

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5134606号  
(P5134606)

(45) 発行日 平成25年1月30日(2013.1.30)

(24) 登録日 平成24年11月16日(2012.11.16)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 6/03 (2006.01)

A 6 1 B 6/03 3 5 O K

A 6 1 B 6/03 3 5 O G

A 6 1 B 6/03 3 2 O K

請求項の数 12 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2009-223336 (P2009-223336)  
(22) 出願日 平成21年9月28日(2009.9.28)  
(65) 公開番号 特開2011-67555 (P2011-67555A)  
(43) 公開日 平成23年4月7日(2011.4.7)  
審査請求日 平成23年8月22日(2011.8.22)

(73) 特許権者 000153498  
株式会社日立メディコ  
東京都千代田区外神田四丁目14番1号  
(74) 代理人 100064414  
弁理士 磯野 道造  
(74) 代理人 100111545  
弁理士 多田 悦夫  
(72) 発明者 坪田 悠史  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所 中央研究所内  
(72) 発明者 渡辺 史人  
東京都千代田区外神田四丁目14番1号  
株式会社日立メディコ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 X線CT装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

X線焦点からX線を発生するX線源と、  
前記X線を整形するためのコリメータと、  
被写体を透過したX線を検出するためのX線検出器素子が多列複数配置されている本体  
検出器と、  
前記X線焦点の位置の移動を検出する焦点移動検出部と、  
を備えるX線CT装置において、  
前記焦点移動検出部に入射する散乱線量を測定するための散乱線検出部を備える  
ことを特徴とするX線CT装置。

【請求項2】

X線焦点からX線を発生するX線源と、  
前記X線を整形するためのコリメータと、  
被写体を透過したX線を検出するためのX線検出器素子が多列複数配置されている本体  
検出器と、  
前記X線焦点の位置の移動を検出する焦点移動検出部と、  
を備えるX線CT装置において、  
前記焦点移動検出部に入射する散乱線量を測定するための散乱線検出部を備え、  
前記焦点移動検出部と前記散乱線検出部が検出した情報を基に、前記本体検出器に入射  
するX線照射範囲の制御をする

10

20

ことを特徴とする X 線 C T 装置。

【請求項 3】

前記 X 線照射範囲の制御は、  
前記コリメータを移動させる移動機構により行われる  
ことを特徴とする請求項 2 に記載の X 線 C T 装置。

【請求項 4】

前記 X 線照射範囲の制御は、  
前記 X 線焦点の位置を移動させる移動機構により行われる  
ことを特徴とする請求項 2 に記載の X 線 C T 装置。

【請求項 5】

前記 X 線照射範囲の制御は、  
ネガティブフィードバック制御により行われる  
ことを特徴とする請求項 2 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載の X 線 C T 装置。

【請求項 6】

前記コリメータの開口幅に応じて、  
前記焦点移動検出部及び前記散乱線検出部の機能を持つ X 線検出器素子を決定する  
ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項に記載の X 線 C T 装置。

【請求項 7】

前記焦点移動検出部に X 線焦点の半影を作るためのスリットを設け、  
かつ該スリットが前記散乱線検出部への直接 X 線入射を防止する遮蔽体を兼ねる構造を  
備える  
ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項に記載の X 線 C T 装置。

【請求項 8】

前記スリットに開口部を複数設ける  
ことを特徴とする請求項 7 に記載の X 線 C T 装置。

【請求項 9】

前記焦点移動検出部に X 線焦点の半影を作るためのスリットを設け、  
なおかつ該スリットが前記散乱線検出部への直接 X 線入射を防止する遮蔽体を兼ねる構造  
を備え、

さらに前記コリメータの開口幅に応じて、

前記焦点移動検出部の機能を持つ X 線検出器素子を、半影を含む直接 X 線入射域から選  
び、前記散乱線検出部の機能を持つ X 線検出器素子を、直接 X 線入射域外から選ぶことで

、  
X 線焦点位置ずれ検出とリファレンス補正を同時に行える  
ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項に記載の X 線 C T 装置。

【請求項 10】

前記焦点移動検出部に入射する散乱線量を見積もるために、異なるスキャナ回転角度の  
測定データを用いる  
ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか 1 項に記載の X 線 C T 装置。

【請求項 11】

前記焦点移動検出部と前記 X 線焦点との間に前記被写体が入り込んだことを検知し、コ  
リメータ制御の有無を判定する手段を備える  
ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 10 のいずれか 1 項に記載の X 線 C T 装置。

【請求項 12】

X 線焦点から X 線を発生する機能と、  
前記 X 線を整形する機能と、  
被写体を透過した X 線を検出するための機能と、  
前記 X 線焦点の位置の移動を検出する機能と、  
を備える X 線 C T 装置において、  
前記 X 線焦点の位置の移動を検出する機能の出力データに含まれる散乱線量を測定する

機能を備え、

前記X線焦点の位置の移動を検出する機能が焦点移動距離計算時に、  
前記散乱線量を測定する機能を用いて、前記出力データの散乱線量を補正する  
ことを特徴とするX線CT装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、X線CT装置に関する。

【背景技術】

【0002】

10

X線CT (Computed Tomography) 装置とは、被写体にX線を照射するX線源と、そのX線源と対向する位置に、被写体を透過したX線を検出する被写体撮像用X線検出器とを有し、被写体の周りを回転撮像することによって得た複数方向の投影データをもとに、被写体内部のX線吸収率の違いを、データ処理系を用いて画像として再構成するための装置である。

ここで、X線源には、通常、高電圧で加速された電子を陽極に照射し、X線を発生させるX線管球が用いられる。しかし、電子の加速に使われたエネルギーに対してX線の発生効率は低く、ほとんどのエネルギーは熱に変わるため、加熱された陽極の熱膨張によりX線ビームの発生位置が変動する現象が生じる。

【0003】

20

このようなX線焦点の位置ずれの影響を取り除き、再構成画像に発生する偽像 (アーチファクト) を低減するために、X線焦点の移動の検出と、X線焦点位置の制御あるいは測定データの補正を行う必要がある。

X線焦点の位置ずれを検知するための検出器 (以下、シフト検出器) は、二つ以上のX線検出器素子を並べた構成となっており、各X線検出器素子の出力信号の違いから、X線の照射中心すなわち焦点位置を測定するものである。

また、X線焦点位置の制御を行うには、例えばX線管球を照射中心に移動させる方法、もしくは、X線のビーム範囲を制限しているコリメータを移動させて実施する方法がとられる。

【0004】

30

従来のシフト検出器を用いたX線焦点の位置ずれの計測と補正については、例えば特許文献1のX線CT装置や特許文献2のX線CT装置が開示されている。また、被写体等で発生した散乱X線の補正に関する技術として、例えば特許文献3のCTスキャナや特許文献4のX線CT装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平11-89826号公報

【特許文献2】特開2002-320607号公報

【特許文献3】特開平08-154926号公報

【特許文献4】特開平08-252248号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

被写体撮像用X線検出器には、特許文献4 (特開平08-252248号公報) で示されるように、被写体や構造物で散乱した散乱X線が入射し、取得データに対するノイズ源となる問題がある。

同様に、シフト検出器に入射する散乱X線は、シフト検出器のX線焦点の位置ずれ検出精度を低下させる。

しかし、被写体のサイズ、形状に応じて散乱X線量は変化するため、被写体に起因する

50

散乱 X 線量を測定前に見積もることが困難である。

【 0 0 0 7 】

そこで、本発明は、測定毎の散乱 X 線量に応じてシフト検出器の出力を補正し、精度良く X 線焦点位置ずれを算出することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

上記の目的を達成するため、本発明に係る X 線 CT 装置は、X 線焦点から X 線を発生する X 線源と、前記 X 線を整形するためのコリメータと、被写体を透過した X 線を検出するための X 線検出器素子が多列複数配置されている本体検出器と、前記 X 線焦点の位置の移動を検出する焦点移動検出部と、を備える X 線 CT 装置において、前記焦点移動検出部に入射する散乱線量を測定するための散乱線検出部を備えることを特徴とする。

