

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6727847号
(P6727847)

(45) 発行日 令和2年7月22日 (2020.7.22)

(24) 登録日 令和2年7月3日 (2020.7.3)

(51) Int. Cl.

F I

HO 4 N	5/341	(2011.01)	HO 4 N	5/341
HO 4 N	5/32	(2006.01)	HO 4 N	5/32
HO 4 N	5/357	(2011.01)	HO 4 N	5/357
HO 4 N	5/374	(2011.01)	HO 4 N	5/374
HO 4 N	5/353	(2011.01)	HO 4 N	5/353

請求項の数 14 (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-35845 (P2016-35845)
 (22) 出願日 平成28年2月26日 (2016.2.26)
 (65) 公開番号 特開2016-208498 (P2016-208498A)
 (43) 公開日 平成28年12月8日 (2016.12.8)
 審査請求日 平成31年2月6日 (2019.2.6)
 (31) 優先権主張番号 特願2015-89366 (P2015-89366)
 (32) 優先日 平成27年4月24日 (2015.4.24)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 日本国 (JP)

(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 和山 弘
 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 渡辺 実
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放射線撮像装置、放射線撮像システム及び放射線撮像装置の制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

各々が変換素子とトランジスタとを含み、行列状の配列された、放射線に応じた電気信号を生成する複数の画素と、

前記複数の画素の前記トランジスタのゲートに電氣的に接続された複数の駆動線と、

前記複数の画素を駆動するために前記複数の駆動線に電圧を供給する駆動回路部と、

前記駆動回路部を制御する制御部とを有し、

前記変換素子が、放射線を光に変換するシンチレータ及び前記光を電荷に変換するフォトダイオードを含み、前記フォトダイオードが、第1電極と第2電極の間に配置された真性半導体層と、前記第1電極と前記真性半導体層との間に配置された第1型半導体層と、
 前記真性半導体層と前記第2電極の間に配置された第2型半導体層と、を含み、

前記トランジスタが、第1導電型の半導体層を有し、そのソース及びドレインのうちの一方が前記第1電極に電氣的に接続された第1型薄膜トランジスタであり、

前記制御部が、

前記駆動回路部に前記トランジスタをオフさせるためのオフ電圧を前記複数の駆動線に供給させることにより前記複数の画素に前記電気信号を蓄積させる蓄積制御と、

前記駆動回路部に前記トランジスタをオンさせるためのオン電圧を前記複数の駆動線に順に供給させることにより前記複数の画素から前記電気信号を読み出す本読み制御と、

前記蓄積制御を行う期間及び前記本読み制御を行う期間とは別の期間に、前記駆動回路部に前記オフ電圧と前記オン電圧との間であって前記オフ電圧及び前記オン電圧とは異なる

10

20

る電圧と前記オン電圧とを交互に前記複数の駆動線に供給させる制御を行うことを特徴とする放射線撮像装置。

【請求項 2】

前記異なる電圧が、前記オフ電圧と前記トランジスタの閾値電圧との間であって前記オフ電圧及び前記閾値電圧とは異なる電圧であ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】

前記トランジスタのソース及びドレインのうちの他方は複数の信号線のうちのいずれかに電氣的に接続されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の放射線撮像装置。

【請求項 4】

前記第 2 電極は、前記フォトダイオードのアノードであり、
前記第 1 電極は、前記フォトダイオードのカソードであり、
前記トランジスタは、N 型半導体層を含む N 型薄膜トランジスタであることを特徴とする請求項 3 記載の放射線撮像装置。

【請求項 5】

前記複数の画素の前記フォトダイオードのアノードに共通に電圧を印加する共通電圧印加部を更に含むことを特徴とする請求項 4 記載の放射線撮像装置。

【請求項 6】

前記本読み制御を行う期間では、前記共通電圧印加部は、第 1 の電圧を印加し、
前記別の期間では、前記共通電圧印加部は、前記第 1 の電圧とは異なる第 2 の電圧を印加することを特徴とする請求項 5 記載の放射線撮像装置。

【請求項 7】

前記第 2 の電圧の絶対値は、前記第 1 の電圧の絶対値より小さいことを特徴とする請求項 6 記載の放射線撮像装置。

【請求項 8】

前記第 1 の電圧及び前記第 2 の電圧は負の電圧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】

さらに、前記複数の信号線に電氣的に接続された信号処理部を有し、
前記制御部が前記本読み制御を行う期間及び前記別の期間では、前記信号処理部に電源電圧が印加されていることを特徴とする請求項 3 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像装置。

【請求項 10】

前記信号処理部は、複数の増幅回路を含み、
前記複数の増幅回路は、前記複数の信号線のうちの対応する 1 つの信号線の電圧及び基準電圧を入力する差動増幅器をそれぞれが有し、
前記別の期間に、前記制御部は、前記駆動回路部に前記トランジスタの閾値電圧及び前記基準電圧を加算した電圧とほぼ同じ電圧を前記駆動線に供給させることを特徴とする請求項 9 記載の放射線撮像装置。

【請求項 11】

前記信号処理部は、さらに、前記複数の増幅回路の出力信号をそれぞれ複数のサンプルホールド容量に書き込む複数のサンプルホールド回路を有し、
前記本読み制御を行う期間では、前記複数のサンプルホールド回路は、前記複数の増幅回路の出力信号をそれぞれ前記複数のサンプルホールド容量に書き込み、
前記別の期間に、前記制御部は、前記複数のサンプルホールド回路が前記複数の増幅回路の出力信号をそれぞれ前記複数のサンプルホールド容量に書き込まないように制御することを特徴とする請求項 10 記載の放射線撮像装置。

【請求項 12】

前記信号処理部は、さらに、前記複数の増幅回路の出力信号をそれぞれ複数のサンプルホールド容量に書き込む複数のサンプルホールド回路を有し、

10

20

30

40

50

前記本読み制御を行う期間及び前記別の期間では、前記制御部は、前記複数のサンプルホールド回路が前記複数の増幅回路の出力信号をそれぞれ前記複数のサンプルホールド容量に書き込むように制御することを特徴とする請求項 10 記載の放射線撮像装置。

【請求項 13】

請求項 1 ~ 12 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像装置と、
放射線を照射する放射線源と
を有することを特徴とする放射線撮像システム。

【請求項 14】

各々が変換素子とトランジスタとを含み、行列状の配列された、放射線に応じた電気信号を生成する複数の画素であって、前記変換素子が、放射線を光に変換するシンチレータ及び前記光を電荷に変換するフォトダイオードを含み、前記フォトダイオードが、第 1 電極と第 2 電極の間に配置された真性半導体層と、前記第 1 電極と前記真性半導体層との間に配置された第 1 型半導体層と、前記真性半導体層と前記第 2 電極の間に配置された第 2 型半導体層と、を含み、前記トランジスタが、そのソース及びドレインのうちの一方が前記第 1 電極に電気的に接続された第 1 型薄膜トランジスタである、複数の画素と、

前記複数の画素の前記トランジスタのゲートに電気的に接続された複数の駆動線と、
前記複数の画素を駆動するために前記複数の駆動線に電圧を供給する駆動回路部と、
を有する放射線撮像装置の制御方法であって、

前記駆動回路部に前記トランジスタをオフさせるためのオフ電圧を前記複数の駆動線に供給させることにより、前記複数の画素に前記電気信号を蓄積させる蓄積制御と、

前記駆動回路部に前記トランジスタをオンさせるためのオン電圧を前記複数の駆動線に順に供給させることにより、前記複数の画素から前記電気信号を読み出す本読み制御と、

前記蓄積制御を行う期間及び前記本読み制御を行う期間とは別の期間に、前記駆動回路部に前記オフ電圧と前記オン電圧との間であって前記オフ電圧及び前記オン電圧とは異なる電圧と前記オン電圧とを交互に前記複数の駆動線に供給させる制御と、
を行う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、放射線撮像システム及び放射線撮像装置の制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

放射線撮像装置は、放射線が照射された画像（以下、放射線照射画像という）と放射線が照射されない画像（以下、ダーク画像という）の差分によって画像を生成する。特に、放射線撮像装置内に配置され、光の情報を電子の情報に変換する光電変換素子がアモルファスシリコンで作られている場合、ダーク画像の情報を考慮しなければ、正確な画像を生成することは困難である。このダーク画像は、放射線撮像装置内の温度に強く依存し、温度が上昇するとダーク成分が増加する性質がある。また、放射線によって得られた電荷を積算するための増幅回路の特性も温度に依存し、通常、増幅回路に電力が供給されるとしばらくは温度ドリフトのために特性が安定しない。

