

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6449958号  
(P6449958)

(45) 発行日 平成31年1月9日(2019.1.9)

(24) 登録日 平成30年12月14日(2018.12.14)

(51) Int.Cl. F I  
**A 6 1 G 13/04 (2006.01)** A 6 1 G 13/04  
**A 6 1 G 13/06 (2006.01)** A 6 1 G 13/06

請求項の数 12 (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2017-183813 (P2017-183813)	(73) 特許権者	514063179 株式会社メディカロイド
(22) 出願日	平成29年9月25日(2017.9.25)		兵庫県神戸市中央区港島南町一丁目6番5号
(62) 分割の表示	特願2016-209902 (P2016-209902) の分割	(74) 代理人	110000682 特許業務法人ワンディーIPパートナーズ
原出願日	平成28年10月26日(2016.10.26)	(72) 発明者	須賀 和則 兵庫県神戸市中央区港島南町一丁目6番5号 株式会社メディカロイド内
(65) 公開番号	特開2018-69048 (P2018-69048A)	(72) 発明者	中西 徹弥 兵庫県神戸市中央区港島南町一丁目6番5号 株式会社メディカロイド内
(43) 公開日	平成30年5月10日(2018.5.10)		
審査請求日	平成29年9月25日(2017.9.25)	審査官	小島 哲次

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロボット手術台

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

患者載置用のテーブルと、床に固定されるベースと、一端が前記ベースに鉛直軸回りに回転可能に支持され、他端が前記テーブルを支持する多関節ロボットアームと、を備えたロボット手術台であって、

前記多関節ロボットアームは、1つまたは2つのスライド移動可能な関節を含む少なくとも6つの関節を備えており、前記テーブルが所定位置に位置しているとき、前記テーブルの下の空間である収容空間内に収容された姿勢をとるように構成されていることを特徴とする、ロボット手術台。

【請求項2】

請求項1に記載のロボット手術台において、

前記姿勢をとっているときの前記ロボットアームは、前記テーブルの幅方向と平行な方向における寸法が前記テーブルの幅寸法以下であり、前記テーブルの長さ方向と平行な方向における寸法が前記テーブルの長さ寸法以下であることを特徴とする、ロボット手術台。

【請求項3】

請求項1又は請求項2に記載のロボット手術台において、

前記多関節ロボットアームは、少なくとも一部が前記収容空間内から水平方向へはみ出した第2の姿勢をとることにより、前記テーブルを、前記所定位置から離れた第2の所定位置へ移動させることを特徴とする、ロボット手術台。

## 【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載のロボット手術台において、  
前記多関節ロボットアームは、回転軸回りに回転可能な 5 つの関節を含むことを特徴とする、ロボット手術台。

## 【請求項 5】

請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載のロボット手術台において、  
前記多関節ロボットアームは、回転軸回りに回転可能な 6 つの関節を含むことを特徴とする、ロボット手術台。

## 【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載のロボット手術台において、  
前記多関節ロボットアームは、前記他端に、前記テーブルをスライド移動させるテーブルスライド機構を有していることを特徴とする、ロボット手術台。

10

## 【請求項 7】

請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載のロボット手術台において、  
前記多関節ロボットアームは、前記テーブルにロール動作、ピッチ動作、及びヨー動作をさせるように構成されていることを特徴とする、ロボット手術台。

## 【請求項 8】

患者載置用のテーブルと、床に固定されるベースと、一端が前記ベースに鉛直軸回りに回転可能に支持され、他端が前記テーブルを支持する多関節ロボットアームと、を備えたロボット手術台であって、

20

前記多関節ロボットアームは、少なくとも 6 つの関節を備えており、前記テーブルが所定位置に位置しているとき、前記テーブルの下の空間である収容空間内に収容された姿勢をとるように構成されており、前記他端に、前記テーブルをスライド移動させるテーブルスライド機構を有していることを特徴とする、ロボット手術台。

## 【請求項 9】

請求項 8 に記載のロボット手術台において、  
前記多関節ロボットアームは、回転軸回りに回転可能な 7 つの関節を含むことを特徴とする、ロボット手術台。

## 【請求項 10】

請求項 8 または請求項 9 に記載のロボット手術台において、  
前記多関節ロボットアームは、鉛直軸回りに回転可能な 2 つの関節と、水平軸回りに回転可能な関節とを含むことを特徴とする、ロボット手術台。

30

## 【請求項 11】

請求項 10 に記載のロボット手術台において、  
前記多関節ロボットアームは、鉛直軸回りに回転可能な 3 つの関節を含むことを特徴とする、ロボット手術台。

## 【請求項 12】

請求項 10 または請求項 11 に記載のロボット手術台において、  
前記多関節ロボットアームは、水平軸回りに回転可能な 2 つの関節を含むことを特徴とする、ロボット手術台。

40

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、患者が載置されたテーブルを移動させるロボットアームを備えたロボット手術台に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

ハイブリッド手術室における、術前、術中での X 線透視撮影装置による撮影により、手術成績の向上が認められている。例えば特許文献 1 に開示される手術台 2 には、キャスト 6 が設けられている。医療従事者は、麻酔導入、手術、X 線透視撮影等において手術台 2

50

を押して移動させる。

【0003】

しかし、この手術台では、手術のために使用される各種周辺機器との干渉や各種周辺機器の配管やケーブルに留意しながら患者の状態や安全に細心の注意を払って手術台を移動させる必要がある。また、移動後に手術台が動かないようにするブレーキをかけ忘れてしまうというヒューマンエラーが発生する場合がある。

【0004】

この点につき、特許文献2及び特許文献3では、ロボットアームによって患者を載置したテーブルを移動させる治療用放射線処置システムに関する技術が記載されている。この技術を手術台に適用すれば、手術台を移動させる際に生じる上記の問題は解消できる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2013-126454号公報

【特許文献2】特表2008-539963号公報

【特許文献3】特開2009-131718号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、上記特許文献2及び特許文献3に開示される技術では、テーブルを移動させるロボットアームが大きいため、手術台周りのスペースが狭くなってしまい手術の際に医療従事者の妨げになる。

20

【0007】

本発明は、上記課題を解決するためのものであり、その目的は、手術の際にロボットアームが医療従事者の妨げにならず、患者載置用のテーブル回りのスペースを十分に確保可能なロボット手術台を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成するための本発明のある局面に係るロボット手術台は、患者載置用のテーブルと、床に固定されるベースと、一端が前記ベースに鉛直軸回りに回転可能に支持され、他端が前記テーブルを支持する多関節ロボットアームと、を備えたロボット手術台であって、前記多関節ロボットアームは、少なくとも6の関節を備えており、前記テーブルが所定位置に位置しているとき、前記テーブルの下の空間である収容空間内に収容された姿勢をとる。

30

【0009】

この構成によれば、ロボットアームを適宜、動作させることにより、テーブルに載置された患者を所望の位置へ移動させることができる。こうすると、従来のように、キャストが設けられた手術台を手動により移動させる必要がなくなるため、手術台の移動に伴う周辺機器のケーブルの絡まり、手術台のブレーキのかけ忘れ、等の問題が解消される。すなわち、この構成によれば、テーブルに載置された患者を、所望の位置へ安全に移動させることができる。

40

【0010】

しかも、この構成によれば、ロボットアームは、テーブルが所定の位置である第1位置に位置しているときに、テーブルの下の空間である収容空間内に収容された状態となる。すなわち、この状態では、ロボットアームが収容空間内から水平方向における外側へはみ出していない状態となっている。

【0011】

従って、この構成によれば、手術の際にロボットアームが医療従事者の妨げにならず、患者載置用のテーブル回りのスペースを十分に確保可能なロボット手術台を提供できる。

【0012】

50

また、この構成によれば、ロボットアームの姿勢を変化させることで、テーブルを、第1位置から離れた第2位置へ適切に移動させることができる。また、この構成によれば、少なくとも6の関節を備えたロボットアームによって、テーブルの位置及び姿勢を自在に調整することができる。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、患者載置用のテーブル回りのスペースを十分に確保可能なロボット手術台を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】第1の構成例に係るロボット手術台を模式的に示す側面図である。

【図2】ベース側可動部、第1スライド部、及び第1直動機構を底面側（床側）から見た模式図である。

【図3】図3（A）は、第1スライド部の内側から第1スライド部の幅方向一方側（第3モータ、減速機等が設けられている側）を視た模式図であって、図3（B）は、第1スライド部の内側から第1スライド部の幅方向他方側（第3モータ、減速機等が設けられていない側）を見た模式図である。

【図4】ロボットアームが第1姿勢をとっているときの状態を側方から視た図であって、図4（A）はテーブルが最低位置に位置している状態を示す図、図4（B）はテーブルが最低位置から少し上方へ上がっている状態を示す図、である。

【図5】ロボット手術台が設置された手術室を上方から視た模式図であって、患者が載置されたテーブルが手術位置に位置している様子を示す図である。

【図6】ロボット手術台が設置された手術室を上方から視た模式図であって、テーブルが手術位置から検査位置へ移動している最中の様子を示す図である。

【図7】ロボット手術台が設置された手術室を上方から視た模式図であって、患者が検査位置に到達した状態を示す図である。

【図8】第2の構成例に係るロボット手術台の側面図であって、図8（A）はテーブルが最低位置から少し高い位置にある状態を示す図、図8（B）は、テーブルが最低位置にある状態を示す図、である。

【図9】図8（A）及び（B）に示すロボット手術台の一部を拡大して示す斜視図である。

【図10】第3の構成例に係るロボット手術台の側面図である。

【図11】第4の構成例に係るロボット手術台の側面図である。

【図12】図11に示すロボット手術台の一部を拡大して示す斜視図である。

【図13】第5の構成例に係るロボット手術台の側面図である。

【図14】図13に示す平行リンク機構を模式的に示す斜視図である。

【図15】第6の構成例に係るロボット手術台を模式的に示す斜視図である。

【図16】図15に示すロボット手術台の側面図であって、図16（A）は、ロボットアームが第2姿勢をとっているときの図、図16（B）は、ロボットアームが第1姿勢をとっているときの図、である。

【図17】第7の構成例に係るロボット手術台の側面図であって、図17（A）は、ロボットアームが第2姿勢をとっているときの図、図17（B）は、ロボットアームが第1姿勢をとっているときの図、である。

【図18】他の構成例に係る平行リンク機構の構成を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

医療現場においては様々な場面において安全性を保ちながら、効率的かつ精度の高い治療・検査・測定などのために医療現場の改善の試みがなされている。本発明においては、患者載置用のテーブルを、多自由度を有するロボットアームによって支持したロボット手術台を医療現場に導入することにより、これらを促進することを提案する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 6 】

本構成例、及び以下で説明する第2から第7の構成例に係るロボット手術台は、例えばX線透視撮影装置によるX線撮影とその撮影結果に応じた手術とを同じ室内で行うハイブリッド手術を行う際に、その機能を十分に発揮することができる。以下では、ロボット手術台が上述のようなハイブリッド手術で用いられる例を挙げて説明する。

## 【 0 0 1 7 】

(第1の構成例)

図1は、本発明の第1の構成例に係るロボット手術台1の側面図である。ロボット手術台1は、ロボットアーム2、ベース3、及びテーブル8を備えている。ロボット手術台1では、多自由度(第1の構成例の場合、6自由度)を有するロボットアーム2の一端が、ベース3に対して鉛直軸回りに回転自在に支持される一方、前記ロボットアーム2の他端で、患者Pを載置するためのテーブル8が支持される。第1の構成例で使用されるテーブル8としては、例えば一例として、長さ寸法が2100mm、幅寸法が500mmのテーブルが用いられる。なお、本構成例、及び以下で説明する各構成例におけるロボットアームの自由度には、ロボットアームとベースとの間の回転自由度も含まれる。

10

## 【 0 0 1 8 】

なお、以下では、ロール軸を、テーブル8の長手方向と平行な方向に延びる軸、ピッチ軸を、テーブル8の幅方向と平行な方向に延びる軸、ヨー軸を、ロール軸及びピッチ軸の双方に直交する軸、として定義する。

## 【 0 0 1 9 】

ベース3は、床FLに固定される基台部分である。ベース3の内部には、詳しくは後述する制御装置7が設けられている。なお、ベース3は床に埋め込むようにしてもよい。

20

## 【 0 0 2 0 】

ロボットアーム2は、ベース側可動部9と、直線移動アセンブリ5と、リストアセンブリ6とを備えている。

## 【 0 0 2 1 】

ベース側可動部9は、ベース3に対して第1軸 $A \times 1$ 回りに回転可能となっている。ベース側可動部9は、図1及び図2を参照して、鉛直方向から視て円板状に形成された基板部9aと、基板部9aの上面に固定された一对の被案内部9bとを有している。ベース側可動部9は、ロボットアーム2に含まれる第1モータ9cによって、ベース3に対してD1方向に回転駆動される。

30

## 【 0 0 2 2 】

[直線移動アセンブリの構成]

図2は、直線移動アセンブリ5が有する第1スライド部10、及び第1直動機構11を底面側(床側)から見た模式図である。また、図3(A)は、第1スライド部10の内側から第1スライド部10の幅方向一方側(第3モータ22、減速機23等が設けられている側)を視た模式図であって、図3(B)は、第1スライド部10の内側から第1スライド部10の幅方向他方側(第3モータ22、減速機23等が設けられていない側)を見た模式図である。なお、図2では、ベース側可動部9を2点鎖線で図示している。また、図3(A)及び図3(B)では、第2スライド部20を2点鎖線で図示している。

40

## 【 0 0 2 3 】

直線移動アセンブリ5は、鉛直方向に延びる第1軸 $A \times 1$ 回りに(D1方向)に回転可能なように、ベース側可動部9を介してベース3に支持されている。直線移動アセンブリ5は、図2及び図3を参照して、第1スライド部10と、第1直動機構11と、第2スライド部20と、第2直動機構21とを備えている。第1スライド部10は、上方に開口する長方形の略箱状に形成されている。

## 【 0 0 2 4 】

第1スライド部10は、水平方向に延びるように設けられていて、下側の部分がベース側可動部9によって支持されている。第1スライド部10は、ベース側可動部9に対して、スライド部10の長手方向(D2方向)に沿ってスライド移動可能である。第1スライ

50

ド部 10 は、基板部 9 a がスライド部 10 の一端側（図 1 における右端側）に位置した状態と、スライド部 10 の長手方向中央部付近に位置した状態との間でスライド移動する。

【 0025 】

第 1 直動機構 11 は、図 2 を参照して、第 2 モータ 12 と、減速機 13 と、ネジ軸 14 と、一对の軸受 15 と、ナット部 16 と、一对のレール 17 とを有している。第 1 直動機構 11 では、第 2 モータ 12 の出力軸の回転力が減速機 13 によって減速された後、ネジ軸 14 に伝達される。そうすると、ネジ軸 14 及びナット部 16 等を備えたボールねじ機構によって、ナット部 16 と一体に形成された被案内 9 b が、レール 17 の長手方向に沿ってスライド移動する。被案内 9 b は基板部 9 a に固定されているため、第 1 スライド部 10 は、第 2 モータ 12、減速機 13、軸受 15 等とともに、基板部 9 a に対してレール 17 の長手方向に沿ってスライド移動する。

