

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2007年2月1日 (01.02.2007)

PCT

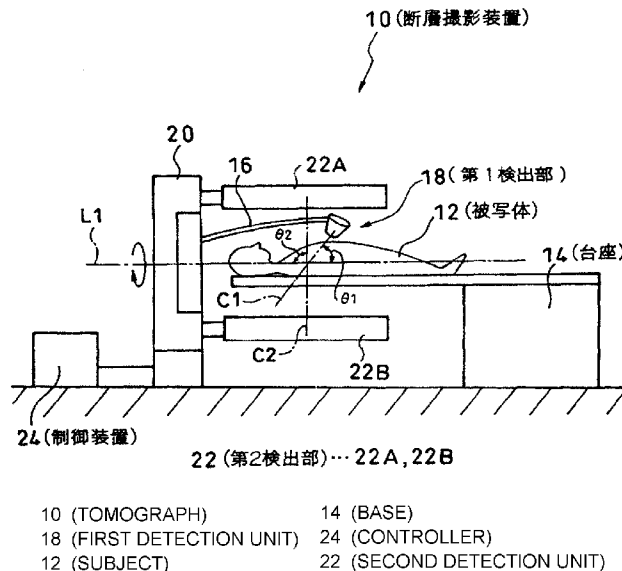
(10) 国際公開番号
WO 2007/013550 A1

- (51) 国際特許分類:
G01T 1/161 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/314868
- (22) 国際出願日: 2006年7月27日 (27.07.2006)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2005-220352 2005年7月29日 (29.07.2005) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 財団法人ヒューマンサイエンス振興財団 (Japan Health Sciences Foundation) [JP/JP]; 〒1030001 東京都中央区日本橋小伝馬町13-4 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 飯田 秀博 (HIDA, Hidehiro) [JP/JP]; 〒5658565 大阪府吹田市藤白台5丁目7番1号 国立循環器病センター研究所内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 野上 敦, 外 (NOGAMI, Atsushi et al.); 〒3380013 埼玉県さいたま市中央区鈴谷2丁目794番 ブライナ国際特許事務所 Saitama (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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY,

[続葉有]

(54) Title: TOMOGRAPH, TOMOGRAPHY, TOMOGRAPHY PROGRAM, AND COMPUTER-READABLE RECORDING MEDIUM WHERE THE PROGRAM IS RECORDED

(54) 発明の名称: 断層撮影装置、断層撮影方法ならびに断層撮影プログラムおよびこれを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体



(57) Abstract: [PROBLEMS] To provide a tomogram for creating a reconstructed image free of truncation with high resolution even if the subject is a large one such as a human body. [MEANS FOR SOLVING PROBLEMS] A tomograph (10) comprises a first detection unit (18) composed of radiation detectors so arranged that the centers of field of view of pinhole collimators possessed by the respective radiation detectors are generally aligned with one another and movable around a subject (12) along a first path (C1) and a second detection unit (22) composed of radiation detectors so arranged that the centers of field of view are generally aligned with one another and movable around a subject (12) along a second path (C2) farther from the subject (12) than the first path (C1). A reconstructed image can be formed by using imaging data acquired from the first detection unit (18) and imaging data acquired from the second detection unit (22).

(57) 要約: 【課題】 人体等の大きな被写体であっても高解像度でトランケーションの無い再構成画像を得ることができる断層撮影装置を提供する。 【解決手

[続葉有]

WO 2007/013550 A1



TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

段】 断層撮影装置10は、各々が有するピンホールコリメータの視野中心が略一致するように配設された複数の放射線検出器によって構成され、第1の軌道C1に沿って被写体12の周囲を移動可能な第1検出部18と、各々の視野中心が略一致するように配設された複数の放射線検出器によって構成され、第1の軌道C1よりも被写体12からの距離が遠い第2の軌道C2に沿って被写体12の周囲を移動可能な第2検出部22と、を有して構成され、第1検出部18により得られた撮像データと第2検出部22により得られた撮像データとを用いて再構成画像を得る。

明 細 書

断層撮影装置、断層撮影方法ならびに断層撮影プログラムおよびこれを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体

技術分野

[0001] 本発明は、単一光子放射コンピュータ断層撮影装置(SPECT装置)や陽電子放射断層撮影装置(PET装置)などに代表される断層撮影装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、放射性アイソトープで標識された医薬品を被写体に投与し、体内分布をイメージング可能に構成された断層撮影装置の一つとして単一光子放射コンピュータ断層撮影装置(SPECT装置)が広く知られている。SPECT装置では、一枚の位置検出型の放射線検出器の表面にコリメータを装着し、被写体の外部に沿って回転させ、全周にわたって放射線データを収集し、回転に同期した信号を解析することで、被写体内部の放射性薬剤の分布を推定する。特に、コリメータとして、単一のホールを有し、被写体からの放射線がホールを通りコーンビーム状となって放射線検出器に投射されるピンホールコリメータを装着したSPECT装置は、その設計構造が簡単であり、かつ、ホール径を小さくし、被写体に近接して撮像できるので、空間解像度を向上できるという利点があり、特にラットやマウス等の小動物の断層撮像に利用されている。

