

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4654165号
(P4654165)

(45) 発行日 平成23年3月16日(2011.3.16)

(24) 登録日 平成22年12月24日(2010.12.24)

(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 19/00 (2006.01)

A 6 1 B 19/00 5 0 2

請求項の数 9 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2006-215912 (P2006-215912)
 (22) 出願日 平成18年8月8日(2006.8.8)
 (65) 公開番号 特開2008-36219 (P2008-36219A)
 (43) 公開日 平成20年2月21日(2008.2.21)
 審査請求日 平成21年6月11日(2009.6.11)

(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4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
 (74) 代理人 100142066
 弁理士 鹿島 直樹
 (74) 代理人 100126468
 弁理士 田久保 泰夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 作業機構及びマニピュレータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

腹腔鏡下手術用マニピュレータにおいて所定の基準軸に沿って延びるシャフトの先端に設けられた作業機構であって、

前記基準軸に対して直交する軸を中心として回転する第1駆動回転体と、

前記第1駆動回転体に対して軸方向の基端側端面が接触し、回転方向が変換されて前記基準軸を中心として回転する第1媒介回転体と、

前記第1媒介回転体の軸方向の先端側端面における中心からみて一方に接触し、回転方向が変換されて前記基準軸に対して直交する開閉軸を中心として回転する第1エンドエフェクタ駆動部材と、

前記第1媒介回転体の軸方向の先端側端面における中心からみて他方に接触し、回転方向が変換されて前記基準軸に対して直交する前記開閉軸を中心として、前記第1エンドエフェクタ駆動部材と逆方向に回転する第2エンドエフェクタ駆動部材と、

前記基準軸上で前記基準軸と直交する第1回転軸を中心として、前記シャフトの先端に回動可能に設けられた主軸部材と、

前記主軸部材の回動に伴って前記シャフトに対して変位し、前記第1回転軸と前記開閉軸との間に設定され前記第1回転軸と直交する方向と平行な第2回転軸を中心として回動可能なエンドエフェクタ主軸部材と、

を有し、

前記第1エンドエフェクタ駆動部材及び前記第2エンドエフェクタ駆動部材は、前記エ

10

20

ンドエフェクタ主軸部材の回転に伴って前記第 2 回転軸周りに変位し、

前記主軸部材及び前記エンドエフェクタ主軸部材は、その可動範囲において、前記基準軸上に一直線状に並ぶことが可能である、

ことを特徴とする作業機構。

【請求項 2】

請求項 1 記載の作業機構において、

前記第 1 駆動回転体の位置を含む基端側で、前記開閉軸と平行な向きか、又は、前記開閉軸及び前記基準軸に直交する向きの少なくとも 1 つの回転部を有することを特徴とする作業機構。

【請求項 3】

請求項 1 記載の作業機構において、

前記第 1 回転軸と直交する回転軸を中心として回転可能な第 3 媒介回転体と、

前記第 3 媒介回転体の軸方向の先端側端面に接触し、前記第 2 回転軸を中心として回転可能な第 2 回転軸用回転体と、

前記第 3 媒介回転体と同心状に回転可能であり、前記第 3 媒介回転体と軸方向の位置が重複するように配置された第 2 媒介回転体と、

を有し、

前記エンドエフェクタ主軸部材は、前記第 2 回転軸用回転体と一体となって回転する、ことを特徴とする作業機構。

【請求項 4】

請求項 1 記載の作業機構において、

前記第 1 駆動回転体の回転軸と、前記開閉軸は平行又は直交を除くねじれた向きに設定されていることを特徴とする作業機構。

【請求項 5】

請求項 1 記載の作業機構において、

前記基準軸に対して直交する平面内で前記開閉軸を所定の複数の向きに調整する角度調整部を有することを特徴とする作業機構。

【請求項 6】

請求項 5 記載の作業機構において、

前記角度調整部は、スプライン対と、該スプライン対の軸がボスに挿入されるように引き寄せる弾性体と、

を有し、

前記弾性体は軸方向に引き延ばし可能であるとともに、捻り方向に弾性変形可能であり又は回転可能であることを特徴とする作業機構。

【請求項 7】

請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の作業機構において、

前記第 1 エンドエフェクタ駆動部材及び前記第 2 エンドエフェクタ駆動部材によって駆動される第 1 エンドエフェクタ部材及び第 2 エンドエフェクタ部材と、

前記第 1 エンドエフェクタ部材と前記第 2 エンドエフェクタ部材とを回転自在に軸支するピボットと、

を有し、

前記第 1 エンドエフェクタ駆動部材と前記第 2 エンドエフェクタ駆動部材は、前記ピボットを基準に反対方向に回転し、

前記第 1 エンドエフェクタ駆動部材と前記第 1 エンドエフェクタ部材との第 1 接続部、及び前記第 2 エンドエフェクタ駆動部材と前記第 2 エンドエフェクタ部材との第 2 接続部は、それぞれピンと、該ピンを摺動しながら案内する長孔とによって構成されていることを特徴とする作業機構。

【請求項 8】

請求項 1、2 及び 4 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の作業機構において、

可撓性動力伝達部材が巻き掛けられて回転する従動筒体と、

10

20

30

40

50

前記従動筒体に対して軸方向の基端側端面が接触し、回転方向が変換されて前記基準軸を中心として回転する第2媒介回転体と、

を有し、

前記第1駆動回転体は、前記第2媒介回転体の軸方向の先端側端面に接触して回転することを特徴とする作業機構。

【請求項9】

所定の基準軸に沿って延びるシャフトの先端に設けられた作業機構を備えた腹腔鏡下手術用マニピュレータであって、

前記作業機構は、

人手によって把持される操作部と、

前記操作部に設けられ、人手で操作される入力部と、

前記入力部の操作に基づいて回転する回転源と、

可撓性動力伝達部材を介して前記回転源から回転が伝達されて、基準軸に対して直交する軸を中心として回転する第1駆動回転体と、

前記第1駆動回転体に対して軸方向の基端側端面が接触し、回転方向が変換されて前記基準軸を中心として回転する第1媒介回転体と、

前記第1媒介回転体の軸方向の先端側端面における中心からみて一方に接触し、回転方向が変換されて前記基準軸に対して直交する開閉軸を中心として回転する第1エンドエフェクタ駆動部材と、

前記第1媒介回転体の軸方向の先端側端面における中心からみて他方に接触し、回転方向が変換されて前記基準軸に対して直交する前記開閉軸を中心として、前記第1エンドエフェクタ駆動部材と逆方向に回転する第2エンドエフェクタ駆動部材と、

前記基準軸上で前記基準軸と直交する第1回転軸を中心として、前記シャフトの先端に回動可能に設けられた主軸部材と、

前記主軸部材の回動に伴って前記シャフトに対して変位し、前記第1回転軸と前記開閉軸との間に設定され前記第1回転軸と直交する方向と平行な第2回転軸を中心として回動可能なエンドエフェクタ主軸部材と、

を有し、

前記第1エンドエフェクタ駆動部材及び前記第2エンドエフェクタ駆動部材は、前記エンドエフェクタ主軸部材の回動に伴って前記第2回転軸周りに変位し、

前記主軸部材及び前記エンドエフェクタ主軸部材は、その可動範囲において、前記基準軸上に一直線状に並ぶことが可能である、

ことを特徴とする腹腔鏡下手術用マニピュレータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、動力伝達機構によって先端の一对のエンドエフェクタが開閉動作をして生体等に対して所定の処置を行うための作業機構、及び該作業機構を先端に設け、アーム等を介して他端から操作を行うマニピュレータに関する。

【背景技術】

【0002】

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

【0003】

一方、腹腔鏡下手術で用いるマニピュレータには、患部の位置及び大きさに応じて迅速且つ適切な手技が可能であることが望まれており、しかも患部切除、縫合及び結紮等の様々な手技が行われる。このため、本出願人は、操作の自由度が高くしかも簡便に操作することのできるマニピュレータの開発及び提案をしている（例えば、特許文献1）。

【 0 0 0 4 】

特許文献 1 記載のマニピュレータの作業部によれば、先端の一对のエンドエフェクタが基準軸を基準として対称に開閉するため動作範囲が広く、しかも一般的なプライヤ等の工具と同様の動作が得られ、操作がしやすい。

【 0 0 0 5 】

【特許文献 1】特許第 3 6 3 1 4 5 0 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

本出願人は、特許文献 1 に係るマニピュレータに関連して図 2 1 に示す作業部 9 0 0 を開発した。

10

【 0 0 0 7 】

図 2 1 に示すように、作業部 9 0 0 は、ワイヤ 9 0 2、ワイヤ 9 0 3 及びワイヤ 9 0 4 によって駆動され、3 自由度を有する。各ワイヤ 9 0 2、9 0 3 及び 9 0 4 は、それぞれ対応する筒体 9 4 0 c、9 4 0 b、9 4 0 a に巻き掛けられている。

【 0 0 0 8 】

作業部 9 0 0 では、ワイヤ 9 0 2 及び 9 0 4 の作用下に歯車 9 0 5 が回転し、図示しないフェイスギアを回転させることによって先端部をロール方向に回転させることができる。また、ワイヤ 9 0 4 の作用下に第 2 歯車 9 0 6 が回転し、歯車リング 9 0 7 及び歯車 9 0 8 を介してグリッパ 9 0 9 を開閉させることができる。さらに、ワイヤ 9 0 2、9 0 3、9 0 4 の作用下に主軸部材 9 1 0 を介して先端部をヨー方向に回転させることができる。

20

【 0 0 0 9 】

ところで、特許文献 1 記載のマニピュレータの作業部では、一对のエンドエフェクタがそれぞれ独立的な機構によって駆動することにより、グリッパの開閉動作（開閉軸）とグリッパの回転動作（姿勢軸）を行うことができる。すなわち、各グリッパを互いに反対方向に回転させることでグリッパの開閉動作を同方向に回転させることで回転動作をさせることができる。しかしながら、グリッパの開閉方向と回転動作の方向は同じ平面内に限られる。たとえば、水平方向に開閉するグリッパの場合には、グリッパの回転動作も水平方向になり、上下方向に開閉するグリッパの場合には、グリッパの回転動作も上下方向に限られてしまう。すなわち、グリッパ開閉軸と姿勢軸の配置関係は限定されている。

30

【 0 0 1 0 】

腹腔鏡下手術等においては、処置対象や処置内容によっては、操作性の観点から、グリッパの回転動作を水平方向にし、グリッパの開閉を上下方向にしたい場合や、あるいはその逆にしたい場合がある。さらには、姿勢軸に対して任意の方向に開閉したい場合がある。

【 0 0 1 1 】

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、先端作業部の一对のエンドエフェクタを 1 つの駆動機構で駆動し、しかもエンドエフェクタの開閉方向を任意の方向に配置できる作業機構及びマニピュレータを提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 2 】

本発明に係る作業機構は、腹腔鏡下手術用マニピュレータにおいて所定の基準軸に沿って延びるシャフトの先端に設けられた作業機構であって、前記基準軸に対して直交する軸を中心として回転する第 1 駆動回転体と、前記第 1 駆動回転体に対して軸方向の基端側端面が接触し、回転方向が変換されて前記基準軸を中心として回転する第 1 媒介回転体と、前記第 1 媒介回転体の軸方向の先端側端面における中心からみて一方に接触し、回転方向が変換されて前記基準軸に対して直交する開閉軸を中心として回転する第 1 エンドエフェクタ駆動部材と、前記第 1 媒介回転体の軸方向の先端側端面における中心からみて他方に接触し、回転方向が変換されて前記基準軸に対して直交する前記開閉軸を中心として、前

