

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5986526号
(P5986526)

(45) 発行日 平成28年9月6日(2016.9.6)

(24) 登録日 平成28年8月12日(2016.8.12)

(51) Int.Cl.

F 1

HO4N 5/32	(2006.01)	HO4N 5/32
HO4N 5/374	(2011.01)	HO4N 5/335 740
HO4N 5/361	(2011.01)	HO4N 5/335 610
HO4N 5/232	(2006.01)	HO4N 5/232 Z
HO4N 5/225	(2006.01)	HO4N 5/225 C

請求項の数 16 (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2013-44726 (P2013-44726)
(22) 出願日	平成25年3月6日(2013.3.6)
(65) 公開番号	特開2013-232884 (P2013-232884A)
(43) 公開日	平成25年11月14日(2013.11.14)
審査請求日	平成28年2月26日(2016.2.26)
(31) 優先権主張番号	特願2012-87936 (P2012-87936)
(32) 優先日	平成24年4月6日(2012.4.6)
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)

早期審査対象出願

(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	100076428 弁理士 大塚 康徳
(74) 代理人	100112508 弁理士 高柳 司郎
(74) 代理人	100115071 弁理士 大塚 康弘
(74) 代理人	100116894 弁理士 木村 秀二
(74) 代理人	100130409 弁理士 下山 治
(74) 代理人	100134175 弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】放射線撮像装置、その制御方法及び放射線撮像システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

放射線を電荷に変換する変換素子及び導通状態となることにより前記電荷に基づく電気信号を転送するスイッチ素子を各々が含み行列状に配置された複数の画素と、

互いに異なる行の前記スイッチ素子に各々が接続された複数の第1配線と、

前記複数の第1配線に供給する信号を1つ以上の第1配線ごとに、前記スイッチ素子を非導通状態とする非導通電圧から前記スイッチ素子を導通状態とする導通電圧に切り替え、前記非導通電圧に戻すことにより前記変換素子をリセットするリセット動作を、前記複数の画素の前記変換素子に対して1回ずつ行う期間をフレームとして、繰り返し行う回路と、

前記複数の画素に接続された第2配線と、

前記リセット動作が行われている期間に前記第2配線に流れる電流に基づく値を繰り返し取得する取得部と、

前記取得部によって取得された第1値と、前記取得部によって前記第1値を取得したフレームよりも前のフレームで取得された1個以上の値に基づく第2値との間の変化分を閾値と比較することによって、前記変換素子に放射線が照射されたことを判定する判定部と、を備えることを特徴とする放射線撮像装置。

【請求項 2】

前記取得部及び前記判定部を制御する制御部を更に含み、

前記制御部は、前記変換素子に放射線が照射されていないと前記判定部によって判定さ

れた場合に、前記導通電圧の供給を行うように前記回路を制御することを特徴とする請求項1に記載の放射線撮像装置。

【請求項3】

前記制御部は、前記変換素子に放射線が照射されたと前記判定部によって判定された場合に、前記導通電圧の供給を行わないように前記回路を制御することを特徴とする請求項2に記載の放射線撮像装置。

【請求項4】

前記第2値は、前記第1値を取得するために前記導通電圧が供給された第1配線の近隣にある第1配線に対して前記第1値を取得したフレームよりも前のフレームで前記導通電圧が供給されたことに応じて前記取得部によって取得された値に少なくとも基づくことを特徴とする請求項1乃至3の何れか1項に記載の放射線撮像装置。
10

【請求項5】

前記第2値は、前記第1値を取得するために前記導通電圧が供給された1つ以上の第1配線に対して前記第1値を取得したフレームよりも前のフレームで前記導通電圧が供給されたことに応じて前記取得部によって取得された値に少なくとも基づくことを特徴とする請求項1乃至3の何れか1項に記載の放射線撮像装置。

【請求項6】

前記回路は1つの第1配線ごとに前記リセット動作を行うことを特徴とする請求項5に記載の放射線撮像装置。

【請求項7】

前記回路は、前記複数の第1配線のうちの偶数行の複数の第1配線に前記導通電圧を供給した後に、前記複数の第1配線のうちの奇数行の複数の第1配線に前記導通電圧を供給することを特徴とする請求項1乃至6の何れか1項に記載の放射線撮像装置。
20

【請求項8】

前記第2値は、前記第1値よりも前に取得された複数個の値の平均値であることを特徴とする請求項1乃至7の何れか1項に記載の放射線撮像装置。

【請求項9】

前記値を格納するための記憶部と、前記取得部が前記値を取得した際に前記第2配線に流れる暗電流の値を推定する推定部とを更に備え、

前記取得部は、前記第2配線に流れる電流の値から前記暗電流の値を減じて前記値を取得することを特徴とする請求項1乃至8の何れか1項に記載の放射線撮像装置。
30

【請求項10】

前記第2配線は、前記変換素子が放射線を電荷に変換するためのバイアス電圧を前記複数の画素の前記変換素子に印加するための配線であり、

前記推定部は、前記第2配線にバイアス電圧が印加されてからの経過時間に基づいて前記暗電流の値を推定することを特徴とする請求項9に記載の放射線撮像装置。

【請求項11】

前記推定部は、前記放射線撮像装置に放射線が照射されていない状態で取得された画像データに基づいて前記暗電流の値を推定することを特徴とする請求項9に記載の放射線撮像装置。
40

【請求項12】

前記取得部は、前記第2配線に流れる電流の積算値を用いて前記値を取得することを特徴とする請求項1乃至11の何れか1項に記載の放射線撮像装置。

【請求項13】

前記変化分は、前記第1値と前記第2値との差分値であることを特徴とする請求項1乃至12の何れか1項に記載の放射線撮像装置。

【請求項14】

前記第2配線は、前記変換素子が放射線を電荷に変換するためのバイアス電圧を前記複数の画素の前記変換素子に印加するための配線であることを特徴とする請求項1乃至13の何れか1項に記載の放射線撮像装置。
50

【請求項 15】

請求項 1 乃至 14 の何れか 1 項に記載の放射線撮像装置と、
前記放射線を曝射する放射線発生装置と、
を含む放射線撮像システム。

【請求項 16】

放射線を電荷に変換する変換素子及び導通状態となることにより前記電荷に基づく電気信号を転送するスイッチ素子を各々が含み行列状に配置された複数の画素と、

互いに異なる行の前記スイッチ素子に各々が接続された複数の第 1 配線と、
前記複数の第 1 配線に供給する信号を 1 つ以上の第 1 配線ごとに、前記スイッチ素子を非導通状態とする非導通電圧から前記スイッチ素子を導通状態とする導通電圧に切り替え
、前記非導通電圧に戻すことにより前記変換素子をリセットするリセット動作を、前記複数の画素の前記変換素子に対して 1 回ずつ行う期間をフレームとして、繰り返し行う回路と、

前記複数の画素に接続された第 2 配線と、
を備えた放射線撮像装置の制御方法であって、

前記リセット動作が行われている期間に前記第 2 配線に流れる電流に基づく値を繰り返し取得する取得工程と、

前記取得工程において取得された第 1 値と、前記取得工程において前記第 1 値を取得したフレームよりも前のフレームで取得された 1 個以上の値に基づく第 2 値との間の変化分を閾値と比較することによって、前記変換素子に放射線が照射されたことを判定する判定工程と、

を有することを特徴とする制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は放射線撮像装置、その制御方法及び放射線撮像システムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、デジタル画像を出力できる放射線撮像装置を用いて X 線等の放射線による医療画像診断や非破壊検査が行われている。特許文献 1 は、放射線発生装置から放射線が照射されているか否かを自動的に判定する放射線撮像装置を提案する。この放射線撮像装置は複数の画素を備えており、各画素は X 線又は光を電荷に変換する変換素子とその変換素子の一方の電極に所望の電圧を供給しうるスイッチ素子とを有する。変換素子の他方の電極にはバイアス線を介してバイアス電圧が印加されており、放射線が照射されるとこのバイアス線に電流が流れることを利用して放射線が照射されているかが判定される。特許文献 1 の放射線撮像装置は、画素のスイッチ素子を行ごとに順次に導通状態として変換素子に供給される電圧をリセットすることによって、変換素子に蓄積された暗電荷に基づく電気信号をスイッチ素子により転送して変換素子を順次にリセットする。このリセットによってバイアス線に、放射線に起因しない電流が流れてしまう。そこで、この電流による誤判定を回避するために、この電流の波形を事前に記憶しておき、放射線発生装置を実際に使用する際に事前に記憶された波形を減じてから判定を行う。特許文献 1 のように変換素子のリセットを行ごとに順次に繰り返す場合に、リセットによって発生する電流はどの変換素子の行をリセットするかに依存して変化する。そこで、特許文献 2 の放射線撮像装置は、工場出荷時等に変換素子の全ての列についてリセット時に発生する電流のプロファイルを測定しておき、このプロファイルを用いて差分処理を行う。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2010-268171 号公報

