランジスタ225aを介してこの信号をコンデンサC1の端子に転送する。コンデンサC1の他方の端子は、トランジスタ・スイッチ245aを介してコンデンサC2の第1端子に、更に差動演算増幅器OP1の第1入力に接続されている。

基準リセット回路210は、トランジスタ・スイッチ225c, 225dを含み、電圧VCMを受信するようにコンデンサC2の双方の端子を接続する。トランジスタ・スイッチ225b, 245bは、コンデンサC1の端子を接続し、電圧VCMを受信する。OP1の出力Rは、コンデンサC2の第2端子に共通に接続されている。

【0012】

サンプル信号回路220は、更に、トランジスタ・スイッチ235aを含み、信号PIXINを受信し、この信号をコンデンサC3の端子に転送する。コンデンサC3の他方の端子は、トランジスタ・スイッチ245dを介してコンデンサC4の第1端子に接続され、更に差動演算増幅器OP1の第2入力にも接続されている。更に、サンプル信号回路220は、トランジスタ・スイッチ235c, 235dを含み、電圧VCMを受信するようにコンデンサC4の端子を接続する。トランジスタ・スイッチ235b, 245cは、コンデンサC3の端子を接続し、電圧VCMを受信する。OP1の出力Sは、コンデンサC4

10

20

30

40

50

の第2端子およびトランジスタ・スイッチ235dの端子に共通に接続されている。負荷トランジスタ215が画素に負荷を与え、P I X I Nソースに接続されている。

【0013】

差動演算増幅器（以下「オペアンプ」と呼ぶ）の使用は有効である。何故なら、完全に差動的なオペアンプは、回路200内で用いる場合、シングル・エンド・ソース・フォロウ回路よりもノイズが少ないからである。つまり、共通モード・ノイズを受けないのである。加えて、以下で更に詳細に説明するが、回路200にO P 1を使用することにより、電圧の利得が得られる。

【0014】

図3は、画素エレメント回路の一例の簡略構成図である。信号R S Tはリセット動作を行なわせ、画素エレメント内にあるフォトダイオード間に基準電圧をセットする。信号X F E Rは、転送動作を行なわせ、光が画素エレメント回路を照明する際、フォトダイオード間に発生する電荷、即ち、サンプル値を転送させる。

10

【0015】

動作において、最初に基準リセット動作が選択された画素上で行われる。信号R S T（図3）が、信号P I X I Nに対する電圧値をセットする。基準リセット動作の間、トランジスタ・スイッチ225a, 225bはオンとなっており、信号P I X I Nは回路200によって処理される。トランジスタ・スイッチ225aは、信号P I X I NをコンデンサC1の端子に転送する。トランジスタ・スイッチ225bは、コンデンサC1の他方の端子におけるV C Mの電圧値をセットする。したがって、画素エレメントからの信号P I X I Nのリセット値はコンデンサC1を充電する。導通モードにあるトランジスタ・スイッチ225a, 225bに伴い、トランジスタ・スイッチ225c, 225dはバイアスされ、コンデンサC2の両端子を接続して電圧V C Mを受信し、コンデンサC3の端子における電荷を等化する。

20

【0016】

次いで、選択した画素エレメント（図3）から信号R S Tを除去し、信号X F E Rをアサートする。画素エレメントを照明する光の強度に応答してフォトダイオードによって発生した電圧、即ち、サンプル画素信号値が、画素エレメントの出力における信号P I X I Nに転送される。トランジスタ・スイッチ235a, 235bは、回路220（図2）内においてオンとなる。トランジスタ・スイッチ235aは、信号P I X I NをコンデンサC3の端子に転送する。トランジスタ・スイッチ235bは、コンデンサC3の他方の端子におけるV C Mの電圧値を設定する。トランジスタ・スイッチ235a, 235bが導通モードにある場合、トランジスタ・スイッチ235c, 235dもバイアスされ、コンデンサC4の両端子を接続して、電圧V C Mを受信し、コンデンサC4の端子における電荷を等化する。