50

記第 1 エンドエフェクタ駆動部材と逆方向に回転する第 2 エンドエフェクタ駆動部材と、前記基準軸上で前記基準軸と直交する第 1 回転軸を中心として、前記シャフトの先端に回転可能に設けられた主軸部材と、前記主軸部材の回転に伴って前記シャフトに対して変位し、前記第 1 回転軸と前記開閉軸との間に設定され前記第 1 回転軸と直交する方向と平行な第 2 回転軸を中心として回転可能なエンドエフェクタ主軸部材と、を有し、前記第 1 エンドエフェクタ駆動部材及び前記第 2 エンドエフェクタ駆動部材は、前記エンドエフェクタ主軸部材の回転に伴って前記第 2 回転軸周りに変位し、前記主軸部材及び前記エンドエフェクタ駆動部材は、その可動範囲において、前記基準軸上に一直線状に並ぶことが可能である、ことを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

また、本発明に係る腹腔鏡下手術用マニピュレータは、所定の基準軸に沿って延びるシャフトの先端に設けられた作業機構を備えた腹腔鏡下手術用マニピュレータであって、前記作業機構は、人手によって把持される操作部と、前記操作部に設けられ、人手で操作される入力部と、前記入力部の操作に基づいて回転する回転源と、可撓性動力伝達部材を介して前記回転源から回転が伝達されて、基準軸に対して直交する軸を中心として回転する第 1 駆動回転体と、前記第 1 駆動回転体に対して軸方向の基端側端面が接触し、回転方向が変換されて前記基準軸を中心として回転する第 1 媒介回転体と、前記第 1 媒介回転体の軸方向の先端側端面における中心からみて一方に接触し、回転方向が変換されて前記基準軸に対して直交する開閉軸を中心として回転する第 1 エンドエフェクタ駆動部材と、前記第 1 媒介回転体の軸方向の先端側端面における中心からみて他方に接触し、回転方向が変換されて前記基準軸に対して直交する前記開閉軸を中心として、前記第 1 エンドエフェクタ駆動部材と逆方向に回転する第 2 エンドエフェクタ駆動部材と、前記基準軸上で前記基準軸と直交する第 1 回転軸を中心として、前記シャフトの先端に回転可能に設けられた主軸部材と、前記主軸部材の回転に伴って前記シャフトに対して変位し、前記第 1 回転軸と前記開閉軸との間に設定され前記第 1 回転軸と直交する方向と平行な第 2 回転軸を中心として回転可能なエンドエフェクタ主軸部材と、を有し、前記第 1 エンドエフェクタ駆動部材及び前記第 2 エンドエフェクタ駆動部材は、前記エンドエフェクタ主軸部材の回転に伴って前記第 2 回転軸周りに変位し、前記主軸部材及び前記エンドエフェクタ主軸部材は、その可動範囲において、前記基準軸上に一直線状に並ぶことが可能である、ことを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 4 】

本発明に係る作業機構及びマニピュレータによれば、先端作業部の一対のエンドエフェクタを 1 つの駆動機構で駆動し、しかもエンドエフェクタの開閉方向を任意の方向に配置できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 5 】

以下、本発明に係る作業機構及びマニピュレータについて第 1、第 2、第 3 及び第 4 の実施の形態を挙げ、添付の図 1 ～ 図 20 を参照しながら説明する。第 1 の実施の形態に係るマニピュレータ 10 a (図 1 参照)、第 2 の実施の形態に係るマニピュレータ 10 b (図 14 参照)、第 3 の実施の形態に係るマニピュレータ 10 c (図 16 参照) 及び第 4 の実施形態に係るマニピュレータ 10 d (図 20 参照) は、医療用であって腹腔鏡下手術等に用いられるものである。本実施の形態に係る作業部 (作業機構) 12 a、12 b、12 c 及び 12 d は、マニピュレータ 10 a、10 b、10 c 及び 10 d の先端部に設けられた 3 自由度の機構であり、生体の一部又は湾曲針等を把持して所定の処置を行うためのものであり、通常、把持鉗子やニードルドライバ (持針器) 等とも呼ばれる。

【 0 0 1 6 】

図 1 に示すように、マニピュレータ 10 a は、人手によって把持及び操作される基端部の操作指令部 14 と、先端部で作業を行う作業部 12 a と、これらの作業部 12 a と操作指令部 14 とを接続する長尺な連結部 16 とを有する。作業部 12 a 及び連結部 16 は細

10

20

30

40

50

径に構成されており、患者の腹部等に設けられた円筒形状のトラカール 20 から体腔 22 内に挿入可能であり、操作指令部 14 の操作により体腔 22 内において患部切除、把持、縫合及び結紮等の様々な手技を行うことができる。

【0017】

なお、以下の説明では、図 1、図 14、図 16 及び図 20 における幅方向を X 方向、高さ方向を Y 方向及び、連結部 16 の延在方向を Z 方向と規定する。また、右方を X1 方向、左方を X2 方向、上方向を Y1 方向、下方向を Y2 方向、前方を Z1 方向、後方を Z2 方向と規定する。さらに、特に断りのない限り、これらの方向の記載はマニピュレータ 10a、10b 及び 10c が中立姿勢（図 2、図 14、図 16 及び図 20 に示す状態の姿勢）である場合を基準として表すものとする。これらの方向は説明の便宜上のものであり、マニピュレータ 10a ~ 10d は任意の向きで（例えば、上下を反転させて）使用可能であることはもちろんである。

10

【0018】

操作指令部 14 は、人手によって把持されるグリップハンドル 26 と、該グリップハンドル 26 の上部から延在するアーム 28 と、該アーム 28 の先端に接続されたアクチュエータブロック 30 とを有する。グリップハンドル 26 には、指で操作可能なトリガーレバー（入力部）32、第 1 指示レバー 34 及び第 2 指示レバー 36 が設けられている。トリガーレバー 32 は、人差し指による引き寄せ動作が容易な位置に設けられている。

【0019】

アクチュエータブロック 30 には作業部 12a が有する 3 自由度の機構に対応して回転源としてのモータ（回転源）40、モータ 42 及びモータ 44 が連結部 16 の延在方向に沿って並列して設けられている。これらのモータ 40、42 及び 44 は小型、細径であって、アクチュエータブロック 30 はコンパクトな扁平形状に構成されている。アクチュエータブロック 30 は、操作指令部 14 の Z1 方向端部の下方に設けられている。また、モータ 40、42 及び 44 は、操作指令部 14 の操作に基づき、コントローラ 45 の作用下に回転をする。

20

【0020】

連結部 16 は、アクチュエータブロック 30 に対して接続される接続部 46 と、該接続部 46 から Z1 方向に向かって延在する中空の連結シャフト 48 とを有する。接続部 46 には、モータ 40、42 及び 44 の駆動軸に接続される駆動プーリ 50a、駆動プーリ 50b 及び駆動プーリ 50c が回転自在に設けられている。駆動プーリ 50a、駆動プーリ 50b 及び駆動プーリ 50c には、ワイヤ（可撓性動力伝達部材）52、54 及び 56 が巻き掛けられており、連結シャフト 48 の中空部分 48a（図 2 参照）を通して作業部 12a まで延在している。ワイヤ 52、ワイヤ 54 及びワイヤ 56 はそれぞれ同種、同径のものをを用いることができる。以下、ワイヤ 52、ワイヤ 54 及びワイヤ 56 をまとめて、代表的にワイヤ 57 ともいう。

30

【0021】

連結部 16 は、接続部 46 における所定の操作によって操作指令部 14 から離脱可能であって、洗浄、滅菌及びメンテナンス等を行うことができる。また、連結部 16 から先の部分は交換可能であって、手技に応じて連結部 16 の長さの異なるもの、又は作業部 12a の機構が異なるものを装着することができる。

40

【0022】

図 2 に示すように、連結部 16 の先端部には先端方向に突出している一对の舌片部 58 が連結シャフト 48 の中心軸に対面して配設されている。連結シャフト 48 の中空部分 48a は、一对の舌片部 58 の間の空間部に連通している。この一对の舌片部 58 には、対抗する位置に 1 組の軸孔 60a、60a が設けられている。舌片部 58 の先端はそれぞれ円弧形状に形成されている。また、一对の舌片部 58 の対抗する内側面は平行な平面に形成されており、その間隔は H となっている。2 つの軸孔 60a、60a は中心軸を挟むように設けられている。

【0023】

50

図 2 に示すように、作業部 12a は Y 方向の第 1 回転軸（回転部）Oy を中心にして、それよりも先の部分がヨー方向に回転する第 1 自由度と、X 方向の第 2 回転軸（回転部）Op を中心にしてピッチ方向に回転する第 2 自由度と、第 3 回転軸 Og を中心として先端のエンドエフェクタ 104 を開閉させる第 3 自由度とを有する合計 3 自由度の機構となっている。作業部 12a は、ワイヤ受動部 100 と、駆動機構部 102 と、エンドエフェクタ 104 とを有する。なお、便宜上、駆動機構部 102 とエンドエフェクタ 104 とを分けて説明するが、「エンドエフェクタ」とは、一般的に処置を行う先端部分と解されていることからエンドエフェクタ 104 と駆動機構部 102 とを含むように定義してもよい。

【0024】

図 2 ～図 5 を参照しながら、ワイヤ受動部 100、駆動機構部 102 及びエンドエフェクタ 104 について詳細に説明する。

10

【0025】

ワイヤ受動部 100 は、一对の舌片部 58 の間に設けられており、ワイヤ 52、ワイヤ 54 及びワイヤ 56 のそれぞれの循環動作を回転動作に変換して駆動機構部 102 に伝達する部分である。ワイヤ受動部 100 は、軸孔 60a、60a に挿入されるシャフト 112 とを有する。シャフト 112 は、軸孔 60a に対して、例えば螺着又は圧入により固定される。シャフト 112 は第 1 回転軸 Oy の軸上に配置される。

【0026】

ワイヤ受動部 100 は、Y1 方向から Y2 方向に向かって順に、シャフト 112 に対して回転自在に軸支される歯車体（第 2 駆動回転体）126 と、主軸部材 128 と、歯車体（従動筒体）130 とを有する。

20

【0027】

歯車体 126 は、筒体 132 と、該筒体 132 の上部に同心状に設けられた第 1 歯車 134 とを有する。第 1 歯車 134 の上面には、シャフト 112 が挿入される孔の周辺に低い環状リブ 134a が設けられており、第 1 歯車 134 の上面が上側の舌片部 58 に接触することが防止され摺動抵抗の低減を図っている。

【0028】

図 6 に示すように、筒体 132 にはワイヤ固定機構 120 が設けられている。ワイヤ固定機構 120 は、Z2 方向の側の略中央部分で横方向（中立時の X 方向）に延在する溝 122 と、該溝 122 の中央に設けられたテーパ状の固定ピン 124 とを有する。溝 122 の中央部には、固定ピン 124 が挿入される凹部 122a が設けられている。溝 122 の向きはワイヤ 57 が螺旋状に巻回するのに合わせてやや傾斜していてもよい。

30

【0029】

溝 122 の幅及び最大深さは、ワイヤ 57 の径と略等しく設定されている。固定ピン 124 には横方向に連通して、ワイヤ 57 が貫通可能な孔 124a が設けられている。孔 124a にワイヤ 57 を通しておき、固定ピン 124 を凹部 122a に挿入することにより、ワイヤ 57 は一部が溝 122 に嵌り、向きが水平に規定されるとともに筒体 132 に対して固定される。

