

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4331923号
(P4331923)

(45) 発行日 平成21年9月16日(2009.9.16)

(24) 登録日 平成21年6月26日(2009.6.26)

(51) Int.Cl.

F 1

A 6 1 B	6/00	(2006.01)	A 6 1 B	6/00	3 7 O
G 2 1 K	5/02	(2006.01)	A 6 1 B	6/00	3 0 O D
G 2 1 K	5/10	(2006.01)	A 6 1 B	6/00	3 0 O X
			G 2 1 K	5/02	X
			G 2 1 K	5/10	M

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2002-219184 (P2002-219184)
 (22) 出願日 平成14年7月29日 (2002.7.29)
 (65) 公開番号 特開2004-57438 (P2004-57438A)
 (43) 公開日 平成16年2月26日 (2004.2.26)
 審査請求日 平成17年2月17日 (2005.2.17)

(73) 特許権者 000153498
 株式会社日立メディコ
 東京都千代田区外神田四丁目14番1号
 (74) 代理人 110000350
 ポレール特許業務法人
 (74) 代理人 100068504
 弁理士 小川 勝男
 (74) 代理人 100086656
 弁理士 田中 恭助
 (72) 発明者 馬場 理香
 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
 株式会社日立製作所 中央研究所内
 (72) 発明者 植田 健
 東京都千代田区内神田一丁目1番14号
 株式会社日立メディコ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 3次元X線計測装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

X線を発生するX線源と、

被写体を透過したX線を検出するX線検出器と、

前記X線源と前記X線検出器とを支える支持体と、

前記支持体を回転させる回転機構を有する支柱と、

放射線を発生し、前記被写体の回りを回転する放射線源とを有するX線計測装置において

、

前記回転機構の回転軸と、前記放射線源の回転軸は一致し、

前記回転軸が、前記放射線源と前記被写体の着目部位を結ぶ直線に直交するよう配置され

、

前記放射線源は、前記回転軸に直交し、前記着目部位を含む面内を回転し、

前記X線源と前記X線検出器は、前記回転軸に直交し前記着目部位を含まない面内を回転し、

前記X線源と前記X線検出器の検出面の中心を結ぶ中心線が、前記回転機構の回転軸と前記中心線を含む面内において、前記回転軸に直交する軸に対して傾いた状態で、

前記支持体が前記放射線源と前記被写体の着目部位を結ぶ直線を通過しないように前記回転軸を中心とする回転角が180度以上で360度より小さく、前記回転軸を中心として

前記X線源と前記検出器を回転させ、前記X線源からX線を照射して前記検出器によって計測像を取得し、得られた前記計測像を再構成処理して3次元画像を得ることを特徴とす

10

20

る 3 次元 X 線計測装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の 3 次元 X 線計測装置において、前記支柱は、前記中心線が被検体の着目部位を貫通するよう支柱を調整させる調整手段を備えたことを特徴とする 3 次元 X 線計測装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の 3 次元 X 線計測装置において、前記支持体は、前記支柱により、前記中心線が被検体の着目部位を貫通して回転するよう保持されていることを特徴とする 3 次元 X 線計測装置。

【発明の詳細な説明】

10

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は放射線治療装置や内視鏡外科手術装置や大腿骨掘削装置等の操作中に、操作に支障を与えることなく、被写体の着目部位の 3 次元像を得ることが可能な X 線計測装置に関する。

【0002】

20

【従来の技術】

本発明は、既設の放射線治療装置や内視鏡外科手術装置や大腿骨掘削装置等の医療装置の機能向上のために増設される X 線計測装置に関し、これらの医療装置の操作中に、その操作の障害になることなく、被写体の着目部位の 3 次元像を得ることが可能な X 線計測装置に関する。

【0003】

腫瘍に放射線を照射して癌組織を破壊する放射線治療がある。放射線治療では非常に強い放射線を照射する。正常組織に及ぼす影響を抑えるために、放射線が正確に腫瘍に照射されることが要求される。事前に CT 等により計測された 3 次元データを用いた治療計画が行われている。

