

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5986524号
(P5986524)

(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 5/353 (2011.01)	HO4N 5/335 530
HO4N 5/374 (2011.01)	HO4N 5/335 740
GO1T 7/00 (2006.01)	GO1T 7/00 A
A61B 6/00 (2006.01)	A61B 6/00 300S

請求項の数 11 (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2013-40029 (P2013-40029)
(22) 出願日	平成25年2月28日(2013.2.28)
(65) 公開番号	特開2014-168202 (P2014-168202A)
(43) 公開日	平成26年9月11日(2014.9.11)
審査請求日	平成28年2月22日(2016.2.22)

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】放射線撮像装置および放射線撮像システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

放射線に応じた電荷を蓄積する変換素子を含む複数の画素が配列された画素アレイと、前記複数の画素の前記変換素子にバイアス電位を与えるためのバイアス線と、前記バイアス線を流れる電流を検知する検知回路と、前記検知回路からの出力に基づいて前記画素アレイへの放射線の照射の開始を検知し、それに応じて前記複数の画素による電荷の蓄積動作を制御する制御部と、を備える放射線撮像装置であって、

前記検知回路は、演算増幅器およびフィードバック経路を含み、

前記演算増幅器は、基準バイアス電位が与えられる第1入力端子と、前記バイアス線が接続された第2入力端子と、出力端子とを有し、前記検知回路は、前記フィードバック経路が前記出力端子と前記第2入力端子とに接続されて、前記基準バイアス電位に応じた電位を前記出力端子から前記フィードバック経路を介して前記バイアス線に供給するように構成されており、

放射線の照射を検知する検知動作時における前記フィードバック経路のインピーダンスは、前記画素アレイからの信号の読み出し動作時における前記フィードバック経路のインピーダンスよりも大きい、

ことを特徴とする放射線撮像装置。

【請求項 2】

前記制御部は、前記検知回路からの出力に基づいて前記画素アレイへの放射線の照射の終了を検知し、それに応じて前記フィードバック経路のインピーダンスを小さくするよう

に前記フィードバック経路のインピーダンスを制御する、
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】

前記複数の画素のうち選択された画素の信号を読み出す読み出し回路を備え、
前記複数の画素はそれぞれ、前記変換素子に蓄積された電荷に応じた信号を前記読み出し回路に出力するスイッチ素子を更に含み、
前記変換素子は、前記スイッチ素子に電気的に接続される一方の電極と、前記バイアス線と電気的に接続される他方の電極と、を含み、

前記制御部は、前記画素アレイへの放射線の照射の終了の検知後に前記読み出し回路が最初にリセットされる期間に前記フィードバック経路のインピーダンスを小さくするよう前記フィードバック経路のインピーダンスを制御する、

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4】

前記制御部は、前記検知回路からの出力に基づいて前記画素アレイへの放射線の照射の開始を検知し、それに応じて前記フィードバック経路のインピーダンスを小さくするよう前記フィードバック経路のインピーダンスを制御する、

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5】

前記制御部は、前記読み出し動作の終了に応じて前記フィードバック経路のインピーダンスを大きくするよう前記フィードバック経路のインピーダンスを制御する、

ことを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の放射線撮像装置。

【請求項6】

前記フィードバック経路は、前記出力端子と前記第2入力端子である反転入力端子とを接続する複数の並列な経路を有し、前記制御部は、前記複数の並列な経路のうち有効にする経路を選択することによって前記フィードバック経路のインピーダンスを制御する、

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】

前記複数の並列な経路は、抵抗素子を含む経路、および、抵抗素子を含まずに導電線で構成された経路を含む、

ことを特徴とする請求項6に記載の放射線撮像装置。

10

20

30

【請求項8】

前記抵抗素子を含む経路は、前記抵抗素子に対して並列に接続された容量を更に含む、
ことを特徴とする請求項7に記載の放射線撮像装置。

【請求項9】

前記演算增幅器および前記フィードバック経路は、電流電圧変換アンプを構成し、前記検知回路は、前記電流電圧変換アンプの出力を増幅する電圧増幅アンプを更に含む、

ことを特徴とする請求項1乃至8のいずれか1項に記載の放射線撮像装置。

【請求項10】

前記検知回路は、前記検知動作時および前記読み出し動作時の双方において、前記基準バイアス電位に応じた電位を前記出力端子から前記フィードバック経路を介して前記バイアス線に供給するよう構成されている、

ことを特徴とする請求項1乃至9のいずれか1項に記載の放射線撮像装置。

40

【請求項11】

請求項1乃至10のいずれか1項に記載の放射線撮像装置と、
前記放射線撮像装置から出力される信号を処理するプロセッサと、
を備えることを特徴とする放射線撮像システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、放射線撮像装置および放射線撮像システムに関する。

