

(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2004-166894
(P2004-166894A)

(43) 公開日 平成16年6月17日(2004.6.17)

(51) Int. Cl.⁷

A61N 5/10

F I

A61N 5/10

M

テーマコード(参考)

4C082

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2002-335268 (P2002-335268)	(71) 出願人	000006208 三菱重工業株式会社 東京都港区港南二丁目16番5号
(22) 出願日	平成14年11月19日(2002.11.19)	(74) 代理人	100058479 弁理士 鈴江 武彦
		(74) 代理人	100084618 弁理士 村松 貞男
		(74) 代理人	100068814 弁理士 坪井 淳
		(74) 代理人	100092196 弁理士 橋本 良郎
		(74) 代理人	100091351 弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100100952 弁理士 風間 鉄也

最終頁に続く

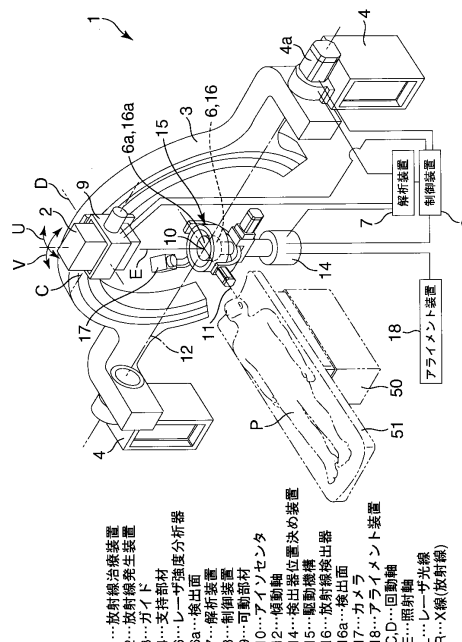
(54) 【発明の名称】 放射線治療装置

(57) 【要約】

【課題】本発明は、出射される放射線がアイソセンタを所望される角度で通るように放射線発生装置の向きを容易に較正することができる放射線治療装置を提供する。

【解決手段】放射線治療装置1は、アイソセンタ10を中心に所定の半径の軌道に沿って放射線発生装置2を移動させるガイド3と、アイソセンタ10を通る傾倒軸12を中心にこのガイド3を回転させる支持部材4と、放射線発生装置2が出射するX線Rの放射線軸Aと同軸の照射軸Eに光軸Bが合わされたレーザ発振器5を備える。照射軸Eを横切って配置されたレーザ強度分析器6は、レーザ光線Lを検出する。解析装置7は、レーザ強度分布と放射線発生装置2の位置の情報を基に、ずれ量を判定する。制御装置8は、このずれ量をもとに、放射線発生装置2の位置を補正する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

放射線を出射する放射線発生装置と、
出射される放射線が 1 点で交差するようにアイソセンタを中心に前記放射線発生装置を所定の半径の軌道に沿って移動させるガイドと、
前記軌道が形成する平面と平行に前記アイソセンタを通る傾倒軸を中心に前記ガイドを回転させる支持部材と、
前記放射線発生装置とともに移動して放射線が出射される方向の放射線軸と同軸の照射軸に光路調整手段によって光軸が合わされたレーザ光線を出射するレーザ発振器と、
前記照射軸を横切って配置されるレーザ強度分析器と、
このレーザ強度分析器で検出したレーザ光線の情報と放射線発生装置の位置情報とを関連付ける解析装置と、
この解析装置が出力する情報に基づいて前記放射線発生装置を移動させて前記アイソセンタに前記照射軸を合わせる制御装置とを備えることを特徴とする放射線治療装置。

10

【請求項 2】

互いに交差する 2 つの回動軸で前記放射線発生装置を枢支して前記ガイドに沿って移動する可動部材を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の放射線治療装置。

【請求項 3】

前記光路調整手段は、独立して動く少なくとも 2 つの反射面を有することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の放射線治療装置。

20

【請求項 4】

前記レーザ強度分析器の検出面は、アイソセンタを通る位置に設けることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 の内のいずれか 1 項に記載の放射線治療装置。

【請求項 5】

前記レーザ強度分析器の検出面は、アイソセンタを通る位置から前記放射線発生装置に近づく方向及び離れる方向に移動することを特徴とする請求項 4 に記載の放射線治療装置。

【請求項 6】

前記レーザ強度分析器の検出面をアイソセンタに位置決めする検出器位置決め装置を備えることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 の内のいずれか 1 項に記載の放射線治療装置。

【請求項 7】

前記検出器位置決め装置は、前記アイソセンタを中心に前記放射線発生装置が前記ガイドに沿って移動する方向と前記ガイドが傾倒軸を中心に回転する方向とに、前記レーザ強度分析器を回動させる駆動機構を備えることを特徴とする請求項 6 に記載の放射線治療装置。

30

【請求項 8】

前記検出器位置決め装置は、前記ガイドに固定されて前記アイソセンタを中心に前記放射線発生装置が前記ガイドに沿って移動する方向に前記レーザ強度分析器を回動させる駆動機構を備えることを特徴とする請求項 6 に記載の放射線治療装置。

【請求項 9】

前記レーザ強度分析器と置換えられて配置される放射線検出器と、
前記照射軸上に配置される前記放射線検出器の検出面または前記レーザ強度分析器の検出面を監視するカメラと、
前記カメラで取得した情報と放射線検出器で検出した放射線の情報とレーザ強度分析器で検出したレーザ光線の情報とを関連付けるアライメント装置とを備えることを特徴とする請求項 1 から請求項 8 の内のいずれか 1 項に記載の放射線治療装置。

