(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 6 月 30 日(30.06.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/103427 A1

(51) 国際特許分類:
A61B 6/02 (2006.01) *A61B 6/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/084425

(22) 国際出願日: 2014 年 12 月 25 日(25.12.2014)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 株式会社島津製作所 (SHIMADZU CORPORATION) [JP/JP]; 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町１番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 馬場　歩 (BABA Ayumi); 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町１番地　株式会社島津製作所内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 杉谷　勉 (SUGITANI Tsutomu); 〒5300047 大阪府大阪市北区西天満１丁目１０番８号　西天満第１１松屋ビル Osaka (JP).

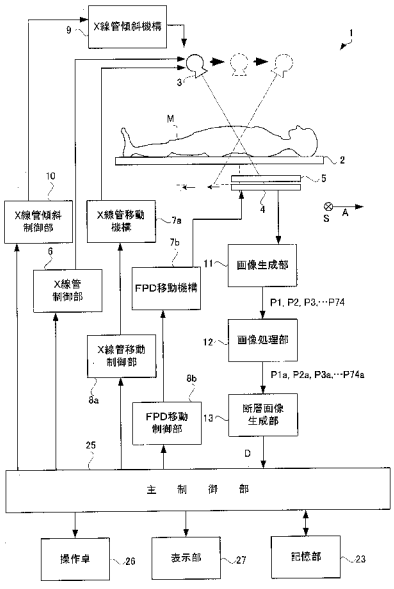
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: RADIATION IMAGING APPARATUS

(54) 発明の名称 : 放射線撮影装置



6 X-ray tube control unit
7a X-ray tube movement mechanism
7b FPD movement mechanism
8a X-ray tube movement control unit
8b FPD movement control unit
9 X-ray tube tilt mechanism
10 X-ray tube tilt control unit
11 Image generation unit
12 Image processing unit
13 Tomographic image generation unit
23 Storage unit
25 Main control unit
26 Console
27 Display unit

(57) **Abstract**: Provided is an X-ray tomography apparatus such that artifacts do not occur in a tomographic image. In this X-ray tomography apparatus 1, the speed of a FPD 4 changes when imaging a series of X-ray images P while an X-ray tube 3 and the FPD 4 is moved in opposite directions. As a result, the imaged positions of a reference point on a transverse section change among the series of X-ray images P. Because the positions of the imaged artifacts are the same among the series of X-ray images P, generating a tomographic image D on the basis of a series of X-ray images Pa that have been subjected to an image shifting process prevents artifacts from being included in the tomographic image D.

(57) 要約: 本発明は、断層画像に偽像が結像しないＸ線断層撮影装置を提供する。本発明に係るＸ線断層撮影装置１は、Ｘ線管３とＦＰＤ４とが互いに反対方向に移動されながら一連のＸ線画像Ｐを撮影する際に、ＦＰＤ４の速度が変更される。これにより裁断面上の基準点の写り込む位置が一連のＸ線画像Ｐの間で変化する。一方、偽像の写り込む位置は一連のＸ線画像Ｐの間で同じなので、像のシフト処理を施した一連のＸ線画像Ｐａに基づいて断層画像Ｄを生成すれば、断層画像Ｄには、偽像が写り込むことがない。

WO 2016/103427 A1

明　細　書

発明の名称 ： 放射線撮影装置

技術分野

[0001] 本発明は、撮影方向を変えながら連写された放射線画像に基づいて断層画像を生成する放射線撮影装置に関する。

背景技術

[0002] 医療機関には放射線で被検体の画像を取得する放射線撮影装置が備えらえている。このような従来構成の放射線撮影装置は、図２４に示すように被検体を載置する天板５２を支持する寝台と、放射線源５３と、寝台内部に備えられた放射線を検出する放射線検出器５４とを備えている。

[0003] 図２４のような装置の中にはトモシンセシスによる断層画像を取得できるように放射線源５３および放射線検出器５４とが同期して移動できる構成となっているものがある。トモシンセシスによる撮影とは、放射線源５３および放射線検出器５４を天板５２上の被検体Ｍに対して互いに反対方向に移動させ、その間に連写された放射線画像を重ね合わせるなどすることで特定の平面で被検体Ｍを切断したときの断層画像を得る方法である（例えば特許文献１参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開昭５７－２０３４３０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、従来の放射線断層撮影装置には次のような問題点がある。

すなわち、従来の放射線断層撮影装置では、断層画像が不鮮明になってしまう場合がある。

[0006] 断層画像の元になる放射線画像に被検体像とは関係のない偽像が写り込んでいることがある。このような偽像の中には、放射線画像を重ね合わせてい

くうちに薄れて断層画像に現れないようなものもある。しかし、放射線画像には、重ね合わせていくうちに次第にはっきりしてくるものがある。このような偽像は、被検体像に重畳するかたちで断層画像上に現れ、視認性を低下させる原因となる。

[0007] 放射線画像に現れる偽像のうち、断層画像上に現れるものとしては、例えば、放射線グリッドの陰影がある。放射線検出器５４には、被検体内で生じた散乱放射線が放射線検出器５４に放射線グリッド５５が装着されている。放射線グリッド５５には、散乱放射線を吸収する短冊状の吸収体が配列されたウィンドウブラインドのような構造をしている。吸収体は、放射線を吸収する素材で構成されているので、放射線画像を撮影しようとすると、放射線画像には薄く放射線グリッド５５の陰が写り込む。

[0008] 放射線グリッド５５の陰は、一連の放射線画像において、同じパターンとなって写り込んでいる。したがって、断層画像を得ようとして一連の放射線画像を重ね合わせると、図２５に示すように放射線グリッド５５の陰が互いに強め合って断層画像上で像を結んでしまうのである。断層画像上でこのような偽像の発生を抑制するには、放射線グリッド５５の陰が写り込む位置が互いに異なるように一連の放射線画像を撮影する必要がある。従来より放射線グリッド５５を放射線検出器５４に対して揺動させながら一連の放射線画像を撮影することで断層画像上の偽像を抑制する仕組みが考え出されている。

[0009] しかしながら、一連の放射線画像に同じパターンで写り込む偽像は、放射線グリッド５５の陰に限られない。上述の揺動させる方法は、放射線グリッド５５の陰以外については偽像抑制の効果が望めない。そこで、より確実に一連の放射線画像に同じパターンの偽像が写り込むことがないような新規の構成が望まれる。

[0010] 本発明は、この様な事情に鑑みてなされたものであって、その目的は、撮影方向を変えながら連写された放射線画像に基づいて断層画像を生成する放射線撮影装置において、断層画像に偽像が結像しないようにすることを目的

とする。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明は上述の課題を解決するために次のような構成をとる。

すなわち、本発明に係る放射線断層撮影装置は、被写体に放射線を照射する放射線源と、被写体を透過してきた放射線を検出する検出手段と、放射線源を被写体に対して移動させる放射線源移動手段と、放射線源の移動を制御する放射線源移動制御手段と、検出手段を被写体に対して移動させる検出器移動手段と、検出手段の出力に基づいて被写体像とともに偽像が写り込んでいる放射線画像を生成する画像生成手段と、放射線源と検出手段とが互いに反対方向に移動されながら連写された一連の放射線画像を撮影する際に、検出手段の速度が変更されるように検出器移動手段を制御する検出器移動制御手段と、同じパターンの偽像を写し込んだ一連の放射線画像に対して像をシフトさせる画像処理を施すことにより、写り込む位置が一連の放射線画像によって異なる被写体内部の基準点が画像上の同じ位置に来るようにシフトさせるシフト画像処理手段と、シフト画像処理により偽像の出現位置が互いにずらされた一連の放射線画像を元に基準点を含む裁断面における被写体の断層画像を生成する断層画像生成手段とを備えることを特徴とするものである。

[0012] ［作用・効果］本発明によれば、断層画像に偽像が結像しない放射線断層撮影装置が提供できる。すなわち、本発明に係る放射線断層撮影装置は、放射線源と検出手段とが互いに反対方向に移動されながら一連の放射線画像を撮影する際に、検出手段の速度が変更される。これにより裁断面上の基準点の写り込む位置が一連の放射線画像の間で変化する。一方、偽像の写り込む位置は一連の放射線画像の間で同じである。基準点が画像上の同じ位置に来るようにシフトさせる画像処理を施した一連の放射線画像に基づいて断層画像を生成すれば、断層画像には確実に基準点を含む裁断面における被写体の断層像が写り込む。一方、断層画像には、偽像が写り込むことがない。一連の放射線画像に写り込む偽像は、画像処理により出現位置がシフトされ、断

層画像生成の際に互いに相殺されるからである。

[0013] また、上述の放射線断層撮影装置において、検出器移動制御手段は、検出手段が加速と減速を繰り返すように検出器移動手段を制御すればより望ましい。

[0014] ［作用・効果］上述の構成は、本発明に係る装置のより望ましい形態を表したものとなっている。検出手段が加速と減速を繰り返すように検出手段を動かせば、検出手段の速度が変更しつつ断層画像の生成に必要な一連の放射線画像の撮影を確実に実行することができる。検出手段の平均速度を検出手段等速移動に係る従来装置における検出手段の速度にすることができるからである。

[0015] また、上述の放射線断層撮影装置において、検出器移動制御手段は、検出手段が加速から減速に転じる際に撮影された放射線画像の間で基準点の写り込む位置が互いに異なるように検出器移動手段を制御すればより望ましい。

[0016] また、上述の放射線断層撮影装置において、検出器移動制御手段は、検出手段が減速から加速に転じる際に撮影された放射線画像の間で基準点の写り込む位置が互いに異なるように検出器移動手段を制御すればより望ましい。

[0017] ［作用・効果］上述の構成は、本発明に係る装置のより望ましい形態を表したものとなっている。放射線画像の間で基準点の写り込む位置は、検出手段が加速から減速に転じる際に撮影された画像の間で特に類似しやすい。このような状態を放置すると、断層画像上に偽像が出現することを確実に抑制できない場合がある。このような問題は、検出手段が減速から加速に転じる際にも生じる。そこで、上述の構成はこの問題に着目して、検出手段が加速から減速に転じる際に撮影された放射線画像の間で基準点の写り込む位置が互いに異なるように検出手段の移動様式が選択される。同様に検出手段が減速から加速に転じる際に撮影された放射線画像の間で基準点の写り込む位置が互いに異なるように検出手段の移動様式が選択される。これにより、断層画像上に偽像が出現することが確実に抑制できる。

[0018] また、上述の放射線断層撮影装置において、検出器移動制御手段は、互い

に周期の異なる２つの周期的関数と定数を加算した合成関数に基づいて放射線画像の各々に対応する速度を認識して検出器移動手段を制御すればより望ましい。

[0019] ［作用・効果］上述の構成は、本発明に係る装置のより望ましい形態を表したものとなっている。検出手段を互いに周期の異なる２つの周期的関数と定数を加算した合成関数に基づいた速度で動かせば、検出手段が加速から減速（または減速から加速）に転じる際に撮影された放射線画像の間で基準点の写り込む位置が確実に互いに異なるようになる。

[0020] また、上述の放射線断層撮影装置において、検出器移動制御手段は、検出手段の速度が周期的関数に定数を加算した合成関数に基づいて放射線画像の各々に対応する速度を認識して検出器移動手段を制御すればより望ましい。

[0021] ［作用・効果］上述の構成は、本発明に係る装置のより望ましい形態を表したものとなっている。検出手段を検出手段の速度が周期的関数に定数を加算した合成関数に基づいた速度で動かせば、検出手段の加速と減速が確実に繰り返される。

[0022] また、上述の放射線断層撮影装置において、検出器移動制御手段は、検出手段が加速し続けるように検出器移動手段を制御すればより望ましい。

[0023] ［作用・効果］上述の構成は、本発明に係る装置のより望ましい形態を表したものとなっている。検出手段を加速し続けるように動かせば、撮影中に検出手段ががたついて振動を生じてしまうことがなくなり、安全で被写体および装置自身に対して負担の少ない放射線断層撮影装置が提供できる。

発明の効果

[0024] 本発明によれば、断層画像に偽像が結像しない放射線断層撮影装置が提供できる。すなわち、本発明に係る放射線断層撮影装置は、放射線源と検出手段とが互いに反対方向に移動されながら一連の放射線画像を撮影する際に、検出手段の速度が変更される。これにより裁断面上の基準点の写り込む位置が一連の放射線画像の間で変化する。一方、偽像の写り込む位置は一連の放射線画像の間で同じなので、像のシフト処理を施した一連の放射線画像に基

づいて断層画像を生成すれば、断層画像には、偽像が写り込むことがない。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]実施例１に係るＸ線断層撮影装置の全体構成を説明する機能ブロック図である。

[図2]実施例１に係る断層画像の取得原理を説明する模式図である。

[図3]実施例１に係る装置において問題となるＸグリッドの陰について説明する模式図である。

[図4]実施例１に係る装置において問題となる欠損画素の補完痕について説明する模式図である。

[図5]実施例１に係る装置において問題となるキャリブレーションの過補正について説明する模式図である。

[図6]実施例１に係る装置において問題となるキャリブレーションの過補正について説明する模式図である。

[図7]実施例１に係る装置において問題となる偽像が断層画像に出現する原理を説明する模式図である。

[図8]実施例１に係る装置において問題となる偽像が断層画像に出現する原理を説明する模式図である。

[図9]実施例１に係る装置において問題となる偽像が断層画像に出現する原理を説明する模式図である。

[図10]実施例１に係る基準裁断面の重要性を説明する模式図である。

[図11]実施例１に係るＦＰＤの速度について説明する模式図である。

[図12]実施例１に係るＦＰＤの移動について説明する模式図である。

[図13]実施例１に係るＦＰＤの移動について説明する模式図である。

[図14]実施例１に係るＦＰＤ移動制御部の動作を説明する模式図である。

[図15]実施例１に係るＦＰＤ移動制御部の動作を説明する模式図である。

[図16]実施例１に係る画像処理部の動作について説明する模式図である。

[図17]実施例１に係る画像処理部の動作について説明する模式図である。

[図18]実施例１に係るＦＰＤの移動の最適化について説明する模式図である

。

[図19]実施例１に係るＦＰＤの移動の最適化について説明する模式図である。

[図20]実施例１に係るＦＰＤの移動の最適化について説明する模式図である。

[図21]実施例１に係るＦＰＤの移動の最適化について説明する模式図である。

[図22]実施例１に係るＦＰＤの移動の最適化について説明する模式図である。

[図23]実施例１に係るＦＰＤの移動の最適化について説明する模式図である。

[図24]従来装置の構成を説明する模式図である。

[図25]従来装置の問題点を説明する模式図である。

発明を実施するための形態

実施例 1

[0026] 本発明に係るＸ線撮影装置の構成について説明する。なお、Ｘ線は本発明の放射線に相当する。ＦＰＤはフラットパネルディテクタの略である。また、本発明に係るＸ線撮影装置は、シフト加算法、フィルタバックプロジェクション、逐次近似法などトモシンセシス再構成法の原理に基づいた断層画像の撮影ができる。被検体Ｍは、本発明の被写体に相当する。

