

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4829005号
(P4829005)

(45) 発行日 平成23年11月30日(2011.11.30)

(24) 登録日 平成23年9月22日(2011.9.22)

(51) Int.Cl.

F 1

B 2 5 J	1/00	(2006.01)
A 6 1 B	17/12	(2006.01)
A 6 1 B	17/3201	(2006.01)
A 6 1 B	17/06	(2006.01)

B 2 5 J	1/00	
A 6 1 B	17/12	3 2 O
A 6 1 B	17/32	3 2 O
A 6 1 B	17/06	

請求項の数 9 (全 19 頁)

(21) 出願番号

特願2006-133973 (P2006-133973)

(22) 出願日

平成18年5月12日 (2006.5.12)

(65) 公開番号

特開2007-301692 (P2007-301692A)

(43) 公開日

平成19年11月22日 (2007.11.22)

審査請求日

平成21年3月31日 (2009.3.31)

(73) 特許権者 000109543

テルモ株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目44番1号

(73) 特許権者 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(74) 代理人 100077665

弁理士 千葉 剛宏

(74) 代理人 100116676

弁理士 宮寺 利幸

(72) 発明者 神野 誠

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝 研究開発センター内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マニピュレータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

その一端側から他端側へと延び、一端側の第1のエンドエフェクタ部、他端側の第1のリンク部、及び、第1のエンドエフェクタ部と第1のリンク部との間に設けられた第1の連結部、を有する第1のエンドエフェクタ部材と、

その一端側から他端側へと延び、一端側の第2のエンドエフェクタ部、他端側の第2のリンク部、及び、第2のエンドエフェクタ部と第2のリンク部との間に設けられた第2の連結部、を有する第2のエンドエフェクタ部材と、

その一端側から他端側へと延びているリンク部材と、

前記第1の連結部を通り前記第1のエンドエフェクタ部材の長手方向に略直交する第1の関節軸に前記第2のエンドエフェクタ部材の長手方向が略直交し、前記第1の関節軸を中心として前記第2のエンドエフェクタ部材が前記第1のエンドエフェクタ部材に対して回動可能となるように、前記第1の連結部に前記第2の連結部を接続している第1の接続部と、

前記第1のリンク部の他端部を通り前記第1のリンク部の長手方向に略直交する第2の関節軸に前記リンク部材の長手方向が略直交し、前記第2の関節軸を中心として前記リンク部材が前記第1のリンク部に対して回動可能となるように、前記第1のリンク部の他端部に前記リンク部材の他端部を接続している第2の接続部と、

前記リンク部材の一端部を通り前記リンク部材の長手方向に略直交する第3の関節軸に前記第2のリンク部の長手方向が略直交し、前記第3の関節軸を中心として前記リンク部

10

20

材が前記第2のリンク部に対して回動可能となり、かつ、前記第2のリンク部の長手方向に前記リンク部材の一端部が前記第2のリンク部に対して移動可能となるように、前記第2のリンク部の他端部に前記リンク部材の一端部を接続している第3の接続部と、
を具備することを特徴とするマニピュレータ。

【請求項2】

前記第1のエンドエフェクタ部と前記第2のエンドエフェクタ部とが最大限閉じられた場合、または最大限開かれた場合に、前記第3の関節軸から前記第1の関節軸へと向かう方向と前記第3の関節軸から前記第2の関節軸へと向かう方向とのなす角度は2 / 3乃至4 / 3となる、

ことを特徴とする請求項1に記載のマニピュレータ。 10

【請求項3】

前記第2のリンク部及びリンク部材は、前記第1のリンク部の長手方向と前記第1の関節軸の方向とによって形成される平面を通過して回動される、

ことを特徴とする請求項1に記載のマニピュレータ。

【請求項4】

前記第2のリンク部及び前記リンク部材は、前記第1のリンク部に対して前記第1及び第2の関節軸方向にオフセットして配置されている、

ことを特徴とする請求項3に記載のマニピュレータ。

【請求項5】

前記第1のリンク部は、前記第1のリンク部の長手方向に延び前記第1の関節軸方向に並設されている一対のフォーク部を有し、 20

前記第2のリンク部及び前記リンク部材は、前記一対のフォーク部の間を回動される、
ことを特徴とする請求項3に記載のマニピュレータ。

【請求項6】

前記第3の接続部は、前記第2のリンク部に対する前記リンク部材の一端部の移動範囲を制限するメカニカルストップを有する、

ことを特徴とする請求項1に記載のマニピュレータ。

【請求項7】

前記第3の接続部は、前記第2のリンク部の他端部において前記第2のリンク部の長手方向に延設されている長穴部と、前記リンク部材の一端部に設けられ前記長穴部で摺動される摺動ピン部と、を有する、 30

ことを特徴とする請求項6に記載のマニピュレータ。

【請求項8】

前記第1及び第2のエンドエフェクタ部は、ハサミを形成する一対の刃である、

ことを特徴とする請求項1に記載のマニピュレータ。

【請求項9】

少なくとも

$$| 1 / \sin(\alpha - \beta / 2) | < L_B / L_A$$

$$L_A < L_B$$

$$| 1 / \sin(\alpha - \beta / 2) | < L_B / L_C$$

$$L_C < L_B$$

のいずれか1つの条件を満足する状態が存在することを特徴とする、請求項1乃至8のいずれか1項に記載のマニピュレータ。 40

ここで、

L_A は第2の関節軸と第3の関節軸との間の距離、

L_B は第1の関節軸と第3の関節軸との間の距離、

L_C は第1の関節軸と第2のエンドエフェクタ部材の先端部との間の距離、

α は第3の関節軸から第1の関節軸へと向かう方向と第3の関節軸から第2の関節軸へと向かう方向とのなす角度、

である。 50

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、操作部を操作して作業部を作動させるマニピュレータに関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、先端作業部と手元操作部とを連結部により連結した一体型の医療用マニピュレータが用いられており、このような医療用マニピュレータでは、内視鏡観察下、操作部を保持操作して作業部を体腔内に挿入し、作業部を作動させて生体組織に各種処置を行う。 10

【0003】

特許文献1のマニピュレータでは、生体組織を持する一対のグリッパが作業部に配設されている。これら一対のグリッパは、グリッパ軸を中心として開閉作動されると共に、ピッチ軸、ロール軸を中心として一体的に回動作動される。ここで、操作部内のモータ出力軸と作業部のブーリーとに連結部を介してワイヤが巻回されており、作業部の作動に必要なトルクは、モータからワイヤを介してブーリーへと伝達され、ブーリーから歯車へと順次伝達される。

【0004】

特許文献2のマニピュレータは、特許文献1のマニピュレータと同様な構成を有し、さらに、グリッパによる把持力を増大させるための増力機構が作業部に設けられている。 20

【0005】

【特許文献1】特開2003-61969号公報

【特許文献2】特開2002-102248号公報

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

特許文献1のマニピュレータでは、グリッパによる把持力を増大させることが難しい。例えば、単純にモータからの出力トルクを大きくして把持力を増大させるためには、ワイヤの伸縮特性や引張強度、トルク伝達機構の強度を増加させなければならない。これは連結部の細径化を困難にする。また、小型の作業部に各軸周りの作動を実現するための各種部材を搭載する必要があるため、作業部において減速比を大きくすることはスペース的に困難である。 30

【0007】

特許文献2のマニピュレータでは、増力機構によってグリッパによる把持力を増大させているが、把持作動において両グリッパのオフセット動作をともなう。このため、グリッパの上下方向のオフセット動作を予測した上で操作することが必要となる。このことにより、マニピュレータを操作する操作者（例えば外科医）から、オフセット動作の予測の負担が軽減された、より快適な操作感を有するマニピュレータの要求がある。

【0008】

本発明は、上記課題に着目してなされたもので、その目的とするところは、把持力が増大され、把持作動時のオフセット動作が小さいマニピュレータを提供することである。 40

