

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-196009

(P2017-196009A)

(43) 公開日 平成29年11月2日(2017.11.2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>A 6 1 B 6/00 (2006.01)</b>	A 6 1 B 6/00 3 0 0 S	4 C 0 9 3
	A 6 1 B 6/00 3 2 0 M	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2016-87680 (P2016-87680)	(71) 出願人	000001270
(22) 出願日	平成28年4月26日 (2016. 4. 26)		コニカミノルタ株式会社
			東京都千代田区丸の内二丁目7番2号
		(74) 代理人	110001254
			特許業務法人光陽国際特許事務所
		(72) 発明者	細木 哲
			東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コ
			ニカミノルタ株式会社内
		Fターム(参考)	4C093 AA01 EA02 EB13 EB20 EE02
			FA13 FA32 FA43 FA52

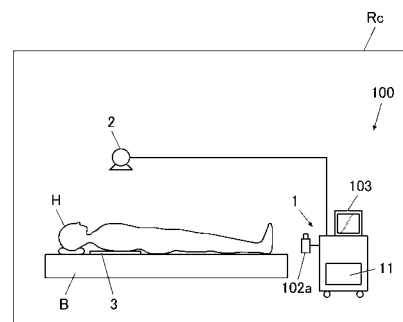
(54) 【発明の名称】 放射線撮影装置及び放射線撮影システム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】放射線源の放射線照射時間と放射線撮影装置の電荷蓄積時間のずれによる不都合を抑制する放射線撮影装置を提供する。

【解決手段】放射線撮影システム100におけるFPDカセット3の制御部によれば、予め調整用にキャリブレーションを行って、放射線源2により照射された放射線に応じた電荷を複数の放射線検出素子の少なくとも一部に蓄積して読み出すことにより放射線源2により照射された放射線の波形情報を取得し、取得した波形情報に基づいて、被写体の複数のフレーム画像を生成する際の制御条件を調整する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

放射線量に応じた電荷を蓄積する複数の放射線検出素子が二次元状に配列された検出部と、

放射線源によりパルス照射され被写体を透過した放射線量に応じた電荷の前記放射線検出素子による蓄積及び前記蓄積された電荷の前記放射線検出素子からの読み出しを制御して前記被写体の複数のフレーム画像を生成する制御部と、を備える可搬型の放射線撮影装置であって、

前記制御部は、予め調整用に前記放射線源により照射された放射線に応じた電荷を前記複数の放射線検出素子の少なくとも一部に蓄積して読み出すことにより前記放射線源により照射された放射線の波形情報を取得し、取得した波形情報に基づいて、前記被写体の複数のフレーム画像を生成する際の制御条件を調整する放射線撮影装置。

10

**【請求項 2】**

前記制御部は、前記取得した波形情報に基づいて、前記放射線検出素子による電荷蓄積時間を調整する請求項 1 に記載の放射線撮影装置。

**【請求項 3】**

前記制御部は、前記取得した波形情報に基づいて、前記放射線源による放射線照射時間を特定し、特定した放射線照射時間に対して前記電荷蓄積時間が長い場合、前記放射線照射時間に合わせて前記電荷蓄積時間を短縮する請求項 2 に記載の放射線撮影装置。

**【請求項 4】**

前記制御部は、前記取得した波形情報に基づいて、前記放射線源による放射線照射時間を特定し、特定した放射線照射時間に対して前記電荷蓄積時間が短い場合、前記放射線照射時間に合わせて前記電荷蓄積時間を延長する請求項 2 に記載の放射線撮影装置。

20

**【請求項 5】**

前記制御部は、前記取得した波形情報に基づいて、前記放射線検出素子の複数ラインのうち、前記被写体の複数のフレーム画像の生成時における電荷読み出し時に放射線が照射されるラインを特定し、当該特定したラインに対する画像補正係数を調整し、前記被写体の複数のフレーム画像のうち 2 フレーム目以降に生成される画像データについては、当該画像データから一つ前のフレーム画像の画像データの前記特定されたラインに前記画像補正係数をかけた画像データを減算する請求項 1 に記載の放射線撮影装置。

30

**【請求項 6】**

パルス照射が可能な放射線源と、請求項 1 ～ 5 の何れか一項に記載の放射線撮影装置と、を備える放射線撮影システム。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、放射線撮影装置及び放射線撮影システムに関する。

**【背景技術】****【0002】**

近年、放射線源から照射され被写体を透過した放射線に応じた電荷を蓄積する放射線検出素子が二次元状に配列され、放射線検出素子内に蓄積された電荷を読み出して画像データを生成する可搬型の放射線撮影装置（FPD：Flat Panel Detector）を用いた放射線撮影システムが知られている。このような放射線撮影システムでは、放射線撮影装置における電荷蓄積時間（以下、蓄積時間と呼ぶ）に放射線源による放射線照射が行われるように、放射線源において放射線が照射されている時間（放射線照射時間と呼ぶ）と放射線撮影装置における蓄積時間との間で同期をとる必要がある。

40

**【0003】**

しかしながら、放射線撮影装置と放射線源を制御する放射線制御装置との間の通信を無線通信にした場合、そのリアルタイム性に問題があるため、パルス状の放射線を所定時間間隔で照射（パルス照射）して複数のフレーム画像を取得する動画撮影時に、放射線照射