【特許文献 2】特開 2011-185622 号公報

10

20

30

40

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1及び特許文献2に記載された放射線撮像装置では、工場出荷時などのテストによって事前に得られた電流値を用いて差分処理を行っている。しかしながら、バイアス線に流れる電流はこの電流を測定した際の放射線撮像装置の状態に依存する。例えば、バイアス線に流れる暗電荷に基づく電流の値は工場出荷時のテストと実際の使用時とでは異なりうる。そのため、事前のテストで得られた電流値を用いてバイアス線に流れる電流を補正したとしても、放射線の照射の判定を十分な精度で行うことができない。そこで、本発明は放射線撮像装置に放射線が照射されているかの判定の精度を向上する技術を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記課題に鑑みて、本発明の1つの側面に係る放射線撮像装置は、放射線を電荷に変換する変換素子及び導通状態となることにより前記電荷に基づく電気信号を転送するスイッチ素子を各々が含み行列状に配置された複数の画素と、互いに異なる行の前記スイッチ素子に各々が接続された複数の第1配線と、前記複数の第1配線に供給する信号を1つ以上の第1配線ごとに、前記スイッチ素子を非導通状態とする非導通電圧から前記スイッチ素子を導通状態とする導通電圧に切り替え、前記非導通電圧に戻すことにより前記変換素子をリセットするリセット動作を、前記複数の画素の前記変換素子に対して1回ずつ行う期間をフレームとして、繰り返し行う回路と、前記複数の画素に接続された第2配線と、前記リセット動作が行われている期間に前記第2配線に流れる電流に基づく値を繰り返し取得する取得部と、前記取得部によって取得された第1値と、前記取得部によって前記第1値を取得したフレームよりも前のフレームで取得された1個以上の値に基づく第2値との間の変化分を閾値と比較することによって、前記変換素子に放射線が照射されたことを判定する判定部と、を備えることを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0006】

上記手段により、放射線撮像装置に放射線が照射されているかの判定の精度を向上する技術が提供される。

30

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本発明の実施形態に係る放射線撮像システム100の構成例を説明する図。

【図2】本発明の実施形態に係る放射線撮像装置130の構成例を説明する図。

【図3】本発明の実施形態に係る放射線撮像装置130の動作例を説明する図。

【図4】本発明の実施形態に係る放射線撮像装置130の動作例を説明する図。

【図5】本発明の実施形態に係る評価値メモリ207の記憶内容例を説明する図。

【図6】本発明の実施形態に係るバイアス電流の遷移例を説明する図。

【図7】本発明の実施形態に係る暗電流の遷移例を説明する図。

【図8】本発明の実施形態に係る放射線撮像装置130の動作例を説明する図。

40

【図9】本発明の実施形態に係る評価値メモリ207の記憶内容例を説明する図。

【図10】本発明の実施形態に係る暗電流の遷移例を説明する図。

【発明を実施するための形態】

【0008】

添付の図面を参照しつつ本発明の実施形態について以下に説明する。様々な実施形態を通じて同様の要素には同一の参照符号を付して重複する説明を省略する。また、各実施形態は適宜変更や組み合わせが可能である。

【0009】

まず、図1を参照しつつ、本発明の様々な実施形態に係る放射線撮像システム100の構成例を説明する。放射線撮像システム100は例えば医療診断における一般撮像などの

50

静止画撮像や透視撮像などの動画撮像に用いられる。放射線撮像システム 100 は、放射線制御装置 110、放射線発生装置 120、放射線撮像装置 130、制御コンピュータ 140、コンソール 150 及び表示装置 160 を含みうる。

【0010】

放射線制御装置 110 は放射線発生装置 120 に含まれる放射線源 121 や照射野絞り機構 122 の動作を制御する。放射線源 121 は放射線制御装置 110 からの指示に応答して、放射線撮像装置 130 へ向けて放射線 123 を曝射する。ここで、放射線 123 は、放射線崩壊によって放出される（光子を含む）粒子の作るビームである 線、線、線などの他に、同程度以上のエネルギーを有するビーム、例えば X 線や粒子線、宇宙線なども含みうる。照射野絞り機構 122 は、放射線撮像装置 130 において放射線 123 が照射される領域である照射野を調整できる。放射線源 121 が曝射した放射線 123 は被写体（不図示）を透過して放射線撮像装置 130 に到達する。

【0011】

放射線撮像装置 130 は自身に向けて照射された放射線 123 に応じた画像データを生成し、制御コンピュータ 140 へ送信する。この送信は無線通信で行われてもよいし、有線通信で行われてもよい。また、生成された画像データは放射線撮像装置 130 内の着脱可能なメモリに格納され、このメモリを放射線撮像システム 100 の利用者が手動で制御コンピュータ 140 へ移してもよい。本発明に係る放射線撮像装置 130 は自身へ向けて放射線 123 が照射されているかを判定可能であり、放射線 123 が照射されていることを判断した場合に、画像データの生成を自動的に開始できる。

【0012】

制御コンピュータ 140 は、放射線撮像装置 130 から受信した画像データに画像処理を施して、表示装置 160 に表示する。また、制御コンピュータ 140 は、コンソール 150 を通じて使用者によって行われた入力に応じて、放射線制御装置 110 や放射線撮像装置 130 の動作を制御する。例えば、制御コンピュータ 140 は放射線制御装置 110 に放射線の曝射条件を送信してもよいし、放射線撮像装置 130 に動作を規定するパラメータ等を送信してもよい。

【0013】

続いて、図 2 を参照しつつ、上述の放射線撮像装置 130 の詳細な構成例を説明する。放射線撮像装置 130 は図 2 に示される様々な構成要素を含みうるが、実施形態によつてはこれらの構成要素のうちの一部を含まなくてもよい。本発明の各実施形態で用いられる構成要素は以下に詳細に説明される。

【0014】

検出部 201 はアレイ状に配置された複数の画素を含み、各画素は変換素子とトランジスタとを含む。図 2 では画素が 3 行 3 列に配置された例を扱うが、本発明は任意の個数の画素に適用できる。 i 行 j 列 ($1 \leq i \leq 3, 1 \leq j \leq 3$) の画素に含まれる変換素子及びトランジスタをそれぞれ変換素子 $C_{i,j}$ 及びトランジスタ $T_{i,j}$ と呼び、これらを総称してそれぞれ変換素子 C 及びトランジスタ T と呼ぶ。第 i 行 ($1 \leq i \leq 3$) の画素に対して 1 本の駆動線 $D_{r,i}$ 及び 1 本のバイアス線 $B_{s,i}$ が配置される。駆動線 $D_{r,1} \sim D_{r,3}$ 及びバイアス線 $B_{s,1} \sim B_{s,3}$ をそれぞれ総称して駆動線 D_r 及びバイアス線 B_s と呼ぶ。第 j 列 ($1 \leq j \leq 3$) の画素に対して 1 本の信号線 $S_{g,j}$ が配置される。信号線 $S_{g,1} \sim S_{g,3}$ を総称して信号線 S_g と呼ぶ。

【0015】

変換素子 C は放射線撮像装置 130 に照射された放射線 123 を電荷に変換する。変換素子 C は放射線 123 を直接電荷に変換してもよいし、放射線撮像装置 130 が有するシンチレータ（不図示）により放射線 123 から変換された光を電荷に変換してもよい。変換素子 C として、例えばガラス基板等の絶縁性基板に配置され、アモルファスシリコンを主材料とする PIN 型フォトダイオードを用いてもよい。変換素子 C の第 1 電極（例えばカソード）はトランジスタ T の第 1 主電極に接続され、変換素子 C の第 2 電極（例えばアノード）はバイアス線 B_s に接続される。

10

20

30

40

50

【0016】

トランジスタTは変換素子Cと信号線Sgとを接続するためのスイッチ素子として機能し、例えば薄膜トランジスタ(TFT)である。トランジスタTの代わりに他のスイッチ素子が用いられてもよい。トランジスタTの第1主電極(例えばソース)は変換素子Cの第1電極に接続され、トランジスタTの第2主電極(例えばドレイン)は信号線Sgに接続され、トランジスタTの制御電極(例えばゲート)は駆動線Drに接続される。トランジスタTがオン(導通状態)の場合に、変換素子Cに蓄積された電荷に基づく電気信号が信号線Sgに転送される。この際に、信号線Sgに接続された電源から変換素子Cの第1電極に所望の電圧が供給され、変換素子Cの電荷がリセットされることにより、変換素子Cがリセットされる。信号線Sgに接続された電源は、例えば後述する読み出し回路203に信号線Sgごとに設けられた增幅回路の基準電源である。トランジスタTがオフ(非導通状態)の場合に、変換素子Cに蓄積された電荷はリセットされない。なお、このスイッチ素子は信号線Sgに接続されるものには限られず、例えば信号線Sgに接続されるスイッチ素子とは別に、信号線Sgを介さずに電源に接続され、変換素子Cからの電気信号を電源に転送するスイッチ素子であってもよい。

