

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6700828号  
(P6700828)

(45) 発行日 令和2年5月27日(2020.5.27)

(24) 登録日 令和2年5月8日(2020.5.8)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>HO4N</b>	<b>5/32</b>	<b>(2006.01)</b>	HO4N	5/32	
<b>GO1T</b>	<b>1/17</b>	<b>(2006.01)</b>	GO1T	1/17	
<b>HO4N</b>	<b>5/341</b>	<b>(2011.01)</b>	HO4N	5/341	C
<b>GO1N</b>	<b>23/04</b>	<b>(2018.01)</b>	GO1N	23/04	
			GO1T	1/17	A

請求項の数 10 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2016-23980 (P2016-23980)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成28年2月10日 (2016.2.10)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2017-143436 (P2017-143436A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成29年8月17日 (2017.8.17)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成31年1月24日 (2019.1.24)		弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】放射線撮像装置、その駆動方法及び撮像システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の画素が配列された画素アレイと、処理部とを備え、

前記複数の画素のそれぞれは、放射線フォトンを検知するための検知素子と、該検知素子で検知された放射線フォトンに応じて変化する電圧を保持する保持部と、該保持部により保持されている電圧を画素信号として出力する出力部とを含み、

前記出力部が画素信号を出力した後において前記検知素子により新たに放射線フォトンが検知されていない場合には、前記保持部の電圧は、該画素信号が出力されたときそのまま保持され、

前記処理部は、

前記複数の画素から非破壊読出で読み出された画素信号の群を1フレーム分の画像データとして、前記画素アレイに対して放射線が照射されている間に画像データの読み出しを繰り返し行って、複数フレームの画像データを取得する第1処理と、

前記複数フレームの画像データの間でのデータの差に基づく、前記画素アレイに入射した放射線フォトンの数及びエネルギー量の少なくとも一方、並びに、該放射線フォトンの前記画素アレイにおける入射位置に基づいて、放射線画像用のデータを生成する第2処理と、

を行う

ことを特徴とする放射線撮像装置。

【請求項2】

前記処理部は、前記第2処理では、前記第1処理において連続で取得された2フレームの画像データの間でのデータの差に基づいて、該2フレームの画像データを取得する間に前記画素アレイに入射した放射線フォトン数および該放射線フォトン入射位置を算出する

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】

前記処理部は、前記第2処理では、前記複数の画素のそれぞれに入射した放射線フォトン数及びエネルギー量の少なくとも一方に基づいて、前記複数の画素のそれぞれに対応する信号値であって放射線画像用のデータを構成する信号値を算出する

ことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の放射線撮像装置。

10

【請求項4】

前記処理部は、前記第2処理では、前記エネルギー量のうち所定の基準値より小さいものについては放射線画像用のデータの生成に用いない

ことを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の放射線撮像装置。

【請求項5】

前記処理部は、前記第2処理では、前記エネルギー量のうち所定の範囲内のものを用いて放射線画像用のデータを生成する

ことを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の放射線撮像装置。

【請求項6】

前記複数の画素のそれぞれから画素信号を読み出すための読出部をさらに備え、  
前記読出部は、1フレーム分の画像データの読み出しを、前記複数の画素のそれぞれからの信号をサンプリングする動作と、該サンプリングされた信号を前記処理部に出力する動作とにより行う

ことを特徴とする請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の放射線撮像装置。

20

【請求項7】

前記複数の画素を駆動する駆動部をさらに備え、  
前記駆動部は、前記画素アレイに対する放射線の照射が開始される前に、前記複数の画素をリセットし、前記処理部が前記第1処理を行っている間には前記複数の画素をリセットしない

ことを特徴とする請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の放射線撮像装置。

30

【請求項8】

請求項1から請求項7のいずれか1項に記載の放射線撮像装置と、放射線を発生する放射線源とを具備する

ことを特徴とする撮像システム。

【請求項9】

複数の画素が配列された画素アレイを備える放射線撮像装置の駆動方法であって、  
前記複数の画素のそれぞれは、放射線フォトンを検知するための検知素子と、該検知素子で検知された放射線フォトンに応じて変化する電圧を保持する保持部と、該保持部により保持されている電圧を画素信号として出力する出力部とを含み、

前記出力部が画素信号を出力した後において前記検知素子により新たに放射線フォトンが検知されていない場合には、前記保持部の電圧は、該画素信号が出力されたときそのまま保持され、

40

前記駆動方法は、

前記複数の画素から非破壊読出で読み出された画素信号の群を1フレーム分の画像データとして、前記画素アレイに対して放射線が照射されている間に画像データの読み出しを繰り返し行って、複数フレームの画像データを取得する工程と、

前記複数フレームの画像データの間でのデータの差に基づく、前記画素アレイに入射した放射線フォトン数及びエネルギー量の少なくとも一方、並びに、該放射線フォトン前記画素アレイにおける入射位置に基づいて、放射線画像用のデータを生成する工程と、  
を含む

50

ことを特徴とする放射線撮像装置の駆動方法。

【請求項10】

コンピュータに、請求項9に記載の放射線撮像装置の駆動方法の各工程を実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、放射線撮像装置、その駆動方法及び撮像システムに関する。

【背景技術】

10

【0002】

放射線撮像装置は、例えば、放射線（X線等）を検知するための複数の画素が配列された画素アレイと、複数の画素のそれぞれから読み出された画素信号を処理して画像データを取得する処理部とを備え、画像診断（レントゲン撮影）や非破壊検査等に用いられる。

【0003】

放射線撮像装置のなかには、画素アレイに入射した放射線フォトン個々を検出し、その数を計測するフォトンカウンティング方式により放射線撮影を行うものがある（特許文献1参照）。具体的には、画素アレイに放射線フォトンが入射することにより、画素アレイにおける該放射線フォトン入射位置に対応する画素は、該放射線フォトンのエネルギー量に応じた画素信号を出力する。処理部は、例えば、複数の画素からの画素信号の群を1つ（1フレーム分）の画素データとして所定周期で読み出し、それにより複数フレームの画素データを取得し、その後、該複数フレームの画素データに基づいて放射線画像用のデータを生成する。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2003-279411号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

30

画素信号は、放射線フォトンに基づく信号成分の他、温度依存性を有するノイズ成分を含みうる。ここで、上述の手法で複数フレームの画素データを取得している間（画像データを所定周期で読み出している間）には、放射線撮像装置（特に画素アレイ）の温度が変化する可能性があり、温度が変化した場合にはノイズ成分が変化してしまう。このことは、画像の品質の低下の原因となりうる。

【0006】

一方、上記温度の変化に伴って変化したノイズ成分を適切に除去するため、複数フレームの画像データを取得する間のそれぞれにおいて（即ち、各フレームの画素データを取得する前または後に）補正用データを取得する方法が考えられる。この補正用データは、例えば、放射線の照射がされていない状態で画素アレイから読み出され且つ信号成分を実質的に含まない画素データであり、オフセットデータ、暗画像データ、FPN画像データ等とも称されうる。例えば、各フレームの画素データを、その直前または直後に取得された補正用データを用いて補正することにより、各フレームの画素データからノイズ成分を除去することができる。しかしながら、この方法によると、取得すべきデータ量が多くなり、撮影時間が長くなってしまふ。

40

【0007】

本発明の目的は、フォトンカウンティング方式の放射線撮影を行う構成において画像の品質を維持しながら撮影時間を短くするのに有利な技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