50

【背景技術】**【0002】**

放射線撮像装置は、放射線発生装置による放射線の照射と同期して撮像動作を行う。特許文献1には、放射線が照射されたことを検出し、それに応じて電荷の蓄積を開始する放射線画像撮影装置が記載されている。該放射線画像撮影装置は、行列状に配列された複数の放射線検出素子と、それぞれ該当する列の放射線検出素子に接続された複数のバイアス線とを有する。複数のバイアス線は、結線に接続されている。該放射線画像撮影装置は、該結線を流れる電流を検出する電流検出手段を有し、該電流検出手段によって結線を流れる電流の増減を検出することによって放射線の照射の開始や終了を検出することができる。該放射線画像撮影装置では、該結線を流れる電流の検出が不要になった場合には、電流検出手段の動作が停止されるとともにバイアス電源が該結線に接続される。

10

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献1】特開2010-268171号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

特許文献1に記載された放射線画像撮影装置では、複数のバイアス線が接続された結線を流れる電流を検出する必要がない場合にはバイアス電源が該結線に接続され、バイアス電源から該複数のバイアス線にバイアス電圧が供給される。したがって、バイアス電源から該複数のバイアス線にノイズが伝わりやすく、撮影した画像にラインノイズなどのノイズが生じうる。

20

【0005】

本発明は、バイアス線を流れる電流に基づいて放射線の照射を検知する放射線撮像装置において該バイアス線の電位を制御するための新規な技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0006】**

本発明の1つの側面は、放射線に応じた電荷を蓄積する変換素子を含む複数の画素が配列された画素アレイと、前記複数の画素の前記変換素子にバイアス電位を与えるためのバイアス線と、前記バイアス線を流れる電流を検知する検知回路と、前記検知回路からの出力に基づいて前記画素アレイへの放射線の照射の開始を検知し、それに応じて前記複数の画素による電荷の蓄積動作を制御する制御部と、を備える放射線撮像装置であって、前記検知回路は、演算増幅器およびフィードバック経路を含み、前記演算増幅器は、基準バイアス電位が与えられる第1入力端子と、前記バイアス線が接続された第2入力端子と、出力端子とを有し、前記検知回路は、前記フィードバック経路が前記出力端子と前記第2入力端子とに接続されて、前記基準バイアス電位に応じた電位を前記出力端子から前記フィードバック経路を介して前記バイアス線に供給するように構成されており、放射線の照射を検知する検知動作時における前記フィードバック経路のインピーダンスは、前記画素アレイからの信号の読み出し動作時における前記フィードバック経路のインピーダンスよりも大きい。

30

【発明の効果】**【0007】**

本発明によれば、バイアス線を流れる電流に基づいて放射線の照射を検知する放射線撮像装置において該バイアス線の電位を制御するための新規な技術が提供される。

【図面の簡単な説明】**【0008】**

【図1】本発明の1つの実施形態の放射線撮像装置の全体構成を示す図。

【図2】画素を駆動したときに流れる電流を説明するため図。

【図3】検知回路の構成例を示す図。

40

50

【図4】第1実施形態および第2実施形態の放射線撮像装置の動作を説明する図。

【図5】放射線撮像システムを例示する図。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、添付図面を参照しながら本発明をその例示的な実施形態を通して説明する。

【0010】

図1を参照しながら本発明の1つの実施形態の放射線撮像装置100の全体構成を説明する。放射線撮像装置100は、放射線によって形成される像を撮像するように構成されている。像は、不図示の放射線源から放射され被検体を透過した放射線によって形成される。放射線は、例えば、X線、 γ 線、 β 線または α 線でありうる。

10

【0011】

放射線撮像装置100は、画素アレイ101と、駆動回路102と、読み出し回路103と、検知回路120と、基準バイアス電位発生回路126と、制御部106とを含む。放射線撮像装置100は、その他、信号処理部(プロセッサ)105を含みうる。

【0012】

画素アレイ101は、複数の行および複数の列を構成するように二次元状に配列された複数の画素PIXを有する。図1に示す例では、画素PIXが3行3列を構成するように配列されているが、実際には、より多くの行および列を構成するように、より多くの画素PIXが配列される。各画素PIXは、放射線または光を電荷に変換する変換素子201と、その電荷に応じた電気信号を信号線Sigに出力するスイッチ素子Tとを含む。

20

【0013】

変換素子201は、例えば、光を電荷に変換する光電変換素子Sと、放射線を光電変換素子が検知可能な波長の光に変換する波長変換体(シンチレータ)とを含む間接型の変換素子でありうる。あるいは、変換素子201は、放射線を直接電荷に変換する直接型の変換素子でありうる。光電変換素子Sは、例えば、ガラス基板等の絶縁性基板の上に配置された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でありうる。変換素子201の光電変換素子がPIN型フォトダイオードである場合、変換素子201は、容量Csを有しうる。

【0014】

スイッチ素子Tは、制御端子と2つの主端子とを有するトランジスタ、例えば薄膜トランジスタ(TFT)でありうる。変換素子201の一方の電極はスイッチ素子Tの2つの主端子の一方の電極に電気的に接続され、変換素子201の他方の電極は共通のバイアス線Vsに電気的に接続される。バイアス線Vsには、検知回路120によってバイアス電位VVsが供給される。

