

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2023-28949

(P2023-28949A)

(43)公開日 令和5年3月3日(2023.3.3)

(51) 國際特許分類

A 6 1 B 6/03 (2006.01)

F T

A 6 1 B

6/03

330 A

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 12 O L (全21頁)

(21)出願番号 特願2021-134946(P2021-134946)

(22)出願日 令和3年8月20日(2021.8.20)

(71)出願人 594164542

キヤノンメディカルシステムズ株式会社
栃木県大田原市下石上1385番地

(74)代理人	110001634
---------	-----------

弁理士法人志賀国際特許事務所

(72)発明者 長谷川 拓哉

栃木県大田原市下石上1385番地 キ
ヤノンメディカルシステムズ株式会社内

F ターム (参考)	4C093	AA22	CA15	CA37	EE01
--------------	-------	------	------	------	------

FA05 FA15 FA42 FA53

FB08

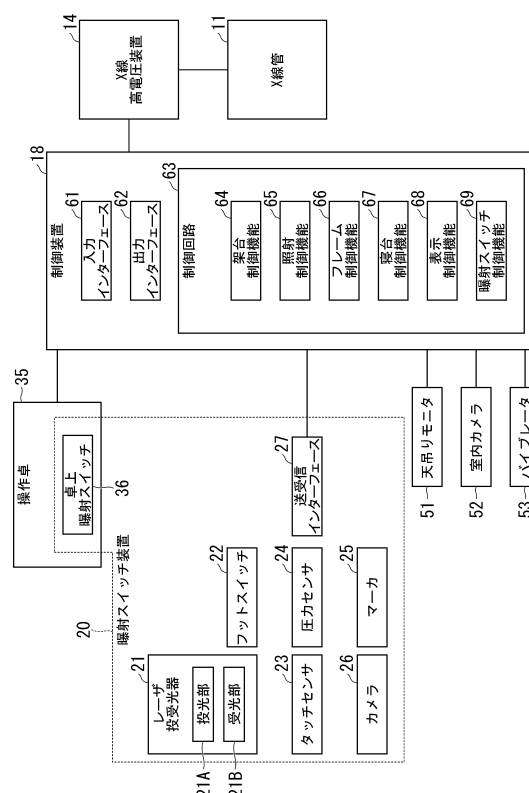
(54)【発明の名称】 X線撮影装置、X線撮影システム、及びX線撮影装置の制御方法

(57) 【要約】

【課題】 X線を照射させる際の操作性を高めること。

【解決手段】実施形態のX線撮影装置は、照射部と、曝射スイッチ装置と、制御装置と、を持つ。照射部は、寝台に載置された被検体にX線を照射する。曝射スイッチ装置は、前記X線の照射に関する操作者の操作を受け付ける。制御装置は、前記X線によるX線の照射を制御する。前記曝射スイッチ装置は、スイッチ部と、出力部とを持つ。スイッチ部は、前記操作者の位置に基づいて設定され、前記操作者の操作を検出する。出力部は、前記スイッチ部により前記操作者の操作が検出された場合に、前記操作者の操作に基づく操作信号を前記制御装置に出力する。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

寝台に載置された被検体に X 線を照射する照射部と、
前記 X 線の照射に関する操作者の操作を受け付ける曝射スイッチ装置と、
前記 X 線による X 線の照射を制御する制御装置と、を備え、
前記曝射スイッチ装置は、
前記操作者の位置に基づいて設定され、前記操作者の操作を検出するスイッチ部と、
前記スイッチ部により前記操作者の操作が検出された場合に、前記操作者の操作に基づく操作信号を前記制御装置に出力する出力部と、を備え、
前記制御装置は、
前記曝射スイッチ装置により出力される操作信号に基づいて、前記 X 線を前記照射部に照射させる、
X 線撮影装置。

10

【請求項 2】

前記スイッチ部は、可視光を投影してフットスイッチを生成する投光部と、
前記可視光の反射光を受光する受光部と、を備え、
前記受光部による前記反射光の受光結果に基づいて、前記フットスイッチに対する前記操作者の操作を検出する、
請求項 1 に記載の X 線撮影装置。

【請求項 3】

前記スイッチ部は、前記寝台の周囲に設けられた圧力センサを含み、
前記圧力センサにより検出された圧力に基づいて、前記圧力センサに対する前記操作者の操作を検出する、
請求項 1 に記載の X 線撮影装置。

20

【請求項 4】

前記スイッチ部は、前記操作者に取り付けられたマーカと、
前記マーカを撮像する撮像装置と、を含み、
前記撮像装置により撮像した前記マーカの動きに基づいて、前記マーカに対する前記操作者の操作を検出する、
請求項 1 に記載の X 線撮影装置。

30

【請求項 5】

前記曝射スイッチ装置は、
前記操作者の位置を検出する位置検出部を更に備える、
請求項 1 から 4 のうちいずれか 1 項に記載の X 線撮影装置。

【請求項 6】

前記位置検出部は、前記照射部を収容する架台または前記寝台のうち少なくともいずれか一方における複数の位置に設けられ、前記操作者が接触可能な複数のタッチセンサを備え、
複数の前記タッチセンサのうち、前記操作者が接触したタッチセンサに基づいて、前記操作者の位置を検出する、
請求項 5 に記載の X 線撮影装置。

40

【請求項 7】

前記位置検出部は、前記操作者を撮影するカメラと、
前記カメラによって撮像された画像を画像処理する画像処理部と、を備え、
前記画像処理部における画像処理の結果に基づいて、前記操作者の位置を検出する、
請求項 5 に記載の X 線撮影装置。

【請求項 8】

前記操作者が操作する操作卓が前記寝台に設けられており、
前記曝射スイッチ装置は、前記操作卓に設けられ、前記操作者が操作することにより前記制御装置に対して前記操作信号を出力する卓上曝射スイッチを更に備える、

50

請求項 1 から 7 のうちいずれか 1 項に記載の X 線撮影装置。

【請求項 9】

前記スイッチ部に対する前記操作者の操作を、前記操作者の感覚に作用させて報知する報知デバイスを制御する報知制御部を更に備える、

請求項 1 から 8 のうちいずれか 1 項に記載の X 線撮影装置。

【請求項 10】

前記報知デバイスは、前記操作者に振動を付与する振動デバイスである、

請求項 9 に記載の X 線撮影装置。

【請求項 11】

請求項 9 または 10 に記載の X 線撮影装置と、

10

前記スイッチ部に対する前記操作者の操作を前記操作者の感覚に作用させて報知する報知デバイスと、を備える、

X 線撮影システム。

【請求項 12】

寝台に載置された被検体に X 線を照射する照射部と、

前記 X 線の照射に関する操作者の操作を受け付ける曝射スイッチ装置と、

前記 X 線による X 線の照射を制御する制御装置と、を備え、

前記曝射スイッチ装置は、

前記操作者の位置に基づいて設定され、前記操作者の操作を検出するスイッチ部と、

20

前記スイッチ部により前記操作者の操作が検出された場合に、前記操作者の操作に基づく操作信号を前記制御装置に出力する出力部と、を備える X 線撮影装置のコンピュータが

、

前記制御装置は、

前記曝射スイッチ装置により出力される操作信号に基づいて、前記 X 線を前記照射部に照射させる、

X 線撮影装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書及び図面に開示の実施形態は、X 線撮影装置、X 線撮影システム、及び X 線撮影装置の制御方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

X 線 CT 装置などの X 線撮像装置には、例えば、操作者が操作する CT 透視操作卓（以下、操作卓）が設けられ、操作卓には、フットスイッチがケーブルを介して接続されている。フットスイッチは、操作者の操作に応じて、例えば、操作信号を操作卓に出力し、操作卓は、出力された操作信号を、操作卓に接続された制御装置に出力する。制御装置は、操作卓により出力された操作信号に応じて X 線撮像装置に設けられた照射部に X 線を照射させる。

【0003】

40

X 線撮像装置による検査中には、例えば、操作者は、X 線撮像装置の周囲を移動しながら検査を行うため、フットスイッチは、操作者の立ち位置などに応じて移動可能とされている。フットスイッチを移動させる際には、例えば、操作者がフットスイッチを手で持って移動させるが、運びにくかったり、衛生的に好ましくなかったり、ケーブルが断線するきっかけとなるなどの問題がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2018 - 191842 号公報

【特許文献 2】特開 2020 - 58672 号公報

50

【特許文献 3】国際公開第 2 0 1 8 / 0 1 2 0 8 0 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

本明細書及び図面に開示の実施形態が解決しようとする課題は、X線を照射させる際の操作性を高めることである。ただし、本明細書及び図面に開示の実施形態により解決しようとする課題は上記課題に限られない。後述する実施形態に示す各構成による各効果に対応する課題を他の課題として位置づけることもできる。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

10

実施形態の X 線撮影装置は、照射部と、曝射スイッチ装置と、制御装置と、を持つ。照射部は、寝台に載置された被検体に X 線を照射する。曝射スイッチ装置は、前記 X 線の照射に関する操作者の操作を受け付ける。制御装置は、前記 X 線による X 線の照射を制御する。前記曝射スイッチ装置は、スイッチ部と、出力部とを持つ。スイッチ部は、前記操作者の位置に基づいて設定され、前記操作者の操作を検出する。出力部は、前記スイッチ部により前記操作者の操作が検出された場合に、前記操作者の操作に基づく操作信号を前記制御装置に出力する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 7 】

20

【図 1】実施形態に係る X 線 CT 装置 1 の構成図。

【図 2】X 線 CT 装置 1 の一部の構成図。

【図 3】X 線 CT 装置 1 の全体斜視図。

【図 4】マーカ 2 5 の一例を示す図。

【図 5】パイプレータ 5 3 の一例を示す図。

【図 6】曝射スイッチ制御機能 6 9 の機能構成の一例を示す図。

【図 7】X 線 CT 装置 1 を用いた検査の流れの一例を示すフローチャート。

【図 8】X 線を曝射する処理の一例を示すフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 8 】

30

以下、図面を参照しながら、実施形態の X 線撮影装置、X 線撮影システム、及び X 線撮影装置の制御方法について説明する。X 線撮影装置は、実施形態では X 線 CT 装置であるが、X 線撮影装置は、他の装置でもよい。X 線撮影装置は、例えば、トモシンセス撮影装置でもよい。

