(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)公表番号
特表2022-545520
(P2022-545520A)
(43)公表日　令和4年10月27日(2022.10.27)

(51)国際特許分類	FI	テーマコード（参考）
G01N 23/046(2018.01)	G01N 23/046	2G001

審査請求　未請求　予備審査請求　未請求　（全22頁）

(21)出願番号　特願2022-512770(P2022-512770)
(86)(22)出願日　令和2年8月10日(2020.8.10)
(85)翻訳文提出日　令和4年4月12日(2022.4.12)
(86)国際出願番号　PCT/EP2020/072414
(87)国際公開番号　WO2021/037545
(87)国際公開日　令和3年3月4日(2021.3.4)
(31)優先権主張番号　2023695
(32)優先日　令和1年8月23日(2019.8.23)
(33)優先権主張国・地域又は機関
オランダ(NL)
(81)指定国・地域　AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,
最終頁に続く

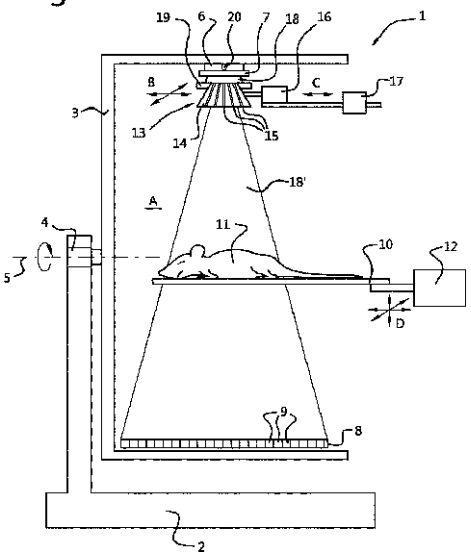
(71)出願人　522070455
エムアイラブス・ベー・フェー
オランダ・３９９１・セーデー・ハウテン・ダウボート・７アー
(74)代理人　100108453
弁理士　村山 靖彦
(74)代理人　100110364
弁理士　実広 信哉
(74)代理人　100133400
弁理士　阿部 達彦
(72)発明者　フレデリク・ヨハネス・ベークマン
オランダ・３５８４・セーヘー・ユトレヒト・ウニフェルシタイツウェッヒ・１００・エステーエル・４・１０５

Ｆターム（参考）　2G001　AA01 BA11 CA01 DA09
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　Ｘ線撮像装置及び方法

(57)【要約】
物体のｘ線画像を生成するためのｘ線撮像装置は、ｘ線源及びｘ線検出器が接続される支持フレームを備える。ｘ線源及びｘ線検出器は、それらの間に、被験体のための物体空間を規定する。ｘ線源は、物体空間の中へ主方向を有するｘ線ビームを合焦スポットから放出するように構成される。ｘ線検出器は、ｘ線放射に対して感度を有する画素の配列を備える。ｘ線撮像装置は、ｘ線源の近傍でｘ線源と被験体との間のｘ線ビームの経路に配置されるコリメータをさらに備える。コリメータは、コリメータの複数の通路を規定する１つ又は複数のコリメータ本体を備え、通路が、ｘ線源の側にコリメータの共通の焦点を規定するそれぞれの中心方向を有し、好ましくは、通路の２Ｄ配列が、ｘ線ビームの主方向に垂直な平面中に見られる。

Fig. 1



【特許請求の範囲】
【請求項１】
物体のｘ線画像を生成するためのｘ線撮像装置であって、ｘ線源及びｘ線検出器が接続されている支持フレームを備えている前記ｘ線撮像装置において、
前記ｘ線源及び前記ｘ線検出器が、前記ｘ線源と前記ｘ線検出器との間に、被験体のための物体空間を形成しており、
前記ｘ線源が、主方向を有するｘ線ビームを合焦スポットから前記物体空間に放出するように構成されており、
前記ｘ線検出器が、ｘ線放射に対する感度を有している画素の配列を備えており、
前記ｘ線撮像装置が、前記ｘ線源の近傍に且つ前記ｘ線源と前記被験体との間の前記ｘ線ビームの経路に配置されているコリメータを備えており、前記コリメータが、前記コリメータの複数の通路を形成している１つ又は複数のコリメータ本体を備えており、前記通路それぞれが、前記ｘ線源の側に前記コリメータの共通の焦点を規定している中心方向を有しており、好ましくは、前記ｘ線ビームの前記主方向に対して垂直とされる平面で見た場合に、前記通路が２Ｄ配列になっている、ｘ線撮像装置。
【請求項２】
前記コリメータの複数の前記通路の前記共通の焦点が、前記ｘ線源の前記合焦スポット上にある、請求項１に記載のｘ線撮像装置。
【請求項３】
前記コリメータの複数の前記通路の前記共通の焦点の有効サイズが、前記ｘ線源の前記合焦スポットの有効サイズより小さい、請求項１又は２に記載のｘ線撮像装置。
【請求項４】
前記コリメータの複数の前記通路の前記共通の焦点の有効サイズの直径が、１０μｍ～５０μｍとされる、請求項１から３のいずれか一項に記載のｘ線撮像装置。
【請求項５】
前記ｘ線源が、ｘ線窓を含むハウジングを有しており、前記ｘ線ビームが、前記ｘ線源から出て前記ｘ線窓を通過し、前記コリメータが、前記ｘ線窓の外側に、且つ、例えばベリリウム窓のような前記ｘ線窓の近傍に配置されている、請求項１から４のいずれか一項に記載のｘ線撮像装置。
【請求項６】
前記ｘ線撮像装置が、前記ｘ線ビームの前記主方向に対して垂直とされる平面の少なくとも２つの方向において、前記コリメータを前記ｘ線源に対して移動させるように構成されているコリメータムーバを備えており、
例えば、前記コリメータムーバが、前記ｘ線ビームの前記主方向に対して垂直とされる平面の少なくとも２つの方向において、前記ｘ線源に対する前記コリメータの平面移動のみを提供するように構成されており、
例えば、前記コリメータムーバが、ｘ線画像の生成の際に前記コリメータを移動させるように構成されている、請求項１から５のいずれか一項に記載のｘ線撮像装置。
【請求項７】
前記コリメータムーバが、前記共通の焦点に関する仮想的な球状の領域に亘って前記コリメータを移動させるように構成されている、請求項６に記載のｘ線撮像装置。
【請求項８】
前記コリメータムーバが、前記コリメータを移動させるための１つ又は複数の圧電アクチュエータを備えている、請求項６又は７に記載のｘ線撮像装置。
【請求項９】
前記コリメータが、前記ｘ線ビームに対して垂直とされる１つの方向において、前記コリメータの入射側に中心間距離で配置された複数の通路の配列を有しており、
前記コリメータムーバが、前記中心間距離に関連する距離に亘って、例えば前記中心間距離の０．５倍～２倍の間の距離、例えば前記中心間距離の１倍の距離に亘って、前記１つの方向において前記コリメータを移動させるように構成されている、請求項６から８の