[0027] ＜Ｘ線撮影装置の全体構成＞

実施例１に係るＸ線断層撮影装置１は、図１に示すように仰臥位の被検体Ｍを載置する天板２と、天板２の上側（一面側）に設けられたＸ線を被検体Ｍに照射するＸ線管３と、天板２に載置されるとともに被検体Ｍの下部に配置される装置であって、被検体Ｍを透過してきたＸ線を検出して検出信号を出力するＦＰＤ４とを備えている。ＦＰＤ４は、被検体Ｍの体軸方向Ａまたは体側方向Ｓのいずれかに沿った４つの辺を有する矩形となっている。このＦＰＤ４は撮影の際にいずれか１つが使用され、仰臥位に係る撮影の場合に

は被検体Ｍと天板２との間に配置される。ＦＰＤ４のＸ線を検出する検出面は、Ｘ線管３および被検体Ｍ側に向いている。また、Ｘ線管３は、四角錐形状のＸ線をＦＰＤ４に向けて照射する。したがって、ＦＰＤ４は、Ｘ線を検出面の全面で受光することになる。Ｘ線管３は、本発明の放射線源に相当し、ＦＰＤ４は本発明の検出手段に相当する。

[0028] Ｘ線グリッド５は、ＦＰＤ４の検出面を覆うように設けられている。このＸ線グリッド５は、Ｘ線ビームが被検体Ｍを通過するときに副次的に発生する散乱Ｘ線を吸収する構成である。Ｘ線グリッド５は、散乱Ｘ線がＦＰＤ４に検出されることを抑制し、散乱Ｘ線による画質の悪化を防いでいる。Ｘ線グリッド５は、ＦＰＤ４の移動に追従して移動する。

[0029] 図１に示すＸ線管制御部６は、所定の管電流、管電圧、パルス幅でＸ線管３を制御する目的で設けられている。Ｘ線管制御部６は、所定時間が経過するごとにＸ線ビームを被検体Ｍに向けて照射するようにＸ線管３を制御する。この制御によりＸ線画像Ｐの撮影が所定時間経過ごとに繰り返され、本発明に係る装置における一連のＸ線画像Ｐの撮影が実行される。

[0030] Ｘ線管移動機構７ａは、Ｘ線管３を天板２に対して移動させる構成となっている。このＸ線管移動機構７ａは、Ｘ線管３を被検体Ｍの体軸に沿って移動させることができる。こうして、Ｘ線管３は、Ｘ線管移動機構７ａにより天板２の被検体Ｍに対して移動することができる。Ｘ線管移動制御部８ａは、Ｘ線管移動機構７ａを制御する目的で設けられている。Ｘ線管移動制御部８ａはＸ線管移動機構７ａを通じてＸ線管３の移動を制御する。Ｘ線管移動機構７ａは、本発明の放射線源移動手段に相当し、Ｘ線管移動制御部８ａは本発明の放射線源移動制御手段に相当する。

[0031] ＦＰＤ移動機構７ｂは、天板２の下側にＦＰＤ４を天板２に対して移動させる構成となっている。このＦＰＤ移動機構７ｂは、ＦＰＤ４を被検体Ｍの体軸に沿って移動させることができる。こうして、ＦＰＤ４は、ＦＰＤ移動機構７ｂにより天板２の被検体Ｍに対して移動することができる。ＦＰＤ移動制御部８ｂは、ＦＰＤ移動機構７ｂを制御する目的で設けられている。Ｆ

ＰＤ移動機構７ｂは本発明の検出器移動手段に相当し、ＦＰＤ移動制御部８ｂは本発明の検出器移動制御手段に相当する。

[0032] このＦＰＤ移動制御部８ｂは、本発明にとって重要な役割を担っている。すなわち、ＦＰＤ移動制御部８ｂは、Ｘ線管３とＦＰＤ４とが互いに反対方向に移動されながら連写された一連のＸ線画像Ｐを撮影する際に、ＦＰＤ４の速度が変更されるようにＦＰＤ移動機構７ｂを制御する。より具体的には、ＦＰＤ移動制御部８ｂは、ＦＰＤ４が加速と減速を繰り返すようにＦＰＤ移動機構７ｂを制御するように構成されている。ＦＰＤ移動制御部８ｂは行う制御の詳細は後述のものとする。

[0033] Ｘ線管移動機構７ａ，ＦＰＤ移動機構７ｂは、被検体Ｍに対してＸ線管３とＦＰＤ４とを同期させて移動させる構成となっている。このＸ線管移動機構７ａ，ＦＰＤ移動機構７ｂは、Ｘ線管移動制御部８ａ，ＦＰＤ移動制御部８ｂの制御にしたがって被検体Ｍの体軸方向Ａに平行な直線軌道（天板２の長手方向）に沿ってＸ線管３を直進移動させる。このＸ線管３とＦＰＤ４との移動方向は、天板２の長手方向に一致している。Ｘ線管移動機構７ａ，ＦＰＤ移動機構７ｂが実現するＸ線管３とＦＰＤ４との同期的移動の方向は、互いに反対方向である。従って、Ｘ線管３が被検体Ｍの頭部から足先に向けて移動する場合は、ＦＰＤ４は、被検体Ｍの足先から頭部に向けて移動する。

[0034] Ｘ線管３とＦＰＤ４との同期的移動中、Ｘ線管３の照射するコーン状のＸ線ビームは、常に被検体Ｍの関心部位に向かって照射されるようになっている。すなわち、Ｘ線ビームの照射角度は、Ｘ線管３の角度を変更することによって、たとえば初期角度－２０°から最終角度２０°まで変更される。つまり、本発明に係る装置は、Ｘ線管３が傾斜することで、Ｘ線管３が照射するＸ線ビームが常にＦＰＤ４のＸ線検出面の全面で受光されるように工夫がされている。この様なＸ線照射角度の変更は、Ｘ線管傾斜機構９が行う。Ｘ線管傾斜制御部１０は、Ｘ線管傾斜機構９を制御する目的で設けられている。

[0035] 本発明に係るＸ線撮影装置が、断層画像を生成するときには、Ｘ線管３，ＦＰＤ４は、図１に示す実線の位置を初期位置として、破線で示した位置を介して、一点鎖線で示す位置まで対向移動する。このとき、Ｘ線管３は、ＦＰＤ４とともに同期移動しながら７４回に亘ってパルス状のＸ線ビームを照射する。

[0036] 画像生成部１１は、Ｘ線の照射がなされる度にＦＰＤ４が出力するＸ線の検出信号を取得して、７４枚のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４を生成する。生成された画像は、画像処理部１２に送出される。画像生成部１１は本発明の画像生成手段に相当し、画像処理部１２は本発明のシフト画像処理手段に相当する。

[0037] 画像処理部１２は、７４枚のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４に対して個別に像を体軸方向Ａにシフトする画像処理を施して、７４枚のＸ線画像Ｐ１ａ，Ｐ２ａ，Ｐ３ａ，…Ｐ７４ａを生成する。生成された画像は、断層画像生成部１３に送出される。断層画像生成部１３は本発明の断層画像生成手段に相当する。

[0038] 断層画像生成部１３は、Ｘ線管３とＦＰＤ４とが互いに反対方向に移動されながら連写された一連のＸ線画像Ｐ１ａ，Ｐ２ａ，Ｐ３ａ，…Ｐ７４ａをシフト加算法、フィルタバックプロジェクション法や逐次近似法に基づいて互いに重ね合わせて、ある裁断面で被検体Ｍを裁断した時に得られる断層画像Ｄを生成する。

[0039] 主制御部２５は、各部６，８ａ，８ｂ，１０，１１，１２，１３を統括的に制御する目的で設けられている。この主制御部は、ＣＰＵによって構成され、各種のプログラムを実行することにより各部を実現している。また、これらの各部は、これらを担当する演算装置に分割されて実行してもよい。各部は、必要に応じ記憶部２３にアクセスすることができる。操作卓２６は、術者の指示を入力させる目的で設けられている。また、表示部２７は、断層画像Ｄを表示する目的で設けられている。

[0040] ＜フィルタバックプロジェクション法の原理＞

図２は、断層画像生成部１３が用いるフィルタバックプロジェクション法の原理を説明している。例えば、天板２に平行な（鉛直方向に対して水平な）仮想平面（基準裁断面ＭＡ）について説明すると、図２に示すように、基準裁断面ＭＡに位置する点Ｐ，Ｑが、常にＦＰＤ４のＸ線検出面の不動点ｐ，ｑのそれぞれに投影されるように、Ｘ線管３によるコーン状のＸ線ビームＢの照射方向に合わせてＦＰＤ４をＸ線管３の反対方向に同期移動させながら一連のＸ線画像Ｐａが画像生成部１１および画像処理部１２にて生成される。

[0041] 一連のＸ線画像Ｐａには、被検体Ｍの投影像が位置を変えながら写り込んでいる。そして、この一連のＸ線画像Ｐａを断層画像生成部１３にて再構成すれば、基準裁断面ＭＡに位置する像（たとえば、不動点ｐ，ｑ）が集積され、Ｘ線断層画像としてイメージングされることになる。

[0042] 一方、基準裁断面ＭＡに位置しない点Ｉは、ＦＰＤ４における投影位置を変化させながら一連の被検体Ｍ画像に点ｉとして写り込んでいる。この様な点ｉは、不動点ｐ，ｑとは異なり、断層画像生成部１３でＸ線投影画像を重ね合わせる段階で像を結ばずにボケる。このように、一連の投影画像の重ね合わせを行うことにより、被検体Ｍの基準裁断面ＭＡに位置する像のみが写り込んだＸ線断層画像が得られる。このように、投影画像を単純に重ね合わせると、基準裁断面ＭＡにおける断層画像が得られる。

[0043] さらに、断層画像生成部１３は、基準裁断面ＭＡに水平な任意の裁断面においても、同様な断層画像を得ることができる。撮影中、ＦＰＤ４において上記点ｉの投影位置は移動するが、投影前の点Ｉと基準裁断面ＭＡとの離間距離が大きくなるにしたがって、この移動速度は増加する。これを利用して、取得された一連の被検体Ｍ画像を所定のピッチで体軸方向Ａにずらしながら再構成を行うようにすれば、基準裁断面ＭＡに平行な裁断面における断層画像が得られるわけである。

[0044] ７４枚のＸ線画像Ｐ１ａ，Ｐ２ａ，Ｐ３ａ，…Ｐ７４ａは、画像処理部１２により像のシフト処理が施されている。したがって、７４枚のＸ線画像Ｐ

１ａ，Ｐ２ａ，Ｐ３ａ，…Ｐ７４ａを重ねても基準裁断面ＭＡ上の被検体像が結像しないのではないかという疑問が浮かぶ。実は、本発明の画像生成部１１が生成する７４枚のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４には、敢えて画像に写り込む像の位置を理想の位置からずらしている。したがって、７４枚のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４を通常のフィルタバックプロジェクション法で重ね合わせてもぼけた像しか得られない。画像処理部１２は、各Ｘ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４で生じている像を理想の位置に戻す画像処理を行う構成である。従って、シフト処理後のＸ線画像Ｐ１ａ，Ｐ２ａ，Ｐ３ａ，…Ｐ７４ａは、通常のフィルタバックプロジェクション法が想定する一連のＸ線画像と同じものと考えることができる。

[0045] このような画像処理部１２を設けた理由は、７４枚のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４のいずれにも共通して写り込む偽像が断層画像Ｄに結像することを防ぐことにある。この事情については後述のものとする。

[0046] ＜本発明が除去の対象とする偽像の例＞

本発明が除去の対象とする偽像は、一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４に同じ位置に写り込む同じパターンの偽像である。このような偽像は、例えば、Ｘ線グリッド５の陰、欠損画素の修正像、キャリブレーション画像に写り込む天板２の陰などがある。以降、これらの偽像について具体的に説明する。

[0047] 図３は、一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４に写り込むＸ線グリッド５の陰を説明している。Ｘ線グリッド５は、ＦＰＤ４を覆うように設けられており、図３左側に示すように、被検体Ｍの体側方向Ｓに伸びた吸収箔が被検体Ｍの体軸方向Ａに配列した構成をしている。吸収箔は、短冊状のＸ線を透過しにくい部材で構成されている。Ｘ線管３から直接ＦＰＤ４に向かう直接Ｘ線は、吸収箔の間を通過することでＸ線グリッド５を通過することができる。一方、散乱Ｘ線は、同じＸ線ではあるものの、吸収箔に入射する角度が直接Ｘ線とは異なる。散乱Ｘ線は吸収箔を突き抜けようとして吸収箔に入射する。散乱Ｘ線は吸収箔に吸収され、ＦＰＤ４に入射できない。

[0048] 理想をいえば、Ｘ線グリッド５は直接Ｘ線を全く吸収しないのが望ましい。しかし、Ｘ線グリッド５の吸収箔は、厚みが全くない訳ではない。直接Ｘ線の中には、吸収箔に入射してしまい、Ｘ線グリッド５を透過できないものがわずかながら存在する。

[0049] このような直接Ｘ線の透過のムラは、ＦＰＤ４上で縞模様の陰となって現れる。この陰は、Ｘ線グリッド５の陰であり、図３右側に示すように一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４にも薄く写り込んでいる。このＸ線グリッド５の陰は、一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４の間で同じ位置に同じパターンとして写り込む。Ｘ線画像の連写中、ＦＰＤ４とＸ線グリッド５の位置関係は変化しないからである。

特定周波数成分を画像から除去することによりＸ線グリッド陰影を除去する画像処理を掛けた場合であっても、陰影除去した痕跡が、前記Ｘ線グリッド５の陰と同様に、パターンとして同一位置に移りこむ。

[0050] 図４は、欠損画素の修正像について説明している。ＦＰＤ４の検出面には、Ｘ線を検出する検出素子が縦横に配列している。理想をいえば、これら検出素子は、全て正常に動作することが望ましい。しかし、検出素子の中には、正常に動作できないものが混じっていることがある。このような検出素子は、Ｘ線の検出能力を失っている。このような検出素子を図４の左側では符号ｄで表している。

[0051] 動作できない検出素子を有するＦＰＤ４を用いて一連のＸ線画像Ｐを撮影すると、それらＸ線画像Ｐには、同じ場所に欠損画像が暗点または明点となって現れる。この欠損画素は、断層画像Ｄ上にも現れて画像の視認性を損なう。そこで、画像生成部１１は、欠損画素をＸ線画像Ｐから除く処理を行う。この処理は、欠損画素を取り囲む周辺の画素の画素値を平均して、平均値を欠損画素の画素値にすることで実現される。結果として、□で示す欠損画素があった場所は、図４の右側に示すように、点線で囲んだ周囲の画素に溶け込み、Ｘ線画像Ｐ上で目立たなくなる。

