

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4792187号  
(P4792187)

(45) 発行日 平成23年10月12日(2011.10.12)

(24) 登録日 平成23年7月29日(2011.7.29)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>G06T</b>	<b>15/08</b>	<b>(2011.01)</b>	G06T	15/00	200
<b>A61B</b>	<b>6/03</b>	<b>(2006.01)</b>	A61B	6/03	370Z
<b>G06T</b>	<b>1/00</b>	<b>(2006.01)</b>	G06T	1/00	290B

請求項の数 7 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2001-528941 (P2001-528941)	(73) 特許権者	590000248
(86) (22) 出願日	平成12年9月28日 (2000. 9. 28)		コーニンクレッカ フィリップス エレク
(65) 公表番号	特表2003-511765 (P2003-511765A)		トロニクス エヌ ヴィ
(43) 公表日	平成15年3月25日 (2003. 3. 25)		オランダ国 5621 ベーアー アイン
(86) 国際出願番号	PCT/EP2000/009603		ドーフエン フルーネヴァウツウェッハ
(87) 国際公開番号	W02001/026057		1
(87) 国際公開日	平成13年4月12日 (2001. 4. 12)	(74) 代理人	100087789
審査請求日	平成19年9月27日 (2007. 9. 27)		弁理士 津軽 進
(31) 優先権主張番号	99203287.0	(74) 代理人	100114753
(32) 優先日	平成11年10月7日 (1999. 10. 7)		弁理士 宮崎 昭彦
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)	(72) 発明者	ティマー ヤン
			オランダ国 5656 アーアー アイン
			ドーフエン プロフ ホルストラーン 6

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 オブジェクトデータセットからの横断面分布の導出

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

- データ値のオブジェクトデータセットから密度値の横断面分布を導き出す方法であり、
- 前記オブジェクトデータセットは、データ値を3次元における位置と関連付け、オブジェクトを表わし、
  - 前記横断面分布は、密度値を切断面における位置と関連付け、
  - 前記横断面分布は、3次元の前記オブジェクトを通る前記切断面に沿った横断面を表わし、
  - X線源が、複数の軸方向からのX線により前記オブジェクトを照射し、
  - 前記X線源と前記オブジェクトとが、長手方向において互いに対して相対的に移動され、
  - 複数の密度プロフィールが、複数の軸方向及び複数の長手位置においてX線検出器により測定され、
  - 前記オブジェクトデータセットが、前記密度プロフィールから形成される、方法において、
  - プロセッサが、前記切断面の外部且つ近くの位置における前記オブジェクトデータセットのデータ値を用いて、前記横断面分布の密度値を計算し、
  - 前記横断面分布の前記密度値は、前記プロセッサによって、前記切断面から調節可能な最大距離以内の位置における前記オブジェクトデータセットのデータ値から導き出され、
  - 前記切断面からの前記最大距離は、前記切断面に垂直な方向にあり、前記プロセッサに

よって、前記横断面分布におけるコントラスト解像度又は雑音レベルを最適化するように調整される、  
ことを特徴とする方法。

【請求項 2】

前記横断面分布の個々の密度値が、前記切断面の両側に対する各々の位置におけるデータ値の間の値を持つことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記横断面分布の個々の密度値が、前記プロセッサによって、前記切断面の両側に対する各々の位置におけるデータ値の補間により計算されることを特徴とする請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記オブジェクトデータセットが、少なくとも 1 つの長手方向と少なくとも 1 つの軸方向とに沿って一様な空間解像度を持ち、前記長手方向と前記軸方向とは本質的に互いに直交するように延在していることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