10

【 0026 】

第 2 直動機構 21 は、図 3 (A) を参照して、第 1 スライド部 10 の一方の側壁の内側に、第 3 モータ 22 と、減速機 23 と、ネジ軸 24 と、一对の軸受 25 と、ナット部 26 と、被案内 27 a と、レール 28 a とを有している。また、第 2 直動機構 21 は、図 3 (B) を参照して、第 1 スライド部 10 の他方の側壁の内側に、被案内 27 b とレール 28 b とを有している。第 2 直動機構 21 では、第 3 モータ 22 の出力軸の回転力が減速機 23 によって減速された後、ネジ軸 24 に伝達される。そうすると、ネジ軸 24 及びナット部 26 等を備えたボールねじ機構によって、ナット部 26 が固定された被案内 27 a が、レール 28 a に沿ってスライド移動する。これにより、被案内 27 a に支持された第 2 スライド部 20 が第 1 スライド部 10 の長手方向に沿って（D3 方向に沿って）スライド移動する。また第 2 スライド部 20 は、レール 28 a と平行に設けられたレール 28 b に沿ってスライド移動可能な被案内 27 b にも支持されている。これにより、第 2 スライド部 20 は、一对の被案内 27 a, 27 b を介して一对のレール 28 a, 28 b に支持されるとともに、これら一对のレール 28 a, 28 b に沿ってスライド移動する。

20

【 0027 】

[ リストアセンブリの構成 ]

リストアセンブリ 6 は、図 1 を参照して、直線移動アセンブリ側可動部 30 と、第 5 モータ 31 と、ロール可動部 32 と、第 6 モータ 33 と、ピッチ可動部 34 と、第 7 モータ 35 とを備えている。

30

【 0028 】

直線移動アセンブリ側可動部 30 は、リストアセンブリ 6 における最も直線移動アセンブリ 5 側に設けられた可動部である。直線移動アセンブリ側可動部 30 は、第 1 ジョイント 36 を介して第 2 スライド部 20 に連結されていて、水平面に平行な方向であって且つ第 1 スライド部 10 の長手方向に直交する方向に延びる水平軸としての第 2 軸  $A \times 2$  回（D4 方向）に回転可能である。すなわち、リストアセンブリ 6 は、第 1 ジョイント 36 を介して直線移動アセンブリ 5 に連結されている。直線移動アセンブリ側可動部 30 は、第 1 ジョイント 36 に対応して設けられた第 4 モータ 37 によって、第 2 軸  $A \times 2$  回りに回転駆動される。

40

【 0029 】

ロール可動部 32 は、第 2 ジョイント 38 を介して直線移動アセンブリ側可動部 30 に連結されていて、前記第 2 軸  $A \times 2$  に直交する方向に延びる第 3 軸  $A \times 3$  回（D5 方向）に回転可能である。ロール可動部 32 は、第 2 ジョイント 38 に対応して設けられた第 5 モータ 31 によって、第 3 軸  $A \times 3$  回りに回転駆動される。このようにロール可動部 32 が回転駆動されることで、テーブル 8 をロール軸回りに移動（ロール動作）させることができる。

【 0030 】

ピッチ可動部 34 は、第 3 ジョイント 39 を介してロール可動部 32 に連結されていて、第 3 軸  $A \times 3$  に直交する方向に延びる第 4 軸  $A \times 4$  回（D6 方向）に回転可能である。ピッチ可動部 34 は、第 3 ジョイント 39 に対応して設けられた第 6 モータ 33 によ

50

て、第4軸  $A \times 4$  回りに回転駆動される。このようにピッチ可動部 34 が回転駆動されることで、テーブル 8 をピッチ軸回りに移動（ピッチ動作）させることができる。

【0031】

第7モータ 35 は、ピッチ可動部 34 とテーブル 8 における長手方向一端側の部分との間に設けられている。テーブル 8 は、この第7モータ 35 によって、第4軸  $A \times 4$  に直交する方向に延びる第5軸  $A \times 5$  回りに回転駆動される。これにより、テーブル 8 をヨー軸回りに移動（ヨー動作）させることができる。

【0032】

以上説明したように、ロボットアーム 2 は、D1 ~ D7 方向へ回転可能又はスライド移動可能なジョイントを備えている。しかし、D2 方向及び D3 方向は、同じ直線上でのスライド移動であるため、ロボットアーム 2 は、6 自由度（5 回転自由度及び 1 線形自由度）を有している。また、ロボットアーム 2 が有するリストアセンブリ 6 は、テーブル 8 を、D5 方向（ロール方向）、D6 方向（ピッチ方向）、D7 方向（ヨー方向）へ回転可能である。すなわち、リストアセンブリ 6 は、3 自由度を有している。

【0033】

[各モータの構成]

第1の構成例に係るロボット手術台 1 が有する各モータ 9c, 12, 22, 31, 33, 35, 37 は、無励磁作動形の電磁ブレーキ及び位置検出器を有するサーボモータで構成されている。各モータによれば、各モータが駆動する各可動部が所定の位置及び姿勢となったことを位置検出器によって検出した後に電磁ブレーキを作動させることにより、ロボットアーム 2 を所望の位置及び姿勢で維持することができる。なお、本構成例、及び以下で説明する第2 ~ 第7の構成例に係るロボット手術台に用いられる各モータは、減速機を介して各可動部を動作させる。

【0034】

なお、電動モータとしては、例えばサーボモータが用いられるが、これに限らず、その他の電動モータであってもよい。また、位置検出器としては、例えばモータの回転角や方向を検出するエンコーダが用いられるが、これに限らず、レゾルバ、ポテンショメータ等が用いられてもよい。また、電磁ブレーキとしては、無励磁作動形の電磁ブレーキが好ましいが、これに限らず、励磁作動形の電磁ブレーキが用いられてもよい。

【0035】

以上のように構成されたロボット手術台 1 を用いれば、テーブル 8 上に載置された患者 P を、所望の位置間で移動させることができる。具体的には、例えば一例として、テーブル 8 上に載置された患者 P の検査が行われる検査位置と、医師が患者 P に対して手術を行う手術位置と、の間で移動させることができる。このようにロボット手術台 1 を用いて患者 P を手術室内で移動させることにより、例えば、キャスター付きのテーブルにより患者を移動させるのと比較して、患者に大きな振動を与えることなくテーブルをスムーズに移動させることができる他、医療室の床上に多数存在する医療機器に付随するコード類や医療器具に付随するチューブ類との絡まりやこれらを跨ぐことによるテーブルのがたつき回避することができ、安全性と移動効率を高めることができる。

【0036】

[ロボット手術台の動作]

図4(A)及び図4(B)は、ともにロボットアーム 2 が第1姿勢をとっているときの状態を側面から見た図であって、図4(A)はテーブル 8 が最低位置（下降位置）に位置している状態を示す図、図4(B)はテーブルが最低位置から上方へ上がっている状態（上昇位置に位置している状態）を示す図、である。なお、最低位置とは、テーブル 8 がとりうる床 FL を基準とした高さ位置のうち最も低い位置である。

【0037】

図4(A)及び図4(B)を参照して、ロボットアーム 2 が第1姿勢をとっている状態では、ロボットアーム 2 は、テーブル 8 の下の空間である収容空間 S 内に収容される。言い換えれば、ロボットアーム 2 が第1姿勢をとっている状態では、ロボットアーム 2 は、

10

20

30

40

50

上方から見て、テーブル 8 に隠れて見えない状態となっている。この状態において、テーブル 8 は、第 1 位置に位置している。すなわち、第 1 位置とは、上方から見てロボットアーム 2 がテーブル 8 に隠れて見えない状態となっているときの位置である。なお、この第 1 位置には、最低位置（下降位置）、及び最低位置からテーブル 8 が上昇した上昇位置、の間の任意の位置が含まれる。ロボット手術台 1 では、テーブル 8 を第 1 位置に位置させつつ、各可動部（第 2 スライド部 20、直線移動アセンブリ側可動部 30 等）を適宜駆動させることにより、テーブル 8 を最低位置と上昇位置との間で上下動できる。そして、ロボットアーム 2 の各可動部（第 1 スライド部 10、第 2 スライド部 20、直線移動アセンブリ側可動部 30 等）が回転又はスライド移動して、ロボットアーム 2 の少なくとも一部が収容空間 S から水平方向へはみ出した第 2 姿勢をとることにより、テーブル 8 が第 1 位置から第 2 位置へ移動する。第 2 位置に位置している状態では、ロボットアーム 2 は、上方から見て、テーブル 8 からはみ出して露出した状態となっている。すなわち、第 2 位置とは、上方から見てロボットアーム 2 の少なくとも一部がテーブル 8 からはみ出して露出しているときの位置である。

10

**【0038】**

本実施例に係るロボットアーム 2 に支持されたテーブル 8 を複数の位置の間で移動させる動作を図 5 ~ 図 7 に説明する。

**【0039】**

図 5 ~ 図 7 は、ロボット手術台 1 が設置された手術室を上方から見た模式図であって、図 5 は、患者 P が載置されたテーブル 8 が第 1 位置に位置している様子を示す図、図 6 は、テーブル 8 が第 1 位置から第 2 位置（検査位置）へ移動している最中の様子を示す図、図 7 は、患者が検査位置に到達した状態を示す図、である。なお、図 5 におけるテーブル 8 の位置は手術位置でもあり得、テーブル 8 が図 7 の検査位置から図 5 の位置まで各可動部が逆方向に動いて元の第 1 位置（手術位置）に戻り、この手術位置において、検査直後に検査結果を判断して医師が治療を行うことができる。なお、図 5 ~ 図 7 では、検査装置 A として、アンギオ検査に使用される X 線撮影装置を模式的に図示している。

20

**【0040】**

ロボットアーム 2 による各位置間でのテーブル 8 の移動は、例えば操作装置によって制御装置 7 にテーブル 8 を所定の方向に移動させる指令を与え、ロボットアーム 2 の各可動部を動かすことによって行うことができる。具体的には、ユーザが操作装置を用いて制御装置 7 に移動指令を与えている間だけロボットアーム 2 はテーブル 8 の移動を行う。また、手術位置および検査位置などの各位置を予め制御装置 7 に記憶させておけば、例えばユーザが操作装置を使って移動指令を制御装置に与えると、目標とする位置に移動するように可動部が動作するので、目標とする位置へのテーブル 8 の移動をスムーズに行うことができる。さらに、目標位置と移動させたい経路上のいくつかの位置を指定しておくこと、例えばユーザが操作装置を使って制御装置 7 に移動指令を与えると、自動的に望む経路を辿って目標位置に到達することができる。各位置を記録させるには、操作装置によってロボットアーム 2 を実際に目標とする位置に移動させることによって直接的に記憶させてもよいし、 $x$ 、 $y$ 、 $z$  座標を入力することによって指定してもよい。

30

**【0041】**

第 1 の構成例に係るロボット手術台 1 は、上述した第 1 姿勢及び第 2 姿勢をとることができる。ロボット手術台 1 では、ロボットアーム 2 の姿勢が第 1 姿勢から第 2 姿勢に変化することにより、テーブル 8 を手術位置から検査位置へ移動させることができる。

40

**【0042】**

図 5 を参照して、ロボット手術台 1 は、手術位置に位置している状態では（すなわち、第 1 姿勢をとった状態では）、テーブル 8 の幅方向と平行な方向におけるロボットアーム 2 の寸法  $W_2$  が、テーブル 8 の幅寸法  $W_8$  以下（ $W_2 \leq W_8$ ）になっていて、且つ、テーブル 8 の長さ方向と平行な方向におけるロボットアーム 2 の寸法  $L_2$  が、テーブル 8 の長さ寸法  $L_8$  以下（ $L_2 \leq L_8$ ）になっている。

**【0043】**

50



そして、図5を参照して、ロボット手術台1は、ロボット手術台1が設置された手術室において、テーブル8が手術位置に位置している状態では(すなわち、第1姿勢をとった状態では)、テーブル8の下の空間である収容空間S内にロボットアーム2が収容される。これにより、検査後の患者Pに対して手術を行う際に、ロボットアーム2がテーブル8の下に収容された状態となるため、テーブル8を囲む医療従事者Tがテーブル8近辺で作業を行う際にロボットアーム2が邪魔になることがない。すなわち、医療従事者Tによる患者への処置が必要な状態において、医療従事者Tとロボットアーム2との干渉を防止することができる。また、ロボットアーム2によりテーブル8を手術位置から離れた検査位置に移動させることができるので、ロボット手術台1を検査装置Aから離れた位置に設置することができ、手術の際に検査装置Aが医療従事者Tの邪魔になることを防止することができる。

10

**【0044】**

一方、テーブル8に載置された患者Pを、検査位置まで移動させる際には、ロボットアーム2の各可動部が適切に駆動され、患者Pが検査位置まで搬送される。具体的には、図5から図7を参照して、第1姿勢をとった状態のロボットアーム2において、患者Pの頭部が検査装置Aを向くようにベース側可動部9がベース3に対して回転し、且つ患者Pが検査装置A側へ搬送されるように、第1スライド部10及び第2スライド部20が検査装置A側へスライド移動する。これにより、図6に示す状態を経て、患者Pを検査装置Aまで搬送することができる(図7参照)。

**【0045】**

なお、患者Pを検査装置Aまで搬送する際、上述したように、第1スライド部10及び第2スライド部20が検査装置A側へスライド移動する。具体的には、第1スライド部10が、ベース側可動部9に対して、第1スライド部10の長手方向に沿ってスライド移動し、第2スライド部20が、第1スライド部10に対して、第1スライド部10の長手方向に沿ってスライド移動する。すなわち、第1の構成例に係るロボット手術台では、患者Pを検査装置Aまで搬送する際に、テーブル8の下方に位置付けられているロボットアーム2が、テーブル8の移動方向に垂直な方向(図5から図7に示す例の場合、テーブル8の幅方向)へ向かって大きくはみ出してしまわない。これにより、検査装置Aへの患者搬送時における、テーブル8周辺に位置する医療従事者Tとロボットアーム2との干渉を防止できる。

20

30

**【0046】**

検査位置まで搬送された患者Pの位置を、検査装置Aに対して微調整したい場合には、リストアセンブリ6が有する各可動部(直線移動アセンブリ側可動部30、ロール可動部32、及びピッチ可動部34等)を適宜、駆動させればよい。これにより、テーブル8の高さ、及びロール方向、ピッチ方向、及びヨー方向への傾きを調整することができる。なお、その際、直線移動アセンブリ5も動作させることにより、患者Pを検査装置Aに対してより正確に位置合わせできる。

**【0047】**

そして、ロボット手術台1を用いて行われるハイブリッド手術では、患者Pの検査後、テーブル8を再び手術位置まで移動させることにより、その検査結果に基づいて、同じ手術室内で患者Pに対して手術を行うことができる。具体的には、テーブル8を検査位置まで搬送した状態のロボットアーム2において、ロボットアーム2の各可動部を適切に駆動させることにより、テーブル8を手術位置に戻すことができる。このようにテーブル8が手術位置に位置した状態では、ロボットアーム2がテーブル8の下の収容空間Sに収容された状態となる。すなわち、ロボットアーム2がテーブル8の下の収容空間Sから水平方向外側へはみ出した状態とならず、医師が患者Pに手術を行う際にロボットアーム2が邪魔にならない。よって、この手術位置では、医師が患者Pに対して自然な姿勢で手術を行うことができる。

