

(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2017-205229
(P2017-205229A)

(43) 公開日 平成29年11月24日(2017.11.24)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 6/00 (2006.01)

F 1

A 6 1 B 6/00
A 6 1 B 6/00

3 2 0 Z

3 0 0 S

テーマコード(参考)

4 C 0 9 3

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号

特願2016-99049(P2016-99049)

(22) 出願日

平成28年5月17日(2016.5.17)

(71) 出願人 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 康徳

(74) 代理人 100115071

弁理士 大塚 康弘

(74) 代理人 100112508

弁理士 高柳 司郎

(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

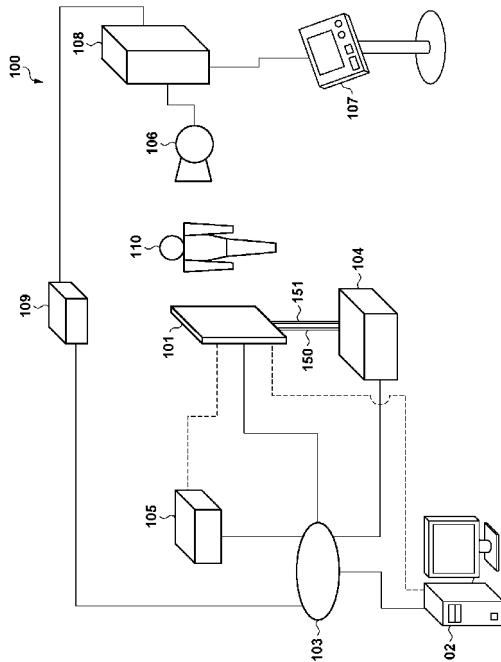
(54) 【発明の名称】放射線撮影装置およびその制御方法

(57) 【要約】

【課題】発音部品の駆動による画像および／または撮影動作への影響を低減した放射線撮影装置及びその制御方法を提供する。

【解決手段】放射線撮影装置は、照射された放射線を検出する複数の検出素子が配列されたセンサ部と、音による報知を行う報知部と、を備え、報知部から発音される音として、センサ部から読み出される画像のうちの所定の領域の行数と、行単位の信号の読み出し周波数に基づいて決定される条件を満たす基本周波数を有する音が用いられる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

照射された放射線を検出する複数の検出素子が配列されたセンサ部と、
音による報知を行う報知部と、を備え、

前記報知部から発音される音として、前記センサ部から読み出される画像のうちの所定の領域の行数と、行単位の信号の読み出し周波数に基づいて決定される条件を満たす基本周波数を有する音が用いられることを特徴とする放射線撮影装置。

【請求項 2】

前記報知部から発音される音の基本周波数 f_a が、前記センサ部からの行単位の信号の読み出し周波数を f_s 、前記センサ部から読み出される画像のうちの所定の領域の行数を L ($L \geq 2$) とした場合に、

$f_a = f_s / 2$ の場合 : $f_a = f_s / L$

$f_a > f_s / 2$ の場合 : $f_a > (L - 1) \times f_s / L$

の条件を満たす、ことを特徴とする請求項 1 に記載の放射線撮影装置。

【請求項 3】

前記所定の領域は、前記センサ部から読み出される画像の全体または一部であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の放射線撮影装置。

【請求項 4】

照射された放射線を検出する複数の検出素子が配列されたセンサ部と、
音による報知を行う報知部と、

前記センサ部の前記複数の検出素子と接続されたバイアス配線に流れる電流値をサンプリングして前記センサ部への放射線の照射を検出する検出部と、を備え、

前記報知部から発音される音の基本周波数 f_a が、前記検出部が行う電流値のサンプリング周波数の $1 / 2$ 以下であるという条件を満たすことを特徴とする放射線撮影装置。

【請求項 5】

前記検出部は、空読みのために前記センサ部から行単位で信号を読み出すタイミングと、前記読み出しの間のタイミングでサンプリングを行うことにより相關二重サンプリングを実施し、

前記報知部から発せられる報知音の基本周波数 f_a が、前記空読みのための行単位での信号の読み出しの周波数を f_s とした場合に、

$f_a = f_s$

の条件を満たすことを特徴とする請求項 4 に記載の放射線撮影装置。

【請求項 6】

前記相關二重サンプリングでは、前記センサ部からの行単位での信号の読み出しの実行時にサンプリングされた電流値と、その読み出しの前後でサンプリングされた 2 つの電流値の平均値と、が用いられることを特徴とする請求項 5 に記載の放射線撮影装置。

【請求項 7】

照射された放射線を検出する複数の検出素子が配列されたセンサ部と、
音による報知を行う報知部と、

前記センサ部のバイアス配線に流れる電流値をサンプリングして前記センサ部への放射線の照射を検出する検出部と、を備え、

前記検出部はノイズを低減するためのバンドパスフィルタを備え、

前記報知部から発せられる音の基本周波数を f_a 、前記検出部によるサンプリングの周波数を f_s 、前記バンドパスフィルタの通過する周波数帯域を f_l から f_h とした場合に、

$f_a = f_s / 2$ の場合 : $f_a < f_l$ または $f_a > f_h$

$f_a > f_s / 2$ の場合 : $f_s - f_a < f_l$ または $f_s - f_a > f_h$

の条件を満たすことを特徴とする放射線撮影装置。

【請求項 8】

特定の事象の通知に対応した音が前記条件を満たす音に設定されていることを特徴とす

10

20

30

40

50

る請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の放射線撮影装置。

【請求項 9】

通知すべき複数の事象の各々と通知のための音の対応を設定する設定手段をさらに備え、

前記複数の事象のうち前記特定の通知対象には、前記条件を満たさない音との対応を設定することが禁止されていることを特徴とする請求項 8 に記載の放射線撮影装置。

【請求項 10】

前記特定の事象は、バッテリ残量不足を含むことを特徴とする請求項 8 または 9 に記載の放射線撮影装置。

【請求項 11】

前記特定の事象は、通信の切断の発生を含むことを特徴とする請求項 8 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の放射線撮影装置。

【請求項 12】

照射された放射線を検出する複数の検出素子が配列されたセンサ部と、
音による報知を行う報知部と、を備える放射線撮影装置の制御方法であって、
通知対象の発生を検出する検出工程と、

前記事象の発生の検出に応じて、前記報知部に発音を実行させる発音工程と、を有し、
前記報知部から発音される音として、前記センサ部から読み出される画像のうちの所定の領域の行数と、行単位の信号の読み出し周波数に基づいて制限された基本周波数を有する音が用いられることを特徴とする放射線撮影装置の制御方法。

【請求項 13】

少なくとも前記事象が特定の事象の場合に、基本周波数 f_a が、
 $f_a = f_s / 2$ の場合 : $f_a = f_s / L$

$f_a > f_s / 2$ の場合 : $f_a > (L - 1) \times f_s / L$

ここで、 f_s は前記センサ部からの行単位の信号の読み出し周波数、 L は前記センサ部から読み出される画像のうちの所定の領域の行数 ($L \geq 2$) を示す、
の条件を満たす音を、前記報知部から発音させることを特徴とする請求項 12 に記載の放射線撮影装置の制御方法。

【請求項 14】

照射された放射線を検出する複数の検出素子が配列されたセンサ部と、
音による報知を行う報知部と、を備える放射線撮影装置の制御方法であって、
前記センサ部のバイアス配線に流れる電流値をサンプリングして前記センサ部への放射線の照射を検出する照射検出工程と、

通知対象の発生を検出する検出工程と、
前記事象の発生の検出に応じて、前記報知部に発音を実行させる発音工程と、を有し、
少なくとも前記事象が特定の事象の場合に、基本周波数 f_a が、前記照射検出工程で行われる電流値のサンプリング周波数の $1 / 2$ 以下であるという条件を満たす音を前記報知部から発音させることを特徴とする放射線撮影装置の制御方法。

【請求項 15】

照射された放射線を検出する複数の検出素子が配列されたセンサ部と、
音による報知を行う報知部と、を備える放射線撮影装置の制御方法であって、
前記センサ部の前記複数の検出素子に接続されたバイアス配線に流れる、バンドパスフィルタを通過した電流をサンプリングして得られた電流値に基づいて前記センサ部への放射線の照射を検出する照射検出工程と、

通知対象の発生を検出する検出工程と、

前記事象の発生の検出に応じて、前記報知部に発音を実行させる発音工程と、を有し、
少なくとも前記事象が特定の事象の場合に、基本周波数 f_a が、

$f_a = f_s / 2$ の場合 : $f_a < f_1$ または $f_a > f_h$

$f_a > f_s / 2$ の場合 : $f_s - f_a < f_s - f_a > f_h$

ここで、 f_s は前記照射検出工程におけるサンプリングの周波数、 $f_1 \sim f_h$ は前記バ

10

20

30

40

50

ンドパスフィルタが通過させる周波数帯域である、
の条件を満たす音を、前記報知部から発音させることを特徴とする放射線撮影装置の制御
方法。

【請求項 1 6】

請求項 1 2 乃至 1 5 のいずれか 1 項に記載の制御方法の各工程をコンピュータに実行さ
せるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は放射線撮影装置およびその制御方法に関する。

10

【背景技術】

【0 0 0 2】

従来、X線源から発せられ、被写体を透過したX線の強度分布を検出して画像へと変換
するX線撮影装置または該装置を含んだX線撮影システムが製品化されている。X線撮影
装置が画像を得るための手法としては専用のフィルムを使用する方法や、X線を蛍光体に
よって可視光に変換した後に光センサで電気信号に変換し、デジタル画像データとして得
る方法（電気的な方法）が知られている。

【0 0 0 3】

電気的な方法を用いるX線撮影装置の本体には、装置の状態をユーザに通知するための
報知機能が設けられている場合がある。報知機能の具体的な例としては光や音を用いたも
のが挙げられる。特許文献1では、LEDや電球等の発光部品やスピーカ等の発音部品を
搭載または接続することで報知機能を実現したX線撮影装置が提案されている。このよう
な報知機能によって、ユーザは、X線撮影装置が起動しているか否か、X線画像の撮影が
可能な状態か否か等、X線撮影装置の状態や動作に関する情報を認識できる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 4】

【特許文献1】特開2005-013272号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 5】

X線撮影装置に、音による報知機能を具備させるために、スピーカ等の発音部品を搭載
することが考えられる。スピーカ等の発音部品は、音を発している期間中に電磁気を発す
る。一般に、電気によって駆動する部品はその駆動中に電磁気を発するが、スピーカのよ
うな発音部品では、内部にコイル等の電磁気の発生を意図した構成部品を含んでいるため
、発生する電磁気の強さが他の部品よりも強くなる場合がある。他方で、X線撮影装置に
は光電変換のセンサアレイや、X線照射検出のための機構等、非常に感度の高いセンサや
検出機構が設けられている。したがって、X線撮影装置では、発音部品の駆動による電磁
気的影響が、検出機構やセンサに作用してしまい、画像ノイズや誤動作を生じる場合があ
る。

40

【0 0 0 6】

本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、発音部品の駆動による画像および／また
は撮影動作への影響を低減した放射線撮影装置及びその制御方法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】

【0 0 0 7】

上記の目的を達成するための本発明の一態様による放射線撮影装置は以下の構成を備え
る。すなわち、

照射された放射線を検出する複数の検出素子が配列されたセンサ部と、

音による報知を行う報知部と、を備え、

50

前記報知部から発音される音として、前記センサ部から読み出される画像のうちの所定の領域の行数と、行単位の信号の読み出し周波数に基づいて決定される条件を満たす基本周波数を有する音が用いられる。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、放射線撮影装置において、発音部品の駆動による画像および／または撮影動作への影響が低減される。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】実施形態によるX線撮影システムの構成例を示す図。

