

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-54642

(P2007-54642A)

(43) 公開日 平成19年3月8日(2007.3.8)

(51) Int. Cl.

A61B 19/00 (2006.01)

F I

A61B 19/00 502

テーマコード (参考)

審査請求 有 請求項の数 39 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2006-276834 (P2006-276834)	(71) 出願人	593195026 エスアールアイ インターナショナル SRI INTERNATIONAL アメリカ合衆国 カリフォルニア 940 25, メンロ パーク , ラベンズウッド アヴェニュー 333
(22) 出願日	平成18年10月10日 (2006.10.10)	(74) 代理人	100064355 弁理士 川原田 一穂
(62) 分割の表示	特願平9-501650の分割	(72) 発明者	ジェンセン, ジョエル, エフ. アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94 061 レッドウッド・シティ、ノーザ ンバーランド・アヴェニウ 426
原出願日	平成8年6月5日 (1996.6.5)	(72) 発明者	ヒル, ジョン, ダブリュー. アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94 303 パロ・アルト、チャールストン・ コート 713
(31) 優先権主張番号	08/485,587		
(32) 優先日	平成7年6月7日 (1995.6.7)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
(31) 優先権主張番号	08/487,020		
(32) 優先日	平成7年6月7日 (1995.6.7)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

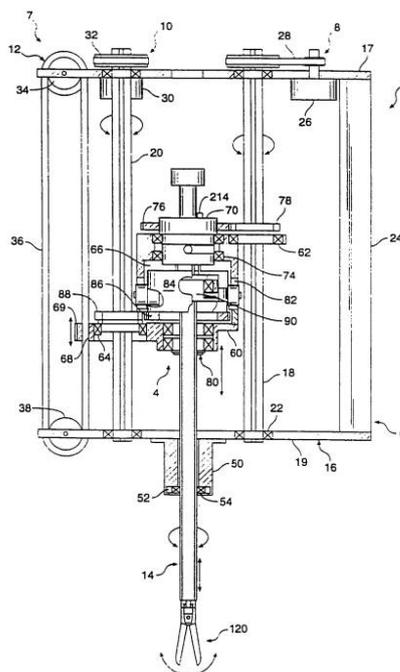
(54) 【発明の名称】 遠隔操縦ロボットシステム用の外科手術マニピュレーター

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 リモート制御により外科手術用具を保持し操作し、且つ、外科手術用具を用具ホルダーに取り外し可能に連結するためのシステム及び方法を提供すること。

【解決手段】 マニピュレーターアセンブリ2は、ドライバアセンブリ7に着脱可能に連結された用具ホルダー4を含み、そのためこの用具ホルダーは消毒できる。マニピュレーターアセンブリはさらに、ホルダー及びドライバアセンブリの末端に装着された力感知エレメント52を含み、外科手術用具に働く力を検出して外科医にフィードバックする。また、用具ホルダー側のロックスロット内に用具側の装着ピンを自動的にロックして該用具をホルダーに開放可能に連結するための用具サポートを含み、ツイストロック動作により、外科医はオープン外科手術、腹腔鏡検査又は胸腔鏡検査のような外科手術の間、ホルダーから種々の用具を素早く外したり嵌めたりできる。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

末端エンドと基部エンドとを有するシャフトと、  
前記シャフトの末端エンドに連結され、第1の自由度で移動可能なエンドエフェクター部と、

少なくとも1つの細長要素の移動に応じて前記第1の自由度にて移動させるように、エンドエフェクター部に連結された少なくとも1つの細長要素と、

前記シャフトの基部エンドに配置された少なくとも1つのアクチュエータ体であって、第1のアクチュエータ体を駆動させることにより前記少なくとも1つの細長要素の移動を生じさせるように、前記少なくとも1つの細長要素の少なくとも1つに連結された第1のアクチュエータ体を備えるものと、

を備え、前記シャフトは、前記少なくとも1つのアクチュエータ体を選択的に駆動するための駆動機構に取り外し可能に連結できる、外科手術用具。

10

## 【請求項 2】

前記駆動機構を更に備える、請求項 1 に記載の用具。

## 【請求項 3】

前記少なくとも1つの細長要素の前記移動が前記細長要素を引くことからなる、請求項 1 に記載の用具。

## 【請求項 4】

前記エンドエフェクター部が一对の顎を備え、前記第1のアクチュエータ体が、前記一对の顎を開閉させるために軸方向にスライド可能な一对のアクチュエータピンからなる、請求項 1 に記載の用具。

20

## 【請求項 5】

前記駆動機構をさらに備え、前記駆動機構は、前記第1のアクチュエータ体に連結可能な回転自在駆動本体を含み、前記アクチュエータ体と駆動本体が作動可能に係合するとき、前記第1のアクチュエータ体が前記回転自在駆動本体により駆動できる、請求項 4 に記載の用具。

## 【請求項 6】

前記駆動機構が、前記シャフトを第2の自由度で移動させるために第2の回転自在駆動本体をさらに備える、請求項 5 に記載の用具。

30

## 【請求項 7】

前記第2の自由度が前記シャフトをその縦軸を中心に回転させることからなる、請求項 6 に記載の用具。

## 【請求項 8】

前記第2の自由度が前記シャフトをその縦軸に沿って軸方向に移動させることからなる、請求項 6 に記載の用具。

## 【請求項 9】

前記エンドエフェクターがメスを含む、請求項 1 に記載の用具。

## 【請求項 10】

ロボット制御機構に連結されたドライブアセンブリにより駆動されるよう適応された用具ホルダーであって、該ロボット制御機構は、軸方向に固定された装着手段を備えたシャフトと、エンドエフェクターと、移動自在なエンドエフェクターアクチュエータとを有するタイプの外科手術用具を操作し、用具ホルダーは、

40

前記用具を受け入れるための軸方向通路と、前記本体をドライブアセンブリに移動自在に連結するための少なくとも一つのマウントとを有する本体、

軸方向通路と第1インターフェースとを有する用具サポートであって、軸方向通路は、前記用具を受け入れるものであり、第1インターフェースは、用具の軸方向に固定された装着手段に係合可能で用具を前記用具ホルダーに開放可能に装着するものであり、前記用具サポートは、前記本体に回転自在に連結され、且つ、前記用具サポートをドライブアセンブリに接続して前記用具を回転するよう構成された第1カップリングを備える、前記用

50

具サポート、及び

前記用具を受け入れるための軸方向通路と、用具のエンドエフェクターアクチュエーターに係合可能な第2インターフェースと、前記アクチュエータードライバをドライブアセンブリに接続するための第2カップリングとを有するアクチュエータードライバであって、さらに、第2カップリングの回転運動を前記本体に対する第2インターフェースの軸方向変位に変換して用具のエンドエフェクターを作動させるための手段を含む前記アクチュエータードライバ、

を含む前記用具ホルダー。

【請求項11】

前記変換手段は、前記本体に回転自在に装着された第1部分と、前記本体に対して軸方向に移動可能な第2部分とを含み、前記第1部分が回転することにより前記第2部分及びそれと共に第2インターフェースを軸方向に変位させるように、前記第1部分が前記第2部分に連結される、請求項10記載の用具ホルダー。

10

【請求項12】

前記第2カップリングは環状ギア部材であり、該環状ギア部材は、モーターシャフトに連結するよう構成され前記アクチュエータードライバの前記第1部分を回転させる、請求項11記載の用具ホルダー。

【請求項13】

前記アクチュエータードライバの前記第2部分は、前記本体に移動自在に装着されたキャリッジアセンブリと、前記用具の前記エンドエフェクターアクチュエーターに開放可能に連結され且つ前記アクチュエーターキャリッジアセンブリに回転自在に連結された環状カラーとを含む、請求項11記載の用具ホルダー。

20

【請求項14】

前記本体は対向する軸方向スロットを含み、前記キャリッジアセンブリは、前記軸方向スロット内に配置された第1対の回転自在部材を含み、前記アクチュエーターキャリッジアセンブリが前記用具ホルダーに対して回転するのを防ぎ、前記ホルダーに対する軸方向の移動を可能にする、請求項13記載の用具ホルダー。

【請求項15】

前記キャリッジアセンブリはさらに、前記第1対の回転自在部材から半径方向内側に配置された第2対の回転自在部材を含み、前記アクチュエータードライバの前記第1部分は、前記第2対の回転自在部材を受け入れるための一对の螺旋スロットを備えた同心螺旋アクチュエーターを含み、そのため前記螺旋アクチュエーターの回転により前記キャリッジアセンブリと前記環状カラーが前記用具ホルダーに対して変位させられる、請求項14記載の用具ホルダー。

