

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6848407号
(P6848407)

(45) 発行日 令和3年3月24日(2021.3.24)

(24) 登録日 令和3年3月8日(2021.3.8)

(51) Int.Cl. F I
A 6 1 B 6/00 (2006.01)
 A 6 1 B 6/00 3 2 0 Z
 A 6 1 B 6/00 3 0 0 S
 A 6 1 B 6/00 3 6 0 Z

請求項の数 10 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2016-239052 (P2016-239052)	(73) 特許権者	000001270 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
(22) 出願日	平成28年12月9日(2016.12.9)	(74) 代理人	110001254 特許業務法人光陽国際特許事務所
(65) 公開番号	特開2018-93954 (P2018-93954A)	(72) 発明者	石坂 修吾 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
(43) 公開日	平成30年6月21日(2018.6.21)	(72) 発明者	三宅 信之 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
審査請求日	令和1年12月5日(2019.12.5)	(72) 発明者	丸田 裕一 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】放射線画像撮影システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

二次元状に配列された複数の放射線検出素子から画像データをそれぞれ読み出す放射線画像撮影装置

を備え、放射線照射装置により被写体に複数回照射された放射線画像の動画撮影を行う放射線画像撮影システムにおいて、

前記放射線画像撮影装置に読出用同期信号を送信し、前記放射線照射装置に照射用同期信号を送信して、前記放射線画像撮影装置と前記放射線照射装置との同期制御を行う制御ユニットを備え、

前記放射線画像撮影装置は、前記制御ユニットから付加情報が付加された前記読出用同期信号を受信してから画像表示装置に前記画像データ又は当該画像データから所定の割合で抽出したプレビュー用の画像データを転送することを特徴とする放射線画像撮影システム。

【請求項2】

前記放射線画像撮影システムは、更に、前記放射線照射装置を備えたことを特徴とする請求項1記載の放射線画像撮影システム。

【請求項3】

前記制御ユニットは、前記放射線照射装置への前記照射用同期信号の送信を開始した後、前記放射線画像撮影装置に送信する前記読出用同期信号に付加情報を付加して送信することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の放射線画像撮影システム。

10

20

【請求項 4】

前記制御ユニットは、前記放射線照射装置への前記照射用同期信号の送信を開始する前に前記放射線画像撮影装置に送信していた前記読出用同期信号のパルス幅に比べて、前記放射線照射装置への前記照射用同期信号の送信を開始した後に前記放射線画像撮影装置に送信する前記読出用同期信号のパルス幅を有意に変化させることで、前記読出用同期信号に付加情報を付加して送信することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の放射線画像撮影システム。

【請求項 5】

前記制御ユニットは、前記放射線照射装置への前記照射用同期信号の送信を開始した後に前記放射線画像撮影装置に前記読出用同期信号を送信する際、当該読出用同期信号の送信の前若しくは後又は前後に付加信号を付随させて送信することで、前記読出用同期信号に付加情報を付加して送信することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の放射線画像撮影システム。

10

【請求項 6】

前記制御ユニットは、前記付加情報として、前記放射線照射装置からの放射線の照射が開始されたことを表す情報のほか、前記放射線照射装置が放射線を照射した位置を表す情報又は前記放射線照射装置が放射線を照射した際の照射条件を表す情報を前記読出用同期信号に付加して送信することを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の放射線画像撮影システム。

【請求項 7】

前記制御ユニットは、前記放射線照射装置への前記照射用同期信号の送信を開始した後に前記放射線画像撮影装置に前記読出用同期信号を送信する周期と同じ周期で、前記放射線照射装置への前記照射用同期信号の送信を開始する前にも前記放射線画像撮影装置に前記読出用同期信号を送信し、

20

前記放射線画像撮影装置は、前記放射線照射装置から放射線が照射される前に、前記制御ユニットから送信される前記読出用同期信号に基づいて、放射線が照射されない状態で、暗電流によるオフセットデータの読み出し処理を行うことを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載の放射線画像撮影システム。

【請求項 8】

表示部を備える画像表示装置を備え、

30

前記画像表示装置は、前記放射線画像撮影装置から前記画像データが転送されると、当該画像データに基づいてフレーム画像又はプレビュー用のフレーム画像を生成して前記表示部に表示させることを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載の放射線画像撮影システム。

【請求項 9】

二次元状に配列された複数の放射線検出素子から画像データをそれぞれ読み出して転送する放射線画像撮影装置と、

前記放射線画像撮影装置から転送された画像データに基づいて生成したフレーム画像を表示可能な画像表示装置と、

を備え、放射線照射装置により被写体に複数回照射された放射線画像の動画撮影を行う放射線画像撮影システムにおいて、

40

前記放射線画像撮影装置及び前記画像表示装置に読出用同期信号を送信し、前記放射線照射装置に照射用同期信号を送信して、前記放射線画像撮影装置と前記放射線照射装置との同期制御を行う制御ユニットを備え、

前記画像表示装置は、前記制御ユニットから付加情報が付加された前記読出用同期信号を受信した後に受信した前記画像データに基づいて生成した前記フレーム画像又はプレビュー用のフレーム画像を表示することを特徴とする放射線画像撮影システム。

【請求項 10】

前記放射線画像撮影システムは、更に、前記放射線照射装置を備えたことを特徴とする請求項 9 記載の放射線画像撮影システム。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、放射線画像撮影システムに係り、被写体である患者に放射線を複数回照射して動画撮影を行うことが可能な放射線画像撮影システムに関する。

【背景技術】

【0002】

複数の放射線検出素子が二次元状（マトリクス状）に配列され、被写体を透過した放射線を、各放射線検出素子で（すなわち画素ごとに）その強度に応じて画像データに変換して検出する放射線画像撮影装置（flat panel detectorや半導体イメージセンサー等ともいう。）は、従来のフィルム/スクリーンや輝尽性蛍光体プレート等に代わる放射線画像撮影用の装置として開発されてきた。

10

【0003】

そして、従来のフィルム/スクリーンや輝尽性蛍光体プレートでは、それらに放射線を複数回照射すると二重露光や多重露光の問題が生じてしまうが、放射線画像撮影装置では検出した画像データを撮影ごとに装置内のメモリーに保存しておくことができる。このように、放射線画像撮影装置では二重露光や多重露光の問題が生じないため、放射線画像撮影装置を用いて、被写体の検査対象部位（すなわち撮影部位）に放射線を複数回照射して動画撮影を行うことができる。

【0004】

20

動画撮影としては、例えば、検査対象部位として被写体である患者の胸部に放射線を複数回照射して各フレーム画像を撮影する動態撮影が挙げられる。動態撮影では、例えば図13に示すように、患者の肺野Rの各時間位相 T （ $T = t_0 \sim t_6$ ）における各フレーム画像を得ることができ、これらを解析することで、肺野Rの最大吸気位や最大呼気位、呼気期、吸気期等を割り出すことができる。また、動態撮影のような動画撮影で得られた各フレーム画像をさらに解析する等して、診断に応用する試みがなされるようになってきている。

【0005】

一方、放射線画像撮影装置を用いて上記のような動画撮影を行う場合、放射線画像撮影装置と、放射線画像撮影装置に放射線を照射する放射線照射装置との間で同期を取りながら撮影を行わないと、例えば放射線画像撮影装置で画像データを読み出している最中に放射線照射装置から放射線画像撮影装置に放射線が照射されてしまい、次の画像データの読み出し処理の際に適切な画像データを出せなくなる等の問題が生じる。

30

【0006】

そこで、例えば特許文献1では、放射線画像撮影装置と放射線照射装置との間で無線通信を行う放射線画像撮影システムにおいて、放射線画像撮影装置における撮影タイミング（後述する電荷蓄積を行ったり画像データを行ったりするタイミング）と、放射線照射装置側での照射タイミング（放射線を照射させるタイミング）とを厳密に管理する方法が開示されている。そして、このような管理は、放射線画像撮影装置と放射線照射装置との間で有線通信を行って撮影を行う放射線画像撮影システムにおいても重要である。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2009-186439号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

ところで、放射線画像撮影装置と放射線照射装置との間で同期を取る、すなわち放射線画像撮影装置における撮影タイミングと放射線照射装置における照射タイミングをあわせる方法としては、上記のように放射線画像撮影装置と放射線照射装置とが信号のやり取り

50

等を直接行う方法もあるが、例えば、制御ユニットから放射線画像撮影装置と放射線照射装置とにそれぞれ撮影タイミングや照射タイミングを知らせるパルス状の同期信号を送信して同期を取る方法もある。

【 0 0 0 9 】

その際、放射線画像撮影装置では、放射線検出素子内に蓄積される暗電流（暗電荷等ともいう。）を除去するための放射線検出素子のリセット処理が、通常、撮影前に繰り返行われるようになっており、放射線検出素子のリセット中に放射線が照射されると、放射線の照射により放射線検出素子内で発生した有用な電荷がリセット処理で失われてしまう。

【 0 0 1 0 】

そのため、上記のように構成する場合には、放射線技師等の撮影者により放射線照射装置の照射スイッチが操作された時点（その時点ではまだ放射線を照射しない。）で、制御ユニットから放射線画像撮影装置に対して放射線を照射する旨を表す信号（以下、照射開始信号という。）を送信する。そして、それに対し放射線画像撮影装置はその時点で行っている放射線検出素子のリセット処理が終了し、各放射線検出素子はその内部に電荷を蓄積できる状態（以下、電荷蓄積状態という。）になった時点で放射線の照射を許容する信号（以下、アンロック信号という。）を送信する。そして、アンロック信号を受信した制御ユニットが放射線照射装置への照射タイミングを知らせる同期信号（以下、照射用同期信号という。）の送信を開始することで、放射線照射装置から放射線画像撮影装置への放射線の照射を開始させるように構成することが可能である。

