

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-103608

(P2017-103608A)

(43) 公開日 平成29年6月8日(2017.6.8)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 4 N 5/353 (2011.01)	HO 4 N 5/335 5 3 0	2 G 1 8 8
HO 1 L 27/144 (2006.01)	HO 1 L 27/14 K	4 C 0 9 3
HO 1 L 27/146 (2006.01)	HO 1 L 27/14 C	4 M 1 1 8
HO 4 N 5/374 (2011.01)	HO 4 N 5/335 7 4 0	5 C 0 2 4
HO 4 N 5/32 (2006.01)	HO 4 N 5/32	
審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全 19 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2015-235106 (P2015-235106)	(71) 出願人	000001007
(22) 出願日	平成27年12月1日 (2015.12.1)		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 康德
		(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	

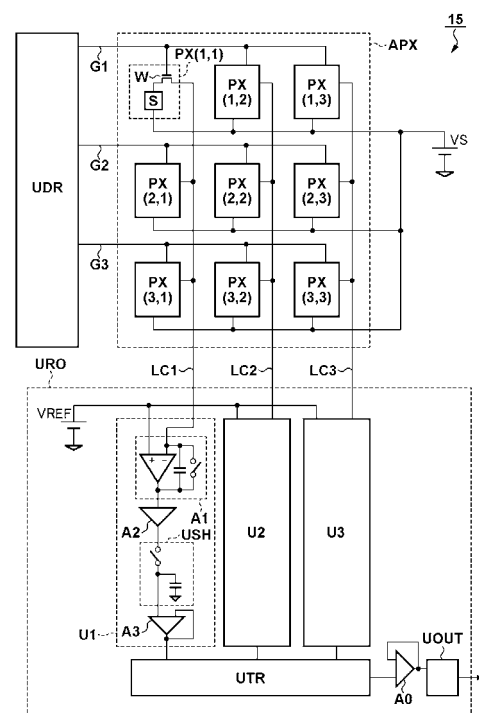
(54) 【発明の名称】 放射線撮像装置及びその制御方法

(57) 【要約】

【課題】放射線撮像装置のAECの高精度化に有利な技術を提供する。

【解決手段】放射線撮像装置は、行列状に（複数の行および複数の列を形成するように）配列された複数の画素と、複数の列信号線と、プロセッサとを備え、前記複数の画素は、前記複数の列のうちの第1列および第2列の間で、互いに同じ線量の放射線を受けて互いに異なる信号を発生する第1画素および第2画素のそれぞれが互いに異なるように配列されており、前記プロセッサは、放射線の照射の開始後、前記複数の画素のそれぞれを非活性状態に維持したまま前記第1列の列信号線の信号を第1信号として取得し且つ前記第2列の列信号線の信号を第2信号として取得し、前記第1信号と前記第2信号との相違に基づいて前記放射線の照射量を算出し、該算出の結果に基づいてAECを行う。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の行および複数の列を形成するように配列され、放射線を検知する検知素子と該検知素子に接続されたスイッチとを各々が有する複数の画素と、前記複数の列に対応し、該対応する列の各画素にそれぞれ接続された複数の列信号線と、プロセッサとを備える放射線撮像装置であって、

前記複数の画素は、互いに同じ線量の放射線を受けて互いに異なる値の信号を発生する第 1 画素および第 2 画素を含み、

前記第 1 画素と前記第 2 画素とは、前記複数の列のうちの第 1 列および第 2 列の間で前記第 1 画素および前記第 2 画素のそれぞれの数が互いに異なるように配されており、

10

前記プロセッサは、

前記複数の画素に対する放射線の照射が開始された後、各画素の前記スイッチがオフに維持された状態の下で、前記第 1 列に対応する列信号線の信号を第 1 信号として取得し且つ前記第 2 列に対応する列信号線の信号を第 2 信号として取得する第 1 動作と、

前記第 1 信号と前記第 2 信号との相違に基づいて、前記放射線の照射が開始されてからの該放射線の照射量を算出する第 2 動作と、

前記算出された照射量が基準値に達したことに応答して前記放射線の照射を終了させるための信号を出力する第 3 動作と、

を行う

ことを特徴とする放射線撮像装置。

20

【請求項 2】

前記相違は、前記第 1 信号の信号値と前記第 2 信号の信号値との差、該差に応じた演算結果、前記第 1 信号の信号値と前記第 2 信号の信号値との比、及び、該比に応じた演算結果の少なくともいずれか 1 つを含む

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】

前記プロセッサは、前記第 2 動作では、前記第 1 信号と前記第 2 信号と所定の係数とに基づいて前記放射線の照射量を算出し、

前記所定の係数は、前記第 1 列における前記第 1 画素の数および前記第 2 画素の数、並びに、前記第 2 列における前記第 1 画素の数および前記第 2 画素の数に基づいて設定されている

30

ことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の放射線撮像装置。

【請求項 4】

前記プロセッサは、前記第 2 動作では、更に、前記第 1 列における前記第 1 画素の数および前記第 2 画素の数、並びに、前記第 2 列における前記第 1 画素の数および前記第 2 画素の数に基づいて前記放射線の照射量を算出する

ことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の放射線撮像装置。

【請求項 5】

前記第 1 画素および前記第 2 画素のそれぞれは、放射線の照射側に配されたシンチレータを含んでおり、

40

前記第 1 画素と前記第 2 画素との間では、前記シンチレータが互いに同じ線量の放射線を受けた場合に、前記検知素子で発生する信号の値が互いに異なる

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像装置。

【請求項 6】

前記第 1 画素および前記第 2 画素の少なくとも一方は遮光部をさらに含んでおり、

前記遮光部は、前記第 1 画素と前記第 2 画素との間で、前記シンチレータが互いに同じ線量の放射線を受けた場合に、前記検知素子に入射する前記シンチレータからの光が互いに異なる光量になるように配されている

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】

50

前記第 1 画素の前記検知素子の前記シンチレータからの光に対する感度と、前記第 2 画素の前記検知素子の前記シンチレータからの光に対する感度とは、互いに異なることを特徴とする請求項 5 または請求項 6 に記載の放射線撮像装置。

【請求項 8】

前記第 1 画素の前記検知素子の容量成分と、前記第 2 画素の前記検知素子の容量成分とは、互いに異なる

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像装置。

【請求項 9】

前記第 1 画素の前記スイッチの電気特性と、前記第 2 画素の前記スイッチの電気特性とは、互いに異なる

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像装置。

【請求項 10】

前記第 1 列における前記第 2 画素の数は 0 であり、

前記第 2 列における前記第 2 画素の数は 1 以上である

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 9 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像装置。

【請求項 11】

前記複数の画素は、前記第 2 画素が配された列と、前記第 2 画素が配されていない列とが交互に配されるように配列されている

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 10 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像装置。

【請求項 12】

前記複数の画素は、互いに隣り合う 2 行の間で前記第 2 画素が隣り合わないよう配列されている

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 11 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像装置。

【請求項 13】

前記複数の画素は、少なくとも列方向において複数の領域に分割されており、

前記複数の領域のうち第 1 領域において前記第 2 画素が配された列と、前記複数の領域のうち第 2 領域において前記第 2 画素が配された列とは互いに異なる

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 12 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像装置。

【請求項 14】

前記プロセッサは、前記第 3 動作の後に、前記複数の画素のそれぞれから前記スイッチをオンにして画素信号を読み出し、前記第 1 画素から読み出された信号および前記第 2 画素から読み出された信号のそれぞれに対して、互いに異なるゲインで信号処理を行う

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 13 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像装置。

【請求項 15】

前記プロセッサは、前記第 3 動作の後に、前記複数の画素のそれぞれから前記スイッチをオンにして画素信号を読み出し、前記第 2 画素から読み出された信号を、それと隣り合う前記第 1 画素から読み出された信号で補正し又は置換する

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 14 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像装置。

【請求項 16】

複数の行および複数の列を形成するように配列され、放射線を検知する検知素子と該検知素子に接続されたスイッチとを各々が有する複数の画素と、前記複数の列に対応し、該対応する列の各画素にそれぞれ接続された複数の列信号線と、プロセッサとを備える放射線撮像装置であって、

前記複数の画素は、互いに同じ線量の放射線を受けて互いに異なる値の信号を発生する第 1 画素および第 2 画素を含み、

前記第 1 画素と前記第 2 画素とは、前記複数の列のうちの第 1 列および第 2 列の間で前記第 1 画素および前記第 2 画素のそれぞれの数が互いに異なるように配されており、

前記プロセッサは、

前記複数の画素に対する放射線の照射が開始された後、各画素の前記スイッチがオフに維持された状態の下で、前記第 1 列に対応する列信号線に発生した信号と、前記第 2 列