- 種々の軸方向からの X 線によりオブジェクトを照射する X 線源と、
- X 線検出器と、を含むコンピュータ断層撮影装置であり、
- 前記 X 線検出器及び前記 X 線源と前記オブジェクトとを長手方向において互いに対して相対的に移動させることができ、
- 前記 X 線検出器が、複数の密度プロフィールを各々の軸方向及び長手位置に対して測定するよう構成され、前記密度プロフィールは、データ値のオブジェクトデータセットを形成し、当該コンピュータ断層撮影装置は、
- 前記オブジェクトデータセットから密度値の横断面分布を導き出すデータ処理ユニットを含み、前記横断面分布は、密度値を切断面における位置と関連付け、所与の位置及び向きを持つ切断面に沿った前記オブジェクトを通る横断面を表わすコンピュータ断層撮影装置において、
- 前記データ処理ユニットが、前記切断面の近くの位置における前記オブジェクトデータセットのデータ値から前記横断面分布の密度値を計算するように構成され、
- 前記横断面分布の密度値は、前記切断面から調節可能な最大距離以内の位置における前記オブジェクトデータセットのデータ値から導き出され、
- 前記切断面からの前記最大距離は、前記切断面に垂直な方向にあり、前記横断面分布におけるコントラスト解像度又は雑音レベルを最適化するように調整される、

ことを特徴とするコンピュータ断層撮影装置。

【請求項 6】

前記 X 線検出器が 2 次元検出器であることを特徴とする請求項 5 に記載のコンピュータ断層撮影装置。

【請求項 7】

データ値のオブジェクトデータセットから密度値の横断面分布を導き出すための命令をコンピュータに実行させるためのコンピュータプログラムを記憶したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であり、

- 前記オブジェクトデータセットは、データ値を 3 次元における位置と関連付け、オブジェクトを表わし、
- 前記横断面分布は、密度値を切断面における位置と関連付け、
- 前記横断面分布は、前記切断面に沿った 3 次元の前記オブジェクトを通る横断面を表わし、

前記命令が、

- 前記切断面の外部且つ近くの位置における前記オブジェクトデータセットのデータ値を用いて、前記横断面分布の密度値を計算する処理であって、前記横断面分布の密度値が、前記切断面から調節可能な最大距離以内の位置における前記オブジェクトデータセットのデータ値から導き出され、前記切断面からの前記最大距離が、前記切断面に垂直な方向に

10

20

30

40

50

あり、前記横断面分布におけるコントラスト解像度又は雑音レベルを最適化するように調整される、処理、を含む記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、データ値のオブジェクトデータセットから密度値(density value)の横断面分布(cross-sectional distribution)を導き出す方法であり、

- 前記オブジェクトデータセットは、データ値を3次元における位置と関連付け、オブジェクトを表わし、
- 前記横断面分布は、密度値を切断面における位置と関連付け、
- 前記横断面分布は、3次元の前記オブジェクトを通る前記切断面に沿った横断面を表わす方法に関する。

【0002】

本発明はまた、コンピュータ断層撮影装置にも関する。

【0003】

【従来の技術】

この種の方法及びコンピュータ断層撮影装置は、独国特許公開公報(German Offenlegungsschrift)第DE19541500号から知られている。

【0004】

既知のコンピュータ断層撮影装置は、検査されるべきオブジェクトのまわりを共に回転することが出来るX線源及びX線検出器を含む。既知の方法を用いる場合、既知のコンピュータ断層撮影装置は、所定の向きを持つ相互に平行な面に沿ってオブジェクトの複数の横断面画像を取得する。横断面画像は、とりわけ多数の相互に平行な面に沿って取得される。これは、オブジェクトのまわりにX線源及びX線検出器を回転させる一方で、オブジェクトとX線検出器及びX線源とを互いに対して相対的に移動させることにより達成される。斯くして、前記面に沿った横断面画像は、該面においてX線検出器及びX線源がオブジェクトのまわりを回転するたびに取得されるということが達成される。その後、X線検出器を伴うX線源とオブジェクトとを互いに対して相対的に移動させ、故にX線源及びX線検出器がオブジェクトのまわりを回転する面を移し、次の横断面画像を取得する。横断面画像はデータセットに対応し、オブジェクトの(部分)体積(sub-volume)に関する。付加的な横断面画像は、前記横断面画像から導き出される。この付加的な横断面画像は、無作為に選ばれ得るオブジェクト内の位置及び向きを持つオブジェクトを通る横断面を表わす。付加的な横断面画像は横断面分布の構成成分をなす。既知の方法によれば、次の横断面画像が取得されるたびに、現在の横断面画像が取得される面が付加的な横断面画像の選択される面と交差する線が決定される。関連する交差線上の位置において現在取得されている横断面画像の輝度値は、付加的な横断面画像の輝度値として用いられる。斯くして、付加的な横断面画像は、横断面画像の取得中に「オンザフライ(on-the-fly)」で構成される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

