

(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2009-160011

(P2009-160011A)

(43) 公開日 平成21年7月23日(2009.7.23)

(51) Int.Cl.

A61B 19/00 (2006.01)
A61B 1/00 (2006.01)

F 1

A 6 1 B 19/00 5 0 2
A 6 1 B 1/00 3 0 0 B

テーマコード(参考)

4 C O 6 1

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号

特願2007-339211 (P2007-339211)

(22) 出願日

平成19年12月28日 (2007.12.28)

(71) 出願人 000109543

テルモ株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目44番1号

100077665

弁理士 千葉 剛宏

100116676

弁理士 宮寺 利幸

100142066

弁理士 鹿島 直樹

100126468

弁理士 田久保 泰夫

100149261

弁理士 大内 秀治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 医療用マニピュレータ及び医療用ロボットシステム

(57) 【要約】

【課題】体腔内で広い術野を確保することのできる医療用マニピュレータを提供する。

【解決手段】マニピュレータ10cは、接続プロック42、連結シャフト44、先端動作部46を有する。先端動作部46は、グリッパ78と、該グリッパ78の向きを変える先端関節としてのピッチ軸74及びヨー軸76を有する。グリッパ78、ピッチ軸74及びヨー軸76は、ワイヤ50a～50cが巻き掛けられた回転体により動作をする。連結シャフト44は、ワイヤ50d～50gの進退によって屈曲駆動する第1中間関節58及び第2中間関節60を有する。マニピュレータ10cは、第1中間関節58及び第2中間関節60で屈曲することから連結シャフト44を適切配置することができるとともに、グリッパ78の向きをピッチ軸74及びヨー軸76によって臓器に対して適切な向きに調整可能である。

【選択図】図2

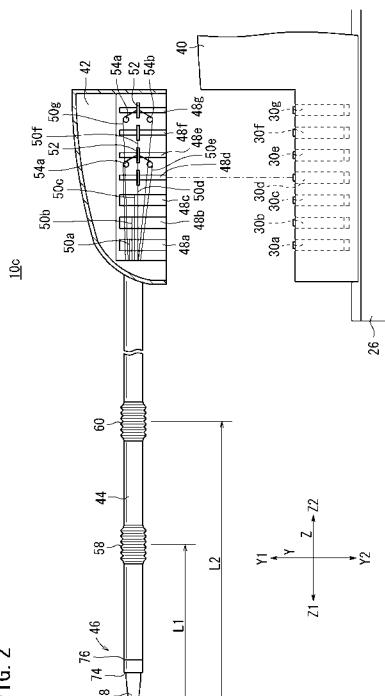


FIG. 2

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第1アクチュエータによって駆動される第1可撓性部材及び第2アクチュエータによって駆動される第2可撓性部材が内部に配設され、少なくとも1部が屈曲可能な棒形状部材と、

前記第1可撓性部材が巻き掛けられた回転体により回動する1以上の先端関節と、

前記先端関節より基端側に設けられ、前記第2可撓性部材が進退することによって屈曲する1以上の中間関節と、

を有することを特徴とする医療用マニピュレータ。

【請求項 2】

請求項1記載の医療用マニピュレータにおいて、

前記棒形状部材は、前記第1可撓性部材が挿通する孔を備える1以上の案内板を有することを特徴とする医療用マニピュレータ。

【請求項 3】

請求項1又は2記載の医療用マニピュレータにおいて、

ロボットアームに接続され、前記棒形状部材がトラカールから体腔に挿入され、該トラカールを基準として進退及び傾動するように制御されることを特徴とする医療用マニピュレータ。

【請求項 4】

請求項1～3のいずれか1項に記載の医療用マニピュレータにおいて、

前記中間関節は、先端側から順に第1中間関節及び第2中間関節を含み、

前記第1中間関節は、前記棒形状部材の先端から3cm～5cmのいずれかの位置に設けられ、

前記第2中間関節は、前記棒形状部材の先端から7cm～12cmのいずれかの位置に設けられていることを特徴とする医療用マニピュレータ。

【請求項 5】

マニピュレータが設けられた複数の第1ロボットアームと、

内視鏡を保持する第2ロボットアームと、

前記第1ロボットアーム及び前記第2ロボットアームを制御する制御部と、
を有する医療用ロボットシステムであって、

前記マニピュレータは、トラカールから体腔に挿入される棒形状部材と、

前記棒形状部材の先端に設けられ、1以上の関節を備える先端動作部と、
を有し、

前記マニピュレータの少なくとも1つはリトラクタであり、前記棒形状部材の途中に設けられ、該棒形状部材を屈曲させる1以上の中間関節を有することを特徴とする医療用ロボットシステム。

【請求項 6】

請求項5記載の医療用ロボットシステムにおいて、

前記リトラクタは、所定の動作モードにより、接続された前記第1ロボットアームと協動し、前記先端動作部の姿勢を基準とした座標系に基づいて、該先端動作部を、姿勢を一定にして進退させることを特徴とする医療用ロボットシステム。

【請求項 7】

請求項5又は6記載の医療用ロボットシステムにおいて、

前記リトラクタは、所定の動作モードにより、接続された前記第1ロボットアームと協動し、前記先端動作部の位置及び姿勢を一定にして、前記中間関節を屈曲させることを特徴とする医療用ロボットシステム。

【請求項 8】

請求項7記載の医療用ロボットシステムにおいて、

回動型入力手段を有し、

前記中間関節は、前記回動型入力手段の回動量及び回動方向に対応して、前記棒形状部

10

20

30

40

50

材の所定の基準点を中心とした仮想球面又は仮想円弧上を移動することを特徴とする医療用ロボットシステム。

【請求項 9】

請求項 8 記載の医療用ロボットシステムにおいて、
前記回動型入力手段は、トラックボールであることを特徴とする医療用ロボットシステム。

【請求項 10】

請求項 8 又は 9 記載の医療用ロボットシステムにおいて、
前記回動型入力手段の入力を有効化又は無効化させるスイッチを有することを特徴とする医療用ロボットシステム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アクチュエータによって駆動される可撓性部材を介して動作する先端関節を備える医療用マニピュレータと、該医療用マニピュレータをロボットアームにより駆動する医療用ロボットシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

腹腔鏡下手術においては、患者の腹部等に小さな孔をいくつかあけて内視鏡、マニピュレータ（又は鉗子）等を挿入し、術者が内視鏡の映像をモニタで見ながら手術を行っている。このような腹腔鏡下手術は、開腹を必要としないため患者への負担が少なく、術後の回復や退院までの日数が大幅に低減されることから、適用分野の拡大が期待されている。

20

【0003】

マニピュレータシステムは、例えば特許文献 1 及び特許文献 2 に記載されているように、マニピュレータ本体と、該マニピュレータ本体を制御する制御装置とから構成される。マニピュレータ本体は、人手によって操作される操作部と、操作部に対して交換自在に着脱される作業部とから構成される。

【0004】

作業部は長い連結シャフトと、該連結シャフトの先端に設けられた先端動作部（エンドエフェクタとも呼ばれる。）とを有し、ワイヤによって先端の作業部を駆動するモータが操作部に設けられている。ワイヤは基端側でプーリに巻き掛けられている。制御装置は、操作部に設けられたモータを駆動して、プーリを介してワイヤを循環駆動する。

30

【0005】

一方、医療用マニピュレータをロボットアームにより駆動する医療用ロボットシステム（例えば、特許文献 3 参照）が提案されている。このような医療用ロボットシステムでは、マスター・アームによる遠隔操作が可能であるとともに、プログラム制御により様々な動作が可能となる。

【0006】

医療用ロボットシステムでは、複数のロボットアームが設けられており、手技に応じてこれらのロボットアームを使い分けることができる。ロボットアームのうち 1 台には内視鏡が設けられ、体腔内を所定のモニタで確認することができる。

40

【0007】

【特許文献 1】特開 2002-102248 号公報

【特許文献 2】特開 2003-61969 号公報

【特許文献 3】米国特許第 6,331,181 号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

腹腔鏡下手術においては、患者の体腔内に広い術野が確保されることが望ましい。術野が広いほどマニピュレータによる操作の自由度が高いためである。

50

【0009】

体腔内では患部の臓器以外にも様々な臓器があり、そのままでは広い術野が確保されない場合がある。そこで、医療用ロボットシステムにおいては、複数のロボットアームのうち1台に設けられたマニピュレータをリトラクタとして用いることが考えられる。リトラクタとは、患部以外の臓器を、手技の支障とならないように所定の箇所に退避させるものである。

