

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5883343号
(P5883343)

(45) 発行日 平成28年3月15日 (2016. 3. 15)

(24) 登録日 平成28年2月12日 (2016. 2. 12)

(51) Int. Cl.		F 1			
A 6 1 B	17/28	(2006. 01)	A 6 1 B	17/28	3 1 0
A 6 1 B	90/00	(2016. 01)	A 6 1 B	19/00	5 0 2
A 6 1 B	18/12	(2006. 01)	A 6 1 B	17/39	3 1 0

請求項の数 3 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2012-90794 (P2012-90794)	(73) 特許権者	502034903
(22) 出願日	平成24年4月12日 (2012. 4. 12)		株式会社スズキプレシオン
(65) 公開番号	特開2013-215502 (P2013-215502A)		栃木県鹿沼市野尻 1 1 3-2
(43) 公開日	平成25年10月24日 (2013. 10. 24)	(74) 代理人	100077665
審査請求日	平成27年3月26日 (2015. 3. 26)		弁理士 千葉 剛宏
		(74) 代理人	100116676
			弁理士 宮寺 利幸
		(74) 代理人	100149261
			弁理士 大内 秀治
		(74) 代理人	100136548
			弁理士 仲宗根 康晴
		(74) 代理人	100136641
			弁理士 坂井 志郎
		(74) 代理人	100169225
			弁理士 山野 明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 医療用マニピュレータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ハンドルと、
前記ハンドルから延出したシャフトと、
エンドエフェクタを有し、前記シャフトに対して傾動動作が可能に連結され、且つロール動作が可能な先端動作部と、
前記ハンドルと前記先端動作部との間に配設され、前記エンドエフェクタに作用する作動手段と、を備え、

前記先端動作部は、ロール軸線を中心として前記エンドエフェクタと一体的に回転可能であり且つ中空筒状部分を有する先端側回転体と、前記シャフトの軸線方向に対して姿勢変更可能に設けられ内周部で前記先端側回転体を回転自在に支持する回転支持筒とを有し、

前記作動手段の一部は、前記先端動作部の内側に配設される、
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、
前記回転支持筒は、前記シャフトの先端にて前記シャフトの軸線に対して交差する傾動軸線を中心に回動可能であり、

前記シャフトと前記先端動作部との間の関節部には、前記傾動軸線上に配置された一対の関節ピンが設けられ、

前記作動手段の他の一部は、前記一对の関節ピンの中に設けられた隙間に挿通配置される、

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、

前記回転支持筒は、周方向に連結することによりその内側に前記先端側回転体を回転可能に支持する複数のセグメント部材からなる、

ことを特徴とする医療用マニピュレータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、外科手術、特に内視鏡下外科手術を行う際に用いられる医療用マニピュレータであって、エンドエフェクタを有する先端動作部を無制限の回転範囲でロール動作させることができる医療用マニピュレータに関する。

【背景技術】

【0002】

内視鏡下外科手術（又は腹腔鏡下手術とも呼ばれる。）においては、患者の腹部等に複数の孔を開け、これらの孔にトラカール（筒状の器具）を挿入した後、各トラカールを通して、腹腔鏡（カメラ）と複数の鉗子を体腔内に挿入する。鉗子の先端部には、エンドエフェクタとして、生体組織等を把持するためのグリッパや、鋏、電気メスのブレード等が

20

【0003】

取り付けられている。腹腔鏡と鉗子を体腔内に挿入したら、腹腔鏡に接続されたモニタに映る腹腔内の様子を見ながら鉗子を操作して手術を行う。このような手術方法は、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。このため、このような手術方法は、適用分野の拡大が期待されている。

【0004】

トラカールから挿入される鉗子として、先端部に関節を持たない一般的な鉗子の他に、先端部に関節を有してエンドエフェクタのロール動作や傾動動作が可能な鉗子、いわゆる医療用マニピュレータの開発が行われている（例えば、下記特許文献1参照）。このような医療用マニピュレータによれば、体腔内で自由度の高い動作が可能であり、手技が容易となり、適用可能な症例が多くなる。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特許第4391762号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、医療用マニピュレータにおいては、エンドエフェクタを含む先端動作部の自由度が多いとともに可動範囲ができるだけ広い方が望ましい。例えば、先端動作部のロール動作の回転範囲が無制限であれば、結紮等の手技の円滑な遂行に寄与することが期待できる。一方、先端動作部の自由度を高くしようとすると構造が複雑化し易い。

40

【0007】

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、構造を複雑化することなく、自由度の高い先端動作部を備えた医療用マニピュレータ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】

【0008】

上記の目的を達成するため、本発明に係る医療用マニピュレータは、ハンドルと、前記ハンドルから延出したシャフトと、エンドエフェクタを有し、前記シャフトに対して傾動

50

動作が可能に連結され、且つロール動作が可能な先端動作部と、前記ハンドルと前記先端動作部との間に配設され、前記エンドエフェクタに作用する作動手段と、を備え、前記先端動作部は、ロール軸線を中心として前記エンドエフェクタと一体的に回転可能であり且つ中空筒状部分を有する先端側回転体と、前記シャフトの軸線方向に対して姿勢変更可能に設けられ内周部で前記先端側回転体を回転自在に支持する回転支持筒とを有し、前記作動手段の一部は、前記先端動作部の内側に配設されることを特徴とする。

【0009】

上記の本発明の構成によれば、先端側回転体中空状であることにより先端動作部の略中心に作動手段（例えば、エンドエフェクタの開閉又は回転のための駆動部材、エンドエフェクタに通電するための導線等）を配置することができるため、先端動作部のロール動作の回転範囲を無制限とする構成を採用し得る。また、先端側回転体の内側ではなく外側に、回転支持筒が配置されるため、先端側回転体の中空部を作動手段の配置スペースとして好適に確保することができるとともに、先端動作部の構造を簡素化できる。従って、本発明によれば、構造を複雑化することなく、自由度の高い先端動作部を備えた医療用マニピュレータが提供される。

10

【0010】

上記の医療用マニピュレータにおいて、前記回転支持筒は、前記シャフトの先端にて前記シャフトの軸線に対して交差する傾動軸線を中心に回転可能であり、前記シャフトと前記先端動作部との間の関節部には、前記傾動軸線上に配置された一对の関節ピンが設けられ、前記作動手段の他の一部は、前記一对の関節ピンの間に設けられた隙間に挿通配置されるとよい。

20

【0011】

上記の構成によれば、関節部内の作動手段の配置スペースを容易に確保することができる。

【0012】

上記の医療用マニピュレータにおいて、前記回転支持筒は、周方向に連結することによりその内側に前記先端側回転体を回転可能に支持する複数のセグメント部材からなるとよい。

【0013】

上記の構成によれば、複数のセグメント部材が周方向に連結されることにより、先端側回転体を内周部で支持する回転支持筒が構成される。従って、先端動作部の組立時において、先端側回転体を複数のセグメント部材で囲み、当該複数のセグメント部材を溶接等により相互に接合させることにより、内側に回転体があり、その外側に回転支持部がある構造を簡単に構築することができる。

30

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、構造を複雑化することなく、自由度の高い先端動作部を備えた医療用マニピュレータが提供される。

【図面の簡単な説明】

【0015】

40

【図1】本発明の第1実施形態に係る医療用マニピュレータの一部省略斜視図である。

【図2】図1に示した医療用マニピュレータにおけるハンドルの一部断面側面図である。

【図3】先端動作部の斜視図である。

【図4】先端動作部の分解斜視図である。

【図5】先端動作部の縦断面図である。

【図6】先端動作部がシャフトに対して真直ぐな状態の関節部及びその周辺部位の縦断面図である。

【図7】本発明の第2実施形態に係る医療用マニピュレータの一部省略斜視図である。

【図8】図7の医療用マニピュレータの先端動作部を拡大して示す要部斜視図である。

【図9】図7の医療用マニピュレータの先端側を拡大して示す分解斜視図である。

50

【図10】図7の医療用マニピュレータの先端動作部を示す縦断面図である。

【図11】図10におけるX I - X I線に沿った縦断面図である。

【図12】図7の医療用マニピュレータのロール動作を説明する概略側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明に係る医療用マニピュレータについて好適な実施形態を挙げ、添付の図面を参照しながら説明する。

【0017】

[第1実施形態]

図1は、本発明の第1実施形態に係る医療用マニピュレータ10を示す一部省略斜視図である。医療用マニピュレータ10は、先端に設けられたエンドエフェクタ12で針や糸あるいは生体の一部を把持し又は生体に触れて、所定の処置を行うための医療機器である。医療用マニピュレータ10は、先端に設けられるエンドエフェクタ12の種類に応じて、ニードルドライバ、把持鉗子、モノポーラ電気メス、バイポーラ電気メス等として構成され得る。

10

【0018】

以下では、まず、ニードルドライバの実施形態とした医療用マニピュレータ10の構成を概略的に説明し、その後、各部の構成を詳細に説明する。

【0019】

医療用マニピュレータ10は、エンドエフェクタ12を含む先端動作部14と、エンドエフェクタ12を駆動するハンドル16と、エンドエフェクタ12とハンドル16とを連結するシャフト18とを備える。エンドエフェクタ12は、外科的処置を行う部分であり、図示例では、第1及び第2グリッパ部材60、61を有し、所定の開閉動作軸を基準に開閉動作するグリッパ機構として構成されている。エンドエフェクタ12は、グリッパ機構に限らず、鉗や、電気メス用の電極として構成されてもよい。

20

【0020】

エンドエフェクタ12を含む先端動作部14は、シャフト18に対して複数の自由度で姿勢変更が可能である。本実施形態では、先端動作部14は、シャフト18の軸線に対して左右に傾動する「傾動動作」（首振り動作）と、当該先端動作部14の長手方向の軸線を中心に回転する「ロール動作」とを行うことができる。傾動動作は、左右方向への首振り

30

りに代えて、シャフト18の軸線に対して上下に傾動する動作であってもよい。

【0021】

シャフト18は、長尺で細径の管状部材であり、その中空部には、エンドエフェクタ12の開閉動作、先端動作部14のロール動作及び傾動動作をするのに必要な動力を、ハンドル16側から先端動作部14に伝達するための動力伝達機構を構成する複数の部材が挿通及び配置されている。

【0022】

ハンドル16は、複数の操作部を含むハンドル本体20と、ハンドル本体20に着脱可能でありモータ38を含む駆動ユニット22とを備え、ハンドル本体20に駆動ユニット22が装着された状態でモータ38が駆動した際、モータ38の駆動力が先端動作部14に伝達されるように構成される。このため、この医療用マニピュレータ10は、ハンドル本体20、シャフト18及び先端動作部14を含むマニピュレータ本体については、所定回数使用した後に廃棄し、一方、駆動ユニット22については、接続するマニピュレータ本体を変えて何度も使用する、という利用形態を取ることができる。

40

【0023】

ハンドル本体20は、シャフト18の基端が連結された胴体部23と、胴体部23に設けられたレバー24（開閉操作部）、胴体部23に設けられた傾動用ホイール26（傾動操作部）と、胴体部23に設けられたロール用スイッチ28（ロール操作部）とを備える。

【0024】

50

胴体部 23 は、医療用マニピュレータ 10 の使用時に使用者が握る部分であり、本実施形態では、シャフト 18 の軸線方向にやや長く延在するスティック状に構成されている。胴体部 23 は、上部カバー 29 a と下部カバー 29 b とからなる筐体 29 を有し、当該筐体 29 内に、プーリ、歯車、ワイヤ等の駆動部品が配置される。

【 0025 】

胴体部 23 の下部には、エンドエフェクタ 12 の開閉操作を行うためのレバー 24 が、その先端側を支点として上下に揺動自在に設けられる。本実施形態では、レバー 24 は、手動操作部として構成されており、レバー 24 に対する操作力が機械的に先端動作部 14 のエンドエフェクタ 12 に伝達されることで、エンドエフェクタ 12 の開閉動作が行われる。具体的には、レバー 24 を開いた状態でエンドエフェクタ 12 が開き、レバー 24 を閉じるとエンドエフェクタ 12 が閉じるように構成されている。