【0004】

正確な照射を行うために、3 次元データ計測時と放射線治療時において、計測結果として得られた腫瘍位置と照射される放射線とがずれないことが必要である。そのために、被写体を固定具を用いて固定することが行われている。しかし、硬い頭蓋に囲まれている頭頸部に比較して、柔らかい体幹部は固定が難しい。また、固定できても、体幹部では呼吸移動等により腫瘍の位置が移動してしまう。

30

【0005】

そのため、従来は、新医療 2001 年 12 月号 86 頁に記載があるように、圧迫や強制的呼吸法で呼吸運動を制限する方法、呼吸運動をモニタして同期を行う方法、マーカーを腫瘍内に挿入して腫瘍位置を追跡する方法がとられている。しかし、従来の呼吸制限法には、患者に負担をかける問題があった。従来の呼吸モニタ法には、時間がかかる問題があった。従来のマーカー法には、特定の腫瘍にしか適用できない問題があった。

【0006】

40

これらの問題を解決するために、放射線照射中に腫瘍の位置を 3 次元的、且つ、リアルタイムに検出することにより、リアルタイムに照射位置の修正を加えることが望まれている。

【0007】

開胸や開腹を行わずに、先端にかん子の付いたロボットアームを体表にあけた小さな孔から差し込んで手術を行う内視鏡外科手術がある。日本コンピュータ外科学会誌 2000 年 12 月号 90 頁に記載があるように、拡大されたアーム操作が可能な特殊なコンソールを持ち、アームを正確に微細に動かすことが可能なシステムが開発されている。

【0008】

50

術者は、内視鏡の先端に取り付けられたカメラから得られる立体像を見ながら、手術を行う。アームは複数の関節を持っており、体腔内で自由な動きが可能である。しかし、内視

鏡の挿入位置や体腔内の空間は限られており、内視鏡カメラでは十分な3次元的情報は得られない問題があった。

【0009】

これらの問題を解決するために、手術中にアームの先端と手術対象の位置を3次元的に検出することが望まれている。

【0010】

股関節を人工股関節に置き換える股関節置換手術や、人工股関節を新しい人工股関節に置き換える人工股関節再置換手術がある。置換手術では人工股関節の足部分を入れるために大腿骨を掘削し、再置換手術では人工股関節の足部分を固定していたセメントを掘削する。掘削された孔と人工股関節の隙間は詰め物や接着剤で補う。これらの介在が少ないほど大腿骨と人工股関節は一体化して長持ちするため、3次元的に正確な掘削が望まれている。10

【0011】

従来、これらの掘削は、人が、のみを用いて徒手的に行っているが、3次元的に正確な掘削は困難である。そのため、日本コンピュータ外科学会誌2000年12月号165頁に記載があるように、事前にCT等で計測された3次元データを元に、ロボットのアームをコントロールして掘削するシステムが開発されている。

【0012】

手術中は、掘削ロボットと大腿骨の位置がずれないように、両者は固定されている。しかし、固定は患者に負担をかける問題があった。また、大腿骨は患者につながっており、移動する可能性がある問題があった。20

【0013】

これらの問題を解決するために、掘削中に骨と孔の位置を3次元的かつリアルタイムに検出することにより、掘削位置の修正を加えることが望まれている。

【0014】

例えば、特開2001-259059のように、予め放射線の照射ノズルと放射線の照射位置をリアルタイムに検出するためのX線照射装置を一体のシステムとして回転ガントリーに実装するケースもあるが、しかしながら、上述したような治療装置の多くは、治療の操作中に治療対象位置を3次元的かつリアルタイムに検出するための装置を備えていない。30

【0015】

【発明が解決しようとする課題】

このため、医療装置による施術中に治療位置を3次元的、且つ、リアルタイムに検出する装置を既設の医療装置にも簡単に付加することができ、リアルタイムに治療位置の修正を加えることが望まれる。本発明の目的は、放射線治療装置や内視鏡外科手術装置や大腿骨掘削装置等の医療装置の操作中に、操作に支障を与えることなく、被写体の着目部位（治療位置）の3次元像を得ることが可能な増設型のX線計測装置を提案することである。