いずれか一項に記載のｘ線撮像装置。
【請求項１０】
前記ｘ線撮像装置が、前記ｘ線源及び前記ｘ線検出器を支持している前記支持フレームが取り付けられているメインフレームを備えており、
例えば、前記支持フレームが、前記メインフレームに対して、例えば水平回転軸のような回転軸を中心として回転可能とされる、請求項１から９のいずれか一項に記載のｘ線撮像装置。
【請求項１１】
前記ｘ線撮像装置が、前記物体空間において物体を運ぶように構成されている物体キャリアを備えており、
例えば、前記支持フレーム及び前記物体キャリアが、例えば水平軸のような軸を中心として互いに対して回転可能とされる、請求項１から１０のいずれか一項に記載のｘ線撮像装置。
【請求項１２】
前記コリメータが、前記ｘ線源の近傍の位置に取外可能に位置決め可能とされ、
例えば、前記ｘ線撮像装置が、前記コリメータを前記位置から取り外し、ｘ線ビームの範囲外の非動作位置に自動的に移動させるように構成されているコリメータ取外装置を備えている、請求項１から１１のいずれか一項に記載のｘ線撮像装置。
【請求項１３】
前記コリメータが、コリメータプレート本体を有する錐状ビームコリメータを備えており、
前記コリメータプレート本体が、前記コリメータプレート本体を貫通する孔から成る２Ｄ配列を有しており、
前記孔がすべて、前記共通の焦点に方向づけられており、前記コリメータの複数の前記通路を形成しており、
例えば、前記孔それぞれが、１μｍ～１０μｍの直径、例えば１μｍ～５μｍの直径を有している、請求項１から１２のいずれか一項に記載のｘ線撮像装置。
【請求項１４】
前記コリメータが、第１のコリメータ本体と、前記第１のコリメータ本体と直列に配置された第２のコリメータ本体との組を備えており、
前記第１のコリメータ本体には、複数の第１の開口が配設されており、
前記第２のコリメータ本体には、複数の第２の開口が配設されており、前記第１の開口と第２の開口が共に、前記コリメータの複数の前記通路を形成している、請求項１から１２のいずれかに記載のｘ線撮像装置。
【請求項１５】
前記コリメータが、第１のコリメータ本体と、前記第１のコリメータ本体と直列に配置された第２のコリメータ本体との組を備えており、
前記第１のコリメータ本体が、第１のプレートと第１のスリット空間とが交互に配設された第１のスタックを備えており、第１のスリット空間が、前記第１のプレート同士の間に配置されており、前記第１のスリット空間が、共通の第１の仮想線に向かって方向づけられており、
前記第２のコリメータ本体が、第２のプレートと第２のスリット空間とが交互に配設された第２のスタックを備えており、第２のスリット空間が、前記第２のプレート同士の間に配置されており、前記第２のスリット空間が、共通の第２の仮想線に向かって方向づけられており、
前記共通の第１の仮想線と前記共通の第２の仮想線とが、前記共通の焦点において互いに交差しており、これにより、前記第１のスリット空間と第２のスリット空間とが共に、前記コリメータの複数の前記通路を形成している、請求項１から１２のいずれかに記載のｘ線撮像装置。
【請求項１６】

前記第１のコリメータ本体と第２のコリメータ本体とが、互いに対して及び／又は前記ｘ線源に対して移動可能とされる、請求項１４又は１５に記載のｘ線撮像装置。
【請求項１７】
前記第１のコリメータ本体と第２のコリメータ本体とが、一体化されたコリメータ本体として互いに対して取り付けられており、前記一体化されたコリメータ本体が、請求項５から９のいずれか一項に記載のｘ線源に対して移動可能とされる、請求項１４又は１５に記載のｘ線撮像装置。
【請求項１８】
前記第１のコリメータ本体と第２のコリメータ本体とが、互いに対して及び前記ｘ線源に対して移動可能とされ、
第１のコリメータ本体ムーバが、前記第１のコリメータ本体に接続されており、
第２のコリメータ本体ムーバが、前記第２のコリメータ本体に接続されており、
前記第１のコリメータ本体ムーバと第２のコリメータ本体ムーバとが、前記コリメータ本体それぞれを移動させるように構成されており、
例えば、前記第１のコリメータ本体ムーバ及び第２のコリメータ本体ムーバのうち少なくとも１つのコリメータ本体ムーバが、請求項５から９のいずれか一項に記載のように構成されている、請求項１４又は１５に記載のｘ線撮像装置。
【請求項１９】
前記コリメータが、第１のコリメータ本体と、前記第１のコリメータ本体と直列に配置された第２のコリメータ本体との組を備えており、
前記第１のコリメータ本体が、第１のプレートと第１のスリット空間とが交互に配設された第１のスタックを備えており、第１のスリット空間が、前記第１のプレート同士の間に配置されており、前記第１のスリット空間が、共通の第１の仮想線に向かって方向づけられており、
前記第２のコリメータ本体が、第２のプレートと第２のスリット空間とが交互に配設された第２のスタックを備えており、第２のスリット空間が、前記第２のプレート同士の間に配置されており、前記第２のスリット空間が、共通の第２の仮想線に向かって方向づけられており、
前記共通の第１の仮想線と前記共通の第２の仮想線とが、前記共通の焦点で互いに交差しており、これにより、前記第１のスリット空間と第２のスリット空間とが共に、前記コリメータの複数の前記通路を形成しており、
前記第１のコリメータ本体と第２のコリメータ本体とが、互いに対し及び前記ｘ線源に対して移動可能とされ、
第１のコリメータ本体ムーバが、前記第１のコリメータ本体に接続されており、
第２のコリメータ本体ムーバが、前記第２のコリメータ本体に接続されており、
前記第１のコリメータ本体ムーバと第２のコリメータ本体ムーバとが、スリットに対して略垂直とされる方向において、前記コリメータ本体それぞれを移動させるように構成されており、
例えば、前記第１のコリメータ本体ムーバ及び第２のコリメータ本体ムーバのうち少なくとも１つのコリメータ本体ムーバが、請求項５から９のいずれか一項に記載のように構成されている、請求項１から１２のいずれかに記載のｘ線撮像装置。
【請求項２０】
物体のｘ線画像を生成するためのｘ線撮像装置で利用するために構成されているｘ線源であって、主方向を有するｘ線ビームを合焦スポットから前記ｘ線撮像装置の物体空間に放出するように構成されている前記ｘ線源と、
前記ｘ線源の近傍に且つ前記ｘ線源から被験体に至る前記ｘ線ビームの経路に配置されており、コリメータの複数の通路を形成している１つ又は複数のコリメータ本体を備えている前記コリメータであって、前記通路それぞれが、前記ｘ線源の側に前記コリメータの共通の焦点を規定している中心方向を有しており、好ましくは、前記ｘ線ビームの前記主方向に対して垂直とされる平面において、前記通路が２Ｄ配列になっている、前記コリメ