10

20

30

40

50

に対応する列信号線に発生した信号とをモニタする動作と、

前記モニタの結果に基づいて前記放射線の照射が開始されてからの該放射線の照射量を算出する動作と、

前記算出された照射量が基準値に達したことに応答して前記放射線の照射を終了させるための信号を出力する動作と、

を行う

ことを特徴とする放射線撮像装置。

【請求項 17】

複数の行および複数の列を形成するように配列され、放射線を検知する検知素子と該検知素子に接続されたスイッチとを各々が有する複数の画素と、前記複数の列に対応し、該
10 対応する列の各画素にそれぞれ接続された複数の列信号線とを備える放射線撮像装置の制御方法であって、

前記複数の画素は、互いに同じ線量の放射線を受けて互いに異なる値の信号を発生する第 1 画素および第 2 画素を含み、

前記第 1 画素と前記第 2 画素とは、前記複数の列のうちの第 1 列および第 2 列の間で前記第 1 画素および前記第 2 画素のそれぞれの数が互いに異なるように配されており、

前記放射線撮像装置の制御方法は、

前記複数の画素に対する放射線の照射が開始された後、各画素の前記スイッチがオフに維持された状態の下で、前記第 1 列に対応する列信号線の信号を第 1 信号として取得し
20 且つ前記第 2 列に対応する列信号線の信号を第 2 信号として取得する工程と、

前記第 1 信号と前記第 2 信号との相違に基づいて、前記放射線の照射が開始されてからの該放射線の照射量を算出する工程と、

前記算出された照射量が基準値に達したことに応答して前記放射線の照射を終了させるための信号を出力する工程と、

を含む

ことを特徴とする放射線撮像装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、放射線撮像装置及びその制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

放射線撮像装置は、例えば、複数の画素が複数の行および複数の列を形成するように配列された画素アレイと、各画素から画素信号を読み出すための読出部とを備える。画素アレイには、例えば、複数の列にそれぞれ対応する複数の列信号線が配されており、各列の画素は、対応する列信号線に接続されている。例えば、各画素は、放射線を検知するための検知素子と、検知素子と列信号線とを接続するスイッチとを含んでおり、スイッチをオン状態にすることで、検知素子から、放射線の線量に応じた信号が列信号線に転送される。
。

【0003】

放射線撮像装置のなかには、画素アレイに対する放射線の照射が開始された後、画素からの信号をモニタし、その結果に基づいて放射線の照射が終了されるように制御信号を発生するものもある。このような制御は、自動露出制御 (Auto Exposure Control (AEC)) とも称される。特許文献 1 には、放射線の照射開始後、一部の画素から所定周期で信号を読み出して AEC を行うことが記載されている。また、特許文献 2 には、放射線の照射開始後、ある行の画素のスイッチをオン状態に維持し、該画素の信号をモニタすることにより AEC を行うことが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

10

20

30

40

50

【特許文献 1】特開平 7 - 2 0 1 4 9 0 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 1 0 - 7 5 5 5 6 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、放射線の照射中において画素のスイッチをオフ状態にしているにもかかわらず、照射された放射線によって該画素内で生じた電位変化（具体的には、該画素の検知素子の放射線の検知による電位変化）が、列信号線に伝搬してしまう可能性がある。この電位変化の列信号線への伝搬は、該画素と列信号線との間の容量カップリングに起因するものであり、本明細書において「クロストーク」という。

10

【0006】

上述の特許文献 1 や特許文献 2 の方法によると、列信号線を介して読み出された信号は、読出対象である画素からの信号成分の他、読出対象でない他の画素からのクロストーク成分を含む。特に、このクロストーク成分は多画素化に伴って大きくなり、S/N 比の低下の原因となる。このことは、AEC の精度の低下をもたらす。

【0007】

本発明の目的は、放射線撮像装置の AEC の高精度化に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】

【0008】

20

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、複数の行および複数の列を形成するように配列され、放射線を検知する検知素子と該検知素子に接続されたスイッチとを各々が有する複数の画素と、前記複数の列に対応し、該対応する列の各画素にそれぞれ接続された複数の列信号線と、プロセッサとを備える放射線撮像装置であって、前記複数の画素は、互いに同じ線量の放射線を受けて互いに異なる値の信号を発生する第 1 画素および第 2 画素を含み、前記第 1 画素と前記第 2 画素とは、前記複数の列のうちの第 1 列および第 2 列の間で前記第 1 画素および前記第 2 画素のそれぞれが互いに異なるように配されており、前記プロセッサは、前記複数の画素に対する放射線の照射が開始された後、各画素の前記スイッチがオフに維持された状態の下で、前記第 1 列に対応する列信号線の信号を第 1 信号として取得し且つ前記第 2 列に対応する列信号線の信号を第 2 信号として取得する第 1 動作と、前記第 1 信号と前記第 2 信号との相違に基づいて、前記放射線の照射が開始されてからの該放射線の照射量を算出する第 2 動作と、前記算出された照射量が基準値に達したことに応答して前記放射線の照射を終了させるための信号を出力する第 3 動作と、を行うことを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、放射線撮像装置の AEC の高精度化に有利である。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図 1】放射線検査装置のシステム構成例を説明するための図である。

40

【図 2】撮像部の構成例を説明するための図である。

【図 3】単位画素の構造の例を説明するための断面図である。

【図 4】放射線撮影の動作フローチャートである。

【図 5】画素アレイの構成例を説明するための等価回路図である。

【図 6】放射線撮影の動作タイミングチャートである。

【図 7】画素アレイの構成例を説明するための図である。

【図 8】比較例における動作フローチャート及び動作タイミングチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について説明する。なお、各図

50

は、構造ないし構成を説明する目的で記載されたものに過ぎず、図示された各部材の寸法は必ずしも現実のものを反映するものではない。また、各図において、同一の部材または同一の構成要素には同一の参照番号を付しており、以下、重複する内容については説明を省略する。

【0012】

図1は、放射線撮影を行うための撮像システム10（放射線検査装置、放射線診断装置等と称されてもよい。）のシステム構成例を示している。撮像システム10は、例えば、放射線撮像装置11と、放射線源12と、放射線制御部13と、コントローラ14とを具備する。放射線撮像装置11は、撮像部15およびプロセッサ16を備える。放射線源12は、放射線制御部13からの駆動信号に応答して放射線（例えばX線、 α 線、 β 線等）を発生する。該放射線は、不図示の被検者（患者等）を通過して撮像部15により検出される。撮像部15は、該放射線の線量に応じた画像データを生成する。プロセッサ16は、撮像部15からの画像データに対して補正処理等のデータ処理を行う。

10

【0013】

コントローラ14は、例えば放射線撮像装置11およびそれを構成する各ユニット並びに放射線制御部13との間で信号、データ、コマンド等の授受を行うことにより、撮像システム10全体の動作を制御する。例えば、放射線制御部13は、コントローラ14からの放射線の照射の開始または終了を示すコマンドを受けて、放射線源12を制御する。なお、放射線制御部13の機能の一部または全部はコントローラ14に含まれてもよい。

【0014】

また、コントローラ14は、ユーザが撮影条件を入力するための端末（不図示）に接続されており、該入力された撮影条件に基づいて上述の制御を行う。また、コントローラ14は、液晶ディスプレイ等の表示部（不図示）に接続されており、該表示部に、放射線撮像装置11により得られた画像データを出力し、放射線画像を表示させることも可能である。

20

【0015】

詳細は後述とするが、放射線撮像装置11は、放射線の照射が開始されてからの放射線の照射量をプロセッサ16により算出する。そして、該照射量が基準値を超えた場合には、放射線撮像装置11は、プロセッサ16により、例えばコントローラ14または放射線制御部13に対して、放射線の照射の終了を要求する（自動露出制御（AEC））。放射線の照射量は、放射線量（放射線の強度）の時間積分に相当する。

30

【0016】

撮像システム10の構成例は本例に限られるものでないことは言うまでもなく、撮像システム10を構成する各ユニットの一部の機能は他のユニットに含まれてもよいし、他の機能を有するユニットが追加されてもよい。例えば、放射線撮像装置11において、撮像部15の一部の機能はプロセッサ16によって実現されてもよいし、その逆の関係も成立しうる。例えば、図1ではプロセッサ16とコントローラ14とを個別に示したが、これらの機能の一部または全部は単一のユニットにより実現されてもよい。プロセッサ16は、例えば、本明細書に記載の各機能をプログラムすることが可能な集積回路ないしデバイス（例えばFPGA（Field Programmable Gate Array）等のPLD（Programmable Logic Device））でもよいし、各機能を実現するための専用集積回路（ASIC（Application Specific Integrated Circuit）等）でもよい。或いは、各機能は、所定のプログラムが格納されたパーソナルコンピュータ等によりソフトウェア上で実現されてもよい。コントローラ14についても同様である。

