

(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2007-175399

(P2007-175399A)

(43) 公開日 平成19年7月12日(2007.7.12)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
A 6 1 B 6/03 (2006.01) A 6 1 B 6/03 3 7 5 4 C 0 9 3
 A 6 1 B 6/03 3 2 1 N

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2005-379708 (P2005-379708)
 (22) 出願日 平成17年12月28日 (2005.12.28)

(71) 出願人 300019238
 ジーイー・メディカル・システムズ・グロ
 ーバル・テクノロジー・カンパニー・エル
 エルシー
 アメリカ合衆国・ウィスコンシン州・53
 188・ワウケシャ・ノース・グランドヴ
 ュー・ブルバード・ダブリュー・710
 ・3000
 (74) 代理人 100097087
 弁理士 ▲高▼須 宏
 (72) 発明者 今井 靖浩
 東京都日野市旭が丘4丁目7番地の127
 ジーイー横河メディカルシステム株式会
 社内

最終頁に続く

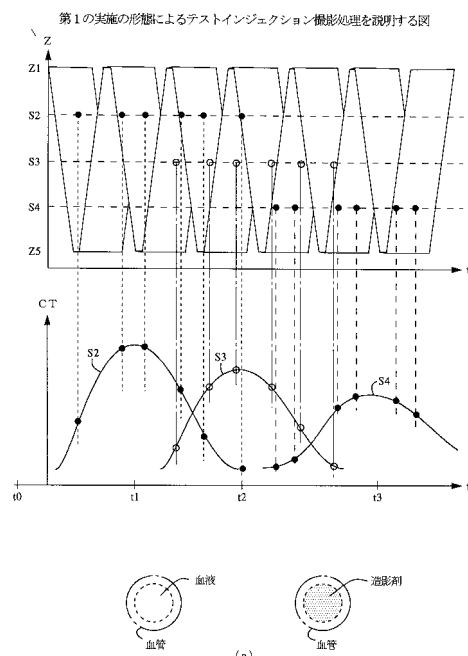
(54) 【発明の名称】 X線CT装置及びその制御方法

(57) 【要約】

【目的】 テストインジェクションを低被曝で能率良く行えることを課題とする。

【構成】 X線ファンビームにより被検体のスキャン読取を行う走査ガントリ部と、被検体を搭載する撮影テーブルと、上記各部の制御を行うとともに、走査ガントリ部で読み取ったスキャンデータに基づき被検体のCT断層像を再構成する制御部とを備えるX線CT装置の制御方法であって、前記制御部は、被検体に血管造影剤が注入されてから所定時間の経過後、該被検体の体軸方向における複数の関心部位S2、S3、S4を含む領域に対してヘリカルシャトルスキャン読取を行うスキャン読取ステップと、前記読み取ったスキャンデータに基づき各関心部位S2、S3、S4のCT断層像を再構成するとともに、得られた各CT値に基づき各関心部位におけるCT値の時間変化を求めるCT値時間変化演算ステップとを実行する。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

X線ファンビームにより被検体のスキャン読取を行う走査ガントリ部と、被検体を搭載する撮影テーブルと、上記各部の制御を行うとともに、走査ガントリ部で読み取ったスキャンデータに基づき被検体のCT断層像を再構成する制御部とを備えるX線CT装置の制御方法であって、前記制御部は、

被検体に血管造影剤が注入されてから所定時間の経過後、該被検体の体軸方向における複数の関心部位を含む領域に対してヘリカルシャトルスキャン読取を行うスキャン読取ステップと、

前記読み取ったスキャンデータに基づき各関心部位のCT断層像を再構成するとともに、得られた各CT値に基づき各関心部位におけるCT値の時間変化を求めるCT値時間変化演算ステップとを実行することを特徴とするX線CT装置の制御方法。

10

【請求項 2】

X線ファンビームにより被検体のスキャン読取を行う走査ガントリ部と、被検体を搭載する撮影テーブルと、上記各部の制御を行うとともに、走査ガントリ部で読み取ったスキャンデータに基づき被検体のCT断層像を再構成する制御部とを備えるX線CT装置の制御方法であって、前記制御部は、

被検体に血管造影剤が注入されてから所定時間の経過後、該被検体の体軸方向における複数の関心部位を含む領域に対してヘリカルシャトルスキャンを行うと共に、各関心部位に対するスキャン読取に際してのみX線曝射を行うスキャン読取ステップと、

20

前記読み取ったスキャンデータに基づき各関心部位のCT断層像を再構成するとともに、得られた各CT値に基づき各関心部位におけるCT値の時間変化を求めるCT値時間変化演算ステップとを実行することを特徴とするX線CT装置の制御方法。

【請求項 3】

X線ファンビームにより被検体のスキャン読取を行う走査ガントリ部と、被検体を搭載する撮影テーブルと、上記各部の制御を行うとともに、走査ガントリ部で読み取ったスキャンデータに基づき被検体のCT断層像を再構成する制御部とを備えるX線CT装置の制御方法であって、前記制御部は、

血管造影剤が注入されてから所定時間の経過後、該被検体の体軸方向における複数の関心部位を含む複数の領域に対して予め定められたスキャンシーケンスに従い順次にヘリカルシャトルスキャン読取を行うスキャン読取ステップと、

30

前記読み取ったスキャンデータに基づき各関心部位のCT断層像を再構成するとともに、得られた各CT値に基づき各関心部位におけるCT値の時間変化を求めるCT値時間変化演算ステップとを実行することを特徴とするX線CT装置の制御方法。

【請求項 4】

前記求めた各CT値の時間変化に基づいて前記造影剤注入から各関心部位におけるCT値のピークが得られるまでの各遅延時間を求める遅延時間演算ステップを更に実行することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一つに記載のX線CT装置の制御方法。

