

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6158334号
(P6158334)

(45) 発行日 平成29年7月5日(2017.7.5)

(24) 登録日 平成29年6月16日(2017.6.16)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 N 5/10 (2006.01)

A 6 1 N 5/10

H

A 6 1 N 5/10

M

請求項の数 17 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2015-530450 (P2015-530450)
 (86) (22) 出願日 平成25年9月10日 (2013.9.10)
 (65) 公表番号 特表2015-527155 (P2015-527155A)
 (43) 公表日 平成27年9月17日 (2015.9.17)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2013/068762
 (87) 国際公開番号 WO2014/041003
 (87) 国際公開日 平成26年3月20日 (2014.3.20)
 審査請求日 平成28年9月9日 (2016.9.9)
 (31) 優先権主張番号 2012/0605
 (32) 優先日 平成24年9月11日 (2012.9.11)
 (33) 優先権主張国 ベルギー (BE)
 (31) 優先権主張番号 61/700,694
 (32) 優先日 平成24年9月13日 (2012.9.13)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 502017227
 イヨン ベアム アプリカシオン エッ
 ス.アー.
 ベルギー, ペー 1 3 4 8 ルーバンラー
 ヌーブ, 3, シュマン デュ シクロトロ
 ン
 (74) 代理人 110002077
 園田・小林特許業務法人
 (72) 発明者 ビレ, ヴァンサン
 ベルギー王国 ペー 5 0 3 0 ジャンブ
 ルー, リュ デ ポワリエ 7

審査官 松浦 陽

早期審査対象出願

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 可動フロアを有するハドロン治療装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

治療領域の上方に位置する第1の角度位置()と前記治療領域の下方に位置する第2の角度位置()との間の前記治療領域周囲に回転可能な水平回転軸を有する照射ユニット(5);

前記照射ユニット(5)の両側に配置される下方セグメント(8')と上方セグメント(8'')を備える、長手方向に変形可能なバンドの形態にある可動フロア(8'、8'');

前記治療領域下方の実質的に水平な可動フロア表面、及び前記可動フロア表面上方の前記第1の角度位置()までの前記治療領域を取り囲む壁を形成するように、前記治療領域周囲の経路に沿って前記可動フロア(8'、8'')をガイドするガイド構造体;

前記照射ユニット(5)が前記第2の角度位置()にあるときに見出される下方格納位置から、前記照射ユニット(5)が前記第1の角度位置()にあるときに見出され、前記実質的に水平な可動フロア表面を形成する最終の動作位置まで、前記照射ユニット(5)によって引き出し可能である前記下方セグメント(8');及び

前記照射ユニット(5)が前記第1の角度位置()にあるときに見出される上方格納位置から、前記照射ユニット(5)が第2の角度位置()にあるときに見出され、前記実質的に水平な可動フロア表面を少なくとも部分的に形成する最終動作位置まで、前記照射ユニット(5)によって引出し可能である前記上方セグメント(8'');

を備えるハドロン治療装置(1)であって、

10

20

前記下方セグメント（８´）及び前記上方セグメント（８´´）は有限の長さを有するセグメントであり、各々は端部を有すること；及び

前記照射ユニットの前記角度位置及び運動方向とは独立した軸方向の張力で、前記上方セグメントを十分に保持するため、前記上方格納位置に向かって、前記上方セグメント上の牽引力を働かせられるように、牽引デバイス（１７、１９）は前記上方セグメント（８´´）の前記端部に結合されていること
を特徴とするハドロン治療装置（１）。

【請求項２】

前記牽引デバイスは、少なくとも１つのプーリー（１８）によってガイドされる少なくとも１本のケーブル（１７）によって、前記上方セグメント（８´´）の前記端部に結合されている平衡錘（１９）を含むことを特徴とする、請求項１に記載の装置。

【請求項３】

前記上方セグメント（８´´）の端部は、前記上方セグメント（８´´）が前記上方格納位置に完全に配置されている場合には、前記照射ユニット（５）の上方に配置されることを特徴とする、請求項１又は２に記載の装置。

【請求項４】

前記上方格納位置では、前記上方セグメント（８´´）は開放ループを形成し、且つ前記上方セグメント（８´´）の端部は前記照射ユニット（５）の上方に延在する平面に配置されることを特徴とする、請求項３に記載の装置。

【請求項５】

前記下方セグメント（８´）の前記端部は、前記下方セグメント（８´）が前記下方格納位置に配置されている場合には、前記照射ユニット（５）の下方に配置されることを特徴とする、請求項１から４のいずれか一項に記載の装置。

【請求項６】

前記下方格納位置では、前記下方セグメント（８´）は開放ループを形成し、且つ前記下方セグメント（８´）の端部は前記照射ユニット（５）の下方に延在する平面に配置されることを特徴とする、請求項５に記載の装置。

【請求項７】

前記ガイド構造体はガイドレール（１０）を備え、前記ガイドレールは：

前記治療領域の下方に前記平坦で実質的に水平な可動フロア表面を形成する直線経路に沿って、前記可動フロア（８´、８´´）をガイドすることができる第１の部分（１０ a）；

前記平坦な可動フロア表面の上方に、前記第１の角度位置（ ）まで前記治療領域を取り囲む円筒形セグメントの形状に表面を形成する、円弧形状の経路に沿って、前記可動フロア（８´、８´´）をガイドすることができる第２の部分（１０ b）；

前記第１の部分（１０ a）を下方に延在し、前記下方セグメント（８´）に対して前記下方格納位置を形成する、開放ループの形態の経路に沿って前記下方セグメント（８´）をガイドすることができる第３の部分（１０ c）；及び

前記第２の部分（１０ b）を上方に延在し、前記上方セグメント（８´´）に対して前記上方格納位置を形成する、開放ループの形態の経路に沿って前記上方セグメント（８´´）をガイドすることができる第４の部分（１０ d）；

を備えることを特徴とする、請求項１から６のいずれか一項に記載の装置。

【請求項８】

前記照射ユニット（５）を取り囲み、その両側に機能的な遊びを有する強固な牽引フレーム（２０）であって、前記回転照射ユニット（５）が、前記機能的な遊びの範囲内で、前記牽引フレーム（２０）に対して動くことができるように、前記照射ユニット（５）によって支持されている前記牽引フレーム（２０）、

前記強固な牽引フレーム（２０）の両側に結合されている前記可動フロアの前記セグメント（８´、８´´）；及び

力伝達手段（２１）によって伝達される力が閾値未満に留まる限り、前記照射ユニット

10

20

30

40

50

(5) に対して前記牽引フレーム(20)を中央の位置に固定するように、前記牽引フレーム(20)と前記照射ユニット(5)との間に配置される前記力伝達手段(21)であって、伝達された力が前記閾値を超えるとときには、このような機能的な遊びを利用して、前記牽引フレーム(20)に対して前記照射ユニット(5)の相対的な運動を許すように屈する少なくとも1つの安全性エレメントを備える前記力伝達手段(21)を特徴とする、請求項1から7のいずれか一項に記載の装置。

【請求項9】

前記安全性エレメントが屈したことを検出できる検出デバイス；及び

前記安全性エレメントが屈したことを前記検出デバイスが検出すると、前記照射ユニットの回転の緊急停止を起動することができるモニタリングシステム
を特徴とする、請求項8に記載の装置。

10

【請求項10】

平行四辺形の四隅に配置される4つの関節(46'、48'、46''、48'')を有する機構を形成するように、前記牽引フレーム(20)は2つの懸垂アーム(44'、44'')で前記照射ユニット(5)によって支持されることを特徴とする、請求項8又は9に記載の装置。

【請求項11】

前記力伝達手段は、伸縮は少なくとも1つの停止キーによってブロックされ、前記安全性エレメントを形成し、伝達された力が前記閾値を超えるとときには屈する、少なくとも1つの嵌め込みエレメントを備えることを特徴とする、請求項10に記載の装置。