【 0 0 0 9 】

(第 1 の実施形態)

図 1 は、実施形態に係る X 線 CT 装置 1 の構成図である。図 2 は、X 線 CT 装置 1 の一部の構成図である。図 3 は、X 線 CT 装置 1 の全体斜視図である。X 線 CT 装置 1 は、例えば、架台装置 1 0 と、曝射スイッチ装置 2 0 と、寝台装置 3 0 と、コンソール装置 4 0 と、天吊りモニタ 5 1 と、室内カメラ 5 2 と、パイプレータ 5 3 とを有する。X 線 CT 装置 1 は、例えば、処置室の中に設置される。X 線 CT 装置 1 は、画像診断を行うための造影 CT 画像を撮像する。X 線 CT 装置 1 は、X 線撮像装置の一例である。

40

【 0 0 1 0 】

図 1 においては、説明の都合上、架台装置 1 0 を Z 軸方向から見た図と X 軸方向から見た図の双方を掲載しているが、実際には、架台装置 1 0 は一つである。実施形態では、非チルト状態での回転フレーム 1 7 の回転軸または寝台装置 3 0 の天板 3 3 の長手方向を Z 軸方向、Z 軸方向に直交し、床面に対して水平である軸を X 軸方向、Z 軸方向に直交し、床面に対して垂直である方向を Y 軸方向とそれぞれ定義する以下の説明において、Z 軸に沿う方向を前後方向、X 軸に沿う方向を左右方向、Y 軸に沿う方向を上下方向という。

【 0 0 1 1 】

架台装置 1 0 は、例えば、X 線管 1 1 と、ウェッジ 1 2 と、コリメータ 1 3 と、X 線高

50

電圧装置 14 と、X 線検出器 15 と、データ収集システム（以下、D A S : Data Acquisition System）16 と、回転フレーム 17 と、制御装置 18 とを有する。X 線管 11、ウェッジ 12、コリメータ 13、X 線高電圧装置 14、X 線検出器 15、D A S 16、回転フレーム 17、及び制御装置 18 は、架台に収容されている。

【0012】

X 線管 11 は、X 線高電圧装置 14 からの高電圧の印加により、陰極（フィラメント）から陽極（ターゲット）に向けて熱電子を照射することで X 線を発生させる。X 線管 11 は、真空管を含む。例えば、X 線管 11 は、回転する陽極に熱電子を照射することで X 線を発生させる回転陽極型の X 線管である。X 線管 11 は、天板 33 に載置された被検体 P に X 線を照射する。X 線管 11 は、照射部の一例である。

10

【0013】

ウェッジ 12 は、X 線管 11 から画像診断の対象となる被検体 P に照射される X 線量を調節するためのフィルタである。ウェッジ 12 は、X 線管 11 から被検体 P に照射される X 線量の分布が予め定められた分布になるように、自身を透過する X 線を減衰させる。ウェッジ 12 は、ウェッジフィルタ（wedge filter）、ボウタイフィルタ（bow-tie filter）とも呼ばれる。ウェッジ 12 は、例えば、所定のターゲット角度や所定の厚みとなるようにアルミニウムを加工したものである。

【0014】

コリメータ 13 は、ウェッジ 12 を透過した X 線の照射範囲を絞り込むための機構である。コリメータ 13 は、例えば、複数の鉛板の組み合わせによってスリットを形成することで、X 線の照射範囲を絞り込む。コリメータ 13 は、X 線絞りと呼ばれる場合もある。コリメータ 13 の絞り込み範囲は、機械的に駆動可能であってよい。

20

【0015】

X 線高電圧装置 14 は、例えば、高電圧発生装置と、X 線制御装置とを有する。高電圧発生装置は、変圧器（トランス）および整流器などを含む電気回路を有し、X 線管 11 に印加する高電圧を発生させる。X 線制御装置は、X 線管 11 に発生させるべき X 線量に応じて高電圧発生装置の出力電圧を制御する。高電圧発生装置は、上述した変圧器によって昇圧を行うものであってもよいし、インバータによって昇圧を行うものであってもよい。X 線高電圧装置 14 は、回転フレーム 17 に設けられてもよいし、架台装置 10 の固定フレーム（不図示）の側に設けられてもよい。

30

【0016】

X 線検出器 15 は、X 線管 11 が発生させ、被検体 P を通過して入射した X 線の強度を検出する。X 線検出器 15 は、検出した X 線の強度に応じた電気信号（光信号などでもよい）を D A S 16 に出力する。X 線検出器 15 は、例えば、複数の X 線検出素子列を有する。複数の X 線検出素子列のそれぞれは、X 線管 11 の焦点を中心とした円弧に沿ってチャンネル方向に複数の X 線検出素子が配列されたものである。複数の X 線検出素子列は、スライス方向（列方向、row 方向）に配列される。

【0017】

X 線検出器 15 は、例えば、グリッドと、シンチレータアレイと、光センサアレイとを有する間接型の検出器である。シンチレータアレイは、複数のシンチレータを有する。それぞれのシンチレータは、シンチレータ結晶を有する。シンチレータ結晶は、入射する X 線の強度に応じた光量の光を発する。グリッドは、シンチレータアレイの X 線が入射する面に配置され、散乱 X 線を吸収する機能を有する X 線遮蔽板を有する。なお、グリッドは、コリメータ（一次元コリメータまたは二次元コリメータ）と呼ばれる場合もある。光センサアレイは、例えば、光電子増倍管（フォトマルチプライヤー：PMT）等の光センサを有する。光センサアレイは、シンチレータにより発せられる光の光量に応じた電気信号を出力する。X 線検出器 15 は、入射した X 線を電気信号に変換する半導体素子を有する直接変換型の検出器であってよい。

40

【0018】

D A S 16 は、例えば、増幅器と、積分器と、A / D 変換器とを有する。増幅器は、X

50

線検出器 15 の各 X 線検出素子により出力される電気信号に対して増幅処理を行う。積分器は、増幅処理が行われた電気信号をビュー期間に亘って積分する。A / D 変換器は、積分結果を示す電気信号をデジタル信号に変換する。D A S 16 は、デジタル信号に基づく検出データをコンソール装置 40 に出力する。

【0019】

回転フレーム 17 は、X 線管 11、ウェッジ 12、およびコリメータ 13 と、X 線検出器 15 とを対向保持した状態で回転させる円環状の回転部材である。回転フレーム 17 は、固定フレームによって、内部に導入された被検体 P を中心として回転自在に支持される。回転フレーム 17 は、更に D A S 16 を支持する。D A S 16 が出力する検出データは、回転フレーム 17 に設けられた発光ダイオード (LED) を有する送信機から、光通信によって、架台装置 10 の非回転部分 (例えば固定フレーム) に設けられたフォトダイオードを有する受信機に送信され、受信機によってコンソール装置 40 に転送される。なお、回転フレーム 17 から非回転部分への検出データの送信方法として、前述の光通信を用いた方法に限らず、非接触型の任意の送信方法を採用してよい。回転フレーム 17 は、X 線管 11 などを支持して回転させることができるものであれば、円環状の部材に限らず、アームのような部材であってもよい。

10

【0020】

X 線 C T 装置 1 は、例えば、X 線管 11 と X 線検出器 15 の双方が回転フレーム 17 によって支持されて被検体 P の周囲を回転する Rotate / Rotate - Type の X 線 C T 装置 (第 3 世代 C T) であるが、これに限らず、円環状に配列された複数の X 線検出素子が固定フレームに固定され、X 線管 11 が被検体 P の周囲を回転する Stationary / Rotate - Type の X 線 C T 装置 (第 4 世代 C T) であってもよい。

20

【0021】

制御装置 18 は、例えば、回転フレーム 17 を回転させたり、架台装置 10 の架台をチルトさせたり、寝台装置 30 の天板 33 を上下動動作などで移動させたり、X 線管 11 から X 線を照射 (曝射) させたりする。制御装置 18 は、架台装置 10 に設けられてもよいし、コンソール装置 40 に設けられてもよい。制御装置 18 の構成や処理等については、後にさらに説明する。

【0022】

図 2 に示す曝射スイッチ装置 20 は、X 線の照射に関する操作者の操作を受け付ける。曝射スイッチ装置 20 は、X 線の照射に関する操作として、例えば、曝射スイッチを操作者が曝射スイッチを踏み込む操作を受け付けることにより、X 線管 11 による X 線の照射を制御装置 18 に要求する。

30

【0023】

曝射スイッチ装置 20 は、例えば、レーザ投受光器 21 と、フットスイッチ 22 と、タッチセンサ 23 と、圧力センサ 24 と、マーカ 25 と、カメラ 26 と、送受信インターフェース 27 と、を備える。曝射スイッチ装置 20 は、例えば、レーザ投受光器 21 を 4 台、カメラ 26 を 2 台、タッチセンサ 23 を多数備える。

【0024】

レーザ投受光器 21 は、架台装置 10 における寝台装置 30 が設けられた側の面 (以下、正面) の寝台装置 30 を挟んだ両側の位置と、寝台装置 30 における左右両側の側面にそれぞれ配置される。架台装置 10 に設けられるレーザ投受光器 21 は、架台装置 10 における低い位置、例えば、寝台装置 30 における天板 33 よりも低い位置に配置される。

40

【0025】

レーザ投受光器 21 は、投光部 21 A と受光部 21 B を備える。投光部 21 A は、例えば処置室の床面にレーザ光を投影する。レーザ投受光器 21 は、レーザ光を投影することにより、処置室の床面に曝射スイッチとなるフットスイッチ 22 を生成する。レーザ投受光器 21 は、寝台装置 30 の周囲や架台装置 10 における架台の側方の床面における任意の位置にレーザ光を投影可能である。レーザ光は、可視光の一例である。可視光は、レーザ光以外の光でもよい。