40

**【0048】**

ところで、手術では、医師が立った状態で(立位姿勢で)患者に対して手術を行うこと

50

もあり、或いは長時間に及ぶ手術では、医師が椅子に座った状態で（座位姿勢で）患者に対して手術を行うこともある。本構成例に係るロボット手術台 1 では、手術位置において各可動部を適切に駆動させることにより、医師の身長や医師の手術時の姿勢に応じてテーブル 8 の高さ位置を上昇位置と最低位置の間で任意に調整することができる。これにより、本構成例によれば、使い勝手のよいロボット手術台を提供できる。

【0049】

そして、本構成例に係るロボット手術台 1 では、手術位置（上述した最低位置及び上昇位置の間の任意の位置）において、テーブル 8 の高さ位置によらず、ロボットアーム 2 がテーブル 8 の下の收容空間 S 内に收容された状態となる。すなわち、ロボット手術台 1 によれば、手術時における医師の姿勢（立位姿勢、座位姿勢）に合わせて適切な高さ位置に上下動された状態におけるテーブル 8 の高さ位置によらず、ロボットアーム 2 をテーブル 8 の下の收容空間 S 内に收容できる。

10

【0050】

なお、第 1 の構成例のテーブル 8 の高さ位置は、最も下げられた状態において、450 mm ~ 600 mm の範囲内に含まれることが好ましく、500 mm ~ 600 mm の範囲内に含まれることがより好ましい。この高さは、術者が座った状態で患者に対して手術等の処置を施しやすい高さである。また、テーブル 8 の高さ位置は、最も上げられた状態において、1000 mm ~ 1500 mm の範囲内に含まれるのが好ましい。ここで例示した 1000 mm の高さは、一般的な検査装置で患者を検査する際に必要とされる高さである。また、テーブル 8 の水平方向における可動範囲（テーブル 8 の長手方向の可動範囲）は、1000 ~ 2500 mm であることが好ましい。テーブル 8 は、ベース側可動部 9 が回転する鉛直軸を中心として、水平面におけるいずれの面内方向へも移動可能である。

20

【0051】

[効果]

以上のように、第 1 の構成例に係るロボット手術台 1 によれば、ロボットアーム 2 を適宜、動作させることにより、テーブル 8 に載置された患者 P を所望の位置へ移動させることができる。こうすると、従来のように、キャストが設けられた手術台を手動により移動させる必要がなくなるため、手術台の移動に伴う周辺機器のケーブルの絡まり、手術台のブレーキのかけ忘れ、等の問題が解消される。すなわち、この構成によれば、テーブル 8 に載置された患者 P を、所望の位置へ安全に移動させることができる。

30

【0052】

しかも、ロボット手術台 1 によれば、テーブル 8 が手術位置に位置しているときに、ロボットアーム 2 がテーブル 8 の下の空間である收容空間 S 内に收容された状態となる。すなわち、この状態では、ロボットアーム 2 が收容空間 S 内から水平方向における外側へはみ出していない状態となっている。

【0053】

従って、ロボット手術台 1 によれば、患者載置用のテーブル 8 の回りのスペースを十分に確保可能なロボット手術台を提供できる。

【0054】

また、ロボット手術台 1 によれば、直線移動アセンブリ 5 によって患者 P を水平方向へ直線状に移動させることができる。ロボット手術台 1 によれば、患者 P が載置されたテーブル 8 をベース 3 から離れた位置へ移動させる際、テーブル 8 の下方に位置付けられているロボットアーム 2 が、テーブル 8 の移動方向に垂直な方向へ向かって大きくはみ出してしまうことがない。よって、この構成によれば、テーブル 8 を移動させる際に動作するロボットアーム 2 とテーブル 8 周辺の医療従事者 T との干渉を防止できる。

40

【0055】

また、ロボット手術台 1 によれば、直線移動アセンブリ 5 だけでなく、3つの自由度を有するリストアセンブリ 6 によって、テーブル 8 に載置された患者 P の位置及び姿勢を調整することができる。これにより、医療従事者 T によって処理が施される患者 P の位置及び姿勢、或いは検査装置 A に対する患者 P の位置及び姿勢を適切に調整することができる

50

。

## 【 0 0 5 6 】

また、ロボット手術台 1 では、直線移動アセンブリ 5 がリストアセンブリ 6 を水平軸回りに（図 1 を参照して、第 2 軸  $A \times 2$  回りに）回転するように支持している。この構成によれば、リストアセンブリ 6 を水平軸回りに回転させることにより、テーブル 8 の高さ位置を適切に調整することができる。

## 【 0 0 5 7 】

また、ロボット手術台 1 では、6 つの自由度を有するロボットアーム 2 によって、テーブル 8 の位置及び姿勢を自在に調整することができる。

## 【 0 0 5 8 】

また、ロボット手術台 1 では、テーブル 8 が手術位置に位置しているときには、ロボットアーム 2 がテーブル 8 の下の収容空間 S 内に収容されるため、ロボットアーム 2 が邪魔になることがない。これにより、医療従事者 T としての医師は、テーブル 8 に近づいた状態で、自然な姿勢で患者 P に対して手術を行うことができる。

## 【 0 0 5 9 】

また、ロボット手術台 1 では、ロボットアーム 2 が第 1 姿勢をとっている状態において、テーブルの幅方向と平行な方向におけるロボットアーム 2 の寸法がテーブルの幅寸法以下となっていて、且つテーブルの長さ方向と平行な方向におけるロボットアーム 2 の寸法がテーブルの長さ寸法以下となっている。これにより、ロボットアーム 2 を確実にテーブル 8 の下のスペースである収容空間 S 内に収容することができる。

## 【 0 0 6 0 】

また、ロボット手術台 1 では、テーブル 8 を第 1 位置に位置させつつ、テーブル 8 を下降位置と上昇位置との間で移動させることができる。これにより、ロボットアーム 2 と医療従事者 T とが干渉することなく、テーブル 8 の高さ位置を、医療従事者 T が患者 P に対して処置を施しやすい位置に調整することができる。

## 【 0 0 6 1 】

また、ロボット手術台 1 では、ロボットアーム 2 の姿勢が第 1 姿勢から第 2 姿勢へ変化するように各可動部（第 1 スライド部 1 0、第 2 スライド部 2 0 等）を移動させることで、テーブル 8 をベース 3 から離れた検査位置へ適切に移動することができる。

## 【 0 0 6 2 】

また、ロボット手術台 1 のように、2 つのスライド部（第 1 スライド部 1 0 及び第 2 スライド部 2 0）を設けることで、ロボットアーム 2 の大型化を抑制しつつ、テーブル 8 を遠方まで移動させることが可能なロボット手術台を提供できる。

## 【 0 0 6 3 】

また、ロボット手術台 1 によれば、リストアセンブリ 6 によってテーブル 8 をロール軸、ピッチ軸、及びヨー軸回りに移動させることができるため（ロール動作、ピッチ動作、ヨー動作できるため）、テーブル 8 を自在に移動させて患者 P を所望の姿勢に動かすことができる。

## 【 0 0 6 4 】

また、ロボット手術台 1 によれば、ロボットアーム 2 がテーブル 8 にロール動作、ピッチ動作、及びヨー動作をさせるように構成されているため、患者 P の姿勢を自在に調整することができる。

## 【 0 0 6 5 】

（第 1 の構成例の変形例）

（ 1 ）第 1 の構成例に係るロボット手術台 1 の第 1 直動機構 1 1 及び第 2 直動機構 2 1 は、いわゆるボールねじ構造を用いて構成されているが、これに限らず、第 1 スライド部 1 0 及び第 2 スライド部 2 0 をスライド移動可能な構成であれば、どのような構成であってもよい。例えば一例として、上述した直動機構として、ラックアンドピニオン構造を採用してもよい。

## 【 0 0 6 6 】

10

20

30

40

50

(2) 第1の構成例に係るロボット手術台1としては、6自由度を有するロボット手術台1を例に挙げて説明したが、これに限らず、ロボット手術台1の自由度は5であってもよく、或いは7以上であってもよい。

【0067】

(3) 本構成例では、テーブル8の長手方向における一端部をロボットアーム2で支持する例を挙げて説明した。こうすると、テーブル8をより遠くの位置にまで移動できるためテーブル8の可動範囲を広げることができる。しかし、これに限らず、テーブル8の長手方向中央部分をロボットアーム2で支持する構成としてもよい。これにより、ロボットアームによるテーブル8の支持強度を高めることができる。

【0068】

10

(第2の構成例)

図8は、本発明の第2の構成例に係るロボット手術台1aの側面図であって、図8(A)は、テーブル8が最低位置から少し高い位置にある状態を示す図、図8(B)は、テーブル8が最低位置にある状態を示す図である。また、図9は、図8(A)及び(B)に示すロボット手術台1aの一部(具体的には、詳しくは後述する平行リンク機構45及びその付近の部分)を拡大して示す斜視図である。ロボット手術台1aは、ロボットアーム2a、ベース3、及びテーブル8を備えている。ロボット手術台1aでは、多自由度(第2の構成例の場合、7自由度)を有するロボットアーム2aの一端が、ベース3に対して鉛直軸回りに回転自在に支持される一方、前記ロボットアーム2aの他端で、患者載置用のテーブル8が支持される。ベース3の構成は、第1の構成例のベース3の構成と同じであるため、説明を省略する。

20

【0069】

ロボットアーム2aは、ベース側可動部41と、直線移動アセンブリ5aと、平行リンク機構45と、リストアセンブリ6aとを備えている。

【0070】

ベース側可動部41は、水平方向に延びるように形成された部分であって、長手方向一端側の下側部分が、ベース3に対して第1軸 $A \times_1$ 回りに(D1方向に)回転可能なように、ベース3に連結されている。ベース側可動部41は、長手方向他端側の部分に、外側に向かって開口する開口部41aを有している。

【0071】

30

[直線移動アセンブリの構成]

直線移動アセンブリ5aは、第1の構成例の場合と同様、鉛直方向に延びる第1軸 $A \times_1$ 回りに回転可能なように、ベース側可動部41を介してベース3に支持されている。直線移動アセンブリ5aは、ベース3とベース側可動部41との間に設けられた、ロボットアーム2に含まれる第1モータ40によって、第1軸 $A \times_1$ 回りに回転駆動される。直線移動アセンブリ5aは、図8を参照して、スライド部42と、第2モータ43a等を有する直動機構43と、を備えている。

【0072】

スライド部42は、水平方向に細長い棒状に形成された部分であって、その長手方向がベース側可動部41の長手方向に沿うように、その一端側の部分がベース側可動部41に收容されている。スライド部42は、その他端側の部分が、ベース側可動部41の開口部41aから外側へ進出可能、且つベース側可動部41内へ退避可能である。すなわち、スライド部42は、ベース側可動部41の長手方向に沿ってスライド移動可能に設けられている。スライド部42は、スライド部42とベース側可動部41との間に設けられた直動機構43によってスライドされる。直動機構43は、スライド部42をベース側可動部41に対してスライド移動させることが可能な機構であればどのような機構であってもよい。直動機構43としては、例えば一例として、ボールねじ機構、或いはラックアンドピニオン機構を用いることができる。

40

【0073】

[平行リンク機構の構成]

50

平行リンク機構 4 5 は、直線移動アセンブリ 5 a とリストアセンブリ 6 a とを連結するリンク機構である。平行リンク機構 4 5 は、図 9 を参照して、4 本のリンク部材 4 6 と、2 つの第 1 連結軸 4 7 a と、2 つの第 2 連結軸 4 7 b とを有している。

【 0 0 7 4 】

各リンク部材 4 6 は、直線状に形成されている。各リンク部材 4 6 の長さは、互いに同じである。各リンク部材 4 6 では、一端側の部分（下側の部分）が、第 1 連結軸 4 7 a を介してスライド部 4 2 に対して回転自在に連結されている一方、他端側の部分（上側の部分）が、第 2 連結軸 4 7 b を介して直線移動アセンブリ側可動部 5 2 に対して回転自在に連結されている。4 つのリンク部材のうち 2 本は、テーブル 8 の幅方向一方側に設けられ、残りの 2 本は、テーブル 8 の幅方向他方側に設けられている。4 本のリンク部材 4 6 は、上側に設けられた 2 本の上側リンク部材 4 8 と、下側に設けられた 2 本の下側リンク部材 4 9 とで構成されている。

10

【 0 0 7 5 】

第 1 連結軸 4 7 a は、各リンク部材 4 6 の下端部分をスライド部 4 2 の先端部分に対して回転自在に連結する軸状の部分である。各第 1 連結軸 4 7 a は、各リンク部材 4 6 をスライド部 4 2 に対して連結した状態において、テーブル 8 の幅方向に沿って延びている。

【 0 0 7 6 】

第 2 連結軸 4 7 b は、各リンク部材 4 6 の上端部分を、リストアセンブリ 6 a の直線移動アセンブリ側可動部 5 2 に対して回転自在に連結する軸状の部分である。各第 2 連結軸 4 7 b は、各リンク部材 4 6 を直線移動アセンブリ側可動部 5 2 に対して連結した状態において、テーブル 8 の幅方向に沿って延びている。

20

【 0 0 7 7 】

平行リンク機構 4 5 では、図 9 を参照して、テーブル 8 の幅方向一方側に設けられている 2 本のリンク部材 4 6 と、テーブル 8 の幅方向他方側に設けられている 2 本のリンク部材 4 6 との間の距離  $d_{45}$  は、ベース側可動部 4 1 の幅寸法  $d_{41}$ （テーブル 8 の幅方向に平行な方向の寸法）よりも大きくなっている。これにより、リンク部材 4 6 とベース側可動部 4 1 との干渉を防止できるため、テーブル 8 を低い位置まで下げることが可能となる（図 8（B）参照）。

【 0 0 7 8 】

平行リンク機構 4 5 は、第 3 モータ 5 1 によって駆動される。具体的には、第 3 モータ 5 1 は、例えば、下側リンク部材 4 9 をスライド部 4 2 に連結する第 1 連結軸 4 7 a に対応する位置に設けられて、下側リンク部材 4 9 を第 1 連結軸 4 7 a の中心軸  $A \times 2$  周りに（D 3 方向に）回転駆動させる。これにより、下側リンク部材 4 9 が第 1 連結軸 4 7 a を中心として揺動するため、下側リンク部材 4 9 の上端部分に連結されたリストアセンブリ 6 a が上下動する。なお、下側リンク部材 4 9 が第 3 モータ 5 1 によって回転駆動させられるのに伴って、上側リンク部材 4 8 も下側リンク部材 4 9 に連動して動作する。これにより、4 本のリンク部材 4 6 によって、リストアセンブリ 6 a を下側からしっかりと支持することができる。

30

【 0 0 7 9 】

[ リストアセンブリの構成 ]

