

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5274098号
(P5274098)

(45) 発行日 平成25年8月28日 (2013. 8. 28)

(24) 登録日 平成25年5月24日 (2013. 5. 24)

(51) Int. Cl.	F 1	
HO 4 N 5/32 (2006. 01)	HO 4 N 5/32	
HO 4 N 5/341 (2011. 01)	HO 4 N 5/335 4 1 0	
HO 4 N 5/357 (2011. 01)	HO 4 N 5/335 5 7 0	
HO 4 N 5/374 (2011. 01)	HO 4 N 5/335 7 4 0	
HO 4 N 5/376 (2011. 01)	HO 4 N 5/335 7 6 0	
請求項の数 11 (全 20 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2008-118804 (P2008-118804)	(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
(22) 出願日	平成20年4月30日 (2008. 4. 30)	(74) 代理人	100126240 弁理士 阿部 琢磨
(65) 公開番号	特開2009-272673 (P2009-272673A)	(74) 代理人	100124442 弁理士 黒岩 創吾
(43) 公開日	平成21年11月19日 (2009. 11. 19)	(72) 発明者	竹中 克郎 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
審査請求日	平成23年4月6日 (2011. 4. 6)	(72) 発明者	遠藤 忠夫 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】 撮像装置、放射線撮像システム、その制御方法及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

放射線又は光を電荷に変換するための変換素子と、前記電荷に基づく電気信号を出力する出力動作を行うための出力用スイッチ素子と、を有する画素が行列状に複数配列された変換部と、

前記変換部の前記出力動作を行単位で制御するための出力用駆動回路と、

行単位で並列に出力された複数の前記電気信号を並列に伝送するための複数の信号配線と、

複数の前記信号配線の各々に対応して、複数の前記信号配線のうちの少なくとも一つの信号配線に反転入力端子が電氣的に接続された演算増幅器と、前記反転入力端子と前記演算増幅器の出力端子との間に電氣的に接続された積分容量と、前記積分容量をリセットするためのリセットスイッチと、前記出力端子に電氣的に接続されたサンプルホールド回路と、を含み、前記演算増幅器を介して読み出された電気信号を前記サンプルホールド回路が一時保持するサンプルホールド動作と、前記リセットスイッチが前記積分容量をリセットするリセット動作と、を行うための読み出し回路と、

前記出力動作のうち所定行の画素に対する第1出力動作に対して行われる第1リセット動作と、前記第1リセット動作の次に行われる第2リセット動作と、の間の期間に、前記第1出力動作の終了及び前記第1出力動作の次に行われる第2出力動作の開始と、前記第2出力動作の開始後の前記サンプルホールド動作と、が行われるように、前記出力用駆動回路及び前記読み出し回路を制御するための制御部と、

10

20

を有する撮像装置。

【請求項 2】

前記制御部は、前記第 1 リセット動作と前記第 2 リセット動作との間の期間に、前記第 1 出力動作の終了と、前記第 1 出力動作の終了後の前記第 2 出力動作の開始と、前記第 2 出力動作の開始後の前記サンプルホールド動作と、が行われるように、前記出力用駆動回路及び前記読み出し回路を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 3】

前記変換部は、複数の前記画素とは別に設けられたダミー画素を更に有し、

前記制御部は、複数の前記画素のうち最初に行われる前記サンプルホールド動作の開始より前に、前記ダミー画素に対する出力動作の開始と、前記ダミー画素の出力動作中の前記リセット動作と、前記ダミー画素の出力動作中の前記リセット動作後の前記ダミー画素に対する出力動作の終了と、が行われるように、前記出力用駆動回路及び前記読み出し回路を制御することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の撮像装置。

10

【請求項 4】

前記読み出し回路は、複数の前記信号配線の各々に対応して、前記サンプルホールド回路に一時保持された電気信号を出力する読み出し用スイッチを更に有し、

前記制御部は、前記第 1 出力動作の開始後の前記サンプルホールド動作と前記第 2 出力動作の開始後の前記サンプルホールド動作との間の期間に、前記読み出し用スイッチを介して前記サンプルホールド回路に一時保持された電気信号が出力されるように、前記出力用駆動回路及び前記読み出し回路を制御することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

20

【請求項 5】

前記画素は、前記変換素子を初期状態に近づける初期化動作を行うための初期化用スイッチ素子を更に有し、

前記出力動作を制御するための駆動信号を行単位で前記画素に印加するための初期化用駆動回路と、前記変換素子にバイアスを与えるための電源と、を更に有し、

前記電源は、前記変換素子が初期化動作を行うための初期化用電圧と、前記変換素子が入射された放射線又は光を電荷に変換する変換動作を行うための変換用電圧と、を前記変換素子に与え、前記初期化用スイッチ素子を介して各電圧が前記変換素子に印加されることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

30

【請求項 6】

前記制御部は、前記第 2 出力動作の開始と前記サンプルホールド動作との間に、前記所定行と異なる行の画素に対する前記初期化動作の終了と、前記所定行の画素に対する前記初期化動作の開始と、が行われるように、前記出力用駆動回路、前記読み出し回路、及び前記初期化用駆動回路を制御することを特徴とする請求項 5 に記載の撮像装置。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の撮像装置と、

前記撮像装置に放射線を照射するための放射線源及び前記撮像装置の少なくとも一方を制御する制御装置と、

を有することを特徴とする放射線撮像システム。

40

【請求項 8】

放射線又は光を電荷に変換するための変換素子と、前記電荷に基づく電気信号を出力する出力動作を行うための出力用スイッチ素子と、を有する画素が行列状に複数配列された変換部と、行単位で並列に出力された複数の前記電気信号を並列に伝送するための複数の信号配線と、複数の前記信号配線の各々に対応して、複数の前記信号配線のうちの少なくとも 1 つの信号配線に反転入力端子が電氣的に接続された演算増幅器と、前記反転入力端子と前記演算増幅器の出力端子との間に電氣的に接続された積分容量と、前記積分容量をリセットするためのリセットスイッチと、前記出力端子に電氣的に接続されたサンプルホールド回路と、を含み、前記演算増幅器を介して読み出された電気信号を前記サンプルホールド回路が一時保持するサンプルホールド動作と、前記リセットスイッチが前記積分容

50

量をリセットするリセット動作と、を行うための読み出し回路と、を含む撮像装置の制御方法であって、

前記出力動作のうち所定行の画素に対する第1出力動作に対して行われる第1リセット動作と、前記第1リセット動作の次に行われる第2リセット動作と、の間の期間に、前記第1出力動作の終了及び前記第1出力動作の次に行われる第2出力動作の開始と、前記第2出力動作の開始後の前記サンプルホールド動作と、を行うことを特徴とする撮像装置の制御方法。

【請求項9】

前記変換部は、複数の前記画素とは別に、入射された放射線又は光を電荷に変換する機能を有さないダミー画素を更に有し、

前記ダミー画素の出力動作中のリセット動作後に行われる前記ダミー画素に対する出力動作を終了する工程を、複数の前記画素のうち最初に行われる前記サンプルホールド動作を開始するよりも前に行うことを特徴とする請求項8に記載の制御方法。

【請求項10】

前記画素は、前記変換素子を初期状態に近づける初期化動作を行うための初期化用スイッチ素子を更に有し、

前記第2出力動作の開始と前記サンプルホールド動作との間に、前記所定行と異なる行の画素に対する前記初期化動作を終了する工程と、前記所定行の画素に対する前記初期化動作を開始する工程と、を行うことを特徴とする請求項8又は9に記載の制御方法。

【請求項11】

放射線又は光を電荷に変換するための変換素子と、前記電荷に基づく電気信号を出力する出力動作を行うための出力用スイッチ素子と、を有する画素が行列状に複数配列された変換部と、行単位で並列に出力された複数の前記電気信号を並列に伝送するための複数の信号配線と、複数の前記信号配線の各々に対応して、複数の前記信号配線のうちの少なくとも1つの信号配線に反転入力端子が電氣的に接続された演算増幅器と、前記反転入力端子と前記演算増幅器の出力端子との間に電氣的に接続された積分容量と、前記積分容量をリセットするためのリセットスイッチと、前記出力端子に電氣的に接続されたサンプルホールド回路と、を含み、前記演算増幅器を介して読み出された電気信号を前記サンプルホールド回路が一時保持するサンプルホールド動作と、前記リセットスイッチが前記積分容量をリセットするリセット動作と、を行うための読み出し回路と、を含む撮像装置の制御
をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、

前記出力動作のうち所定行の画素に対する第1出力動作に対して行われる第1リセット動作と、前記第1リセット動作の次に行われる第2リセット動作と、の間の期間に、前記第1出力動作の終了及び前記第1出力動作の次に行われる第2出力動作の開始と、前記第2出力動作の開始後の前記サンプルホールド動作と、を行わせる前記撮像装置の制御をコンピュータに実行させることを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、医療用の診断や工業用の非破壊検査に用いて好適な撮像装置、放射線撮像システム及びその制御方法に関する。なお、本明細書では、X線、線などの電磁波や線、線も放射線に含めるものとして説明する。