【0030】

図 2 ～図 5 に戻り、歯車体 130 は、歯車体 126 とほぼ同形状であって、該歯車体 126 に対して上下反転に配置されている。歯車体 130 は、筒体 136 と、該筒体 136 の下部に同心状に設けられた第 2 歯車 138 とを有する。筒体 136 は筒体 132 と同径、同形状である。筒体 136 の Z2 方向の側の面には、筒体 116 と同様のワイヤ固定機構 120 が設けられており、ワイヤ 54 を固定している。

40

【0031】

主軸部材 128 は、シャフト 112 が挿通する筒体（第 2 筒体）140 と、Z1 方向に設けられた円柱体 142 と、該円柱体 142 の中心から Z1 方向に延在するピッチベース 144 とを有する。ピッチベース 144 はピッチ動作の基準となる部材であって、ピッチ動作のための平行な左右一对の摺動面 144a と、先端に設けられた回転中心となる孔 144b とを有する。

50

【 0 0 3 2 】

円柱体 1 4 2 は上下 2 つの短いブリッジ 1 4 2 a を介して、筒体 1 4 0 の外側面よりやや離れた位置に設けられており、円柱体 1 4 2 と筒体 1 4 0 との間にはワイヤ 5 2 が挿通する、Y 方向にやや長い縦孔 1 4 6 が設けられている。筒体 1 4 0 の Z 2 方向の側の面には、筒体 1 1 6 と同様のワイヤ固定機構 1 2 0 が設けられており、ワイヤ 5 2 を固定している。

【 0 0 3 3 】

主軸部材 1 2 8 は、ワイヤ 5 2 の循環動作に伴って第 1 回転軸 O_y を中心としたヨー方向に回転し、ピッチベース 1 4 4 を X Z 平面上で揺動させることができる。

【 0 0 3 4 】

筒体 1 4 0、歯車体 1 2 6 及び歯車体 1 3 0 は、シャフト 1 1 2 を軸として積層配置されており、その積層高さは H と略等しく、一对の舌片部 5 8 の間にほぼ隙間なく設けられている。

【 0 0 3 5 】

次に、駆動機構部 1 0 2 は、歯車リング 1 5 2 (第 3 媒介回転体)、歯車リング (第 2 媒介回転体) 1 5 4 及び歯車リング (第 1 媒介回転体) 1 5 6 と、カバー 1 6 0 と、歯車体 1 6 6 (第 2 回転軸用回転体) 及び歯車体 (第 1 駆動回転体) 1 6 8 と、エンドエフェクタ主軸部材 1 7 0 と、固定ピン 1 7 2 とを有する。

【 0 0 3 6 】

フェイスギア 1 6 8 は第 2 歯車 1 3 8 に噛合し、駆動ベース 1 5 0 は筒体 1 3 6 の回転にともなって、第 2 回転軸 O_r を中心として回転可能である。

【 0 0 3 7 】

歯車リング 1 5 2 は薄い筒体であって、Z 2 方向の面に設けられたフェイスギア 1 5 8 と、Z 1 方向の面に設けられたフェイスギア 1 5 9 とを有する。歯車リング 1 5 2 は、歯車リング 1 5 4 に外挿され、該歯車リング 1 5 4 の外周面に対して摺動回転自在となる。フェイスギア 1 5 8 は第 1 歯車 1 3 4 に噛合し、歯車リング 1 5 2 は歯車体 1 2 6 の回転に伴って基準軸 C を中心として回転可能である。

【 0 0 3 8 】

歯車リング 1 5 4 は薄い筒体であって、Z 2 方向の面 (基端側端面) に設けられたフェイスギア 1 7 4 と、Z 1 方向の面 (先端側端面) に設けられたフェイスギア 1 7 6 とを有する。歯車リング 1 5 4 は円柱体 1 4 2 に外挿され、該円柱体 1 4 2 の外周面に対して摺動回転自在となる。フェイスギア 1 7 4 は第 2 歯車 1 3 8 に噛合し、歯車リング 1 5 4 は歯車体 1 3 0 の回転に伴って基準軸 C を中心として回転可能である。

【 0 0 3 9 】

歯車リング 1 5 4 により、歯車体 1 3 0 と歯車リング 1 5 6 との間にスペースが設けられ、該スペースにピッチ、ヨー又はロール等の駆動機構を設けることができるとともに、これらの動作と後述するエンドエフェクタ開閉動作との両立が可能となる。

【 0 0 4 0 】

カバー 1 6 0 は、駆動機構部 1 0 2 における各部品を保護及び支持するためのものであって、Z 2 方向の短筒 1 8 0 と、該短筒 1 8 0 の左右両端から Z 1 方向に向かって突出している一对の耳片部 1 8 2 とを有する。各耳片部 1 8 2 には、固定ピン 1 7 2 が挿入され固定するための孔 1 8 2 a が設けられている。孔 1 8 2 a の一方は、固定ピン 1 7 2 が挿入される孔であり、他方は螺着するための孔である。耳片部 1 8 2 の対向する面は平行に形成されており、歯車体 1 6 6、1 6 8、係合片 2 0 0 及びピッチベース 1 4 4 を摺動自在に保持する幅に設定されている。短筒 1 8 0 の内周面は歯車リング 1 5 2 の外周面よりやや大径に設定され、隙間が設けられている。

【 0 0 4 1 】

なお、カバー 1 6 0 (又は後述のカバー 2 2 4) は、駆動機構部 1 0 2、エンドエフェクタ 1 0 4 を動作に支障のない範囲でほぼ全域にわたり覆うように円筒や円錐形のカバーで構成してもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 2 】

歯車体 1 6 6 は、一対の耳片部 1 8 2 の間における X 2 方向に配置される部品であって、第 3 歯車 1 8 8 と、D カット形状の突起 1 9 0 と、を有する。歯車体 1 6 6 は、第 3 歯車 1 8 8 が X 2 方向となるように配置され、該第 3 歯車 1 8 8 はフェイスギア 1 5 9 と噛合する。歯車体 1 6 6 には、中心部に固定ピン 1 7 2 が挿入される孔 1 6 6 a が設けられている。

【 0 0 4 3 】

エンドエフェクタ主軸部材 1 7 0 は、ベースの円柱体 1 9 6 と、該円柱体 1 9 6 の中心から Z 1 方向に延在するグリッパベース 1 9 8 と、円柱体 1 9 6 の Z 2 方向の面において X 2 方向にややずれた位置から Z 2 方向に突出する係合片 2 0 0 とを有する。先端部材は円弧形状でもよい。

【 0 0 4 4 】

グリッパベース 1 9 8 はグリッパ開閉動作の基準となる部材であって、グリッパの開閉向きに応じた平行な上下一対の摺動面 1 9 8 a と、先端に設けられた回転中心となる孔 1 9 8 b とを有する。

【 0 0 4 5 】

係合片 2 0 0 には突起 1 9 0 が係合する D カット形状の孔 2 0 0 a が設けられている。エンドエフェクタ主軸部材 1 7 0 は、孔 2 0 0 a に突起 1 9 0 が挿入されることによって、歯車体 1 6 6 と一体的且つ安定に組み立てられる。

【 0 0 4 6 】

歯車体 1 6 8 は、一対の耳片部 1 8 2 の間における X 1 方向に配置される部品であって、筒体 2 0 2 と、該筒体 2 0 2 の一方に同心状に設けられた第 4 歯車 2 0 4 とを有する。歯車体 1 6 8 は、第 4 歯車 2 0 4 が X 1 方向となるように配置され、該第 4 歯車 2 0 4 はフェイスギア 1 7 6 と噛合する。歯車体 1 6 8 には、中心部に固定ピン 1 7 2 が挿入される孔 1 6 8 a が設けられている。

【 0 0 4 7 】

歯車体 1 6 8 と、ピッチベース 1 4 4 と、エンドエフェクタ主軸部材 1 7 0 及び歯車体 1 6 6 の組立体は一対の耳片部 1 8 2 の間にほとんど隙間なく配置され、固定ピン 1 7 2 が孔 1 6 6 a、孔 1 4 4 b 及び孔 1 6 8 a に挿入され、軸支される。これによりエンドエフェクタ主軸部材 1 7 0 と歯車体 1 6 6 との組立体は、歯車リング 1 5 2 の回転作用下に、第 2 回転軸 O p を中心として揺動自在となる。また、歯車体 1 6 8 は歯車リング 1 5 4 の回転作用下に従動的に回転する。

【 0 0 4 8 】

歯車リング 1 5 6 は、歯車リング 1 5 4 と同形状であって、Z 2 方向の面に設けられたフェイスギア（基端側端面）2 0 6 と、Z 1 方向の面に設けられたフェイスギア（先端側端面）2 0 8 とを有する。歯車リング 1 5 6 は円柱体 1 9 6 に外挿され、該円柱体 1 9 6 の外周面に対して摺動回転自在となる。フェイスギア 2 0 6 は第 4 歯車 2 0 4 に噛合し、歯車リング 1 5 6 は第 4 歯車 2 0 4 の回転に伴って基準軸 C を中心として回転可能である。

【 0 0 4 9 】

このような駆動機構部 1 0 2 では、歯車体 1 2 6 及び第 1 歯車 1 3 4 の回転が、歯車リング 1 5 2 及び第 3 歯車 1 8 8 を介してグリッパベース 1 9 8 に伝達され、該グリッパベース 1 9 8 が第 2 回転軸 O p を中心として俯仰可能となる。また、歯車体 1 3 0 及び第 2 歯車 1 3 8 の回転が、歯車リング 1 5 4 及び第 4 歯車 2 0 4 を介して歯車リング 1 5 6 をロール方向に回転させる。

【 0 0 5 0 】

次に、エンドエフェクタ 1 0 4 は、第 1 エンドエフェクタ体 2 2 0 と、第 2 エンドエフェクタ体 2 2 2 と、カバー 2 2 4 と、固定ピン（開閉軸）2 2 6 とを有する。固定ピン 2 2 6 は第 3 回転軸（開閉軸）O g の軸上に配置される。

【 0 0 5 1 】

カバー 224 は、エンドエフェクタ 104 における各部品を保護及び支持するためのものであって、前記のカバー 160 と同様の形状であり、該カバー 160 に対して 90° 傾斜した向きに設けられている。カバー 224 は、Z2 方向の短筒 230 と、該短筒 230 の上下両端から Z1 方向に向かって突出している一対の耳片部 232 とを有する。各耳片部 232 には、固定ピン 226 が挿入され固定するための孔 232a が設けられている。

【0052】

第 1 エンドエフェクタ体 220 は、歯車体 236 と、作用部 238 とを有する。歯車体 236 は、一対の耳片部 232 の間における Y1 方向に配置される部品であって、第 5 歯車 240 と、該第 5 歯車 240 の中心から Y2 方向に向かって突出する D カット形状の突起 242 とを有する。歯車体 236 には、中心部に固定ピン 226 が挿入される孔 236a が設けられている。歯車体 236 は、第 5 歯車 240 が Y1 方向となるように配置され、該第 5 歯車 240 はフェイスギア 208 の Y1 方向の頂部と噛合する。

10

【0053】

作用部 238 は、基端筒 244 と、該基端筒 244 から略径方向に突出するアーム 246 と、該アーム 246 からさらに径方向に向けて突出したグリッパ 248 とを有する。作用部 238 におけるアーム 246 は第 1 エンドエフェクタ駆動部材として作用する。基端筒 244 の中心には突起 242 が係合するのに適した D カット形状の孔 244a が設けられており、該突起 242 に対する位置決め機能及び回り止め機能を有する。

