

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4724760号
(P4724760)

(45) 発行日 平成23年7月13日(2011.7.13)

(24) 登録日 平成23年4月15日(2011.4.15)

(51) Int.Cl.	F I
A 6 1 B 6/14 (2006.01)	A 6 1 B 6/14 3 1 0
A 6 1 B 6/03 (2006.01)	A 6 1 B 6/03 3 2 1 L
	A 6 1 B 6/03 3 2 0 P
	A 6 1 B 6/03 3 2 0 J

請求項の数 2 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2009-62234 (P2009-62234)	(73) 特許権者	000138185
(22) 出願日	平成21年3月16日(2009.3.16)		株式会社モリタ製作所
(62) 分割の表示	特願2006-109230 (P2006-109230) の分割		京都市伏見区東浜南町680番地
原出願日	平成18年4月11日(2006.4.11)	(74) 代理人	100087664
(65) 公開番号	特開2009-131656 (P2009-131656A)		弁理士 中井 宏行
(43) 公開日	平成21年6月18日(2009.6.18)	(72) 発明者	吉村 隆弘
審査請求日	平成21年3月27日(2009.3.27)		京都市伏見区東浜南町680番地 株式会 社モリタ製作所内
(31) 優先権主張番号	特願2005-113994 (P2005-113994)	(72) 発明者	本庄 誠
(32) 優先日	平成17年4月11日(2005.4.11)		京都市伏見区東浜南町680番地 株式会 社モリタ製作所内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
早期審査対象出願		審査官	井上 香緒梨

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 X線撮影装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被写体を挟んで互いに対面するようX線発生器及びX線検出部を設けた支持部を有し、
前記支持部を移動することで前記X線発生器と前記X線検出部を移動させる移動手段と、
前記移動手段を動作させ、前記X線発生器と、X線検出部とを撮影の種別に応じた撮影
軌道に沿って移動させる撮影軌道制御手段を備えたX線撮影制御手段と、
撮影種別を選択する撮影種別選択手段とを備えたX線撮影装置であって、
a) 前記X線発生器は、照射X線の照射野形状を切換える照射野制御手段によりX線細
隙ビームとX線広域ビームとを選択的に切換えてX線の発生が可能とされ、
b) 前記X線検出部は、X線細隙ビームを受けて被写体を透過したX線像を撮像するた
めの縦長で幅の小さい第1のX線イメージセンサと、X線広域ビームを受けて、被写体を
透過したX線像を撮像するための第2のX線イメージセンサとを筐体の相対する2面のそ
れぞれに備え、この筐体を水平に反転させることにより、前記第1のX線イメージセンサ
と第2のX線イメージセンサとのいずれか一方を、前記X線発生器に対面可能に設定して
、前記第1のX線イメージセンサをパノラマ断層面画像の撮影に、かつ前記第2のX線イ
メージセンサをX線CT画像の撮影に用いられる構成になっており、
c) 前記支持部は、垂直な回転軸を有しており、
d) 前記X線撮影制御手段は、前記撮影軌道制御手段の作動により、
パノラマ撮影が撮影種別を選択されたときには、前記支持部の回転軸を移動しつつ、前
記支持部を水平に回転させて 前記被写体を透過した前記X線細隙ビームが前記第1のイ

メージセンサ上で検出されるように制御する一方、CT撮影が撮影種別を選択されたときには、被写体の診断部位として特定された関心領域の中心に前記回転軸を以て、前記被写体を透過した前記X線広域ビームが前記第2のX線イメージセンサ上で検出されるように制御し、

e) 前記CT撮影には、前記照射野制御手段が撮影中は前記関心領域の全部を照射するよう前記X線広域ビームを制御するCT撮影のほか、前記照射野制御手段が撮影中は前記関心領域の1/2以上の一部分を照射するよう前記X線広域ビームを制御するオフセットスキャンCT撮影が含まれ、

f) 前記X線広域ビームが撮影中に前記関心領域の全部を照射する前記CT撮影における前記X線発生器と前記第2のX線イメージセンサの最小の水平旋回角度は180°に設定され、前記オフセットスキャンCT撮影における前記X線発生器と前記第2のX線イメージセンサの最小の水平旋回角度は1回転に設定されていることを特徴としたX線撮影装置。

10

【請求項2】

前記撮影軌道制御手段が、前記X線発生器と前記X線検出部が目的とする所定の断層面を挟んで互いに逆方向に移動してリニア断層面画像の撮影を行う制御を行い、前記リニア断層面画像の撮影が、前記所定の断層面を通過した前記X線広域ビームを前記第2のX線イメージセンサが検出することで行われることを特徴とする請求項1記載のX線撮影装置。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、X線細隙ビームとX線広域ビームとを選択的に切換えてX線の発生を可能とし、このX線ビームに応じて2種類の断層面画像を撮影するX線撮影装置の改良に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近時、X線を計測してX線像を得るためのX線検知器として、正方形に近い短形の受光部を有する2次元型のイメージセンサと、より細長い受光部を備えたライン型のイメージセンサの2種類が利用可能である。

30

【0003】

前者の2次元型のイメージセンサを利用したデジタルX線撮影装置は、そのイメージセンサを従来のXフィルムの代替として利用する構成のものが多く、そのようなX線撮影装置では、既に公知となっている種々の透過画像、断層面画像の撮影原理を利用している。

【0004】

一方、後者のライン型のイメージセンサを利用したデジタルX線撮影装置は、所定の撮影軌道に従って、X線細隙ビームにより被写体を照射し、被写体を透過したX線をライン型のイメージセンサで追跡して短冊型の多数のX線像を撮影したあと、それらのX線像を時系列的に連結配置することにより、1枚のX線像を得る仕組みとなっている。

【0005】

40

以下の特許文献1、特許文献2には、ライン型のイメージセンサを利用してパノラマX線撮影を行うX線撮影装置が開示されている。

【0006】

すなわち、特許文献1では、フィルムカセットを用いたパノラマX線撮影とデジタルセンサカセットを用いたパノラマX線撮影を自由に選択できるものが開示されており、デジタルセンサカセットには、ライン型のイメージセンサが利用されている。

【0007】

特許文献2では、カセットのハウジング前面の中央に設けたX線受光部の内面に、ライン型のイメージセンサである電氣的X線像検出器を配設し、回転アームの旋回に対応した制御信号により電氣的に制御し、X線を電気信号に変換してパノラマX線画像の生成に必

50

要な画像信号をデジタル信号の形で出力できる構成としたものが開示されている。

【0008】

特許文献3では、患者の頭部を保持固定する患者フレームを昇降変位自在にして、その周囲を旋回する旋回アームとの間での相対的な位置変位を可能として、所望の部位を撮影できるようにした医療用X線撮影装置が開示されている。また、X線イメージセンサとしては、MIS型も近時開発されている(特許文献4)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開平11-104127号公報