【請求項 5】

X線ファンビームにより被検体のスキャン読取を行う走査ガントリ部と、被検体を搭載する撮影テーブルと、上記各部の制御を行うとともに、走査ガントリ部で読み取ったスキャンデータに基づき被検体のCT断層像を再構成する制御部とを備えるX線CT装置であって、前記制御部は、

40

被検体に血管造影剤が注入されてから所定時間の経過後、該被検体の体軸方向における複数の関心部位を含む領域に対してヘリカルシャトルスキャン読取を行うスキャン読取手段と、

前記読み取ったスキャンデータに基づき各関心部位のCT断層像を再構成するとともに、得られた各CT値に基づき各関心部位におけるCT値の時間変化を求めるCT値時間変化演算手段とを備えることを特徴とするX線CT装置。

【請求項 6】

50

X線ファンビームにより被検体のスキャン読取を行う走査ガントリ部と、被検体を搭載する撮影テーブルと、上記各部の制御を行うとともに、走査ガントリ部で読み取ったスキャンデータに基づき被検体のCT断層像を再構成する制御部とを備えるX線CT装置であって、前記制御部は、

被検体に血管造影剤が注入されてから所定時間の経過後、該被検体の体軸方向における複数の関心部位を含む領域に対してヘリカルシャトルスキャンを行うとともに、各関心部位に対するスキャン読取に際してのみX線曝射を行うスキャン読取手段と、

前記読み取ったスキャンデータに基づき各関心部位のCT断層像を再構成するとともに、得られた各CT値に基づき各関心部位におけるCT値の時間変化を求めるCT値時間変化演算手段とを備えることを特徴とするX線CT装置。

10

【請求項7】

スキャン読取手段は、X線曝射を行わない区間における体軸方向のスキャンピッチを通常よりも速くすることを特徴とする請求項6記載のX線CT装置。

【請求項8】

X線ファンビームにより被検体のスキャン読取を行う走査ガントリ部と、被検体を搭載する撮影テーブルと、上記各部の制御を行うとともに、走査ガントリ部で読み取ったスキャンデータに基づき被検体のCT断層像を再構成する制御部とを備えるX線CT装置であって、前記制御部は、

血管造影剤が注入されてから所定時間の経過後、該被検体の体軸方向における複数の関心部位を含む複数の領域に対して予め定められたスキャンシーケンスに従い順次にヘリカルシャトルスキャン読取を行うスキャン読取手段と、

20

前記読み取ったスキャンデータに基づき各関心部位のCT断層像を再構成するとともに、得られた各CT値に基づき各関心部位におけるCT値の時間変化を求めるCT値時間変化演算手段とを備えることを特徴とするX線CT装置。

【請求項9】

前記求めた各CT値の時間変化に基づいて前記造影剤注入から各関心部位におけるCT値のピークが得られるまでの各遅延時間を求める遅延時間演算手段を更に備えることを特徴とする請求項5乃至8のいずれか一つに記載のX線CT装置。

【請求項10】

スキャン読取手段は、隣接する関心部位のスキャン読取に遷移する際には少なくとも1往復以上に渡って該隣接する両関心部位を含む領域のヘリカルシャトルスキャン読取を行うことを特徴とする請求項8記載のX線CT装置。

30

【請求項11】

撮影テーブルは被検体体軸方向に往復動可能であるとともに、スキャン読取手段は走査ガントリ部の開口部に対して撮影テーブルを往復動させることにより被検体のヘリカルシャトルスキャンを行うことを特徴とする請求項4乃至10のいずれか一つに記載のX線CT装置。

【請求項12】

走査ガントリ部は被検体体軸方向に往復動可能であるとともに、スキャン読取手段は撮影テーブルに搭載された被検体に対して走査ガントリ部を往復動させることにより被検体のヘリカルシャトルスキャンを行うことを特徴とする請求項4乃至10のいずれか一つに記載のX線CT装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はX線CT装置及びその制御方法に関し、更に詳しくは、X線ファンビームにより被検体のスキャン読取を行う走査ガントリ部と、被検体を搭載する撮影テーブルと、上記各部の制御を行うとともに、走査ガントリ部で読み取ったスキャンデータに基づき被検体のCT断層像を再構成する制御部とを備えるX線CT装置の制御方法に関する。

【背景技術】

50

【0002】

血管造影によるCT検査は腫瘍や動脈瘤等の状態を周囲の組織から際立たせて診断する目的で良く行われる。このような造影検査を適切に行うには造影剤が関心部位に丁度到達するタイミングに撮影を行う必要があるが、造影剤の進行速度には個人差（心拍数，血圧等）のみならず関心部位（血管の太さ）の相違によっても差があるため、従来は、予め造影剤を試験的に注入するとともに、関心部位におけるCT値の時間変化を観測することで、造影剤の到達時間を測定する所謂テストインジェクションが行われていた。

【0003】

しかし、従来は1度のテストインジェクションで1箇所しか測定できないため、複数箇所の測定を1回で能率良く行えなかった。

10

【0004】

この点、従来は、造影剤注入により時間変化する断層像中のCT値が所定のしきい値内となるように撮影速度（天板の移動速度及び又はガントリ回転速度）を実時間で制御しつつ、体軸方向に沿って複数の関心部位を連続的に造影検査可能なX線CT装置が知られている（特許文献1）。

【特許文献1】特開2005-160784（要約，図2）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、断層像中のCT値をリアルタイムでしきい値判定する方式であると、実際に検出される造影剤のCT値は関心領域（ROI：Region of Interest）の部位（大動脈，動脈，臓器等）や形状（血管の太さ等）によっても異なってくるため、しきい値にもかなりの幅を持たせておく必要があり、このため、必ずしも最適CT値のタイミングに本番撮影が行えるとは限らない。また、関心領域のCT値が所定以上になるのを待って本番撮影を行う方式であると、造影剤の速度が遅い部位では待ち時間に無駄な被曝を与えることになる場合も少なくなく、低被曝の診断が行えない。