[0003] 一方、ピンホールコリメータを装着したSPECT装置における完全な画像再構成には、Tuyの条件(非特許文献1参照)が提示されており、従来のピンホールSPECT装置の幾何学設計では、回転面以外の断面でこの前提条件が成り立たないので、ホールを含む回転面上の画像は原理的には正確に再構成できるのに対し、ホールを含まない断層面においては正確な放射能濃度が計測できないという欠点があり、さらにホールを含む回転面上の画像にも不均一分解能による画像のゆがみが生じるといふ欠点がある。

[0004] これに対し、特許文献1では、ピンホールコリメータを装着した1台または複数台の位置検出型放射線検出器を常に被写体を視野に含むように配置すると共に、検出

器の配列、ピンホール位置のずれ、台座位置の揺動等の工夫により、視野の中心を含む1つの回転面上だけでなく、回転面外にも移動して放射線を検出するようにしたピンホールSPECT装置が開示されている。このSPECT装置によれば、放射線を回転面からずらして検出することによって撮像データがTuyの条件を満足するように構成されているので、撮像データから得られる再構成画像の解像度を向上させることができる。

- [0005] また、非特許文献1には、検出器のピンホールが被写体軸に対して 90° および 45° の2つの軌道を描くように被写体周りを回転させるようにしたピンホールSPECT装置が開示されている。このSPECT装置によれば、2つのピンホール軌道を用いることによって撮像データがTuyの条件を満たすように構成されており、視野角の全てにおいて完全な3DピンホールSPECTの再構成画像を得ることができる。

特許文献1:特開2004-233149号公報

非特許文献1:H. K. Tuy. An inversion formula for cone-beam reconstruction. SIAM J. APPL. MATH. Vol. 43, No. 3, 546-552 (1983)

非特許文献2:Tsutomu Zeniya, A new reconstruction strategy for image improvement in pinhole SPECT, European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging Vol. 31, No. 8, 1166-1172(2004)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0006] しかしながら、このような従来の断層撮影装置では、被写体が小動物のように小さい場合には高解像度の再構成画像を得ることができるものの、被写体が人体のように大きくなるとトランケーション(視野欠陥)が発生するといった問題があった。このようなトランケーションの問題は、検出器の軌道を被写体に対して十分大きくすることによって解消することが可能であるが、検出器と被写体の距離が遠くなるにつれて解像度も低下するため高解像度の再構成画像を得ることが難しくなり、トランケーションの解消と解像度の向上を両立させることは困難であった。

[0007] 本発明は、このような問題点を解決するためになされたものであって、人体等の大きな被写体であっても高解像度でトランケーションの無い再構成画像を得ることができる断層撮影装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記目的は、本発明の断層撮影装置、断層撮影方法ならびに断層撮影プログラムおよびこれを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体によって達成される。

[0009] すなわち、本発明は、単一または複数の放射線検出器を有し第1の軌道に沿って被写体の周囲を移動可能な第1検出部と、単一または複数の放射線検出器を有し前記第1の軌道よりも前記被写体からの距離が遠い第2の軌道に沿って前記被写体の周囲を移動可能な第2検出部と、を有することを特徴とする断層撮影装置である。

[0010] 本発明はまた、前記第1検出部により得られた撮像データと前記第2検出部により得られた撮像データとを用いて画像を再構成する画像再構成部をさらに有する、前記断層撮像装置。

[0011] 本発明はまた、前記第1検出部は、単一光子放射コンピュータ断層撮影により断層撮影を行うことを特徴とする、前記断層撮影装置である。

[0012] 本発明はまた、前記第1検出部の放射線検出器は、ピンホールコリメータを備えたことを特徴とする、前記断層撮影装置である。

[0013] 本発明はまた、前記第2検出部は、単一光子放射コンピュータ断層撮影により断層撮影を行うことを特徴とする、前記断層撮影装置である。

[0014] 本発明はまた、前記第2検出部は、陽電子放射断層撮影により断層撮影を行うことを特徴とする、前記断層撮影装置である。

[0015] 本発明はまた、前記第1の軌道を含む平面と前記第2の軌道を含む平面は、互いに異なる平面を構成することを特徴とする、前記断層撮影装置である。

[0016] 本発明はまた、前記第1の軌道を含む平面と前記第2の軌道を含む平面は、それぞれ被写体軸に対して45° および90° の角度をなすことを特徴とする、前記断層撮影装置である。

