

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6608132号
(P6608132)

(45) 発行日 令和1年11月20日(2019.11.20)

(24) 登録日 令和1年11月1日(2019.11.1)

(51) Int. Cl.	F I	
GO 1 T 1/17 (2006.01)	GO 1 T	1/17 C
A 6 1 B 6/00 (2006.01)	A 6 1 B	6/00 3 2 O A
HO 4 N 5/32 (2006.01)	HO 4 N	5/32
HO 4 N 5/341 (2011.01)	HO 4 N	5/341
HO 4 N 5/357 (2011.01)	HO 4 N	5/357

請求項の数 24 (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-232940 (P2014-232940)
 (22) 出願日 平成26年11月17日(2014.11.17)
 (65) 公開番号 特開2016-95278 (P2016-95278A)
 (43) 公開日 平成28年5月26日(2016.5.26)
 審査請求日 平成29年11月17日(2017.11.17)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100076428
 弁理士 大塚 康德
 (74) 代理人 100112508
 弁理士 高柳 司郎
 (74) 代理人 100115071
 弁理士 大塚 康弘
 (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】放射線撮像装置および放射線撮像システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

同期信号に従ったフレームレートで複数の放射線画像を撮像する撮像部と、前記撮像部を制御する制御部とを備える放射線撮像装置であって、

前記制御部は、前記撮像部における温度の変化が低減されるように、前記フレームレートが所定フレームレートより遅い場合に、撮像動作の他に、前記撮像動作で発生する熱の他に追加の熱を発生させる温度制御動作を前記撮像部に行わせる、

ことを特徴とする放射線撮像装置。

【請求項2】

前記制御部は、前記フレームレートが前記所定フレームレートより遅い場合に、前記同期信号に従って前記撮像部のリセット動作を前記撮像部に行わせ、前記リセット動作から前記所定フレームレートに応じた待ち時間の経過後に前記温度制御動作を前記撮像部に行わせる、

ことを特徴とする請求項1に記載の放射線撮像装置。

【請求項3】

前記制御部は、前記所定フレームレートに応じて前記待ち時間を決定する、

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】

前記撮像部は、複数の画素を有する画素アレイを備え、

前記複数の画素の各々は、放射線を電気信号に変換する変換素子と、前記変換素子で変

換された電気信号に応じた信号を出力する画素内読出回路とを含み、

前記温度制御動作は、前記撮像動作において前記画素内読出回路が消費する電力の他に追加の電力を前記画素内読出回路に消費させる動作を含む、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像装置。

【請求項 5】

前記画素内読出回路は、直列に接続された電流源および増幅トランジスタを含む増幅回路を含み、前記増幅トランジスタは、前記変換素子で変換された電気信号に応じた信号を出力し、

前記撮像動作は、前記変換素子で変換された電気信号の検出のために前記電流源をイネーブルする動作を含み、前記温度制御動作は、熱を発生するための電力を消費するように前記電流源をイネーブルする動作を含む、

ことを特徴とする請求項 4 に記載の放射線撮像装置。

【請求項 6】

前記制御部は、単位時間あたりに前記電流源がイネーブルされる時間であるイネーブル比率を制御するように構成され、

前記温度制御動作は、前記フレームレートの変化による前記イネーブル比率の変化が低減されるように実行される、

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】

前記温度制御動作は、断続的に実行される、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像装置。

【請求項 8】

前記温度制御動作は、連続する 2 つの前記同期信号で規定されるフレーム期間の一部において連続的に実行される、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像装置。

【請求項 9】

前記制御部は、放射線が照射されない状態で前記撮像部にダミーの撮像を実行させることによって得られたオフセット画像に基づいて前記複数の放射線画像を補正し、

前記オフセット画像は、前記複数の放射線画像の補正において共通に使用される、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像装置。

【請求項 10】

放射線源と、

前記放射線源から放射された放射線を検出するように配置された請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像装置と、

を備えることを特徴とする放射線撮像システム。

【請求項 11】

前記放射線源および前記放射線撮像装置は、回転可能な C アームに互いに対向するように取り付けられている、

ことを特徴とする請求項 10 に記載の放射線撮像システム。

【請求項 12】

前記フレームレートは、前記 C アームの回転中に被検体が等角度間隔で撮像されるように決定されている、

ことを特徴とする請求項 11 に記載の放射線撮像システム。

【請求項 13】

同期信号に従ったフレームレートで複数の放射線画像を連続的に撮像する撮像部と、前記撮像部を制御する制御部とを備える放射線撮像装置であって、

前記制御部は、前記フレームレートで複数の放射線画像を連続的に撮像する際の前記撮像部における温度の変化が低減されることにより前記制御部で格納され得るオフセット画像が前記複数の放射線画像の補正において共通に使用されるように、撮像動作の他に、前記撮像動作で発生する熱の他に追加の熱を発生させる温度制御動作を前記撮像部に行わせ

10

20

30

40

50

る、

ことを特徴とする放射線撮像装置。

【請求項 14】

前記制御部は、前記撮像動作と前記撮像動作との間において、待ち時間の経過に応じて前記温度制御動作を前記撮像部に行わせる、

ことを特徴とする請求項 13 に記載の放射線撮像装置。

【請求項 15】

同期信号に従ったフレームレートで複数の放射線画像を連続的に撮像する撮像部と、前記撮像部を制御する制御部とを備える放射線撮像装置であって、

前記制御部は、前記フレームレートで複数の放射線画像を連続的に撮像する際の前記撮像部における温度の変化が低減されることにより前記制御部で格納され得るオフセット画像が前記複数の放射線画像の補正において共通に使用されるように、撮像動作の他に、前記撮像動作で発生する熱の他に追加の熱を発生させる温度制御動作を前記撮像部に行わせ

10

前記制御部は、前記フレームレートが所定フレームレートより遅い場合に、前記同期信号に従って前記撮像部のリセット動作を前記撮像部に行わせ、前記リセット動作から前記所定フレームレートに応じた待ち時間の経過後に前記温度制御動作を前記撮像部に行わせる、

ことを特徴とする放射線撮像装置。

【請求項 16】

前記制御部は、前記所定フレームレートに応じて前記待ち時間を決定する、

ことを特徴とする請求項 15 に記載の放射線撮像装置。

20

【請求項 17】

同期信号に従ったフレームレートで複数の放射線画像を連続的に撮像する撮像部と、前記撮像部を制御する制御部とを備える放射線撮像装置であって、

前記制御部は、前記フレームレートで複数の放射線画像を連続的に撮像する際の前記撮像部における温度の変化が低減されることにより前記制御部で格納され得るオフセット画像が前記複数の放射線画像の補正において共通に使用されるように、撮像動作の他に、前記撮像動作で発生する熱の他に追加の熱を発生させる温度制御動作を前記撮像部に行わせ

前記温度制御動作は、連続する2つの前記同期信号で規定されるフレーム期間の一部において連続的に実行される、

30

ことを特徴とする放射線撮像装置。

【請求項 18】

同期信号に従ったフレームレートで複数の放射線画像を連続的に撮像する撮像部と、前記撮像部を制御する制御部とを備える放射線撮像装置であって、

前記制御部は、前記フレームレートで複数の放射線画像を連続的に撮像する際の前記撮像部における温度の変化が低減されることにより前記制御部で格納され得るオフセット画像が前記複数の放射線画像の補正において共通に使用されるように、撮像動作の他に、前記撮像動作で発生する熱の他に追加の熱を発生させる温度制御動作を前記撮像部に行わせ

40

前記制御部は、前記フレームレートが所定フレームレートより遅い場合に前記温度制御動作を前記撮像部に行わせる、

ことを特徴とする放射線撮像装置。

【請求項 19】

前記撮像部は、複数の画素を有する画素アレイを備え、

前記複数の画素の各々は、放射線を電気信号に変換する変換素子と、前記変換素子で変換された電気信号に応じた信号を出力する画素内読出回路とを含み、

前記温度制御動作は、前記撮像動作において前記画素内読出回路が消費する電力の他に追加の電力を前記画素内読出回路に消費させる動作を含む、

ことを特徴とする請求項 13 乃至 18 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像装置。

50

【請求項 20】

前記画素内読出回路は、直列に接続された電流源および増幅トランジスタを含む増幅回路を含み、前記増幅トランジスタは、前記変換素子で変換された電気信号に応じた信号を出力し、

前記撮像動作は、前記変換素子で変換された電気信号の検出のために前記電流源をイネーブルする動作を含み、前記温度制御動作は、熱を発生するための電力を消費するように前記電流源をイネーブルする動作を含む、

