

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4601727号
(P4601727)

(45) 発行日 平成22年12月22日 (2010.12.22)

(24) 登録日 平成22年10月8日 (2010.10.8)

(51) Int. Cl.

F 1

A 6 1 B 17/28 (2006.01)
 A 6 1 B 18/12 (2006.01)
 A 6 1 B 19/00 (2006.01)
 A 6 1 B 1/00 (2006.01)
 B 2 5 J 13/08 (2006.01)

A 6 1 B 17/28 3 1 O
 A 6 1 B 17/39 3 2 O
 A 6 1 B 19/00 5 O 2
 A 6 1 B 1/00 3 3 4 D
 B 2 5 J 13/08 Z

請求項の数 10 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2010-529157 (P2010-529157)
 (86) (22) 出願日 平成22年1月14日 (2010.1.14)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2010/050333
 (87) 国際公開番号 W02010/109932
 (87) 国際公開日 平成22年9月30日 (2010.9.30)
 審査請求日 平成22年7月23日 (2010.7.23)
 (31) 優先権主張番号 特願2009-71576 (P2009-71576)
 (32) 優先日 平成21年3月24日 (2009.3.24)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 304050923
 オリンパスメディカルシステムズ株式会社
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
 (74) 代理人 100108855
 弁理士 蔵田 昌俊
 (74) 代理人 100091351
 弁理士 河野 哲
 (74) 代理人 100088683
 弁理士 中村 誠
 (74) 代理人 100109830
 弁理士 福原 淑弘
 (72) 発明者 中村 俊夫
 日本国東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
 オリンパスメディカルシステムズ株式
 会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡処置用ロボットシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内視鏡装置に付随して体腔内に挿入され、ワイヤ操作で可動する把持部材により所望する生体を把持する把持部と、

前記把持部を先端に設けて、少なくとも1自由度以上の自由度を有し、所望する角度に屈曲又は延伸する多関節構造を有するマニピュレータ部と、

前記把持部の把持動作及び前記多関節構造の部位を可動するためのワイヤの牽引及び繰り出しを行う処置具駆動部と、

前記把持部が前記生体を把持した際に、前記把持部材における把持力を検出する把持力検出部と、

把持状態の前記把持部が移動された際に、前記把持力検出部が検出した前記把持力が予め設定した閾値の範囲内に収まるように、前記処置具駆動部に前記把持部材のワイヤ操作を指示する制御部と、

を具備することを特徴とする内視鏡処置用ロボットシステム。

【請求項 2】

前記処置具駆動部は、

前記把持部の前記把持部材及び前記マニピュレータ部の多関節構造の可動部位毎に、それぞれ一端が連結された一対の前記ワイヤの他端がそれぞれ連結されるプーリと、

前記プーリを軸支し、前記制御部の制御により駆動するモータと、で構成され、

前記プーリの回転に伴い、前記ワイヤを牽引及び繰り出させることにより、前記把持部

材の開閉及び前記多関節構造の可動部位を所望する角度に屈曲又は延伸させることを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡処置用ロボットシステム。

【請求項 3】

前記把持力検出部は、前記把持部の前記把持部材に連結する前記ワイヤの張力に基づく把持力を検出するワイヤ張力センサにより構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡処置用ロボットシステム。

【請求項 4】

前記把持力検出部は、前記把持部の前記把持部材に 1 つ以上配置され、前記生体を把持した際に、把持圧力値を出力する圧力センサにより構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡処置用ロボットシステム。

10

【請求項 5】

前記マニピュレータ部は、複数のロッド部材と複数の関節部材を交互に連結し、X Y Z 方向、回転方向、ヨー方向及びピッチ方向の 6 自由度に、自在に屈曲するように構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡処置用ロボットシステム。

【請求項 6】

前記把持部は、

2 つの前記把持部材が絶縁材料により形成され、前記把持部材のそれぞれの把持面に設けられる電極と、

前記生体を把持した際に、これらの電極に高周波電力を印加する高周波電源と、
を備え、前記生体に対して封止及び溶着を含む高周波処置を施すパイプーラ高周波処置治具としての機能を具備することを特徴とする請求項 3 に記載の内視鏡処置用ロボットシステム。

20

【請求項 7】

2 つの前記把持部材が絶縁材料により形成され、一方の前記把持部材の把持面に設けられる電極と、

前記電極の近傍に配置される対向電極と、

前記生体を把持した際に、前記電極に高周波電力を印加する高周波電源と、
をさらに備え、

前記生体に対して封止及び溶着を含む高周波処置を施すモノポーラ高周波処置治具としての機能を具備することを特徴とする請求項 3 に記載の内視鏡処置用ロボットシステム。

30

【請求項 8】

前記把持部の非把持面に前記圧力センサが配置され、2 つの前記把持部材が絶縁材料により形成され、前記把持部材のそれぞれの把持面に設けられる電極と、

前記生体を把持した際に、これらの電極に高周波電力を印加する高周波電源と、
をさらに備え、

前記生体に対して封止及び溶着を含む高周波処置を施すパイプーラ高周波処置治具としての機能を具備することを特徴とする請求項 4 に記載の内視鏡処置用ロボットシステム。

【請求項 9】

前記把持部の非把持面に前記圧力センサが配置され、

2 つの前記把持部材が絶縁材料により形成され、一方の前記把持部材の把持面に設けられる電極と、

40

前記電極の近傍に配置される対向電極と、

前記生体を把持した際に、前記電極に高周波電力を印加する高周波電源と、
で構成され、前記生体に対して封止及び溶着を含む高周波処置を施すモノポーラ高周波処置治具としての機能を具備することを特徴とする請求項 4 に記載の内視鏡処置用ロボットシステム。

【請求項 10】

前記把持部及び前記マニピュレータ部を遠隔的に操作するための指示入力装置となるマスタ部を具備するマスタスレーブ型ロボットシステムであることを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡処置用ロボットシステム。

50

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、体腔内に挿入される処置具の把持状態を適正に維持する内視鏡処置用ロボットシステムに関する。