10

【 0026 】

先端動作部 14 を傾動動作させるための傾動用ホイール 26 は、胴体部 23 の長手方向の中央付近に設けられる。当該傾動用ホイール 26 は、手動操作部として構成されており、周方向の一部が筐体 29 から露出している。傾動用ホイール 26 を回転操作すると、その操作力が、ハンドル 16 及びシャフト 18 内に設けられた傾動動作の動力伝達系を介して機械的に先端動作部 14 に伝達され、先端動作部 14 がシャフト 18 の軸線に対して非平行な方向（左右方向又は上下方向）に傾動する。

【 0027 】

先端動作部 14 をロール動作させるためのロール用スイッチ 28 は、胴体部 23 の先端寄りの上部に設けられる。本実施形態では、ロール用スイッチ 28 は、コントローラ 44 を介してモータ 38 に対して操作指令を与える電動操作部として構成される。

20

【 0028 】

ロール用スイッチ 28 を押圧操作すると、押圧した位置に応じた信号が、コネクタ 54 及びケーブル 42 を介してコントローラ 44 に送信され、当該コントローラ 44 の制御作用下にモータ 38 が駆動し、モータ 38 の駆動力が先端動作部 14 に伝達されることで、先端動作部 14 が当該先端動作部 14 の長手方向の軸線を中心として回転する。本実施形態では、ロール用スイッチ 28 の右寄りの部分を押すと先端動作部 14 が右回りに回転し、ロール用スイッチ 28 の左寄りの部分を押すと先端動作部 14 が左回りに回転する。

【 0029 】

図 2 に示すように、駆動ユニット 22 は、ハウジング 36 と、ハウジング 36 内に配置されたモータ 38（駆動原）と、モータ 38 の出力軸に固定された駆動歯車 40（ピニオンギア）とを有し、ハンドル本体 20 の後部に着脱可能である。ハウジング 36 は、駆動ユニット 22 がハンドル本体 20 に装着（接続）された状態で、ハンドル本体 20 とともにハンドル 16 の筐体 29 を構成する部分であり、本実施形態では、ハンドル本体 20 の長手方向にやや長く延在する形状を有する。モータ 38 の出力軸に固定された駆動歯車 40 は、ハウジング 36 の先端よりも先端側に突出する。

30

【 0030 】

駆動ユニット 22 は、動力線及び信号線を含むケーブル 42 を介してコントローラ 44 に接続されている。コントローラ 44 は、モータ 38 への電力供給と駆動制御を行うものであり、外部電源から電力を受ける。ロール用スイッチ 28 を操作すると、その操作に応じた信号がコントローラ 44 に送信され、コントローラ 44 がモータ 38 の駆動を制御する。なお、コントローラ 44 の機能の一部又は全部は、駆動ユニット 22 に一体的に搭載され得る。

40

【 0031 】

駆動ユニット 22 をハンドル本体 20 の胴体部 23 に装着すると、モータ 38 の出力軸 38 a に固定された駆動歯車 40 と、胴体部 23 内に設けられた従動歯車 128 とが噛み合う。この状態で、モータ 38 が回転すると、モータ 38 の回転駆動力が、駆動歯車 40 と従動歯車 128 を介してハンドル本体 20 側へと伝達される。

【 0032 】

50

図 2 に示すように、ハンドル本体 20 の胴体部 23 の後部には、ハンドル側コネクタ 50 が設けられ、駆動ユニット 22 の後部には、ユニット側コネクタ 52 が設けられる。ハンドル本体 20 に駆動ユニット 22 が装着された状態で、ハンドル側コネクタ 50 とユニット側コネクタ 52 とは相互に電氣的に接続される。すなわち、ハンドル側コネクタ 50 とユニット側コネクタ 52 とにより、コネクタ 54 が構成される。ハンドル側コネクタ 50 とユニット側コネクタ 52 とが接続された状態で、ロール用スイッチ 28 を操作すると、当該ロール用スイッチ 28 の状態に対応した信号が、コネクタ 54 及びケーブル 42 の信号線を介してコントローラ 44 に伝送され、コントローラ 44 の制御作用下に、駆動ユニット 22 に搭載されたモータ 38 が駆動する。

【0033】

図 3 は、シャフト 18 の先端に連結された先端動作部 14 を示す斜視図である。図 4 は、先端動作部 14 の分解斜視図である。図 5 は、先端動作部 14 の縦断面図である。図 3 ~ 図 5 に示すように、先端動作部 14 は、開閉動作可能なエンドエフェクタ 12 と、エンドエフェクタ 12 が固定された中空円筒状の回転スリーブ 56 (先端側回転体) と、内周部で回転スリーブ 56 を軸線回りに回転可能に支持する先端側支点ブロック 58 (回転支持筒) とを有する。

【0034】

エンドエフェクタ 12 は、第 1 グリッパ部材 60 と、第 2 グリッパ部材 61 とからなる。第 1 グリッパ部材 60 と第 2 グリッパ部材 61 とは、ピン 63 により、グリッパ軸線 O_g を中心として回転可能に連結される。第 1 グリッパ部材 60 の顎部 60a には、滑り止め用の多数の凹凸が形成された把持面 60b が設けられる。第 2 グリッパ部材 61 の顎部 61a には、滑り止め用の多数の凹凸が形成された把持面 61b が設けられる。第 1 グリッパ部材 60 の基部 60c は、略円筒形状であり、当該基部 60c に、第 2 グリッパ部材 61 の基部 61c がピン 63 により回転可能に連結される。第 1 グリッパ部材 60 の把持面 60b と、第 2 グリッパ部材 61 の把持面 61b とにより、例えば針等の把持対象物が把持される。

【0035】

第 2 グリッパ部材 61 の基部 61c は、リンク部材 62 を介して、伝達部材 64 に連結される。当該基部 61c とリンク部材 62、及び、リンク部材 62 と伝達部材 64 は、それぞれピン 65a、65b により回転可能に連結される。伝達部材 64 は、ガイド管部 64a と、ガイド管部 64a の先端に設けられたフランジ 64b と、フランジ 64b の縁部から先端方向に互いに平行に延出する支持アーム 64c とを有し、回転スリーブ 56 内に軸線方向に移動可能に配置される。支持アーム 64c に設けられたピン孔 64d に、ピン 65b が嵌合される。

【0036】

伝達部材 64 と回転スリーブ 56 との間には圧縮スプリング 66 が配置される。圧縮スプリング 66 は、一端が伝達部材 64 のフランジ 64b に当接し、他端が回転スリーブ 56 の内周部に設けられた段差部 56a に当接し、伝達部材 64 を先端方向に弾性的に常時付勢する。

【0037】

伝達部材 64 には、エンドカラー 68 が先端側から挿通される。エンドカラー 68 の先端部は、伝達部材 64 のガイド管部 64a の先端面に当接して係合する係合膨出部 68a として構成される。エンドカラー 68 は、先端動作部 14 とシャフト 18 との間の関節部 17 (図 4 及び図 6 参照) に通されたプルワイヤ 70 の先端に固定される。

【0038】

プルワイヤ 70 は、ハンドル 16 のレバー 24 に対する操作に応じてシャフト 18 内及び先端動作部 14 内を進退移動する部材であり、プルワイヤ 70 が基端方向に変位すると、当該プルワイヤ 70 に固定されたエンドカラー 68 により伝達部材 64 が基端方向に押圧され、これにより圧縮スプリング 66 の付勢力に抗して、伝達部材 64 が基端方向に変位する。この伝達部材 64 の基端方向への変位に伴い、リンク部材 62 に連結された第 2

10

20

30

40

50

グリップ部材 61 が、第 1 グリップ部材 60 に対して閉じる方向に回動させられる。図 5 では、第 2 グリップ部材 61 の把持面 61 b と第 1 グリップ部材 60 の把持面 60 b とが接触する位置まで閉じた状態の第 1 グリップ部材 60 を仮想線で示している。

【 0 0 3 9 】

第 2 グリップ部材 61 の把持面 61 b と第 1 グリップ部材 60 の把持面 60 b とが接触する位置まで閉じた状態から、プルワイヤ 70 及びエンドカラー 68 が前進すると、圧縮スプリング 66 の弾発力により伝達部材 64 が前進するため、リンク部材 62 を介して第 1 グリップ部材 60 が第 2 グリップ部材 61 に対して開く方向に回動し、元の状態に復帰する。この動作が、エンドエフェクタ 12 の開閉動作である。

【 0 0 4 0 】

なお、本実施形態において、エンドエフェクタ 12 は、第 1 グリップ部材 60 が固定部として構成され、第 2 グリップ部材 61 が可動部として構成されているが、両方のグリップ部材が可動部として構成されてもよい。

【 0 0 4 1 】

回転スリーブ 56 は、先端の縮径部 56 b において、第 1 グリップ部材 60 の基部 60 c に嵌合し固着されている。回転スリーブ 56 において、基端には傘歯車部 56 c が設けられ、この傘歯車部 56 c よりも先端側に環状凹部 56 d が設けられる。エンドエフェクタ 12、回転スリーブ 56、伝達部材 64、エンドカラー 68 及び圧縮スプリング 66 は、先端動作部 14 の長手方向のロール軸線 Or を中心として、先端側支点ブロック 58 に対して一体的に回転可能である。

【 0 0 4 2 】

先端側支点ブロック 58 は、シャフト 18 の軸線方向に対して姿勢変更可能に設けられ内周部で回転スリーブ 56 を回転自在に支持する。先端側支点ブロック 58 は、周方向に連結することによりその内側に回転スリーブ 56 を回転可能に支持する複数のセグメント部材からなる。本実施形態において具体的には、先端側支点ブロック 58 は、半円状の上部ブロック 71 (セグメント部材) と、半円状の下部ブロック 72 (セグメント部材) とからなり、上部ブロック 71 と下部ブロック 72 とが組み合わされることにより中空円筒状となる。先端側支点ブロック 58 の外径は、3 mm ~ 8 mm であることが好ましく、本実施形態では、5 mm として説明する。先端側支点ブロック 58 の内径は、2 mm ~ 7 mm であることが好ましく、本実施形態では、4 mm として説明する。

【 0 0 4 3 】

上部ブロック 71 の周方向の両端部には、他の部分よりも内径が拡径することにより外径側が薄肉となった外径側薄肉部 71 b が設けられる。下部ブロック 72 の周方向の両端部には、他の部分よりも外径が縮径することにより内径側が薄肉となった内径側薄肉部 72 b が設けられる。外径側薄肉部 71 b と内径側薄肉部 72 b とが溶接、接着等の適宜の接合手段により接合されることで、上部ブロック 71 と下部ブロック 72 とが相互に固定される。

【 0 0 4 4 】

上部ブロック 71 と下部ブロック 72 の内周部には、それぞれ円弧状突起 71 a、72 a が設けられ、円弧状突起 71 a、72 a と、回転スリーブ 56 に設けられた環状凹部 56 d とが係合することにより、回転スリーブ 56 が先端側支点ブロック 58 に対して回転可能且つ軸線方向に移動不可能に連結される。

【 0 0 4 5 】

このような円弧状突起 71 a、72 a と、環状凹部 56 d とが設けられるため、仮に、先端側支点ブロック 58 が半割れ構造ではなく筒状の単一部品であった場合、先端側支点ブロック 58 の中空部に回転スリーブ 56 を配置することができない。そこで、本実施形態では、先端側支点ブロック 58 が上部ブロック 71 と下部ブロック 72 とから構成されている。そのため、先端動作部 14 の組立に際しては、回転スリーブ 56 を上部ブロック 71 と下部ブロック 72 とで囲み、当該上部ブロック 71 と下部ブロック 72 を溶接等により相互に接合することにより、先端側支点ブロック 58 の内周部で回転スリーブ 56 が

10

20

30

40

50

回転可能に支持された状態に組み立てることができる。

【0046】

円弧状突起71a、72aは、長手方向の中心軸に向かって所定の突出量（例えば、0.7mm）を有し、強度が得られるように長手方向に所定の幅（例えば、1mm）を有する。また、本実施形態では、半円状の上部ブロック71の内周部に円弧状突起71aが、半円状の下部ブロック72の内周部に円弧状突起72aがそれぞれ1つ設けられているが、これに限らず、円弧状突起71aは複数の突起から構成されていても良い。例えば、円弧状突起71aは上部ブロック71の内周部上に30°間隔で配置されていても良く、この場合、円弧状突起71aは3つの円弧状突起から構成される。