ことを特徴とする請求項 19 に記載の放射線撮像装置。

【請求項 21】

前記制御部は、単位時間あたりに前記電流源がイネーブルされる時間であるイネーブル比率を制御するように構成され、

前記温度制御動作は、前記フレームレートの変化による前記イネーブル比率の変化が低減されるように実行される、

ことを特徴とする請求項 20 に記載の放射線撮像装置。

【請求項 22】

前記温度制御動作は、断続的に実行される、

ことを特徴とする請求項 13 乃至 21 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像装置。

【請求項 23】

前記制御部は、放射線が照射されない状態で前記撮像部にダミーの撮像を実行させることによって得られた前記オフセット画像に基づいて前記複数の放射線画像を補正し、

前記オフセット画像は、前記複数の放射線画像の補正において共通に使用される、

ことを特徴とする請求項 13 乃至 22 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像装置。

【請求項 24】

放射線源と、

前記放射線源から放射された放射線を検出するように配置された放射線撮像装置と、を備え、

前記放射線撮像装置は、請求項 13 乃至 23 のいずれか 1 項に記載されていることを特徴とする放射線撮像システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、放射線撮像装置および放射線撮像システムに関する。

【背景技術】

【0002】

複数の放射線画像を連続的に撮像することができる放射線撮像装置がある。特許文献 1 には、放射線を断続的に被写体に放射する放射線源と、該被写体からの放射線を光信号に変換する変換体と、該光信号を電気信号に変換する撮像素子とを有する放射線撮像装置が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2002 - 345797 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

複数の放射線画像を連続的に撮像することができる放射線撮像装置において、フレームレートを変化させた場合、それに応じて放射線撮像装置における消費電力が変化することによって、発生するノイズも変化する。つまり、フレームレートの変化は、撮像される複数の放射線画像においてノイズの変化、即ち画質の劣化をもたらす。

【0005】

10

20

30

40

50

本発明は、複数の放射線画像を連続的に撮像することができる放射線撮像装置においてフレームレートを変化させた場合における画質の劣化を低減するために有利な技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の1つの側面は、同期信号に従ったフレームレートで複数の放射線画像を撮像する撮像部と、前記撮像部を制御する制御部とを備える放射線撮像装置に係り、前記制御部は、前記撮像部における温度の変化が低減されるように、前記フレームレートが所定フレームレートより遅い場合に、撮像動作の他に、前記撮像動作で発生する熱の他に追加の熱を発生させる温度制御動作を前記撮像部に行わせる。

10

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、複数の放射線画像を連続的に撮像することができる放射線撮像装置においてフレームレートを変化させた場合における画質の劣化を低減するために有利な技術が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の1つの実施形態における放射線撮像システムの構成を例示する図。

【図2】画素アレイを構成する1つの画素の構成を例示する図。

【図3】画素の動作を例示する図。

20

【図4】画素アレイを構成する撮像ユニットを例示する図。

【図5】複数の撮像ユニットからの信号の読出動作を例示するタイムチャート。

【図6】比較例を示す図。

【図7】比較例を示す図。

【図8】複数の放射線画像の連続的な撮像においてフレームレートが変化する場合における実施形態の動作を例示する図。

【図9】フレームレートの変化、および、該フレームレートで動作する撮像部の単位時間当たりの消費電力を例示する図。

【図10】複数の放射線画像の連続的な撮像においてフレームレートが変化する場合における他の実施形態の動作を例示する図。

30

【図11】放射線撮像システムの適用例を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、添付図面を参照しながら本発明をその例示的な実施形態を通して説明する。図1には、本発明の1つの実施形態における放射線撮像システム1の構成が例示されている。放射線撮像システム1は、放射線撮像装置100と、システム制御部101と、画像表示部102と、放射線源制御部103と、放射線源104とを備える。システム制御部101は、放射線撮像装置100と放射線源制御部103とが同期して動作するように放射線撮像装置100および放射線源制御部103を制御する。システム制御部101の機能の全部または一部は、例えば、放射線撮像装置100に組み込まれてもよい。放射線撮像装置100と放射線源制御部103との同期制御は、システム制御部101が発生する同期信号SYNCによってなされうる。放射線源制御部103は、放射線源104からの放射線の照射を制御する。

40

【0010】

放射線源104から放射された放射線は、被検体を透過して放射線撮像装置100に入射する。放射線撮像装置100は、入射した放射線によって形成される放射線画像を検出しシステム制御部101に提供する。システム制御部101は、放射線撮像装置100から提供された放射線画像を処理し、処理された放射線画像を画像表示部102に表示させる。放射線源104は、同期信号SYNCに同期して放射線を断続的に放射する機能を有し、放射線撮像装置100は、同期信号SYNCに同期して放射線画像を撮像する機能を

50

有する。システム制御部 101 は、同期信号 SYNC の周期を変化させることによって、放射線撮像装置 100 による撮像の周期および放射線源 104 による放射線の放射の周期を変更することができる。これは、同期信号 SYNC の周期を変化させることによって放射線撮像装置 100 の撮像動作におけるフレームレートを変更することを意味する。

【0011】

放射線撮像装置 100 は、撮像部 IS と、制御部 109 とを含む。制御部 109 は、同期信号 SYNC によって規定されるフレームレートが所定フレームレートより遅い場合に、放射線画像を撮像する撮像動作の他に、撮像動作で発生する熱の他に追加の熱を発生させる温度制御動作を撮像部 IS に行わせる。ここで、制御部 109 は、同期信号 SYNC によって規定されるフレームレートの変化による撮像部 IS の温度変化が低減されるように温度制御動作を撮像部 IS に行わせる。所定フレームレートは、例えば、システム制御部 101 に設定されるフレームレートであり、所定フレームレートを特定する情報は、システム制御部 101 から放射線撮像装置 100 の制御部 109 に提供されうる。

10

【0012】

撮像部 IS は、複数の画素を有する画素アレイ PA と、画素アレイ PA から放射線画像を構成する信号を読み出す読出回路 RC とを有する。画素アレイ PA の複数の画素は、放射線を電気信号に変換する変換素子と、該変換素子で変換された電気信号に応じた信号を出力する画素内読出回路とを含む。変換素子および画素内読出回路については、後述される。温度制御動作は、撮像動作において画素内読出回路が消費する電力の他に追加の電力を画素内読出回路に消費させる動作を含みうる。

20

【0013】

画素アレイ PA は、一例において、複数の撮像ユニット 106 の配列と、複数の撮像ユニット 106 の配列を覆うシンチレータとで構成されうる。各撮像ユニット 106 は、例えば、CMOS 型撮像素子で構成され、複数の画素の配列を含みうる。複数の撮像ユニット 106 は、各撮像ユニット 106 内における画素の配列ピッチと、隣り合う撮像ユニット 106 間における画素のピッチとが等しいように配列されうる。図 1 において、画素アレイ PA の上辺部および下辺部には、各撮像ユニット 106 に形成された不図示の端子（電極パッド）が配置され、該端子は、例えば、不図示のフライングリード式プリント配線板で読出回路 RC と接続されうる。

【0014】

読出回路 RC は、アナログマルチプレクサ 131 ~ 138、差動増幅器 141 ~ 148、AD 変換器 151 ~ 158 を含みうる。アナログマルチプレクサ 131 ~ 138 の各々は、それに接続された撮像ユニット 106 の出力信号を選択し、選択した出力信号に対応する差動増幅器に出力する。例えば、アナログマルチプレクサ 131 は、それに接続された複数の撮像ユニット 106 の出力信号を選択し、その出力信号をアナログマルチプレクサ 131 に接続された差動増幅器 141 に出力する。1つのアナログマルチプレクサに接続された複数の撮像ユニット 106 は、1つのブロックを構成する。AD 変換器 151 ~ 158 は、制御部 109 から提供される同期クロックに従い、差動増幅器 141 ~ 148 から提供されるアナログ画像信号をデジタル画像データに変換し、制御部 109 に提供する。制御部 109 は、AD 変換器 151 ~ 158 から提供されたブロックごとのデジタル画像データを合成してフレームデータ（放射線画像データ）を生成し、システム制御部 101 に転送する。

