

(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、

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。

20

【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パを有する、

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、

ことを特徴とする請求項 6 に記載のマニピュレータ。

30

【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

$$|1 / \sin(\theta_d - \pi / 2)| < L_B / L_A$$

$$L_A < L_B$$

$$|1 / \sin(\theta_d - \pi / 2)| < L_B / L_C$$

$$L_C < L_B$$

40

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。

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、

θ_d 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、生体組織を把持する一对のグリップが作業部に配設されている。これら一对のグリップは、グリップ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プーリ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プーリへと伝達され、プーリ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、グリップ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、グリップ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プ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プのオフセット動作をとともなう。このため、グリップ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。

10

【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 7 B を参照して説明する。

【0014】

30

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。

【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 24 a , 24 b が作業部 18 の主軸 20 a 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 28 a と作業部 18 のプーリ 32 とに連結シャフト 20 を介して第 1 のワイヤ 30 a 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 28 a から、第 1 のワイヤ 30 a 、プーリ 32 を介して、第 1 及び第 2 のエンドエフェクタ部材 24 a , 24 b 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 24 a , 24 b は、上記主軸 20 a 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 28 b と第 1 の歯車 34 a とに連結シャフト 20 を介して第 2 のワイヤ 30 b 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 28 b から、第 2 のワイヤ 30 b 、並びに、第 1、第 3 及び第 5 の歯車 34 a , 34 c , 34 e を介して、第 1 及び第 2 のエンドエフェクタ部材 24 a , 24 b 側へと伝達される。

【0017】

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の基端部のプーリ３２が回転自在に外挿されている。このプーリ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によってプーリ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、プーリ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、プーリ部ないし軸部に１．５回転巻回され、その一部がプ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いる。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によってプーリ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間で主軸部材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

、一对の耳片部 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 部材の一对の耳片部 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 に対して回転自在である。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 に対面して配置され、把持基準面の一方側で回転可能である。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転可能である。

30

【 0 0 2 8 】

カバー 4 4 部材の一对の耳片部 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。これら一对のフォーク部 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。

10

【 0 0 3 0 】

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が形成されている。

20

【 0 0 3 1 】

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。

30

【 0 0 3 2 】

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）

40

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）

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。

【 0 0 3 3 】

トルクと力との間には、以下の関係式が成り立つ。

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

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

【 0 0 3 4 】

また、幾何学的に、以下の関係式が成り立つ。

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

【 0 0 3 5 】

式 (1) 乃至 (3) から、以下の関係式が導かれる。

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

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

【 0 0 3 6 】

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_d 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。

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

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

【 0 0 3 7 】

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 α_f については、

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

から求めることができる。

【 0 0 3 8 】

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。

【 0 0 3 9 】

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

10

20

30

40

50

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 3 6 と第 2 のリンク部 5 2 b とのなす角度 θ_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 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、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 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、リンク部材 3 6 と第 2 のリンク部 5 2 b とのなす角度 θ_d が $\pi/2$ でないことが好ましい。特に、リンク部材 3 6 と第 2 のリンク部 5 2 b とのなす角度 θ_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
10
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 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、リンク部材 3 6 と第 2 のリンク部 5 2 b とのなす角度 θ_d が $\pi/2$ にできるだけ近い事が望ましい。

【0041】

ここで、 θ_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 3 6 先端で発生する力 F_A に対し、第 2 のリンク部 5 2 b 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 θ_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 6 C に示す時の状態は、最大限開いた場合にも、 θ_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。

【0043】

なお、第 1 エンドエフェクタ部材 2 4 a と第 2 のエンドエフェクタ部材 2 4 b は、第 1 の接続部 5 4 a 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 3 6 の回転方向に対する第 1 エンドエフェクタ部材 2 4 a と第 2 のエンドエフェクタ部材 2 4 b 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 5 2 b 及びリンク部材 3 6 は、必ずしも第 1 のリンク部 5 2 a の長手方向と第 1 の関節軸 O 1 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もよい。