10

【特許文献2】特開平11-104128号公報

【特許文献3】特開平7-275240号公報

【特許文献4】特許第3066944号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

ところで、上記2次元型のイメージセンサは、その形状から、従来のX線フィルムの代替として極めて容易に利用できるものの、その受光部のサイズに応じて、入手価格が飛躍的に上昇してしまうという問題があり、大判サイズな2次元型のイメージセンサの利用は、現実的には難しい。また、被写体を撮影し、その撮影された画像から断層面画像を生成する断層面撮影において、大判サイズの2次元イメージセンサを利用し、そのサイズに応じたX線コーンビームを被写体に照射してしまうと、被写体となる被験者に対する被爆の問題も発生する。

20

【0011】

これに対して、特に多数の画像から断層面画像を生成する断層面画像撮影では、被写体の関心領域付近の小部分に限定して、不必要な他の部分は撮影対象としないように、比較的狭いX線コーンビームを用い、それに応じたサイズの2次元型のイメージセンサでX線像を得るようにする構成とすれば、コスト的にも、被爆の問題からも有利である。その為には、それぞれに応じたサイズのイメージセンサを撮影目的に応じて簡易に切換えるようにすることが望ましいが、前記の従来技術では、この切換える作業は必ずしも容易でなく、煩雑さを伴うものであった。

30

【0012】

本発明は、X線検出部の簡易な切換えによって、少なくとも2種類の断層面画像を撮影することができる新規な構成のX線撮影装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記課題を解決するため、本発明のX線撮影装置は、次のような構成になっている。

被写体を挟んで互いに対面するようX線発生器及びX線検出部を設けた支持部を有し、前記支持部を移動することで前記X線発生器と前記X線検出部を移動させる移動手段と、前記移動手段を動作させ、前記X線発生器と、X線検出部とを撮影の種別に応じた撮影軌道に沿って移動させる撮影軌道制御手段を備えたX線撮影制御手段と、

40

撮影種別を選択する撮影種別選択手段とを備えたX線撮影装置であって、

a) 前記X線発生器は、照射X線の照射野形状を切換える照射野制御手段によりX線細隙ビームとX線広域ビームとを選択的に切換えてX線の発生が可能とされ、

b) 前記X線検出部は、X線細隙ビームを受けて被写体を透過したX線像を撮像するための縦長で幅の小さい第1のX線イメージセンサと、X線広域ビームを受けて、被写体を透過したX線像を撮像するための第2のX線イメージセンサとを筐体の相対する2面のそれぞれに備え、この筐体を水平に反転させることにより、前記第1のX線イメージセンサと第2のX線イメージセンサとのいずれか一方を、前記X線発生器に対面可能に設定して、前記第1のX線イメージセンサをパノラマ断層面画像の撮影に、かつ前記第2のX線イ

50

メージセンサをX線CT画像の撮影に用いられる構成になっており、

c) 前記支持部は、垂直な回転軸を有しており、

d) 前記X線撮影制御手段は、前記撮影軌道制御手段の作動により、

パノラマ撮影が撮影種別に選択されたときには、前記支持部の回転軸を移動しつつ、前記支持部を水平に回転させて前記被写体を透過した前記X線細隙ビームが前記第1のイメージセンサ上で検出されるように制御する一方、CT撮影が撮影種別に選択されたときには、被写体の診断部位として特定された関心領域の中心に前記回転軸をおいて、前記被写体を透過した前記X線広域ビームが前記第2のX線イメージセンサ上で検出されるように制御し、

e) 前記CT撮影には、前記照射野制御手段が撮影中は前記関心領域の全部を照射するよう前記X線広域ビームを制御するCT撮影のほか、前記照射野制御手段が撮影中は前記関心領域の1/2以上の一部分を照射するよう前記X線広域ビームを制御するオフセットスキャンCT撮影が含まれ、

f) 前記X線広域ビームが撮影中に前記関心領域の全部を照射する前記CT撮影における前記CT撮影における前記X線発生器と前記第2のX線イメージセンサの最小の水平旋回角度は180°に設定され、前記オフセットスキャンCT撮影における前記X線発生器と前記第2のX線イメージセンサの最小の水平旋回角度は1回転に設定されていることを特徴としている。

【0014】

また、請求項2のX線撮影装置は、請求項1において、前記撮影軌道制御手段が、前記X線発生器と前記X線検出部が目的とする所定の断層面を挟んで互いに逆方向に移動してリニア断層面画像の撮影を行う制御を行い、前記リニア断層面画像の撮影が、前記所定の断層面を通過した前記X線広域ビームを前記第2のX線イメージセンサが検出することで行われることを特徴としている。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、第1のX線イメージセンサとして、比較的低価格なライン型のイメージセンサが利用でき、かつ、断層面画像の撮影では、関心領域周囲の狭い範囲だけを撮影できればよいので、X線パノラマ撮影の場合は、第1のX線イメージセンサとして、受光部が小面積な2次元型のイメージセンサを利用できる。従って、コスト的にも有利である。

そして、広域ビームのX線を受けてCT撮影する場合は、第2のX線イメージセンサを用いることにより、撮影目的に応じたイメージセンサの使い分けができる。さらに、第1のX線イメージセンサ(パノラマ断層撮影用センサ)と、第2のX線イメージセンサ(CT撮影用センサ)とを直方体の筐体の相対する2面のそれぞれに備え、この筐体を水平に180度回転させることにより、前記第1のX線イメージセンサと第2のX線イメージセンサのいずれかを選択して前記X線発生器と対面可能とされているから、撮影態様に応じたX線イメージセンサの切換えが、何ら煩わしさを伴うことなく簡易になされ、撮影診療の効率化が図られる。

また、回転軸が垂直で、その回転軸を軸として支持手段が水平に回転する構造なので、パノラマ撮影時には旋回軸移動となり、CT撮影は旋回軸を固定して行われるので、患者を立位のままで撮影でき、装置のスペースも採らない。

また、CT撮影では、関心領域の全部を照射するようX線広域ビームを制御する通常のCT撮影に加えて、関心領域の1/2以上の一部分を照射するようX線広域ビームを制御するオフセットスキャンCT撮影も可能なため、検出面の小さなイメージセンサを用いて広い領域のCT撮影ができる。

また、照射野制御手段によって、前記X線発生器においてX線細隙ビームとX線広域ビームとを選択的に切換えてX線を発生し得るようにしているから、撮影態様に応じたX線ビームの発生が適正になされ、被写体に対する必要以上のX線被曝抑制制御が簡易になされる。

【0017】

10

20

30

40

50

更に、請求項 2 の X 線撮影装置によれば、前記撮影軌道制御手段が、前記 X 線発生器と前記 X 線検出部が目的とする所定の断層面を挟んで互いに逆方向に移動させることで、リニア断層面画像の撮影が、前記所定の断層面を通過した前記 X 線広域ビームを前記第 2 の X 線イメージセンサで検出して行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図 1】本発明の一実施形態としての X 線撮影装置の概略構成を説明するブロック図である。