50

本発明の一つの側面は放射線撮像装置にかかり、前記放射線撮像装置は、複数の画素が配列された画素アレイと、処理部とを備え、前記複数の画素のそれぞれは、放射線フォトンを検知するための検知素子と、該検知素子で検知された放射線フォトンに応じて変化する電圧を保持する保持部と、該保持部により保持されている電圧を画素信号として出力する出力部とを含み、前記出力部が画素信号を出力した後において前記検知素子により新たに放射線フォトンが検知されていない場合には、前記保持部の電圧は、該画素信号が出力されたときのまま保持され、前記処理部は、前記複数の画素から非破壊読出で読み出された画素信号の群を1フレーム分の画像データとして、前記画素アレイに対して放射線が照射されている間に画像データの読み出しを繰り返し行って、複数フレームの画像データを取得する第1処理と、前記複数フレームの画像データの間でのデータの差に基づく、前記画素アレイに入射した放射線フォトン10の数及びエネルギー量の少なくとも一方、並びに、該放射線フォトン10の前記画素アレイにおける入射位置に基づいて、放射線画像用のデータを生成する第2処理と、を行うことを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、画像の品質を維持しながら撮影時間を短くするのに有利である。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】撮像システムの構成の例を説明するためのブロック図である。

【図2】撮像部の構成の例を説明するためのブロック図である。20

【図3】信号出力部の構成の例を説明するためのブロック図である。

【図4】撮像部の駆動方法の例を説明するためのタイミングチャートである。

【図5】単位画素の構成の例を説明するためのブロック図である。

【図6】単位画素の駆動方法の例を説明するためのタイミングチャートである。

【図7】読み出された画像データを構成する画素信号を説明するための図である。

【図8】読み出された画像データの処理結果を説明するための図である。

【図9】放射線画像用のデータの生成方法を説明するための図である。

【図10】単位画素の駆動方法の参考例を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】30

以下、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態を述べる。なお、各図は、構造ないし構成を説明する目的で記載されたものに過ぎず、図示された各要素の寸法は必ずしも現実のものを反映するものではない。また、各図において、同一の要素には同一の参照番号を付しており、以下、重複する内容については説明を省略する。

【0012】

図1は、放射線（典型的にはX線が用いられ、その他、40線、線等が用いられてもよい。）を用いた診断・検査等を行うための撮像システム100の構成例を示すブロック図である。撮像システム100は、フォトンカウンティング方式により放射線撮影を行うための放射線撮像装置であり、例えば、放射線源101、放射線源制御部102、処理部103、撮像部104を具備する。

【0013】

撮像部104は、例えば、放射線を光に変換するシンチレータ105と、複数の画素20が行列状に配列された画素アレイ106とを含む。より具体的には、画素アレイ106には、シンチレータ105からの光（シンチレーション光）を検出する複数の画素20が、複数の行および複数の列を形成するように配列されている。画素20は「センサ」と称されてもよく、また、画素アレイ106は「センサアレイ」と称されてもよい。なお、ここでは、放射線を光に変換して該光を検出する間接型の検出方式を例示するが、放射線を直接的に検出する直接型の検出方式が採用されてもよい。

【0014】

処理部103は、例えば、撮像部104および放射線源制御部102を制御し、放射線50

撮影を行う。処理部 103 は、例えば、放射線の照射開始の許可を示す信号を撮像部 104 から受けて放射線源制御部 102 を制御し、放射線の照射を開始させる。処理部 103 は、例えば、撮像部 104 から該照射された放射線に基づく画像データ（またはそれを形成する画素信号の群）を受ける。そして、処理部 103 は、該画像データに基づいて、画素アレイ 106 に入射した放射線光子（本明細書において、単に「光子」という。）の数および画素アレイ 106 における該光子の入射位置を算出する。処理部 103 は、該算出結果に基づいて、例えばディスプレイ等の表示部（不図示）に放射線画像を表示させるためのデータを生成する。詳細は後述とするが、処理部 103 は、例えば、第 1 演算部 103a と第 2 演算部 103b とを含み、これらを用いて該データを生成するための演算処理を行う。処理部 103 は、更に、該データに対して所定の補正処理を行って

10

#### 【0015】

処理部 103 は、上述の各ユニットおよびそれを構成する各要素を同期制御しながらそれらを駆動する駆動部としての機能を兼ねてもよいが、該駆動部は、処理部 103 とは別に配置されてもよい。処理部 103 は、例えば、本明細書で説明される各動作を実現するためのプログラム又はソフトウェアが格納されたパーソナルコンピュータでもよいし、専用の集積回路（例えば ASIC）を備える演算装置でもよい。

#### 【0016】

撮像システム 100 の構成は、上述の例に限られるものではなく、あるユニットの一部の機能を、他のユニットが有するように構成されてもよいし、いくつかのユニットが一体になるように構成されてもよい。例えば、ここでは処理部 103 と撮像部 104 とが個別に配された構成を例示したが、これらは単一のユニットで実現されてもよい。また、ここでは放射線源制御部 102 と処理部 103 とが個別に配された構成を例示したが、これらは単一のユニットで実現されてもよい。

20

#### 【0017】

図 2 は、撮像部 104 の構成例を示すブロック図である。撮像部 104 は、例えば、画素アレイ 106 を形成する複数の画素 20 と、各画素 20 を駆動する垂直走査回路 303 と、各画素 20 からの信号を外部に出力するための水平転送を行う水平走査回路 304 とを含む。複数の画素 20 は、 $m$  行  $\times$   $n$  列で配列されており、図中には、それぞれの画素位置を示す情報を示している。例えば第 1 行かつ第 2 列の画素には、画素位置を示す情報として  $(2, 1)$  と図示される。

30

#### 【0018】

なお、詳細は後述とするが、各画素 20 からは、画素 20 におけるノイズ成分に相当する信号（N 信号）と、画素 20 に光子が入射したことに伴う信号成分を該ノイズ成分と共に含む信号（S 信号）とが、非破壊読出でそれぞれ読み出される。該信号成分は、入射した光子のエネルギー量に相当するレベルを示し、S 信号と N 信号との差を算出することにより得られる。N 信号および S 信号は、各画素 20 において図示された端子  $t_n$  および端子  $t_s$  から、それぞれ独立して出力される。

#### 【0019】

垂直走査回路 303 および水平走査回路 304 は、例えばシフトレジスタで構成されており、所定の基準信号（例えば、クロック信号、処理部 103 からの駆動信号等）に基づいて動作する。例えば、垂直走査回路 303 は、制御線 305 を介して各画素 20 に制御信号を入力し且つ該制御信号に基づいて各画素 20 を行単位で駆動する駆動部に相当する。即ち、垂直走査回路 303 は行選択部として機能し、信号読出の対象となる画素 20 を行ごとに選択する。また、水平走査回路 304 は列選択部として機能し、制御信号に基づいて各画素 20 を列ごとに選択しながら、該選択された画素 20 からの信号を順に出力する（水平転送）。

40

#### 【0020】

また、撮像部 104 は、各画素 20 からの S 信号および N 信号をそれぞれ読み出すための端子  $E_s$  および端子  $E_n$  を有する。また、撮像部 104 はセレクト端子  $E_{cs}$  をさら

50

に有し得、端子 $E_{CS}$ が受ける信号が活性化されることによって、各画素20のS信号およびN信号が端子 $E_S$ 及び $E_N$ を介してそれぞれ読み出されうる。具体的には、端子 $t_s$ 及び $t_n$ は、列信号線306及び307にそれぞれ接続されている。列信号線306及び307は、水平走査回路304からの制御信号に応答して導通状態になるスイッチ $SW_H$ を介して、アナログ出力線308及び309にそれぞれ接続されている。アナログ出力線308及び309の信号は、端子 $E_{CS}$ が受ける信号に応答して導通状態になるスイッチ $SW_{CS}$ を介して、端子 $E_S$ 及び $E_N$ からそれぞれS信号およびN信号として出力される。

