

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第6494261号
(P6494261)

(45) 発行日 平成31年4月3日(2019.4.3)

(24) 登録日 平成31年3月15日(2019.3.15)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 6/00 (2006.01)

F I

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 1 0

A 6 1 B 6/00 3 0 0 W

請求項の数 9 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2014-237016 (P2014-237016)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成26年11月21日 (2014.11.21)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2016-97115 (P2016-97115A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成28年5月30日 (2016.5.30)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成29年9月19日 (2017.9.19)		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】放射線撮像システム及びその制御方法、制御装置、コンピュータプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

無線通信手段を備え、放射線を発生する発生手段と、
前記発生手段から放射された放射線を電荷に変換して画像を取得する、無線通信手段を備えた画像取得手段と、
前記発生手段および前記画像取得手段の動作を制御する、無線通信手段を備えた制御手段とを備え、
前記制御手段は、
無線通信環境を測定する測定手段と、
前記測定手段が測定した無線通信環境において遅延を含む通信が可能であると判断されるときは、前記発生手段から前記画像取得手段へ放射線の発生時間を通知し、前記画像取得手段は、放射線を検知したことに応じて電荷蓄積を開始し、前記発生時間に応じた時間の後に電荷蓄積を終了する動作モードを決定する決定手段とを有することを特徴とする放射線撮像システム。

【請求項2】

前記決定手段は、無線通信の状態を示す値が第一の範囲である場合には、前記発生手段から放射線発生の開始および終了を示す無線信号を受信したことに応じて、前記画像取得手段が電荷蓄積の開始および終了を行う動作モードを決定することを特徴とする請求項1に記載の放射線撮像システム。

【請求項 3】

前記決定手段は、無線通信の状態を示す値が第二の範囲である場合には、前記画像取得手段が放射線を検知したことに応じて電荷蓄積を開始し、一定時間の後に電荷蓄積を終了する動作モードを決定することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の放射線撮像システム。

【請求項 4】

前記放射線の発生時間は、放射線の発生条件が変更されるごとに通知されることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像システム。

【請求項 5】

前記決定手段は、前記測定手段が測定した無線通信環境を示す通信パラメータと、予め設定された閾値とを比較して、前記動作モードを決定することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像システム。

10

【請求項 6】

前記画像取得手段が取得した画像を表示手段に表示させる表示制御手段を更に備えることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像システム。

【請求項 7】

無線通信手段を備え放射線を発生する発生手段、及び、前記発生手段から放射された放射線を電荷に変換して画像を取得する、無線通信手段を備えた画像取得手段の動作を制御する制御装置であって、

無線通信環境を測定する測定手段と、

20

前記測定手段が測定した無線通信環境において遅延を含む通信が可能であると判断されるときは、前記発生手段から前記画像取得手段へ放射線の発生時間を通知し、前記画像取得手段は、放射線を検知したことに応じて電荷蓄積を開始し、前記発生時間に応じた時間の後に電荷蓄積を終了する動作モードを決定する決定手段とを備えることを特徴とする制御装置。

【請求項 8】

無線通信手段を備え、放射線を発生する発生手段と、

前記発生手段から放射された放射線を電荷に変換して画像を取得する、無線通信手段を備えた画像取得手段と、

前記発生手段および前記画像取得手段の動作を制御する、無線通信手段を備えた制御手段と

30

を備える放射線撮像システムの制御方法であって、

前記制御手段の測定手段が、無線通信環境を測定する測定工程と、

前記制御手段の決定手段が、前記測定工程において測定された無線通信環境において遅延を含む通信が可能であると判断されるときは、前記発生手段から前記画像取得手段へ放射線の発生時間を通知し、前記画像取得手段は、放射線を検知したことに応じて電荷蓄積を開始し、前記発生時間に応じた時間の後に電荷蓄積を終了する動作モードを決定する決定工程と

を有することを特徴とする放射線撮像システムの制御方法。

【請求項 9】

40

コンピュータを請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の放射線撮像システムが備える制御手段として機能させるためのコンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は放射線撮像システム及びその制御方法、制御装置、コンピュータプログラムに関し、特に、無線通信環境にかかわらず放射線発生部と放射線検出器との間の同期通信に要する時間を短縮する技術に関する。

【背景技術】**【0002】**

50

現在、医療におけるX線の静止画撮影系では、被写体である患者にX線を照射し、その透過X線像をフィルムに露光するフィルム方式が主流である。フィルム方式は、情報を表示及び記録する機能を有し、大面積化でき、階調性が高く、しかも軽量で取り扱いが容易であるため、世界中に普及している。しかしながら、フィルム方式では、現像処理を要する煩雑さがあることに加え、長期にわたる保管や検索のために、場所や人手と時間を要してしまう。

【0003】

近年、X線画像のデジタル化の要求が高まっており、フィルムの代わりに、2次元マトリクス状に配列された複数の放射線検出素子により放射線を電気信号に変換して画像を形成する放射線撮影装置が実用化されてきている。この種の放射線撮影装置には、固体撮像素子が2次元マトリクス状に配置され、X線量を電気信号に変換するX線検出器(FPD: Flat Panel Detector)が用いられる。このようなX線検出器を有するX線撮影装置によれば、X線画像をデジタル情報に置き換えることができるため、画像情報を瞬時に確認することができる。また、デジタルデータを無線を用いて送信することで、画像を確認するための端末とFPDをケーブルレスで接続することが可能である。さらに、デジタルデータは、データを劣化されることなく遠方に伝送することができるため、例えばX線画像の情報を伝送することで、遠方にいながら大病院による高度な診断を受けることが可能となる。また、フィルムを用いないことで病院内でのフィルムの保管スペースを省くことができる。