30

【0017】

回路200が画素エレメントからリセット値を受信してコンデンサC1上に蓄積した後、電荷は更にトランジスタ・スイッチ245aを介して転送され、コンデンサC2上に蓄積される。電荷転送は、トランジスタ・スイッチ245a, 245bをオンにすることによって開始される。コンデンサ間の電圧は瞬時に変化することができないので、トランジスタ・スイッチ245bによってコンデンサC1の端子に供給される電圧V C Mは、コンデンサC1上に格納されているリセット値も、コンデンサC2上に格納されている電圧にする。

40

【0018】

加えて、画素エレメント内のフォトダイオードを照明した光の強度に応答してコンデンサC3上に蓄積された電荷は、トランジスタ・スイッチ245dを介してコンデンサC4に転送される。コンデンサC3からコンデンサC4への電荷転送は、トランジスタ・スイッチ245c, 245dを導通モードに切り替えることによって開始される。

【0019】

ここで、画素エレメント・リセット値は、コンデンサC2上に格納され、画素エレメント

50

のダイオードを照明した光によって発生した電圧は、コンデンサ C 4 上に格納される。コンデンサ C 2 , C 4 上に蓄積された電荷間の電圧差は、差動オペアンプ O P 1 によって増幅され、増幅出力信号 R , S が O P 1 の出力に現れる。信号 R , S は、次段（図示せず）において得られ、必要に応じて更に処理される。オペアンプ O P 1 は、スイッチ・コンデンサと共に動作し、電圧利得を与える。

【 0 0 2 0 】

以上の説明から、本発明はリセット値および光が画素エレメントを照明した結果生ずるサンプル信号レベル間の電圧を増幅することが認められよう。演算増幅器による電圧差の検出により、認知可能なダイナミック・レンジを有する電圧振幅が得られる。

【図面の簡単な説明】

10

【図 1】従来技術の撮像センサおよびバッファの簡略構成図。

【図 2】本発明の一実施例による画素信号増幅回路。

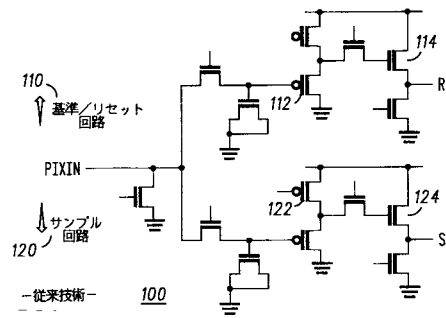
【図 3】画素エレメント回路の一例の簡略構成図。

【符号の説明】

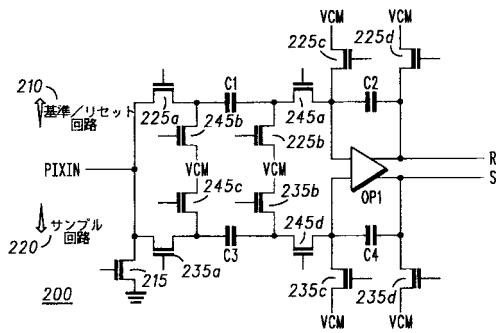
1 0 0 従来技術回路
 1 1 0 基準リセット回路部
 1 1 2 , 1 1 4 , 1 2 2 , 1 2 4 トランジスタ
 1 2 0 サンプル回路部
 2 0 0 画素検出回路 / 画素信号増幅回路
 2 1 0 リセット回路
 2 2 0 サンプル信号回路
 2 2 5 a リセット信号トランジスタ・スイッチ
 2 2 5 c , 2 2 5 d , 2 3 5 a , 2 3 5 c , 2 3 5 d , 2 4 5 a , 2 4 5 d
 トランジスタ・スイッチ
 C 1 , C 2 , C 3 , C 4 コンデンサ
 O P 1 差動演算増幅器

20

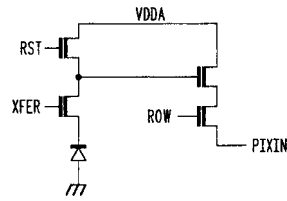
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

- (72)発明者 スハイル・アグワニ
アメリカ合衆国アリゾナ州チャンドラー、イースト・サン・タン・ストリート 2 8 8 0
(72)発明者 デビット・ロカスチオ
アメリカ合衆国アリゾナ州チャンドラー、ウエスト・ゲリー・ドライブ 2 5 9 0

審査官 若林 治男

- (56)参考文献 特表 2 0 0 2 - 5 0 7 8 6 3 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H04N 5/374

H01L 27/146

H04N 5/378