【0045】

次に、本実施形態のマニピュレータ 1 6 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 1 6 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 4 8 a と第 2 のエンドエフェクタ部 4 8 b との間にクリップを装着する。そして、操作部 2 2 を保持操作して、作業部 1 8 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 2 4 a, 2 4 b 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 4 8 a と第 2 のエンドエフェクタ部 4 8 b とをグリッパ軸周りに開閉作動させて、クリップをかし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 2 4 a, 2 4 b 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、ヨー軸周り及びピッチ軸周り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 2 4 a 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 3 6 及び第 2 のリンク部 5 2 b
50

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に対して十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できなく、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 θ_d が $\pi/2$ 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、十分な把持力によってクリップがかしめられる。

【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。

【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 $2\pi/3(60^\circ) \sim 4\pi/3(120^\circ)$ となっており、把持力が十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に対して十分に大きく開くことが可能となっている。

【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パ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パでは、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から十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パに負荷される力が小さくなっており、メカニカルストッパに必要とされる強度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ていることにより、クリップの脱落が防

10

20

30

40

50

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。

【 0 0 5 3 】

さらにまた、本実施形態では、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 2 4 a , 2 4 b 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 2 4 a , 2 4 b 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。

【 0 0 5 4 】

(第 2 の実施の形態)

図 8 乃至図 9 C 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。

【 0 0 5 5 】

本実施形態のマニピュレータ 1 6 はハサミであり、第 1 及び第 2 のエンドエフェクタ部 4 8 a , 4 8 b として一对の刃が用いられている。

【 0 0 5 6 】

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 2 4 a 、第 2 のエンドエフェクタ部材 2 4 b 、及び、第 3 の回動軸部材 4 0 c 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 2 4 a , 2 4 b を駆動するためのプーリ、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 2 4 a 、第 2 のエンドエフェクタ部材 2 4 b 、及び、第 3 の回動軸部材 4 0 c 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。

【 0 0 5 7 】

また、第 3 の接続部 5 4 c のメカニカルストッパによって、第 1 のエンドエフェクタ部 4 8 a に対する第 2 のエンドエフェクタ部 4 8 b 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对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。

【 0 0 5 8 】

図 1 0 乃至図 1 3 C 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 1 6 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。

【 0 0 5 9 】

図 1 0 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 2 4 a , 2 4 b は、ピッチ軸周りの回動作動に代わって、作業部 1 8 の主軸 2 0 a 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 2 8 b から、第 2 のワイヤ 3 0 b 、並びに、第 1 及び第 3 の歯車 3 4 a , 3 4 c を介して、第 1 及び第 2 のエンドエフェクタ部材 2 4 a , 2 4 b へと伝達される。

【 0 0 6 0 】

図 1 1 乃至図 1 3 C を参照し、本実施形態の作業部 1 8 は、第 1 実施形態と同様な、第 1 の回動軸部材 4 0 a 、主軸部材 4 2 のプーリ 3 2 、並びに、第 1 及び第 2 の歯車 3 4 a , 3 4 b を有する。主軸部材 4 2 の先端部は第 2 の回動軸部材 4 0 b をなしており、この第 2 の回動軸部材 4 0 b に、第 3 の歯車 3 4 c の基端側の円筒部が第 2 の回動軸部材 4 0 b 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 4 0 b の先端部に螺着されている第 1 の固定ナット 5 1 b によって、第 2 の回動軸部材 4 0 b に対する第 3 の歯車 3 4 c の軸方向の移動が規制されている。

【 0 0 6 1 】

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の回動軸部材40a、40bに略直交する方向に並設されている一对の突出部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对のフォーク部58aが第1のリンク部52aの長手方向に延びている。一对のフォーク部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、これら一对の嵌合溝に一对の突出部62の先端側が夫々嵌挿係合されている。

【0062】

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の回動軸部材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の回動軸部材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の回動軸部材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の一对の突出部62と第1のエンドエフェクタ部材24aの一对のフォーク部58bとには、第1及び第2の回動軸部材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、一对の突出部62及び一对のフォーク部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】