ータと、
の組み合わせ。
【請求項２１】
請求項１から１９のいずれか一項に記載のｘ線撮像装置又は請求項２０に記載の組み合わせによって物体を撮像するための方法。
【請求項２２】
前記コリメータが、前記ｘ線源の前記合焦スポットより小さい有効合焦スポットを生成し、
例えば、前記有効合焦スポットが、例えば小動物の撮像のために、１０μｍ～５０μｍの直径を有する有効サイズを有しており、
例えば、前記コリメータの前記通路それぞれが、例えば小動物の撮像のために、１μｍ～１０μｍ、例えば１μｍ～５μｍの直径又は最大断面寸法を有している、請求項２１に記載の方法。
【請求項２３】
物体のｘ線画像を生成するためのｘ線撮像装置を組み込むための方法であって、前記ｘ線撮像装置が、ｘ線源及びｘ線検出器が接続される支持フレームを備えている、前記方法において、
被験体のための物体空間が、前記ｘ線源と前記ｘ線検出器との間に形成されており、
前記ｘ線源が、主方向を有するｘ線ビームを合焦スポットから前記物体空間に放出するように構成されており、
前記ｘ線検出器が、ｘ線放射に対する感度を有している画素の配列を備えており、
前記方法が、前記ｘ線源の近傍に且つ前記ｘ線源と前記被験体との間における前記ｘ線ビームの経路にコリメータを配置するステップを備えており、
前記コリメータが、前記コリメータの複数の通路を形成している１つ又は複数のコリメータ本体を備えており、
前記通路それぞれが、前記ｘ線源の側に前記コリメータの共通の焦点を規定している中心方向を有しており、
好ましくは、前記ｘ線ビームの前記主方向に対して垂直とされる平面において、前記通路が２Ｄ配列になっており、
前記コリメータが、前記ｘ線源の前記合焦スポットより小さい有効合焦スポットを生成する、方法。
【請求項２４】
ｘ線撮像装置中のｘ線源の合焦スポットを縮小させるための方法において、
前記方法が、前記ｘ線源の近傍に且つ前記ｘ線源と被験体との間におけるｘ線ビームの経路に、例えば前記ｘ線源の窓の近傍に、コリメータを配置するステップを備えており、
前記コリメータが、前記コリメータの複数の通路を形成している１つ又は複数のコリメータ本体を備えており、
前記通路それぞれが、前記ｘ線源の側に前記コリメータの共通の焦点を規定している中心方向を有しており、
好ましくは、前記ｘ線ビームの主方向に対して垂直とされる平面において、前記通路が２Ｄ配列になっており、
前記コリメータが、前記ｘ線源の前記合焦スポットより小さい有効合焦スポットを生成する、方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、物体のｘ線画像を生成するためのｘ線撮像装置であって、
－ｘ線源及びｘ線検出器が接続される支持フレーム
を備え、
ｘ線源及びｘ線検出器が、それらの間に、被験体のための物体空間を規定し、

ｘ線源が、物体空間の中へ主方向を有するｘ線ビームを合焦スポットから放出するように構成され、
ｘ線検出器が、ｘ線放射に対して感度を有する画素の配列を備える、ｘ線撮像装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
そのようなｘ線撮像装置は、一般的に知られており、物体、例えば生体、例えば小動物又は試料を、物体を通してｘ線放射のビームを送り、物体によって減衰された後の放射を検出することによって検査するために使用される。
【０００３】
知られているｘ線撮像装置の問題点は、それらが、十分に高い解像度を有する検出画像を常に提供するわけではなく、特に、被験体の寸法が比較的幅広く変化する場合に提供されず、さらに特に、それらがｘ線源に対して比較的小さくなる場合に提供されないことである。後者は、例えば小動物撮像に関連し、ここでは、例えばマウスといった動物内の内部組織又は構造は非常に小さい場合がある。幾つかのｘ線源は、合焦スポット、もしくは光子が放出される区域がそれ自体小さいこと、又は、大きい合焦スポットと小さい合焦店との間で切換可能であることが知られている。これらの小合焦スポットｘ線源は、例えば、「電子加速器」又は電源がここでしばしば発生源のアノードのすぐ後に位置決めされるために、しばしばかなり嵩があり、このことは好ましくないという点で、また摩耗がはるかに増えることに起因してこれらはしばしば比較的短い耐用寿命を有するという点で、実際的でない可能性がある。
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
したがって、一般的に、例えば小動物撮像の場合などといった、小さい物体についてでさえ高解像度画像を提供することが可能な、上で記述した種類のｘ線撮像装置を提供することが本発明の目的である。
【０００５】
小型及び／又は長寿命であり、それでも高解像度を有する、ｘ線源の使用を可能にすることが本発明の別の目的である。
【課題を解決するための手段】
【０００６】
本発明は、請求項１によるｘ線撮像装置を提供する。
【０００７】
本発明によるｘ線撮像装置は、目的のうち１つ又は複数を達成することができる。というのは、コリメータが、ｘ線源の合焦スポットの比較的小さい部分だけを選択する手段として機能することができるためである。通常、そのようなｘ線源は、一定の寸法を有する放出区域、すなわち合焦スポットを有するｘ線管であり、一定の寸法は、被験体中の構造物、特にその所望の細部に対して無視できるほど小さくはなく、したがって、取得可能な解像度は、しばしば不十分である。本発明のコリメータ装置をｘ線源の近傍で使用することによって、ｘ線合焦スポットの見かけ寸法がさらに低減される。その装置は、本明細書で以下に説明するように、その中心方向が、焦点又はむしろ焦点容積から開始する経路を有する。実際には、効果的な寸法は、コリメータの焦点又は焦点容積の寸法に近くなる。コリメータの特性に依存するこれらの寸法は、実施形態では、小動物の撮像用に数μｍに、又は、臨床用Ｘ線システムもしくはＣＴスキャナ用に数分の１ｍｍに制限される場合がある。
【０００８】
理論では、コリメータの通路のすべての中心方向を、正確に１つの点、すなわち焦点から開始させることが可能である。しかし、実際には、通路から出るｘ線は、依然として、その通路の中心方向の周りの方向の帯に亘って分散されることになる。このことは、単一

の通路から出るｘ線の見かけの原点は、やはり「にじんだ」焦点、すなわち焦点容積であることを意味する。さらに、各経路が無視できない長さを有することになるため、この分散、すなわち焦点容積のサイズは、ｘ線源の元の合焦スポット面積よりかなり小さくなってよい。

【０００９】

本発明によれば、コリメータは、ｘ線源の近傍で、ｘ線源と撮像される物体との間に位置決めされる。実際には、コリメータは、ｘ線源の非常に近傍、特に、できるだけｘ線源に近く位置決めされることになる。実際の実施形態では、ｘ線源は、ｘ線ビームがｘ線源を離れるｘ線窓を含むハウジングを有するｘ線管であり、コリメータは、窓の外側で、例えばベリリウム窓といった窓の近傍に配置される。

【００１０】

好ましくは、コリメータ及び存在するときにはコリメータムーバは、例えばｘ線源上及び／又はｘ線源の近傍で、支持フレームに取り付けられる。例えば、ｘ線源を物体空間に対して様々な空間位置へと動かすため、支持フレームを支持フレーム駆動部によって動かすことができる実施形態では、コリメータは、ここで、支持フレームの動きに追従し、ｘ線源の近傍で、ｘ線源と被験体との間のｘ線ビームの経路の中にあるままとなる。

【００１１】

ｘ線源へのコリメータの距離は、例えば、ｘ線源の実際の合焦スポットにコリメータの通路の焦点を位置決めするという点で、好ましくは、固定の距離である。例えば、コリメータは、ｘ線ビームに垂直に延びる方向又は平面で関連するムーバによって動かすことができ、しかし、ｘ線ビームの方向に沿ってｘ線源に向けてまたｘ線源から離れるように動かすことはできない。

【００１２】

コリメータの複数の通路の共通の焦点を、ｘ線源の合焦スポット上に配置することが好ましい。

【００１３】

コリメータの複数の通路の共通の焦点が、例えば小動物撮像のために、例えば、１０μｍと５０μｍとの間の直径を有する有効サイズといった、Ｘ線源の合焦スポットより小さい有効サイズを有することが好ましい。

