

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-36515

(P2016-36515A)

(43) 公開日 平成28年3月22日(2016.3.22)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
A 6 1 B 6/00 (2006.01) A 6 1 B 6/00 3 9 0 A 4 C 0 9 3

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2014-161597 (P2014-161597)
 (22) 出願日 平成26年8月7日(2014.8.7)

(71) 出願人 000003078
 株式会社東芝
 東京都港区芝浦一丁目1番1号
 (71) 出願人 594164542
 東芝メディカルシステムズ株式会社
 栃木県大田原市下石上1385番地
 (74) 代理人 100136504
 弁理士 山田 毅彦
 (74) 代理人 100160901
 弁理士 田中 正平
 (72) 発明者 早津 泰人
 栃木県大田原市下石上1385番地 東芝
 医用システムエンジニアリング株式会社内

最終頁に続く

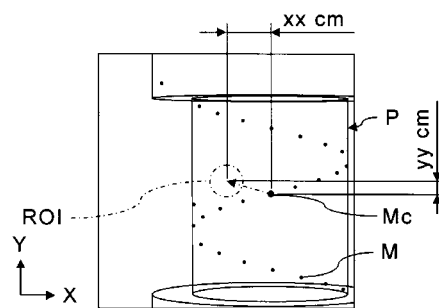
(54) 【発明の名称】 X線診断装置

(57) 【要約】

【課題】より簡易に所望のファントムの位置合わせを行うことが可能なX線診断装置を提供することである。

【解決手段】実施形態に係るX線診断装置は、撮影系と位置決め情報取得部とを備える。撮影系は、マーカが取り付けられたファントムを撮影する。位置決め情報取得部は、前記マーカ及び前記ファントムの少なくとも一方が描出された2次元のX線画像データから前記マーカの位置及び前記ファントムの所定部分における長さの少なくとも一方を検出し、検出された前記マーカの位置及び前記ファントムの所定部分における長さの少なくとも一方に基づいて、前記ファントムがセットされた寝台の目標位置と前記X線画像データの収集時における前記寝台の位置との間における距離を求める。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

マーカが取付けられたファントムを撮影する撮影系と、

前記マーカ及び前記ファントムの少なくとも一方が描出された 2 次元の X 線画像データから前記マーカの位置及び前記ファントムの所定部分における長さの少なくとも一方を検出し、検出された前記マーカの位置及び前記ファントムの所定部分における長さの少なくとも一方に基づいて、前記ファントムがセットされた寝台の目標位置と前記 X 線画像データの収集時における前記寝台の位置との間における距離を求める位置決め情報取得部と、を備える X 線診断装置。

【請求項 2】

前記位置決め情報取得部は、複数のマーカのうち他のマーカとサイズが異なるマーカの位置を前記 X 線画像データから検出し、検出した前記マーカを、表示装置に表示される X 線画像の所定の位置又は領域に表示させるための前記寝台の水平方向における位置を前記目標位置として前記距離を求めるように構成される請求項 1 記載の X 線診断装置。

【請求項 3】

前記位置決め情報取得部は、同一の方向から撮影された 1 フレーム又は 2 フレームの 2 次元の X 線画像データに基づいて、前記寝台の高さ方向及び水平方向における目標位置までの距離を求めるように構成される請求項 1 又は 2 記載の X 線診断装置。

【請求項 4】

前記位置決め情報取得部は、検出した前記ファントムの所定部分における長さに基づいて前記寝台の高さ方向における目標位置までの距離を求めるように構成される請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の X 線診断装置。

【請求項 5】

前記位置決め情報取得部は、複数のマーカの位置を前記 X 線画像データから検出し、検出した前記複数のマーカの位置間における距離に基づいて前記寝台の高さ方向における目標位置までの距離を求めるように構成される請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の X 線診断装置。

【請求項 6】

前記位置決め情報取得部は、少なくとも 4 つのマーカの位置及び前記ファントムの所定部分における長さを前記 X 線画像データからそれぞれ検出し、第 1 の 2 つのマーカ間の距離と、前記第 1 の 2 つのマーカと前記寝台の高さ方向における位置が異なる第 2 の 2 つのマーカ間の距離との比並びに前記ファントムの所定部分における長さに基づいて前記寝台の高さ方向における目標位置までの距離を求めるように構成される請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の X 線診断装置。

【請求項 7】

前記位置決め情報取得部は、X 線管の焦点と X 線検出器の検出面との間における距離及び撮影視野の少なくとも一方に基づいて前記寝台の高さ方向における目標位置までの距離を求めるように構成される請求項 3 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の X 線診断装置。

【請求項 8】

前記位置決め情報取得部は、前記距離を表示装置に提示するように構成される請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の X 線診断装置。

【請求項 9】

前記距離に基づいて前記寝台が前記目標位置となるように前記寝台の位置を制御する寝台制御部を更に備える請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の X 線診断装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明の実施形態は、X 線診断装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

10

20

30

40

50

X線診断装置では、据付後にC型アーム等の撮影系の支持器の校正（キャリブレーション）が定期的に行われている。特に、循環器用のX線診断装置により血流検査等の3次元（3D: three dimensional）撮影を行う場合には、3D画像再構成の際に支持器の位置ずれを補正するためのキャリブレーションデータが必要となる。3D画像再構成用のキャリブレーションデータを取得する方法としては、ヘリックスファントム（Helix Phantom）を撮影してキャリブレーション用のテーブルデータを収集する方法が知られている。