20

【請求項12】

前記照射ユニット(5)と前記下方セグメント(8')との間の結合は、ピボットジョイント(24')と牽引レール(23')を備え、前記牽引レール(23')は、前記下方セグメント(8')上の前記照射ユニット(5)からの牽引力の伝達を最適化するように画定された軌道に沿って前記ピボットジョイント(24')をガイドすることと、前記照射ユニット(5)と前記上方セグメント(8'')との間の結合は、ピボットジョイント(24'')と牽引レール(23'')を備え、前記牽引レール(23'')は、前記上方セグメント(8'')上の前記照射ユニット(5)からの牽引力の伝達を最適化するように画定された軌道に沿って前記ピボットジョイント(24'')をガイドすることとを特徴とする、請求項8に記載の装置。

30

【請求項13】

前記牽引レール(23、23'')は：

実質的に直線的な軌道部分(25)；

その後続く凸型に丸みを帯びた軌道部分(26)

を画定することを特徴とする、請求項12に記載の装置。

【請求項14】

患者(29)の位置決めのためのレーザービーム(28)を生成することができるレーザー源(30)であって、前記可動フロア(8'、8'')の背後の支持部(39)上に配置される前記レーザー源と、前記レーザービーム(28)の経路用の開口部(31)を備える前記可動フロアセグメント(8'、8'')のうちの少なくとも1つとを備えることを特徴とする、請求項1から13のいずれか一項に記載の装置。

40

【請求項15】

前記可動フロア(8'、8'')のいずれかの側に配置される画像撮影デバイスを備え、前記画像撮影デバイスは少なくとも1つのX線管(34)とX線検出パネル(35)を備えることを特徴とする、請求項1から14のいずれか一項に記載の装置。

【請求項16】

前記可動フロア(8'、8'')は、前記可動フロア(8'、8'')が前記ガイド構造体によって画定される経路を追従できるように、互いに関節でつながれた複数の横断セグメント(15)を備えることを特徴とする、請求項1から15のいずれか一項に記載の装置。

50

【請求項 17】

前記回転軸(3)を共に含む水平平面(B'、B'')と垂直平面(A'、A'')によって画定される4つの象限が：

第1象限と第2象限は、前記水平平面(B'、B'')の上方で互いに隣合うように配置され；

第3象限は前記第2象限の下方に配置され；第4象限は前記第1象限の下方に配置されるように番号づけされる場合には、

前記第1の角度位置()で、前記照射ユニット(5)は前記第1象限内に配置され；
且つ

第2の角度位置()で、前記照射ユニット(5)は前記第3象限と第4象限の境界、又は前記第4象限内のどちらかに配置されることを特徴とする、請求項1から16のいずれか一項に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は可動フロアを有するハドロン治療装置に関する。

【背景技術】

【0002】

癌治療用の最近のハドロン治療技術により、周囲組織を温存しつつ、腫瘍などの標的体積上に線量を正確に与えることが可能になっている。ハドロン治療装置は一般的に、荷電粒子ビームを生成する粒子加速器、ビームのための輸送手段を備える回転ガントリ、及び照射ユニットを備える。照射ユニットは標的体積上に線量分布を供給し、さらに一般的に、ビームの方向及び形状をモニタリングする手段に加えて、供給線量をモニタリングする手段、例えばイオンチャンバなどを備える。

【0003】

回転ガントリは、照射ユニットが幾つかの照射角で治療ビームを供給できるように、水平回転軸の周りに回転することができる。従来のハドロン治療装置の回転ガントリは一般的に、水平回転軸の周りに360度回転するように設計されている。

【0004】

回転照射ユニットは、可動フロアによって少なくとも部分的に閉鎖された経路を通して治療チャンバに突出している。この可動フロアにより、治療者は全く安全に患者に近づくことが可能で、また、照射ユニットを回転することもできる。種々のモデルの可動フロアが開発されている。

【0005】

米国特許第7,997,553号は、照射ユニットで終わるビーム輸送ラインをサポートする回転ガントリを備えるハドロン治療装置について記載している。治療チャンバは照射ユニット用の経路を備え、その経路は治療チャンバのフロアにおいて、可動フロアによって覆われている。このフロアは、互いに隣接して配置される複数の可動パネルを備える。ガントリの回転中、これらの可動パネルの各々は、照射ユニット用の経路を開放する第1の位置と照射ユニット周囲の経路を覆う第2の位置との間で、個別に作動される。このようなフロアは、ガントリの回転に同期するように複数のパネルの動きをモニタリングする手段を必要とする。このようなパネルは、一方で、照射ユニットとパネルの1つとの衝突を避けるため、また他方で、照射ユニット周囲の経路が過度に長い時間開放されていることによる事故のリスクを避けるため、十分に短い時間で延伸・後退可能でなければならない。照射ユニットの角度位置に基づいて、照射ユニットと4枚のパネルのうちの1枚との間には何も無い空間が存在することがある。

【0006】

国際公開第2010/076270号はまた、水平軸の周りに回転可能なガントリを備え、照射ユニットで終わるビーム輸送ラインをサポートするハドロン治療装置について記載している。治療チャンバは円筒形ルーフによって吊るされる水平フロアを備える。照射

10

20

30

40

50

ユニットは横断経路を通して治療チャンバに突出し、この横断経路によって、前記水平軸の周りに照射ユニットの360度回転が可能になる。可動フロアは前記経路を閉鎖し、治療チャンバのフロアに平坦なアクセス表面と、ルーフに円筒形の分離壁を形成する。提示される可動フロアは、1つのメインフロアと2つの二次フロアからなるが、それぞれが複数の剛性のある横板が互いに柔軟に結合されている。メインフロアはガントリによって駆動され、二次フロアは照射ユニットによって駆動される。前記可動フロアの構成は、照射ユニットの任意の位置で360度にわたって経路を完全に閉鎖する。他の可動フロア構成も同公報に記載されているが、これは参照として本願に組み込まれる。

【0007】

国際公開公報2010/076270号はまた、二次フロアを照射ユニットに結合するための機構について記載している。この機構は、照射ユニットの両側にそれぞれ配置される2つの牽引レール対を備える。2つの二次フロアはそれぞれ、前記牽引レール対の1つに摺動可能にガイドされる少なくとも1つのピボットジョイントを備える。牽引レール対は、可動フロアの運動方向を横断する直線的な経路に沿って、前記ピボットジョイントをガイドし、これにより可動フロアがガイド構造体の円形部分と直線部分との間で向きを変えることが可能になる。牽引レールの各々はまた、二次フロアの1つが何らかの原因により動かなくなった場合に、照射ユニットの残りの動きを吸収できるようにする緩衝機構の一部ともなっている。第1の実施形態では、この緩衝機構は、各レールに対して、照射ユニットに固定された部材、レールに平行な部材、及び照射ユニットに固定された部材に平行な部材を備えた、変形可能な平行四辺形を想定している。ピストンは、牽引レールと牽引レールに平行な部材との間に結合されている。ピストンによって伝達される圧縮力が閾値未満に留まっている限り、ピストンは剛性のある伝達エレメントを形成する。ピストンによって伝達される圧縮力が閾値を超えると、ピストンは収縮して変形可能な平行四辺形は平坦になり、これによって、変形可能な平行四辺形に結合されているフロアが動かなくなったときには、照射ユニットの残りの動きを吸収する。この緩衝機構の第2の実施形態では、牽引レールの各端部はピストンによって照射ユニットに結合されている。緩衝機構は次いで、少なくとも4つのピストン、好ましくは8つのピストンを備える。ピストンはロードセルを備える。また、可動フロアが動かなくなった場合、ガントリの緊急停止指令がロードセルによってハドロン治療装置のモニタリングシステムに伝達された後、約3度から5度の回転ガントリの残留回転運動を吸収するため、ピストンは収縮することができる。本発明はまた、特に照射ユニット周囲の機械部品数を減らすことによって、照射ユニットに新たな付属品を配置できるように照射ユニット周囲に空き領域を設けることによって、また、ガイド構造体内で可動フロアが動かなくなるリスクをさらに軽減することによって、可動フロアと照射ユニットとの結合を改善することを目的としている。