50

【 0 0 2 6 】

フットスイッチ 2 2 は、レーザ投受光器 2 1 がレーザ光を処置室の床面に投影した光が反射して生成される反射光を含む。レーザ投受光器 2 1 が、寝台装置 3 0 の周囲における任意の位置にレーザ光を投影可能であるため、フットスイッチ 2 2 は、寝台装置 3 0 の周囲における任意の位置に生成可能である。フットスイッチ 2 2 は、操作者の位置に基づいて、操作者の近傍位置にレーザ投受光器 2 1 がレーザ光を照射して生成される。フットスイッチ 2 2 は可視光であるため、操作者はフットスイッチ 2 2 を視認可能である。

【 0 0 2 7 】

レーザ投受光器 2 1 の受光部 2 1 B は、フットスイッチ 2 2 の反射光を受光する。操作者がフットスイッチ 2 2 を踏み込む操作（以下、フットスイッチ操作）を行うと、レーザ投受光器 2 1 の受光部 2 1 B は、フットスイッチ 2 2 の反射光を受光できなくなる。レーザ投受光器 2 1 は、この現象を利用して、受光器による反射光の受光結果に基づいて、フットスイッチ 2 2 に対する操作者の操作を検出する。具体的に、レーザ投受光器 2 1 は、フットスイッチ 2 2 を投影しながら、フットスイッチ 2 2 を受光しない場合に、操作者によるフットスイッチ操作を検出する。フットスイッチ 2 2 は、スイッチ部の一例である。

【 0 0 2 8 】

レーザ投受光器 2 1 の受光部 2 1 B は、処置室の床面に形成されたフットスイッチ 2 2 の反射光を受光する。レーザ投受光器 2 1 は、投光部 2 1 A がフットスイッチ 2 2 を投影したが、受光部 2 1 B がフットスイッチ 2 2 の反射光を受光せず、操作者がフットスイッチ 2 2 を踏み込んだことを検出した場合に、フットスイッチ操作を示す電気信号を送受信インターフェース 2 7 に出力する。フットスイッチ操作を示す電気信号は、操作信号の一例である。

【 0 0 2 9 】

複数のタッチセンサ 2 3 は、架台装置 1 0 における正面及び X 方向を向いた両側面の下端部において、広い範囲にわたって互い離間して設けられる。タッチセンサ 2 3 は、操作者が接触可能であり、操作者が直に触れたり操作者の靴が触れたりしたときの位置を操作者の位置として検出する。タッチセンサ 2 3 は、検出した操作者の位置を示す電気信号を送受信インターフェース 2 7 に出力する。タッチセンサ 2 3 は、位置検出部の一例である。

【 0 0 3 0 】

圧力センサ 2 4 は、例えば、架台装置 1 0 及び寝台装置 3 0 の周囲に設けられている。圧力センサ 2 4 は、架台装置 1 0 及び寝台装置 3 0 の周囲に敷き詰められている。圧力センサ 2 4 は、上方から掛かる荷重を検出する。圧力センサ 2 4 は、荷重がかかった位置（以下、載荷位置）や圧力センサ 2 4 がかかった圧力値（以下、載荷重）の変化を検出する。圧力センサ 2 4 は、検出した載荷位置及び載荷重に関する電気信号を送受信インターフェース 2 7 に出力する。

【 0 0 3 1 】

操作者の近傍における圧力センサ 2 4 の一部は、曝射スイッチとして機能する部分として設定される。圧力センサ 2 4 のうち、曝射スイッチとして機能する部分（以下、有効圧力センサ）2 4 A に対して操作者が踏み込む操作（以下、荷重付加操作）を行うことにより、圧力センサ 2 4 は、操作者による荷重付加操作を検出する。圧力センサ 2 4 は、有効圧力センサ 2 4 A に対する操作者による荷重付加操作を検出した場合に、荷重付加操作を示す電気信号を送受信インターフェース 2 7 に出力する。圧力センサ 2 4 における有効圧力センサ 2 4 A は、スイッチ部の一例である。荷重付加操作を示す電気信号は、操作信号の一例である。

【 0 0 3 2 】

マーカ 2 5 は、例えば、操作者の足に取り付けられるホルダに設けられる。マーカ 2 5 またはマーカ 2 5 が設けられたホルダは、操作者が着衣する衣服に取り付けられてもよいし、靴などに取り付けられてもよい。図 4 は、マーカ 2 5 の一例を示す図である。マーカ 2 5 は、印字部 F を備える。印字部 F は、情報に応じた形状をなす。マーカ 2 5 は、例え

10

20

30

40

50

ば、紙などの媒体に印刷され、靴などに貼着するシールタイプでもよいし、靴などに予め印刷されたものでもよい。

【 0 0 3 3 】

カメラ 2 6 は、架台装置 1 0 の正面の寝台装置 3 0 を挟んだ左右両側にそれぞれ設けられる。カメラ 2 6 は、架台装置 1 0 の正面における高い位置、例えば、架台装置 1 0 の頂部の近傍に設けられる。カメラ 2 6 は、寝台装置 3 0 における周囲を撮像する。カメラ 2 6 が撮像した画像には、例えば、操作者の足、フットスイッチ 2 2、マーカ 2 5 などが含まれる。カメラ 2 6 は、撮像した画像を送受信インターフェース 2 7 に出力する。

【 0 0 3 4 】

送受信インターフェース 2 7 は、例えば、レーザ投受光器 2 1、タッチセンサ 2 3、圧力センサ 2 4 により出力される電気信号やカメラ 2 6 により出力される画像などを制御装置 1 8 に送信する。送受信インターフェース 2 7 は、例えば、制御装置 1 8 により送信される電気信号をレーザ投受光器 2 1 に出力する。送受信インターフェース 2 7 は、レーザ投受光器 2 1 や圧力センサ 2 4 により出力されたフットスイッチ操作または荷重付加操作を示す電気信号を制御装置 1 8 に送信する。送受信インターフェース 2 7 は、出力部の一例である。

10

【 0 0 3 5 】

寝台装置 3 0 は、スキャン対象の被検体 P を載置して、架台装置 1 0 の回転フレーム 1 7 の内部に導入する装置である。寝台装置 3 0 は、例えば、基台 3 1 と、寝台駆動装置 3 2 と、天板 3 3 と、支持フレーム 3 4 と、操作卓 3 5 と、を有する。基台 3 1 は、支持フレーム 3 4 を鉛直方向（Y 軸方向）に移動可能に支持する筐体を含む。寝台駆動装置 3 2 は、モータやアクチュエータを含む。寝台駆動装置 3 2 は、被検体 P が載置された天板 3 3 を、支持フレーム 3 4 に沿って、天板 3 3 の長手方向（Z 軸方向）に移動させる。天板 3 3 は、被検体 P が載置される板状の部材である。

20

【 0 0 3 6 】

操作卓 3 5 は、操作者が被検体 P の近傍にて寝台装置 3 0 を操作するための入力装置である。操作卓 3 5 は、例えば、枠体と、枠体に囲まれたタッチパネルを備える。操作卓 3 5 は、例えば、寝台装置 3 0 の支持フレーム 3 4 に対してスタンド D によって着脱可能に固定される。操作卓 3 5 は、寝台装置 3 0 における支持フレーム 3 4 以外の位置や架台装置 1 0 などに固定されてもよい。操作卓 3 5 は、寝台装置 3 0 などの任意の位置に移動可能に取り付けられる。

30

【 0 0 3 7 】

操作卓 3 5 は、寝台装置 3 0 の部位、例えば天板 3 3 や支持フレーム 3 4 の上で自立するものでもよい。操作卓 3 5 は、定型のものでもよいし、鉛直方向（上下方向）に移動可能でもよい。操作卓 3 5 は、天板 3 3 や支持フレーム 3 4 に設けられたレールに沿って左右方向に移動可能でもよい。

【 0 0 3 8 】

操作卓 3 5 には、卓上曝射スイッチ 3 6 が設けられる。操作者が卓上曝射スイッチ 3 6 を操作すると、操作卓 3 5 は、X 線の照射を要求する電気信号を制御装置 1 8 に出力する。卓上曝射スイッチ 3 6 は、例えば、操作卓 3 5 の枠体に設けられた操作ボタンである。卓上曝射スイッチ 3 6 は、その他の形態のスイッチでもよく、例えば、操作卓 3 5 のディスプレイに表示される G U I（Graphical User Interface）画像でもよい。卓上曝射スイッチ 3 6 には、LED などのランプが内蔵されている。卓上曝射スイッチ 3 6 では、X 線が曝射可能となった時に、ランプが点灯して曝射可能である旨を操作者に知らせる。

40

【 0 0 3 9 】

コンソール装置 4 0 は、例えば、メモリ 4 1 と、ディスプレイ 4 2 と、入力インターフェース 4 3 と、処理回路 4 5 とを有する。実施形態では、コンソール装置 4 0 は架台装置 1 0 とは別体として説明するが、架台装置 1 0 にコンソール装置 4 0 の各構成要素の一部または全部が含まれてもよい。

【 0 0 4 0 】

50

メモリ 41 は、例えば、RAM (Random Access Memory)、フラッシュメモリ等の半導体メモリ素子、ハードディスク、光ディスク等により実現される。メモリ 41 は、例えば、検出データや投影データ、再構成画像データ、CT 画像データ等を記憶する。これらのデータは、メモリ 41 ではなく（或いはメモリ 41 に加えて）、X 線 CT 装置 1 が通信可能な外部メモリに記憶されてもよい。外部メモリは、例えば、外部メモリを管理するクラウドサーバが読み書きの要求を受け付けることで、クラウドサーバによって制御されるものである。