【図 2】(a)(b)(c) は図 1 の X 線撮影装置に用いられる X 線発生器の仕組みを説明する模式図である。

10

【図 3】図 1 の X 線撮影装置に用いられる X 線検出器の基本構成の例を説明する外観図である。

【図 4】(a)(b) は、それぞれ第 1 のイメージセンサ検出面、第 2 のイメージセンサの検出面の形状の例を示す図である。

【図 5】パノラマ断層面画像撮影時に、X 線細隙ビームの軌跡が描く包絡線を示す図面である。

【図 6】(a)(b) は、リニア断層面画像を撮影する際に、X 線発生器、X 線検出部が同期的に移動する 2 種類の撮影軌道を説明する平面図である。

【図 7】X 線 CT 画像を撮影する際に、X 線発生器、X 線検出部が同期的に移動する撮影軌道を説明する平面図である。

20

【図 8】本発明による X 線撮影装置のより具体的な例を示す斜視図である。

【図 9】セファロ画像撮影手段を付加した X 線撮影装置の平面図である。

【図 10】セファロ画像撮影手段を付加した X 線撮影装置の側面図である。

【図 11】(a)(b) は、それぞれ X 線撮影装置に用いられる X 線発生器の構成を示す断面図と、1 次スリットの駆動部斜視図である。

【図 12】(a)(b) は、それぞれ、通常の X 線 CT 撮影用と軌跡と、オフセットスキヤン CT 撮影用の軌跡を示す平面図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、本発明による X 線撮影装置の例を図に従って説明する。

30

【0020】

図 1 は、X 線撮影装置 M の概略構成を説明するブロック図である。また、図 2 は、この X 線撮影装置 M に用いられる X 線発生器 11 の仕組みを説明する模式図、図 3 は、X 線検出器 12 の基本構成の例を説明する外観図である。

【0021】

X 線撮影装置 M は、図 1 に示すように、被写体 O を挟んで互いに対面する X 線発生器 11 と、X 線検出器 12 a, 12 b を有した X 線検出部 12 とを備えた移動手段 13 と、これら X 線発生器 11、X 線検出部 12、移動手段 13 を制御する X 線撮影制御手段 14 とで構成されている。

【0022】

40

X 線発生器 11 は、X 線撮影制御手段 14 によって制御された管電流や管電圧により X 線を発生させる X 線管 11 a、X 線管 11 a から放射された X 線を取り出すための図示しないコリメータ、X 線の照射範囲を規制する 1 次スリット板 11 b、11 b 等からなる。ここに、X 線管 11 a は X 線源を構成し、コリメータや 1 次スリット板 11 b は、照射野制御手段 11 D を構成する。

【0023】

図 2 (a) に示された 1 次スリット板 11 b は、X 線遮蔽板に縦長（縦横比 5 : 1 ~ 100 : 1 程度、好ましくは 10 : 1 ~ 50 : 1、さらに好ましくは 15 : 1 ~ 30 : 1 程度）の細溝状空隙 11 c が形成されたもので、X 線管 11 a で発生した X 線は、細溝状空隙 11 c によって照射範囲が規制され、縦長で幅の狭い X 線細隙ビーム B として、被写体

50

〇に向かって照射される。X線細隙ビームの進行方向に直交する照射野の形状は長方形でも楕円形でも四隅に丸みを持たせた長方形でも任意の形状でよく、これは細溝状空隙11cの形状を変更することで実現できる。

【0024】

一方、図2(b)に示された1次スリット板11bは、X線遮蔽板により正方形に近い矩形空隙11d(縦横比1:0.5~1:1.5、好ましくは1:0.8~1:1.2程度)が形成されたもので、X線管11aで発生したX線は、矩形空隙11dによって照射範囲が規制され、所定の広がりをもったX線広域ビームBBとして、被写体〇に向かって照射される。

【0025】

X線広域ビームにはX線コーンビームを用いることができる。X線広域ビームの進行方向に直交する照射野の形状は円形でも楕円形でも方形でも八角形でも、任意の形状でよい。すなわち、X線広域ビームは円錐形、四角錐形、八角錐形等さまざまな形状がありうる。これは矩形空隙11dの形状を変更することで実現できる。

【0026】

従って、図2(a)、(b)に示された1次スリット板11bからなる照射野制御手段11Dを採用したX線発生器11では、X線撮影制御手段14によって照射野制御手段11Dを制御して、図2(a)、(b)で示した2つの1次スリット板11b、11bの一方を選択することにより、選択された空隙に対応したX線細隙ビームBか、X線広域ビームBBかを選択的に切換えて発生させることができる。

【0027】

また、図2(c)に示された1次スリット板11bは、1枚のX線遮蔽板に上記の細溝状空隙11cと矩形空隙11dとの両方が形成されたものである。このスリット板11bからなる照射野制御手段11Dを採用した構成のX線発生器11では、X線撮影制御手段14が照射野制御手段11Dの図示されないアクチュエータ等を駆動して、X線管11aの前方に配置された1次スリット板11bを左右にスライドさせることにより、X線細隙ビームBか、X線広域ビームBBかを選択的に切換えて発生させることができる。

【0028】

X線検出部12は、X線発生器11が照射するX線細隙ビームB、X線広域ビームBBにそれぞれ対応する、第1のイメージセンサ12aと、第2のイメージセンサ12bとを備える。第1のイメージセンサ12aはX線細隙ビームBに対応した縦長の受光部を有するCCDイメージセンサとし、第2のイメージセンサ12bはX線広域ビームBBに対応した矩形の受光部を有する2次元型のCMOSイメージセンサとするのが好ましい。しかしながら、これだけには限定されず、両者を共にCCDイメージセンサ、あるいはCMOSイメージセンサとしてもよい。

【0029】

すなわち、本発明では、X線イメージセンサの構成を限定しておらず、第1、第2のイメージセンサ12a、12bは、CCDセンサ、あるいはMOSセンサ、CMOSセンサ、TFEセンサ、FTセンサ、X線固体撮像素子、XII(X線イメージインテンシファイア)、MIS型センサのいずれかによって構成される。なお、MIS型センサとは、特許文献4に記載されている金属、絶縁層、半導体層からなる構造を有したMetal Insulator Semiconductorセンサを意味している。

【0030】

また、上記にては、第2のイメージセンサとして矩形の受光部のセンサを掲げているが、これに限定されず、要はX線広域ビームBBに対応した広がりを持つ2次元型イメージセンサであればよく、円形、楕円形、八角形他様々に考えうる。

【0031】

図3に示したX線検出部12では、直方体の筐体12cの相対する2面のそれぞれに、第1のイメージセンサ12aと、第2のイメージセンサ12bとが設けられており、X線撮影制御手段14によって図示されないアクチュエータ等を駆動して、この筐体12cを

10

20

30

40

50

水平に180度回転させることにより、第1のイメージセンサ12aと、第2のイメージセンサ12bとのいずれかを選択して、X線発生器11と対面させる。

【0032】

図4(a)(b)は第1のイメージセンサ12aの検出面S1、第2のイメージセンサ12bの検出面S2の形状の例を示している。図4(a)の例は、検出面S1、検出面S2が長方形、矩形の例であるが、例えば図4(b)のような方形の四隅に丸みがつけてある形状でもよく、任意である。