既知の方法の不利な点は、付加的な横断面画像の空間解像度が、横断面画像が取得される面の方向と、該面に垂直な方向とにおいて異なる。この方向に依存する空間解像度から、前記付加的な横断面画像の診断品質はあまり良くない。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明の目的は、既知の方法によって得られる結果と比較して、切断面に沿ったオブジェクトの横断面のより忠実な表現である横断面画像をオブジェクトデータセットから導き出す方法を提供することにある。

【0007】

この目的は、切断面の外部且つ近くの位置におけるオブジェクトデータセットのデータ値

10

20

30

40

50

を、横断面分布の密度値を計算するために用いることを特徴とする本発明に従う方法により達成される。

【0008】

本発明による方法は、切断面に沿った空間的オブジェクトの横断面を該空間的オブジェクトのデータ値から形成するために有利に用いられる。前記横断面は、一般に、前記オブジェクトの検査にとって重要である該オブジェクトの内部の一部に関する。前記方法は、前記オブジェクトに関するデータ値のオブジェクトデータセットを利用する。斯様なデータ値は、前記オブジェクトにおいて遭遇される物質の空間密度分布等の該オブジェクトの種々の特性と関連があるかもしれない。この点における他の例は、前記オブジェクト内の温度、磁性、該オブジェクトにおける電気分極、又は該オブジェクトの局所弾性である。前記方法によって前記オブジェクトデータセットから導き出される横断面は、密度値の横断面分布によって表わされる。これらの密度値は、前記データ値によって表わされるような前記オブジェクトの特性の前記切断面に沿った分布を表わす。

10

【0009】

オブジェクトの内部を検査するために、該オブジェクトを通る横断面がとられる切断面が、例えば選択により決定される。斯様な切断面はしばしば前記オブジェクトを通る平らな面である。他の例においては、前記切断面として前記オブジェクトを通る曲面をとることも可能である。本発明は、複雑な方法で前記オブジェクトを通して延在する切断面に対してさえも適当に用いられ得る。横断面分布は密度値を前記切断面における位置と関連付ける。前記切断面における斯様な位置は、オブジェクトデータセットのデータ値が利用可能である位置といつも符合するとは限らない。これは、前記オブジェクトデータセットがしばしば3次元の格子上的データ値により構成されるからである。例えば、立方体の格子が用いられる。前記切断面は、いつも前記オブジェクトデータセットの格子の格子点(grid point)間に延在する。本発明によれば、前記オブジェクトデータセットの個々のデータ値を持つ近傍の位置が、密度値が必要とされる前記切断面における位置のために識別される。斯くして、とりわけ前記切断面の外部の位置もまた識別される。前記切断面の関連する位置における密度値は、識別された位置と関連しているデータ値に基づいて計算される。斯くして、前記切断面におけるどの所望の位置に対しても密度値を計算することが出来る。データ値が前記オブジェクトデータセットによって既に関連している前記切断面における位置において、このデータ値は、前記関連する位置における横断面分布の密度値を計算するのにも用いられ得る。この状況は、前記オブジェクトデータセットの格子と前記切断面との交差する点において起こる。前記切断面の関連する位置における密度値は、種々の方法で前記データセットのデータ値から計算され得る。非常に単純な計算は、例えば、前記切断面における関連する位置のために前記オブジェクトデータセットのデータ値を持つ最寄りの位置を識別し、前記密度値としてこのデータ値をとることから成る。別の非常に単純な計算は、例えば、前記切断面からの最大距離を越えない、所定の方向において、例えば該切断面に対して垂直な方向において、該切断面における個々の位置に対する密度値として、前記オブジェクトデータセットの最大値又は最小値であるデータ値をとるものである。これは、有効スライス厚み(effective slice thickness)にわたっての最大強度投射(MIP)(又は最小強度投射(mIP))になる。例えば前記切断面における関連する位置の近傍の位置(又はもしかすると該関連する位置)における前記オブジェクトデータセットの複数のデータ値の直線補間又は非直線補間により、前記横断面分布の密度値に対して正確な結果が得られる。