[0017] さらに、本発明は、単一または複数の放射線検出器により第1の軌道に沿って被写体の周囲を移動して放射線を検出する第1検出ステップと、単一または複数の放射

線検出器により前記第1の軌道よりも前記被写体からの距離が遠い第2の軌道に沿って前記被写体の周囲を移動して放射線を検出する第2検出ステップと、を有することを特徴とする断層撮影方法である。

[0018] 本発明はまた、前記第1検出ステップにより得られた撮像データと前記第2検出ステップにより得られた撮像データとを用いて画像を再構成する画像再構成ステップをさらに有する、前記断層撮像方法である。

[0019] 本発明はまた、前記第1検出ステップは、単一光子放射コンピュータ断層撮影により断層撮影を行うことを特徴とする、前記断層撮影方法である。

[0020] 本発明はまた、前記第1検出ステップは、ピンホールコリメータを備えた放射線検出器を用いることを特徴とする、前記断層撮影方法である。

[0021] 本発明はまた、前記第2検出ステップは、単一光子放射コンピュータ断層撮影により断層撮影を行うことを特徴とする、前記断層撮影方法である。

[0022] 本発明はまた、前記第2検出ステップは、陽電子放射断層撮影により断層撮影を行うことを特徴とする、前記断層撮影方法である。

[0023] 本発明はまた、前記第1の軌道を含む平面と前記第2の軌道を含む平面は、互いに異なる平面を構成することを特徴とする、前記断層撮影方法である。

[0024] 本発明はまた、前記第1の軌道を含む平面と前記第2の軌道を含む平面は、それぞれ被写体軸に対して45° および90° の角度をなすことを特徴とする、前記断層撮影方法である。

[0025] さらに、本発明は、単一または複数の放射線検出器により第1の軌道に沿って被写体の周囲を移動して放射線を検出する第1検出ステップと、単一または複数の放射線検出器により前記第1の軌道よりも前記被写体からの距離が遠い第2の軌道に沿って前記被写体の周囲を移動して放射線を検出する第2検出ステップと、前記第1検出ステップにより得られた撮像データと前記第2検出ステップにより得られた撮像データとを用いて画像を再構成する画像再構成ステップと、をコンピュータに実行させることを特徴とする断層撮影プログラムである。

[0026] さらに、本発明は、前記断層撮影プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体である。

発明の効果

[0027] 本発明によれば、人体等の大きな被写体の断層撮影において、被写体に近接した第1検出器によって空間解像度の高い撮像データを得ることができると共に、視野の広い第2検出器によってトランケーションの無い撮像データを得ることができ、高解像度でトランケーションの無い再構成画像を得ることができる。

[0028] また、前記第1の軌道を含む平面と前記第2の軌道を含む平面が、互いに異なる平面を構成するようにすることにより、撮像データがTuyの条件を満たすことになるため、視野角の全てにおいて完全な再構成画像を得ることができる。

発明を実施するための最良の形態

[0029] 以下、図面を用いて、本発明の実施形態にかかる断層撮影装置について詳細に説明する。

[0030] 図1は本実施形態にかかる断層撮影装置10の略示側面図、図2は断層撮影装置10の略示正面図、図3は断層撮影装置10の特徴的部分のみを示した略示斜視図である。

[0031] 本実施形態にかかる断層撮影装置10は、患者などの被写体12を支持可能な台座14と、揺動装置16に片持ち支持された第1検出部18と、回転装置20に片持ち支持された第2検出部22と、制御装置24と、を有して構成されている。

[0032] 第1検出部18は、互いの視野中心が略一致するように配設された複数(本実施形態では2つ)のSPECT用ガンマカメラ(本発明にかかる「放射線検出器」)18A、18Bを有して構成されている。なお、各々のガンマカメラの視野中心は互いに略一致していることが、画像再構成のプログラミングの煩雑さを回避するためには望ましいが、必ずしも略一致している必要はない。

[0033] 各ガンマカメラ18A、18Bは、円錐形状のピンホールコリメータを備えており、ピンホールコリメータの先端部に形成されたピンホールを介して、被写体12に注入された核種(放射性同位元素:RI)から放出される放射線の入射位置を2次元的に検出することが可能である。

[0034] また、第1検出部18は、アーム状の揺動装置16によって片持ち支持されている。この第1検出部18は、揺動装置16を駆動することにより、被写体12の軸心L1(以下、