【0041】

ディスプレイ 42 は、各種の情報を表示する。例えば、ディスプレイ 42 は、処理回路によって生成された医用画像（CT 画像）や、医師や技師などの操作者による各種操作を受け付ける GUI 画像等を表示する。ディスプレイ 42 は、例えば、液晶ディスプレイや CRT (Cathode Ray Tube)、有機 EL (Electroluminescence) ディスプレイ等である。ディスプレイ 42 は、架台装置 10 に設けられてもよい。ディスプレイ 42 は、デスクトップ型でもよいし、コンソール装置 40 の本体部と無線通信可能な表示装置（例えばタブレット端末）でもよい。

10

【0042】

入力インターフェース 43 は、操作者による各種の入力操作を受け付け、受け付けた入力操作の内容を示す電気信号を処理回路 45 に出力する。例えば、入力インターフェース 43 は、検出データまたは投影データを収集する際の収集条件、CT 画像を再構成する際の再構成条件、CT 画像から後処理画像を生成する際の画像処理条件などの入力操作を受け付ける。

20

【0043】

入力インターフェース 43 は、例えば、マウスやキーボード、タッチパネル、ドラッグボール、スイッチ、ボタン、ジョイスティック、カメラ、赤外線センサ、マイク等により実現される。入力インターフェース 43 は、コンソール装置 40 の本体部と無線通信可能な表示装置（例えばタブレット端末）により実現されてもよい。

【0044】

なお、本明細書において入力インターフェースはマウス、キーボードなどの物理的な操作部品を備えるものだけに限られない。例えば、装置とは別体に設けられた外部の入力機器から入力操作に対応する電気信号を受け取り、この電気信号を制御回路へ出力する電気信号の処理回路も入力インターフェースの例に含まれる。

30

【0045】

処理回路 45 は、例えば、CPU (Central Processing Unit) などのプロセッサを有する。処理回路 45 は、X 線 CT 装置 1 の全体の動作を制御する。処理回路 45 は、例えば、制御機能 46 と、前処理機能 47 と、再構成処理機能 48 と、画像処理機能 49 と、を備える。処理回路 45 は、例えば、ハードウェアプロセッサが記憶装置（記憶回路）に記憶されたプログラムを実行することにより、これらの機能を実現するものである。

【0046】

ハードウェアプロセッサとは、例えば、CPU (Central Processing Unit)、GPU (Graphics Processing Unit)、特定用途向け集積回路 (Application Specific Integrated Circuit; ASIC)、プログラマブル論理デバイス（例えば、単純プログラマブル論理デバイス (Simple Programmable Logic Device; SPLD) または複合プログラマブル論理デバイス (Complex Programmable Logic Device; CPLD)、フィールドプログラマブルゲートアレイ (Field Programmable Gate Array; FPGA) などの回路 (circuitry) を意味する。記憶装置にプログラムを記憶させる代わりに、ハードウェアプロセッサの回路内にプログラムを直接組み込むように構成しても構わない。この場合、ハードウェアプロセッサは回路内に組み込まれたプログラムを読み出し実行することで機能を実現する。ハードウェアプロセッサは、単一の回路として構成されるものに限らず、複数の独立した回路を組み合わせることで 1 つのハードウェアプロセッサとして構成され、各機能を実現するようにしてもよい。記憶装置は、非一時的（ハー

40

50

ドウェアの)記憶媒体でもよい。また、複数の構成要素を1つのハードウェアプロセッサに統合して各機能を実現するようにしてもよい。

【0047】

コンソール装置40または処理回路45が有する各構成要素は、分散化されて複数のハードウェアにより実現されてもよい。処理回路45は、コンソール装置40が有する構成ではなく、コンソール装置40と通信可能な処理装置によって実現されてもよい。処理装置は、例えば、一つのX線CT装置と接続されたワークステーション、或いは、複数のX線CT装置に接続され、以下に説明する処理回路45と同等の処理を一括して実行する装置(例えばクラウドサーバ)である。処理回路45に含まれる各機能は、複数の回路に分散されていてもよいし、メモリ41に記憶されたアプリケーションソフトを起動させることで利用可能となるようにしてもよい。

10

【0048】

制御機能46は、入力インターフェース43が受け付けた入力操作に基づいて、処理回路45の各種機能を制御する。制御機能46は、X線CT装置1により被検体Pを検査する際に、シンプルプランとエキスパートプラン(CT透視撮影プラン)のいずれかによる制御を実行可能である。シンプルプランは、例えば、X線CT装置1において予め設定されたプランであり、操作者による設定が少ないプランである。エキスパートプランは、例えば、操作者が検査を行いやすいようにアレンジ可能なプランであり、操作者の操作によりX線管11によるX線の曝射を要求できるプランである。

【0049】

シンプルプラン及びエキスパートプランは、例えば、操作者が入力インターフェース43を操作することにより設定される。制御機能46は、シンプルプラン及びエキスパートプランのいずれかが選択されて検査が開始される際に、X線管11の暖機が完了しているなど、X線CT装置1が、X線の曝射の準備が完了した準備状態(READY状態)であるか否かを判定する。制御機能46は、準備状態であると判定した場合に、準備状態であることを示す電気信号を制御装置18に出力する。シンプルプラン及びエキスパートプランは、制御装置18で選択するようにしてもよい。

20

【0050】

前処理機能47は、DAS16により出力された検出データに対して対数変換処理やオフセット補正処理、チャネル間の感度補正処理、ビームハードニング補正等の前処理を行い、投影データを生成し、生成した投影データをメモリ41に記憶させる。

30

【0051】

再構成処理機能48は、前処理機能47によって生成された投影データに対して、フィルタ補正逆投影法や逐次近似再構成法等による再構成処理を行って、CT画像データを生成し、生成したCT画像データをメモリ41に記憶させる。

【0052】

画像処理機能49は、入力インターフェース43が受け付けた入力操作に基づいて、CT画像データを公知の方法により、三次元画像データや任意断面の断面像データに変換する。三次元画像データへの変換は、前処理機能47によって行われてもよい。コンソール装置40には、そのほかに、X線CT装置1が準備状態となってX線管11によるX線が曝射可能となった時に点灯する準備報知ランプが設けられている。

40

【0053】

天吊りモニタ51は、例えば、処置室の天井に吊り下げられて設けられる。天吊りモニタ51は、制御装置18における表示処理機能76や処理回路45における表示制御機能68の制御に応じて画像(映像)を表示する。処置室内の操作者は、任意の位置、例えば寝台装置30の近傍の位置から天吊りモニタ51に表示される画像を視認することができる。天吊りモニタ51は、処置室の天井に固定されるが、例えば鉛直軸周りに回転可能に取り付けられてもよい。

【0054】

室内カメラ52は、例えば、天吊りモニタ51の側方で処置室の天井に吊り下げられて

50

設けられる。室内カメラ 5 2 は、例えば、処置室内の操作者を含む画像を撮像する。室内カメラ 5 2 は、撮像した画像を制御装置 1 8 に送信する。室内カメラ 5 2 は、処置室の天井に固定されるが、例えば鉛直軸周りに回転可能に取り付けられてもよい。

【 0 0 5 5 】

バイブレータ 5 3 は、例えば、操作者の皮膚に接触させるようにして利用される。図 5 は、バイブレータ 5 3 の一例を示す図である。バイブレータ 5 3 は、例えば、ベルト B L に取り付けられている。バイブレータ 5 3 は、例えば、ベルト B L を操作者の足首に巻き付けることにより、操作者の皮膚に接触させられる。バイブレータ 5 3 は、操作者の靴や衣服に取り付けられてもよいし、靴などに内蔵されていてもよい。

【 0 0 5 6 】

バイブレータ 5 3 は、曝射スイッチとして機能するフットスイッチ 2 2 または有効圧力センサ 2 4 A に対する操作者の操作が行われていることを操作者の感覚（五感）に作用させて操作者に官能的に報知する。バイブレータ 5 3 は、報知デバイスの一例である。バイブレータ 5 3 は、操作者に振動を付与することでフットスイッチ 2 2 または圧力センサ 2 4 に対する操作者の操作を操作者に官能的に報知する。バイブレータ 5 3 は、振動デバイスの一例である。

【 0 0 5 7 】

続いて、制御装置 1 8 の構成について説明する。制御装置 1 8 は、通信インターフェース 6 1 と、制御回路 6 3 と、を有する。制御装置 1 8 は、さらに、モータやアクチュエータなどを含む駆動機構を有する。通信インターフェース 6 1 は、曝射スイッチ装置 2 0、操作卓 3 5 に設けられた卓上曝射スイッチ 3 6 などにより出力される電気信号や室内カメラ 5 2 により出力される画像などを入力して制御回路 6 3 に出力する。通信インターフェース 6 1 は、制御回路 6 3 により出力される電気信号を X 線高電圧装置 1 4 や天吊りモニタ 5 1 などに出力する。

【 0 0 5 8 】

制御回路 6 3 は、例えば、CPU などのプロセッサを有する。制御回路 6 3 は、架台装置 1 0 や寝台装置 3 0 に含まれる各デバイスの動作を制御する。制御回路 6 3 は、例えば、架台制御機能 6 4、照射制御機能 6 5 と、フレーム制御機能 6 6 と、寝台制御機能 6 7 と、表示制御機能 6 8 と、曝射スイッチ制御機能 6 9 と、を備える。制御回路 6 3 は、例えば、ハードウェアプロセッサが記憶装置（記憶回路）に記憶されたプログラムを実行することにより、これらの機能を実現するものである。

【 0 0 5 9 】

架台制御機能 6 4 は、架台装置 1 0 の架台を制御し、例えば架台をチルトさせる。照射制御機能 6 5 は、例えば、曝射スイッチ制御機能 6 9 により生成された曝射信号を、通信インターフェース 6 1 を用いて X 線高電圧装置 1 4 に対して出力させる。通信インターフェース 6 1 により曝射信号を出力された X 線高電圧装置 1 4 は、X 線管 1 1 に高電圧を印加して X 線管 1 1 により X 線を曝射させる。フレーム制御機能 6 6 は、回転フレーム 1 7 を制御し、例えば、回転フレーム 1 7 を回転させたり、回転する回転フレーム 1 7 を停止させたりする。

