

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6116427号
(P6116427)

(45) 発行日 平成29年4月19日 (2017. 4. 19)

(24) 登録日 平成29年3月31日 (2017. 3. 31)

(51) Int. Cl.

F I

A 6 1 B 1/00 (2006.01)
G O 2 B 23/24 (2006.01)
B 2 5 J 3/00 (2006.01)
A 6 1 B 34/30 (2016.01)

A 6 1 B 1/00 3 1 0 H
 G O 2 B 23/24 A
 B 2 5 J 3/00
 A 6 1 B 34/30

請求項の数 14 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2013-155481 (P2013-155481)
 (22) 出願日 平成25年7月26日 (2013. 7. 26)
 (65) 公開番号 特開2015-24008 (P2015-24008A)
 (43) 公開日 平成27年2月5日 (2015. 2. 5)
 審査請求日 平成27年10月14日 (2015. 10. 14)

(73) 特許権者 000000376
 オリンパス株式会社
 東京都八王子市石川町2951番地
 (74) 代理人 100139103
 弁理士 小山 卓志
 (74) 代理人 100097777
 弁理士 荏澤 弘
 (74) 代理人 100157118
 弁理士 南 義明
 (74) 代理人 100139114
 弁理士 田中 貞嗣
 (72) 発明者 島山 直也
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
 リンパス株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マニピュレータ及びマニピュレータシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

操作者が操作する操作部と、
 前記操作部によって操作される可動部と、
 前記操作部と前記可動部を連結して、前記操作部の回転を前記可動部に伝達する伝達部と、
 前記操作部の操作に応じて前記伝達部に発生する動的な余剰部分を補償する伝達補償部と、
 前記操作部、前記可動部、及び前記伝達部のうち少なくとも一つの状態を取得する入力部と、
 前記入力部が取得した状態に応じて前記伝達補償部を制御する制御部と、
 を備え、
前記入力部は、前記操作部の操作状態を取得する操作状態取得部を有し、
前記制御部は、前記操作状態取得部が取得した前記操作部の操作状態に応じて前記伝達補償部を制御する
 ことを特徴とするマニピュレータ。

【請求項 2】

前記操作状態取得部は、前記操作部の切り替え方向を取得し、
 前記制御部は、前記操作状態取得部が取得した前記操作部の切り替え方向に応じて前記伝達補償部を制御する

請求項 1 に記載のマニピュレータ。

【請求項 3】

前記操作状態取得部は、前記操作部の切り替え時の速度又は加速度を取得し、

前記制御部は、前記操作状態取得部が取得した前記操作部の切り替え時の速度又は加速度に応じて前記伝達補償部を制御する

請求項 1 又は 2 に記載のマニピュレータ。

【請求項 4】

前記入力部は、前記可動部及び前記伝達部のうち少なくとも 1 つの状態を取得するシステム状態取得部を有し、

前記制御部は、前記システム状態取得部が取得した前記可動部及び前記伝達部のうち少なくとも 1 つの状態に応じて前記伝達補償部を制御する

請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 つに記載のマニピュレータ。

【請求項 5】

前記システム状態取得部は、前記可動部及び前記伝達部のうち少なくとも 1 つの姿勢を取得し、

前記制御部は、前記システム状態取得部が取得した前記可動部及び前記伝達部のうち少なくとも 1 つの姿勢に応じて前記伝達補償部を制御する

請求項 4 に記載のマニピュレータ。

【請求項 6】

前記可動部は、複数の湾曲コマを有し、

前記システム状態取得部は、前記複数の湾曲コマの湾曲角度をそれぞれ取得し、

前記制御部は、前記システム状態取得部が取得した前記複数の湾曲コマの湾曲角度に応じて前記伝達補償部を制御する

請求項 4 又は 5 に記載のマニピュレータ。

【請求項 7】

前記システム状態取得部は、前記複数の湾曲コマの湾曲方向をそれぞれ取得し、

前記制御部は、前記システム状態取得部が取得した前記複数の湾曲コマの湾曲方向に応じて前記伝達補償部を制御する

請求項 6 に記載のマニピュレータ。

【請求項 8】

前記入力部は、前記可動部及び前記伝達部の特性を取得する特性取得部を有し、

前記制御部は、前記特性取得部が取得した前記可動部及び前記伝達部の特性に応じて前記伝達補償部を制御する

請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 つに記載のマニピュレータ。

【請求項 9】

前記特性取得部は、前記可動部及び前記伝達部の形状及び材料のうち少なくとも一つを取得する

請求項 8 に記載のマニピュレータ。

【請求項 10】

前記可動部及び前記伝達部に着脱可能な処置部を備え、

前記特性取得部は、前記処置部の有無を取得し、

前記制御部は、前記特性取得部が取得した前記処置部の有無に応じて前記伝達補償部を制御する

請求項 8 又は 9 に記載のマニピュレータ。

【請求項 11】

前記特性取得部は、前記処置部の種類を取得し、

前記制御部は、前記特性取得部が取得した前記処置部の種類に応じて前記伝達補償部を制御する

請求項 10 に記載のマニピュレータ。

【請求項 12】

前記伝達補償部は、前記操作部の操作をアシストする駆動部材を有する
請求項 1 乃至 1 1 のいずれか 1 つに記載のマニピュレータ。

【請求項 1 3】

前記制御部は、
前記伝達補償部が制御される補償モードと、
前記駆動部材が前記操作部の操作をアシストするアシストモードと、
前記操作部のみで前記可動部を操作する手動モードと、
が切り替え可能である
請求項 1 2 に記載のマニピュレータ。

【請求項 1 4】

請求項 1 乃至請求項 1 3 のいずれか 1 項に記載のマニピュレータと、
前記マニピュレータにより取得された画像を表示する表示部と、
を備え、
前記マニピュレータは、観察光学系、撮像素子及び照明光学系を有する内視鏡を含み、
前記制御部は、前記内視鏡により取得された画像を前記表示部に表示する
ことを特徴とするマニピュレータシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、操作部と可動部が機械的に接続されたマニピュレータ及びマニピュレータシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、中空のシャフト内に挿通されたワイヤの一端を駆動プーリに巻き掛け、他端を従動プーリに巻き掛けて、動力を伝達するマニピュレータが開示されている（特許文献 1）。

【0003】

特許文献 1 に記載されたマニピュレータは、駆動プーリと従動プーリとの間に巻き掛けられたワイヤが十分な張力で巻き掛けられていない場合には、確実な動力伝達ができないので、ワイヤの張力を調整して、迅速且つ高精度に動力伝達を行うものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2009 - 201607 号公報

【特許文献 2】米国特許第 6565554 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

図 2 2 は、従来のマニピュレータの一例の模式図である。

【0006】

図 2 2 (a) に示すように、中立状態のマニピュレータ 1 1 0 の操作側プーリ 1 2 2 と作動側プーリ 1 3 2 との間に巻き掛けられたワイヤ 1 4 0 には、小さな弛み 1 0 0 が存在することがある。特許文献 1 に記載のマニピュレータは、ワイヤの張力を調整することで、このようなワイヤの弛みをあらかじめ除去するものである。

【0007】

これに対して、例えば、図示しない操作者が図 2 2 (a) の中立状態からハンドル 1 2 1 を矢印 A 1 方向に回転させた場合、ハンドル 1 2 1 及び操作側プーリ 1 2 2 の矢印 A 1 方向の回転に対すると、ワイヤ 1 4 1 に発生する伸びやワイヤ 1 4 0 とワイヤ 1 4 0 を収納するガイド部材との接触による摩擦が発生し、図 2 4 (b) に示すように、動的な弛み