【 0 0 1 1 】

また、放射線画像撮影装置は、アンロック信号の送信後、制御ユニットからの撮影タイミングを知らせる同期信号（以下、読出用同期信号という。）を受信するごとに画像データの読み出し処理を行うように構成することが可能である。そして、放射線画像撮影装置は、画像データを読み出すごとに、画像データ（或いは画像データのうちの一部のデータ）を画像表示装置に転送し、画像表示装置で画像データを画像処理してフレーム画像（或いはフレーム画像のプレビュー画像）を表示するように構成することができる。

【 0 0 1 2 】

しかしながら、このように構成すると、例えば、放射線画像撮影装置から制御ユニットにアンロック信号を送信する回線が混雑する等して、放射線画像撮影装置から制御ユニットへのアンロック信号の送信に遅延が生じると、例えば以下のような問題が生じ得る。

【 0 0 1 3 】

すなわち、上記のように放射線画像撮影装置はアンロック信号を送信した後、制御ユニットからの読出用同期信号に従って画像データの読み出し処理を行い、読み出した画像データを画像表示装置に転送する。しかし、上記のような遅延が生じている間、制御ユニットには放射線画像撮影装置からのアンロック信号が届いていないため、制御ユニットは放射線照射装置に照射用同期信号を送信しない。そのため、その間、放射線照射装置からは放射線が照射されない。

【 0 0 1 4 】

そのため、上記のように放射線画像撮影装置から制御ユニットへのアンロック信号の送信に遅延が生じると、その間、放射線画像撮影装置には放射線が照射されていないにもかかわらず放射線画像撮影装置で画像データが読み出されるため、読み出された画像データには被写体が撮影されていない。そのため、そのような画像データが画像表示装置に転送されて、それに基づいたフレーム画像が画像表示装置に表示されても被写体が撮影されていない画像しか表示されない状態になる。

【 0 0 1 5 】

そして、このような状態になると、撮影者が違和感を覚えるおそれがある。また、被写体が撮影されていない数フレーム分のフレーム画像を見た撮影者が撮影を失敗したと勘違いして、撮影をやり直してしまい（再撮影）、結果的に被写体の被曝線量が不必要に増大してしまうおそれもある。

10

20

30

40

50

【0016】

本発明は、上記の点を鑑みてなされたものであり、放射線画像撮影装置から制御ユニットへのアンロック信号の送信に遅延が生じても、画像表示装置に被写体が撮影されていない画像が表示されることを的確に防止することが可能な放射線画像撮影システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0017】

前記の問題を解決するために、本発明の放射線画像撮影システムは、
二次元状に配列された複数の放射線検出素子から画像データをそれぞれ読み出す放射線
画像撮影装置

を備え、放射線照射装置により被写体に複数回照射された放射線画像の動画撮影を行う放射線画像撮影システムにおいて、

前記放射線画像撮影装置に読出用同期信号を送信し、前記放射線照射装置に照射用同期信号を送信して、前記放射線画像撮影装置と前記放射線照射装置との同期制御を行う制御ユニットを備え、

前記放射線画像撮影装置は、前記制御ユニットから付加情報が付加された前記読出用同期信号を受信してから画像表示装置に前記画像データ又は当該画像データから所定の割合で抽出したプレビュー用の画像データを転送することを特徴とする。

【0018】

また、本発明の放射線画像撮影システムは、
二次元状に配列された複数の放射線検出素子から画像データをそれぞれ読み出して転送
する放射線画像撮影装置と、

前記放射線画像撮影装置から転送された画像データに基づいて生成したフレーム画像を
表示可能な画像表示装置と、

を備え、放射線照射装置により被写体に複数回照射された放射線画像の動画撮影を行う放射線画像撮影システムにおいて、

前記放射線画像撮影装置及び前記画像表示装置に読出用同期信号を送信し、前記放射線照射装置に照射用同期信号を送信して、前記放射線画像撮影装置と前記放射線照射装置との同期制御を行う制御ユニットを備え、

前記画像表示装置は、前記制御ユニットから付加情報が付加された前記読出用同期信号を受信した後に受信した前記画像データに基づいて生成した前記フレーム画像又はプレビュー用のフレーム画像を表示することを特徴とする。

【発明の効果】

【0019】

本発明のような方式の放射線画像撮影システムによれば、放射線画像撮影装置から制御ユニットへのアンロック信号の送信に遅延が生じても、画像表示装置に被写体が撮影されていない画像が表示されることを的確に防止することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】放射線画像撮影装置の等価回路を表すブロック図である。

【図2】放射線画像撮影装置が電荷蓄積状態への移行と画像データの読み出し処理を行う際に各走査線にオン電圧を印加するタイミングを表すタイミングチャートである。

【図3】プレビュー用の画像データの抽出の仕方の一例を説明する図である。

【図4】本実施形態に係る放射線画像撮影システムの構成を表す図である。

【図5】放射線画像撮影装置が電荷蓄積状態である間に放射線が照射されることを説明する図である。

【図6】画像表示装置や放射線画像撮影装置、制御ユニット、放射線照射装置間の信号やデータ等の送受信のタイミング等を説明するタイミングチャートである。

【図7】従来は放射線画像撮影装置からのアンロック信号の送信に遅延が生じると被写体が撮影されていない画像データが画像表示装置に転送されたことを説明するタイミングチ

10

20

30

40

50

ャートである。

【図 8】放射線画像撮影装置に送信する読出用同期信号のパルス幅を有意に変化させること等を説明する図である。

【図 9】放射線画像撮影装置からのアンロック信号の送信に遅延が生じても被写体が撮影されていない画像データが画像表示装置に転送されないことを説明するタイミングチャートである。

【図 10】変形例 1 における画像表示装置や放射線画像撮影装置、制御ユニット、放射線照射装置間の信号やデータ等の送受信のタイミング等を説明するタイミングチャートである。

【図 11】放射線画像撮影装置に送信する読出用同期信号に付加信号を付随させて送信すること等を説明する図である。

【図 12】トモシンセシス撮影では被写体に対して放射線照射装置の位置や放射線画像撮影装置の位置等を変えながら複数枚の画像を撮影することを説明する図である。

【図 13】患者の胸部の動態撮影で撮影される各フレーム画像の例を表す図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、本発明に係る放射線画像撮影システムの実施の形態について、図面を参照して説明する。

【0022】

[放射線画像撮影装置について]

まず、本実施形態に係る放射線画像撮影システムで用いられる放射線画像撮影装置の構成について簡単に説明する。なお、以下では、後述する図 4 に示すように、放射線画像撮影装置 1 が可搬型に構成されている場合について説明するが、例えば、放射線画像撮影装置 1 と撮影台のカセットホルダー（図 4 の 41 参照）とが一体的に形成された専用機型の放射線画像撮影装置として構成することも可能である。

【0023】

図 1 は、放射線画像撮影装置の等価回路を表すブロック図である。図 1 に示すように、放射線画像撮影装置 1 では、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）で、かつ矩形状に配列されている。なお、以下、放射線検出素子 7 を画素という場合がある。そして、各放射線検出素子 7 は、図示しない被写体を透過した放射線が照射されると、その線量に応じた電荷を発生させるようになっている。また、各放射線検出素子 7 には、バイアス線 9 や結線 10 を介してバイアス電源 14 から逆バイアス電圧が印加されるようになっている。

【0024】

また、走査駆動手段 15 では、電源回路 15a から配線 15c を介して供給されたオン電圧とオフ電圧がゲートドライバー 15b で切り替えられて走査線 5 の各ライン L1 ~ Lx に印加されるようになっている。そして、各放射線検出素子 7 には、スイッチ素子として T F T (Thin Film Transistor) 8 が接続されており、T F T 8 は走査線 5 を介してオフ電圧が印加されるとオフ状態になり、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。また、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 に放出させるようになっている。

【0025】

読み出し I C 16 内には複数の読み出し回路 17 が設けられており、各信号線 6 は、それぞれ読み出し回路 17 に接続されている。そして、各放射線検出素子 7 からの画像データ D の読み出し処理の際、ゲートドライバー 15b からオン電圧が印加された走査線 5 に接続されている各 T F T 8 がオン状態になると、放射線検出素子 7 から電荷が T F T 8 を介して信号線 6 に放出されて読み出し回路 17 に流れ込む。そして、読み出し回路 17 の増幅回路 18 では流れ込んだ電荷の量に応じた電圧値が出力される。

【0026】

10

20

30

40

50

そして、相関二重サンプリング回路（図1では「CDS」と記載されている。）19は、増幅回路18から出力された電圧値をアナログ値の画像データDとして読み出して下流側に出し、出力された画像データDはアナログマルチプレクサー21を介してA/D変換器20に順次送信され、A/D変換器20でデジタル値の画像データDに順次変換されて記憶手段23に順次保存される。そして、ゲートドライバー15bから走査線5の各ラインL1～Lxにオン電圧を順次印加させることで、各放射線検出素子7からそれぞれ画像データDを読み出すように構成されている。

【0027】

制御手段22は、図示しないCPU（Central Processing Unit）やROM（Read Only Memory）、RAM（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ーや、FPGA（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。

10

【0028】

制御手段22には、SRAM（Static RAM）やSDRAM（Synchronous DRAM）、NAND型フラッシュメモリー等で構成される記憶手段23が接続されており、また、アンテナ29やコネクタ27を介して外部と無線方式や有線方式で通信を行う通信部30が接続されている。また、制御手段22には、前述した走査駆動手段15や読み出し回路17、記憶手段23、バイアス電源14等が接続されている。なお、図1では、放射線画像撮影装置1が内蔵電源24を有している場合が示されているが、外部から電力の供給を受けるように構成することも可能である。