[0052] 欠損画素が修正された後に残された修正画素は、いくらＸ線画像Ｐ上で目

立たないからといって、周囲の画素と同じ存在とはいえない。すなわち修正画素は、平均値を算出するときの端数処理の影響により周囲の画素に比べてわずかに暗い。欠損画素が修正された後に残された修正画素は、一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４の間で同じ位置に写り込む。Ｘ線画像の連写中、ＦＰＤ４には常に同じ位置に欠損画素の原因の検出素子が存在するからである。

[0053] 図５は、キャリブレーション画像に写り込む天板２の陰を説明している。ＦＰＤ４の検出面には、Ｘ線を検出する検出素子が縦横に配列している。理想をいえば、これら検出素子は、全て同じ感度でＸ線を検出することが望ましい。しかし、検出素子の間には、図５左側に示すように検出感度にムラがある。そこで、図５の右側に示すように、被検体Ｍを天板２に載置しない状態で予めこの検出感度のムラを撮影しておく。この撮影をキャリブレーション撮影と呼ぶ。

[0054] その後、被検体Ｍを天板に載置した状態で一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４を撮影すると、これらＸ線画像Ｐには、検出素子が有する感度のムラが写り込む。このムラは、予め測定された検出感度のムラと同じパターンをしているわけだから、一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４から検出感度のムラを減算する画像処理を行えば、ムラが除去できる。このようなムラを除く動作はキャリブレーションと呼ばれ画像生成部１１が実行する。

[0055] 図５右側を参照すると、天板２を乗せたままキャリブレーション撮影が実行されていることが分かる。実施例１に係る放射線撮影装置は、容易に天板２を取り外すことができないので、天板２を写し込んだままキャリブレーション撮影をせざるを得なかったのである。天板２は、ほとんどＸ線を透過させるが、それでも全くＸ線を吸収しないという訳ではない。したがって、キャリブレーション撮影によって得られるキャリブレーション画像には、天板２の陰が重畳してしまう。

[0056] 図６左側は、キャリブレーション画像を表している。キャリブレーション

画像には、ＦＰＤ４の検出ムラと、格子状のパターンで表されている天板２の陰とが重畳している。

[0057] 一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４から検出感度のムラを減算しようとすると、キャリブレーション画像に含まれる天板２の陰の分を余計に減算してしまう。これが、キャリブレーション処理後の一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４に偽像となって現れる。天板２の陰（正確にはその逆パターン）は、図６右側に示すように、一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４の間で同じ位置に写り込む。キャリブレーションで用いられるキャリブレーション画像がＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４の間で共通しているからである。

[0058] Ｘ線グリッド５の陰、欠損画素の修正像、キャリブレーション画像に写り込む天板２の陰は、いずれも一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４において、かすかな偽像である。したがって、一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４を見ていっても、これら偽像が画像全体の視認性を著しく悪化させているようには思えない。しかし、これら偽像は、一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４の同じ位置に同じパターンとして写り込んでいることが問題である。

[0059] 断層画像Ｄにおいて Ｘ線画像Ｐ上の偽像が目立って現れる様子を説明する。図７に示すように、被検体内の臓器に見立てた矩形について基準裁断面ＭＡ上の断層画像Ｄを撮影する場合を考える。連写された一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４はずらさずに重ね合わせられて断層画像Ｄが生成される。

[0060] 同じ動作をＸ線グリッド５の陰に係る偽像が写り込んだＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４に対して行うと、図８に示すように、断層画像Ｄ上にもＸ線画像Ｐと同じ偽像が写り込む。しかも、断層画像Ｄ上の偽像は、Ｘ線画像Ｐ上の偽像よりもはっきりと写り込んでしまう。Ｘ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４を重ね合わせの際、同じパターンとなっている偽像が何度も重ねられたからである。

[0061] 図９は、特に断層画像ＤにＸ線グリッド５の陰がはっきりと写り込んでいる様子を示している。矩形で表されている被検体像は、Ｘ線グリッド５の陰で邪魔されて視認しづらい。

[0062] このようなＸ線グリッド５の陰の結像は、基準裁断面ＭＡ上で起こるはずである。図２の説明によれば、基準裁断面ＭＡ上の断層画像ＤはＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４をずらさずに重ね合わせて生成されるはずだからである。重ね合わせの際、Ｘ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４をずらさないということは、偽像もずれずに重ねられ、断層画像Ｄに結像するというわけである。従来構成の装置によれば、この予想通りとなる。

[0063] 基準裁断面ＭＡは、診断の上で有用である。図１０は、その事情を説明している。断層画像Ｄの視野には制限がある。断層画像Ｄは、一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４に写り込む被検体Ｍの裁断面上の像を重ね合わせて生成される。断層画像Ｄ上で結像できる被検体Ｍの像は、一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４の全てに写り込んでいるものに限られる。一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４は、Ｘ線管３およびＦＰＤ４を移動させながら撮影されるから、被検体Ｍのうちこれらｘ線画像Ｐの全てに写り込む領域は限られる。

[0064] 視野の大きい断層画像Ｄを取得しようと思えば、基準裁断面ＭＡ上の断層画像Ｄを生成したほうがよい。図１０に示すように、ＦＰＤ４全面に相当する視野の断層画像Ｄが得られるからである。基準裁断面ＭＡとは異なる裁断面ＭＢは、基準裁断面ＭＡよりもＦＰＤ４側にあり、一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４に共通して写り込む範囲が狭い。したがって、この裁断面ＭＢ上の断層画像Ｄの視野は狭いものとなる。

[0065] Ｘ線グリッド５の陰の結像が基準裁断面ＭＡ上で起こるというのなら、基準裁断面ＭＡ以外の裁断面で断層画像Ｄを生成したらよいことになる。図２の説明によれば、基準裁断面ＭＡ以外の裁断面における断層画像ＤはＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４をずらしながら重ね合わせて生成されるはずだからである。重ね合わせの際、Ｘ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４がず

れるということは、偽像もずれて重ねられ、断層画像Ｄに結像しないというわけである。この予想は正しい。

[0066] しかし、基準裁断面ＭＡは、視野が最大の断層画像Ｄが取得できる特別な裁断面である。偽像が写り込みやすいという問題があったとしても、他の裁断面が基準裁断面ＭＡの代わりになるとは限らない。

[0067] そこで、本発明によれば、基準裁断面ＭＡの断層画像Ｄで偽像が写り込まないような構成を採用している。このような従来装置では考えられない断層撮影は、ＦＰＤ移動制御部８ｂと、画像処理部１２とによって実現される。

[0068] ＜ＦＰＤ移動制御部８ｂの動作とそれによる効果＞

まず、ＦＰＤ移動制御部８ｂの動作について説明する。ＦＰＤ移動制御部８ｂは、撮影中、ＦＰＤ４の速度が変動するようにＦＰＤ移動機構７ｂを制御する。このときのＦＰＤ４の速度の変動の一例は、図１１に示されている。図１１において点線で示すのは、従来構成がＸ線画像Ｐを連写するときのＦＰＤ４の移動速度である。本発明のＦＰＤ４は、従来の撮影方法におけるＦＰＤ４よりも遅くなったり速くなったりしながらも、撮影開始から終了までにＦＰＤ４が移動する距離が従来の撮影方法と同じ（または画像処理部１２が従来の撮影方法で得られるＸ線画像Ｐ７４を再現できる程度にほぼ同じ）となるように設定されている。図１１が示す関数は、三角関数に定数を加算したものとなっている。ＦＰＤ移動制御部８ｂは、ＦＰＤ４の速度が周期的関数に定数を加算した図１１に示すような合成関数に基づいてＸ線画像Ｐの各々に対応する速度を認識してＦＰＤ移動機構７ｂを制御するように構成される。

[0069] 図１２は、本発明のＦＰＤ４の移動を視覚的に表している。図１２上側は、従来装置に係るＦＰＤ４の移動を示し、一連のＸ線画像Ｐの連写中にＦＰＤ４は等速で移動する。図１２下側は、本発明に係る装置のＦＰＤ４の移動を示している。実施例１の構成では、一連のＸ線画像Ｐの連写中にＦＰＤ４は速くなったり遅くなったりを繰り返す。

[0070] 図１３は、本発明に係る撮影方法においてＸ線画像Ｐの番号１～７４とＸ

線画像Ｐを撮影するときのＦＰＤ４の位置との関係を表している。なお、この関係図において、Ｘ線画像Ｐ１を撮影するときのＦＰＤ４は０の位置にあると考えることにする。以降の図１８，図２０，図２２においてもＦＰＤ４の位置を同様に定義するものとする。撮影中のＦＰＤ４は、点線で示す従来撮影に係るＦＰＤ４を追い越したり追い越されたりしながら被検体Ｍの体軸方向Ａに移動していく。

[0071] ＦＰＤ４の速度を変動させる構成とした効果について説明する。図１４は、従来装置のＦＰＤ４の移動方法で一連のＸ線画像Ｐを撮影した場合を示している。一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４上の破線で示す矩形は、基準裁断面ＭＡ上の被検体像を表している。基準裁断面ＭＡ上の像は、一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４において常に同じ位置に写り込んでいる。しかし実際のところは、Ｘ線画像Ｐではそれを視認するのは難しい。

[0072] 一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４には、同じ位置に同じパターンのＸ線グリッド５の陰も写り込んでいる。一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４を通じて基準裁断面ＭＡ上の像とＸ線グリッド５の陰との相対的位置関係には変化がない。したがって、基準裁断面ＭＡ上の断層画像Ｄには、被検体Ｍの断層像とともにＸ線グリッド５の陰も写り込む。基準裁断面ＭＡ上の像を得ようとして一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４を重ねると、Ｘ線グリッド５の陰も断層画像Ｄの同じ位置で重ねられてしまうからである。

[0073] 一方、本発明のようにＦＰＤ４の移動速度を変動させると、一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４を通じて基準裁断面ＭＡ上の像とＸ線グリッド５の陰との相対的位置関係に変化がつく。図１５は、本発明に係る装置のＦＰＤ４の移動方法で一連のＸ線画像Ｐを撮影した場合を示している。一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４上の破線で示す矩形は、基準裁断面ＭＡ上の被検体像を表している。

[0074] 本発明のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４のそれぞれは、従来の撮影

方法で得られる７４枚のＸ線画像Ｐの各々に対応している。このうち本発明のＸ線画像Ｐ２は、従来の撮影方法で得られるＸ線画像Ｐ２と比べて基準裁断面ＭＡ上の像が右側にずれてしまっている。このずれは、ＦＰＤ４が加速されたことに起因する。従来の撮影のようにＦＰＤ４を等速させながらＸ線画像Ｐ２を撮影すれば、基準裁断面ＭＡ上の像は、Ｘ線画像Ｐ１と同じ位置に現れるはずである。しかし、本発明の撮影方法では、ＦＰＤ４が十分に加速した状態でＸ線画像Ｐ２が撮影されている。本発明におけるＸ線画像Ｐ２は、従来の撮影方法と比べてＦＰＤ４の移動量が大きい条件で撮影されたということになる。

[0075] また、本発明のＸ線画像Ｐ３０は、従来の撮影方法のＸ線画像Ｐ３０と比べて基準裁断面ＭＡ上の像が左側にずれてしまっている。このずれは、ＦＰＤ４が減速されたことに起因する。従来の撮影のようにＦＰＤ４を等速させながらＸ線画像Ｐ３０を撮影すれば、基準裁断面ＭＡ上の像は、Ｘ線画像Ｐ１と同じ位置に現れるはずである。しかし、本発明の撮影方法では、ＦＰＤ４が十分に減速した状態でＸ線画像Ｐ３０が撮影されている。本発明におけるＸ線画像Ｐ３０は、従来の撮影方法と比べてＦＰＤ４の移動量が小さい条件で撮影されたということになる。

[0076] このように、本発明の撮影方法で得られた一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４には、基準裁断面ＭＡ上の像が同じ位置には写り込んでいない。しかし、Ｘ線グリッド像は、そうではない。Ｘ線グリッド像は、一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４において、同じ位置に同じパターンで写り込んでいる。このように、ＦＰＤ移動制御部８ｂが撮影中にＦＰＤ４の速度が変動するようにＦＰＤ移動機構７ｂを制御することで、Ｘ線グリッド像と被検体像との位置を変動させながらＸ線画像Ｐの連写することができる。

[0077] したがって、本発明の撮影方法で得られた一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４を単に重ね合わせて断層画像Ｄを生成しても、断層画像Ｄ上には基準裁断面ＭＡ上の被検体像が結像しない。基準裁断面ＭＡ上の被検体像が画像に写り込む位置は、一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４の間

で一定ではないからである。一方、Ｘ線グリッド像は、一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４の重ね合わせにより断層画像Ｄ上にはっきりと現れる。Ｘ線グリッド像が画像に写り込む位置は、一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４の間で一定だからである。

[0078] これらの説明から被検体Ｍの断層像を得るにはさらなる工夫が必要だということがわかる。本発明によれば画像処理部１２を備えることで被検体像が結像した断層画像Ｄを得るようにしている。

[0079] ＜画像処理部１２の動作＞

画像処理部１２には、画像生成部１１より一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４が送られてきている。画像処理部１２は、Ｘ線画像Ｐの各々とそれに対応するシフト量およびシフト方向を示すデータとが関連して構成されるテーブルに基づいて、Ｘ線画像Ｐの各々に写り込む像を体軸方向Ａ（ＦＰＤ４の移動方向）にシフトする画像処理を行い、Ｘ線画像Ｐａの各々を生成する。テーブルは、記憶部２３に記憶されている。

[0080] 画像処理部１２は、一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４にずれて写り込む基準裁断面ＭＡ上の像がＸ線画像Ｐの間で同じ位置に来るように画像処理を施す。図８における基準裁断面ＭＡ上のある点を基準点ｓとする。ＦＰＤ４を等速に動かして連写される従来のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４においては、この基準点ｓの像は、すべて画像の中央に現れるものとする。

[0081] 画像処理部１２は、図１６に示すように一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４の間で位置を変えながら写り込む基準裁断面ＭＡ上の基準点ｓの像が画像の中央に来るような像のシフト処理を行う。一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４の間で基準点ｓの像がずれる方向とずれ量は違うので、このようなシフト処理を実現するには、異なるシフト処理をＸ線画像Ｐの各々について行う必要がある。画像処理部１２は、記憶部２３に記憶されているテーブルを参照することによりＸ線画像Ｐに対して個別のシフト処理を行う。