10

20

30

40

50

１０１が発生する。

【０００８】

その後、図２２（ｂ）から図２２（ｃ）に示すように、ハンドル１２１を矢印Ａ２方向に反転させた場合、図２２（ｂ）に示したワイヤ１４０の動的な弛み１０１が除去するまで、作動側プーリ１３２に引張力は伝達されず、図２２（ｃ）に示すように、可動部材１３１は、ハンドル１２１を操作しても作動しないおそれがある。

【０００９】

特許文献１に記載されているマニピュレータは、このような動的な弛みに対応していない。このような動的な弛みは、特許文献１に記載されているマニピュレータのようにあらかじめワイヤの弛みを除去したとしても、多少存在するものである。また、仮に動的な弛みが発生しないように強い張力であらかじめワイヤの弛みを除去した場合であってもワイヤ１４０とワイヤガイド部材との摩擦によって動的な弛みは発生する可能性がある上、ワイヤにかかる力が強すぎてワイヤが破断するおそれがある。

【００１０】

また、特許文献２に記載されているマニピュレータは、摩擦補償信号によって決定された負荷をアクチュエータに付加して補償することによって、操作性を向上させている。しかしながら、特許文献２に記載されているマニピュレータは、一定値で補償しているため、マニピュレータの状態又は特性の変動に応じた制御をすることができない。

【００１１】

本発明は上記課題に着目してなされたものであり、動的な余剰部分を迅速に除去し、操作部の操作に対して、可動部が迅速に作動するマニピュレータ及びマニピュレータシステムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【００１２】

本発明の一実施態様に係るマニピュレータは、操作者が操作する操作部と、前記操作部によって操作される可動部と、前記操作部と前記可動部を連結して、前記操作部の回転を前記可動部に伝達する伝達部と、前記操作部の操作に応じて前記伝達部に発生する動的な余剰部分を補償する伝達補償部と、前記操作部、前記可動部、及び前記伝達部のうち少なくとも一つの状態を取得する入力部と、前記入力部が取得した状態に応じて前記伝達補償部を制御する制御部と、を備えることを特徴とする。

【００１３】

本発明の一実施態様に係るマニピュレータでは、前記入力部は、前記操作部の操作状態を取得する操作状態取得部を有し、前記制御部は、前記操作状態取得部が取得した前記操作部の操作状態に応じて前記伝達補償部を制御する。

【００１４】

本発明の一実施態様に係るマニピュレータでは、前記操作状態取得部は、前記操作部の切り替え方向を取得し、前記制御部は、前記操作状態取得部が取得した前記操作部の切り替え方向に応じて前記伝達補償部を制御する。

【００１５】

本発明の一実施態様に係るマニピュレータでは、前記操作状態取得部は、前記操作部の切り替え時の速度又は加速度を取得し、前記制御部は、前記操作状態取得部が取得した前記操作部の切り替え時の速度又は加速度に応じて前記伝達補償部を制御する。

【００１６】

本発明の一実施態様に係るマニピュレータでは、前記入力部は、前記可動部及び前記伝達部のうち少なくとも一つの状態を取得するシステム状態取得部を有し、前記制御部は、前記システム状態取得部が取得した前記可動部及び前記伝達部のうち少なくとも一つの状態に応じて前記伝達補償部を制御する。

【００１７】

本発明の一実施態様に係るマニピュレータでは、前記システム状態取得部は、前記可動部及び前記伝達部のうち少なくとも一つの姿勢を取得し、前記制御部は、前記システム状

10

20

30

40

50

態取得部が取得した前記可動部及び前記伝達部のうち少なくとも１つの姿勢に応じて前記伝達補償部を制御する。

【００１８】

本発明の一実施態様に係るマニピュレータでは、前記可動部は、複数の湾曲コマを有し、前記システム状態取得部は、前記複数の湾曲コマの湾曲角度をそれぞれ取得し、前記制御部は、前記システム状態取得部が取得した前記複数の湾曲コマの湾曲角度に応じて前記伝達補償部を制御する。

【００１９】

本発明の一実施態様に係るマニピュレータでは、前記システム状態取得部は、前記複数の湾曲コマの湾曲方向をそれぞれ取得し、前記制御部は、前記システム状態取得部が取得した前記複数の湾曲コマの湾曲方向に応じて前記伝達補償部を制御する。

10

【００２０】

本発明の一実施態様に係るマニピュレータでは、前記入力部は、前記可動部及び前記伝達部の特性を取得する特性取得部を有し、前記制御部は、前記特性取得部が取得した前記可動部及び前記伝達部の特性に応じて前記伝達補償部を制御する。

【００２１】

本発明の一実施態様に係るマニピュレータでは、前記特性取得部は、前記可動部及び前記伝達部の形状及び材料のうち少なくとも一つを取得する。

【００２２】

本発明の一実施態様に係るマニピュレータでは、前記可動部及び前記伝達部に着脱可能な処置部を備え、前記特性取得部は、前記処置部の有無を取得し、前記制御部は、前記特性取得部が取得した前記処置部の有無に応じて前記伝達補償部を制御する。

20

【００２３】

本発明の一実施態様に係るマニピュレータでは、前記特性取得部は、前記処置部の種類を取得し、前記制御部は、前記特性取得部が取得した前記処置部の種類に応じて前記伝達補償部を制御する。

【００２４】

本発明の一実施態様に係るマニピュレータでは、前記伝達補償部は、前記操作部の操作をアシストする駆動部材を有する。

【００２５】

本発明の一実施態様に係るマニピュレータでは、前記制御部は、前記伝達補償部が制御される補償モードと、前記駆動部材が前記操作部の操作をアシストするアシストモードと、前記操作部のみで前記可動部を操作する手動モードと、が切り替え可能である。

30

【００２６】

本発明の一実施態様に係るマニピュレータシステムは、前記マニピュレータと、前記マニピュレータにより取得された画像を表示する表示部と、を備え、前記マニピュレータは、観察光学系、撮像素子及び照明光学系を有する内視鏡を含み、前記制御部は、前記内視鏡により取得された画像を前記表示部に表示することを特徴とする。

