

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6165057号
(P6165057)

(45) 発行日 平成29年7月19日 (2017.7.19)

(24) 登録日 平成29年6月30日 (2017.6.30)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 34/35 (2016.01)
B 2 5 J 3/00 (2006.01)
B 2 5 J 15/04 (2006.01)
B 2 5 J 13/00 (2006.01)

A 6 1 B 34/35
 B 2 5 J 3/00 Z
 B 2 5 J 15/04 A
 B 2 5 J 13/00 Z

請求項の数 9 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2013-526973 (P2013-526973)
 (86) (22) 出願日 平成24年8月3日 (2012.8.3)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2012/069919
 (87) 国際公開番号 W02013/018908
 (87) 国際公開日 平成25年2月7日 (2013.2.7)
 審査請求日 平成27年7月8日 (2015.7.8)
 (31) 優先権主張番号 61/515, 203
 (32) 優先日 平成23年8月4日 (2011.8.4)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 000000376
 オリンパス株式会社
 東京都八王子市石川町2951番地
 (74) 代理人 100106909
 弁理士 棚井 澄雄
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100094400
 弁理士 鈴木 三義
 (74) 代理人 100086379
 弁理士 高柴 忠夫
 (74) 代理人 100129403
 弁理士 増井 裕士
 (74) 代理人 100139686
 弁理士 鈴木 史朗

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 手術支援装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基端部が揺動可能にベースに連結された保持部と、

前記保持部の先端部に固定された固定部、処置部が着脱可能な着脱部、及び前記固定部と前記着脱部とに連結された辺要素を備え、前記辺要素の移動により前記着脱部が前記固定部に対して相対移動可能に構成された位置決め部と、

前記位置決め部の基端部の前記辺要素に設けられ、前記位置決め部に設定された基準位置の姿勢を算出して検出する基準姿勢検出部と、

前記固定部に対して前記処置部を移動させるための駆動部と、

前記基準位置に対する前記着脱部の位置を算出して検出する着脱位置検出部と、

前記着脱部の位置から前記処置部の姿勢または位置を算出して検出する処置部位置検出部と、

前記着脱位置検出部および前記処置部位置検出部に基づいて前記駆動部を制御する駆動部制御部と、
 を備え、

前記着脱位置検出部が、前記基準位置に原点が設定されたローカル座標系を用いて特定される前記基準位置に対する前記着脱部の距離に基づき前記基準位置に対する前記着脱部の位置を算出して検出し、前記基準姿勢検出部が、前記ベース上に原点が設定されたグローバル座標系の軸周りの回転角度を算出することにより前記基準位置の姿勢を算出して検出することにより、前記グローバル座標系における前記着脱部の位置及び姿勢を検出し、

10

20

検出された前記着脱部の位置に基づき、前記処置部位置検出部が、前記処置部の姿勢を算出することを特徴とする手術支援装置。

【請求項 2】

前記駆動部は、
前記固定部に対して前記着脱部を移動させる着脱部駆動部と、
前記着脱部に対して前記処置部を移動させる処置部駆動部とから構成され、
前記着脱位置検出部は、前記固定部に対する前記着脱部の角度変位を含む移動量を検出し、
前記処置部位置検出部は、前記着脱部に対する前記処置部の角度変位を含む移動量を検出することを特徴とする請求項 1 に記載の手術支援装置。

10

【請求項 3】

前記保持部は、
前記保持部の基端部に対する前記先端部の位置を調節可能な調節モードと、
前記保持部の基端部に対する前記先端部の位置を固定した固定モードとの間で切り替え可能である請求項 1 又は 2 に記載の手術支援装置。

【請求項 4】

前記基準姿勢検出部は、検出した前記基準位置の姿勢を無線通信により前記処置部位置検出部に送信することを特徴とする請求項 1 に記載の手術支援装置。

【請求項 5】

使用者からの入力に基づいて操作指令を発する入力部を備え、
前記駆動部制御部は、
前記操作指令に表される前記処置部の単位時間当たりの目標位置の変化量を算出する目標変化量算出工程と、
前記処置部が前記単位時間当たりに前記目標位置の変化量だけ移動するように前記駆動部を制御する移動工程と、
を組にして繰り返すことを特徴とする請求項 1 に記載の手術支援装置。

20

【請求項 6】

前記駆動部制御部は、
前記目標変化量算出工程において、前記操作指令に表される前記処置部の前記単位時間当たりの目標姿勢の変化量を算出し、
前記移動工程において、前記処置部が前記単位時間当たりに前記目標姿勢の変化量だけ移動するように前記駆動部を制御することを特徴とする請求項 5 に記載の手術支援装置。

30

【請求項 7】

光軸に沿った外方の画像を取得するための観察部が設けられた内視鏡と、
前記画像を表示するための表示部と、
使用者からの入力に基づいて操作指令を発する入力部と、
を備え、
前記駆動部制御部は、前記入力部が発する前記操作指令を、前記処置部の先端側を向く第一の直交座標系から前記観察部の前記光軸に沿って先端側を向く第二の直交座標系に変換する変換行列で変換して変換操作指令を算出し、前記変換操作指令に基づいて前記駆動部を制御することを特徴とする
請求項 1 に記載の手術支援装置。

40

【請求項 8】

前記処置部の位置および姿勢を記憶する記憶部と、
前記記憶部に制御信号を送信可能な送信部と、
を備え、
前記保持部及び前記位置決め部を複数備え、
各前記保持部にそれぞれ取り付けられた前記処置部同士が接触したときに、前記送信部が前記制御信号を前記記憶部に送信することで、互いに接触した前記処置部の位置および姿勢から各前記保持部の相対位置を算出し、前記記憶部が記録することを特徴とする

50

請求項 1 に記載の手術支援装置。

【請求項 9】

複数の前記保持部と、前記位置決め部と、を備え、

1 つの前記基準姿勢検出部が、それぞれの前記位置決め部に着脱可能に取り付けられることを特徴とする請求項 1 に記載の手術支援装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、手術支援装置に関する。

本願は、2011 年 8 月 4 日に米国で出願された仮出願 61 / 515 , 203 に基づき 10
優先権を主張し、その内容をここに援用する。

【背景技術】

【0002】

従来、手技を遠隔操作にて行うために、種々の医療用マニピュレータが検討されている。その種の医療用マニピュレータとして、例えば、特許文献 1 および 2 に記載されたものが開示されている。

【0003】

この医療用マニピュレータを用いることで、操作卓において入力装置（入力部）を操作すると、一般的に外科医である使用者は、患者に低侵襲な外科的手術を行えるようになって 20
いる。患者の側に配置される台車システムを使うことで、操作卓のコンピュータにより、経内視鏡的に用いられる術具の動きを制御することができる。

典型的な台車システムは、組織を処置しているときに外形が変化しない基部と、操作卓による操作に基づいて関節による動作を行う駆動部とを備えている。典型的な駆動部には、複数の軸状部材が関節で接続されたロボットのようなスレーブマニピュレータが少なくとも 3 基備えられている。3 基のスレーブマニピュレータのうち、中央のものは内視鏡を支持し、両側のものは組織を処置する術具を支持している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】米国特許第 6246200 号明細書 30

【特許文献 2】米国特許第 6441577 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 および 2 に記載された医療用マニピュレータのスレーブマニピュレータでは、一般的に、各関節にブレーキシシステムと角度センサが配置されているとともに、スレーブマニピュレータに術具が着脱可能な着脱部が設けられている。そして、各関節の角度情報を基にスレーブマニピュレータの着脱部の位置および姿勢（向き）、さらには、術具の先端部の位置および姿勢を算出している。

この場合、術具の先端部（処置部）の絶対的な位置および姿勢を求めるためには、スレーブマニピュレータの関節の数だけ角度センサが必要であり、装置が大型化するとともにコストが高くなるという問題がある。 40

【0006】

本発明は、このような問題点に鑑みてなされたものであって、術具の先端部の位置および姿勢を検出するために必要なセンサの数を低減させることができる医療用マニピュレータを備える手術支援装置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】

【0007】

上記課題を解決するために、この発明は以下の手段を提案している。

本発明の手術支援装置は、基端部が揺動可能にベースに連結された保持部と、前記保持 50

部の先端部に固定された固定部、処置部が着脱可能な着脱部、及び前記固定部と前記着脱部とに連結された辺要素を備え、前記辺要素の移動により前記着脱部が前記固定部に対して相対移動可能に構成された位置決め部と、前記位置決め部の基端部の前記辺要素に設けられ、前記位置決め部に設定された基準位置の姿勢を算出して検出する基準姿勢検出部と、前記固定部に対して前記処置部を移動させるための駆動部と、前記基準位置に対する前記着脱部の位置を算出して検出する着脱位置検出部と、前記着脱部の位置から前記処置部の姿勢または位置を算出して検出する処置部位置検出部と、前記着脱位置検出部および前記処置部位置検出部に基づいて前記駆動部を制御する駆動部制御部と、を備え、前記着脱位置検出部が、前記基準位置に原点が設定されたローカル座標系を用いて特定される前記基準位置に対する前記着脱部の距離に基づき前記基準位置に対する前記着脱部の位置を算出して検出し、前記基準姿勢検出部が、前記ベース上に原点が設定されたグローバル座標系の軸周りの回転角度を算出することにより前記基準位置の姿勢を算出して検出することにより、前記グローバル座標系における前記着脱部の位置及び姿勢を検出し、検出された前記着脱部の位置に基づき、前記処置部位置検出部が、前記処置部の姿勢を算出することを特徴としている。

10

【0008】

また、上記手術支援装置において、前記駆動部は、前記固定部に対して前記着脱部を移動させる着脱部駆動部と、前記着脱部に対して前記処置部を移動させる処置部駆動部とから構成され、前記着脱位置検出部は、前記固定部に対する前記着脱部の角度変位を含む移動量を検出し、前記処置部位置検出部は、前記着脱部に対する前記処置部の角度変位を含む移動量を検出することがより好ましい。

20

また、上記手術支援装置において、前記保持部は、前記保持部の基端部に対する前記先端部の位置を調節可能な調節モードと、前記保持部の基端部に対する前記先端部の位置を固定した固定モードとの間で切り替え可能であることがより好ましい。

