

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5094530号  
(P5094530)

(45) 発行日 平成24年12月12日(2012.12.12)

(24) 登録日 平成24年9月28日(2012.9.28)

(51) Int. Cl.	F I		
HO4N 5/374 (2011.01)	HO4N	5/335	740
A61B 6/00 (2006.01)	A61B	6/00	300S
HO1L 27/146 (2006.01)	HO1L	27/14	A
HO1L 27/144 (2006.01)	HO1L	27/14	K
HO4N 5/32 (2006.01)	HO4N	5/32	

請求項の数 5 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2008-114214 (P2008-114214)	(73) 特許権者	000236436
(22) 出願日	平成20年4月24日(2008.4.24)		浜松ホトニクス株式会社
(65) 公開番号	特開2009-267715 (P2009-267715A)		静岡県浜松市東区市野町1126番地の1
(43) 公開日	平成21年11月12日(2009.11.12)	(74) 代理人	100088155
審査請求日	平成22年12月14日(2010.12.14)		弁理士 長谷川 芳樹
		(74) 代理人	100092657
			弁理士 寺崎 史朗
		(74) 代理人	100124291
			弁理士 石田 悟
		(74) 代理人	100110582
			弁理士 柴田 昌聰
		(72) 発明者	森 治通
			静岡県浜松市東区市野町1126番地の1
			浜松ホトニクス株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 X線検査システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

固体撮像装置とX線発生装置とを備え、前記X線発生装置から出力されて検査対象物を透過したX線を前記固体撮像装置により撮像して該検査対象物を検査するX線検査システムであって、

前記固体撮像装置が、

入射光強度に応じた量の電荷を発生するフォトダイオードと、このフォトダイオードと接続された読出用スイッチと、を各々含むM×N個の画素部P<sub>1,1</sub>～P<sub>M,N</sub>がM行N列に2次元配列された受光部と、

前記受光部における第n列のM個の画素部P<sub>1,n</sub>～P<sub>M,n</sub>それぞれの読出用スイッチと接続され、前記M個の画素部P<sub>1,n</sub>～P<sub>M,n</sub>のうちの何れかの画素部のフォトダイオードで発生した電荷を、該画素部の読出用スイッチを介して読み出す読出用配線L<sub>o,n</sub>と、

前記読出用配線L<sub>o,1</sub>～L<sub>o,N</sub>それぞれと接続され、前記読出用配線L<sub>o,n</sub>を経て入力された電荷の量に応じた電圧値を保持し、その保持した電圧値を順次に出力する信号読出部と、

前記受光部におけるM×N個の画素部P<sub>1,1</sub>～P<sub>M,N</sub>それぞれの読出用スイッチの開閉動作を制御するとともに、前記信号読出部における電圧値の出力動作を制御して、前記受光部におけるM×N個の画素部P<sub>1,1</sub>～P<sub>M,N</sub>それぞれのフォトダイオードで発生した電荷の量に応じた電圧値を前記信号読出部から出力させる制御部と、

10

20

を備え、

前記制御部が、

第1撮像モードのときに、前記受光部における $M \times N$ 個の画素部 $P_{1,1} \sim P_{M,N}$ それぞれのフォトダイオードで発生した電荷の量に応じた電圧値を前記信号読出部から出力させ、

第2撮像モードのときに、前記受光部における連続する $M_1$ 行の特定範囲に含まれる各画素部 $P_{m,n}$ のフォトダイオードで発生した電荷の量に応じた電圧値を前記信号読出部から出力させ、

前記第1撮像モードのときと比べて前記第2撮像モードのときに、前記信号読出部から出力される電圧値に基づくフレームデータにおける読出し画素ピッチを小さくし、単位時間当たり出力されるフレームデータの個数であるフレームレートを速くし、前記信号読出部における入力電荷量に対する出力電圧値の比であるゲインを大きくし、

前記固体撮像装置および前記X線発生装置が対向した状態で前記検査対象物の周りに旋回が可能であり、または、前記固体撮像装置が前記検査対象物に対して直線変位が可能であり、その旋回または直線変位の際の前記固体撮像装置の移動方向に対して前記第2撮像モードのときの前記受光部における前記特定範囲の長手方向が垂直になるように配置されている、

ことを特徴とするX線検査システム（ただし、 $M, N$ は2以上の整数、 $M_1$ は $M$ 未満の整数、 $m$ は1以上 $M$ 以下の整数、 $n$ は1以上 $N$ 以下の整数）。

【請求項2】

前記制御部が、前記第2撮像モードのときに、前記受光部における $M$ 行のうち前記信号読出部に最も近い行から順に数えて $M_1$ 行の範囲を前記特定範囲として、この特定範囲の各画素部 $P_{m,n}$ のフォトダイオードで発生した電荷の量に応じた電圧値を前記信号読出部から出力させる、ことを特徴とする請求項1に記載のX線検査システム。

【請求項3】

前記受光部における前記特定範囲と、この特定範囲を除く他の範囲との間に、各読出用配線 $L_{o,n}$ 上に設けられた切離用スイッチを更に備え、

前記制御部が、前記第1撮像モードのときに前記切離用スイッチを閉じ、前記第2撮像モードのときに前記切離用スイッチを開く、

ことを特徴とする請求項2に記載のX線検査システム。

【請求項4】

前記第2撮像モードのときに前記受光部における前記特定範囲を除く他の範囲の各画素部 $P_{m,n}$ のフォトダイオードの接合容量部を放電する放電手段を備えることを特徴とする請求項1に記載のX線検査システム。

【請求項5】

前記受光部における $M \times N$ 個の画素部 $P_{1,1} \sim P_{M,N}$ を覆うように設けられるシンチレータ部を更に備えることを特徴とする請求項1～4の何れか1項に記載のX線検査システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、固体撮像装置を備えるX線検査システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

固体撮像装置として、CMOS技術を用いたものが知られており、その中でもパッシブピクセルセンサ（PPS：Passive Pixel Sensor）方式のものが知られている。PPS方式の固体撮像装置は、入射光強度に応じた量の電荷を発生するフォトダイオードを含むPPS型の画素部が $M$ 行 $N$ 列に2次元配列された受光部を備え、各画素部において光入射に

10

20

30

40

50

応じてフォトダイオードで発生した電荷を積分回路において容量素子に蓄積し、その蓄積電荷量に応じた電圧値を出力するものである。

【 0 0 0 3 】

一般に、各列のM個の画素部それぞれの出力端は、その列に対応して設けられている読出用配線を介して、その列に対応して設けられている積分回路の入力端と接続されている。そして、第1行から第M行まで順次に行毎に、画素部のフォトダイオードで発生した電荷は、対応する読出用配線を通して、対応する積分回路に入力されて、その積分回路から電荷量に応じた電圧値が出力される。

【 0 0 0 4 】

PPS方式の固体撮像装置は、様々な用途で用いられ、例えば、シンチレータ部と組み合わされてX線フラットパネルとして医療用途や工業用途でも用いられ、更に具体的にはX線CT装置やマイクロフォーカスX線検査装置等においても用いられる。特許文献1に開示されたX線検査システムは、X線発生装置から出力されて検査対象物を透過したX線を固体撮像装置により撮像して該検査対象物を検査するシステムであって、検査対象物を透過したX線を固体撮像装置により複数種類の撮像モードで撮像することが可能であるとされている。これら複数種類の撮像モードの間では、受光部における撮像領域が互いに異なる。

【特許文献1】国際公開第2006/109808号パンフレット

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

特許文献1には、固体撮像装置の受光部における撮像領域を撮像モードによって異ならせる旨の記載があるものの、固体撮像装置の構成や動作については何ら開示がない。しかし、本発明者は、固体撮像装置の構成や動作によっては該固体撮像装置が複数種類の撮像モードの何れかにおいて好適な動作をすることができない場合があるという問題点が存在することを見出した。

【 0 0 0 6 】

本発明は、上記問題点を解消する為になされたものであり、複数種類の撮像モードそれぞれにおいて好適な動作をすることができる固体撮像装置を備えるX線検査システム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 7 】

本発明に係るX線検査システムは、固体撮像装置とX線発生装置とを備え、X線発生装置から出力されて検査対象物を透過したX線を固体撮像装置により撮像して該検査対象物を検査するX線検査システムである。固体撮像装置は、(1) 入射光強度に応じた量の電荷を発生するフォトダイオードと、このフォトダイオードと接続された読出用スイッチと、を各々含むM×N個の画素部 $P_{1,1} \sim P_{M,N}$ がM行N列に2次元配列された受光部と、(2) 受光部における第n列のM個の画素部 $P_{1,n} \sim P_{M,n}$ それぞれの読出用スイッチと接続され、M個の画素部 $P_{1,n} \sim P_{M,n}$ のうちの何れかの画素部のフォトダイオードで発生した電荷を、該画素部の読出用スイッチを介して読み出す読出用配線 $L_{0,n}$ と、(3) 読出用配線 $L_{0,1} \sim L_{0,N}$ それぞれと接続され、読出用配線 $L_{0,n}$ を経て入力された電荷の量に応じた電圧値を保持し、その保持した電圧値を順次に出力する信号読出部と、(4) 受光部におけるM×N個の画素部 $P_{1,1} \sim P_{M,N}$ それぞれの読出用スイッチの開閉動作を制御するとともに、信号読出部における電圧値の出力動作を制御して、受光部におけるM×N個の画素部 $P_{1,1} \sim P_{M,N}$ それぞれのフォトダイオードで発生した電荷の量に応じた電圧値を信号読出部から出力させる制御部と、を備えことを特徴とする。さらに、制御部は、(a) 第1撮像モードのときに、受光部におけるM×N個の画素部 $P_{1,1} \sim P_{M,N}$ それぞれのフォトダイオードで発生した電荷の量に応じた電圧値を信号読出部から出力させ、(b) 第2撮像モードのときに、受光部における連続する $M_1$ 行の特定範囲に

含まれる各画素部  $P_{m,n}$  のフォトダイオードで発生した電荷の量に応じた電圧値を信号読出部から出力させ、(c) 第1撮像モードのときと比べて第2撮像モードのときに、信号読出部から出力される電圧値に基づくフレームデータにおける読出し画素ピッチを小さくし、単位時間当たり出力されるフレームデータの個数であるフレームレートを速くし、信号読出部における入力電荷量に対する出力電圧値の比であるゲインを大きくする、ことを特徴とする。さらに、固体撮像装置およびX線発生装置が対向した状態で検査対象物の周りに旋回が可能であり、または、固体撮像装置が検査対象物に対して直線変位が可能であり、その旋回または直線変位の際の固体撮像装置の移動方向に対して第2撮像モードのときの受光部における特定範囲の長手方向が垂直になるように配置されていることを特徴とする。ただし、 $M, N$ は2以上の整数であり、 $M_1$ は $M$ 未満の整数であり、 $m$ は1以上 $M$ 以下の整数であり、 $n$ は1以上 $N$ 以下の整数である。

10

## 【0008】

本発明に係るX線検査システムの固体撮像装置では、制御部による制御の下、各画素部  $P_{m,n}$  においてフォトダイオードへの光入射に応じて発生した電荷は、該画素部の読出用スイッチが閉じているときに、その読出用スイッチおよび読出用配線  $L_{o,n}$  を通って信号読出部に入力される。信号読出部では、入力電荷量に応じた電圧値が出力される。この固体撮像装置は、第1撮像モードおよび第2撮像モードを有している。制御部による制御の下、第1撮像モードのときには、受光部における  $M \times N$  個の画素部  $P_{1,1} \sim P_{M,N}$  それぞれのフォトダイオードで発生した電荷の量に応じた電圧値が信号読出部から出力される。一方、第2撮像モードのときには、受光部における連続する  $M_1$  行または  $N_1$  列の特定範囲に含まれる各画素部  $P_{m,n}$  のフォトダイオードで発生した電荷の量に応じた電圧値が信号読出部から出力される。さらに、第1撮像モードのときと比べて第2撮像モードのときに、読出し画素ピッチが小さくされ、フレームレートが速くされ、信号読出部における入力電荷量に対する出力電圧値の比であるゲインが大きくなる。