10

【0017】

駆動回路202は、導通電圧と非導通電圧とを有する駆動信号を駆動線Drに出力して、トランジスタTの導通状態と非導通状態とを切り替える。例えば、駆動回路202は、トランジスタTを導通状態にする場合に駆動線Drに導通電圧を供給し、トランジスタTを非導通状態にする場合に駆動線Drに非導通電圧を供給する。駆動回路202が導通電圧を駆動線Drに供給した場合に、変換素子に蓄積された電荷に基づく電気信号がこの駆動線Drに接続されたトランジスタTを介して信号線Sgに転送され、この蓄積された電荷が除去される。すなわち、駆動回路202は変換素子に蓄積された電荷をリセットするリセット部として機能する。

20

【0018】

読み出し回路203は、信号線Sgから電気信号を読み出し、デジタル画像データとして信号処理部211に出力する。読み出し回路203は例えば読み出した電気信号を增幅するための增幅回路、増幅された信号をサンプルしホールドするサンプルホールド回路、ホールドされたアナログ信号をデジタル信号に変換するA/D変換器などを含みうる。

30

【0019】

バイアス電源204はバイアス線Bsに印加するバイアス電圧を供給する。バイアス電圧が変換素子Cに印加されると、変換素子Cの半導体層が空乏化され、変換素子が放射線又は光を電荷に変換することができる。バイアス線Bs1～Bs3は1本のバイアス線BsCに合流する。バイアス電源204は取得部205を介してバイアス線BsCにバイアス電圧を印加することによって、各バイアス線Bs1～Bs3にバイアス電圧を供給できる。

【0020】

取得部205はバイアス線BsCに流れている電流(以下、バイアス電流)の電流値(以下、バイアス電流値)に基づく評価値の取得処理を行う。取得部205は、バイアス電流値をそのまま評価値として用いてもよいし、バイアス電流により得られる電圧値を評価値として用いてもよい。また、取得部205は、バイアス電流にローパスフィルタやバンドパスフィルタを用いてフィルタ処理を行った後の電流値を評価値として取得してもよい。また、評価値はバイアス電流の瞬時の電流値であってもよいし、ある期間の積分値であってもよい。一部の実施形態において取得部205は評価値をA/Dコンバータによってデジタル値に変換し、変換後の評価値を判定部206へ出力する。A/Dコンバータのサンプル周波数は取得部205が評価値を取得する動作の周波数の2倍以上としうる。

40

【0021】

判定部206は取得部205が取得した評価値と比較対象値とを比較して、放射線撮像装置130に放射線123が照射されているかどうかを判定する。判定部206の動作の詳細は後述する。推定部208は取得部205が測定したバイアス電流に含まれている暗

50

電流の値を推定する。推定部 208 の動作の詳細は後述する。温度センサ 212 は放射線撮像装置 130 内の温度を計測する。参照情報メモリ 213 は推定部 208 が暗電流の値を推定するために参照する参照情報を記憶する。タイマー 214 は計時機能を有する。評価値メモリ 207 は取得部 205 が取得した評価値を記憶する記憶部として機能する。

【0022】

信号処理部 211 は読み出し回路 203 から出力された画像データに処理を施す。通信部 210 は制御コンピュータ 140 と通信を行い、例えば信号処理部 211 により生成された画像データを制御コンピュータ 140 へ送信したり、制御コンピュータ 140 から受信した指示を制御部 209 へ伝送したりする。制御部 209 は放射線撮像装置 130 全体の動作を司り、具体的には以下のフローチャートで説明される動作を行う。図 2 では簡単のために制御部 209 と各構成要素とを接続する線を省略している。 10

【0023】

図 3 は放射線撮像装置 130 の電源投入から静止画像データの出力までの一連の動作例を説明する。図 3 の上段のグラフは放射線撮像装置 130 に照射された放射線 123 の強度を表す。図 3 の中段のグラフは判定部 206 が算出する評価値と比較対象値との差分値を表す。図 3 の下段は放射線撮像装置 130 の動作を表し、駆動線 Dr に供給される駆動信号のタイミングを示す。

【0024】

時刻 t1 において放射線撮像装置 130 の電源がオンになり、バイアス線 Bs へのバイアス電圧の印加が開始される。これにより、放射線撮像装置 130 は待機動作を開始し、図 3 において “R” で示されるリセット動作を繰り返すように制御部 209 が駆動回路 202 を制御する。このリセット動作は、駆動回路 202 が複数の駆動線 Dr に順に導通電圧を供給し、トランジスタ T を行ごとに順に導通状態とすることによりなされる。このリセット動作が行われている間に、取得部 205 がバイアス電流に基づく評価値の取得を行い、判定部 206 が変換素子 C に放射線が照射されているかの判定を行うように、制御部 209 が取得部 205 及び判定部 206 を制御する。 20

【0025】

時刻 t2 において差分値が閾値の範囲に含まれなくなると、判定部 206 は放射線 123 の照射が開始されたと判定し、制御部 209 は駆動回路 202 からの導通電圧の供給を停止して待機動作を終了し、撮像動作を開始する。まず、制御部 209 は図 3 において “A” で表される蓄積動作を開始する。蓄積動作 A では、駆動回路 202 からの導通電圧の供給が停止されており、すべてのトランジスタ T が非導通状態となっている。これにより、変換素子 C によって放射線から変換された電荷に基づく電気信号が画素に蓄積される。 30

【0026】

時刻 t3 において差分値が閾値の範囲に含まれるようになると、判定部 206 は放射線 123 の照射が終了したと判定し、制御部 209 は蓄積動作 A を終了する。そして、制御部 209 は、蓄積された電気信号をトランジスタ T が信号線 Sg に転送する読み出し動作（図 3 において “O” ）を開始する。この読み出し動作 O は、リセット動作と同様に、駆動回路 202 が複数の駆動線 Dr に順に駆動電圧を供給し、トランジスタ T を行毎に順に導通状態とすることによりなされる。制御部 209 は、読み出し動作 O が終了すると、時刻 t4 において、“R” で示されるリセット動作を数回繰り返すように駆動回路 202 を制御する。このリセット動作は、取得部 205 及び判定部 206 が制御されずに行ってよい。このリセット動作は時刻 t5 から行われる暗電流による画像データを取得するための準備動作であるので、放射線の照射を検出する必要はない。駆動回路 202 による駆動線 Drk (k は 1 ~ 3 の何れか) への導通電圧の供給の後に準備動作におけるリセット動作が終了した場合には、撮像動作におけるリセット動作も同じ駆動線 Drk への導通電圧の供給で終了してもよい。図 3 の例では、駆動線 Dr2 へ導通電圧を供給した後に待機動作が終了したので、撮像動作におけるリセット動作も同じ駆動線 Dr2 へ導通電圧を供給した後に終了する。 40

【0027】

10

20

30

40

50

次に、時刻 t_5 において、制御部 209 は図 3 において “A” で示される蓄積動作を行う。この蓄積動作 A では放射線 123 が照射されていないので、変換素子 C に蓄積される電荷は暗電荷である。この暗電荷の蓄積動作は放射線 123 による電荷の蓄積動作と同じ期間だけ行ってもよい（すなわち、制御部 209 は $t_3 - t_2 = t_6 - t_5$ となるように蓄積動作を行う。）。時刻 t_6 において、制御部 209 は “O” で示される暗電荷に基づく電気信号の読み出しを開始し、読み出した電気信号に応じた画像データを作成する。これは暗電荷による画像データに相当する。時刻 t_7 において、制御部 209 は信号処理部 211 を用いて、得られた 2 つの画像データの差分を取り、得られた画像データを通信部 210 から制御コンピュータ 140 へ送信する。時刻 t_3 から時刻 t_7 までの動作が撮像動作に対応する。

10

【0028】

続いて、図 4 を参照しつつ、放射線撮像装置 130 の動作例を説明する。図 4 のフローチャートに示される動作は例えば放射線撮像装置 130 の電源がオンになった場合や、制御コンピュータ 140 から動作の開始が要求された場合に始まる。放射線撮像システム 100 の使用者はこの処理を開始することによって、任意の時点で放射線発生装置 120 から放射線 123 を曝射し、画像を撮像できる。放射線撮像装置 130 は放射線 123 が照射されていることを自動的に検出し、画像データを作成して制御コンピュータ 140 に送信できる。

