

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B1)

(11) 特許番号

特許第6899172号
(P6899172)

(45) 発行日 令和3年7月7日(2021.7.7)

(24) 登録日 令和3年6月16日(2021.6.16)

(51) Int.Cl. F 1
A 6 1 N 5/10 (2006.01) A 6 1 N 5/10 T

請求項の数 8 (全 23 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2021-38059 (P2021-38059) (22) 出願日 令和3年3月10日(2021.3.10) 審査請求日 令和3年3月16日(2021.3.16) 早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 518119249 株式会社ビードットメディカル 東京都江戸川区春江町五丁目10番10号 (74) 代理人 100092783 弁理士 小林 浩 (74) 代理人 100187964 弁理士 新井 剛 (74) 代理人 100104282 弁理士 鈴木 康仁 (72) 発明者 原 洋介 東京都江戸川区春江町五丁目10番10号 株式会社ビードットメディカル内 (72) 発明者 松崎 有華 東京都江戸川区春江町五丁目10番10号 株式会社ビードットメディカル内 最終頁に続く</p>
---	---

(54) 【発明の名称】 患者搬送台車及び粒子線照射システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

患者を乗せる天板(110)と、
 前記天板を移動及び/又は回転させる天板駆動部(120)と、
 前記天板駆動部を載置するベース(131)を有する搬送部(130)と
 を備えた患者搬送台車(100)であって、
 前記天板駆動部は、
 前記天板に接続され、前記天板を回転するよう構成された第1の回転機構(121)
 、
 前記第1の回転機構に接続された第1のアーム(124)、
 前記第1のアームに接続され、前記第1のアームを回転するよう構成された第2の回
 転機構(122)、
 前記第2の回転機構に接続された第2のアーム(125)、
 前記第2のアームに接続され、前記第2のアームを回転するよう構成された第3の回
 転機構(123)、及び
 前記第3の回転機構に接続された支持部(126)
 を備え、

前記患者搬送台車のホームポジション状態において、前記天板、前記第1のアーム、及
 び前記第2のアームが高さ方向(Z軸)に折り畳んだ状態となるように、前記第1の回転
 機構、前記第1のアーム、前記第2の回転機構、前記第2のアーム、前記第3の回転機構

10

20

、及び前記支持部は、高さ方向（Z軸）において前記天板と重畳するよう構成され、
 前記支持部は、平面視して前記ベースの中心から外れた位置に固定され、これにより前記ベースには介助者が乗ることができる介助者スペース（135）が確保されており、
 前記支持部は、前記ベースに設けられた凹部（138）に固定されている、前記患者搬送台車。

【請求項2】

前記Z軸の周りの回転をヨー回転とし、前記Z軸に垂直な平面において互いに直交するX軸及びY軸をとると、前記X軸の周りの回転をロール回転とし、前記Y軸の周りの回転をピッチ回転とすると、

前記第1の回転機構は、前記天板をロール回転、ピッチ回転、及びヨー回転させるよう構成されており、

前記第2の回転機構は、前記第1のアームをロール回転及びヨー回転させるよう構成されており、

前記第3の回転機構は、前記第2のアームをロール回転及びヨー回転させるよう構成されている、請求項1に記載の患者搬送台車。

【請求項3】

前記ベースに3つ以上の車輪（132）が装着されており、前記車輪は全方向駆動車輪である、請求項1又は2に記載の患者搬送台車。

【請求項4】

請求項1～3のいずれか1項に記載の患者搬送台車と、
 患者に粒子線を照射する粒子線照射装置（210）と、
 前記患者搬送台車の走行を制御する統括制御装置（260）と
 を含む粒子線照射システム（200）であって、

前記統括制御装置は、

前記粒子線照射システムが設けられた施設内の起点から終点を結ぶ複数の経路を生成する経路生成部（261）と、

前記経路生成部により生成された複数の経路の中から選択した経路を通るよう前記患者搬送台車に指示する交通管制部（262）と

を含む、前記粒子線照射システム。

【請求項5】

前記搬送部は、センサ（136）をさらに有し、

前記患者搬送台車は、前記統括制御装置により指示された経路を移動中に前記センサにより前記経路を含む空間の情報を取得し、前記空間の情報を既知の地図情報と照合することにより算出した前記患者搬送台車の位置情報を前記統括制御装置に送信し、

前記患者搬送台車は、前記経路を移動中に前記センサにより障害物を検知すると、検知信号を前記統括制御装置に送信し、

前記統括制御装置の前記交通管制部は、前記経路生成部により生成された複数の経路の中から別の経路を通るよう前記患者搬送台車に指示する、請求項4に記載の粒子線照射システム。

【請求項6】

前記起点が前記施設内の位置決め室であり、前記終点が前記施設内の粒子線治療室であり、

前記患者搬送台車は、前記ホームポジション状態のまま、前記位置決め室から前記粒子線治療室に移動する、請求項4又は5に記載の粒子線照射システム。

【請求項7】

前記粒子線照射システムは、

前記粒子線のアイソセンタに対する患者の患部の位置決めのために前記施設の位置決め室及び粒子線治療室にそれぞれ設けられた患者位置設定装置（220、230）と、

前記位置決め室の前記患者位置設定装置（220）及び前記位置決め室に入った前記患者搬送台車を管理する位置決め室管理装置（240）と、

10

20

30

40

50

前記粒子線治療室の前記患者位置設定装置(230)及び前記粒子線治療室に入った前記患者搬送台車を管理する治療室管理装置(250)と、
をさらに含み、

前記位置決め室管理装置と前記治療室管理装置は、ネットワーク(270)を介して、前記位置決め室及び前記粒子線治療室それぞれの前記患者位置設定装置を用いて生成した位置決めデータを共有し、

前記患者搬送台車は、前記位置決め室及び前記粒子線治療室それぞれに設けられたロック受け部(225、235)と係合して、前記患者搬送台車を前記位置決め室及び前記粒子線治療室に対して固定するベースロック機構(137)をさらに備え、

前記ベースロック機構が前記ロック受け部と係合すると、前記搬送部は待機状態となり、前記天板駆動部は待機状態から回復し、

前記ベースロック機構が前記ロック受け部との係合を解除すると、前記搬送部は待機状態から回復し、前記天板駆動部は待機状態となる、請求項4~6のいずれか1項に記載の粒子線照射システム。

【請求項8】

粒子線照射中に、前記治療室管理装置は、前記天板駆動部及び/又は前記搬送部からエラー信号を受信すると、前記粒子線照射装置に信号を送り、前記粒子線照射装置の粒子線の照射を停止させる、請求項7に記載の粒子線照射システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、患者搬送台車及び粒子線照射システムに関する。

【背景技術】

【0002】

粒子線治療において、加速器から取り出された陽子線、重粒子線、又は中性子線などの粒子線を病巣や癌などの腫瘍部分等(標的)に照射する治療法が行われている。標的への粒子線の線量の集中性を高めつつ、正常組織への影響を抑えるために、粒子線は標的に高精度に照射される。

【0003】

従来では、粒子線を患者に照射する前に、粒子線の照射ノズルが設置された、粒子線治療を行う部屋(以下「粒子線治療室」という)に置かれた治療台に患者を乗せて、照射ノズルから照射される粒子線の位置と粒子線を照射すべき部位との位置合わせ(患者位置設定や位置決め処理という)が行われる。すなわち、照射ノズルから照射される粒子線が患者内の標的に精度良く当たるように、粒子線照射位置と患者位置とが調整される。

【0004】

患者位置設定では、まず患者と治療台との間のずれを抑えるために、固定具を用い患者を治療台の天板に固定する。次いで、粒子線治療室内に設置されたレーザポインタ等を利用し、患者の皮膚の上から、粒子線が照射される位置と粒子線を照射すべき部位と間の粗い位置決めを行う。その後、患者のX線画像、CT画像、又はMRI画像を撮像し、それを見ながら患者が乗った天板の位置や傾き等を調整して、粒子線を照射する位置を高精度に(例えばmm単位)決定する。そして、患者位置設定後に、粒子線の治療が開始される。

【0005】

一般的に、患者位置設定には数分~数十分の時間を要し、粒子線治療の治療時間の大半を占める。粒子線治療室内での長時間の患者位置設定は、患者1人当たりの粒子線治療室の占有時間も増加させる。この結果、単位時間あたりの治療人数を増やせないことや、安全な治療照射を担保するための粒子線のQuality Assurance(QA)測定を行う時間を圧迫し、医師や看護師、放射線技師等の医療従事者への負担を大きくする。

【0006】

特許文献1は、粒子線治療室に設置された治療台へ患者が乗った天板を移し替えするこ

10

20

30

40

50

とにより生じる位置ずれや、粒子線治療室内に常設した固定の治療台が粒子線治療室を大きくし、QA測定用機器の設置が阻害されるなどの問題に対処する発明を開示する。特許文献1は、患者を乗せる天板と、前記天板を平行移動及び/又は回転させる駆動部と粒子線治療室に設けられた患者位置設定装置から受信した、前記天板の平行移動量及び/又は回転量に応じて、前記駆動部による前記天板の平行移動及び/又は回転を制御する駆動制御部と、前記粒子線治療室に設けられたロック受け部と係合して、患者搬送台車を前記粒子線治療室に固定するベースロック機構とを備える患者搬送台車を開示する。

【0007】

特許文献2は、運動面上で任意の方向に医療機器を動かすことができる全方向性シャーシを開示する。特許文献2のシャーシは、医療機器の動きの方向を変えるために該医療機器を回転せずに、任意の所定の方向に向きを変える構成を備える。特許文献3は、従来の患者位置設定のための治療室に固定されたロボットアームを有する治療台に対し、患者が乗り降りしやすい天板位置の可動範囲を実現する発明を開示する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特許第6596679号

