

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5038101号
(P5038101)

(45) 発行日 平成24年10月3日 (2012. 10. 3)

(24) 登録日 平成24年7月13日 (2012. 7. 13)

(51) Int. Cl.

F I

G O 1 T 1/00 (2006. 01)

G O 1 T 1/00 B

G O 1 T 1/24 (2006. 01)

G O 1 T 1/24

G O 1 T 1/20 (2006. 01)

G O 1 T 1/20 E

H O 1 L 31/09 (2006. 01)

H O 1 L 31/00 A

H O 4 N 5/321 (2006. 01)

H O 4 N 5/321

請求項の数 11 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2007-293522 (P2007-293522)
 (22) 出願日 平成19年11月12日 (2007. 11. 12)
 (65) 公開番号 特開2009-121848 (P2009-121848A)
 (43) 公開日 平成21年6月4日 (2009. 6. 4)
 審査請求日 平成22年11月5日 (2010. 11. 5)

(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 100090273
 弁理士 國分 孝悦
 (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 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
 (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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】放射線撮像装置、その駆動方法及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

放射線を放射線に応じた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
 転送するためのスイッチ素子を有する画素が2次元状に複数配列された変換部と、

前記スイッチ素子を導通するための駆動電圧を前記スイッチ素子に出力するための駆動
 回路部と、

前記画素からの電気信号を読み出すための読み出し回路部と、

前記読み出し回路部で読み出される電気信号の S / N 比と、前記スイッチ素子の転送効
 率と、前記スイッチ素子の導通時間と、に応じて、前記駆動電圧を切り替え可能とする切
 り替え部と、

を有することを特徴とする放射線撮像装置。

【請求項 2】

前記 S / N 比を算出するための算出部を更に有することを特徴とする請求項 1 記載の放
 射線撮像装置。

【請求項 3】

前記算出部は、放射線照射条件を取得し、その取得された放射線照射条件から前記 S /
 N 比を予測して算出することを特徴とする請求項 2 記載の放射線撮像装置。

【請求項 4】

前記算出部は、前記 S / N 比の目標値を取得し、取得された前記目標値を前記 S / N 比
 として算出することを特徴とする請求項 2 記載の放射線撮像装置。

【請求項 5】

前記切り替え部は、前記変換素子のオフセット信号を転送する時の前記駆動電圧を、放射線に応じた電荷に基づく電気信号を転送する時の前記駆動電圧に比べて低くするように、前記駆動電圧を切り替え可能とすることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像装置。

【請求項 6】

前記変換部は、行毎の複数のスイッチ素子と駆動回路に接続された駆動配線と、列毎の複数のスイッチ素子と前記読み出し回路に接続された信号配線と、を更に有することを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像装置。

【請求項 7】

前記変換素子は、放射線を光に変換する波長変換体と、前記変換された光を電荷に変換する光電変換素子と、を有することを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像装置。

【請求項 8】

前記光電変換素子は、絶縁基板上のアモルファスシリコンを用いた光電変換素子、MIS 型光電変換素子、又は PIN 型光電変換素子であることを特徴とする請求項 7 記載の放射線撮像装置。

【請求項 9】

前記スイッチ素子は、トランジスタ又は薄膜トランジスタであることを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像装置。

【請求項 10】

放射線を放射線に応じた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転送するためのスイッチ素子を有する画素が 2 次元状に複数配列された変換部と、前記スイッチ素子を導通するための駆動電圧を前記スイッチ素子に出力するための駆動回路部と、前記画素からの電気信号を読み出すための読み出し回路部と、を有する放射線撮像装置の駆動方法であって、

前記読み出し回路部で読み出される電気信号の S / N 比と、前記スイッチ素子の転送効率と、前記スイッチ素子の導通時間と、に応じて、前記駆動回路部から出力される前記駆動電圧を切り替え制御するステップを有することを特徴とする放射線撮像装置の駆動方法。

【請求項 11】

放射線を放射線に応じた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転送するためのスイッチ素子を有する画素が 2 次元状に複数配列された変換部と、前記スイッチ素子を導通するための駆動電圧を前記スイッチ素子に出力するための駆動回路部と、前記画素からの電気信号を読み出すための読み出し回路部と、を有する放射線撮像装置のステップ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、

前記読み出し回路部で読み出される電気信号の S / N 比と、前記スイッチ素子の転送効率と、前記スイッチ素子の導通時間と、に応じて、前記駆動回路部から出力される前記駆動電圧を切り替え制御する切り替え制御ステップをコンピュータに実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、放射線撮像装置、その駆動方法及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、放射線診断装置として、半導体製造技術を使用した放射線平面撮像装置が開発されている。放射線平面撮像装置は、X 線を蛍光体で可視光に変換しマトリクス状に配置されたフォトダイオードで検出する間接変換型と、アモルファスセレンを使用し直接 X 線を光電効果により電荷に変換し、検出する直接変換型とがある。