30

【0015】

スイッチ素子Tのゲートは、駆動回路102によって駆動される駆動信号線Gに接続されている。駆動回路102は、画素アレイ101における選択すべき行の駆動信号線Gをアクティブルレベルに駆動する。駆動信号線Gを通してアクティブルレベルの信号がスイッチ素子Tのゲートに供給されると、そのスイッチ素子Tが導通状態となる。これによって、選択された行の画素PICの変換素子201に蓄積されていた電荷に応じた信号が複数の信号線Sigに並列に出力される。

40

【0016】

信号線Sigに出力された信号は、読み出し回路103によって読み出される。読み出し回路103は、複数の增幅回路207と、マルチプレクサ208とを含む。複数の增幅回路207は、1つの增幅回路207が1つの信号線Sigに対応するように設けられている。複数の信号線Sigに並列に出力されてくる選択された行の画素PIXの信号は、複数の增幅回路207によって並列に增幅される。

【0017】

各增幅回路207は、例えば、積分增幅器203と、積分增幅器203からの信号を増幅する可変増幅器204と、可変増幅器204からの信号をサンプルしホールドするサン

50

プルホールド回路 205 と、バッファアンプ 206 とを含みうる。積分増幅器 203 は、例えば、信号線 *Sig* に出力された信号と基準電源 107 からの基準電位 *Vref1* との差分を増幅する演算増幅器と、積分容量と、リセットスイッチとを含みうる。積分増幅器 203 は、積分容量の値を変えることで増幅率を変更することができる。演算増幅器の反転入力端子には、信号線 *Sig* に出力された信号が供給され、非反転入力端子には、基準電源 107 から基準電圧 *Vref* が供給され、出力端子は、可変増幅器 204 の入力端子に接続されている。積分容量およびリセットスイッチは、演算増幅器の反転入力端子と出力端子との間に並列に接続されている。サンプルホールド回路 205 は、例えば、サンプリングスイッチと、サンプリング容量とによって構成されうる。

【0018】

10

マルチプレクサ 208 は、複数の信号線 *Sig* にそれぞれ対応する複数の増幅回路 207 から並列に読み出された信号を順次に選択して出力する。読み出し回路 103 は、マルチプレクサ 208 からの信号をバッファリングするバッファ増幅器 209 を含みうる。バッファ増幅器 209 は、インピーダンス変換器として機能しうる。読み出し回路 103 は、A/D 変換器 210 を有しうる。A/D 変換器 210 は、例えば、バッファ増幅器 209 から出力されたアナログの信号をデジタル信号に変換するように配置されうる。

【0019】

読み出し回路 103 から出力された信号は、信号処理部 105 に提供されうる。信号処理部 105 は、読み出し回路 103 から出力された信号を処理してコンピュータ 108 に供給するように構成されうる。信号処理部 105 は、放射線撮像装置 100 に内蔵されてもよいし、放射線撮像装置 100 の外部装置として提供されてもよい。

20

【0020】

制御部 106 は、駆動回路 102 を制御する制御信号、および、読み出し回路 103 を制御する制御信号などを発生する。駆動回路 102 は、制御部 106 からの制御信号に応じて、信号を読み出すべき行の画素 *PIX* のスイッチ素子 *T* を導通状態にする。読み出し回路 103 を制御する制御信号は、例えば、リセット信号 *RC*、サンプルホールド信号 *SH*、クロック信号 *CLK* を含みうる。リセット信号 *RC* は、積分増幅器 203 のリセットスイッチを制御する信号、サンプルホールド信号 *SH* は、サンプルホールド回路 205 を制御する信号、クロック信号 *CLK* は、マルチプレクサ 208 を制御する信号である。

【0021】

30

図 2 を参照しながら画素 *PIX* を駆動したときに流れる電流を説明する。図 2 では、簡単化のために、複数の画素 *PIX* を代表して 1 つの画素 *PIX* が示されている。スイッチ素子 *T* の第 1 主端子 *t1* は、変換素子 201 (光電変換素子 *S*) の第 1 電極 *s1* に接続され、スイッチ素子 *T* の第 2 主端子 *t2* は、信号線 *Sig* に接続されている。スイッチ素子 *T* は、その制御端子 *t3* に駆動信号線 *G* を介してアクティブルーベルの駆動信号が供給されることによって導通状態になる。スイッチ素子 *T* が導通状態になると、変換素子 201 (光電変換素子 *S*) で発生し容量 *Cs* に蓄積されている電荷に応じた信号が信号配線 *Sig* に出力される。ここで、スイッチ素子 *T* は、制御端子 *t3* と第 1 主端子 *t1* との間に容量 *Cgs* を有し、制御端子 *t3* と第 2 主端子 *t2* との間に容量 *Cgd* を有し、第 1 主端子 *t1* と第 2 主端子 *t2* との間に容量 *Cds* を有する。

