

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第6837400号
(P6837400)

(45) 発行日 令和3年3月3日(2021. 3. 3)

(24) 登録日 令和3年2月12日(2021. 2. 12)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 6/14 (2006.01)

F I

A 6 1 B 6/14 3 1 0

請求項の数 13 (全 41 頁)

(21) 出願番号	特願2017-160599 (P2017-160599)	(73) 特許権者	000138185
(22) 出願日	平成29年8月23日 (2017. 8. 23)		株式会社モリタ製作所
(65) 公開番号	特開2019-37393 (P2019-37393A)		京都府京都市伏見区東浜南町680番地
(43) 公開日	平成31年3月14日 (2019. 3. 14)	(74) 代理人	100088672
審査請求日	令和1年12月25日 (2019. 12. 25)		弁理士 吉竹 英俊
		(74) 代理人	100088845
			弁理士 有田 貴弘
		(72) 発明者	杉原 義人
			京都市伏見区東浜南町680番地 株式会
			社モリタ製作所内
		(72) 発明者	定兼 知行
			京都市伏見区東浜南町680番地 株式会
			社モリタ製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 X線撮影装置及びX線撮影方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

X線発生器と、
X線検出器と、
前記X線発生器及び前記X線検出器を対向状態で支持する支持部と、
前記支持部に支持された前記X線発生器及び前記X線検出器を旋回させる旋回駆動部と、
被写体の頭部を保持する頭部保持部と、
歯列弓に対応する曲面状の断層面を撮影するパノラマモード及び所定の撮影領域を撮影するCTモードを含む複数のモードの中から、モードの選択を受け付けるモード選択受付部と、
前記モード選択受付部が選択を受け付けたモードに応じて、前記X線発生器から放射されたX線ビームの形状を調整するX線ビーム形状調整部と、
を備え、
前記旋回駆動部は、前記支持部を鉛直方向に平行な回転軸線まわりに回転させ、
前記X線ビーム形状調整部は、
前記CTモードでは、前記X線ビームの中心であるセンタービームが水平方向に平行と
なって前記頭部の体軸に直交に入射するX線コーンビームに成形し、
前記パノラマモードでは、前記X線ビームのセンタービームが水平方向に対して斜め下
方から上向きとなって前記体軸に対して斜め下方から上向きに入射し、かつ、前記体軸の

10

20

方向に長さを有するX線細隙ビームに成形し、

前記パノラマモードで形成される前記X線細隙ビームが、
 $15 \text{ [mm]} < (SID/m) \tan \theta < 65 \text{ [mm]}$

を満たす、X線撮影装置。

(ただし、 $SID \text{ [mm]}$ は前記X線発生器における前記X線ビームの発生点と前記X線検出器における前記X線ビームの検出面の間の間隔、 m は拡大率、 θ は前記センタービームが水平方向に対してなす角度。)

【請求項2】

請求項1のX線撮影装置であって、前記X線発生器における前記X線ビームの発生点と前記X線検出器における前記X線ビームの検出面の間の間隔である SID が、 500 mm 以上 900 mm 以下である、X線撮影装置。

10

【請求項3】

請求項1又は請求項2のX線撮影装置であって、
 前記X線検出器を前記頭部保持部に保持された前記頭部に対して相対移動させることにより拡大率を変更する拡大率変更機構、
 をさらに備え、

前記拡大率変更機構は、前記パノラマモードにおいて前記CTモードの場合よりも拡大率を小さくする、X線撮影装置。

【請求項4】

請求項1から請求項3のいずれか1項のX線撮影装置であって、
 前記鉛直方向に起立する支柱部と、
 前記支柱部に沿って、前記支持部及び前記頭部保持部を独立に上下移動させる上下移動駆動部と、
 をさらに備える、X線撮影装置。

20

【請求項5】

請求項4のX線撮影装置であって、
 前記上下移動駆動部は、
 前記CTモードにおける前記支持部を、前記パノラマモードのときよりも鉛直方向上側に位置付けする、X線撮影装置。

【請求項6】

請求項1から請求項5のいずれか1項のX線撮影装置であって、
 前記X線発生器を、前記支持部に対して鉛直方向に相対的に上下移動させるX線発生器上下移動駆動部、
 をさらに備える、X線撮影装置。

30

【請求項7】

請求項1から請求項6のいずれか1項のX線撮影装置であって、
 前記支持部を吊り下げ支持するとともに駆動部を含む昇降部により上下移動するブラケット部と、

前記ブラケット部から、前記支持部の上部に形成された開口部を介して前記支持部の内部に配索されている電気ケーブルと、
 をさらに備え、

40

前記電気ケーブルが、前記支持部の内部に渦巻き状に收容されている、X線撮影装置。

【請求項8】

請求項7のX線撮影装置であって、
 前記ブラケット部から水平方向に延びるアーム部と、
 前記アーム部先端に設けられ、セファロ撮影用の頭部固定部と、
 をさらに備える、X線撮影装置。

【請求項9】

請求項1から請求項8のいずれか1項のX線撮影装置であって、
 前記CTモードは、前記旋回駆動部が前記X線発生器及び前記X線検出器を、 360 度

50

回転させるモード及び180度回転させるモードを含む、X線撮影装置。

【請求項10】

請求項1から請求項9のいずれか1項のX線撮影装置であって、

前記複数のモードは、顎部全体を撮影対象とする全顎パノラマモード、及び、前記顎部全体のうち一部を撮影対象とする部分パノラマモードを含む、X線撮影装置。

【請求項11】

請求項4又は請求項5のX線撮影装置であって、

前記上下移動駆動部は、前記CTモードにおける撮影前の被写体の導入時に、前記X線コーンビームを照射した場合の前記センタービームが前歯の上顎と下顎の咬合位置または前記咬合位置より下の位置に入射するように、前記頭部保持部に対する前記支持部の高さ位置を調整する、X線撮影装置。

10

【請求項12】

請求項1から請求項11のいずれか1項のX線撮影装置であって、

前記X線検出器を前記支持部に対して鉛直方向に上下移動させるX線検出器上下移動駆動部、
をさらに備え、

前記CTモードが、撮影領域が比較的大きい大照射野CTモード、及び、撮影領域が比較的小さい小照射野CTモードを含み、

前記X線検出器上下移動駆動部は、前記大照射野CTモードでは、前記小照射野CTモードのときよりも、前記X線検出器を下降させる、X線撮影装置。

20

【請求項13】

X線撮影方法であって、

(a) 被写体の頭部を頭部保持部で保持する工程と、

(b) 支持部によって対向状態で支持されたX線発生器及びX線検出器を、前記頭部まわりで回転させる工程と、

(c) 前記工程(b)において、前記X線発生器から出射されたX線ビームを前記X線検出器で検出する工程と、

(d) 歯列弓に対応する曲面状の断層面を撮影するパノラマモード、及び、所定の撮影領域を撮影するCTモードを含む複数のモードの中から、モードの選択を受け付ける工程と、

30

(e) モード選択受付部が選択を受け付けたモードに応じて、前記(c)工程にて前記X線発生器から放射されるX線ビームの形状をX線ビーム形状調整部により調整する工程と、
を含み、

前記工程(b)では、前記支持部を鉛直方向に平行な回転軸線まわりに回転させ、

前記X線ビーム形状調整部は、

前記CTモードでは、前記X線ビームの中心であるセンタービームが水平方向に平行となって前記頭部の体軸に直交に入射するX線コーンビームに成形し、

前記パノラマモードでは、前記X線ビームのセンタービームが水平方向に対して斜め下方から上向きとなって前記体軸に対して斜め下方から上向きに入射し、かつ、前記体軸の方向に長さを有するX線細隙ビームに成形し、

40

さらに、

前記パノラマモードで形成される前記X線細隙ビームが、

$15 \text{ [mm]} < (SID/m) \tan \theta < 65 \text{ [mm]}$

を満たすようにする、X線撮影方法。

(ただし、 $SID \text{ [mm]}$ は前記X線発生器における前記X線ビームの発生点と前記X線検出器における前記X線ビームの検出面の間の間隔、 m は拡大率、 θ は前記センタービームが水平方向に対してなす角度。)

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【0001】

この発明は、X線撮影装置に関し、特に、パノラマ撮影とCT撮影の兼用型X線撮影装置に関する。

【背景技術】

【0002】

歯科分野等においては、湾曲した歯列弓に沿う断層を平面状に展開した画像を取得するパノラマ撮影と、関心領域のスライス画像を取得するCT撮影の双方を実行可能な兼用型のX線撮影装置が知られている（例えば、特許文献1）。

【0003】

特許文献1に記載の兼用型のX線撮影装置においては、X線発生器及びX線像検出手段が被写体を挟んだ対向状態で旋回させる。そして撮影対象物に照射されるX線ビームは、X線源の手前に配されたスリットにより、各種撮影に応じた形状に成形される。具体的には、パノラマ撮影の場合は縦方向に細長い形状とされ、CT撮影の場合は縦方向及び横方向に広がるファンビーム形状とされる。そしてX線発生器及びX線検出器をパノラマ撮影向け又はCT撮影向けの軌道上を移動させる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2006-288726号公報

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、一般的なパノラマ撮影により取得されるパノラマ画像には、診断の際に邪魔となる障害陰影が存在し得る。障害陰影としては、例えば、硬口蓋、下顎角部及び脊椎などの影である。このため、パノラマ撮影においては、障害陰影を低減する技術が求められていた。

【0006】

また、CT撮影においては、被写体に金属が含まれるときに、CT画像に放射状のアーチファクト（金属アーチファクト）が生じる場合がある。このような金属アーチファクトが発生すると、金属及びその周辺の形状が不鮮明になる。このため、CT撮影においては、CT画像上における金属アーチファクトの影響を低減する技術が求められていた。

30

【0007】

そこで、本発明は、パノラマ撮影及びCT撮影可能なX線撮影装置において、パノラマ撮影における障害陰影の影響及びCT撮影における金属アーチファクトの影響を低減し得る技術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】

【0008】

上記の課題を解決するため、第1態様は、X線撮影装置であって、X線発生器と、X線検出器と、前記X線発生器及び前記X線検出器を対向状態で支持する支持部と、前記支持部に支持された前記X線発生器及び前記X線検出器を旋回させる旋回駆動部と、被写体の頭部を保持する頭部保持部と、歯列弓に対応する曲面状の断層面を撮影するパノラマモード及び所定の撮影領域を撮影するCTモードを含む複数のモードの中から、モードの選択を受け付けるモード選択受付部と、前記モード選択受付部が選択を受け付けたモードに応じて、前記X線発生器から放射されたX線ビームの形状を調整するX線ビーム形状調整部とを備え、前記旋回駆動部は、前記支持部を鉛直方向に平行な回転軸線まわりに回転させ、前記X線ビーム形状調整部は、前記CTモードでは、前記X線ビームの中心であるセンタービームが水平方向に平行となって前記頭部の体軸に直交に入射するX線コーンビームに成形し、前記パノラマモードでは、前記X線ビームのセンタービームが水平方向に対して斜め下方から上向きとなって前記体軸に対して斜め下方から上向きに入射し、かつ、前記体軸の方向に長さを有するX線細線ビームに成形する。前記パノラマモードで形成され

40

50

る前記X線細隙ビームが、以下の不等式を満たす。 $15 [\text{mm}] < (\text{SID}/m) \tan \theta < 65 [\text{mm}]$ (ただし、 $\text{SID} [\text{mm}]$ は前記X線発生器における前記X線ビームの発生点と前記X線検出器における前記X線ビームの検出面の間の間隔、 m は拡大率、 θ は前記センタービームが水平方向に対してなす角度。)

【0009】

また、第2態様は、第1態様のX線撮影装置であって、前記X線発生器における前記X線ビームの発生点と前記X線検出器における前記X線ビームの検出面の間の間隔であるSID (Source to Image receptor Distance) が、500mm以上900mm以下である。

【0010】

また、第3態様は、第1態様又は第2態様のX線撮影装置であって、前記X線検出器を前記頭部保持部に保持された前記頭部に対して相対移動させることにより拡大率を変更する拡大率変更機構、をさらに備え、前記拡大率変更機構は、前記パノラマモードにおいて前記CTモードの場合よりも拡大率を小さくする。

【0013】

また、第4態様は、第1から第3のいずれか1つのX線撮影装置であって、前記鉛直方向に起立する支柱部と、前記支柱部に沿って、前記支持部及び前記頭部保持部を独立に上下移動させる上下移動駆動部とをさらに備える。

【0014】

また、第5態様は、第4態様のX線撮影装置であって、前記上下移動駆動部は、前記CTモードにおける前記支持部を、前記パノラマモードのときよりも鉛直方向上側に位置付けする。

【0015】

また、第6態様は、第1態様から第5態様のいずれか1つのX線撮影装置であって、前記X線発生器を、前記支持部に対して鉛直方向に相対的に上下移動させるX線発生器上下移動駆動部、をさらに備える。

【0016】

また、第7態様は、第1態様から第6態様のいずれか1つのX線撮影装置であって、前記支持部を吊り下げ支持するとともに駆動部を含む昇降部により上下移動するブラケット部と、前記ブラケット部から、前記支持部の上部に形成された開口部を介して前記支持部の内部に配索されている電気ケーブルとをさらに備え、前記電気ケーブルが、前記支持部の内部に渦巻き状に収容されている。

【0017】

また、第8態様は、第7態様のX線撮影装置であって、前記ブラケット部から水平方向に延びるアーム部と、前記アーム部先端に設けられ、セファロ撮影用の頭部固定部とをさらに備える。

【0018】

また、第9態様は、第1態様から第8態様のいずれか1つのX線撮影装置であって、前記CTモードは、前記旋回駆動部が前記X線発生器及び前記X線検出器を、360度回転させるモード及び180度回転させるモードを含む。

【0019】

また、第10態様は、第1態様から第9態様のいずれか1つのX線撮影装置であって、前記複数のモードは、顎部全体を撮影対象とする全顎パノラマモード、及び、前記顎部全体のうち一部を撮影対象とする部分パノラマモードを含む。

【0020】

また、第11態様は、第4態様又は第5態様のX線撮影装置であって、前記上下移動駆動部は、前記CTモードにおける撮影前の被写体の導入時に、前記X線コーンビームを照射した場合の前記センタービームが前歯の上顎と下顎の咬合位置または前記咬合位置より下の位置に入射するように、前記頭部保持部に対する前記支持部の高さ位置を調整する。

【0021】

10

20

30

40

50

また、第12態様は、第1態様から第11態様のいずれか1つのX線撮影装置であって、前記X線検出器を前記支持部に対して鉛直方向に上下移動させるX線検出器上下移動駆動部、をさらに備え、前記CTモードが、撮影領域が比較的大きい大照射野CTモード、及び、撮影領域が比較的小さい小照射野CTモードを含み、前記X線検出器上下移動駆動部は、前記大照射野CTモードでは、前記小照射野CTモードのときよりも、前記X線検出器を下降させる。

【0022】

また、第13態様は、X線撮影方法であって、(a)被写体の頭部を頭部保持部で保持する工程と、(b)支持部によって対向状態で支持されたX線発生器及びX線検出器を、前記頭部まわりで旋回させる工程と、(c)前記工程(b)において、前記X線発生器から出射されたX線ビームを前記X線検出器で検出する工程と、(d)歯列弓に対応する曲面状の断層面を撮影するパノラマモード、及び、所定の撮影領域を撮影するCTモードを含む複数のモードの中から、モードの選択を受け付ける工程と、(e)モード選択受付部が選択を受け付けたモードに応じて、前記(c)工程にて前記X線発生器から放射されるX線ビームの形状をX線ビーム形状調整部により調整する工程とを含み、前記工程(b)では、前記支持部を鉛直方向に平行な回転軸線まわりに回転させ、前記X線ビーム形状調整部は、前記CTモードでは、前記X線ビームの中心であるセンタービームが水平方向に平行となって前記頭部の体軸に直交に入射するX線コーンビームに成形し、前記パノラマモードでは、前記X線ビームのセンタービームが水平方向に対して斜め下方から上向きとなって前記体軸に対して斜め下方から上向きに入射し、かつ、前記体軸の方向に長さを有するX線細隙ビームに成形する。さらに、前記パノラマモードで形成される前記X線細隙ビームが、 $15 [\text{mm}] < (\text{SID}/\text{m}) \tan \theta < 65 [\text{mm}]$ を満たすようにする、X線撮影方法である。(ただし、SID [mm]は前記X線発生器における前記X線ビームの発生点と前記X線検出器における前記X線ビームの検出面の間隔、mは拡大率、 θ は前記センタービームが水平方向に対してなす角度。)

【発明の効果】

【0023】

第1態様のX線撮影装置によると、CTモードでは、センタービームが体軸に直交するX線コーンビームを被写体に照射する。この場合、センタービームが体軸に直交しないX線コーンビームを被写体に照射するときに比べて、金属アーチファクトと歪を低減できるという効果を奏する。また、パノラマモードでは、センタービームが体軸に対して斜め下方から上向きに入射するX線細隙ビームを被写体に照射する。この場合、センタービームが体軸に直交するX線細隙ビームを被写体に照射するときに比べて、パノラマ画像上における硬口蓋などの陰影障害が低減される。このため、パノラマ画像の画質向上を期待できる。

【0024】

第2態様のX線撮影装置によると、X線ビームの発生点から検出面までの間隔を500mm以上900mm以下にすることによって、人体頭部の顎部をパノラマ撮影又はCT撮影するために必要なX線発生器及びX線検出器の回転半径を良好に確保できる。

【0025】

第3態様のX線撮影装置によると、パノラマ撮影時の拡大率を小さくすることにより、パノラマ画像の解像度を向上し得る。

【0026】

第1態様のX線撮影装置によると、CTモードでは、センタービームが体軸に垂直に入射するX線コーンビームを頭部に照射する。この場合、センタービームが体軸に斜めに入射するX線コーンビームを頭部に照射するときに比べて、金属アーチファクトと歪を低減できるという効果を奏する。また、パノラマモードでは、センタービームが体軸に対して斜め下から上向きに入射するX線細隙ビームを頭部に照射する。この場合、センタービームが体軸に直交するようにX線細隙ビームを照射する場合に比べて、パノラマ画像上における硬口蓋などの陰影障害が低減される。このため、パノラマ画像の画質向上を期待でき