20

## 【0009】

本発明に係るX線検査システムの固体撮像装置では、制御部は、第2撮像モードのときに、受光部における  $M$  行のうち信号読出部に最も近い行から順に数えて  $M_1$  行の範囲を上記特定範囲として、この特定範囲の各画素部  $P_{m,n}$  のフォトダイオードで発生した電荷の量に応じた電圧値を信号読出部から出力させるのが好適である。

30

## 【0010】

本発明に係るX線検査システムの固体撮像装置は、受光部における上記特定範囲と、この特定範囲を除く他の範囲との間に、各読出用配線  $L_{o,n}$  上に設けられた切離用スイッチを更に備え、制御部は、第1撮像モードのときに切離用スイッチを閉じ、第2撮像モードのときに切離用スイッチを開くのが好適である。

## 【0011】

本発明に係るX線検査システムの固体撮像装置は、第2撮像モードのときに受光部における上記特定範囲を除く他の範囲の各画素部  $P_{m,n}$  のフォトダイオードの接合容量部を放電する放電手段を備えるのが好適である。

40

## 【0012】

本発明に係るX線検査システムの固体撮像装置は、受光部における  $M \times N$  個の画素部  $P_{1,1} \sim P_{M,N}$  を覆うように設けられるシンチレータ部を更に備えるのが好適である。

## 【0013】

また、本発明に係るX線検査システムでは、X線発生装置が、第1出力モードのときに所定の拡がり角でX線を出力し、第2出力モードのときに前記の所定の拡がり角より狭い

50

拡がり角でX線を出力し、X線発生装置が第1出力モードでX線を出力するときに固体撮像装置が第1撮像モードで動作し、X線発生装置が第2出力モードでX線を出力するときに固体撮像装置が第2撮像モードで動作するのが好ましい。

【発明の効果】

【0014】

本発明に係る固体撮像装置は、複数種類の撮像モードそれぞれにおいて好適な動作をすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、添付図面を参照して、本発明を実施するための最良の形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0016】

先ず、第1実施形態に係る固体撮像装置1Aについて説明する。図1は、第1実施形態に係る固体撮像装置1Aの構成を示す図である。この図に示される固体撮像装置1Aは、受光部10A、信号読出部20、AD変換部30および制御部40Aを備える。また、X線検出用として用いられる場合には、固体撮像装置1Aの受光部10Aを覆うようにシンチレータ部が設けられる。

【0017】

受光部10Aは、 $M \times N$ 個の画素部 $P_{1,1} \sim P_{M,N}$ がM行N列に2次元配列されたものである。画素部 $P_{m,n}$ は第m行第n列に位置する。各画素部 $P_{m,n}$ は例えば $100 \mu m$ ピッチで配列されている。ここで、M、Nそれぞれは2以上の整数であり、mは1以上M以下の各整数であり、nは1以上N以下の各整数である。各画素部 $P_{m,n}$ は、PPS方式のものであって、共通の構成を有している。

【0018】

なお、受光部10Aは、M行N列に2次元配列された $M \times N$ 個の画素部 $P_{1,1} \sim P_{M,N}$ の周囲に、フォトダイオードを含む画素部を有する場合がある。しかし、これら周囲の画素部は、信号読出部20等へのX線の入射を防止する遮蔽部により覆われていて、光が入射せず電荷が発生しないので、撮像には寄与しない。受光部10Aは、撮像の為の有効な画素部として少なくともM行N列に2次元配列された $M \times N$ 個の画素部 $P_{1,1} \sim P_{M,N}$ を含む。

【0019】

第m行のN個の画素部 $P_{m,1} \sim P_{m,N}$ それぞれは、第m行選択用配線 $L_{V,m}$ により制御部40Aと接続されている。第n列のM個の画素部 $P_{1,n} \sim P_{M,n}$ それぞれの出力端は、第n列読出用配線 $L_{O,n}$ により、信号読出部20の積分回路 $S_n$ と接続されている。

【0020】

信号読出部20は、N個の積分回路 $S_1 \sim S_N$ およびN個の保持回路 $H_1 \sim H_N$ を含む。各積分回路 $S_n$ は共通の構成を有している。また、各保持回路 $H_n$ は共通の構成を有している。

【0021】

各積分回路 $S_n$ は、読出用配線 $L_{O,n}$ と接続された入力端を有し、この入力端に入力された電荷を蓄積して、その蓄積電荷量に応じた電圧値を出力端から保持回路 $H_n$ へ出力する。N個の積分回路 $S_1 \sim S_N$ それぞれは、リセット用配線 $L_R$ により制御部40Aと接続され、また、ゲイン設定用配線 $L_G$ により制御部40Aと接続されている。

【0022】

各保持回路 $H_n$ は、積分回路 $S_n$ の出力端と接続された入力端を有し、この入力端に入力される電圧値を保持し、その保持した電圧値を出力端から電圧出力用配線 $L_{out}$ へ出力する。N個の保持回路 $H_1 \sim H_N$ それぞれは、保持用配線 $L_H$ により制御部40Aと接続されている。また、各保持回路 $H_n$ は、第n列選択用配線 $L_{H,n}$ により制御部40Aと接続されている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 3 】

A D変換部 3 0 は、N個の保持回路  $H_1 \sim H_N$  それぞれから電圧出力用配線  $L_{out}$  へ出力される電圧値を入力し、その入力した電圧値（アナログ値）に対してA D変換処理して、その入力電圧値に応じたデジタル値を出力する。

## 【 0 0 2 4 】

制御部 4 0 A は、第 m 行選択制御信号  $Vsel(m)$  を第 m 行選択用配線  $L_{v,m}$  へ出力して、この第 m 行選択制御信号  $Vsel(m)$  を第 m 行の N 個の画素部  $P_{m,1} \sim P_{m,N}$  それぞれに与える。M 個の行選択制御信号  $Vsel(1) \sim Vsel(M)$  は順次に有意値とされる。制御部 4 0 A は、M 個の行選択制御信号  $Vsel(1) \sim Vsel(M)$  を順次に有意値として出力するためにシフトレジスタを含む。

10

## 【 0 0 2 5 】

制御部 4 0 A は、第 n 列選択制御信号  $Hsel(n)$  を第 n 列選択用配線  $L_{h,n}$  へ出力して、この第 n 列選択制御信号  $Hsel(n)$  を保持回路  $H_n$  に与える。N 個の列選択制御信号  $Hsel(1) \sim Hsel(N)$  も順次に有意値とされる。制御部 4 0 A は、N 個の列選択制御信号  $Hsel(1) \sim Hsel(N)$  を順次に有意値として出力するためにシフトレジスタを含む。

## 【 0 0 2 6 】

また、制御部 4 0 A は、リセット制御信号  $Reset$  をリセット用配線  $L_R$  へ出力して、このリセット制御信号  $Reset$  を N 個の積分回路  $S_1 \sim S_N$  それぞれに与える。制御部 4 0 A は、ゲイン設定信号  $Gain$  をゲイン設定用配線  $L_G$  へ出力して、このゲイン設定信号  $Gain$  を N 個の積分回路  $S_1 \sim S_N$  それぞれに与える。制御部 4 0 A は、保持制御信号  $Hold$  を保持用配線  $L_H$  へ出力して、この保持制御信号  $Hold$  を N 個の保持回路  $H_1 \sim H_N$  それぞれに与える。さらに、制御部 4 0 A は、図示してはいないが、A D変換部 3 0 におけるA D変換処理をも制御する。

20

## 【 0 0 2 7 】

制御部 4 0 A は、以上のように、受光部 1 0 A における  $M \times N$  個の画素部  $P_{1,1} \sim P_{M,N}$  それぞれの読出用スイッチ  $SW_1$  の開閉動作を制御するとともに、信号読出部 2 0 における電圧値の保持動作および出力動作を制御する。これにより、制御部 4 0 A は、受光部 1 0 A における  $M \times N$  個の画素部  $P_{1,1} \sim P_{M,N}$  それぞれのフォトダイオードで発生した電荷の量に応じた電圧値をフレームデータとして信号読出部 2 0 から繰り返し出力させる。

30

## 【 0 0 2 8 】

図 2 は、第 1 実施形態に係る固体撮像装置 1 A の断面を示す図である。固体撮像装置 1 A は、平板状の基材 2 に半導体基板 3 が貼り付けられ、半導体基板 3 の上にシンチレータ部 4 が設けられている。半導体基板 3 の主面上には、画素部  $P_{m,n}$  が配列された受光部 1 0 A、信号読出部 2 0、A D変換部 3 0 および制御部 4 0 A が形成されて集積化されており、また、信号入出力や電力供給の為のボンディングパッド 5 0 が形成されている。シンチレータ部 4 は、受光部 1 0 A における  $M \times N$  個の画素部  $P_{1,1} \sim P_{M,N}$  を覆うように設けられている。シンチレータ部 4 は、半導体基板 3 上に蒸着により設けられていてもよい。なお、信号読出部 2 0、A D変換部 3 0 および制御部 4 0 A のそれぞれは、受光部 1 0 A が集積化される半導体基板 3 に集積化せず、これとは別の半導体基板に集積化する構成でもあってよい。

40

## 【 0 0 2 9 】

図 3 は、第 1 実施形態に係る固体撮像装置 1 A の画素部  $P_{m,n}$ 、積分回路  $S_n$  および保持回路  $H_n$  それぞれの回路図である。ここでは、 $M \times N$  個の画素部  $P_{1,1} \sim P_{M,N}$  を代表して画素部  $P_{m,n}$  の回路図を示し、N 個の積分回路  $S_1 \sim S_N$  を代表して積分回路  $S_n$  の回路図を示し、また、N 個の保持回路  $H_1 \sim H_N$  を代表して保持回路  $H_n$  の回路図を示す。すなわち、第 m 行第 n 列の画素部  $P_{m,n}$  および第 n 列読出用配線  $L_{o,n}$  に関連する回路部分を示す。

## 【 0 0 3 0 】

画素部  $P_{m,n}$  は、フォトダイオード  $PD$  および読出用スイッチ  $SW_1$  を含む。フォト

50

ダイオードPDのアノード端子は接地され、フォトダイオードPDのカソード端子は読出用スイッチ $SW_1$ を介して第 $n$ 列読出用配線 $L_{O,n}$ と接続されている。フォトダイオードPDは、入射光強度に応じた量の電荷を発生し、その発生した電荷を接合容量部に蓄積する。読出用スイッチ $SW_1$ は、制御部40Aから第 $m$ 行選択用配線 $L_{V,m}$ を通った第 $m$ 行選択制御信号 $Vsel(m)$ が与えられる。第 $m$ 行選択制御信号 $Vsel(m)$ は、受光部10Aにおける第 $m$ 行の $N$ 個の画素部 $P_{m,1} \sim P_{m,N}$ それぞれの読出用スイッチ $SW_1$ の開閉動作を指示するものである。

【0031】

この画素部 $P_{m,n}$ では、第 $m$ 行選択制御信号 $Vsel(m)$ がローレベルであるときに、読出用スイッチ $SW_1$ が開いて、フォトダイオードPDで発生した電荷は、第 $n$ 列読出用配線 $L_{O,n}$ へ出力されることなく、接合容量部に蓄積される。一方、第 $m$ 行選択制御信号 $Vsel(m)$ がハイレベルであるときに、読出用スイッチ $SW_1$ が閉じて、それまでフォトダイオードPDで発生して接合容量部に蓄積されていた電荷は、読出用スイッチ $SW_1$ を経て、第 $n$ 列読出用配線 $L_{O,n}$ へ出力される。

