

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4441294号
(P4441294)

(45) 発行日 平成22年3月31日(2010.3.31)

(24) 登録日 平成22年1月15日(2010.1.15)

(51) Int.Cl. F I
 HO4N 5/32 (2006.01) HO4N 5/32
 HO4N 5/335 (2006.01) HO4N 5/335 E
 HO4N 5/335 Q

請求項の数 11 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2004-71171 (P2004-71171)	(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
(22) 出願日	平成16年3月12日(2004.3.12)	(74) 代理人	100090273 弁理士 園分 孝悦
(65) 公開番号	特開2005-260706 (P2005-260706A)	(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
(43) 公開日	平成17年9月22日(2005.9.22)	(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
審査請求日	平成19年3月8日(2007.3.8)	(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

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) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光電変換素子及びスイッチ素子を含む複数の画素が基板上にアレイ状に配置された光電変換素子アレイと、

前記光電変換素子アレイから出力された信号を検出する検出手段と、

前記検出手段から出力された信号を参照して、前記光電変換素子を初期化するためのリフレッシュ動作を行うか否かの判定を行う判定手段と、

を有し、

前記判定手段が、前記検出手段から出力された信号を $n(n-1)$ フレーム分積算した積算データを求め、前記積算データから単一画素単位又は複数画素単位で最大出力値を抽出し、

前記判定手段による判定の結果としての前記判定手段により抽出された前記最大出力値に応じて前記リフレッシュ動作を行うことを特徴とする放射線撮像装置。

【請求項2】

光電変換素子及びスイッチ素子を含む複数の画素が基板上にアレイ状に配置された光電変換素子アレイと、

前記光電変換素子アレイから出力された信号を検出する検出手段と、

前記検出手段から出力された信号を参照して、前記光電変換素子を初期化するためのリフレッシュ動作を行うか否かの判定を行う判定手段と、

を有し、

前記判定手段による判定の結果に応じて前記リフレッシュ動作を行い、
前記リフレッシュ動作を行うに当たり参照する信号を出力する画素がユーザにより指定可能であることを特徴とする放射線撮像装置。

【請求項 3】

前記光電変換素子及びスイッチ素子の材料として、アモルファスシリコンが用いられていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の放射線撮像装置。

【請求項 4】

前記光電変換素子は、MIS 型光電変換素子であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像装置。

【請求項 5】

放射線に対して波長変換を施す波長変換体を有し、前記波長変換体により波長変換されて出力された波が前記光電変換素子に入射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】

前記光電変換素子は入射した光に応じて電子及びホール的一对を発生するものであり、前記リフレッシュ動作は前記光電変換素子に蓄えられていた前記電子及びホール的一对のうち一方を掃き出す動作であり、前記判定手段によってリフレッシュ動作を行う判定の結果が得られた場合に前記リフレッシュ動作を行う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】

被検体に放射線を照射する放射線源と、
前記被検体を透過した放射線を検出する請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像装置と、
前記放射線撮像装置から出力された信号に対して画像処理を施す画像処理手段と、
前記画像処理手段により処理された後の画像データを表示する表示手段と、
を有することを特徴とする放射線撮像システム。

【請求項 8】

光電変換素子及びスイッチ素子を含む複数の画素が基板上にアレイ状に配置された光電変換素子アレイと、前記光電変換素子アレイから出力された信号を検出する検出手段と、を有する放射線撮像装置を制御する方法であって、
前記検出手段から出力された信号を参照して、前記光電変換素子を初期化するためのリフレッシュ動作を行うか否かの判定を行い、前記判定の結果に応じて前記リフレッシュ動作を行うに際して、前記検出手段から出力された信号を $n(n-1)$ フレーム分積算した積算データを求め、前記積算データから単一画素単位又は複数画素単位で最大出力値を抽出し、前記最大出力値に応じて前記リフレッシュ動作を行うことを特徴とする放射線撮像装置の制御方法。

【請求項 9】

光電変換素子及びスイッチ素子を含む複数の画素が基板上にアレイ状に配置された光電変換素子アレイと、前記光電変換素子アレイから出力された信号を検出する検出手段と、を有する放射線撮像装置を制御する方法であって、
前記検出手段から出力された信号を参照して、前記光電変換素子を初期化するためのリフレッシュ動作を行うか否かの判定を行い、前記判定の結果に応じて前記リフレッシュ動作を行い、

前記リフレッシュ動作を行うに当たり参照する信号を出力する画素がユーザにより指定可能であることを特徴とする放射線撮像装置の制御方法。

【請求項 10】

光電変換素子及びスイッチ素子を含む複数の画素が基板上にアレイ状に配置された光電変換素子アレイと、前記光電変換素子アレイから出力された信号を検出する検出手段と、を有する放射線撮像装置をコンピュータに制御させるためのプログラムであって、
前記コンピュータに、前記検出手段から出力された信号を参照して、前記光電変換素子

10

20

30

40

50

を初期化するためのリフレッシュ動作を行うか否かの判定を行わせ、前記判定の結果に応じて前記リフレッシュ動作を行う処理を行わせるに際して、前記コンピュータに、前記検出手段から出力された信号を $n(n-1)$ フレーム分積算した積算データを求め、前記積算データから単一画素単位又は複数画素単位で最大出力値を抽出し、前記最大出力値に応じて前記リフレッシュ動作を行う処理を行わせることを特徴とするプログラム。

【請求項11】

光電変換素子及びスイッチ素子を含む複数の画素が基板上にアレイ状に配置された光電変換素子アレイと、前記光電変換素子アレイから出力された信号を検出する検出手段と、を有する放射線撮像装置をコンピュータに制御させるためのプログラムであって、

前記コンピュータに、前記検出手段から出力された信号を参照して、前記光電変換素子を初期化するためのリフレッシュ動作を行うか否かの判定を行わせ、前記判定の結果に応じて前記リフレッシュ動作を行う処理を行わせ、

前記リフレッシュ動作を行うに当たり参照する信号を出力する画素がユーザにより指定可能であるように、前記コンピュータに前記放射線撮像装置を制御させることを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、X線撮像装置に好適な放射線撮像装置及びその制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、病院内などに設置されているX線撮影システムは、患者にX線を照射させ、患者を透過したX線をフィルムに露光するフィルム撮影方式と、患者を透過したX線を電気信号に変換してデジタル画像処理をする画像処理方式とがある。

【0003】

画像処理方式のひとつに、X線を可視光に変換する蛍光体と可視光を電気信号に変換する光電変換装置とで構成された放射線撮像装置がある。患者を透過したX線が、蛍光体に照射され、そこで可視光に変換された患者の体内情報を光電変換装置により電気信号として出力する。電気信号に変換されればADコンバータでデジタル変換し、記録、表示、印刷、診断などを行うためのX線画像情報はデジタル値として扱うことができる。

【0004】

最近では、光電変換装置にアモルファスシリコン半導体薄膜を用いた放射線撮像装置が実用化されている。

【0005】

図12は、MIS型光電変換素子とスイッチ素子の材料にアモルファスシリコン半導体薄膜を用いて構成した従来の光電変換基板の上面図であり、それらを結線する配線を含めて表している。図13は、図12中のI-I線に沿った断面図である。以後の説明では、簡単化のために、MIS型光電変換素子は、単に光電変換素子と呼ぶことにする。

【0006】

光電変換素子101及びスイッチ素子102（アモルファスシリコンTFT、以下単にTFTと記す）は同一基板103上に形成されており、光電変換素子の下部電極は、TFTの下部電極（ゲート電極）と同一の第1の金属薄膜層104で共有されており、光電変換素子の上部電極は、TFTの上部電極（ソース電極、ドレイン電極）と同一の第2の金属薄膜層105で共有されている。また、第1及び第2の金属薄膜層は、光電変換回路部内の、ゲート駆動用配線106、マトリクス信号配線107も共有している。図12においては、画素数として 2×2 の計4画素分が記載されている。図12のハッチング部は、光電変換素子の受光面である。109は光電変換素子にバイアスを与える電源ラインである。また、110は光電変換素子とTFTを接続するためのコンタクトホールである。