20

30

40

【0010】

従属項において規定されている以下の実施例に基づいて、本発明のこれら及び他の特徴を以下に詳しく述べる。

【0011】

切断面の両側(both sides)に対して該切断面における個々の位置と関連しているオブジェクトデータセットのデータ値に、個々の密度値の計算を基づかせることにより、該密度値に対してとりわけ正確な結果が得られる。このようにして、オブジェクトを通る横断面の

50

忠実な表現が得られることが判明した。

【 0 0 1 2 】

斯くして、とりわけ低コントラストの細部が、横断面分布の表現においてははっきりと視覚化される。斯様な表現は、例えば液晶ディスプレイ (LCD) 又はCRT (陰極線管) 等の画面上の画像である。斯様な画像の輝度値は横断面分布の密度値を表わす。本発明による横断面画像における細部の忠実な再現は該細部の形状に依存しない。とりわけ細長い細部は忠実に再現され、斯様な細部が主に延在する方向は無関係である。

【 0 0 1 3 】

密度値の計算は、切断面から所与の距離のところの位置する位置におけるオブジェクトデータセットのデータ値を利用する。前記データ値は、前記切断面から所与の予め決められた最大距離以内に位置する領域における位置と関連している。好ましくは、この最大距離が横断面分布の抜き取りの間に調整可能である。このことは、前記横断面分布において再現される細部に依存する該横断面分布におけるコントラスト及び雑音レベルの最適化を可能にする。他の例においては、前記密度値の抜き取りに先立ってこの最大距離を調整することが可能である。前記最大距離を増大させると、前記横断面分布の密度値を計算するのに用いられるであろう前記オブジェクトデータセットのデータ値の数が増大する。より多くのデータ値が用いられるにつれ、前記横断面分布の密度値のS/N比は増大する。このバージョンは、コンピュータ断層撮影において好ましく用いられる。その場合に、検査されるべき患者は、X線を放射するX線源により種々の軸方向から照射され、密度プロフィールは、X線検出器により個々の軸方向において測定される。個々の長手位置において複数の軸方向に対する密度プロフィールを取得するために、前記検査されるべき患者と、前記X線検出器を伴う前記X線源とを、長手方向において、即ち軸方向を横切る方向に互いに対して相対的に移動させる。前記検査されるべき患者と、前記X線検出器を伴う前記X線源とを、長手方向において段階的に交互に移動させることができ、その場合に前記検査されるべき患者に対して相対的な前記X線源及び前記X線検出器の連続的な長手位置における複数の軸方向において密度プロフィールが取得される。前記長手方向において前記検査されるべき患者に対して相対的に前記X線源及び前記X線検出器を移動させる一方で、該患者のまわりに該X線源及び該X線検出器を回転させることも可能である。通例、前記長手方向において前記検査されるべき患者を移動させる一方で、該検査されるべき患者のまわりを前記X線源及び前記X線検出器が回転し、密度プロフィールが複数の軸方向において取得される。コンピュータ断層撮影のこれらの方法の各々において、前記検査されるべき患者の(一部の)3次元体積に対する密度プロフィールは前記X線検出器により受け取られる。前記オブジェクトデータセットは斯様な密度プロフィールから再構成され、この再構成はとりわけ逆ラドン変換を利用する。前記オブジェクトデータセットのデータ値は前記検査されるべき患者の局所密度を表わす。本発明によれば、前記切断面に沿った前記横断面分布は前記オブジェクトデータセットから計算される。前記横断面分布の密度値の計算は、前記切断面から幾らか離れたところのデータ値を利用することから、前記横断面分布は、該切断面に沿った所与の厚みを持つスライスに沿った横断面に対応する。前記スライスの厚みは前記切断面からの最大距離に対応し、前記最大距離以内で前記オブジェクトデータセットのデータ値が前記横断面分布の密度値を計算するのに用いられる。とりわけ、前記オブジェクトデータセットがコンピュータ断層撮影によって取得されている場合に、コントラストの解像度が有効スライス厚みの関数としてほぼ線形に増大することが判明した。本発明によれば、前記オブジェクトデータセットのデータ値が前記横断面分布の密度値を計算するのに用いられる位置までの前記切断面からの最大距離を調整することにより、前記有効スライス厚みを制御することが出来る。前記S/N比及び前記コントラストの解像度の向上は、前記切断面に垂直な方向における前記横断面分布の空間解像度を犠牲にして達成される。斯くして、とりわけ標準放射線検査(standard radiological examination)に対して用いられる所定のプロトコルに準拠して前記横断面分布を導き出すことが出来る。前記有効スライス厚みが増大するにつれて、前記密度分布はますます前記切断面自体の外部の密度情報に関するようになる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 4 】

