

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6162937号  
(P6162937)

(45) 発行日 平成29年7月12日 (2017. 7. 12)

(24) 登録日 平成29年6月23日 (2017. 6. 23)

(51) Int. Cl.		F I			
<b>A 6 1 B</b>	<b>6/00</b>	<b>(2006. 01)</b>	<b>A 6 1 B</b>	<b>6/00</b>	<b>3 3 0 Z</b>
<b>G 0 1 T</b>	<b>7/00</b>	<b>(2006. 01)</b>	<b>G 0 1 T</b>	<b>7/00</b>	<b>C</b>
<b>H 0 4 N</b>	<b>5/32</b>	<b>(2006. 01)</b>	<b>H 0 4 N</b>	<b>5/32</b>	

請求項の数 10 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2012-192291 (P2012-192291)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成24年8月31日 (2012. 8. 31)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2014-46027 (P2014-46027A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成26年3月17日 (2014. 3. 17)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成27年8月19日 (2015. 8. 19)		弁理士 大塚 康德
前置審査		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(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、その制御方法および制御プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

照射された放射線に応じた信号を出力する複数のセンサが複数の行および複数の列を構成するように配されたセンサアレイと、前記センサアレイを駆動する駆動部と、放射線を検知する検知部と、前記センサアレイからの信号を処理する処理部と、を備え、

前記駆動部は、少なくとも放射線が照射されたことを前記検知部が検知するまでは、前記複数のセンサの初期化を行ごとに順に繰り返し行い、各センサにおいて最後の初期化が為された後に蓄積された電荷の量に応じた信号を前記複数のセンサから行ごとに順に読み出すように前記センサアレイを駆動し、

前記処理部は、照射されている放射線の強度についての波形を取得し、前記複数のセンサのうち放射線の照射中に初期化が為された行のセンサからの信号を前記波形に基づいて補正する、

ことを特徴とした放射線撮像装置。

【請求項 2】

前記処理部は、

前記照射中に前記初期化が為された行のセンサからの信号と、

前記波形に基づいて算出される、前記照射が開始されてから前記初期化が為されるまでの第1期間において測定された放射線量と、前記第1期間の後から前記照射が終了するまでの第2期間において測定された放射線量と、の比率と、

に基づいて、前記照射の後に為された前記初期化による当該信号の劣化分を補うように

10

20

前記補正を行う、

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】

前記駆動部は、放射線の照射が開始されたことを前記検知部が検知したときは、前記複数のセンサにおいて、その検知したタイミングに応じた行で前記初期化を中断する、

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の放射線撮像装置。

【請求項 4】

放射線の照射が開始されたことを前記検知部が検知したときは、前記複数のセンサにおける最後の行まで初期化を行う前に前記複数のセンサからの信号の読み出しを開始する、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像装置。

10

【請求項 5】

前記駆動部は、放射線の照射が開始されたことを前記検知部が検知したときは、前記複数のセンサにおける最後の行まで初期化を行ってから前記複数のセンサからの信号の読み出しを開始する、

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の放射線撮像装置。

【請求項 6】

前記検知部は、前記複数のセンサの基準電位を供給するバイアス電流源における電流の変化に基づいて放射線を検知する、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像装置。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像装置と、

放射線を発生させるための放射線源と、

を具備することを特徴とする放射線撮像システム。

20

【請求項 8】

照射された放射線に応じた信号を出力する複数のセンサが複数の行および複数の列を構成するように配されたセンサアレイと、放射線を検知する検知部とを備える放射線撮像装置の制御方法であって、

少なくとも放射線が照射されたことを前記検知部が検知するまでは、前記複数のセンサの初期化を行ごとに順に繰り返し行い、各センサにおいて最後の初期化が為された後に蓄積された電荷の量に応じた信号を前記複数のセンサから行ごとに順に読み出すように前記センサアレイを駆動する第 1 工程と、

30

照射されている放射線の強度についての波形を取得し、前記複数のセンサのうち放射線の照射中に初期化が為された行のセンサからの信号を前記波形に基づいて補正する第 2 工程と、を有する、

ことを特徴とした放射線撮像装置の制御方法。

【請求項 9】

前記第 2 工程は、

前記波形の測定結果に基づいて、当該照射が開始されてから前記初期化が為されるまでの第 1 期間において測定された放射線量と、前記第 1 期間の後から当該照射が終了するまでの第 2 期間において測定された放射線量との比率を算出する工程と、

40

前記照射中に前記初期化が為された行のセンサからの信号と、前記比率とに基づいて、前記照射の後に為された前記初期化による当該信号の劣化分を補う工程と、

を含む、

ことを特徴とした請求項 8 に記載の放射線撮像装置の制御方法。

【請求項 10】

照射された放射線に応じた信号を出力する複数のセンサが複数の行および複数の列を構成するように配されたセンサアレイと、放射線を検知する検知部とを備える放射線撮像装置のための制御プログラムであって、

少なくとも放射線が照射されたことを前記検知部が検知するまでは、前記複数のセンサの初期化を行ごとに順に繰り返し行い、各センサにおいて最後の初期化が為された後に蓄

50

積された電荷の量に応じた信号を前記複数のセンサから行ごとに順に読み出すように前記センサアレイを駆動させる第1の命令と、

照射されている放射線の強度についての波形を取得し、前記複数のセンサのうち放射線の照射中に初期化が為された行のセンサからの信号を前記波形に基づいて補正させる第2の命令と、を行う、

ことを特徴とした制御プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、放射線撮像装置、その制御方法および制御プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

放射線撮像装置は、センサアレイの各センサを周期的に初期化する空読み動作と、空読み動作の後に放射線の照射によって蓄積された電荷に応じた信号を読み出す本読み動作とを行う。空読み動作は、センサアレイで発生する暗電流による電荷を初期化するために為されるが、空読み動作を行っている最中に放射線が照射された場合、その期間の信号成分が当該空読み動作によって失われてしまう。