50

毎に放射線制御装置と放射線撮影装置との間で同期通信を行うのでは同期が取れない場合がある。

【 0 0 0 4 】

そこで、例えば、特許文献 1 には、撮影指示を行う放射線制御装置としてのコンソールに時間を計時する計時部を設けるとともに、F P D を内蔵した電子カセットに、コンソールの計時部と同期させた時間を計時する計時部を設けて各々計時させるようにし、コンソールで予め定められた曝射開始時間となった場合に放射線源から放射線を所定時間照射させ、電子カセットで前記曝射開始時間から前記所定時間経過した後に F P D に蓄積した電荷を読み出して放射線画像を示す画像データを生成する技術が記載されている。

【 先行技術文献 】

10

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 0 - 8 1 9 6 0 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

しかしながら、特許文献 1 においては、放射線源から出力される放射線の出力特性は考慮されていない。そのため、例えば、放射線源から出力される放射線の波形にゆらぎが発生して蓄積時間内に放射線照射が完了しない場合、蓄積時間外に照射された放射線の影響により画像が劣化してしまうという問題がある。また、蓄積時間に対して放射線源から出力される放射線の波形周期が短い場合には、無駄に撮影時間が長くなってしまいう問題がある。

20

【 0 0 0 7 】

本発明の課題は、放射線源の放射線照射時間と放射線撮影装置の電荷蓄積時間のずれによる不都合を抑制することである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

上記課題を解決するため、請求項 1 に記載の発明は、放射線量に応じた電荷を蓄積する複数の放射線検出素子が二次元状に配列された検出部と、

30

放射線源によりパルス照射され被写体を透過した放射線量に応じた電荷の前記放射線検出素子による蓄積及び前記蓄積された電荷の前記放射線検出素子からの読み出しを制御して前記被写体の複数のフレーム画像を生成する制御部と、を備える可搬型の放射線撮影装置であって、

前記制御部は、予め調整用に前記放射線源により照射された放射線に応じた電荷を前記複数の放射線検出素子の少なくとも一部に蓄積して読み出すことにより前記放射線源により照射された放射線の波形情報を取得し、取得した波形情報に基づいて、前記被写体の複数のフレーム画像を生成する際の制御条件を調整する。

【 0 0 0 9 】

請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の発明において

40

前記制御部は、前記取得した波形情報に基づいて、前記放射線検出素子による電荷蓄積時間を調整する。

【 0 0 1 0 】

請求項 3 に記載の発明は、請求項 2 に記載の発明において

前記制御部は、前記取得した波形情報に基づいて、前記放射線源による放射線照射時間を特定し、特定した放射線照射時間に対して前記電荷蓄積時間が長い場合、前記放射線照射時間に合わせて前記電荷蓄積時間を短縮する。

【 0 0 1 1 】

請求項 4 に記載の発明は、請求項 2 に記載の発明において

50

前記制御部は、前記取得した波形情報に基づいて、前記放射線源による放射線照射時間

を特定し、特定した放射線照射時間に対して前記電荷蓄積時間が短い場合、前記放射線照射時間に合わせて前記電荷蓄積時間を延長する。

【 0 0 1 2 】

請求項 5 に記載の発明は、請求項 1 に記載の発明において

前記制御部は、前記取得した波形情報に基づいて、前記放射線検出素子の複数ラインのうち、前記被写体の複数のフレーム画像の生成時における電荷読み出し時に放射線が照射されるラインを特定し、当該特定したラインに対する画像補正係数を調整し、前記被写体の複数のフレーム画像のうち 2 フレーム目以降に生成される画像データについては、当該画像データから一つ前のフレーム画像の画像データの前記特定されたラインに前記画像補正係数をかけた画像データを減算する。

10

【 0 0 1 3 】

請求項 6 に記載の発明の放射線撮影システムは、

パルス照射が可能な放射線源と、請求項 1 ～ 5 の何れか一項に記載の放射線撮影装置と、を備える。

【発明の効果】

【 0 0 1 4 】

本発明によれば、放射線源の放射線照射時間と放射線撮影装置の電荷蓄積時間のずれによる不都合を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 5 】

20

【図 1】放射線撮影システムの全体構成例を示す図である。

【図 2】放射線制御装置の機能的構成を示すブロック図である。

【図 3】F P D カセットの機能的構成を示すブロック図である。

【図 4】( a ) は、第 1 の実施形態におけるキャリブレーション時の F P D カセットの動作、読み出し電荷量、放射線管電圧の例を示す図、( b ) は、第 1 の実施形態における撮影時の F P D カセットの動作、放射線管電圧の例を示す図である。

【図 5】( a ) は、第 2 の実施形態におけるキャリブレーション時の F P D カセットの動作、読み出し電荷量、放射線管電圧の例を示す図、( b ) は、第 2 の実施形態における撮影時の F P D カセットの動作、放射線管電圧の例を示す図である。

【図 6】画像補正係数の一例を示す図である。

30

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 6 】

< 第 1 の実施形態 >

( 放射線撮影システム 1 0 0 の構成 )

まず、本発明に係る第 1 の実施形態の構成について説明する。

図 1 に、本実施形態における放射線撮影システム 1 0 0 の全体構成例を示す。

放射線撮影システム 1 0 0 は、例えば、移動が困難な患者の放射線撮影のための回診用のシステムであり、放射線制御装置 1 と、放射線源 2 と、F P D ( Flat Panel Detector ) カセット 3 と、を備えて構成されている。放射線制御装置 1 は、車輪を有し、移動可能な回診車として構成されている。