40

【0022】

信号線 *Sig* は、読み出し回路 103 の増幅回路 207 によって、基準電位 *Vref1* を維持するように駆動される。スイッチ素子 *T* を導通状態にするときは、駆動信号線 *G* は、駆動回路 102 のスイッチ *SW* および導通電圧線 *Von* を介して導通電源 *Vvon* に駆動される。スイッチ素子 *T* を非導通状態にするときは、駆動信号線 *G* は、駆動回路 102 のスイッチ *SW* および非導通電圧線 *Voff* を介して導通電源 *Vvoff* に駆動される。

【0023】

以下、画素 *PIX* に放射線が照射された際に流れる電流について説明する。まず、スイッチ素子 *T* が非導通状態であるときに、放射線から変換された光が変換素子 201 に対して照射された場合について説明する。光の照射によって発生した電子 - 正孔対と、変換素

50

子 201 の容量 C_s と、スイッチ素子 T の各容量とに応じて、駆動信号線 G には、非導通電源 V_{Voff} から画素 PIX に向かって駆動信号線電流 I_{Vg} として非導通電源電流 I_{Voff} が流れる。また、信号線 SIG には、基準電位 V_{ref1} 側から画素 PIX に向かって信号線電流 I_{Vref1} が流れる。また、バイアス線 VS には、画素 PIX に向かって流れる駆動信号線電流 I_{Vg} と信号線電流 I_{Vref1} の和と同等のバイアス線電流 I_{Vs} が画素 PIX からバイアス電位 V_s の供給側（後述の検知回路 120）に向かって流れる。

【0024】

次に、スイッチ素子 T が導通状態であるときに、放射線から変換された光が変換素子 201 に対して照射された場合について説明する。バイアス線 VS には、画素 PIX からバイアス電位 V_s の供給側（後述の検知回路 120）側に向かって、バイアス線電流 I_{Vs} が流れる。また、信号線 SIG には、信号線電流 I_{Vref1} が積分増幅器 203 から画素 PIX に向かって流れる。このように、バイアス線 VS には、光電変換素子 S に光が照射した場合に、照射された光に応じたバイアス線電流 I_{Vs} が流れる。

【0025】

以下、図 3 を参照しながら検知回路 120 について説明する。検知回路 120 は、バイアス線 VS を流れる電流を検知して、該電流を示すバイアス電流信号 VSD を制御部 106 に提供する。検知回路 120 は、例えば、電流電圧変換アンプ 310 と、電圧増幅アンプ 320 と、フィルタ回路 330 と、A/D 変換器 340 と、とを含みうる。電流電圧変換アンプ 310 は、バイアス線 VS を流れる電流を電圧に変換する。電圧増幅アンプ 320 は、電流電圧変換アンプ 310 から出力される信号（電圧信号）を増幅する。電圧増幅アンプ 320 は、例えば、計装アンプで構成されうる。フィルタ回路 330 は、電圧増幅アンプ 320 から出力された信号の帯域を制限するフィルタであり、例えば、ローパスフィルタでありうる。A/D 変換器 340 は、フィルタ回路 330 から出力された信号（アナログ信号）をデジタル信号に変換したバイアス電流信号 VSD を制御部 106 に供給する。

【0026】

検知回路 120 あるいは電流電圧変換アンプ 310 は、バイアス線を流れる電流を検知するほか、基準バイアス電位発生回路 126 から与えられる基準バイアス電位 V_{sref} に応じた電位をバイアス線 VS に供給する。電流電圧変換アンプ 310 は、トランシスタインピーダンスアンプでありうる。電流電圧変換アンプ 310 は、例えば、演算増幅器 311 と、演算増幅器 311 の反転入力端子（第 2 入力端子）と出力端子との間に配置されたフィードバック経路 312 とを含む。演算増幅器 311 の非反転入力端子（第 1 入力端子）には、基準バイアス電位 V_{sref} が与えられる。フィードバック経路は、例えば、演算増幅器 311 の反転入力端子と出力端子とを抵抗 R_f1 で短絡する第 1 経路と、該反転入力端子と該出力端子とを抵抗 R_f2 で短絡する第 2 経路と、該反転入力端子と該出力端子とを導電線 CL で短絡する第 3 経路とを含みうる。

【0027】

抵抗 R_f1 には、位相補償容量 C_f1 が並列に接続されうる。抵抗 R_f2 には、位相補償容量 C_f2 が並列に接続されうる。位相補償容量 C_f1 、 C_f2 は、例えば、電流電圧変換アンプ 310 が発振することを防止するために効果的である。抵抗 R_f2 を含む経路には、スイッチ SWC が直列に配置されうる。導電線 CL で構成された経路には、スイッチ SWB が直列に配置されうる。