【0033】

ここで、検出面S1の縦の最大幅の寸法を $W1f$ 、検出面S2の縦の最大幅の寸法を $W1g$ とし、検出面S1の横の最大幅の寸法を $W2f$ 、検出面S2の横の最大幅の寸法を $W2g$ とすれば、 $W1f > W1g$ 、 $W2f < W2g$ という関係にあるように設定できる。また、これら縦横の寸法は、比率から設定することもでき、 $W1f / W2f > W1g / W2g$ という関係になるように設定してもよい。例えば、 $W2f$ を1とすれば、 $W1f$ を3~30の比率で設定し、 $W2g$ を1とすれば、 $W1g$ を0.3~2の比率で設定するようにしてもよい。

【0034】

さらに具体的には、 $W1f$ を従来、最もパノラマ断層面画像に適した150mmまたは150mm±30mm程度に、 $W2f$ を同じく目的とする断層を鮮明に撮像するのに適した10mmまたは10mm±5mm程度に設定し、 $W1g$ を数本の歯列または耳のアブミ骨周辺のみを撮像するのに適した120mmまたは120mm±30mm程度に、 $W2g$ を同じく数本の歯列または耳のアブミ骨周辺のみを撮像するのに適した120mmまたは120mm±30mm程度に設定してもよい。

【0035】

スリットの設定により、前述のX線細隙ビームの上記検出面S1における照射野の形状を上記検出面S1に適合した形状に形成し、前述のX線広域ビームの上記検出面S2における照射野の形状を上記検出面S2に適合した形状に形成すれば、無駄なくX線ビームを照射することができる。

【0036】

なお、本発明の全ての第2のイメージセンサ12bの横の幅を、歯科、耳鼻科といった特定の医療分野において必要な関心領域S(例えば歯列弓のみ、あるいは歯列の中の特定の部分のみ、耳のアブミ骨の周囲のみといった関心領域)の横の幅に対応したサイズに設定しておき、第2のイメージセンサ12bに照射される広域ビームBBの照射野の大きさも、その第2のイメージセンサ12bに必要なだけのサイズに設定すれば、関心領域のみに向けて広域ビームを照射することができ、被爆量を軽減できる。

【0037】

同様に、第2のイメージセンサ12bの縦の幅を、関心領域Sの縦の幅に対応したサイズに設定しておき、第2のイメージセンサ12bに照射される広域ビームBBの照射野の大きさも、その第2のイメージセンサ12bに必要なだけのサイズに設定してもよい。

【0038】

移動手段13は、X線発生器11と、X線検出部12とを備えた支持部13aと、この支持部13aの回転軸Aを回転自在な状態で垂直に懸架保持し、更に、この回転軸Aを水平面に沿って移動できる軸移動台13bと、被写体Oを位置決めする保持手段13cとで構成されている。支持部13aの巡回移動や、支持部13aの回転軸の水平移動は、X線撮影制御手段14の制御する、おのおの独立したステッピングモータが駆動源に用いられている。更に、同様なステッピングモータによって保持手段13cを上下動させるようにしてもよい。

【0039】

なお、X線細隙ビームBあるいはX線広域ビームBBの照射角は、基本的には、水平面と平行であるが、これには限定されない。すなわち、被写体Oに対して、水平面に対して斜めの照射角でX線照射する構成も考えられる。というのは、義歯などの金属部分は、X

10

20

30

40

50

線撮影でのアーチファクトが大きいので、金属部分を避けて撮りたいことがあるからである。これは、特にX線CT画像撮影で問題となる。従って、その場合には、金属部分を避けるように、被写体Oに対して斜めにX線細隙ビームBあるいはX線広域ビームBBが照射されるようにするのが望ましい。

【0040】

X線撮影制御手段14は、移動手段13を駆動するステッピングモータを有するモータ制御部13d、モニタテレビ等にX線画像等の情報を表示する表示部15a、キーボードやマウス等の操作を受付ける操作部15b等が接続されており、機能的要素として、X線発生器11のX線管11aの管電流や管電圧を制御し、更に照射野制御手段11Dの1次スリット板11bを操作して、X線細隙ビームBか、X線広域ビームBBかを選択的に切

10

【0041】

表示部15a、操作部15bは、被写体Oの広範囲な画像、目的の断層撮影に先だって撮影された画像を表示し、被写体Oの内部で断層撮影されるべき断層面あるいは診断部位

20

【0042】

次いで、X線撮影装置Mの基本動作である撮影種別の選択、断層面画像の撮影を順に説明する。オペレータは、例えば操作部15bのマウス等を用いて、そのカーソルを断層面や診断部位などの関心領域Sへ移動させてから、マウスクリック等の操作によって関心領域Sを確定することができる。そして、所定のキーを押す等の操作によって、その関心領域Sについて撮影される断層面画像の撮影種別を選択すれば、断層面撮影が開始される。なお、断層面画像としては、リニア断層面画像、X線CT画像、パノラマ断層面画像などが

30

【0043】

断層面画像の撮影では、X線発生器11と、X線検出部12とを所定の撮影軌道に沿って同期的に移動させながら、例えばX線CT画像やリニア断層面画像の撮影であれば、X線発生器11からX線広域ビームBBを照射させ、X線検出部12の第2のイメージセンサ12bによって、所定の広がりをもったフレーム画像として、被写体Oの透過画像を複数撮影して、撮影軌道の位置に応じた複数の透過画像を得たのち、それらを合成、あるいは演算処理する画像処理により、関心領域Sの断層面画像を得る。また、例えばパノラマ断層面画像の撮影であれば、図3に示す状態から、筐体12cを水平に180度回転させて、第1のイメージセンサ12aをX線発生器11に対面させ、X線発生器11からX線細隙ビームBを第1のイメージセンサ12aに向けて照射させて得た透過画像を演算で画

40

【0044】

この撮影において、撮影軌道制御手段14cは、図示されない撮影軌道メモリに蓄積された軌道データを読み出し、モータ制御部13dを通じて、移動手段13を制御することにより、X線発生器11、X線検出部12を、その読み出された軌道データで規定される断層面画像撮影用の撮影軌道に沿って同期的に移動させる。また、X線発生制御手段14aは、所定の撮影軌道の位置となったとき、図示されない照射強度メモリに蓄積された強度データ、すなわちプロファイルに従って、X線発生器11からX線広域ビームBBを被写体Oの関心領域Sに向けて照射させる一方、イメージセンサ制御手段14bは、第2のイメージセンサ12bや第1のイメージセンサ12aによって関心領域Sを透過したX線

50

を受光させ、透過画像を画像生成手段 1 4 d に送信させている。この撮影が終了すれば、画像生成手段 1 4 d は、送信されてきた透過画像に対して所定の処理を行い、関心領域 S の断層面画像を生成することができる。なお、上記プロファイルは、被写体 O となる被験者の性別や体格などによって選択するようにしてもよく、あるいは、プロファイルに寄らず、第 2 のイメージセンサ 1 2 b や第 1 のイメージセンサ 1 2 a が受光し、計測した X 線強度をフィードバックして制御するようにしてもよい。

