

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4584554号

(P4584554)

(45) 発行日 平成22年11月24日 (2010. 11. 24)

(24) 登録日 平成22年9月10日 (2010. 9. 10)

(51) Int. Cl.

F 1

<b>G 2 1 K</b>	<b>1/06</b>	<b>(2006. 01)</b>	G 2 1 K	1/06	G
<b>G 2 1 K</b>	<b>1/02</b>	<b>(2006. 01)</b>	G 2 1 K	1/06	C
<b>H 0 5 G</b>	<b>1/00</b>	<b>(2006. 01)</b>	G 2 1 K	1/02	C
			H 0 5 G	1/00	G

請求項の数 15 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2003-285535 (P2003-285535)  
 (22) 出願日 平成15年8月4日 (2003. 8. 4)  
 (65) 公開番号 特開2004-77477 (P2004-77477A)  
 (43) 公開日 平成16年3月11日 (2004. 3. 11)  
 審査請求日 平成18年6月21日 (2006. 6. 21)  
 (31) 優先権主張番号 10236640. 3  
 (32) 優先日 平成14年8月9日 (2002. 8. 9)  
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(73) 特許権者 390039413  
 シーメンス アクチエンゲゼルシャフト  
 Siemens Aktiengesellschaft  
 ドイツ連邦共和国 D-80333 ミュンヘン  
 ヴィッテルスバッハープラッツ 2  
 Wittelsbacherplatz  
 2, D-80333 Muenchen  
 , Germany  
 (74) 代理人 100075166  
 弁理士 山口 巖  
 (74) 代理人 100133167  
 弁理士 山本 浩

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 単色X線を用いて被検体のX線画像を作成する装置および方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

X線源 (1) と、モノクロメータ (2) と、スリットコリメータ (3) と、モノクロメータ (2) のための移動装置 (10) とを備え、X線源 (1) と、モノクロメータ (2) と、スリットコリメータ (3) とは、X線源 (1) から出たX線のうち特定のエネルギーのX線がモノクロメータ (2) で反射されスリットコリメータ (3) のスリットを通過するように互いに相対的に配置され、モノクロメータ (2) は、移動装置 (10) によって、移動中特定のエネルギーのX線がモノクロメータ (2) で反射されるために必要な反射角 ( $\theta$ ) の条件が満足された状態に保たれれば特定のエネルギーのX線だけがスリットコリメータ (3) のスリットを通過するように、X線源 (1) およびスリットコリメータ (3) に対して相対的に移動させられ、モノクロメータ (2) の移動によって、定められた角度範囲 ( $\phi$ )、従って被検体がファン状の単色X線ビームで走査可能であることを特徴とする単色X線を用いて被検体のX線画像を作成する装置。

【請求項2】

モノクロメータ (2) はモノクロメータ結晶 (2) であることを特徴とする請求項1記載の単色X線を用いて被検体のX線画像を作成する装置。

【請求項3】

モノクロメータ (2) はHOPG結晶 (2) (高配向熱分解黒鉛結晶) であることを特徴とする請求項1又は2記載の単色X線を用いて被検体のX線画像を作成する装置。

【請求項4】

(2) 線を用いて被検体のX線画像を作成する装置および方法

モノクロメータ(2)はX線を反射する多層システムであることを特徴とする請求項1記載の単色X線を用いて被検体のX線画像を作成する装置。

【請求項5】

モノクロメータ(2)はゲーベルミラーであることを特徴とする請求項4記載の単色X線を用いて被検体のX線画像を作成する装置。

【請求項6】

モノクロメータ(2)は楕円軌道に沿って移動可能であることを特徴とする請求項1乃至5の1つに記載の単色X線を用いて被検体のX線画像を作成する装置。

【請求項7】

X線源(1)の焦点(F)は楕円軌道に属する楕円の一方の焦点にあり、スリットコリメータ(3)のスリットは他方の焦点にあることを特徴とする請求項6記載の単色X線を用いて被検体のX線画像を作成する装置。