【背景技術】**【0002】**

一般に、体腔内に挿入された内視鏡本体や鉗子チャンネルに挿通される処置具に対して、所望する動作を遠隔的に操作する内視鏡用ロボットアームシステムが知られている。

【0003】

このシステムにおいて、外部に設置されたマスタ部は、ジョイスティック又は複数の関節部材とロッド部材が交互に連結されて構成される操作部と、操作部の動きを電気信号に変換して操作信号として出力するマスタ制御部と、により構成されている。処置具は、先端部分の可動部位がワイヤ等を介して処置具駆動部内でモータ駆動されるプーリ等に連結されている。この操作部を操作することにより、モータによりプーリが回転され、ワイヤが繰り出し又は牽引される。その結果、体腔内に挿入された処置具、例えば把持鉗子のアームやアーム先端に設けた把持部で生体サンプル（病変部等）を把持させて上方に引上げる等、把持した状態で所望する方向に移動させることができる。その代表例としては、軟性部を有する多自由度ロボティックス処置具が知られている。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献1】日本国 特開2002-200091号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

前述した多自由度ロボティックス処置具は、アーム先端に設けた把持部で生体サンプルを把持した状態で、アームの関節部の曲げ、又は軟性部の屈曲により自由に駆動させることができる。

【0006】

アームの関節を曲げて把持した状態の把持部を所望する位置に移動させた際に、その移動方向に応じて、屈曲される関節部や延伸する関節部がある。これらの屈曲又は延伸動作により、把持状態を維持させているワイヤに弛みが生じて把持力が低下したならば、生体サンプルが把持部から外れる可能性がある。その反対に、そのワイヤの引きが強くなり把持力がさらに強くなる可能性もある。これらは、軟性部及び関節部が屈曲された状態では、構造上、屈曲部の外側と内側ではワイヤの経路長が異なること及び、関節部に掛かるワイヤとワイヤを通したコイルパイプとの摩擦が変化することのため、屈曲の程度により把持力にばらつきが生じることが原因と考えられる。

【0007】

また処置具としては、2つの高周波ブレードで構成される可動把持部材で生体を挟んで処置を行うバイポーラ高周波処置具及び、一方側が高周波ブレードで他方がセラミック等の絶縁部材構成される可動把持部材で生体を挟んで処置を行うモノポーラ高周波処置具が知られている。これらの高周波処置具において、正確な処置を実現させるためには、把持部を移動させたとしても処置対象となる生体を適正な把持力で把持する状態を維持しなければならない。

【0008】

そこで本発明は、多関節構造のロボティックス処置具に設けられた生体を把持するための把持部の把持力を検出する検出部を備え、生体を把持している把持部の移動中に得られた検出値に基づき、正常な把持状態を維持させることができる内視鏡処置用ロボットシステムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0009】**

本発明は上記目的を達成するために、内視鏡装置に付随して体腔内に挿入され、ワイヤ操作で可動する把持部材により所望する生体を把持する把持部と、前記把持部を先端に設けて、少なくとも1自由度以上の自由度を有し、所望する角度に屈曲又は延伸する多関節構造を有するマニピュレータ部と、前記把持部の把持動作及び前記多関節構造の部位を可動するためのワイヤの牽引及び繰り出しを行う処置具駆動部と、前記把持部が前記生体を把持した際に、前記把持部材における把持力を検出する把持力検出部と、把持状態の前記把持部が移動された際に、前記把持力検出部が検出した前記把持力が予め設定した閾値の範囲内に収まるように、前記処置具駆動部に前記把持部材のワイヤ操作を指示する制御部と、を具備する内視鏡処置用ロボットシステムを提供する。

10

【発明の効果】**【0010】**

本発明の内視鏡処置用ロボットシステムは、多関節構造のロボティクス処置具に設けられた生体を把持するための把持部の把持力を検出する検出部を備え、生体を把持している把持部の移動中に得られた検出値に基づき、正常な把持状態を維持させることができる。

【0011】

本発明の内視鏡処置用ロボットシステムは、マニピュレータ部の駆動により把持部を移動した際に、検出部から得られた検出値が予め定めた閾値範囲内に収まるまで、把持部を駆動するワイヤを押し引きする制御を行うため、移動に伴うワイヤの経路長差による把持力の変化やワイヤとコイルパイプとの摩擦による把持力のばらつきが無くなり、ワイヤに弛みや不必要な牽引力が発生せず、生体の正常な把持状態を維持させることができる。

20

【図面の簡単な説明】**【0012】**

【図1】図1は、本発明に従う第1の実施形態における内視鏡処置用ロボットシステム全体の構成を示す図である。

【図2】図2は、第1の実施形態における各構成部を制御するための構成と、検知信号及び制御信号等の流れを示す図である。

【図3】図3は、第1の実施形態におけるワイヤ張力センサを用いたワイヤ張力制御処理について説明するためのフローチャートである。

30

【図4】図4は、本発明に従う第2の実施形態における内視鏡処置用ロボットシステム全体の構成を示す図である。

【図5A】図5Aは、第2の実施形態における把持力を検出するために圧力センサを設けた把持部の構成例を示す図である。

【図5B】図5Bは、図5Aに示す第2の実施形態に係る把持部の第1の変形例として、モノポーラ型高周波処置具における把持部の構成例を示す図である。

【図5C】図5Cは、図5Aに示す第2の実施形態に係る把持部の第2の変形例として、バイポーラ型高周波処置具における把持部の構成例を示す図である。

【図6】図6は、第2の実施形態における各構成部を制御するための構成と、検知信号及び制御信号等の流れを示す図である。

40

【図7】図7は、第2の実施形態における圧力センサを用いたワイヤ張力制御処理について説明するためのフローチャートである。

【発明を実施するための形態】**【0013】**

以下、図面を参照して本発明に係る実施形態について詳細に説明する。

【0014】

図1は、本発明に従う第1の実施形態における内視鏡処置用ロボットシステム全体の構成を示す図である。図2は、内視鏡処置用ロボットシステムにおける各構成部における制御を行うための構成と、検知信号及び制御信号等の流れを示す図である。

【0015】

50

本実施形態の内視鏡処置用ロボットシステムは、複数のワイヤにより駆動される多関節構造のロボティクス処置具を備え、この処置具のマニピュレータ部及び把持部を駆動するワイヤに把持力を検知するためのワイヤ張力センサを設けて、得られたワイヤ張力値（把持力）に基づき、把持制御処理を行うものである。