【0009】

また、上記手術支援装置において、前記基準姿勢検出部は、検出した前記基準位置の姿勢を無線通信により前記処置部位置検出部に送信することがより好ましい。

【0010】

また、上記手術支援装置において、使用者からの入力に基づいて操作指令を発する入力部を備え、前記駆動部制御部は、前記操作指令に表される前記処置部の前記単位時間当たりの目標位置の変化量を算出する目標変化量算出工程と、前記処置部が前記単位時間当たりに前記目標位置の変化量だけ移動するように前記駆動部を制御する移動工程と、を組にして繰り返すことがより好ましい。

30

【0011】

また、上記手術支援装置において、前記駆動部制御部は、前記目標変化量算出工程において、前記操作指令に表される前記処置部の前記単位時間当たりの目標姿勢の変化量を算出し、前記移動工程において、前記処置部が前記単位時間当たりに前記目標姿勢の変化量だけ移動するように前記駆動部を制御することがより好ましい。

【0013】

また、上記手術支援装置において、光軸に沿った外方の画像を取得するための観察部が設けられた内視鏡と、前記画像を表示するための表示部と、使用者からの入力に基づいて操作指令を発する入力部と、を備え、前記駆動部制御部は、前記入力部が発する前記操作指令を、前記処置部の先端側を向く第一の直交座標系から前記観察部の前記光軸に沿って先端側を向く第二の直交座標系に変換する変換行列で変換して変換操作指令を算出し、前記変換操作指令に基づいて前記駆動部を制御することがより好ましい。

40

【0014】

また、上記手術支援装置において、前記処置部の位置および姿勢を記憶する記憶部と、前記記憶部に制御信号を送信可能な送信部と、を備え、前記保持部及び前記位置決め部を複数備え、各前記保持部にそれぞれ取り付けられた前記処置部同士が接触したときに、前記送信部が前記制御信号を前記記憶部に送信することで、互いに接触した前記処置部の位

50

置および姿勢から各前記保持部の相対位置を算出し、前記記憶部が記録することがより好ましい。

【0015】

また、上記手術支援装置において、複数の前記保持部と、前記位置決め部と、を備え、1つの前記基準姿勢検出部が、それぞれの前記位置決め部に着脱可能に取り付けられることがより好ましい。

【発明の効果】

【0016】

本発明の手術支援装置によれば、術具の先端部の位置および姿勢を検出するために必要なセンサの数を低減させることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の第1実施形態の手術支援装置の全体図である。

【図2】同手術支援装置におけるスレーブマニピュレータの側面図である。

【図3】同スレーブマニピュレータの位置決めアームの側面図を角度 θ が約 90° の場合で示す模式図である。

【図4】同手術支援装置のブロック図である。

【図5】同スレーブマニピュレータの位置決めアームの側面図を角度 θ が鋭角の場合で示す模式図である。

【図6】操作指令による位置と鉗子部の位置との時間の経過にともなう変化を示す図である。

20

【図7】同スレーブマニピュレータの変形例における位置決めアームの側面図である。

【図8】本発明の第2実施形態の手術支援装置におけるスレーブマニピュレータの側面図である。

【図9】同手術支援装置のブロック図である。

【図10】本発明の第3実施形態の手術支援装置におけるスレーブマニピュレータの側面図である。

【図11】同手術支援装置のブロック図である。

【図12】本発明の変形例の実施形態における手術支援装置の側面図である。

【図13】本発明の変形例の実施形態における手術支援装置の側面図である。

30

【図14】同手術支援装置の平面図である。

【図15】同手術支援装置におけるスレーブマニピュレータを退避させたときの側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

(第1実施形態)

以下、本発明に係る手術支援装置の第1実施形態を、図1から図7を参照しながら説明する。

図1に示すように本実施形態の手術支援装置1は、マスタマニピュレータ(入力部)10と、表示部13と、1基の本発明のスレーブマニピュレータ(医療用マニピュレータ)20Aと、制御装置60とを備えている。また、手術支援装置1は、図2に示すように公知の硬性の処置具を術具200として着脱可能に取り付けることができるようになっている。

40

【0019】

以下では、まず、術具200について説明する。

術具200の構成は特に限定されないが、本実施形態では鉗子が用いられている。術具200は、図2に示すように、ステンレス鋼などの硬性の材料で筒状に形成された術具挿入部201の先端部に一对の鉗子片202からなる鉗子部(処置部)203が備えられたものとなっている。それぞれの鉗子片202は、術具挿入部201の先端部に設けられた不図示のピンにより回動可能に支持されている。術具挿入部201内には、不図示の操作ワ

50

ワイヤが進退可能に挿通されている。操作ワイヤの先端部は鉗子片 202 に接続されて、操作ワイヤの基端部は術具挿入部 201 の基端側に延びている。術具挿入部 201 の基端部には、不図示のワイヤ操作モータが内蔵されている。操作ワイヤの基端部は、ワイヤ操作モータの回転軸に接続されていて、ワイヤ操作モータを駆動することで、術具挿入部 201 に対して操作ワイヤを進退させて一対の鉗子片 202 を互いに離間および接近させる、すなわち、開閉させることができる。

【0020】

ワイヤ操作モータの電気接点は、術具挿入部 201 の基端部から外部に露出している。術具 200 における術具挿入部 201 の長手方向の長さは L に設定されている。

【0021】

続いて、手術支援装置 1 の各構成について説明する。

マスタマニピュレータ 10 としては公知の構成のものを用いることができ、本実施形態では、図 1 に示すように支持台 11 に一対のマスタマニピュレータ 10 が備えられている（一方のマスタマニピュレータ 10 は図示していない。）。術者などの使用者 Q は、椅子 12 に座った状態で、一対のマスタマニピュレータ 10 のうちの一方を右手 Q1 で操作するとともに、他方を左手 Q2 で操作する。マスタマニピュレータ 10 は、使用者 Q による操作（入力）に基づいて操作指令となる信号を発することができる。操作指令については後述するが、操作指令には、鉗子部 203 の位置および姿勢が含まれる。

支持台 11 の上部には、液晶パネルなどの表示パネル 13a を有する表示部 13 が固定されている。後述する内視鏡 56 の観察部で取得された画像を信号に変換したものが制御装置 60 で処理され、表示部 13 に処理された画像を表示することができる。

【0022】

スレーブマニピュレータ 20A は、図 2 および図 3 に示すように、基端部 22A が手術用天板（ベース）16 に固定されたスレーブアーム（保持部）21A と、スレーブアーム 21A の先端部 23A に固定された位置決めアーム（位置決め部）24A と、位置決めアーム 24A に設けられた姿勢センサ（基準姿勢検出部）27A、着脱部駆動部 28A、および変位検出部 29A と、後述する着脱部 52A に取り付けられた術具 200 の鉗子部 203 の初期状態における位置および姿勢を記憶する処置部初期位置検出部 30A と、鉗子部 203 の位置および姿勢を算出して記憶する処置部位置検出部 31A を有している。

なお、以下では、スレーブマニピュレータ 20A の構成については、数字の後に英字「A」を付加して示すことにする。

【0023】

スレーブアーム 21A は、図 2 に示すように、台座 32A、および 2 つの軸体 33A、34A が公知のボールジョイント 35A、36A により接続された構成となっている。具体的には、台座 32A と軸体 33A とがボールジョイント 35A により接続されていて、軸体 33A と軸体 34A とがボールジョイント 36A により接続されている。台座 32A は手術用天板 16 に固定されている。なお、台座 32A がスレーブアーム 21A の基端部 22A を構成し、軸体 34A の先端部がスレーブアーム 21A の先端部 23A を構成する。ボールジョイント 35A により、台座 32A に対して軸体 33A を揺動させることができる。ボールジョイント 36A により、軸体 33A に対して軸体 34A を揺動させることができる。

ボールジョイント 35A には、固定機構 37A が設けられていて、固定機構 37A によりボールジョイント 35A を構成する受け部に対してボールを固定させることができる。これにより、台座 32A に対して軸体 33A を固定させることができる。

同様に、ボールジョイント 36A には、固定機構 38A が設けられていて、軸体 33A に対して軸体 34A を固定させることができる。

【0024】

このように構成されたスレーブアーム 21A は、固定機構 37A、38A による固定を解除したときには、台座 32A に対する軸体 33A、34A の位置を調節可能な調節モードとなる。一方で、固定機構 37A、38A により固定したときには、台座 32A に対する

10

20

30

40

50

軸体 3 3 A、3 4 A の位置を固定した固定モードとなる。

スレーブアーム 2 1 A は、調節モードと固定モードとの間で切り替え可能となっている。

【 0 0 2 5 】

位置決めアーム 2 4 A は、いわゆる平行リンク 4 1 A を備えている。具体的には、平行リンク 4 1 A は、図 3 に示すように、互いに平行に配置された第一の辺要素 4 2 A、4 3 A、4 4 A、および、互いに平行に配置された第二の辺要素 4 5 A、4 6 A、4 7 A を有している。第一の辺要素 4 2 A、4 3 A、4 4 A、および、第二の辺要素 4 5 A、4 6 A、4 7 A は、ステンレス鋼などの金属などで棒状に形成されている。この例では、第一の辺要素 4 3 A、4 4 A の長さは互いに等しく設定され、第一の辺要素 4 2 A は第一の辺要素 4 3 A より短く設定されている。第一の辺要素 4 3 A は、第一の辺要素 4 2 A と第一の辺要素 4 4 A との間に並べて配置されている。

10

第二の辺要素 4 5 A、4 6 A の長さは互いに等しく設定され、第二の辺要素 4 7 A は第二の辺要素 4 5 A より短く設定されている。第二の辺要素 4 6 A は、第二の辺要素 4 5 A と第二の辺要素 4 7 A との間に並べて配置されている。

【 0 0 2 6 】

第一の辺要素 4 4 A に設けられたピン 4 8 A により、第一の辺要素 4 4 A に対して第二の辺要素 4 5 A、4 6 A、4 7 A が基準平面 S 上で回動可能に支持されている。