【0004】

FPDのようなX線検出器(センサ)は、放射線を電気信号に変換する複数の光電変換素子がマトリクス状に配列された光電変換回路と、この変換により得られた電気信号をこの光電変換回路から読み出すための読み出し回路とを有する。被写体にX線が照射されると、光電変換回路の各光電変換素子において、その被写体を透過した透過X線について光電変換が実行され、各光電変換素子に透過X線量に対応した信号電荷が蓄積される。読み出し回路は、光電変換回路の各信号線を駆動して、光電変換素子が接続されたスイッチ素子を適宜制御することにより、各光電変換素子に蓄積されている信号電荷を電気信号として順次読み出し、増幅して出力する。

【0005】

また、FPDを用いた撮影では、X線の曝射と光電変換素子への電荷の蓄積のタイミングを合わせる必要があり(同期)、FPDとX線発生装置との通信は不可欠である。一般には、同期通信には有線が用いられており、放射線発生装置やセンサの設置上の制約や、有線ケーブルのコスト等が課題になる。このような課題を解決するため、特許文献1には同期信号を無線で通信する構成が記載されている。

【0006】

センサを用いた撮影の場合、前述のとおり画像情報を瞬時に確認することが可能である。もっとも、放射線曝射から画像情報の確認までに、少なくとも、センサが電荷を蓄積する時間、画像補正用のデータを生成するためにセンサが電荷を蓄積する時間、センサから画像表示装置へデータを転送する時間、データを解析する時間等が必要である。このため、センサが電荷を蓄積する時間が短いほど放射線が曝射されてから画像が表示されるまでの時間は短いことになる。センサが電荷を蓄積する時間は、同期を行っている場合においては、センサが放射線の照射開始と照射終了を通信によって受け取ることが可能であるため、放射線の照射時間とほぼ等しくすることができる。

【0007】

また、放射線画像撮影は、病院の放射線撮影室のみならず、バッテリーで駆動し、放射線発生装置を移動可能な台車に搭載して移動が困難な患者の病室まで移動させ、患者のベッドの横で撮影する等の撮影方式もある(回診撮影)。このような状況で用いられる放射線発生装置を、回診車と呼ぶ。回診車を用いて撮影される患者の多くは前述のとおり移動が困難であるため、仰向けの状態で背中にフィルムを挿入して撮影されることになる。現在、多くの病院において回診車を保有しているが、その多くは前述のとおりフィルムを用い

たものである。さらに、フィルムに代えて輝尽性蛍光体シート等のイメージングプレート（IP）に放射線を照射し、IPに形成された画像をデジタル的に読み取り、デジタル画像を形成するCR（Computed Radiography）も広く用いられている。CRはIP上に形成されたアナログ画像をデジタル変換してデジタル画像を取得する点で、FPDのように直接デジタル画像を形成するDR（Digital Radiography）と区別される。フィルムを用いた撮影やCRにおいては、前述の同期は不要であり、放射線発生装置と放射線を検知するフィルムやIPとの間で通信を行う必要がない。このようにフィルムとCRは取り扱いが類似しているため、本明細書では同一の意味で用いる。

【0008】

10

近年、病院における経営活動（コストダウン）のため、フィルムを用いた回診車の放射線発生部はそのまま活用し、フィルム部のみFPD化（デジタル化）したいという病院の要望が強まっている。フィルム部のみFPD化するには前述のとおり同期が必要であり、既に保有している放射線発生装置に何らかの処置が必要となる。しかし、日本においては医療機器に操作者の意図で変更を加えることは許可されていない。このような事情を考慮して、FPDのバイアス線を流れる電流を検出して、放射線の照射の開始及び終了を自動検知することが知られている（特許文献2）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

20

【特許文献1】特開2006-25832号公報

【特許文献2】特開2010-121944号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかし、特許文献1の構成においては、通信に無線を用いているため、無線環境が悪い（干渉等）場合に通信が遅延し、放射線曝射の開始、終了が正確に伝わらないという課題がある。

【0011】

また、特許文献2の構成を前提とすると、放射線発生装置の動作に合わせてセンサの動作を調整する処理に時間がかかるという課題がある。自動検知モードにおいては、放射線発生装置とセンサが通信を行わないため、センサは放射線の照射開始／照射終了の通知を直接受け取るわけではない。すなわち、特許文献2の構成は、照射開始を自動的に検知するが、放射線発生装置から明確に知らされることはない。また、センサの原理上、一度電荷の蓄積を始めると照射の終了を検知することも実際には困難である。そのため、センサの蓄積時間を放射線の曝射時間と同等にすることが困難である。そこで、自動検知モードにおいては、ほとんどのユースケースにおいて放射線の照射中に電荷の蓄積が終わることのないよう、センサの蓄積時間を標準的な放射線の照射時間よりも長い一定時間に設定することが広く行われている。このため、センサが放射線の照射開始と照射終了を受け取ることができる同期モードと、自動検知モードとを比較すると、放射線の照射から画像を表示するまでの時間は、一般に、蓄積時間を短くすることのできる同期モードの方が短いことになる。この傾向は、特に曝射時間の短い照射に顕著である。

30

40

【0012】

しかし、医療現場では、背骨の曲がった患者等では背中にフィルムやセンサが当たることが苦痛であり、フィルムの挿入時間をできる限り短くすることが求められている。特にセンサを用いた撮影では、その場で画像の確認が行えるため、画像を確認して再撮影の必要がないことを確認するまでセンサを取り除かないことが多い。ところが、自動検知モードを用いた撮影においては、前述のとおり画像表示までの時間、即ち患者の背中にセンサが当たっている時間が長く、患者に苦痛を与える時間が長い。このように、特許文献2の構成においては、前述のとおりプレビュー画像や診断用画像の表示に同期モードにおける

50

場合と比べると時間を要してしまい、体にF P Dが密着している時間が増加して、患者に苦痛を与えてしまう。

【 0 0 1 3 】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、無線通信の環境に応じて、放射線発生部の曝射時間と放射線検出器の電荷蓄積時間を適切に制御し、患者の負担を軽減することが可能な放射線画像の撮影技術を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 4 】