【００１４】

一実施形態では、コリメータの通路は、各々が、例えば小動物撮像のために、例えば１μｍと５μｍとの間といった１μｍと１０μｍとの間の直径又は最大断面寸法を有する。

【００１５】

本発明によるｘ線撮像装置中のコリメータは、それ自体又は組み合わせてのいずれかで、ｘ線のための通路又は貫通孔を規定する、コリメータ本体又は場合によっては幾つかのコリメータ本体を備える。通路間には、コリメータのｘ線遮蔽材料があり、そのため、遮蔽材料に対応する幾つかの方向があり、そこでは、コリメータがその動作位置にあるときにｘ線源からの放射は、効果的に放出されない。この効果を補償するため、また、それらの方向から情報を得るために、コリメータは、コリメータを動かすように構成される関連するコリメータムーバによって動かすことができることが、非常に好ましい。例えば、ムーバは、コリメータを、ｘ線ビームの方向に垂直な２つの方向に動かすように具体化される。具体的な実施形態では、コリメータの変位は、通路の中心間距離よりも（はるかに）大きい必要はなく、例えば、前記距離の半分又はおよそ前記距離といった、実施形態中の前記距離と同じ又は前記距離より小さくてさえよい。

【００１６】

もちろん、ｘ線ビーム通路中にそのようなコリメータを位置決めすることによって、ｘ線の強度が低下する。これは、長い露光時間によって補償することができる。長い露光時に、物体が動かないことを確実にするのが必要な場合がある。しかし、それは、検査する必要がある物体の組織部分、又は麻酔した物体の組織部分であり、その場合、長い露光時に、動きによるぼやけはないことに留意されたい。このことは同様に、実際の物体（例え

ば、動物の組織又は手足）の絶対的な寸法が、しばしば、通常の物体、すなわち動物全体よりはるかに小さいことを示す。

【００１７】

一実施形態では、ｘ線撮像装置は、コリメータを、ｘ線ビームの主方向に垂直な平面中の少なくとも２つの方向、例えば直交方向にｘ線源に対して動かすように構成されるコリメータムーバをさらに備える。

【００１８】

例えば、コリメータムーバは、ｘ線ビームの主方向に垂直な平面中の、例えば直交方向といった少なくとも２つの方向に、ｘ線源に対するコリメータの平面運動だけを提供するように構成される。この解決策は、低い複雑さを有する。

【００１９】

コリメータムーバは、１つのｘ線画像を複数の別個の位置に生成する期間中に、前記１つの画像に関係するデータを取得する過程で、コリメータを動かすように構成され、操作されることが想定される。例えば、コリメータは、ｘ線ビームに垂直な１つの方向に、コリメータの入射側に中心間間隔で複数の通路の配列を有する。ここで、コリメータムーバは、例えば被験体に対するｘ線源の１つの空間位置から、例えば１つの画像に関係するデータを取得する過程で、例えば前記中心間距離の０．５倍～２倍の間の距離、例えば前記中心間距離の１倍にわたる前記中心間距離に関係する距離にわたる、２つの取得位置間の前記１つの方向にコリメータを動かすように構成されて操作される。

【００２０】

一実施形態では、コリメータムーバは、共通の焦点に対する仮想球の区域に亘ってコリメータを動かすように構成され動かすように操作される。

【００２１】

一実施形態では、コリメータムーバは、例えば、１つのｘ線画像を複数の別個の位置に生成する期間中に、前記１つの画像に関係するデータを取得する過程で、コリメータを動かすように構成され操作されるコリメータの運動を実現するための１つ又は複数の圧電アクチュエータを備える。

【００２２】

一実施形態では、コリメータは、ｘ線ビームに垂直な１つの方向に、コリメータの入射側に中心間間隔で複数の通路の配列を有する。ここで、コリメータムーバは、例えば前記中心間距離の０．５倍～２倍の間の距離、例えば前記中心間距離の１倍にわたる前記中心間距離に関係する距離に亘って、前記１つの方向にコリメータを動かすように構成され、動かすように操作される。

【００２３】

具体的な実施形態は、従属請求項に、ならびに、本明細書のこの後の部分に記載される。

【００２４】

実施形態では、支持フレームは、支持フレーム駆動部によって、固定メインフレームに対して可動である。

【００２５】

実施形態では、物体キャリアは、物体キャリア駆動部によって固定メインフレームに対して可動であり、好ましくは、支持フレーム駆動部により実施される支持フレームの運動とは独立に制御可能である。

【００２６】

実施形態では、支持フレームは、関連する駆動部によって、例えば水平軸などといった物体空間を通って延びる軸の周りに回転可能である。これは、例えば、３Ｄ撮像能力を作成することを可能にすることができる。

【００２７】

実施形態では、ｘ線撮像装置は、支持フレームが取り付けられる、例えば固定メインフレームなどといったメインフレーム、ならびに、物体を物体空間内で運ぶための物体キャ

リアをさらに備える。実施形態では、支持フレーム及び物体キャリアが、互いに対して回転可能である。

【００２８】

物体は、任意選択で可動である物体テーブルもしくは他のキャリアなどの物体キャリア上に位置決めすることができ、又は、１つ又は複数のワイヤなどによって保持することができる。

【００２９】

物体キャリアは、ｘ線撮像装置の部分であってよく、又は、物体空間から取外し可能な、及び物体空間内に挿入可能な、別個のデバイスであってよい。

【００３０】

例えば撮像するための３Ｄ能力を得るために、支持フレームが固定メインフレームに対して回転可能であってよく、及び／又は、物体キャリアが支持フレームに対して回転可能であってよい。しかし、そのことは、ただ１つの撮像方向、すなわち、２Ｄ撮像だけを有するためにも有用である。

【００３１】

幾つかの実施形態では、コリメータは、動作位置において取外可能に位置決め可能である。ｘ線ビームの邪魔にならないように一体的に実際に取外し可能である、取外し可能コリメータを設けることによって、比較的大きい物体又はその部分のための、「通常の」ｘ線源を使用することが可能になり、一方で、特により小さい細部又は物体のためなどにより高い解像度が必要な場合、コリメータがその動作位置に置かれる。動作位置において、実施形態では、ｘ線画像を確立するのに関係するデータを取得するため、本明細書に記載されるようなコリメータの運動を実施するために、コリメータムーバが存在する場合がある。

【００３２】

実施形態では、ｘ線撮像装置は、動作位置と、コリメータがｘ線のビームから外れる非動作位置との間のコリメータの自動運動のための、コリメータ取外装置をさらに備える。コリメータを取り外すためのこの運動、及びもちろん逆に、コリメータの動作位置への動きを自動化することによって、１つの同じ物体を検査するときに異なる解像度に切り換えることが可能になる。

【００３３】

実施形態では、コリメータは、その中に２Ｄ配列の孔を有するプレート本体を有する錐状ビームコリメータを備える。ここで、すべての孔は、共通の焦点に向けられ、コリメータの複数の通路を形成する。このタイプのコリメータは、それ自体がよく知られており、ここでは、有効ｘ線ビームを放出するための合焦スポットの小さい部分を選択するために、ｘ線源の近傍で使用される。そのような錐状ビームコリメータは、レーザ穿孔又は放電加工などによって、約０．５ｍｍ～数ｍｍ厚の材料のプレートの中に通路を作ることによって、作ることができる。例えば０．１ｍｍ厚の複数の薄いプレートに孔をパンチし、さもなくば孔を設けて、これらの薄いプレートが積み重ねられたときに、その孔が一緒になってコリメータの通路を形成することも可能である。