#### 【0021】

また、撮像部104は、垂直走査回路303および水平走査回路304を制御するための各制御信号を受ける端子 $HST$ 、 $CLKH$ 、 $VST$ および $CLKV$ をさらに有する。端子 $HST$ は、水平走査回路304に入力されるスタートパルスを受ける。端子 $CLKH$ は、水平走査回路304に入力されるクロック信号を受ける。端子 $VST$ は、垂直走査回路303に入力されるスタートパルスを受ける。端子 $CLKV$ は、垂直走査回路303に入力されるクロック信号を受ける。

10

#### 【0022】

図3は、信号出力部 $U_{OUT}$ を説明するための図である。信号出力部 $U_{OUT}$ は、撮像部104に含まれ得、差動増幅部107およびアナログデジタル変換部151(以下、「AD変換部」と記載する。)を含みうる。差動増幅部107は、端子 $E_N$ 及び $E_S$ を介してN信号およびS信号を受ける。具体的には、S信号は差動増幅部107の反転入力端子に入力され、N信号は差動増幅部107の非反転入力端子に入力される。差動増幅部107では、N信号とS信号との差分が増幅され、該差分はAD変換部151で $CLKAD$ 端子を介して入力されるクロック信号に基づいてアナログデジタル変換(AD変換)される。このような構成により、ノイズ成分が除去され、画像データを形成する画素信号の群の個々が得られ、そして、該画像データは $ADOUT$ 端子を介して出力される。

20

#### 【0023】

図4は、画像データの読出動作(本明細書において「読出動作RO」とする。)を行うためのタイミングチャートを示している。図中の縦軸に示された各制御信号( $VST$ 、 $CLKV$ 、 $HST$ 、 $CLKH$ 及び $CLKAD$ )は、各端子に入力される制御信号を示す。例えば、制御信号 $VST$ は、端子 $VST$ に入力される制御信号を示す(他の制御信号についても同様である)。

30

#### 【0024】

信号 $VST$ はスタートパルス信号であり、この信号により、第1行目の各画素20が垂直走査回路303により選択される。信号 $CLKV$ はクロック信号であり、端子 $CLKV$ で該クロック信号を受けるたびに、選択されている行が第1行目から第 $m$ 行目まで順にシフトされる(即ち、各画素20が、第1行目から第 $m$ 行目まで行ごとに順に選択される)。信号 $HST$ はスタートパルス信号であり、端子 $HST$ で該スタートパルス信号を受けることにより、第1列目の各画素20が水平走査回路304により選択される。信号 $CLKH$ はクロック信号であり、端子 $CLKH$ で該クロック信号を受けるたびに、選択されている列が第1列目から第 $n$ 列目まで順にシフトされる(即ち、各画素20が、第1列目から第 $n$ 列目まで行ごとに順に選択される)。信号 $CLKAD$ はクロック信号であり、端子 $CLKAD$ で該クロック信号を受けることにより、前述のAD変換部151によりAD変換が為される。

40

#### 【0025】

第1期間 $T_1$ において、まず、信号 $VST$ 及び $CLKV$ のハイレベル(Hレベル)のパルスが供給され、それにより、第1行目の各画素20が選択された状態になる。そして、信号 $HST$ のHレベルのパルスが供給され(即ち、第1列目の画素20が選択され)、その後、クロック信号 $CLKH$ 及び $CLKAD$ に基づいて、第1列目から第 $n$ 列目まで順に選択される。これにより、第1行目について、第1列目から第 $n$ 列目までの各画素20から画素信号が順に読み出される。

50

## 【 0 0 2 6 】

次に、第 2 期間  $T_2$  において、信号  $CLKV$  の H レベルのパルスが供給され、それにより、第 2 行目の各画素 20 が選択された状態になる。そして、期間  $T_1$  同様、信号  $HST$  の H レベルのパルスが供給され（即ち、第 1 列目の画素 20 が選択され）、その後、クロック信号  $CLKH$  及び  $CLKAD$  に基づいて、第 1 列目から第  $n$  列目まで順に選択される。これにより、第 2 行目について、第 1 列目から第  $n$  列目までの各画素 20 から画素信号が順に読み出される。

## 【 0 0 2 7 】

その後の第 3 期間  $T_3$  では、同様に、第 3 行目について、第 1 列目から第  $n$  列目までの各画素 20 から画素信号が順に読み出される。不図示の第 4 期間以降についても同様である。このようにして、全ての画素 20（第  $m$  行  $\times$  第  $n$  列の各画素 20）から画素信号が読み出され、それらに基づいて 1 フレーム分の画像データが形成される。

10

## 【 0 0 2 8 】

図 5 は、単位画素 20 の等価回路図を示す。画素 20 は、例えば、第 1 部分  $ps_1$  と第 2 部分  $ps_2$  と第 3 部分  $ps_3$  とを含みうる。第 1 部分  $ps_1$  は、フォトダイオード  $PD$ 、トランジスタ  $M_1$  及び  $M_2$ 、フローティングディフュージョン容量  $C_{FD}$ （以下、 $FD$  容量  $C_{FD}$ ）、並びに、感度切り替え用の容量  $C_{FD}'$  を有しうる。フォトダイオード  $PD$  は光電変換素子であり、画素 20 に入射した光子は、それに起因してシンチレータ 105（図 1 参照）で発生した光（シンチレーション光）に基づいてフォトダイオード  $PD$  により検出され、電気信号に変換される。この観点で、フォトダイオード  $PD$  は、シンチレータ 105 と共に放射線を検知するための検知素子を形成している。即ち、シンチレーション光の光量に応じた量の電荷がフォトダイオード  $PD$  で発生し、該発生した電荷量に応じた  $FD$  容量  $C_{FD}$  の電圧が第 2 部分  $ps_2$  に出力される。

20

## 【 0 0 2 9 】

感度切り替え用の容量  $C_{FD}'$  は、画素 20 の放射線に対する感度を切り替えるために用いられ、トランジスタ  $M_1$  を介してフォトダイオード  $PD$  に接続されている。信号  $WIDE$  が活性化されることによってトランジスタ  $M_1$  が導通状態になり、 $FD$  容量  $C_{FD}$  と容量  $C_{FD}'$  との合成容量の電圧が第 2 部分  $ps_2$  に出力される。画素 20 は、ここでは、信号  $WIDE$  が  $Hi$  レベルのときには低感度モードとなり、 $Low$  レベルのときには高感度モードとなる。このように、画素 20 は、容量  $C_{FD}'$  を用いるか否かで放射線に対する感度を変更することが可能である。

30

## 【 0 0 3 0 】

トランジスタ  $M_2$  は、 $PRE_S$  信号が活性化されることによってフォトダイオード  $PD$  の電荷を初期化し、第 2 部分  $ps_2$  に出力される電圧をリセットする。