【0007】

アモルファスシリコン半導体を主たる材料にした図12で示されるような構成を用いれ

10

20

30

40

50

ば、光電変換素子、スイッチ素子、ゲート駆動用配線、マトリクス信号配線を、同一基板上に同時に作製することができ、大面積の光電変換回路部が容易に、しかも安価に提供することができる。

【0008】

次に、光電変換素子単体のデバイス動作について説明する。図14(a)~(c)は、図12及び図13に示す光電変換素子のデバイス動作を説明するためのエネルギーバンド図である。本光電変換素子には、第1及び第2の金属薄膜層104及び105への電圧の印加の仕方によりリフレッシュモードと光電変換モードという2種類の動作モードがある。

【0009】

図14(a)、(b)は、それぞれリフレッシュモード、光電変換モードの動作を示しており、図13で示される各層の膜厚方向の状態を表している。M1は第1の金属薄膜層104(例えばCr)で形成された下部電極(G電極)である。アモルファス窒化シリコン(a-SiNx)層111は、電子、ホール共にその通過を阻止する絶縁層であり、トンネル効果をもたらさない程度の厚さが必要であり、通常500オングストローム以上に設定される。水素化アモルファスシリコン(a-Si:H)層112は意図的にドーパントをドーピングしていない真性半導体層(i層)で形成された光電変換半導体層である。N⁺層113は、a-Si:H層112へのホールの注入を阻止するために形成されたN型a-Si:H層等の非単結晶半導体からなる単一導電型キャリアの注入阻止層である。また、M2は第2金属薄膜層105(例えばAl)で形成される上部電極(D電極)である。

【0010】

図12では、D電極はN⁺層を完全には覆っていないが、D電極とN⁺層との間は電子の移動が自由に行われるためD電極とN⁺層は常に同電位であり、以下の説明は、そのことを前提としている。

【0011】

リフレッシュモードを示す図14(a)において、D電極はG電極に対して負の電位が与えられており、i層(a-Si:H)中の黒丸()で示されたホールは電界によりD電極に導かれる。同時に白丸()で示された電子はi層に注入される。この時、一部のホール及び電子はN⁺層又はi層において互いに再結合して消滅する。十分に長い時間この状態が続けば、i層内のホールはi層から掃き出される。

【0012】

この状態から光電変換モードを示す図14(b)にするためには、D電極にG電極に対し正の電位を与える。すると、i層中の電子は瞬時にD電極に導かれる。しかし、N⁺層が注入阻止層として働くため、ホールがi層に導かれることはない。この状態でi層に光が入射すると、i層に光が吸収されて電子-ホール対が発生する。そして、電子は電界によりD電極に導かれ、一方、ホールはi層内を移動してi層とa-SiNx絶縁層との界面に達する。このとき、ホールはa-SiNx絶縁層内までは移動できないため、i層内に留まることになる。このように、電子はD電極に移動し、ホールはi層内の絶縁層との界面に移動するため、光電変換素子内の電気的中性を保つために電流がG電極から流れる。この電流の大きさは、光の入射により発生した電子-ホール対に対応するため、入射した光の量に比例する。

【0013】

そして、光電変換モードである図14(b)の状態がある期間だけ保たれた後、再びリフレッシュモードの図14(a)の状態になると、i層に留まっていたホールは前述のようにD電極に導かれ、同時にこのホールに対応した電流が流れる。このホールの量は光電変換モード期間中に入射した光の総量に対応する。この時、i層内に注入される電子の量に対応した電流も流れるが、この量はおよそ一定なため、差し引いて検出すればよい。つまり、この光電変換素子はリアルタイムに入射する光の量を出力すると同時に、ある期間に入射した光の総量も検出することができる。

【0014】

10

20

30

40

50

但し、何らかの理由により光電変換モードの期間が長くなった場合や入射する光の照度が強い場合、光の入射があるにもかかわらず電流が流れないことがある。これは、図14(c)に示すように、光電変換モード中にi層内にホールが多数留まり、このホールのためi層内の電界が小さくなり、発生した電子がD電極に導かれなくなり、i層内でホールと再結合してしまうからである。この状態は光電変換素子の飽和状態と称される。この状態で光の入射の状態が変化すると、電流が不安定に流れることもあるが、再びリフレッシュモードにすればi層内のホールは掃き出され次の光電変換モードでは再び光に比例した電流が流れる。

【0015】

このような従来の放射線撮像装置を用いたX線撮影では、先ず、光電変換素子をリフレッシュモードとして、リフレッシュ動作を行う、次に、光電変換素子を光電変換モードとした上でX線を照射し、そして、読み出し動作を行うことにより、1枚の静止画像を取得している。また、連続した動画像を取得しようとする場合には、これらの一連の処理を取得したい動画の枚数分だけ繰り返し行えばよい。

10

【0016】

しかしながら、リフレッシュ動作の後には、リフレッシュによる電圧変動が緩和するまで、X線照射を待機しなければならない。一般に、胸部撮影において必要とされるスペックとしては、撮影領域が40cm角以上、画素ピッチが200 μ m以下と言われている。仮に40cm角、200 μ mで作成した場合、光電変換素子の数は400万個にも及ぶ。このような大多数の画素をリフレッシュすることは、リフレッシュ時に流れる電流も大きくなるため、X線撮影画像装置のGNDや電源ラインの電圧変動も大きくなる。つまり、リフレッシュ後の待機時間は、画素数が多くなるほど長くなるのである。

20

【0017】

その一方で、従来の放射線撮像装置を用いて動画像を取得しようとする場合には、前述のように、撮影の度にリフレッシュ動作を行う必要がある。従って、画素数が多くなるほど、また、多くの撮影を行おうとするほど、リフレッシュに要する時間及びリフレッシュに伴う待機時間が長くなり、フレーム周波数が低下することになる。

【0018】

【特許文献1】特開2002-305687号公報

【発明の開示】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0019】

本発明は、リフレッシュ時間及びリフレッシュ後の待機時間を削減し、フレーム周波数を向上させることができる放射線撮像装置及びその制御方法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】

【0020】

本願発明者は、前記課題を解決すべく鋭意検討を重ねた結果、以下に示す発明の諸態様に想到した。

【0021】

40

本発明に係る放射線撮像装置は、光電変換素子及びスイッチ素子を含む複数の画素が基板上にアレイ状に配置された光電変換素子アレイと、前記光電変換素子アレイから出力された信号を検出する検出手段と、前記検出手段から出力された信号を参照して、前記光電変換素子を初期化するためのリフレッシュ動作を行うか否かの判定を行う判定手段と、を有し、前記判定手段が、前記検出手段から出力された信号を $n(n-1)$ フレーム分積算した積算データを求め、前記積算データから単一画素単位又は複数画素単位で最大出力値を抽出し、前記判定手段による判断の結果としての前記最大出力値に応じて前記リフレッシュ動作を行うことを特徴とする。

本発明に係る他の放射線撮像装置は、光電変換素子及びスイッチ素子を含む複数の画素が基板上にアレイ状に配置された光電変換素子アレイと、前記光電変換素子アレイから出

50

力された信号を検出する検出手段と、前記検出手段から出力された信号を参照して、前記光電変換素子を初期化するためのリフレッシュ動作を行うか否かの判定を行う判定手段と、を有し、前記判定手段による判定の結果に応じて前記リフレッシュ動作を行い、前記リフレッシュ動作を行うに当たり参照する信号を出力する画素がユーザにより指定可能であることを特徴とする。

【0022】

本発明に係る放射線撮像システムは、被検体に放射線を照射する放射線源と、前記被検体を透過した放射線を検出する上記の放射線撮像装置と、前記放射線撮像装置から出力された信号に対して画像処理を施す画像処理手段と、前記画像処理手段により処理された後の画像データを表示する表示手段と、を有することを特徴とする。

10

【0023】

本発明に係る放射線撮像装置の制御方法は、光電変換素子及びスイッチ素子を含む複数の画素が基板上にアレイ状に配置された光電変換素子アレイと、前記光電変換素子アレイから出力された信号を検出する検出手段と、を有する放射線撮像装置を制御する方法であって、前記検出手段から出力された信号を参照して、前記光電変換素子を初期化するためのリフレッシュ動作を行うか否かの判定を行うに際して、前記判定の結果に応じて前記リフレッシュ動作を行い、前記検出手段から出力された信号を $n(n-1)$ フレーム分積算した積算データを求め、前記積算データから単一画素単位又は複数画素単位で最大出力値を抽出し、前記最大出力値に応じて前記リフレッシュ動作を行うことを特徴とする。

