

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6512909号  
(P6512909)

(45) 発行日 令和1年5月15日(2019.5.15)

(24) 登録日 平成31年4月19日(2019.4.19)

(51) Int. Cl.		F I	
HO4N 5/32	(2006.01)	HO4N 5/32	
HO4N 5/374	(2011.01)	HO4N 5/374	
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 17 頁)

(21) 出願番号	特願2015-80435 (P2015-80435)	(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27年4月9日(2015.4.9)	(74) 代理人	100126240 弁理士 阿部 琢磨
(65) 公開番号	特開2016-201665 (P2016-201665A)	(74) 代理人	100124442 弁理士 黒岩 創吾
(43) 公開日	平成28年12月1日(2016.12.1)	(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
審査請求日	平成30年3月19日(2018.3.19)	(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】放射線撮像装置および放射線撮像システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

撮像用変換素子からの信号を出力するための撮像用スイッチ素子を有し、放射線画像の取得のための撮像素と、

検知用変換素子からの信号を出力するための検知用スイッチ素子を有し、放射線の入射を検知する検知画素と、

前記撮像用スイッチ素子による出力を制御するための電圧を前記撮像用スイッチ素子に第一の制御線を介して印加し、前記検知用スイッチ素子による出力を制御するための電圧を前記検知用スイッチ素子に第二の制御線を介して印加する駆動部と、

前記検知用スイッチ素子によって出力された信号を伝送するための信号線と、

を含む放射線撮像装置であって、

前記信号線との間で容量結合されるように配置され、前記第一の制御線および第二の制御線とは異なる容量線と、  
前記駆動部が前記第二の制御線を介して前記検知用スイッチ素子に対して印加する電圧の変更を行った場合に前記第二の制御線と前記信号線との間の寄生容量を介して前記信号線に発生した電荷に起因する前記信号線に伝送される信号の変動を抑制するように、前記容量線に対して印加する電圧を変更するように制御する制御部と、

を有することを特徴とする放射線撮像装置。

【請求項2】

前記第一の制御線は、前記撮像用スイッチ素子の制御電極に電氣的に接続されており、

前記第二の制御線は、前記検知用スイッチ素子の制御電極に電氣的に接続されており、  
前記信号線は、前記検知用スイッチ素子の主電極に電氣的に接続されており、  
前記制御部は、前記検知用スイッチ素子に対してオン又はオフ電圧を印加した場合に、  
前記容量線に対し該オン又はオフ電圧と逆極性の電圧を印加す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 に記載の放射線撮像装置。

【請求項 3】

前記制御部は、前記オン又はオフ電圧を印加するタイミングと前記逆極性の電圧を印加  
するタイミングが重複す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 2 に記載  
の放射線撮像装置。

【請求項 4】

前記制御部は、前記オン又はオフ電圧を印加するタイミングと前記逆極性の電圧を印加  
するタイミングが同時にな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 2 又は  
3 に記載の放射線撮像装置。

【請求項 5】

前記容量線は、前記制御線と同一方向に並んで配置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】

前記容量線は、前記信号線と重なるように配置されていることを特徴とする請求項 1 か  
ら 5 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像装置。

【請求項 7】

前記容量結合された部分が、前記撮像素子が配置された撮像領域よりも外側に配置され  
ていることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像装置。

【請求項 8】

前記容量結合された部分が、前記撮像素子および / または前記検知画素と重なる領域に  
形成されていることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像装置  
。

【請求項 9】

前記検知用スイッチ素子は、薄膜トランジスタを含み、  
前記容量結合された部分は、前記薄膜トランジスタと同一構造のスイッチ素子を含むこ  
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】

前記検知画素は、撮像用変換素子と前記撮像用変換素子に接続される撮像用スイッチ素  
子とを更に有す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】

【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。

【背景技術】

【0002】

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、TF T  
(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。

【0003】

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

10

20

30

40

50

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。

【0004】

特許文献1には、放射線画像を取得するための撮像素子と、放射線を検知するための検知画素とを備え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。そして、検知用画素の信号を読み出す際にスイッチ素子の導通状態を切り替えるために駆動電圧を導通電圧及び非導通電圧に適宜切り替えている。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0005】

【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】

【0006】

しかしながら、特許文献1の放射線撮像装置では、当該駆動電圧を切り替える際に、制御線の電圧の変化に伴いスイッチ素子へ接続された制御線と信号線との寄生素子（寄生容量）に起因して信号線に伝送する信号に変動が生じるおそれがある。そのため、当該信号線の電位変動により放射線の照射の検知精度が不正確になる場合があった。

【0007】

20

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する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一つの側面は、撮像用変換素子からの信号を出力するための撮像用スイッチ素子を有し、放射線画像の取得のための撮像素子と、検知用変換素子からの信号を出力するための検知用スイッチ素子を有し、放射線の入射を検知する検知画素と、前記撮像用スイッチ素子による出力を制御するための電圧を前記撮像用スイッチ素子に第一の制御線を介して印加し、前記検知用スイッチ素子による出力を制御するための電圧を前記検知用スイッチ素子に第二の制御線を介して印加する駆動部と、前記検知用スイッチ素子によって出力された信号を伝送するための信号線と、を含む放射線撮像装置であって、前記信号線との間で容量結合されるように配置され、前記第一の制御線および第二の制御線とは異なる容量線と、前記駆動部が前記第二の制御線を介して前記検知用スイッチ素子に対して印加する電圧の変更を行った場合に前記第二の制御線と前記信号線との間の寄生容量を介して前記信号線に発生した電荷に起因する前記信号線に伝送される信号の変動を抑制するように、前記容量線に対して印加する電圧を変更するように制御する制御部と、を有することを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0009】

40

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する。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】第一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】第一の実施形態における放射線撮像装置の撮像素子を示す図である。