る。

【0027】

第1態様のX線撮影装置によると、パノラマ断層における、X線細隙ビームのセンタービームが通る位置から、X線検出面に垂直に入射するX線が通る位置までの高さ寸法（＝（SID/m）tanθ）を、15mm～60mmの範囲に収めることができる。これにより、パノラマ断層に顎先から硬口蓋まで含めることが可能となる。

【0028】

第4態様のX線撮影装置によると、頭部保持部を上下移動させることにより、X線発生器に対して頭部を上下移動させることができる。また、支持部を上下移動させることにより、頭部に対してX線発生器を上下移動させることができる。これにより、パノラマ撮影時の打ち上げ照射、及び、CT撮影の水平照射を実現しやすくなる。

10

【0029】

第5態様のX線撮影装置によると、CTモードにおいて支持部を上側に位置付けすることにより、X線コーンビームを水平方向に照射しやすくなる。

【0030】

第7態様のX線撮影装置によると、支持部がブラケット部に対して電気ケーブルの渦巻きの巻方向とは反対の方向に回転することにより、電気ケーブルが足りなくなることを抑制できる。また、支持部が初期位置に戻る際に、電気ケーブルが渦巻き状に巻かれることで、電気ケーブルの余長部分が支持部の回転を阻害することを抑制し得る。

20

【0031】

第8態様のX線撮影装置によると、頭部を適切に固定してセファロ撮影（頭部規格X線撮影）を実施できる。

【0032】

第9態様のX線撮影装置によると、回転角度が180度及び360度のCT撮影をそれぞれ選択的に実施できる。

【0033】

第10態様のX線撮影装置によると、部分パノラマモードでは、顎部全体のうち一部に限定してX線を照射するため、被写体の被曝線量を低減できる。

【0034】

第11態様のX線撮影装置によると、撮影領域を設定する前に、センタービームが前歯咬合位置を通るように支持部の高さが合わせられる。そして、その後に設定される撮影領域の位置に合わせて、支持部が上下される。歯科診療では、撮影領域の中心は、前歯咬合位置の周辺に設定されることが多い。このため、予めセンタービームが前記咬合位置を通る高さに支持部を合わせておくことにより、その後に設定される撮影領域に合わせた支持部の高さ調整を効率よく行うことができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】第1実施形態のX線撮影装置10の構成を示す全体図である。

【図2】第1実施形態の撮影部20を斜め上方から見たときの斜視図である。

40

【図3】第1実施形態の撮影部20を斜め下方から見たときの斜視図である。

【図4】第1実施形態の撮影部20の図解的な概略側面図である。

【図5】第1実施形態の上部フレーム64の図解的な概略平面図である。

【図6】第1実施形態の上部フレーム64の図解的な概略側面図である。

【図7】第1実施形態のX線ビーム形状調整部44の概略正面図である。

【図8】第1実施形態のX線ビーム形状調整部44の概略正面図である。

【図9】第1実施形態のX線ビーム形状調整部44の概略正面図である。

【図10】第1実施形態のセファロ撮影時のX線照射経路を示す平面図である。

【図11】第1実施形態のX線撮影装置10の構成を示すブロック図である。

【図12】モード設定画面W1の一例を示す図である。

50

【図 1 3】部分パノラマモードにおいて表示される領域設定画面 W 2 の一例を示す図である。

【図 1 4】部分パノラマモードにおいて表示される領域設定画面 W 2 の一例を示す図である。

【図 1 5】部分パノラマモードにおける領域設定画面 W 2 の他の例を示す図である。

【図 1 6】部分パノラマモードにおける領域設定画面 W 2 の他の例を示す図である。

【図 1 7】C T モードにおける領域設定画面 W 3 の一例を示す図である。

【図 1 8】第 1 実施形態の X 線撮影装置 1 0 の動作を示すフローチャートである。

【図 1 9】小照射野 C T モードにおける動作を示すフローチャートである。

【図 2 0】小照射野 C T モードにおける撮影部 2 0 の図解的な側面図である。

10

【図 2 1】小照射野 C T モードにおける撮影部 2 0 の図解的な側面図である。

【図 2 2】小照射野 C T モードにおける撮影部 2 0 の図解的な側面図である。

【図 2 3】大照射野 C T モードにおける動作を示すフローチャートである。

【図 2 4】大照射野 C T モードにおける撮影部 2 0 の図解的な側面図である。

【図 2 5】全顎パノラマモードにおける動作を示すフローチャートである。

【図 2 6】全顎パノラマモードにおける撮影部 2 0 の図解的な側面図である。

【図 2 7】全顎パノラマモードにおける撮影部 2 0 の図解的な側面図である。

【図 2 8】部分パノラマモードにおける動作を示すフローチャートである。

【図 2 9】部分パノラマモードにおける撮影部 2 0 の図解的な側面図である。

【図 3 0】全顎パノラマ断層 P F 1 に対して X 線細隙ビーム B X 2 を打ち上げ照射する様子を示す概略的な側面図である。

20

【図 3 1】上部フレーム 6 4、回転軸 6 5 及び旋回アーム 6 2 内に配策された電気ケーブル 9 0 を示す図解的な側面図である。

【図 3 2】回転中の旋回アーム 6 2 における電気ケーブル 9 0 を示す図解的な平面図である。

【図 3 3】回転中の旋回アーム 6 2 における電気ケーブル 9 0 を示す図解的な平面図である。

【図 3 4】回転中の旋回アーム 6 2 における電気ケーブル 9 0 を示す図解的な平面図である。

【図 3 5】第 2 実施形態の撮影部 2 0 A を示す図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0036】

以下、添付の図面を参照しながら、本発明の実施形態について説明する。なお、この実施形態に記載されている構成要素はあくまでも例示であり、本発明の範囲をそれらのみに限定する趣旨のものではない。図面においては、理解容易のため、必要に応じて各部の寸法や数が誇張又は簡略化して図示されている場合がある。

【0037】

< 1. 第 1 実施形態 >

図 1 は、第 1 実施形態の X 線撮影装置 1 0 の構成を示す全体図である。図 2 は、第 1 実施形態の撮影部 2 0 を斜め上方から見たときの斜視図である。図 3 は、第 1 実施形態の撮影部 2 0 を斜め下方から見たときの斜視図である。図 3 においては、セファロユニット 6 6 が省略されている。図 4 は、図 3 と同様にセファロユニット 6 6 が省略された第 1 実施形態の撮影部 2 0 の図解的な概略側面図である。

40

【0038】

図 5 は、第 1 実施形態の上部フレーム 6 4 の図解的な概略平面図である。図 6 は、第 1 実施形態の上部フレーム 6 4 の図解的な概略側面図である。図 7 は、第 1 実施形態の X 線ビーム形状調整部 4 4 の概略正面図（後述する大照射野の C T 撮影時）である。図 8 は、第 1 実施形態の X 線ビーム形状調整部 4 4 の概略正面図（後述するパノラマ撮影時）である。図 9 は、第 1 実施形態の X 線ビーム形状調整部 4 4 の概略正面図（後述する小照射野の C T 撮影時）である。図 1 0 は、第 1 実施形態のセファロ撮影時の X 線照射経路を示す

50

平面図である。図 1 1 は、第 1 実施形態の X 線撮影装置 1 0 の構成を示すブロック図である。

【0039】

図面においては、右手系の X Y Z (X 軸、Y 軸、Z 軸) 直交座標系及び右手系の x y z (x 軸、y 軸、z 軸) 直交座標系を定義している場合がある。図面においては、矢印の先端が向く方を+ (プラス) 方向とし、その逆方向を- (マイナス) 方向とする。

【0040】

ここでは、撮影部 2 0 に導入された被写体 M 1 の頭部 M H が被写体保持部 7 2 に保持された状態で、被写体 M 1 から見て頭部 M H の前方を+ Y 方向とし、頭部 M H の後方を- Y 方向としている。また、被写体 M 1 から見て右手方向を+ X 方向とし、左手方向を- Y 方向としている。さらに、被写体 M 1 から見て上方向を+ Z 方向とし、下方向を- Z 方向としている。

10

【0041】

また、x y z 直交座標系は、基台 7 B 上に立設した支柱部 7 0 等の固定部分に対して回転する旋回アーム 6 2 上に定義される座標系である。ここでは、X 線発生部 4 0 から X 線検出部 5 0 に向かう方向を+ y 方向とし、その反対方向を- y 方向としている。また、X 線発生部 4 0 から X 線検出部 5 0 に向かって右手方向を+ x 方向とし、左手方向を- x 方向としている。さらに、X 線発生部 4 0 から X 線検出部 5 0 に向かって上方向を+ z 方向とし、下方向を- z 方向としている。z 軸方向は、Z 軸方向と平行である。後述するように、旋回アーム 6 2 は Z 軸方向及び z 軸方向に平行な回転軸線 6 5 A まわりに回転することによって、x y z 直交座標系も z 軸方向まわりに回転する。

20

【0042】

X 線撮影装置 1 0 は、撮影部 2 0 と画像処理装置 3 0 とを備えている。撮影部 2 0 は、被写体 M 1 について X 線撮影を行うことにより、X 線投影データを収集する装置である。撮影部 2 0 は、例えば、防 X 線室 2 2 に収容されて使用される。画像処理装置 3 0 は、撮影部 2 0 により収集された X 線投影データを処理して、各種 X 線画像 (具体的には、パノラマ画像、C T 画像、セファロ画像等) を生成する。

【0043】

< 撮影部 2 0 >

撮影部 2 0 は、X 線発生部 4 0、X 線検出部 5 0、旋回アーム 6 2 (支持部)、支柱部 7 0、本体制御部 8 0 を備える。以下、これらの各要素の構成または機能を説明する。

30

【0044】

< X 線発生部 4 0 >

図 4 に示すように、X 線発生部 4 0 は、X 線発生器 4 2 及び X 線ビーム形状調整部 4 4 を備えている。X 線発生器 4 2 及び X 線ビーム形状調整部 4 4 は、筐体 4 6 の内部に収容されている。筐体 4 6 は、旋回アーム 6 2 に支持されている。

【0045】

X 線発生器 4 2 は、X 線を発生させる X 線源である X 線管を備えている。X 線発生器 4 2 から出射される X 線ビームの強度 (出力強度) は、X 線管 4 2 T (図 4 参照) に供給される電圧及び/又は電流を変更することによって制御される。X 線発生器 4 2 の制御 (詳細には、電圧量及び/又は電流量の制御) は、本体制御部 8 0 の X 線発生部駆動制御部 8 0 6 により行われる。

40

【0046】

X 線ビーム形状調整部 4 4 は、X 線発生器 4 2 から出射される X 線ビームの広がり規制し、撮影目的に応じた形状に X 線ビームを調整する。つまり、X 線ビーム形状調整部 4 4 は、被写体 M 1 (被験者) に対する X 線の照射範囲を制御する。X 線ビーム形状調整部 4 4 は、X 線発生部駆動制御部 8 0 6 によって制御される。

【0047】

図 7 及び図 8 は、X 線ビーム形状調整部 4 4 の構成例を示す図である。X 線ビーム形状調整部 4 4 は、ここでは、X 線発生器 4 2 に近接する位置に配された 4 枚の遮蔽部材 4 4

50

1～444を含む。遮蔽部材441～444は、X線を吸収する材料（鉛等）で構成されており、長方形の板状に形成されている。

【0048】

遮蔽部材441, 442は、X線発生器42の出射口の正面視上下（+z側及び-z側）の各々に配されており、かつ、長辺がx軸方向と平行になるように配されている。X線ビーム形状調整部44は、遮蔽部材441, 442各々を縦方向（z軸方向）に移動させる移動機構（不図示）を備えている。この移動機構は、ボールネジ機構あるいはリニアモータ機構等で構成され得る。

【0049】

遮蔽部材443, 444は、X線発生器42の出射口の正面視左右（+x側及び-x側）の各々に配されており、かつ、各長辺がz軸方向と平行になるように配されている。X線ビーム形状調整部44は、遮蔽部材443, 444各々を横方向（x軸方向）に移動させる移動機構（不図示）を備えている。この移動機構は、ボールネジ機構あるいはリニアモータ機構等で構成され得る。

【0050】

遮蔽部材441～444各々が移動機構により位置が制御されることにより、遮蔽部材441, 442の対向する縁部441a, 442a、及び、遮蔽部材443, 444の対向する縁部443a, 444aで形成される開口445が、撮影目的に応じた形状及び寸法とされる。

【0051】

例えば、図7に示すように、縁部441a, 442a間の距離、及び、縁部443a, 444a間の距離が比較的大きく調整されることにより、開口445が正面視において正形状となる。X線発生器42から出射されたX線ビームは、この正形状の開口445を通過することにより、X線検出部50に向けて正四角錐台状に広がるX線コーンビームに成形される。X線コーンビームは、後述する大照射野CT撮影に適合する。

【0052】

また、図8に示すように、縁部443a, 444a間の距離が比較的大きく、かつ、縁部441a, 442a間の距離が小さく調整されることにより、開口445が正面視において縦長の長形状となる。X線発生器42から出射されたX線ビームは、この長形状の開口445を通過することにより、縦長の角錐台状に広がるX線細隙ビームに成形される。このX線細隙ビームは、パノラマ撮影に適合する。

【0053】

図9は、X線ビーム形状調整部44の他の例を示す図である。X線ビーム形状調整部44は、遮蔽部材441～444の代わりに、図9に示す遮蔽部材446, 447を備えていてもよい。遮蔽部材446, 447は、L字状の板状に形成されており、これらの内角部を構成する縁部446a, 447aが組み合わさることにより、開口448を形成する。遮蔽部材446, 447各々は、移動機構（不図示）によって、縦方向（z軸方向）及び横方向（x軸方向）に移動可能とされている。遮蔽部材446, 447の位置がこの移動機構によって調整されることにより、開口448の形状が調整される。

【0054】

図7～図9に示すX線ビーム形状調整部44は、複数の遮蔽部材441～444又は遮蔽部材446, 447、及び、移動機構により構成されている。しかしながら、X線ビーム形状調整部44は、撮影目的に応じた複数の開口が形成された単一の遮蔽部材と、移動機構とによっても構成され得る。この場合、撮影目的に応じて、X線発生器42から出射されたX線ビームが撮影目的に応じた開口を通過するように、単一の遮蔽部材を移動機構により移動させるとよい。

【0055】

<X線検出部50>

図4を参照してX線検出部50は、X線検出器52及びX線検出器上下移動駆動部53を備えている。X線検出器52は、X線発生部40から出射されたX線ビームを検出する

10

20

30

40

50

。X線検出器52は、平面状に広がる検出面を有するフラットパネルディテクタ（FPD）又はX線蛍光増倍管（I. I. : Image Intensifier）等により構成され得る。

【0056】

X線検出器52の検出面に配された複数の検出素子は、入射したX線の強度を電気信号に変換する。そして、その電気信号は、出力信号として本体制御部80又は画像処理装置30に入力され、その信号に基づいてX線投影画像が生成される。

【0057】

X線検出器52は、筐体54の内部において、X線発生器42を向く側部に取り付けられている。X線検出器52の検出面に対して、X線発生器42から出射されたX線ビームが照射される。筐体54は、X線検出器52及びX線検出器上下移動駆動部53を収容した状態で、旋回アーム62に支持されている。

10

【0058】

X線検出器上下移動駆動部53は、X線検出器52を旋回アーム62に対して上下方向（Z軸方向）に移動させる。X線検出器上下移動駆動部53は、モータ531と、ボールネジ532と、ナット部533とを備えている。モータ531は、Z軸方向に伸びるボールネジ532をZ軸まわりに回転させる。ナット部533は、ボールネジ532に螺合しており、側部がX線検出器52の裏面に取り付けられている。また、X線検出器52は、不図示のレールによりZ軸方向に移動するように案内される。

【0059】

モータ531は、X線検出部駆動制御部804により制御される。X線検出部駆動制御部804からの制御信号に基づき、モータ531がボールネジ532を回転させることによって、ナット部533及びX線検出器52がZ軸方向に移動される。なお、X線検出器52は、不図示のガイドレールによってZ軸方向に沿って移動するように案内される。

20

【0060】

図4に示すように、筐体54は、旋回アーム62の端部から下方に延びるとともに下方に向けて開口する筒状に形成された筒部541と、上方に向けて開口するとともに筒部541の外側に被せられている外箱部542とを備えている。

【0061】

X線検出器上下移動駆動部53のモータ531は、筒部541に固定されている。外箱部542は、筒部541に取り付けられたスプリング部55によって上側に付勢されている。そして、外箱部542の内底面には、X線検出器52の下端部が当接している。

30

【0062】

X線検出器上下移動駆動部53がX線検出器52を下方へ移動させると、X線検出器52が外箱部542を下方へ押し下げる。このとき、スプリング部55が自然長よりも長くなることにより、スプリング部55に復元力が蓄積される。このため、X線検出器上下移動駆動部53がX線検出器52を上方へ移動させると、スプリング部55の復元力によって外箱部542が上側へ引っ張られる。これにより、外箱部542が上昇するX線検出器52に追従するように当接しつつ上昇する。

【0063】

X線検出器52の高さ位置に合わせて外箱部542が内側の筒部541に対して上下に移動することにより、筐体54の高さ幅が全体的に伸縮する。このように筐体54が伸縮することにより、高さ方向の位置が変化するX線検出器52を適切に保護できる。また、スプリング部55によって、外箱部542が可能な限り高い位置に配せられるため、X線撮影時に、筐体54の回転が妨げられることを低減し得る。

40

【0064】

この実施形態では、X線検出器52が最も高い位置に配されたとき（すなわち、外箱部542が最も高い位置に配されたとき）の外箱部542の最下端（すなわち、筐体54の最下端）は、X線発生部40の筐体46の最下端よりも低い位置となる。すなわち、X線検出器52がどの高さにも配されたとしても、筐体54の最下端は筐体46の最下端よりも低い位置にある。ただし、筐体54の最下端は筐体46の最下端よりも低い位置にあるこ

50

とは必須ではない。

【0065】

＜旋回アーム62＞

旋回アーム62は、回転軸65を介して上部フレーム64に吊り下げ状に支持されている。旋回アーム62の一端部には筐体46が取り付けられており、旋回アーム62の他端部には筐体54が取り付けられている。すなわち、旋回アーム62は、一端側にて筐体46を介してX線発生器42を支持し、かつ、他端側にて筐体54を介してX線検出器52を支持する。

【0066】

筐体46、54及び旋回アーム62の内部は、一連の空洞を形成している。この空洞内には、X線発生部40及びX線検出部50の各要素を動作させるための配線（信号配線、電源配線、制御配線など。後述する電気ケーブル90を含む。）が配設される。筐体46、54及び旋回アーム62の適宜の位置に、配線や制御基盤を取り付けるための作業用の開口、あるいは、放熱するための開口を設けてもよい。

