

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6552809号
(P6552809)

(45) 発行日 令和1年7月31日(2019.7.31)

(24) 登録日 令和1年7月12日(2019.7.12)

(51) Int.Cl. F 1
A 6 1 B 6/00 (2006.01) A 6 1 B 6/00 3 3 0 Z

請求項の数 6 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2014-239106 (P2014-239106)	(73) 特許権者	594164542
(22) 出願日	平成26年11月26日(2014.11.26)		キヤノンメディカルシステムズ株式会社
(65) 公開番号	特開2015-131096 (P2015-131096A)		栃木県大田原市下石上1385番地
(43) 公開日	平成27年7月23日(2015.7.23)	(74) 代理人	100108855
審査請求日	平成29年11月27日(2017.11.27)		弁理士 蔵田 昌俊
(31) 優先権主張番号	特願2013-256500 (P2013-256500)	(74) 代理人	100103034
(32) 優先日	平成25年12月11日(2013.12.11)		弁理士 野河 信久
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100075672
			弁理士 峰 隆司
		(74) 代理人	100153051
			弁理士 河野 直樹
		(74) 代理人	100179062
			弁理士 井上 正
		(74) 代理人	100189913
			弁理士 鵜飼 健

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 乳房X線撮影装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

載置台と、

前記載置台に載置された乳房を圧迫する圧迫板と、

前記載置台を挟んで前記圧迫板と対向して設けられ、前記乳房にX線を照射するX線管と、

前記乳房及び前記圧迫板を透過したX線を検出するX線検出器と、

前記X線検出器を、前記X線管と対向する撮影位置と、当該撮影位置から離れ前記X線管と対向しない退避位置との間で移動させる検出器移動機構と、

前記圧迫板が受ける圧力を計測する圧力計と

を具備し、

前記検出器移動機構は、前記圧力計によって計測された圧力と、操作者からの指示がされない時間とに基づいて、前記X線検出器を前記退避位置から前記撮影位置に移動させる、乳房X線撮影装置。

【請求項 2】

載置台と、

前記載置台に載置された乳房を圧迫する圧迫板と、

前記載置台を挟んで前記圧迫板と対向して設けられ、前記乳房にX線を照射するX線管と、

前記乳房及び前記圧迫板を透過したX線を検出するX線検出器と、

10

20

前記 X 線検出器を、前記 X 線管と対向する撮影位置と、当該撮影位置から離れ前記 X 線管と対向しない退避位置との間で移動させる検出器移動機構と、

所定の検知範囲を有する人感センサと
を具備し、

前記検出器移動機構は、前記人感センサが前記検知範囲に人の存在を検知しなくなったことを契機として、前記 X 線検出器を前記退避位置から前記撮影位置に移動させる、乳房 X 線撮影装置。

【請求項 3】

前記人感センサは、前記乳房の位置合わせをする操作者の存在を検知できるように前記検知範囲が設定されている、請求項 2 に記載の乳房 X 線撮影装置。

【請求項 4】

載置台と、

前記載置台に載置された乳房を圧迫する圧迫板と、

前記載置台を挟んで前記圧迫板と対向して設けられ、前記乳房に X 線を照射する X 線管と、

前記乳房及び前記圧迫板を透過した X 線を検出する X 線検出器と、

前記 X 線検出器を、前記 X 線管と対向する撮影位置と、当該撮影位置から離れ前記 X 線管と対向しない退避位置との間で移動させる検出器移動機構と、

前記圧迫板を前記載置台に対して接近又は離反させる圧迫板接近 / 離反機構と、

前記 X 線管を前記載置台に対して接近又は離反させる X 線管接近 / 離反機構とを備え、

前記 X 線管接近 / 離反機構は、前記圧迫板接近 / 離反機構による前記圧迫板の接近又は離反に応じて前記 X 線管を接近又は離反させる、乳房 X 線撮影装置。

【請求項 5】

前記 X 線管接近 / 離反機構は、前記圧迫板が前記載置台へ接近するときに前記 X 線管を前記載置台から離反させ、前記圧迫板が前記載置台から離反するときに前記 X 線管を前記載置台へ接近させる請求項 4 に記載の乳房 X 線撮影装置。

【請求項 6】

前記 X 線管接近 / 離反機構は、X 線の曝射指示がされたことを契機として、前記 X 線検出器から前記 X 線管の焦点までの距離があらかじめ定められた距離を保った状態で前記 X 線管を接近又は離反させる請求項 4 または 5 に記載の乳房 X 線撮影装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、乳房 X 線撮影装置に関する。

【背景技術】

【0002】

乳がんを発見するための乳がん検診がある。乳がん検診において、撮影技師は、乳房 X 線撮影装置を用いて受診者の乳房の X 線撮影を行う。読影医は、X 線撮影によって得られた X 線画像を観察して、乳がんの有無を診断している。

【0003】

乳房の X 線撮影において、乳がんの所見である石灰化や腫瘍等の病変の発見のためには、乳房全体のなかで画像に描出されない領域をできる限りなくす必要がある。そのために、左右それぞれの乳房に対して 2 方向から撮影を行うことで、ある 1 方向からの撮影で乳腺に隠れてしまうような病変でも、もう 1 方向からの撮影で描出した X 線画像を用いることで、病変が描出されることがある。2 つの方向として、内外斜方向 (Medio - Lateral Oblique : 以下、MLO と呼ぶ) と頭尾方向 (Crani - Caudal : 以下、CC と呼ぶ) とが最も多く用いられる。

【0004】

乳房の X 線撮影において、撮影技師は、撮影の前に載置台に乳房を載置し、圧迫板によって圧迫することにより乳房の位置合わせを行う。MLO 撮影の場合、撮影技師は、まず

10

20

30

40

50

、アームを所定の角度だけ回転させる。アームは、上端にX線管、下端に載置台、中腹に圧迫台を有する。次に、撮影技師は、受診者の乳房を体の内側へ引き寄せ、乳房の後ろにある脂肪組織を持ち前方に持ち上げ、所定の角度だけ傾いた載置台に載せる。撮影技師は、載置台に載せた乳房を手で広げ、均一な厚さに押し広げる。撮影技師は、圧迫板を動かし圧迫を開始する。最後に、撮影技師は、圧迫と共に乳房を押さえていた手を徐々に乳房から外し、圧迫板を固定位置まで動かすことで、乳房の位置合わせを完了する。ここで、図11は、乳房X線撮影装置におけるX線管とX線検出器との位置関係を説明するための図である。X線管は載置台の上方にあり、X線検出器は載置台の下方にある。MLO撮影で乳房の位置合わせを行う場合、所定の角度だけ回転されたX線管を収容する筐体（以下、ヘッドと呼ぶ）が撮影技師の頭上にあるため、撮影技師は当該ヘッドの下に潜り込まなければならぬ。従って、撮影技師は腰を落とした体勢で乳房の位置合わせを行わなくてはならない。