上記目的を達成するため、本発明による放射線撮像システムは以下の構成を備える。即ち、

無線通信手段を備え、放射線を発生する発生手段と、

前記発生手段から放射された放射線を電荷に変換して画像を取得する、無線通信手段を備えた画像取得手段と、

前記発生手段および前記画像取得手段の動作を制御する、無線通信手段を備えた制御手段と

を備え、

前記制御手段は、

無線通信環境を測定する測定手段と、

前記測定手段が測定した無線通信環境において遅延を含む通信が可能であると判断されるときは、前記発生手段から前記画像取得手段へ放射線の発生時間を通知し、前記画像取得手段は、放射線を検知したことに応じて電荷蓄積を開始し、前記発生時間に応じた時間の後に電荷蓄積を終了する動作モードを決定する決定手段とを有する。

【発明の効果】

【 0 0 1 5 】

本発明によれば、無線通信の環境にかかわらず、放射線発生部と放射線検出器との間の同期通信に要する時間を短縮し、患者の負担を軽減することが可能な放射線画像の撮影技術を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 6 】

【図 1】 X線撮像システムの構成を示すブロック図。

【図 2】 X線撮像システムの動作モード決定手順を示すフローチャート。

【図 3】 同期撮影モードにおけるタイミングチャート

【図 4】 自動検知モードにおけるタイミングチャート

【図 5】 半自動検知モードにおけるタイミングチャート

【図 6】 放射線撮像システムの結線図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 7 】

以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。以下の実施形態では、X線を放射線として用いて撮影を行うことにより放射線画像としてのX線画像を取得するX線撮像システムを例示して説明する。

【 0 0 1 8 】

(システム構成)

図 1 は、本実施形態に係る放射線撮像システムの概略構成の一例を示すブロック図である。図 1 に示すように、本実施形態に係る放射線撮像システム 10 は、放射線発生部 1 と、放射線画像取得部 2 と、制御部 3 とを有する。放射線発生部 1 は第 1 の通信部 103 を、放射線画像取得部 2 は第 2 の通信部 201 を、制御部 3 は第 3 の通信部 301 を有しており、それぞれが互いに無線で通信することができる。図 1 においては、放射線発生部 1 (第 1 の通信部 103) と放射線画像取得部 2 (第 2 の通信部 201) との間で情報の通信を行うには、制御部 3 (第 3 の通信部 301) を介する構成例を示している。しかし、

10

20

30

40

50

それぞれが独立して直接通信したり、あるいは、例えば、放射線画像取得部 2（第 2 の通信部）と制御部 3（第 3 の通信部）との通信に放射線発生部 1（第 1 の通信部）を介するように設定してもよい。さらには、放射線発生部 1（第 1 の通信部）と制御部 3（第 3 の通信部）との通信に放射線画像取得部 2（第 2 の通信部）を介するように設定してもよい。通信経路は、各装置のサイズや設置予定場所、操作者の要望等によって決定される。第 1 の通信部 103、第 2 の通信部 201、第 3 の通信部 301 は、無線 LAN のアンテナ等により実現される。なお、本実施形態では、装置間の通信は無線 LAN により行われるが、Bluetooth（登録商標）等の他の無線通信方式を用いても構わない。

【0019】

放射線発生部 1 は、放射線画像取得部 2 に向けて放射線（X 線）106 を放射する構成要素である。放射線発生部 1 は、第 1 の通信部 103 の他に、曝射条件設定部 101、曝射タイミング設定部 102、放射線曝射部 104、及び、曝射スイッチ 105 を有する。曝射条件設定部 101 は、操作者の操作により、管電圧、管電流、曝射時間、管電流と曝射時間の積等の曝射条件を設定する。設定された曝射条件は、第 1 の通信部 103、放射線曝射部 104 等に送信される。曝射条件設定部 101 はタッチパネル、キーボード等のユーザインタフェースにより実現される。

【0020】

曝射タイミング設定部 102 は、曝射スイッチ 105 に対する操作に応じて、放射線 106 を曝射するタイミングを決定し、曝射開始信号や曝射終了信号、タイミングを示す情報等を生成して、放射線曝射部 104 や第 1 の通信部 103 へ送信する。曝射タイミング設定部 102 は CPU（中央演算ユニット）等の演算処理ユニット、RAM（書込み可能メモリ）、ROM（読み出し専用メモリ）等のメモリ等により実現されるが、専用の演算ユニットにより実現してもよい。CPU はコンピュータプログラムに基づき装置を制御する。

【0021】

放射線曝射部 104 は、曝射タイミング設定部 102 から曝射開始信号を受け取ったことに応じて、放射線画像取得部 2 へ向けて放射線 106 を曝射する。放射線曝射部 104 は放射線を放射する放射線管等により実現される。曝射スイッチ 105 は、操作者から曝射開始の指示を受け取る。操作者からの指示を受けると、そのことを示す信号を曝射タイミング設定部 102 へ出力する。曝射スイッチ 105 はボタン、レバー等の機械的なスイッチにより構成されるが、タッチパネル等により実現してもよい。

【0022】

放射線画像取得部 2 は、放射線発生部 1 から放射され、被写体である人体を通過した放射線を検知して、放射線画像を形成・取得する構成要素である。放射線画像取得部 2 は、第 2 の通信部 201 の他に、曝射条件処理部 202、曝射タイミング処理部 203、放射線画像取得制御部 204、放射線検知部 205 を有する。