【0067】

図1～図4に示すように、上部フレーム64は、支柱部70に取り付けられている。上部フレーム64には、Z軸方向に延びる回転軸65が取り付けられており、その回転軸65の端部は、旋回アーム62における、X線発生部40及びX線検出部50を支持する部分間の中間位置に接続されている。このため、旋回アーム62は、回転軸65を介して、上部フレーム64につり下げ状態で支持されている。

【0068】

図6に示すように、旋回アーム62の内部には、旋回駆動部642が設けられている。旋回駆動部642は、旋回アーム62の内部に設けられた旋回用モータ6421を回転させることにより、回転軸65を回転中心にして旋回アーム62を回転させる。旋回駆動部642は、図6に示すように、旋回用モータ6421及び無端ベルト6422を備えている。旋回駆動部642（具体的には、旋回用モータ6421）は、支持体駆動制御部802によって制御される。無端ベルト6422は、旋回用モータ6421と回転軸65とに掛け渡されている。旋回用モータ6421の駆動により無端ベルト6422が回転されることにより、旋回アーム62が回転する。

【0069】

回転軸65と旋回アーム62の間には、ベアリング6423（図6参照）が介在している。ベアリング6423により、回転軸65に対して旋回アーム62がスムーズに回転することが可能となっている。

【0070】

なお、旋回駆動部642は、上部フレーム64の内部に設けられていてもよい。この場合、上部フレーム64に対して回転可能にされた回転軸65を回転軸65に固定された旋回アーム62と共に回転させる構成となる。

【0071】

回転軸65の内側には、機械的に旋回アーム62が旋回する軸となる回転軸線65Aが設定されている。図4に示すように、旋回アーム62、筐体46及び筐体54は、旋回部67を構成する。上部フレーム64は回転軸65を介して旋回部67を支持する旋回支持部64Aである。旋回アーム62が回転軸65の軸周りに旋回することにより、旋回部67は回転軸線65Aまわりに旋回する。

【0072】

旋回アーム62は、一端側にて筐体46を支持しており、その反対の他端側にて筐体54を支持している。これによって、旋回アーム62が、回転軸線65Aを間に挟んだ一部でX線発生器42を支持し、他の一部でX線検出器52を支持する。すなわち、支持部がX線発生器42とX線検出器52とを対向させた状態で被写体M1を挟んで回転可能に支持する。

【0073】

上部フレーム 6 4 の内部には、回転軸 6 5 を X 軸方向及び Y 軸方向に移動させる X Y 方向移動駆動部 6 4 4 が備えられている。X Y 方向移動駆動部 6 4 4 は、回転軸 6 5 を X 軸方向及び Y 軸方向に移動させることにより、旋回アーム 6 2 を X 軸方向及び Y 軸方向に移動させる。X Y 方向移動駆動部 6 4 4 は、図 5 に示す X Y テーブル 6 4 4 0 及び駆動用モータ 6 4 4 2 を備えている。

【0074】

X Y テーブル 6 4 4 0 は、X テーブル 6 4 4 0 X 及び Y テーブル 6 4 4 0 Y を備えている。X テーブル 6 4 4 0 X は、旋回アーム 6 2 を横方向（X 軸方向）に移動させる。Y テーブル 6 4 4 0 Y は、旋回アーム 6 2 を前後方向（Y 軸方向）に移動させる。X テーブル 6 4 4 0 X は、Y テーブル 6 4 4 0 Y に固定されており、Y テーブル 6 4 4 0 Y の移動に伴って、Y 軸方向に移動する。

10

【0075】

駆動用モータ 6 4 4 2 は、X テーブル 6 4 4 0 X を駆動する X 軸駆動用モータ 6 4 4 2 X と、Y テーブル 6 4 4 0 Y を駆動する Y 軸駆動用モータ 6 4 4 2 Y とを備えている。

【0076】

X 線撮影装置 1 0 では、図 1 1 に示すように、本体制御部 8 0 の支持体駆動制御部 8 0 2 が、X Y 方向移動駆動部 6 4 4 を制御する。

【0077】

X Y 方向移動駆動部 6 4 4 は、回転軸 6 5 とともに、旋回駆動部 6 4 2 を X 軸方向及び Y 軸方向に移動させる。このため、回転軸 6 5 は、X Y 平面内にて移動可能であるとともに、X Y 平面内の移動後の特定位置にて、回転軸 6 5 の軸心位置となる Z 軸まわりに回転可能である。

20

【0078】

なお、X Y 方向移動駆動部 6 4 4 を旋回アーム 6 2 の内部に設けてもよい。この場合、上部フレーム 6 4 の X Y 平面内における一定位置に固定された回転軸 6 5 の他端が、旋回アーム 6 2 内に設けられた X Y テーブル 6 4 4 0 に固定される。そして、X Y テーブル 6 4 4 0 が X 軸方向及び Y 軸方向に移動することにより、一定位置の回転軸 6 5 に対して旋回アーム 6 2 が相対的に X 軸方向及び Y 軸方向に移動することになる。

【0079】

また、旋回駆動部 6 4 2 及び X Y 方向移動駆動部 6 4 4 の双方を旋回アーム 6 2 の内部に設けてもよい。この場合、X Y 平面内の一定位置に固定され、かつ、回転しない回転軸 6 5 に対して、旋回アーム 6 2 が相対的に X 軸方向及び Y 軸方向に移動するとともに、相対的に回転することとなる。

30

【0080】

図 4 に示すように、支柱部 7 0 には、上部フレーム 6 4 を Z 軸方向に昇降させる Z 方向駆動部 6 4 6（上下移動駆動部）が取り付けられている。Z 方向駆動部 6 4 6 は、モータ 6 4 6 2、ボールネジ 6 4 6 4、ナット部 6 4 6 6 及び複数（ここでは 4 つ）のローラ部 6 4 6 8 を備えている。

【0081】

モータ 6 4 6 2 は、Z 軸方向に延びるボールネジ 6 4 6 4 を、Z 軸まわりに回転させる。ナット部 6 4 6 6 は、ボールネジ 6 4 6 4 に螺合している。ローラ部 6 4 6 8 各々は、支柱部 7 0 に設けられた一对のレール部 7 0 2 に昇降移動可能に係合しており、一对のレール部 7 0 2 の延びる方向（Z 軸方向）にのみ移動するように移動方向が規制されている。

40

【0082】

図 4 に示す例では、基台 7 B 上に配置されたモータ 6 4 6 2 は、支柱部 7 0 の下部に取り付けられており、ナット部 6 4 6 6 は上部フレーム 6 4 に固定されている。ローラ部 6 4 6 8 各々は上部フレーム 6 4 に取り付けられている。

【0083】

モータ 6 4 6 2 がボールネジ 6 4 6 4 を時計回り又は反時計回りに回転させることによ

50

り、ナット部 6 4 6 6 がボールネジ 6 4 6 4 に沿って上方向又は下方向に移動する。このとき、ローラ部 6 4 6 8 各々が、一对のレール部 7 0 2 上を移動することにより、上部フレーム 6 4 が Z 軸方向に昇降する。この上部フレーム 6 4 の昇降移動に伴って、旋回アーム 6 2 に支持された X 線発生部 4 0 及び X 線検出部 5 0 が Z 軸方向に移動する。Z 方向駆動部 6 4 6 は、上部フレーム 6 4 を上下移動させることにより、旋回アーム 6 2 及び上部フレーム 6 4 を上下移動させる上下移動駆動部の一例である。

【0084】

<セファロユニット 6 6>

セファロユニット 6 6 は、頭部 X 線規格写真を取得するために使用されるユニットである。図 1 及び図 2 に示すように、セファロユニット 6 6 は、上部フレーム 6 4 から水平方向に延びるアーム 6 4 8 の先端部分に設けられている。セファロユニット 6 6 は、頭部固定具 6 6 0、二次スリット機構 6 6 2、X 線検出器 6 6 4 を備えている。

10

【0085】

頭部固定具 6 6 0 は、頭部 MH を位置付けする装置であり、ここでは、一对の棒状の先端部が頭部 MH の両側の耳内に挿入されることにより両耳部を位置付けするイヤロッド、及び、頭部 MH の額等に当接して頭部を位置付けする額ロッドなどを含む。ここでは、頭部 MH は、その前方が +X 側を向くように頭部固定具 6 6 0 により位置付けされる。

【0086】

二次スリット機構 6 6 2 は、Z 軸方向に延びるスリットが形成されたスリット部材と、当該スリット部材を Y 方向に移動させる移動機構とを備えている。X 線発生器 4 2 から出射された X 線のうち、スリットを通過した X 線が、頭部固定具 6 6 0 に固定された頭部 MH に照射される。セファロ撮影においては、スリット部材が X 軸方向に移動することにより、頭部 MH が X 線によって走査される。

20

【0087】

X 線検出器 6 6 4 は、頭部固定具 6 6 0 によって位置付けされた頭部 MH を透過した X 線を検出する。X 線検出器 6 6 4 は、X 線を検出する検出器、及び、当該検出器を Y 軸方向に移動させる移動機構を備えている。検出器は、二次スリット機構 6 6 2 のスリットの形状に対応した、+Z 方向に延びる検出面を有している。移動機構は、スリット部材の Y 軸方向における移動に合わせて、検出器を Y 軸方向に移動させる。これにより、検出器が、スリットを通過して頭部 MH を透過した X 線を検出する。

30

【0088】

X 線撮影装置 1 0 においてセファロ撮影が行われる場合、図 1 0 に示すように、旋回アーム 6 2 が所定の角度だけ回転すると共に筐体 4 6 が X 線検出部 5 0 との対向関係を解いてセファロ撮影用 X 線検出器 6 6 4 に向くように回転することにより、X 線検出部 5 0 が X 線発生部 4 0 からセファロユニット 6 6 を結ぶ線上から外れた位置に配される。また、X 線発生部 4 0 の筐体 4 6 が旋回アーム 6 2 に対して Z 軸まわりに回動されることにより、X 線発生器 4 2 の X 線の出射口（X 線ビーム形状調整部 4 4 の開口 4 4 5）がセファロユニット 6 6 の X 線検出器 6 6 4 を向けられる。なお、筐体 4 6 を回動させる機構は、手で操作できるものであってもよいし、本体制御部 8 0 の制御によって動作するものであってもよい。X 線発生部 4 0 及びセファロユニット 6 6 が、図 1 0 に示す位置関係に配された状態で、X 線発生部 4 0 から X 線ビームが出射されることにより、セファロ撮影が行われる。

40

【0089】

<支柱部 7 0>

支柱部 7 0 は、Z 軸方向に延びる部材であって、上部フレーム 6 4 及び被写体保持部 7 2 を支持する。

【0090】

<被写体保持部 7 2>

被写体保持部 7 2 は、被写体 M 1（頭部 MH）を保持する部材である。被写体保持部 7 2 は、チンレスト 7 2 2、ヘッドホルダ 7 2 3、下部フレーム 7 2 4、アーム部 7 2 6 及

50

び被写体移動駆動部 7 2 8 を備える。

【0091】

チンレスト 7 2 2 は、頭部 MH の下顎の先端部を支持することにより、頭部 MH を支持する。また、ヘッドホルダ 7 2 3 は、頭部 MH の両側から挟持することにより、頭部 MH を X 軸方向に関して位置付けする。チンレスト 7 2 2 及びヘッドホルダ 7 2 3 は、アーム部 7 2 6 を介して下部フレーム 7 2 4 に接続されている。チンレスト 7 2 2 及びヘッドホルダ 7 2 3 等で構成され、被写体 M 1 の頭部 MH を固定する機械的要素は、頭部保持部 7 2 H として、被写体保持部 7 2 またはその一部を構成する。

【0092】

下部フレーム 7 2 4 は、支柱部 7 0 に取り付けられており、Z 軸方向に移動する。下部フレーム 7 2 4 が Z 軸方向に移動することにより、アーム部 7 2 6 に固定されたチンレスト 7 2 2 が Z 軸方向に移動する。

10

【0093】

アーム部 7 2 6 は、下部フレーム 7 2 4 とチンレスト 7 2 2 を接続する部材である。図 4 に示す例では、アーム部 7 2 6 は、下部フレーム 7 2 4 から X Y 平面に平行に延びる部分と、Z 軸に延びてチンレスト 7 2 2 に接続する部分とで構成されている。

【0094】

被写体移動駆動部 7 2 8 は、モータ 7 2 8 2、ボールネジ 7 2 8 4、ナット部 7 2 8 6 及び複数（ここでは 4 つ）のローラ部 7 2 8 8 を備える。

【0095】

モータ 7 2 8 2 は、Z 軸方向に延びるボールネジ 7 2 8 4 を、Z 軸まわりに回転させるナット部 7 2 8 6 は、ボールネジ 7 2 8 4 に螺合している。ローラ部 7 2 8 8 各々は、一对のレール部 7 0 2 に係合しており、一对のレール部 7 0 2 の延びる方向（Z 軸方向）にのみ移動するように移動方向が規制されている。

20

【0096】

図 4 に示す例では、モータ 7 2 8 2 及びボールネジ 7 2 8 4 は、下部フレーム 7 2 4 に固定されている。ナット部 7 2 8 6 は、上部フレーム 6 4 に固定されている。図示の例では、ボールネジ 7 2 8 4 は下部フレーム 7 2 4 の頂部から + Z 方向に延出し、上部フレーム 6 4 の底部近傍に固定されたナット部 7 2 8 6 と螺合するようになっている。ローラ部 7 2 8 8 各々は、下部フレーム 7 2 4 に取り付けられている。

30

【0097】

モータ 7 2 8 2 がボールネジ 7 2 8 4 を時計回り又は反時計回りに回転させることにより、上部フレーム 6 4 に固定されたナット部 7 2 8 6 に対して、下部フレーム 7 2 4 が上方向または下方向に移動する。このとき、ローラ部 7 2 8 8 各々が一对のレール部 7 0 2 に沿って移動することにより、下部フレーム 7 2 4 が Z 軸方向に移動する。

【0098】

下部フレーム 7 2 4 が Z 軸方向に移動することにより、チンレスト 7 2 2 が Z 軸に沿って移動する。頭部 MH の高さを一定のところに維持したまま、頭部 MH に対して旋回アーム 6 2 を相対的に昇降させることにより、頭部 MH における X 線の照射箇所を Z 軸方向に変更し得る。具体的には、実際の頭部 MH の位置に合わせて、旋回アーム 6 2 及び被写体保持部 7 2 を Z 方向駆動部 6 4 6 によって昇降させ、頭部 MH を頭部保持部 7 2 H に固定する。その後、Z 方向駆動部 6 4 6 によって旋回アーム 6 2 を上昇させるとともに、被写体移動駆動部 7 2 8 によって被写体保持部 7 2 を下降させるとよい。あるいは、Z 方向駆動部 6 4 6 によって旋回アーム 6 2 を下降させるとともに、被写体移動駆動部 7 2 8 によって被写体保持部 7 2 を上昇させるとよい。

40

【0099】

旋回アーム 6 2 及び被写体保持部 7 2（頭部保持部 7 2 H）は、Z 方向駆動部 6 4 6 によって、一体的に上下移動される。また、被写体保持部 7 2 は、被写体移動駆動部 7 2 8 によって、旋回アーム 6 2 に対して相対的に上下移動される。つまり、旋回アーム 6 2 及び被写体保持部 7 2 は、Z 方向駆動部 6 4 6 及び被写体移動駆動部 7 2 8 によって、それ

50

ぞれ独立に上下移動可能となっている。

【0100】

チンレスト722及びヘッドホルダ723のZ軸方向の位置を変更することにより、被写体M1の頭部が支持される位置を変更してもよい。例えば、直立姿勢の被写体M1の頭部の位置に合わせて、チンレスト722及びヘッドホルダ723の位置が設定される。なお、図4に示すように、被写体M1が標準的骨格である場合、被写体保持部72に頭部MHが保持されると、被写体M1のフランクフルト平面FR1が水平となる。また、被写体保持部72に頭部MHが保持されると、頭部MHを通る体軸BA1が鉛直方向に平行となる。なお、「体軸」とは、人体をその正面から見て、当該人体をおおむね左右対称と考えたときに設定される対称軸をいう。

10

【0101】

＜本体制御部80＞

本体制御部80は、撮影部20の各要素を制御することにより、撮影部20にX線撮影を実行させる。本体制御部80のハードウェアとしての構成は、一般的なコンピュータ又はワークステーションと同様である。すなわち、本体制御部80は、各種演算処理を行うCPU、基本プログラムを記憶する読み出し専用のメモリであるROM、各種情報を記憶する読み書き自在のメモリであるRAM、及び、制御用アプリケーションまたはデータなどを記憶する記憶部を備える。

【0102】

図11を参照して、本体制御部80は、モード設定部800、撮影領域設定部801、支持体駆動制御部802、撮影条件設定部803、X線検出部駆動制御部804及びX線発生部駆動制御部806、及び、被写体保持部駆動制御部808を備えている。これらの各制御部は、CPU（汎用回路）が制御用アプリケーションに従って動作することにより実現される機能である。なお、これらの機能のうち一部又は全部を、専用の回路などで構成することにより、ハードウェア的に実現してもよい。CPUの回路のうち、各種制御用アプリケーションによって各種制御に用いられる部分をそれぞれ制御部800、802、804、806、808と捉え、これらを総合したものを本体制御部80と捉えてもよい。

20

【0103】

モード設定部800は、X線撮影装置10の撮影種別（モード）を設定する。X線撮影装置10は、モード設定部800によって設定された撮影モードに応じて各種撮影を実行する。X線撮影装置10では、パノラマX線撮影、CT撮影、セファロ撮影の各々に対応するモードが予め規定されている。X線撮影装置10では、操作表示部82においてモードの選択が受け付けられ、モード設定部800がその選択内容に応じて撮影モードを設定する。この実施形態では、モード設定部800及び操作表示部82は、複数の撮影モードの中から1つの撮影モードの選択を受け付けるモード設定受付部を構成する。

30

【0104】

撮影領域設定部801は、X線撮影装置10において実行されるモードに応じた撮影領域（撮影対象とする範囲）を設定する。撮影領域設定部801は、モード設定部800によって設定された撮影モードに適合する領域設定画面を操作表示部82に表示する。そしてモード設定部800は、操作者が操作表示部82に対して行う操作入力に基づき、撮影領域を設定する。操作表示部82は、撮影領域を指定するための撮影領域指定部820を構成する。