【0016】

既設の放射線治療装置や内視鏡外科手術装置や大腿骨掘削装置等の医療装置は、それ自体が操作しやすい構造とされているが、これに3次元像を得ることが可能なX線計測装置を増設する際には、これらの医療装置の操作に支障を及ぼすことなく、且つ、着目部位（治療位置）の3次元的位置情報を正確に得ることが可能なものに工夫する必要がある。しかも、連続的に3次元像を得ることができ、得られた3次元像は高空間分解能で、広視野であるとともに、被治療者の低被爆に配慮された3次元X線計測装置であることが必要である。40

【0017】

さらに考慮すべき点は、既設の医療装置の大きさに関わらず、簡単な調整のみで増設することができる3次元X線計測装置とすることである。

【0018】

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

既設の医療装置は、それ自体が操作しやすい構造とされるため、一般に、医療装置のベッドに仰向けになっている被治療者の着目部位（治療位置）を真上から見下ろす位置に放射線照射装置あるいはロボットアーム等の治療器具が配置される。そして、真上から着目部位を見下ろす線を中心としたある範囲の広がりが既設の医療装置の操作のために専有する領域として必要とされる。そのため、本発明は、3次元X線計測装置のX線源とX線検出器の検出面の中心を結ぶ中心線を、前記真上から着目部位を見下ろす線に対して所定角度傾けるものとすることによって目的を達成される。

【0019】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施例を既設の放射線治療装置に3次元X線計測装置を増設する例について説明する。 10

【0020】

（実施例1）

図1は既設の放射線治療装置に本発明の実施例1の3次元X線計測装置を増設した例を模式的に示す断面図である。ただし、図を簡潔にするため、断面を示すハッチングは省略した。

【0021】

既設の放射線治療装置はL字構造の保持棒122の一端に放射線源121が保持された構造である。130は支柱であるとともに、保持棒122を回転可能に保持する。回転軸を105で示す。放射線源121は寝台124上に仰向けに寝かされている被治療者123の着目部位126の真上に位置するように寝台124は位置決めされ、放射線源121から領域127の面積の放射線が被治療者123の着目部位126に照射される。着目部位126に照射される放射線の強さおよび領域127の面積あるいは形は、治療指針に従つて、放射線源121の前面に備えられるコリメータ（図示しない）によって調整される。

【0022】

本発明の3次元X線計測装置はX線源101、X線検出器102を備え、C字型に形成された支持棒103の両端にX線源101、X線検出器102が保持される。104は支柱であるとともに支持棒103を回転可能に保持する。回転軸が既設の放射線治療装置の回転軸105と一致するように、支柱104に備えられる図示しない高さ調節装置で調整する。107は横軸調整装置であり、支柱104の位置を回転軸105の方向および回転軸105に垂直な方向に調整する。この3次元X線計測装置のX線源101およびX線検出器102を結ぶ線106が、寝台124上に仰向けに寝かされている被治療者123の着目部位126を貫通する関係となるように、横軸調整装置107により、支柱104が位置決めされる。X線源101およびX線検出器102を結ぶ線106が着目部位126を貫通する関係となるようにすることにより、着目部位126を3次元像の中心に据えることができる。また、支持棒103は支柱104によって、X線源101およびX線検出器102を結ぶ線106が着目部位126を貫通する関係を保ったままC字に沿ってスライドできるように保持される。

【0023】

X線源101と被治療者123の間にX線遮蔽用コリメータ（図示しない）を設置し、被治療者123のX線の被爆量を抑制する。例えば、X線源101による照射範囲がX線検出器102の検出面と一致するように、コリメータを調整する。コリメータは上下左右の4枚の羽根で構成されている。中心線106に対する検出器102の傾きを検出し、傾きに応じて羽根を移動させ、開口を調整する。開口は検出器102が中心線106に対して垂直な場合に最も大きく、中心線106から傾くほど小さくなる。