【0029】

S401 で、バイアス電源 204 はバイアス線 B_s へのバイアス電圧の印加を開始する。バイアス電圧は取得部 205 を介してバイアス線 B_{sC} へ印加される。その後、制御部 209 は、S404 において放射線が照射されていると判定されるまで、S402～S405 の処理を反復する。S402 で、制御部 209 は駆動回路 202 を制御して任意の駆動線 D_r に導通電圧を供給して、任意の変換素子 C に蓄積された電荷をリセットする。放射線 123 の照射の有無にかかわらず、変換素子 C には暗電荷が蓄積する。そこで、この暗電荷を除去するために変換素子 C をリセットする。一部の実施形態において駆動回路 202 は 1 回のリセット（S402 の 1 回の実行）において何れか 1 本の駆動線 D_r（駆動線 D_{r1}～D_{r3} の何れか 1 本）に導通電圧を供給する。他の実施形態において、駆動回路 202 は 1 回のリセットで一度に複数本の駆動線 D_r に導通電圧を供給してもよい。例えば、1 回のリセットで一度に 2 本の駆動線 D_r に導通電圧を供給してもよいし、検出部 201 内の全ての駆動線 D_r に導通電圧を供給してもよい。すなわち、制御部 209 はグループごとに変換素子のリセットを行ってもよい。

20

【0030】

S403 で、制御部 209 は取得部 205 を制御して、バイアス電流値に基づく評価値を取得する。取得部 205 はバイアス線 B_{sC} に流れている瞬間的なバイアス電流値を用いて評価値を取得してもよいし、前回の取得から今回の取得までの間に流れたバイアス電流値の積算値を用いて評価値を取得してもよい。

30

【0031】

S404 で、取得部 205 が評価値を取得したことに応答して、判定部 206 は変換素子 C に放射線 123 が照射されているか否かを判定する。すなわち、S404 で、判定部 206 は変換素子 C への放射線 123 の照射が開始されたか否かを判定する。判定部 206 は、S403 で取得された評価値と比較対象値との差が閾値の範囲内に含まれるか否かを判定してもよい。比較対象値は評価値メモリ 207 に格納された 1 個以上の評価値に依存する。判定部 206 が比較対象値をどのように取得するかについては後述する。判定部 206 は判定結果を制御部 209 へ出力する。両者の値の差が閾値の範囲内に含まれる場合に判定部 206 は放射線 123 が照射されていないと判定し（S404 で「NO」）、制御部 209 は処理を S405 に進める。両者の差が閾値の範囲内に含まれない場合に判定部 206 は放射線 123 が照射されていると判定し（S404 で「YES」）、制御部 209 は処理を S406 に進める。S405 で、判定部 206 は S403 で取得された評価値を評価値メモリ 207 に格納する。その後、制御部 209 は処理を S402 へ戻し、

40

50

S 4 0 2 ~ S 4 0 5 の処理を反復する。すなわち、駆動回路 2 0 2 は複数の駆動線 D r に対して順に行われる導通電圧の供給を継続する。

【 0 0 3 2 】

S 4 0 4 で放射線 1 2 3 の照射が開始されたと判定された場合に、制御部 2 0 9 は駆動回路 2 0 2 による駆動線 D r への導通電圧の供給を停止し、蓄積動作を開始する。制御部 2 0 9 は、S 4 0 7 において放射線 1 2 3 が照射されていないと判定されるまで、S 4 0 6 、 S 4 0 7 の処理を反復する。この反復では変換素子 C の電荷がリセットされないので、放射線 1 2 3 に起因する電荷に基づく電気信号は画素に蓄積する。S 4 0 6 及び S 4 0 7 の処理はそれぞれ S 4 0 3 及び S 4 0 4 の処理と同様である。S 4 0 7 で、判定部 2 0 6 は放射線撮像装置 1 3 0 への放射線 1 2 3 の照射が終了したか否かを判定する。S 4 0 4 の判定処理で用いられる閾値の範囲と S 4 0 7 の判定処理で用いられる閾値の範囲とは同じでもよいし、異なっていてもよい。S 4 0 7 で放射線 1 2 3 が照射されていないと判定された場合に (S 4 0 7 で「 N O 」) 、制御部 2 0 9 は処理を S 4 0 8 に進める。S 4 0 7 で放射線 1 2 3 が照射されていると判定された場合に (S 4 0 7 で「 Y E S 」) 、制御部 2 0 9 は処理を S 4 0 6 へ戻し、S 4 0 6 、 S 4 0 7 の処理を反復する。

【 0 0 3 3 】

S 4 0 7 で放射線 1 2 3 の照射が終了したと判定された場合に、S 4 0 8 で、制御部 2 0 9 は、検出部 2 0 1 内の画素に蓄積された電気信号をトランジスタ T が信号線 S g に転送するように駆動回路 2 0 2 を制御する。読み出し回路 2 0 3 は画素からの電気信号を読み出して画像データとして制御コンピュータ 1 4 0 へ出力する。

【 0 0 3 4 】

続いて、図 4 における判定部 2 0 6 のによる判定処理の詳細を説明する。以降の説明では、S 4 0 2 のリセット処理において、駆動回路 2 0 2 が 1 本ずつ駆動線 D r に導通電圧を供給する場合を説明する。すなわち、駆動回路 2 0 2 は、あるリセット処理において駆動線 D r 1 に導通電圧を供給して変換素子 C 1 1 ~ C 1 3 をリセットする。駆動回路 2 0 2 は、次のリセット処理において駆動線 D r 2 に導通電圧を供給して変換素子 C 2 1 ~ C 2 3 をリセットする。駆動回路 2 0 2 は、さらに次のリセット処理において駆動線 D r 3 に導通電圧を供給して変換素子 C 3 1 ~ C 3 3 をリセットする。そして、駆動線 D r 3 への導通電圧の供給が終了したら、駆動回路 2 0 2 はその次のリセット処理において駆動線 D r 1 に戻って導通電圧を供給して変換素子 C 1 1 ~ C 1 3 をリセットする。検出部 2 0 1 内のすべての変換素子 C が 1 回ずつリセットされる期間の単位をフレームと呼ぶ。

【 0 0 3 5 】

取得部 2 0 5 が取得する評価値は、放射線撮像装置 1 3 0 に放射線 1 2 3 が照射されていない場合であっても暗電流等の影響により変動する。従って、判定部 2 0 6 が比較対象値として工場出荷時などのテストによって事前に得られた固定値を用いる場合には、暗電流等の影響による誤判定を回避するために、閾値を広い範囲に設定する必要がある。この場合に、評価値と比較対象値との差分値が閾値の範囲を超えるまでに時間がかかってしまい、放射線の照射の開始を精度よく検出できない。例えば、放射線の照射が開始されているのにもかかわらず、放射線が照射されていないと判定されてしまう場合がある。放射線の照射の終了の検出についても同様に、放射線の照射が終了しているのにもかかわらず、放射線が照射されていると判定されてしまう場合がある。本発明の様々な実施形態では、上述の S 4 0 4 及び S 4 0 7 で用いられる比較対象値は、当該ステップの実施以前の判定処理において用いられた評価値に基づき、工場出荷時などのテストによって事前に得られた固定値ではない。

【 0 0 3 6 】

図 5 は判定部 2 0 6 が比較対象値を取得するために参照する評価値メモリ 2 0 7 に格納される値の例を説明する。図 5 では、S 4 0 4 及び S 4 0 7 の判定処理において参照される評価値を説明し、これらの参照される評価値は評価値メモリ 2 0 7 に格納されている。図 5 では、第 i フレーム (i = 1) において S 4 0 2 で駆動線 D r j (j = 1 , 2 , 3) に導通電圧を供給した後に S 4 0 3 で取得部 2 0 5 が取得した評価値を I [i , j] と表

す。例えば、 $I[K, 1]$ は第 K フレームにおいて駆動線 $D_r 1$ に導通電圧を供給した後に取得部 205 が取得した評価値を表す。

【0037】

本発明の一部の実施形態では、判定部 206 は、 $S404$ において、前回の判定処理で用いられた評価値を比較対象値として用いて判定処理を行う。この評価値は、以前に行われた判定処理であって、放射線 123 が照射されていないと判定された1回以上の判定処理のうち、最後に行われた1回の判定処理において用いられた評価値である。第 K フレームにおいて $S402$ で駆動線 $D_r 2$ に導通電圧を供給した後に $S403$ で取得された評価値 $I[K, 2]$ (図の「判定対象の評価値」) を用いて、 $S404$ で判定部 206 が判定処理を行う場合を考える。図5(a)の太線枠で示されるに示されるように、評価値メモリ 207 は、この時点において、前回の $S405$ の実行で判定部 206 によって格納された評価値 $I[K, 1]$ を記憶している。判定部 206 は $S404$ で評価値 $I[K, 2]$ と比較対象値である $I[K, 1]$ との差分値、すなわち $I[K, 2] - I[K, 1]$ が閾値の範囲内に含まれているかを判定する。2回の連続した取得においてバイアス線 B_{SC} に流れる暗電流の変化はわずかであると考えられる。そこで、前回の判定処理において用いられた評価値を比較対象値として用いることで、閾値の範囲の幅を低減でき、放射線 123 の照射が開始されたことの判定の精度を向上できる。