【 0 0 0 3 】

これらの放射線診断装置は、医師の診断上高い濃度分解能が必要とされるが、透視と一般撮影では使用する X 線量に数百倍の差があるため、A/Dコンバータのビットレンジを有効に活用できず、その改善策として、下記の特許文献 1 が提案されている。

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】特開平 1 1 - 9 4 5 3 2 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

特許文献 1 では、A/Dコンバータのビットレンジを有効に活用するため、X 線の入射量に応じて、初段積分アンプの積分定数及びゲインを切り替え、信号を A/Dコンバータの入力レンジに合わせている。しかし、透視撮影のように、初段積分アンプのゲインを高く設定し、長時間、低線量で撮影を行う場合、初段積分アンプ以前のノイズ、例えばセンサのショットノイズ、TFTノイズ、初段積分アンプの $1/f$ ノイズ等が支配的となる。そのため、入射 X 線量に応じてゲインを切り替えても S/N が変化しないため、実質高い濃度分解能を得ることができない。

【 0 0 0 6 】

本発明の目的は、取得される画像の S/N 比を向上させることができる放射線撮像装置、その駆動方法及びプログラムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

本発明の放射線撮像装置は、放射線を放射線に応じた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転送するためのスイッチ素子を有する画素が 2 次元状に複数配列された変換部と、前記スイッチ素子を導通するための駆動電圧を前記スイッチ素子に出力するための駆動回路部と、前記画素からの電気信号を読み出すための読み出し回路部と、前記読み出し回路部で読み出される電気信号の S/N 比と、前記スイッチ素子の転送効率と、前記スイッチ素子の導通時間と、に応じて、前記駆動電圧を切り替え可能とする切り替え部と、を有することを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

また、本発明の放射線撮像装置の駆動方法は、放射線を放射線に応じた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転送するためのスイッチ素子を有する画素が 2 次元状に複数配列された変換部と、前記スイッチ素子を導通するための駆動電圧を前記スイッチ素子に出力するための駆動回路部と、前記画素からの電気信号を読み出すための読み出し回路部と、を有する放射線撮像装置の駆動方法であって、前記読み出し回路部で読み出される電気信号の S/N 比と、前記スイッチ素子の転送効率と、前記スイッチ素子の導通時間と、に応じて、前記駆動回路部から出力される前記駆動電圧を切り替え制御するステップを有することを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

また、本発明のプログラムは、放射線を放射線に応じた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転送するためのスイッチ素子を有する画素が 2 次元状に複数配列された変換部と、前記スイッチ素子を導通するための駆動電圧を前記スイッチ素子に出力するための駆動回路部と、前記画素からの電気信号を読み出すための読み出し回路部と、を有する放射線撮像装置のステップ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、前記読み出し回路部で読み出される電気信号の S/N 比と、前記スイッチ素子の転送効率と、前記スイッチ素子の導通時間と、に応じて、前記駆動回路部から出力される前記駆動電圧を切り替え制御する切り替え制御ステップをコンピュータに実行させるためのプログラムである。

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

読み出し回路部で読み出される電気信号の S/N 比に応じて、適切な駆動信号の電圧を

10

20

30

40

50

設定することにより、スイッチ素子のノイズが低減でき、高いS / N比の撮影をすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

(第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態における放射線撮像装置の概略構成図である。この放射線撮像装置では、透視撮影などを行う動画撮影モードと、一般撮影を行う静止画撮影モードとを選択的に設定自在とされている。

【0012】

図1において、142は蛍光体、S1-1～S3-3は光電変換素子、T1-1～T3-3はスイッチ素子(以下、TF Tという)、Vg1～Vg3はTF Tをオン/オフさせるためのゲート配線、M1～M3は信号配線である。光電変換素子はフォトダイオードで表記しており、逆方向バイアスが印加される。すなわち、フォトダイオードのカソード電極側は+(プラス)にバイアスされる。バイアス配線Vsは共通の配線であり、基準電源回路に接続されている。ここで、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型の薄膜光電変換素子、単結晶シリコンを用いたPNフォトダイオードなどが挙げられる。また、X線を直接電気信号に変換するアモルファスセレン、ヒ素化ガリウム、ヨウ化水銀、ヨウ化鉛及びテルル化カドミウムでもかまわない。また、スイッチ素子としては、非晶質シリコン、多結晶シリコン、単結晶シリコンなどを用いた薄膜トランジスタや、周知のMOSトランジスタを用いることができる。また、絶縁基板の材料としては、主にアルカリ成分の少ない透明なガラスが用いられる。