【図4】第一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】第一の実施形態における放射線撮像装置の容量素子とその近傍を示す図である。

50

【図6】第一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】第一の実施形態における放射線撮像装置の他の構成例を示す図である。

【図8】第二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9】第二の実施形態における放射線撮像装置の容量素子とその近傍を示す図である。

【図10】第二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】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。

10

【0012】

（第一の実施形態）

図1を用いて第一の実施形態について説明する。図1は第一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9行9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素子1と、放射線の入射を検知する検知用変換素子6と当該検知用変換素子6に接続される第二のスイッチ素子7とを有する検知画素2を有する。更に、放射線撮像装置200は、第二の制御線9と、駆動部52を少なくとも有している。更に、放射線撮像装置200は、容量線15を有している。容量線15は、検知信号線12との間で容量結合された部分（容量素子14）が形成されるように配置されている。当該配置の一例として、容量線15は、例えば、絶縁部材等の誘電体を介して検知信号線12に交差するように配置されることで容量素子14を形成し得る。また、容量線15は、駆動部52と電気的に接続されている。ここで、容量素子14は、容量線15と検知信号線12との間で容量結合された部分を示す部分を例示したものである。そのため、容量素子14は、受動素子として形成された部分および検知信号線12との間に発生する寄生容量も含み得る。また、容量線15は、少なくとも第一の制御線8および第二の制御線9とは異なる配線として設けられている。

20

30

【0014】

なお、以下の説明では、複数の撮像素子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】

撮像素子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、撮像素子1の撮像用変換素子4と同等の大きさで配置しても良い。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。

40

【0016】

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

50

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。つまり、撮像領域は、放射線が入射した場合に放射線撮像装置によって画像に変換し得る領域であり、放射線の入射を検知可能な領域であり得る。

【 0 0 1 7 】

第一のスイッチ素子 5 は、撮像用変換素子 4 からの信号の出力を行うための機能を有する。第二のスイッチ素子 7 は、検知用変換素子からの信号の出力を行うための機能を有する。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 ( T F T ) を含みうる。

10

【 0 0 1 8 】

撮像用変換素子 4 は、第一のスイッチ素子 5 及び信号線 1 0 ( S 1 ~ S 9 ) を介して、読出部 5 1 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 1 2 を介して、読出部 5 1 へ接続されている。検知信号線 1 2 は、一例として複数の検知画素 2 の夫々の第二のスイッチ素子 7 に共通に接続されている。つまり、各スイッチは、駆動状態によって、それぞれ接続された変換素子からの信号を出力されるように動作する。

【 0 0 1 9 】

20

全ての画素は共通のバイアス配線 1 1 に接続されており、バイアス電源 5 3 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 ( V g 1 ~ V g 9 ) と接続されている。第二のスイッチ素子 7 は第二の制御線 9 ( V d 1 ~ V d 3 ) と接続されている。

【 0 0 2 0 】

容量線 1 4 は、複数の撮像画素 1 が配置された領域 ( 撮像領域 ) の外側に配置されている。また、容量線 1 4 は、第一の制御線 8 および / または第二の制御線 9 と同一方向に配置されている。本実施形態では、容量線 1 4 は、第一の制御線 8 または第二の制御線 9 と平行になるように配置されている。なお、本実施形態において、容量線 1 4 は、当該配置に限られるものでなく、検知信号線 1 2 との間で容量素子 1 4 が形成されるように配置されていけばよい。

30

【 0 0 2 1 】

また、図 1 の放射線撮像装置 2 0 0 には、放射線を検知する際の放射線検知領域 ( R O I ) が 9 か所設けられている ( 図 1 中の R 1 ~ R 9 ) 。この放射線検知領域 ( R O I ) の中には検知画素 2 が配置されている。また、R 1、R 2、R 3 の検知画素 2 は、共通の検知信号線 1 2 ( 図 1 中 D 1 ) に接続されている。同様に、R 4、R 5、R 6 の検知画素 2 は共通の検知信号線 1 2 ( 図 1 中 D 2 ) に接続され、R 7、R 8、R 9 の検知画素 2 は共通の検知信号線 1 2 ( 図 1 中 D 3 ) に接続されている。本実施形態では各放射線検知領域 ( R O I ) の中に検知画素 2 が 1 画素ずつ配置されている例を示したが、1 つの放射線検知領域 ( R O I ) の中に検知画素 2 を複数配置しても良い。一例として、検知画素 2 は、行又は列方向に複数接続して配置してもよい。この場合において、検知画素 2 は、放射線検知領域 ( R O I ) の中で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。ここで、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 2 0 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。図 1 には放射線検知領域 ( R O I ) が 3 × 3 の 9 領域配置されているが、この限りではない。例えば、放射線検知領域 ( R O I ) を 5 × 5 の 2 5 領域設けてもよいし、1 0 × 1 0 の 1 0 0 領域設けてもよい。放射線検知領域 ( R O I ) については、基板上に均等になるように配置してもよいし、特定の範囲に偏るように放射線検知領域 ( R O I ) を配置してもよい。また、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。

40

50

## 【 0 0 2 2 】

読出部 5 1 は、複数の検知部 1 3 2 と、マルチプレクサ 1 4 4 と、アナログデジタル変換器 1 4 6 (以下、A D 変換器) とを含みうる。複数の信号線 1 0 および複数の検知信号線 1 2 のそれぞれは、読出部 5 1 の複数の検知部 1 3 2 のうち対応する検知部 1 3 2 に接続される。ここで、信号線 1 0 または検知信号線 1 2 は、検知部 1 3 2 と 1 対 1 で対応している。このため、読出部 5 1 は、放射線が入射されるまでの待ち時間において、検知信号線 1 0 に対応した検知部 1 3 2 を動作させないように制御し得る。この結果、放射撮像装置 2 0 0 は、信号線 1 0 と検知信号線 1 2 とで共通の検知部 1 3 2 を設ける場合と比較して、消費電力を少なくすることができ、発熱を抑制することもできる。また、例えば、可搬型の放射線撮像装置のように、電池 ( バッテリ ) を内蔵している装置の場合には、当該電池の消耗を抑制し得る。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 ( 不図示 ) を含む。検知部 1 3 2 は、当該サンプルホールド回路により、サンプルホールドを行い信号を取得し得る。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 変換器 1 4 6 に供給する。A D 変換器 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 変換器 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。信号処理部 2 2 4 は、A D 変換器 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。