10

【0032】

第 $n$ 列読出用配線 $L_{O,n}$ は、受光部10Aにおける第 $n$ 列の $M$ 個の画素部 $P_{1,n} \sim P_{M,n}$ それぞれの読出用スイッチ $SW_1$ と接続されている。第 $n$ 列読出用配線 $L_{O,n}$ は、 $M$ 個の画素部 $P_{1,n} \sim P_{M,n}$ のうちの何れかの画素部のフォトダイオードPDで発生した電荷を、該画素部の読出用スイッチ $SW_1$ を介して読み出して、積分回路 $S_n$ へ転送する。

20

【0033】

積分回路 $S_n$ は、アンプ $A_2$ 、積分用容量素子 $C_{2,1}$ 、積分用容量素子 $C_{2,2}$ 、放電用スイッチ $SW_{2,1}$ およびゲイン設定用スイッチ $SW_{2,2}$ を含む。積分用容量素子 $C_{2,1}$ および放電用スイッチ $SW_{2,1}$ は、互いに並列的に接続されて、アンプ $A_2$ の入力端子と出力端子との間に設けられている。また、積分用容量素子 $C_{2,2}$ およびゲイン設定用スイッチ $SW_{2,2}$ は、互いに直列的に接続されて、ゲイン設定用スイッチ $SW_{2,2}$ がアンプ $A_2$ の入力端子側に接続されるようにアンプ $A_2$ の入力端子と出力端子との間に設けられている。アンプ $A_2$ の入力端子は、第 $n$ 列読出用配線 $L_{O,n}$ と接続されている。

【0034】

放電用スイッチ $SW_{2,1}$ は、制御部40Aからリセット用配線 $L_R$ を経たりセット制御信号Resetが与えられる。リセット制御信号Resetは、 $N$ 個の積分回路 $S_1 \sim S_N$ それぞれの放電用スイッチ $SW_{2,1}$ の開閉動作を指示するものである。ゲイン設定用スイッチ $SW_{2,2}$ は、制御部40Aからゲイン設定用配線 $L_G$ を経たゲイン設定信号Gainが与えられる。ゲイン設定信号Gainは、 $N$ 個の積分回路 $S_1 \sim S_N$ それぞれのゲイン設定用スイッチ $SW_{2,2}$ の開閉動作を指示するものである。

30

【0035】

この積分回路 $S_n$ では、積分用容量素子 $C_{2,1}$ 、 $C_{2,2}$ およびゲイン設定用スイッチ $SW_{2,2}$ は、容量値が可変である帰還容量部を構成している。すなわち、ゲイン設定信号Gainがローレベルであってゲイン設定用スイッチ $SW_{2,2}$ が開いているときには、帰還容量部の容量値は積分用容量素子 $C_{2,1}$ の容量値と等しい。一方、ゲイン設定信号Gainがハイレベルであってゲイン設定用スイッチ $SW_{2,2}$ が閉じているときには、帰還容量部の容量値は、積分用容量素子 $C_{2,1}$ 、 $C_{2,2}$ それぞれの容量値の和と等しい。リセット制御信号Resetがハイレベルであるときに、放電用スイッチ $SW_{2,1}$ が閉じて、帰還容量部が放電され、積分回路 $S_n$ から出力される電圧値が初期化される。一方、リセット制御信号Resetがローレベルであるときに、放電用スイッチ $SW_{2,1}$ が開いて、入力端に入力された電荷が帰還容量部に蓄積され、その蓄積電荷量に応じた電圧値が積分回路 $S_n$ から出力される。

40

【0036】

保持回路 $H_n$ は、入力用スイッチ $SW_{3,1}$ 、出力用スイッチ $SW_{3,2}$ および保持用容量素子 $C_3$ を含む。保持用容量素子 $C_3$ の一端は接地されている。保持用容量素子 $C_3$ の他

50

端は、入力用スイッチ  $SW_{31}$  を介して積分回路  $S_n$  の出力端と接続され、出力用スイッチ  $SW_{32}$  を介して電圧出力用配線  $L_{out}$  と接続されている。入力用スイッチ  $SW_{31}$  は、制御部 40A から保持用配線  $L_H$  を通った保持制御信号 Hold が与えられる。保持制御信号 Hold は、N 個の保持回路  $H_1 \sim H_N$  それぞれの入力用スイッチ  $SW_{31}$  の開閉動作を指示するものである。出力用スイッチ  $SW_{32}$  は、制御部 40A から第 n 列選択用配線  $L_{H,n}$  を通った第 n 列選択制御信号 Hsel(n) が与えられる。第 n 列選択制御信号 Hsel(n) は、保持回路  $H_n$  の出力用スイッチ  $SW_{32}$  の開閉動作を指示するものである。

【0037】

この保持回路  $H_n$  では、保持制御信号 Hold がハイレベルからローレベルに転じると、入力用スイッチ  $SW_{31}$  が閉状態から開状態に転じて、そのときに入力端に入力されている電圧値が保持用容量素子  $C_3$  に保持される。また、第 n 列選択制御信号 Hsel(n) がハイレベルであるときに、出力用スイッチ  $SW_{32}$  が閉じて、保持用容量素子  $C_3$  に保持されている電圧値が電圧出力用配線  $L_{out}$  へ出力される。

【0038】

制御部 40A は、受光部 10A における第 m 行の N 個の画素部  $P_{m,1} \sim P_{m,N}$  それぞれの受光強度に応じた電圧値を出力するに際して、リセット制御信号 Reset により、N 個の積分回路  $S_1 \sim S_N$  それぞれの放電用スイッチ  $SW_{21}$  を一旦閉じた後に開くよう指示した後、第 m 行選択制御信号 Vsel(m) により、受光部 10A における第 m 行の N 個の画素部  $P_{m,1} \sim P_{m,N}$  それぞれの読出用スイッチ  $SW_1$  を所定期間に亘り閉じるよう指示する。制御部 40A は、その所定期間に、保持制御信号 Hold により、N 個の保持回路  $H_1 \sim H_N$  それぞれの入力用スイッチ  $SW_{31}$  を閉状態から開状態に転じるよう指示する。そして、制御部 40A は、その所定期間の後に、列選択制御信号 Hsel(1) ~ Hsel(N) により、N 個の保持回路  $H_1 \sim H_N$  それぞれの出力用スイッチ  $SW_{32}$  を順次に一定期間だけ閉じるよう指示する。制御部 40A は、以上のような制御を各行について順次に行う。

【0039】

特に本実施形態に係る固体撮像装置 1A は、第 1 撮像モードおよび第 2 撮像モードを有する。第 1 撮像モードと第 2 撮像モードとの間では、受光部 10A における撮像領域が互いに異なる。制御部 40A は、第 1 撮像モードのときに、受光部 10A における  $M \times N$  個の画素部  $P_{1,1} \sim P_{M,N}$  それぞれのフォトダイオード PD で発生した電荷の量に応じた電圧値を信号読出部 20 から出力させる。また、制御部 40A は、第 2 撮像モードのときに、受光部 10A における連続する  $M_1$  行または  $N_1$  列の特定範囲に含まれる各画素部  $P_{m,n}$  のフォトダイオード PD で発生した電荷の量に応じた電圧値を信号読出部 20 から出力させる。なお、 $M_1$  は M 未満の整数であり、 $N_1$  は N 未満の整数である。

【0040】

制御部 40A は、第 2 撮像モードのときに、受光部 10A における連続する  $M_1$  行の範囲を上記特定範囲とするのが好ましく、さらに、受光部 10A における M 行のうち信号読出部 20 に最も近い行から順に数えて  $M_1$  行の範囲を上記特定範囲とするのが好ましい。すなわち、図 1 に示されるように受光部 10A において信号読出部 20 に最も近い行が第 1 行となっている場合に、制御部 40A は、第 2 撮像モードのときに、受光部 10A における第 1 行から第  $M_1$  行までの範囲を上記特定範囲として、この特定範囲 (第 1 行 ~ 第  $M_1$  行) の各画素部  $P_{m,n}$  のフォトダイオード PD で発生した電荷の量に応じた電圧値を信号読出部 20 から出力させるのが好ましい。このようにすることにより、第 n 列読出用配線  $L_{o,n}$  が断線している場合であっても、第 2 撮像モードのときに、上記特定範囲の各画素部  $P_{m,n}$  のフォトダイオード PD で発生した電荷の量に応じた電圧値を信号読出部 20 から正常に出力させることができる確率が高くなる。

【0041】

また、制御部 40A は、第 1 撮像モードのときと比べて第 2 撮像モードのときに、信号読出部 20 から出力される電圧値に基づくフレームデータにおける読出し画素ピッチを小さくし、単位時間当たり出力されるフレームデータの個数であるフレームレートを速くし、信号読出部 20 における入力電荷量に対する出力電圧値の比であるゲインを大きくす

10

20

30

40

50



る。

【0042】

例えば、特許文献1に開示されたX線検査システムにおいて本実施形態に係る固体撮像装置1Aが用いられ、このX線検査システムが歯科用に用いられる場合を想定すると、以下のとおりである。このとき、第1撮像モードは、特許文献1に記載されたCT撮影モードに相当し、第2撮像モードは、特許文献1に記載されたパノラマモードまたはセファロモードに相当する。第1撮像モードのとき、画素ピッチは $200\mu\text{m}$ であり、フレームレートは $30\text{F/s}$ である。一方、第2撮像モードのとき、画素ピッチは $100\mu\text{m}$ であり、フレームレートは $300\text{F/s}$ である。

【0043】

このように、第1撮像モードのときと比べて第2撮像モードのときには、画素ピッチが小さく、フレームレートが速い。したがって、第1撮像モードのときには、第2撮像モードのときより画素ピッチを大きくするために、ビニング読出しをする必要がある。また、第1撮像モードのときと比べて第2撮像モードのときには、各フレームデータの各画素が受ける光の量は少ない。

【0044】

そこで、制御部40Aは、信号読出部20における入力電荷量に対する出力電圧値の比であるゲインを、第1撮像モードと第2撮像モードとで異ならせる。すなわち、図3に示されるように各積分回路 $S_n$ が構成される場合に、制御部40Aは、ゲイン設定信号Gainによりゲイン設定用スイッチ $SW_{22}$ を開閉制御することにより、各積分回路 $S_n$ の帰還容量部の容量値を適宜設定して、第1撮像モードと第2撮像モードとでゲインを異ならせる。

【0045】

より具体的には、第1撮像モードのときに、ゲイン設定用スイッチ $SW_{22}$ を閉じることにより、帰還容量部の容量値を積分用容量素子 $C_{21}$ および積分用容量素子 $C_{22}$ の各容量値の和に等しくする。その一方で、第2撮像モードのときに、ゲイン設定用スイッチ $SW_{22}$ を開くことにより、帰還容量部の容量値を積分用容量素子 $C_{21}$ の容量値に等しくする。このようにすることで、第1撮像モードのときと比べて第2撮像モードのときに、各積分回路 $S_n$ の帰還容量部の容量値を小さくして、ゲインを大きくする。これにより、第1撮像モードと第2撮像モードとの間で各画素データを互いに近い値とすることができる。

【0046】

次に、第1実施形態に係る固体撮像装置1Aの動作について説明する。本実施形態に係る固体撮像装置1Aでは、制御部40Aによる制御の下で、M個の行選択制御信号 $Vsel(1) \sim Vsel(M)$ 、N個の列選択制御信号 $Hsel(1) \sim Hsel(N)$ 、リセット制御信号Resetおよび保持制御信号Holdそれぞれが所定のタイミングでレベル変化することにより、受光部10Aに入射された光の像を撮像してフレームデータを得ることができる。