本発明に係る他の放射線撮像装置の制御方法は、光電変換素子及びスイッチ素子を含む複数の画素が基板上にアレイ状に配置された光電変換素子アレイと、前記光電変換素子アレイから出力された信号を検出する検出手段と、を有する放射線撮像装置を制御する方法であって、前記検出手段から出力された信号を参照して、前記光電変換素子を初期化するためのリフレッシュ動作を行うか否かの判定を行い、前記判定の結果に応じて前記リフレッシュ動作を行い、前記リフレッシュ動作を行うに当たり参照する信号を出力する画素がユーザにより指定可能であることを特徴とする。

20

【0024】

本発明に係るプログラムは、光電変換素子及びスイッチ素子を含む複数の画素が基板上にアレイ状に配置された光電変換素子アレイと、前記光電変換素子アレイから出力された信号を検出する検出手段と、を有する放射線撮像装置をコンピュータに制御させるためのプログラムであって、前記コンピュータに、前記検出手段から出力された信号を参照して、前記光電変換素子を初期化するためのリフレッシュ動作を行うか否かの判定を行わせ、前記判定の結果に応じて前記リフレッシュ動作を行う処理を行わせるに際して、前記コンピュータに、前記検出手段から出力された信号を $n(n-1)$ フレーム分積算した積算データを求め、前記積算データから単一画素単位又は複数画素単位で最大出力値を抽出し、前記最大出力値に応じて前記リフレッシュ動作を行う処理を行わせることを特徴とする。

30

本発明に係る他のプログラムは、光電変換素子及びスイッチ素子を含む複数の画素が基板上にアレイ状に配置された光電変換素子アレイと、前記光電変換素子アレイから出力された信号を検出する検出手段と、を有する放射線撮像装置をコンピュータに制御させるためのプログラムであって、前記コンピュータに、前記検出手段から出力された信号を参照して、前記光電変換素子を初期化するためのリフレッシュ動作を行うか否かの判定を行わせ、前記判定の結果に応じて前記リフレッシュ動作を行う処理を行わせ、前記リフレッシュ動作を行うに当たり参照する信号を出力する画素がユーザにより指定可能であるように、前記コンピュータに前記放射線撮像装置を制御させることを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0025】

本発明によれば、必要以上にリフレッシュ動作を行う必要がなくなるため、リフレッシュ動作の回数を低減できる。このため、リフレッシュ動作に要する時間及びリフレッシュ動作後に必要な待機時間を低減し、高いフレーム周波数の動画撮影を実現することができる。

50

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

以下、本発明の実施形態について添付の図面を参照して具体的に説明する。

【0027】

(第1の実施形態)

先ず、本発明の第1の実施形態について説明する。図1は、本発明の第1の実施形態に係るX線撮像装置(放射線撮像装置)の構成及び画像データの流れを示す図である。

【0028】

本実施形態には、光電変換回路部201、読み出し回路部202、A/D変換回路部203、イメージプロセッサ204及びディスプレイ205が設けられている。光電変換回路部201から出力された画像データは、読み出し用回路部202により増幅され、A/D変換回路部203によりA/D変換される。その後、イメージプロセッサ204によりオフセット補正及びガンマ補正等の画像処理が施され、ディスプレイ205に出力される。そして、技師により診断がされる。

10

【0029】

次に、光電変換回路部201及び読み出し回路部202について説明する。図2は、光電変換回路部201及び読み出し用回路部202の2次元構成を示す回路図である。但し、説明を簡単化するために $3 \times 3 = 9$ 画素分で記載してある。

【0030】

図2において、S1-1~S3-3は光電変換素子、T1-1~T3-3はスイッチ素子(TFT:Thin Film Transistor)、G1~G3はTFTをオン/オフさせるためのゲート配線、M1~M3は信号配線、Vs線は光電変換素子に蓄積バイアスを与えるための配線である。各光電変換素子S1-1~S3-3の黒く塗りつぶされた側の電極はG電極であり、対向側はD電極である。D電極は、Vs線の一部と接続されているが、光を入射させる都合上、例えば、薄いN⁺層がD電極として使用される。本実施形態では、光電変換素子S1-1~S3-3、スイッチ素子T1-1~T3-3、ゲート配線G1~G3、信号配線M1~M3及びVs線が光電変換回路部201に含まれている。Vs線は、電源Vsによりバイアスされる。SR1はゲート配線G1~G3に駆動用のパルス電圧を与えるシフトレジスタであり、TFTをオンさせる電圧V_{com}は外部から供給される。また、制御信号VSCは、光電変換素子のVs線、即ち光電変換素子のD電極に、2種類のバイアスを与えるためのものである。D電極は、制御信号VSCが“Hi”の時にV_{ref}(V)になり、“Lo”の時にVs(V)になる。読み取り用電源Vs(V)、リフレッシュ用電源V_{ref}(V)は、夫々直流電源であり、例えば、Vsは9V、V_{ref}は3Vとする。

20

30

【0031】

読み出し用回路部202は、光電変換回路部内の信号配線M1~M3の並列信号出力を増幅し、直列変換して出力する。RES1~RES3は信号配線M1~M3をリセットするスイッチ、A1~A3は信号配線M1~M3の信号を増幅するアンプ、CL1~CL3はアンプA1~A3により増幅された信号を一時的に記憶するサンプルホールド容量、Sn1~Sn3はサンプルホールドするためのスイッチ、B1~B3はバッファアンプ、Sr1~Sr3は並列信号を直列変換するためのスイッチ、SR2はスイッチSr1~Sr3に直列変換するためのパルスを与えるシフトレジスタ、Abは直列変換された信号を出力するバッファアンプである。

40

【0032】

図3は、本発明の第1の実施形態に係るX線撮像装置の1画素の構成を示す等価回路図である。1画素には、1個の光電変換素子及び1個のスイッチ素子(TFT)が含まれている。光電変換素子の平面構造及び断面構造は、図12及び図13に示すそれらと同様である。そして、図3においては、光電変換素子に、半導体光電変換層としての水素化アモルファスシリコン等からなるi層による容量成分C_iと、アモルファス窒化シリコン等の絶縁層(両導電型のキャリアの注入阻止層)による容量成分C_{SiN}とが存在することを表

50

記してある。

【0033】

また、光電変換素子が飽和状態、即ちD電極とノードNとの間(i層)に電界がない状態か、又は電界があっても小さい状態となると、光によって生成された電子とホールとが互いに再結合するため、i層と絶縁層との接合点(図3中のノードN)は、ホールキャリアを蓄えることができなくなる。つまり、ノードNの電位はD電極の電位より高くなることはない。この飽和状態における動作を具現化するために、図3では、ダイオード(D1)が容量成分C_iに並列に接続されていると表記してある。即ち、図3においては、光電変換素子を、C_i、C_{SiN}及びD1の3つのコンポーネントで表記してあり、この光電変換素子が図2中の光電変換素子S1-1~S3-3の各々に相当する。

10

【0034】

また、図3において、TFTは薄膜トランジスタでスイッチ素子であり、図2中のスイッチ素子T1-1~T3-3の各々に相当する。C2は信号配線に付加される読み出し容量であるが、図2では省略してある。F1はX線波長を可視領域波長に変換するための波長変換用の蛍光体であり、直接又は間接的にTFTと密着した位置に配置されている。蛍光体の母体材料には、例えばGd₂O₂SやGd₂O₃等が用いられ、発光中心には、例えばTb³⁺やEu³⁺等の希土類元素のイオンを含む材料が用いられる。また、CsI:TlやCsI:Na等のCsIを母体材料に用いた蛍光体を用いてもよい。

【0035】

スイッチSW-Bは、ゲート配線G1~G3を介してTFTに印加する電圧を切り替えるためのスイッチであり、図2に示すシフトレジスタSR1内に設けられている。また、スイッチSW-Cは読み出し容量C2をGND電位にリセットするためのスイッチであり、RC(CRES)信号により制御される。スイッチSW-Cは、図2中のスイッチRES1~RES3の各々に相当する。また、Vg(on)(=Vcom)はTFTをオンさせ信号電荷を読み出し容量C2に転送するための電源であり、Vg(off)はTFTをオフさせるための電源である。