【0003】

ここで、特許文献1によると、空読み動作により各センサから出力された信号はフレームメモリに一時的に格納され、空読み動作の途中で放射線が照射された場合でも、当該空読み動作により格納された信号を用いて補正することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2002-181942号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1に開示の方法によると、本読み動作が開始されるまで繰り返し為される空読み動作において信号の読み出しを行い、それによって得られた信号をフレームメモリに格納する。そのため、信号を読み出すための読出回路や当該信号を処理する処理部をアクティブ状態に維持する必要がある。このことは、放射線撮像が開始される前においても空読み動作によって電力を消費してしまうことになり、特に、持ち運びが可能なカセット型の放射線撮像装置を長時間にわたって使用することが難しかった。

【0006】

本発明の目的は、放射線撮像を適切に行い、放射線画像を高品質化するのに、より有利な技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一つの側面は放射線撮像装置にかかり、前記放射線撮像装置は、照射された放射線に応じた信号を出力する複数のセンサが複数の行および複数の列を構成するように配されたセンサアレイと、前記センサアレイを駆動する駆動部と、放射線を検知する検知部と、前記センサアレイからの信号を処理する処理部と、を備え、前記駆動部は、少なくとも放射線が照射されたことを前記検知部が検知するまでは、前記複数のセンサの初期化を行ごとに順に繰り返し行い、各センサにおいて最後の初期化が為された後に蓄積された電荷の量に応じた信号を前記複数のセンサから行ごとに順に読み出すように前記センサアレイを駆動し、前記処理部は、照射されている放射線の強度についての波形を取得し、前記複数のセンサのうち放射線の照射中に初期化が為された行のセンサからの信号を前記波形に基づいて補正する、ことを特徴とする。

10

20

30

40

50

## 【発明の効果】

## 【0008】

本発明によれば、放射線撮像を適切に行い、放射線画像を高品質化することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0009】

【図1】第1実施形態の放射線撮像システムの構成例を説明する図。

【図2】センサアレイ及びその周辺回路の回路構成例を説明する図。

【図3】第1実施形態のフローチャートの例を説明する図。

【図4】第1実施形態のタイミングチャートの例を説明する図。

【図5】第2実施形態のタイミングチャートの例を説明する図。

【図6】第3実施形態のフローチャートの例を説明する図。

【図7】第3実施形態のタイミングチャートの例を説明する図。

【図8】第4実施形態のタイミングチャートの例を説明する図。

【図9】センサアレイ及びその周辺回路の他の回路構成例を説明する図。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0010】

## (第1実施形態)

図1乃至4を参照しながら、第1実施形態の放射線撮像装置I<sub>1</sub>を説明する。図1は、放射線撮像装置I<sub>1</sub>を含む放射線撮像システム200を示している。放射線撮像システム200は、放射線源201、放射線制御装置202及び放射線撮像装置I<sub>1</sub>を含む。放射線源201は、放射線制御装置202からの指示に応答して放射線を発する。放射線は、X線、 $\gamma$ 線、 $\beta$ 線、 $\alpha$ 線、宇宙線等の粒子線や電磁波を含む。放射線撮像装置I<sub>1</sub>は、センサアレイ112を含むセンサパネル203と、センサアレイ112を駆動する駆動部204と、放射線を検知する検知部205と、センサアレイ112からの信号を処理する処理部206とを備える。センサアレイ112は、例えば、複数のセンサ(ないし画素)が複数の行および複数の列を形成するように配されて構成され、照射された放射線に応じた信号を出力する。処理部206は、例えば、センサアレイ112から取得した信号を補正するための補正部207と、当該補正に用いる補正係数を算出する演算部208とを含み

## 【0011】

放射線源201から発せられた放射線は、例えば、不図示の被検者の体を通してセンサアレイ112に入射する。検知部205が放射線を検知したことに応答して、入射した放射線に応じた信号をセンサアレイ112から読み出し、処理部206によって所定の処理を行い、被検者の体内についての放射線画像を得る。得られた放射線画像は、例えばディスプレイ等、不図示の表示部に出力され、表示される。

## 【0012】

検知部205は、例えば、放射線を光に変換する蛍光体とPIN型センサやMIS型センサ等の光電変換素子とを用いたセンサによって構成されうる。当該センサからの信号レベルに基づいて、例えば、放射線の強度を測定することができ、これにより、検知部205は、照射された放射線を検知する。駆動部204は、検知部205による検知の結果および処理部206からの信号に応じてセンサアレイ112を駆動する。また、駆動部204は、センサアレイ112を駆動した時刻(タイミング)等の駆動情報を演算部208に出力する。演算部208は、この駆動情報および検知部205による検知の結果を用いて、後述のようにして補正係数を算出する。補正部207は、この補正係数を用いてセンサアレイ112からの信号を補正する。なお、ここでは、処理部206は放射線撮像装置I<sub>1</sub>に含まれる構成を例示したが、上述のシステムが形成されるように構成されればよい。例えば、処理部206は、放射線撮像装置I<sub>1</sub>と同時に(又は、付随的に)用いられる装置に属してもよい。