[0082] ＦＰＤ移動制御部８ｂは、Ｘ線画像Ｐの連写中、ＦＰＤ４の速度が変動するようにＦＰＤ移動機構７ｂを制御する。これに伴いＦＰＤ４は変速しながら移動するわけである。とはいえ、その変速の仕方は、撮影の度に変わるわけではなく一定である。Ｘ線画像Ｐの連写を繰り返すとすると、ＦＰＤ４の速度は、決まって例えば図１１のように変動する。したがって、各Ｘ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４を撮影するときのＦＰＤ４の位置は、撮影前に予め分かっている。従って、従来のＦＰＤ等速移動方式に係るＸ線画像Ｐ２の撮影時点におけるＦＰＤ４の位置と比べて、本発明に係るＸ線画像Ｐ２の撮影時点におけるＦＰＤ４の位置がどの方向にどの程度ずれているかがわかる。

[0083] Ｘ線管３と基準裁断面ＭＡとの間の距離、および基準裁断面ＭＡからＦＰＤ４までの距離は既知である。したがって、従来のＦＰＤ等速移動方式に係るＸ線画像Ｐ２に写り込む被検体Ｍの基準裁断面ＭＡ上の像に対して、本発明に係るＸ線画像Ｐ２に写り込む被検体Ｍの基準裁断面ＭＡ上の像がどの方向にどの程度ずれるかを幾何学計算により算出することができる。このような事情は他のＸ線画像Ｐについても同じである。テーブルは、各Ｘ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４に対してこのような幾何学計算を実行することで算出できる。

[0084] 図１７は、画像処理部１２がＸ線グリッド像および被検体像が写り込むＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４に対してシフト処理を行う様子を示している。画像処理部１２は、Ｘ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４の各々にシフト処理を施すことにより破線の矩形で示す基準裁断面ＭＡ上の被検体像を画像の中央にシフトさせてＸ線画像Ｐ１ａ，Ｐ２ａ，Ｐ３ａ，…Ｐ７４ａを生成する。これらＸ線画像Ｐ１ａ，Ｐ２ａ，Ｐ３ａ，…Ｐ７４ａには基準裁断面ＭＡ上の被検体像が同じ位置に写り込んでいる。画像処理部１２は、同じパターンの偽像を写し込んだ一連のＸ線画像Ｐに対して像をシフトさせる画像処理を施すことにより、写り込む位置が一連のＸ線画像Ｐによって異なる被検体内部の基準点ｓが画像上の同じ位置に来るようにシフトさせる。

[0085] Ｘ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４に写り込むＸ線グリッド像も画像処理部１２のシフト処理を受けてＸ線画像Ｐ１ａ，Ｐ２ａ，Ｐ３ａ，…Ｐ７４ａに写り込んでいる。ここで注目すべきは、Ｘ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４には、Ｘ線グリッド像が同じ位置に同じ方向で写り込んでいることと、Ｘ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４になされるシフト処理は各画像で異なることである。例えば、図１７におけるＸ線画像Ｐ２は、ＦＰＤ４の加速の結果、被検体像が右にずれて写り込んでいる。このずれは、画像処理部１２により補正され、その結果、被検体像は、Ｘ線画像Ｐ２ａにおける中央の位置まで移動する。このとき、Ｘ線画像Ｐ２上のＸ線グリッドも被検体像に追従して移動する。同様に、Ｘ線画像Ｐ３０は、ＦＰＤ４の減速の結果、被検体像が左にずれて写り込んでいる。このずれは、画像処理部１２により補正され、その結果被検体像は、Ｘ線画像Ｐ３０ａにおける中央の位置まで移動する。このとき、Ｘ線画像Ｐ３０上のＸ線グリッドも被検体像に追従して移動する。

[0086] したがって、本発明の撮影方法で得られた一連のＸ線画像Ｐ１ａ，Ｐ２ａ，Ｐ３ａ，…Ｐ７４ａを重ね合わせて断層画像Ｄを生成しても、断層画像Ｄ上にはＸ線グリッド像が結像しない。Ｘ線グリッド像が画像に写り込む位置は、一連のＸ線画像Ｐ１ａ，Ｐ２ａ，Ｐ３ａ，…Ｐ７４ａの間で一定ではないからである。一方、基準裁断面ＭＡ上の被検体像は、一連のＸ線画像Ｐ１ａ，Ｐ２ａ，Ｐ３ａ，…Ｐ７４ａの重ね合わせにより断層画像Ｄ上にはっきりと現れる。基準裁断面ＭＡ上の被検体像が画像に写り込む位置は、一連のＸ線画像Ｐ１ａ，Ｐ２ａ，Ｐ３ａ，…Ｐ７４ａの間で一定だからである。

[0087] 以上のような画像処理部１２が生成する一連のＸ線画像Ｐ１ａ，Ｐ２ａ，Ｐ３ａ，…Ｐ７４ａは、ＦＰＤ４が変速せずに従来通り等速で移動ときに得られるＸ線画像を再現したものとなっている。

[0088] このように、本発明の装置ではＦＰＤ移動制御部８ｂと画像処理部１２とが協働して機能することで基準裁断面ＭＡ上の断層画像Ｄであってもグリッド像の結像を抑制することができる。このような事情は、Ｘ線グリッド

像に限られず、一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４に同じように写り込む図４ないし図６で説明した他の偽像についても同様である。

[0089] ＜断層画像生成部１３の動作＞

一連のＸ線画像Ｐ１ａ，Ｐ２ａ，Ｐ３ａ，…Ｐ７４ａは、断層画像生成部１３に送出される。断層画像生成部１３は、これらＸ線画像Ｐａを重ね合わせて断層画像Ｄを生成する。Ｘ線画像Ｐａに写り込むＸ線グリッド像は、画像に写り込む位置が互いに異なるので、画像を重ね合わせる際に互いに打ち消し合い、断層画像Ｄに写り込むことがない。また、この断層画像生成部１３は、ＦＰＤ等速移動方式に係る従来装置に備え付けられているものを流用することができる。一連のＸ線画像Ｐ１ａ，Ｐ２ａ，Ｐ３ａ，…Ｐ７４ａは、ＦＰＤ４が変速せずに従来通りの等速で移動ときに得られるＸ線画像を再現したものとなっている。断層画像生成部１３は、シフト画像処理により偽像の出現位置が互いにずらされた一連のＸ線画像Ｐａを元に基準点ｓを含む裁断面における被検体Ｍの断層画像Ｄを生成する。

[0090] ＜ＦＰＤ４の変速方式の最適化＞

ＦＰＤ４の変速方式を工夫することでより確実に断層画像Ｄに偽像を写し込まないようにすることができるので、この点について説明する。図１８は、従来通りＦＰＤ４を等速で動かしながら一連のＸ線画像Ｐを連写する場合を示している。図１８の実線は、従来の撮影方法を表していて、撮影時のＦＰＤ４の位置を示す値は、Ｘ線画像Ｐの番号に比例している。画像番号とＦＰＤ４の位置との関係がこの実線上にあるときに撮影されたＸ線画像Ｐには基準裁断面ＭＡの被検体像が画像中央に写り込むものとする。

[0091] 図１８の破線も同じくＦＰＤ４を従来の撮影方法通りの速度で移動させた場合である。ただし、ＦＰＤ４の出発のタイミングは、従来の撮影方法よりも早い。画像番号とＦＰＤ４の位置との関係がこの破線上にあるとき基準裁断面ＭＡの被検体像はＸ線画像Ｐの右側にずれて写り込む。そしてそのずれ量は、画像番号とＦＰＤ４の位置との関係がこの破線上にある限り変わらない。このときのＸ線画像Ｐ上に写り込んでいる像をズレ像Ｆａと呼ぶことに

する。

[0092] 図１８の一点鎖線も同じくＦＰＤ４を従来の撮影方法通りの速度で移動させた場合である。ただし、ＦＰＤ４の出発のタイミングは、従来の撮影方法よりも遅い。画像番号とＦＰＤ４の位置との関係がこの一点鎖線上にあるとき基準裁断面ＭＡの被検体像はＸ線画像Ｐの左側にずれて写り込む。そしてそのずれ量は、画像番号とＦＰＤ４の位置との関係がこの一点鎖線上にある限り変わらない。このときのＸ線画像Ｐ上に写り込んでいる像をズレ像Ｄａと呼ぶことにする。

[0093] 画像処理部１２がズレ像Ｆａの像を写し込んだＸ線画像Ｐにシフト処理を施した場合を考える。画像処理部１２は、基準裁断面ＭＡの被検体像を中央に移動させるシフト処理を施すから、ズレ像Ｆａの像は、図１９左側に示すように、全体的に左側に移動されることになる。同様に、画像処理部１２がズレ像Ｄａの像を写し込んだＸ線画像Ｐにシフト処理を施した場合を考える。画像処理部１２は、基準裁断面ＭＡの被検体像を中央に移動させるシフト処理を施すから、ズレ像Ｄａの像は、図１９右側に示すように、全体的に右側に移動されることになる。画像処理部１２がズレ像Ｆａの像を写し込んだＸ線画像Ｐに施す像のずらし方をずらし方Ｆｂと呼び、画像処理部１２がズレ像Ｄａの像を写し込んだＸ線画像Ｐに施す像のずらし方をずらし方Ｄｂと呼ぶことにする。

[0094] ＦＰＤ４の変速を図１１に示すような方式にしていると、ＦＰＤ４の位置と時間の関係は、図２０のようになる。すなわち、本発明のＦＰＤ４が加速と減速を繰り返すことにより、画像番号とＦＰＤ４の位置との関係は、図１９で説明した破線上の点と一点鎖線上の点とを何度も往復させられる。

[0095] ここで、ＦＰＤ４が加速から減速に転じる時点について考える。この時点は、速度変化が小さい必要がある。さもないと、ＦＰＤ４の移動がスムーズでなくなってしまい、装置の振動の原因となる。安全で、撮影のブレがなく、装置本体に与えるダメージも軽減された撮影方法を目指す場合、このような振動は望ましくない。従って、ＦＰＤ４が加速から減速に転じるときは速

度変を穏やかにする必要がある。この事情はＦＰＤ４が減速から加速に転じる時点についても同じである。

[0096] ここで、ＦＰＤ４が加速から減速に転じるときにＸ線画像Ｐが撮影されるとして、更に、図１８に示した座標系において、このＸ線画像Ｐの画像番号とＦＰＤ４の位置との関係を示す座標は、破線上にあるものとする。そうすると、このＸ線画像Ｐには図１９で説明したズレ像Ｆａが写り込むことになる。同様に、ＦＰＤ４が減速から加速に転じるときにＸ線画像Ｐが撮影されるとして、更に、図１８に示した座標系において、このＸ線画像Ｐの画像番号とＦＰＤ４の位置との関係を示す座標は、一点鎖線上にあるものとする。すると、このＸ線画像Ｐには図１９で説明したズレ像Ｄａが写り込むことになる。

[0097] 断層画像Ｄの元になる一連のＸ線画像Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，…Ｐ７４には、実は、ズレ像Ｆａが写り込んだものが多く含まれている。ＦＰＤ４が加速から減速に転じる前後は、ＦＰＤ４の変速が穏やかであり、画像番号とＦＰＤ４の位置との関係は、図２０の網掛けで示す長い期間、破線に近い位置にある。したがって、Ｘ線画像Ｐを連写すると、ズレ像Ｆａかそれによく似た像を写し込んだＸ線画像Ｐが多く得られるのである。同様に、連写されたＸ線画像Ｐには、ズレ像Ｄａが写り込んだものも多く含まれている。ＦＰＤ４が減速から加速に転じる前後は、ＦＰＤ４の変速が穏やかであり、画像番号とＦＰＤ４の位置との関係は、図２０の斜線で示す長い期間、一点鎖線に近い位置にある。したがって、Ｘ線画像Ｐを連写すると、ズレ像Ｄａかそれによく似た像を写し込んだＸ線画像Ｐが多く得られるのである。

[0098] 図２１は、一連のＸ線画像Ｐのうち、ズレ像Ｆａまたはそれによく似た像を写し込んだものだけを抜き出して表している。画像処理部１２は、ズレ像Ｆａが写り込んだ複数のＸ線画像Ｐを同じずらし方Ｆｂでずらすシフト処理を実行してＸ線画像Ｐａを生成する。本発明の本質は、Ｘ線画像ＰごとにＸ線グリッド像のずらし方を変えることで断層画像Ｄ上にＸ線グリッド像が結像しないようにするというものである。にもかかわらず、画像処理部１２は

、異なるＸ線画像Ｐを同じずらし方でずらしてシフト処理を実行してしまっている。このような構成となっていると、生成される断層画像Ｄには、ズレ像Ｆａ上に写り込んでいたＸ線グリッド像が結像してしまう。Ｘ線画像ＰａのＸ線グリッド像が移動先で結像してしまうのである。このような事情はズレ像Ｄａについても同じである。

[0099] 図２２は、この点を考慮してＦＰＤ４の動かし方を工夫した構成となっている。すなわち、本発明の撮影に係る画像番号とＦＰＤ４の位置との関係を図２２の太線に示すようにするのである。このＦＰＤ４の動かし方によれば、ＦＰＤ４が加速から減速に転じる点が等速移動に係る従来のＦＰＤの速度（画像処理部１２により再現されるＦＰＤ４の移動方式に係るＦＰＤ４の速度）に相当する傾きを有する直線上に配列しないように調整がなされている。このようにすることで、一連のＸ線画像Ｐの間でＸ線グリッド像の写り込む位置が同じものが出現することを極力防ぎ、Ｘ線グリッド像が断層画像Ｄに現れることを防止することができる。

[0100] このようなＦＰＤ４の動かし方を実現するには、画像番号とＦＰＤ４の速度を図２３のようにすればよい。この図２３で示されている関数は、周波数の異なる２つの三角関数の合成関数に更に定数を加えることで生成することができる。このような場合でも、本発明のＦＰＤ４は、従来の撮影方法におけるＦＰＤ４よりも遅くなったり速くなったりしながらも、撮影開始から終了までにＦＰＤ４が移動する距離が従来の撮影方法と同じ（または、画像処理部１２が従来の撮影方法で得られるＸ線画像Ｐ７４を再現できる程度にほぼ同じ）となるように設定されている。

[0101] このようなＦＰＤ４の移動を実現するのは、ＦＰＤ移動制御部８ｂである。ＦＰＤ移動制御部８ｂは、図２２，図２３で説明したような方式でＦＰＤ４が移動するようにＦＰＤ移動機構７ｂを制御することにより、ＦＰＤ４が加速から減速に転じる際に撮影されたＸ線画像Ｐの間で基準点ｓの写り込む位置が互いに異なるようにする。同様に、ＦＰＤ移動制御部８ｂは、ＦＰＤ４が減速から加速に転じる際に撮影されたＸ線画像Ｐの間で基準点ｓの写り

込む位置が互いに異なるようにする。ＦＰＤ移動制御部８ｂは、ＦＰＤ４の速度が周期的関数に定数を加算した図２３に示すような合成関数に基づいてＸ線画像Ｐの各々に対応する速度を認識してＦＰＤ移動機構７ｂを制御するように構成される。

