

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-203042

(P2007-203042A)

(43) 公開日 平成19年8月16日(2007.8.16)

(51) Int.C1.

A 61 B 6/03

(2006.01)

F 1

A 61 B 6/03

320Z

テーマコード(参考)

4C093

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2007-17965 (P2007-17965)  
 (22) 出願日 平成19年1月29日 (2007.1.29)  
 (31) 優先権主張番号 102006004604.8  
 (32) 優先日 平成18年2月1日 (2006.2.1)  
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)  
 (31) 優先権主張番号 102006004976.4  
 (32) 優先日 平成18年2月1日 (2006.2.1)  
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)  
 (31) 優先権主張番号 102006046034.0  
 (32) 優先日 平成18年9月28日 (2006.9.28)  
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(71) 出願人 390039413  
 シーメンス アクチエンゲゼルシャフト  
 S i e m e n s A k t i e n g e s e l l  
 s c h a f t  
 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ブラッツ  
 2  
 Wittelsbacherplatz  
 2, D-80333 Muenchen  
 , Germany  
 (74) 代理人 100075166  
 弁理士 山口 嶽  
 (72) 発明者 エクハルト ヘンペル  
 ドイツ連邦共和国 90765 フュルト  
 キーフェルンシュトラーセ 7  
 F ターム(参考) 4C093 CA34 EB16 EB26 EB28

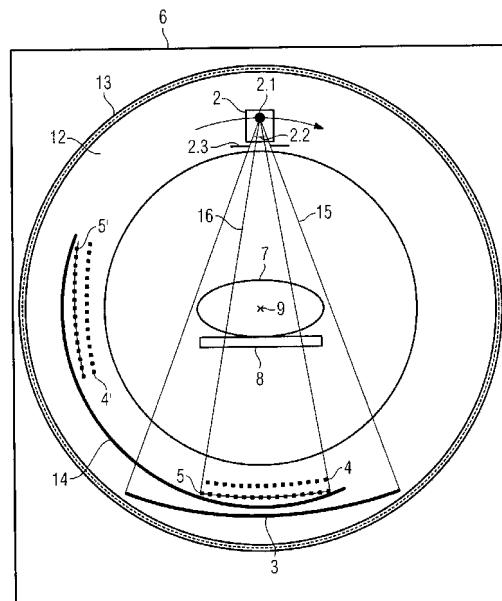
(54) 【発明の名称】 投影式および断層撮影式位相コントラスト画像の作成用のX線CTシステム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 吸収CT画像の作成にも位相コントラストCT画像の作成にも好適であり、それぞれ可能な限り少ない患者の線量負荷で達成されるCTシステムを見出す。

【解決手段】 断層撮影式位相コントラスト - および吸収画像の作成用のX線CTシステムにおいて、固定したステータと、前記ステータと相対的にシステム軸周りに回転する第1ロータとを有するガントリーと、少なくとも1つの、患者およびシステム軸周りに回転可能の、第1ロータ上に配設されたX線源検出器システムと、位相コントラスト決定用の少なくとも1セットのX線光学格子と、を備えたX線CTシステムであって、少なくとも1セットのX線光学格子がガントリーの第1ロータと相対的に移動可能に配設されていることを特徴とするX線CTシステム。

【選択図】 図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

1. 断層撮影式位相コントラスト - および吸収画像の作成用の X 線 CT システム (1) において、

1.1 固定したステータ (13) と、前記ステータに軸支されかつ前記ステータと相対的にシステム軸 (9) 周りに回転する第 1 ロータ (12) とを有するガントリー (6) と、

1.2 少なくとも 1 つの、患者 (7) およびシステム軸 (9) 周りに回転可能な、第 1 ロータ (12) 上に配設された X 線源検出器システム (2、3) と、

1.3 位相コントラスト決定用の少なくとも 1 セットの X 線光学格子 (4、5) と、 10 を備えた X 線 CT システムであって、

1.4 少なくとも 1 セットの X 線光学格子 (4、5) がガントリーの第 1 ロータ (12) と相対的に移動可能に配設されていることを特徴とする X 線 CT システム。

**【請求項 2】**

少なくとも 1 セットの X 線光学格子 (4、5) が動作状態で検出器 (3) の一部のみを覆うことを特徴とする、上記請求項 1 記載の X 線 CT システム。