## 【 0 0 1 3 】

図 2 は、センサアレイ 1 1 2 及びその周辺回路の具体的な回路構成例を示している。センサパネル 2 0 3 は、センサアレイ 1 1 2、シフトレジスタ 1 1 4、読出回路 1 1 3 および信号出力部 2 2 0 を含む。センサアレイ 1 1 2 は、ここでは説明を簡単にするため、3 行×3 列のセンサ S ( S 1 1 ~ S 3 3 ) で示しているが、例えば、17 インチのサイズの場合は約 2 8 0 0 行×約 2 8 0 0 列のセンサを含みうる。シフトレジスタ 1 1 4 は、駆動部 2 0 4 からの信号 (例えば、シフトレジスタ 1 1 4 用のシフトクロック信号、シフトレジスタ 1 1 4 が転送するパルス、シフトレジスタ 1 1 4 の出力を制御する信号) に応じて、制御信号 V g ( V g \_ 1 ~ V g \_ 3 ) をセンサアレイ 1 1 2 に供給する。この制御信号 V g に応じて、センサアレイ 1 1 2 は各行のセンサ S から信号 S i g ( S i g 1 ~ S i g 3 ) を出力する。読出回路 1 1 3 は、各列に対応して配された増幅回路 1 0 6、ゲインアンプ 1 0 4 およびサンプルホールド回路 1 0 7、並びに、各列からの信号を信号出力部 2 2 0 に水平転送するための転送部 1 0 8 を含みうる。このような構成により、行ごとに読み出されたセンサアレイ 1 1 2 からの信号 S i g は、列ごとに、順に信号出力部 2 2 0 に出力される。信号出力部 2 2 0 は、例えば、信号を増幅するアンプ 1 0 9 と、アナログデジタル ( A / D ) 変換を行う A D 変換部 1 1 0 とを含み、読み出された信号はデジタル信号に変換され、処理部 2 0 6 に出力されうる。

10

## 【 0 0 1 4 】

センサアレイ 1 1 2 は、複数のセンサ S が複数の行および複数の列を形成するように配されて構成され、照射された放射線に応じた信号を出力する。センサ S は、例えば、放射線を光に変換する蛍光体と、P I N 型センサや M I S 型センサ等の光電変換素子とを用いたセンサによって構成されうる。例えば、アモルファスシリコンを用いた M I S 型のフォトダイオードをガラス基板等の絶縁性基板の上に形成し、これをセンサ S として用いればよい。なお、各センサ S には、基準電圧 V s (基準電位) が電源 1 0 3 から供給される。センサ S では時間の経過と共に電荷が発生し、蓄積される。その後、制御信号 V g に応答して薄膜トランジスタ T ( T 1 1 ~ T 3 3 ) が導通状態になり、これによって、センサ S で蓄積された電荷量にしたがう信号 S i g は読出回路 1 1 3 に出力される。読出回路 1 1 3 では、信号 S i g は増幅回路 1 0 6 およびゲインアンプ 1 0 4 によって増幅される。増幅回路 1 0 6 は、例えば、演算増幅器 O P \_ 1 0 6、帰還容量 C \_ 1 0 6 およびリセットスイッチ S W \_ 1 0 6 から構成されうる。演算増幅器 O P \_ 1 0 6 の反転入力端子には信号 S i g が入力され、非反転入力端子には参照電圧 V r e f が入力される。参照電圧 V r e f は、電源 1 1 1 から非反転入力端子に供給される。帰還容量 C \_ 1 0 6 およびリセットスイッチ S W \_ 1 0 6 は、反転入力端子と非反転入力端子との間に、互いに並列に配されている。また、帰還容量 C \_ 1 0 6 の容量値を変更することで増幅回路 1 0 6 の増幅率を調整できる。サンプルホールド回路 1 0 7 は、例えば、サンプリングスイッチ S W \_ 1 0 7、サンプリング容量 C \_ 1 0 7 および演算増幅器 O P \_ 1 0 7 によって構成され、読み出された信号について所定のサンプリングを行う。これらの信号は、その後、転送部 1 0 8 によって信号出力部 2 2 0 に水平転送され、A D 変換部 1 1 0 によって A D 変換される。このようにして、センサアレイ 1 1 2 から信号が読み出され、処理部 2 0 6 に出力される。

20

30

## 【 0 0 1 5 】

図 3 は、放射線撮像を行う際のフローチャートを示している。ステップ 1 0 1 (以下、単に「S 1 0 1」と示す。他のステップについても同様である。)では、駆動部 2 0 4 は、放射線が照射されたことを検知部 2 0 5 が検知するまでは、センサ S のそれぞれの初期化を行ごとに順に繰り返し行う (空読み動作)。この空読み動作は、各センサ S において生じる暗電流によって蓄積された電荷を初期化するものである。空読み動作を行っている間は、例えば、読出回路 1 1 3 を休止状態にすることにより、消費電力を低減することができる。S 1 0 2 に進むまでは空読み動作が繰り返し為され、各センサ S は周期的に初期化される。放射線の照射の終了を検知部 2 0 5 が検知したことに応答して、S 1 0 2 では、センサアレイ 1 1 2 の信号の読み出しをセンサアレイ 1 1 2 の行ごとに順に行う (本読み動作)。本読み動作により各センサ S から読み出された信号は、当該センサ S において

40

50

最後の初期化が為された後に蓄積された電荷の量にしたがう。

【0016】

図4は、放射線撮像を行う際のタイミングチャートを示している。横軸に時間軸を取り、センサレイ112に入力される制御信号Vgおよび放射線強度X(t)の波形を示している。ここでは、センサレイ112の行数をNとし、任意の列について、各行に対応する制御信号VgをそれぞれVg<sub>1</sub>、Vg<sub>2</sub>、・・・、Vg<sub>N</sub>とする。また、放射線強度X(t)の波形の下には、第i行目のセンサSの信号Sig<sub>i</sub>を示した(後述)

【0017】

前述のとおり、放射線の照射が開始されるまでは、空読み動作が繰り返し為される。空読み動作の1周期分の期間を期間T<sub>k</sub>とする。放射線の照射が開始されたことを検知部205が検知した後、例えば、最後の行のセンサSの初期化を終えて所定期間T<sub>w</sub>が経過した後に、本読み動作が開始されうる。期間T<sub>w</sub>は、各センサSにおいて照射された放射線に応じた電荷の蓄積を行うのに適切な時間を設ければよい。本読み動作に要する期間を期間T<sub>h</sub>と示したが、各パルスの幅は、例えば、センサSの容量と薄膜トランジスタTとの時定数を考慮して定めればよい。

