

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6456127号
(P6456127)

(45) 発行日 平成31年1月23日(2019.1.23)

(24) 登録日 平成30年12月28日(2018.12.28)

(51) Int.Cl.	F I	
GO 1 T 7/00 (2006.01)	GO 1 T 7/00	A
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 5/378 (2011.01)	HO 4 N 5/378	

請求項の数 12 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2014-249429 (P2014-249429)	(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26年12月9日(2014.12.9)	(74) 代理人	100126240 弁理士 阿部 琢磨
(65) 公開番号	特開2016-109631 (P2016-109631A)	(74) 代理人	100124442 弁理士 黒岩 創吾
(43) 公開日	平成28年6月20日(2016.6.20)	(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
審査請求日	平成29年12月5日(2017.12.5)	(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

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】

放射線画像の取得のための複数の撮像素子と、放射線の入射を検知する検知用変換素子と前記検知用変換素子に接続される検知用スイッチ素子とを夫々が有する複数の検知画素と、を含む放射線撮像装置であって、

前記検知用スイッチ素子を駆動する駆動部と、

夫々に前記複数の検知画素が配置された複数の検知領域と、

前記検知領域に配置された複数の検知画素の夫々を異なるタイミングで駆動させるように駆動部を制御する制御部と、

前記撮像素子と前記検知画素に基づく電気信号を夫々異なる信号線を介して読み出す読出部と、

前記駆動部により駆動された検知画素から前記読出部によって読み出された信号を加算又は平均した値に基づいて前記複数の検知領域毎の放射線の入射量を取得する取得部と、を有することを特徴とする放射線撮像装置。

【請求項2】

前記取得部は、前記検知領域に配置された複数の検知画素から取得されるアナログ信号をデジタル信号に変換された値を加算又は平均した値に基づいて夫々の検知領域の放射線の入射量を取得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】

前記複数の検知領域の夫々に対応するアナログ信号を検知する複数の検知部を有し、

10

20

前記検知部は、前記複数の検知画素から取得したアナログ信号を加算又は平均する処理を行い、

前記取得部は、前記加算又は平均されたアナログ信号に基づいて夫々の検知領域への放射線の入射量を取得することを特徴とする請求項 2 に記載の放射線撮像装置。

【請求項 4】

前記検知用変換素子と前記検知部とを接続する検知信号線を有し、

前記検知信号線は、前記検知領域に配置された複数の検知画素で共通に接続されていることを特徴とする請求項 3 に記載の放射線撮像装置。

【請求項 5】

前記駆動部と前記検知領域とを接続する制御線を有し、

前記制御線は、複数の異なる前記検知領域で共通に接続されていることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像装置。

【請求項 6】

前記制御線が、前記駆動部と前記検知領域の間で分岐して接続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】

複数の前記制御線を有し、

前記検知領域内の複数の検知画素毎に個別に接続されていることを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の放射線撮像装置。

【請求項 8】

前記制御部は、前記複数の検知領域のうち異なる検知領域に配置された 2 以上の検知画素を駆動させるタイミングを重複させるように前記駆動部を制御することを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像装置。

【請求項 9】

前記制御部は、前記検知領域に配置された複数の検知画素のうち少なくとも 1 つの検知画素へ印加する電圧を導通状態から非導通状態へ変化させた場合に、該検知画素とは異なる検知画素へ印加する電圧を非導通状態から導通状態へ変化させるように前記駆動部を制御することを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像装置。

【請求項 10】

前記検知領域は、行方向又は列方向又は斜め方向の少なくとも 1 方向に前記複数の検知画素が規則的に配置されていることを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像装置。

【請求項 11】

放射線画像の取得のための複数の撮像画素と、放射線の入射を検知する検知用変換素子と前記検知用変換素子に接続される検知用スイッチ素子とを夫々が有する複数の検知画素と、前記検知用スイッチ素子を駆動する駆動部と、夫々に前記複数の検知画素が配置された複数の検知領域と、を含む放射線撮像装置の制御方法であって、

前記検知領域に配置された複数の検知画素の夫々を異なるタイミングで駆動させるように前記駆動部を制御する工程と、

前記撮像画素と前記検知画素に基づく電気信号を夫々異なる信号線を介して読み出す工程と、

前記駆動部により駆動された検知画素から前記読み出す工程により読み出された信号を加算又は平均した値に基づいて前記検知領域毎の放射線の入射量を取得する工程と、を有することを特徴とする放射線撮像装置の制御方法。

【請求項 12】

放射線を発生する放射線源と、

請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像装置と、を有する放射線撮像システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 1 】

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。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

X線等の放射線による医療画像診断や非破壊検査に用いる放射撮像装置として、TFT（薄膜トランジスタ）等のスイッチと光電変換素子等の変換素子とを組み合わせた画素アレイを有するマトリクス基板を有する放射線撮像装置が実用化されている。

【 0 0 0 3 】

近年、放射線撮像装置の多機能化が検討されている。その一つとして、放射線の照射をモニタする機能を内蔵することが検討されている。この機能によって、例えば、放射線源からの放射線の照射が開始されたタイミングの検知、放射線の照射を停止されるべきタイミングの検知、放射線の照射量または積算照射量の検知が可能になる。

10

【 0 0 0 4 】

特許文献1には、放射線画像を取得するための撮像画素と、放射線を検知するための検知画素がマトリクス状に配置された放射線撮像装置が開示されている。そして、当該検知画素と接続されたスイッチ素子を介して放射線を検知するための信号を読み出す構成が開示されている。更に、特許文献1の放射線撮像装置には、特定の範囲に集中的に複数の検知画素を配置する構成及び複数の検知画素と接続されたスイッチ素子を同時に導通させて読み出す構成が開示されている。

【 先行技術文献 】

20

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 特許文献1 】 特開2012-15913号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

しかしながら、特許文献1の放射線撮像装置では、導通状態の切り替えの際に、スイッチ素子へ接続される制御線の電圧変化に伴い該制御線と信号線との寄生素子（寄生容量）に起因して信号線の電位変動が生じる場合がある。特に、特定の範囲に配置された複数の検知画素から同時に読み出す場合には信号線の電位変動の影響が顕著になるおそれがあった。そのため、放射線の照射の検知精度が不十分な場合があった。

30

【 0 0 0 7 】

そこで、本発明は、上記の問題点を解決するために、放射線検知用画素のスイッチ素子への制御信号の切り替えに起因して信号線に発生する電位変動を抑制し、放射線の照射を精度よく読み出すために有利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 】

【 0 0 0 8 】

本発明の一つの側面は、放射線画像の取得のための複数の撮像画素と、放射線の入射を検知する検知用変換素子と前記検知用変換素子に接続される検知用スイッチ素子とを夫々が有する複数の検知画素と、を含む放射線撮像装置であって、前記検知用スイッチ素子を駆動する駆動部と、夫々に前記複数の検知画素が配置された複数の検知領域と、前記検知領域に配置された複数の検知画素の夫々を異なるタイミングで駆動させるように駆動部を制御する制御部と、前記撮像画素と前記検知画素に基づく電気信号を夫々異なる信号線を介して読み出す読出部と、前記駆動部により駆動された検知画素から前記読出部によって読み出された信号を加算又は平均した値に基づいて前記複数の検知領域毎の放射線の入射量を取得する取得部と、を有することを特徴とする。