【0008】

従来のハドロン治療装置はかなり大きな空間を必要とし、一般的に現場での組み立てはかなり労働集約的である。特に空間的な制約に起因する費用を低減するため、新たによりコンパクトな装置が提供されている。文献“Gantries” by E. Pedroni Center for Proton Radiation Therapy - Paul Scherrer Institute - WE Chiba 01-05-2010 (ポール・シェラー研究所 陽子線照射治療センター E. Pedroni 著『ガントリ』)には、PSI (ポール・シェラー研究所) によって開発され「PSI Gantry 2」と呼ばれるさらにコンパクトな装置を含め、最新の技術を備えたハドロン治療装置の多くが記載されている。この装置は、水平回転軸の周りの回転が2つの最大角度位置 - 30度から + 180度の間に限定される回転ガントリを備える。これらの角度は回転軸を含む垂直平面に対して測定され、0度の角度はビームの送達ラインが最高位置となる角度位置に対応する。(回転ガントリ及び/又は前記回転ガントリによって支持される照射ユニットの角度位置を測定するためのこの規約はこれ以降も維持される)

【0009】

欧州特許公開公報第2308561A1は、2つの最大角度位置 - 35度から + 190

10

20

30

40

50

度の間で水平回転軸の周りに回転することが可能な回転ガントリを備える、別のコンパクトなハドロン治療装置について記載している。

【 0 0 1 0 】

回転範囲が 3 6 0 度よりも大幅に小さいこのようなコンパクトなハドロン治療装置はまた、安全性と、患者への接近性の双方の理由から、フロアが装備されなければならない。従来のハドロン治療装置 (3 6 0 度の回転範囲を有する) の既知の可動フロアはまた、コンパクトなハドロン治療装置に実装されうる。しかしながら、患者周囲へのアクセスを容易にする、例えば、画像撮影手段又は患者の位置をモニタリングするための手段の導入を可能にする、フロアシステムを使用することはさらに有利である。

【 0 0 1 1 】

米国特許公報第 7 , 3 4 8 , 5 7 9 号は、ガントリが 0 度から 1 8 0 度までの 2 つの角度位置の間で水平回転軸の周りに回転可能なハドロン治療装置について記載している。この装置は、照射ユニットのための経路を有する治療チャンバ、及び照射ユニットの位置に関わりなくこの経路を覆うことができるデバイスを備える。

【 0 0 1 2 】

本出願人は最近、治療チャンバへの側方からのアクセスを可能にするさらに小型の陽子線治療システムの着手を発表した。この装置は、 - 3 0 度から + 1 9 0 度までの 2 つの角度位置の間で水平回転軸の周りに回転可能な回転ガントリを備える。この極めてコンパクトな装置に対して、治療フロアは、装置の容積低減に必要なガイド構造体にガイドされる変形可能なバンドの形態で開発されている。しかしながら、このようなコンパクトな可動フロアの解決策は、可動フロアが動かなくなるリスクが特に高い。

【 0 0 1 3 】

そこで、本発明の根底にある第 1 の問題は、治療領域の上方に位置する第 1 の角度位置 () と前記治療領域の下方に位置する第 2 の角度位置 () との間の治療領域周囲に回転可能な水平回転軸を有する照射ユニット ; 及び装置の容積低減に必要で、患者への良好なアクセスを提供し、且つ動かなくなるリスクが比較的低い、ガイド構造体にガイドされる変形可能なバンドの形態にある可動フロア、を備えるハドロン治療装置を提案することである。

【 発明の概要 】

【 0 0 1 4 】

本発明の第 1 の態様によれば、ハドロン治療装置は、好ましくは治療領域に向かって側方のアクセスベイが存在できるように、治療領域の上方に位置する第 1 の角度位置 () と治療領域の下方に位置する第 2 の角度位置 () との間の治療領域周囲に回転可能な水平回転軸を有する照射ユニット ; 照射ユニットの両側にそれぞれ配置される下方セグメントと上方セグメントを備える、長手方向に変形可能なバンドの形態にある可動フロア ; 治療領域下方の実質的に水平なフロア表面と、フロア表面上方の第 1 の角度位置までの治療領域を取り囲む壁とを形成するように、治療領域周囲の経路に沿って可動フロアをガイドするガイド構造体を備える。下方セグメントは、照射ユニットが第 2 の角度位置にあるときに見出される下方格納位置から、照射ユニットが第 1 の角度位置にあるときに見出され、実質的に水平なフロア表面を形成する最終動作位置まで、照射ユニットによって引出し可能である。上方セグメントは、照射ユニットが第 1 の角度位置にあるときに見出される上方格納位置から、照射ユニットが第 2 の角度位置にあるときに見出され、実質的に水平なフロア表面を少なくとも部分的に形成する最終動作位置まで、照射ユニットによって引出し可能である。下方セグメント及び上方セグメントは有限の長さのセグメントで、それぞれ自由端を含む。照射ユニットの角度位置及び運動方向とは独立した軸方向の張力で、上方セグメントを十分に保持するため、上方格納位置に向かって、上方セグメント上の牽引力を働かせられるように、牽引デバイスは上方セグメントの自由端に結合されている。上方セグメントを、その全長にわたって照射ユニットの角度位置及び運動方向とは独立に、一定の軸方向の張力の下に保つことによって、上方セグメントがガイド構造体を動かなくするリスクは実質的に低減される。これは、可動フロアが、例えば関節によって互いに

10

20

30

40

50

結合された複数の横断セグメントを含む場合に、特に当てはまる。牽引力はまた、少なくとも照射ユニットの下方セグメント 8' の重量によって与えられる力を部分的に補償し、それによって照射ユニットを少なくとも部分的に解放することが理解されるであろう。その結果として、照射ユニットを支持する回転ガントリを回転するためのモーターは小さくなり、また、おそらくは負荷を受けている回転ガントリの変形による、照射ユニットの角度位置の不正確さはさほど大きなものにはならない。

【0015】

牽引デバイスは、例えば、回転的又は直線的な電気、油圧、空気圧、又はバネモータでよく、照射ユニットの角度位置及び運動方向とは独立に、軸方向の張力で上方セグメントを保持するのに十分な上方格納位置に向かって、牽引力を直接的に又はチェーン、ケーブル或いはバンドを介して働かせられるように制御される。1つの好適な、特に単純で、信頼性の高いコンパクトな実施形態では、牽引デバイスは、上方セグメントの自由端に結合される平衡錘を備える。

10

【0016】

下方格納位置に向かって下方セグメント上で牽引力を働かせるように、同様の牽引デバイスも、下方セグメントの自由端に結合されうる。しかしながら、多くの場合、下方セグメント自体の重量は、軸方向の張力で下方セグメントを保持するのに十分であるため、下方セグメント用の平衡錘は多くの場合不要となる。

【0017】

1つの特に単純かつコンパクトで好適な実施形態によれば、平衡錘は少なくとも1つのプーリーによってガイドされる少なくとも1本のケーブルによって、上方セグメントに結合される。ケーブル/プーリーガイディングシステムは特に、可動フロアが配置されるガイド構造体の位置の外であっても、平行錘の位置を完全に自由に選択することができる。ロープ、チェーン又は細片は「ケーブル」の技術的均等物とみなされることが、及び静的なガイドエレメントは「プーリー」の技術的均等物とみなされることが留意されたい。

20

【0018】

装置を特にコンパクトにするため、及び治療領域への側方からのアクセスを妨害しないため、上方セグメントが完全に上方格納位置に配置される場合には、上方セグメントの端部は有利には照射ユニットの上方に配置される。

【0019】

この上方格納位置では、上方セグメントは有利には開放ループを形成し、且つ上方セグメントの端部は好ましくは照射ユニットの上方に延在する平面に配置される。この配置は非常にコンパクトで、開放ループは平衡錘で与えられる牽引力によって、信頼性の高い上方セグメントの運動を保証する。