【課題を解決するための手段】**【0009】**

本発明の一実施態様のマニピュレータは、その一端側から他端側へと延び、一端側の第1のエンドエフェクタ部、他端側の第1のリンク部、及び、第1のエンドエフェクタ部と第1のリンク部との間に設けられた第1の連結部、を有する第1のエンドエフェクタ部材と、その一端側から他端側へと延び、一端側の第2のエンドエフェクタ部、他端側の第2のリンク部、及び、第2のエンドエフェクタ部と第2のリンク部との間に設けられた第2の連結部、を有する第2のエンドエフェクタ部材と、その一端側から他端側へと延びているリンク部材と、前記第1の連結部を通り前記第1のエンドエフェクタ部材の長手方向に 50

略直交する第1の関節軸に前記第2のエンドエフェクタ部材の長手方向が略直交し、前記第1の関節軸を中心として前記第2のエンドエフェクタ部材が前記第1のエンドエフェクタ部材に対して回動可能となるように、前記第1の連結部に前記第2の連結部を接続している第1の接続部と、前記第1のリンク部の他端部を通り前記第1のリンク部の長手方向に略直交する第2の関節軸に前記リンク部材の長手方向が略直交し、前記第2の関節軸を中心として前記リンク部材が前記第1のリンク部に対して回動可能となるように、前記第1のリンク部の他端部に前記リンク部材の他端部を接続している第2の接続部と、前記リンク部材の一端部を通り前記リンク部材の長手方向に略直交する第3の関節軸に前記第2のリンク部の長手方向が略直交し、前記第3の関節軸を中心として前記リンク部材が前記第2のリンク部に対して回動可能となり、かつ、前記第2のリンク部の長手方向に前記リンク部材の一端部が前記第2のリンク部に対して移動可能となるように、前記第2のリンク部の他端部に前記リンク部材の一端部を接続している第3の接続部と、を具備することを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、把持力が増大されており、また、把持作動時のオフセット動作が小さくなっている。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態に係るマニピュレータについて説明する。 20

【0012】

なお、本発明の実施の形態の説明では、マニピュレータの作業部側を先端側と仮定し、先端や基端等の方向は、この仮定をもとにした相対的な方向を意味する。また、理論的には、マニピュレータの使用を阻害しない程度の部品の寸法誤差や摺動部分のガタ、変形等の外乱要因を考慮しない理想的な状態を意味し、現実のマニピュレータでは、これら外乱要因による影響（例えばオフセット動作や摩擦抵抗等）が存在する。

【0013】

（第1の実施の形態）

以下、本発明の第1実施形態を図1乃至図7Bを参照して説明する。

【0014】

図1を参照し説明する。本実施形態のマニピュレータ16は、クリッピングを行うクリップアプライヤであり、生体組織に処置またはクリッピングを行う作業部18と、細長い連結シャフト20と、操作者に保持操作され作業部18を作動させるための操作部22とを、先端側から順に有している。 30

【0015】

図2を参照し説明する。本実施形態のマニピュレータ16の作業部18では、第1及び第2のエンドエフェクタ部材24a, 24bが作業部18の主軸20aに略直交するヨー軸を中心として回動作動される（図中矢印Y参照）。操作部22内の第1のモータ出力軸28aと作業部18のブーリ32とに連結シャフト20を介して第1のワイヤ30aが巻回されており、ヨー軸周り回動作動用トルクは、第1のモータ出力軸28aから、第1のワイヤ30a、ブーリ32を介して、第1及び第2のエンドエフェクタ部材24a, 24b側へと伝達される。 40

【0016】

また、第1及び第2のエンドエフェクタ部材24a, 24bは、上記主軸20a及びヨー軸に略直交するピッチ軸を中心として回動作動される（図中矢印P参照）。第2のモータ出力軸28bと第1の歯車34aとに連結シャフト20を介して第2のワイヤ30bが巻回されており、ピッチ軸周り回動作動用トルクは、第2のモータ出力軸28bから、第2のワイヤ30b、並びに、第1、第3及び第5の歯車34a, 34c, 34eを介して、第1及び第2のエンドエフェクタ部材24a, 24b側へと伝達される。

【0017】

10

20

30

40

50

さらに、第2のエンドエフェクタ部材24bは、ピッチ軸に略平行なグリッパ軸を中心として開閉作動される(図中矢印G参照)。第3のモータ出力軸28cと第2の歯車34bとに連結シャフト20を介して第3のワイヤ30cが巻回されており、グリッパ軸周り開閉作動用トルクは、第3のモータ出力軸28cから、第3のワイヤ30c、第2、第4及び第6の歯車34b, 34d, 34f、並びに、リンク部材36を介して、第1及び第2のエンドエフェクタ部材24a, 24b側へと伝達される。

【0018】

図3乃至図7Bを参照して、本実施形態のマニピュレータ16の作業部18を詳細に説明する。

【0019】

まず、図3乃至図5Bを参照し説明する。連結シャフト20の先端部には、先端方向に突出している一対の舌片部38が連結シャフト20の中心軸に対面して配設されている。この一対の舌片部38に夫々穿設されている係合孔に、第1の回動軸部材40aの両端部が夫々係合されている。この第1の回動軸部材40aは上記中心軸に略直交して配置されており、第1の回動軸部材40aの中心軸がヨー軸Oyとなる。

【0020】

第1の回動軸部材40aには、主軸部材42の基端部のブーリ32が回転自在に外挿されている。このブーリ32には第1のワイヤ30aが巻回されており、第1のワイヤ30aによってブーリ32が第1の回動軸部材40aの軸周り方向に回転されることにより、主軸部材42が第1の回動軸部材40aを中心として回動される。

【0021】

また、第1の回動軸部材40aには、ブーリ32を挟むように、略円筒状の第1及び第2の歯車34a, 34bが回転自在に外挿されている。第1及び第2の歯車34a, 34bは、夫々、内側に配置されている一端側の軸部と、外側に配置され外周面の全周にわたって多数の歯が並設されている他端側の歯部とを有している。そして、第1及び第2の歯車34a, 34bの軸部には夫々第2及び第3のワイヤ30b, 30cが巻回されており、各ワイヤ30b, 30cによって第1及び第2の歯車34a, 34bが第1の回動軸部材40aの軸周り方向に回転される。なお、各ワイヤ30a, 30b, 30cは、ブーリ部ないし軸部に1.5回転巻回され、その一部がブーリ部ないし軸部に固定されている。

【0022】

主軸部材42の中間部の円柱部には、リング形状の第3の歯車34cが主軸部材42の軸周り方向に回転自在に外挿されており、第3の歯車34cにはリング形状の第4の歯車34dが主軸部材42の軸周り方向に回転自在に外挿されている。これら第3及び第4の歯車34c, 34dの先基端面には、夫々、端面の全周にわたって多数の歯が並設されている歯部が形成されている。第3の歯車34cの基端面の歯部には第1の歯車34aの歯部が歯合されており、第3の歯車34cは第1の歯車34aにより回転される。一方、第4の歯車34dの基端面の歯部には第2の歯車34bの歯部が歯合されており、第4の歯車34dは第2の歯車34bにより回転される。さらに、第4の歯車34dにはカバー44の基端部の円筒部が外挿されており、第4の歯車34dは、カバー44の円筒部に対して主軸部材42の軸周り方向に回転自在である。また、カバー44の基端面は、連結シャフト20の一対の舌片部38の先端面に、第2の回動軸部材40bを介して、第1の回動軸部材40aを中心として転動自在に当接されている。

【0023】

そして、第1のワイヤ30aによってブーリ32が回転作動されることにより、主軸部材42と一体的に、第3の歯車34c、第4の歯車34d及びカバー44が第1の回動軸部材40a即ちヨー軸Oyを中心として回動作動される。

【0024】

カバー44の円筒部の先端面から、互いに対面する一対の耳片部46が延出されている。これら一対の耳片部46間に主軸部材42の先端部が一対の耳片部46に並設されており、主軸部材42の先端部の貫通孔に挿通されている第2の回動軸部材40bの両端部が

10

20

30

40

50

、一対の耳片部 4 6 に夫々穿孔されている係合孔で係合されている。この第 2 の回動軸部材 4 0 b は上記主軸 2 0 a 及びヨー軸 O y に略直交して配置されており、第 2 の回動軸部材 4 0 b の中心軸がピッチ軸 O p となっている。