【 0 0 6 0 】

寝台制御機能 6 7 は、寝台装置 3 0 の動作を制御し、例えば、寝台装置 3 0 を上昇させたり下降させたりする。表示制御機能 6 8 は、天吊りモニタ 5 1 や操作卓 3 5 のディスプレイに種々の画像を表示させる。表示制御機能 6 8 は、例えば、室内カメラ 5 2 により撮像された画像を天吊りモニタ 5 1 に表示させる。室内カメラ 5 2 により撮像された画像が天吊りモニタ 5 1 に表示されることにより、操作者は、足元を見ることなく天吊りモニタ 5 1 を見ながらフットスイッチ 2 2 や有効圧力センサ 2 4 A の位置を認識することができる。

【 0 0 6 1 】

曝射スイッチ制御機能 6 9 は、処理回路 4 5 の制御機能 4 6 における制御がエキスパートプランにより実行されているときに、曝射スイッチ装置 2 0 に含まれる各デバイスを制

10

20

30

40

50

御する。曝射スイッチ制御機能 6 9 は、X 線 C T 装置 1 が準備状態にあるときに、X 線管 1 1 による X 線の曝射を要求可能とされている。

【 0 0 6 2 】

曝射スイッチ制御機能 6 9 は、タッチセンサ 2 3、圧力センサ 2 4、及びカメラ 2 6 により送受信インターフェース 2 7 を介して出力される電気信号や画像を取得する。曝射スイッチ制御機能 6 9 は、取得した電気信号や取得した画像を画像処理した結果に基づいて、レーザ投受光器 2 1 によりフットスイッチ 2 2 を投影させたり、通信インターフェース 6 1 により、X 線高電圧装置 1 4 に対して、曝射信号を出力させたりする。

【 0 0 6 3 】

図 6 は、曝射スイッチ制御機能 6 9 の機能構成の一例を示す図である。曝射スイッチ制御機能 6 9 は、例えば、投受光器制御機能 7 1 と、タッチセンサ処理機能 7 2 と、圧力センサ処理機能 7 3 と、画像処理機能 7 4 と、曝射信号生成機能 7 5 と、表示処理機能 7 6 と、報知処理機能 7 7 と、を備える。

【 0 0 6 4 】

投受光器制御機能 7 1 は、処理回路 4 5 により準備状態を示す電気信号が出力された場合に、X 線 C T 装置 1 が準備状態であると判定し、レーザ投受光器 2 1 にレーザ光を投影させて、フットスイッチ 2 2 を生成される。投受光器制御機能 7 1 は、X 線 C T 装置 1 が準備状態であるときに、タッチセンサ 2 3 により検出された操作者の位置に基づいて、フットスイッチ 2 2 を生成する位置を操作者の位置の近傍に設定する。投受光器制御機能 7 1 は、設定した位置にフットスイッチ 2 2 を生成するようにレーザ投受光器 2 1 にレーザ光を投影させる。さらに、処理回路 4 5 により準備状態を示す電気信号が出力されて、X 線 C T 装置 1 が準備状態となったときに、卓上曝射スイッチ 3 6 に内蔵されたランプが点灯する。

【 0 0 6 5 】

タッチセンサ処理機能 7 2 は、タッチセンサ 2 3 により検出され、送受信インターフェース 2 7 により送信された操作者の位置を取得し、操作者の位置を認識する。投受光器制御機能 7 1 は、タッチセンサ処理機能 7 2 が認識した操作者の位置に基づいて、フットスイッチ 2 2 を生成する位置を設定する。

【 0 0 6 6 】

圧力センサ処理機能 7 3 は、タッチセンサ処理機能 7 2 により認識された操作者の位置に基づいて、圧力センサ 2 4 のうち、曝射スイッチとして機能させる部分を有効圧力センサ 2 4 A として特定する。圧力センサ処理機能 7 3 は、圧力センサ 2 4 における特定した部分を有効圧力センサ 2 4 A として設定する。

【 0 0 6 7 】

画像処理機能 7 4 は、カメラ 2 6 や室内カメラ 5 2 により撮像された画像を取得する。画像処理機能 7 4 は、取得した画像を画像処理することにより、X 線の曝射に関する情報を取得する。画像処理機能 7 4 は、例えば、カメラ 2 6 により撮像された画像にマーカ 2 5 が含まれているか否かを認識する。カメラ 2 6 及び室内カメラ 5 2 は、カメラの一例である。

【 0 0 6 8 】

画像処理機能 7 4 は、カメラ 2 6 により撮像された画像にマーカ 2 5 が含まれていると認識した場合に、マーカ 2 5 が認識された位置を操作者の位置として認識する。タッチセンサ処理機能 7 2 と画像処理機能 7 4 の双方が操作者の位置を検出し、両者の位置が異なる場合には、いずれかの操作者の位置を優先して、例えば、画像処理機能 7 4 により認識された操作者の位置を優先して操作者の位置とする。画像処理機能 7 4 は、画像処理部の一例である。カメラ 2 6 及び室内カメラ 5 2、並びに画像処理機能 7 4 は、位置検出部の一例である。

【 0 0 6 9 】

曝射信号生成機能 7 5 は、送受信インターフェース 2 7 により出力された 2 1 A を示す電気信号を受信した場合に、画像処理機能 7 4 の画像処理による画像解析の結果に基づい

10

20

30

40

50

て、操作者のフットスイッチ 2 2 または有効圧力センサ 2 4 A を踏み込む操作が、操作者が意図した操作であるか否かを判定する。フットスイッチ 2 2 を踏み込む操作は、投受光器制御機能 7 1 により検出された投受光の関係に基づき判定される。有効圧力センサ 2 4 A を踏み込む操作は、圧力センサ 2 4 により検出された載荷位置及び載荷重に基づいて判定される。このため、操作者が踏み込む操作と異なる操作を操作者が踏み込む操作と誤認する可能性が生じる。

【 0 0 7 0 】

そこで、曝射信号生成機能 7 5 は、画像処理機能 7 4 による画像処理の結果を利用して、操作者の動作（動き）を認識し、操作者が踏み込む動作を行っているか否かによる検証を行う。曝射信号生成機能 7 5 は、画像処理による画像解析の結果、操作者が踏み込む動作を行っているときには操作者が意図した動作であると判定し、操作者が踏み込む動作を行っていないときには操作者が意図しない動作であると判定する。例えば、操作者の手や X 線 C T 装置 1 における他のデバイスなどにより、レーザ投受光器 2 1 が投影したレーザ光が遮られた場合などには、操作者が意図しない動作であると判定する。

10

【 0 0 7 1 】

曝射信号生成機能 7 5 は、操作者のフットスイッチ 2 2 または有効圧力センサ 2 4 A を踏み込む操作が、操作者が意図した操作であると判定場合に、X 線管 1 1 による曝射を開始すると判定する。曝射信号生成機能 7 5 は、X 線による曝射を開始すると判定した場合に、X 線管 1 1 により X 線を曝射させる曝射信号を生成する。

【 0 0 7 2 】

表示処理機能 7 6 は、天吊りモニタ 5 1 や操作卓 3 5 のディスプレイに画像を表示させる。表示処理機能 7 6 は、例えば、室内カメラ 5 2 に画像を天吊りモニタ 5 1 に表示させる。表示処理機能 7 6 は、その他の画像を天吊りモニタ 5 1 に表示させてもよい。例えば、表示処理機能 7 6 は、カメラ 2 6 により撮像された画像を天吊りモニタ 5 1 に表示させてもよい。表示処理機能 7 6 は、その他、操作者に対するメッセージや G U I 画像等を操作卓 3 5 のディスプレイに表示させてもよい。

20

【 0 0 7 3 】

報知処理機能 7 7 は、フットスイッチ 2 2 または有効圧力センサ 2 4 A に対する操作者の操作を操作者に官能的、例えば振動して報知する。報知処理機能 7 7 は、例えば、曝射信号生成機能 7 5 により、X 線管 1 1 による曝射を開始すると判定され、曝射信号が生成された後、X 線管 1 1 による曝射が継続されている間、バイブレータ 5 3 を振動させる。報知処理機能 7 7 は、報知デバイスとしてバイブレータ 5 3 以外のデバイスが用いられる場合には、X 線管 1 1 による曝射が継続されている間、そのデバイスを作動させるように処理してもよい。操作卓 3 5 やバイブレータ 5 3 などには、振動中のバイブレータ 5 3 の振動を停止させる停止スイッチが設けられていてもよい。報知処理機能 7 7 は、報知制御部の一例である。

30

【 0 0 7 4 】

制御装置 1 8 が有する各構成要素は、分散化されて複数のハードウェアにより実現されてもよい。制御装置 1 8 は、架台装置 1 0 に設けられてもよいし、コンソール装置 4 0 に設けられてもよい。制御回路 6 3 に含まれる各機能は、複数の回路に分散されていてもよいし、メモリに記憶されたアプリケーションソフトを起動させることで利用可能となるようにしてもよい。

40

【 0 0 7 5 】

続いて、X 線 C T 装置 1 を用いた検査の流れ及び X 線 C T 装置 1 における処理について説明する。図 7 は、X 線 C T 装置 1 を用いた検査の流れの一例を示すフローチャートである。X 線 C T 装置 1 においては、まず、操作者により、寝台装置 3 0 に操作卓 3 5 がセットされる（ステップ S 1 0 1）。操作卓 3 5 は、操作者が使いやすい寝台装置 3 0 の任意の位置にセットされ、例えば、手技の内容に応じて寝台装置 3 0 の左右いずれかの位置にセットされる。続いて、寝台装置 3 0 における天板 3 3 上に、被検体 P がセット（載置）される（ステップ S 1 0 3）。