10

【図2】第1実施形態によるX線撮影装置の構成例を示す図。

【図3A】同期モード時のX線撮影処理を示すフローチャート。

【図3B】発音に関する割り込み処理を示すフローチャート。

【図4】発音動作による画像ノイズ発生の原理を説明する図。

【図5】発音動作による画像ノイズ発生の原理を説明する図。

【図6】発音動作による画像ノイズ発生の原理を説明する図。

【図7】サンプリング定理を説明する図。

【図8】同期モード時の機器間の処理を説明する図。

【図9】第2実施形態によるX線撮影装置の構成例を示す図。

20

【図10】検出器の回路構成を示す図。

【図11】検出器アレイの回路構成を示す図。

【図12】X線照射検出モード時のX線撮影処理を示すフローチャート。

【図13】コンソールレスモード時X線撮影システムの構成例を示す図。

【図14】コンソールレスモード時X線撮影処理を示すフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。なお、以下の各実施形態では、放射線としてX線を用いたX線撮影システムおよびX線撮影装置を例示するが、X線以外の放射線を用いた撮影システムおよび撮影装置であってもよい。

【0011】

30

<第1実施形態>

第1実施形態では、X線撮影システムが同期モードで動作する場合を説明する。同期モードでは、X線撮影装置とX線発生装置との間の通信により両者が同期して画像を撮影する。また、以下では、X線撮影装置に設けられた発音部から出力される音の周波数を制限することにより、発音部の発音駆動が撮影画像に与える影響を低減する例を示す。図1は第1実施形態におけるX線撮影システム100の構成例を示している。以下、図1を用いて第1実施形態のX線撮影システム100の構成を説明する。

【0012】

放射線撮影装置としてのX線撮影装置101は有線通信もしくは無線通信、あるいは両方の通信機能を備えており、通信経路を介して撮影コンソール102とデータのやり取りが可能である。撮影コンソール102は、たとえば、モニタ等の表示機能とユーザ（撮影者または操作者）からの入力指示を受け付ける機能を備えたコンピュータ装置（PCなど）によって構築される。撮影コンソール102は、ユーザからの指示をX線撮影装置101へ伝えたり、X線撮影装置101が取得した画像を受け取ってユーザに示したりすることが可能である。また、撮影コンソール102は有線通信または無線通信、あるいは両方の通信機能を備えている。なお、図1では撮影コンソール102が据え置きタイプである例を示しているが、実際の運用においてそのような制約はなく、可搬タイプのノートPCやタブレット機器等が撮影コンソール102として用いられても良い。

【0013】

X線撮影装置101は、取得したX線画像を撮影コンソール102へ送信する。X線画

40

50

像は、X線撮影装置101から撮影コンソール102へLAN103を経由して送信されてもよいし、X線撮影装置101から撮影コンソール102へ直接送信されてもよい。例えばLAN103は有線ケーブルで形成され、LAN103にX線撮影装置101と撮影コンソール102が接続されることで両者間におけるX線画像等のデータのやり取りが可能となる。

【0014】

また、X線撮影装置101は、有線による通信用接続と合わせて受電機能を有するようにもよい。その場合、電力供給と通信を同時に実現可能な電源ユニット104をX線撮影装置101に接続すると、電源ユニット104が、X線撮影装置101と撮影コンソール102との間の通信を仲介しつつX線撮影装置101に対して給電を行うことが可能となる。図1においては、X線撮影装置101と電源ユニット104を接続するライン150が通信用の配線、ライン151が給電用の配線を示している。これら2つの配線は一つのケーブル内に納められても良いし、別々に用意されても良い。また、図1では電源ユニット104がLAN103に接続される形態を示しているが、電源ユニット104と撮影コンソール102が直接に接続される形態でも良い。

10

【0015】

また、X線撮影装置101が無線通信により撮影コンソール102と通信する場合、アクセスポイント(AP105)を介してLAN103と接続するようにしても良い。なお、図1ではAP105がLAN103に接続されている形態が示されているが、AP105と撮影コンソール102とが直接に接続されていても良い。更に、X線撮影装置101と撮影コンソール102が相互に直接に、無線通信もしくは有線通信を介してデータのやりとりをする機能を有していてもよい。この場合、AP105の機能をX線撮影装置101が有していてもよい。以上が、X線撮影装置101と撮影コンソール102の間においてデータのやり取りを実施する際の通信経路の例である。

20

【0016】

また、図1において、X線発生装置108は、X線を発生するX線管球106、X線発生指示などのユーザ操作を受け付けるためのX線発生コンソール107、LAN103と通信接続するためのX線機器接続器109に接続されている。X線発生装置108とX線撮影装置101は、X線機器接続器109およびLAN103を介して通信可能に接続されている。X線撮影装置101は、この接続を介した通信により、撮影動作とX線発生装置108によるX線の照射動作とを同期させる同期モードを実現する。

30

【0017】

続いて、X線撮影システム100による、被写体110のX線撮影の流れについて説明する。被写体110のX線撮影を実施するにあたって、ユーザは、X線撮影装置101を、X線管球106から照射され被写体110を透過したX線が照射される位置に配置する。次に、ユーザは、X線撮影装置101を起動した後、撮影コンソール102を操作してX線撮影装置101を撮影可能な状態にする。続いてユーザは、X線発生コンソール107を操作して照射するX線の照射条件を設定する。以上の操作の終了後、ユーザは、被写体110を含めた各撮影準備が整ったことを確認し、X線発生コンソール107に備えられた曝射スイッチを押下し、X線発生装置108にX線の曝射を指示する。

40

【0018】

X線の曝射の指示を受け付けたX線発生装置108は、これからX線が照射される旨の信号をX線撮影装置101へとX線機器接続器109およびLAN103を介して通知する。なお、図1ではX線撮影装置101とX線発生装置108がX線機器接続器109及びLAN103を介して接続されているが、接続の形態はこれに限定されるものではない。たとえば、X線発生装置108とX線撮影装置101とがX線機器接続器109やLAN103を介さずに、直接に接続されてもよい。また、X線撮影装置101自身がX線の照射を検出する機能を備え、第2実施形態で後述するX線照射検出モードで動作する場合には、X線発生装置108からX線撮影装置101への照射の通知は不要である。

【0019】

50

X線撮影装置101にX線発生装置108からX線を照射する旨の信号が届くと、X線撮影装置101はX線照射に対する自身の準備が整っているかを確認し、問題が無ければ照射許可をX線発生装置108へ返答する。X線発生装置108は、X線撮影装置101から照射許可を受信するとX線管球106を駆動し、X線を照射させる。X線撮影装置101はX線照射終了を検出するとX線画像の生成を開始し、生成されたX線画像を上述の通信経路を介して撮影コンソール102に送信する。なお、X線照射終了は、X線発生装置108からの通知、あるいは事前に取り決められた照射時間の経過の検出など、各種方法で検出され得る。撮影コンソール102は、X線撮影装置101から受信したデータ(X線画像)を記憶媒体に記憶したり、表示部に表示したりする。

【0020】

10

次に、図2を用いてX線撮影装置101の構成について説明する。X線撮影装置101では、照射された放射線を検出する複数の検出素子が配列され、X線に応じた信号を生成するためのセンサアレイを備えたセンサ部201と、発音による報知を行う発音部を含む報知部208が筐体に収容されている。本実施形態のセンサ部201は、後述のように膜状の蛍光体(シンチレータ)の下に光を検出する検出素子が配置された形態を有する。但し、検出素子として放射線を直接電気信号に変換する形態の検出素子であってもよい。何れの形態であっても、照射された放射線を検出する検出素子として機能するものであり、以下では、これらのような検出素子を放射線検出素子と称する。なお、報知部208が筐体に接続可能な構成であってもよい。X線撮影装置101において、センサ部201は入射してきたX線を電気信号に変える。センサ部201はシンチレータ(不図示)と検出器アレイによって構成される。検出器アレイの詳細は図11により詳述する。シンチレータと検出器アレイは2次元平面の形状をしており、且つ面と面が向き合う形で隣接している。シンチレータはX線等の放射線によって励起され、可視光を発し、その光の強さと期間に合わせた電荷が検出器アレイの各画素に蓄積される。なお、センサ部201の構成はこれに限られるものではなく、X線を電気信号に直接変換する直接変換型のセンサであってもよい。

20

【0021】

制御部204は、検出器アレイの順次走査を実現するようにセンサ駆動部202、読み取り部203を駆動する。この順次走査により、読み取り部203は、センサ駆動部202との協働によりセンサ部201から検出器アレイの行を単位として順次に信号を読み出し、デジタル情報に変換する。制御部204は検出器アレイに蓄積された電荷を取り出す際に、検出器アレイの内どの行から取り出すかの選択をセンサ駆動部202に指示する。センサ駆動部202は、図11に示す行選択部1132を駆動し、スイッチ素子1135を順次に駆動して、行Lr1～Lr4096を順次に選択する。読み取り部203は、検出器アレイの選択された行に接続されている、放射線検出素子としての光電変換素子1021から信号を読み出して增幅し、デジタル化する。読み取り部203がデジタル化したデータは制御部204へ送られ、制御部204によって記憶部205にX線画像として格納される。制御部204は、記憶部205に記憶されたX線画像を、通信機能(通信部206)を用いて外部へ送信する。なお、外部へ送信されるX線画像は、記憶部205に記憶されたX線画像のままでもよいし、何らかの処理を施した後のX線画像でもよい。また、場合によっては、X線画像は外部へ送信されず、そのまま記憶部205に溜め置かれる。

30

【0022】

40

制御部204は、例えばプロセッサとしてのCPUとメモリを有し、CPUがメモリに格納されたプログラムを実行することで、X線撮影装置101の各部の制御に関わる処理を行う。例えば、制御部204は、撮影のためにセンサ部201を駆動する指示をセンサ駆動部202へ出したり、読み取り部203がセンサ部201から読み出したX線画像を記憶部205へ保存したり、記憶部205に保存されたX線画像を読み出したりする。また、制御部204は、通信部206を介して他の機器へX線画像を送信したり、通信部206を介して外部装置から指示を受信したり、操作部207からの操作に応じてX線撮影

50

装置 101 の起動 / 停止の切り替え等を実施する。更に、制御部 204 は、X 線撮影装置 101 の動作状況やエラー状態を、報知部 208 を用いて光や音によりユーザに通知させるように制御する。なお、本実施形態では上述の処理内容を 1 つの制御部 204 で処理しているが、複数の制御部 204 を設けて処理を分担するようにしてもよい。また、制御部 204 の具体的な実装についても C P U (central processing unit) 、 M P U (Micro Processing Unit) 、 F P G A (Field-programmable Gate Array) 、 C P L D (Complex Programmable Logic Device) 等を用いることができ、特に制限は無い。

【 0023 】

記憶部 205 は X 線撮影装置 101 が取得した X 線画像や内部処理の結果等を示すログ情報を保存するために用いられる。また、記憶部 205 は、制御部 204 が C P U 等のソフトウェアを用いる構成である場合には、そのためのプログラムを格納することができる。なお、記憶部 205 について具体的な実装に制約は無く、半導体メモリ / H D D 、揮発 / 不揮発について様々な組み合わせで実装が可能である。また、本実施形態では一つの記憶部 205 しか示していないが、複数の記憶部 205 を持つようにしてもよい。

10

【 0024 】

通信部 206 は X 線撮影装置 101 と他の機器との通信を実現するための処理を行う。本実施形態における通信部 206 は無線通信用の無線接続部 209 と接続されており、無線接続部 209 を介して A P 105 や撮影コンソール 102 と通信することができる。無線接続部 209 の一例としては、無線通信用のアンテナなどがあげられる。また、通信部 206 は有線接続部 210 と接続されており、有線接続部 210 を介して電源ユニット 104 や撮影コンソール 102 と通信することができる。有線接続部 210 は電源ユニット 104 と接続された際に電力を受け取ることが可能な機構となっている。そのような機構の一例としては、通信用のピン並びに電源用のピンを備えたコネクタが挙げられる。このような有線接続部 210 によれば、電源ユニット 104 を用いた有線通信と電源供給の受電が実現される。なお、通信部 206 は上記の形態に限定されるものではなく、有線通信だけ、あるいは無線通信だけを備える構成でも良い。また、通信の規格・方式についても特に制限は無い。