40

【0105】

支持体駆動制御部802は、旋回駆動部642を制御することにより、旋回アーム62の旋回を制御する。具体的には、支持体駆動制御部802は、旋回アーム62に支持されたX線発生器42を回転軸65まわりに回転させることにより、被写体M1に対するX線ビーム（X線コーンビームBX1）の投影角度を変更する。

【0106】

また、支持体駆動制御部802は、XY方向移動駆動部644を制御することにより、

50

旋回アーム 6 2 の X 軸方向及び Y 軸方向の移動を制御する。これにより、支持体駆動制御部 8 0 2 は、X 線発生器 4 2 及び X 線検出器 5 2 を X 軸方向及び Y 軸方向に移動させる。

【0107】

また、支持体駆動制御部 8 0 2 は、Z 方向駆動部 6 4 6 を制御することにより、旋回アーム 6 2 を Z 方向に移動させる。

【0108】

X 線検出部駆動制御部 8 0 4 は、X 線検出部 5 0 を制御する。例えば、X 線検出部駆動制御部 8 0 4 は、X 線検出器上下移動駆動部 5 3 を制御することにより、X 線検出器 5 2 を上下に移動させる。X 線検出部駆動制御部 8 0 4 は、X 線検出器 6 6 4 の位置移動を制御する。

10

【0109】

X 線発生部駆動制御部 8 0 6 は、X 線発生部 4 0 を制御する。例えば、X 線発生部駆動制御部 8 0 6 は、X 線発生器 4 2 を制御する。具体的には、X 線管に供給される電圧又は電流を制御することにより、X 線発生器 4 2 から出射される X 線ビームのオン・オフ及び X 線ビームの強度を制御する。また、X 線発生部駆動制御部 8 0 6 は、X 線ビーム形状調整部 4 4 を制御することにより、X 線ビームの遮蔽を制御する。この X 線ビームの遮蔽制御によって、撮影目的に応じた形状の X 線ビーム（例えば、X 線細隙ビーム及び X 線コーンビームなど）が形成される。また、X 線発生部駆動制御部 8 0 6 が X 線ビーム形状調整部 4 4 を制御することにより、被写体 M 1 における撮影領域 R O I 以外の領域に X 線ビームが照射されることを抑制する。

20

【0110】

被写体保持部駆動制御部 8 0 8 は、被写体移動駆動部 7 2 8 を制御することにより、頭部保持部 7 2 H を Z 方向に移動させる。

【0111】

本体制御部 8 0 には、操作表示部 8 2 が接続されている。操作表示部 8 2 は、各種情報を表示するために設けられている。操作表示部 8 2 は、タッチパネルディスプレイで構成されており、各種情報を画像で表示するとともに、操作者が各種情報（撮影条件などを含む）を本体制御部 8 0 に入力するために設けられている。図 1 に示すように、操作表示部 8 2 は、防 X 線室 2 2 の外壁面に設けられている。なお、操作表示部 8 2 は、撮影部 2 0 の一部分、例えば、筐体 5 4 （外箱部 5 4 2 ）の外側面に設けられていてもよい。

30

【0112】

<画像処理装置 3 0>

画像処理装置 3 0 のハードウェアとしての構成は、一般的なコンピュータ又はワークステーションと同様である。すなわち、画像処理装置 3 0 は、各種演算処理を行う CPU、基本プログラムを記憶する読み出し専用のメモリである ROM、各種情報を記憶する読み書き自在のメモリである RAM を備えている。CPU が制御プログラムに従って動作することにより、制御部 3 1 として機能する。制御部 3 1 は、画像処理部 3 3 及び記憶部 3 5 に接続されている。画像処理部 3 3 は、撮影部 2 0 が X 線撮影を実行した際に X 線検出器 5 2 （又はセファロユニット 6 6 の X 線検出器 6 6 4 ）が出力した信号に基づいて生成される X 線透過画像を処理して、X 線画像を取得する。記憶部 3 5 は、アプリケーションまたはデータなどを記憶する。

40

【0113】

画像処理部 3 3 は、CPU がアプリケーションプログラムに従って動作することにより実現される機能である。なお、画像処理部 3 3 は、GPU (Graphics Processing Unit) により実現されてもよい。

【0114】

例えば、撮影部 2 0 にてパノラマ撮影が行われた場合、画像処理部 3 3 は目的の断層を画像化したパノラマ画像を取得する演算処理を行う。具体的には、画像処理部 3 3 は、撮影部 2 0 において取得された短冊状の複数の X 線投影画像に対して、断層上の位置に応じて相互にシフトさせて画素値を加算するシフト加算処理を行うことにより、1 枚のパノラ

50

マ画像を取得する。

【0115】

また、画像処理部33は、撮影部20にてCT撮影が行われた場合、画像処理部33は、取得された複数の投影画像に対して所定の前処理、フィルター処理及び逆投影処理等を行うことにより、撮影領域をスライスした各断層のCT画像を生成する。

【0116】

制御部31には、各種情報を示す画像を表示する表示部32、及び、操作者が操作入力を行う操作部34が接続されてる。また、画像処理装置30及び本体制御部80は、通信I/F36、84を介して互いに情報通信可能に接続されている。

【0117】

図12は、モード設定画面W1の一例を示す図である。モード設定画面W1は、モード設定部800が表示信号を操作表示部82に出力することにより、操作表示部82に表示される画面である。なお、モード設定画面W1は、表示部32に表示されてもよい。

【0118】

モード設定画面W1は、ボタンB1～B7を備えている。ボタンB1～B7は、順に、全顎パノラマ撮影、部分パノラマ撮影、小照射野CT撮影、中照射野CT撮影、大照射野CT撮影及びセファロ撮影の各種撮影モードに対応している。

【0119】

全顎パノラマモードは、標準骨格における全顎（全歯牙、及び、顎関節を含む上下の顎骨）に渡る断層（全顎パノラマ断層）を撮影領域としてパノラマ撮影するモードである。部分パノラマモードは、全顎に渡る断層のうち一部の断層（部分パノラマ断層）を撮影領域としてパノラマ撮影するモードである。なお、以下の説明において、全顎パノラマモード及び部分パノラマモードを区別しない場合には、総称として「パノラマモード」と称する場合がある。また、全顎パノラマ断層及び部分パノラマ断層を区別しない場合には、総称として「パノラマ断層」と称する場合がある。

【0120】

小照射野CTモードは、比較的小さい撮影領域をCT撮影するモードであり、ここでは、撮影領域が直径40mm高さ40mmの略円筒状とされる。大照射野CTモードは、比較的大きい撮影領域をCT撮影するモードであり、ここでは、撮影領域が直径80mm高さ80mmの略円筒状とされる。中照射野CTモードは、小照射野CTモードの撮影領域より大きく、大照射野CTモードの撮影領域よりも小さい撮影領域をCT撮影するモードである。ここでは、撮影領域が直径80mm高さ40mmの略円筒状とされる。なお、言うまでもないが、各モードにおける撮影領域の大きさは、これらの数値に限定されるものではない。以下の説明において、小照射野CTモード、大照射野CTモード及び中照射野CTモードを区別しない場合には、総称として「CTモード」と称する場合がある。

【0121】

モード設定画面W1は、X線撮影装置10が起動された後、撮影を開始する前に表示される画面である。操作者は、操作表示部82を介して、ボタンB1～B7のいずれかを押下する操作入力を行う。すると、モード設定部800は、この操作入力に基づき、X線撮影装置10の撮影モードを設定する。

【0122】

撮影領域設定部801は、操作者の操作入力を受け付け、その操作内容に応じて撮影領域を設定する。撮影領域設定部801は、モード設定部800により設定された撮影モードに適合する領域設定画面を表示部32に表示させ、その画面上で実行される操作入力に基づいて、撮影領域を設定する。

【0123】

例えば、全顎パノラマモードでは、頭部MHにおける上顎及び下顎を含む顎部全体に渡る断層面が撮影対象となる。これに対して、部分パノラマモードでは、顎部全体のうち一部が撮影対象となる。このため部分パノラマモードでは、全顎パノラマ断層のうち一部を選択して撮影領域を設定する処理が行われる。

10

20

30

40

50

【0124】

図13及び図14は、部分パノラマモードにおいて表示される領域設定画面W2の一例を示す図である。図13及び図14に示す例では、領域設定画面W2に全顎パノラマ画像を示すイラスト画像30iが表示されている。全顎パノラマモードでは、全顎（すなわち、図13及び図14に示すイラスト画像30iと同じ領域）を撮影対象とされ、部分パノラマ撮影では全顎のうち一部が撮影対象とされる。部分パノラマ撮影によると、診断に必要な領域に限定してX線を照射することが可能となるため、被曝線量を抑えることができる。

【0125】

図13及び図14に示す領域設定画面W2では、全顎パノラマのイラスト画像i30を複数の単位領域に区分する境界線BL1が表示されている。操作者は、パノラマ撮影に含める領域を、境界線BL1によって区分された領域毎に選択可能となっている。ここでは、操作者が選択しなかった領域（すなわち、撮影領域に含めない領域）が、図14に示すように非表示とされ、撮影領域に選択された領域のみが表示されるようになっている。

10

【0126】

図13及び図14では、境界線BL1が操作者にとって識別可能な形態で表示されているが、これは必須ではない。つまり、境界線BL1を、仮想的に定義された線であって操作者が視認できない線としてもよい。また、図13及び図14では、上顎・下顎が区分されていないが、上顎・下顎を区分する境界線が設定されていてもよい。また、図13及び図14では、撮影領域に選択された領域と選択されなかった領域とを表示・非表示により識別可能としているが、色分けにより識別可能としてもよい。

20

【0127】

図15は、部分パノラマモードにおける領域設定画面W2の他の例を示す図である。図15に示すイラスト画像i32は、図13及び図14に示すイラスト画像i30のように全顎部を写實的に表したのではなく、模式的に表したものである。イラスト画像i32では、上顎右側の前歯から臼歯までを1番から8番までのRHのグループとし、上顎左側の前歯から臼歯までを1番から8番までのLHのグループとし、下顎右側の前歯から臼歯までを1番から8番までのRLのグループとし、下顎左側の前歯から臼歯までを1番から8番までのLLのグループとして表示している。文字列TMJRは右側顎関節であり、文字列TMLは左側顎関節をそれぞれ示している。

30

【0128】

図15に示す領域設定画面W2上で撮影領域の設定が受け付けられる場合、例えば、各歯牙を示す番号（1～8）、及び、各顎関節を示す文字列（TMJR、TML）を操作者が選択可能とする。そして、撮影領域設定部801が、選択された番号又は文字列各々に対応する歯牙又は顎関節を、パノラマモードにおける撮影領域に設定するとよい。

【0129】

また、図15に示すように、操作者が関心のある歯牙又は顎関節を閉ループ状の枠カーソルBC1で囲むと、撮影領域設定部801がその囲まれた領域をパノラマモードにおける撮影領域に設定してもよい。枠カーソルBC1は、所定の操作により変形（拡大・縮小を含む）可能としてもよい。また、複数の枠カーソルBC1を同時に設定可能にすることにより、連続しない複数の領域を撮影領域に設定可能としてもよい。

40

【0130】

図16は、部分パノラマモードにおける領域設定画面W2の他の例を示す図である。図16に示すイラスト画像i34は、下顎全体の平面図を表したものである。この領域設定画面W2では、パノラマモードにおける撮影領域として、曲面状のパノラマ断層である歯列弓モデルDA1が曲線で示されている。歯列弓モデルDA1とは、統計的に標準とされる人体の歯列弓に沿った仮想的な3次元形状であって、ここでは、パノラマ断層に相当する所定の厚みを持った平面視馬蹄形状の仮想的な撮影対象物（断層）である。パノラマモードでは、このような歯列弓モデルDA1が存在する部分を対象としてX線撮影が行われる。

50

【0131】

歯列弓モデルD A 1は、実空間（3次元空間）において被写体保持部7 2（頭部保持部7 2 H）に対し固定的な位置を占めている。歯列弓モデルD A 1が示すパノラマ断層の位置は、実空間内で特定されているため、歯列弓モデルの位置（標準位置）は、3次元座標の座標情報として特定されている。歯列弓モデルD A 1の情報は、記憶部8 3（又は、記憶部3 5）等の記憶手段に読出し可能に保存される。

【0132】

部分パノラマモードの場合、操作者は、領域設定画面W 2上で、ポインタ（ポインタカーソルC S 1）で関心部位の指定操作を行う。例えば、図1 6に示す例であれば、操作者がポインタカーソルC S 1で歯列弓モデルD A 1上の2つの地点P 1，P 2を指定する操作を行う。すると、撮影領域設定部8 0 1は、歯列弓モデルD A 1の地点P 1，P 2間の歯列弓部分D A P 1を撮影領域に設定する。なお、歯列弓モデルD A 1を予め複数に区分しておき、その区分単位で撮影領域の指定操作が受け付けられてもよい。

10

【0133】

また、図1 0において2点鎖線で示すように、操作者の所定の操作に応じて、歯列弓モデルD A 1を変形できるようにしてもよい。被写体M 1の顎形状に応じて、あるいは、関心部位の位置に合わせて歯列弓モデルD A 1の曲率を変更する等の変形できるようにしてもよい。また、イラスト画像i 3 4に対して、歯列弓モデルD A 1を前後方向等に移動できるようにしてもよい。撮影領域設定部8 0 1は、歯列弓モデルD A 1の変形後の形状及び移動後の位置に基づいて、パノラマモードにおける撮影領域を設定するとよい。また、変形後の歯列弓モデルD A 1上で、上記歯列弓部分D A P 1が設定されてもよい。

20

【0134】

なお、撮影領域設定部8 0 1が、パノラマ断層の高さ方向（Z軸方向）の位置を設定できるようにしてもよい。この場合、撮影領域設定部8 0 1が、パノラマ断層の高さ位置の指定を受け付ける画面を操作表示部8 2（又は表示部3 2）に表示した状態で、操作表示部8 2（又は操作部3 4）が指定操作の入力を受け付ける。そして、撮影領域設定部8 0 1が、指定された高さ位置にパノラマ断層を設定するとよい。

【0135】

図1 7は、C Tモードにおける領域設定画面W 3の一例を示す図である。図1 7に示すイラスト画像i 3 4は、下顎全体の平面図を表したものである。領域設定画面W 3では、操作者が関心のある歯牙及び顎関節等を閉ループ状の枠カーソルB C 2で囲むと、撮影領域設定部8 0 1がその囲まれた領域をC T撮影の撮影領域に設定する。

30

【0136】

枠カーソルB C 2は、イラスト画像i 3 4上では円形で表示されているが、実空間上の撮影領域はZ軸方向に延びる略円柱状である。枠カーソルB C 2の大きさは、モード設定部8 0 0によって設定されたC Tモード毎に異なる大きさとされる。大照射野C T撮影の場合、例えば、半径8 0 c mの撮影領域を設定するために全顎を含むことが可能な大サイズの枠カーソルB C 2が用意される。また、小照射野C T撮影の場合、例えば、半径4 0 c mの撮影領域に対応する小サイズの枠カーソルB C 2が用意される（図1 7参照）。さらに、中照射野C T撮影の場合、大照射野C T撮影のときの大サイズの枠カーソルB C 2と、小照射野C T撮影のときの小サイズの枠カーソルB C 2との間の中間である中間サイズの枠カーソルB C 2が用意される。なお、枠カーソルB C 2の半径サイズは、C Tモード毎に固定の大きさとされてもよいが、所定の操作により変更可能とされてもよい。

40

【0137】

なお、撮影領域の平面視における形状は、円形に限定されるものではない。例えば特許文献1に記載されているように、C T撮影中にX線ビーム形状調整部4 4を制御することによって、楕円形状やオーバル形状、略三角形形状等の様々な形状に変更し得る。

【0138】

また、撮影領域の高さ方向の寸法は、C Tモード毎に固定の寸法としてもよいが、操作者が関心部位を含む寸法に合わせて指定できるようにしてもよい。例えば、操作者が上顎

50

、下顎及び上下顎の中から関心部位の位置に適合するものを1つ選択できるようにし、撮影領域設定部801が選択された部位の標準的な寸法に合わせて、撮影領域の高さ方向の寸法を設定するとよい。

【0139】

また、撮影領域の高さ方向の位置を、操作者が指定できるようにしてもよい。撮影領域設定部801は、捜査者が指定した高さ位置に合わせて、撮影領域を設定するとよい。

【0140】

図17に示すように、全顎を囲む円形の枠カーソルBC2が設定された場合、撮影領域設定部801は、枠カーソルBC2の位置に対応する実空間上の座標及び寸法を演算により求める。

10

【0141】

また、CTモードにおいて撮影領域を設定する場合に、図13又は図15示した領域設定画面W2を利用することも考えられる。例えば、図7に示す領域設定画面W2を利用する場合、境界線BL1で区切られた1つの領域を操作者が選択する。そして、撮影領域設定部801が、その選択された領域に対応する実空間上の領域をCT撮影領域に設定するとよい。また、図15に示す領域設定画面W2を利用する場合、操作者によって選択された歯牙又は顎関節に対応する領域を、CT撮影の撮影領域に設定するとよい。

【0142】

図13～図17では、イラスト画像を使用して撮影領域が設定される。しかしながら、頭部MHを撮影して得られた画像を使用して撮影領域を設定できるようにしてもよい。例えば、頭部MHを2方向からX線を照射することにより得られた2つの単純X線投影画像をスカウト画像として、撮影領域の設定が行われてもよい。また、パノラマ画像をスカウト画像としてもよい。

20

【0143】

撮影条件設定部803は、各種撮影モードの遂行に必要な撮影条件を設定する。例えば、撮影条件設定部803は、被写体M1のサイズを設定する。既述のように、本実施形態では、頭部MH（主に顎部）を示す画像上で撮影領域の設定が行われるが、この時に用いられる画像は被写体M1の標準モデルである。このため、被写体M1のサイズが標準サイズとは異なる場合、標準モデルからデフォルトで決定される実空間上の撮影領域が、実際の被写体M1における関心部位から外れる。そこで、撮影条件設定部803は、実際の被写体M1のサイズの指定を受け付ける。これにより、撮影領域設定部801が、標準モデルにおいて設定された撮影領域を、実際の被写体M1における領域に変換する。なお、撮影条件設定部803は、記憶部83（又は記憶部35）等に保存された電子カルテなどから被写体M1の人的特徴情報（性別、身長、体重、年齢等）を読み取り、被写体M1のサイズを自動で設定してもよい。