本発明はまた、コンピュータ断層撮影装置であり、当該コンピュータ断層撮影装置が、

- 種々の軸方向からのX線によりオブジェクトを照射するX線源と、
- X線検出器とを含むコンピュータ断層撮影装置であり、
- 前記X線検出器及び前記X線源と前記オブジェクトとを長手方向において互いに対して相対的に移動させることができ、
- 前記X線検出器が、複数の密度プロフィールを各々の軸方向及び長手位置に対して測定するよう構成され、前記密度プロフィールは、データ値のオブジェクトデータセットを形成し、当該コンピュータ断層撮影装置が、
- 前記オブジェクトデータセットから密度値の横断面分布を導き出すデータ処理ユニット

10

## 【 0 0 1 5 】

本発明の他の目的は、横断面分布が、既知のコンピュータ断層撮影装置により達成され得る表現よりも忠実である、検査されるべきオブジェクトの横断面の表現であり得るコンピュータ断層撮影装置を提供することにある。この目的は、データ処理ユニットが切断面の近くの位置におけるオブジェクトデータセットのデータ値から前記横断面分布の密度値を計算するように構成されていることを特徴とする本発明によるコンピュータ断層撮影装置により達成される。

20

## 【 0 0 1 6 】

斯くして、切断面におけるどの所望の位置に対しても密度値を計算することが出来る。本発明によるコンピュータ断層撮影装置は、好ましくは2次元X線検出器を具備する。

## 【 0 0 1 7 】

この種の2次元X線検出器は、多数の、例えば1000x16個のセンサ素子を含む。斯様な2次元X線検出器は、とりわけコンピュータ断層撮影装置における使用に適しており、それ自体は欧州特許出願第98203651.9号（代理人整理番号PHD98.127）に記載されている。個々のセンサ素子は、入射X線に応じて一次電気信号を生成する。前記一次信号の各々の信号レベルは、関連する前記センサ素子に入射するX線の強度を表わす。その後、密度プロフィールが前記一次信号から形成される。前記センサ素子は2次元アレイに配設される。例えば、前記X線検出器は多くの隣接して置かれるセンサ素子の並びを具備する。前記X線検出器は、センサ素子のパターンが、X線源及び前記X線検出器が検査されるべき患者のまわりを回転する面内に、即ち、軸方向に垂直な該面における接線方向に延在するように、前記コンピュータ断層撮影装置に取り付けられる。センサ素子の2次元パターンはまた、前記X線源及び前記X線検出器が前記患者のまわりを回転する面を横切る方向、従って長手方向に延在する。好ましくは、前記長手方向における前記センサ素子間の距離と前記軸方向における該センサ素子間の距離とがほぼ等しくなるように前記2次元パターンが設計される。斯くして、空間解像度が、前記密度プロフィールから形成されるオブジェクトデータセットにおける前記長手方向と接線方向とにおいてほぼ同じであるということが達成される。斯様な2次元X線検出器を用いる場合、種々の長手位置において同時に複数の密度プロフィールを取得することが出来る。前記X線検出器が、例えば種々の長手位置において幾つかのセンサ素子の並びを含むことから、個々のセンサ素子の並びは、原則的に各々の密度プロフィールを同時に取得することが出来る。斯くして、前記オブジェクトデータセットを構成するのに短い時間しか必要としない。前記X線源及び前記X線検出器は、ほぼ0.5秒以内に検査されるべき患者のまわりの回転を完了し、1秒当たり8乃至32個の密度プロフィールを取得する。前記密度プロフィールが斯様な2次元X線検出器により取得される場合、即ちX線検出器が前記長手方向と前記接線方向とにおいて事実上同一の空間解像度を持つ場合に、それらから再構成される前記オブジェクトデータセットの空間解像度は等方性のものである。実質的に等方性の空間解像度を持つオブジェクトデータセットは、センサ素子が前記接線方向において単一の並びに配設されるX線検出器によっても形成され得