【0003】

そのため、アモルファスシリコンを用いた放射線撮像装置の場合、電源投入後、放射線撮像装置内の温度や増幅回路の温度が一定になり、ダーク成分や温度ドリフトを一定にするために暖気運転が行われる場合がある。しかし、救急病院など緊急に放射線撮像装置が必要になる場合、このようなダーク成分や温度ドリフトが一定になる時間が必要なのは非常に都合が悪い。ダーク画像や温度ドリフトが一定にならないことにより、放射線照射画像とダーク画像の差分で構成される画像は信頼性のある画像とは言えないからである。

【0004】

10

20

30

40

50

そのため、下記の特許文献 1 に示すように、近年、放射線撮像装置はいつでも瞬時に使用できるように常に電源をオン状態にして暖気運転をすることが行われている。特許文献 1 では、放射線撮像装置内の光電変換素子や光電変換素子に蓄積された電荷を読み出すための薄膜トランジスタに印加する電圧を、すべてグランドに落とす。特許文献 1 では、それをスリープ状態と定義している。しかしながら、それでは、緊急時に、ダーク成分が一定の状態、放射線撮像装置を使用することは困難である。なぜならば、通常、放射線撮像装置は、光電変換素子に電荷を蓄積するために、ある一定の電圧を印加して使用する。そのため、スリープ状態では、上記の電圧をグランドに落としておいて、緊急時に使用する瞬間に光電変換素子に急に電圧を印加すると、光電変換素子内の電荷が定常状態に達するまでにある程度の時間を要するという課題が生じる。その間、ダーク成分は安定せず、信頼性のある画像データを取得することが困難である。

10

【0005】

また、一般の放射線撮像装置において、増幅回路を駆動させつつ、通常の読み出し駆動と同じタイミングを使用しながら、光電変換素子と薄膜トランジスタに印加する電圧を暖気運転により駆動する方法がとられている。しかしながら、その方法では、薄膜トランジスタの閾値電圧が変化し、特性の変化を引き起こすという課題が生じる。暖気運転期間の割合は、非常に長くなることがあり、その分だけ閾値の変化は激しくなる。閾値の変化が生じると、トランジスタからリークする成分が変化し、結果として画像に対しても悪い影響を与える。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2011-101693 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献 1 で開示されているようなスリープ状態の駆動方法では、増幅回路の温度ドリフトを軽減することはできても、緊急時の使用においてセンサ基板特有のダーク成分の変化を防ぎつつ、かつ、薄膜トランジスタの閾値を一定に保つことは困難である。

30

【0008】

本発明の目的は、緊急時の使用においてダーク成分の変化を防ぎ、トランジスタの閾値電圧の変化を防ぎ、緊急時にも常に安定した画像を生成することができる放射線撮像装置、放射線撮像システム及び放射線撮像装置の制御方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の放射線撮像装置は、各々が変換素子とトランジスタとを含み、行列状の配列された、放射線に応じた電気信号を生成する複数の画素と、前記複数の画素の前記トランジスタのゲートに電気的に接続された複数の駆動線と、前記複数の画素を駆動するために前記複数の駆動線に電圧を供給する駆動回路部と、前記駆動回路部を制御する制御部とを有し、前記変換素子が、放射線を光に変換するシンチレータ及び前記光を電荷に変換するフォトダイオードを含み、前記フォトダイオードが、第 1 電極と第 2 電極の間に配置された真性半導体層と、前記第 1 電極と前記真性半導体層との間に配置された第 1 型半導体層と、前記真性半導体層と前記第 2 電極の間に配置された第 2 型半導体層と、を含み、前記トランジスタが、第 1 導電型の半導体層を有し、そのソース及びドレインのうちの一方が前記第 1 電極に電気的に接続された第 1 型薄膜トランジスタであり、前記制御部が、前記駆動回路部に前記トランジスタをオフさせるためのオフ電圧を前記複数の駆動線に供給させることにより前記複数の画素に前記電気信号を蓄積させる蓄積制御と、前記駆動回路部に前記トランジスタをオンさせるためのオン電圧を前記複数の駆動線に順に供給させることにより前記複数の画素から前記電気信号を読み出す本読み制御と、前記蓄積制御を行う期間及び前記本読み制御を行う期間とは別の期間に、前記駆動回路部に前記オフ電圧と前記

40

50

オン電圧との間であって前記オフ電圧及び前記オン電圧とは異なる電圧と前記オン電圧とを交互に前記複数の駆動線に供給させる制御を行うことを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、緊急時の使用においてダーク成分の変化を防ぎ、トランジスタの閾値電圧の変化を防ぎ、緊急時にも常に安定した画像を生成することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】第1の実施形態による放射線撮像システムの構成例を示す図である。

【図2】図1の放射線撮像装置の構成例を示す図である。

【図3】フォトダイオード及び薄膜トランジスタの構成例を示す断面図である。

【図4】放射線撮像システムの駆動方法を示すタイミングチャートである。

【図5】駆動シーケンスのタイミングチャートである。

【図6】駆動シーケンスのタイミングチャートである。

【図7】放射線撮像システムの駆動方法を示すタイミングチャートである。

【図8】駆動シーケンスのタイミングチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

(第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態による放射線撮像システム100の構成例を示す図である。放射線撮像システム100は、曝射スイッチ101、放射線源制御部102、放射線源103、放射線撮像装置105、情報処理部106、及び被写体情報入力装置/画像表示装置107を有する。放射線撮像装置105は、放射線撮像装置105の電源スイッチ105aを有する。曝射スイッチ101は、放射線源制御部102に対して有線ケーブルで電氣的に接続され、スイッチ信号を放射線源制御部102に出力する。放射線源制御部102は、スイッチ信号に応じて放射線源103を制御する。放射線源103は、放射線源制御部102の制御の下、放射線104を照射する。放射線104は、患者を介して、放射線撮像装置105に照射される。医師や技師は、曝射スイッチ101の操作により、放射線104を患者に向けて照射することができる。放射線源制御部102は、曝射スイッチ101、放射線源103及び情報処理部106に電氣的に接続される。情報処理部106は、被写体情報入力装置/画像表示装置107、及び放射線撮像装置105に電氣的に接続される。放射線撮像装置105は、入射した放射線を電気信号に変換し、その電気信号を情報処理部106に出力する。情報処理部106は、入力した信号を処理し、その処理結果を放射線源制御部102に出力する。また、放射線撮像装置105は、入射した放射線を電気信号の画像に変換し、その画像を情報処理部106に出力する。情報処理部106は、入力した画像を処理し、その処理した画像を被写体情報入力/画像表示装置107に出力する。被写体情報入力/画像表示装置107は、その画像を表示する。

【0013】

電源スイッチ105aを操作することにより、放射線撮像装置105の電源がオン状態になり、放射線撮像装置105が使用可能になる。この電源スイッチ105aを操作することにより、放射線撮像装置105内において、センサ基板に電圧が印加され、増幅回路は駆動を始める。また、曝射スイッチ101、放射線源制御部102、放射線源103、放射線撮像装置105、情報処理部106、及び被写体情報入力装置/画像表示装置107は、それぞれ入出力端子を有し、互いに信号の通信をすることができる。

【0014】

図2は、図1の放射線撮像装置105の構成例を示す図である。放射線撮像装置105は、回路部105b及び画素アレイ部201を有する。画素アレイ部201は、行列状に配列された複数の画素200を有する。複数の画素200の各々は、フォトダイオード202及び薄膜トランジスタ203を有する。薄膜トランジスタ203は、ゲート電極203a、ソース電極203b及びドレイン電極203cを有する。画素200内において、

10

20

30

40

50

フォトダイオード 202 のカソード（変換素子の第 2 の端子）は、薄膜トランジスタ 203 のドレイン電極 203 c に電氣的に接続される。複数の駆動線 205 は、それぞれ、各行の画素 200 内の薄膜トランジスタ 203 のゲート電極 203 a に共通に電氣的に接続される。複数の信号線 204 は、それぞれ、各列の画素 200 内の薄膜トランジスタ 203 のソース電極 203 b に共通に電氣的に接続される。複数の共通電圧線 224 は、それぞれ、各列の画素 200 内のフォトダイオード 202 のアノード（変換素子の第 1 の端子）に共通に電氣的に接続される。なお、薄膜トランジスタ 203 のソース電極 203 b 及びドレイン電極 203 c のうちの一方はフォトダイオード 202 のカソード（変換素子の第 2 の端子）に電氣的に接続され、他方は複数の信号線 204 のうちのいずれかに電氣的に接続されればよい。