同様に、第一の辺要素 4 3 A に設けられたピン 4 8 A により、第一の辺要素 4 3 A に対して第二の辺要素 4 5 A、4 6 A、4 7 A が基準平面 S 上で回動可能に支持されている。第一の辺要素 4 2 A に設けられたピン 4 8 A により、第一の辺要素 4 2 A に対して第二の辺要素 4 5 A、4 6 A が基準平面 S 上で回動可能に支持されている。

20

【 0 0 2 7 】

第一の辺要素 4 2 A の先端側を支持し、第一の辺要素 4 2 A を基準平面 S と直交する平面上で回動可能にする回動機構 5 5 A が設けられている。回動機構 5 5 A を固定する固定部 5 1 A が設けられている。固定部 5 1 A によって、位置決めアーム 2 4 A はスレーブアーム 2 1 A に対して位置決め固定される。具体的には、固定部 5 1 A は、スレーブアーム 2 1 A の先端部 2 3 A、すなわち、軸体 3 4 A の先端部に固定される。スレーブアーム 2 1 A の軸体 3 4 A と固定部 5 1 A とは、ネジ止めや溶接などで固定されている。

これらの構成により、位置決めアーム 2 4 A を固定部 5 1 A に対して互いに直交する方向 D 1 (基準平面 S 上)、方向 D 2 (基準平面 S と直交する平面上) に揺動させたりすることができる。

30

第二の辺要素 4 7 A には、術具 2 0 0 の術具挿入部 2 0 1 の基端部が着脱可能とされた着脱部 5 2 A が、着脱部移動機構 (処置部駆動部) 5 3 A を介して取り付けられている。なお、この着脱部移動機構 5 3 A と前述の着脱部駆動部 2 8 A とで、駆動部を構成する。

着脱部 5 2 A には、図 4 に示すように、着脱部 5 2 A に術具 2 0 0 を取り付けたときに、術具 2 0 0 のワイヤ操作モータの電気接点と電氣的に接続可能な着脱部側電気接点 5 4 A が外部に露出した状態で備えられている。

着脱部側電気接点 5 4 A は、制御装置 6 0 に接続されている。

【 0 0 2 8 】

着脱部移動機構 5 3 A は、図 3 に示すように、着脱部 5 2 A を移動させる公知の構成を有している。この例では、着脱部 5 2 A に術具 2 0 0 を取り付けたときに、術具 2 0 0 の術具挿入部 2 0 1 は第二の辺要素 4 7 A と平行になるように構成されている。

40

着脱部移動機構 5 3 A は、着脱部 5 2 A を、基準軸線 C 1 上に設定される配置中心位置を中心として移動させることができる。具体的には、着脱部 5 2 A に取り付けられた術具 2 0 0 を着脱部 5 2 A に対して、配置中心位置から基準軸線 C 1 方向に進退させたり、基準軸線 C 1 周りに回動させることができる。

【 0 0 2 9 】

本実施形態では姿勢センサ 2 7 A は、図示はしないが、公知のジャイロスコープ、および、ジャイロスコープによる検出結果を処理してジャイロスコープの姿勢 (向き) を検出する基準姿勢演算基板を有している。ジャイロスコープの姿勢は、例えば、図 2 に示す手術

50

用天板 16 の上面に原点 O_0 が規定される直交座標系であるグローバル座標系 W_0 のそれぞれの軸回りの回転角度として表される。

姿勢センサ 27A は、図 3 に示すように位置決めアーム 24A の第二の辺要素 45A の長軸方向に取り付けられている。すなわち、この例では姿勢センサ 27A が姿勢を検出する基準位置 V1 は、第二の辺要素 45A 上、言い換えれば、位置決めアーム 24A の基端部に設定されている。姿勢センサ 27A は、基準位置 V1 における第二の辺要素 45A の長軸方向の姿勢を検出することができる。

このとき、術具 200 は第二の辺要素 45A と平行になるように構成されていることから、第二の辺要素 45A の基準位置 V1 における第二の辺要素 45A の長軸方向の姿勢は術具 200 の挿入方向の姿勢と略一致する。

姿勢センサ 27A により検出された基準位置 V1 の姿勢は、図 4 に示すように制御装置 60 に送信される。

【0030】

着脱部駆動部 28A は、不図示のモータおよびギアを有している。モータを駆動してギアを回転させることで、図 3 に示す第一の辺要素 43A と第二の辺要素 45A とのなす角度 θ を、鋭角から鈍角まで調節することができる。

位置決めアーム 24A は前述のように構成されているため、角度 θ が定まれば位置決めアーム 24A の形状も一意に定まる。図 3 では角度 θ が約 90° の状態を示しているが、着脱部駆動部 28A を駆動して図 5 に示すように角度 θ を鋭角にすると、固定部 51A に対する着脱部 52A の位置および姿勢を移動させることができる。

【0031】

着脱位置検出部 29A は、図示はしないが、前述の角度 θ を検出するエンコーダなどの角度検出センサと、検出した角度 θ から基準位置 V1 に対する着脱部 52A の位置（距離）および姿勢（角度）を検出する着脱位置演算基板とを有している。着脱位置演算基板には、図示はしないが演算素子、メモリ、およびタイマが備えられている。

メモリには、隣り合うピン 48A 間の距離や、第二の辺要素 45A における基準位置 V1 が設定された位置や、第二の辺要素 47A における着脱部 52A が取り付けられた位置などが記憶されている。

演算素子は、メモリに記憶された各距離情報、および角度検出センサで検出された角度 θ から基準位置 V1 から着脱部 52A までの距離（位置）および角度（姿勢）を算出することができる。

【0032】

また、演算素子は、タイマに設定された単位時間ごとに基準位置 V1 から着脱部 52A までの距離および角度を検出し、検出した距離および角度情報は着脱部 52A の位置および姿勢としてメモリに記憶される。単位時間は、制御装置 60 の処理速度や手技の内容などに応じて、例えば、1ms（ミリ秒）から 500ms 程度に設定される。

演算素子は、メモリに記憶された単位時間おきの着脱部 52A の位置および姿勢から、基準位置 V1 に対する着脱部 52A の単位時間当たりの位置の変化量および姿勢の変化量を算出する。

着脱位置検出部 29A により算出された前述の基準位置 V1 に対する着脱部 52A の位置および姿勢、着脱部 52A の位置の変化量および姿勢の変化量は、制御装置 60 に送信される（図 4 参照。）。

【0033】

処置部位置検出部 31A は、術具 200 の長さ L など予め記憶するとともに、着脱部 52A に対する鉗子部 203 の位置および姿勢を算出する。この例では、術具挿入部 201 の基端部の位置に対して、鉗子部 203 の位置は、術具挿入部 201 の長手方向に長さ L 移動した位置となっている。

なお、この処置部位置検出部 31A と前述の着脱位置検出部 29A とで、変位検出部を構成する。

【0034】

処置部位置検出部 31A は、基準位置 V1 の初期位置および姿勢センサ 27A が検出した姿勢から、着脱位置検出部 29A が検出した着脱部 52A の移動距離および角度だけ移動させ、さらに、着脱部 52A に対する鉗子部 203 の位置および姿勢だけ移動させた位置および姿勢を、鉗子部 203 における位置および姿勢として算出する。

具体的には、演算素子は、基準位置 V1 の初期位置に原点が規制されて第二の辺要素 45A の長軸方向を向く直交座標系であるローカル座標系 W_s を構成するある 1 つの軸（例えば、 Z_s 軸。）に対して、着脱位置検出部 29A が検出した基準位置 V1（原点）から着脱部 52A までの距離を、着脱部 52A のその軸における位置として算出する。さらに、その軸において、着脱部 52A の位置から、着脱部 52A に対する鉗子部 203 の位置だけ移動させた位置として算出する。

10

この位置の算出は、ローカル座標系 W_s を構成する残りの 2 つの軸に対しても同様に行われる。

【0035】

一方で、鉗子部 203 の姿勢の算出については、グローバル座標系 W_0 を構成するある 1 つの軸に対して、基準位置 V1 におけるその軸周りの回転角度に、着脱位置検出部 29A が検出した着脱部 52A のその軸周りの回転角度を足し合わせていくことで、着脱部 52A のその軸周りの回転角度（姿勢）を算出する。さらに、着脱部 52A の姿勢から、着脱部 52A に対する鉗子部 203 の姿勢だけ移動させた姿勢を、鉗子部 203 における姿勢として算出する。

この足し合わせによる回転角度、すなわち姿勢の算出は、グローバル座標系 W_0 を構成する残りの 2 つの軸に対しても同様に行われる。

20

【0036】

処置部初期位置検出部 30A は、初期状態において、処置部位置検出部 31A が算出した鉗子部 203 の位置および姿勢を記憶する。

【0037】

制御装置 60 は、図 4 に示すように、バス 61 に接続された主制御部 62、スレーブ制御部（駆動部制御部）63、入力部 64、および、電源 67 を有している。

バス 61 には、公知の内視鏡 56、そして前述のマスタマニピュレータ 10、表示部 13、姿勢センサ 27A、着脱位置検出部 29A、処置部初期位置検出部 30A、処置部位置検出部 31A、着脱部駆動部 28A、着脱部 52A、および、着脱部移動機構 53A が金属製の配線により接続されている。

30

主制御部 62、スレーブ制御部 63 は、それぞれが CPU（中央処理装置）、制御プログラムなどで構成される。

【0038】

スレーブ制御部 63 は、前述の操作指令に基づいて着脱部駆動部 28A および着脱部移動機構 53A を制御する。この制御方法については、後述する。

【0039】

主制御部 62 は、内視鏡 56 において CCD（Charge Coupled Device）などを有する観察部で取得した画像を信号に変換したものを処理して表示部 13 に送信するなど、制御装置 60 に関する全般的な処理をする。