【0047】

第1撮像モードのときの固体撮像装置1Aの動作は以下のとおりである。図4は、第1実施形態に係る固体撮像装置1Aの動作を説明するタイミングチャートである。ここでは2行2列のビニング読出しをする第1撮像モードのときの動作について説明する。すなわち、フレームデータにおける読出し画素ピッチを画素部のピッチの2倍とする。各積分回路 $S_n$ において、ゲイン設定用スイッチ $SW_{22}$ が閉じていて、帰還容量部の容量値が大きい値に設定され、ゲインが小さい値に設定される。

【0048】

この図には、上から順に、(a) N個の積分回路 $S_1 \sim S_N$ それぞれの放電用スイッチ $SW_{21}$ の開閉動作を指示するリセット制御信号Reset、(b) 受光部10Aにおける第1行および第2行の画素部 $P_{1,1} \sim P_{1,N}$ 、 $P_{2,1} \sim P_{2,N}$ それぞれの読出用スイッチ $SW_1$ の開閉動作を指示する第1行選択制御信号 $Vsel(1)$ および第2行選択制御信号 $Vsel(2)$ 、(c) 受光部10Aにおける第3行および第4行の画素部 $P_{3,1} \sim P_{3,N}$ 、 $P_{4,1} \sim$

10

20

30

40

50

$P_{4,N}$ それぞれの読出用スイッチ $SW_1$ の開閉動作を指示する第3行選択制御信号Vsel(3)および第4行選択制御信号Vsel(4)、ならびに、(d)  $N$ 個の保持回路 $H_1 \sim H_N$ それぞれの入力用スイッチ $SW_{3,1}$ の開閉動作を指示する保持制御信号Hold が示されている。

【0049】

また、この図には、更に続いて順に、(e) 保持回路 $H_1$ の出力用スイッチ $SW_{3,2}$ の開閉動作を指示する第1列選択制御信号Hsel(1)、(f) 保持回路 $H_2$ の出力用スイッチ $SW_{3,2}$ の開閉動作を指示する第2列選択制御信号Hsel(2)、(g) 保持回路 $H_3$ の出力用スイッチ $SW_{3,2}$ の開閉動作を指示する第3列選択制御信号Hsel(3)、(h) 保持回路 $H_n$ の出力用スイッチ $SW_{3,2}$ の開閉動作を指示する第 $n$ 列選択制御信号Hsel( $n$ )、および、(i) 保持回路 $H_N$ の出力用スイッチ $SW_{3,2}$ の開閉動作を指示する第 $N$ 列選択制御信号Hsel( $N$ ) が示されている。

10

【0050】

第1行および第2行の $2N$ 個の画素部 $P_{1,1} \sim P_{1,N}$ 、 $P_{2,1} \sim P_{2,N}$ それぞれのフォトダイオードPDで発生し接合容量部に蓄積された電荷の読出しは、以下のようにして行われる。時刻 $t_{1,0}$ 前には、 $M$ 個の行選択制御信号Vsel(1)~Vsel( $M$ )、 $N$ 個の列選択制御信号Hsel(1)~Hsel( $N$ )、リセット制御信号Resetおよび保持制御信号Holdそれぞれは、ローレベルとされている。

【0051】

時刻 $t_{1,0}$ から時刻 $t_{1,1}$ までの期間、制御部40Aからリセット用配線 $L_R$ に出力されるリセット制御信号Resetがハイレベルとなり、これにより、 $N$ 個の積分回路 $S_1 \sim S_N$ それぞれにおいて、放電用スイッチ $SW_{2,1}$ が閉じて、積分用容量素子 $C_{2,1}$ 、 $C_{2,2}$ が放電される。また、時刻 $t_{1,1}$ より後の時刻 $t_{1,2}$ から時刻 $t_{1,5}$ までの期間、制御部40Aから第1行選択用配線 $L_{V,1}$ に出力される第1行選択制御信号Vsel(1)がハイレベルとなり、これにより、受光部10Aにおける第1行の $N$ 個の画素部 $P_{1,1} \sim P_{1,N}$ それぞれの読出用スイッチ $SW_1$ が閉じる。また、この同じ期間( $t_{1,2} \sim t_{1,5}$ )に、制御部40Aから第2行選択用配線 $L_{V,2}$ に出力される第2行選択制御信号Vsel(2)がハイレベルとなって、これにより、受光部10Aにおける第2行の $N$ 個の画素部 $P_{2,1} \sim P_{2,N}$ それぞれの読出用スイッチ $SW_1$ が閉じる。

20

【0052】

この期間( $t_{1,2} \sim t_{1,5}$ )内において、時刻 $t_{1,3}$ から時刻 $t_{1,4}$ までの期間、制御部40Aから保持用配線 $L_H$ へ出力される保持制御信号Holdがハイレベルとなり、これにより、 $N$ 個の保持回路 $H_1 \sim H_N$ それぞれにおいて入力用スイッチ $SW_{3,1}$ が閉じる。

30

【0053】

期間( $t_{1,2} \sim t_{1,5}$ )内では、第1行および第2行の各画素部 $P_{1,n}$ 、 $P_{2,n}$ の読出用スイッチ $SW_1$ が閉じており、各積分回路 $S_n$ の放電用スイッチ $SW_{2,1}$ が開いている。したがって、それまでに画素部 $P_{1,n}$ のフォトダイオードPDで発生して接合容量部に蓄積されていた電荷は、その画素部 $P_{1,n}$ の読出用スイッチ $SW_1$ および第 $n$ 列読出用配線 $L_{O,n}$ を通して、積分回路 $S_n$ の積分用容量素子 $C_{2,1}$ 、 $C_{2,2}$ に転送されて蓄積される。また、同時に、それまでに画素部 $P_{2,n}$ のフォトダイオードPDで発生して接合容量部に蓄積されていた電荷も、その画素部 $P_{2,n}$ の読出用スイッチ $SW_1$ および第 $n$ 列読出用配線 $L_{O,n}$ を通して、積分回路 $S_n$ の積分用容量素子 $C_{2,1}$ 、 $C_{2,2}$ に転送されて蓄積される。そして、各積分回路 $S_n$ の積分用容量素子 $C_{2,1}$ 、 $C_{2,2}$ に蓄積されている電荷の量に応じた電圧値が積分回路 $S_n$ の出力端から出力される。

40

【0054】

その期間( $t_{1,2} \sim t_{1,5}$ )内の時刻 $t_{1,4}$ に、保持制御信号Holdがハイレベルからローレベルに転じることにより、 $N$ 個の保持回路 $H_1 \sim H_N$ それぞれにおいて、入力用スイッチ $SW_{3,1}$ が閉状態から開状態に転じ、そのときに積分回路 $S_n$ の出力端から出力されて保持回路 $H_n$ の入力端に入力されている電圧値が保持用容量素子 $C_3$ に保持される。

【0055】

そして、期間( $t_{1,2} \sim t_{1,5}$ )の後に、制御部40Aから列選択用配線 $L_{H,1} \sim L$

50

$H_{1,N}$ に出力される列選択制御信号Hsel(1)~Hsel(N)が順次に一定期間だけハイレベルとなり、これにより、N個の保持回路 $H_1 \sim H_N$ それぞれの出力用スイッチ $SW_{3,2}$ が順次に一定期間だけ閉じて、各保持回路 $H_n$ の保持用容量素子 $C_3$ に保持されている電圧値は出力用スイッチ $SW_{3,2}$ を経て電圧出力用配線 $L_{out}$ へ順次に出力される。この電圧出力用配線 $L_{out}$ へ出力される電圧値 $V_{out}$ は、第1行および第2行の2N個の画素部 $P_{1,1} \sim P_{1,N}, P_{2,1} \sim P_{2,N}$ それぞれのフォトダイオードPDにおける受光強度を列方向に加算した値を表すものである。

【0056】

N個の保持回路 $H_1 \sim H_N$ それぞれから順次に出力された電圧値はAD変換部30に入力されて、その入力電圧値に応じたデジタル値に変換される。そして、AD変換部30から出力されたN個のデジタル値のうち、第1列および第2列それぞれに対応するデジタル値が加算され、第3列および第4列それぞれに対応するデジタル値が加算され、その後も2個ずつのデジタル値が加算されていく。

10

【0057】

続いて、第3行および第4行の2N個の画素部 $P_{3,1} \sim P_{3,N}, P_{4,1} \sim P_{4,N}$ それぞれのフォトダイオードPDで発生し接合容量部に蓄積された電荷の読出しが以下のようにして行われる。

【0058】

時刻 $t_{2,0}$ から時刻 $t_{2,1}$ までの期間、制御部40Aからリセット用配線 $L_R$ に出力されるリセット制御信号Resetがハイレベルとなり、これにより、N個の積分回路 $S_1 \sim S_N$ それぞれにおいて、放電用スイッチ $SW_{2,1}$ が閉じて、積分用容量素子 $C_{2,1}, C_{2,2}$ が放電される。また、時刻 $t_{2,1}$ より後の時刻 $t_{2,2}$ から時刻 $t_{2,5}$ までの期間、制御部40Aから第3行選択用配線 $L_{V,3}$ に出力される第3行選択制御信号Vsel(3)がハイレベルとなり、これにより、受光部10Aにおける第3行のN個の画素部 $P_{3,1} \sim P_{3,N}$ それぞれの読出用スイッチ $SW_1$ が閉じる。また、この同じ期間( $t_{1,2} \sim t_{1,5}$ )に、制御部40Aから第4行選択用配線 $L_{V,4}$ に出力される第4行選択制御信号Vsel(4)がハイレベルとなって、これにより、受光部10Aにおける第4行のN個の画素部 $P_{4,1} \sim P_{4,N}$ それぞれの読出用スイッチ $SW_1$ が閉じる。

20

【0059】

この期間( $t_{2,2} \sim t_{2,5}$ )内において、時刻 $t_{2,3}$ から時刻 $t_{2,4}$ までの期間、制御部40Aから保持用配線 $L_H$ へ出力される保持制御信号Holdがハイレベルとなり、これにより、N個の保持回路 $H_1 \sim H_N$ それぞれにおいて入力用スイッチ $SW_{3,1}$ が閉じる。

30

【0060】

そして、期間( $t_{2,2} \sim t_{2,5}$ )の後に、制御部40Aから列選択用配線 $L_{H,1} \sim L_{H,N}$ に出力される列選択制御信号Hsel(1)~Hsel(N)が順次に一定期間だけハイレベルとなり、これにより、N個の保持回路 $H_1 \sim H_N$ それぞれの出力用スイッチ $SW_{3,2}$ が順次に一定期間だけ閉じる。以上のようにして、第3行および第4行の2N個の画素部 $P_{3,1} \sim P_{3,N}, P_{4,1} \sim P_{4,N}$ それぞれのフォトダイオードPDにおける受光強度を列方向に加算した値を表す電圧値 $V_{out}$ が電圧出力用配線 $L_{out}$ へ出力される。

【0061】

40

N個の保持回路 $H_1 \sim H_N$ それぞれから順次に出力された電圧値はAD変換部30に入力されて、その入力電圧値に応じたデジタル値に変換される。そして、AD変換部30から出力されたN個のデジタル値のうち、第1列および第2列それぞれに対応するデジタル値が加算され、第3列および第4列それぞれに対応するデジタル値が加算され、その後も2個ずつのデジタル値が加算されていく。

【0062】

第1撮像モードのときには、以上のような第1行および第2行についての動作、これに続く第3行および第4行についての動作に続いて、以降、第5行から第M行まで同様の動作が行われて、1回の撮像で得られる画像を表すフレームデータが得られる。また、第M行について動作が終了すると、再び第1行から第M行までの範囲で同様の動作が行われて