【0018】

ここで、放射線の照射が開始された後に初期化が為されたセンサSのうち、例えば、第i行目のセンサSの信号Sig<sub>i</sub>に着目して本実施形態の補正の手順を述べる。本実施形態では、放射線強度の波形が矩形形状の場合を例示する。第i<sub>s</sub>行目のセンサSは、放射線の照射が開始された後に初期化が為されたセンサSのうち最初の行ものとする。即ち、ここでは、iはi<sub>s</sub>~Nのいずれかの自然数である。第i行目の初期化が為された時刻を時刻t<sub>i</sub>とする。放射線の照射が開始された時刻を時刻t<sub>x<sub>s</sub></sub>とし、当該照射が終了した時刻を時刻t<sub>x<sub>e</sub></sub>とする。また、放射線の照射が開始されたときに為されていた空読み動作の開始時刻を時刻t<sub>k<sub>s</sub></sub>とする。

【0019】

第i行目のセンサSは、時刻t<sub>i</sub>において初期化されている。よって、放射線の照射に応じて得られるべき信号D<sub>i</sub>のうち、放射線の照射後から当該初期化まで(第1期間T<sub>R1</sub>)の分の信号成分D<sub>1</sub><sub>i</sub>は、当該初期化によって失われてしまう。よって、その後に為される本読み動作では、当該初期化の後から放射線の照射が終了するまで(第2期間T<sub>R2</sub>)の分の信号成分D<sub>2</sub><sub>i</sub>が得られる。初期化によって信号成分D<sub>1</sub><sub>i</sub>を失うことは、その後に形成される放射線画像においてアーチファクトをもたらしうる。そこで、処理部206は、放射線の照射中に初期化が為された行のセンサSからの信号を、当該初期化による信号の劣化分を補うように補正する。ここで、任意の列について、i<sub>s</sub>~i<sub>N</sub>の範囲では、D<sub>1</sub><sub>i</sub>とD<sub>2</sub><sub>i</sub>との間には、D<sub>1</sub><sub>i</sub>:D<sub>2</sub><sub>i</sub>=T<sub>R1</sub>:T<sub>R2</sub>=(t<sub>i</sub>-t<sub>x<sub>s</sub></sub>):(t<sub>x<sub>e</sub></sub>-t<sub>i</sub>)の関係が成り立つ。

【0020】

また、任意の列について、補正後の信号D<sub>i</sub>'は、上述の補正を行うための補正係数E<sub>i</sub>と、D<sub>1</sub><sub>i</sub>およびD<sub>2</sub><sub>i</sub>を用いて、D<sub>i</sub>'=D<sub>1</sub><sub>i</sub>+D<sub>2</sub><sub>i</sub>=D<sub>2</sub><sub>i</sub>×E<sub>i</sub>、と表せる。ここで、本実施形態では、補正係数E<sub>i</sub>は、信号成分D<sub>1</sub><sub>i</sub>を形成した放射線の照射時間と、信号成分D<sub>2</sub><sub>i</sub>を形成した放射線の照射時間との比率から算出され、E<sub>i</sub>=(t<sub>x<sub>e</sub></sub>-t<sub>x<sub>s</sub></sub>)/(t<sub>x<sub>e</sub></sub>-t<sub>i</sub>)、と表せる。

【0021】

時刻t<sub>i</sub>は、空読み動作の1周期分の期間T<sub>k</sub>と、最後の空読み動作の開始時刻t<sub>k<sub>s</sub></sub>と、センサレイ112の行数Nとを用いると、任意の列について、i<sub>s</sub>~i<sub>N</sub>の範囲では、t<sub>i</sub>=t<sub>k<sub>s</sub></sub>+T<sub>k</sub>×i/N、と表せる。よって、補正係数E<sub>i</sub>は、任意の列について、i<sub>s</sub>~i<sub>N</sub>の範囲では、E<sub>i</sub>=(t<sub>x<sub>e</sub></sub>-t<sub>x<sub>s</sub></sub>)/(t<sub>x<sub>e</sub></sub>-t<sub>k<sub>s</sub></sub>-T<sub>k</sub>×i/N)、と表せる。放射線の照射開始時刻t<sub>x<sub>s</sub></sub>及び照射終了時刻t<sub>x<sub>e</sub></sub>は、検知部205による放射線の検知結果に基づいて得られる。駆動情報(期間T<sub>k</sub>、時刻t<sub>k<sub>s</sub></sub>)は駆動部204から得られる。また、i<sub>s</sub>は、i<sub>s</sub>=N×(t<sub>x<sub>s</sub></sub>-t<sub>k<sub>s</sub></sub>)/T<sub>k</sub>、と表

10

20

30

40

50

せる。よって、駆動部 204 および検知部 205 からの出力に基づいて、処理部 206 が補正係数  $E_i$  を用いてセンサアレイ 112 からの信号の補正を行うように、シーケンス制御が為されればよい。また、時刻  $t_{xs}$  及び  $t_{xe}$  は、放射線制御装置 202 から取得してもよい。

#### 【0022】

一方、第 1 行目から第  $i_s - 1$  行目までのセンサ S については、放射線の照射が開始された後は初期化が為されていないため、 $D_{2\_i} = D_{\_i}$  (即ち、 $D_{1\_i} = 0$ ) である。よって、本読み動作によって得られた信号をそのまま出力してもよいし、 $1 \leq i \leq i_s - 1$  の範囲について補正係数  $E_i = 1$  として上述の補正処理を行ってもよい。

#### 【0023】

以上のように、処理部 206 は、放射線の照射中に初期化が為された行のセンサ S からの信号を補正する。この補正は、放射線の照射後に為された初期化による信号の劣化分を、当該初期化のタイミングに基づいて補うようにして為され、放射線画像を高品質化することができる。