単に「被写体軸L1」と称す。)を中心とした円状の第1の軌道C1に沿って被写体12の周囲を矢印R1の範囲(図2参照)で揺動(移動)可能に構成されている。この第1検出部18が移動する第1の軌道C1は、図1に示されるように、被写体軸L1に対して角度 $\theta 1$ (本実施形態では 45°)で傾斜する軌道とされている。

[0035] なお、本実施形態では、第1検出部18を所定の範囲で揺動可能に構成したが、本発明にかかる「第1検出部」はこれに限定されるものではなく、例えば、第1検出部18を第1の軌道C1の全周に亘って移動可能に構成してもよく、また、被写体軸L1に対する第1の軌道C1の傾斜角度 $\theta 1$ は任意に設定することができる。

[0036] 一方、第2検出部22は、互いの視野中心が略一致するように配設された複数(本実施形態では2つ)の平板状のSPECT用ガンマカメラ(本発明にかかる「放射線検出器」)22A、22Bによって構成されている。

各ガンマカメラ22A、22Bは、上記ガンマカメラ18A、18Bと同様に、被写体12に注入された核種(放射性同位元素:RI)から放出される放射線の入射位置を2次元的に検出することが可能である。

[0037] また、第2検出部22は、円板状の回転装置20によって片持ち支持されている。この第2検出部22は、回転装置20を駆動することにより、第1の軌道C1よりも被写体12からの距離が遠い円状の第2の軌道C2に沿って被写体12の全周に亘り矢印R2の方向(図2参照)に移動可能に構成されている。この第2検出部22が移動する第2の軌道C2は、図1に示されるように、被写体軸L1に対して角度 $\theta 2$ (本実施形態では 90°)で傾斜する軌道とされている。即ち、第2の軌道C2は、第1の軌道C1を含む平面と第2の軌道C2を含む平面が異なる平面となるように傾斜されている。

[0038] なお、本実施形態では、第2検出部22を被写体12の全周に亘り矢印R2の方向に移動可能に構成したが、本発明にかかる「第2検出部」はこれに限定されるものではなく、例えば、第2検出部22を第2の軌道C2に沿う所定の範囲内で移動可能に構成してもよく、また、被写体軸L1に対する第2の軌道C2の傾斜角度 $\theta 2$ を、被写体軸L1に対する第1の軌道C1の傾斜角度 $\theta 1$ と同一の角度に設定してもよい。

[0039] また、本発明にかかる「第2検出器」はSPECT用の検出器に限定されるものではなく、SPECT用ガンマカメラ22A、22Bに代えて、図4に示すように、一式(複数対)の

PET用ガンマカメラ22Cを適用してもよい。

[0040] 制御装置24は、揺動装置16による第1検出部18の移動制御や回転装置20による第2検出部22の移動制御を行う制御部や、第1検出部18および第2検出部22によって収集された複数の撮像データに基づいて画像再構成を行う画像再構成部などを有して構成されている。

[0041] 次に、本実施形態にかかる断層撮影装置10の作用について詳細に説明する。

[0042] 制御装置24によって揺動装置16が駆動されると、第1検出部18が、第1の軌道C1に沿って被写体12の周囲を矢印R1の範囲で揺動させられると共に、被写体12の周囲の放射線を検出して撮像データを収集する。

また、制御装置24によって回転装置20が駆動されると、第2検出部22が、第2の軌道C2に沿って被写体12の全周に亘り矢印R2の方向に移動させられると共に、被写体12の周囲の放射線を検出して撮像データを収集する。

[0043] 制御装置24は、第1検出部18に収集された空間解像度の高い撮像データと、第2検出部22によって収集された視野の広い撮像データに基づいて、断層像であるCT像を再構成して再構成画像を得る。

[0044] なお、画像再構成の方法としては、フーリエ変換等を用いた直接フーリエ逆変換法やフィルタ補正逆投影法(FBP法)、重畳積分法(CBP法)といった解析的方法や、逐次近似による代数的な方法など、公知の方法を適用することができるが、特に以下に示す逐次近似による方法が好適に用いられる。

[0045] すなわち、当該画像再構成法は、逐次近似的に画像を更新する方法であり、下記式

[0046] [数1]

$$P(y; \lambda) = \prod_i \left\{ \frac{(\sum_j a_{ij} \lambda_j)^{y_i}}{y_i!} \exp \left[- \sum_j a_{ij} \lambda_j \right] \right\}$$

で定義される確立密度関数を最大化するべく画像を推定するものである。実際の逐

次近似の計算式は次式のとおりである。

[0047] [数2]

$$\lambda_j^{(k+1)} = \frac{\lambda_j^{(k)}}{\sum_i a_{ij}} \sum_i \frac{a_{ij} y_i}{\sum_n a_{in} \lambda_n^{(k)}}$$