【0047】

先端側支点ブロック58とシャフト側支点ブロック59とは、関節ピン73、74により、傾動軸線Oyを中心に互いに回動可能に連結される。シャフト側支点ブロック59は、シャフト18の胴体部分を構成する中空状のシャフト本体19の先端に固定される。シャフト側支点ブロック59とシャフト本体19とにより、シャフト18が構成される。

【0048】

本実施形態において、傾動軸線Oyは、上下方向に設定されているが、シャフト本体19の軸線に対して交差する他の方向に設定されてもよい。先端側支点ブロック58は、筒部58aと、筒部の基端の上部及び下部から互いに平行に基端方向に突出する舌片部58b、58cとを有する。シャフト側支点ブロック59は、筒部59aと、筒部59aの先端の上部及び下部から互いに平行に先端方向に突出する舌片部59b、59cとを有する。先端側支点ブロック58の舌片部58b、58cと、シャフト側支点ブロック59の舌片部59b、59cとに関節ピン73、74が嵌合される。

【0049】

図4～図6に示すように、シャフト側支点ブロック59の筒部59aの先端には、支持ブロック76が装着される。支持ブロック76は、互いに平行に対向する上下の支持プレート77、78と、支持プレート77、78の左右両端後部を連結する連結部79とを有する。上側の支持プレート77には、上側の関節ピン73が挿入されるピン孔77aと、2つのピン84の上端がそれぞれ挿入される左右のピン孔77bとが設けられる。下側の支持プレート78には、従動プーリ90の縮径上端部90aが挿入される孔部78aと、2つのピン84の下端がそれぞれ挿入される左右のピン孔78bが設けられる。

【0050】

先端動作部14のシャフト18に対する傾動軸線Oyの近傍であって、プルワイヤ70の、先端動作部14の左右両側に、プルワイヤ70をガイドするガイドローラ83が設けられる。このようなガイドローラ83が設けられるため、先端動作部14がシャフト18に対して屈曲した際に、ガイドローラ83によってプルワイヤ70が支持されることにより、プルワイヤ70の屈曲部が、先端動作部14の傾動支点の近傍に保持される。このため、先端動作部14がシャフト18に対して屈曲（傾斜）した際に、先端動作部14内でプルワイヤ70の先端が前進することを抑制又は防止できる。よって、エンドエフェクタ12で対象物を把持した状態を好適に維持できる。

【0051】

ガイドローラ83は、互いに平行に配置された2つのピン84により左右方向に間隔を置いて回転可能に支持される。2つのガイドローラ83の間には、上述したプルワイヤ70が通される。この構成により、先端動作部14がシャフト18に対して屈曲した状態で開閉駆動伝達部80を進退動作させたときでも、プルワイヤ70の進退動作に伴ってガイドローラ83が回転するため、プルワイヤ70をスムーズに進退動作させることができる。

【0052】

図5に示すように、先端動作部14とシャフト18との間の関節部17は、傾動軸線Oy上に配置された一対の関節ピン73、74を有し、開閉駆動伝達部80の一部であるプルワイヤ70は、一対の関節ピン73、74間に設けられた隙間を、関節ピン73、74

10

20

30

40

50

の軸線方向と交差する方向に進退移動可能である。この構成によれば、関節部 17 内におけるプルワイヤ 70 の配置スペースを容易に確保することができる。

【 0 0 5 3 】

上側の支持プレート 77 と舌片部 58b との間には、傘歯車 86 (中間部材) が関節ピン 73 によって回転自在に支持される。傘歯車 86 は、支持プレート 77 及び舌片部 58b とは独立に回転可能である。傘歯車 86 の歯部 86a は、回転スリーブ 56 の基端に設けられた傘歯車部 56c と、歯車部材 88 の先端に設けられた傘歯車部 88a とに噛み合う。傘歯車部 88a が設けられた歯車部材 88 は、中空円筒型の部材であり、その中空部内にプルワイヤ 70 が挿通される。

【 0 0 5 4 】

歯車部材 88 が回転する際、歯車部材 88 の回転力は、傘歯車 86 と傘歯車部 56c を介して回転スリーブ 56 に伝達され、回転スリーブ 56 及びこれに固定されたエンドエフェクタ 12 が先端側支点ブロック 58 に対してロール軸線 Or を中心に回転する。この動作が、先端動作部 14 のロール動作である。

【 0 0 5 5 】

下側の支持プレート 78 と舌片部 58c との間には、従動プーリ 90 が関節ピン 74 によって回転自在に支持される。従動プーリ 90 は、先端側支点ブロック 58 の舌片部 58c の内面に固着される。従って、従動プーリ 90 と、舌片部 58c を含む先端側支点ブロック 58 とは、一体的にシャフト側支点ブロック 59 に対して揺動可能である。従動プーリ 90 には、傾動動作のワイヤ 150 が巻き掛けられる。このワイヤ 150 は、一部が従動プーリ 90 に固定され、シャフト 18 内を介してハンドル 16 側まで配設される。ワイヤ 150 の配設構造の詳細については後述する。

【 0 0 5 6 】

ワイヤ 150 によって従動プーリ 90 が回転駆動されると、当該従動プーリ 90 に固定された先端側支点ブロック 58 が従動プーリ 90 と一体的に回転する。これにより、先端側支点ブロック 58、回転スリーブ 56 及びエンドエフェクタ 12 を含む先端動作部 14 が、シャフト 18 に対して傾動軸線 Oy を中心として回動する。この動作が、先端動作部 14 の傾動動作である。

【 0 0 5 7 】

先端動作部 14 の傾動動作は、先端動作部 14 がシャフト 18 に対して真直ぐの状態を中立位置 (基準位置) として、プラス側 (右側) とマイナス側 (左側) にそれぞれ可動範囲を有する。本実施形態では、先端動作部 14 は、傾動動作に関して +70° ~ -70° の可動範囲を有する。

【 0 0 5 8 】

プルワイヤ 70 の基端部は、プルロッド 91 (図 2 参照) の先端部に連結されている。プルワイヤ 70 とプルロッド 91 とは、歯車部材 88 の基端に連結された中空シャフト 89 (図 2 参照) 内で相対回転可能であり、且つプルロッド 91 の基端方向への引っ張り力がプルワイヤ 70 に伝達されるように連結されている。このように構成されるため、プルロッド 91 が軸線方向に変位した際には、プルロッド 91 に連結されたプルワイヤ 70 も軸線方向に変位することにより、エンドエフェクタ 12 の開閉動作が行われる。また、先端動作部 14 がロール動作する際には、プルワイヤ 70 がプルロッド 91 に対して回転することができるため、先端動作部 14 のロール動作に支障がないとともに、プルワイヤ 70 に擦れ等が発生することがなく、プルワイヤ 70 の損傷を防止できる。

【 0 0 5 9 】

図 2 に示すように、プルロッド 91 は、中空シャフト 89 内に挿通され、且つその基端が中空シャフト 89 の基端から突出する。一方、レバー 24 は、その先端部において、胴体部 23 の先端寄りの箇所を胴体部 23 に対して揺動可能に連結される。レバー 24 の先端部近傍には、レバーロッド 96 の先端が回動可能に連結されており、当該レバーロッド 96 は、胴体部 23 の下方に、胴体部 23 の長手方向と略平行に配置される。胴体部 23 の下部には、フック部材 118 を支持するフックホルダ 116 が固定され、当該フックホ

10

20

30

40

50

ルダ 116 の先端面と、レバーロッド 96 の先端外径部 96a との間に、圧縮スプリング 98 が配置される。この圧縮スプリング 98 は、レバーロッド 96 を先端方向に弾性的に常時付勢する。従って、レバーロッド 96 に連結されたレバー 24 は、圧縮スプリング 98 の弾発力により、常時、胴体部 23 に対して開く方向の力を受ける。レバーからの駆動力は、中間伝達機構を介して、開閉駆動伝達部 80 へと伝達される。

【0060】

ハンドル本体 20 において、胴体部 23 に対してレバー 24 が開いた状態（図 2 参照）を初期位置とする。この初期位置では、エンドエフェクタ 12 が全開状態となる位置までプルロッド 91 が前進している。使用者がレバー 24 を握り、レバー 24 を胴体部 23 側に引き寄せ（レバー 24 を閉じる）と、レバーロッド 96 が基端方向へ変位する。このとき、中間伝達機構を介してプルロッド 91 が基端方向に引っ張られるため、エンドエフェクタ 12 が閉じる方向に動作する。

10

【0061】

次に、主として図 2 及び図 5 を参照し、先端動作部 14 のロール動作に関連する機構を説明する。本実施形態において、先端動作部 14 のロール動作は、モータ 38 の駆動力が先端動作部 14 に伝達されることにより行われる。先端動作部 14 をロール動作させるためのロール動作駆動系は、上述したモータ 38 と、モータ 38 に固定された駆動歯車 40 と、駆動歯車 40 に噛み合う従動歯車 128 と、従動歯車 128 が固定されたロール駆動伝達管 130 と、ロール駆動伝達管 130 の先端と噛み合う傘歯車 86 と、傘歯車 86 と噛み合う回転スリーブ 56 とを備える。本実施形態において、歯車部材 88 と中空シャフト 89 とにより、ロール駆動伝達管 130 が構成される。また、ロール駆動伝達管 130 と、傘歯車 86 と、回転スリーブ 56 とにより、ハンドル 16 側から先端動作部 14 側に回転駆動力を伝達する回転駆動伝達部 132 が構成される。

20

【0062】

駆動ユニット 22 がハンドル本体 20 に装着され、且つコントローラ 44 が電源に接続された状態で、図 1 等に示すロール用スイッチ 28 を押圧操作すると、モータ 38 が回転し、その駆動力が、駆動歯車 40、従動歯車 128、ロール駆動伝達管 130、傘歯車 86 及び回転スリーブ 56 を介して、先端動作部 14 に伝達される。これにより、先端動作部 14 のロール動作が行われる。

【0063】

医療用マニピュレータ 10 では、ハンドル 16 側から先端動作部 14 側への回転力の伝達を、ワイヤとプーリを介して行うのではなく、ロール駆動伝達管 130 等を介して行うため、先端動作部 14 を無制限の回転範囲でロール動作させることができる。また、開閉駆動伝達部 80（プルワイヤ 70 及びプルロッド 91）は、ロール駆動伝達管 130 の内側に挿通配置されるためロール駆動伝達管 130 の回転の影響を受けることなくエンドエフェクタ 12 に開閉駆動力を適切に伝達できる。

30

【0064】

さらに、図 5 に示すように、開閉駆動伝達部 80 は、関節部 17 に対応する部分（プルワイヤ 70）が可撓性を有するため、簡単な構成で、エンドエフェクタ 12 に開閉駆動力を適切に伝達できる。従って、先端動作部 14 の機構を複雑化することなく、先端動作部 14 の開閉動作と傾動動作を可能な構造を維持しつつ、回転範囲が無制限のロール動作を実現できる。

40

【0065】

次に、先端動作部 14 の傾動動作に関連する機構を説明する。ハンドル本体 20 内には、傾動用ホイール 26 の回転に連動して上下方向の軸線を中心に回転するウォームギア 144 と、ウォームギア 144 と噛み合うウォームホイール 147 を有し胴体部 23 の左右方向の軸線を中心に回転可能に配置された回転体 146 とが設けられる。

【0066】

回転体 146 は、ウォームホイール 147 と駆動プーリ 148 とを同軸上に有する。ウォームホイール 147 と駆動プーリ 148 とは一体的に回転する。駆動プーリ 148 には