【0016】

この内視鏡処置用ロボットシステムは、大別して、マスタ部6を含む制御部1と、ロボティクス処置具2と、処置具駆動部3とにより構成される。このロボティクス処置具2は、指示入力装置であるマスタ部6の操作に追従するマスタスレーブ型多関節電動処置具である。また、把持部で生体を把持し、把持部に高周波電力を印加して高周波処置を行うバイポーラ高周波処置治具の機能を備えてもよい。

10

【0017】

本実施形態におけるマスタ部6は、マニピュレータ部11の屈曲指示及び把持部12の開閉指示（把持指示）を行うものとして説明するが、把持指示を行う操作部位をマスタ部6とは、別体で設けてもよい。また、マスタ部6は、内視鏡本体の操作部と一体的に構成して、ロボティクス処置具2に対する指示と内視鏡本体に対する指示を1つの操作部位で行えるようにしてもよい。

【0018】

制御部1は、後述するロボティクス処置具2の位置と姿勢及び把持を指示するためのマスタ部6と、ロボティクス処置具2を制御するロボティクス処置具制御部7と、把持状態を検出するための張力センサ信号処理部8と、で構成される。

20

マスタ部6は、複数の関節部材とロッド部材が交互に連結された操作部6aと、操作部6aの動きを電気信号に変換して操作信号として出力する図示しないマスタ制御部を備えている。また、操作部6aには、把持部12の開閉動作を行わせて生体を把持する及び把持している生体を開放する操作を指示するための図示しないスイッチが設けられている。

【0019】

ロボティクス処置具制御部7は、ロボティクス処置具2に対する種々の設定を行うための操作設定部31と、後述する各センサ信号に対する処理や種々の演算及びシステム内の各構成部への制御信号を出力するCPU32と、駆動に必要なプログラムや得られた演算結果及び通信データを保存するメモリ33と、後述するモータドライブ部21内のモータ25を制御信号に基づき駆動制御するモータドライバ36と、後述するモータドライブ部21と通信を行うためのモータドライブ部通信部37と、後述する張力センサ信号処理部8と通信を行うための張力センサ通信部38と、により構成される。

30

【0020】

操作設定部31は、種々の設定を行うための操作スイッチ35a～35eと、ユーザが指示した操作内容の表示を行う表示パネル34とで構成される。

【0021】

ロボティクス処置具2は、ワイヤにより駆動される多関節構造を有するマニピュレータ部11と、マニピュレータ部11の先端に設けられて生体（処置対象となる病変部）を把持する把持部12と、図示しない内視鏡チャンネル部内に挿嵌される進退可能な軟性シース部15とで構成される。尚、ロボティクス処置具2は、必ずしも内視鏡内に挿嵌されて使用されることに限定されるものではなく、内視鏡と別体で用いることもできる。また、把持部12は、導電体で形成された又は対向する電極が設けられた2つの把持部材が開閉して生体を把持し、高周波処置を行うことができるバイポーラ高周波処置治具である。

40

【0022】

マニピュレータ部11は、軟性シース部15の先端側に設けられ、少なくとも2つのロッド部14と、ロッド部14とロッド部14を連結する少なくとも1つの関節部13により、少なくとも1自由度を有するように構成される。例えば、上下方向の1自由度である。好ましくは、複数のロッド部14と複数の関節部13を、関節の回転面が異なるように交互に連結し、XYZ方向、回転方向、ヨー方向及びピッチ方向の6自由度を有し、自在に屈曲して、把持部12を持ち上げたり移動させたりできるように構成される。把持部1

50

2の2つの把持部材（ジョー）及び各関節部13は、マニピュレータ部11、シース部15及び外部接続部16のそれぞれの内部を挿通する複数のワイヤ17に繋がっている。これらのワイヤ17を外部接続部16側から牽引及び繰り出しすることにより、把持部材の開閉及び、各関節部13を所望する角度に屈曲又は延伸を行わせることができる。この開閉動作及び、屈曲又は延伸動作は、処置具駆動部3によって行われる。

【0023】

本実施形態におけるロッド部14とワイヤ17の接続構成は、例えば、ロッド部14が円筒形状であれば、水平方向の筒口端の2点で関節部13と屈曲可能に連結し、これと直交する垂直方向の筒口端の2点にそれぞれワイヤ17の一端を取り付けて、それぞれの他端をマニピュレータ（例えば、モータに軸支されたプーリ）に連結することにより構成される。ロッド部14を関節部13に対して屈曲させる場合には、一方のワイヤ17を牽引し、他方のワイヤ17を繰り出すことにより、関節部13との連結部を中心として、ロッド部14が上（又は、下）に屈曲する。勿論、このような多関節構造に限定されるものではなく、一般的に周知な多関節構造を本実施形態に適用できることは勿論である。

【0024】

処置具駆動部3は、個別に制御される複数のモータを備えるモータドライブ部21により構成される。モータドライブ部21は、ワイヤ17が連結される複数のプーリ24と、それぞれのプーリ24を軸支する複数のモータ25と、各ワイヤ17の張力を測定するワイヤ張力センサ23と、ロボティクス処置具制御部7と通信を行うモータドライブ部通信部26と、で構成される。

【0025】

本実施形態においては、1つのプーリ24には、把持部12の可動する2つの把持部材又は各関節部13に接続された一組のワイヤ17がワイヤ連結部22を介して連結される。さらに、ワイヤ17を駆動するマニピュレータとして、モータとプーリとの組み合わせを例として説明しているが、他にも、サーボモータとバー形状の連結具の組み合わせであってもよい。この場合、バー形状の連結具の両端に2本のワイヤを連結し、中央をサーボモータに固定する。さらに、油圧式ピストン、電動ポンプ及びバルブの組み合わせによる電動油圧駆動も考えられる。この場合には、2つの油圧式ピストンにワイヤをそれぞれ連結し、バルブの開閉によりワイヤの牽引及び繰り出しを行う。

【0026】

モータドライブ部21は、さらに、ロボティクス処置具2を長軸上で回転させるための図示しないモータ、ロボティクス処置具2（シース部15）の進退を行う図示しないモータ、各モータの回転角度を計測する図示しないエンコーダを備えている。尚、ワイヤ張力センサ23は、ワイヤ連結部22内に配置されてもよい。ワイヤ張力センサ23としては、一般的には、ワイヤ17の長軸方向の微妙な長さ変化を捉えることができる歪ゲージが好適する。ワイヤ張力センサ23が測定したワイヤ張力値は、ケーブル41を通じて張力センサ信号処理部8に出力され、さらにケーブル44を経由してロボティクス処置具制御部7に送出される。