40

入力部 64 は、例えばキーボードであり、介助者が必要な指示を入力する。入力された指示は主制御部 62 などに送信される。

電源 67 は、マスタマニピュレータ 10、内視鏡 56、表示部 13、スレーブマニピュレータ 20A、および制御装置 60 の各構成に電力を供給する。

【0040】

次に、以上のように構成された本実施形態の手術支援装置 1 を用いた手技を、スレーブマニピュレータ 20A、および制御装置 60 の動作に重点をおいて説明する。以下では、患者の体腔内に術具 200 を導入して対象組織を処置する場合を例にとって説明する。

【0041】

手術支援装置 1 を起動すると、制御装置 60 の電源 67 からマスタマニピュレータ 10、

50

スレーブマニピュレータ 20A などに電力が供給される。この時点では、スレーブアーム 21A は固定モードになっている。

介助者は、手術用天板 16 に図 1 および 2 に示すように患者 P を寝かせて必要な処置をする。不図示のナイフなどで、図 3 に示すように患者 P の体壁 P1 を切開して開口 P2 を形成する。この開口 P2 には、図示はしないがトロッカーを取り付けておく。

使用者 Q の指示に基づいて、着脱部 52A に術具 200 の術具挿入部 201 の基端部を取り付ける。体壁 P1 に形成した別の開口から内視鏡 56 を導入し、観察部で取得した画像を表示部 13 で確認しながら処置を行う。

スレーブアーム 21A を調節モードに切り替えてスレーブアーム 21A を変形させ、術具 200 の鉗子部 203 を開口 P2 を通して患者 P の体腔 P3 内に導入する。このとき、術具 200 は下方に延びており、位置決めアーム 24A の角度 θ は、約 90° になっているとする。

【0042】

このように術具 200 を位置決めした後で、スレーブアーム 21A を固定モードに切り替える。

入力部 64 を操作して、姿勢センサ 27A、着脱位置検出部 29A、および処置部位置検出部 31A で検出した回転角度を足し合わせた鉗子部 203 における回転角度を鉗子部 203 の初期姿勢として処置部初期位置検出部 30A に記憶させる（イニシャライズする。）。また、基準位置 V1 における初期位置を仮想原点としたときの鉗子部 203 の位置を鉗子部 203 の初期位置として処置部初期位置検出部 30A に記憶させる。

処置部初期位置検出部 30A は、記憶した鉗子部 203 の初期位置および初期姿勢をスレーブ制御部 63 に送信する。

【0043】

続いて、使用者 Q は椅子 12 に座り、右手 Q1 および左手 Q2 で一对のマスタマニピュレータ 10 をそれぞれ把持し操作する。ここでは、使用者 Q がマスタマニピュレータ 10 を操作して着脱部駆動部 28A を駆動させることで術具 200 を揺動させて、鉗子部 203 の水平方向の位置を変化させる場合で説明する。

以下では、説明の便宜のため鉗子部 203 の位置のみに着目して説明する。

【0044】

図 6 において、曲線 L1 は操作指令による鉗子部 203 の水平方向の位置（目標値）であり、曲線 L2 は制御装置 60 が認識している鉗子部 203 の位置（測定値）である。

操作開始時刻 T_0 から、使用者 Q はマスタマニピュレータ 10 を操作して、術具 200 の鉗子部 203 を図 3 中の矢印 B のように移動させる操作指令を曲線 L1 に示すように発したとする。

【0045】

まず、目標変化量算出工程において、スレーブ制御部 63 は、操作開始時刻 T_0 から単位時間 T 経過した時刻 T_1 に、操作指令に表される鉗子部 203 における操作開始時刻 T_0 から時刻 T_1 までの単位時間 T 当たりの目標位置の変化量 Z_1 を算出する。

次に、移動工程において、スレーブ制御部 63 は、鉗子部 203 が単位時間 T 当たりに目標位置の変化量 Z_1 だけ移動するように、すなわちイニシャライズ時に記憶した鉗子部 203 の初期位置からの変化量が Z_1 となるように着脱部駆動部 28A を制御する。具体的には、時刻 T_1 に前述の角度 θ が小さくなるように（図 5 参照。）制御する。

【0046】

続いて、目標変化量算出工程において、スレーブ制御部 63 は、時刻 T_1 から単位時間 T 経過した時刻 T_2 に、操作指令に表される鉗子部 203 における操作開始時刻 T_1 から時刻 T_2 までの単位時間 T 当たりの目標位置の変化量 Z_2 を算出する。

次に、移動工程において、スレーブ制御部 63 は、鉗子部 203 が単位時間 T 当たりに目標位置の変化量 Z_2 だけ移動するように、すなわち時刻 T_1 での鉗子部 203 の位置からの変化量が Z_2 となるように着脱部駆動部 28A を制御する。具体的には、時刻 T_2 に角度 θ が小さくなるように制御する。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 7 】

このように、目標変化量算出工程と移動工程とを組にして所望の回数だけ繰り返し、変化量 Z_3 、 Z_4 、・・・と順々に鉗子部 203 を図 3 中に矢印 B のように揺動させる。組にして繰り返す数は、1 回だけでもよいし 2 回以上でもよい。

なお、術具 200 は、前述のように平行リンク 41A に取り付けられているため、第一の辺要素 42A と、着脱部 52A に取り付けられた術具 200 との交点を不動点（ポート位置）としたときに、平行リンク 41A の角度 θ によらず、術具 200 は不動点上に配置される。すなわち、患者 P の開口 P2 が不動点に一致するようにスレーブマニピュレータ 20A を移動させることで、平行リンク 41A の角度 θ によらず術具 200 が開口 P2 を通る。

10

【 0 0 4 8 】

また、このようにマスタマニピュレータ 10 を操作して術具 200 を揺動させる途中で、例えば、電源 67 の故障などにより手術支援装置 1 の動作が緊急的に停止してしまうことが考えられる。

例えば、図 6 に示すように、鉗子部 203 を変化量 Z_2 移動させる直前に手術支援装置 1 の動作が緊急的に停止したとする。この場合、鉗子部 203 の移動は変化量で制御されているため、電源 67 が治って手術支援装置 1 の動作が開始されたときに、曲線 L3 で示されるように変化量 Z_2 だけ移動しようとする。

一方で、本発明とは異なり、鉗子部 203 を目標位置で制御した場合には、手術支援装置の動作が開始されたときに、曲線 L4 で示されるように、手術支援装置の動作が開始したときの目標位置に移動させようとして、鉗子部が、例えば（ $Z_2 + Z_3 + Z_4$ ）の式で求められる値だけ、大きく移動する恐れがある。

20

ここでは鉗子部 203 の位置のみに着目して説明したが、鉗子部 203 の姿勢に関しても同様である。

【 0 0 4 9 】

再び、手術支援装置 1 を用いた手技の説明を行う。

使用者 Q は、マスタマニピュレータ 10 を操作して着脱部駆動部 28A により術具 200 を揺動させ、図 3 に示すように鉗子部 203 を体腔 P3 内の処置対象となる病変部 P6 に対向させる。着脱部移動機構 53A により術具 200 が取り付けられた着脱部 52A を押し込んで病変部 P6 に鉗子部 203 を当接させる。必要に応じて、着脱部移動機構 53A により、術具 200 を基準軸線 C1 周りに回動させる。

30

着脱部 52A を介して術具 200 のワイヤ操作モータに電力を供給して一对の鉗子片 202 を閉じさせ、病変部 P6 を把持させる。

この後で、病変部 P6 に対して適切な処置を行い、一連の手技を終了する。

【 0 0 5 0 】

以上説明したように、本実施形態のスレーブマニピュレータ 20A によれば、位置決めアーム 24A にはグローバル座標系 W_0 における姿勢を検出可能な姿勢センサ 27A が設けられている。このため、従来のようにスレーブアーム 21A の各関節に角度検出センサなどを設けることなく、位置決めアーム 24A の基準位置 V1 の位置および姿勢を検出することができる。さらに、変位検出部により、基準位置 V1 に対する鉗子部 203 の姿勢を検出することができる。

40

このように、姿勢センサ 27A、変位検出部という 2 つのセンサを備えることで、グローバル座標系 W_0 における着脱部 52A の姿勢を検出することができる。したがって、鉗子部 203 の姿勢を検出するために必要なセンサの数を低減させることができる。

【 0 0 5 1 】

位置決めアーム 24A が平行リンク 41A を備えることで、患者 P の開口 P2 が不動点に一致するようにスレーブマニピュレータ 20A を移動させた状態でスレーブアーム 21A を固定モードにすることで、平行リンク 41A の角度 θ によらず術具 200 が開口 P2 を通る。

このため、術具 200 の揺動角度によらず、術具 200 が開口 P2 の縁部に外力を及ぼす

50

ことを抑制することができる。

【0052】

基準位置V1が、スレーブアーム21Aの第二の辺要素45A上、すなわち、位置決めアーム24Aの基端部に設定されているため、スレーブアーム21Aを固定モードにした後で基準位置V1が移動しない。着脱位置検出部29Aで検出する着脱部52Aの位置および姿勢の起点となる基準位置V1が移動しないため、着脱部52Aの位置および姿勢を容易に算出することができる。

処置部位置検出部31Aは、予め記憶した術具200の長さLなどの情報、および、算出した着脱部52Aの位置および姿勢から、鉗子部203の位置および姿勢を算出する。したがって、着脱部52Aの位置および姿勢だけでなく、実際に処置を行う部位である鉗子部203の位置および姿勢を算出し、精度よく制御を行うことができる。

10

【0053】

また、本実施形態の手術支援装置1によれば、スレーブ制御部63が操作指令に表される着脱部52Aの単位時間T当たりの目標位置の変化量および目標姿勢の変化量にしたがって着脱部駆動部28Aを制御する。このため、手術支援装置1の動作が緊急的に停止した場合であっても、動作が開始した手術支援装置1の着脱部52Aや鉗子部203が大きく移動するのを抑制することができる。

さらに、単位時間T当たりの目標位置の変化量にしたがって着脱部駆動部28Aを制御することで、グローバル座標系W₀における着脱部52Aの絶対値位置座標が不明であっても、イニシャライズにより設定された基準位置V1あるいは着脱部52Aの初期位置に対して、術具200の位置を相対的に制御することができる。