40

【 0 0 1 7 】

放射線撮影システム 1 0 0 は、図 1 に示すように、手術室、集中治療室や病室 R c 等に持ち込まれ、F P D カセット 3 を、例えばベッド B に寝ている被写体 H とベッド B との間もしくは、図示しないベッド B の被写体 H とは反対面に設けられた挿入口に差し込む等した状態で、放射線源 2 から放射線を照射して、被写体 H の動画撮影を行うシステムである。本実施形態において、動画撮影とは、1 回の撮影操作 ( 曝射スイッチ 1 0 2 a の操作 ) に応じて、被写体 H に対し X 線等の放射線をパルス状にして所定時間間隔で繰り返し照射 ( パルス照射 ) して動画像を得ることをいう。動画撮影より得られた一連の画像を動画像と呼ぶ。また、動画像を構成する複数の画像のそれぞれをフレーム画像と呼ぶ。

【 0 0 1 8 】

50

以下、放射線撮影システム１００を構成する各装置について説明する。

放射線制御装置１は、入力された放射線照射条件に基づいて放射線源２を制御して放射線を照射させる装置であり、図２に示すように、制御部１０１、操作部１０２、表示部１０３、記憶部１０４、駆動部１０５、無線通信部１０６、水晶発振子１０７等を備えて構成されている。

【００１９】

制御部１０１は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）、ＲＡＭ（Random Access Memory）等により構成される。制御部１０１のＣＰＵは、操作部１０２の操作に応じて、記憶部１０４に記憶されているシステムプログラムや各種処理プログラムを読み出してＲＡＭ内に展開し、展開されたプログラムに従って、放射線制御装置１の各部の動作を制御する。

10

【００２０】

操作部１０２は、表示部１０３の表面を覆うように透明電極を格子状に配置したタッチパネル等を有し、手指やタッチペン等で押下された位置を検出し、その位置情報を操作情報として制御部１０１に出力する。

また、操作部１０２は、撮影実施者が放射線の曝射を指示するための曝射スイッチ１０２ａを備える。曝射スイッチ１０２ａは、２段階スイッチとなっている。

【００２１】

表示部１０３は、ＬＣＤ（Liquid Crystal Display）やＣＲＴ（Cathode Ray Tube）等のモニタにより構成され、制御部１０１から入力される表示信号の指示に従って表示を行う。

20

【００２２】

記憶部１０４は、不揮発性の半導体メモリーやハードディスク等により構成される。記憶部１０４は、制御部１０１で実行される各種プログラムやプログラムにより処理の実行に必要なパラメーター、或いは処理結果等のデータを記憶する。

【００２３】

駆動部１０５は、放射線源２の管球駆動を行う回路である。駆動部１０５と放射線源２とはケーブルを介して接続されている。

無線通信部１０６は、アンテナ１０８を備え、ＦＰＤカセット３等の外部機器と無線通信を行う。

30

水晶発振子１０７は、圧電効果により発振する素子であり、その発振数は制御部１０１のＣＰＵに入力される。制御部１０１は、水晶発振子１０７から入力される発振数に基づいて、時刻を計時する。

【００２４】

放射線源２は、パルス照射が可能であり、放射線制御装置１の制御に従って、被写体Ｈに対し放射線（Ｘ線）を照射する。

【００２５】

ＦＰＤカセット３は、動画撮影対応の可搬型の放射線撮影装置である。以下、ＦＰＤカセット３は、シンチレータ等を備え、照射された放射線をシンチレータで可視光等の他の波長の光に変換して放射線検出素子で画像データを得るいわゆる間接型として説明するが、シンチレータ等を介さずに放射線を放射線検出素子で直接検出する、いわゆる直接型としてもよい。

40

【００２６】

図３は、ＦＰＤカセット３の等価回路を表すブロック図である。図３に示すように、ＦＰＤカセット３には、図示しないセンサー基板上に複数の放射線検出素子７が二次元状（マトリクス状）に配列されている（検出部）。各放射線検出素子７は、照射された放射線の線量に応じた電荷を蓄積するようになっている。各放射線検出素子７には、バイアス線９が接続されており、バイアス線９は結線１０に接続されている。そして、結線１０はバイアス電源１４に接続されており、バイアス電源１４からバイアス線９等を介して各放射線検出素子７に逆バイアス電圧が印加されるようになっている。

50

## 【 0 0 2 7 】

各放射線検出素子 7 には、薄膜トランジスタ (Thin Film Transistor。以下、T F T という。) 8 がスイッチ素子として接続されており、T F T 8 は信号線 6 に接続されている。また、走査駆動部 1 5 では、配線 1 5 c を介して電源回路 1 5 a から供給されたオン電圧とオフ電圧がゲートドライバ 1 5 b で切り替えられて走査線 5 の各ライン L 0 ~ L x に印加されるようになっている。そして、各 T F T 8 は、走査線 5 を介してオン電圧が印加されるとオン状態になって、放射線検出素子 7 内に蓄積された電荷を信号線 6 に放出させ、また、走査線 5 を介してオフ電圧が印加されるとオフ状態になって、放射線検出素子 7 と信号線 6 との導通を遮断して、放射線検出素子 7 内で発生した電荷を放射線検出素子 7 内に蓄積させるようになっている。各放射線検出素子 7 及びこれに接続された T F T 8 は、ピクセル (画素) を構成している。

10

## 【 0 0 2 8 】

読み出し I C 1 6 内には複数の読み出し回路 1 7 が設けられており、読み出し回路 1 7 にはそれぞれ信号線 6 が接続されている。そして、画像データの読み出し処理の際には、放射線検出素子 7 から電荷が放出されると、電荷は信号線 6 を介して読み出し回路 1 7 に流れ込み、増幅回路 1 8 では流れ込んだ電荷の量に応じた電圧値が出力される。そして、相関二重サンプリング回路 (図 3 では「C D S」と記載されている。) 1 9 は、増幅回路 1 8 から出力された電圧値をアナログ値の画像データとして読み出して下流側に出力する。そして、出力された画像データはアナログマルチプレクサ 2 1 を介して A / D 変換器 2 0 に順次送信され、A / D 変換器 2 0 でデジタル値の画像データに順次変換され、記憶部 2 3 に出力されて順次保存されるようになっている。