30

【0144】

また、撮影条件設定部803は、X線発生器42のX線管に供給する電流値及び／又は印可する電圧値等を設定する。この電流値及び／又は電圧値は、モード設定部800により設定された撮影モードに応じた既定の値としてもよいし、操作者が適宜に変更可能としてもよい。

40

【0145】

また、撮影条件設定部803は、CTモードにおける、X線発生器42及びX線検出器52の旋回角度を設定する。ここでは、撮影条件設定部803は、投影角度を180度と360度とのいずれか一方に設定する。投影角度の選択は、操作者が所定の指定操作を行うことにより実現される。なお、投影角度が、既定の角度の中から選択された角度に設定されることは必須ではなく、例えば、操作者が任意の角度を指定できるようにしてもよい。

【0146】

モード設定部800により設定された撮影モード、及び、撮影領域設定部801により設定された撮影領域に基づき、本体制御部80の支持体駆動制御部802、X線検出部駆

50

動制御部 804、X線発生部駆動制御部 806、被写体保持部駆動制御部 808 が、各要素を制御することにより、X線撮影が行われる。

【0147】

＜X線撮影装置 10 の動作＞

図 18 は、第 1 実施形態の X線撮影装置 10 の動作を示すフローチャートである。なお、以下に説明において、撮影部 20 の動作は、特に断らない限り、本体制御部 80 の制御下において行われる。

【0148】

X線撮影装置 10 が起動されると、各要素に電気が供給されることにより、撮影部 20、本体制御部 80 及び画像処理装置 30 がスタンバイ状態となる。そして、操作表示部 82（又は表示部 32）において、モード設定画面 W1 が表示され、撮影モードの設定処理が行われる（ステップ S10）。詳細には、モード設定部 800 が表示部 32 にモード設定画面 W1（図 12 参照）を表示させて、撮影モードを選択する操作入力を受け付け、その操作入力に基づき撮影モードを設定する。ここでは、X線撮影装置 10 の動作モードが、3つの CT モード、又は、2つのパノラマモードのうちいずれかに設定される。

10

【0149】

ステップ S10 にて撮影モードが設定されると、X線撮影装置 10 は、設定されたモードに応じた動作を行う。以下、各モードの処理内容について説明する。

【0150】

＜小照射野 CT モード＞

20

図 19 は、小照射野 CT モードにおける動作を示すフローチャートである。また、図 20、図 21 及び図 22 は、小照射野 CT モードにおける撮影部 20 の図解的な側面図である。小照射野 CT モードは、既述のように、比較的小さい領域（例えば、直径 40 mm、高さ 40 mm）を撮影領域とするモードである。図 20 の例では小上下顎の前歯 FT1、FT2 が撮影領域 ROI に設定され、図 21 の例では下顎の前歯 FT2 が撮影領域 ROI に設定され、図 22 の例では上顎の前歯 FT1 が撮影領域 ROI に設定されている。なお、以下の説明では、被写体 M1 は、特に断らない限り、標準的骨格を有するものとする。

【0151】

小照射野 CT モードが開始されると、被写体導入角度の指定が受け付けられる（ステップ S21）。被写体導入角度とは、被写体 M1 を X線発生部 40 及び X線検出部 50 の間に導入させるときの旋回アーム 62 の角度（向き）をいう。被写体導入角度の指定は、例えば、操作表示部 82 を介して操作者が行う。この指定を実現する一態様として、例えば、複数の角度の中から操作者が所望の被写体導入角度を選択できるようにするとよい。

30

【0152】

被写体導入角度は、例えば、Y 軸方向に対して傾斜する向きとなる角度（X 軸方向及び Y 軸方向の合成方向に平行となる角度）としてもよい。具体的には、図 2 に示すように、X線検出部 50 及び X線発生部 40 が Y 軸方向に沿って並んでいる状態から、例えば、X線検出部 50 を－X 側に X線発生部 40 を＋X 側に回転移動させるとよい。この場合、ヘッドホルダ 723 の－Y 側に開放された一对の額ロッド間の空間に対して、X線発生部 40 の横側（－X 側）の空間（X線発生部 40 の－X 側の空間から被写体 M1 がアクセス容易となる。もちろん、被写体導入角度は、旋回アーム 62 が Y 軸方向に平行となる角度としてもよい。

40

【0153】

また、車椅子に乗った被写体 M1 が X線撮影装置 10 に導入される場合、被写体導入角度を旋回アーム 62 が X 軸方向に平行となる角度にするとよい。これにより、車椅子に乗った被写体 M1 が被写体保持部 72（頭部保持部 72H）に向かって真っ直ぐに進むことにより、被写体 M1 を X線撮影装置 10 に導入できる。

【0154】

ステップ S21 にて、被写体導入角度が指定されると、旋回アーム 62 の向きがその指定された被写体導入角度に合わせられる（ステップ S22）。具体的には、支持体駆動制

50

御部 802 が、操作表示部 82 を介して入力された被写体導入角度の情報に従って旋回用モータ 6421 を駆動し、旋回アーム 62 の向きを調整する。

【0155】

続いて、X線検出器 52 及び旋回アーム 62 が、小照射野 CT モードに対応した標準位置に移動される（ステップ S23）。

【0156】

詳細には、支持体駆動制御部 802 が、旋回アーム 62（支持部）を、小照射野 CT モードに対応した標準高さ位置に移動させる。この標準高さ位置は、標準的骨格の頭部 MH が被写体保持部 72 に保持されているとして、その頭部 MH における前歯咬合位置 FOP1 に X 線コーンビーム BX1 の中心（光軸）であるセンタービーム XC1 が入射するときの高さ位置とされる（図 20 参照）。前歯咬合位置 FOP1 は、標準的骨格である頭部 MH の上下顎をかみ合わせた時の、上顎の前歯（中切歯又は側切歯）の下端と下顎の前歯（中切歯又は側切歯）の上端と間の中間高さ位置である。センタービーム XC1 は、ここでは、X 線発生器 42 の焦点 42F（X 線の発生点）から水平に出射される X 線である。また、ここでは、X 線発生器 42 は、X 線の主線（最も強度が高い X 線）が、水平方向に出射されるように設置されている。なお、焦点 42F は厳密には点ではなく面である。

10

【0157】

また、図 20～22 に示す小照射野 CT モード、及び、後述する図 24 に示す大照射野 CT モードでは、X 線コーンビーム BX1 のセンタービーム XC1 が、被写体保持部 72 に保持された頭部 MH を通る体軸 BA1 に直交に入射する。また、センタービーム XC1 は、X 線検出器 52 の検出面に対して垂直に入射する。

20

【0158】

また、図 20 に示すように、X 線検出部駆動制御部 804 は、センタービーム XC1 が前歯咬合位置 FOP1 を通る X 線コーンビーム BX1 が X 線検出器 52 の検出面のできるだけ下端寄りに入射するように、X 線検出器 52 の高さ位置（HD1）を設定する。図 20 では、図 11 記載の X 線検出部駆動制御部 804 は、センタービーム XC1 が前歯咬合位置 FOP1 を通る X 線コーンビーム BX1 の下端の X 線の X 線検出器 52 における入射位置を、X 線検出器 52 の検出面の下端部（もしくは下端寄りの所定部分）に一致させている。これにより、X 線検出器 52 が可能な限り高い位置に配されるため、X 線撮影中に、筐体 54 の下端を可能な限り高い位置（HC1）で回転させることができる。

30

【0159】

続いて、被写体 M1 の導入処理が行われる（ステップ S24）。詳細には、実際の被写体 M1 が X 線撮影装置 10 内に入った状態で、操作者が操作表示部 82 に対して所定の操作を行う。これによって、被写体保持部 72 の高さ位置（HD1）と旋回アーム 62 の高さ位置（HA1）が、実際の被写体 M1 のサイズに合わせて高さ調整される。

【0160】

続いて、撮影領域設定部 801 が、撮影領域 ROI の指定操作の受け付け、及び、撮影領域 ROI の設定を行う（ステップ S25）。撮影領域 ROI は、図 17 等で説明したように、領域設定画面 W3 が操作表示部 82（又は表示部 32）に表示され、操作者が操作表示部 82（又は操作部 34）を操作することによって設定される。

40

【0161】

続いて、ステップ S25 において設定された撮影領域 ROI の高さ位置に合わせて、被写体保持部 72 に対する旋回アーム 62 の高さ位置が調整される（ステップ S26）。詳細には、支持体駆動制御部 802 が旋回アーム 62 の高さ位置を調整することにより、センタービーム XC1 の高さ位置が、設定された撮影領域 ROI の中心に一致される。

【0162】

続いて、X 線発生部駆動制御部 806 が、図 7 や図 9 で示したように X 線ビーム形状調整部 44（44A）が撮影領域 ROI に合わせた X 線ビームを形成するように、X 線ビーム形状調整部 44（44A）を駆動する（ステップ S27）。これにより、X 線発生器 42 が X 線を出射した場合、X 線ビーム形状調整部 44（44A）によって小照射野の撮影

50

領域 R O I に適合した X 線コーンビーム B X 1 が形成される。

【0163】

続いて、撮影実行操作の受け付けが行われる（ステップ S 2 8）。具体的には、操作表示部 8 2 に接続される X 線照射スイッチ 8 5 を操作することで、撮影（C T 撮影）を実行するための操作が受け付けられる。

【0164】

そして、ステップ S 2 8 において、撮影実行操作が受け付けられると、本体制御部 8 0 が撮影部 2 0 の各要素を制御することにより、小照射野の撮影領域 R O I について、C T 撮影が行われる（ステップ S 2 9）。ここで C T 撮影は、180 度の撮影と 360 度の撮影が選択可能とされている。180 度の C T 撮影の場合は、360 度の場合と比べて撮影時間が短く、また被曝線量も少なく済むメリットがある。360 度の C T 撮影の場合は、180 度の C T 撮影の場合よりも撮影時間と被曝線量が多いが、より鮮明な画像が得られるメリットがある。

【0165】

図 20 に示すように、小照射野 C T モードでは、X 線検出器 5 2 がその検出面の下端側部分で X 線コーンビーム B X 1 を受光するように、X 線検出器 5 2 の高さ位置（H D 1）が設定されている。これにより、X 線検出器 5 2 を高い位置に配置することができるため、外箱部 5 4 2 を高い位置に配置することができる。したがって、X 線検出部 5 0 を被写体 M 1 のまわりで支障なく円滑に回転させることが可能となる。

【0166】

ここで、各要素の高さ位置について説明する。被写体上方に位置する回転アーム 6 2 の底面の高さ H A 1、X 線発生器 4 2 の高さ（詳細には、X 線発生器 4 2 が備える X 線管 4 2 T の焦点 4 2 F の高さ）H G 1、X 線検出部 5 0 の筐体 5 4（詳細には、外箱部 5 4 2）の底面の高さ H C 1、X 線検出器 5 2 の底面の高さ H D 1 及び被写体保持部 7 2 の底面の高さ H H 1 を図 20 に示すように規定する。

【0167】

図 20、図 21 及び図 22 に示す例では、被写体 M 1 は同じである。このため、被写体保持部 7 2 の底面の高さ H H 1 は一致している。なお、被写体の身長が異なれば、被写体保持部 7 2 の底面の高さは適宜変更され得る。

【0168】

図 21 に示す撮影領域 R O I は、下顎の前歯 F T 2 に設定されているため、図 20 に示す撮影領域 R O I よりも低い位置となっている。したがって、図 21 に示す回転アーム 6 2 の底面の高さ H A 2、X 線発生器 4 2 の高さ H G 2、筐体 5 4 の底面の高さ H C 2、X 線検出器 5 2 の底面の高さ H D 2 は、図 20 に示すそれぞれの高さ H A 1、H G 1、H C 1、H D 1 よりも低くなる。

【0169】

図 22 に示す撮影領域 R O I は、上顎の前歯 F T 1 に設定されているため、図 20 に示す撮影領域 R O I よりも高い位置となっている。したがって、図 22 に示す回転アーム 6 2 の底面の高さ H A 3、X 線発生器 4 2 の底面の高さ H G 3、筐体 5 4 の底面の高さ H C 3、X 線検出器 5 2 の底面の高さ H D 3 は、図 20 に示すそれぞれの高さ H A 1、H G 1、H C 1、H D 1 よりも高くなる。

【0170】

＜大照射野 C T モード＞

図 23 は、大照射野 C T モードにおける動作を示すフローチャートである。また、図 24 は、大照射野 C T モードにおける撮影部 20 の図解的な側面図である。大照射野 C T モードでは、既述のように、比較的大きい領域（例えば、直径 80 mm 及び高さ 80 mm）を撮影領域とするモードである。

【0171】

大照射野 C T モードが開始されると、被写体導入角度の指定が受け付けられる（ステップ S 31）。そして、回転アーム 6 2 の向きが、指定された被写体導入角度に合わせられ

10

20

30

40

50

る（ステップS 3 2）。これらステップS 3 1，S 3 2は、図1 9に示すステップS 2 1，S 2 2と同様の処理内容である。

【0 1 7 2】

続いて、X線検出器5 2及び旋回アーム6 2が、大照射野C Tモードに対応した標準位置に移動される（ステップS 3 3）。

【0 1 7 3】

大照射野C Tモードにおける旋回アーム6 2の標準高さ位置は、小照射野C Tモードの標準高さと同様である。すなわち、標準的骨格の頭部MHが被写体保持部7 2に保持されている場合に、その頭部MHにおける前歯咬合位置F O P 1にX線コーンビームB X 1のセンタービームX C 1が入射するように高さ位置が設定される。

10

【0 1 7 4】

また、図2 4に示すように、X線検出器5 2の底面の高さH D 4は、センタービームX C 1が前歯咬合位置F O P 1を通るX線コーンビームB X 1の上端及び下端のX線がX線検出器5 2に入射可能な位置とされる。ここでは、X線コーンビームB X 1の下端のX線検出器5 2における入射位置を、X線検出器5 2の検出面の下端（若しくは下端寄りの所定部分）に一致させている。これにより、X線検出器5 2が可能な限り高い位置に配されるため、X線撮影中に、筐体5 4の下端を可能な限り高い位置で回転させることができる。

【0 1 7 5】

続いて、被写体導入処理が行われる（ステップS 3 4）。このステップS 3 4は、図1 9に示すステップS 2 4と同様の処理内容である。

20

【0 1 7 6】

続いて、撮影領域設定部8 0 1が、撮影領域R O Iの指定操作の受け付け、及び、撮影領域R O Iの設定を行う（ステップS 3 5）。

【0 1 7 7】

続いて、ステップS 3 5において設定された撮影領域R O Iの高さ位置に合わせて、被写体保持部7 2に対する旋回アーム6 2の高さ位置が調整される（ステップS 3 6）。詳細には、支持体駆動制御部8 0 2が旋回アーム6 2の高さ位置を調整することにより、センタービームX C 1の高さ位置が、設定されたR O Iの中心に一致される。

30

【0 1 7 8】

続いて、X線発生部駆動制御部8 0 6が、X線ビーム形状調整部4 4が撮影領域R O Iに合わせたX線ビームを形成するように、X線ビーム形状調整部4 4を駆動する（ステップS 3 7）。これにより、X線発生器4 2がX線を出射した場合、X線ビーム形状調整部4 4によって大照射野の撮影領域R O Iに適合したX線コーンビームB X 1が形成される。

【0 1 7 9】

続いて、撮影操作の受け付けが行われる（ステップS 3 8）。具体的には、操作表示部8 2において、C T撮影を実行するためのX線照射スイッチ8 5の操作が受け付けられる。

【0 1 8 0】

ステップS 3 8において、撮影実行操作が受け付けられると、本体制御部8 0が撮影部2 0の各要素を制御することにより、大照射野の撮影領域R O Iについて、C T撮影が行われる（ステップS 3 9）。また、大照射野のC T撮影の場合も小照射野のC T撮影の場合と同様に1 8 0度撮影と3 6 0度撮影が選択できる。

40

【0 1 8 1】

図2 4に示すように、大照射野C Tモードでは、センタービームX C 1に対する上下の両端の広がり、小照射野C Tモードのときに比べて大きい。このため、大照射野C Tモードにおける筐体5 4（外箱部5 4 2）の高さH C 4、X線検出器5 2の高さH D 4は、図2 0に示す小照射野の撮影の際の高さH C 1，H D 1よりもそれぞれ高くなる。一方、旋回アーム6 2の底面の高さH A 4及びX線発生器4 2の高さH G 4は、高さH A 1，H

50

G 1 と一致する。

【0182】

<中照射野C Tモード>

中照射野C Tモードは、撮影領域R O Iが、小照射野C Tモードのときより大きく、大照射野C Tモードのときよりも小さい。ここでは、撮影領域R O Iの高さは小照射野C Tモードの撮影領域R O Iと同じ40mmとされ、撮影領域R O Iの直径は大照射野C Tモードの撮影領域R O Iと同じ80mmとされる。中照射野C TモードにおけるX線撮影装置10の動作フローは、図19に示すフローと略同じ処理内容となる。なお、中照射野C Tモードでは、ステップS 25において中照射野の撮影領域R O Iが設定される点、及び、ステップS 27において、中照射野の撮影領域R O Iに合わせてX線ビーム形状調整部44が駆動される点で、小照射野C Tモードとは相違する。

10

【0183】

図20～図22（小照射野C Tモード）及び図24（大照射野C Tモード）に示すように、X線撮影装置10におけるC T撮影では、被写体M 1の頭部MHに照射されるX線コーンビームB X 1のセンタービームX C 1が、頭部MHを通る体軸B A 1に対して垂直に入射する。ここでは、体軸B A 1は鉛直方向に延びており、センタービームX C 1が水平方向に平行となっている。以下、このようにセンタービームX C 1が水平となるX線コーンビームB X 1の照射態様を水平照射と呼ぶ。

【0184】

撮影領域R O Iに金属が含まれるとき、C T画像に放射状のアーチファクト（金属アーチファクト）が生じる場合がある。ここで、金属に対するX線の傾きが大きくなると、アーチファクトも斜めに放射状に現れやすくなる。これに対して、本実施形態では、X線コーンビームB X 1を、そのセンタービームX C 1が検出面に垂直に入射する水平照射を行う。このため、各X線が検出面に対して垂直あるいは垂直に近い角度で入射するため、仮に撮影領域R O I内等に金属があったとしても、アーチファクトが斜めに放射状に現れることを軽減できる。したがって、水平照射によるC T撮影により、C T画像の画質向上が期待できる。