## 【 0 0 3 1 】

第 2 部分  $ps_2$  は、トランジスタ  $M_3 \sim M_7$  とクランプ容量  $C_{CL}$  と定電流源とを有しうる。トランジスタ  $M_3$  とトランジスタ  $M_4$  と定電流源（例えばカレントミラー構成のトランジスタ）とは電流経路を形成するように直列に接続されている。トランジスタ  $M_3$  のゲートに入力されるイネーブル信号  $EN$  が活性化されることによって、第 1 部分  $ps_1$  からの電圧を受けるトランジスタ  $M_4$  が動作状態となる。このようにしてソースフォロワ回路が形成され、第 1 部分  $ps_1$  からの電圧に応じた電圧が出力される。

40

## 【 0 0 3 2 】

その後段には、トランジスタ  $M_5 \sim M_7$  とクランプ容量  $C_{CL}$  とで構成されたクランプ回路が設けられている。具体的には、クランプ容量  $C_{CL}$  の一方の端子  $n_1$  が、第 1 部分  $ps_1$  のトランジスタ  $M_3$  とトランジスタ  $M_4$  との間のノードに接続されており、他方の端子  $n_2$  が、クランプスイッチとして機能するトランジスタ  $M_5$  に接続されている。また、トランジスタ  $M_6$  とトランジスタ  $M_7$  と定電流源とは電流経路を形成するように直接に接続されており、他方の端子  $n_2$  は、トランジスタ  $M_7$  のゲートに接続されている。この構成により、第 1 部分  $ps_1$  のフォトダイオード  $PD$  で生じる  $kTC$  ノイズ（いわゆるリセットノイズ）が除去される。

50

## 【0033】

具体的には、前述のリセット時における第1部分ps1からの電圧に応じた電圧がクランプ容量 $C_{CL}$ の端子n1にされる。また、クランプ信号PCLが活性化されることによりトランジスタM5が導通状態になり、クランプ電圧VCLがクランプ容量 $C_{CL}$ の端子n2にされる。このようにして、クランプ容量 $C_{CL}$ の両端子n1 - n2間で生じた電位差をノイズ成分としてクランプし、その後のフォトダイオードPDでの電荷の発生および蓄積に伴う電圧の変化分を信号成分として出力する。

## 【0034】

イネーブル信号ENはトランジスタM6のゲートにもされ、イネーブル信号ENが活性化されることによってトランジスタM7が動作状態となる。このようにしてソースフォロワ回路が形成され、トランジスタM7のゲート電圧に応じた電圧が第3部分ps3に出力される。

## 【0035】

第3部分ps3は、トランジスタM8、M10、M11及びM13、アナログスイッチSW9及びSW12、並びに、容量CS及びCNを有する。トランジスタM8及びM10とアナログスイッチSW9と容量CSとが形成するユニットを「第1のユニット $U_{SHS}$ 」と称する。

## 【0036】

第1のユニット $U_{SHS}$ において、トランジスタM8と容量CSとはサンプルホールド回路を形成しており、第2部分ps2からの出力値を保持する保持部として機能する。具体的には、制御信号TSを用いてトランジスタM8の状態（導通状態または非導通状態）を切り替えることによって、第2部分ps2から得られる信号（シンチレーション光の光量にしたがう信号）を容量CSに保持している。トランジスタM10は、そのソースフォロワ動作によってアンプとして機能し、これによって該信号は増幅される。該増幅された信号は、制御信号VSRを用いてアナログスイッチSW9を導通状態にすることにより、前述のS信号として、端子tsから出力される。

## 【0037】

第1のユニット $U_{SHS}$ と同様にして、トランジスタM11及びM13とアナログスイッチSW12と容量CNとは、端子tnから信号を出力する「第2のユニット $U_{SHN}$ 」を形成している。第2のユニット $U_{SHN}$ では、前述のN信号（に相当する電圧）が容量CNにより保持され、同様に、アナログスイッチSW12を導通状態にすることにより端子tnから出力される。

## 【0038】

まとめると、画素20で生じた電荷量に基づく電圧が容量CSに保持され、該電荷量に基づく電圧は、任意のタイミングでS信号として読み出されうる。ここで、該電荷量に基づく電圧は、容量CSに保持されたままの状態であり、該S信号の読み出しによって消失しない。換言すると、S信号は、第1のユニット $U_{SHS}$ から非破壊読出で読み出される。同様に、N信号は、第2のユニット $U_{SHN}$ から非破壊読出で読み出される。この観点で、ユニット $U_{SHS}$ 及び $U_{SHN}$ を制御する垂直走査回路303は、画素信号を読み出すための読出部の一部を形成している。その後、前述の信号出力部 $U_{OUT}$ （図3参照）によりS信号とN信号との間の差を取得することにより、熱ノイズ、 $1/f$ ノイズ、温度差、プロセスばらつき等に起因するノイズ成分が除去され、画素信号が得られる。

## 【0039】

以上のようにして画素信号の群が非破壊読出で取得され、それらに基づいて画像データが形成される。即ち、各画素信号は、画素アレイ106のうち対応する画素位置の画素20から得られ、このようにして複数の画素20から読み出された画素信号の群は、1フレーム分の画像データを形成する。以下において、1フレーム分の画像データを得るための上述の一連の動作を「読出動作RO」と示す場合がある。

## 【0040】

図6は、本実施形態に係る単位画素20の駆動方法の例を説明するためのタイミングチ

10

20

30

40

50



ヤートを示す。図中の「読出動作」におけるHレベルは読出動作ROを実行していることを示す。また、図中の「放射線」におけるHレベルは放射線が照射されている状態を示す。その強度（単位時間あたりの照射量）は、フォトンカウンティング方式の放射線撮影を行う場合、比較的low（具体的には、1フレーム分の画像データを取得する間に、1つの画素20に2以上のフォトンが入射しない程度に）設定されうる。

【0041】

図6の(A)に例示されるように、画素アレイ106に対する放射線の照射が開始される前、リセット駆動RDが為される。図6の(B)は、より具体的にリセット駆動RDを説明するためのタイミングチャートの拡大図である。リセット駆動RDは、放射線の照射開始前において例えば所定周期で繰り返し実行されうる。その後、放射線の照射開始に  
10 応答して、サンプリング駆動SDと読出動作ROとが繰り返し実行されうる。図6の(C)は、より具体的にサンプリング駆動SDを説明するためのタイミングチャートの拡大図である。

【0042】

時刻t51~t56ではリセット駆動RDが為され、それにより各画素20がリセットされる。具体的には、時刻t51では、イネーブル信号ENをHレベルにして、トランジスタM3及びM6を導通状態にする。これにより、トランジスタM4及びM7がソースフォロア動作を行う状態になる。

【0043】

時刻t52では、信号PRESをHレベルにしてリセット用のトランジスタM2を導通  
20 状態にする。これにより、フォトダイオードPDが基準電圧VRESに接続され、フォトダイオードPDがリセットされると共に容量CFDの電圧もリセットされる。また、リセット直後のトランジスタM4のゲート電圧に応じた電圧が、クランプ容量CCLの端子n1（トランジスタM4側の端子）に入力される。なお、低感度モードの場合には、時刻t52で、信号WIDEをHレベルにして感度切替え用のトランジスタM1を導通状態にし、容量CFD'の電圧をリセットしてもよい。

【0044】

時刻t53では、信号PCLをHレベルにして、前述のクランプを行うためのトランジスタM5を導通状態にする。これにより、クランプ電圧VCLがクランプ容量CCLの端子n2（トランジスタM7側の端子）に入力される。また、時刻t53では、信号TS及びTNをHレベルにして、前述のサンプリングを行うためのトランジスタM8及びM11を導通状態にし、容量CS及びCNを初期化してもよい。  
30