【発明の効果】

【００２７】

この態様に係るマニピュレータ及びマニピュレータシステムによれば、動的な余剰部分を除去し、操作部の操作に対して、可動部が迅速に作動することが可能となる。

40

【図面の簡単な説明】

【００２８】

【図１】本実施形態のマニピュレータの一例を示す図である。

【図２】第１実施形態のマニピュレータの模式図である。

【図３】第１実施形態のマニピュレータのブロック図である。

【図４】第１実施形態のマニピュレータの制御フローチャート図である。

【図５】第１実施形態のマニピュレータの模式的な作動図である。

【図６】第１実施形態のマニピュレータの模式的な作動図である。

50

【図 7】第 1 実施形態のマニピュレータの模式的な作動図である。

【図 8】第 2 実施形態のマニピュレータの模式図である。

【図 9】第 2 実施形態のマニピュレータのブロック図である。

【図 10】第 2 実施形態のマニピュレータの制御フローチャート図である。

【図 11】第 2 実施形態のマニピュレータの模式的な作動図である。

【図 12】ハンドルの角度に対する可動部の左右方向の先端角度を示す。

【図 13】ハンドル角度に対する不感帯量を示す。

【図 14】他の例のマニピュレータの先端部分を示す。

【図 15】ハンドルの角度と可動部を上下方向に湾曲させた状態での左右方向の先端角度に対する不感帯量を示す。

10

【図 16】人間の大腸の概略を示す。

【図 17】マニピュレータを大腸に挿入した際の伝達部の姿勢を示す。

【図 18】処置具の概略を示す。

【図 19】処置部を設置した可動部及び伝達部の概略を示す。

【図 20】本実施形態のマニピュレータを適用した手術支援システムを示す。

【図 21】本実施形態のマニピュレータを適用した手術支援システムのシステム構成図を示す。

【図 22】従来のマニピュレータの模式的な作動図である。

【発明を実施するための形態】

【0029】

20

以下、一実施形態について説明する。

【0030】

図 1 は、本実施形態のマニピュレータ 1 の一例を示す図である。

【0031】

図 1 に示すように、本実施形態のマニピュレータ 1 は、操作部 2 と、可動部 3 と、伝達部 4 と、処置部 5 と、を備える。操作部 2 と可動部 3 は、伝達部 4 によって機械的に接続される。操作者が操作部 2 を操作すると、操作力が伝達部 4 を介して可動部 3 に伝達され、可動部 3 が可動する。

【0032】

操作部 2 は、ハンドル 21 からなる。本実施形態では、模式的にハンドル 21 を棒状の部材で表しているが、多関節状のアームや、可動部 3 に設けられる処置部 5 等を操作するために適した形状、例えばハサミの持ち手のような形状でもよい。

30

【0033】

可動部 3 は、湾曲コマ 31 と、先端硬質部 32 と、を有する。可動部 3 は、略リング状の複数の湾曲コマ 31 が軸方向に沿って並設され、先端に先端硬質部 32 が設置されている。隣接する湾曲コマ 31 は、互いに対して回転することが可能とされている。また、先端硬質部 32 と隣接する湾曲コマ 31 も回転することができるようになっている。先端硬質部 32 には、処置部 5 が適宜配設されるようになっている。

【0034】

伝達部 4 は、操作側プーリ 41 と、伝達ワイヤ 43 と、軟性部 44 と、遷移部 45 と、を有する。

40

【0035】

操作側プーリ 41 は、操作部 2 のハンドル 21 に接続され、ハンドル 21 の操作に基づいて回転する。伝達ワイヤ 43 は、第 1 伝達ワイヤ 43a 及び第 2 伝達ワイヤ 43b を有し、それぞれ先端が先端硬質部 32 にそれぞれ固定され、他端がハンドル 21 に固定され、ハンドル 21 の操作に基づいて先端硬質部 32 を移動させることで、可動部 3 を可動させる。軟性部 44 は、伝達ワイヤ 43 の少なくとも一部を覆い、湾曲可能な軟性の筒状の部材からなる。遷移部 45 は、軟性部 44 の可動部 3 側に設けられる。遷移部 45 は、可動部 3 の複数の湾曲コマ 31 のうち一端の湾曲コマ 31 が回転可能に取り付けられる。なお、伝達部 4 は、可動部側にプーリを用いても良い。

50

【0036】

処置部5は、内視鏡51と、処置具52と、を有する。内視鏡51は、観察光学系51a及び照明光学系1b等を含む。内視鏡51及び処置具52は、可動部3及び伝達部4の一部を通り、操作部2によって操作される。

【0037】

このような構造によって、本実施形態のマニピュレータ1は、以下のように作動する。まず、操作者が操作部2のハンドル21を操作すると、操作側プーリ41が回転し、操作側プーリ41に一部巻き掛けられた伝達ワイヤ43が牽引され、先端硬質部32の一方を引っ張り、他方をゆるめる。そして、先端硬質部32が引っ張られることで、湾曲コマ31が回転し、可動部3が湾曲する。

10

【0038】

図2は、第1実施形態のマニピュレータ1の模式図である。

【0039】

第1実施形態のマニピュレータ1は、操作部2と、可動部3と、伝達部4と、伝達補償部6と、入力部8と、を備える。可動部3及び伝達部4は、図1において説明したものと同様の構成でよい。

【0040】

図2に示すマニピュレータ1の操作部2は、ハンドル21と、第1クラッチ22と、を有する。また、マニピュレータ1の伝達補償部6は、補償モータ61と、第2クラッチ67と、を有する。さらに、入力部8は、第1エンコーダ81と、第2エンコーダ82と、

20

【0041】

ハンドル21は操作部材を構成し、第1クラッチ22は操作側断接部材を構成する。また、補償モータ61は駆動部材を構成し、第2クラッチ67は駆動側断接部材を構成する。さらに、第1エンコーダ81は操作状態取得部を構成し、第2エンコーダ82は駆動状態取得部を構成する。

【0042】

なお、駆動部材は、モータに限らず、駆動力を出力するアクチュエータであればよい。また、操作状態取得部は、エンコーダに限らず、操作部2の回転状態が取得できるものであればよい。例えば、ポテンショメータなどの角度センサや、タコジェネレータなどの角速度センサでもよい。さらに、操作側プーリ41の回転角度を取得できるものでもよい。同様に、駆動状態取得部は、エンコーダに限らず、補償モータ61の回転状態が取得できるものであればよい。例えば、ポテンショメータなどの角度センサや、タコジェネレータなどの角速度センサでもよい。

30

【0043】

第1実施形態では、ハンドル21は、模式的に棒状の部材で表しているが、多関節状のアームや、可動部3に設けられる処置具等を操作するために適した形状、例えばハサミの持ち手のような形状でもよい。第1クラッチ22は、ハンドル21と操作側プーリ41の間に設置され、ハンドル21から操作側プーリ41に伝わる力を断接する部材である。

【0044】

補償モータ61は、操作側プーリ41を回転させて動的な弛み101を除去する。また、ハンドル21の回転をアシストするために操作側プーリ41を回転させることも可能である。第2クラッチ67は、補償モータ61と操作側プーリ41の間に設置され、補償モータ61から操作側プーリ41に伝わる力を断接する部材である。また、操作部2に補償モータ61とは別のアクチュエータを設置してアシストする構成としてもよい。

40

【0045】

第1エンコーダ81は、ハンドル21の回転角度及び回転方向を取得して、信号に変換し、後述する制御部に信号を入力する。第2エンコーダ82は、補償モータ61の回転角度及び回転方向を取得して、信号に変換し、後述する制御部に信号を入力する。第1エンコーダ81及び第2エンコーダ82は、一方の回転の場合、正の値の信号を出力し、逆の

50

回転の場合、負の値の信号を出力する。

【 0 0 4 6 】

図 3 は、第 1 実施形態のマニピュレータ 1 のブロック図である。

【 0 0 4 7 】

第 1 実施形態のマニピュレータ 1 は、入力部 8 から入力された信号によって、制御部 9 1 が、操作部 2 の第 1 クラッチ 2 2、並びに伝達補償部 6 の補償モータ 6 1 及び第 2 クラッチ 6 7 を制御する。

【 0 0 4 8 】

入力部 8 は、図 2 に示したハンドル 2 1 の回転角度及び回転方向を検出可能な第 1 エンコーダ 8 1 と、補償モータ 6 1 の回転角度及び回転方向を検出可能な第 2 エンコーダ 8 2 と、可動部 3、伝達部 4、及び処置部 5 等の状態を検出可能なシステム状態取得部 8 3 と、可動部 3、伝達部 4、及び処置部 5 等で使用されている部材の寸法、材料特性等の情報を取得する特性取得部 8 4 と、を有する。