【 0 0 4 5 】

本願にいうパノラマ断層面画像は、歯列弓に沿った歯牙、顎の断層画像であり、このような撮影軌道に従った撮影によって、被写体 O のパノラマ断層面画像が得られる。

【 0 0 4 6 】

なお、パノラマ断層面画像撮影時の軌道については、図 5 に示すように、X 線細隙ビームの移動軌跡が歯列弓の前歯部に向けて突出する頂点を境として左右対象な略三角形の包絡線軌跡を描くように X 線検出器と X 線発生器を移動させる周知のパノラマ X 線撮影装置の構成を採用することができる。

【 0 0 4 7 】

図 5 は、X 線発生器 1 1 から第 1 のイメージセンサ 1 2 a に向けて照射される X 線細隙ビーム B の軌跡が包絡線 E N を描く様子を示している。すなわち、支持部 1 3 a の旋回による X 線発生器 1 1 と第 1 のイメージセンサ 1 2 a の旋回と、支持部 1 3 a の回転軸 A の移動との組合せで X 線細隙ビーム B の軌跡が包絡線 E N を形成している。

【 0 0 4 8 】

更に、断層面画像としてリニア断層面画像、あるいは X 線 C T 画像を撮影する際の撮影軌道の例を図に従って説明する。また、断層面画像としてパノラマ断層面画像を撮影することも可能である。

【 0 0 4 9 】

リニア断層面画像の撮影は、被写体 O に対して、常に目的とする所定の断層面のみを中心にして、投影角度を変えて X 線広域ビーム B B を照射して、所定の断層面のみが強調されるように、所定の断層面以外の部位を透過した X 線による画像情報を分散させることにより断層面画像を得るものである。本願にいうリニア断層面とは、上記の、中心となって撮影される所定の断層面である。撮影位置は、撮影軌道上の投影角度が異なる複数の点を含んでいる。なお、リニア断層面画像の撮影を、X 線細隙ビーム B を用いてなすことも可能である。

【 0 0 5 0 】

また、X 線 C T 画像の撮影は、被写体 O に設定された関心領域 S が常時含まれるように、その関心領域 S を中心として、X 線広域ビーム B B を少なくとも 1 8 0 ° 以上の角度で旋回させて、所定の旋回角度毎に撮影した多数の透過画像について、逆投影像を算出することにより、任意方向の断層面画像を得るものである。

【 0 0 5 1 】

パノラマ断層面画像の撮影は、被写体 O に設定された関心領域 S である歯列弓に向けて、X 線細隙ビーム B が垂直に照射されるように、かつ歯列弓を細分化した透過画像を順次重ね合わせて、あるいは合成して 1 枚のパノラマ断層面画像を得るものであるが、微視的には異なる角度から撮影された画像の重ね合わせあるいは合成となる。すなわち、パノラマ断層面画像では、X 線細隙ビームで取得した画像について、歯列弓の断面が強調されるように順次重ね合わせあるいは合成が実行される。

【 0 0 5 2 】

図 6 (a) は、断層面画像としてリニア断層面画像を撮影する際に、X 線発生器 1 1 、X 線検出部 1 2 が同期的に移動する撮影軌道を説明する平面図である。ここに、被写体 O には、関心領域 S として、断層面が設定されている。図 6 (b) は、図 6 (a) と X 線発生器 1 1 、X 線検出部 1 2 が移動する軌跡が異なるものである。すなわち、図 6 (a) の軌跡では X 線発生器 1 1 と X 線検出部 1 2 とが図の関心領域 S で示される、目的とする所定の断層面を挟んで互いに逆方向に直線的移動をするのに対して、図 6 (b) の軌跡では

10

20

30

40

50

X線発生器11とX線検出部12とが互いに逆方向に円弧移動している。

【0053】

この場合、撮影軌道制御手段14cは、X線広域ビームBBを照射するようにしたX線発生器11を、移動手段13を制御することにより、位置(p31)から位置(p33)に向かう撮影軌道に沿って移動させつつ、X線検出部12の第2のイメージセンサ12bを位置(q31)から位置(q33)に向かう撮影軌道に沿って同期的に移動させる。このような撮影軌道に従った撮影で、リニア断層面画像を合成することができる。

【0054】

例えば、撮影軌道に従った撮影の間、透過画像を逐次単位フレーム画像として獲得し、フレーム画像同士を所望の断層面の部分のみを重ね合わせてリニア断層面画像に合成することができる。

10

【0055】

また、例えば、撮影軌道に従った撮影の間、複数の画像に分けた透過画像を得ることなく、単一の画像として画像データを蓄積した、1枚のリニア断層面画像を取得することもできる。これは、目標であるリニア断層面以外に存在する部位は情報が分散するので、特定のリニア断層面の情報のみが蓄積されて強調されるという従来のフィルムによる撮影と全く同じ原理による。

【0056】

図7は、断層面画像としてX線CT画像を撮影する際に、X線発生器11、X線検出部12が同期的に移動する撮影軌道を説明する平面図である。ここに、被写体Oには、関心領域Sとして、円柱状の診断部位が設定されている。

20

【0057】

この場合、撮影軌道制御手段14cは、X線広域ビームBBを照射するようにしたX線発生器11を、移動手段13を制御することにより、位置(p41)から位置(p43)に向かう撮影軌道に沿って移動させつつ、X線検出部12の第2のイメージセンサ12bを位置(q41)から位置(q43)に向かう撮影軌道に沿って同期的に移動させる。X線発生器11は、位置(p41)から位置(p43)に向かって、第2のイメージセンサ12bは、位置(q41)から位置(q43)に向かって、X線発生器11と第2のイメージセンサ12bとの回転中心を関心領域Sにおいて、円を描いて回転移動する。X線CT撮影に必要な回転角度は、最低180°である。

30

【0058】

このような撮影軌道に従った撮影で得た透過画像を、公知の手法で逆投影することにより、関心領域Sの任意断面について断層面画像を合成することができる。

【0059】

ついで、本発明によるX線撮影装置Mのより具体的な例を図に従って説明する。図8は、そのX線撮影装置Mの斜視図を示し、図9、10はセファロ画像撮影手段18を更に付加した例の平面図、側面図を示している。

【0060】

デジタルX線断層面撮影装置Mは、X線発生器11と、X線検出部12とを備えた移動手段13と、この移動手段13を強固に支持する本体フレーム16から構成されている。

40

【0061】

移動手段13は、X線発生器11とX線検出器12とが固定された支持部13aと、この支持部13aの回転軸Aと直交する平面X-Y上で、Z方向の回転軸A(図1参照)を水平移動させる軸移動台13bとからなる。この軸移動台13bは、移動手段13の機構を駆動するステッピングモータを有するモータ制御部13d(図1参照)と、X軸用ステッピングモータ、Y軸ステッピングモータによって、X-Y平面を自在に移動可能な軸移動機構を構成する軸用スライド部を有し、これに連結している回転軸を水平に移動させるとともに、回転軸用ステッピングモータによって、支持部13aを自在に回転させることもできる。なお、移動手段13は、Z軸用ステッピングモータにより、本体フレーム16に沿った上下動も可能である。