【 0 0 2 5 】

カバー 4 4 部材の一対の耳片部 4 6 間において、主軸部材 4 2 の一方側で、第 2 の回動軸部材 4 0 b に略筒状の第 5 の歯車 3 4 e が回転自在に外挿されている。この第 5 の歯車 3 4 e は、内側に配置されている一端側の軸部と、外側に配置され外周面の全周にわたって多数の歯が並設されている他端側の歯部とを有している。第 5 の歯車 3 4 e の歯部には第 3 の歯車 3 4 c の先端面の歯部が歯合されており、第 5 の歯車 3 4 e は第 3 の歯車 3 4 c によって回転される。第 5 の歯車 3 4 e の軸部は軸方向に直交する断面が非対称であり、第 5 の歯車 3 4 e の軸部が第 1 のエンドエフェクタ部材 2 4 a の基端部の係合孔に回転不能に挿入係止されている。そして、第 2 のワイヤ 3 0 b によって第 1 の歯車 3 4 a が回転作動されることにより、第 1 、第 3 及び第 5 の歯車 3 4 a , 3 4 c , 3 4 e が順次回転駆動されて、第 1 のエンドエフェクタ部材 2 4 a が次に述べる第 2 のエンドエフェクタ部材 2 4 b と共に第 2 の回動軸部材 4 0 b 即ちピッチ軸 O p を中心として回動作動される。10

【 0 0 2 6 】

第 1 及び第 2 のエンドエフェクタ部材 2 4 a , 2 4 b は、夫々、第 1 及び第 2 のエンドエフェクタ部 4 8 a , 4 8 b 、第 1 及び第 2 の連結部 5 0 a , 5 0 b 、第 1 及び第 2 のリンク部 5 2 a , 5 2 b を先端側から順に有している。第 1 のエンドエフェクタ部材 2 4 a の第 1 の連結部 5 0 a に、第 3 の回動軸部材 4 0 c と固定ナット 5 1 a とによって、第 2 のエンドエフェクタ部材 2 4 b の第 2 の連結部 5 0 b が枢着されており、第 1 の接続部 5 4 a が形成されている。第 3 の回動軸部材 4 0 c はピッチ軸 O p に略平行に配置されており、第 3 の回動軸部材 4 0 c の中心軸がグリッパ軸 O g となっている。また、第 3 の回動軸部材 4 0 c は第 1 及び第 2 のエンドエフェクタ部材 2 4 a , 2 4 b の長手方向に略直交しており、以下では、第 3 の回動軸部材 4 0 c の中心軸であるグリッパ軸 O g を第 1 の関節軸 O 1 とも称する。20

【 0 0 2 7 】

第 2 のエンドエフェクタ部材 2 4 b は、第 1 の関節軸 O 1 を中心として第 1 のエンドエフェクタ部材 2 4 a に対して回動自在である。なお、第 1 のエンドエフェクタ部 4 8 a と第 2 のエンドエフェクタ部 4 8 b との間にクリップが装着可能であり、第 1 のエンドエフェクタ部 4 8 a と第 2 のエンドエフェクタ部 4 8 b とを閉じることによりクリップをかしめる（クリッピング）ことが可能である。ここで、第 2 のエンドエフェクタ部 4 8 b は、第 1 の関節軸 O 1 方向と第 1 のエンドエフェクタ部材 2 4 a の長手方向とによって形成される把持基準面を挟んで、第 1 のエンドエフェクタ部 4 8 a に對面して配置され、把持基準面の一方側で回動可能である。一方、第 2 のリンク部 5 2 b は、第 1 のリンク部 5 2 a に対して第 1 の関節軸 O 1 方向にオフセットされて配置され、把持基準面を通過して回動可能である。30

【 0 0 2 8 】

カバー 4 4 部材の一対の耳片部 4 6 間において、主軸部材 4 2 の他方側で、第 2 の回動軸部材 4 0 b に第 5 の歯車 3 4 e と同様な構成の第 6 の歯車 3 4 f が回転自在に外挿されている。第 6 の歯車 3 4 f の歯部には第 4 の歯車 3 4 d の先端面の歯部が歯合されており、第 6 の歯車 3 4 f は第 4 の歯車 3 4 d によって回転される。第 6 の歯車 3 4 f の軸部は、リンク部材 3 6 の基端部の係合孔に回転不能に挿入係止されている。即ち、リンク部材 3 6 の基端部は、第 6 の歯車 3 4 f 、第 2 の回動軸部材 4 0 b 、第 4 の歯車 3 4 d を介して、第 1 のエンドエフェクタ部材 2 4 a の基端部に枢着されていることとなり、第 2 の接続部 5 4 b が形成されている。第 2 の回動軸部材 4 0 b は、第 1 のリンク部 5 2 a 及びリンク部材 3 6 の長手方向に略直交しており、以下では、第 2 の回動軸部材 4 0 b の中心軸であるピッチ軸 O p を第 2 の関節軸 O 2 とも称する。40

【 0 0 2 9 】

リンク部材 3 6 の先端部の貫通孔には、第 1 及び第 2 の関節軸 O 1 , O 2 に略平行に摺50

動ピン 5 6 が自身の中心軸の軸周り方向に回転自在に挿通されている。一方、第2のエンドエフェクタ部材 2 4 b の第2のリンク部 5 2 b の基端部では、第2の関節軸 O 2 方向に並設されている一对のフォーク部 5 8 a が第2のリンク部 5 2 b の長手方向に延設されている。これら一対のフォーク部 5 8 a には、第2のリンク部 5 2 b の長手方向に夫々長丸穴部 6 0 が延設されている。そして、リンク部材 3 6 の先端側は第2のリンク部 5 2 b の一对のフォーク部 5 8 a 間に配置されており、リンク部材 3 6 に挿通されている摺動ピン 5 6 部は各長丸穴部 6 0 に第2のリンク部 5 2 b の長手方向に摺動自在に挿入されている。即ち、リンク部材 3 6 の先端部は、第2のリンク部 5 2 b の基端部に第2のリンク部 5 2 b の長手方向に摺動可能に枢着されていることとなり、第3の接続部 5 4 c が形成されている。摺動ピン 5 6 の中心軸はリンク部材 3 6 及び第2のリンク部 5 2 b の長手方向に略直交し、以下では摺動ピン 5 6 の中心軸を第3の関節軸 O 3 と称する。なお、リンク部材 3 6 の先端側は、第2のリンク部 5 2 b と共に、把持基準面を通過して回動可能である。

【0030】

図 6 A 乃至図 6 C を参照し、第2のエンドエフェクタ部 4 8 b は把持基準面の一方側で第1のエンドエフェクタ部 4 8 a に対して開閉されるが、リンク部材 3 6 の先端部を把持基準面の一方側へと回動させ、リンク部材 3 6 の先端部の摺動ピン 5 6 が長丸穴部 6 0 の基端部に当接された場合、または第2のエンドエフェクタ部 4 8 b が第1のエンドエフェクタ部 4 8 a に当接された場合に、第2のエンドエフェクタ部 4 8 b は第1のエンドエフェクタ部 4 8 a に対して最大限閉じられる（図 6 A 参照）。一方、リンク部材 3 6 の先端部を把持基準面の一方側から他方側へと把持基準面を通過して回動させ、リンク部材 3 6 の先端部の摺動ピン 5 6 が長丸穴部 6 0 の基端部に当接された場合に、第2のエンドエフェクタ部 4 8 b は第1のエンドエフェクタ部 4 8 a に対して最大限開かれる（図 6 C 参照）。即ち、摺動ピン 5 6 と長丸穴部 6 0 、または摺動ピン 5 6 と長丸穴部 6 0 並びに第1のエンドエフェクタ部 4 8 a と第2のエンドエフェクタ部 4 8 b とによって、第1のエンドエフェクタ部 4 8 a と第2のエンドエフェクタ部 4 8 b との最大開き角度、最大閉じ角度を規制するメカニカルストッパーが形成されている。

【0031】

さらに図 7 A 及び図 7 B を参照して、第1のエンドエフェクタ部 4 8 a と第2のエンドエフェクタ部 4 8 b との把持力の増力機構について説明する。