20

## 【 0 0 2 9 】

制御部 2 2 は、図示しない C P U (Central Processing Unit) や R O M (Read Only Memory)、R A M (Random Access Memory)、入出力インターフェース等がバスに接続されたコンピュータや、F P G A (Field Programmable Gate Array) 等で構成されている。専用の制御回路で構成されていてもよい。制御部 2 2 には、S R A M (Static R A M) や S D R A M (Synchronous D R A M)、N A N D 型フラッシュメモリ等で構成される記憶部 2 3 が接続されており、また、アンテナ 2 9 を介して放射線制御装置 1 等の外部機器と無線方式で通信を行う無線通信部 3 0 が接続されている。放射線制御装置 1 と F P D カセット 3 の通信は無線により行われるため、回診での撮影時に放射線制御装置 1 と F P D カセット 3 をケーブル等で接続する必要がなく、利便性が良い。

30

## 【 0 0 3 0 】

また、制御部 2 2 には、走査駆動部 1 5 や読み出し回路 1 7、記憶部 2 3、バイアス電源 1 4 等の各機能部に必要な電力を供給する内蔵電源 2 4 等が接続されている。そして、制御部 2 2 は、上記のように走査駆動部 1 5 や読み出し回路 1 7 等の動作を制御して、各放射線検出素子 7 に放射線量に応じた電荷を蓄積させたり、蓄積された電荷を信号線 6 に放出させ、放出された電荷を読み出し回路 1 7 等で画像データとして読み出したりするようになっている。

## 【 0 0 3 1 】

更に、制御部 2 2 には、水晶発振子 2 5 が接続されている。水晶発振子 2 5 は、圧電効果により発振する素子であり、その発振数は制御部 2 2 の C P U に入力される。制御部 2 2 は、水晶発振子 2 5 から入力される発振数に基づいて、時刻を計時する。放射線制御装置 1 と F P D カセット 3 は時刻の同期がとられている。

40

## 【 0 0 3 2 】

なお、F P D カセット 3 は、放射線技師等の撮影実施者が持参してもよいが、F P D カセット 3 は比較的重く、落下すると壊れたり故障したりする可能性があるため、回診車としての放射線制御装置 1 に設けられたカセット用のポケット 1 1 に挿入されて搬送できるようになっている。

## 【 0 0 3 3 】

(放射線撮影システム 1 0 0 の動作)

50

次に、放射線撮影システム 100 における動作について説明する。

本実施形態の放射線撮影システム 100 においては、例えば、当該システムの設置時（施設導入時）等において、キャリブレーションが行われる。ここでいうキャリブレーションとは、予め調整用に放射線源 2 から照射された放射線に応じた電荷を複数の放射線検出素子 7 の少なくとも一部に蓄積して読み出すことにより FPD カセット 3 において放射線源 2 から照射された放射線の波形情報を取得し、取得した波形情報に基づいて、FPD カセット 3 において被写体の複数のフレーム画像を生成する際の制御条件を調整することを行う。放射線の波形情報（放射線出力波形情報）は、放射線の波形を特定する情報であり、例えば、放射線検出素子 7 が読み出しを完了したタイミングから次に読み出すタイミングまでの間に放射線源 2 から照射された放射線量の積分値に比例する電荷量である。

10

#### 【0034】

図 4（a）に、キャリブレーション時の FPD カセット 3 の動作、読み出し電荷量、放射線管電圧を示す。図 4（a）に示すように、キャリブレーション時において、放射線源 2 は、予め設定された放射線照射条件で放射線を照射する。FPD カセット 3 は、予め設定されたキャリブレーション時間、二次元状に配列された放射線検出素子 7 のうちの一部（ここでは、一ラインとする）における予め設定された短時間の電荷の蓄積及び読み出しを繰り返し、キャリブレーション時間に放射線源 2 から照射された放射線の波形情報を取得する。そして、取得された波形情報に基づいて、被写体の複数のフレーム画像を生成する際の制御条件を調整する。

#### 【0035】

20

以下、放射線撮影システム 100 におけるキャリブレーションの流れについて詳細に説明する。

まず、撮影実施者は、操作部 102 を介して放射線制御装置 1 にキャリブレーションの実行を指示する。

#### 【0036】

次いで、撮影実施者は、曝射スイッチ 102 a の第 1 段スイッチを押下する。放射線制御装置 1 の制御部 101 は、曝射スイッチ 102 a の第 1 段スイッチが押下されると、放射線源 2 を起動させるとともに、無線通信部 106 によりアンテナ 108 を介して FPD カセット 3 に起動信号及びキャリブレーション指示信号を送信する。FPD カセット 3 の制御部 22 は、無線通信部 30 により起動信号及びキャリブレーション指示信号を受信すると、走査駆動部 15 のゲートドライバー 15 b（図 3 参照）から走査線 5 のキャリブレーションに使用する所定ライン（以下、所定ラインと呼ぶ）にオン電圧を印加させ、所定ラインの放射線検出素子 7 内に残存する電荷を信号線 6 に放出させる等して除去するリセット処理を行う。リセット処理が終了すると、制御部 22 は、ゲートドライバー 15 b から走査線 5 の所定ラインにオフ電圧を印加させて電荷蓄積状態に移行させる。また、それとともに無線通信部 30 により放射線制御装置 1 にインターロック解除信号を送信する。