20

【0006】

本発明は上記従来技術の問題点に鑑みなされたもので、その目的とする所は、テストインジェクションを低被曝で能率良く行えるX線CT装置及びその制御方法を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記の課題は例えば図5の構成により解決される。即ち、本発明（1）のX線CT装置の制御方法は、X線ファンビームにより被検体のスキャン読取を行う走査ガントリ部と、被検体を搭載する撮影テーブルと、上記各部の制御を行うとともに、走査ガントリ部で読み取ったスキャンデータに基づき被検体のCT断層像を再構成する制御部とを備えるX線CT装置の制御方法であって、前記制御部は、被検体に血管造影剤が注入されてから所定時間の経過後、該被検体の体軸方向における複数の関心部位S2，S3，S4を含む領域に対してヘリカルシャトルスキャン読取を行うスキャン読取ステップと、前記読み取ったスキャンデータに基づき各関心部位S2，S3，S4のCT断層像を再構成するとともに、得られた各CT値に基づき各関心部位におけるCT値の時間変化を求めるCT値時間変化演算ステップとを実行するものである。

40

【0008】

本発明（1）では、体軸方向における複数の関心部位S2，S3，S4を含む領域をヘリカルシャトルスキャンにより複数回撮影する構成により、各関心部位におけるCT値の時間変化を少ない被曝で効率良く検出できる。また、各関心部位におけるCT値の時間変化に基づいて、後に各関心部位を本番で造影撮影する際の各最適の読取開始時間を容易かつ正確に設定できる。

【0009】

なお、上記ヘリカルシャトルスキャンとは、被検体をヘリカルスキャンしながら、該被

50

検体とX線ファンビームとの相対位置関係を体軸方向に往復動させるスキャンを言う。この往復動には、走査ガントリを固定して撮影テーブルが往復動する場合と、撮影テーブルを固定して走査ガントリが往復動する場合とが含まれる。

【0010】

また上記の課題は例えば図6の構成により解決される。即ち、本発明(2)のX線CT装置の制御方法は、X線ファンビームにより被検体のスキャン読取を行う走査ガントリ部と、被検体を搭載する撮影テーブルと、上記各部の制御を行うとともに、走査ガントリ部で読み取ったスキャンデータに基づき被検体のCT断層像を再構成する制御部とを備えるX線CT装置の制御方法であって、前記制御部は、被検体に血管造影剤が注入されてから所定時間の経過後、該被検体の体軸方向における複数の関心部位S2, S4を含む領域に対してヘリカルシャトルスキャンを行うと共に、各関心部位S2, S4に対するスキャン読取に際してのみX線曝射を行うスキャン読取ステップと、前記読み取ったスキャンデータに基づき各関心部位S2, S4のCT断層像を再構成するとともに、得られた各CT値に基づき各関心部位におけるCT値の時間変化を求めるCT値時間変化演算ステップとを実行するものである。

10

【0011】

本発明(2)では、被検体の複数の関心部位S2, S4を含む領域に対してヘリカルシャトルスキャンを行うと共に、各関心部位S2, S4に対するスキャン読取に際してのみX線曝射を行うので、被検体の被曝を一層低減できる。

【0012】

また上記の課題は例えば図7の構成により解決される。即ち、本発明(3)のX線CT装置の制御方法は、X線ファンビームにより被検体のスキャン読取を行う走査ガントリ部と、被検体を搭載する撮影テーブルと、上記各部の制御を行うとともに、走査ガントリ部で読み取ったスキャンデータに基づき被検体のCT断層像を再構成する制御部とを備えるX線CT装置の制御方法であって、前記制御部は、血管造影剤が注入されてから所定時間の経過後、該被検体の体軸方向における複数の関心部位S2, S3, S4を含む複数の領域に対して予め定められたスキャンシーケンスに従い順次にヘリカルシャトルスキャン読取を行うスキャン読取ステップと、前記読み取ったスキャンデータに基づき各関心部位S2, S3, S4のCT断層像を再構成するとともに、得られた各CT値に基づき各関心部位におけるCT値の時間変化を求めるCT値時間変化演算ステップとを実行するものである。

20

30

【0013】

本発明(3)では、複数の関心領域に対して順次ヘリカルシャトルスキャン読取を行うことにより、複数部位をそれぞれに高い繰り返し密度で効率よくスキャンできる。従って、より高い精度(密度)でCT値のピークを検出でき、これに基づき各関心部位に対して最適の読取開始時間を設定できる。

【0014】

なお、予め定められたスキャンシーケンスとは、各関心部位に対してそれぞれにヘリカルシャトルスキャンを十分に行えるように予め大まかに見積もられたスキャンシーケンス(スキャン速度、各部位毎のシャトル繰り返し回数等)である。

40

【0015】

本発明(4)では、上記本発明(1)~(3)において、前記求めた各CT値の時間変化に基づいて前記造影剤注入から各関心部位におけるCT値のピークが得られるまでの各遅延時間を求める遅延時間演算ステップを更に実行するものである。

【0016】

本発明(4)によれば、各関心部位におけるCT値の時間変化(カーブ)を分析(ピークを検出等)することで、該各ピークに対応する遅延時間に基づき、後に各関心部位を本番で造影撮影する際の最適の各読取開始時間(及び、場合によっては読取終了時間)を容易かつ正確に設定できる。

【0017】

50

また本発明(5)のX線CT装置は、X線ファンビームにより被検体のスキャン読取を行う走査ガントリ部と、被検体を搭載する撮影テーブルと、上記各部の制御を行うとともに、走査ガントリ部で読み取ったスキャンデータに基づき被検体のCT断層像を再構成する制御部とを備えるX線CT装置であって、前記制御部は、被検体に血管造影剤が注入されてから所定時間の経過後、該被検体の体軸方向における複数の関心部位を含む領域に対してヘリカルシャトルスキャン読取を行うスキャン読取手段と、前記読み取ったスキャンデータに基づき各関心部位のCT断層像を再構成するとともに、得られた各CT値に基づき各関心部位におけるCT値の時間変化を求めるCT値時間変化演算手段とを備えるものである。

