

(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2011-36477

(P2011-36477A)

(43) 公開日 平成23年2月24日(2011.2.24)

(51) Int.Cl.
A61N 5/10 (2006.01)F1
A61N 5/10テーマコード (参考)
4C082

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2009-187446 (P2009-187446)
(22) 出願日 平成21年8月12日 (2009.8.12)(71) 出願人 000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目1番1号
(71) 出願人 594164542
東芝メディカルシステムズ株式会社
栃木県大田原市下石上1385番地
(74) 代理人 100109900
弁理士 堀口 浩
(72) 発明者 野口 正
栃木県大田原市下石上1385番地 東芝
メディカルシステムズ株式会社内
(72) 発明者 桑原 孝之
栃木県大田原市下石上1385番地 東芝
メディカルシステムズ株式会社内
Fターム(参考) 4C082 AE03 AG24 AG52

(54) 【発明の名称】 放射線治療装置

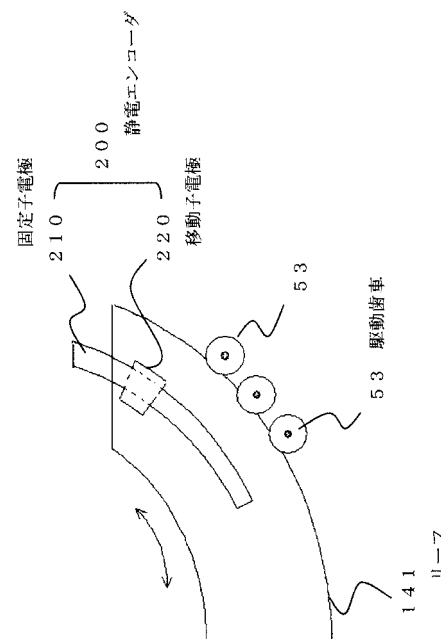
(57) 【要約】

【課題】 多分割絞り装置の放射線照射野を高精度に設定する。

【解決手段】 リーフ141の移動方向に沿って配置した帯状の固定子電極210と、この固定子電極に対峙するようにリーフに設けた移動子電極220とから成る静電エンコーダ200を用い、固定子電極側から得られる検出情報に基づき、リーフを所望の位置へ移動させるように駆動モータを制御装置30で制御する。

これにより、リーフの移動量を直接検知してリーフの位置を制御するので、駆動機構として種々の歯車を介してリーフへ駆動力を伝える場合の歯車のバックラッシュの影響を排除することができる。そのためリーフの位置を高い精度に設定でき、高精度の放射線治療を可能とする放射線治療装置が提供される。

【選択図】 図11



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

放射線源からの放射線を遮蔽するための複数のリーフを密接して配置し、このリーフを移動することにより、前記放射線源から放射される放射線の照射範囲を制限するようにした放射線治療装置において、
前記リーフを移動させる駆動手段と、
前記リーフの移動方向に沿って配置した帯状の固定子電極およびこの固定子電極に対峙するように前記リーフに設けた移動子電極とから成る静電エンコーダと、
この静電エンコーダの前記固定子電極側から得られる検出情報に基づき、前記リーフを所望の位置へ移動させるように前記駆動手段を制御する制御手段と、
を具備することを特徴とする放射線治療装置。

10

【請求項 2】

前記静電エンコーダの固定子電極は、前記リーフの面に形成される凹部または切り欠き部に配置され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】

前記静電エンコーダの固定子電極は、前記リーフに平行に配置される支持体に貼付されることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 のいずれか 1 項に記載の放射線治療装置。

【請求項 4】

前記静電エンコーダは、隣接する前記リーフに対して、放射線の入射方向に沿って交互にずらせて配置することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項に記載の放射線治療装置。

20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、例えば悪性腫瘍などの疾患の治療に供される放射線治療装置に係り、被検体に対する放射線の照射範囲（以下、放射線照射野という。）を精度よく設定するようにした多分割絞り装置を備えた放射線治療装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

放射線治療装置では、放射線防護の見地から、被検体の治療部位に限定的に放射線を照射するように、タングステンなどの放射線を透過させない材料から成る絞り装置が備えられている。この絞り装置は、治療部位の形状に近似させた放射線照射野を、半影を生ずることなくより木目細かく形成することが求められることから、放射線の照射方向に沿って重なるように配置される第 1 の絞り体と第 2 の絞り体とから構成される。

30

【0003】

そして、放射線源に近い側に設けられる第 1 の絞り体は、放射線の照射軸を間にして対峙するように配置される一対の単体として形成されており、放射線源を中心に含む同心円上を円弧状の軌道面に沿って互いに接近、離反するように駆動される。一方、放射線源より遠い側に設けられる第 2 の絞り体は、第 1 の絞り体の移動方向に対して直交する方向に放射線の照射軸を間にして対峙するように配置される一対のブロックとして形成され、この第 2 の絞り体の各ブロックは、放射線源を中心に含む同心円上を円弧状の軌道面に沿って互いに接近、離反するように移動する複数枚のリーフを密接して配列したものとなっている。

40

【0004】

この第 2 の絞り体は多分割絞り装置と称され、例えば数十枚のリーフを密に隣接させて集合体とした一対のブロックから構成されており、各リーフは円弧状の軌道面を有し、リーフ毎に設けられた駆動装置によって、各別に円弧状の軌道面に沿って移動可能に駆動されるようになっている。なお、第 1 の絞り体と第 2 の絞り体を含めて多分割絞り装置と称する場合もある。

【0005】

50

さて、図 19 に、第 2 の絞り体の 1 枚のリーフとそのリーフを駆動する駆動装置が示されている。リーフ 141 は、平面は放射線源へ向けて収束するような扇型形状に形成されるとともに、側面は平板状または楔状に形成され、放射線源を中心に含む円弧状の軌道面を有している。そして、リーフ 141 の円弧状の軌道面すなわち、湾曲した外側端面 141ed には歯が切られており、この歯に駆動歯車 143a が噛み合わされている。この駆動歯車 143a は、シャフト 143b の先端に固着されており、シャフト 143b は駆動源であるモータ 143c からウォームギヤ 143d などの駆動力伝達機構を介して駆動される。なお、駆動量を検出するために、ポテンシオメータ 143e やエンコーダ 143f なども配置されており、これらからの情報を基にモータ 143c は図示しない制御手段によって制御され、リーフ 141 を治療部位の形状に近似させた放射線照射野を形成するように所望の位置に設定する。

10

【0006】

このように、対峙する単体から成る第 1 の絞り体を、X 方向に互いに接近、離反するように移動させるとともに、対峙するリーフの集合体から成る第 2 の絞り体の各リーフを、それぞれ個別に Y 方向に互いに接近、離反するように移動させることを組合せることによって、治療部位の形状に近似させた不規則形状の放射線照射野が形成される。