【背景技術】

【0002】

近年、X線による医療画像診断や非破壊検査に用いる撮影装置として、半導体材料によって形成された平面型の放射線検出部(Flat Panel Detector、以下FPDと略す)を用いた放射線撮像装置が実用化され始めている。このFPDを用いた放射線撮像装置は、患者などの被検体を透過したX線などの放射線をFPDでアナログ電気信号に変換し、そのアナログ電気信号をアナログデジタル変換してデジタル画像信号を取得するデジタル撮影が可能な装置である。このFPDとしては、直接変換型と間接変換型

10

20

30

40

50

に大別される。直接変換型の放射線撮像装置は、 $a - S e$ などの放射線を直接電荷に変換可能な半導体材料を用いた変換素子を含む画素が、二次元に複数配列されたF P Dを有する装置である。間接変換型の放射線撮像装置は、放射線を光に変換可能な蛍光体などの波長変換体と、光を電荷に変換可能な $a - S i$ などの半導体材料を用いた光電変換素子と、を有する変換素子を含む画素が、二次元に複数配列されたF P Dを有する装置である。間接変換型の放射線撮像装置としては、例えば特許文献1に開示されている。これらF P Dを有する放射線撮像装置は、放射線画像をデジタル情報に置き換えることができるため、画像情報を遠方にしかも瞬時に伝送することが可能になる。このようなF P Dを有する放射線撮像装置は、例えば医療画像診断においては、一般撮影のような静止画撮影や、透視撮影のような動画撮影のデジタル撮像装置として用いられている。また、特許文献1には、変換素子を含む画素がマトリクス状に配置された変換部からの画像信号を、 S / N を劣化させること無く高速に読み出すことが可能な信号処理装置を用いた撮像装置が開示されている。

10

【0003】

特許文献1に開示されている撮像装置の変換部は、放射線又は光を電荷に変換するための変換素子と、変換された電荷に基づく電気信号を出力する出力動作を行うための出力用スイッチ素子と、を有する画素が行列状に複数配列されている。また、駆動配線が、行方向の複数の画素に共通に接続され、列方向に複数配置されている。そして、出力用駆動回路が駆動配線に接続され、駆動配線を介して出力動作を制御するための駆動信号を行単位で画素に印加する。それにより、出力用駆動回路は変換部が行単位での出力動作を行うよう制御する。更に、変換部は行単位で画素からの電気信号を並列に出力するため、電気信号を伝送するための信号配線が、列方向の複数の画素の出力用スイッチ素子の出力端子に共通に接続され、行方向に複数配置されている。変換部の信号配線は読み出し回路に接続されており、読み出し回路は変換部の画素から出力された電気信号を信号配線を介して並列に読み出し、直列の電気信号に変換し、直列の電気信号が読み出し回路から出力される。

20

【0004】

このような撮像装置において、変換部からの電気信号が読み出し回路に読み出される際には、以下に説明する動作が行われる。まず、信号配線と読み出し回路に所定の定電位が与えられて、信号配線等の伝送経路がリセットされる。ここで、この信号配線等の伝送経路をリセットする動作をリセット動作と称する。その後、1行目の駆動配線に駆動信号が与えられ、1行目の出力用スイッチ素子が出力動作を行い、1行目の画素からの電気信号を信号配線に出力する。信号配線に出力された電気信号は、読み出し回路内に信号配線毎に設けられたサンプルホールド回路等の一時記憶手段にサンプリングされ一時保持される。この動作をサンプルホールド動作と称する。電気信号がサンプルホールド回路に保持された後、伝送経路が再度リセットされ、次行の出力動作に備える。その後、2行目の駆動配線に駆動信号が与えられ、2行目の出力用スイッチ素子が出力動作を行い、2行目の画素からの電気信号を信号配線に出力する。このように、リセット動作と出力動作とサンプルホールド動作と、を行単位で順次行い、1画像分の画像信号が変換部から読み出し回路に読み出される。この1画像分の画像信号が変換部から読み出し回路に読み出される動作を読み出し動作と称する。

30

40

【0005】

このような撮像装置において、変換部の駆動配線と信号配線とが交差部を有して配置されている。そのため、駆動配線に印加される駆動信号の立ち上がりや立ち下がりの電位変動に起因する電位変動成分が交差部の容量を介して信号配線で伝送される電気信号に混入される。更に、出力用スイッチ素子として制御端子(ゲート)と2つの主端子(ソース、ドレイン)を有するトランジスタを用いた場合には、ゲート・ソース間容量(C_{gs})を介して伝送される電気信号への電位変動成分の混入が発生する。特許文献1では、信号配線等の伝送経路のリセットとサンプルホールド動作の間に出力動作が行われている。そのため、駆動信号の立ち上がりに起因する電位変動成分は、駆動信号の立ち下がりに起因す

50

る電位変動成分で相殺され、出力され保持された電気信号には電位変動の影響は及ばない。

【特許文献1】特開2002-199292号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、駆動信号の立ち下がりに起因する電位変動成分は、所定の電位に収束されるまでに駆動配線の抵抗と交差部の容量に依存して時間が掛かる。更に、出力用スイッチ素子として制御端子(ゲート)と2つの主端子(ソース、ドレイン)を有するトランジスタを用いた場合には、電位変動成分が所定の電位に収束されるまでに駆動配線の抵抗とCgsに依存する時間も掛かる。混入された電位変動成分が落ち着くまでの時間内にサンプルホールド動作を行うと、出力され保持される電気信号が電位変動の影響を受けてノイズ成分が増大し、撮像装置で得られた画像信号の信号対ノイズ比(S/N比)を悪化させてしまう。そのため、出力動作が終了してから電位変動成分が所定の電位に収束されるまで所定時間待って、サンプルホールド動作を行わなければならない。この所定時間が行単位で発生するため、例えば1000行1000列の変換部から1画像分の画像信号を得るためには、1000回分所定時間待たなければならない。そのため、S/N比を悪化させることなく、例えば30フレーム/秒の動画撮影が達成されるような、画像信号の読み出しに掛かる時間(フレーム時間)を短縮することが困難であった。

【0007】

そこで本発明は、上記課題を鑑み、画像信号のS/N比を悪化させることなくフレーム時間を短縮することが可能な撮像装置又は放射線撮像装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係る撮像装置は、放射線又は光を電荷に変換するための変換素子と、前記電荷に基づく電気信号を出力する出力動作を行うための出力用スイッチ素子と、を有する画素が行列状に複数配列された変換部と、前記変換部の前記出力動作を行単位で制御するための出力用駆動回路と、行単位で並列に出力された複数の前記電気信号を並列に伝送するための複数の信号配線と、複数の前記信号配線の各々に対応して、複数の前記信号配線のうちの少なくとも1つの信号配線に反転入力端子が電氣的に接続された演算増幅器と、前記反転入力端子と前記演算増幅器の出力端子との間に電氣的に接続された積分容量と、前記積分容量をリセットするためのリセットスイッチと、前記出力端子に電氣的に接続されたサンプルホールド回路と、を含み、前記演算増幅器を介して読み出された電気信号を前記サンプルホールド回路が一時保持するサンプルホールド動作と、前記リセットスイッチが前記積分容量をリセットするリセット動作と、を行うための読み出し回路と、前記出力動作のうち所定行の画素に対する第1出力動作に対して行われる第1リセット動作と、前記第1リセット動作の次に行われる第2リセット動作と、の間の期間に、前記第1出力動作の終了及び前記第1出力動作の次に行われる第2出力動作の開始と、前記第2出力動作の開始後の前記サンプルホールド動作と、が行われるように、前記出力用駆動回路及び前記読み出し回路を制御するための制御部と、を有するものである。

【0009】

本発明に係る撮像装置の制御方法は、放射線又は光を電荷に変換するための変換素子と、前記電荷に基づく電気信号を出力する出力動作を行うための出力用スイッチ素子と、を有する画素が行列状に複数配列された変換部と、行単位で並列に出力された複数の前記電気信号を並列に伝送するための複数の信号配線と、複数の前記信号配線の各々に対応して、複数の前記信号配線のうちの少なくとも1つの信号配線に反転入力端子が電氣的に接続された演算増幅器と、前記反転入力端子と前記演算増幅器の出力端子との間に電氣的に接続された積分容量と、前記積分容量をリセットするためのリセットスイッチと、前記出力端子に電氣的に接続されたサンプルホールド回路と、を含み、前記演算増幅器を介して読

10

20

30

40

50

み出された電気信号を前記サンプルホールド回路が一時保持するサンプルホールド動作と、前記リセットスイッチが前記積分容量をリセットするリセット動作と、を行うための読み出し回路と、を含む撮像装置の制御方法であって、前記出力動作のうち所定行の画素に対する第1出力動作に対して行われる第1リセット動作と、前記第1リセット動作の次に行われる第2リセット動作と、の間の期間に、前記第1出力動作の終了及び前記第1出力動作の次に行われる第2出力動作の開始と、前記第2出力動作の開始後の前記サンプルホールド動作と、を行うことを特徴とするものである。