10

【0015】

回路部 105 b は、駆動回路部 206、制御部 210、メモリ 211、共通電圧印加回路部 213 及び信号処理部 217 を有する。信号処理部 217 は、各列の増幅回路 207、サンプルホールド回路 214、マルチプレクサ 208 及びアナログデジタル変換器（ADC）209 を有し、複数の信号線 204 に電氣的に接続される。複数の増幅回路 207 は、それぞれ、複数の信号線 204 に電氣的に接続される。複数の増幅回路 207 の各々は、差動増幅器 207 a、容量 207 b 及びリセットスイッチ 207 c を有する。差動増幅器 207 a は、反転入力端子に複数の信号線 204 のうちの対応する 1 つの信号線 204 の電圧を入力し、非反転入力端子に基準電圧 V_{ref} を入力する。容量 207 b 及びリセットスイッチ 207 c は、差動増幅器 207 a の反転入力端子及び出力端子間に電氣的に接続される。駆動回路部 206 は、複数の駆動線 205 の電圧を制御する駆動線制御部である。共通電圧印加回路部 213 は、複数の共通電圧線 224 に同じ電圧を印加する共通電圧印加部である。すなわち、共通電圧印加回路部 213 は、すべての画素 200 内のフォトダイオード 202 のアノードに同じ電圧を印加する。

20

【0016】

図 3（a）、（b）は、図 2 のフォトダイオード 202 及び薄膜トランジスタ 203 の構成例を示す断面図である。図 3（a）はフォトダイオード 202 が PIN 型フォトダイオードである例を示す。PIN 型フォトダイオード 202 は、上から P 型半導体層 301、真性半導体層 302、及び N 型半導体層 303 を有する。P 型半導体層 301 の上部には共通電極 202 b が設けられ、N 型半導体層 303 の下部には個別電極 202 a が設けられる。また、図 2 の薄膜トランジスタ 203 は、ゲート電極 203 a、ソース電極 203 b、ドレイン電極 203 c、N 型半導体層 304 及び真性半導体層 305 を有する。ドレイン電極 203 c は、PIN 型フォトダイオード 202 の個別電極 202 a に電氣的に接続される。図 3（b）は図 2 のフォトダイオード 202 及び薄膜トランジスタ 203 の他の構成例を示す断面図である。フォトダイオード 202 が MIS 型フォトダイオードである例を示す。MIS 型フォトダイオード 202 は、上から N 型半導体層 401、真性半導体層 402、及び絶縁層 403 を有する。N 型半導体層 401 の上部には共通電極 202 b が設けられ、絶縁層 403 の下部には個別電極 202 a が設けられる。また、図 2 の薄膜トランジスタ 203 は、ゲート電極 203 a、ソース電極 203 b、ドレイン電極 203 c、N 型半導体層 404 及び真性半導体層 405 を有する。ドレイン電極 203 c は、MIS 型フォトダイオード 202 の個別電極 202 a に電氣的に接続される。

30

40

【0017】

次に、図 2 ～ 図 3 を用いて、放射線撮像装置 105 の説明を行う。放射線撮像装置 105 は、画素アレイ部 201 及び回路部 105 b を有する。放射線撮像装置 105 は、放射線 104 を直接電気信号に変換して信号電荷を得る直接型と、放射線を可視光に変換してから可視光を信号電荷に変換する間接型が存在する。間接型の場合、画素アレイ部 201 にシンチレータが設けられる。シンチレータは、放射線撮像装置 105 の画素アレイ部 201 の全面を覆うように配置される。シンチレータの材料は、ガドリニウムオキシサルファイド（GOS）やヨウ化セシウム（CsI）などである。シンチレータは、放射線を可視光に変換する。フォトダイオード 202 は、その可視光を電気信号（電荷）に変換する

50

。シンチレータ及びフォトダイオード202は、放射線に応じた電気信号を生成する変換素子である。直接型の場合、シンチレータは不要であり、フォトダイオード202の代わりに、放射線を電気信号に直接変換する変換素子が設けられる。

【0018】

画素アレイ部201は、駆動回路部206及び共通電圧印加回路部213により制御される。画素アレイ部201は、 m 個(x 方向) \times n 個(y 方向)の行列状の複数の画素200を有する。画素200は、フォトダイオード202及び薄膜トランジスタ203を有する。薄膜トランジスタ203は、駆動線205の電圧に応じて、フォトダイオード202により変換された電荷を信号線204に出力する。画素200は、 x 方向及び y 方向にそれぞれ1000画素～4000画素程度存在し、総画素数は1千万程度である。駆動線205は x 方向に、信号線204は y 方向に、それぞれ延びており、互いに直交している。1本の駆動線205には、同一行のすべての画素200のゲート電極203aが電氣的に接続されている。また、1本の信号線204には、同一列のすべての画素200のソース電極203bが電氣的に接続されている。

10

【0019】

フォトダイオード202は、例えば、図3(a)に示すように、上からP型半導体層301、真性半導体層302及びN型半導体層303を有するPIN型フォトダイオードである。また、それと逆の構造で、上からN型半導体層、真性半導体層、P型半導体層を有するNIP型フォトダイオード202を用いてもよい。また、図3(b)に示すように、上からN型半導体層401、真性半導体層402及び絶縁体層403を有するMIS型フォトダイオード202を用いてもよい。このMIS型フォトダイオード202は、半導体層がP型半導体でもよい。フォトダイオード202は、個別電極202aと共通電極202bの2つの電極を有しており、どちらかの電極が共通電圧印加回路部213により電位が固定されている。図3(a)では、個別電極202aがフォトダイオード202の下部に配置され、薄膜トランジスタ203に電氣的に接続されている。共通電極202bが共通電圧印加回路部213により電位が固定される。その結果、フォトダイオード202内には電場が生じる。共通電極202bの電位が固定された状態で、放射線が入射された際、フォトダイオード202内で電子とホールペアが生じる。この電子とホール的一方は共通電圧印加回路部213により生じた電場により引き寄せられ、固定されていない個別電極202aに電荷が蓄積され、電位が変動する。例えば、N型薄膜トランジスタ203とMIS型フォトダイオード202の場合、薄膜トランジスタ203と個別電極202bが電氣的に接続されており、個別電極202bの電位が放射線入射により変動する。フォトダイオード202の材料は、直接型の場合、アモルファスセレンなどが良い。間接型の場合は、フォトダイオード202の半導体はアモルファスシリコンでもよいし、ポリシリコンでもよい。

20

30

【0020】

薄膜トランジスタ203は、スイッチング素子であり、ゲート電極203a、ソース電極203b、及びドレイン電極203cを有する。薄膜トランジスタ203は、N型半導体層が使用されるN型薄膜トランジスタでもよいし、P型半導体層が使用されるP型薄膜トランジスタでもよい。N型薄膜トランジスタ203の場合、ゲート電極203aの電圧が閾値電圧より高い電圧 V_{on} になると、薄膜トランジスタ203のスイッチ特性はオン状態となる。P型薄膜トランジスタ203の場合は、その逆で、ゲート電極203aの電圧が閾値電圧より低い電圧 V_{on} になると、薄膜トランジスタ203のスイッチ特性はオン状態となる。ゲート電極203aは駆動線205に電氣的に接続され、ソース電極203bは信号線204に電氣的に接続され、ドレイン電極203cはフォトダイオード202の個別電極202aに電氣的に接続されている。また、薄膜トランジスタ203の構造は、駆動線205が薄膜トランジスタ203の下部に位置するようなボトムゲート型の薄膜トランジスタでもよいし、上部に位置するトップゲート型の薄膜トランジスタでもよい。

40

【0021】

50

フォトダイオード 202 と薄膜トランジスタ 203 は、CVD (Chemical Vapor Deposition: 化学気相成長) 装置を用いて形成される。センサ部 202 と薄膜トランジスタ 203 は、同一の成膜時に形成してもよいし、別々の成膜で形成してもよい。例えば、図 3 (a) と図 3 (b) のように、フォトダイオード 202 を薄膜トランジスタ 203 の上部に形成するような積層型でもよい。