[0048] ここで、 λ は再構成画像であり、 λ_j は画像におけるj番目のピクセル(位置)のカウント値であり、kおよびk+1は、それぞれk番目、k+1番目に計算された画像であることを表す。また、yは測定データ、すなわちプロジェクションデータであり、 y_i はi番目のピクセルにおけるデータのカウンタ値である。 a_{ij} は係数であり、i番目のプロジェクションデータにおけるj番目のピクセル値がどの程度寄与するかについて幾何学的に決定される数値である。上記式において、第1検出部18によって収集された空間解像度の高い撮像データと、第2検出部22によって収集された視野の広い撮像データの2つの異なる解像度のプロジェクションデータyを利用することにより、逐次近似的に画像を更新して、画像を再構成することができる。

[0049] このような画像再構成処理を行うことで、第1検出部18が死角となり第2検出部22によって撮像データが収集できないような場合(第2検出部22の内側空間に第1検出部18が位置する場合)であっても、第1検出部18で収集された撮像データによって収集できなかった撮像データを補間することができる。

[0050] 以上説明したように、本実施形態にかかる断層撮影装置10によれば、各々が有するピンホールコリメータの視野中心が略一致するように配設された複数の放射線検出器(本実施形態ではガンマカメラ18A、18B)によって構成され、第1の軌道C1に沿って被写体12の周囲を移動可能な第1検出部18と、各々の視野中心が略一致するように配設された複数の放射線検出器(本実施形態ではガンマカメラ22A、22B)によって構成され、第1の軌道C1よりも被写体12からの距離が遠い第2の軌道C2に沿って被写体12の周囲を移動可能な第2検出部22と、を有して構成されているため、

被写体12に近接した第1検出器18によって空間解像度の高い撮像データを得ることができると共に、視野の広い第2検出器22によってトランケーションの無い撮像データを得ることができ、高解像度でトランケーションの無い再構成画像を得ることができる。

[0051] 特に、第1の軌道C1を含む平面と第2の軌道C2を含む平面は、互いに異なる平面であるため、撮像データがTuyの条件を満たすこととなり、視野角の全てにおいて完全な再構成画像を得ることができる。

[0052] 尚、本発明の断層撮影装置は、上記した実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

産業上の利用可能性

[0053] 本発明にかかる断層撮影装置は、大きな被写体であっても高解像度でトランケーションの無い再構成画像を得ることができるという優れた効果を有するので、人体等の大きな被写体の断層撮影に特に好適である。

図面の簡単な説明

[0054] [図1]本発明の実施形態にかかる断層撮影装置の略示側面図である。

[図2]前記断層撮影装置の略示正面図である。

[図3]前記断層撮影装置の特徴的部分のみを示した略示斜視図である。

[図4]本発明の他の実施形態にかかる断層撮影装置の特徴的部分のみを示した略示斜視図である。

符号の説明

- [0055] 10・・・断層撮影装置
12・・・被写体
14・・・台座
16・・・揺動装置
18・・・第1検出部
18A、18B、22A、22B・・・SPECT用ガンマカメラ
20・・・回転装置
22・・・第2検出部

22C...PET用ガンマカメラ

24...制御装置

請求の範囲

- [1] 単一または複数の放射線検出器を有し第1の軌道に沿って被写体の周囲を移動可能な第1検出部と、
単一または複数の放射線検出器を有し前記第1の軌道よりも前記被写体からの距離が遠い第2の軌道に沿って前記被写体の周囲を移動可能な第2検出部と、
を有することを特徴とする断層撮影装置。
- [2] 前記第1検出部により得られた撮像データと前記第2検出部により得られた撮像データとを用いて画像を再構成する画像再構成部をさらに有する、
請求項1に記載の断層撮像装置。
- [3] 前記第1検出部は、単一光子放射コンピュータ断層撮影により断層撮影を行うことを特徴とする、
請求項1または2に記載の断層撮影装置。
- [4] 前記第1検出部の放射線検出器は、ピンホールコリメータを備えたことを特徴とする、
請求項3に記載の断層撮影装置。
- [5] 前記第2検出部は、単一光子放射コンピュータ断層撮影により断層撮影を行うことを特徴とする、
請求項1～4のいずれか1項に記載の断層撮影装置。
- [6] 前記第2検出部は、陽電子放射断層撮影により断層撮影を行うことを特徴とする、
請求項1～4のいずれか1項に記載の断層撮影装置。
- [7] 前記第1の軌道を含む平面と前記第2の軌道を含む平面は、互いに異なる平面を構成することを特徴とする、
請求項1～6のいずれか1項に記載の断層撮影装置。
- [8] 前記第1の軌道を含む平面と前記第2の軌道を含む平面は、それぞれ被写体軸に対して45° および90° の角度をなすことを特徴とする、
請求項7に記載の断層撮影装置。
- [9] 単一または複数の放射線検出器により第1の軌道に沿って被写体の周囲を移動して放射線を検出する第1検出ステップと、