[0102] 以上のように、本発明によれば、断層画像Ｄに偽像が結像しないＸ線断層撮影装置１が提供できる。すなわち、本発明に係るＸ線断層撮影装置１は、Ｘ線管３とＦＰＤ４とが互いに反対方向に移動されながら連写された一連のＸ線画像Ｐを撮影する際に、ＦＰＤ４の速度が変更される。これにより裁断面上の基準点の写り込む位置が一連のＸ線画像Ｐの間で変化する。一方、偽像の写り込む位置は一連のＸ線画像Ｐの間で同じである。基準点が画像上の同じ位置に来るようにシフトさせる画像処理を施した一連のＸ線画像Ｐに基づいて断層画像Ｄを生成すれば、断層画像Ｄには確実に基準点を含む裁断面における被検体Ｍの断層像が写り込む。一方、断層画像Ｄには、偽像が写り込むことがない。一連のＸ線画像Ｐに写り込む偽像は、画像処理により出現位置がシフトされ、断層画像生成の際に互いに相殺されるからである。

[0103] また、ＦＰＤ４が加速と減速を繰り返すようにＦＰＤ４を動かせば、ＦＰＤ４の速度が変更しつつ断層画像Ｄの生成に必要な一連のＸ線画像Ｐの撮影を確実に実行することができる。ＦＰＤ４の平均速度を検出手段等速移動に係る従来装置におけるＦＰＤ４の速度にすることができるからである。

[0104] Ｘ線画像Ｐの間で基準点の写り込む位置は、ＦＰＤ４が加速から減速に転じる際に撮影された画像の間で特に類似しやすい。このような状態を放置すると、断層画像上に偽像が出現することを確実に抑制できない場合がある。この問題はＦＰＤ４が減速から加速に転じる際にも生じる。そこで、上述の構成はこの問題に着目して、ＦＰＤ４が加速から減速に転じる際に撮影されたＸ線画像Ｐの間で基準点の写り込む位置が互いに異なるようにＦＰＤ４の移動様式が選択される。同様にＦＰＤ４が減速から加速に転じる際に撮影されたＸ線画像Ｐの間で基準点の写り込む位置が互いに異なるようにＦＰＤ４の移動様式が選択される。これにより、断層画像上に偽像が出現することが

確実に抑制できる。

[0105] 図１１に示すように、ＦＰＤ４をＦＰＤ４の速度が周期的関数に定数を加算した合成関数に基づいた速度で動かせば、ＦＰＤ４の加速と減速が確実に繰り返される。

[0106] 図２３に示すように、ＦＰＤ４を互いに周期の異なる２つの周期的関数と定数を加算した合成関数に基づいた速度で動かせば、ＦＰＤ４が加速から減速（または減速から加速）に転じる際に撮影されたＸ線画像Ｐの間で基準点の写り込む位置が確実に互いに異なるようになる。

[0107] 本発明の構成は、上述の構成に限られず、以下のように変形実施することができる。

[0108] （１）実施例１のＦＰＤ４の速度は、図１１または図２３に示すような関数で表される構成となっていたが、本発明はこの構成に限られない。これら以外の関数を用いてＦＰＤ４の速度を決定するようにしてもよい。

[0109] （２）実施例１のＦＰＤ４の変速の方法は、一種類であったが、本発明はこの構成に限られない。ＦＰＤ４の変速の方法を複数のモードから選択するようにしてもよい。本変形例の画像処理部１２は、このモードの選択に合わせて参照するテーブルを変更するように構成することができる。

[0110] （３）図２３に示したＦＰＤ４の変速の方式は、本発明の一例に過ぎない。ＦＰＤ移動制御部８ｂは、図２３以外の関数によってＦＰＤ４の速度を認識してもよい。

[0111] （４）実施例１のＦＰＤ４の速度は、三角関数に基づいて算出されていたが、本発明はこの構成に限られない。三角関数に代えて任意の周期的関数を算出に用いることができる。用いる関数としては、微分不可能な特異点を有しないものが望ましい。このような特異点があると、ＦＰＤ４が移動によりがたついてしまうからである。

[0112] （５）上述の構成では、断層像の再構成法として一連のＸ線画像を重ね合わせるフィルタードバックプロジェクション法であるとしたが、よく知られるシフト加算法、逐次近似法を用いてもよい。

[0113] （６）実施例１のＦＰＤ４の変速の方法は、加速と減速とを繰り返すものであったが、本発明はこの構成に限られない。一連のＸ線画像Ｐの撮影中、ＦＰＤ４を加速し続けるように動かすようにしてもよい。このようにすれば、撮影中にＦＰＤ４ががたついて振動を生じてしまうことがなくなり、安全で被検体Ｍおよび装置自身に対して負担の少ないＸ線断層撮影装置１が提供できる。なお、このようなＦＰＤ４の移動は、ＦＰＤ移動制御部８ｂがＦＰＤ４を加速し続けるようにＦＰＤ移動機構７ｂの制御を実行することで実現される。

[0114] （７）実施例１の基準点ｓは、基準裁断面上にあったが、本発明はこの構成限られない。基準点ｓを基準裁断面以外の裁断面上に設定することもできる。

産業上の利用可能性

[0115] 本発明は、以上のように医用分野に適している。

符号の説明

[0116] ３ Ｘ線管（放射線源）

４ ＦＰＤ（検出手段）

７ａ Ｘ線管移動機構（放射線源移動手段）

７ｂ ＦＰＤ移動機構（検出器移動手段）

８ａ Ｘ線管移動制御部（放射線源移動制御手段）

８ｂ ＦＰＤ移動制御部（検出器移動制御手段）

１１ 画像生成部（画像生成手段）

１２ 画像処理部（シフト画像処理手段）

１３ 断層画像生成部（断層画像生成手段）

請求の範囲

[請求項1] 被写体に放射線を照射する放射線源と、

前記被写体を透過してきた放射線を検出する検出手段と、

前記放射線源を前記被写体に対して移動させる放射線源移動手段と、

前記放射線源の移動を制御する放射線源移動制御手段と、

前記検出手段を前記被写体に対して移動させる検出器移動手段と、

前記検出手段の出力に基づいて被写体像とともに偽像が写り込んでいる放射線画像を生成する画像生成手段と、

前記放射線源と前記検出手段とが互いに反対方向に移動されながら連写された一連の放射線画像を撮影する際に、前記検出手段の速度が変更されるように前記検出器移動手段を制御する検出器移動制御手段と、

同じパターンの偽像を写し込んだ一連の放射線画像に対して像をシフトさせる画像処理を施すことにより、写り込む位置が一連の放射線画像によって異なる被写体内部の基準点が画像上の同じ位置に来るようにシフトさせるシフト画像処理手段と、

シフト画像処理により偽像の出現位置が互いにずらされた一連の放射線画像を元に前記基準点を含む裁断面における前記被写体の断層画像を生成する断層画像生成手段とを備えることを特徴とする放射線断層撮影装置。

[請求項2] 請求項１に記載の放射線断層撮影装置において、

前記検出器移動制御手段は、前記検出手段が加速と減速を繰り返すように前記検出器移動手段を制御することを特徴とする放射線断層撮影装置。

[請求項3] 請求項２に記載の放射線断層撮影装置において、

前記検出器移動制御手段は、前記検出手段が加速から減速に転じる際に撮影された放射線画像の間で前記基準点の写り込む位置が互いに

異なるように前記検出器移動手段を制御することを特徴とする放射線断層撮影装置。

[請求項4] 請求項２または請求項３に記載の放射線断層撮影装置において、

前記検出器移動制御手段は、前記検出手段が減速から加速に転じる際に撮影された放射線画像の間で前記基準点の写り込む位置が互いに異なるように前記検出器移動手段を制御することを特徴とする放射線断層撮影装置。

[請求項5] 請求項２ないし請求項４のいずれかに記載の放射線断層撮影装置において、

前記検出器移動制御手段は、互いに周期の異なる２つの周期的関数と定数を加算した合成関数に基づいて放射線画像の各々に対応する速度を認識して前記検出器移動手段を制御することを特徴とする放射線断層撮影装置。

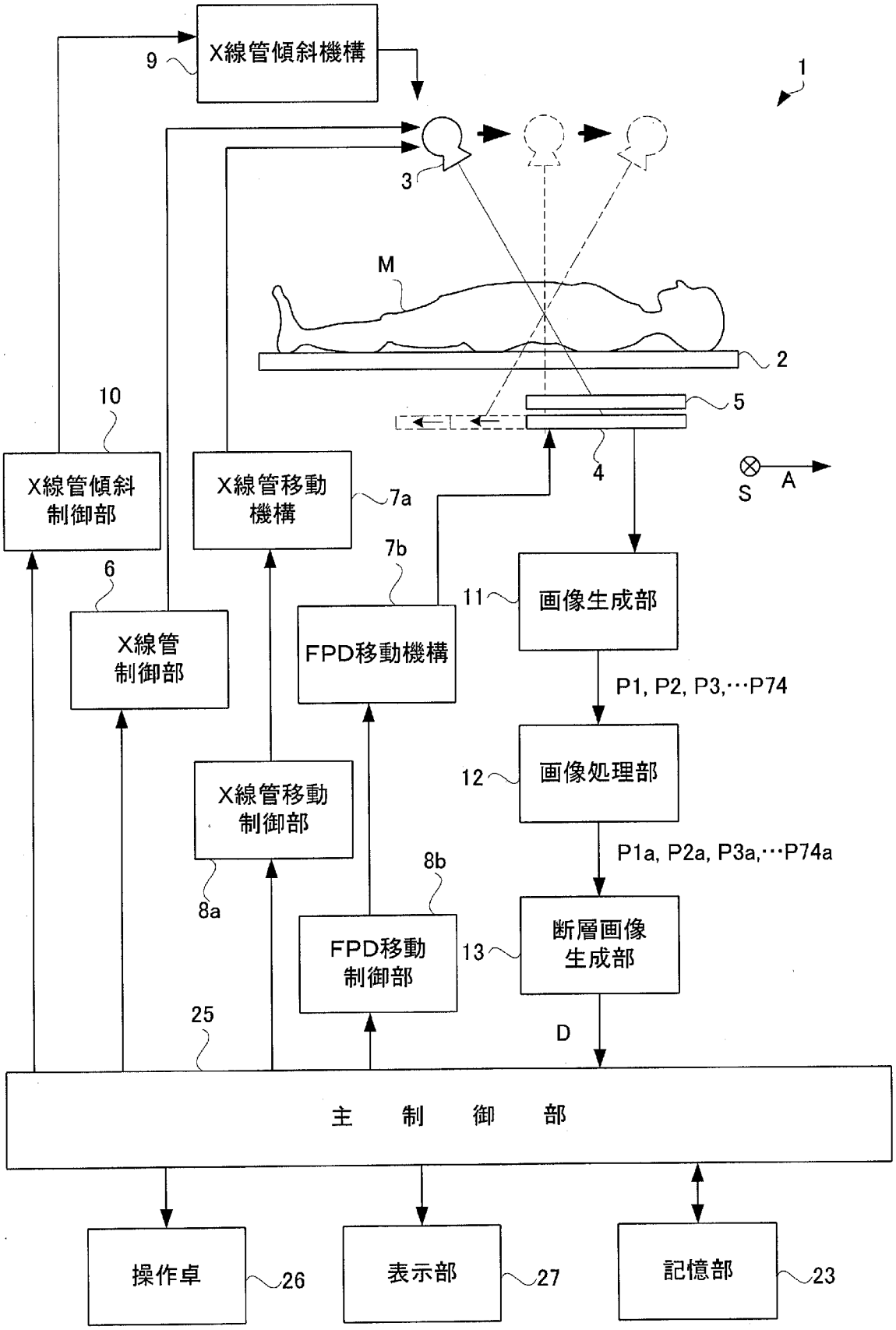
[請求項6] 請求項１に記載の放射線断層撮影装置において、

前記検出器移動制御手段は、前記検出手段の速度が周期的関数に定数を加算した合成関数に基づいて放射線画像の各々に対応する速度を認識して前記検出器移動手段を制御することを特徴とする放射線断層撮影装置。