40

【請求項 10】

前記放射線検出器の検出面は、アイソセンタを通る位置に設けられることを特徴とする請求項 9 に記載の放射線治療装置。

【請求項 11】

前記放射線検出器の検出面は、アイソセンタを通る位置から前記放射線発生装置に近づく

50

方向及び離れる方向に移動可能であることを特徴とする請求項10に記載の放射線治療装置。

【請求項12】

前記検出器位置決め装置は、前記レーザー強度分析器と置換えられる前記放射線検出器の検出面をアイソセンタに位置決めすることを特徴とする請求項9から請求項11の内のいずれか1項に記載の放射線治療装置。

【請求項13】

前記アイソセンタで交差する少なくとも2つの位置決め用のレーザー光線と、前記アイソセンタを観測するレーザードップラ計と、前記レーザードップラ計で観測された情報を基に前記アイソセンタに対する前記放射線発生装置の照射軸の通過方向を判定する解析装置とを備えることを特徴とする請求項1から請求項12の内のいずれか1項に記載の放射線治療装置。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、出射する放射線が1点で交わるアイソセンタを中心に放射線発生装置を球状面に沿って移動させ、アイソセンタ及びその近傍に配置される照射対象に放射線を照射する放射線治療装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

例えば医療分野において、放射線治療に用いられる放射線治療装置は、放射線の照射対象となる病巣に対して所定の線量を浴びせるとともに、非照射対象部位への被爆線量を抑えるために、多方位から放射線を照射する必要がある。

20

【0003】

放射線治療装置は、放射線を発生させる放射線発生装置と、この放射線発生装置から出射される放射線が照射対象を多方位から通過するように放射線発生装置を位置決めする位置決め装置とを備えている。

【0004】

水平軸を中心に回転するガントリを位置決め装置として備える放射線治療装置がある。放射線発生装置は、ガントリの中に組み込まれ、ガントリの回転縁端殻回転中心に向けて放射線を出射する。ガントリは、任意の回転角度に位置決めされて出射される放射線が水平軸線上の1点で交差するように設計されているので、この放射線治療装置は、アイソセントリック型と称される。放射線治療の対象者となる患者は、寝台に寝かされて照射対象の病巣がアイソセンタに位置するように寝台ごと移動される。

30

【0005】

また、多数の可動軸を有した多軸マニピュレータを位置決め装置として備える放射線治療装置がある。この放射線治療装置は、多軸マニピュレータの先端に取付けられた放射線発生装置を任意の方位に位置決めして放射線を出射することができる。つまり、照射対象の病巣が放射線照射範囲内にある場合、寝台に寝かされた患者を動かすことなく、この放射線治療装置は、所望する方位から照射対象の病巣に放射線を照射することができる。したがって、出射する放射線が特定の1点で交差しないので、この放射線治療装置は、ノンアイソセントリック型と称される。

40

【0006】

放射線治療において、照射対象を中心とする放射線量の分布を把握するために、放射線の照射方向、照射時間、照射範囲などについて、治療前に綿密な治療計画を立てられる。この治療計画を基に、放射線の入射位置、照射対象の深度など、照射対象に対して放射線発生装置を位置決めするためのマーキングが患者の皮膚表面上に行われる。放射線発生装置は、放射線の出射口の近傍または出射口の内側に照準用のランプを備えている。放射線照射時における照射対象の位置決めは、照準用のランプによって投光または投影された照準をマーキングに合わせることで行なわれる。

50

【 0 0 0 7 】

【 発明が解決しようとする課題 】

しかしながら、アイソセントリック型の放射線治療装置の場合、ガント리는、片持ち支持されているので、水平軸を中心に回転する場合、回転位置によって異なる撓みが発生する。そのため、この撓みを回転角度ごとに実測し、実測値に基づいて機械位置設定の補正が行なわれる。

【 0 0 0 8 】

ところで、放射線治療において、放射線に対して感受性の高い非照射対象部位が照射対象の近傍にある場合、これを避けて放射線を照射しなければならない。したがって、出射される放射線は、アイソセンタに位置決めされる照射対象を正確に透過するだけでなく、透過するときの方位角も重要である。

10

【 0 0 0 9 】

つまり、アイソセントリック型の放射線治療装置の場合、ガントりに起因する撓みの補正は、ガント리의回転角度の補正のみならず、アイソセンタそのものの位置補正も行なわなければならない。つまり、わずかでは有るが患者を乗せた寝台も動かさなければならない。そして、このわずかな動きが、患者に不快感を与える。

【 0 0 1 0 】

また、ノンアイソセントリック型の放射線治療装置の場合、多軸マニピュレータは、ガントリと同様に、放射線発生装置を片持ち支持するので、照射角度ごとに異なる撓みが発生する。この放射線治療装置は、照射範囲内に位置決めされた照射対象に対して、所望する方位に放射線発生装置を位置決めすることができる。したがって、照射対象を動かさずに済むように装置の撓みを補正することができる。しかし、多軸マニピュレータは、照射角度が同じ場合であっても、姿勢が異なることによって、撓みの大きさも異なる。このため、照射角度、及びそのときの姿勢ごとに撓みの実測と装置の補正を行なわなければならない。

20

【 0 0 1 1 】

これら撓みの実測、及び装置の補正などのメンテナンス作業には、時間がかかる。したがって、放射線治療装置の信頼性を補償するために、メンテナンスを頻繁に行なうと、放射線治療装置の稼働率が低下する。

【 0 0 1 2 】

また、病巣の早期発見及び早期治療が望まれるようになり、診断用の検査装置の検出精度が向上するにつれて、より小さな病巣も治療対象として検出できるようになってきている。この検査装置によって発見された小さな病巣に対して放射線治療装置を適用する場合、患者に対する不必要な放射線量を軽減するために、放射線の照射野を小さく絞ることが必須である。そして、放射線治療装置は、放射線治療に先立って立てられる治療計画に基づいて、再現性よく放射線を照射できなければならない。