【0003】

ヘリックスファントムの表面には、複数の位置決め用の鋼球（Positioning steel ball）が螺旋状に配置されている。正確なキャリブレーションデータを取得するためには、ファントムの位置が支持器の回転中心（ISO-Center）になるように寝台の位置合わせをした上でファントムのX線撮影を行う必要がある。

10

【0004】

そこで、従来は、まずファントムが正面（F:Frontal）側から透視撮影される。そして、撮影した透視画像をユーザが確認しながら、ファントムが回転中心となるように寝台の水平方向における位置合わせが寝台の手動操作にて行われる。次に、ファントムが側面（L:Lateral）側から透視撮影される。そして、撮影した透視画像をユーザが確認しながらファントムが回転中心となるように寝台の鉛直方向における位置合わせが寝台の手動操作にて行われる。すなわち、寝台の高さが調整される。

【先行技術文献】

【非特許文献】

20

【0005】

【非特許文献1】Bernhard E.H. Claus, General Electric Company, Global Research Center, "Geometry Calibration Phantom Design for 3D Imaging", [online]、[2014年5月14日検索]、インターネット<URL: <http://files.geglobalresearch.com/wp-content/uploads/bloggers/4/files/tomoCAD%20paper.pdf>>

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、より簡易に所望のファントムの位置合わせを行うことが可能なX線診断装置を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の実施形態に係るX線診断装置は、撮影系と位置決め情報取得部とを備える。撮影系は、マーカが取付けられたファントムを撮影する。位置決め情報取得部は、前記マーカ及び前記ファントムの少なくとも一方が描出された2次元のX線画像データから前記マーカの位置及び前記ファントムの所定部分における長さの少なくとも一方を検出し、検出された前記マーカの位置及び前記ファントムの所定部分における長さの少なくとも一方に基づいて、前記ファントムがセットされた寝台の目標位置と前記X線画像データの収集時における前記寝台の位置との間における距離を求める。

【図面の簡単な説明】

40

【0008】

【図1】本発明の実施形態に係るX線診断装置の構成図。

【図2】ヘリックスファントムの構造例を示す斜視図。

【図3】天板が初期位置にある状態で撮影されたファントムのF側におけるX線透視画像の例を示す図。

【図4】天板の水平方向における位置を目標位置に移動させた状態で撮影されたファントムのF側におけるX線透視画像の例を示す図。

【図5】図1に示すX線診断装置の動作を示すフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0009】

50

本発明の実施形態に係る X 線診断装置について添付図面を参照して説明する。

【0010】

図1は本発明の実施形態に係る X 線診断装置の構成図である。

【0011】

X 線診断装置 1 は、寝台 2、撮影系 3、撮影系移動機構 4、制御系 5、データ処理系 6、入力装置 7 及び表示装置 8 を備えている。寝台 2 は、天板 9 及び天板移動機構 10 を有する。撮影系 3 は、C 型アーム 11 の両端に X 線管 12 及び X 線検出器 13 を設けて構成される。撮影系移動機構 4 は、例えば回転機構 14、保持部 15 及びスライド機構 16 を用いて構成することができる。制御系 5 は、高電圧発生装置 17 及び機械駆動制御部 18 を有する。データ処理系 6 は、画像生成部 19 及び位置決め情報取得部 20 を有する。

10

【0012】

尚、制御系 5 及びデータ処理系 6 の構成要素のうちデジタル情報を処理する構成要素は、コンピュータにプログラムを読み込ませて構築することができる。但し、デジタル情報を処理する構成要素の一部又は全部を構成するために回路を用いてもよい。アナログの信号をデジタル信号に変換する A/D(analog to digital)変換器は、データ処理系 6 や X 線検出器 13 の出力側等の任意の位置に設けることができる。

【0013】

寝台 2 の天板 9 には、マーカが取付けられたファントム P がセットされる。天板移動機構 10 は、天板 9 を静止系に対して移動させる装置である。典型的には、天板移動機構 10 によって天板 9 を水平 2 軸方向及び高さ方向（鉛直方向）の 3 軸方向に移動させることができる。このため、天板移動機構 10 は任意のスライド機構によって構成することができる。

20

【0014】

撮影系 3 の X 線管 12 は、寝台 2 の天板 9 にセットされたファントム P に向けて X 線を照射する装置である。X 線検出器 13 は、ファントム P を透過した X 線を検出する装置である。X 線検出器 13 によって検出された X 線検出データは、データ処理系 6 に出力される。C 型アーム 11 は、回転機構 14 の駆動によって回転するように構成されている。従って、X 線管 12 及び X 線検出器 13 を有する撮影系 3 は、少なくとも回転機構 14 の回転軸を中心に回転可能に構成される。このため、撮影系 3 をプロペラのように回転させることによって、ファントム P に向けて異なる方向から X 線を照射して X 線撮影を行うことができる。