リストアセンブリ 6 a は、直線移動アセンブリ側可動部 5 2 と、第 4 モータ 5 3 と、ヨー可動部 5 4 と、第 5 モータ 5 5 と、ピッチ可動部 5 6 と、第 6 モータ 5 7 と、ロール可動部 5 8 と、テーブルスライド機構 6 3 とを備えている。

40

【 0 0 8 0 】

直線移動アセンブリ側可動部 5 2 は、リストアセンブリ 6 a における最も直線移動アセンブリ 5 側に設けられた可動部である。直線移動アセンブリ側可動部 5 2 は、テーブル 8 の長手方向に沿う方向に延びるように設けられ、水平面に対して平行な姿勢を保つように平行リンク機構 4 5 に支持されている。直線移動アセンブリ側可動部 5 2 は、D 3 方向に回転する平行リンク機構 4 5 によって揺動しながら上下方向に移動する。

【 0 0 8 1 】

50

ヨー可動部 5 4 は、第 1 ジョイント 5 9 を介して直線移動アセンブリ側可動部 5 2 に連結されていて、鉛直方向に延びる第 3 軸  $A \times_3$  回りに (D 4 方向に) 回転可能である。ヨー可動部 5 4 は、第 1 ジョイント 5 9 に対応して設けられた第 4 モータ 5 3 によって、第 3 軸  $A \times_3$  回りに回転駆動される。このようにヨー可動部 5 4 が回転駆動されることで、テーブル 8 をヨー軸回りに移動させることができる。

【 0 0 8 2 】

ピッチ可動部 5 6 は、第 2 ジョイント 6 1 を介してヨー可動部 5 4 に連結されていて、第 3 軸  $A \times_3$  に直交する方向に延びる第 4 軸  $A \times_4$  回りに (D 5 方向に) 回転可能である。ピッチ可動部 5 6 は、第 2 ジョイント 6 1 に対応して設けられた第 5 モータ 5 5 によって、前記第 4 軸  $A \times_4$  回りに回転駆動される。このようにピッチ可動部 5 6 が回転駆動されることで、テーブル 8 をピッチ軸回りに移動させることができる。

10

【 0 0 8 3 】

ロール可動部 5 8 は、第 3 ジョイント 6 2 を介してピッチ可動部 5 6 に連結されていて、テーブル 8 の長手方向に沿って延びる第 5 軸  $A \times_5$  回りに (D 6 方向に) 回転可能である。ロール可動部 5 8 は、第 3 ジョイント 6 2 に対応して設けられた第 6 モータ 5 7 によって、第 5 軸  $A \times_5$  回りに回転駆動される。このようにロール可動部 5 8 が回転駆動されることで、テーブル 8 をロール軸回りに移動させることができる。

【 0 0 8 4 】

[ テーブルスライド機構の構成 ]

テーブルスライド機構 6 3 は、ロール可動部 5 8 に対してテーブル 8 を該テーブル 8 の長手方向に沿って (D 7 方向に沿って) スライド移動させるための機構である。すなわち、テーブルスライド機構 6 3 は、1 つの線形自由度でテーブル 8 を移動させることができる。テーブルスライド機構 6 3 は、モータ 6 3 a 等を用いて構成されている。テーブルスライド機構 6 3 としては、例えばボールねじ機構、或いはラックアンドピニオン機構等が採用される。テーブル 8 は、このテーブルスライド機構 6 3 によって、スライド移動可能に支持されている。

20

【 0 0 8 5 】

なお、第 2 の構成例における各モータの構成については、第 1 の構成例の場合と同様であるため、その説明を省略する。本構成例でも、第 1 の構成例の場合と同様、各モータは、減速機を介して各可動部を動作させる。

30

【 0 0 8 6 】

以上説明したように、ロボットアーム 2 a は、D 1 ~ D 7 方向へ回転可能又はスライド移動可能なジョイントを備えているため、7 自由度 (5 回転自由度及び 2 線形自由度) を有している。また、リストアセンブリ 6 a は、図 8 を参照して、テーブル 8 を、D 4 方向 (ヨー方向)、D 5 方向 (ピッチ方向)、D 6 方向 (ロール方向) へ回転可能、且つ D 7 方向へスライド移動可能である。すなわち、リストアセンブリ 6 a は、4 自由度を有している。

【 0 0 8 7 】

以上のように構成されたロボット手術台 1 a を用いれば、上述した第 1 の構成例の場合と同様、テーブルを所定の目的位置まで正確に移動させることができるため、医療現場における検査や治療の効率を格段に向上させることができ、且つ安全性、移動効率を高めることができる。

40

【 0 0 8 8 】

[ ロボット手術台の動作 ]

本構成例に係るロボットアーム 2 a によっても、可動範囲であればテーブルを複数の位置の間を自由なルートで移動させることができるので、テーブルを第 1 の構成例で説明した図 5 ~ 図 7 と同じ軌跡で検査装置等に移動させることができる。具体的には、テーブル 8 の下の収容空間 S 内に収容されて第 1 姿勢をとっているロボットアーム 2 a を第 2 姿勢に変化させることにより、テーブル 8 を手術位置から検査位置へ移動させることができる。或いは、第 2 姿勢をとっているロボットアーム 2 a を第 1 姿勢に変化させることにより

50

、テーブル 8 を検査位置から手術位置へ移動させることができる。

【 0 0 8 9 】

[効果]

以上のように、第 2 の構成例に係るロボット手術台 1 a によれば、第 1 の構成例の場合と同様、テーブル 8 が手術位置に位置しているときにロボットアーム 2 a がテーブル 8 の下の空間である収容空間 5 内に収容された状態となるため、患者載置用のテーブル 8 の回りのスペースを十分に確保可能なロボット手術台を提供できる。

【 0 0 9 0 】

(第 2 の構成例の変形例)

第 2 の構成例では、図 8 を参照して、リストアセンブリ 6 a における直線移動アセンブリ側可動部 5 2 側に設けられた可動部 (ヨー可動部 5 4) をヨー方向へ (D 4 方向) へ回転させることによりテーブル 8 をヨー方向へ回転させる例を挙げて説明したが、これに限らない。具体的には、例えば一例として、リストアセンブリ 6 a におけるテーブル 8 側に設けられた可動部 (ロール可動部 5 8) とテーブルスライド機構 6 3 との間にモータを設け、このモータによってテーブル 8 をヨー方向へ回転させてもよい。

【 0 0 9 1 】

(第 3 の構成例)

図 1 0 は、本発明の第 3 の構成例に係るロボット手術台 1 b の側面図である。ロボット手術台 1 b は、ロボットアーム 2 b、ベース 3、及びテーブル 8 を備えている。ロボット手術台 1 b では、多自由度 (第 3 の構成例の場合、7 自由度) を有するロボットアーム 2 b の一端が、ベース 3 に対して鉛直軸回りに回転自在に支持される一方、前記ロボットアーム 2 の他端で、患者載置用のテーブル 8 が支持される。ベース 3 の構成は、第 1 の構成例のベース 3 の構成と同じであるため、説明を省略する。

【 0 0 9 2 】

ロボットアーム 2 b は、ベース側可動部 4 1 と、直線移動アセンブリ 5 a と、リストアセンブリ 6 b とを備えている。これらのうち、ベース側可動部 4 1 及び直線移動アセンブリ 5 a の構成は、第 2 の構成例のベース側可動部 4 1 及び直線移動アセンブリ 5 a と同じであるため、説明を省略する。

【 0 0 9 3 】

[リストアセンブリの構成]

リストアセンブリ 6 b は、図 1 0 を参照して、直線移動アセンブリ側可動部 6 5 と、第 4 モータ 6 6 と、ロール可動部 6 7 と、第 5 モータ 6 8 と、ピッチ可動部 6 9 と、第 6 モータ 7 0 と、テーブルスライド機構 6 3 とを備えている。これらのうち、テーブルスライド機構 6 3 の構成は、第 2 の構成例のテーブルスライド機構 6 3 の構成と同じであるため、その説明を省略する。

【 0 0 9 4 】

直線移動アセンブリ側可動部 6 5 は、リストアセンブリ 6 b における最も直線移動アセンブリ 5 a 側に設けられた可動部である。直線移動アセンブリ側可動部 6 5 は、第 1 ジョイント 7 2 を介してスライド部 4 2 に連結されていて、水平面に沿う方向であってスライド部 4 2 の長手方向に直交する方向に伸びる第 2 軸  $A \times 2$  回りに (D 3 方向に) 回転可能である。すなわち、リストアセンブリ 6 b は、第 1 ジョイント 7 2 を介して直線移動アセンブリ 5 a に連結されている。直線移動アセンブリ側可動部 6 5 は、第 1 ジョイント 7 2 に対応して設けられた第 3 モータ 7 3 によって、第 2 軸  $A \times 2$  回りに回転駆動される。

【 0 0 9 5 】

ロール可動部 6 7 は、第 2 ジョイント 7 4 を介して直線移動アセンブリ側可動部 6 5 に連結されていて、第 2 軸  $A \times 2$  に直交する方向に伸びる第 3 軸  $A \times 3$  回りに (D 4 方向) に回転可能である。ロール可動部 6 7 は、第 2 ジョイント 7 4 に対応して設けられた第 4 モータ 6 6 によって、第 3 軸  $A \times 3$  回りに回転駆動される。このようにロール可動部 6 7 が回転駆動されることで、テーブル 8 をロール軸回りに移動させることができる。

【 0 0 9 6 】

10

20

30

40

50

ピッチ可動部 69 は、第 3 ジョイント 75 を介してロール可動部 67 に連結されていて、第 3 軸  $A \times_3$  に直交する方向に延びる第 4 軸  $A \times_4$  回りに (D5 方向に) 回転可能である。ピッチ可動部 69 は、第 3 ジョイント 75 に対応して設けられた第 5 モータ 68 によって、第 4 軸  $A \times_4$  回りに回転駆動される。このようにピッチ可動部 69 が回転駆動されることで、テーブル 8 をピッチ軸回りに移動させることができる。

【0097】

第 6 モータ 70 は、ピッチ可動部 69 とテーブルスライド機構 63 における長手方向一端側の部分との間に設けられている。テーブル 8 は、この第 6 モータ 70 によって、第 4 軸  $A \times_4$  に直交する方向に延びる第 5 軸  $A \times_5$  回りに回転駆動される。これにより、テーブル 8 をヨー軸回りに移動させることができる。

10

【0098】

なお、第 3 の構成例における各モータの構成については、第 1 の構成例の場合と同様であるため、その説明を省略する。本構成例でも、第 1 の構成例の場合と同様、各モータは、減速機を介して各可動部を動作させる。

【0099】

以上説明したように、ロボットアーム 2b は、D1 ~ D7 方向へ回転可能又はスライド移動可能なジョイントを備えているため、7 自由度 (5 回転自由度及び 2 線形自由度) を有している。また、リストアセンブリ 6b は、図 10 を参照して、テーブル 8 を、D4 方向 (ロール方向)、D5 方向 (ピッチ方向)、D6 方向 (ヨー方向) へ回転可能、且つ D7 方向へスライド移動可能である。すなわち、リストアセンブリ 6b は、4 自由度を有している。

20

【0100】

以上のように構成されたロボット手術台 1b を用いれば、上述した第 1 及び第 2 の構成例の場合と同様、テーブルを所定の目的位置まで正確に移動させることができるため、医療現場における検査や治療の効率を格段に向上させることができ、且つ安全性、移動効率を高めることができる。

【0101】

[ロボット手術台の動作]

本構成例に係るロボットアーム 2b によっても、可動範囲であればテーブルを複数の位置の間を自由なルートで移動させることができるので、テーブルを第 1 の構成例で説明した図 5 ~ 図 7 と同じ軌跡で検査装置等に移動させることができる。具体的には、テーブル 8 の下の収容空間 S 内に収容されて第 1 姿勢をとっているロボットアーム 2b を第 2 姿勢に変化させることにより、テーブル 8 を手術位置から検査位置へ移動させることができる。或いは、第 2 姿勢をとっているロボットアーム 2b を第 1 姿勢に変化させることにより、テーブル 8 を検査位置から手術位置へ移動させることができる。

30

【0102】

[効果]

以上のように、第 3 の構成例に係るロボット手術台 1b によれば、第 1 及び第 2 の構成例の場合と同様、テーブル 8 が第 1 位置に位置しているときにロボットアーム 2b がテーブル 8 の下の空間である収容空間 S 内に収容された状態となるため、患者載置用のテーブル 8 の回りのスペースを十分に確保可能なロボット手術台を提供できる。

40

【0103】

(第 4 の構成例)

図 11 は、本発明の第 4 の構成例に係るロボット手術台 1c の側面図である。また、図 12 は、図 11 に示すロボット手術台 1c の一部 (具体的には、詳しくは後述する平行リンク機構 45a 及びその付近の部分) を拡大して示す斜視図である。ロボット手術台 1c は、ロボットアーム 2c、ベース 3、及びテーブル 8 を備えている。ロボット手術台 1c では、多自由度 (第 4 の構成例の場合、7 自由度) を有するロボットアーム 2c の一端が、ベース 3 に対して鉛直軸回りに回転自在に支持される一方、前記ロボットアーム 2 の他端で、患者載置用のテーブル 8 が支持される。ベース 3 の構成は、第 1 の構成例のベース

50



3の構成と同じであるため、説明を省略する。

【0104】

ロボットアーム2cは、ベース側可動部41と、直線移動アセンブリ5aと、平行リンク機構45aと、リストアセンブリ6cとを備えている。これらのうち、ベース側可動部41及び直線移動アセンブリ5aの構成は、第2の構成例のベース側可動部41及び直線移動アセンブリ5aの構成と同じであるため、説明を省略する。

【0105】

[平行リンク機構の構成]

平行リンク機構45aは、直線移動アセンブリ5aとリストアセンブリ6cとを連結するリンク機構である。平行リンク機構45aは、図12に示すように、4本のリンク部材76と、2つの第1連結軸77と、2つの第2連結軸78とを有している。

10

【0106】

各リンク部材76は、直線状に形成されている。各リンク部材46の長さは、互いに同じである。各リンク部材76では、一端側の部分(スライド部42側の部分)が、第1連結軸77を介してスライド部42に対して回転自在に連結されている一方、他端側の部分(直線移動アセンブリ側可動部81側の部分)が、第2連結軸78を介して直線移動アセンブリ側可動部81に対して回転自在に連結されている。4つのリンク部材76のうちの2本は、テーブル8の幅方向一方側に設けられ、残りの2本は、テーブル8の幅方向他方側に設けられている。4本のリンク部材76は、上側に設けられた2本の上側リンク部材76aと、下側に設けられた2本の下側リンク部材76bとで構成されている。

20

【0107】

平行リンク機構45aは、第3モータ79によって駆動される。具体的には、第3モータ79は、例えば、上下方向に2つ設けられた連結軸77のうち的一方に対応する位置に設けられていて、一方の(図11における上側の)リンク部材76を連結軸77の中心軸A×2回りに(D3方向に)回転駆動させる。これにより、上側のリンク部材76が連結軸77を中心として揺動するため、リストアセンブリ6cが上下動する。なお、上側のリンク部材76が第3モータ79によって回転駆動させられるのに伴って、下側のリンク部材76も上側のリンク部材76に連動して動作する。