10

【0005】

また、CC撮影の場合、ヘッドは受診者の目の前に配置される。そのため、受診者は目の前のヘッドにより圧迫感を受けてしまう。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2010-142328号公報

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

目的は、乳がん検診の検診効率の向上を可能とする乳房X線撮影装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本実施形態に係る乳房X線撮影装置は、載置台と、前記載置台に載置された乳房を圧迫する圧迫板と、前記載置台を挟んで前記圧迫板と対向して設けられ、前記乳房にX線を照射するX線管と、前記乳房及び前記圧迫板を透過したX線を検出するX線検出器と、前記X線検出器を、前記X線管と対向する撮影位置と、当該撮影位置から離れ前記X線管と対向しない退避位置との間で移動させる検出器移動機構と、前記圧迫板が受ける圧力を計測する圧力計とを有する。前記検出器移動機構は、前記圧力計によって計測された圧力と、操作者からの指示がされない時間とに基づいて、前記X線検出器を前記退避位置から前記撮影位置に移動させる。

30

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本実施形態に係る乳房X線撮影装置の構成を示す図。

【図2】本実施形態に係る乳房X線撮影装置の断面図の一例を示す図。

【図3】本実施形態に係る乳房X線撮影装置におけるX線管とX線検出器との位置関係を説明するための図。

40

【図4】図2の圧迫板と移動機構との位置関係を説明するための図。

【図5】本実施形態に係る乳房X線撮影の典型的な流れを示す図。

【図6】図2のX線検出器が退避位置にある場合の一例を示す図。

【図7】図2のX線検出器が撮影位置にある場合の一例を示す図。

【図8】変形例1に係る検出器移動処理の典型的な流れを示す図。

【図9】変形例2に係る検出器移動処理の典型的な流れを示す図。

【図10】変形例3に係る検出器移動処理の典型的な流れを示す図。

【図11】背景技術に係る乳房X線撮影装置におけるX線管とX線検出器との位置関係を説明するための図。

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 1 0 】

以下、図面を参照しながら実施形態に係る乳房X線撮影装置1を説明する。なお、以下の説明において、略同一の機能及び構成を有する構成要素については、同一符号を付し、重複説明は必要な場合にのみ行う。

【 0 0 1 1 】

図1は、乳房X線撮影装置1の構成を示す図である。乳房X線撮影装置1は、撮影機構2とコンソール3とを有する。

【 0 0 1 2 】

図2は、乳房X線撮影装置1の断面図の一例を示す図である。図1に示した撮影機構2は、アーム4を有する。アーム4は、載置台支持機構5とX線管支持機構6とを有する。載置台支持機構5とX線管支持機構6とは、支柱7に水平に取り付けられた軸部8に接続されている。載置台支持機構5とX線管支持機構6とは、軸部8の軸心を回転中心軸Rとして個別に回転可能に支柱7より支持される。載置台支持機構5とX線管支持機構6とは、回転中心軸R周りに回転可能である。載置台支持機構5とX線管支持機構6とを回転させることにより、内外斜方向(Medio-Lateral Oblique:以下、MLOと呼ぶ)や頭尾方向(Cranio-Caudal:以下、CCと呼ぶ)等の撮影を行うことができる。

【 0 0 1 3 】

X線管支持機構6の端部には、X線管9が設けられている。X線管9は、高電圧発生部10から高電圧の印加とフィラメント電流の供給とを受けてX線を発生する。X線管9には、発生されたX線の線質を調整するための複数種類の線質フィルタ11が取り付けられる。さらに、X線管9には、X線の開口可変のX線絞り器12が取り付けられる。

【 0 0 1 4 】

載置台支持機構5の端部には、載置台13が設けられている。載置台13は、乳房を載置するための載置面14を有する。

【 0 0 1 5 】

X線管支持機構6の回転角度は、X線管9が最下部にあるときを0°とした回転中心軸R周りの回転角度として規定される。載置台支持機構5の回転角度は、載置面14が乳房X線撮影装置1の設置面に対して水平であるときを0°とした回転中心軸R周りの回転角度として規定される。載置台支持機構5の回転角度は、撮影における受診者の体勢に応じて、載置面14の角度を調整するために設定される。以下の説明を簡単にするため、載置台支持機構5の回転角度は0°であるとする。なお、載置台支持機構5の回転角度がの時は、X線管支持機構6の回転角度を+として読み替える。

【 0 0 1 6 】

図2は、X線管支持機構6の回転角度が0°のときの装置構成を示している。X線管支持機構6の回転角度を0°にすることで、CC撮影を行うことができる。ここで、X線管9は載置台13を挟んで後述する圧迫板16に対向して設けられ、後述するX線検出器15が載置台13を挟んでX線管9に対向して設けられるように、アーム4は載置台13とX線管9と後述する圧迫板接近/離反機構18とを回転軸周りに回転可能に支持する。ここで、図3は、本実施形態に係る乳房X線撮影装置1におけるX線管9とX線検出器15との位置関係を説明するための図である。下から順に、X線管9、載置台13、載置面14、乳房、圧迫板16、X線検出器15の順にそれぞれが対向して並ぶことになる。すなわち、本実施形態に係る乳房X線撮影装置1におけるX線管9とX線検出器15の配置は、図11に示す通常の乳房X線撮影装置におけるX線管9とX線検出器15の配置と逆である。X線管9を載置台13の下方に配置することにより、受診者の目の前にX線管9を収容する筐体(ヘッド)が位置しない。

【 0 0 1 7 】

なお、MLO撮影のときは、例えば、載置台支持機構5の回転角度を0°-60°かつX線管支持機構6の回転角度を0°-60°にして一方の乳房の撮影を行う。載置台支持機構5の回転角度を0°+60°かつX線管支持機構6の回転角度を0°+60°にして