50

【 0 0 7 6 】

続いて、操作者によりエキスパートプランが選択されて（ステップ S 1 0 5 ）、エキスパートプランが確定する（ステップ S 1 0 7 ）。操作者は、エキスパートプランを選択する際に、各種スキャン条件を合わせて設定する。エキスパートプランが確定することにより、曝射スイッチ制御機能 6 9 による制御が可能となる。

【 0 0 7 7 】

その後、曝射スイッチ制御機能 6 9 は、X 線 C T 装置 1 が準備状態であるか否かを判定する（ステップ S 1 0 9 ）。X 線 C T 装置 1 が準備状態でないと判定した場合、曝射スイッチ制御機能 6 9 の表示処理機能 7 6 は、準備状態となる前の状態である旨を操作卓 3 5 のディスプレイ及び天吊りモニタ 5 1 に表示させる（ステップ S 1 1 1 ）。 10

【 0 0 7 8 】

X 線 C T 装置 1 が準備状態であると判定した場合、曝射スイッチ制御機能 6 9 は、コンソール装置 4 0 に設けられた準備報知ランプ及び卓上曝射スイッチ 3 6 を点灯させ、曝射準備が完了した旨を操作者に報知する（ステップ S 1 1 3 ）。続いて、曝射スイッチ制御機能 6 9 は、X 線を曝射する処理を実行する（ステップ S 1 1 5 ）。曝射スイッチ制御機能 6 9 は、X 線を曝射する処理は、後に説明する。

【 0 0 7 9 】

続いて、操作者が検査を終了するか否かを判定（ステップ S 1 1 7 ）。その結果、操作者が検査を終了しないと判定した場合には、ステップ S 1 1 5 に処理を戻して X 線の曝射処理を継続する。操作者が検査を終了すると判定した場合には、X 線 C T 装置 1 を用いた検査が終了する。 20

【 0 0 8 0 】

続いて、X 線を曝射する処理について説明する。図 8 は、X 線を曝射する処理の一例を示すフローチャートである。操作者が X 線 C T 装置 1 により検査を開始する（ステップ S 2 0 1 ）と、操作者は、穿刺準備を行ったり、手技を開始したりする。続いて、曝射スイッチ制御機能 6 9 は、X 線の曝射を実行する前に、タッチセンサ処理機能 7 2 により、操作者がタッチセンサ 2 3 のいずれかに接触したか否かを判定する（ステップ S 2 0 3 ）。操作者のタッチセンサ 2 3 に対する接触は、操作者が直接接触するものでもよいし、靴や衣服を介在させた状態で接触するものでもよい。

【 0 0 8 1 】

操作者がタッチセンサ 2 3 に接触したと判定した場合、タッチセンサ処理機能 7 2 は、操作者が接触したタッチセンサ 2 3 は 1 か所のみであるか否かを判定する（ステップ S 2 0 5 ）。操作者が接触したタッチセンサ 2 3 が 1 か所のみである（複数個所である）と判定した場合、タッチセンサ処理機能 7 2 は、操作者が接触したタッチセンサ 2 3 の位置を操作者の位置と認識する（ステップ S 2 0 9 ）。 30

【 0 0 8 2 】

操作者が接触したタッチセンサ 2 3 が 1 か所のみでない（複数個所である）と判定した場合、画像処理機能 7 4 は、カメラ 2 6 により撮像された画像に含まれるマーカ 2 5 を認識したか否かを判定する（ステップ S 2 0 7 ）。カメラ 2 6 により撮像された画像に含まれるマーカ 2 5 を認識したと判定した場合、画像処理機能 7 4 は、認識したマーカ 2 5 の位置を操作者の位置と認識する（ステップ S 2 0 9 ）。 40

【 0 0 8 3 】

続いて、投受光器制御機能 7 1 は、タッチセンサ処理機能 7 2 または画像処理機能 7 4 により認識された操作者の位置に基づいて、フットスイッチ 2 2 を生成する位置を操作者の位置の近傍に設定し、レーザ光を投影してフットスイッチ 2 2 を投影する（ステップ S 2 1 1 ）。続いて、圧力センサ処理機能 7 3 は、操作者の位置の近傍における圧力センサ 2 4 を有効圧力センサ 2 4 A として設定する（ステップ S 2 1 3 ）。 50

【 0 0 8 4 】

フットスイッチの投影及び有効圧力センサ 2 4 A の設定が済んだら、曝射信号生成機能 7 5 は、卓上曝射スイッチ 3 6 が操作されたか否かを判定する（ステップ S 2 1 5 ）。曝

射信号生成機能 75 は、卓上曝射スイッチ 36 が操作されたか否かの判定は、フットスイッチの投影及び有効圧力センサ 24 A の設定がなされる前に実行されてもよい。卓上曝射スイッチ 36 が操作されていないと判定した場合、曝射信号生成機能 75 は、21 A を示す電気信号が出力されたか否かに基づいて、フットスイッチ 22 または有効圧力センサ 24 A のいずれかを踏み込む操作を操作者が行ったか否かを判定する（ステップ S 217）。

【0085】

フットスイッチ 22 または有効圧力センサ 24 A のいずれかを踏み込む操作を操作者が行ったと判定した場合、曝射信号生成機能 75 は、画像処理機能 74 における画像処理による画像解析の結果に基づいて、操作者の操作が意図した操作であるか否かを判定する（ステップ S 219）。操作者の操作が意図した操作であると判定した場合、曝射信号生成機能 75 は、曝射信号を生成する（ステップ S 221）。ステップ S 215 において、卓上曝射スイッチ 36 が操作されたと判定した場合も同様に、曝射信号生成機能 75 は、曝射信号を生成する（ステップ S 221）。

10

【0086】

続いて、照射制御機能 65 は、曝射信号生成機能 75 により生成された曝射信号を通信インターフェース 61 により、X 線高電圧装置 14 に対して出力させる。曝射信号を出力された X 線高電圧装置 14 は、X 線管 11 に対する電圧の印加を開始し、X 線管 11 に X 線を曝射させる（ステップ S 223）。曝射信号生成機能 75 が曝射信号を生成し、X 線管 11 による X 線の曝射が継続されている間、報知処理機能 77 は、バイブレータ 53 を振動させる（ステップ S 225）。バイブレータ 53 を振動させることにより、操作者に操作感を伝えることができる。

20

【0087】

続いて、X 線 CT 装置 1 は、操作者がタッチセンサ 23 に再度接触したか否かを判定する（ステップ S 227）。操作者がタッチセンサ 23 に再度接触したと判定した場合、X 線 CT 装置 1 は、処理をステップ S 205 に戻す。操作者がタッチセンサ 23 に再度接触していないと判定した場合、X 線 CT 装置 1 は、エキスパートプランが終了したか否かを判定する（ステップ S 229）。エキスパートプランが終了していないと判定した場合、X 線 CT 装置 1 は、処理をステップ S 227 に戻す。エキスパートプランが終了したと判定した場合、X 線 CT 装置 1 は、図 8 に示す処理を終了する。

30

【0088】

ステップ S 217 において、フットスイッチ 22 を踏み込む操作及び有効圧力センサ 24 A を踏み込む操作をいずれも操作者が行っていないと判定した場合、曝射信号生成機能 75 は、曝射信号を生成せず、X 線管 11 による曝射を行わない（ステップ S 231）。ステップ S 219 において、操作者の操作が意図した操作でないと判定した場合も同様に、曝射信号生成機能 75 は、曝射信号を生成せず、X 線管 11 による曝射を行わない（ステップ S 231）。続いて、表示処理機能 76 は、フットスイッチ 22 が利用できない状態である旨のエラー表示を天吊りモニタ 51 や操作卓 35 のディスプレイに表示させる（ステップ S 233）。その後、曝射スイッチ制御機能 69 は、処理をステップ S 203 に戻す。

40

【0089】

ステップ S 207 において、画像処理機能 74 がマーカ 25 を認識していないと判定した場合、曝射スイッチ制御機能 69 は、エラー表示を天吊りモニタ 51 や操作卓 35 のディスプレイに表示させる（ステップ S 235）。その後、曝射スイッチ制御機能 69 は、処理をステップ S 203 に戻す。エラー表示を行う際には、ワーニング（警告）表示を合わせて行ってもよい。

【0090】

第 1 の実施形態の X 線 CT 装置 1 は、操作者の位置を認識し、認識した操作者の位置に基づいて、X 線管 11 により X 線を曝射させるためのフットスイッチ 22 を生成し、有効圧力センサ 24 A を設定する。このため、X 線を照射させる際の操作性を高めることがで

50

きる。

【 0 0 9 1 】

また、第 1 の実施形態の X 線 C T 装置 1 では、フットスイッチ 2 2 はレーザ投受光器 2 1 によりレーザ光が投影されて形成され、有効圧力センサ 2 4 A は、予め敷き詰められた圧力センサ 2 4 の中で設定される。このため、操作者の操作を制御装置 1 8 に伝達するために、例えば操作卓 3 5 とセンサとの間を繋ぐケーブルなどが外部に露出した状態で設けられていることなどが無い。したがって、操作者がフットスイッチを手で持って移動させるが、運びにくかったり、衛生的に好ましくなかったり、ケーブルが断線するきっかけとなるなどの問題を生じないようにすることができる。

【 0 0 9 2 】

上記第 1 の実施形態では、フットスイッチ 2 2 または有効圧力センサ 2 4 A のいずれかを踏み込む操作が行われた場合に、曝射信号が生成されて X 線管 1 1 による曝射が開始される。これに対して、フットスイッチ 2 2 または有効圧力センサ 2 4 A の両方が踏み込む操作が行われた場合に、曝射信号が生成されて X 線管 1 1 による曝射が開始されるようにしてもよい。また、上記第 1 の実施形態では、レーザ光を照射してフットスイッチ 2 2 を生成することと有効圧力センサ 2 4 A を設定することの両方が行われるが、フットスイッチ 2 2 の生成または有効圧力センサ 2 4 A のいずれかが行われてもよい。例えば、有効圧力センサ 2 4 A が設定されず、フットスイッチ 2 2 が生成された場合には、フットスイッチ 2 2 を踏み込む操作が行われることにより曝射信号が生成されて X 線管 1 1 による曝射が開始されるようにすればよい。