【００３４】

一実施形態では、コリメータは、コリメータプレート本体を通る２Ｄ配列の孔を有するコリメータプレート本体を有する錐状ビームコリメータを備える。ここで、前記孔は、すべて共通の焦点に向けられ、コリメータの複数の通路を形成する。一実施形態では、孔は、各々、１μｍと１０μｍとの間、例えば、１μｍと５μｍとの間といった直径を有する。

【００３５】

代替又は補助実施形態では、コリメータは、第１のコリメータ本体と、第１のコリメータ本体と直列に配置される第２のコリメータ本体とから構成される組を備え、第１のコリメータ本体がその中に複数の第１の開口を備え、第２のコリメータ本体がその中に複数の第２の開口を備え、前記第１の開口と第２の開口が一緒にコリメータの複数の通路を形成

する。

【００３６】

一実施形態では、コリメータは、第１のコリメータ本体と、第１のコリメータ本体と直列に配置される第２のコリメータ本体との組を備え、第１のコリメータ本体が、間にそれぞれの第１のスリット空間を有する離間した第１のプレートの第１のスタックを備え、前記第１のスリット空間が共通の第１の仮想線に向けられ、第２のコリメータ本体が、間にそれぞれの第２のスリット空間を有する離間した第２のプレートの第２のスタックを備え、前記第２のスリット空間が共通の第２の仮想線に向けられ、第１の共通の仮想線と第２の共通の仮想線が共通の焦点で互いに交差し、そのため、第１のスリット空間と第２のスリット空間が一緒にコリメータの複数の通路を形成する。この構造は、ややスリットスラットコリメータに似ており、作成するのが簡単であるという利点を有する。本構造は、ほぼ正方形又は長方形の通路を有し、これらが、検出器上により良好に適合する部分的画像を生成することができる。例えば、各コリメータ本体は、金又は何らかの他の金属などといった、ｘ線について不透過性である材料の、複数例えば少なくとも３つのプレートを、例えばポリスチレンなどの多くのプラスチックなどといったｘ線透過性材料のプレートを介在させて積み重ねることによって作られる。別の選択肢は、ｘ線透過性材料のブロックを採用して、フライス加工又はレーザ加工などによって、材料中にスリットを作成することになり、その後、これらのスリットは、ｘ線不透過性材料で充填される。他の製造方法、例えば３Ｄプリントなどは、除外されない。

【００３７】

コリメータがコリメータ又はその１つ又は複数のコリメータ本体をｘ線源に対して動かす方法は、特に限定されない。実際には、十分な量の角度からのｘ線放射が物体を通して撮像されるのを確実にする運動を提供したい。

【００３８】

好ましくは、コリメータムーバは、撮像時にコリメータを２つの異なる方向に好ましくは連続的に動かすように配置され、この方向は、ｘ線ビームの主方向に実質的に垂直であって、例えば互いに直交する。各前記運動は、前記方向で隣接する２つの通路間の中心間距離に関係する距離、例えば前記距離の半分、又はおよそ前記距離もしくは正確に前記距離、又は前記距離の数倍に亘ってよい。

【００３９】

実際には、ｘ線源のより大きい合焦スポットからではなく、焦点／焦点容積から来る放射の全部がコリメータの少なくとも１つの通路を通過できるように、コリメータを動かすことが望ましい。

【００４０】

各々の場合で、ｘ線源の側における、中心間距離マイナス通路の幅に等しいそれぞれの距離を使用することが可能な場合がある。

【００４１】

具体的な実施形態では、コリメータムーバによる、コリメータ又は１つもしくは複数のコリメータ本体の各々を動かすことは、焦点の周りに延び、そのため焦点を半径の中心として有する仮想球表面に亘って実施されることが述べられる。これは、例えば、ｘ線ビームの球対称性を鑑みて行われる。コリメータが厳密に平面的に変位することで、焦点は、ｘ線源の合焦スポット上で動くことになり、このことによって、解像度が低下する可能性がある。コリメータ及び関連するムーバは、実施形態では、そのような球状運動を（例えば、球面上の測地線格子に亘って）実施させるために構成される。これは、次いで３次元で有効となる、運動間の機械的継手によって、又はすべての方向での別個の運動を電気的に制御することによって、もたらすことができる。

【００４２】

ｘ線源に対する１つ又は複数のコリメータ本体の運動は、「グリッド」などで、ステップ的に実施することができる。そこでは最初に、幾つかの画像が第１の方向における開始位置で取られ、第２の方向における所望の全変位の一部にわたりコリメータを変位させる

ステップが行われる。その後、第１の方向において１つのステップが行われ、再び、幾つかの画像が、第２の方向でステップ状に変位させることによって取られ、第１の方向におけるすべての所望のステップがやはりカバーされるまで同様である。例えば、４ｘ４ステップのグリッドは、効果的に良好な結果をもたらすことになるが、任意の他の複数のステップが、やはり満足に実行することができる。第２の方向でスイープする、すなわち、第２の方向にコリメータを動かす一方で連続的に撮像する、スイープを終わらせた後、第１の方向にステップを行い、スイープを繰り返し、などを実施することも可能である。

【００４３】

一実施形態では、コリメータの第１のコリメータ本体及び第２のコリメータ本体は、例えば、単一のｘ線画像を確立するため使用される撮像データの取得の途中のｘ線ビームに対する複数の位置で、互いに対して及び／又はｘ線源に対して動くことができる。

【００４４】

一実施形態では、第１のコリメータ本体及び第２のコリメータ本体は、一体化コリメータ本体として互いに取り付けられ、ここで、前記一体化コリメータ本体は、コリメータムーバによって本明細書に記載されたようにｘ線源に対して動くことができる。

【００４５】

一実施形態では、第１のコリメータ本体及び第２のコリメータ本体は、互いに対して及びｘ線源に対して動くことができ、第１のコリメータ本体ムーバが第１のコリメータ本体に接続され、第２のコリメータ本体ムーバが第２のコリメータ本体に接続され、第１のコリメータ本体ムーバと第２のコリメータ本体ムーバの各々は、それぞれのコリメータ本体を動かすように構成される。例えば、第１のコリメータ本体ムーバと第２のコリメータ本体ムーバのうち一方又は両方が、本明細書に記載されるように具体化される。

【００４６】

一実施形態では、コリメータは、第１のコリメータ本体と、第１のコリメータ本体と直列に配置される第２のコリメータ本体との組を備え、第１のコリメータ本体が、間にそれぞれの第１のスリット空間を有する離間した第１のプレートの第１のスタックを備え、前記第１のスリット空間が共通の第１の仮想線に向けられ、第２のコリメータ本体が、間にそれぞれの第２のスリット空間を有する離間した第２のプレートの第２のスタックを備え、前記第２のスリット空間が共通の第２の仮想線に向けられ、第１の共通の仮想線と第２の共通の仮想線が共通の焦点で互いに交差し、そのため、第１のスリット空間と第２のスリット空間が一緒にコリメータの複数の通路を形成し、第１のコリメータ本体と第２のコリメータ本体が互いに対しｘ線源に対して動くことができ、第１のコリメータ本体ムーバが第１のコリメータ本体に接続され、第２のコリメータ本体ムーバが第２のコリメータ本体に接続され、第１のコリメータ本体ムーバと第２のコリメータ本体ムーバが、それらのスリットに実質的に垂直な方向にそれぞれのコリメータ本体を動かすように構成される。例えば、第１のコリメータ本体ムーバと第２のコリメータ本体ムーバのうち一方又は両方が、本明細書に記載されるように具体化される。