30

【請求項16】

前記第1カップリングは環状ギア部材を含み、該環状ギア部材は、モーターシャフトに連結して前記用具サポートを回転させるよう構成される、請求項10記載の用具ホルダー。

【請求項17】

末端及び基部のエンド部分を備えたシャフトを有するタイプの外科手術用具を操作するためにコントローラーによりロボット駆動されるよう適応されたマニピュレーターアセンブリであって、

40

表面に固定可能なサポートベース、

前記ベースに移動自在に連結され、且つ、外科手術用具を開放可能に保持するためのマウントを有する用具ホルダー、

用具に少なくとも二自由度を与えるため前記用具ホルダーに作動連結されるドライブアセンブリ、

前記用具ホルダー及び前記ドライブアセンブリの末端の前記サポートベースに装着されたスリーブであって、用具のシャフトを受け入れるための軸方向通路を有する前記スリーブ、及び

50

前記スリーブに連結され、用具シャフトの末端エンド部分により前記スリーブに伝えられる横方向の力を検出するための力感知エレメントであって、前記横方向の力を表す信号をコントローラーに伝送するようにコントローラーに作動連結される前記力感知エレメント、

を含む前記マニピュレーターアセンブリ。

【請求項 18】

前記スリーブ内に装着されたベアリングをさらに含んで前記用具シャフトを前記スリーブ内で回転自在かつスライド自在に支持し、前記力感知エレメントは前記ベアリングに連結されて用具シャフトの末端エンド部分により前記ベアリングに伝えられる横方向の力を検出する、請求項 17 記載のマニピュレーターアセンブリ。

10

【請求項 19】

前記力感知エレメントは少なくとも一つのひずみゲージを含む、請求項 17 記載のマニピュレーターアセンブリ。

【請求項 20】

前記力感知エレメントは少なくとも一つの力感知抵抗器を含む、請求項 17 記載のマニピュレーターアセンブリ。

【請求項 21】

前記スリーブは、患者の経皮貫通を通して導入するよう構成された末端エンドを備えたカニューレであり、前記力感知エレメントは前記末端エンドに隣接して前記カニューレ内に配置される、請求項 17 記載のマニピュレーターアセンブリ。

20

【請求項 22】

前記サポートベースは末端及び基部の長サポート部材を備えたフレームを含み、前記末端サポート部材は、用具シャフトを受け入れるための開口を有し、前記用具ホルダーは前記サポート部材間に移動自在に装着され、前記カニューレは前記末端サポート部材に装着され前記開口と整列される、請求項 21 記載のマニピュレーターアセンブリ。

【請求項 23】

外科手術システムであって、

基部エンド及び末端エンドを有する長シャフトと、基部エンドと末端エンドの間シャフトから横方向に延在する装着手段とを含む外科手術用具、

外科手術用具を開放可能に保持するための用具ホルダーであって、本体と前記本体上に移動自在に装着された用具サポートとを含み、該用具サポートは外科手術用具に係合可能で前記用具ホルダーに用具を開放可能に装着するインターフェースを有する、前記用具ホルダー、及び

30

前記用具に沿った所望の位置において回転の所望の球中心を中心として前記用具を移動させるための装置、

を含み、該装置は、

前記用具ホルダーを支持するためのベース、

少なくとも第 1 ロッドを含み、軸を中心として回転するよう前記ベース上に旋回自在に装着された第 1 リンクであって、前記用具ホルダーは、用具に沿った球回転の所望の遠隔中心が前記軸と交差するような位置に前記用具を保持する、前記第 1 リンク、及び

40

少なくとも第 2 ロッドを含み、前記第 2 リンクと平行関係の平面内で前記用具ホルダーを移動させるための前記用具ホルダーに接続された第 2 リンクであって、前記第 2 ロッドが前記軸に対して平行のままであり且つ前記第 1 ロッドが用具に対して平行のままであるように、前記第 1 リンクに旋回自在に接続され、それにより回転の前記球中心が所望の固定位置に維持される、前記第 2 リンク、

を含む、前記外科手術システム。

【請求項 24】

前記用具ホルダーに作動連結されたドライブアセンブリをさらに含み、前記用具に少なくとも二自由度を与える、請求項 23 記載のシステム。

【請求項 25】

50

前記ドライブアセンブリが、前記用具サポートを移動するよう作動連結された第1制御可能モーターと、前記用具ホルダー本体を前記サポートベースに対して移動させるよう作動連結された第2制御可能モーターとを含む、請求項24記載のシステム。

【請求項26】

前記用具ホルダーを前記サポートベース及び前記ドライブアセンブリに取り外し可能に取り付けるためのカップリング手段をさらに含む、請求項24記載のシステム。

【請求項27】

回転の所望の球中心を中心として前記用具を移動させるための前記装置が、垂直に対して或方位にて表面に固定可能であり、

さらに、前記方位を測定するために前記装置に装着されたクリノメーターを含む、請求項23記載のシステム。 10

【請求項28】

シャフトを含む外科手術用具を開放可能に保持する際使用する装置であって、前記シャフトは装着手段を有し、前記装着手段は前記シャフトに固定され前記シャフトから半径方向に延在する突起を形成し、前記装置は、

第1及び第2エンドを有し、且つ、それらの間に前記シャフトを受け入れるための軸方向通路を有する本体であって、該本体は、

前記第1エンドにおいて前記突起を受け入れるための前記軸方向通路に連通した第1形状穴、及び

本体の第1及び第2エンド間において第1穴に対して横方向に連通した第2形状穴であって、前記突起が前記第2穴内で回転できるように前記シャフトと前記突起を受け入れるようなサイズを有する前記第2形状穴、を形成する、前記本体、並びに 20

前記本体に連結され、前記突起を前記第2穴内にロックするための手段であって、それにより用具を本体に開放可能にロックする前記手段、を含む前記シャフトを含む外科手術用具を開放可能に保持する際使用する装置。

【請求項29】

前記突起が前記第2穴内で回転できて前記第1穴と整列するように前記ロック手段を開放するための手段をさらに含み、それにより用具を本体から開放させる、請求項28記載の装置。 30

【請求項30】

前記ロック手段が、前記本体内部において第1位置と第2位置の間に移動自在に配置されたラッチを有するラッチアセンブリを含み、ここで、第1位置とは前記突起が前記第2穴内で自由に回転する位置であり、第2位置とは前記ラッチが前記第2穴内での前記突起の回転を少なくとも部分的に阻止して前記突起が回転して前記第1穴と整列するのを防ぐ位置である、請求項29記載の装置。

【請求項31】

前記用具の前記突起が、前記シャフトから外側に延在する一对の対向アームであり、前記第1穴が、前記穴の対向側面上で延在する軸方向延在スロットを含んで前記アームを受け入れる、請求項28記載の装置。 40

【請求項32】

前記第2穴が、第1部分と第2部分を有するスロットであり、該第1部分は、前記アームを受け入れるための前記軸方向延在スロットと連通しており、該第2部分は、前記第1部分から周方向に延在し、前記第2穴内での前記アームの回転を可能にし、それにより前記軸方向延在スロットに対して前記アームをロックする、請求項31記載の装置。

【請求項33】

外科手術用具であって、

基部エンドと末端エンドとそれらの間の機械的カップリングとを有する長シャフト、組織と係合するための末端エンドに連結されたエンドエフェクター、

基部エンド及び末端エンドの間において固定され且つ前記シャフトから横方向に延在す 50

る突起を備えた装着手段、及び

シャフトに装着され、且つ、エンドエフェクターを操作するためにエンドエフェクターに作動連結された移動自在アクチュエーターであって、外部ドライバーと協働してアクチュエーターを制御可能に移動させるためのカップリング手段を含み、このカップリング手段は、装着手段から一定間隔離れ且つ装着手段に対して軸方向に移動可能である、前記移動自在アクチュエーター、

を含む前記外科手術用具。

【請求項 3 4】

前記カップリング手段が軸方向に変位可能であり、前記カップリング手段の軸方向変位によりエンドエフェクターが操作される、請求項 3 3 記載の外科手術用具。

【請求項 3 5】

前記シャフトが、前記末端エンドから前記末端及び基部エンドの中間点まで延在する内腔を含み、前記アクチュエーターが、前記内腔内に配置されたリンクを含み且つ前記カップリング手段と前記エンドエフェクターを接続し、前記シャフトが、前記内腔に連通した少なくとも一つの軸方向延在スロットを含む、請求項 3 3 記載の外科手術用具。

【請求項 3 6】

前記カップリング手段が、前記リンクと連結し且つ前記軸方向延在スロットを通して前記リンクから横方向に延在する少なくとも一つのアクチュエーターピンを含み、前記アクチュエーターピンは、外部ドライバー上にインターフェースを係合するよう適応され、前記アクチュエーターを外部ドライバーに開放可能に連結する、請求項 3 5 記載の外科手術用具。