【0027】

図2を参照して、内視鏡処置用ロボットシステムにおける構成部位と信号の流れについて説明する。

マスタ部6は、操作部6aを操作して、マニピュレータ部11に対して位置及び姿勢を指示する指示信号と、把持部12に対して生体の把持又は開放を指示する指示信号をロボティクス処置具制御部7に出力する。ロボティクス処置具制御部7は、マスタ部6から受けた指示信号に従い、モータドライブ部21にモータ制御信号を送出して、該当するモータ25を駆動させる。この駆動により、モータ25に軸支されたプーリ24が回転され、ワイヤ17が牽引及び繰り出しされて、そのワイヤ17が連結するマニピュレータ部11の移動や姿勢の変更又は、把持部12の把持又は開放が行われる。把持部12が把持状態であるとき、張力センサ23に把持部材に連結するワイヤ17のワイヤ張力値を検出させる。このワイヤ張力値は、ロボティクス処置具制御部7にフィードバックされる。このよ

10

20

30

40

50

うなフィードバック制御により、把持部に対して同じ把持力で生体を保持させたり、マニピュレータ部 11 を同じ姿勢（把持部を同じ位置）に維持させたりすることができる。

【0028】

図3に示すフローチャートを参照して、前述した内視鏡処置用ロボットシステムにおけるワイヤ張力センサを用いて、マニピュレータ部 11 で移動させた時の把持部 12 のワイヤ張力制御処理について説明する。

【0029】

操作者（術者）は、マスタ部 6 を操作し、体腔内に挿入された把持部 12 により所望する生体を把持するためにロボティクス処置具制御部 7 に指示する（ステップ S1）。この指示に基づき、ロボティクス処置具制御部 7 は、モータドライブ部 21 内の該当するモータ 25 を駆動させて軸支するプーリ 24 を回転させて、プーリ 24 に連結するワイヤ 17 の牽引及び繰り出しをさせ、把持部 12 により生体を把持させる（ステップ S2）。

【0030】

この把持した際に、ロボティクス処置具制御部 7 は、全ワイヤ 17 のワイヤ張力センサ 23 からワイヤ張力値を取り込む（ステップ S3）。ロボティクス処置具制御部 7 は、これらのワイヤ張力値のうちで、把持部 12 に連結されたワイヤ 17 を除く、他のロッド部（又は他の関節部）に連結されたワイヤ 17 のワイヤ張力値に基づき摩擦による損失を推定し、把持を行うワイヤ 17 のワイヤ張力値から他のロッド部（関節部）を駆動するワイヤ張力値から求めた摩擦による損失（摩擦力）を差し引く（ステップ S4）。

【0031】

尚、本実施形態内では、ワイヤに直接張力センサを設置し張力を測定する場合について説明を行ったが、本発明の構成要件における張力センサはこれに限定されたものではない。例えば、使用しているアクチュエータの情報から張力情報を獲得する方法も張力センサとしての一形態である。例えば、アクチュエータにモータを使用している場合は、電流測定手段又は電流算出手段が張力センサとなる。また、アクチュエータに形状記憶合金（Shaped-Memory Alloy；SMA）を使用している場合は、SMAの温度情報獲得手段が張力センサとなる。

【0032】

ステップ S4 について更に説明する。ワイヤ張力と先端把持部の把持力とは、比例関係による相関関係にある。つまり、ワイヤ張力が大きい場合は、ワイヤ張力に比例して把持力が大きくなる。但し、関節又は軟性部が屈曲している場合には、ワイヤ 17 を通している図示しないコイルパイプとワイヤ 17 との摩擦による力量損失が発生するものと考えられる。そこで、予め把持部 12 以外の関節部の屈曲の大きさに比例する、他の関節部の屈曲角度と、その関節部を屈曲させるワイヤ 17 のワイヤ張力値及び、その時の把持部 12 を駆動するワイヤ 17 の摩擦による損失との間における相関を取得しておく。すると、ワイヤ張力値から把持力を測定する場合には、把持部 12 を駆動するワイヤ張力値から、前記予め取得しておいた相関を利用して求められる摩擦による損失を差し引くことにより、把持部 12 を動作させるワイヤ 17 の正確なワイヤ張力値が得られる。こうして正確な把持力を得ることができる。

【0033】

次に、ロボティクス処置具制御部 7 は、ステップ S4 で得られたワイヤ張力値と予め設定された閾値範囲とを比較し、ワイヤ張力値が閾値範囲内にあるか否かを判断する（ステップ S5）。この判断において、ロボティクス処置具制御部 7 は、ワイヤ張力値が閾値範囲外であれば（NO）、把持部 12 が正しく生体を把持していないと判断し、再度、把持部 12 により把持し直させ（ステップ S6）、ステップ S3 に戻り、ワイヤ張力値を確認する。一方、ロボティクス処置具制御部 7 は、ワイヤ張力値が閾値範囲内であれば（YES）、次のステップに移行する。処置を実行している際に、例えば、剥離により把持している病変部の生体が増加した場合には、操作者が処置箇所を視認するために、把持部 12 で生体を把持したまま、マニピュレータ部 11 は駆動されて把持部 12 は移動される（ステップ S7）。この移動の際に、ロボティクス処置具制御部 7 は、全ワイヤ 17 のワイヤ

張力センサ 23 からワイヤ張力値を取り込み（ステップ S8）、前述したステップ S4 と同様に、得られたワイヤ張力値から摩擦による損失（摩擦力）を推定し差し引き、把持部 12 を動作させるワイヤ 17 の張力を取得する（ステップ S9）。