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、一对のフォーク部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。一对のフォーク部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の一对のフォーク部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】

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。

【 0 0 6 6 】

次に、本実施形態のマニピュレータ 1 6 の作用について説明する。本実施形態のマニピュレータ 1 6 によって縫合を行う際には、連結シャフト 2 0 の先端部又は第 1 及び第 2 のエンドエフェクタ部材 2 4 a , 2 4 b 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 4 8 a , 4 8 b 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 2 4 a , 2 4 b 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 2 4 a , 2 4 b 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 4 8 a , 4 8 b によって縫合糸の一端側を把持した上で、連結シャフト 2 0 の先端部又は第 1 及び第 2 のエンドエフェクタ部材 2 4 a , 2 4 b 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。

10

【 0 0 6 7 】

従って、本実施形態のマニピュレータ 1 6 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 2 4 a の第 1 のリンク部 5 2 a の一対のフォーク部 5 8 b 間で、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 、及び、リンク部材 3 6 が回動されるようになっている。即ち、第 2 のリンク部 5 2 b 及びリンク部材 3 6 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 4 8 a , 4 8 b を大きく開くことが可能となっている。

20

【 0 0 6 8 】

また、一対のフォーク部 5 8 b 間で第 2 のリンク部 5 2 b 及びリンク部材 3 6 が回動されるようになっているため、作業部 1 8 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 2 4 a , 2 4 b 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 1 8 に引っ掛かったり、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。

【 0 0 6 9 】

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。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 7 0 】

【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 5 A】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。

40

【図 5 B】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 6 A】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 6 B】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 6 C】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 7 A】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 7 B】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

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。

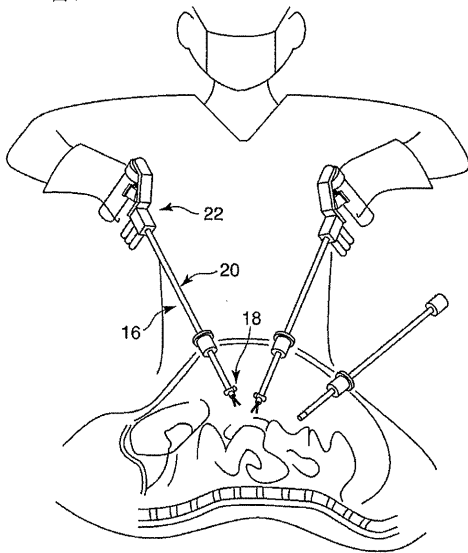
【符号の説明】

【0071】

18 ... マニピュレータ作業部	24 a ... 第 1 のエンドエフェクタ部材	20
24 b ... 第 2 のエンドエフェクタ部材	36 ... リンク部材	
48 a ... 第 1 のエンドエフェクタ部	48 b ... 第 2 のエンドエフェクタ部	
50 a ... 第 1 の連結部	50 b ... 第 2 の連結部	
52 a ... 第 1 のリンク部	52 b ... 第 2 のリンク部	
54 a ... 第 1 の接続部	54 b ... 第 2 の接続部	
54 c ... 第 3 の接続部	O1 ... 第 1 の関節軸	
O2 ... 第 2 の関節軸	O3 ... 第 3 の関節軸	