【請求項8】

X線源(1)から出たX線のうち特定のエネルギーのX線がモノクロメータ(2)で反射されスリットコリメータ(3)のスリットを通過するように互いに相対的に配置されているX線源(1)とモノクロメータ(2)とスリットコリメータ(3)とにより発生される単色X線を用いて被検体のX線画像を作成する方法であって、モノクロメータ(2)は、その移動中に特定のエネルギーのX線がモノクロメータ(2)で反射されるために必要な反射角( $\theta$ )の条件が満足された状態に保たれれば特定のエネルギーのX線だけがスリットコリメータ(3)のスリットを通過するように、X線源(1)およびスリットコリメータ(3)に対して相対的に移動させられ、モノクロメータ(2)の移動によって、定められた角度範囲( $\phi$ )、従って被検体がファン状の単色X線ビームで走査可能であることを特徴とする単色X線を用いて被検体のX線画像を作成する方法。

【請求項9】

モノクロメータ(2)はモノクロメータ結晶(2)であることを特徴とする請求項8記載の単色X線を用いて被検体のX線画像を作成する方法。

【請求項10】

モノクロメータ(2)はHOPG結晶(2)(高配向熱分解黒鉛結晶)であることを特徴とする請求項8又は9記載の単色X線を用いて被検体のX線画像を作成する方法。

【請求項11】

モノクロメータ(2)はX線を反射する多層システムであることを特徴とする請求項8記載の単色X線を用いて被検体のX線画像を作成する方法。

【請求項12】

モノクロメータ(2)はゲーベルミラーであることを特徴とする請求項11記載の単色X線を用いて被検体のX線画像を作成する方法。

【請求項13】

モノクロメータ(2)は楕円軌道に沿って移動されることを特徴とする請求項8乃至12の1つに記載の単色X線を用いて被検体のX線画像を作成する方法。

【請求項14】

X線源(1)の焦点(F)は楕円軌道に属する楕円の一方の焦点にあり、スリットコリメータ(3)のスリットは他方の焦点にあることを特徴とする請求項13記載の単色X線を用いて被検体のX線画像を作成する方法。

【請求項15】

移動運動の期間はX線撮像の期間であることを特徴とする請求項8乃至14の1つに記載の単色X線を用いて被検体のX線画像を作成する方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、X線源と、モノクロメータと、スリットコリメータとを備え、X線源と、モノクロメータと、スリットコリメータとが、X線源から出たX線束のうち特定のエネルギー

一のX線がモノクロメータで反射されスリットコリメータのスリットを通過するように互いに相対的に配置されている、単色X線を用いて被検体のX線画像を作成する装置および方法に関する。

【背景技術】

【0002】

単色X線は、医療技術のいくつかの範囲において、例えばマモグラフィ（乳房造影）において特別に願望されている。というのは、単色X線は、多色放射線よりも高いコントラストで身体細部の撮像を可能にするからである。多色放射線の場合には常にX線スペクトルの一部が被検患者内で吸収され、画像に寄与することなしに被検患者の放射線量を高める。従って、単色放射線によれば被検患者に対する被曝量低減が得られる。

【0003】

さらに、特定のエネルギーの単色X線を的確に使用することによって、例えば医療技術における造影剤の如き材料がX線画像において特によく目立つ。被検患者の体内に注入するための造影剤として例えばヨウ素を使用する場合、約33keVのエネルギーを持った単色X線を使用すべきである。というのは、ヨウ素を備える組織構造は特に明白に発生X線画像において目立つからである。

【0004】

さらに、単色X線発生装置および方法は特許文献1に記載されている。特許文献1による装置を示す図1のように、この装置はここでは輪郭だけを示されたX線源1、モノクロメータ2およびスリットコリメータ3を含む。モノクロメータ2はX線源1の焦点Fに対してある角度いわゆるブラッグ角で、モノクロメータ2においてこの角度にて特定のエネルギーのX線のみが反射されるように、配置されている。このX線は、スリットコリメータ3のスリットを通過し、開き角度5を有するファン状の単色X線ビーム4を形成する。X線ビーム4は被検体6を透過後X線検出器7に当たる。

【0005】

開き角度5は通常約1°しかないので、X線源1、モノクロメータ2およびスリットコリメータ3は、ファン状の単色X線ビーム4で被検体6を走査し且つ被検体6の平面X線画像を得ることができるように、スリットコリメータ3に交差する軸線8を中心に揺動させられる。この場合、比較的長い撮像時間が必要であるという欠点がある。

【特許文献1】独国特許出願公開第19955848号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明の課題は、単色X線による被検体のX線画像の作成が簡単化された冒頭に述べた装置および方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