50

、次の画像を表すフレームデータが得られる。このように、一定周期で同様の動作を繰り返すことで、受光部 10A が受光した光の像の 2 次元強度分布を表す電圧値  $V_{out}$  が電圧出力用配線  $L_{out}$  へ出力されて、繰り返してフレームデータが得られる。また、このとき得られるフレームデータにおける読出し画素ピッチは画素部のピッチの 2 倍となっている。

【0063】

一方、第 2 撮像モードのときの固体撮像装置 1A の動作は以下のとおりである。図 5 および図 6 は、第 1 実施形態に係る固体撮像装置 1A の動作を説明するタイミングチャートである。この第 2 撮像モードではビニング読出しをしない。すなわち、フレームデータにおける読出し画素ピッチを画素部のピッチと等しくする。各積分回路  $S_n$  において、ゲイン設定用スイッチ  $SW_{22}$  が開いていて、帰還容量部の容量値が小さい値に設定され、ゲインが大きい値に設定される。

10

【0064】

図 5 は、受光部 10A における第 1 行および第 2 行それぞれについての動作を示す。この図には、上から順に、(a) リセット制御信号 Reset、(b) 第 1 行選択制御信号 Vsel(1)、(c) 第 2 行選択制御信号 Vsel(2)、(d) 保持制御信号 Hold、(e) 第 1 列選択制御信号 Hsel(1)、(f) 第 2 列選択制御信号 Hsel(2)、(g) 第 3 列選択制御信号 Hsel(3)、(h) 第 n 列選択制御信号 Hsel(n)、および、(i) 第 N 列選択制御信号 Hsel(N) が示されている。

【0065】

第 1 行の N 個の画素部  $P_{1,1} \sim P_{1,N}$  それぞれのフォトダイオード PD で発生し接合容量部に蓄積された電荷の読出しは、以下のようにして行われる。時刻  $t_{10}$  前には、M 個の行選択制御信号 Vsel(1) ~ Vsel(M)、N 個の列選択制御信号 Hsel(1) ~ Hsel(N)、リセット制御信号 Reset および保持制御信号 Hold それぞれは、ローレベルとされている。

20

【0066】

時刻  $t_{10}$  から時刻  $t_{11}$  までの期間、制御部 40A からリセット用配線  $L_R$  に出力されるリセット制御信号 Reset がハイレベルとなり、これにより、N 個の積分回路  $S_1 \sim S_N$  それぞれにおいて、放電用スイッチ  $SW_{21}$  が閉じて、積分用容量素子  $C_{21}$  が放電される。また、時刻  $t_{11}$  より後の時刻  $t_{12}$  から時刻  $t_{15}$  までの期間、制御部 40A から第 1 行選択用配線  $L_{V,1}$  に出力される第 1 行選択制御信号 Vsel(1) がハイレベルとなり、これにより、受光部 10A における第 1 行の N 個の画素部  $P_{1,1} \sim P_{1,N}$  それぞれの読出用スイッチ  $SW_1$  が閉じる。

30

【0067】

この期間 ( $t_{12} \sim t_{15}$ ) 内において、時刻  $t_{13}$  から時刻  $t_{14}$  までの期間、制御部 40A から保持用配線  $L_H$  へ出力される保持制御信号 Hold がハイレベルとなり、これにより、N 個の保持回路  $H_1 \sim H_N$  それぞれにおいて入力用スイッチ  $SW_{31}$  が閉じる。

【0068】

期間 ( $t_{12} \sim t_{15}$ ) 内では、第 1 行の各画素部  $P_{1,n}$  の読出用スイッチ  $SW_1$  が閉じており、各積分回路  $S_n$  の放電用スイッチ  $SW_{21}$  が開いているので、それまでに各画素部  $P_{1,n}$  のフォトダイオード PD で発生して接合容量部に蓄積されていた電荷は、その画素部  $P_{1,n}$  の読出用スイッチ  $SW_1$  および第 n 列読出用配線  $L_{O,n}$  を通って、積分回路  $S_n$  の積分用容量素子  $C_{21}$  に転送されて蓄積される。そして、各積分回路  $S_n$  の積分用容量素子  $C_{21}$  に蓄積されている電荷の量に応じた電圧値が積分回路  $S_n$  の出力端から出力される。

40

【0069】

その期間 ( $t_{12} \sim t_{15}$ ) 内の時刻  $t_{14}$  に、保持制御信号 Hold がハイレベルからローレベルに転じることにより、N 個の保持回路  $H_1 \sim H_N$  それぞれにおいて、入力用スイッチ  $SW_{31}$  が閉状態から開状態に転じ、そのときに積分回路  $S_n$  の出力端から出力されて保持回路  $H_n$  の入力端に入力されている電圧値が保持用容量素子  $C_3$  に保持される。

【0070】

そして、期間 ( $t_{12} \sim t_{15}$ ) の後に、制御部 40A から列選択用配線  $L_{H,1} \sim L$

50

$H_{1,N}$  へ出力される列選択制御信号  $Hsel(1) \sim Hsel(N)$  が順次に一定期間だけハイレベルとなり、これにより、 $N$  個の保持回路  $H_1 \sim H_N$  それぞれの出力用スイッチ  $SW_{3,2}$  が順次に一定期間だけ閉じて、各保持回路  $H_n$  の保持用容量素子  $C_3$  に保持されている電圧値は出力用スイッチ  $SW_{3,2}$  を経て電圧出力用配線  $L_{out}$  へ順次に出力される。この電圧出力用配線  $L_{out}$  へ出力される電圧値  $V_{out}$  は、第 1 行の  $N$  個の画素部  $P_{1,1} \sim P_{1,N}$  それぞれのフォトダイオード PD における受光強度を表すものである。

【0071】

続いて、第 2 行の  $N$  個の画素部  $P_{2,1} \sim P_{2,N}$  それぞれのフォトダイオード PD で発生し接合容量部に蓄積された電荷の読出しが以下のようにして行われる。

【0072】

時刻  $t_{2,0}$  から時刻  $t_{2,1}$  までの期間、制御部 40A からリセット用配線  $L_R$  へ出力されるリセット制御信号  $Reset$  がハイレベルとなり、これにより、 $N$  個の積分回路  $S_1 \sim S_N$  それぞれにおいて、放電用スイッチ  $SW_{2,1}$  が閉じて、積分用容量素子  $C_{2,1}$  が放電される。また、時刻  $t_{2,1}$  より後の時刻  $t_{2,2}$  から時刻  $t_{2,5}$  までの期間、制御部 40A から第 2 行選択用配線  $L_{V,2}$  へ出力される第 2 行選択制御信号  $Vsel(2)$  がハイレベルとなり、これにより、受光部 10A における第 2 行の  $N$  個の画素部  $P_{2,1} \sim P_{2,N}$  それぞれの読出用スイッチ  $SW_1$  が閉じる。

【0073】

この期間 ( $t_{2,2} \sim t_{2,5}$ ) 内において、時刻  $t_{2,3}$  から時刻  $t_{2,4}$  までの期間、制御部 40A から保持用配線  $L_H$  へ出力される保持制御信号  $Hold$  がハイレベルとなり、これにより、 $N$  個の保持回路  $H_1 \sim H_N$  それぞれにおいて入力用スイッチ  $SW_{3,1}$  が閉じる。

【0074】

そして、期間 ( $t_{2,2} \sim t_{2,5}$ ) の後に、制御部 40A から列選択用配線  $L_{H,1} \sim L_{H,N}$  へ出力される列選択制御信号  $Hsel(1) \sim Hsel(N)$  が順次に一定期間だけハイレベルとなり、これにより、 $N$  個の保持回路  $H_1 \sim H_N$  それぞれの出力用スイッチ  $SW_{3,2}$  が順次に一定期間だけ閉じる。以上のようにして、第 2 行の  $N$  個の画素部  $P_{2,1} \sim P_{2,N}$  それぞれのフォトダイオード PD における受光強度を表す電圧値  $V_{out}$  が電圧出力用配線  $L_{out}$  へ出力される。

【0075】

第 2 撮像モードのときには、以上のような第 1 行および第 2 行についての動作に続いて、以降、第 3 行から第  $M_1$  行まで同様の動作が行われて、1 回の撮像で得られる画像を表すフレームデータが得られる。また、第  $M_1$  行について動作が終了すると、再び第 1 行から第  $M_1$  行までの範囲で同様の動作が行われて、次の画像を表すフレームデータが得られる。このように、一定周期で同様の動作を繰り返すことで、受光部 10A が受光した光の像の 2 次元強度分布を表す電圧値  $V_{out}$  が電圧出力用配線  $L_{out}$  へ出力されて、繰り返してフレームデータが得られる。

【0076】

第 2 撮像モードのときには、第  $(M_1 + 1)$  行から第  $M$  行までの範囲については、信号読出部 20 から電圧出力用配線  $L_{out}$  への電圧値の出力は行われない。しかし、第  $(M_1 + 1)$  行から第  $M$  行までの範囲の各画素部  $P_{m,n}$  においても、フォトダイオード PD への光入射によって発生した電荷は、該フォトダイオード PD の接合容量部に蓄積されていき、やがて、接合容量部の飽和レベルを越える。フォトダイオード PD の接合容量部に蓄積される電荷の量が飽和レベルを越えると、飽和レベルを越えた分の電荷が隣の画素部へ溢れ出す。隣の画素部が第  $M_1$  行に属するとすると、隣の画素部について信号読出部 20 から電圧出力用配線  $L_{out}$  へ出力される電圧値は不正確なものになってしまう。

【0077】

そこで、第 2 撮像モードのときに第  $(M_1 + 1)$  行から第  $M$  行までの範囲の各画素部  $P_{m,n}$  のフォトダイオード PD の接合容量部を放電する放電手段が設けられるのが好適である。本実施形態に係る固体撮像装置 1A は、このような放電手段として、第 2 撮像モードのときに図 6 に示されるような動作を行って、第  $(M_1 + 1)$  行から第  $M$  行までの範囲の各

10

20

30

40

50

画素部  $P_{m,n}$  のフォトダイオード PD の接合容量部に蓄積された電荷を積分回路  $S_n$  へ転送することで、該フォトダイオード PD の接合容量部を放電する。

【 0 0 7 8 】

図 6 は、受光部 10 A における第  $M_1$  行および第  $(M_1 + 1)$  行それぞれについての動作を示す。この図には、上から順に、(a) リセット制御信号 Reset、(b) 第  $M_1$  行選択制御信号  $Vsel(M_1)$ 、(c) 第  $(M_1 + 1)$  行選択制御信号  $Vsel(M_1+1)$ 、(d) 保持制御信号 Hold、(e) 第 1 列選択制御信号  $Hsel(1)$ 、(f) 第 2 列選択制御信号  $Hsel(2)$ 、(g) 第 3 列選択制御信号  $Hsel(3)$ 、(h) 第  $n$  列選択制御信号  $Hsel(n)$ 、および、(i) 第  $N$  列選択制御信号  $Hsel(N)$  が示されている。

【 0 0 7 9 】

この図 6 に示される時刻  $t_{40}$  から時刻  $t_{50}$  までの期間における第  $M_1$  行についての動作は、図 5 に示された時刻  $t_{10}$  から時刻  $t_{20}$  までの期間における第 1 行についての動作と同様である。ただし、時刻  $t_{42}$  から時刻  $t_{45}$  までの期間、制御部 40 A から第  $M_1$  行選択用配線  $L_{V,M_1}$  へ出力される第  $M_1$  行選択制御信号  $Vsel(M_1)$  がハイレベルとなり、これにより、受光部 10 A における第  $M_1$  行の  $N$  個の画素部  $P_{M_1,1} \sim P_{M_1,N}$  それぞれの読出用スイッチ  $SW_1$  が閉じる。