【特許文献2】米国特許第9554953号

【特許文献3】特開2018-122013号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

特許文献1に記載の技術では、粒子線治療室の占有時間が短縮され、治療効率の改善が行われる。一方で、患者は患者搬送台車の天板に固定されたまま、粒子線治療室に移送されるので、安全のために看護師などの介助者が患者搬送台車と共に移動することがある。病院内では、様々な障害物、他の患者等への配慮、及びスロープ等がある状況下において、患者搬送台車は安定して走行することが求められる。また、特許文献3に記載の技術は、治療室の床下に埋め込む固定型の治療台であり、大がかりな装置が必要となる。

【0010】

このような事情に鑑み、本発明は、患者搬送台車及び粒子線照射システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明には、以下の態様が含まれる。

〔1〕

患者を乗せる天板(110)と、
 前記天板を移動及び/又は回転させる天板駆動部(120)と、
 前記天板駆動部を載置するベース(131)を有する搬送部(130)とを備えた患者搬送台車(100)であって、
 前記天板駆動部は、
 前記天板に接続され、前記天板を回転するよう構成された第1の回転機構(121)
 、
 前記第1の回転機構に接続された第1のアーム(124)、
 前記第1のアームに接続され、前記第1のアームを回転するよう構成された第2の回転機構(122)、
 前記第2の回転機構に接続された第2のアーム(125)、
 前記第2のアームに接続され、前記第2のアームを回転するよう構成された第3の回転機構(123)、及び
 前記第3の回転機構に接続された支持部(126)
 を備え、

前記患者搬送台車のホームポジション状態において、前記天板、前記第1のアーム、及び前記第2のアームが高さ方向（Z軸）に折り畳んだ状態となるように、前記第1の回転機構、前記第1のアーム、前記第2の回転機構、前記第2のアーム、前記第3の回転機構、及び前記支持部は、高さ方向（Z軸）において前記天板と重畳するよう構成され、

前記支持部は、平面視して前記ベースの中心から外れた位置に固定され、これにより前記ベースには介助者が乗ることができる介助者スペース（135）が確保されており、

前記支持部は、前記ベースに設けられた凹部（138）に固定されている、前記患者搬送台車。

〔2〕

前記Z軸の周りの回転をヨー回転とし、前記Z軸に垂直な平面において互いに直交するX軸及びY軸をとると、前記X軸の周りの回転をロール回転とし、前記Y軸の周りの回転をピッチ回転とすると、

前記第1の回転機構は、前記天板をロール回転、ピッチ回転、及びヨー回転させるよう構成されており、

前記第2の回転機構は、前記第1のアームをロール回転及びヨー回転させるよう構成されており、

前記第3の回転機構は、前記第2のアームをロール回転及びヨー回転させるよう構成されている、〔1〕に記載の患者搬送台車。

〔3〕

前記ベースに3つ以上の車輪（132）が装着されており、前記車輪は全方向駆動車輪である、〔1〕又は〔2〕に記載の患者搬送台車。

〔4〕

〔1〕～〔3〕のいずれか1項に記載の患者搬送台車と、

患者に粒子線を照射する粒子線照射装置（210）と、

前記患者搬送台車の走行を制御する統括制御装置（260）とを含む粒子線照射システム（200）であって、

前記統括制御装置は、

前記粒子線照射システムが設けられた施設内の起点から終点を結ぶ複数の経路を生成する経路生成部（261）と、

前記経路生成部により生成された複数の経路の中から選択した経路を通るよう前記患者搬送台車に指示する交通管制部（262）とを含む、前記粒子線照射システム。

〔5〕

前記搬送部は、センサ（136）をさらに有し、

前記患者搬送台車は、前記統括制御装置により指示された経路を移動中に前記センサにより前記経路を含む空間の情報を取得し、前記空間の情報を既知の地図情報と照合することにより算出した前記患者搬送台車の位置情報を前記統括制御装置に送信し、

前記患者搬送台車は、前記経路を移動中に前記センサにより障害物を検知すると、検知信号を前記統括制御装置に送信し、

前記統括制御装置の前記交通管制部は、前記経路生成部により生成された複数の経路の中から別の経路を通るよう前記患者搬送台車に指示する、〔4〕に記載の粒子線照射システム。

〔6〕

前記起点が前記施設内の位置決め室であり、前記終点が前記施設内の粒子線治療室であり、

前記患者搬送台車は、前記ホームポジション状態のまま、前記位置決め室から前記粒子線治療室に移動する、〔4〕又は〔5〕に記載の粒子線照射システム。

〔7〕

前記粒子線照射システムは、

前記粒子線のアイソセンタに対する患者の患部の位置決めのために前記施設の位置決

10

20

30

40

50

め室及び粒子線治療室にそれぞれ設けられた患者位置設定装置(220、230)と、
前記位置決め室の前記患者位置設定装置(220)及び前記位置決め室に入った前記患者搬送台車を管理する位置決め室管理装置(240)と、

前記粒子線治療室の前記患者位置設定装置(230)及び前記粒子線治療室に入った前記患者搬送台車を管理する治療室管理装置(250)と、
をさらに含み、

前記位置決め室管理装置と前記治療室管理装置は、ネットワーク(270)を介して、前記位置決め室及び前記粒子線治療室それぞれの前記患者位置設定装置を用いて生成した位置決めデータを共有し、

前記患者搬送台車は、前記位置決め室及び前記粒子線治療室それぞれに設けられたロック受け部(225、235)と係合して、前記患者搬送台車を前記位置決め室及び前記粒子線治療室に対して固定するベースロック機構(137)をさらに備え、

前記ベースロック機構が前記ロック受け部と係合すると、前記搬送部は待機状態となり、前記天板駆動部は待機状態から回復し、

前記ベースロック機構が前記ロック受け部との係合を解除すると、前記搬送部は待機状態から回復し、前記天板駆動部は待機状態となる、〔4〕～〔6〕のいずれか1項に記載の粒子線照射システム。

〔8〕

粒子線照射中に、前記治療室管理装置は、前記天板駆動部及び/又は前記搬送部からエラー信号を受信すると、前記粒子線照射装置に信号を送り、前記粒子線照射装置の粒子線の照射を停止させる、〔4〕～〔7〕のいずれか1項に記載の粒子線照射システム。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の一実施形態に係る患者搬送台車の概略構成図である。

【図2】患者搬送台車の天板の移動及び回転を説明する図である。

【図3】患者搬送台車の駆動制御部のブロック図である。

【図4】患者搬送台車の搬送制御部のブロック図である。

【図5】施設内の粒子線照射システムの概略図である。

【図6】粒子線照射システムの位置決め室の概略図である。

【図7】粒子線照射システムの粒子線治療室の概略図である。

【図8】粒子線照射システムの制御ブロック図である。

【図9】患者搬送台車の経路を説明する図である。

【図10】粒子線照射システムを用いた粒子線治療の一連の流れを示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0013】

〔患者搬送台車〕

本発明の一実施形態に係る患者搬送台車100について説明する。図1(a)は患者搬送台車100の概略構成図であり、(b)はその平面図である。

【0014】

本発明において、患者搬送台車100の高さ方向をZ軸とし、Z軸に垂直な平面において互いに直交する軸をX軸及びY軸とする。X軸の周りの回転をロール回転とし、Y軸の周りの回転をピッチ回転とし、Z軸の周りの回転をヨー回転とする。図1の例では、平面視して長形状である天板110の短辺方向をX軸とし、天板11の長辺方向をY軸とし、患者搬送台車100の高さ方向をZ軸としている。なお、天板110が楕円形状の場合は、短軸をX軸、長軸をY軸、及び、両軸に垂直な軸をZ軸としてもよい。

【0015】

患者搬送台車100は、患者を乗せる天板110と、天板110を移動及び回転させる天板駆動部120と、天板110及び天板駆動部120を載せて移動する搬送部130とを備える。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 6 】

天板 1 1 0 は、平面視して矩形状（長方形又は正方形）のものに限らず、楕円形状（円を含む）のものであってもよい。天板 1 1 0 は、患者が乗っても安定しており（撓まない）、患者が動かないよう固定できるような形状及びサイズを有する。

【 0 0 1 7 】

天板 1 1 0 は、患者の身体を固定するための固定具（不図示）を備える。固定具は、患者の頭部を固定する器具、患者の手足を固定する器具、患者の胴体を固定する器具、及び／又は患者の身体の形状に沿って形成されたクッション材などである。また、天板 1 1 0 は、患者の頭部、脚部、及び／又は胴体にあたる部分など天板 1 1 0 の一部が傾斜できるように構成されていてもよい。また、患者が天板 1 1 0 上でうつ伏せになった状態でも固定できるように、天板 1 1 0 に呼吸孔等が設けられていてもよい。

10

【 0 0 1 8 】

天板駆動部 1 2 0 は、天板 1 1 0 に接続され且つ天板 1 1 0 を回転するよう構成された第 1 の回転機構 1 2 1 と、第 1 の回転機構 1 2 1 に接続された第 1 のアーム 1 2 4 と、第 1 のアーム 1 2 4 に接続され且つ第 1 のアーム 1 2 4 を回転するよう構成された第 2 の回転機構 1 2 2 と、第 2 の回転機構 1 2 2 に接続された第 2 のアーム 1 2 5 と、第 2 のアーム 1 2 5 に接続され且つ第 2 のアーム 1 2 5 を回転させる第 3 の回転機構 1 2 3 とを備える。

【 0 0 1 9 】

第 1 ～ 第 3 の回転機構 1 2 1 ～ 1 2 3 は、患者搬送車 1 0 0 に積載されたバッテリー（不図示）からの電力を受けて、天板 1 1 0、第 1 のアーム 1 2 4、及び第 2 のアーム 1 2 5 を移動及び回転させる駆動モータ（図 3 の符号 1 2 1 a ～ 1 2 3 a）と、移動量及び回転量（回転方向）を算出して駆動制御部 1 3 3 に出力するエンコーダ（図 3 の符号 1 2 1 b ～ 1 2 3 b）などを備える。