装置に関する課題は、本発明によれば、X線源とモノクロメータとスリットコリメータとモノクロメータのための移動装置とを備え、X線源とモノクロメータとスリットコリメータとが、X線源から出たX線のうち特定のエネルギーのX線がモノクロメータで反射されスリットコリメータのスリットを通過するように互いに相対的に配置され、モノクロメータが、移動装置によって、移動中特定のエネルギーのX線がモノクロメータで反射されるために必要な反射角の条件が満足された状態に保たれれば特定のエネルギーのX線だけがスリットコリメータのスリットを通過するように、X線源およびスリットコリメータに対して相対的に移動され、モノクロメータの移動によって、定められた角度範囲、従って被検体がファン状の単色X線ビームで走査可能であることによって解決される。

【0008】

方法に関する課題は、本発明によれば、X線源から出たX線のうち特定のエネルギーのX線がモノクロメータで反射されスリットコリメータのスリットを通過するように互いに相対的に配置されているX線源とモノクロメータとスリットコリメータとにより発生され

る単色X線を用いて被検体のX線画像を作成する方法であって、モノクロメータは、その移動中に特定のエネルギーのX線がモノクロメータで反射されるために必要な反射角の条件が満足された状態に保たれれば特定のエネルギーのX線だけがスリットコリメータのスリットを通過するように、X線源およびスリットコリメータに対して相対的に移動させられ、モノクロメータの移動によって、定められた角度範囲、従って被検体がファン状の単色X線ビームで走査可能であることによって解決される。

【0009】

本発明によれば、X線源とモノクロメータとスリットコリメータとは、X線源から出たX線がモノクロメータで特定のエネルギーのX線だけがこの角度にて反射されスリットコリメータのスリットを通過するように、互いに相対的に或る角度で配置されている。その際、モノクロメータは、単色X線を照射される被検体の走査のために、移動中特定のエネルギーのX線がモノクロメータで反射されるために必要な反射角の条件が少なくともほぼ満足された状態に保たれれば特定のエネルギーのX線だけがスリットコリメータのスリットを通過するように、X線源およびスリットコリメータに対して相対的に予め定められた軌道上で移動可能である。従って、モノクロメータは、特定のエネルギーのX線だけがスリットコリメータのスリットを通り抜け、或る角度範囲、従って被検体がスリットコリメータに対して相対的なモノクロメータの移動によってファン状の単色X線ビームで走査されるように、X線源およびスリットコリメータに対して相対的に移動される。このようにして比較的簡単に単色X線による被検体のX線撮像を得ることができる。

【0010】

本発明の変形例によれば、モノクロメータはモノクロメータ結晶であり、好ましくは高配向熱分解黒鉛結晶いわゆるHOPG (Highly Oriented Pyrolytic Graphite) 結晶である。従って、X線源から放出されたX線がブラッグ角でこのようなHOPG結晶に当たり、17keVの光子エネルギーについてのブラッグ角が例えば $6.1^\circ$ であるとすると、HOPG結晶は、このエネルギーの単色X線をこの角度でスリットコリメータのスリットの方向へ反射する。スリットコリメータによって最終的に単色X線のファンビームが生じる。

【0011】

本発明の他の変形によれば、モノクロメータは、X線を反射する多層システム、例えばゲーベルミラーである。

【0012】

本発明の別の変形によれば、モノクロメータは、少なくともほぼ楕円軌道に沿って移動可能である。その場合、優れた実施態様によれば、X線源の焦点は少なくともほぼ楕円軌道に属する楕円の一方の焦点にあり、スリットコリメータのスリットは少なくともほぼ当該楕円の他方の焦点にある。楕円上でのモノクロメータの移動によって、特定のエネルギーのX線を反射するためのブラッグ条件がほぼ満足された状態に保たれる。反射された単色X線はスリットコリメータのスリットを通り抜け、それによって走査作用が得られる。

【0013】

本発明の他の実施態様によれば、X線源およびスリットコリメータに対して相対的なモノクロメータの移動運動の期間は、少なくともほぼX線撮像の期間またはこの期間の整数部分に相当する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

本発明の実施例が添付の概略図面に示されている。図1は従来技術による単色X線発生装置の概略構成図、図2は本発明による単色X線発生装置の原理構成図、図3は図2に示されたモノクロメータのための移動装置の上面図である。

【0015】

本発明は、冒頭に述べた方法もしくは冒頭に述べ図1に示した公知の単色X線発生装置を変更したものである。概略的に示されたX線源1の焦点Fから出たX線はモノクロメータ2に当たり、モノクロメータ2に当たったX線はこのモノクロメータ2で回折もしくは