**【請求項 3】**

ガントリーが、少なくとも 1 つの X 線源 (2、2') および少なくとも 1 つの検出器 (3、3') が固定された回転部材 (12) のほかに、ビーム路内に配設可能な X 線光学格子 (4、5) が固定され、かつそれによって前記格子を X 線源のビーム路からおよびビーム路内で移動できる移動装置 (12'、14、17.1、17.2) を有することを特徴とする、上記請求項 1 ないし 2 のいずれか一項記載の X 線 CT システム。 20

**【請求項 4】**

ビーム路内に配設可能な X 線光学格子 (4、5) が固定された移動装置 (14) が、円弧状に構成され、第 1 ロータ (12) に固定されていることを特徴とする、上記請求項 3 記載の X 線 CT システム。

**【請求項 5】**

ビーム路内に配設可能な X 線光学格子 (4、5) が固定されている移動装置が第 2 ロータ (12') として構成されていることを特徴とする、上記請求項 3 記載の X 線 CT システム。 30

**【請求項 6】**

X 線光学格子 (4、5) がシステム軸方向に移動可能に固定されていることを特徴とする、上記請求項 1 ないし 5 のいずれか一項記載の X 線 CT システム。

**【請求項 7】**

X 線光学格子 (4、5) が回転方向に第 1 ロータ (12) と相対的に移動可能に構成されていることを特徴とする、上記請求項 1 ないし 5 のいずれか一項記載の X 線 CT システム。

**【請求項 8】**

X 線源が、放出されたビームコーン (15、16) を X 線光学格子 (4、5) または全検出器 (3) の伸長部に適合できる絞り (2.3) を有することを特徴とする、上記請求項 2 ないし 7 のいずれか一項記載の X 線 CT システム。 40

**【請求項 9】**

少なくとも 1 つの X 線源 (2、2') が線源格子 (2.2) を有することを特徴とする、上記請求項 1 ないし 8 のいずれか一項記載の X 線 CT システム。

**【請求項 10】**

第 1 ビーム路が専ら吸収測定用にのみ、かつシステム軸方向にずらして配設された第 2 ビーム路が位相コントラスト測定用に設けられていることを特徴とする、請求項 1 のプリアンブル記載の X 線 CT システム。

**【請求項 11】**

ガントリー (6) が第 2 ロータ (12') を有し、第 1 ロータ (12) 上に一方の吸収 50

測定用の検出器(3)と、第2ロータ(12')上に専らX線光学格子セット(4、5)を備えた位相コントラスト測定用の第2検出器(3')とが配設されていることを特徴とする、上記請求項10記載のX線CTシステム。

#### 【請求項12】

各ロータ(12、12')上に専用のX線源(2、2')が配設されていることを特徴とする、上記請求項10ないし11のいずれか一項記載のX線CTシステム。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【技術分野】

##### 【0001】

この発明は、位置が固定された固定子(以下「ステータ」と)と、前記ステータに軸支されかつ前記ステータと相対的にシステム軸周りに回転する第1の回転子(以下「ロータ」と)とを有するガントリーと、患者およびシステム軸の周りを回転可能で第1ロータ上に配設された少なくとも1つのX線源検出器システムと、位相コントラスト決定用の少なくとも1セットのX線光学格子とを備えた断層撮影式位相コントラスト画像および吸収画像を作成するためのX線CTシステムに関する。 10

##### 【背景技術】

##### 【0002】

一般的なコンピュータ断層撮影においては、検査対象を透過するX線ビームの吸収測定を利用して、検査対象、特に患者の断層撮影式撮影が行われ、その際、通常は放射線源が円形または渦巻形に検査対象の周りを移動され、かつ放射線源の対向側に検出器(大抵は多数の検出器)要素を備えた少なくとも1つの多列検出器が検査対象を通る放射線の通過時の吸収を測定する。断層撮影の画像位置のために測定された全ての空間的ビームの吸収データから断層撮影の断面画像または体積データが再構築される。このコンピュータトモグラフィ撮影によって、対象内に非常に美しい吸収差異を表示できるが、ただし自然に従って類似の吸収特性を有する類似の化学組成物の領域は、不十分に詳細化されて表示される。 20