【請求項 3 7】

外科手術システムであって、

基部エンド及び末端エンドを有する長シャフトと、基部エンドと末端エンドの中間シャフトから横方向に延在する装着手段とを含む外科手術用具、及び

サポートを含む用具ホルダーであって、該サポートは、第 1 及び第 2 エンドとそれらの間で前記用具シャフトを受け入れるための軸方向通路とを備えた本体を有する前記用具ホルダー、

を含み、前記本体は、

前記第 1 エンドにおいて前記突起を受け入れるための前記軸方向通路に連通した第 1 形状穴、及び

本体の第 1 及び第 2 エンド間において第 1 穴に対して横方向に連通した第 2 形状穴であって、前記突起が前記第 2 穴内で回転できるように前記シャフトと前記突起を受け入れるようなサイズを有する前記第 2 形状穴、

を形成し、

前記サポートはさらに、前記第 2 穴内で前記突起をロックするための手段を含み、それにより用具を用具ホルダーに開放可能にロックする、上記外科手術システム。

【請求項 3 8】

基部エンドと、末端エンドと、基部エンド及び末端エンドの間のシャフトにおいて固定され且つそこから延在する突起を有する装着手段とを備えた外科手術用具を開放可能に保持するための方法であって、

中心穴とその穴に連通する第 1 穴を有する用具サポートを与える工程、

突起が第 1 穴を通してスライドするように、シャフトをサポートの穴を通してスライドさせる工程、

突起を第 1 穴に対して横方向に連通した第 2 穴と整列させる工程、及び

第 2 穴を通し且つ第 1 穴から突起を回転させ、穴を通してシャフトがさらに軸方向に移動するのを防ぎ、それにより用具をサポートに連結する工程、  
を含む上記外科手術用具を開放可能に保持するための方法。

【請求項 3 9】

用具をロックするように第 2 穴内に突起をロックし、それによりサポートに対する用具

10

20

30

40

50

の回転を防ぐ工程をさらに含む、請求項 38 記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は外科手術マニピュレーターに係り、特に外科手術で使用するロボット支援型装置に関する。

【背景技術】

【0002】

標準的な腹腔鏡外科手術では、患者の腹部にガスが吹き入れられ、腹腔鏡外科手術用具のための入口を形成する小さな切り口（約 1 / 2 インチ）を通してトロカール・スリーブが送られる。一般に腹腔鏡外科手術用具は、外科手術する部位を視るための腹腔鏡、並びにクランプ、把持器、はさみ、ホチキス及び針ホルダーのような作業用具を含む。これらの作業用具は、各用具の作業端が延長チューブに沿って約 12 インチだけそのハンドルから離れていることを除けば、従来の（オープン）外科手術で用いられる用具と同じである。外科手術を行うため、外科医はトロカール・スリーブを通して用具を送り、また、スリーブを通じてそれらを入れたり出したりスライドさせ、スリーブ内でそれらを回転させ、腹部壁内でスリーブにてこ入れし（即ち旋回させ）、そして用具の末端にあるエンドエフェクターを作動させることにより、腹部内においてそれらの用具を操作する。

10

【0003】

ロボットに支援された遠隔操縦ロボット外科手術（オープン及び内視鏡処置）では、外科手術用具の位置は、手で直接制御するか又は固定クランプで制御するよりむしろ、サーボモーターにより制御される。外科医が患者から離れた所にて表示イメージを通じて手術を見ながら入力制御装置を操作する際には、サーボモーターは外科医の手の動きに追随する。サーボモーターは、外科手術用具を支持及び制御する電気機械的装置又は外科手術マニピュレーターの典型的な一部であり、この外科手術用具は、オープン外科手術部位に直接導入されるか又はトロカール・スリーブを通して患者の腹部のような体腔内に導入される。手術の間、外科手術用具により、組織つかみ器、針ドライバーなどのような種々の外科手術用具が機械的作動され且つ制御される。これらの外科手術用具の各々は外科医のために種々の機能を行う、即ち、針を保持又は駆動したり、血管をつかんだり、組織を開いたりする。

20

30

【0004】

リモート操作により遠隔外科手術を行うこの新しい方法では、多くの新しい試みが為される。そのような試みの一つは、外科医が遠隔操縦ロボットシステムを操作するとき、位置、力及び触覚を外科手術用具から外科医の手に伝え返すことである。リモート操作の他の技術とは違って、遠隔外科手術により外科医には直接手で外科手術用具を操作している感じを与えることができる。例えば、用具が患者の組織構造又は器官に作用しているとき、システムは用具に対する反作用の力を検出してこの力を入力制御装置に伝えることが可能でなければならない。このようにして、外科医は表示イメージ上で組織構造に接触している用具を見て、入力制御装置上でこの接触による圧力を直接感じるができる。しかしながら、適当なフィードバックを与えることには、システムに作用する他の力が起因する問題をはらみうる。このような力としては、例えば、遠隔操縦ロボット機構内の摩擦、外科手術マニピュレーターに作用する重力及び慣性力、又は外科手術切り口によりトロカール・スリーブに働く力などが挙げられる。

40

【0005】

さらに、効果的な遠隔外科手術を可能にするためには、マニピュレーターは高い応答性を有しなければならず、また外科医が外科手術を行う際にしばしば現れる最も速い手の動きでさえ正確に追随できなければならない。この迅速で応答性の高い性能を達成するために、遠隔操縦ロボットサーボシステムは、適度に高いサーボ帯域を有するように設計されねばならず、このことは、マニピュレーターが低い慣性を有し且つ相対的に低いギヤ比のドライブモーター又はプーリーカップリングを用いるようにマニピュレーターを設計する

50

ことを要求する。

【0006】

遠隔外科手術に関する他の試みは、電気機械式外科手術マニピュレーターの一部が外科手術用具と直接接触してしまうこと、及び作業部位に隣接して配置されることから生じる。従って、外科手術マニピュレーターは外科手術中に汚染されるかもしれないし、一般には処分されるか又は手術と手術の間に消毒される。もちろん、コストの観点からは装置を消毒するのが好ましいであろう。しかしながら、サーボモーター、センサー、及びモーターをロボット制御するのに必要な電気接続は、一般には従来の方法（例えば蒸気、熱及び圧力、又は化学薬品）を用いて消毒することはできない。というのは、それらが消毒工程で損傷を受けるか又は破壊されてしまうからである。

10

【0007】

別の試みとしては、異なる外科手術用具が1回の手術中に数回同じ用具ホルダーに取付けられ、取り外されることである。例えば腹腔鏡処置では、患者の腹部内への入口の数は、患者に必要なない切り口を開けないという要望はもちろんのことスペースの制約ゆえに、その手術中は一般に制限される。よって、一般には幾つかの異なる外科手術用具が、手術中は同じトロカール・スリーブを通して導入される。同様に、オープン外科手術では、一般に外科手術部位の周りには1又は2以上の外科手術マニピュレーターを置く十分な空間が無く、そのため外科医の助手はホルダーから用具を取り外して他の外科手術機器を取り替えることをしばしば強いられる。

【0008】

従って、必要なのは、リモート制御により外科手術用具を保持し操作し、且つ、外科手術用具を用具ホルダーに取り外し可能に連結するためのシステム及び方法である。本装置は、手術中に汚染された後でも再使用できるように容易に消毒できる構成とすべきである。さらに、本装置は、遠隔操縦ロボット操作の間外科手術用具に対して伝えられ且つ該用具から伝えられる力から、適当なフィードバックを外科医に与えることができなければならない。また、本装置は、装置に作用する重力が外科医に感じられないようにこれらの力を補償するよう構成すべきである。加えて、本装置は高い応答性を有しなければならない。外科医が外科手術を行う際にしばしば現れる最も速い手の動きにさえ正確に追従できなければならない。さらに、内視鏡外科手術の間用具をホルダーに素早く且つ容易に取り付け、取り外しできて、用具交換の時間を最小にするよう構成されたシステムを提供することが望ましい。

20

30

【特許文献1】米国特許出願第08/823,932号

【特許文献2】米国特許出願第08/062,404号

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0009】

従来オープン外科手術中又は腹腔鏡検査のような内視鏡処置の間外科手術用具を開放可能に保持し操作するための装置及び方法が提供される。本装置は、用具ホルダーを有するマニピュレーターアセンブリを含み、この用具ホルダーは、消毒できるようにドライブアセンブリに取り外し可能に連結される。マニピュレーターアセンブリは、さらに、ホルダー末端に取り付けられた力感知エレメントと、外科手術用具に働く力を検出して外科医にフィードバックするためのドライブアセンブリとを含む。本発明はまた、外科手術用具を開放可能に保持するためのシステム及び方法に関する。システムは、用具側の装着ピンを用具ホルダー側のロックスロットに自動的にロックして用具をホルダーに開放可能に連結するための用具サポートを含む。ツイストロック動作により、オープン外科手術、腹腔鏡検査又は胸腔鏡検査のような外科処置の間、外科医は種々の用具をホルダーに素早く取付け、取り外すことができる。