40

【0017】

図2は、放射線撮像装置11における撮像部15の構成例を示している。撮像部15は、例えば、複数の画素PXがアレイ状に配列された画素アレイAPXと、各画素PXを駆動するための駆動部UDRと、各画素PXから画素信号を読み出すための読出部UROとを含む。

50

【 0 0 1 8 】

複数の画素 P X は、複数の行および複数の列を形成するように配列されている。ここでは説明を容易にするため、3 行 × 3 列の画素アレイ A P X を例示するが、実際には、例えば 17 インチの画素アレイ A P X では約 3000 行 × 3000 列である。なお、図中において、第 m 行かつ第 n 列の画素 P X を「P X (m , n) 」と示す（例えば、画素 P X (1 , 1) は、画素アレイ A P X における第 1 行かつ第 1 列に位置する。 ）。

【 0 0 1 9 】

駆動部 U D R は、例えばシフトレジスタ等を含み、複数の行のうちの 1 行（2 行以上でも可）を順に選択することにより、複数の画素 P X を行単位で順に駆動する。より具体的には、駆動部 U D R は、各行に対応する信号線 G 1 ~ G 3 を介して、対応する画素 P X の個々に駆動信号を供給する。駆動信号を受けた画素 P X の個々は、列信号線 L C 1 ~ L C 3 のうちの対応する 1 つ（以下、「対応の列信号線」と表現する場合がある。 ）に画素信号を出力する。なお、本明細書において、列信号線 L C 1 ~ L C 3 のいずれかを区別しない場合には単に「列信号線 L C 」と示す。

【 0 0 2 0 】

各画素 P X は、放射線を検知するための検知素子 S と、スイッチ W とを含む。ここでは、画素 P X (1 , 1) についてのみ検知素子 S 及びスイッチ W を図示しているが、他の画素 P X も同様である。検知素子 S には、本例では M I S センサが用いられるが、P I N センサその他の公知の光電変換素子が用いられてもよい。なお、「検知素子」は「センサ」又は「センサ素子」等と表現されてもよいし、これに伴い、「画素アレイ」は「センサアレイ」等と表現されてもよい。スイッチ W には、本例では薄膜トランジスタが用いられるが、他の公知のスイッチ素子が用いられてもよい。各画素 P X において、検知素子 S の一方の端子は、対応の列信号線 L C にスイッチ W を介して接続されており、他方の端子は、電源電圧 V S が伝搬する電源線に接続されうる。

【 0 0 2 1 】

ここで、図 3 は、単位画素 P X の構造の例を説明するための模式図である。薄膜トランジスタであるスイッチ W は、例えば、絶縁性の基板 300（ガラス基板等）の上に配されており、その上に絶縁層 320 を介して配された検知素子 S に接続される。基板 300 の上面に配された電極 M G は、薄膜トランジスタのゲート電極である。ゲート電極 M G の上には、その一部がゲート絶縁膜を形成する絶縁膜 310 を介して、半導体部分 S P 0 が配されており、半導体部分 S P 0 は薄膜トランジスタのチャネルを形成する。半導体部分 S P 0 の一方の端の上には、例えば N 型の不純物がドーパされた半導体部分 S P 1 が配され、半導体部分 S P 1 は、薄膜トランジスタのソースを形成し、列信号線 L C の一部である電極 M 1 に接続される。また、半導体部分 S P 0 の他方の端の上には、同不純物がドーパされた半導体部分 S P 2 が配され、半導体部分 S P 2 は、薄膜トランジスタのドレインを形成し、電極 M 2 およびプラグ M 3 を介して検知素子 S に接続される。なお、半導体部分 S P 0 ~ S P 2 は、例えばアモルファスシリコン等で構成されればよい。

【 0 0 2 2 】

検知素子 S は、例えば、図中の下側から上側に向かって順に配された層 330 ~ 334 を含む。層 330 は、検知素子 S の下側電極を形成する導電層であり、プラグ M 3 と接触している。層 331 は、絶縁層である。層 332 は、半導体層である。層 333 は、例えば N 型の不純物がドーパされた高不純物濃度半導体層である。層 334 は、検知素子 S の上側電極を形成する導電層であり、透明かつ導電性を有する材料（例えば酸化インジウムスズ（ITO）等）で構成されうる。

【 0 0 2 3 】

検知素子 S の上には、保護層 340 および接着層 350 を介して、放射線を光に変換するシンチレータ 360 が配されうる。シンチレータ 360 には、例えば、ガドリニウムオキサイドサルファ（GOS）等のガドリニウム系材料や、ヨウ化セシウム（CsI）等の材料が用いられうる。本例では、検知素子 S は、シンチレータ 360 によって放射線から変換された光（シンチレーション光）を検知するが、このことは、放射線を検知すること

と等価である。シンチレータ 360 および検知素子 S は、まとめて、放射線を電気信号に変換する変換部ないし変換素子と称されてもよい。

【0024】

なお、ここでは放射線を光に変換した後に該光を電気信号に変換する方式（間接変換型）を例示したが、他の例では、放射線を直接的に電気信号に変換する方式（直接変換型）が採用されてもよい。直接変換型の場合、検知素子 S には、例えば、アモルファスセレン、ガリウム砒素、ガリウムリン、ヨウ化鉛、ヨウ化水銀、CdTe、CdZnTe 等の材料が用いられうる。

【0025】

ここで、列信号線 LC の一部を形成する電極 M1 は、平面視（基板 300 の上面またはそれと平行な面に対する平面視）において、検知素子 S（又は、画素 PX 1 つ分の領域）に実質的に重なりうる。これにより、平面視において、検知素子 S のサイズ及び / 又は画素 PX の有効領域を大きくすることが可能である。一方、詳細は後述とするが、図中に破線で示されるように、下側電極を形成する導電層 330（又は、これと同電位となるプラグ M3、電極 M2 及び半導体部分 SP2 のそれぞれ）と、電極 M1 との間には容量成分 C_{CP} が形成される。そのため、導電層 330 の電位変化は、スイッチ W がオフ（非導通状態）でも、容量成分 C_{CP} による容量カップリングによって、電極 M1 に伝わってしまう点に留意されたい。

【0026】

再び図 2 を参照すると、各画素 PX において、検知素子 S で検知された放射線量に応じた信号は、スイッチ W をオン（導通状態）にすることにより、対応の列信号線 LC に画素信号として出力される。読出部 URO は、各列の列信号線 LC を介して出力された上記画素信号を、列毎に順に読み出す。

【0027】

読出部 URO は、例えば、第 1 列～第 3 列にそれぞれ配されたユニット U1～U3、水平転送部 UTR、バッファ回路 A0 および出力部 UOUT を有する。例えばユニット U1 は、積分増幅器 A1、可変増幅器 A2、サンプルホールド回路 USH およびバッファ回路 A3 を含みうる。なお、ここではユニット U1 について具体的な構成例を示しているが、他のユニット U2～U3 についても同様である。

【0028】

積分増幅器 A1 は、例えば、演算増幅器と、該演算増幅器の反転入力端子（図中の「-」端子）と該演算増幅器の出力端子との間の経路に配されたフィードバック容量と、それと並列に配されたリセットスイッチとを含む。演算増幅器の非反転入力端子（図中の「+」端子）には参照電圧 VREF が供給される。リセットスイッチがオフの間、画素 PX から列信号線 LC を介して出力された画素信号（具体的には、列信号線 LC の電位変動）は、積分増幅器 A1 により増幅される。また、リセットスイッチをオンにすることにより積分増幅器 A1 はリセットないし初期化される。

【0029】

積分増幅器 A1 により増幅された画素信号は、可変増幅器 A2 により所定のゲインで更に増幅された後、サンプルホールド回路 USH によりサンプリングされる。サンプルホールド回路 USH は、例えば、サンプリングスイッチと、それに接続されたサンプリング容量とを含む。そして、サンプリングスイッチをオンすることによってサンプリング容量を充電して画素信号に応じた電圧にし（サンプル）、サンプリングスイッチをオフすることによってサンプリング容量に該電圧を保持させ、該電圧を固定する（ホールド）。サンプリングされた画素信号は、バッファ回路 A3 を介して水平転送部 UTR に出力される。

【0030】

水平転送部 UTR は、例えば不図示のマルチプレクサ及びシフトレジスタ等を含み得、列を順に選択することにより、列毎に読み出された画素信号を順に水平転送する。該水平転送された画素信号は、バッファ回路 A0 および出力部 UOUT を介してプロセッサ 16 に出力される。出力部 UOUT は、例えばアナログデジタルコンバータを含み得、以上の