30

【0015】

撮影系移動機構 4 は、撮影系 3 を静止系に対して移動させるための装置である。回転機構 14 は、C 型アーム 11 と連結され、撮影系 3 を回転軸を中心に回転させる装置である。保持部 15 は、撮影系 3 及び回転機構 14 を保持するための部品である。尚、図示された例では、保持部 15 が円弧状の形状を有しており、スライド機構 16 の駆動によって円弧状のスライド軸に沿ってスライドできるように構成されている。

【0016】

尚、図1に示す例に限らず、撮影系 3 を移動させるための任意の駆動軸を加えたり、逆に一部の駆動軸を省略したりしてもよい。また、撮影系 3 を天井に吊り下げる構造とせず、床に据え置く構造や壁に保持する構造としてもよい。但し、撮影系 3 は、少なくとも回転軸を中心に回転可能に構成される。

40

【0017】

制御系 5 は、寝台 2、撮影系 3 及び撮影系移動機構 4 を制御するためのシステムである。高電圧発生装置 17 は、X 線管 12 に高電圧を印加することによって X 線を曝射させる装置である。機械駆動制御部 18 は、撮影系移動機構 4 及び天板移動機構 10 に制御信号を出力して制御する装置である。

【0018】

データ処理系 6 は、X 線検出器 13 によって検出された X 線検出データに基づいて X 線画像データを生成するシステムである。

50

【 0 0 1 9 】

画像生成部 19 は、X線検出器 13 によって検出された X線検出データに必要な画像処理及び表示処理を施して表示用の X線画像データを生成する機能と、生成した X線画像データを表示装置 8 に出力することによって表示装置 8 に X線画像を表示させる機能を有する。回転軸を中心に撮影系 3 を回転させて異なる複数の方向から X線撮影が行われる場合には、画像生成部 19 における 3D画像再構成処理によって 2次元(2D: two dimensional)の表示用の X線画像データが生成される。

【 0 0 2 0 】

位置決め情報取得部 20 は、マーカが取付けられたファントム P を撮影系 3 で撮影することによって取得された 2Dの X線画像データに基づいて、ファントム P を撮影系 3 に対して所定の位置に位置決めするための寝台 2 の天板 9 の移動量を算出する機能を有する。マーカが取付けられたファントム P を一方向から撮影系 3 で 2D撮影すると、マーカ及びファントム P の少なくとも一方が描出された 2Dの X線透視画像データが画像生成部 19 において取得される。そこで、位置決め情報取得部 20 は、マーカ及びファントム P の少なくとも一方が描出された 2Dの X線透視画像データからマーカの位置及びファントム P の所定部分における長さの少なくとも一方を検出し、検出されたマーカの位置及びファントム P の所定部分における長さの少なくとも一方に基づいて、ファントム P がセットされた寝台 2 の天板 9 の目標位置と X線画像データの収集時における天板 9 の位置との間における距離を求めるように構成される。

【 0 0 2 1 】

天板 9 の目標位置と X線画像データの収集時における天板 9 の位置との間における距離は、表示装置 8 に提示して天板 9 の移動量をナビゲートすることができる。或いは、天板 9 の目標位置と X線画像データの収集時における天板 9 の位置との間における距離に基づいて寝台 2 の天板 9 が目標位置となるように寝台 2 の天板 9 の位置を制御することもできる。

【 0 0 2 2 】

天板 9 の位置を目標位置に向けて自動制御する場合には、天板 9 の目標位置と現在の位置との間における距離が、位置決め情報取得部 20 から機械駆動制御部 18 に通知される。そして、機械駆動制御部 18 による天板移動機構 10 の制御によって天板 9 のオートポジショニングを行うことができる。このように、機械駆動制御部 18 は、寝台 2 の天板 9 が目標位置となるように寝台 2 の天板 9 の位置を制御する寝台制御部としての機能を有している。

【 0 0 2 3 】

以下では、マーカが取付けられたファントム P が、ヘリックスファントムである場合を例に、寝台 2 の位置合わせの方法について説明する。尚、ヘリックスファントムは、回転機構 14 を含む撮影系移動機構 4 のキャリブレーションデータの収集用のファントムである。ヘリックスファントムの理想的な設置位置は、ISOセンタ上における撮影視野(FOV: field of view)の中心位置である。従って、ヘリックスファントムが概ね ISOセンタ上かつ FOVの中心となるように天板 9 の位置を移動させる必要がある。

【 0 0 2 4 】

図 2 は、ヘリックスファントムの構造例を示す斜視図である。

【 0 0 2 5 】

図 2 に示すようにファントム P を設置器具に寝台 2 の天板 9 上にセットすることができる。ファントム P の表面には、複数の鉄球がマーカ M として螺旋状に配置されている。また、ファントム P の中央に配置されるマーカ M c のサイズは、X線画像において他のマーカ M と区別できるように、他のマーカ M のサイズと異なる。

【 0 0 2 6 】

図 3 は、天板 9 が初期位置にある状態で撮影されたファントム P の F側における X線透視画像の例を示す図である。

【 0 0 2 7 】

初期位置にある天板 9 にファントム P をセットし、X 線の曝射方向が鉛直方向となる向きでファントム P の X 線撮影を行うことにより、図 3 に示すようなファントム P が描出された 2D の X 線透視画像データをファントム P 及び天板 9 の位置決め用の参照画像データとして取得することができる。天板 9 の初期位置は、必ずしもファントム P が ISO センタ上かつ FOV の中心となるように設定されていない。このため、図 3 に示すように 2D の参照画像の中心でない位置に複数のマーカ M 及びファントム P の概形が描出される。