【0022】

駆動回路部 206 は、各行の駆動線 205 に電氣的に接続され、行単位で、薄膜トランジスタ 203 のゲート電極 203a の電圧を制御する。1本の駆動線 205 には同一行のすべての画素 200 のゲート電極 203a が電氣的に接続されているため、駆動回路部 206 は、行単位で、薄膜トランジスタ 203 を制御することができる。駆動線 205 に薄膜トランジスタ 203 のスイッチ特性が閾値電圧 V_{th} を超えて十分オンになるような電圧 V_{on} が印加されると、画素 200 に蓄積された電気信号が信号線 204 及び増幅回路 207 へ転送される。駆動回路部 206 は、第 1 行から第 n 行まで行単位で順に駆動線 205 に電圧 V_{on} を印加し、すべての行の画素 200 の電気信号を読み出すように、画素アレイ部 201 の駆動を行う。

10

【0023】

薄膜トランジスタ 203 が N 型薄膜トランジスタの場合、駆動回路部 206 は、薄膜トランジスタ 203 のオフ状態では $-1.5 \sim -5$ ボルト程度のマイナスの電圧 V_{off} をゲート電極 203a に印加する。また、駆動回路部 206 は、薄膜トランジスタ 203 のオン状態では、 $5 \sim 20$ ボルト程度の高い電圧 V_{on} をゲート電極 203a に印加する。

20

【0024】

これに対し、薄膜トランジスタ 203 が P 型薄膜トランジスタの場合、駆動回路部 206 は、薄膜トランジスタ 203 のオフ状態では $5 \sim 20$ ボルト程度の高い電圧 V_{off} をゲート電極 203a に印加する。また、駆動回路部 206 は、薄膜トランジスタ 203 のオン状態では、 $-1.5 \sim -5$ ボルト程度の電圧 V_{on} をゲート電極 203a に印加する。

【0025】

薄膜トランジスタ 203 のゲート電極 203a には、オフ状態の電圧 V_{off} がほとんどの割合で印加される。その結果、N 型薄膜トランジスタ 203 では、マイナスの電圧がゲート電極 203a に支配的に印加され、閾値電圧はマイナス方向へシフトする。P 型薄膜トランジスタ 203 の場合は、プラスの電圧がゲート電極 203a に支配的に印加され、閾値電圧はプラス方向へシフトする。

30

【0026】

制御部 210 は、増幅回路 207 内のリセットスイッチ 207c、マルチプレクサ 208、ADC 209、メモリ 211、駆動回路部 206、共通電圧印加回路部 213 及びサンプルホールド回路 214 の制御を行う。各列の増幅回路 207 は、信号線 204 とサンプルホールド回路 214 と制御部 210 に電氣的に接続され、それぞれ、各列の信号線 204 の電荷を電圧に変換し、その電圧をサンプルホールド回路 214 に出力する。放射線の入射後、駆動回路部 206 が 1 本の駆動線 205 に電圧 V_{on} を印加すると、一行分の画素 200 の電荷が各列の信号線 204 に出力される。各列の増幅回路 207 は、各列の信号線 204 の電荷を電圧に変換し、その電圧をサンプルホールド回路 214 に出力する。駆動回路部 206 は、すべての行の駆動線 205 に電圧を印加した後、再び第 1 行から電圧を印加し始めるが、その時、増幅回路 207 に入力される電荷はそれまでの入力電荷との積分の値となる。制御部 210 が、増幅回路リセット線 212 を介して、リセットスイッチ 207c をオン状態にすることにより、増幅回路 207 の入力電荷がリセットされる。その後、リセットスイッチ 207c をオフ状態にすれば、増幅回路 207 のリセット状態が解除される。リセットスイッチ 207c は、1 画素分の信号の処理毎に入力電荷をリセットする。

40

【0027】

サンプルホールド回路 214 は、サンプルホールドスイッチ 215 及びサンプルホールド容量 216 を有する。制御部 210 がサンプルホールドスイッチ 215 をオンにすると

50

、増幅回路207の出力信号がサンプルホールド容量216に書き込まれる。サンプルホールドスイッチ215がオフになると、サンプルホールド容量216の信号は、保持され、マルチプレクサ208に出力される。

【0028】

マルチプレクサ208は、ADC209及びサンプルホールド回路214に電氣的に接続され、各列のサンプルホールド回路214の出力電圧を、順次、ADC209へ出力する。ADC209は、制御部210及びメモリ211に電氣的に接続され、入力されたアナログ電圧をデジタル信号に変換し、そのデジタル信号をメモリ211に出力する。メモリ211は、入力したデジタル信号を、そのデジタル信号に対応する画素200の位置情報(x方向の座標情報とy方向の座標情報)と共に順次保存する。

10

【0029】

共通電圧印加回路部213は、共通電圧線224を介して、図3(a)及び図3(b)に示すように、フォトダイオード202の共通電極202bに電氣的に接続され、フォトダイオード202へ印加する電圧を制御する。放射線が入力すると、フォトダイオード202は、電子とホールが生成するが、フォトダイオード202にある一定の電界がかかっていないと、すぐに電子とホールが再結合し、画素200の信号が読み出せない。また、検出できる放射線の最大の量は、共通電圧印加回路部213がフォトダイオード202へ印加する電圧に依存する。共通電圧印加回路部213がフォトダイオード202の共通電極202bに印加する電圧を V_s 、増幅回路207の基準電圧を V_{ref} 、フォトダイオード202の容量をCと置くと、フォトダイオード202に蓄積される電荷量は、 $C \times |V_s - V_{ref}|$ となる。 V_s と V_{ref} の差分が大きいほど、フォトダイオード202は、多くの電荷量を蓄積することが可能である。

20

【0030】

図4は、本実施形態による放射線撮像システム100の駆動方法(制御方法)を示すタイミングチャートであり、放射線撮像システム100が静止画を撮影する場合の駆動方法を示す。図4では、電源電圧503、放射線信号502及び駆動信号501を示す。電源電圧503は、放射線撮像装置105の電源電圧であり、電源スイッチ105aを操作することにより、電源電圧503が印加される。放射線信号502は、放射線源制御部102から放射線源103に供給される信号である。放射線信号502のローレベル期間では、放射線源103は放射線104を照射せず、放射線信号502のハイレベル期間では、放射線源103は放射線104を照射する。なお、増幅回路207を駆動させつつ、駆動回路部206による画素アレイ部201の駆動を行わない放射線撮像装置105の駆動を、スリープ駆動と定義する。また、増幅回路207を駆動させつつ、駆動回路部206による画素アレイ部201の駆動を行う放射線撮像装置105の駆動を、アイドリング駆動と定義する。

30

【0031】

駆動信号501は、制御部210から駆動回路部206及び信号処理部217に供給される信号である。駆動信号501は、空読み駆動信号501a、本読み駆動信号501b及びスリープ駆動信号501cを含む。空読み駆動信号501aのハイレベルパルスは、図5(a)の処理を示す。本読み駆動信号501bのハイレベルパルスは、図5(b)の処理を示す。スリープ駆動信号501cは、図6(a)もしくは図6(b)の処理を示す。図5及び図6では、第1行の画素200のゲート電極203aの電圧 V_{g1} 、第2行の画素200のゲート電極203aの電圧 V_{g2} 、第3行の画素200のゲート電極203aの電圧 V_{g3} 、及び第m行の画素200のゲート電極203aの電圧 V_{gm} を示す。さらに、図5及び図6では、共通電極202bの電圧、増幅回路207の基準電圧 V_{ref} 、及びサンプルホールド回路214の動作を示す。

40

【0032】

まず、図4において、電源電圧503が印加されると、放射線信号502はローレベルであり、放射線撮像装置105は、スリープ駆動シーケンス504aの駆動を行う。スリープ駆動シーケンス504aでは、スリープ駆動信号501c又は501dがハイレベル