【0018】

10

また本発明(6)のX線CT装置は、X線ファンビームにより被検体のスキャン読取を行う走査ガントリ部と、被検体を搭載する撮影テーブルと、上記各部の制御を行うとともに、走査ガントリ部で読み取ったスキャンデータに基づき被検体のCT断層像を再構成する制御部とを備えるX線CT装置であって、前記制御部は、被検体に血管造影剤が注入されてから所定時間の経過後、該被検体の体軸方向における複数の関心部位を含む領域に対してヘリカルシャトルスキャンを行うと共に、各関心部位に対するスキャン読取に際してのみX線曝射を行うスキャン読取手段と、前記読み取ったスキャンデータに基づき各関心部位のCT断層像を再構成するとともに、得られた各CT値に基づき各関心部位におけるCT値の時間変化を求めるCT値時間変化演算手段とを備えるものである。

【0019】

20

本発明(7)では、上記本発明(6)において、スキャン読取手段は、X線曝射を行わない区間における体軸方向のスキャンピッチ(速度)を通常よりも速くするものである。従って、被検体の被曝をより低減できるとともに、各関心部位のスキャンをより高い繰り返し密度で行える為、CT値のピークタイミングをより高精度で検出できる。

【0020】

また本発明(8)のX線CT装置は、X線ファンビームにより被検体のスキャン読取を行う走査ガントリ部と、被検体を搭載する撮影テーブルと、上記各部の制御を行うとともに、走査ガントリ部で読み取ったスキャンデータに基づき被検体のCT断層像を再構成する制御部とを備えるX線CT装置であって、前記制御部は、血管造影剤が注入されてから所定時間の経過後、該被検体の体軸方向における複数の関心部位を含む複数の領域に対して予め定められたスキャンシーケンスに従い順次にヘリカルシャトルスキャン読取を行うスキャン読取手段と、前記読み取ったスキャンデータに基づき各関心部位のCT断層像を再構成するとともに、得られた各CT値に基づき各関心部位におけるCT値の時間変化を求めるCT値時間変化演算手段とを備えるものである。

30

【0021】

本発明(9)では、上記本発明(5)~(8)において、前記求めた各CT値の時間変化に基づいて前記造影剤注入から各関心部位におけるCT値のピークが得られるまでの各遅延時間を求める遅延時間演算手段を更に備えるものである。

【0022】

本発明(10)では、上記本発明(8)において、スキャン読取手段は、隣接する関心部位のスキャン読取に遷移する際には少なくとも1往復以上に渡って該隣接する両関心部位を含む領域のヘリカルシャトルスキャン読取を行うものである。従って、各関心部位間の遷移部分におけるCT値の欠落が生じ難い。

40

【0023】

本発明(11)では、上記本発明(4)~(10)において、撮影テーブルは被検体体軸方向に往復動可能であるとともに、スキャン読取手段は走査ガントリ部の開口部に対して撮影テーブルを往復動させることにより被検体のヘリカルシャトルスキャンを行うものである。

【0024】

本発明(12)では、上記本発明(4)~(10)において、走査ガントリ部は被検体

50

体軸方向に往復動可能であるとともに、スキャン読取手段は撮影テーブルに搭載された被検体に対して走査ガントリ部を往復動させることにより被検体のヘリカルシャトルスキャンを行うものである。アンギオCTシウテムでは、被検体をスキャンするに際して走査ガントリ部を移動させるものがあるが、本発明はこのようなシステムに適用して好適である。

【発明の効果】

【0025】

以上述べた如く本発明によれば、テストインジェクションによる本番撮影の予測がより正確に行えるため、血管造影を伴うCT撮影の信頼性、安全性の改善に寄与するところが極めて大きい。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

以下、添付図面に従って本発明に好適なる複数の実施の形態を詳細に説明する。なお、全図を通して同一符号は同一又は相当部分を示すものとする。図1は実施の形態によるX線CT装置の構成を示す図である。この装置は、X線ファンビームXLFBにより被検体100のスキャン読取を行う走査ガントリ部30と、被検体100を載せて体軸CLbの方向に移動させる撮影テーブル20と、上記各部30, 20の遠隔制御を行うとともに、技師や医師等が操作をする操作コンソール部10とを備える。

【0027】

走査ガントリ部30において、31は回転陽極型のX線管、31AはX線制御部、32はX線スライス幅の制限を行うコリメータ、32Aはコリメータ制御部、33はチャンネルCH方向に並ぶ多数($n=1000$ 程度)のX線検出素子が体軸CLbの方向の複数列に配列されているマルチX線検出器、34はX線検出器33の検出信号に基づき被検体の投影データを生成し、収集するデータ収集部(DAS: Data Acquisition System)、35は上記X線撮影系を被検体体軸の回りに回転自在に支持するガントリ、35Aはガントリ35の回転制御部である。

20

【0028】

操作コンソール部10において、11はX線CT装置の主制御・処理(スキャン制御、CT断層像の再構成処理等)を行う中央処理装置、11aはそのCPU、11bはCPU11aが使用するRAM, ROM等からなる主メモリ(MM)、12はキーボードやマウス等を含む指令やデータの入力装置、13はスキャン計画情報やCT断層像等を表示するための表示装置(CRT)、14はCPU11aと走査ガントリ部30及び撮影テーブル20との間で各種制御信号CSやモニタ信号MS等のやり取りを行う制御インタフェース、15はデータ収集部34からの投影データを一時的に蓄積するデータ収集バッファ、16はデータ収集バッファ15からの投影データを蓄積・格納するとともに、X線CT装置の運用に必要な各種アプリケーション・プログラムや各種演算/補正用のデータファイル等を格納している二次記憶装置(ハードディスク装置等)である。