20

【0054】

なお、本実施形態では、イニシャライズ時に着脱部52Aの位置および姿勢を初期位置および初期姿勢として記憶したが、基準位置V1の位置および姿勢を初期位置および初期姿勢として記憶してもよい。この場合も、本実施形態と同様の効果を奏することができるからである。

本実施形態では、位置決めアーム24Aに術具200を着脱可能に支持する着脱部52Aを設けたが、位置決めアーム24Aと術具200を一体として固定支持するように構成してもよい。この場合も、イニシャライズ時に基準位置V1の位置および姿勢を初期位置および初期姿勢として記憶しておけば、基準位置V1に対して、術具200の位置を相対的に制御することができる。

30

本実施形態では、位置決めアーム24Aに着脱部52Aを移動させる着脱部駆動部28Aを設けたが、位置決めアーム24Aに着脱部駆動部28Aを設けず、術具200のみを移動させる着脱部移動機構53Aを設けるような構成にしてもよい。この場合も、イニシャライズ時に基準位置V1あるいは着脱部52Aの位置および姿勢を初期位置および初期姿勢として記憶しておけば、初期位置に対して、術具200の位置を相対的に制御することができる。

【0055】

本実施形態では、手術支援装置1に複数のスレーブマニピュレータ20Aを備えとともに、1つの姿勢センサ27Aが、それぞれのスレーブマニピュレータ20Aの第二の辺要素45A上に着脱可能に取り付けられるように構成してもよい。第二の辺要素45Aと姿勢センサ27Aとの着脱は、係合部と被係合部とによる機械的な方式や、磁石などの磁気的な方式を用いることができる。

40

1つのスレーブマニピュレータ20Aについて、スレーブアーム21Aを固定モードにした後で、一度、姿勢センサ27Aにより基準位置V1の位置および姿勢を検出すれば、そのスレーブマニピュレータ20Aについてはスレーブアーム21Aを固定モードにしている間は姿勢センサ27Aは不要となる。

姿勢センサ27Aをこのように構成することで、手術支援装置1全体としての製造コストを低減させることができる。

【0056】

50

本実施形態では、姿勢センサ 27 A は位置決めアーム 24 A の第二の辺要素 45 A に取り付けられているとしたが、姿勢センサ 27 A が取り付けられる位置は、位置決めアーム 24 A の基準位置 V 1 の位置および姿勢が検出可能であれば特に限定されない。例えば、図 7 に示す手術支援装置 1 のように、姿勢センサ 27 A を着脱部移動機構 53 A に取り付けてもよい。この場合であっても、姿勢センサ 27 A を着脱部移動機構 53 A に取り付ける位置の情報が予め姿勢センサ 27 A に記憶されていれば、位置決めアーム 24 A における基準位置の位置および姿勢を検出可能であるからである。

また、姿勢センサ 27 A はスレーブアーム 21 A に取り付けてもよい。スレーブアーム 21 A と位置決めアーム 24 A との位置・姿勢関係が予め姿勢センサ 27 A に記憶されていれば、位置決めアーム 24 A における基準位置の位置および姿勢を検出可能であるからである。

10

【0057】

着脱位置検出部 29 A は、第一の辺要素 42 A、43 A、44 A のいずれかと、第二の辺要素 45 A、46 A、47 A のいずれかとがなす角度 θ が検出可能であれば、取り付け位置は特に限定されない。

また、本実施形態では、姿勢センサ 27 A における基準姿勢演算基板、および、着脱位置検出部 29 A における着脱位置演算基板を制御装置 60 内に配置してもよい。このように構成することで、制御基板を一体化して、制御基板を全体としてコンパクトに構成することができる。

平行リンク 41 A が第一の辺要素 43 A および第二の辺要素 46 A を備えずに、平行リンク 41 A が一對の第一の辺要素 42 A、44 A、および、一對の第二の辺要素 45 A、47 A だけを有するように構成してもよい。

20

【0058】

本実施形態では、スレーブアーム 21 A の先端部 23 A に、位置決めアーム 24 A の固定部 51 A が固定されているとしたが、スレーブアーム 21 A の先端部 23 A に固定部 51 A が着脱可能となるように構成してもよい。

ここで、スレーブアーム 21 A を患者 P の開口 P 2 に対応させて適切な形状に変形させるスレーブアーム変形工程、位置決めアーム 24 A を自身の不動点が患者 P の開口 P 2 に一致するように配置する位置決めアーム配置工程、および、スレーブアーム 21 A の先端部 23 A に位置決めアーム 24 A の固定部 51 A を取り付け工程を規定する。これら、スレーブアーム変形工程、位置決めアーム配置工程、および取り付け工程の順序は特に制限はなく、任意の順序で行うことができる。これら 3 つの工程を行った後で、前述の目標変化量算出工程と移動工程とを組にして繰り返すことになる。

30

【0059】

姿勢センサ 27 A と処置部初期位置検出部 30 A とが配線により接続されているとした。しかし、姿勢センサ 27 A が、検出した基準位置 V 1 の姿勢を無線通信により処置部初期位置検出部 30 A に送信するように構成してもよい。

このように構成することで、スレーブマニピュレータ 20 A を小型化することができる。

【0060】

本実施形態では、スレーブ制御部 63 は、目標変化量算出工程において、処置部 203 の単位時間 T 当たりの目標位置の変化量および目標姿勢の変化量を算出し、移動工程において目標位置の変化量および目標姿勢の変化量に基づいて制御するとした。しかし、スレーブ制御部 63 は、目標変化量算出工程において、目標位置の変化量および目標姿勢の変化量の一方のみを算出し、移動工程においてこの一方のみに基づいて制御するとしてもよい。

40

【0061】

(第2実施形態)

次に、本発明の第2実施形態について図8および図9を参照しながら説明するが、前記実施形態と同一の部位には同一の符号を付してその説明は省略し、異なる点についてのみ説明する。

50

図 8 に示すように、本実施形態の手術支援装置 2 は、第 1 実施形態の手術支援装置 1 の各構成に加えて、前述の内視鏡 5 6 が着脱可能な着脱部 5 2 B を有する本発明のスレーブマニピュレータ 2 0 B を備えている。

なお、スレーブマニピュレータ 2 0 B の構成はスレーブマニピュレータ 2 0 A と同一であるため、スレーブマニピュレータ 2 0 B の構成については、スレーブマニピュレータ 2 0 A における対応する構成の符号の数字に英字「B」を付加することで示す。これにより、重複する説明を省略する。

【0062】

位置決めアーム 2 4 B に取り付けられた着脱部 5 2 B には、光軸 C 2 に沿った外方の画像を取得するための観察部 5 6 a が設けられた内視鏡 5 6 が着脱可能となっている。

着脱部 5 2 B に内視鏡 5 6 を取り付けたときに、観察部 5 6 a で取得された画像は、主制御部 6 2 で処理されて表示部 1 3 に表示されるようになっている（図 9 参照。）。

【0063】

ここで、図 8 に示すように術具 2 0 0 の処置部 2 0 3 に原点 O_1 が規定されて処置部 2 0 3 の先端側を向く直交座標系である第一のローカル座標系（第一の直交座標系） W_1 を規定する。すなわち、この第一のローカル座標系 W_1 の Z_1 軸は、処置部 2 0 3 を起点として処置部 2 0 3 の先端側を向いている。同様に、内視鏡 5 6 の観察部 5 6 a に原点 O_2 が規定されて光軸 C 2 に沿って先端側を向く直交座標系である第二のローカル座標系（第二の直交座標系） W_2 を規定する。すなわち、この第二のローカル座標系 W_2 の Z_2 軸は、観察部 5 6 a を起点として光軸 C 2 に沿って先端側を向いている。

第一のローカル座標系 W_1 から第二のローカル座標系 W_2 への変換は、公知のように変換行列 A で表される。

スレーブ制御部 6 3 は、マスタマニピュレータ 1 0 が発するグローバル座標系 W_0 における目標位置および目標姿勢を表す操作指令を、変換行列 A で変換して変換操作指令を算出し、この変換操作指令に基づいて着脱部駆動部 2 8 A を制御する。

【0064】

このように構成された本実施形態の手術支援装置 2 によれば、鉗子部 2 0 3 の位置および姿勢を検出するために必要なセンサの数を低減させることができる。

さらに、内視鏡 5 6 の光軸 C 2 の先端側の姿勢と、処置部 2 0 3 の先端側の姿勢とが一致するように座標変換することで、表示部 1 3 に表示される画像上に映し出される処置部 2 0 3 の先端（処置部 2 0 3）の姿勢とマスタマニピュレータ 1 0 の姿勢とを対応させやすくなる。したがって、表示部 1 3 に表示される画像を見ながらのマスタマニピュレータ 1 0 の操作性を向上させることができる。

【0065】

なお、本実施形態では、手術支援装置 2 がスレーブマニピュレータ 2 0 B を備え、スレーブマニピュレータ 2 0 B の着脱部 5 2 B に内視鏡 5 6 が着脱可能であるとした。しかし、スレーブマニピュレータ 2 0 B は手術支援装置 2 に必須の構成ではなく、手術支援装置 2 が内視鏡 5 6 および表示部 1 3 を備えていればよい。内視鏡 5 6 が何に取り付けられていても、本実施形態と同様の効果を奏することができるからである。

ただし、手術支援装置 2 がスレーブマニピュレータ 2 0 B を備え、スレーブマニピュレータ 2 0 B に内視鏡 5 6 が着脱可能とすることで、内視鏡 5 6 の観察部 5 6 a の操作性を向上させることができる。

【0066】

（第 3 実施形態）

次に、本発明の第 3 実施形態について図 1 0 および図 1 1 を参照しながら説明するが、前記実施形態と同一の部位には同一の符号を付してその説明は省略し、異なる点についてのみ説明する。

図 1 0 および 1 1 に示すように、本実施形態の手術支援装置 3 は、第 1 実施形態の手術支援装置 1 の各構成に加えて、術具（第二の術具）2 1 0 が着脱可能な着脱部 5 2 B を有する本発明のスレーブマニピュレータ（第二の医療用マニピュレータ）2 0 B を備えている