30

【0020】

同様に、下方セグメントの端部は、下方セグメントが下方格納位置に配置される場合には、有利には照射ユニットの下方に配置される。この下方格納位置では、下方セグメントは有利には開放ループを形成し、且つ下方セグメントの端部は好ましくは照射ユニットの下方に延在する平面に配置される。この配置は非常にコンパクトで、開放ループはまた、必要に応じて平衡錘によって補助される自重の効果によって、信頼性の高い下方セグメントの運動を保証する。

40

【0021】

ガイド構造体は一般的にガイドレールを備える。ガイドレールは好ましくは、治療領域の下方に平坦で実質的に水平なフロア表面を形成する直線経路に沿って、可動フロアをガイドすることができる第1の部分；好ましくは治療領域に向かって側方のアクセスベイが留まるように、平面的なフロア表面の上方に、第1の角度位置()まで治療領域を取り囲む円筒形セグメントの形状に表面を形成する、円弧形状の経路に沿って可動フロアをガイドすることができる第2の部分；第1の部分の下方に延在し、好ましくは、下方セグメントに対して下方格納位置を形成する、開放ループの形態の経路に沿って下方セグメントをガイドすることができる第3の部分；及び、第2の部分の上方に延在し、好ましくは、

50

上方セグメントに対して上方格納位置を形成する、開放ループの形状の経路に沿って下方セグメントをガイドすることができる第4の部分；を備える。

【0022】

1つの有利な実施形態では、強固な牽引フレームは、その両側に機能的な遊びを有する照射ユニットを取り囲み、回転照射ユニットが前記機能的な遊びの範囲内で牽引フレームに対して動くことができるように、照射ユニットによって支持されている。フロアのセグメントは強固な牽引フレームの両側に結合されている。力伝達手段は、それによって伝達される力が閾値未満に留まっている限り、照射ユニットに対して牽引フレームを中央の位置に固定するように、牽引フレームと照射ユニットとの間に配置されている。力伝達手段は、伝達された力が前記閾値を超えるとときには、このような機能的な遊びを利用して、前記牽引フレームに対して前記照射ユニットの相対的な動きを許すように屈する少なくとも1つの安全性エレメントを備える。この機構は、例えば、照射ユニット周囲の機械部品

10

【0023】

好ましくは、前の段落で説明されている解決策は、安全性エレメントが屈したことを検出できる検出デバイス、及び安全性エレメントが屈したことを検出デバイスが検出すると、前記照射ユニットの回転の緊急停止を起動することができるモニタリングシステムをさらに含む。

20

【0024】

1つの好適な実施形態では、平行四辺形の四隅に配置される4つの関節を有する機構を形成するように、牽引フレームは2つの懸垂アームで照射ユニットによって支持される。

【0025】

1つの好適な実施形態では、非常に単純で非常に信頼性が高くなるよう、力伝達手段は、伸縮は少なくとも1つの停止キーによってブロックされる、少なくとも1つの嵌め込みエレメントを含む。停止キーは次いで、伝達された力が前記閾値を超えるとときに屈する前記安全性エレメントを形成する。

【0026】

可動フロアが動かなくなった場合に、照射ユニット及び/又は可動フロアの重大な損傷を回避するため、牽引フレームと照射ユニットとの間の結合は、有利には、フロアが動かなくなった場合には、所定の破断点を破るように設計されている。

30

【0027】

照射ユニットと下方セグメントとの間の結合は、有利には、ピボットジョイントと牽引レールを備え、前記牽引レールは下方セグメント上の牽引フレームからの牽引力の伝達を最適化するように画定された軌道に沿ってピボットジョイントをガイドする。同様に、牽引フレームと上方セグメントとの間の結合は、有利には、ピボットジョイントと牽引レールを備え、前記牽引レールは上方セグメント上の牽引フレームからの牽引力の伝達を最適化するように画定された軌道に沿ってピボットジョイントをガイドする。解決策はまた、ガイド構造体内で可動フロアが動かなくなるリスクを低減するように貢献することが理解されるであろう。1つの好適な実施形態では、牽引レールは実質的に直線的な軌道部分、その後続く凸型に丸みを帯びた軌道部分を画定することにも留意されたい。

40

【0028】

好ましくは、装置はまた、患者の位置決めのためのレーザービームを生成することができるレーザー源を備える。レーザー源は次いで、有利には、可動フロアの背後の支持部上に配置され、フロアセグメントの少なくとも1つは、レーザービームの経路用の開口部を備える。

【0029】

装置はまた、画像撮影デバイスをさらに含むことがある。この画像撮影デバイスは、好ましくは、少なくとも1つのX線管及び可動フロアのいずれかの側に配置されるX線検出

50

パネルを備える。

【0030】

1つの好適な実施形態では、可動フロアは、可動フロアがガイド構造体によって画定される経路を追従できるように、互いに関節でつながれた複数の横断セグメントを備える。

【0031】

回転軸を共に含む垂直平面(A'、A'')と水平平面(B'、B'')によって画定される4つの象限が、第1象限と第2象限は、水平平面(B'、B'')の上方で互いに隣合うように配置され；第3象限は第2象限の下方に配置され；第4象限は第1象限の下方に配置されるように番号づけされる場合には；第1の角度位置()で、照射ユニットは第1象限内に配置され；且つ第2の角度位置()で、照射ユニットは前記第3象限と第4象限の境界、又は第4象限内のどちらかに配置される。

10

【0032】

別の態様によれば、本発明は、治療領域周囲に回転可能な水平回転軸を有する照射ユニット；照射ユニットの両側にセグメントを備え、長手方向に変形可能でガイド構造体内でガイドされるバンドの形態にある可動フロア；及び照射ユニットが、回転軸の周りに回転する当該牽引機構によってフロアセグメントを駆動できるように、照射ユニットと可動フロアの2つのセグメントとの間に配置される牽引機構、を備えるハドロン治療装置に関する。この牽引機構は、その両側に機能的な遊びを有する照射ユニットを取り囲み、回転照射ユニットが前記機能的な遊びの範囲内で牽引フレームに対して動くことができるように、照射ユニットによって支持されている、強固な牽引フレームを備える。フロアのセグメントは強固な牽引フレームの両側に結合されている。力伝達手段は、それにより伝達される力が閾値未満に留まっている限り、照射ユニットに対して牽引フレームを中央の位置に固定するように、牽引フレームと照射ユニットとの間に配置されている。これらの力伝達手段は、伝達された力が前記閾値を超えるときには、前記機能的な遊びを利用して、前記牽引フレームに対して照射ユニットの相対的な動きを許すように屈する少なくとも1つの安全性エレメントを備える。この機構は、例えば、照射ユニット周囲の機械部品数を減らし、これにより、特に照射ユニットの新たな付属品を配置できるように照射ユニット周囲に空き領域を設けることによって、照射ユニットへの可動フロアの結合を改善することが理解されるであろう。

20

【0033】

好ましくは、前の段落で説明されている装置は、安全性エレメントが屈したことを検出できる検出デバイス、及び安全性エレメントが屈したことを検出デバイスが検出すると、前記照射ユニットの回転の緊急停止を起動することができるモニタリングシステムをさらに含む。

30

【0034】

1つの好適な実施形態では、平行四辺形の四隅に配置される4つの関節を有する機構を形成するように、牽引フレームは2つの懸垂アームで照射ユニットによって支持される。

【0035】

1つの好適な実施形態では、非常に単純で非常に信頼性が高くなるよう、力伝達手段は、伸縮は少なくとも1つの停止キーによってブロックされる、少なくとも1つの嵌め込みエレメントを含む。この停止キーは次いで、伝達された力が前記閾値を超えときに屈する前記安全性エレメントを形成する。