【0007】

なお、不規則形状の放射線照射野を、より治療部位の形状に近似させて形成するためには、第 2 の絞り体の各リーフの厚みを薄く形成して、その枚数を増加させることが必要になる。しかし、リーフの枚数を増加させると、これらを駆動する各駆動装置の数も増加させなければならず、絞り装置が大型化してしまうという問題が生ずる。そこで、第 2 の絞り体の各リーフを駆動する駆動装置の回転軸を、同軸的に二重または三重の多軸構造に形成して、駆動力伝達系の一部が共通化されるようにすることにより、駆動装置が大型化することを避けながらリーフ枚数の増加を図るようにした多分割絞り装置が提案されている（例えば、特許文献 1 参照。）。

20

【0008】

この特許文献 1 に開示された多分割絞り装置は、駆動モータから駆動歯車、伝達歯車、中間歯車など種々の歯車を介してリーフへ駆動力を伝えて、リーフを所望の位置へ移動制御するものであり、リーフの位置をエンコーダやポテンシオメータによって検出するようにしている。しかしながら、歯車には必ずバックラッシュを生じさらに磨耗なども生じるため、リーフの位置の検出精度を向上させるには限界があった。さらに、リーフの位置を検出するエンコーダやポテンシオメータが複数の歯車で構成されていると、駆動歯車のバックラッシュ分が検出できないため、このことも検出精度向上の障害となっていた。

30

【0009】

ところで、リーフの位置検出を複数の歯車を介することなく、リーフに抵抗体を塗布しておくとともに、リーフの移動に伴ってこの抵抗体上をなぞるようなブラシを設けることにより、リーフの移動に伴って検出される抵抗値の変化から、リーフの移動量を検出するようにしたものも提案されている（例えば、特許文献 2 参照。）。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0010】

【特許文献 1】特開 2007 - 117464 号公報

【特許文献 2】米国特許第 6696694 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

しかしながら、特許文献 2 に開示されたものは、リーフに塗布した抵抗体による抵抗値の変化から、リーフの移動量を検出するものであるため、検出精度が低く放射線治療装置における放射線照射野を設定するための多分割絞り装置に適用するには難点があった。

【0012】

50

本発明は、歯車のバックラッシュの影響を排除して、リーフの位置を精度よく検出して設定できるようにすることにより、高精度の放射線治療を可能とする放射線治療装置を提供することを目的としてなされたものである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上述の課題を解決するため、本発明は、放射線源からの放射線を遮蔽するための複数のリーフを密接して配置し、このリーフを移動することにより、前記放射線源から放射される放射線の照射範囲を制限するようにした放射線治療装置において、前記リーフを移動させる駆動手段と、前記リーフの移動方向に沿って配置した帯状の固定子電極およびこの固定子電極に対峙するように前記リーフに設けた移動子電極とから成る静電エンコーダと、この静電エンコーダの前記固定子電極側から得られる検出情報に基づき、前記リーフを所望の位置へ移動させるように前記駆動手段を制御する制御手段と、を具備することを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、静電エンコーダによってリーフの移動量を直接検知することによって、リーフの位置を制御するようにしたので、駆動モータから種々の歯車を介してリーフへ駆動力を伝える場合の歯車のバックラッシュの影響を排除することができる。そのためリーフの位置を精度よく検出して放射線照射野を設定できるようになり、高精度の放射線治療を可能とする放射線治療装置が提供される。

20

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明に係る放射線治療装置の使用状態を示した外觀図である。

【図2】放射線治療装置に備えられている絞り装置の説明図である。

【図3】図2に直交する方向から見た絞り装置の説明図である。

【図4】絞り装置によって形成される放射線照射野の説明図である。

【図5】駆動力伝達系の一部を共通化した絞り装置の配置構成を示した説明図である。

【図6】図5における第1の駆動機構の、一例の詳細を説明するために示した説明図である。

【図7】図6におけるリーフに対する駆動歯車および中間歯車の配置関係を説明するために示した説明図である。

30

【図8】図5における第2の駆動機構の、一例の詳細を説明するために示した説明図である。

【図9】第1の駆動機構および第2の駆動機構の他の実施態様を示した説明図である。

【図10】本発明で使用する位置検出機構としての静電エンコーダの一例を示した説明図である。

【図11】リーフに静電エンコーダを組み合わせた本発明に係る放射線治療装置の一実施例を示した説明図である。

【図12】隣接するリーフの側面を模式的に示した断面図である。

【図13】図12のA部を拡大して示した説明図である。

40

【図14】リーフに静電エンコーダを組み合わせた他の実施例を示した説明図である。

【図15】隣接するリーフに静電エンコーダを組み合わる場合の実施例を示した説明図である。

【図16】図15に示したリーフと静電エンコーダの組み合わせ状態を、図9のリーフ部分に適用した実施例を示した説明図である。

【図17】水平に移動するリーフに静電エンコーダを組み合わせた実施例の説明図である。

【図18】水平に移動するリーフに静電エンコーダを組み合わせた他の実施例の説明図である。

【図19】多分割絞り装置のリーフを駆動する従来の駆動装置を説明した斜視図である。

50

【発明を実施するための形態】**【0016】**

以下、本発明に係る放射線治療装置の実施例について、図1ないし図18を参照して詳細に説明する。なおこれらの図において、同一部分には同一符号を付して示してある。

【0017】

先ず、放射線治療装置の概略的な構成について、その使用状態を示した図1を参照して説明する。

【0018】

図1に示すように放射線治療装置は、大別すると、放射線源からの放射線を被検体Pへ照射する放射線照射装置10と、被検体Pを載置して放射線の照射部位の位置決めをする治療台20と、放射線照射装置10および治療台20を始め、放射線治療装置を構成する各機器を有機的に制御する制御装置30とから構成されている。

10

【0019】

放射線照射装置10は、床に据付られる固定架台11と、固定架台11に回転可能に支持された回転架台12と、回転架台12の一端から横方向へ延びた先端部に設けられた照射ヘッド13と、照射ヘッド13に組み込まれた絞り装置14とを有している。そして、回転架台12は固定架台11の水平な回転中心軸Hの周りに、略360度にわたって回転可能であり、絞り装置14も、照射ヘッド13から照射される放射線の照射軸Iの周りに回転可能となっている。なお、回転架台12の回転中心軸Hと放射線の照射軸Iとの交点をアイソセンタ(isocenter)ICと称している。また、回転架台12は、放射線の固定照射はもとより、それ以外の各種の照射態様例えば、回転照射、振子照射、間欠照射などに対応した回転が可能のように構成されている。

20

【0020】

一方、治療台20は、アイソセンタICを中心とする円弧に沿って、矢印G方向に所定角度範囲にわたって回転可能に床に設置されている。そして、治療台20の上部には、上部機構21に支持された被検体Pを載置するための天板22が設けられている。この上部機構21は、天板22を矢印eで示す前後方向と、矢印fで示す左右方向に移動させる機構を備えている。