10

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本発明に係る X 線 CT 装置によれば、シフト検出器を用いて精度良く X 線焦点の位置ずれを算出することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図 1】本発明の第一の実施の形態に係る X 線 CT 装置の構造を体軸方向から見た図である。

【図 2】本発明の第一の実施の形態に係る X 線 CT 装置の構造を X 線ビーム照射方向から見た図であり、( a ) ( b ) はそれぞれコリメータ開口幅の異なる場合を示した図である。

20

【図 3】本発明の第二の実施の形態に係る X 線 CT 装置の構造を体軸方向から見た図である。

【図 4】本発明の第二の実施の形態に係る X 線 CT 装置の構造を X 線ビーム照射方向から見た図である。

【図 5】本発明の第二の実施の形態に係る X 線 CT 装置について、スリットに複数の開口がある場合の構造の概略を示した図である。

【図 6】本発明の第二の実施の形態の変形例に係る X 線 CT 装置の構造を体軸方向から見た図である。

30

【図 7】本発明の第二の実施の形態の変形例に係る X 線 CT 装置の構造を X 線ビーム照射方向から見た図である。

【図 8】本発明の第二の実施の形態の変形例に係る X 線 CT 装置について、スリットに複数の開口がある場合の構造の概略を示した図である。

【図 9】本発明の第二の実施の形態に係る X 線 CT 装置と、本発明の第二の実施の形態の変形例に係る X 線 CT 装置と、を組み合わせた場合の構造の概略を示した図である。

【図 10】本発明の第一の実施の形態に係る X 線 CT 装置におけるシフト検出器のデータに関する散乱線補正処理の流れを示すフローチャートである。

【図 11】本発明の第一の実施の形態に係る X 線 CT 装置におけるシフト検出器のデータに関する散乱線補正処理とコリメータ制御の流れを示すフローチャートである。

40

【図 12】本発明の第二の実施の形態に係る X 線 CT 装置におけるシフト検出器のデータに関する散乱線補正処理の流れを示すフローチャートである。

【図 13】本発明の第二の実施の形態に係る X 線 CT 装置におけるシフト検出器のデータに関する散乱線補正処理とコリメータ制御の流れを示すフローチャートである。

【図 14】本発明の第一の実施の形態に係る X 線 CT 装置において、シフト検出器と散乱線検出器で測定される X 線強度プロファイルの概要を示す図である。

【図 15】本発明の第二の実施の形態に係る X 線 CT 装置において、シフト検出器と散乱線検出器で測定される X 線強度プロファイルの概要を示す図である。

【図 16】本発明の第三の実施の形態に係る X 線 CT 装置の構造を体軸方向から見た図である。

50

【図 1 7】本発明の第三の実施の形態に係る X 線 C T 装置の構造を X 線ビーム照射方向から見た図であり、( a ) ( b ) ( c ) はそれぞれコリメータ開口幅の異なる場合を示した図である。

【図 1 8】本発明の第三の実施の形態に係る X 線 C T 装置におけるシフト検出器のデータに関する散乱線補正処理とコリメータ制御の流れを示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 1 】

第一の実施の形態

以下、本発明の第一の実施の形態に係る X 線 C T 装置 1 0 0 を図 1、図 2 を用いて説明する。

10

図 1 は、本発明の第一の実施の形態に係る X 線 C T 装置の構造を体軸方向から見た図である。図 2 は、本発明の第一の実施の形態に係る X 線 C T 装置の構造を X 線ビーム照射方向から見た図であり、( a ) ( b ) はそれぞれコリメータ開口幅の異なる場合を示した図である。

【 0 0 1 2 】

X 線 C T 装置 1 0 0 の図示しないガントリの中央部には被写体 3 が進入できる開口部 2 が設けられている。

また、X 線 C T 装置 1 0 0 のスキャナ装置には、X 線源である X 線管球 1 と、コリメータ 8 と、被写体撮像用 X 線検出器 ( 本体検出器 4 ) とが備えられ、開口部 2 の中心を回転中心軸としてガントリに回転可能に支持されている。このような構成により、開口部 2 内の被写体 3 を回転撮像することが可能となる。

20

【 0 0 1 3 】

< X 線管球 1 >

X 線源である X 線管球 1 は、X 線管球 1 内にある有限の大きさを持つ X 線焦点 9 から X 線を発生する。

なお、X 線管球 1 の陽極が加熱されて膨張する現象は体軸方向 ( スライス方向ともいう ) に対してのみ発生し、その結果、X 線焦点 9 が体軸方向にのみ移動するものとする。

【 0 0 1 4 】

< コリメータ 8 >

コリメータ 8 は、X 線管球 1 と被写体 3 の間に配置され、被写体 3 の検査したい範囲内だけに X 線を照射するように X 線の照射範囲を整形することで、被写体 3 の無効被曝を防ぐ役割を担う。

30

【 0 0 1 5 】

< 本体検出器 4 >

被写体 3 を挟んで X 線管球 1 と対向する位置に被写体撮像用 X 線検出器 ( 以下、本体検出器 4 という ) が配置される。本体検出器 4 は、一度の被写体 3 への X 線照射で多数の X 線透過率のデータを同時に得るために、X 線検出器素子がスキャナ回転方向 ( チャンネル方向ともいう ) 及び体軸方向に対して多列複数配置される。

ここで、X 線検出器素子とは、X 線の入射した位置を特定可能な最小単位を示し、例えば、シンチレータとダイオードを用いた X 線検出器の場合には、X 線検出信号はダイオード毎に検出されるため、X 線検出器素子はダイオードの単位となる。

40

【 0 0 1 6 】

< シフト検出器 5 >

X 線焦点 9 の移動を検出するシフト検出器 5 は、被写体 3 を透過することによる X 線の減衰の影響を受けることのないよう、本体検出器 4 の多数の X 線検出器素子の一部として本体検出器 4 のスキャナ回転方向の端部に配置されている。シフト検出器 5 は、X 線焦点 9 の位置とその大きさ及びコリメータ 8 との幾何配置により決定される半影量の違いを体軸方向に並べられた 2 つ以上の X 線検出器素子で測定する。測定された半影量の違いに基づいて体軸方向の X 線焦点 9 の移動量が算出される。

ここで、半影とは、X 線焦点 9 が理想的な点源として扱えず幅を有するために、X 線焦

50

点 9 の一部分からの X 線は直接届くが、X 線焦点 9 の他の部分からの X 線は遮蔽体によって直接には届かない状態を示す。

第一の実施の形態に係る X 線 CT 装置 100 では、図 1、図 2 のように、シフト検出器 5 が本体検出器 4 のスキャナ回転方向の両端部にそれぞれ 1 セットずつ配置される場合を示す。

#### 【0017】

##### < 散乱線検出器 6 >

散乱線検出器 6 は、シフト検出器 5 に入射する散乱 X 線の線量を見積もるために、シフト検出器 5 の体軸方向の外側端部に配置される。

散乱線のみを正しく検出するために、X 線焦点 9 から散乱線検出器 6 に直接 X 線が入射しないように X 線を遮蔽する遮蔽体が必要である。

第一の実施の形態に係る X 線 CT 装置 100 では、コリメータ 8 が X 線の照射範囲を整形すると同時に、散乱線検出器 6 に直接 X 線が入射しないように配置される（後述する図 14 参照）。

そのため、シフト検出器 5 とは逆に、コリメータ 8 による半影が入らないように、散乱線検出器 6 はシフト検出器 5 から体軸方向の外側に充分距離をとる必要がある。

#### 【0018】

また、シフト検出器 5 と散乱線検出器 6 の X 線遮蔽体として、コリメータ 8 を用いているため、コリメータ 8 の開口幅によって X 線ビームが照射される X 線検出器素子もしくは遮蔽される X 線検出器素子が異なるため、図 2 (a)、図 2 (b) に示すように、コリメータ 8 の開口幅に応じてシフト検出器 5 及び散乱線検出器 6 の機能を担う X 線検出器素子を変化させる。