10

20

30

40

50

他方の乳房の撮影を行う。X線管9を載置台13の下方に配置することにより、撮影技師の頭上にX線管9を収容するヘッドが位置しない。

【0018】

X線検出器15は、例えば平面検出器(Flat Panel Detector:以下、FPDと呼ぶ)により実現される。FPDは、2次元状に配列された複数の画素を有する。各画素は、X線管9から発生されたX線を検出し、検出されたX線を電気信号に変換する。各画素において発生された電気信号は、図示しないアナログデジタル変換器(Analog to Digital converter:以下、A/D変換器と呼ぶ)に出力される。A/D変換器は、電気信号をデジタルデータに変換する。A/D変換器は、デジタルデータを後述する画像発生部31に出力する。

10

【0019】

圧迫板16は、載置面14の上方に、載置面14に対して接近又は離反する方向に移動可能に、圧迫板接近/離反機構18に取り付けられている。より詳細には、圧迫板16は、図2に示すように、圧力計17を介して圧迫板接近/離反機構18に取り付けられている。圧力計17は、圧迫板16にかかる圧力を計測する。例えば、圧力計17は、圧迫板16に構造体を介して接続された感圧素子を含む。感圧素子は、圧迫板16が乳房を圧迫することにより生じる圧迫板16の圧力の変動を構造体を介して感知し、圧力に応じた電気信号(圧力信号)を発生する。圧力信号は、システム制御部46に供給される。

【0020】

圧迫板接近/離反機構18は、載置台支持機構5内部に設けられる。圧迫板接近/離反機構18は、圧力計17を介して圧迫板16を載置面14に対して接近又は離反可能に支持する。圧迫板接近/離反機構18は、後述する移動機構20を載置面14に対して接近又は離反可能に支持する。載置面14と圧迫板16とが接近又は離反する方向を、矢印方向とする。圧迫板接近/離反機構18により載置面14と圧迫板16とを接近させることにより、乳房をスラブ状に圧迫する。

20

【0021】

圧迫板接近/離反機構18は、例えばボールねじ、ガイドレール、可動部(第1スライダ及び第2スライダ)、支持部(第1支持部及び第2支持部)から構成される。ボールねじの一端は、第1支持部によって回転可能に支持されている。ボールねじの他端は、第2支持部によって回転可能に支持されている。ここで、ボールねじとガイドレールとは、載置台支持機構5の骨格に平行に設置されている。第1スライダと第2スライダとは、所定の間隔で設けられる。第1スライダに形成されたねじ穴は、ボールねじに螺合されている。第2スライダに形成されたねじ穴は、ボールねじに螺合されている。ガイドレールは、回転することなく直線移動させるよう第1スライダを案内する。ガイドレールは、回転することなく直線移動させるよう第2スライダを案内する。

30

【0022】

接近/離反機構駆動部19によりボールねじが回転させられると、第1スライダはガイドレールに沿って、ねじ軸周りを回転することなく直線移動する。第1スライダの直線移動により、第1スライダに装着された圧力計17と移動機構20は上下に移動可能である。すなわち、第1スライダを上下移動により、圧力計17と繋がる圧迫板16を載置台13に対して接近/離反移動可能である。第2スライダの直線移動により、第2スライダに装着された後述する移動機構20を載置台13に対して接近/離反移動可能である。圧迫板16と移動機構20とは、圧迫板接近/離反機構18により、所定の間隔を保持して一体に接近/離反移動する。

40

【0023】

なお、第1スライダに装着された圧力計17は、圧迫板接近/離反機構18に沿って載置台支持機構5に設けられたスリットから、載置台支持機構5の外部に出ている。圧力計17は、圧迫板16が乳房を圧迫する圧力を計測する。第2スライダに装着された移動機構20は、圧迫板接近/離反機構18に対して平行に載置台支持機構5に設けられたスリットから、載置台支持機構5の外部に出ている。

50

【 0 0 2 4 】

移動機構 20 は、X 線検出器 15 を、X 線撮影時における撮影位置と X 線非撮影時における退避位置との間で移動可能に支持する。説明を具体的にするため、移動機構 20 は、図 2 に示すように、圧迫板接近 / 離反機構 18 に直交して設けられるとする。撮影位置は、例えば、X 線検出器 15 が圧迫板 16 の内部に設けられた状態である。なお、撮影位置は圧迫板 16 の上部など他の部分に設けられても良い。退避位置は、例えば、X 線検出器 15 が載置台支持機構 5 の内部に設けられた状態である。なお、退避位置は載置台支持機構 5 の上部や圧迫板 16 の上部など他の部分に設けられても良い。ここで、圧迫板接近 / 離反機構 18 に対して移動自在に設けられる水平支柱に圧迫板 16 を構造的に接続するアーム（構造体）が有する 方向の剛性は、移動機構 20 を構成する水平支柱が有する 方向に関する剛性より低い。

10

【 0 0 2 5 】

移動機構 20 は、例えばボールねじ、ガイドレール、可動部（スライダ）、支持部（第 1 支持部及び第 2 支持部）から構成される。ボールねじの一端は、第 1 支持部によって回転可能に支持されている。ボールねじの他端は、第 2 支持部によって回転可能に支持されている。ここで、ボールねじとガイドレールは、載置台支持機構 5 の骨格に直交して設置されている。スライダに形成されたねじ穴は、ボールねじに螺合されている。ガイドレール、回転することなく直線移動させるようスライダを案内する。

【 0 0 2 6 】

移動機構駆動部 21 によりボールねじが回転させられると、スライダはガイドレールに沿って、ねじ軸周りを回転することなく直線移動する。スライダの直線移動により、スライダに装着された X 線検出器 15 は直線移動可能である。すなわち、移動機構 20 は、スライダの直線運動により、スライダに装着された X 線検出器 15 を撮影位置と退避位置との間で移動可能に支持する。

20

【 0 0 2 7 】

図 4 は、図 2 の圧迫板 16 と移動機構 20 との位置関係を説明するための図である。図 4 は、圧迫板 16 の回転中心軸 R に対する直交断面図である。図 4 に示すように、ボールねじ 20 - 1 は、圧迫板 16 の内側面に接触しないように設けられる。ボールねじ 20 - 1 は、圧迫板 16 の内底面に接触しないように設けられる。ガイドレール 20 - 2 は、圧迫板 16 の内側面に接触しないように設けられる。ガイドレール 20 - 2 は、圧迫板 16 の内底面に接触しないように設けられる。