【0021】

また、上部機構21は、昇降機構23に支持されている。この昇降機構23は、例えばリンク機構で構成されるもので、矢印dで示す上下方向にそれ自体が昇降することによって、上部機構21および天板22を所定範囲だけ昇降させるものである。さらに、昇降機構23は、下部機構24に支持されている。この下部機構24は、アイソセンタICから距離L離れた位置を中心として、矢印Fで示す方向に昇降機構23を回転させる機構を備えている。よって、昇降機構23とともに、上部機構21および天板22が矢印F方向に所定角度回転可能である。

30

【0022】

なお、治療に際して被検体Pの位置決めや絞り装置14による放射線照射野の設定などは、医師などの医療スタッフDにより制御装置30に備えられている操作部(図示せず。)を操作することによって行われる。

40

【0023】

ところで、放射線治療を実施する際には、悪性腫瘍などの治療部位にのみ放射線を集中的に照射して、正常組織にダメージを与えないようにすることが重要である。この正常組織に極力放射線を照射しないように、放射線照射位置を規制するのが絞り装置14であり、絞り装置14は放射線の照射軸Iの周りに回転可能に、照射ヘッド13に組み込まれている。

【0024】

次に、絞り装置14の概略構成について説明する。

【0025】

図2および図3は、絞り装置14の側面図であり、これらは、絞り装置14を互いに直

50

交する方向から見た図となっていて、絞り装置 14 の容器は図示されていない。また、図 4 は絞り装置 14 によって形成される放射線照射野の説明図である。

【0026】

絞り装置 14 は、タングステンなどの重金属から成る通常 2 種類の絞り体 140、141 によって構成され、これらは放射線源 S からの放射線の照射方向に重なるように設けられる。そして、各絞り体 140、141 は、図 2 および図 3 にそれぞれ符号 140A、140B、141A、141B を付して示してあるように、対をなすように分割されて対向配置されている。ここで符号 A、B は、各絞り体 140、141 が対であることを分かり易くするために便宜上付したものである。

【0027】

さて、放射線源 S に近い側に設けられる第 1 の絞り体 140A、140B は、図 2 に示されているように、単体として構成されているとともに、各絞り体 140A、140B の端面を放射線の照射軸 I を間にして対峙するように対向配置され、放射線源 S を中心に含む同心円上を円弧状の軌道面に沿って矢印 X の方向へ移動して、互いに接近、離反するように、駆動装置 142A、142B によって駆動されるようになっている。

【0028】

一方、放射線源 S から遠い側に設けられる第 2 の絞り体 141A、141B も、図 3 に示されているように円弧状の軌道面を有し、各絞り体 141A、141B の端面を放射線の照射軸 I を間にして対峙するように対向配置され、放射線源 S を中心に含む同心円上を円弧状の軌道面に沿って、第 1 の絞り体 140A、140B に対して直交する方向、すなわち、矢印 Y の方向に移動して、互いに接近、離反するように、駆動装置 143A、143B によって駆動されるようになっている。

【0029】

ただし、第 2 の絞り体 141A、141B は、図 2 に示されているように複数のリーフ 141A1 ~ 141An、141B1 ~ 141Bn を密に隣接させた集合体として構成した多分割絞り装置であり、各リーフ 141A1 ~ 141An、141B1 ~ 141Bn に、それぞれ駆動装置 143A1 ~ 143An、143B1 ~ 143Bn が設けられている。すなわち、第 2 の絞り体 141A、141B の各リーフ 141A1 ~ 141An、141B1 ~ 141Bn の軌道面には歯が形成されており、この歯に駆動歯車が噛み合わされ、駆動歯車の軸を駆動装置 143A1 ~ 143An、143B1 ~ 143Bn で個別に駆動することにより、リーフ 141A1 ~ 141An、141B1 ~ 141Bn が所望の位置へ移動させられる。

【0030】

このように、第 1 の絞り体 140A、140B を、X 方向に互いに接近、離反するように移動させるとともに、第 2 の絞り体 141A、141B の各リーフ 141A1 ~ 141An、141B1 ~ 141Bn を、それぞれ個別に Y 方向に互いに接近、離反するように移動させることを組合せることによって、図 4 に示すような、治療部位の形状 T に近似させた不規則形状の照射野 U を形成する。

【0031】

ところで、第 2 の絞り体 141A、141B の各リーフ 141A1 ~ 141An、141B1 ~ 141Bn を駆動する場合、駆動装置 143A1 ~ 143An、143B1 ~ 143Bn の駆動力を駆動歯車に伝えるための回転軸を、同軸的に二重または三重にする多軸構造に形成して、駆動力伝達系の一部を共通化することができる。このような駆動力伝達系を有する絞り装置 14 の配置構成を図 5 に示してある。

【0032】

図 5 に示すように、第 2 の絞り体 141A、141B の各リーフ 141A1 ~ 141An、141B1 ~ 141Bn の外周側に形成されている歯には、詳細は後で図 6 ないし図 8 を参照して説明するが、駆動歯車を含む駆動機構 150、180 が結合される。ここで駆動機構 150 (以下、第 1 の駆動機構という。) は、駆動シャフトを同軸的に二重にしたものを 2 段組み合わせたものであり、駆動機構 180 (以下、第 2 の駆動機構という。

10

20

30

40

50

) は、駆動シャフトを同軸的に二重にしたものと同軸的に三重にしたものとを２段組み合わせたものである。

【００３３】

従って、第１の駆動機構１５０では４枚のリーフを各別に駆動できるとともに、第２の駆動機構１８０では５枚のリーフを各別に駆動できる。そして、例えば、第２の絞り体１４１Ａ、１４１Ｂがそれぞれ２７枚のリーフで構成されているものとすれば、各絞り体１４１Ａ、１４１Ｂに第１の駆動機構１５０と第２の駆動機構１８０を３組ずつ組み合わせて使用することによって、第１の駆動機構１５０は４枚×３組で１２枚、第２の駆動機構１８０は５枚×３組で１５枚、合計２７枚のリーフを駆動できることになる。

【００３４】

次に、第１の駆動機構１５０について図６を参照して詳細に説明する。図６は、１例として２組の第１の駆動機構１５０によって、８枚のリーフ１４１を駆動する様子を示したものであり、図が複雑になるのを避けるために、便宜上一部のリーフ１４１ａ～１４１ｎに符号を付して示している。ここで、２組の第１の駆動機構１５０を駆動機構１５０Ａと駆動機構１５０Ｂに分け、両者は同様の構成なので、一方の駆動機構１５０Ａについてのみ説明するものとする。なお、駆動機構１５０Ａでは４枚のリーフ１４１ａ、１４１ｂ、１４１ｃおよび１４１ｄを駆動する。