40

【0010】

一態様では、装置は、作業テーブルのような面に対する種々の受動又はパワー駆動位置決め装置により固定可能なサポートベースと、ベース上に移動可能に取り付けられた用具

50

ホルダーとを含む。用具ホルダーは本体と用具サポートから成り、用具サポートは、本体に移動自在に連結され、外科手術用具と係合するインターフェースを有して用具を用具ホルダーに開放可能に装着する。ドライブアセンブリは用具ホルダーに作動連結されて、少なくとも二自由度を用具に与える。ドライブアセンブリは、用具サポートを動かすための第1ドライブと、サポートベースに対して用具ホルダーを動かすための第2ドライブとを含む。本装置は、ベース及びドライブアセンブリから取り外し可能に用具ホルダーを連結するための手段を含み、それにより、外科処置の後ホルダーは装置の残りの部分から分離して消毒できる。

#### 【0011】

特定の構成では、サポートベースは、末端及び基部のサポート部材を備えたフレームと、サポート部材内に回転可能に取り付けられた一对のシャフトとを含む。用具ホルダーは、用具が軸方向移動できるようにサポートシャフト上にスライド可能に取り付けられる。加えて、シャフトは各々ドライブモーターに連結され、第2及び第3の自由度（例えば回転やエンドエフェクターの作動）を用具に与える。ドライブモーターは、外科手術中に汚染されないように、基部サポート部材に連結される。回転可能シャフトは、それらを上方にスライドさせてそれらのベアリング及び用具ホルダーとの係合を外すことにより取り外すことができ、そのため用具ホルダーをサポートベースから容易に取り外して消毒できる。サポートベースの下部（末端サポート部材を含む）も、消毒して用具ホルダーに接触した部分を浄化できる。このようにして、サーボモーターや遠隔操縦ロボットシステムに要求される電気接続に損傷を与えることなく、外科処置の後に外科手術マニピュレーターを容易に消毒できる。

10

20

#### 【0012】

サポートベースはさらに、末端サポート部材に取り付けられたカニューレ又はトロカール・スリーブのようなスリーブを含む。スリーブは、用具をその中に受け入れるための軸方向通路と、スリーブの末端エンド近くの軸方向通路内に取り付けられた力感知エレメントとを有する。力感知エレメントは、外科手術中に用具の末端部分によりエレメントに作用する横方向の力を検出するように構成される。力感知エレメントは装置の残りの末端に取り付けられるので、外科手術の切り口により又は用具ホルダーに作用する重力及び慣性力によりカニューレに働く力からこのエレメントは影響されない。位置決め装置により支持される際には外科手術マニピュレーターはクリノメーターと共に使用でき、ローカル重力場の方向に対する用具ホルダーの真の方向が求まる。マニピュレーターと共にクリノメーター及び力センサーを使用することにより、遠隔操縦ロボット機構に作用する外部の力に影響されずに、用具端に対して作用する力を外科医が直接感知するような遠隔操縦ロボットシステムを設計するのが容易になる。換言すれば、外科医は、用具が力感知エレメントに接触している地点においてまるで自分の手が用具を保持している様に感じるのである。

30

#### 【0013】

本発明は、用具シャフトの末端エンドに連結されたエンドエフェクター（例えば一对の顎部）を有する外科手術用具を保持し操作するのに特に有効である。このために、用具ホルダーはさらにアクチュエーター・ドライバーを含み、これは用具上のエンドエフェクターと係合できるインターフェースを備える。アクチュエーター・ドライバーはカップリングを含み、このカップリングは、ドライバーの一部をサポートベースに対して軸方向に移動させるためのドライブアセンブリに、ドライバーを連結し、それにより、用具のエンドエフェクターを作動させる。好適な構成では、カップリングは同心螺旋アクチュエーターであり、ドライブモーターの回転をエンドエフェクター・アクチュエーターの軸方向の運動に変換する。螺旋アクチュエーターの対称設計ゆえに、ドライブモーターにより与えられる作動力は用具に対して如何なる有効な側面負荷をも発生せず、このことにより、用具の軸方向運動や回転のような他の自由度との摩擦連結が避けられる。

40

#### 【0014】

本発明の別の態様では、用具は、基部エンド及び末端エンドを有する延長シャフトと、

50

シャフトから径方向に基部及び末端エンド間に延在する突起を有する装着手段とを含む。用具ホルダーはサポートを含み、サポートは、用具シャフトを受け入れる軸方向通路を備えた本体と、突起を受け入れるための軸方向通路に連通した第1穴とを有する。第2穴は本体において第1穴まで横方向に切り込まれて連通し、突起が第2穴内で回転できる。外科手術の間に用具が偶然に捻られて用具ホルダーから外れないようにするため、ホルダーはさらに本体に連結されたロック手段を含み、このロック手段は第2穴内で突起を自動的にロックし、それにより、用具を用具ホルダーに開放可能にロックする。

#### 【0015】

好適な構成では、装着手段の突起は、用具シャフトから外方向に延在する一对の対向アーム（例えば装着ピン）を含む。第1穴は軸方向に伸びたスロットであり、これは装着ピンを受け入れる。第2穴は垂直ロックスロットであり、これは軸方向スロットに整列した第1部分と、用具サポートの本体の回りを周方向に延在する第2部分とを有する。この構成により、装着ピンは軸方向スロットをスライドしてロックスロット内に回転でき、用具をホルダーに取り付けられる。用具は、同じ2工程を逆の順に行うことにより外すことができる。このツイスト・ロック動作により、外科手術中に外科医は種々の用具を用具ホルダーに迅速に嵌めたり外したりできる。

#### 【0016】

好ましくは、ロック手段は、装着ピンを用具ホルダーにロックするための開放可能ラッチアセンブリから成る。ラッチアセンブリはラッチに連結されたバネ負荷プランジャを含み、これは装着ピンをロックスロット内に捕獲することにより用具を適所に正常にロックする。プランジャは用具ホルダーから外方向に延在するボタンを有し、このボタンはラッチをロックスロットから出すためのものである。このボタンはマニュアルで又は自動的に押すことができ、外科医が用具に容易にアクセスできるとき装着ピンを開放して用具を取り替え可能にする。

#### 【0017】

本発明は、小さな経皮貫通で体空洞（例えば腹部又は胸部空洞）内に導入するよう構成された内視鏡用具を開放可能に保持するのに特に有効である。このために、好ましくは用具は、体空洞内で組織構造と係合する末端エンドと連結したエンドエフェクター（例えば一对の顎部）を含む。エンドエフェクターを作動するため、用具はアクチュエーターピンのような第2のアーム対を有し、これはシャフトから横方向に延在しエンドエフェクターに作動連結する。好ましくは、アクチュエーターピンはシャフトに対して軸方向に変位できてエンドエフェクターを作動する（例えば顎部を開閉する）。用具ホルダーはさらに、エンドエフェクターを作動するための外部ドライバーとアクチュエーターアームに開放可能に連結したアクチュエータードライバーを含む。好ましくは、アクチュエータードライバーは、用具サポートについて説明したのと同様の横方向スロットを備えたツイスト・ロックインターフェースを含み、用具サポートとアクチュエータードライバーの両方に同時に用具を嵌めたり外したりできる。

本発明の他の特徴や利点は以下の記載から明らかとなり、好適実施態様が添付図面に関連して詳細に述べられる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0018】

図面を詳細に参照すると、同じ番号は同じ要素を示しており、マニピュレーターアセンブリ2が本発明の原理に従って描かれている。一般に、マニピュレーターアセンブリ2は、ベース6に取り外し可能に装着された用具ホルダー4と、用具ホルダー4に開放可能に連結された外科手術用具14を操作するためのドライブアセンブリ7とを含む。

#### 【0019】

図1を参照すると、ベース6は、基部及び末端の長サポート部材17、19を有するフレーム16と、ベアリング22を介してサポート部材17、19に回転可能に連結された第1及び第2ボールスプラインシャフト18、20とから成る。以下に詳細に述べるように（図9参照）、フレーム16はさらに、マニピュレーターアセンブリ2をリモート中心