20

【0036】

次に、図3に示す1画素分の回路動作について、図3及び図4を参照しながら説明する。図4は、1画素分の回路動作を示すタイムチャートである。この回路動作には、リフレッシュ動作、X-ray照射動作、転送動作及びリセット動作が含まれ、これらに対応して、リフレッシュ期間、X-ray照射期間、転送期間及びリセット期間が設けられている。

30

【0037】

先ず、リフレッシュ期間について説明する。リフレッシュ動作では、先ず、スイッチSW-AをVref側、スイッチSW-BをVg(on)側、スイッチSW-Cをオンにする。この状態にすることにより、D電極は3VのVrefにバイアスされ、G電極はGND電位にバイアスされ、ノードNは最大でVref(3V)にバイアスされる。ここで、最大というのは、以下のような状況を意味している。もし、本リフレッシュ動作より前の光電変換動作により、ノードNの電位が既にVref以上の電位に達している場合、ダイオードD1を介して、ノードNはVrefにバイアスされる。一方、本リフレッシュ動作より前の光電変換動作によりノードNの電位がVref以下となっている場合には、本リフレッシュ動作によってノードNがVrefの電位にバイアスされることはない。なお、実際の使用にあたっては、複数回の光電変換動作を過去に繰り返していれば、ノードNは、本リフレッシュ動作により事実上Vref(3V)にバイアスされるといってよい。

40

【0038】

リフレッシュ動作では、ノードNがVrefにバイアスされた後に、スイッチSW-AをVs側に切り替える。これにより、D電極はVs(9V)にバイアスされる。このリフレッシュ動作により、光電変換素子のノードNに蓄えられていたホールキャリアがD電極側へ一掃される。

【0039】

50

ここで、リフレッシュ動作と光電変換素子の飽和量との関係について説明する。なお、 i 層からなる容量成分 C_i の大きさ及び注入阻止層からなる容量成分 C_{SiN} の大きさは構造により容量が決まるが、ここでは互いに大きさが等しいとする。リフレッシュ動作により、ノードGをGNDにしたまま、ノードDの電圧を V_s (9V)から V_{ref} (3V)に変化させると、上述のように、ノードNの電圧は最大で3Vになる。その後、ノードDの電圧を V_{ref} (3V)から V_s (9V)に切り替えると、ノードDとノードGとの間に V_s と V_{ref} との差分電圧6Vが加わる。また、 C_i と C_{SiN} との容量比(ここでは、1:1)に応じて、6Vの半分の電圧(3V)がノードDとノードNとの間に加わる。この結果、リフレッシュ動作の最終的な段階では、ノードD、ノードN、ノードGの各電圧は、9V、6V、0Vとなり、光電変換素子の i 層の飽和量は、 $9V - 6V = 3V$ となる。つまり、光電変換素子の飽和量の最低値は3Vとなる。なお、ノードDの電圧を V_s (9V)から V_{ref} (3V)に変化させた結果、ノードNの電圧が3Vに達しない場合は、光電変換素子の飽和量は3Vより大きくなる。また、 V_s 及び V_{ref} は、光電変換素子アレイの外部から供給される電圧であり、この電圧を調整して飽和量を大きくすることにより、連続撮影枚数を増やすことも可能である。

10

【0040】

次に、X-ray照射期間について説明する。X-ray照射動作では、スイッチSW-Aを V_s 側、スイッチSW-Bを V_g (off)側、スイッチSW-Cをオフにする。また、X線は、図4に示すように、パルス状に照射する。被検体を透過したX線は蛍光体F1に照射され、可視光に変換される。蛍光体からの可視光は半導体層(i 層)に照射され光電変換される。光電変換により生成されたホールキャリアは i 層と絶縁層(注入阻止層)との界面に蓄えられ、ノードNの電位を上昇させる。TFTはオフした状態なのでG電極側の電位も同じ分だけ上昇する。

20

【0041】

次に、転送期間について説明する。転送動作では、スイッチSW-Aを V_s 側、スイッチSW-Bを V_g (on)側、スイッチSW-Cをオフにする。この結果、TFTがオン状態となる。これにより、X-ray照射により蓄えられたホールキャリアの量に対応する量の電子キャリアが、読み出し容量 C_2 側からTFTを介してG電極側に流れ、これに伴って読み出し容量 C_2 の電位が上昇する。このとき、ホールキャリアの量(Sh)と電子キャリアの量(Se)との間には、 $Se = Sh \times C_{SiN} / (C_{SiN} + C_i)$ の関係が成り立つ。読み出し容量 C_2 の電位は、同時にアンプを介して増幅して出力される。TFTは信号電荷を十分に転送するに足りる時間だけオンさせ、やがてオフさせる。

30

【0042】

次に、リセット動作について説明する。リセット動作では、スイッチSW-Aを V_s 側、スイッチSW-Bを V_g (off)側、スイッチSW-Cをオンにする。この結果、読み出し容量 C_2 がGND電位にリセットされ、次のX-ray照射に備える。

【0043】

このようにして、1枚の画像が取得される。リセット期間の終了後には、図示しないが、リフレッシュ動作を行うか否かの判定を行う。図4に示すタイムチャートでは、X-ray照射動作、転送動作及びリセット動作のサイクルを更に2回行うことにより、総計で3枚の画像を取得しているが、1枚目及び2枚目の画像取得後の判定では、リフレッシュ動作を行わないと判定している。そして、3枚目の画像を取得した後の判定では、リフレッシュ動作を行うと判定している。このため、リフレッシュ動作を行うことにより、光電変換素子の飽和量を初期化している。リフレッシュ動作を行うか否かの判定については、後述する。なお、従来の放射線撮像装置では、リフレッシュ動作を行うか否かの判定を行うことなく、1枚の画像取得後には常にリフレッシュ動作が行われている。

40

【0044】

次に、図2に示す光電変換装置の動作について、図2及び図5を参照しながら説明する。図5は、光電変換装置の動作を示すタイムチャートである。

【0045】

50

まず、リフレッシュ期間の動作について説明する。リフレッシュ期間には、シフトレジスタSR1の信号をすべて“Hi”の状態とし、かつ読み出し用回路部202のCRESS信号を“Hi”の状態とする。これは、図3に示す1画素分の回路で、スイッチSW-BをVg(off)側にし、スイッチSW-Cをオンにすることに相当する。この結果、スイッチング用の全TFT(T1-1~T3-3)が導通し、かつ読み出し用回路部202内のスイッチ素子RES1~RES3も導通し、全光電変換素子S1-1~S3-3のG電極がGND電位になる。そして、制御信号VSCを“Hi”とすると、全光電変換素子のD電極がリフレッシュ用電源Vrefにバイアスされた状態(負電位)になる。この結果、全光電変換素子S1-1~S3-3はリフレッシュモードになり、リフレッシュが行われる。

10

【0046】

次に、光電変換期間について説明する。光電変換期間には、制御信号VSCを“Lo”の状態に切り替える。これは、図3に示す1画素分の回路で、スイッチSW-AをVs側にすることに相当する。この結果、全光電変換素子S1-1~S3-3のD電極は読み取り用電源Vsにバイアスされた状態(正電位)になり、光電変換素子は光電変換モードになる。

【0047】

次いで、シフトレジスタSR1の信号をすべて“Lo”で、かつ読み出し用回路部202のCRESS信号を“Lo”の状態にする。この結果、スイッチング用の全TFT(T1-1~T3-3)がオフし、かつ読み出し用回路部202内のスイッチ素子RES1~RES3もオフし、全光電変換素子S1-1~S3-3のG電極が直流的にはオープン状態になるが、光電変換素子はコンデンサでもあるため電位が保持される。但し、この時点では、光電変換素子に光(X線)は入射されていないため、電荷は発生しない。即ち、電流は流れない。