30

【 0 0 2 8 】

ここで、ボールねじ 20 - 1 及びガイドレール 20 - 2 を圧迫板 16 の内底面に接触しないように設ける理由について説明する。圧迫板 16 は、乳房を圧迫する際の受診者の痛みを軽減するために、プラスチックなどの弾性のある素材或いは構造を有する。一方、移動機構 20 は、金属などの剛性の高い素材を有する。すなわち、乳房圧迫時に圧迫板 16 の内底面に移動機構 20 が接触すると、圧迫板 16 の圧迫方向の弾性が損なわれるため、受診者の痛みは軽減されない。一方、移動機構 20 と圧迫板 16 の内底面とが接触しないように移動機構 20 と圧迫板 16 の内底面との間隔を広げると、移動機構 20 に支持された X 線検出器 15 と乳房との間隔が広がる。X 線検出器 15 と乳房との間隔が広がると、発生された X 線画像のボケが増強される。従って、移動機構 20 と圧迫板 16 の内底面との間隔は、広くし過ぎててもよくない。従って、圧迫板接近 / 離反機構 18 は、移動機構 20 と圧迫板 16 の内底面との間隔が、接近 / 離反移動を行った際にも接触せずかつ広すぎない間隔を維持するように移動機構 20 と圧迫板 16 とを支持する。

40

【 0 0 2 9 】

筐体 22 は、X 線管 9 と載置台 13 とを、載置台 13 の載置面 14 が露出するように收容する。筐体 22 は、X 線管 9 と乳房との間に、受診者の衣服や手足など X 線撮影の障害となる物質を入れないように設けられる。また、筐体 22 には、X 線管 9 から発生された X 線を減衰する X 線減弱体 23 が設けられる。X 線減弱体 23 は、例えば、鉛などの X 線減弱能の高い金属により形成される。なお、X 線減弱体 23 は、筐体 22 の全ての面を覆

50

うように設けられても良いし、一部の範囲のみに設けられてもよい。

【0030】

また、乳房X線撮影装置1は、撮影機構2とともにコンソール3を備えている。コンソール3は、画像発生部31、画像処理部32、再構成部33、入力部34、記憶部35、表示部36、インターフェース部37、撮影制御部38、X線制御部41、駆動制御部42、支持機構制御部43、システム制御部46、を有する。

【0031】

画像発生部31は、X線検出器15から出力されたデジタルデータに前処理を施して、X線画像を発生する。画像前処理とは、X線検出器15におけるチャンネル間の感度不均一の補正、及び脱落に関する補正等である。画像発生部31は、発生したX線画像を画像処理部32に出力する。

10

【0032】

画像処理部32は、画像発生部31により発生されたX線画像に画像処理を施す。具体的には、画像処理部32は、画像発生部31により発生されたX線画像に対して、散乱線補正処理を施す。

【0033】

再構成部33は、トモシンセシス撮影において、画像発生部31により発生されたX線管9の複数の位置に関する複数のX線画像に基づいて、ボリュームデータを再構成する。

【0034】

入力部34は、撮影技師が所望するX線条件、X線撮影位置、X線撮影の開始及び終了などを入力する。入力部34は、撮影技師などからの各種指示、命令、情報、選択、設定などを後述するシステム制御部46に入力する。

20

【0035】

記憶部35は、入力部34から供給される撮影技師の指示を記憶する。記憶部35は、種々のデータを記憶する。また、記憶部35は、画像発生部31で発生されたX線画像、画像処理部32で画像処理されたX線画像等を記憶しても良い。記憶部35は、記憶したX線画像を適宜、画像処理部32、表示部36、インターフェース部37などへ出力する。

【0036】

表示部36は、種々の情報をモニタに表示する。例えば、表示部36は、画像発生部31により発生されたX線画像や画像処理部32により画像処理されたX線画像を表示する。また、表示部36は、記憶部35に記憶されている任意の画像データを読み込み表示しても良い。

30

【0037】

インターフェース部37は、ネットワークを介して図示していないPACS(Picture Archiving and Communication Systems)や他のコンピュータに接続される。

【0038】

撮影制御部38は、絞り駆動部39と線質フィルタ切替部40とを制御し、撮影機構2にX線撮影を行わせる。絞り駆動部39は、撮影制御部38からの指示に従って、X線絞り器12に動力を供給する。X線絞り器12は、絞り駆動部39から動力を受けて、複数の絞り羽根により形成される開口の形状及び大きさを变化させる。線質フィルタ切替部40は、撮影制御部38からの指示に従って、現在使用されている線質フィルタ11を、入力部34を介して撮影技師が指定した線質フィルタ11に切り替える。

40

【0039】

X線制御部41は、システム制御部46からの指示に従って、高電圧発生部10を制御する。

【0040】

駆動制御部42は、システム制御部46からの指示に従って、接近/離反機構駆動部19を制御する。接近/離反機構駆動部19は、駆動制御部42からの指示に従って、圧迫

50

板接近／離反機構 18 に動力を供給する。圧迫板接近／離反機構 18 は、接近／離反機構駆動部 19 から動力を受けて、圧迫板 16 を載置面 14 に対して接近／離反させる。駆動制御部 42 は、システム制御部 46 からの指示に従って、移動機構駆動部 21 を制御する。移動機構駆動部 21 は、駆動制御部 42 からの指示に従って、移動機構 20 に動力を供給する。移動機構 20 は、移動機構駆動部 21 から動力を受けて、X線検出器 15 を移動させる。

【0041】

支持機構制御部 43 は、システム制御部 46 からの指示に従って、載置台支持機構駆動部 44 を制御する。載置台支持機構駆動部 44 は、支持機構制御部 43 からの指示に従って、載置台支持機構 5 に動力を供給する。載置台支持機構 5 は、載置台支持機構駆動部 44 から動力を受けて、載置台支持機構 5 の回転角度を変化させる。支持機構制御部 43 は、システム制御部 46 からの指示に従って、X線管支持機構駆動部 45 を制御する。X線管支持機構駆動部 45 は、支持機構制御部 43 からの指示に従って、X線管支持機構 6 に動力を供給する。X線管支持機構 6 は、X線管支持機構駆動部 45 から動力を受けて、X線管支持機構 6 の回転角度を変化させる。

【0042】

システム制御部 46 は、乳房X線撮影装置 1 の中枢として機能する。システム制御部 46 は、乳房X線撮影装置 1 に含まれる各構成要素を統括的に制御し、本実施形態に係る各種動作を実現する。