【0028】

制御部 106 は、制御信号 VSX を検知回路 120 に供給することによって第 1 経路、第 2 経路および第 3 経路を含む複数の経路のうち有効にする経路を選択することによってフィードバックインピーダンスを制御する。ここで、スイッチ SWB を閉じると、導電線 CL で構成された第 3 経路が有効になり、抵抗 R_f1 を含む第 1 経路、および、抵抗 R_f2 を含む第 2 経路が無効になる。スイッチ SWB を開き、スイッチ SWC を閉じると、第 3 経路が無効になり、第 1 経路と第 2 経路が有効になる。

10

20

30

40

50

【0029】

演算増幅器311の反転入力端子と接地との間には、スイッチSWAと抵抗Rとが直列に配置されてもよい。演算増幅器311の反転入力端子と接地との間には、容量Cが配置されてもよい。

【0030】

電流電圧変換アンプ310は、フィードバック経路312を有することにより、演算増幅器311の非反転入力端子（第1入力端子）に与えられる基準バイアス電位Vsrefに応じた電位を反転入力端子（第2入力端子）に発生するように機能する。より具体的には、電流電圧変換アンプ310は、差動増幅回路211の非反転入力端子に与えられる基準バイアス電位Vsrefとほぼ同一の電位を反転入力端子に発生するように機能する。ここで、電流電圧変換アンプ310のフィードバック経路312のインピーダンス（以下、フィードバックインピーダンス）は、制御部106によって制御される。

10

【0031】

フィードバックインピーダンスが大きいことは、電流電圧変換アンプ310のゲインが大きいことを意味する。一方で、フィードバックインピーダンスが大きいと、これによってバイアス電流Ivsの大きさが制限され、バイアス線Vsの電位が不安定になりうる。そこで、放射線撮像装置100の動作、例えば、画素アレイ101への放射線の照射を検知する検知動作および画素PIXからの信号の読み出し動作などの動作に応じてフィードバックインピーダンスが制御されることが望まれる。以下、これをより具体的に説明する。

20

【0032】

この実施形態では、制御部106は、検知回路120からの出力、即ちバイアス電流信号VSDに基づいて画素アレイ101への放射線の照射の開始を検知し、それに応じて複数の画素PIXによる電荷の蓄積動作を制御する。つまり、画素アレイ101への放射線の照射の開始を速やかに検知するためには、バイアス線Vsを流れる電流を検知回路120によって高い感度で検知する必要がある。そこで、画素アレイ101への放射線の照射を検知する検知動作においては、フィードバックインピーダンスが大きいことが望ましい。

【0033】

一方、変換素子201の容量Csに蓄積された電荷をスイッチ素子Tを介して信号線Sigに転送する際、フィードバックインピーダンスが大きいと、変換素子201の第2電極s2側へのバイアス線Vsからの電流供給が遅くなる。特に、画素アレイ101に対して部分的に強い放射線が入射している場合には、変換素子201の第2電極s2側へのバイアス線Vsからの電流供給の遅れによって、撮像された画像にノイズが生じやすい。そこで、変換素子201の容量Csに蓄積された電荷をスイッチ素子Tを介して信号線Sigに転送する際は、フィードバックインピーダンスを小さくすることが望ましい。

30

【0034】

そこで、制御部106は、放射線の照射を検知する検知動作におけるフィードバックインピーダンスが画素PIXからの信号の読み出し動作におけるフィードバックインピーダンスよりも大きくなるようにフィードバックインピーダンスを制御する。以下に、抵抗Rf1よりも抵抗Rf2が小さい場合の例を示す。この場合、抵抗Rf2を含む第2経路が選択されると、ゲインが高くなる。

40

【0035】

制御部106は、例えば、放射線の照射を検知する検知動作では、スイッチSWBを開き、画素PIXからの信号の読み出し動作では、スイッチSWBを閉じる。この場合において、スイッチSWCの状態は、放射線の照射を検知する検知動作および画素PIXからの信号の読み出し動作の双方において、どちらでもよい。

【0036】

あるいは、制御部106は、放射線の照射を検知する検知動作では、スイッチSWBを開き、スイッチSWCを閉じ、画素PIXからの信号の読み出し動作では、スイッチSW

50

Bを閉じる（スイッチSWBを閉じるので、スイッチSWCはどちらでもよい。）。

【0037】

スイッチSWAおよび抵抗Rは、必須ではないが、スイッチSWAおよび抵抗Rが設けられる場合、スイッチSWAは、検知回路120の非動作期間には閉じられ、放射線の照射を検知する検知動作では開かれうる。より好ましくは、検知回路120の非動作期間は、放射線の照射を検知する検知動作、後述する蓄積動作及び画像出力動作を除く期間である。また、画素PIXからの信号の読み出し動作では、スイッチSWAは閉じられても、開かれてもよい。ここで、抵抗Rは、抵抗Rf1及び抵抗Rf2よりも大きいことが望ましい。例えば、抵抗Rが10K、抵抗Rf1が1K、抵抗Rf2が1050に設定され得る。