【0032】

ここで、

L_A ：リンク部材 3 6 の長手方向長さ（第2の関節軸 O 2 と第3の関節軸 O 3 との間の距離）

L_B ：第1の関節軸 O 1 と第3の関節軸 O 3 との間の距離（第1のエンドエフェクタ部 4 8 a と第2のエンドエフェクタ部 4 8 b とが最大限開かれた場合には、第2のリンク部 5 2 b の長手方向長さに対応する）

L_C ：第2のエンドエフェクタ部 4 8 b の長手方向長さ（第1の関節軸 O 1 と第2のエンドエフェクタ部材 2 4 b の先端部との間の距離）

L_D ：第1のリンク部 5 2 a の長手方向長さ（第1の関節軸 O 1 と第2の関節軸 O 2 との間の距離）

θ_b ：第1のリンク部 5 2 a とリンク部材 3 6 とのなす角度（第2の関節軸 O 2 から第1の関節軸 O 1 へと向かう方向と第2の関節軸 O 2 から第3の関節軸 O 3 へと向かう方向とのなす角度）

θ_d ：リンク部材 3 6 と第2のリンク部 5 2 b とのなす角度（第3の関節軸 O 3 から第1の関節軸 O 1 へと向かう方向と第3の関節軸 O 3 から第2の関節軸 O 2 へと向かう方向とのなす角度）

θ_f ：第1のリンク部 5 2 a と第2のリンク部 5 2 b とのなす角度（第1の関節軸 O 1 から第2の関節軸 O 2 へと向かう方向と第1の関節軸 O 1 から第3の関節軸 O 3 へと向かう方向とのなす角度）

10

20

30

40

50

T_A : リンク部材 3 6 の基端部に付与される、第 2 の関節軸 O 2 周りのトルク（図中、矢印方向を正とする）

T_B : 第 2 のエンドエフェクタ部 4 8 b の基端部に付与される、第 1 の関節軸 O 1 周りのトルク（図中、矢印方向を正とする）

F_A : リンク部材 3 6 の先端部に生じる、リンク部材 3 6 の長手方向に直交する力（図中、矢印方向を正とする）

F_B : 第 2 のリンク部 5 2 b の基端部に生じる、第 2 のリンク部 5 2 b の長手方向に直交する力（図中、矢印方向を正とする）

F_C : 第 2 のエンドエフェクタ部 4 8 b の先端部に生じる、第 2 のエンドエフェクタ部 4 8 b の長手方向に直交する力（図中、矢印方向を正とする）

のように定義する。 10

【0033】

トルクと力との間には、以下の関係式が成り立つ。

$$T_A = L_A F_A \dots (1)$$

$$T_B = L_B F_B = L_C F_C \dots (2)$$

【0034】

また、幾何学的に、以下の関係式が成り立つ。

$$F_A = F_B \sin(\alpha - \beta / 2) \dots (3)$$

【0035】

式(1)乃至(3)から、以下の関係式が導かれる。 20

$$F_C = F_A (L_B / L_C) [1 / \sin(\alpha - \beta / 2)] \dots (4)$$

$$T_B = T_A (L_B / L_A) [1 / \sin(\alpha - \beta / 2)] \dots (5)$$

【0036】

第 1 の関節軸 O 1 と第 3 の関節軸 O 3 との間の距離 L_B 、リンク部材 3 6 と第 2 のリンク部 5 2 b とのなす角度 α は、リンク部材 3 6 の長手方向長さ L_A 、第 1 のリンク部 5 2 a の長手方向長さ L_D 、第 1 のリンク部 5 2 a とリンク部材 3 6 とのなす角度 β によって、以下の関係式から求められる。

$$L_B^2 = L_A^2 + L_D^2 - 2 L_A L_D \cos \beta \dots (6)$$

$$L_D^2 = L_B^2 + L_A^2 - 2 L_A L_B \cos \alpha \dots (7)$$

【0037】

なお、第 1 のリンク部 5 2 a と第 2 のリンク部 5 2 b とのなす角度 γ については、 30

$$L_A^2 = L_B^2 + L_D^2 - 2 L_B L_D \cos \gamma \dots (8)$$

から求めることができる。

【0038】

式(4)を参照し、第 1 の関節軸 O 1 と第 3 の関節軸 O 3 との間の距離 L_B が第 2 のエンドエフェクタ部 4 8 b の長手方向長さ L_C よりも大きい場合には、増力効果が生じることが理解される。式(6)を参照し、第 1 の関節軸 O 1 と第 3 の関節軸 O 3 との間の距離 L_B は、第 1 のリンク部 5 2 a とリンク部材 3 6 とのなす角度 β が最大の場合、即ち、第 1 のエンドエフェクタ部 4 8 a と第 2 のエンドエフェクタ部 4 8 b とが最大限閉じられた場合に最大となる。このため、少なくとも第 1 のエンドエフェクタ部 4 8 a と第 2 のエンドエフェクタ部 4 8 b とが最大限閉じられた場合に、第 1 の関節軸 O 1 と第 3 の関節軸 O 3 との間の距離 L_B が第 2 のエンドエフェクタ部 4 8 b の長手方向長さ L_C よりも大きくなれば、増力効果が認められることとなり、本実施形態ではかかる関係が成立している。 40

【0039】

また、式(5)を参照し、第 1 の関節軸 O 1 と第 3 の関節軸 O 3 との間の距離 L_B がリンク部材 3 6 の長手方向長さ L_A よりも大きい場合には、増力効果が生じることが理解される。上述したように、式(6)を参照し、第 1 の関節軸 O 1 と第 3 の関節軸 O 3 との間の距離 L_B は、第 1 のエンドエフェクタ部 4 8 a と第 2 のエンドエフェクタ部 4 8 b とが最大限閉じられた場合に最大となるため、少なくとも第 1 のエンドエフェクタ部 4 8 a と第 2 のエンドエフェクタ部 4 8 b とが最大限閉じられた場合に、第 1 の関節軸 O 1 と第 3

50

の関節軸O₃との間の距離L_Bがリンク部材3₆の長手方向長さL_Aよりも大きい場合には、増力効果が認められることとなり、本実施形態ではかかる関係が成立している。

【0040】

さらに、式(4)及び式(5)を参照し、リンク部材3₆と第2のリンク部5₂bとのなす角度_dが $\pi/2$ でない場合には、増力効果が生じることが理解される。第1のエンドエフェクタ部4₈aと第2のエンドエフェクタ部4₈bとが最大限閉じられた場合に、増力効果が認められることが好ましいため、第1のエンドエフェクタ部4₈aと第2のエンドエフェクタ部4₈bとが最大限閉じられた場合に、リンク部材3₆と第2のリンク部5₂bとのなす角度_dが $\pi/2$ でないことが好ましい。特に、リンク部材3₆と第2のリンク部5₂bとのなす角度_dが $\pi/2$ の近傍の角度である場合に増力効果が極めて大きくなることが理解される。よって、本実施形態では、第1のエンドエフェクタ部4₈aと第2のエンドエフェクタ部4₈bとが最大限閉じられた場合に、リンク部材3₆と第2のリンク部5₂bとのなす角度_dが $\pi/2$ にできるだけ近い事が望ましい。10

【0041】

ここで、_dが $\pi/2$ の近傍の角度のみならず、 $2\pi/3(60^\circ) \sim 4\pi/3(120^\circ)$ であると、リンク部材3₆先端で発生する力F_Aに対し、第2のリンク部5₂b先端に作用するF_Bは理論的には2倍以上となる。この様に、増力効果(トグル機構の効果)が顕著に現れるため、本実施の形態では_dを $2\pi/3(60^\circ) \sim 4\pi/3(120^\circ)$ としている。20

【0042】

さらに、最大限閉じられた場合のみならず、最大限開いた場合に、同様の条件となる場合にも、同様のリンク角度による増力効果(トグル機構の効果)が得られる。たとえば、生体組織の剥離作業のような場合には、開く動作において力(剥離力と呼ぶ)が必要となる。なお、図6Cに示す時の状態は、最大限開いた場合にも、_dは $2\pi/3(60^\circ) \sim 4\pi/3(120^\circ)$ であり、剥離力も大きくなる様な構成としている。20