50

になり、図6(a)もしくは図6(b)の処理を行う。スリープ駆動シーケンス504aでは、図6(a)もしくは図6(b)に示すように、駆動回路部206は、すべての行の画素200のゲート電極203aの電圧 $V_{g1} \sim V_{gm}$ を V_{off1} にする。電圧 V_{off1} は、図5(a)に示すオン電圧 V_{on} より低くかつオフ電圧 V_{off} より高い電圧であり、薄膜トランジスタ203をオフにする電圧である必要はない。すなわち、駆動回路部206は、オフ電圧 V_{off} とオン電圧 V_{on} との間の電圧であって、オフ電圧 V_{off} 及びオン電圧 V_{on} とは異なる電圧 V_{off1} を複数の駆動線205に供給する。具体的には、制御部210は、駆動回路部206にオフ電圧 V_{off} と薄膜トランジスタ203の閾値電圧 V_{th} との間であってオフ電圧 V_{off} 及び閾値電圧 V_{th} とは異なる電圧 V_{off1} を複数の駆動線205に供給させる。電圧 V_{off1} は、例えば0~5Vである。好ましくは、電圧 V_{off1} は、薄膜トランジスタ203の閾値電圧を V_{th} とすると、閾値電圧 V_{th} より低くかつオフ電圧 V_{off} より高い電圧である。また、薄膜トランジスタ203の閾値電圧を V_{th} とすると、電圧 V_{off1} は、増幅回路207の基準電圧 V_{ref} 及び閾値電圧 V_{th} を加算した電圧 $V_{ref} + V_{th}$ とほぼ同じ電圧であればよい。その場合、スリープ駆動シーケンス504a中の閾値電圧シフトをより効率よく抑制することが可能であり、電圧 V_{off1} は、この近辺の値であることが望ましい。共通電圧印加回路部213は、すべての画素200の共通電極202bに第1の電圧 V_s を印加する。なお、共通電圧印加回路部213は、すべての画素200の共通電極202bに第2の電圧 V_{s1} を印加してもよい。第2の電圧 V_{s1} は、図5(a)に示す第1の電圧 V_s より高くかつグランド電位より低い電圧であり、画素アレイ部201(フォトダイオード202)がデプレッション状態を保つような電圧であればよい。第1の電圧 V_s 及び第2の電圧 V_{s1} は、負の電圧である。第2の電圧 V_{s1} の絶対値は、第1の電圧 V_s の絶対値より小さい。消費電力等を勘案し、電圧 V_{s1} は電圧 V_s より高くかつグランド電位より低い電圧が望ましい。なお、電圧 V_{s1} は、電圧 V_s と同じ電圧であってもよい。制御部210は、すべての増幅回路207に基準電圧 V_{ref} を供給する。基準電圧 V_{ref} は、グランド電位より高い電圧である。すべての増幅回路207には電源電圧が印加される。また、各列のサンプルホールドスイッチ215はオフであり、各列の増幅回路207の出力信号はそれぞれ各列のサンプルホールド容量216に書き込まれない。

【0033】

次に、放射線撮像装置105は、図4の本読み駆動シーケンス504bの駆動を行う。本読み駆動シーケンス504bでは、図5(b)に示すように、共通電圧印加回路部213は、制御部210の制御に応じて、すべての画素200の共通電極202bに第1の電圧 V_s を印加する。電圧 V_s は、グランド電位より低い電圧である。制御部210は、すべての増幅回路207に基準電圧 V_{ref} を供給する。すべての増幅回路207には電源電圧が印加される。駆動回路部206は、まず、第1行の画素200のゲート電極203aの電圧 V_{g1} をオフ電圧 V_{off} からオン電圧 V_{on} に立ち上げ、その後にオン電圧 V_{on} からオフ電圧 V_{off} に立ち下げる。ここで、オン電圧 V_{on} は、薄膜トランジスタ203をオンさせるための電圧であり、正の電圧である。オフ電圧 V_{off} は、薄膜トランジスタ203をオフさせるための電圧であり、負の電圧である。第1行の画素200において、薄膜トランジスタ203はオンし、フォトダイオード202の電荷は信号線204に出力される。各列のサンプルホールドスイッチ215は、ハイレベルパルス V_{sh} の期間、オン状態になり、各列の増幅回路207の出力信号がそれぞれ各列のサンプルホールド容量216に書き込まれる。サンプルホールド容量216に書き込まれた電圧は、マルチプレクサ208によってADC209に転送され、デジタルデータに変換される。マルチプレクサ208は、複数のサンプルホールド容量216と電氣的に接続され、順番に、ADC209に転送し、ADC209は転送されてきた電圧を逐次デジタルデータに変換する。図5(b)や図6(b)のマルチプレクサ208とADC209のハイレベル信号は、各サンプルホールド容量216の信号をマルチプレクサ208がADC209に順次転送し、ADC209によりそれぞれのデータがデジタル信号に変換される事を意味している。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 4 】

メモリ 2 1 1 には、第 1 行の画素 2 0 0 の信号が書き込まれる。次に、駆動回路部 2 0 6 は、第 2 行の画素 2 0 0 のゲート電極 2 0 3 a の電圧 V_{g2} をオフ電圧 V_{off} からオン電圧 V_{on} に立ち上げ、その後にオン電圧 V_{on} からオフ電圧 V_{off} に立ち下げる。第 2 行の画素 2 0 0 において、薄膜トランジスタ 2 0 3 はオンし、フォトダイオード 2 0 2 の電荷は信号線 2 0 4 に出力される。各列のサンプルホールドスイッチ 2 1 5 は、ハイレベルパルス V_{sh} の期間、オン状態になり、各列の増幅回路 2 0 7 の出力信号がそれぞれ各列のサンプルホールド容量 2 1 6 に書き込まれる。メモリ 2 1 1 には、第 2 行の画素 2 0 0 の信号が書き込まれる。同様に、第 1 行～第 m 行の画素 2 0 0 のゲート電極 2 0 3 a の電圧 $V_1 \sim V_m$ を順次、ハイレベルパルスにし、第 1 行～第 m 行の画素 2 0 0 のフォトダイオード 2 0 2 の電荷を順次、信号線 2 0 4 に出力させる。以上のように、本読み駆動シーケンス 5 0 4 b では、駆動回路部 2 0 6 は、薄膜トランジスタ 2 0 3 をオフさせるためのオフ電圧 V_{off} 及び薄膜トランジスタ 2 0 3 をオンさせるためのオン電圧 V_{on} を複数の駆動線 2 0 5 に順に供給する。これにより、変換素子（シンチレータ及びフォトダイオード 2 0 2）を有する画素 2 0 0 に蓄積された電気信号を信号線 2 0 4 に出力する。

10

【 0 0 3 5 】

本読み駆動シーケンス 5 0 4 b では、放射線撮像装置 1 0 5 は、図 5 (b) の処理を複数回実行し、放射線 1 0 4 が照射されていない状態の固定パターンノイズ（ダーク画像）をメモリ 2 1 1 に保存する。固定パターンノイズを信号線 2 0 4 に出力する回数は、その回数が増えるほど平均化することでノイズ成分を減らすことが可能であり、複数回行うのがよい。また、図 6 では、固定パターンノイズは、電源投入後に実行したが、これは放射線照射画像を取得後に取得してもよい。

20

【 0 0 3 6 】

次に、放射線撮像装置 1 0 5 は、図 4 の空読み駆動シーケンス 5 0 4 c の駆動を行う。空読み駆動シーケンス 5 0 4 c では、図 5 (a) に示すように、共通電圧印加回路部 2 1 3 は、制御部 2 1 0 による制御に応じて、すべての画素 2 0 0 の共通電極 2 0 2 b に電圧 V_s を印加する。制御部 2 1 0 は、すべての増幅回路 2 0 7 に基準電圧 V_{ref} を供給する。すべての増幅回路 2 0 7 には電源電圧が印加される。また、各列のサンプルホールドスイッチ 2 1 5 はオフであり、各列の増幅回路 2 0 7 の出力信号はそれぞれ各列のサンプルホールド容量 2 1 6 に書き込まれない。駆動回路部 2 0 6 は、まず、第 1 行の画素 2 0 0 のゲート電極 2 0 3 a の電圧 V_{g1} をオフ電圧 V_{off} からオン電圧 V_{on} に立ち上げ、その後にオン電圧 V_{on} からオフ電圧 V_{off} に立ち下げる。第 1 行の画素 2 0 0 において、薄膜トランジスタ 2 0 3 はオンし、フォトダイオード 2 0 2 の電荷は信号線 2 0 4 に出力される。次に、駆動回路部 2 0 6 は、第 2 行の画素 2 0 0 のゲート電極 2 0 3 a の電圧 V_{g2} をオフ電圧 V_{off} からオン電圧 V_{on} に立ち上げ、その後にオン電圧 V_{on} からオフ電圧 V_{off} に立ち下げる。第 2 行の画素 2 0 0 において、薄膜トランジスタ 2 0 3 はオンし、フォトダイオード 2 0 2 の電荷は信号線 2 0 4 に出力される。同様に、第 1 行～第 m 行の画素 2 0 0 のゲート電極 2 0 3 a の電圧 $V_1 \sim V_m$ を順次、ハイレベルパルスにし、第 1 行～第 m 行の画素 2 0 0 のフォトダイオード 2 0 2 の電荷を順次、信号線 2 0 4 に出力させる。空読み駆動シーケンス 5 0 4 c では、フォトダイオード 2 0 2 に蓄積されたダーク成分の電荷を、薄膜トランジスタ 2 0 3 を介して、信号線 2 0 4 に出力させる。なお、図 5 (a) では、電圧 V_s 及び V_{ref} は、グランド電位でもよい。