【0010】

ところが、リトラクタにより所定の臓器を退避させても、該リトラクタ自体が体腔内を横断するよう配置されてしまい、十分に広い術野が確保されない場合がある。

【0011】

本発明はこのような課題を考慮してなされたものであり、体腔内で広い術野を確保することのできる医療用マニピュレータ及び医療用ロボットシステムを提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】**【0012】**

本発明に係る医療用マニピュレータ及び医療用ロボットシステムは、第1アクチュエータによって駆動される第1可撓性部材及び第2アクチュエータによって駆動される第2可撓性部材が内部に配設され、少なくとも1部が屈曲可能な棒形状部材と、前記第1可撓性部材が巻き掛けられた回転体により回動する1以上の先端関節と、前記先端関節より基端側に設けられ、前記第2可撓性部材が進退することによって屈曲する1以上の中間関節とを有することを特徴とする。

20

【0013】

このような医療用マニピュレータでは、先端関節により医療用の適切な手技が可能であるとともに、中間関節で屈曲することから棒形状部材を適切配置することができ、特に、他の医療用マニピュレータとの干渉を回避するのに好適である。

【0014】

前記棒形状部材は、前記第1可撓性部材が挿通する孔を備える1以上の案内板を有してもよい。このような案内板によれば、中間関節を屈曲させた場合にも第1可撓性部材を適切な位置に配置することができる。

30

【0015】

ロボットアームに接続され、前記棒形状部材がトラカールから体腔に挿入され、該トラカールを基準として進退及び傾動するように制御されてもよい。これにより、トラカールを基準とした適切な動作が実現できる。

【0016】

前記中間関節は、先端側から順に第1中間関節及び第2中間関節を含み、前記第1中間関節は、前記棒形状部材の先端から3cm～5cmのいずれかの位置に設けられ、前記第2中間関節は、前記棒形状部材の先端から7cm～12cmのいずれかの位置に設けられていてもよい。これにより、体腔で棒状部材を適切配置できる。

【0017】

本発明に係る医療用ロボットシステムは、マニピュレータが設けられた複数の第1ロボットアームと、内視鏡を保持する第2ロボットアームと、前記第1ロボットアーム及び前記第2ロボットアームを制御する制御部とを有する医療用ロボットシステムであって、前記マニピュレータは、トラカールから体腔に挿入される棒形状部材と、前記棒形状部材の先端に設けられ、1以上の関節を備える先端動作部とを有し、前記マニピュレータの少なくとも1つはリトラクタであり、前記棒形状部材の途中に設けられ、該棒形状部材を屈曲させる1以上の中間関節を有することを特徴とする。

40

【0018】

このような医療用マニピュレタシステムでは、リトラクタで体腔の臓器等を所定の場所に退避させて広い術野を確保することができ、しかも、中間関節で屈曲することから棒形状部材を適切配置することができ、さらに広い術野が確保され、他のマニピュレータと

50

の干渉を回避して容易な手技が可能となる。

【0019】

前記リトラクタは、所定の動作モードにより、接続された前記第1ロボットアームと協動し、前記先端動作部の姿勢を基準とした座標系に基づいて、該先端動作部を、姿勢を一定にして進退させてもよい。これにより、体腔内の臓器を退避させる動作等を容易に行うことができる。

【0020】

前記リトラクタは、所定の動作モードにより、接続された前記第1ロボットアームと協動し、前記先端動作部の位置及び姿勢を一定にして、前記中間関節を屈曲させてもよい。これにより、中間関節の屈曲を適切且つ容易に行うことができる。

10

【0021】

回動型入力手段を有し、前記中間関節は、前記回動型入力手段の回動量及び回動方向に応じて、前記棒形状部材の所定の基準点を中心とした仮想球面又は仮想円弧上を移動させてよい。回転型入力手段を用いることにより、中間関節の屈曲を適切且つ容易に、しかも直感的に行うことができる。

【0022】

前記回動型入力手段は、 トラックボールであると、容易な操作が可能となる。

【0023】

前記回動型入力手段の入力を有効化又は無効化させるスイッチを有してもよい。これにより、不用意に中間関節を動作させることを防止できる。

20

【発明の効果】

【0024】

本発明に係る医療用マニピュレータによれば、先端関節により医療用の適切な手技が可能であるとともに、中間関節で屈曲することから棒形状部材を適切配置することができ、特に、他の医療用マニピュレータとの干渉を回避するのに好適である。これにより、体腔内で広い術野を確保することができる。

【0025】

本発明に係る医療用マニピュレータシステムでは、リトラクタで体腔の臓器等を所定の場所に退避させて広い術野を確保することができ、しかも、中間関節で屈曲することから棒形状部材を適切配置することができ、さらに広い術野が確保され、他のマニピュレータとの干渉を回避して容易な手技が可能となる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

以下、本発明に係る医療用マニピュレータ及び医療用ロボットシステムについて実施の形態を挙げ、添付の図1～図18を参照しながら説明する。

【0027】

図1に示すように、本実施の形態に係るマニピュレータ10c及び医療用ロボットシステム12は手術用であって、例えば患者14の腹腔鏡下手術に適用される。

【0028】

医療用ロボットシステム12は、手術台15の近傍に設けられたステーション16と、該ステーション16に設けられた4台のロボットアーム18a、18b、18c（第1ロボットアーム）及び18d（第2ロボットアーム）と、全般的な制御を行うコンソール（制御部）20とを有する。ロボットアーム18a～18dとコンソール20との間の通信手段は、有線、無線、ネットワーク又はこれらの組合せでよい。コンソール20は、医療用ロボットシステム12の全ての制御を負担している必要はなく、例えば、ロボットアーム18a～18dのフィードバック制御は、それぞれのロボット側に設けられていてよい。ロボットアーム18a～18cは、コンソール20の作用下に動作し、プログラムによる自動動作や、コンソール20に設けられたジョイスティック80a～80cに倣った動作、及びこれらの複合的な動作をする構成にしてもよい。

40

【0029】

50

ロボットアーム 18 a ~ 18 c は、各先端にマニピュレータ 10 a、10 b 及び 10 c を有し、ロボットアーム 18 d の先端には内視鏡 24 が設けられている。マニピュレータ 10 a ~ 10 c のシャフト及び内視鏡 24 は、それぞれトラカル 25 を介して体腔 27 内に挿入される。ステーション 16 は複数台であってもよい。マニピュレータ 10 a ~ 10 c 及び内視鏡 24 は、ロボットアーム 18 a ~ 18 d に対して着脱可能に構成されている。

【0030】

ロボットアーム 18 a ~ 18 d は、多関節機構（例えば、独立的な 6 軸機構）を有し、コンソール 20 によって制御され、マニピュレータ 10 a ~ 10 c 及び内視鏡 24 を動作範囲内における任意の位置で任意の姿勢に設定可能である。ロボットアーム 18 a ~ 18 c の関節機構は、連結シャフト 44 を中心としてマニピュレータ 10 a ~ 10 c を回転させる回転機構 22 を含む。10

【0031】

ロボットアーム 18 a ~ 18 d は、先端の軸に沿ってマニピュレータ 10 a ~ 10 c 及び内視鏡 24 を進退させるスライド機構 26 と、ステーション 16 に沿って移動する昇降機構 28 とを有する。ロボットアーム 18 a ~ 18 d は全て同じ構成であってもよいし、マニピュレータ 10 a ~ 10 c 及び内視鏡 24 の種類に応じて異なる構成であってもよい。

【0032】

ロボットアーム 18 a 及び 18 b に設けられたマニピュレータ 10 a 及び 10 b は、主に患部に対して直接的な手技を施すためのものであり、先端作業部には、例えばグリッパ、鍼及び電気メス等が設けられる。ロボットアーム 18 c に設けられたマニピュレータ 10 c は、主に、体腔 27 の臓器等を所定の場所に退避させて広い術野を確保するためのリトラクタとして用いられる。20