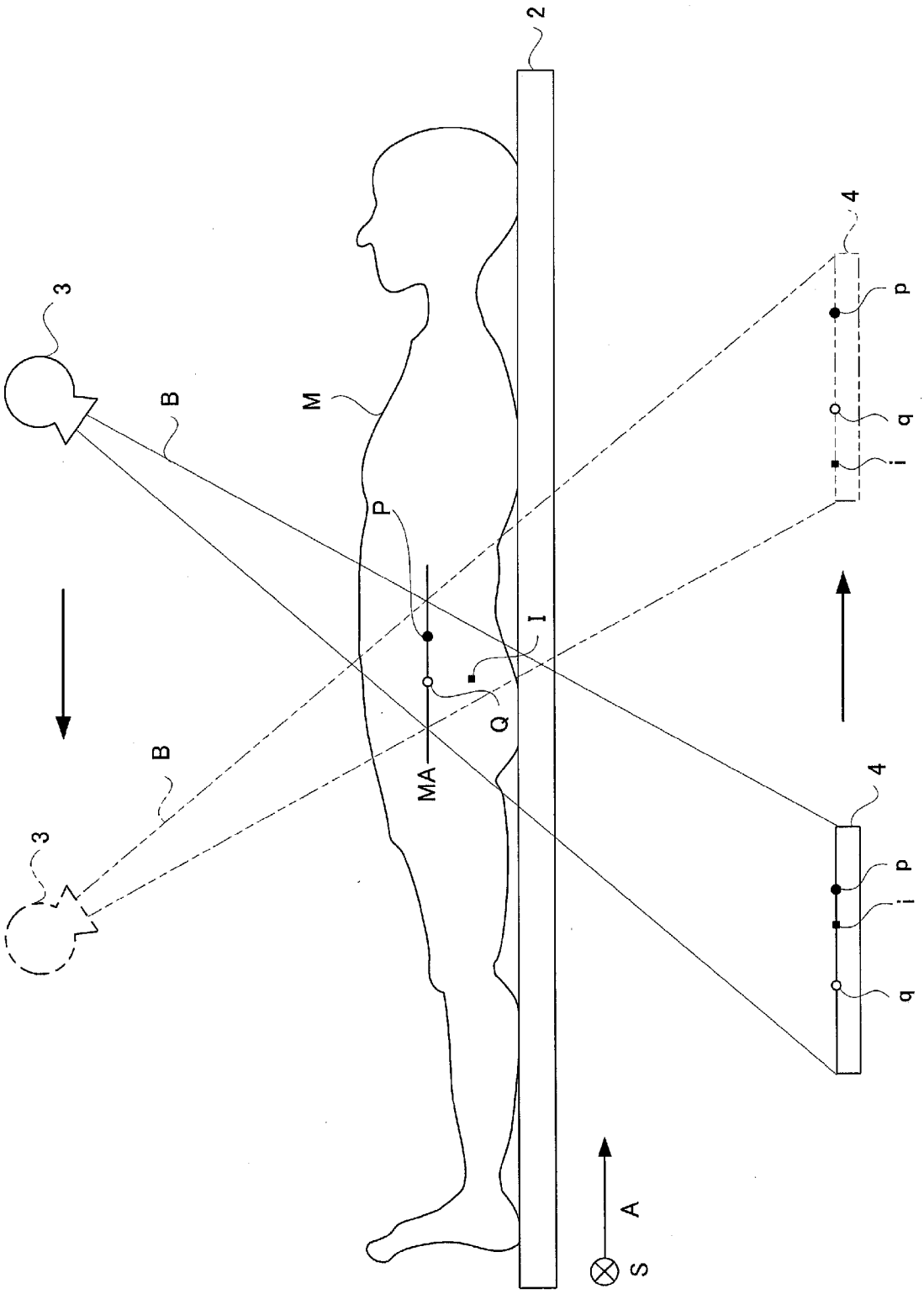
[請求項7] 請求項１に記載の放射線断層撮影装置において、

前記検出器移動制御手段は、前記検出手段が加速し続けるように前記検出器移動手段を制御することを特徴とする放射線断層撮影装置。

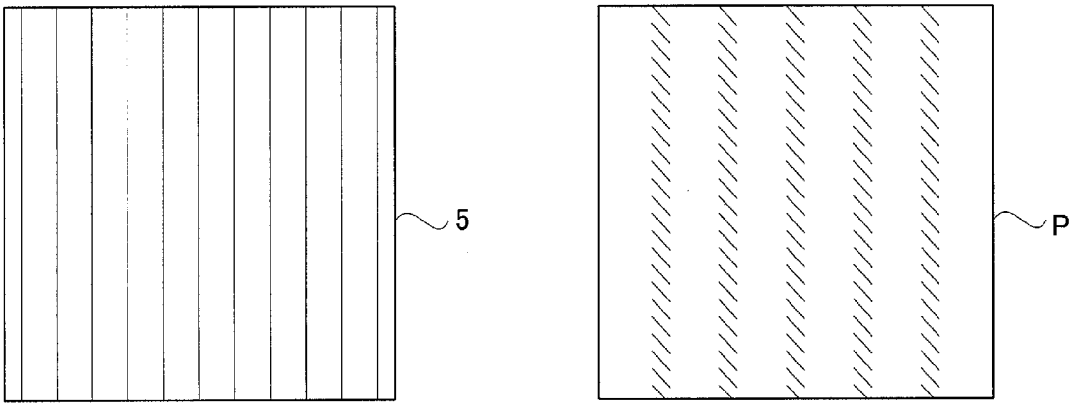
[図1]


X線管傾斜機構
9
1
3
M
2
5
4
S
A
10
X線管傾斜
制御部
X線管移動
機構
7a
7b
6
11
画像生成部
X線管
制御部
FPD移動機構
P1, P2, P3,…P74
12
画像処理部
X線管移動
制御部
P1a, P2a, P3a,…P74a
8b
8a
FPD移動
制御部
13
断層画像
生成部
25
D
主　制　御　部
操作卓
26
表示部
27
記憶部
23

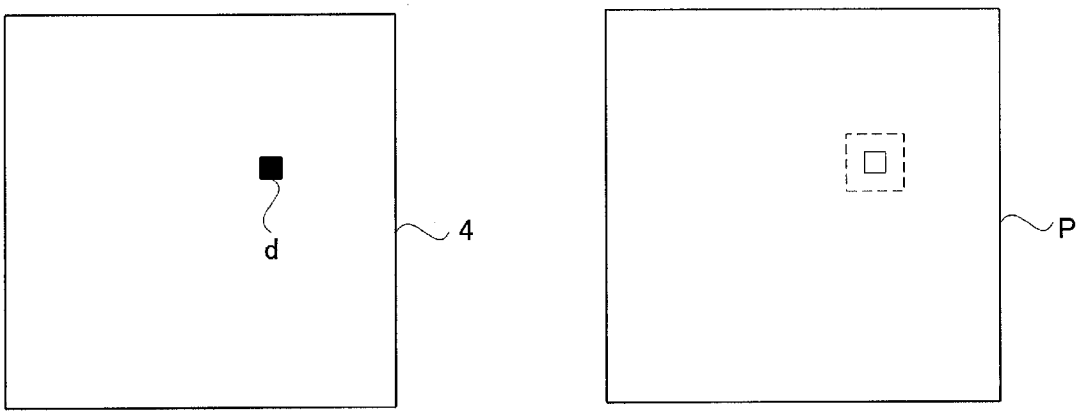
[図2]



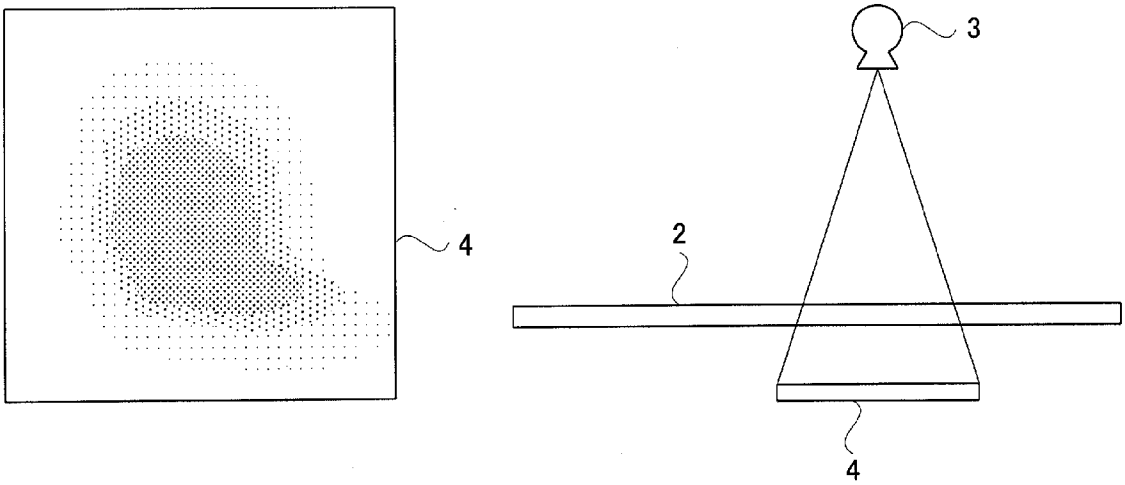
[図3]



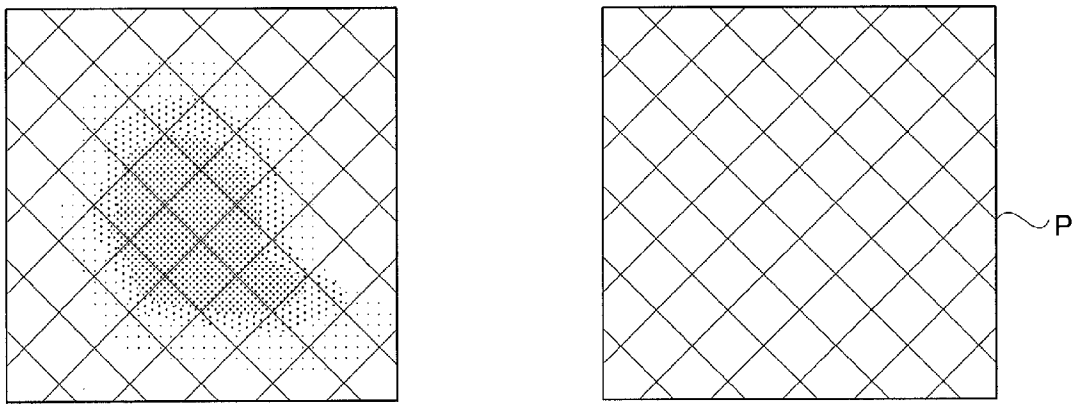
[図4]



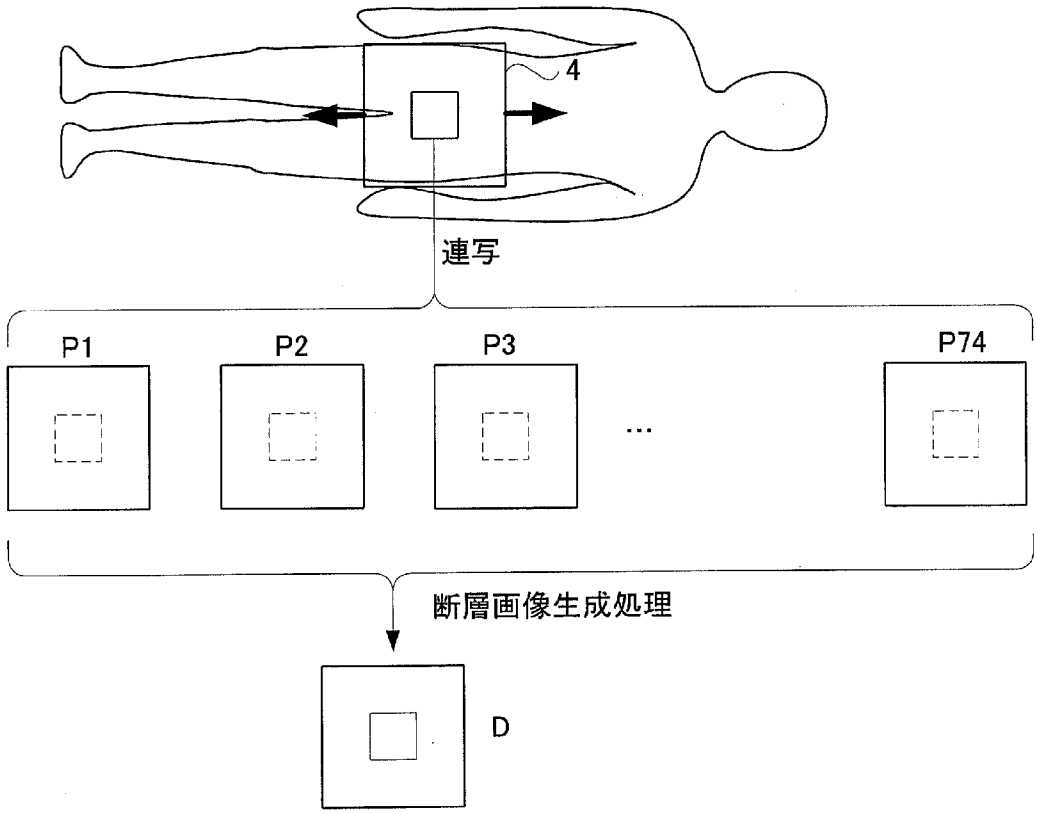
[図5]



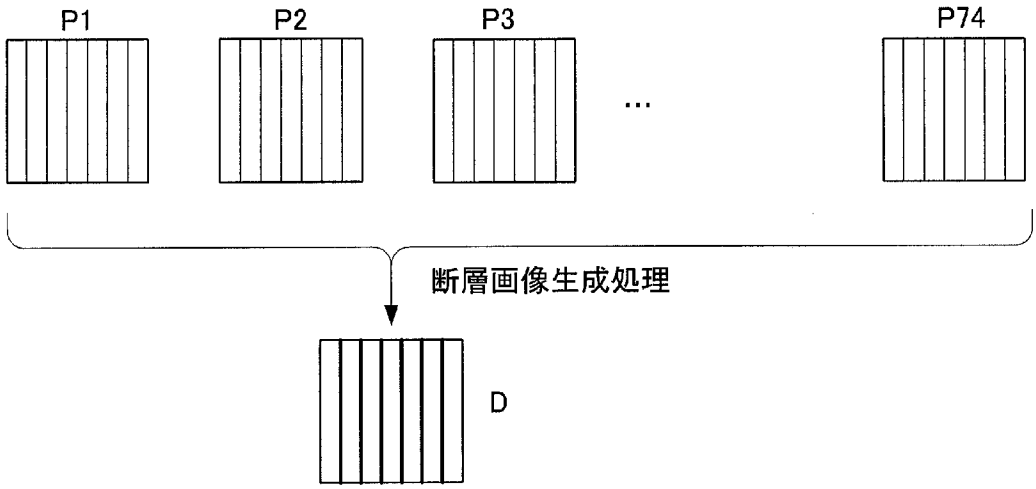
[図6]



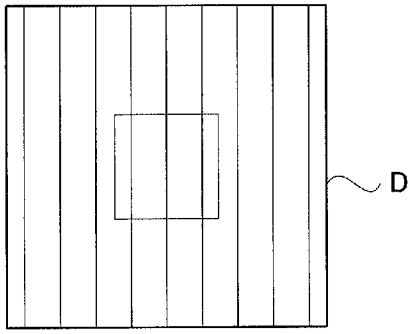
[図7]



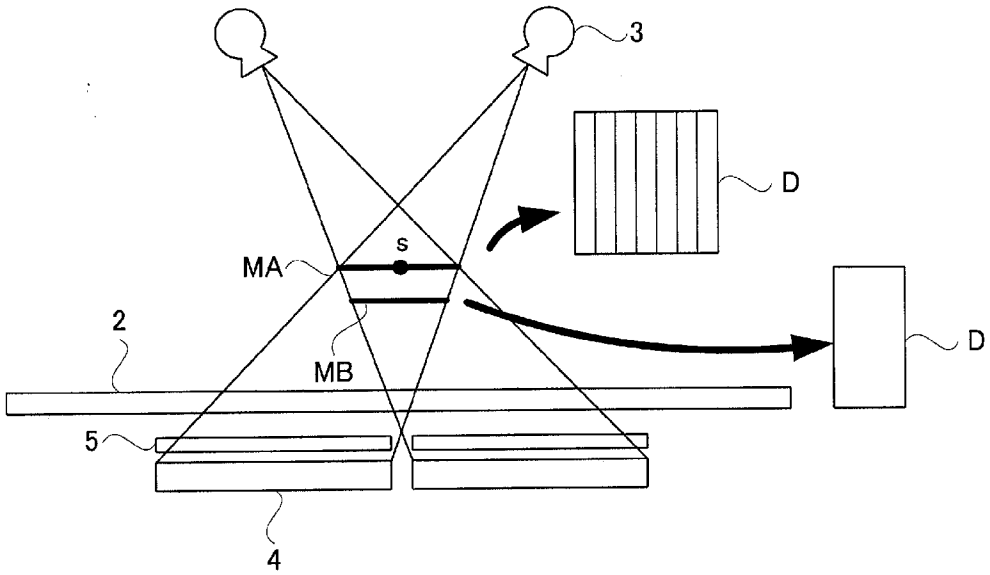
[図8]