【 0 0 9 3 】

(第 2 の実施形態)

次に、第 2 の実施形態について説明する。第 2 の実施形態の X 線 C T 装置 1 は、第 1 の実施形態と比較して、曝射スイッチ制御機能 6 9 における処理が主に異なる。以下、第 1 の実施形態の X 線 C T 装置 1 との相違点を中心として、第 2 の実施形態の X 線 C T 装置 1 について説明する。

【 0 0 9 4 】

第 2 の実施形態では、操作者は、マーカ 2 5 を足部の例えばつま先に設けて (貼り付けて) 、 X 線 C T 装置 1 を用いた検査を実行する。X 線 C T 装置 1 において、曝射スイッチ制御機能 6 9 における画像処理機能 7 4 は、カメラ 2 6 及び室内カメラ 5 2 により送信される画像に画像処理を施して画像解析し、画像に含まれるマーカ 2 5 を探索する。カメラ 2 6 及び室内カメラ 5 2 は、マーカ 2 5 を撮像する。カメラ 2 6 及び室内カメラ 5 2 は、撮像装置の一例である。

【 0 0 9 5 】

画像処理機能 7 4 は、マーカ 2 5 を探索したら、マーカ 2 5 の動きを検出する。曝射信号生成機能 7 5 は、画像処理機能 7 4 により検出されたマーカ 2 5 の動き (カメラ 2 6 及び室内カメラ 5 2 により撮像されたマーカ 2 5 の動き) に基づいて、操作者の踏み込み操作を検出する。踏み込み操作は、マーカに対する操作者の操作の一例である。曝射信号生成機能 7 5 は、例えば、予め認識された操作者が踏み込み操作する際のマーカ 2 5 の動きと、画像処理機能 7 4 が検出したマーカ 2 5 の動きを比較することで、操作者の踏み込み操作を検出する。曝射信号生成機能 7 5 は、操作者の踏み込み操作を検出した場合に、曝射信号を生成して通信インターフェース 6 1 により X 線高電圧装置 1 4 に対して X 線高電圧装置 1 4 に出力させる。

【 0 0 9 6 】

第 2 の実施形態の X 線 C T 装置 1 では、カメラ 2 6 または室内カメラ 5 2 により撮像された画像に画像処理を施して画像解析してマーカ 2 5 を探索し、マーカ 2 5 の動きに基づいて操作者の操作を検出する。カメラ 2 6 または室内カメラ 5 2 により撮像された画像によって、操作者の操作を検出することもできる。

【 0 0 9 7 】

第 2 の実施形態では、カメラ 2 6 または室内カメラ 5 2 により撮像された画像に基づい

10

20

30

40

50

て操作者の操作を検出する。このため、タッチセンサ 2 3 や有効圧力センサ 2 4 A を用いた操作者の操作の検出を行わないようにしてもよいし、これらの検出を併用するようにしてもよい。タッチセンサ 2 3 や有効圧力センサ 2 4 A を用いた操作者の操作の検出を行わない場合には、レーザ投受光器 2 1 及び圧力センサ 2 4 を設ける必要がなくなるので、装置の簡素化を図ることができる。

【0098】

上記の実施形態では、タッチセンサ 2 3 及び圧力センサ 2 4 を用いて操作者の位置を検出するが、操作者の位置は、タッチセンサ 2 3 または圧力センサ 2 4 のいずれかを用いて検出してもよい。この場合、タッチセンサ 2 3 または圧力センサ 2 4 のいずれかを設ける必要がなくなるので、装置の簡素化を図ることができる。

10

【0099】

さらに、タッチセンサ 2 3 及び圧力センサ 2 4 を用いて操作者の位置を検出することに代えてまたは加えて、カメラ 2 6 または室内カメラ 5 2 により撮像された画像に基づいて操作者の位置（操作者の足など）を検出してもよい。この場合、タッチセンサ 2 3 及び圧力センサ 2 4 を設ける必要がなくなるので、装置の簡素化を図ることができる。さらに、この場合には、カメラ 2 6 または室内カメラ 5 2 により撮像された画像に基づいて操作者の位置が移動したことが検出された場合に、操作者の移動に応じてフットスイッチ 2 2 及び有効圧力センサ 2 4 A を移動させるようにしてもよい。また、操作者の操作を検出する態様は、第 1 の実施形態と第 2 の実施形態のいずれかの態様の 1 つでもよいし、複数の態様を適宜組み合わせる利用してもよい。複数の態様を組み合わせる場合、複数の操作者の操作を検出する態様を用意し、その一部が操作された場合に X 線の曝射を開始するようにしてもよいし、全部が操作された場合に X 線の曝射を開始するようにしてもよい。

20

【0100】

上記の実施形態において、バイブレータ 5 3 は、操作者の足首に設けられるが、バイブレータ 5 3 は、操作者の足首以外の部位、例えば、つま先、大腿、手首などに設けられてもよい。また、報知デバイスとしてバイブレータ 5 3 を用いているが、報知デバイスは、操作者の五感に訴えるデバイスであればバイブレータ 5 3 以外のデバイスでもよい。例えば、報知デバイスは、操作者に風を吹き付けるファンでもよいし、操作者の視覚に訴えるために天吊りモニタ 5 1 に表示される表示でもよいし、操作者の聴覚に訴えるために音声ガイダンスや操作音などの音を出力するスピーカでもよい。また、報知デバイスが取り付けられる位置は、操作者の足首以外でもよい。

30

【0101】

また、X 線 CT 装置 1 は、制御モードとして、実際に検査が実行する際の実行モードのほかに、検査の訓練を実行する際のトレーニングモードを備えるものでもよい。X 線 CT 装置 1 がトレーニングモードで制御される場合には、例えば、天吊りモニタ 5 1 や操作卓 3 5 のディスプレイにフットスイッチ 2 2 や圧力センサ 2 4（有効圧力センサ 2 4 A）の操作方法を説明する画面を表示させる。

【0102】

トレーニングモードでは、フットスイッチや圧力センサ 2 4 は、実行モードと同様に作動するが、X 線管 1 1 による X 線の曝射は行われなくなっている。X 線 CT 装置 1 は、トレーニングモードで制御される場合に、X 線管 1 1 による X 線の曝射がない状態で、フットスイッチ 2 2 や有効圧力センサ 2 4 A の操作方法や操作をする場合の注意喚起を行う。X 線 CT 装置 1 は、このようなトレーニングモードを備えてもよい。

40

【0103】

また、上記の実施形態では、フットスイッチ 2 2 が生成された旨が操作者に報知されていない。これに対して、レーザ投受光器 2 1 によってレーザ光が床面に投影されて、フットスイッチ 2 2 が生成されている旨を操作卓 3 5 のディスプレイや天吊りモニタ 5 1 に表示して操作者に報知してもよい。フットスイッチ 2 2 が表示されていないときには、タッチセンサ 2 3 に触れることでフットスイッチ 2 2 が生成される旨を操作者に報知してもよい。

50

【 0 1 0 4 】

また、上記の実施形態では、レーザ投受光器 2 1 は、X 線 C T 装置 1 がエキスパートプランで制御されて準備状態となったときに、レーザ光を投影してフットスイッチ 2 2 を生成する。これに対して、レーザ投受光器 2 1 は、X 線 C T 装置 1 が準備状態のとき以外にもレーザ光を投影し、X 線 C T 装置 1 が準備状態となった時に投影されたレーザ光によりフットスイッチ 2 2 として機能するようにしてもよい。

【 0 1 0 5 】

この場合、例えば、投影された光がフットスイッチ 2 2 として機能する場合とフットスイッチ 2 2 として機能していない場合とで、レーザ光の色、明度、大きさ、などの性質を異なるものとしてもよい。この場合には、操作者は、準備状態となる前から、フットスイッチ 2 2 が生成される位置を認識することができる。

10

【 0 1 0 6 】

また、上記の実施形態では、圧力センサ 2 4 における有効圧力センサ 2 4 A の位置を明示していないが、有効圧力センサ 2 4 A の位置を明示してもよい。例えば、圧力センサ 2 4 が敷き詰められた範囲の L E D などの発光装置をちりばめておき、有効圧力センサ 2 4 A となる圧力センサ 2 4 を囲む位置やその近傍位置の L E D を点灯させたり点滅させたりするようにしてもよい。

【 0 1 0 7 】

また、圧力センサ 2 4 に代えて、複数の L E D などの発光装置を設けておいてもよい。この場合、例えば、有効圧力センサ 2 4 A の位置に相当する位置の発光装置を発光させ、発光装置の発光を受光器で受光した際の受光結果に基づいて、操作者の操作を検出してもよい。

20

【 0 1 0 8 】

寝台に載置された被検体に X 線を照射する照射部と、前記 X 線の照射に関する操作者の操作を受け付ける曝射スイッチ装置と、前記 X 線による X 線の照射を制御する制御装置と、持ち、前記曝射スイッチ装置は、前記操作者の位置に基づいて設定され、前記操作者の操作を検出するスイッチ部と、前記スイッチ部により前記操作者の操作が検出された場合に、前記操作者の操作に基づく操作信号を前記制御装置に出力する出力部と、を持ち、前記制御装置は、前記曝射スイッチ装置により出力される操作信号に基づいて、前記 X 線を前記照射部に照射させることにより、照射部により X 線を照射させる際の操作性を高めることができる。