50

、ワイヤ150が巻き掛けられ、当該ワイヤ150は、シャフト18内に挿通され、シャフト18の先端側で従動プーリ90（図5等参照）に巻き掛けられる。

【0067】

ハンドル本体20において、駆動プーリ148の前方には、第1中間プーリ152と第2中間プーリ154とが配置され、第1中間プーリ152と第2中間プーリ154とにワイヤ150が巻き掛けられる。駆動プーリ148の後方には、第1テンション用プーリ159と第2テンション用プーリ165とが配置される。第1テンション用プーリ159と第2テンション用プーリ165とにワイヤ150が巻き掛けられる。第1テンション用プーリ159により、駆動プーリ148と従動プーリ90との間のワイヤ150の一方側部分に張力が付与される。第2テンション用プーリ165により、駆動プーリ148と従動プーリ90との間のワイヤ150の他方側部分に張力が付与される。

10

【0068】

シャフト18とロール駆動伝達管130との間には、シャフト18の軸線に沿って延在する環状空間が設けられ、ワイヤ150は、当該環状空間に挿通される。上述したように、ワイヤ150は、シャフト18の先端に配置された従動プーリ90（図5参照）に巻き掛けられる。

【0069】

図1及び図2に示す傾動用ホイール26を手動により回転操作すると、その操作力が回転体146に伝達される。回転体146に伝達された回転力は、回転体146に設けられた駆動プーリ148に巻き掛けられたワイヤ150を駆動する。ワイヤ150の駆動は、シャフト18の先端で、従動プーリ90の回転となって出力され、これにより、先端動作部14のシャフト18に対する傾動動作が行われる。

20

【0070】

上述した本実施形態に係る医療用マニピュレータ10によれば、回転スリーブ56（先端側回転体）が中空状であることにより先端動作部14の略中心に、エンドエフェクタ12に作用する作動手段21（図5参照）を配置することができる。そしてこれにより、先端動作部14のロール動作の回転範囲を無制限とする構成を実現できる。本実施形態では、回転駆動伝達部80は、エンドエフェクタ12に対して開閉駆動のための駆動力を伝達するものであり、エンドエフェクタ12に対して機械的作用を及ぼすものであるため、回転駆動伝達部80が上記の作動手段21を構成する。

30

【0071】

また、回転スリーブ56の内側ではなく外側に、先端側支点ブロック58（回転支持筒）が配置されるため、回転スリーブ56の中空部を作動手段21の配置スペースとして好適に確保することができるとともに、先端動作部14の構造を簡素化できる。従って、本発明によれば、構造を複雑化することなく、自由度の高い先端動作部を備えた医療用マニピュレータ10が提供される。

【0072】

本実施形態の場合、先端側支点ブロック58は、シャフト18の先端にてシャフト18の軸線に対して交差する傾動軸線Oyを中心に回動可能であり、シャフト18と先端動作部14との間の関節部17には、傾動軸線Oy上に配置された一对の関節ピン73、74が設けられ、作動手段21は、一对の関節ピン73、74の間に設けられた隙間に挿通配置される。この構成により、関節部17内の作動手段21の配置スペースを容易に確保することができる。

40

【0073】

本実施形態の場合、図4に示したように、回転支持筒を構成する先端側支点ブロック58は、周方向に連結することによりその内側に回転スリーブ56を回転可能に支持する上部ブロック71及び下部ブロック72（複数のセグメント部材）からなる。すなわち、上部ブロック71及び下部ブロック72が周方向に連結されることにより、回転スリーブ56を内周部で支持する先端側支点ブロック58が構成される。従って、先端動作部14の組立時において、回転スリーブ56を上部ブロック71と下部ブロック72とで囲み、当

50

該上部ブロック 71 と下部ブロック 72 とを溶接等により相互に接合させることにより、内側に回転体があり、その外側に回転支持部がある構造を簡単に構築することができる。

【0074】

本実施形態に係る医療用マニピュレータ 10 においては、ロール動作をモータ 38 による電動駆動とし、傾動動作を手動駆動としたが、医療用マニピュレータ 10 の変形例では、これとは逆に、傾動動作をモータ 38 による電動駆動とし、ロール動作を手動駆動とする構成を採用してもよい。このように、傾動動作とロール動作の両方を電動駆動とするのではなく、いずれか一方だけを駆動源により動かす構成であるため、駆動源を一つにする分、両方を電動駆動とする構成と比較して、小型・軽量化を実現することができる。

【0075】

医療用マニピュレータ 10 の別の変形例では、傾動動作、ロール動作又は開閉動作のうち、いずれか 1 つ又は 2 以上の動作を電動駆動として構成されてもよく、あるいは、傾動動作、ロール動作及び開閉動作を手動駆動として構成されてもよい。

【0076】

[第2実施形態]

図 7 は、本発明の第 2 実施形態に係る医療用マニピュレータ 200 の一部省略斜視図である。この医療用マニピュレータ 200 は、内視鏡手術等の手技に用いられ、処置対象 X となる生体組織に通電して所定の処置（例えば、熱による焼灼等）を行うように構成されている。処置対象 X となる生体組織としては、例えば、腫瘍（病変部）、筋肉、血管、或いは神経等が挙げられる。すなわち、医療用マニピュレータ 200 のエンドエフェクタ 212 は、生体組織を挟み込むことで生体組織に通電するエンドエフェクタ 212（電気メス）として構成されている。

【0077】

医療用マニピュレータ 200 は、図 7 に示すように、生体組織に処置を行うエンドエフェクタ 212 を有する先端動作部 214 と、先端動作部 214 の基端側に接続され所定長さ（例えば、350mm 程度）基端方向に延在するシャフト 216 と、シャフト 216 の基端側に設けられ人からの操作（入力）に基づき先端動作部 214 を動作させるハンドル 218 とを備える。ハンドル 218 には、先端動作部 214 に所定の動作をさせるための電力を供給するコントローラ 220 が接続されるとともに、エンドエフェクタ 212 に高周波電流を通電する高周波電源部 222 が接続される。

【0078】

医療用マニピュレータ 200 の使用時には、ユーザ（医師等の手技者）によりハンドル 218 が把持及び操作されて、医療用マニピュレータ 200 の先端側を構成する先端動作部 214 及びシャフト 216 が患者の体内に挿入される。この際、ユーザは、患者の体表の所定位置に小径の孔を開けて、炭酸ガスを注入するとともにトラカール 224 を装着し、このトラカール 224 を介してシャフト 216 を挿入していく。また、医療用マニピュレータ 200 の先端側が体内に挿入された状態では、内視鏡の監視下に、エンドエフェクタ 212 の姿勢変動及び開閉動作を適宜実施する。これによりエンドエフェクタ 212 を生体組織に送達して、この生体組織に通電する処置を行う。

【0079】

なお、エンドエフェクタ 212 の構成は、生体組織に通電する電気メスに限定されるものではなく種々の構成を取り得ることは勿論である。例えば、エンドエフェクタ 212 としては、生体組織を切断する鋏やメス（ブレード）を適用してもよく、また、鉗子、針等の医療機器を把持する把持器具として構成し、把持した医療機器により生体組織に処置を施すこともできる。

【0080】

エンドエフェクタ 212 を含む先端動作部 214 は、シャフト 216 に対して複数の自由度で姿勢変更が可能である。本実施形態では、先端動作部 214 は、姿勢変更動作として、シャフト 216 の軸線に対して左右方向に反るように傾動する「傾動動作」（首振り動作）と、エンドエフェクタ 212 の長手方向の軸線を中心に回転する「ロール動作」と

10

20

30

40

50

を行うことができる。本実施形態において、先端動作部 214 の傾動動作は、左右方向に首振りを行うヨー動作であるが、このヨー動作に代えて、上下方向に首振りを行うピッチ動作であってもよい。

【0081】

先端動作部 214 に連なるシャフト 216 は、直線状に延在し、その基端部にハンドル 218 が接続される。シャフト 216 は、長尺で細径の管状部材であり、その中空部には、エンドエフェクタ 212 の開閉動作、先端動作部 214 のロール動作及び傾動動作をするのに必要な動力をハンドル 218 側から先端動作部 214 に伝達するための動力伝達機構を構成する複数の部材が挿通及び配置されている。手技中は、シャフト 216 の基端側が患者の体外に露出されて、医療用マニピュレータ 200 の位置や角度が外部から操作されることで、体内に挿入された先端動作部 214 及びシャフト 216 の挿入角度や挿入量が変更される。

10

【0082】

ハンドル 218 は、複数の操作部を含みユーザが片手で把持し易いようにピストル型に形成されたハンドル本体 240 と、このハンドル本体 240 に着脱可能でありモータ 246 を含む駆動ユニット 241 とを備え、ハンドル本体 240 に駆動ユニット 241 が装着された状態でモータ 246 が駆動した際、モータ 246 の駆動力が先端動作部 214 に伝達されるように構成される。このため、この医療用マニピュレータ 200 は、ハンドル本体 240、シャフト 216 及び先端動作部 214 を含むマニピュレータ本体については、所定回数使用した後に廃棄し、一方、駆動ユニット 241 については、接続するマニピュレータ本体を変えて何度も使用する、という利用形態を取ることができる。

20

【0083】

ハンドル本体 240 は、シャフト 216 の軸方向と同方向に延在する胴体部 242 と、胴体部 242 の下側から下方に延在する把持部 244 とを有する。ハンドル本体 240 の筐体内には比較的大きな容積からなる内部空間（図示せず）が形成され、この内部空間には上述した先端動作部 214 の動作（傾動動作、ロール動作、開閉動作）を実現する歯車、リンク等の多数の駆動部品が設けられる。また、胴体部 242 には、エンドエフェクタ 212 の開閉操作のためのトリガー 252（開閉操作部）と、傾動操作のためのスイッチ 248（傾動操作部）と、ロール操作のための回転ハンドル 250（ロール操作部）が設けられる。

30

【0084】

把持部 244 は、胴体部 242 の軸方向中間部よりもやや先端側に形成されており、ユーザが片手で把持部 244 を把持した状態では、その把持した片手の指によりスイッチ 248、回転ハンドル 250 及びトリガー 252 が操作可能となるように構成されている。

【0085】

トリガー 252 は、胴体部 242 の下側で把持部 244 の前方に設けられる。エンドエフェクタ 212 の開閉動作は、ハンドル 218 のトリガー 252 をユーザが手で操作することにより実施される。すなわち、本実施形態では、トリガー 252 は、手動操作部として構成されており、トリガー 252 に対する操作力が機械的に先端動作部 214 のエンドエフェクタ 212 に伝達されることで、エンドエフェクタ 212 の開閉動作が行われる。具体的には、トリガー 252 を前側に移動させた状態ではエンドエフェクタ 212 が開き、トリガー 252 を後側に移動させるとエンドエフェクタ 212 が閉じるように構成されている。

40

【0086】

スイッチ 248 は、胴体部 242 の両側面に設けられる。本実施形態において、スイッチ 248 は、コントローラ 220 を介してモータ 246 に対して操作指令を与える電動操作部として構成されている。スイッチ 248 は、ハンドル本体 240 の右側に設けられた右側スイッチ 248 a と、ハンドル本体 240 の左側に設けられた左側スイッチ 248 b とからなる。右側及び左側スイッチ 248 a、248 b は、中央部がハンドル本体 240 に支持され、この中央部を支点に両端部（先端部及び基端部）がユーザの押し操作により

50

変位するように構成されている。右側スイッチ 2 4 8 a 又は左側スイッチ 2 4 8 b を押圧操作すると、押圧した位置に応じた信号がコントローラ 2 2 0 に送信され、コントローラ 2 2 0 の制御作用下にモータ 2 4 6 が駆動し、モータ 2 4 6 の駆動力が先端動作部 2 1 4 に伝達されることで、先端動作部 2 1 4 がシャフト 2 1 6 の軸線に対して非平行な方向（左右方向又は上下方向）に傾動する。

【 0 0 8 7 】

本実施形態では、右側スイッチ 2 4 8 a の後寄りの部分又は左側スイッチ 2 4 8 b の前寄りの部分を押し、先端動作部 2 1 4 が右方向に傾動し、右側スイッチ 2 4 8 a の前寄りの部分又は左側スイッチ 2 4 8 b の後寄りの部分を押し、先端動作部 2 1 4 が左方向に傾動する。このように構成されるため、右側スイッチ 2 4 8 a 又は左側スイッチ 2 4 8 b のいずれを操作した場合でも、スイッチ 2 4 8 の操作感がユーザの感覚（視点）に合うため、操作性に優れる。