【0010】

本発明に係る撮像装置の制御をコンピュータに実行させるプログラムは、放射線又は光を電荷に変換するための変換素子と、前記電荷に基づく電気信号を出力する出力動作を行うための出力用スイッチ素子と、を有する画素が行列状に複数配列された変換部と、行単位で並列に出力された複数の前記電気信号を並列に伝送するための複数の信号配線と、複数の前記信号配線の各々に対応して、複数の前記信号配線のうちの少なくとも1つの信号配線に反転入力端子が電気的に接続された演算増幅器と、前記反転入力端子と前記演算増幅器の出力端子との間に電気的に接続された積分容量と、前記積分容量をリセットするためのリセットスイッチと、前記出力端子に電気的に接続されたサンプルホールド回路と、を含み、前記演算増幅器を介して読み出された電気信号を前記サンプルホールド回路が一時保持するサンプルホールド動作と、前記リセットスイッチが前記積分容量をリセットするリセット動作と、を行うための読み出し回路と、を含む撮像装置の制御をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、前記出力動作のうち所定行の画素に対する第1出力動作に対して行われる第1リセット動作と、前記第1リセット動作の次に行われる第2リセット動作と、の間の期間に、前記第1出力動作の終了及び前記第1出力動作の次に行われる第2出力動作の開始と、前記第2出力動作の開始後の前記サンプルホールド動作と、を行わせる前記撮像装置の制御をコンピュータに実行させることを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、画像信号のS/N比を悪化させることなくフレーム時間を短縮することが可能な撮像装置又は放射線撮像装置を提供することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下に、本発明を適用した撮像装置として、放射線撮像装置の好適な実施形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

【0013】

(第1の実施形態)

図1は本発明の第1の実施形態に係る放射線撮像装置の等価回路図である。図1において、入射した放射線又は光を電荷に変換するための変換素子 S_{mn} と、変換素子 S_{mn} で変換された電荷に基づく電気信号を出力する出力動作を行うための出力用スイッチ素子 T_{mn} と、を有する画素が、行列状に複数配列されている。本実施形態において、変換素子としては、光を電荷に変換するための光電変換素子が用いられており、放射線を電荷に変換する場合には、放射線を光に変換する波長変換体と、光電変換素子とを組み合わせ用いられる。光電変換素子は、入射した光を電荷に変換する受光領域110と、変換された電荷を蓄積する容量111を有する。光電変換素子としては例えば、水素化非晶質シリコン膜を用いたMIS型或いはPIN型の光電変換素子が好適に用いられる。ここで、放射線を電荷に変換する変換素子として、アモルファスセレン(a-Se)等の放射線を直接電荷に変換可能な材料を用いて形成された素子を適用することも可能である。本実施形態における出力用スイッチ素子としては、ガラス基板等の絶縁性基板上に設けられ、アモルファスシリコン等の非単結晶半導体が用いられた薄膜トランジスタ(以下TF Tと示す)が好適に用いられている。ただし、本発明では出力用スイッチ素子はTF Tに限定されるものではなく、例えばダイオードのスイッチ素子等、他のスイッチ素子を用いてもよい。

出力用スイッチ素子が有する2つの主端子の一方は、変換素子が有する2つの電極の一方と電氣的に接続されている。m行目の出力用スイッチ素子 $T_{m1} \sim T_{m3}$ の制御端子には駆動配線 G_m が共通に接続されている。ここでmは、行数を表す自然数である。つまり駆動配線は、行方向の複数の画素に共通に接続され、列方向に複数配置されている。n列目の出力用スイッチ素子 $T_{1n} \sim T_{3n}$ が有する2つの主端子の他方には、出力された電気信号を伝送するための信号配線 M_n が共通に接続されている。ここでnは、列数を表す自然数である。つまり信号配線は、列方向の複数の画素に共通に接続され、行方向に複数配置されている。変換素子 S_{mn} が有する2つの電極の他方には、バイアス配線を介して変換素子にバイアスを与えるためのバイアス電源107が電氣的に接続されている。変換部101は、これら複数の画素、駆動配線、信号配線、バイアス配線を含み、行単位で出力動作が行われ、行方向の複数の画素から並列に電気信号が出力され得る。

10

【0014】

駆動配線 G_m には、出力用駆動回路102が電氣的に接続され、駆動配線 G_m を介して出力動作を制御するための駆動信号を行単位で画素に印加する。出力用駆動回路102は、変換部101が行単位での出力動作を行うように、変換部101を制御する。本実施形態では、出力用駆動回路102としてシフトレジスタ(SR1)が用いられている。出力用駆動回路102から出力される駆動信号は、立ち上がり、Hi状態、立ち下がり、Lo状態を有している。本実施形態では、立ち上がりによって出力動作の開始を規定して出力用スイッチ素子が導通状態となり、Hi状態によって出力用スイッチ素子の導通状態が維持されて出力動作が行われる。そして、立ち下がりによって出力動作の終了を規定し出力用スイッチ素子が非導通状態となり、Lo状態によって出力用スイッチ素子の非導通状態が維持されている。

20

【0015】

信号配線 M_n には、読み出し回路103が電氣的に接続され、信号配線を介して画素から出力された電気信号を並列に読み出し、直列の電気信号に変換し、直列の電気信号である画像信号を出力する。また、読み出し回路103は、信号配線を介して読み出された電気信号を一時記憶するサンプルホールド動作と、信号配線等の伝送経路をリセットするリセット動作を行う。本実施形態における読み出し回路103では、n列目の信号配線 M_n に対応して、信号配線 M_n を介して読み出された電気信号を反転入力端子で入力し増幅して出力端子から出力するための第1演算増幅器 E_n が、信号配線 M_n に対して初段に設けられている。第1演算増幅器 E_n の反転入力端子と出力端子の間には、第1積分容量 C_{f1n} と第1リセットスイッチ S_{RESn} が接続されている。第1リセットスイッチ S_{RESn} は、正転入力端子に電氣的に接続される第1基準電源 V_{REF1} から所定の定電位を信号配線 M_n と第1積分容量 C_{f1n} に与えるためのものである。そのため第1リセットスイッチ S_{RESn} により、信号配線 M_n と第1積分容量 C_{f1n} をリセットすることができる。第1演算増幅器 E_n の出力端子には、抵抗 R_n と、一方の端子が抵抗 R_n に直列に接続された容量 C_{cn} とによって構成されたローパスフィルタが接続されている。また、容量 C_{cn} は、信号の交流成分のみを通過させる機能を有する。容量 C_{cn} の他方の端子(ローパスフィルタの後段)には、第1演算増幅器 E_n 及びローパスフィルタを介して読み出された電気信号を反転入力端子で入力し、増幅して出力端子から出力するための第2演算増幅器 F_n が設けられている。第2演算増幅器 F_n の反転入力端子と出力端子の間には、第2積分容量 C_{f2n} と第2リセットスイッチ S_{dn} が接続されている。第2リセットスイッチ S_{dn} は、正転入力端子に電氣的に接続される第2基準電源 V_{REF2} から所定の定電位を第2積分容量 C_{f2n} に与えて第2積分容量 C_{f2n} をリセットするためのものである。ここで本実施形態では、画素から出力された電気信号を後述のサンプルホールド回路に伝送するための伝送経路を、信号配線 M_n 、第1演算増幅器 E_n 及び第1積分容量 C_{f1n} 、第2演算増幅器 F_n 及び第2積分容量 C_{f2n} とを含むものとしている。なお、伝送経路は上述の構成に限定されるものではなく、信号配線と公知の抵抗、容量、増幅器等の組み合わせが好適に用いられる。第2演算増幅器の出力端子には、サンプリングスイッチ S_{pn} とサンプリング容量 C_{Ln} とによって構成されるサンプルホールド回

30

40

50

路が接続されている。サンプリングスイッチ S_{pn} は、信号配線 M_n 、第1演算増幅器 E_n 、ローパスフィルタ、第2演算増幅器 F_n を介して読み出された電気信号をサンプリングするためのものである。サンプリング容量 C_{Ln} は、サンプリングされた電気信号を一時保持するためのものであり、一方の端子がサンプリングスイッチ S_{pn} の出力端子に接続され、他方の端子はグラウンドなどの定電位に固定されている。サンプリングスイッチ S_{pn} の出力端子とサンプリング容量の一方の端子との接続点（サンプルホールド回路の出力部）は、バッファアンプ B_n の正転入力端子に電氣的に接続されている。バッファアンプ B_n は、正転入力端子に入力された信号をインピーダンス変換して出力端子から出力するものである。バッファアンプ B_n の出力端子には、読み出し用スイッチ S_{rn} の入力端子が接続され、読み出し用スイッチ S_{rn} の制御端子には読み出し用スイッチ S_{rn} を順次走査するシフトレジスタ104が接続されている。読み出し用スイッチ $S_{r1} \sim S_{r3}$ とシフトレジスタ104によって、並列に読み出された電気信号を順次出力して直列の電気信号に変換し、画像信号として出力するマルチプレクサが構成される。読み出し用スイッチ $S_{r1} \sim S_{r3}$ の出力端子は共通に、言い換えるとマルチプレクサの出力端子は、出力バッファアンプ105の正転入力端子に電氣的に接続され、出力バッファアンプ105は画像信号をインピーダンス変換して出力する。読み出し回路103は、信号配線毎に設けられたサンプルホールド回路と、複数のサンプルホールド回路に並列に読み出された電気信号を順次出力して直列の電気信号である画像信号として出力するマルチプレクサと、を少なくとも含むものである。