【 0 0 8 0 】

第 2 撮像モードのとき、第  $M_1$  行についての動作が終了すると、時刻  $t_{50}$  以降、第  $(M_1 + 1)$  行から第  $M$  行までの範囲についての動作が行われる。すなわち、時刻  $t_{50}$  以降、制御部 40 A からリセット用配線  $L_R$  へ出力されるリセット制御信号 Reset がハイレベルとなり、これにより、 $N$  個の積分回路  $S_1 \sim S_N$  それぞれにおいて、放電用スイッチ  $SW_{2,1}$  が閉じる。また、時刻  $t_{50}$  以降の放電用スイッチ  $SW_{2,1}$  が閉じている期間に、第  $(M_1 + 1)$  行から第  $M$  行までの行選択制御信号  $Vsel(M_1+1) \sim Vsel(M)$  がハイレベルとなり、これにより、受光部 10 A における第  $(M_1 + 1)$  行から第  $M$  行までの範囲の各画素部  $P_{m,n}$  の読出用スイッチ  $SW_1$  が閉じる。

【 0 0 8 1 】

このように、第 2 撮像モードのときに、第  $(M_1 + 1)$  行から第  $M$  行までの範囲の各画素部  $P_{m,n}$  の読出用スイッチ  $SW_1$  が閉じることにより、当該画素部のフォトダイオード PD の接合容量部に蓄積されていた電荷が積分回路  $S_n$  へ転送され、また、各積分回路  $S_n$  において放電用スイッチ  $SW_{2,1}$  が閉じることにより、各積分回路  $S_n$  の積分用容量素子  $C_{2,1}$  は常に放電された状態となる。このようにして、第 2 撮像モードのときに、第  $(M_1 + 1)$  行から第  $M$  行までの範囲の各画素部  $P_{m,n}$  のフォトダイオード PD の接合容量部が放電され得る。

【 0 0 8 2 】

このとき、第  $(M_1 + 1)$  行から第  $M$  行までの範囲については、行選択制御信号  $Vsel(M_1+1) \sim Vsel(M)$  が順次にハイレベルとなってもよいが、行選択制御信号  $Vsel(M_1+1) \sim Vsel(M)$  のうちの複数の行選択制御信号が同時にハイレベルとなってもよく、また、行選択制御信号  $Vsel(M_1+1) \sim Vsel(M)$  の全てが同時にハイレベルとなってもよい。このように、第  $(M_1 + 1)$  行から第  $M$  行までの範囲については、複数または全ての行選択制御信号が同時にハイレベルとなることにより、各画素部  $P_{m,n}$  のフォトダイオード PD の接合容量部が更に短時間に放電され得る。

【 0 0 8 3 】

ところで、第 1 撮像モードと比べて少ない個数の画素部のデータを信号読出部 20 から出力させる他の撮像モードとして、受光部 10 A における連続する  $N_1$  列に含まれる各画素部  $P_{m,n}$  のフォトダイオード PD で発生した電荷の量に応じた電圧値を信号読出部 20 から出力させてもよい。ここで、 $N_1$  は  $N$  未満の整数である。しかし、このように  $N_1$  列の各画素部  $P_{m,n}$  のデータを信号読出部 20 から出力させる撮像モードでは、1 フレームデータを得るために、制御部 40 A から  $M$  個の行選択制御信号  $Vsel(1) \sim Vsel(M)$  を出力させる必要がある。これに対して、本実施形態に係る固体撮像装置 1 A では、 $M_1$  行の各画素部  $P_{m,n}$  のデータを信号読出部 20 から出力させる第 2 撮像モードのときに、1

10

20

30

40

50

フレームデータを得るために、制御部40Aから $M_1$ 個の行選択制御信号 $Vsel(1) \sim Vsel(M_1)$ を出力させればよいので、高速動作をすることができる。

【0084】

なお、これまでに説明してきた図4～図6に示されたタイミングチャートでは、各保持回路 $H_n$ から電圧値の読み出しが終了した後に各積分回路 $S_n$ を初期化した。しかし、各積分回路 $S_n$ の出力電圧値を保持回路 $H_n$ により保持した後であれば、各保持回路 $H_n$ から電圧値を読み出している期間に、リセット制御信号Resetをハイレベルとして各積分回路 $S_n$ を初期化してもよい。これにより更に高速な動作をすることができる。

【0085】

次に、第2実施形態に係る固体撮像装置1Bについて説明する。図7は、第2実施形態に係る固体撮像装置1Bの構成を示す図である。この図に示される固体撮像装置1Bは、受光部10B、信号読出部20、AD変換部30および制御部40Bを備える。また、X線検出用として用いられる場合には、固体撮像装置1Bの受光部10Bを覆うようにシンチレータ部が設けられる。

【0086】

図1に示された第1実施形態に係る固体撮像装置1Aの構成と比較すると、この図7に示される第2実施形態に係る固体撮像装置1Bは、各第 $n$ 列読出用配線 $L_{O,n}$ 上に切離用スイッチ $SW1_n$ および放電用スイッチ $SW2_n$ が設けられている点で相違し、また、制御部40Aに替えて制御部40Bを備える点で相違する。

【0087】

各切離用スイッチ $SW1_n$ は、読出用配線 $L_{O,n}$ 上であって、受光部10Bにおける第 $M_1$ 行と第 $(M_1 + 1)$ 行との間に設けられている。すなわち、切離用スイッチ $SW1_n$ が閉じているときには、第1行から第 $M$ 行までの範囲の各画素部 $P_{m,n}$ は読出用配線 $L_{O,n}$ を介して信号読出部20と接続されている。一方、切離用スイッチ $SW1_n$ が開いているときには、第1行から第 $M_1$ 行までの範囲の各画素部 $P_{m,n}$ は読出用配線 $L_{O,n}$ を介して信号読出部20と接続されているが、第 $(M_1 + 1)$ 行から第 $M$ 行までの範囲の各画素部 $P_{m,n}$ は信号読出部20と切り離される。各切離用スイッチ $SW1_n$ は、切離用配線 $L_{D1}$ を介して制御部40Bと接続されていて、制御部40Bから切離用配線 $L_{D1}$ を通った切離制御信号Disconnectが与えられる。切離制御信号Disconnectは、各切離用スイッチ $SW1_n$ の開閉動作を指示するものである。

【0088】

各放電用スイッチ $SW2_n$ は、読出用配線 $L_{O,n}$ 上であって、切離用スイッチ $SW1_n$ が設けられている位置に対して信号読出部20より遠い側に設けられている。放電用スイッチ $SW2_n$ の一端は、読出用配線 $L_{O,n}$ を介して、第 $(M_1 + 1)$ 行から第 $M$ 行までの範囲の各画素部 $P_{m,n}$ に接続されている。放電用スイッチ $SW2_n$ の他端は接地される。各放電用スイッチ $SW2_n$ は、放電用配線 $L_{D2}$ を介して制御部40Bと接続されていて、制御部40Bから放電用配線 $L_{D2}$ を通った放電制御信号Dischargeが与えられる。放電制御信号Dischargeは、各放電用スイッチ $SW2_n$ の開閉動作を指示するものである。

【0089】

制御部40Bは、第1実施形態における制御部40Aと同様に、第 $m$ 行選択制御信号 $Vsel(m)$ を第 $m$ 行選択用配線 $L_{V,m}$ へ出力し、第 $n$ 列選択制御信号 $Hsel(n)$ を第 $n$ 列選択用配線 $L_{H,n}$ へ出力し、放電制御信号Resetを放電用配線 $L_R$ へ出力し、ゲイン設定信号Gainをゲイン設定用配線 $L_G$ へ出力し、また、保持制御信号Holdを保持用配線 $L_H$ へ出力する。

【0090】

加えて、制御部40Bは、切離制御信号Disconnectを切離用配線 $L_{D1}$ へ出力して、この切離制御信号Disconnectを $N$ 個の切離用スイッチ $SW1_1 \sim SW1_N$ それぞれに与える。また、制御部40Bは、放電制御信号Dischargeを放電用配線 $L_{D2}$ へ出力して、この放電制御信号Dischargeを $N$ 個の放電用スイッチ $SW2_1 \sim SW2_N$ それぞれに与える。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 9 1 】

第2実施形態に係る固体撮像装置1Bも、第1撮像モードおよび第2撮像モードを有する。第1撮像モードと第2撮像モードとの間では、受光部10Bにおける撮像領域が互いに異なる。制御部40Bは、第1撮像モードのときに、受光部10Bにおける $M \times N$ 個の画素部 $P_{1,1} \sim P_{M,N}$ それぞれのフォトダイオードPDで発生した電荷の量に応じた電圧値を信号読出部20から出力させる。また、制御部40Bは、第2撮像モードのときに、受光部10Bにおける第1行から第 $M_1$ 行までの範囲の各画素部 $P_{m,n}$ のフォトダイオードPDで発生した電荷の量に応じた電圧値を信号読出部20から出力させる。

## 【 0 0 9 2 】

また、制御部40Bは、第1撮像モードのときと比べて第2撮像モードのときに、信号読出部20から出力される電圧値に基づくフレームデータにおける読出し画素ピッチを小さくし、単位時間当たりには出力されるフレームデータの個数であるフレームレートを速くし、信号読出部20における入力電荷量に対する出力電圧値の比であるゲインを大きくする。

## 【 0 0 9 3 】

第2実施形態に係る固体撮像装置1Bでは、第1撮像モードのときに、制御部40Bから切離用配線 $L_{D1}$ を経て各切離用スイッチ $SW1_n$ に与えられる切離制御信号Disconnectはハイレベルとなって、各切離用スイッチ $SW1_n$ は閉じる。また、制御部40Bから放電用配線 $L_{D2}$ を経て各放電用スイッチ $SW2_n$ に与えられる放電制御信号Dischargeはローレベルとなって、各放電用スイッチ $SW2_n$ は開く。この状態では、第1行から第M行までの範囲の各画素部 $P_{m,n}$ は読出用配線 $L_{O,n}$ を介して信号読出部20と接続されている。そして、第1実施形態の場合と同様の動作が行われて、受光部10Bにおける $M \times N$ 個の画素部 $P_{1,1} \sim P_{M,N}$ それぞれのフォトダイオードPDで発生した電荷の量に応じた電圧値が信号読出部20から出力される。

## 【 0 0 9 4 】

一方、第2実施形態に係る固体撮像装置1Bでは、第2撮像モードのときに、制御部40Bから切離用配線 $L_{D1}$ を経て各切離用スイッチ $SW1_n$ に与えられる切離制御信号Disconnectはローレベルとなって、各切離用スイッチ $SW1_n$ は開く。また、制御部40Bから放電用配線 $L_{D2}$ を経て各放電用スイッチ $SW2_n$ に与えられる放電制御信号Dischargeはハイレベルとなって、各放電用スイッチ $SW2_n$ は閉じる。この状態では、第1行から第 $M_1$ 行までの範囲の各画素部 $P_{m,n}$ は読出用配線 $L_{O,n}$ を介して信号読出部20と接続されているが、第 $(M_1 + 1)$ 行から第M行までの範囲の各画素部 $P_{m,n}$ は信号読出部20と切り離されて接地されている。

## 【 0 0 9 5 】

そして、第2撮像モードのときに、第1行から第 $M_1$ 行までの範囲については、第1実施形態の場合と同様の動作が行われて、各画素部 $P_{m,n}$ のフォトダイオードPDで発生した電荷の量に応じた電圧値が信号読出部20から出力される。一方、第 $(M_1 + 1)$ 行から第M行までの範囲については、行選択制御信号 $Vsel(M_1+1) \sim Vsel(M)$ がハイレベルとなり、これにより、各画素部 $P_{m,n}$ のフォトダイオードPDのカソード端子は、読出用スイッチ $SW1$ および放電用スイッチ $SW2_n$ を介して接地されるので、各画素部 $P_{m,n}$ のフォトダイオードPDの接合容量部は放電される。すなわち、この場合、各放電用スイッチ $SW2_n$ は、第2撮像モードのときに第 $(M_1 + 1)$ 行から第M行までの範囲の各画素部 $P_{m,n}$ のフォトダイオードPDの接合容量部を放電する放電手段として作用する。