#### 【0019】

なお、統計精度を向上させるため、シフト検出器 5 及び散乱線検出器 6 の機能を担う X 線検出器素子は、複数の X 線検出器素子から得られるデータをまとめて一つのデータとしてもよい。

また、散乱線検出器 6 への半影の影響を除去するため、シフト検出器 5 と散乱線検出器 6 の間に、散乱線検出器 6 としてもシフト検出器 5 としても使われない X 線検出器素子があってもよい。

#### 【0020】

##### < 位置ずれの補正処理 >

図 10 を用いて X 線焦点 9 の位置ずれの補正処理の流れを説明する。

図 10 は、本発明の第一の実施の形態に係る X 線 CT 装置におけるシフト検出器のデータに関する散乱線補正処理の流れを示すフローチャートである。

#### 【0021】

まず、ステップ S101 において、撮像前に、制御装置 12 (X 線 CT 装置 100) は、ユーザが設定する被写体 3 の撮像条件に応じてコリメータ 8 を制御し、コリメータ 8 の開口幅を設定する。

制御装置 12 (X 線 CT 装置 100) は、コリメータ 8 の開口幅を、例えば、被写体 3 の関心領域全体に必要な X 線を照射できるように設定する。または、コリメータ 8 の開口幅を、無効被曝を減らすため、被写体 3 の関心領域端部までは X 線焦点 9 の全領域から直接 X 線が照射されるが、関心領域外にはなるべく直接 X 線が入射しないように設定する。

#### 【0022】

次に、ステップ S102 において、演算装置 11 (X 線 CT 装置 100) は、X 線焦点 9 の位置及び大きさ、コリメータ 8 の位置及び開口幅と X 線検出器素子との幾何配置に応じて、本体検出器 4、シフト検出器 5、及び散乱線検出器 6 となる役割を果たす X 線検出器素子を決定する。

#### 【0023】

図 14 に体軸方向の X 線検出器素子の位置と、信号強度との関係を示す。

図 14 は、本発明の第一の実施の形態に係る X 線 CT 装置において、シフト検出器と散

10

20

30

40

50

乱線検出器で測定されるX線強度プロファイルの概要を示す図である。

まず、図14を用いてX線焦点9、コリメータ8、本体検出器4、シフト検出器5、及び散乱線検出器6の幾何配置を説明する。

X線焦点9は理想的な点源として扱えず幅を有するため、X線焦点9の全領域から直接X線が入射する領域（半影を含まない直接X線領域）と、X線焦点9の一部分からのX線は直接届くがX線焦点9の他の部分からのX線は遮蔽体（コリメータ8）によって直接には届かない半影領域と、遮蔽体（コリメータ8）によってX線焦点9からX線が直接入射しない領域が発生する。図14に示すように、これらの領域は、X線焦点9の位置及び大きさ、コリメータ8の位置及び開口幅、X線検出器素子の配置により幾何的に決定される。

10

X線検出器素子について、通常、半影を含まない直接X線領域に本体検出器4を配置する。また、半影領域にシフト検出器5を配置する。さらに、X線焦点9からX線が直接入射しない領域に散乱線検出器6を配置し、半影の影響のない散乱線のみを測定する。

#### 【0024】

但し、被曝低減のためにコリメータ8の開口幅を絞り、半影領域の一部が本体検出器4にかかるような配置にしても構わない。その場合、本体検出器4とシフト検出器5を一つのX線検出器素子が兼用することがある。

逆に、シフト検出器5の一部に、半影を含まない直接X線領域がかかるような配置にしてもよく、シフト検出器5の一部に、X線焦点9からX線が直接入射しない領域がかかるような配置にしても構わない。

20

一方、散乱線検出器6は、半影の影響のない散乱線のみを測定するためのものであり、半影領域にかからないように配置する。

#### 【0025】

図14では、半影領域となるX線検出器素子5(a)、5(b)がシフト検出器5として決定される。また、X線焦点9からのX線がコリメータ8により遮蔽され直接入射せず、被写体3等で発生した散乱X線が入射するX線検出器素子6(a)、6(b)が散乱線検出器6として決定される。

#### 【0026】

##### <撮像>

再び、図10を用いてX線焦点9の位置ずれの補正処理の流れの続きを説明する。

30

シフト検出器5、散乱線検出器6として使用されるX線検出器素子の決定（ステップS102）が終了後、X線CT装置100は、被写体3の撮像に移行する。

撮像時はX線焦点9の位置でX線が発生し、コリメータ8によってX線照射領域が整形される。

被写体3を透過したX線は、本体検出器4で検出され、そのX線強度に応じた信号をデータとしてX線CT装置100のデータ処理系（記録装置10、演算装置11、制御装置12）（図1参照）に送られ、画像として再構成される。

#### 【0027】

このとき、X線CT装置100のデータ処理系（記録装置10、演算装置11、制御装置12）は、同時にシフト検出器5及び散乱線検出器6のデータも取得する（ステップS103）。

40

#### 【0028】

##### <焦点位置ずれ量決定>

シフト検出器5及び散乱線検出器6から取得したデータからX線焦点9の位置ずれを求める（ステップS103～S106）。

X線焦点9の位置ずれ量を求める方法を以下に示す。

#### 【0029】

ステップS104において、演算装置11は、記憶装置10に事前に記憶してある被写体3がない状態で撮像したデータ（エアデータ）を記憶装置10から読み出し、シフト検出器5及び散乱線検出器6から取得したデータをエアデータで規格化することによって、

50

X線検出器素子間の感度ばらつきを補正する補正処理（エア補正）を実施する。

【0030】

次に、シフト検出器5が2以上のX線検出器素子からなる場合には、本体検出器4に対して、図14の5(a)と5(b)で示されるように、体軸方向の負側にあるX線検出器素子5(a)のエア補正後のデータを平均する。同様に、体軸方向の正側にあるX線検出器素子5(b)のエア補正後のデータを平均する。

以下、平均したデータの値を図14のX線検出器素子5(a)についてはA、図14のX線検出器素子5(b)についてはBとする。

【0031】

また、散乱線検出器6が2以上のX線検出器素子からなる場合には、本体検出器4に対して、図14の6(a)と6(b)で示されるように、体軸方向の負側にあるX線検出器素子6(a)のエア補正後のデータを平均する。同様に、体軸方向の正側にあるX線検出器素子6(b)のエア補正後のデータを平均する。

以下、平均したデータの値を図14のX線検出器素子6(a)についてはC、図14のX線検出器素子6(b)についてはDとする。なお図14の5(a)、5(b)、6(a)、6(b)については、スキャナ回転方向の端部のX線検出器素子を表すものとする。

【0032】

また、回転撮像するX線CT装置100において、異なったスキャナ回転角度(view)で撮像されたデータを用いることで、散乱線検出の統計精度を上げることにもできる。具体的には、散乱線分布はなだらかであるとして、近隣のviewデータの平均をとるようにして

もよい。

また、ヘリカルスキャンの場合、あるスキャナ回転角度(view)における体軸方向正側の端にある散乱線検出器6で測定されたデータと、スキャナ一回転後のスキャナ回転角度(view)における体軸方向負側の端にある散乱線検出器6で測定されたデータの平均を取ること、統計精度を向上できる。

またスキャナが回転しても体軸方向に被写体3への照射範囲が進行しない通常スキャンにおいても、一回転前後の散乱線検出器6の出力を平均化することで統計精度を向上できる。この場合には、スキャナ回転数が多いほど統計精度は向上する。

【0033】

次に、ステップS105およびステップS106について、X線焦点9の位置ずれを計算する方法について説明する。X線焦点9の位置ずれを表す量として を(式1)の形で定義する。

【0034】

$$= 2 \times (A - B) / (A + B) \cdots (式1)$$

【0035】

しかし、シフト検出器5が本体検出器4の端部に配置される場合、図14に示すように、実際にはA、Bには被写体3等からのリアルタイムに変化する散乱X線が散乱線バックグラウンド量Sとして含まれる。この散乱線バックグラウンド量Sを明示的に書くとAおよびBは(式2)(式3)のようになる。なお、'は散乱X線が含まれていないことを示すものとする。

