

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年5月11日(11.05.2018)



(10) 国際公開番号

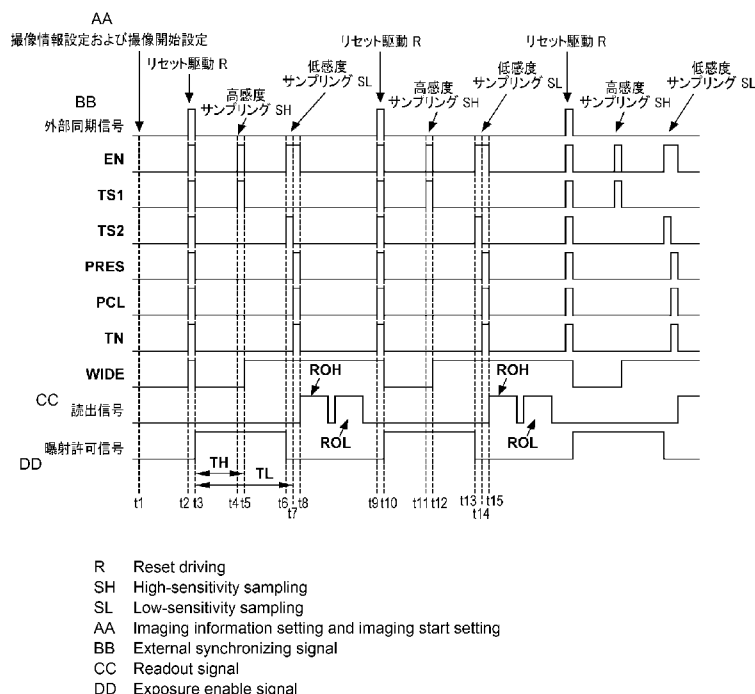
WO 2018/083894 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 5/355 (2011.01) *G01T 7/00* (2006.01)
G01T 1/17 (2006.01) *H04N 5/32* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/033499
- (22) 国際出願日: 2017年9月15日(15.09.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-217501 2016年11月7日(07.11.2016) JP
- (71) 出願人: キヤノン株式会社 (CANON KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 内藤 雄一 (NAITO, Yuichi); 〒1468501 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 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 大塚 康徳, 外 (OHTSUKA, Yasunori et al.); 〒1020094 東京都千代田区紀尾井町3番6号 紀尾井町パークビル7F Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) Title: RADIATION IMAGING DEVICE, RADIATION IMAGING SYSTEM, DRIVING METHOD FOR RADIATION IMAGING DEVICE AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 放射線撮像装置、放射線撮像システム、放射線撮像装置の駆動方法およびプログラム

[図3]



(57) Abstract: A radiation imaging device including a plurality of pixels for detecting radiation with a first sensitivity and a second sensitivity lower than the first sensitivity, wherein, in response to the start of application of radiation to the radiation imaging device, each of the plurality of pixels starts an operation for storing a signal corresponding to the applied radiation with the first sensitivity, after a lapse of a first time shorter than a period during which the radiation is applied from the start of the operation for storing the signal, samples the stored signal as a first signal, performs switching to the

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

second sensitivity, stores a signal corresponding to the applied radiation, samples the stored signal as a second signal in response to the end of the application of the radiation to the radiation imaging device, and outputs the first signal and the second signal in order to generate a radiation image based on the first signal and the second signal.

(57) 要約: 第1の感度および第1の感度よりも低い第2の感度で放射線を検出する複数の画素を含む放射線撮像装置であって、複数の画素のそれぞれは、放射線撮像装置への放射線の照射の開始に応じて、第1の感度で、照射された放射線に応じた信号を蓄積するための動作を開始し、信号を蓄積するための動作の開始から、放射線が照射される期間よりも短い第1の時間の経過後、蓄積された信号を第1の信号としてサンプリングし、次いで、第2の感度に切り替え、照射された放射線に応じた信号を蓄積し、放射線撮像装置への放射線の照射の終了に応じて、蓄積された信号を第2の信号としてサンプリングし、第1の信号および第2の信号に基づいた放射線画像を生成するために、第1の信号および第2の信号を出力する。

明 細 書

発明の名称：

放射線撮像装置、放射線撮像システム、放射線撮像装置の駆動方法およびプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、放射線撮像装置、放射線撮像システム、放射線撮像装置の駆動方法およびプログラムに関するものである。

背景技術

[0002] 光電変換素子と薄膜トランジスタ（ＴＦＴ）などのスイッチ素子とを組み合わせた画素がアレイ状に配された平面型の画素パネルを含む放射線撮像装置が広く利用されている。特許文献１には、ダイナミックレンジを確保するために、光電変換素子として用いるフォトダイオード（ＰＤ）のピクセル静電容量と、ＰＤにスイッチ素子を介して接続された低感度用コンデンサと、を用いたＸ線検出器が示されている。Ｘ線の照射後に、まず、ピクセル静電容量に集められた電荷がサンプリングされる。次いで、ＰＤと低感度用コンデンサとの間のスイッチ素子をオン動作させ、ピクセル静電容量と低感度用コンデンサとの間で電荷を再分配した後、再度サンプリングを行う。１回のＸ線の照射に対して感度の範囲の異なる２つの信号を読み出すことによって、ダイナミックレンジを拡大することができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２０１４－６０７２５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献１に示されるＸ線検出器では、Ｘ線の照射後に信号電荷をサンプリングするため、入射する線量が多い場合や蓄積時間が長い場合、蓄積され

る電荷量が多くなり、X線の照射中にピクセル静電容量が飽和してしまう可能性がある。より高感度に撮像するためには、少ない電荷の変化に対して感度を有するようにピクセル静電容量を小さくする必要があるため、ピクセル静電容量がより飽和しやすくなる。ピクセル静電容量が飽和した場合、得られる放射線画像のリニアリティが悪化する。

[0005] 本発明は、放射線撮像装置においてダイナミックレンジを拡大するの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

[0006] 上記課題に鑑みて、本発明の実施形態に係る放射線撮像装置は、第1の感度および第1の感度よりも低い第2の感度で放射線を検出する複数の画素を含む放射線撮像装置であって、複数の画素のそれぞれは、放射線撮像装置への放射線の照射の開始に応じて、第1の感度で、照射された放射線に応じた信号を蓄積するための動作を開始し、信号を蓄積するための動作の開始から、放射線が照射される期間よりも短い第1の時間の経過後、蓄積された信号を第1の信号としてサンプリングし、次いで、第2の感度に切り替え、照射された放射線に応じた信号を蓄積し、放射線撮像装置への放射線の照射の終了に応じて、蓄積された信号を第2の信号としてサンプリングし、第1の信号および第2の信号に基づいた放射線画像を生成するために、第1の信号および第2の信号を出力することを特徴とする。

発明の効果

[0007] 上記手段によって、放射線撮像装置においてダイナミックレンジを拡大するのに有利な技術を提供する。

[0008] 本発明のその他の特徴及び利点は、添付図面を参照とした以下の説明により明らかになるであろう。なお、添付図面においては、同じ若しくは同様の構成には、同じ参照番号を付す。

図面の簡単な説明

[0009] 添付図面は明細書に含まれ、その一部を構成し、本発明の実施の形態を示し、その記述と共に本発明の原理を説明するために用いられる。

[図1]本発明の実施形態に係る撮像装置のシステム構成例を示す図。

[図2]図1の撮像装置の画素の構成例を示す図。

[図3]図1の撮像装置の駆動の制御例を示すタイミングチャート。

[図4]図1の撮像装置のセンサユニットの構成例を示す図。

[図5]図1の撮像装置の読出部の構成例を示す図。

[図6]図1の撮像装置の画像処理方法を示すフローチャート。

[図7]図1の撮像装置の画素の構成例を示す図。

[図8]図1の撮像装置の駆動の制御例を示すタイミングチャート。

[図9]図1の撮像装置の駆動の制御例を示すタイミングチャート。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明に係る放射線撮像装置の具体的な実施形態を、添付図面を参照して説明する。なお、本発明における放射線には、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 α 線、 β 線、 γ 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、宇宙線なども含む。

[0011] 第1の実施形態

図1～6を参照して、本発明の実施形態による放射線撮像装置の構成、及び、駆動方法について説明する。図1は、本発明の第1の実施形態における放射線撮像装置100を備える放射線撮像システムSYSの全体構成例を示すシステムブロック図である。放射線撮像システムSYSは、放射線撮像装置100、システム制御部101、表示部102、照射制御部103および放射線源104を含む。

[0012] 放射線撮像装置100は、放射線撮像によって被検体の内部情報を示す画像データを取得し、画像データをシステム制御部101に出力する。システム制御部101は、放射線撮像装置100から出力された画像データに対して画像処理やデータ処理を行う処理部として機能する。また、システム制御部101は、それぞれのユニット間で制御信号の授受を行い、放射線撮像装置100や照射制御部103を含む放射線撮像システムSYS全体のシステ

ム制御や同期制御を行う制御部としても機能する。表示部１０２は、例えばディスプレイを含み、放射線撮像装置１００からシステム制御部１０１を介して出力される画像データに基づいて、放射線画像を表示する。例えば、放射線照射に対応したフレーム画像データが、放射線撮像装置１００からシステム制御部１０１に転送され、システム制御部１０１で画像処理が行われた後、表示部１０２に放射線画像がリアルタイムに表示される。

[0013] 照射制御部１０３は、放射線撮像の際に、放射線撮像装置１００と同期するようにシステム制御部１０１から制御される。照射制御部１０３は、システム制御部１０１から出力される制御信号に応じて、放射線の照射を行うための信号を放射線発生装置である放射線源１０４に出力する。放射線源１０４は、照射制御部１０３から出力される信号に応じて、放射線撮像を行うための放射線を発生する。換言すると、システム制御部１０１は、放射線撮像装置の放射線撮像装置１００へ放射線を照射するための放射線源１０４に、照射制御部１０３を介して放射線の照射を制御するための信号を出力する。

[0014] 放射線撮像装置１００は、センサパネル１０５と読出部ＲＯと制御部１０９とを含む。読出部ＲＯは、センサパネル１０５から出力される画像用信号を読み出す。制御部１０９は、システム制御部１０１との間で制御信号などの信号の授受を行いながら放射線撮像装置１００内の各ユニットを制御する。

[0015] センサパネル１０５には、複数のセンサユニット１０６が配列される。それぞれのセンサユニット１０６は、例えば、シリコンウェーハなどの半導体の基板を用いて公知の半導体製造プロセスによって作製され、ＣＭＯＳ型の撮像素子である画素が２次元アレイ状に配されたセンサチップである。それぞれのセンサユニット１０６は、被検体の内部情報を示す画像用信号を取得するための撮像領域を有する。また、それぞれのセンサユニット１０６は、撮像領域の他に、遮光されたオプティカルブラック領域を有していてもよい。それぞれのセンサユニット１０６は、ダイシングなどによって物理的に分離されたものでありうる。換言すると、センサパネル１０５に配される複数

のセンサユニット１０６は、それぞれのセンサユニット１０６ごとに分離可能な構成を有しうる。複数のセンサユニット１０６を不図示の板状の基台の上にタイリングすることによって、センサパネル１０５を大型化することが可能となる。センサユニット１０６に形成される画素の変換素子は、互いに隣接するセンサユニット１０６の境界を挟んで、センサユニット１０６内部と同等のピッチで配されるように、それぞれのセンサユニット１０６がタイリングされる。図１に示す構成では、説明を容易にするため、センサユニット１０６が２行×７列タイリングされた構成を示すが、センサパネル１０５の構成は、この構成に限られるものではない。

[0016] センサパネル１０５の放射線を照射するための入射面の側には、例えば、放射線を光に変換するシンチレータ（不図示）が配され、センサパネル１０５のそれぞれのセンサユニットに配された画素によって、放射線から変換された光に応じた電気信号が得られる。本実施形態では、放射線をシンチレータによって光に変換し、変換された光を光電変換する間接型の変換素子を備える画素を用いた撮像装置の構成例を示すが、放射線を直接、電気信号に変換する直接型の変換素子を用いた撮像装置であってもよい。

[0017] 読出部ＲＯは、例えば、差動アンプ１０７とアナログデジタル（Ａ／Ｄ）変換を行うＡ／Ｄ変換器１０８と、を含む。差動アンプ１０７およびＡ／Ｄ変換器１０８の構成および動作については後述する。

[0018] センサパネル１０５の上辺部、及び、下辺部には、信号の授受、または、電源の供給を行うための電極が配される。電極は、フライングリード式プリント配線板（不図示）などによって外部回路に接続される。例えば、センサパネル１０５からの画像用信号は、電極を介して読出部ＲＯによって読み出され、また、制御部１０９からの制御信号は、電極を介してセンサパネル１０５に供給される。