10

【0016】

20

読み出し回路103から出力されたアナログの画像信号は、アナログデジタル変換器（以下A/D変換器と示す）106によってデジタルの画像信号に変換され、変換されたデジタルの画像信号がA/D変換器106から出力される。なお、本実施形態においては、A/D変換器106は読み出し回路103の後段に別に設けられているが、本発明はそれに限定されるものではない。A/D変換器が読み出し回路内に存在し、さらに信号配線毎にA/D変換器が設けられていても良い。その場合、本実施形態のサンプルホールド回路はデジタル画像信号を一時記憶可能なメモリに置き換えられる。

【0017】

出力用駆動回路102と読み出し回路103の動作は、撮像制御部108によって制御される。撮像制御部108は、出力用駆動回路102に対して出力動作を開始させるためのスタートパルスや、出力動作のタイミングを規定するためのクロックパルスなどを与えて、出力用駆動回路102の動作を制御している。また撮像制御部108は、読み出し回路103に対して、第1制御信号 C_{RES} や第2制御信号 D_{RES} 、サンプリング信号 S_{MPL} などの各種信号を与えて、読み出し回路103の動作を制御している。ここで、第1制御信号 C_{RES} は、第1リセットスイッチ S_{RES1n} が信号配線 M_n と第1積分容量 C_{f1n} とをリセットするリセット動作を規定する信号である。また、第2制御信号 D_{RES} は、第2リセットスイッチ S_{dn} が第2積分容量 C_{f2n} をリセットする動作を規定する信号である。そして、サンプリング信号 S_{MPL} は読み出された電気信号を一時保持するサンプルホールド動作を規定する信号である。また撮像制御部108は、読み出し回路103のシフトレジスタ104に対して、並列直列変換動作を開始させるためのスタートパルスや、並列直列変換動作のタイミングを規定するためのクロックパルスなどを与える。

30

40

【0018】

次に図1及び図2を用いて、本実施形態の放射線撮像装置の読み出し動作を説明する。図2は、本発明の第1の実施形態に係る放射線撮像装置のタイミングチャートである。

【0019】

まず、撮像制御部108から読み出し回路103に第1制御信号 C_{RES} と第2制御信号 D_{RES} が与えられ、信号配線 $M_1 \sim M_3$ 、第1積分容量 $C_{f11} \sim C_{f13}$ 、及び第2積分容量 $C_{f21} \sim C_{f23}$ をリセットするリセット動作が行われる。このリセット動作は、伝送経路を初期状態にするために行われるものであり、本実施形態では、第1リセ

50

ットスイッチ S_{RESn} 、第2リセットスイッチ S_{dn} によって行われている。ただし、リセット動作はこれに限定されるものではなく、例えば信号配線に電氣的に接続されたりリセット用のスイッチを別途設けてもよい。その場合、そのリセット用のスイッチは読み出し回路に含まれるものとする。

【0020】

次に、リセット動作の終了後、出力用駆動回路102から1行目の駆動配線G1に駆動信号が与えられ、出力用スイッチ素子T11~T13が導通状態となり、1行目の出力動作が開始される。ここで、1行目の出力動作の開始は、1行目の駆動配線に与えられる駆動信号の立ち上がりによって規定される。出力動作によって出力される1行目の画素の電気信号は、信号配線M1~M3を介して第1演算増幅器E1~E3の第1積分容量Cf11~Cf13に出力される。第1演算増幅器E1~E3と第1積分容量Cf11~Cf13によって増幅された電気信号は、第2演算増幅器F1~F3の第2積分容量Cf21~Cf23に出力される。そして、撮像制御部108からサンプリングスイッチSp1~Sp3にサンプリング信号SMP Lに与えられる。これにより、第2演算増幅器F1~F3と第2積分容量によって増幅された電気信号を、サンプリングスイッチSp1~Sp3を介してサンプリング容量CL1~CL3に一時保持するサンプルホールド動作が行われる。サンプルホールド動作の終了後に、撮像制御部108から読み出し回路103に第1制御信号CRESと第2制御信号DRESが与えられる。これにより、信号配線M1~M3、第1積分容量Cf11~Cf13、及び第2積分容量Cf21~Cf23をリセットするリセット動作が行われる。また、サンプリング容量CL1~CL3に一時保持された電気信号は、読み出し用スイッチSr1~Sr3とシフトレジスタ104によって構成されたマルチプレクサにより順次出力され、1行分の画像信号として読み出し回路103から出力される。そして、リセット動作の終了後、1行目の駆動配線G1への駆動信号の印加が終了し、出力用スイッチ素子T11~T13が非導通状態となり、1行目の出力動作が終了される。ここで、1行目の出力動作の終了は、1行目の駆動配線に与えられる駆動信号の立ち下がりによって規定される。

【0021】

次に、1行目の出力動作が終了された後に、出力用駆動回路102から2行目の駆動配線G2に駆動信号が与えられ、出力用スイッチ素子T21~T23が導通状態となり、2行目の出力動作が開始される。ここで、2行目の出力動作の開始は、2行目の駆動配線に与えられる駆動信号の立ち上がりによって規定される。出力動作によって出力される2行目の画素の電気信号は、1行目と同様にサンプルホールド動作によってサンプリング容量CL1~CL3に一時保持される。サンプルホールド動作の終了後に、1行目と同様にリセット動作が行われる。また、サンプリング容量CL1~CL3に一時保持された電気信号は、1行目と同様に1行分の画像信号として読み出し回路103から出力される。そして、リセット動作の終了後、2行目の駆動配線G2への駆動信号の印加が終了し、出力用スイッチ素子T21~T23が非導通状態となり、2行目の出力動作が終了される。ここで、2行目の出力動作の終了は、2行目の駆動配線に与えられる駆動信号の立ち下がりによって規定される。

【0022】

そして、2行目の出力動作が終了された後に、出力用駆動回路102から3行目の駆動配線G3に駆動信号が与えられ、出力用スイッチ素子T31~T33が導通状態となり、3行目の出力動作が開始される。ここで、3行目の出力動作の開始は、3行目の駆動配線に与えられる駆動信号の立ち上がりによって規定される。出力動作によって出力される3行目の画素の電気信号は、1行目、2行目と同様にサンプルホールド動作によってサンプリング容量CL1~CL3に一時保持される。サンプルホールド動作の終了後に、1行目、2行目と同様にリセット動作が行われる。また、サンプリング容量CL1~CL3に一時保持された電気信号は、1行目、2行目と同様に1行分の画像信号として読み出し回路103から出力される。そして、リセット動作の終了後、3行目の駆動配線G3への駆動信号の印加が終了し、出力用スイッチ素子T31~T33が非導通状態となり、3行目の

10

20

30

40

50

出力動作が終了される。ここで、3行目の出力動作の終了は、3行目の駆動配線に与えられる駆動信号の立ち下がりによって規定される。以上のように3行3列の複数の画素を有する変換部101から1画面分の画像信号が出力される読み出し動作が行われる。つまり本発明では、撮像制御部108は、出力動作の開始後のサンプルホールド動作と、サンプルホールド動作後のリセット動作と、リセット動作後の出力動作の終了と、が行単位で順次行われるように、出力用駆動回路102及び読み出し回路103を制御している。なお、本実施形態では3行3列の複数の画素を有する変換部101に対する読み出し動作を説明したが、本発明はこれに限定されるものでなく、更なる多画素の変換部にも適用され得る。また、本実施形態では、1行目、2行目、3行目の順に、動作が順次行われる例を用いて説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。各行が異なるタイミングで順

10

【0023】

次に、2行目の画素から読み出された電気信号に着目して、本発明により読み出された電気信号について説明する。

20

【0024】

まず、リセット動作により伝送経路である信号配線 M_n 、第1積分容量 C_{f1n} 、及び第2積分容量 C_{f2n} がリセットされる。その後、1行目の出力動作の終了が終了される。第1積分容量の容量値を C_{f1} 、第1基準電源 V_{REF1} の電圧値を V_{REF1} 、1行目に起因する寄生容量を介して注入される電荷を Q_{gs1n} とすると、1行目の出力動作終了時の第1演算増幅器の出力電圧 V_{1n} は、以下の式(1)で示される。

$$V_{1n} = V_{REF1} + (Q_{gs1n} / C_{f1}) \cdot \cdot \cdot (1)$$

【0025】

次に、出力動作により2行目の各画素で変換された電荷 Q_{2n} に基づく電気信号が読み出され、第1演算増幅器から出力され、サンプルホールド動作に備えている。2行目に起因する寄生容量を介して混入する電荷を Q_{gs2n} とすると、2行目のサンプルホールド動作前における第1演算増幅器の出力電圧 V_{1n} は、以下の式(2)で示される。