20

【0029】

[放射線画像撮影装置における処理について]

放射線画像撮影装置1は、本実施形態のように動画撮影に用いられる場合、前述した電荷蓄積状態への移行と画像データDの読み出し処理とを交互に行うようになっている。

【0030】

具体的には、放射線画像撮影装置1は、図2に示すように、走査駆動手段15のゲートドライバー15bから走査線5の各ラインL1～Lxにオフ電圧を印加して全てのTF T8をオフ状態にして各放射線検出素子7内に電荷を蓄積させる電荷蓄積状態に移行させ、所定時間（いわゆる蓄積時間）電荷蓄積状態を継続させる。そして、その後、ゲートドライバー15bから走査線5の各ラインL1～Lxにオン電圧を順次印加して各TF T8を順次オン状態にして、前述したように各放射線検出素子7からの画像データDの読み出し処理を行って1フレーム分の画像データDを読み出す。

30

【0031】

そして、放射線画像撮影装置1は、再度、全てのTF T8をオフ状態にして電荷蓄積状態に移行させる。このようにして、放射線画像撮影装置1は、これらの処理を交互に繰り返して行うようになっている。なお、放射線画像撮影装置1は、上記の動作を、後述する制御ユニット70からの読出用同期信号S1に基づいて行うようになっているが、この点については後で説明する。

【0032】

また、本実施形態では、放射線画像撮影装置1は、放射線が照射されて撮影が行われた際には、上記のようにして各放射線検出素子7から画像データDを読み出して記憶手段23に順次保存するとともに、図3に示すように、読み出した画像データDの中から所定の割合（図3の場合は走査線4本に1本の割合）で画像データDを抽出し（以下、プレビュー用の画像データDという。）、抽出したプレビュー用の画像データDを後述する画像表示装置60に転送するようになっている。

40

【0033】

なお、以下では、放射線画像撮影装置1から画像表示装置60にプレビュー用の画像データDを転送する（その後、残りの画像データD（或いは全画像データD）等を転送する。）場合について説明するが、画像データDの読み出し処理（RO）を行うごとに読み出した全画像データDを放射線画像撮影装置1から画像表示装置60に転送するよう構成

50

することも可能である。この場合は、画像表示装置 60 には後述するプレビュー用のフレーム画像の代わりにフレーム画像が表示されるようになる。

【0034】

また、図 3 中の $D(n, m)$ は、 n 番目の走査線 5 と m 番目の信号線 6 に接続された放射線検出素子 7 から読み出された画像データ D であることを表す。さらに、プレビュー用の画像データ D の抽出の仕方は図 3 に示した場合に限らず、例えば 3×3 画素や 4×4 画素から 1 つの画像データ D を抽出するように構成してもよい。

【0035】

[放射線画像撮影システムについて]

次に、本実施形態に係る放射線画像撮影システム 100 について説明する。なお、以下では、動態撮影等の動画撮影が立位で行われる場合について説明するが、動画撮影が臥位で行われる場合についても同様に説明され、本発明は、動画撮影が臥位で行われる場合にも適用される。放射線画像撮影システム 100 は、図 4 に示すように、放射線画像撮影装置 1 と、放射線照射装置 50 と、画像表示装置 60 と、制御ユニット 70 とを備えている。

10

【0036】

放射線画像撮影装置 1 は、撮影台 40 のカセットホルダー 41 に装填されており、カセットホルダー 41 を支柱 42 に沿って上下方向に移動させることで上下方向の位置合わせを行うことができるようになっている。なお、放射線画像撮影装置 1 とカセットホルダー 41 とを一体的に形成してもよいことは前述した通りである。

20

【0037】

放射線照射装置 50 は、図示しない回転陽極等で構成された放射線源 51 や、放射線源 51 から照射された放射線 X に対して照射野を絞る等の処理を行うコリメーター 52、放射線源 51 から放射線 X を照射させたり放射線 X の線量を調整したりするためのジェネレーター 53 等を備えている。そして、ジェネレーター 53 は、管電圧や管電流、照射時間（或いは $mA \cdot s$ 値）等が設定されると、それらに応じた線量（すなわち線量率及び照射時間）の放射線 X を放射線源 51 から照射させる等して放射線源 51 からの放射線 X の照射を制御するようになっている。

【0038】

なお、放射線照射装置 50 は、放射線源 51 からの放射線 X の照射を、後述する制御ユニット 70 からの照射用同期信号 S_x に基づいて行うようになっているが、この点については後で説明する。また、ジェネレーター 53 に対する管電圧等の設定を、後述する画像表示装置 60 等の他のコンピューター上の操作で行うように構成することも可能である。

30

【0039】

画像表示装置 60 は、CRT (Cathode Ray Tube) や LCD (Liquid Crystal Display) 等で構成される表示部 61 を備えたコンピューターで構成されているが、専用の装置として構成することも可能である。そして、画像表示装置 60 は、前述したように、画像データ D を読み出した放射線画像撮影装置 1 からプレビュー用の画像データ D が転送されてくると、プレビュー用の画像データ D に基づいてプレビュー用のフレーム画像を生成して表示部 61 上に表示させるようになっている。

40

【0040】

本実施形態では、そのほか、画像表示装置 60 上で、上記のように放射線照射装置 50 のジェネレーター 53 に管電圧等を設定したり、動画撮影を行うための撮影条件を入力する（或いは撮影条件等が設定された撮影オーダー情報等の各種の情報を図示しない RIS (Radiology Information System; 放射線科情報システム) 等の外部システムから取り寄せる）ことができるようになっている。また、本実施形態では、画像表示装置 60 は、動画撮影の撮影開始時に放射線画像撮影装置 1 や制御ユニット 70 に撮影要求を送信して動画撮影を開始させたり、撮影に向けて放射線画像撮影装置 1 の準備が整った時点で表示部 61 に撮影可能である旨を表示するなど動画撮影の管理等も行うことができるようになっている。

50

【 0 0 4 1 】

制御ユニット70は、本実施形態では専用装置として構成されているが、コンピュータ等で構成することも可能である。そして、本実施形態では、制御ユニット70から放射線画像撮影装置1にパルス状の読出用同期信号S1を送信するごとに、放射線画像撮影装置1は図2に示したように画像データDの読み出し処理を行った後電荷蓄積状態に移行する。また、制御ユニット70から放射線照射装置50のジェネレーター53にパルス状の照射用同期信号Sxを送信するごとに、ジェネレーター53は放射線照射装置50の放射線源51から放射線Xを照射させる。ジェネレーター53は照射用同期信号Sxを受信するとすぐに放射線照射装置50から放射線Xを照射させる。

【 0 0 4 2 】

そして、図5に示すように、放射線画像撮影装置1が電荷蓄積状態である間に放射線源51から放射線Xが照射されるように(すなわち放射線画像撮影装置1で画像データDの読み出し処理を行っている最中に放射線源51から放射線Xが照射されることがないように)制御ユニット70から放射線画像撮影装置1に読出用同期信号S1を送信するタイミングと放射線照射装置50のジェネレーター53に照射用同期信号Sxを送信するタイミングが適切に調整されるようになっている。なお、図5では、放射線Xが照射される期間が斜線を付して示されている。

【 0 0 4 3 】

本実施形態では、このようにして、制御ユニット70から放射線画像撮影装置1や放射線照射装置50のジェネレーター53に読出用同期信号S1や照射用同期信号Sxを送信するタイミングを適切に調整することで、放射線画像撮影装置1と放射線照射装置50との同期制御を行って動画撮影を行うようになっている。

【 0 0 4 4 】

なお、本実施形態では、病院等の施設に放射線画像撮影装置1や画像表示装置60、ジェネレーター53を含む放射線照射装置50等が設置されているところに、制御ユニット70がいわば後付けで設置されている。そのため、制御ユニット70から放射線画像撮影装置1に読出用同期信号S1を送信したり放射線照射装置50のジェネレーター53に照射用同期信号Sxを送信する回線(図4中のA参照)は専用回線を新たに配置することで構成されているが、放射線画像撮影装置1 - 画像表示装置60間等の回線(図4中のB参照)は施設に既設の配線が用いられている。なお、図4では、放射線画像撮影装置1 - 画像表示装置60間の回線B上に制御ユニット70を配置した場合が示されているが、そのほかに放射線画像撮影装置1 - 画像表示装置60間を直接接続する回線が設けられていてもよい。

【 0 0 4 5 】

[放射線画像撮影システムにおける具体的な処理について]

以下、本実施形態に係る放射線画像撮影システム100における具体的な処理について説明する。

【 0 0 4 6 】

本実施形態では、放射線技師等の撮影者は、放射線照射装置50のジェネレーター53を操作したり画像表示装置60からジェネレーター53に設定情報を送信する等して、ジェネレーター53に対して管電圧や管電流、照射時間(或いはmAs値)等を設定する。そして、撮影者が画像表示装置60に撮影条件を入力したり撮影オーダー情報等の各種の情報を入手したりして撮影準備が完了し、画像表示装置60を操作すると、図6に示すように、画像表示装置60は放射線画像撮影装置1や制御ユニット70に対して撮影要求を送信する。

【 0 0 4 7 】

制御ユニット70は、撮影要求を受信すると、放射線画像撮影装置1への読出用同期信号S1の送信を開始して、所定の周期Tで所定のパルス幅(図6や後述する図8参照)の読出用同期信号S1を放射線画像撮影装置1に送信する。そして、放射線画像撮影装置1は、読出用同期信号S1を受信するごとに、画像データDの読み出し処理と電荷蓄積状