【 0 0 4 9 】

例えば、システム状態取得部 8 3 は、図 1 に示した湾曲コマ 3 1 の角度、操作側プーリ 4 1 の回転角度、もしくは伝達ワイヤ 4 3 の張力等を取得できるものでよい。また、特性取得部 8 4 は、型番等を選択するボタン等によって入力されることが好ましい。例えば、操作者が型番のボタンを押すと、選択する型番ごとにあらかじめ記憶されているマニピュレータ 1 の各部のパラメータが制御部 9 1 に入力される。

【 0 0 5 0 】

次に、第 1 実施形態のマニピュレータ 1 の制御方法について説明する。

【 0 0 5 1 】

図 4 は、第 1 実施形態のマニピュレータ 1 の制御フローチャート図である。図 5 ~ 図 7 は、第 1 実施形態のマニピュレータ 1 の模式的な作動図である。

【 0 0 5 2 】

まず、ステップ 1 で、制御部 9 1 は、ハンドル 2 1 の操作があったか否かを判断する (S T 1)。操作部 2 のハンドル 2 1 の操作があったか否かは、第 1 エンコーダ 8 1 からの入力により判断する。

【 0 0 5 3 】

例えば、図示しない操作者が図 2 に示した中立状態からハンドル 2 1 を矢印 A 1 方向に回転させて、図 5 に示す状態とした場合、ハンドル 2 1 及び操作側プーリ 4 1 の矢印 A 1 方向の回転に対して、機械的な動作をする上での摩擦等が発生するため、図 5 に示すように、動的な弛み 1 0 1 が発生する。

【 0 0 5 4 】

ステップ 1 において、ハンドル 2 1 の操作がなかった場合、ステップ 1 に戻る。ステップ 1 において、ハンドル 2 1 の操作があった場合、ステップ 2 で、制御部 9 1 は、ハンドル 2 1 の切り返しがあったか否かを判断する (S T 2)。ハンドル 2 1 の切り返しがあったか否かは、第 1 エンコーダ 8 1 からの入力の符号により判断する。

【 0 0 5 5 】

ステップ 2 において、ハンドル 2 1 の切り返しがなかった場合、ステップ 2 に戻る。ステップ 2 において、ハンドル 2 1 の切り返しがあった場合、ステップ 3 で、制御部 9 1 は、第 1 クラッチ 2 2 を切断し、第 2 クラッチ 6 7 を接続する (S T 3)。

【 0 0 5 6 】

例えば、図 5 から図 7 に示すように、ハンドル 2 1 を矢印 A 2 方向に反転させた場合、第 1 エンコーダ 8 1 がハンドル 2 1 の反転を検出する。第 1 エンコーダ 8 1 がハンドル 2 1 の反転を検出すると、図 6 に示すように操作部 2 の第 1 クラッチ 2 2 を切断すると共に、伝達補償部 6 の第 2 クラッチ 6 7 を接続する。図 5 から図 7 の図中の矢印は、クラッチの動作を模式的に表現したものである。

【 0 0 5 7 】

次に、ステップ 4 で、制御部 9 1 は、マニピュレータ 1 の状態及び特性を取得し、補償

10

20

30

40

50

モータ 6 1 の駆動量を演算する (S T 4)。

【 0 0 5 8 】

マニピュレータ 1 の状態とは、例えば図 5 及び図 6 に示した状態での操作部 2、可動部 3、伝達部 4、処置部 5、補償部 6 の角度、角速度、変位、張力等である。したがって、図 3 に示した第 1 エンコーダ 8 1、第 2 エンコーダ 8 2 及びシステム状態取得部 8 3 からマニピュレータ 1 の状態を取得する。また、マニピュレータ 1 の特性は、図 3 に示した特性取得部 8 4 から取得する。

【 0 0 5 9 】

そして、入力部 8 からそれぞれ取得した入力値から制御部 9 1 が補償モータ 6 1 の駆動量を演算する。本実施形態では、演算式として以下の式 (1) を用いる。

$$u = f(\theta_{in}) \cdot \text{sgn}(\theta'_{in}) \quad (1)$$

ただし、 u は、伝達補償部の補償量、

θ_{in} はハンドル角度、

θ'_{in} はハンドル角度より微分演算して得られたハンドル角速度、

$f(\theta_{in})$ は、ハンドル角度に対する伝達補償部の補償量を示す関数、

$\text{sgn}(\theta'_{in})$ は、ハンドルの切り替えに応じた符号、

である。

【 0 0 6 0 】

次に、ステップ 5 で、制御部 9 1 は、補償モータ 6 1 を駆動させる (S T 5)。補償モータ 6 1 が駆動すると、図 5 に示した第 1 伝達ワイヤ 4 3 a の動的な弛み 1 0 1 は迅速に除去される。なお、図 6 に示した状態では、補償モータ 6 1 によって操作側プーリ 4 1 を回転させても第 1 クラッチ 2 2 が切断されているので、ハンドル 2 1 には補償モータ 6 1 の駆動力は伝達されない。

【 0 0 6 1 】

次に、ステップ 6 で、制御部 9 1 は、動的な弛み 1 0 1 が除去されたか否かを判断する (S T 6)。動的な弛み 1 0 1 が除去されたか否かの判断は、第 1 エンコーダ 8 1、第 2 エンコーダ 8 2 及びシステム状態取得部 8 3 から取得する。例えば、モータに接続された第 2 エンコーダが、伝達補償部の補償量に到達しているか否かなどにより判断する

【 0 0 6 2 】

ステップ 6 において、動的な弛み 1 0 1 が除去されていない場合、ステップ 6 に戻る。ステップ 6 において、動的な弛み 1 0 1 が除去された場合、ステップ 7 で、補償モータ 6 1 を停止し、第 2 クラッチを切断し、第 1 クラッチを接続する (S T 7)。

【 0 0 6 3 】

動的な弛み 1 0 1 が除去されると、図 7 に示すように、第 1 クラッチ 2 2 が接続され、ハンドル 2 1 の回転による伝達ワイヤ 4 3 の引張力により、可動部 3 が矢印 B 2 方向に回転する。

【 0 0 6 4 】

このように、第 1 実施形態のマニピュレータ 1 によれば、伝達ワイヤ 4 3 の動的な弛み 1 0 1 を迅速に除去し、ハンドル 2 1 の回転に対して可動部 3 を迅速に回転させることが可能となる。

【 0 0 6 5 】

次に、第 2 実施形態のマニピュレータ 1 について説明する。

【 0 0 6 6 】

図 8 は、第 2 実施形態のマニピュレータ 1 の模式図である。

【 0 0 6 7 】

第 2 実施形態のマニピュレータ 1 は、操作部 2 と、可動部 3 と、伝達部 4 と、伝達補償部 6 と、入力部 8 と、を備える。操作部 2、可動部 3、伝達部 4、入力部 8 は、第 1 実施形態において説明したものと同様の構成でよい。

【 0 0 6 8 】

伝達補償部 6 は、補償モータ 6 1 と、移動部材 6 2 と、押圧部材 6 3 と、を有する。補

10

20

30

40

50

償モータ 6 1 は、押圧部材 6 3 を移動させる。押圧部材 6 3 は、移動部材 6 2 に支持され、移動部材 6 2 と共に回転し、伝達部 4 の伝達ワイヤ 4 3 を押圧する。