10

【 0 0 8 8 】

回転ハンドル 2 5 0 は、胴体部 2 4 2 の先端側でシャフト 2 1 6 の接続部分にシャフト 2 1 6 の基端側を囲うように設けられる。ロール動作は、回転ハンドル 2 5 0 をユーザが手で操作することにより実施される。すなわち、本実施形態において、回転ハンドル 2 5 0 は、手動操作部として構成されている。回転ハンドル 2 5 0 を回転操作すると、その操作力が、ハンドル 2 1 8 及びシャフト 2 1 6 内に設けられた傾動動作の動力伝達系を介して機械的に先端動作部 2 1 4 に伝達され、先端動作部 2 1 4 が当該先端動作部 2 1 4 の長手方向の軸線を中心として回転する。本実施形態では、回転ハンドル 2 5 0 を右回りに回転操作すると、先端動作部 2 1 4 が右回りに回転し、回転ハンドル 2 5 0 を左回りに回転操作すると、先端動作部 2 1 4 が左回りに回転する。

20

【 0 0 8 9 】

駆動ユニット 2 4 1 は、ハウジング 2 3 9 と、ハウジング 2 3 9 内に配置されたモータ 2 4 6 と、モータ 2 4 6 の出力軸に固定された図示しないピニオンギアとを有し、ハンドル本体 2 4 0 の後部に着脱可能である。また、駆動ユニット 2 4 1 には、上述したコントローラ 2 2 0 及び高周波電源部 2 2 2 が接続されている。コントローラ 2 2 0 は、モータ 2 4 6 への電力供給と駆動制御を行うものであり、外部電源から電力を受ける。スイッチ 2 4 8 を操作すると、その操作に応じた信号がコントローラ 2 2 0 に送信され、コントローラ 2 2 0 がモータ 2 4 6 の駆動を制御する。なお、コントローラ 2 2 0 の機能の一部又は全部は、駆動ユニット 2 4 1 に一体的に搭載され得る。高周波電源部 2 2 2 は、ユーザの操作に基づき、エンドエフェクタ 2 1 2 に電力（高周波電圧）を供給する機能を有している。

30

【 0 0 9 0 】

図 8 は、先端動作部 2 1 4 の要部斜視図である。図 9 は、先端動作部 2 1 4 の分解斜視図である。図 1 0 は、先端動作部 2 1 4 の縦断面図である。図 1 1 は、図 1 0 における X I - X I 線に沿った縦断面図である。図 8 ~ 図 1 1 に示すように、先端動作部 2 1 4 は、開閉動作可能なエンドエフェクタ 2 1 2 と、エンドエフェクタ 2 1 2 が固定されたグリッパ保持部材 2 3 0（先端側回転体）と、グリッパ保持部材 2 3 0 を軸線回りに回転可能に支持する外殻部材 2 3 2（回転支持筒）と、外殻部材 2 3 2 とシャフト 2 1 6 との間で湾曲変形可能な湾曲部 2 3 4 と、湾曲部 2 3 4 の内側に配置された中空チューブ 2 8 2 とを有する。

40

【 0 0 9 1 】

エンドエフェクタ 2 1 2 は、第 1 グリッパ部材 2 2 6 と、第 2 グリッパ部材 2 2 8 とからなる。第 1 グリッパ部材 2 2 6 と第 2 グリッパ部材 2 2 8 とは、支点ピン 2 5 4 により、グリッパ軸線 O g（図 8 参照）を中心として回転可能に連結される。第 1 及び第 2 グリッパ部材 2 2 6、2 2 8 は、それぞれ、把持面を有する顎部 2 9 0 と、顎部 2 9 0 から基端方向に延出する平板状の延出部 2 9 1 とを有する。顎部 2 9 0 は、先端部分が下側に湾曲しつつ先端方向に延出する形状からなり、互いの対向面には鋸状の噛合歯 2 9 0 a が形成されている。第 1 及び第 2 グリッパ部材 2 2 6、2 2 8 の噛合歯 2 9 0 a は、閉状態で

50

互いに噛み合う。

【0092】

図9及び図11に示すように、延出部291の先端寄りの部分には、支点ピン254が嵌挿された丸孔302が穿設され、支点ピン254はこの丸孔302に嵌め込まれる絶縁リング304に軸支される。延出部291の基端寄りの部分には、長孔292が穿設され、この長孔292に可動ピン296が絶縁筒306を介して挿入される。

【0093】

グリッパ保持部材230には、グリッパ保持部材230の先端及び両側面にて開口し且つグリッパ保持部材230の長手方向に沿って互いに平行に延在する2つの隙間308が形成される。この隙間308に、第1及び第2グリッパ部材226、228の各延出部291が挿入された状態で、支点ピン254によって回転可能に支持される。グリッパ保持部材230の基端側は、円筒状の外殻部材232に回転可能に挿入されている。

10

【0094】

グリッパ保持部材230は、上述した隙間308を形成するように先端方向に延出する板状の3つの保持板310を有するグリッパ側三又部312と、グリッパ側三又部312の基端側に連なり基端方向に延出する係合筒部314とからなる。

【0095】

3つの保持板310の先端寄りの部分には、支点ピン254が挿入される支点ピン用孔316が形成される。支点ピン254は、第1及び第2グリッパ部材226、228の延出部291が隙間308に配置された状態で、支点ピン用孔316に挿入され、端部がワッシャ324に固定される。グリッパ側三又部312において、支点ピン用孔316よりも基端側には、可動ピン296の両端部が挿入される可動ピン用長孔318が形成される。可動ピン296は、第1及び第2グリッパ部材226、228に設けられた長孔292と、グリッパ保持部材230に設けられた可動ピン用長孔318に挿入された状態で、これらの長孔292、318に沿って移動可能である。可動ピン296の端部には、ワッシャ326が固定される。

20

【0096】

係合筒部314の外面には、径方向外側に突出し且つ周方向に延在する環状の突出部320が設けられる。グリッパ側三又部312と係合筒部314の内部には、移動体294が挿入される摺動空間322(図10参照)が連なるように形成されている。

30

【0097】

外殻部材232は、その内周部でグリッパ保持部材230を回転可能に支持する。外殻部材232は、周方向に連結することによりその内側にグリッパ保持部材230の係合筒部314を回転可能に支持する複数のセグメント部材からなる。図9に示すように、本実施形態において具体的には、外殻部材232は、半円状部351と基端側筒部352とを有する第1ブロック232a(セグメント部材)と、半円状の第2ブロック232b(セグメント部材)とからなり、第1ブロック232aと第2ブロック232bとが組み合わされることにより中空円筒状となる。

【0098】

第1ブロック232aの半円状部351の周方向の両端部と、第2ブロック232bの周方向の両端部とが溶接、接着等の適宜の接合手段により接合されることで、第1ブロック232aと第2ブロック232bとが相互に固定される。第1ブロック232aの半円状部351と第2ブロック232bとにより、中空円筒状の先端側筒部350が構成される。先端側筒部350の内面には、一周にわたって延在する環状の溝部354が設けられる。溝部354の幅は、例えば2mm程度である。グリッパ保持部材230に設けられた突出部320と、外殻部材232に設けられた環状の溝部354とが係合することで、外殻部材232の内側で、外殻部材232に対するグリッパ保持部材230の軸方向移動が規制された状態で、グリッパ保持部材230が回転可能に支持される。

40

【0099】

グリッパ保持部材230の内部には、このグリッパ保持部材230に対して進退移動可

50

能な移動体 294 が配設される。移動体 294 には可動ピン 296 が固定される。ロール動作時にはグリッパ保持部材 230 と移動体 294 が共に回転するが、開閉動作時にはグリッパ保持部材 230 が動作せずに、グリッパ保持部材 230 の内側で移動体 294 が進退移動する。

【0100】

図 9 に示すように、移動体 294 は、グリッパ保持部材 230 と同様に、隙間 330 を形成するように先端方向に延出する板状の 3 つの保持板 328 を有する移動体側三又部 332 と、移動体側三又部 332 の基端側に連なり基端方向に延出する挿入部 334 とを有する。3 つの保持板 328 の先端寄りの部分には、可動ピン 296 が挿入される可動ピン用丸孔 336 が形成される。

10

【0101】

移動体 294 の 3 つの保持板 328 のうち中央に延出する保持板 328 a は、絶縁材料によって構成される。図 11 に示すように、保持板 328 a は、挿入部 334 を貫通してその基端が挿入部 334 から突出する。保持板 328 a における、挿入部 334 の基端から突出した部分の上下両面には溶接部 408 が設けられている。溶接部 408 には、導線 260 の先端部から露呈された金属線材 256 が溶接材料によって溶接される。導線 260 は、先端部がコネクタ 342 により固定保持されて中空チューブ 282 内で軸方向に延在している。

【0102】

グリッパ保持部材 230 の係合筒部 314 の内側には、中空円筒状の円筒体 338 が係合筒部 314 に対して軸方向に移動可能に配置される。円筒体 338 の全長は、例えば、6 mm 程度である。円筒体 338 の先端部には上述した移動体 294 の挿入部 334 が挿入される。円筒体 338 の基端部にはコネクタ 342 が挿入される。

20

【0103】

図 10 に示すように、円筒体 338 の先端側及び基端側には、内側方向に向かって円筒体 338 の内周面から突出する接続ピン 410 a、410 b が設けられている。先端側に配置された接続ピン 410 b の内端は、移動体 294 の挿入部 334 に設けられた移動体側係合溝 414 に挿入され、基端側に配置された接続ピン 410 a の内端は、コネクタ 342 に設けられたコネクタ側係合溝 412 に挿入される。これにより、コネクタ 342、円筒体 338 及び移動体 294 は、軸方向の接続が接続ピン 410 a、410 b により補強され、中空チューブ 282 から伝達される進退移動の動作力が、円筒体 338 を介して動体に確実に伝達される。

30

【0104】

円筒体 338 の基端には、中空円筒状のコネクタ 342 が接続される。コネクタ 342 は、長手方向の中間部に設けられたフランジ部 344 と、このフランジ部 344 から先端方向に延出する先端接続突部 346 と、フランジ部から基端方向に延出する基端接続突部 348 とを有する。コネクタ 342 は、先端接続突部 346 が円筒体 338 内に挿入され、基端接続突部 348 が中空チューブ 282 内に挿入されることで、円筒体 338 と中空チューブ 282 とを接続する。

【0105】

コネクタ 342 の基端には、軸方向に貫通する中空部 282 a (図 9 参照) を有するとともに、湾曲部 234 の湾曲に追従可能な可撓性を有する中空チューブ 282 が接続される。この中空チューブ 282 は、湾曲部 234 の内側に配置され、その基端がシャフト 216 の内筒 286 (図 12 参照) に連結固定されている。中空チューブ 282 は、湾曲部 234 に追従して湾曲しても回転可能なトルクチューブとしての機能を有する。中空チューブの内径は、例えば 1.5 mm 程度である。

40

【0106】

このように構成された先端動作部 214 において、中空チューブ 282 の軸方向の移動は、コネクタ 342 及び円筒体 338 を介して、移動体 294 に伝達される。そして、グリッパ保持部材 230 内で移動体 294 が進出した位置 (可動ピン 296 が長孔 292 の

50

先端側に位置する状態)では、第1及び第2グリッパ部材226、228の延出部291が可動ピン296の箇所では交差するため、第1及び第2グリッパ部材226、228の先端部分が離間して開状態となる。グリッパ保持部材230内で移動体294が後退移動した位置(可動ピン296が長孔292の基端側に位置する状態)では、第1及び第2グリッパ部材226、228の長孔292がガイドされて各延出部291が互いに近接する(重なる)ことに伴い、第1及び第2グリッパ部材226、228の先端部分も互いに近接して閉状態となる。このように、エンドエフェクタ212では、中空チューブ282から先端及び基端方向の動作力が伝達されることで開閉動作が実施される。この開閉動作は、エンドエフェクタ212の姿勢変動に依らず、ユーザの操作に基づき所望のタイミングで実施可能となっている。