10

20

30

40

50

態への移行とを行う（図2参照）。

【0048】

なお、図6では、画像データDの読み出し処理が「RO」、電荷蓄積状態が「I」と表されている。また、図6以下の各図では、パルス状の読出用同期信号S1（或いは後述する読出用同期信号S1*）の立下りに同期して放射線画像撮影装置1で画像データDの読み出し処理（RO）が開始される場合が示されているが、読出用同期信号S1等の立上りに同期して放射線画像撮影装置1で画像データDの読み出し処理（RO）が開始されるように構成してもよい。

【0049】

また、この場合、放射線照射装置50から放射線Xは照射されていないため、放射線画像撮影装置1で読み出される画像データDには被写体は撮影されていない。しかし、このようにして放射線Xが照射されていない状態で読み出された画像データDを、暗電流によるオフセットデータOとして用いることができる。オフセットデータOは、画像データDの読み出し処理で読み出された画像データDからオフセットデータOを減算することで、放射線Xの照射により放射線検出素子7内で発生した有用な電荷に起因する真の画像データを算出する画像補正に用いられる。

【0050】

放射線検出素子7内では放射線検出素子7自身の熱（温度）に起因する熱励起により暗電流（暗電荷等ともいう。）が常時発生しており、読み出される画像データDには暗電流によるオフセット分が重畳されている。そして、上記のように、放射線画像撮影装置1の放射線Xが照射されない状態で読み出された画像データDすなわちオフセットデータOは、この暗電流によるオフセット分そのものである。

【0051】

そのため、上記のようにして放射線Xが照射されていない状態で読み出された画像データDを、暗電流によるオフセットデータOとして用いることができる。その際、電荷蓄積状態の継続時間が異なると、放射線検出素子7内に蓄積される暗電流の量、すなわち上記の暗電流によるオフセット分やオフセットデータOの値が異なる。電荷蓄積状態の継続時間によりオフセットデータOの値が異なっても、電荷蓄積状態の継続時間に基づいてオフセットデータOの換算を行うことは可能である。

【0052】

しかし、電荷蓄積状態の継続時間を、撮影後の画像データDの読み出し処理（すなわち実際に放射線画像撮影装置1に放射線Xが照射された際の画像データDの読み出し処理）の際の電荷蓄積状態の継続時間と同じにすれば、読み出したオフセットデータOに対して上記のような換算を行うことなくそのまま画像データDから減算して画像データDの画像補正に用いることができる。

【0053】

そこで、本実施形態では、画像データDを読み出す際の条件と同じ条件で（すなわち電荷蓄積状態の継続時間等が撮影前と撮影開始後で同じになる条件で）オフセットデータOを読み出すために、図6に示すように、制御ユニット70は、撮影前に放射線画像撮影装置1に読出用同期信号S1を送信する際に、撮影開始後（すなわち放射線照射装置50への照射用同期信号Sxの送信を開始した後）に放射線画像撮影装置1に読出用同期信号S1を送信する周期Tと同じ周期Tで放射線画像撮影装置1に読出用同期信号S1を送信するようになっている。

【0054】

そして、放射線画像撮影装置1は、制御ユニット70から送信される読出用同期信号S1に基づいて、放射線が照射されない状態で、暗電流によるオフセットデータOの読み出し処理を行い、読み出したオフセットデータOを画像表示装置60に転送するようになっている。画像表示装置60は、転送されてきたオフセットデータOを図示しない記憶手段に保存しておき、後で転送されてくる画像データDの画像補正に用いるように構成される。

。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 5 】

このように構成すれば、放射線画像撮影装置 1 は動画撮影を行うための一連の動作の中で画像データ D の画像補正に用いる暗電流によるオフセットデータ O を自動的かつ的確に読み出すことが可能となる。また、このように、放射線画像撮影装置 1 が暗電流によるオフセットデータ O を自動的かつ的確に読み出すため、放射線技師等の撮影者がオフセットデータ O を読み出すための操作や処理を行う必要がなくなる。そのため、放射線画像撮影システム 1 0 0 が撮影者にとって使い勝手がよいものとなる。

【 0 0 5 6 】

なお、図 6 では、オフセットデータ O の読み出し処理を 1 フレーム分だけ行う場合が示されているが、例えば放射線画像撮影装置 1 でオフセットデータ O の読み出し処理を複数フレーム分に行い、画像表示装置 6 0 で複数フレーム分のオフセットデータ O の画素ごとの平均値を算出する等してオフセットデータ O とするように構成することも可能である。また、放射線画像撮影装置 1 での画像データ D の読み出し処理等の動作が安定し、各放射線検出素子 7 内に残存する電荷が適切に除去されるまで画像データ D の読み出し処理 (R O) や電荷蓄積状態 (I) への移行を所定回数繰り返した後で、オフセットデータ O の読み出し処理を行うように構成することが好ましい。

【 0 0 5 7 】

その後、制御ユニット 7 0 は、放射線画像撮影装置 1 でオフセットデータ O の読み出し処理が行われても引き続き放射線画像撮影装置 1 に読出用同期信号 S 1 を送り続ける。そして、放射線画像撮影装置 1 は、読出用同期信号 S 1 が送信されるごとに画像データ D の読み出し処理 (R O) と電荷蓄積状態 (I) への移行を繰り返す。なお、この撮影前 (すなわち放射線照射装置 5 0 から放射線 X が照射される前) の画像データ D の読み出し処理は、前述した各放射線検出素子 7 内から電荷を除去するための放射線検出素子 7 のリセット処理を兼ねている。

【 0 0 5 8 】

そして、オフセットデータ O の読み出し処理が完了する等して撮影可能な状態になると、放射線画像撮影装置 1 から画像表示装置 6 0 や制御ユニット 7 0 に撮影可能である旨を表すイネーブル信号 S en が送信される。画像表示装置 6 0 はイネーブル信号 S en を受信すると、表示部 6 1 上に撮影が可能である旨を表示する。

【 0 0 5 9 】

続いて、撮影者が、動画撮影を開始するために放射線画像照射装置 5 0 の図示しない照射スイッチ (曝射スイッチ等ともいう。) を操作すると、図 6 に示すように、放射線照射装置 5 0 のジェネレーター 5 3 から制御ユニット 7 0 に照射開始信号 S s が送信される。なお、前述したように、照射スイッチが操作されても放射線照射装置 5 0 はすぐには放射線 X を照射させない。また、照射開始信号 S s を画像表示装置 6 0 等にも送信するように構成することも可能である。

【 0 0 6 0 】

制御ユニット 7 0 は照射開始信号 S s を受信すると、それを放射線画像撮影装置 1 に送信する。放射線画像撮影装置 1 は、照射開始信号 S s を受信すると、その時点で行っている画像データ D の読み出し処理 (R O) が終了した時点で、制御ユニット 7 0 にアンロック信号 S ul を送信する。

【 0 0 6 1 】

制御ユニット 7 0 は、アンロック信号 S ul を受信すると、放射線画像撮影装置 1 がこの画像データ D の読み出し処理 (R O) の直後に電荷蓄積状態 (図 6 の で示される電荷蓄積状態 I 参照) に移行した時点で放射線照射装置 5 0 から放射線 X を照射させてもよいが、制御ユニット 7 0 や放射線照射装置 5 0 での処理が少しでも遅れると、放射線 X の照射が電荷蓄積状態 (I) の継続中に終わらずにその後の画像データ D の読み出し処理 (R O) にかかってしまう可能性がある。

【 0 0 6 2 】

そのため、本実施形態では、安全性を確保するために、制御ユニット 7 0 は、アンロ

10

20

30

40

50

ク信号 S_{ul}を受信すると、放射線画像撮影装置 1 で電荷蓄積状態 (I) への移行と次の画像データ D の読み出し処理 (R O) が終了して次の電荷蓄積状態 (図 6 の で示される電荷蓄積状態 I 参照) に移行するタイミングで放射線照射装置 5 0 のジェネレーター 5 3 への照射用同期信号 S_x の送信を開始するようになっている。

【 0 0 6 3 】

そして、放射線画像撮影装置 1 は、制御ユニット 7 0 にアンロック信号 S_{ul}を送信した直後の読み出し処理 (図 6 では の後の R O) の次の読み出し処理 (図 6 では の後の R O) から、読み出した画像データ D (本実施形態では後述する画像データ D から抽出したプレビュー用の画像データ D) の画像表示装置 6 0 への転送を開始する。

【 0 0 6 4 】

なお、図 6 の で示される電荷蓄積状態 (I) に移行するタイミングで放射線照射装置 5 0 のジェネレーター 5 3 への照射用同期信号 S_x の送信を開始するよう構成することも可能である。その際、放射線画像撮影装置 1 は、制御ユニット 7 0 にアンロック信号 S_{ul}を送信した直後の読み出し処理 (図 6 では の後の R O) から、読み出した画像データ D (本実施形態では後述する画像データ D から抽出したプレビュー用の画像データ D) の画像表示装置 6 0 への転送を開始するよう構成される。

【 0 0 6 5 】

制御ユニット 7 0 は、放射線照射装置 5 0 のジェネレーター 5 3 に照射用同期信号 S_x を送信する際、放射線画像撮影装置 1 に読出用同期信号 S₁ を送信する周期 T と同じ周期 T で照射用同期信号 S_x を送信するようになっている。放射線照射装置 5 0 のジェネレーター 5 3 は、制御ユニット 7 0 から照射用同期信号 S_x を受信するごとに、放射線照射装置 5 0 の放射線源 5 1 から被写体を介して放射線画像撮影装置 1 に放射線 X を照射させる (図 5 参照) 。