【0036】

$$A = A' + S_{(5(a))} \cdots (式2)$$

$$B = B' + S_{(5(b))} \cdots (式3)$$

【0037】

ここで、散乱線分布は体軸方向に関してなだらかであるとして、散乱線検出器6で得られたエア補正後のデータを用いて0次で近似する。AおよびBの値を散乱線補正すると、(式4)(式5)のようになる(ステップS105)。

【0038】

$$A' = A - C \cdots (式4)$$

$$B' = B - D \cdots (式5)$$



## 【 0 0 3 9 】

散乱線補正された  $A'$  および  $B'$  を用いて、X線焦点 9 の位置ずれを表す量  $\delta$  は、以下の(式 6)を用いて計算される(ステップ S 1 0 6)。

## 【 0 0 4 0 】

$$\begin{aligned} \delta &= 2 \times (A' - B') / (A' + B') \\ &= 2 \times (A - B - C + D) / (A + B - C - D) \cdots (\text{式 6}) \end{aligned}$$

## 【 0 0 4 1 】

本発明の第一の実施の形態に係る X 線 CT 装置 1 0 0 によって、以下の効果が得られる。

## (効果 1)

上記  $\delta$  値を用いることで、散乱 X 線、特に被写体 3 からの測定毎に変化する散乱 X 線による影響を補正・除去することができ、より精度良く X 線焦点 9 の位置ずれを算出することができる。

## (効果 2)

X 線焦点 9 の位置ずれの検出に重要な半影領域と、散乱線の検出に必要となる直接 X 線の入射しない領域を分け、それぞれの領域毎に適切な位置に配置される X 線検出器素子のデータを必要に応じて足し合わせて用いることで、X 線焦点 9 の位置ずれの検出精度を向上できる。

## (効果 3)

シフト検出器 5 及び散乱線検出器 6 を本体検出器 4 の X 線検出器素子の一部として作成することで、シフト検出器 5 や散乱線検出器 6 を別途作成するコストを低減でき、また配置調整などのメンテナンス労力も軽減できることが期待される。

## 【 0 0 4 2 】

なおここで得られた焦点位置情報をもとに以下のようなコリメータ 8 の制御を行っても良い。

時々刻々と変化する X 線焦点の位置ずれに応じて、撮像中リアルタイムにコリメータ 8 を制御することで、本体検出器 4 に入射する X 線照射範囲を調整することができる。調整をより正確に行うために、上記焦点位置情報を用いることができる。

## 【 0 0 4 3 】

<コリメータ 8 制御>

図 1 1 を用いて X 線焦点 9 の位置ずれの補正処理とコリメータ 8 の制御の流れを説明する。

図 1 1 は、本発明の第一の実施の形態に係る X 線 CT 装置におけるシフト検出器のデータに関する散乱線補正処理とコリメータ制御の流れを示すフローチャートである。

## 【 0 0 4 4 】

ステップ S 1 5 1 からステップ S 1 5 6 までの流れは図 1 0 のステップ S 1 0 1 からステップ S 1 0 6 までと同じであり、説明は省略する。なお、ステップ S 1 5 1 はステップ S 1 0 1 と、ステップ S 1 5 2 はステップ S 1 0 2 と、ステップ S 1 5 3 はステップ S 1 0 3 と、ステップ S 1 5 4 はステップ S 1 0 4 と、ステップ S 1 5 5 はステップ S 1 0 5 と、ステップ S 1 5 6 はステップ S 1 0 6 と、対応する。

## 【 0 0 4 5 】

ステップ S 1 5 7 において、演算装置 1 1 は、ステップ S 1 5 6 において得られた  $\delta$  値からコリメータ 8 の移動量を決定する。

コリメータ 8 の移動量は、例えば  $\delta$  値に、予め測定しておいたスキャン条件毎の最適な比例定数を掛けて求めることができる。

## 【 0 0 4 6 】

ステップ S 1 5 8 において、制御装置 1 2 は、フィードバック回路を用いてコリメータ 8 の位置をずらすことで、半影の位置を移動させることができる。

## 【 0 0 4 7 】

フィードバック回路を用いた X 線照射野の制御方法について次に示す。

例えば、図 1 4 における X 線検出器素子 5 ( a ) と X 線検出器素子 5 ( b ) が、体軸方向視野中心からそれぞれ正/負の方向に同じ距離に配置される場合、各出力信号から計算された  $\Delta$  が、 $\Delta = 0$  となるときに X 線焦点 9 が体軸方向の X 線照射野中心となる。

そのため、上記方法で得られる  $\Delta$  値が正の場合、出力 B が得られた X 線検出器素子側に、コリメータ 8 を移動させ、一方、 $\Delta$  値が負の場合、出力 A が得られた X 線検出器素子側に、コリメータ 8 を移動させることで、被写体 3 への無効被曝を抑えつつ、X 線焦点 9 の位置ずれによって X 線照射野が本体検出器 4 と一致しなくなる問題を回避できる。

#### 【 0 0 4 8 】

コリメータ 8 の移動によって、撮像中も動的に  $\Delta$  値は変化し、 $\Delta = 0$  へと収束するように制御されるため、上記最適な比例定数の見積もり精度を軽減することができる。これによってより素早く正確な X 線照射野の制御が可能になる。

#### 【 0 0 4 9 】

なお、大きな被写体 3 の撮像や、スキャナ回転軸に対して被写体 3 の体軸をずらして撮るオフセンター撮像等で、X 線焦点 9 とシフト検出器 5 との間に被写体 3 が入り込んで信号が減衰する現象（以下、被写体かぶり）が発生したシフト検出器 5 に関してはその時点での  $\Delta$  値を用いない等の処置をとるとよい。

さらに、全てのシフト検出器 5 で被写体かぶりが発生した場合、その時点でコリメータ 8 制御は行わない等の処置をとるとよい。

#### 【 0 0 5 0 】

逆に、被写体かぶりが発生していない体軸方向の X 線検出器素子列に関しては、全てシフト検出器 5 及び散乱線検出器 6 を有する X 線検出器素子列として利用してもよい。これにより、統計量を増やすことができ精度を向上することができる。

#### 【 0 0 5 1 】

ここで、被写体かぶりの判定は、例えばシフト検出器 5 の内側にある本体検出器 4 となる X 線検出器素子のリファレンス補正後のデータに関して、適当な閾値以下の線量であるかどうかによって判定する。なお、閾値は、要求される判定精度に応じて変わるものとする。

#### 【 0 0 5 2 】

ここで、リファレンス補正とは、エアデータ取得時と被写体 3 撮像時での X 線管球 1 の電圧変動に代表されるゲイン変動を補正する処理のことである。

これは、被写体 3 を透過せず、直接 X 線を検出することのできる、本体検出器 4 のスキャナ回転方向端部の X 線検出器素子で測定されたデータ（両端部平均）で、各スライス列（スキャナ回転方向に並ぶ X 線検出器素子列）の測定データを規格化することによってなされる。但し、スライス列毎のゲイン変動が無視できる範囲において、複数スライスの端部素子データの平均値を用いてリファレンス補正してもよい。

#### 【 0 0 5 3 】

本発明の第一の実施の形態に係る X 線 CT 装置 1 0 0 において、コリメータ 8 制御処理を行うことによって、上記（効果 1 ）（効果 2 ）（効果 3 ）に加えて更に以下の効果が得られる。

#### （効果 4 ）

上記  $\Delta$  値を用いることで、散乱 X 線、特に被写体 3 からの測定毎に変化する散乱 X 線による影響を補正・除去することができ、より精度良く X 線焦点 9 の位置ずれを算出することができ、その結果、リアルタイム性を求められる X 線照射野の制御をより素早く正確に実施できる。

#### （効果 5 ）

図 1 4 の 5 ( a )、5 ( b ) の信号のそれぞれの平均を同じにし、 $\Delta = 0$  でフィードバックを実施する場合、 $\Delta$  の正負のみで移動方向が決定できる（ネガティブフィードバック）ため、コリメータ制御回路を簡素化することが可能である。