10

20

## 【 0 0 2 3 】

駆動部 5 2 は、第一の制御線 8、第二の制御線 9 および容量線 1 5 のそれぞれと電氣的に接続されている。本実施形態において、駆動部 5 2 は、第一のスイッチ素子 5 及び第二のスイッチ素子 7 を導通状態にするオン電圧と、第一のスイッチ素子 5 及び第二のスイッチ素子 7 を非導通状態にするオフ電圧を出力する。このため、このため、駆動部 5 2 は、第一のスイッチ素子 5 による出力を制御するための電圧を第一の制御線 8 を介して印加し、第二のスイッチ素子 7 による出力を制御するための電圧を第二の制御線 9 を介して印加する。更に、駆動部 5 2 は、容量線 1 5 を介して容量素子 1 4 に電圧を印加する。

## 【 0 0 2 4 】

本実施形態において、駆動とは、各スイッチ素子において導通状態または非導通状態に制御することを示し、容量素子 1 4 において電荷を発生させることを示す。

30

## 【 0 0 2 5 】

更に、容量素子 1 4 を駆動するため容量駆動部 5 4 が、駆動部 5 2 とは別に設けてもよい。詳細は第二の実施形態で述べる。

## 【 0 0 2 6 】

制御部 5 5 は、駆動部 5 2 および読出部 5 1 を制御し得る。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 ( 撮像画素 1 0 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、取得し得る。

## 【 0 0 2 7 】

放射線照射量の測定を行う際、駆動部 5 2 は、第二のスイッチ素子 7 に第二の制御線 9 を介してオン電圧を印加する。この場合、第二のスイッチ素子 7 および第二の制御線 9 と検知信号線 1 2 の交差部における寄生容量  $C_{gs}$  を介して電位変動が発生する。この場合、 $Q = (V_{on} - V_{off}) \times C_{gs}$  で表わされる電荷  $Q$  (インジェクション電荷) が検知信号線 1 2 に発生する。当該電荷  $Q$  により、検知部 1 3 2 が有する初段オペアンプの帰還容量が飽和してしまう場合がある。このため、検知部 1 3 2 による放射線照射量の検知精度が低下する場合がある。一例として、検知用変換素子 6 に蓄積された電荷を短い間隔で読み出す場合に、帰還容量を小さくゲインを上げた状態で駆動させた場合に顕著となる。

40

## 【 0 0 2 8 】

50

更に、各ROIの中に検知画素2を列方向に複数配置(例えば10画素)された場合について説明する。読出部51が複数の検知用変換素子6の信号を同時に読み出す場合に、電荷Qの影響が顕著となる。これは、読出部51が一度に読み出す信号量が増加するとともに、インジェクション電荷が第二の制御線9と検知信号線12の間の寄生容量の大きさに比例して増加するためである。

#### 【0029】

そのため、駆動部52は、第二の制御線9を介して第二スイッチ素子7に対して印加する電圧の変更を行った場合に、第二の制御線9と検知信号線12との間の寄生容量を介して検知信号線12に発生した電荷に起因する信号の変動を抑制する。一例として、駆動部52は、インジェクション電荷を打ち消すために容量線15を介して容量素子14に第二のスイッチ素子7に印加する電圧と逆極性の電圧を印加する。このため、容量素子14は、正負が反転した $(V_{on} - V_{off}) \times C_{gs}$ と同等の電荷を検知信号線12に発生させるように作用する。容量素子14は、例えば $C_{gs}$ と同等の容量とし、容量素子14に印加する電圧を $(-V_{on} + V_{off})$ とすることが望ましい。一例として、容量素子14は、容量を2倍程度とし、印加する電圧を $(1/2) \times (-V_{on} + V_{off})$ としてもよい。

#### 【0030】

図2には、放射線撮像装置200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200の他、コントローラ1002、インターフェース1003、放射線源インターフェース1004、放射線源1005を備えている。

#### 【0031】

コントローラ1002には、線量A、照射時間B(ms)、管電流C(mA)、管電圧D(kV)、放射線をモニタすべき領域である放射線検知領域(ROI)などが入力される。放射線源1005に付属された爆射スイッチが操作されると、放射線源1005から放射線が放射される。放射線撮像装置200の制御部55は、例えば、放射線検知領域(ROI)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1003を介して放射線源インターフェース1004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1004は、放射線源1005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55によって決定される。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1005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。

#### 【0032】

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

#### 【0033】

本実施形態における撮像画素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の領域の間の領域が、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 TFT、酸化物 TFT 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、電氣的に接合される。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 が電氣的に接合される。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。

10

#### 【0034】

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。

#### 【0035】

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 が電氣的に接合される。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。なお、第二のスイッチ素子 7 の構造は、第一のスイッチ素子 5 と同様の構造を取り得る。第二のスイッチ素子 7 は、基板 100 の上に、基板 100 側から順に、制御電極 201 と、第一の絶縁層 102 と、第一の半導体層 202 と、第一の半導体層 202 よりも不純物濃度の高い第一の不純物半導体層 203 と、第 1 主電極 204 と、第 2 主電極 205 と、を含む。第一の不純物半導体層 203 はその一部領域で第 1 主電極 204 及び第 2 主電極 205 と接しており、その一部領域と接する第一の半導体層 202 の領域の間の領域が、第二のスイッチ素子 7 のチャンネル領域となる。制御電極 201 は制御線と電氣的に接合されており、第 1 主電極 204 は信号線 12 と電氣的に接合されている。