【0108】

[リストアセンブリの構成]

リストアセンブリ6cは、直線移動アセンブリ側可動部81と、第4モータ82と、ロール可動部83と、第5モータ84と、ピッチ可動部85と、第6モータ86と、テーブルスライド機構63を備えている。テーブルスライド機構63の構成は、第2及び第3の構成例のテーブルスライド機構63と同じ構成のため、その説明を省略する。

30

【0109】

直線移動アセンブリ側可動部81は、リストアセンブリ6cにおける最も直線移動アセンブリ5a側に設けられた可動部である。直線移動アセンブリ側可動部81は、水平面に対して平行な姿勢を保つように平行リンク機構45aに支持されている。直線移動アセンブリ側可動部81は、平行リンク機構45aがD3方向に回転することにより、上下動する。

40

【0110】

ロール可動部83は、第1ジョイント87を介して直線移動アセンブリ側可動部81に連結されていて、鉛直方向に延びる第3軸A×<sub>3</sub>回りに(D4方向に)回転可能である。ロール可動部83は、第1ジョイント87に対応して設けられた第4モータ82によって、第3軸A×<sub>3</sub>回りに回転駆動される。なお、図11において、詳しくは後述するピッチ可動部85をD5方向に回転させてテーブル8をピッチ方向に傾けた状態で、ロール可動部83をD4方向に回転させることで、テーブル8をロール方向へ回転させることが可能となる。

【0111】

ピッチ可動部85は、第2ジョイント88を介してロール可動部83に連結されていて

50

、第3軸  $A \times 3$  に直交する方向に延びる第4軸  $A \times 4$  回りに (D5 方向に) 回転可能である。ピッチ可動部 85 は、第2ジョイント 88 に対応して設けられた第5モータ 84 によって、第4軸  $A \times 4$  回りに回転駆動される。このようにピッチ可動部 85 が回転駆動されることで、テーブル 8 をピッチ軸回りに移動させることができる。

【0112】

第6モータ 86 は、ピッチ可動部 85 とテーブルスライド機構 63 における長手方向一端側の部分との間に設けられている。テーブル 8 は、この第6モータ 86 によって、第4軸  $A \times 4$  に直交する方向に延びる第5軸  $A \times 5$  回りに回転駆動される。これにより、テーブル 8 をヨー軸回りに移動させることができる。

【0113】

なお、第4の構成例における各モータの構成については、第1の構成例の場合と同様であるため、その説明を省略する。本構成例でも、第1の構成例の場合と同様、各モータは、減速機を介して各可動部を動作させる。

【0114】

以上説明したように、ロボットアーム 2c は、D1 ~ D7 方向へ回転可能又はスライド移動可能なジョイントを備えているため、7自由度 (5回転自由度及び2線形自由度) を有している。また、リストアセンブリ 6c は、テーブル 8 を、ロール方向、ピッチ方向、ヨー方向へ回転可能、且つD7方向へスライド移動可能である。すなわち、リストアセンブリ 6c は、4自由度を有している。

【0115】

以上のように構成されたロボット手術台 1c を用いれば、上述した第1から第3の構成例の場合と同様、テーブルを所定の目的位置まで正確に移動させることができるため、医療現場における検査や治療の効率を格段に向上させることができ、且つ安全性、移動効率を高めることができる。

【0116】

[ロボット手術台の動作]

本構成例に係るロボットアーム 2c によっても、可動範囲であればテーブルを複数の位置の間を自由なルートで移動させることができるので、テーブルを第1の構成例で説明した図5 ~ 図7と同じ軌跡で検査装置等に移動させることができる。具体的には、テーブル 8 の下の收容空間 S 内に收容されて第1姿勢をとっているロボットアーム 2c を第2姿勢に変化させることにより、テーブル 8 を手術位置から検査位置へ移動させることができる。或いは、第2姿勢をとっているロボットアーム 2c を第1姿勢に変化させることにより、テーブル 8 を検査位置から手術位置へ移動させることができる。

【0117】

[効果]

以上のように、第4の構成例に係るロボット手術台 1c によれば、第1から第3の構成例の場合と同様、テーブル 8 が手術位置に位置しているときにロボットアーム 2c がテーブル 8 の下の空間である收容空間 S 内に收容された状態となるため、患者載置用のテーブル 8 の回りのスペースを十分に確保可能なロボット手術台を提供できる。

【0118】

(第5の構成例)

図13は、本発明の第5の構成例に係るロボット手術台 1d の側面図である。ロボット手術台 1d は、ロボットアーム 2d、ベース 3、及びテーブル 8 を備えている。ロボット手術台 1d では、多自由度を有するロボットアーム 2d の一端が、ベース 3 に対して鉛直軸回りに回転自在に支持される一方、前記ロボットアーム 2 の他端で、患者載置用のテーブル 8 が支持される。ベース 3 の構成は、第1の構成例のベース 3 の構成と同じであるため、説明を省略する。

【0119】

ロボットアーム 2d は、ベース側可動部 41 と、直線移動アセンブリ 5a と、平行リンク機構 45a と、リストアセンブリ 6d とを備えている。第5の構成例に係るロボット手

10

20

30

40

50

術台 1 d は、第 4 の構成例に係るロボット手術台 1 c と比べて、リストアセンブリの構成が異なる。以下では、リストアセンブリ 6 d の構成について主に説明し、それ以外の構成については説明を省略する。

【 0 1 2 0 】

[ リストアセンブリの構成 ]

リストアセンブリ 6 d は、直線移動アセンブリ側可動部 8 1 と、第 4 モータ 8 9 と、パラレルリンク機構 9 0 と、テーブルスライド機構 6 3 とを備えている。これらのうち、直線移動アセンブリ側可動部 8 1 及びテーブルスライド機構 6 3 の構成は、第 4 の構成例におけるそれらの構成と同じであるため、その説明を省略する。

【 0 1 2 1 】

第 4 モータ 8 9 は、直線移動アセンブリ側可動部 8 1 における上側の部分と、詳しくは後述するパラレルリンク機構 9 0 との間に設けられている。第 4 モータ 8 9 は、パラレルリンク機構 9 0 を、鉛直軸方向に延びる第 3 軸  $A \times_3$  回りに ( D 4 方向に ) 回転駆動させる。これにより、テーブル 8 をヨー軸回りに移動させることができる。

【 0 1 2 2 】

図 1 4 は、パラレルリンク機構 9 0 を模式的に示す斜視図である。本構成例のパラレルリンク機構 9 0 は、いわゆるスチュワートプラットフォーム型のパラレルリンク機構 9 0 である。パラレルリンク機構 9 0 は、基台部 9 1 と、可動板 9 2 と、6 つのシリンダ 9 3 とを備えている。なお、図 1 3 では、図面が煩雑になるのを避けるため、3 つのシリンダ 9 3 のみを図示している。

【 0 1 2 3 】

基台部 9 1 は、平板状に形成されている。基台部 9 1 と直線移動アセンブリ側可動部 8 1 との間には、上述した第 4 モータ 8 9 が設けられている。基台部 9 1 は、第 4 モータ 8 9 によって、第 3 軸  $A \times_3$  回りに ( D 4 方向に ) 回転駆動させられる。

【 0 1 2 4 】

可動板 9 2 は、基台部 9 1 と同様、平板状に形成されている。可動板 9 2 は、テーブルスライド機構 6 3 を介して、テーブル 8 の背面側を支持している。

【 0 1 2 5 】

各シリンダ 9 3 は、筒状に形成された筒部 9 4 と、自在継手 9 5 を介して筒部 9 4 の底部 9 4 a を基台部 9 1 に接続する基台部側ロッド 9 6 と、一端側の部分が筒部 9 4 内に収容されている一方、他方側の部分が自在継手 9 7 を介して可動板 9 2 に固定される進退ロッド 9 8 と、を備えている。なお、シリンダ 9 3 としては、電動シリンダ、エアシリンダ、油圧シリンダ、いずれのタイプのシリンダが用いられてもよい。

【 0 1 2 6 】

パラレルリンク機構 9 0 では、制御装置 7 からの指令に伴って、筒部 9 4 に対する進退ロッド 9 8 の突出量が調整される。これにより、基台部 9 1 に対する可動板 9 2 の姿勢 ( すなわち、テーブル 8 の姿勢 ) を調整することができる。本構成例のパラレルリンク機構 9 0 は、スチュワートプラットフォーム型のパラレルリンク機構である。すなわち、パラレルリンク機構 9 0 では、進退ロッド 9 8 の突出量が適宜、調整されることにより、可動板 9 2、すなわちテーブル 8 を少なくともロール方向 ( D 5 方向 ) 及びピッチ方向 ( D 6 方向 ) へ移動させることができる。言い換えれば、パラレルリンク機構 9 0 によれば、テーブル 8 をロール動作及びピッチ動作させることができる。

【 0 1 2 7 】

なお、第 5 の構成例における各モータの構成については、第 1 の構成例の場合と同様であるため、その説明を省略する。本構成例でも、第 1 の構成例の場合と同様、各モータは、減速機を介して各可動部を動作させる。

【 0 1 2 8 】

以上説明したように、ロボットアーム 2 d は、D 1 ~ D 7 方向へ移動可能である。また、リストアセンブリ 6 d は、図 1 3 を参照して、テーブル 8 を、少なくとも D 4 方向 ( ロール方向 )、D 5 方向 ( ピッチ方向 )、D 6 方向 ( ヨー方向 ) へ移動可能、且つ D 7 方向

10

20

30

40

50

ヘスライド移動可能である。すなわち、リストアセンブリ 6 d は、4 自由度を有している。

【 0 1 2 9 】

以上のように構成されたロボット手術台 1 d を用いれば、上述した第 1 から第 4 の構成例の場合と同様、テーブルを所定の目的位置まで正確に移動させることができるため、医療現場における検査や治療の効率を格段に向上させることができ、且つ安全性、移動効率を高めることができる。

【 0 1 3 0 】

[ ロボット手術台の動作 ]

本構成例に係るロボットアーム 2 d によっても、可動範囲であればテーブルを複数の位置の間を自由なルートで移動させることができるので、テーブルを第 1 の構成例で説明した図 5 ~ 図 7 と同じ軌跡で検査装置等に移動させることができる。具体的には、テーブル 8 の下の収容空間 S 内に収容されて第 1 姿勢をとっているロボットアーム 2 d を第 2 姿勢に変化させることにより、テーブル 8 を手術位置から検査位置へ移動させることができる。或いは、第 2 姿勢をとっているロボットアーム 2 d を第 1 姿勢に変化させることにより、テーブル 8 を検査位置から手術位置へ移動させることができる。

【 0 1 3 1 】

[ 効果 ]

以上のように、第 5 の構成例に係るロボット手術台 1 d によれば、第 1 から第 4 の構成例の場合と同様、テーブル 8 が手術位置に位置しているときにロボットアーム 2 d がテーブル 8 の下の空間である収容空間 S 内に収容された状態となるため、患者載置用のテーブル 8 の回りのスペースを十分に確保可能なロボット手術台を提供できる。

【 0 1 3 2 】

また、ロボット手術台 1 d によれば、上述のように、リストアセンブリ 6 d にスチュワートプラットフォーム型の平行リンク機構 9 0 が採用されている。平行リンク機構 9 0 は、剛性面において優れた機構である。従って、第 5 の構成例に係るロボット手術台 1 d によれば、移動時或いは術時等に患者 P に振動を与えにくいロボット手術台を提供できる。

【 0 1 3 3 】

( 第 6 の構成例 )

図 1 5 は、本発明の第 6 の構成例に係るロボット手術台 1 e を模式的に示す斜視図である。また、図 1 6 は、図 1 5 に示すロボット手術台 1 e の側面図であって、図 1 6 ( A ) は、ロボットアーム 2 e が第 2 姿勢をとっているときの図、図 1 6 ( B ) は、ロボットアーム 2 e が第 1 姿勢をとっているときの図、である。ロボット手術台 1 e は、ロボットアーム 2 e、ベース 3、及びテーブル 8 を備えている。ロボット手術台 1 e では、多自由度 ( 第 6 の構成例の場合、8 自由度 ) を有するロボットアーム 2 e の一端が、ベース 3 に対して鉛直軸回りに回転自在に支持される一方、前記ロボットアーム 2 e の他端で、患者載置用のテーブル 8 が支持される。ベース 3 の構成は、第 1 の構成例のベース 3 の構成と同じであるため、説明を省略する。なお、図 1 5 では、テーブル 8 を 2 点鎖線で示している。

【 0 1 3 4 】

ロボットアーム 2 e は、水平多関節アセンブリ 1 0 0 と、平行リンク機構 4 5 c と、リストアセンブリ 6 e とを備えている。これらのうち、ベース 3 の構成は、第 1 の構成例のベース 3 の構成と同じであるため、その説明を省略する。

【 0 1 3 5 】

[ 水平多関節アセンブリの構成 ]

水平多関節アセンブリ 1 0 0 は、互いに対して垂直軸回りに回転可能な複数の可動部 1 0 2, 1 0 4, 1 0 6 を有し、各可動部 1 0 2, 1 0 4, 1 0 6 が水平面に沿って回転することにより、テーブル 8 を水平面に沿って移動することができる。

【 0 1 3 6 】

10

20

30

40

50

水平多関節アセンブリ100は、第1モータ101と、第1可動部102と、第2モータ103と、第2可動部104と、第3モータ105と、第3可動部106とを備えている。

【0137】

第1可動部102は、上方から視てやや細長く上下方向に所定の厚みを有する板状に形成されている。第1可動部102は、その一端102aが第1ジョイント107を介してベース3に連結されていて、鉛直軸Ax<sub>1</sub>回りに(D1方向に)回転可能である。すなわち、第1可動部102の一端102aは、鉛直軸Ax<sub>1</sub>回りに回転可能なようにベース3に支持されている。第1可動部102は、第1ジョイント107に対応して設けられた第1モータ101によって、D1方向に回転駆動される。

10

【0138】

第2可動部104は、上方から視てやや細長く上下方向に所定の厚みを有する板状に形成されている。第2可動部104は、その一端104aが第2ジョイント108を介して第1可動部102の他端102bに連結されていて、第2鉛直軸Ax<sub>6</sub>回りに(D2方向に)回転可能である。すなわち、第2可動部104の一端104aは、第2鉛直軸Ax<sub>6</sub>回りに回転可能なように、第1可動部102の他端102bに支持されている。第2可動部104は、第2ジョイント108に対応して設けられた第2モータ103によって、D2方向に回転駆動される。

【0139】

第3可動部106は、上方から視てやや細長く上下方向に所定の厚みを有する板状に形成されている。第3可動部106は、その一端106aが第3ジョイント109を介して第2可動部104の他端104bに連結されていて、第3鉛直軸Ax<sub>7</sub>回りに(D3方向に)回転可能である。すなわち、第3可動部106の一端106aは、第3鉛直軸Ax<sub>7</sub>回りに回転可能なように、第2可動部104の他端104bに支持されている。第3可動部106は、第3ジョイント109に対応して設けられた第3モータ105によって、D3方向に回転駆動される。