【 0 0 2 8 】

位置決め情報取得部 20 は、公知の画像認識処理や輪郭抽出処理によって自動的に参照画像データから所望のマーカ M の位置及びファントム P 自体の所望の部分における輪郭を検出及び抽出する機能を有している。そして、所望のマーカ M の位置及びファントム P の輪郭の一方又は双方に基づいて天板 9 の位置決めを行うことができる。

10

【 0 0 2 9 】

天板 9 の水平方向における位置決めは、特定のマーカ M の位置を参照することによって簡易に行うことができる。特に、ヘリックスファントムでは、中央のマーカ M c のサイズが他のマーカ M のサイズよりも大きいため、最もサイズが大きいマーカ M の位置を中央のマーカ M c の位置として容易に検出することができる。

【 0 0 3 0 】

ファントム P の F 側の X 線透視画像における理想的な位置は、FOV の中心すなわち画像中心である。そこで、ファントム P の中心のマーカ M c の位置と画像中心との間における 2D 距離を、天板 9 の水平方向における初期位置から目標位置までの距離として算出することができる。すなわち、ファントム P の中心におけるマーカ M c を画像中心に描出させるための天板 9 の位置を天板 9 の水平方向における目標位置として、天板 9 の移動量を算出することができる。

20

【 0 0 3 1 】

或いは、X 線透視画像の画像中心を含む一点鎖線で示すような関心領域 (ROI: region of interest) を設定し、ファントム P の中心におけるマーカ M c を ROI 内に描出させるために必要な水平方向における天板 9 の移動量を算出してもよい。すなわち、天板 9 の目標位置を、ファントム P の中心におけるマーカ M c を ROI 内に描出させることが可能な位置に設定することもできる。

【 0 0 3 2 】

その場合には、X 線透視画像上におけるマーカ M c の描出位置と ROI との間における 2D 距離が天板 9 の水平方向における移動量となる。また、X 線透視画像上におけるマーカ M c の描出位置が ROI 内であれば、天板 9 の水平方向における移動量の算出及び位置決めを省略することができる。

30

【 0 0 3 3 】

位置決め情報取得部 20 において水平方向における天板 9 の移動量が算出されると、機械駆動制御部 18 による天板移動機構 10 の制御によって天板 9 を水平方向に自動的に移動させることが可能となる。

【 0 0 3 4 】

或いは、水平方向における天板 9 の移動量をメッセージとして表示装置 8 に表示させるようにしてもよい。具体例として、図 3 に例示されるように天板 9 の目的位置までの移動量が X 軸方向に xx [cm]、Y 軸方向に yy [cm] であるというメッセージを表示装置 8 に表示させることができる。これにより、ユーザは、ファントム P の F 側における X 線透視画像を見ながらガイドされた距離だけ水平方向に天板 9 を手動操作で移動させることが可能となる。

40

【 0 0 3 5 】

このように、複数のマーカ M のうち他のマーカ M とサイズが異なるマーカ M c の位置を X 線画像データから検出することができる。そして、検出したマーカ M c を、表示装置 8 に表示される X 線画像の所定の位置又は領域に表示させるための寝台 2 の天板 9 の水平方向における位置を目標位置として、天板 9 の目標位置までの距離を求めることができる。

50

【 0 0 3 6 】

図 4 は、天板 9 の水平方向における位置を目標位置に移動させた状態で撮影されたファントム P の F 側における X 線透視画像の例を示す図である。

【 0 0 3 7 】

F 側の画像中心とファントム P の中心におけるマーカ M c の位置が一致するように、図 3 の矢印方向に天板 9 を移動させると、図 4 に示すように F 側の画像中心にファントム P が描出された X 線透視画像が得られる。

【 0 0 3 8 】

一方、天板 9 の鉛直方向、すなわち天板 9 の高さ方向における位置決めも、ファントム P が描出された F 側における X 線透視画像を参照画像として実行することができる。天板 9 の鉛直方向における位置決めは、天板 9 の水平方向における位置決め用の参照画像として用いられた X 線透視画像と同一の X 線透視画像を参照画像として実行することができる。但し、天板 9 の水平方向における位置決め後に撮影された F 側の X 線透視画像を参照画像として天板 9 の鉛直方向における位置決めを実行するようにしてもよい。

【 0 0 3 9 】

従って、同一の方向から撮影された 1 フレーム又は 2 フレームの 2 次元の X 線画像データに基づいて、寝台 2 の天板 9 の高さ方向及び水平方向における目標位置までの距離を求めることができる。

【 0 0 4 0 】

天板 9 の高さ方向における目標位置までの距離は、ファントム P の所定部分における長さ及び X 線画像データから検出した複数のマーカ M の位置間における距離の一方又は双方に基づいて求めることができる。ファントム P の所定部分における長さ及び複数のマーカ M の位置間における距離は、X 線管 1 2 の焦点と X 線検出器 1 3 の検出面との間における距離として定義される SID (source image distance) 及び FOV に応じて変化する。従って、SID 及び FOV の少なくとも一方に基づいて天板 9 の高さ方向における目標位置までの距離を求めることができる。