#### 【0024】

本実施形態では、放射線強度の波形が矩形形状の場合を例示したが、実際の波形が矩形形状であると近似して上記シーケンス制御が為されてもよい。この場合は、例えば、コンパレータを用いて、放射線量が所定の閾値よりも大きくなった時刻  $t_{xs}$  と、放射線量が所定の閾値よりも大きくなった時刻  $t_{xe}$  とを取得すればよい。また、駆動情報が予め設定されている場合はそれを用いて上述の補正を行ってもよいし、さらに、撮像を行う際の環境に応じた係数を乗ずる等、仕様に応じて、適宜、必要な情報を取得すればよい。また、本実施形態では、放射線を光に変換してから光電変換を行って電気信号を取得する間接型の放射線検出方法を例示したが、放射線を直接、電気信号に変換する直接型の放射線検出方法を用いてもよい。また、本実施形態では、検知部 205 を独立したユニットとして設置した構成を例示したが、センサアレイ 112 における一部のセンサを用いて検知部 205 を構成してもよい。また、検知部 205 は、例えば、電源 103 からセンサ S に基準電圧  $V_s$  を供給する配線等の、センサアレイ 112 を構成する配線の電流をモニタする構成も用いられ得る。

#### 【0025】

##### (第 2 実施形態)

図 5 を参照しながら、第 2 実施形態の放射線撮像装置  $I_2$  を説明する。図 5 は、図 4 と同様にして、本実施形態の放射線撮像を行う際のタイミングチャートを示している。本実施形態は、放射線量の測定結果から前述の補正を行う点で、放射線照射の開始時刻  $t_{xs}$  と終了時刻  $t_{xe}$  とを用いて補正を行った第 1 実施形態と異なる。処理部 206 は、放射線強度  $X(t)$  の測定結果に基づいて、第  $i$  行目のセンサ S について、第 1 期間  $T_{R1}$  において測定された第 1 の放射線量  $R_1$  と、第 2 期間  $T_{R2}$  において測定された第 2 の放射線量  $R_2$  との比率を算出する。第 1 期間  $T_{R1}$  は、放射線照射が開始されてから初期化が為されるまでの期間であり、第 2 期間  $T_{R2}$  は、第 1 期間の後から照射終了までの期間である。放射線量  $R_1$  及び  $R_2$  は、例えば、検知部 205 の出力結果に基づいて公知の演算処理によって取得してもよい。任意の列における第  $i$  行目のセンサ S について、前述の  $D_{1\_i}$  及び  $D_{2\_i}$  との関係は、以下の式 1 のように表せる。ここで、第 1 実施形態で述べたように、 $D_{i'} = D_{1\_i} + D_{2\_i} = D_{2\_i} \times E_i$ 、 $t_i = t_{ks} + T_k \times i / N$  であるから、補正係数  $E_i$  は、以下の式 2 のように表せる。よって、任意の行 ( $1 \leq i \leq N$ ) について、この補正係数  $E_i$  を用いてセンサアレイ 112 からの信号の補正処理を行えばよい。

#### 【0026】

##### (式 1)

10

20

30

40

$$D_1\_i : D_2\_i = R1 : R2 = \int_{t_{ks}}^{ti} X(t)dt : \int_{ti}^{t_{ks}+T_k+T_w} X(t)dt$$

【 0 0 2 7 】

( 式 2 )

$$Ei = \int_{t_{ks}}^{t_{ks}+T_k+T_w} X(t)dt / \int_{t_{ks}+T_k \times i/N}^{t_{ks}+T_k+T_w} X(t)dt$$

10

【 0 0 2 8 】

以上、本実施形態によると、任意の放射線強度の波形に対して、任意の行について、センサレイ 1 1 2 からの信号の補正を行うことができる。また、放射線量の算出工程は、放射線強度  $X(t)$  が所定の基準値に達したことを条件に開始され終了されてもよい。当該開始と終了のための基準値のそれぞれは互いに同じでもよいし異なってもよいし、また、撮像を行う際の環境や仕様に応じて、適宜、変更されてもよい。

【 0 0 2 9 】

( 第 3 実施形態 )

図 6 及び 7 を参照しながら、第 3 実施形態の放射線撮像装置 1 3 を説明する。本実施形態は、放射線の検知のタイミングに応じてセンサレイ 1 1 2 におけるセンサ S の初期化を終了する点で第 2 実施形態と異なる。図 6 は、本実施形態における放射線撮像を行う際のフローチャートを示している。S 2 0 1 では、第 1 実施形態で述べた空読み動作が繰り返し為される。S 2 0 2 に進むまでは空読み動作が繰り返し為され、各センサ S は周期的に初期化される。本実施形態では、放射線の照射の終了を検知部 2 0 5 が検知したタイミングに応じて、空読み動作が中断される。S 2 0 2 では、第 1 実施形態の S 1 0 2 と同様にして、本読み動作が為される。

20

【 0 0 3 0 】

図 7 は、本実施形態の放射線撮像を行う際のタイミングチャートを、図 4 と同様にして示している。ここでは、検知部 2 0 5 が放射線を検知した後、第  $i_{ws}$  行目において空読み動作を中断し、センサ S の初期化を終了した場合を考える。これに対応する時刻を時刻  $t_{ws}$  とし、 $t_{ws} = t_{ks} + T_k \times i_{ws} / N$ 、と表せる。この場合、任意の列について、 $D_1\_i$  と  $D_2\_i$  との関係は、 $1 \leq i \leq i_{ws}$  の範囲で以下の式 3 のように表せる。ここで、 $D\_i' = D_1\_i + D_2\_i = D_2\_i \times Ei$ 、 $t_i = t_{ks} + T_k \times i / N$  であるから、補正係数  $Ei$  は、任意の列について、以下の式 4 のように表せる。よって、 $1 \leq i \leq i_{ws}$  の範囲で、この補正係数  $Ei$  を用いてセンサレイ 1 1 2 からの信号の補正処理を行えばよい。

30

【 0 0 3 1 】

( 式 3 )

$$D_1\_i : D_2\_i = \int_{t_{ks}}^{ti} X(t)dt : \int_{ti}^{t_{ws}+T_w} X(t)dt$$

40

【 0 0 3 2 】

( 式 4 )



$$Ei = \int_{t_{ks}}^{t_{ws} + T_w} X(t) dt / \int_{t_{ks} + T_k \times i / N}^{t_{ws} + T_w} X(t) dt$$