[0019] 制御部１０９は、センサパネル１０５、差動アンプ１０７、Ａ／Ｄ変換器１０８の動作を制御し、例えば、それぞれのセンサユニット１０６に供給する基準電圧の設定やそれぞれの画素の駆動制御、動作モード制御を行う。ま

た、制御部１０９は、読出部のＡ／Ｄ変換器１０８によってＡ／Ｄ変換されたセンサパネル１０５の各センサから出力された画像用信号（デジタルデータ）を用いて単位期間ごとに１つのフレームデータを生成する。生成されたフレームデータは、画像データとしてシステム制御部１０１に出力される。

[0020] 制御部１０９とシステム制御部１０１との間では、各種インタフェースを介して、制御コマンドなどの制御信号や画像データなどの授受が行われる。制御用インタフェース１１０は、駆動モードや各種パラメータなどの撮像情報や設定情報の授受を行うためのインタフェースである。また、制御用インタフェース１１０は、放射線撮像装置１００の動作状態などの装置情報の授受を行ってもよい。画像データインタフェース１１１は、放射線撮像装置１００から出力される画像用信号に基づく画像データをシステム制御部１０１に出力するためのインタフェースである。また、制御部１０９は、放射線撮像装置１００が撮像可能な状態になったことをREADY信号１１２によってシステム制御部１０１に通知する。システム制御部１０１は、制御部１０９から出力されるREADY信号１１２に応じて、放射線の照射開始（曝射）のタイミングを、同期信号１１３によって制御部１０９に通知する。システム制御部１０１は、制御部１０９から出力される曝射許可信号１１４がイネーブル状態の間に、照射制御部１０３に制御信号を出力し、放射線の照射を開始させる。

[0021] 以上のような構成によって、放射線撮像システムSYSにおける各ユニットの制御、例えば駆動制御、同期制御、駆動モード制御などがなされる。例えば、システム制御部１０１に、ユーザが動作モードや各種パラメータなどの撮像情報などを入力するための情報入力部や情報入力端末などの入力部（不図示）が接続されていてもよく、各ユニットの制御は、ユーザによって入力された撮像情報に基づいてなされる。例えば、システム制御部１０１は、駆動モード設定部として機能し、ユーザの入力した撮像情報に基づいて駆動モードを選択し、放射線撮像システムSYSが動作するように放射線撮像システムSYS全体を制御する。そして、放射線撮像装置１００は、センサパ

ネル１０５から読み出された画素からの画像用信号を、１つ１つの単位期間ごとにフレームデータを生成し、画像用信号に基づいた画像データとしてシステム制御部１０１に出力する。システム制御部１０１は、画像データに対して所定の画像処理やデータ処理を行い、画像データに基づく放射線画像を表示部１０２に表示させる。

[0022] 放射線撮像システムＳＹＳにおける各ユニットは、上記構成に限られるものではなく、各ユニットの構成は、目的などに応じて、適宜変更されてもよい。例えば、システム制御部１０１と照射制御部１０３などの２つ以上のユニットの各機能が、１つのユニットによって達成されてもよい。また例えば、本実施形態において、放射線撮像装置１００とシステム制御部１０１とは、別々のユニットとして示されているが、これに限られることはない。放射線撮像装置１００は、放射線撮像装置１００の備える各機能に加え、システム制御部１０１や表示部１０２、照射制御部１０３の一部またはすべての機能を含んでいてもよい。例えば、システム制御部１０１の画像処理を行う処理部としての機能が放射線撮像装置１００に含まれるなど、あるユニットの一部の機能が、他のユニットによって達成されてもよい。また例えば、システム制御部１０１の画像処理を行う処理部として機能と、システム制御を行う制御部としての機能とが、それぞれ別のユニットによって達成されるなど、それぞれのユニットが、機能によって別のユニットに分かれていてもよい。

[0023] 図２は、センサパネル１０５のそれぞれのセンサユニット１０６に配される１つの画素Ｐ１Ｘの回路構成例を示している。図２において、フォトダイオードＰＤは光電変換素子であり、入射する放射線に応じて前述のシンチレータで生じた光を電気信号に変換する。具体的には、シンチレータで生じた光の光量に応じた量の電荷がフォトダイオードＰＤで発生する。本実施形態において、上述のように間接型の変換素子を用いたセンサパネル１０５を考慮しており、放射線を検出するための検出素子としてフォトダイオードＰＤを用いる構成を示したが、これに限られることはない。放射線を検出するため

の検出素子として、例えば、放射線を直接電気信号に変換する直接型の変換素子を用いてもよい。

[0024] 容量 C_{fd} は、フォトダイオードPDで発生した電荷を蓄積するためのフローティングディフュージョン（浮遊拡散領域）の容量である。また、容量 C_{fd} には、フォトダイオードPDに寄生する寄生容量も含まれる。トランジスタM1は、画素PIXの放射線に対する感度を切り替えるためのスイッチ素子である。容量 C_{fd1} は、画素PIXの感度切り替え用の追加容量であり、トランジスタM1を介してフォトダイオードPDに接続される。この構成によって、それぞれの画素PIXにおいて、フォトダイオードPDで生成された電荷を蓄積するための容量の容量値が変更可能となり、画素PIXの放射線に対する感度が切り替えられる。

[0025] トランジスタM2は、フォトダイオードPD、容量 C_{fd} 、容量 C_{fd1} に蓄積された電荷を放電させるためのリセットスイッチである。トランジスタM4は、ソースフォロアとして動作するための増幅MOSトランジスタ（画素アンプ）である。トランジスタM3はトランジスタM4を動作状態とさせるための選択スイッチである。

[0026] トランジスタM4の後段には、フォトダイオードPDを含む光電変換部で発生する kTC ノイズを除去するためのクランプ回路が設けられる。容量 C_{cl} はクランプ容量であり、トランジスタM5は、クランプ用のクランプスイッチである。トランジスタM7は、ソースフォロアとして動作する増幅MOSトランジスタ（画素アンプ）である。トランジスタM6はトランジスタM7を動作状態とするための選択スイッチである。

[0027] トランジスタM7の後段には、3つのサンプルホールド回路が設けられた保持部が配される。トランジスタM8、M11は、それぞれ放射線から変換された光によって生成される画像用信号である光信号を蓄積するためのサンプルホールド回路を構成するサンプルホールドスイッチである。容量 C_{S1} および容量 C_{S2} は、光信号用ホールド容量である。トランジスタM14は基準電圧の信号を蓄積するためのサンプルホールド回路を構成するサンプル

ホールドスイッチである。容量 C_N は、基準信号用ホールド容量である。トランジスタ M_{10} 、 M_{13} は、ソースフォロアとして動作する光信号の増幅 MOS トランジスタ（画素アンプ）である。アナログスイッチ M_9 、 M_{12} は、トランジスタ M_{10} およびトランジスタ M_{13} で増幅された光信号を、それぞれ光信号出力部 S_1 、 S_2 へ出力するための転送スイッチである。トランジスタ M_{16} は、ソースフォロアとしての動作する基準信号の増幅 MOS トランジスタ（画素アンプ）である。アナログスイッチ M_{15} は、トランジスタ M_{16} で増幅された基準信号を基準信号出力部 N へ出力するための転送スイッチである。

[0028] 信号 E_N は、トランジスタ M_3 、 M_6 のゲートに接続され、トランジスタ M_4 、 M_7 の動作状態を制御するための制御信号である。信号 E_N がハイレベルのとき、トランジスタ M_4 、 M_7 は同時に動作状態となる。信号 $PRES$ は、トランジスタ M_2 のゲートに接続され、トランジスタ M_2 の動作状態を制御するための制御信号（リセット信号）である。信号 $PRES$ がハイレベルのとき、トランジスタ M_2 はオン動作し、フォトダイオード PD 、容量 C_{fd} 、 C_{fd1} に蓄積された電荷を放電させる。信号 PC_L は、トランジスタ M_5 のゲートに接続され、トランジスタ M_5 を制御するための制御信号である。信号 PC_L がハイレベルのとき、トランジスタ M_5 がオン動作し、容量 C_{cl} を基準電圧 V_{CL} にセットする。信号 TS_1 は、トランジスタ M_8 のゲートに接続され、光信号のサンプルホールドを制御する制御信号である。信号 TS_1 をハイレベルとし、トランジスタ M_8 をオン動作させることで、光信号がトランジスタ M_7 を介して容量 CS_1 に一括転送される。次いで、すべての画素 P_{IX} 一括で信号 TS_1 をローレベルとし、トランジスタ M_8 をオフ動作させることで、サンプルホールド回路の容量 CS_1 への光信号のサンプリングが完了する。信号 TS_2 信号は、トランジスタ M_{11} のゲートに接続され、信号 TS_1 と同様に動作し、サンプルホールド回路の容量 CS_2 への光信号のサンプリングを行う。信号 T_N は、トランジスタ M_{14} のゲートに接続され、基準信号のサンプルホールドを制御する制御信号であ

る。信号 T_N をハイレベルとし、トランジスタ M_{14} をオン動作させることで、基準信号がトランジスタ M_7 を介して容量 C_N に一括転送される。次いで、すべての画素一括で信号 T_N をローレベルとし、トランジスタ M_{14} をオフ動作させることで、サンプルホールド回路の容量 C_N への基準信号のサンプリングが完了する。容量 C_{S1} 、 C_{S2} 、 C_N へのサンプルホールド後は、トランジスタ M_8 、 M_{11} 、 M_{14} がオフとなり、容量 C_{S1} 、 C_{S2} 、 C_N は、前段の蓄積回路と切り離される。このため、再度サンプリングを行うまで蓄積された光信号、基準信号は、それぞれアナログスイッチ M_9 、 12 、 15 を導通状態にすることによって、非破壊で読み出すことができる。つまり、トランジスタ M_8 、 M_{11} 、 M_{14} を非導通状態にしている間、保持している光信号および基準信号を、任意のタイミングで読み出すことができる。

[0029] 図3は、図2に示す画素 P_{IX} が配された放射線撮像装置において、ダイナミックレンジを拡大し、固定フレームレートで1つのフレームあたりの放射線の照射時間に制限がある場合の、動画を撮像する駆動例を示すタイミングチャートである。以下、動画撮像において、画素 P_{IX} の動作開始から光信号用ホールド容量である容量 C_{S1} 、 C_{S2} および基準信号用ホールド容量である容量 C_N に電荷がサンプリングされるまでの制御信号のタイミングについて、図3を用いて説明する。

[0030] まず、時刻 t_1 において動画撮像、静止画撮像などの駆動モードや、感度、蓄積時間、放射線の照射時間などの各種パラメータなど撮像情報の設定および撮像開始の設定がなされる。撮像情報の設定は、ユーザが駆動モードや各種パラメータを1つ1つ入力してもよい。また例えば、撮像情報の設定は、システム制御部101が複数の撮像条件が保存されたメモリを有し、ユーザが複数の撮像条件の中から適宜、選択することによって撮像情報として設定してもよい。

[0031] 次いで、時刻 t_2 から撮像のための駆動が開始される。まず、時刻 t_2 で始まるリセット駆動 R について説明する。リセット駆動 R は、それぞれの画

素P I Xのリセットとクランプとを行う駆動である。まず、時刻 t_2 で、システム制御部101からの同期信号113がハイレベルになったことを制御部109が検知すると、信号ENをハイレベルにし、画素アンプであるトランジスタM4、画素アンプであるトランジスタM7をオン状態にする。次に、信号WIDEと信号PRESをハイレベルにし、感度を切り替えるためのトランジスタM1をオン動作させた状態で、フォトダイオードPDを基準電圧VRESに接続する。次いで、信号PCLをハイレベルにすることによってクランプスイッチであるトランジスタM5をオン動作させ、クランプ容量である容量Cc1のトランジスタM7側を基準電圧VCLに接続する。同時に、信号TS1、TS2、TNをハイレベルにし、トランジスタM8、M11、M14をオン動作させる。

[0032] 次いで、時刻 t_3 で、信号WIDEをローレベルにしてトランジスタM1をオフ動作とし、画素P I Xの感度を高感度で放射線を検出するモードに切り替える。さらに、信号PRESをローレベルにしてリセットを終了し、容量Cc1のトランジスタM4側にリセット電圧がセットされる。また、容量Cfd1もトランジスタM1側がリセット電圧で保持され、不定電圧が生じることを防ぐ。そして、トランジスタM5をオフ動作とし、基準電圧VCLと基準電圧VRESの差分の電圧に応じた電荷が容量Cc1に蓄積されクランプが終了する。また同時に、トランジスタM8、M11、M14もオフ動作とされ、容量CS1、CS2、CNに、基準電圧VCLがセットされたときの基準信号がサンプルホールドされる。光信号をサンプリングするための容量CS1、CS2および基準信号をサンプリングするための容量CNの電荷を、サンプリングが行われる前に一定にすることによって、残像の影響が低減される。