##### 【0003】

さらに、検査対象を通るビームの通過時の位相ずれの効果は、放射線が透過する材料の吸収の効果よりも著しく強いことが知られている。この種の位相ずれは、周知のように2つの干渉格子の使用によって測定される。この干渉測定法に関しては、たとえば非特許文献1が参照される。この方法において、検査対象はコヒーレントなX線放射によって透射され、引き続き1つの格子対を通して案内され、かつ第2格子の直後に放射線強度が測定される。第1格子は第2格子を利用して背後にある検出器上にモアレパターンを形成する干渉パターンを発生する。第2格子が僅かにずれると、同様にモアレパターンのずれが生じ、従って第2格子のずれを相対的に決定できることとなる検出器内の空間強度の変化が生じる。前記格子の各検出器要素に対する、従って各ビームに対する強度変化を第2格子の移動路に依存してプロットすれば、各ビームの位相ずれを決定することができる。問題は、この方法では干渉パターンの形成のためにコヒーレントな放射線が必要となるので、非常に小さい放射線源が必要となり、そのためより大きい対象のコンピュータトモグラフィ撮影に適用することができない。 30

##### 【0004】

上記文献に示された方法では、極度に小さい焦点を備えた放射線源を用いないと、使用した放射線中に充分な度合の空間的コヒーレンスをもたらすことができない。しかしながら、この種の小さい焦点を使用すると、より大きい対象の検査のために必用とされる充分な線量率が確保できない。モノクロームのコヒーレント放射線、たとえばシンクロトロン放射線を放射線源として使用する可能性もあるが、しかしそれによってCTシステムは構造上非常に高価になり、その結果、幅広く適用を展開することが不可能である。 40

##### 【0005】

この問題は、ビーム路内の焦点/検出器-組合せの内部で、焦点に直接的に引き続き、第1吸収格子を配設することによって回避することができる。この場合、格子線の整列は 50

、検査対象の後に続く干渉格子の格子線と平行である。

#### 【0006】

第1格子のスロットは、ビーム方向に対象の後方に配設された位相格子を利用してそれ自身公知の干渉パターンを発生するために充分である個々のコヒーレントビームの領域を作る。この方法により、CTシステムもしくは透過光X線システム中の通常のX線管に相当する伸長部を有する放射線源を使用することも可能であり、その結果、たとえば一般的な医療診断分野で今後X線装置を利用して良好に差分化された軟質組織画像も作成することができる。この点に関しては、第102006017290.6号、第102006015358.8号、第102006017291.4号、第102006015356.1号、第102006015355.3号の書類番号を有する未公開ドイツ特許先行出願を参照し、それらの開示内容は全内容的に引用する。

10

#### 【0007】

このようなX線CTシステムと組合せたX線光学格子の使用は、このX線光学格子が非常に高いコントラスト比、たとえば100μmと、同時に約1μmの突条部幅に相当する、2μmのオーダーの非常に小さい周期とを有する構造を要求するので、技術的に非常に要求レベルが高い。さらに、この格子のために強い吸収材料が使用されねばならず、これは、理想的には金とするべきである。同時に上記文献には、位相コントラスト測定から得たデータが吸収断層撮影の画像化に使用されることも記載されている。但し、この場合、X線格子の必要な強い吸収によって患者に対する強いビーム負荷をもたらす問題が生じる。そのため、患者と検出器システムとの間のビーム路内に定置型のX線光学格子を備えたこの種のCTシステムは、吸収CT用としては一律に導入することができない。

20

【非特許文献1】エックス-レイ・フェーズ・イメージング・ウィズ・ア・グレイティング・インターフェロメータ(X-ray phase imaging with a grating interferometer)、テー・ヴァイトカンプ(T. Weitkamp)ら、2005年8月8日/第12巻、第16号/オプティクス・エクスプレス(OPTICS EXPRESS)

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0008】

本発明の課題は、吸収CT画像の作成にも位相コントラストCT画像の作成にも柔軟に適用可能であり、その都度可能な限り少ない患者の線量負荷で画像作成が達成されるCTシステムを見出すことである。