20

【 0025 】

X 線撮影装置 101 は内部電源 211 を備える。本実施形態において内部電源 211 は充電池であり、X 線撮影装置 101 の本体に対し着脱可能である。但し、内部電源 211 はこの例に限定されるものではなく、充電可 / 充電不可であるか、着脱可 / 着脱不可であるか、電力生成の方式、等について制限は無い。

30

【 0026 】

電源生成部 212 は内部電源 211 から与えられた電力から X 線撮影装置 101 の各部が必要とする電圧・電流を生成し、各部へ分配供給する。また、X 線撮影装置 101 が電源ユニット 104 と接続されている際には、有線接続部 210 経由で電源ユニット 104 から電源生成部 212 へ電力が供給される。電源生成部 212 は、電源ユニット 104 から供給された電力を用いて X 線撮影装置 101 の各部への電力供給を行ったり、内部電源 211 を充電したりすることが可能である。

40

【 0027 】

操作部 207 はユーザからの操作を受け付けるのに用いられる。操作部 207 の実装方法に特に制限は無く、ユーザからの入力を受け付けられる構成であればよい。具体的には、操作部 207 は、ユーザが手で操作する各種スイッチ、タッチパネルなどによって実現され得る。また、専用のリモートコントローラからの入力を受け付けるための受信部が操作部 207 に設けられてもよい。

【 0028 】

報知部 208 は X 線撮影装置 101 の状態などをユーザなどに通知するのに用いられる。報知部 208 は、光による通知を行うための発光部や、音による通知を行うための発音部を有する。報知部 208 の実装方法に特に限定は無い。発光部は、 L E D や L C D モニタなどによって実現され得る。また、発音部は、スピーカ等で実現され、種々の発音を実

50

現する機能を有する。本実施形態のX線撮影装置101は、LED等の光による通知機能(発光部)と、スピーカ等の音による通知機能(発音部)の両方を備える。

【0029】

次に、以上のような構成を備えたX線撮影装置101による、報知部208からの発音処理について図3A、図3Bのフローチャートを用いて説明する。

【0030】

X線撮影装置101が起動されると、制御部204に電力が供給され、制御部204が起動する。また、他の各機能部へも電力が供給され各機能部が起動する。なお、X線撮影装置101の起動時にX線撮影装置101内の全ての機能部が起動される必要はない。例えばセンサ部201等の撮影に用いる機能部は撮影の要求が与えられるまで起動しないようとしても良い。このような起動の制御は、たとえば、制御部204により実現されてもよい。

10

【0031】

図3Aに示されるように、制御部204は、起動すると、S301において、発音に関する割り込みを許可する。発音に関する割り込みが許可されると、発音に関する割り込み信号の発生に応じて図3Bに示す割り込み処理が実行されるようになる。以下、図3Bのフローチャートを参照して発音に関する割り込み信号が発生した場合に実行される割り込み処理について説明する。

【0032】

発音に関する割り込み信号が発生して割り込み処理が開始されると、S351において、制御部204は、割り込みが発音の設定要求に応じて発生したものか否かを判定する。割り込みが発音の設定要求に応じて発生したものと判定されると処理はS352へ進み、そうでない場合は、処理はS354へ進む。発音の設定要求は、発音部における発音のON/OFFや音量などを設定するための要求であり、これら発音に関する設定情報が含まれている。S352～S353では、制御部204が、発音の設定要求に含まれている設定情報に基づいて報知部208の発音に関する設定を実施する。

20

【0033】

なお、発音に関する設定要求は、たとえば発音のON/OFFや音量の変更、通知すべき複数の事象の各々と通知のための音の対応など、発音の設定を変更するためのユーザ操作に応じて発生する。例えば、複数種類の音(音色や音のパターンなど)と、発音による通知を行うべき事象のそれぞれとの対応をユーザが指定することが可能となっている。そのようなユーザ操作を受け付けるための構成は、X線撮影装置101の操作部207に設けられても良いし、撮影コンソール102に設けられても良いし、あるいはそれらの両方に設けられても良い。たとえば、X線撮影装置101本体の操作部207に発音の設定操作のための構成を設ける場合には、操作部207に、スイッチやダイヤルなどの操作入力部と、光や音により入力結果を通知するための通知部とを設けることが好ましい。発音の設定を実施するとともに、発音の設定結果(音が出る状態か否か、音量の程度)を通知することが可能である。なお、通知部は、報知部208を用いて実現されてもよい。

30

【0034】

また、撮影コンソール102に発音の設定操作のための機能を設ける場合には、たとえば、表示部に設定対象項目を表示し、キーボードなどの指示入力部の操作によって発音の設定を変更する方法が採用できる。撮影コンソール102から発音の設定を実施した場合、その設定情報は通信によってX線撮影装置101へ伝えられる。X線撮影装置101の制御部204は、受信した設定情報にしたがって、操作部207から発音の設定が変更された場合と同様に、発音の設定を変更し、通知部(報知部208)によりその設定結果を通知する。以上のように、本実施形態では、たとえば、操作部207から発音の設定が指示されたタイミングや、撮影コンソール102上で発音の設定画面から発音の設定が指示されたタイミングで、発音の設定のための割り込みが発生する。

40

【0035】

なお、上述したように、音を用いた通知については複数種が用意されていることが好ま

50

しい。これはX線撮影装置101から通知される状態の数が1つでは収まらないからである。例えば、X線撮影装置101がバッテリによって駆動する場合に、バッテリ残量が残り少ない事を通知する音と、無線通信が接続出来ない事を通知する音とは異なった方がユーザに対して問題の種別を通知しやすい。この様に音を用いた通知は複数種あることが好ましいので、音自体も短音や一定時間の発音ではなく、音色や発音の時間、組合せを調整して複数の音やメロディを用意することで各状態を識別する手法が好適である。ユーザは、発音の設定において、通知すべき状態と音やメロディの種類の対応を設定することができる。更に、発音時の音量の設定も、通知すべき状態ごとに行えるようになっている。

【0036】

S352において発音に関する設定が更新されると、処理はS353へ進む。S353において、制御部204は、S352で更新された設定にしたがった発音を報知部208に実行させることにより、発音の設定結果をユーザに通知する。なお、本実施形態では、発音の設定結果の確認は全ての設定が終わった後に実施されるものとするがこれに限られるものではない。たとえば、各状態及び状態を示す音を個別に設定できる構成の場合には、設定を変更するごとに設定結果の音を確認出来るようにしても良い。あるいは、たとえば操作部207に設けられた発音テストボタンが操作された場合に、割り込み処理により発音の設定確認を実行するようにしてもよい。また、発音に関する設定結果はX線撮影装置101の報知部208や、撮影コンソール102に備えられた表示部に目で見える形態で表示されてもよい。例えば、音を発する機能がONなのかOFFなのかを、特定のLEDの点灯／消灯で表示する方法が考えられる。10

【0037】

他方、S351において、割り込みが発音の設定要求では無いと判定された場合、処理はS354へ進む。たとえば、内部電源211のバッテリ残量不足という、発音要求を伴う事象が発生すると、発音要求に由來した割り込みが発生し、処理はS354へ進む。なお、通知の対象となる事象は、X線撮影装置101の動作シーケンスに従って発生するものと、X線撮影装置101の動作の間の任意のタイミングで発生するものがある。任意のタイミングで発生する事象としては、たとえば、バッテリの残量不足の検出や外部装置との通信の切断の検出などが挙げられる。S354において、制御部204は、割り込みが発音の実行を要求する発音要求に由来するものであるかを判定する。発音要求であった場合、処理はS355へ進み、制御部204は、報知部208を駆動して発音要求にしたがった発音を実行する。こうして、制御部204は、発音要求の元となる事象の検出に応じて発音部に発音を実行させる。20

【0038】

以上が発音に関する割り込み信号に応じて実行される割り込み処理である。周知のように、割り込み処理は、S301で割り込みが許可された後、割り込み信号の発生に応じて直ちに実行される。したがって、発音の設定操作に応じて隨時発音の設定が更新され、バッテリ電圧低下などの発音と関連付けられた事象の発生に応じて報知部208のスピーカが発音する。30

【0039】

図3Aに戻り、制御部204はS301で発音要求の割り込みを許可した後、S302において、撮影動作要求が有るか否かを判定する。撮影要求は撮影コンソール102からの撮影シーケンス開始指示等を元に発せられる。S302にて撮影要求ありと判定された場合には、処理はS303へ進む。S303～S307ではX線撮影が実行される。40

【0040】

まず、S303において、制御部204は、X線撮影のための撮影準備を行う。撮影準備が完了した後、S304において、制御部204は、X線発生コンソール107からの照射スタート要求に応じてX線撮影を開始し、その終了（X線照射の完了）を待つ。撮影の間、照射されたX線によりセンサアレイ251の各画素に電荷が蓄積される。X線照射が完了すると、制御部204は、S305において、読み取り部203によるセンサアレイ251からの信号の読み出しを開始させる。画像信号の読み出しへは、読み取り部2050

3が、センサ部201の検出器アレイから画像信号を読み出し、デジタル化し、X線画像データとして記憶部205に格納する。検出器アレイからの画像信号の読み出しが完了すると、処理はS306からS307へ進む。S307において、制御部204は、記憶部205に格納されているX線画像を、通信部206を用いて撮影コンソール102へ転送する。

【0041】

なお、上記では、設定要求や発音要求に応じて割り込み処理（図3B）が直ちに実行されるものとしたが、割り込み処理が実行されるタイミングはこれに限られるものではない。たとえば、設定要求や発音要求をフラグとして保持しておき、一定時間ごとに確認しに行く手法等が採用されてもかまわない。

10

【0042】

上述のS305によって開始される読み出し期間で、センサ部201が備える検出器アレイからデジタル画像が読み出される。より具体的には以下のように実施される。まず、センサ駆動部202がセンサ部201の検出器アレイの行を選択し、読み取り部203が選択された行に接続されている各画素に溜められた電荷をサンプルホールドする。そして、読み取り部203が、サンプルホールドされた電荷をA/D変換してデジタル化する。このように、選択された行の各画素から信号を読み出す動作を主走査と呼ぶ。次にセンサ駆動部202がセンサ部201において前回選択した行とは別の行を選択し、上述の主走査を行う。このような動作を、事前に設定された読み出し領域に該当する行について順次実施する。このように選択する行を切り替える動作を副走査と呼ぶ。以上の主走査および副走査によって所望のデジタル画像が得られる。

20

【0043】

なお、X線撮影装置101によっては1枚の画像を作成するために検出器アレイのもつオフセット情報画像とX線照射後の画像の合計2枚の画像を取得するものがある。その場合には、其々の画像を取得するための読み出し期間が発生する。なお、オフセット情報画像とは、たとえば、X線照射を行わずに検出器アレイから取得される暗画像である。

30

【0044】

上述した読み出し期間は画像生成に必要な非常に少量の電荷を取り出す期間である。この期間にスピーカの発音が重畠すると、スピーカの発音動作によって生じる電磁気的ノイズがセンサアレイ上に誘導起電力及びそれによる電流を発生させて画像ノイズを生じることがある。図4～図6はスピーカの発音動作によって画像にノイズを発生する際の原理を模式的に示した図である。

【0045】

簡単のためにスピーカから発する音を正弦波 W_a とし、その周波数を f_a （単位：Hz）とすると、周期 T_a （単位：sec）は $T_a = 1/f_a$ となる。前述の通り、1行毎にサンプルホールド及びA/D変換がおこなわれるため、読み出し行を選択する周期はサンプリング周期と等価である。このサンプリング周期を T_s （単位：sec）、サンプリング周波数 f_s （単位：Hz）とすると、 $T_s = 1/f_s$ が成り立つ。