30

【 0 0 1 3 】

しかしながら、照準が放射線の出射口を通して照明によって投影または投光される場合、小さな照射野に相当する範囲を照らすことが難しい。また、放射線が出射される方向と同軸上に照準が投影されない場合、照射対象との相対的な距離が変化すると、照射方向や照射位置が照射対象からずれる場合がある。さらに、照準と放射線の照射野との位置を合せる較正は、目視確認によって行なわれるので、精度に限界がある。したがって、照射野に対して精度のよい位置決めは、期待できない。

40

【 0 0 1 4 】

そこで、本発明は、出射される放射線がアイソセンタを所望される角度で通るように放射線発生装置の向きを容易に較正することができる放射線治療装置を提供することを目的とする。

【 0 0 1 5 】

【 課題を解決するための手段 】

本発明に係る放射線治療装置は、放射線を出射する放射線発生装置と、出射される放射線

50

が1点で交差するようにアイソセンタを中心に放射線発生装置を所定の半径の軌道に沿って移動させるガイドと、軌道が形成する平面と平行にアイソセンタを通る傾倒軸を中心にガイドを回転させる支持部材と、放射線発生装置とともに移動して放射線が出射される方向の放射線軸と同軸の照射軸に光路調整手段によって光軸が合わされたレーザー光線を出射するレーザー発振器と、照射軸を横切って配置されるレーザー強度分析器と、レーザー強度分析器で検出したレーザー光線の情報をと放射線発生装置の位置情報とを関連付ける解析装置と、解析装置が出力する情報に基づいて放射線発生装置を移動させてアイソセンタに照射軸を合わせる制御装置とを備える。

【0016】

また、照射軸をアイソセンタに合わせるために、互いに交差する2つの回転軸で放射線発生装置を枢支してガイドに沿って移動する可動部材を備える。放射線発生装置とレーザー発振器の相対位置を変えずに放射線軸と光軸を同軸に合わせるために、光軸調整手段は、独立して動く少なくとも2つの反射面を有する。

【0017】

照射軸がアイソセンタを通るように位置決めされていることを確認するために、レーザー強度分析器の検出面は、アイソセンタを通る位置に設ける。また、照射軸が所望する照射方向であることを確認するために、アイソセンタを通る位置から放射線発生装置に近づく方向及び離れる方向にレーザー強度分析器の検出面を移動させる。また、レーザー強度分析器の検出面をアイソセンタに位置決めする検出器位置決め装置を備える。

【0018】

この検出器位置決め装置は、アイソセンタを中心に放射線発生装置がガイドに沿って移動する方向とガイドが傾倒軸を中心に回転する方向とに、レーザー強度分析器を回転させる駆動機構を備える。または、検出器位置決め装置は、ガイドに固定されてアイソセンタを中心に放射線発生装置がガイドに沿って移動する方向にレーザー強度分析器を回転させる駆動機構を備える。

【0019】

また、放射線軸と光軸とをより正確に合わせるために、レーザー強度分析器と置換えられて配置される放射線検出器と、照射軸上に配置される放射線検出器の検出面またはレーザー強度分析器の検出面を監視するカメラと、カメラで取得した情報と放射線検出器で検出した放射線の情報とレーザー強度分析器で検出したレーザー光線の情報とを関連付けるアライメント装置とを備える。

【0020】

この場合、放射線検出器の検出面は、アイソセンタを通る位置に設けられる。そして、アイソセンタを通る位置から放射線発生装置に近づく方向及び離れる方向に放射線検出器の検出面を移動する。また、検出器位置決め装置は、レーザー強度分析器と置換えられる放射線検出器の検出面をアイソセンタに位置決めする。

【0021】

アイソセンタに対する放射線発生装置の位置と照射軸の方向をより正確に設定するために、アイソセンタで交差する少なくとも2つの位置決め用のレーザー光線と、アイソセンタを観測するレーザードップラ計と、レーザードップラ計で観測された情報を基にアイソセンタに対する放射線発生装置の照射軸の通過方向を判定する解析装置とを備える。

【0022】

【発明の実施の形態】

本発明に係る第1の実施形態の放射線治療装置1について、図1から図3を参照して説明する。図1に示す放射線治療装置1は、放射線発生装置2とガイド3と支持部材4とレーザー発振器5とレーザー強度分析器6と解析装置7と制御装置8とを備える。

【0023】

放射線発生装置2は、治療用の放射線として、X線Rを出射する。放射線発生装置2は、ガイド3に沿って移動する可動部材9に設けられた互いに交差する2つの回転軸C、Dによって枢支されている。回転軸C、Dは、X線Rの出射方向と互いに直交するように配置

される。回動軸 C は、放射線発生装置 2 を矢印 U 方向に傾け、回動軸 D は、放射線発生装置 2 を矢印 V 方向に傾ける。これにより、放射線発生装置 2 は、いわゆる首振り動作をする。

【0024】

ガイド 3 は、円弧状に形成されており、アイソセンタ 10 を通る回転軸 11 を中心に、放射線発生装置 2 を搭載した可動部材 9 を所定の半径の軌道に沿って移動させる。アイソセンタ 10 は、可動部材 9 をガイド 3 に沿って移動させる場合、放射線発生装置 2 から出射された X 線 R が 1 点で交差する点である。