【0033】

次に、マニピュレータ 10 c 及び該マニピュレータ 10 c とロボットアーム 18 c との接続部の構成について説明をする。図 2 ~ 図 6 に示すように、マニピュレータ 10 c について、幅方向を X 方向、高さ方向を Y 方向及び、連結シャフト（棒形状部材）44 の延在方向を Z 方向と規定する。また、右方を X 1 方向、左方を X 2 方向、上方向を Y 1 方向、下方向を Y 2 方向、前方を Z 1 方向、後方を Z 2 方向と規定する。

【0034】

図 2 に示すように、マニピュレータ 10 c は、ロボットアーム 18 c の先端におけるスライダ 40 に対して着脱自在な構成になっている。スライダ 40 は、スライド機構 26 によってスライド可能である。スライダ 40 には、7 つのモータ 30 a、30 b、30 c、30 d、30 e、30 f 及び 30 g が Z 方向にこの順に並列している。モータ 30 a ~ 30 c（第 1 アクチュエータ）は、先端動作部 46 の駆動用であり、モータ（第 2 アクチュエータ）30 d ~ 30 g は第 1 中間関節 58 及び第 2 中間関節 60 の駆動用である。30

【0035】

マニピュレータ 10 c は、スライダ 40 に対する接続プロック 42 と、該接続プロック 42 から Z 1 方向に延在する中空の連結シャフト 44 と、該連結シャフト 44 の先端に設けられた先端動作部 46 とを有する。40

【0036】

接続プロック 42 は、所定の着脱機構によりスライダ 40 に対して着脱及び交換が可能である。接続プロック 42 は、モータ 30 a ~ 30 g に係合するブーリ 48 a、48 b、48 c、48 d、48 e、48 f 及び 48 g が Z 方向にこの順に並列している。モータ 30 a ~ 30 g とブーリ 48 a ~ 48 g は、一方に非円形の凸部があり、他方に該凸部に係合する凹部が設けられており、モータ 30 a ~ 30 g の回転がブーリ 48 a ~ 48 g に伝達される。

【0037】

ブーリ 48 a ~ 48 g には、ワイヤ 50 a、50 b、50 c、50 d、50 e、50 f 及び 50 g が巻き掛けられている。ワイヤ 50 a ~ 50 c（第 1 可撓性部材）は環状であ50

って、滑り止めのため一部がブーリ 48a～48c に固定されて、例えば 1.5 回転巻き掛けられて、連結シャフト 44 内を Z1 方向に延在しており、ブーリ 48a～48c が回転することにより、左右から延在する 2 本のうち一方が巻き取られ、他方が巻き出される。ワイヤ 50a～50c は、Y 方向にずれて配置されており、相互の干渉がない。

【0038】

ブーリ 48e、48g は、ワイヤ 50e、50g（第 2 可撓性部材）が巻き掛けられる巻回部 52 を有する。接続ブロック 42 内には、各巻回部 52 からワイヤ 50e、50g を連結シャフト 44 に対して案内するアイドラ対 54a 及び 54b が設けられている。ブーリ 48e、48g の巻回部 52 に対して、それぞれアイドラ対 54a 及び 54b が斜め上下の位置（Z1 方向と Y1 方向の間方向、及び、Z1 方向と Y2 方向の間方向）に配置されており、ワイヤ 50e、50g を連結シャフト 44 の上部及び下部の位置に案内する。ワイヤ 50e、50g は、ブーリ 48e、48g が回転することにより、上下から延在する 2 本のうち一方が巻き取られ、他方が巻き出される。

【0039】

図 3 に示すように、ブーリ 48d は X 方向に延在するアーム 56 を有し、該アーム 56 の左右両端にワイヤ 50d の両端部が接続されている。ワイヤ 50d は、ブーリ 48d が回転することにより、左右から延在する 2 本のうち一方が巻き取られ、他方が巻き出される。図示を省略するが、ブーリ 48f とワイヤ 50f についても同様の構成となっている。ここで、ブーリ 48d 及び 48f はワイヤ 50d 及び 50f（第 2 可撓性部材）が巻き掛けられていないことから、厳密にはブーリとしての作用はないが、便宜上ブーリと呼ぶ。

【0040】

次に、図 2 に示すように、連結シャフト 44 は、接続ブロック 42 から Z1 方向に延在し、先端に先端動作部 46 が設けられており、先端側から順に第 1 中間関節 58 及び第 2 中間関節 60 を有する。第 1 中間関節 58 及び第 2 中間関節 60 は、ワイヤ 50d～50g が進退することにより屈曲する。第 1 中間関節 58 は、先端動作部 46 を含んだ連結シャフト 44 の先端を基準として 3cm～5cm（図 2 の距離 L1）のいずれかの位置に設けられているとよく、第 2 中間関節 60 は、同じく 7cm～12cm（図 2 の距離 L2）のいずれかの位置に設けられているとよい。このような長さの設定にすることにより、体腔 27 内における手技（図 14～図 17 参照）で、マニピュレータ 10c はリトラクタとして好適に作用する。

【0041】

図 4 に示すように、第 1 中間関節 58 は、相互に回動し得る複数の節輪環 62 が積層されている。なお、図 4 では、3 個の節輪環 62 を例示して第 1 中間関節 58 を説明するが、節輪環 62 の設置数はこれに限定されず、例えば、4～30 個程度であってもよい。

【0042】

各節輪環 62 の一方の面には、節輪環 62 の中心を介して対向する一対の V 字状の溝 64 が形成され、他方の面には、節輪環 62 の中心を介して対向する一対の半円柱状の突部 66 が前記溝 64 と 90° ずれた位置に形成されている。この場合、隣接する節輪環 62 同士は、それらの溝 64 同士が互いに 90° ずれた姿勢で配置され、一方の節輪環 62 の両突部 66 が他方の節輪環 62 の対応する両溝 64 内に挿入されるようにして各節輪環 62 が接合される。

【0043】

また、各節輪環 62 において、両溝 64 及び両突部 66 が形成された位置には、それぞれ貫通孔 67 が形成されており、各節輪環 62 の対応する貫通孔 67 には、ワイヤ 50d、50d 及びワイヤ 50e、50e がそれぞれ挿通すると共に、当該ワイヤ 50d、50d、50e、50e の先端が第 1 中間関節 58 の先端側（Z1 側）に配列された節輪環 62 に連結されている。これにより、各節輪環 62 が集合され略一体的に構成される。

【0044】

このような第 1 中間関節 58 において、突部 66 が溝 64 に挿入された状態では、隣接

する節輪環 6 2 の間には隙間が形成されるため、突部 6 6 が溝 6 4 内で回動することができ、これにより、隣接する節輪環 6 2 同士が回動することができる。この場合、隣接する 1 組の節輪環 6 2 同士の回動角度は小さいが、その角度が複数組の節輪環 6 2 について累積すると、湾曲部全体として所望の湾曲（例えば 60 ~ 120 ° 程度）を得ることができ、先端動作部 4 6 を連結シャフト 4 4 の長尺軸と非平行な状態に曲げることができる。

【0045】

そこで、コンソール 2 0 の制御下に、ブーリ 4 8 d 及び 4 8 e が適宜回転駆動されると各ワイヤ 5 0 d、5 0 d、5 0 e、5 0 e がそれぞれ所定距離だけ進退移動され、これにより、第 1 中間関節 5 8 を連結シャフト 4 4 の横断面上で上下（前後）左右に所望の角度で屈曲させることができる。すなわち、第 1 中間関節 5 8 は、ワイヤ 5 0 d、5 0 d、5 0 e、5 0 e による牽引により能動的に屈曲又は湾曲する。この場合、湾曲方向やその数（自由度）は、特に限定されるものではなく、また、図示されていないが、各節輪環 6 2 の外周を、例えば、弾性または可撓性を有する材料で構成された層で被覆することも可能である。

【0046】

各節輪環 6 2 の中央には、ワイヤ 5 0 a、5 0 a、5 0 b、5 0 b、5 0 c、5 0 c が挿通する 6 つの案内孔 6 8 を備える案内板 7 0 が設けられている。6 つの案内孔 6 8 は、Y 方向に並ぶ 3 つの組が、X 方向に 2 列に配列されており、それぞれ軸芯に近い位置に設けられている。第 1 中間関節 5 8 が非屈曲の状態においては、案内孔 6 8 を通るワイヤ 5 0 a ~ 5 0 c はほとんど屈曲せず直線状に配置される。案内板 7 0 は、3 つの節輪環 6 2 のうち少なくとも 1 つに設けられているとよい。