40

【 発明の効果 】

【 0 0 0 9 】

本発明は、放射線検知用画素のスイッチ素子への制御信号の切り替えに起因して信号線に発生する電位変動を抑制し、放射線の照射を精度よく読み出すために有利な技術を提供

50

する。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】第1の実施形態における放射線撮像装置の構成を示す図である。

【図2】放射線撮像装置を含む放射線撮像システムの構成例を示す図である。

【図3】第1の実施形態における放射線撮像装置の撮像画素を示す図である。

【図4】第1の実施形態における放射線撮像装置の検知画素を示す図である。

【図5】第1の実施形態における放射線撮像装置の動作を示す図である。

【図6】第2の実施形態における放射線撮像装置の動作を示す図である。

【図7】第3の実施形態における放射線撮像装置の構成を示す図である。

【図8】第3の実施形態における放射線撮像装置の検知画素を示す図である。

【図9】第4の実施形態における放射線撮像装置の構成を示す図である。

【図10】第4の実施形態における放射線撮像装置の動作を示す図である。

【図11】第5の実施形態における放射線撮像装置の構成を示す図である。

【図12】第5の実施形態における放射線撮像装置の画素を示す図である。

【図13】放射線撮像装置の応用例を示す図である。

【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例示的な実施形態を通して説明する。なお、各実施形態において、放射線とは、放射線崩壊によって放出される粒子（光子を含む）の作るビームである線、線、線などの他に、同程度以上のエネルギーを有するビーム、例えばX線や粒子線、宇宙線なども、含まれるものとする。

【0012】

（第1の実施形態）

図1を用いて第1の実施形態について説明する。図1は第1の実施形態における放射線撮像装置の構成を示す図である。ここで、図1には12行8列の画素が設けられている例を示すが、1000×1000画素が設けられていても良いし、5000×5000画素が設けられてもよい。

【0013】

図1の放射線撮像装置200は、放射線画像の取得のための複数の撮像画素1と、放射線の入射を検知する検知用変換素子6と変換素子に接続されるスイッチ素子7とを夫々が有する複数の検知画素2を有する。更に、複数の検知画素2が配置された検知領域20を有する。更に、放射線撮像装置200は、検知信号線12と、読出部51と、駆動部52と、制御部55を少なくとも有している。

【0014】

なお、以下の説明では、複数の撮像画素1および複数の検知画素2において、信号線10が延びる方向に並ぶ画素の配列を列方向とし、列方向と直行する方向に並ぶ画素の配列を行方向とする。

【0015】

撮像画素1は、放射線画像の取得のための画素であり、撮像用変換素子4と第一のスイッチ素子5を含んで構成される。検知画素2は、放射線の入射を検知するための機能を有する画素であり、撮像用変換素子4と第一のスイッチ素子5、検知用変換素子6と第二のスイッチ素子7を含んで構成される。このため、本実施形態では検知画素2は、放射線の入射を検知するための機能と、放射線画像の取得のための機能を有している。検知画素2を、撮像用変換素子4と第一のスイッチ素子5、検知用変換素子6と第二のスイッチ素子7を含む構成で記載したが、この限りではない。例えば、検知画素2を、検知用変換素子6と第二のスイッチ素子7のみの構成にしても良い。この場合の検知画素2の検知用変換素子6は、撮像画素1の撮像用変換素子4と同等の大きさに配置しても良く、詳細については第三の実施形態で説明する。

【0016】

10

20

30

40

50

なお、本発明における撮像用スイッチ素子は、本実施形態における第一のスイッチ素子 5 に相当する。また、本発明における検知用スイッチ素子は、本実施形態における第二のスイッチ素子 7 に相当する。

【 0 0 1 7 】

撮像用変換素子 4 および検知用変換素子 6 は、放射線を光に変換するシンチレータ（不図示）および光を電気信号に変換する光電変換素子とで構成されうる。シンチレータは、一例として、撮像領域を覆うようにシート状に形成され、複数の撮像画素 1 および複数の検知画素 2 によって共有されうる。あるいは、撮像用変換素子 4 および検知用変換素子 6 は、放射線を直接に電気信号に変換する変換素子で構成されうる。

【 0 0 1 8 】

第一のスイッチ素子 5 および第二のスイッチ素子 7 は、例えば、非晶質シリコンまたは多結晶シリコンなどの半導体で活性領域が構成された薄膜トランジスタ（TFT）を含みうる。

【 0 0 1 9 】

撮像用変換素子 4 は、第一のスイッチ素子 5 及び信号線 10（S1～S8）を介して、読出部 51 へ接続されている。検知用変換素子 6 は、第二のスイッチ素子 7 及び検知信号線 12 を介して、読出部 51 へ接続されている。検知信号線 12 は、複数の検知画素 2 のうち少なくとも 2 以上のスイッチ素子 7 に共通に接続されている。

【 0 0 2 0 】

全ての画素は共通のバイアス配線 11 に接続されており、バイアス電源 53 から所定のバイアス電圧が印加されている。所定の行に配置された第一のスイッチ素子 5 は、第一の制御線 8（Vg1～Vg12）に接続されている。第二のスイッチ素子 7 は第二の制御線 9（Vd1～Vd8）と接続されている。

【 0 0 2 1 】

また、図 1 には、放射線を検知する際の検知領域 20 が 4 か所設けられている（図 1 中の R1～R4）。この検知領域 20 の中には複数の検知画素 2 が配置されている。また、R1 にある複数の検知画素 2 は、共通の検知信号線 12（図 1 中 D1）に接続されている。R2 から R4 についても同様に検知信号線 12（図 1 中 D2、D3、D4）に接続されている。図 1 には検知領域 20 が 2×2 の 4 領域配置されているが、この限りではない。例えば、検知領域 20 を 5×5 の 25 領域設けてもよいし、10×10 の 100 領域設けてもよい。検知領域 20 については、基板上に均等に分散して配置してもよいし、特定の範囲に偏るように検知領域 20 を配置してもよい。また、本実施形態では各検知領域 20 の中に検知画素 2 が複数配置されている。この場合、検知画素 2 は、検知領域 20 の中行方向又は列方向又は斜め方向の少なくとも規則的な配置であることが望ましい。

【 0 0 2 2 】

規則的な配置とは、連続的に配置されている場合だけでなく、検知領域 20 内に所定の間隔で撮像画素 1 と検知画素 2 が配置されている場合も含み得る。

【 0 0 2 3 】

なお、撮像画素 1 及び検知画素 2 の配置は、一例であり、当該配置に限定されるものではない。

【 0 0 2 4 】

駆動部 52 は、第一の制御線 8 を介して複数の撮像画素 1 を駆動する。更に駆動部 52 は、第二の制御線 9 を介して複数の検知画素 2 を駆動する。駆動部 52 と第一の制御線 8 及び第二の制御線 9 は、電気的に接続されている。第二の制御線 9 は複数配置されており、検知領域 20 中の検知画素 2 毎に個別に接続されている。