【００３５】

駆動機構１５０Ａは、上下２段に並行に配置された同軸的に回転可能な２本の二重軸５０ａ、５０ｂを有しており、上段の二重軸５０ａは筒状軸５１ａ内を中心軸５２ａが通り、下段の二重軸５０ｂは筒状軸５１ｂ内を中心軸５２ｂが通っている。そして、筒状軸５１ａの先端に駆動歯車５３ａが嵌着されており、この駆動歯車５３ａはリーフ１４１ａの歯に噛み合わされている。筒状軸５１ａの基端には中間歯車５４ａが嵌着されており、この中間歯車５４ａは駆動モータ６０ａの駆動軸に嵌着された出力歯車５５ａに噛み合わされている。

【００３６】

一方、下段の二重軸５０ｂの筒状軸５１ｂの両端にそれぞれ中間歯車５４ｂ、５４ｃが嵌着されており、先端側の中間歯車５４ｂはリーフ１４１ｂの歯に噛み合わされる駆動歯車５３ｂに噛み合わされている。また、筒状軸５１ｂの基端側の中間歯車５４ｃは、駆動モータ６０ｄの駆動軸に嵌着された出力歯車５５ｂに噛み合わされている。なお、筒状軸５１ｂの両端に嵌着されている中間歯車５４ｂ、５４ｃの中心部には軸受５６が形成されており、この軸受５６に支持されて中心軸５２ｂが回転可能になっている。さらに、中心軸５２ｂの先端には中間歯車５４ｄが嵌着されており、この中間歯車５４ｄはリーフ１４１ｃの歯に噛み合わされる駆動歯車５３ｃに噛み合わされているとともに、その基端は駆動モータ６０ｃの駆動軸に結合されている。

【００３７】

さらにまた、上段の二重軸５０ａの筒状軸５１ａの先端に嵌着された駆動歯車５３ａおよび基端に嵌着された中間歯車５４ａの中心部には軸受５６が形成されており、駆動歯車５３ｂおよび駆動歯車５３ｃの中心部にも軸受５６が形成されていて、これらは直線状に配置されている。そして、これらの軸受５６に中心軸５２ａが支持されて回転可能になっており、中心軸５２ａの先端にはリーフ１４１ｄの歯に噛み合わされる駆動歯車５３ｄが嵌着されているとともに、その基端は駆動モータ６０ｄの駆動軸に結合されている。

【００３８】

このように、リーフ１４１の歯に近い方、すなわち上段の二重軸５０ａの中心軸５２ａには、所定の間隔をおいて２つの駆動歯車５３ｂ、５３ｃが軸受５６を介して係合され、２つの駆動歯車５３ｂ、５３ｃに下段の二重軸５０ｂの筒状軸５１ｂの先端側の中間歯車５４ｂと、中心軸５２ｂの先端の中間歯車５４ｄとが噛み合わされた構成となっている。

【００３９】

このようなリーフ１４１に噛み合わされる駆動歯車５３ａ、５３ｂ、５３ｃ、５３ｄと、駆動歯車５３ｂ、５３ｃに噛み合わされる中間歯車５４ｂ、５４ｄとの関係は、図６にお

10

20

30

40

50

けるリーフ 1 4 1 の側面方向から見た平面図に相当する図 7 に示されている。ただし、本来同軸上にある駆動歯車 5 3 a、5 3 b、5 3 c、5 3 d であるが、これらはそれぞれ異なるリーフ 1 4 1 の外周側の歯に噛み合わされるので、図 7 では、軸をずらせて示してあり、中間歯車 5 4 b、5 4 d も同様である。

【0040】

よって、駆動モータ 6 0 a ~ 6 0 d を駆動することにより、その回転が一方の二重軸 5 0 a の筒状軸 5 1 a および中心軸 5 2 a については、それぞれ駆動歯車 5 3 a、5 3 d に直接伝達されてリーフ 1 4 1 a、1 4 1 d を移動させ、他方の二重軸 5 0 b の筒状軸 5 1 b および中心軸 5 2 b については、中間歯車 5 4 b、5 4 d を介して、それぞれ駆動歯車 5 3 b、5 3 c に伝達されてリーフ 1 4 1 b、1 4 1 c を移動させる。なお駆動モータ 6 0 a ~ 6 0 d は、減速機やブレーキなどを一体的に組み合わせたものでよい。またリーフ 1 4 1 は、図 7 に矢印で示すように、外周側の歯に沿って弧状に移動するものであることは言うまでもない。

【0041】

次に、第 2 の駆動機構 1 8 0 について図 8 を参照して説明する。図 8 は、1 例として 2 組の第 2 の駆動機構 1 8 0 によって、1 0 枚のリーフ 1 4 1 を駆動する様子を示したものであり、ここでも図が複雑になるのを避けるために、便宜上一部のリーフ 1 4 1 e ~ 1 4 1 n に符号を付して示している。ここで、2 組の第 2 の駆動機構 1 8 0 を駆動機構 1 8 0 A と駆動機構 1 8 0 B に分け、両者は同様の構成なので、一方の駆動機構 1 8 0 A についてのみ説明するものとする。なお、駆動機構 1 8 0 A では 5 枚のリーフ 1 4 1 e、1 4 1 f、1 4 1 g、1 4 1 h および 1 4 1 i を駆動する。

【0042】

駆動機構 1 8 0 A は、上下 2 段に並行に配置された同軸的に回転可能な三重軸 8 0 a と二重軸 8 0 b を有し、これらは駆動力伝達系の一部が共通化されるように組み合わせられている。上段に位置する三重軸 8 0 a は、第 1 の筒状軸 8 1 a と第 2 の筒状軸 8 2 a が同軸的に配置され、さらに第 2 の筒状軸 8 2 a 内を中心軸 8 3 a が通って、互いに干渉することなく回転可能に構成されている。一方、下段に位置する二重軸 8 0 b は、筒状軸 8 1 b 内を中心軸 8 2 b が通っており、両者は互いに干渉することなく回転可能に構成されており、この二重軸 8 0 b の構成は図 6 で説明した二重軸 5 0 b と同様である。

【0043】

そして、三重軸 8 0 a の第 1 の筒状軸 8 1 a の先端には駆動歯車 5 3 e が嵌着されており、この駆動歯車 5 3 e はリーフ 1 4 1 e の歯に噛み合わされている。また、第 1 の筒状軸 8 1 a の基端には中間歯車 8 4 a が嵌着されており、この中間歯車 8 4 a は駆動モータ 6 0 e の駆動軸に嵌着された出力歯車 8 5 e に噛み合わされている。さらに、第 1 の筒状軸 8 1 a の両端に嵌着されている駆動歯車 5 3 e および中間歯車 8 4 a は、それぞれ中心部に軸受 5 6 を有しており、この軸受 5 6 に支持された第 2 の筒状軸 8 2 a が第 1 の筒状軸 8 1 a 内を通っている。そして、第 2 の筒状軸 8 2 a の先端には駆動歯車 5 3 g が嵌着されており、この駆動歯車 5 3 g はリーフ 1 4 1 g の歯に噛み合わされている。さらに、第 2 の筒状軸 8 2 a の基端には中間歯車 8 4 b が嵌着されており、この中間歯車 8 4 b は駆動モータ 6 0 g の駆動軸に嵌着された出力歯車 8 5 g に噛み合わされている。