20

【 0 0 2 0 】

第 1 のアーム 1 2 4 は、第 1 及び第 2 の回転機構 1 2 1、1 2 2 に接続され、第 2 のアーム 1 2 5 は、第 2 及び第 3 の回転機構 1 2 2、1 2 3 に接続されている。第 1 及び第 2 のアーム 1 2 4、1 2 5 は、伸縮するよう構成されていてもよい。この場合、第 1 及び第 2 のアーム 1 2 4、1 2 5 は、患者搬送車 1 0 0 に積載されたバッテリー（不図示）からの電力を受けて、第 1 及び第 2 のアーム 1 2 4、1 2 5 を伸縮させる駆動モータ（図 3 の符号 1 2 4 a、1 2 5 a）と、伸縮量を算出して駆動制御部 1 3 3 に出力するエンコーダ（図 3 の符号 1 2 4 b、1 2 5 b）などを備える。第 1 及び第 2 のアーム 1 2 4、1 2 5 は、伸縮しない構成の場合、これら駆動モータ及びエンコーダを備えない。

30

【 0 0 2 1 】

一実施例では、第 1 の回転機構 1 2 1 は、天板 1 1 0 をロール回転、ピッチ回転、及びヨー回転させるよう構成されている。第 2 の回転機構 1 2 2 は、第 1 のアーム 1 2 4 をロール回転及びヨー回転させるよう構成されている。第 3 の回転機構 1 2 3 は、第 2 のアーム 1 2 5 をロール回転及びヨー回転させるよう構成されている。また、第 1 及び第 2 のアーム 1 2 4、1 2 5 は伸縮しない。

【 0 0 2 2 】

第 3 の回転機構 1 2 3 は、支持部 1 2 6 により支持され、支持部 1 2 6 は搬送部 1 3 0 のベース 1 3 1 に設けられた凹部 1 3 8 に固定される。凹部 1 3 8 はベース 1 3 1 の表面から下がった部分であり、好ましくは支持部 1 2 6 全体をベース 1 3 1 内に埋め込めるようなサイズで形成されている。図 1（b）に示すように、支持部 1 2 6 は、平面視してベース 1 3 1 の中心から外れた位置に配置される。これにより、高さ方向（Z 軸）に互いに重畳する天板 1 1 0、第 1 ～ 第 3 の回転機構 1 2 1 ～ 1 2 3、第 1 及び第 2 のアーム 1 2 4、1 2 5、並びに支持部 1 2 6 は、平面視して中心から外れた位置に配置されることとなり、ベース 1 3 1 に介助者が乗ることができる介助者スペース 1 3 5 が確保される。ベース 1 3 1 の中心は、ベース 1 3 1 が平面視して矩形の場合は対角線の交点であり、ベース 1 3 1 が平面視して円（又は楕円）の場合は円中心（又は短軸と長軸の交点）である。

40

50

介助者スペース135は、少なくとも1人の介助者が立てる（又は座れる）程度の面積があればよく、例えば 0.1 m^2 以上、 0.3 m^2 以上、 0.5 m^2 以上、 0.7 m^2 以上、 1 m^2 以上、 1.2 m^2 以上、 1.5 m^2 以上、又は 2 m^2 以上あればよい。

【0023】

図1(a)に示すように、天板110、第1～第3の回転機構121～123、並びに第1及び第2のアーム124、125は、高さ方向（Z軸）において重畳するよう折りたたんだ状態で収容できるよう構成されている。この状態を、患者搬送台車100がホームポジション状態にあると称する。すなわち、患者搬送台車100がホームポジション状態において、天板110、第1のアーム124、及び第2のアーム125が高さ方向（Z軸）に折り畳んだ状態となる。

10

【0024】

さらに述べると、患者搬送台車100がホームポジション状態において、天板110の一端に接続された第1の回転機構121、天板110の他端の下に配置された第2の回転機構122、並びに第1及び第2の回転機構121、122に接続された第1のアーム124は、高さ方向（Z軸）において、天板110と重畳するよう構成されている。また、患者搬送台車100がホームポジション状態において、第2のアーム125及び第3の回転機構123は、高さ方向（Z軸）において、第2の回転機構122及び第1のアーム124（並びに第1の回転機構121）と重畳するよう構成されている。

【0025】

このように患者搬送台車100がホームポジション状態にあると、天板110及び天板駆動部120の平面方向（XY平面）の広がりを抑えることができる。患者搬送車100は、このホームポジション状態のまま、天板110に患者を乗せ、病院等の施設内を移動する。

20

【0026】

天板駆動部120は、第1～第3の回転機構121～123により、天板110と第1及び第2のアーム124、125とを移動及び回転（第1及び第2のアーム124、125が伸縮する場合は、それらの伸縮も）させて、天板110を任意の位置に動かす。

【0027】

図1に示すように、支持部126は、ベース131の凹部138に埋め込まれるように設置され、ホームポジション時の天板の高さを可能な限り低くし、かつ、第3の回転機構123が床面と高さ方向にスペースを維持しているため、第2のアーム125は、高さ方向において天板を低くすることができる。例えば、図2(a)に示すように、天板駆動部120は、天板110を床面近くまで下ろすことができ、これにより患者は天板110に乗り降りしやすくなる。また、図2(b)～(d)に示すように、天板駆動部120は、粒子線治療の際に天板110を移動及び回転させ、患者を任意の姿勢となるよう動かすことができる。

30

【0028】

第1～第3の回転機構121～123による天板110、第1のアーム124、及び第2のアーム125の回転方向（ロール回転、ピッチ回転、及び/又はヨー回転）及び回転量は、具体化に際し適宜調整される。第1及び第2のアーム124、125が伸縮する構成の場合は、第1及び第2のアーム124、125の伸縮量も具体化に際し適宜調整される。

40

【0029】

搬送部130は、ベース131と、ベース131に装着された複数（3つ以上）の車輪132と、ベース131に載置された駆動制御部133及び搬送制御部134と、ベース131に設けられた1つ又は複数のセンサ136と、ベース131に設けられたベースロック機構137とを備える。センサ136は、空間認識センサと障害物センサを備える。空間認識センサは、例えば2D、3Dレーザ距離計（3D測域センサ（LiDAR））などであり、患者搬送台車100の位置を推定するために、周囲の環境を認識し、例えば3次元点群データ（空間情報）を生成する。空間認識センサからの空間情報は、既知の地図情報

50

と照合されることで、患者搬送台車 100 の位置が推定され、位置情報が生成される。センサ 136 は、患者搬送台車 100 の移動に際し、空間認識でき、障害物を検知できる位置（前後、四隅など）に設けられ、ベースロック機構 137 は、ベース 131 の床面側、又は前後左右のいずれか 1 つ以上の側面に設けられる。患者搬送台車 100 は、後述する統括制御装置 260 により指示された経路を移動中に、センサ 136 により該経路を含む空間の情報を取得し、該空間の情報を、患者搬送台車 100 に予め記憶された既知の地図情報と照合することにより、自己（患者搬送台車 100）の位置情報を算出し、該算出した位置情報を前記統括制御装置に送信する。これにより統括制御装置 260 は患者搬送台車 100 の位置を把握できる。

【0030】

患者搬送台車 100 は、公知の技術を用いて施設内を自走する。好ましくは自己位置推定機能と走行制御機能を有した自律移動式であるが、磁気誘導式、電磁誘導式、若しくは二次元コードなどの画像認識方式、又はレーザ誘導式であってもよい。また、介助者などに追従、あるいは協調して移動する追従式であってもよいし、状況に応じ走行モードを切り替えられる組み合わせであってもよい。

【0031】

車輪 132 は、全方向に移動可能な駆動車輪（全方向駆動車輪）であり、好ましくはメカナムホイールあるいはオムニホイールである。車輪 132 は、搬送制御部 134 の制御により車輪用の駆動モータ（不図示）の力を受けて回転し、患者搬送台車 100 を走行させる。患者搬送台車 100 は自走するものであるが、介助者等が手動で動かすこともできる。

【0032】

患者搬送台車 100 は、走行する際、介助者スペース 135 に乗った介助者により、手動走行出来るように操作パネル（不図示）や安全機能として非常停止ボタン（不図示）を備え緊急時に患者搬送台車 100 を緊急停止させるようにしてもよい。患者搬送台車 100 に、駆動制御部 133 と有線あるいは無線で通信するペンダント（リモコン）を設け、介助者等が該ペンダントから天板駆動部 120 の移動を指示出来るようにしてもよい。例えば、患者急変時などに、施設内のどこでも患者を天板 110 から乗り降りさせるようにしてもよいし、介助者スペース 135 より乗り降りさせるようにしてもよい。また、患者搬送台車 100 が移動中に、例えば床にある小さな障害物が車輪 132 に巻き込まれないよう、小さな障害物をはね退ける排障器（不図示）をベース 131 に設けるようにしてもよい。また、患者搬送台車 100 は走行する際、安全機能として発光ユニットや音声ユニット（いずれも不図示）を備えてもよい。発光ユニットは LED ライトなどで構成され、患者搬送台車 100 の現在の状態（走行中 / 待機中 / 減速停止中 / 異常状態など）を容易に確認できるよう、光の色や点滅の仕方に表示する。また、ウィンカー機能であってもよい。音声ユニットは、進行方向や方向指示をメロディーや音声で周囲に知らせる。

【0033】

駆動制御部 133 は、後述する粒子線照射システム 200 の管理装置（後述する位置決め室管理装置 240 及び治療室管理装置 250）と無線通信するアンテナなどのインターフェースと、上記管理装置からの指示（制御信号）に基づき天板駆動部 120 を制御するためのプログラム及びプロセッサ（又は ASIC など）と、プログラムや各種情報を記憶するメモリなどを備えたコンピュータである。駆動制御部 133 は、上記管理装置から無線通信を通じて受信した指示に応じて、第 1 ~ 第 3 の回転機構 121 ~ 123 並びに第 1 及び第 2 のアーム 124、125 の駆動を制御して、天板 110 の移動、回転及び傾斜を制御する。