## 【0033】

一方、第  $i_{ws} + 1$  行目から第  $N$  行目までのセンサ  $S$  については、放射線の照射が開始された後は初期化が為されていないため、 $D_{2\_i} = D_{\_i}$ （即ち、 $D_{1\_i} = 0$ ）である。よって、本読み動作によって得られた信号をそのまま出力してもよいし、 $i_{ws} + 1$   $i$   $N$  の範囲について補正係数  $E_i = 1$  として前述の補正処理を行ってもよい。

10

## 【0034】

以上、本実施形態によると、任意の放射線強度の波形に対して信号を補正することが可能であり、第1及び第2実施形態と同様の効果が得られる。例えば、放射線強度  $X(t)$  の波形が矩形形状ではない場合（例えば、照射の開始直後の強度が弱く、基準値に達しない場合）や、放射線を検知した後、空読み動作を中断するまでに遅延が生じた場合に有利である。

## 【0035】

## （第4実施形態）

図8を参照しながら、第4実施形態の放射線撮像を行う際のタイミングチャートを説明する。本実施形態では、第1実施形態に例示した放射線強度  $X(t)$  の波形が矩形形状の場合（又は、矩形形状と近似できる場合）に、放射線を検知のタイミングに応じて空読み動作を中断する。第3実施形態と同様に、検知部205が放射線を検知した後、時刻  $t_{ws}$  において、第  $i_{ws}$  行目のセンサ  $S$  で空読み動作を中断した場合を考える。この場合、 $i_s$   $i$   $i_{ws}$  の範囲においては、任意の列について、 $D_{1\_i} : D_{2\_i} = (t_{i_s} - t_{x_s}) : (t_{x_e} - t_{i_s})$  である。よって、第1実施形態と同様にして、補正係数  $E_i$  は、任意の列について、 $i_s$   $i$   $i_{ws}$  の範囲において、 $E_i = (t_{x_e} - t_{x_s}) / (t_{x_e} - t_{k_s} - T_k \times i / N)$ 、と表せる。このようにして、駆動部204ないし検知部205から必要な情報を取得して補正係数  $E_i$  を算出し、前述の補正処理を行えばよい。時刻  $t_{x_s}$  及び  $t_{x_e}$  は、放射線制御装置202から取得してもよい。

20

## 【0036】

一方、第1行目から第  $i_s - 1$  行目までのセンサ  $S$ 、および第  $i_{ws} + 1$  行目から第  $N$  行目までのセンサ  $S$  については、放射線の照射が開始された後は初期化が為されていないため、 $D_i = D_2$ （ $D_1 = 0$ ）とできる。よって、本読み動作によって得られた信号をそのまま出力してもよいし、 $1$   $i$   $i_s - 1$  及び  $i_{ws} + 1$   $i$   $N$  の範囲において補正係数  $E_i = 1$  として前述の補正処理を行ってもよい。

30

## 【0037】

以上の4つの実施形態を述べたが、本発明はこれらに限られるものではなく、目的、状態、用途及び機能その他の仕様に応じて、適宜、変更が可能であり、他の実施形態によっても為されうる。

## 【0038】

例えば、以上の各実施形態では、各センサ  $S$  において生じた暗電流による蓄積電荷は、空読み動作によって十分に初期化が為される場合を示した。しかし、前述の補正処理を行うに際して、空読み動作によるセンサ  $S$  の初期化が充分でない場合（例えば、当該センサ  $S$  に対応する薄膜トランジスタ  $T$  が導通状態となる時間が短い場合）は、転送効率（ $0 < < 1$ ）を用いてもよい。例えば、第4実施形態の場合（図8参照）は、 $D_{1\_i}$  と  $D_{2\_i}$  との関係は、 $i_s$   $i$   $i_{ws}$  の範囲においては、任意の列について、 $D_{1\_i} : D_{2\_i} = x \times (t_{i_s} - t_{x_s}) : (1 - x) \times (t_{i_s} - t_{x_s}) + (t_{x_e} - t_{i_s})$  となる。よって、前述と同様にして、補正係数  $E_i$  は、 $i_s$   $i$   $i_{ws}$  の範囲において、 $E_i = (t_{x_e} - t_{x_s}) / (t_{x_e} - t_{x_s} - x \times (t_{k_s} + T_k \times i / N - t_{x_s}))$ 、と表せる。このように、撮像を行う際の環境に応じた係数を乗ずる等、仕様に応じて

40

50

、適宜、必要な情報を取得すればよい。

【 0 0 3 9 】

また、以上の各実施形態では、放射線を電気信号に変換して検知するセンサを検知部 205 に用いた構成を例示したが、センサアレイ 112 の各センサ S に基準電圧  $V_s$  を供給するバイアス電流源の電流をモニタすることによって為されてもよい。例えば、図 9 に示されるように、基準電圧  $V_s$  を各センサ S に供給する電源 103 に代わって電源ユニット 103' を用いてもよい。電源ユニット 103' には、例えば、演算増幅器  $OP_{103'}$ 、帰還抵抗  $R_{103'}$ 、およびスイッチ  $SW_{103'}$  を用いた電流電圧変換回路が用いられ、電源ユニット 103' は、基準電圧  $V_s$  の電流量の変化に基づいて放射線を検知する。スイッチ  $SW_{103'}$  は、放射線を検知するモードでは非導通状態にし、本読み動作を行うモードでは導通状態にすればよい。電源ユニット 103' は、照射された放射線によって各センサ S で電荷が発生して生じた基準電圧  $V_s$  の電流量を電圧に変換する。この電圧に基づいて、例えば、コンパレータを用いて、放射線が照射されたことを検知することができる。本実施形態の撮像システムは、図 1 に示された構成と同様にして構成すればよいが、例えば、検知部 205 としての機能を有する電源ユニット 103' にスイッチ  $SW_{103'}$  の制御信号を駆動部 204 から供給してもよい。