【0024】

放射線治療装置は回転軸105を回転中心として、紙面と直角方向に治療に必要な範囲で回転させながら、放射線源121から領域127の面積の放射線を被治療者123の着目部位126に照射する。3次元X線計測装置は、後述するように被治療者123の着目部位126を連続的にモニターして着目部位126の現在位置をリアルタイムで出力するも 50

のとされる。

【0025】

図には示さなかったが、必要なプログラムを備える、いわゆるパーソナルコンピュータが設けられて、3次元X線計測装置の検出器（フラットパネルセンサ、X線イメージインテンシファイアとCCDカメラの組み合わせ、イメージングプレート、CCD検出器、固体検出器等）の出力する被治療者123の着目部位126の現在位置に対応した位置信号に対して、治療指針に応じた放射線源121からの放射線が照射されるように、放射線治療装置が制御される。リアルタイムで出力された着目部位126の現在位置の予定位置からのずれに対しては、前述したコリメータで制御される。

【0026】

先にも述べたように、既設の放射線治療装置はそれ自体の作業性を考えたベストの構造とされているから、一般には図1に示すように、放射線源121が着目部位126の真上にあることになる。放射線源121は2点鎖線で囲まれた領域127内に放射線を照射する。放射線照射は治療計画に基づいて着目部位126に対して種々の方向からなされる必要があり、放射線源121は回転制御される。回転の結果、放射線照射範囲127は着目部位126を含み、回転軸105に垂直な面上の種々の方向から着目部位126に向かうことになる。したがって、着目部位126を含み、回転軸105に垂直な面に放射線を妨げる対象が存在すると、放射線治療の妨げになる。

【0027】

本発明の実施例1の3次元X線計測装置の支持棒103はC字型になっており、両端にX線源101と検出器102が設置されている。支持棒103をC字に沿って支柱104によりスライドさせることにより、X線源と検出器の位置を移動することができる。これにより、本発明によれば、X線源と検出器が放射線源121による放射線の照射領域に入ることを避けることができる。支持棒103の検出器102の設置端に近い位置（斜線部）は、支持棒103を回転軸105を中心として360°回転させると、放射線源121による放射線の照射領域を通過することになるが、支持棒103の回転と放射線源121による放射線の照射とを同期させれば、放射線の照射による治療の障害となることはない。支持棒103の回転軸105を中心とする回転角を360°より小さくして、支持棒103の検出器102の設置端に近い位置が、放射線源121による放射線の照射領域を通過しないようにすることでも、放射線の照射による治療の障害となることはない。

【0028】

図2に本発明の実施例1の3次元X線計測装置の支持棒103の回転と放射線治療装置の放射線源121の放射線の照射領域127との関係を、図1の右側から紙面に平行な方向に見た状態を模式的に示す。上述したように、360°の回転では、支持棒103の検出器102の設置端に近い位置は、放射線源121による放射線の照射領域を通過することになるが、支持棒103の回転と放射線源121による放射線の照射とを同期させれば、放射線の照射による治療の障害となることはない。

【0029】

支持棒103の回転軸105を中心とする回転角を360°より小さく、X線源101およびX線検出器102を結ぶ線106が、左回転では図のAまで、右回転では図のBまでとなるように制御すれば、支持棒103の検出器102の設置端に近い位置が、放射線源121による放射線の照射領域を通過しないようにすることができるから、放射線の照射による治療の障害となることはない。この場合、放射線源121を治療計画に従って回転移動させるときは、これに対応して範囲127が回転移動するから、位置Aおよび位置Bもこれに対応して回転移動するように制御されるものとすることは明らかである。位置Aおよび位置Bの成す角度は180°以上が望ましく、180°以上あれば支持棒103の回転に伴って得られたデータを用いて3次元再構成処理を行うまでの支障はない。この再構成処理は、例えば、よく知られているように、Fieldamp法により可能である。