10

【0038】

電圧増幅アンプ320は、ゲインが可変のアンプとして構成されうる。例えば、スイッチSWDを閉じるか開くかによって電圧増幅アンプ320のゲインを変更することができる。

【0039】

次に、図4(a)を参照しながら本発明の第1実施形態における放射線撮像装置100の動作を説明する。放射線撮像装置100の動作、より具体的には、画素アレイ101、駆動回路102、読み出し回路103および検知回路120の動作は、制御部106によって制御される。放射線撮像装置100の動作は、初期化動作、蓄積動作、画像出力動作を含む。

20

【0040】

初期化動作は、画素アレイ101の複数の画素PIXを行単位で初期化する動作である。蓄積動作は、画素アレイ101の各画素PIXにおいて放射線の照射によって発生する電荷を蓄積する動作である。画像出力動作は、画素アレイ101への放射線の照射によって画素アレイ101の各画素PIXに蓄積された電荷に応じた信号を画素アレイ101から読み出して画像（画像信号）として出力する動作である。

【0041】

初期化動作から蓄積動作へは、検知回路120からの出力に基づいて制御部106が放射線撮像装置100への放射線の照射の開始を検知（図4(a)において「照射開始検知」）することによって移行する。蓄積動作から画像出力動作へは、検知回路120からの出力に基づいて制御部106が放射線撮像装置100への放射線の照射の終了を検知（図4(a)において「照射終了検知」）することによって移行する。

30

【0042】

以下、放射線撮像装置100のより具体的な動作例を説明する。初期化動作では、制御部106は、第1行から最終行までの駆動線Gを順にアクティブルーベルにするとともにリセット信号RCをアクティブルーベルにする動作を繰り返す。ここで、リセット信号RCがアクティブルーベルにされると、積分増幅器203はボルテージフォロワ状態となり、基準電位Vref1が信号線Sигに供給される。この状態で、駆動線Gがアクティブルーベルにされた行のスイッチTが導通状態となり、変換素子201の容量Csに蓄積されていた電荷が初期化される。

40

【0043】

初期化動作および蓄積動作の期間において、制御部106は、検知回路120を用いて、画素アレイ101への放射線の照射を検知する検知動作を行う。具体的には、初期化動作および蓄積動作の期間において、検知回路120は、バイアス線Vsを流れる電流I_Vsを検知して、該電流を示すバイアス電流信号VSDを制御部106に供給する。制御部106は、バイアス電流信号VSDに基づいて、画素アレイ101への放射線の照射の開始を検知する。制御部106は、例えば、バイアス電流信号VSDの瞬間値、積分値および微分値の少なくとも1つに基づいて画素アレイ101への放射線の照射の開始を検知することができる。ここで、制御部106は、前述のように、放射線の照射を検知する検知動作時は、画素PIXからの信号の読み出し動作時よりもフィードバックインピーダン

50

スが大きく設定される。この例では、スイッチ SWB が開かれており、第 3 経路が無効になっている。

【 0 0 4 4 】

制御部 106 は、画素アレイ 101 への放射線の照射の開始を検知すると、制御信号を駆動回路 102 に供給し、初期化動作を停止させる。これにより、画素アレイ 101 の画素は、蓄積動作を開始する。

【 0 0 4 5 】

制御部 106 は、蓄積動作中もバイアス電流信号 VSD を監視していて、バイアス電流信号 VSD に基づいて、画素アレイ 101 への放射線の照射の終了を検知する。制御部 106 は、例えば、バイアス電流信号 VSD の瞬間値、積分値および微分値の少なくとも 1 つに基づいて画素アレイ 101 への放射線の照射の終了を検知することができる。

【 0 0 4 6 】

制御部 106 は、画素アレイ 101 への放射線の照射の終了を検知すると、駆動回路 102 に制御信号を供給し、画素アレイ 101 の複数の行の駆動信号線 G を順次にアクティブルーベルに駆動させる。駆動信号線 G がアクティブルーベルに駆動された行（即ち選択された行）の画素 PIX の信号は、信号線 Sig に出力され、これが読み出し回路 103 によって読み出される。ここで、画素アレイ 101 の選択された行の信号が信号線 Sig に出力される直前にリセット信号 RC がアクティブルーベルにされ、積分増幅器 203（の積分容量）がリセットされる。

【 0 0 4 7 】

制御部 106 はまた、画素アレイ 101 への放射線の照射の終了を検知すると、制御信号 VSX をアクティブルーベルにする。検知回路 120 は、制御信号 VSX がアクティブルーベルに変化したことに応じて、フィードバックインピーダンスを、画素 PIX からの信号の読み出し動作におけるフィードバックインピーダンスに設定する。即ち、制御部 106 は、画素アレイ 101 への放射線の照射の終了を検知すると、検知回路 120 のフィードバックインピーダンスを小さくする。ここで、制御部 106 は、画素アレイ 101 への放射線の照射の終了の検知後に読み出し回路 103（の増幅回路 207）が最初にリセットされる期間にフィードバックインピーダンスを小さくするように構成されうる。この例では、スイッチ SWB が閉じされており、第 3 経路が有効になっている。