30

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0009】

この課題は、独立の請求項1の特徴によって解決される。本発明の更なる有利な実施形態は従属請求項の対象である。

#### 【発明の効果】

#### 【0010】

本発明者は、位置が固定されたステータと、前記ステータに軸支されかつ前記ステータと相対的にシステム軸周りに回転する第1のロータとを有するガントリーと、患者およびシステム軸の周りを回転可能で第1ロータ上に配設された少なくとも1つのX線源検出器システムと、位相コントラスト画像決定用の少なくとも1セットのX線光学格子とを備えた断層撮影式位相コントラスト画像および吸収画像を作成するためのX線CTシステムの改善を提案するもので、この改善は、少なくとも1セットのX線光学格子がガントリーの第1ロータと相対的に移動可能に配設されていることにある。それによって、さらに少なくかつ受容可能なビーム負荷でもって断層撮影吸収画像を作成し、同じ装置を用いて位相コントラスト画像を作成することが可能になる。

40

#### 【0011】

このX線CTシステムは、少なくとも1セットのX線光学格子が動作状態で検出器の一部のみを覆うように構成すると好都合である。多くの場合、患者が位相コントラスト検査によって観察される部分は、断面積で見て患者の全断面積より本質的に小さいので、検査において重要でない身体部分の照射を低減することができる。

50

## 【0012】

本発明により、ガントリーは、X線源および検出器が固定されたロータのほかに、ビーム路内に配設可能のX線光学格子が固定され、それによって前記格子をX線源のビーム路からおよびX線源のビーム路内で移動できる移動装置を有することができる。この場合、ビーム路内に配設可能のX線光学格子が固定された移動装置は、格子を周方向に移動するために、円弧状または完全なリング部として構成することができる。格子がシステム軸方向に移動できるロータ上に、テレスコープ状またはレール状の移動装置を逐一的に配設することもできる。

## 【0013】

さらに、本発明に係るCTシステムのX線源は、線源から放出されたビームコーンをX線光学格子または全検出器の伸長部に適合できる絞りを有することができる。 10

## 【0014】

さらに、X線源が準コヒーレントX線放射を高い線量率で発生できる線源格子を有すると特に有利であり、それによって検査の時間を可能な限り短く抑えることができる。

## 【0015】

本発明者は、本発明のもう1つの態様に従って、固定したステータと、前記ステータに軸支されかつ前記ステータと相対的にシステム軸周りに回転する第1ロータとを有するガントリーと、少なくとも1つの、患者およびシステム軸周りに回転可能な、第1ロータ上に配設された、位相コントラスト決定用の少なくとも1セットのX線光学格子があるX線源検出器システムとを有する断層撮影式位相コントラスト画像および吸収画像の作成用のX線CTシステムを提案する。この改善は、第1ビーム路が吸収測定専用に、そしてシステム軸方向にずらして配設された第2ビーム路が位相コントラスト測定用に設けられたことにある。 20

## 【0016】

このようなX線CTシステムにおいて、ガントリーは第2ロータを有することができ、第1ロータ上に吸収測定用の一方の検出器と、第2ロータ上に専らX線光学格子セットを備えた位相コントラスト測定用の第2検出器とが配設されている。各ロータ上に専用のX線源が配設されていると有利である。

## 【0017】

以下、本発明を好ましい実施例を利用して図面を用いてより詳しく説明するが、本発明の理解に必要な特徴のみを示している。 30

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0018】

図1は、対向する検出器3を備えたX線源としてのX線管2があるガントリーハウジング6を備えた本発明に係るX線CTシステムの3次元模式図を示す。さらに、位相コントラスト測定用の位相格子4および分析器格子5を設けている。位相コントラスト格子4および分析器格子5は、ここでは詳細には図示していないが、ガントリーの周方向に検出器3の測定領域から旋回可能に配設されている。

## 【0019】

測定のために、移動可能の患者寝台8上にいる患者7がシステム軸9に沿って検出器システムの測定領域内の開口部へ移送され、本来の測定のために、位相格子4と分析器格子5とからなる対向する検出器とX線光学格子セットとを備えたX線管が患者7の周囲を移動され、その結果、多数の投影式吸収データおよび投影式位相コントラストデータが様々な撮影角度から測定され、それに続き制御および計算ユニット10内で、その中のメモリ11に含まれているコンピュータプログラムPr g<sub>1</sub> - Pr g<sub>n</sub>を利用して再構築される。 40