単一または複数の放射線検出器により前記第1の軌道よりも前記被写体からの距離が遠い第2の軌道に沿って前記被写体の周囲を移動して放射線を検出する第2検出ステップと、

を有することを特徴とする断層撮影方法。

- [10] 前記第1検出ステップにより得られた撮像データと前記第2検出ステップにより得られた撮像データとを用いて画像を再構成する画像再構成ステップをさらに有する、請求項9に記載の断層撮像方法。

- [11] 前記第1検出ステップは、単一光子放射コンピュータ断層撮影により断層撮影を行うことを特徴とする、

請求項9または10に記載の断層撮影方法。

- [12] 前記第1検出ステップは、ピンホールコリメータを備えた放射線検出器を用いることを特徴とする、

請求項11に記載の断層撮影方法。

- [13] 前記第2検出ステップは、単一光子放射コンピュータ断層撮影により断層撮影を行うことを特徴とする、

請求項9～12のいずれか1項に記載の断層撮影方法。

- [14] 前記第2検出ステップは、陽電子放射断層撮影により断層撮影を行うことを特徴とする、

請求項9～12のいずれか1項に記載の断層撮影方法。

- [15] 前記第1の軌道を含む平面と前記第2の軌道を含む平面は、互いに異なる平面を構成することを特徴とする、