【0023】

曝射条件処理部 202 は、放射線発生部 1 の曝射タイミング設定部 102 において設定された曝射タイミングを示す情報を第 2 の通信部 201 を介して受け取り、曝射時間等を読み出して放射線画像取得制御部 204 へ送信する。曝射タイミング処理部 203 は、放射線発生部 1 の放射線曝射部 104 から放射線の曝射開始または曝射終了を示す情報を受け取り、放射線画像取得制御部 204 に送信したり、放射線画像を取得した際の蓄積時間を記憶したりする。放射線画像取得制御部 204 は、曝射条件処理部 202 から送信された曝射時間や、放射線画像取得制御部 204 から送信された曝射の開始・終了の情報に基づいて、放射線画像取得部 2 全体の動作を制御する。曝射条件処理部 202、曝射タイミング処理部 203、放射線画像取得制御部 204 は、CPU 等の演算処理ユニット、RAM、ROM 等のメモリ等により実現されるが、それぞれ専用の演算ユニットにより実現してもよい。CPU はコンピュータプログラムに基づき装置を制御する。

【0024】

放射線検知部 205 は、放射線曝射部 104 から発せられた放射線 106 を電荷として

10

20

30

40

50

蓄積し、その量を画素毎に読み取って画像を取得する。放射線検知部 205 はマトリクス状に配置された光電変換素子により構成される。

【0025】

制御部 3 は、放射線発生部 1 および放射線画像取得部 2 の動作を制御する。制御部 3 は、第 3 の通信部 301 の他に、画像表示部 302、通信制御部 304、通信状態監視部 305、撮影モード決定部 306、撮影要求・許可部 307 を有している。画像表示部 302 は、放射線画像取得部 2 により取得された画像を第 3 の通信部 301 を通じて受け取り、画像処理を行って操作者に表示する。画像表示部 302 は、液晶パネル等のディスプレイ装置により実現することができる。

【0026】

通信制御部 304 は、第 1 の通信部 103、第 2 の通信部 201 からの通信を解析し、第 1 の通信部から第 2 の通信部へ送信したい情報や、第 2 の通信部 201 から第 1 の通信部 103 へ送信したい情報等をそれぞれ目的の通信部へ振り分ける。通信状態監視部 305 は、第 1 の通信部 103、第 2 の通信部 201、第 3 の通信部 301 の間の無線強度等を測定して、放射線撮像システム 10 の置かれている無線環境を判断する。通信状態監視部 305 は、第 3 の通信部 301 のアンテナにおいて検知された無線信号により、無線強度や転送レート、パケットロス率等の通信パラメータを測定する。撮影モード決定部 306 は、通信状態監視部 305 によって判断された無線環境によって放射線画像取得部 2 の動作モードを決定する。通信制御部 304、通信状態監視部 305、撮影モード決定部 306 は、CPU 等の演算処理ユニット、RAM、ROM 等のメモリ等により実現されるが、それぞれ専用の演算ユニットにより実現してもよい。CPU はコンピュータプログラムに基づき装置を制御する。

【0027】

撮影要求・許可部 307 は、操作者から撮影要求を受け取ったり、撮影を許可する旨を操作者に伝える。撮影要求・許可部 307 は、タッチパネル等のユーザインタフェースにより実現することができる。

【0028】

本実施形態の放射線撮像システム 10 は、放射線発生部 1 の放射線曝射と、放射線画像取得部 2 の放射線画像取得（電荷蓄積）とのタイミング調整を、無線通信環境に応じて選択された手法により行う。このため、放射線画像取得部 2 を患者側に設置して撮影可能な状態にしておく時間を、無線通信環境に応じて最小限にすることができ、患者の負担を軽減することが可能である。

【0029】

（撮影モード決定処理）

図 2 は、撮影モード決定処理の処理手順を示すフローチャートである。まず、通信状態監視部 305 を用いて通信状態を確認し（S201）、それに基づいて通信環境を判断する（S202）。具体的には、無線強度や転送レート、パケットロス率等の無線通信環境を示す通信パラメータと、予め設定された閾値とを比較して、通信状態が良好か否かを判定する。本実施形態では、通信状態を、良、遅延有り、悪、の 3 段階に分類する。「良」とは、無線通信の状態を示す値が第一の範囲にあり、無線通信環境において遅延のない通信が可能であると判断される場合である。「遅延有り」とは、無線通信環境において遅延を含む通信が可能であると判断される場合である。「悪」とは、無線通信の状態を示す値が第二の範囲にあり、無線通信環境において情報の伝送が困難であると判断される場合である。

【0030】

通信環境が良く、全ての情報が遅延なく送信されると判断された場合（S202 で「良」）には、無線通信により放射線曝射と電荷蓄積（画像取得）との同期をとる同期モード（同期撮影モード）を選択する（S203）。無線による通信はできるが、厳密なタイミングを要する通信には無線を用いることができない場合、すなわち、遅延を生じてしまうと判断された場合（S202 で「遅延有り」）には、半自動検知モードを選択する（S2

10

20

30

40

50

04)。半自動検知モードは、放射線画像取得部2が放射線の検知により電荷蓄積を開始し、放射線発生部1から通知された曝射時間に応じた時間、電荷蓄積を継続する動作モードである。無線状態が悪く、保証できる通信は撮影した画像を送信することだけであると判断された場合(S202で「悪」)には、放射線の検知により電荷蓄積を開始し、予め設定した時間、電荷蓄積を継続する自動検知モードが選択される(S205)。図2には示していないが、無線通信を行うことが困難であるほどに無線環境が悪い場合には、操作者に有線接続を促すように設定してもよい。以下、同期モード、半自動検知モード、自動検知モードのそれぞれについて図1～5を参照して説明する。図3は、同期モードにおける各構成要素の処理のタイミングを示すタイミングチャートである。図4は、自動検知モードにおける各構成要素の処理のタイミングを示すタイミングチャートである。図5は、半自動検知モードにおける各構成要素の処理のタイミングを示すタイミングチャートである。

10

【0031】

まず、全モードに共通する動作を述べる。本実施形態では、図3のTC309、TC301、TC310、TC311、図4のTC505、TC501、TC507、TC508、図5のTC605、TC601、TC607、TC608の処理は全てのモードに共通である。まず、図2のフローに従い、制御部3は、通信状態監視部305ならびに撮影モード決定部306を用いて放射線撮像システム10の電波状況を確認し(S201)、撮影モードを決定する。そして、制御部3は、第3の通信部301、第2の通信部201を通じて、放射線画像取得制御部204を決定したモードに設定する(S203～S205)。