#### 【 0 0 5 4 】

第二の実施の形態

第一の実施の形態では、X線の遮蔽体としてコリメータ8を用いたが、シフト検出器5及び散乱線検出器6として使われるX線検出器素子は、コリメータ8によって遮蔽されるX線検出器素子のうちスキャナ回転方向両端部にあるもののみである。

X線検出器素子を本体検出器4としてより効率的に用いるためには、例えば別途遮蔽体を設ける以下のような第二の実施の形態がありうる。

【0055】

本発明の第二の実施の形態に係るX線CT装置200を図3、図4に示す。

図3は、本発明の第二の実施の形態に係るX線CT装置の構造を体軸方向から見た図である。図4は、本発明の第二の実施の形態に係るX線CT装置の構造をX線ビーム照射方向から見た図である。

10

基本的な構成は、第一の実施の形態に係るX線CT装置100と同じであり、同一のものは、同一の符号を用いて説明を省略する。

但し、第二の実施の形態に係るX線CT装置200では、新たに体軸方向中央にX線を通す開口部を持ったX線遮蔽体であるスリット7を、X線焦点9とシフト検出器5及び散乱線検出器6の間に設ける。また、シフト検出器5および散乱線検出器6は、本体検出器4とは別個に設けられる。

【0056】

シフト検出器5は、X線焦点9位置とその大きさ及びスリット7との幾何配置により決定される半影量の違いを、体軸方向に並べられた2つ以上のX線検出器素子で測定することによって体軸方向のX線焦点9の移動量 $\delta$ を算出する。

20

散乱線検出器6は、シフト検出器5に入射する散乱X線の線量を見積もるために、シフト検出器5の体軸方向外側端部に配置される。散乱線検出器6には、直接X線が入射しないようにX線遮蔽体が必要であり、第二の実施の形態に係るX線CT装置200では、スリット7をもって兼用とする。

また、シフト検出器5とは異なり、スリット7による半影が入らないように、散乱線検出器6はシフト検出器5から体軸方向外側に充分距離をとる必要がある。もしくは、シフト検出器5が体軸方向外側に充分な大きさを持つ、あるいは充分多くのX線検出器素子からなる必要がある。

【0057】

なお、シフト検出器5及び散乱線検出器6は、前述のように本体検出器4とは別個に設けられるため、コリメータ8の開口幅に応じてシフト検出器5及び散乱線検出器6の機能を持つX線検出器素子が変化することはない。

30

また、シフト検出器5及び散乱線検出器6は、本体検出器4のスキャナ回転方向の片側一端部のみの配置でもよい。

【0058】

図5は、本発明の第二の実施の形態に係るX線CT装置について、スリットに複数の開口がある場合の構造の概略を示した図である。

図5に示すようにスリット7に開口部を複数設けることによって、統計精度を上げるような工夫を行ってもよい。

なお、図3、図4、図5に示すシフト検出器5、散乱線検出器6、本体検出器4はそれぞれ互いに隣接していてもよい。

40

なお、統計精度を向上させるため、シフト検出器5及び散乱線検出器6の機能を担うX線検出器素子を複数設けて、得られるデータをまとめて一つのデータとしてもよい。

なお、図3ではX線焦点9とコリメータ8の間にスリット7を配置しているが、シフト検出器5に入射する散乱X線量と散乱線検出器6に入射する散乱X線量がほぼ等しくなり、本体検出器4へ直接入射するX線を妨害せず、散乱線検出器6に直接入射するX線を遮蔽でき、かつ被写体3が開口部2に入る際に邪魔にならない位置に配置すればよい。

【0059】

次に、図12および図15を用いてX線焦点9位置情報の補正処理の流れを説明する。

図12は、本発明の第二の実施の形態に係るX線CT装置におけるシフト検出器のデー

50

タに関する散乱線補正処理とコリメータ制御の流れを示すフローチャートである。図 1 5 は、本発明の第二の実施の形態に係る X 線 CT 装置において、シフト検出器と散乱線検出器で測定される X 線強度プロファイルの概要を示す図である。

【 0 0 6 0 】

基本的な流れ及び構成は第一の実施の形態と同じであり、図 1 0 を図 1 2 に、図 1 4 を図 1 5 に読み替えればよい。

また、ステップ S 2 0 3 はステップ S 1 0 3 と、ステップ S 2 0 4 はステップ S 1 0 4 と、ステップ S 2 0 5 はステップ S 1 0 5 と、ステップ S 2 0 6 はステップ S 1 0 6 と、対応する。

【 0 0 6 1 】

但し、第一の実施の形態に係る X 線 CT 装置 1 0 0 では、コリメータ 8 の開口幅によって、シフト検出器 5 および散乱線検出器 6 の機能を担う X 線検出器素子が異なるため、シフト検出器 5 および散乱線検出器 6 として使用される X 線検出器素子を決定していたが（図 1 0 のステップ S 1 0 1、ステップ S 1 0 2 参照）、第二の実施の形態に係る X 線 CT 装置 2 0 0 では、シフト検出器 5 および散乱線検出器 6 として使用される X 線検出器素子は予め定められているため、シフト検出器 5 および散乱線検出器 6 をとして使用される X 線検出器素子を決定する処理はない。

【 0 0 6 2 】

また、図 5 に示すようにスリット 7 に開口部を複数設ける場合、複数の散乱線検出器 6 によって挟まれた部分に配置されるシフト検出器 5 については 1 次あるいは 2 次の散乱線バックグラウンドを仮定して補正することも可能である。

【 0 0 6 3 】

第二の実施の形態に係る X 線 CT 装置 2 0 0 は、第一の実施の形態に係る X 線 CT 装置 1 0 0 が備える（効果 1 ）、（効果 2 ）に加えて、以下の効果が得られる。

（効果 6 ）

コリメータ 8 の開口幅によらず一定のデータ制御が可能になる。

（効果 7 ）

シフト検出器 5 及び散乱線検出器 6 として使われる X 線検出器素子を別途設けることで、未使用の X 線検出器素子を最小限にできる。すなわち、本体検出器 4 の端部スライス列を最大限に、被写体 3 の撮像に利用できる。

【 0 0 6 4 】

なお、第一の実施の形態と同様に X 線焦点 9 の移動の情報を用いてコリメータ 8 の制御を行うことができる。

図 1 3 を用いて X 線焦点 9 の位置ずれの補正処理とコリメータ 8 の制御の流れを説明する。

図 1 3 は、本発明の第二の実施の形態に係る X 線 CT 装置におけるシフト検出器のデータに関する散乱線補正処理とコリメータ制御の流れを示すフローチャートである。

【 0 0 6 5 】

ステップ S 2 5 3 からステップ S 2 5 6 までの流れは図 1 2 のステップ S 2 0 3 からステップ S 2 0 6 までと同じであり、ステップ S 2 5 7 およびステップ S 2 5 8 の流れは図 1 1 と同様に処理すればよく、説明は省略する。なお、ステップ S 2 5 3 はステップ S 2 0 3 と、ステップ S 2 5 4 はステップ S 2 0 4 と、ステップ S 2 5 5 はステップ S 2 0 5 と、ステップ S 2 5 6 はステップ S 2 0 6 と、ステップ S 2 5 7 はステップ S 1 5 7 と、ステップ S 2 5 8 はステップ S 1 5 8 と、対応する。

但し、第二の実施の形態の係る X 線 CT 装置 2 0 0 のスリット 7 は、コリメータ 8 の制御と同期して移動し、スリット 7 の体軸方向開口部中心が常にコリメータ 8 の開口中心と一致するような配置をとるものとする。

なお、第一の実施の形態に係る X 線 CT 装置 1 0 0 および第二の実施の形態に係る X 線 CT 装置 2 0 0 は、制御装置 1 2 によりコリメータ 8 を制御するかわりに、X 線管球 1 や本体検出器 4（シフト検出器 5 と散乱線検出器 6 を含む）を移動させることでも X 線照射