【0043】

なお、第1エンドエフェクタ部材2₄aと第2のエンドエフェクタ部材2₄bは、第1の接続部5₄aを中心に、交差する構成であっても問題ない。この場合は、リンク部材3₆の回転方向に対する第1エンドエフェクタ部材2₄aと第2のエンドエフェクタ部材2₄bの開閉方向が反転することになる。30

【0044】

また、第2のリンク部5₂b及びリンク部材3₆は、必ずしも第1のリンク部5₂aの長手方向と第1の関節軸O₁の方向とによって形成される平面を通過して回動されなくてよい。

【0045】

次に、本実施形態のマニピュレータ1₆の作用について説明する。

【0046】

本実施形態のマニピュレータ1₆を用いて、動脈やその側枝等の両端が固定されている管状組織をクリッピングにより閉塞する際には、第1のエンドエフェクタ部4₈aと第2のエンドエフェクタ部4₈bとの間にクリップを装着する。そして、操作部2₂を保持操作して、作業部1₈を体腔内に挿入し、管状組織の近傍へと移動させる。さらに、第1及び第2のエンドエフェクタ部材2₄a, 2₄bをヨー軸周りの回動作動、ピッチ軸周りの回動作動等によって、クリッピングに最適な姿勢とする。40

【0047】

続いて、第1のエンドエフェクタ部4₈aと第2のエンドエフェクタ部4₈bとをグリップ部周囲に開閉作動させて、クリップをかじめて管状組織を閉塞する。この際、第1及び第2のエンドエフェクタ部材2₄a, 2₄bが不用意に作動されることを防止する必要がある場合には、ヨー軸周囲及びピッチ軸周囲回転作動用のモータを作動させないような制御がなされる。なお、開閉作動においては、第1のエンドエフェクタ部材2₄aが理論的にはオフセット動作することはない。また、リンク部材3₆及び第2のリンク部5₂b50

は把持基準面の一方側から他方側へと回動され、第2のエンドエフェクタ部48bは第1のエンドエフェクタ部48aに対して充分に大きく開かれる。一方で、リンク部材36の先端部の摺動ピン56が長丸穴部60の基端部に当接されることにより、第2のエンドエフェクタ部48bが第1のエンドエフェクタ部48aに対して必要以上に開くことがなく、クリップの脱落が防止される。

【0048】

そして、第1のエンドエフェクタ部48aと第2のエンドエフェクタ部48bとが最大限閉じられた場合には、第1の関節軸O1と第3の関節軸O3との間の距離 L_B が第2のエンドエフェクタ部48bの長手方向長さ L_C よりも大きくなり、第1の関節軸O1と第3の関節軸O3との間の距離 L_B がリンク部材36の長手方向長さ L_A よりも大きくなり、かつ、リンク部材36と第2のリンク部52bとのなす角度 α が $/2$ の近傍の角度となる。このため、増力効果が十全に発揮されて、充分な把持力によってクリップがかしめられる。10

【0049】

従って、本実施形態のマニピュレータ16は次の効果を奏する。本実施形態のマニピュレータ16では、第1のエンドエフェクタ部材24a、第2のエンドエフェクタ部材24b、及び、リンク部材36によって増力機構が形成されており、第1のエンドエフェクタ部48aと第2のエンドエフェクタ部48bとによる把持力が増大されている。また、第1のエンドエフェクタ部48aと第2のエンドエフェクタ部48bとの開閉作動時において、第1のエンドエフェクタ部材24aのオフセット動作が理論的には生じないようになっており、作業部18の処置対象組織に対する位置決め、クリッピングを容易に行うことが可能となり、快適な操作感が得られる。20

【0050】

また、第1のエンドエフェクタ部48aと第2のエンドエフェクタ部48bとが最大限閉じられた場合に、第3の関節軸O3から第1の関節軸O1へと向かう方向と第3の関節軸O3から第2の関節軸O2へと向かう方向とのなす角度が $2/3(60^\circ) \sim 4/3(120^\circ)$ となっており、把持力が充分に増大されている。

【0051】

さらに、第2のリンク部52b及びリンク部材36が第1のリンク部52aに対してオフセットして配置されており、第2のリンク部52b及びリンク部材36は把持基準面を通過して移動されるようになっている。このため、第2のエンドエフェクタ部48bを第1のエンドエフェクタ部48aに対して充分に大きく開くことが可能となっている。30

【0052】

加えて、第2のリンク部52bの基端部においてリンク部材36の先端部が第2のリンク部52bの長手方向に移動されつつ、第2のリンク部52bとリンク部材36とが互いに回動されることで、第1のエンドエフェクタ部48aに対して第2のエンドエフェクタ部48bがグリッパ軸周りに開閉作動されるが、第2のリンク部52bに対するリンク部材36の先端部の移動範囲を制限することにより、または第2のエンドエフェクタ部48bを第1のエンドエフェクタ部48aに当接することにより、第1のエンドエフェクタ部48aに対する第2のエンドエフェクタ部48bの最大開き角度と最小開き角度とが制限されている。即ち、駆動機構にメカニカルストップとしての機能が付加されており、作業部の構成の簡単化、小型化が可能となっている。また、本実施形態のメカニカルストップでは、長丸穴部60の基端部に摺動ピン56が当接されて、第2のリンク部52bとリンク部材36との回動が規制されるようになっている。即ち、第2のリンク部52bの回動中心である第1の関節軸O1から充分に離間した位置で、第2のリンク部52bと摺動ピン56とが当接されるようになっている。このため、第1の関節軸O1に近い位置で当接される場合と比較して、所定のトルクに対してメカニカルストップに負荷される力が小さくなっている。なお、本実施形態のマニピュレータ16では、第1のエンドエフェクタ部48aに対する第2のエンドエフェクタ部48bの最大開き角度が制限されることにより、クリップの脱落が防4050

止されており、クリッピングを円滑に行うことが可能となっている。

【0053】

さらにまた、本実施形態では、第1のエンドエフェクタ部48aと第2のエンドエフェクタ部48bとの開閉作動において、第1及び第2のエンドエフェクタ部材24a, 24bがヨー軸周りの回動作動、ピッチ軸周りの回動作動を行わないようになっている。即ち、クリッピングにおいて、第1及び第2のエンドエフェクタ部材24a, 24bの不用意な作動が防止されており、確実なクリッピングが可能となっている。

【0054】

(第2の実施の形態)

図8乃至図9Cは、本発明の第2実施形態を示す。第1実施形態と同様な機能を有する構成には、同一の参照符号を付して説明を省略する。 10

【0055】

本実施形態のマニピュレータ16はハサミであり、第1及び第2のエンドエフェクタ部48a, 48bとして一対の刃が用いられている。

【0056】

ハサミの製造においては、切味性能を確保するために、刃の擦り合せ調整が重要となる。本実施形態では、第1のエンドエフェクタ部材24a、第2のエンドエフェクタ部材24b、及び、第3の回動軸部材40cの組立において、刃の擦り合せ調整を行うこととなる。即ち、第1及び第2のエンドエフェクタ部材24a, 24bを駆動するためのブーリー、歯車等が刃の擦り合せ調整に介在することがなく、刃の擦り合せ調整を容易に行うことができる。また、擦り合せ調整後に、第1のエンドエフェクタ部材24a、第2のエンドエフェクタ部材24b、及び、第3の回動軸部材40cを有するユニットを最終組立することとなるため、擦り合せ調整をしながら組み立てる場合と比較して、組立効率を向上することが可能となっている。 20

【0057】

また、第3の接続部54cのメカニカルストップによって、第1のエンドエフェクタ部48aに対する第2のエンドエフェクタ部48bの最大閉じ角度が規制されている。このような規制がない場合には、ハサミの操作において一対の刃を閉じすぎてしまわないように細心の注意を払う必要があるが、本実施形態ではそのような必要がなく、より快適な操作感を得ることが可能となっている。 30

【0058】

図10乃至図13Cは、本発明の第3実施形態を示す。第1実施形態と同様な機能を有する構成には、同一の参照符号を付して説明を省略する。本実施形態のマニピュレータ16は、湾曲針を挟持して縫合を行うニードルドライバである。