【0025】

支持部材 4 は、傾倒軸 12 を中心にガイド 3 を回転させる。本実施形態の放射線治療装置 1 の傾倒軸 12 は、水平に配置されているので、ガイド 3 は、いわゆる 形に配置される。傾倒軸 12 は、可動部材 9 の回転中心である回転軸 11 とアイソセンタ 10 において交差する。この場合、回転軸 11 と傾倒軸 12 とは、放射線発生装置 1 の位置決め制御の都合上、互いに直交するように配置されることが好ましい。支持部材 4 は、アイソセンタ 10 から傾倒軸 12 に沿って両側に配置され、床に固定される。また、支持部材 4 がガイド 3 を枢支する少なくとも一方に、ガイド 3 を傾倒させる駆動装置として、サーボモータ 4a を備える。

10

【0026】

ガイド 3 は、アイソセンタ 10 から偏心して配置されている。そこで、重心の位置を傾倒軸 12 上に配置してサーボモータ 4a の負荷を軽減するために、カウンターウェイトを取付けてもよい。放射線発生装置 2 は、ガイド 3 に沿って回転軸 11 を中心に移動する可動部材 9 に取付けられるとともに、ガイド 3 が傾倒軸 12 を中心に回転することで、アイソセンタ 10 を中心とする球面に沿って移動する。したがって、制御装置 8 は、極座標を使うと、放射線発生装置 2 の位置を制御しやすい。

20

【0027】

レーザ発振器 5 は、図 2 に示すように、放射線発生装置 2 の内部に取付けられている。レーザ発振器 5 から出射されたレーザ光線 L は、光軸調整手段である 2 つのベンドミラー 13a, 13b によって反射され、X 線 R の照射野の中心である放射線軸 A と同軸の照射軸 E に光軸 B が合せられる。ベンドミラー 13a, 13b を 2 つ備えることで、レーザ発振器 5 を動かすことなく、各ベンドミラー 13a, 13b の向きを変えるだけで、レーザ光線 L の光軸 B を照射軸 E と同軸に合わせることができる。

30

【0028】

レーザ強度分析器 6 は、照射軸 E を横切って配置され、レーザ光線 L の強度分布を検出する。レーザ強度分析器 6 の検出面 6a は、アイソセンタ 10 を通る位置に配置される。また、レーザ強度分析器 6 は、床に固定された検出器位置決め装置 14 に取付けられている。

【0029】

検出器位置決め装置 14 は、アイソセンタ 10 を中心に放射線発生装置 2 がガイド 3 に沿って移動する方向とガイド 3 が傾倒軸 12 を中心に回転する方向とに、検出面 6a を回転させる駆動機構 15 を備えている。また、検出器位置決め装置 14 は、照射軸 E に合わされたレーザ光線 L の光軸 B の向きを検出するために、アイソセンタ 10 から放射線発生装置 2 に対して近づく方向及び遠ざかる方向に検出面 6a を移動させる。なお、レーザ強度分析器 6 は、検出面に対して垂直にレーザ光線 L を受けなくても、検出したレーザ光線 L の強度分布のピークを元に、レーザ光線 L の光軸を求めることができる。

40

【0030】

解析装置 7 は、ガイド 3、支持部材 4、回動部材 9 に接続されて各可動部に設けられるロータリエンコーダやリニアスケールなどから得られる信号を基に、アイソセンタ 10 に対する放射線発生装置 2 の方位角を算出する。また、解析装置 7 は、検出器位置決め装置 14 及びレーザ強度分析器 6 に接続されている。そして、レーザ強度分析器 6 で検出されたレーザ光線 L の情報と、放射線発生装置 2 の位置とを関連付ける。

50

【0031】

制御装置 8 は、放射線発生装置 2 を位置決めするガイド 3、支持部材 4、可動部材 9 の駆動装置及び解析装置 7 に接続されている。制御装置 8 は、解析装置 7 から出力される情報に基づいて、放射線発生装置 2 の位置に対する照射軸 E の補正量を決定し、照射位置及び照射角度の補正に必要なガイド 3、支持部材 4、及び可動部材 9 の駆動装置を制御する。そして、位置情報が補正された後、制御装置 8 は、この補正された位置情報を基に、ガイド 3、支持部材 4、可動部材 9 を制御する。

【0032】

また、放射線治療装置 1 は、放射線軸 A と光軸 B とが同軸であることを確認するために、放射線検出器 16 とカメラ 17 とアライメント装置 18 とを備える。放射線検出器 16 は、放射線発生装置 2 から出射される X 線 R の線量の分布を検出する。放射線検出器 16 は、レーザ強度分析器 6 と置換えられて検出器位置決め装置 14 に取付けられる。放射線検出器 16 の検出面 16a は、レーザ強度分析器 6 の検出面 6a と同様に、アイソセンタ 10 を通る位置に配置される。

【0033】

カメラ 17 は、アイソセンタ 10 に対して相対的に位置決めされており、検出器位置決め装置 14 に取付けられるレーザ強度分析器 6 の検出面 6a または放射線検出器 16 の検出面 16a を監視する。アライメント装置 18 は、カメラ 17 で映されたレーザ強度分析器 6 と放射線検出器 16 の相対的な位置を基に、レーザ強度分析器 6 が検出するレーザ光線 L の情報と放射線検出器 16 が検出する X 線 R の情報を関連付ける。なお、カメラ 17 の代わりに、検出器位置決め装置 14 にレーザ強度分析器 6 と放射線検出器 16 とのそれぞれに共通する合せピンなどを設けてもよい。

【0034】

次に、放射線軸 A と光軸 B のアライメント方法の一例について図 3 を参照して説明する。なお、図 3 において、レーザ強度分析器 6、放射線検出器 16、カメラ 17、アライメント装置 18 は、省略している。

【0035】

X 線 R の放射線軸 A に沿って放射線発生装置 2 から離れる方向に、少なくとも 2 地点、本実施形態では、図 3 に示すように、3 地点で X 線 R の照射野とレーザ光線 L とをそれぞれ放射線検出器 16 とレーザ強度分析器 6 とで検出する。検出された情報は、アライメント装置 18 で解析され、それぞれの中心位置が決められる。