## 【0020】

本発明により、この測定時に、高すぎる線量負荷を回避するために、吸収測定に対して放射線を吸収するX線光学格子セット4および5を検出器3の測定領域から移動することができる。その結果、患者7に対して可能な限り少ないビーム負荷で吸収測定を実施することができる。しかしながら、同時にX線光学格子4および5を検出器3の測定領域 50

での位相コントラスト測定のために取り入れ、次いで位相コントラスト測定をそれ自体公知の方法で実施することが可能である。

【0021】

図2は、このような状況を再度断面図で示す。ここでも再び、ロータ12を軸支するガントリーの固定したステータ13があるガントリーハウジング6を示している。ロータ12上には、X線管2と、大抵は多列検出器として構成されている対向する検出器3も固定されている。X線管内の焦点2.1から、移動可能の絞り2.3を介して発生されたビームコーンを基準に調節できる放射線が放出され、その結果、検出器3全部をカバーする幅広の放射線コーン15又はより狭い放射線コーン16が設定される。より狭い放射線コーン16は、検出器を部分的にのみ覆うX線光学格子4および5に当たり、この格子を利用して検出器3の部分領域を介して位相コントラスト測定が可能である。このX線光学格子4および5は、円弧状の移動機構14を利用して周方向に検出器3の測定領域から旋回することができ、その結果、選択的に専ら吸収測定だけが実施されるか、あるいは位相コントラスト測定が縮小された測定領域16上で実施される。

【0022】

図3に、図2と同じCTシステムが示されているが、図2において円弧状として示された移動機構14は、閉じたリングとして構成されており、その結果、このリングは、格子4および5がX線管および検出器と同様に、システム軸の周りを円形に移動できるガントリー内の第2ロータ12'に相当する。

【0023】

本発明に係るX線CTシステムのもう1つの変形態様は図4に断面図で示されている。この図4は、実質的に図2の表示に相当するが、円弧状の移動装置の代わりに、X線光学格子4および5用のシステム軸方向への移動装置が、側面に配設されたテレスコープ(伸縮筒)要素17.1および17.2の形態で設けられている。このテレスコープ状の移動装置17.1および17.2により、位相格子4および分析器格子5をシステム軸9の方向(紙面と垂直な方向)へ移動することができ、その結果、前記格子は選択的に位相コントラスト測定のために患者7と検出器3との間に入れることができる。

【0024】

図5ないし8は、縦断面図で本発明に係るCTシステムの実施変形態様を示す。ここで図5の変形態様は図2記載の実施態様に相当し、図6は図4の実施態様に相当する。図7は、システム軸方向にずらして配設され、かつ分離して操作可能の2本のX線管を備えた焦点検出器システムを備えた実施変形態様を示しており、X線管2と検出器3を備えた左側の一組は吸収測定に、かつX線管2'、検出器3'およびX線光学格子4および5を備えた、付属の第2ロータ12'を含む右側の一組は位相コントラスト測定に使用される。図8は、再度図7に対する折衷的なシステムを示しており、この場合はただ1つのX線管2が使用されているが、これは純吸収検出器3および/または位相コントラスト検出器3'のそれぞれの使用に応じてX線管のビームコーンの必要に応じた適合を可能にするシステム軸方向に移動可能の絞り2.3を使用する。

【0025】

つまり、本発明によって、一方で位相コントラスト測定を実施する可能性を有し、他方では公知の吸収測定が少ない線量率の使用下に可能であるX線CTシステムが考慮されている。この実施態様において、CTシステムをモジュール状に構成することも可能であり、その結果、位相コントラスト断層撮影システム用の保守的な吸収断層撮影システムの後々の問題のない再装備が可能である。

【0026】

本発明の上記の特徴は、それぞれ上記の組合せだけでなく、本発明の枠組から離れることなくその他の組合せまたは単独でも使用可能であることは自明である。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】本発明に係るX線CTシステムの3次元模式図である。