20

【0032】

全てのモードに共通して、操作者は、放射線発生部1の曝射条件設定部101を用いて曝射条件(管電圧、管電流、曝射時間、あるいは管電流と曝射時間の積等)を設定する(TC309、TC505、TC605)。曝射条件は、予めデフォルト値が設定されているようにしてもよい。設定された情報は、放射線曝射部104へ送信され、各曝射条件の設定が行われる。次いで、操作者は制御部3の撮影要求・許可部307を操作し、放射線撮影の要求を行う。制御部3から撮影の要求が寄せられると(TC301、TC501、TC601)、要求を受けた放射線画像取得制御部204は、放射線画像取得部2が放射線画像を撮影可能な状態とするために、撮影準備を行う(TC310、TC507、TC607)。撮影準備においては、放射線検知部205が画像取得をするための各種初期設定を行う。なお、この撮影準備が不要な構成としてもよい(不図示)。撮影準備が完了すると、放射線画像取得部2は、撮影可能な状態となったことを第2の通信部201、第3の通信部301を通じて制御部3に送信し、撮影要求・許可部307を用いて操作者に曝射可能である旨を伝える(TC311、TC508、TC608)。

30

【0033】

(同期モード)

次に、各モードに固有の動作について説明する。まず、S203の同期モードについて図1、図3、図6を参照して説明する。図6は、放射線撮像システム10における撮影状況を模式的に示す結線図である。同期モードは、放射線発生部1から放射線画像取得部2へ放射線曝射の開始及び終了を示す信号を送信することで、放射線を発生させる動作と放射線を検知して電荷を蓄積する動作との同期をとるモードである。

40

【0034】

同期モードにおいては、安全上の観点から、放射線画像取得部2がX線撮影可能状態がないときに図6の曝射スイッチ105が押下された場合、X線の曝射は許可されない(不図示)。X線撮影可能状態にある放射線画像取得部2は、曝射の許可を得た操作者による曝射スイッチ105の押下により、曝射タイミング設定部102が放射線を曝射するように放射線曝射部104に指示する。放射線曝射部104は、曝射タイミング設定部102からの曝射を行う指示を受けたことに応じて放射線を曝射する(TC308)。放射線曝射と同時に、第1の通信部103を通じて制御部3の第3の通信部301へ放射線の曝射

50

開始を伝えるとともに、放射線画像取得部 2 の第 2 の通信部 2 0 1 を通じて曝射タイミング処理部 2 0 3 にも放射線の曝射開始を伝える (T C 3 0 3)。放射線画像取得制御部 2 0 4 は、前述のとおり放射線の曝射開始の指示を受けると、放射線画像取得部 2 を X 線撮影可能状態から画像取得状態へと移行させ、放射線画像を取得する (T C 3 1 2)。

【 0 0 3 5 】

放射線発生部 1 は、曝射が終了すると曝射タイミング設定部 1 0 2 から曝射終了信号を曝射タイミング処理部 2 0 3 へ送信する (T C 3 0 4)。曝射終了信号の送信は、第 1 の通信部 1 0 3、制御部 3 の第 3 の通信部 3 0 1、放射線画像取得部 2 の第 2 の通信部 2 0 1 を介して行われる。曝射タイミング処理部 2 0 3 は、曝射終了信号を受け取ると、放射線画像取得制御部 2 0 4 へ曝射終了を伝え、放射線画像取得部 2 を画像取得状態から画像転送状態へと移行させる。曝射タイミング処理部 2 0 3 は、放射線画像を取得した際の蓄積時間 (T 1) を記憶する。この蓄積時間 (T 1) は、放射線画像を取得する際に、放射線検知部 2 0 5 が光電変換を受け付けた時間である。

10

【 0 0 3 6 】

放射線画像取得制御部 2 0 4 は、撮影された画像を第 2 の通信部 2 0 1、制御部 3 の第 3 の通信部 3 0 1 を通じて制御部 3 の画像表示部 3 0 2 へ送信する。制御部 3 においては転送された画像に対して画像処理を行い、操作者の意図する部位が撮影されているか、再撮影は必要ないかなどを確認するためのプレビュー画像を表示制御する (T C 3 0 5)。画像転送を行った後の放射線画像取得部 2 は、診断に使用する画像を生成するための補正用画像取得動作に移行する (T C 3 1 3)。放射線画像取得制御部 2 0 4 は、曝射タイミング処理部 2 0 3 から放射線画像を取得した際の蓄積時間 (T 1) を受け取り、同様の蓄積時間にて補正用画像を取得するよう放射線画像取得部 2 を制御する。なお、暗電流による電荷の蓄積は行われない場合もある。 T C 3 1 3 で補正用画像が取得された場合、補正用画像は制御部 3 へ転送される。これに応じて、画像表示部 3 0 2 は、既に転送されている放射線画像と新たに転送された補正用画像を用いて画像処理を行って診断に使用する画像を生成し、操作者に診断用画像を表示する (T C 3 0 6)。

20

【 0 0 3 7 】

上記のように、同期モードでは、通信環境が良好でほぼ遅延なく信号を送受信できることに鑑み、放射線曝射の開始 / 終了と、放射線画像取得 (電荷蓄積) の開始 / 終了とについて、無線信号を送受信することで同期をとる。このため、放射線画像取得部 2 を患者側に設置して撮影可能な状態にしておく時間を最小限にすることができ、患者の負担を最小限にすることが可能である。

30

【 0 0 3 8 】

(自動検知モード)

次に、図 1、図 4、図 6 を参照して S 2 0 5 の自動検知モードについて説明する。自動検知モードは、撮影準備状態にある放射線画像取得部 2 に対して放射線発生部 1 から放射線を照射し、放射線画像取得部 2 は、放射線を検知すると、放射線を電荷に変換して放射線画像を取得する処理を、一定時間、継続する動作モードである。