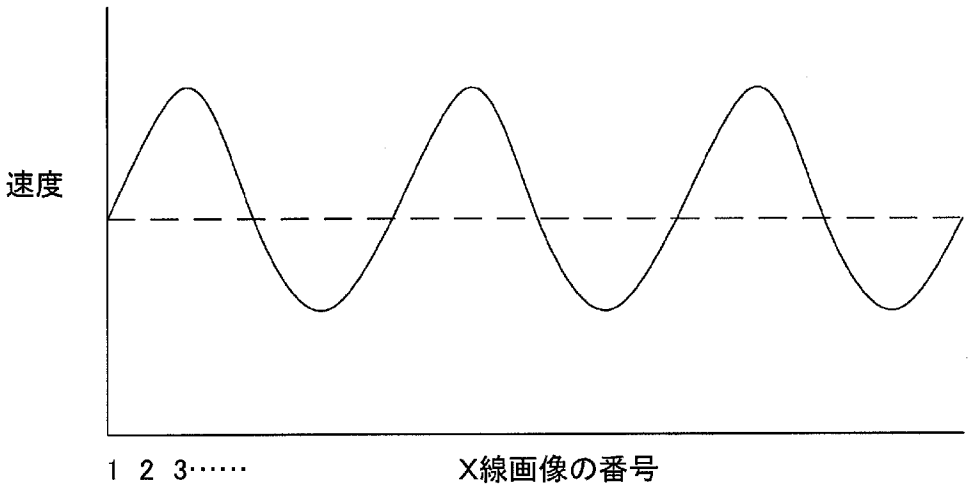
[図9]



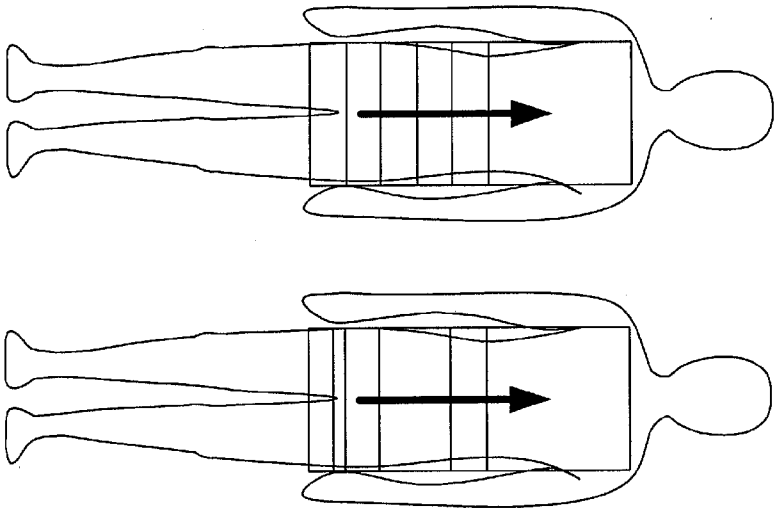
[図10]



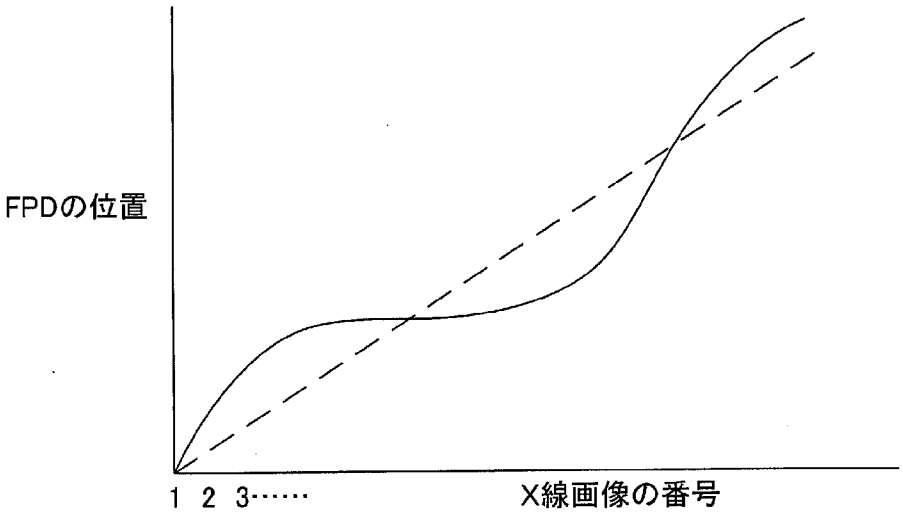
[図11]



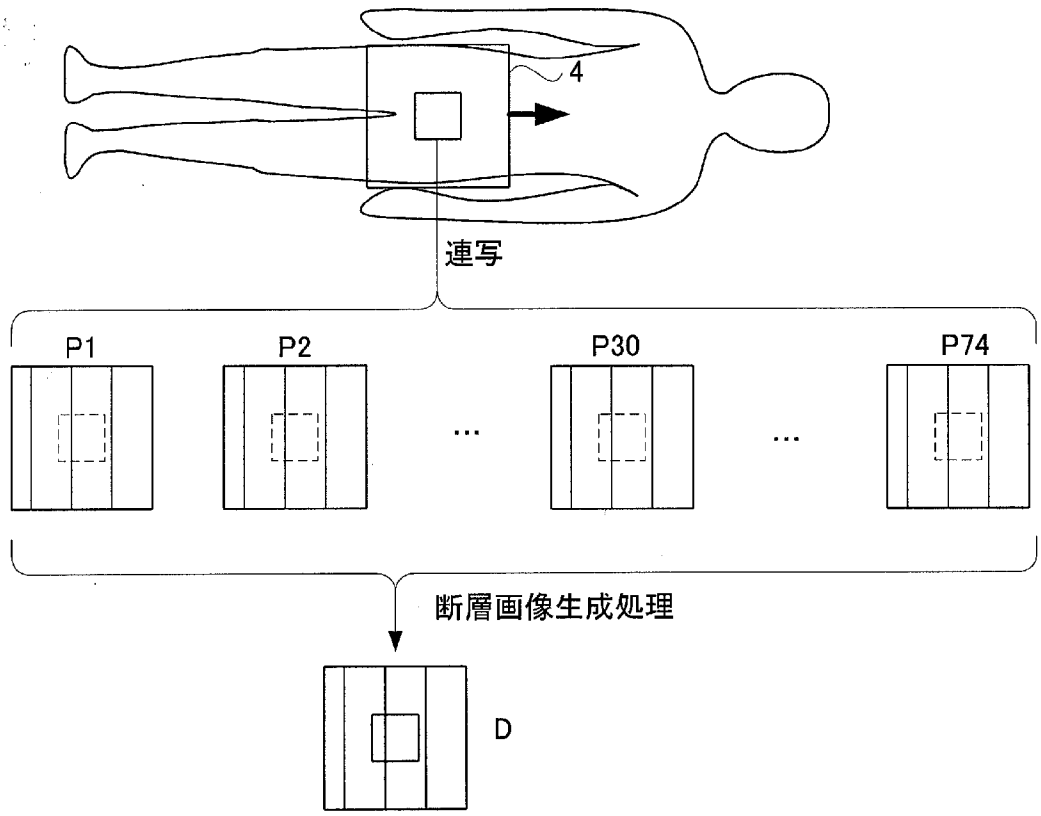
[図12]



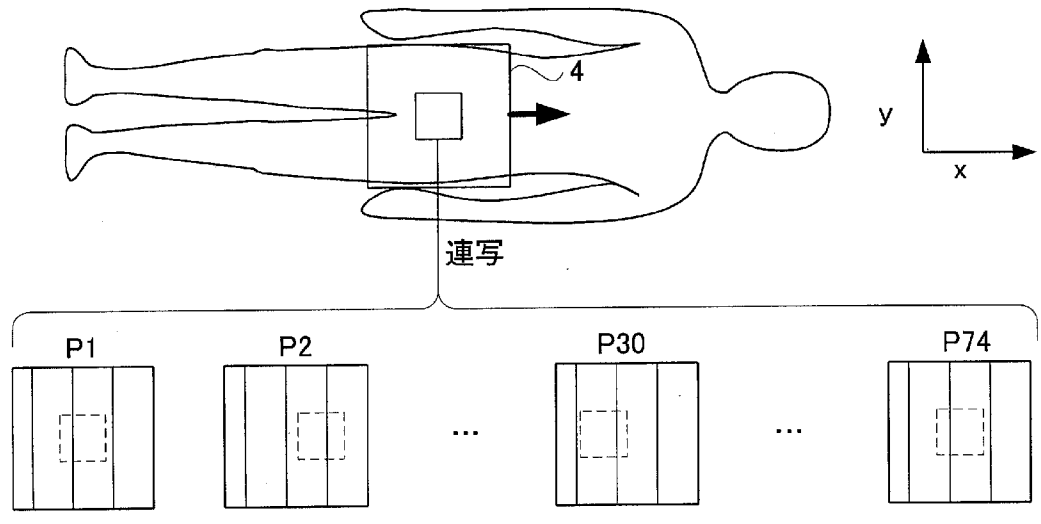
[図13]



[図14]

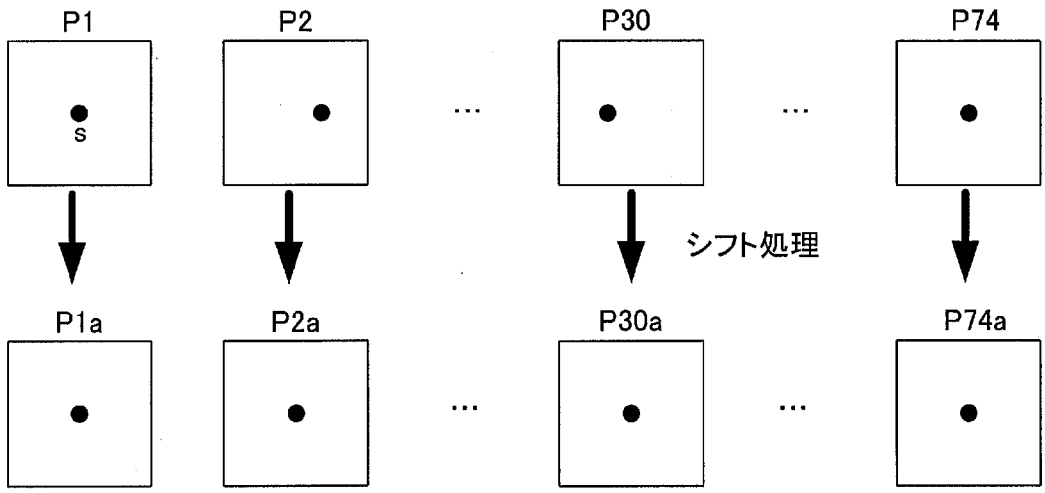


[図15]

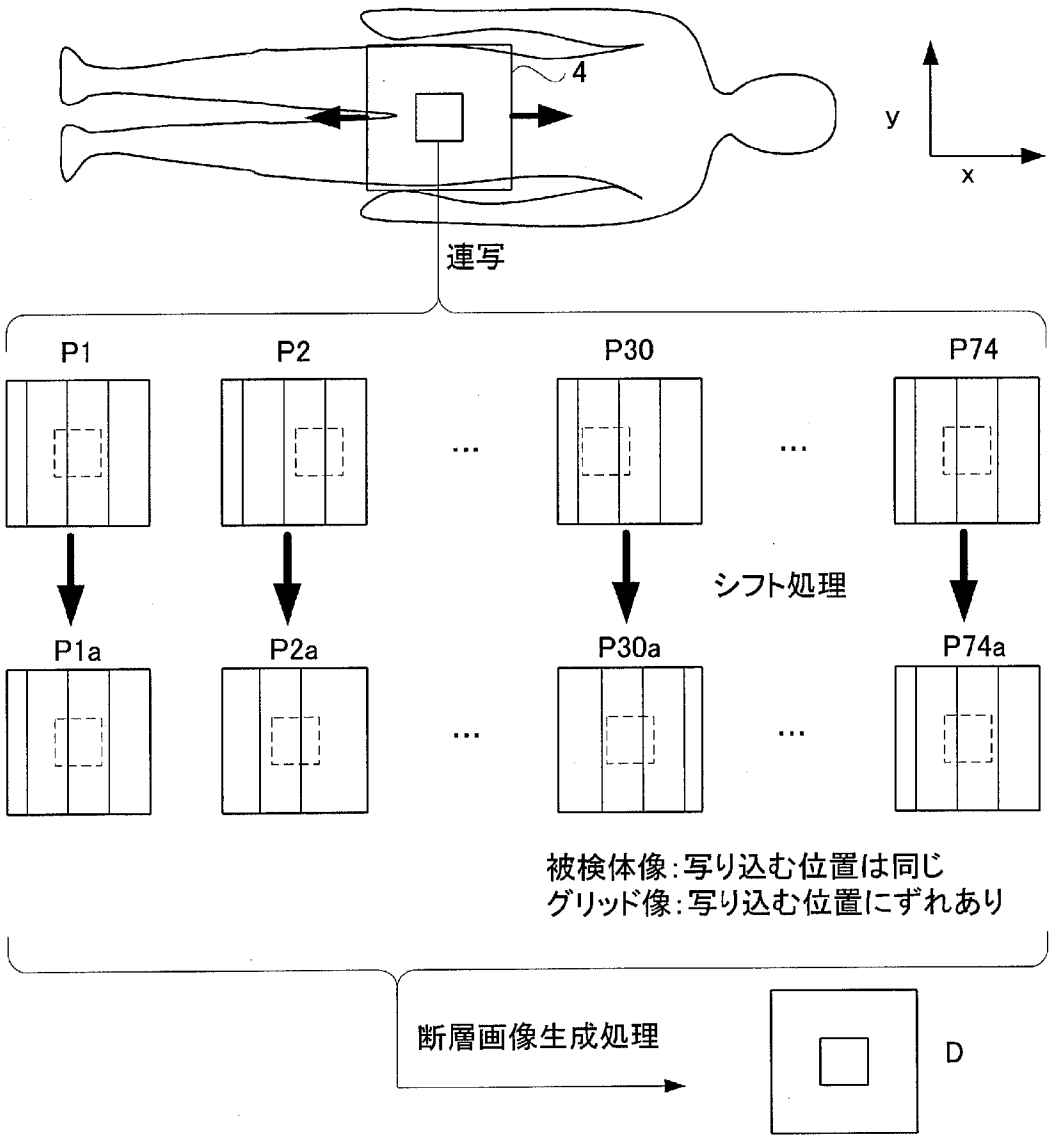


被検体像:写り込む位置にずれあり
グリッド像:写り込む位置は同じ

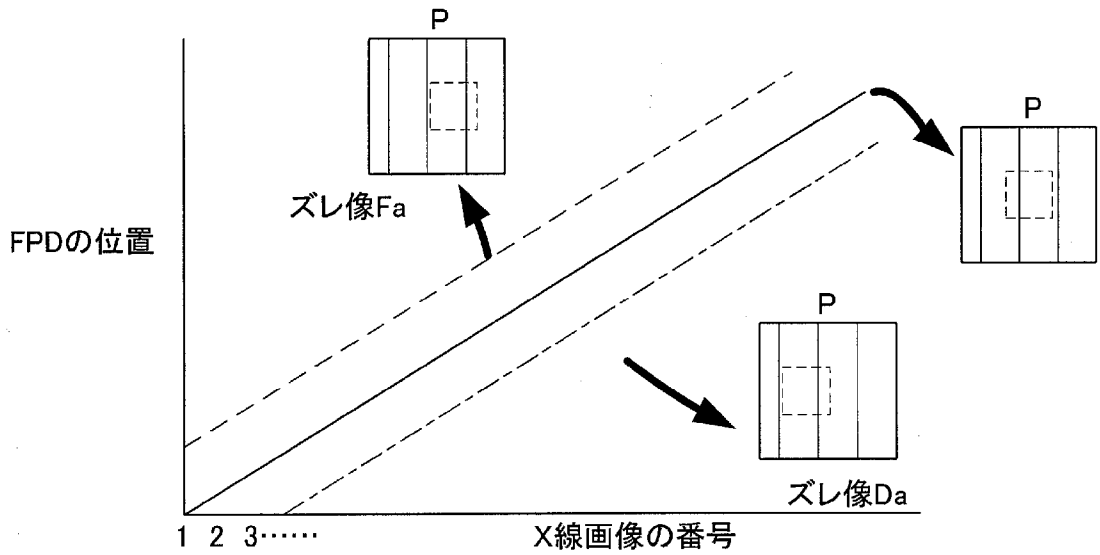
[図16]