【0036】

放射線発生装置 2 に近い側から順に、近点 P_1 、中間点 P_2 、遠点 P_3 とする。なお、中間点 P_2 をアイソセンタ 10 に設定すると、照射軸 E をアイソセンタ 10 に合せやすい。各地点における X 線 R とレーザ光線 L の中心は、それぞれ、 $A_1, A_2, A_3, B_1, B_2, B_3$ とする。放射線軸 A と光軸 B は、図 3 に示すように立体交差しているだけで接していない場合が考えられる。

【0037】

そこで、まず、近点 P_1 における X 線の中心 A_1 とレーザ光線 L の中心 B_1 とのずれを計測し、修正する。近点 P_1 において現れるずれは、ベンドミラー 13a またはベンドミラー 13b で補正する。近点 P_1 において、 A_1 と B_1 とを一致させることで、放射線軸 A と光軸 B とが交わる。次に、中間点 P_2 及び遠点 P_3 における X 線 R の中心 A_2, A_3 とレーザ光線 L の中心 B_2, B_3 のずれをそれぞれ計測する。 A_2 と B_2 、 A_3 と B_3 のずれは、近点 P_1 から中間点 P_2 までの距離、及び近点 P_1 から遠点 P_3 までの距離に比例する。つまり、ベンドミラー 13a と放射線軸 A とが交わる点を通して近点 P_1 と平行な面において、近点 P_1 からベンドミラー 13a までの距離に比例するずれが同様に生じているはずである。

【0038】

したがって、次に、中間点 P_2 における A_2 と B_2 のずれ及び遠点 P_3 における A_3 と B_3 のずれの比率を基に、ベンドミラー 13a における放射線軸 A と光軸 B とのずれをベ

10

20

30

40

50

ドミラー 13b で修正する。近点 P_1 において、中心 A_1 と B_1 とが再びずれるが、 A_1 と B_1 、 A_2 と B_2 、 A_3 と B_3 のそれぞれのずれは、バンドミラー 13a から各地点までの距離に比例するはずである。

【0039】

そこで、近点 P_1 、中間点 P_2 、遠点 P_3 における放射線軸 A と光軸 B とのずれを再度確認し、これを基に、バンドミラー 13a を調節することで、X線 R の放射線軸 A とレーザー光線 L の光軸 B とを一致させることができる。

【0040】

なお、上述の方法は、アライメントの一例であるので、他の手順による方法で放射線軸 A と光軸 B を同軸に調節してもよい。遠点 P_3 は、放射線発生装置 2 を使用する場合には X線 R の照射距離よりもできるだけ遠くに設定すると誤差を小さくすることができる。

10

【0041】

このように、放射線検出器 16 とレーザー強度分析器 6 によって検出された情報を基にアライメント装置 18 で放射線軸 A と光軸 B の中心をそれぞれ求めることによってずれを補正するので、放射線軸 A と光軸 B とを、作業員の技量や主観などに左右されることなく、容易に同軸に合せることができる。また、同軸度の再現性に優れている。

【0042】

以上のように構成された放射線治療装置 1 は、レーザー発振器 5 とレーザー強度分析器 6 と解析装置 7 と制御装置 8 とを使用して、放射線発生装置 2 が出射する X線 R をアイソセンタに較正する。アイソセンタ 10 を所望する方位から通過するように、放射線発生装置 2 から出射される X線 R の照射野の中心となる照射軸 E を合せる方法について説明する。

20

【0043】

アイソセンタ 10 に対して任意の方位角にガイド 3 と支持部材 4 によって位置決めされた放射線発生装置 2 からレーザー光線 L をアイソセンタ 10 に配置されたレーザー強度分析器 6 に向けて出射する。レーザー強度分析器 6 は、アイソセンタ 10 から放射線発生装置 2 に対して近づく方向及び離れる方向に検出面 6a を移動させ、それぞれの位置で、レーザー光線 L を検出する。レーザー強度分析器 6 で検出された情報を基に、解析装置 7 でアイソセンタ 10 に対するレーザー光線 L の中心位置と、検出面 6a を移動させることで検出したレーザー光線 L の光軸 B の向きとを判定する。解析装置 7 で求められたアイソセンタ 10 に対するレーザー光線 L の中心位置と光軸 B の向きとを基に、制御装置 8 は、ガイド 3、支持部材 4、可動部材 9 を制御し、放射線発生装置 2 を所望する位置に補正する。そして、放射線発生装置 2 の位置を変えて同様の作業を繰り返す。検出器位置決め装置 14 は、ガイド 3 や支持部材 4 と独立して床に設置されている。アイソセンタ 10 は、多方位から照射した X線 R が一点で交差する点であるので、検出面 6a を固定した状態で放射線発生装置 2 のみを移動させ、レーザー光線 L を出射することで、アイソセンタ 10 を容易に判定することができる。

30

【0044】

放射線治療装置 1 は、X線 R の照射位置及び照射角度の較正にレーザー光線 L とこれを検出するレーザー強度分析器 6 を用いるので、放射線発生装置 2 の照射軸 E を精度よくかつ容易に較正することができる。また、レーザー光線 L の強度分布のピークを解析装置 7 で判定することで、レーザー光線 L の中心、すなわち照射軸 E の中心を決定するので、再現性に優れている。そして、放射線治療装置 1 は、解析装置 7 から出力された情報を基に、放射線発生装置 2 の位置及び照射角度を自動的に補正することができる。なお、放射線治療装置 1 は、解析装置 7 によって判定されたずれ量を基に、ガイド 3、支持部材 4、可動部材 9 の設定値を作業員によって変更されてもよい。