30

40

【 0 0 3 7 】

空読み駆動シーケンス 5 0 4 c では、フォトダイオード 2 0 2 に蓄積されたダーク成分の電荷を常に信号線 2 0 4 に廃棄する。空読み駆動シーケンス 5 0 4 c の途中で、放射線技師により曝射スイッチ 1 0 1 が押され、放射線源制御部 1 0 2 から放射線源 1 0 3 へ向けて、放射線照射命令が出され、放射線源 1 0 3 は放射線 1 0 4 を照射する。それと同時に、その放射線照射命令は、情報処理部 1 0 6 を介して、放射線撮像装置 1 0 5 に送信される。すると、放射線撮像装置 1 0 5 は、空読み駆動シーケンス 5 0 4 c を停止し、ウェ

50

イト期間シーケンス 504d の駆動を行う。また、放射線照射命令が放射線撮像装置 105 に送信されず、空読み駆動シーケンス 504c の最中に放射線 104 が照射される場合もある。その場合は、放射線撮像装置 105 は放射線 104 の照射を検知し、空読み駆動シーケンス 504c を停止し、ウェイト期間シーケンス 504d の駆動を行う。

【0038】

次に、放射線照射命令により放射線信号 502 がハイレベルになり、放射線源 103 は、放射線 104 を放射する。この期間では、放射線撮像装置 105 は、ウェイト期間シーケンス 504d の駆動を行う。ウェイト期間シーケンス 504d では、駆動回路部 206 は、すべての行の画素 200 のゲート電極 203a の電圧 $V_{g1} \sim V_{gm}$ をオフ電圧 V_{off} にする。共通電圧印加回路部 213 は、すべての画素 200 の共通電極 202b に電圧 V_s を印加する。制御部 210 は、すべての増幅回路 207 に基準電圧 V_{ref} を供給する。また、各列のサンプルホールドスイッチ 215 はオフであり、各列の増幅回路 207 の出力信号はそれぞれ各列のサンプルホールド容量 216 に書き込まれない。すべての行の画素 200 のゲート電極 203a の電圧 $V_{g1} \sim V_{gm}$ をオフ電圧 V_{off} とされた状態で放射線 104 が複数の画素 200 に照射されることにより、放射線 104 に応じた電気信号が複数の画素 200 にそれぞれ蓄積される。すなわち、ウェイト期間シーケンス 504d 中に放射線 104 が複数の画素 200 に照射されることにより、放射線 104 に応じた電気信号が複数の画素 200 にそれぞれ蓄積される。ここで、複数の画素 200 に電気信号を蓄積させる制御を蓄積制御と称し、その蓄積制御が行われる期間を蓄積期間と称する。

【0039】

放射線 104 の照射が終了した後、放射線撮像装置 105 は、本読み駆動シーケンス 504e の駆動を行う。本読み駆動シーケンス 504e では、制御部 210 は、上記の図 5 (b) で示す本読み駆動シーケンス 504b の駆動と同じ駆動を行う。それにより、制御部 210 は、すべての画素 200 に蓄積された電気信号を信号線 204 に転送して信号処理部 217 で読み出し、放射線 104 が照射された状態の放射線照射画像をメモリ 211 に保存させる。例えば、情報処理部 106 は、放射線照射画像とダーク画像の差分の画像を生成することにより、固定パターンノイズを除去した画像を得ることができる。このように、複数の画素 200 から放射線 104 に応じて蓄積された電気信号を読み出す制御を本読み制御と称し、その本読み制御が行われる期間を本読み期間と称する。

【0040】

本読み駆動シーケンス 504e 終了後、放射線撮像装置 105 は、スリープ駆動シーケンス 504f の駆動を行う。スリープ駆動シーケンス 504f は、撮像と撮像の合間に行われる駆動であり、図 6 (a) もしくは図 6 (b) に示すスリープ駆動シーケンス 504a の駆動と同じ駆動を行う。ここで、制御部 210 が、駆動回路部 206 にオフ電圧 V_{off} とオン電圧 V_{on} の間の電圧であってオフ電圧 V_{off} 及びオン電圧 V_{on} とは異なる電圧 V_{off1} を複数の駆動線 205 に供給させる制御を行う。この制御を閾値電圧シフト抑制制御と称し、その閾値電圧シフト抑制制御が行われる期間を抑制期間と称する。すなわち、スリープ駆動シーケンス 504f は、蓄積制御を行う蓄積期間及び本読み動作を行う本読み期間とは別の期間に、制御部 210 によって行われる閾値電圧シフト抑制制御である。この期間の駆動が薄膜トランジスタ 203 の閾値電圧シフトの抑制に大きく寄与する。そのため、この期間では、薄膜トランジスタ 203 の閾値電圧シフトを抑制し、かつ、いつでも信頼性のある画像データを提供する必要がある。そのために、図 6 (a) もしくは図 6 (b) の電圧 V_{off1} は、 $V_{ref} + V_{th}$ 程度に設定し、フォトダイオード 202 の共通電極 202b の電圧は V_s 又は V_{s1} に設定する。図 6 (a) と図 6 (b) は、スリープ駆動シーケンス 504f の駆動中に、サンプルホールド回路 214、マルチプレクサ 208、ADC 209 を駆動するかしないかの違いであり、どちらの駆動でもよい。図 6 (b) の駆動によって得られた電気信号は、実際の画像生成には利用されなくてもよい。電圧 V_{s1} は、グランド電位より低くかつ電圧 V_s より高い電圧であり、デプレッション状態を保持する電圧である。電圧 V_{off1} を $V_{ref} + V_{th}$ 程度に設定

することで、閾値電圧シフトの抑制を可能にし、かつ、共通電極 202b の電圧を V_{s1} にすることで、突発的な放射線撮像装置 105 の使用時にもダーク成分が安定の状態で使用することが可能である。また、増幅回路 207 にも電源電圧が供給され、電力が消費されているため、増幅回路 207 の温度ドリフトも安定して使用することが可能である。ここでは、電圧 V_{off1} は、 $V_{ref} + V_{th}$ 程度に設定するのがよいと述べたが、実際の駆動では、0V より小さく、電圧 V_s より大きい値であってもよい。

【0041】

スリープ駆動シーケンス 504f の状態が保持され、次の撮像時には、放射線撮像装置 105 は、空読み駆動シーケンス 504g の駆動を行い、フォトダイオード 202 に蓄積された余分な電荷をリセットする。空読み駆動シーケンス 504g は、上記の空読み駆動
10
シーケンス 504c と同じ駆動である。なお、空読み駆動シーケンス 504g の際に、再度固定パターンノイズを取得し、後の撮像時の補正データとして使用してもよい。

【0042】

その後、放射線信号 502 により放射線 104 が照射され、放射線撮像装置 105 は、ウェイト期間シーケンス 504h の駆動を行う。ウェイト期間シーケンス 504h は、上記のウェイト期間シーケンス 504d と同じ駆動である。

【0043】

放射線 104 の照射が終了すると、放射線撮像装置 105 は、本読み駆動シーケンス 504i の駆動を行う。本読み駆動シーケンス 504i は、上記の本読み駆動シーケンス 504e と同じ駆動である。本読み駆動シーケンス 504e では第 1 回目の撮像が行われ、
20
本読み駆動シーケンス 504i では第 2 回目の撮像が行われる。スリープ駆動シーケンス 504f は、本読み駆動シーケンス 504e 及び 504i の間に行われる。

【0044】

(第 2 の実施形態)

図 7 は、本発明の第 2 の実施形態による放射線撮像システム 100 の駆動方法 (制御方法) を示すタイミングチャートであり、放射線撮像システム 100 が、連続的に放射線が照射されている期間に動画を撮影する場合の駆動方法を示す。以下、本実施形態 (図 7) が第 1 の実施形態 (図 4) と異なる点を説明する。