30

40

【0015】

制御部 109 は、放射線撮像装置 100 に放射線が照射されていない状態でダミーの撮像を実行し、これによって得られるフレームデータをオフセット画像として格納するように構成されうる。制御部 109 は、放射線が照射された状態で撮像された複数のフレームデータ（放射線画像）をオフセット画像に基づいて補正して出力するように構成されうる。このような補正機能は、システム制御部 101 に設けられてもよい。ここで、温度制御動作を伴う制御において得られた複数のフレームデータ（放射線画像）に含まれるオフセット成分は互いにほぼ等しいので、オフセット画像は、複数のフレームデータの補正に

50

において共通に使用されうる。

【0016】

システム制御部101と放射線撮像装置100の制御部109とは、制御インターフェース110、画像データインターフェース111、READY信号線112、同期信号線113、曝射許可信号線114で接続されうる。システム制御部101は、制御インターフェース110を介して制御部109に対して撮像モード、フレームレート(フレームレートが変化する場合には最高フレームレートを含む)、各種パラメータ(蓄積時間など)などを設定しうる。制御部109は、制御インターフェース110を介してシステム制御部101に対して放射線撮像装置100の状態等を示す情報を伝送しうる。制御部109は、画像データインターフェースを介してシステム制御部101に対して、撮像により得られた放射線画像データを伝送しうる。制御部109は、READY信号線112を介して、放射線撮像装置100が撮像可能状態になったことをシステム制御部101に通知しうる。制御部109からREADY信号線112を介してREADY信号を受けたシステム制御部101は、同期信号線113を介して制御部109に対して同期信号SYNCを伝達しうる。制御部109は、曝射許可信号線114を介してシステム制御部101に対して曝射許可信号を伝達し、システム制御部101は、曝射許可信号がイネーブル状態である間に放射線源制御部103に曝射信号を送信し、放射線源104に放射線を放射せしめる。放射線源104から放射され被検体を透過した放射線は、放射線撮像装置100の画素アレイPAに入射し、この放射線の強度分布に応じた電荷が画素アレイPAの複数の画素にそれぞれ蓄積され、これらを読み出すことによって放射線画像が生成されうる。

10

20

【0017】

図2には、画素アレイPAを構成する1つの画素PIXの構成が例示されている。画素アレイPAは、前述のように、複数の撮像ユニット106の配列と、この配列を覆うシンチレータとで構成され、各撮像ユニット106は、複数の画素PIXの配列を含みうる。画素PIXは、光電変換素子としてのフォトダイオードPDと、光電変換素子で変換された電気信号に応じた信号を出力する画素内読出回路PRCとを含みうる。シンチレータは、放射線を可視光に変換し、光電変換素子は、可視光を電気信号(電荷)に変換する。シンチレータおよび光電変換素子は、放射線を電気信号に変換する変換素子を構成する。このような例に代えて、放射線を直接に電気信号に変換する変換素子が採用されてもよい。

【0018】

画素内読出回路PRCは、MOSトランジスタM1~M13、容量C1、Cfd、Cc1、CS、CN、電流源I1、I2、フローティングディフュージョンFDを含みうる。フローティングディフュージョンFDは、容量Cfdを有する。以下において、MOSトランジスタM1~M13は、それらの個々の機能に応じた名称で呼ばれうる。リセットスイッチM2は、光電変換によって発生しフローティングディフュージョンFD(容量Cfd)に蓄積された電荷を放電させるためのスイッチである。感度切替スイッチM1は、低感度モード(高ダイナミックレンジモード)と高感度モードとを切り替えるスイッチである。容量C1は、ダイナミックレンジを拡大するための容量であり、感度切替スイッチM1がオンするとフローティングディフュージョンFDに接続され、電荷の蓄積が可能となる。感度切替スイッチM1をオンすると、フローティングディフュージョンFDの容量が増加し、感度は低くなるがダイナミックレンジが拡大する。よって、例えば、高感度が必要な透視撮像時には感度切替スイッチM1をオフし、高ダイナミックレンジが必要なDSA撮像時には感度切替スイッチM1をオンする。

30

40

【0019】

増幅トランジスタ(第1画素アンプ)M4は、電流源I1と直列に接続され、電流源I1とともにソースフォロア増幅器として動作する。イネーブルスイッチM3は、電流源I1および増幅トランジスタM4を動作状態とするためのスイッチである。イネーブルスイッチM3がイネーブル信号ENに応じてオンすると、電流源I1および増幅トランジスタM4が動作状態となる。

【0020】

50

増幅トランジスタM4の後段には、フォトダイオードPDで発生するkTCノイズを除去するクランプ回路が設けられている。該クランプ回路は、クランプ容量Cc1およびクランプスイッチM5を含む。増幅トランジスタ(第2画素アンプ)M7は、電流源I2と直列に接続され、電流源I2とともにソースフォロア増幅器として動作する。イネーブルスイッチM6は、電流源I2および増幅トランジスタM7を動作状態とするためのスイッチである。イネーブルスイッチM6がイネーブル信号ENに応じてオンすると、電流源I2および増幅トランジスタM7が動作状態となる。

【0021】

増幅トランジスタM7の後段には、2つのサンプルホールド回路が設けられている。スイッチM8および容量CSは、光信号を保持するサンプルホールド回路を構成する。容量CSは、光信号を保持する容量である。スイッチM11および容量CNは、ノイズ信号を保持するサンプルホールド回路を構成する。容量CNは、ノイズ信号を保持する容量である。増幅トランジスタ(第3画素アンプ)M10は、ソースフォロアとして動作する。スイッチM9は、増幅トランジスタM10で増幅された光信号をS信号出力線へ出力するためのアナログスイッチ(転送スイッチ)である。増幅トランジスタ(第3画素アンプ)M13は、ソースフォロアとして動作する。スイッチ12は、増幅トランジスタM13で増幅されたノイズ信号をN信号出力線へ出力するためのアナログスイッチ(転送スイッチN)である。

【0022】

イネーブル信号ENは、イネーブルスイッチM3、M6のゲートに供給され、増幅トランジスタM4、M7を動作状態とさせるための制御信号である。イネーブル信号ENがハイレベル(アクティブレベル、つまり活性状態)の時、電流源I1、I2が電流を流し、増幅トランジスタM4、M7が動作状態となる。感度切替信号WIDEは、感度切替スイッチM1のゲートに供給される。感度切替信号WIDEがローレベルの時は、感度切替スイッチM1がオフし高感度モードとなる。リセット信号PRESは、リセットスイッチM2をオンしてフォトダイオードPDに蓄積された電荷を放電させる。クランプ信号PCLは、クランプスイッチM5のゲートに供給される。クランプ信号PCLがハイレベルのとき、クランプスイッチM5がオンし、クランプ容量Cc1の1つの端子が基準電圧VCLにセットされる。

【0023】

光信号のサンプルホールドを制御するSH制御信号TSは、スイッチM8のゲートに供給される。SH制御信号TSがハイレベルのとき、スイッチM8がオンし、光信号が増幅トランジスタM7を通して容量CSに転送される。次いで、全ての画素のSH制御信号TSがローレベルとされ、これによってスイッチM8がオフすることで、サンプルホールド回路への光信号電荷の保持が完了する。ノイズ信号のサンプルホールドを制御するSH制御信号TN信号は、スイッチM11に供給される。SH制御信号TNがハイレベルのとき、スイッチM11がオンし、ノイズ信号が増幅トランジスタM7を通して容量CNに転送される。次いで、全ての画素のSH制御信号TNがローレベルとされ、これによってスイッチM11がオフすることで、サンプルホールド回路へのノイズ信号電荷の保持が完了する。容量CS、容量CNによるサンプルホールド後は、スイッチM8、M11がオフとなり、容量CS、容量CNは前段の回路と切り離される。

【0024】

図3には、画素PIXの動作が例示されている。図3を参照しながら放射線に応じた電荷の蓄積から光信号を保持する容量CSおよびノイズ信号を保持する容量CNに電荷がサンプルホールドされるまでの動作を説明する。画素アレイPAが複数の撮像ユニット106の配列で構成される場合、複数の撮像ユニット106は、同一のタイミングで制御される。

【0025】

時刻t50で撮像モード(感度)が設定される。その後、同期信号SYNCが検出されると、時刻t51から撮像のための駆動が開始される。同期信号SYNCは、この例では

10

20

30

40

50

システム制御部 101 から放射線撮像装置 100 の制御部 109 に提供されるが、放射線撮像装置 100 が発生し、システム制御部 101 に提供してもよい。