30

$$V_{1n} = V_{REF1} + (Q_{gs1n} / C_{f1}) - (Q_{2n} / C_{f1}) - (Q_{gs2n} / C_{f1}) \cdot \cdot \cdot (2)$$

【0026】

ここで、駆動信号のHi状態の電圧を V_{gon} 、Lo状態の電圧を V_{goff} 、1行目に起因する寄生容量値を C_{gs1n} とすると、1行目の出力動作終了時において、混入する電荷 Q_{gs1n} は、以下の式(3)で示される。

$$Q_{gs1n} = (V_{gon} - V_{goff}) / C_{gs1n} \cdot \cdot \cdot (3)$$

【0027】

また、2行目に起因する寄生容量値を C_{gs2n} とすると、2行目の出力動作開始時において、混入する電荷 Q_{gs2n} は、以下の式(4)で示される。

40

$$Q_{gs2n} = (V_{gon} - V_{goff}) / C_{gs2n} \cdot \cdot \cdot (4)$$

【0028】

そして、1行目に起因する寄生容量値を C_{gs1n} と2行目に起因する寄生容量値を C_{gs2n} は、変換部101内で近傍に形成されているため、略同等の値になるように変換部101は準備される。そのため、以下の式(5)が示される。

$$C_{gs1n} = C_{gs2n}, Q_{gs1n} = Q_{gs2n} \cdot \cdot \cdot (5)$$

【0029】

式(3)~(5)により、式(2)で示された2行目のサンプルホールド動作前にお

50

る第1演算増幅器の出力電圧 V_{1n} は、以下の式(6)となる。

$$V_{1n} = V_{REF1} - (Q_{2n} / C_{f1}) \cdots (6)$$

【0030】

以上説明したように、本発明によれば、リセット動作後に所定行の出力動作が終了し、その後所定行と異なる行の出力動作の開始と、出力動作の開始後のサンプルホールド動作が行われる。そのため、駆動信号の立ち上がり及び立ち下がりに起因する電位変動成分は相殺され、出力され保持される電気信号には電位変動成分の影響は及ばない。そして、本発明によれば、出力動作が開始されてから終了するまでの間に、サンプルホールド動作とリセット動作を行うことが可能となる。そのため、特許文献1のように、出力動作が終了してから信号配線の電位変動成分が所定の電位に収束されるまで所定時間待ってサンプル

10

【0031】

(第2の実施形態)

図4は本発明の第2の実施形態に係る放射線撮像装置の等価回路図である。また、図5は、本発明の第2の実施形態に係る放射線撮像装置のタイミングチャートである。ここで、図4及び図5において、第1の実施形態で説明した構成要素に対しては同じ番号を付与して詳細な説明は割愛し、以下では第1の実施形態と異なる部分に対してのみ詳細な説明を行う。

【0032】

20

第1の実施形態では、1行目の画素から読み出された電気信号に着目すると、2行目と異なり1行目より前に出力動作している行がないため、1行目の駆動信号の立ち上がり起因する信号配線 M_n の電位変動の影響が相殺されない。そのため、1行目のサンプルホールド動作前における第1演算増幅器の出力電圧 V_{1n} は、以下の式(7)となる。

$$V_{1n} = V_{REF1} - (Q_{1n} / C_{f1}) - (Q_{gs1n} / C_{f1}) \cdots (7)$$

つまり、第1の実施形態では、1行目の画素から信号配線 M_n に出力される電気信号に、1行目に起因する寄生容量を介して1行目の駆動信号の立ち上がり起因する電荷 Q_{gs1n} が混入してしまう。この場合、別途光を入射しないで読み出し動作を行い、 (Q_{gs1n} / C_{f1}) を画像処理で引くことも可能であるが、第1演算増幅器 E_n の出力電圧範囲を圧迫してしまう問題もある。

30

【0033】

そこで、本実施形態では、変換部101内に、複数の画素とは別に、放射線又は光を電荷に変換するのに用いられない、又は変換された電荷に基づく電気信号が画像データとして用いられないダミー画素 T_d を有している。そしてこのダミー画素 T_{dn} を行方向に複数設けたダミー行を有している。ここで、例えばダミー画素としては、変換素子や出力用スイッチ素子の構成は他の画素と同じであるが、変換素子に対する放射線又は光の入射を遮蔽する遮蔽部材を有する形態が好適に用いられる。また、ダミー画素及びダミー行に起因する寄生容量は、他の画素及び他の行に起因する寄生容量と略等しい値であることが望ましい。また、ダミー行のダミー画素の駆動配線 G_d に与えられる駆動信号は、複数の画素の駆動配線 G_m に与えられる駆動信号と略等しい値であることが望ましい。なお、本実施形態において、ダミー画素として遮光部材を有する形態を例に用いて説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。遮光部材を用いなくても、読み出された電気信号を画像データとして用いなければ、ダミー画素として機能し得る。つまり、第1の実施形態の1行目をそのままダミー画素及びダミー行として用いても良い。

40

【0034】

そして、本実施形態では、まず出力用駆動回路102からダミー行の駆動配線 G_d に駆動信号が与えられ、出力用スイッチ素子 T_{dn} が導通状態となり、ダミー画素の出力用スイッチ素子 T_{dn} の出力動作が開始され、ダミー行の出力動作が開始される。そして、ダミー行の出力動作中に、撮像制御部108から読み出し回路103に第1制御信号 C_{RES} と第2制御信号 D_{RES} が与えられ、リセット動作が行われる。そして、リセット動作

50

の終了後、駆動配線 G d への駆動信号の印加が終了し、出力用スイッチ素子 T d n が非導通状態となり、ダミー行の出力動作が終了される。つまり、本実施形態では、複数の画素のうち最初に出力動作が行われる行のサンプルホールド動作の開始より前に、ダミー行に対する出力動作の開始と、ダミー行の出力動作中のリセット動作と、リセット動作後のダミー行に対する出力動作の終了と、が行われる。

【 0 0 3 5 】

そのため、ダミー行に起因する寄生容量を介して混入する電荷を $Q q s d n$ とすると、本実施形態における 1 行目のサンプルホールド動作前における第 1 演算増幅器の出力電圧 $V 1 n$ は、以下の式 (8) となる。

$$V 1 n = V_{R E F 1} + (Q g s d n / C f 1) - (Q 1 n / C f 1) - (Q g s 1 n / C f 1) \cdots (8) \quad 10$$

【 0 0 3 6 】

ここで、ダミー行のダミー画素に起因する寄生容量値を $C g s d n$ とすると、ダミー行の出力動作終了時において、混入する電荷 $Q g s d n$ は、以下の式 (4) で示される。

$$Q g s d n = (V g o n - V g o f f) / C g s d n \cdots (9)$$

【 0 0 3 7 】

そして、ダミー画素及びダミー行に起因する寄生容量は、他の画素及び他の行に起因する寄生容量と略等しい値と設定すると、以下の式 (1 0) となる。

$$C g s 1 n = C g s d n, Q g s 1 n = Q g s d n \cdots (10) \quad 20$$

【 0 0 3 8 】

式 (9) ~ (1 0) により、式 (8) で示された本実施形態における 1 行目のサンプルホールド動作前における第 1 演算増幅器の出力電圧 $V 1 n$ は、以下の式 (1 1) となる。

$$V 1 n = V_{R E F 1} - (Q 1 n / C f 1) \cdots (11)$$

【 0 0 3 9 】

以上説明したように、本実施形態によれば、1 行目の駆動信号の立ち上がり起因する信号配線の電位変動成分は、ダミー行の駆動信号の立ち下がり起因する信号配線の電位変動成分により相殺され、1 行目の電気信号には電位変動成分の影響は及ばない。そのため、第 1 の実施形態に比べて 1 行目の電気信号のノイズが低減され、得られた画像信号の S / N 比をより良好にすることが可能となる。

【 0 0 4 0 】

(第 3 の実施形態)

図 6 は本発明の第 3 の実施形態に係る放射線撮像装置の等価回路図である。また、図 7 は、本発明の第 3 の実施形態に係る放射線撮像装置のタイミングチャートである。ここで、図 6 及び図 7 において、第 1 の実施形態で説明した構成要素に対しては同じ番号を付与して詳細な説明は割愛し、以下では第 1 の実施形態と異なる部分に対してのみ詳細な説明を行う。

【 0 0 4 1 】

本実施形態の画素は、変換素子 $S m n$ 、出力用スイッチ素子 $T m n$ に加えて、更に初期化用スイッチ素子 $T R m n$ を有している。この初期化用スイッチ素子 $T R m n$ は、変換素子 $S m n$ を初期状態に近づけるための初期化動作を行うためのものである。例えば、変換素子として M I S 型光電変換素子を用いた場合には、特開平 9 - 3 0 7 6 9 8 号公報に記載されたリフレッシュが初期化動作に相当する。また、変換素子として例えば P I N 型フォトダイオードを用いた場合には、出力用スイッチ素子 $T m n$ による出力動作の後にフォトダイオード内に残留したキャリアを、初期化用スイッチ素子 $T R m n$ で放出する動作が初期化動作に相当する。