10

20

30

40

50

ようにして読み出された画素信号の群は、画像データとしてプロセッサ 16 に供給される。

【0031】

なお、上述の構成において、リセットスイッチ、サンプリングスイッチおよび不図示の他の素子を制御するための信号は、例えばプロセッサ 16 から供給されてもよい。他の例では、該信号は、プロセッサ 16 の動作に付随する他のユニット（例えば PLL（Phase Locked Loop）を含むタイミング調整回路等）から供給されてもよい。

【0032】

また、撮像部 15 および画素 PX の構成例は本例に限られるものでないことは言うまでもなく、上述の構成例の一部は変更されてもよいし、付随的に他の要素が追加されてもよい。

10

【0033】

図 4 は、放射線撮像装置 11 の撮影時における動作フローチャートを説明するための図である。ステップ S400（以下、単に「S400」と示す。他のステップについても同様である。）では、1 フレーム分の画像データ（1 枚分の放射線画像に対応する画像データ）を取得する。その後、S410 では、撮影が終了か否かを判定ないし判断し、撮影終了の場合には本フローチャートを終了し、そうでない場合には S410 に戻る。例えば、n を 1 以上の整数として、n フレーム分の画像データを取得する場合には、n 回の S400 が為された後に、本フローチャートが終了されればよい。

【0034】

20

S400 は、S401～S408 を含む。S401 では、ユーザにより入力された撮影条件に基づいて撮影準備を行い、例えば、放射線撮影を行うのに必要な条件やパラメータを対応ユニットに設定する。この設定は、例えば、撮影対象の部位、放射線の照射量等、撮影条件に応じた AEC を適切に行うのに必要な設定を含む。

【0035】

S402 では、リセット動作（以下、「リセット動作 RS」とする。）を行い、具体的には、画素アレイ APX の各画素 PX のリセットを行う。リセット動作 RS は、各画素 PX のスイッチ W を行単位で順にオンにすることによって為される。なお、リセット動作 RS は、主に読出部 URO が休止状態（例えば、積分増幅器 A1 がリセットされた状態）であることを除いて、後述の読出動作 RO と同様の動作である。

30

【0036】

S403 では、放射線の照射が開始されたか否かを判定する。放射線の照射が開始された場合には S404 に進み、そうでない場合には S402 に戻る。S403 の判定は、公知の判定手段によって為されればよく、例えば、電圧 VS の電源線に流れる電流の量に基づいて為されてもよいし、放射線の照射の開始を検知するため個別に設けられたセンサを用いて為されてもよい。他の例では、上記判定は、例えば同期信号を用いて、ユーザが放射線の照射を開始するためのスイッチを押したことに応答して為されてもよい。

【0037】

上記 S402～S403 によると、放射線の照射が開始されるまでの間、上述のリセット動作 RS が繰り返し為される（画素アレイ APX の各画素 PX は周期的にリセットされる。）。

40

【0038】

S404 では、各列の列信号線 LC の電位をモニタする。該モニタは、各画素 PX のスイッチ W をオフに維持した状態で為される。即ち、S404 では、各画素 PX の検知素子 S と、対応の列信号線 LC とは、スイッチ W によって接続されない。しかしながら、図 3 を参照しながら述べたように、検知素子 S の電位変化は、容量成分 C_{CP} による容量カップリングによって、対応の列信号線 LC に伝搬する。この電位変化の列信号線 LC への伝搬は「クロストーク」とも称される。

【0039】

S405 では、S404 でのモニタ結果（即ち、各列信号線 LC の電位）に基づいて、

50

放射線の照射が開始されてからの該放射線の照射量を算出する。該算出は、上記クロストークに起因する列信号線 LC の電位変動の成分（クロストーク成分）に基づいて為される。以下、このことを、具体例として図 5 (a) ~ (b) を参照しながら説明する。

【 0 0 4 0 】

図 5 (a) ~ (b) は、撮像部 1 5 の構成例の一部を示している。本例において、画素 $PX(1, 1) \sim PX(3, 3)$ のうち、画素 $PX(2, 2)$ と、それ以外の他の画素 $PX(1, 1)$ 等とは、特性上（例えば構成上または構造上）の差異を有する。本例では、画素 $PX(2, 2)$ の上には遮光部 $psld$ が配されている。遮光部 $psld$ は、シンチレーション光の少なくとも一部を制限するように、例えば、シンチレータ 3 6 0 と検知素子 S との間に配されればよい。以下、本明細書では、区別のため、遮光部 $psld$ が配されていない画素（即ち、上記他の画素 $PX(1, 1)$ 等）を「第 1 画素 PXa 」と示し、遮光部 $psld$ が配された画素（即ち、上記画素 $PX(2, 2)$ ）を「第 2 画素 PXb 」と示す場合がある。

10

【 0 0 4 1 】

本例によると、例えば、シンチレーション光の分布が画素 $PX(1, 1) \sim PX(3, 3)$ において実質的に一様であったとしても、画素 $PX(2, 2)$ では、他の画素 $PX(1, 1)$ 等と比べて、検知素子 S への入射光が少なくなる。そのため、画素 $PX(2, 2)$ での電位変動と、他の画素 $PX(1, 1)$ 等での電位変動とは、互いに異なる。

【 0 0 4 2 】

例えば、図 5 (a) の例では、第 1 行の画素 $PX(1, 1) \sim PX(1, 3)$ に、光量が互いに略等しい光 L が入射した場合、各列の積分増幅器 A 1 の出力は互いに略等しくなる。これに対して、図 5 (b) の例では、第 2 行の画素 $PX(2, 1) \sim PX(2, 3)$ に、光量が互いに略等しい光 L が入射した場合、第 2 列の積分増幅器 A 1 の出力と、第 1 列（又は第 3 列）の積分増幅器 A 1 の出力とは互いに異なる。

20

【 0 0 4 3 】

例えば、スイッチ W のオフ状態におけるソース・ドレイン間の容量を 0.1 pF とし、積分増幅器 A 1 のフィードバック容量を 1 pF とする。また、他の画素 $PX(1, 1)$ 等（画素 $PX(2, 2)$ を除く。）における上記光 L の入射に伴う電位変動を 1 V とする。一方、画素 $PX(2, 2)$ では、遮光部 $psld$ によって光 L の光量が他の画素 $PX(1, 1)$ 等に比べて 30% 制限されるものと仮定し、画素 $PX(2, 2)$ における上記光 L の入射に伴う電位変動を 0.7 V とする。この場合、図 5 (a) の例では、第 1 列 ~ 第 3 列の積分増幅器 A 1 の出力はいずれも 0.1 V となるのに対して、図 5 (b) の例では、第 2 列の積分増幅器 A 1 の出力は 0.07 V となる（第 1 列及び第 3 列については 0.1 V である。）。即ち、本構成例によると、互いに隣り合う 2 列の間（隣接列間）では、積分増幅器 A 1 の出力に実質的な差が生じる。そして、この差は、ある列についてのクロストーク成分と、その隣の列についてのクロストーク成分との差とも言える。

30

【 0 0 4 4 】

前述の S 4 0 5 では、各列信号線 LC の電位を参照し、隣接列間での上記クロストーク成分の差に基づいて放射線の照射量を算出する。該算出は、第 1 画素 PXa である他の画素 $PX(1, 1)$ 等と第 2 画素 PXb である画素 $PX(2, 2)$ の 2 種類の画素のそれぞれの各列における数と、該 2 種類の画素の差異とに基づいて為されうる。なお、2 種類の画素 PXa 及び PXb の差異は、実測やシミュレーション解析により予め取得されうる。

40

【 0 0 4 5 】

2 種類の画素 PXa 及び PXb は、互いに同じ線量の放射線を受けた場合に、対応の列信号線 LC に互いに異なるクロストーク成分を混入させるように構成されていけばよい。2 種類の画素 PXa 及び PXb の差異は、本例では、遮光部 $psld$ が配されているか否か（即ち、検知素子 S に入射するシンチレーション光の光量がこれらの間で互いに異なること）であるが、他の要素でもよい。例えば、2 種類の画素 PXa 及び PXb は、これらの間で、シンチレーション光に対する検知素子 S の感度が互いに異なるように構成されていてもよい。他の例では、2 種類の画素 PXa 及び PXb は、これらの間で、スイッチ W