【００４７】

実施形態では、コリメータムーバが、対応する方向に、１度に１ステップ、第１の本体又は第２の本体のうち１つを動かし、次いで、２つの後続するステップ間に、他のムーバによって別の例えば垂直方向に、他のコリメータ本体を動かし、その間ずっとｘ線画像が作られることが可能である。

【００４８】

本発明は、物体のｘ線画像を生成するためのｘ線撮像装置に使用するために構成されるｘ線源であって、ｘ線撮像装置の物体空間の中へ主方向を有するｘ線ビームを合焦スポットから放出するように構成されるｘ線源と、ｘ線源の近傍でｘ線源から被験体へのｘ線ビームの経路に配置されるコリメータであって、コリメータがコリメータの複数の通路を規定する１つ又は複数のコリメータ本体を備え、通路が、ｘ線源の側にコリメータの共通の焦点を規定するそれぞれの中心方向を有し、好ましくは、通路の２Ｄ配列が、ｘ線ビームの主方向に垂直な平面中に見られる、コリメータとの組み合わせにも関する。本組み合わ

せは、本明細書に議論されるような１つ又は複数の追加の特徴をさらに備えることができることを理解されたい。

【００４９】

本発明は、本明細書に記載されるようにｘ線撮像装置によって物体を撮像するための方法にも関する。

【００５０】

本発明は、物体のｘ線画像を生成するためのｘ線撮像装置を組み込むための方法にやはり関し、ｘ線撮像装置は、

－ｘ線源及びｘ線検出器が接続される支持フレーム

を備え、

ｘ線源及びｘ線検出器が、それらの間に、被験体のための物体空間を規定し、

ｘ線源が、物体空間の中へ主方向を有するｘ線ビームを合焦スポットから放出するように構成され、

ｘ線検出器が、ｘ線放射に対して感度を有する画素の配列を備え、

本方法が、ｘ線源の近傍でｘ線源と被験体との間のｘ線ビームの経路にコリメータを配置するステップであって、コリメータがコリメータの複数の通路を規定する１つ又は複数のコリメータ本体を備え、通路が、ｘ線源の側にコリメータの共通の焦点を規定するそれぞれの中心方向を有し、好ましくは、通路の２Ｄ配列が、ｘ線ビームの主方向に垂直な平面中に見られ、前記コリメータがｘ線源の合焦スポットより小さい有効合焦スポットを生成する、ステップを含む。

【００５１】

本発明は、ｘ線撮像装置中のｘ線源の有効合焦スポットを縮小する方法にやはり関し、本方法が、ｘ線源の近傍でｘ線源と被験体との間のｘ線ビームの経路にコリメータを配置するステップであって、コリメータがコリメータの複数の通路を規定する１つ又は複数のコリメータ本体を備え、通路が、ｘ線源の側にコリメータの共通の焦点を規定するそれぞれの中心方向を有し、好ましくは、通路の２Ｄ配列が、ｘ線ビームの主方向に垂直な平面中に見られ、前記コリメータがｘ線源の合焦スポットより小さい有効合焦スポットを生成する、ステップを含む。

【００５２】

本発明は、ここで、幾つかの非限定で例示的な実施形態、及び図面を参照して説明されることになる。

【図面の簡単な説明】

【００５３】

【図１】本発明によるｘ線撮像装置の第１の実施形態を非常に概略的に示す側面図である。

【図２】本発明によるｘ線撮像装置の異なる実施形態の非常に概略的な詳細を示す図である。

【図３】図２のコリメータをもう少し詳細に示す概略斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【００５４】

図１は、本発明によるｘ線撮像装置１の第１の実施形態を側面図で非常に概略的に示す。

【００５５】

ｘ線撮像装置１は、例えば本明細書で概略的に示されるようなＣ字アームとして具体化される、又は回転ガントリーとして具体化される、移動可能、好ましくは回転可能支持フレーム３が取り付けられる、固定メインフレーム２を備える。

【００５６】

支持フレーム３は、例えば、ガントリー撮像システム中で、例えば単一の軸の周りといった軸５の周りで、支持フレーム回転子４によって、好ましくは少なくともステップワイズモードで回転可能である。実際の実施形態では、軸５は水平軸である。

【００５７】
ｘ線管は、参照番号６で示される。一般的に、ｘ線管６は、アノードと、例えばアノード上の合焦スポットに電子ビームを合焦させるための電子光学系を含む、アノード上の合焦スポット上にアノードに向けて電子ビームを放出するためのカソードを備える放出器装置とを備える。
【００５８】
ｘ線管６は、例えばベリリウム窓７といったＸ線窓を備える。
【００５９】
物体キャリア１０は、例えば小動物、ここではマウスといった被験体１１を運ぶように構成される。
【００６０】
ｘ線検出器８は、物体１１を通過したＸ線ビームの少なくとも部分を検出するために配置される。
【００６１】
参照Ａは、ｘ線管６とｘ線検出器８との間の物体空間を示し、ここでは一般的に、被験体１１が置かれる。
【００６２】
ｘ線検出器８は、ｘ線放射に対して感度を有する画素９の配列、例えば２Ｄ配列を備える。
【００６３】
例えば、物体キャリア１０は、被験体１１が置かれる水平なテーブルを備える。
【００６４】
好ましくは、物体キャリア１０は、物体空間Ａの外側の格納位置と、物体空間Ａ内の撮像装置との間で、関連する物体キャリアムーバ１２、ここではテーブルムーバ１２によって動かすことができる。
【００６５】
好ましくは、物体キャリア１０は、関連する物体キャリアムーバ１２、ここではテーブルムーバ１２によって、１つ又は複数の方向に動かすことができる一方で、キャリア１０は、物体を物体空間中で、例えば複数の直交方向、例えばｘ、ｙ、ｚ方向に、例えば矢印Ｄによって示されるように支持する。これらの１つ又は複数の方向の運動は、装置での物体のスキャンの前、最中、及び／又は後に実施することができる。
【００６６】
コンピュータ化した再構築器が撮像データを再構築し、実施形態では、検査領域及びその中の物体を示す３次元（３Ｄ）容積画像データを生成するように構成することができる。結果として得られた容積画像データは、１つ又は複数の画像を生成するために、画像プロセッサなどによって処理することができる。
【００６７】
汎用計算システムは、操作者用制御盤として機能するように設けることができ、ディスプレイなどの出力デバイス、及びキーボード、マウスなどといった入力デバイスを含む。制御盤上に常駐するソフトウェアによって、操作者が撮像デバイスの操作を制御することを可能にすること、例えば、操作者がスキャンを開始するなどを可能にすることができる。
【００６８】
窓７の前にコリメータ１３が設けられ、コリメータ１３は、貫通通路１５を有するコリメータ本体１４を有し、コリメータムーバ１６によって矢印Ｂの方向に動くことができる。
【００６９】
コリメータリムーバ１７は、矢印Ｃの方向に、放出されたｘ線１８からコリメータ１３を取り除くことができる。
【００７０】