30

40

50

る。単一のセンサ素子の並びを有する斯様なX線検出器の使用がなされる場合、密度プロフィールは連続的な長手位置において取得され、その場合に密度プロフィールが取得される隣接する長手位置の間の距離は、隣接するセンサ素子の間隔とほぼ等しい。本発明に準拠して前記オブジェクトデータセットから導き出される前記横断面分布はまた、等方性空間解像度を持ち、とりわけ、前記長手方向を横切る方向における前記横断面分布の空間解像度は、該長手方向における空間解像度と実質的に等しい。

【0018】

好ましくは、本発明によるコンピュータ断層撮影装置の機能が、該コンピュータ断層撮影装置内に含まれる適当にプログラムされたコンピュータにより実行される。本発明によるコンピュータ断層撮影装置はまた、該本発明によるコンピュータ断層撮影装置の機能を実行するための回路を持つ特別に設計された(マイクロ)プロセッサを具備しても良い。

10

【0019】

本発明はまた、データ値のオブジェクトデータセットから密度値の横断面分布を導き出すための命令を持つコンピュータプログラムであり、

- 前記オブジェクトデータセットは、データ値を3次元における位置と関連付け、オブジェクトを表わし、
- 前記横断面分布は、密度値を切断面における位置と関連付け、
- 前記横断面分布は、前記切断面に沿った3次元の前記オブジェクトを通る横断面を表わし、
- 前記切断面の外部且つ近くの位置における前記オブジェクトデータセットのデータ値が、前記横断面分布の密度値を計算するのに用いられるコンピュータプログラムにも関する。

20

【0020】

コンピュータ断層撮影装置のコンピュータに本発明によるコンピュータプログラムをロードすることで、該コンピュータ断層撮影装置により本発明による方法を実行することが可能になる。前記本発明によるコンピュータプログラムは、例えばCD-ROM等の担体に記憶される。前記コンピュータプログラムは、前記コンピュータのメモリに記憶されるように、例えば前記コンピュータ断層撮影装置のCD-ROMプレイヤーにより読み出される。他の例においては、前記コンピュータプログラムが、前記コンピュータのメモリに記憶されるように、WWW(worldwide web)等のネットワークからダウンロードされ得る。

30

【0021】

非限定的な一例として、以下に記載の実施例及び添付図を参照して説明し、それらから本発明のこれら及び他の特徴を明らかにする。

【0022】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明によるコンピュータ断層撮影装置を図示している。スリット形状のコリメータ10と協働して、X線源1は、オブジェクト2に、例えば検査されるべき患者に照射するための拡散形、扇形又は円錐形のX線ビームを作成する。X線検出器3はX線源1に面するように配設される。本実施例におけるX線検出器は、個々の検出器セル11のマトリックスを、例えば複数の平行した並びを含む位置敏感型(position-sensitive)2次元X線検出器である。検出器セル11は、例えばガス封入(gas-filled)(キセノン)検出器又は固体(solid-state)検出器である。一般に、X線源とX線検出器との間の中間点での円錐形X線ビームの径は5乃至20mmに達する。X線検出器に入射するように患者を通り抜けている放射線の強度は、主に、X線源とX線検出器との間の台12の上に位置する患者2の内部での吸収により決定される。多数のラインに沿った吸収は、架台(frame)13によってX線源1とX線検出器3とを共に患者のまわりに回転させることにより、多数の軸方向から測定される。X線源とX線検出器との組み合わせられた回転は、連続的であっても良いが、断続的であっても良い。更に、照射及び回転の間に回転軸に沿って、即ち長手方向に患者を移動させることもでき、故にX線検出器は患者のかなりの3次元体積からデータを取得する。図1は、X線源及びX線検出器が患者のまわりを回転する軸方向における面を通る横