【0030】

なお、実施例1ではX線検出器102は回転軸105に平行に配置され、X線源101お

10

20

30

40

50

より X 線検出器 102 を結ぶ線 106 に対して一定の角度を持つものとしているが、X 線検出器 102 が線 106 に対して垂直になるように配置されても良いことは明らかである。図 3 は、両者の得失を簡単に説明するための説明図である。回転軸 105 に平行な X 線検出器 102 の検出面を実線 151 で、X 線源 101 による X 線の照射範囲を実線 153 で示し、中心線 106 に垂直な X 線検出器 102 の検出面を破線 152 で、X 線の照射範囲を破線 154 で示す。今、着目部位 126 が実線 153 で示す X 線の照射範囲に確実にカバーされ、且つ、無用な照射範囲がないときは、検出面は実線 151 で示す広がりとなる。一方、実線 151 で示す検出面と同じ広がりを持って中心線 106 に垂直な面 152 で X 線を検出すると破線 154 で示す範囲の X 線の照射を検出することになる。

【0031】

10

X 線検出器 102 のセンサ素子の数は同じであるから、実線 151 の検出面の方が、破線 152 の検出面で着目部位 126 を検出するよりも空間分解能が高い。一方、破線 152 の検出面の照射範囲 154 は実線 151 の検出面の照射範囲 153 に比較して広がるため、破線の検出器 152 の方が実線の検出器 151 より視野が広がる。すなわち、検出面 152 の方が、検出面 151 よりも着目部位 126 の周辺も含めたモニターができるという面で有利である。

【0032】

実施例 1 では、支柱 104 に図示しない高さ調節装置を備え、且つ、横軸調整装置 107 を備えるものとしたから、3 次元 X 線計測装置の既設の治療装置に対する汎用性が高まり、製造コストが低減され、低価格化が可能となる。

20

【0033】

(実施例 2)

図 4 に、実施例 2 の 3 次元 X 線計測装置の側面図を示す。ここでも、実施例 1 と同様に断面を示すハッチング等は省略した。X 線源 101 を回転ガントリ 141 に、検出器 102 を回転ガントリ 142 に、それぞれ、分離して設置した点を除けば実施例 1 と同じである。ガントリ 141 およびガントリ 142 は、放射線源 121 の 2 点鎖線で囲まれた領域 127 内に照射される放射線を妨げる領域を含まないように、離して配置される。ガントリ 141 に X 線源 101 が設けられ、ガントリ 142 に X 線検出器 102 が設けられる。X 線源 101 と X 線検出器 102 とを結ぶ中心線 106 が被治療者 123 の着目部位 126 を通るように、X 線源 101 および X 線検出器 102 は各ガントリに設置される。ガントリ 141 およびガントリ 142 は、実施例 1 と同様に、各ガントリを回転可能に保持する支柱 104、104' に支持されるとともに回転軸が既設の放射線治療装置の回転軸 105 と一致するように、支柱 104 に備えられる図示しない高さ調節装置で調整され、且つ、横軸調整装置 107、107' により、支柱 104 の位置を回転軸 105 の方向および回転軸 105 に垂直な方向に調整可能とされる。ガントリ 141 およびガントリ 142 は同期して同一方向の回転を行うものとしても良いし、図 2 と同様に往復回転運動を行うものとしても良い。各ガントリをスリップリングを介して必要な信号の授受を行うものとすれば、連続回転運動とすることは容易である。

30

【0034】

上記各実施例では、既設の治療装置として放射線治療装置を想定して説明を行ったが、内視鏡外科手術装置や大腿骨掘削装置等の場合も同様に実施できる。上記実施例の放射線照射源と照射領域を、上記装置のロボットアームと被治療者 123 の着目部位 126 へのアクセスと置き換えたものとすれば良い。また、既設の治療装置の主要な処置が被治療者 123 の真上からなされることを前提として説明したが、例えば、ロボットアームの本体装置が被治療者 123 の着目部位 126 の真横に設置されるものである場合、上述の説明の真上を真横と読み替えれば良いことは明白である。