[0033] 時刻 t_3 において、リセット駆動Rを終了し、画素P I Xが蓄積状態となったため、制御部109は、曝射許可信号114をイネーブルにし放射線の照射を要求する。時間 t_3 は、それぞれの画素において、照射された放射線に応じた信号（電荷）を蓄積するための動作を開始する時間といえる。曝射

許可信号 114 をイネーブルにすることによる放射線の照射の開始に応じて、フォトダイオードPD、フローティングディフュージョンの容量 C_{fd} への電荷の蓄積が始まる。つまり、時刻 t_3 から高感度で、照射された放射線に応じた信号の蓄積が開始される。また、信号ENをローレベルとし、画素アンプを構成するトランジスタM4、M7が非動作状態となる。

[0034] リセット駆動Rは、放射線撮像装置100に配された画素PIXに対して一括して行う。後に続くリセット駆動Rも、同様のタイミングで制御される。動画や静止画の撮像時、画素間や走査線間の時間的スイッチングのずれによって発生する画像ズレを防止するため、放射線撮像装置100に配されるすべての画素PIXにおいて同一のタイミング、同一の期間でリセット駆動Rが行われうる。その後、放射線の照射によって電荷の蓄積が行われ、それぞれの画素PIXのフォトダイオードPDで発生した信号電荷が容量 C_{fd} およびフォトダイオードPDの寄生容量に蓄積される。

[0035] 次に時刻 t_4 から始まる高感度のサンプリング駆動SHについて説明する。時刻 t_4 で、信号ENをハイレベルにしトランジスタM3、M6をオン動作させる。これによって、容量 C_{fd} に蓄積された電荷は、電荷／電圧変換されソースフォロアとして動作し画素アンプを構成するトランジスタM4によって電圧として容量 C_{cl} に出力される。トランジスタM4の出力はリセットノイズを含むが、クランプ回路によってリセット駆動Rの際にトランジスタM7側を基準電圧 V_{CL} にセットしているため、リセットノイズが除去された光信号として画素アンプを構成するトランジスタM7に出力される。次に、放射線の照射によって生成された画像用信号である光信号のサンプリングを制御する信号TS1をハイレベルとし、トランジスタM8をオン動作させる。これによって、光信号は画素アンプを構成するトランジスタM7を介して、光信号用ホールド容量である容量 C_{S1} に一括転送される。このときの光信号は、信号WIDEをローレベルとしているため、高感度で取得された信号である。時刻 t_5 で、信号TS1をローレベルとし、トランジスタM8をオフ動作させることによって、容量 C_{S1} に高感度で取得された光信

号がサンプリングされる。サンプリング駆動SHでは、放射線の検出の開始から放射線の照射される期間よりも短い時間で容量Cfdに蓄積された信号が、高感度のモードの光信号としてサンプリングされる。

[0036] 次に信号WIDEをハイレベルとし、感度を切り替えるためのスイッチ素子であるトランジスタM1をオン動作させる。トランジスタM1がオン動作することによって、フローティングディフュージョンの容量が増え、画素の感度が高感度から低感度へと変化するとともに、引き続き照射された放射線に応じた信号を蓄積する。

[0037] 次いで、時刻t6で、信号ENをハイレベルにしトランジスタM3、M6をオン動作させる。次に、信号TS2をハイレベルとし、トランジスタM11をオン動作させることによって、低感度で取得された光信号が、画素アンプを構成するトランジスタM7を介してもう一つの光信号用ホールド容量である容量CS2に一括転送される。時刻t7で、信号TS2をローレベルとし、トランジスタM11をオフ動作させることによって、容量CS2に低感度で取得された光信号がサンプリングされる。サンプリング駆動SLでは、放射線の検出の開始から放射線の照射が終了するまでに容量Cfdおよび容量Cfd1に蓄積された信号が、低感度のモードの光信号としてサンプリングされる。

[0038] 次に、信号PRESをハイレベルとし、トランジスタM2をオン動作させ、容量Cfd、Cfd1を基準電圧VRESにリセットする。次いで、信号PCLをハイレベルとする。容量Cc1には、電圧VCLと電圧VRESとの差分の電圧にリセットノイズが重畳した電荷が蓄積される。更に信号TNをハイレベルとし、トランジスタM14をオン動作させることによって、基準電圧VCLにセットされた際の基準信号を基準信号用ホールド容量である容量CNに転送する。続いて時刻t8で、信号TNをローレベルとし、トランジスタM14をオフ動作させることによって、容量CNに基準信号がサンプリングされる。さらに、信号PRES、PCL、ENをローレベルとし、サンプリング駆動SLを終了する。

[0039] 高感度に放射線を検出するためには、容量 $C_f d$ を小さくし、蓄積される電荷に対する感度を高くする必要がある。このため、入射する線量が多い条件や蓄積時間が長い条件で撮像を行った場合、蓄積される電荷量が多くなり、容量 $C_f d$ が飽和してしまう可能性がある。容量 $C_f d$ が飽和すると、容量 $C_f d$ に蓄積された電荷に基づく光信号のリニアリティが悪化し、生成される放射線画像が劣化してしまう。また、容量 $C_f d$ が飽和に近づいた場合であっても、フォトダイオードPDやフローティングディフュージョンを構成するSi基板に例えばSi基板表面のダングリングボンドなどの結晶欠陥があると、蓄積された電荷が欠陥からリークする可能性がある。電荷のリークが発生した場合、光信号のリニアリティが悪化し、放射線画像が劣化してしまう。

[0040] そこで、本実施形態において、高感度で放射線を検出するための蓄積時間を低感度で放射線を検出するための蓄積時間よりも短くする。具体的には、低感度で放射線を検出するための蓄積時間である時刻 t_3 から時刻 t_7 までの時間 T_L よりも、高感度で放射線を検出するための蓄積時間である時刻 t_3 から時刻 t_5 までの時間 T_H を短くする。例えば、時間 T_H を時間 T_L の半分に設定してもよい。照射される放射線に応じた信号の蓄積を開始し、放射線の検出を開始してから、放射線が照射される期間である時刻 t_3 から時刻 t_6 までよりも短い時間 T_H の経過後、蓄積された電荷を高感度でサンプリングする。その後、感度を低感度に切り替えることによって、容量 $C_f d$ が飽和しにくくなる。これによって、容量 $C_f d$ の飽和による光信号のリニアリティの悪化を抑制できる。また、容量 $C_f d$ が飽和に近づきにくくなり、フォトダイオードPDや容量 $C_f d$ を構成するSi基板に結晶欠陥があっても、電荷のリークが抑制され、リニアリティの悪化が抑制される。本発明者が実験を行ったところ、時間 T_L を266ミリ秒(ms)、時間 T_H を133msと設定し、高感度および低感度で光信号を取得した結果、リニアリティが悪化する画素は発生しなかった。

[0041] ここで、時間 T_H と時間 T_L との比は、高感度と低感度との感度の比に基

づいて、適宜決定すればよい。例えば、高感度が低感度と比較して感度が5倍であった場合、時間 T_H は時間 T_L の $1/5$ としてもよい。時間 T_H は、ユーザによって設定される放射線の強度や時間 T_L などの撮像条件や、放射線撮像装置の有する高感度と低感度との感度の比などに応じて、適宜決定すればよい。例えば、撮像情報の設定は、システム制御部101が複数の時間 T_H 、時間 T_L などを含む撮像条件が保存されたメモリを有し、ユーザが選択した条件に合わせて時間 T_H を決定してもよい。

[0042] サンプリング駆動 S_H およびサンプリング駆動 S_L は、放射線撮像装置100に配されたすべての画素 P_{IX} において一括して行う。後に続くサンプリング駆動 S_H 、 S_L も、同様のタイミングで制御される。サンプリング駆動 S_L の後、時刻 t_9 にて再びリセット駆動 R が行われ、次のフレームのフォトダイオード PD での放射線の検出（照射される放射線に応じた信号の蓄積）が開始される。

[0043] 高感度と低感度との光信号および基準信号の画素 P_{IX} からの出力は、時刻 t_6 の曝射許可信号114の停止による放射線の照射の終了に応じたサンプリング駆動 S_L の終了後、画素 P_{IX} ごとに行われる。基準信号の出力は、高感度の光信号の出力（ ROH ）と低感度の光信号の出力（ ROL ）との何れの期間に行われてもよい。アナログスイッチ M_9 、 M_{12} 、 M_{15} をオン動作させることによって、容量 CS_1 、 CS_2 、 C_N の電圧が、それぞれ画素アンプを構成するトランジスタ M_{10} 、 M_{13} 、 M_{16} を通して、それぞれ光信号出力部 S_1 、 S_2 と基準信号出力部 N とに転送される。

[0044] 図2の画素回路において、フォトダイオード PD での放射線に応じた信号の蓄積の開始のタイミングは、図3に示すリセット完了後に信号 PCL をローレベルにしてクランプが完了した時刻 t_3 や時刻 t_{10} である。また、信号の蓄積を終了し、放射線の検出を終了するタイミングは、信号 TS_2 がローレベルになり低感度で取得した光信号をサンプリングした時刻 t_7 である。そこで、光信号および基準信号をサンプリングするサンプリング駆動 S_L とサンプリング駆動 S_H の間に、リセット駆動 R を挿入することによって

、1フレームあたりの電荷を蓄積する時間を制限している。図3において、時刻 t_6 で始まるサンプリング駆動 S_L と時刻 t_{11} で始まるサンプリング駆動 S_H との間に、時刻 t_9 で始まるリセット駆動 R を挿入する。これによって、実質的な蓄積時間である高感度の放射線の照射時間を時刻 t_{10} から時刻 t_{12} の時間 T_H 、および、低感度の放射線の照射時間を時刻 t_{10} から時刻 t_{14} の時間 T_L に制限している。

[0045] また、画素 P_{IX} から光信号および基準信号の読み出しが可能な期間は、時刻 t_7 のサンプリングの終了時から、容量 CS_1 、 CS_2 、 C_N に、次のフレームのリセット駆動 R が再び開始される時刻 t_9 までの間である。低感度サンプリング駆動 S_L 終了後に、それぞれの画素 P_{IX} から高感度および低感度で取得された各光信号の出力が行われる。

[0046] 本実施形態では、時刻 t_1 で撮像情報の設定および撮像開始の設定がされた後、時刻 t_2 から時刻 t_9 までの各工程の動作を繰り返すことによって動画を撮像する例を示すが、これに限られるものではない。例えば、時刻 t_1 から時刻 t_9 までの各工程の動作を1回、行うことによって静止画を撮像してもよい。

[0047] また、本実施形態では、制御部109から曝射許可信号114がイネーブルになることによって放射線の照射が開始されるが、放射線の照射の開始のタイミングは、これに限られることはない。例えば、放射線撮像装置100のセンサパネル105などに、放射線の照射開始を検出するための開始検出画素を設けてもよい。この場合、時刻 t_1 から、それぞれの画素 P_{IX} はリセット駆動 R を繰り返す。開始検出画素が放射線の照射の開始を検出したことに応じて、時間 t_3 からの放射線の入射によって生成される信号（電荷）を蓄積するための動作を開始してもよい。その後、電荷の蓄積の開始から、撮像情報などで得られる放射線が照射される期間よりも短い時間 T_H の経過後、サンプリング駆動 S_H を行い、次いで、それぞれの画素 P_{IX} を低感度のモードに切り替える。さらに、開始検出画素によって放射線の照射の終了を検出し、放射線の照射の終了に応じて、時刻 t_6 からのサンプリング駆動