【 0 0 4 8 】

画像出力動作が終了すると、制御部 106 は、放射線撮像装置 100 を画像出力動作から初期化動作に移行させる。これに応じて、フィードバックインピーダンスは、画素アレイ 101 への放射線の照射を検知する検知動作におけるフィードバックインピーダンスに設定される。即ち、制御部 106 は、画像出力動作（読み出し動作）の終了に応じて検知回路 120 のフィードバックインピーダンスを大きくする。

【 0 0 4 9 】

以下、図 4 (b) を参照しながら本発明の第 2 実施形態における放射線撮像装置 100 の動作を説明する。なお、以下で特に言及しない事項については、第 1 実施形態の動作に準じうる。

【 0 0 5 0 】

第 2 実施形態では、制御部 106 は、検知回路 120 からの出力に基づく放射線の照射の終了の検知を行わず、放射線の照射の開始から所定期間の経過後に蓄積動作を終了させる。

【 0 0 5 1 】

第 2 実施形態における初期化動作は、第 1 実施形態と同様である。初期化動作の期間において、制御部 106 は、検知回路 120 を用いて、画素アレイ 101 への放射線の照射を検知する検知動作を行う。具体的には、初期化動作および蓄積動作の期間において、検知回路 120 は、バイアス線 Vs を流れる電流 I_{Vs} を検知して、該電流を示すバイアス電流信号 VSD を制御部 106 に供給する。制御部 106 は、バイアス電流信号 VSD に基づいて、画素アレイ 101 への放射線の照射の開始を検知する。制御部 106 は、例

10

20

30

40

50

えば、バイアス電流信号VSDの瞬間値、積分値および微分値の少なくとも1つに基づいて画素アレイ101への放射線の照射の開始を検知することができる。ここで、制御部106は、前述のように、放射線の照射を検知する検知動作時は、画素PIXからの信号の読み出し動作時よりもフィードバックインピーダンスが大きく設定される。この例では、スイッチSWBが開かれており、第3経路が無効になっている。

【0052】

制御部106は、放射線撮像装置100への放射線の照射の開始を検知すると、制御信号を駆動回路102に供給し、初期化動作を停止させる。これにより、画素アレイ101の画素は、蓄積動作を開始する。制御部106はまた、放射線撮像装置100への放射線の照射の開始を検知すると、制御信号VSXのアクティブルーベルにする。検知回路120は、制御信号VSXがアクティブルーベルに変化したことに応じて、フィードバックインピーダンスを、画素PIXからの信号の読み出し動作におけるフィードバックインピーダンスに設定する。即ち、制御部106は、放射線撮像装置100への放射線の照射の開始を検知すると、検知回路120のフィードバックインピーダンスを小さくする。この例では、スイッチSWBが閉じされており、第3経路が有効になっている。

10

【0053】

したがって、第2実施形態では、制御部106は、画素アレイ101への放射線の照射の終了を検知回路120の出力に基づいて検知することができない。そこで、制御部106は、蓄積動作の開始から所定の期間の経過後に、放射線の照射が終了するものとみなして、蓄積動作から画像出力動作を移行する。第2実施形態における画像出力動作は、第1実施形態における画像出力動作を同様である。

20

【0054】

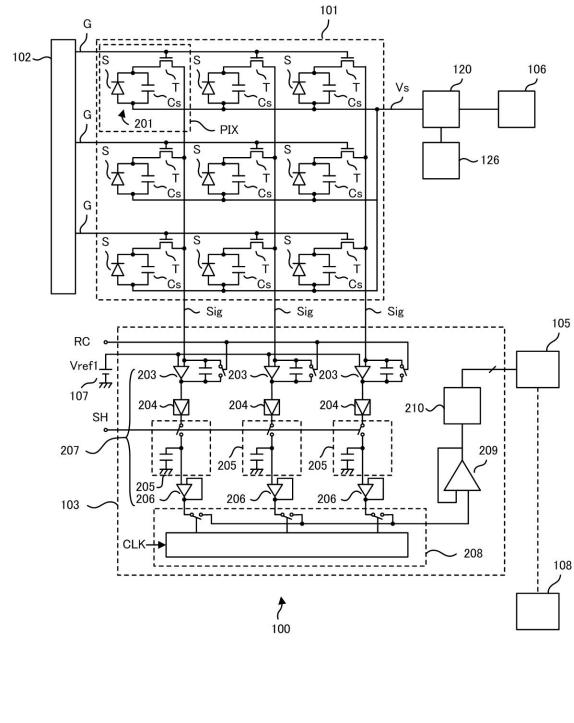
図5は、本発明に係る放射線撮像装置をX線診断システム（放射線撮像システム）応用した例を示した図である。放射線撮像システムは、放射線撮像装置6040（上記の放射線撮像装置100に対応）と、放射線撮像装置6040から出力される信号を処理するイメージプロセッサ6070とを備える。X線チューブ（放射線源）6050で発生したX線6060は患者あるいは被験者6061の胸部6062を透過し、放射線撮像装置6040に入射する。この入射したX線には被験者6061の体内部の情報が含まれている。イメージプロセッサ（プロセッサ）6070は、放射線撮像装置6040から出力される信号（画像）を処理し、例えば、処理によって得られた信号に基づいて制御室のディスプレイ6080に画像を表示させることができる。