【0026】

時刻 t_{51} からリセット駆動（リセット動作） R_1 が始まる。リセット駆動 R_1 は、リセットおよびクランプを行う駆動である。まず、制御部 109 は、時刻 t_{51} でイネーブル信号 EN をハイレベルにし、電流源 I_1 、 I_2 を動作状態にする。電流源 I_1 を動作状態にすることは、2つの電圧ライン（例えば、電源ラインと接地ライン）の間に電流経路を確立することを意味する。同様に、電流源 I_2 を動作状態にすることは、2つの電圧ライン（例えば、電源ラインと接地ライン）の間に電流経路を確立することを意味する。電流源 I_1 を動作状態にすることは、電流源 I_1 および増幅トランジスタ M_4 で構成される増幅回路を動作状態にすることを意味する。電流源 I_2 を動作状態にすることは、電流源 I_2 および増幅トランジスタ M_7 で構成される増幅回路を動作状態にすることを意味する。ここで、電流源 I_1 、 I_2 が非動作状態であるときの撮像部 IS の消費電力を P_1 、電流源 I_1 、 I_2 が動作状態であるときの撮像部 IS の消費電力を P_2 とする。イネーブル信号 EN をハイレベル（即ち、イネーブル状態）にすることによって撮像部 IS の消費電力は P_1 から P_2 に上昇する。

10

【0027】

制御部 109 は、時刻 t_{52} でリセット信号 $PRES$ をハイレベルにし、フォトダイオード PD を基準電圧 $VRES$ に応じた電圧にリセットする。制御部 109 は、時刻 t_{53} でクランプ信号 PCL をハイレベルにすることによってクランプスイッチ M_5 をオンさせる。これにより、クランプ容量 C_{c1} の出力側の端子の電圧が基準電圧 V_{CL} に応じた電圧にリセットされる。制御部 109 は、時刻 t_{54} でリセット $PRES$ をローレベルにすることによってリセットを終了させる。このときのフローティングディフュージョン FD の電圧は、リセット電圧である。制御部 109 は、時刻 t_{55} でクランプ信号 t_{55} をローレベルにすることによってクランプスイッチ M_5 をオフさせる。これにより、基準電圧 V_{CL} と基準電圧 $VRES$ との差分電圧に応じた電荷がクランプ容量 C_{c1} に蓄積され、クランプが終了する。その後、制御部 109 は、イネーブル信号 EN をローレベルにする。これにより、電流源 I_1 、 I_2 が非動作状態となり、放射線撮像装置 100 の消費電力は P_2 から P_1 に変化する。以上でリセット駆動 R_1 が終了する。リセット駆動 R_1 は、全ての画素 PIX について同時になされる。

20

30

【0028】

時刻 t_{54} からフォトダイオード PD およびフローティングディフュージョン FD の容量 C_{fd} による電荷の蓄積が開始される。この電荷は、シンチレータで放射線から変換されフォトダイオード PD に入射する可視光の量に対応する。リセット駆動 R_1 の後、制御部 109 は、曝射許可信号をイネーブルにし、放射線の曝射を許可（要求）する。後に続くリセット駆動もこのタイミングで制御される。曝射許可信号のイネーブルに回答して放射線源制御部 103 が放射線源 104 に放射線を放射させる。

【0029】

放射線源 104 から放射され被検体を透過した放射線は、放射線撮像装置 100 に照射される。放射線の照射により各画素 PIX のフォトダイオード PD が電荷を発生し、この電荷がフローティングディフュージョン FD の容量 C_{fd} （または、容量 C_{fd} および C_1 ）に蓄積される。時刻 $t_{52} \sim t_{54}$ においてフォトダイオード PD にハイレベルのリセット信号 $PRES$ が印加されることによってリセットノイズ（ kTC ノイズ）が発生する。このリセットノイズは、クランプ回路のクランプ容量 C_{c1} の出力端子に基準電圧 V_{CL} をセットすることによって除去される。

40

【0030】

以下、時刻 $t_{60} \sim$ 時刻 t_{69} におけるサンプリング駆動 S_1 について説明する。制御部 109 は、時刻 t_{60} でイネーブル信号 EN をハイレベルにし、イネーブルスイッチ M_3 、 M_6 をオンさせることによって電流源 I_1 、 I_2 を動作状態にする。容量 C_{fd} （または、容量 C_{fd} および C_1 ）に蓄積されている電荷量に応じた電圧が増幅トランジスタ

50

M4からクランプ容量 C_{c1} の入力端子に出力される。増幅トランジスタM4の出力は、リセットノイズを含むが、クランプ容量 C_{c1} の出力端子がリセット時に電圧 V_{CL} にセットされているので、リセットノイズが除去された光信号となって増幅トランジスタM7に提供される。

【0031】

制御部109は、時刻 t_{61} でサンプルホールド制御信号TSをハイレベルとすることによってスイッチM8をオンさせる。これにより、光信号は、増幅トランジスタM7を通して光信号用ホールド容量CSに転送される。時刻 t_{61} の後に曝射許可信号がディセーブル状態に駆動されうる。制御部109は、時刻 t_{62} で光信号サンプルホールド制御信号TSをローレベルとすることによってスイッチM8をオフする。これによって、光信号用ホールド容量CSに光信号がサンプルホールドされる。

10

【0032】

制御部109は、時刻 t_{63} でリセット信号PCLをハイレベルとする。次いで、制御部109は、時刻 t_{64} でリセット信号PRESをハイレベルとすることによってリセットスイッチM2をオンさせ、容量 C_{fd} （または、容量 C_{fd} および C_1 ）を基準電圧VRESに合った電圧にリセットする。これにより、クランプ容量 C_{c1} には、電圧 V_{CL} と電圧VRESの差分電圧にリセットノイズが重畳した電荷が蓄積される。制御部109は、時刻 t_{65} でリセット信号PRESをローレベルとしリセットを完了する。制御部109は、時刻 t_{66} でサンプルホールド制御信号TNをハイレベルとすることによってスイッチM11をオンさせる。これによって、基準電圧 V_{CL} に合った電圧にセットされた時のノイズ信号がノイズ信号用ホールド容量CNに転送される。制御部109は、時刻 t_{67} でサンプルホールド制御信号TNをローレベルとすることによってスイッチM11をオフさせる。これにより、ノイズ信号のノイズ信号用ホールド容量CNにノイズ信号がサンプルホールドされる。制御部109は、時刻 t_{68} でリセット信号PCLをローレベルにする。そして、制御部109は、時刻 t_{69} でイネーブル信号ENをローレベルとすることによって電流源I1、I2を非動作状態にする。これによって、増幅トランジスタM4、M7も非動作状態となる。以上でサンプリング駆動S1が終了する。サンプリング駆動S1は、全ての画素PIXについて同時になされる。

20

【0033】

リセット駆動R1およびサンプリング駆動S1の期間では、撮像部ISの消費電力がP2となり、それ以外の期間では、撮像部ISの消費電力がP1となる。

30

【0034】

画素PIXからの光信号、ノイズ信号の読出は、スイッチM9、M12をオンすることによって容量CS、CNの電圧に応じた電圧を増幅トランジスタM10、M13を通して光信号出力線、ノイズ信号出力線に出力することによってなされる。ノイズ信号出力線と光信号出力線に出力された信号は、ノイズ信号出力線と光信号出力線に接続された図1の差動増幅器141~148に提供される。差動増幅器141~148は、ノイズ信号出力線と光信号出力線とを通して入力される信号を差動増幅した信号を出力する。これにより、第1、第2、第3画素アンプ(M4、M7、M9/M13)における熱ノイズ、 $1/f$ ノイズ、温度差、プロセスばらつきによるFPN(フラットパターンノイズ)が除去される。なお、画素PIXから信号の読み出しが可能な期間は、容量CNによるサンプルホールドが終了する時(時刻 t_{67})から容量CSによる次フレームの光電荷信号のサンプルホールドが再び開始される時(時刻 t_{61})までの間である。サンプリング駆動S1の終了後に複数の画素PIXからの信号の読出処理RD1が行われる。読み出し処理RD1は、画像表示までのディレイをできる限り短くするように、サンプルホールドの直後に行われうる。

40

【0035】

図2に例示された画素PIXにおいて、フォトダイオードPDにおける電荷の蓄積の開始は、リセット駆動R1またはサンプリング駆動S1によって決定される。具体的には、検出される光信号を決定するリセット信号PRESがローレベルに駆動され、クランプ信