40

【0045】

放射線発生装置 2 は、互いに交差する 2 つの回動軸 C、D に枢支されているので、解析装置 7 で判定されたずれ量を正確に補正することができる。アイソセンタ 10 を通る位置にレーザー強度分析器 6 の検出面 6a を配置することで、アイソセンタ 10 におけるずれ量を実測値として知ることができるので、設定値を変更する場合などに有効である。

50

【0046】

また、アイソセンタ10を通る位置から放射線発生装置2に対して近づく方向及び離れる方向に検出面6aを移動することで、アイソセンタ10において照射軸Eが所望する方位からずれていないか容易に確認することができる。

【0047】

さらに、放射線治療装置1は、レーザ光線LをX線Rと同軸に出射するので、このレーザ光線Lを使い、患者に対して治療計画に基づくシミュレーションを行なうことができる。また、放射線治療装置1の照射軸Eの較正を行なう場合、作業員は、X線Rを出射することなく較正することができるので、不要な線量を浴びる心配がない。

【0048】

この放射線治療装置1は、別途設けられる寝台50によって、放射線治療の対象となる患者Pの放射線照射対象部位である患部をアイソセンタ10に配置する。寝台50は、患者Pを寝かせるスライドボード51と、患者Pを乗せたままこのスライドボード51を放射線治療装置1の放射線照射範囲内に移動する駆動装置52を備えている。レーザ強度分析器6または放射線検出器16を搭載した検出器位置決め装置14は、放射線発生装置2の照射軸Eがアイソセンタ10を所望する方位角で通過するように較正したり、放射線軸と光軸とを同軸に較正したりするために使用され、放射線治療中には使用されない。したがって、寝台50のスライドボード51が放射線治療装置1の放射線照射範囲内に配置される場合、検出器位置決め装置14は、患者P、スライドボード51などと干渉しない位置に移動される。この場合、検出器位置決め装置14は、設置されていた床から外してしま

10

20

【0049】

本発明にかかる第2の実施形態の放射線治療装置21について、図4を参照して説明する。なお、第1の実施形態と同じ構成については同一の符号を付してその説明を省略する。

【0050】

図4に示す放射線治療装置21は、ガイド3に固定される検出器位置決め装置22を備える。照射軸Eを横切るように、レーザ強度分析器6は、この検出器位置決め装置22に配置され、アイソセンタ10から放射線発生装置2に対して近づく方向及び遠ざかる方向に検出面6aを移動させることができる。検出器位置決め装置22は、放射線発生装置2が

30

【0051】

本発明に係る第3の実施形態の放射線治療装置31について、図5を参照して説明する。なお、第1及び第2の実施形態と同じ構成については、同一の符号を付してその説明を省略する。

【0052】

図5に示す放射線治療装置31は、円弧状のガイド3の両端に固定された検出器位置決め装置32を備えている。検出器位置決め装置32は、レーザ強度分析器6の検出面6aが

40

【0053】

第2の実施形態の放射線治療装置21における検出器位置決め装置22に対して、第3の実施形態の放射線治療装置31における検出器位置決め装置32は、ガイド3の両端に固定されているので、放射線発生装置2がガイド3に沿って移動することに対して干渉しない。

【0054】

50

本発明に係る第4の実施形態の放射線治療装置41について、図6及び図7を参照して説明する。なお、第1から第3の実施形態と同じ構成については、同一の符号を付してその説明を省略する。

【0055】

図6に示す放射線治療装置41は、アイソセンタ10で交差する位置決め用のレーザー光線G1, G2を出射するレーザー発振器42a, 42bと、アイソセンタ10を観測するレーザードップラ計43と、解析装置44とを備える。また、図示しないが、第1の実施形態で説明したように、放射線軸Aと光軸Bとを同軸に調整するために必要となる放射線検出器16、検出器位置決め装置14、アライメント装置18、カメラ17などを別途備えてもよい。

10

【0056】

レーザー発振器42a, 42bは、図6に示すように、出射するレーザー光線G1, G2がアイソセンタ10を通るように治療室Tの任意の位置に配置される。なお、レーザー発振器42a, 42bは、出射するレーザー光線G1, G2がアイソセンタ10で交差するように配置されればよいので、その都度、治療室T内に設置されてもよいし、恒久的に壁などに埋設されていてもよい。また、レーザー光線G1, G2は、1つのレーザー発振器から出射されるレーザー光線をアイソセンタ10で交差するようにベンドミラーなどによって反射させて造られてもよい。

【0057】

レーザー光線G1, G2は、アイソセンタ10で交差すると、干渉縞を造る。干渉縞のできる方向及び縞の間隔は、レーザー光線G1, G2の交差する角度及び波長によって決まる。レーザードップラ計43は、アイソセンタ10に造られる干渉縞を観測できる位置に配置されていれば、どの位置に配置されていてもよい。

20

【0058】

図6に示す放射線治療装置41のガイド3は、傾倒軸12が垂直方向に配置されているので、いわゆるC形に形成されている。なお、他の実施形態のように、形であってもよい。傾倒軸12を垂直方向に配置していることで、重力によってガイドや可動部材に生じる撓みは、ガイド3が傾倒軸12を中心に回転するので、ある回転角度について較正を行えば、その補正值を他の回転角度についても流用することができる。ただし、傾倒軸12について偏心及び回転位置決め精度は、別途較正する必要がある。