【 0 0 6 6 】

また、前述したように、放射線画像撮影装置 1 は、放射線照射装置 5 0 からの放射線 X の照射が開始されると、前述したように画像データ D の読み出し処理 (R O) で読み出した画像データ D を記憶手段 2 3 に順次保存するとともに、読み出した画像データ D の中から所定の割合でプレビュー用の画像データ D を抽出し、抽出したプレビュー用の画像データ D を画像表示装置 6 0 に転送する (図 5 や図 6 参照) 。そして、画像表示装置 6 0 は、放射線画像撮影装置 1 からプレビュー用の画像データ D が転送されてくると、プレビュー用の画像データ D に基づいてプレビュー用のフレーム画像を生成して表示部 6 1 上に表示させるようになっている。

【 0 0 6 7 】

なお、その際、プレビュー用のフレーム画像をリアルタイムで (すなわち画像データ D の読み出し処理ごとに周期 T で) 表示するよう構成してもよく、或いは撮影者がプレビュー用のフレーム画像を確実に確認できるように各フレーム画像を周期 T よりも長い周期で表示するよう構成することも可能であり、プレビュー用のフレーム画像の表示の仕方は適宜に設定される。また、撮影者がプレビュー用のフレーム画像の表示の仕方 (周期等) を切り替えることができるよう構成することも可能である。

【 0 0 6 8 】

本実施形態に係る放射線画像撮影システム 1 0 0 では、以上のようにして、動画撮影が行われるようになっている。

【 0 0 6 9 】

[問題点]

しかし、上記のように構成しただけでは、前述した従来の放射線画像撮影システムにおける問題と同様の問題が生じ得る。すなわち、上記のように、本実施形態では、制御ユニット 7 0 から放射線画像撮影装置 1 や放射線照射装置 5 0 のジェネレーター 5 3 に読出用同期信号 S₁ や照射用同期信号 S_x を送信する回線は専用回線として構成されているが、放射線画像撮影装置 1 - 制御ユニット 7 0 間の回線は専用回線ではなく従来のシステムで用いられていた回線 (他の機器間の通信にも使用され得る。) が使われている。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 0 】

そのため、例えば、上記のように照射開始信号 S_s を受信した放射線画像撮影装置 1 がその時点で行っている画像データ D の読み出し処理 (RO) を終えて制御ユニット 70 にアンロック信号 S_{ul} を送信する際、回線が混雑していると遅延が生じる可能性がある。また、制御ユニット 70 から放射線画像撮影装置 1 への照射開始信号 S_s の送信等に遅延が生じる可能性もある。

【 0 0 7 1 】

そして、放射線画像撮影装置 1 から制御ユニット 70 へのアンロック信号 S_{ul} の送信に遅延が生じると、図 7 に示すように、放射線画像撮影装置 1 がアンロック信号 S_{ul} を送信してから制御ユニット 70 にアンロック信号 S_{ul} が到達するまでに時間がかかる。そのため、図 6 に示した場合 (遅延がない場合) に比べて、図 7 に示した場合 (遅延がある場合) の方が、制御ユニット 70 から放射線照射装置 50 のジェネレーター 53 に対する照射用同期信号 S_x の送信開始の時期が遅れる。

10

【 0 0 7 2 】

一方、前述したように、放射線画像撮影装置 1 は、アンロック信号を送信すると、図 6 や図 7 に示すように、制御ユニット 70 から送信されてくる読出用同期信号 S_1 に同期して画像データ D の読み出し処理 (RO) を行い、読み出した画像データ D からプレビュー用の画像データ D を抽出して画像表示装置 60 に転送するプレビュー用の画像データ D の転送を開始する。そして、画像表示装置 60 は、転送されてきたプレビュー用の画像データ D に基づいてプレビュー用のフレーム画像を生成して表示部 61 上に表示させる。

20

【 0 0 7 3 】

しかし、図 7 に示した場合には、上記の遅延により、制御ユニット 70 から放射線照射装置 50 のジェネレーター 53 に対する照射用同期信号 S_x の送信開始の時期が遅れ、放射線照射装置 50 からの放射線 X の照射の開始時期が遅れる。そのため、図 7 の場合には、放射線画像撮影装置 1 から画像表示装置 60 へのプレビュー用の画像データ D の転送が開始されてから 3 回分のプレビュー用の画像データ D は、放射線画像撮影装置 1 に放射線 X が照射されない状態で得られたものになる。

【 0 0 7 4 】

そのため、これらの 3 回分のプレビュー用の画像データ D には被写体が撮影されておらず、画像表示装置 60 の表示部 61 上に表示されるプレビュー用のフレーム画像は、被写体が撮影されていない画像になる。そのため、前述したように、放射線技師等の撮影者が違和感を覚えたり、被写体が撮影されていないプレビュー用のフレーム画像を見た撮影者が撮影を失敗したと勘違いして撮影をやり直してしまい、結果的に被写体の被曝線量が不必要に増大してしまうといった問題が生じる場合がある。

30

【 0 0 7 5 】

[上記の問題を解決するための構成]

上記の問題を解決するために、本実施形態に係る放射線画像撮影システム 100 では、制御ユニット 70 は、放射線照射装置 50 のジェネレーター 53 への照射用同期信号 S_x の送信を開始した以降は、放射線画像撮影装置 1 に読出用同期信号 S_1 を送信するのではなく、放射線画像撮影装置 1 に送信する読出用同期信号 S_1 に付加情報を付加して送信するようになっている。

40

【 0 0 7 6 】

具体的には、本実施形態では、制御ユニット 70 は、図 8 に示すように、放射線照射装置 50 のジェネレーター 53 への照射用同期信号 S_x の送信を開始する前に放射線画像撮影装置 1 に送信していた読出用同期信号 S_1 のパルス幅 に比べて、放射線照射装置 50 のジェネレーター 53 への照射用同期信号 S_x の送信を開始した後に放射線画像撮影装置 1 に送信する読出用同期信号 S_1 のパルス幅 $*$ を、デューティ比を変えることによって有意に変化させることで、読出用同期信号 S_1 に付加情報を付加して送信するようになっている。なお、以下、図 8 に示したように、付加情報が付加された (すなわち上記の場合にはパルス幅 が $*$ に変化した) 読出用同期信号を S_1^* と表す。

50

【 0 0 7 7 】

すなわち、上記の場合は、読出用同期信号 S 1、S 1 * のパルス幅 の増加分 (= * - 。負の値である (パルス幅が小さくなる) 場合もある。) が付加情報ということになる。なお、「有意に変化させる」とは、読出用同期信号 S 1 のパルス幅 に揺らぎが生じても変化前後のパルス幅 、 * の違いを明確に認識することができるようにパルス幅 を変化させることをいう。

【 0 0 7 8 】

そして、放射線画像撮影装置 1 は、制御ユニット 7 0 から付加情報が付加され読出用同期信号 S 1 * を受信してから画像表示装置 6 0 にプレビュー用の画像データ D を転送するようになっている。

10

【 0 0 7 9 】

そのため、上記のように放射線画像撮影装置 1 から制御ユニット 7 0 へのアンロック信号 S u l の送信に遅延が生じて、放射線画像撮影装置 1 は、すぐには読み出し処理 (R O) で読み出した画像データ D から抽出したプレビュー用の画像データ D を画像表示装置 6 0 には転送せず、図 9 に示すように、制御ユニット 7 0 から送信されてくる読出用同期信号 S 1 が付加情報が付加された読出用同期信号 S 1 * に変化した時点 (すなわち上記の場合にはパルス幅 が * に変化した時点) から、プレビュー用の画像データ D の画像表示装置 6 0 への転送を開始するようになる。

【 0 0 8 0 】

このように、本実施形態では、放射線画像撮影装置 1 から制御ユニット 7 0 へのアンロック信号 S u l の送信に遅延が生じて、放射線画像撮影装置 1 は、付加情報が付加された読出用同期信号 S 1 * (すなわち上記の場合にはパルス幅 が * に変化した読出用同期信号 S 1 *) を受信することで放射線照射装置 5 0 からの放射線 X の照射が開始されたことを的確に認識したうえで、画像表示装置 6 0 へのプレビュー用の画像データ D の転送を開始するようになる。そのため、放射線画像撮影装置 1 から転送されたプレビュー用の画像データ D に基づいて画像表示装置 6 0 が生成して表示するプレビュー用のフレーム画像は全て被写体が撮影されたものとなる。

20

【 0 0 8 1 】

[効果]

以上のように、本実施形態に係る放射線画像撮影システム 1 0 0 によれば、放射線画像撮影装置 1 から制御ユニット 7 0 へのアンロック信号 S u l の送信に遅延が生じて、画像表示装置 6 0 に被写体が撮影されていない画像 (上記の例ではプレビュー用のフレーム画像) が表示されることを的確に防止することが可能となる。

30

【 0 0 8 2 】

そのため、画像表示装置 6 0 に表示される画像 (プレビュー用のフレーム画像) に被写体が撮影されていないために、撮影者が違和感を覚えたり、被写体が撮影されていない画像 (プレビュー用のフレーム画像) を見た撮影者が撮影を失敗したと勘違いして撮影をやり直してしまい、結果的に被写体の被曝線量が不必要に増大してしまうといった問題が生じることを的確に防止することが可能となる。

【 0 0 8 3 】

[変形例 1]