【0013】

次に、106はゲート配線Vg1～Vg3にパルスを印加してスイッチ素子T1-1～T3-3を駆動制御するゲート駆動用回路である。A1～A3は光電変換素子で発生した電荷を読み出すため初段積分アンプである。Cf1～Cf3は初段積分アンプの積分容量である。Vrefは初段積分アンプの基準電源である。CL1～CL3は信号をサンプルするためのサンプルホールド回路である。100はサンプルホールドした信号を順次切り替えて出力するマルチプレクサである。101はマルチプレクサ100から出力されたアナログ信号をディジタル変換するためのADコンバータである。

【0014】

次に、図1の放射線撮像装置の駆動方法について説明する。まず、放射線撮像装置にX線が照射され、照射されたX線は、蛍光体142により、X線から可視光に波長変換される。可視光に変換された光は、光電変換素子S1-1～S3-3に受光され、電荷に変換、蓄積される。次にゲート駆動用回路106によりゲート配線Vg1を駆動し、スイッチ素子T1-1～T1-3をオンして光電変換素子S1-1～S1-3に蓄積した電荷を初段積分アンプA1～A3の積分容量Cf1～Cf3に転送し、電圧信号に変換される。次に読み出された電圧信号をサンプルホールド回路CL1～CL3でサンプルホールドし、マルチプレクサ100で順次切り替えながら、ADコンバータ101によりアナログ信号からディジタル変換され、フレームメモリ102に保存される。このような読み出し動作をゲート配線Vg1～Vg3について繰り返し行うことによって、3×3画素の2次元の画像を得ることができる。ここでは、説明のため3×3画素のマトリクスとしたが、実際には1000×1000画素以上の大面積エリアセンサとなる。

【0015】

また、103はフレームメモリ102に保存された画像データからノイズ量及び信号量の算出するS / N算出部である。104は算出結果を基に許容転送誤差率Tを算出する許容転送誤差率算出部である。LUTは許容転送誤差率TとTF T - ON電圧とを対応させたルックアップテーブルである。105は決定したTF T - ON電圧に切り替えるためのアナログスイッチである。TF T - オン電圧は、スイッチ素子(TF T) T1-1～T3-3をオンさせるためのゲート電圧である。

【0016】

10

20

30

40

50

次に、 S/N を算出し、TFT-ON電圧を設定する手段について図1～8を用いて説明する。

【0017】

図2は、横軸にTFT-ON電圧、縦軸にノイズ量をプロットしたグラフであり、TFT-ON電圧を高くするとノイズ量が増える。このTFTに起因するノイズは、一般的に分配ノイズ(パーティションノイズ)と言われている。

【0018】

図3はTFT-ON電圧とTFTのオン抵抗をプロットしたものであり、グラフからTFT-ON電圧を上げるとオン抵抗が減少する。光電変換素子に蓄積された電気信号を読み出す場合、TFTを所定の時間オンして、初段積分アンプに信号を転送するが、転送に要する時間は、光電変換素子の容量とTFTのオン抵抗の積によって決まる。そのため、図2の現象より、TFT-ON電圧を下げて、ノイズを低減しようとする、TFTのオン抵抗が増加し、光電変換素子から初段積分アンプに信号を転送するための時間を長くしなくてはならない。しかし、透視撮影のように連続して撮影を行う場合、フレームレートを速くしなくてはならないため、転送時間を長くすることはできない。

【0019】

図4及び図5は、横軸にTFT-ON時間(スイッチ素子の導通時間)、縦軸に転送効率を示したものである。ここで転送効率とは、光電変換素子に蓄積された電荷が初段積分アンプの積分容量に何パーセント転送されたかを示すものである。例えば、転送効率60%とは光電変換素子に蓄積された電荷の60%が初段積分アンプに転送されたことを示す。図4は、TFT-ON電圧が10V、図5はTFT-ON電圧が5Vの場合を示している。また、放射線撮像装置は、複数の画素をマトリクス状に配置したもので、製造上バラツキがあり、面内で完全に均一のものを作るのは難しい。画素A、画素Bは、マトリクス状に配置された複数の画素から、転送効率の最も高い画素と最も低い画素を示したものである。図4から、TFT-ON電圧が10V、スイッチ素子の導通時間である転送時間が25 μ sのときの転送効率は、画素Aが99.9%、画素Bが99.6%で、転送効率に0.3%の差がある。図5は、TFT-ON電圧が5V、転送時間25 μ sのときの転送効率は、画素Aが99.8%、画素Bが94.8%となり、転送効率に5%の差ができ、TFT-ON電圧を下げると差が大きくなる。このようにTFT-ON電圧を下げるによりノイズは減少させることができるが、面内で転送効率の分布ができるため、画像上段差として現れてしまう。