【 0 0 2 5 】

読出部 51 は、複数の検知部 132 と、マルチプレクサ 144 と、アナログデジタル変換器 146（以下、ADC）とを含みうる。複数の信号線 10 および複数の検知信号線 12 のそれぞれは、読出部 51 の複数の検知部 132 のうち対応する検知部 132 に接続される。ここで、1 つの信号線 10 または検知信号線 12 は、1 つの検知部 132 に対応す

10

20

30

40

50

る。つまり、本実施形態では、読出部 5 1 は、撮像素素 1 と検知画素 2 に基づく電気信号を夫々異なる信号線を介して読み出す。検知部 1 3 2 は、例えば、差動増幅器、サンプルホールド回路を含む。マルチプレクサ 1 4 4 は、複数の検知部 1 3 2 を所定の順番で選択し、選択した検知部 1 3 2 からの信号を A D C 1 4 6 に供給する。A D C 1 4 6 は、供給された信号をデジタル信号に変換して出力する。A D C 1 4 6 の出力は、信号処理部 2 2 4 に供給され、信号処理部 2 2 4 によって処理される。

【 0 0 2 6 】

信号処理部 2 2 4 は、A D C 1 4 6 の出力に基づいて、放射線撮像装置 2 0 0 に対する放射線の照射を示す情報を出力する。具体的には、信号処理部 2 2 4 は、例えば、放射線撮像装置 2 0 0 に対する放射線の照射を検知したり、放射線の照射量および/または積算照射量を演算したりする。つまり、本実施形態の読出部 5 1 は、駆動部 5 2 により駆動された検知画素 2 から読み出された信号に基づいて複数の検知領域毎の放射線の入射量を取得し得る。読出部 5 1 は、検知領域 2 0 に配置された複数の検知画素から取得される信号に応じた値を加算又は平均化した値に基づいて夫々の検知領域 2 0 の放射線の入射量を算出(取得)する。当該加算又は平均化処理は、信号処理部 2 2 4 が A D C 1 4 6 から取得したデジタル信号を処理することにより行われ得る。また、当該加算又は平均化処理は、これに限られるものではなく、検知部 1 3 2 が、差動増幅器に入力された複数の検知画素 2 から取得したアナログ信号を加算又は平均した値を A D C 1 4 6 に供給することによっても放射線の入射量を算出(取得)し得る。図 1 では、信号処理部 2 2 4 は、読出部 5 1 に含まれるものとしているがこれに限られるものでなく、制御部 5 5 に含まれていてもよいし、読出部 5 1、制御部 5 5 のいずれにも含まれない構成であってもよい。

【 0 0 2 7 】

なお、本発明における取得部は、本実施形態における信号処理部に相当する。

【 0 0 2 8 】

制御部 5 5 は、駆動部 5 2 および読出部 5 1 を制御する。制御部 5 5 は、信号処理部 2 2 4 からの情報に基づいて、例えば、露出(撮像素素 1 による照射された放射線に対応する電荷の蓄積)の開始および終了を制御する。つまり、制御部 5 5 は、検知用変換素子 6 で検知された放射線の量に基づいて放射線の入射量を測定し得る。

【 0 0 2 9 】

図 2 には、放射線撮像装置 2 0 0 を含む放射線撮像システムの構成が例示されている。放射線撮像システムは、放射線撮像装置 2 0 0 の他、コントローラ 1 0 0 2、インターフェース 1 0 0 3、放射線源インターフェース 1 0 0 4、放射線源 1 0 0 5 を備えている。

【 0 0 3 0 】

コントローラ 1 0 0 2 には、線量 A、照射時間 B (m s)、管電流 C (m A)、管電圧 D (k V)、放射線をモニタすべき領域である検知領域などが入力されうる。放射線源 1 0 0 5 に付属された爆射スイッチが操作されると、放射線源 1 0 0 5 から放射線が放射される。放射線撮像装置 2 0 0 の制御部 5 5 は、例えば、検知領域 2 0 に配置された検知画素 2 から読み出された信号の積分値が線量 A ' に到達したら、インターフェース 1 0 0 3 を介して放射線源インターフェース 1 0 0 4 に曝射停止信号を送る。これにตอบสนองして、放射線源インターフェース 1 0 0 4 は、放射線源 1 0 0 5 に放射線の放射を停止させる。ここで、線量 A ' は、線量 A、放射線照射強度、各ユニット間の通信ディレイ、処理ディレイ等に基づいて、制御部 5 5 によって決定されうる。放射線の照射時間が照射時間 B に達した場合は、放射線源 1 0 0 5 は、爆射停止信号の有無にかかわらず、放射線の照射を停止する。

【 0 0 3 1 】

次に、図 3 を用いて撮像素素の構成について説明する。図 3 (a) は撮像素素 1 の平面図、図 3 (b) は撮像素素 1 の A - A ' の断面図である。

【 0 0 3 2 】

本実施形態における撮像素素 1 は、撮像用変換素子 4 と、撮像用変換素子 4 の電荷に応じた電気信号を出力する第一のスイッチ素子 5 とを含む。撮像用変換素子 4 は、ガラス基

10

20

30

40

50

板等の絶縁性の基板 100 の上に設けられた第一のスイッチ素子 5 の上に第一の層間絶縁層 110 を挟んで積層されて配置されている。第一のスイッチ素子 5 は、基板 100 の上に、基板 100 側から順に、制御電極 101 と、第一の絶縁層 102 と、第一の半導体層 103 と、第一の半導体層 103 よりも不純物濃度の高い第一の不純物半導体層 104 と、第 1 主電極 105 と、第 2 主電極 106 と、を含む。第一の不純物半導体層 104 はその一部領域で第 1 主電極 105 及び第 2 主電極 106 と接しており、その一部領域と接する第一の半導体層 103 の領域の領域が、第一のスイッチ素子 5 のチャンネル領域となる。制御電極 101 は制御線と電気的に接合されており、第 1 主電極 105 は信号線 10 と電気的に接合されており、第 2 主電極 106 は変換素子の個別電極 111 と電気的に接合されている。なお、本実施形態では第 1 主電極 105 と第 2 主電極 106 と信号線 10 と同じ導電層で一体的に構成されており、第 1 主電極 105 が信号線 10 の一部をなしている。第一主電極 105、第二主電極 106、及び信号線 10 上には、信号線 10 側から順に、第二の絶縁層 107、第一の層間絶縁層 110 が配置されている。本実施形態では、スイッチ素子として非晶質シリコンを主材料とした半導体層及び不純物半導体層を用いた逆スタガ型のスイッチ素子を用いたが、本発明はそれに限定されるものではない。例えば、多結晶シリコンを主材料としたスタガ型のスイッチ素子を用いたり、有機 T F T、酸化物 T F T 等をスイッチ素子として用いたりすることができる。第一の層間絶縁層 110 は、第一のスイッチ素子 5 を覆うように、基板 100 と複数の個別電極 111 との間に配置されており、コンタクトホールを有している。撮像用変換素子 4 の個別電極 111 と第 2 主電極 106 とが、第一の層間絶縁層 110 に設けられたコンタクトホールにおいて、電気的に接合される。撮像用変換素子 4 は、第一の層間絶縁層 110 の上に、第一の層間絶縁層側から順に、個別電極 111 と、第二の不純物半導体層 112 と、第二の半導体層 113 と、第三の不純物半導体層 114 と、共通電極 115 と、を含む。撮像用変換素子 4 の共通電極 115 上には、第三の絶縁層 116 が配置されている。また、撮像用変換素子 4 の共通電極 115 は、第二の層間絶縁層 120 上に配置されたバイアス配線 11 が電気的に接合される。そして、バイアス配線 11 の上には保護膜としての第四の絶縁層 121 が配置されている。