反射させられる。特定のエネルギーのX線は、モノクロメータ2で特定の角度にて反射されるX線である。スリットコリメータ3は、特定のエネルギーのX線だけがスリットコリメータ3のスリットを通り抜け開き角度 $\psi$ を持った単色X線のファンビーム4を形成することができるように、モノクロメータ2およびX線源1に対して相対的に配置されている。さらに、単色X線ビーム4は被検体6を透過し、X線検出器7に当たる。既に述べたように、開き角度 $\psi$ は約 $1^\circ$ の大きさであることから、被検体6の狭い帯状部分のみが単色X線ビーム4によって透過される。従って、被検体6の平面X線画像を作成するためには、X線源1、モノクロメータ2およびスリットコリメータ3からなる装置は図1に示された軸線8を中心に揺動させられなければならない。

【0016】

被検体6の平面X線撮像を得るための比較的長い撮像時間につながる軸線8を中心とするこの揺動を避けるために、本発明によれば、図2に示されているように、被検体6の平面X線撮像を得るためにX線源1つまりX線源1の焦点Fとスリットコリメータ3とに対して相対的にモノクロメータ2を移動することが提案されている。図2において、X線源1の焦点Fおよびスリットコリメータ3に対して相対的にモノクロメータ2の3つの位置I、II、IIIが例示されている。X線源1およびスリットコリメータ3に対して相対的なモノクロメータ2の移動は、特定のエネルギーのX線がモノクロメータ2で反射されるために必要な反射角 $\theta$ の条件がとくにX線源1およびスリットコリメータ3に対して相対的なモノクロメータ2の全移動中少なくともほぼ満足された状態に保たれ、従ってほぼ特定のエネルギーのX線だけがスリットコリメータ3のスリットを通り抜けるように行なわれる。図2にモノクロメータ2の3つの位置I、II、IIIについて示されているように、X線源1の焦点Fから出たX線ビームはモノクロメータ2に角度 $\theta$ で当たり、特定のエネルギーのX線がモノクロメータ2で角度 $\theta$ にて反射され、スリットコリメータ3のスリットを通過して単色X線のファンビーム4を形成する。従って、被検体6のX線撮像の取得進行中に、モノクロメータ2が連続的に図2に示された出発位置Iから図2に示された終了位置IIIへ移動されると、ファン状の単色X線ビーム4は被検体6を走査するために十分な角度範囲 $\phi$ にわたって変化する。

【0017】

単色X線発生装置が例えばマモグラフィへの適用のために設けられる場合、一般にモリブデンからなる陽極9を有するX線源1が使用される。モノクロメータ2は、モリブデンのK $\alpha$ 曲線のエネルギーに相当する約17.5 keVのエネルギーのX線が選択されるX線反射角(ブラッグ角) $\theta$ が保持されるように、X線源1の焦点Fとスリットコリメータ3のスリットとに対して相対的に配置されかつ移動可能である。この装置においては、ほぼこのエネルギーのX線だけがスリットコリメータ3のスリットを通過する。このスリットはとくに約50  $\mu\text{m}$ の幅を有する。モノクロメータ2はモノクロメータ結晶、とくにいわゆるHOPG結晶(高配向熱分解黒鉛結晶)である。

【0018】

特に、HOPG結晶2は図2に示されているように楕円軌道に沿って移動される。その場合、X線源1の焦点Fは楕円軌道に属する楕円の一方の焦点にあり、スリットコリメータ3のスリットはその楕円の他方の焦点にある。出発位置Iから終了位置IIIへのHOPG結晶2の移動運動の期間は平面X線撮像の取得のための期間またはこの期間の整数部分に相当する。

【0019】

例えば、X線源1の焦点Fとスリットコリメータ3のスリットとの間隔が10 cmであり、X線源1の焦点Fの前方約1 cmのところにある出発位置Iからスリットコリメータ3のスリットの前方向約1 cmのところにある終了位置IIIまでHOPG結晶2が移動される場合、 $\theta = 8^\circ$ のブラッグ角において約 $12.8^\circ$ の出口開き角度範囲 $\phi$ が生じる。X線検出器7の平面とスリットコリメータ3のスリットとの間隔が80 cmの場合、X線検出器7上において18 cmの範囲がカバーされる。これはX線フィルムの通常の幅に相当する。