【0020】

図6及び図7は、転送効率の面内分布による段差の画像への影響を示したものである。横軸は、画素の位置を示しており、縦軸は画素の出力を示している。図6は、信号100に対してノイズが1の $S/N=100$ の画像に5%の段差がある場合のグラフである。また、図7は、信号10に対してノイズが1の $S/N=10$ の画像に5%の段差がある場合のグラフである。図6及び図7から同じ5%の段差でも画像の S/N により、 $S/N=100$ の場合の段差が認識できるが、 $S/N=10$ の場合の段差は認識できないことがわかる。

【0021】

本実施形態では、画像の S/N を計算し、画像の S/N に応じてTFT-ON電圧を選択することにより、転送効率の面内分布による段差の影響が少なく、かつTFTに起因するノイズを低減し、 S/N の高い画像を得ることができる。

【0022】

次に、図1を用いて、 S/N の計算及びTFT-ON電圧の設定方法について説明する。まず、ADコンバータ101から出力される1フレーム分の画像は、フレームメモリ102に保存される。 S/N 算出部103は、フレームメモリ102内の信号の中から最大値を抽出し信号量 S とする。ここでは最大値としているが、平均値を用いてもかまわない。また、フレーム内で関心領域を設定し、設定された関心領域の信号量 S の最大値または平均値を用いてもかまわない。また、信号量を抽出せず、ADコンバータ101の最大

10

20

30

40

50

出力値または1フレーム分の平均値を使用してもかまわない。ここではフレーム単位に S/N を計算し、次フレームのTFT-ON電圧の切り替えを行うが、ゲート配線1ラインごとに S/N の計算を行い、次ゲート配線のTFT-ON電圧を切り替えることも可能である。 S/N 算出部103は、信号量 S から、X線の量子ノイズ $N_X = S$ を算出する。また、 S/N 算出部103は、図8の式のように、ノイズ量 N_{ALL} を算出する。ノイズ量 N_{ALL} は、X線の量子ノイズ N_X 、光電変換素子のショットノイズ N_{SENS} 、TFTノイズ N_{TFT} 、初段積分アンプのノイズ N_{AMP} 、ADコンバータのノイズ N_{AD} 等のシステムノイズを加算した値である。システムノイズは、測定毎に変わらず、常に同じ値を示すノイズ量のため、あらかじめ測定し、固定しておいてもよいし、X線を照射しないで撮影したオフセット画像から測定毎に計算することも可能である。

10

【0023】

次に、許容転送誤差率算出部104は、ノイズ量 N_{ALL} をノイズ量 N として算出した S/N の逆数に任意の係数 K を乗算した値を許容転送誤差率 T として算出する。ここで、許容転送誤差率 T は、画像に対してTFT転送効率の面内分布による段差の影響がどの程度許容できるかを示すものである。また、係数 K は、 S/N と転送誤差に起因する画像の段差との比率を示すものである。任意の係数 K は、1以下が望ましく、1より大きい場合、ノイズよりもTFTの転送バラツキによる画像の段差が大きくなるため、好ましくない。そして、許容転送誤差率 T とTFT-ON電圧のルックアップテーブルLUTから許容転送誤差率 T の近いTFT-ON電圧を指定する。例えば、 $S = 100$ 、 $N = 1$ 、 $K = 0.1$ の場合、転送許容誤差率は、 0.1% となり、TFT-ON電圧は11Vに設定され、アナログスイッチ105により、所定の電圧に切り替えられる。ゲート駆動用回路106は、アナログスイッチ105により切り替えられた電圧をTFT-ON電圧としてTFTのゲート配線 $V_{g1} \sim V_{g3}$ に供給する。このように画像データから、 S/N を算出し、最適なTFT-ON電圧を設定することにより、TFTに起因するノイズを低減できる。また、放射線撮像装置は、読み出し回路のゲインばらつきを補正するために、ゲイン補正を行う。ゲイン補正は、被写体がない状態でX線を照射して撮影を行い、その画像で被写体撮影画像を除算することにより補正を行う。この際、TFT-ON電圧の異なる複数補正用画像をあらかじめ撮影しておき、被写体撮影画像と補正用画像で同じTFT-ON電圧のものをを使用することによりTFT-ON電圧に起因する段差を軽減することができる。