10

20

30

40

50

野をフィードバック制御することができる。その場合、第二の実施の形態に係る X 線 CT 装置 200 のスリット 7 はコリメータ 8 と同期せず固定配置をとるものとする。

#### 【0066】

##### 第二の実施の形態の変形例

本発明の第二の実施の形態の変形例に係る X 線 CT 装置 201 を図 6、図 7、図 8 に示す。

図 6 は、本発明の第二の実施の形態の変形例に係る X 線 CT 装置の構造を体軸方向から見た図である。図 7 は、本発明の第二の実施の形態の変形例に係る X 線 CT 装置の構造を X 線ビーム照射方向から見た図である。図 8 は、本発明の第二の実施の形態の変形例に係る X 線 CT 装置について、スリットに複数の開口がある場合の構造の概略を示した図である。

10

第二の実施の形態に係る X 線 CT 装置 200 では、シフト検出器 5 の体軸方向に散乱線検出器 6 を配置したが、スキャナ回転方向に散乱線検出器 6 を配置することも可能である。なお散乱線検出器 6 はシフト検出器 5 のスキャナ回転方向の両端部に配置してもよい。その他の幾何配置及びデータの補正処理の流れは第二の実施の形態と同様であり、図 3 を図 6 に、図 4 を図 7 に、図 5 を図 8 に読み替えればよく、図 12、図 13 は共通する。また、図 15 は図 7 を参考に読み替えればよい。

#### 【0067】

図 9 は、本発明の第二の実施の形態に係る X 線 CT 装置と、本発明の第二の実施の形態の変形例に係る X 線 CT 装置と、を組み合わせた場合の構造の概略を示した図である。

20

さらに、図 9 のようにシフト検出器 5 の体軸方向外側端部及びスキャナ回転方向外側端部の両方に散乱線検出器 6 を配置することで散乱線量の推定精度を上げるよう工夫してもよい。

#### 【0068】

第二の実施の形態の変形例に係る X 線 CT 装置 201 は、第一の実施の形態に係る X 線 CT 装置 100 が備える（効果 1）、（効果 2）、（効果 4）、（効果 5）及び第二の実施の形態に係る X 線 CT 装置 200 が備える（効果 6）、（効果 7）に加えて以下の効果が得られる。

##### （効果 8）

コリメータ 8 及びスリット 7 が体軸方向に移動してもスキャナ回転方向には半影量の変化は生じない。そのため、シフト検出器 5 と散乱線検出器 6 を接近して配置することができ、シフト検出器 5 と散乱線検出器 6 に入射する散乱 X 線量の違いを最小に抑えることができる。

30

#### 【0069】

なお、第二の実施の形態の変形例に係る X 線 CT 装置 201 に対して第二の実施の形態に係る X 線 CT 装置 200 は以下の効果が得られる。

##### （効果 9）

シフト検出器 5 と散乱線検出器 6 を体軸方向に並べることによって、各検出器の配置がコンパクトなものとなる。

#### 【0070】

##### 第三の実施の形態

シフト検出器 5 に半影を作る方法として、上記第一の実施の形態のようにコリメータ 8 を用いる方法と、上記第二の実施の形態のようにスリット 7 を設ける方法を組み合わせて実施することができる。

また、以下に示す方法によって、本体検出器 4 のスキャナ回転方向端部の同じ X 線検出器素子列を用いて、X 線焦点 9 位置ずれ検出とリファレンス補正の両方を行うことができる。

#### 【0071】

本発明の第三の実施の形態に係る X 線 CT 装置 300 の幾何配置を図 16、図 17 に示す。

50

図 16 は、本発明の第三の実施の形態に係る X 線 CT 装置の構造を体軸方向から見た図である。図 17 は、本発明の第三の実施の形態に係る X 線 CT 装置の構造を X 線ビーム照射方向から見た図であり、(a)(b)(c) はそれぞれコリメータ開口幅の異なる場合を示した図である。なお、図 17 の左側(スキャン回転方向負側)のシフト検出器 5 および散乱線検出器 6 は省略するものとする。

基本的な構成は第一の実施の形態、第二の実施の形態と同じである。但し、シフト検出器 5 及び散乱線検出器 6 としては、第一の実施の形態と同様に、本体検出器 4 の一部としてスキャナ回転方向端部に配置され、散乱線検出器 6 はシフト検出器 5 の体軸方向外側端部に配置される。

また、シフト検出器 5 及び散乱線検出器 6 の機能を担う X 線検出器素子はコリメータ 8 開口幅に応じて変化するものとする。

#### 【0072】

第三の実施の形態における X 線 CT 装置 300 のコリメータ 8 の開口幅を変化させたときの対応を以下に示す。

まず、スリット 7 の開口幅よりもコリメータ 8 の開口幅の方が狭い図 17 (a) の場合、シフト検出器 5 をコリメータ 8 の半影が入る領域に、散乱線検出器 6 を半影領域の外側に設定する。つまり、第一の実施の形態と同様の方法で X 線焦点 9 の位置ずれを検出する。このとき、リファレンスデータの取得は全てのスライス列において直接 X 線の照射する X 線検出器素子があるため問題なく行える。また、X 線照射範囲端部のスライス列に関しても、被写体 3 撮像部である本体検出器 4 とスキャナ回転方向端部で、半影によるゲイン変動量は同じであり、正しく補正できる。

#### 【0073】

次に、コリメータ 8 の開口幅がスリット 7 の外側の幅よりも広い図 17 (c) の場合、シフト検出器 5 をスリット 7 の半影が入る部分に設定し、散乱線検出器 6 を半影領域の外側に設定する。つまり第二の実施の形態と同様の方法で実施する。

リファレンスデータの取得は、スリット 7 の陰になる部分以外については、最も感度変化が激しい X 線照射範囲端部のスライス列も含めて問題なく行える。スリット 7 の陰になっているスライス列については、半影が入っていないと考えられる中心付近のデータを外挿してリファレンスデータとする。あるいは、X 線焦点 9 がずれてもスリット 7 による半影照射量の合計(シフト検出器 5 で検出される A と B の合計値)はコリメータ 8 制御によってもあまり変化しないと考えて、X 線照射範囲端部のスライス列以外の素子で得られたデータの合計で X 線照射範囲端部以外のスライス列のリファレンス補正を行う。

#### 【0074】

最後に、コリメータ 8 の開口幅がスリット 7 の開口幅よりも広く、かつ外側の幅よりも狭い図 17 (b) の場合、シフト検出器 5、散乱線検出器 6 の設定は図 17 (b) のように可能である。しかし、最も感度変化の激しいコリメータ 8 のエッジ部分(X 線照射範囲端部)の感度変化は取得できない。そのため、リファレンスデータ取得も併用する場合は、コリメータ 8 の開口幅とスリット 7 が図 17 (b) のような配置を取らないように、撮像で使われるコリメータ 8 開口幅の設定と、スリット 7 の形状を決める必要がある。あるいはコリメータ 8 の開口幅を少し広めに設定して撮像領域に半影が入らないようにする必要がある。

#### 【0075】

次に、図 18 を用いて X 線焦点 9 位置ずれの補正処理およびリファレンスデータの保存の流れを説明する。

図 18 は、本発明の第三の実施の形態に係る X 線 CT 装置におけるシフト検出器のデータに関する散乱線補正処理とコリメータ制御の流れを示すフローチャートである。

第三の実施の形態における散乱線補正処理(ステップ S305)及びコリメータ制御処理(ステップ S308)の流れは、第一の実施の形態と同様に行う。

基本的な流れは第一の実施の形態と同じであり、図 1 を図 16 に、図 2 を図 17 に、図 11 を図 18 に読み替えればよい。

10

20

30

40

50

また、ステップ S 3 0 1 はステップ S 1 5 1 と、ステップ S 3 0 2 はステップ S 1 5 2 と、ステップ S 3 0 3 はステップ S 1 5 3 と、ステップ S 3 0 4 はステップ S 1 5 4 と、ステップ S 3 0 5 はステップ S 1 5 5 と、ステップ S 3 0 6 はステップ S 1 5 6 と、ステップ S 3 0 7 はステップ S 1 5 7 と、ステップ S 3 0 8 はステップ S 1 5 8 と、対応する。