40

【0036】

牽引フレームと下方セグメントとの間の結合は、有利には、ピボットジョイントと牽引レールを備え、前記牽引レールは下方セグメント上の牽引フレームからの牽引力の伝達を最適化するように画定された軌道に沿ってピボットジョイントをガイドする。同様に、牽引フレームと上方セグメントとの間の結合は、有利には、ピボットジョイントと牽引レールを備え、前記牽引レールは上方セグメント上の牽引フレームからの牽引力の伝達を最適化するように画定された軌道に沿ってピボットジョイントをガイドする。この解決策はまた、ガイド構造体内で可動フロアが動かなくなるリスクを低減するように貢献することが

50

理解されるであろう。１つの好適な実施形態では、牽引レールは実質的に直線的な軌道部分、その後続く凸型に丸みを帯びた軌道部分を画定することにも留意されたい。

【００３７】

本発明及びその利点をより良く理解するため、１つの好適な実施形態及び幾つかの代替的な実施形態は、添付図面を参照することで、以下のように例示として非限定的に説明される。

【図面の簡単な説明】

【００３８】

【図１】水平回転軸を有する照射ユニットを備えた本発明によるハドロン治療装置の単純化された３次元表示である。

10

【図２】切断面が照射ユニットの回転軸に垂直となる、図１によるハドロン治療装置の単純化された断面である。

【図３】切断面が照射ユニットの回転軸に垂直で、前記断面は真っ先に可動フロアをガイドするガイド構造体を概念的に示す、図１によるハドロン治療装置のきわめて単純化された断面である。

【図４a】照射ユニット及び可動フロアの一部の３次元表示で、より正確には、可動フロアが牽引フレームを介して前記照射ユニットにどのように結合されるかを示している。

【図４b】牽引フレームと照射ユニットとの間の結合を説明するために使用される２次元表示である（この図には可動フロアは示されていない）。

【図４c】図４aの一部の拡大図である。

20

【図５a】照射ユニット及び可動フロアの一部の２次元表示である。

【図５b】図５aの可動フロアの牽引レールの拡大図である。

【図６】切断面が照射ユニットの回転軸に垂直で、患者の位置決め用レーザーデバイスの前記ハドロン治療装置への組み込みを図式的に示す、図１のハドロン治療装置のきわめて単純化された断面である。

【図７】画像撮影デバイスをさらに備える、図１のハドロン治療装置の３次元表示である。

【発明を実施するための形態】

【００３９】

図１はハドロン治療装置１を示す。このような装置は一般的にアイソメトリックな回転ガントリ（図示せず）を備える。このガントリ２は水平回転軸３の周りに回転することができる。ガントリ２は、ビーム輸送ライン（図示せず）、及び前記水平回転軸３に実質的に垂直なビームを送達することができる照射ユニット５を支持する。回転照射ユニット５は、可動フロア８によって閉鎖された経路を通して治療チャンバ６に突出している。

30

【００４０】

図２は、切断面が照射ユニット５の回転軸３に垂直となる、図１によるハドロン治療装置の単純化された断面を示している。ガントリ２は、治療領域９の周囲の第１の角度位置と第２の角度位置との間で、水平回転軸３の周りに回転可能である。これらの角度及びは水平回転軸３を含む垂直平面 A' 、 A'' に対して測定され、は好ましくは -15 度から -45 度の間にあり、は好ましくは $+180$ 度から $+200$ 度の間にあり、角度 0 度は照射ユニット５が最高位置に配置される位置に対応している。図２では、照射ユニットは、例えば、 $= -45$ 度と $= +190$ 度の間に含まれる２つの角度位置の間の水平軸の周りに回転することができる。すなわち、 $Q1$ 、 $Q2$ 、 $Q3$ 及び $Q4$ が、図２に示すように、回転軸２を共に含む水平平面（ B' 、 B'' ）と垂直平面（ A' 、 A'' ）によって画定される４つの象限を指定しており、第１の角度位置で、照射ユニットは第１象限 $Q1$ 内に配置され；且つ第２の角度位置で、照射ユニットは第３象限 $Q3$ と第４象限 $Q4$ の境界、又は完全に第４象限 $Q4$ 内のどちらかに配置される。より一般的に、照射ユニット５は、治療領域９の上方に位置する第１の角度位置と、治療領域９の下方に位置する第２の角度位置の間の治療領域９の周囲に回転可能である。

40

【００４１】

50

アイソメトリックガントリは、例えば、欧州特許第2308561B1号及び現時点で未公開の欧州特許出願第12167394.1号に記載されているガントリであってもよく、これらは参照により本願に組み込まれる。

【0042】

可動フロア8は長手方向に変形可能なバンドの形態で設計されている。これは、下方セグメント8'及び照射ユニット5の両側に配置される上方セグメント8''を含む。ガイド構造体10は治療領域9の周囲の経路に沿って可動フロア8をガイドする。これは、治療領域9の下方に、実質的に水平で平坦なフロア表面を形成し、アクセスサービスとして機能し、前記アクセス表面の上方に位置する。また、第1の環状位置まで治療領域9を取り囲む、実質的に円筒形の分離壁を形成し、治療チャンバ6に向かって側方軸ベィ7を残すことができる。

10

【0043】

フロア8の下方セグメント8'は、照射ユニット5に結合された第1端部11'及び治療チャンバ6のフロア13の下方を通る第2端部12'を含む。この下方セグメント8'は、照射ユニット5が第2の角度位置にあるときに見出される下方格納位置から、照射ユニット5が第1の角度位置にあるときに見出され、実質的に水平で平坦なフロア表面を形成する最終動作位置まで、照射ユニット5によって引出し可能である。

【0044】

フロア8の上方セグメント8''は、照射ユニット5に結合された第1端部11''、対向する下方フロアの第1端部11''、及び治療チャンバ6のシーリング14の上方を通る第2端部12''を含む。この上方セグメント8''は、前記照射ユニット5が第1の角度位置にあるときに見出される上方格納位置から、照射ユニット5が第2の角度位置にあるときに見出され、実質的に水平で平坦なフロア表面を少なくとも部分的に形成する最終動作位置まで、照射ユニット5によって引出し可能である。

20

【0045】

下方セグメント8'及び上方セグメント8''は有限の長さのセグメントで、それぞれ自由端12'、12''を含む。これらは好適には複数の強固な横断セグメント15からなり、可動フロア8がガイド構造体によって画定される湾曲した経路に追従できるように、関節によって互いに結合されている。下方セグメント8'はその長さのほぼ全体にわたってアクセス表面として機能できなければならない、照射ユニット5のごく近傍に配置される上方セグメントの短い部分だけは原則としてアクセス表面として機能することが可能でなければならない、前記上方セグメント8''の残存する長さ部分は実質的に円筒形の分離壁としてのみ機能し、アクセス表面としては機能しないことに留意されたい。したがって、この残存する長さ部分については、上方セグメント8''は負荷を支えることが要求されないため、軽い構造体を有することができる。

30

【0046】

図3は、可動フロア8をガイドするガイド構造体を示す。この構造体は、可動フロア8によって閉じられる照射ユニット5用の経路の両側に、対称的に配置される同一のガイドレール10a、10b、10c及び10dの組2つを含む(図3では、第1の組のレールは第2の組のレールを隠している)。下方セグメント8'及び上方セグメント8''は前記レール10a、10b、10c及び10dに摺動可能に配置され、照射ユニット5によって駆動可能である。

40

【0047】

1つの好適な実施形態では、これらのガイドレールは、(1)治療領域9の下方の実質的に水平で平坦なフロア表面；(2)治療領域9を上方へ向かって取り囲む実質的に円筒形の分離壁；(3)下方セグメント8'用の下方格納位置；及び(4)上方セグメント8''用の上方格納位置を画定する異なる部分10a、10b、10c及び10dを備える。

【0048】

実質的に水平で平坦なフロア表面は、レールの第1の部分10aによって画定される。

50

これは、好ましくは、実質的に水平で平坦なフロア表面が、治療チャンバ6のフロア13と実質的に同じレベルになるように、直線経路に沿って可動フロアを支持しガイドすることができる直線レールを含む。