20

【0048】

その後、光源がパルスのようにオンすると、夫々の光電変換素子のD電極(N⁺電極)に光が照射され、所謂、光電流が流れる。また、光によって流れた光電流は、電荷として夫々の光電変換素子内に蓄積され、光源がオフとなった後も保持される。なお、光源については、図2中に特に示していないが、例えば、X線撮影装置であれば文字通りX線源であり、この場合X線可視変換用のシンチレータを用いればよい。また、本発明は、X線撮像装置以外の撮像装置にも適用することができ、複写機に適用した場合の光源としては、例えば蛍光灯、LED又はハロゲン灯等が用いられる。

30

【0049】

次に、読み出し期間について説明する。ここでの読み出し期間には、図4に示すリセット期間も含まれている。読み出し期間には、まず、第1行目の光電変換素子S1-1~S1-3、次に、第2行目の光電変換素子S2-1~S2-3、最後に、第3行目の光電変換素子S3-1~S3-3の順で読み出しを行う。即ち、まず、第1行目の光電変換素子S1-1~S1-3からの読み出しを行うために、スイッチ素子(TFT)T1-1~T1-3のゲート配線G1にシフトレジスタSR1からゲートパルスを与える。ゲートパルスのハイレベルは、前述のように、外部から供給されている電圧Vcomである。この結果、スイッチ素子T1-1~T1-3がオン状態になり、光電変換素子S1-1~S1-3に蓄積されていた信号電荷が、信号配線M1~M3に転送される。そして、信号配線M1~M3に転送された信号電荷は、アンプA1~A3により増幅される。なお、図2には図示していないが、信号配線M1~M3には、読み出し容量が付加されており、信号電荷はTFTを介して、読み出し容量に転送される。例えば、信号配線M1に付加されている読み出し容量は、信号配線M1に接続されているスイッチ素子T1-1~T3-1を構成するTFTのゲート/ソース間の電極間容量(Cgs)の総和(3個分)であり、この総和が図3における読み出し容量C2に相当する。

40

【0050】

次いで、SAMPL信号をオンさせることにより、サンプルホールド容量CL1~CL3

50

に転送され、S M P L 信号をオフするとともにホールドされる。続いて、シフトレジスタ S R 2 からスイッチ S r 1、S r 2、S r 3 の順番で、パルスを印加することにより、サンプルホールド容量 C L 1 ~ C L 3 にホールドされていた信号が、サンプルホールド容量 C L 1、C L 2、C L 3 の順でアンプ A b から A / D 変換回路部 2 0 3 に V o u t として出力される。結果として、光電変換素子 S 1 - 1、S 1 - 2 及び S 1 - 3 の 1 行分の光電変換信号が順次出力される。また、シフトレジスタ S R 2 からスイッチ S r 1 にパルスを印加すると同時に、C R E S 信号をオンすることにより、信号配線 M 1 ~ M 3 を G N D 電位にリセットする。これは、図 3 に示す 1 画素分の回路で、スイッチ S W - C をオンすること(リセット期間)に相当する。

【 0 0 5 1 】

更に、信号配線 M 1 ~ M 3 を G N D 電位にリセットした後は、第 2 行目の光電変換素子 S 1 - 1 ~ S 1 - 3 からの読み出しを行うために、スイッチ素子 (T F T) T 2 - 1 ~ T 2 - 3 のゲート配線 G 2 にシフトレジスタ S R 1 からゲートパルスを与える。このようにして、第 2 行目の光電変換素子 S 2 - 1 ~ S 2 - 3 の読み出し動作、第 3 行目の光電変換素子 S 3 - 1 ~ S 3 - 3 の読み出し動作を続けて行う。このように、信号配線 M 1 ~ M 3 の信号をサンプルホールド容量 C L 1 ~ C L 3 にサンプルホールドさせることにより、シフトレジスタ S R 2 を用いて第 1 行目、第 2 行目の信号の直列変換動作を行っている間に、同時にシフトレジスタ S R 1 を用いて第 2 行目、第 3 行目の光電変換素子 S 2 - 1 ~ S 2 - 3、S 3 - 1 ~ S 3 - 3 の信号電荷を転送することができる。

【 0 0 5 2 】

以上の動作により、第 1 行目から第 3 行目のすべての光電変換素子の信号電荷を出力することができる。1 枚の静止画像が取得される。その後、連続した動画像を取得するために、リフレッシュ動作を行わずに、光電変換期間及び読み出し期間(リセット期間を含む)のサイクルを更に 2 回繰り返す、総計で 3 枚の画像データを取得する。なお、1 枚目及び 2 枚目の静止画像を取得した後は、後述のリフレッシュ動作を行うか否かの判定を行っており、ここでは、リフレッシュ動作を行わないという結果が得られたものとしている。

【 0 0 5 3 】

ここで、リフレッシュ動作を行うか否かの判定について説明する。この判定は、例えばイメージプロセッサ 2 0 4 が行う。図 6 は、第 1 の実施形態においてイメージプロセッサ 2 0 4 がリフレッシュの実行の有無を判定する方法を示すフローチャートである。また、図 7 は、図 1 ~ 図 3 に示す光電変換装置を図 5 に示すタイムチャートで駆動させた際に A / D 変換部 2 0 3 からイメージプロセッサ 2 0 4 に出力される画像データの例及びその第 1 の実施形態における処理経過を示す図である。ここで、図 7 中の数値の単位はボルトである。また、図 2 には、3 x 3 画素の構成を示してあるが、ここでは、8 x 8 に拡張して図示している。

【 0 0 5 4 】

画像データがイメージプロセッサ 2 0 4 に入力されると(ステップ S 1)、イメージプロセッサ 2 0 4 は積算画像 s u m を生成する(ステップ S 2)。但し、f r a m e 1 の画像データ入力された場合は、それまで積算されたデータがないため、「積算画像 s u m = f r a m e 1」となる。従って、実際の積算は f r a m e 2 から行われる。

【 0 0 5 5 】

次に、イメージプロセッサ 2 0 4 は、積算画像 s u m 内から最高出力 m a x を抽出する(ステップ S 3)。次いで、最高出力 m a x と予め設定された閾値とを比較する(ステップ S 4)。ここでは、閾値を飽和量の 8 0 % としており、前述のように飽和量が 3 V の場合には、閾値は 2 . 4 V となる。そして、最大値 m a x が閾値よりも小さければ、撮影を継続する。一方、最大値 m a x が閾値以上であれば、積算画像 s u m をクリアして 0 とした後(ステップ S 5)、リフレッシュ動作を行う。

【 0 0 5 6 】

実際に図 7 に示す画像データが得られた場合には(ステップ S 1)、「積算画像 s u m = f r a m e 1」となり(ステップ S 2)、f r a m e 1 についての最大値 m a x の抽出

10

20

30

40

50

(ステップS3)では、0.83V(図7(a)中で周囲にハッチングが入った画素のデータ)が抽出される。そして、閾値との比較(ステップS4)では、閾値(2.4V) > max(0.83V)のため、リフレッシュ動作を行わずに継続動画撮影を行う。

【0057】

次いで、frame2の画像データが入力されると(ステップS1)、「積算画像sum = frame1 + frame2」となる。この結果、frame2についての最大値maxの抽出(ステップS3)では、1.55Vが抽出される。そして、閾値との比較(ステップS4)では、閾値(2.4V) > max(1.55V)となり、再び継続動画撮影を行う。

【0058】

次いで、frame3の画像データが入力されると(ステップS1)、「積算画像sum = frame1 + frame2 + frame3」となる。この結果、frame3についての最大値maxの抽出(ステップS3)では、2.42Vが抽出される。そして、閾値との比較(ステップS4)では、閾値(2.4V) > max(2.42V)であるため、積算画像sumを0とした後(ステップS5)、リフレッシュ動作を行う。

【0059】

なお、閾値は、飽和量の80%とする必要はなく、1枚当たりの撮影線量(画像出力)に応じて適宜設定することができる。

【0060】

このように、本実施形態では、積算画像を生成し、その最大値を飽和量に基づいて設定された閾値と比較することにより、従来の放射線撮像装置では3回の撮影で3回のリフレッシュを行っていたところ、1回のリフレッシュに削減することができる。また、待機時間(wait時間)もリフレッシュが減った回数分なくなり、この結果、フレーム周波数を高くすることができる。つまり、従来の放射線撮像装置では、図8に示すように、撮影毎にリフレッシュ期間が必要とされ、これに付随してwait時間も必要とされているため、フレーム周波数が低下してしまうが、本実施形態によれば、リフレッシュを行う頻度を低下させることができるため、フレーム周波数を向上させることができるのである。