【0033】

次に、図 4 を用いて検知画素の構成について説明する。図 4 (a) は検知画素 2 の平面図、図 4 (b) は B - B ' の断面図である。

【0034】

本実施形態における検知画素 2 は、撮像用変換素子 4 と第一のスイッチ素子 5、検知用変換素子 6 と第二のスイッチ素子 7 を含む。検知用変換素子 6 は、第一の層間絶縁層 110 の上層に、撮像画素 1 の撮像用変換素子 4 と同様の構造で積層されている。撮像用変換素子 4 及び検知用変換素子 6 の共通電極 115 には第二の層間絶縁層 120 上に配置されたバイアス配線 11 が電気的に接合される。また、検知用変換素子 6 の個別電極 111 は、第一の層間絶縁層 110 に設けられたコンタクトホールを介して、検知信号線 12 に接続されている。又、検知信号線 12 上には検知信号線 12 側から順に、第二の絶縁層 107、第一の層間絶縁層 110 が配置されている。

【0035】

尚、本実施形態における撮像画素 1 に対して、検知画素 2 は撮像用変換素子 4 の開口面積が小さくなっている為、検知画素 2 からの信号量が減少してしまう。これによる影響は、検知部 132 のゲインを調整すること、あるいは、撮像される画像を補正することによって、低減することができる。当該補正は、検知画素 2 の周囲の撮像画素 1 の値を用いて補間する処理等により実現可能である。尚、本実施形態では、撮像用変換素子 4 及び検知用変換素子 6 は P I N 型のセンサとしているが、これに限られるものではなく、M I S 型、T F T 型のセンサを使用してもよい。

【0036】

次に、本実施形態の放射線撮像装置の動作を、図 5 のタイミングチャートを用いて説明する。以下の説明において、撮像画素 1 を駆動する第一の制御線 8 に印加される電圧を信

10

20

30

40

50

号 $V_{g1} \sim V_{gm}$ (m は図1における12に相当する)とし、検知画素2を駆動する第二の制御線8に印加される電圧を $V_{d1} \sim V_{d8}$ とする。第1スイッチ素子5、第2スイッチ素子7は、ゲートに供給される信号がハイレベルであるときに導通状態となり、ゲートに供給される信号がローレベルであるときに非導通状態となる。なお、当該信号レベルと導通状態の組み合わせは、回路構成及びスイッチ素子の導電型の組み合わせによって決定することもできる。また、図5中に示す読出部51、駆動部52の動作は上述したように制御部55の制御に基づいて動作する。図5中では、ハイレベルは「 V_{on} 」と表記し、ローレベルは「 V_{off} 」で示す。なお、本発明における「オン電圧」は本実施形態における「 V_{on} 」に相当する。また、本発明における「オフ電圧」は本実施形態における「 V_{off} 」に相当する。

10

【0037】

まず、図5中の T_1 の期間について説明する。期間 T_1 は、放射線の照射の開始を待つ期間である。本実施形態では、放射線撮像装置200の電源が投入され、放射線画像の撮像が可能な状態となってから放射線源1005の曝射スイッチが操作され、放射線の照射が検知されるまでの期間が期間 T_1 である。 T_1 の期間は、第一のスイッチ素子5及び第二のスイッチ素子7に順次 V_{on} の電圧を印加していき、撮像用変換素子4及び検知用変換素子6の個別電極111を信号線10及び検知信号線12の電位にリセットしておく。なお、第二のスイッチ素子7は常に V_{on} を印加した状態であってもよい。これによって、ダーク電流による電荷が撮像素子1の変換素子に長時間にわたって蓄積されることが防止される。期間 T_1 の長さは、撮像手法・条件等により大きく異なるが、例えば、数 $sec \sim$ 数 min でありうる。

20

【0038】

次に、図5中の T_2 の期間について説明する。期間 T_2 は、放射線が照射されている期間である。一例として、期間 T_2 は、放射線の照射の開始が検知されてから放射線の曝射量が最適線量となるまでの期間である。期間 T_2 は、放射線の照射量をモニタする期間であるとも言える。期間 T_2 では、 $V_{d1} \sim V_{d8}$ に断続的に V_{on} が印加され、検知画素2の第二のスイッチ7が断続的に導通状態にし、検知画素2からの信号が読み出される。なお、 $V_{g1} \sim V_{gm}$ に常時 V_{off} が印加されているために、第一のスイッチ素子5は非導通状態となっている。ここで、第二のスイッチ素子7に V_{on} 又は V_{off} を印加する際に、第二の制御線9と検知信号線12の間の寄生容量を介して検知信号線12の電位を変動させる場合がある。例えば、 V_{on} 又は V_{off} の印加に基づいて瞬間的に第二の制御線9から検知信号線12に寄生容量を介して電荷が注入され検知信号線12の電位が変動させられる。本実施形態では、1つの検知領域20に対して複数の検知画素2が列方向に4画素配置されている。そのため、4画素に接続された第二の制御線9に同時に V_{on} を印加して読み出す場合、第二の制御線9と検知信号線12の間の寄生容量に起因して発生した電荷の影響が顕著になる。この場合に、検知信号線12に現れる寄生容量に基づく電荷が検知信号線12を介して読出部51へ転送されてしまう。ここで、寄生容量は、検知信号線12の材料、物理的な構造、他の配線等との距離、他の配線間の物質の誘電率等に起因する容量成分を示す。

30

【0039】

制御部55は、各検知領域20に配置された複数の検知画素2の夫々を異なるタイミングで駆動させるように駆動部52を制御する。そして、検知領域20毎の放射線の入射量を読出部51を介して、情報処理部224で取得し得る。制御部55は、駆動部52を制御し、第二のスイッチ素子7には順次 V_{on} を印加し、第二のスイッチ素子7を導通状態にする。そして、読出部51は、検知画素2の検知用変換素子6からの信号を読み出すために、1つの検知領域20の中の複数の検知画素2を異なるタイミングで読み出す。具体的には、図5に示すように、 $V_{d1} \sim V_{d4}$ 及び、 $V_{d5} \sim V_{d8}$ に順次 V_{on} を印加する。この場合に読出部52は、読出した信号を蓄積させる。一例として、検知部132の差動増幅器の帰還容量に出力を蓄積させる。そして、読出部51は、 $V_{d1} \sim V_{d8}$ への V_{on} の印加を終了させると、検知部132によるサンプルホールドを実施し、検知信号