【0045】

まず、電源電圧 503 が印加されると、放射線信号 502 はローレベルであり、放射線
30
撮像装置 105 は、スリープ駆動シーケンス 701a の駆動を行う。スリープ駆動シーケンス 701a は、図 4 のスリープ駆動シーケンス 504a (図 6(a) もしくは図 6(b)) と同じ駆動である。

【0046】

次に、放射線撮像装置 105 は、本読み駆動シーケンス 701b の駆動を行う。本読み駆動シーケンス 701b は、図 4 の本読み駆動シーケンス 504b (図 5(b)) と同じ駆動であり、固定パターンノイズ (ダーク画像) がメモリ 211 に書き込まれる。

【0047】

次に、放射線撮像装置 105 は、空読み駆動シーケンス 701c の駆動を行う。空読み駆動シーケンス 701c は、図 4 の空読み駆動シーケンス 504c (図 5(a)) と同じ
40
駆動である。

【0048】

次に、放射線撮像装置 105 は、ウェイト期間シーケンス 701d の駆動を行う。ウェイト期間シーケンス 701d は、図 4 のウェイト期間シーケンス 504d と同じ駆動である。ウェイト期間シーケンス 701d の途中で、放射線照射命令により放射線信号 502 がハイレベルになり、放射線源 103 は、放射線 104 の照射を開始する。

【0049】

その後、放射線撮像装置 105 は、本読み駆動シーケンス 701e の駆動を開始する。本読み駆動シーケンス 701e は、図 4 の本読み駆動シーケンス 504e (図 5(b)) と同じ駆動であり、第 1 回目の動画が撮像されてメモリ 211 に書き込まれる。放射線信
50

号502がローレベルになると、放射線源103は、放射線104の照射を終了する。すると、放射線撮像装置105は、本読み駆動シーケンス701eの駆動を終了する。本実施形態における蓄積制御は、ウェイト期間シーケンス701dのうちの複数の画素200に放射線104が照射される期間になされる制御、及び、本読み駆動シーケンス701eのうちの本読み駆動信号501bのローレベルの期間になされる制御、が相当する。そして、本実施形態における本読み制御は、本読み駆動シーケンス701eのうちの本読み駆動信号501bがハイレベルパルスの期間になされる制御が相当する。なお、ここでは、本読み駆動シーケンス701eの期間中、放射線信号502が常にハイレベルである形態を用いて説明したが、本実施形態はそれに限定されるものではない。本読み駆動シーケンス701eの期間中の本読み駆動信号501bがローレベルの期間に放射線信号502がローレベルとなるような、間欠的に放射線が照射されるような動画撮影であってもよい。

10

【0050】

次に、放射線撮像装置105は、スリープ駆動シーケンス701fの駆動を行う。スリープ駆動シーケンス701fは、図4のスリープ駆動シーケンス504f(図6(a)もしくは図6(b))と同じ駆動である。

【0051】

スリープ駆動シーケンス701fの後、図4と同様に、放射線撮像装置105は、第2回目の動画撮影のため、上記の空読み駆動シーケンス701c、ウェイト期間シーケンス701d及び本読み駆動シーケンス701eを繰り返す。第2回目の動画撮影のための本読み駆動シーケンス701eにより、第2回目の動画が撮像される。

20

【0052】

以上のように、本実施形態においても、スリープ駆動シーケンス701fが、蓄積制御を行う蓄積期間及び本読み動作を行う本読み期間とは別の期間に、制御部210によって行われる。また、本実施形態では、第1回目の動画撮影の本読み駆動シーケンス701eと第2回目の動画撮影の本読み駆動シーケンス701eの間に、スリープ駆動シーケンス701fが行われる。

【0053】

(第3の実施形態)

次に、図8(a)及び図8(b)を用いて、本発明の第3の実施形態を説明する。以下、第3の実施形態(図8(a)及び図8(b))の、第1及び第2の実施形態で示した駆動方法とは異なる点を説明する。

30

【0054】

第1の実施形態におけるスリープ駆動シーケンス504aとスリープ駆動シーケンス504fがハイレベルである時の駆動(図6(a)もしくは図6(b))では、各薄膜トランジスタ203のゲート電極203aは常に電圧Voff1に固定されていた。また、第2の実施形態におけるスリープ駆動シーケンス701aとスリープ駆動シーケンス701eがハイレベルである時の駆動(図6(a)もしくは図6(b))では、各薄膜トランジスタ203は常にVoff1電圧に固定されていた。一方、第3の実施形態では、図6(a)もしくは図6(b)に替えて、図8(a)もしくは図8(b)に示すように、オン電圧Vonも印加される事の特徴とする。すなわち、この期間はすべてのゲート電極203aに印加される電圧が一定であるスリープ駆動ではなく、オン電圧Vonとオフ電圧Voff1が印加されるアイドリング駆動となる。本実施形態では、このアイドリング駆動が閾値電圧シフト抑制制御に相当する。すなわち、閾値電圧シフト抑制制御は、オフ電圧Voff1のみが供給される制御だけではなく、オフ電圧Voff1とオン電圧Vonとが交互に複数の駆動線205に供給される制御であってもよい。図8(a)では、薄膜トランジスタ203のゲート電極203aにオフ電圧Voff1が印加される合間に逐次オン電圧Vonが印加されている。また、図8(b)では、ゲート電極203aにオン電圧Vonが印加された後、サンプルホールド回路214、マルチプレクサ208、および、ADC209が駆動されている。なお、図8(b)に示すアイドリング駆動シーケンス501fの際に、再度固定パターンノイズを取得し、後の撮像時の補正データとして使用して

40

50

もよい。

【 0 0 5 5 】

第 1、第 3 の実施形態によれば、増幅回路 2 0 7 の温度ドリフトを軽減させつつ、緊急時の使用において放射線撮像装置 1 0 5 のダーク成分の変化を防ぐことができる。さらに、薄膜トランジスタ 2 0 3 の閾値電圧 V_{th} を一定に保ち、緊急時にも常に安定した画像を生成することができる。

【 0 0 5 6 】

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。

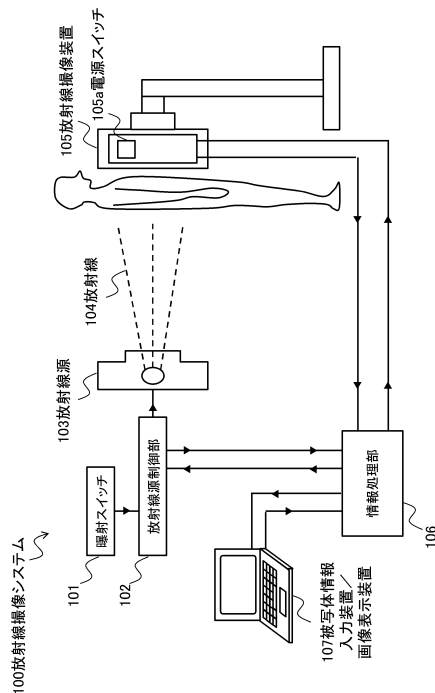
10

【 符号の説明 】

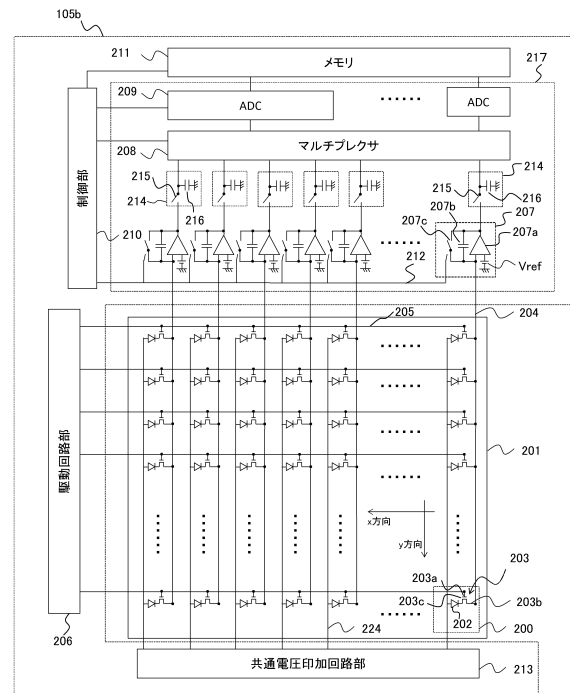
【 0 0 5 7 】

1 0 0 放射線撮像システム、1 0 5 放射線撮像装置、2 0 0 画素、2 0 2 フォトダイオード、2 0 3 薄膜トランジスタ、2 0 4 信号線、2 0 5 駆動線、2 0 6 駆動回路部、2 1 0 制御部、2 1 3 共通電圧印加回路部、2 1 7 信号処理部