【0034】

次に、ロボティクス処置具制御部 7 は、ステップ S9 で得られたワイヤ張力値と予め設定された閾値範囲とを比較し、ワイヤ張力値が閾値範囲内にあるか否かを判断する（ステップ S10）。この判断は、時分割的に、即ち適宜設定された時間間隔で随時、行われている。ロボティクス処置具制御部 7 は、この判断において、ワイヤ張力値が閾値範囲外であれば（NO）、把持部 12 における把持状態が適正ではなくなったと判断する。ロボティクス処置具制御部 7 は、この判断において、ワイヤ張力値が閾値範囲を越えるのであればワイヤ張力を緩め、ワイヤ張力値が閾値範囲を下回れば、ワイヤ張力を強めるようにモータ 25 を駆動制御する（ステップ S11）。一方、ステップ S10 の判断において、ワイヤ張力値が閾値範囲内であれば（YES）、ロボティクス処置具制御部 7 は、把持部 12 は生体を正常に把持し続けていると判断し、次に、マスタ部 6 より処置が終了し把持作業を終了（一時的な中止又は停止も含む）させる指示があるか否かを判断する（ステップ S12）。把持作業の終了指示がなければ（NO）、ロボティクス処置具制御部 7 は、ステップ S7 に戻って、把持部 12 の移動を継続させる。一方、把持作業の終了指示があれば（YES）、ロボティクス処置具制御部 7 は、一連の処理を終了する。

【0035】

以上説明したように、本実施形態の内視鏡処置用ロボットシステムによれば、多関節構造のロボティクス処置具のマニピュレータ部及び把持部を駆動するワイヤにワイヤ張力センサを設けている。マニピュレータ部の駆動により把持部を移動した際に、ワイヤ張力センサから得られたワイヤ張力値に基づき、把持部における正常な把持状態を維持するように、予め定めた閾値範囲内に収まるまでワイヤを押し引きする制御を行う。これにより、マニピュレータ部の関節を曲げて把持した状態の把持部を所望する位置に移動させた場合に、ワイヤの経路長差による把持力の変化やワイヤとコイルパイプとの摩擦による把持力のばらつきが無くなり、ワイヤに弛みや不必要な牽引力が発生せず、生体の正常な把持状態を維持することができる。

【0036】

また、ロボティクス処置具がバイポーラ高周波処置治具であった場合には、処置対象となる生体を適正な把持力で把持して、生体粘膜に対して、内部の血管や維管束を密閉し溶着する等の高周波処置を行うことができる。

【0037】

図 4 は、本発明に従う第 2 の実施形態における内視鏡処置用ロボットシステム全体構成を示す図である。図 5 A は、ロボットシステムにおける把持力を検出するために圧力センサを設けた把持部の構成例を示す図である。図 6 は、内視鏡処置用ロボットシステムにおける各構成部における制御を行うための構成と、検知信号及び制御信号等の流れを示す図である。本実施形態の構成部位において、前述した第 1 の実施形態における図 1 及び図 2 に示した構成部位と同等のものには、同じ参照符号を付して、その詳細な説明は省略する。

【0038】

本実施形態の内視鏡処置用ロボットシステムは、第 1 の実施形態と同様なワイヤ 17 により駆動されるマスタスレーブ型多関節構造のロボティクス処置具を備えている。このロボティクス処置具の把持部 12 に把持力を検出するための圧力センサ 51 を設けて、生体を把持した時に得られた把持力値に基づき、把持制御処理を行うものである。尚、本実施形態においても、マニピュレータ部 11 には、ワイヤ張力センサ 23 を設けており、把持部 12 に対しては、ワイヤ張力センサを必ずしも設ける必要はない。

【0039】

制御部 1 は、マスタ部 6 と、ロボティクス処置具制御部 7 と、張力センサ信号処理部 8 と、把持部 12 の把持状態を検出するための圧力センサ信号処理部 9 と、で構成される。

ロボティクス処置具制御部 7 においても、操作設定部 3 1 と、CPU 3 2 と、メモリ 3 3 と、モータドライバ 3 6 と、張力センサ通信部 3 8 と、圧力センサ信号処理部 9 に対して通信を行うための圧力センサ通信部 3 9 と、モータドライブ部通信部 3 7 とにより構成される。操作設定部 3 1 は、操作スイッチ 3 5 a ~ 3 5 e と、表示パネル 3 4 とで構成される。また、圧力センサ信号処理部 9 には、圧力センサ 5 1 からの把持圧力値を受信する受信通信部 4 2 と、圧力センサ通信部 3 9 に把持圧力値を送出する送信通信部 4 3 が設けられている。

【 0 0 4 0 】

図 5 A に示す把持部 1 2 は、導電体又は電極を有する 2 つの把持部材が開閉して生体を把持し、高周波処置を行うバイポーラ高周波処置治具である。これらの把持部材の表裏面（生体が接触する把持面と非把持面）には、生体を把持している把持力を検知するための 1 つ又は複数の圧力センサ 5 1 が取り付けられている。圧力センサ 5 1 は、把持部 1 2 の表裏面に対して均一に取り付けられてもよいし、把持面で主に生体が接触する領域に対して密に配置するようにしてもよい。圧力センサ 5 1 は、適宜、把持部材の形状や把持状態等を考慮して、必要な数を配置すればよい。

【 0 0 4 1 】

把持部 1 2 は、生体を把持している状況（適正に把持状態を保持しているか否か）を示唆する圧力センサ 5 1 からの把持圧力値（センサ出力信号）をロボティクス処置具制御部 7 に出力する。

【 0 0 4 2 】

これらの圧力センサ 5 1 からの把持圧力値は、把持部材が生体粘膜などを把持している間、時間分割的に、即ち予め設定された時間間隔で圧力センサ信号処理部 9 に取り込まれている。また圧力センサ 5 1 として、歪ゲージを使用した場合には、歪ゲージにより把持部の微妙な変形を捉えるため、必ずしも把持部材の内側にある必要は無く、外側面に設けてもよい。圧力センサ 5 1 で測定された把持圧力値は、圧力センサ信号処理部 9 において増幅処理され、ロボティクス処置具制御部 7 に入力される。また、各エンコーダの値をロボティクス処置具制御部 7 に送出する。尚、複数の圧力センサ 5 1 のうちで、生体を接触していない圧力センサ 5 1 も存在する。この場合、ある下限の閾値を設けておき、閾値以下の圧力センサ 5 1 は、生体を把持しているものではないと判定し、出力された把持圧力値が無効となるようにキャンセルすればよい。