【 0 0 6 9 】

図 9 は、第 2 実施形態のマニピュレータ 1 のブロック図である。

【 0 0 7 0 】

第 2 実施形態のマニピュレータ 1 は、入力部 8 から入力された信号によって、制御部 9 1 が、伝達補償部 6 の補償モータ 6 1 を制御する。

【 0 0 7 1 】

入力部 8 は、図 8 に示したハンドル 2 1 の回転角度及び回転方向を検出可能な第 1 エンコーダ 8 1 と、補償モータ 6 1 の回転角度及び回転方向を検出可能な第 2 エンコーダ 8 2 と、可動部 3、伝達部 4、及び処置部 5 等の状態を検出可能なシステム状態取得部 8 3 と、可動部 3、伝達部 4、及び処置部 5 等で使用されている部材の寸法、材料特性等の情報を取得する特性取得部 8 4 と、を有する。

【 0 0 7 2 】

例えば、システム状態取得部 8 3 は、図 1 に示した湾曲コマ 3 1 の角度、操作側プーリ 4 1 の回転角度、もしくは伝達ワイヤ 4 3 の張力等を取得できるものでよい。また、特性取得部 8 4 は、型番等を選択するボタン等によって入力されることが好ましい。例えば、操作者が型番のボタンを押すと、選択する型番ごとにあらかじめ記憶されているマニピュレータ 1 の各部のパラメータが制御部 9 1 に入力される。

【 0 0 7 3 】

次に、第 2 実施形態のマニピュレータ 1 の制御方法について説明する。

【 0 0 7 4 】

図 1 0 は、第 2 実施形態のマニピュレータ 1 の制御フローチャート図である。図 1 1 は、第 2 実施形態のマニピュレータ 1 の模式的な作動図である。

【 0 0 7 5 】

まず、ステップ 1 1 で、制御部 9 1 は、ハンドル 2 1 の操作があったか否かを判断する (S T 1 1) 。操作部 2 のハンドル 2 1 の操作があったか否かは、第 1 エンコーダ 8 1 からの入力により判断する。

【 0 0 7 6 】

例えば、図示しない操作者が図 8 に示した中立状態からハンドル 2 1 を矢印 A 1 方向に回転させて、図 1 1 (a) に示す状態とした場合、ハンドル 2 1 及び操作側プーリ 4 1 の矢印 A 1 方向の回転に対して、図 1 1 (a) に示すように、動的な弛み 1 0 1 が発生する。

【 0 0 7 7 】

ステップ 1 1 において、ハンドル 2 1 の操作がなかった場合、ステップ 1 1 に戻る。ステップ 1 において、ハンドル 2 1 の操作があった場合、ステップ 1 2 で、制御部 9 1 は、ハンドル 2 1 の切り返しがあったか否かを判断する (S T 1 2) 。ハンドル 2 1 の切り返しがあったか否かは、第 1 エンコーダ 8 1 からの入力の符号により判断する。

【 0 0 7 8 】

ステップ 1 2 において、ハンドル 2 1 の切り返しがなかった場合、ステップ 1 2 に戻る。ステップ 1 2 において、ハンドル 2 1 の切り返しがあった場合、ステップ 1 3 で、制御部 9 1 は、マニピュレータ 1 の状態及び特性を取得し、補償モータ 6 1 の駆動量を演算する (S T 1 3) 。

【 0 0 7 9 】

例えば、図 1 1 (a) から図 1 1 (b) に示すように、ハンドル 2 1 を矢印 A 2 方向に反転させた場合、第 1 エンコーダ 8 1 がハンドル 2 1 の反転を検出する。第 1 エンコーダ 8 1 がハンドル 2 1 の反転を検出すると、制御部 9 1 は、マニピュレータ 1 の状態及び特性を取得し、補償モータ 6 1 の駆動量を演算する

【 0 0 8 0 】

マニピュレータ 1 の状態とは、例えば図 1 1 (a) 及び図 1 1 (b) に示した状態での

10

20

30

40

50

操作部 2、可動部 3、伝達部 4、処置部 5、補償部 6 の角度、角速度、変位、張力等である。したがって、図 9 に示した第 1 エンコーダ 8 1、第 2 エンコーダ 8 2 及びシステム状態取得部 8 3 からマニピュレータ 1 の状態を取得する。また、マニピュレータ 1 の特性は、図 9 に示した特性取得部 8 4 から取得する。

【 0 0 8 1 】

そして、入力部 8 からそれぞれ取得した入力値から制御部 9 1 が補償モータ 6 1 の駆動量を演算する。本実施形態では、演算式として以下の式 (1) を用いる。

$$u = f(\theta_{in}) \cdot \text{sgn}(\theta'_{in}) \quad (1)$$

ただし、 u は、伝達補償部の補償量、

θ_{in} はハンドル角度、

θ'_{in} はハンドル角度より微分演算して得られたハンドル角速度、

$f(\theta_{in})$ は、ハンドル角度に対する伝達補償部の補償量を示す関数、

$\text{sgn}(\theta'_{in})$ は、ハンドルの切り替えに応じた符号、

である。

【 0 0 8 2 】

次に、ステップ 1 4 で、制御部 9 1 は、補償モータ 6 1 を駆動させる (S T 1 4)。補償モータ 6 1 が駆動すると、図 1 1 (b) に示すように、矢印 C 1 方向に移動部材 6 2 及び押圧部材 6 3 が回転する。

【 0 0 8 3 】

第 2 実施形態のマニピュレータ 1 の場合、図 1 1 (b) に示すように、押圧部材 6 3 が回転し、伝達部 4 の第 1 伝達ワイヤ 4 3 a を押圧する。

【 0 0 8 4 】

次に、ステップ 1 5 で、制御部 9 1 は、動的な弛み 1 0 1 が除去されたか否かを判断する (S T 1 5)。動的な弛み 1 0 1 が除去されたか否かの判断は、第 1 エンコーダ 8 1、第 2 エンコーダ 8 2 及びシステム状態取得部 8 3 から取得する。例えば、第 2 エンコーダ 8 2 によって操作部側プーリ 4 1 と可動部側プーリ 4 2 との回転角度の差があるか否か、又は伝達ワイヤ 4 3 の張力等によって判断してもよい。

【 0 0 8 5 】

ステップ 1 5 において、動的な弛み 1 0 1 が除去されていない場合、ステップ 1 5 に戻る。ステップ 1 5 において、動的な弛み 1 0 1 が除去された場合、ステップ 1 6 で、補償モータ 6 1 を停止する (S T 1 6)。

【 0 0 8 6 】

動的な弛み 1 0 1 が除去されると、図 1 1 (c) に示すように、ハンドル 2 1 の回転による伝達ワイヤ 4 3 の引張力により、可動部 3 が矢印 B 2 方向に回転する。

【 0 0 8 7 】

このように、第 1 実施形態のマニピュレータ 1 によれば、伝達ワイヤ 4 3 の動的な弛み 1 0 1 を迅速に除去し、ハンドル 2 1 の回転に対して可動部 3 を迅速に回転させることが可能となる。

【 0 0 8 8 】

なお、ハンドル 2 1 を矢印 A 2 方向に回転させると、図 1 1 (c) に示すように、ハンドル 2 1 が回転した側で伝達ワイヤ 4 3 に動的な弛み 1 0 1 が発生する。