請求項9～14のいずれか1項に記載の断層撮影方法。

- [16] 前記第1の軌道を含む平面と前記第2の軌道を含む平面は、それぞれ被写体軸に対して45° および90° の角度をなすことを特徴とする、

請求項15に記載の断層撮影方法。

- [17] 単一または複数の放射線検出器により第1の軌道に沿って被写体の周囲を移動して放射線を検出する第1検出ステップと、

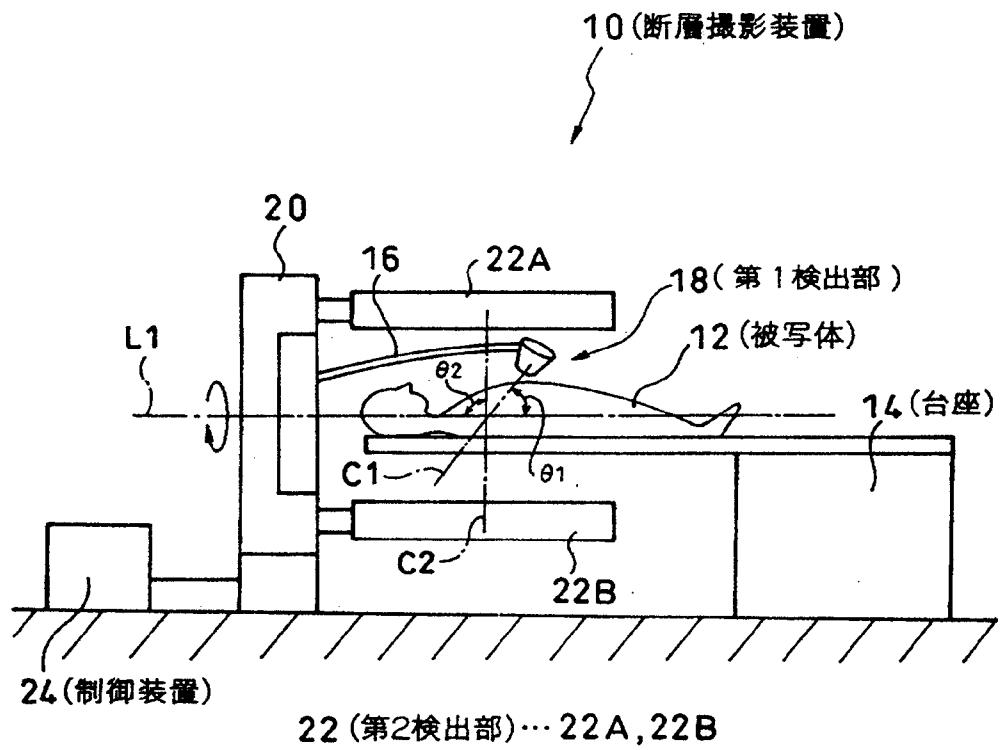
単一または複数の放射線検出器により前記第1の軌道よりも前記被写体からの距

離が遠い第2の軌道に沿って前記被写体の周囲を移動して放射線を検出する第2検出ステップと、

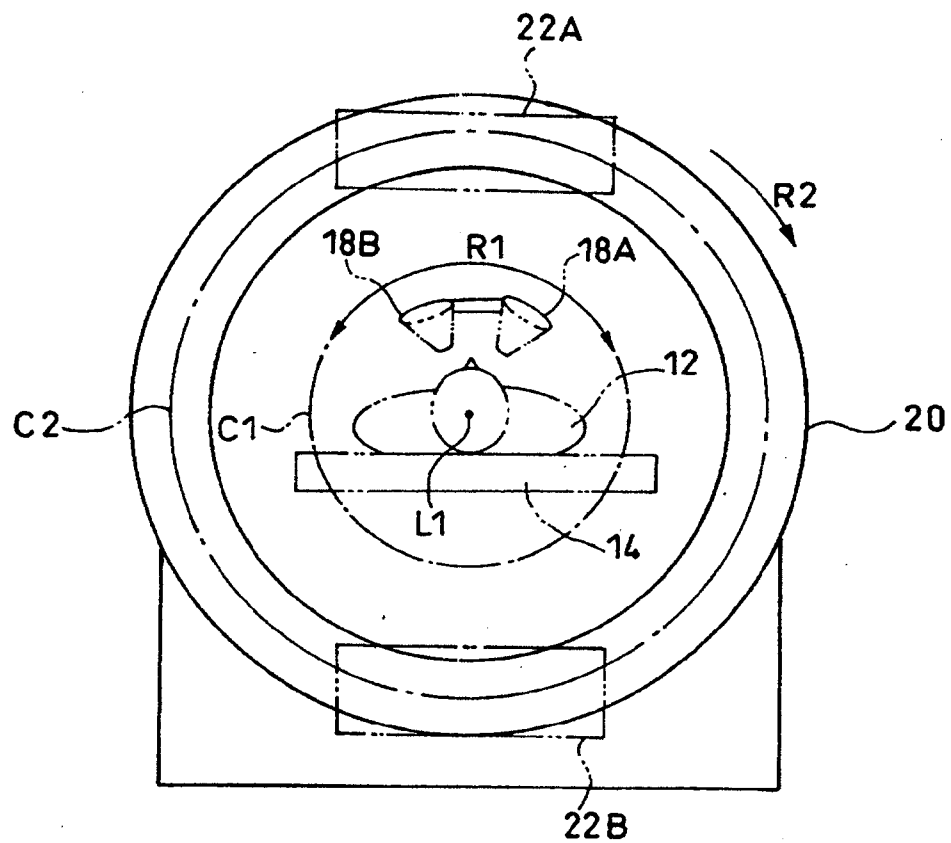
前記第1検出ステップにより得られた撮像データと前記第2検出ステップにより得られた撮像データとを用いて画像を再構成する画像再構成ステップと、
をコンピュータに実行させることを特徴とする断層撮影プログラム。

- [18] 請求項17に記載の断層撮影プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

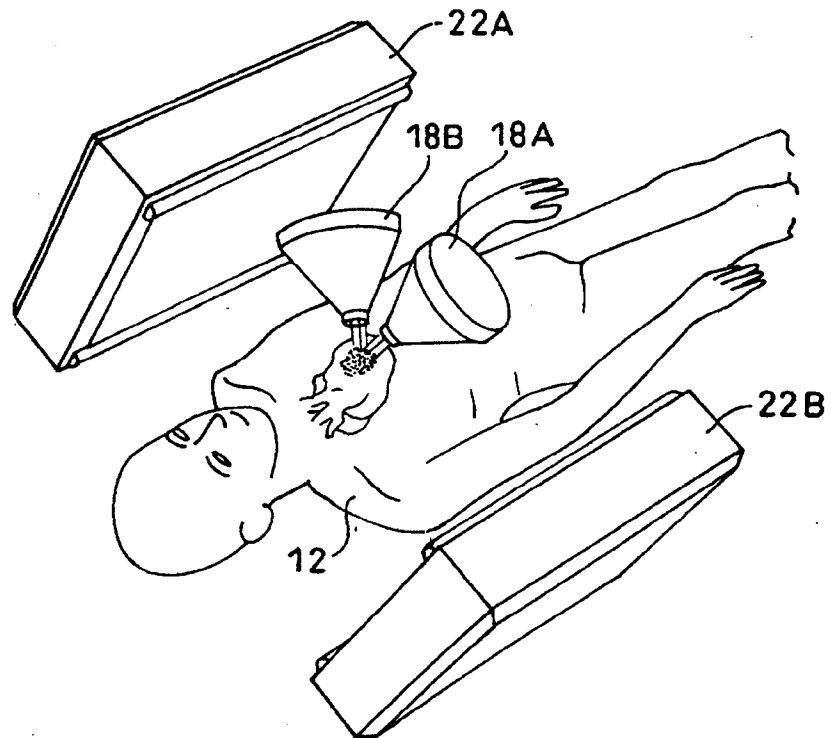
[図1]