【0047】

第 1 中間関節 5 8 が屈曲させた場合に、ワイヤ 5 0 a ~ 5 0 c は、案内孔 6 8 に案内されて過度に移動又は屈曲することがなく、しかも互いに接触することなく、適切な位置に配置することができる。

【0048】

図 5 に示すように、第 2 中間関節 6 0 は、第 1 中間関節 5 8 と略同様の構成であって、各節輪環 6 2 に 4 つの貫通孔 7 2 が設けられている。各貫通孔 7 2 は、各貫通孔 6 7 の近傍に設けられている。貫通孔 6 7 にはワイヤ 5 0 f、5 0 f、5 0 g、5 0 g が挿通されており、第 1 中間関節 5 8 におけるワイヤ 5 0 d、5 0 d、5 0 e、5 0 e に相当する作用を奏し、第 2 中間関節 6 0 を能動的に屈曲又は湾曲させることができる。ワイヤ 5 0 d、5 0 d、5 0 e、5 0 e は、4 つの貫通孔 7 2 を挿通して、第 1 中間関節 5 8 （つまり Z 1 方向）に向かって延在している。

【0049】

なお、第 1 中間関節 5 8 及び第 2 中間関節 6 0 は、蛇腹形状又は柔軟で屈曲可能な部材により覆われている。連結シャフト 4 4 における第 1 中間関節 5 8 及び第 2 中間関節 6 0 以外の箇所は硬質な部材で構成されている。

【0050】

図 6 に示すように、先端動作部 4 6 は、連結シャフト 4 4 の先端に設けられており、少なくとも、ワイヤ 5 0 a が巻き掛けられたブーリ（回転体）、ワイヤ 5 0 b が巻き掛けられたブーリ、及びワイヤ 5 0 c が巻き掛けられたブーリを有する。ワイヤ 5 0 a ~ 5 0 c が、接続ブロック 4 2 のブーリ 4 8 a ~ 4 8 c の回転動作よって進退することにより先端動作部 4 6 の各ブーリが従動的に回転し、該先端動作部 4 6 は 3 軸動作が可能である。この動作は、例えば、ピッチ軸（先端関節）7 4 及びヨー軸（先端関節）7 6 を中心とした回動動作と、グリッパ 7 8 の開閉動作である。グリッパ 7 8 は、片開き式又は両開き式のいずれでもよい。この先端動作部 4 6 は、例えば、前記特許文献 2 記載の医療マニピュレータにおける先端の作業部と同機構にすればよい。

【0051】

なお、第 1 中間関節 5 8、第 2 中間関節 6 0、ピッチ軸 7 4、ヨー軸 7 6 及びグリッパ 7 8 は、相互に動作干渉を発生しうることから、コンソール 2 0 では、干渉量を演算して

補償するように各ワイヤ 50a～50g を進退させる制御を行う。つまり、所定箇所を動作させたときに、他の箇所が動作干渉による無駄な動きをしないよう制御をする。

【0052】

マニピュレータ 10a 及び 10b については、マニピュレータ 10c における第 1 中間関節 58、第 2 中間関節 60、モータ 30d～30f、ワイヤ 50d～50f 及びブーリ 48d～48f を省略した構成にすればよい。もちろん、マニピュレータ 10a 及び 10b はマニピュレータ 10c と同構成であってもよい。

【0053】

図 7 に示すように、コンソール 20 には、人による操作部としての 3 つのジョイスティック 80a、80b、80c と、モニタ 82（図 1 参照）と、2 つの トラックボール（回動型入力手段）84a、84b と、該 トラックボール 84a、84b の入力を有効化又は無効化させるイネーブルスイッチ 86a、86b と、復帰スイッチ 88a、88b とを有する。モニタ 82 には、内視鏡 24 による画像等の情報が表示される。 トラックボール（回動型入力手段）84a、84b は、コンソール 20 の操作卓上の中間に並列している。復帰スイッチ 88a、88b は、 トラックボール 84a、84b の奥に配置されている。イネーブルスイッチ 86a、86b は反円弧形状のモーメンタリスイッチであって、 トラックボール 84a、84b の半周を略囲むように近接配置されている。

10

【0054】

ジョイスティック 80a～80c の操作により、ロボットアーム 18a～18c を個別に操作が可能である。ロボットアーム 18d は、図示しない別の入力手段により操作可能である。ジョイスティック 80a、80b は、両手で操作しやすい左右位置に設けられており、ジョイスティック 80c は、中央のやや奥の位置に設けられている。

20

【0055】

ジョイスティック 80a～80c は、上下動作、捻り動作、及び全方向への傾動動作が可能であり、これらの動作に応じてロボットアーム 18a～18c を動かすことができる。ジョイスティック 80a～80c は、手を離すと対応するロボットアーム 18a～18c の姿勢が保持されたまま図 7 に示す直立の基準状態に復帰する。ジョイスティック 80a～80c は、基本的に同構造であり、人手によって握るハンドルグリップ 100 と、主に人差し指、中指によって押し引き操作されるトリガーレバー 102 と、主に親指によって操作される複合入力部 104 とを有する。トリガーレバー 102 を操作することにより、グリッパー 78 を開閉させることができる。複合入力部 104 は、中央に設けられた十字形状のシーソー型スイッチ 104a 及び 104b とを有する。横方向のシーソー型スイッチ 104a を操作することにより、ヨー軸 76 の傾動動作が可能になる。縦方向のシーソー型スイッチ 104b を操作することによりピッチ軸 74 の傾動動作が可能になる。

30

【0056】

ロボットアーム 18a～18c は、例えば絶対座標（ワールド座標）動作モードやツール座標動作モードで動作が可能である。

【0057】

絶対座標モードでは、ジョイスティック 80c の操作に基づき、マニピュレータ 10c は、接続されたロボットアーム 18c（スライド機構 26 を含む）と協動する。このとき、先端動作部 46 の位置はハンドルグリップ 100 の移動により絶対座標に基づいて設定され、先端動作部 46 の向きは、シーソー型スイッチ 104a 及び 104b の操作に基づいて設定される。

40

【0058】

ツール座標動作モードでは、ジョイスティック 80c の操作に基づき、マニピュレータ 10c は、接続されたロボットアーム 18c（スライド機構 26 を含む）と協動し、先端動作部 46 の姿勢を基準としたツール座標系に基づいて、該先端動作部 46 を、姿勢を一定にして進退させることができる。

【0059】

例えば、図 8 に示すように、先端動作部 46 のその時点の姿勢を基準として、互いに直

50

交するツール座標系 $Z t_0$ 、 $X t_0$ 、 $Y t_0$ ($Y t_0$ は図示を省略する。) を設定し、該ツール座標系に基づいた動作を行う。例えば、グリッパ78の延在方向を座標 $Z t_0$ に沿って仮想線で示す位置から実線で示す位置まで先端動作部46を進退させる。このとき、トラカール25における仮想基準点P1の位置(ピボットポイント)及び先端動作部46の姿勢は一定に保たれる。

【0060】

ジョイステイック80a～80cは図9に示すマスターーム200で代用してもよい。
。

【0061】

図9に示すように、マスターーム200は、支軸202と、第1U字部材204と、
第2U字部材206と、一対の開閉部材208とを有する。第1U字部材204は、上方
が開口する向きで支軸202の上端において、水平面で回転自在に設けられている。支軸
202に対する第1U字部材204の回転角度は、回転センサ210によって検出され、
ヨー軸76の動作に反映される。
10

【0062】

第2U字部材206は第1U字部材204よりも小さく、該第1U字部材204の内側
に設けられている。第2U字部材206と第1U字部材204の両端部は回転自在に接続
されており、第2U字部材206は鉛直面で回転自在に設けられている。第1U字部材2
04に対する第2U字部材206の回転角度は、回転センサ212によって検出され、ピ
ッヂ軸74の動作に反映される。
20