【0054】

グリッパ 248 は、基端筒 244 及びアーム 246 よりもやや Y2 方向に厚く、グリッパ 248 の中間高さ部が基端筒 244 及びアーム 246 の Y2 方向端面に略等しい。グリッパ 248 は、両端円弧状で内側面 248a に Y 方向に延在する筋が全面に設けられており、把持する組織等の滑り止めとなる。グリッパ 248 には、長孔 248b が設けられている。

20

【0055】

第 2 エンドエフェクタ体 222 は、歯車体 250 と、作用部 252 とを有する。作用部 252 は、グリッパ 248 と同形状のグリッパ 253 を有する。作用部 252 におけるアーム 246 は第 2 エンドエフェクタ駆動部材として作用する。歯車体 250 は、一対の耳片部 232 の間における Y2 方向に配置される部品であって、第 6 歯車 254 を有する。歯車体 250 は、第 6 歯車 254 が Y2 方向となるように配置され、該第 6 歯車 254 はフェイスギア 208 の Y2 方向の頂部と噛合する。歯車体 250 は、歯車体 236 と同形状であり、第 6 歯車 254 は、第 5 歯車 240 に相当し、その他の部分については、同符号を付して詳細な説明を省略する。

30

【0056】

作用部 252 は、作用部 238 と同形状であって歯車体 250 に係合し、作用部 238 に対して上下反転した向きに配置される。作用部 252 の各部については、作用部 238 と同符号を付して詳細な説明を省略する。

【0057】

第 1 エンドエフェクタ体 220 のグリッパ 248 は X₁ 方向寄りに配置され、第 2 エンドエフェクタ体 222 のグリッパ 253 は X₂ 方向寄りに配置され、グリッパ 248 及び 253 は、内側面 248a が対面するように基準軸 C に対称配置される。

40

【0058】

歯車体 236 と、グリッパベース 198 と、歯車体 250 は一対の耳片部 232 の間にほとんど隙間なく配置され、固定ピン 226 が孔 236a、孔 198b 及び孔 236a に挿入され、軸支される。

【0059】

このようなエンドエフェクタ 104 では、歯車リング 156 の回転作用下に第 5 歯車 240 及び第 6 歯車 254 は互いに逆方向に回転する。つまり、正面から見て歯車リング 156 が時計方向に回転するときには、上面視で、第 5 歯車 240 は回転軸 Og を中心として時計方向に回転し、第 6 歯車 254 は回転軸 Og を中心として反時計方向に回転する。

50

これにより、一对のアーム 2 4 6、2 4 6 及び一对のグリップ 2 4 8、2 5 3 は、X Z 平面上で基準軸に対称に回転し、開閉動作を行うことができる。

【 0 0 6 0 】

次に、このように構成されるマニピュレータ 1 0 a の作用について図 7 を参照しながら説明する。

【 0 0 6 1 】

まず、ヨー方向の動作に関しては第 1 指示レバー 3 4 (図 1 参照) を指で操作することにより行われる。すなわち、第 1 指示レバー 3 4 を指で操作することによりモータ 4 0 (図 1 参照) の回転作用下に駆動プーリ 5 0 a 等が回転してワイヤ 5 2 が循環駆動され、主軸部材 1 2 8 が第 1 回転軸 O y を中心として回転する。これにより、主軸部材 1 2 8 のピッチベース 1 4 4 に接続された駆動機構部 1 0 2 及びエンドエフェクタ 1 0 4 がヨー方向に揺動することになる。

10

【 0 0 6 2 】

第 1 指示レバー 3 4 は正逆二方向への傾動が可能であり、ヨー方向の動作は第 1 指示レバー 3 4 の傾動方向に応じて正逆方向へ揺動する。第 1 指示レバー 3 4 を中立位置に戻すとモータ 4 0 は停止し、ヨー方向の動作もその時点の位置を保持して停止する。あるいは、第 1 指示レバー 3 4 の回転角度に比例したヨー方向の動作角度を指示する方法でもよい。すなわち、速度指示、位置(角度)指示のどちらでもよい。

【 0 0 6 3 】

ピッチ方向の動作に関しては第 2 指示レバー 3 6 (図 1 参照) を指で操作することにより行われる。すなわち、第 2 指示レバー 3 6 を指で操作することによりモータ 4 4 (図 1 参照) の回転作用下に駆動プーリ 5 0 c 等が回転してワイヤ 5 6 が循環駆動され、歯車体 1 2 6 が回転し、第 1 歯車 1 3 4、フェイスギア 1 5 8、1 5 9 及び第 3 歯車 1 8 8 を介して歯車体 1 6 6 に回転が伝達される。歯車体 1 6 6 はグリップベース 1 9 8 と一体的に第 2 回転軸 O p を中心として俯仰することになる。

20

【 0 0 6 4 】

ピッチ方向の動作は第 2 指示レバー 3 6 の傾動方向に応じて正逆方向へ回転する。第 2 指示レバー 3 6 を中立位置に戻すとモータ 4 4 は停止し、ピッチ方向の動作もその時点の位置を保持して停止する。あるいは、第 2 指示レバー 3 6 の回転角度に比例したロール方向の動作角度を指示する方法でもよい。すなわち、速度指示、位置(角度)指示のどちらでもよい。

30

【 0 0 6 5 】

エンドエフェクタ 1 0 4 の開閉動作に関してはトリガーレバー 3 2 (図 1 参照) を指で引き寄せることにより行われる。すなわち、トリガーレバー 3 2 を指で引き寄せることによりモータ 4 2 (図 1 参照) の回転作用下に駆動プーリ 5 0 b が回転することによってワイヤ 5 4 が循環駆動され、歯車体 1 3 0 が回転し、第 2 歯車 1 3 8、フェイスギア 1 7 4、1 7 6、第 4 歯車 2 0 4、フェイスギア 2 0 6 により歯車リング 1 5 6 に回転が伝達される。歯車リング 1 5 6 はフェイスギア 2 0 8 を介し、第 5 歯車 2 4 0 及び第 1 エンドエフェクタ体 2 2 0 を所定方向へ回転させ、第 6 歯車 2 5 4 及び第 2 エンドエフェクタ体 2 2 2 を逆方向へ回転させる。これによりエンドエフェクタ 1 0 4 が開閉動作を行うことになる。

40

【 0 0 6 6 】

トリガーレバー 3 2 は指による引き寄せが可能であり、指を離すことにより弾性体によって元の位置に復帰する。エンドエフェクタ 1 0 4 はこのトリガーレバー 3 2 の操作に連動し、トリガーレバー 3 2 の引き寄せの程度に応じて閉じ、指をトリガーレバー 3 2 から離すことによって開状態に復帰する。トリガーレバー 3 2 にはラッチ機構があってもよい。

【 0 0 6 7 】

このように構成される作業部 1 2 a によれば、エンドエフェクタ 1 0 4 自体の動作とは独立的に該エンドエフェクタ 1 0 4 をヨー方向とピッチ方向に動かすことができる。

50

【 0 0 6 8 】

また、作業部 1 2 a は、作業部 9 0 0 (図 2 1 参照) と比較して、同じ 3 自由度の簡便構造であり、小型・軽量に構成可能であることから狭隘部の作業に好適に用いられる。特に、第 1 エンドエフェクタ体 2 2 0 及び第 2 エンドエフェクタ体 2 2 2 を同期動作させるために設けられた歯車リング 1 5 6 は、小径の筒形状であることから、作業部 1 2 a (及び作業部 1 2 b ~ 1 2 d) が拡張することはない。また、歯車リング 1 5 6 を設けるスペースが必要であることから作業部 1 2 a は軸方向にはやや長くなるが、該作業部 1 2 a は連結シャフト 4 8 によって軸方向に延長した先に設けられる機構であることから、軸方向に多少長くなることに不都合はない。

【 0 0 6 9 】

作業部 1 2 a は作業部 9 0 0 と同様に細径に構成することができるため、医療用に用いる場合に腹部・胸部等に設けるトラカール 2 0 (図 1 参照) を小さくすることが可能であり、患者にとって低侵襲となる。また、歯車リング 1 5 6 によれば、第 5 歯車 2 4 0 及び第 6 歯車 2 5 4 に対して、回転が簡便且つ確実に伝達される。

【 0 0 7 0 】

さらに、エンドエフェクタ 1 0 4 の開閉動作は、モータ 4 2 のみによる実質的な 1 自由度であることから、残余のモータ 4 0 及び 4 4 によってさらに 2 自由度の動作を任意の方向に配置することができ、ヨー方向及びピッチ方向 (又はロール方向) の複合した向きにエンドエフェクタ 1 0 4 を指向させることができる。すなわち、操作内容に適した軸配置が可能となり、操作性が向上する。

【 0 0 7 1 】

なお、作業部 1 2 a におけるエンドエフェクタ 1 0 4 の向きは、前記のように X Z 平面上で開閉するものに限ることなく、処置対象や操作者の選択によって種々の向きに設定することができる。以下、図 8 ~ 図 1 3 を参照しながら、エンドエフェクタ 1 0 4 の向きの異なる変形例について説明する。以下、変形例及び他の実施例について、マニピュレータ 1 0 a 及び作業部 1 2 a と同様の構成部には同符号を付してその詳細な説明を省略する。

【 0 0 7 2 】

図 8 及び図 9 に示すように、第 1 の変形例に係る作業部 1 3 a は、エンドエフェクタ 1 0 4 が Y Z 平面上で開閉するものであり、前記の作業部 1 2 a と比較してエンドエフェクタ主軸部材 1 7 0 をエンドエフェクタ主軸部材 3 0 0 に代えたものである。エンドエフェクタ主軸部材 3 0 0 におけるグリッパベース 3 0 2 は、前記のグリッパベース 1 9 8 に相当し、グリッパの開閉向きに応じた平行な左右一対の摺動面 3 0 2 a と、先端に設けられた回転中心となる孔 3 0 2 b とを有する。

【 0 0 7 3 】

このように、グリッパベース 3 0 2 は、前記のグリッパベース 1 9 8 に対して 9 0 ° 傾いた向きに配置されていることから、エンドエフェクタ 1 0 4 の第 1 エンドエフェクタ体 2 2 0 及び第 2 エンドエフェクタ体 2 2 2 は Y Z 平面で開閉を行うことになる。

【 0 0 7 4 】

図 1 0 に示すように、第 2 の変形例に係る作業部 1 3 b は、エンドエフェクタ 1 0 4 が X Z 平面に対して 4 5 ° 傾斜した平面上で開閉するものであり、前記の作業部 1 2 a と比較してエンドエフェクタ主軸部材 1 7 0 をエンドエフェクタ主軸部材 3 0 4 に代えたものである。図 1 1 に示すように、エンドエフェクタ主軸部材 3 0 4 におけるグリッパベース 3 0 6 は、前記のグリッパベース 1 9 8 に相当し、グリッパの開閉向きに応じて、X Z 平面に対して 4 5 ° 傾斜した一対の摺動面 3 0 6 a と、先端に設けられた回転中心となる孔 3 0 6 b とを有する。

【 0 0 7 5 】

このように、グリッパベース 3 0 6 は、前記のグリッパベース 1 9 8 に対して 4 5 ° 傾いた向きに配置されていることから、エンドエフェクタ 1 0 4 の第 1 エンドエフェクタ体 2 2 0 及び第 2 エンドエフェクタ体 2 2 2 は X Z 平面に対して 4 5 ° 傾斜した平面内で開閉を行うことになる。