50

【 0 0 6 2 】

支持部 1 3 a の回転軸方向は、被写体 O となる患者が立位となる構成にしている。

【 0 0 6 3 】

X 線発生器 1 0 は、図 2 で説明した基本構成に基づくもので、固定型アノードを有する X 線管 1 1 a、金属製コリメータ、X 線細隙ビーム B 用の細溝状空隙 1 1 c と X 線広域ビーム B B 用の矩形状空隙 1 1 d を有する 1 次スリット板 1 1 b 等から構成されており、X 線細隙ビーム B、X 線広域ビーム B B のいずれかを選択的に照射する。ここに X 線管 1 1 a は X 線源を構成し、金属製コリメータや 1 次スリット板 1 1 b は、照射野制御手段 1 1 D を構成する。

【 0 0 6 4 】

図 1 1 は、1 次スリット設定の例である。撮影の種類が切換えられるとき、X 線発生器 1 1 から照射される X 線の照射野形状と X 線検出部 1 2 側の受光形状が撮影形態に応じて切換えられる。X 線発生器 1 1 を含むハウジングの中には、X 線管球 1 1 a からなる X 線源 X が内蔵され、このハウジングの X 線検出部 1 2 に対向する前面には、1 次スリット S L 1 を有する X 線遮蔽板とその 1 次スリットの形状を変更する調整機構などを含むスリットモジュール S L が配置される。X 線源 X の前面側に設けられる 1 次スリット板 S L 2 (図 2 における 1 次スリット板 1 1 b に相当) には、1 次スリット S L 1 として、パノラマ断層画像撮影用の縦長のスリット S L 3 (図 2 における細溝状空隙 1 1 c) と、X 線 C T 撮影用の矩形のスリット S L 4 (図 2 における矩形状空隙 1 1 d) と、長尺のセファロ撮影用スリット S L 5 (図 2 における細溝状空隙 1 1 c) が形成されていて、撮影の種類が変更されると、スリットモジュール S L では、その駆動モータ 1 1 D 1 により、ねじ軸 1 1 D 2 を回転させて、1 次スリット板 S L 2 を滑車 1 1 D 3 にガイドさせて左右に移動可能とし、その撮影の種類に対応する 1 次スリット S L 1 を設定する。

【 0 0 6 5 】

X 線検出部 1 2 を構成する X 線検出部 1 2 は、図 3 で説明した基本構成に基づくもので、X 線を可視光に変換する蛍光フィルタ、第 1 のイメージセンサ 1 2 a として X 線細隙ビーム B に対応した縦長の受光部を有する C C D イメージセンサ、第 2 のイメージセンサ 1 2 b として X 線広域ビーム B B に対応した短形の受光部を有する C M O S イメージセンサ、更に散乱 X 線を遮蔽する 2 次スリット板等を内蔵して直方体の筐体 1 2 c として構成される、この筐体 1 2 c が支持部 1 3 a に垂直軸周りに回転自在に取り付けられている。

【 0 0 6 6 】

本体フレーム 1 6 に設けられた収容フレーム 1 7 の側面には、表示灯や操作スイッチから構成される表示部 1 5 a、操作部 1 5 b が設けられ、さらに内部には、C P U 等からなる制御部が格納されている。また、収容フレーム 1 7 には、被写体 O を位置決めする保持手段 1 3 c も取り付けられている。

【 0 0 6 7 】

保持手段 1 3 c の正面から見て中央に見えるのは、患者が顎を置くチンレスト 1 3 g である。該チンレスト 1 3 g は、上下昇降或いは傾動可能とされ患者の体形に合わせてその位置付けがなされる。チンレスト 1 3 g をこのように可動に構成することで、例えば上顎、下顎などの撮影部位ごとに照射線の水平面に対する傾きを調節することや、上方に位置する顎関節と、下方に位置する下顎先端とのように、上下に離れた部位をうまく照射野の中心に位置するように調節することもできる。

【 0 0 6 8 】

ここで、移動手段 1 3 と収容フレーム 1 7 の構成を詳述しておく。軸移動台 1 3 b は、図 8 の例では、患者の体格に合わせて本体フレーム 1 6 に対して昇降変位する。軸移動台 1 3 b と収容フレーム 1 7 は一体的に形成されている。従って、X 線発生器 1 1 と、X 線検出部 1 2 とは収容フレーム 1 7 及び保持手段 1 3 c と共に昇降することになる。

【 0 0 6 9 】

しかし、上述の、収容フレーム 1 7 と、X 線発生器 1 1 と X 線検出部 1 2 の昇降を伴う軸移動台 1 3 b とを別体に構成して、それぞれが本体フレーム 1 6 に対して独立に変位す

10

20

30

40

50

るようにしても構わない。また、収容フレーム 17 ないし保持手段 13 c に対し、X 線発生器 11 が変位するように構成しても構わない。本出願人の出願に係る上記特許文献 3 は、そのように上述の収容フレーム 17 と軸移動台 13 b とを別体に構成した例や、収容フレーム 17 ないし保持手段 13 c に対し、X 線発生器 11 が変位するように構成した例を開示している。

【0070】

上記特許文献 3 においては、上述の収容フレーム 17 に相当する部分を「患者フレーム」、軸移動台 13 b に相当する部分を「昇降本体」と称しており、その目的は、撮影可能な領域を広げることであると共に、例えば撮影部位ごとに照射線の水平面に対する傾きを調節することであり、上方に位置する顎関節と、下方に位置する下顎先端とのように、上下に離れた部位をうまく照射野の中心に位置するように調節することである。

10

【0071】

チンレスト 13 g を上下昇降或いは傾動可能とする構成と、上述の収容フレーム 17 と軸移動台 13 b とを別体にした構成や、収容フレーム 17 ないし保持手段 13 c に対し、X 線発生器 11 が変位するようにした構成とを組み合わせ、より微妙な調節ができるようにしても構わない。

【0072】

この X 線撮影装置の制御部は、X 線撮影制御手段 14 として、X 線発生器 11 の X 線管 11 a の管電流や管電圧を制御し、更に 1 次スリット板 11 b を操作して、X 線細隙ビーム B が、X 線広域ビーム B B を選択的に切換えて発生させる X 線発生制御手段 14 a と、第 1 のイメージセンサ 12 a と、第 2 のイメージセンサ 12 b とのいずれかを X 線発生器 11 と対面させた状態にして動作させ、被写体 O を透過した X 線像のデータを取得するイメージセンサ制御手段 14 b と、モータ制御部 13 d を制御することにより移動手段 13 を動作させ、X 線発生器 11 と、X 線検出部 12 とを、撮影の種別に応じた撮影軌道に沿って移動させる撮影軌道制御手段 14 c と、取得した X 線像のデータから透過画像や断層面画像を生成する画像生成手段 14 d とを構成する。

20

【0073】

なお、この制御部には、図示しないモニタテレビ等に X 線画像等の情報を表示する表示部 15 a、図示しないキーボードやマウス等の操作を受け付ける操作部 15 b が接続できる。これら表示部 15 a、操作部 15 b によって、被写体 O の内部で断層撮影されるべき断層面あるいは診断部位である関心領域 S を選択し、更に、その関心領域 S について、断層面画像の撮影種別を選択する撮影種別選択手段 15 が構成される。