【0063】

一対の開閉部材208は、軸214を介して第2U字部材206の底部に回転自在に設
けられている。第2U字部材206に対する軸214の回転角度は、回転センサ216に
よって検出され、回転機構22(図1参照)の動作に反映される。

【0064】

一対の開閉部材208は、軸214を基準として開閉可能であり、開閉角度は内部のセ
ンサ218によって検出され、グリッパ78の開閉動作に反映される。

【0065】

マスターーム200は、全体として図9におけるX、Y及びZ方向に変位可能であり
、図示しないセンサによって、コンソール20に対するX、Y、Z方向の位置を検出可能
である。X方向及びY方向については、傾動する機構を適用してもよい。検出されたX、
Y、Z方向の位置は、先端動作部46の絶対座標に反映される。つまり、マスターーム
200によれば、先端動作部46の位置及び向きに係る6つのパラメータを指示するこ
とができるとともに、グリッパ78の開閉動作の指示が可能である。
30

【0066】

マスターーム200は、手を離すと、対応するロボットアーム18a～18cの姿勢
が保持されたまま、図示しない弾性体の作用により図9に示す基準状態に復帰させるよう
にしてもよい。

【0067】

ツール座標動作モードでは、他の座標 $Z t$ 及び $Z t$ の方向や、これらの複合方向に沿
った移動も可能である。このツール座標動作モードにおけるマスターーム200の操作は
、例えば、左右方向(図9における矢印X方向)の移動が座標 $X t$ に相当し、前後方向(図9
における矢印Y方向)の移動が座標 $Y t$ に相当し、上下方向(図9における矢印Z方
向)の昇降が $Z t$ 座標に相当する。
40

【0068】

ツール座標動作モードでは、ロボットアーム18cの姿勢は、先端動作部46の位置及
び姿勢を設定するとともに、仮想基準点P1の位置を規定し、公知の行列変換計算によ
り求めるとよい。ツール座標動作モードの動作はジョイステイック80cや前記のマスター
アーム200による操作も可能であることはもちろんである。

【0069】

10

20

30

40

50

このような、ツール座標動作モードでは、体腔 27 内の臓器を退避させる動作等を容易に行うことができる。

【0070】

トラックボール 84a は、マニピュレータ 10c における第 1 中間関節 58 を動作させるための入力手段である。

【0071】

所定の中間関節動作モードにおけるトラックボール 84a の操作に基づき、マニピュレータ 10c は、接続されたロボットアーム 18c（スライド機構 26 を含む）と協動し、先端動作部 46 の位置及び姿勢を一定にして、第 1 中間関節 58 を屈曲させることができる。

10

【0072】

例えば、図 10 に示すように、先端動作部 46 のその時点の先端関節（ピッチ軸 74 及びヨー軸 76）の位置 P2 を基準として、該位置 P2 を中心として第 1 中間関節 58 までの距離 r1 の球（仮想球面）110 を想定し、第 1 中間関節 58（図 10 及び図 11 では点 P3 で示す）が球 110 の面に沿って仮想線で示す位置から実線で示す位置まで移動する。このとき、トラカール 25 における仮想基準点 P1 の位置及び先端動作部 46 の位置・姿勢は一定に保たれる。

【0073】

なお、第 1 中間関節 58 が上下方向又は左右方向のいずれかの方向にしか屈曲できない構成である場合には、球 110 に換えて所定の仮想円弧上に沿って第 1 中間関節 58 を動作させればよい。

20

【0074】

中間関節動作モードでは、例えば、図 11 に示すように、その時点の先端動作部 46 の向き（又はマニピュレータ 10c 全体の向き）に基づき、第 1 中間関節 58 を中心とし、球 110 に沿った直交する座標 Xp、Yp を設定する。このときのトラックボール 84a の操作は、例えば左右方向の回動が座標 Xp に相当し、前後方向の回動が座標 Yp に相当する。もちろん、Xp、Yp 以外の全方向への屈曲が可能である。トラックボール 84a を所定の方向に回動させると、その回動方向及び回動量に応じて、第 1 中間関節 58 が屈曲し、回動を停止させると第 1 中間関節 58 の屈曲も停止する。第 1 中間関節 58 が屈曲範囲の所定方向の限界まで達すると、それ以上のその方向への屈曲指令は無効となる。

30

【0075】

中間関節動作モードでは、トラックボール 84a に限らず、他の回動型入力手段を用いてもよい。例えば、ジョイスティック 80c を兼用し、左右方向の傾動を座標 Xp に対応させ、前後方向の傾動を座標 Yp に対応させてもよい。

【0076】

中間関節動作モードでは、ロボットアーム 18c の姿勢は、先端動作部 46 の位置及び姿勢を設定するとともに、仮想基準点 P1 及び第 1 中間関節 58 の位置を規定し、公知の行列変換計算により求めるとよい。

【0077】

第 1 中間関節 58 を動作させる際には、イネーブルスイッチ 86a を押しながら トラックボール 84a を有効化させておく。イネーブルスイッチ 86a が押されていないときは トラックボール 84a は無効化されており、不用意に該 トラックボール 84a を操作しても第 1 中間関節 58 が動作することを防止できる。

40

【0078】

復帰スイッチ 88a を操作すると、第 1 中間関節 58 は屈曲角度が 0 の状態（図 2 参照）に所定の速度で自動的に復帰する。これにより、連結シャフト 44 をトラカール 25 から抜きやすくなる。復帰スイッチ 88a は、モーメンタリスイッチであって、作業者が押しているときのみ有効になり、該復帰スイッチ 88a から手を離すことにより、復帰動作中を途中停止させ、第 1 中間関節 58 の状態を確認できる。

【0079】

50

中間関節動作モードでは、第1中間関節58の屈曲制御とともに、トラックボール84b、イネーブルスイッチ86b及び復帰スイッチ88bによる第2中間関節60の屈曲制御が可能になる。トラックボール84b、イネーブルスイッチ86b及び復帰スイッチ88bは、トラックボール84a、イネーブルスイッチ86a及び復帰スイッチ88aと同様の作用を奏する。

【0080】

第2中間関節60の制御方法は複数あり、選択が可能である。例えば、第1の制御方法として、図12に示すように、第1中間関節58を中心とし、第2中間関節60までの距離 r_2 の球112を想定し、第2中間関節60が球112の面に沿って仮想線で示す位置から実線で示す位置まで移動する。このとき、トラカール25における仮想基準点P1の位置、先端動作部46の位置・姿勢、及び、点P2から第1中間関節58までのリンク114の位置・姿勢は一定に保たれる。この第1の制御方法では、第2中間関節60の屈曲に協動して第1中間関節58も屈曲動作をする。

10

【0081】

第2の制御方法としては、図13に示すように、先端動作部46のその時点の先端関節(ピッチ軸74及びヨー軸76)の位置P2を中心として第2中間関節60までの距離 r_3 の球116を想定し、第2中間関節60が球116の面に沿って仮想線で示す位置から実線で示す位置まで移動をする。このとき、トラカール25における仮想基準点P1の位置、先端動作部46の位置・姿勢は一定に保たれる。この第2の制御方法では、第1中間関節58の屈曲状態は維持される。

20

【0082】

第1中間関節58及び第2中間関節60の動作は、トラックボール84a及び84bの操作に基づく制御に限らず、プログラムまたはティーチングによる所定の自動動作であってもよい。

【0083】

次に、このように構成されるマニピュレータ10c及び医療用ロボットシステム12の作用について説明する。

【0084】

先ず、患者の患部周辺にガスを入れて体腔27を確保し、トラカール25からマニピュレータ10cの先端動作部46及び連結シャフト44を挿入する。体腔27内の状態は内視鏡24を用いて画像で確認する。

30

【0085】

次に、患部118に対する手技に先だって、その周辺に存在する他の臓器等を所定の場所に退避させて広い術野を確保する。

【0086】

例えば、図14に示すように、大腸120を退避させる場合には、ピッチ軸74及びヨー軸76を屈曲動作させて先端動作部46の向きを大腸120の適当な箇所に対して略垂直となるように調整する。この後、大腸120を適度に軽く把持する。

【0087】

次に、図15に示すように、先端動作部46を前進させて大腸120を奥の方向に退避させる。このとき、先端動作部46と大腸120の把持箇所との相対的な向きを維持させるため、前記のツール座標動作モード(図8参照)を用いて、先端動作部46を座標Zt1の方向に押し出すとよい。