20

30

#### 【0036】

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 PIN 型のセンサとしているが、これに限られるものではなく、MIS 型、TFT 型のセンサを使用してもよい。

40

#### 【0037】

次に、図 5 を用いて容量素子 14 の構成について説明する。図 5 は、図 1 における容量素子 14 とその周辺部を示す図である。容量線 15 は、検知信号線 12 との間で容量素子 14 が形成されるように配置されている。

#### 【0038】

容量線 15 は第二の制御線 9 と同じ金属層を用いて形成することが好ましい。この構成により、第二の制御線 9 と同一のプロセスで作成し得るため、製造工程を簡略化すること

50

ができる。容量素子 14 は、撮像素子 1 や検知画素 2 と同様にスイッチ素子やフォトダイオードにより形成してもよい。一例として、容量素子 14 は、第一のスイッチ素子 5 または第二のスイッチ素子 7 と同一構造のスイッチ素子を含んでいてもよい。この場合、容量素子 14 は、寄生容量を精度良く設計し得るため、上述した放射線検知時に検知信号線に現れる電位変動を精度よく抑制し得る。また、容量素子 14 は、電圧印加の頻度によっては、半導体層を用いて形成しなくてもよい。この場合、絶縁性の誘電体のみで容量を形成されるため、半導体素子特有の不安定現象が発生せず、安定した動作が可能となる。不安定現象とは、例えばフラットバンド電圧がシフトすること等を含む。

#### 【0039】

次に、本実施形態の放射線撮像装置の動作を、図 6 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、撮像素子 1 を駆動する第一の制御線 8 に印加される電圧を信号  $V_{g1} \sim V_{g9}$  とし、検知画素 2 を駆動する第二の制御線 9 に印加される電圧を  $V_{d1} \sim V_{d3}$  とする。第一スイッチ素子 5、第二スイッチ素子 7 は、制御電極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、制御電極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異なる組み合わせにすることもできる。また、図 6 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 6 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。

#### 【0040】

まず、図 6 中の T1 の期間について説明する。期間 T1 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 T1 である。T1 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 T1 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 ~ 数 min でありうる。

#### 【0041】

次に、図 6 中の T2 の期間について説明する。期間 T2 は、放射線が照射されている期間である。一例として、期間 T2 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 T2 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 T2 では、 $V_{g1} \sim V_{gm}$  に常時 V off 1 が印加されているために、第一のスイッチ素子 5 が非導通状態となっている。また、 $V_{d1} \sim V_{d3}$  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される。この場合に、前述のように、第二の制御線 9 と検知信号線 12 との間の寄生容量  $C_{gs}$  に比例したインジェクション電荷が検知信号線 12 に現れる。このため、当該インジェクション電荷によって放射線の検知精度が低下するおそれがある。更に、当該インジェクション電荷の大きさによっては、検知信号線 12 に接続された検知部 132 が誤動作する場合がある。このため、駆動部 52 は、第二の制御線 9 にオン又はオフ電圧を印加する場合に、容量素子 14 に接続された容量線 15 に  $V_{d1} \sim V_{d3}$  とは逆極性の電圧  $V_c$  を印加する。電圧  $V_L$  が印加されることにより、検知信号線 12 に現れる電荷  $Q$  を打ち消すような電荷が検知信号線 12 に発生する。つまり、図 6 の期間 T2 に示すように、駆動部 52 は、 $V_{d1}$  に V on が印加されたタイミングと重複するように、 $V_C$  に当該 V on と逆極性の  $V_L$  を印加している。ここで、重複するタイミングとは、同時であることが好ましいが、これに限られるものではない。例えば、検知信号線 12 に接続された第二のスイッチ 7 の一つ

10

20

30

40

50

に  $V_{on}$  又は  $V_{off}$  が印加されることにより寄生容量に起因して注入される電荷を実質的に抑制できるようなタイミングであれば、完全に一致していなくてもよい。また、実質的に抑制できるとは、検知画素 2 からの信号を検知システムとして検知精度を充足する程度に寄生容量に起因する電荷の影響を抑制できればよい。本実施形態における寄生容量の影響と各電圧について式を用いて説明する。第二のスイッチ素子 7 の駆動時に寄生容量  $C_{gs}$  を介して検知信号線 12 に発生する電荷  $Q$  は、

$$Q = (V_{on} - V_{off}) \times C_{gs} \quad (1)$$

で表わされる。容量素子 14 により発生させる電荷  $Q'$  は、容量素子 14 の容量を  $C_c$  とすると、

$$Q' = (V_L - V_H) \times C_c \quad (2)$$

で表わされる。電荷  $Q$  を打ち消すために必要な電荷  $Q'$  は等しいことが望ましい。そのため、

$$(V_{on} - V_{off}) \times C_{gs} = (V_L - V_H) \times C_c \quad (3)$$

となるように、容量素子 14 の容量値が規定されていることが望ましい。

#### 【0042】

上記の関係より、第二の制御線 9 と検知信号線 12 の間で形成された容量を  $C_{gs}$ 、第二の制御線 9 に印加する電圧差を  $V_{pp}$ 、容量結合された部分（容量素子 14）の容量を  $C_c$ 、容量線 15 に印加する電圧差を  $V_c$  とすると、

$$1/2 \times C_p \times V_{pp} < C_c \times V_c < 2 \times C_p \times V_{pp} \quad (4)$$