【0044】

一方、二重軸 8 0 b の筒状軸 8 1 b の両端にそれぞれ中間歯車 8 4 c、8 4 d が嵌着されており、先端側の中間歯車 8 4 c はリーフ 1 4 1 f の歯に噛み合わされている駆動歯車 5 3 f に噛み合わされている。また、筒状軸 8 1 b の基端側の中間歯車 8 4 d は、駆動モータ 6 0 f の駆動軸に嵌着された出力歯車 8 5 f に噛み合わされている。なお、筒状軸 8 1 b の両端に嵌着されている中間歯車 8 4 c、8 4 d の中心部には軸受 5 6 が形成されており、この軸受 5 6 に支持されて中心軸 8 2 b が筒状軸 8 1 b 内に回転可能に挿通されている。さらに、中心軸 8 2 b の先端には中間歯車 8 4 e が嵌着されており、この中間歯車 8 4 e はリーフ 1 4 1 h の歯に噛み合わされている駆動歯車 5 3 h に噛み合わされているとともに、その基端は駆動モータ 6 0 h の駆動軸に結合されている。

【 0 0 4 5 】

なお、リーフ 1 4 1 f の歯に噛み合わされている駆動歯車 5 3 f の中心部にも軸受 5 6 が形成されており、三重軸 8 0 a の第 2 の筒状軸 8 2 a はこの軸受 5 6 に支持されて駆動歯車 5 3 f を貫通し、先端に駆動歯車 5 3 g を嵌着している。さらに、第 2 の筒状軸 8 2 a の先端に嵌着された駆動歯車 5 3 g と基端に嵌着された中間歯車 8 4 b、およびリーフ 1 4 1 h の歯に噛み合わされている駆動歯車 5 3 h にも軸受 5 6 が形成されていて、これらは直線状に配置されており、この軸受 5 6 に支持されて三重軸 8 0 a の中心軸 8 3 a が挿通されている。そして、中心軸 8 3 a の先端に駆動歯車 5 3 i が嵌着され、この駆動歯車 5 3 i はリーフ 1 4 1 i の歯に噛み合わされている。

【 0 0 4 6 】

このように、リーフ 1 4 1 の歯に近い方、すなわち上段に位置する三重軸 8 0 a の中心軸 8 3 a には、駆動歯車 5 3 g、5 3 h が軸受 5 6 を介して係合され、第 2 の筒状軸 8 2 a には、駆動歯車 5 3 e、5 3 f が軸受 5 6 を介して係合されて、2 つの駆動歯車 5 3 f、5 3 h に下段の二重軸 8 0 b の筒状軸 8 1 b の先端側の中間歯車 8 4 c と中心軸 8 2 b の先端の中間歯車 8 4 e が噛み合わされた構成となっている。

【 0 0 4 7 】

よって、駆動モータ 6 0 e ~ 6 0 i を駆動することにより、その回転が上段の三重軸 8 0 a の第 1 の筒状軸 8 1 a、第 2 の筒状軸 8 2 a および中心軸 8 3 a を介して、それぞれ駆動歯車 5 3 e、5 3 g、5 3 i に伝達されてリーフ 1 4 1 e、1 4 1 g、1 4 1 i を移動させ、下段の二重軸 8 0 b の筒状軸 8 1 b および中心軸 8 2 b については、中間歯車 8 4 c、8 4 e を介してそれぞれ駆動歯車 5 3 f、5 3 h に伝達されてリーフ 1 4 1 f、1 4 1 h を移動させる。なお駆動モータ 6 0 e ~ 6 0 i は、減速機やブレーキなどを一体的に組み合わせたものでよい。

【 0 0 4 8 】

なお、図 6 および図 8 に示した駆動機構 1 5 0 および駆動機構 1 8 0 の構成を、図 9 に示すように、一部変更した態様にすることも可能である。この場合、駆動機構 1 5 0 および駆動機構 1 8 0 と同様な変更を施すことになるので、ここでは、駆動機構 1 5 0 A について、図 9 と図 6 とを対比しながらその実施態様を説明する。なお、図 9 において図 6 と同一部分には同一符号を付してある。

【 0 0 4 9 】

すなわち、上下 2 段に並行に配置されて同軸的に回転可能な 2 本の二重軸 5 0 a、5 0 b を有する駆動機構 1 5 0 A において、各駆動モータ 6 0 a ~ 6 0 d の回転軸に夫々ウォーム歯車 6 1 a ~ 6 1 d を結合し、ウォーム歯車 6 1 a を筒状軸 5 1 a の基端の中間歯車 5 4 a をウォームホイール 6 2 a に変更してこれに噛み合わせ、ウォーム歯車 6 1 b を中心軸 5 2 a の基端に新たに嵌着したウォームホイール 6 2 b に噛み合わせ、ウォーム歯車 6 1 c を中心軸 5 2 b の基端に新たに嵌着したウォームホイール 6 2 c に噛み合わせ、ウォーム歯車 6 1 d を筒状軸 5 1 b の基端の中間歯車 5 4 c をウォームホイール 6 2 d に変更してこれに噛み合わせるようにするものである。

【 0 0 5 0 】

ここまで、図 5 ないし図 9 を参照して、リーフ 1 4 1 を駆動する駆動機構 1 5 0、1 8 0 について説明したが、次に、リーフ 1 4 1 の位置を高精度に検出することによって、精度良く放射線照射野を設定するための、位置検出機構について説明する。

【 0 0 5 1 】

本発明で採用する位置検出機構を、概念的な構成図として図 1 0 に示してある。すなわち、この位置検出機構は、フィルム状の固定子電極 2 1 0 の上に、同じ素材で形成された移動子電極 2 2 0 を乗せた静電エンコーダ 2 0 0 であり、電極のみで構成された厚さが例えば 0.2 mm 程度の薄いものである。なお、固定子電極 2 1 0 はスケールと呼ばれ、レール状に 4 相の誘導電極が形成されており、移動子電極 2 2 0 はヘッド部と呼ばれ、櫛歯状電極が形成されている。そして、移動子電極 2 2 0 には信号線や給電線は接続されず、固定子電極 2 1 0 側に受信回路 2 1 1、2 1 2 が接続される。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 2 】