## 【 0 0 9 6 】

第2撮像モードのときに、第 $(M_1 + 1)$ 行から第M行までの範囲については、行選択制御信号 $Vsel(M_1+1) \sim Vsel(M)$ が順次にハイレベルとなってもよいが、行選択制御信号 $Vsel(M_1+1) \sim Vsel(M)$ のうちの複数の行選択制御信号が同時にハイレベルとなってもよく、また、行選択制御信号 $Vsel(M_1+1) \sim Vsel(M)$ の全てが同時にハイレベルとなってもよい。このように、第 $(M_1 + 1)$ 行から第M行までの範囲については、複数または全ての行選択制御信号が同時にハイレベルとなることにより、各画素部 $P_{m,n}$ のフォトダイオードPDの

10

20

30

40

50



接合容量部が更に短時間に放電され得る。

【0097】

また、第2撮像モードのときに、第1行から第 $M_1$ 行までの範囲について各画素部 $P_{m,n}$ のフォトダイオードPDで発生した電荷の量に応じた電圧値が信号読出部20から出力される期間と、第 $(M_1 + 1)$ 行から第M行までの範囲について各画素部 $P_{m,n}$ のフォトダイオードPDの接合容量部が放電される期間とは、互いに一部が重なっていてもよい。このような場合には、更に高速な動作が可能となる。

【0098】

また、第2撮像モードのときに、切離用配線 $L_{D_1}$ が開くことにより、信号読出部20に接続される第n列読出用配線 $L_{O,n}$ が短くなるので、ノイズが低減され得る。

10

【0099】

次に、上記実施形態に係る固体撮像装置を含むX線検査システムの実施形態について説明する。図8は、本実施形態に係るX線検査システム100の構成図である。本実施形態に係るX線検査システム100は、固体撮像装置とX線発生装置とを備え、X線発生装置から出力されて検査対象物を透過したX線を固体撮像装置により撮像して該検査対象物を検査する。

【0100】

この図に示されるX線検査システム100では、X線発生装置106は被写体(検査対象物)に向けてX線を発生する。X線発生装置106から発生したX線の照射野は、1次スリット板106bによって制御される。X線発生装置106は、X線管が内蔵され、そのX線管の管電圧、管電流および通電時間などの条件が調整されることによって、被写体へのX線照射量が制御される。X線撮像器107は、2次元配列された複数の画素部を有するCMOSの固体撮像装置を内蔵し、被写体を通過したX線像を検出する。X線撮像器107の前方には、X線入射領域を制限する2次スリット板107aが設けられる。

20

【0101】

回転アーム104は、X線発生装置106およびX線撮像器107を対向させるように保持して、これらをパノラマ断層撮影の際に被写体の周りに回転させる。また、リニア断層撮影の際にはX線撮像器107を被写体に対して直線変位させるためのスライド機構113が設けられる。回転アーム104は、回転テーブルを構成するアームモータ110によって駆動され、その回転角度が角度センサ112によって検出される。また、アームモータ110は、XYテーブル114の可動部に搭載され、回転中心が水平面内で任意に調整される。

30

【0102】

X線撮像器107から出力される画像信号は、AD変換器120によって例えば10ビット(=1024レベル)のデジタルデータに変換され、CPU(中央処理装置)121にいったん取り込まれた後、フレームメモリ122に格納される。フレームメモリ122に格納された画像データから、所定の演算処理によって任意の断層面に沿った断層画像が再生される。再生された断層画像は、ビデオメモリ124に出力され、DA変換器125によってアナログ信号に変換された後、CRT(陰極線管)などの画像表示部126によって表示され、各種診断に供される。

40

【0103】

CPU121には、信号処理に必要なワークメモリ123が接続され、さらにパネルスイッチやX線照射スイッチ等を備えた操作パネル119が接続されている。また、CPU121は、アームモータ110を駆動するモータ駆動回路111、1次スリット板106bおよび2次スリット板107aの開口範囲を制御するスリット制御回路115、116、X線発生装置106を制御するX線制御回路118にそれぞれ接続され、さらに、X線撮像器107を駆動するためのクロック信号を出力する。

【0104】

X線制御回路118は、X線撮像器107により撮像された信号に基づいて、被写体へのX線照射量を帰還制御することが可能である。

50

## 【 0 1 0 5 】

以上のように構成されるX線検査システム100において、X線撮像器107として本実施形態に係る固体撮像装置1Aまたは1Bが用いられる。

## 【 0 1 0 6 】

X線発生装置106は、スリット板16bの開口範囲が制御されることで、第1出力モードのときに所定の拡がり角でX線を出力し、第2出力モードのときに前記の所定の拡がり角より狭い拡がり角でX線を出力することができる。そして、X線発生装置106が第1出力モードでX線を出力するときに、固体撮像装置であるX線撮像器107は第1撮像モードで動作する。一方、X線発生装置106が第2出力モードでX線を出力するときに、固体撮像装置であるX線撮像器107は第2撮像モードで動作する。

10

## 【 0 1 0 7 】

ここで、例えば、第1出力モードおよび第1撮像モードは、特許文献1に記載されたCT撮影モードに相当し、第2出力モードおよび第2撮像モードは、特許文献1に記載されたパノラマモードまたはセファロモードに相当する。固体撮像装置1A、1Bは、第2撮像モードのときの受光部10A、10Bにおける撮像領域(第1行~第 $M_1$ 行)の長手方向が旋回平面に対して垂直になるように配置される。

## 【 0 1 0 8 】

本実施形態に係るX線検査システム100は、本実施形態に係る固体撮像装置1Aまたは1Bを備えることから、各撮像モードにおいて好適な動作をすることができる。

## 【 0 1 0 9 】

なお、固体撮像装置1A、1Bを備えるX線検査システム100が歯科用に用いられる場合を想定すると、固体撮像装置1A、1Bの受光部10A、10Bにおいて行数 $M$ より列数 $N$ が大きいのが好ましい。これは以下の理由に因る。すなわち、CT撮影モードに相当する第1撮像モードでは、受光部10A、10Bにおいて撮像に用いられる受光範囲の寸法として例えば8cm以上×12cm以上が要求される。また、パノラマモードに相当する第2撮像モードでは、受光部10A、10Bにおいて撮像に用いられる特定範囲の寸法として例えば15cm以上×7mm以上が要求される。上記のような寸法に関する要求を満たし、かつ、円形のシリコンウェハから最も効率よく1個の集積化された固体撮像装置1A、1Bを作製することを考えると、受光部10A、10Bの形状は一方向に長い長方形とならざるをえない。そして、受光部10A、10Bが長方形とならざるをえないことを前提にして、行数 $M$ より列数 $N$ を大きくして、制御部40A、40Bから出力される選択制御信号の個数 $M$ を少なくする。また、信号読出部20における $N$ 個の保持回路 $H_1 \sim H_N$ を複数組に分け、その各組に対して個別にAD変換部を設けて、これらのAD変換部を並列動作させるのが好ましい。このようにすることで、画素データの高速読出しを実現することができる。

20

30

## 【 0 1 1 0 】

例えば、図9に示されるように、 $N$ 個の積分回路 $S_1 \sim S_N$ および $N$ 個の保持回路 $H_1 \sim H_N$ を4組に分けて、積分回路 $S_1 \sim S_i$ および保持回路 $H_1 \sim H_i$ を第1組とし、積分回路 $S_{i+1} \sim S_j$ および保持回路 $H_{i+1} \sim H_j$ を第2組とし、積分回路 $S_{j+1} \sim S_k$ および保持回路 $H_{j+1} \sim H_k$ を第3組とし、また、積分回路 $S_{k+1} \sim S_N$ および保持回路 $H_{k+1} \sim H_N$ を第4組とする。ここで、「 $1 < i < j < k < N$ 」である。そして、第1組の保持回路 $H_1 \sim H_i$ それぞれから順次に出される電圧値をAD変換部31によりデジタル値に変換し、第2組の保持回路 $H_{i+1} \sim H_j$ それぞれから順次に出される電圧値をAD変換部32によりデジタル値に変換し、第3組の保持回路 $H_{j+1} \sim H_k$ それぞれから順次に出される電圧値をAD変換部33によりデジタル値に変換し、また、第4組の保持回路 $H_{k+1} \sim H_N$ それぞれから順次に出される電圧値をAD変換部34によりデジタル値に変換する。また、4つのAD変換部31~34それぞれにおけるAD変換処理を並列的に行う。このようにすることで、画素データの高速読出しを実現することができる。

40

## 【 0 1 1 1 】

50

また、例えば、2行2列のビニング読出しをすることを考慮すると、N個の保持回路 $H_1 \sim H_N$ のうち奇数列に対応する保持回路を第1組とし、偶数列に対応する保持回路を第2組として、これら第1組および第2組それぞれに対して個別にAD変換部を設けて、これら2つのAD変換部を並列動作させるのも好ましい。この場合、奇数列に対応する保持回路と、これの隣の偶数列に対応する保持回路とから、同時に電圧値が出力され、これら2つの電圧値が同時にAD変換処理されてデジタル値とされる。そして、ビニング処理される際には、これら2つのデジタル値が加算される。このようにすることでも、画素データの高速読出しを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0112】

【図1】第1実施形態に係る固体撮像装置1Aの構成を示す図である。

【図2】第1実施形態に係る固体撮像装置1Aの断面を示す図である。

【図3】第1実施形態に係る固体撮像装置1Aの画素部 $P_{m,n}$ 、積分回路 $S_n$ および保持回路 $H_n$ それぞれの回路図である。

【図4】第1実施形態に係る固体撮像装置1Aの動作を説明するタイミングチャートである。

【図5】第1実施形態に係る固体撮像装置1Aの動作を説明するタイミングチャートである。

【図6】第1実施形態に係る固体撮像装置1Aの動作を説明するタイミングチャートである。

【図7】第2実施形態に係る固体撮像装置1Bの構成を示す図である。

【図8】本実施形態に係るX線検査システム100の構成図である。

【図9】本実施形態に係る固体撮像装置1A、1Bの構成の変形例を示す図である。

【符号の説明】

【0113】

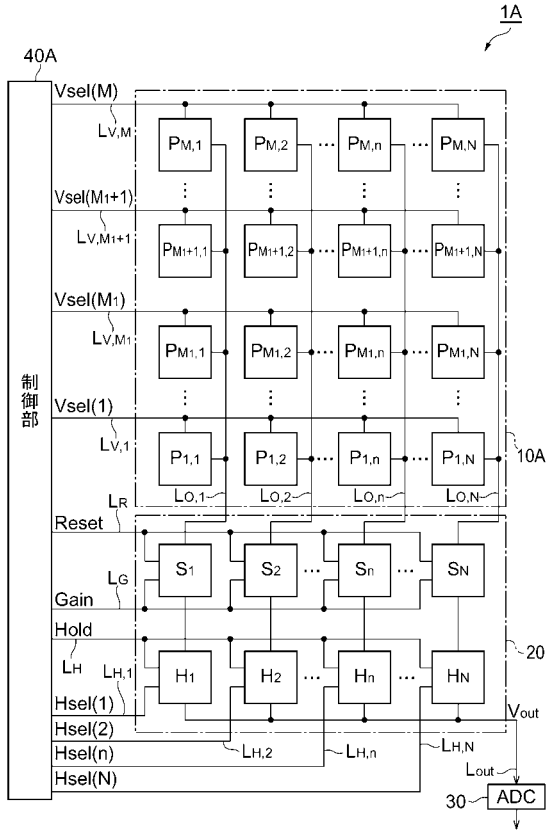
1A、1B...固体撮像装置、10A、10B...受光部、20...信号読出部、30...AD変換部、40A、40B...制御部、 $P_{1,1} \sim P_{M,N}$ ...画素部、PD...フォトダイオード、 $SW_1$ ...読出用スイッチ、 $SW_{1,1} \sim SW_{1,N}$ ...切離用スイッチ、 $SW_{2,1} \sim SW_{2,N}$ ...放電用スイッチ、 $S_1 \sim S_N$ ...積分回路、 $C_{2,1}, C_{2,2}$ ...積分用容量素子、 $SW_{2,1}$ ...放電用スイッチ、 $A_2$ ...アンプ、 $H_1 \sim H_N$ ...保持回路、 $C_3$ ...保持用容量素子、 $SW_{3,1}$ ...入力用スイッチ、 $SW_{3,2}$ ...出力用スイッチ、 $L_{V,m}$ ...第m行選択用配線、 $L_{H,n}$ ...第n列選択用配線、 $L_{O,n}$ ...第n列読出用配線、 $L_R$ ...リセット用配線、 $L_G$ ...ゲイン設定用配線、 $L_H$ ...保持用配線、 $L_{out}$ ...電圧出力用配線。