10

20

30

40

50

位置決め器 300 に取り付けるためのサポートブラケット 24 を含む。ドライブアセンブリ 7 は第 1、第 2 及び第 3 ドライブ 8、10、12 を含み、これらはフレーム 16 に装着され外科手術用具 14 に三自由度を与えるように構成される。好適実施態様では、第 1 ドライブ 8 は用具 14 をそれ自身の軸を中心として回転させ、第 2 ドライブ 10 は用具 14 の末端のエンドエフェクター 120 を作動させ、そして第 3 ドライブ 12 は用具 14 をフレーム 16 に対して軸方向に変位させる。もちろん、他の構成が可能なことは当業者には容易に分かるであろう。例えば、アセンブリ 2 は、外科手術用具 14 に別の自由度（例えば用具手首の回転や屈曲）を与えるための更なるドライブを含むことができる。

#### 【0020】

第 1 ドライブ 8 はフレーム 16 に固定された回転ドライブモーター 26 を含み、この回転ドライブモーター 26 は、第 1 シャフト 18 をフレーム 16 に対して回転させるためのドライブベルト 28 により第 1 シャフト 18 に連結される。第 2 ドライブ 10 はフレーム 16 に固定されたグリッパードライブモーター 30 を含み、このモーター 30 は、第 2 シャフト 20 をフレーム 16 に対して回転させるためのドライブベルト 32 により第 2 シャフト 20 に連結される。第 3 ドライブ 12 は垂直ドライブモーター 34 を含み、このモーター 34 は、用具ホルダー 4 をフレーム 16 に対して軸方向に変位するためのドライブベルト 36 及び 2 つのプーリー 38 を介して用具ホルダー 4 に連結される。好ましくは、ドライブモーター 26、30、34 はサーボ制御エレクトロニクス（図示せず）を介してコントローラ機構に連結されて、リモート制御で外科手術用具 14 を操作するための遠隔操縦システムを形成する。患者から遠隔位置にて外科医が入力制御装置を操作するとき、ドライブモーターは外科医の手の動きに追従する。ドライブモーターを制御するための適当な遠隔操縦ロボットシステムは、1992年1月21日提出の一般譲渡された同時係属出願第 08/823,932 号である「臨場感を伴った遠隔操作システム及び方法 (TELE OPERATOR SYSTEM AND METHOD WITH TELEPRESENCE)」に記載されており、参考のためここに添付する。

#### 【0021】

好ましくは、上記遠隔操縦ロボットサーボシステムは、少なくとも 10 Hz の 3 dB カットオフ周波数を示すサーボ帯域を有し、システムが外科医の素早い手の動きに迅速かつ正確に応答できるようにする。このシステムを効果的に操作するために、用具ホルダー 4 は相対的に小さな慣性を有し、ドライブモーター 26、30、34 は相対的に小さい比のギヤ又はプーリー連結を有する。

#### 【0022】

特定の実施態様では、外科手術用具 14 は内視鏡用具であり、これは経皮貫通して腹部又は胸部空洞のような体空洞内に導入するように構成される。この実施態様では、マニピュレータアセンブリ 2 はフレーム 16 の末端サポート部材 19 上のカニューレ 50 を支持し、これは内視鏡外科手術処置の間は入口用の切り口内に配置される（図 1 ではカニューレ 50 は概略的に描かれており、一般にはずっと長いことに留意せよ）。好ましくは、カニューレ 50 は、結腸切除やニセン・ファンドプリケーション (Nissen fundoplication) のような胸部内視鏡外科手術に適応した従来の気密トロカールスリーブである。

#### 【0023】

図 1 に示されているように、好ましくはカニューレ 50 は、カニューレ 50 内の環状ベアリング 54 に装着された力感知エレメント 52（例えば歪みゲージ又は力感知抵抗器）を含む。外科手術中ベアリング 54 は用具 14 を支持し、用具が回転し且つベアリング 54 の中心穴を通して軸方向に移動できるようにする。ベアリング 54 は、用具 14 により与えられる横方向の力を力感知エレメント 52 に伝え、この力感知エレメント 52 は、コントローラ機構に作動連結され、遠隔操縦ロボットシステムにおいて外科医が保持している入力制御装置（図示せず）にこれらの力を伝える。このようにして、外科手術切り口を取り囲む組織のようなカニューレ 50 に作用する力により妨害されることなく、又はマニピュレータアセンブリ 2 に作用する重力や慣性力により妨害されることなく、用具 14 に作用する力が検出できる。このことにより、ロボットシステムにおいてマニピュレー

ターアセンブリを使用するのが容易になる。というのは、外科医は用具 14 の端に作用する力を直接感知するからである。もちろん、用具 14 の末端エンドに作用する重力も力感知エレメント 52 により検出される。しかしながら、これらの力は、用具の直接操作中においても外科医により感知されるものである。

#### 【0024】

図 1 に示されているように、用具ホルダー 4 はボールスプラインベアリング 62、64 を介してシャフト 18、20 上に装着されたシャシー 60 を含み、シャシー 60 はシャフト 18、20 に対して軸方向に動くことは出来るがシャフト 18、20 と共に回転することは防止される。好ましくは、シャシー 60 は、ステンレス鋼のように高温消毒工程での膨張に耐える材料から構成されるので、シャシー 60 は外科手術処置の後に消毒できる。シャシー 60 は、外科手術用具 14 を受け入れるための中心空洞 66 と、シャシー 60 から横方向に延在するアーム 68 を含む。アーム 68 はドライブベルト 36 に固定され、ドライブベルト 36 の回転により用具ホルダー 4 をシャフト 18、20 に沿って軸方向に移動させる。

10

#### 【0025】

用具ホルダー 4 はベース 6 及びドライブモーターに取り外し可能に連結され、ホルダー 4 全体を取り外して蒸気、熱圧力、化学薬品などのような従来の方法により消毒できる。好適な構成では、アーム 68 は、回転できドライブベルト 36 からアームを開放するトグルスイッチ 69 を含む(図 1)。加えて、図 1A に示されているように、シャフト 18、20 はベアリング 22 に取り外し可能に連結され、フレーム 16 のサポート部材 17、19 からシャフトを軸方向に引っ込められる。このために、好ましくは末端ベアリング 22 は、シャフト 18、20 の取り外しを可能にするための連結機構を含む。図 7 に示されているように、末端サポート部材 19 は各末端ベアリング 22 内にサポートカラー 71 を含み、この末端ベアリング 22 は、シャフト 18、20 の一つに対する通路用の内部穴 72 を備える。各サポートカラー 71 は内部溝 73 を有し、シャフト 18、20 の各々はそれらの下端部近くに環状溝 74 を有し(図 1A 参照)、この環状溝 74 は、シャフトがフレーム 16 内に適切に装着されると内部溝 73 と整列する(図 1)。バネクリップ 75 は各内部溝 73 内に置かれ、それぞれのサポートカラー 71 内に各シャフト 18、20 を保持する。バネクリップ 75 は切れ目(図示せず)を有し、シャフトに軸方向の閾値力が働く際にシャフト 18、20 の取り外しを可能にする。

20

30

#### 【0026】

用具ホルダー 4 をベース 6 から取り外すため、オペレーターはトグルスイッチ 69 を回転してドライブベルト 36 からアーム 68 を開放しドライブ 8、10 からドライブベルト 28、32 を取り外す。図 1A に示されているように、オペレーターは用具ホルダー 4 を保持しシャフト 18、20 を上方に引っ張って、バネクリップ 75 を開放するのに十分な力を与える。シャフト 18、20 は末端ベアリング 22 から外れてボールスプラインベアリング 62、64 を介してスライドし、その結果用具ホルダー 4 はベース 6 から分離される。本発明は、用具ホルダー 4 をベース 6 及びドライブアセンブリ 7 に取り外し可能に連結するための上記手段に制限されるものでないことは理解すべきである。例えば、外科医が単純に部材 19 を取り外してホルダーを下方にシャフト 18、20 からスライドさせるように、末端サポート部材 19 はフレーム 16 の残りの部分と取り外し可能に連結できる。同様に、基部サポート部材 17 をフレーム 16 に取り外し可能に連結できる。あるいは、ドライブモーターは、ベース 6 に取り外し可能に取り付けられた別のサーボボックス(図示せず)内に収容できる。この構成では、サーボボックスはベース 6 から取り外されて、ベース 6 全体がホルダー 4 と共に消毒できる。

40

#### 【0027】

ベース 6 の下部(末端サポート部材 19 を含む)も、(例えばベース 6 の下部を消毒槽に浸すことにより)消毒でき、ホルダー 4 又は用具 14 と接触する部分を浄化できる。この種の消毒を容易にするために、好ましくはシャフト 18、20 は図 1 に示されているものより幾らか長くし、ベース 6 の下部(ドライブアセンブリ 7 を含む)をホルダー 4 及び

50

用具 14 から十分に離して配置する。この様にして、遠隔操縦ロボットシステムで求められるドライブモーター又は電気接続を損傷することなく、外科手術処置の後に外科手術マニピュレーターを容易に消毒できる。