30

【0046】

図4の上段は $f_s = 2 \times f_a$ （あるいは $T_s = T_a / 2$ ）を満足する場合、すなわちサンプリング定理を満足する場合の、スピーカの発音動作によって生じた電磁気ノイズ成分（以下、発音起因のノイズ成分という）のサンプリングを示す。実際の動作においてはX線入射線量に対応した電荷成分（言い換えると画像成分）が同時にサンプリングされ発音起因のノイズ成分はこれに重畠するが、ここでは説明を簡単にため発音起因のノイズ成分のみについて示している。サンプリング定理が満たされているため、発音周波数 f_a の周波数成分はサンプリング結果に反映される。図4下段は取得された画像の副走査方向のA-A'断面図である。簡単のためX線入射線量に対応する本来の画像成分を均一な値 P_c とすると、画素値 P_v は、画像成分の値 P_c に発音起因のノイズ成分が重畠したものとなる。発音周波数 f_a の成分はサンプリング結果に反映されているため、画像中に周波数 f_a の周期性ノイズが出現する。ここで時間軸上でサンプリング周期 T_s は画像中で

40

50

は隣接する1行として描出される。例えば画像中 n 行周期で描出された周期成分は時間軸上では $T_s \times n$ （単位：sec）を1周期とする周期成分である。したがって、図4の場合は T_a / T_s によって表される行数を周期としたノイズが画像に重畠する。

【0047】

図5の上段は $f_s < 2 \times f_a'$ （あるいは $T_s > T_a' / 2$ ）である場合、すなわちサンプリング定理を満足しない場合における、スピーカの発音動作によって生じた電磁気的ノイズ成分のサンプリングを示したものである。サンプリング定理が満たされないため、発音周波数 f_a の周波数成分はサンプリング結果に反映されず、サンプリング周波数及び発音周波数よりも低周波側に周期ノイズ（後述のエイリアシングによるノイズ）を発生する。図6は発音周波数に対する行サンプリング周波数の比をさらに下げ、略同一の周波数とした場合を示している。サンプリング定理を満たしていないのは図5の場合と同様であるが、画像に重畠する周期ノイズ（後述のエイリアシングによるノイズ）の周波数は非常に低くなる。

10

【0048】

この様な現象はサンプリング定理を満足しない場合に生じるエイリアシングによって発生する。図7はこれを説明するパワースペクトルの図である。図4においてサンプリング定理を満足している場合は発音起因のノイズはその周波数成分がサンプリング後も保持されるので、周波数軸上で f_a にその成分が出現する。図5及び図6においてナイキスト周波数 $f_s / 2$ を超える発音の場合は、ナイキスト周波数で折り返した周波数（図5の場合は $f_s - f_a'$ 、図6の場合は $f_s - f_a''$ ）に発音起因のノイズが発生する。図5の場合はナイキスト周波数に近い周波数の発音のため、折り返し雑音もナイキスト周波数に近い高い周波数で発生する。対して、図6の場合、発音自体は図5よりも高い周波数であるにもかかわらず、画像に影響を及ぼす折り返し雑音の周波数は図5よりも低い周波数に発生することとなる（ $f_s - f_a' > f_s - f_a''$ ）。

20

【0049】

医用画像中に発生するノイズは全く無いのが理想ではあるが、診断に影響しない範囲あるいは人間が識別できない範囲で存在したとしても問題がないと言える。例えば、旧来のX線フィルムを用いた撮影法においては、X線管球焦点の幾何学形状に起因するX線照射ムラ（シェーディング）がX線フィルム上の画像に重畠するが、そのような画像であっても診断に用いることは可能であった。この様な観点から、非常に低周波のノイズについては診断への影響は小さいと言える。例えば、周期性ノイズが1画像中に1周期よりも多く存在する場合には画像上の濃淡の箇所が複数存在するためノイズとして認識しやすくなる。これに対し、周期性ノイズが1周期よりも少なく存在する画像では、観察者はノイズを認識できないか、あるいはX線管球のシェーディングと同様に濃淡が認識可能であったとしても診断への影響は生じない。ここでは1画像中に1周期以内としたが、部分的に画像を切り出した観察領域を観察する場合は、その切り出された観察領域について同様に1周期以内であれば同様の効果が得られる。

30

【0050】

ここで、報知部208から発音される音として、センサ部201から読み出される画像の行数と、行単位の信号の読み出し周波数に基づいて決定される条件を満たす基本周波数を有する音が用いられる。すなわち、

40

- ・1画像のうちの所定の領域（センサ部201から読み出される画像の全体またはその一部の所定の領域（観察領域））の行数を L （ $L \geq 2$ ）、

- ・行単位の信号の読み出し周波数（以下、行読み出し周波数）を f_s 、

とした場合に、以下のように発音される音の基本周波数 f_a を設定することで発音起因ノイズによる診断影響を回避することができる。

$f_a = f_s / 2$ の場合： $f_a = f_s / L$... (1)

$f_a > f_s / 2$ の場合： $f_a = (L - 1) f_s / L$... (2)

以下、それぞれの場合について図7(b)を参照して説明する。

【0051】

50

$f_a = f_s / 2$ の場合、周波数 f_a の発音に起因して医用画像中に発生するノイズの周波数は、図 7 (a) で説明したように f_a となる。図 7 (b) に示されるように、発音起因ノイズによる診断への影響を回避するために、1 画像中に存在する発音起因ノイズが 1 周期以下となるようにする。そのために、1 画像 (L 行の画像) の読み出し期間 ($L \times T_s = L / f_s$) が発音起因ノイズの 1 周期 ($T_a = 1 / f_a$) 以下となるようにする。したがって、 $1 / f_a \leq L / f_s$ を満足するように、すなわち、(1) 式を満足するように f_a を選択すればよい。

【0052】

また、 $f_a > f_s / 2$ の場合、周波数 f_a の発音に起因して医用画像中に発生するノイズはエイリアシングによるノイズであり、その周波数は図 7 (a) で説明したように $f_s - f_a$ である。上記と同様に、1 画像中に存在するノイズを 1 周期以内となるようにするためにには、1 画像 (L 行) の読み出し期間 (L / f_s) が折り返しノイズ (エイリアシング) の 1 周期 ($1 / (f_s - f_a)$) 以下となるようにすればよい。すなわち、 $1 / (f_s - f_a) \leq L / f_s$ となるようにすればよく、この式を f_a について解くと (2) 式が得られ、これを満足するように f_a を選択すればよい。

10

【0053】

上述した発音の周波数の制約は、たとえば音の基本周波数に適用されればよい。基本周波数を f_a とした音の場合、倍音など種々の高調波が重畠されるため、たとえば (1) 式にしたがって基本周波数 f_a を制限しても、重畠された高調波が上記 (1) 式を満足しないものとなる可能性がある。しかしながら、一般に高調波成分は基本周波数成分に比べて小さいため、画像に及ぼす影響は小さい。また、高調波の周波数が (2) 式を満足するようになると、画像への影響は無視し得るものとなる。

20

【0054】

なお、上記 (1) 式と (2) 式により示された条件は、 $f_s / L < f < (L - 1) f_s / L$ の周波数 f を基本周波数とする音を用いないようにすることと同義である。

【0055】

次に、X 線撮影装置 101 が X 線発生装置 108 と連携しながら X 線撮影を実施する同期モードでの X 線撮影システム 100 の動作を、図 8 のフローチャートを用いて説明する。図 8 は本実施形態における撮影時の撮影コンソール 102、X 線撮影装置 101、X 線発生装置 108 の相互やり取りを示した図である。尚、ここでは X 線発生装置 108 と X 線撮影装置 101 は図 1 で示したように X 線機器接続器 109 を介して接続されており、照射許可に関するやり取りが可能な様に構成されている。また、撮影コンソール 102 と X 線撮影装置 101 は、図 1 に示した様に LAN 103 を介して接続されている。

30

【0056】

まず、撮影を始めるために、SC401、SD401、SX401において各機器が起動する。SC402において、撮影コンソール 102 は、使用する X 線撮影装置 101 の指定、並びに撮影対象者や撮影部位等の撮影情報の入力を受け付ける。前回起動時等で使用する X 線撮影装置 101 が事前に設定されており、且つその設定を変更する必要がない場合には、X 線撮影装置の指定を省略できる場合がある。また、SX402において、X 線発生装置 108 は、X 線発生コンソール 107 を介して入力された、X 線の照射時間や強さ等の照射条件を受け付ける。

40

【0057】

以上の様な照射条件及び撮影情報に関する設定以外に、ユーザは X 線撮影装置 101 が実施する通知に関する設定としての発音の設定を行うことができる。SC403、SD403 は、発音の設定の操作入力を受け付け可能であること示している。発音の設定の具体的な内容は上述した通り、X 線撮影装置 101 の報知部 208 (発音部) から発せられる音の音量や、音を発するか否かの ON/OFF 設定、通知対象となる事象と音の種類との対応付け等である。発音の設定は撮影コンソール 102 若しくは X 線撮影装置 101 の操作部 207、あるいはそれらの両方から行える (SC403、SD403)。なお、通知の対象と音との対応の設定において、任意のタイミングで発生する特定の事象 (バッテリ

50

の残量不足の検出や外部装置との通信の切断の検出など)に関しては、上述した基本周波数の制限を満たさない音との対応付けが禁止されるように構成される。

【0058】

撮影コンソール102から音の設定を行うのであれば、使用するX線撮影装置101の情報を設定し終えた後、そのX線撮影装置101における発音の設定を出来る様に撮影コンソール102を構成することが考えられる。撮影コンソール102で指示された発音の設定内容はX線撮影装置101へ送信され、X線撮影装置101が発音の設定を更新する。これはSC403とSD404により表現されている。また、X線撮影装置101の操作部207を用いて音の設定を行う場合には、操作部207に設けられたスイッチやダイヤル等の操作に応じて音量の変更や、音を出力するか否かを設定できるようにすればよい。

10

【0059】

これらの発音の設定は、原理的には常時可能であるが、実際に設定後の音量を確かめたくなるであろうユーザの思惑を考えると、X線撮影装置101が起動している最中に実施できる形が望ましい。また、ユーザによる設定操作の直後に音を確認出来るようにするのが好ましいので、少なくともX線撮影装置101がX線の照射を受けつけて画像を生成できるようになる前のタイミングが好適であると考えられる。図8を例にすると、X線撮影装置101がSD405(撮影準備スタート)を実行する前のタイミングにおいて、発音の設定を受け付け可能とすることが考えられる。

20

【0060】

X線撮影システム100の各機器が起動し、撮影シーケンスが開始出来る状況になったら、撮影コンソール102からの「撮影シーケンススタート」の指示(SC404)で、X線撮影装置101は、撮影シーケンスに入る(SD405)。ここでは撮影コンソール102からの開始指示(撮影シーケンススタート)をきっかけにしているが、各機器が起動後に撮影可能な様に状態遷移するようにしてもよい。

20

【0061】

X線撮影装置101は撮影コンソール102からの撮影シーケンススタートの通知を受信すると、SD405でX線を照射されても良い様に準備を開始する。より具体的には、センサ部201に通電して該当部分(たとえば、センサアレイ251)の動作が安定するまで待つ等の処理が挙げられる。X線撮影装置101は、撮影準備が完了すると、X線発生装置108やX線発生コンソール107等からの照射要求に応答できるようになる。仮にX線撮影装置101が照射を許容出来ないタイミング(撮影準備の完了前)でX線発生装置108から照射スタート要求が出力された場合(SX403)には、X線撮影装置101から照射NGが出力されるか、無反応が継続する。照射NGが返信された場合や無反応な状態が維持された場合、X線発生装置108はX線の照射を開始しない。