ビーム整形及びブロックデバイスは、「１９」と表される。

【００７１】

狭くなりより合焦されたビームは１８′と示される一方で、ビーム１８′の焦点は、「２０」と表される。

【００７２】

使用の際は、マウスなどといった物体１１が、物体キャリア又はテーブル１０上に用意され、テーブルムーバ１２によって物体空間「Ａ」の中に動かされる。矢印Ｄによって示される方向のうちいずれか１つ又は複数にテーブル１０を動かすことによって、物体１１は、ｘ線源６及び検出器８に対して、すなわち、ビーム１８に対して所望に応じて位置決めすることができる。

【００７３】

ｘ線１８は、ｘ線源６、この場合には例えばｘ線管によって生成され、発生源６の特性に依存して、例えば約０．１ｍｍ～１．２ｍｍの直径の間のその合焦スポットのサイズで、比較的粗いビーム１８で放出される。

【００７４】

本発明のコリメータを使用して、発生源６によって放出される粗いｘ線ビーム１８は、焦点又は焦点容積２０によって規定されるはるかに小さい有効合焦スポットから発するように見えるビーム１８′へと調整され整形される。この有効合焦スポット又は焦点容積は、例えば、２０μｍ～２５μｍの直径のサイズを有することができる。それに、粗い放射１８は、貫通孔又は通路１５を有するコリメータ本体１４で、コリメータ１３を通して送られる。

【００７５】

示される例では、コリメータが錐状ビームコリメータであって、ここでは、１つのコリメータ本体１４が存在し、すべての孔又は通路は、合焦スポット２０上の同じ焦点を指す。

【００７６】

任意選択で、追加のビーム整形及びブロックデバイス１９が設けられ、これは原理的に、何らかの表面放射をブロックする、コリメータ本体１４の周りのリムとあまり変わらない。コリメータ本体１４の残りと同じ厚さであってよいそのような簡単なリムの存在によって、コリメータ本体１４のリム中に多すぎる孔１５を設ける必要なしに、ビーム１８′のｘ線以外のｘ線がないことが確実になる。

【００７７】

ｘ線撮像装置１の使用の際に、コリメータ１３は、コリメータムーバ１６によって、例えば矢印Ｂの方向に、発生源６に対して動かすことができる。コリメータ１３は、完全な画像を提供するために、通路１５間の中心間距離より大きく動かす必要はないことに留意されたい。

【００７８】

精度を高めるために、コリメータ１３は焦点２０の周りの仮想球上で動くことが好ましく、そのため、その焦点２０の有効な位置が撮像時に同じままとなる。コリメータムーバ及びその制御は、ここでもちろん、それに応じてレイアウトするべきである。これは、コリメータ本体１４の場合に、機械的手段によって、又は第３の次元に可動性を追加して、コリメータムーバ１６にコリメータ１３の所望の組み合わせた球状運動を実施させることによって、達成することができる。

【００７９】

コリメータムーバ１６は、可動性を実現するために、１つ又は複数の圧電アクチュエータを備えることができる。そのようなアクチュエータは、高い精度、信頼性、及び繰返し頻度を有する小さい必要変位を提供することができる。しかし、ステッパモータなどといった他のアクチュエータが除外されない。

【００８０】

コリメータリムーバ１７は、ｘ線ビーム１８／１８′からコリメータ１３を取り除くた

めに設けられるように示される。その場合、整形したビーム１８′が次いで「粗い」ｘ線１８によって再び置き換えられ、例えば、はるかに大きい物体１１を撮像及び検査する、又は、はるかに強い強度及びそれに対応してより短い露光時間を有する。コリメータリムーバは、コリメータムーバ１６用よりも粗いアクチュエータを備える場合があるが、圧電アクチュエータとヒンジ又ははるかに大きいストロークを有する線形アクチュエータを組み合わせるデバイスを用いるなどで、コリメータムーバとコリメータリムーバを１つに組み合わせることも可能である。

【００８１】

図面は原寸に比例しないことに留意することが重要である。特に、物体空間Ａの寸法、すなわち、ｘ線管６と検出器８との間の距離は、しばしば、約２００ｍｍと６００ｍｍとの間である。逆に、コリメータ本体１４の厚さは、実際には約１ｍｍ～２ｍｍであってよい。厚さがより大きくなっても、これ以上品質を改善しない可能性があるが、孔又は通路１５を作るのが、より難しくなることになる。

【００８２】

また、コリメータ本体１４中の通路１５の数は、ここで示される５つよりも（はるかに）多いことになる。経路１５の各々の直径は、実際には、１μｍ～１０μｍの間など、数μｍとなる。合わせて、ｘ線管６の合焦スポット２０が、直径で例えば２５μｍなどといった数十μｍの焦点容積へと効果的に縮小されることが、それらによって確実になる。同様に、ｘ線検出器８の画素９は、しばしば、７５μｍｘ７５μｍなど０．１ｘ０．１ｍｍよりいくぶん小さく、それらの数字は図に示されるよりも対応して高くなる。すべての場合で、数字は例示であって、現実的な値の印象を与えるだけである。

【００８３】

さらに、マウス１１全体又は少なくともその大部分を本状況で検査することができる一方で、物体１１をｘ線源６にはるかに近づけ、コリメータ１３が依然として発生源６と物体１１との間にあることが可能である。しばしば、対応してより小さい物体又はその部分を検査できることになる。はるかに大きい倍率（「発生源６から物体１１の距離」対「発生源６から検出器８の距離」の間の比率）のために、画像中で高い解像度を有することがより重要になる。このことは、ｘ線源の有効サイズ（合焦スポット）を例えば０．１ｍｍ～２ｍｍから例えば２５μｍへと縮小するコリメータ１３を、発生源６と物体１１との間に設けることに起因して、本発明で可能になる。物体１１を発生源６に近づけるとき、十分な角度情報を得るために、発生源６及び検出器８を有するフレーム３が物体１１を通る軸の周りに回転される方法を採用するのが必要な場合があることに留意されたい。これを適用することは、支持フレーム３を軸５の方向に垂直な方向にスライドすることを含むことができ、そのため、ｘ線源６が検出器８よりも軸５にはるかに近くに来る。同じ効果を達成する任意の他の手段もここでは可能である。

【００８４】

ここで、支持フレーム３は、例えば水平回転軸の周りに、メインフレーム２に対して回転可能であるように示される。しかし、回転機能を有さない固定フレーム３を有し、フレーム３に対して物体キャリア１０を回転させること、又は、全く回転せず２Ｄ撮像特性だけを有することも可能である。

【００８５】

図２は、本発明によるｘ線撮像装置の異なる実施形態の非常に概略的な詳細、特にｘ線源及びコリメータを有する部分を示す。本明細書では、図面の全部にあるように、同様の部分は、同じ参照番号によって表される。

【００８６】

詳細は、ｘ線源６を有するフレーム３の小部分、保護用だがｘ線透過性の窓７、及びｘ線源６の合焦スポット上に焦点２０を有する異なるコリメータ１３′を示す。

【００８７】

コリメータ１３′は、第１のコリメータ本体２１と、第１のコリメータ本体２１と直列に配置される第２のコリメータ本体２２との組を備える。第１のコリメータ本体２１は、

隣接プレート間にそれぞれの第１のスリット空間２８を有する、離間した第１のプレート２６の第１のスタックを備える。これらの第１のスリット空間２８は、すべてが、共通の第１の仮想線Ｆ１に向けられる。第２のコリメータ本体２２は、間にそれぞれの第２のスリット空間２４を有する離間した第２のプレート２３の第２のスタックを備える。これらの第２のスリット空間２４は、すべてが、共通の第２の仮想線Ｆ２に向けられる。本体のプレートは一方の本体から他方の本体に対して非平行であり、そのため、第１の共通の仮想線と第２の共通の仮想線は、共通の焦点２０で互いに交差する。結果として、第１のスリット空間２８と第２のスリット空間２４が一緒に、例えば非常に小さいサイズの、例えばコリメータ１３′がないｘ線源の合焦スポットよりはるかに小さい、共通の焦点２０上に合焦されるコリメータ１３′の複数の通路を形成する。