【0028】

用具ホルダー 4 はさらに、外科手術用具 14 をマニピュレーターアセンブリに開放可能に連結するための用具サポート 70 (詳細は図 3 A 参照) を含む。用具サポート 70 は装着ベアリング 74 を介してシャシー 60 内に回転可能に取り付けられ、サポート 70 及び用具はそこで回転できる。図 1 に示されているように、サポート 70 は環状リングギア 76 と外接し、この環状リングギアの歯は、第 1 シャフト 18 に装着されたドライブギア 78 の歯と噛み合う。ドライブギア 78 は第 1 シャフト 18 と共に回転するように第 1 シャフト 18 の回りに構成され、それと共に用具サポート 70 と外科手術用具を回転させる。ドライブギア 78 は第 1 シャフト 18 に対して軸方向にも動くよう構成され、用具ホルダー 4 をフレーム 16 に対して軸方向に移動可能とする。

10

【0029】

用具ホルダー 4 はさらに、軸方向ガイドスロット 82 内でシャシー 60 のどちらかの側面に移動可能に取り付けられたアクチュエータードライバー 80 を含む (詳細は図 5 を参照)。アクチュエータードライバー 80 はリングギア 86 を有する螺旋アクチュエーター 84 (詳細は図 6 B 参照) を含み、このリングギア 86 は、第 2 シャフト 20 に装着されたグリッパードライブギア 88 と噛み合う。第 2 シャフト 20 が回転することにより、グリッパードライブギア 88 が回転し、それによりシャシー 60 内でリングギア 86 及び螺旋アクチュエーター 84 を回転させる。アクチュエータードライバー 80 はさらに、外科手術用具 14 のエンドエフェクターアクチュエーターを用具ホルダー 4 に開放可能に連結するためのアクチュエーターキャリッジアセンブリ 90 (詳細は図 6 A 参照) を含む (図 2 参照)。以下において更に詳細に述べるように、キャリッジアセンブリ 90 は螺旋アクチュエーター 84 及びシャシー 60 内に装着され、螺旋アクチュエーター 84 が回転することに応じてキャリッジアセンブリ 90 がシャシー 60 に対して軸方向に移動する。

20

【0030】

図 2 A 及び図 2 B には、遠隔操縦ロボット外科手術のためのマニピュレーターアセンブリ 2 のようなモーター駆動マニピュレーターにより操作できる内視鏡外科手術用具 14 の特定の実施例が示される。外科手術用具 14 は、経皮貫通を通して体腔内に送るのに適した従来の種々の内視鏡用具 (例えば組織把持器、針ドライバー、マイクロ鋏、電気メス解剖用具など) とできる。好適実施態様では、用具 14 は、基部エンド 102、末端エンド 104 及びそれらの間の長手方向軸 106 を有するシャフト 100 を含む組織把持器である。刻み付きハンドル 114 がシャフト 100 の基部エンド 102 に取り付けられ、用具 14 の操作を容易にする。

30

【0031】

好ましくは、シャフト 100 は 2 ~ 10 mm の範囲 (通常は 4 ~ 8 mm) の外径を有するステンレス鋼管であり、2 ~ 15 mm の範囲の内径を有するカニューレ内に嵌まる。シャフトもまた患者の経皮切り口を通して直接導入される。シャフト 100 は、腹部のような体腔内の目標場所にとどき且つ体腔から十分に延びるような長さで設定され、外科手術用具 14 を容易に操作できるようにする。よって、シャフト 100 は少なくとも 10 ~ 40 cm の間、好ましくは 17 ~ 30 cm の間とすべきである。図面ではシャフト 100 は円形の断面形状を有して示されているが、その他矩形、三角形、楕円または溝状の断面形状とできる。

40

【0032】

特定の構成では、シャフト 100 は、用具サポート 70 及びマニピュレーターアセンブリ 2 の第 1 ドライブ 8 に対して開放可能に外科手術用具 14 を連結するための装着手段を含む。好適実施態様では、装着手段はシャフト 100 から横方向外側に延在する 1 対の対向装着ピン 116 から成る。装着ピン 116 はシャフト 100 にしっかりと接続され、以下で詳細に説明するように用具サポート 70 上のツイスト・ロック・インターフェースと

50

係合するのに適している。本発明は一对の対向ピンに限定されるものではなく、装着手段には一つの装着ピン又はシャフトの周囲に延在する複数のピンを含み得ることも分かる。その他、ピン 116 はもし望めば球状や環状のような様々な別の形状を有し得る。

#### 【0033】

用具 14 はエンドエフェクター 120 を含み、これは末端エンド 104 から延在し、腹腔鏡外科手術の間、腹部のような患者の組織構造に係合する。好適実施態様では、エンドエフェクター 120 は 1 対の顎部 122、124 を含み、これらは開閉位置間で移動可能で血管を掴んだり、縫合用縫糸を保持したりする。好ましくは、顎部 122、124 は横方向溝又は対向表面上に別の構造特徴（図示せず）を有し、組織構造を掴むのを容易にする。顎部 122、124 により組織を損傷するのを避けるために、顎部は、顎部 122、124 を包むゴム製のエラストマースリーブ、フォーム又は外科手術ガーゼのような非外傷性手段（図示せず）をも含む。

10

#### 【0034】

顎部 122、124 を開閉位置間で移動させるために、用具 14 はエンドエフェクターアクチュエーターを含み、これはアクチュエータードライバー 80 及びマニピュレーターアセンブリ 2 の第 2 ドライブ 10 に開放可能に連結される（図 4 参照）。好適実施態様では、エンドエフェクターアクチュエーターは一对の対向アクチュエーターピン 132 を含み、これらのピンはシャフト 100 内で軸方向に延在するスロット 134 から横方向に突出している。アクチュエーターピン 132 は長ロッド 136 に連結され、この長ロッドはシャフト 100 の内腔 138 内にスライド可能に配置される。アクチュエーターピン 132 はスロット 134 内でスライド可能であり、そのため、ロッド 136 はシャフト 100 及び装着ピン 116 に対して軸方向に移動可能であり従来技術のように顎部 122、124 を開閉する。長ロッド 136 は、シャフト 100 内の内腔 142 内に配置された基部部分 140 を有し、アクチュエーターピン 132 が横方向に動くのを防ぎ、外科手術処置の間、ロッド 136 がシャフト 100 内で一般に中心に確実に残るようにする。

20

#### 【0035】

好ましくは、顎部 122、124 は環状圧縮バネ 144 により閉位置に置かれ、この環状圧縮バネはシャフト 100 内においてアクチュエーターピン 132 とシャフト 100 の内面に固定された環状ディスク 146 の間に配置される。このことにより、内視鏡処置の間、外科手術チームはカニューレ 50 内に組織を突き刺すことなく、又は周囲の組織を損傷することなく、カニューレ 50（又は他のタイプの経皮貫通）を通して体腔内に顎部 122、124 を導入できる。

30

#### 【0036】

図 3 A、図 3 B、図 4 にはツイストロック機構が示されており、これは外科手術用具 14 をマニピュレーターアセンブリ 2 に開放可能に接続し、内視鏡外科手術処置の間、異なる用具を素早く交換できるようになっている。図 3 A に示されているように、用具サポート 70 は環状カラー 200 を含み、これは外科手術用具 14 のシャフト 100 を受け入れるための中心穴 202 を定める。カラー 200 はさらに軸方向に延在し穴 202 と連通したスロット 204 を定め、このスロットは、装着を可能にし且つ用具 14 のアクチュエーターピン 116、132 がそれを通してスライドできるようなサイズにされる（図 4 参照）。2 つのロックスロット 206 が横断角度（好ましくは  $90^\circ$ ）にて環状カラー 200 内に軸方向延在スロット 204 まで切り込まれる（ロックスロットのうちの一つだけが図 3 A には示されている）。以下で議論するように、ロックスロット 206 は環状カラー 200 の中心近くにてスロット 204 と交差し、穴 202 の周囲（好ましくは約  $90^\circ$ ）に延在し両方の装着ピン 116 がそれを介して回転できる。

40

#### 【0037】

図 3 A、図 8 に示されているように、用具サポート 70 はさらに、装着ピン 116 をロックスロット 206 内にロックするための手段を含み、それにより、外科手術中に用具が偶然に捻られて用具サポート 70 から外れることはない。好ましくは、図 3 A に示されているように、ロック手段はプランジャ 210 を有するラッチアセンブリを含み、このプラ

50

ンジャがカラー 200 の穴 212 内にスライド可能に配置される。プランジャ 210 は L 型ラッチ 213 を含み、この L 型ラッチは、穴 212 を通って延在するロッド 215 により開放ボタン 214 に連結される。プランジャ 210 は第 1 位置と第 2 位置の間で移動可能である。この第 1 位置では、ラッチ 213 はロックスロット 206 内に配置されて装着ピン 116 はそれを通して自由に回転でき、上記第 2 位置では、ラッチ 213 はロックスロット 206 の一つ内に少なくとも部分的に配置されて装着ピン 116 が回転するのを防ぐ。好ましくは、ラッチ 213 は圧縮バネ 216 により第 2 位置、即ちロック位置に置かれる。