30

【0059】

以上のように構成された放射線治療装置41において、図7に示すように放射線発生装置2から出射されるX線Rと同軸に調整されたレーザー発振器5のレーザー光線Lをアイソセンタ10に合せる。レーザー光線Lがアイソセンタ10を通ると、レーザー光線G1, G2による干渉縞以外に新たな干渉縞が形成される。レーザー光線Lによって造られる干渉縞の方向及び間隔をレーザードップラ計43で観測する。この情報を基に解析装置44は、アイソセンタ10に対する照射軸Eの照射角度が判定される。また、解析装置44は、ガイド3、支持部材4、可動材9の駆動部分にそれぞれ設けられるロータリエンコーダや、リニアスケールなどの信号を基に、照射軸Eの位置及び方向のずれ量を判定する。制御装置8は、解析装置44から出力された、放射線発生装置2の位置ずれ及び回転方向のずれ量を基

40

【0060】

放射線治療装置41は、放射線発生装置2の照射軸Eの位置や方向のずれ量の判定に、レーザー光線G1, G2, Lが互いに交差することによって生じる干渉縞を利用する。したがって、レーザー光線G1, G2, Lの波長に応じた細かいずれ量も判定することができる。また、放射線治療装置41は、解析装置44で判定されたずれ量を基に、制御装置8で自動的にこのずれを補正するので、再現性に優れた較正をすることができる。

【0061】

【発明の効果】

50

本発明に係る放射線治療装置によれば、放射線発生装置から出射される放射線の放射線軸と同軸の照射軸に光軸が合わされたレーザー発振器を備える。照射軸を横切る位置に配置されるレーザー強度分析器で、レーザー発振器から出射されるレーザー光線の強度分布を検出する。解析装置は、放射線発生装置の位置情報とレーザー強度分析器で検出されたレーザー光線の強度分布の情報を関連付けることで、放射線発生装置の設定位置からのずれ量を判定する。制御装置は、解析装置が出力するずれ量に関する情報を基に、アイソセンタに対する放射線発生装置の位置及び照射軸の角度を補正する。このように、ずれ量は、解析装置によって判定され、制御装置によって自動的に較正される。したがって、本発明に係る放射線治療装置は、出射される放射線がアイソセンタを所望される角度で通るように放射線発生装置の向きを容易に較正することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る第 1 の実施形態の放射線治療装置を示す斜視図。

【図 2】図 1 の放射線治療装置の放射線発生装置と検出器位置決め装置との位置関係を示す斜視図。

【図 3】図 1 の放射線発生装置から出射される放射線の放射線軸とレーザー発振器から出射されるレーザー光線の光軸とがずれた状態を示す斜視図。

【図 4】本発明に係る第 2 の実施形態の放射線治療装置を示す斜視図。

【図 5】本発明に係る第 3 の実施形態の放射線治療装置を示す斜視図。

【図 6】本発明に係る第 4 の実施形態の放射線治療装置を示す斜視図。

【図 7】図 6 の放射線発生装置とレーザー位置決め装置との関係を示す斜視図。

20

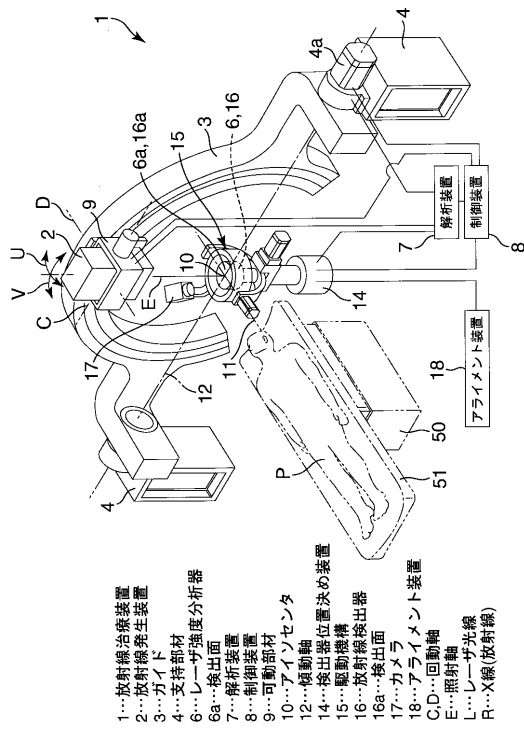
【符号の説明】

- 1 , 2 1 , 3 1 , 4 1 ... 放射線治療装置
- 2 ... 放射線発生装置
- 3 ... ガイド
- 4 ... 支持部材
- 5 ... レーザ発振器
- 6 ... レーザ強度分析器
- 6 a ... 検出面
- 7 , 4 4 ... 解析装置
- 8 ... 制御装置
- 9 ... 可動部材
- 1 0 ... アイソセンタ
- 1 2 ... 傾動軸
- 1 3 a , 1 3 b ... ベンドミラー（光軸調整手段）
- 1 4 , 2 2 , 3 2 ... 検出器位置決め装置
- 1 5 ... 駆動機構
- 1 6 ... 放射線検出器
- 1 6 a ... 検出面
- 1 7 ... カメラ
- 1 8 ... アライメント装置
- 4 3 ... レーザドップラ計
- A ... 放射線軸
- B ... 光軸
- C , D ... 回動軸
- E ... 照射軸
- G 1 , G 2 , L ... レーザ光線
- R ... X 線（放射線）