10

20

30

40

50

【図2】周方向に移動可能なX線光学格子セットを備えた本発明に係るX線CTシステムの断面図である。

【図3】図2記載の、ただしX線光学格子用の回転移動装置を備えた、X線CTシステムの断面図である。

【図4】システム軸方向に移動可能なX線光学格子セットを備えた本発明に係るX線CTシステムの断面図である。

【図5】本発明に係るX線CTシステムの種々の変形態様の縦断面図である。

【図6】本発明に係るX線CTシステムの種々の変形態様の縦断面図である。

【図7】本発明に係るX線CTシステムの種々の変形態様の縦断面図である。

【図8】本発明に係るX線CTシステムの種々の変形態様の縦断面図である。

10

20

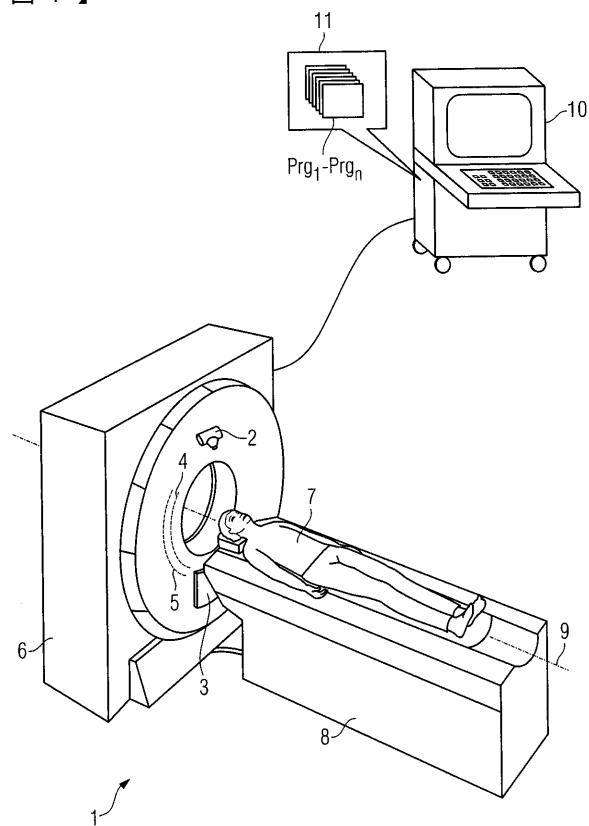
30

【符号の説明】

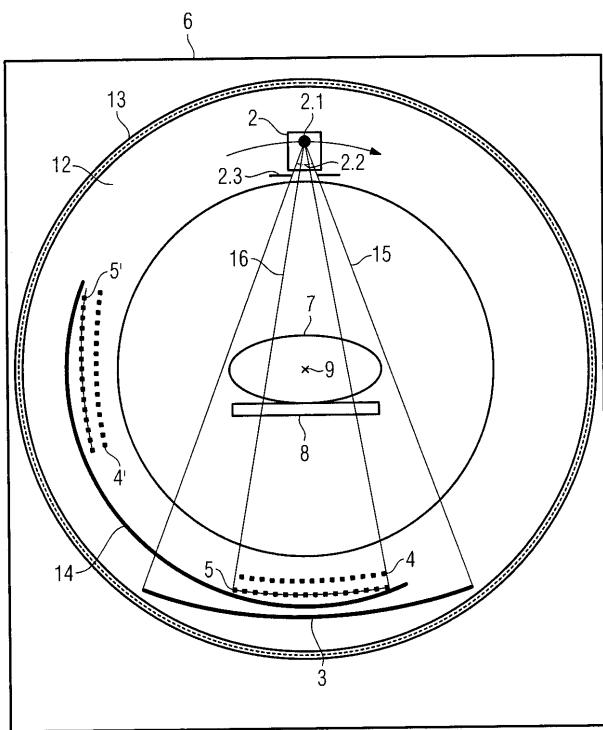
【0028】

- 1 X線CTシステム
  - 2、2' X線管
  - 2.1 焦点
  - 2.2 線源格子
  - 2.3 移動式絞り
  - 3、3' 検出器システム
  - 4 位相格子
  - 4' 旋回式位相格子
  - 5 分析器格子
  - 5' 旋回式分析器格子
  - 6 ガントリーハウジング
  - 7 患者
  - 8 移動式患者台
  - 9 システム軸
  - 10 制御 - および計算ユニット
  - 11 制御 - および計算ユニットのメモリ
  - 12、12' ロータ
  - 13 ステータ
  - 14 X線光学格子セット用の円弧状の移動装置
  - 15 吸収測定用のコーン形の測定領域
  - 16 位相コントラスト測定用のコーン形の測定領域
  - 17.1、17.2 X線光学格子セットの繰入れおよび繰出し用のシステム軸方向へのテレスコープ式レール
- P<sub>rg1</sub> - P<sub>rgn</sub> コンピュータプログラム。