#### 【0038】

外科医によるマニュアル操作又はベース 6 による自動操作のためのボタン 214 が、サポート 70 の上面に設けられる。好ましくは、用具ホルダー 4 がその最も基部の位置に動かされたとき（図 1 参照）、フレーム 16 の基部サポート部材 17 は開放スイッチ 214 を押し下げてラッチ 213 を第 1 位置即ち開放位置に移動させる。この構成により、用具ホルダー 4 が最も基部の位置にあり用具 14 のシャフト 100 が容易にアクセス可能なときのみ、用具を交換できる。加えて、このことにより、用具の末端がカニキュレ 50 に貫通して体腔内にあるとき用具が偶然に開放されることが防げる。

#### 【0039】

交差する軸方向スロット及びロックスロット 204、206 は、外科手術用具 14 の装着ピン 116 を用具ホルダー 4 に開放可能に連結するためのインターフェースを形成する。図 4 に示されるように、用具 14 を挿入するために、外科医は装着ピン 116 を軸方向スロット 204 に整列させ、装着ピン 116 がロックスロット 206 に整列するまで環状カラー 200 の穴 202 を通して用具をスライドさせる。それから、用具はロックスロット 206 を通して十分なだけ（好ましくは約 1/4 回転）回転され、ピンが軸方向スロット 204 にもはや整列しないようにする。用具 14 が末端に移動すると、スイッチ 214 が開放され（図 1）、ラッチ 213 がロックスロット 206 内に移動し、装着ピン 116 が回転し戻り軸方向スロット 204 に整列することを防ぎ、用具 14 が用具サポート 70 に固定される。一つの装着ピンを上記構成と共に用いて外科手術用具をサポートにロックすることに留意すべきである。しかしながら、2つの対向ピンが好ましい。というのは、この構成によりロックスロット 206 の内面に作用する捩り力が減じられるからである。

#### 【0040】

好ましくは、図 8 に示されているように、ロック手段はカラー 200 内に配置されたボール止め金 217 を含む。ボール止め金 217 はバネ 218 によりロックスロット 206 の一つ内上方に置かれる。ボール止め金 217 は、軸方向スロット 204 に整列した位置から約 90° 回転した位置に装着ピン 116 を一時的に捕獲する働きをする。このことにより、用具 14 が用具ホルダー内にツイストされた際、装着ピンが完全に回転されて適切な位置におかれる（即ちラッチ 213 から離れる）。さもなければ、スイッチ 214 が開放された際、ラッチ 213 が装着ピン 216 と係合してラッチがロック位置に完全に移動することが出来なくなり、それにより外科手術の間に用具 14 が偶然外れる可能性が生じてしまう。

#### 【0041】

図 3 B、図 4、図 5 に示されているように、用具ホルダー 4 のアクチュエータードライバー 80 はさらに、用具 14 のアクチュエーターピン 132 を開放可能に保持し移動させるためのアクチュエーターピンキャッチ 220 を含む。アクチュエーターピンキャッチ 220 は用具サポート 70 と同様に構成され（図 3 A）、環状カラー 222 を含み、この環状カラーは、シャフト 100 を受け入れる穴 224 及びアクチュエーターピン 132 を受け入れる軸方向延在スロット 226 を定める。装着ピンに関して上記議論したように、ロックスロット 228 は 90° の角度にてアクチュエーターピンキャッチ 220 内に切り込まれ、アクチュエーターピンはロックスロット内に回転できアクチュエーターピン 132 をアクチュエータードライバー 66 に連結する。アクチュエーターピン 132 は装着ピン

10

20

30

40

50

116の末端に位置するので(好ましくは用具はまず顎部が挿入される)、スロット226はカラー222を通過して完全に延在する必要はない。もちろん、アクチュエーターピン132及び装着ピン116は、もし望めば装着ピンがアクチュエーターピンの末端にくるように逆にできる。

【0042】

図6Aを参照すると、アクチュエーターピンキャッチ220はアクチュエーターキャリッジアセンブリ90内のボールベアリング230に回転可能に取り付けられる。ベアリング230により、ピンキャッチ220は軸方向の相対的な運動を防ぎつつキャリッジアセンブリ90内で自由に回転できる。よって、用具14が第1ドライブ8により回転される際、アクチュエーターピン132はキャリッジアセンブリ90内で回転する。キャリッジアセンブリ90はさらに、一对の内部ローラー236及び一对の外部ローラー238を回転可能に支持するための2組の心棒232を含む。図1に示されているように、外部ローラー238はシャシー60の軸方向ガイドスロット82内にスライド可能に配置され、キャリッジアセンブリ90がシャシー60に対して回転するのを防ぐ。内部及び外部ローラー236、238は螺旋アクチュエーター84及び用具ホルダー4のシャシー60と協働してホルダーに対して軸方向に移動し、それにより、ピンキャッチ220及びアクチュエーターピン132をそれらと共に用具14のシャフト100に対して軸方向に移動させる(上述のようにこのシャフトは顎部122、124を作動させる)。

【0043】

図6Bに示されているように、螺旋アクチュエーター84は、キャリッジアセンブリ90及び外科手術用具14を受け入れる中心穴240と、2つの対向螺旋溝242、244を含み、これらの溝の各々は螺旋アクチュエーター84の周囲に延在し(好ましくは180°より僅かに小さく)て図5に示されるようにキャリッジアセンブリ90の内部ローラー236を受け入れる。シャシー60の軸方向ガイドスロット82内に拘束された外部ローラー238により、螺旋アクチュエーター84が回転することでキャリッジアセンブリ90(及びアクチュエーターピンキャッチ220)が回転の感度に依存して上下に移動する。螺旋アクチュエーター84の対称的な設計ゆえに、第2ドライバー10により作用する作動力は用具14の如何なる効果的な側面負荷も発生させず、このことにより、軸方向(第3ドライバー12)及び回転(第1ドライバー)のような他の自由度との摩擦連結が避けられる。好適実施態様では、螺旋溝242、244のピッチは、機構が容易に後方駆動できるように設定され、位置サーボ遠隔操作システムにおいて掴み力を感知することが可能となる。

【0044】

図3A、図3Bに示されるように、用具ホルダー4はさらに、用具サポート70に固定された一对の軸方向ガイドピン250、252を含む。アクチュエーターピンキャッチ220は、ガイドピン250、252を受け入れる一对の開口254、256を有する。ガイドピン250、252は、ピンキャッチ220とサポート70の間での相対的な回転を防ぎ(その結果、アクチュエーター及び装着ピン116、132は両方とも用具と共に回転できる)、そして互いに相対的な軸方向の運動を可能にする(その結果、エンドエフェクター120はアクチュエーターピン132の軸方向移動により作動され得る)。

【0045】

図9はリモート中心位置決め器300の立面図であり、これは患者の上でマニピュレーターアセンブリ2を支持するのに用いることができる(サポートマニピュレーター2は図8には示されていないことに留意)。リモート中心位置決め器300はマニピュレーターアセンブリ2に対して2自由度を与え、入り口切り口に一致する地点308の回りに回転するよう拘束する。好ましくは、地点308はカニューレ50内のベアリング54のほぼ中心となる(図1)。リモート中心位置決め器300の更に完全な説明は、一般譲渡された同時係属出願第08/062,404号、1993年5月14日提出、「リモート中心位置決め器」に記載されており、参考のためここに添付する。

【0046】

10

20

30

40

50

第1リンク手段は参照番号321により一般的に示され、平行四辺形の形式の第2リンクは参照番号323により示される。第1リンク手段はベースプレート上に回転自在に装着されてx-x軸の回りを回転する。第2リンク手段は第1リンク手段に回転自在に接続され、第1リンクと平行な面内を移動するよう適合される。5つのリンク部材(その延長部を含む)311、312、313、314、315は、ピボット継ぎ手316-320と共に接続される。エレメント313の一部は平行四辺形リンクのピボット320を越えて延在する。平行四辺形リンクは、リンク部材313において操作エンドを有し、リンク部材312において駆動エンドを有する。後に望まれるように、延長されたエレメント313は、外科手術用具、又はマニピュレータアセンブリ2のサポートブラケット24のような他の装置を支持できる。ピボット継ぎ手により、リンク部材を含む平面内でのみリンク部材の相対的な運動が可能となる。