30

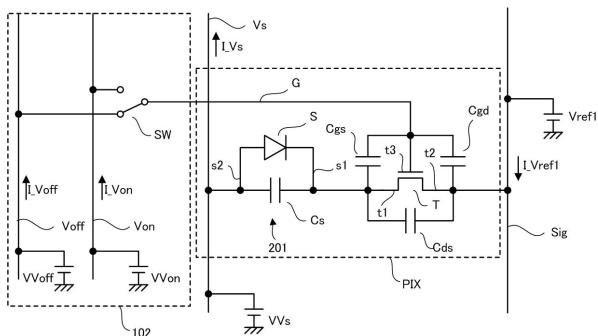
【0055】

また、イメージプロセッサ6070は、処理によって得られた信号を伝送路6090を介して遠隔地へ転送することができる。これにより、別の場所のドクタールームなどに配置されたディスプレイ6081に画像を表示させたり、光ディスク等の記録媒体に画像を記録したりすることができる。記録媒体は、フィルム6110であってもよく、この場合、フィルムプロセッサ6100がフィルム6110に画像を記録する。

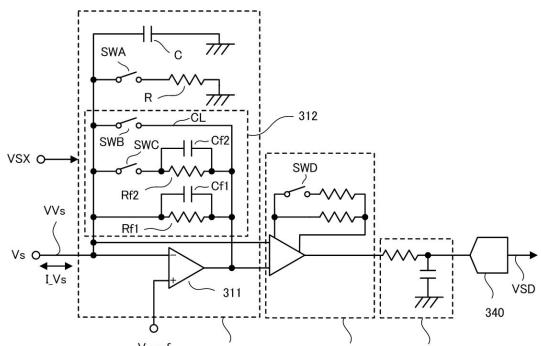
【図1】



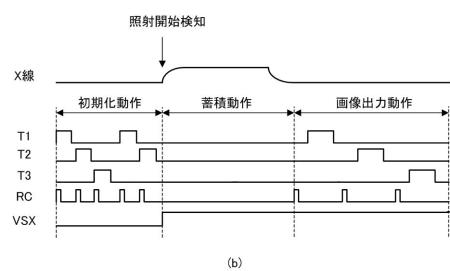
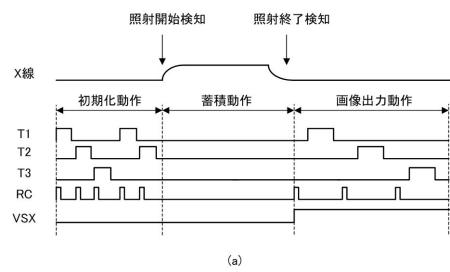
【図2】



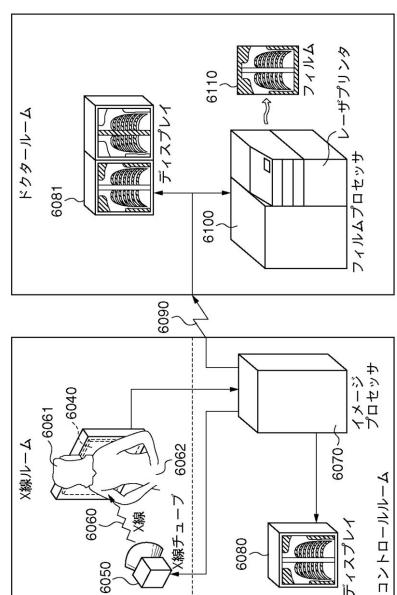
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I
H 01 L 27/144 (2006.01)	H 01 L 27/14 K
H 01 L 27/146 (2006.01)	H 01 L 27/14 C

(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 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 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 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

審査官 鈴木 肇

(56)参考文献 特開2012-129983 (JP, A)
特開2004-130058 (JP, A)
特開2000-183320 (JP, A)
国際公開第2010/073894 (WO, A1)
国際公開第2010/150569 (WO, A1)
特開2012-129984 (JP, A)
特開2011-185622 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 04 N	5 / 3 0 - 5 / 3 7 8
H 04 N	5 / 2 2 2 - 5 / 2 5 7
H 01 L	2 1 / 3 3 9
H 01 L	2 7 / 1 4 - 2 7 / 1 4 8
H 01 L	2 9 / 7 6 2
G 01 T	1 / 0 0 - 1 / 1 6
G 01 T	1 / 1 6 7 - 7 / 1 2
A 6 1 B	6 / 0 0 - 6 / 1 4