SLを行ってもよい。

[0048] 図4は、センサユニット106の内部構造の構成例を模式的に示す図である。それぞれのセンサユニット106は、チップセレクト端子CS、光信号出力端子TS1、光信号出力端子TS2、基準信号出力端子TN、垂直走査回路スタート信号端子VST、垂直走査回路クロック端子CLKV、水平走査回路スタート信号端子HST、水平走査回路クロック端子CLKHの各端子を含む。また、センサユニット106には、列方向にm個×行方向にn個の画素PIXが2次元アレイ状に配列されている。垂直走査回路403は、行方向に並ぶ画素PIXを行ごとに選択し、垂直走査クロックCLKVに同期して画素群を順次、副走査方向である垂直方向に走査する。垂直走査回路403は、例えば、シフトレジスタで構成されうる。水平走査回路404は、垂直走査回路403によって選択された主走査方向である列方向の画素PIXの列信号線を、水平走査クロックCLKHに同期して順次、1画素ずつ選択する。それぞれの画素PIXは、垂直走査回路403に接続された行信号線405がイネーブルになることによって、列信号線406、407、408に、それぞれサンプリングされた高感度と低感度との光信号および基準信号を出力する。列信号線406、407、408に出力された各信号を水平走査回路404が順次選択することによって、アナログ出力線409、410、411にそれぞれ画素PIXの各信号が順次出力される。以上のように、センサユニット106は、垂直走査回路403、水平走査回路404を使用したXYアドレス方式によるスイッチング動作によって画素PIXの選択が行われる。それぞれの画素PIXの光信号、基準信号は、列信号線406、407、408およびアナログ出力線409、410、411を通して光信号出力端子TS1、光信号出力端子TS2、基準信号出力端子TNから出力される。

[0049] 図5は、それぞれの画素PIXから出力される光信号および基準信号をA/D変換する差動アンプ107およびA/D変換器108を含む読出部ROの構成例を示す図である。光信号出力端子TS1、TS2からの出力は、そ

れぞれ入力スイッチM50、入力スイッチM51に接続される。入力スイッチM50は信号SW1によって動作し、入力スイッチM51は信号SW2によって動作する。信号SW1および信号SW2は、画素PIXから出力される各信号の破壊や、素子の破壊を防ぐため、同時にオン動作しないように制御される。

[0050] 例えば、それぞれの画素PIXの高感度と低感度との光信号および基準信号が同時に出力される場合でも、まず、信号SW1をハイレベル、信号SW2をローレベルに制御する。そして、図4に示す画素PIX(1, 1)から順に画素PIX(n, m)までの高感度で取得した光信号と基準信号とを読み出す。次いで、信号SW1をローレベル、信号SW2をハイレベルに制御して、画素PIX(1, 1)から順に画素PIX(n, m)までの低感度で取得した光信号と基準信号とを読み出してもよい。

[0051] また例えば、まず、信号SW1をハイレベル、信号SW2をローレベルに制御して、画素PIX(1, 1)から順に画素PIX(n, 1)までの高感度で取得した光信号と基準信号とを読み出す。次いで、信号SW1をローレベル、信号SW2をハイレベルに制御して、画素PIX(1, 1)から順に画素PIX(n, 1)までの低感度で取得した光信号と基準信号とを読み出す。次に、垂直走査回路403に垂直走査クロックCLKVをあたえて、副走査方向に1つ走査することによって、画素PIX(1, 2)から順に(n, 2)を選択する。再度、信号SW1をハイレベル、信号SW2をローレベルに制御して、画素PIX(1, 2)から順に画素PIX(n, 2)までの高感度で取得した光信号と基準信号とを読み出す。次いで、信号SW1をローレベル、信号SW2をハイレベルに制御して、画素PIX(1, 2)から順に画素PIX(n, 2)までの低感度で取得した光信号と基準信号とを読み出す。このように、行単位で信号SW1と信号SW2とを制御して、画素PIX(1, 1)から順に画素PIX(n, m)までの各信号を読み出してもよい。

[0052] 差動アンプ107は、マイナス側入力に高感度または低感度で取得した光

信号が入力され、プラス側入力に基準信号が入力される。差動アンプ107で基準信号から光信号を減算することによって、画素P1X内のそれぞれの画素アンプでの熱ノイズ、 $1/f$ ノイズ、温度差、プロセスばらつきによる固定パターンノイズ(FPN)などが除去されうる。差動アンプ107の出力は、A/D変換器108に入力される。A/D変換器108は、信号ADCCLKからクロック信号を受け取り、信号ADCCLKがハイレベルに切り替わるタイミングでA/D変換されたデジタルの光信号ADOUTを、センサユニット106ごとに制御部109に出力する。

[0053] 制御部109に送信された高感度および低感度の光信号ADOUTは、画像データインタフェース111によって、読出部で読み出された順に画像データとしてシステム制御部101に送信される。システム制御部101では、画像データインタフェース111を介して入力した高感度および低感度の光信号ADOUTを用いてダイナミックレンジ拡大のための画像処理が行われる。

[0054] 次に、ダイナミックレンジを拡大するための画像処理の方法を、図6のフローチャートを用いて説明する。放射線撮像装置100から高感度および低感度で取得した光信号ADOUTの画素データを受信すると、システム制御部101は、画像処理を開始する(ステップS120)。まず、センサパネル105の特性を補正するため、ステップS121でオフセット補正、ステップS122でゲイン補正、ステップS123で欠陥補正の各処理が実施される。ステップS121~S123の各処理によって、それぞれの画素P1Xの画素値と、当該画素P1Xの周辺に配された画素P1Xの画素値との相関関係が保たれた状態にする。また、本実施形態において、センサパネル105は、複数のセンサユニット106によって構成される。このため、ステップS121~S123の各処理によって、センサユニット106間での特性の補正もなされうる。

[0055] 次いで、ステップS124で画像中の画素の位置を表す変数であるaを0に初期化する。変数aの最大値bは、図1に示す構成を有するセンサパネル

105の場合、それぞれのセンサユニット106に画素P1Xが $n \times m$ 個配されるため、 $b = n \times m \times 7 \times 2$ となる。

[0056] ここで、画素位置が a のときの低感度で取得した光信号ADOUT（以下、低感度画像と呼ぶ。）の画素値を PLa 、高感度で取得した光信号ADOUT（以下、高感度画像と呼ぶ。）の画素値を PHa とする。ステップS125では、低感度画像の画素値 PLa に対して、時間 TH と時間 TL とに応じた係数を適用する。具体的には、高感度と低感度とのゲイン比 G と高感度の蓄積時間 TH と低感度の蓄積時間 TL との比 TH/TL とで示される係数 $(G \cdot TH/TL)$ を、画素値 PLa に乗算する。

[0057] 次いで、ステップS126で高感度画像の画素値 PHa の大きさによって、画素P1Xの放射線画像を構成する画素値 Pa の値の選択方法を振り分ける。本実施形態において、A/D変換器108でA/D変換されたデジタルの光信号ADOUTが16ビット（0～65535LSB）の場合を示す。

[0058] 高感度画像の画素値 PHa が30000LSBよりも小さい場合、高感度画像の画素値 PHa を画素P1Xの画素値 Pa とする（ステップS127）。一方、高感度画像の画素値 PHa が40000LSBよりも大きい場合、ステップS125で係数の適用された低感度画像の画素値 PLa を画素P1Xの画素値 Pa とする（ステップS129）。また、高感度画像の画素値 PHa が30000LSB以上かつ40000LSB以下の場合は、画素値 PLa および画素値 PHa を合成することによって、画素P1Xの画素値 Pa を生成する。このとき、所定の重み付け係数 k を用いて、 $(1 - k) \cdot PHa + k \cdot PLa$ で求まる値を当該画素P1Xの画素値 Pa としてもよい。係数 k は、0よりも大きく、かつ1未満の値を有する。

[0059] 次いで、ステップS130で、画素位置を表す変数 a に1を加算し、ステップS131で変数 a の値が最大値 b より小さい場合は、ステップS125に戻り、次の画素位置の画素値 Pa の生成を開始する。ステップS131で、変数 a の値が最大値 b 以上場合は、ステップS132に進み、画像処理を終了する。

[0060] 以上のように、放射線撮像装置 100 のセンサパネル 105 のすべての画素 P I X に対して、高感度画像と低感度画像とに基づいた画素値 P a の生成を行い、ダイナミックレンジを拡大した放射線画像を生成することができる。本実施形態では、画素値 P a の選択方法を振り分ける際、画素値 P H a に対するしきい値を固定としたが、蓄積時間 T H と蓄積時間 T L との比 T H / T L に依存して、変更してもよい。また、本実施形態では、画素値 P H a によって画素値 P a の選択方法を振り分けたが、例えば、すべての画像 P I X に対してステップ S 128 の処理を行ってもよい。

[0061] 第 2 の実施形態

図 7、8 を参照して、本発明の実施形態による放射線撮像装置の構成、及び、駆動方法について説明する。図 7 は、本発明の第 2 の実施形態におけるセンサパネル 105 のそれぞれのセンサユニット 106 に配された 1 つの画素 P I X の回路構成例を示している。図 2 に示した画素 P I X と比較して、保持部のサンプルホールド回路が 2 つとなり、光信号を蓄積するためのサンプルホールド回路が 1 つとなっている点で異なる。これ以外の構成は、上述の第 1 の実施形態で示したセンサユニット 106 などと同様であってよい。

[0062] 図 8 は、図 7 に示す画素 P I X が配された撮像装置において、ダイナミックレンジを拡大し、固定フレームレートで 1 つのフレームあたりの放射線の照射時間に制限がある場合の動画を撮像する駆動例を示すタイミングチャートである。以下、動画撮像において、光信号用ホールド容量である容量 C S 1 および基準信号用ホールド容量である容量 C N に電荷がサンプリングされるまでの制御信号のタイミングについて、図 8 を用いて説明する。時刻 t 1 から時刻 t 4 までの動作は、上述の第 1 の実施形態と同様のため、ここでは説明を省略し、時刻 t 4 からの動作について説明する。

[0063] 時刻 t 4 から高感度のサンプリング駆動 S H が始まる。時刻 t 4 で、信号 E N をハイレベルにしトランジスタ M 3、M 6 をオン動作させる。これによって、容量 C f d に蓄積された電荷は、電荷／電圧変換されソースフォロアとして動作し画素アンプを構成するトランジスタ M 4 によって電圧として容

量C c lに出力される。トランジスタM4の出力はリセットノイズを含むが、クランプ回路によってリセット駆動Rの際にトランジスタM7側を基準電圧V C Lにセットしているため、リセットノイズが除去された光信号として画素アンプを構成するトランジスタM7に出力される。次に、放射線の照射によって生成された信号のサンプリングを制御する信号T S 1をハイレベルとし、トランジスタM8をオン動作させる。これによって、光信号は画素アンプを構成するトランジスタM7を介して、光信号用ホールド容量である容量C S 1に一括転送される。このときの光信号は、信号W I D Eをローレベルとしているため、高感度で取得された信号である。時刻t 5で、信号T S 1をローレベルとし、トランジスタM8をオフ動作させることによって、容量C S 1に高感度の光信号がサンプリングされる。

[0064] 次に信号W I D Eをハイレベルとし、感度を切り替えるためのスイッチ素子であるトランジスタM1をオン動作させる。トランジスタM1がオン動作することによって、フローティングディフュージョンの容量が増え、画素の感度が高感度から低感度へと変化する。続いて、本実施形態では、図7に示すように、光信号用のサンプルホールド回路が1つしかないことから、高感度のサンプリング駆動S Hの後、低感度サンプリング駆動S Lを行うまでに取得した光信号を出力する読み出し処理が行われる（R O H）。

[0065] 次に高感度の光信号が、光信号用のサンプルホールド回路の容量C S 1から出力された後、時刻t 6で信号E Nをハイレベルにし、トランジスタM4、M6をオン動作させる。次に、信号T S 1をハイレベルとし、トランジスタM8をオンすることによって、低感度の光信号が、画素アンプを構成するトランジスタM7を通して容量C S 1に一括転送される。時刻t 7で信号T S 1をローレベルとし、トランジスタM8をオフ動作させることによって、容量C S 1に低感度での光信号がサンプリングされる。

[0066] 次に、信号P R E Sをハイレベルとし、トランジスタM2をオン動作させ、容量C f d、C f d 1を基準電圧V R E Sにリセットする。次いで、信号P C Lをハイレベルとする。容量C c lには、電圧V C Lと電圧V R E Sと

の差分の電圧にリセットノイズが重畳した電荷が蓄積される。更に信号TNをハイレベルとし、トランジスタM14をオン動作させることによって、基準電圧VCLにセットされた際の基準信号を基準信号用ホールド容量である容量CNに転送する。続いて時刻t8で、信号TNをローレベルとし、トランジスタM14をオフ動作させることによって、容量CNに基準信号がサンプリングされる。さらに、信号PRES、PCL、ENをローレベルとし、低感度サンプリング駆動SLを終了する。低感度サンプリング駆動SLの後、サンプリングされた低感度の光信号を出力する読み出し処理が行われる（ROL）。低感度の光信号を出力する期間（ROL）において、基準信号の出力も行われる。