【 0 0 4 1 】

初めに、ファントム P の所定部分における長さのみに基づいて天板 9 の高さ方向における目標位置までの距離を求める第 1 の方法について説明する。

【 0 0 4 2 】

ヘリックスファントムの中央部分は円柱形状を有している。従って、X 線透視画像からヘリックスファントムの輪郭を抽出すれば、図 4 に示すように X 線透視画像上におけるヘリックスファントムの中央部分における直径 C を測定することができる。一方、ヘリックスファントムが ISO センタ上に設置された場合における X 線透視画像上のヘリックスファントムの中央部分における直径を理想値 C_{iso} として予め測定又は設計情報に基づいて計算しておくことができる。

【 0 0 4 3 】

ヘリックスファントムの中央部分における直径の理想値 C_{iso} は、上述したように FOV 及び SID に応じて変化する。すなわち、SID が短い程、X 線検出器 1 3 がヘリックスファントムに接近するため、ヘリックスファントムの中央部分における X 線透視画像上の直径の理想値 C_{iso} は長くなる。また、FOV は、典型的には図 4 に示すように正方形の画像化領域の一辺の長さ L として設定される。従って、X 線透視画像のサイズが一定であれば、FOV の一辺の長さ L が短い程、ヘリックスファントムの中央部分における X 線透視画像上の直径の理想値 C_{iso} は長くなる。

【 0 0 4 4 】

このため、ヘリックスファントムの直径の理想値 C_{iso} を、FOV 及び SID ごとに予めテーブル C_{iso}(L, SID) として求めておくことができる。或いは、FOV の一辺の長さ L 及び SID をパラメータとしてヘリックスファントムの直径の理想値 C_{iso} を求める関数 C_{iso}(L, SID) を求めておいてもよい。ヘリックスファントムの直径の理想値 C_{iso} は、FOV の一辺の長さ L 及び SID にそれぞれ反比例する。従って、関数 C_{iso}(L, SID) は、定数を k として式 (1) で表すこ

10

20

30

40

50

とができる。

$$C_{iso}(L, SID) = k/L/SID \quad (1)$$

【0045】

一方、天板9の高さ方向における位置決め前の現在の天板9の高さH、ヘリックスファントムがISOセンタ上となる天板9の高さの目標位置Hiso、X線透視画像上において測定されたヘリックスファントムの直径C及びヘリックスファントムの直径の理想値Ciso(L, SID)には、式(2)に示す関係がある。すなわち、現在の天板9の高さHと天板9の高さの目標位置Hisoとの比は、ヘリックスファントムの直径の測定値Cと理想値Ciso(L, SID)との比に等しい。

$$Hiso/H = C_{iso}(L, SID)/C \quad (2)$$

【0046】

従って、現在の天板9の高さHから天板9の高さの目標位置Hisoまでの距離Hを式(3)のように算出することができる。

$$H = Hiso - H = H(Hiso/H - 1) = H\{C_{iso}(L, SID)/C - 1\} \quad (3)$$

【0047】

同様に、ヘリックスファントムの任意の部分の長さを測定し、測定値と理想値との関係に基づいて現在の天板9の高さから天板9の高さの目標位置までの距離を算出することができる。また、任意のマーカM間における距離を測定することによっても、同様に、現在の天板9の高さから天板9の高さの目標位置までの距離を算出することができる。その場合には、少なくとも2つのマーカM間における距離のみから天板9の高さの目標位置までの距離を算出することができる。特に、より長い距離に基づいて天板9の高さの目標位置までの距離を算出することが精度の向上に繋がる。

【0048】

このように、ファントムPの中心部分の直径Cや任意のマーカM間における距離等のファントムPの所定部分における長さのX線透視画像上での測定値と、ファントムPが適切な位置に配置された場合におけるファントムPの所定部分における長さのX線透視画像上での理想値に基づいて、現在の天板9の高さから天板9の高さの目標位置までの距離を算出することができる。

【0049】

次に、X線透視画像上で測定されたファントムPの所定部分における長さ及びマーカM間における距離の双方に基づいて天板9の高さ方向における目標位置までの距離を求める第2の方法について説明する。

【0050】

図4に示すように、ヘリックスファントムの直径Cに加え、ヘリックスファントムの下側、つまりX線検出器13から離れた側における2つのマーカM間の距離D1と、ヘリックスファントムの上側、つまりX線検出器13に近い側における2つのマーカM間の距離D2とをそれぞれX線透視画像上で測定することができる。

【0051】

但し、ヘリックスファントムの下側における2つのマーカM間の実際の距離と、ヘリックスファントムの上側における2つのマーカM間の実際の距離が等しいとみなせる4つのマーカMが、X線透視画像上でのマーカM間における距離の測定対象として選択される。従って、図4に示すように、隣接する2組のマーカMの位置を検出対象とすれば、マーカMの検出が容易である。

【0052】

2組のマーカM間の距離が実際に同一であっても、X線検出器13からの距離が異なるため、ヘリックスファントムの下側における2つのマーカM間の距離D1とヘリックスファントムの上側における2つのマーカM間の距離D2とは、X線透視画像上では互いに異なる距離として測定される。