20

【0185】

また、本実施形態では、センタービームX C 1が、水平方向に出射されるX線の主線である。このため、撮影領域R O Iの高さ方向の中心にセンタービームX C 1が入射させることによって、その中心部付近に比較的高強度のX線を照射できる。このため、関心部位が撮影領域R O Iの中心となるように、操作者が撮影領域R O Iを設定することにより、その関心部位について鮮明性の高いC T画像を取得できることが期待される。

30

【0186】

<全顎パノラマモード>

図25は、全顎パノラマモードにおける動作を示すフローチャートである。また、図26は、全顎パノラマモードにおける撮影部20の図解的な側面図である。全顎パノラマモードでは、既述のように、全顎（全歯牙、及び、顎関節を含む上下の顎骨）に渡る断層をパノラマ撮影するモードである。

【0187】

全顎パノラマモードが開始されると、被写体導入角度の指定が受け付けられる（ステップS 41）。そして、旋回アーム62の向きが、指定された被写体導入角度に合わせられる（ステップS 42）。これらステップS 41、S 42は、図19に示すステップS 21、S 22と同様の処理内容である。

40

【0188】

続いて、X線検出器52及び旋回アーム62が、全顎パノラマモードに対応した標準位置に移動される（ステップS 43）。

【0189】

全顎パノラマモードにおける旋回アーム62の標準高さ位置は、ここでは、図26に示すように、被写体保持部72に標準的骨格の頭部MHが被写体保持部72に保持されてい

50

るとして、頭部MHにおける全顎パノラマ断層PF1（ここでは、標準サイズ的全顎パノラマ断層PF1）の前歯側の高さ方向の中央位置（ここでは、前歯咬合位置FOP1）をセンタービームXC2が入射するとき高さ位置とされる。なお、図26に示す全顎パノラマ断層PF1は、側方から見た図であるため、矩形状であるが、上方からみた場合は、図16等の歯列弓D1のように、歯列中央の前歯FT1、FT2の辺りから両側の歯列に沿って後方に広がる略馬蹄形状に湾曲する形状を有する。

【0190】

なお、パノラマモードでは、センタービームXC2が、全顎パノラマ断層PF1及びX線検出器52に対して、水平方向に対して下方から上向きに入射する。ここでは、水平面（XY平面）に対して、例えば5度傾いている。すなわち、パノラマモードでは、5度の打ち上げ角度でX線細隙ビームBX2が被写体M1に照射される。以下、このようなX線細隙ビームBX2の照射態様を、「打ち上げ照射」と称する。

10

【0191】

また、X線検出器52の標準高さ位置は、図26に示すように、5度の打ち上げ角度で照射されるX線細隙ビームBX2を受光可能な高さ位置とされる。ここでは、X線検出器52の標準高さ位置は、X線細隙ビームBX2のうち下端のビームが、X線検出器52の検出面の下端寄り（ここでは最下端部）に入射するように、X線検出器52が配置される。これによって、パノラマモードにおいて、X線検出器52及び外箱部542をできるだけ高い位置に配することができる。このため、外箱部542の下端を可能な限り高い位置で回転させることができる。

20

【0192】

X線検出器52及び旋回アーム62が標準位置に移動されると、被写体導入処理が行われる（ステップS44）。このステップS44は、ステップS24と同様の処理内容である。

【0193】

続いて、撮影領域設定部801が、撮影領域ROIの指定操作の受け付け、及び、撮影領域ROIの設定を行う（ステップS45）。全顎パノラマモードでは、撮影領域ROIは、全顎パノラマ断層PF1として設定される。

【0194】

続いて、ステップS45において設定された撮影領域ROI（全顎パノラマ断層PF1）に合わせて、被写体保持部72に対する旋回アーム62の高さ位置が調整させる（ステップS46）。詳細には、支持体駆動制御部802が旋回アーム62の高さ位置を、上向き照射されるセンタービームXC2が、設定された全顎パノラマ断層PF1の前歯側の中央位置を通過する高さとする。

30

【0195】

続いて、X線ビーム形状調整部44が撮影領域である全顎パノラマ断層PF1に合わせたX線細隙ビームBX2を形成するように、X線発生部駆動制御部806がX線ビーム形状調整部44を駆動する（ステップS47）。これにより、X線発生器42がX線を出射した場合に、X線ビーム形状調整部44によって全顎パノラマ断層PF1に適合した高さ幅のX線細隙ビームBX2が形成される。

40

【0196】

続いて、撮影実行操作の受け付けが行われる（ステップS48）。具体的には、操作表示部82において、パノラマ撮影を実行するための操作が受け付けられる。ステップS48において、撮影実行操作が受け付けられると、本体制御部80が撮影部20の各要素を制御することにより、全顎パノラマ断層PF1について、パノラマ撮影が行われる（ステップS49）。

【0197】

図26に示すように、全顎パノラマモードでは、旋回アーム62の底面の高さHA5は、図24に示す大照射野CTモードのときの高さHA4よりも低い。すなわち、X線撮影装置10では、CTモードにおける旋回アーム62（支持部）を、パノラマモードのとき

50

よりも鉛直方向上側に位置付けしている。このように、X線撮影装置10では、CTモードの回転アーム62をパノラマモードのときより上側に位置付けすることにより、X線コーンビームBX1の水平方向照射が容易としている。

【0198】

また、X線発生器42の底面の高さHG5は、図24に示す大照射野CTモードのときの高さHG4よりも低い。そして、筐体54の底面の高さHC5及びX線検出器52の底面の高さHD5は、図24に示す大照射野CTモードにおける高さHC4、HD4よりも高い。また、全顎パノラマモードにおける、筐体54の底面の高さHC5とX線検出器52の高さHD5の差（筐体54の下端部からX線検出器52の下端部までの高さ幅）は、大照射野CTモードのときよりも大きい。

10

【0199】

図27は、全顎パノラマモードにおける撮影部20の図解的な側面図である。図27では、全顎パノラマ断層PF1が、図26に示す位置よりも上側に設定されている。この全顎パノラマ断層PF1は、顎先よりも上側に設定されている。このため、このパノラマ撮影では、顎先が切れるものの、図26に示すパノラマ撮影のときよりも上側の部位の像を含んだパノラマ画像が取得される。

【0200】

図27の場合における各要素の高さを、図26の場合と比較すると、回転アーム62の底面の高さHA6、X線発生器42の高さHG6、X線検出器52の底面の高さHD6、筐体54の底面の高さHC6は、それぞれの高さHA5、HC5、HD5、HG5よりも高くなる。図27に示すパノラマ撮影では、ステップS44（被写体導入処理）において、回転アーム62及びX線検出器52が、実際の被写体M1が導入直後の図26に示す高さから、図27に示す高さに上昇される。

20

【0201】

<部分パノラマモード>

図28は、部分パノラマモードにおける動作を示すフローチャートである。また、図29は、部分パノラマにおける撮影部20の図解的な側面図である。部分パノラマモードでは、全顎パノラマモードでの撮影領域である全顎パノラマ断層PF1のうち一部である部分パノラマ断層PF2を撮影領域とするものである。図29では、全顎パノラマ断層PF1のうち、下側半分の下顎に渡って部分パノラマ断層PF2が設定されている。

30

【0202】

図28に示すように、部分パノラマモードが開始されると、被写体導入角度の設定が受け付けられる（ステップS51）。そして、回転アーム62の向きが、指定された被写体導入角度に合わせられる（ステップS52）。これらのステップS51、S52は、図19に示すステップS21、S22と同様の処理内容である。

【0203】

続いて、X線検出器52及び回転アーム62が、部分パノラマモードに対応した標準位置に移動される（ステップS53）。ここでは、部分パノラマモードに対応した標準位置は、ステップS43における全顎パノラマモードの標準位置に一致させている。もちろん、X線検出器52及び回転アーム62の標準位置は、全顎パノラマモードと部分パノラマモードとで異なってもよい。

40

【0204】

X線検出器52及び回転アーム62が標準位置に移動されると、被写体導入処理が行われる（ステップS54）。このステップS54は、ステップS24と同様の処理内容である。

【0205】

続いて、撮影領域設定部801が、部分パノラマモードにおける撮影領域である部分パノラマ断層PF2の指定操作の受け付け、及び、部分パノラマ断層PF2の設定を行う（ステップS55）。具体的には、図13～図15等で説明したように、モード設定画面W1又は領域設定画面W2が操作表示部82（又は表示部32）に表示され、操作者が操作

50

表示部 8 2（又は操作部 3 4）を操作することによって設定される。

【0206】

続いて、ステップ S 5 5 において設定された部分パノラマ断層 P F 2 の高さ位置に合わせて、被写体保持部 7 2 に対する旋回アーム 6 2 の底面の高さ位置が調整される（ステップ S 5 6）。旋回アーム 6 2 の底面の高さ位置は、ここでは、部分パノラマ断層 P F 2 の元となる全顎パノラマ断層 P F 1 を想定して、その全顎パノラマ断層 P F 1 の前歯側の高さ方向の中央位置（ここでは、前歯咬合位置）をセンタービーム X C 1 が入射するときの高さ位置とされる。

【0207】

続いて、X線ビーム形状調整部 4 4 が部分パノラマ断層 P F 2 に応じたX線細隙ビーム B X 2 aを形成するように、X線発生部駆動制御部 8 0 6 がX線ビーム形状調整部 4 4 を駆動する（ステップ S 5 7）。これにより、X線発生器 4 2 がX線を取捨した場合に、X線ビーム形状調整部 4 4 によって部分パノラマ断層 P F 2 に適合した高さ幅のX線細隙ビーム B X 2 aが形成される。図 2 9 では、部分パノラマ断層 P F 2 が全顎パノラマ断層 P F 1 のうちの下半分であるため、X線細隙ビーム B X 2 aはX線細隙ビーム B X 2 のうち上側半分を遮蔽部材 4 4 1（図 7 参照）で遮蔽することにより形成され得る。

【0208】

続いて、撮影実行操作の受け付けが行われる（ステップ S 5 8）。具体的には、操作表示部 8 2 において、パノラマ撮影を実行するための操作が受け付けられる。ステップ S 5 8 において、撮影実行操作が受け付けられると、本体制御部 8 0 が撮影部 2 0 の各要素を制御することにより、全顎パノラマ断層 P F 1 について、パノラマ撮影が行われる（ステップ S 5 9）。

【0209】

また、部分パノラマモードにおいては、設定された部分パノラマ断層 P F 2 に応じて、旋回アーム 6 2 の旋回範囲が定められる。例えば、全顎パノラマ断層 P F 1 のうち、右側半分のみが部分パノラマ断層 P F 2 に設定された場合、X線発生器 4 2 が頭部 M H の後方左側を、X線検出器 5 2 が頭部 M H の前方右側を旋回する。そして、旋回アーム 6 2 の回転角度は、全顎パノラマ断層 P F 1 を撮影する場合の半分の角度とされる。

【0210】

図 3 0 は、全顎パノラマ断層 P F 1 に対してX線細隙ビーム B X 2 を打ち上げ照射する様子を示す概略的な側面図である。図 3 0 に示すように、X線細隙ビーム B X 2 のセンタービーム X C 2 は、全顎パノラマ断層 P F 1 における前歯側先端の中央（点 P C 1）に入射する。ここで、X線細隙ビーム B X 2 の打ち上げ角度（センタービーム X C 2 が水平線に対して傾斜する角度）を θ とおく。また、X線細隙ビーム B X 2 がX線検出器 5 2 に入射するときの縦幅を H とおく。さらに、全顎パノラマ断層 P F 1 の前歯側の先端位置において、センタービーム X C 2 が通る点 P C 1 からX線細隙ビーム B X 2 の下端が通る点 P C 2 までの高さ寸法を h_a とし、焦点 4 2 F から延びる水平線が通る点 P C 3（全顎パノラマ断層 P F 1 における、X線検出器 5 2 の検出面に垂直に入射するX線が通る点）から上記点 P C 1 までの高さ寸法を h_b とおく。また、拡大率（焦点 4 2 F からX線検出器 5 2 の受像面までの距離 S I D に対する、焦点 4 2 F からパノラマ断層までの距離の割合）を m とおく。すると、次式（1）が成立する。

【0211】

$$h_b = (S I D / m) \tan \theta \cdots (1)$$

【0212】

パノラマ撮影の場合、高さ寸法 h_a は標準的な顎先から硬口蓋を含めるために 5 0 mm ~ 7 0 mm であることが望ましく、高さ寸法 h_b は 1 5 mm ~ 6 5 mm であることが望ましい。この要件を満たす場合、式（1）から次の不等式（2）が求められる。

【0213】

$$15 < (S I D / m) \tan \theta < 65 \cdots (2)$$

【0214】

10

20

30

40

50

S I Dが大きくなると、旋回部 6 7 の旋回半径が大きくなるため、X線撮影装置 1 0 が大きなスペースを占めることになる。そこで、S I Dは900mm以下であることが望ましい。また、S I Dが小さすぎる場合には、X線検出器 5 2（又はX線発生器 4 2）の旋回が難しくなる。このため、S I Dは500mm以上であることが望ましい。S I Dを500mm以上900mm以下にすることによって、人体頭部の顎部をパノラマ撮影又はC T撮影するために必要なX線発生器及びX線検出器の回転半径を良好に確保できる。

【0215】

また、既述のように、焦点 4 2 Fは、厳密には点ではなく若干の広がりをもつ面である。このため、拡大率 m が大きくなるにつれて、X線の投影画像における焦点 4 2 Fの大きさに応じたボケが大きくなり、鮮鋭性が低下する。このため、拡大率 m は、できるだけ小さくすることが望ましい。経験的に、パノラマ撮影における拡大率 m は、1.2倍～1.3倍とすることが望ましい。また、X線撮影装置 1 0は、パノラマモードにおける拡大率 m は、C Tモードにおける拡大率 m よりも小さくする。これにより、パノラマ画像の画質を向上することができる。

10

【0216】

パノラマ撮影において、X線細隙ビーム B X 2を撮影領域 R O Iに対して打ち上げ照射することにより、パノラマ画像上において、硬口蓋、下顎角部及び脊椎などによる障害陰影の低減を図ることができる。この観点から、打ち上げ角 θ は、例えば、4度～8度であることが望ましい。

【0217】

20

<電気ケーブル 9 0>

図 3 1は、上部フレーム 6 4、回転軸 6 5及び旋回アーム 6 2内に配策された電気ケーブル 9 0を示す図解的な側面図である。また、図 3 2～図 3 4は、回転中の旋回アーム 6 2における電気ケーブル 9 0を示す図解的な平面図である。図 3 2は旋回アーム 6 2が回転を開始した直後の状態を、図 3 3は旋回アーム 6 2が図 3 2に示す状態から90度回転した状態を、図 3 4は図 3 2に示す状態から180度回転した状態をそれぞれ示している。

【0218】

図 3 1に示すように、この第1実施形態の回転軸 6 5は、中空である略円筒状に形成された部材とされている。電気ケーブル 9 0は、上部フレーム 6 4（ブラケット部）の内部及び回転軸 6 5の内部を通じて、旋回アーム 6 2の内部に配索されている。電気ケーブル 9 0は、旋回アーム 6 2に備え付けられた要素（X線発生器 4 2、X線ビーム形状調整部 4 4、X線検出器 5 2、X線検出器上下移動駆動部 5 3等）への電力供給を行う電線、又は、旋回アーム 6 2に備え付けられた要素と本体制御部 8 0との間の電氣的な情報通信を行う電線などを結束することにより構成されている。

30

【0219】

図 3 1に示すように、旋回アーム 6 2の内部には収容部 6 2 0が設けられている。回転軸 6 5に通された電気ケーブル 9 0は、開口部 6 2 0 H 1から収容部 6 2 0に進入し、その収容部 6 2 0内で回転軸線 6 5 Aから外方に離れるように渦巻き状に巻かれている。この実施形態では、開口部 6 2 0 H 1の開口中心は、回転軸線 6 5 Aに一致している。電気ケーブル 9 0は、収容部 6 2 0の回転軸線 6 5 Aから外方（ここでは、X線発生部 4 0側）に離れた部分の開口部 6 2 0 H 2から収容部 6 2 0の外部（ただし、旋回アーム 6 2の内部）に露出された後、各要素に向けて分岐している。

40

【0220】

この実施形態では、収容部 6 2 0の内部には、略直角に曲がった筒状に形成されたパイプ 6 2 2、6 2 3が設けられている。パイプ 6 2 2の一端は開口部 6 2 0 H 1の縁部に取り付けられている。電気ケーブル 9 0は、パイプ 6 2 2に通されることにより、開口部 6 2 0 H 1を通じて収容部 6 2 0に鉛直方向に沿って進入した後、パイプ 6 2 2に沿って水平方向に延びるように案内される。パイプ 6 2 3の一端は開口部 6 2 0 H 2の縁部に取り付けられている。電気ケーブル 9 0は、パイプ 6 2 3に通されることにより、鉛直方向に

50

曲げられて開口部 6 2 0 H 2 を通じて収容部 6 2 0 の外部に案内される。

【0 2 2 1】

図 3 2 ～図 3 4 において、電気ケーブル 9 0 の一端部 9 0 a は開口部 6 2 0 H 1 を通る部分（開口部 6 2 0 H 1 の内縁部に対向する部分）を示しており、電気ケーブル 9 0 の他端部 9 0 b は開口部 6 2 0 H 2 を通る部分（開口部 6 2 0 H 2 の内縁部に対向する部分）を示している。図 3 2 ～図 3 4 においては、電気ケーブル 9 0 における収容部 6 2 0 に収容された部分（渦巻きを形成する部分）のみを示している。図 3 2 ～図 3 4 に示すように、収容部 6 2 0 内には、鉛直方向に伸びる当接部材 9 2 が設けられている。当接部材 9 2 は、外周面が角のない丸みを帯びた形状に形成されており、ここでは、円筒状に形成されている。当接部材 9 2 は、回転軸線 6 5 A から外方に離れた位置に収容部 6 2 0 に固定して設けられている。電気ケーブル 9 0 は、一端部 9 0 a から収容部 6 2 0 に入って、当接部材 9 2 の外周面に当てられて曲げられた後、渦巻き状に巻かれる。