【0045】

時刻t54では、信号PRESをLレベルにして、トランジスタM2を非導通状態にすることにより、クランプ容量CCLの端子n1は、リセット直後のトランジスタM4のゲート電圧に応じた電圧にセットされる。なお、低感度モードの場合は、信号WIDEをLレベルにしてトランジスタM1を非導通状態にすることにより、容量CFD'は、リセット直後の電圧で固定される。

【0046】

時刻t55では、信号PCLをLレベルにして、トランジスタM5を非導通状態にする  
40 。これにより、端子n1と端子n2との電位差（基準電圧VRESにしたがう電圧と基準電圧VCLとの電位差）に応じた電荷がクランプ容量CCLに保持され、前述のkTCノイズのクランプが完了する。また、時刻t53で容量CS及びCNを初期化した場合には、時刻t55で信号TS及びTNをLレベルにしてトランジスタM8及びM11を非導通状態にすることにより、容量CS及びCNの電圧が固定される。

【0047】

時刻t56では、イネーブル信号ENをLレベルにして、トランジスタM3及びM6を非導通状態にする。これにより、トランジスタM4及びM7を非動作状態にする。その後、放射線の照射開始を許可する信号をアクティブレベルにする（許可状態にする）。放射線の照射が開始された場合、フォトダイオードPDでは、照射された放射線量に応じた電  
50

荷が発生し蓄積される。

【0048】

以上のようにして、リセット駆動RDの一連の動作が終了する。即ち、リセット駆動RDでは、フォトダイオードPDをリセットすると共に、第1部分ps1のフォトダイオードPDに起因するkTCノイズに相当する電圧がクランプ容量 $C_{CL}$ に保持され、また、必要に応じて容量CS及びCNが初期化される。

【0049】

時刻 $t_{60} \sim t_{70}$ ではサンプリング駆動SDが為され、それにより各画素20ではS信号およびN信号がサンプリングされる。具体的には、画素20の電荷量に応じた信号レベルを容量CSに保持し(S信号)、また、第2部分ps2の回路構成に依存する熱ノイズ、 $1/f$ ノイズ、温度差、プロセスばらつき等の固定パターンノイズに相当するノイズレベルを容量CNに保持する(N信号)。

10

【0050】

時刻 $t_{60}$ では、イネーブル信号ENをHレベルにしてトランジスタM3及びM6を導通状態にし、トランジスタM4及びM7がソースフォロア動作を行う状態になる。トランジスタM4のゲート電圧は、フォトダイオードPDで発生し蓄積された電荷量に応じて変化しており、該変化したゲート電圧に応じた電圧がクランプ容量 $C_{CL}$ の端子n1に入力され、端子n1の電位が変化する。クランプ容量 $C_{CL}$ の端子n2の電位変化は、端子n1の電位変化にしたがう。ここで、前述のとおり、クランプ容量 $C_{CL}$ にはkTCノイズに相当する電圧が保持されているため、この電位変化の量が信号成分として第3部分ps3に出力される。

20

【0051】

時刻 $t_{61}$ では、信号TSをHレベルにしてトランジスタM8を導通状態にすることにより、第2部分ps2からの出力電圧が容量CSに保持される。即ち、容量CSの電圧は、第2部分ps2の出力電圧(トランジスタM7のゲート電圧に応じた電圧)になる。

【0052】

時刻 $t_{62}$ では、時刻 $t_{61}$ でサンプリングを開始したので、放射線の照射開始を許可する信号をノンアクティブレベルにする(禁止状態にする)。

【0053】

時刻 $t_{63}$ では、信号TSをLレベルにしてトランジスタM8を非導通状態にすることにより、第2部分ps2の出力電圧が容量CSに固定される。

30

【0054】

即ち、時刻 $t_{60} \sim t_{63}$ では、画素20で生じた電荷量に応じた信号レベルが、容量CSに保持される。

【0055】

時刻 $t_{64}$ では、信号PRESをHレベルにして、リセット用のトランジスタM2を導通状態にし、FD容量 $C_{FD}$ (及び $C_{FD}'$ )の電圧をリセットして基準電圧VRESにすると共に、端子n1の電圧も時刻 $t_{52}$ と同じ状態になる。

【0056】

時刻 $t_{65}$ では、信号PCLをHレベルにしてトランジスタM5を導通状態にすることにより、クランプ電圧VCLがクランプ容量 $C_{CL}$ の他方の端子n2(トランジスタM7側の端子)に入力される。

40

【0057】

時刻 $t_{66}$ では、信号PRESをLレベルにしてトランジスタM2を非導通状態にすることにより、クランプ容量 $C_{CL}$ の端子n1は、リセット直後のトランジスタM4のゲート電圧に応じた電圧にセットされる。なお、低感度モードの場合は、信号WIDEをLレベルにしてトランジスタM1を非導通状態にすることにより、容量 $C_{FD}'$ はリセット直後の電圧で固定されうる。

【0058】

時刻 $t_{67}$ では、信号TNをHレベルにしてトランジスタM14を導通状態にすること

50

により、容量  $C_N$  の電圧は、トランジスタ  $M_7$  のゲート電圧が基準電圧  $V_{CL}$  のときの第 2 部分  $p_s 2$  の出力電圧になる。

【 0 0 5 9 】

時刻  $t_{68}$  では、信号  $T_N$  を L レベルにしてトランジスタ  $M_{14}$  を非導通状態にすることにより、容量  $C_N$  の電圧が固定される。

【 0 0 6 0 】

即ち、時刻  $t_{64} \sim t_{68}$  では、第 2 部分  $p_s 2$  の回路構成に依存する熱ノイズ、 $1/f$  ノイズ、温度差、プロセスばらつき等の固定パターンノイズに相当するノイズレベルが容量  $C_N$  に保持される。

【 0 0 6 1 】

最後に、時刻  $t_{69}$  では信号  $P_{CL}$  を L レベルにしてトランジスタ  $M_5$  を非導通状態にし、時刻  $t_{70}$  では、イネーブル信号  $E_N$  を L レベルにしてトランジスタ  $M_3$  及び  $M_6$  を非導通状態（トランジスタ  $M_4$  及び  $M_7$  を非動作状態）にする。

【 0 0 6 2 】

以上のようにして、サンプリング駆動  $S_D$  の一連の動作が終了する。即ち、サンプリング駆動  $S_D$  では、画素 20 の電荷量に応じた信号レベル（ $S$  信号）が容量  $C_S$  に保持されると共に、第 2 部分  $p_s 2$  に起因する固定パターンノイズに相当するノイズレベル（ $N$  信号）が容量  $C_N$  に保持される。

【 0 0 6 3 】

図 7 は、図 6 の（A）に例示されたタイミングチャートを簡略化したものと、該タイミングチャートに従う駆動方法により得られた画素信号の画素値と、該画素値を演算処理して得られた結果とを説明するための図である。画素値は、単一の画素 20 から得られた画素信号のデジタル値であり、説明の容易化のため、ここでは単一の画素 20 に着目して述べるが、他の複数の画素 20 についても、それぞれ、同様の手順で画素値が得られ且つ演算処理が為される。即ち、以下の演算処理は、画像データを構成する画素信号の群の個々について為される。

【 0 0 6 4 】

前述のとおり、放射線の強度（単位時間あたりの照射量）は、フォトンカウンティング方式では比較的 low に設定されうる。ここでは説明の容易化のため、1 フレーム分の画像データを取得する間において、1 つの画素 20 に 1 つのフォトンが入射するか、及び、該 1 つの画素 20 にフォトンが 1 つも入射しないか、のいずれかが生じる場合を考える。即ち、以下の説明において、1 フレーム分の画像データを取得している期間に、1 つの画素 20 に 2 以上のフォトンが入射することはないものとする。