50

の電気特性（例えば、スイッチWのオフ状態におけるソース・ドレイン間の容量、ソース・ドレイン間のリーク電流量等）が互いに異なるように構成されてもよい。他の例では、2種類の画素PXa及びPXbは、これらの回路構成が互いに異なるように構成されてもよい。更に他の例では、2種類の画素PXa及びPXbの上に配されるシンチレータ360が、これらの間で、互いに略等しい線量の放射線を受けた場合に互いに異なる光量の光を発生するように構成されてもよい。

【0046】

再び図4を参照すると、S406では、S405で算出された計算値が基準値を超えたか否かを判定する。S405で得られた計算値が基準値を超えた場合にはS407に進み、そうでない場合にはS404に戻る。計算値は、放射線の照射が開始されてからの該放射線の照射量に対応する値である。また、基準値は、放射線の照射量の許容量に対応する値であり、固定値でもよいし、S401の撮影準備において撮影条件等に基づいて設定されうる可変値でもよい。

10

【0047】

S407では、放射線の照射停止要求を行い、具体的には、放射線の照射を終了（停止、中断）させるための信号を出力し、放射線の照射を終了させる。該照射停止要求は、放射線制御部13に対して直接的に為されてもよいし、コントローラ14を介して放射線制御部13に対して為されてもよい。

【0048】

即ち、上記S404～S407では、各列信号線LCの電位を所定の周期でモニタするモニタ動作（以下、「モニタ動作MO」とする。）を行い、その結果に基づいてAECを行う。

20

【0049】

その後、S408では、読出動作（以下、「読出動作RO」とする。）を行い、具体的には、各画素PXのスイッチWを行単位で順にオンにすることによって各画素PXから画素信号を読み出し、1フレーム分の画像データを生成する。

【0050】

本例では、画素PX(2,2)には遮光部Psl dが配されているため、画素PX(2,2)からの画素信号は、他の画素PX(1,1)等からの画素信号に比べて信号成分が小さい。そのため、上記画像データのうち、画素PX(2,2)に対応する部分（即ち、画素PX(2,2)の画素信号）については、例えばプロセッサ16によって補正処理が為されてもよい。この補正処理は、例えば、遮光部Psl dによる光量の制限に伴う信号成分の損失を補うように、画素データの各画素信号に対して、対応するゲインを乗じることによって為されればよい。例えば、画素PX(2,2)の画素信号に対する信号処理に用いられうるゲインと、それ以外の画素PX(1,1)等の画素信号に対する信号処理に用いられうるゲインとは、互いに異なる。

30

【0051】

画素PX(2,2)を、より多くの光量が遮光部Psl dによって制限されるように構成すると、隣接列間でのクロストーク成分の差を大きくすることができるため、AECの精度を高くすることができる。その一方で、より多くの光量を遮光部Psl dによって制限すると、画素PX(2,2)の画素信号は、より多くの信号成分を失うことになる。この場合、画像データを生成するのに際して、画素PX(2,2)の画素信号を用いずに、画素PX(2,2)の隣接画素（例えば、画素PX(1,2)、PX(3,2)等）からの画素信号を用いてもよい。即ち、画素PX(2,2)の画素信号を、隣接画素の画素信号を用いて補完し又は置換してもよい。

40

【0052】

図6は、放射線撮像装置11の撮影時における動作タイミングチャートを説明するための図である。図中において、横軸を時間軸とし、縦軸には、放射線量（放射線の強度）、装置11の動作モード、各行に対応する信号線の電位Vg(1)～Vg(X)、列信号線の電位、及び、放射線の照射量Dを示している。照射量Dは、前述のS405で算出され

50

た計算値に対応する。画素アレイ A P X は X 行かつ Y 列を形成しているものとし、図中において、 $Vg(1) \sim Vg(X)$ を第 1 行～第 X 行にそれぞれ対応する信号線の電位として示す。例えば、電位 $Vg(1)$ がハイレベルになると第 1 行の画素 P X のスイッチ W はオン状態になる（第 1 行の画素 P X が活性状態となる。）。また、電位 $Vg(1)$ がローレベルになると第 1 行の画素 P X のスイッチ W はオフ状態になる（第 1 行の画素 P X が非活性状態となる。）。

【0053】

時刻 t_{10} の前の期間は、放射線の照射が開始される前の期間であり、リセット動作 R S が繰り返し為される。時刻 t_{10} において放射線の照射が開始され、モニタ動作 M O が為される。モニタ動作 M O は、各画素 P X のスイッチ W がオフの状態の下で、読出部 U R O を所定周期で駆動することによって為され、各列信号線 L C に混入したクロストーク成分が読出部 U R O により読み出される。具体的には、クロストーク成分が混入した列信号線 L C の電位ないし信号が、列毎に配されたユニット U 1 等により順に増幅およびサンプリングされ、更に、水平転送部 U T R、バッファ回路 A 0 および出力部 U O U T によって出力される。モニタは、前述のとおり、所定の周期で為されうるが、この周期は、ユニット U 1 等のサンプルホールド回路 U S H によるサンプリングの周期に対応しうる。

10

【0054】

照射量 D は、所定の周期で為されるモニタの結果を累積加算することによって得られ、S 405 の「計算値」に対応する。ここでは、時刻 t_{20} での照射量 $D(t_{20})$ が基準値 D T H より大きくなり、これに応答して放射線の照射を終了させ、モニタ動作 M O は終了となる。この時刻を時刻 t_{30} とする。時刻 t_{30} の後、読出動作 R O が開始される。

20

【0055】

本例によると、画素アレイ A P X には、互いに同じ線量の放射線を受けて互いに異なるクロストーク成分を列信号線 L C に発生させる 2 種類の画素 P X a 及び P X b が配されている。そして、2 種類の画素 P X a 及び P X b のそれぞれは、その数が隣接列間で互いに異なるように配されうる。図 5 の例では、画素 P X (2, 2) 以外の他の画素 P X (1, 1) 等が画素 P X a に対応し、画素 P X (2, 2) が画素 P X b に対応する。

【0056】

このような構成によると、モニタ動作 M O において、列信号線 L C の電圧に隣接列間で差が発生し、即ち、隣接列間で互いに異なるモニタ結果が得られる。図 5 の例では、他の画素 P X (1, 1) 等のクロストーク成分に相当する積分増幅器 A 1 の出力が 0.1 V であり、画素 P X (2, 2) のクロストーク成分に相当する積分増幅器 A 1 の出力が 0.07 V である。よって、第 1 列（又は第 3 列）と第 2 列との間での積分増幅器 A 1 の出力の差は 0.03 V である。そして、この差は、画素 P X (2, 2) を、一方の種類の画素 P X a から他方の種類の画素 P X b に置き換えた差に相当するとも言える。そのため、これら画素 P X a 及び P X b の特性上の差異と、隣接列間でのこれらの数の差と、上記モニタ結果の隣接列間での差（即ち、隣接列間での列信号線 L C の電位差）とに基づいて、放射線の照射量を算出し、A P C を適切に行うことができる。

30

【0057】

放射線の照射量の算出を行うのに際して、画素 P X a 及び P X b の特性上の差異、並びに、隣接列間での画素 P X a 及び P X b のそれぞれの数の差は固定であるため、プロセッサ 16 には、これらに対応する係数が予め設定されていてもよい。即ち、プロセッサ 16 は、この係数を用いることにより、上記モニタ結果の隣接列間での差（即ち、隣接列間での列信号線 L C の電位差）に基づいて放射線の照射量を適切に算出することが可能である。なお、本例では、第 1 列（又は第 3 列）における画素 P X b の数が 0 の態様を例示したが、隣接列間で画素 P X a 及び P X b のそれぞれの数が互いに異なっていればよく、画素 P X b の数は 0 でなくてもよい。

40

【0058】

一般に、照射された放射線の線量は画素アレイ A P X の隣接列間で互いに略等しくなると考えられるため、本例では、上記モニタ結果の隣接列間での差に基づいて A E C を行う

50

態様を例示したが、モニタ対象の２列は、必ずしも、互いに隣り合っていないなくてもよい。即ち、比較的近くの２列（好ましくは互いに隣り合う２列）をモニタ対象にすればＡＥＣの精度が高くなるが、モニタ対象の２列の間には、モニタ対象ではない１以上の他の列が存在してもよい。この場合、モニタ対象の２列の間の距離（上限値）は、画素アレイＡＰＸの行方向のサイズに対して所定の比率（例えば１／１０）を乗じた値で決められてもよいし、又は、実寸（例えば１インチ）で決められてもよい。或いは、該距離は、該２列の間に配置することが許容される他の列の数（例えば１００列分に相当する距離）で決められてもよい。