10

【0 2 2 2】

X 線撮影装置 1 0 において、例えば X 線撮影（C T 撮影又はパノラマ撮影）が実行される際、旋回アーム 6 2 が回転する。旋回アーム 6 2 が回転し始めた状態では、図 3 2 に示すように、電気ケーブル 9 0 の渦巻きが緩められた状態とされている。そして、旋回アーム 6 2 の旋回が進むにつれて、図 3 3 及び図 3 4 に示すように電気ケーブル 9 0 が巻かれていく。X 線撮影が完了すると、旋回アーム 6 2 が回転開始位置に戻ることによって、図 3 2 に示すように電気ケーブル 9 0 の渦巻きが再び緩められた状態に戻される。

20

【0 2 2 3】

このように、旋回アーム 6 2（支持部）は、上部フレーム 6 4（ブラケット部）に対して電気ケーブル 9 0 の渦巻きの巻方向とは反対の方向に回転する。これにより、電気ケーブル 9 0 が足りなくなることの抑制できる。また、旋回アーム 6 2 が元の初期位置に戻る際に、電気ケーブル 9 0 が渦巻き状に巻かれることで、電気ケーブル 9 0 の余長部分が旋回アーム 6 2 の回転を阻害することを抑制し得る。

【0 2 2 4】

電気ケーブル 9 0 は当接部材 9 2 に沿って電気ケーブル 9 0 が曲げられるので当接部材 9 2 が無い時と比べて電気ケーブル 9 0 の曲げに関する曲率半径を大きくとれる。これによって、電気ケーブル 9 0 にかかるテンションを軽減することができ、さらには電線ケーブルの断線を防げる。また、この当接部材 9 2 は、円柱状の部材が望ましいが当接部位のみ曲面状とする板状部材で構成してもよい。

30

【0 2 2 5】

< 2. 第 2 実施形態 >

図 3 5 は、第 2 実施形態の撮影部 2 0 A を示す図である。図 3 5 は、全顎パノラマ断層 P F 1 を実行する撮影部 2 0 A を示す図解的な側面図である。図 3 5 に示す全顎パノラマ断層 P F 1 は、図 2 6 に示す全顎パノラマ断層 P F 1 と同じ位置、すなわち、顎先まで含む高さ位置に設定されているものとする。

【0 2 2 6】

本実施形態の撮影部 2 0 A は、X 線発生器上下移動駆動部 4 5 を備える点以外は、撮影部 2 0 と略同様の構成である。X 線発生器上下移動駆動部 4 5 は、筐体 4 6 の内部に備え付けられている。X 線発生器上下移動駆動部 4 5 は、X 線発生器 4 2 及び X 線ビーム形状調整部 4 4 を一体的に旋回アーム 6 2 に対して上下方向（Z 軸方向）に移動させる。X 線発生器上下移動駆動部 4 5 は、ボールネジ機構あるいはリニアモータ機構等によって構成され得る。X 線発生器上下移動駆動部 4 5 は、X 線発生部駆動制御部 8 0 6 により制御される。図 3 5 に示すように、撮影部 2 0 A の場合、X 線発生器上下移動駆動部 4 5 が X 線発生器 4 2 を上下に移動させると、X 線管 4 2 T 及び焦点 4 2 F も上下に移動する。

40

【0 2 2 7】

ここで、図 3 5 に示すように全顎パノラマ断層 P F 1 をパノラマ撮影するときの撮影部 2 0 A の各要素の高さと、同一位置の全顎パノラマ断層 P F 1 を第 1 実施形態の撮影部 2 0 で撮影するときの各要素の高さとを比較する。まず、全顎パノラマ断層 P F 1 に対して

50

打ち上げ角度5度で打ち上げ照射するため、撮影部20AにおけるX線発生器42（詳細には、焦点42F）の高さHG7は、撮影部20における高さHG5と同一とする。一方、撮影部20Aにおいては、回転アーム62の底面の高さHA7を、図26に示す全顎パノラマモードの際の撮影部20における回転アーム62の底面の高さHA5よりも高くできる。これにより、筐体54の底面の高さHC7及びX線検出器52の底面の高さHD7を、図26に示す全顎パノラマモードにおける、筐体54の底面の高さHC5とX線検出器52の高さHD5よりも高くできる。したがって、X線検出部50を被写体M1のまわりで円滑に回転させることが可能となる。

【0228】

この発明は詳細に説明されたが、上記の説明は、すべての局面において、例示であって、この発明がそれに限定されるものではない。例示されていない無数の変形例が、この発明の範囲から外れることなく想定され得るものと解される。上記各実施形態及び各変形例で説明した各構成は、相互に矛盾しない限り適宜組み合わせたり、省略したりすることができる。

【符号の説明】

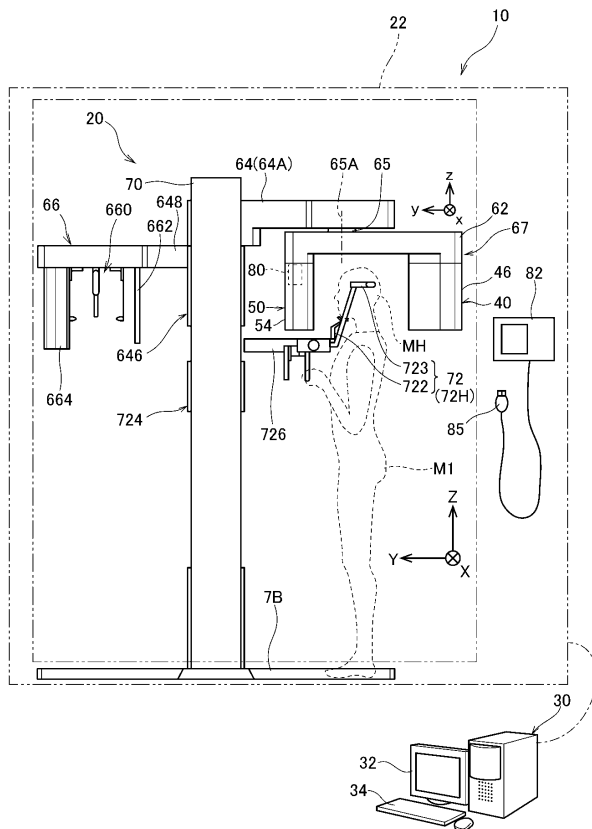
【0229】

10	X線撮影装置	
20, 20A	撮影部	
30	画像処理装置	
33	画像処理部	20
42	X線発生器	
42F	焦点（発生点）	
42T	X線管	
44	X線ビーム形状調整部	
45	X線発生器上下移動駆動部	
46	筐体	
52	X線検出器	
53	X線検出器上下移動駆動部	
54	筐体	
541	筒部	30
542	外箱部	
62	回転アーム	
64	上部フレーム	
64A	回転支持部	
642	回転駆動部	
6421	回転用モータ	
644	XY方向移動駆動部	
646	Z方向駆動部	
65	回転軸	
65A	回転軸線	40
66	セファロユニット	
660	頭部固定具	
67	回転部	
70	支柱部	
72	被写体保持部	
72H	頭部保持部	
728	被写体移動駆動部	
80	本体制御部	
800	モード設定部	
801	撮影領域設定部	50

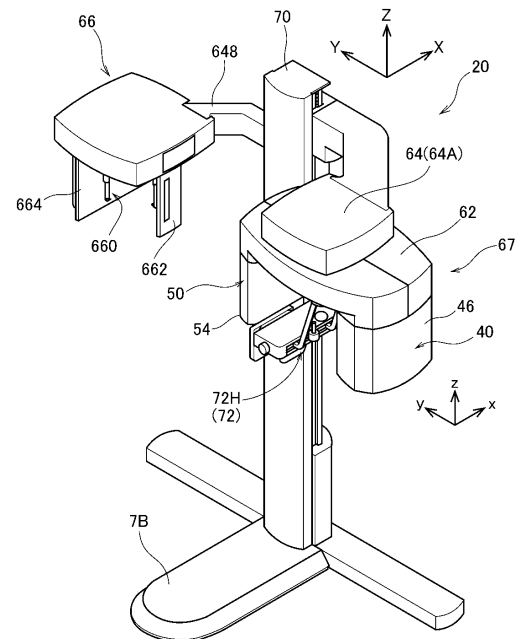
802 支持体駆動制御部
 803 撮影条件設定部
 804 X線検出部駆動制御部
 806 X線発生部駆動制御部
 808 被写体保持部駆動制御部
 82 操作表示部
 820 撮影領域指定部
 90 電線ケーブル
 BA1 体軸
 BX1 X線コーンビーム
 BX2, BX2a X線細隙ビーム
 M1 被写体
 MH 頭部
 PF1 全顎パノラマ断層
 PF2 部分パノラマ断層
 ROI 撮影領域
 W1 モード設定画面
 XC1, XC2 センタービーム