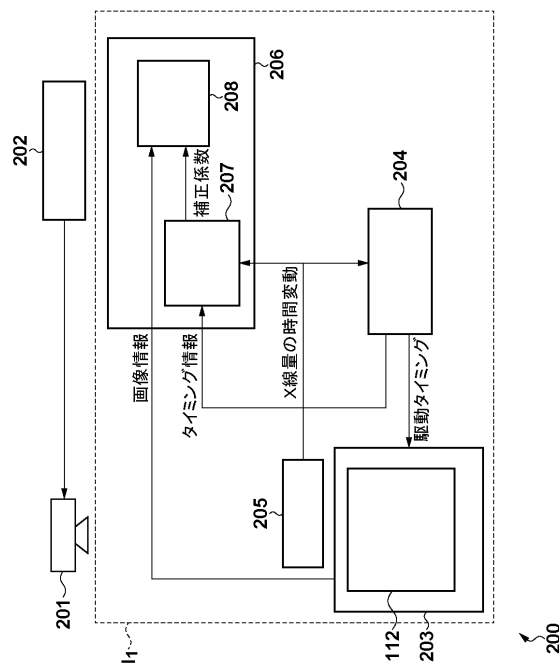
10

【 0 0 4 0 】

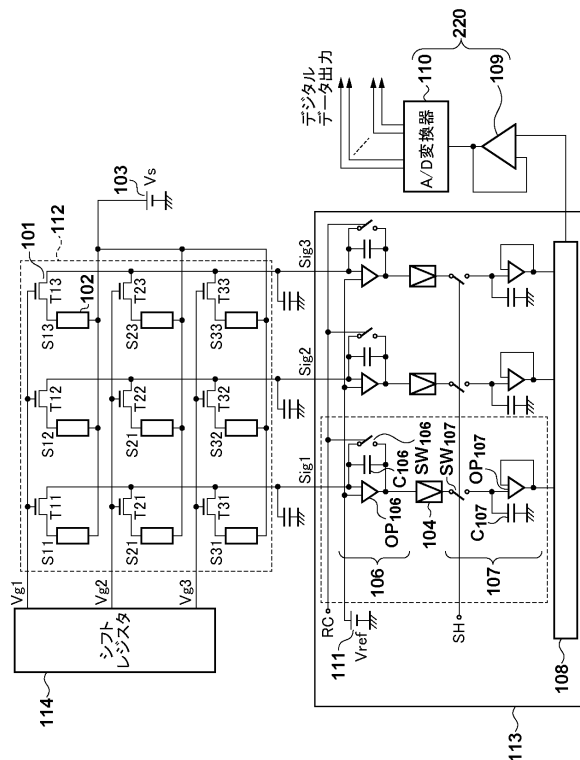
また、以上の各実施形態で述べた動作は、所定のプログラムにしたがって CPU が、駆動部 204、補正部 207 及び演算部 208 等の各ユニットを制御することによって為されてもよい。例えば処理部 206 に属するプロセッサが、制御プログラムにしたがい、駆動部 204 が前述のフローチャートの動作を行い（第 1 の命令）、補正部 207 及び演算部 208 が前述の補正処理を行うように（第 2 の命令）、これらを制御してもよい。制御プログラムは、CD-ROM 等の公知の記録媒体から読み出されてもよいし、ネットワーク等の公知の伝送手段によって得られてもよい。