とすることが好ましい。ここで、 $V_L - V_H = V_c$ 、 $V_{on} - V_{off} = V_{pp}$  である。

また、駆動部 52 は、第二のスイッチ素子 7 および容量線 15 に印加する電圧を、上式を満たすように規定することが望ましい。少なくとも上記の式の範囲内で、 $C_c$  と  $V_c$  を規定することでインジェクション電荷を好適に抑制し得る。

#### 【0043】

次に、図 6 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、放射線により撮像素素 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  $V_{d1} \sim V_{dn}$  がローレベルにされる。期間  $T_3$  では、検知信号線 12 がフローティングになることを防ぐために、検知信号線 12 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、 $V_{g1} \sim V_{g9}$  に順次  $V_{on}$  電圧を印加し、信号線 10 を介して撮像素素 4 に蓄積された信号を読出部 51 へ転送される。

#### 【0044】

図 7 は、本実施形態における放射線撮像素素装置の他の構成例を示す図である。図 7 に示すように、複数の検知領域 (ROI) のそれぞれの検知領域には、複数の検知画素 2 が配置されている。図 7 では、一例として、一つの検知領域内に 2 つの検知画素 2 が配置されているがこの限りではない。例えば 3 画素、10 画素、20 画素といった複数の検知画素 2 が配置されていてもよい。第二の制御線 9 は、駆動部 52 と検知領域の間で一つに束ねられ複数の検知画素 2 に接続されている。駆動部 52 は、1 回の電圧を出力することにより、複数の検知画素 2 を一括で駆動し得る。このため、駆動部 52 と検知領域との間の配線を簡素化することができる。また、駆動部 52 が検知領域の信号を取得する時間を短縮することができる。検知用変換素子 6 は、夫々の検知領域内において共通の検知信号線 12 に接続されている。このため、それぞれの検知領域からの検知用変換素子 6 の信号が 2 倍になる。一方、それぞれの検知領域からのインジェクション電荷  $Q$  が 2 倍になり得る。

#### 【0045】

更に、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、撮像素素 4 と第一のスイッチ素子 5 を含まない。さらに、検知用変換素子 6 は第二のスイッチ素子 7 を介して信号線 10 に接続されている。つまり、検知画素 2 は撮像素素 1 と共通の信号線を介して信号を読み出される。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 には撮像素素 4 が配置されていないため欠陥画素となってしまう

10

20

30

40

50

うが、隣接する撮像素子 1 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。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 2 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）し得る。また、読出部 5 1 の構成を図 1 の放射線撮像装置 2 0 0 と比較して簡易化することが可能となる。

#### 【 0 0 4 6 】

次に、図 7 における容量素子 1 4 の構成について説明する。上述したように、一つの検知信号線 1 2 に検知用変換素子 6 が列方向に 2 個並んで接続されているこの場合において、容量素子 1 4 の面積が 1 画素あたりの制御線 9 と検知信号線 1 2 との間で形成される寄生容量の 2 倍の容量となるように配置されている。そして、駆動部 5 2 は、容量線 1 5 に印加する電圧  $V_H$  と  $V_L$  の電圧差 ( $V_L - V_H = V_c$ ) を、第二の制御線 9 に印加する電圧差 ( $V_{on} - V_{off} = V_{pp}$ ) と等しくなるように電圧を出力する。上記の駆動により、駆動部 5 2 は、寄生容量に起因して検知信号線 1 2 に現れる電荷を打ち消すように駆動することが可能となる。

10

#### 【 0 0 4 7 】

上記の影響を抑制するために、駆動部 5 2 は、容量素子 1 4 を駆動することにより、インジェクション電荷  $Q$  を打ち消すように制御し得る。このため、放射線撮像装置は、当該制御により検知精度を向上し得る。また、読出部 5 1 の誤動作を抑制することが可能となる。

#### 【 0 0 4 8 】

（第二の実施形態）

図 8 を用いて第二の実施形態について説明する。図 8 は第二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。本実施形態が第一の実施形態と異なる点は、容量素子 1 4 が、撮像素子が配置された撮像領域内に配置されている点である。以下、詳細に説明する。

20

#### 【 0 0 4 9 】

まず、容量線 1 5 の配置について説明する。容量線 1 5 が、撮像領域内に複数配置されている。更に、複数の容量線 1 5 は、複数領域毎の上下方向に分割して配置されている。そして、容量素子 1 4 が、検知領域の上下に形成されるように容量線 1 5 が配置されている。本実施形態では、容量素子 1 4 が、撮像領域内の一部分に偏らないように配置している。ただし、当該配置は一例であり、インジェクション電荷が十分に抑制し得る位置であれば、容量線 1 5 が、撮像領域内の一部に偏るように配置してもよい。更に、本実施形態では、各画素を駆動する駆動部 5 2 と、容量素子 1 4 を駆動する容量駆動部 5 4 を備える。

30

#### 【 0 0 5 0 】

第一の実施形態で述べた通り、第二の制御線 9 に電圧を印加し第二のスイッチ素子 7 に電圧を印加すると寄生容量に起因した電荷（インジェクション電荷）が信号線 1 0 に現れる。この場合において、第二の制御線 9 の抵抗値、容量の値等に依存し、容量駆動部 5 2 が印加する電圧の波形も入力時と出力時とで変化する。そのため、容量素子 1 4 の配置に依存してインジェクション電荷を抑制する精度が低下する。容量素子 1 4 の配置は、インジェクション電荷が発生する位置の近傍であることが好ましい。この場合に、容量線 1 5 は、第二の制御線 9 と同じ抵抗と容量になるようにすることが好ましい。具体的には、容量線 1 5 と第二の制御線 9 を略同じ長さや略同じ抵抗値を持つ材料、寄生容量を形成し得る箇所の誘電率や厚みが同じにすることが好ましい。ここで、「略同じ長さや略同じ抵抗値」とする範囲は、インジェクション電荷を打ち消せる程度に同じ程度に設計されていることを示し、完全な同一である必要はなく設計誤差や機差等も含み得る。