【 0 0 4 3 】

また図 5 B 及び図 5 C には、第 2 の実施形態の把持部 1 2 の第 1 , 第 2 の変形例をそれぞれに示す図である。

【 0 0 4 4 】

図 5 B に示す第 1 の変形例は、モノポーラ型高周波処置具である。この処置具の開閉する把持部 1 2 は絶縁体からなり、一方の把持面で生体に接触する可能性がある全領域上に一体的な電極部 5 2 を設けた構成である。圧力センサ 5 1 においては、非把持面（生体が非接触）となる把持部 1 2 の外側に複数の圧力センサ 5 1 を配置している。

【 0 0 4 5 】

図 5 C に示す第 2 の変形例は、バイポーラ型高周波処置具である。この処置具の開閉する把持部 1 2 は絶縁体からなり、両方の把持面で、生体に接触する可能性がある全領域上に一体的な電極部 5 3 をそれぞれに設けた構成である。圧力センサ 5 1 においては、第 1 の変形例と同様に、外側に複数の圧力センサ 5 1 を配置している。

【 0 0 4 6 】

これらの第 1 , 2 の変形例は、共に、前述した第 1 の実施形態と同等の作用効果を得ることができる。また、生体に接触する把持面の全面上に電極部を設けてあるため、生体の大小に拘わらず、必ず接触することができる。

【 0 0 4 7 】

図 6 を参照して、第 2 の実施形態における内視鏡処置用ロボットシステムの構成部位と信号の流れについて説明する。尚、前述した図 2 と同等なものについては、説明を簡略化

10

20

30

40

50

している。

【 0 0 4 8 】

マスタ部 6 は、術者の操作によりマニピュレータ部 1 1 に対する指示信号と、把持部 1 2 に対する指示信号をロボティクス処置具制御部 7 に出力する。ロボティクス処置具制御部 7 は、これらの指示信号に従い、モータドライブ部 2 1 の該当するモータ 2 5 を駆動させ、軸支されているプーリ 2 4 を回転させる。この回転によりワイヤ 1 7 が牽引及び繰り出しされ、そのワイヤ 1 7 が連結するマニピュレータ部 1 1 の移動や姿勢の変更又は、把持部 1 2 の把持又は開放が行われる。

【 0 0 4 9 】

把持部 1 2 が把持状態であるとき、圧力センサ 5 1 からの把持圧力値が圧力センサ信号処理部 9 に取り込まれ、信号処理が施された後、ロボティクス処置具制御部 7 にフィードバックされる。このようなフィードバック制御により、把持部における同じ把持力を保持させたり、マニピュレータ部 1 1 を同じ姿勢（把持部を同じ位置）に維持させたりすることができる。これらの保持については、後述する図 7 において説明する。

【 0 0 5 0 】

このように、実際の把持作業が行われると同時に、把持部 1 2 に設けられた圧力センサ 5 1 が検出した把持圧力値が圧力センサ信号処理部 9 にて信号処理され、ロボティクス処置具制御部 7 に入力されて、予め設定されたある範囲（幅）を持つ閾値と比較される。この比較において、圧力センサ 5 1 からの把持圧力値が閾値範囲内であれば、現在のワイヤ張力による把持状態を保持する。また、把持圧力値が閾値範囲外であれば、その閾値範囲内に収まるまでワイヤ張力を調整する。

【 0 0 5 1 】

次に図 7 に示すフローチャートを参照して、前述した内視鏡処置用ロボットシステムにおける圧力センサを用いて、マニピュレータ部 1 1 で移動させた時の把持部 1 2 のワイヤ張力制御処理について説明する。

【 0 0 5 2 】

操作者（術者）は、マスタ部 6 を操作し、体腔内に挿入された把持部 1 2 により所望する生体を把持するためにロボティクス処置具制御部 7 に指示する（ステップ S 2 1）。この指示に基づき、ロボティクス処置具制御部 7 は、モータドライブ部 2 1 内の該当するモータ 2 5 を駆動させて軸支するプーリ 2 4 を回転させて、プーリ 2 4 に連結するワイヤ 1 7 を牽引及び繰り出しをさせ、把持部 1 2 により生体を把持させる（ステップ S 2 2）。この把持した際に、ロボティクス処置具制御部 7 は、把持部 1 2 に設けられた圧力センサ 5 1 から把持圧力値を取り込む（ステップ S 2 3）。

【 0 0 5 3 】

次に、ロボティクス処置具制御部 7 は、把持圧力値と予め設定された閾値範囲とを比較し、把持圧力値が閾値範囲内にあるか否かを判断する（ステップ S 2 4）。この判断において、ロボティクス処置具制御部 7 は、把持圧力値が閾値範囲外であれば（N O）、把持部 1 2 が正しく生体を把持していないと判断し、再度、把持部 1 2 により把持し直させ（ステップ S 2 5）、処理をステップ S 2 3 に戻し、把持圧力値を確認する。一方、ロボティクス処置具制御部 7 は、把持圧力値が閾値範囲内であれば（Y E S）、処理を次に移行させる。

【 0 0 5 4 】

処置を実行している際に、例えば、剥離により把持している病変部の生体が増加した場合には、操作者は、処置箇所を視認するために、把持部 1 2 で生体を把持したまま、マニピュレータ部 1 1 を駆動させて把持部 1 2 が移動させる（ステップ S 2 6）。この移動の際に、ロボティクス処置具制御部 7 は、予め定めた時間間隔で圧力センサ 5 1 より把持圧力値を取り込み（ステップ S 2 7）、把持圧力値と閾値範囲とを随時、比較し、把持圧力値が閾値範囲内にあるか否かを判断する（ステップ S 2 8）。

【 0 0 5 5 】

このステップ S 2 8 の判断において、ロボティクス処置具制御部 7 は、把持圧力値が閾

10

20

30

40

50

値範囲外であれば（ＮＯ）、把持部１２における把持状態が適正ではなくなったと判断する。ロボティクス処置具制御部７は、この判断において、把持圧力値が閾値範囲を越えるのであればワイヤ張力を緩め、把持圧力値が閾値範囲を下回れば、ワイヤ張力を強めるようにモータ２５を駆動制御する（ステップＳ２９）。一方、ステップＳ２８の判断において、ロボティクス処置具制御部７は、把持圧力値が閾値範囲内であれば（ＹＥＳ）、把持部１２は生体を正常に把持し続けていると判断し、次に、マスタ部６より処置が終了し把持作業を終了（一時的な中止又は停止も含む）させる指示があるか否かを判断する（ステップＳ３０）。ロボティクス処置具制御部７は、把持作業の終了指示がなければ（ＮＯ）、処理をステップＳ２６に戻し、把持部１２の移動を継続させる。一方、把持作業の終了指示があれば（ＹＥＳ）、ロボティクス処置具制御部７は、一連の処理を終了する。