50

号 P C L がローレベルに駆動されてクランプが完了した時点（時刻 t_{55} または t_{68} ）である。また、電荷の蓄積の終了のタイミングは、光信号サンプルホールド制御信号 T S をローレベルにして光信号をサンプルホールドした時点（時刻 t_{62} ）である。よって、光信号およびノイズ信号をサンプルホールドするサンプリング駆動 S 1 とサンプリング駆動 S 1 との間に、蓄積時間の開始を規定するためのリセット駆動 R 1 またはサンプリング駆動 S 1 を挿入することにより、蓄積時間を制限することができる。

【0036】

図 4 には、撮像ユニット 106 の構成が例示されている。撮像ユニット 106 は、端子群として、チップセレクト信号 C S、光信号出力 S、ノイズ信号出力 N、垂直走査スタート信号 V S T、垂直走査クロック C L K V、水平走査スタート信号 H S T、水平走査クロック C L K H、イネーブル信号 E N のための端子を有する。イネーブル信号 E N は、画素 P I X のイネーブルスイッチ M 3、M 6 に供給される信号である。撮像ユニット 106 は、回路として、複数行および複数列を構成するように配列された複数の画素 P I X を含む画素ブロックと、垂直走査回路 303 と、水平走査回路 304 などを持つ。

【0037】

垂直走査回路 303 は、画素ブロックにおける行を選択する。この選択は、垂直走査クロック C L K V に同期して副走査方向である垂直方向に画素ブロックを走査する形式でなされる。水平走査回路 304 は、画素ブロックにおける列を選択する。この選択は、水平走査クロック C L K H に同期して主走査方向である水平方向に、垂直走査回路 303 により選択された行を走査する形式でなされる。つまり、垂直走査回路 303 により選択された行の画素が順に選択される。画素 P I X のスイッチ M 9、M 12 を制御する制御信号 V S R は、垂直走査回路 303 の出力線である行信号線 305 を通して供給される。行信号線 305 を通して供給される制御信号（選択信号）V S R がイネーブルになることにより、列信号線 306、307 に対して光信号電圧信号 S、ノイズ電圧信号 N が出力される。列信号線 306、307 に出力された電圧信号を水平走査回路 304 が順次に選択することにより、アナログ出力線 308、309 に各画素の電圧信号が順次に出力される。

【0038】

以上のように、撮像ユニット 106 は、垂直走査回路 303 および水平走査回路 304 を使用した X Y アドレス方式によるスイッチング動作によって画素 P I X を選択する。そして、選択された画素 P I X から読み出された光信号 S およびノイズ信号 N の電圧信号は、列信号線 306、307、アナログ出力線 308、309 を通してアナログ出力 S、N の端子に出力される。チップセレクト信号 C S がハイレベルに駆動されると、それが供給される撮像ユニット 106 が選択され、垂直走査回路 303 および水平走査回路 304 によって選択される画素 P I X の光電圧信号 S、ノイズ電圧信号 N がアナログ出力端子 S、N から出力される。

【0039】

垂直走査クロック C L K V は、垂直走査回路 303 に供給される。垂直走査スタート信号 V S T は、垂直走査回路 303 に供給される。垂直走査スタート信号 V S T をハイレベルにした後、垂直走査クロック C L K V を入力することにより、行信号線 305 に出力される行選択信号 V 1、V 2、 \dots 、V m が順次にイネーブルに駆動される。垂直走査が開始されたら垂直走査スタート信号 V S T をローレベルにする。水平走査クロック C L K H は、水平走査回路 304 に供給され、水平走査スタート信号 H S T は、水平走査回路 304 のスタート信号に供給される。水平走査スタート信号 H S T をハイレベルにし、水平走査クロック C L K H を入力することにより、列選択信号 H 1、H 2、 \dots 、H n が順次にイネーブルに駆動される。水平走査が開始されたら、水平走査スタート信号 H S T がローレベルに駆動される。

【0040】

垂直走査回路 303 の行選択信号 V 1 がイネーブルになると、行選択信号 V 1 が供給される第 1 行の画素 P I X (1, 1) ~ (n, 1) が選択される。そして、第 1 行の画素 P I X (1, 1) ~ (n, 1) からそれぞれの列信号線 306、307 に光電圧信号 S、ノ

10

20

30

40

50

イズ電圧信号Nが出力される。水平走査回路304の列選択信号H1, H2, ..., Hnを順次にイネーブルにすることにより、第1行の光電圧信号S、ノイズ電圧信号Nが順次にアナログ出力線308、309を経由してアナログ出力端子S、Nに出力される。このような動作を行選択信号Vmまで行うことにより、全ての画素PIXの信号が出力される。

【0041】

図5には、4つの撮像ユニット106からの信号の読出動作が示されている。CS0~CS3は、4つの撮像ユニット106のアナログ信号の出力を制御するチップセレクト信号CSであり、CS0~CS3における0~3は、4つの撮像ユニット106を相互に区別する識別子である。まず、チップセレクト信号C0がイネーブルされ、垂直走査スタート信号VSTがハイの状態では垂直走査クロックCLKVが立ち上がると、チップセレクト信号C0が供給される撮像ユニット106の垂直走査回路303の第1行の行選択信号V1がイネーブルとなる。これに応じて、第1行の画素PIX(1, 1)~(n, 1)の信号が列信号線306、307に出力される。水平走査スタート信号HSTがハイレベルの状態では、水平走査クロックCLKHが立ち上がると、水平走査回路304の列選択行信号H1がイネーブルとなる。CLKHの立ち上がり同期して、水平走査回路304の列選択行信号H2, ..., Hnが順次に出力され、これにより画素PIX(1, 1)~(n, 1)の出力が順に選択される。AD変換器(例えば、AD変換器132)は、水平走査クロックCLKHに同期するAD変換クロックCLKADに従ってAD変換を行う。次に、チップセレクトC1に切り換え同様に水平走査を行い、C2、C3も同様に水平走査を行うことにより、4つの撮像ユニット106の第1行の画像PIXからの信号の読み出しが終了する。以降、CLKVにより垂直走査回路303の行選択信号を順次にイネーブルしながら、水平走査をVmまで行うことにより、4つの撮像ユニット106の全ての画素からの信号の読み出しが完了する。

【0042】

図8には、複数の放射線画像の連続的な撮像においてフレームレートが変化する場合の動作が例示されている。ここで、各フレームの撮像において、曝射許可信号がイネーブルされる期間は一定である。フレームレートの変化は、例えば、後述のCアーム型放射線撮像システムにおいて起こりうる。

【0043】

放射線撮像装置100の制御部109は、同期信号SYNCを検出すると、リセット駆動R1を開始する。制御部109は、時刻t501でイネーブル信号ENをハイレベルにする。これにより、画素アレイPAを構成する複数の撮像ユニット106の各画素PIXの電流源I1、I2が動作状態になるので、撮像部ISの消費電力は、P1からP2に上昇する。その後、制御部109は、時刻t502でイネーブル信号ENをローレベルとし、リセット駆動R1を終了する。これにより、画素アレイPAを構成する複数の撮像ユニット106の各画素PIXの電流源I1、I2が非動作状態になるので、撮像部ISの消費電力は、P2からP1に低下する。次いで、制御部109は、曝射許可信号をイネーブルにする。これは、放射線源制御部103に対して、放射線源104から放射線を放射させることを要求することを意味する。以降に実行させるリセット駆動R1も同様の動作である。

【0044】

リセット駆動R1から電荷蓄積のための十分な時間が経過した後、制御部109は、時刻t503でイネーブル信号ENをハイレベルにし、サンプリング駆動S1を開始する。これにより、画素アレイPAを構成する複数の撮像ユニット106の各画素PIXの電流源I1、I2が動作状態になるので、撮像部ISの消費電力は、P1からP2に上昇する。その後、制御部109は、時刻t504でイネーブル信号ENをローレベルとし、サンプリング駆動S1を終了する。これにより、画素アレイPAを構成する複数の撮像ユニット106の各画素PIXの電流源I1、I2が非動作状態になるので、撮像部ISの消費電力は、P2からP1に低下する。なお、サンプリング駆動S1は、画素アレイPAを構

10

20

30

40

50

成する全ての画素 P I X に対して同時になされうる。

【 0 0 4 5 】

制御部 1 0 9 は、サンプリング駆動 S 1 の終了後に画素アレイ P A からの信号の読出処理 R D 1 を実行する。読出処理 R D 1 は、画像表示までのディレイをできる限り短くするよう、サンプルホールドの直後に行われうる。