そこで、固定子電極 2 1 0 上で移動子電極 2 2 0 を移動させると、静電誘導の原理により移動子電極 2 2 0 の櫛歯状電極にプラスとマイナスの電荷が交互に誘起されるので、この電荷の分布を固定子電極 2 1 0 の 4 相の誘導電極で検出する。そして、検出した信号を受信回路 2 1 1、2 1 2 で増幅して、「R E A L」分と「I M A G」分の複素数成分として取り出し、これをベクトルとして処理することにより、移動子電極 2 2 0 の変位距離に相当する位相量を呈する A B 2 相パルスが得られる。

【 0 0 5 3 】

そこで、この A B 2 相パルスを、被検体の治療部位の形状 T に適した放射線照射野 U に合わせるための、各リーフ 1 4 1 の駆動用の制御信号として、放射線治療装置の制御装置 3 0 (図 1 参照) へ供給し、使用される。

10

【 0 0 5 4 】

このような位置検出機構としての静電エンコーダ 2 0 0 を、リーフ 1 4 1 に適用した場合の一例を図 1 1 に示してある。

【 0 0 5 5 】

すなわち、図 1 1 は図 7 と同様に、第 2 の絞り体 1 4 1 A、1 4 1 B の内の或る 1 枚のリーフ 1 4 1 の平面図であり、リーフ 1 4 1 の矢印で示す弧状の移動方向に沿って静電エンコーダ 2 0 0 の固定子電極 2 1 0 を配置するとともに、固定子電極 2 1 0 に対峙するように移動子電極 2 2 0 をリーフ 1 4 1 に設けている。なお、固定子電極 2 1 0 の後端側は受信回路 2 1 1、2 1 2 (図 1 0 参照。) に接続されているとともに、絞り装置 1 4 (図 1 参照。) の図示しない容器側に固定されている。

20

【 0 0 5 6 】

また、リーフ 1 4 1 は、先端側 (図 1 1 の左側。) の約半分は放射線の遮蔽用として使用され、残りの後端側 (図 1 1 の右側。) はリーフの保持と駆動に使用されている。そのため、後端側の部分に静電エンコーダ 2 0 0 の固定子電極 2 1 0 を位置させ、リーフ 1 4 1 を移動子電極 2 2 0 とともに、固定子電極 2 1 0 に沿って移動させるようにする。

【 0 0 5 7 】

従って、リーフ 1 4 1 を移動させることによって、静電エンコーダ 2 0 0 の固定子電極 2 1 0 に沿って、リーフ 1 4 1 とともに移動子電極 2 2 0 も移動し、この移動子電極 2 2 0 の移動量に応じた信号が、固定子電極 2 1 0 に接続されている受信回路 2 1 1、2 1 2 から検出される。よって、この検出信号が放射線治療装置の制御装置 3 0 (図 1 参照。) へ供給されて、各リーフ 1 4 1 を駆動する駆動機構 1 5 0、1 8 0 の制御信号として利用され、治療部位の形状 T に適した放射線照射野 U を形成するようにリーフ 1 4 1 の開閉移動を制御する。なお、図 1 1 は、リーフ 1 4 1 が図の右側に最大限後退して、放射線照射野が最も大きくなる状態にあり、リーフ 1 4 1 が図の左側に移動するのに従って放射線照射野は狭くなることを示している。

30

【 0 0 5 8 】

ところで、多分割絞り装置は、隣接するリーフ 1 4 1 同士の間隙に隙間ができないようにした集合体として構成されているので、隣接するリーフ 1 4 1 相互の間に固定子電極 2 1 0 を配置することは極めて困難を伴うことになる。そこで本発明の 1 つの実施例では、隣接するリーフ 1 4 1 の隙間から放射線が漏洩するのを防止するために、リーフ 1 4 1 に形成されている凹凸部の凹部に静電エンコーダ 2 0 0 を配置するものとする。

40

【 0 0 5 9 】

すなわち、隣接するリーフ 1 4 1 の側面を模式的な断面図で示すと、図 1 2 に示すように、リーフ 1 4 1 にはその幅方向の中央部付近に、弧状の移動方向に沿って凹凸部 1 4 1 X が形成されている。そこで、図 1 2 の A 部を拡大すると、この凹凸部 1 4 1 X は図 1 3 のようになり、隣接するリーフ 1 4 1 について見ると、一方のリーフ 1 4 1 の凸部が他方のリーフ 1 4 1 の凹部に係合し、凹凸部 1 4 1 X における凸部と凹部の間に微小の隙間 G p が形成されていることが分かる。そこで、この隙間 G p に、静電エンコーダ 2 0 0 を配置するようにする。

50

【 0 0 6 0 】

この場合、静電エンコーダ 2 0 0 の移動子電極 2 2 0 は、リーフ 1 4 1 に固定されるので問題はないが、静電エンコーダ 2 0 0 の固定子電極 2 1 0 は、薄いフィルム状を呈しているので、配置上不安定になりかねない。そのような虞がある場合は、固定子電極 2 1 0 をある程度の硬さのある樹脂などの補強用の支持部材に貼付して所定の場所に配置するようにする。

【 0 0 6 1 】

なお、図 1 2、図 1 3 に矢印で示すように、リーフ 1 4 1 の上方から照射される放射線が、隣接するリーフ 1 4 1 同士の隙間に進入したとしても、この凹凸部 1 4 1 X で遮断されることにより、放射線はリーフ 1 4 1 の下方へ通過することではなく、凹凸部 1 4 1 X はこのような放射線の漏洩防止を目的として形成されている。

10

【 0 0 6 2 】

また第 2 の実施例としては、図 1 4 に示すように、保持と駆動に使用されているリーフ 1 4 1 の後端側部分に、移動方向に沿って弧状の切り欠き 1 4 1 H を形成しておき、この切り欠き 1 4 1 H 部分に静電エンコーダ 2 0 0 の固定子電極 2 1 0 を配置するようにした。この場合も、固定子電極 2 1 0 に対峙するように移動子電極 2 2 0 をリーフ 1 4 1 に設けることは言うまでもない。なお図 1 4 も、リーフ 1 4 1 が図の右側に最大限後退して、放射線照射野が最も大きくなる状態にあり、リーフ 1 4 1 が図の左側に移動するのに従って放射線照射野は狭くなることを示している。

【 0 0 6 3 】

20

これまで図 1 1 ないし図 1 4 を参照して、1 枚のリーフ 1 4 1 に対する静電エンコーダ 2 0 0 の固定子電極 2 1 0 と移動子電極 2 2 0 の配置について説明したが、何れもリーフ 1 4 1 に対しては、放射線の入射方向のほぼ中間部に静電エンコーダ 2 0 0 を配置するものとしていた。しかし、隣接するリーフ 1 4 1 に対して、静電エンコーダ 2 0 0 の位置を、放射線の入射方向に沿って交互にずらせて配置するようにすることもできる。

【 0 0 6 4 】

このような配置例が図 1 5 に示されている。ここで図 1 5 は、図 6、図 8 および図 9 に示されている集合体としてのリーフ 1 4 1 部分を切り出して示したものであり、放射線は第 2 の絞り体 1 4 1 A、1 4 1 B を構成しているリーフ 1 4 1 に対して、図の上方から下方へ向けて照射されることになる。