10

【００５６】

以上説明したように、本実施形態の内視鏡処置用ロボットシステムによれば、多関節構造のロボティクス処置具の把持部に圧力センサを設け、マニピュレータ部の駆動により把持部を移動した際に、圧力センサから得られた把持圧力値に基づき、把持部における正常な把持状態を維持するように、予め定めた閾値範囲内に収まるまでワイヤを押し引きする制御がなされる。この制御により、マニピュレータ部の関節を曲げて把持した状態の把持部を所望する位置に移動させた場合であっても、内部に挿通されたワイヤの経路長差による把持力の変化やワイヤとコイルパイプとの摩擦による把持力のばらつきが無くなり、ワイヤに弛みや不必要な牽引力が発生せず、把持部は、生体の正常な把持状態を維持することができる。

20

【００５７】

また本発明の第１の実施形態においては、内視鏡処置用ロボットシステムのロボティクス処置具は、バイポーラ高周波処置治具を例として把持部の構成を説明した。バイポーラ高周波処置治具として用いる場合には、把持部は、２つの把持部材間で、電気的な短絡が発生しないように、セラミックや樹脂等の絶縁部材を用いて形成される。これらの把持部材の把持部分にそれぞれ電極を設けて、把持した際にこれらの電極に高周波電力を印加して、生体組織の体腔の一部分や血管等を封止し溶着する高周波処置を行う。第１の実施形態のロボティクス処置具は、モノポーラ高周波処置治具に対しても容易に適用することができる。この場合には、２つの把持部材のうち、一方を導電体又は電極が設けられた電気絶縁部材（セラミック、ジルコニア等）で形成し、他方を電気絶縁部材で形成する。通常

30

【００５８】

また本発明の第２の実施形態においても、内視鏡処置用ロボットシステムのロボティクス処置具を、バイポーラ高周波処置治具又はモノポーラ高周波処置治具の機能を持たせた構成にすることが容易にできる。第２の実施形態に対してバイポーラ高周波処置治具の機能を持たせる場合には、把持部に設けられる圧力センサが高周波電力の印加により発生する熱により破損することを防止する構成となる。具体的には、把持部の生体を把持する部分（把持面）には圧力センサを配置できないため、非把持面に配置させる必要がある。従って、圧力センサ５１として、歪ゲージを使用した場合には、歪ゲージは把持部の微妙な変形を捉えることができるため、それを把持部材の非把持面に設ければよい。モノポーラ高周波処置治具に適用する場合には、前述した第１の実施形態と同様に、把持部材の一方を導電体又は電極が設けられた電気絶縁部材で形成し、他方を電気絶縁部材で形成し、対向電極として機能する器具（Ｐプレート等）を配置すればよい。

40

【００５９】

尚、本発明の内視鏡処置用ロボットシステムは、以下の要旨を含んでいる。

- （１） 手元側からのワイヤ操作により開閉する把持部と、
- 前記把持部での把持力を感知するための把持力検知手段と、

術者が扱うマスタ部及び前記把持力検知手段を含む各種センサからの入力により各種アクチュエータを制御する制御手段と、

50

1 自由度以上の自由度を有するマニピュレータ部からなる医療用ロボットシステムにおいて、

前記把持力検知手段からの出力値がある閾値の幅の中に収まるようにアクチュエータへの出力を制御することを特徴とする医療用ロボットシステム。

(2) 前記(1)項において、前記把持力検知手段が前記把持部の先端に設けられた圧力センサであることを特徴とする医療用ロボットシステム。

(3) 前記(1)項において、前記把持力検知手段が前記ワイヤに取り付けられたワイヤ張力センサであることを特徴とする医療用ロボットシステム。

(4) 前記(1)項において、上記把持部がモノポーラ又はバイポーラ高周波処置具であることを特徴とする医療用ロボットシステム。

【符号の説明】

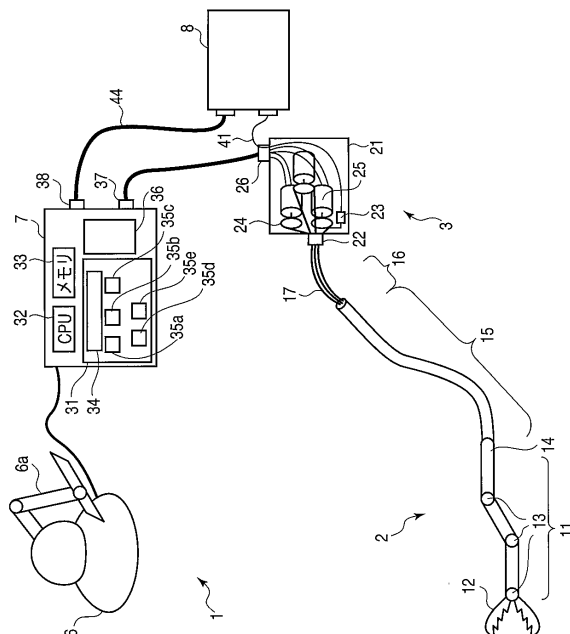
【0060】

1...制御部、2...ロボティクス処置具、3...処置具駆動部、6...マスタ部、6a...操作部、7...ロボティクス処置具制御部、8...張力センサ信号処理部、9...圧力センサ信号処理部、11...マニピュレータ部、12...把持部、13...関節部、14...ロッド部、15...軟性シース部、16...外部接続部、17...ワイヤ、21...モータドライブ部、22...ワイヤ連結部、23...ワイヤ張力センサ、24...プーリ、25...モータ、26...モータドライブ部通信部、31...操作設定部、32...CPU、33...メモリ、34...表示パネル、35a~35e...操作スイッチ、36...モータドライバ、37...モータドライブ部通信部、38...張力センサ通信部、39...圧力センサ通信部、41, 44...ケーブル、42...受信通信部、43...送信通信部、51...圧力センサ。