【 0 0 4 6 】

制御部 1 0 9 は、時刻 t 5 2 0 で読出処理 R D 1 が終了すると、待ち時間の経過後の時刻 t 5 2 1 においてイネーブル信号 E N をオンオフする動作（温度制御動作）を開始し同期信号 S Y N C が検出されるまでこれを繰り返す。この動作は、同期信号 S Y N C に従ったフレームレートが所定フレームレートより遅い場合に実行される動作であり、撮像部 I S または放射線撮像装置 1 0 0 が発生する熱を増加させるためになされる。つまり、制御部 1 0 9 は、同期信号 S Y N C に従ったフレームレートが所定フレームレートより遅い場合に、放射線画像を撮像する撮像動作の他に、撮像動作で発生する熱の他に追加の熱を発生させる温度制御動作を撮像部 I S に行わせる。待ち時間は、同期信号 S Y N C に従ったフレームレートが所定フレームレートである場合には温度制御動作が実行されないように定められうる。

【 0 0 4 7 】

温度制御動作は、例えば、イネーブル信号 E N を一定のデューティ比かつ一定の周期でオンオフさせる動作を含みうる。最初の温度制御動作は、図 8 には、「E N 駆動 1」として示されている。温度制御動作は、イネーブル信号 E N をイネーブル状態にすることによって電流源 I 1、I 2 を動作状態にすることに限定されるものではない。例えば、温度を上昇させるための専用の回路を動作状態にすること、あるいは、温度の上昇を伴うが撮像動作を阻害しない回路を動作状態にすることなどによって温度制御動作が実現されうる。

【 0 0 4 8 】

温度制御動作によって撮像部 I S（または放射線撮像装置 1 0 0）の消費電力を増加させ、撮像部 I S（または放射線撮像装置 1 0 0）の温度を上昇させることができる。これにより、放射線撮像装置 1 0 0 が所定フレームレートより遅いフレームレートで放射線画像を撮像しているときの撮像部 I S の温度を放射線撮像装置 1 0 0 が所定フレームレートで放射線画像を撮像しているときの撮像部 I S の温度に近づけることができる。つまり、放射線撮像装置 1 0 0 の撮像のフレームレートが変化する撮像動作において、フレームレートが所定フレームレートより遅い期間の一部において温度制御動作を実行することによって撮像部 I S または放射線撮像装置 1 0 0 の温度変化を抑制することができる。これは、撮像部 I S または放射線撮像装置 1 0 0 の温度変化によるノイズの大きさの変化を抑制し、画質の劣化を低減するために有利である。温度制御動作においてイネーブル信号 E N がイネーブル状態（活性状態）にされる時間（つまり、電流源 I 1、I 2 がイネーブルされる時間）は、フレームレートの変化によるイネーブル比率の変化が低減されるように実行されうる。ここで、イネーブル比率は、単位時間あたりにイネーブル信号 E N がイネーブル状態にされる時間である。つまり、イネーブル比率は、フレームレートの変化による撮像部 I S または放射線撮像装置 1 0 0 の温度変化が低減されるように、例えば、フレームレートの変化に関わらずイネーブル比率が一定になるように決定されうる。

【 0 0 4 9 】

制御部 1 0 9 は、時刻 t 5 0 5 で同期信号 S Y N C を検出すると、温度制御動作（E N 駆動 E 1）を停止してリセット駆動 R 1 を開始する。時刻 t 5 0 6 でリセット駆動 R 1 が終了してから電荷蓄積のための十分な時間が経過した後、制御部 1 0 9 は、時刻 t 5 0 7 でイネーブル信号 E N をハイレベルにし、サンプリング駆動 S 1 を開始する。これにより、画素アレイ P A を構成する複数の撮像ユニット 1 0 6 の各画素 P I X の電流源 I 1、I 2 が動作状態になるので、撮像部 I S の消費電力は、P 1 から P 2 に上昇する。その後、制御部 1 0 9 は、時刻 t 5 0 8 でイネーブル信号 E N をローレベルとし、サンプリング駆動 S 1 を終了する。これにより、画素アレイ P A を構成する複数の撮像ユニット 1 0 6 の

10

20

30

40

50

各画素 P I X の電流源 I 1、I 2 が非動作状態になるので、撮像部 I S の消費電力は、P 2 から P 1 に低下する。その後、制御部 1 0 9 は、画素アレイ P A からの信号の読出処理 R D 2 を実行する。

【 0 0 5 0 】

制御部 1 0 9 は、時刻 5 2 2 で読出処理 R D 2 が終了すると、待ち時間の経過後の時刻 t 5 2 3 において温度制御動作を開始し同期信号 S Y N C が検出されるまでこれを繰り返す。図 8 では、この動作は、E N 駆動 2 として示されている。図 8 に示された例では、フレームレートが速くなっている。つまり、同期信号 S Y N C の周期は、 $T 1 > T 2 > T 3 > T 4$ のように徐々に短くなっている。したがって、温度制御動作におけるイネーブル信号 E N のトグルの回数（パルス数）は、徐々に減少している。このように、フレームレートに応じて、換言すると同期信号 S Y N C の周期に応じてイネーブル信号 E N がハイレベルに駆動される時間を制御することによって撮像部 I S の単位時間当たりの消費電力を制御することができる。制御部 1 0 9 は、時刻 t 5 0 9 で同期信号 S Y N C を検出すると、温度制御動作（E N 駆動 E 2）を停止してリセット駆動 R 1 を開始する。時刻 t 5 1 0 でリセット駆動 R 1 が終了した後、次の同期信号 S Y N C が検出される時刻 t 5 1 3 まで、制御部 1 9 は、サンプリング駆動 S 1、読出処理 R D 3、温度制御動作（E N 駆動 E 3）、リセット駆動 R 1 を実行する。温度制御動作の効果は、撮像部 I S または放射線撮像装置 1 0 0 の温度変化を低減するように、フレームレートが所定フレームレート（最高フレームレート）ではない各フレーム期間の一部において温度制御動作を実行することによって得られる。ここで、フレーム期間は、連続する 2 つの同期信号 S Y N C によって規定される期間である。

【 0 0 5 1 】

時刻 t 5 1 3 から次の同期信号 S Y N C が検知される時刻 t 5 1 7 まででは、上記と同様にサンプリング駆動 S 1 および読出処理 R D 4 が行われるが、読出処理 R D 4 の終了後の待ち時間内に同期信号 S Y N C が検出されるので、温度制御動作は実行されない。この時点でのフレームレートは、事前に設定された所定フレームレート（最高フレームレート）と略等しくなる。

【 0 0 5 2 】

ここで、フレームレートは、同期信号 S Y N C の周期（つまりフレーム期間）T（図 8 の T 1、T 2、T 3、T 4）によって決まる。リセット駆動 R 1 の期間を t R 1、サンプリング駆動 S 1 の期間を t S 1、温度制御動作におけるイネーブル信号 E N がハイレベル（即ち、イネーブル期間）を t E N とすると、 $(t R 1 + t S 1 + t E N) / T$ が許容範囲に収まることが好ましい。更に好ましくは、 $(t R 1 + t S 1 + t E N) / T$ が一定であるべきである。

【 0 0 5 3 】

通常、前述のオフセット画像データは、放射線撮像装置 1 0 0 の温度に依存しうる。上記のようにフレームレートに応じてイネーブル信号 E N を制御することによって放射線撮像装置 1 0 0 の温度変化が低減されると、1 つのオフセット画像データを種々のフレームレートにおける放射線画像データの補正に適用することができる。

【 0 0 5 4 】

図 9 には、フレームレートの変化、および、該フレームレートで動作する撮像部 I S の単位時間当たりの消費電力が例示されている。温度制御動作を実行することによって、撮像部 I S の単位時間当たりの消費電力は、一定の消費電力 P A 2 に維持されている。

【 0 0 5 5 】

上記の例では、温度制御動作は、読出処理 R D 1 の終了から待ち時間の経過を待って実行されるが、他の実施形式においては、読出処理 R D 1 の終了の後に直ちに実行されてもよい。あるいは、リセット駆動 R 1 の後の蓄積時間中に温度制御動作を開始し、その後、サンプリング駆動 S 1 の前に温度制御動作を停止してもよい。

【 0 0 5 6 】

あるいは、図 1 0 に例示されるように、t 5 2 0 ~ t 5 2 1、t 5 2 2 ~ t 5 2 3、t

10

20

30

40

50

5 2 4 ~ t 5 2 5 の各期間をフレームレートに応じて制御し、イネーブル信号 E N をハイレベルのままとすることで撮像部 I S の単位時間当たりの消費電力を制御してもよい。つまり、温度制御動作は、連続する 2 つの同期信号 S Y N C で規定されるフレーム期間の一部において連続的に実行されてもよい。