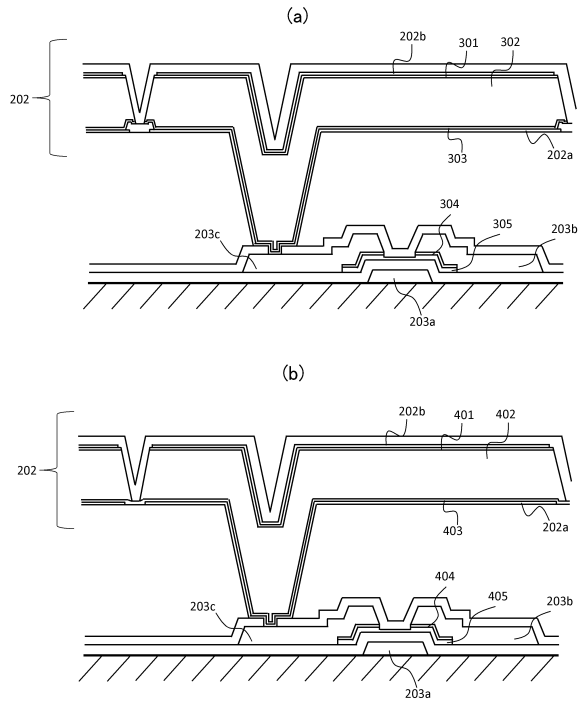
【 図 1 】



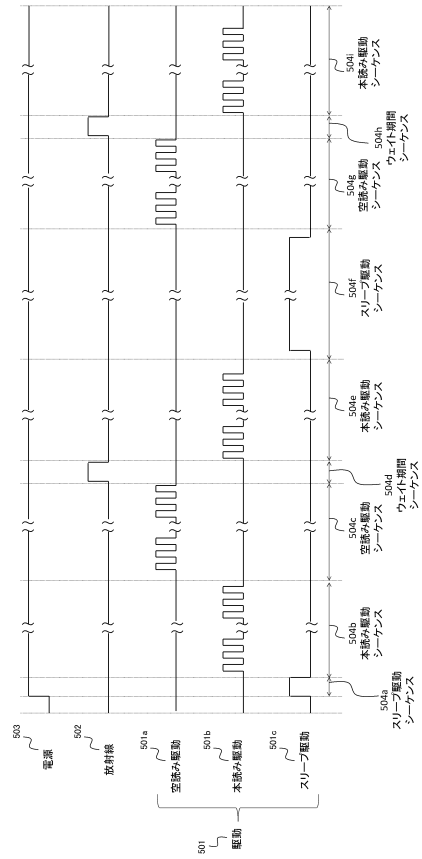
【 図 2 】



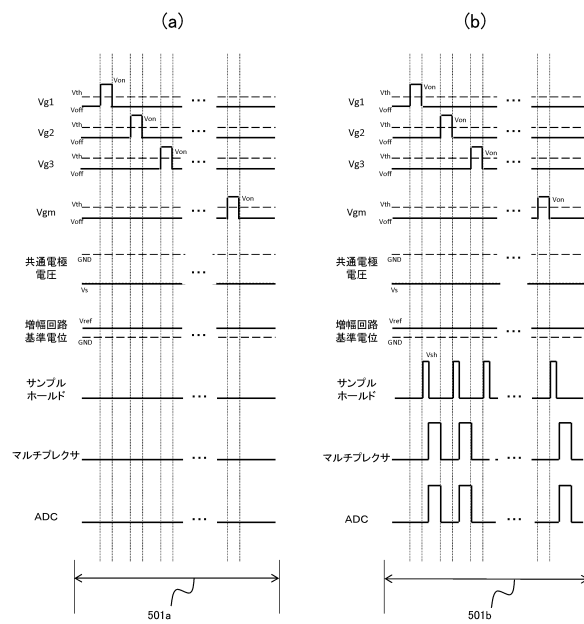
【図 3】



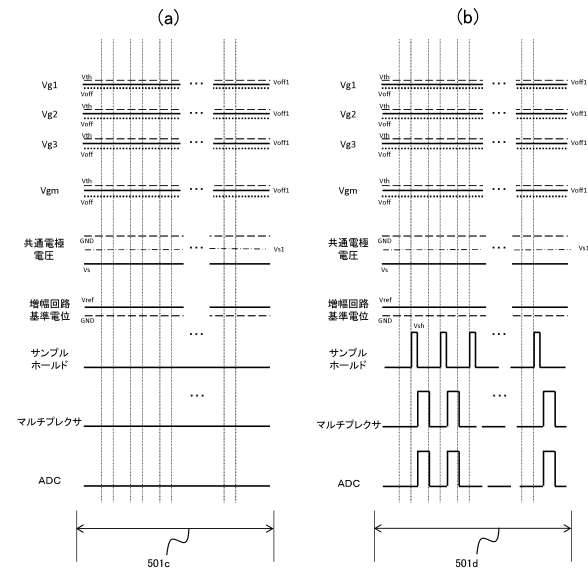
【図 4】



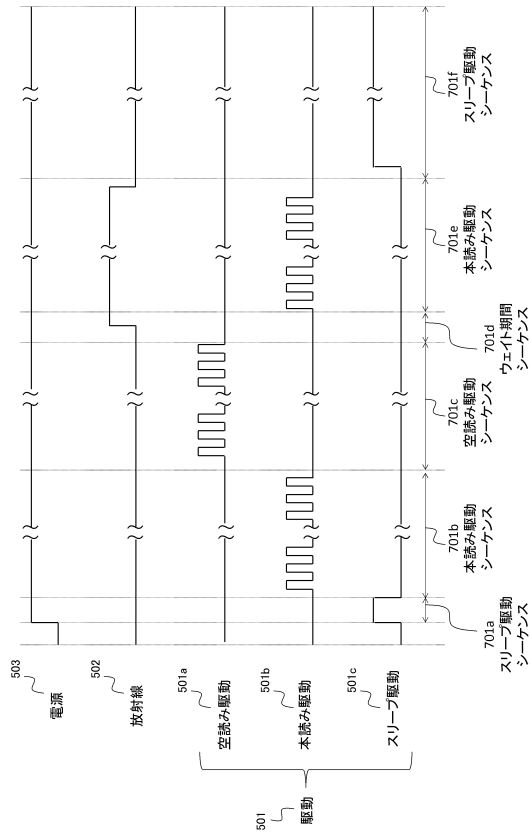
【図 5】



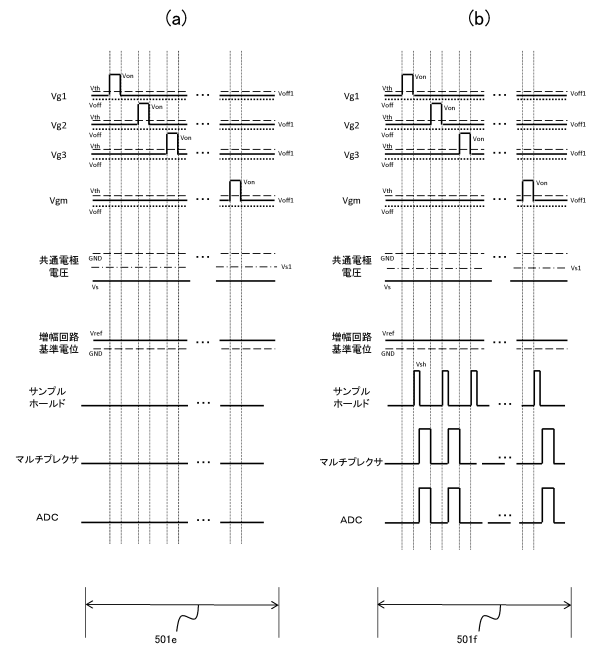
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
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)	G 0 1 T	7/00	A
G 0 1 T	1/20	(2006.01)	G 0 1 T	1/20	L
			G 0 1 T	1/20	G
			G 0 1 T	1/20	E

- (72)発明者 大藤 将人
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 川鍋 潤
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 藤吉 健太郎
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 古本 和哉
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 松永 隆志

- (56)参考文献 特開2011-216723(JP,A)
特開2013-098825(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/225 - 5/378
H04N 9/00 - 9/11
A61B 6/00
G01T 1/20
G01T 7/00