30

【 0 0 6 5 】

すなわちこの実施例では、図 1 5 に示されているように、例えばリーフ 1 4 1 a に対しては、放射線源から遠い側に静電エンコーダ 2 0 0 の固定子電極 2 1 0 と移動子電極 2 2 0 を配置し、リーフ 1 4 1 b に対しては、放射線源に近い側に静電エンコーダ 2 0 0 の固定子電極 2 1 0 と移動子電極 2 2 0 を配置するようにする。さらに次のリーフに対しては、放射線源から遠い側に静電エンコーダ 2 0 0 の固定子電極 2 1 0 と移動子電極 2 2 0 を配置する如く、隣接するリーフ 1 4 1 について、静電エンコーダ 2 0 0 の設置位置を、放射線の入射方向に沿って交互にずらせている。従って、このようにすれば、リーフ 1 4 1 をより薄くしても静電エンコーダ 2 0 0 の配置スペースを確保することができる。

【 0 0 6 6 】

40

なお、このような図 1 5 に示したリーフ 1 4 1 部分を、リーフ 1 4 1 の駆動機構 1 5 0、駆動機構 1 8 0 を説明した図 9 のリーフ 1 4 1 部分に置き換えて示すと、図 1 6 のようになることは言うまでもない。

【 0 0 6 7 】

以上詳述したように本発明によれば、静電エンコーダ 2 0 0 の固定子電極 2 1 0 を、リーフ 1 4 1 の移動方向に沿って配置するとともに、この固定子電極 2 1 0 に対峙するように、移動子電極 2 2 0 をリーフ 1 4 1 に設けることにより、固定子電極 2 1 0 からリーフ 1 4 1 の移動量を直接検知することができる。よって、駆動モータから出力歯車、中間歯車、駆動歯車など種々の歯車を介してリーフへ駆動力を伝える場合の歯車のバックラッシュの影響を排除することができる。また、リーフの位置を精度よく検出して放射線照射野

50

を設定できるようになり、高精度の放射線治療を可能とする放射線治療装置が提供される。

【 0 0 6 8 】

さらに、静電エンコーダ 2 0 0 は極めて薄く形成することができるので、隣接するリーフ 1 4 1 の間に配置するのが容易であり、加えて、移動子電極 2 2 0 には電氣的な配線を必要とせず、固定子電極 2 1 0 から検出信号を取り出すので、放射線照射野設定の信頼性をより高めることができる。

【 0 0 6 9 】

なお本発明は、上述の一実施例に限定されることなく要旨を逸脱しない範囲で種々の態様での実施が可能である。例えば、ここまでは、リーフ 1 4 1 が円弧状の軌道面を有するものとして説明したが、図 1 7、図 1 8 に示すように、直方体の一端が半円状に形成された水平に移動するリーフ 1 4 1 の位置検出にも適用できる。

【 0 0 7 0 】

すなわち、図 1 7 に示したものは、水平に移動するリーフ 1 4 1 の面に平行に、静電エンコーダ 2 0 0 の固定子電極 2 1 0 を水平方向に直線的に配置し、この固定子電極 2 1 0 に対峙するように、静電エンコーダ 2 0 0 の移動子電極 2 2 0 をリーフ 1 4 1 に固定したものである。この場合固定子電極 2 1 0 は、図 1 1 ないし図 1 3 で説明したものと同様に、リーフ 1 4 1 に形成されている凹凸部 1 4 1 X における凸部と凹部の間の微小隙間 G p に配置させれば良い。

【 0 0 7 1 】

また、図 1 8 に示したものは、図 1 4 で説明したものと同様に、リーフ 1 4 1 の後端側部分に、水平の移動方向に沿って直線状の切り欠き 1 4 1 H を形成しておき、この切り欠き 1 4 1 H 部分に静電エンコーダ 2 0 0 の固定子電極 2 1 0 を配置したものである。この場合も、固定子電極 2 1 0 に対峙するように、移動子電極 2 2 0 をリーフ 1 4 1 に設けることは言うまでもない。なおこれらの図でも、リーフ 1 4 1 が図の右側に最大限後退して、放射線照射野が最も大きくなる状態にあり、リーフ 1 4 1 が図の左側に移動するのに従って放射線照射野は狭くなることを示している。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 2 】

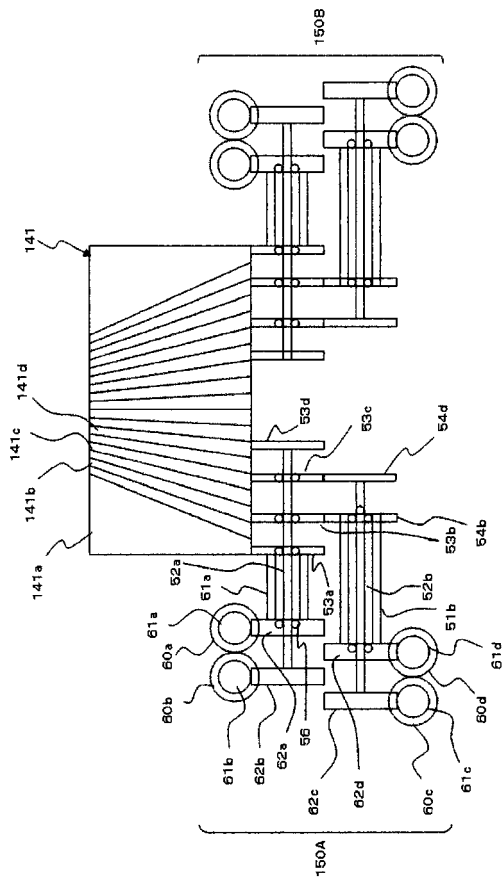
- 5 3 駆動歯車
- 1 4 1 リーフ
- 2 0 0 静電エンコーダ
- 2 1 0 固定子電極
- 2 2 0 移動子電極