30

#### 【0037】

曝射スイッチ 102 a の第 2 段スイッチが押下されると、放射線制御装置 1 の制御部 101 は、無線通信部 106 により FPD カセット 3 からのインターロック解除信号が受信されたか否かを判断し、受信されていないと判断した場合、インターロック解除信号の受信を待機する。インターロック解除信号を受信すると、制御部 101 は、無線通信部 106 により FPD カセット 3 に調整用の放射線照射開始時刻を通知する。そして、制御部 101 は、放射線照射開始時刻が到来すると、駆動部 105 により放射線源 2 に予め設定された放射線照射条件で放射線照射を行わせる。

40

#### 【0038】

FPD カセット 3 において、制御部 22 は、放射線制御装置 1 から通知された放射線照射開始時刻が到来すると、所定時間間隔でゲートドライバー 15 b から走査線 5 の所定ラインにオン電圧を印加させて所定ラインに蓄積された電荷の読み出し処理を行う。制御部 22 は、図 4（a）に示すように、所定のサンプリング時間の間、短時間の蓄積と所定ラインの読み出し処理を繰り返す。なお、サンプリング時間は、予め定められている蓄積時

50

間（初期値）よりも長い期間であることが好ましい。サンプリング時間が経過すると、制御部 22 は、所定時間間隔で読み出した電荷量の時間変化に基づいて、放射線源 2 の放射線出力波形情報を取得する。そして、取得した波形情報に基づいて、蓄積時間を調整する。

#### 【0039】

例えば、制御部 22 は、放射線源 2 の放射線出力波形情報に基づいて、放射線源 2 による放射線照射時間（放射線照射開始時刻から放射線が検出されなくなるまでの時間）を特定し、図 4（a）に示すように、特定した放射線照射時間に対して蓄積時間（初期値）が長い場合、図 4（b）に示すように、放射線照射時間に合わせて蓄積時間を短縮する。これにより、全体の撮影時間を短縮することができる。また、最大フレームレートの向上を図ることができる。一方、特定した放射線照射時間に対して蓄積時間（初期値）が短い場合、制御部 22 は、放射線照射時間に合わせて蓄積時間を延長する。これにより、放射線照射が読み出し時間にかかってしまい、その余分な放射線照射により次のフレーム画像の画像が劣化してしまうことを防止することができる。

#### 【0040】

制御部 22 は、調整後の蓄積時間を撮影時の蓄積時間として設定し、記憶部 23 に記憶させる。

#### 【0041】

次に、放射線撮影システム 100 における撮影の流れについて詳細に説明する。

まず、撮影実施者は、放射線照射条件の調整、被写体 H、放射線源 2、F P D カセット 3 のポジショニング等の撮影準備を行う。

#### 【0042】

撮影準備が完了すると、撮影実施者は、曝射スイッチ 102 a の第 1 段スイッチを押下する。放射線制御装置 1 の制御部 101 は、曝射スイッチ 102 a の第 1 段スイッチが押下されると、放射線源 2 を起動させるとともに、無線通信部 106 によりアンテナ 108 を介して F P D カセット 3 に起動信号を送信する。F P D カセット 3 の制御部 22 は、無線通信部 30 により起動信号を受信すると、走査駆動部 15 のゲートドライバー 15 b（図 3 参照）から走査線 5 の各ライン L0 ~ Lx にオン電圧を順次印加させ、放射線検出素子 7 内に残存する電荷を信号線 6 に放出させる等して放射線検出素子 7 内から除去するリセット処理を行う。リセット処理が終了すると、制御部 22 は、ゲートドライバー 15 b から走査線 5 の各ライン L0 ~ Lx にオフ電圧を印加させて電荷蓄積状態に移行させる。また、それとともに無線通信部 30 により放射線制御装置 1 にインターロック解除信号を送信する。

#### 【0043】

曝射スイッチ 102 a の第 2 段スイッチが押下されると、放射線制御装置 1 の制御部 101 は、無線通信部 106 により F P D カセット 3 からのインターロック解除信号を受信されたか否かを判断し、受信していないと判断した場合、インターロック解除信号の受信を待機する。インターロック解除信号を受信すると、制御部 101 は、各フレーム画像の放射線照射開始時刻を無線通信部 106 により F P D カセット 3 に送信する。放射線照射開始時刻が到来すると、制御部 101 は、駆動部 105 により放射線源 2 に放射線照射（パルス照射）を行わせる。

#### 【0044】

F P D カセット 3 において、無線通信部 30 により放射線制御装置 1 から放射線照射開始時刻を受信すると、制御部 22 は、放射線照射開始時刻を待機する。放射線照射開始時刻が到来すると、制御部 22 は、放射線検出素子 7 に記憶部 23 に設定されている蓄積時間、電荷の蓄積を行わせた後、ゲートドライバー 15 b から走査線 5 の各ライン L0 ~ Lx にオン電圧を順次印加させて前述したようにフレーム画像の画像データの読み出し処理を行う。