【 0 0 7 6 】

なお、シャフト 1 1 2 や固定ピン 1 7 2 に対する固定ピン 2 2 6 の角度は 4 5 ° に限らず、エンドエフェクタ主軸部材 3 0 4 の形状により、設計条件やユーザの要望に応じて任意の角度に設定可能であることはもちろんであり、正面視で平行、直交又はこれ以外のねじれた向きに設定することができる。

【 0 0 7 7 】

図 1 2 に示すように、第 3 の変形例に係る作業部 1 3 c は、前記の作業部 1 2 a と比較してエンドエフェクタ主軸部材 1 7 0 をエンドエフェクタ主軸部材 3 1 0 に代えたものである。エンドエフェクタ主軸部材 3 1 0 のグリッパベース 3 1 2 は、円柱体 1 9 6 と別体に設けられている。

10

【 0 0 7 8 】

エンドエフェクタ主軸部材 3 1 0 は、基準軸 C に対して直交する平面内で固定ピン 2 2 6 を所定の複数の向きに調整する角度調整部 3 1 3 を有する。角度調整部 3 1 3 は、円柱体 1 9 6 の内周面に設けられたボス 3 1 4 と、グリッパベース 3 1 2 の Z 2 方向端部に設けられ、ボス 3 1 4 に係合するスプライン 3 1 6 と、ボス 3 1 4 の底面とスプライン 3 1 6 の端面とを図示しない接続部で接続するコイルばね（弾性体） 3 1 8 とから構成されている。ボス 3 1 4 及びスプライン 3 1 6 はスプライン対を構成し、例えば、4 5 ° 毎の角度調整が可能である。

【 0 0 7 9 】

コイルばね 3 1 8 は引張ばねであって引き延ばし可能であり、図 1 3 に示すように、カパー 2 2 4 を指で把持して Z 1 方向に引くことにより伸長してスプライン 3 1 6 をボス 3 1 4 から引き抜くことができる。また、コイルばね 3 1 8 は、捻り方向にも弾性変形可能であることから操作者の判断又は好みに応じて駆動機構部 1 0 2 及びエンドエフェクタ 1 0 4 の向きを基準軸 C に対して直交する平面内で（例えば、4 5 ° 毎に）変化させることができる。この後、Z 1 方向に引く力を弱めると、コイルばね 3 1 8 の弾性作用下に駆動機構部 1 0 2 及びエンドエフェクタ 1 0 4 はスプライン 3 1 6 とともに Z 2 方向に引き寄せられて、スプライン 3 1 6 が選択された所定の向きでボス 3 1 4 に挿入・係合される。

20

【 0 0 8 0 】

このような作業部 1 3 c によれば、簡便な操作によってエンドエフェクタ 1 0 4 の向きを所定の複数の向きに選択的に調整することができる。この調整は、簡便且つ迅速に行うことができる。選択されたエンドエフェクタ 1 0 4 の向きは、ボス 3 1 4 及びスプライン 3 1 6 の係合作用によってずれることがない。また、スプライン 3 1 6 はコイルばね 3 1 8 によって引き寄せられていることから、ボス 3 1 4 から使用中に抜け落ちることが防止される。

30

【 0 0 8 1 】

コイルばね 3 1 8 は捻り方向に弾性を有することから、捻り変位が 0 となる箇所を初期位置とすればスプライン 3 1 6 を該初期位置に容易に戻すことができる。

【 0 0 8 2 】

角度調整部 3 1 3 におけるコイルばね 3 1 8 は、ボス 3 1 4 又はスプライン 3 1 6 の少なくとも一方に対して捻り方向に回転可能に構成してもよい。コイルばね 3 1 8 が捻り方向に回転可能であると、コイルばね 3 1 8 自体が捻られることがなく、より軽い力で調整することができる。

40

【 0 0 8 3 】

次に、第 2 の実施形態に係るマニピュレータ 1 0 b について、図 1 4 及び図 1 5 を参照しながら説明する。マニピュレータ 1 0 b は前記のマニピュレータ 1 0 a と比較して操作指令部 1 4 及び連結部 1 6 は共通であり、作業部 1 2 a を作業部 1 2 b に代えた構成となっている。

【 0 0 8 4 】

図 1 4 及び図 1 5 に示すように、作業部 1 2 b は、Y 方向の第 1 回転軸 O y を中心にして、それよりも先の部分がヨー方向に回転する第 1 自由度と、Z 方向の第 2 回転軸 O r を

50

中心にしてロール方向に回転する第2自由度と、第3回転軸O_gを中心として且つ基準軸Cに対して対称にして先端のエンドエフェクタ104を開閉する第3自由度とを有する合計3自由度の機構となっている。第2回転軸O_rと基準軸Cは一致している。作業部12bは、ワイヤ受動部400と、駆動機構部402と、エンドエフェクタ104とを有する。エンドエフェクタ104は前記のものと同構成である。

【0085】

ワイヤ受動部400は、ワイヤ受動部100における主軸部材128を主軸部材406に代えたものである。主軸部材406は、筒体140と、該筒体140のZ1方向に設けられた環状座面408と、該環状座面408の中心からZ1方向に延在する支持バー410とを有する。支持バー410は第2回転軸O_rの軸上に配置される。支持バー410の先端部には雄ねじが設けられている。

10

【0086】

駆動機構部402は、駆動ベース（ロール回転体）412と、固定ナット414と、歯車リング156とを有する。固定ナット414には、細い回転工具を挿入するための径方向の複数の細孔414aが設けられている。

【0087】

駆動ベース412は、支持バー410の基端部に回転自在に挿入される筒体416と、該筒体416からZ1方向に向かって突出しているグリッパベース418と、筒体416とグリッパベース418との間に設けられたY方向に連通する孔420と、筒体416のZ2方向の面に設けられたフェイスギア421とを有する。フェイスギア421は歯車体126の第1歯車134に噛合する。

20

【0088】

筒体416には支持バー410が挿入される孔416aが設けられている。筒体416には歯車リング156が摺動回転自在に外挿される。支持バー410の先端部は孔416aから孔420内に突出し、該孔420内において固定ナット414が螺着する。これにより、駆動ベース412は支持バー410を中心として回転自在に支持される。

【0089】

グリッパベース418は、前記のグリッパベース198に相当し、グリッパの開閉向きに応じた平行な上下一对の摺動面418aと、先端に設けられた回転中心となる孔418bとを有する。孔418bには固定ピン226が挿入され、該固定ピン226によって第1エンドエフェクタ体220及び第2エンドエフェクタ体222が軸支される。

30

【0090】

駆動ベース412は、フェイスギア421が第1歯車134に噛合していることから、ワイヤ56が循環動作して歯車体126が回転することにより、基準軸Cを中心として従動的にロール回転をする。駆動ベース412がロール回転をすることにより、第1エンドエフェクタ体220及び第2エンドエフェクタ体222もロール回転をする。

【0091】

このような作業部12bによれば、エンドエフェクタ104自体の動作とは独立的に該エンドエフェクタ104をヨー方向とロール方向に動かすことができる。また、作業部12bは作業部12aと同様に、エンドエフェクタ104の広い開閉動作範囲が得られる。

40

【0092】

次に、第3の実施形態に係るマニピュレータ10cについて、図16～図19Bを参照しながら説明する。マニピュレータ10cは前記のマニピュレータ10aと比較して操作指令部14及び連結部16は共通であり、作業部12aを作業部12cに代えた構成となっている。

【0093】

図16及び図17に示すように、作業部12cは、前記の作業部12aと同様にヨー方向、ピッチ方向及びグリッパ開閉の3自由度の機構となっている。このうち、グリッパ開閉動作がリンク機構によって行われる。作業部12cは、ワイヤ受動部100と、駆動機構部502と、エンドエフェクタ504とを有する。ワイヤ受動部100は前記のものと

50

同構成である。

【0094】

駆動機構部502は、駆動機構部102におけるエンドエフェクタ主軸部材170をエンドエフェクタ主軸部材506に代えたものである。エンドエフェクタ主軸部材506は、円柱体196と、該円柱体196の中心からZ1方向に延在するグリッパベース508と、係合片200とを有する。

【0095】

グリッパベース508は、グリッパベース198と比較してZ方向の距離が長尺に設定されており、グリッパの開閉向きに応じた平行な上下一対の摺動面508aと、Z方向に並列して設けられた第1孔508b及び第2孔508cとを有する。第1孔508bは第2孔508cよりもややZ2方向にずれた位置に設けられている。第2孔508cはグリッパベース508の先端に設けられた第1及び第2エンドエフェクタ体520及び522の回転中心となる孔である。

10

【0096】

エンドエフェクタ504は、第1エンドエフェクタ体520と、第2エンドエフェクタ体522と、カバー524と、固定ピン526a及び固定ピン(ピボット)526bとを有する。固定ピン526bは、は第3回転軸Ogの軸上に配置される。

【0097】

カバー524は、カバー224に相当し、短筒230と、該短筒230の上下両端からZ1方向に向かって突出している一対の耳片部532とを有する。該耳片部532は前記の耳片部232よりも長い。各耳片部532には、固定ピン526a及び526bが挿入され固定するための2対の孔532a及び532bが設けられている。

20

【0098】

第1エンドエフェクタ体520は、歯車体536と、作用部(第1エンドエフェクタ部材)538とを有する。歯車体536は、一対の耳片部532の間におけるY1方向に配置される部品であって、第5歯車540と、該第5歯車540の中心からY2方向に向かって突出する筒体542と、該筒体542のY2方向端部から径方向に突出する短い薄板状のレバーアーム543とを有する。歯車体536のレバーアーム543は第1エンドエフェクタ駆動部材として作用する。

【0099】

レバーアーム543のY1方向の面の先端部には断面円形の小突起543aが設けられている。歯車体536は、第5歯車540がY1方向となるように配置され、該第5歯車540はフェイスギア208のY1方向の頂部と噛合する。

30

【0100】

作用部538は、薄板形状のリンク部544と、該リンク部544から突出するアーム546と、該アーム546からさらに突出したグリッパ248とを有する。グリッパ248(及び253)は前記のものと同構成である。

【0101】

リンク部544には、固定ピン526bが挿入される孔544aと、小突起543aが摺動自在に挿入される長孔544bが長尺方向に並んで設けられている。孔544aは、リンク部544におけるアーム546との接続部の近傍に設けられ、長孔544bは孔544aの近傍からリンク部544の端部に向かって延在している。

40

【0102】

作用部538は、孔544aに固定ピン526bが挿入されることによって第3回転軸Ogを中心として揺動自在となり、且つ、リンク部544のY2方向の面とレバーアーム543のY1方向の面が当接して、長孔544bに小突起543aが挿入されることにより、歯車体536とともにリンク機構の第1接続部を構成する。リンク部544とレバーアーム543との積層厚さは、筒体542の厚さと略等しい。小突起543aは、リンク部544からほとんど突出しない高さ又はそれより低く設定されている。

【0103】

50

第2エンドエフェクタ体522は、歯車体550と、作用部（第2エンドエフェクタ部材）552とを有する。歯車体550は、一对の耳片部532の間におけるY2方向に配置される部品であって、第6歯車554を有する。歯車体550は、第6歯車554がY2方向となるように配置され、該第6歯車554はフェイスギア208のY2方向の頂部と噛合する。歯車体550は、歯車体536と同形状であり、第6歯車554は、第5歯車540に相当し、その他の部分については、同符号を付して詳細な説明を省略する。歯車体550のレバーアーム543は第2エンドエフェクタ駆動部材として作用する。