【0043】

以下、図5を参照しながら、本実施形態における一連の動作例を説明する。図5は、本実施形態に係る乳房X線撮影の典型的な流れを示す図である。

【0044】

まず、システム制御部 46 は、X線撮影開始の指示を待機する（ステップ S11）。ステップ S11 においてシステム制御部 46 は、乳房の位置合わせなどのX線撮影の準備が完了し、入力部 34 を介して撮影技師によるX線撮影開始指示が入力されるのを待機する。X線撮影開始指示が入力されたと判定した場合、ステップ S12 へ進む。

【0045】

ここで、MLO撮影の場合の乳房の位置合わせについて説明する。図6は、X線検出器 15 が退避位置にある場合の一例を示す図である。乳房の位置合わせを行う前に、X線検出器 15 は、移動機構 20 により、圧迫板 16 内部の撮影位置から圧迫板接近／離反機構 18 内部の退避位置に移動させられている。まず、撮影技師は、載置台支持機構 5 を撮影における受診者の体勢に応じて所定の角度だけ回転させる。次に、撮影技師は、受診者の乳房を体の内側へ引き寄せ、乳房の後ろにある脂肪組織を持ち前方に持ち上げ、載置台 13 に載せる。撮影技師は、載置台 13 に載せた乳房を手で広げ、均一な厚さに押し広げる。撮影技師は、圧迫板 16 を動かし乳房の圧迫を開始する。最後に、撮影技師は、乳房を押さえていた手を徐々に乳房から外しながら圧迫板を固定位置まで動かすことで乳房を固定し、乳房の位置合わせを完了する。

【0046】

なお、乳房の位置合わせにおいて、撮影技師は、透明或いは半透明な素材を有する圧迫板 16 越しに乳房を見ながら位置合わせを行う。X線検出器 15 は金属などの不透明な素材を有するため、X線検出器 15 が圧迫板 16 内部の撮影位置にあると、撮影技師は、圧迫板 16 越しに乳房を見ることができない。従って、X線検出器 15 は圧迫板 16 内部から退避させられる必要がある。

【0047】

ステップ S11 が行われるとシステム制御部 46 は、駆動制御部 42 を制御し、移動機構 20 によりX線検出器 15 を退避位置から撮影位置に移動させる（ステップ S12）。図7は、図2のX線検出器 15 が撮影位置にある場合の一例を示す図である。ステップ S11 により乳房の位置合わせが完了し撮影の準備が整うと、ステップ S12 において、撮影技師は、入力部 34 に指示を入力し、X線検出器 15 を撮影位置に移動させる。

【 0 0 4 8 】

ステップ S 1 2 が行われるとシステム制御部 4 6 は、撮影機構 2 を制御し、X 線撮影を実行させる（ステップ S 1 3）。ステップ S 1 3 において、撮影機構 2 は、X 線撮影として、乳房を撮影する。なお、撮影機構 2 は、X 線撮影としてステレオ撮影やトモシンセシス撮影などを実行してもよい。トモシンセシス撮影の場合、システム制御部 4 6 は、撮影機構 2 を制御し、X 線管支持機構 6 の複数の回転角度で乳房を X 線撮影する。複数の回転角度とは、例えば、 $0^{\circ} -$ 以上かつ $0^{\circ} +$ のような、所定の角度を挟んだ複数の回転角度に設定されると良い。具体的には、例えば、トモシンセシス撮影は、X 線管 9 を X 線管支持機構 6 の回転角度 $0^{\circ} - 15^{\circ}$ の位置から開始し、回転中心軸 R 周りに連続的に移動させながら一定間隔で X 線発生・画像収集を繰り返す。つまりこの場合、X 線検出器 1 5 の位置を固定したまま、X 線管 9 の X 線検出器 1 5 に対する角度を変化させながら繰り返し X 線発生・画像収集を行うこととなる。X 線撮影は、X 線管 9 が X 線管支持機構 6 の回転角度 $0^{\circ} + 15^{\circ}$ の位置で終了する。画像発生部 3 1 は、複数の回転角度における X 線検出器 1 5 からの検出信号に基づいて、複数の X 線画像を発生する。

10

【 0 0 4 9 】

ステップ S 1 3 が行われるとシステム制御部 4 6 は、駆動制御部 4 2 を制御し、X 線検出器 1 5 を撮影位置から退避位置に移動させる（ステップ S 1 4）。ステップ S 1 4 が行われた後、撮影技師は、入力部 3 4 を介して指示を入力することにより、圧迫板 1 6 を載置台 1 3 から離反させ乳房を解放する。

【 0 0 5 0 】

なお、本実施形態における乳房 X 線撮影装置 1 において、X 線検出器 1 5 は圧迫板接近 / 離反機構 1 8 によって載置台 1 3 と接近 / 離反する方向に移動可能であるため、焦点 - フィルム間距離 (Source - Image Distance : SID) が変化する。従って、X 線検出器 1 5 に混入する散乱線を低減するために、グリッドの代わりに散乱線補正処理を用いる。散乱線補正処理において、画像処理部 3 2 は、まず、画像発生部 3 1 で発生された X 線画像を構成する複数の画素の画素値の代表値に、所定の定数を乗算した基準値を決定する。画像処理部 3 2 は、複数の画素の画素値のうち基準値より高い画素値を基準値より低い画素値に変換した変換画像を発生する。画像処理部 3 2 は、圧迫板接近 / 離反機構 1 8 が保持する圧迫板 1 6 の移動情報に基づいて乳房厚を決定する。画像処理部 3 2 は、X 線画像の X 線条件と乳房厚とに基づいて散乱関数を決定する。画像処理部 3 2 は、変換画像を、散乱関数に基づいて X 線画像の散乱線画像に変換する。画像処理部 3 2 は、X 線画像から散乱線画像を差分することにより、散乱線低減画像を発生する。