10

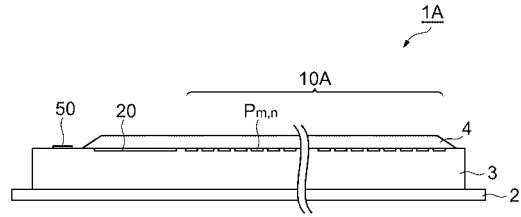
20

30

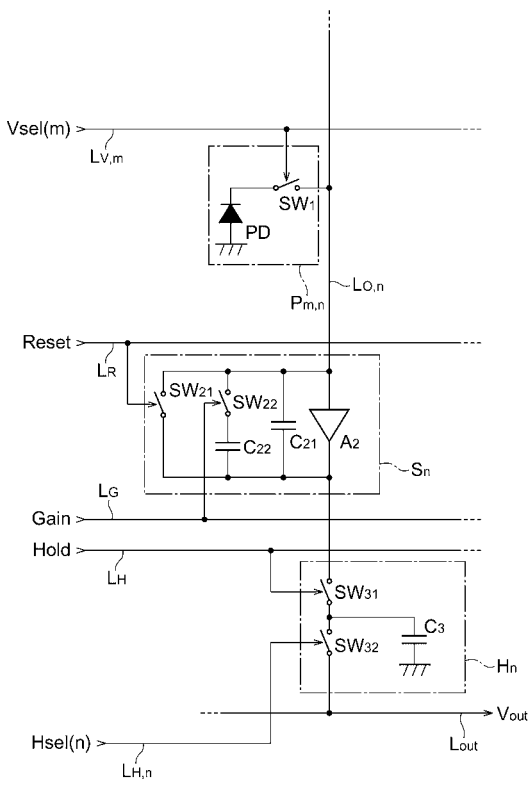
【図1】



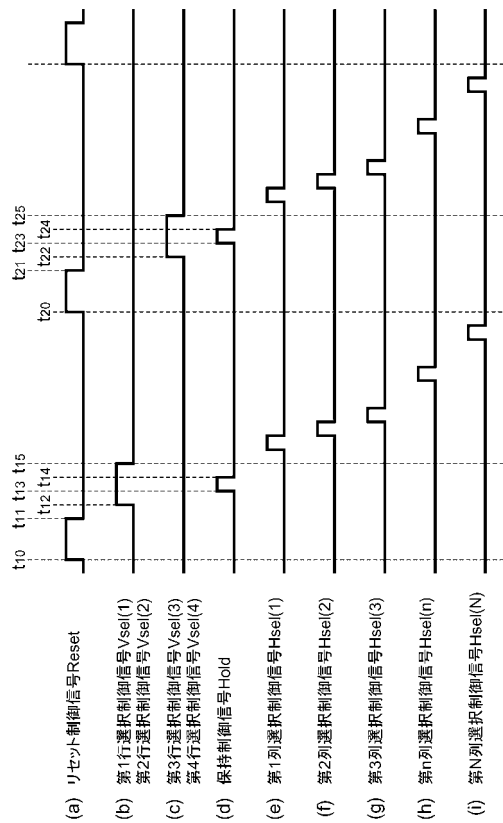
【図2】



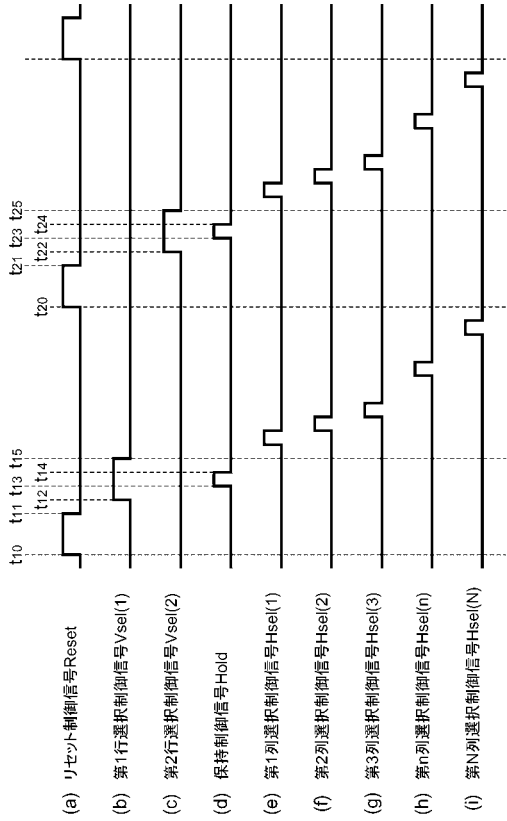
【図3】



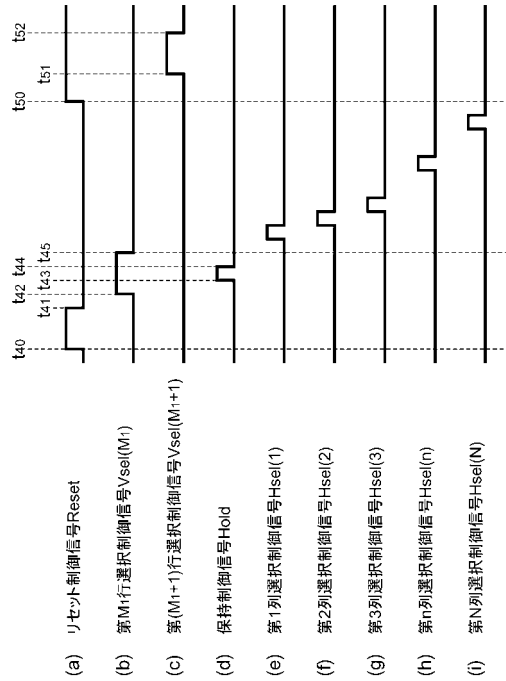
【図4】



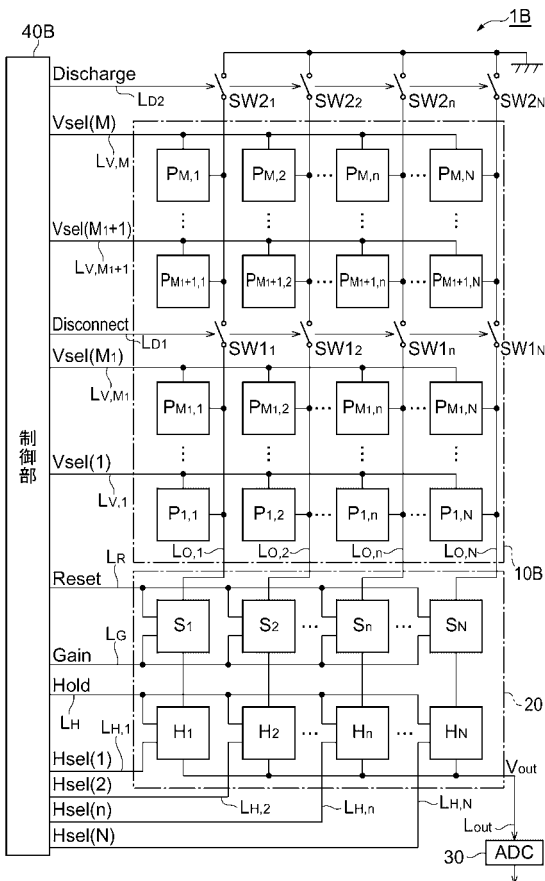
【 図 5 】



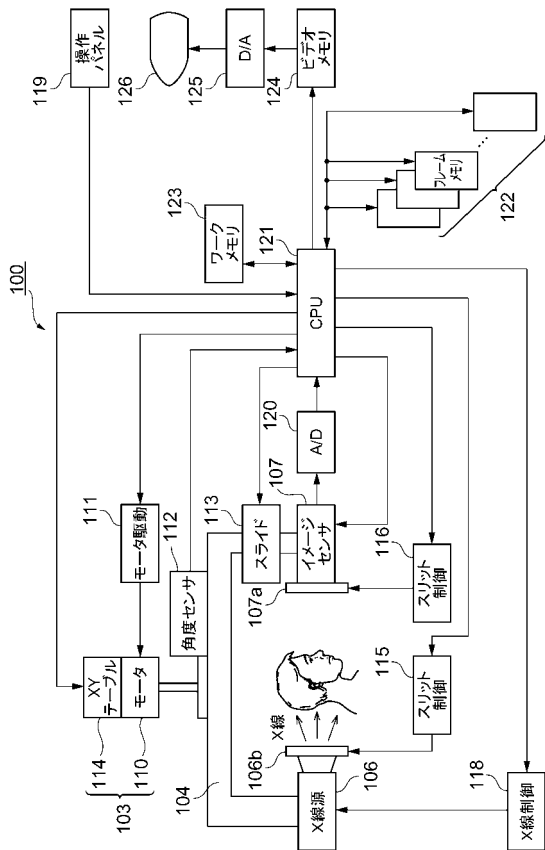
【 図 6 】



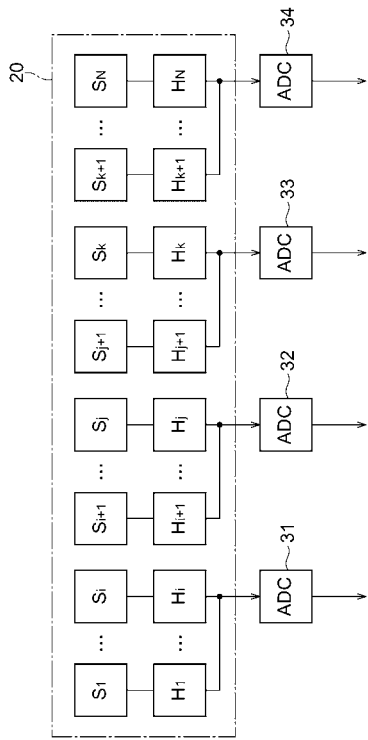
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 久嶋 竜次  
静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内
- (72)発明者 藤田 一樹  
静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

審査官 若林 治男

- (56)参考文献 特開平 1 0 - 2 8 5 4 7 6 ( J P , A )  
特開 2 0 0 7 - 2 2 1 4 5 3 ( J P , A )  
特開 2 0 0 5 - 1 8 4 3 5 8 ( J P , A )  
特開 2 0 0 1 - 1 9 4 4 5 8 ( J P , A )

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
- |         |           |   |           |
|---------|-----------|---|-----------|
| H 0 4 N | 5 / 3 0   | - | 5 / 3 7 8 |
| H 0 4 N | 5 / 2 2 2 | - | 5 / 2 5 7 |