【0104】

作用部552は、作用部538と同様の形状であって、上下反転した向きに配置される。作用部552の各部については、作用部538と同符号を付して詳細な説明を省略する。第2エンドエフェクタ体522における長孔544bと小突起543aは歯車体550とともにリンク機構の第2接続部を構成する。

10

【0105】

作用部538及び作用部552は平面視で双方の孔544aの部分が一致し、該孔544aに固定ピン526bが挿入されることによって、基準軸Cを中心として対称に開閉する動作を行う。

【0106】

歯車体536と、グリッパベース508と、歯車体550は一对の耳片部532の間にほとんど隙間なく配置され、固定ピン226bが孔536a、孔198c及び孔536aに挿入され、軸支される。

20

【0107】

図18Aに示すように、作用部538について、歯車体536のレバーアーム543がX2方向に回動しているときには、作用部538のグリッパ248はX1方向に回動する。一方、作用部552について、歯車体550のレバーアーム543がX1方向に回動しているときには、作用部552のグリッパ253はX2方向に回動し、エンドエフェクタ504は開状態となる。なお、平面視で歯車体536が時計方向に回転し、歯車体550が反時計方向に回転し、それぞれの小突起534aが長孔544bのZ2方向端部に当接するときに、エンドエフェクタ504は最大開度となる。図18Aから明らかなように、最大開度におけるエンドエフェクタ504の開度は相当に広く、操作性が高い。

【0108】

30

図18Bに示すように、歯車体536及び550のそれぞれのレバーアーム543が略Z1方向に指向したときには、グリッパ248及び253はやや閉じ気味となる。このとき、小突起534aと長孔554bのZ1方向端面との間には遊びの隙間が確保されている。

【0109】

図18Cに示すように、作用部538について、歯車体536のレバーアーム543がX1方向に回動して、歯車体550のレバーアーム543がX2方向に回動しているときにはグリッパ248及び253がZ1方向を指向し、エンドエフェクタ504は閉状態となる。なお、それぞれのグリッパ248及び253の内側面248aが互いに当接するときには、小突起534aと長孔554bのZ2方向端面との間には遊びの隙間が確保されており、それぞれのグリッパ248を確実に閉じさせることができる。

40

【0110】

次に、作業部12cにおけるエンドエフェクタ504の開閉の駆動力について図19A及び図19Bを参照しながら説明する。ここで、固定ピン526bの中心をO1、固定ピン526bの中心をO2、小突起543aの中心をO3、グリッパ248の先端部をO4として以下のパラメータを定義する。

【0111】

L_A : O2 ~ O3 までの距離

L_B : O1 ~ O3 までの距離

L_C : O1 ~ O4 までの距離

50

L_D : O1 ~ O2 までの距離

b : O1、O2、O3

d : O1、O3、O2

f : O2、O1、O3

T_A : レバーアーム543の基端部に付与される、O2周りのトルク(図19A、図19B中、矢印方向を正とする)

T_B : リンク部544の基端部に付与される、O1周りのトルク(図19A、図19B中、矢印方向を正とする)

F_A : O2に生じる、レバーアーム543の長手方向に直交する方向の力(図19A、図19B中、矢印方向を正とする)

F_B : O3の基端部に生じる、リンク部544の長手方向に直交する方向の力(図19A、図19B中、矢印方向を正とする)

F_C : O4に生じる、グリッパ248の長手方向に直交する方向の力(図19A、図19B中、矢印方向を正とする)

【0112】

トルクと力との間には、以下の式(1)及び式(2)が成り立つ。

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

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

【0113】

また、幾何学的に、以下の式(3)が成り立つ。

$$F_A = F_B \sin(\theta_d - \theta_b / 2) \quad \dots \quad (3)$$

【0114】

式(1)乃至(3)から、以下の式(4)及び式(5)が導かれる。

$$F_C = F_A (L_B / L_C) (1 / \sin(\theta_d - \theta_b / 2)) \quad \dots \quad (4)$$

$$T_B = T_A (L_B / L_A) (1 / \sin(\theta_d - \theta_b / 2)) \quad \dots \quad (5)$$

【0115】

距離 L_B 、角度 θ_d は、距離 L_A 、距離 L_D 、角度 θ_b によって、以下の式(6)及び式(7)から求められる。

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

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

なお、角度 θ_f については、

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

から求めることができる。

【0116】

式(4)を参照し、距離 L_B が距離 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、距離 L_B は、角度 θ_b が最大の場合、即ち、グリッパ248が最大限閉じられた場合に最大となる。このため、少なくともグリッパ248及び253が最大限閉じられた場合に、距離 L_B が距離 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。

【0117】

また、式(5)を参照し、距離 L_B が距離 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、距離 L_B は、グリッパ248及び253が最大限閉じられた場合に最大となるため、少なくともグリッパ248及び253が最大限閉じられた場合に、距離 L_B が距離 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。

【0118】

さらに、式(4)及び式(5)を参照し、角度 θ_d が $\pi/2$ でない場合には、リンク角度による増力効果が生じることが理解される。グリッパ248及び253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、グリッパ248及び253が最大限閉じられた場合に、角度 θ_d が $\pi/2$ でないことが好ましい。特に、角度 θ_d が $\pi/2$ の近傍の

10

20

30

40

50

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、グリップ２４８及び２５３が最大限閉じられた場合に、角度 θ_d が $\pi/2$ にできるだけ近い事が望ましい。

【０１１９】

ここで、角度 θ_d が $\pi/2$ の近傍の角度のみならず、 $\pi/3$ （６０°）～ $2\pi/3$ （１２０°）であると、レバーアーム５４３先端で発生する力 F_A に対し、リンク部５４４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、本実施の形態では角度 θ_d を $\pi/3$ （６０°）～ $2\pi/3$ （１２０°）としている。

【０１２０】

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１９Ｂに示す時の状態は、最大限開いた場合にも、角度 θ_d は $\pi/3$ （６０°）～ $2\pi/3$ （１２０°）であり、剥離力も大きくなる様な構成としている。

【０１２１】

なお、図１９Ａ及び図１９Ｂでは、第１エンドエフェクタ体５２０を例にして説明をしたが、第２エンドエフェクタ体５２２については、第１エンドエフェクタ体５２０と対称構成であることから同様の増力効果が得られることは容易に理解されよう。

【０１２２】

次に、第４の実施形態に係るマニピュレータ１０ｄについて、図２０を参照しながら説明する。マニピュレータ１０ｄは前記のマニピュレータ１０ａと比較して操作指令部１４及び連結部１６は共通であり、作業部１２ａを作業部１２ｄに代えた構成となっている。

【０１２３】

図２０に示すように、作業部１２ｃは、前記の作業部１２ｂと同様にヨー方向、ロール方向及びグリップ開閉の３自由度の機構となっており、第２の実施例に係る作業部１２ｂのロール回転の機構と、第３の実施例に係る作業部１２ｃのトグル機構による増力効果とを併せ持つものである。作業部１２ｄは、ワイヤ受動部６００と、駆動機構部６０２と、エンドエフェクタ５０４とを有する。エンドエフェクタ５０４は前記のものと同構成である。

【０１２４】

ワイヤ受動部６００は、前記のワイヤ受動部４００に相当する部分であり、該ワイヤ受動部４００に対して補助歯車体６１４が加えられたものである。補助歯車体６１４は、歯車体１２６、主軸部材４０６及び歯車体１３０に対してＺ２方向にオフセットした位置に平行に配置されており、シャフト６０８によって回転自在に軸支されている。シャフト６０８は、各舌片部５８に設けられた孔６１０に挿入されている。

【０１２５】

補助歯車体６１４は、筒体６１６と、該筒体６１６の上部に同心状に設けられた補助歯車６１８とを有する。補助歯車６１８は筒体６１６よりも大径である。補助歯車体６１４は高さが略Ｈであって、一对の舌片部５８の間に回転自在に配置される。補助歯車６１８の厚さＤ１は高さＨと比較して十分に薄く、筒体６１６の高さ（つまり、 $H - D1$ ）は舌片部５８の間の高さＨのうち相当程度を占める。補助歯車６１８の上面には、シャフト６０８が挿入される孔の周辺に低い環状リブ６１８ａが設けられており、補助歯車６１８の上面が上側の舌片部５８に接触することが防止され摺動抵抗の低減を図っている。

【０１２６】

補助歯車６１８は第１歯車１３４と同じ厚さで、該第１歯車１３４と噛合するように設定されている。ワイヤ受動部６００では、ワイヤ５６が筒体６１６に巻き掛けられており、補助歯車６１８の回転が歯車体１２６に伝達される。第１歯車１３４は補助歯車１１８よりも歯数が多く、補助歯車１１８の回転が減速して（トルクが増大して）伝達することができる。もちろん、設計条件に応じて同速又は増速するように伝達してもよい。

【0127】

このようなワイヤ受動部600では、筒体616よりも前方でワイヤ52及びワイヤ56の巻数や主軸部材406や歯車体130の大きさ等は筒体616に対するワイヤ56の巻回に影響がなく、ワイヤ56を筒体616の多くの領域に巻き掛けることが可能となり、補助歯車体614の回転量を大きくすることができるため、歯車体126の回転量及び回転トルクを大きく設定できる。したがって、エンドエフェクタ604のロール動作の回転動作量を大きくし、且つ確実に動作させることができる。

【0128】

駆動機構部602は、駆動ベース622と、固定ナット414と、歯車リング156とを有する。駆動ベース622は、筒体416と、該筒体416からZ1方向に向かって突出しているグリッパベース628と、筒体416とグリッパベース628との間に設けられたY方向に連通する孔420とを有する。

10

【0129】

グリッパベース628は、前記のグリッパベース198に相当し、グリッパの開閉向きに応じた平行な上下一対の摺動面628aと、Z方向に並列して設けられた第1孔628b及び第2孔628cとを有する。第1孔628bは第2孔628cよりもややZ2方向にずれた位置に設けられている。第2孔628cはグリッパベース628の先端に設けられた回転中心となる孔である。

【0130】

グリッパベース628、第1孔628b及び第2孔628cは、前記のグリッパベース508、第1孔508b及び第2孔508cに相当し、第1孔628bと第2孔628cとの距離は、第1孔508bと第2孔508cとの距離（つまり、固定ピン526aと固定ピン526bとの距離）に等しい。

20

【0131】

このような作業部12dによれば、エンドエフェクタ504をヨー方向及びロール方向に動作させることができるとともに、グリッパ248の開閉の増力効果（図19A及び図19B参照）が得られる。

【0132】

上述したように、マニピュレータ10a～10d、作業部12a～12d、13a～13cによれば、エンドエフェクタ自体の開閉動作とは独立的に該エンドエフェクタをヨー方向、ピッチ方向又はロール方向に動かすことができる。

30

【0133】

また、作業部12a～12d、13a～13dは、作業部900（図21参照）と比較して、同じ3自由度の簡便構造であり、小型・軽量に構成可能であることから狭隘部の作業に好適に用いられる。また、簡便構造であることから廉価である。

【0134】

歯車リング156は、小径の筒形状であることから、作業部12a～12dが拡張することはない。さらに、歯車リング156を設けるスペースが必要であることから作業部12a～12dは軸方向にはやや長くなるが、該作業部12a～12dは連結シャフト48によって軸方向に延長した先に設けられる機構であることから、軸方向に長くなることに不都合はない。