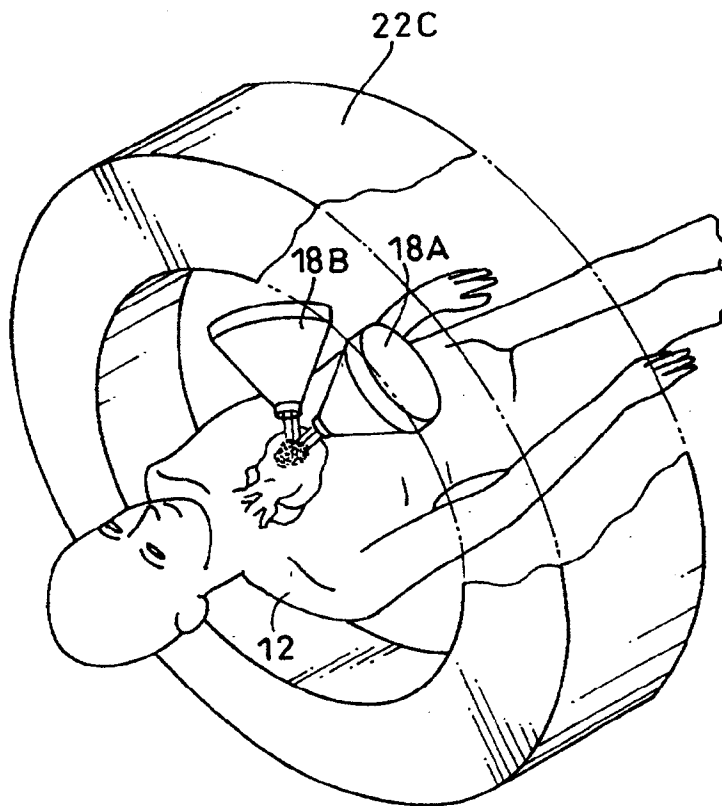
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/314868

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01T1/161(2006.01)

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)

G01T1/161(2006.01) - G01T1/167(2006.01), A61B6/03(2006.01)

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	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

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.
X A	JP 8-122438 A (Toshiba Corp.), 17 May, 1996 (17.05.96), Full text; Figs. 1 to 11 Full text; Figs. 1 to 11 (Family: none)	1-3, 5, 17, 18 4, 6-8

☐ 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
04 October, 2006 (04.10.06)

Date of mailing of the international search report
10 October, 2006 (10.10.06)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/314868

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☒ Claims Nos.: 9-16
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
Claims 9-16 are directed to a tomography comprising a step of detecting radiation by moving a detector around the subject along a first path and a step of detecting radiation by moving a detector around the subject along a second path farther from the subject (Continued to the extra sheet.)
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest
the

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, payment of a protest fee..
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/314868

Continuation of Box No.II-1 of continuation of first sheet (2)

than the first path. The inventions relate to a subject matter not required for international search under PCT Rule 39.1(iv).

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01T1/161(2006.01)

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（I P C））

Int.Cl. G01T1/161(2006.01) - G01T1/167(2006.01), A61B6/03(2006.01)

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	1971-2006年
日本国実用新案登録公報	1996-2006年
日本国登録実用新案公報	1994-2006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 請求の範囲の番号
X A	J P 8-122438 A（株式会社東芝） 1996.05.17 全文、第1-11図 全文、第1-11図 （ファミリーなし）	1-3, 5, 17, 18 4, 6-8

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

04.10.2006

国際調査報告の発送日

10.10.2006

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
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）

安田 明央

2Q

9309

電話番号 03-3581-1101 内線 3292

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☒ 請求の範囲 9-16 は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
請求の範囲9-16は第1の軌道に沿って被写体の周囲を移動して放射線を検出するステップと、前記第1の軌道よりも被写体からの距離が遠い第2の軌道に沿って被写体の周囲を移動して放射線を検出するステップとを有する断層撮影方法であって、PCT規則39.1(iv)の規定により、国際調査をすることを要しない対象に係るものである。
2. ☐ 請求の範囲 は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 は、従属請求の範囲であってP C T規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付を伴う異議申立てがなかった。