。すなわち、手術支援装置 3 は、スレーブマニピュレータ（第一の医療用マニピュレータ）20A およびスレーブマニピュレータ 20B の 2 つのスレーブマニピュレータを備えている。

前述の術具（第一の術具）200 の術具挿入部 201 の先端部には接触センサ（送信部）205 が設けられている。

制御装置 60 には記憶部 65 が備えられている（図 11 参照。）。

【0067】

第二の術具 210 の構成は硬性であれば特に限定されないが、本実施形態では前述の術具 200 と同一の鉗子が用いられている。すなわち、第二の術具 210 は、術具挿入部 211 の先端部に一对の鉗子片 212 からなる鉗子部（処置部）213 が設けられたものである。

10

術具 200 に設けられた接触センサ 205 は、鉗子部 203 に外力が加わったことを検出するセンサである。接触センサ 205 は、術具 200 の鉗子部 203 と術具 210 の鉗子部 213 とが接触したときに、着脱部 52A の着脱部側電気接点 54A を介してスレーブ制御部 63 および記憶部 65 に制御信号を送信する。

【0068】

スレーブ制御部 63 は制御信号を受信したときの、基準位置 V1 に対する鉗子部 203 の位置および姿勢、および基準位置 V2 に対する鉗子部 213 の位置および姿勢から、基準位置 V1 と基準位置 V2 との相対的な位置関係を算出する。

20

記憶部 65 はメモリなどで構成されていて、スレーブ制御部 63 で算出された基準位置 V1 と基準位置 V2 との相対的な位置関係、すなわちスレーブマニピュレータ 20A とスレーブマニピュレータ 20B の相対位置関係を記憶する。

【0069】

次に、以上のように構成された本実施形態の手術支援装置 3 の動作について説明する。

手術支援装置 3 を起動し、スレーブマニピュレータ 20A の着脱部 52A に術具 200 を取り付けるとともに、スレーブマニピュレータ 20B の着脱部 52B に術具 210 を取り付け。スレーブアーム 21A、21B を所望の形状に変形させた後で、スレーブアーム 21A、21B をそれぞれ固定モードにする。

【0070】

30

使用者 Q は、一对のマスタマニピュレータ 10 を操作してスレーブ制御部 63 により着脱部駆動部 28A、28B を駆動し、術具 200 の鉗子部 203 と術具 210 の鉗子部 213 とを接触させる。すると、接触センサ 205 は鉗子部 203 に外力が加わったことを検出し、記憶部 65 に制御信号を送信する。記憶部 65 は、鉗子部 203 と鉗子部 213 とが接触したときの鉗子部 203、213 の位置および姿勢を、鉗子部 203 の接触位置および接触姿勢、鉗子部 213 の接触位置および接触姿勢としてそれぞれ記憶する。

【0071】

続いて、使用者 Q は、スレーブ制御部 63 により着脱部駆動部 28A、28B を駆動するが、このとき、スレーブ制御部 63 は、算出した基準位置 V1 と基準位置 V2 との相対的な位置関係を基に、スレーブマニピュレータ 20A およびスレーブマニピュレータ 20B の動作範囲を算出し、鉗子部 203 と鉗子部 213、あるいはスレーブマニピュレータ 20A とスレーブマニピュレータ 20B が互いに干渉しないように制御する。

40

具体的には、使用者 Q が鉗子部 203、213 あるいはスレーブマニピュレータ 20A、20B 同士が接触するような操作指令を発したときには、スレーブ制御部 63 は、例えば着脱部駆動部 28A、28B の動作を停止させるとともに、警告を意味する表示や音を発して使用者 Q に注意を促すことが好ましい。

【0072】

このように構成された本実施形態の手術支援装置 3 によれば、鉗子部 203 の位置および姿勢を検出するために必要なセンサの数を低減させることができる。

さらに、接触センサ 205 および記憶部 65 を備えて前述のようにスレーブ制御部 63 が

50

制御することで、スレーブ制御部 63 は鉗子部 203 と鉗子部 213 とが接触するときのスレーブマニピュレータ 20A、20B の相対位置を認識することができ、各スレーブマニピュレータ 20A、20B の動作範囲がどのように干渉するかなどを確認することができる。

そして、スレーブマニピュレータ 20A、20B 同士が接触などの動作干渉が起きないように制御することができる。

【0073】

本実施形態では送信部として接触センサ 205 を用いたが、術具 200 の鉗子部 203 術具 210 の鉗子部 213 とが接触したときに、記憶部 65 に制御信号を送信可能なものであればよい。送信部は、以下に説明するような様々な構成とすることができる。

10

例えば、術具 200 の術具挿入部 201 の先端部に、送信部として微弱振動の発生源と、振動の振幅を検出する振幅検出センサとを備えてもよい。一定の振幅で振動している鉗子部 203 に鉗子部 213 が接触すると、鉗子部 203 の振幅が変化する。このため、鉗子部 203 に鉗子部 213 が接触しているか否かを検出することができる。

【0074】

送信部として、超音波を発生させる超音波発生源と、鉗子部 213 で反射された超音波を検出する超音波受信部とを備えてもよい。

鉗子部 203 の周辺の画像を CCD などの撮像素子で取得し、この画像を公知の画像処理技術により解析することで、鉗子部 203 に鉗子部 213 が接触しているか否かを検出してもよい。

20

また、送信部をスイッチなどで構成してもよい。この場合、鉗子部 203 の周辺を介助者などが内視鏡により観察し、鉗子部 203 と鉗子部 213 とが接触したときに介助者がスイッチを切り替えて記憶部 65 に制御信号を送信することになる。

【0075】

以上、本発明の第 1 実施形態から第 3 実施形態について図面を参照して詳述したが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の構成の変更なども含まれる。さらに、各実施形態で示した構成のそれぞれを適宜組み合わせることができることは、言うまでもない。

たとえば、前記第 1 実施形態から第 3 実施形態では、スレーブマニピュレータ 20A が手術用天板 16 に固定されているとしたが、図 12 に示す手術支援装置 4 のように構成してもよい。すなわち、手術支援装置 4 では、ロボット用天板 71 を結合具 72 により手術台 15 の手術用天板 16 に固定するとともに、このロボット用天板 71 の側面に設けられた一対のガイドレール 73 にスレーブマニピュレータ 20A、20B を固定している。

30

なお、図 12 以下では、説明の便宜のために前述の平行リンクを箱状に描いて示している。

【0076】

各ガイドレール 73 は、図 12 を表示する表示面に直交するように延びていて、スレーブマニピュレータ 20A、20B はガイドレール 73 の長手方向の任意の位置にスライドした状態で固定できるようになっている。すなわち、スレーブマニピュレータ 20A、20B の相対位置の情報を、スレーブマニピュレータ 20A、20B の拘束条件として制御装置 60 の記憶部などに設定できるようになっている。

40

なお、本変形例では、手術支援装置 4 に 2 基のスレーブマニピュレータ 20A、20B が備えられているとしたが、手術支援装置 4 に備えられるスレーブマニピュレータの数に制限はなく、1 基でもよいし、3 基以上でもよい。これは、前記第 1 実施形態から第 3 実施形態でも同様である。

【0077】

図 13 および 14 に示す手術支援装置 5 のように、手術用天板 16 の側面に設けられた回転機構 76 を介してスレーブマニピュレータ 20A、20B を固定してもよい。

回転機構 76 は、公知の構成を有していて、手術用天板 16 の側面に設けられた一対の支持部材 77 と、支持部材 77 により自身の軸線 C4 周りに回動可能に支持されたベッdre

50

ール 78 とを有している。ベッドレール 78 は、支持部材 77 に設けられた不図示の固定機構により、支持部材 77 に対して軸線 C4 周りに回動可能な回動モードと、この回動を規制された規制モードとの間で切り替えることができる。

ベッドレール 78 の一方の端部にはハンドル 79 が取り付けられている。

スレーブマニピュレータ 20A の台座 32A、およびスレーブマニピュレータ 20B の台座 32B は、ベッドレール 78 に固定されている。

【0078】

このように構成された本変形例の手術支援装置 5 を用いて、術具 200 をスレーブマニピュレータ 20A に取り付け、患者 P の体腔 P3 内に術具 200 を導入して処置を行う。このとき、スレーブアーム 21A は固定モードになり、固定機構は規制モードになっている。

10

処置を行う間に、場合によっては、緊急的に術具 200 を患者 P から引き抜く必要がある。

このような場合には、介助者は、体腔 P3 内から術具 200 を引き抜いた後で、スレーブマニピュレータ 20A から術具 200 を取り外し、固定機構を回動モードに切り替える。ハンドル 79 を把持して、図 15 に示すようにベッドレール 78 を軸線 C4 周りに回動させ、スレーブマニピュレータ 20A、およびスレーブマニピュレータ 20B を手術用天板 16 上から手術用天板 16 の下方に退避させる。

このように構成された本変形例の手術支援装置 5 によれば、スレーブマニピュレータ 20A、20B を手術用天板 16 上から素早く退避させることができる。

20

【0079】

前記第 1 実施形態から第 3 実施形態では、位置決めアームが平行リンクを備えるとした。しかし、開腹手術などの場合のように、術具を不動点を通す必要がない場合には、位置決めアームは平行リンクを備えなくてもよい。

また、着脱部の位置および姿勢から着脱部に取り付けられた術具の鉗子部の位置および姿勢が容易に推測できてマスタマニピュレータ 10 で操作できるような場合などには、処置部位置検出部は備えられなくてもよい。

着脱部 52A を第二の辺要素 47A に設定したが、着脱部 52A は第二の辺要素 45A、46A に設定してもよい。

【0080】

30

スレーブアームを、軸体をボールジョイントで接続することで構成したが、スレーブアームの構成はこれに限定されない。スレーブアームの自由度が 3 以上であれば、例えば、スレーブアームを複数のリニアガイドや関節部で構成してもよい。