20

30

【 0 0 5 1 】

上記のとおり、本実施形態に係る乳房 X 線撮影装置 1 によれば、X 線管 9 を載置台 1 3 の下方に配置することにより、MLO 撮影で乳房の位置合わせを行う場合であっても、撮影技師の頭上に X 線管 9 を収容する筐体 (ヘッド) が位置しない。従って、乳房の位置合わせの際、撮影技師は腰を落とした無理な体勢を取る必要がなくなり、撮影技師の負担は軽減される。また、CC 撮影の場合、受診者の目の前に X 線管 9 を収容するヘッドが位置しない。従って、目の前のヘッドによる圧迫感が無くなり、受診者の負担は軽減される。さらに、乳房の位置合わせを行うとき、移動機構 2 0 は、X 線検出器 1 5 を載置台支持機構 5 の内部に設けられた退避位置に移動させる。従って、透明或いは半透明な素材を有する圧迫板 1 6 越しに乳房を見ながら位置合わせを行う際に、X 線検出器 1 5 は撮影技師の視界の邪魔にならず、撮影技師の負担は軽減される。かくして、本実施形態に係る乳房 X 線撮影装置 1 は、乳がん検診の検診効率を向上させることができる。

40

【 0 0 5 2 】

次に本実施形態の種々の変形例について説明する。なお以下の説明において、本実施形態と略同一の機能を有する構成要素については、同一符号を付し、必要な場合にのみ重複説明する。

【 0 0 5 3 】

(変形例 1)

50

上記の実施形態の通り、乳房X線撮影装置1を用いた乳がん検診において、移動機構20は、乳房の位置合わせが完了した後に、入力部34を介して撮影技師により移動指示が入力されたことを契機に、X線検出器15を撮影位置に移動させる。変形例1に係る移動機構20は、圧力計17への圧力が閾値より大きく、かつ入力部34への入力がない時間が閾値より長いとシステム制御部46が判定したことを契機にX線検出器15を撮影位置に移動させることで、乳がん検診の検診効率の向上を図る。

【0054】

変形例1における乳房X線撮影装置1は、上記の実施形態の構成に加え、入力部34に入力のない時間を計測する計測部51をさらに具備する。

【0055】

図8は、変形例1に係る検出器移動処理の典型的な流れを示す図である。

【0056】

まず、システム制御部46は、駆動制御部42に、圧迫板16への圧力が閾値より大きいかなかを判定させる(ステップS21)。圧力は、圧力計17により計測される。圧力計17は、圧迫板16への圧力を繰り返し計測し、計測した圧力を示す信号を駆動制御部42に送る。ステップS21において駆動制御部42は、圧力計17への圧力が閾値より大きいかなかを繰り返し判定する。駆動制御部42が、圧力計17への圧力が閾値より大きいと判定した場合、ステップS22へ進む。

【0057】

ステップS21において、圧力計17への圧力が閾値より大きいと判定されると、システム制御部46は、入力部34に操作がなされた時刻から入力部34に入力のない時間が閾値より大きいかなかを判定する(ステップS22)。計測部51は、入力部34に操作がなされた時刻から入力部34に入力のない時間を繰り返し計測し、計測した時間を示す信号をシステム制御部46に送る。ステップS22においてシステム制御部46は、入力部34に入力のない時間が閾値より大きいかなかを繰り返し判定する。システム制御部46が、入力部34に入力のない時間が閾値より大きいと判定した場合、ステップS23へ進む。

【0058】

ステップS22において、入力部34に入力のない時間が閾値より大きいと判定されると、システム制御部46は、駆動制御部42を制御し、移動機構20によりX線検出器15を退避位置から撮影位置に移動させる(ステップS23)。

【0059】

上記のとおり、変形例1に係る乳房X線撮影装置1によれば、圧力計17への圧力が閾値より大きく、かつ入力部34への入力のない時間が閾値より大きいとシステム制御部46が判定したことを契機にX線検出器15を自動的に撮影位置に移動させる。圧力計17への圧力が閾値より大きく、かつ入力部34への入力のない時間が閾値より大きいことは、乳房の位置合わせが完了したことを意味する。従って、乳房の位置決めが完了した後に、撮影技師がX線検出器15の移動指示を入力部34に入力する必要がない。かくして、変形例1に係る乳房X線撮影装置1は、乳がん検診の検診効率を向上させることができる。

【0060】

(変形例2)

上記の実施形態の通り、乳房X線撮影装置1を用いた乳がん検診において、移動機構20は、乳房の位置合わせが完了した後に、入力部34を介して撮影技師により移動指示が入力されたことを契機に、X線検出器15を撮影位置に移動させる。変形例2に係る移動機構20は、乳房の位置合わせ時に撮影技師が立つ位置に人感センサ52を設け、人感センサ52が人を検知しなくなったことを契機にX線検出器15を撮影位置に移動させることで、乳がん検診の検診効率の向上を図る。

【0061】

変形例2における乳房X線撮影装置1は、上記の実施形態の構成に加え、人の存在を検

10

20

30

40

50

知する人感センサ 5 2 をさらに具備する。人感センサ 5 2 は、赤外線センサなどにより実現される。人感センサ 5 2 は、乳房の位置合わせ時に操作者が存在する位置を検知範囲とするよう配置される。なお、人感センサ 5 2 は種々のセンサにより構成されるものであって構わない。例えば、アーム 4 に対して側面や、撮影位置に対してアーム 4 から離れた位置を検出範囲として、操作者の有無を検出する赤外線センサを配置することで人感センサ 5 2 を構成してもよい。またあるいは、乳房 X 線撮影装置 1 周囲の床面に圧力センサを配置し、圧力センサが検出した圧力点が 4 つ以上である場合（すなわち、2 人以上の足が床面にある場合）に操作者が乳房 X 線撮影装置 1 の周囲にいるものと判断することで、人感センサ 5 2 を構成してもよい。

【 0 0 6 2 】

10

図 9 は、変形例 2 に係る検出器移動処理の典型的な流れを示す図である。

【 0 0 6 3 】

システム制御部 4 6 は、人感センサ 5 2 が検知範囲に人の存在を検知していることを判定する（ステップ S 3 1）。ステップ S 3 1 において人感センサ 5 2 は、検知範囲に人の存在を検知すると検知信号を発信する。人感センサ 5 2 は、乳房の位置合わせの際に撮影技師が所定の位置に存在している間、繰り返し検知信号を発信する。人感センサ 5 2 は、乳房の位置合わせが完了し撮影技師が乳房 X 線撮影装置から離れると、非検知信号を発信する。人感センサ 5 2 が人を検知しなくなったと判定した場合、ステップ S 3 2 へ進む。

【 0 0 6 4 】

ステップ S 3 1 において、人感センサ 5 2 が人を検知しなくなったと判定されると、システム制御部 4 6 は、駆動制御部 4 2 を制御し、移動機構 2 0 により X 線検出器 1 5 を退避位置から撮影位置に移動させる（ステップ S 3 2）。