【0038】

差分値が閾値の範囲内に含まれていると判定された場合に、 $S405$ で、判定部 206 は評価値 $I[K, 2]$ を評価値メモリ 207 に格納する。この際、格納されている評価値 $I[K, 1]$ を上書きしてもよい。これによってメモリ容量を節約できる。差分値が閾値の範囲内に含まれていないと判定された場合に、判定部 206 は評価値 $I[K, 2]$ を評価値メモリ 207 に格納しなくてもよい。放射線 123 の照射が終了したかを判定する $S407$ では、判定部 206 は放射線 123 が照射されていない状態の評価値を比較対象値として用いる必要がある。すなわち、判定部 206 は、 $S407$ において、取得された評価値と、放射線 123 が照射されていない状態の評価値との差分が閾値の範囲内にある場合に、取得されたバイアス電流に放射線 123 に起因する電流が含まれていないと判定できる。評価値 $I[K, 2]$ 以降に取得された評価値は放射線 123 の影響を受けるので、 $S407$ の判定処理において、判定部 206 がこれらの評価値を比較対象値として用いることはない。 $S407$ で、判定部 206 は、以前に行われた判定処理であって、放射線 123 が照射されていないと判定された1回以上の判定処理のうち、最後に行われた1回の判定処理において用いられた評価値 $I[K, 1]$ を比較対象値として用いる。

【0039】

本発明の別の実施形態では、判定部 206 は、 $S404$ において、前回までの複数回の判定処理で取得された複数個の評価値から算出した値を比較対象値として用いて判定処理を行う。この評価値は、以前に行われた判定処理であって、放射線 123 が照射されていないと判定された1回以上の判定処理のうち、最後に行われた複数回の判定処理において用いられた複数個の評価値から算出される。第 K フレームにおいて $S402$ で駆動線 $D_r 2$ に導通電圧を供給した後に取得された評価値 $I[K, 2]$ を用いて判定部 206 が判定処理を行う場合を考える。図5(b)の太線枠に示されるように、評価値メモリ 207 は、この時点において、前回までの3回の $S405$ の実行において判定部 206 によって格納された3個の評価値 $I[K-1, 2] \sim I[K, 1]$ を記憶している。判定部 206 は $S404$ で評価値 $I[K, 2]$ と比較対象値である $I[K-1, 2] \sim I[K, 1]$ の平均値 AVG との差分値、すなわち $I[K, 2] - AVG$ が閾値の範囲内に含まれているかを判定する。上記の例では比較対象値を算出するために1フレーム分の3個の評価値を用いているが、用いられる評価値の個数に制限はない。また、加算平均を取る際に各評価値に重みをつけてもよい。例えば、遅い時刻に取得された評価値ほど高い重みを付けて平均を取ってもよい。また、同じ駆動線 D_r に導通電圧を供給した後に取得された評価値に高い重みを割り当ててもよい。複数回の連続した判定処理で用いられた複数個の評価値から比較対象値を算出することで、取得ごとの評価値のばらつきを軽減でき、閾値の範囲の幅

10

20

30

40

50

を低減できる。その結果、放射線 123 の照射が開始されたことの判定の精度を向上できる。

【0040】

差分値が閾値の範囲内に含まれていると判定された場合に、S405で、判定部206は評価値 $I[K, 2]$ を評価値メモリ207に格納する。この際、格納されている評価値のうち最も古い評価値 $I[K-1, 1]$ を上書きしてもよい。これによってメモリ容量を節約できる。差分値が閾値の範囲内に含まれていないと判定された場合に、上述の実施形態と同様の理由によって、判定部206は評価値 $I[K, 2]$ を評価値メモリ207に格納しなくてもよい。S407で、判定部206は、以前に放射線123が照射されていないと判定された1回以上の判定処理のうち、最後に行われた複数回の判定処理において用いられた複数個の評価値 $I[K-1, 2] \sim I[K, 1]$ から算出された値を比較対象値として用いる。10

【0041】

本発明の別の実施形態では、判定部206は、S404において、以前に同じ駆動線 D_r に導通電圧を供給した後に取得された評価値を比較対象値として用いて判定処理を行う。第KフレームにおいてS402で駆動線 $D_r 2$ に導通電圧を供給した後に取得された評価値 $I[K, 2]$ を用いて判定部206が判定処理を行う場合を考える。図5(c)に示されるように、評価値メモリ207は、この時点において、前回までの3回のS405の実行において判定部206によって格納された3個の評価値 $I[K-1, 2] \sim I[K, 1]$ を記憶している。判定部206は、今回の判定処理と同じ駆動線 $D_r 2$ に導通電圧を供給した以前の判定処理であって、放射線123が照射されていないと判定された1回以上の判定処理のうちの最後の1回で用いられた評価値 $I[K-1, 2]$ を比較対象値として用いる。評価値 $I[K-1, 2]$ は図5(c)で太線枠で囲まれている。判定部206はS404で評価値 $I[K, 2]$ と比較対象値である $I[K-1, 2]$ との差分値、すなわち $I[K, 2] - I[K-1, 2]$ が閾値の範囲内に含まれているかを判定する。20

【0042】

図6を用いて、以前に同じ駆動線 $D_r 2$ に導通電圧を供給した際に取得した評価値 $I[K-1, 2]$ を比較対象値として用いて判定処理を行うことの効果を説明する。図6は、放射線撮像装置130の電源をオンにしてから十分に時間が経過した後の評価値のグラフを示す。 $F[n]$ は放射線撮像装置130が第 n フレームを実行する期間を表し、各フレームにおいて駆動線 D_r に順次に導通電圧が供給され、変換素子Cがリセットされる。導通電圧の供給によりトランジスタTが導通状態と非導通状態との間で切り替わったことに起因して、駆動線 D_r と同一の画素に接続されたバイアス線 B_r に電流が流れ、この電流が取得部205で測定されるバイアス電流に含まれる。発明者らは、同一フレーム内であっても、どの駆動線 D_r に導通電圧を供給するかによって、バイアス電流値にはばらつきが生じることを見出した。これは、駆動線 D_r に接続されるトランジスタTの寄生容量や変換素子Cの容量のばらつきに起因するものと考えられる。このばらつきが大きい場合には、前回の判定処理において用いられた評価値を比較対象値として用いると、別々の駆動線 D_r に導通電圧を供給したことに起因する評価値を比較することになり、放射線の照射を精度よく検出することが困難である。30

【0043】

しかしながら、発明者らは、フレーム単位ではバイアス電流の波形が類似することを見出した。例えば、図6に示すように、フレーム $F[n-1]$ におけるバイアス電流の波形とフレーム $F[n]$ におけるバイアス電流の波形とフレーム $F[n+1]$ におけるバイアス電流の波形とはそれぞれ類似する。すなわち、同一の駆動線 D_r に導通電圧を供給した際の評価値は相異なるフレームでも近い値となる。そのため、判定部206が以前に同じ駆動線 D_r に導通電圧を供給した際に取得した評価値 $I[K-1, 2]$ を比較対象値として用いて判定処理を行うことによって、判定の精度を向上できる。40

【0044】

差分値が閾値の範囲内に含まれていると判定された場合に、S405で、判定部206

50

は評価値 $I [K, 2]$ を評価値メモリ 207 に格納する。この際、格納されている評価値のうち最も古い評価値 $I [K-1, 1]$ を上書きしてもよい。これによってメモリ容量を節約できる。差分値が閾値の範囲内に含まれていないと判定された場合に、上述の実施形態と同様の理由によって、判定部 206 は評価値 $I [K, 2]$ を評価値メモリ 207 に格納しなくてもよい。S407 で、判定部 206 は、同じ駆動線 D_r に対して以前に行われた判定処理であって、放射線 123 が照射されていないと判定された 1 回以上の判定処理のうちの最後の 1 回で用いられた評価値 $I [K-1, 2]$ を比較対象の値として用いる。

【0045】

本発明の別の実施形態では、判定部 206 は以前に同じ駆動線 D_r に導通電圧を供給した後に取得された複数個の評価値から算出した値を比較対象値として用いて判定処理を行う。第 K フレームにおいて S402 で駆動線 D_r に導通電圧を供給した後に取得された評価値 $I [K, 2]$ を用いて判定部 206 が判定処理を行う場合を考える。評価値メモリ 207 は、この時点において、前回までの 6 回の S405 の実行において判定部 206 によって格納された 6 個の評価値 $I [K-2, 2] \sim I [K, 1]$ を記憶している。判定部 206 は、以前に同じ駆動線 D_r に導通電圧を供給し、放射線 123 が照射されていないと判定された判定処理のうち、最後に行われた複数回の判定処理において用いられた評価値から算出した値を比較対象値として用いる。この評価値は、図 5 (d) の太線枠で示される $I [K-3, 2]$ 、 $I [K-2, 2]$ 、 $I [K-1, 2]$ である。判定部 206 は S404 で評価値 $I [K, 2]$ と比較対象値である太線枠内の評価値の平均値 AVG との差分値、すなわち $I [K, 2] - AVG$ が閾値の範囲内に含まれているかを判定する。判定部 206 は S404 で評価値 $I [K, 2]$ と比較対象値である AVG の平均値との差分値が閾値の範囲内に含まれているかを判定する。上記の例では比較対象値を算出するため 3 フレーム分の 3 個の評価値を用いているが、用いられる評価値の個数に制限はない。上述の実施形態と同様に、比較対象値を算出する際に適宜重み付けを行ってもよい。S405 の処理や S407 での判定処理は上述の実施形態と同様である。