10

【0107】

図12に示すように、湾曲部234に接続されるシャフト216は、外筒284と、外筒284内に配置された内筒286とを有する二重管構造となっている。内筒286は、外筒284内で軸方向に移動可能且つ軸線回りに回転可能である。中空チューブ282の基端と内筒286の先端とは、相対回転不可能に連結されている。従って、内筒286が外筒284内で軸方向に移動すると、これに伴い中空チューブ282が湾曲部234の内側で軸方向に移動する。また、外筒284内で内筒286が軸線回りに回転すると、これに伴い中空チューブ282が湾曲部234の内側で回転する。

【0108】

内筒286の基端側にはハンドル218内の図示しない進退移動機構が接続されている。進退移動機構は、複数のリンクを有し、内筒286とトリガー252(図7参照)とを機械的に接続している。ユーザが手動によりトリガー252の引き操作を行うと、トリガー252の操作力が基端側のハンドル218内に伝達され、進退移動機構を介して内筒286が基端方向に移動させられ、これにより中空チューブ282が基端方向に移動させられる。一方、ユーザが手動によりトリガー252の押し操作を行うと、トリガー252の操作力が基端側のハンドル218内に伝達され、進退移動機構を介して内筒286が先端方向に移動させられ、これにより中空チューブ282が先端方向に移動させられる。

20

【0109】

中空チューブ282は、先端動作部214の湾曲部234よりも軸方向長さが長く形成されており、中空チューブ282が進退移動しても湾曲部234に常に重なるように配設されている。従って、湾曲部234が湾曲し、これに追従して中空チューブ282が湾曲していても、中空チューブ282を湾曲に沿って進退移動させることができ、中空チューブ282の先端側に接続されている円筒体338に進退移動の動作力を伝達させることができる。

30

【0110】

医療用マニピュレータ200は、上述したようにエンドエフェクタ212による生体組織の把持にともない、生体組織に通電する機能を有している。このため、図7等に示す第1及び第2グリッパ部材226、228は、導電性材料からなり、生体組織に通電する電極(プラス電極とマイナス電極)に構成されている。すなわち、本実施の形態に係るエンドエフェクタ212はバイポーラ式の電気メスである。勿論、これに限定されるものではなく、エンドエフェクタ212をモノポーラ式の電気メスとして構成してもよい。

40

【0111】

図10及び図11に示すように、移動体294の基端には導線260が接続される。この導線260は、例えば銅からなる2本の金属線材256と、2本の金属線材256を被覆する絶縁材257とにより構成され、シャフト216とともに基端方向に延在しハンドル218内に挿入されている。本実施の形態では、この導線260が中空チューブ282及び内筒286の軸心を通るように配設されている。従って、先端動作部214やシャフト216の側面に、導線260を別途配線する必要がなくなるため、先端動作部214の動作による導線260の絡み合い等が回避され、通電を良好に行うことができる。

【0112】

50

図 1 1 に示すように、第 1 グリッパ部材 2 2 6 と第 2 グリッパ部材 2 2 8 は、絶縁リング 3 0 4 を介して 1 つの支点ピン 2 5 4 により軸支される。開閉動作の動作力を受けると、第 1 及び第 2 グリッパ部材 2 2 6、2 2 8 の先端部分は、支点ピン 2 5 4 を支点として近接又は離間する。そのため、第 1 及び第 2 グリッパ部材 2 2 6、2 2 8 の先端部分同士が離間した開状態では通電が遮断されるが、第 1 及び第 2 グリッパ部材 2 2 6、2 2 8 の先端部分同士が当接する閉状態（生体組織を挟んで間接的に閉状態となる状態も含む）では、第 1 及び第 2 グリッパ部材 2 2 6、2 2 8 間の通電がなされ、生体組織にも通電される。

【 0 1 1 3 】

エンドエフェクタ 2 1 2 の閉状態では、上述したように、異なる極性からなる第 1 及び第 2 グリッパ部材 2 2 6、2 2 8 の接続により通電状態が形成される。すなわち、第 1 及び第 2 グリッパ部材 2 2 6、2 2 8 により生体組織が挟まれた状態では、高周波電源部 2 2 2 から導線 2 6 0 を介して第 1 及び第 2 グリッパ部材 2 2 6、2 2 8 に供給された高周波電流が生体組織に流れ、所定の処置（熱による焼灼等）がなされる。

【 0 1 1 4 】

図 1 2 に示すように、ハンドル本体 2 4 0 内には、内筒 2 8 6 の回転時において導線 2 6 0 と高周波電源部 2 2 2 との電氣的接続を継続的に行うためのスリップリングシステム 4 7 0 が設けられる。スリップリングシステム 4 7 0 は、ハンドル本体 2 4 0 内でシャフト 2 1 6 の内筒 2 8 6 に固定された一对の回転端子 2 6 2 a、2 6 2 b と、当該一对の回転端子 2 6 2 a、2 6 2 b にそれぞれ接触する一对の接触端子 2 6 4 a、2 6 4 b とを有する。

【 0 1 1 5 】

回転端子 2 6 2 a、2 6 2 b の一方及び他方は、導線 2 6 0 における 2 本の金属線材 2 5 6 の一方及び他方にそれぞれ電氣的に接続されている。回転端子 2 6 2 a、2 6 2 b は、内筒 2 8 6 とともに回転する。一对の接触端子 2 6 4 a、2 6 4 b は、ハンドル内で固定されるとともに、ハンドル 2 1 8 の外部に設けられた高周波電源部 2 2 2（図 7 参照）に接続されている。スリップリングシステム 4 7 0 では、回転端子 2 6 2 a、2 6 2 b が回転した場合でも、回転端子 2 6 2 a、2 6 2 b と接触端子 2 6 4 a、2 6 4 b との接触が維持されるため、高周波電源部 2 2 2 からの出力を導線 2 6 0 を介してエンドエフェクタ 2 1 2 に供給することができる。

【 0 1 1 6 】

図 1 0 及び図 1 1 に示すように、中空チューブ 2 8 2 の内部には、2 重のコイル（第 1 コイル 4 9 0、第 2 コイル 4 9 2）が配設されている。第 1 及び第 2 コイル 4 9 0、4 9 2 は、互いに異なる巻き方向（時計方向、半時計方向）に巻回した状態で重なり合い軸方向に延在している。従って、中空チューブ 2 8 2 が時計方向に回転すると、時計方向に巻回するコイル（例えば、第 1 コイル 4 9 0）が拡径し、半時計方向に巻回するコイル（例えば、第 2 コイル 4 9 2）が縮径するので、2 重のコイル全体としては形状が維持されることになる。これにより、中空チューブ 2 8 2 が湾曲部 2 3 4 により湾曲した状態で回転しても容易に回転トルクを先端（エンドエフェクタ 2 1 2）側に伝達させることができる。

【 0 1 1 7 】

先端動作部 2 1 4 のロール動作は、グリッパ保持部材 2 3 0 を外殻部材 2 3 2 に対して回転させることによってなされる。外殻部材 2 3 2 は、湾曲部 2 3 4 に対して回転しないように連結されており、この外殻部材 2 3 2 に対してグリッパ保持部材 2 3 0 が回転可能である。このため、エンドエフェクタ 2 1 2 もグリッパ保持部材 2 3 0 と一緒に回転する。

【 0 1 1 8 】

図 1 2 に示すように、内筒 2 8 6 は、外筒 2 8 4 よりも基端方向に突出し、ハンドル 2 1 8 内部の回転機構 2 8 8 によって回転自在に軸支されている。ハンドル本体 2 4 0 内には、回転ハンドル 2 5 0 の基端側に固定され回転ハンドル 2 5 0 と一体的に回転可能な駆

10

20

30

40

50

動ギア 4 3 8 と、内筒 2 8 6 に固定され内筒 2 8 6 と一体的に回転可能な従動ギア 4 2 6 と、駆動ギア 4 3 8 と従動ギア 4 2 6 との間の動力伝達を行う中間駆動軸 4 3 9 とが設けられる。中間駆動軸 4 3 9 は、一端側に設けられ駆動ギア 4 3 8 と噛み合う第 1 中間ギア 4 3 6 と、他端側に設けられ従動ギア 4 2 6 と噛み合う第 2 中間ギア 4 3 0 と、第 1 中間ギア 4 3 6 と第 2 中間ギア 4 3 0 とを連結する連結軸 4 3 2 とを有し、ハンドル本体 2 4 0 内で回転可能に支持される。

【 0 1 1 9 】

ユーザが手動により回転ハンドル 2 5 0 を回転操作すると、その操作力（回転駆動力）は、駆動ギア 4 3 8、中間駆動軸 4 3 9 及び従動ギア 4 2 6 を介して、内筒 2 8 6 に伝達される。従動ギア 4 2 6 の歯数は、駆動ギア 4 3 8 の歯数よりも少ないため、内筒 2 8 6 は、回転ハンドル 2 5 0 の回転量に対し少ない回転量で回転する。内筒 2 8 6 に伝達された回転力は、中空チューブ 2 8 2 に伝達される。その結果、中空チューブ 2 8 2 の先端側に接続されたグリッパ保持部材 2 3 0 及びエンドエフェクタ 2 1 2 が、ロール軸線 Or（図 8 参照）を中心に回転する。この動作が、先端動作部 2 1 4 のロール動作である。この場合、移動体 2 9 4、円筒体 3 3 8、コネクタ 3 4 2 及び導線 2 6 0 も、グリッパ保持部材 2 3 0 とともに回転する。

10

【 0 1 2 0 】

内筒 2 8 6 は、外筒 2 8 4 に対し無制限に回転自在であり、湾曲部 2 3 4 と重なる位置に配設される中空チューブ 2 8 2 も無制限に回転自在であり、グリッパ保持部材 2 3 0 及びエンドエフェクタ 2 1 2 も無制限に回転自在となっている。また、導線 2 6 0 は中空チューブ 2 8 2 及び内筒 2 8 6 内を延在するため、中空チューブ 2 8 2 及び内筒 2 8 6 と一体的に回転する。これにより、医療用マニピュレータ 2 0 0 では、先端動作部 2 1 4 のロール動作の可動範囲（エンドエフェクタ 2 1 2 の回転範囲）が無制限に設定されている。従って、エンドエフェクタ 2 1 2 は、ロール動作による姿勢の変動を何度でも行うことができる。

20

【 0 1 2 1 】

図 1 2 に示すように、回転ハンドル 2 5 0 の基端側には、回転ハンドル 2 5 0 と一緒に回転するラッチ用歯車 4 9 4 が設けられている。ラッチ用歯車 4 9 4 は、ハンドル 2 1 8 の内部空間の先端部に配置される。ラッチ用歯車 4 9 4 の外周部は、周方向にわたって波形状に形成されており、当該外周部にラッチ片 5 0 0 が当接する。回転ハンドル 2 5 0 が回転操作に伴ってラッチ用歯車 4 9 4 が回転すると、ラッチ用歯車 4 9 4 の外周部の波形状により、ラッチ片 5 0 0 が弾性変形を伴って揺動する。この際のラッチ片 5 0 0 の変位にともない、振動及び操作音が生じるため、回転ハンドル 2 5 0 の操作感をユーザに認識させることができる。

30

【 0 1 2 2 】

医療用マニピュレータ 2 0 0 の傾動動作は、外殻部材 2 3 2 の基端側に連結された湾曲部 2 3 4 によって実現される。湾曲部 2 3 4 は、硬質な材料で構成された複数（図 2 では 5 つ）の関節部材 2 3 6 を軸方向に並設して構成される。関節部材 2 3 6 は、ステンレス鋼で構成され得るが、耐久性に優れ、本機能を達成できればステンレス鋼に限定されず、例えば、硬質樹脂（ポリエーテルエーテルケトン樹脂（PEEK）等）でもよい。以下、関節部材 2 3 6 に対し先端側から順に A ~ E の符号を付して説明を行う場合もある。

40

【 0 1 2 3 】

図 8 及び図 9 に示すように、湾曲部 2 3 4 を構成する 5 つの関節部材 2 3 6 A ~ 2 3 6 E のうち 4 つの関節部材 2 3 6 A ~ 2 3 6 D は、中央部において筒状に形成された中央筒部 3 6 2（筒状部）と、中央筒部 3 6 2 から先端側に延出する先端ヒンジ片 3 6 4 と、中央筒部 3 6 2 から基端側に延出する基端ヒンジ片 3 6 6 とを備える。