20

【0140】

[平行リンク機構の構成]

平行リンク機構45cは、水平多関節アセンブリ100とリストアセンブリ6eとを連結するリンク機構である。平行リンク機構45cは、2本のリンク部材46bを有している。

30

【0141】

各リンク部材46bは、所定の厚みを有する細長い板状に形成されている。各リンク部材46bの両端部のそれぞれは、連結軸を介して、第3可動部106の他端106b及びリストアセンブリ6e(具体的には、リストアセンブリ6eのピッチ可動部112)のそれぞれに回転自在に連結されている。

【0142】

平行リンク機構45cは、第4モータ110によって駆動される。具体的には、第4モータ110は、第3可動部106の他端106bに対応する位置に設けられていて、各リンク部材46bを連結軸回りに(D4方向に)回転駆動させる。これにより、平行リンク機構45cがD4方向に揺動するため、リストアセンブリ6eを上下動することが可能となる。

40

【0143】

[リストアセンブリの構成]

リストアセンブリ6eは、第5モータ111と、ピッチ可動部112と、第6モータ113と、ロール可動部114と、第7モータ115と、テーブルスライド機構63とを備えている。テーブルスライド機構63の構成は、上述した第2～第5の構成例の場合と同様であるため、その説明を省略する。

【0144】

ピッチ可動部112は、連結軸を介して各リンク部材46bに連結されていて、図15

50

におけるD5方向（ピッチ方向）に回転可能である。ピッチ可動部112は、連結軸に対応して設けられた第5モータ111によって、D5方向に回転駆動される。

【0145】

ロール可動部114は、第4ジョイント116を介してピッチ可動部112に連結されていて、図15におけるD6方向（ロール方向）に回転可能である。ロール可動部114は、第4ジョイント116に対応して設けられた第6モータ113によって、D6方向へ回転駆動される。

【0146】

第7モータ115は、ロール可動部114とテーブルスライド機構63との間に設けられている。第7モータ115は、ロール可動部114に対してテーブル8をヨー方向（D7方向）へ回転させるためのものである。

10

【0147】

なお、第6の構成例における各モータの構成については、第1の構成例の場合と同様であるため、その説明を省略する。本構成例でも、第1の構成例の場合と同様、各モータは、減速機を介して各可動部を動作させる。

【0148】

以上説明したように、ロボットアーム2eは、D1～D8方向へ回転可能又はスライド移動可能なジョイントを備えているため、8自由度（7回転自由度及び1線形自由度）を有している。また、リストアセンブリ6eは、図15を参照して、テーブル8を、D5方向（ピッチ方向）、D6方向（ロール方向）、D7方向（ヨー方向）へ回転可能、且つD8方向へスライド移動可能である。すなわち、リストアセンブリ6eは、4自由度を有している。

20

【0149】

以上のように構成されたロボット手術台1eを用いれば、上述した第1～第5の構成例の場合と同様、テーブルを所定の目的位置まで正確に移動させることができるため、医療現場における検査や治療の効率を格段に向上させることができ、且つ安全性、移動効率を高めることができる。

【0150】

[ロボット手術台の動作]

本構成例に係るロボットアーム2eによっても、可動範囲であればテーブルを複数の位置の間を自由なルートで移動させることができるので、テーブルを第1の構成例で説明した図5～図7と同じ軌跡で検査装置等に移動させることができる。具体的には、テーブル8の下の収容空間S内に収容されて第1姿勢をとっているロボットアーム2eを第2姿勢に変化させることにより、テーブル8を手術位置から検査位置へ移動させることができる。或いは、第2姿勢をとっているロボットアーム2eを第1姿勢に変化させることにより、テーブル8を検査位置から手術位置へ移動させることができる。

30

【0151】

[効果]

以上のように、第6の構成例に係るロボット手術台1eによれば、第1から第5の構成例の場合と同様、テーブル8が手術位置に位置しているときにロボットアーム2eがテーブル8の下の空間である収容空間S内に収容された状態となるため、患者載置用のテーブル8の回りのスペースを十分に確保可能なロボット手術台を提供できる。

40

【0152】

また、ロボット手術台1eのように、3つの可動部102, 104, 106を有する水平多関節アセンブリ100を設けることで、ロボットアーム2eの大型化を抑制しつつ、水平面内におけるテーブル8の可動範囲を広げることができる。

【0153】

(第6の構成例の変形例)

第6の変形例に係るロボット手術台1eでは、ロボットアーム2eが有する第1可動部102の形状として、上方から視て細長い形状を有する例を挙げて説明したが、これに限

50

らない。具体的には、例えば一例として、第1可動部の形状は、上方から視て円形状に形成されていてもよい。この場合、例えば一例として、円形状の第1可動部の中心部分がベース3に対して鉛直軸回りに回転可能に支持される。

【0154】

(第7の構成例)

図17は、本発明の第7の構成例に係るロボット手術台1fの側面図であって、図17(A)は、ロボットアーム2fが第2姿勢をとっているときの図、図17(B)は、ロボットアーム2fが第1姿勢をとっているときの図、である。ロボット手術台1fは、ロボットアーム2f、ベース3、及びテーブル8を備えている。ロボット手術台1fでは、多自由度(第7の構成例の場合、7自由度)を有するロボットアーム2fの一端が、ベース3に対して鉛直軸回りに回転自在に支持される一方、前記ロボットアーム2fの他端で、患者載置用のテーブル8が支持される。ベース3の構成は、第1の構成例のベース3の構成と同じであるため、説明を省略する。

10

【0155】

ロボットアーム2fは、ベース側移動アセンブリ120と、平行リンク機構45と、リストアセンブリ6fとを備えている。

【0156】

[ベース側移動アセンブリの構成]

ベース側移動アセンブリ120は、該ベース側移動アセンブリ120が平行リンク機構45等を介して支持するテーブル8を移動させるためのものである。ベース側移動アセンブリ120は、第1モータ121と、第1可動部122と、第3モータ126と、第2可動部127と、を備えている。

20

【0157】

第1可動部122は、水平方向に延びる直線状に形成された部分であって、その長さが伸縮するように構成されている。第1可動部122は、ベース側可動部123と、スライド部124と、第2モータ125a等を有する直動機構125と、を備えている。

【0158】

ベース側可動部123は、水平方向に延びるように形成された部分であって、長手方向一端側の下側部分が、ベース3に対して鉛直軸Ax<sub>1</sub>回りに(D1方向に)回転可能なように、ベース3に連結されている。ベース側可動部123は、長手方向他端側の部分に、外側に向かって開口する開口部123aを有している。ベース側可動部123は、第1モータ121によって、D1方向に回転駆動される。

30

【0159】

スライド部124は、水平方向に細長い棒状に形成された部分であって、その長手方向がベース側可動部123の長手方向に沿うように、その一端側の部分がベース側可動部123に収容されている。スライド部124は、その他端側の部分が、ベース側可動部123の開口部123aから外側へ進出可能、且つベース側可動部123内へ退避可能である。すなわち、スライド部124は、ベース側可動部123の長手方向に沿ってスライド移動可能に設けられている。これにより、第1可動部122の水平方向における長さが伸縮する。

40

【0160】

直動機構125は、ベース側可動部123とスライド部124との間に設けられた機構であって、ベース側可動部123に対してスライド部124をスライド移動可能に構成されている。直動機構125は、スライド部124をベース側可動部123に対してスライド移動させることが可能な機構であればどのような機構であってもよい。直動機構125としては、例えば一例として、ボールねじ機構、或いはラックアンドピニオン機構を用いることができる。

【0161】

第2可動部127は、水平方向に延びる直線状に形成された部分である。第2可動部127は、その一端127aが第1ジョイント128を介してスライド部124の先端部に

50

連結されていて、鉛直軸  $A \times 8$  回りに ( D 3 方向に ) 回転可能である。第 2 可動部 1 2 7 は、第 1 ジョイント 1 2 8 に対応して設けられた第 3 モータ 1 2 6 によって、D 3 方向に回転駆動される。

【 0 1 6 2 】

平行リンク機構 4 5 は、ベース側移動アセンブリ 1 2 0 とリストアセンブリ 6 f とを連結するリンク機構である。平行リンク機構 4 5 は、第 4 モータ 1 2 9 によって駆動される。平行リンク機構 4 5 は、連結対象がベース側移動アセンブリ 1 2 0 及びリストアセンブリ 6 f である点を除き、第 2 の構成例の平行リンク機構 4 5 と構成が同じであるため、その説明を省略する。

【 0 1 6 3 】

リストアセンブリ 6 f は、連結板 1 3 1 と、第 5 モータ 1 3 2 と、ピッチ可動部 1 3 3 と、第 6 モータ 1 3 4 と、ロール可動部 1 3 5 と、テーブルスライド機構 6 3 とを有している。これらのうち、テーブルスライド機構 6 3 の構成は、第 2 の構成例のテーブルスライド機構 6 3 の構成と同じであるため、その説明を省略する。

【 0 1 6 4 】

連結板 1 3 1 は、略矩形の板状に形成された部材であって、平行リンク機構 4 5 とピッチ可動部 1 3 3 とを連結するためのものである。連結板 1 3 1 は、ピッチ可動部 1 3 3 の幅方向 ( テーブル 8 の幅方向と平行な方向 ) 両側に設けられている。各連結板 1 3 1 は、平行リンク機構 4 5 の第 2 連結軸 4 7 b を介して各リンク部材 4 6 に回転自在に連結されている一方、連結板 1 3 1 とピッチ可動部 1 3 3 との間に設けられた連結軸 1 3 6 を介して、ピッチ可動部 1 3 3 に回転自在に連結されている。すなわち、ピッチ可動部 1 3 3 は、連結板 1 3 1 を介して平行リンク機構 4 5 に揺動自在に連結されている。

【 0 1 6 5 】

ピッチ可動部 1 3 3 は、連結軸 1 3 6 を介して連結板 1 3 1 に連結されていて、水平方向に伸びる前記連結軸 1 3 6 回りに ( ピッチ軸回りに、D 5 方向に ) 回転可能である。ピッチ可動部 1 3 3 は、連結軸 1 3 6 に対応して設けられた第 5 モータ 1 3 2 によって、連結軸 1 3 6 周りに回転駆動される。

【 0 1 6 6 】

ロール可動部 1 3 5 は、テーブルスライド機構 6 3 を介してテーブル 8 の下側に取り付けられた部分である。ロール可動部 1 3 5 は、第 2 ジョイント 1 3 7 を介してピッチ可動部 1 3 3 に連結されていて、テーブル 8 の前後方向に沿って伸びるロール軸回りに ( D 6 方向に ) 回転可能である。ロール可動部 1 3 5 は、第 2 ジョイント 1 3 7 に対応して設けられた第 6 モータ 1 3 4 によって、D 6 方向に回転駆動される。

【 0 1 6 7 】

なお、第 7 の構成例における各モータの構成については、第 1 の構成例の場合と同様であるため、その説明を省略する。本構成例でも、第 1 の構成例の場合と同様、各モータは、減速機を介して各可動部を動作させる。

【 0 1 6 8 】

以上説明したように、ロボットアーム 2 f は、D 1 ~ D 7 方向へ回転可能又はスライド移動可能なジョイントを備えているため、7 自由度 ( 5 回転自由度及び 2 線形自由度 ) を有している。またリストアセンブリ 6 f は、図 1 7 を参照して、テーブル 8 を、D 5 方向 ( ピッチ方向 ) 及び D 6 方向 ( ロール方向 ) へ回転可能、且つ D 7 方向へスライド移動可能である。すなわち、リストアセンブリ 6 f は、3 自由度を有している。

【 0 1 6 9 】

なお、本構成例に係るベース側移動アセンブリ 1 2 0 は、スライド部 1 2 4 がベース側可動部 1 2 3 に対して D 2 方向にスライド移動可能なように構成されている。すなわち、ベース側移動アセンブリは、直線移動アセンブリとしての機能を有している。また、ベース側移動アセンブリ 1 2 0 は、第 1 可動部 1 2 2 がベース 3 に対して鉛直軸  $A \times 1$  回りに回転自在に設けられ、且つ第 2 可動部 1 2 7 が鉛直軸  $A \times 8$  回りに回転自在に設けられている。すなわち、ベース側移動アセンブリ 1 2 0 は、水平多関節アセンブリとしての機能

10

20

30

40

50



も有している。

【 0 1 7 0 】

以上のように構成されたロボット手術台 1 f を用いれば、上述した第 1 ~ 第 6 の構成例の場合と同様、テーブルを所定の目的位置まで正確に移動させることができるため、医療現場における検査や治療の効率を格段に向上させることができ、且つ安全性、移動効率を高めることができる。

【 0 1 7 1 】

[ ロボット手術台の動作 ]

本構成例に係るロボットアーム 2 f によっても、可動範囲であればテーブルを複数の位置の間を自由なルートで移動させることができるので、テーブルを第 1 の構成例で説明した図 5 ~ 図 7 と同じ軌跡で検査装置等に移動させることができる。具体的には、テーブル 8 の下の収容空間 S 内に収容されて第 1 姿勢をとっているロボットアーム 2 f を第 2 姿勢に変化させることにより、テーブル 8 を手術位置から検査位置へ移動させることができる。或いは、第 2 姿勢をとっているロボットアーム 2 f を第 1 姿勢に変化させることにより、テーブル 8 を検査位置から手術位置へ移動させることができる。

10

【 0 1 7 2 】

[ 効果 ]

以上のように、第 7 の構成例に係るロボット手術台 1 f によれば、第 1 から第 6 の構成例の場合と同様、テーブル 8 が第 1 位置に位置しているときにロボットアーム 2 f がテーブル 8 の下の空間である収容空間 S 内に収容された状態となるため、患者載置用のテーブル 8 の回りのスペースを十分に確保可能なロボット手術台を提供できる。

20

【 0 1 7 3 】

また、ロボット手術台 1 f によれば、直線移動アセンブリ及び水平多関節アセンブリの双方としての機能を有するベース側移動アセンブリ 1 2 0 を設けることで、ロボットアーム 2 f の大型化を抑制しつつ、水平面内におけるテーブル 8 の可動範囲を広げることができる。

【 0 1 7 4 】

[ 各構成例に共通する特徴及び変形例 ]

以下には、第 1 ~ 第 7 の構成例全てに適用可能な追加の特徴及び変形例を記す。

【 0 1 7 5 】

( 1 ) 上述した各構成例の各モータは、位置検出器及び電磁ブレーキを備えている方が好ましいが、この限りでなく、それらが備わっていない電動モータを用いてもよい。この場合、位置検出器及び電磁ブレーキを、電動モータの外部に設けることができる。また、上述した各構成例では、各可動部を駆動する駆動源として電動モータを例示したが、これに限らず、電動モータ以外のアクチュエータが用いられてもよい。