40

50

線 1 2 のリセットを実施する。このように、各検知領域 2 0 に配置された複数の検知画素 2 の夫々を異なるタイミングで駆動させることで先に述べた寄生容量の影響を抑制し得る。本実施形態では、検知領域 2 0 内の複数の検知画素 2 の出力を、差動増幅器の帰還容量で加算しているがこれに限られるものではない。例えば、A D C 1 4 6 でデジタル変換された後のデータを加算又は平均したものであってもよい。なお、検知部 1 3 2 でアナログ信号を加算する場合、デジタル変換時のノイズが加算されないためノイズを低減し得る。本実施形態において、放射線が照射されている期間においては、検知画素 2 は、撮像素子 1 よりも短い頻度で読み出され得る。そのため個々の検知画素 2 の信号量は撮像素子 1 よりも小さくなる。そのため、複数の検知画素 2 の信号を加算又は平均することで所定の検知領域 2 0 の信号を増幅又はノイズの低減を行えるため、寄生容量成分の影響を低減することに寄与し得る。

10

【 0 0 4 0 】

本実施形態では、各検知領域 2 0 (R 1 ~ R 4) において、夫々が異なる検知信号線 1 2 に接続されている。更に、複数の検知領域 2 0 の間で共通の第二の制御線 9 が接続されている。そのため、R 1 ~ R 4 の各検知領域 2 0 の検知画素 2 の信号の読み出しを任意のタイミングで行える。本実施形態において、制御部 5 5 は、異なる検知領域 2 0 に配置された検知画素 2 の駆動又は信号の読み出しを同時に行える。一例として、制御部 5 5 は、複数の検知領域 2 0 のうち異なる検知領域 2 0 に配置された 2 以上の検知画素 2 を駆動させるタイミングを重複させるように駆動部を制御している。当該制御により、駆動部 5 2 は、V d 1 と V d 5 は同時に V o n 又は V o f f を印加することができる。駆動部 5 2 は、同様に、V d 2 は V d 6 と同時に V o n 又は V o f f を印加する事が可能である。そして、読出部 5 1 は、駆動部 5 2 により V d 1 ~ V d 4 及び V d 5 ~ V d 8 に V o n が印加された後に、各検知領域 2 0 に対応する検知部 1 3 2 でサンプルホールド (S H) を実施し、配線リセットを実施する。また、読出部 5 1 は、複数の検知領域 2 0 に対応する信号を任意のタイミングで取得できる。このようにして、本実施形態の放射線撮像装置は、放射線照射中にリアルタイムで放射線の入射量を測定できる。更に、本実施形態の放射線撮像装置は、夫々の検知領域 2 0 に個別の第二の制御線 9 を接続する場合と比較して、配線を少なくすることができる。また、検知領域 2 0 内の複数の検知画素で検知部 1 3 2 を共有でき、且つ検知信号線 1 2 の配線を少なくできる。制御部 5 5 は、読出部 5 1 で取得された放射線照射量が所定の値に達した場合、通信 I F 5 6 を介して外部に信号を送ることもできる。

20

30

【 0 0 4 1 】

次に、図 5 中の T 3 の期間について説明する。期間 T 3 は、放射線の照射が終了した後に、放射線により撮像素子 1 0 1 に蓄積された信号を読み出す期間である。期間 T 3 では、駆動部 V d 1 ~ V d n がローレベルにされる。期間 T 3 では、検知信号線 1 2 がフローティングになることを防ぐために、検知信号線 1 2 を固定電位に接続することが好ましい。また、第一の制御線 7 を走査する為に、V g 1 ~ V g 9 に順次 V o n 電圧を印加し、信号線 1 0 を介して撮像用変換素子 4 に蓄積された信号を読出部 5 1 へ転送される。以上のように、第一の実施形態の放射線撮像装置では、放射線の照射を高い精度で読み出すことができ、より適切な線量制御および露出制御の実現に寄与し得る。

40

【 0 0 4 2 】

(第二の実施形態)

次に、図 6 を用いて第二の実施形態における放射線撮像装置について説明する。放射線撮像装置の構成については、第一の実施形態の放射線撮像装置が適用可能である。本実施形態と第一の実施形態との差異は、制御部が、検知画素へ順次 V o n を印加するタイミングと、当該 V o n が印加される検知画素とは異なる検知画素が V o f f を印加されるタイミングが同時になるように駆動部を制御する。本実施形態での具体的な動作について説明する。図 6 中の T 1 および T 3 の期間の動作については第一の実施形態と同様である。図 6 中の T 2 の期間は、放射線が曝射されている期間である。制御部 5 5 は、V d 1 ~ V d 3 に順次 V o n を印加するように駆動部 5 2 を制御する。この場合に、寄生容量に起因し

50

た信号線 10 の電位変動を抑制するために、V d 1 に V o f f 電圧を印加するタイミングと略同じタイミングで V d 2 に V o n 電圧を印加する。同様に、V d 2 に V o f f を印加するタイミングと略同じタイミングで V d 3 に V o n を印加し、V d 3 に V o f f を印加するタイミングと略同じタイミングで V d 1 に V o n を印加する。当該動作を夫々の制御線に繰り返すことにより、第二のスイッチ素子の V o n 及び V o f f 印加時に寄生容量に起因する信号線の電位変動を抑制できる。

【 0 0 4 3 】

上述したように、制御部 5 5 は、検知領域 2 0 に配置された複数の検知画素 2 のうち少なくとも 1 つの検知画素 2 へ印加する電圧を導通状態から非導通状態へ変化させる。この場合に、該検知画素 2 とは異なる検知画素 2 へ印加する電圧を非導通状態から導通状態に

10

【 0 0 4 4 】

(第三の実施形態)

次に、図 7 及び図 8 を用いて第三の実施形態における放射線撮像装置について説明する。ここで、第一の実施形態と重複する箇所については説明を割愛する。図 7 は第三の実施形態に係る放射線撮像装置の構成を示す図である。図 8 は第三の実施形態に係る検知画素の構造を示す図である。本実施形態では、本実施形態と第一の構成上の差異は、図 8 に示すように、検知画素 2 が、検知用変換素子 6 と第二のスイッチ素子 7 の組み合わせから成り、撮像用変換素子 4 と第一のスイッチ素子 5 を含まない点である。この構成によると、検知用変換素子 6 の面積を大きく配置できるため放射線の検知感度の向上を図ることができる。この場合において、検知画素 2 には撮像用変換素子 4 が配置されていないため欠陥画素となってしまうが、隣接する撮像画素の出力や画像データからデータを補完することで補正可能である。更に、本実施形態における放射線撮像装置は、各検知領域 2 0 (R 1 ~ R 4) に複数の検知画素 2 がマトリックス状に 2 × 2 の 4 画素配置されている。なお、各検知領域 2 0 内の検知画素 2 の数はこれに限定されるものではない。当該構成においても、第一の実施形態と同様に、各検知領域 2 0 の中で第二の制御線 9 を複数系統に分割しているため、寄生容量に起因する電位変動を抑制し得る。

20

【 0 0 4 5 】

(第四の実施形態)