【符号の説明】

【0081】

1、2、3、4、5 手術支援装置

10 マスタマニピュレータ（入力部）

13 表示部

16 手術用天板（ベース）

20A スレーブマニピュレータ（医療用マニピュレータ、第一の医療用マニピュレータ）

40

20B スレーブマニピュレータ（医療用マニピュレータ、第二の医療用マニピュレータ）

21A、21B スレーブアーム（保持部）

22A 基端部

23A 先端部

24A、24B 位置決めアーム（位置決め部）

27A、27B 姿勢センサ（基準姿勢検出部）

28A、28B 着脱部駆動部

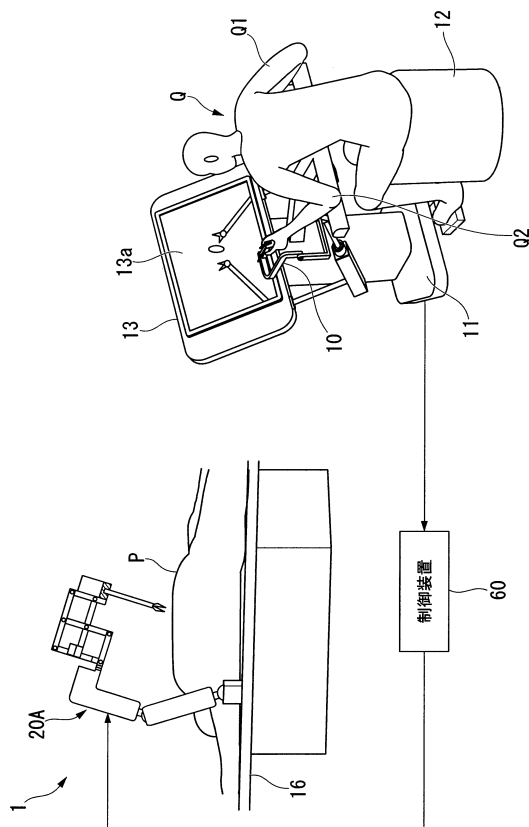
29A、29B 着脱位置検出部

50

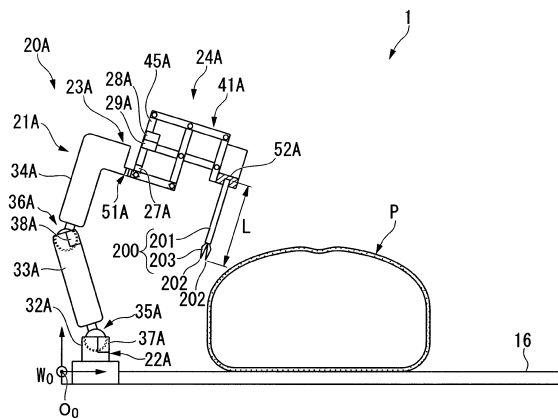
3 0 A 処置部初期位置検出部
 3 1 A、3 1 B 処置部位置検出部
 5 1 A 固定部
 5 2 A、5 2 B 着脱部
 5 3 A 着脱部移動機構（処置部駆動部）
 5 6 内視鏡
 5 6 a 観察部
 6 3 スレーブ制御部（駆動部制御部）
 6 5 記憶部
 2 0 0 術具（第一の術具）
 2 0 3、2 1 3 鉗子部（処置部）
 2 0 5 接触センサ（送信部）
 2 1 0 術具（第二の術具）
 C 2 光軸
 S 基準平面
 V 1、V 2 基準位置
 W_1 第一のローカル座標系（第一の直交座標系）
 W_2 第二のローカル座標系（第二の直交座標系）
 θ 角度