制御部 22 は、全てのフレーム画像に対する上述の蓄積及び読み出し処理を繰り返し実行し、被写体 H の動画画像を構成する複数のフレーム画像を生成する。



## 【 0 0 4 5 】

このように、F P D カセット 3 の制御部 2 2 は、キャリブレーションで取得した放射線源 2 の放射線出力波形情報に基づいて、蓄積時間を調整する。従って、例えば、キャリブレーションにおいて、図 4 ( a ) に示すように、放射線照射時間に対し蓄積時間 ( 初期値 ) が長かった場合、放射線照射時間に合わせて短縮された蓄積時間が撮影時の蓄積時間として設定されるので、全体の撮影時間を短縮することができる。また、最大フレームレートの向上等を図ることができる。また、キャリブレーションにおいて、放射線照射時間に対して蓄積時間 ( 初期値 ) が短かった場合、放射線照射時間に合わせて延長された蓄積時間が撮影時の蓄積時間として設定されるので、蓄積時間外の余分な放射線照射による画像の劣化を防止することができる。

10

## 【 0 0 4 6 】

## &lt; 第 2 の実施形態 &gt;

次に、第 2 の実施形態について説明する。

第 1 の実施形態においては、放射線撮影システム 1 0 0 の設置時等に、予めキャリブレーションを行って放射線源 2 の放射線出力波形情報を取得し、取得した波形情報に基づいて、蓄積時間を調整する場合について説明した。第 2 の実施形態においては、放射線撮影システム 1 0 0 の設置時等に、予めキャリブレーションを行って放射線源 2 の放射線出力波形情報を取得し、取得した波形情報に基づいて画像補正係数を調整し、撮影時には調整した画像補正係数でフレーム画像を補正する場合を例にとり説明する。

## 【 0 0 4 7 】

第 2 の実施形態における放射線撮影システムの構成は、第 1 の実施形態で説明した放射線撮影システム 1 0 0 と同様であるので説明を援用する。また、キャリブレーションの流れについても、F P D カセット 3 の制御部 2 2 において放射線源 2 の放射線出力波形情報を取得するまでの処理については第 1 の実施形態で説明したものと同様であるので説明を援用する。

20

## 【 0 0 4 8 】

キャリブレーションにおいて、放射線源 2 の放射線出力波形情報を取得すると、F P D カセット 3 の制御部 2 2 は、取得した放射線出力波形情報に基づいて、画像補正係数を調整する。

具体的に、制御部 2 2 は、取得した放射線出力波形情報に基づいて、キャリブレーションにおいて蓄積時間外の読み出しで検出された電荷量及びその電荷量が検出された時間を特定し、特定した電荷量及び時間に基づいて、撮影における電荷読み出し時に放射線照射が行われるライン及び照射される放射線に応じた電荷量を特定する。そして、特定されたライン及び電荷量に基づいて、各ラインの画像補正係数 (  $y$  ) を決定し、記憶部 2 3 に記憶させる。

30

## 【 0 0 4 9 】

例えば、図 5 ( a )、( b ) に示す例では、キャリブレーションにより取得された放射線出力波形情報に基づいて、撮影時の電荷読み出し時に放射線照射が行われるラインがライン L 0 ~ ライン L 2 であることが特定される。そして、キャリブレーションにおいて蓄積時間外に検出された電荷量に基づいて、各ライン L 0 ~ L x の画像補正係数 (  $y$  ) が決定され、図 6 に示すように、ライン番号 (  $y$  ) と、そのラインのキャリブレーション時の電荷量と、決定された (  $y$  ) が対応付けて記憶部 2 3 に記憶される。

40

## 【 0 0 5 0 】

次に、第 2 の実施形態における撮影の流れについて詳細に説明する。

まず、撮影実施者は、放射線照射条件の調整、被写体 H、放射線源 2、F P D カセット 3 のポジショニング等の撮影準備を行う。

## 【 0 0 5 1 】

撮影準備が完了すると、撮影実施者は、曝射スイッチ 1 0 2 a の第 1 段スイッチを押下する。放射線制御装置 1 の制御部 1 0 1 は、曝射スイッチ 1 0 2 a の第 1 段スイッチが押下されると、放射線源 2 を起動させるとともに、無線通信部 1 0 6 によりアンテナ 1 0 8

50

を介してF P Dカセット3に起動信号を送信する。F P Dカセット3の制御部22は、無線通信部30により起動信号を受信すると、走査駆動部15のゲートドライバー15b(図3参照)から走査線5の各ラインL0~Lxにオン電圧を順次印加させ、放射線検出素子7内に残存する電荷を信号線6に放出させる等して放射線検出素子7内から除去するリセット処理を行う。リセット処理が終了すると、制御部22は、ゲートドライバー15bから走査線5の各ラインL0~Lxにオフ電圧を印加させて電荷蓄積状態に移行させる。また、それとともに無線通信部30により放射線制御装置1にインターロック解除信号を送信する。

#### 【0052】

曝射スイッチ102aの第2段スイッチが押下されると、放射線制御装置1の制御部101は、無線通信部106によりF P Dカセット3からのインターロック解除信号を受信されたか否かを判断し、受信されていないと判断した場合、インターロック解除信号の受信を待機する。インターロック解除信号を受信すると、制御部101は、各フレーム画像の放射線照射開始時刻を無線通信部106によりF P Dカセット3に送信する。放射線照射開始時刻が到来すると、制御部101は、駆動部105により放射線源2に放射線照射(パルス照射)を行わせる。