30

【 0 1 0 9 】

いくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

【 符号の説明 】

【 0 1 1 0 】

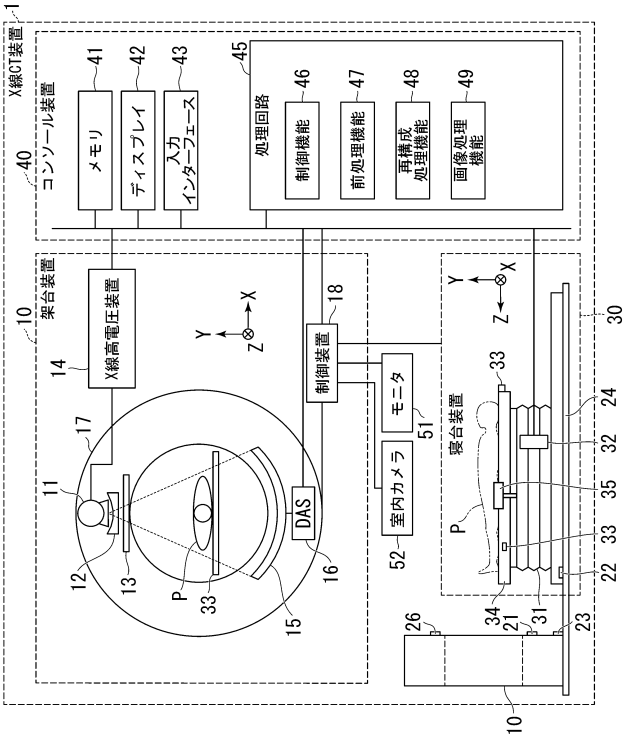
- 1 ... X 線 C T 装置
- 1 0 ... 架台装置
- 1 1 ... X 線管
- 1 2 ... ウェッジ
- 1 3 ... コリメータ
- 1 4 ... X 線高電圧装置
- 1 5 ... X 線検出器
- 1 6 ... D A S
- 1 7 ... 回転フレーム
- 1 8 ... 制御装置
- 2 0 ... 曝射スイッチ装置

40

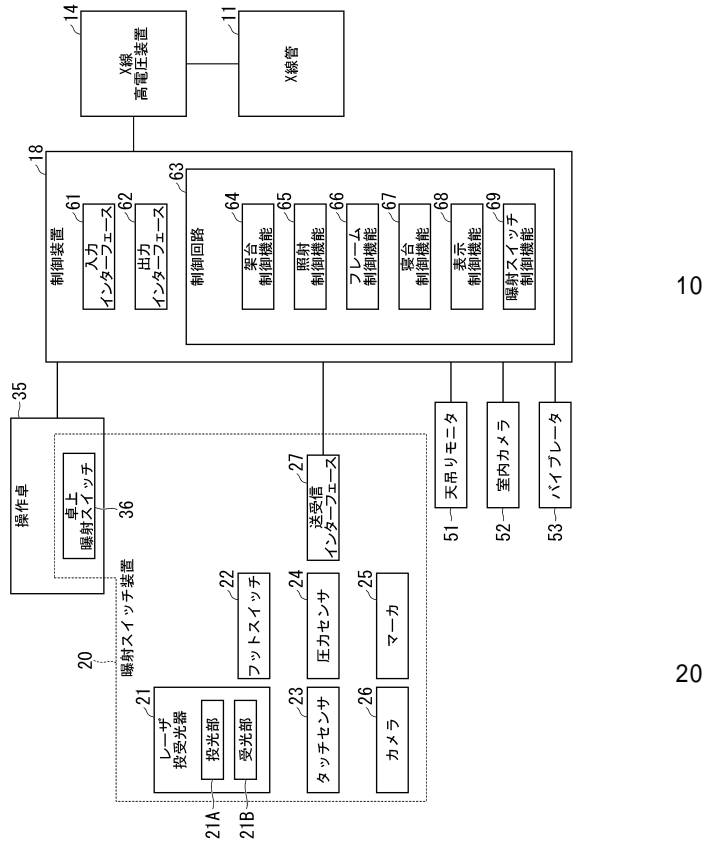
50

2 1 ... レーザ投受光器	
2 2 ... フットスイッチ	
2 3 ... タッチセンサ	
2 4 ... 圧力センサ	
2 4 A ... 有効圧力センサ	
2 5 ... マーカ	
2 6 ... カメラ	
2 7 ... 送受信インターフェース	
3 0 ... 寝台装置	
3 1 ... 基台	10
3 2 ... 寝台駆動装置	
3 3 ... 天板	
3 4 ... 支持フレーム	
3 5 ... 操作卓	
3 6 ... 卓上曝射スイッチ	
4 0 ... コンソール装置	
4 1 ... メモリ	
4 2 ... ディスプレイ	
4 3 ... 入力インターフェース	
4 5 ... 処理回路	20
4 6 ... 制御機能	
4 7 ... 前処理機能	
4 8 ... 再構成処理機能	
4 9 ... 画像処理機能	
5 1 ... モニタ	
5 2 ... 室内カメラ	
5 3 ... バイブレータ	
6 1 ... 通信インターフェース	
6 3 ... 制御回路	
6 4 ... 架台制御機能	30
6 5 ... 照射制御機能	
6 6 ... フレーム制御機能	
6 7 ... 寝台制御機能	
6 8 ... 表示制御機能	
6 9 ... 曝射スイッチ制御機能	
7 1 ... 投受光器制御機能	
7 2 ... タッチセンサ処理機能	
7 3 ... 圧力センサ処理機能	
7 4 ... 画像処理機能	
7 5 ... 曝射信号生成機能	40
7 6 ... 表示処理機能	
7 7 ... 報知処理機能	
B L ... ベルト	
F ... 印字部	
P ... 被検体	

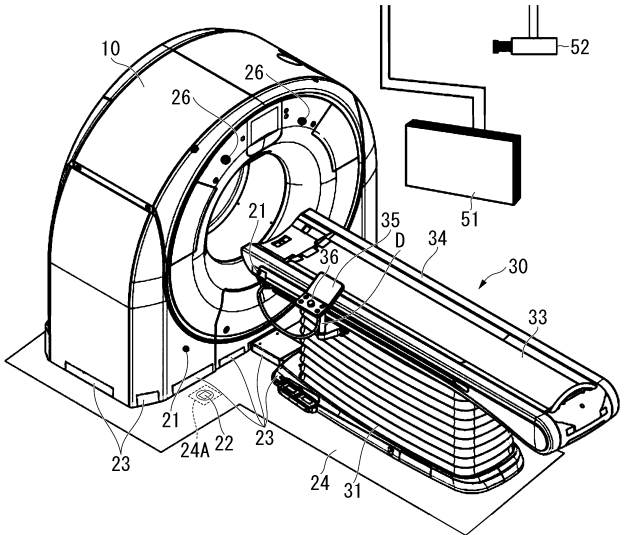
【 図 面 】
【 図 1 】



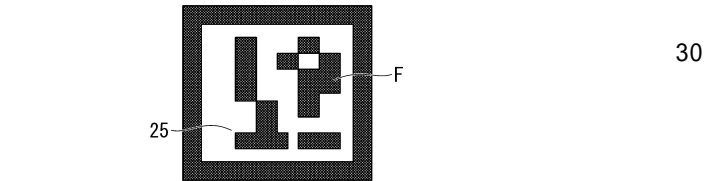
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



10

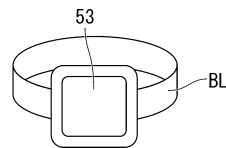
20

30

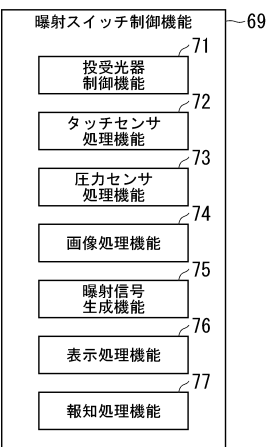
40

50

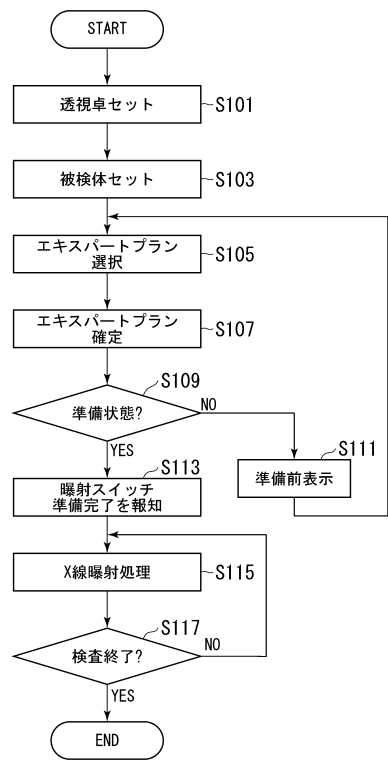
【 図 5 】



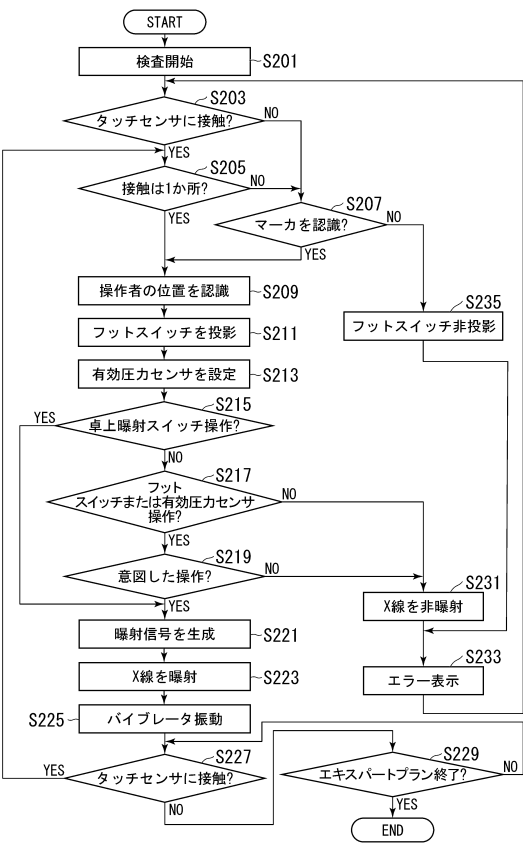
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



10

20

30

40

50