40

【0088】

このような操作によれば、大腸120は患部118から十分に離れ、手技が行いやしくなる。つまり、マニピュレータ10cはリトラクタとして作用する。ところが、マニピュレータ10cにより大腸120を退避させても、該マニピュレータ10c自体が体腔27内を横断するように配置されてしまい、十分に広い術野が確保されない場合がある。

【0089】

この場合、マニピュレータ10cの第1中間関節58及び第2中間関節60少なくとも

50

一方を屈曲動作させる。

【0090】

例えば、図16に示すように、中間関節動作モードにおいて、リンク114が大腸120と略平行となるように第1中間関節58を屈曲させる。これにより、連結シャフト44は、患部118から離れることになり、該患部118の周辺に広い術野122が確保され、他のマニピュレータ10a及び10b等による手技が容易に行え、手術時間短縮などの効果が得られる。

【0091】

第1中間関節58を屈曲させるだけでも相当に広い術野122が得られるが、第2中間関節60を屈曲させて、図17に示すように、さらに広い術野124を確保してもよい。
10 第2中間関節60を屈曲させる場合には、前記の第1の制御方法（図12参照）及び第2の制御方法（図13参照）の一方又は両方を用いるとよい。

【0092】

この場合、先端動作部46の軸をS1、リンク114の軸をS2、第1中間関節58から第2中間関節60までのリンク129の軸をS3とし、S2とS3が同一軸上に配置されるようにしてもよい。

【0093】

大腸120を退避させる際、グリッパ78による把持に限らず、例えば、図18に示すように、扇子と同様機構の先端作用部130を設けて開いておき、該先端作用部130を大腸に当接させて押し出してもよい。この先端作用部130は、両開きのグリッパ78の一対の部材の間に膜を張ることにより構成可能である。先端作用部130は、大腸120を把持することができなく、該大腸120に対する負荷が小さい。先端作用部130を折り畳むと、トラカール25の挿通が容易になる。
20

【0094】

上述したように、本実施の形態に係るマニピュレータ10cによれば、先端関節のピッチ軸74及びヨー軸76によりグリッパ78の向きを適切に調整可能であり、医療用の適切な手技が可能である。特に、リトラクタとして用いる場合に、大腸120等の臓器に対して適切な向きに設定可能である。さらに、マニピュレータ10cは、第1中間関節58及び第2中間関節60で屈曲することから連結シャフト44を適切配置して広い術野を確保することができ、特に、他のマニピュレータ10a、10bとの干渉を回避するのに好適である。
30

【0095】

マニピュレータ10cは、ロボットアーム18cに接続され、該ロボットアーム18cがマニピュレータ10cと協動し、トラカール25の基準点P1を基準として進退及び傾動するように制御され適切な動作が実現できる。

【0096】

本実施の形態に係る医療用ロボットシステム12では、マニピュレータ10cで体腔27の臓器等を所定の場所に退避させて広い術野を確保することができ、しかも、第1中間関節58及び第2中間関節60で屈曲することから連結シャフト44を適切に配置することができ、さらに広い術野が確保され、他のマニピュレータ10a、10bとの干渉を回避して容易な手技が可能となる。
40

【0097】

医療用ロボットシステム12では、第1中間関節58及び第2中間関節60は、トラックボール84a及び84bの回動量及び回動方向に対応して、所定の基準点を中心とした仮想球面又は仮想円弧上を移動する。トラックボール84a及び84bを用いることにより、第1中間関節58及び第2中間関節60の屈曲を適切且つ容易に、しかも人間（操作者）の感覚によく馴染み、直感的な操作が可能である。

【0098】

本発明に係る医療用マニピュレータ及び医療用ロボットシステムは、上述の実施の形態に限らず、本発明の要旨を逸脱することなく、種々の構成を採り得ることはもちろんであ
50