【0034】

図 3 は、駆動制御部 133 の機能ブロック図である。駆動制御部 133 は、メモリに記憶されたプログラム及びプロセッサが協働するなどして実現される機能部として、上記管理装置と情報を送受信する送受信部 133 a、並びに第 1 ~ 第 3 の回転機構 121 ~ 123 をそれぞれ制御する第 1 の回転機構制御部 133 b、第 2 の回転機構制御部 133 c、

10

20

30

40

50

及び第3の回転機構制御部133dを備える。

【0035】

第1の回転機構制御部133bは、上記管理装置から受信した指示に基づき、第1の回転機構121の駆動モータ121aを制御して、天板110の回転（ロール回転、ピッチ回転、及び/又はヨー回転）を制御する。回転量（ロール回転の回転量、ピッチ回転の回転量、及び/又はヨー回転の回転量）はエンコーダ121bにより算出され、第1の回転機構制御部133bに出力される。第1の回転機構制御部133bは、送受信部133aを介して回転量の情報を上記管理装置へ送信する。上記管理装置は、当該情報に基づき、第1の回転機構121の回転量を把握する。

【0036】

第2の回転機構制御部133cは、上記管理装置から受信した指示に基づき、第2の回転機構122の駆動モータ122aを制御して、第1のアーム124の回転（ロール回転、ピッチ回転、及び/又はヨー回転）を制御する。回転量（ロール回転の回転量、ピッチ回転の回転量、及び/又はヨー回転の回転量）はエンコーダ122bにより算出され、第2の回転機構制御部133cに出力される。第2の回転機構制御部133cは、送受信部133aを介して回転量の情報を上記管理装置へ送信する。上記管理装置は、当該情報に基づき、第2の回転機構122の回転量を把握する。

【0037】

同様に、第3の回転機構制御部133dは、上記管理装置から受信した指示に基づき、第3の回転機構123の駆動モータ123aを制御して、第2のアーム125の回転（ロール回転、ピッチ回転、及び/又はヨー回転）を制御する。回転量（ロール回転の回転量、ピッチ回転の回転量、及び/又はヨー回転の回転量）はエンコーダ123bにより算出され、第3の回転機構制御部133dに出力される。第3の回転機構制御部133dは、送受信部133aを介して回転量の情報を上記管理装置へ送信する。上記管理装置は、当該情報に基づき、第3の回転機構123の回転量を把握する。

【0038】

第1及び第2のアーム124、125が伸縮できる構成の場合、駆動制御部133は、第1のアーム制御部133e及び第2のアームの制御部133fをさらに備える。第1のアーム制御部133eは、上記管理装置から受信した指示に基づき、第1のアーム124の駆動モータ124aを制御して、第1のアーム124の伸縮を制御する。伸縮量はエンコーダ124bにより算出され、第1のアーム制御部133eに出力される。第1のアーム制御部133eは、送受信部133aを介して回転量の情報を上記管理装置へ送信する。上記管理装置は、当該情報に基づき、第1のアーム124の伸縮量を把握する。第2のアーム制御部133fについても同様であり説明は省略する。

【0039】

搬送制御部134は、後述する粒子線治療システム200の管理装置（後述する位置決め室管理装置240、治療室管理装置250、及び統括制御装置260）と無線通信するアンテナなどのインターフェースと、上記管理装置からの指示に基づき搬送部130を制御するためのプログラム及びプロセッサ（又はASICなど）と、プログラムや各種情報を記憶するメモリなどを備えたコンピュータである。

【0040】

図4は、搬送制御部134の機能ブロック図である。搬送制御部134は、メモリに記憶されたプログラム及びプロセッサが協働するなどして実現される機能部として、上記管理装置と信号を送受信する送受信部134a、車輪132を制御する車輪制御部134b、及びベースロック機構137を制御するベースロック機構制御部134cを備える。

【0041】

車輪制御部134bは、上記管理装置から受信した指示に基づき、駆動モータ132aを制御して車輪132の回転及び向きを制御する。上記管理装置からの指示に従い、搬送制御部134は車輪132を制御して、患者搬送台車100は施設内を自走する。車輪132の回転量（速度及び移動距離など）はエンコーダ132bにより算出され、車輪制御

10

20

30

40

50

部 1 3 4 b に出力される。車輪制御部 1 3 4 b は、送受信部 1 3 4 a を介して回転量の情報を上記管理装置へ送信する。

【 0 0 4 2 】

ベースロック機構制御部 1 3 4 c は、上記管理装置から受信した指示に基づき、駆動モータ 1 3 7 a を制御してベースロック機構 1 3 7 のロック状態（ベース 1 3 1 から突出してロック受け部と係合すること）又はロック解除状態（ロック受け部との係合を解き、ベース 1 3 1 に格納すること）を制御する。

【 0 0 4 3 】

センサ 1 3 6 に含まれる障害物センサは非接触式で、患者搬送台車 1 0 0 から所定の範囲（例えば数 cm ~ 数 m）にある周囲の障害物を検知するものであり、例えば 2 次元若しくは 3 次元光学センサ、レーザ測定センサ、音響センサ、磁場センサ、電界センサ、誘導センサ、電波センサ、又はこれらの組み合わせである。センサ 1 3 6 が障害物を検知すると、搬送制御部 1 3 4 及び後述する統括制御装置に検知信号を送信し、これを受けて搬送制御部 1 3 4 及び統括制御装置 2 6 0 は、患者搬送台車 1 0 0 を停止させたり、障害物を回避させたりするよう制御する。なお、障害物を検出するセンサとして、接触式センサを備えてもよい。ベース 1 3 1 や天板 1 1 0 などの平面方向（X Y 平面）に広がり最大になる可能性のある部分の周囲に備えられ、障害物に接触すると、搬送制御部は患者搬送台車 1 0 0 を減速停止させる。

【 0 0 4 4 】

ベースロック機構 1 3 7 は、粒子線治療室及び位置決め室の床や壁などに設けられたロック受け部（図 6 の 2 2 5、図 7 の 2 3 5）と機械的に係合し（ロック状態）、患者搬送台車 1 0 0 が床に対して動かないように固定するための機構である。ベースロック機構 1 3 7 とロック受け部は機械的に係合する機構に代えて又は加えて、空圧を利用するエアークランプや磁力を利用して固定するものであってもよい。ベースロック機構 1 3 7、粒子線治療室及び位置決め室の床や壁などに設けられたロック受け部とにより、患者搬送台車 1 0 0 を部屋に固定し、ベース 1 3 1 に対し非対称な位置に天板駆動部を移動させた場合でも、所望された患者の姿勢を維持し静止させることができる。なお、ベースロック機構 1 3 7 とロック受け部とを係合する機構は、ベースロック機構 1 3 7 側ではなく、ロック受け部側に設けるようにしてもよい。

【 0 0 4 5 】

ベースロック機構 1 3 7 は、ロック受け部と係合していない状態（ロック解除状態）において、患者搬送台車 1 0 0 の移動時に邪魔にならないようにベース 1 3 1 内に格納され、粒子線治療室等に設けられたロック受け部と係合する際にベース 1 3 1 から突出しロック受け部と係合するよう構成されていてもよい。なお、ロック受け部が粒子線治療室等の壁面等に設けられる場合には、それに合わせてベースロック機構 1 3 7 もベース 1 3 1 の側方等に設けられる。

【 0 0 4 6 】

なお、ベースロック機構 1 3 7 の変形例として、ベースロック機構は、患者搬送台車 1 0 0 に備え付けられたものではなく、粒子線治療室等の壁や床に格納されていてもよい。この場合、ベースロック機構は、ベース 1 3 1 に備えられたロック受け部と係合していない状態（ロック解除状態）において、患者搬送台車 1 0 0 の移動時に邪魔にならないように粒子線治療室等の壁や床に格納され、ロック受け部と係合する際、ベースロック機構が壁や床から突出しロック受け部と係合するよう構成されていてもよい。また、ベースロック機構に X Y Z ステージを備え、固定する位置を選択できるようにしてもよい。これにより、患者搬送台車 1 0 0 とベースロック機構の係合位置を固定せずに、所望の位置とすることができる。また、ベースロック機構に備え付けられた変位センサ（不図示）により、患者搬送台車 1 0 0 とベースロック機構との間の距離を測定し、その近接量に応じて搬送制御部 1 3 4 が、ロック受け部との固定位置に誘導するよう搬送部 1 3 0 の車輪 1 3 2 を動作させるようにしてもよい。該変位センサは、患者搬送台車 1 0 0 が定位置に設置されたベースロック機構に接触した際に受ける力若しくは近接したことによる場の変化などを

10

20

30

40

50

検知するセンサであり、例えば、接触式センサ、光学式センサ、渦電流式センサ、又はこれらの組み合わせである。

【 0 0 4 7 】

患者搬送車 1 0 0 に積載されたバッテリーは、ベースロック機構 1 3 7 等に備えられたオートコネクタ（不図示）を通じて充電されるようにしてもよい。

【 0 0 4 8 】

以上のように本実施形態に係る患者搬送台車 1 0 0 は、主に以下の構成を備えることを特徴とする。患者搬送台車 1 0 0 は、患者を乗せる天板 1 1 0 と、天板 1 1 0 を任意の位置へ移動及び回転させる天板駆動部 1 2 0 と、患者搬送台車 1 0 0 を移動させる搬送部 1 3 0 とを備える。

天板駆動部 1 2 0 は、第 1 ~ 第 3 の回転機構 1 2 1 ~ 1 2 3 により第 1 及び第 2 のアーム 1 2 4、1 2 5 を移動及び回転（第 1 及び第 2 のアーム 1 2 4、1 2 5 が伸縮する場合は、それらの伸縮も）させて、天板 1 1 0 を任意の位置に動かす。これにより例えば、天板駆動部 1 2 0 は天板 1 1 0 を床面近くに移動させることができ、患者は天板 1 1 0 への乗り降りが容易となる。