#### 【 0 0 7 6 】

但し、シフト検出器 5 と散乱線検出器 6 として使用される X 線検出器素子の決定（ステップ S 3 0 2）は、上述のようにコリメータ 8 の開口幅とスリット 7 との関係により決定される（図 1 7 参照）。

また、図 1 8 に示すように、シフト検出器 5 及び散乱線検出器 6 から得られるデータを、リファレンスデータとして使用するために記憶装置 1 0 に記憶する処理が加わる（ステップ S 3 0 9）。

10

焦点移動の情報（ $\theta$  値）を用いたコリメータ 8 の制御方法については（ステップ S 3 0 8）、第二の実施の形態と同様であり、X 線 CT 装置 3 0 0 のスリット 7 は、コリメータ 8 の制御と同期して移動し、スリット 7 の体軸方向開口部中心が常にコリメータ 8 の開口中心と一致するような配置をとる。

#### 【 0 0 7 7 】

第三の実施の形態に係る X 線 CT 装置 3 0 0 は、第一の実施の形態に係る X 線 CT 装置 1 0 0 が備える（効果 1）、（効果 2）、（効果 3）、（効果 4）、（効果 5）に加えて以下の効果が得られる。

20

##### （効果 1 0）

リファレンスデータも同時に取得可能なため、リファレンスデータを用いた補正が可能となる。特に、コリメータ 8 で整形された X 線照射範囲端部スライスの X 線検出器素子列に関して、正しくリファレンス補正できる。

##### （効果 1 1）

リファレンス補正用の X 線検出器素子と、焦点位置ずれ検出用の X 線検出器素子を兼ねることができるので、よりコンパクトに配置でき、コスト低減にも繋がる。

##### （効果 1 2）

コリメータ 8 開口幅を最大にしても、スリット 7 によって陰になる X 線検出器素子が存在できるため、未使用の X 線検出器素子を最小限にできる。すなわち本体検出器 4 の端部スライス列を最大限に、被写体 3 の撮像に利用できる。

30

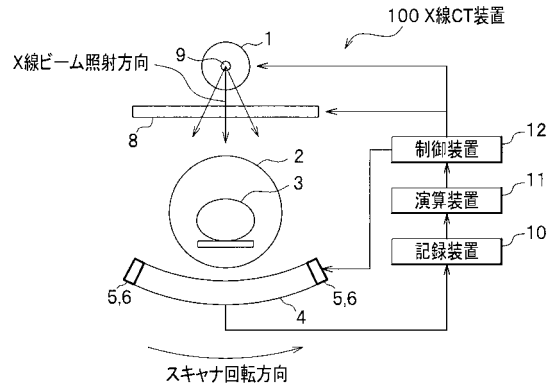
#### 【符号の説明】

#### 【 0 0 7 8 】

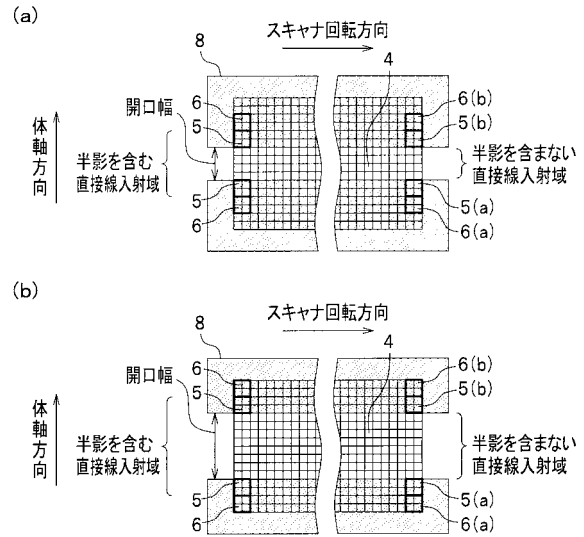
- 1 X 線管球（X 線源）
- 2 開口部
- 3 被写体
- 4 被写体撮像用 X 線検出器（本体検出器）
- 5 X 線焦点移動検出器（シフト検出器）（焦点移動検出部）
- 6 散乱線検出器（散乱線検出部）
- 7 スリット
- 8 コリメータ
- 9 X 線焦点
- 1 0 記憶装置
- 1 1 演算装置
- 1 2 制御装置（移動機構）