40

#### 【 0 0 5 1 】

図 9 ( a )、( b ) を用いて、本実施形態の容量素子について説明する。図 9 は、本実施形態における容量素子 1 4 が配置された近傍を示す図である。信号線 1 0 と容量線 1 5 の間で容量素子 1 4 が形成されている。第一の実施形態と異なる点は、容量素子 1 4 が検

50

知用変換素子 6 に隣接して配置されていることである。容量線 15 は第二の制御線 9 の電極と同じ層で形成されていることが好ましい。第二の制御線 9 と同一のプロセスで形成されるため、製造工程を増やすことなく容量線 15 を形成することができる。

【0052】

図 9 (b) は、本実施形態における容量素子とその周辺を示す平面図である。図 9 (a) と異なる点は、容量素子 14 をインジェクション電荷が発生する部位となる第二制御線 9 が配置された行に配置されている点である。この結果、インジェクション電荷をより好適に抑制し得る。

【0053】

次に、本実施形態の放射線撮像装置の動作を、図 10 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、図内の各記号の意味は、図 6 と同じである。期間 T1 及び T3 については、図 6 と同じであるため省略する。

【0054】

次に期間 T2 について説明する。まず、第二のスイッチ素子 5 を駆動するために、Vd1 ~ Vd3 で示す第二の制御線 9 に電圧 VON を印加する。この時、第二の制御線 9 と検知信号線 12 との間の寄生容量 Cgs に比例した電荷 Q が検知信号線 12 に発生し電位変動が生じる。当該電荷の発生により、検知部 132 の放射線検知の精度が低下することや、検知部 132 が誤動作するおそれがある。これに対し、本実施形態では、複数の容量線 15 のうち駆動する第二の制御線 9 に近い容量線 15 に対して、当該オン又はオフ電圧と逆極性の電圧を印加する。駆動部 52 は、それぞれの容量線 15 に電圧を Vd1 ~ Vd3 とは逆極性の電圧を印加することで、寄生容量に起因して信号線 10 に発生する電荷 Q を打ち消すことができる。以上、本実施形態では、第一の実施形態と比較して、容量素子 14 が、撮像画素が配置された撮像領域内に配置されている。そのため、駆動部が検知画素に対しオン又はオフ電圧を印加した場合における寄生容量に起因した電位変動を精度よく抑制し得る。

【0055】

(応用実施形態)

次に、図 11 を参照しながら、放射線撮像装置 200 を放射線検知システムに応用した例を説明する。

【0056】

放射線源である X 線チューブ 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 200 に入射する。この入射した X 線には患者 6061 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 6070 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 6080 で観察できる。

【0057】

また、この情報は電話回線 6090 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 6081 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 6100 により記録媒体となるフィルム 6110 に記録することもできる。

【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。

10

20

30

40

50

【0059】

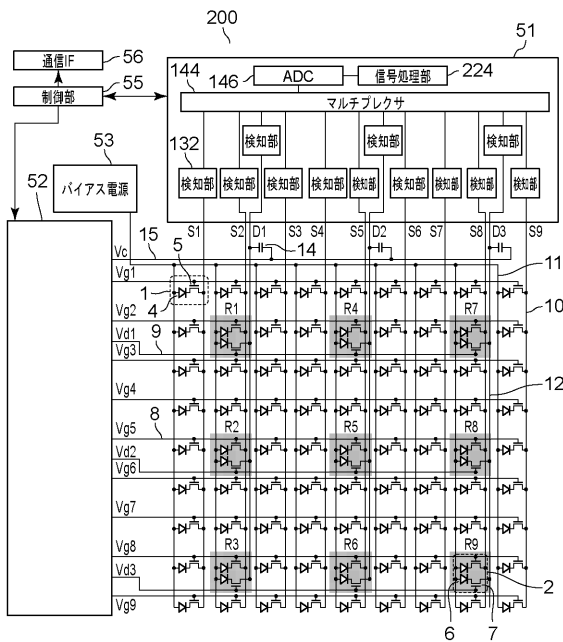
以上、本発明を実施形態に基づいて詳述してきたが、本発明はこれらの特定の実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の様々な形態も本発明の範疇に含まれる。更に、上述した各実施形態は本発明の一実施の形態を示すものにすぎず、各実施形態を適宜組み合わせることも可能である。

【符号の説明】

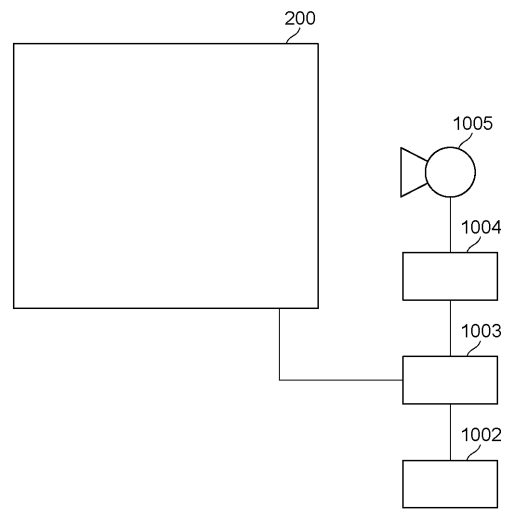
【0060】

- 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
- 8 第一の制御線
- 9 第二の制御線
- 12 検知信号線
- 14 容量素子
- 15 容量線
- 52 駆動部
- 55 制御部
- 200 放射線撮像装置