患者搬送台車 1 0 0 がホームポジション状態において、天板 1 1 0、第 1 のアーム 1 2 4、及び第 2 のアーム 1 2 5 が高さ方向（Z 軸）に折り畳んだ状態となるように、第 1 ~ 第 3 の回転機構 1 2 1 ~ 1 2 3、並びに第 1 及び第 2 のアーム 1 2 4、1 2 5 は、高さ方向（Z 軸）において天板 1 1 0 と重畳するよう構成されている。これらにより、天板 1 1 0 及び天板駆動部 1 2 0 の平面方向（XY 平面）の広がりを抑えることができ、患者搬送台車 1 0 0 の移動時の邪魔になりにくなる。また、支持部 1 2 6 は、ベース 1 3 1 の凹部 1 3 8 に埋め込まれるように設置されているため、ホームポジション時の天板の高さを可能な限り低くでき、患者の乗降時に天板 1 1 0 を可能な限り床面近くまで下ろすことができ、患者の乗降が容易になる。

また、第 3 の回転機構 1 2 3 を支持する支持部 1 2 6 は、平面視してベース 1 3 1 の中心から外れた位置に固定され、これによりベース 1 3 1 には介助者が乗ることができる介助者スペース 1 3 5 が確保される。

【 0 0 4 9 】

〔 粒子線照射システム 〕

本実施形態に係る患者搬送台車 1 0 0 を用いる粒子線照射システム 2 0 0 について説明する。粒子線照射システム 2 0 0 は、1 つ又は複数の患者搬送台車 1 0 0、並びに粒子線照射装置 2 1 0、患者位置設定装置 2 2 0、2 3 0、位置決め室管理装置 2 4 0、治療室管理装置 2 5 0、及び統括制御装置 2 6 0 を含む。

【 0 0 5 0 】

図 5 は、粒子線治療を行う施設（例えば病院）に設けられた粒子線照射システム 2 0 0 の例である。粒子線治療を行う施設には、患者に粒子線を照射する粒子線照射装置 2 1 0 が置かれた 1 つ又は複数の粒子線治療室と、粒子線照射装置 2 1 0 の照射位置（アイソセンタ IC）に対して、患者の患部の位置を一致させる位置決め処理が行われる 1 つ又は複数の位置決め室とが少なくとも含まれる。

【 0 0 5 1 】

粒子線照射装置 2 1 0 は、粒子線を生成する加速器 2 1 1、内部を粒子線が通る真空ダクトや粒子線の方向、強度、及びサイズ等を調整する各種電磁石装置を含む粒子線ガイド 2 1 2、粒子線を患者の照射すべき部位に向けて出射する照射ノズル 2 1 3、並びに粒子線照射装置 2 1 0 全体を制御する照射制御部 2 1 4 を含む。

【 0 0 5 2 】

加速器 2 1 1 は、陽子線、中性子線、又は重粒子線である粒子線を生成する装置であり、例えばシンクロトロン、サイクロトロン、シンクロサイクロトロン、又は線形加速器である。加速器 2 1 1 で生成された粒子線は、粒子線ガイド 2 1 2 により照射ノズル 2 1 3 に導かれる。粒子線ガイド 2 1 2 の各種電磁石装置には、特許第 6 3 6 4 1 4 1 号、特許第 6 3 8 7 4 7 6 号、及び特許 6 7 3 4 6 1 0 号に記載の四極電磁石装置、ステアリング

10

20

30

40

50

電磁石装置、振分電磁石装置、収束電磁石装置、及び/又は超電導電磁石装置などが含まれる。また、粒子線ガイド212の各種電磁石装置には、粒子線の形状及び/又は線量を調整するビームスリット装置や、粒子線のビーム位置を微調整するためのステアリング電磁石装置をさらに含むものであってもよい。これら特許第6364141号、特許第6387476号、及び特許6734610号に記載の内容は、参照により本発明に組み込まれる。

【0053】

照射ノズル213は、粒子線治療室内に設けられ、粒子線ガイド212からの粒子線を患部へ向けて出射する。照射ノズル213は、走査電磁石213a、ビームモニタ213b、及びエネルギー変調手段213cを備える(図7)。照射ノズル213は、例えば特許第6387476号に記載の照射ノズルである。

10

【0054】

走査電磁石213aは、流れる電流量や電流の向きを調整することで、照射ノズル213から出射する粒子線の進行方向を微調整し、所定の範囲内でスキャン(走査)可能にするための電磁石である。ビームモニタ213bは、粒子線を監視し、線量やビームの位置及び平坦度を計測するモニタである。計測した情報は、ビームモニタ213bから粒子線照射装置210の照射制御部214にフィードバックされ、走査電磁石213aの制御や粒子線の精度よい照射に利用される。エネルギー変調手段213cは、粒子線のエネルギーを調整して粒子線の患者内の到達する深さを調整するものであり、例えば、レンジモジュレータ、散乱体、リッジフィルタ、患者コリメータ、患者ポータス、又はアプリケーションなどである。

20

【0055】

照射制御部214は、粒子線治療室の治療室管理装置250と通信し、治療室管理装置250から粒子線照射装置210の指示を受け取り、該指示に基づき粒子線照射装置210の加速器211、粒子線ガイド212、及び照射ノズル213を制御するコンピュータである。

【0056】

位置決め室には患者位置設定装置220と、患者搬送台車100のベースロック機構137と係合するロック受け部225とが備え付けられる(図6)。患者を乗せた患者搬送台車100は、施設内を通り位置決め室内へ搬送され、位置決め室に設けたロック受け部225にベースロック機構137を係合させて固定した後、位置決め用の測定台としてそのまま利用される。患者を搬送する台車から位置決め用の測定台へ移す必要がなく、患者の負担は軽減される。また、位置決め室内に固定の測定台を備え付けておく必要がなく、位置決め室のスペースの低減に資する。

30

【0057】

図6の構成では、ロック受け部225は床面に形成されているが、ベースロック機構137がベース131の側面(又はその他の部位)などの別の部分に設けられる場合は、それに対応する位置に設置される。また、患者搬送台車100に複数のベースロック機構137が設けられている場合は、その数に対応する数のロック受け部225が位置決め室内に備え付けられる。

40

【0058】

患者位置設定装置220は、複数のX線管221(図中221a、221b)と、CCDエリアイメージセンサ、CMOSエリアイメージセンサ、又はフラットパネルディテクター等のX線を検出する複数の検出器222(図中222a、222b)を備える。患者位置設定装置220は、例えばX線撮像装置又はX線CT装置である。患者位置設定装置220としてMRI装置を用いてもよく、この場合、X線管221の代わりに磁場発生装置(電磁石等)を用い、検出器222として磁場検出装置(RF受信コイル等)を用いることになる。

【0059】

図6には、X線管221a、221bと対応する検出器222a、222bが2組描か

50

れているが、これらは1組であってもよいし、3組以上であってもよい。数が多いほど精度は向上するが、処理が煩雑になるので、2～4組が好ましい。

【0060】

位置決め室では患者位置設定装置220を用いて粒子線の照射位置(アイソセンタIC)の位置に対する患部の位置決めが行われる(図6(a))。アイソセンタ座標データ(XYZ座標)及びX線画像データと、天板駆動部120の第1～第3の回転機構121～123及び第1及び第2のアーム124、125の位置決めデータ(即ち、位置決めの際にとっていた天板110及び天板駆動部120の姿勢を粒子線治療室において再現するための各種データ)は、位置決め室管理装置240に送られ、位置決め室管理装置240から、ネットワーク270を介して治療室管理装置250に送られる。位置決め室において粒子線照射位置の位置決めが完了した後、患者搬送台車100は、患者を天板110に乗せたままホームポジションにある状態に戻り(図6(b))、そのまま粒子線治療室に移動する。

10

【0061】

粒子線治療室は、外部への不必要な放射線の漏えいを防止するために周囲を厚いコンクリート等の遮蔽体によって囲まれている(図5)。粒子線治療室の入口は、曲がり角を有する迷路構造となっており、粒子線の漏洩防止策が施されている。

【0062】

粒子線治療室には、粒子線照射装置210(とくに照射ノズル213)と、粒子線照射位置の位置決めを行う患者位置設定装置230と、患者搬送台車100のベースロック機構137と係合するロック受け部235が備え付けられている(図7)。患者を乗せた患者搬送台車100は、施設内を通り粒子線治療室内へ搬送され、粒子線治療室に設けたロック受け部235にベースロック機構137を係合させ固定させた後、粒子線治療用の台としてそのまま利用される。患者を搬送する台車から患者の治療用の台へ移す必要がなく、患者への負担は軽減される。また、粒子線治療室内に固定の治療台を備え付けておく必要がなく、粒子線治療室のスペースを低減できる。

20

【0063】

図7では、ロック受け部235は床面に形成されているが、ベースロック機構137がベース131の側面(又はその他の部位)に設けられる場合は、それに対応する位置に配置される。また、ベースロック機構137が複数の場合は、その数に対応する数のロック受け部235が粒子線治療室内に備え付けられる。

30

【0064】

粒子線治療室では、位置決め室管理装置240から受信した位置決めデータに基づき、再度粒子線の照射位置に対する患部の位置決め処理が行われる。なお、粒子線治療室に備え付けられる患者位置設定装置230は、位置決め室に備え付けられる患者位置設定装置220と異なる構成であってもよいが、同じ構成とすることで、粒子線治療室と位置決め室との間の位置合わせが容易となるので好ましい。

【0065】

位置決め室の患者位置設定装置220は、一部が位置決め室内に設けられ、残りの部分が位置決め室外に設けられていてもよい。同様に、粒子線治療室の患者位置設定装置230は、一部が粒子線治療室内に設けられ、残りの部分が粒子線治療室外に設けられていてもよい。そのため、患者位置設定装置220、230の一部が位置決め室又は粒子線治療室内に設けられていれば、「位置決め室に設けられた患者位置設定装置」及び「粒子線治療室に設けられた患者位置設定装置」ということになる。