20

【 0 0 6 5 】

上記のとおり、変形例 2 に係る乳房 X 線撮影装置 1 によれば、乳房の位置合わせ時に撮影技師が立つ位置に人感センサ 5 2 を設け、人感センサ 5 2 が人を検知しなくなったことを契機に X 線検出器 1 5 を自動的に撮影位置に移動させる。乳房の位置合わせ時に撮影技師が立つ位置に設けられた人感センサ 5 2 が人を検知しなくなることは、乳房の位置合わせが完了したことを意味する。従って、乳房の位置決めが完了した後に、撮影技師が X 線検出器 1 5 の移動指示を入力部 3 4 に入力する必要がない。かくして、変形例 2 に係る乳房 X 線撮影装置 1 は、乳がん検診の検診効率を向上させることができる。

30

【 0 0 6 6 】

（変形例 3）

上記の実施形態の通り、乳房 X 線撮影装置 1 を用いた乳がん検診において、移動機構 2 0 は、乳房の位置合わせが完了した後に、入力部 3 4 を介して撮影技師により指示が入力されたことを契機に、X 線検出器 1 5 を撮影位置に移動させる。変形例 3 に係る移動機構 2 0 は、入力部 3 4 を介して X 線の曝射指示が出されたことを契機に X 線検出器 1 5 を撮影位置に移動させることで、乳がん検診の検診効率の向上を図る。

【 0 0 6 7 】

図 10 は、変形例 3 に係る検出器移動処理の典型的な流れを示す図である。

【 0 0 6 8 】

40

システム制御部 4 6 は、入力部 3 4 に X 線の曝射指示が入力されるのを待機する（ステップ S 4 1）。

【 0 0 6 9 】

ステップ S 4 1 において、入力部 3 4 に X 線の曝射指示が入力されたと判定されると、システム制御部 4 6 は、駆動制御部 4 2 を制御し、移動機構 2 0 により X 線検出器 1 5 を退避位置から撮影位置に移動させる（ステップ S 4 2）。移動機構 2 0 により X 線検出器 1 5 を退避位置から撮影位置に移動させられると、自動的に X 線撮影が行われる。

【 0 0 7 0 】

上記のとおり、変形例 3 に係る乳房 X 線撮影装置 1 によれば、入力部 3 4 を介して撮影技師により指示が入力されたことを契機に X 線検出器 1 5 を撮影位置に移動させる。従っ

50

て、乳房の位置決めが完了した後に、撮影技師がX線検出器 15 の移動指示を入力部 34 に入力する必要がない。かくして、変形例 3 に係る乳房X線撮影装置 1 は、乳がん検診の検診効率を向上させることができる。

【0071】

(変形例 4)

上述の実施形態の通り、X線検出器 15 は圧迫板接近/離反機構 18 によって載置台 13 と接近/離反する方向に移動する。乳房画像を撮影する際のX線検出器 15 及び圧迫板 16 の位置は、乳房の大きさや形によって変化するため、被検体によって載置台 13 からX線検出器 15 までの距離は種々変化することとなる。X線管 9 の焦点からX線検出器 15 までの距離 (SID) が被検体ごとに異なってしまう自体を防ぐため、圧迫板接近/離反機構によって移動するX線検出器 15 の移動軸と同じ軸でX線管 9 を移動させるX線管接近/離反機構を更に設けても構わない。この場合、X線管接近/離反機構はアーム 4 内に設けられた上下方向のスライダによってX線管 9 を支持することによって構成され、X線管接近/離反機構はこのスライダを駆動することによってX線管 9 の位置を載置台 13 に対して接近/離反する方向に移動させる。例えば、圧迫板接近/離反機構 18 によってX線検出器 15 が載置台 13 に対して接近する方向へ移動した場合には、X線管接近/離反機構は移動距離と等しい距離だけX線管 9 を載置台 13 に対して離反させる。また逆に、圧迫板接近/離反機構 18 によってX線検出器 15 が載置台 13 に対して離反する方向へ移動した場合には、X線管接近/離反機構は移動距離と等しい距離だけX線管 9 を載置台 13 に対して接近させる。このような制御を行うことにより、X線検出器 15 とX線管 9 との間の距離は等間隔に保たれ、X線検出器 15 の位置に関わらず(つまり、被検体の乳房の大きさや形に関わらず)等しいSIDによって撮影を行うことができる。

【0072】

なお、X線管接近/離反機構はX線検出器 15 の移動に常に連動して移動しなくとも構わない。例えばSIDを予め既定の距離に設定しておき、操作者の入力操作に従って圧迫板接近/離反機構 18 がX線検出器 15 を任意の位置に移動させる。その後操作者がX線の曝射指示を行った際に、X線管接近/離反機構がこの既定の距離が保たれるようにX線管 9 を載置台 13 に対して接近/離反させるよう制御しても構わない。かくして、変形例 4 に係る乳房X線撮影装置 1 は、SIDを一定の距離に保った状態で撮影を行うことができる。

【0073】

本発明の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。これら新規な実施形態は、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ともに、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】

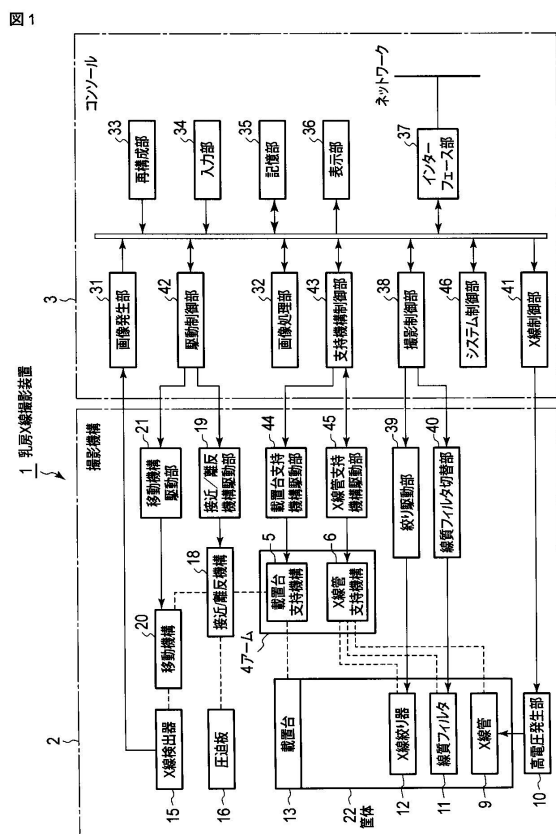
【0074】

- 1 乳房X線撮影装置
- 2 撮影機構
- 4 アーム
- 5 載置台支持機構
- 6 X線管支持機構
- 7 支柱
- 8 軸部
- 9 X線管
- 12 X線絞り器
- 13 載置台
- 14 載置面