20

【0024】

次に、上記の放射線撮像装置を含む放射線撮像システムの全体を図9を用いて説明する。301はX線室、302はX線制御室、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部310によって支配される。

30

【0025】

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）及び撮像タイミング、画像処理条件、被験者ID、取込画像の処理方法などの設定を行うことができる。ただし、ほとんどの情報は、不図示の放射線情報システムから転送されるので、個別に入力する必要はない。操作者305の重要な作業は、撮影した画像の確認作業である。つまり、アングルが正しいか、患者が動いていないか、画像処理が適切か等の判断を行う。

40

【0026】

そして、システム制御部310はX線撮像シーケンスを司る撮像制御部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。撮像制御部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む。そして、画像処理部10に転送後、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、欠陥補正の基本画像処理を行った生データを外部記憶装置161に保存する。

【0027】

50

さらに、システム制御部 310 は操作者 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。

【0028】

次に、信号の流れを追って順次説明を加える。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 は撮像制御部 214 に制御された高圧発生電源 124 によって駆動され、X線ビーム 125 を放射する。X線絞り 123 は撮像制御部 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、撮像制御部 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 及び撮像用寝台 130 を透過した後放射線撮像装置 140 に照射される。

10

【0029】

放射線撮像装置 140 はグリッド 141、蛍光板 142、光電変換基板 8、X線露光量モニタ 144 及び駆動・読み出し回路 145 から構成される。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、光電変換基板 8 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線照射時には撮像制御部 214 の指示に基づいてグリッド 141 を振動させる。

【0030】

20

蛍光板 142 ではエネルギーの高いX線によって蛍光体の母体物質が励起され、再結合する際の再結合エネルギーにより可視領域の蛍光が得られる。その蛍光は $Gd_2O_2S:Tb$ 、 $CaWO_4$ や $CdWO_4$ などの母体自身によるものや $CsI:Tl$ や $ZnS:Ag$ などの母体内に付活された発光中心物質によるものがある。

【0031】

この蛍光板 142 に隣接して光電変換基板 8 が配置されている。この光電変換基板 8 は光子を電気信号に変換する。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、蛍光板 142 からの光を検出してもよい。この例では、光電変換基板 8 を透過した可視光 (X線量に比例) を光電変換基板 8 基板裏面に成膜されたアモルファスシリコン受光素子で検知し、撮像制御部 214 にその情報を送る。撮像制御部 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。駆動回路 145 は、撮像制御部 214 の制御下で、光電変換基板 8 を駆動し、各画素から信号を読み出す。

30

【0032】

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ため、転送路の耐雑音性を高くする必要がある。誤り訂正機能を持たせた伝送系にする事やその他、例えば、差動ドライバによるシールド付き対より線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、撮像制御部 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、リカーシブ処理などをリアルタイムで行い、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。

40

【0033】

処理された画像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 162 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)

50

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。

【0034】

本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（情報システム）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ができる。また、LAN には、動画・静止画を表示するモニタ 174、画像データをファインリングするファイルサーバ 170、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。

【0035】

（第 2 の実施形態）

図 10 は、本発明の第 2 の実施形態における放射線撮像装置の概略構成図である。第 1 の実施形態と異なる点のみ説明を行う。

【0036】

第 1 の実施形態では、AD コンバータ 101 から出力された信号をフレームメモリ 102 内に保存し、保存された画像データから S/N 比を算出していた。第 2 の実施形態では、撮像制御部 214 は、X 線発生装置 120 の X 線照射を制御すると共に、X 線の照射条件を S/N 算出部 103 に出力する。S/N 算出部 103 は、撮像制御部 214 から X 線の照射条件を入力し、X 線照射条件から放射線撮像装置の信号量 S 及びノイズ量 N を予測し、許容転送誤差率算出部 104 及びアナログスイッチ 105 は上記と同様に TFT-ON 電圧を切り替える。ここで、X 線照射条件とは、管電圧、管電流、照射時間、X 線管球と放射線撮像装置との距離及び被写体情報であり、管電圧、管電流等の異なる条件であらかじめ撮影し、出力信号と対応しておくことにより信号量及びノイズ量を予測する。また、X 線照射条件として、操作者が希望する画像の S/N 比（S/N 比の目標値）を含んでもよい。操作者が希望する S/N 比の目標値が操作者インターフェース 311 によって放射線撮像装置の外部から撮像制御部 214 に入力され、撮像制御部 214 から S/N 算出部 103 に与えられる。与えられた S/N 比を読み出される S/N 比と仮定して算出し、同様の処理を行ってもよい。これにより、操作者が希望する S/N 比にあうように、TFT-ON 電圧を切り替えることが可能となり、操作者が希望する S/N 比の画像を取得することが可能となる。