【0046】

上述の各実施形態において、S404 の判定処理で用いられる比較対象値と S407 の判定処理で用いられる比較対象値とは同じ方法で取得したが、これらは別々であってもよい。例えば、S404 の判定処理では前回の判定処理で用いられた評価値 $I [K, 1]$ を用い、S407 の判定処理では前回までの複数回の判定処理で用いられた評価値から算出した値 AVG を用いてもよい。

【0047】

図 6 の説明では、放射線撮像装置 130 の電源をオンにしてから十分な時間が経過した後の状態であったので、検出部 201 で発生する暗電流は各フレームにおいてほぼ等しい値となる。しかし、放射線撮像装置 130 の電源をオンにした直後に発生する暗電流はフレームごとに大きく異なる。例えば、放射線撮像装置 130 の電源をオンにした直後の暗電流の値は図 7 に示されるように変化する。放射線撮像装置 130 の電源をオンにした直後に実行されるフレーム F[1]において暗電流値は大きな値をとり、その後時間の経過につれて減少し所定の値に収束する。暗電流の原因として、変換素子に与えられる電圧が変動した際に変換素子に電流が流れ、その電流による電荷の移動が欠陥準位に影響を与えることが挙げられる。暗電流は特に、変換素子の温度が高い場合や、LED や EL 等の光源を用いて変換素子 C に対して光リセットを行った直後、また放射線照射開始直後に大きい値をとる傾向にある。

【0048】

そこで、本発明の一部の実施形態では、判定部 206 は、図 4 の S404、S407 において、暗電流の推定値を加味して判定処理を行う。この実施形態は上述の任意の実施形態と組み合わせることが可能である。図 4 の S403、S406 において、取得部 205 は、バイアス線 B_{sC} に流れるバイアス電流値から、バイアス電流に含まれているであろう暗電流の推定値を減算した値を評価値として判定部 206 に出力する。暗電流の推定値は推定部 208 によって算出される。推定部 208 は、図 4 のフローチャートの動作を開

10

20

30

40

50

始する前、例えば工場出荷時や製品設置時、撮影開始前のアイドル時間等に、放射線撮像装置 130 の状態の関数としてバイアス電流値を取得し、参照情報メモリ 213 に格納する。この際、図 4 の処理の動作中の放射線撮像装置 130 の状態に近づけるために、放射線撮像装置 130 は図 4 の各ステップを実行してもよい。放射線撮像装置 130 の状態は、バイアス線 B s C にバイアス電圧が印加されてからの経過時間、放射線撮像装置 130 内の温度、変換素子 C に対して光リセットを行ってからの経過時間などを含みうる。推定部 208 はタイマー 214 を用いて経過時間を測定でき、温度センサ 212 を用いて温度を測定できる。推定部 208 はこれらの測定を複数回行って平均化したデータを参照情報メモリ 213 に格納してもよい。また、放射線撮像装置 130 の周囲の温度を変化させて測定することによって、様々な状態においてバイアス電流値を取得してもよい。

10

【0049】

そして、図 4 の処理の動作中に、推定部 208 は取得部 205 がバイアス電流値を取得した際の放射線撮像装置 130 の状態を取得する。推定部 208 は、この状態を参照情報メモリ 213 に記憶されている関数に当てはめることによって暗電流の推定値を取得し、取得部 205 へ出力する。取得部 205 は、バイアス電流値を取得するごとに推定部 208 から推定値を取得してもよいし、1 回のフレームごとに 1 回だけ推定値を取得し、その値の同一フレーム内の処理で再利用してもよい。

【0050】

発明者らは、放射線が照射されていない状態において、読み出しその回路 203 から読み出された画像データ（以下、暗画像データ）の第 i 行の平均データと、第 i 行の駆動線 D r i に導通電圧を供給した際のバイアス電流値とが相関を有することを見出した。暗画像データとバイアス電流値とはどちらも変換素子 C の容量のばらつきの影響を受けるためである。そこで、推定部 208 は、図 4 のフローチャートの動作を開始する前に、暗画像データを取得して、参照情報メモリ 213 に格納してもよい。図 4 のフローチャートの動作を実行する際に、推定部 208 はこの暗画像データを利用して、第 i 行の駆動線 D r i に導通電圧を供給した際にバイアス線 B s C に流れる暗電流の値を推定してもよい。

20

【0051】

上述の実施形態では S 404 で放射線 123 の照射が開始されたかを判定し、S 407 で放射線 123 の照射が終了したかを判定した。しかしながら、放射線撮像装置 130 はどちらか一方のみを上述の方法で判定してもよい。例えば、放射線撮像装置 130 は放射線 123 の照射が開始されたことを制御コンピュータ 140 からの通知によって判定し、放射線 123 の照射が終了したことを上述の方法で判定してもよい。また、放射線撮像装置 130 は放射線 123 の照射が開始されたことを上述の方法で判定し、放射線 123 の照射が終了したことを制御コンピュータ 140 からの通知によって判定してもよいし、一定時間が経過したことによって判定してもよい。

30

【0052】

上述の実施形態では、判定部 206 は、バイアス電流値から暗電流の推定値を引いた値を評価値として用い、評価値と比較対象値との差分が閾値の範囲内に含まれるかを判定した。しかし、判定部 206 は、バイアス電流値と比較対象値との差分値が、暗電流の推定値によって補正された閾値の範囲内に含まれるかを判定してもよい。

40

【0053】

また、上述の実施形態では、図 4 の S 405 では取得された評価値を既存の評価値に上書きしたが、評価値メモリ 207 のサイズに余裕があれば上書きせずに別のメモリスペースにこの評価値に格納してもよい。さらに、上述のように、判定部 206 は、図 4 の S 406 で取得された評価値を評価値メモリ 207 に格納する必要はないが、評価値メモリ 207 のサイズに余裕があれば、この評価値を評価値メモリ 207 に格納してもよい。

【0054】

上述の実施形態では、放射線撮像装置 130 は待機動作中に変換素子 C のリセットを繰り返したが、検出部 201 の特性変動が安定している場合にはリセット処理を行わず、S 403 ~ S 405 を反復してもよい。また、上述の実施形態では、S 404 の判定処理の

50

後に S 4 0 5 の格納が実行されるが、S 4 0 5 の格納は S 4 0 3 の取得と S 4 0 4 の判定処理との間に行われてもよい。この場合に、判定部 2 0 6 は、評価値を評価値メモリ 2 0 7 に格納する際に、続いて行われる判定処理で用いられる比較対象値を取得するための評価値を上書きしないようにする。

【 0 0 5 5 】

上述の実施形態では、繰り返しのそれぞれにおいて、S 4 0 2 ~ S 4 0 5 を 1 回ずつ行ったがこれに限定されない。例えば、変換素子 C を 2 回リセットするごとに S 4 0 3 ~ S 4 0 5 を 1 回ずつ実行してもよいし。変換素子 C を 1 回リセットした後に S 4 0 3 ~ S 4 0 5 を 2 回ずつ実行してもよい。また、S 4 0 3 のリセットの周期と S 4 0 3 の取得の周期とが異なっていてもよい。

10

【 0 0 5 6 】

本発明の別の実施形態では、駆動回路 2 0 2 は、リセット動作について、駆動線 D r への導通電圧の供給を、まず奇数行のみ行い、奇数の最終行までの導通を終了した後で偶数行への導通を行う。図 8 は放射線撮像装置 1 3 0 の電源投入から静止画像データの出力までの一連の動作例を説明する。図 8 の上段のグラフは放射線撮像装置 1 3 0 に照射された放射線 1 2 3 の強度を表す。図 8 の中段のグラフは判定部 2 0 6 が算出する評価値と比較対象値との差分値を表す。図 8 の下段は放射線撮像装置 1 3 0 の動作を表し、駆動線 D r に供給される駆動信号のタイミングを示す。