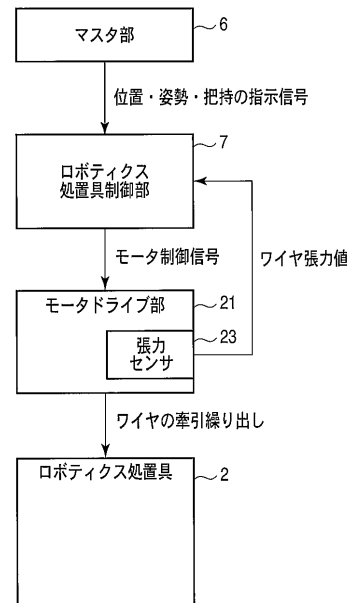
10

20

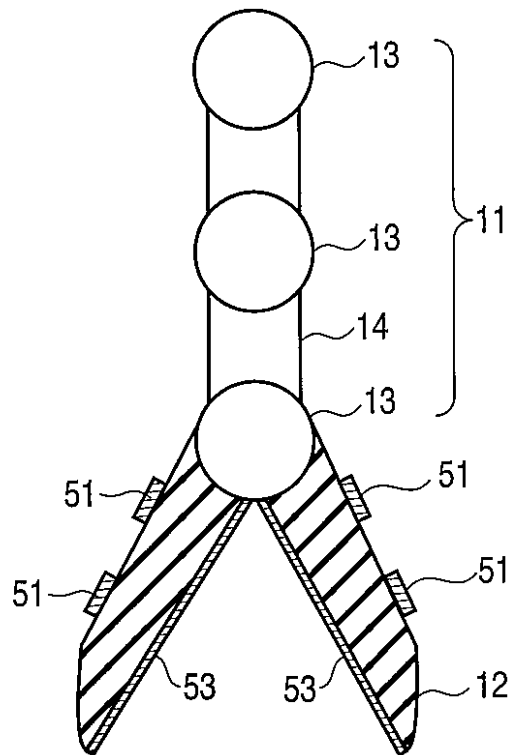
【図1】



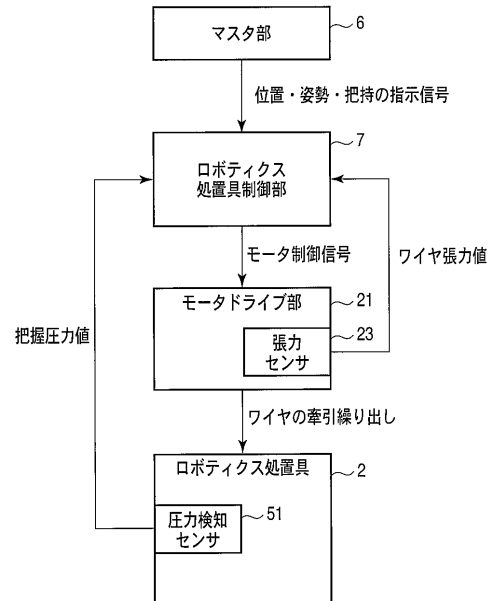
【図2】



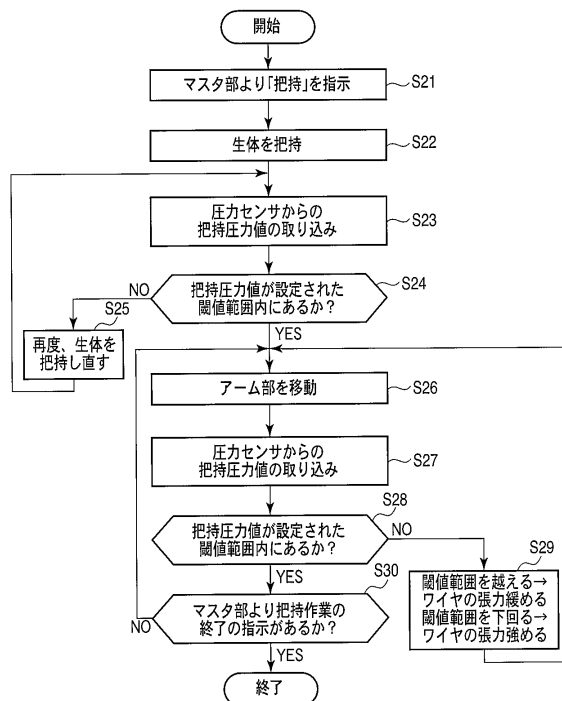
【図5C】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
B 2 5 J 3/00 (2006.01) B 2 5 J 3/00 Z

審査官 瀬戸 康平

(56) 参考文献 特開 2 0 0 4 - 1 2 2 2 8 6 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 2 5 4 1 3 2 (J P , A)
特開平 8 - 1 6 4 1 4 1 (J P , A)
特開平 1 0 - 9 4 9 9 0 (J P , A)
特開昭 6 1 - 4 4 5 8 8 (J P , A)

(58) 調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
A61B 1/00, 17/00, 18/00, 19/00
B25J 3/00, 13/00

专利名称(译)	用于内窥镜治疗的机器人系统		
公开(公告)号	JP4601727B2	公开(公告)日	2010-12-22
申请号	JP2010529157	申请日	2010-01-14
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	オリンパスメディカルシステムズ株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	オリンパスメディカルシステムズ株式会社		
[标]发明人	中村俊夫		
发明人	中村 俊夫		
IPC分类号	A61B17/28 A61B18/12 A61B19/00 A61B1/00 B25J13/08 B25J3/00		
CPC分类号	A61B34/30 A61B18/1442 A61B34/71 A61B2017/00867 A61B2018/00345 A61B2018/00404 A61B2018/00619 A61B2034/301 A61B2090/065 C08L2201/12		
FI分类号	A61B17/28.310 A61B17/39.320 A61B19/00.502 A61B1/00.334.D B25J13/08.Z B25J3/00.Z		
代理人(译)	河野 哲 中村 诚		
审查员(译)	瀬戸康平		
优先权	2009071576 2009-03-24 JP		
其他公开文献	JPWO2010109932A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

在用于内窥镜治疗的机器人系统中，用于检测夹持力的夹持力检测单元设置在通过线（17）从手侧操作打开和关闭的夹持单元（12）中，并且夹持单元（12）处于夹持状态。当移动时，治疗工具控制单元（7）使治疗工具驱动单元（3）保持保持单元（12），使得由保持力检测单元检测到的保持力落入预设阈值范围内。命令驱动电线（17）的操作

【 図 2 】