#### 【0053】

F P Dカセット3において、無線通信部30により放射線制御装置1からの放射線照射開始時刻を受信すると、制御部22は、放射線照射開始時刻を待機する。放射線照射開始時刻が到来すると、制御部22は、放射線検出素子7に蓄積時間だけ蓄積を行わせた後、ゲートドライバー15bから走査線5の各ラインL0~Lxにオン電圧を順次印加させて前述したようにフレーム画像の画像データの読み出し処理を行う。2フレーム目以降については、各ラインの画像データを読み出した後、以下の(式1)に示すように、一つ前のフレーム画像の画像データにキャリブレーションで決定された画像補正係数(y)をかけて読み出した画像データから減算する。

$$dout(x, y, t) = din(x, y, t) - (y) \times din(x, y, t - 1) \quad \dots (式1)$$

ここで、 $dout(x, y, t)$  : 時刻tでの座標(x, y)での補正後画像データ

$din(x, y, t)$  : 時刻tでの座標(x, y)での読み出し画像データ

#### 【0054】

なお、撮影時の電荷読み出し時に放射線照射が行われないラインについては、画像補正係数(y)は0であり、実質的に補正(減算)は行われない。

#### 【0055】

このように、蓄積時間より放射線照射時間が長く、読み出し時間に放射線照射が行われてしまう場合に、上記処理により、読み出し時に照射された放射線による画像劣化を抑制することができる。

#### 【0056】

以上説明したように、放射線撮影システム100におけるF P Dカセット3の制御部22によれば、予め調整用にキャリブレーションを行って、放射線源2により照射された放射線に応じた電荷を複数の放射線検出素子7の少なくとも一部に蓄積して読み出すことにより放射線源2により照射された放射線の波形情報を取得し、取得した波形情報に基づいて、被写体の複数のフレーム画像を生成する際の制御条件を調整する。

例えば、制御部22は、キャリブレーションにより取得した波形情報に基づいて、放射線源2による放射線照射時間を特定し、特定した放射線照射時間に対して電荷蓄積時間が長い場合、放射線照射時間に合わせて電荷蓄積時間を短縮する。従って、放射線源2の放射線出力特性によって生じる放射線照射時間と電荷蓄積時間のずれによる不都合、例えば、撮影時間が無駄に長くなることを抑制することができる。

また、例えば、制御部22は、キャリブレーションにより取得した波形情報に基づいて、放射線源2による放射線照射時間を特定し、特定した放射線照射時間に対して電荷蓄積時間が短い場合、放射線照射時間に合わせて電荷蓄積時間を延長する。従って、放射線源

10

20

30

40

50

2の放射線出力特性によって生じる放射線照射時間と電荷蓄積時間のずれによる不都合、例えば、電荷読み出し時に放射線が照射されてしまうことによる画像劣化を抑制することができる。

#### 【0057】

また、例えば、制御部22は、取得した波形情報に基づいて、放射線検出素子7の複数ラインのうち、被写体の複数のフレーム画像の生成時における電荷読み出し時に放射線が照射されるラインを特定し、当該特定したラインに対する画像補正係数を調整し、被写体の複数のフレーム画像のうち2フレーム目以降に生成される画像データについては、当該画像データから一つ前のフレーム画像の画像データの特定されたラインに画像補正係数をかけた画像データを減算する。従って、放射線源2の放射線出力特性によって生じる放射線照射時間と電荷蓄積時間のずれによる不都合、例えば、電荷読み出し時に放射線が照射されてしまうことによる画像劣化を抑制することができる。

10

#### 【0058】

なお、上記実施形態における記述内容は、本発明の好適な一例であり、これに限定されるものではない。

例えば、上記実施形態においては、キャリブレーション時に一ライン分の電荷の蓄積と読み出しを繰り返すこととしたが、これに限定されず、例えば、複数ラインとしてもよいし、複数ピクセルとしてもよい。

#### 【0059】

その他、放射線撮影システムを構成する各装置の細部構成及び細部動作に関しても、本発明の趣旨を逸脱することのない範囲で適宜変更可能である。

20

#### 【符号の説明】

#### 【0060】

100 放射線撮影システム

1 放射線制御装置

101 制御部

102 操作部

102a 曝射スイッチ

103 表示部

104 記憶部

105 駆動部

106 無線通信部

107 水晶発振子

108 アンテナ

2 放射線源

3 FPDカセット

5 走査線

6 信号線

7 放射線検出素子

8 TFT

9 バイアス線

10 結線

14 バイアス電源

15 走査駆動部

16 読み出しIC

17 読み出し回路

18 増幅回路

19 相関二重サンプリング回路

20 A/D変換器

21 アナログマルチプレクサー

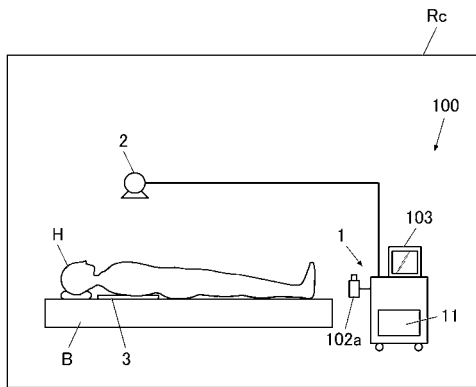
30

40

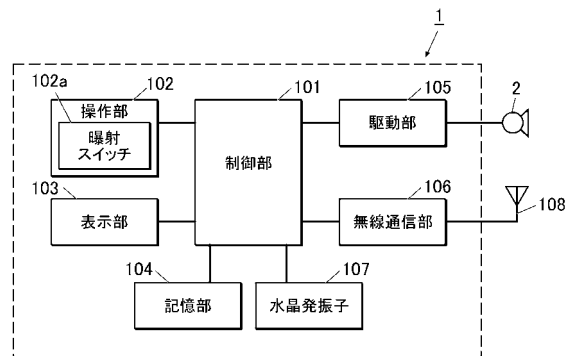
50

- |     |           |
|-----|-----------|
| 2 2 | 制 御 部     |
| 2 3 | 記 憶 部     |
| 2 4 | 内 蔵 電 源   |
| 2 5 | 水 晶 発 振 子 |
| 2 9 | ア ン テ ナ   |
| 3 0 | 無 線 通 信 部 |