30

【0029】

次にこのX線CT装置による基本的な撮影動作を説明する。被検体100を走査ガントリ部30の空洞部内に位置させた状態で、X線管31からのX線ビームXLFBを被検体100に照射する。この状態で、X線管31からのX線ファンビームXLFBは被検体100を透過してX線検出器33の各検出器列に一斉に入射する。データ収集部34はX線検出器33の各検出器出力に対応する投影データ $g(X, \theta)$ を生成し、これらをデータ収集バッファ15に格納する。ここで、Xは検出器のチャンネル番号、 θ は投影(ビュー)角を表す。更に、走査ガントリ35が僅かに回転した各ビュー角 θ で上記同様のX線投影を行い、こうして走査ガントリ1回転分の投影データを収集・蓄積する。また、同時にアキシャル/ヘリカルスキャン方式に従って撮影テーブル20を体軸CLbの方向に間欠的/連続的に移動させ、こうして被検体の所要撮影領域についての全投影データを収集・蓄積し、これらを二次記憶装置16に格納する。そして、CPU11aは、上記全スキャンの終了後、又はスキャンと並行して得られた投影データに基づき被検体100のCT断層

40

50

像を再構成し、これを表示装置 13 に表示する。

【0030】

本実施の形態では、このような X 線 CT 装置を使用したテストインジェクションにより心臓を通過した造影剤が体軸方向の複数の関心部位に到達する各時間を一挙に効率よく求める場合を詳細に説明する。なお、この場合の撮影テーブル 20 は被検体 100 を搭載して体軸方向に移動可能な天板 21 を備え、該天板 21 は一定速度（場合によっては可変速度）でガントリ空洞部内を往復動可能である。

【0031】

図 2 は実施の形態による X 線 CT 撮影処理のフローチャートで、後述する幾つかのスキュン方法に共通な基本的処理を示している。好ましくは、事前に被検体 100 のスカウトスキュン（2 次元レントゲン撮影に相当）を行った後、この処理に入る。ステップ S 11 では続く被検体へのテストインジェクションに伴うヘリカルシャトルスキュンのためのスキュンパラメータを設定する。

10

【0032】

図 3 に一例のスキュンパラメータ設定画面を示す。事前のスカウトスキュンの終了後、表示部 13 には続くヘリカルシャトルスキュンのためのスキュン設定画面 13A が表示され、技師等は必要なスキュンパラメータをマウスでクリック入力又はキー入力等する。この例では腕の静脈に注入した血管造影剤が心臓から上行大動脈、下行大動脈、胸部大動脈を通過して腹部大動脈に到達する過程が監視対象であり、一例のスキュンパラメータは以下の通りである。

20

【0033】

スキュンタイプ = ヘリカルシャトルスキュン

スキュン開始位置 = Z 1

スキュン反転位置 = Z 5

スキュンシーケンス = Z 1, Z 5 間を 120 秒間に渡って単純に往復

被検体のスカウト像 100 に重ねてスキュン開始, 反転位置 Z 1, Z 5 を表す直線が表示され、技師等は画面を見ることで、スキュン計画を確認し、又は変更可能である。

【0034】

ステップ S 12 では技師等がリコンパラメータの設定を行う。図 3 において、被検体体軸方向の複数の関心部位 S 2, S 3, S 4 について各 CT 値の時間変化を求めるためのリコンパラメータの設定を行う。関心部位（この例では血管部）の断層像をリコンする各スライス位置 S 2, S 3, S 4 は体軸方向の各スキュン位置 Z 2, Z 3, Z 4 にそれぞれ対応している。ステップ S 13 では確認「CONFIRM」ボタンの入力を待つ。

30

【0035】

こうして、やがて、技師等は「CONFIRM」ボタンを入力可能と判断すると、被検体の腕の静脈に血管造影剤を注入し、「CONFIRM」ボタンを押す。これにより、処理は、好ましくは前記注入した造影剤が心臓を通過して上行大動脈に到達するに要する所定時間を待って後、ステップ S 14 に進む。

【0036】

ステップ S 14 では上記図 3 のスキュン範囲をカバーする範囲についてヘリカルシャトルスキュンを行い、ステップ S 15 ではその投影データを収集して、これらを最終的にハードディスク装置 16 に蓄積・格納する。一例のヘリカルシャトルスキュンは、被検体のヘリカルスキュンを行いつつ、該被検体（天板 21）を一方向だけでなく、体軸の前後方向に往復動させるスキュンである。ここで、ヘリカルスキュンとは、ガントリ 35 を一定速度で回転させた状態で被検体を撮影しつつ、該被検体（天板 21）を体軸方向に一定速度で連続的に移動させるスキュンを言う。

40

【0037】

図 4 に一例のヘリカルシャトルスキュンの動作イメージを示す。図 4 (A) において、往路のヘリカルスキュンは、ガントリ 35 を一定速度で回転させた状態で被検体を Z 1 から Z 5 の範囲でヘリカルスキュンをすべく、天板 21 を Z 1 から Z 2 のスキュン位置に一

50

定速度で連続的に搬送することで行われる。図4(B)において、復路のヘリカルスキャンは、同じくガントリ35を一定速度で回転させた状態で被検体をZ5からZ1の範囲でヘリカルスキャンをすべく、天板21をZ5からZ1のスキャン位置に一定速度で連続的に搬送することで行われる。以上の動作を所定回数分連続的に繰り返す(shuttle)ことでヘリカルシャトルスキャンを行う。

【0038】

図2に戻り、ステップS16では所要のスキャンシーケンスを完了したか否かを判別し、完了でない場合はステップS14に戻る。こうして、やがて所要のスキャンシーケンスを終了すると、ステップS17に進み、ハードディスク装置16から各スライス面S2, S3, S4の画像再構成に必要な各投影データ $g(X, \quad)$ を順に抽出する。まず、往路の各投影データを抽出し、次に復路の各投影データを抽出し、こうして、所要シャトル回数分の投影データを抽出する。