【0037】

（第 3 の実施形態）

図 11 は、本発明の第 3 の実施形態における放射線撮像装置のタイミングチャートである。第 1 の実施形態と異なる点のみ説明を行う。

【0038】

放射線撮像装置は、X 線を照射し、被写体を撮影する X 線フレームから光電変換素子の暗電流成分を撮影するオフセットフレームを減算することにより 1 枚の画像を形成し、オフセット補正を行う。オフセット補正後の画像のノイズ量は、X 線フレームのノイズ N_{XF} とオフセットフレームのノイズ N_{OF} が加算され、 $N_{ALL} = N_{XF}^2 + N_{OF}^2$ となる。X 線フレームは、X 線を照射し光電変換素子で電荷を発生させるため、オフセットフレームと比べ、信号量が大きい。そのため、オフセットフレームに比べ X 線フレームは S/N が高い。X 線フレームとオフセットフレームで TFT-ON 電圧を切り替え、オフセットフレームの TFT-ON 電圧を小さくし、オフセットフレームのノイズ量下げることにより、オフセット補正後の S/N を向上させる。図 11 では、X 線フレームにおいて、X-RAY 信号により X 線が照射され、ゲート配線 $V_{g1} \sim V_{g3}$ が順次ハイレベルになり、AD 変換後信号が出力される（AD OUT）。次に、オフセットフレームにおいて、X 線を照射せずにゲート配線 $V_{g1} \sim V_{g3}$ を順次ハイレベルにし、光電変換素子の暗電流成分を

読み出し、前に読み出したX線フレームから減算処理を行う。この際、X線フレームはTFT-ON電圧を10Vで撮影し、オフセットフレームはTFT-ON電圧を5Vで撮影することにより、オフセットフレームのノイズを低減でき、トータルとしてのノイズ量を減らすことができる。

【0039】

第1～第3の実施形態において、S/N算出部103及び許容転送誤差率算出部104の処理ステップは、図9の撮像制御部(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送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等を用いることができる。

【0040】

第1～第3の実施形態は、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。

【0041】

第1～第3の実施形態の放射線撮像装置は、放射線を放射線に応じた電荷に変換するための変換素子と電荷に基づく電気信号を転送するためのスイッチ素子T1-1～T3-3を有する画素が2次元状に複数配列された変換部を有する。前記変換素子は、蛍光体142及び光電変換素子S1-1～S3-3を含む。駆動回路部106は、前記スイッチ素子T1-1～T3-3を導通するための電圧(TFT-ON電圧)を有する駆動信号を前記スイッチ素子T1-1～T3-3に出力するための駆動回路部である。読み出し回路部は、前記画素からの電気信号を読み出すための読み出し回路部(積分アンプA1～A3、サンプルホールド回路CL1～CL3、マルチプレクサ100及びADコンバータ101を含む)である。算出部103は、前記読み出し回路部で読み出される電気信号のS/N比(信号対雑音比)を算出するための算出部である。切り替え部は、許容転送誤差率算出部104、ルックアップテーブルLUT及びアナログスイッチ105に対応し、前記算出されたS/N比に応じて前記駆動回路部106から出力される駆動信号の電圧を切り替え可能とする切り替え部である。許容転送誤差率算出部104は、前記駆動信号の電圧を切り換え制御する切り替え制御ステップを行う。

【0042】

前記切り替え部は、前記S/N比と、前記スイッチ素子T1-1～T3-3の転送効率と、スイッチ素子T1-1～T3-3の導通時間とに応じて前記駆動信号の駆動電圧を切り替え可能とする。

【0043】

図10では、前記算出部103は、放射線照射条件を取得し、その取得された放射線照射条件から前記S/N比を予測して算出する。また、前記算出部103は、S/N比の目標値を取得し、取得された前記S/N比の目標値を前記読み出される電気信号のS/N比として算出する。

【0044】

図11では、前記切り替え部は、前記変換素子のオフセット信号を転送する時の駆動信号の駆動電圧を、放射線に応じた電荷に基づく電気信号を転送する時の駆動信号の駆動電圧に比べて低くするように、前記駆動信号の駆動電圧を切り替え可能とする。前記変換素

子のオフセット信号を転送する時は図 11 のオフセットフレームに対応し、放射線に応じた電荷に基づく電気信号を転送する時は図 11 の X 線フレームに対応する。前記駆動信号の駆動電圧は、TFT-ON 電圧に対応する。