[0067] 本実施形態においても、低感度で放射線を検出するための蓄積時間である時刻t3から時刻t7までの時間TLに対して、高感度で放射線を検出するための蓄積時間である時刻t3から時刻t5まで時間THは短い。電荷の蓄積を開始してから、放射線が照射される期間である時刻t3から時刻t6までよりも短い時間THの経過後、蓄積された電荷を高感度でサンプリングし、感度を低感度に切り替えることによって、容量Cfdが飽和しにくくなる。これによって、上述の第1の実施形態と同様の効果が得られる。本発明者が実験を行ったところ、時間TLを266ms、時間THを133msと設定し、高感度および低感度で光信号を取得した結果、リニアリティが悪化する画素は発生しなかった。

[0068] サンプリング駆動SHおよびサンプリング駆動SLは、放射線撮像装置100に配されたすべての画素PIXにおいて一括して行う。後に続くサンプリング駆動SH、SLも、同様のタイミングで制御される。サンプリング駆動SLの後、時刻t9にて再びリセット駆動Rが行われ、次のフレームのフォトダイオードPDでの蓄積が開始される。

[0069] それぞれの光信号および基準信号の走査は画素PIXごとに行われる。アナログスイッチM9、M15をオン動作させることによって、容量CS1、CNの電圧が、それぞれ画素アンプを構成するトランジスタM10、M16

を通して、それぞれ光信号出力部 S 1 と基準信号出力部 N とに転送される。

[0070] 図 7 の画素回路において、フォトダイオード P D の蓄積開始のタイミングは、図 8 に示すリセット完了後に信号 P C L をローレベルにしてクランプが完了した時刻 t_3 や時刻 t_{10} である。また蓄積終了のタイミングは信号 T S 1 のうち、信号 T S 1 がローレベルになり、低感度で取得した光信号をサンプリングした時刻 t_7 である。そこで、光信号および基準信号をサンプルリングするサンプリング駆動 S L とサンプリング駆動 S H の間に、リセット駆動 R を挿入することによって、1 フレームあたりの蓄積時間を制限している。図 8 において、時刻 t_6 で始まるサンプリング駆動 S L と時刻 t_{11} で始まるサンプリング駆動 S H との間に、時刻 t_9 で始まるリセット駆動 R を挿入する。これによって、実質的な蓄積時間である高感度の放射線の照射時間を時刻 t_{10} から時刻 t_{12} の時間 T H、および、低感度の放射線の照射時間を時刻 t_{10} から時刻 t_{14} の時間 T L に制限している。

[0071] 画素 P I X から高感度の光信号および基準信号の読み出しが可能な期間は、時刻 t_5 のサンプリングの終了時から、容量 C S 1 にサンプリング駆動 S L によって低感度の光信号がサンプリングされる時刻 t_6 までの間である。また、低感度の光信号および基準信号の読み出しが可能な期間は、時刻 t_7 のサンプリングの終了時から、容量 C S 1、C N に、次のフレームのリセット駆動 R が再び開始される時刻 t_9 までの間である。

[0072] 第 3 の実施形態

図 9 を参照して、本発明の実施形態による放射線撮像装置の駆動方法について説明する。図 9 は、本発明の第 3 の実施形態におけるダイナミックレンジを拡大し、固定フレームレートで 1 つのフレームあたりの放射線の照射時間に制限がある場合の動画を撮像する駆動例を示すタイミングチャートである。放射線撮像装置や画素 P I X の構成は、上述の第 1 の実施形態と同様であってよい。

[0073] 上述の第 1 および第 2 の実施形態では、リセット駆動 R 後に信号 W I D E を 1 回、ハイレベルに遷移させることによって、画素 P I X を高感度から低

感度に切り替えて、低感度のサンプリングを行っている。しかし、感度を切り替えるためのトランジスタM1において、スイッチをオンまたはオフすると、チャージインジェクションと呼ばれる現象によって、信号WIDEから電荷が注入あるいは放出されることが知られている。つまり、リセット駆動Rの後に信号WIDEをハイレベルに遷移させることによって、信号WIDEから電荷が注入されうる。このため、サンプリングされる低感度の光信号にオフセットが発生してしまう可能性がある。本発明者が実験を行ったところ、放射線の非照射時にA/D変換器108で読み出した高感度の光信号ADOUTが約8000LSBであった。一方、トランジスタM1を動作させた後、読み出した低感度の光信号ADOUTは約10000LSBと約2000LSB大きくなっていた。A/D変換器108の分解能を16ビットとすると、A/D変換器108の出力範囲は0～65535LSBである。一般的に各種ばらつきを考慮し、放射線が照射されていない状態から放射線の強度が最大の状態の範囲は、A/D変換器108の出力範囲のうち5000LSB程度の範囲で表現される。したがって、低感度の画像のダイナミックレンジが約2000LSB狭くなることを意味する。

[0074] 図9は、このチャージインジェクションによって低感度の画像のダイナミックレンジが狭くなることを防止するための駆動制御の一例を示すタイミングチャートである。以下、動画撮像において、光信号用ホールド容量である容量CS1、CS2および基準信号用ホールド容量である容量CNに電荷がサンプリングされるまでの制御信号のタイミングについて、図9を用いて説明する。時刻t1から時刻t5までの動作は、上述の第1の実施形態と同様のため、ここでは説明を省略し、時刻t5からの動作について説明する。

[0075] サンプリング駆動SHによって高感度の光信号を容量CS1にサンプリングした後、時刻t5で信号WIDEをハイレベルとし、感度を切り替えるためのスイッチ素子であるトランジスタM1をオン動作させる。トランジスタM1がオン動作することによって、フローティングディフュージョンの容量が増え、画素の感度が高感度から低感度のモードへと変化する。

[0076] 次いで、時刻 t_6 で、信号 EN をハイレベルにしトランジスタ $M3$ 、 $M6$ をオン動作させる。次に、信号 $WIDE$ をローレベルとし、感度切り替え用のスイッチ素子であるトランジスタ $M1$ をオフ動作とする。これによって、信号 $WIDE$ から電荷が放出されることになる。すなわち、時刻 t_5 で信号 $WIDE$ をハイレベルとし、トランジスタ $M1$ をオン動作としたときに、信号 $WIDE$ から注入された電荷が、時刻 t_6 で放出され、低感度の光信号の電圧レベルが補正される。

[0077] 次に、信号 $TS2$ をハイレベルとし、トランジスタ $M11$ をオン動作させることによって、低感度で取得された光信号が画素アンプを構成するトランジスタ $M7$ を通して光信号用ホールド容量である容量 $CS2$ に一括転送される。時刻 t_7 で、信号 $TS2$ をローレベルとし、トランジスタ $M11$ をオフ動作させることによって、容量 $CS2$ に低感度で取得された光信号がサンプリングされる。

[0078] 次いで、信号 $PRES$ をハイレベルとし、トランジスタ $M2$ をオン動作させ、容量 Cfd 、 $Cfd1$ を基準電圧 $VRES$ にリセットする。次いで、信号 PCL をハイレベルとする。容量 $Cc1$ には、電圧 VCL と電圧 $VRES$ との差分の電圧にリセットノイズが重畳した電荷が蓄積される。更に信号 TN をハイレベルとし、トランジスタ $M14$ をオン動作させることによって、基準電圧 VCL にセットされた際の基準信号を基準信号用ホールド容量である容量 CN に転送する。続いて時刻 t_8 で、信号 TN をローレベルとし、トランジスタ $M14$ をオフ動作させることによって、容量 CN に基準信号がサンプリングされる。さらに、信号 $PRES$ 、 PCL 、 EN をローレベルとし、サンプリング駆動 SL を終了する。高感度と低感度との光信号および基準信号の画素 PIX からの出力は、サンプリング駆動 SL の終了後、上述の第1の実施形態と同様に、画素 PIX ごとに行われる。

[0079] 低感度の光信号のサンプリングを行う前にトランジスタ $M1$ をオフさせることによって、実験では、放射線非照射時の高感度の光信号 $AOUT$ が約 $8000LSB$ であったのに対し、低感度の光信号 $AOUT$ も約 8000

L S Bと略同等になった。本実施形態の駆動方法を用いることによって、低感度のデジタル画像データのダイナミックレンジも高感度のデジタル画像データと同等のダイナミックレンジが確保できる。また、本実施形態においても、電荷の蓄積を開始してから、放射線が照射される期間よりも短い時間 T_H の経過後、蓄積された電荷を高感度でサンプリングし、感度を低感度に切り替えることによって、容量 C_{fd} が飽和しにくくなる。これによって、上述の第1の実施形態と同様の効果が得られる。

[0080] 以上、本発明に係る実施形態を3形態示したが、本発明はこれらの実施形態に限定されないことはいうまでもなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、上述した実施形態は適宜変更、組み合わせが可能である。

[0081] 例えば、上述の実施形態では、光信号用のサンプルホールド回路を1つまたは2つ備えた画素 $P \times X$ を用いて説明を行ったが、それぞれの画素 $P \times X$ が、光信号用に3つ以上のサンプルホールド回路を備えていてもよい。この場合、感度を切り替えるための追加容量およびフォトダイオードPDと追加容量との間に配されるトランジスタなどのスイッチ素子が、それぞれ2つ以上、配されてもよい。

[0082] また例えば、本実施形態では、設定される放射線の蓄積時間が短い場合は、リニアリティが悪化する画素が発生しにくくなるため、高感度の蓄積時間 T_H と低感度の蓄積時間 T_L を同じ時間としてもよい。

[0083] また、本実施形態では、高感度用の蓄積時間 T_H と低感度用の蓄積時間 T_L の比に基づいて、放射線画像に用いる画素値の生成を行ったが、これに限られることはない。例えば、高感度の光信号から取得される実効的な放射線の線量と、低感度の光信号から取得される実効的な放射線の線量の比に応じた係数を用いて、画素値の生成を行ってもよい。これによっても、精度の高い画素値の生成が可能となる。

[0084] また、本発明は、上述の実施形態の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、そのシステム又は装置のコンピュータにおける1つ以上のプロセッサがプログラム

を読み出し実行する処理でも実現可能である。また、１以上の機能を実現する回路（例えば、ASIC）によっても実現可能である。

[0085] 本発明は上記実施の形態に制限されるものではなく、本発明の精神及び範囲から離脱することなく、様々な変更及び変形が可能である。従って、本発明の範囲を公にするために、以下の請求項を添付する。

[0086] 本願は、２０１６年１１月７日提出の日本国特許出願特願２０１６－２１７５０１を基礎として優先権を主張するものであり、その記載内容の全てを、ここに援用する。

請求の範囲

- [請求項1] 第1の感度および前記第1の感度よりも低い第2の感度で放射線を検出する複数の画素を含む放射線撮像装置であって、
- 前記複数の画素のそれぞれは、
- 前記放射線撮像装置への放射線の照射の開始に応じて、前記第1の感度で、照射された放射線に応じた信号を蓄積するための動作を開始し、
- 信号を蓄積するための動作の開始から、放射線が照射される期間よりも短い第1の時間の経過後、蓄積された信号を第1の信号としてサンプリングし、次いで、前記第2の感度に切り替え、照射された放射線に応じた信号を蓄積し、
- 前記放射線撮像装置への放射線の照射の終了に応じて、蓄積された信号を第2の信号としてサンプリングし、
- 前記第1の信号および前記第2の信号に基づいた放射線画像を生成するために、前記第1の信号および前記第2の信号を出力することを特徴とする放射線撮像装置。
- [請求項2] 前記複数の画素は、入射する放射線に応じた電荷を生成する変換素子と、前記変換素子で生成された電荷を蓄積する容量と、を含み、
- 前記第1の感度および前記第2の感度を切り替えるために、前記容量の容量値が変更可能に構成され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] 前記複数の画素のそれぞれは、前記変換素子とスイッチ素子を介して接続された追加容量を含み、
- 前記複数の画素のそれぞれは、
- 前記スイッチ素子をオフ動作させることによって前記第1の感度で動作し、
- 前記スイッチ素子をオン動作させることによって前記第2の感度で動作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] 前記複数の画素のそれぞれは、前記放射線撮像装置への放射線の照射の終了に応じて前記スイッチ素子をオフ動作させた後、前記複数の画素のそれぞれで前記第2の信号をサンプリングす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] 前記放射線撮像装置は、処理部を更に含み、
前記複数の画素のそれぞれは、前記第1の信号および前記第2の信号を前記処理部に出力し、
前記処理部は、前記第1の信号および前記第2の信号に基づいて前記放射線画像を生成することを特徴とする請求項1乃至4の何れか1項に記載の放射線撮像装置。
- [請求項6] 前記処理部は、信号を蓄積するための動作の開始から前記第1の信号をサンプリングするまでの時間と、信号を蓄積するための動作の開始から前記第2の信号をサンプリングするまでの時間と、に応じた係数を前記第1の信号および前記第2の信号の少なくとも一方に適用し、少なくとも一方に前記係数が適用された前記第1の信号および前記第2の信号に基づいて前記放射線画像を生成す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] 前記処理部は、信号を蓄積するための動作の開始から前記第1の信号をサンプリングするまでの時間と、信号を蓄積するための動作の開始から前記第2の信号をサンプリングするまでの時間と、に応じた係数を前記第2の信号に適用し、
前記第1の信号の大きさが第1の大きさよりも小さい場合、前記第1の信号に基づいて前記放射線画像を生成し、
前記第1の信号の大きさが前記第1の大きさよりも小さい第2の大きさよりも小さい場合、前記係数が適用された前記第2の信号に基づいて前記放射線画像を生成し、
前記第1の信号の大きさが前記第1の大きさ以下かつ前記第2の大きさ以上の場合、前記第1の信号および前記係数が適用された前記