【0061】

なお、リフレッシュモードでi層内のホールを掃き出すに当たっては、すべてのホールを掃き出すことが理想であるが、一部のホールを掃き出すだけでも、十分な電流が得られるため特に問題はない。つまり、次の光電変換モードでの検出機会において、図14(c)に示すような飽和状態になっていなければよい。また、リフレッシュモードでのD電極のG電極に対する電位、リフレッシュモードの期間及びN⁺層の注入阻止層の特性は、この条件が満たされるように決めればよい。更に、リフレッシュモードにおいてi層への電子の注入は必要条件でなく、D電極のG電極に対する電位は負に限定されるものでもない。多数のホールがi層に留まっている場合には、例えばD電極のG電極に対する電位が正の電位であっても、i層内の電界はホールをD電極に導く方向に加わるからである。また、注入阻止層であるN⁺層の特性も同様に電子をi層に注入できることが必要条件ではない。

【0062】

(第2の実施形態)

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。第2の実施形態は、イメージプロセッサにおけるリフレッシュ動作を行うか否かの判定方法が第1の実施形態と相違している。図9は、第2の実施形態においてイメージプロセッサ204がリフレッシュの実行の有無を判定する方法を示すフローチャートである。また、図10は、A/D変換部203からイメージプロセッサ204に出力される画像データの例及びその第2の実施形態における処理経過を示す図である。なお、第1の実施形態と同様に、図2には、3×3画素の構成を示してあるが、ここでも、8×8に拡張して図示している。

【0063】

本実施形態では、画像データがイメージプロセッサ204に入力されると(ステップS

10

20

30

40

50

11)、イメージプロセッサ204は、画像データの平均化により8×8画像データを4×4画像データに変換する(ステップS12)。具体的には、8×8画像データの左上の2×2画素、アドレスで表記すると(x=1, y=1)~(x=2, y=2)の平均値を求め、新たに作った4×4画像データの左上(x'=1, y'=1)に格納する。同様に(x=1, y=3)~(x=2, y=4)の2×2画像データの平均値を、4×4画像データの(x'=1, y'=2)に格納する。この処理を8×8画素データの全てに対して行う。このような処理を行うことにより、入力された画像データからノイズ成分が除去され、より正確な画像データが得られる。

【0064】

その後、平均化処理後の4×4画像データを用い、第1の実施形態と同様にして、積算画像の生成(ステップS13)、最高出力maxの抽出(ステップS14)及び閾値との比較判定(ステップS15)を行い、閾値を超えるframeが出現すると、積算画像sumを0にした後、リフレッシュ動作を行う。

【0065】

実際に図10に示す画像データが得られた場合には(ステップS11)、frame1についての平均化処理(ステップS12)では、4個の画素((x=1, y=1)~(x=2, y=2))の平均値(0.66)等を順次求め、8×8画素データframe1を4×4画素データframe1'に変換する(ステップS12)。そして、「積算画像sum=frame1'」となり(ステップS13)、次のframe1'についての最大値maxの抽出(ステップS14)では、0.97Vが抽出される。閾値との比較(ステップS15)では、閾値(2.4V)>max(0.97V)のため、リフレッシュ動作を行わずに継続動画撮影を行う。

【0066】

frame2についても同様の処理が行われ、frame3についての処理では、ステップS15において、閾値(2.4V)>max(2.41V)となり、積算画像sumを0とした後(ステップS16)、リフレッシュ動作を行う。

【0067】

このような第2の実施形態によれば、例えば、ノイズにより、単画素データが突出した画素が存在していても平均化されるため、その後の最高出力の抽出も安定して行われる。なお、このような平均化処理の方法は、第2の実施形態に示すものに限定されず、ノイズを低減できるようなものであれば、どのようなものであってもよい。

【0068】

(第3の実施形態)

次に、本発明の第3の実施形態について説明する。第1及び第2の実施形態は、いずれも光電変換素子から出力された画素データのすべてを用いて処理を行っているが、第3の実施形態では、使用者がリフレッシュの判定に必要とする領域を任意に選択できる構成としている。図11は、本発明の第3の実施形態に係るX線撮像装置の動作を示す模式図である。

【0069】

人体の胸部のX線撮影を行うと、例えば図11(a)に示すような画像がディスプレイ205に映し出される。この画像について、中央部横方向の出力をプロットすると、図11(b)に示すようなグラフが得られる。図11(b)に示すように、グラフ中央206の出力は低く、外周部207の出力は高くなっている。これは、グラフ中央206は撮影された人体の胸部を透過したX線の出力に相当し、人体胸部によりX線が吸収され、光電変換回路部201に入射する量が少なくなっているのに対し、外周部207は、グラフ中央206に比べ吸収体がないため、素抜け状態となっており、多量のX線が直接光電変換装置に入射しているからである。そして、技師が実際に診断に当たり必要とする部分は、グラフ中央206の胸部によりX線が吸収されて出力が低くなっている部分であり、外周部207の出力が高い部分は診断には無用のエリアである。

【0070】

10

20

30

40

50

このような画像に対し、光電変換素子のリフレッシュ判定を行う際に、画像全体から最高出力値を抽出すると、素抜けで出力が高い外周部 207 から得られた値を抽出してしまい、実際に診断に使用する中央 206 は光電変換素子の飽和量に対してまだ検出可能な残量が多くあるのにも拘わらず、リフレッシュを行うと判定する場合も考えられる。

【0071】

このような状況に対し、第3の実施形態は、使用者、ここでは技師がリフレッシュ判定に用いる領域を任意に選択できるように構成されているため、図11(c)に示すように、グラフ中央206に対応する診断エリア208を選択することができる。このような選択を行えば、診断エリア208から最高出力値が抽出され、リフレッシュ判定が行われる。従って、不必要にリフレッシュを行うことがなくなり、より一層リフレッシュ回数が削減され、より一層フレーム周波数の高い動画を撮影することができる。

10

【0072】

なお、本発明の実施形態は、例えばコンピュータがプログラムを実行することによって実現することができる。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伝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、伝送媒体及びプログラムプロダクトは、本発明の範疇に含まれる。