【 0 0 5 7 】

以下、図 6 を参照しながら比較例における放射線撮像装置の動作を説明する。比較例においては、イネーブル信号 E N の制御による温度制御動作がなされていない。図 7 は、比較例におけるフレームレートの変化、および、該フレームレートで動作する撮像部の単位時間当たりの消費電力が例示されている。比較例では、フレームレートの変化に応じて単位時間当たりの消費電力が変化していることが分かる。そのために、撮像部または放射線撮像装置の温度が変化し、これによってノイズの大きさが変化する。したがって、フレームレートの変化が画質の劣化をもたらさう。また、比較例では、フレームレートによって温度が変化するために、放射線画像データを補正するためのオフセット画像データをフレームレートまたは温度ごとに取得することが必要になるかもしれない。

10

【 0 0 5 8 】

上記の説明において、「撮像部 I S の消費電力」は、「放射線撮像装置 1 0 0 の消費電力」と相関を有するので、「撮像部 I S の消費電力」は、「放射線撮像装置 1 0 0 の消費電力」で置き換えられてもよい。

【 0 0 5 9 】

以下、図 1 1 を参照しながら放射線撮像システム 1 を C アーム型の放射線撮像システム 2 0 0 に適用した例を説明する。放射線撮像システム 2 0 0 は、X 線等の放射線を放射する放射線源 2 0 4 と、放射線源 2 0 4 から被検体を介して照射される放射線を受ける前述の放射線撮像装置 1 0 0 と、システム制御部 1 0 1 と、画像表示部 1 0 2 を備えている。放射線源 2 0 4 および放射線撮像装置 1 0 0 は、回転可能な C アーム 2 0 3 に互いに対向するように配置されている。被検体の姿勢を変更しない状態で C アーム 2 0 3 を回転させることによって被検体に対する放射線の照射方向を変更することができる。これにより 3 D (3 次元) の放射線撮像を行うことができる。放射線撮像装置 1 0 0 によって撮像された各放射線画像は、システム制御部 1 0 1 に提供され、システム制御部 1 0 1 によって処理される。得られた 3 D 画像は、画像表示部 1 0 2 に出力されう。C アーム 2 0 3 を駆動は、加速および原則を伴う。そこで、フレームレートは、C アーム 2 0 3 の回転中に C