【 0 0 6 5 】

放射線の照射が開始されたことに依りてリセット駆動  $R_D$  を終了し、その後、放射線が照射されている間（或いは、該照射が終了されたことが検知されるまで）、本例では、 $N$  個のフレームが得られる。図中において、第  $k$  フレームを取得する期間を「期間  $T_f(k)$ 」と示し（ $k = 1 \sim N$ ）、期間  $T_f(k)$  におけるサンプリング駆動  $S_D$  及び読出動作  $R_O$  をそれぞれ「 $S_D(k)$ 」及び「 $R_O(k)$ 」と示す。

【 0 0 6 6 】

本例では、期間  $T_f(1)$  では、画素 20 にフォトンが入射せず（画素 20 ではフォトンが検知されず）、したがって、そのときの画素値  $X(1)$  は初期値（例えば 0）のままとなる。期間  $T_f(2)$  では、画素 20 に 1 つのフォトンが入射し、それに伴い、そのときの画素値  $X(2)$  は  $X(1)$  から増加する。この増加量は、該入射した 1 つのフォトンのエネルギー量に相当する。期間  $T_f(3)$  では、画素 20 にフォトンが入射せず、そのときの画素値  $X(3)$  は、画素値  $X(2)$  と同じ値のままである。期間  $T_f(4)$  では、画素 20 に 1 つのフォトンが入射し、それに伴い、そのときの画素値  $X(4)$  は  $X(3)$  から増加する。この増加量は、該入射した 1 つのフォトンのエネルギー量に相当する。

【 0 0 6 7 】

即ち、期間  $T_f(k)$  において画素 20 に 1 つのフォトンが入射した場合、該入射した

10

20

30

40

50

1つのフォトンのエネルギー量に相当する量を画素値  $X(k-1)$  に加えた値が、画素値  $X(k)$  として得られる。一方、期間  $T_f(k)$  において画素 20 にフォトンが入射しなかった場合、 $X(k) = X(k-1)$  となる。

【0068】

図中の演算結果は、連続する2フレーム間での画素値の差を算出した結果を示し、例えば、期間  $T_f(k)$  において得られる差を  $X(k)$  とすると、 $X(k) = X(k) - X(k-1)$  で与えられる。 $X(k)$  は、期間  $T_f(k)$  において画素 20 に入射した1つのフォトンのエネルギー量に相当する。

【0069】

図8は、上記演算結果をフレームごとにまとめたグラフを示しており、横軸を、フレームの番号 ( $k = 1 \sim N$ ) とし、縦軸を、演算結果の値 (即ち、画素値の差  $X(k)$ ) とする。例えば、差  $X(k)$  に基づいて、期間  $T_f(k)$  において画素 20 に入射したフォトンのエネルギー量が算出される。なお、期間  $T_f(k)$  において画素 20 にフォトンが入射しなかった場合、差  $X(k) = 0$  となる。

【0070】

図中には、フォトンのエネルギー量を算出するための基準値である閾値  $E_{th}(1)$  及び  $E_{th}(2)$  を合わせて示している。ある実施形態では、差  $X(k)$  が閾値  $E_{th}(1)$  より小さい場合には、これはノイズ (例えばシステムノイズ等) であるものとして採用されなくてもよい。例えば、ノイズに起因するばらつきにおける標準偏差を用いて閾値  $E_{th}(1)$  を4に設定し、それによりノイズを除去してもよい。閾値  $E_{th}(1)$  は、例えば、ノイズの除去の他、放射線の散乱成分の除去等のために用いられてもよい。

【0071】

また、差  $X(k)$  が閾値  $E_{th}(2)$  より大きい場合には、これはイレギュラーなフォトンが入射したことに起因するものとして採用されなくてもよい。なお、該イレギュラーなフォトンには、例えば、宇宙線等の入射、シンチレータ 105 により光に変換されなかったフォトンが入射 (いわゆるダイレクトヒット) 等、検知対象外のフォトンを含みうる。

【0072】

他の実施形態では、差  $X(1) \sim X(N)$  のうち、 $E_{th}(1)$  から  $E_{th}(2)$  までの範囲内のものについて採用され、該範囲外のものについては採用されなくてもよい。さらに他の実施形態では、3以上の閾値  $E_{th}$  が設けられてもよく、各閾値  $E_{th}$  と差  $X(k)$  とを比較することにより、フォトンを弁別することが可能になり、例えば、フォトンが通過した被検体の材料の識別等を行うことが可能になる。

【0073】

2フレーム間の差  $X(k)$  の算出は、例えば、処理部 103 に包含される演算部 103a (図1参照) によって為され得、また、差  $X(k)$  に基づくフォトンのエネルギー量の算出は、例えば、処理部 103 に包含される演算部 103b によって為されうる。図1には、これらの演算処理が演算部 103a 及び 103b によってそれぞれ実現される構成を例示したが、これらは単一の手段によって実現されてもよい。

【0074】

図9は、以上の手順で演算処理が為された複数の画像データに基づいて1つの放射線画像用のデータを生成する態様を示す概念図である。即ち、該複数の画像データは、1つの放射線画像用のデータに合成される (以下において、該放射線画像用のデータを「合成データ」という場合がある。 )。

【0075】

各画像データにおける白いドットは、上述の演算処理で算出された差  $X(k)$  (即ち、期間  $T_f(k)$  において画素 20 にフォトンが入射したことに伴う信号成分であって該フォトンのエネルギー量に基づく信号成分) に相当する。例えば、差  $X(k)$  が大きいほど (即ち、フォトンのエネルギー量が大きいほど)、図中のドットの輝度は大きくなる。一方、白いドットが付されていない黒い領域は、差  $X(k) = 0$  (即ち、期間  $T_f(k)$

10

20

30

40

50

k)においてフォトンが入射しなかった領域)を示す。

【0076】

ここで、例えば、ある画素20に着目した場合において、差  $X(k)$  に基づいて算出されたエネルギー量を  $E(k)$  としたとき、その画素20に入射した全てのフォトンのエネルギー量の合計値は、 $\{E(k)\}$  ( $k=1 \sim N$ ) と表せる。また、その画素20に入射したフォトンの数を  $d$  とすると ( $1 \leq d \leq N$  を満たす整数)、その画素20に入射したフォトンの平均エネルギー量  $E_{AVG}$  は、 $E_{AVG} = \{E(k)\} / d$  である。なお、その画素20にフォトンが1つも入射していない場合 ( $d=0$  の場合)、実質的に  $E_{AVG} = 0$  である。

【0077】

上記平均エネルギー量  $E_{AVG}$  の算出は、複数の画素のそれぞれについて為され、該算出の結果に基づいて合成データが生成されうる。なお、本実施形態では、平均エネルギー量  $E_{AVG}$  を用いて合成データを生成したが、他の例では、それらの統計値 (平均値の他、中央値、最頻値等) が用いられてもよいし、上述の合計値  $\{E(k)\}$  がそのまま用いられてもよい。

【0078】

本実施形態によると、例えば、サンプリング駆動SDに要する時間は1[msec]程度であり、読出動作ROに要する時間 (1行あたりに要する時間を10[μsec]としたときに約1000行に要する時間) は10[msec]程度である。よって、1フレーム分の画像データを取得するのに要する時間は11[msec]程度であり、即ち、フレームレートは約90[FPS] (1秒で90フレームが得られる駆動速度) となる。