なお、上記の実施形態では、図 9 等に示したように、制御ユニット 7 0 は、放射線照射装置 5 0 のジェネレーター 5 3 への照射用同期信号 S x の送信を開始した後に放射線画像撮影装置 1 に送信する読出用同期信号 S 1 に付加情報を付加して (すなわちそのパルス幅 を * に有意に変化させて) 送信する。そして、放射線画像撮影装置 1 は、付加情報が付加されていない読出用同期信号 S 1 を受信している間は画像表示装置 6 0 にプレビュー用の画像データ D (或いは全画像データ D。以下同じ。) を転送せず、付加情報が付加された読出用同期信号 S 1 * を受信してから画像表示装置 6 0 にプレビュー用の画像データ D を転送するように構成した。しかし、このように構成する代わりに、以下のように構成することも可能である。

40

50

【 0 0 8 4 】

すなわち、例えば図 1 0 に示すように、制御ユニット 7 0 は、放射線画像撮影装置 1 だけでなく画像表示装置 6 0 にも読出用同期信号 S 1 を送信するように構成する。なお、図 1 0 では、制御ユニット 7 0 が放射線照射装置 5 0 のジェネレーター 5 3 から照射開始信号 S s を受信した後、画像表示装置 6 0 に読出用同期信号 S 1 を送信する場合が示されているが、例えば、最初に放射線画像撮影装置 1 への読出用同期信号 S 1 の送信を開始した時点から画像表示装置 6 0 にも読出用同期信号 S 1 を送信するように構成することも可能である。

【 0 0 8 5 】

そして、この場合、仮に放射線画像撮影装置 1 が照射開始信号 S s を受信してプレビュー用の画像データ D の転送を開始しても、画像表示装置 6 0 は、それに基づくプレビュー用のフレーム画像の生成、表示は行わない。

10

【 0 0 8 6 】

そして、画像表示装置 6 0 は、上記の実施形態と同様に、制御ユニット 7 0 が放射線照射装置 5 0 のジェネレーター 5 3 への照射用同期信号 S x の送信を開始した後に放射線画像撮影装置 1 や画像表示装置 6 0 に付加情報を付加して送信した読出用同期信号 S 1 * を受信した後にプレビュー用の画像データ D を受信した場合には、それに基づいてプレビュー用のフレーム画像を生成して表示するように構成することも可能である。

【 0 0 8 7 】

このように構成すると、放射線画像撮影装置 1 から制御ユニット 7 0 へのアンロック信号 S u l の送信に遅延が生じた場合、画像表示装置 6 0 は、放射線画像撮影装置 1 から、被写体が撮影されていないプレビュー用の画像データ D が転送されてきても、制御ユニット 7 0 から送信されてくる読出用同期信号は付加情報が付加されていない読出用同期信号 S 1 であるため、プレビュー用のフレーム画像の生成、表示は行わない。そのため、画像表示装置 6 0 の表示部 6 1 上に被写体が撮影されていないプレビュー用のフレーム画像が表示されることが的確に防止される。

20

【 0 0 8 8 】

また、制御ユニット 7 0 にアンロック信号 S u l が到達して、制御ユニット 7 0 が放射線照射装置 5 0 のジェネレーター 5 3 に照射用同期信号 S x の送信を開始すると、制御ユニット 7 0 から画像表示装置 6 0 に送信されてくる読出用同期信号は付加情報が付加された読出用同期信号 S 1 * に変化する。そして、放射線 X の照射が開始されるため、放射線画像撮影装置 1 から画像表示装置 6 0 に転送されてくるプレビュー用の画像データ D は被写体が撮影されたものである。

30

【 0 0 8 9 】

そのため、画像表示装置 6 0 が、制御ユニット 7 0 から送信されてくる付加情報が付加された読出用同期信号 S 1 * を受信した後に転送されてきたプレビュー用の画像データ D に基づいてプレビュー用のフレーム画像を生成して表示すれば、表示部 6 1 上に表示したプレビュー用のフレーム画像には必ず被写体が撮影されている状態になる。

【 0 0 9 0 】

そのため、この変形例 1 のように構成しても、上記の実施形態の場合と同様に、放射線画像撮影装置 1 から制御ユニット 7 0 へのアンロック信号 S u l の送信に遅延が生じた場合に、画像表示装置 6 0 に被写体が撮影されていない画像（上記の例ではプレビュー用のフレーム画像）が表示されることを的確に防止して、被写体が撮影された画像を的確に表示することが可能となる。

40

【 0 0 9 1 】

そのため、画像表示装置 6 0 に表示される画像（プレビュー用のフレーム画像）に被写体が撮影されていないために、撮影者が違和感を覚えたり、被写体が撮影されていない画像（プレビュー用のフレーム画像）を見た撮影者が撮影を失敗したと勘違いして撮影をやり直してしまい、結果的に被写体の被曝線量が不必要に増大してしまうといった問題が生じることを的確に防止することが可能となる。

50

【 0 0 9 2 】

[変形例 2]

一方、上記の実施形態や変形例 1 では、読出用同期信号 S 1 に付加情報を付加する方法として、デューティ比を変える等して信号のパルス幅を有意に変化させる場合について説明した。しかし、このように構成する代わりに、或いはパルス幅を変化させるとともに、読出用同期信号 S 1 の送信の前や後、或いはその前後に、当該読出用同期信号 S 1 に付加信号を付随させて送信することで、読出用同期信号 S 1 に付加情報を付加して送信するように構成することも可能である。

【 0 0 9 3 】

なお、以下では、読出用同期信号 S 1 自体のパルス幅は変化させない場合について説明するが、付加信号を付随させるとともに図 8 等に示したように読出用同期信号 S 1 自体のパルス幅を変化させるように構成することも可能である。

10

【 0 0 9 4 】

この場合、制御ユニット 7 0 は、上記のように放射線照射装置 5 0 のジェネレーター 5 3 への照射用同期信号 S x の送信を開始した後に放射線画像撮影装置 1 (変形例 1 のように画像表示装置 6 0 にも読出用同期信号 S 1 を送信する場合を含む。以下同じ。)に読出用同期信号 S 1 を送信する際、例えば図 1 1 に示すように、読出用同期信号 S 1 の送信後に付加信号 S a を付随させて送信することで、読出用同期信号 S 1 に付加情報を付加して送信するように構成することが可能である。

【 0 0 9 5 】

20

図 1 1 では、付加信号 S a のパルス幅が非常に小さく表現されているが、そのように構成する場合は、例えばノイズと区別できるように、ノイズよりも有意に大きなパルス幅になるように付加信号 S a のパルス幅が設定される。また、図示を省略するが、読出用同期信号 S 1 の送信後ではなく送信前に付加信号 S a を付随させたり、或いは読出用同期信号 S 1 の送信の前後に付加信号 S a を付随させるように構成することも可能である。

【 0 0 9 6 】

なお、読出用同期信号 S 1 の前や後に付加信号 S a を付随させる場合、その立下りに同期して放射線画像撮影装置 1 で画像データ D の読み出し処理が開始されないようにするために、例えば、放射線画像撮影装置 1 は、予め設定された閾値以上のパルス幅を有する信号 (すなわち付加信号 S a ではなく読出用同期信号 S 1) の立下りに同期して画像データ D の読み出し処理を行うように構成することが好ましい。

30

【 0 0 9 7 】

この変形例 2 のように構成する場合、放射線画像撮影装置 1 は、制御ユニット 7 0 から読出用同期信号 S 1 のみを受信する状態では画像表示装置 6 0 にプレビュー用の画像データ D を転送せず、付加信号 S a が付随した読出用同期信号 S 1 を受信してから画像表示装置 6 0 にプレビュー用の画像データ D を転送するように構成される (上記の実施形態の場合)。

【 0 0 9 8 】

或いは、画像表示装置 6 0 は、制御ユニット 7 0 から読出用同期信号 S 1 のみを受信する状態では、放射線画像撮影装置 1 からプレビュー用の画像データ D が転送されてきてもそれに基づいてプレビュー用のフレーム画像を生成、表示せず、制御ユニット 7 0 から送信されてくる読出用同期信号 S 1 に付加信号 S a が付随している場合にのみ、放射線画像撮影装置 1 から転送されてきたプレビュー用の画像データ D に基づいてプレビュー用のフレーム画像を生成して表示部 6 1 上に表示するように構成される (変形例 1 の場合)。

40

【 0 0 9 9 】

そのため、この変形例 2 のように構成しても、上記の実施形態等の場合と同様に、放射線画像撮影装置 1 から制御ユニット 7 0 へのアンロック信号 S u l の送信に遅延が生じた場合に、画像表示装置 6 0 に被写体が撮影されていない画像 (上記の例ではプレビュー用のフレーム画像) が表示されることを的確に防止して、被写体が撮影された画像を的確に表示することが可能となる。

50

【 0 1 0 0 】

そのため、画像表示装置 60 に表示される画像（プレビュー用のフレーム画像）に被写体が撮影されていないために、撮影者が違和感を覚えたり、被写体が撮影されていない画像（プレビュー用のフレーム画像）を見た撮影者が撮影を失敗したと勘違いして撮影をやり直してしまい、結果的に被写体の被曝線量が不必要に増大してしまうといった問題が生じることを的確に防止することが可能となる。

【 0 1 0 1 】

〔変形例 3〕

ところで、上記の実施形態や変形例 2 のように構成する際、読出用同期信号 S 1 のパルス幅 τ を単に τ^* との間で変化させるだけでなく（すなわち上記のように付加情報として放射線照射装置 50 からの放射線 X の照射が開始されたことを表す情報のほか）、読出用同期信号 S 1 に複数のパルス幅 τ を設定できるように構成したり（上記の実施形態の場合）、或いは、読出用同期信号 S 1 に付随させる付加信号 S a の本数や読出用同期信号 S 1 の立下りからの経過時間等を変化させることで（変形例 2 の場合）、放射線画像撮影装置 1 や画像表示装置 60 に、単に放射線 X の照射が開始されたことだけでなく種々の情報を読出用同期信号 S 1 に付加して伝達することができる。