【0053】

但し、ヘリックスファントムの円柱形状の部分の中心軸が仮にISOセンタ上であれば、S

10

20

30

40

50

IDの1/2の距離にヘリックスファントムの半径の測定値C/2を加算した距離SID/2+C/2と、SIDの1/2の距離にヘリックスファントムの半径の測定値C/2を減算した距離SID/2-C/2との比が、ヘリックスファントムの上側における2つのマーカM間の距離の測定値D2と、ヘリックスファントムの下側における2つのマーカM間の距離の測定値D1との比に等しくなる。すなわち、式(4)が成立する。

$$D2/D1 = (SID/2+C/2)/(SID/2-C/2) \quad (4)$$

【0054】

一方、ヘリックスファントムの円柱形状の部分の中心軸がISOセンタ上になれば、式(4)の右辺と左辺の比は1とならず、1以外のある値rとして測定される。また、ヘリックスファントムの上側における2つのマーカM間の距離の測定値D2、ヘリックスファントム
10
の下側における2つのマーカM間の距離の測定値D1及びヘリックスファントムの直径の測定値Cは、いずれも天板9の高さHをパラメータとして線形に変化する。

【0055】

従って、式(4)の右辺と左辺の比の値rをX線透視画像上で測定すれば、式(5)の関係から式(6)に示すように、現在の天板9の高さHから天板9の高さの目標位置Hisoまでの距離Hを算出することができる。

$$Hiso/H = 1/r \quad (5)$$

$$H = Hiso - H = H(Hiso/H - 1) = H(1/r - 1) \quad (6)$$

【0056】

このように、少なくとも4つのマーカMの位置及びファントムPの所定部分における長さをX線画像データからそれぞれ検出し、第1の2つのマーカM間の距離と、第1の2つのマーカMと天板9の高さ方向における位置が異なる第2の2つのマーカM間の距離との比並びにファントムPの所定部分における長さに基づいて天板9の高さ方向における目標位置までの距離を求めることができる。特に、第2の方法によれば、予め理想値を求めておかなくても、ファントムPの複数の部分における長さの幾何学的な相対関係を利用して、現在の天板9の高さから天板9の高さの目標位置までの距離を算出することができる。

【0057】

尚、第1の方法及び第2の方法において、天板9の高さの目標位置Hisoに許容範囲を設けることもできる。その場合には、現在の天板9の高さHから許容範囲の上限位置又は下限位置までの距離が天板9の高さの目標位置までの距離、すなわち天板9の高さ方向における移動量となる。また、現在の天板9の高さHが許容範囲内であれば、天板9の高さ方向における移動量の算出及び位置決めを省略することができる。

【0058】

位置決め情報取得部20において天板9の高さ方向における移動量が算出されると、機械駆動制御部18による天板移動機構10の制御によって天板9を高さ方向に自動的に移動させることが可能となる。或いは、天板9の高さ方向における移動量をメッセージとして表示装置8に表示させることもできる。これにより、ユーザは、ファントムPのF側におけるX線透視画像を見ながらガイドされた距離だけ鉛直方向に天板9を手動操作で移動させることが可能となる。

【0059】

以上のように、F側におけるファントムPのX線透視画像を参照画像として天板9の高さ方向及び水平方向の双方における位置決めを行うことができる。尚、天板9の高さ方向及び水平方向における目標位置までの移動量を共通のX線透視画像に基づいて同時に算出し、同時に天板9の高さ方向及び水平方向における位置決めを行うようにしてもよい。

【0060】

次にX線診断装置1の動作及び作用について説明する。

【0061】

図5は、図1に示すX線診断装置1の動作を示すフローチャートである。

【0062】

まずステップS1において、寝台2の天板9に被検体としてヘリックスファントム等の
50

マーカMが取付けられたファントムPがセットされる。そして、機械駆動制御部18から天板移動機構10に制御信号が出力される。これにより、天板移動機構10が駆動し、天板9が初期位置に移動する。

【0063】

次に、ステップS2において、機械駆動制御部18から撮影系移動機構4に制御信号が出力される。これにより、撮影系移動機構4が駆動し、撮影系3がF側の撮影位置に移動する。

【0064】

次に、ステップS3において、ファントムPのX線透視撮影が実行される。具体的には、高電圧発生装置17からX線管12に高電圧が印加される。これにより、X線管12からファントムPに向けてX線が曝射される。ファントムPを透過したX線は、X線検出器13によって検出される。X線検出器13によって検出されたX線検出データは、データ処理系6に出力される。そうすると、画像生成部19において必要な画像処理及び表示処理がX線検出データに対して実行され、表示用のX線透視画像データが生成される。生成されたX線透視画像データは、画像生成部19から表示装置8に出力される。これにより、表示装置8には、図3に示すようなファントムPが描出されたF側のX線透視画像が表示される。

10

【0065】

次に、ステップS4において、ファントムPに取り付けられた所定のマーカM、例えば、ヘリックスファントムの中央に取り付けられたサイズが大きいマーカMcの位置が、F側のX線透視画像の中心を含むように設定されたROI内であるか否かが位置決め情報取得部20において判定される。尚、ROIは、ファントムPが設置されるべき範囲として予めファントムPの目的に応じて決定しておくことができる。