第2の信号に基づいて前記放射線画像を生成す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8] 前記処理部は、前記第1の信号から取得される実効的な放射線の線量と、前記第2の信号から取得される実効的な放射線の線量と、に応じた係数を前記第1の信号および前記第2の信号の少なくとも一方に適用し、少なくとも一方に前記係数が適用された前記第1の信号および前記第2の信号に基づいて前記放射線画像を生成す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9] 前記複数の画素のそれぞれは、前記第2の信号をサンプリングした後、前記第1の信号および前記第2の信号を出力することを特徴とする請求項1乃至8の何れか1項に記載の放射線撮像装置。

[請求項10] 前記複数の画素のそれぞれは、
前記第1の信号をサンプリングした後かつ前記第2の信号をサンプリングするまでの間に前記第1の信号を出力し、
前記第2の信号をサンプリングした後、前記第2の信号を出力することを特徴とする請求項1乃至8の何れか1項に記載の放射線撮像装置。

[請求項11] 前記放射線撮像装置は、ユーザによって設定される撮像情報に応じて、前記第1の時間を決定することを特徴とする請求項1乃至10の何れか1項に記載の放射線撮像装置。

[請求項12] 請求項1乃至11の何れか1項に記載の放射線撮像装置と、
放射線を発生するための放射線発生装置と、
を備えることを特徴とする放射線撮像システム。

[請求項13] 第1の感度および前記第1の感度よりも低い第2の感度で放射線を検出する複数の画素を含む放射線撮像装置の駆動方法であって、
前記放射線撮像装置への放射線の照射の開始に応じて、前記複数の画素のそれぞれに前記第1の感度で、照射された放射線に応じた信号を蓄積するための動作を開始させる第1の工程と、

信号を蓄積するための動作の開始から、放射線が照射される期間よりも短い第1の時間の経過後、前記複数の画素のそれぞれにおいて蓄積された信号を第1の信号としてサンプリングさせ、次いで、前記複数の画素のそれぞれを前記第2の感度に切り替え、照射された放射線に応じた信号を蓄積させる第2の工程と、

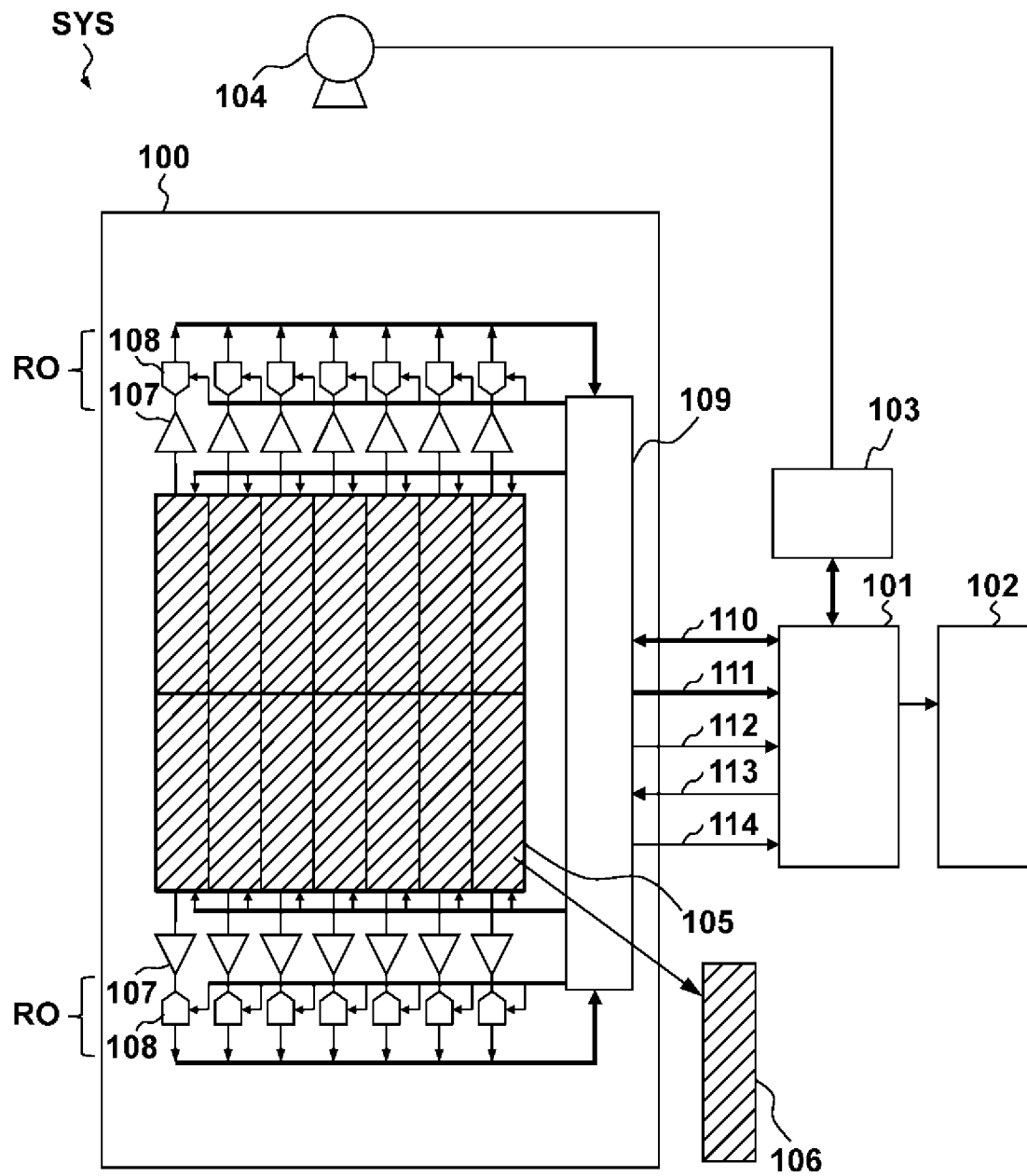
前記放射線撮像装置への放射線の照射の終了に応じて、前記複数の画素のそれぞれにおいて蓄積された信号を第2の信号としてサンプリングさせる第3の工程と、

前記第1の信号および前記第2の信号に基づいた放射線画像を生成するために、前記複数の画素のそれぞれから前記第1の信号および前記第2の信号を出力させる第4の工程と、
を含むことを特徴とする駆動方法。

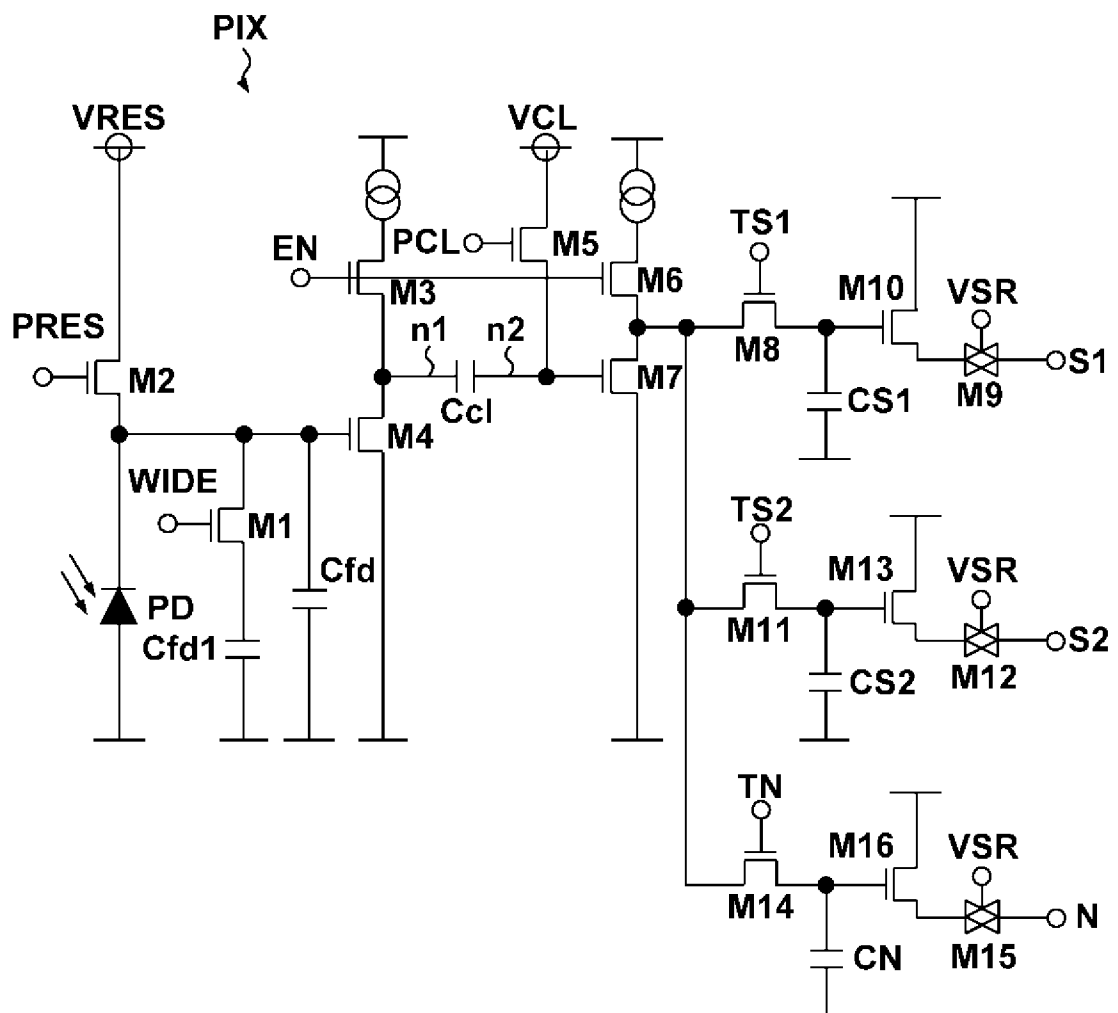
[請求項14] 前記第1の工程と前記第2の工程と前記第3の工程と前記第4の工程とを、この順で繰り返すことによって動画を撮像することを特徴とする請求項13に記載の駆動方法。