10

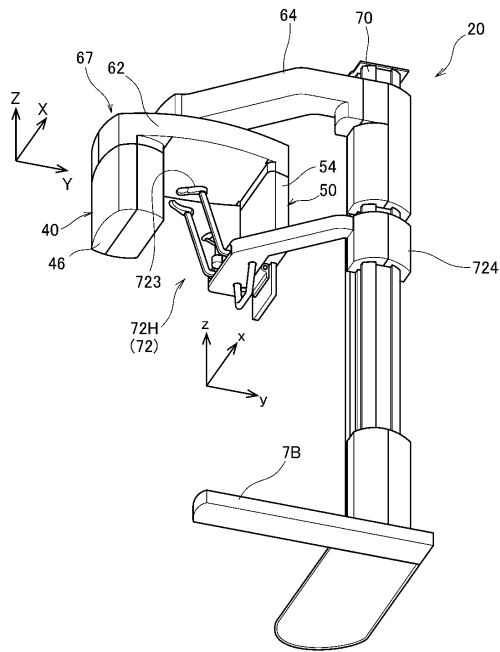
【図1】



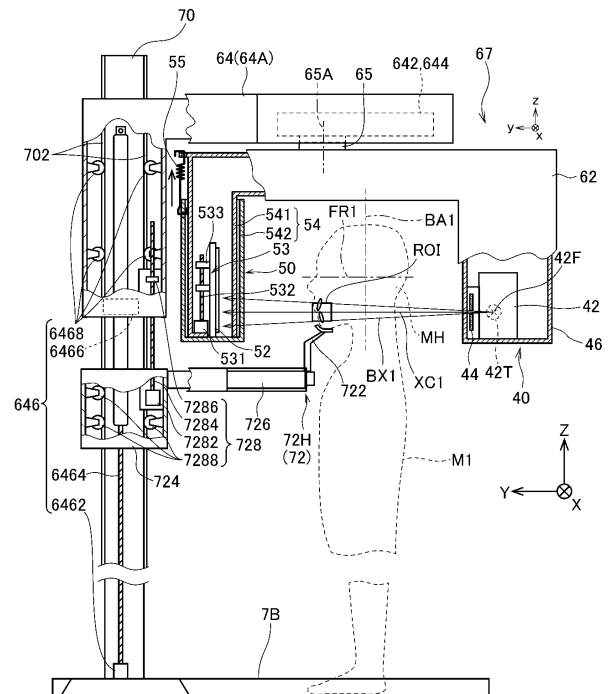
【図2】



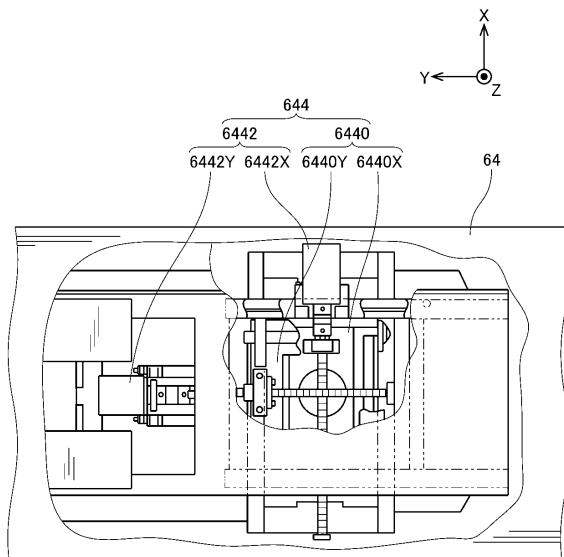
【図 3】



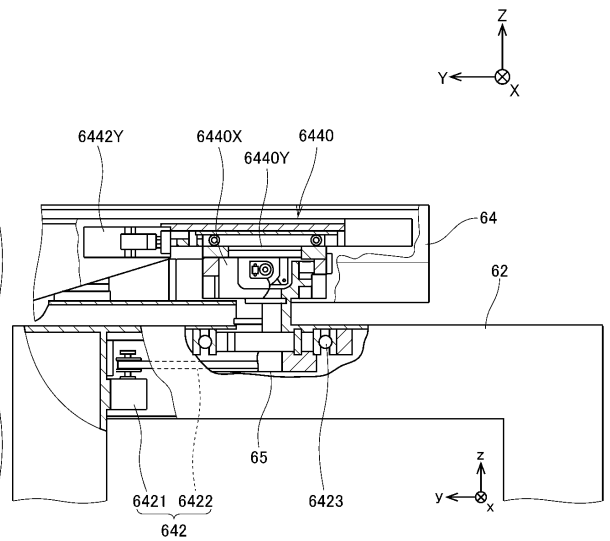
【図 4】



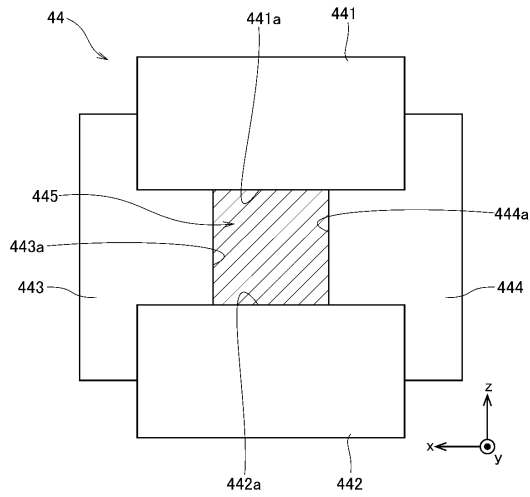
【図 5】



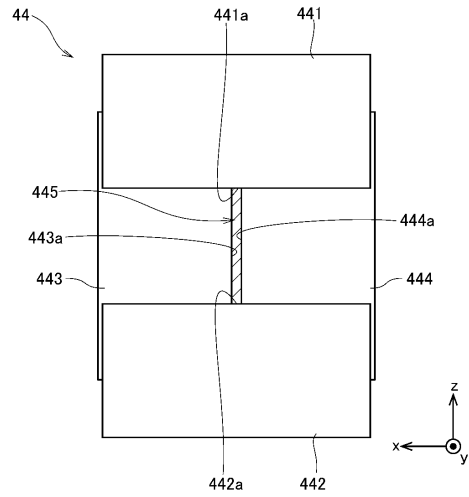
【図 6】



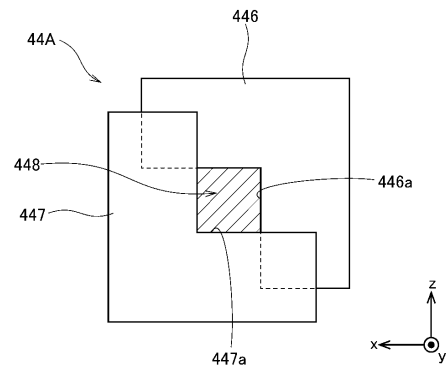
【図 7】



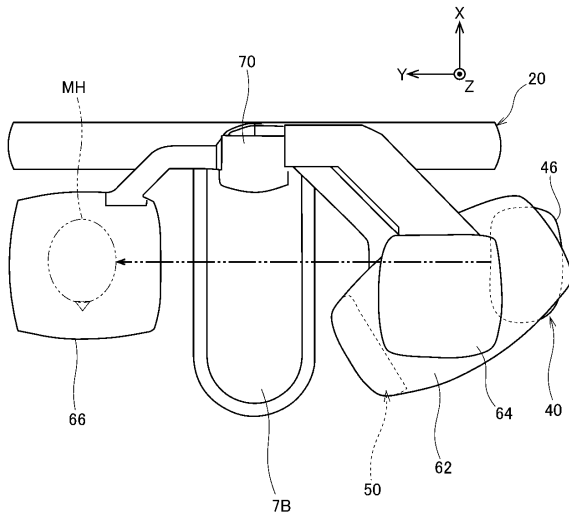
【図 8】



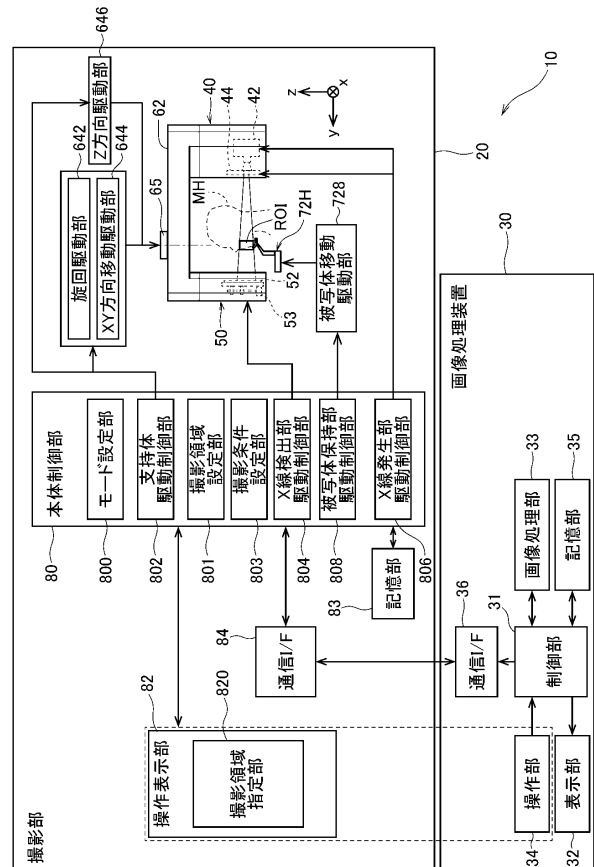
【図 9】



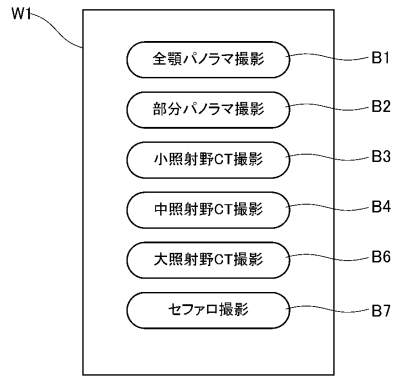
【図 10】



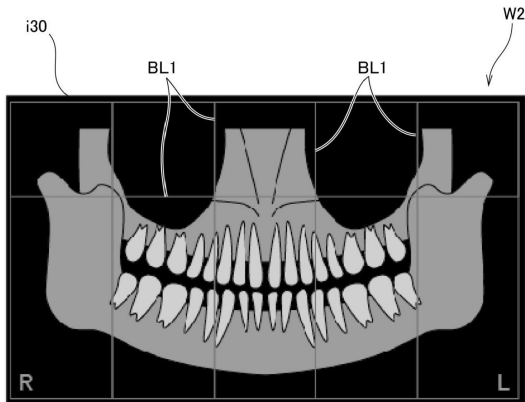
【図 11】



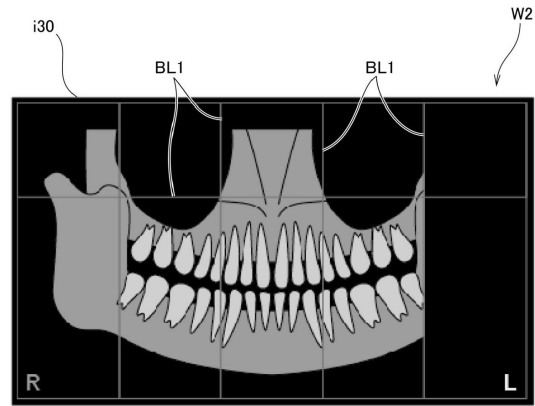
【図 1 2】



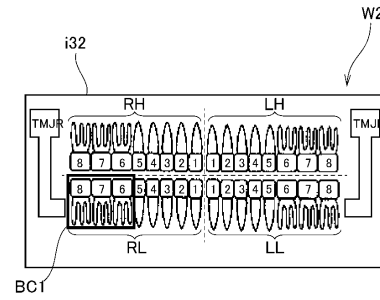
【図 1 3】



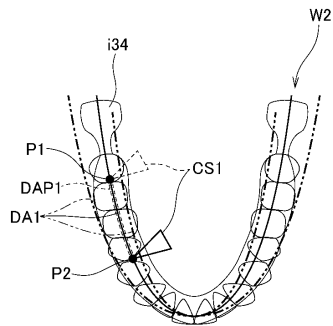
【図 1 4】



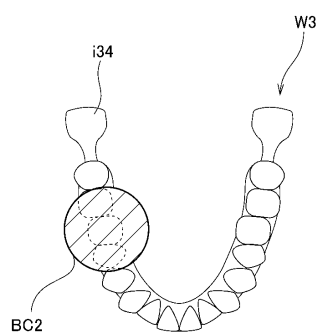
【図 1 5】



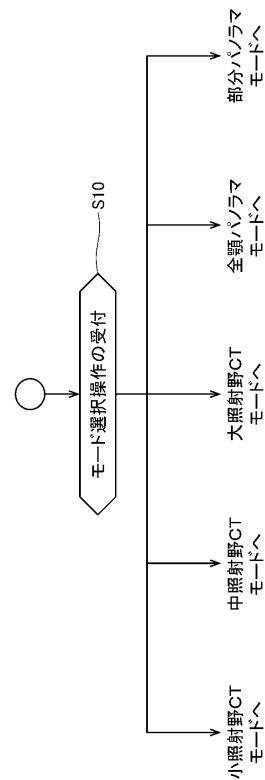
【図 1 6】



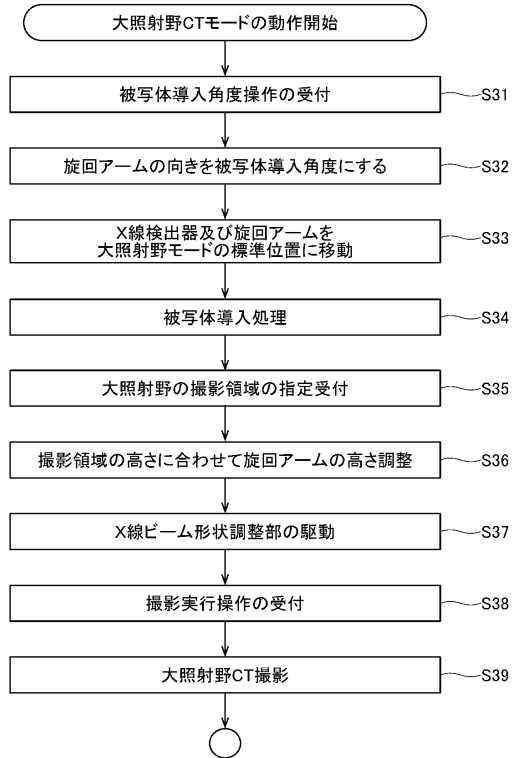
【図 1 7】



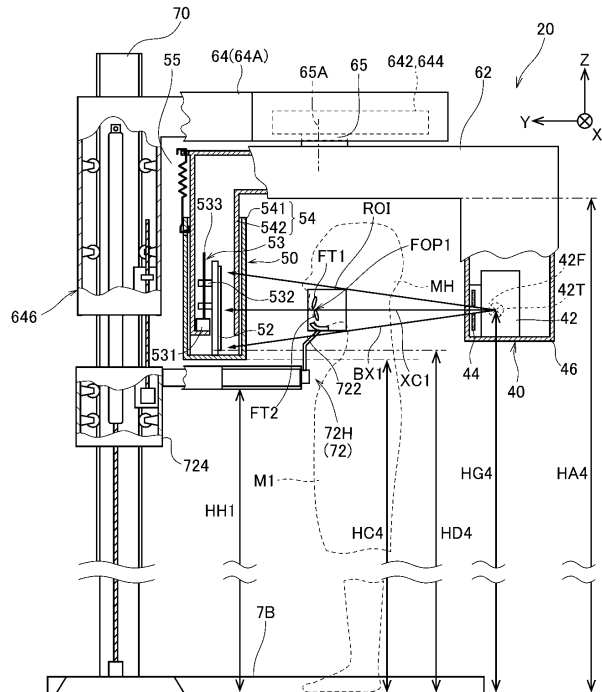
【図 1 8】



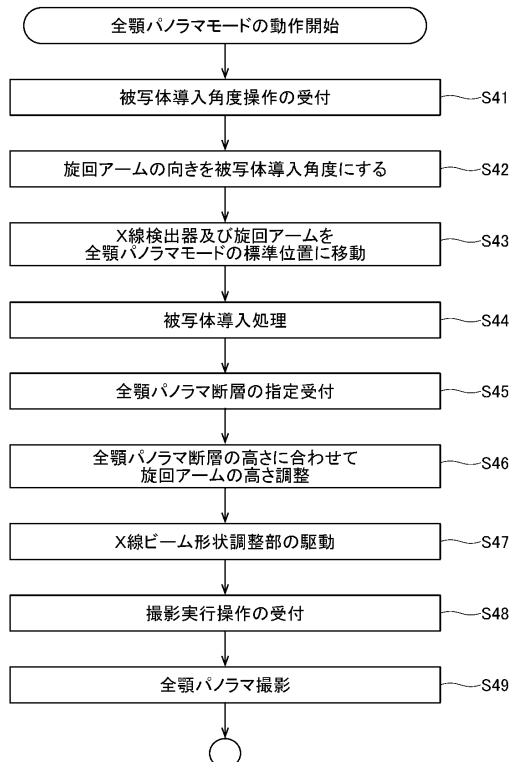
【図 2 3】



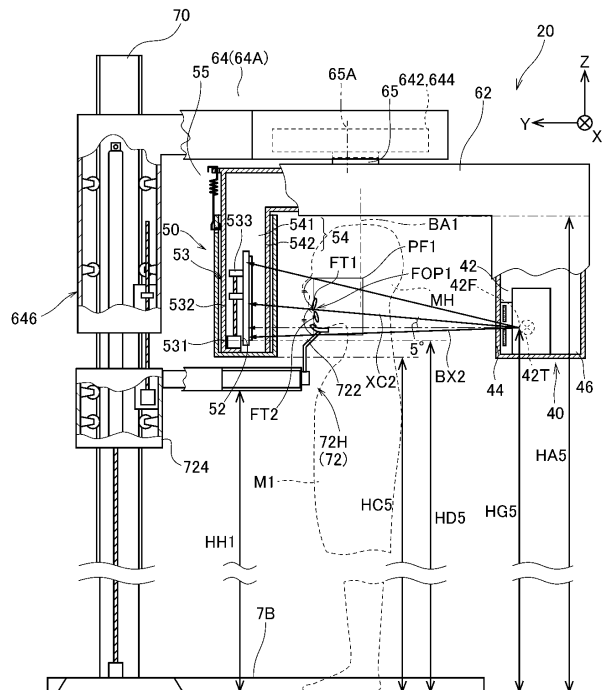
【図 24】



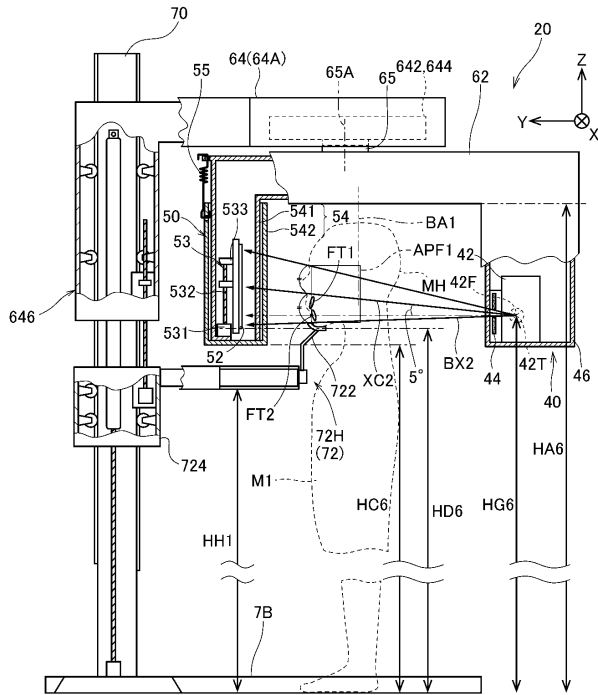
【図 25】



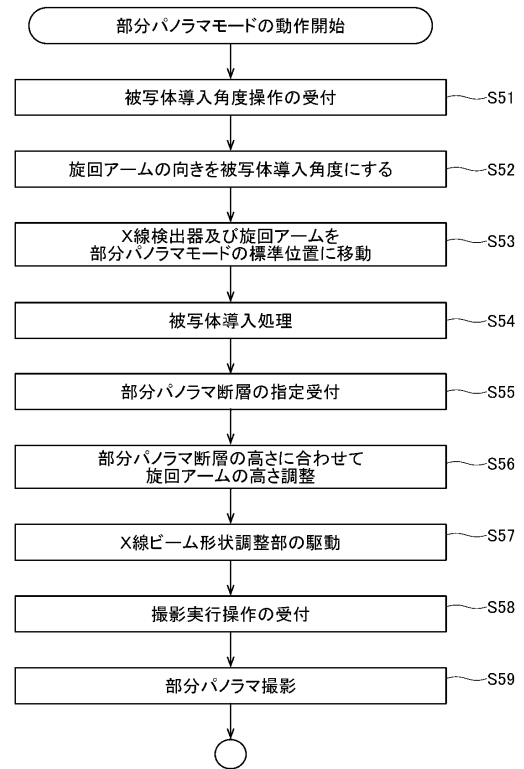
【图 2 6】



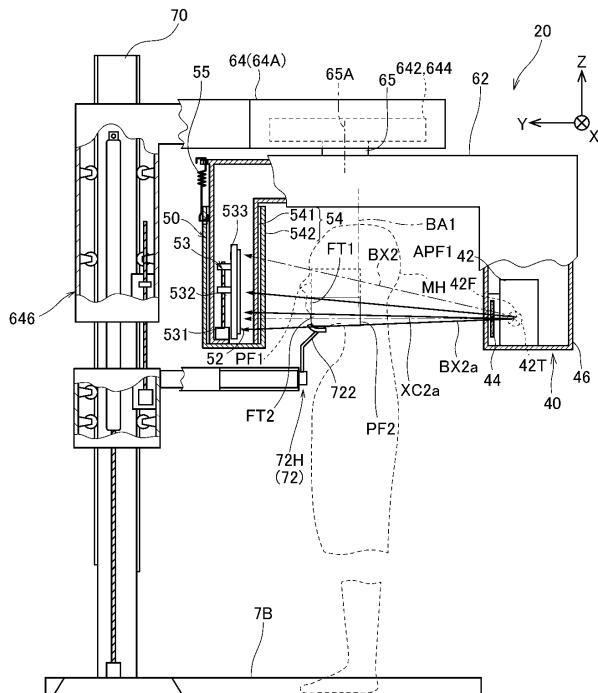
【図 27】



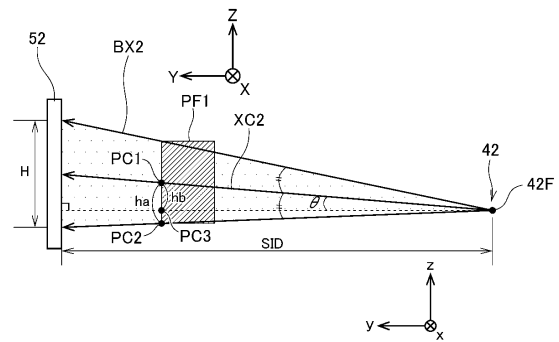
【図 28】



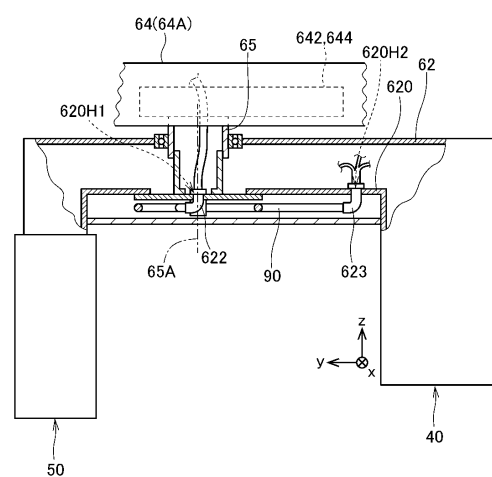
【図 29】



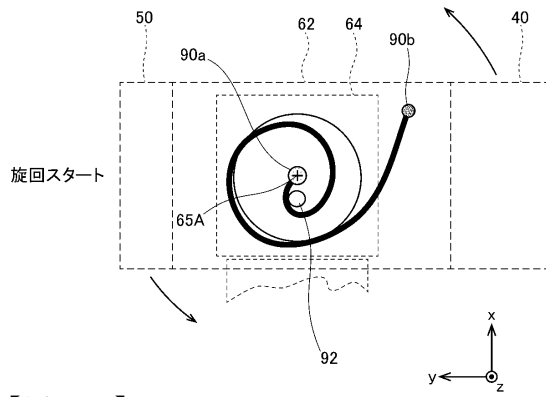
【図 30】



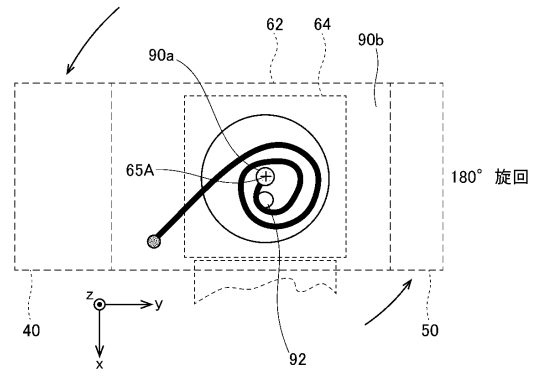
【図 31】



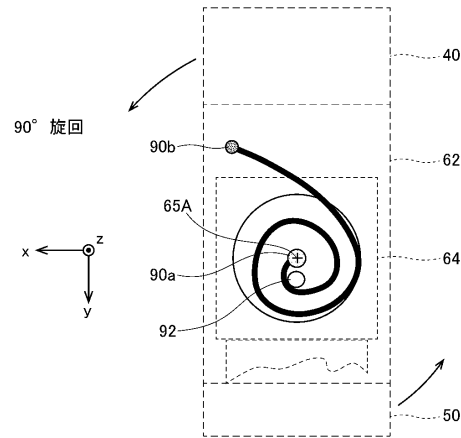
【図 3 2】



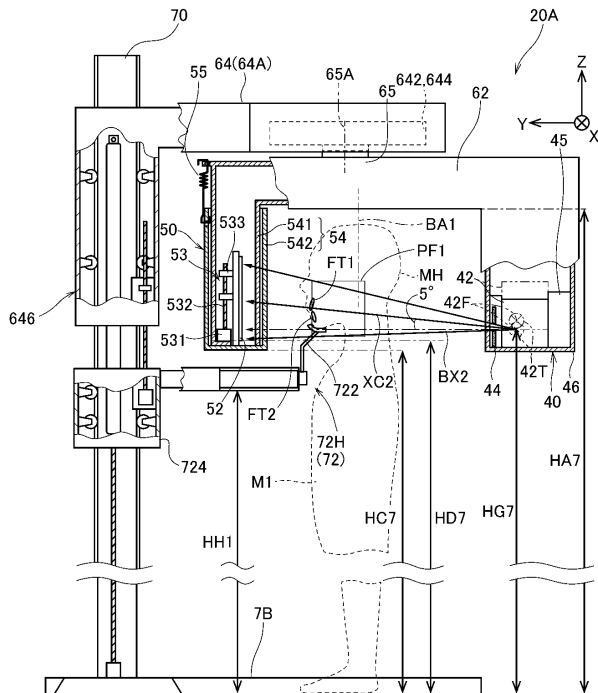
【図 3 4】



【図 3 3】



【図 3 5】



フロントページの続き

(72)発明者 吉川 英基
京都市伏見区東浜南町680番地 株式会社モリタ製作所内

審査官 井上 香緒梨

(56)参考文献 特開2014-094092 (JP, A)
特開2013-138865 (JP, A)
特開2003-175031 (JP, A)
特開2007-144136 (JP, A)
特開2010-259780 (JP, A)
特開2014-094091 (JP, A)
米国特許出願公開第2014/0126687 (US, A1)

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