30

【0062】

SD406で、X線撮影装置101は撮影準備が完了すると、照射可能になったことが報知部208によりユーザに通知される。報知部208からの通知では、光による通知と、音による通知が同時に実施されるものとする。音による通知については準備完了時に一度だけ発音する形態でも良いし、X線が実際に照射されるまで音が鳴り続ける形態でもよい。この音の長さに関しても、固定された長さではなく、前述の発音に関する設定で変更できるようにして良い。また、さらに、撮影準備が完了した旨をX線撮影装置101が撮影コンソール102へ通知し、撮影コンソール102が表示部を用いて撮影準備の完了をユーザに通知するようにしてもよい。

40

【0063】

X線撮影装置101が照射要求に対応出来る状態になった後、SX404で示されるようにX線発生装置108から照射スタート要求が出力されると、X線撮影装置101は、において、照射許可の通知をX線発生装置108に返す。そして、X線撮影装置101は、センサアレイ251をX線-電荷変換結果の電荷を蓄積する状態へと移行させる。X線発生装置108はX線撮影装置101から照射許可の通知を受信すると、SX405でX

50

線管球 106 からの X 線照射を開始する。その後、X 線照射が完了すると、SX406 で、X 線発生装置 108 はその旨を X 線撮影装置 101 に通知する。

【0064】

X 線撮影装置 101 は、X 線発生装置 108 から照射完了の通知を受信した場合、もしくは、あらかじめ決められた照射時間が経過した場合に、SD410において、検出器アレイから蓄積された電荷の読み出しを開始する。上述したように、X 線撮影装置 101 は、センサ駆動部 202 と読み取り部 203 を駆動して検出器アレイから電荷（信号）を読み出し、デジタル化して画像データとして記憶部 205 へ保存する。

【0065】

撮影シーケンスと無関係に発生する可能性がある発音要求の通知内容の例として、バッテリ駆動時のバッテリ残量警告や、撮影コンソール 102 と X 線撮影装置 101 との通信に無線通信が用いられている場合の無線通信の切断が挙げられる。たとえば、バッテリによって X 線撮影装置 101 を駆動している場合、使用時間が長くなればバッテリの残量が減り、いつかは機能停止してしまう。したがって、突然の機能停止に陥ることを防ぐために、バッテリの残量が所定の容量以下になった場合にはその旨を通知するようにしている。このため、バッテリ残量低下の通知（発音）が検出器アレイからの画像の読み出し中に重なる可能性がある。発音が検出器アレイからの画像の読み出しと重なると、スピーカの駆動により画像の読み出しに影響を及ぼす。上記実施形態では、上述の様に発音される音の基本周波数を設定することにより、画像の読み出しへの影響を低減している。

10

【0066】

図 8において、SD410における画像読み出しが終わると、SD411で、X 線撮影装置 101 は、記憶部 205 に記憶された画像データを撮影コンソール 102 へ転送する。SC405において、撮影コンソール 102 は X 線撮影装置 101 から送信された画像データを受信する。SC406において、撮影コンソール 102 は、受信した画像データを、接続されている不図示の記憶装置に保管するとともに、表示部に表示する。

20

【0067】

以上のように第 1 実施形態によれば、画像生成に関わる読み出し期間中に発音部品が鳴動した場合においても、読み出される画像への発音による影響を抑制することができる。すなわち、X 線撮影装置は、報知部 208 から発音される音として、基本周波数 f_a が上述した式（1）または式（2）に示される条件を満たす音を用いることにより、画像中に発生する発音起因のノイズの影響が抑制される。

30

【0068】

< 第 2 実施形態 >

第 1 実施形態では、同期モードで動作する X 線撮影装置 101 において、センサ部 201（検出器アレイ）からの信号の読み出し時における発音起因ノイズの影響を低減する構成を説明した。第 2 実施形態では、X 線照射検出モードで動作する X 線撮影装置 101 の例について説明する。

30

【0069】

まず、X 線照射検出モード、並びに X 線照射検出機能について説明する。X 線照射検出機能とは、X 線撮影装置 101 が自身で X 線照射の有無を判断し、X 線が照射されていると判断した際には X 線撮影を開始する機能である。X 線撮影が開始されると、センサ部 201 が X 線による電荷を蓄積し、その後、センサ部 201 から X 線画像として読み出される。X 線照射検出モードとは、上述の様な X 線照射検出機能によって X 線画像を取得するモードのことである。したがって、X 線照射検出モードでは、X 線撮影システム 100（図 1）において、X 線発生装置 108 と X 線撮影装置 101 との間における X 線照射に関する通知のやり取りは不要であり、X 線機器接続器 109 等は省略可能である。

40

【0070】

図 9 に X 線照射検出機能を備える X 線撮影装置 101 の構成例を示す。第 1 実施形態で示した X 線撮影装置 101 の構成（図 2）に X 線照射検出部 501 が追加されている。X 線照射検出部 501 は、センサ部 201 の複数の放射線検出素子と接続されたバイアス配

50

線に流れる電流値をサンプリングしてセンサ部 201への放射線の照射を検出する。X線照射検出部 501の実現方法については、センサ部 201と同じ様なシンチレータと光センサを用いて検出する方法や、本実施形態で説明するX線照射によってセンサ部 201に発生する電流を検出する方法など、種々の実現方法が存在する。X線照射検出部 501には既知のいかなる手法が用いられててもよい。なお、本実施形態のX線照射検出部 501については、図10、図11により後述する(バイアス電流測定部 1028、A/D変換器 1029)。

【0071】

次に、第2実施形態におけるX線照射検出の方法を説明する。図10はセンサ部 201の1つの画素を構成する検出器の等価回路である。1つの素子は光電変換素子 1021と電荷の蓄積及び読み取りを制御するスイッチング TFT 1022を有する。光電変換素子 1021は、不図示のシンチレータが照射されたX線量に応じて発生した可視光を電気信号に変換するものであり、シンチレータとの協働により放射線検出素子として機能する。なお、光電変換素子に変えて、照射されたX線を直接電気信号に変換する素子が用いられてもよい(その場合、シンチレータは不要となる)。光電変換素子 1021中のコンデンサ 1021Cはフォトダイオード 1021Dが有する寄生コンデンサでも良いし、検出器のダイナミックレンジを改良するため意図的に追加したコンデンサでも良い。フォトダイオード 1021DのアノードAは共通電極であるバイアス配線 Lbに接続される。カソードKはコンデンサ 1021Cに蓄積された電荷を読み出すためのスイッチング TFT 1022に接続されている。スイッチング TFT 1022とリセット用スイッチング素子 1025を操作してコンデンサ 1021Cをリセットした後に、X線 1001を照射することによりフォトダイオード 1021Dで照射X線量に応じた電荷が発生しコンデンサ 1021Cに蓄積される。その後、再度、スイッチング TFT 1022を操作することにより、信号電荷はコンデンサ 1023に転送される。そして、フォトダイオード 1021Dに蓄積された電荷量は電位信号として増幅器 1026によって読み出され、A/D変換器 1027によってA/D変換されて入射X線量として出力される。

【0072】

図11はセンサ部 201を構成する検出器アレイの等価回路である。ここで示した例では、検出器アレイは 3328×4096 の画素から構成される。図10に示したように各画素は光電変換素子 1021とスイッチング TFT 1022を含む。検出器アレイの各列の光電変換素子 1021(m, n)のK電極は対応するスイッチング TFT 1022(m, n)のソース・ドレイン導通路により、その列に対する共通の列信号線 Lc1 ~ Lc3328に接続されている。各行の光電変換素子 1021のA電極は共通のバイアス配線 Lbを通じてバイアス電源 1131に接続されている。

【0073】

各行のスイッチング TFT 1022のゲート電極は行選択線 Lr1 ~ Lr4096に接続されている。行選択配線 Lrは行選択部 1132を通じてセンサ駆動部 202に接続されている。行選択部 1132は例えばアドレスデコーダ 1134と4096個のスイッチ素子 1135を有する。この構成により任意の行 Lrnの画素から信号を読み出すことができる。

【0074】

列信号線 Lcは読み取り部 203により制御される信号読み出し部 1136に接続される。信号読み出し部 1136は、列信号線 Lcをリセット基準電源 1024の電位にリセットするためのリセット用スイッチング素子 1025、増幅器 1026、サンプルホールド回路 1138、アナログマルチプレクサ 1139、A/D変換器 1027を有する。本実施形態の検出器アレイは 3328×4096 個の画素を有し、1列あたり3328画素の出力が列信号配線 Lc1 - 3328へ同時に読み出される。これら列信号配線 Lcへ読み出された信号(アナログ信号)は、増幅器 1026 - 1 ~ 3328、サンプルホールド回路 1138 - 1 ~ 3328を通じてアナログマルチプレクサ 1139によって順次A/D変換器 1027へ出力され、デジタルデータとして出力される。

10

20

30

40

50

【0075】

蓄積動作中はスイッチングTFT1022が全てOFFにされ、この状態で光電変換素子1021に信号電荷が蓄積される。蓄積した信号電荷の読み出し動作は、アドレスデコーダ1134によってスイッチ素子1135を順にONとすることでLr1～Lr4096に接続されたスイッチングTFT1022を1行ずつ駆動する。コンデンサ1021Cに蓄積された信号電荷はTFT22がONの際に列信号線Lc1～Lc3328に読み出される。

【0076】

光電変換素子1021ではX線照射されていない期間においても暗電荷が発生する。この暗電荷は蓄積動作中と同じくコンデンサ1021Cに蓄積される。この蓄積電荷はX線画像とはなりえないダークノイズであり、経過時間と共にコンデンサ1021Cに蓄積されていきX線撮影時のダイナミックレンジを小さくする影響がある。このような影響(ダークノイズ)を除去するために空読み動作が必要となる。空読み動作は通常の読み出し動作と同様にコンデンサ1021Cに蓄積された電荷を読み出すため、光検出器アレイの動作は読み出し動作と同様である。すなわちアドレスデコーダ1134によってスイッチ素子1135を順にONとしてスイッチングTFT1022を1行ずつ駆動し、コンデンサ1021Cに蓄積された電荷を列信号線Lc1～Lc3328に読み出す。空読み動作ではダークノイズ成分の掃き出しが目的なので、読み出された電荷はデータとしては不要である。このため、通常の読み出し動作とは異なり増幅器1026後段のサンプルホールド回路1138、アナログマルチプレクサ1139、A/D変換器1027は動作不要である。

10

20

30

【0077】

X線照射によってフォトダイオード1021Dで発生した電荷はコンデンサ1021Cに蓄積されるが、一部がバイアス配線LbにリークしX線照射量に応じた電流変動がバイアス配線Lbに発生する。したがって、この電流値を観測することでX線照射状態を把握することが可能となる。電流変動はバイアス電流測定部1028で電圧値に変換後、A/D変換器1029にてデジタル値に変換される。この出力値は光電変換素子1021に入射したX線量に応じた出力となる。空読み動作によってダークノイズ成分の掃き出ししながら、バイアス電流測定部1028、A/D変換器1029を動作させてX線照射が開始されるのを待つ。A/D変換器1029の出力が予め設けられた閾値を超えた際に、制御部204は、X線照射を検出したと判定する。X線照射を検出したと判定すると、制御部204は、光検出器アレイの動作モードを空読み動作から蓄積動作に移行する。蓄積動作では、検出器アレイのそれぞれの光電変換素子1021はX線照射に応じた電荷を蓄積する。そして、制御部204は、X線照射が終了するまで蓄積動作を行った後に、光検出器アレイの動作モードを読み出しモードに移行させることでX線画像データを取得する。