る。

【図面の簡単な説明】

【0099】

【図1】本実施の形態に係る医療用ロボットシステムの概略斜視図である。

【図2】本実施の形態に係るマニピュレータの一部断面側面図である。

【図3】ブーリ及びアームの平面図である。

【図4】第1中間関節の分解斜視図である。

【図5】第2中間関節の分解斜視図である。

【図6】先端動作部の概略斜視図である。

【図7】コンソールの概略斜視図である。

10

【図8】ツール座標動作モードを説明する図である。

【図9】マスターアームの斜視図である。

【図10】中間関節動作モードにおける第1中間関節を屈曲させる動作を説明する図である。

【図11】中間関節動作モードにおける第1中間関節を屈曲させる際に基準となる仮想の球を説明する図である。

【図12】中間関節動作モードにおいて、第1の制御方法により第2中間関節を屈曲させる動作を説明する図である。

【図13】中間関節動作モードにおいて、第2の制御方法により第2中間関節を屈曲させる動作を説明する図である。

20

【図14】マニピュレータのグリッパにより大腸を把持した状態を示す図である。

【図15】マニピュレータのグリッパにより大腸を退避させた状態を示す図である。

【図16】第1中間関節を屈曲させた状態を示す図である。

【図17】第2中間関節を屈曲させた状態を示す図である。

【図18】扇子と同様機構の先端作用部を示す図である。

【符号の説明】

【0100】

10a～10c…マニピュレータ

12…医療用ロボットシステム

16…ステーション

18a～18d…ロボットアーム

30

20…コンソール

24…内視鏡

25…トラカール

26…スライド機構

27…体腔

30a～30g…モータ

42…接続ブロック

44…連結シャフト

46…先端動作部

48a～48g…ブーリ

50a～50g…ワイヤ

58…第1中間関節

60…第2中間関節

68…案内孔

70…案内板

74…ピッチ軸

76…ヨー軸

78…グリッパ

80a～80c…ジョイスティック

82…モニタ

84a、84b…トラックボール

86a、86b…イネーブルスイッチ

40

88a、88b…復帰スイッチ

110、112、116…球

118…患部

120…大腸

122、124…術野

130…先端作用部

【 义 1 】

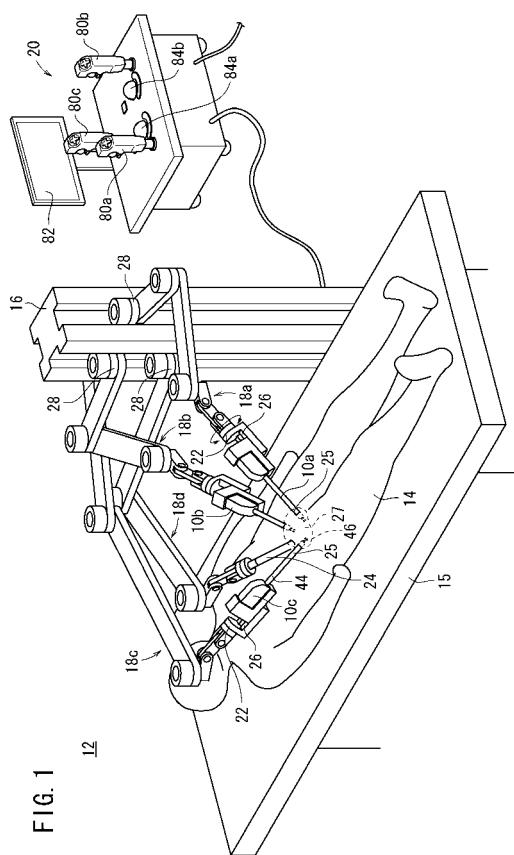


FIG. 1

【 四 2 】

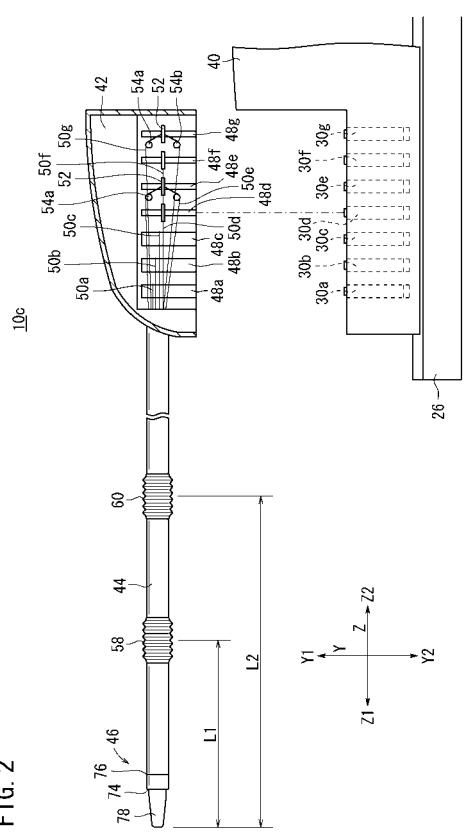


FIG. 2

【 义 3 】

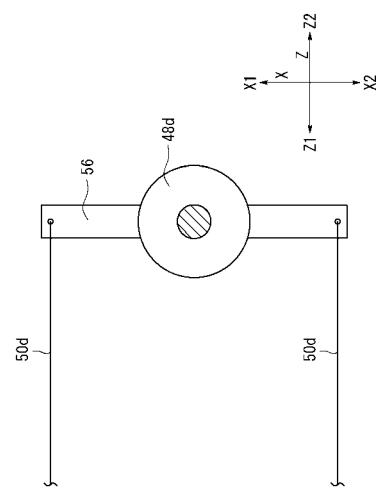


FIG. 3

【 四 4 】

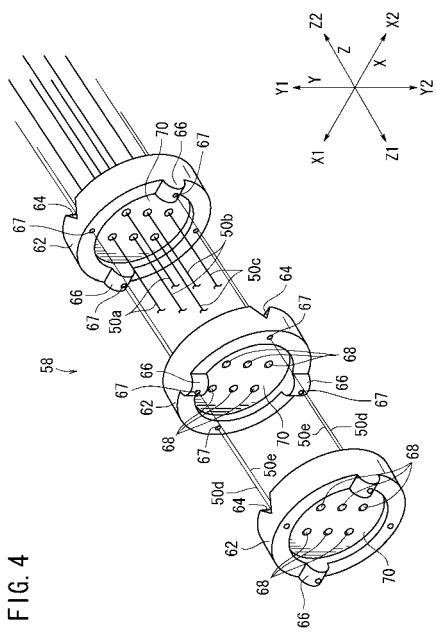


FIG. 4

【圖 5】

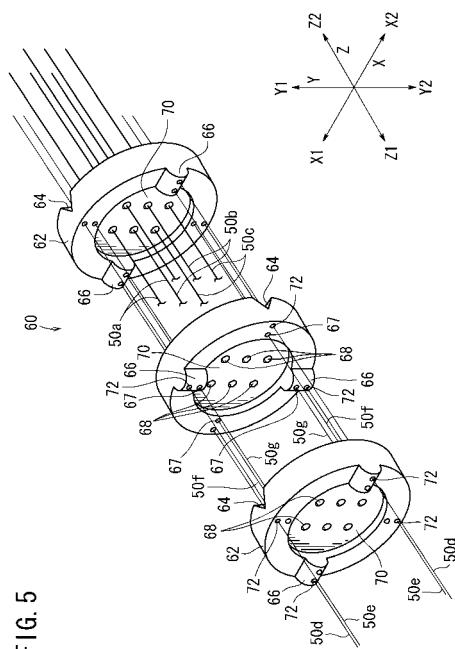


FIG. 5

【 四 6 】

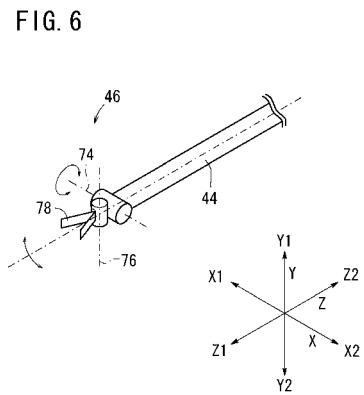


FIG. 6

【 図 7 】

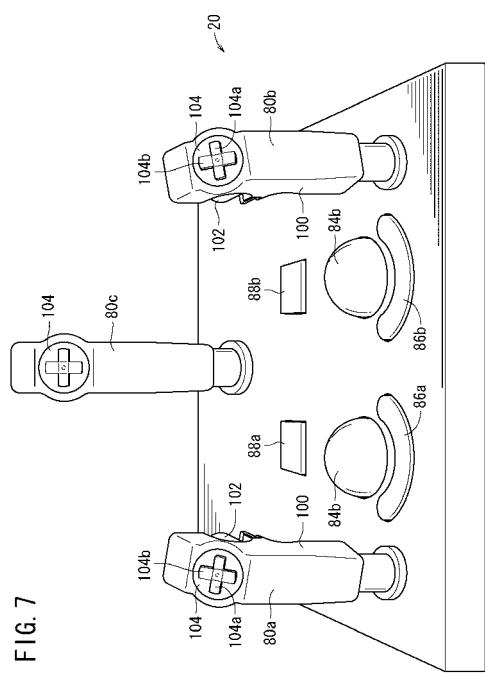


FIG. 7

〔 四 8 〕

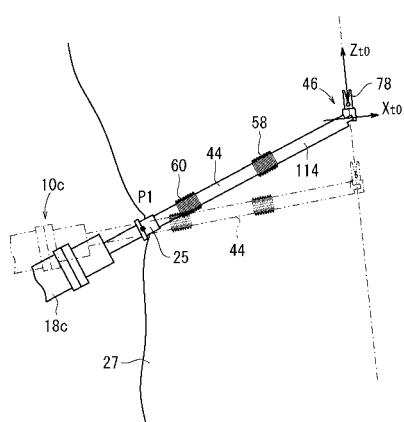
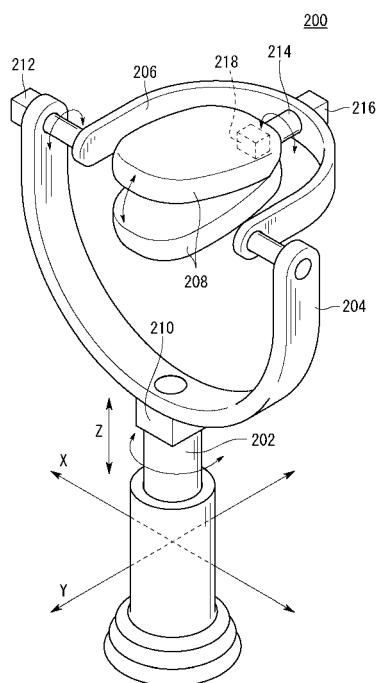