40

【0135】

さらにまた、エンドエフェクタの開閉動作は、モータ42のみによる実質的な1自由度であることから、残余のモータ40及び44によってさらに2自由度の動作を任意の方向に配置することができ、ヨー方向及びピッチ方向（又はロール方向）の複合した向きにエンドエフェクタを指向させることができる。すなわち、操作内容に適した軸配置が可能となり、操作性が向上する。

【0136】

また、歯車リング156は基準軸Cを中心として回転する構成であって回転することに障害がないことから、多回転が可能であって、第1エンドエフェクタ駆動部材及び第2エ

50

ンドエフェクタ駆動部材の可動範囲を広く設定することができる。

【 0 1 3 7 】

なお、マニピュレータ 1 0 a ~ 1 0 d 及び作業部 1 2 a ~ 1 2 d は、医療用のものとして説明したが、使用用途はこれに限らず、例えば、エネルギー機器等の狹隘部補修の用途や、患者から離れた箇所から電気通信手段等を介して手技を行う遠隔操作機構に好適に適用可能であることはもちろんである。また、作業部 1 2 a ~ 1 2 d は、グリッパ 2 4 8 及び 2 5 3 の形状、構成を変えることにより鉗、ペンチ、ニッパ、エンドニッパ等を構成可能であることは容易に理解されよう。各実施例における平歯車とフェイスギアとの組み合わせは、相互に接触して回転の向きを変えて動力を伝達することのできるものであればよく、例えば、傘歯車対であってもよい。

10

【 0 1 3 8 】

本発明に係る作業機構及びマニピュレータは、上述の実施の形態に限らず、本発明の要旨を逸脱することなく、種々の構成を採り得ることはもちろんである。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 3 9 】

【図 1】本実施の形態に係るマニピュレータの斜視図である。

【図 2】第 1 の実施の形態に係る作業部（作業機構）の一部断面斜視図である。

【図 3】第 1 の実施の形態に係る作業部の分解斜視図である。

【図 4】第 1 の実施の形態に係る作業部の断面側面図である。

【図 5】第 1 の実施の形態に係る作業部の断面平面図である。

20

【図 6】ワイヤ固定機構の分解斜視図である。

【図 7】第 1 の実施形態に係るマニピュレータの駆動系統の基本構成図である。

【図 8】第 1 の実施の形態に係る作業部の第 1 変形例の斜視図である。

【図 9】第 1 の実施の形態に係る作業部の第 1 変形例の分解斜視図である。

【図 1 0】第 1 の実施の形態に係る作業部の第 2 変形例の斜視図である。

【図 1 1】図 1 0 の変形例で用いられるエンドエフェクタ主軸部材の斜視図である。

【図 1 2】第 1 の実施の形態に係る作業部の第 3 変形例の分解斜視図である。

【図 1 3】第 1 の実施の形態に係る作業部の第 3 変形例で、エンドエフェクタをワイヤ受動部から引き抜いた状態の側面図である。

【図 1 4】第 2 の実施の形態に係る作業部の一部断面斜視図である。

30

【図 1 5】第 2 の実施の形態に係る作業部の分解斜視図である。

【図 1 6】第 3 の実施の形態に係る作業部の一部断面斜視図である。

【図 1 7】第 3 の実施形態に係る作業部の分解斜視図である。

【図 1 8】図 1 8 A は、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平面図であり、図 1 8 B は、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平面図であり、図 1 8 C は、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平面図である。

【図 1 9】図 1 9 A は、第 3 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た状態で示す説明図であり、図 1 9 B は、第 3 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る前の状態で示す説明図である。

40

【図 2 0】第 4 の実施形態に係る作業部の分解斜視図である。

【図 2 1】作業部の一部分解斜視図である。

【符号の説明】

【 0 1 4 0 】

1 0 a ~ 1 0 d ... マニピュレータ

1 2、1 2 a ~ 1 2 d、1 3 a ~ 1 3 d ... 作業部

5 0 a ~ 5 0 c ... 駆動プーリ

5 2、5 4、5 6、5 7 ... ワイヤ

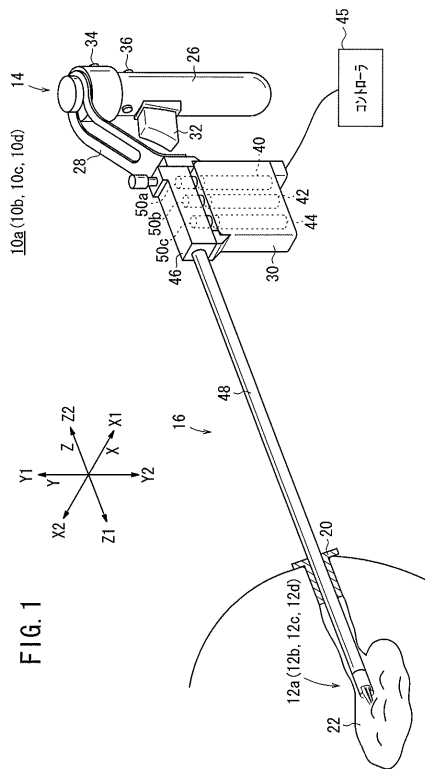
1 0 0、4 0 0、6 0 0 ... ワイヤ受動部

50

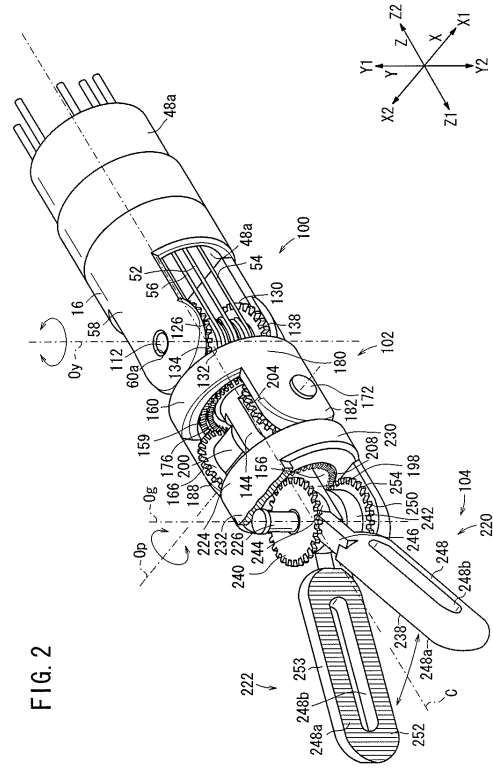
102、402、502、602...駆動機構部
 104、504、604...エンドエフェクタ
 126、130、166、168、236、250、536、550...歯車体
 116、132、136、140、202、416、542、616...筒体
 134、138、188、204、240、254、540、554...歯車
 128、406...主軸部材
 170、300、304、310、506...エンドエフェクタ主軸部材
 158、159、174、176、206、208...フェイスギア
 220、222、520、522...エンドエフェクタ体
 248、253...グリップ
 28、246...アーム(エンドエフェクタ駆動部材)