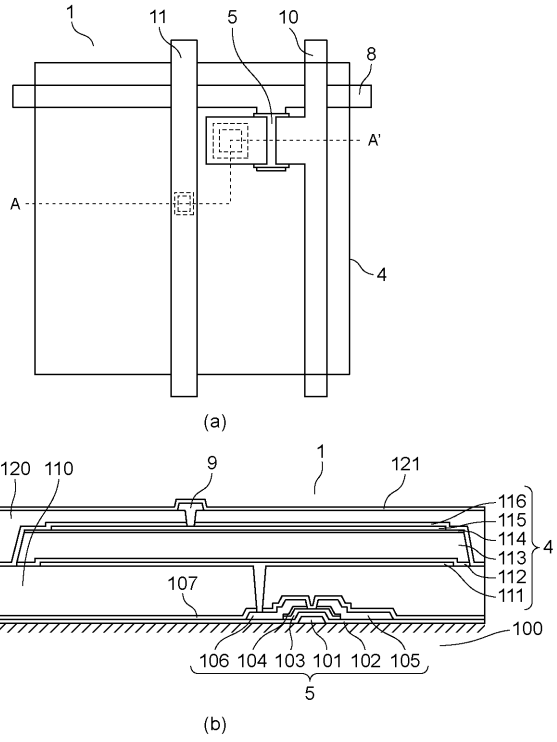
【図1】



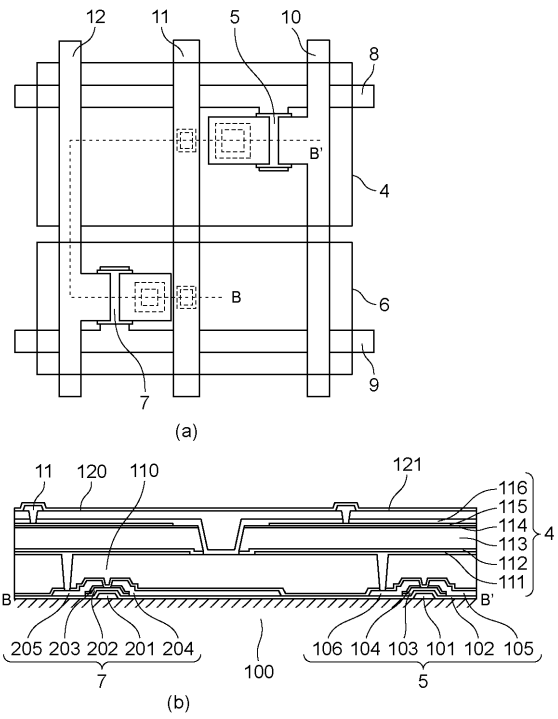
【図2】



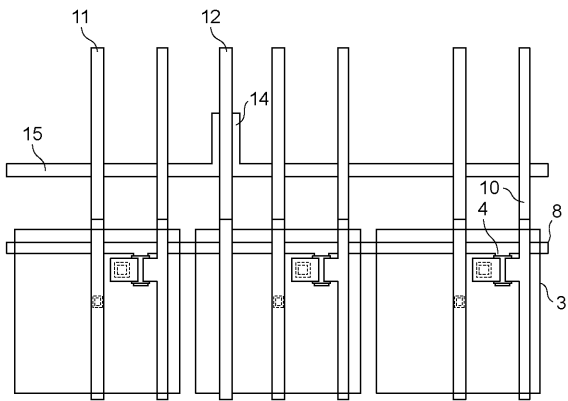
【図3】



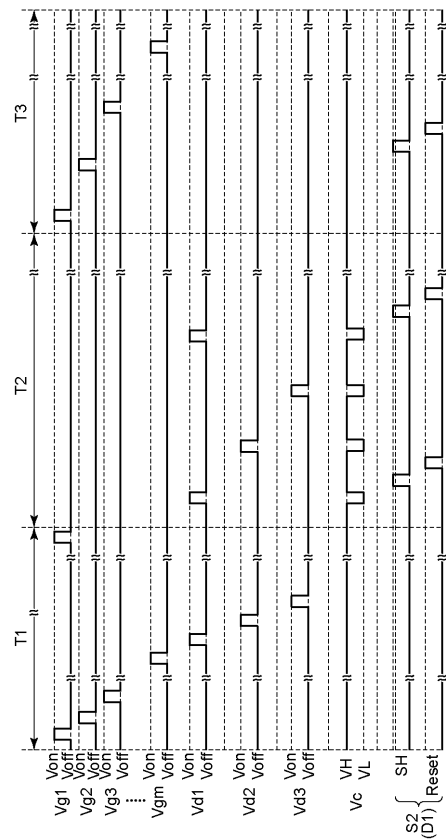
【図4】



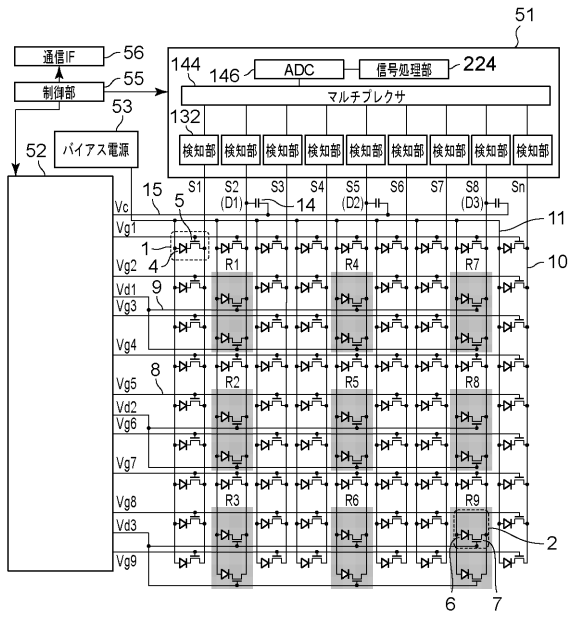
【図5】



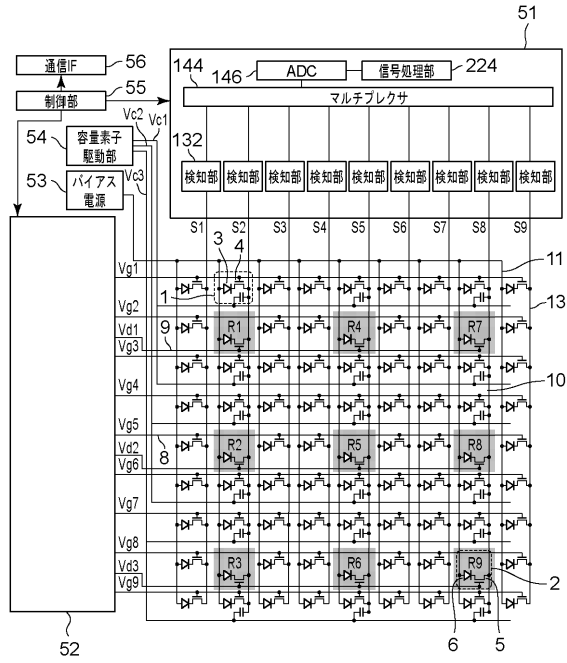
【図6】



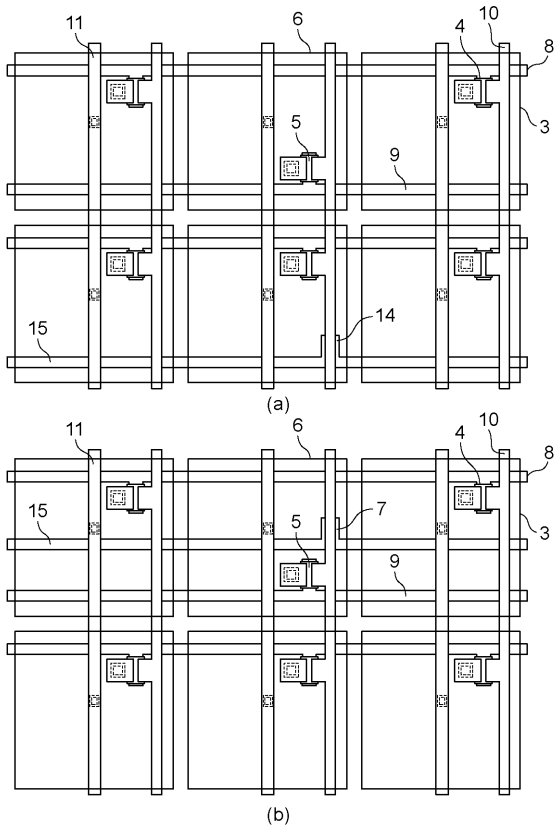
【図7】



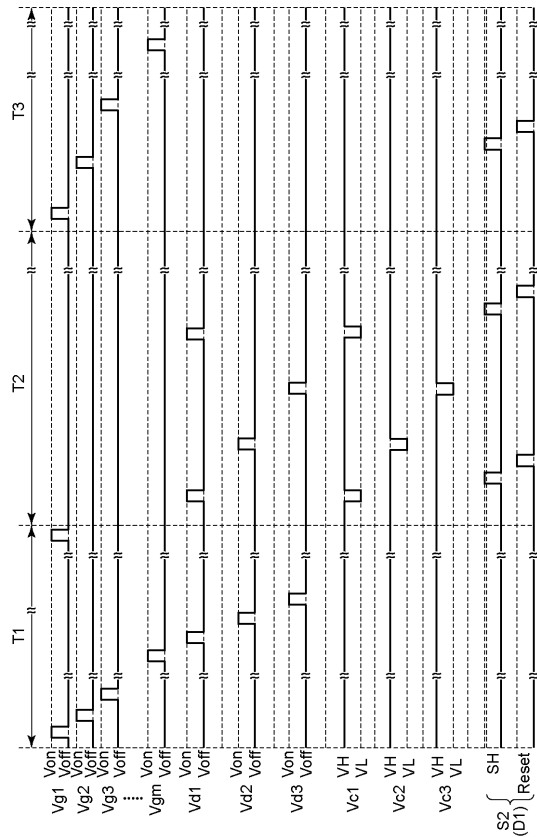
【図8】