40

【0078】

上記の通り、X線照射検出においても周期的なサンプリング動作を伴うため、第1実施形態と同様に発音動作によって生じる電磁気的ノイズの影響を受ける。X線照射検出はバイアス配線Lbへの微小なリーク電流の変動を検出するため外部因子による影響を受けやすい。したがって、発音起因ノイズがサンプリングされ、その大きさが上記の閾値を超えると、実際にはX線照射されていないにもかかわらずX線照射されたと誤判定する可能性がある。この様な影響を低減するために、例えば周期性ノイズを低減する処理として相関二重サンプリングを利用することができます。相関二重サンプリングとは、同一地点の信号を一定時間間隔で二回サンプリングし、その差分を信号出力とするものである。

50

【0079】

X線照射検出によるバイアス配線Lbを流れる電流は空読み動作時のスイッチングTFT1022をONしたタイミングでサンプリングし、直前・直後にスイッチングTFT1022をOFFしたタイミングでサンプリングしたデータとの差分を取得する。スイッチングTFT1022がONでのサンプリング時刻をtとし、前後のスイッチングTFTがOFFでのサンプリング時刻をそれぞれt - t、t + tとする。また、時刻xにおける

50

るバイアス電流を $I(x)$ 、スイッチングTFT1022を流れる時刻 x における電流を $I_{on}(x)$ 、バイアス電流測定部1028内の図示せぬ増幅器の基準電圧を V とする。この場合、A/D変換器1029の出力Dはサンプリング時刻の関数として下記が成立する。

$$D(t-t) = G \{ RI(t-t) + V(t-t) \} \dots (3)$$

$$D(t) = G \{ RI(t) + V(t) + RI_{on}(t) \} \dots (4)$$

$$D(t+t) = G \{ RI(t+t) + V(t+t) \} \dots (5)$$

ここでGはバイアス電流測定部1028内の図示せぬ増幅器のゲイン、Rはバイアス電流測定部へつながる配線の抵抗成分を表す。

【0080】

本実施形態の相関二重サンプリングでは、センサ部201からの行単位での信号の読み出しの実行時(時刻 t)にサンプリングされた電流値と、その読み出しの前後($t \pm t$)でサンプリングされた2つの電流値の平均値が用いられる。すなわち、相関二重サンプリングの結果として、

$$D(t) - \{ D(t-t) + D(t+t) \} / 2 \quad GR_{I\text{on}}(t) \dots (6)$$

が得られる。基準電圧の重畠するノイズ $V(t)$ 及びバイアス配線Lbに重畠するノイズ $RI(t)$ が除去され、スイッチングTFTがON時のバイアス電流による成分のみが抽出されることがわかる。なお、相関二重サンプリングとして、空読みによる行の読み出しの前または後のいずれか一方($t+t$ または $t-t$)を、上記の平均値に代えて用いるようにしてもよい。

【0081】

1行ずつ行を切り替えながら空読みする際にTFT=ON時のバイアス電流をサンプリングした後、次の行を空読みするまでの間にTFT=OFF時のバイアス電流をサンプリングするため、空読み周期 T_s に対してサンプリング周期は $T_s/2$ で実施される。この時の空読み周波数は $f_s = 1/T_s$ なので、サンプリング周波数は $2 \times f_s$ である。上記の相関二重サンプリングでは3点のサンプリングから1つのデータが構成される。そのため、上記のサンプリング周波数でサンプリング定理が成立する周波数範囲の周期性ノイズに対して低減効果を生じる。したがって、周期性ノイズ、ここでは発音される音の基本周波数 f_a が、X線照射検出部501が行う電流値のサンプリング周波数の $1/2$ 以下であるという条件を満たすようにする。すなわち、

$$f_a (2 \times f_s) / 2 = f_s \dots (7)$$

を満足する範囲であれば発音起因ノイズの影響を抑制することが可能となる。

【0082】

また、X線出力の帯域が $f_1 \sim f_h$ の場合、この周波数帯域を通過するバンドパスフィルタをバイアス電流測定部1028内に設け、他の周波数帯のノイズ影響を低減することも可能である。ここでは相関二重サンプリングを適用しない場合、バイアス電流のサンプリング周波数を f_s とすると、発音周波数 f_a について

$$f_a < f_s / 2 \text{ の場合 : } f_a < f_1 \text{ または } f_a > f_h \dots (8)$$

$$f_a > f_s / 2 \text{ の場合 : } f_s - f_a < f_1 \text{ または } f_s - f_a > f_h \dots (9)$$

を満足するように f_a 、 f_s を設定することでX線出力を発音によるノイズ成分から分離させ、発音起因ノイズの影響を抑制することが可能となる。

【0083】

X線照射検出部501はX線が照射されたことを検出すると、その旨を制御部204に通知する。これを受けた制御部204は第1実施形態のX線同期撮影モードと同じようにX線による電荷をセンサ部201に溜め、その後その電荷を読み出して画像を生成する様にセンサ部201、センサ駆動部202、読み取り部203を制御する。

【0084】

続いて図12に第2実施形態における内部処理フローを示す。図12は図3を元に、撮影に関係する処理をX線照射検出モード時の処理に変えたものである。図12のS300、S201、S308は図3Aと同様である。また、割込み処理については図3Bと同様

である。よって、これらの処理の説明は省略し、以下では S 6 0 1 からの処理について説明する。

【 0 0 8 5 】

S 6 0 1 の実施までに X 線撮影装置 1 0 1 が起動し、撮影に移行する準備が整っているものとする。S 6 0 1 では、制御部 2 0 4 は、X 線照射検出モードでの撮影に移行する旨の要求があるか否かを判断し、要求がある場合には処理を S 6 0 4 へ移行する。本実施形態では X 線照射検出モードでの撮影を前提としているが、第 1 実施形態に示した X 線同期撮影モードと X 線照射検出モードを切り替える様な構成も可能であり、その判定を実施するような処理が S 6 0 1 以前に実装されてもよい。X 線照射検出モード移行要求の一例としては、X 線撮影装置 1 0 1 に対応した撮影コンソール 1 0 2 から、撮影シーケンスのスタート指示等として与えられる場合が考えられる。10

【 0 0 8 6 】

S 6 0 2 では、制御部 2 0 4 は、X 線照射検出モードへと移行するための通電・機能部起動等の準備処理を実施し、その後、S 6 0 3 で X 線照射検出モードの開始を光や音で報知する。次に、S 6 0 4 において、制御部 2 0 4 は、X 線撮影装置 1 0 1 を X 線照射検出モードにおける X 線の照射待ちの状態とし、上述のように空読みを実行するとともに、X 線照射検出部 5 0 1 による X 線照射検出を実行する。

【 0 0 8 7 】

S 6 0 5 では、制御部 2 0 4 は、X 線照射検出時間タイムアウトになったか否かを判定する。前述の通り、X 線検出手法によっては非常に長い時間を設定することも可能であるが、実際の使用を考えると X 線照射が一切ないまま放置された場合に備え、一定時間で処理を停止した方が好ましい。また、当然ながら検出時間に限度がある検出方法であれば、タイムアウト時間を設定するのは当然の形態である。照射待ち時間がタイムアウト時間に達していると判断された場合、制御部 2 0 4 は、S 6 0 6 において X 線照射検出モードを終了し、S 6 0 7 において、報知部 2 0 8 を用いて X 線照射検出モードが終了した旨を音や光で報知する。その後、処理は S 3 0 8 へ戻る。20

【 0 0 8 8 】

一方、S 6 0 5 でタイムアウト時間が経過していないと判定された場合には、処理は S 6 0 8 へ進み、制御部 2 0 4 は、X 線照射があるか否かを判定する。ここで X 線が照射されていないと判定された場合には、処理は S 6 0 4 へ戻り、タイムアウトするか X 線が照射されるまで S 6 0 4 , S 6 0 5 , S 6 0 8 のループが繰り返される。30

【 0 0 8 9 】

S 6 0 8 で X 線照射ありと判定された場合には、処理は S 6 0 9 に進み、制御部 2 0 4 は、X 線照射検出モードを終了する。そして、S 6 1 0 において、制御部 2 0 4 は、X 線照射を検出したことを報知部 2 0 8 を用いて報知するとともに、照射中の X 線によって画像を形成させるべく、X 線照射が終了するまでセンサ部 2 0 1 を電荷の蓄積が可能な状態にする。本実施形態では画像を取得するために使用するセンサ部 2 0 1 を、X 線の入射を検出する手段としても使用する手法を用いるものとして S 6 1 0 の処理を説明した。X 線照射検出の手法がセンサ部 2 0 1 を用いない場合には予めセンサ部 2 0 1 を電荷蓄積可能な状態にしておき、S 6 1 0 では X 線照射検出通知のみ実施するようにも良い。続いて X 線照射が終了すると、X 線同期撮影時と同じく画像の読み出しを実施するため処理が S 6 1 1 へ移る。S 6 1 1 の処理は S 3 0 5 と S 3 0 6 で説明したとおりである。40

【 0 0 9 0 】

なお、報知したい内容が重篤なエラーを通知するものであり、かつ、そのような状態ではそもそも画像が撮影できる様な状態ではない場合には、エラー通知を優先し、撮影に関する処理自体を停止し、任意の周波数の音で通知する手法を実施してもよい。さらに、発音要求を予めランク分けしておき、発生した発音要求のランクに応じて上述の手法を選択して報知する手法も考えられる。

【 0 0 9 1 】

以上が第 2 実施形態の説明であり、このような形で実装を行えば X 線照射検出に関わる

期間中に発音部品を鳴らした場合においても、発音によるX線照射検出への影響を抑制することができる。また、X線照射を自身で検出する機能を備えた撮影装置ではX線照射検出するためのサンプリング動作の周波数によって定められる特定の周波数の報知音を使用することによって、発音起因のノイズの影響による誤動作を抑制する。

【0092】

<第3実施形態>

第1実施形態および第2実施形態では、撮影のタイミングで環境内に撮影コンソール102が存在する構成を示した。第3実施形態では、X線撮影装置101とX線発生装置108で撮影を実施し、撮影のタイミングにおいて撮影コンソール102をX線撮影装置101から切り離すことが可能な構成について説明する。本明細書では、このように撮影コンソール102との通信を不能にした状態で撮影を行う動作モードをコンソールレスモードと呼ぶ。具体的には、X線撮影装置101は、撮影毎にX線画像を撮影コンソール102に転送せずに、内部の記憶部205にX線画像を蓄積するモードである。

10

【0093】

第3実施形態のX線撮影システムを図13に示す。図13の破線より左側の(A)の部分は撮影前若しくは撮影後の構成、破線よりも右側の(B)の部分は撮影中の構成を示している。撮影中の構成としてはX線撮影装置101並びにX線発生装置108とそれに関する構成物、被写体110のみで撮影が実施される。なお、図13では、撮影室等に据え置かれるタイプのX線発生装置108が示されているが、移動型のセット若しくは台車に全ての構成物が載った回診用の機材でもよい。撮影中、X線撮影装置101は画像を取得すると、内部の記憶部205にX線画像を撮り溜め、撮影後に対応したPC等の撮影コンソール102へまとめて出力するような運用を想定したものとなっている。

20

【0094】

この様な撮影動作を実現するために、撮影前には撮影コンソール102とX線撮影装置101が無線あるいは有線で接続され、撮影若しくはX線撮影装置101の動作、あるいはそれらの両方に関する設定等が実施される。また、撮影終了後には画像を撮影コンソール102へと移す処理が必要となる。この様な状態を示したのが図13の破線よりも左側の(A)である。(A)では構成物同士が有線で接続されている様子が示されているが、無線で接続されている形でも良い。X線撮影装置101内部の構成物は第2実施形態で示した構成と同様でも良いし、撮影されたX線画像を溜めるための記憶部205を更に多く備えててもよい。

30

【0095】

以上のような第3実施形態の構成では、実際に撮影するにあたっては第1実施形態に示した様なX線発生装置108と同期を取る様な仕組みではなく、第2実施形態で示した様なX線照射検出モードで撮影を実施する必要がある。また、撮影時には撮影コンソール102がないため、ユーザの操作に対してX線撮影装置101が応答を返す回数を増やすことで、X線撮影装置101単体により状態遷移を伝えるという要求が高まる。