【0059】

図10に示されるように、本実施形態の第1及び第2のエンドエフェクタ部材24a, 24bは、ピッチ軸周りの回動作動に代わって、作業部18の主軸20aに略一致するロール軸周りに回転作動される(図中矢印R参照)。ロール軸周り回転作動用トルクは、第2のモータ出力軸28bから、第2のワイヤ30b、並びに、第1及び第3の歯車34a, 34cを介して、第1及び第2のエンドエフェクタ部材24a, 24bへと伝達される。 40

【0060】

図11乃至図13Cを参照し、本実施形態の作業部18は、第1実施形態と同様な、第1の回動軸部材40a、主軸部材42のブーリ32、並びに、第1及び第2の歯車34a, 34bを有する。主軸部材42の先端部は第2の回動軸部材40bをなしており、この第2の回動軸部材40bに、第3の歯車34cの基端側の円筒部が第2の回動軸部材40bの軸周り方向に回転自在に外挿されている。また、第2の回動軸部材40bの先端部に螺着されている第1の固定ナット51bによって、第2の回動軸部材40bに対する第3の歯車34cの軸方向の移動が規制されている。

【0061】

10

20

30

40

50

第3の歯車34cの円筒部の基端面には、基端面の全周にわたって多数の歯が並設されている歯部が形成されている。この第3の歯車34cの歯部に第1の歯車34aの歯部が歯合されており、第3の歯車34cは第1の歯車34aによって回転される。第3の歯車34cの円筒部の先端面には、第1及び第2の回転軸部材40a, 40bに略直交する方向に並設されている一対の突出部62が先端側へと突出されている。一方、第1のエンドエフェクタ部材24aの第1のリンク部52aでは、互いに対面している一対のフォーク部58aが第1のリンク部52aの長手方向に延びている。一対のフォーク部58bの基端側には夫々嵌合溝がフォーク部58bの長手方向に延設されており、これら一対の嵌合溝に一対の突出部62の先端側が夫々嵌挿係合されている。

【0062】

10

そして、第2のワイヤ30bによって第1の歯車34aが回転駆動されることにより、第3の歯車34cが回転されて、第1のエンドエフェクタ部材24aが第2のエンドエフェクタ部材24bと共に第2の回転軸部材40b即ちロール軸周りに回転作動される。

【0063】

主軸部材42の第2の回転軸部材40bに外挿されている第3の歯車34cの円筒部には、略リング状の第4の歯車34dが第2の回転軸部材40bの軸周り方向に回転自在に外挿されている。この第4の歯車34dの先基端面には、夫々、端面の全周にわたって多数の歯が並設されている歯部が形成されている。第4の歯車34dの基端面の歯部には第2の歯車34bの先端面の歯部が歯合されており、第4の歯車34dは第2の歯車34bによって回転される。一方、第3の歯車34cの一対の突出部62と第1のエンドエフェクタ部材24aの一対のフォーク部58bとには、第1及び第2の回転軸部材40a, 40bに略直交する方向に夫々挿通孔が貫通形成されており、各挿通孔に自身の軸周り方向に回転自在に結合ピン64が挿通されている。この結合ピン64の一端部には略円板状の第6の歯車34fが略共軸に連結されており、この第6の歯車34fには外周部の全周にわたって多数の歯が並設されて歯部が形成されている。第6の歯車34fの歯部に第4の歯車34dの先端面の歯部が歯合しており、第6の歯車34fは第4の歯車34dによって回転される。なお、結合ピン64の他端部には第2の固定ナット51cが螺着されており、第6の歯車34fと第2の固定ナット51cとによって、一対の突出部62及び一対のフォーク部58bに対する結合ピン64の自身の軸方向への移動が規制されている。

【0064】

30

第1のエンドエフェクタ部材24aの第1のリンク部52aにおいて、一対のフォーク部58b間に第2のエンドエフェクタ部材24bの第2のリンク部52b及びリンク部材36が配置されている。一対のフォーク部58b間では結合ピン64の軸方向に直交する断面は非対称であり、結合ピン64はリンク部材36の基端部の係合孔に自身の軸周り方向に回転不能に挿通係止されている。そして、第3のワイヤ30cによって第2の歯車34bが回転駆動されることにより、第4及び第6の歯車34d, 34f、並びに、結合ピン64が回転され、結合ピン64を中心としてリンク部材36が回動される。第1及び第2のエンドエフェクタ部材24a, 24b、並びに、リンク部材36によるグリッパ軸周りの開閉作動の機構については、第1のリンク部52aの一対のフォーク部58b間で第2のリンク部52b及びリンク部材36が回動されることを除けば、第1実施形態と同様なので、詳細な説明を省略する（図13A乃至図13C参照）。なお、第1及び第2のエンドエフェクタ部材48a, 48bの把持面には、湾曲針を確実に把持できるように滑り止め（たとえば、ローレット加工）が形成されている。

【0065】

40

さらに、第4及び第6の歯車34d, 34fはカバー44によって覆われており、固定ピン66によってカバー44と第1のエンドエフェクタ部材24aの基端部とが固定されている。なお、カバー44の形状は、第1及び第2のエンドエフェクタ部材24a, 24bのヨー軸周りの回動作動、グリッパ軸周りの開閉作動を妨げず、かつ、第1及び第2のエンドエフェクタ部材24a, 24bと共にロール軸周りに回転作動可能なように設定されている。

50

【0066】

次に、本実施形態のマニピュレータ16の作用について説明する。本実施形態のマニピュレータ16によって縫合を行う際には、連結シャフト20の先端部又は第1及び第2のエンドエフェクタ部材24a, 24bに縫合糸を巻回すると共に、縫合糸の一端部が接続された湾曲針を第1及び第2のエンドエフェクタ部材24a, 24bによって挟持する。そして、第1及び第2のエンドエフェクタ部材24a, 24bを処置対象組織近傍に位置決めし、ヨー軸周り回動作動等によって縫合に最適な姿勢とする。続いて、第1及び第2のエンドエフェクタ部材24a, 24bをロール軸周りに回転作動させ、処置対象組織に湾曲針を刺入続いて刺出して縫合を行う。必要に応じて、第1及び第2のエンドエフェクタ部材24a, 24bによって縫合糸の一端側を持した上で、連結シャフト20の先端部又は第1及び第2のエンドエフェクタ部材24a, 24bに巻回されている縫合糸を抜去し、結び目を形成して結紮を行う。

【0067】

従って、本実施形態のマニピュレータ16は次の効果を奏する。本実施形態では、第1のエンドエフェクタ部材24aの第1のリンク部52aの一対のフォーク部58b間で、第2のエンドエフェクタ部材24bの第2のリンク部52b、及び、リンク部材36が回動されるようになっている。即ち、第2のリンク部52b及びリンク部材36が把持基準面を通過して回動可能である。このため、第1実施形態と同様に、第1及び第2のエンドエフェクタ部材24a, 24bを大きく開くことが可能となっている。

【0068】

また、一対のフォーク部58b間で第2のリンク部52b及びリンク部材36が回動されるようになっているため、作業部18の先端側が比較的凹凸の少ない形状となっている。このため、結び目を形成するために、連結部の先端部又は第1及び第2のエンドエフェクタ部材24a, 24bに巻回されている縫合糸を抜去する際に、縫合糸が作業部18に引っ掛けたり、食い込んだりすることが少なく、結紮をより円滑に行うことが可能となっている。

【0069】

上述した実施形態では、操作部と作業部とが一体化している一体型マニピュレータについて述べたが、本発明の作業部は、先端部に作業部を有する多関節アームを遠隔操作する多関節アーム型マニピュレータにも適用可能である。例えば、多関節アーム型マニピュレータでは、エンドエフェクタ部材がオフセット動作する場合には、エンドエフェクタ部材の目標位置設定においてオフセット動作を演算に組み込む必要があるが、本発明の作業部を適用することにより、このような必要がなくなる。