30

【 0 1 7 6 】

( 2 ) 第 1 の構成例では、テーブルスライド機構を有さないロボット手術台 1 を例示し、第 2 ~ 第 7 の構成例では、テーブルスライド機構を有するロボット手術台 1 a ~ 1 f を例示したが、これに限らず、各構成例におけるテーブルスライド機構 6 3 の有無は、どちらでもよい。しかしながら、各構成例にテーブルスライド機構 6 3 を設けることで、水平方向におけるテーブル 8 の可動範囲を広げることができる。また、上述した構成例では、テーブルスライド機構 6 3 にサーボモータを用いる例を挙げて説明したが、これに限らず、手動でスライド移動可能なテーブルスライド機構を採用してもよい。

40

【 0 1 7 7 】

( 3 ) ロボットアーム 2 ~ 2 f の自由度は、各構成例において例示したもの以外であってもよい。

【 0 1 7 8 】

( 4 ) 上述した第 1 及び第 3 の構成例では、直線移動アセンブリとリストアセンブリとが、水平方向に延びる軸と中心として回転可能なジョイントによって連結されている例を挙げて説明したが、これに限らない。例えば、直線移動アセンブリが鉛直方向に延びる軸

50

に対して回転可能な可動部材を支持し、この可動部材がリストアセンブリを水平方向に延びる軸に対して回転可能なジョイントを介して支持するようにされていてもよい。

【 0 1 7 9 】

( 5 ) 第 1 ~ 第 6 の構成例に係るロボット手術台が有するリストアセンブリは、ロール方向への回転自由度、ピッチ方向への回転自由度、及びヨー方向への回転自由度、という 3 つの回転自由度を有しているが、これに限らない。リストアセンブリの自由度は、ロール、ピッチ、ヨーの回転自由度のうち 2 つと、線形自由度 1 つとを含む 3 自由度であってもよい。

【 0 1 8 0 】

( 6 ) 第 2 , 第 4 , 及び第 5 の構成例に係るロボット手術台では、4 本のリンク部材 4 6 , 7 6 を有する平行リンク機構 4 5 , 4 5 a を例に挙げて説明したが、これに限らず、2 本のリンク部材を有する平行リンク機構を構成してもよい。この 2 本のリンク部材を有する平行リンク機構は、例えば一例として、図 9 におけるテーブル幅方向一方側に設けられた 2 本のリンク部材 4 6 , 4 6 を 1 本のリンク部材 4 6 a に置き換え、且つ、図 9 におけるテーブル幅方向他方側に設けられた 2 本のリンク部材 4 6 , 4 6 を 1 本のリンク部材 4 6 a に置き換えたものである ( 図 1 8 参照 ) 。この平行リンク機構 4 5 b では、各リンク部材 4 6 a の一端部が第 1 連結軸 4 7 c を介してスライド部 4 2 に回転自在に連結されている一方、各リンク部材 4 6 a の他端部が第 2 連結軸 4 7 d を介して直線移動アセンブリ側可動部 5 2 に連結されている。リンク部材 4 6 a は、第 1 連結軸 4 7 c に対応する位置に設けられたモータ 5 0 a によって D 3 方向に回転駆動される。直線移動アセンブリ側可動部 5 2 は、第 2 連結軸 4 7 d に対応する位置に設けられたモータ 5 0 b によって D 4 方向に回転駆動される。

【 0 1 8 1 】

( 7 ) 上述した各構成例が有するリストアセンブリの自由度は、各構成例で例示した数に限定されるものではなく、少なくとも 2 以上であればよい。具体的には、例えば一例として、リストアセンブリは、ロール動作及びピッチ動作を行うように、2 つの自由度を有するようにし、ヨー動作は、ロボットアームにおけるリストアセンブリ以外の部分によって行われるようにしても良い。更には、上述した各構成例では、リストアセンブリを有するロボットアームを例に挙げて説明したが、これに限らない。具体的には、本発明は、リストアセンブリを有さないロボットアームに適用することもできる。

( 8 ) 上述した各構成例においては、手術位置と検査位置との間のテーブルの移動について説明したが、これに限定されない。例えば、カテーテル治療を行う際には各構成例のロボット手術台のテーブルが、治療位置と検査位置との間を移動するようにすればよい。この場合、治療位置において、ロボットアームは第 1 姿勢をとり、テーブルの下の空間である収容空間内に収容されるので、治療を行う医療従事者の邪魔にならない。

【 0 1 8 2 】

[ 他の治療等への適用 ]

第 1 ~ 第 7 の構成例で示したロボット手術台 ( 場合によっては上述の共通の特徴を付加したロボット手術台 ) は、アンギオ検査に使用される X 線撮影装置が導入されたハイブリッド手術室のみならず、例えば、磁気共鳴断層撮影装置 ( M R I ) が導入されたハイブリッド手術室に適用することもできる。