40

50

断面におけるX線源及びX線検出器を示している。X線源及びX線検出器の瞬間的な向きにおける軸方向は、図1において参照符号(a)により示される。接線方向(t)は、X線源10及びX線検出器3が患者2のまわりを回転する面内にあり、軸方向(a)に垂直に延在する。長手方向(l)は図面の面に垂直に延在する。X線源及びX線検出器を患者のまわりに回転させ、同時に、X線検出器を伴うX線源と患者台12上の患者とを長手方向に移動させる場合、X線源及びX線検出器は螺旋軌道(helical path)を描く。その場合にX線源及びX線検出器が患者のまわりを回転する瞬間的な面は、長手方向に垂直に、X線源及びX線検出器の瞬間的な位置における螺旋軌道を通して延在する。コンピュータ断層撮影装置には、X線源及びX線検出器を備える回転可能なシステムのみならず、回転可能ではないが(実質的に)完全に患者の周囲に沿って延在する検出器システムも具備し得る。一般に、X線源とX線検出器とは共に、患者のまわりを完全に、従って360°通して回転する。他の例においては、検出システムを患者の全周囲に沿って配設することができ、この場合にはX線源が患者のまわりを完全に回転する。更に、患者のまわりに配設される環状陽極(annular anode)の形態でX線源を用いることができ、その場合にX線が陽極材料から生成される電子ビームの目標スポットは、環状陽極と共に患者のまわりを移動する。原理的には、180°と扇形ビーム又は円錐形ビームのアーチャの角度との合計に等しい角度を通して患者のまわりを回転する扇形ビーム又は円錐形ビームを用いれば十分であることに注意されたい。

#### 【0023】

更に、本発明によるコンピュータ断層撮影装置は、好ましくは2次元X線検出器を含む。斯様な2次元X線検出器は、2次元パターンに、例えば長手方向に隣接して置かれる複数の検出器素子の並びに配設される多数のX線感知型検出器素子(X-ray-sensitive detector element)を含む。概ね円錐形のX線ビームを用いる場合には、各々の長手位置において同時に密度プロフィールを取得することが出来る。とりわけ、円錐形ビーム及び2次元検出器は、非常に様な空間解像度を持つオブジェクトデータセットをもたらす。密度プロフィールの取得のために必要とされる時間は、扇形ビーム及び単一の検出器素子の並びを持つX線検出器の使用がなされる場合より著しく長くはない。

#### 【0024】

X線源及びX線検出器の各位置又は向きにおいて個々の検出器セルにより受け取られるX線の強度は、デジタル化され、再構成ユニット4に与えられる。既知のエラーソース及び外乱に対する修正の後に、再構成ユニット4は測定データを検査されるべき患者のデータ値に変換する。再構成ユニットは、患者を照射している連続的な方向に対する密度プロフィールから患者の体内の個々の位置におけるデータ値を再構成する。斯くして、再構成ユニット4は、X線検出器によって測定された密度プロフィールからデータ値のオブジェクトデータセットを形成する。例えば、オブジェクトデータセットにおける高いデータ値は、患者のX線吸収が強い部分に対応し、オブジェクトデータセットにおける低いデータ値は、患者のX線吸収が弱い部分に対応する。更に、再構成ユニットは、オブジェクトデータセットから切断面に沿った密度分布を導き出すデータ処理ユニットとして構成される。再構成ユニットは、例えばオブジェクトデータセットを再構成し、且つ横断面分布を導き出すようにプログラムされるコンピュータを含む。斯様な横断面分布は、例えば検査されるべき患者の横断面を表わすかもしれない。再構成ユニットはまた、横断面分布を表わす画像信号、例えば電子ビデオ信号を形成するよう構成される。斯様な画像信号の信号レベルは、横断面分布の密度値を表わす。斯くして、横断面分布は、再構成ユニットに結合されるモニタ14において画像として表示され得る。この画像はまた、デジタル画像マトリックスとして記憶されても良く、更なる処理のために画像処理ユニット15に与えられても良い。

#### 【0025】

図2は、本発明に従って密度分布が導き出される切断面を持つオブジェクトデータセットを図示したものである。図2に示されている例におけるオブジェクトデータセットは、データ値を3次元立方体格子における位置と関連付ける。図2は、前記立方体格子の一部、