【 0 0 4 2 】

また、初期化用スイッチ素子 $T R m n$ が有する 2 つの主端子の一方と、出力用スイッチ素子 $T m n$ が有する 2 つの主端子の一方とが共通に変換素子 $S m n$ の一方の電極と電氣的に接続されている。そして、初期化用スイッチ素子 $T R m n$ が有する 2 つの主端子の他方は、初期化用電源に電氣的に接続されている。この初期化用電源は、変換素子 $S m n$ が初

期化動作を行うための初期化用電圧と、変換素子 S_{mn} が変換動作を行うための変換用電圧と、を変換素子 S_{mn} に与えるためのものである。ここで、変換動作は、変換素子内の半導体層に形成される空乏層が広がるようなバイアスが与えられ、入射された放射線又は光を電荷に変換し得る状態にすることをいう。そして各電圧は、初期化用電源から初期化用スイッチ TR_{mn} を介して変換素子 S_{mn} に印加される。また、 m 行目の初期化用スイッチ素子 TR_{mn} の制御端子には初期化用駆動配線 GR_m が共通に接続されている。

【 0 0 4 3 】

初期化用駆動配線 GR_m には、初期化用駆動回路 2 0 3 が電氣的に接続され、駆動配線 GR_m を介して初期化動作を制御するための駆動信号を行単位で画素に印加する。初期化用駆動回路 2 0 3 は、変換部 1 0 1 が行単位での初期化動作を行うように、変換部 1 0 1 を制御する。本実施形態では、初期化用駆動回路 2 0 3 としてシフトレジスタ (SR_3) が用いられている。初期化用駆動回路 2 0 3 から出力される駆動信号は、立ち上がり、 Hi 状態、立ち下がり、 Lo 状態を有している。本実施形態では、立ち上がりによって初期化動作の開始を規定して初期化スイッチ素子が導通状態となり、 Hi 状態によって初期化用スイッチ素子の導通状態が維持されて初期化動作が行われる。そして、立ち下がりによって初期化動作の終了を規定し初期化用スイッチ素子が非導通状態となり、 Lo 状態によって初期化用スイッチ素子の非導通状態が維持されている。また、本実施形態において撮像制御部 1 0 8 は、出力用駆動回路 1 0 2、読み出し回路 1 0 3 に加えて、初期化用駆動回路 2 0 3、初期化用電源を制御する。

【 0 0 4 4 】

次に図 6 及び図 7 を用いて、本実施形態の放射線撮像装置の読み出し動作を説明する。まず、本実施形態においても第 1 の実施形態と同様にリセット動作が行われる。次に、リセット動作の終了後、第 1 の実施形態と同様に 1 行目の出力動作が開始される。出力動作によって出力される 1 行目の画素の電気信号は、第 1 の実施形態と同様にサンプルホールド動作によってサンプリング容量 $CL_1 \sim CL_3$ に一時保持される。サンプルホールド動作の終了後に、第 1 の実施形態と同様にリセット動作が行われる。また、サンプリング容量 $CL_1 \sim CL_3$ に一時保持された電気信号は、第 1 の実施形態と同様に読み出し回路 1 0 3 から出力される。そして、リセット動作の終了後、第 1 の実施形態と同様に 1 行目の出力動作が終了される。

【 0 0 4 5 】

次に、1 行目の出力動作が終了された後に、第 1 の実施形態と同様に 2 行目の出力動作が開始される。次に、撮像制御部 1 0 8 から初期化用電源に制御信号 REF が与えられ、変換用電圧から初期化用電圧へ切り換えられる。そして、初期化用駆動回路 2 0 3 から 1 行目の初期化用駆動配線 GR_1 に駆動信号が与えられ、初期化用スイッチ素子 $TR_{11} \sim TR_{13}$ が導通状態となり、1 行目の初期化動作が開始される。ここで、1 行目の初期化動作の開始は、1 行目の初期化用駆動配線に与えられる駆動信号の立ち上がりによって規定される。また、出力動作によって出力される 2 行目の画素の電気信号は、1 行目と同様にサンプルホールド動作によってサンプリング容量 $CL_1 \sim CL_3$ に一時保持される。サンプルホールド動作の終了後に、撮像制御部 1 0 8 から初期化用電源への制御信号 REF の供給が終了し、初期化用電圧から変換用電圧へ切り換えられる。その後、1 行目と同様にリセット動作が行われる。また、サンプリング容量 $CL_1 \sim CL_3$ に一時保持された電気信号は、1 行目と同様に 1 行分の画像信号として読み出し回路 1 0 3 から出力される。そして、リセット動作の終了後、1 行目と同様に 2 行目の駆動配線 G_2 への駆動信号の印加が終了し、出力用スイッチ素子 $T_{21} \sim T_{23}$ が非導通状態となり、2 行目の出力動作が終了される。

【 0 0 4 6 】

そして、2 行目の出力動作が終了された後に、第 1 の実施形態と同様に 3 行目の出力動作が開始される。ここで、3 行目の出力動作の開始は、3 行目の駆動配線に与えられる駆動信号の立ち上がりによって規定される。次に、1 行目の初期化用駆動配線 GR_1 への駆動信号の印加が終了し、初期化用スイッチ素子 $TR_{11} \sim TR_{13}$ が非導通状態となり、

1行目の初期化動作が終了される。ここで、1行目の初期化動作の終了は、1行目の初期化用駆動配線に与えられる駆動信号の立ち下がりによって規定される。次に、撮像制御部108から初期化用電源に制御信号REFが与えられ、変換用電圧から初期化用電圧へ切り換えられる。そして、初期化用駆動回路203から2行目の初期化用駆動配線GR2に駆動信号が与えられ、初期化用スイッチ素子TR21～TR23が導通状態となり、2行目の初期化動作が開始される。ここで、2行目の初期化動作の開始は、2行目の初期化用駆動配線に与えられる駆動信号の立ち上がりによって規定される。また、出力動作によって出力される3行目の画素の電気信号は、1行目、2行目と同様にサンプルホールド動作によってサンプリング容量CL1～CL3に一時保持される。サンプルホールド動作の終了後に、撮像制御部108から初期化用電源への制御信号REFの供給が終了し、初期化用電圧から変換用電圧へ切り換えられる。その後、1行目、2行目と同様にリセット動作が行われる。また、サンプリング容量CL1～CL3に一時保持された電気信号は、1行目、2行目と同様に1行分の画像信号として読み出し回路103から出力される。そして、リセット動作の終了後、3行目の駆動配線G3への駆動信号の印加が終了し、出力用スイッチ素子T31～T33が非導通状態となり、3行目の出力動作が終了される。ここで、3行目の出力動作の終了は、3行目の駆動配線に与えられる駆動信号の立ち下がりによって規定される。

10

【0047】

そして、3行目の出力動作が終了された後に、2行目の初期化用駆動配線GR2への駆動信号の印加が終了し、初期化用スイッチ素子TR21～TR23が非導通状態となり、2行目の初期化動作が終了される。ここで、2行目の初期化動作の終了は、2行目の初期化用駆動配線に与えられる駆動信号の立ち下がりによって規定される。次に、撮像制御部108から初期化用電源に制御信号REFが与えられ、変換用電圧から初期化用電圧へ切り換えられる。そして、初期化用駆動回路203から3行目の初期化用駆動配線GR3に駆動信号が与えられ、初期化用スイッチ素子TR31～TR33が導通状態となり、3行目の初期化動作が開始される。ここで、3行目の初期化動作の開始は、3行目の初期化用駆動配線に与えられる駆動信号の立ち上がりによって規定される。1行目、2行目と同等の時間が経過した後に、撮像制御部108から初期化用電源への制御信号REFの供給が終了し、初期化用電圧から変換用電圧へ切り換えられる。そして1行目、2行目と同等の時間が経過した後に、3行目の初期化用駆動配線GR3への駆動信号の印加が終了し、初期化用スイッチ素子TR31～TR33が非導通状態となり、3行目の初期化動作が終了される。ここで、3行目の初期化動作の終了は、3行目の初期化用駆動配線に与えられる駆動信号の立ち下がりによって規定される。

20

30

【0048】

以上のように、本実施形態では3行3列の複数の画素を有する変換部101から1画面分の画像信号が出力される読み出し動作中に、行単位の初期化動作が行われる。つまり、本実施形態では、更に、所定行の画素に対する出力動作の開始とサンプルホールド動作との間に、所定行と異なる行の画素に対する初期化動作の終了と、所定行及び異なる行と更に異なる行の画素に対する初期化動作の開始と、が行われる。