【００５９】

また、モニタ動作ＭＯで得られるモニタ結果の２列（好適には互いに隣り合う２列）での差は、該２列の間での列信号線ＬＣの電位差に対応し、積分増幅器Ａ１その他の回路の出力等、所定の信号処理の結果の差を含みうる。換言すると、ＡＥＣは、該２列のモニタ結果に対する所定の演算処理により得られる演算結果に基づいて為されてもよく、必ずしも、該２列の間での列信号線ＬＣの電位差またはそれに応じた信号値そのものが用いられなくてもよい。他の例では、ＡＥＣは、該２列の間での列信号線ＬＣの電位の比またはそれに応じた演算結果に基づいて為されてもよい。即ち、ＡＥＣは、上記モニタ結果の該２列の間での相違に基づいて為されればよい（「相違」には、該２列の間での絶対的または相対的な差、それに応じた量、その他の較差の概念が含まれうる）。

【００６０】

まとめると、本例では、画素ＰＸａ及びＰＸｂが、その数が画素アレイＡＰＸにおける２列（好適には互いに隣り合う２列）の間で互いに異なるように配されている。この構成の下、ＡＥＣは、各画素ＰＸのスイッチＷをオフに維持しながら該２列の列信号線ＬＣの電位またはそれに対応する信号をモニタすることによって為されればよい。これにより、放射線の照射を終了すべきタイミングを適切に決定することができ、ＡＥＣを高精度化することができる。

【００６１】

なお、本例では、２列の列信号線ＬＣに混入したクロストーク成分を読出部ＵＲＯにより読み出すことにより、画像データと同様の手順でモニタ結果を取得する態様を例示した。しかし、モニタ結果の取得方法は本例に限られるものではない。例えば、読出部ＵＲＯには、画像データを読み出すためのユニットＵ１等の他に、該２列の列信号線ＬＣに混入したクロストーク成分又はそれらの差若しくはそれに応じた信号をモニタ結果として読み出すための専用の回路部が設けられてもよい。

【００６２】

ところで、放射線撮影を行うに際して、放射線は被検者を通過した後に検知される（撮像部１５と放射線源１２との間には被検者が居る）こと等を考慮すると、照射される放射線の線量の分布は画素アレイＡＰＸにおいて不均一になりうる。そのため、画素アレイＡＰＸを複数の領域に分割し、モニタ動作ＭＯは、撮影条件等に応じて、該分割された複数の領域の（少なくとも）一部における画素ＰＸの個々について為されてもよい。換言すると、ＡＥＣには、モニタ動作ＭＯで得られたモニタ結果のうち、該分割された複数の領域の一部に対応する部分のみが参照されてもよい。

【００６３】

図７（ａ）は、画素アレイＡＰＸを行方向および列方向のそれぞれに３つずつ（計９つの領域Ｒ（１，１）～Ｒ（３，３））に分割した例を示している。理解を容易にするため、図中において、ハッチングを付さない画素を第１画素ＰＸａ（遮光部Ｐｓｌｄを有しない画素）とし、ハッチングを付した画素を第２画素ＰＸｂ（遮光部Ｐｓｌｄを有する画素）とする。前述のとおり、画素ＰＸａ及びＰＸｂは、隣接列間で、それらの数が互いに異なるように配置されている。例えば、本例において、奇数列では、画素ＰＸａの数が３３であり且つ画素ＰＸｂの数が０であるのに対し、偶数列では、画素ＰＸａの数が２２であり且つ画素ＰＸｂの数が１１である。

【００６４】

10

20

30

40

50

ここで、領域 $R(1, 1) \sim R(3, 3)$ は、列方向において隣り合う 2 つの領域の間で、画素 $P \times b$ が配された列が互いに異なるように分割されている。例えば、画素 $P \times b$ は、第 1 領域 $R(1, 1)$ では第 2 列および第 8 列に配されているのに対して、第 2 領域 $R(2, 1)$ では第 4 列および第 10 列に配されており、即ち、画素 $P \times b$ が属する列が領域 $R(1, 1)$ と領域 $R(2, 1)$ との間で互いに異なる。

【0065】

モニタ動作 MO は、撮影条件等に応じて、領域 $R(1, 1) \sim R(3, 3)$ の一部について為されてもよく、上記構成によると、照射量 D の算出を、領域ごとの重み付けを考慮して行うことができる。例えば、前述の $S401$ でユーザにより入力された撮影条件（例えば撮影対象の部位）に応じて、画素アレイ APX の端部領域でもある領域 $R(1, 1)$ 、 $R(2, 1)$ および $R(3, 1)$ についてモニタ動作 MO を行ってもよい。他の例では、該撮影条件に応じて、ある領域 $R(1, 1)$ 等の重み付け係数を他の領域 $R(1, 2)$ 等よりも大きくして、モニタ動作 MO を行ってもよい。

【0066】

即ち、領域 $R(1, 1) \sim R(3, 3)$ のうち、撮影条件等に応じた部分のみが参照されればよい。この観点で、領域 $R(1, 1) \sim R(3, 3)$ は「関心領域」と称されてもよい。典型的には、モニタ動作 MO は、放射線が被検者を通過しないで検出されると考えられる領域について為され得、これによって AEC の精度を高くすることもできる。

【0067】

なお、このような方式にするのに際して、撮像部 15 の構成の一部（例えば読出部 URO ）、及び / 又は、プロセッサ 16 の処理方法の一部は、適宜、変更されてもよい。例えば、本例では、各領域 $R(1, 1)$ 等に対応する列信号線が画素アレイ APX にそれぞれ配されてもよいし、各領域 $R(1, 1)$ 等に対応する読出部 URO がそれぞれ設けられてもよい。

【0068】

図 7 (b) の例では、各領域 $R(1, 1)$ 等において、画素 $P \times b$ は、列方向に沿って画素 $P \times a$ と交互に配置されている、という点で図 7 (a) の例と異なる。即ち、図 7 (b) の例では、各領域 $R(1, 1)$ 等において、画素 $P \times b$ と他の画素 $P \times b$ とは列方向で互いに隣り合わない。この構成によると、読出動作 RO で得られた画像データのうちの画素 $P \times b$ に対応する部分（画素 $P \times b$ の画素信号）の補正ないし補完を、行方向の隣接画素の画素信号だけでなく、列方向の隣接画素の画素信号を用いて行うこともできる。

【0069】

なお、ここでは、2 以上の領域 $R(1, 1)$ 等についてのモニタ結果に対して重み付けを行ってモニタ動作 MO を行う態様を例示したが、それらの平均、それらの最大 - 最小の差または比率等、その他の演算の結果に基づいてモニタ動作 MO を行ってもよい。

【0070】

本例の AEC （図 4 ~ 6 参照）およびその有利な効果をより詳細に説明するため、以下、図 8 (a) ~ (b) を参照しながら比較例の AEC について述べる。比較例では、画素アレイ APX に第 1 画素 $P \times a$ のみが配列されている（第 2 画素 $P \times b$ が配列されていない）、という点で本例の図 5 (a) 及び (b) と異なる。図 8 (a) は、比較例の動作フローチャートを、本例の図 4 同様に示している。図 8 (b) は、比較例の動作タイミングチャートを、本例の図 6 同様に示している。

【0071】

比較例のフローチャート（図 8 (a)）は、1 フレーム分の画像データを取得する $S800$ において、主に、 $S804 \sim S805$ のモニタの方法が本例（図 4）と異なる。 $S804$ では、ある行の画素 $P \times X$ のスイッチ W をオンにし、それによって対応の列信号線 LC に出力された信号をモニタする。図 8 (b) において、本例のモニタ動作 MO と区別するため、比較例のモニタ動作を「モニタ動作 MO' 」と示し、ここでは一例として、第 3 行の画素 $P \times X$ のスイッチ W をオンにする（信号線 $Vg(3)$ を駆動する）ことによってモニタ動作 MO' を行うものとする。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 2 】

比較例では、スイッチWをオンにするため、放射線の照射が開始されてから該スイッチWがオンになるまで、又は、スイッチWの前のオンの時刻から次のオンの時刻までの放射線の照射量に相当する成分が、列信号線LCに転送される。ここで、該成分と共に、列信号線LCには前述のクロストーク成分が発生する。

【 0 0 7 3 】

比較例のタイミングチャート（図8（b））は、主に、列信号線の電位および放射線の照射量Dが信号成分およびクロストーク成分の双方を含む、という点で本例（図6）と異なる。比較例では、信号成分とクロストーク成分とが混在した状態であるため、S804のモニタによって得られた結果のうち、どれだけの量が信号成分なのか（或いはクロストーク成分なのか）を特定することが難しい。