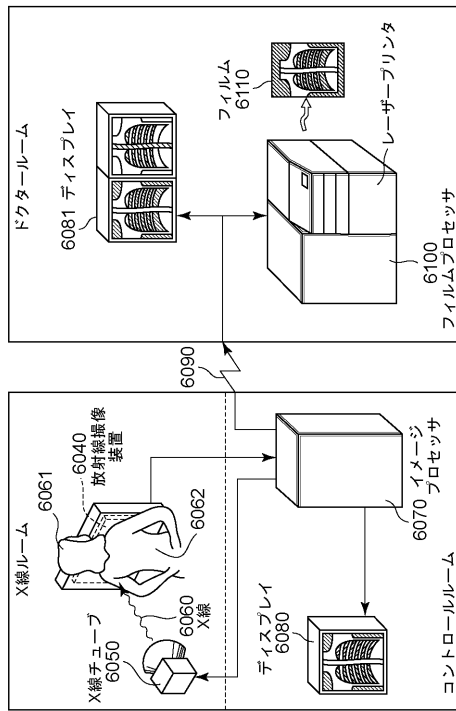
【図9】



【図10】



【図11】



## フロントページの続き

- (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 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 鈴木 明

- (56)参考文献 特開2013-135390(JP,A)  
特開2012-015913(JP,A)  
特開2001-056382(JP,A)  
特開2012-178825(JP,A)  
特開2011-114324(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/30 - 5/378  
A61B 6/00  
G01T 7/00