[請求項15] コンピュータに、請求項13または14に記載の駆動方法の各工程を実行させるためのプログラム。

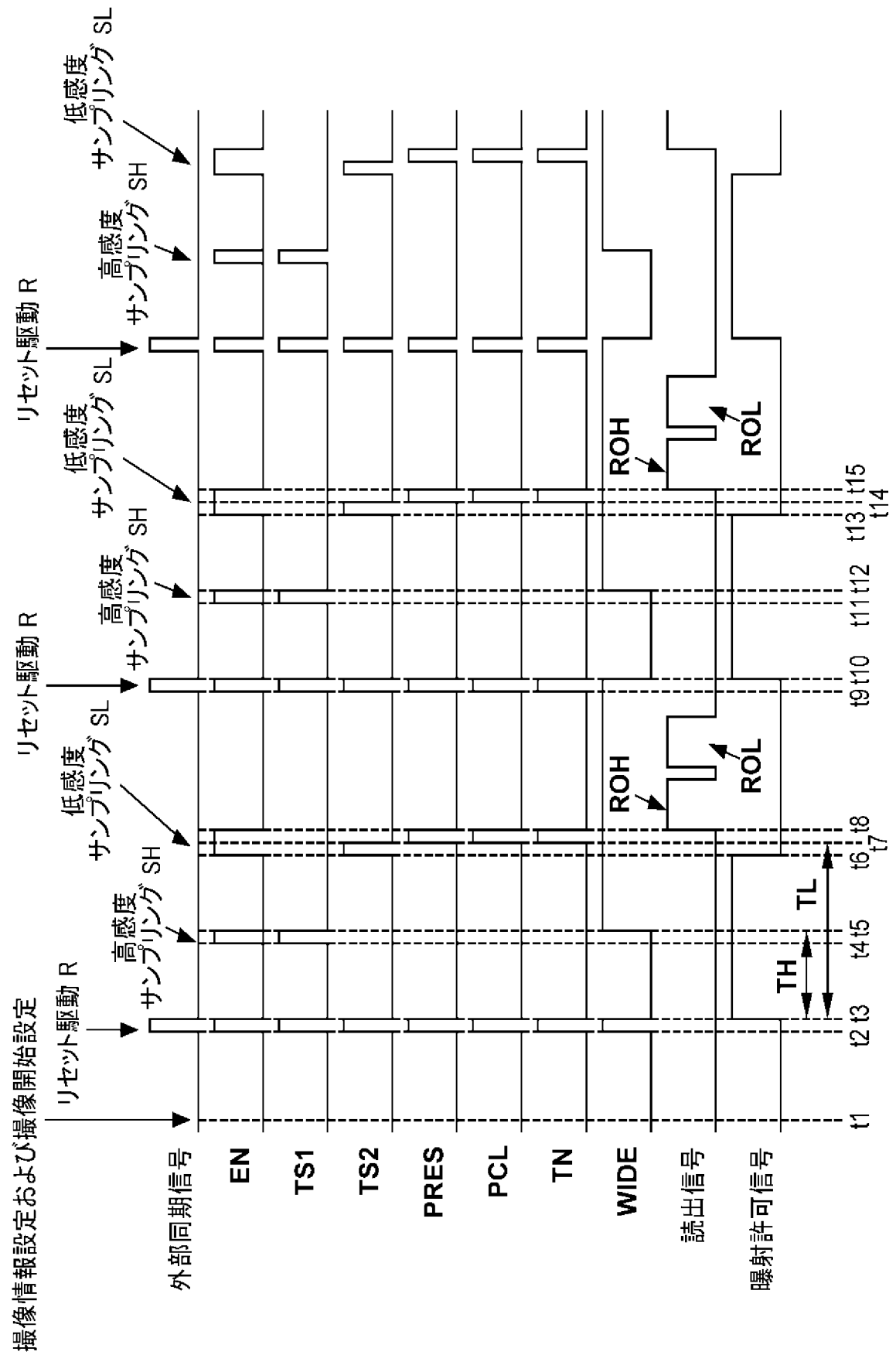
[図1]



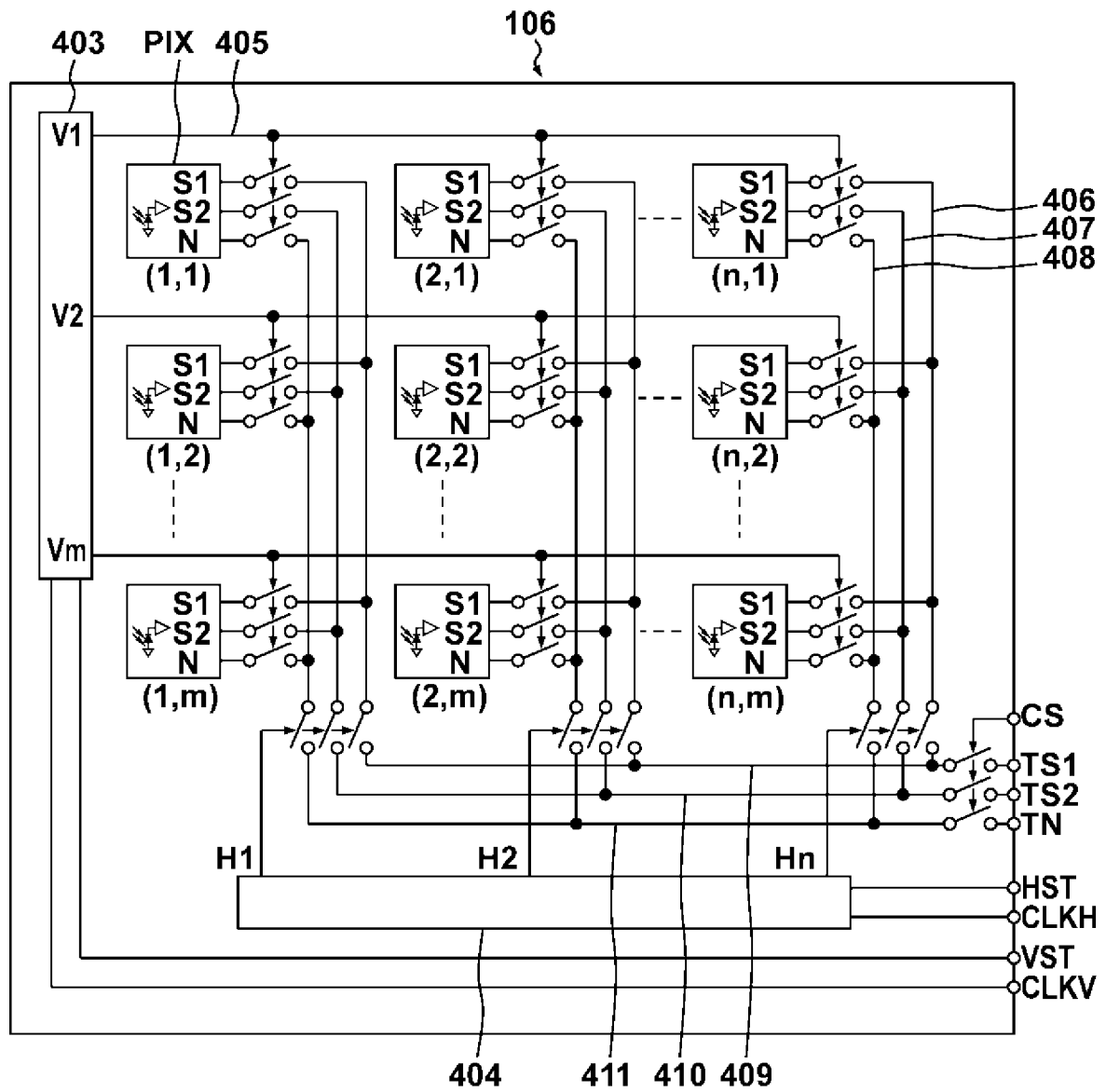
[図2]



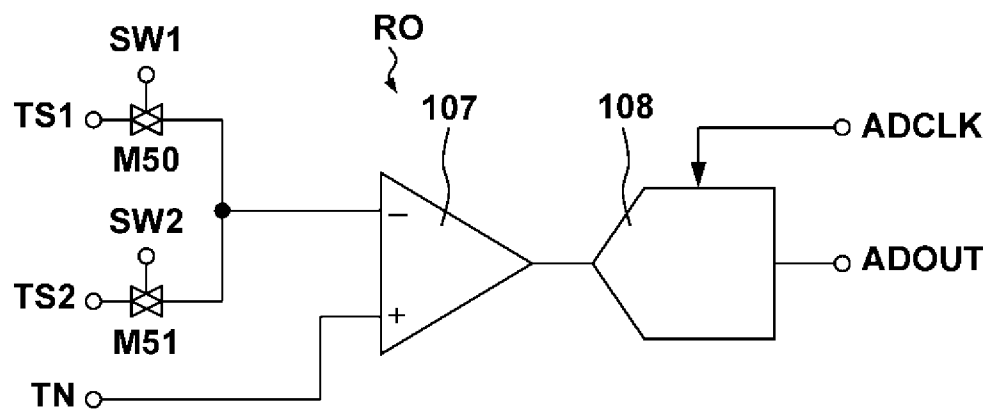
[図3]



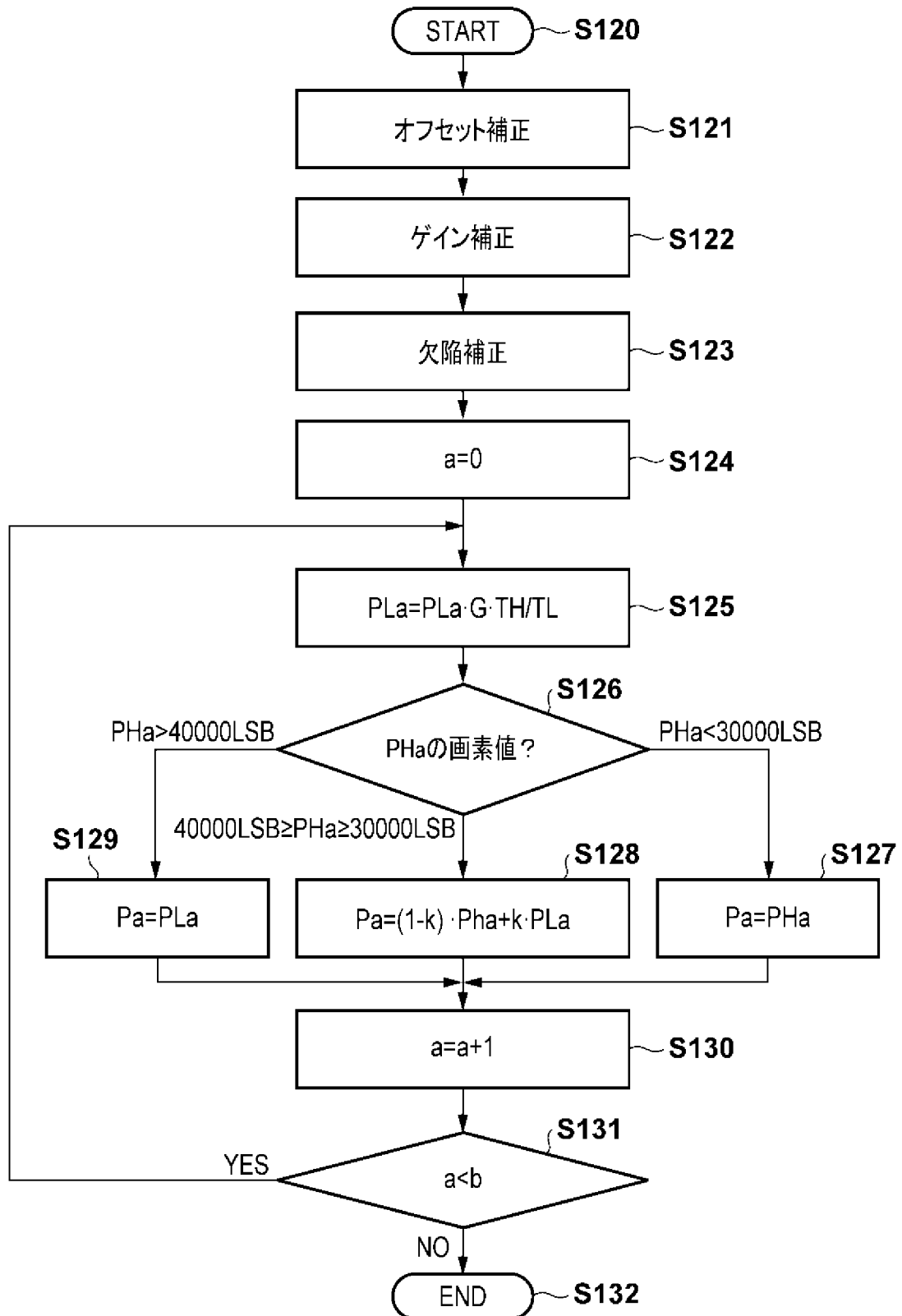
[図4]