P1
P2
P30
P74
s
シフト処理
P1a
P2a
P30a
P74a

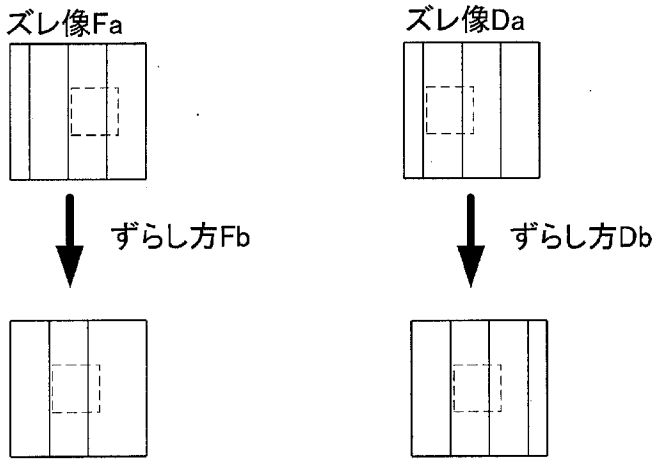
[図17]


4
y
x
連写
P1
P2
P30
P74
シフト処理
P1a
P2a
P30a
P74a
被検体像:写り込む位置は同じ
グリッド像:写り込む位置にずれあり
断層画像生成処理
D

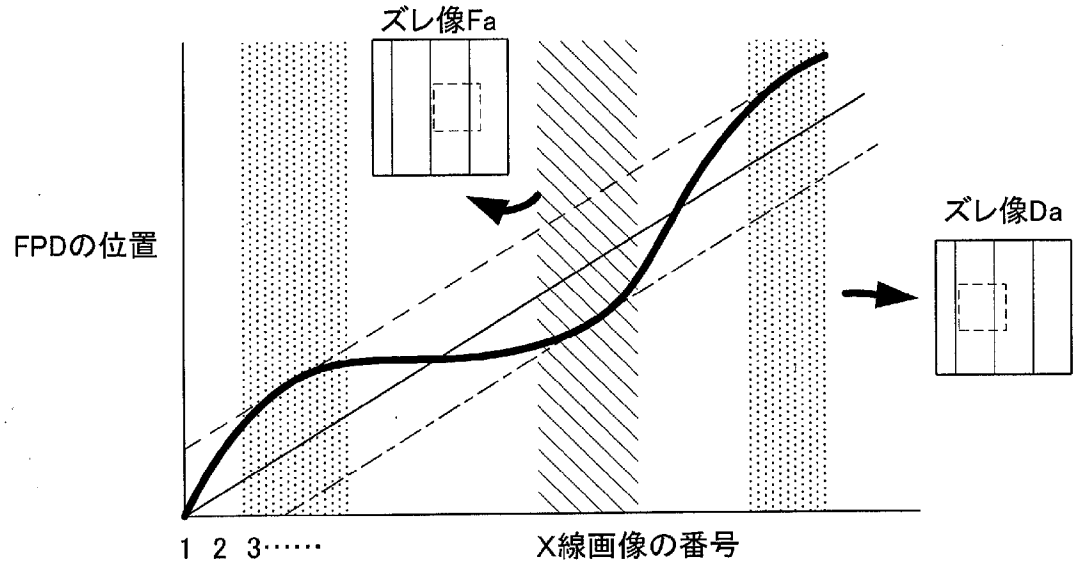
[図18]


P
ズレ像Fa
P
FPDの位置
P
ズレ像Da
1 2 3……
X線画像の番号

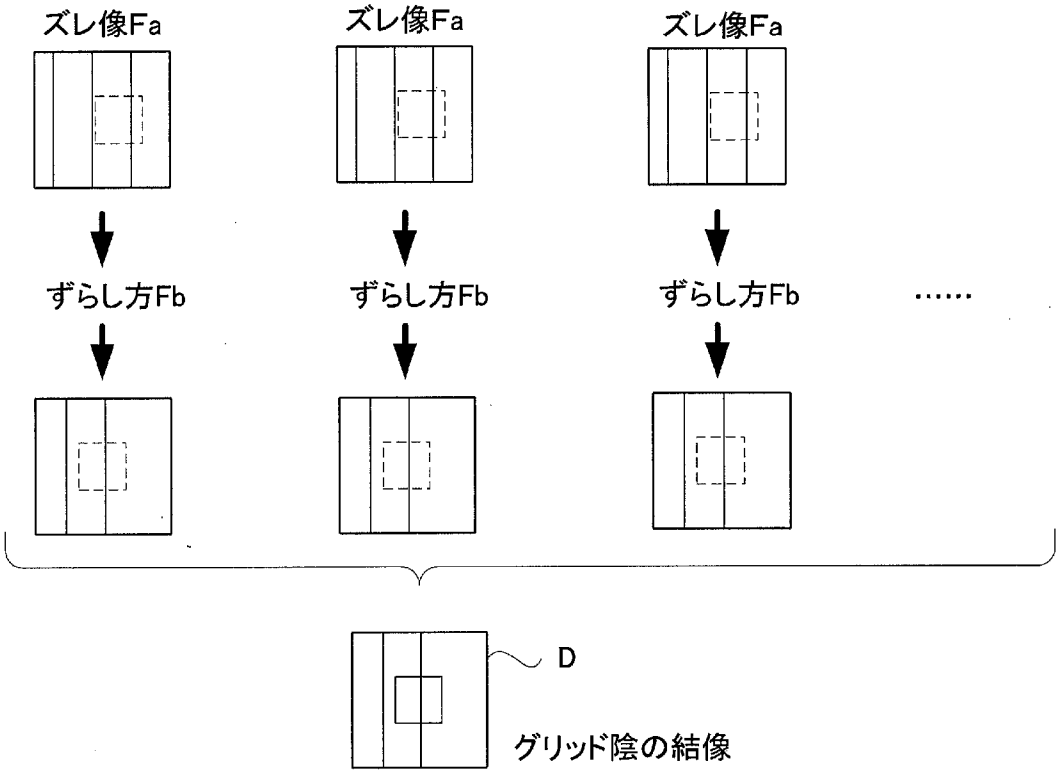
[図19]


ズレ像Fa
ずらし方Fb
ズレ像Da
ずらし方Db

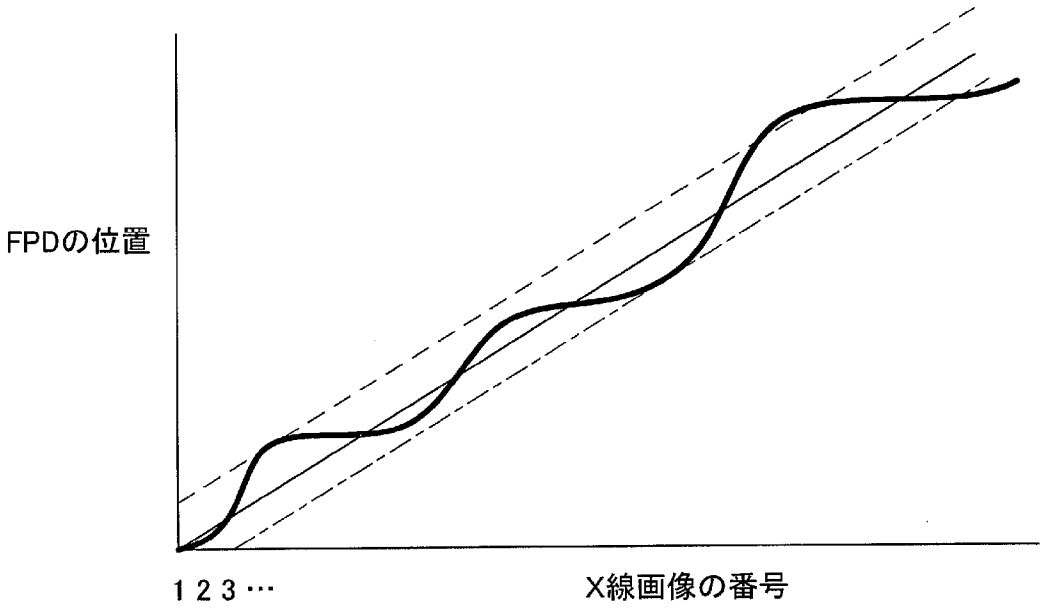
[図20]


ズレ像Fa
FPDの位置
ズレ像Da
1 2 3……
X線画像の番号

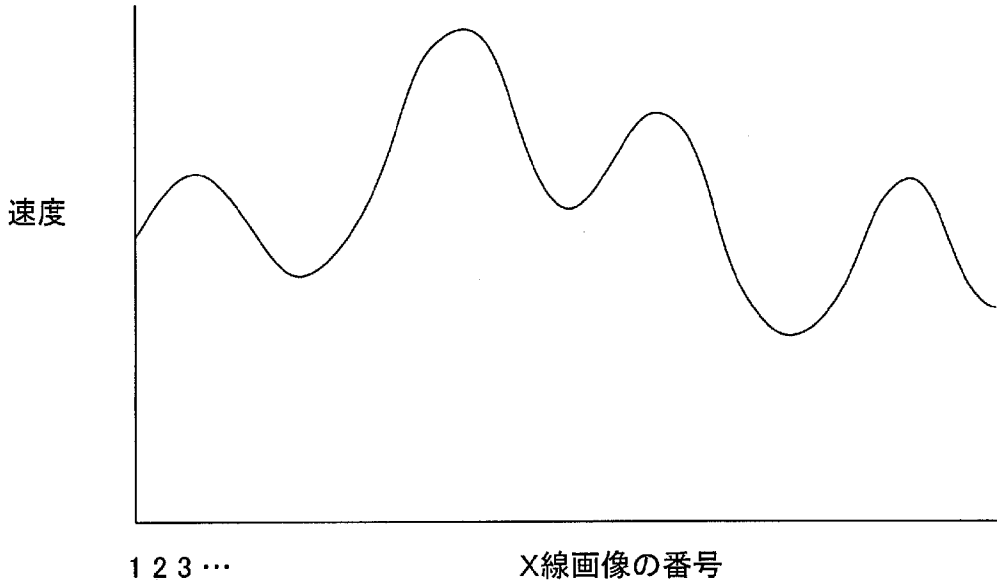
[図21]


ズレ像Fa
ズレ像Fa
ズレ像Fa
ずらし方Fb
ずらし方Fb
ずらし方Fb
……
D
グリッド陰の結像

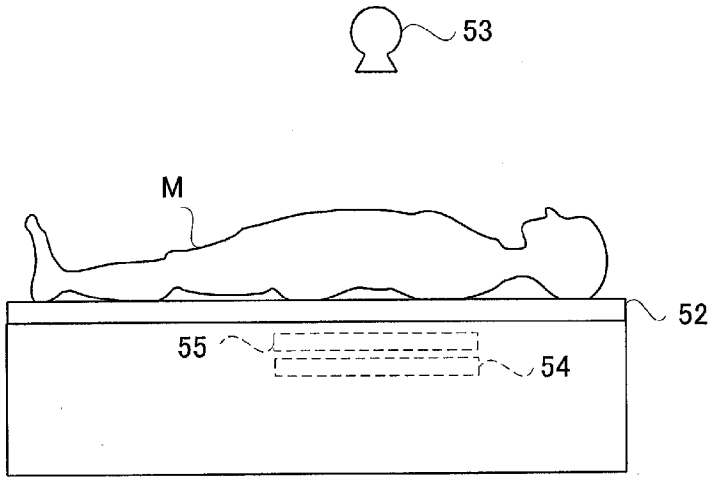
[図22]


FPDの位置
1 2 3 …
X線画像の番号

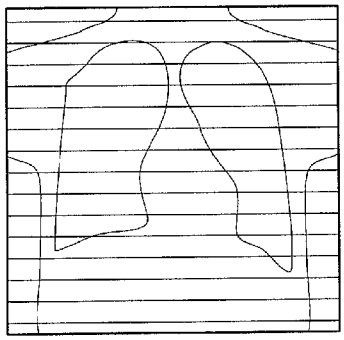
[図23]



[図24]



[図25]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/084425

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
A61B6/02(2006.01)i, *A61B6/00*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
A61B6/02, A61B6/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2015 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2010/092615 A1 (Shimadzu Corp.), 19 August 2010 (19.08.2010), paragraph [0110] & US 2011/0274252 A1 & CN 102264301 A	1-7
A	JP 2011-062276 A (Fujifilm Corp.), 31 March 2011 (31.03.2011), paragraph [0034] & US 2011/0062343 A1	1-7
A	US 2012/0170711 A1 (Henri SOUCHAY), 05 July 2012 (05.07.2012), entire text; all drawings & FR 2969918 A1 & CN 102579065 A	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
26 January 2015 (26.01.15)	03 February 2015 (03.02.15)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１４／０８４４２５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　A61B6/02(2006.01)i, A61B6/00(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　A61B6/02, A61B6/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	WO 2010/092615 A1 (株式会社島津製作所) 2010.08.19, 【０１１０】 & US 2011/0274252 A1 & CN 102264301 A	１－７
A	JP 2011-062276 A (富士フイルム株式会社) 2011.03.31, 【００３４】 & US 2011/0062343 A1	１－７
A	US 2012/0170711 A1 (Henri SOUCHAY) 2012.07.05, 全文、全図 & FR 2969918 A1 & CN 102579065 A	１－７

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 ２６．０１．２０１５	国際調査報告の発送日 ０３．０２．２０１５
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｑ　４４０４ 九鬼　一慶 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２９２