20

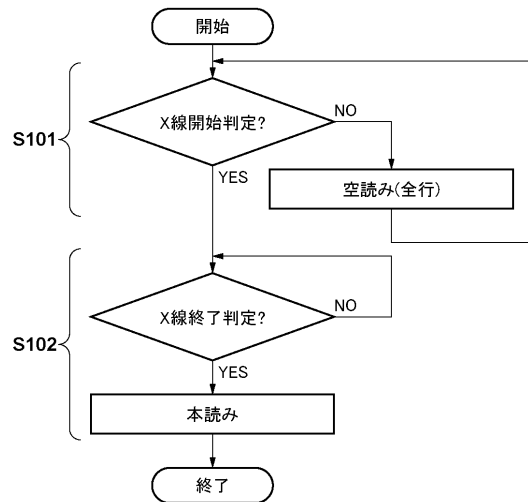
【 図 1 】



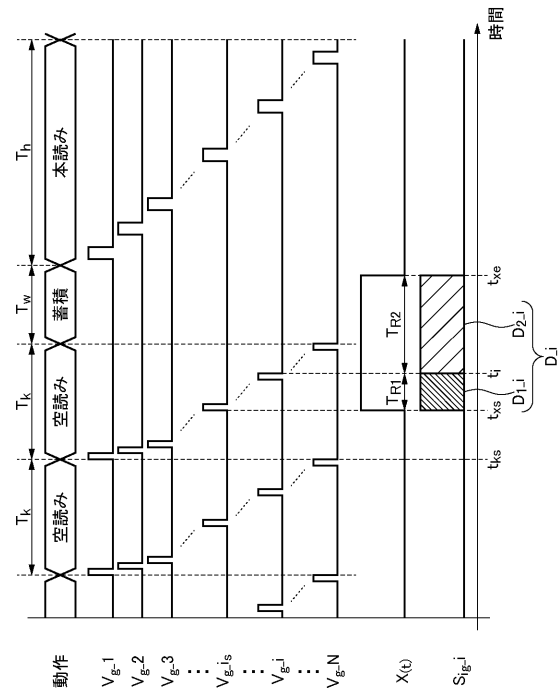
【 図 2 】



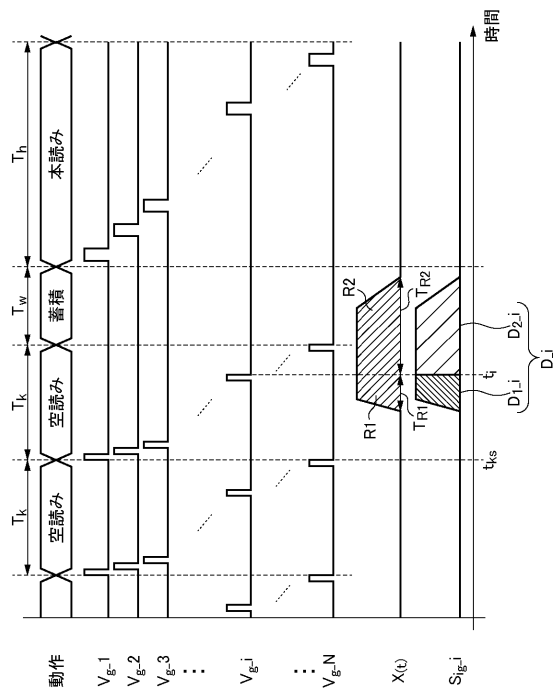
【図 3】



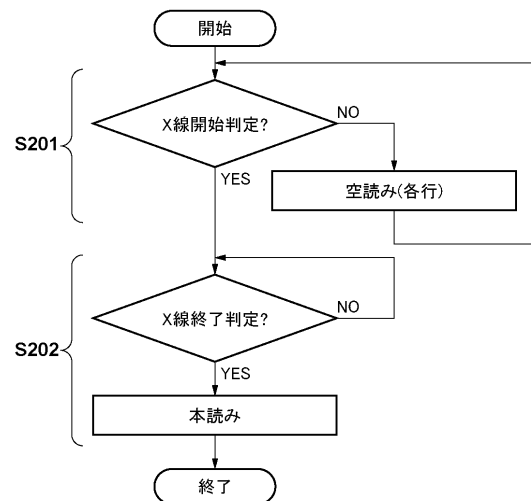
【図 4】



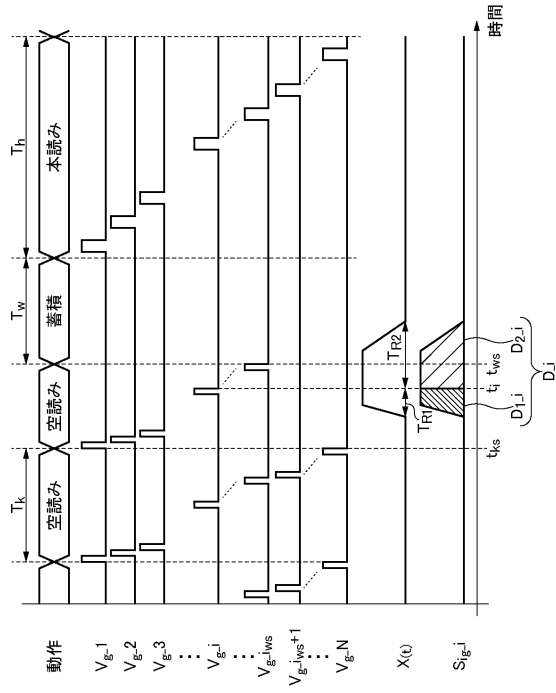
【図 5】



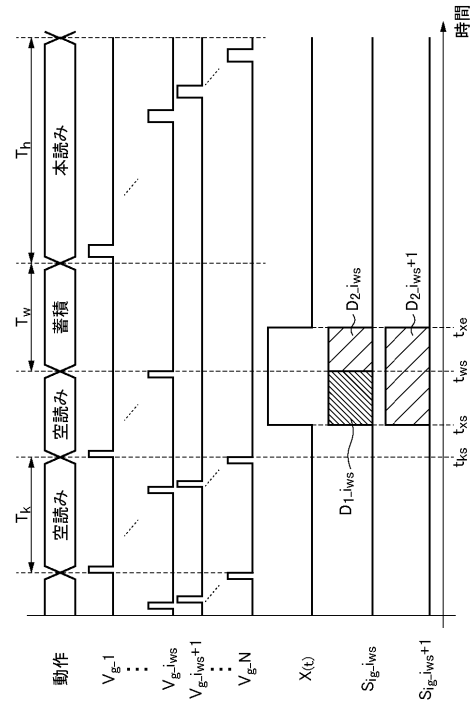
【図 6】



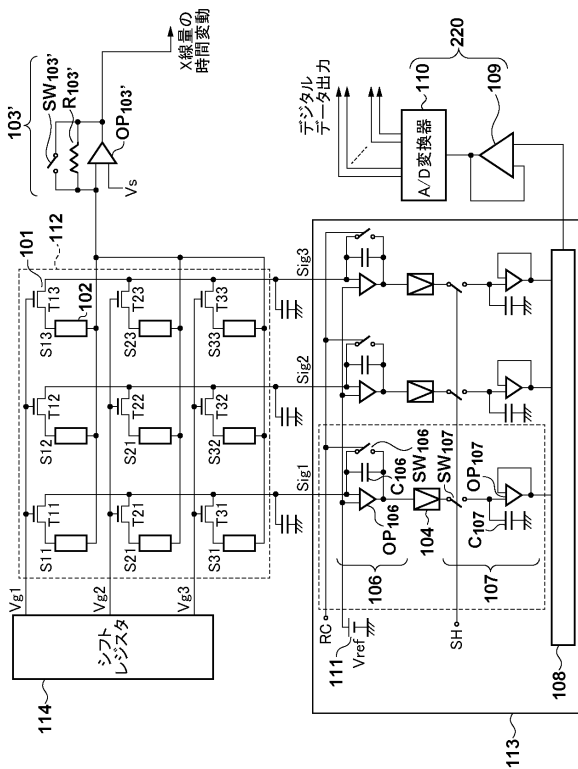
【図 7】



【図 8】



【図 9】



---

フロントページの続き

- (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 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 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 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 増淵 俊仁

- (56)参考文献 特開2011-249891(JP, A)  
米国特許出願公開第2002/0101527(US, A1)  
欧州特許出願公開第02461185(EP, A2)  
特開2007-151761(JP, A)  
特開2008-259045(JP, A)  
国際公開第2012/032801(WO, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
A61B 6/00 - 6/14