次に、図 9 及び図 1 0 を用いて第四の実施形態における放射線撮像装置について説明する。ここで、先の実施形態と重複する箇所については説明を割愛する。

30

【 0 0 4 6 】

図 9 は、第四の実施形態における放射線撮像装置の構成を示す図である。

【 0 0 4 7 】

第一から第三の実施形態との差異は、撮像画素 1 と検知画素 2 からの信号の読み共通の信号線 (信号線 1 0) で行う点で異なる。更に、複数の検知領域 2 0 を共通の信号線で接続している。具体的には、複数の検知領域 2 0 のうち、一例として R 1 と R 2 の検知画素 2 が共通の信号線 1 0 (S 2) に接続されている。同様に、検知領域 2 0 のうち、R 3 と R 4 の検知画素 2 が共通の信号配線 (S 6) に接続している。当該構成により、検知部を共有することができるため、先の実施形態と比較して検知部の個数を減らすことができる。

40

【 0 0 4 8 】

図 1 0 は、第四の実施形態における放射線撮像装置の動作を示す図である。図 1 0 の T 1 および T 3 の期間における動作については先の実施形態と同様である。

【 0 0 4 9 】

図 1 0 における期間 T 2 は放射線が照射されている期間である。期間の定義については他の実施形態と同様である。制御部 5 5 は、共通の検知部に接続されている検知領域 2 0 毎に検知画素からの信号を取得するように制御する。制御部 5 5 は、まず、駆動部 5 2 を

50

制御し、V d 1 から V d 4 に順次 V o n を印加する。そして、V d 4 を非導通状態にし、サンプルホールド (S H) を実施し、配線リセットを実施する。次に、制御部 5 5 は、他の検知領域 2 0 からの信号を取得するために V d 5 ~ V d 8 に順次 V o n を印加する。V d 8 を非導通状態にし、サンプルホールド (S H) を実施し、配線リセットを実施する。さらに、読出部 5 1 で測定された放射線照射量が設定値に達した後、放射線源に信号を送り、放射線の照射を停止させても良い。

【 0 0 5 0 】

以上の本実施形態において読出部の構成を簡易にしつつ、放射線の照射を高い精度で読み出すことができ、より適切な線量制御および露出制御の実現に寄与し得る。

【 0 0 5 1 】

(第五の実施形態)

次に、図 1 1 及び図 1 2 を用いて第五の実施形態における放射線撮像装置について説明する。ここで、先の実施形態と重複する箇所については説明を割愛する。先の実施形態との差異は、第二の制御線 9 が、検知領域 2 0 内の複数の検知画素 2 に対して検知領域 2 0 の近傍で分岐して接続されている点である。

【 0 0 5 2 】

図 1 1 は、第 5 の実施形態における放射線撮像装置の構成を示す図である。

【 0 0 5 3 】

図 1 1 に示すように、一例として、第二の制御線 9 が、検知画素 2 の近傍で 2 股に分割している例を示す。なお、分岐の数は 2 に限られず、少なくとも、後述する寄生容量を低減させるように第二の制御線 9 が分岐されているものであれば更に複数分岐していてもよい。当該構成により、第二の制御線 9 が信号線 1 0 又は検知信号線 1 2 と交差する箇所を低減できる。そして、第二の制御線 9 と信号線 1 0 の交差箇所における寄生容量に起因して信号線 1 0 から読み出される信号のアーチファクトを低減できる。第二の制御線 9 と検知信号線 1 2 との間の寄生容量に起因して検知信号線 1 2 の電位変動を低減できる。

【 0 0 5 4 】

次に、本実施形態における画素の構成を図 1 2 (a) は図 1 1 中の a で示される破線中の画素の平面図である。図 1 2 (b) は図 1 2 (a) 中の A - A ' の断面図である。図 1 2 (a) 中の第二の制御線 9 は、左上の画素と右上の画素の間に設けられたコンタクトホールを介して、右下の画素に配線され、第二のスイッチ素子 7 と接続される。図 1 2 (b) に示すように、個別電極層 1 1 1 と第二の制御線 9 は、コンタクトホールを介して接続される。

【 0 0 5 5 】

以上の本実施形態の寄生容量をより低減し得る構成において、放射線の照射を高い精度で読み出すことができ、より適切な線量制御および露出制御の実現に寄与し得る。

【 0 0 5 6 】

(応用実施形態)

次に、図 1 2 を用いて、放射線撮像装置を用いた放射線撮像システムについて説明する。放射線源である X 線チューブ 6 0 5 0 で発生した X 線 6 0 6 0 は、患者あるいは被験者 6 0 6 1 の胸部 6 0 6 2 を透過し、放射線撮像装置 2 0 0 に入射する。この入射した X 線には患者 6 0 6 1 の体内部の情報が含まれている。X 線の入射に対応して変換部 3 で放射線を電荷に変換して、電気的情報を得る。この情報はデジタルデータに変換され信号処理手段となるイメージプロセッサ 6 0 7 0 により画像処理され制御室の表示手段となるディスプレイ 6 0 8 0 で観察できる。

【 0 0 5 7 】

また、この情報は電話回線 6 0 9 0 等の伝送処理手段により遠隔地へ転送でき、別の場所のドクタールームなど表示手段となるディスプレイ 6 0 8 1 に表示もしくは光ディスク等の記録手段に保存することができ、遠隔地の医師が診断することも可能である。また記録手段となるフィルムプロセッサ 6 1 0 0 により記録媒体となるフィルム 6 1 1 0 に記録することもできる。

10

20

30

40

50

【0058】

なお、本発明の実施形態は、コンピュータや制御コンピュータがプログラム（コンピュータプログラム）を実行することによって実現することもできる。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等のコンピュータが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、伝送媒体およびプログラムプロダクトは、本発明の範疇に含まれる。

【0059】

以上、本発明を実施形態に基づいて詳述してきたが、本発明はこれらの特定の実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の様々な形態も本発明の範疇に含まれる。更に、上述した各実施形態は本発明の一実施の形態を示すものにすぎず、各実施形態を適宜組み合わせることも可能である。

10

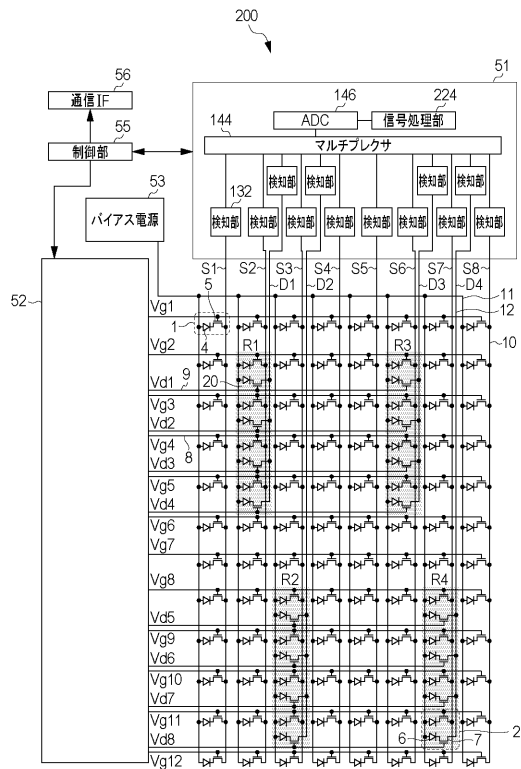
【符号の説明】

【0060】

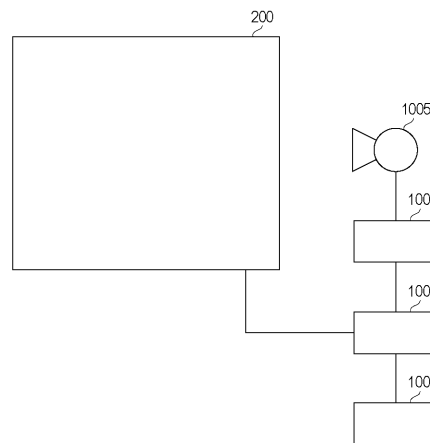
- 1 撮像素子
- 2 検知画素
- 6 検知用変換素子
- 7 検知用スイッチ素子
- 12 検知信号線
- 20 検知領域
- 52 駆動部
- 55 制御部
- 200 放射線撮像装置