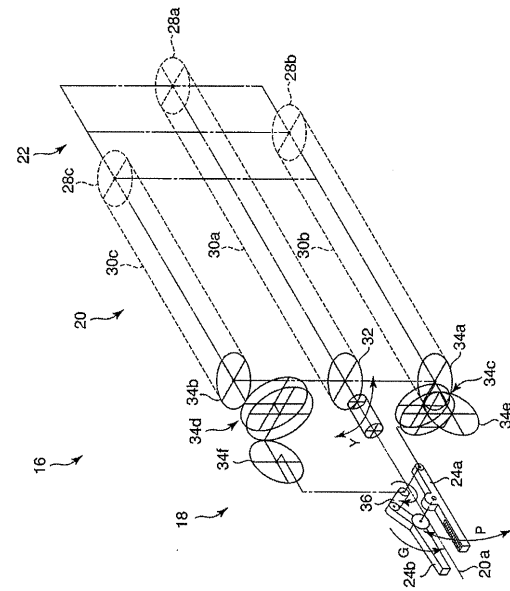
【図 1】

図 1



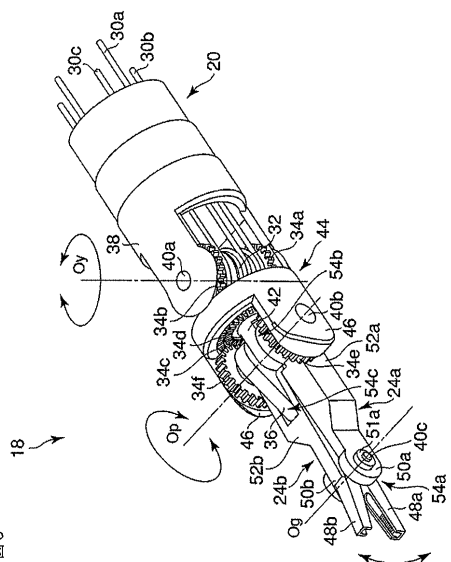
【図 2】

図 2

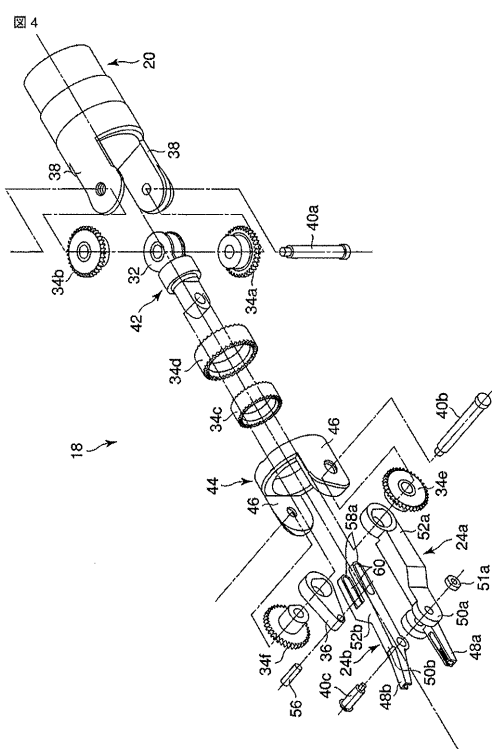


【図 3】

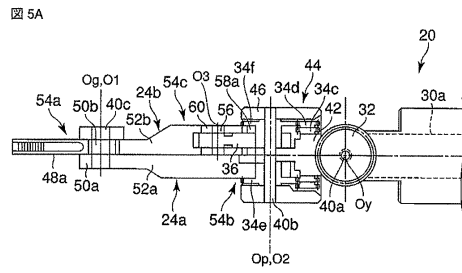
図 3



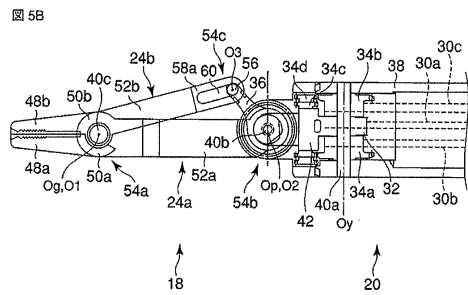
【図 4】



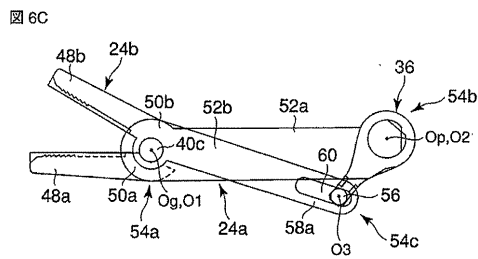
【 図 5 A 】



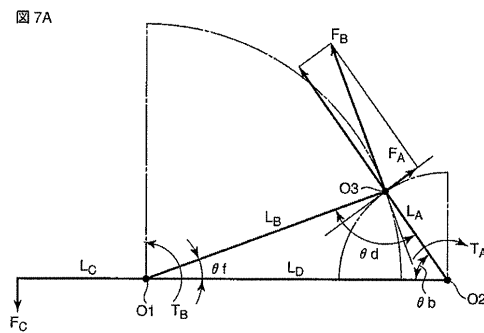
【 ㊦ 5 B 】