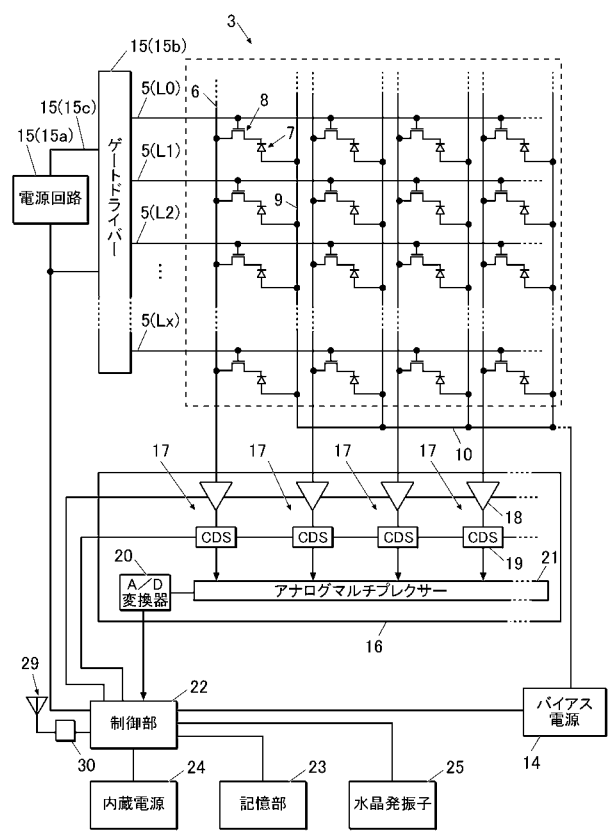
【 図 1 】



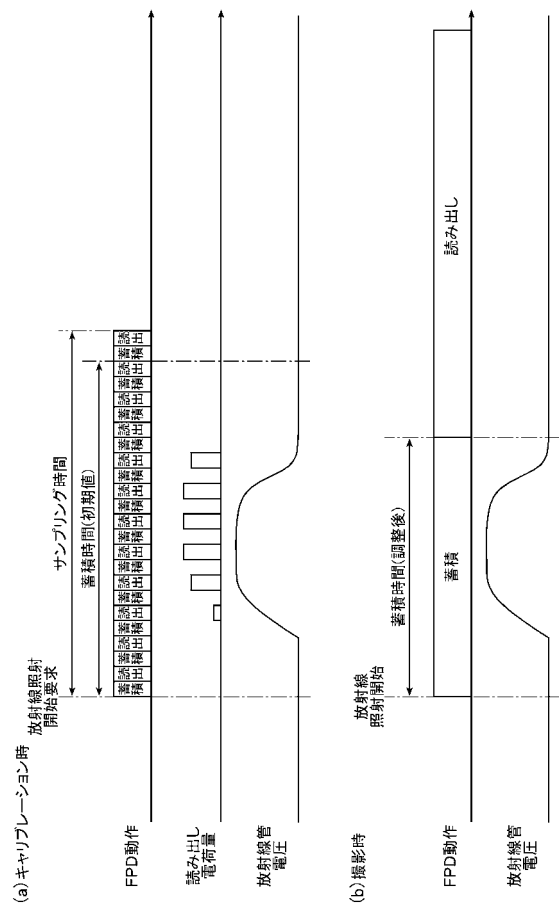
【 図 2 】



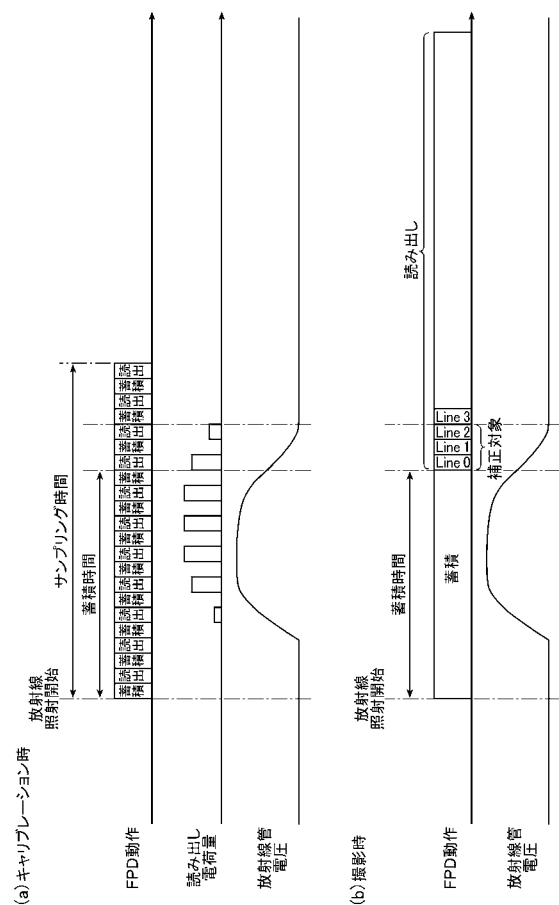
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

ライン番号(y)	キャリアブレージョン時電荷量 (最大値で正規化)	$\alpha(y)$
0	0.3	0.3
1	0.2	0.2
2	0.1	0.1
3	0	0
4	0	0
...	...	...