【0020】

図3には概略上面図にてHOPG結晶2の移動装置10が示されている。HOPG結晶2は図3に示された実施例の場合4つのロッド11~14を備え、これらのロッドは案内レール15, 16においてモノクロメータ2の両側を案内される。案内レール15, 16におけるロッド11~14の移動は図示されていないやり方にて電動で行なわれる。その場合に移動は図示されていないが公知のコンピュータ装置にて制御される。

【0021】

本発明による装置もしくは本発明による方法は、従来技術から知られた装置もしくは従来技術から知られた方法に比べて、比較的短い時間で且つ僅かの費用の装置にて単色X線のファンビームにより被検体を走査することができるという利点を有する。その場合、平面状の検出器、例えばX線フィルム、X線画像増幅器または固体検出器を使用することができる。

【0022】

HOPG結晶の代替として、他のモノクロメータ結晶またはX線を反射する多層システム、例えばゲーベルミラーをモノクロメータとして使用してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】 従来技術による単色X線発生装置の概略構造図

【図2】 本発明による単色X線発生装置の原理構造図

【図3】 図2に示されたモノクロメータのための移動装置の上面図

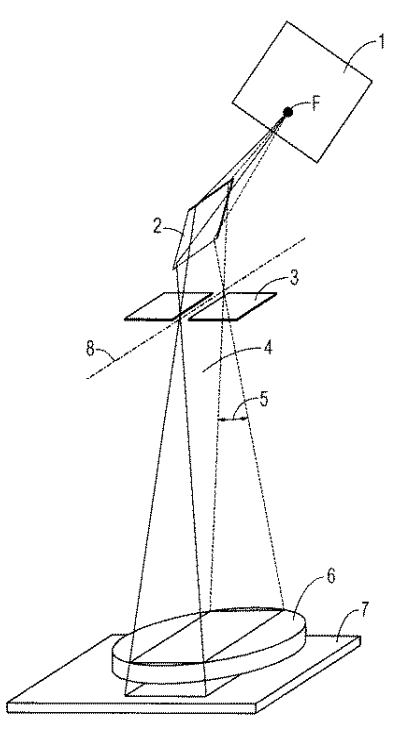
【符号の説明】

【0024】

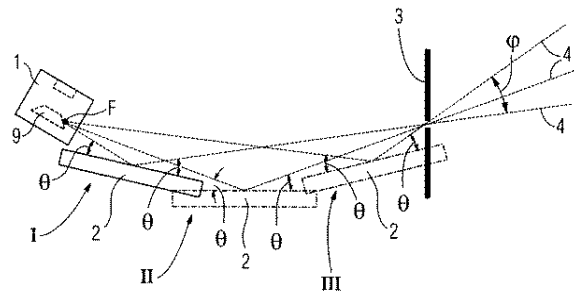
- 1 X線源
- 2 モノクロメータ、HOPG結晶
- 3 スリットコリメータ
- 4 X線ビーム
- 5 開き角度
- 6 被検体
- 7 X線検出器
- 8 軸線
- 9 陽極
- 10 移動装置
- 11~14 ロッド
- 15, 16 案内レール
- θ 反射角
- φ 角度範囲
- I モノクロメータの出発位置
- II モノクロメータの中間位置
- III モノクロメータの終了位置

(7) 線を用いて被検体のX線画像を作成する装置および方法

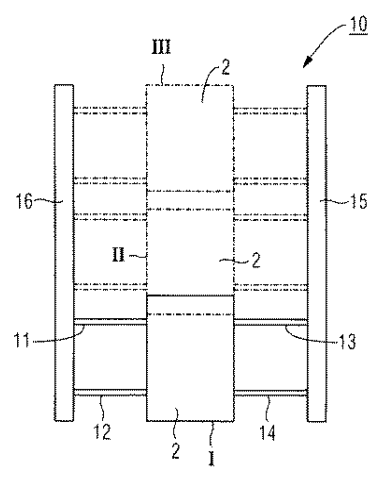
【図1】



【図2】



【図3】



(8) 線を用いて被検体のX線画像を作成する装置および方法

(72)発明者 マルチン ホーアイゼル  
ドイツ連邦共和国 91056 エルランゲン シュピッツヴェークシュトラッセ 10

審査官 中塚 直樹

(56)参考文献 特開平04-204298(JP, A)

(58)調査した分野(Int. Cl., DB名)  
G 2 1 K 1 / 0 6  
H 0 5 G 1 / 0 0