20

【0066】

マーカMの位置がROI外であると判定された場合には、ステップS5において、位置決め情報取得部20により、マーカMの位置をROI内とするための天板9の水平方向における移動量が算出される。天板9の水平方向における移動量は、X線透視画像上におけるマーカMの描出位置と、ROIとの間における2D距離として算出することができる。尚、ROIをX線透視画像の中心に対応する単一の画素としてもよい。

【0067】

30

次に、ステップS6において、位置決め情報取得部20により算出された天板9の水平方向における移動量に従って天板9が水平方向に移動される。例えば、位置決め情報取得部20により天板9の水平方向における移動方向及び移動量がメッセージとして表示装置8に出力される。これにより、ユーザは、メッセージを参照して天板9を手動で水平方向に移動させることができる。或いは、位置決め情報取得部20から天板9の水平方向における移動量が機械駆動制御部18に通知される。そして、機械駆動制御部18による天板移動機構10の制御によって、位置決め情報取得部20により算出された移動量だけ天板9が自動的に水平方向に移動する。その結果、天板9は、マーカMがROI内に描出される位置となる。

【0068】

40

次に、ステップS7において、ファントムPに取り付けられた所定のマーカM間の距離やファントムPの所定部分の距離等の参照部分の長さが適切であるか否かが位置決め情報取得部20において判定される。具体例として、X線透視画像に描出されているヘリックスファントムの中心部分における直径の測定値が許容範囲内であるか否か、或いは、式(4)の右辺と左辺の比の値rの測定値が許容範囲内であるか否かが判定される。そして、対象となる測定値の閾値処理によって対象となる測定値が許容範囲外であると判定されれば、参照部分の長さが適切でないとして判定される。

【0069】

参照部分の長さが適切でないとして判定された場合には、ステップS8において、位置決め情報取得部20により、参照部分の長さが適切となるようにするための天板9の高さ方向

50

における移動量が算出される。具体例として、式(3)又は式(6)に示すような式によって天板9の高さ方向における移動量を算出することができる。尚、天板9の高さの目標位置 H_{iso} を、許容範囲の上限値又は下限値として天板9の高さ方向における移動量を算出するようにしてもよい。

【0070】

次に、ステップS9において、位置決め情報取得部20により算出された天板9の高さ方向における移動量に従って天板9が高さ方向に移動される。例えば、位置決め情報取得部20により天板9の高さ方向における移動量がメッセージとして表示装置8に出力される。これにより、ユーザは、メッセージを参照して天板9を手動で高さ方向に移動させることができる。或いは、位置決め情報取得部20から天板9の高さ方向における移動量が機械駆動制御部18に通知される。そして、機械駆動制御部18による天板移動機構10の制御によって、位置決め情報取得部20により算出された移動量だけ天板9が自動的に高さ方向に移動する。

10

【0071】

その結果、天板9の高さがファントムPの目的に応じた適切な位置に位置決めされる。例えば、撮影系移動機構4の3Dキャリブレーションデータの収集用のヘリックスファントムであれば、ヘリックスファントムが概ねISOセンタ上となるように、天板9の高さが調整される。

【0072】

次に、ステップS10において、ファントムPの目的に応じたX線撮影が実行される。撮影系移動機構4の3Dキャリブレーションデータの収集用のヘリックスファントムであれば、ISOセンタを中心に撮影系3を回転させてヘリックスファントムの3D撮影が行われる。これにより、3Dキャリブレーションデータを収集することができる。

20

【0073】

つまり以上のようなX線診断装置1は、ヘリックスファントム等のファントムPが描出されたX線透視画像上において必要な部分における距離又は長さを測定することによって、撮影系3に対してファントムPを適切な位置に配置するための天板9の移動方向及び移動量を算出できるようにしたものである。

【0074】

このため、X線診断装置1によれば、キャリブレーションデータの収集等の所望の目的を有するファントムPの位置決めに必要な作業時間を短縮させることができる。すなわち、天板9の移動方向及び移動量をユーザにガイドすることによって、天板9の位置決めに必要な時間を低減させることができる。また、天板9のオートポジショニングを行えば、天板9の手動操作によるファントムPの位置決め作業を不要にすることができる。

30

【0075】

しかも、F側から撮影したX線透視画像によって、天板9の水平方向のみならず、高さ方向の位置決めを行うことができる。このため、ファントムPの位置決め作業のためのL側からのX線撮影及びL側からのX線透視画像を参照したファントムPの位置決め作業が不要となる。

【0076】

また、3Dキャリブレーションデータの収集用のヘリックスファントムを天板9上にセットする場合であれば、ヘリックスファントムを適切な位置にセットできるため、3Dキャリブレーションデータの収集時におけるエラー等を低減させることができる。その結果、3Dキャリブレーションデータの収集に必要な時間を短縮することが可能となる。

40

【0077】

以上、特定の実施形態について記載したが、記載された実施形態は一例に過ぎず、発明の範囲を限定するものではない。ここに記載された新規な方法及び装置は、様々な他の様式で具現化することができる。また、ここに記載された方法及び装置の様式において、発明の要旨から逸脱しない範囲で、種々の省略、置換及び変更を行うことができる。添付された請求の範囲及びその均等物は、発明の範囲及び要旨に包含されているものとして、そ