【 0 0 3 9 】

自動検知モードにおいては、保証できる通信は撮影した画像を送信することだけであるため、以降の無線通信は画像転送まで行わない。前述の処理が行われ、撮影準備が完了したことを確認した操作者は図 6 の曝射スイッチ 1 0 5 を押下して放射線 1 0 6 を曝射する (T C 5 0 6)。この際、制御部 3 ならびに放射線画像取得部 2 に放射線が曝射されたことは通知されない。放射線画像取得部 2 は、放射線が照射されたことを検知する機構を有している。放射線検知部 2 0 5 は、放射線が曝射されたことを検知すると、放射線画像取得制御部 2 0 4 にその旨を伝え、放射線画像取得部 2 を放射線画像取得状態へと移行させ、放射線画像を取得する (T 5 0 9)。自動検知モードに設定されている放射線画像取得部 2 においては、曝射タイミング処理部 2 0 3 が曝射の終了を知ることができないため、放射線画像取得時の蓄積時間 (T 4) は前述のとおり常に一定に設定される。この蓄積時間は、一般的な曝射時間よりも余裕を見た長めの時間に設定することができる。

40

50

【 0 0 4 0 】

以下は、同期モードと同様の処理を行う。すなわち、放射線画像取得制御部 2 0 4 は撮影された画像を第 2 の通信部 2 0 1、制御部 3 の第 3 の通信部 3 0 1 を通じて画像表示部 3 0 2 へ送信する。画像表示部 3 0 2 は、受け取った画像に画像処理を行い、操作者の意図する部位が撮影されているか、再撮影は必要ないかなどを確認するプレビュー画像を表示する（ＴＣ 5 0 3）。画像転送を行った後の放射線画像取得部 2 は、診断に使用する画像を生成するための補正用画像取得動作に移行する。放射線画像取得制御部 2 0 4 は、放射線画像を撮影した際と同様のあらかじめ定められた一定の蓄積時間（Ｔ 4）にて補正用画像を取得するよう放射線画像取得部 2 を制御する（ＴＣ 5 1 0）。放射線画像取得部 2 によって取得された補正用画像は、第 2 の通信部 2 0 1、制御部 3 の第 3 の通信部 3 0 1 を通じて画像表示部 3 0 2 へ転送される。画像表示部 3 0 2 は、既に転送されている放射線画像と新たに転送された補正用画像を用いて画像処理を行って診断に使用する画像を生成し、操作者に診断用画像を表示する。（ＴＣ 5 0 4）。

10

【 0 0 4 1 】

上記のように、自動検知モードでは、無線通信が困難であることに鑑み、放射線画像取得（電荷蓄積）を放射線の検知に応じて開始し、予め定められた時間、放射線画像取得を継続して画像を形成する。このため、無線通信が困難な状況においても、放射線撮影を行うことが可能である。

【 0 0 4 2 】

（半自動検知モード）

20

次に、Ｓ 2 0 4 の半自動検知モードについて図 1 及び図 5 を参照して説明する。半自動検知モードでは、通信タイミングが保証されないことに鑑み、撮影準備状態にある放射線画像取得部 2 に対して放射線発生部 1 から放射線を照射し、放射線画像取得部 2 は、放射線検知に応じて放射線画像取得（電荷蓄積）を開始する。半自動検知モードでは、放射線照射の前に放射線発生部 1 から放射線画像取得部 2 へ曝射時間を含む曝射条件を示す情報を送信しておき、放射線画像取得部 2 は、この曝射時間に対応する時間、放射線画像を取得する処理を行う。

【 0 0 4 3 】

半自動検知モードにおいては、操作者によって設定された曝射条件の情報は、放射線曝射部 1 0 4 へ送信され、各曝射条件の設定が行われる。同時に、放射線画像取得部 2 へ向けた通信であることが分かる情報が、曝射条件の情報とともに、第 1 の通信部 1 0 3、第 3 の通信部 3 0 1 を通じて制御部 3 へと送信される（ＴＣ 6 0 1）。制御部 3 は、通信制御部 3 0 4 が放射線発生部 1 からの通信が放射線画像取得部 2 へ向けた通信であることを検出する。さらに、制御部 3 は、放射線発生部 1 の曝射条件設定部で設定された情報を、第 3 の通信部 3 0 1、第 2 の通信部 2 0 1 を通じて、放射線画像取得部 2 の曝射条件処理部 2 0 2 へ送信する（ＴＣ 6 0 7）。

30

【 0 0 4 4 】

曝射条件処理部 2 0 2 は、受け取った曝射条件から曝射時間を読み出し、放射線画像取得制御部 2 0 4 へ送信する。曝射時間を受け取った放射線画像取得制御部 2 0 4 は、受け取った曝射時間を元に放射線撮影の蓄積時間を設定する。操作者が制御部 3 の撮影要求・許可部 3 0 7 を通じて撮影要求を行うと（ＴＣ 6 0 1）、第 3 の通信部 3 0 1、第 2 の通信部 2 0 1 を通じて放射線画像取得部 2 の放射線画像取得制御部 2 0 4 に撮影の準備を行うよう指示する（ＴＣ 6 0 7）。指示を受けた放射線画像取得制御部 2 0 4 は、放射線画像取得部 2 を放射線画像が撮影可能な状態とし、撮影可能な状態となったことを第 2 の通信部 2 0 1、第 3 の通信部 3 0 1 を通じて制御部 3 に伝える。さらに、撮影要求・許可部 3 0 7 を用いて操作者に曝射を行ってもよい旨を伝える（ＴＣ 6 0 2）。更に、放射線画像取得部 2 が撮影可能な状態である場合に、放射線発生部 1 の曝射条件設定部 1 0 1 が操作され曝射条件が変更された場合には、前述の動作を行い再度放射線画像取得部 2 の放射線画像取得制御部 2 0 4 の蓄積時間を設定する。このように処理を行うことで、放射線画像取得制御部 2 0 4 に設定される蓄積時間は常に最新のものであるようにすることができる