40

【0035】

【発明の効果】

本発明によれば、3 次元 X 線計測装置の X 線源と X 線検出器の検出面の中心を結ぶ中心線を回転軸に対して傾けることにより、既設の放射線治療装置や内視鏡外科手術装置や大腿

50

骨掘削装置等の他の装置の機能および操作に支障を与えることなく、治療対象の3次元的位置情報をリアルタイムで得ることができる。これにより、治療中に着目部位の3次元位置を監視することが可能となり、治療の安全性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】既設の放射線治療装置に本発明の実施例1の3次元X線計測装置を増設した例を模式的に示す断面図。

【図2】実施例1の3次元X線計測装置の支持棒103の回転と放射線治療装置の放射線源121の放射線の照射領域127との関係を、図1の右側から紙面に平行な方向に見た状態を模式的に示す図。

【図3】実施例1のX線検出器102の検出面の2つの形態の得失を簡単に説明するための説明図。

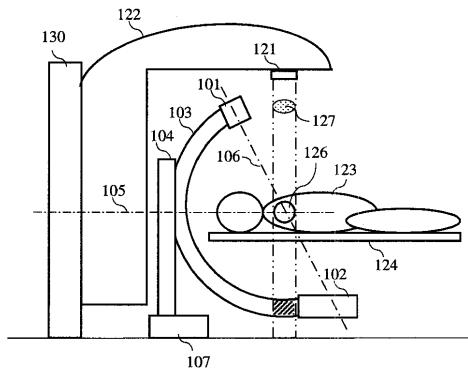
【図4】既設の放射線治療装置に本発明の実施例2の3次元X線計測装置を増設した例を模式的に示す断面図。

【符号の説明】

101：X線源、102：検出器、103：支持棒、104：支柱、105：回転軸、106：中心線、107：横軸調整装置、108：被写体、109：寝台、110：着目部位、111：放射線照射領域、112：支柱。

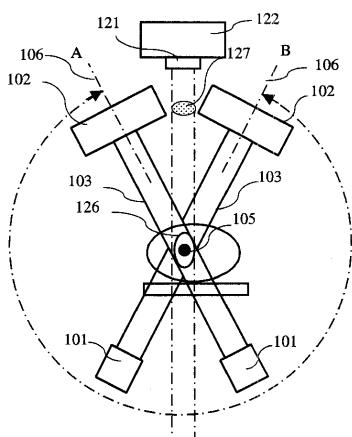
【図1】

図1

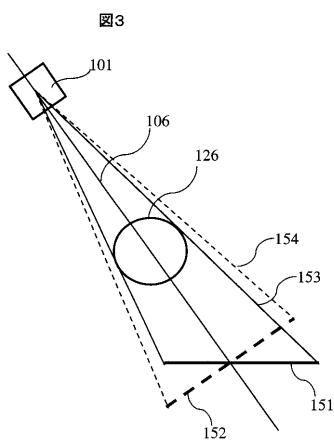


【図2】

図2

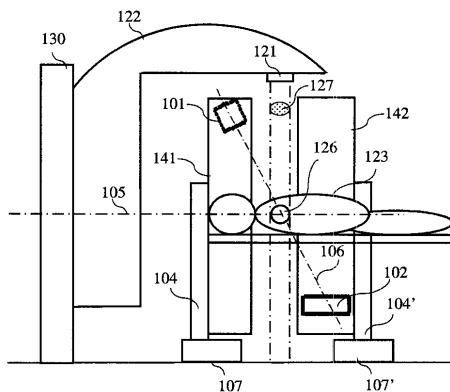


【図3】



【図4】

図4



フロントページの続き

審査官 松谷 洋平

(56)参考文献 特開平07-178111 (JP, A)
特開2000-167072 (JP, A)
特開2002-136507 (JP, A)
特開2001-259060 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 6/00

G21K 5/02

G21K 5/10