【 0 0 8 9 】

その後、図 1 1 (c) から図 1 1 (d) に示すように、ハンドル 2 1 を矢印 A 2 方向から矢印 A 1 方向に反転させた場合、第 1 エンコーダ 8 1 がハンドル 2 1 の反転を検出する。第 1 エンコーダ 8 1 がハンドル 2 1 の反転を検出すると、伝達補償部 6 の補償モータ 6 1 が駆動し、図 1 1 (d) に示すように、矢印 C 2 方向に移動部材 6 2 及び押圧部材 6 3 を回転させる。

【 0 0 9 0 】

第 2 実施形態のマニピュレータ 1 の場合、図 1 1 (d) に示すように、押圧部材 6 3 が回転し、伝達部 4 の伝達ワイヤ 4 3 を押圧する。伝達ワイヤ 4 3 が押圧されることによ

10

20

30

40

50

て、図 1 1 (c) に示した伝達ワイヤ 4 3 の動的な弛み 1 0 1 は迅速に除去される。動的な弛み 1 0 1 が除去されると、ハンドル 2 1 の回転による伝達ワイヤ 4 3 の引張力により、可動部 3 が矢印 B 1 方向に回転する。

【 0 0 9 1 】

このように、第 2 実施形態のマニピュレータ 1 によれば、伝達ワイヤ 4 3 の動的な弛み 1 0 1 を迅速に除去し、ハンドル 2 1 の回転に対して可動部 3 を迅速に回転させることが可能となる。

【 0 0 9 2 】

次に、本実施形態の制御部 9 1 の制御について他の例を説明する。

【 0 0 9 3 】

図 1 2 は、ハンドル角度に対する可動部の角度を示している。図 1 3 は、ハンドル角度に対する不感帯量を示す。

【 0 0 9 4 】

本実施形態の可動部 3 は、図 1 に示すように、湾曲可能な構造となっている。可動部 3 が真っ直ぐな状態で操作部 2 を操作した場合と、可動部 3 が左右もしくは上下方向に湾曲した状態で操作部 2 を操作した場合は、可動部 3 を被覆したチューブ、可動部 3 の内部に挿通された光ファイバ又は処置具 5 のチューブ等の影響によって曲げ剛性が変化し、制御結果が異なる可能性がある。

【 0 0 9 5 】

したがって、制御部 9 1 は、図 1 に示した湾曲コマ 3 1 の湾曲状態に応じて伝達補償部 6 を制御してもよい。湾曲コマ 3 1 の湾曲状態は、システム状態取得部 8 3 が湾曲コマ 3 1 の角度を取得すればよい。

【 0 0 9 6 】

また、図 1 に示した本実施形態のマニピュレータ 1 は、可動部 3 の左右もしくは上下方向の先端角度、すなわち先端硬質部 3 2 の中心軸の方向に応じてハンドル角度に対する不感帯量が変化する。例えば、図 1 2 に示すように、可動部 3 の左右方向の先端角度が大きい場合の方が、可動部 3 の左右方向の先端角度が小さい場合よりも、不感帯量が大きい。言い換えれば、可動部 3 が湾曲されて先端が左右方向に大きく曲がっている場合の方が、可動部 3 が真っ直ぐに近い場合よりも、ハンドル 2 1 の操作に対する動的な弛みが大きくなる。

【 0 0 9 7 】

したがって、あらかじめ図 1 3 に示すようなハンドル角度に応じた不感帯量を示すグラフからルックアップテーブルやフィッティング式等を作成し、図 9 に示した制御部 9 1 が補償モータ 6 1 の駆動量を演算する際、作成したルックアップテーブル等を用いて、可動部 3 の左右方向の先端角度に応じて、不感帯量を少なくするように、式 (1) を設定して、補償モータ 6 1 の駆動量を変更することが好ましい。

【 0 0 9 8 】

図 1 4 は、他の例のマニピュレータ 1 の先端部分を示す。図 1 5 は、ハンドル 2 1 の角度と可動部 3 を上下方向に湾曲させた状態での左右方向の先端角度に対する不感帯量を示す。

【 0 0 9 9 】

マニピュレータ 1 の可動部 3 の湾曲コマ 3 1 は、図 1 4 に示すように、中心軸に対して 1 つずつ 9 0 ° 回転させて取り付け、上下左右方向の 2 自由度で湾曲可能に構成しても良い。可動部 3 が 2 自由度で湾曲可能な場合、操作部 2 を 2 自由度で操作可能な構造とする。また、操作状態を取得するための第 1 エンコーダ 8 1 として、上下方向と左右方向のそれぞれの回転を検出する 2 つのエンコーダを用いることが好ましい。

【 0 1 0 0 】

この場合、補償モータ 6 1 の駆動量の演算式は、以下の式 (2) を用いる。

$$\begin{aligned} u_{LR} &= (f (\theta_{LR}) + f (\theta_{UD})) \cdot \text{sgn} (\theta'_{LR}) \\ u_{UD} &= (f (\theta_{LR}) + f (\theta_{UD})) \cdot \text{sgn} (\theta'_{UD}) \end{aligned} \quad (2)$$

10

20

30

40

50

ただし、 u_{LR} は湾曲部LR方向の伝達補償部の補償量、

u_{UD} は湾曲部UD方向の伝達補償部の補償量、

θ_{LR} はLR方向ハンドル角度 (θ'_{LR}) はLR方向ハンドル角速度、

θ_{UD} はUD方向ハンドル角度 (θ'_{UD}) はUD方向ハンドル角速度、

$f(\theta_{LR})$ は、左右方向のハンドル角度に対する伝達補償部の補償量を示す関数であって、本実施形態では、 $f(\theta_{LR}) = a_1 \theta_{LR}^2 + a_2 \theta_{LR} + a_3$ (2 - 1)

$f(\theta_{UD})$ は、上下方向のハンドル角度に対する伝達補償部の補償量を示す関数であって、本実施形態では、 $f(\theta_{UD}) = b_1 \theta_{UD}^2 + b_2 \theta_{UD} + b_3$ (2 - 2)

$\text{sgn}(\theta'_{in})$ は、ハンドルの切り替えに応じた符号、

である。

【0101】

なお、補償モータ61の駆動量は、上下左右方向の角度に対する駆動量をあらかじめ定めたルックアップテーブル等によって求めてもよい。また、演算式は、多項式、非線形でもよい。例えば、以下の式(3)のように、係数を変えてもよい。

$$f(\theta_{LR}, \theta_{UD}) = a_1 \theta_{LR} \cdot b_1 \theta_{UD} \theta_{LR}^2 + a_2 \theta_{LR} \cdot b_2 \theta_{UD} \theta_{LR} + a_3 \theta_{LR} \cdot b_3 \theta_{UD} \quad (3)$$

【0102】

図15に示すように、図14に示した可動部3を上下方向に湾曲させた状態でハンドル21を操作した場合、上下方向に真っ直ぐな状態でハンドル21を操作した場合よりも不感帯量が大きくなる。また、可動部3が上下方向及び左右方向に湾曲させた状態でハンドル21を操作した場合、さらに不感帯量が大きくなる。すなわち、図11(a)に示したハンドル21の操作に対する伝達ワイヤ43の動的な弛み101が大きくなる。

【0103】

したがって、あらかじめ図15に示すようなグラフからルックアップテーブル等を作成し、図9に示した制御部91が補償モータ61の駆動量を演算する際、作成したルックアップテーブル等を用いて、可動部3の上下左右方向の先端角度に応じて、不感帯量をなくすように補償モータ61の駆動量を変更することが好ましい。