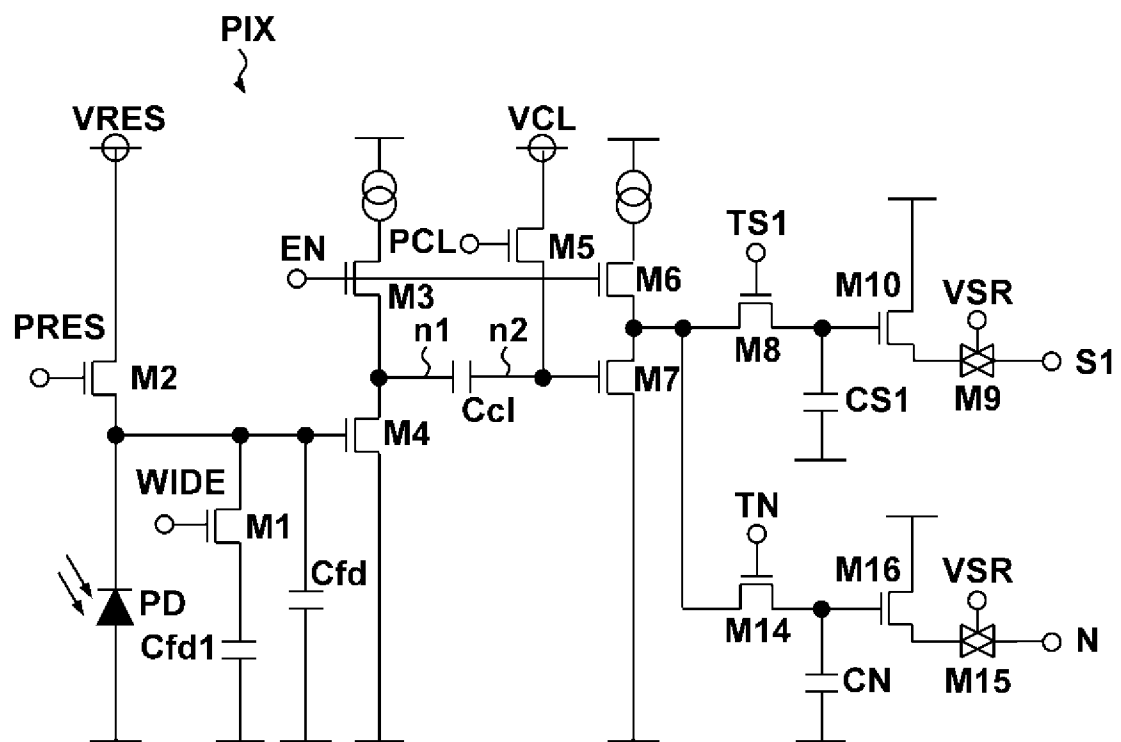
[図5]



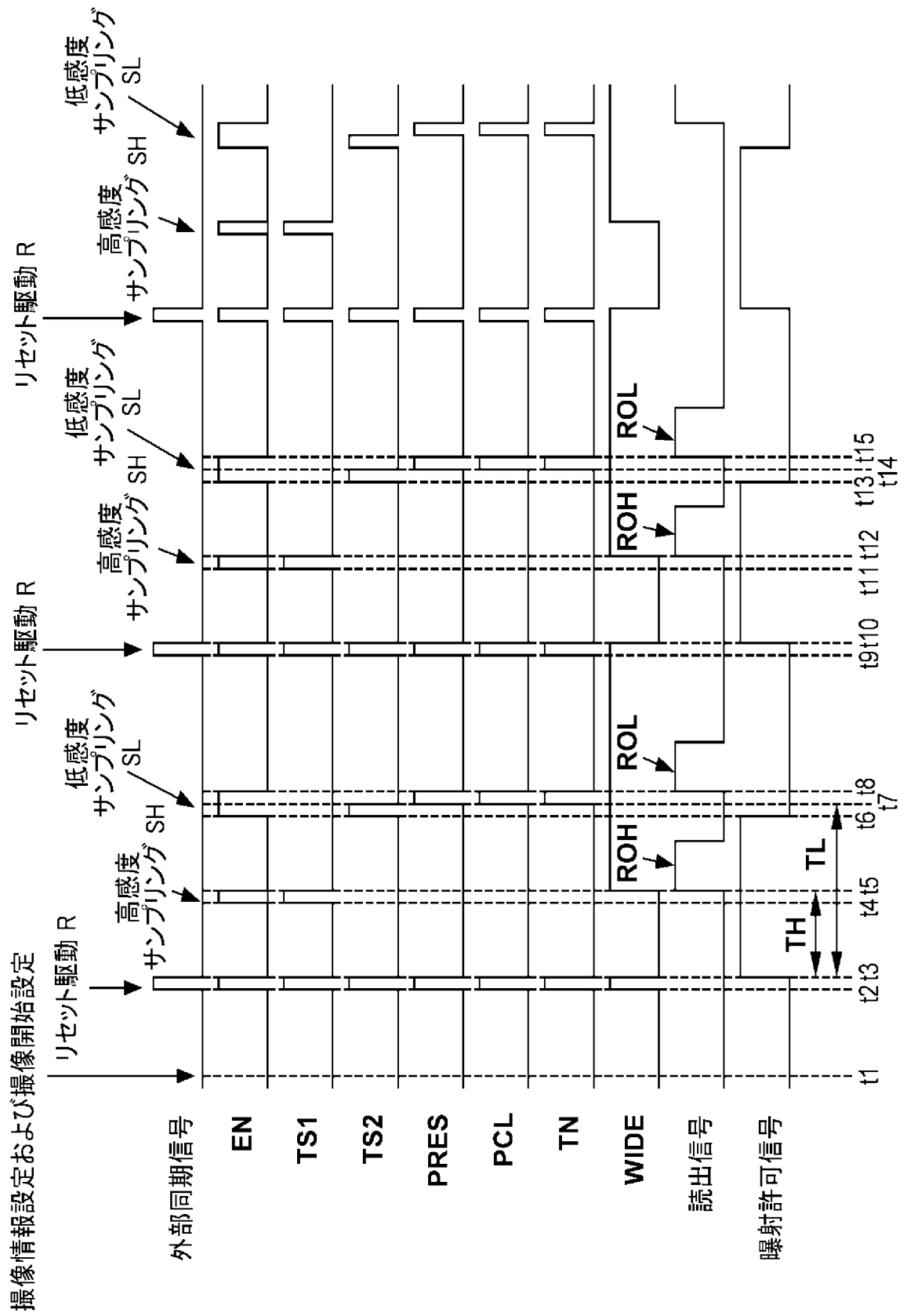
[図6]



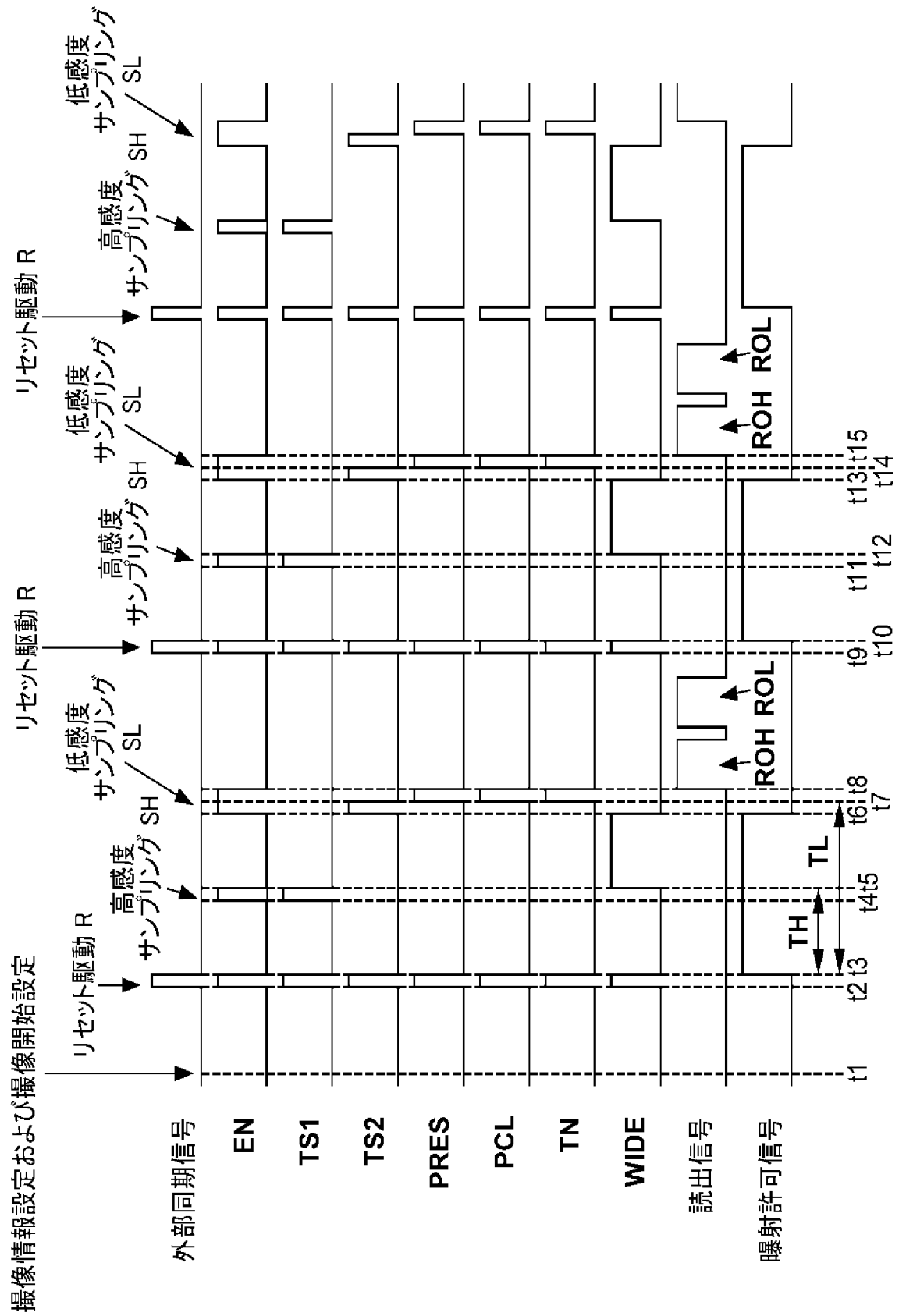
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/033499

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H04N5/355(2011.01) i, G01T1/17(2006.01) i, G01T7/00(2006.01) i, H04N5/32(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. H04N5/355, G01T1/17, G01T7/00, H04N5/32

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2017

Registered utility model specifications of Japan 1996-2017

Published registered utility model applications of Japan 1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2015-136546 A (CANON INC.) 30 July 2015, paragraphs [0011], [0019], [0034], [0082], [0084], [0087], [0090], [0093]-[0094], [0095], [0103], [0126], fig. 9, 13 (Family: none)	1-3, 5-6, 9-15 4, 7-8



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/033499

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 5897752 B1 (BRILLNICS JAPAN INC.) 30 March 2016, paragraphs [0008], [0075]-[0077], fig. 8-9 & US 2016/0337567 A1, paragraphs [0009], [0097]-[0099], fig. 8, 9B & US 2017/0034411 A1 & US 2017/0302836 A1 & JP 2016-219857 A	1-3, 5-6, 9-15 4
Y A	WO 2008/112058 A1 (ALTASENS, INC.) 18 September 2008, page 1, line 6-8, page 22, line 5-8 & JP 2010-520707 A & JP 5586236 B2 & US 2008/0218602 A1 & EP 2119219 A1	6 8
Y	JP 2015-115660 A (CANON INC.) 22 June 2015, paragraphs [0006], [0037]-[0045], fig. 4, 7 & US 2015/0163437 A1, paragraphs [0007], [0069]-[0077], fig. 4A, 7 & US 2017/0150080 A1 & CN 104702825 A & KR 10-2015-0067053 A	10
A	JP 2002-190983 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 05 July 2002, paragraphs [0009], fig. 26 (Family: none)	7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H04N5/355(2011.01)i, G01T1/17(2006.01)i, G01T7/00(2006.01)i, H04N5/32(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H04N5/355, G01T1/17, G01T7/00, H04N5/32

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2015-136546 A（キヤノン株式会社） 2015.07.30, 段落 [0011], [0019], [0034], [0082], [0084], [0087], [0090], [0093]-[0094], [0095], [0103], [0126] 図 9, 13 (ファミリーなし)	1-3, 5-6, 9-15 4, 7-8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

04.12.2017

国際調査報告の発送日

12.12.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

粕谷 満成

5 V

5587

電話番号 03-3581-1101 内線 3571

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 5897752 B1 (ブリルニクスジャパン株式会社) 2016.03.30, 段落[0008], [0075]-[0077], 図 8-9 & US 2016/0337567 A1, 段落[0009], [0097]-[0099], 図 8, 9B & US 2017/0034411 A1 & US 2017/0302836 A1 & JP 2016-219857 A	1-3, 5-6, 9-15 4
Y A	WO 2008/112058 A1 (ALTASENS, INC.) 2008.09.18, 第 1 頁第 6 行-第 8 行, 第 22 頁第 5 行-第 8 行 & JP 2010-520707 A & JP 5586236 B2 & US 2008/0218602 A1 & EP 2119219 A1	6 8
Y	JP 2015-115660 A (キヤノン株式会社) 2015.06.22, 段落[0006], [0037]-[0045], 図 4, 7 & US 2015/0163437 A1, 段落[0007], [0069]-[0077], 図 4A, 7 & US 2017/0150080 A1 & CN 104702825 A & KR 10-2015-0067053 A	10
A	JP 2002-190983 A (松下電器産業株式会社) 2002.07.05, 段落[0009], 図 26 (ファミリーなし)	7