【図面の簡単な説明】

20

【0073】

【図1】本発明の第1の実施形態に係るX線撮像装置（放射線撮像装置）の構成及び画像データの流れを示す図である。

【図2】光電変換回路部201及び読み出し用回路部202の2次元構成を示す回路図である。

【図3】本発明の第1の実施形態に係るX線撮像装置の1画素の構成を示す等価回路図である。

【図4】1画素分の回路動作を示すタイムチャートである。

【図5】光電変換装置の動作を示すタイムチャートである。

【図6】第1の実施形態においてイメージプロセッサ204がリフレッシュの実行の有無を判定する方法を示すフローチャートである。

30

【図7】イメージプロセッサ204に入力される画像データの例及びその第1の実施形態における処理経過を示す図である。

【図8】従来の光電変換装置の動作を示すタイムチャートである。

【図9】第2の実施形態においてイメージプロセッサ204がリフレッシュの実行の有無を判定する方法を示すフローチャートである。

【図10】イメージプロセッサ204に入力される画像データの例及びその第2の実施形態における処理経過を示す図である。

【図11】本発明の第3の実施形態に係るX線撮像装置の動作を示す模式図である。

【図12】MIS型光電変換素子とスイッチ素子の材料にアモルファスシリコン半導体薄膜を用いて構成した従来の光電変換基板の上面図である。

40

【図13】図12中のI-I線に沿った断面図である。

【図14】図12及び図13に示す光電変換素子のデバイス動作を示すエネルギーバンド図である。

【符号の説明】

【0074】

101：光電変換素子

102：スイッチ素子

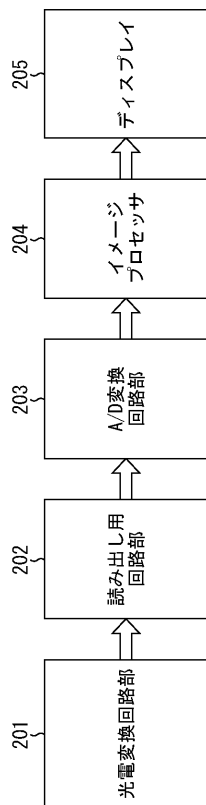
103：基板

104：第1の金属薄膜層

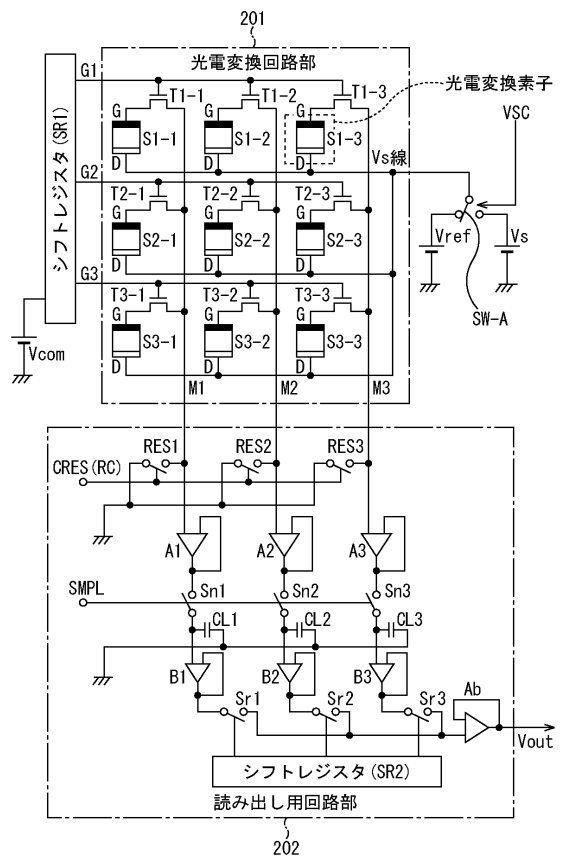
50

- 105 : 第2の金属薄膜層
- 106 : ゲート駆動用配線
- 107 : マトリクス信号配線
- 109 : 電源ライン
- 110 : コンタクトホール
- 111 : アモルファス窒化シリコン (a - Si N x) 層
- 112 : 水素化アモルファスシリコン (a - Si : H) 層
- 113 : N⁺層
- 201 : 光電変換回路部
- 202 : 読み出し用回路部
- 203 : A / D変換回路部
- 204 : イメージプロセッサ
- 205 : ディスプレイ