【0049】

上記構成により、本実施形態では初期化用スイッチ素子TRmnを用いた行単位での初期化動作が可能となる。そのため、特開平9-307698号公報に記載された、変換動作の前もしくは読み出し動作の後に変換部101全体に対して一括で再初期化動作を行う形態に比べて、フレームレートが向上する。また本実施形態では、出力動作の開始後のサンプルホールド動作と、サンプルホールド動作後のリセット動作と、リセット動作後の出力動作の終了と、が行単位で順次行われている。更に、所定行の画素に対する出力動作の開始とサンプルホールド動作との間に、所定行と異なる行の画素に対する初期化動作の終了と、所定行及び異なる行と更に異なる行の画素に対する初期化動作の開始と、が行われる。そのため、行単位での初期化動作が可能な撮像装置において、画像信号のS/N比を悪化させることなく更なるフレーム時間を短縮することが可能となる。

40

50

【 0 0 5 0 】

なお、本実施形態においては、3行3列の複数の画素を有する変換部を用いて説明したが、本発明はそれに限定されるものではない。例えば1000行1000列などより多くの行列を有していてもよい。また、本実施形態においては、第1の実施形態と同様に、1行目の画素から信号配線M_nに出力される電気信号に、1行目の駆動配線G₁に印加される駆動信号の立ち上がり起因する電荷が混入してしまう。更に、2行目の画素から信号配線M_nに出力される電気信号に、1行目の初期化用駆動配線G_{R1}に印加される駆動信号の立ち上がり起因する電荷が混入してしまう。つまり、1行目、2行目の画素から読み出される電気信号に電位変動成分の影響がでてしまう。そのため、第2の実施形態と同様に、変換部101内に、複数の画素とは別に、入射された放射線又は光を電荷に変換する機能を有さないダミー画素が行方向に複数設けたダミー行を、少なくとも2行有する形態を用いればよい。そしてダミー行に対して、本実施形態の1行目、2行目と同様の動作を行う。それにより、有効画素となる複数の画素には、本実施形態の3行目と同様に、駆動信号の立ち上がり、立ち下りの影響が相殺され、画像信号のS/N比の悪化をより低減することができる。

10

【 0 0 5 1 】

(第4の実施形態)

次に、図8を用いて本発明の放射線撮像システムについて説明する。図8は、本発明に係る放射線撮像システムの概念図である。

【 0 0 5 2 】

図8において、301は放射線(X線)室、302は制御室、303は診断室を表している。本放射線撮像システムの全体的な動作は、システム制御装置310によって支配される。操作者インターフェース311は、ディスプレイ上のタッチパネル、マウス、キーボード、ジョイスティック、フットスイッチなどがある。操作者インターフェース311から撮像条件(静止画、動画、管電圧、管電流、照射時間など)および撮像タイミング、画像処理条件、被写体ID、取込画像の処理方法などの設定を行うことができる。システム制御部310は放射線撮像シーケンスを司る制御装置214に、操作者305あるいは放射線情報システムの指示に基づいた撮像条件を指示し、データを取り込む。制御装置214はその指示に基づき放射線源であるX線発生装置120、撮像用寝台130、放射線撮像装置140を駆動して画像データを取り込み、画像処理部10に転送する。その後、操作者指定の画像処理を施してディスプレイ160に表示、同時にオフセット補正、白補正、欠陥補正等の基本画像処理を行った画像データを外部記憶装置161に保存する。さらに、システム制御部310は撮像者305の指示に基づいて、再画像処理及び再生表示、ネットワーク上の装置への画像データの転送・保存、ディスプレイ表示やフィルムへの印刷などを行う。本発明は、制御装置214から放射線撮像装置140の周辺回路部145に設けられている撮像制御部108に指示が出され、撮像制御部108は、出された指示に基づいて出力用駆動回路102、読み出し回路103の制御を行う。

20

30

【 0 0 5 3 】

次に、信号の流れを追って放射線撮影システムの動作を説明する。X線発生装置120にはX線管球121とX線絞り123とが含まれる。X線管球121は制御部214に制御された高圧発生電源124によって駆動され、放射線であるX線ビーム125を放射する。X線絞り123は制御装置214により駆動され、撮像領域の変更に伴い、不必要なX線照射を行わないようにX線ビーム125を整形する。X線ビーム125はX線透過性の撮像用寝台130の上に横たわった被検体126に向けられる。撮像用寝台130は、制御装置214の指示に基づいて駆動される。X線ビーム125は、被検体126および撮像用寝台130を透過した後放射線撮像装置140に照射される。放射線撮像装置140はグリッド141、波長変換体142、変換部101、X線露光量モニタ144および周辺回路部145を有して構成される。グリッド141は、被検体126を透過することによって生じるX線散乱の影響を低減する。グリッド141はX線低吸収部材と高吸収部材とから成り、例えば、AlとPbとのストライプ構造をしている。そして、変換部1

40

50

01とグリッド141との格子比の関係によりモワレが生じないようにX線照射時には制御装置214の指示に基づいてグリッド141を振動させる。波長変換体142に隣接して変換部101が配置されている。この変換部101は光子を電荷に変換して電気信号が読み出される。X線露光量モニタ144はX線透過量を監視するものである。X線露光量モニタ144は結晶シリコンの受光素子などを用いて直接X線を検出しても良いし、波長変換体142からの光電変換部101を透過した光を検出してもよい。この例では変換部101を透過した可視光(X線量に比例)をX線露光量モニタ144で検知し、制御部214にその情報を送り、制御装置214はその情報に基づいて高圧発生電源124を駆動してX線を遮断あるいは調節する。

【0054】

放射線撮像装置140からの画像信号は、X線室301からX線制御室302内の画像処理部10へ画像データとして転送される。この転送の際、X線室301内はX線発生に伴うノイズが大きいため、画像データがノイズのために正確に転送されない場合がある。そのため、転送路の耐雑音性を高くする必要がある。例えば、誤り訂正機能を持たせた伝送系にする、LVDS(Low Voltage Differential Signaling)に代表される差動信号伝送方式や、光ファイバによる転送路を用いることが望ましい。画像処理部10では、制御装置214の指示に基づき表示データを切り替える。その他、画像データの補正(オフセット補正、白補正、欠陥補正)、空間フィルタリング、リカーブ処理などをリアルタイムで行い、さらに、階調処理、散乱線補正、各種空間周波数処理などを行うことも可能である。

【0055】

処理された画像データはディスプレイアダプタ151を介してディスプレイ160に表示される。またリアルタイム画像処理と同時に、データの補正のみ行なわれた基本画像は、外部記憶装置161に保存される。外部記憶装置161としては、大容量、高速かつ高信頼性を満たすデータ保存装置が望ましく、例えば、RAID等のハードディスクアレー等が望ましい。また、操作者の指示に基づいて、外部記憶装置161に蓄えられた画像データは外部記憶装置161に保存される。その際、画像データは所定の規格(例えば、IS&C)を満たすように再構成された後に、外部記憶装置に保存される。外部記憶装置は、例えば、光磁気ディスク162、LAN上のファイルサーバ170内のハードディスクなどである。本発明の放射線撮像システムは、LANボード163を介して、LANに接続する事も可能であり、HISとのデータの互換性を持つ構造を有している。LANには、複数の放射線撮像システムを接続する事は勿論のこと、動画及び静止画の少なくとも一方を表示するモニタ174、画像データをファイリングするファイルサーバ170などが接続される。また、画像をフィルムに出力するイメージプリンタ172、複雑な画像処理や診断支援を行う画像処理用端末173などが接続される。本発明の放射線撮像システムは、所定のプロトコル(例えば、DICOM)に従って、画像データを出力する。その他、LANに接続されたモニタを用いて、X線撮像時に医師によるリアルタイム遠隔診断が可能である。

【0056】

なお、第1～第3の実施形態において、撮像制御部108の処理ステップは、本実施形態の制御装置(コンピュータ)214がプログラムを実行することによって実現してもよい。その際、ルックアップテーブルLUT及びプログラムは、外部記憶装置161に記憶される。また、プログラムをコンピュータに供給するための手段、例えばかかるプログラムを記録したCD-ROM等のコンピュータ読み取り可能な記録媒体又はかかるプログラムを伝送するインターネット等の伝送媒体も本発明の実施形態として適用することができる。また、上記のプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体等のコンピュータプログラムプロダクトも本発明の実施形態として適用することができる。上記のプログラム、記録媒体、伝送媒体及びコンピュータプログラムプロダクトは、本発明の範疇に含まれる。記録媒体としては、例えばフレキシブルディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、ROM等

10

20

30

40

50

を用いることができる。

【産業上の利用可能性】

【0057】

本発明は、放射線撮像装置に関し、特に、病院内での診断に用いられる放射線撮像システムや、工業用の非破壊検査装置としても用いられる放射線撮像装置を対象とする。上記実施形態は、可視光もしくはX線に代表される放射線を利用した撮像装置、例えば放射線撮像装置の一次元もしくは二次元の撮像装置に好適に用いられる。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。