【 0 1 2 4 】

先端ヒンジ片 3 6 4 は、基端ヒンジ片 3 6 6 よりも内側に延出するように形成されている。隣り合う関節部材 2 3 6 同士は、先端ヒンジ片 3 6 4 と基端ヒンジ片 3 6 6 が重なり合った状態で、ヒンジ軸 2 3 8 により互いに回動可能に連結される。図 9 及び図 1 1 に示

50

すように、外殻部材 2 3 2 の基端側筒部 3 5 2 の上下位置には、基端方向に突出する外殻部材側ヒンジ片 3 5 6 が形成され、この外殻部材側ヒンジ片 3 5 6 は、最も先端側の関節部材 2 3 6 A に回動可能に連結される。

【 0 1 2 5 】

最も基端側の関節部材 2 3 6 E は、シャフト 2 1 6 の先端部に連結固定される。最も基端側の関節部材 2 3 6 E は、関節部材 2 3 6 A ~ 2 3 6 D と同じ中央筒部 3 6 2 及び先端ヒンジ片 3 6 4 を有しているが、中央筒部 3 6 2 の基端側に基端ヒンジ片 3 6 6 が設けられていない。関節部材 2 3 6 E は、その基端部が外筒 2 8 4 に嵌合されることで、この外筒 2 8 4 に連結固定される。

【 0 1 2 6 】

軸方向に並ぶ 5 つの関節部材 2 3 6 の両側には、一対のベルト (第 1 ベルト 2 6 6 、 第 2 ベルト 2 6 8) が湾曲部 2 3 4 に沿って挿通配置される。各関節部材 2 3 6 は、第 1 及び第 2 ベルト 2 6 6 、 2 6 8 を摺動自在に保持する。図 9 に示すように、基端側筒部 3 5 2 の外側面には、第 1 及び第 2 ベルト 2 6 6 、 2 6 8 の先端部形状に略一致する切り欠き部 3 5 8 が一対形成され、ベルトの先端部は固定ピン 3 6 0 によりこの切り欠き部 3 5 8 に連結固定される。

【 0 1 2 7 】

このように構成された医療用マニピュレータ 2 0 0 において、モータ 2 4 6 の回転駆動に基づき、第 1 ベルト 2 6 6 と第 2 ベルト 2 6 8 に駆動力が伝達されることにより、第 1 ベルト 2 6 6 が湾曲部 2 3 4 に対して前進又は後退するとともに、第 2 ベルト 2 6 8 が湾曲部 2 3 4 に対して後退又は前進する。すなわち、モータ 2 4 6 が回転駆動することにより、その駆動力がハンドル 2 1 8 内及びシャフト 2 1 6 内に設けられた傾動動力伝達機構を介して第 1 ベルト 2 6 6 及び第 2 ベルト 2 6 8 に伝達される。なお、傾動動力伝達機構の構成は、図示しないが、例えば、ラックアンドピニオン機構によりモータ 2 4 6 の回転駆動を直線駆動に変換する機構を用いたものでもよい。他の構成の傾動動力伝達機構では、プーリ、ベルト、ワイヤ等を用いた機構を用いてもよい。

【 0 1 2 8 】

モータ 2 4 6 の駆動力が第 1 ベルト 2 6 6 及び第 2 ベルト 2 6 8 に伝達される結果、第 1 ベルト 2 6 6 と第 2 ベルト 2 6 8 は、湾曲部 2 3 4 の延在方向に関して互いに逆方向に移動する。湾曲部 2 3 4 に対して第 1 ベルト 2 6 6 が後退し第 2 ベルト 2 6 8 が前進した場合、湾曲部 2 3 4 が右方向に湾曲し、これに伴って関節部材の先端側に連結された外殻部材 2 3 2 も右方向に指向する。湾曲部 2 3 4 に対して第 1 ベルト 2 6 6 が前進し第 2 ベルト 2 6 8 が後退した場合、湾曲部 2 3 4 が左方向に湾曲し、これに伴って関節部材 2 3 6 A の先端側に連結された外殻部材 2 3 2 も左方向に指向する。なお、ベルトは、上記のように湾曲部 2 3 4 に一対 (2 本) 設けられる構成に限定されるものではなく、1 本又は 3 本以上設けられてもよい。

【 0 1 2 9 】

先端動作部 2 1 4 のヨー動作は、関節部材 2 3 6 E を動作支点として 5 つのヒンジ軸 2 3 8 が連動的に屈曲していくことによってなされる。つまり、外殻部材 2 3 2 及び関節部材 2 3 6 A ~ 2 3 6 D が略同じ角度ずつ傾くことにより、湾曲部 2 3 4 の先端側のエンドエフェクタ 2 1 2 及びグリッパ保持部材 2 3 0 が一体的に傾く。湾曲部 2 3 4 の傾動動作の可動範囲は適宜設定することができるが、例えば、エンドエフェクタ 2 1 2 のロール軸線 O_r がシャフト 2 1 6 の軸線 O_s に直交する範囲、すなわちエンドエフェクタ 2 1 2 が左右 180° 傾く範囲に設定すると、体内の広い範囲にエンドエフェクタ 2 1 2 を臨ませることができる。

【 0 1 3 0 】

以上説明したように、本実施形態に係る医療用マニピュレータ 2 0 0 によれば、ハンドル 2 1 8 側の回転駆動力を、湾曲部 2 3 4 の内側に配置された可撓性を有する中空チューブ 2 8 2 を介して、エンドエフェクタ 2 1 2 に伝達することにより、エンドエフェクタ 2 1 2 を無制限の回転範囲でロール動作させることができる。このため、湾曲部 2 3 4 の先

10

20

30

40

50

端側においてエンドエフェクタ 212 のロール軸線 Or 回りの姿勢（角度）を自由に変更することができ、エンドエフェクタ 212 の向きを生体組織に合うように何度でも変更して的確な処置を施すことが可能となる。

【0131】

医療用マニピュレータ 200 によれば、グリッパ保持部材 230（先端側回転体）が中空状であることにより、先端動作部 214 の略中心に、エンドエフェクタ 212 に作用する作動手段 221（図 10 及び図 11 参照）を配置することができる。そしてこれにより、先端動作部 214 のロール動作の回転範囲を無制限とする構成を実現できる。本実施形態において、移動体 294、円筒体 338、コネクタ 342、中空チューブ 282 及び導線 260 は、エンドエフェクタ 212 に対して機械的又は電気的作用を及ぼすものである。従って、本実施形態では、これらの部材によって、エンドエフェクタ 212 に作用する作動手段 221 が構成される。

10

【0132】

本実施形態の場合、グリッパ保持部材 230 の内側ではなく外側に、外殻部材 232（回転支持筒）が配置されるため、グリッパ保持部材 230 の中空部を作動手段の配置スペースとして好適に確保することができるとともに、先端動作部 214 の構造を簡素化できる。従って、本実施形態によれば、構造を複雑化することなく、自由度の高い先端動作部 214 を備えた医療用マニピュレータ 200 が提供される。

【0133】

本実施形態の場合、回転支持筒を構成する外殻部材 232 は、周方向に連結することによりその内側に回転スリーブを回転可能に支持する第 1 ブロック 232a 及び第 2 ブロック 232b（複数のセグメント部材）からなる。すなわち、第 1 ブロック 232a 及び第 2 ブロック 232b が周方向に連結されることにより、回転スリーブを内周部で支持する外殻部材 232 が構成される。従って、先端動作部 214 の組立時において、グリッパ保持部材 230 を第 1 ブロック 232a と第 2 ブロック 232b とで囲み、当該第 1 ブロック 232a と第 2 ブロック 232b とを溶接等により相互に接合させることにより、内側に回転体があり、その外側に回転支持部がある構造を簡単に構築することができる。

20

【0134】

特に本実施形態の場合、中空チューブ 282 の中空部 282a に導線 260 が配設されることにより、バイポーラ式の電気メスとして構成されるエンドエフェクタ 212 に通じる通電経路を簡単に構築することができ、エンドエフェクタ 212 に安定的に電力を供給することができる。グリッパ保持部材 230 とエンドエフェクタ 212 が回転する際、中空チューブ 282 内に収容される導線 260 も一体的に回転するので、エンドエフェクタ 212 と導線 260（通電経路）の断線を確実に防ぐことができる。

30

【0135】

本実施形態に係る医療用マニピュレータ 200 においては、ロール動作をモータ 246 による電動駆動とし、傾動動作を手動駆動としたが、医療用マニピュレータ 200 では、これとは逆に、傾動動作をモータ 246 による電動駆動とし、ロール動作を手動駆動とする構成を採用してもよい。医療用マニピュレータ 200 の別の变形例では、傾動動作、ロール動作又は開閉動作のうち、いずれか 1 つ又は 2 以上の動作を電動駆動として構成されてもよく、あるいは、傾動動作、ロール動作及び開閉動作を手動駆動として構成されてもよい。

40

【0136】

上記において、本発明について好適な実施形態を挙げて説明したが、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、種々の改変が可能なのは言うまでもない。

【符号の説明】

【0137】

- 10、200...医療用マニピュレータ
- 12、212...エンドエフェクタ
- 14...先端動作部
- 16、218...ハンドル

50

- 17 ... 関節部
- 56 ... 回転スリーブ
- 72 ... 下部ブロック
- 80 ... 開閉駆動伝達部
- 232 ... 外殻部材
- 232b ... 第2ブロック

- 18、216 ... シャフト
- 71 ... 上部ブロック
- 73、74 ... 関節ピン
- 230 ... グリッパ保持部材
- 232a ... 第1ブロック