40

50

。

【 0 0 4 5 】

前述のとおり、半自動検知モードでは無線による通信はできるが、厳密なタイミングを要する通信には無線を用いることができない、すなわち、遅延を生じてしまうと判断された場合であるため、以降の無線通信は画像転送まで行われたい。操作者が曝射スイッチ 1 0 5 を押下すると、放射線曝射部 1 0 4 から放射線 1 0 6 が放射される (T C 6 0 6) 。放射線画像取得部 2 の放射線検知部 2 0 5 は、放射線が曝射されたことを検知するとその旨を放射線画像取得制御部 2 0 4 へ伝え、放射線画像取得部 2 を放射線画像取得状態へと移行させ、放射線画像を取得する (T C 6 0 9) 。自動検知モードに設定されている放射線画像取得部 2 においては、曝射タイミング処理部 2 0 3 が曝射の終了を知ることができないため、放射線画像取得時の蓄積時間は前述のとおり、予め設定されていた蓄積時間 (T 7) である。

10

【 0 0 4 6 】

放射線画像取得制御部 2 0 4 は、撮影された画像を第 2 の通信部 2 0 1 、制御部 3 の第 3 の通信部 3 0 1 を通じて画像制御部へ送信する。画像表示部 3 0 2 は、受け取った画像に画像処理を行い、操作者の意図する部位が撮影されているか、再撮影は必要ないかなどを確認するプレビュー画像を表示する (T C 6 0 3) 。画像転送を行った後の放射線画像取得部 2 は、診断に使用する画像を生成するための補正用画像取得動作に移行する。放射線画像取得制御部 2 0 4 は、放射線画像を撮影した際と同様の蓄積時間にて補正用画像を取得するよう放射線画像取得部 2 を制御する (T C 6 1 0) 。放射線画像取得部 2 によって取得された補正用画像は、第 2 の通信部 2 0 1 、制御部 3 の第 3 の通信部 3 0 1 を通じて画像表示部 3 0 2 へ転送される。画像表示部 3 0 2 は、既に転送されている放射線画像と新たに転送された補正用画像を用いて画像処理を行って診断に使用する画像を生成し、操作者に診断用画像を表示する (T C 6 0 3) 。

20

【 0 0 4 7 】

このように半自動検知モードでは、放射線発生部 1 から曝射時間を含む曝射条件を放射線画像取得部 2 へ伝え、放射線画像取得部 2 はこの曝射時間に応じた時間、放射線画像取得を継続する。このため、特に曝射時間が短い場合の撮影においては、曝射からプレビュー画像表示までの時間 (図 5 の T 8) 、曝射から診断用画像表示までの時間 (図 5 の T 9) は、電荷蓄積時間が固定の自動検知モードに比べ短くすることが可能である。すなわち、T 5 T 8、T 6 T 9 とすることができる。なお、同期モード時と半自動同期モード時においては、同じ曝射時間であっても半自動同期モードの方が蓄積時間が長く設定されるため、プレビュー表示時間、診断用画像表示時間は同期モードの方が短いことが多い。プレビュー画像の表示時間、診断用画像の表示時間の関係をそれぞれまとめると、T 5 T 8 T 2、T 6 T 9 T 3 となる。

30

【 0 0 4 8 】

上記のように、本実施形態の制御部 3 は、測定された無線通信環境に基づき、放射線発生部 1 により放射線が発生されるタイミングに合わせて放射線画像取得部 2 が電荷を蓄積するタイミングを制御するための動作モードを決定する。このため、無線通信環境に応じて放射線発生部 1 の放射線曝射時間と放射線画像取得部 2 の電荷蓄積時間を最適に制御することができ、放射線画像撮影を短縮することが可能である。なお、半自動検知モードでは、放射線の発生条件が変更されるごとに、放射線発生部 1 から放射線画像取得部 2 へ放射線の発生時間を無線信号により通知することで、放射線画像取得部 2 による電荷蓄積の時間を最適に保つことができる。

40

【 0 0 4 9 】

上記のように、本発明の実施形態によれば、無線環境に応じて、それぞれ最適な撮影モードを選択することができ、患者に負担の少ない放射線画像撮像システムを提供することができる。

【 0 0 5 0 】

< < その他の実施形態 > >

50

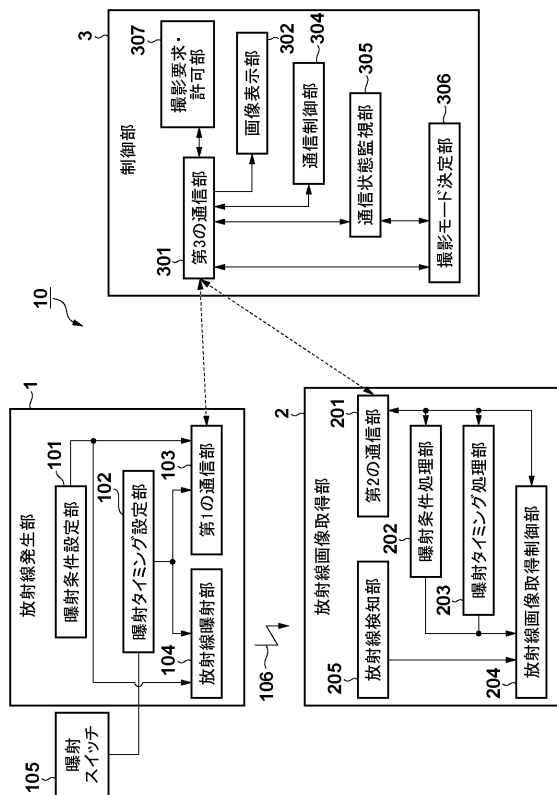
また、本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。即ち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェア（プログラム）を、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ（またはCPUやMPU等）がプログラムを読み出して実行する処理である。