40

【0066】

患者位置設定装置220は、各種通信インターフェースと、各種制御のためのプログラム及びプロセッサ(又はASICなど)と、位置決め処理時の変位量の計算や取得画像の読み込みをするメモリなどを備える。患者位置設定装置220は、メモリに記憶されたプログラム及びプロセッサが協働するなどして実現される患者位置設定装置220の機能部として、X線撮像制御部を備える(不図示)。

50

【 0 0 6 7 】

X線撮像制御部は、位置決め室管理装置240からの指示に応じて又は所定の周期で、X線管221及び検出器222を制御し、患者の患部のX線画像を生成し、患者位置設定部へ出力する。患者位置設定部は、入力したX線画像と、予め記憶しておいた該患者の患部に係る基準X線画像とを比較し、両者の誤差量（位置誤差）を算出し、その情報を位置決め室管理装置240へ出力する。また、ベースロック機構137に備えられた変位センサによって検知された、ベースロック機構とベース131（すなわち患者搬送台車100）の間の近接量は、患者搬送台車100の固定位置に対する補正量として位置決め管理装置240へ送信され、位置誤差に補正量を加えて位置誤差を更新しても良い。

【 0 0 6 8 】

位置決め室管理装置240は、上記位置誤差が低減される（又はゼロになる）ように、患者搬送台車100の天板110及び天板駆動部120の移動量及び/又は回転量を算出し、その情報を患者搬送台車100の駆動制御部133に送る。これを受けて駆動制御部133は天板駆動部120を動かし、天板110の位置を調整する。また、位置決め室管理装置240は、患者搬送台車100から、実際に動かし移動量及び/又は回転量の情報を受け取る。

【 0 0 6 9 】

位置決め室管理装置240は、ネットワーク270を介して治療室管理装置250に各種情報を送る。各種情報には、位置決め室管理装置240が駆動制御部134から受信した移動量及び/又は回転量の情報が含まれる。また、患者搬送台車100やベースロック機構137に不具合等があった場合には、患者搬送台車100からエラー信号が位置決め室管理装置240へ送られる。エラー信号を受けた位置決め室管理装置240は、位置決め処理をやり直すよう患者位置設定装置220の表示画面などに警告を表示したり、操作者にエラー表示を示し患者の安全を確保するよう促したりなどの作動を行う。

【 0 0 7 0 】

粒子線治療室の患者位置設定装置230及び治療室管理装置250についても、位置決め室の患者位置設定装置220及び位置決め室管理装置240と同様であり、説明は省略する。とくに、治療室管理装置250は、粒子線治療（照射）中に、患者搬送台車100の天板駆動部120及び/又は搬送部130から移動や誤作動等に起因するエラー信号を受信すると、粒子線照射装置210に信号を送り、粒子線照射装置210による粒子線の照射を停止させる緊急行動を行う。

【 0 0 7 1 】

統括制御装置260は、患者搬送台車100の走行を管理するコンピュータである。統括制御装置260は、患者搬送台車100の駆動制御部133及び搬送制御部134と通信し、これらを制御するとともに、各種情報をやりとりする。また、統括制御部260は、位置決め室管理装置240及び治療室管理装置250と通信し、各種情報をやりとりする（図8）。

【 0 0 7 2 】

統括制御装置260は、インターフェース、粒子線照射システム200全体を制御するためのプログラム及びプロセッサ（又はASICなど）と、プログラムや各種情報を記憶するメモリなどを備えたコンピュータである。統括制御装置260は、メモリに記憶されたプログラム及びプロセッサが協働するなどして実現される機能部として、患者搬送台車100の移動を制御するための経路生成部261及び交通管制部262を備える。

【 0 0 7 3 】

粒子線治療の効率化のためには、1人あたりの患者の治療室占有時間を短縮することや、患者の粒子線治療終了後にすぐ次の患者が粒子線治療室に入ることが求められる。粒子線治療室や粒子線治療室外の施設を運行する患者搬送台車は複数あることがあり、複数台の患者搬送台車の運行には、各患者搬送台車の状況を把握する管理装置が求められる。このような事情に鑑み、統括制御装置260は施設内における患者搬送台車100の移動を管理する。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 4 】

経路生成部 2 6 1 は、粒子線治療施設内の地図を生成し、記憶する機能を有する。経路生成部 2 6 1 は、粒子線治療施設内の 1 つ又は複数の粒子線治療室及び 1 つ又は複数の位置決め室それぞれを起点、終点とした場合、起点及び終点を結ぶ複数の経路を生成する。ここで、一般的に粒子線治療施設内では、患者どうしが会わないようにするためや医療従事者の動線確保のために、同じ起点と終点との間の経路であっても、複数の経路が存在することがある。

【 0 0 7 5 】

経路生成部 2 6 1 は、起点及び終点間の経路生成を行うにあたり、公知の技術を用いて施設内の構造を事前にマッピングする。経路生成部 2 6 1 は、好ましくは N F N 方式（ナチュラル・フィーチャー・ナビゲーション）を利用してマッピングするものである。経路生成部 2 6 1 で生成された複数の経路は、交通管制部 2 6 2 に共有される。

10

【 0 0 7 6 】

交通管制部 2 6 2 は、経路生成部 2 6 1 が生成した複数の移動経路から最適な経路を選択し、患者搬送台車 1 0 0 の搬送制御部 1 3 4 に選択した経路を移動するよう指示する。搬送制御部 1 3 4 は交通管制部 2 6 2 からの指示に従い搬送部 1 3 0 を動作させ、患者搬送台車 1 0 0 を選択された経路に沿って移動させる。

【 0 0 7 7 】

複数の患者搬送台車 1 1 0 が施設内を走行する場合、通路上で渋滞することがある。ある第 1 の患者搬送台車 1 1 0 が粒子線治療室 A を起点とし、別の第 2 の患者搬送台車 1 1 0 が粒子線治療室 A を終点とする場合、治療室 A を起点とする第 1 の患者搬送台車 1 0 0 が治療室 A から退室していないと、第 2 の患者搬送台車 1 1 0 は待機しなければならず、施設全体の治療効率を低下させることになる。そのため、交通管制部 2 6 2 は、各患者搬送台車 1 1 0 の位置情報を一定の周期（例えば 1 秒周期）で取得し、その時々で最適な経路を選択する。

20

【 0 0 7 8 】

例えば、図 9 では、経路生成部 2 6 1 が生成した、位置決め室 1（起点）から粒子線治療室 1（終点）への 3 つの経路 R 1 ~ R 3 が存在し、位置決め室 2（起点）から粒子線治療室 3（終点）への 3 つの経路 R 4 ~ R 6 が存在する場合を表す。

【 0 0 7 9 】

例えば、ある患者搬送台車 1 0 0 が位置決め室 1 で位置決め完了後に粒子線治療室 1 へ向かう場合、経路 R 1 ~ R 3 のいずれかで移動することになる。そのとき、交通管制部 2 6 2 は、粒子線治療室 1 から準備室に戻る別の患者搬送台車 1 0 0 があると判断した場合には（図 9 の破線）、両患者搬送台車の衝突や渋滞を避けるために、位置決め室 1 から出る患者搬送台車 1 0 0 の経路を R 1 又は R 2 と指定し、指示を送る。

30

【 0 0 8 0 】

例えば、ある患者搬送台車 1 0 0 が位置決め室 2 で位置決め完了後に粒子線治療室 3 へ向かう場合、経路 R 4 ~ R 6 のいずれかで移動することになる。そのとき、粒子線治療室 3 から準備室に戻る別の患者搬送台車 1 0 0 が少し時間がかかり遅れていると判断すると、両患者搬送台車の衝突や渋滞を避けるために、交通管制部 2 6 2 は、位置決め室 2 から出る患者搬送台車 1 0 0 の経路として、最短経路の R 4 ではなく、遠回りの経路の R 5 を指定する。また、患者搬送台車 1 0 0 が経路 R 5 で移動中に、患者搬送台車 1 0 0 のセンサ 1 3 6 が予期しない障害物を検知すると、検知信号を統括制御装置 2 6 0 に送る。当該信号を受信し、交通管制部 2 6 2 が経路 R 5 では通行できないと判断した場合、交通管制部 2 6 2 は、移動中の別の患者搬送台車 1 0 0 の位置を考慮しつつ、患者搬送台車 1 0 0 に経路を R 5 から経路 R 6 又は R 4 に切り替えるよう指示を送る。

40

【 0 0 8 1 】

例えば、ある患者搬送台車 1 0 0 が位置決め室 2 で位置決め完了後に粒子線治療室 3 へ向かう場合、粒子線治療室 3 で治療室管理装置から別の患者搬送台車 1 0 0 の搬送制御部 1 3 4 を待機状態（スタンバイ状態）から回復する指示を統括制御装置 2 6 0 が受信し

50

ていないとする。そのとき、統括制御装置 260 は治療室 3 では治療完了していないと判断し、放射線治療のスケジュール管理装置（不図示）と通信することにより、該患者を空いている治療室のいずれかに割り当てることで、治療スケジュールを再生成する。例えば治療室 2 に割り当てられたとすると、統括制御装置 260 は位置決め室 2 から出る患者搬送台車 100 の経路を R7 と指定し、指示を送る。放射線治療のスケジュール管理装置は、例えば特許 6632015 号に記載の装置である。

【0082】

患者搬送台車 100 に備えられたセンサ 136 により、経路生成部 261 にて把握されていない障害物を検知すると、患者搬送台車 100 は、障害物の回避行動（走行の停止を含む）を行うよう制御される。経路生成部 261 に把握されない障害物は、例えば、通路を歩行する医療従事者や患者、一時的に通路にあるような荷物などである。センサ 136 により障害物が検知されると、検知信号が交通管制部 262 に送信され、交通管制部 262 からの指示に応じて搬送制御部 134 は、障害物を回避するよう搬送部 130 の車輪 132 を動作させる。患者搬送台車 100 どうしがすれ違う場合も同様に、それぞれのセンサ 136 が互いを障害物として検知し、検知信号が交通管制部 262 に送信される。交通管制部 262 は、患者搬送台車 100 それぞれにどのように回避すべきかをそれぞれの搬送制御部 134 に指示し、それぞれの走行が妨げられないようにする。