30

【0074】

セファロ画像撮影手段 18 は、軸移動台 13 b の後部に連結される取り付けアーム部 18 a と、セファロ画像撮影時に被写体 O を位置決めする保持手段 13 c 2 と、X 線検出部 12 と同様な構成とされる X 線検出器からなる別の X 線検出部 12 A とを備えている。

【0075】

そして、セファロ画像撮影時には、図 9 に示すように、X 線発生器 11 と、X 線検出部からなる別の X 線検出部 12 A とを対面させた状態にすることにより、X 線発生器 11 を利用したセファロ画像の撮影が可能になる。

40

【0076】

本発明においては、被写体 O に対し、X 線発生器と X 線イメージセンサ (X 線検出部) が移動するのは、相対的な運動である。よって、被写体が固定で X 線検出器と X 線イメージセンサを動かしてもよいし、X 線検出器と X 線イメージセンサが固定で、それに対して被写体を動かしてもよい。このように、本発明において、被写体に対する X 線発生器と X 線イメージセンサの移動は、全て上記の相対的移動で定義付けられる。

【0077】

例えば、断層面画像の撮影において、被写体に対し、X 線発生器と X 線イメージセンサを相対的に旋回 (回転) をさせる必要がある場合、被写体を固定して X 線発生器と X 線イメージセンサを旋回させてもよいが、X 線発生器と X 線イメージセンサを固定して被写体

50

を回転ないし移動させても構わない。さらに、被写体の回転ないし移動と、X線発生器とX線イメージセンサの旋回を組み合わせてもよい。なお、旋回（回転）以外の作動についても同様である。

【0078】

本出願では、特に区別することなく単にパノラマ断層面画像というときは、全顎パノラマ断層面画像を指している。いずれの断層面画像撮影においても、好ましくは被写体に対し、2方向から取得する。これは、2方向から取得することにより、関心領域の3次元位置が把握できるからである。

【0079】

図12は、X線CT撮影用のX線ビームの軌跡を示す平面図で、オフセットスキャンCT撮影用の軌跡を示している。オフセットスキャンCT撮影時には、X線発生器11とX線検出部12とが、それぞれ関心領域Sの中心に位置合わせされた回転軸Aを旋回の軸とし、かつX線発生器11と、関心領域Sとを通過する直線に対して第2のイメージセンサ12bがオフセットした状態で、少なくとも1回転以上は同期的に旋回し、関心領域Sの1/2以上の割合の部分が第2のイメージセンサ12bに常に投影されるようになっている。

10

【0080】

なお、本発明の思想は、医療以外の用途に用いられるX線撮影装置にも適用することが可能である。すなわち、工業用としても、非破壊検査用撮影をする場合等が考えられ、そのような用途のX線撮影装置には、本発明の思想を適用することが望ましい。

20

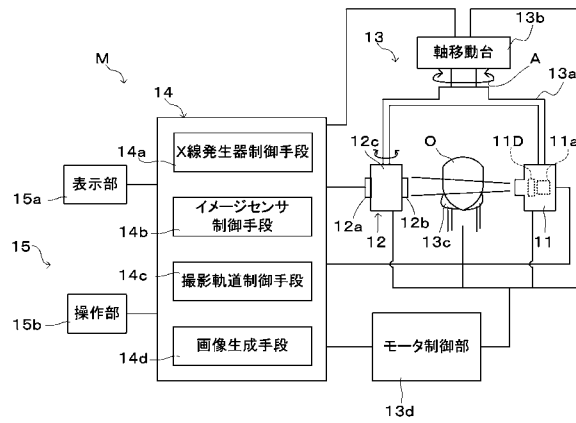
【符号の説明】

【0081】

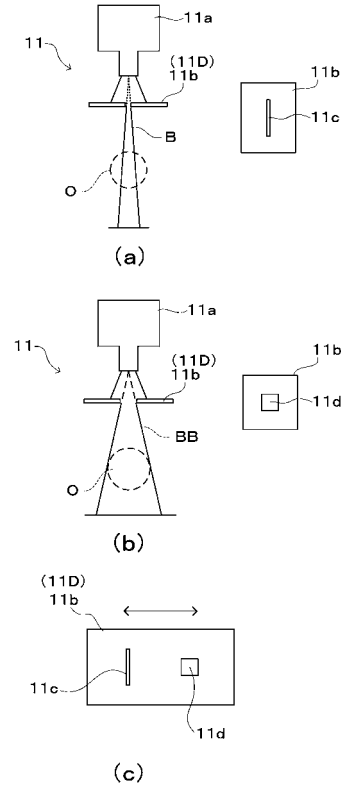
- 11 X線発生器
- 11D 照射野制御手段
- 12 X線検出部
- 12a 第1のX線イメージセンサ
- 12b 第2のX線イメージセンサ
- 12c 筐体
- 14 X線撮影制御手段
- 15 撮影種別選択手段
- B X線細隙ビーム
- BB X線広域ビーム
- M 線撮影装置
- O 被写体