40

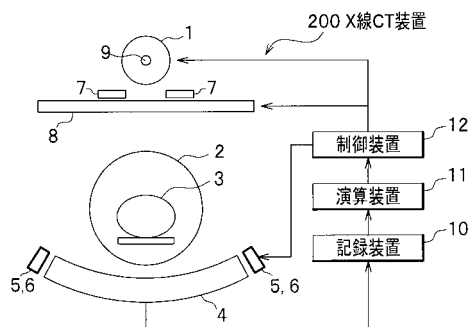
【図 1】



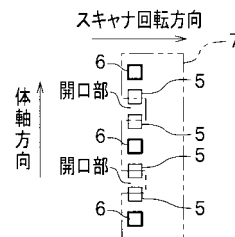
【図 2】



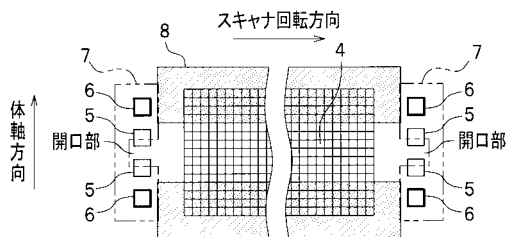
【図 3】



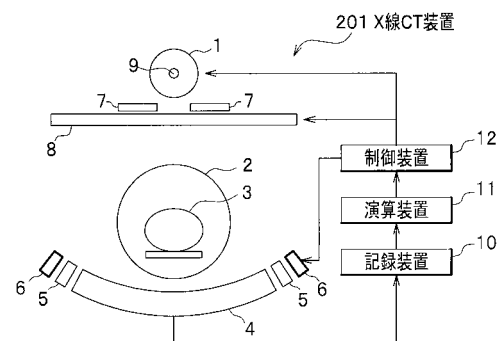
【図 5】



【図 4】

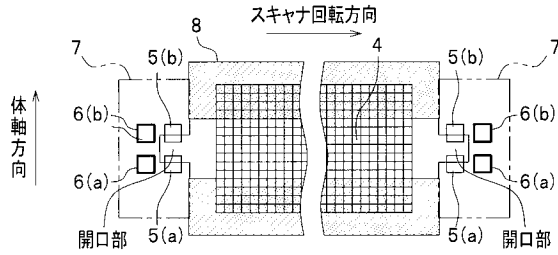


【図 6】

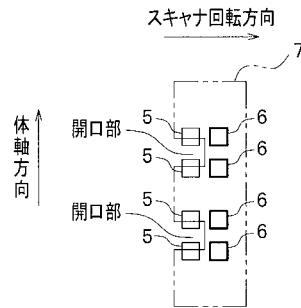




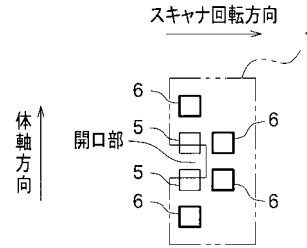
【図 7】



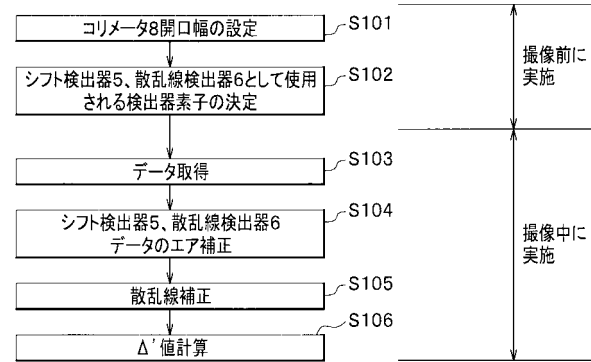
【図 8】



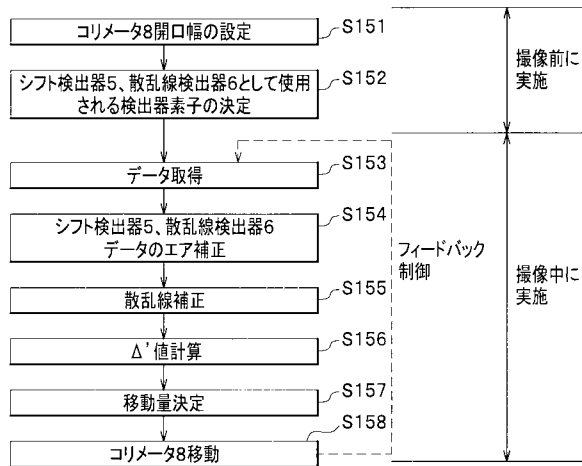
【図 9】



【図 10】



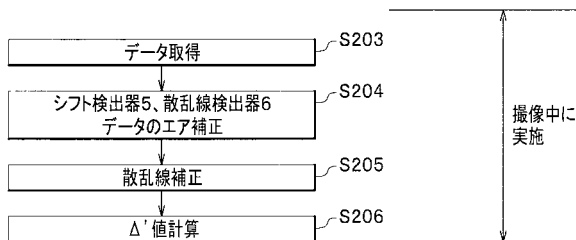
【図 11】



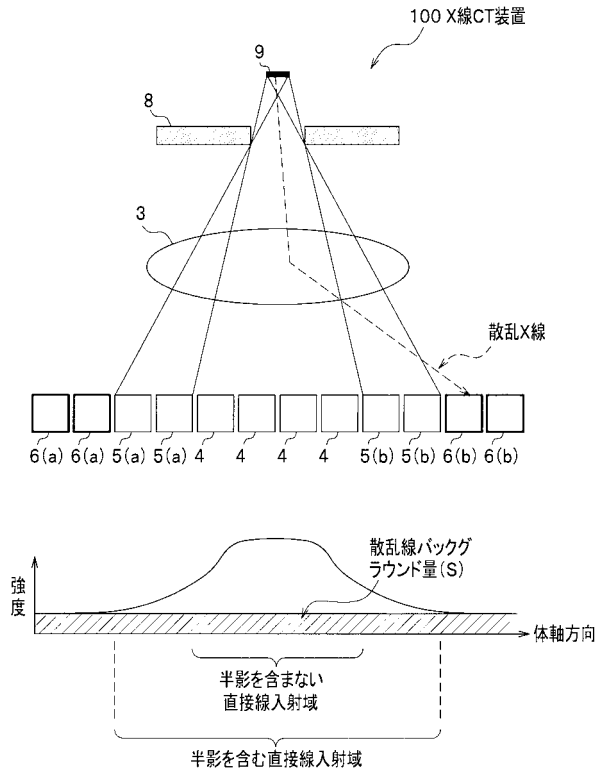
【図 13】



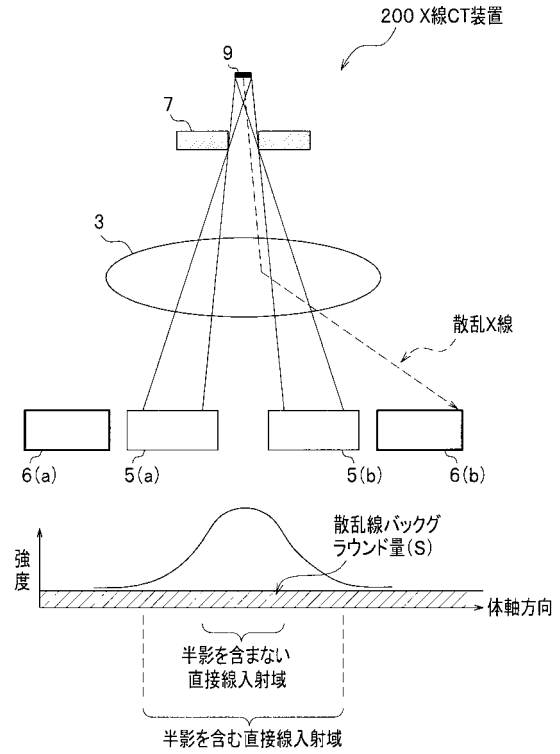
【図 12】



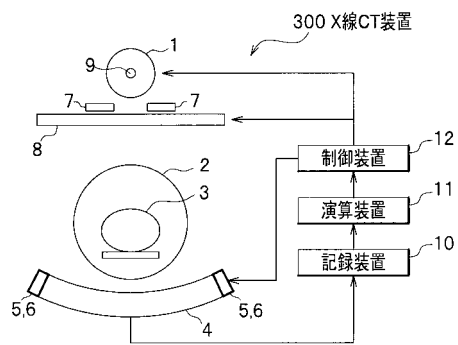
【図 14】



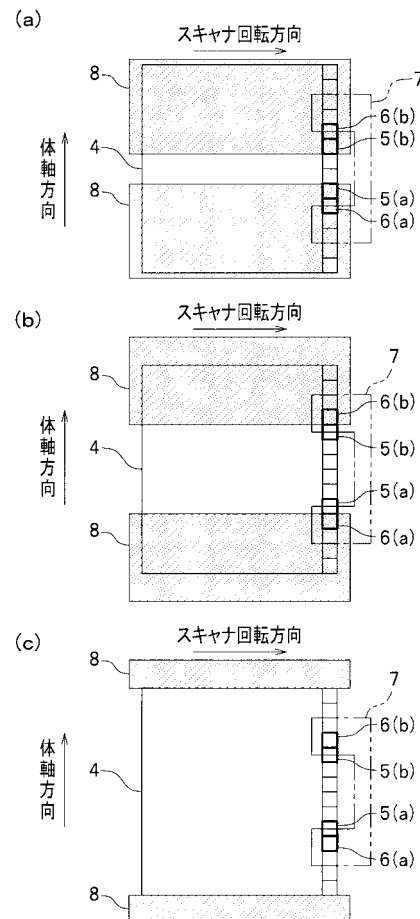
【図 15】



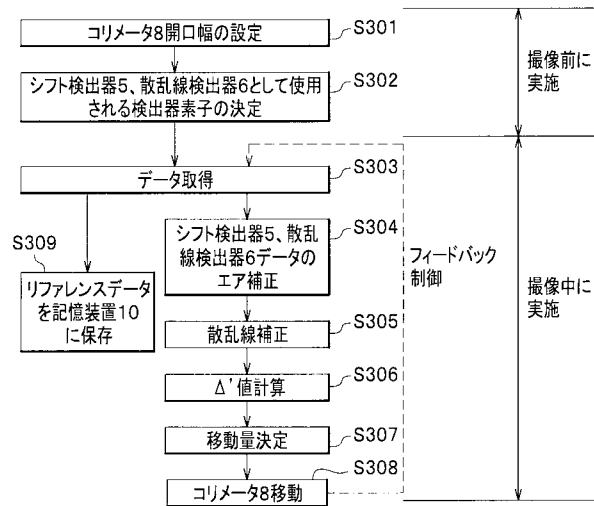
【図 16】



【図 17】



【図 18】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 植木 広則  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所 中央研究所内
- (72)発明者 昆野 康隆  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所 中央研究所内
- (72)発明者 小嶋 進一  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所 中央研究所内
- (72)発明者 鈴木 敦郎  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所 中央研究所内

審査官 亀澤 智博

- (56)参考文献 特開平 1 1 - 0 8 9 8 2 6 ( J P , A )  
特開平 1 1 - 0 7 0 1 0 3 ( J P , A )  
特開平 1 0 - 2 1 1 1 9 9 ( J P , A )  
特開平 8 - 2 5 2 2 4 8 ( J P , A )  
特開平 7 - 0 1 2 9 4 8 ( J P , A )

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
A 6 1 B 6 / 0 3