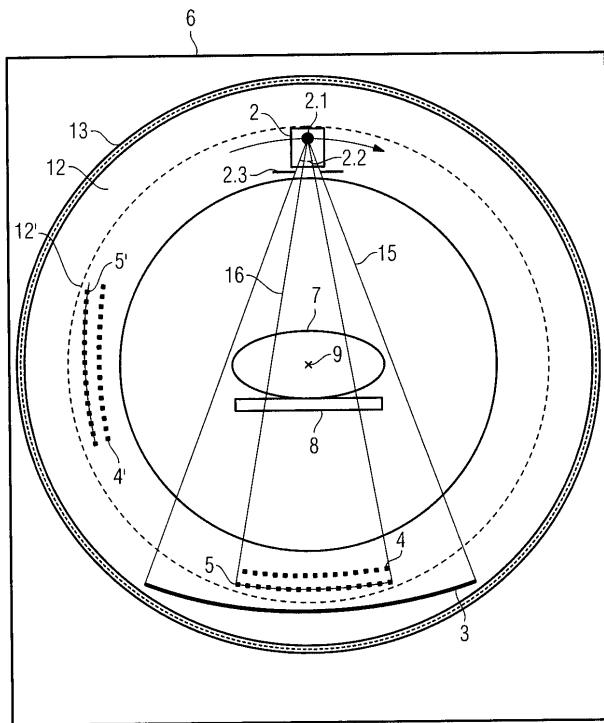
【図1】



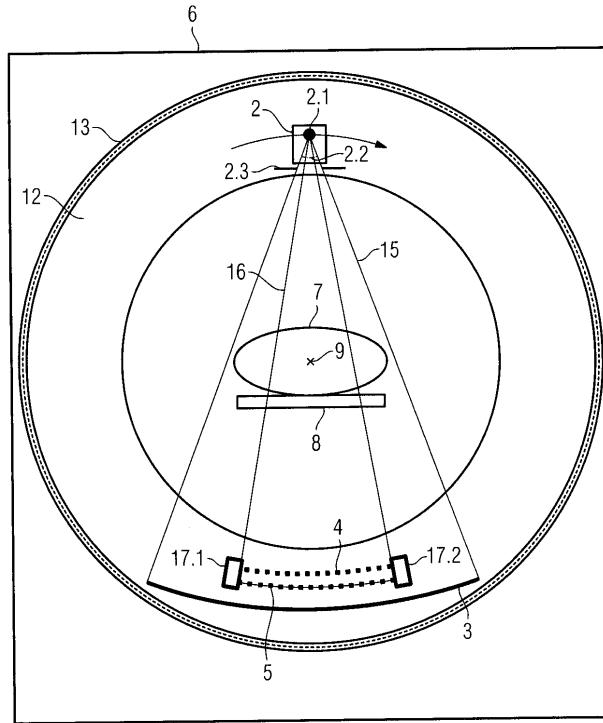
【図2】



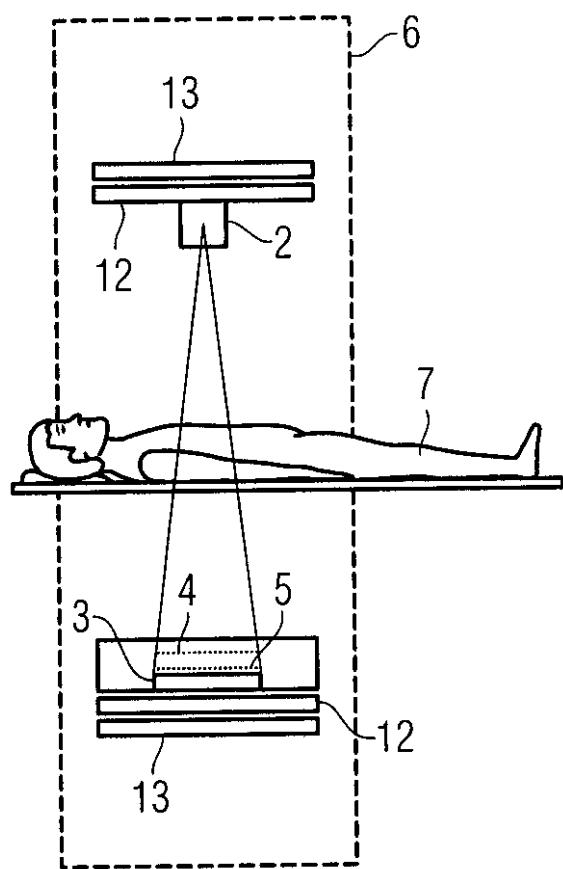
【図3】