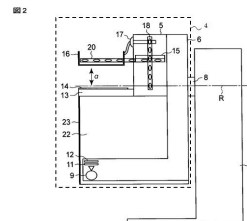
- 15 X線検出器
- 16 圧迫板
- 18 圧迫板接近／離反機構
- 19 接近／離反機構駆動部
- 20 移動機構
- 21 移動機構駆動部
- 41 X線制御部
- 42 駆動制御部
- 43 支持機構制御部
- 44 載置台支持機構駆動部
- 45 X線管支持機構駆動部

10

【図1】

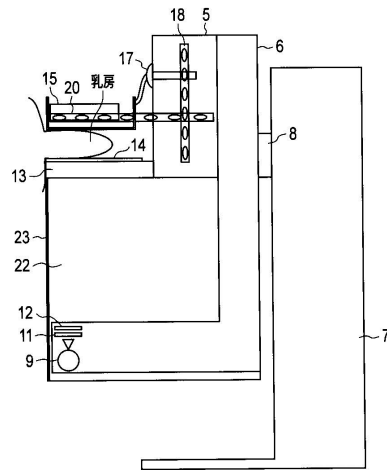


【図2】



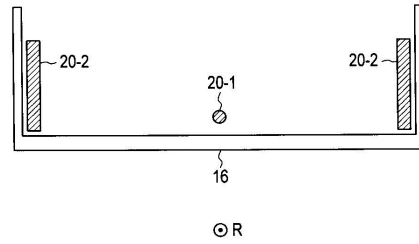
【図 3】

図 3



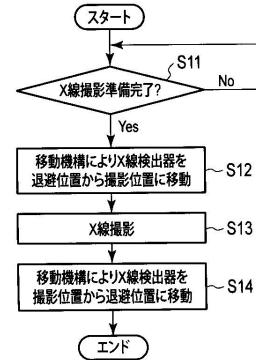
【図 4】

図 4



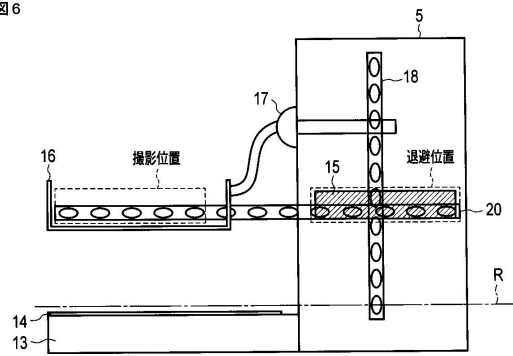
【図 5】

図 5



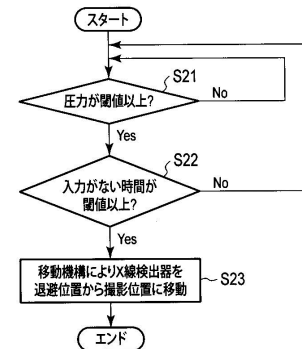
【図 6】

図 6



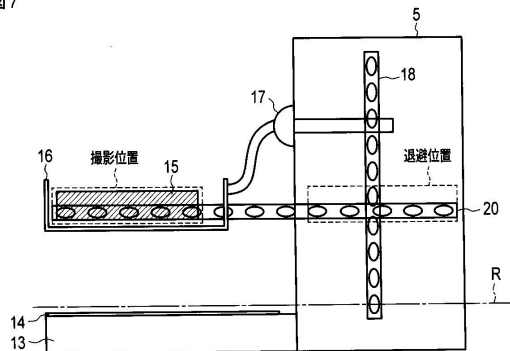
【図 8】

図 8



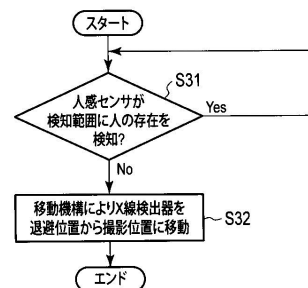
【図 7】

図 7



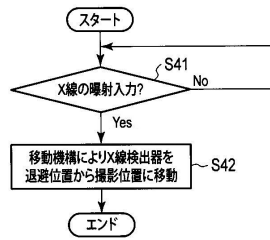
【図 9】

図 9



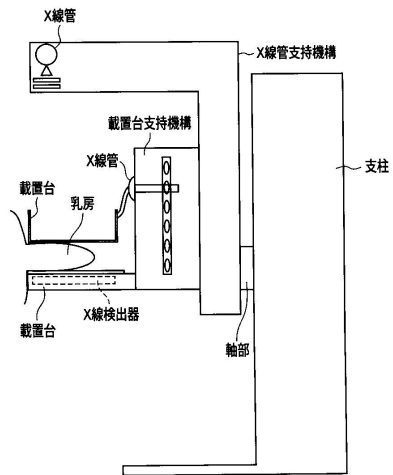
【図 10】

図 10



【図 11】

図 11



フロントページの続き

- (72)発明者 小林 由昌
栃木県大田原市下石上1385番地 東芝メディカルシステムズ株式会社内
- (72)発明者 岩井 春樹
栃木県大田原市下石上1385番地 東芝メディカルシステムズ株式会社内
- (72)発明者 落合 理絵
栃木県大田原市下石上1385番地 東芝メディカルシステムズ株式会社内
- (72)発明者 渡辺 耕一郎
栃木県大田原市下石上1385番地 東芝メディカルシステムズ株式会社内
- (72)発明者 島 一成
栃木県大田原市下石上1385番地 東芝メディカルシステムズ株式会社内

審査官 伊知地 和之

- (56)参考文献 特開2013-215523(JP,A)
特表2009-513233(JP,A)
特開2002-250772(JP,A)
特開2007-130058(JP,A)
米国特許出願公開第2007/0098141(US,A1)
特開2010-253263(JP,A)
特開2012-019856(JP,A)
特開2009-254854(JP,A)
特表2013-538668(JP,A)
米国特許出願公開第2005/0063509(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 6/00 - 6/14