10

【0083】

次に、位置決め室及び粒子線治療室に入室した際に、患者搬送台車 100 の制御の切替について説明する。

20

【0084】

患者搬送台車 100 が位置決め室に入り、ベースロック機構 137 とロック受け部 225 との係合が完了すると（ロック状態）、ロック状態になったことを示す信号が位置決め室管理装置 240 に送信される。これを受けて、位置決め室管理装置 240 は、患者搬送台車 100 が不意に動いてしまうことを防止するために、搬送制御部 134 を待機状態（スタンバイ状態）とする指示と、駆動制御部 133 を待機状態から回復する指示を送る。

【0085】

位置決めが完了した後、位置決め室管理装置 240 は、駆動制御部 133 に位置決め完了の信号を送り、駆動制御部 133 はこれを受けて、天板 110 をホームポジション状態に戻す。ホームポジション状態に戻った後、駆動制御部 133 は、ホームポジション状態に戻ったことを示す信号を位置決め室管理装置 240 に送信する。これを受けて位置決め室管理装置 240 は、搬送制御部 134 に指示を送り、位置決め室管理装置 240 からの指示を受信すると搬送制御部 134 は待機状態から回復し、駆動制御部 133 は待機状態となる。そして搬送制御部 134 は、ベースロック機構 137 をロック解除状態にし、ロック解除状態になったことを示す信号を位置決め室管理装置 240 に送信する。これを受けて位置決め室管理装置 240 は、搬送制御部 134 に患者搬送台車 100 の移動を許可する指示（経路の指定を含む）を送る。これを受けて搬送制御部 134 は、患者搬送台車 100 を移動させ、位置決め室から退室し、粒子線治療室に移動する。

30

【0086】

同様に、患者搬送台車 100 が粒子線治療室に入り、ベースロック機構 137 とロック受け部 235 との係合が完了すると、ロック状態になったことを示す信号が治療室管理装置 250 に送信される。これを受けて、治療室管理装置 250 は、患者搬送台車 100 が不意に動いてしまうことを防止するために、搬送制御部 134 を待機状態とする指示と、駆動制御部 133 を待機状態から回復する指示を送る。

40

【0087】

粒子線治療が完了した後、治療室管理装置 250 は、駆動制御部 133 に駆動部 120 のホームポジションへの帰還信号を送り、駆動制御部 133 はこれを受けて、天板 110 をホームポジション状態に戻す。ホームポジション状態に戻った後、駆動制御部 133 は、ホームポジション状態に戻ったことを示す信号を治療室管理装置 250 に送信する。これを受けて治療室管理装置 250 は、搬送制御部 134 に指示を送り、治療室管理装置 2

50

50からの指示を受信すると搬送制御部134は、待機状態から回復し、駆動制御部133は待機状態となる。そして搬送制御部134は、ベースロック機構137をロック解除状態にし、ロック解除状態になったことを示す信号を治療室管理装置250に送信する。これを受けて治療室管理装置250は、搬送制御部134に患者搬送台車100の移動を許可する指示（経路の指定を含む）を送る。これを受けて搬送制御部134は、患者搬送台車100を移動させ、粒子線治療室から退室する。

【0088】

図10は、粒子線照射システム200における粒子線治療の一連の流れを説明するフローチャートである。なお、このフローチャートのステップ順序はこれに限定されず、必要に応じて適宜調整される。

【0089】

粒子線治療に際し、施設に来院した患者は、準備室等において患者搬送台車100に乗り、固定具で動かないよう天板110に固定される。患者が天板110に乗る際は、駆動制御部133が天板駆動部120を動かし、天板110を床面近くへ移動させ、患者が乗りやすくする（図2(a)）。患者を乗せた天板110はホームポジション状態に戻り、患者搬送台車100の移動準備が整う。

【0090】

移動準備が完了したことを示す信号が搬送制御部134から統括制御装置260に送られ、統括制御装置260の交通管制部262は、患者搬送台車100の搬送制御部134に指示（経路の指定を含む）を送る。これを受けて駆動制御部133は待機状態となり、搬送制御部134は、指定された経路に沿って、患者搬送台車100を指定の位置決め室へ移動させる（ステップS1）。

【0091】

位置決め室内で搬送制御部134は、ベースロック機構137をロック状態にし、ロックが完了したことを示す信号を位置決め室管理装置240に送る（ステップS2）。これを受けて位置決め室管理装置240は、搬送制御部134を待機状態にする指示と、駆動制御部133を待機状態から回復する指示を送る（ステップS3）。駆動制御部133は、天板110及び天板駆動部120を動かし、粒子線の照射位置の位置決めを行う（ステップS4）。位置決めデータは、位置決め室管理装置240からネットワーク270を介して治療室管理装置250に送られる。

【0092】

位置決めが完了すると、位置決め室管理装置240は、駆動制御部133に駆動部120のホームポジションへの回帰信号を送り、これを受けて駆動制御部133は、天板110をホームポジション状態に戻す。その後、駆動制御部133は、ホームポジション状態に戻ったことを示す信号を位置決め室管理装置240に送信し、位置決め室管理装置240は、搬送制御部134を待機状態から回復する指示と、駆動制御部133を待機状態にする指示を送る。これを受けて駆動制御部133は待機状態になり、搬送制御部134は、待機状態から回復する（ステップS5）。搬送制御部134は、ベースロック機構137をロック解除状態にする（ステップS6）。

【0093】

搬送制御部134はロック解除状態になったことを示す信号を位置決め室管理装置240に送信し、それを受けた位置決め室管理装置240は、統括制御装置260に患者搬送台車100を移動させてもよいことを許可する指示を送る。これを受けて、搬送制御部134は、統括制御装置260により指定された経路に沿って、粒子線治療室に患者搬送台車100を移動させる（ステップS7）。

【0094】

粒子線治療室内で、搬送制御部134は、ベースロック機構137をロック状態にし、ロック状態になったことを示す信号を治療室管理装置250に送る（ステップS8）。これを受けて治療室管理装置250は、搬送制御部134を待機状態にする指示と、駆動制御部133を待機状態から回復する指示を送る。これを受けて搬送制御部134は待機状

10

20

30

40

50

態となり、駆動制御部 1 3 3 は待機状態から回復し、天板 1 1 0 及び天板駆動部 1 2 0 を制御できるようになる（ステップ S 9）。駆動制御部 1 3 3 は、治療室管理装置 2 5 0 から位置決め室で決めた粒子線の照射位置の情報（天板 1 1 0 及び天板駆動部 1 2 0 の姿勢情報を含む）を受信し、その情報に基づき患者位置を再現する（ステップ S 1 0）。その後、必要であれば粒子線治療室の患者位置設定装置 2 3 0 によりさらに位置決め処理（ステップ S 1 1）を行うようにするとよい。

【 0 0 9 5 】

位置決めが完了すると、統括制御装置 2 6 0 は、粒子線照射装置 2 1 0 を作動させ、粒子線治療を開始する（ステップ S 1 2）。

【 0 0 9 6 】

粒子線治療が終了すると、治療室管理装置 2 5 0 は、駆動制御部 1 3 3 に患者位置決めが完了したことを示す信号を送り、駆動制御部 1 3 3 はこれを受けて、天板 1 1 0 をホームポジション状態に戻す。治療室管理装置 2 5 0 は、搬送制御部 1 3 4 を待機状態から回復する指示と、駆動制御部 1 3 3 を待機状態にする指示を送る。これを受けて駆動制御部 1 3 3 は待機状態になり、搬送制御部 1 3 4 は、待機状態から回復する（ステップ S 1 3）。そして、搬送駆動部 1 3 4 は、ベースロック機構 1 3 7 をロック解除状態にする（ステップ S 1 4）。搬送制御部 1 3 4 はロック解除状態になったことを示す信号を治療室管理装置 2 5 0 に送信し、これを受けた治療室管理装置 2 5 0 は、搬送制御部 1 3 4 に患者搬送台車 1 0 0 を移動させてもよいことを許可する指示を送る。これを受けて搬送制御部 1 3 4 は、患者搬送台車 1 0 0 を移動させ、粒子線治療室から退出し、準備室等へ移動する（ステップ S 1 5）。

【 0 0 9 7 】

上記実施形態で説明される寸法、材料、形状、構成要素の相対的な位置等は任意であり、当業者であれば本発明が適用される装置の構造又は様々な条件に応じて変更されると理解する。また、本発明は、具体的に記載された上記実施形態に限定されるものではない。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 8 】

1 0 0	患者搬送台車	
1 1 0	天板	
1 2 0	天板駆動部	30
1 2 1	第 1 の回転機構	
1 2 2	第 2 の回転機構	
1 2 3	第 3 の回転機構	
1 2 4	第 1 のアーム	
1 2 5	第 2 のアーム	
1 2 6	支持部	
1 3 0	搬送部	
1 3 1	ベース	
1 3 2	車輪	
1 3 3	駆動制御部	40
1 3 4	搬送制御部	
1 3 5	介助者スペース	
1 3 6	センサ	
1 3 7	ベースロック機構	
1 3 8	凹部	
2 0 0	粒子線照射システム	
2 1 0	粒子線照射装置	
2 2 0、2 3 0	患者位置設定装置	
2 4 0	位置決め室管理装置	
2 5 0	治療室管理装置	50