【0096】

この様な構成での撮影フローを図14に示す。図14は第2実施形態のフローチャート(図12)にS701、S702を加えたものである。音に関する割込み処理は第2実施形態までは撮影コンソール102とX線撮影装置101本体、両方からいつでも実施できたが、第3実施形態では、撮影コンソール102から設定変更が可能な期間が限定される。具体的には、撮影前後の、撮影コンソール102とX線撮影装置101が接続されている期間に限定される。なお、X線撮影装置101本体からの操作による割込みが実施可能な条件は第2実施形態と同様である。

40

【0097】

また、S601について、第2実施形態では撮影コンソール102からの指示によってモード移行要求有りと判定していたがこれに限られるものではない。たとえば、本体の操作部207へのユーザの入力をもって移行要求としたり、撮影コンソール102と切り離された時点で移行要求としたりする方法が考えられる。また、本実施形態で説明するよう

50

なコンソールレスモードと第1実施形態及び第2実施形態に説明した動作が可能なモードを同一装置で切り替えて使用する場合、S601の前に切り替えの受付処理を加えてもよい。

【0098】

第2実施形態との違いは、S701並びにS702が加入されたことである。これらステップのそれぞれは、電荷蓄積及び本読み期間の前後に、状態が遷移する、もしくは遷移した事を通知するものである。前述の通り、本実施形態の形態では撮影する環境に撮影コンソール102が無いためにX線撮影装置101の状態を通知する機会を増やす事が望ましい。これに合わせて、読み出し期間(S611)の前後で状態や動作に関する通知を実施する機会を増やす処理がS701とS702となっている。なお、S701やS702の通知に用いられる音は、読み出し期間の開始前と終了後の通知であるので、上述した基本周波数の制限を受けない。他方、X線照射検出や読み出し期間を含む任意のタイミングで発生し得るバッテリ残量の不足や通信の切断を通知するための音には、第1実施形態や第2実施形態で説明したような基本周波数の条件を満たす音が用いられる。

10

【0099】

以上のように、第3実施形態によれば、撮影コンソール102が無い状況下に於いてもユーザにX線撮影装置101の状態を報知する機会や内容を出来る限り減らさない様にすることができる。また、X線照射検出並びに読み出しに関わる期間中に発音部品を鳴らした場合においても、発音のX線照射検出及び画像への影響を抑制することができる。

20

【0100】

(その他の実施例)

本発明は、上述の実施形態の1以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける1つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1以上の機能を実現する回路(例えば、ASIC)によっても実現可能である。

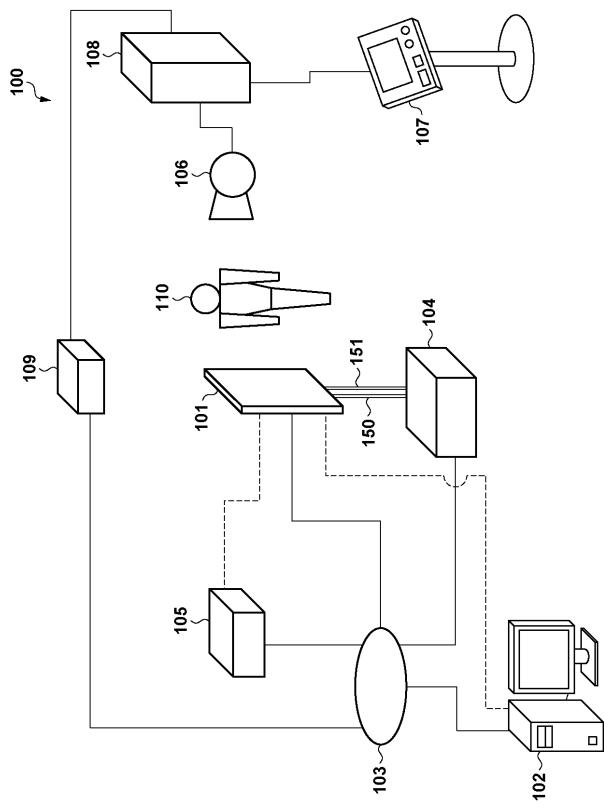
【符号の説明】

【0101】

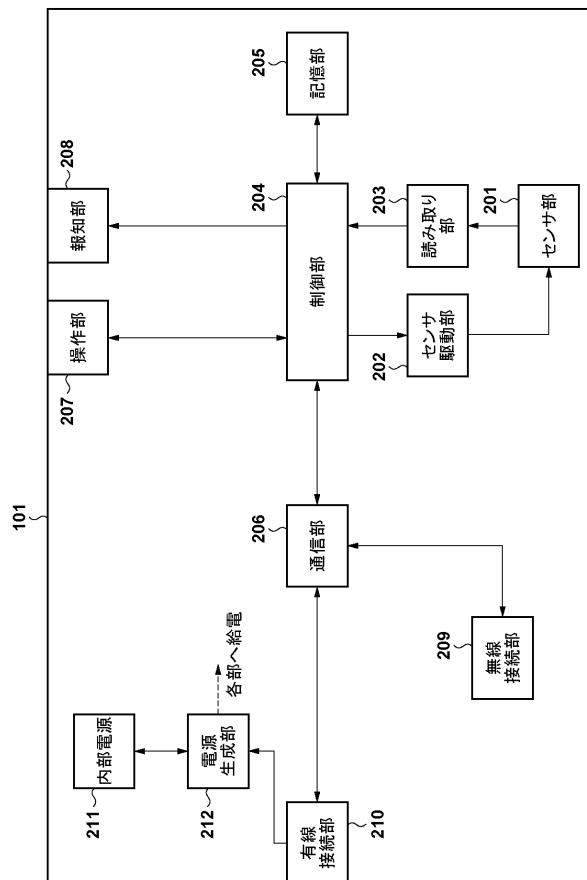
100：X線撮影システム、101：X線撮影装置、102：撮影コンソール、103：LAN、104：電源ユニット、105：アクセスポイント、106：X線管球、107：X線発生コンソール、108：X線発生装置、109：X線機器接続器

30

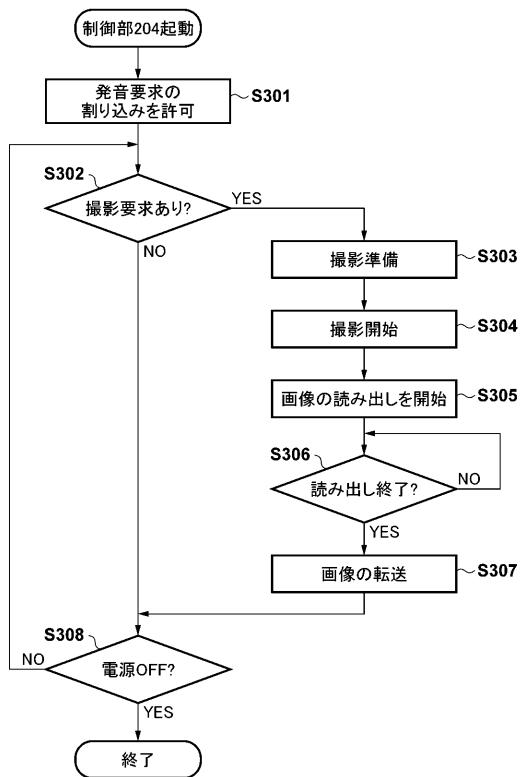
【図 1】



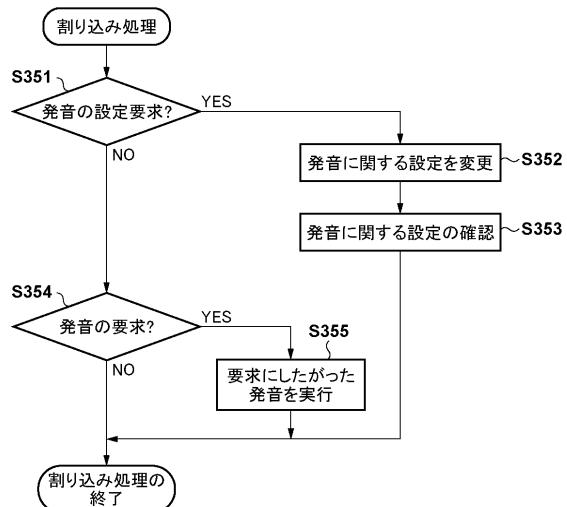
【図 2】



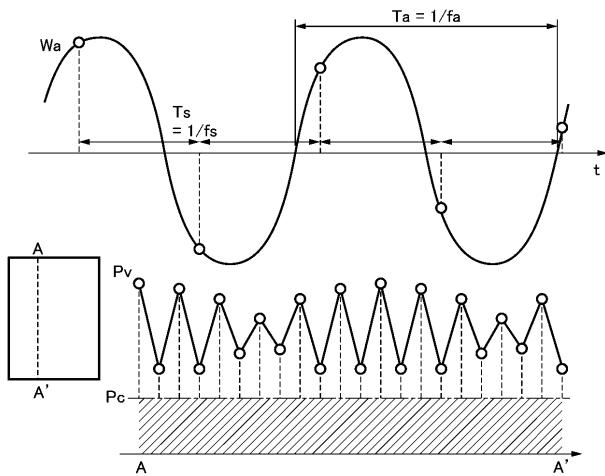
【図 3 A】



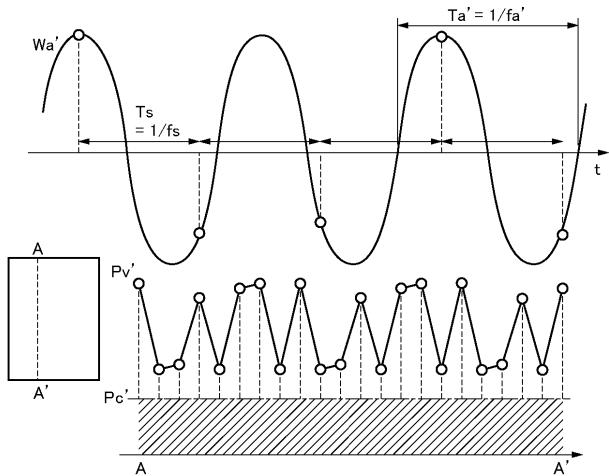
【図 3 B】



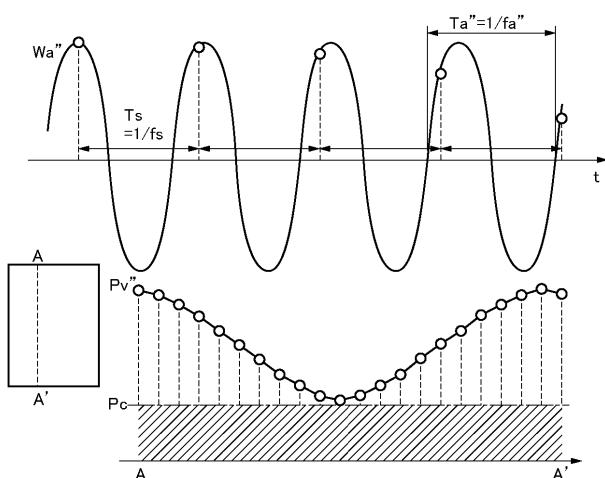
【図4】



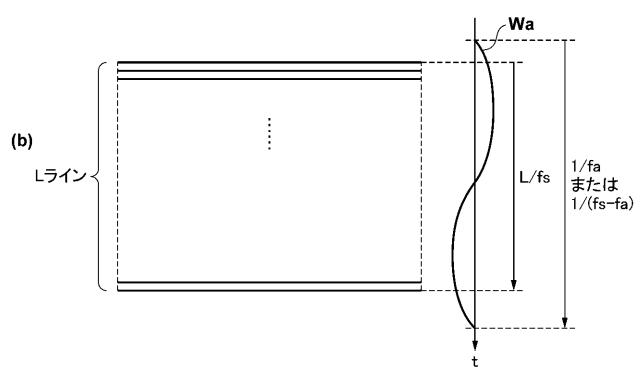
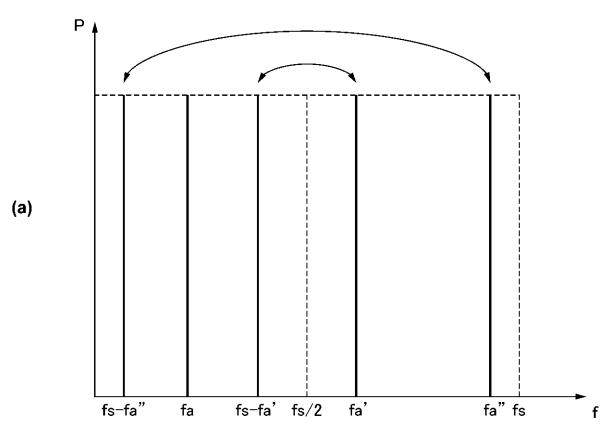
【図5】