【符号の説明】

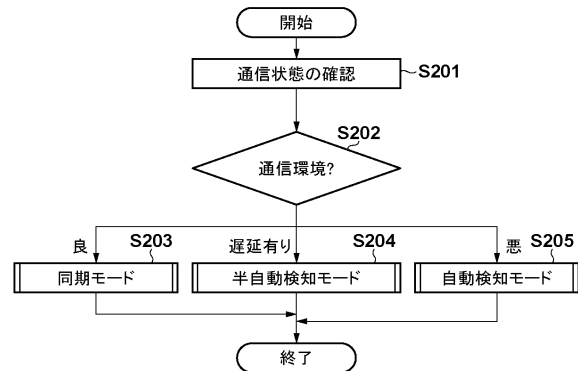
【0051】

1：放射線発生部、103：第1の通信部、2：放射線画像取得部、201：第2の通信部、3：制御部、301：第3の通信部

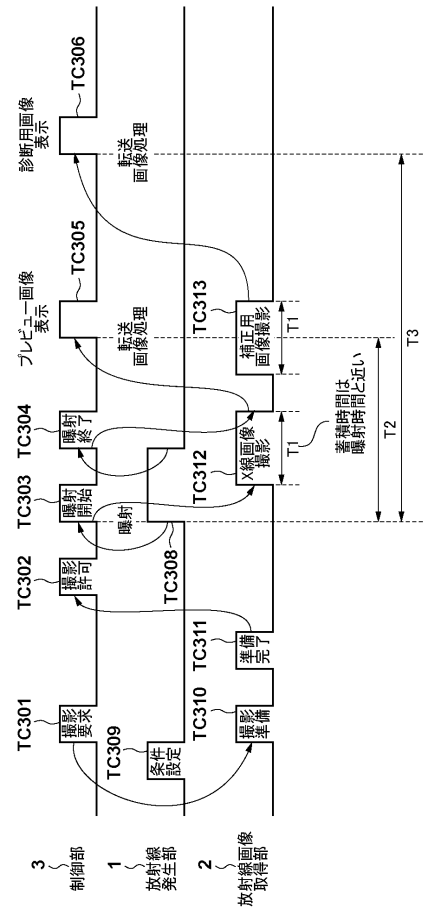
【図1】



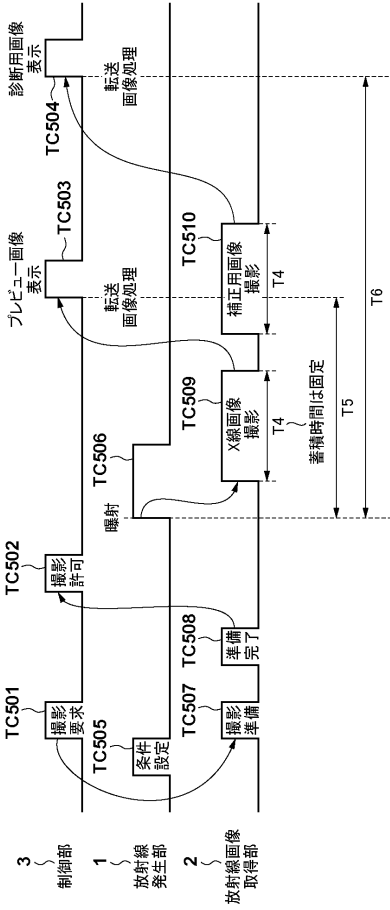
【図2】



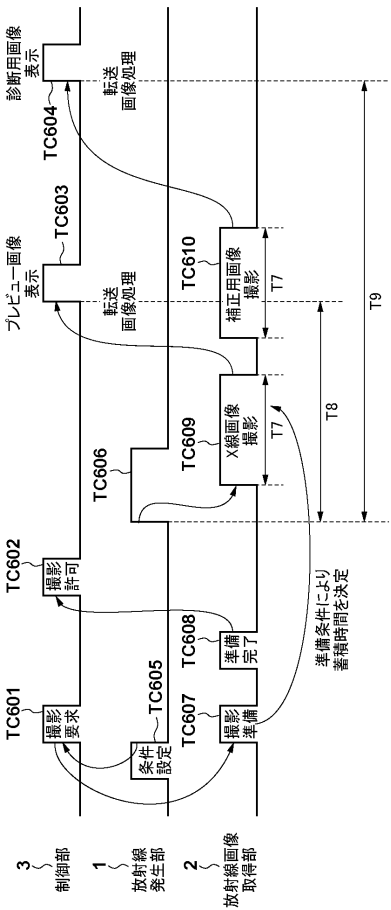
【図 3】



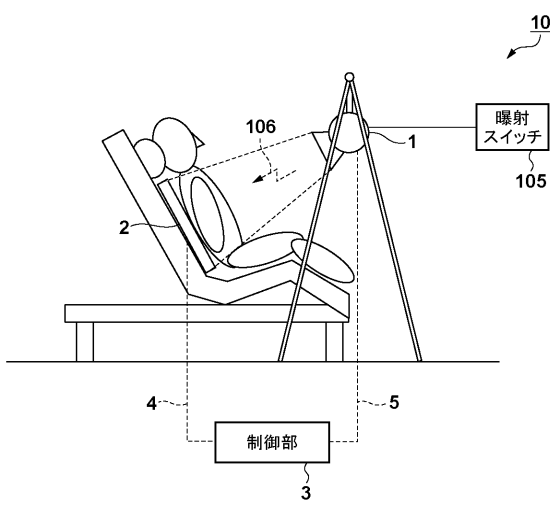
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

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

審査官 松岡 智也

(56)参考文献 国際公開第2013/015266(WO, A1)
特開2008-132216(JP, A)
特開2009-53670(JP, A)
特開2010-107508(JP, A)
特開2006-25832(JP, A)
特開2010-121944(JP, A)
特開2015-146916(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 6/00 - 6/14