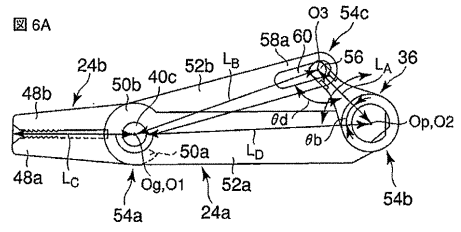
【 図 6 C 】



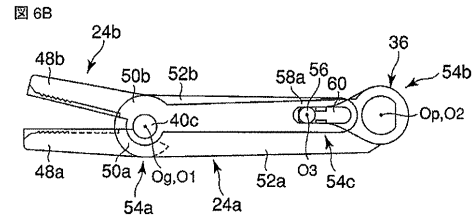
【圖 7 A】



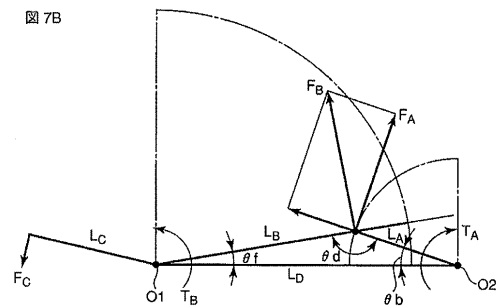
【 図 6 A 】



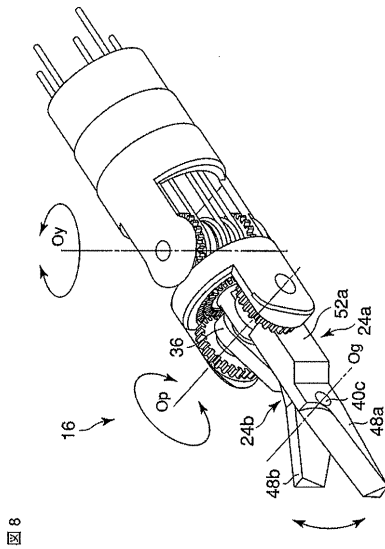
【 図 6 B 】



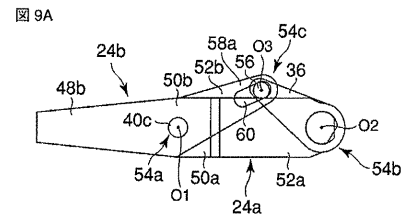
【圖 7 B】



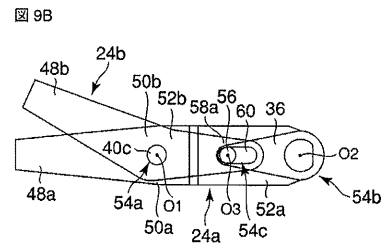
【図 8】



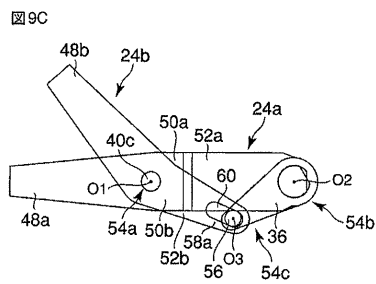
【図 9 A】