50

のような種々の様式及び変形例を含んでいる。

【符号の説明】

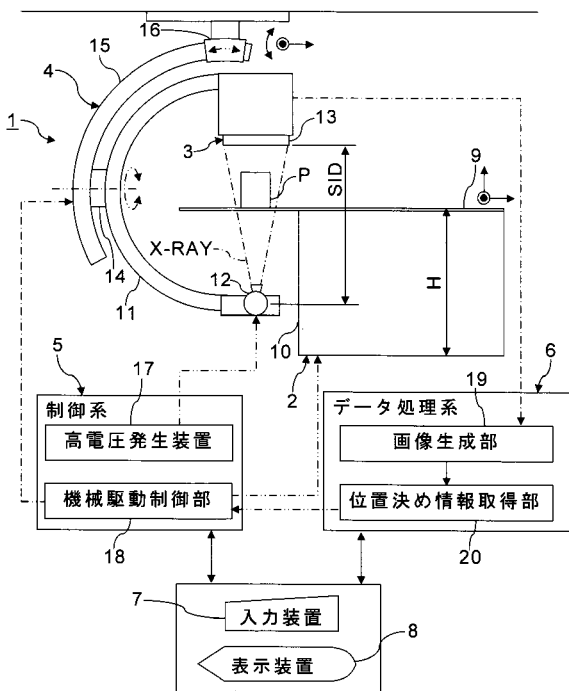
【0078】

- 1 X線診断装置
- 2 寝台
- 3 撮影系
- 4 撮影系移動機構
- 5 制御系
- 6 データ処理系
- 7 入力装置
- 8 表示装置
- 9 天板
- 10 天板移動機構
- 11 C型アーム
- 12 X線管
- 13 X線検出器
- 14 回転機構
- 15 保持部
- 16 スライド機構
- 17 高電圧発生装置
- 18 機械駆動制御部
- 19 画像生成部
- 20 位置決め情報取得部
- P ファントム

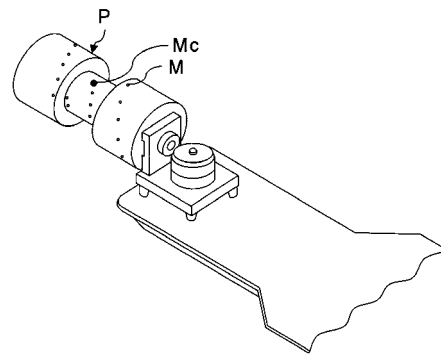
10

20

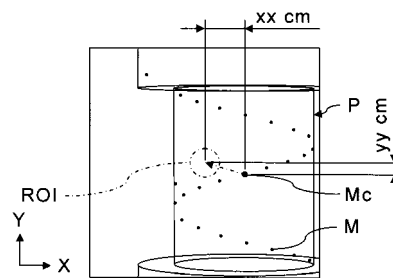
【図1】



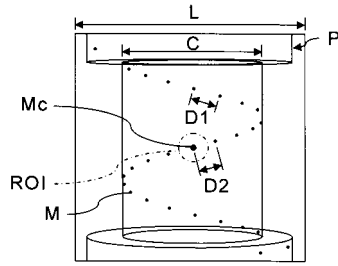
【図2】



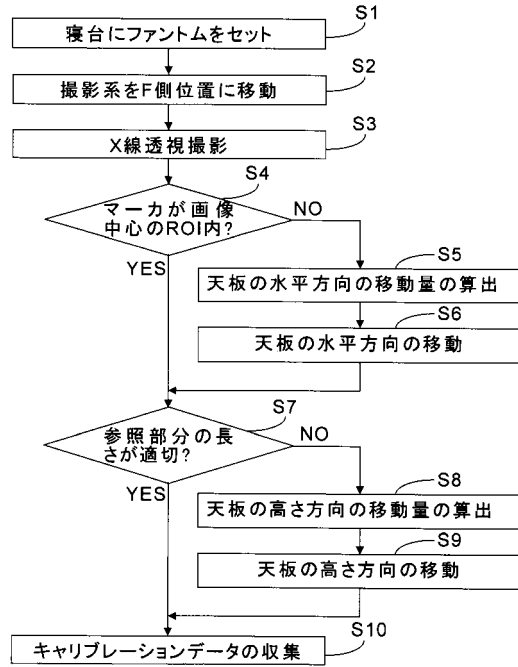
【図3】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

- (72)発明者 長江 亮一
栃木県大田原市下石上1385番地 東芝医用システムエンジニアリング株式会社内
- (72)発明者 飯島 吉昭
栃木県大田原市下石上1385番地 東芝医用システムエンジニアリング株式会社内
- (72)発明者 白石 邦夫
栃木県大田原市下石上1385番地 東芝医用システムエンジニアリング株式会社内
- (72)発明者 清水 義訓
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 渡部 勇一郎
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
- Fターム(参考) 4C093 AA01 CA15 EC16 ED06 ED07 FF16 FF22 FF37 FG13 FG16
GA01 GA05