【0047】

平行四辺形リンクは、対応するリンク部材314、315及びリンク部材312、313により形成される。平行四辺形のリンク部材314、315の部分は、平行四辺形の部材312、313の部分と同じ長さである。これらの部材は平行四辺形内で共に接続され、それらの部材により形成される平面内でのみ相対的な運動を行う。参照番号322により一般に示された回転自在継ぎ手は、適当なベース324に接続される。回転自在継ぎ手322は、ベースサポート手段324に固定装着するのに適応したベースプレート326上に取り付けられる。ピボットプレート328は、例えばピボット330、332において適当な手段によりベースプレート326に回転自在に取り付けられる。よって、ピボットプレート328は所望の角度 $\alpha$ だけ軸x-xの回りを回転できる。これは、マニュアルまたは適当なピボットドライブモーター334により行うことができる。

【0048】

第1リンクは、回転自在継ぎ手322のピボットプレート328上に回転自在に取り付けられる。リンクエレメント311、312及びリンク部材は相対的に固くて曲がらず、そのため外科手術で用いられる用具を適切に支持できる。アルミニウムや他の金属製のロッドはそのようなリンクとして有効である。リンクエレメント311、312はベースプレート328上に回転自在に取り付けられ、ピボット336、338により回転自在継ぎ手に対して回転する。少なくとも一つのピボット336、338が、回転のその軸がx-x軸に垂直となり且つx-x軸と交差するように、位置決めされる。移動はマニュアルでも行えるし、リンクドライブモーター340を用いても行える。第1リンクもまた、リンクエレメント311、312、ピボット316、318によりそれらに接続されたリンク部材315の部分、及びベースプレート328により形成された平行四辺形の形式の形状とされる。よって、リンク部材315の一つは、第1及び第2リンク手段321、323の両方において使用される。リンクエレメント312はまた、第1及び第2リンク手段321、323の両方の共通リンクを形成する。本発明に従い、リンクエレメント311が回転する際、及び/又はピボットプレート328が軸x-xの回りを回転する際、上記実施態様の装置により球回転のリモート中心308が与えられる。よって、エレメント313のエンドは所望の角度 $\beta$ 及び $\gamma$ だけ移動でき、またはそれ自身の軸の回りに回転できる一方、回転のリモート中心は同じ配置のままである。

【0049】

図9には、リモート中心位置決め器300のベースに取り付けられたクリノメーター350も示されている。リモート中心位置決め器は、実行される特定の外科手術に依存して、垂直に対して任意の方向に取り付けることができ、クリノメーター350はこの方向を測定するのに用いることができる。測定された方向は、遠隔操縦ロボットシステムを制御するのに必要なサーボ制御信号を計算して実行するのに用いることができ、外科医がシステム機構に作用する重力を感じないようにする。

【0050】

本発明の精神を逸脱することなく他の人により改変及び変更は為し得る。例えば、本発明は内視鏡外科手術に制限されないことを理解すべきである。実際、遠隔操縦ロボット制

御機構に従った用具ホルダー 4 は特にオープン外科手術処置の間有効であり、異なる部屋又は完全に違う病院のような遠隔場所から外科医が手術するのを可能にする。

【図面の簡単な説明】

【0051】

【図1】本発明によるマニピュレーターアセンブリに装着されたロボット内視鏡外科手術用具の部分断面立面図である。

【図1A】図1のマニピュレーターアセンブリの部分断面立面図であり、用具ホルダーがアセンブリの残りの部分から取り除かれているのを示す。

【図2A】図1の外科手術用具の拡大された側断面図である。

【図2B】図1の外科手術用具の拡大された前面断面図である。

【図3】図3Aと図3Bは、それぞれ用具サポートとアクチュエーターピンキャッチの斜視図であり、外科手術用具をマニピュレーターアセンブリに開放可能に装着するものである。

【図4】図3Aと図3Bの用具サポートとアクチュエーターピンキャッチ内に装着された外科手術用具の前面立面図である。

【図5】図3Bのアクチュエーターピンキャッチを軸方向に移動させるためのアクチュエータードライバーの前面立面図である。

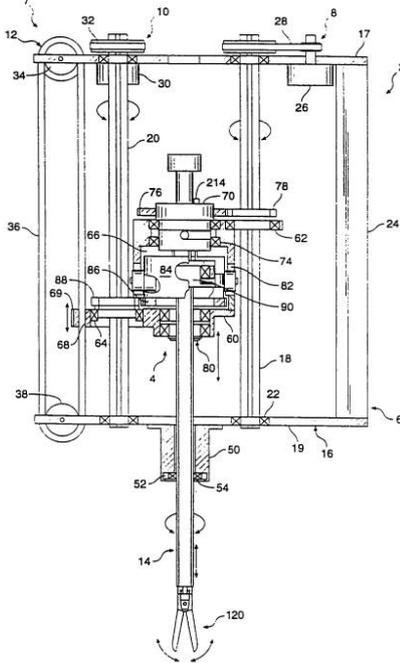
【図6】図6Aと図6Bは、図5のアクチュエーターキャリッジアセンブリと螺旋アクチュエーターの拡大断面図である。

【図7】図1のマニピュレーターアセンブリのフレームの一部の拡大詳細図であり、フレームからシャフトを取り外すための連結機構を示す。

【図8】図3Aの用具サポートの部分断面図であり、本発明によるツイストロックインターフェースのためのロック機構を示す。

【図9】図1のマニピュレーターアセンブリを保持するためのリモート中心位置決め器の立面図である。

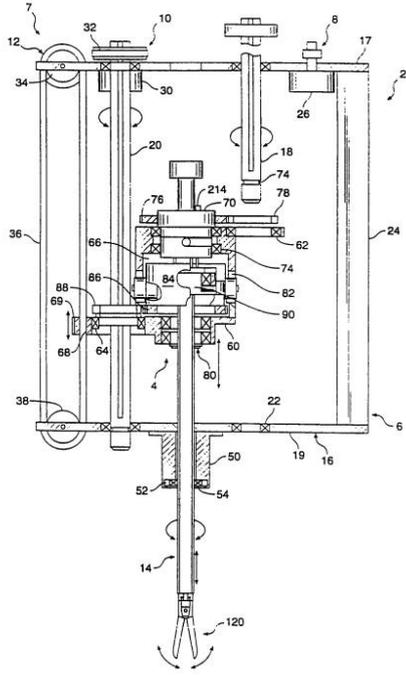
【図1】



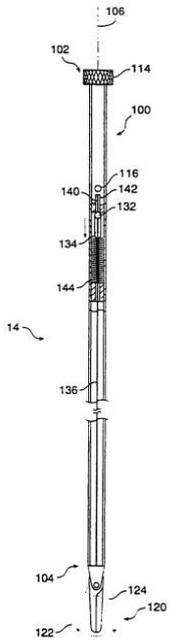
10

20

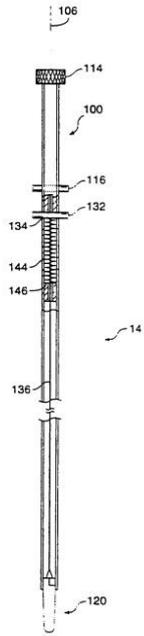
【 図 1 A 】



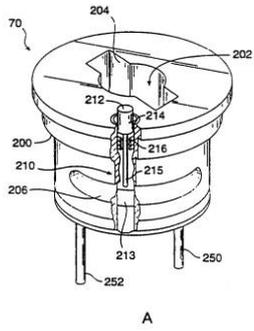
【 図 2 A 】



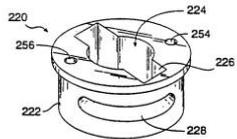
【 図 2 B 】



【 図 3 】

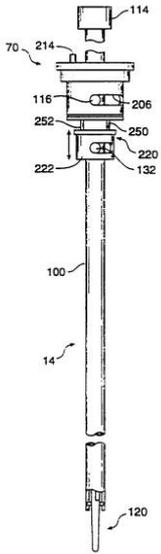


A

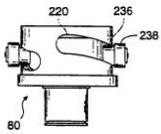


B

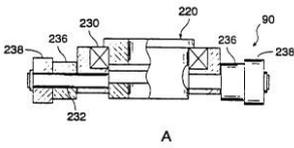
【 図 4 】



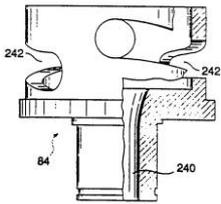
【 図 5 】



【 図 6 】

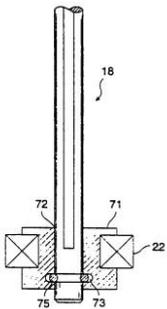


A

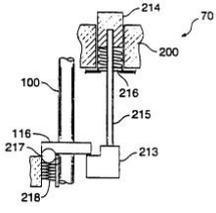


B

【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】