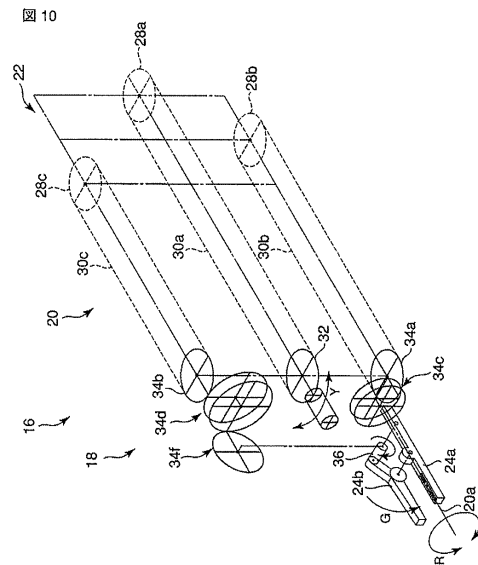
【図 9 B】



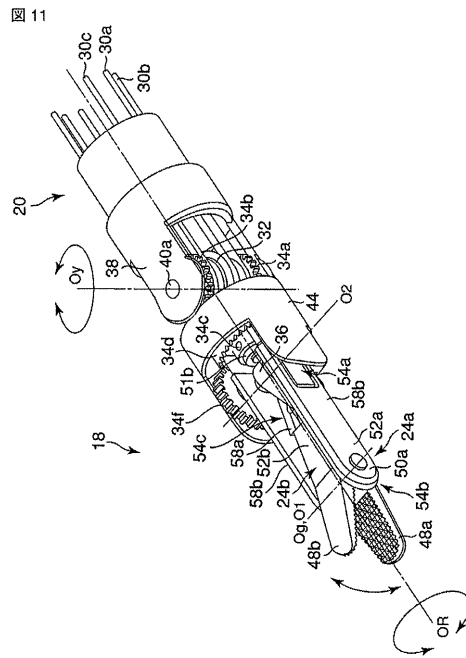
【図 9 C】



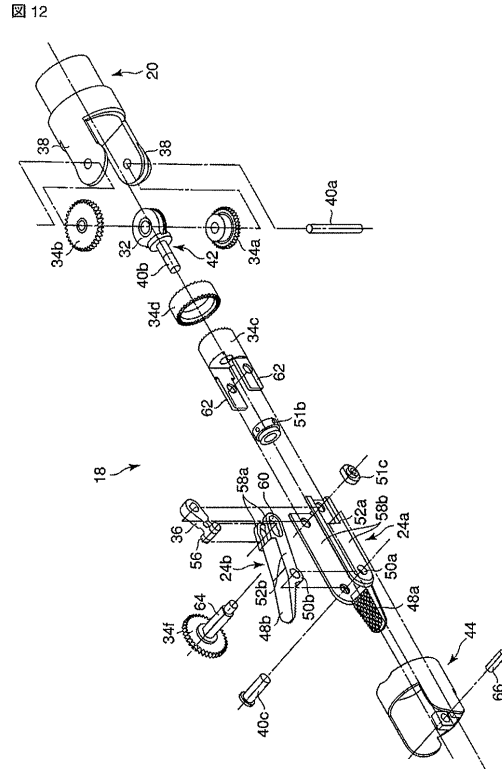
【図 10】



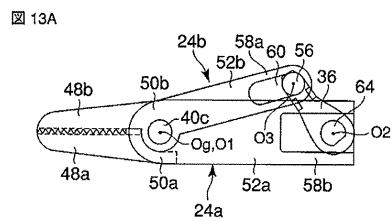
【図 1 1】



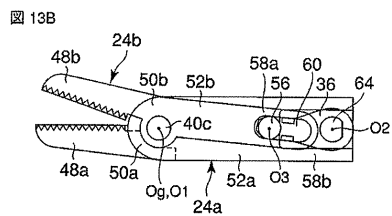
【図 1 2】



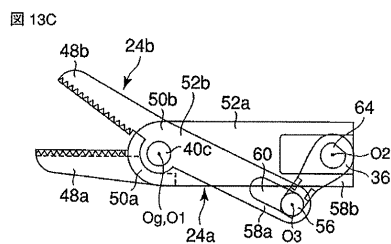
【図 1 3 A】



【図 1 3 B】



【図 1 3 C】



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