【図面の簡単な説明】

【0070】

- 【図1】本発明の第1実施形態のマニピュレータの概略構成を示す斜視図。
- 【図2】本発明の第1実施形態のマニピュレータの駆動機構を示す模式図。
- 【図3】本発明の第1実施形態のマニピュレータの作業部を示す斜視図。
- 【図4】本発明の第1実施形態のマニピュレータの作業部を示す分解斜視図。
- 【図5A】本発明の第1実施形態のマニピュレータの作業部を示す上面図。
- 【図5B】本発明の第1実施形態のマニピュレータの作業部を示す側面図。
- 【図6A】本発明の第1実施形態のマニピュレータの作業部を第1及び第2のエンドエフェクタ部が最大限閉じられた状態で示す側面図。
- 【図6B】本発明の第1実施形態のマニピュレータの作業部を第1及び第2のエンドエフェクタ部が開閉作動の中間位置にある状態で示す側面図。
- 【図6C】本発明の第1実施形態のマニピュレータの作業部を第1及び第2のエンドエフェクタ部が最大限開かれた状態で示す側面図。
- 【図7A】本発明の第1実施形態のマニピュレータの作業部の増力機構を、第1及び第2のエンドエフェクタ部が最大限閉じられた状態で示す説明図。
- 【図7B】本発明の第1実施形態のマニピュレータの作業部の増力機構を、第1及び第2

10

20

30

40

50

のエンドエフェクタ部が最大限閉じられる前の状態で示す説明図。

【図 8】本発明の第 2 実施形態のマニピュレータの作業部を示す斜視図。

【図 9 A】本発明の第 2 実施形態のマニピュレータの作業部を第 1 及び第 2 のエンドエフェクタ部が最大限閉じられた状態で示す側面図。

【図 9 B】本発明の第 2 実施形態のマニピュレータの作業部を第 1 及び第 2 のエンドエフェクタ部が開閉作動の中間位置にある状態で示す側面図。

【図 9 C】本発明の第 2 実施形態のマニピュレータの作業部を第 1 及び第 2 のエンドエフェクタ部が最大限開かれた状態で示す側面図。

【図 10】本発明の第 3 実施形態のマニピュレータの駆動機構を示す模式図。

【図 11】本発明の第 3 実施形態のマニピュレータの作業部を示す斜視図。 10

【図 12】本発明の第 3 実施形態のマニピュレータの作業部を示す分解斜視図。

【図 13 A】本発明の第 3 実施形態のマニピュレータの作業部を第 1 及び第 2 のエンドエフェクタ部が最大限閉じられた状態で示す側面図。

【図 13 B】本発明の第 3 実施形態のマニピュレータの作業部を第 1 及び第 2 のエンドエフェクタ部が開閉作動の中間位置にある状態で示す側面図。

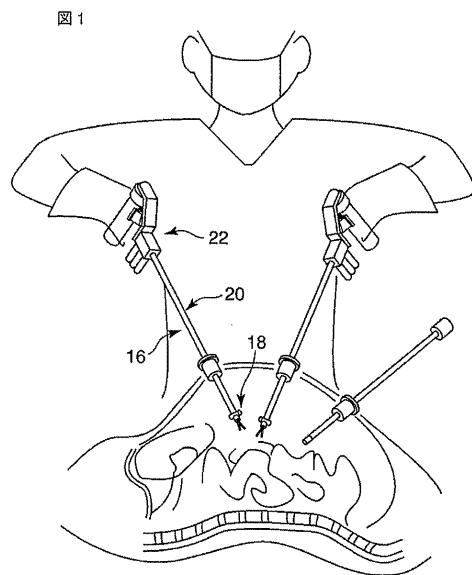
【図 13 C】本発明の第 3 実施形態のマニピュレータの作業部を第 1 及び第 2 のエンドエフェクタ部が最大限開かれた状態で示す側面図。

【符号の説明】

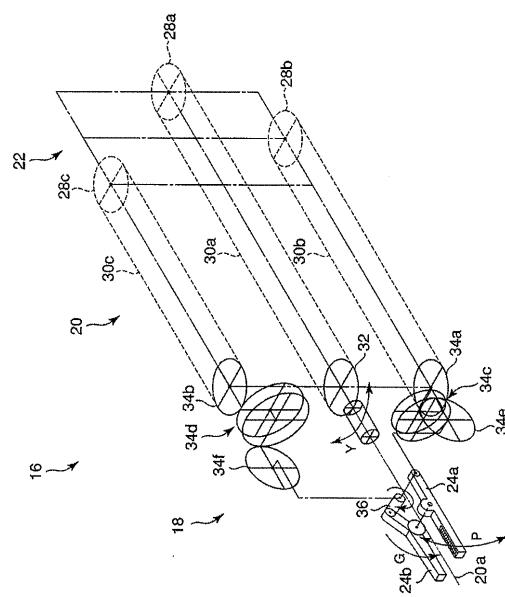
【0071】

1 8 ... マニピュレータ作業部	2 4 a ... 第 1 のエンドエフェクタ部材	20
2 4 b ... 第 2 のエンドエフェクタ部材	3 6 ... リンク部材	
4 8 a ... 第 1 のエンドエフェクタ部	4 8 b ... 第 2 のエンドエフェクタ部	
5 0 a ... 第 1 の連結部	5 0 b ... 第 2 の連結部	
5 2 a ... 第 1 のリンク部	5 2 b ... 第 2 のリンク部	
5 4 a ... 第 1 の接続部	5 4 b ... 第 2 の接続部	
5 4 c ... 第 3 の接続部	O 1 ... 第 1 の関節軸	
O 2 ... 第 2 の関節軸	O 3 ... 第 3 の関節軸	