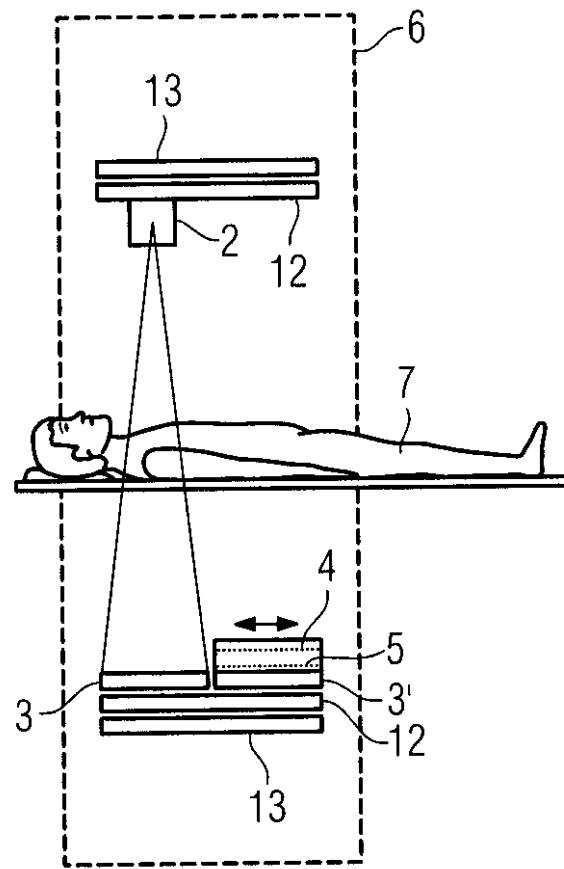
【図4】



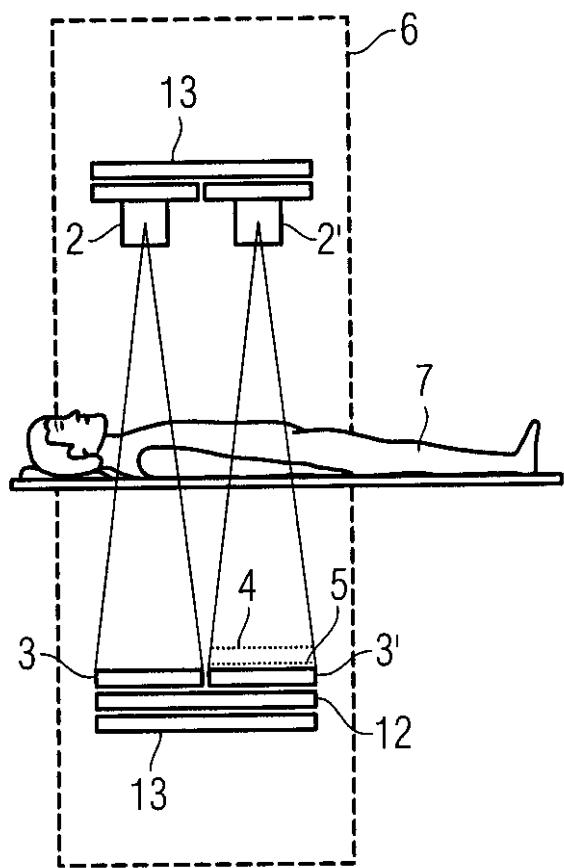
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