【 0 0 5 7 】

時刻 t 1 において放射線撮像装置 1 3 0 の電源がオンになり、バイアス線 B s へのバイアス電圧の印加が開始される。これにより、放射線撮像装置 1 3 0 は待機動作を開始し、図 8 において “ R ” で示されるリセット動作（時刻 t 1 ~ t 2 と時刻 t 4 ~ t 5 ）を繰り返すように制御部 2 0 9 が駆動回路 2 0 2 を制御する。このリセット動作において、駆動回路 2 0 2 が複数の駆動線 D r の奇数行のみ順に導通電圧を供給してトランジスタ T を行ごとに導通状態とする。奇数行のリセット動作が終了すると、駆動回路 2 0 2 は、偶数行の先頭 D r 2 に導通電圧を供給し、偶数行のみ順に導通電圧を供給して、トランジスタ T を行毎に導通状態とする。このリセット動作が行われている間に、取得部 2 0 5 がバイアス電流に基づく評価値の取得を行い、判定部 2 0 6 が変換素子 C に放射線が照射されているかの判定を行うように、制御部 2 0 9 が取得部 2 0 5 及び判定部 2 0 6 を制御する。蓄積された電気信号をトランジスタ T が信号線 S g に転送する読み出し動作（図 8 の時刻 t 3 ~ t 4 と時刻 t 6 ~ t 7 の “ O ” ）では、駆動回路 2 0 2 は複数の駆動線 D r に順に駆動電圧を供給し、トランジスタ T を行毎に順に導通状態とする。

20

30

30

【 0 0 5 8 】

図 9 は判定部 2 0 6 が比較対象を取得するために評価値メモリ 2 0 7 に格納される値の例を説明する。図 9 (a) では、第 i フレーム (i = 1) の奇数行において S 4 0 2 で駆動線 D r j (j = 1, 3, 5) に導通電圧を供給した後に S 4 0 3 で取得部 2 0 5 が取得した評価値を I o [i, j] と表す。また、第 i フレーム (i = 1) の偶数行において S 4 0 2 で駆動線 D r j (j = 2, 4, 6) に導通電圧を供給した後に S 4 0 3 で取得部 2 0 5 が取得した評価値を I e [i, j] と表す。例えば、I o [K, 1] は第 K フレームにおいて駆動線 D r 1 に導通電圧を供給した後に取得部 2 0 5 が取得した評価値を表す。

40

【 0 0 5 9 】

以上のように偶数・奇数毎にリセット駆動を行う場合、判定部 2 0 6 は、S 4 0 4 において、以前に同じ駆動線 D r に導通電圧を供給した後に取得された評価値を比較対象値として用いて判定処理を行う。第 K フレームの奇数行において S 4 0 2 で駆動線 D r 2 に導通電圧を供給した後に取得された評価値 I o [K, 3] を用いて判定部 2 0 6 が判定を行う場合について説明する。図 9 (a) に示されるように、評価値メモリ 2 0 7 は、この時点において、前回までの 3 回の S 4 0 5 の実行において判定部 2 0 6 によって格納された 6 個の評価値 I o [K - 1, 3] ~ I o [K, 1] を記憶している。判定部 2 0 6 は、今回の判定処理と同じ駆動線 D r 3 に導通電圧を供給した以前の判定処理であって、放射線 1 2 3 が照射されていないと判定された 1 回以上の判定処理のうちの最後の 1 回で用いら

50

れた評価値 $I_o [K - 1, 3]$ を比較対象として用いる。評価値 $I_o [K - 1, 3]$ は図 9 (a) で太線枠で囲まれている。判定部 206 は S404 で評価値 $I_o [K, 3]$ と比較対象である $I_o [K - 1, 3]$ との差分値、すなわち $I_o [K, 3] - I_o [K - 1, 3]$ が閾値の範囲内に含まれているかを判定する。

【0060】

図 10 を用いて、以前に同じ駆動線 $D_r 3$ に導通電圧を供給した際に取得した評価値 $I_o [K - 1, 3]$ を比較対象値として用いる事の効果を説明する。図 10 は、放射線撮像装置 130 の電源をオンにしてから十分に時間が経過した後の評価値のグラフを示す。 $F_o [n]$ は放射線撮像装置 130 が第 n フレームの奇数行のみ、 $F_e [n]$ は放射線撮像装置 130 が第 n フレームの偶数行のみを実行する期間を表し、各フレームにおいて駆動線 D_r に順次に導通電圧が供給され、変換素子 C がリセットされる。導通電圧の供給によりトランジスタ T が導通状態と非導通状態との間で切り替わったことに起因して、駆動線 D_r と同一の画素に接続されたバイアス線 B_r に電流が流れ、この電流が取得部 205 で測定されるバイアス電流に含まれる。発明者らは、同一フレーム内であっても、どの駆動線 D_r に導通電圧を供給するかによって、バイアス電流値にばらつきが生じることを見出した。これは、駆動線 D_r に接続されるトランジスタ T の寄生容量や変換素子 C の容量のばらつきに起因するものと考えられる。このばらつきが大きい場合には、前回の判定処理において用いられた評価値を比較対象値として用いると、別々の駆動線 D_r に導通電圧を供給したことに起因する評価値を比較することになり、放射線の照射を精度よく検出することが困難である。

10

20

【0061】

しかしながら、発明者らは、奇数毎、偶数毎に駆動線 D_r に導通電圧を供給した場合であっても、偶数または奇数のフレーム単位ではバイアス電流の波形が類似することを見出した。例えば、図 10 に示すように、奇数フレーム $F_o [n - 1]$ におけるバイアス電流の波形とフレーム $F_o [n]$ におけるバイアス電流の波形とフレーム $F_o [n + 1]$ におけるバイアス電流の波形とはそれぞれ類似する。すなわち、同一の駆動線 D_r に導通電圧を供給した際の評価値は相異なるフレームでも近い値となる。そのため、判定部 206 が以前に同じ駆動線 D_r に導通電圧を供給した際に取得した評価値 $I_o [K - 1, 3]$ を比較対象値として用いて判定処理を行うことによって、判定の精度を向上できる。

【0062】

30

差分値が閾値の範囲内に含まれていると判定された場合に、S405 で、判定部 206 は評価値 $I_o [K, 3]$ を評価値メモリ 207 に格納する。この際、格納されている評価値のうち最も古い評価値 $I_o [K - 1, 1]$ を上書きしてもよい。これによってメモリ容量を節約できる。差分値が閾値の範囲内に含まれていないと判定された場合に、上述の実施形態と同様の理由によって、判定部 206 は評価値 $I_o [K, 3]$ を評価値メモリ 207 に格納しなくてもよい。S407 で、判定部 206 は、同じ駆動線 D_r に対して以前に行われた判定処理であって、放射線 123 が照射されていないと判定された 1 回以上の判定処理のうちの最後の 1 回で用いられた評価値 $I_o [K - 1, 3]$ を比較対象の値として用いる。

【0063】

40

本発明の別の実施形態では、判定部 206 は以前に同じ駆動線 D_r に隣接する駆動線 D_r に導通電圧を供給した後に取得された評価値から算出した値を比較対象値として用いて判定処理を行う。第 K フレームの奇数行において S402 で駆動線 $D_r 2$ に導通電圧を供給した後に取得された評価値 $I_o [K, 3]$ を用いて判定部 206 が判定を行う場合を考える。図 9 (b) に示されるように、評価値メモリ 207 は、この時点において、前回までの 3 回の S405 の実行において判定部 206 によって格納された 6 個の評価値 $I_o [K - 1, 3] \sim I_o [K, 1]$ を記憶している。判定部 206 は、隣接する駆動線 $D_r 4$ に導通電圧を供給し、放射線 123 が照射されていないと判定された 1 回以上の判定処理のうちの最後の 1 回で用いられた評価値 $I_o [K - 1, 4]$ を比較対象として用いる。評価値 $I_o [K - 1, 4]$ は図 9 (b) で太線枠で囲まれている。判定部 206 は S404

50

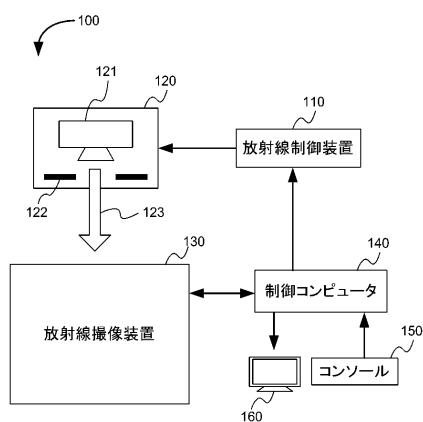
で評価値 $I_o [K, 3]$ と比較対象である $I_e [K-1, 4]$ との差分値、すなわち $I_o [K, 3] - I_e [K-1, 4]$ が閾値の範囲内に含まれているかを判定する。