30

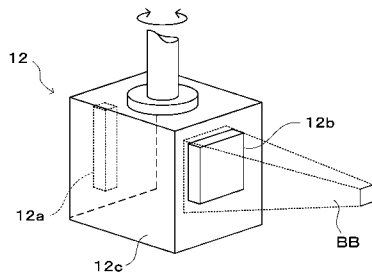
【図1】



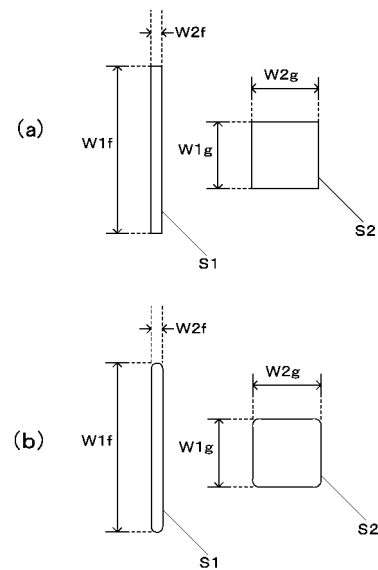
【図2】



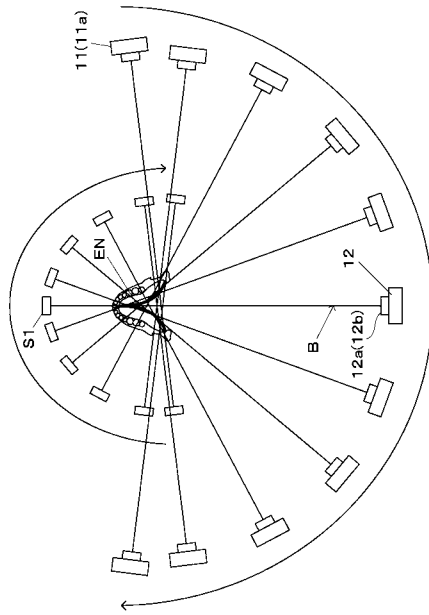
【図3】



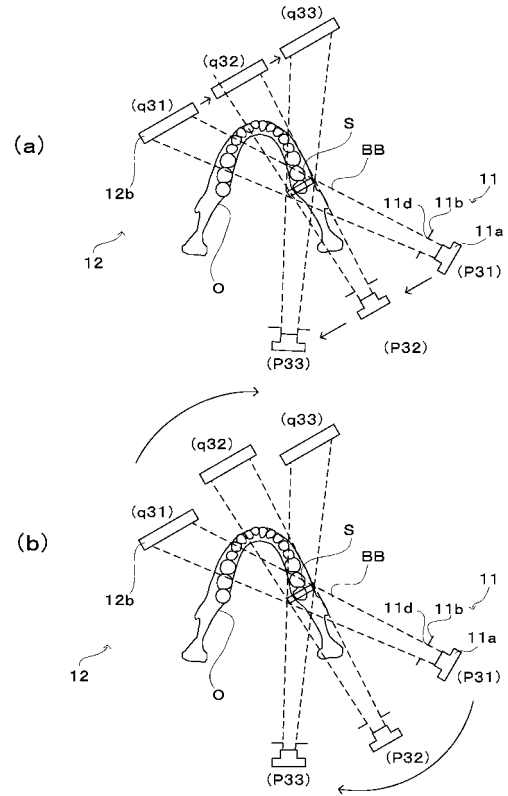
【図4】



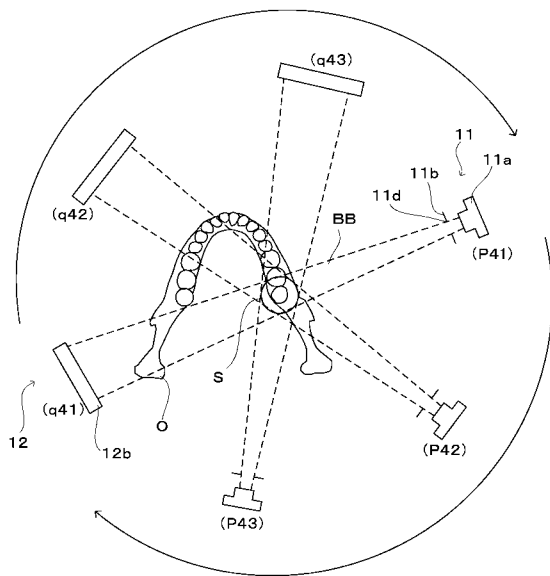
【 図 5 】



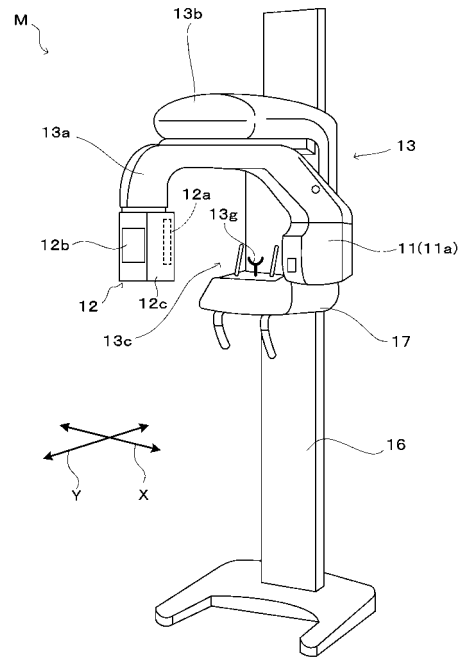
【 図 6 】



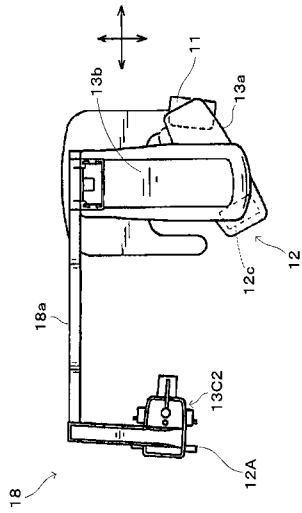
【 図 7 】



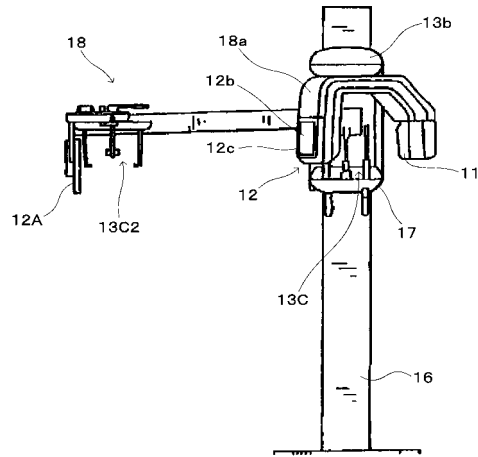
【 図 8 】



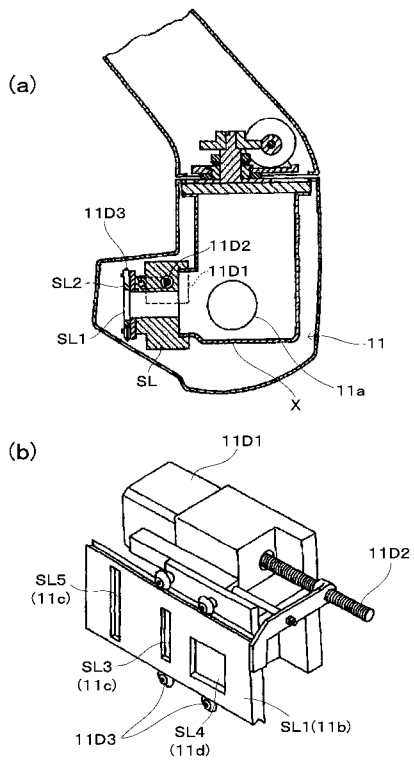
【 図 9 】



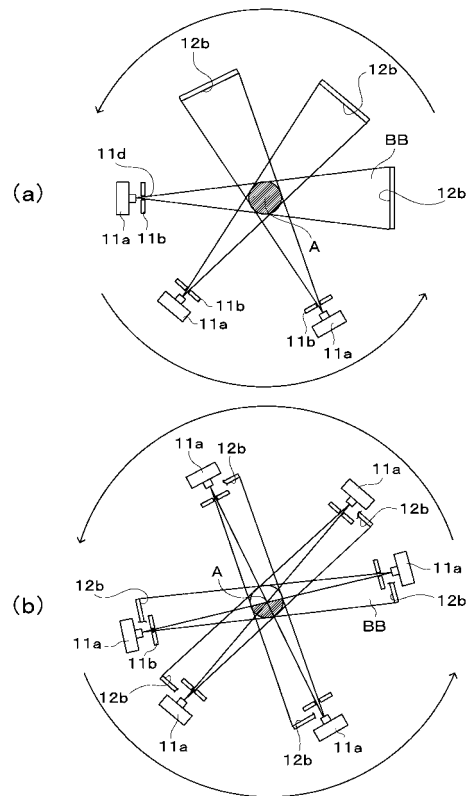
【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 12 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2002-219127(JP, A)
国際公開第2004/084728(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 6/14
A61B 6/03