10

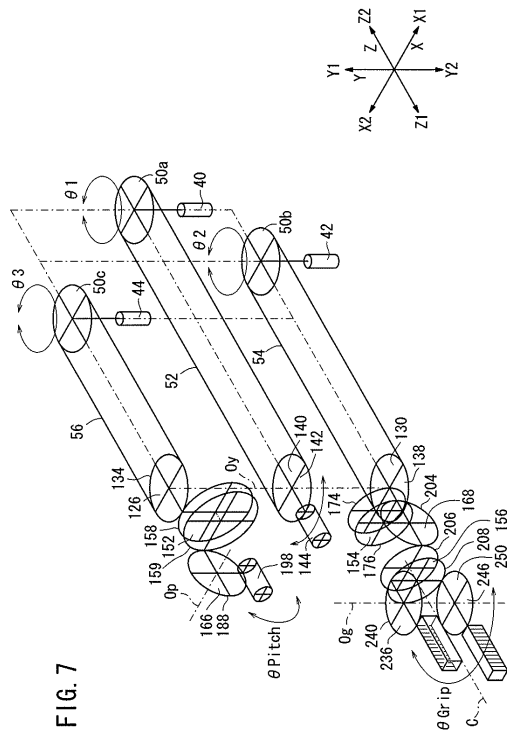
【図1】



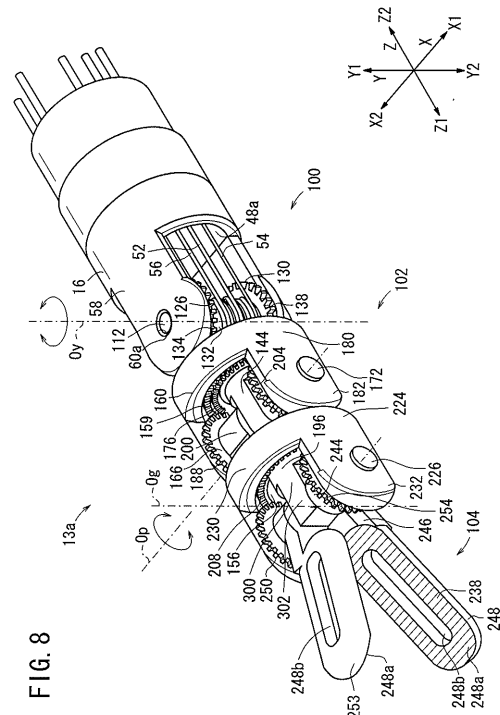
【図2】



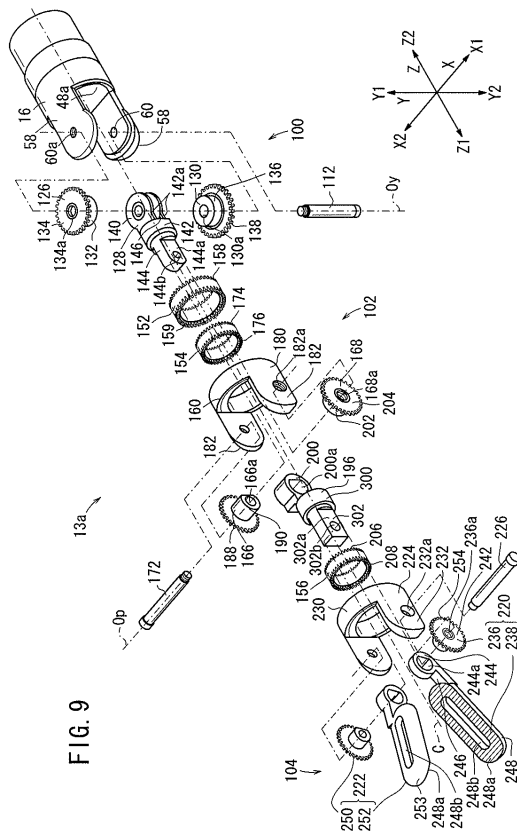
【図 7】



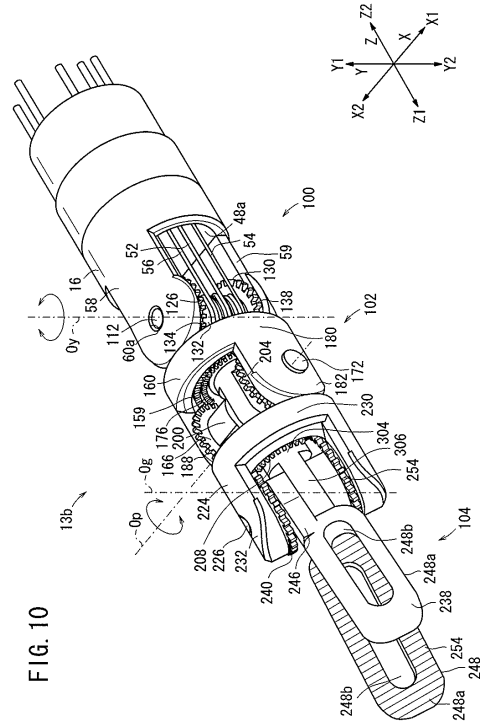
【図 8】



【図 9】

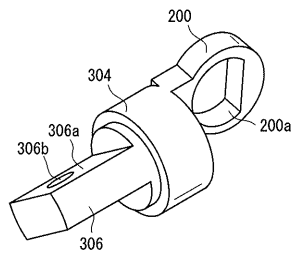


【図 10】

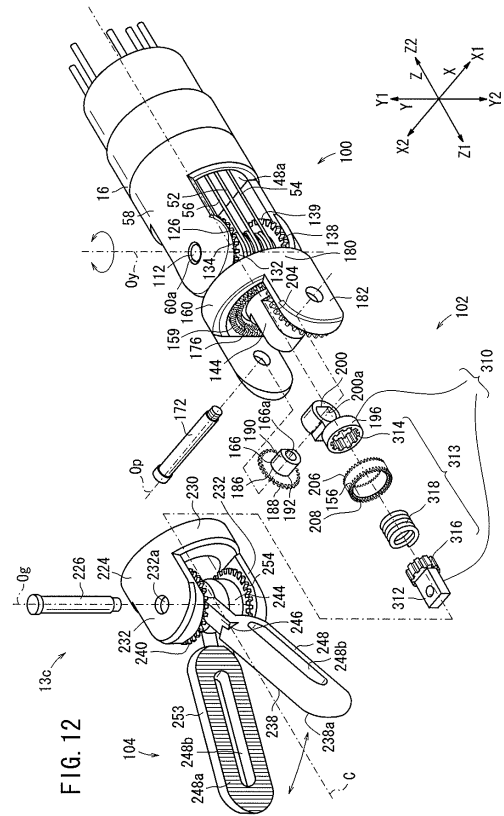


【図 1 1】

FIG. 11

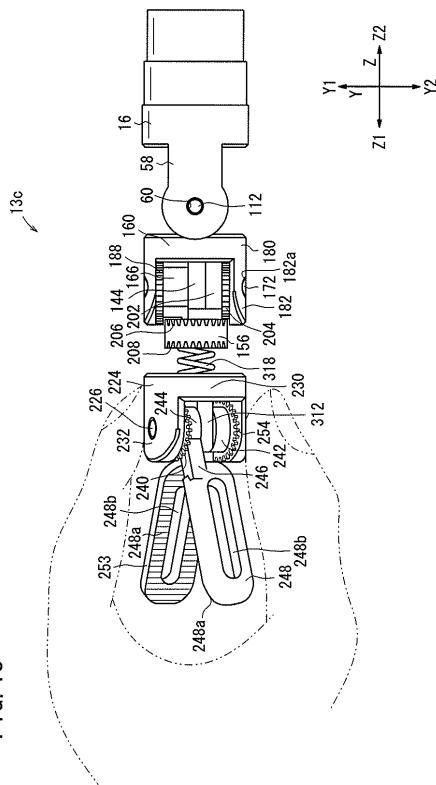


【図 1 2】

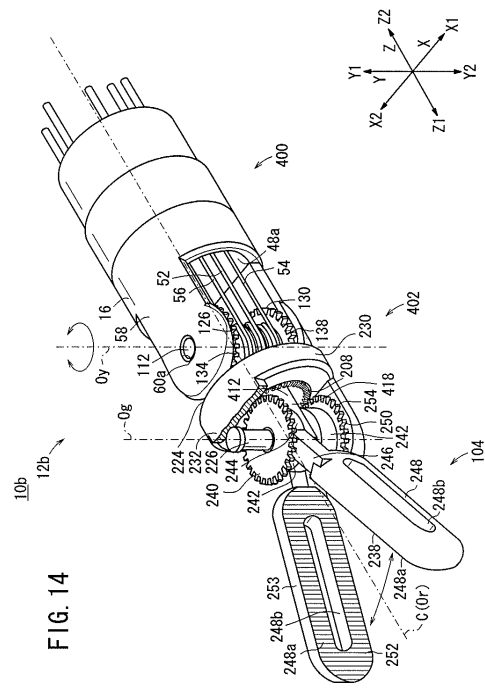


【図 1 3】

FIG. 13



【図 1 4】



【 図 1 6 】

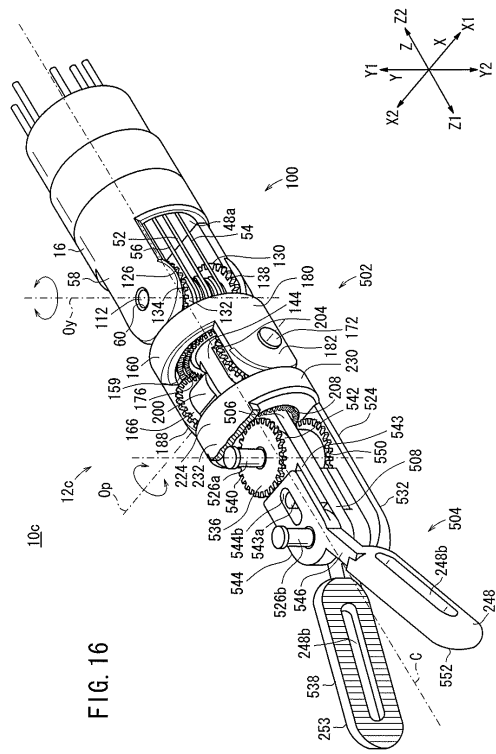


FIG. 16

【 図 1 8 】

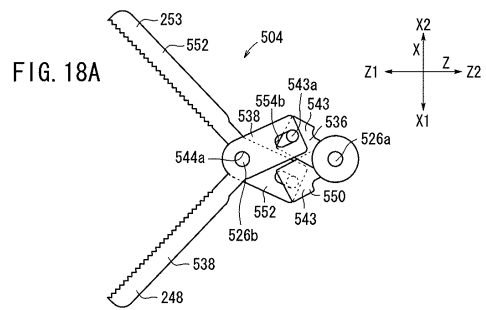


FIG. 18B

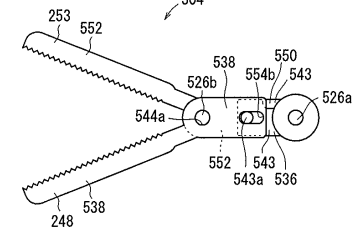
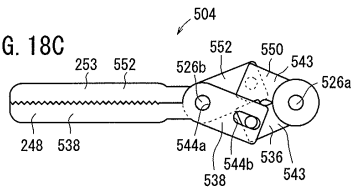


FIG. 18C



【 図 1 9 】

FIG. 19A

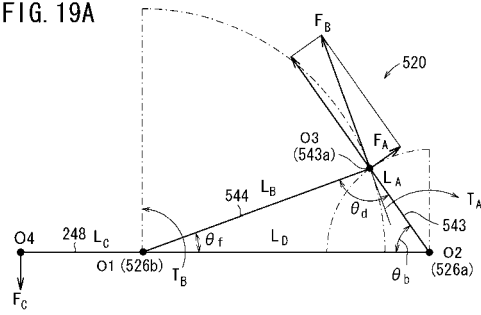
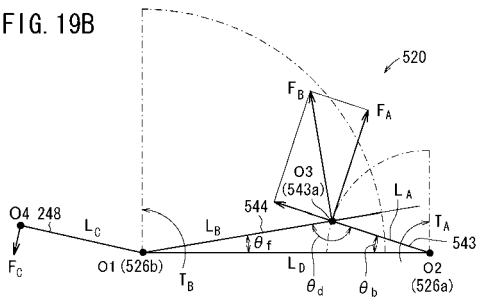
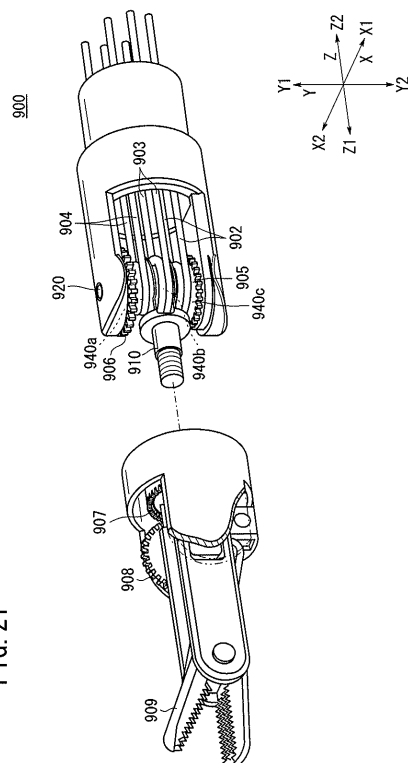


FIG. 19B



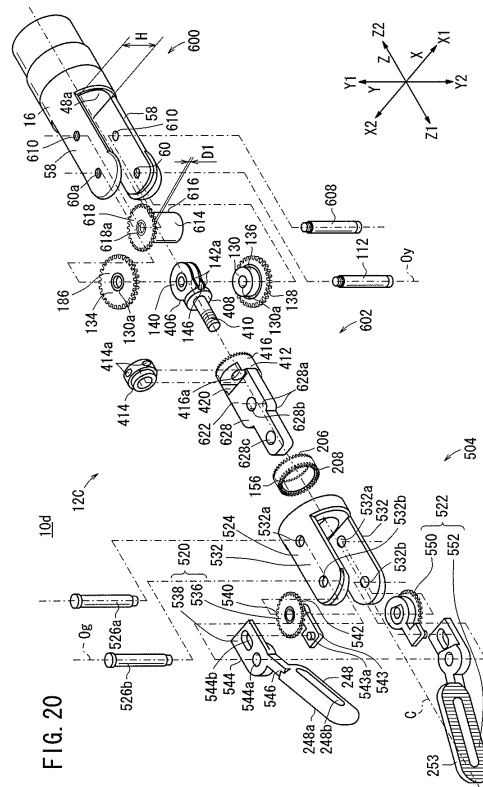
【 図 2 1 】

FIG. 21



【 図 2 0 】

FIG. 20



フロントページの続き

- (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
- (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 瀬戸 康平

- (56)参考文献 特開昭63-102886(JP,A)
特開2003-061969(JP,A)
特開昭57-178691(JP,A)
実開昭55-134183(JP,U)
特開2001-276091(JP,A)
特開2004-344180(JP,A)
特開2004-089482(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 17/00 - 19/12
B25J 1/00 - 21/02

要解决的问题：通过一个驱动机构驱动远端工作部件的一对末端执行器。 \dot{Z} SOLUTION：工作部分12具有：齿轮168，其在垂直于参考轴线C的方向上旋转；齿轮环156的近端侧端面与齿轮168接触，齿轮168的旋转方向改变，并以参考轴线C为中心旋转；第一末端执行器220与齿圈156的远端侧端面的上部接触，其旋转方向改变，并且以与基准轴线C正交的旋转轴Og为中心旋转；第二末端执行器222与远端侧端面的下部接触，其旋转方向改变，并且与旋转轴Og一起沿与第一末端执行器220相反的方向旋转。一个中心。第一末端执行器220和第二末端执行器222对称地打开和关闭。 \dot{Z}