【0045】

前記変換部は、行毎の複数のスイッチ素子と駆動回路に接続された駆動配線（ゲート配線）Vg1～Vg3 と、列毎の複数のスイッチ素子と前記読み出し回路に接続された信号配線 M1～M3 とを有する。

【0046】

前記変換素子は、放射線を光に変換する波長変換体（蛍光体）142 と、前記変換された光を電荷に変換する光電変換素子 S1-1～S3-3 とを有する。

10

【0047】

前記光電変換素子 S1-1～S3-3 は、絶縁基板上のアモルファスシリコンを用いた光電変換素子、MIS 型光電変換素子、又は PIN 型光電変換素子である。

【0048】

前記スイッチ素子 T1-1～T3-3 は、トランジスタ又は薄膜トランジスタ（TFT）である。

【0049】

上記実施形態によれば、読み出し回路部で読み出される電気信号の S/N 比を算出し、適切な駆動信号の電圧を設定することにより、スイッチ素子のノイズが低減でき、透視撮影時に高い S/N 比の撮影をすることができる。

20

【0050】

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。

【図面の簡単な説明】

【0051】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態における放射線撮像装置の概念的構成図である。

【図 2】本発明の第 1 の実施形態における TFT-ON 電圧とノイズの関係を示したグラフである。

30

【図 3】本発明の第 1 の実施形態における TFT-ON 電圧とオン抵抗の関係を示したグラフである。

【図 4】本発明の第 1 の実施形態における TFT-ON 電圧 10V 時の TFT-ON 時間と転送効率を示したグラフである。

【図 5】本発明の第 1 の実施形態における TFT-ON 電圧 5V 時の TFT-ON 時間と転送効率を示したグラフである。

【図 6】本発明の第 1 の実施形態における S/N とアーティファクトの関係を示したグラフである。

【図 7】本発明の第 1 の実施形態における S/N とアーティファクトの関係を示したグラフである。

40

【図 8】本発明の第 1 の実施形態におけるノイズの計算式を示す図である。

【図 9】本発明の第 1 の実施形態における放射線撮像システムの概念的構成図である。

【図 10】本発明の第 2 の実施形態における放射線撮像装置の概念的構成図である。

【図 11】本発明の第 3 の実施形態における放射線撮像装置のタイミングチャートである。

【符号の説明】

【0052】

S1-1～S3-3 光電変換素子

T1-1～T3-3 スwitch素子（TFT）

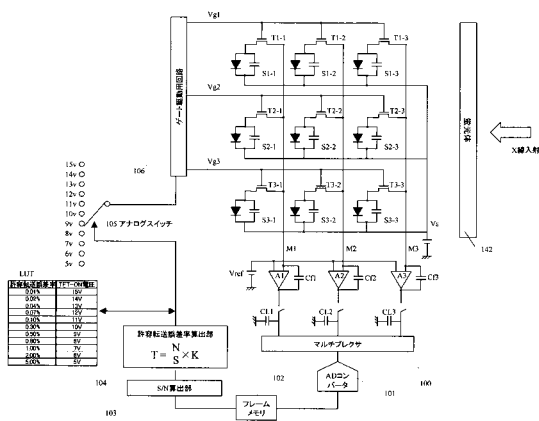
Vg1～Vg3 ゲート配線

50

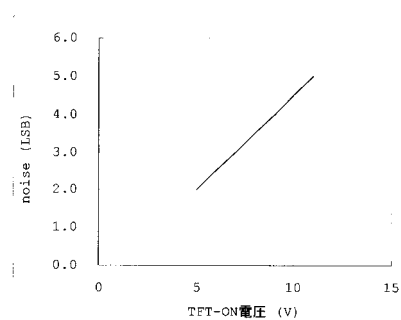
M 1 ~ M 3	信号配線
V s	センサバイアス
A 1 ~ A 3	初段積分アンプ
C f 1 ~ C f 3	積分容量
C L 1 ~ C L 3	サンプルホールド回路
V r e f	初段アンプ基準電源
1 0 0	マルチプレクサ
1 0 1	A/Dコンバータ
1 0 2	フレームメモリ
1 0 3	S/N算出部
1 0 4	許容転送誤差率算出部
1 0 5	アナログスイッチ
1 0 6	ゲート駆動用回路
L U T	許容転送誤差率とT F T - O N電圧のルックアップテーブル