10

【 0 0 7 4 】

例えば、比較例において、ある1つの画素PXのスイッチWをオンにすることにより得られうる信号成分を「 E_S 」とし、他の1つの画素PXのスイッチWをオフに維持した状態で該他の1つの画素PXから混入しうるクロストーク成分を「 E_N 」とする。この場合、これらの比は、例えば、 $E_S : E_N = 50 : 1$ 程度である。しかし、画素アレイAPXにおける画素数が多くなると、クロストーク成分 E_N は大きくなる。例えば、画素アレイAPXの行数が3000の場合（1つの画素PXから信号成分を読み出し且つ他の2999個の画素PXからクロストーク成分が混入する場合）、 $E_S : (2999 \times E_N) = 1 : 60$ になってしまう。即ち、本来取得すべき信号成分（ E_S ）がクロストーク成分（ $2999 \times E_N$ ）に埋もれてしまう。

20

【 0 0 7 5 】

S804の後のS805では、S804のモニタによって得られた結果に基づいて放射線の照射量Dを算出するが、比較例によると、上記理由により該照射量Dの算出を高い精度で行うことが難しい。

【 0 0 7 6 】

また、ここでは理解を容易にするため、比較例のモニタ動作MO'時の列信号線LCの信号が信号成分 E_S およびクロストーク成分 E_N を含むものとした。しかし、該信号は、実際には、これらの成分 E_S 及び E_N の他、外部環境その他に起因するノイズ成分をさらに含みうる。仮に、比較例の構成（即ち、遮光部Pslidを有しない第1画素PXaのみが配列された構成）において、本例のモニタ動作MO同様のモニタ（即ち、各画素PXのスイッチWがオフ状態の下でのモニタ）を行うとする。この場合、該モニタにより得られるモニタ結果には、クロストーク成分 E_N と上記ノイズ成分とが混在することになる。このモニタ結果から、放射線の照射量にしたがうクロストーク成分 E_N のみを区別して抽出することは容易ではない。そのため、比較例の構成およびモニタの方法では、クロストーク成分 E_N に基づいて照射量Dを算出することが難しい。

30

【 0 0 7 7 】

これに対し、本例によると、画素PXのスイッチWをオフに維持した状態で列信号線LCの電位をモニタする。そして、該モニタ結果の隣接列間での差を算出することにより、上記ノイズ成分をキャンセルしながら、隣接列間での2種類の画素PXa及びPXbの数の違いに伴うクロストーク成分の差を取得することができる。本例によると、該クロストーク成分の差を利用して放射線の照射量Dを適切に算出することができ、放射線の照射を終了すべきタイミングを適切に決定することができる。

40

【 0 0 7 8 】

図6では、理解を容易にするため、モニタ動作MO'において、放射線量および列信号線の電位はそれぞれ一定（その波形が理想的な矩形形状）であるものとした。しかし、実際には、管電圧や管電流の設定値、管球の種類や状態、その他の撮影の環境によって、上記波形には、多くの場合、鈍り（リングングを含む）が生じうる。また、本例のように、間接変換型の放射線撮像装置11では、放射線を光に変換するまでの時間の遅れにより、上記波形の鈍りは顕著になる可能性もある。ここで、比較例のモニタ動作MO'における

50

モニタの周期が小さいと、上記波形の鈍りによって A E C の精度が低下してしまう。一方、比較例のモニタ動作 M O ' におけるモニタの周期を大きくすると、1 回あたりのモニタで読み出される信号成分が小さくなるため、該信号成分がノイズに埋もれた結果、却って S / N 比が低下する可能性もある。これに対し、本例によると、画素 P X のスイッチ W をオフに維持した状態でモニタを行うため、モニタ動作 M O におけるモニタの周期を大きくしても、そもそも信号成分がノイズに埋もれるという問題が生じない。よって、本例によると、上記波形に鈍りが生じる場合においても A E C の高精度化に有利である。

【 0 0 7 9 】

また、比較例のモニタ動作 M O ' では、画素 P X のスイッチ W をオンにすること（いわゆる破壊読出）によって信号成分を読み出してしまうため、その後の読出動作 R O で得られるべき画素信号の一部が損失してしまうことになる。これに対して、本例のモニタ動作 M O では、画素 P X のスイッチ W がオフに維持されているため、画素信号が損失することもない。よって、本例によると、放射線画像の高品質化にも有利である。

10

【 0 0 8 0 】

本発明は、本明細書に記載された例に限られるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、その一部が変更されてもよい。また、本明細書に記載された個々の用語は、本発明を説明する目的で用いられたものに過ぎず、本発明は、その用語の厳密な意味に限定されるものでないことは言うまでもなく、その均等物をも含みうる。

【 0 0 8 1 】

また、本発明は、上記実施形態の 1 以上の機能を実現するプログラムをネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、該システム又は装置のコンピュータにおけるプロセッサがプログラムを読み出して実行する処理により実現されてもよい。例えば、本発明は、1 以上の機能を実現する回路（例えば、A S I C）によって実現されてもよい。

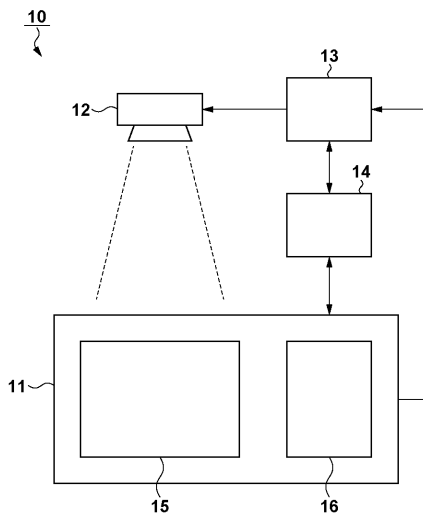
20

【符号の説明】

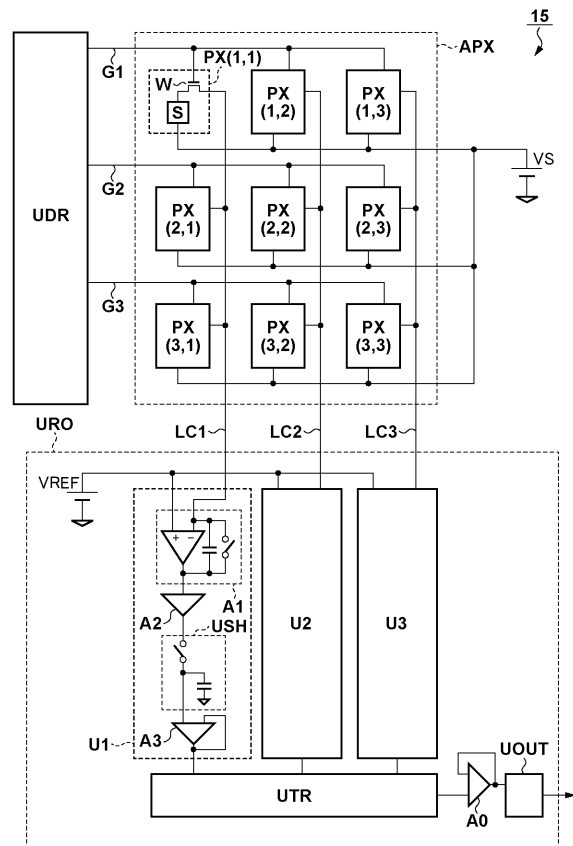
【 0 0 8 2 】

1 1 : 放射線撮像装置、P X : 画素、L C 1 ~ L C 3 : 列信号線、1 6 : プロセッサ、P X a : 第 1 画素、P X b : 第 2 画素。