10

20

30

40

50

即ちストレートブロック(straight block)を示している。3次元立方体格子における位置を $(x, y, z)$ と呼び、関連付けられた値を $D(x, y, z)$ と呼ぶ。図2において格子点の部分は、黒丸(solid sphere) ( )によって示される。更に、図2は、立方体格子の一部として示されているストレートブロックの側面を持つ切断面の横断面として予め選択された切断面 $S$ も示している。この例において切断面は曲面である。切断面における位置は、参照符号( , , )によって示される。切断面が立方体格子の $z=z_0$ における $(x, y)$ 面に平行な面である単純な例においては、( , ,  $=z_0$ )が成り立つ。本発明によれば、密度分布の密度値( , , )は、切断面内の個々の位置( , , )におけるオブジェクトデータセットのデータ値 $D(x, y, z)$ から導き出される。例えば、切断面内の関連する位置 $P_s$ ( , , )においては、立方体格子上の位置 $P_0(x_0, y_0, z_0)$ が、 $P_s$ と $P_0$ との間の距離が最小となるように、即ち

【数1】

$$(x_0, y_0, z_0) = \arg \min_{x, y, z} \sqrt{(x - \xi)^2 + (y - \eta)^2 + (z - \zeta)^2}$$

となるように決定され、その後、 $P_0$ におけるデータ値は $P_s$ における密度値としてとられ、従って( , , ) =  $D(x_0, y_0, z_0)$ となる。切断面の両側に対する密度値の補間は、 $P_s$ における密度値を導き出す別の方法である。例えば、 $j-1, \dots, N$ に対する位置 $P_j(x_j, y_j, z_j)$ は、 $P_s$ の近傍において切断面の両側に置かれる。その場合に重み係数 $w_j$ を持つ補間は、

【数2】

$$\rho(\xi, \eta, \zeta) = \sum_{j=1}^N w_j D(x_j, y_j, z_j)$$

をもたらす。切断面の周囲の所与の厚みのスライスにおけるデータ値の重みつき平均値に対応する密度値は、このようにして計算される。図2に図示されている例においては $N=2$ である。密度値は、 $P_1$ におけるデータ値と $P_2$ におけるデータ値との平均値である。

【0026】

密度値の計算は、予め形成されているオブジェクトデータセットにおいても行われ得る。他の例においては、オブジェクトデータセットにおける必須のデータ値が利用可能になるや否や密度値を計算することが可能である。例えば、本発明によれば、密度プロフィールの取得中に「オンザフライ」で切断面に沿った横断面を導き出すことも可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明が用いられているコンピュータ断層撮影装置を概略的に示す。

【図2】本発明に従って密度分布が導き出される切断面を持つオブジェクトデータセットを図示する。

【符号の説明】

- 1 X線源
- 2 オブジェクト
- 3 X線検出器
- 4 再構成ユニット
- 10 コリメータ
- 11 検出器セル
- 12 台
- 13 架台
- 14 モニタ
- a 軸方向
- t 接線方向
- l 長手方向

10

20

30

40

50

【 1 】

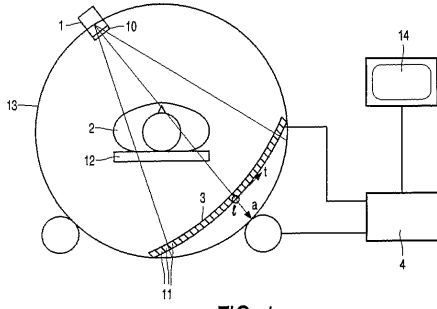


FIG. 1

【 2 】

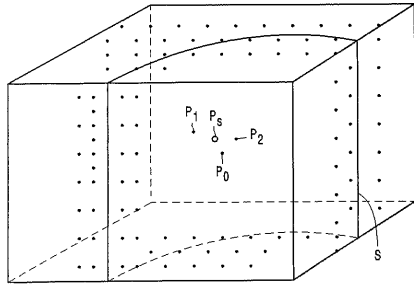


FIG. 2

---

フロントページの続き

(72)発明者 ウィルティング ヤンティエ イー  
オランダ国 5 6 5 6 アーアー アインドーフエン プロフ ホルストラーン 6

審査官 伊知地 和之

(56)参考文献 特開平02 - 1 2 5 3 7 2 ( J P , A )  
特開平04 - 1 2 4 7 8 4 ( J P , A )  
特開平04 - 2 3 0 5 8 2 ( J P , A )  
特表平09 - 5 1 2 9 3 7 ( J P , A )  
特開平05 - 2 1 0 7 4 7 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)  
G06T 15/00 - 15/87