【 0 1 0 2 】

すなわち、前者の場合は、パルス幅が τ の場合（すなわち付加情報が付加されていない読出用同期信号 S 1 である場合）を含み、設定可能なパルス幅 τ の数だけ複数種類の情報を読出用同期信号 S 1 に付加して伝達することができる。また、後者の場合は、例えば、読出用同期信号 S 1 の立下りからの経過時間として 3 通りの経過時間を設定可能とした場合、付加信号 S a が無い場合（単に読出用同期信号 S 1 のみの場合）を含めて $2^3 = 8$ 通りの複数種類の情報を読出用同期信号 S 1 に付加して伝達することができる。

【 0 1 0 3 】

そして、放射線画像撮影装置 1 を用いた動画撮影としては、図 13 に示したような動態撮影のほか、例えばトモシンセシス撮影では、図 12 に示すように、被写体 H に対して、放射線照射装置 50 の放射線源 51 の照射位置 y_{51} や照射角度や、放射線画像撮影装置 1 の位置 y_1 等を変えながら、複数枚の放射線画像（フレーム画像）を撮影する。また、例えば、デュアルエナジーサブトラクション（dual energy subtraction）法を用いた撮影では、図 4 に示したように被写体 H を起立させた状態や図 12 に示したように被写体 H を横臥させた状態で、被写体 H に対して、エネルギー E が異なる放射線 X を通常 1 回ずつ（計 2 回）照射する。

【 0 1 0 4 】

その際、制御ユニット 70 から放射線画像撮影装置 1 や画像処理装置 60 に送信する読出用同期信号 S 1 のパルス幅 τ や、付加信号 S a の本数や経過時間等を種々変化させることで、読出用同期信号 S 1 に付加する付加情報として、放射線照射装置 50 の放射線源 51 が放射線 X を照射した際の照射位置 y_{51} や照射角度を表す情報や（例えばトモシンセシス撮影の場合）、放射線照射装置 50 が放射線 X を照射した際の照射条件を表す情報（例えばデュアルエナジーサブトラクション法を用いた撮影における放射線 X のエネルギー E 等）を、読出用同期信号 S 1 に付加して送信することが可能となる。

【 0 1 0 5 】

このように、上記の実施形態や変形例 1、2 に係る放射線画像撮影システム 100 によれば、読出用同期信号 S 1 に付加する付加情報を種々変化させることで、付加情報として、放射線照射装置 50 からの放射線 X の照射が開始されたことを表す情報のほか、放射線照射装置 50 が放射線 X を照射した位置 y_{51} 等を表す情報や、放射線照射装置 50 が放射線 X を照射した際の照射条件を表す情報等を、読出用同期信号 S 1 に付加して、放射線画像撮影装置 1 や画像表示装置 60 に的確に送信して伝達することが可能となる。

【 0 1 0 6 】

なお、放射線画像撮影装置 1 や画像表示装置 60 に伝達された上記の位置 y_{51} や撮影条件等の情報は、例えば、画像データ D や生成されたフレーム画像のヘッダー等

10

20

30

40

50

んで記録しておき、フレーム画像を画像解析したりフレーム画像を再構成して新たな画像を生成したりする際にそれらの情報を用いるように構成することが可能である。なお、本実施形態等では、フレーム画像の生成や画像解析等を画像表示装置60が行うことを前提として説明したが、これらの処理を放射線画像撮影装置1が行うように構成することも可能である。

【0107】

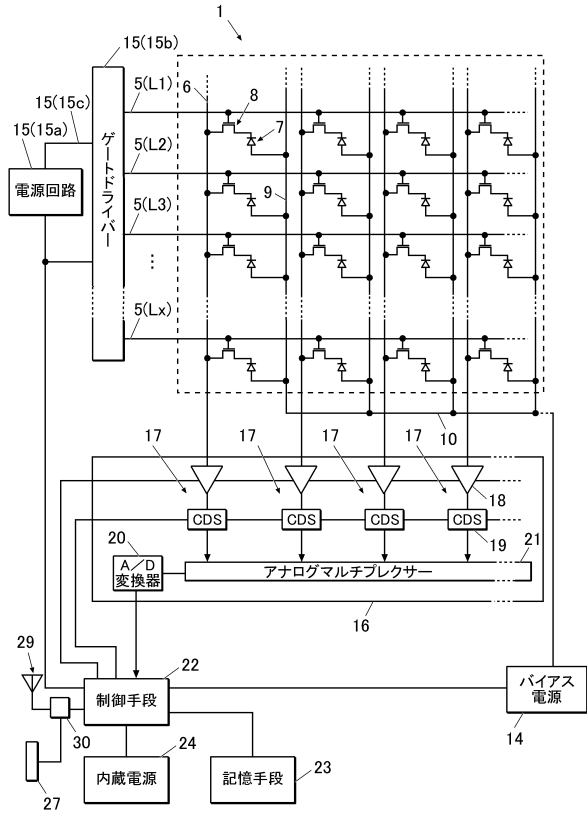
また、本発明が上記の実施形態や変形例に限定されず、本発明の趣旨を逸脱しない限り、適宜変更可能であることは言うまでもない。

【符号の説明】

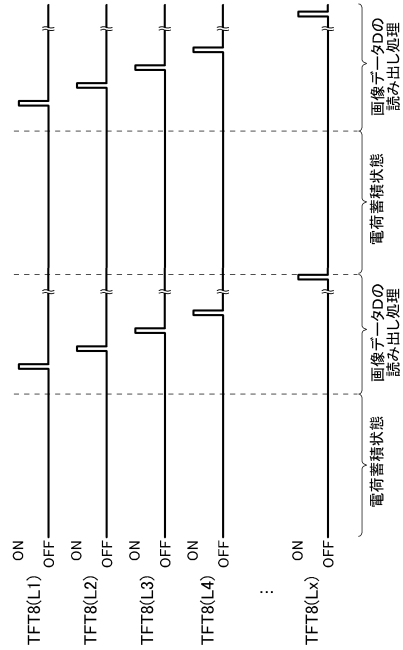
【0108】

1	放射線画像撮影装置	
7	放射線検出素子	
50	放射線照射装置	
60	画像表示装置	
61	表示部	
70	制御ユニット	
100	放射線画像撮影システム	
D	画像データ、プレビュー用の画像データ	
E	放射線のエネルギー（照射条件）	
H	被写体	20
O	オフセットデータ	
S1	読出用同期信号	
Sa	付加信号（付加情報）	
Sx	照射用同期信号	
T	周期	
X	放射線	
Y ₅₁	位置	
	パルス幅の増加分（付加情報）	
	パルス幅	

【図1】



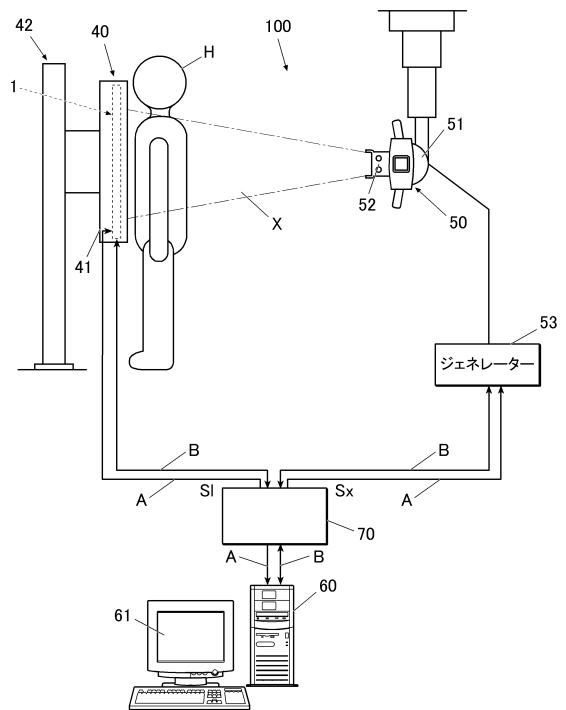
【図2】



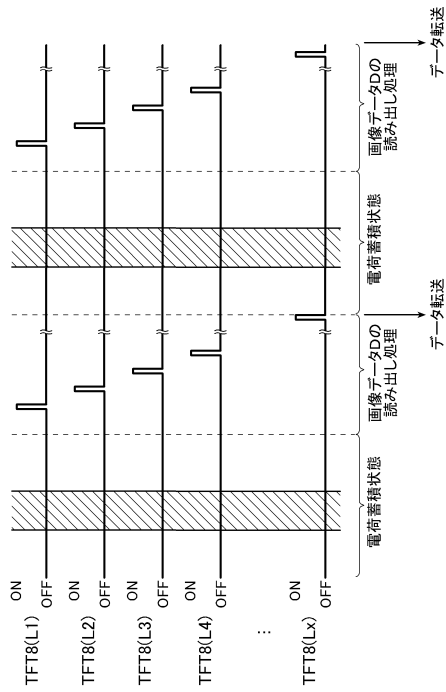
【図3】

L1	D(1,1)	D(1,2)	D(1,3)	D(1,4)	D(1,5)
L2	D(2,1)	D(2,2)	D(2,3)	D(2,4)	D(2,5)
L3	D(3,1)	D(3,2)	D(3,3)	D(3,4)	D(3,5)
L4	D(4,1)	D(4,2)	D(4,3)	D(4,4)	D(4,5)
L5	D(5,1)	D(5,2)	D(5,3)	D(5,4)	D(5,5)
L6	D(6,1)	D(6,2)	D(6,3)	D(6,4)	D(6,5)
L7	D(7,1)	D(7,2)	D(7,3)	D(7,4)	D(7,5)
L8	D(8,1)	D(8,2)	D(8,3)	D(8,4)	D(8,5)
L9	D(9,1)	D(9,2)	D(9,3)	D(9,4)	D(9,5)
L10	D(10,1)	D(10,2)	D(10,3)	D(10,4)	D(10,5)
L11	D(11,1)	D(11,2)	D(11,3)	D(11,4)	D(11,5)
L12	D(12,1)	D(12,2)	D(12,3)	D(12,4)	D(12,5)