20

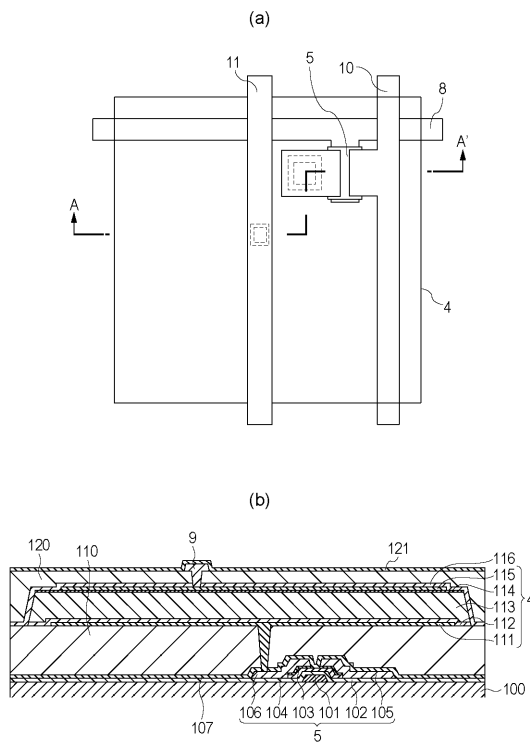
【図1】



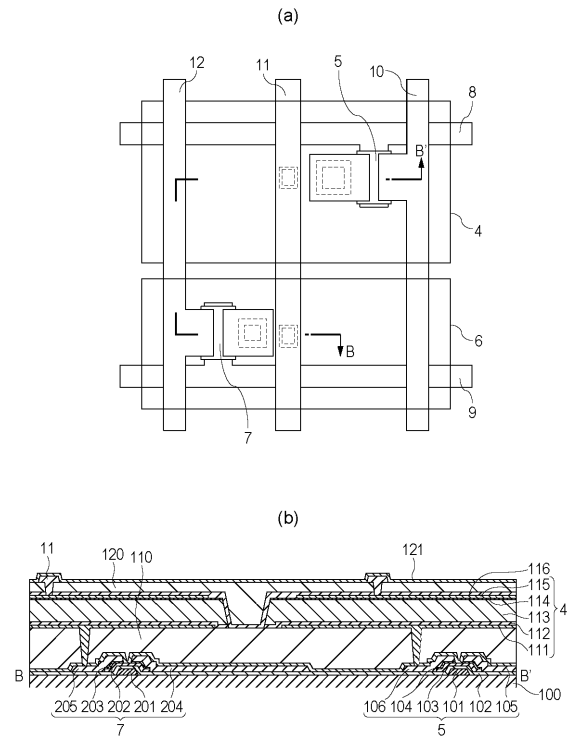
【図2】



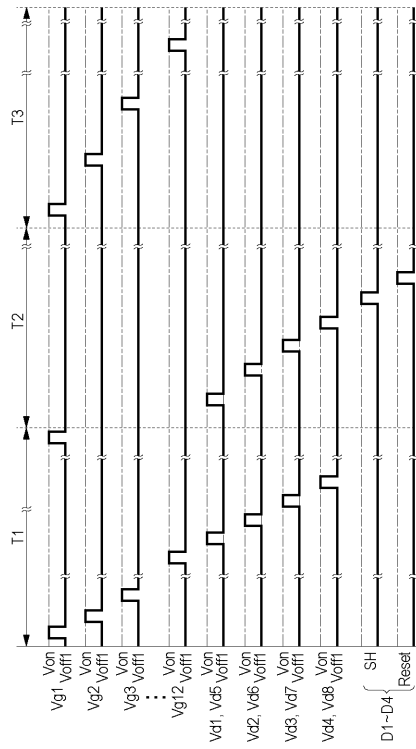
【図3】



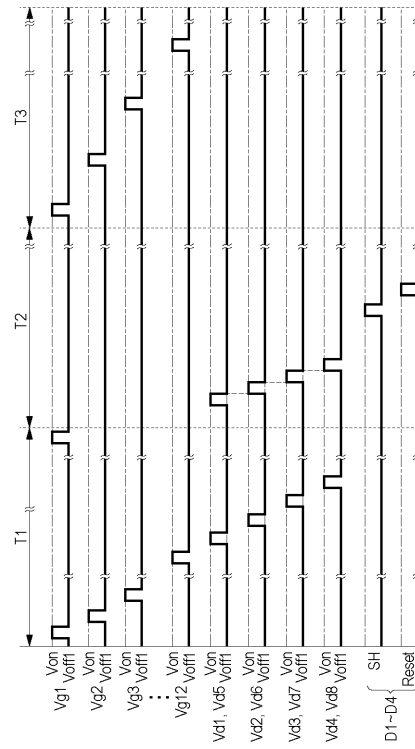
【図4】



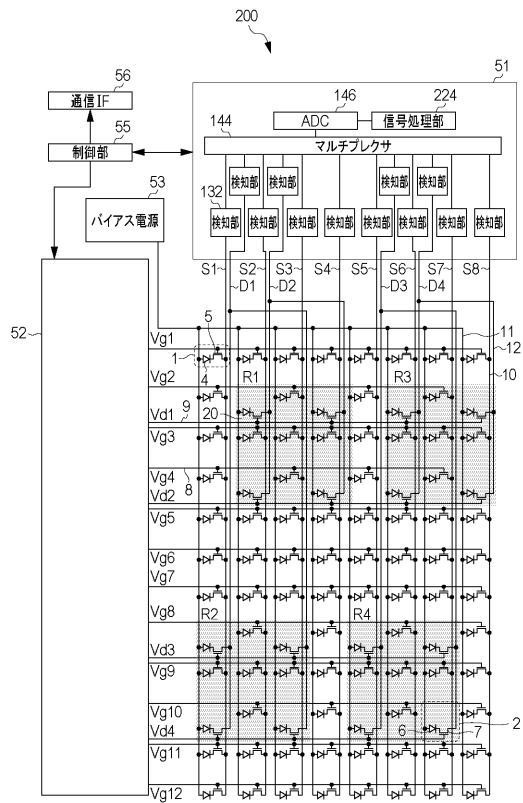
【図5】



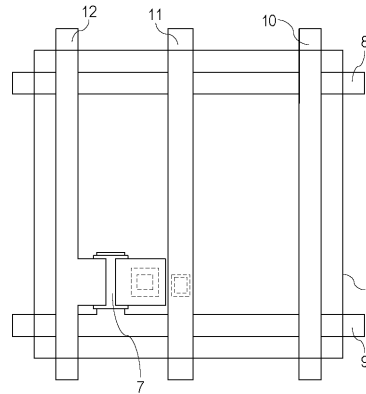
【図6】



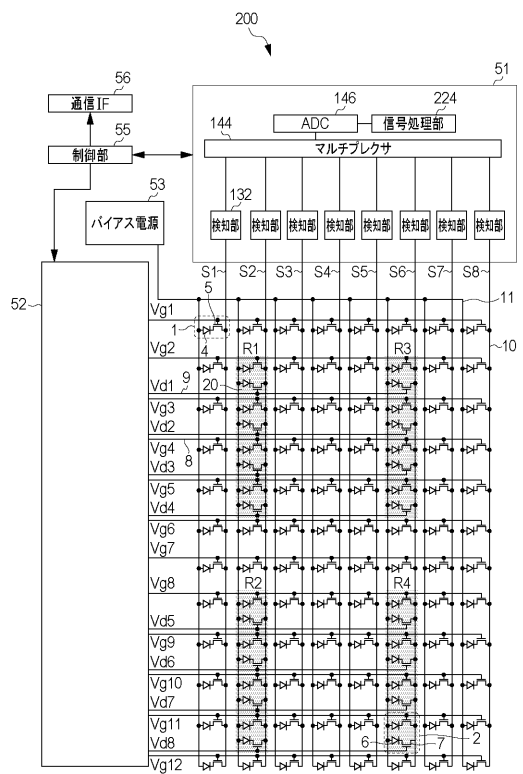
【図7】



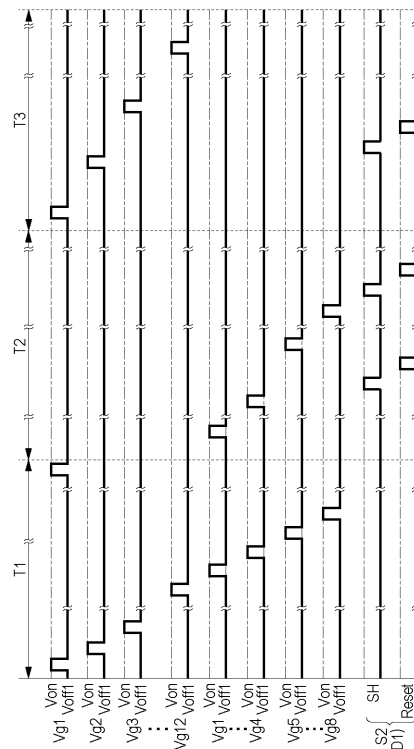
【図8】



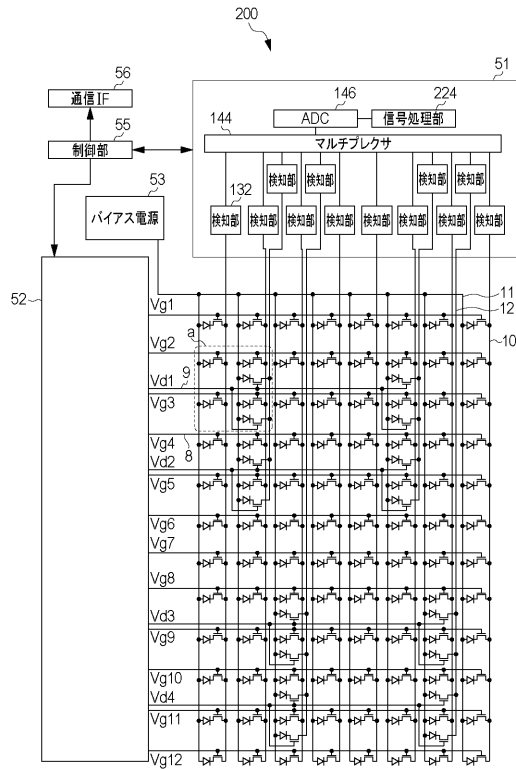
【図9】



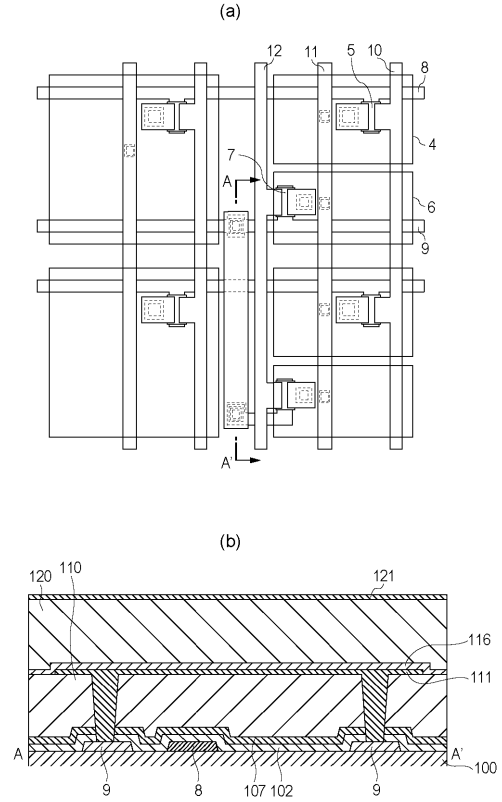
【図10】



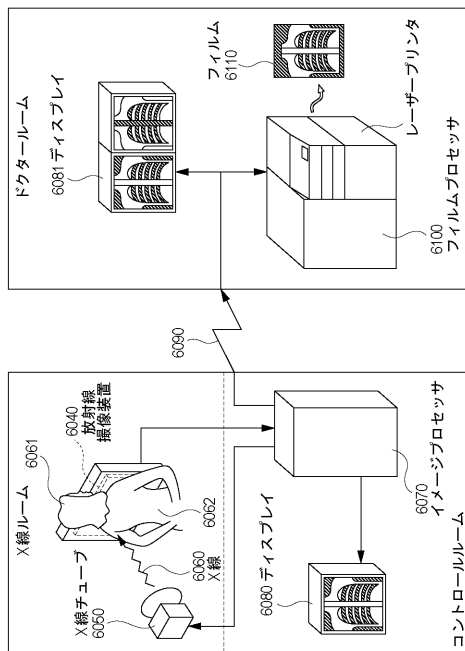
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
H 0 1 L	27/144	(2006.01)	H 0 1 L	27/144 K
H 0 1 L	27/146	(2006.01)	H 0 1 L	27/146 C
A 6 1 B	6/00	(2006.01)	A 6 1 B	6/00 3 0 0 S

- (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
- (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 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 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 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 藤本 加代子

(56)参考文献 特開2014-052191(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 1 T 7 / 0 0

G 0 1 T 1 / 0 0