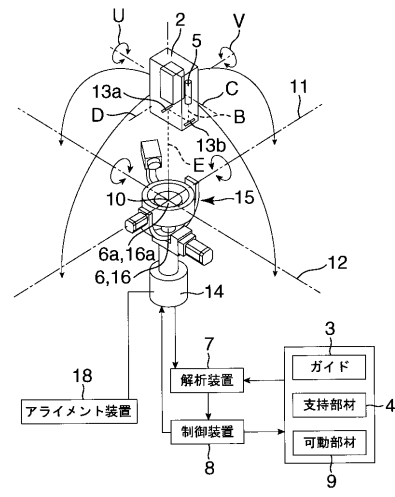
30

40

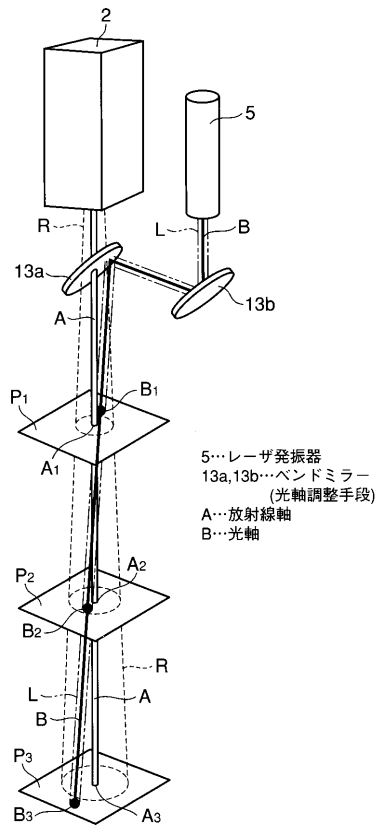
【 図 1 】



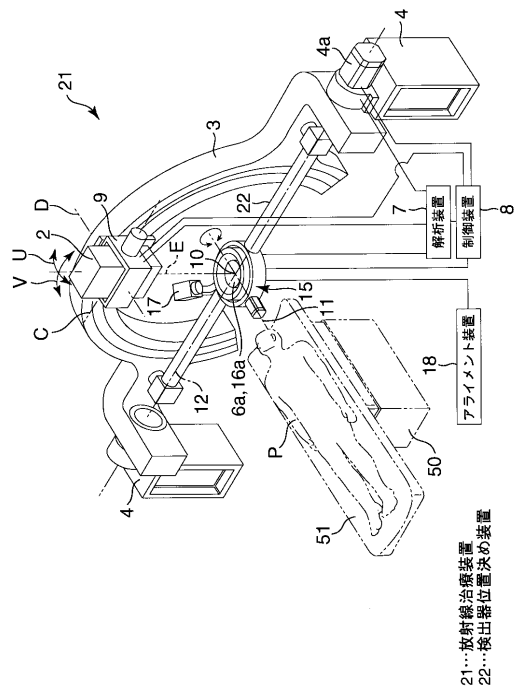
【 図 2 】



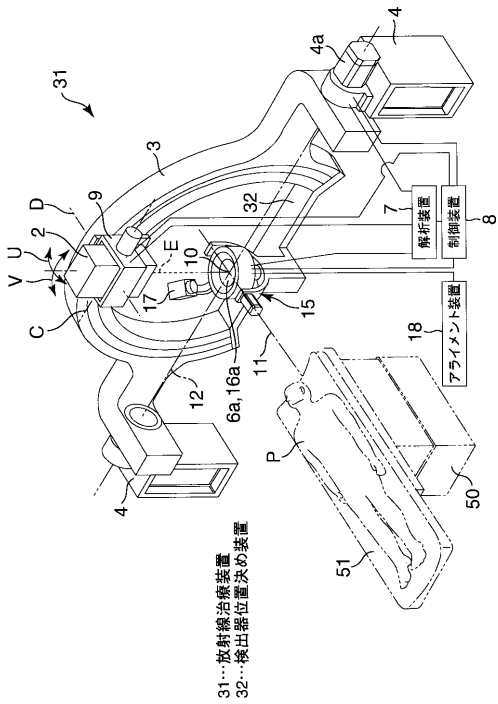
【 図 3 】



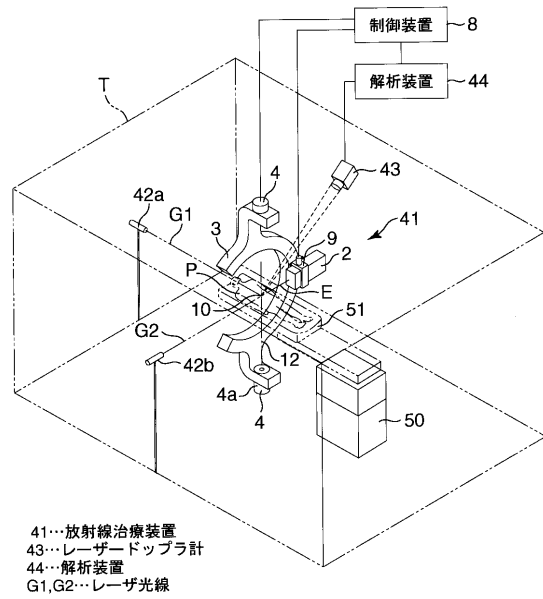
【 図 4 】



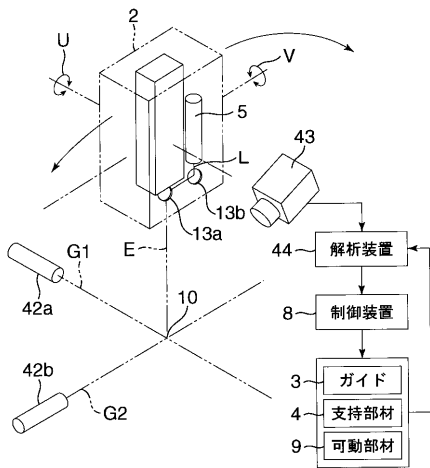
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 原 謙治

広島県広島市西区観音新町四丁目6番22号 三菱重工業株式会社広島製作所内

(72)発明者 赤津 真

広島県広島市西区観音新町四丁目6番22号 三菱重工業株式会社広島製作所内

(72)発明者 佃 和弘

広島県広島市西区観音新町四丁目6番22号 三菱重工業株式会社広島製作所内

Fターム(参考) 4C082 AC02 AE03 AG52 AJ02