10

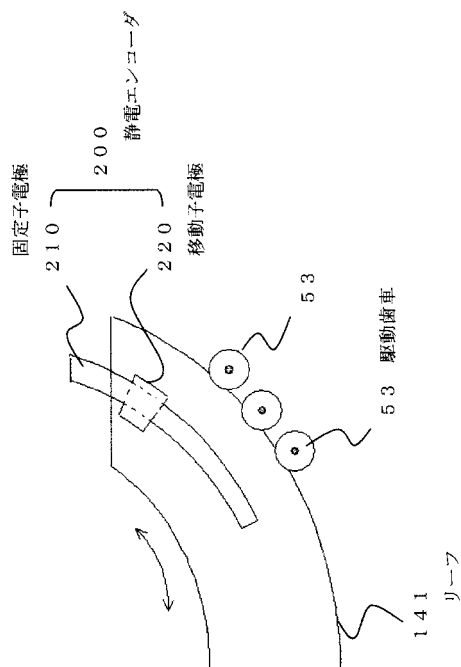
20

30

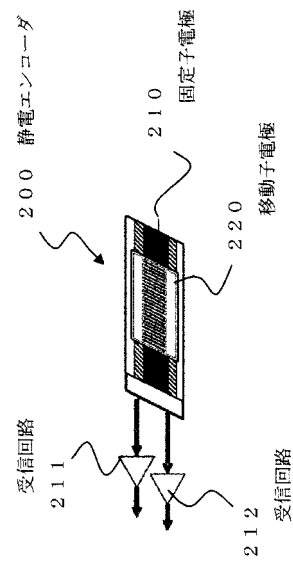
【図 9】



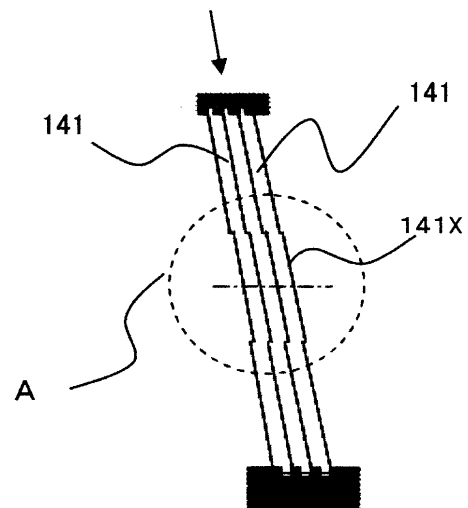
【図 11】



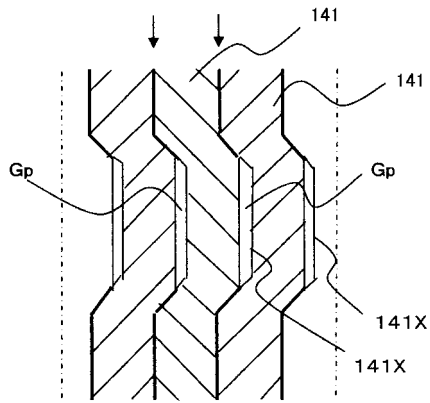
【図 10】



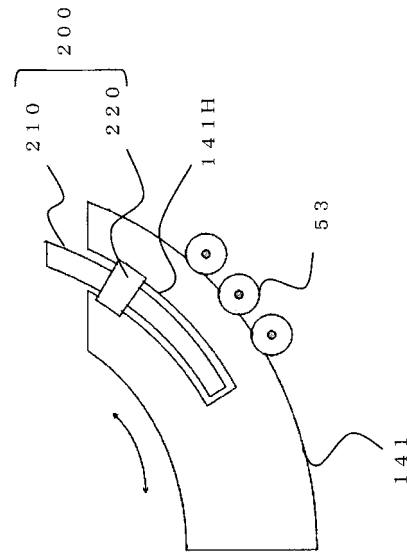
【図 12】



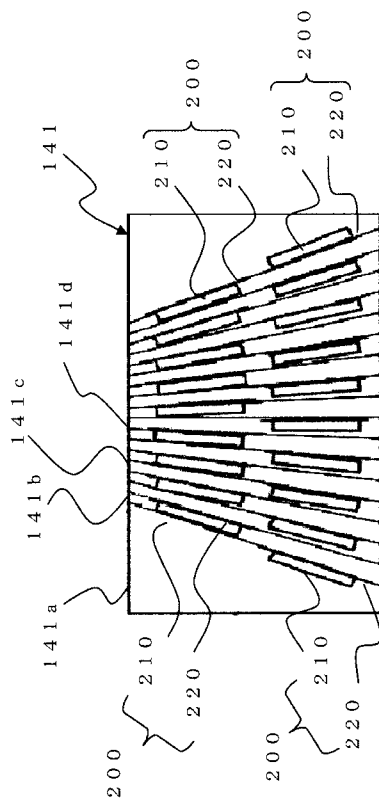
【図 13】



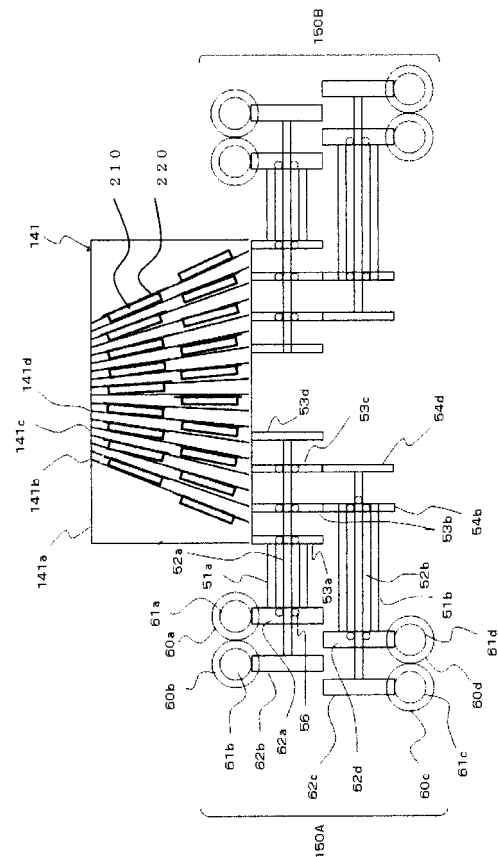
【図 14】



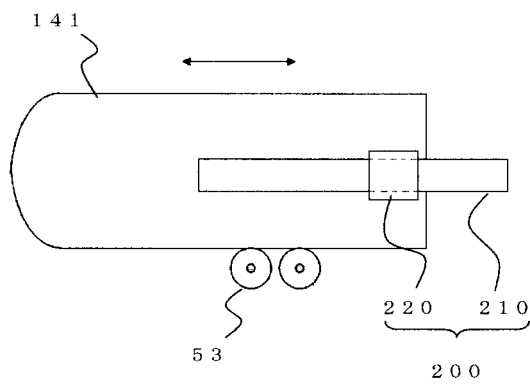
【図 15】



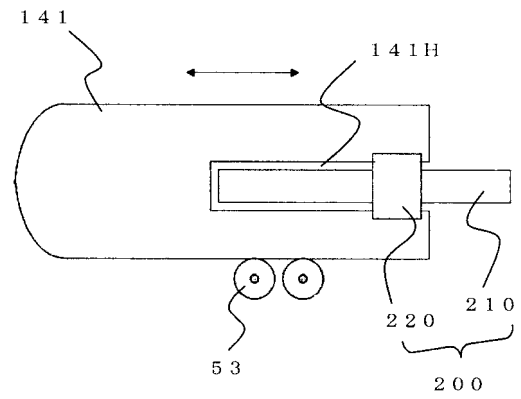
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【図 19】