10

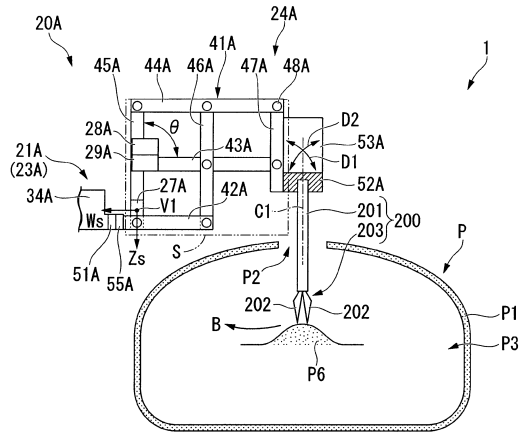
【図 1】



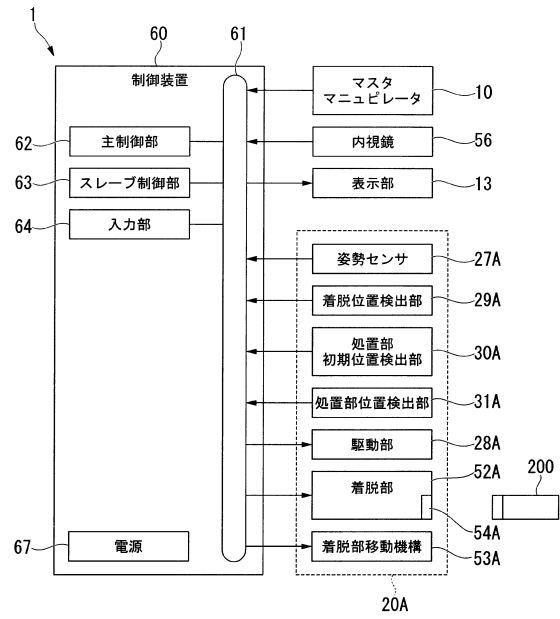
【図 2】



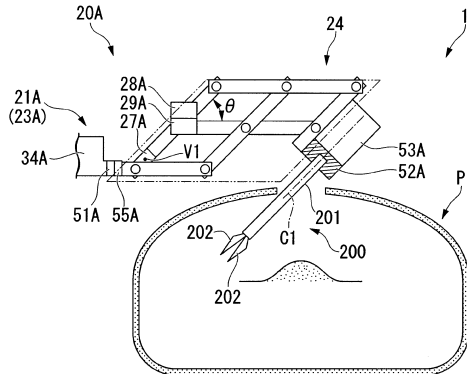
【図 3】



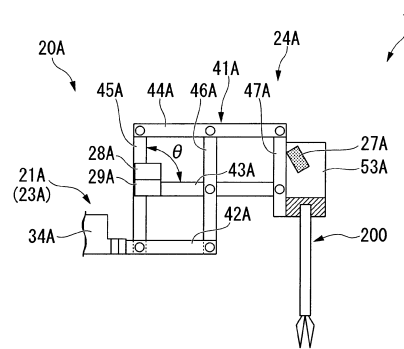
【図 4】



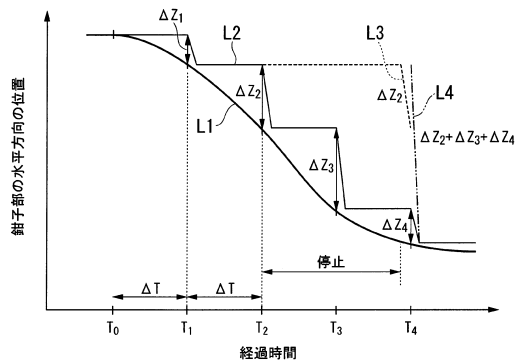
【図 5】



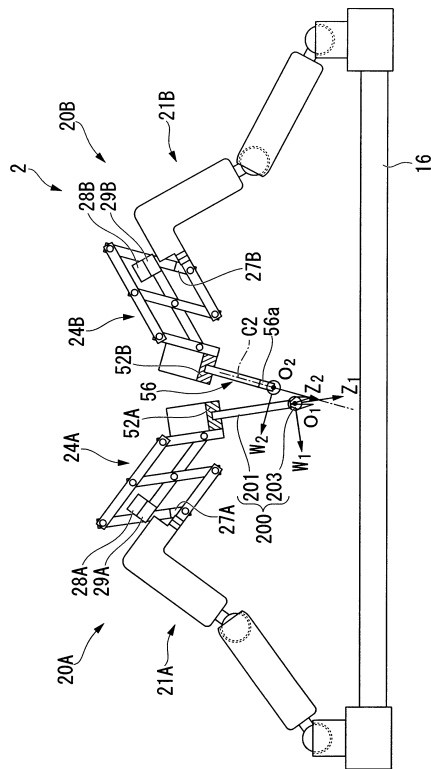
【図 7】



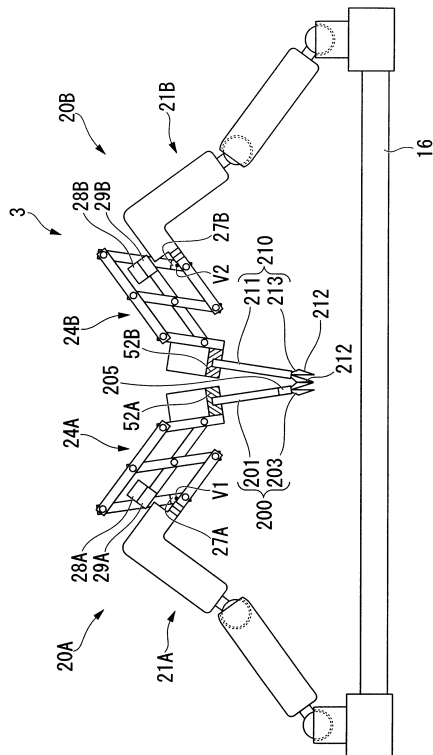
【図 6】



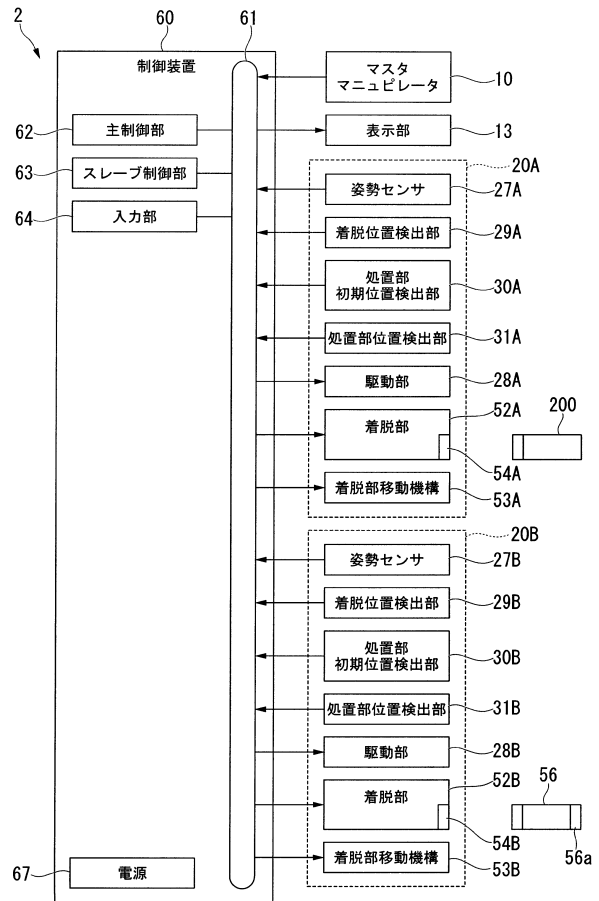
【図 8】



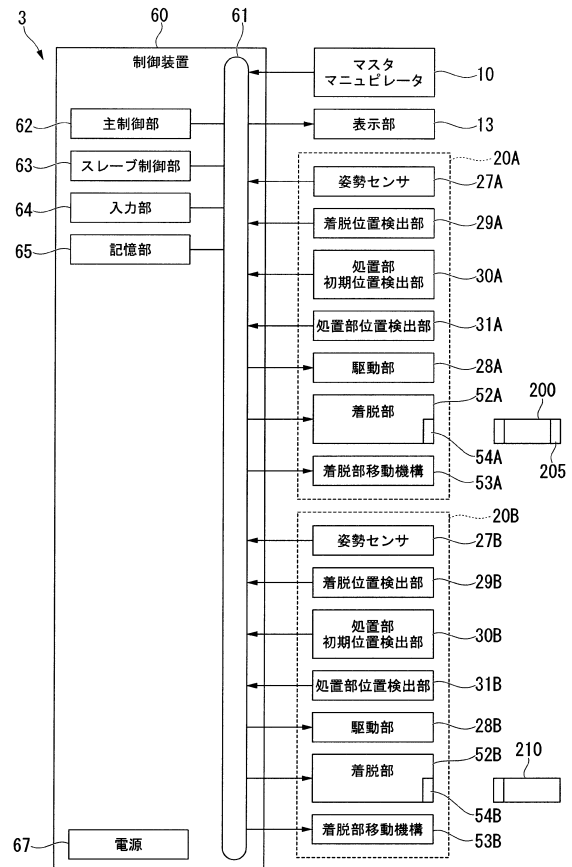
【図 10】



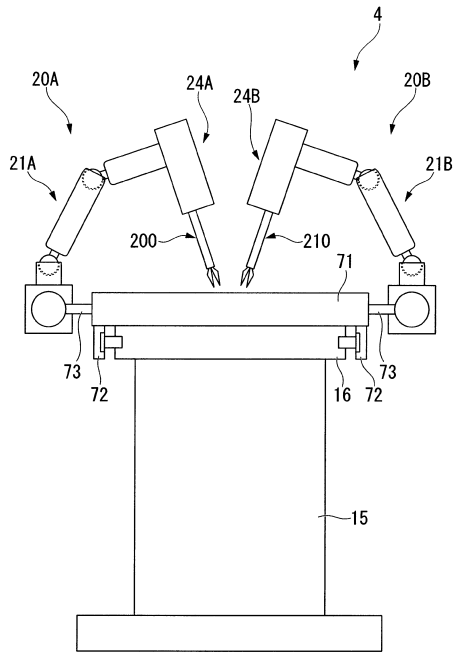
【図 9】



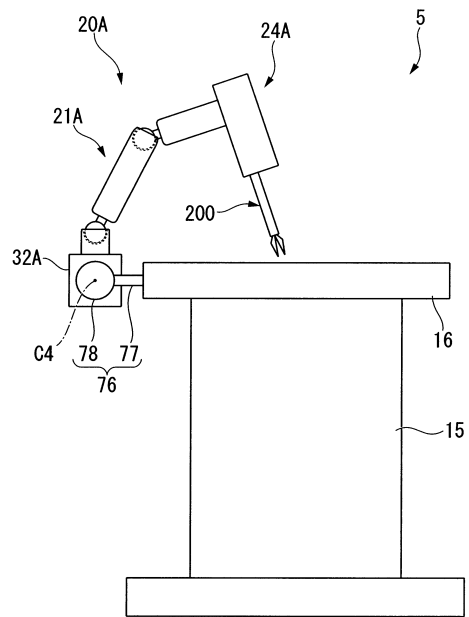
【図 11】



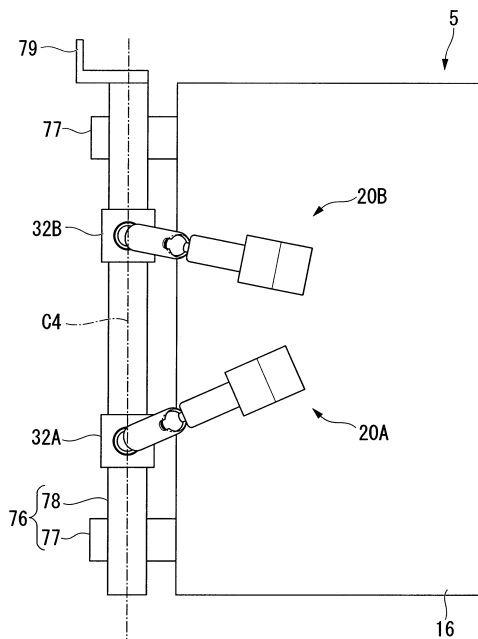
【図 1 2】



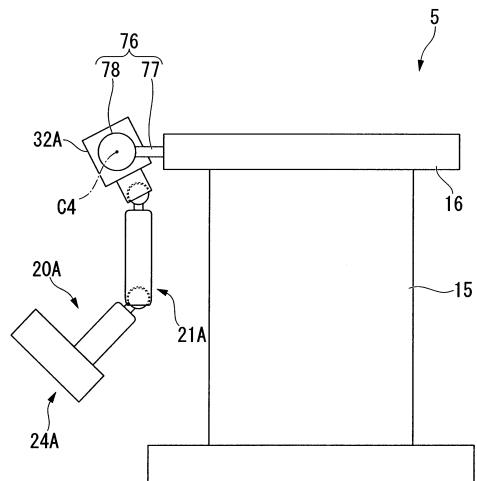
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



フロントページの続き

(74)代理人 100161702

弁理士 橋本 宏之

(72)発明者 長谷川 満彰

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパス株式会社内

(72)発明者 岸 宏亮

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパス株式会社内

審査官 近藤 利充

(56)参考文献 特開 2 0 0 5 - 1 9 2 7 4 3 (J P , A)

特開昭 6 3 - 0 2 9 8 1 0 (J P , A)

特開 2 0 0 3 - 2 6 5 5 0 0 (J P , A)

特開 2 0 0 5 - 2 8 3 6 0 0 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

A 6 1 B 3 4 / 3 0 - 3 4 / 3 7

B 2 5 J 1 / 0 0 - 2 1 / 0 2

专利名称(译)	手术支援装置		
公开(公告)号	JP6165057B2	公开(公告)日	2017-07-19
申请号	JP2013526973	申请日	2012-08-03
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	長谷川満彰 岸宏亮		
发明人	長谷川 満彰 岸 宏亮		
IPC分类号	A61B34/35 B25J3/00 B25J15/04 B25J13/00		
FI分类号	A61B34/35 B25J3/00.Z B25J15/04.A B25J13/00.Z		
代理人(译)	塔奈澄夫 铃木史朗		
优先权	61/515203 2011-08-04 US		
其他公开文献	JPWO2013018908A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

医疗器械手20A包括保持部分21A，其具有固定到基部16的基端部分22A，固定到保持部分的前端部分23A的固定部分51A，以及手术器械200的治疗部分303。用于检测定位部中的基准位置的姿势的基准姿势检测部27A，用于使治疗部相对于固定部移动的驱动部28A，治疗部并且，位移检测单元计算从由基准方位检测单元检测到的基准位置的方向移动由位移检测单元检测到的角位移作为治疗单元中的方位的姿势，提供。

(19) 日本国特許庁 (JP)	(12) 特 許 公 報 (B2)	(11) 特許番号 特許第6165057号 (P6165057)
(45) 発行日 平成29年7月19日 (2017. 7. 19)	(24) 登録日 平成29年6月30日 (2017. 6. 30)	
(51) Int. Cl.	F I	
A 6 1 B 34/35 (2016. 01)	A 6 1 B 34/35	
B 2 5 J 3/00 (2006. 01)	B 2 5 J 3/00	Z
B 2 5 J 15/04 (2006. 01)	B 2 5 J 15/04	A
B 2 5 J 13/00 (2006. 01)	B 2 5 J 13/00	Z
請求項の数 9 (全 22 頁)		
(21) 出願番号 特願2013-526973 (P2013-526973)	(73) 特許権者 000000376	
(86) (22) 出願日 平成24年8月3日 (2012. 8. 3)	オリンパス株式会社	
(86) 国際出願番号 PCT/JP2012/069919	東京都八王子市石川町2 9 5 1 番地	
(87) 国際公開番号 W02013/018908	(74) 代理人 100106909	
(87) 国際公開日 平成25年2月7日 (2013. 2. 7)	弁理士 櫻井 澄雄	
審査請求日 平成27年7月8日 (2015. 7. 8)	(74) 代理人 100064908	
(31) 優先権主張番号 61/515, 203	弁理士 志賀 正武	
(32) 優先日 平成23年8月4日 (2011. 8. 4)	(74) 代理人 100094400	
(33) 優先権主張国 米国 (US)	弁理士 鈴木 三義	
	(74) 代理人 100086379	
	弁理士 高桑 忠夫	
	(74) 代理人 100129403	
	弁理士 増井 裕士	
	(74) 代理人 100139686	
	弁理士 鈴木 史朗	
最終頁に続く		
(54) 【発明の名称】 手術支援装置		