【 符号の説明 】

【 0 1 8 3 】

1 , 1 a ~ 1 f	ロボット手術台
2 , 2 a ~ 2 f	ロボットアーム
3	ベース
6 , 6 a ~ 6 f	リストアセンブリ
8	テーブル

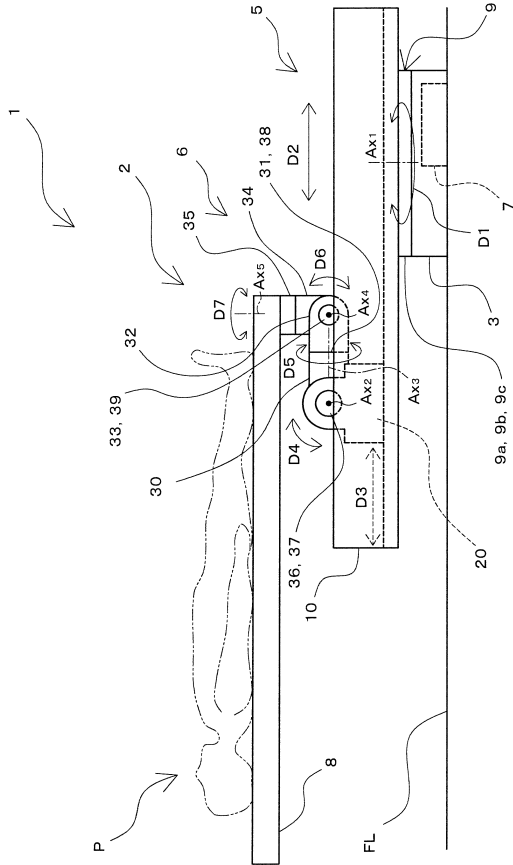
10

20

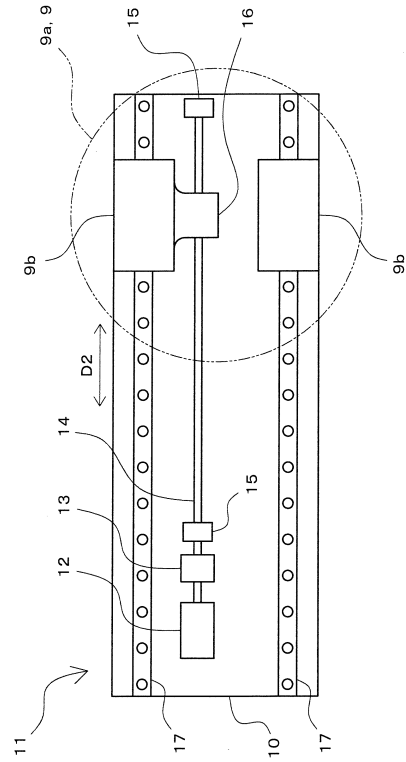
30

40

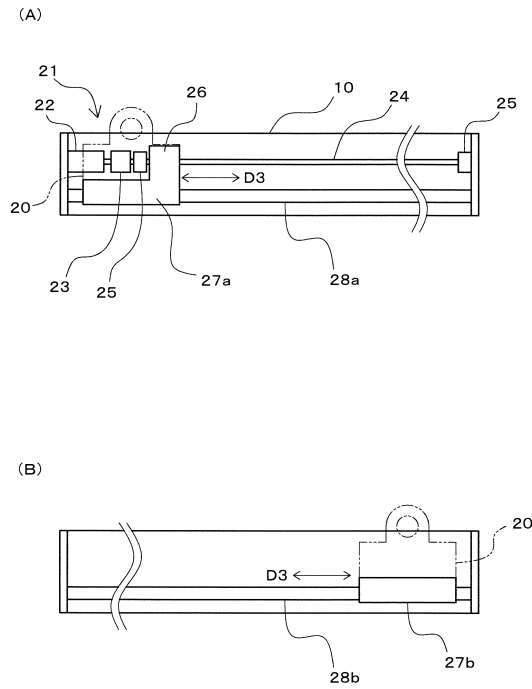
【図1】



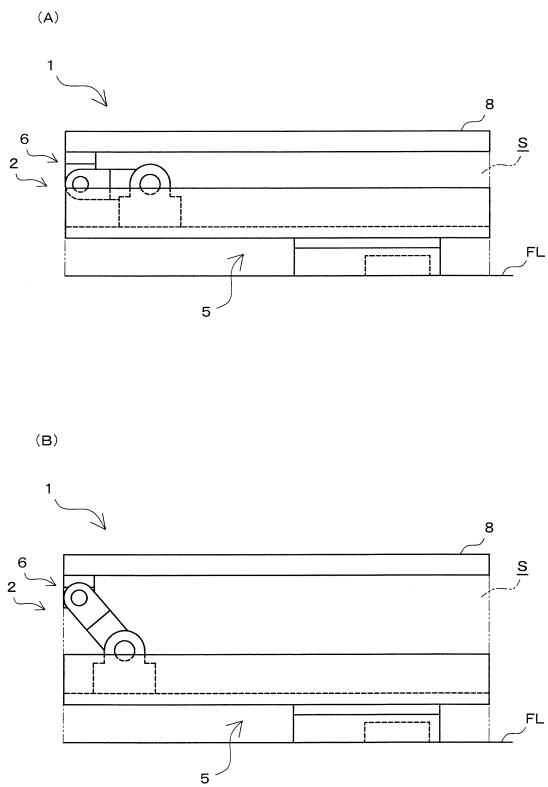
【図2】



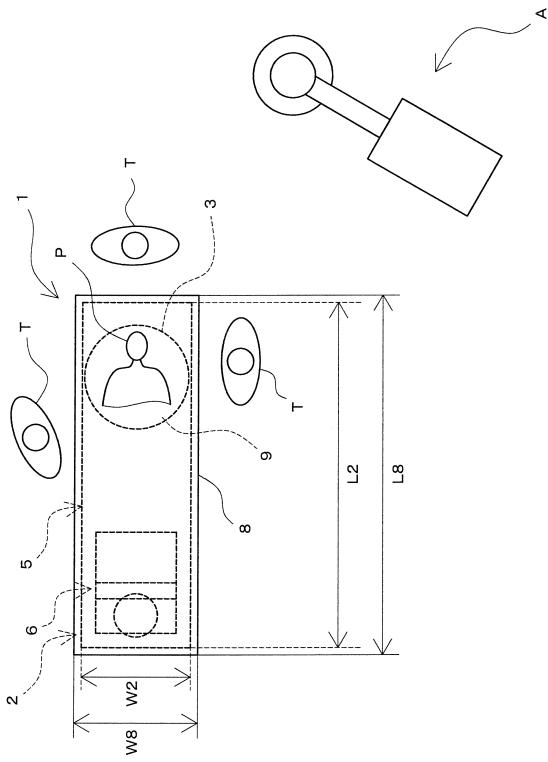
【図3】



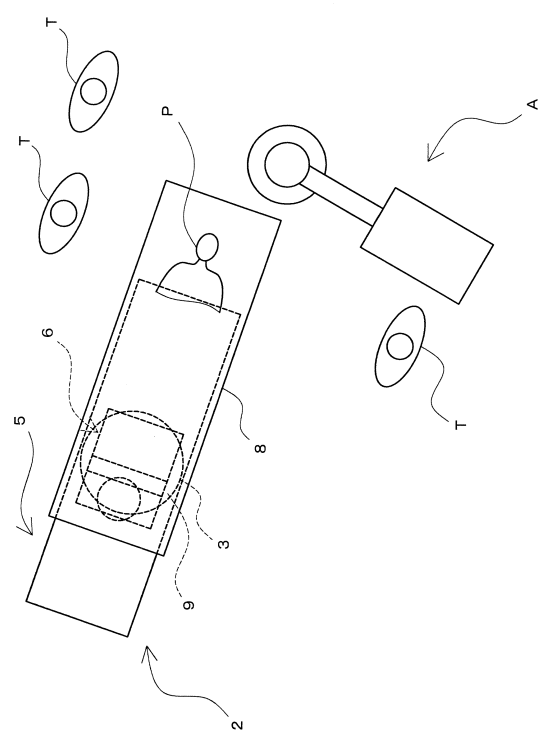
【図4】



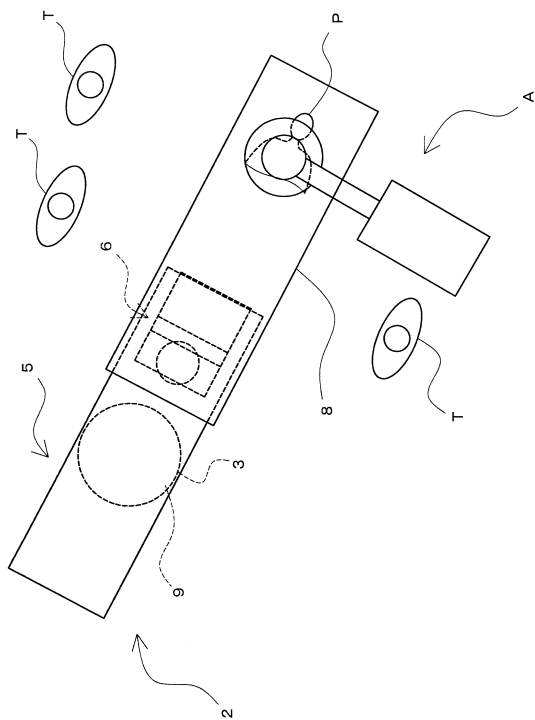
【図5】



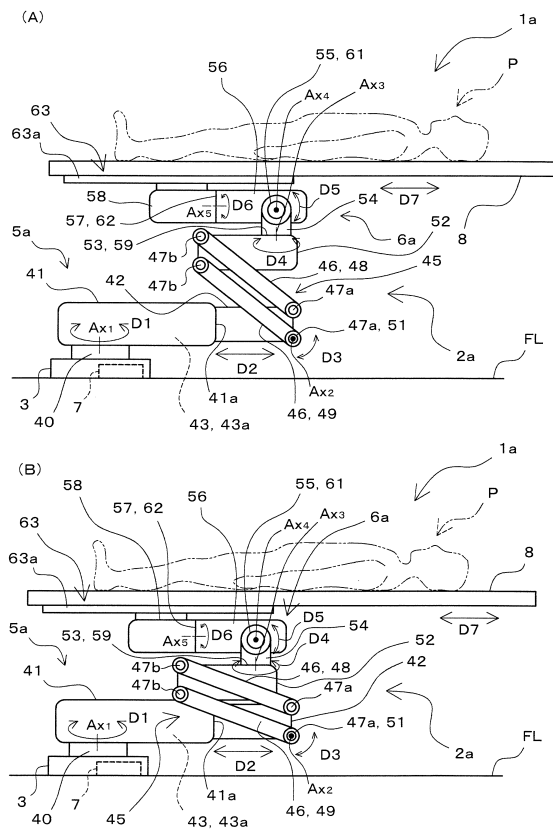
【図6】



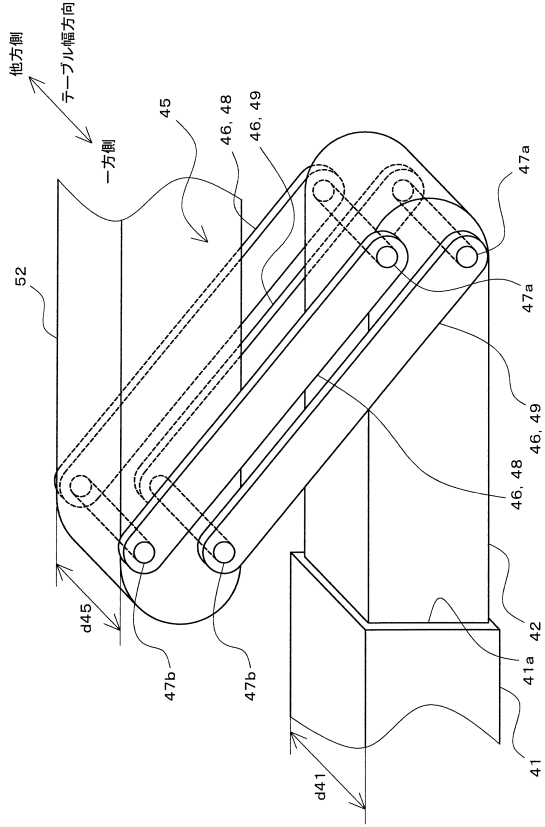
【図7】



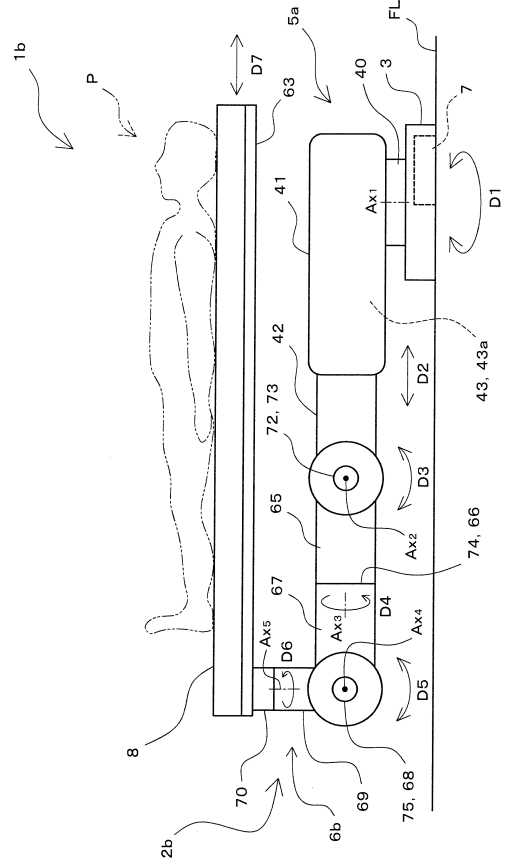
【図8】



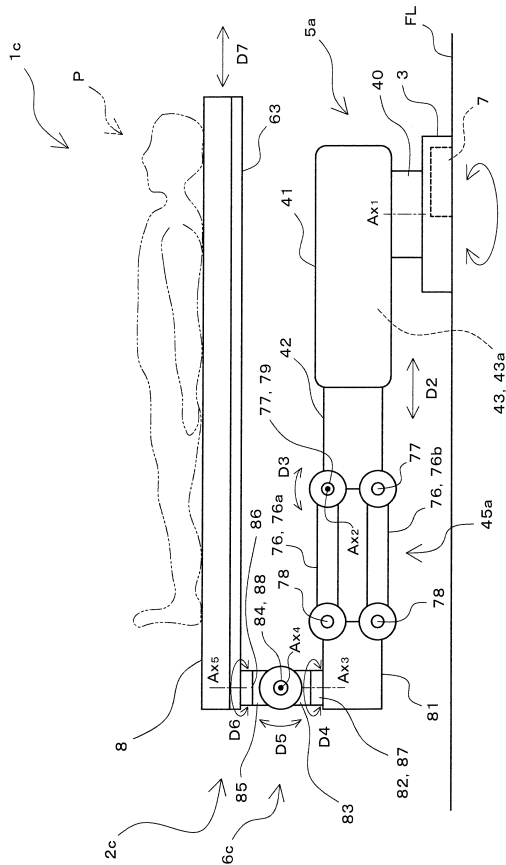
【図 9】



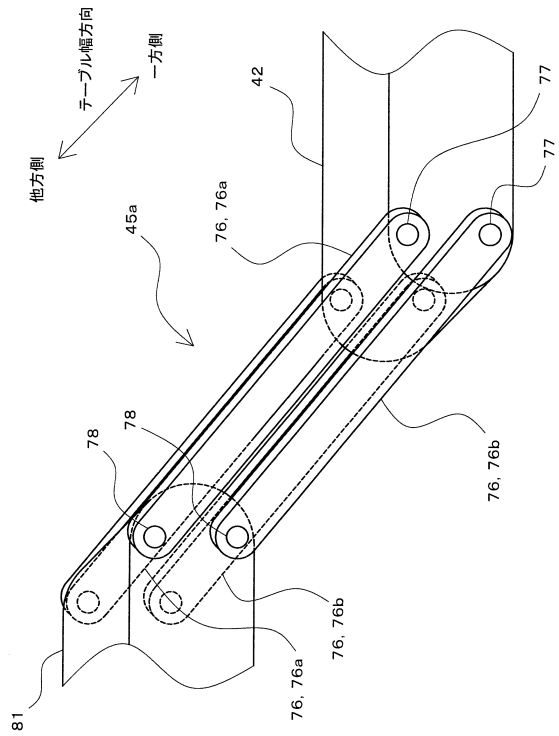
【図 10】



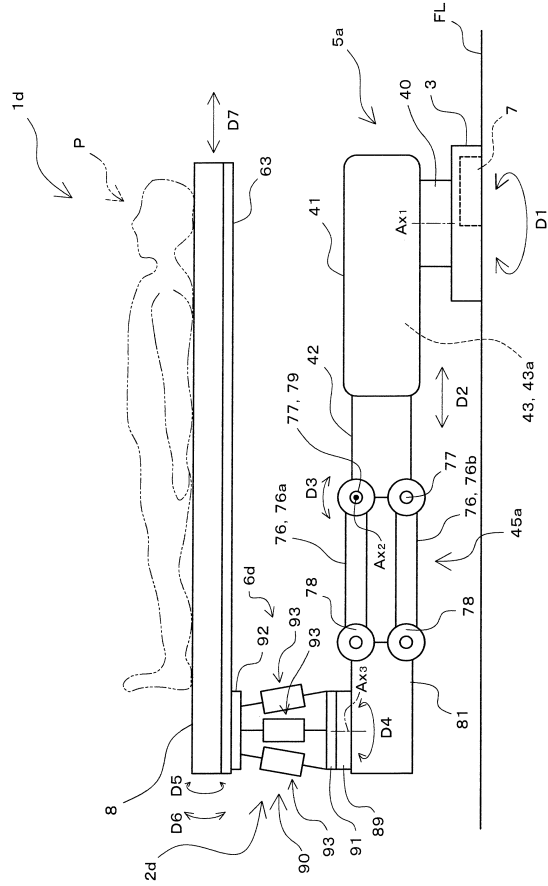
【図 11】



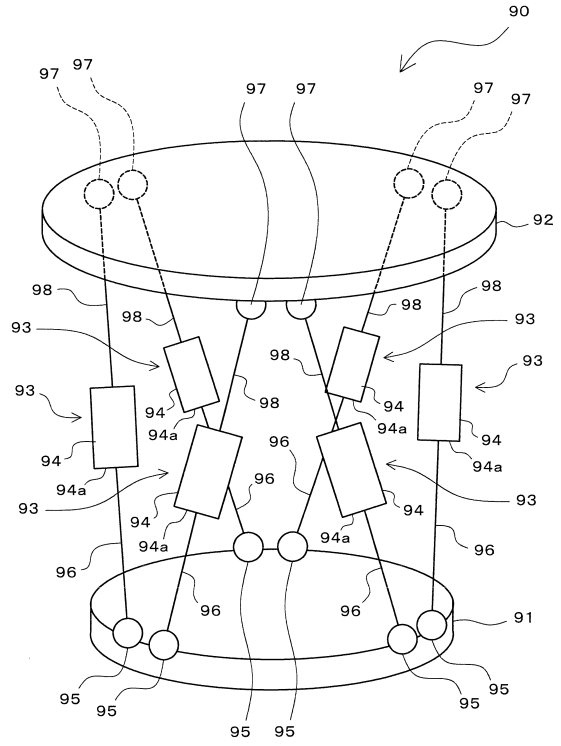
【図 12】



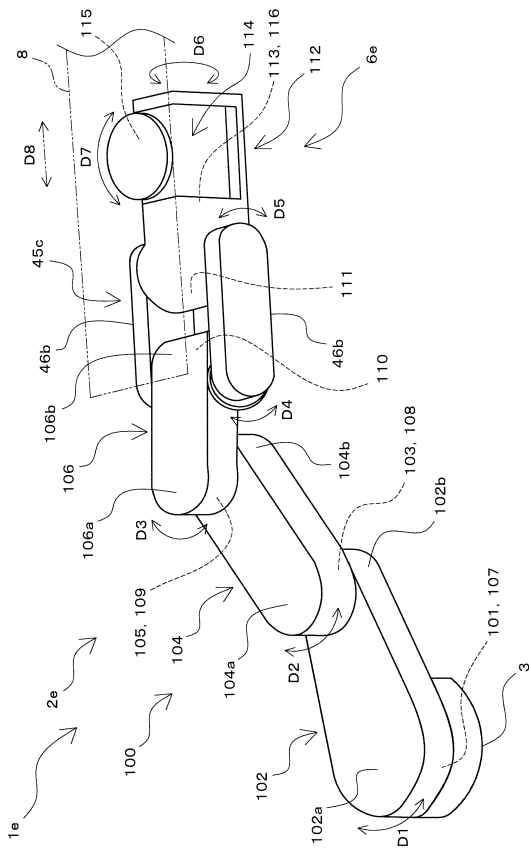
【 図 13 】



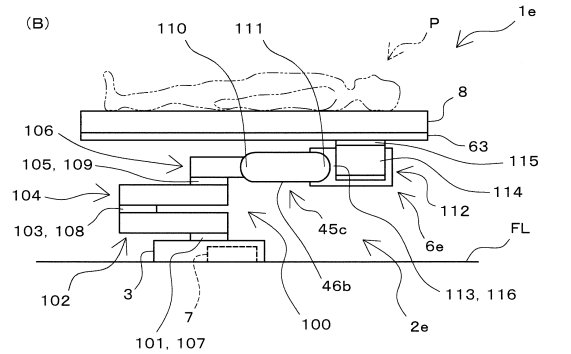
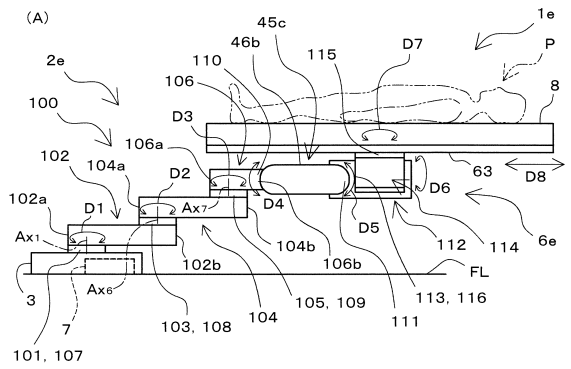
【 図 14 】



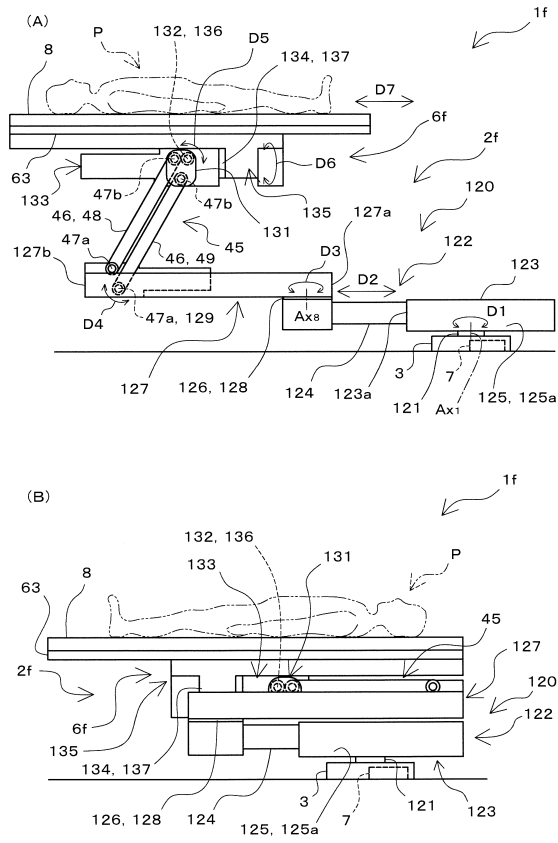
【 図 15 】



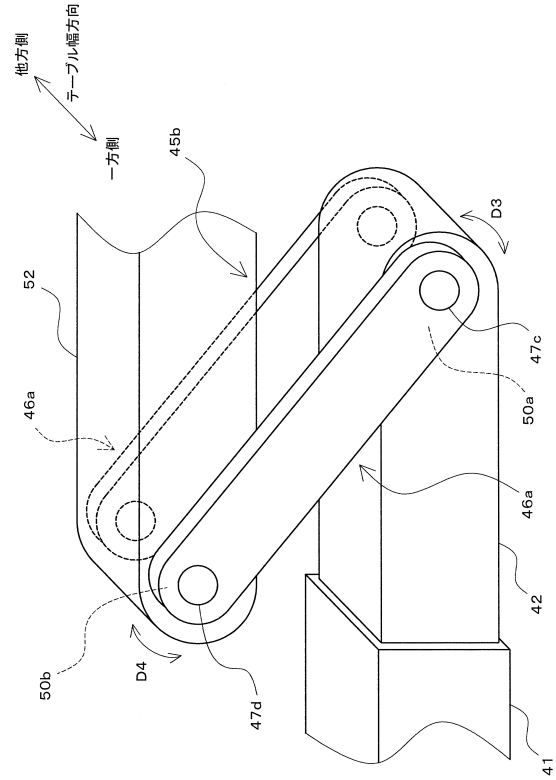
【 図 16 】



【図17】



【図18】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 米国特許出願公開第2015/0059095 (US, A1)

特表平11-509461 (JP, A)

特開平06-205809 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61G 13/00 - 13/12

A61N 5/10

A61B 6/04

B25J 9/06