【図1】

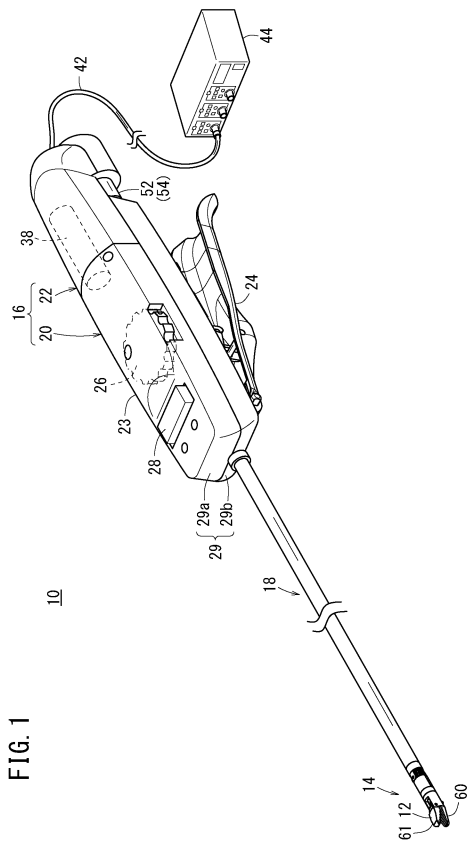


FIG. 1

【図2】

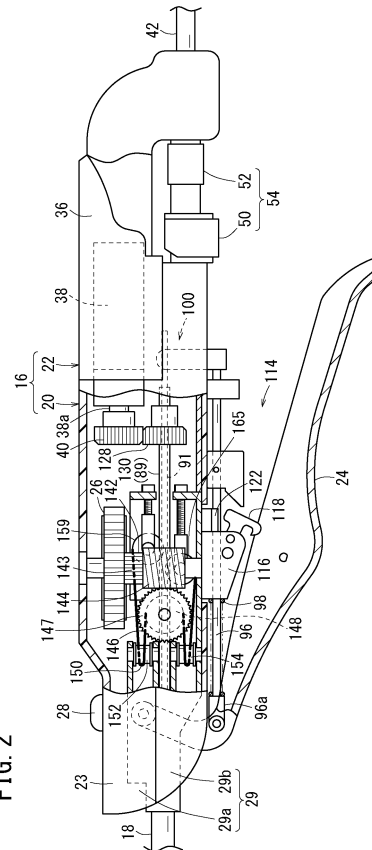


FIG. 2

【 図 3 】

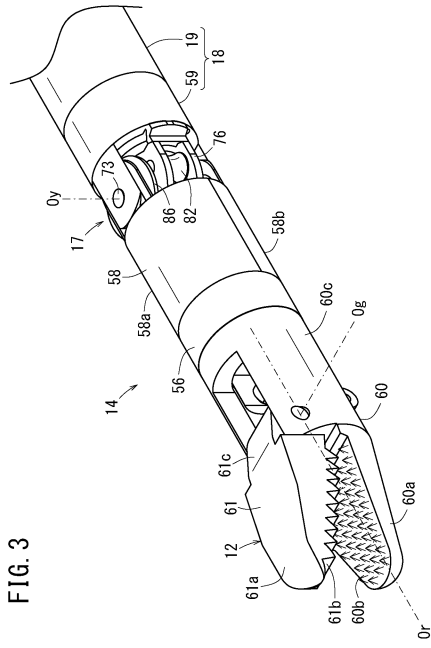


FIG. 3

【 図 4 】

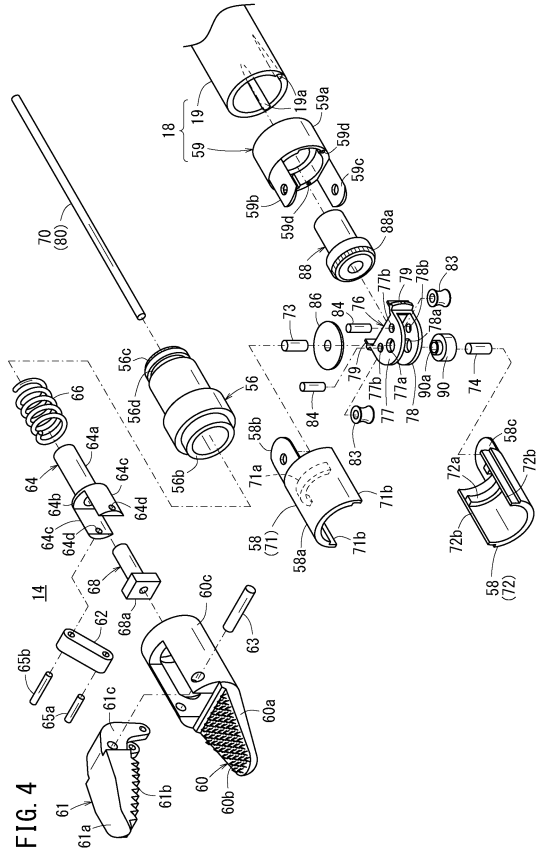


FIG. 4

【 図 5 】

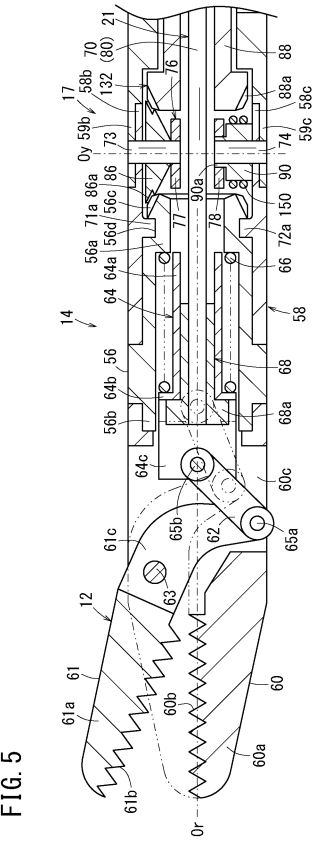


FIG. 5

【 図 6 】

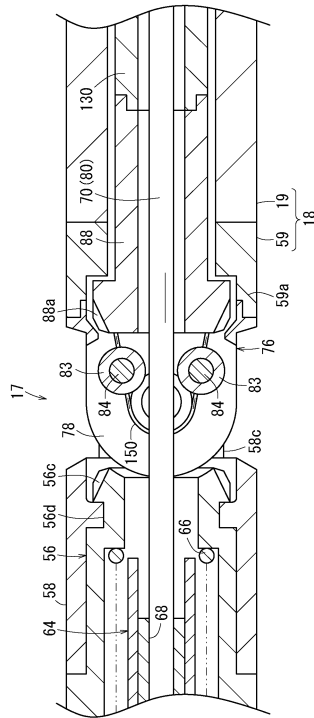


FIG. 6

【 図 7 】

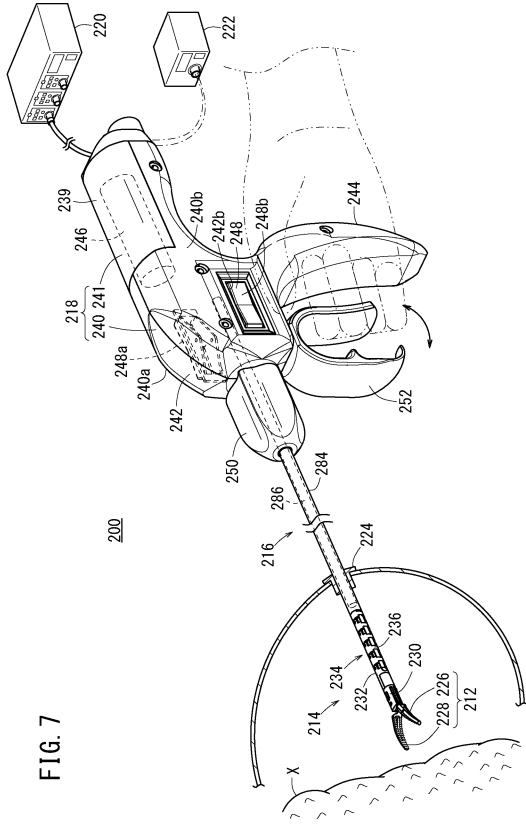


FIG. 7

【 図 8 】

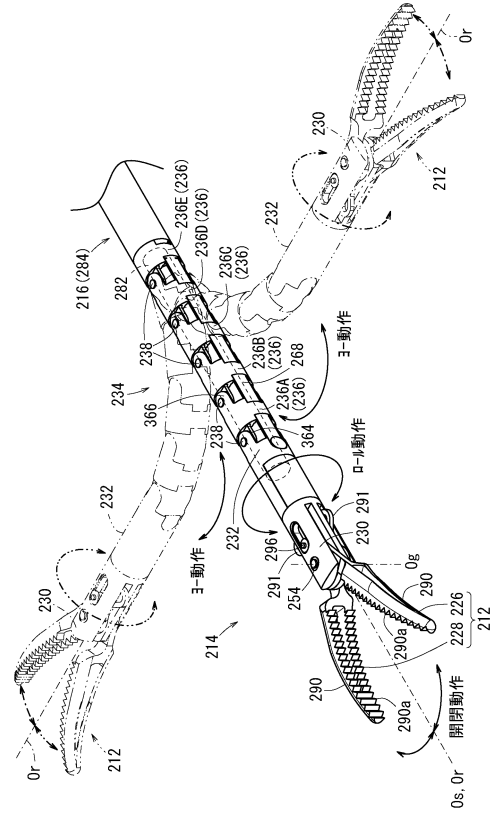


FIG. 8

【 図 9 】

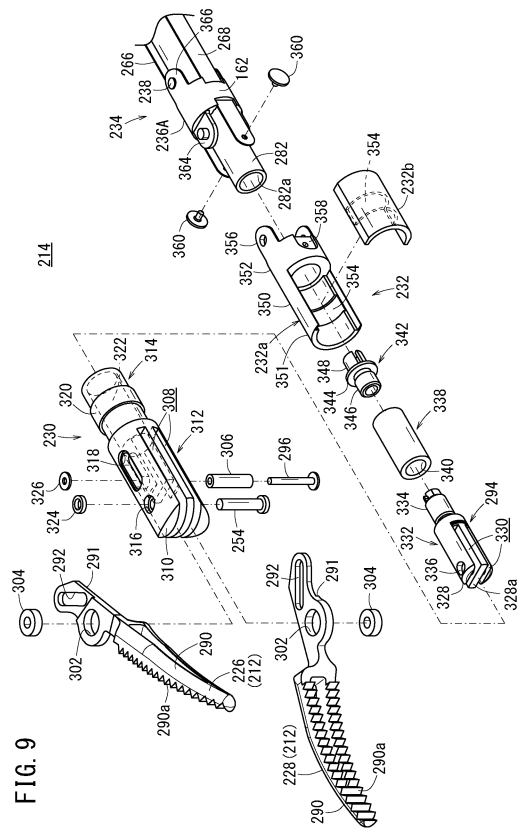


FIG. 9

【 図 10 】

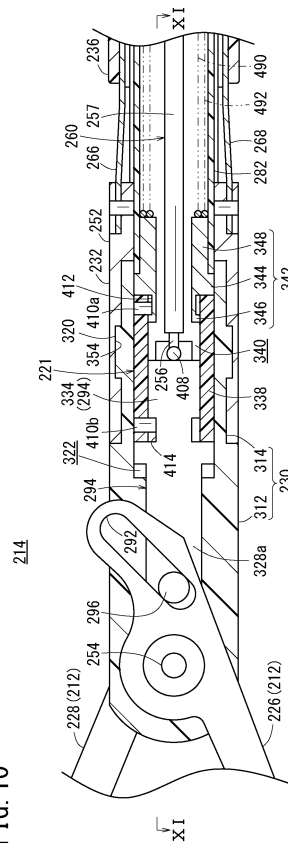
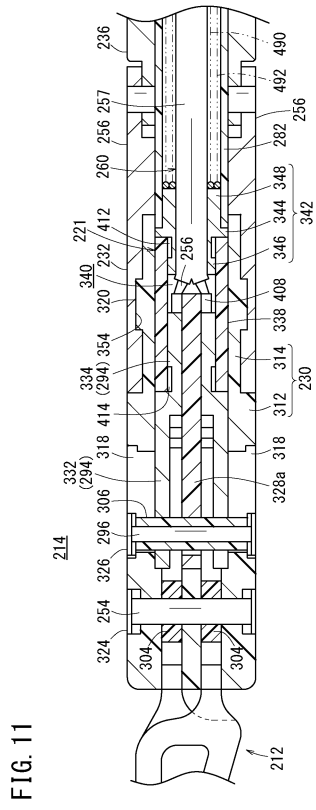
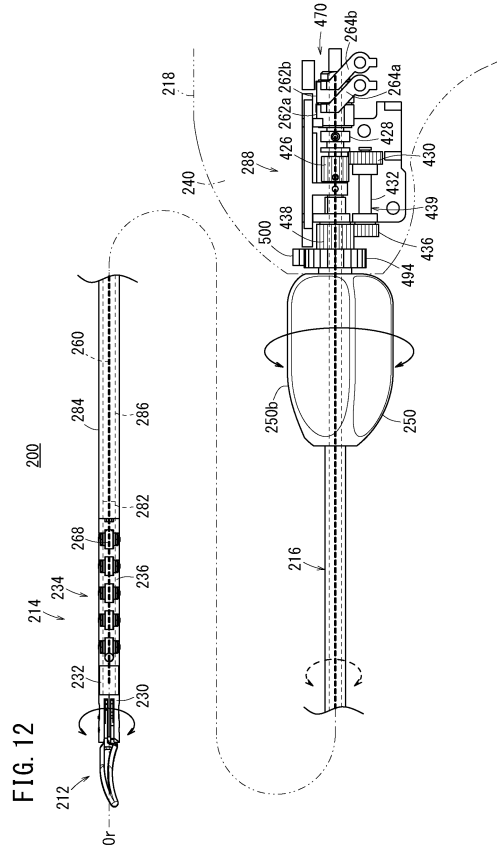


FIG. 10

【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

- (72)発明者 鈴木 庸介
栃木県鹿沼市野尻 1 1 3 番地 2 株式会社スズキプレシオン内
- (72)発明者 麦島 弘文
栃木県鹿沼市野尻 1 1 3 番地 2 株式会社スズキプレシオン内

審査官 石川 薫

- (56)参考文献 特開 2 0 1 2 - 6 1 5 9 3 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 6 5 9 7 5 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
- | | |
|---------|-----------|
| A 6 1 B | 1 7 / 2 8 |
| A 6 1 B | 1 8 / 1 2 |
| A 6 1 B | 9 0 / 0 0 |