10

【図面の簡単な説明】

【0058】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る放射線撮像装置の等価回路図である。

【図2】本発明の第1の実施形態に係る放射線撮像装置のタイミングチャートである。

【図3】本発明の第1の実施形態に係る放射線撮像装置の異なる例のタイミングチャートである。

【図4】本発明の第2の実施形態に係る放射線撮像装置の等価回路図である。

【図5】本発明の第2の実施形態に係る放射線撮像装置のタイミングチャートである。

【図6】本発明の第3の実施形態に係る放射線撮像装置の等価回路図である。

20

【図7】本発明の第3の実施形態に係る放射線撮像装置のタイミングチャートである。

【図8】本発明に係る放射線撮像システムの概念図である。

【符号の説明】

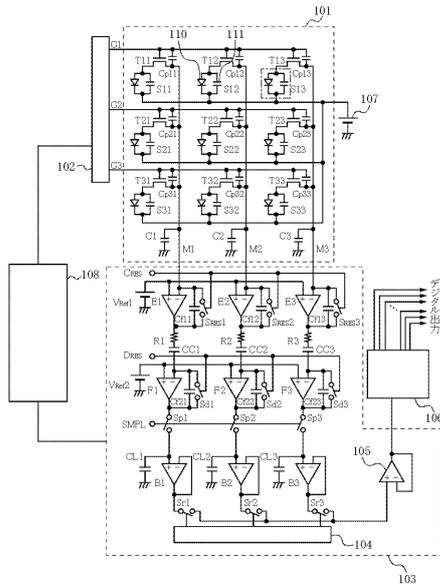
【0059】

- 101 変換部
- 102 出力用駆動回路
- 103 読み出し回路
- 104 シフトレジスタ
- 106 A/D変換器
- 107 バイアス電源
- 108 撮像制御部
- 110 受光領域
- 111 容量
- S11～S33 光電変換素子
- T11～T33 出力用スイッチ素子
- G1～G3 駆動配線
- M1～M3 信号配線
- E1～E3 第1演算増幅器
- F1～F3 第2演算増幅器
- Sp1～Sp3 サンプリングスイッチ
- CL1～CL3 サンプリング容量

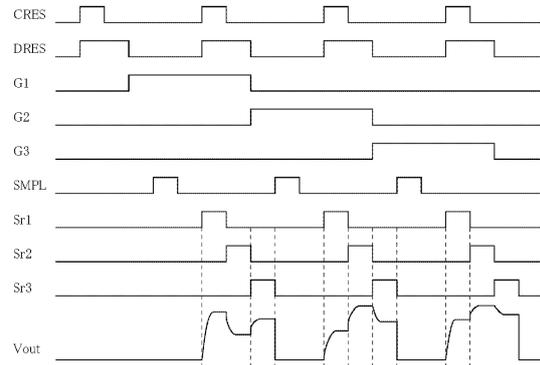
30

40

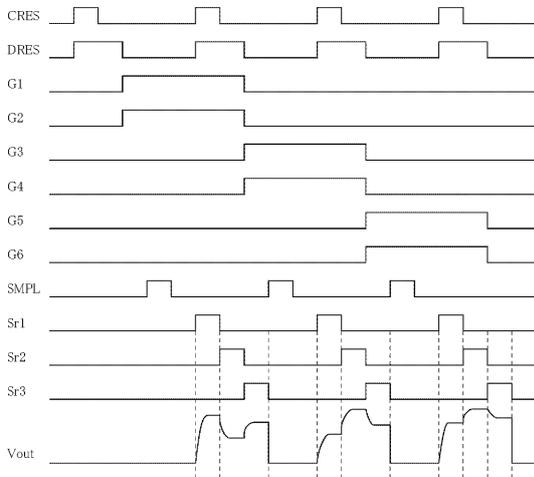
【図1】



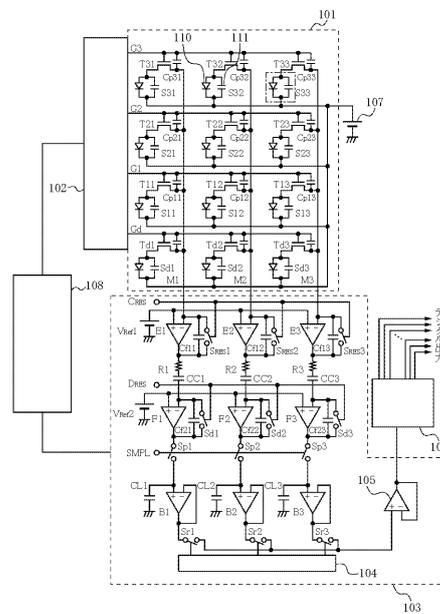
【図2】



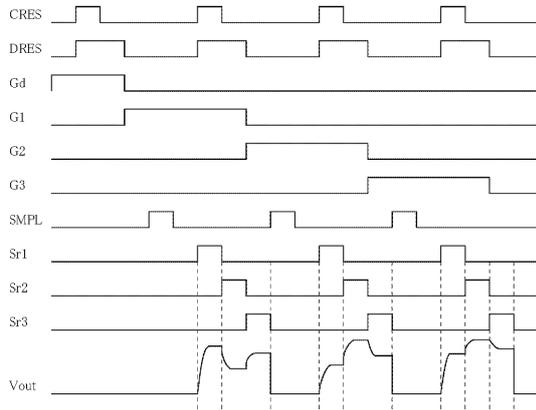
【図3】



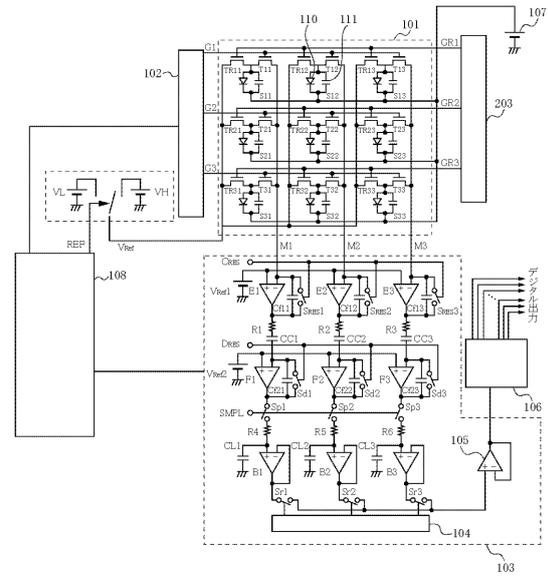
【図4】



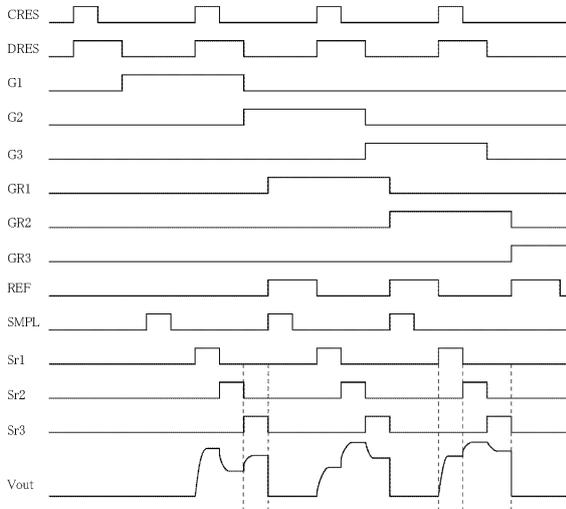
【 図 5 】



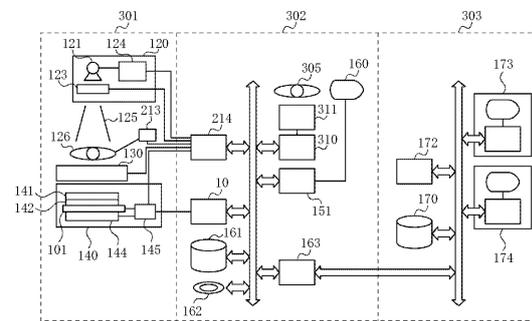
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
<i>H 0 4 N</i>	<i>5/378</i>	<i>(2011.01)</i>	H 0 4 N 5/335 7 8 0
<i>G 0 1 T</i>	<i>1/20</i>	<i>(2006.01)</i>	G 0 1 T 1/20 G
<i>G 0 1 T</i>	<i>1/24</i>	<i>(2006.01)</i>	G 0 1 T 1/20 E
<i>H 0 1 L</i>	<i>27/144</i>	<i>(2006.01)</i>	G 0 1 T 1/24
<i>A 6 1 B</i>	<i>6/00</i>	<i>(2006.01)</i>	H 0 1 L 27/14 K
			A 6 1 B 6/00 3 0 0 S

(72)発明者 亀島 登志男
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 八木 朋之
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 横山 啓吾
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 肇

(56)参考文献 特開2007-104219(JP,A)
特開2005-303720(JP,A)
特開平04-073969(JP,A)
特開平08-088726(JP,A)
特表平07-508390(JP,A)
特開平06-062321(JP,A)
特開2008-228346(JP,A)
特開平10-145678(JP,A)
特開2006-060512(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 4 N 5 / 3 0 - 5 / 3 7 8
H 0 1 L 2 1 / 3 3 9
H 0 1 L 2 7 / 1 4 - 2 7 / 1 4 8
H 0 1 L 2 9 / 7 6 2
G 0 1 T 1 / 0 0 - 7 / 1 2
A 6 1 B 6 / 0 0 - 6 / 1 4