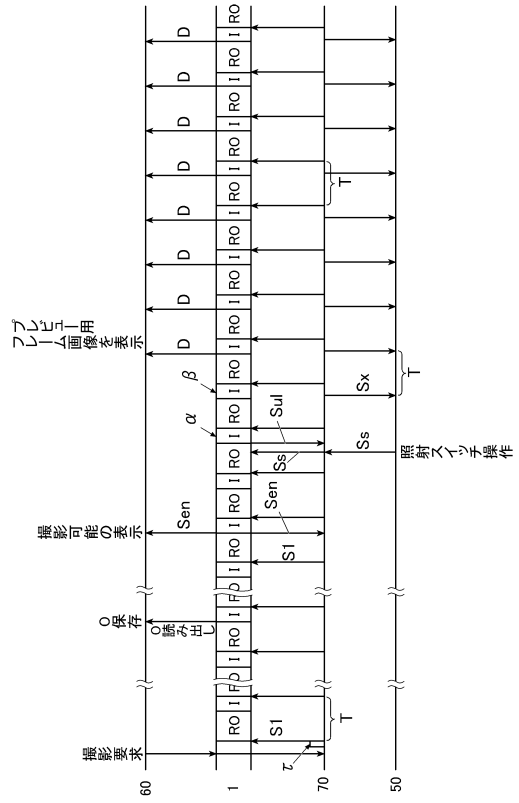
【図4】



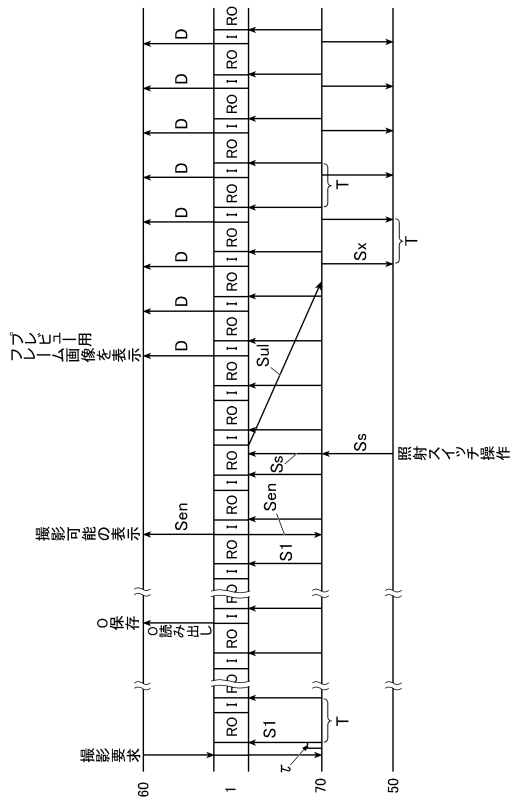
【図5】



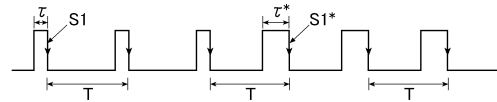
【図6】



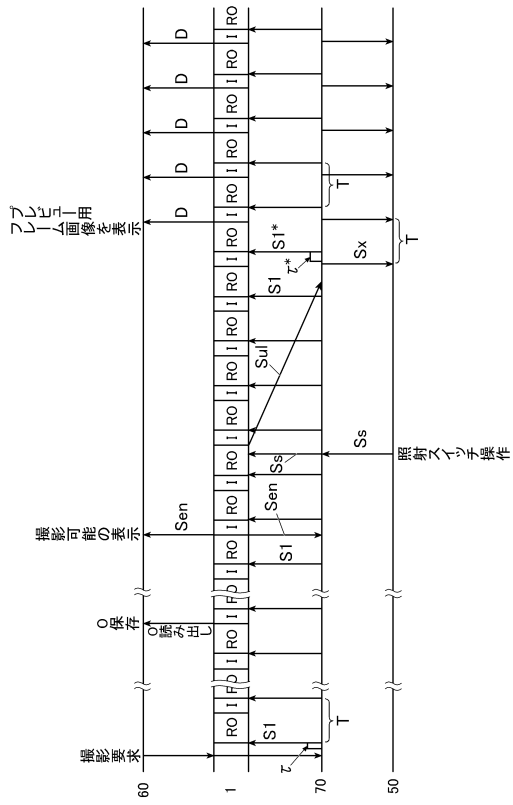
【図7】



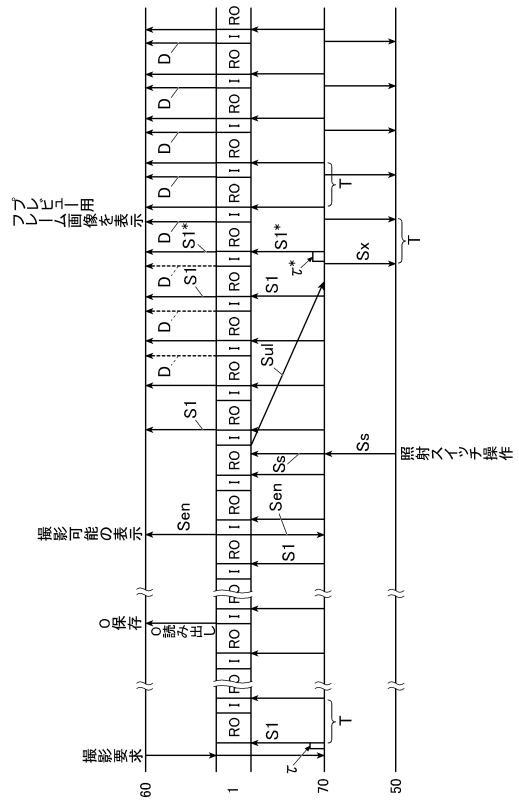
【図8】



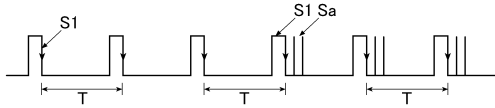
【図 9】



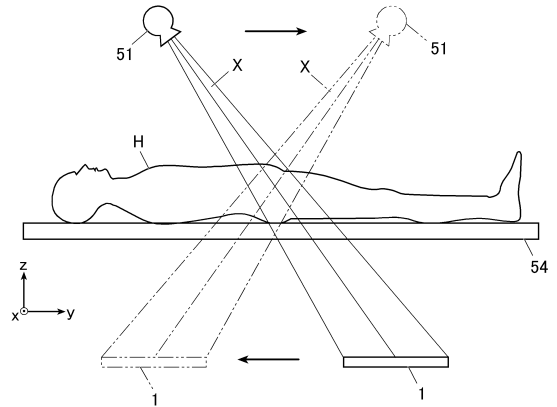
【図 10】



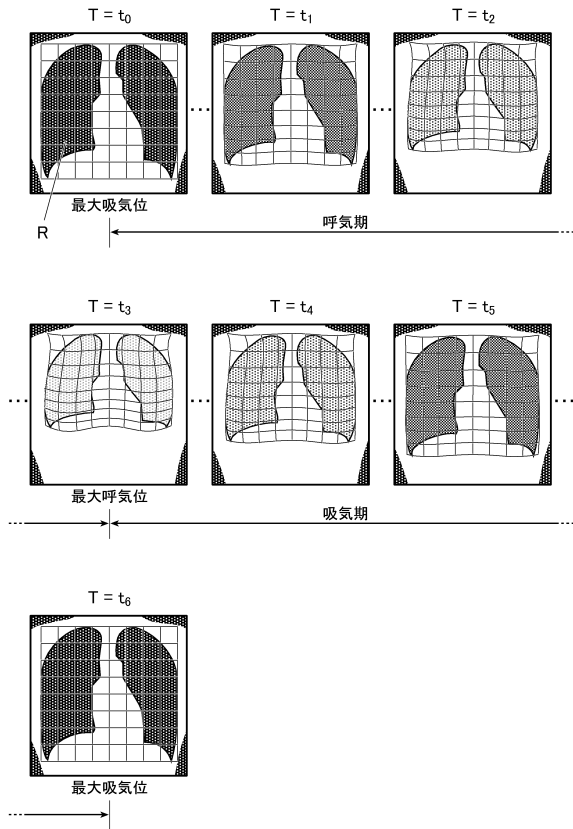
【図 11】



【図 12】



【 図 1 3 】



フロントページの続き

審査官 門 良成

- (56)参考文献 特開2009-186439(JP,A)
特開2006-333898(JP,A)
特開2010-158292(JP,A)
特開2012-239796(JP,A)
特開2012-183241(JP,A)
特開2006-122667(JP,A)
特開2016-095278(JP,A)
特開平03-082000(JP,A)
特開平09-186312(JP,A)
特開2009-037028(JP,A)
特開2000-250526(JP,A)
米国特許出願公開第2005/0232394(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 6/00 - 6/14
G01T 1/17
H04N 5/32