【0079】

図10は、参考例として、複数フレームの画像データを取得する間 (あるフレームの画像データを取得した後かつその次のフレームの画像データを取得する前) に補正用データを取得する場合のタイミングチャートを、図7と対比できるように示している。補正用データは、放射線を照射していない状態で得られる画像データ (即ち、信号成分を実質的に含まない画像データ) であり、オフセットデータ、暗画像データ、FPN (固定パターンノイズ) データ等とも称されうる。

【0080】

参考例によると、あるフレームの画像データを取得した後、その直後 (又は、直前でもよい。) に取得した補正用データを用いて該画像データを補正する。該補正は、画像データと補正用データとの差を取得することにより為される。より具体的には、画像データを構成する複数の画素信号と、補正用データを構成する複数の画素信号との間の個々の信号値の差を取得することにより為される。該補正を行うことにより、複数フレームの画像データを取得する間に生じた温度変化に起因するノイズ (例えば、画像においてアーチファクトやムラの原因となりうるノイズ) を適切に除去することが可能である。該補正は、処理部103で為されればよい。

【0081】

参考例によると、リセット駆動RD、放射線を受けて各画素20に電荷を蓄積させる蓄積動作ACC、サンプリング駆動SDおよび読出動作ROを順に行うことにより、1フレーム分の画像データを取得する。この一連の動作を行う期間を図中において「期間TA1」と示す。期間TA1の後、同様の動作を、放射線が照射されていない状態で行い、即ち、別途、リセット駆動RD、蓄積動作ACC、サンプリング駆動SDおよび読出動作ROを順に行うことにより、補正用データを取得する。この一連の動作を行う期間を図中において「期間TA2」と示す。上記期間TA1および期間TA2をまとめて「期間TA」とする。即ち、単一の期間TAで、補正された1フレーム分の画像データが得られる。

【0082】

しかし、参考例によると、補正された1フレーム分の画像データを取得するのに、期間TA1で得られる画像データと、期間TA2で得られる補正用データとの2フレーム分のデータが必要になるため、撮影時間が長くなってしまふ。そのため、参考例でのフレーム

10

20

30

40

50

レートは20 [FPS] 程度になってしまう。例えば、図9の合成データを生成するのに4000フレーム分の補正された画像データを要とした場合、20 [FPS] のフレームレートの下では、200秒もの時間がかかってしまう。また、参考例によると、1つの合成データを取得するのに、放射線の照射と非照射とを繰り返す必要があり、各ユニットの制御が複雑になってしまう。

【0083】

これに対して、本実施形態によると、あるサンプリング駆動SDから次のサンプリング駆動SDまでの時間が上述の蓄積動作ACCの時間に対応し、蓄積動作ACCを別途設ける必要がなく、また、リセット駆動RDも行わない。その結果、本実施形態によると、4000フレーム分の画像データを約90 [FPS] のフレームレートで取得することが可能となり、参考例に比べて撮影時間を約5分の1にすることができる。よって、本実施形態によると、画像の品質を維持しながら撮影時間を短くするのに有利である。

10

【0084】

また、本実施形態によると、2フレーム間の差を算出する際に、それらが有するノイズ（互いに略等しい量のノイズ）がキャンセルされるため、上記補正用データを別途取得する必要がなく、即ち、放射線の照射と非照射とを繰り返す必要がない。よって、本実施形態によると、各ユニットの制御も上記参考例に比べて容易である。

【0085】

以上では、本発明に係る実施形態をその変形例と共に例示したが、本発明は、例示された態様に限られるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で変更されてもよい。また、本明細書に記載された個々の用語は、本発明を説明する目的で用いられたものに過ぎず、本発明は、その用語の厳密な意味に限定されるものでないことは言うまでもなく、その均等物をも含むものとする。

20

【0086】

本発明は、実施形態の1以上の機能を実現するプログラムをネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、該システム又は装置のコンピュータにおける1以上のプロセッサがプログラムを読み出して実行する処理により実現されてもよい。例えば、本発明は、1以上の機能を実現する回路（例えば、ASIC）によって実現されてもよい。なお、記憶媒体は、CD-ROM、USBメモリ等を含むものとする。