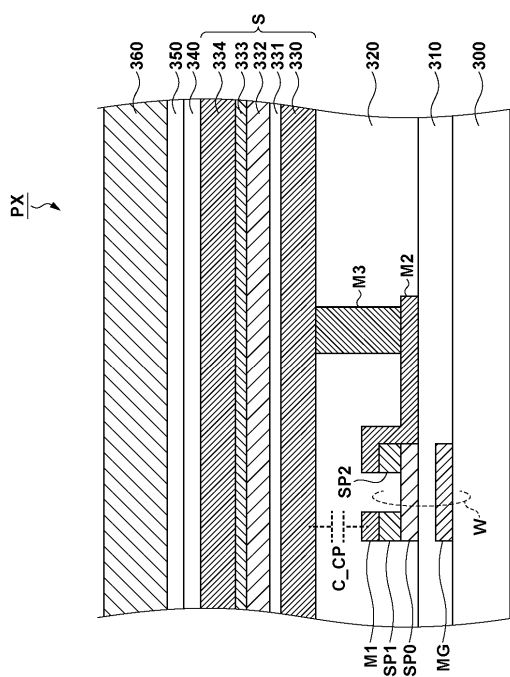
【 図 1 】



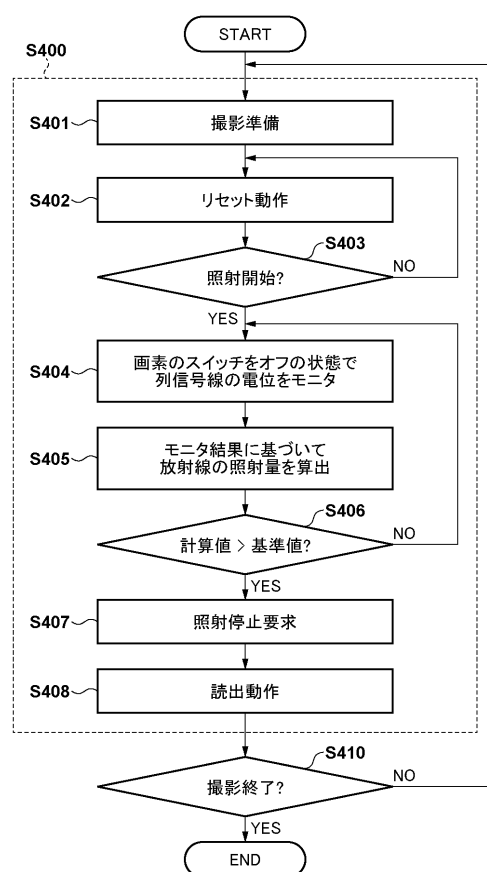
【 図 2 】



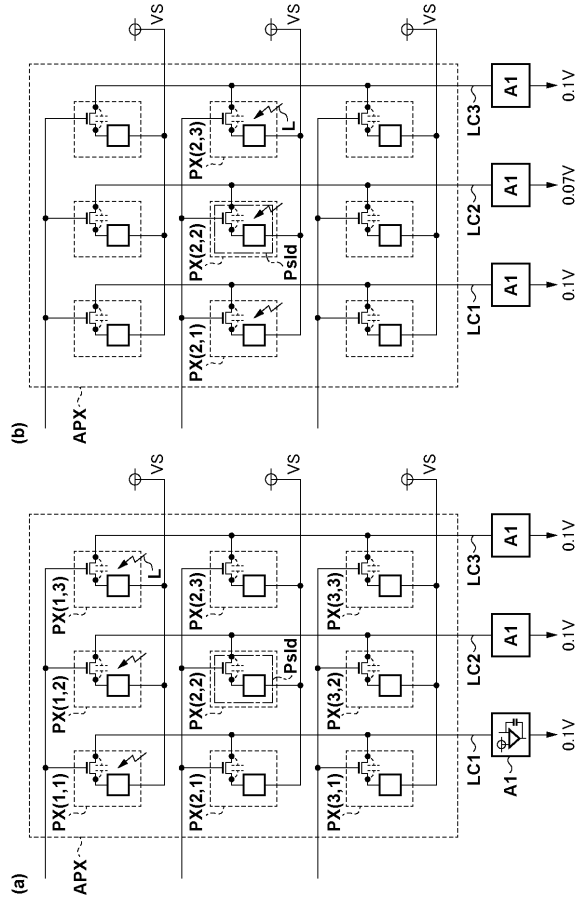
【 図 3 】



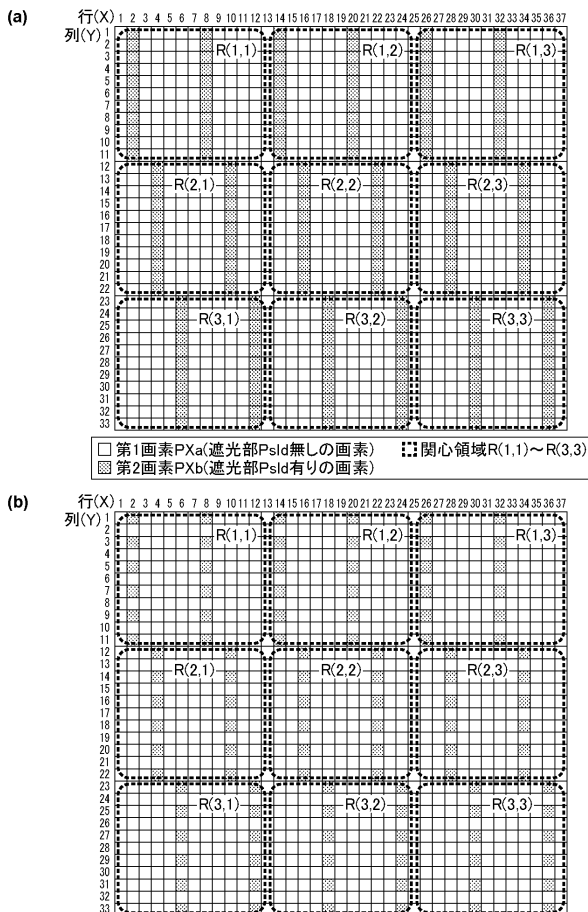
【 図 4 】



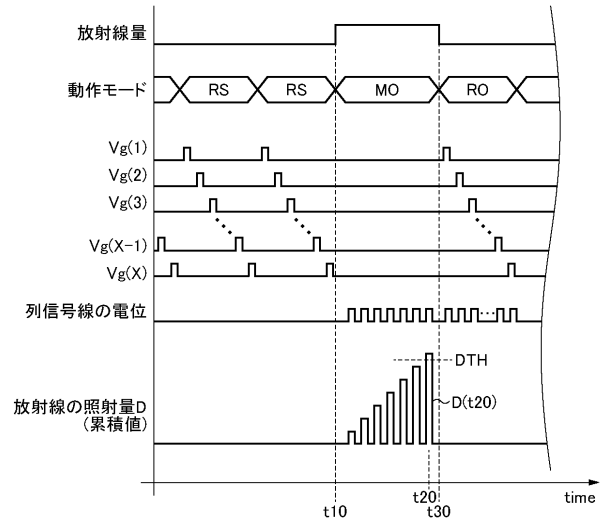
【図 5】



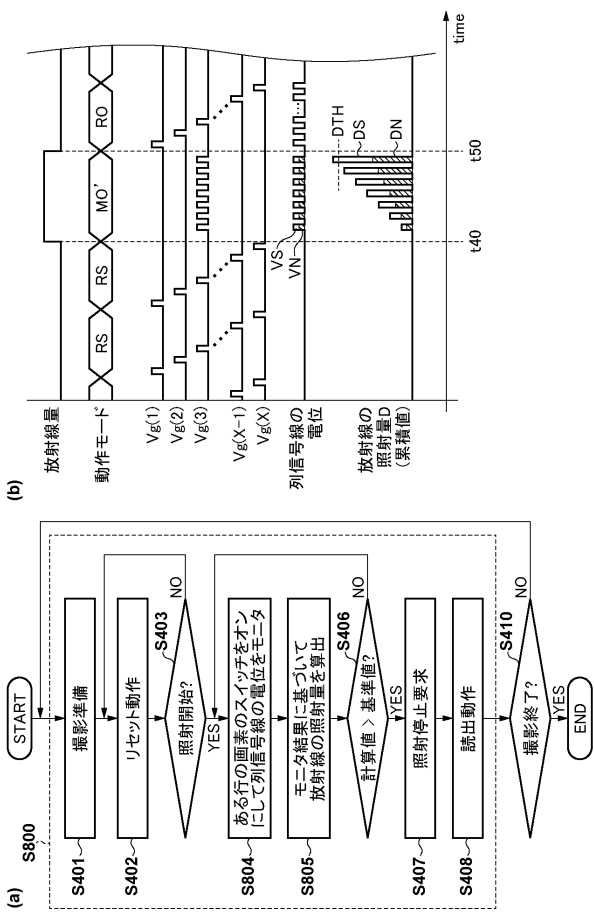
【図 7】



【図 6】



【図 8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)	
A 6 1 B	6/00	(2006.01)	A 6 1 B	6/00	3 0 0 S
G 0 1 T	7/00	(2006.01)	A 6 1 B	6/00	3 2 0 Z
			G 0 1 T	7/00	A

(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 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 笠 拓哉
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 竹田 慎市
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

(72)発明者 佐藤 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

Fターム(参考) 2G188 AA03 AA25 BB02 BB05 BB06 CC22 CC29 CC30 DD05 EE25
EE32 EE36
4C093 AA01 CA06 EB12 EB17 EB20 FA32 FA45 FA52
4M118 AA05 AB01 BA05 CA14 CB02 CB05 CB11 CB14 FB03 FB09
FB13 FB16 FB23 HA26
5C024 AX16 CX03 CY17 GX09 GY31 GZ34 HX29 HX30