10

【0039】

ステップS18では前記抽出した各投影データに対して所定の前処理(レファレンス補正処理、チャンネル間感度補正処理等)を行う。ステップS19では各スライス面S2, S3, S4に各対応する画像再構成用データ $h(X, \quad)$ を公知のデータ補間演算処理により生成し、ステップS20では各スライス面S2, S3, S4の関心部位(血管部等)のCT断層像を再構成する。ステップS21では血管部(造影剤)のCT値を時間軸に沿って求め、ステップS22では得られた各CT断層像と血管部(ROI)のCT値の時間変化とを画面に表示し、この処理を抜ける。

20

【0040】

なお、上記実施の形態では一連のヘリカルシャトルスキャンの完了後にステップS17以降の画像再構成処理を開始したが、これに限らない。ヘリカルシャトルスキャンの進行と並行して、必要な投影データの抽出及び再構成可能となったCT断層像の画像再構成を順次行い、得られたCT断層像と血管部のCT値とをその都度直ちに表示部13にリアルタイム表示(Auto View)しても良い。

【0041】

図5は第1の実施の形態によるテストインジェクション撮影処理を説明する図で、このヘリカルシャトルスキャンはガントリ35を一定速度で回転させた状態で天板21をスキャン範囲Z1~Z5内で往復動させる単純な場合を示している。図には、各関心部位S2, S3, S4におけるCT値の時間変化を併せて示す。時刻 t_0 で造影剤を注入後、該造影剤が心臓から流出する十分に被検体のヘリカルシャトルスキャンを開始する。往路Z1~Z5のヘリカルスキャンに2秒かかるとすると、復路Z5~Z1のヘリカルスキャンにも2秒かかり、トータル4秒で1往復となる。これを繰り返すことでヘリカルシャトルスキャンを行う。

30

【0042】

挿入図(a)に血管部断面の再構成イメージを示す。一般に、血液のCT値が30~40程度であるのに対し、周囲の内臓のCT値は50前後であるため、このままでは血管部の再構成画像に十分なコントラストは得られないが、造影剤のCT値は200~300程度であるため造影剤が充填されることにより血管部のCT値は時間経過とともに増加し、血管部(動脈瘤等)の状態を明瞭に診断できるようになる。そして、やがて造影剤が通過するとCT値も次第に低下する。

40

【0043】

今、関心部位S2に着目すると、復路と往路のスキャンがスライス面S2を通過する度に関心部位S2の再構成画像が得られ、各時点における血管部のCT値が得られる。更に、各時点のCT値を黒点でプロットするとともに、各黒点間を滑らかな曲線で補間すると、図示の様に上に凸のカーブが得られる。そこで、該カーブのピーク点を求めると、血管部S2について造影剤注入開始時刻 t_0 から最も造影剤に良く染まった関心部位S2の断層画像が得られるまでに遅延時間 t_1 を要することが分かる。これにより、本番の造影検査に際しては、遅延時間 t_1 を基準として、その前後にそれぞれ所定時間幅を有するよう

50

な造影検査時間を設定することで、関心部位 S 2 についての最適の造影検査を低被曝で効率よく行える。

【 0 0 4 4 】

以下、同様にして関心部位 S 3 , S 4 に各対応する遅延時間 t_2 , t_3 が高い精度で求まる。なお、各関心部位 S 2 , S 3 の CT 値については造影剤の進行とともに分散・希釈化されることにより、次第に低くなる傾向にあり、また各遅延時間 t_1 , t_2 , t_3 と各部の通過時間（ピーク形状の鈍さ）については、血管が次第に細くなることにより、次第に大きくかつ鈍くなる傾向にある。

【 0 0 4 5 】

本第 1 の実施の形態によれば、比較的単純なヘリカルシャトルスキャンを用いたテストインジェクションにより体軸方向の複数関心部位における各 CT 値の時間変化が低被曝で効率よく求まる。従って、本番撮影ではそれぞれのピークを含む前後適切な時間幅を設定可能となり、これにより本番の造影検査を低被曝で効率よくかつ正確に行える。

【 0 0 4 6 】

図 6 は第 2 の実施の形態によるテストインジェクション撮影処理を説明する図で、被検体の関心部位 S 2 , S 4 の撮影時のみ X 線を曝射する場合を示している。天板 2 1（被検体）の往復動については上記第 1 の実施の形態で述べたものと同様である。この例では血管部 S 2 が関心部位から除外されているため、この区間における X 線の曝射を行わないようにしている。図は、X 線の曝射されるスキャン範囲を幅広の帯（塗りつぶし）で示し、X 線が曝射されない部分を点線で示している。従って、被検体の被曝量を大幅に低減できる。

【 0 0 4 7 】

なお、X 線を曝射しない部分における天板 2 1 の搬送ピッチを通常よりも速く（シャトル可変ピッチヘリカル）することが可能であり、こうすれば、より一層の被曝低減が図れる。

【 0 0 4 8 】

図 7 は第 3 の実施の形態によるテストインジェクション撮影処理を説明する図で、被検体の各関心部位 S 2 , S 3 , S 4 の順に必要な最小限のヘリカルシャトルスキャンを繰り返す場合を示している。図において、この場合の天板 2 1 は第 1 の関心部位 S 2 を含む第 1 の範囲で必要最小限の第 1 のヘリカルシャトルスキャンを行い、次に第 2 の関心部位 S 3 を含む第 2 の範囲で必要最小限の第 2 のヘリカルシャトルスキャンを行い、そして、第 3 の関心部位 S 4 を含む第 3 の範囲で必要最小限の第 3 のヘリカルシャトルスキャンを行う。