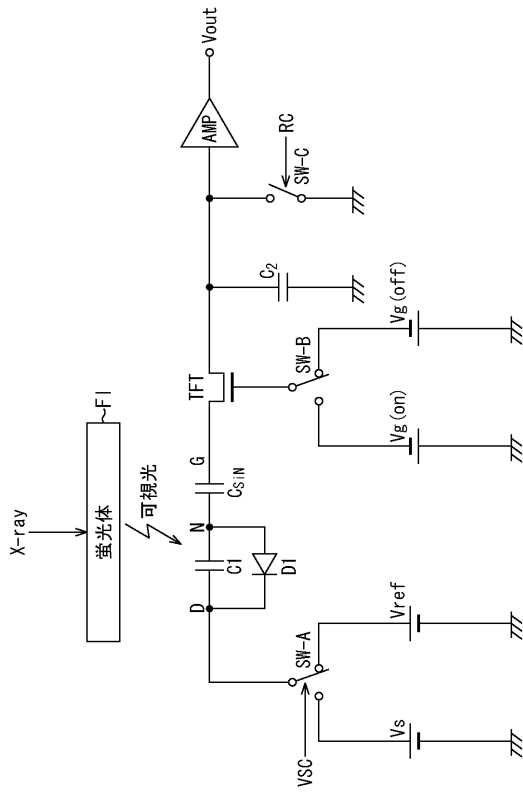
【 図 1 】



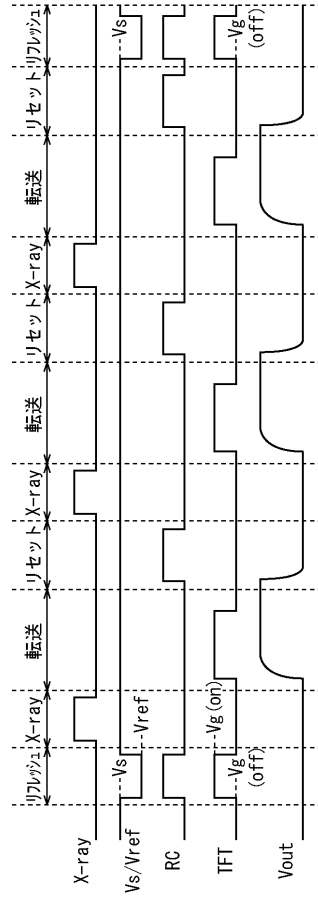
【 図 2 】



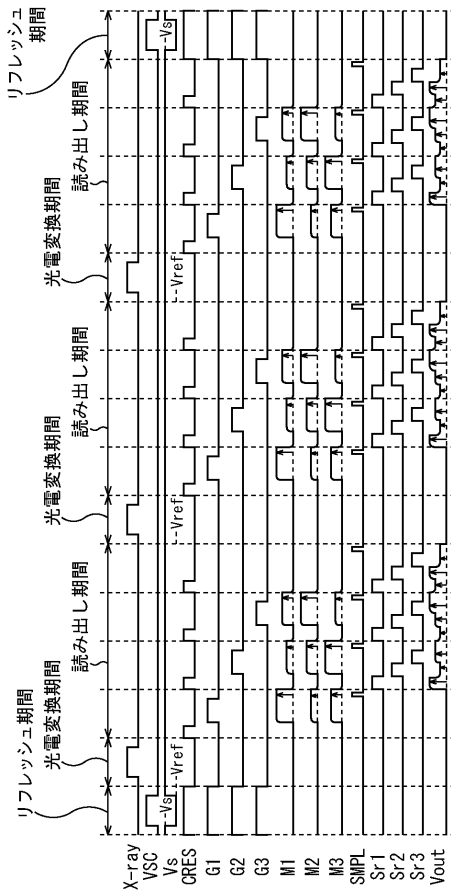
【図3】



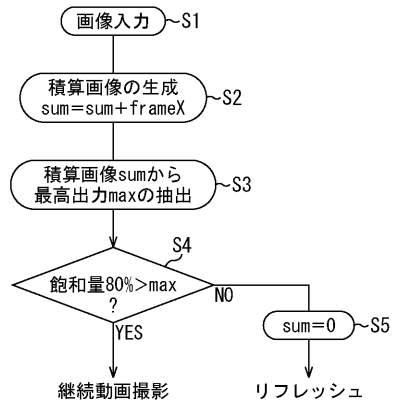
【図4】



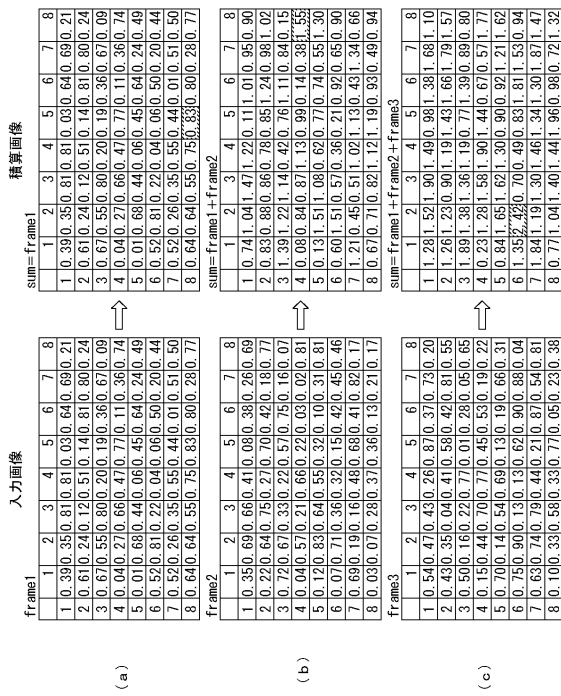
【図5】



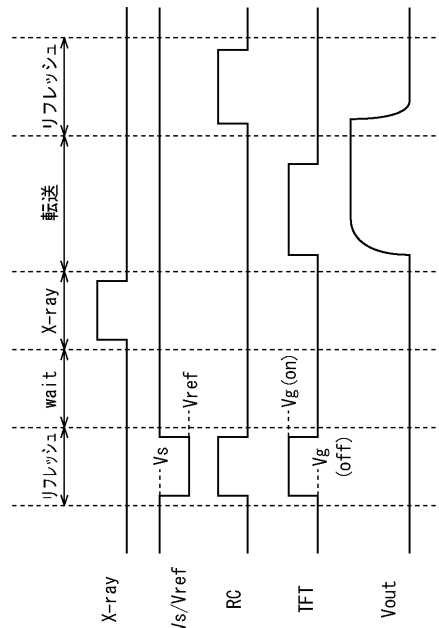
【図6】



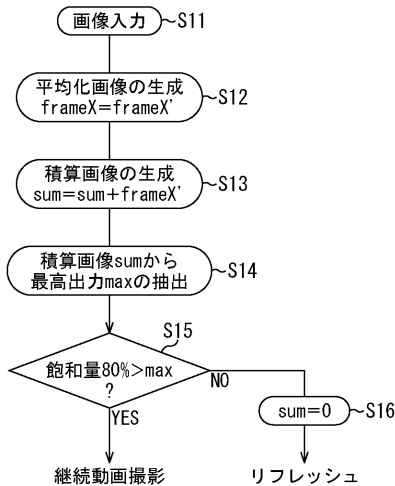
【図7】



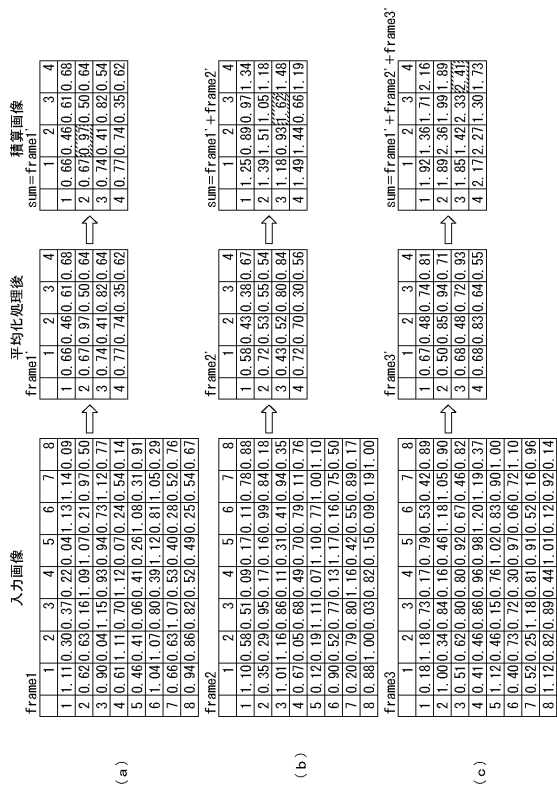
【図8】



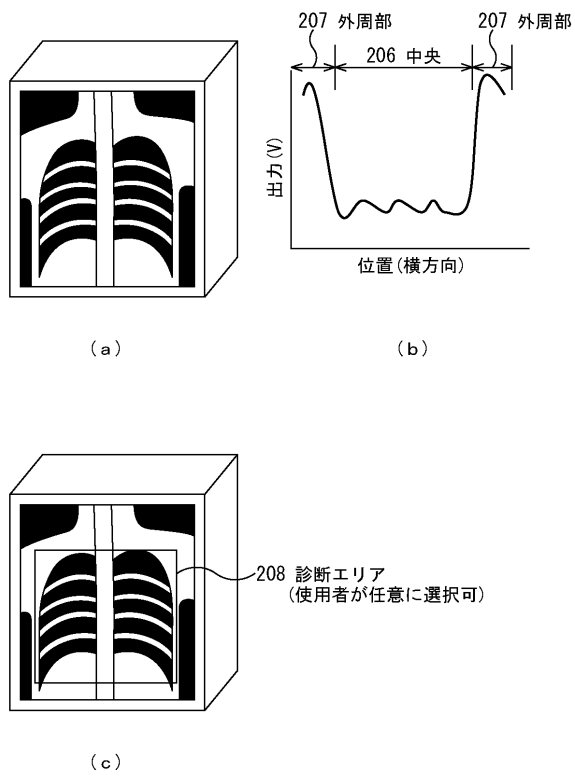
【図9】



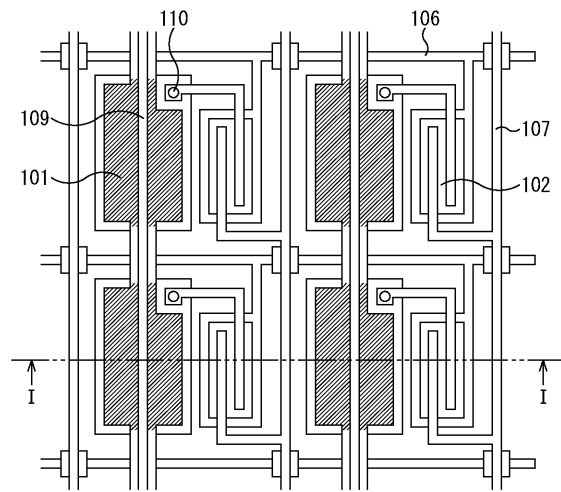
【図10】



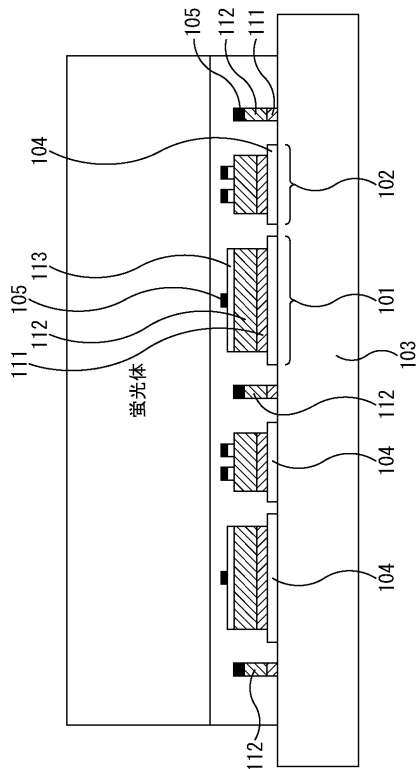
【図 1 1】



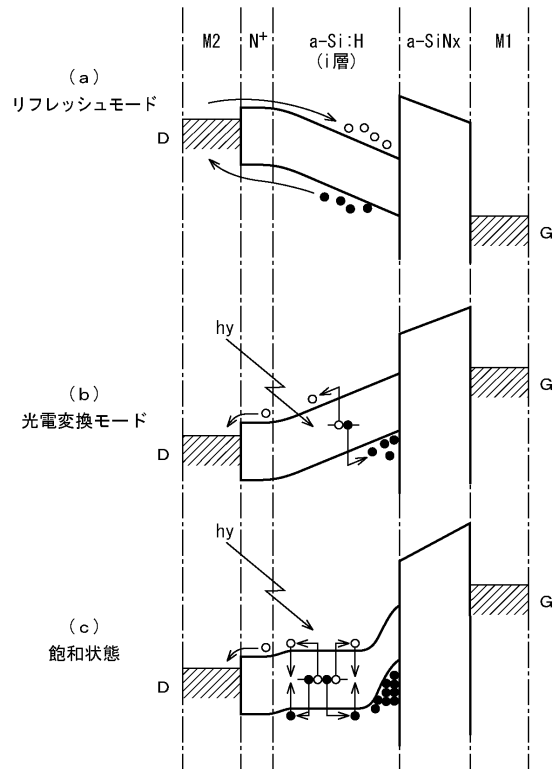
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

(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

審査官 松田 岳士

(56)参考文献 特開2000-323699(JP,A)

特開2002-305687(JP,A)

特開2003-069902(JP,A)

特表2003-529425(JP,A)

特開平09-321267(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01T 1/00 - 7/12

H01L 27/14 - 27/148

H04N 5/30 - 5/335