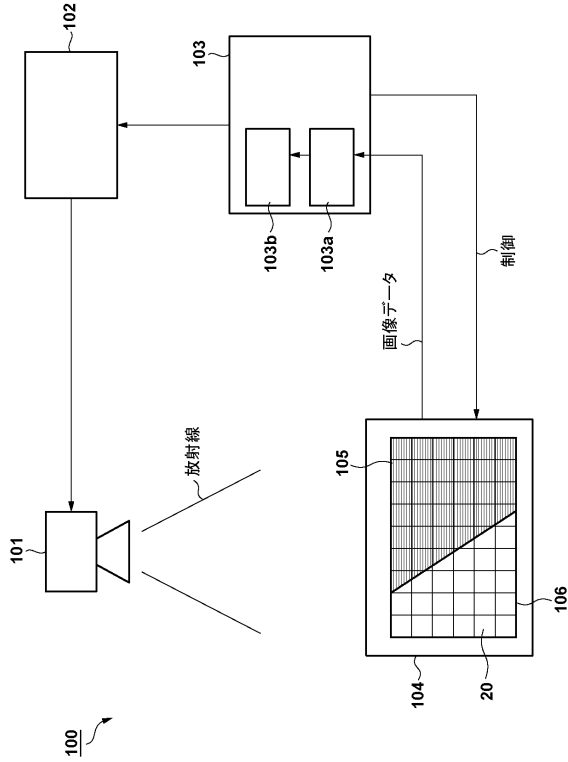
【符号の説明】

30

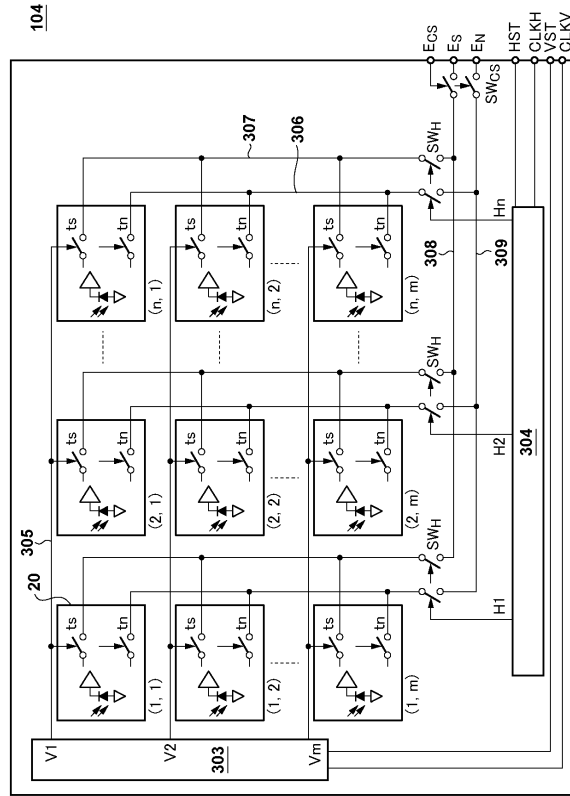
【0087】

100：撮像システム、103：プロセッサ、104：撮像部、106：画素アレイ、20：画素。

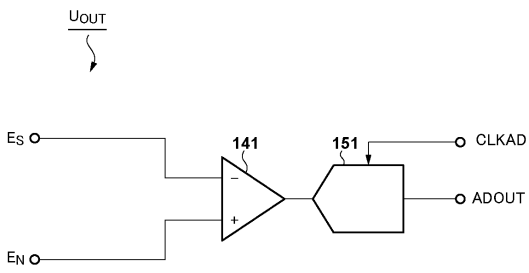
【図1】



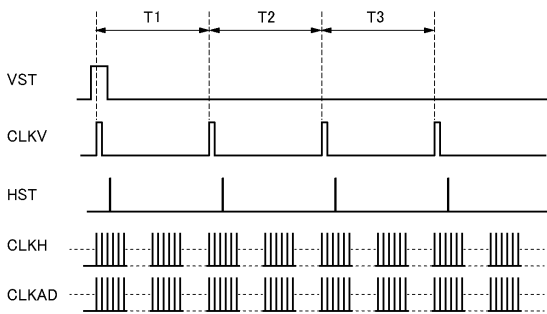
【図2】



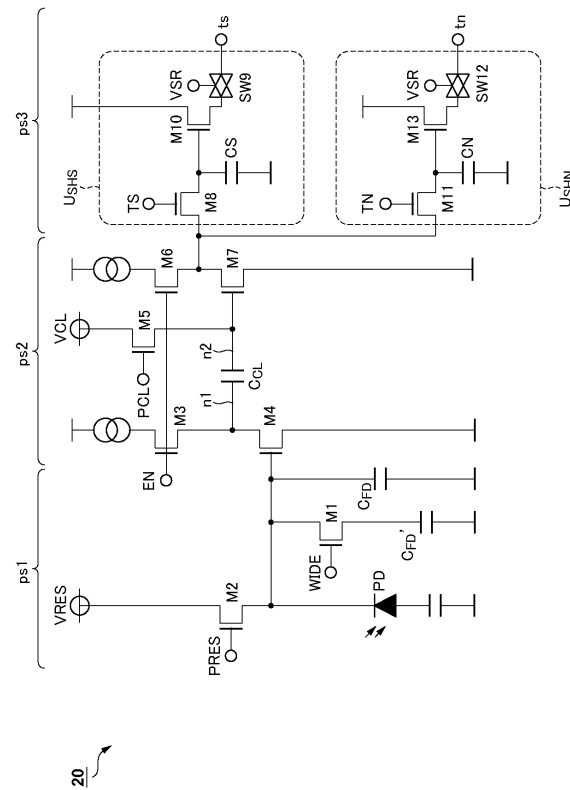
【図3】



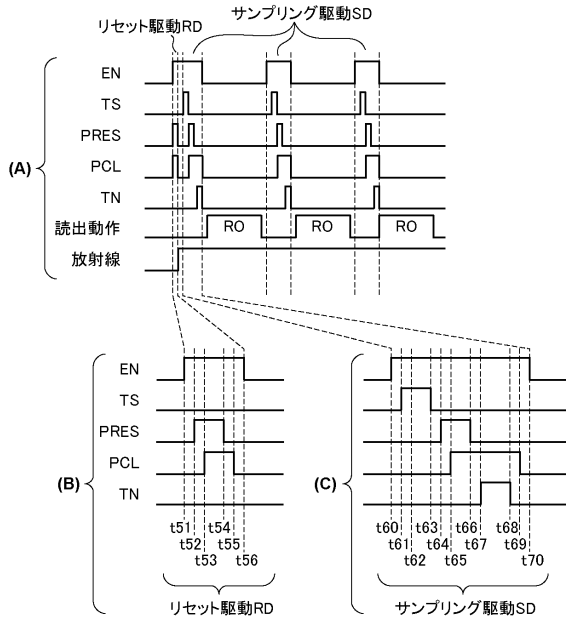
【図4】



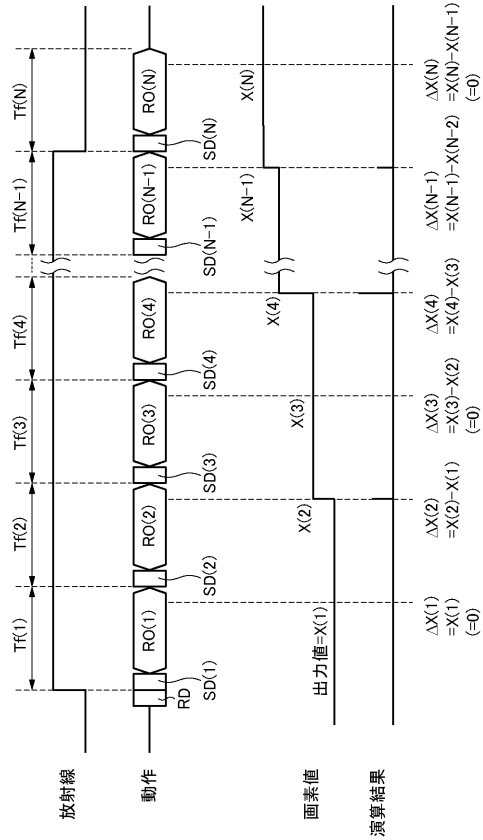
【図5】



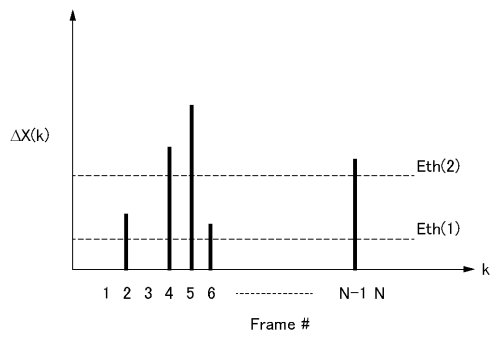
【図6】



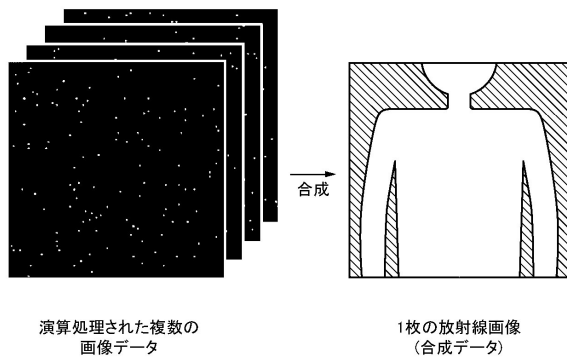
【図7】



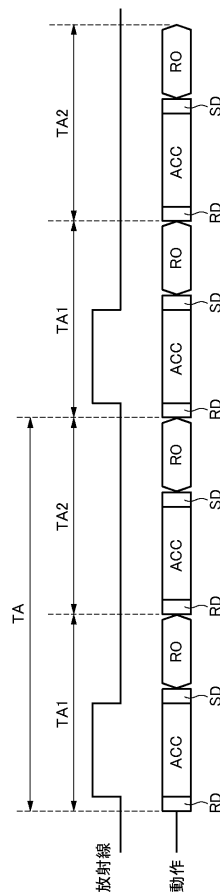
【図8】



【図9】



【図10】





## フロントページの続き

- (72)発明者 佐藤 翔  
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 岩下 貴司  
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 照井 晃介  
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 石井 孔明  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 松永 隆志

- (56)参考文献 特開2015-204522 ( J P , A )  
特開2015-136461 ( J P , A )  
特開2005-167918 ( J P , A )

## (58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H 0 4 N 5 / 2 2 5 - 5 / 3 7 8  
H 0 4 N 9 / 0 0 - 9 / 1 1  
G 0 1 N 2 3 / 0 4  
G 0 1 T 1 / 1 7