【0049】

実質的に円筒形ループの形態にある分離壁は、第2のレール位置10bによって画定される。これは、円弧形状のレール、例えば図3に示す180度よりやや大きい円弧を含む。この第2のレール位置10bは、前記可動フロア8を治療領域9の周囲の円弧形状の経路に沿ってガイドし、治療チャンバ6に向かって側方軸ベィ7を残すことができるように、前記第1の角度位置 まで上方に向かって第1の部分10aを延伸する。この側方軸ベィ7は、例えば、図2に概略的に示すように、治療チャンバ6に対して横向きにベッド用のロボット支持部4を配置することが可能である。

10

【0050】

下方格納位置は第3のレール位置10cによって画定される。これは、実質的に大文字の「J」を裏返しに配置した形状のレールを含み、丸みを帯びた部分(=「J」の下方部)及び直線部分(=「J」の立ち上がり部分)を有する。丸みを帯びた部分の端部は、第1の部分10aの直線レールの端部に結合され、その下方に向かって延在する。直線部分は、照射ユニット5が下方位置にあるときには、照射ユニット5の下方に延在し、好ましくは実質的に水平な平面に配置される。第3のレール部分10cは結果的に、照射ユニット5の下方に少なくとも部分的に開放ループの形状にある経路に沿って、下方セグメント8'をガイドする。

20

【0051】

上方格納位置は第4のレール部分10dによって画定される。これは、実質的に大文字の「J」を表向きに配置した形状のレールを含み、丸みを帯びた部分(=「J」の下方部)及び直線部分(=「J」の立ち上がり部分)を有する。丸みを帯びた部分の端部は、第2の部分10bの円弧形状のレールの端部に結合され、その上方に向かって延在する。直線部分は、照射ユニット5が上方位置にあるときには、照射ユニット5の上方に延在し、好ましくは実質的に水平な平面に配置される。第4のレール部分10dは結果的に、照射ユニット5の上方に少なくとも部分的に開放ループの形状にある経路に沿って、上方セグメント8''をガイドする。

【0052】

ガイドレール10の構成は提示されているように、前記ガイドレール10でのフロア8の比較的容易な動きを確保しつつ、ハドロン治療装置の容積を最小限に抑えられることが理解されるであろう。

30

【0053】

提示されている可動フロア8の構成は、照射ユニット5の位置に関わりなく、経路全体をカバーするのに十分な長さの下方可動セグメント8'及び上方可動セグメント8''を要求する。下方セグメント8'及び上方セグメント8''の長さによって、前記セグメントの重量は比較的に大きなものになる。下方セグメント8'及び上方セグメント8''の駆動時に照射ユニットを補助するため、及び上方セグメント8''がブロックされるリスクを実質的に低減するため、平衡錘19が上方セグメント8''の自由端12''に結合されている。この平衡錘は、上方セグメント8''の自由端12''に対して、上方格納位置に向かって、照射ユニット5の角度位置及び運動方向とは無関係に、上方セグメント8''を常に軸方向の張力で保つのに十分な牽引力を与える。同時に、この牽引ユニットはまた、照射ユニットの下方セグメント8'の重量によって与えられる力を少なくとも部分的に補償し、それによって照射ユニットを少なくとも部分的に解放する。

40

【0054】

図2は、前記平衡錘19は、有利には、少なくとも1つのプーリー18によってガイドされるケーブル17を用いて、上方セグメント8''の自由端12''に結合される。このようなプーリー18(又は他のガイド手段)は、ケーブル17を常に実質的にレール10dの軸内に保つ働きをする。

50

【0055】

1つの好適な実施形態によれば、照射ユニット5は、図4aに示すように、前記下方セグメント8'及び上方セグメント8''が取り付けられる牽引フレーム20によって取り囲まれている。この牽引フレーム20は、下方セグメント8'及び上方セグメント8''上の照射ユニット5から牽引力を伝える働きをする。

【0056】

牽引フレーム20及び牽引フレーム20と照射ユニット5との間の機械的な結合は、図4a、4b及び4cを参照してより詳細に説明される。図4aに示すように、牽引フレーム20は、下方セグメント8'に対する第1の牽引レール対23'及び上方セグメント8''に対する第2の牽引レール対23''を含む。第1の牽引レール対23'は、少なくとも1つの第1のクロスピース40'を用いて強固に結合されている。同様に、第2の牽引レール対23''は、図4aでは見えないが、少なくとも1つの第2のクロスピースを用いて強固に結合されている。側方エレメント42'、42''は、第1の牽引レール対23'を第2の牽引レール対23''に強固に相互接続することによって、照射ユニット5の周囲に牽引フレーム20を近づける。その結果、牽引フレーム20は、照射ユニット5の運動の両方向にある程度の機能的な遊びを有する、照射ユニット5を取り巻く強固なフレームとなる。

【0057】

図4bは、関節でつながった2つの懸垂アーム44'及び44''を含む懸垂機構を用いて、前記牽引フレーム20が照射ユニット5によって支持されていることを示す。第1の牽引レール対23'の側方に配置されているアーム44'は、照射ユニット5への第1の関節46'を用いて、及び牽引フレーム20への第2の関節48'を用いて、ここでは例えば、第1の牽引レール対23'に結合されている。同様に、第2の牽引レール対23''の側方に配置されているアーム44''は、照射ユニット5への第1の関節46''を用いて、及び牽引フレーム20への第2の関節48''を用いて、ここでは例えば、第2の牽引レール対23''に結合されている。4つの関節46'、48'、46''及び48''の回転軸は、回転ガントリ2の回転軸3に垂直な平面内に画定される平行四辺形の四隅を通過することに留意されたい。

【0058】

図4cに示すように、嵌め込みエレメント21は、照射ユニット5と牽引フレーム20との間、より具体的には、照射ユニット5と牽引フレーム20のクロスピース40との間に結合される。これは、より具体的には、通常動作中には、伸縮が停止キー（図4cには図示せず）によってブロックされる、嵌め込みエレメントを含む。伝達される力（照射ユニットの回転方向に応じて、これは牽引力または圧縮力となりうる）が一定の閾値を超えると、前記キーは、例えば切断されるなどして、壊れる。その結果、嵌め込みエレメント21は自由に伸縮可能になり、すなわち、照射ユニット5から牽引フレーム20へ大きな力を伝達することはなくなる。

【0059】

図4a、及び4cに示すように、好適には牽引フレーム20の中央平面に配置される単一の嵌め込みエレメント21、或いは一対の嵌め込みエレメント21で、好適には牽引レール23の1つの近傍に配置される前記嵌め込みエレメント21の各々を提供しうることに留意されたい。しかしながら、牽引レール23'の側方、或いは牽引レール23''の側方に一又は複数の嵌め込みエレメント21を提供すれば十分である。

【0060】

停止キーが損傷していない限り、これらの嵌め込みエレメント21は、照射ユニット5と牽引フレーム20との間の牽引力及び推進力を伝達し、照射ユニット5に対して牽引フレーム20を中心に保つ。前記閾値を超える力で停止キーが損傷すると、これらの嵌め込みエレメント21は（牽引力の下で）伸張又は（圧縮力の下で）収縮することができる。牽引フレーム20及び照射ユニット5は、上述の牽引フレーム20の懸垂機構によって条件付けられた相対運動を行うことができる。その結果として、牽引フレーム20が障害物

10

20

30

40

50

、例えば、動かないフロアに当接する場合でも、照射ユニット 5 はある角度まで回転を継続することが可能で、図 4 b の両矢印で示したように、最初の中心位置から回転の両方向に回転することができる。

【 0 0 6 1 】

図 4 c の参照番号 2 2 は キーの破壊、又は、嵌め込みエレメント 2 1 の伸張又は収縮を検出することができる検出システム 2 2 を特定している。この検出システム 2 2 のシステム信号は次いで、照射ユニット 5 の回転の緊急停止を起動するモニタリングシステムによって使用される。