【0104】

図16は、人間の太腸の概略を示す。図17は、マニピュレータ1を太腸に挿入した際の伝達部4の姿勢を示す。

【0105】

本実施形態の制御部91は、使用時の部材の姿勢に応じて、補償モータ61の駆動量を変更することが好ましい。

【0106】

例えば、本実施形態のマニピュレータ1を太腸内の患部の処置に使用する場合、図16に示すように、太腸内でも処置する患部の位置は患者によってそれぞれ異なる。したがって、図16に示した太腸内のAの位置を処置する場合、伝達部4は、図17(a)に示すような姿勢となり、図16に示した太腸内のBの位置を処置する場合、伝達部4は、図17(b)に示すような姿勢となり、図16に示した太腸内のCの位置を処置する場合、伝達部4は、図17(c)に示すような姿勢となる。

【0107】

太腸内でのマニピュレータ1の姿勢は、システム状態取得部83として内視鏡挿入姿勢観測装置等を用いて取得すればよい。内視鏡挿入姿勢観測装置は、磁気コイルが内蔵された挿入姿勢観測専用内視鏡との組み合わせで磁気コイルから発生する磁気をアンテナで受信し、リアルタイムで3次元の挿入姿勢を表示するものである。

【0108】

また、術前情報として手術前にあらかじめ処置する位置等を把握しておき、システム状態取得部83が挿入されたマニピュレータ1の姿勢を予測してもよい。さらに、術中情報として手術中に挿入されたマニピュレータ1の長さ等を把握することによって、システム

10

20

30

40

50

状態取得部 8 3 がマニピュレータ 1 の姿勢を予測してもよい。なお、術前情報と術中情報の両方を使用してもよい。

【 0 1 0 9 】

また、マニピュレータ 1 の伝達部 4 に、システム状態取得部 8 3 として歪みセンサ及び光ファイバセンサ等の曲げセンサを取り付けて、マニピュレータ 1 の姿勢を検出してもよい。

【 0 1 1 0 】

本実施形態では、マニピュレータ 1 の姿勢を認識するために、あらかじめ姿勢パラメータを設定し、システム状態取得部 8 3 が姿勢パラメータを取得するように構成する。姿勢パラメータは、曲げ角度又は曲げ半径等でよい。例えば、伝達部 4 を複数の区間に区切り、区間毎に曲げ角度、曲げ半径、及び曲げ長さ等を求める。取得された姿勢パラメータは、制御部 9 1 に入力される。

【 0 1 1 1 】

制御部 9 1 での演算式は、操作部 2 に対する補償量に対して姿勢に対する補償量を加えた以下の式 (4) のようになる。

$$\begin{aligned} u_{LR} &= (f (\theta_{LR}) + f (\theta_{UD})) \cdot \text{sgn} (\theta'_{LR}) \\ u_{UD} &= (f (\theta_{LR}) + f (\theta_{UD})) \cdot \text{sgn} (\theta'_{UD}) \end{aligned} \quad (4)$$

ただし、 u_{LR} は湾曲部 LR 方向の伝達補償部の補償量、

u_{UD} は湾曲部 UD 方向の伝達補償部の補償量、

θ_{LR} は LR 方向ハンドル角度 (θ'_{LR}) は LR 方向ハンドル角速度、

θ_{UD} は UD 方向ハンドル角度 (θ'_{UD}) は UD 方向ハンドル角速度、

θ_{sh} はマニピュレータ 1 の姿勢パラメータ

$f (\theta_{LR})$ は、左右方向のハンドル角度に対する伝達補償部の補償量を示す関数

、

$f (\theta_{UD})$ は、上下方向のハンドル角度に対する伝達補償部の補償量を示す関数

、

$f (\theta_{sh})$ は、姿勢に対する伝達補償部の補償量を示す関数、

$\text{sgn} (\theta'_{in})$ は、ハンドルの切り替えに応じた符号、

である。

【 0 1 1 2 】

このように、伝達部 4 の姿勢を的確に取得するので、さらに的確に制御することが可能となる。なお、伝達部 4 だけでなく、可動部 3 の姿勢も取得することが好ましい。

【 0 1 1 3 】

なお、システム状態取得部 8 3 としては、伝達ワイヤ 4 3 の弛み量を検出する張力センサ又は位置センサを適用してもよい。例えば、伝達補償部 6 が制御を開始した後、伝達ワイヤ 4 3 の張力があらかじめ定めた所定の値になるまで、又は伝達ワイヤ 4 3 の位置があらかじめ定めた所定の位置になるまで、補償するように設定する。位置センサを適用する場合には、伝達ワイヤ 4 3 が所定の位置に配置されるように、伝達ワイヤ 4 3 を付勢部材で付勢することが好ましい。

【 0 1 1 4 】

図 1 8 は、処置具 5 2 の概略を示す。図 1 9 は、処置部 5 を設置した可動部 3 及び伝達部 4 の概略を示す。図 2 0 は、処置具 5 2 を軟性部 4 4 に挿入する前の状態の概略を示す。図 2 1 は、処置具 5 2 を軟性部 4 4 に挿入した後の状態の概略を示す。

【 0 1 1 5 】

処置具 5 2 は、図 1 8 に示すように、先端部 5 2 a とチューブ 5 2 b と、を有し、可動部 3 及び伝達部 4 に挿通されている。処置具 5 2 は、内視鏡 5 1 のみで使用する場合には、取り外すことができる。処置具 5 2 が可動部 3 及び伝達部 4 に挿通されている場合と、処置具 5 2 が可動部 3 及び伝達部 4 に挿通されていない場合では、可動部 3 及び伝達部 4 の特性が変わってしまう。例えば、処置具 5 2 が可動部 3 及び伝達部 4 に挿通されている場合の方が、処置具 5 2 が可動部 3 及び伝達部 4 に挿通されていない場合よりも曲げに

くくなる。

【 0 1 1 6 】

そこで、本実施形態の制御部 9 1 は、処置部 5 が可動部 3 及び伝達部 4 に挿通されているか否かに応じて、補償モータ 6 1 の駆動量を変更することが好ましい。

【 0 1 1 7 】

処置具にはバーコードやＩＣタグ等の記録媒体が設けられている。この記録媒体には、接続された処置具 6 を識別する識別情報が記録されている。処置具識別するディテクタは、各処置具取付部に設けられており、処置具取付部に処置具が取り付けられたときに、処置具に付されている記録媒体から処置具の識別情報を読み取り、読み取った処置具の識別情報を制御部 9 1 に送信する。制御部 3 は、処置具識別部から受信した処置具の識別情報に基づいて、いずれの処置具が挿入されているかを認識する。

10

【 0 1 1 8 】

制御部 9 1 での演算式は、操作部 2 に対する補償量に対して処置具 5 2 の有無に対する補償量を加えた以下の式 (5) のようになる。

$$u = (f (\theta_{LR}) + f (\theta_{UD}) + \alpha) \cdot \text{sgn} (\theta'_{in}) \quad (5)$$