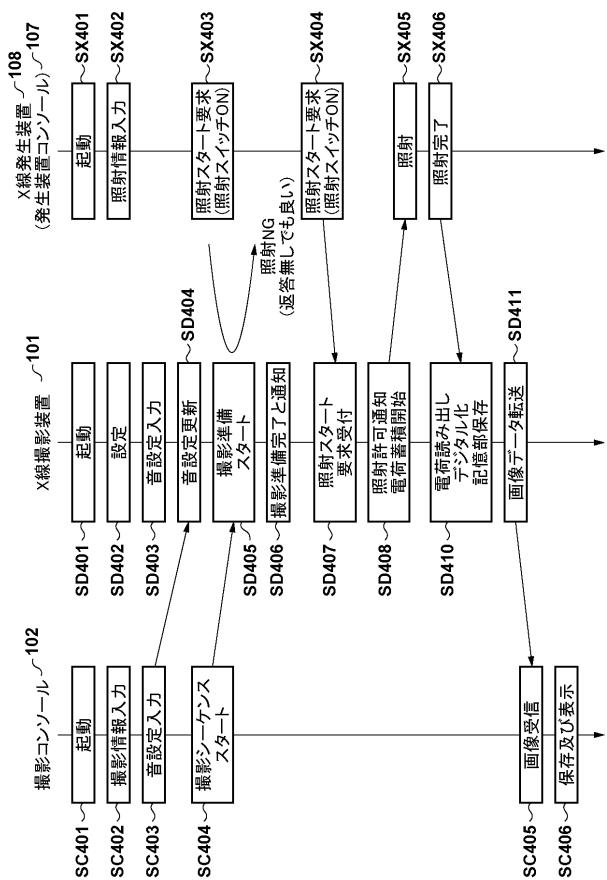
【図6】



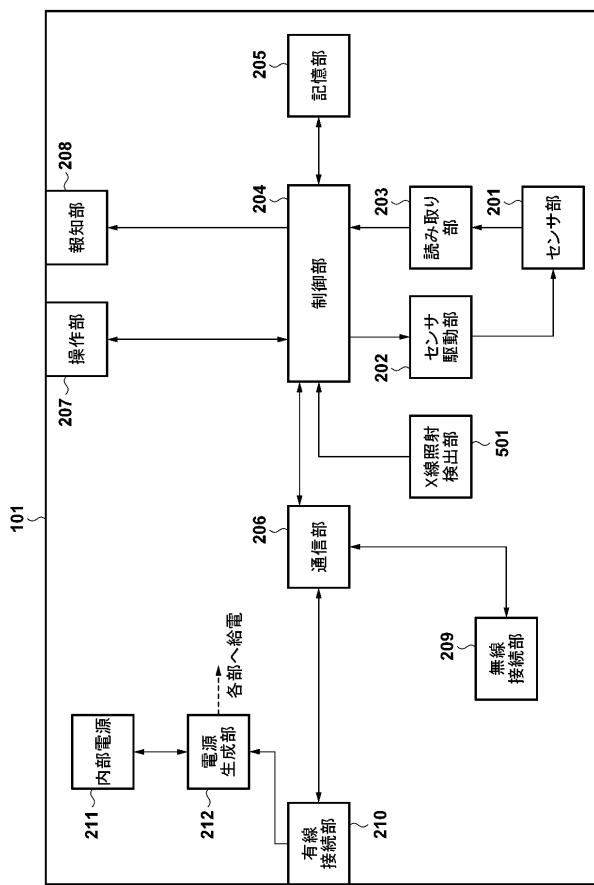
【図7】



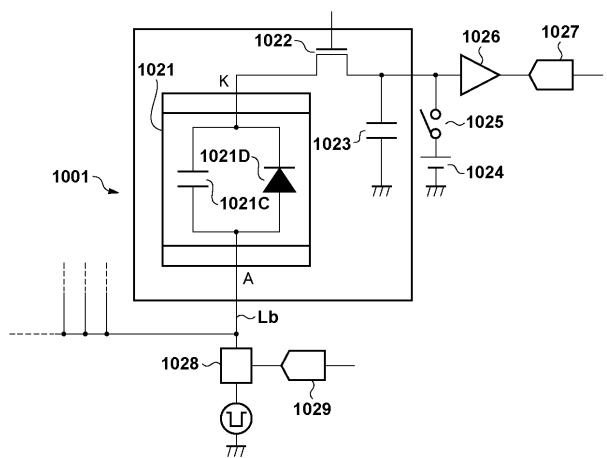
【図 8】



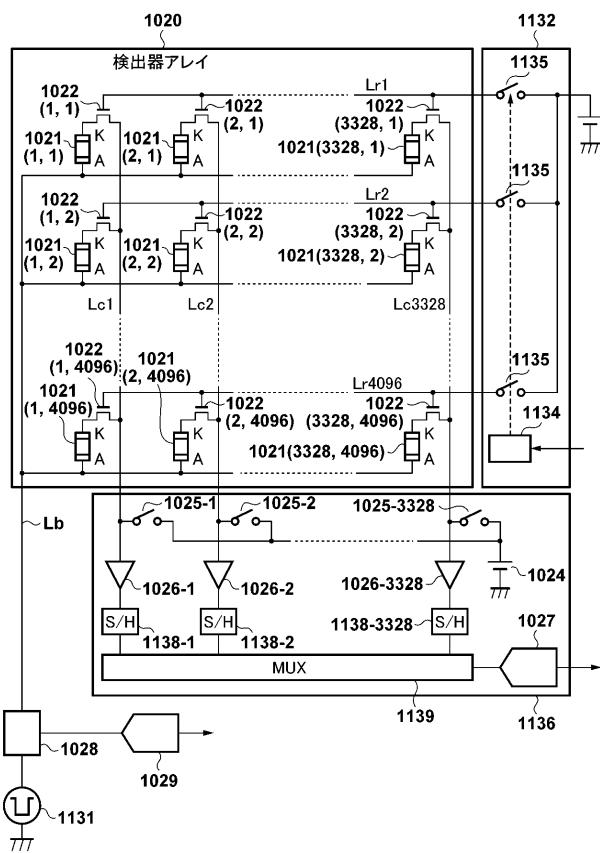
【図 9】



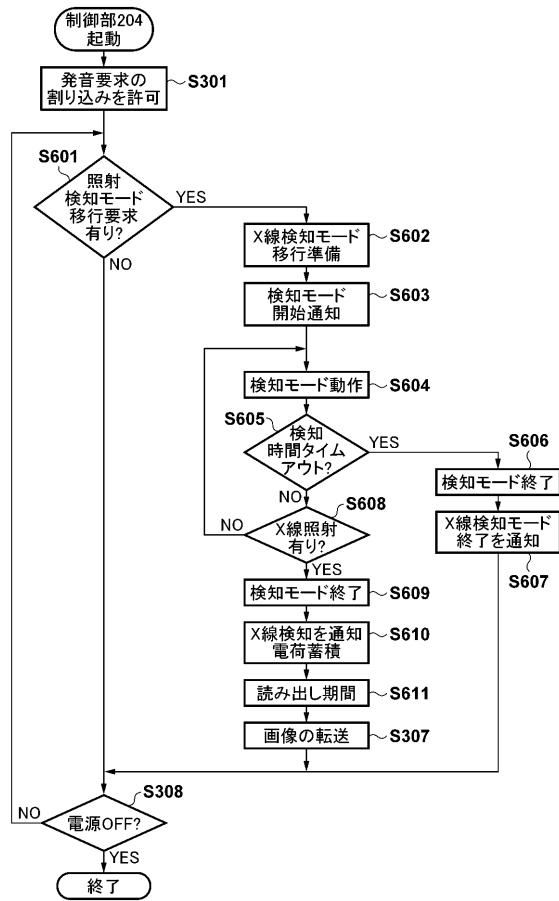
【図 10】



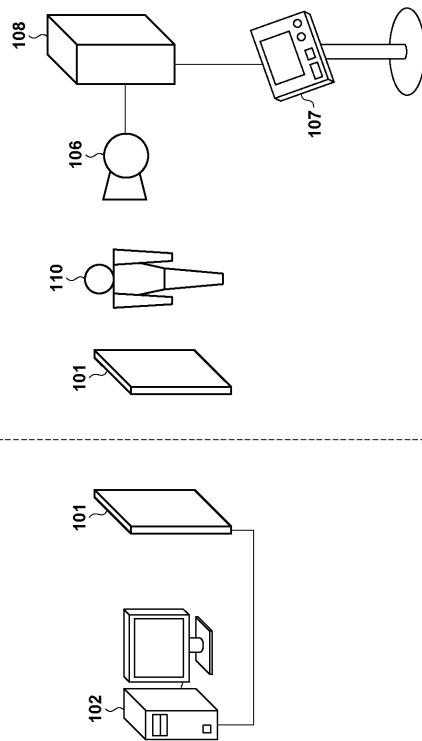
【図 11】



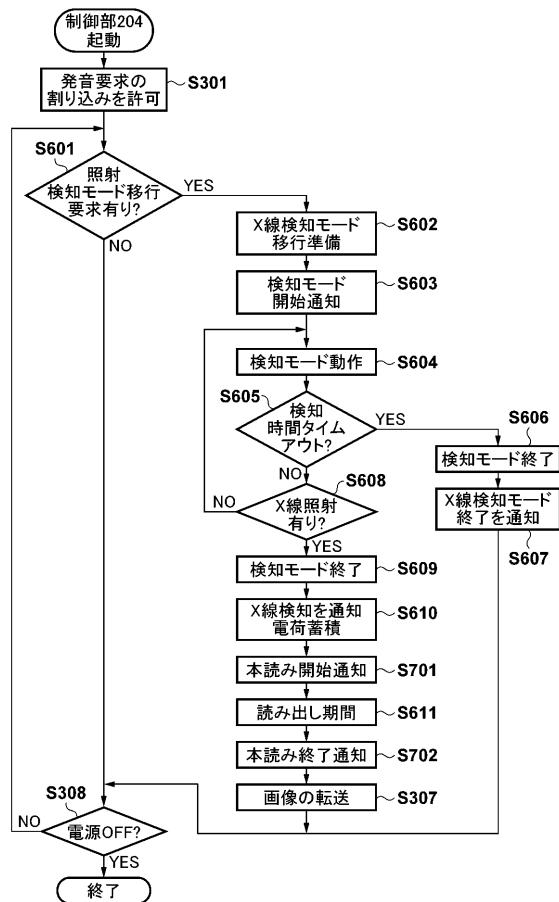
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 野中 秀樹

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

(72)発明者 廣池 太郎

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

(72)発明者 小菅 麻人

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

F ターム(参考) 4C093 AA03 CA13 CA16 EB11 EB12 EB17 FG13