FIG. 8

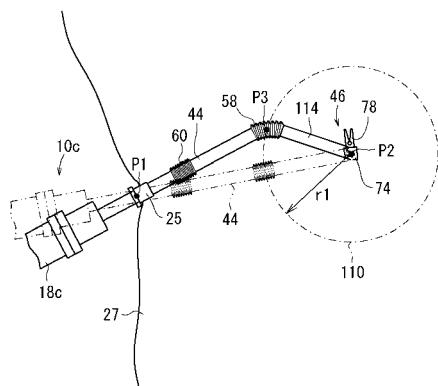
【図9】

FIG. 9



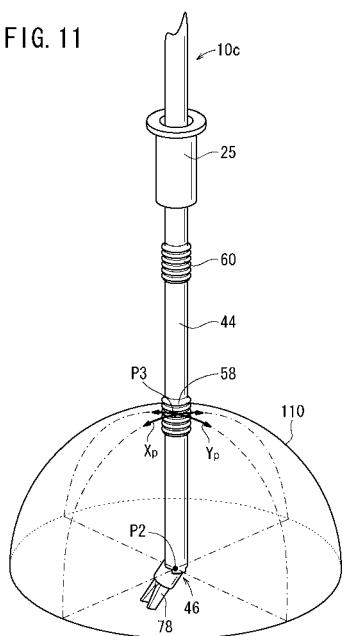
【図10】

FIG. 10



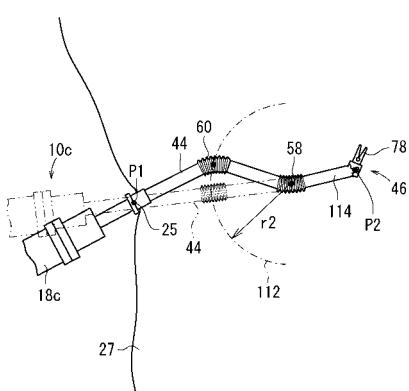
【図11】

FIG. 11



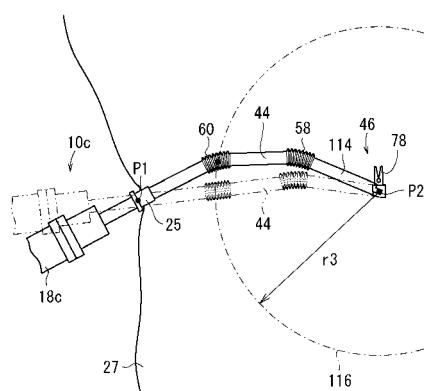
【図12】

FIG. 12

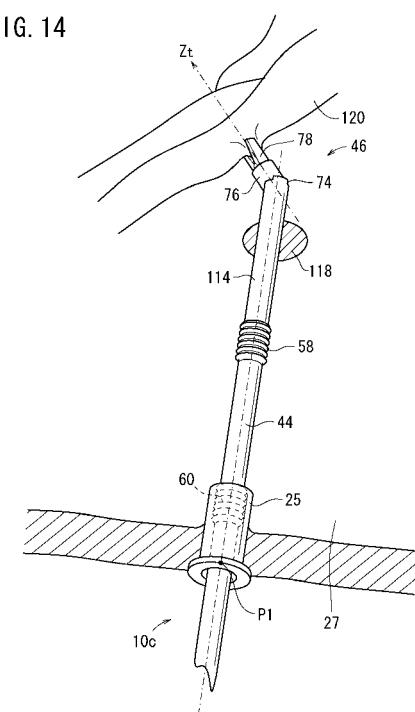


【図 13】

FIG. 13

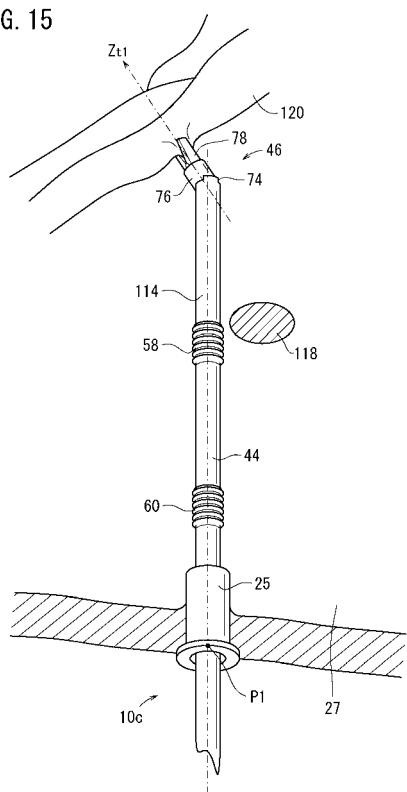


【図 14】



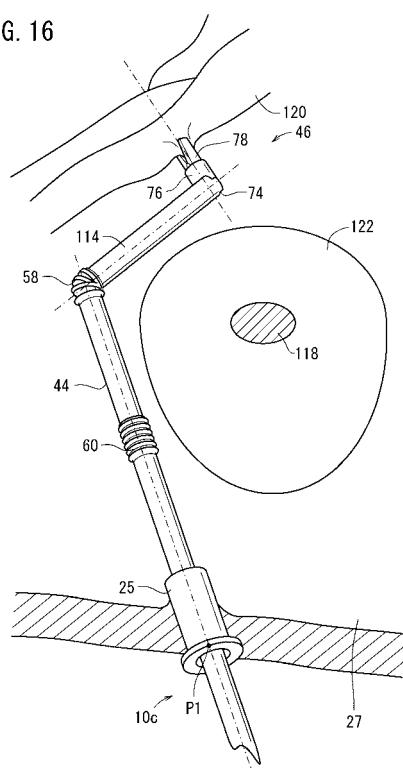
【図 15】

FIG. 15

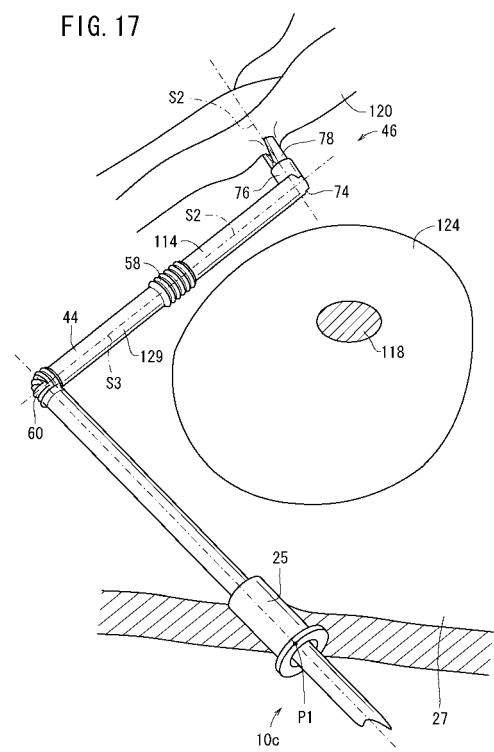


【図 16】

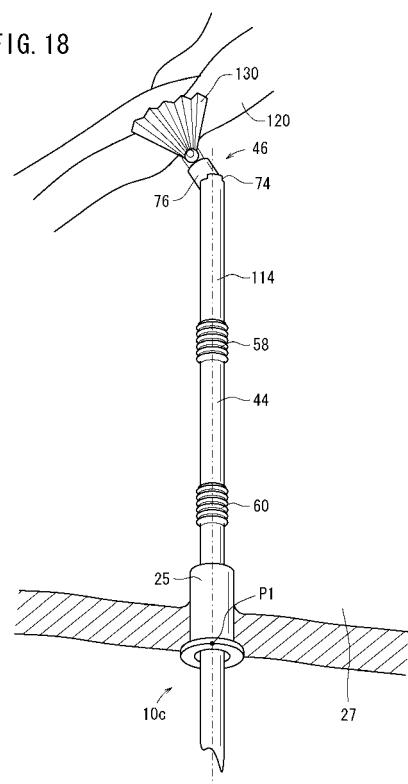
FIG. 16



【図17】



【図18】



フロントページの続き

(72)発明者 大森 繁
神奈川県足柄上郡中井町井ノ口1500番地 テルモ株式会社内
F ターク(参考) 4C061 AA24 GG13 HH32 JJ06

专利名称(译)	医疗机械手和医疗机器人系统		
公开(公告)号	JP2009160011A	公开(公告)日	2009-07-23
申请号	JP2007339211	申请日	2007-12-28
[标]申请(专利权)人(译)	泰尔茂株式会社		
申请(专利权)人(译)	泰尔茂株式会社		
[标]发明人	大森繁		
发明人	大森 繁		
IPC分类号	A61B19/00 A61B1/00		
CPC分类号	A61B34/30 A61B34/37 A61B34/71 A61B90/361 A61B2034/742		
FI分类号	A61B19/00.502 A61B1/00.300.B A61B1/00.620 A61B1/00.650 A61B1/00.655 A61B34/35		
F-Term分类号	4C061/AA24 4C061/GG13 4C061/HH32 4C061/JJ06 4C161/AA24 4C161/GG13 4C161/HH32 4C161/HH47 4C161/JJ06		
代理人(译)	鹿岛直树		
其他公开文献	JP5258284B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种能够确保体腔中广阔的手术视野的医疗机械手。机械手10c包括连接块42，连接轴44和尖端工作单元46。远端工作单元46具有a纸牙78，以及作为改变per纸牙78的方向的远端接头的俯仰轴线74和偏航轴76。夹持器78，俯仰轴74和偏航轴76由旋转体操作，导线50a至50c缠绕在旋转体上。连接轴44具有第一中间接头58和第二中间接头60，第一中间接头58和第二中间接头60通过使电线50d至50g前进和缩回而被柔性地驱动。由于机械手10c在第一中间接头58和第二中间接头60处弯曲，因此可以适当地布置连接轴44，并且抓握器78可以通过俯仰轴线74和偏航轴线76相对于器官定向。可以在任何方向进行调整。

[选择图]图2