260 統括制御装置
270 ネットワーク

【要約】

【課題】

本発明は、患者搬送台車及び粒子線照射システムを提供する。

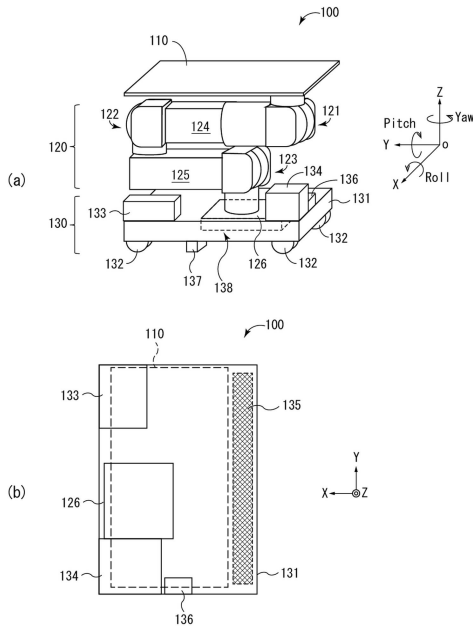
【解決手段】

本発明の一実施形態の患者搬送台車は、患者を乗せる天板(110)と、天板を移動及び/又は回転させる天板駆動部(120)と、天板駆動部を載置するベース(131)を有する搬送部(130)とを備え、患者搬送台車100のホームポジション状態において、天板並びに天板駆動部の第1及び第2のアームが高さ方向(Z軸)に折り畳んだ状態となるよう構成され、第2のアームに接続された支持部が、平面視してベースの中心から外れた位置に固定され、これにより前記ベースには介助者が乗ることができる介助者スペース(135)が確保され、支持部は、ベースに設けられた凹部(138)に固定されている。

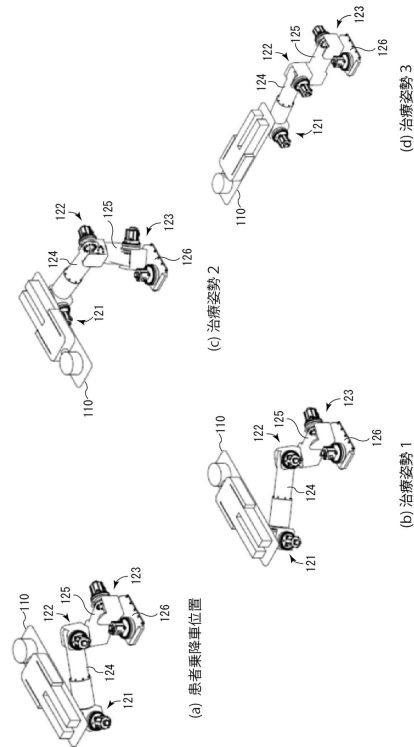
10

【選択図】図1

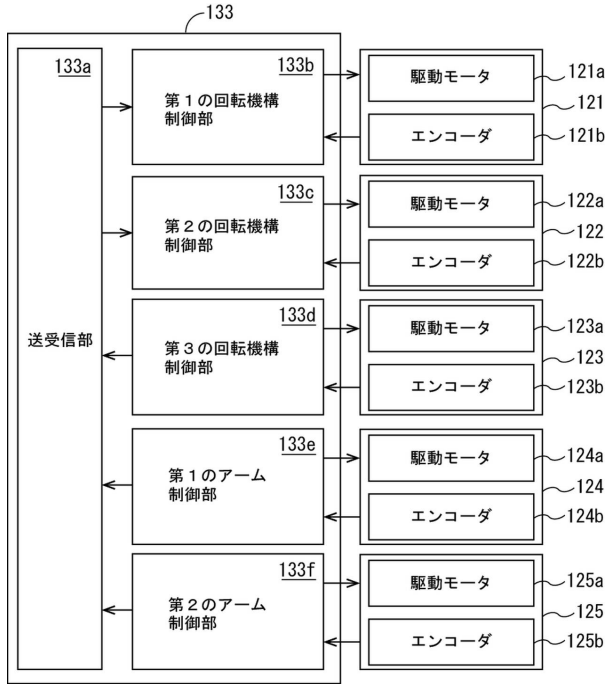
【図1】



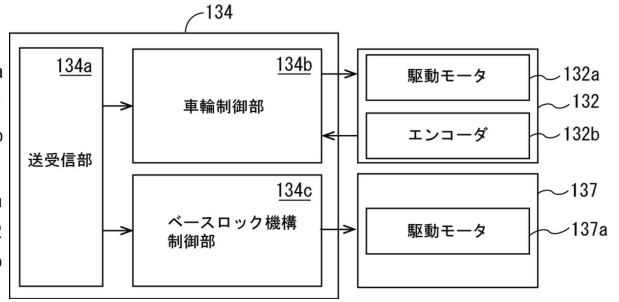
【図2】



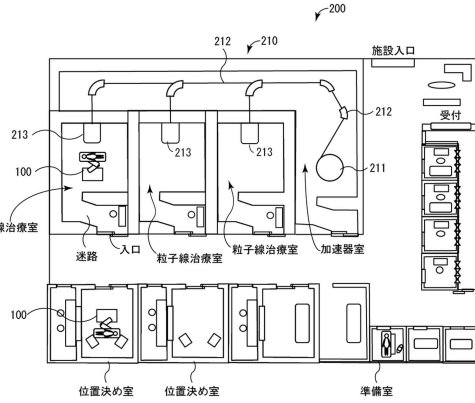
【図3】



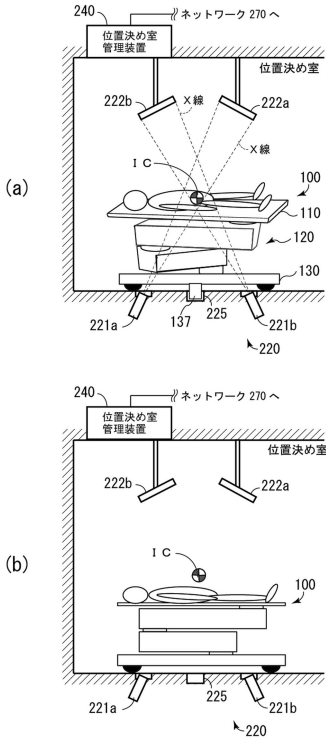
【図4】



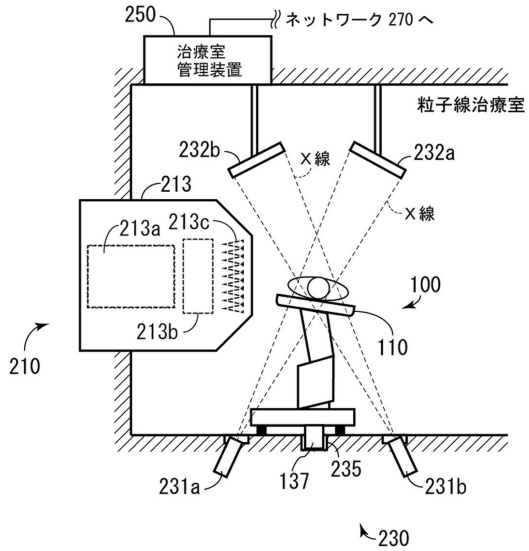
【図5】



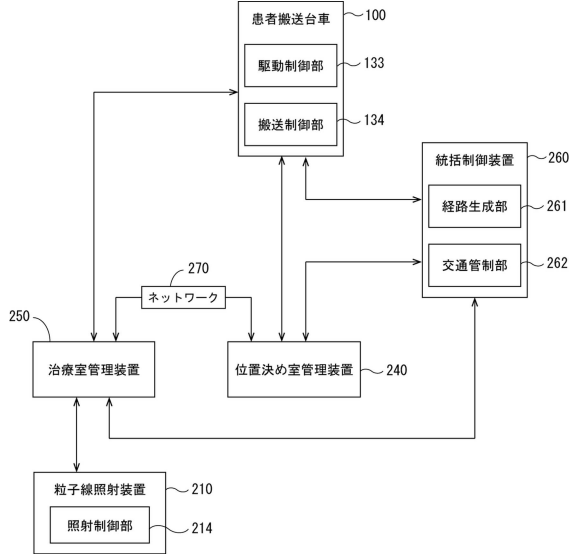
【図6】



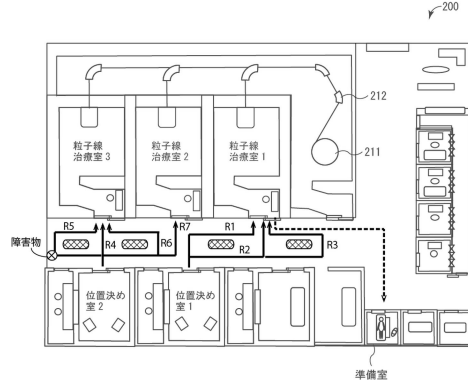
【図7】



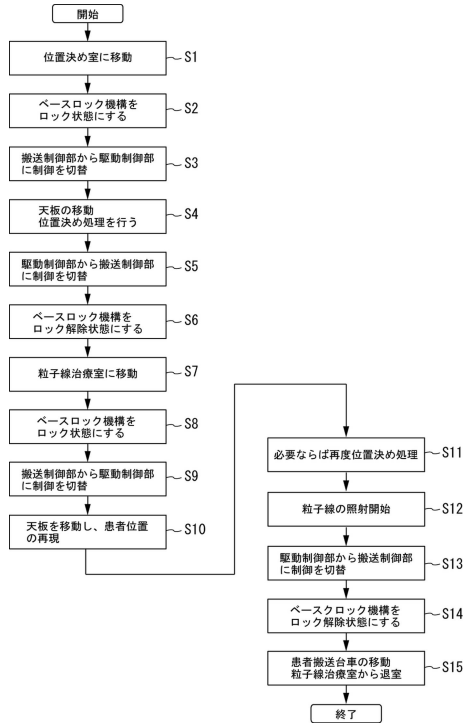
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

- (72)発明者 益田 大志
東京都江戸川区春江町五丁目10番10号 株式会社ビードットメディカル内
- (72)発明者 古川 卓司
東京都江戸川区春江町五丁目10番10号 株式会社ビードットメディカル内

審査官 宮下 浩次

- (56)参考文献 特許第6596679(JP, B1)
特開2009-116667(JP, A)
特開2018-122013(JP, A)
特開2015-136444(JP, A)
特開2007-007302(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| A61N | 5/10 |
| A61G | 13/00 |