【 0 0 6 2 】

正常な動作では、牽引力、推進力はそれぞれ嵌め込みエレメント 2 1 を介して、照射ユニット 5 から牽引フレーム 2 0 に伝達され、嵌め込みエレメントは強固なエレメントのように振る舞い、牽引フレーム 2 0 を照射ユニット 5 に対して中央に保つ。フロア 8 が動かなくなると、牽引フレーム 2 0 は直ちに固定され、その結果嵌め込みエレメント 2 1 の牽引力又は圧縮力は増大する。伝達される力が前記閾値を超えると、嵌め込みエレメント 2 1 の停止キーが壊れ、この破壊が検出システム 2 2 によって検出され、モニタリングシステムが照射ユニット 5 の回転の緊急停止を起動する。回転の緊急停止の起動と照射ユニット 5 の完全な停止との間に、照射ユニット 5 は角度にして数度だけさらに回転することがある。キーの破壊後、嵌め込みエレメント 2 1 がそれぞれ自由に伸張または収縮できるならば、関節でつながったアーム 4 4 ' 及び 4 4 ' ' の回転並びに牽引フレーム 2 0 と照射ユニット 5 との間で、最初の中心位置から照射ユニット 5 の回転の両方向にもたらされるある程度の遊びによって、照射ユニット 5 の残留回転は上述のように吸収されうる。

【 0 0 6 3 】

図 5 a に示すように、下方セグメント 8 ' の第 1 端部 1 1 ' は牽引レール 2 3 ' で摺動可能なピボットリンク 2 4 ' を含み、上方セグメント 8 ' ' の第 1 端部 1 1 ' ' は牽引レール 2 3 ' ' で摺動可能なピボットリンク 2 4 ' ' を含む。

【 0 0 6 4 】

これらの牽引レール 2 3 ' 、 2 3 ' ' はそれぞれ下方セグメント 8 ' 、上方セグメント 8 ' ' の第 1 のプレートに対して適切な形状及び方向、並びに照射ユニット 5 の位置に関わりなく 4 5 度 ~ 1 3 5 度の間にある角度を形成する、ピボットリンクでのレールの接平面を有する。この角度が 9 0 度に近づくほど、下方セグメント 8 ' 及び上方セグメント 8 ' ' が動かなくなるリスクは、より低減される。

【 0 0 6 5 】

図 5 b に示した 1 つの好適な実施形態によれば、牽引レール 2 3 ' 、 2 3 ' ' の形状は、洋ナシを半分に切った形状のようになることがある。したがって、図 5 b に示した牽引レール 2 3 は：

牽引フレーム 2 0 内で照射ユニット 5 の終端 3 3 に近く、照射ユニット 5 の中心軸 2 7 の方向と 1 5 度 ~ 4 0 度の角度を形成する、第 1 の実質的に直線的な部分 2 5 ; 及び

牽引フレーム 2 0 内で照射ユニット 5 の終端 3 3 から離れている、第 2 の湾曲した部分 2 6

を含む。

【 0 0 6 6 】

図 5 a は、最大角度位置 にある照射ユニット 5 を示していることに留意されたい。最大角度位置 の近傍では、上方セグメント 8 ' ' のピボットリンク 2 4 ' ' が牽引レール 2 3 ' ' の実質的に直線的な部分 2 5 に見出され、下方セグメント 8 ' のピボットリンク 2 4 ' が牽引レール 2 3 ' の湾曲した部分 2 6 に見出され、これによって、下方セグメント 8 ' の第 1 のプレートとピボットリンク 2 4 ' での牽引レール 2 3 ' の接平面との間の角度を 4 5 度 ~ 1 3 5 度に保つことができる。このように、照射ユニット 5 を第 2 の角度位置 から第 1 の角度位置 に向かって動かすようにガントリが作動されると、結果として下方セグメント 8 ' の駆動が促進される。

【 0 0 6 7 】

最大角度位置（図示せず）の近傍では、上方セグメント 8' のピボットリンク 24' が牽引レール 23' の湾曲した部分 26 に見出され、下方セグメント 8' のピボットリンク 24' が牽引レール 23' の実質的に直線的な部分 25 に見出され、これによって、上方セグメント 8' の第 1 のプレートとピボットリンク 24' での牽引レール 23' の接平面との間の角度を 45 度～135 度に保つことができる。このように、照射ユニット 5 を第 1 の角度位置 から第 2 の角度位置 に向かって動かすようにガントリが作動されると、結果として上方セグメント 8' の駆動が促進される。照射ユニット 5 の最大角度位置 及び からある程度離れた位置で、ピボットリンク 24'、24' は主として牽引レール 23'、23' の第 1 の実質的に直線的な部分 25 を摺動する。

【0068】

10

図 6 に示したように、1 つの好適な実施形態によれば、ハドロン治療装置は患者 29 の位置決めのためのレーザービーム 28 を生成することができるレーザー源 30 を備える。レーザー源 30 は、例えば、治療チャンバ 6 の円筒形の壁を形成する可動フロア 8 の背後の壁である。フロア 8 のプレートの少なくとも 1 つは、レーザービーム 28 の経路用の開口部 31 を備える。好ましくは、少なくとも 2 つのレーザー源が使用され、およそ 50 cm の患者 29 の高さを越えて広がったビームを投影するため、可動フロア 8 に 3 つの開口部が形成される。

【0069】

さらに、本発明の好適な実施形態によれば、図 7 に示したように、ハドロン治療装置は、前記レーザービーム 28 を用いて事前位置決めをした後に患者 29 の正確な位置決めを行うための固定式画像撮影デバイス 34、35 を備える。画像撮影デバイスは好ましくは、フロア 8 の下方に配置される 2 つの X 線管 34、及び治療チャンバ 6 内に配置される 2 つの X 線検出パネル 35 を備える。固定画像撮影デバイスは、レーザーを用いて事前位置決めした後に、患者を正確に位置決めすることができる。

20

【0070】

好ましくは、X 線管 34 及び検出パネル 35 は、生成された X 線ビーム 36 が回転ガントリ 2 のアイソセンター 37 で交差するように配向される。好ましくは、図 7 に示すように、2 つの X 線管 34 は可動フロア 8 の第 1 の側で地面に配置され、2 つの検出パネル 35 は可動フロア 8 の他方の側で支持部 38 によってシーリングから懸垂される。X 線管 34 及び検出パネル 35 が可動フロア 8 の両側に配置される画像撮影デバイスの構成を設計することも可能である。この画像撮影デバイスの位置決めは、照射ユニットによって仮定される複数の角度位置に対してスライドさせることができる。当業者であれば、患者の頭蓋内領域及び骨盤領域の両方を画像撮影するように、X 線管及び検出パネルの特定の配置を想起しうる。

30

【符号の説明】

【0071】

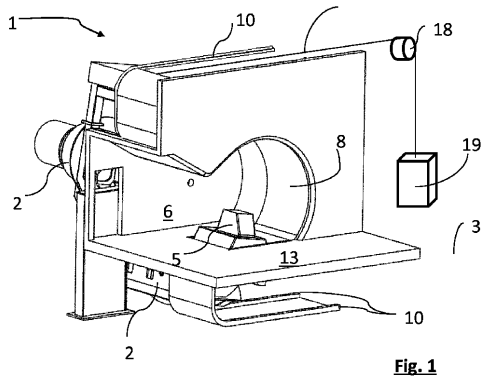
- 1 ハドロン治療装置
- 2 回転ガントリ
- 3 水平回転軸
- 4 ベッド用のロボット支持体
- 5 照射ユニット
- 6 治療チャンバ
- 7 6 への側方アクセスベイ
- 8 可動フロア
- 8' 8 の下方セグメント
- 8' 8 の上方セグメント
- 9 治療領域
- 10 ガイド構造体
- 10 a 第 1 のレール位置
- 10 b 第 2 のレール位置