【0064】

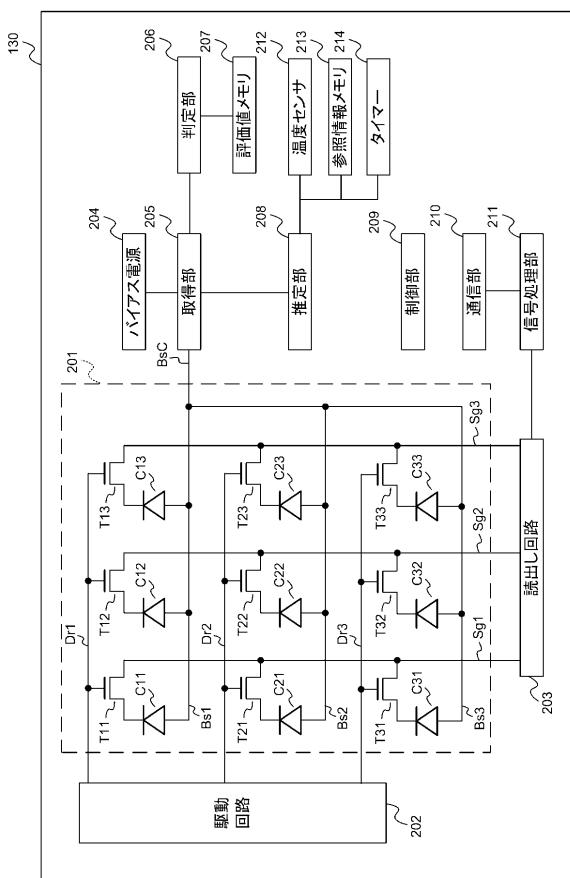
図10の説明では、同一の駆動線 D_r に導通電圧を供給した際の評価値は相異なるフレームでも近い値となる。さらに、偶数フレームと奇数フレームのバイアス電流の波形も類似している為、奇数フレームの波形を偶数フレームの波形を用いて評価値を比較する事も可能である。例えば、図10に示すように、偶数フレーム $F_e [n-1]$ におけるバイアス電流の波形とフレーム $F_o [n]$ におけるバイアス電流の波形とフレーム $F_e [n+1]$ におけるバイアス電流の波形とはそれぞれ類似する。すなわち、隣接する駆動線 D_r に導通電圧を供給した際の評価値は偶奇異なるフレームでも近い値となる。S405の処理やS407での判定処理は上述の実施形態と同様である。

10

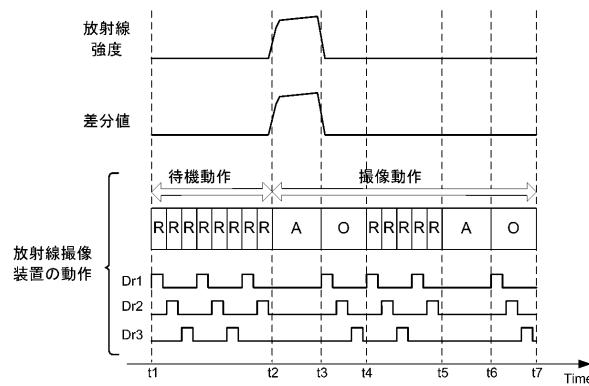
【図1】



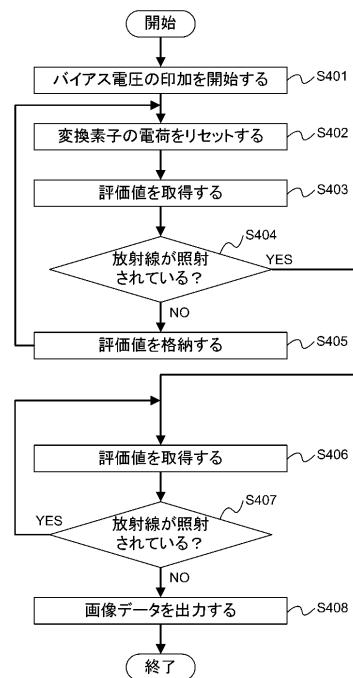
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

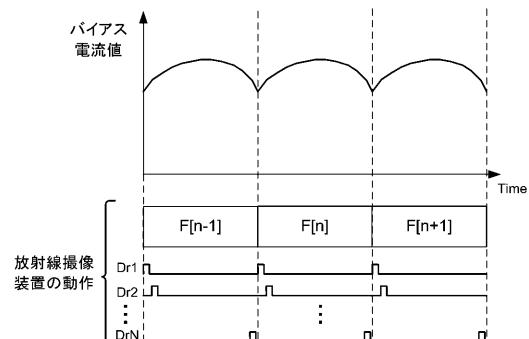
(a)	I[K-3, 1]	I[K-2, 1]	I[K-1, 1]	I[K, 1]
	I[K-3, 2]	I[K-2, 2]	I[K-1, 2]	判定対象の評価値
	I[K-3, 3]	I[K-2, 3]	I[K-1, 3]	

(b)	I[K-3, 1]	I[K-2, 1]	I[K-1, 1]	I[K, 1]
	I[K-3, 2]	I[K-2, 2]	I[K-1, 2]	判定対象の評価値
	I[K-3, 3]	I[K-2, 3]	I[K-1, 3]	

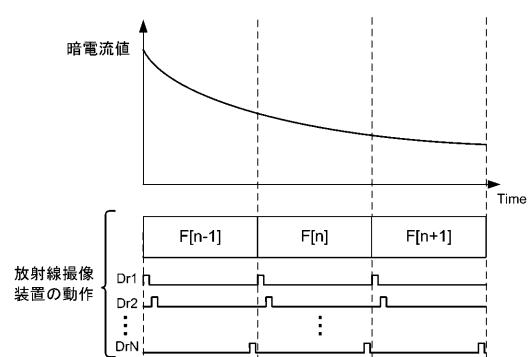
(c)	I[K-3, 1]	I[K-2, 1]	I[K-1, 1]	I[K, 1]
	I[K-3, 2]	I[K-2, 2]	I[K-1, 2]	判定対象の評価値
	I[K-3, 3]	I[K-2, 3]	I[K-1, 3]	

(d)	I[K-3, 1]	I[K-2, 1]	I[K-1, 1]	I[K, 1]
	I[K-3, 2]	I[K-2, 2]	I[K-1, 2]	判定対象の評価値
	I[K-3, 3]	I[K-2, 3]	I[K-1, 3]	

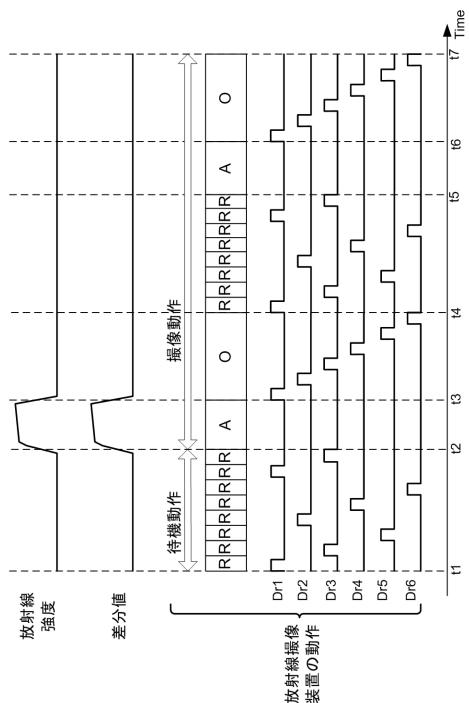
【図6】



【図7】



【図8】

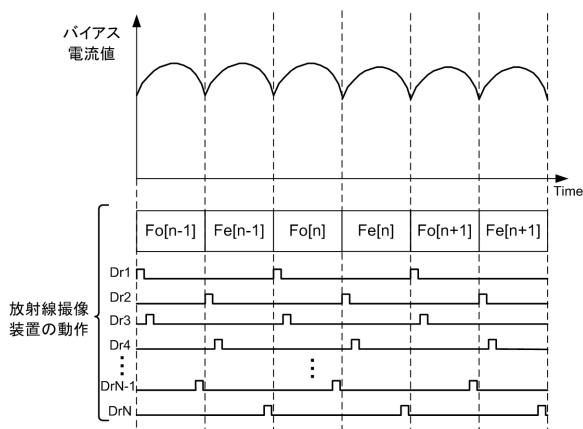


【図9】

(a)	Io[K-1, 1]	le[K-1, 2]	Io[K, 1]
	Io[K-1, 3]	le[K-1, 4]	判定対象の評価値
	Io[K-1, 5]	le[K-1, 6]	

(b)	Io[K-1, 1]	le[K-1, 2]	Io[K, 1]
	Io[K-1, 3]	le[K-1, 4]	判定対象の評価値
	Io[K-1, 5]	le[K-1, 6]	

【図10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
G 0 1 T	1/17	(2006.01)	G 0 1 T	1/17	D
G 0 1 T	7/00	(2006.01)	G 0 1 T	7/00	A
H 0 1 L	27/146	(2006.01)	G 0 1 T	7/00	C
H 0 1 L	27/144	(2006.01)	H 0 1 L	27/14	C
			H 0 1 L	27/14	K

- (72)発明者 菅原 恵梨子
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 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 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
- (72)発明者 佐藤 翔
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 岩下 貴司
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 岡田 英之
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

審査官 鈴木 肇

- (56)参考文献 国際公開第2010/150569 (WO, A1)
特開2011-185622 (JP, A)
特開2010-212925 (JP, A)
国際公開第2011/086826 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

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