10

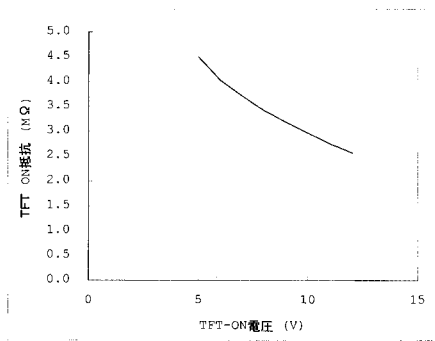
【 図 1 】



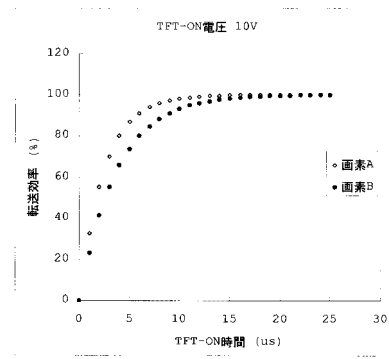
【圖 2】



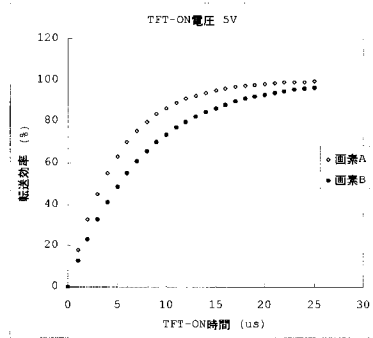
【図 3】



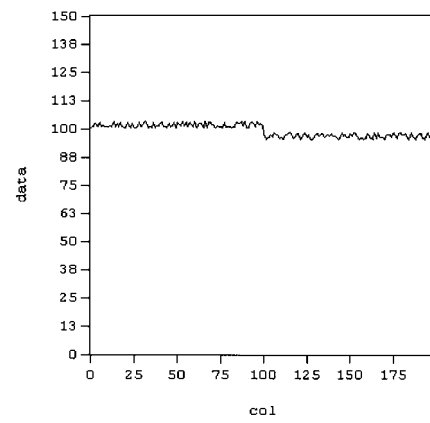
【図 4】



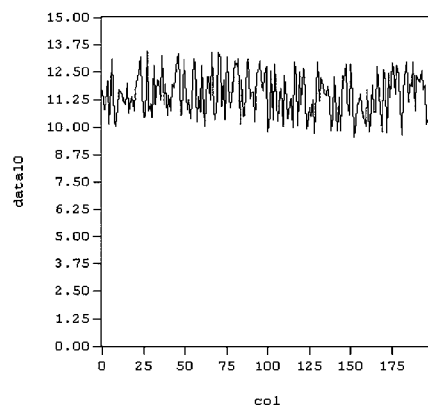
【図 5】



【図 6】



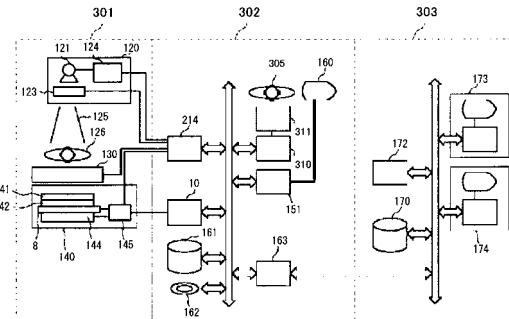
【図 7】



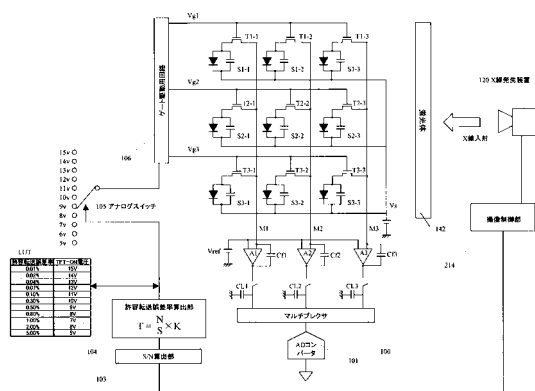
【図 8】

$$N_{ALL} = \sqrt{N_X^2 + N_{SENS}^2 + N_{TFT}^2 + N_{AMP}^2 + N_{AD}^2}$$

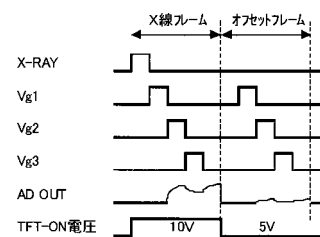
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

- (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 木下 忠

- (56)参考文献 特開2007-068014(JP,A)
特開平11-014755(JP,A)
特開2005-166824(JP,A)
特開2005-167843(JP,A)
特開2004-088451(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01T1/00-7/12