【 0 0 4 9 】

この場合に、好ましくは、図示の如く、関心部位 S 2 から S 3 のスキャンに遷移する際には、両関心部位 S 2 , S 3 を含む範囲について少なくとも 1 以上の共通のヘリカルシャトルスキャンを行う。こうすることで、両関心部位 S 2 , S 3 における各 CT 値の時間変化（カーブ）がオーバーラップする部分の各 CT 値も漏れなく検出できる。関心部位 S 3 から S 4 への遷移領域についても同様である。

【 0 0 5 0 】

なお、各関心部位 S 2 , S 3 , S 4 に対してそれぞれ何回分のヘリカルシャトルスキャンを行うかのスキャンシーケンスについては、各関心部位の体軸方向の位置や血管部の太さを考慮した過去の経験則に基づき予め大まかに見積もることが可能である。

【 0 0 5 1 】

本第 3 の実施の形態によれば、各関心部位 S 2 , S 3 , S 4 についてそれぞれに必要な最小限のヘリカルシャトルスキャンを行う構成により、被検体の被曝量を一層低減できる。また、各関心部位毎に繰り返し密度の高いヘリカルシャトルスキャンを行うため、CT 値の時間変化の検出精度も更に向上する。

【 0 0 5 2 】

なお、上記各実施の形態では各関心部位 S 2 , S 3 , S 4 についてそれぞれに 1 スライ

10

20

30

40

50

ス面のCT値をモニタしたが、これに限らない。各関心部位の近傍のスライス面についてもCT値をモニタすることで、より信頼性の高いCT値の時間変化をモニタできる。

【0053】

また、上記実施の形態では大動脈部におけるCT値をモニタしたが、これに限らない。本発明は臓器におけるCT値のモニタにも適用できることは言うまでも無い。

【0054】

また、上記各実施の形態では被検体を搭載した天板21を体軸方向に往復動させる場合を述べたが、これに限らない。図示しないが、逆に天板21を固定した状態で、走査ガントリ部30の方を被検体体軸の方向に往復動させても良いことは明らかである。

【0055】

また、上記本発明に好適なる実施の形態を述べたが、本発明思想を逸脱しない範囲内で各部の構成、制御、処理及びこれらの組み合わせの様々な変更が行えることは言うまでも無い。

【図面の簡単な説明】

【0056】

【図1】実施の形態によるX線CT装置の構成を示す図である。

【図2】実施の形態によるX線CT撮影処理のフローチャートである。

【図3】実施の形態によるスキャン/リコンパラメータ設定処理のイメージ図である。

【図4】実施の形態によるヘリカルシャトルスキャンのイメージ図である。

【図5】第1の実施の形態によるテストインジェクション撮影処理を説明する図である。

【図6】第2の実施の形態によるテストインジェクション撮影処理を説明する図である。

【図7】第3の実施の形態によるテストインジェクション撮影処理を説明する図である。

【符号の説明】

【0057】

10 操作コンソール部

11 中央処理装置

11a CPU

11b 主メモリ(MM)

12 入力装置

13 表示装置(CRT)

14 制御インターフェース

15 データ収集バッファ

16 二次記憶装置(ハードディスク装置等)

20 撮影テーブル

21 天板

30 走査ガントリ部

31 X線管

32 コリメータ

33 マルチX線検出器

34 データ収集部(DAS: Data Acquisition System)