20

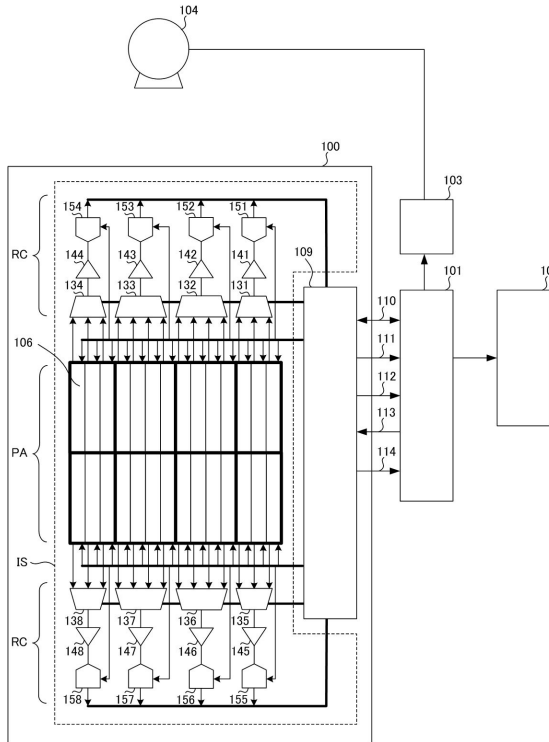
30

【 符号の説明 】

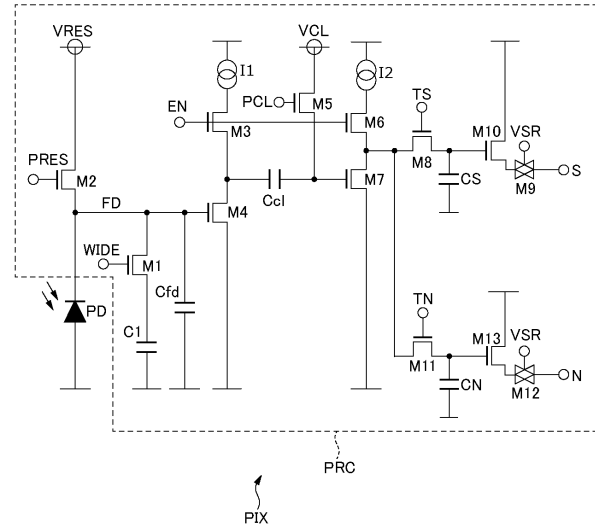
【 0 0 6 0 】

I S : 撮像部、 1 0 9 : 制御部、 1 0 0 : 放射線撮像装置

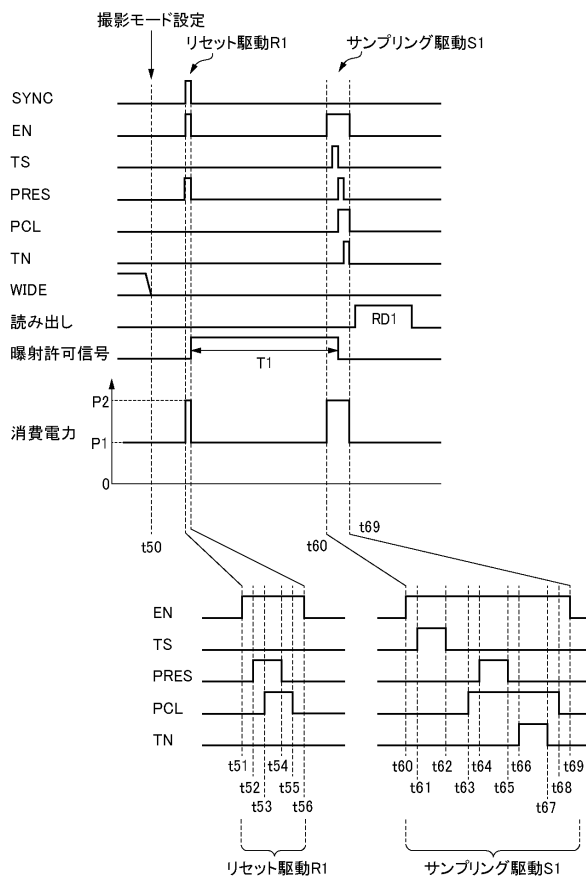
【図1】



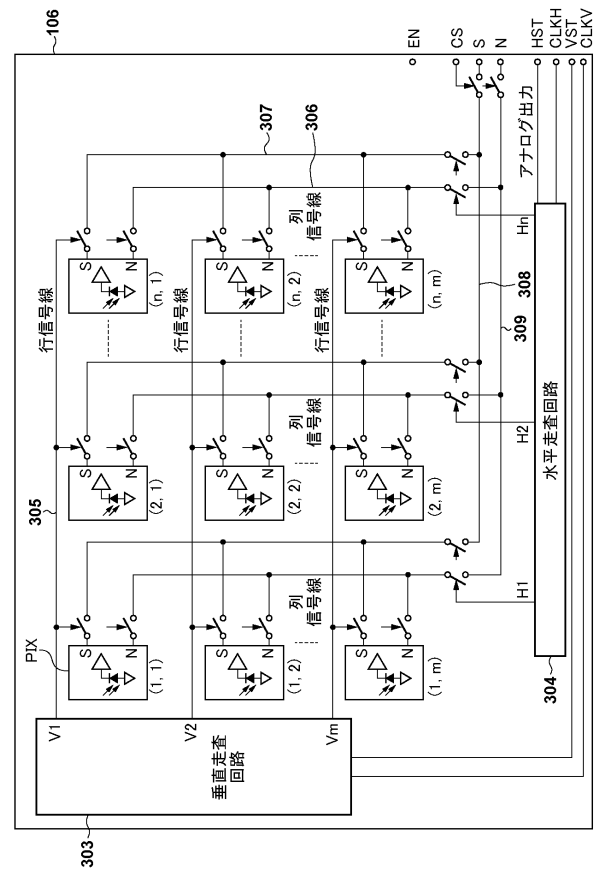
【図2】



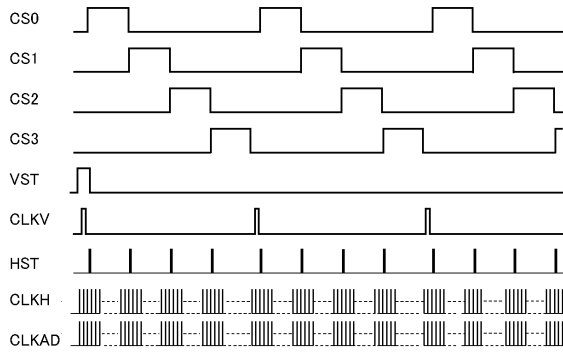
【図3】



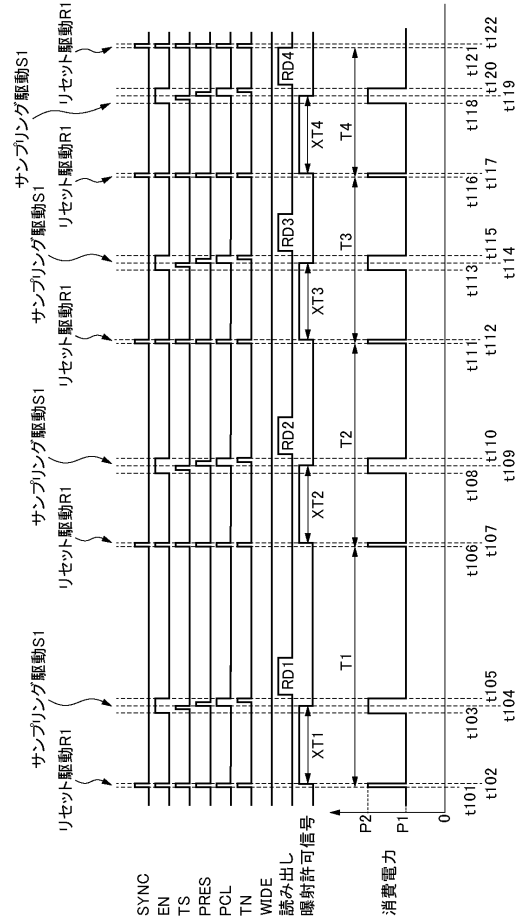
【図4】



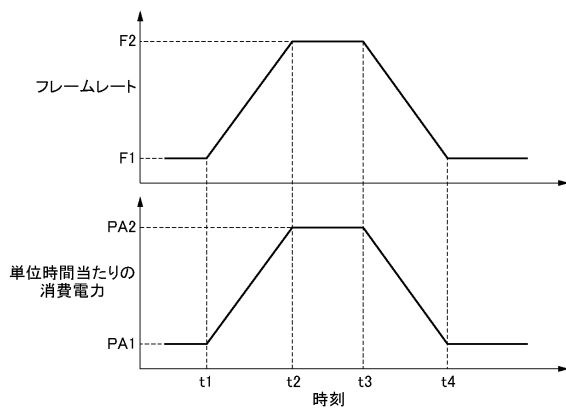
【図5】



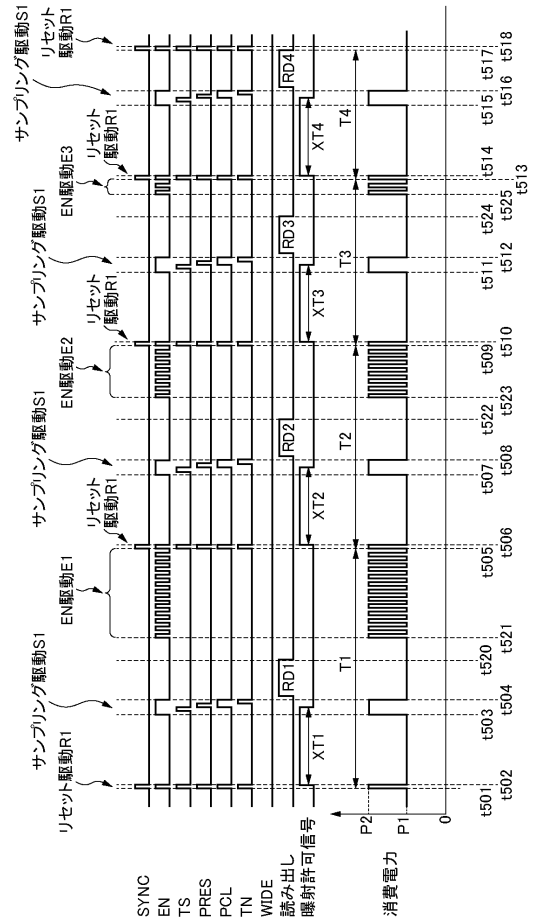
【図6】



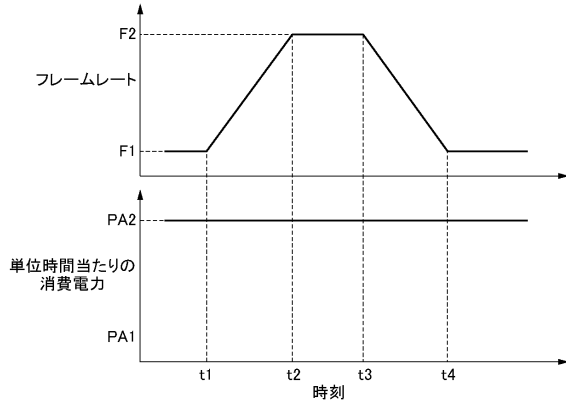
【図7】



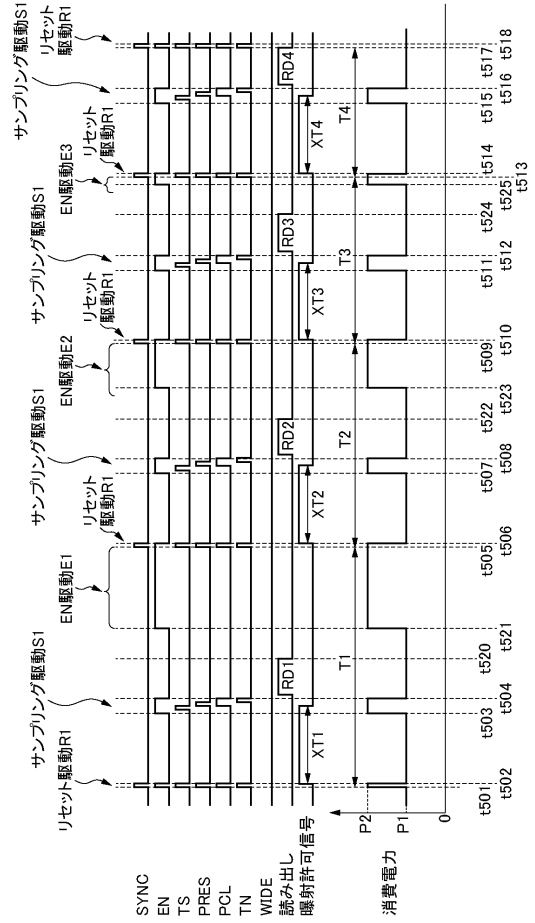
【図8】



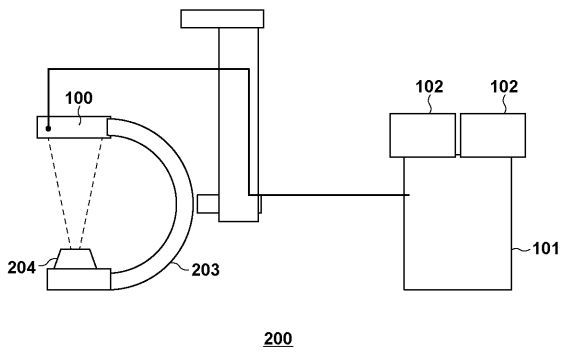
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 4 N 5/374 (2011.01) H 0 4 N 5/374

(72)発明者 内藤 雄一
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 藤原 伸二

(56)参考文献 特開2006-250728(JP,A)
特開2012-205060(JP,A)
特開2009-178443(JP,A)
特開2008-029816(JP,A)
国際公開第2010/044153(WO,A1)
米国特許出願公開第2011/0049381(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 1 T 1 / 0 0 - 1 / 1 6
G 0 1 T 1 / 1 6 7 - 7 / 1 2
A 6 1 B 6 / 0 0 - 6 / 1 4
H 0 4 N 5 / 3 0 - 5 / 3 7 8