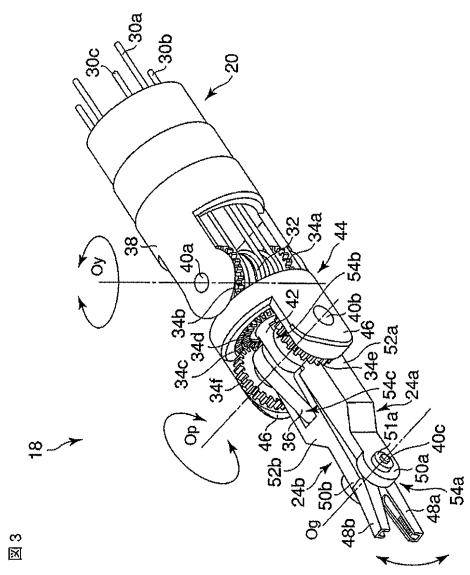
【図1】



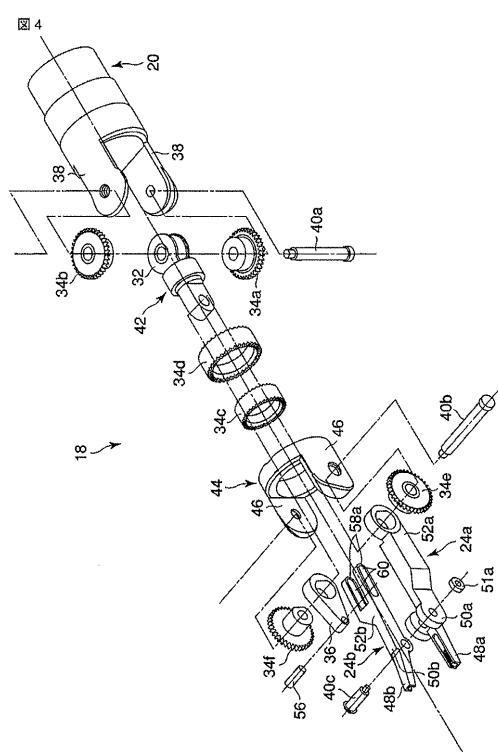
【 四 2 】



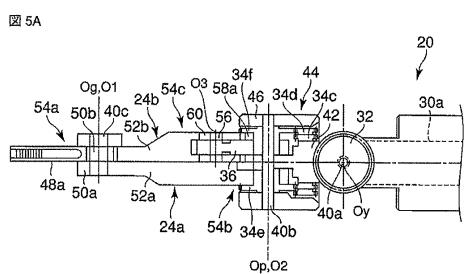
【図3】



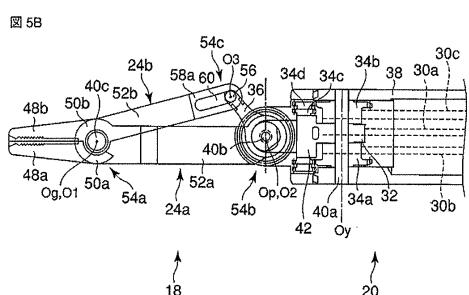
【図4】



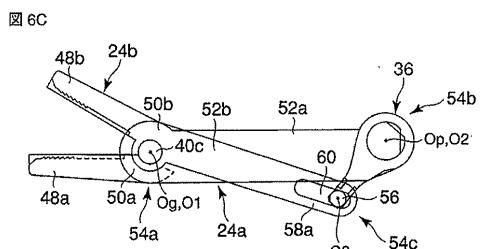
【図5A】



【図5B】

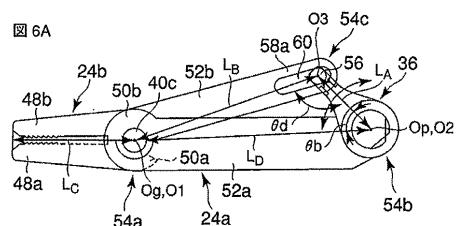


【図6C】

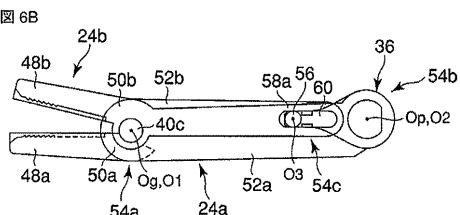


【図 7 A】

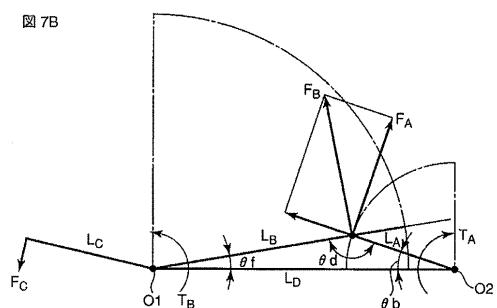
【図 6 A】



【図6B】



【図7B】



【図8】

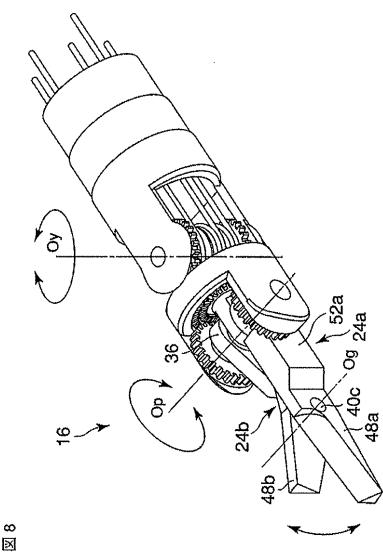
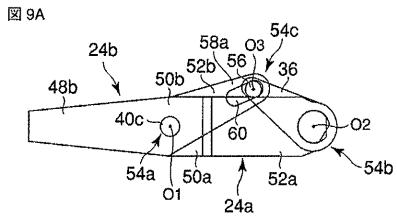


図8

【図9A】



【図9B】

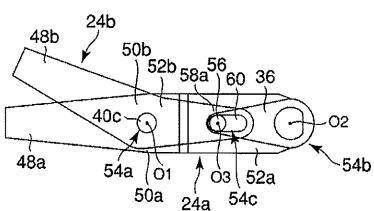


図9B

【図9C】

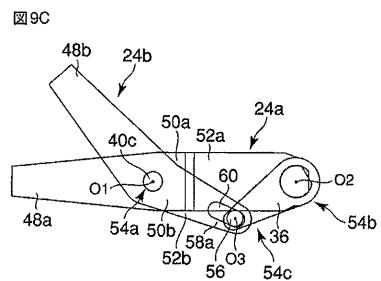
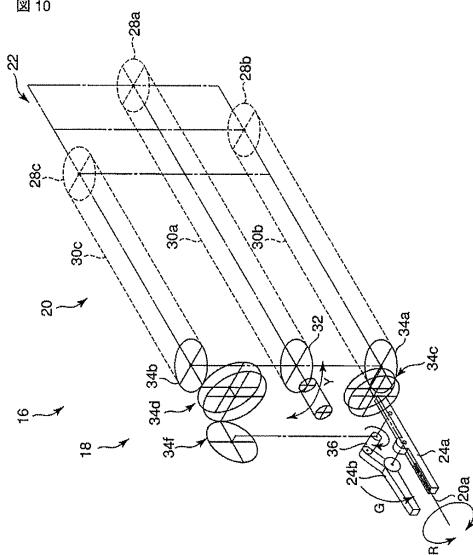
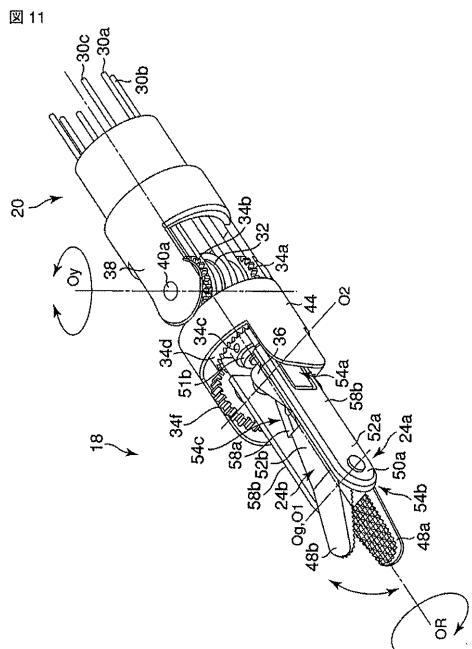


図9C

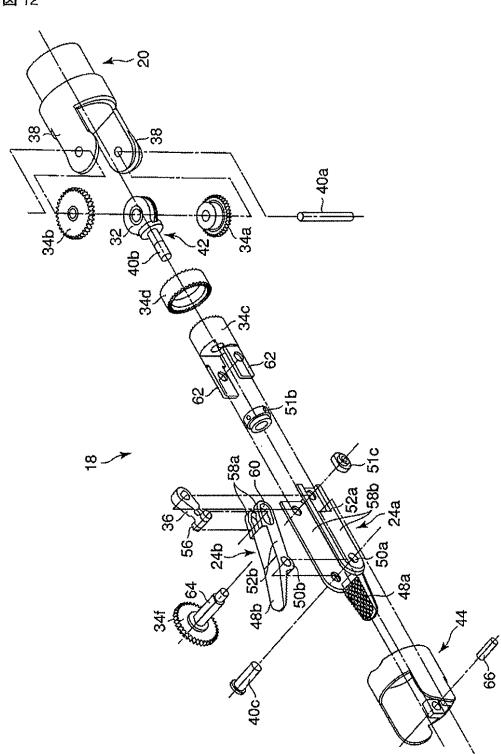
【図10】



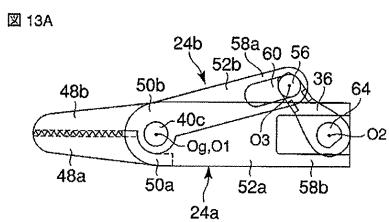
【 図 1 1 】



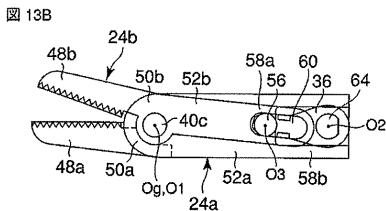
【 図 1 2 】



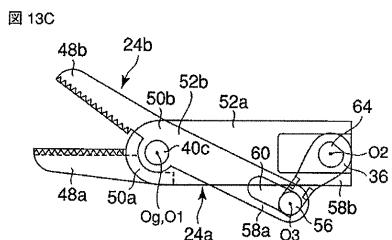
【図 1 3 A】



【図13B】



【図13C】



フロントページの続き

(72)発明者 砂押 貴光

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝 研究開発センター内

(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

審査官 林 茂樹

(56)参考文献 特開2003-061969(JP,A)

特開2002-102248(JP,A)

特開2001-145635(JP,A)

特開2005-169011(JP,A)

特開平05-091974(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25J 1/00

A61B 17/06

A61B 17/12

A61B 17/3201