35 ガントリ

10

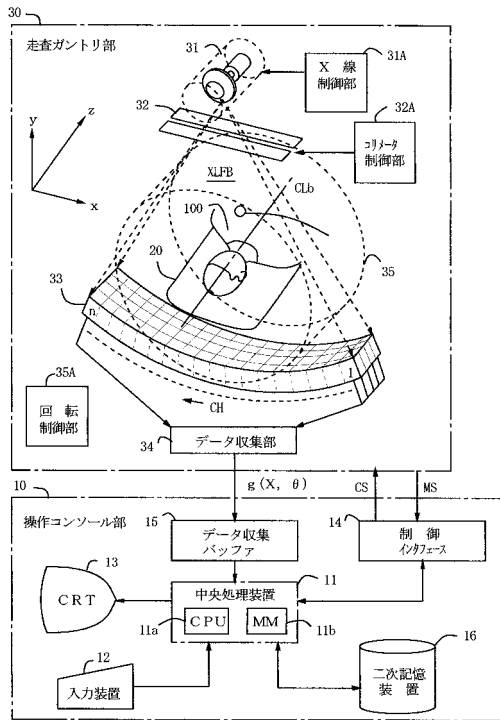
20

30

40

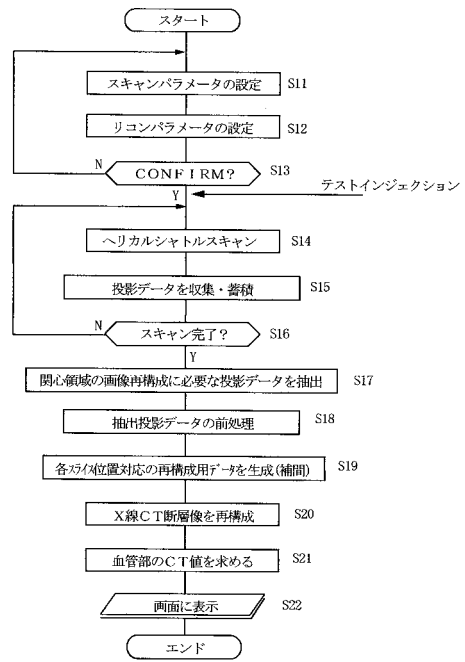
【 図 1 】

実施の形態によるX線CT装置の構成を示す図



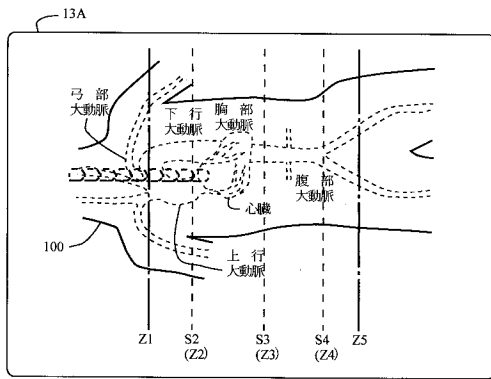
【 図 2 】

実施の形態によるX線CT撮影処理のフローチャート



【 図 3 】

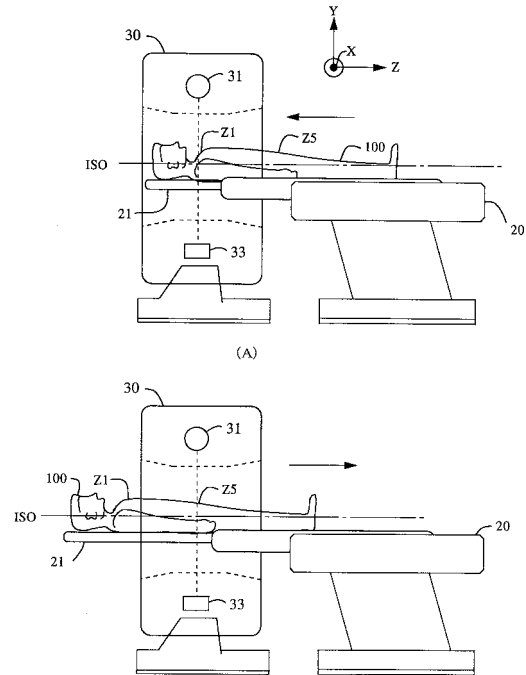
実施の形態によるスキャン/リコンパラメータ設定処理のイメージ図



(A)

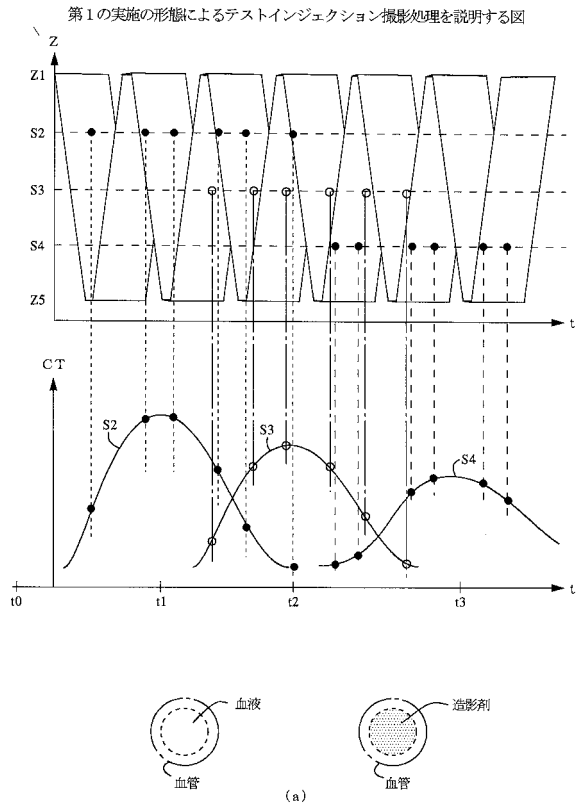
【 図 4 】

実施の形態によるヘリカルシャトルスキャンのイメージ図

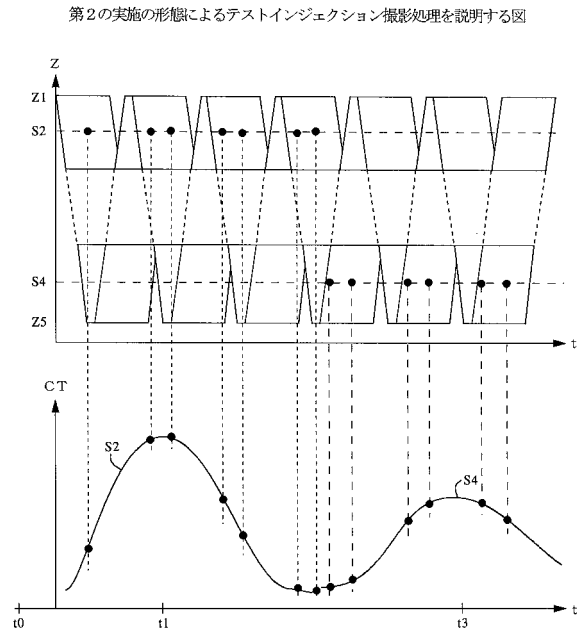


(B)

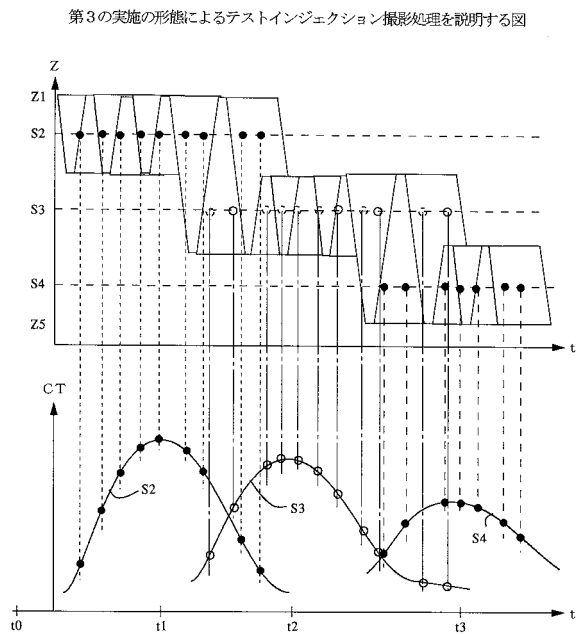
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 関口 淳子

東京都日野市旭が丘4丁目7番地の127 ジーイー横河メディカルシステム株式会社内

Fターム(参考) 4C093 AA24 BA10 CA34 DA02 FF19 FF28