40

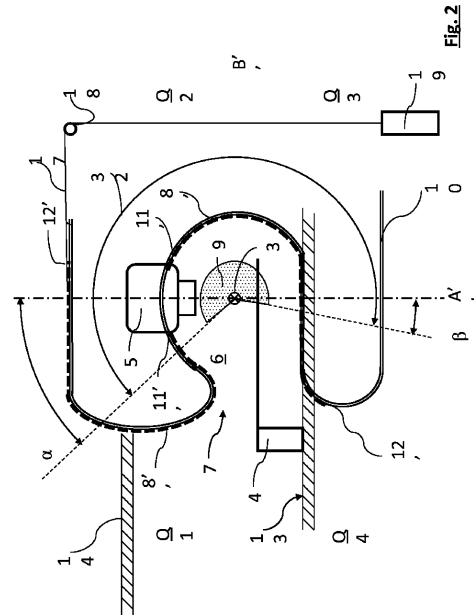
50

1 0 c	第 3 のレール位置	
1 0 d	第 4 のレール位置	
1 1 ´	8 ´ の第 1 端部	
1 1 ´ ´	8 ´ ´ の第 1 端部	
1 2 ´	8 ´ の第 2 端部	
1 2 ´ ´	8 ´ ´ の第 2 端部	
1 3	6 のフロア	
1 4	6 のシーリング	
1 5	8 の関節でつながったセグメント	
1 7	ケーブル	10
1 8	プーリー	
1 9	平衡錘	
2 0	牽引フレーム	
2 1	ピストン	
2 2	ロードセル	
2 3 ´	8 ´ の牽引レール対	
2 3 ´ ´	8 ´ ´ の牽引レール対	
2 4 ´	8 ´ のピボットリンク	
2 4 ´ ´	8 ´ ´ のピボットリンク	
2 5	2 3 ´、2 3 ´ ´ の第 1 の (直線) 部分	20
2 6	2 3 ´、2 3 ´ ´ の第 2 の (曲線) 部分	
2 7	5 の中心軸	
2 8	レーザービーム	
2 9	患者	
3 0	レーザー源	
3 1	8 の開口部	
3 3 ´	5 の終端部	
3 4	X 線管	
3 5	X 線検出パネル	
3 6	X 線ビーム	30
3 7	アイソセンター	
3 8	3 5 の懸垂支持部	
3 9	3 0 の支持部	
4 0 ´	2 0 のクロスピース	
4 2 ´、4 2 ´ ´	2 0 の側方エレメント	
4 4 ´、4 4 ´ ´	関節でつながった懸垂アーム	
4 6 ´、4 6 ´ ´	4 4 ´、4 4 ´ ´ と 5 との間の関節	
4 8 ´、4 8 ´ ´	4 4 ´、4 4 ´ ´ と 2 3 ´、2 3 ´ ´ との間の関節	
5 0	ベンド	

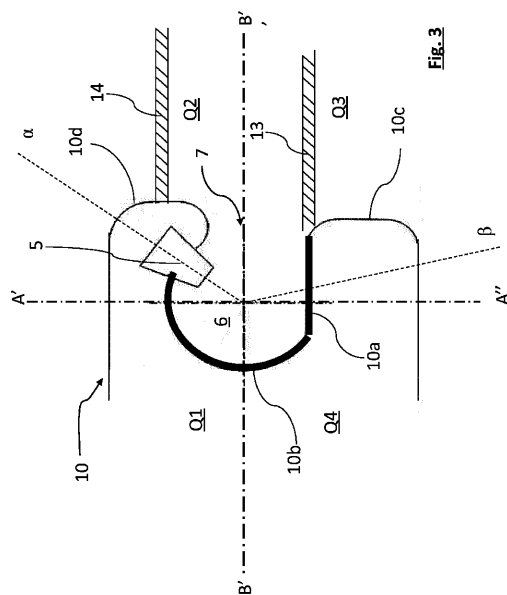
【図 1】



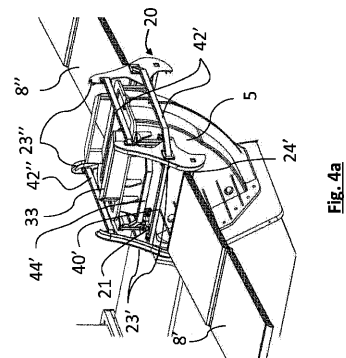
【図 2】



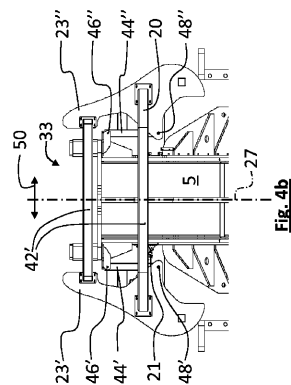
【図 3】



【図 4 a】



【図 4 b】



【図 4 c】

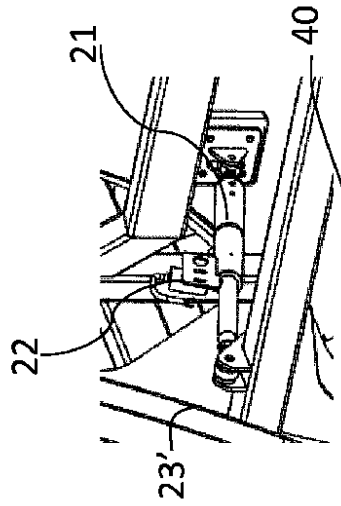


Fig. 4c

【図 6】

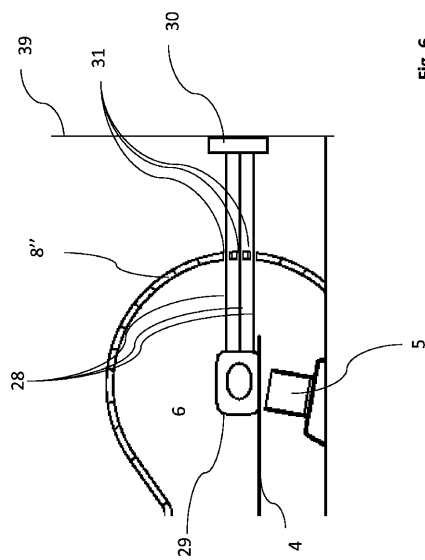


Fig. 6

【図 5 a】

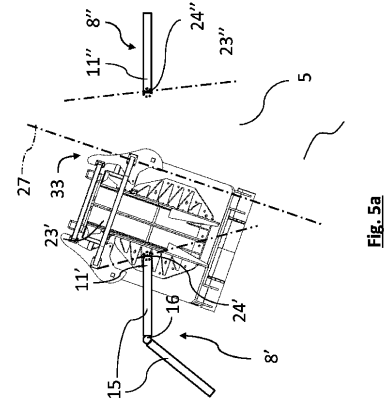


Fig. 5a

【図 5 b】

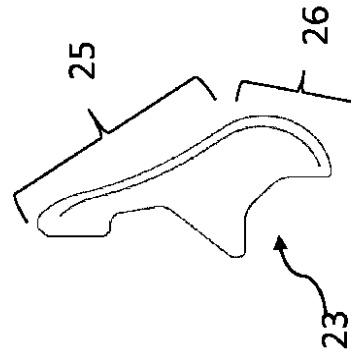


Fig. 5b

【図 7】

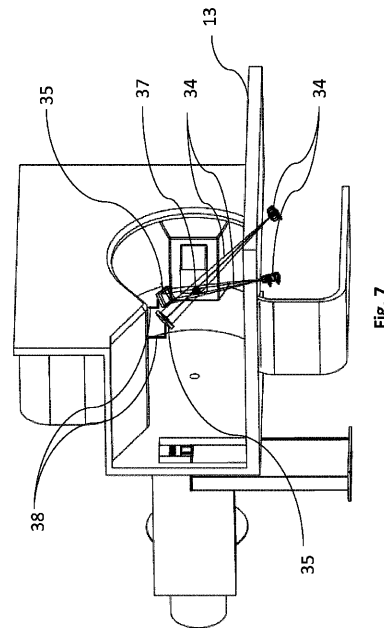


Fig. 7

フロントページの続き

(56)参考文献 特表2011-505191(JP,A)
特開2004-121309(JP,A)
特表2012-513852(JP,A)
特開平11-047287(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61N 5/10