【００８８】

本体２１、２２は、それぞれの焦線の周りで、対応するムーバ２５、２６によって動かすことができる。

【００８９】

本体２１、２２は、例えば、それぞれの焦線の周りに例えば対応するムーバ２５、２６により各本体の運動を可能にする、概略的に図示されるような、曲がった又は球状でさえある隣接する側と接続することができる。

【００９０】

図３は、コリメータ１３′をもう少し詳細に概略斜視図で示す。

【００９１】

図２のｘ線源６からのｘ線のビームがこのコリメータ１３′を通して光るとき、物体によって「見られる」ような結果として得られる発生源は、やはり見かけの焦点２０であって、焦線Ｆ１とＦ２が交差する。

【００９２】

例としてここで示されるプレートの数は任意であって、これらの数、ならびにプレート２７、２３の厚さ及びスリット２８、２４の幅は、所望に応じて選択することができる。

【００９３】

第１のコリメータ本体ムーバ２５は、特に好ましくは焦点２０の周り又は線Ｆ１、すなわち、図２の「Ａ」によって示される紙面に出入りする方向の周りの球上であるが、例えば、対応するスリット２８の主方向に実質的に垂直な方向に、第１の本体２１を動かすように配置される。同様に、第２のコリメータ本体ムーバ２６は、矢印Ｂが指す垂直方向に第２の本体２２を動かすように配置することができる。

【００９４】

２つの本体２１、２２の運動は、第１の本体２１を第１のステップに亘って動かすこと、次いで、スイープを実施すること、又は第２の本体２２についてのさらなるステップ状の運動、又はその逆も同様などと、調節することができる。撮像時の両方の本体２１、２２のより速い振動運動は、焦点から発するすべての所望の、又は可能なビームの方向が十分に撮像される限り、やはり可能である。第１及び第２のコリメータ本体ムーバは、また、圧電アクチュエータなどを備えることができ、図１にしたがって、コリメータリムーバ１７と同様に、コリメータ１３′を取り除くために、コリメータリムーバ（図示せず）によって、一緒に補完することができることに留意されたい。

【００９５】

本実施形態及び図面は、添付される特許請求の範囲の範囲を限定することなく、本発明の例示的な説明としてのみ与えられる。

【符号の説明】

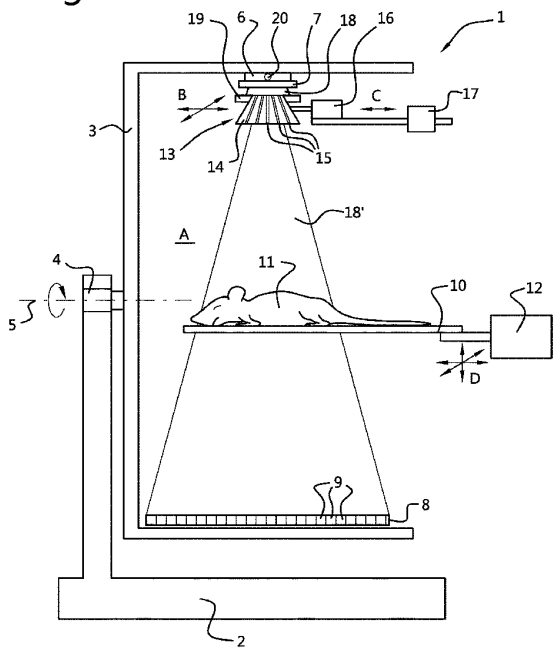
【００９６】

１　ｘ線撮像装置
２　固定メインフレーム
３　回転可能支持フレーム
４　支持フレーム回転子

５　軸
６　ｘ線管発生源、ｘ線源、ｘ線管
７　ベリリウム窓
８　ｘ線検出器
９　画素
１０　物体キャリア
１１　物体、マウス
１２　物体キャリアムーバ、テーブルムーバ
１３　コリメータ
１３′　コリメータ
１４　コリメータ本体
１５　貫通通路
１６　コリメータムーバ
１７　コリメータリムーバ
１８　ｘ線、ｘ線ビーム、放射
１８′　ビーム
１９　ビーム整形及びブロックデバイス
２０　焦点、合焦スポット
２１　第１のコリメータ本体
２２　第２のコリメータ本体
２３　プレート
２４　第２のスリット空間
２５　第１のコリメータ本体ムーバ
２６　第２のコリメータ本体ムーバ、第１のプレート
２７　プレート
２８　第１のスリット空間

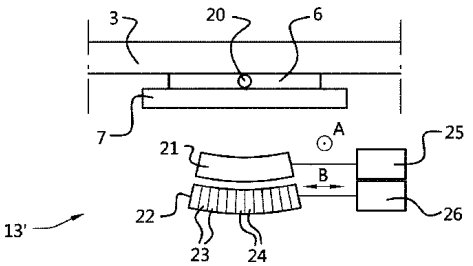
【図面】
【図１】

Fig. 1



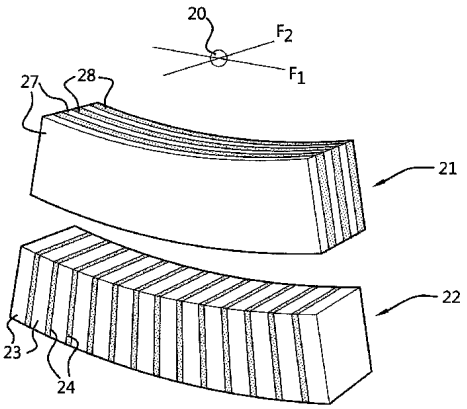
【図２】

Fig. 2



【図３】

Fig. 3



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2020/072414

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. A61B6/06 A61B6/00 A61B6/03 G21K1/02
ADD.

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)
A61B H05G G21K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2010/202591 A1 (MCKIM ROYCE [US] ET AL) 12 August 2010 (2010-08-12)	1-5, 10-12, 14,17, 20-24
Y A	abstract paragraph [0005] paragraph [0022] - paragraph [0028] paragraph [0032] - paragraph [0033] figures 1-2,6	6-9,13 15,16, 18,19

Y	US 5 966 424 A (LIU HONG [US]) 12 October 1999 (1999-10-12) abstract column 2, line 13 - line 37 figure 1	6-9,13

	-/--	

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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
28 October 2020	06/11/2020

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Montes, Pau

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2020/072414

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	YINING ZHU ET AL: "An approach to increasing the resolution of industrial CT images based on an aperture collimator", OPTICS EXPRESS, vol. 21, no. 23, 7 November 2013 (2013-11-07), page 27946, XP055697694, DOI: 10.1364/OE.21.027946 abstract section "2. Imaging model with the aperture collimator" -----	1-24

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2020/072414

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2010202591 A1	12-08-2010	EP 2369595 A2	28-09-2011
		US 2010202591 A1	12-08-2010
US 5966424 A	12-10-1999	NONE	

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (April 2005)

フロントページの続き

MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),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,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,IT,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,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,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

Fターム（参考） HA13 HA14 JA08 LA01 SA02