ただし、 u は、伝達補償部の補償量、

$f (\theta_{LR})$ は、左右方向のハンドル角度に対する伝達補償部の補償量を示す関数

、

$f (\theta_{UD})$ は、上下方向のハンドル角度に対する伝達補償部の補償量を示す関数

、

α は、処置具に定められたパラメータ (処置具が無い場合は 0) 、

$\text{sgn} (\theta'_{in})$ は、ハンドルの切り替えに応じた符号、

である。

【 0 1 1 9 】

このように、処置具 5 2 を可動部 3 及び伝達部 4 に対して着脱可能な構造とし、特性取得部 8 4 が取得した処置具 5 2 の有無に応じて、制御部 9 が伝達補償部 6 を制御するので、さらに的確に制御することが可能となる。なお、内視鏡 5 1 の観察光学系 5 1 a 及び照明光学系 5 1 b も有無に応じて制御することが可能である。

【 0 1 2 0 】

また、処置具 5 2 は、患部を治療する方法に応じて種類を交換する場合がある。処置具 5 2 を交換する場合には、先端部 5 2 a だけでなく、処置具 5 2 の全体を交換する。そして、図 1 9 に示すように、交換後は再び可動部 3 及び伝達部 4 に挿通される。なお、内視鏡 5 1 の観察光学系 5 1 a と照明光学系 5 1 b も同様に交換可能である。

30

【 0 1 2 1 】

処置具 5 2 は、断面形状及び材料等の種類によって曲げ剛性が異なる場合がある。例えば、デュアルナイフとＩＴナイフでは、表面の素材又は外径等が異なるので、曲げ剛性が異なり、運動特性が異なる。

【 0 1 2 2 】

そこで、本実施形態の制御部 9 1 は、処置具 5 2 の種類に応じて、補償モータ 6 1 の駆動量を変更することが好ましい。

40

【 0 1 2 3 】

処置具 5 2 の種類の判断は、ＩＣタグとディテクタを用いることで実施できる。例えば、あらかじめＩＣタグに処置具 5 2 の種類に応じた信号を記憶させておき、軟性部 4 4 の端部等に取り付けたディテクタが処置具 5 2 に取り付けられたＩＣタグを感知し、処置具 5 2 の種類を読み取る。そして、ＩＣタグは、処置具 5 2 の種類に応じた信号を制御部 9 1 に送信する。

【 0 1 2 4 】

制御部 9 1 での演算式は、操作部 2 に対する補償量に対して処置具 5 2 の種類に対する補償量を加えた以下の式 (6) のようになる。

$$u = (f (\theta_{LR}) + f (\theta_{UD}) + \alpha_A) \cdot \text{sgn} (\theta'_{in}) \quad (6)$$

50

ただし、 u は、伝達補償部の補償量、

$f(\theta_{LR})$ は、左右方向のハンドル角度に対する伝達補償部の補償量を示す関数

、

$f(\theta_{UD})$ は、上下方向のハンドル角度に対する伝達補償部の補償量を示す関数

、

α_A は、処置具の種類ごとに定められたパラメータ、

$\text{sgn}(\theta'_{in})$ は、ハンドルの切り替えに応じた符号、

である。

【0125】

このように、処置具 52 を可動部 3 及び伝達部 4 に対して着脱可能な構造とし、特性取得部 84 が取得した処置具 52 の種類に応じて、制御部 9 が伝達補償部 6 を制御するので、さらに的確に制御することが可能となる。なお、内視鏡 51 の観察光学系 51a 及び照明光学系 51b も種類に応じて制御することが可能である。

【0126】

なお、処置具 52 又は処置具 52 の種類を認識する特性取得部 84 としては、電氣的または磁氣的に処置具を識別するように構成されていてもよい。例えば、処置具処置具に、処置具に応じて異なる特性を有する磁石または抵抗が設けられ、特性取得部が磁石または抵抗の特性を検出するように構成されていてもよい。または、処置具は、キーボードやタッチパネル、ボタン等の入力手段から認識するように構成されていてもよい。

【0127】

また、本実施形態の制御部 91 は、操作ハンドル 21 の操作方向に応じて、補償モータ 61 の駆動量を制御することが好ましい。例えば、本実施形態のマニピュレータ 1 は、図 1 に示すように、先端硬質部 32 の中心軸に対して対称に形成されてはいない。したがって、操作ハンドル 21 の移動方向によって、運動特性が異なる。

【0128】

そこで、操作ハンドル 21 が左から右に折り返す場合、操作ハンドル 21 が右から左に折り返す場合、操作ハンドル 21 が上から下に折り返す場合、操作ハンドル 21 が下から上に折り返す場合、それぞれの場合に応じて、補償式をそれぞれ設定して、補償モータ 61 の駆動量を変更してもよい。

【0129】

また、本実施形態の制御部 91 は、操作ハンドル 21 の切り返し時の速度及び加速度に応じて、補償モータ 61 の駆動量を変更してもよい。

【0130】

また、本実施形態の操作部 2 には伝達ワイヤ 43 の弛み補償時に作用する伝達ワイヤ 43 のテンションを小さくするアクチュエータを設けてもよい。

【0131】

さらに、入力部 8 として、ハンドル 21 と手動のみで作動する手動モード、伝達補償部 6 を作動する補償モード、及び補償モータ 61 をハンドル 21 の操作のアシストとして使用するアシストモードのいずれかを選択するモード取得部を設けてもよい。モード取得部は、モードを選択するボタン等によって入力されることが好ましい。特に、故障又は停電等の緊急時には、自動的に手動モードに遷移することが好ましい。

【0132】

次に、本実施形態のマニピュレータ 1 を適用した手術支援システム 10 について説明する。

【0133】

図 20 は、本実施形態のマニピュレータ 1 を適用した手術支援システム 10 を示す。図 21 は、本実施形態のマニピュレータ 1 を適用した手術支援システム 10 のシステム構成図を示す。

【0134】

本実施形態に係る手術支援システム 10 は、図 1 に示したマニピュレータ 1 を適用する

10

20

30

40

50

。手術支援システム 10 は、操作者 O により操作される操作部 2、手術台 B D 上の患者 P の体内、例えば、大腸等の柔らかい臓器内に挿入可能な図 1 に示した可動部 3、操作部 2 からの入力可動部 3 に伝達し、一部が臓器内に挿入可能な軟性の伝達部 4、及び可動部 3 の先端に設置された内視鏡等を有する図 1 に示した処置部 5 を有するマニピュレータ 1 と、マニピュレータ 1 を制御する制御部 9 1 と、マニピュレータ 1 により取得された画像を表示する表示部 9 2 と、を備えている。

【0135】

操作部 2 は、図 20 に示すように、操作台に取り付けられた一対の操作ハンドルと、床面上に配置されたフットスイッチ等を有している。操作部 2 は、多関節構造を有してもよい。操作部 2 は、伝達部 4 及び可動部 3 と機械的に接続され、可動部 3 の湾曲操作を行う。また、操作した操作部 2 の角度をエンコーダ等の角度取得部から取得し、その取得した信号によって、制御部 9 1 は、ドライバ 9 1 b を介して可動部 3 の先端に配設された処置具 5 2 及び伝達補償部 6 を作動させる。

10

【0136】

マニピュレータ 1 は、図 1 に示したように、可動部 3 の先端硬質部 3 2 に処置部 5 として、内視鏡 5 1 及び処置具 5 2 等を有する。内視鏡 5 1 は、体内を照明し、画像を取得するための観察光学系 5 1 a、照明光学系 5 1 b、及び撮像素子 5 1 c 等を備えている。観察光学系 5 1 a を経て撮像素子 5 1 c により取得された画像は、制御部 9 1 内の画像処理部 9 1 a に出力される。画像処理部 9 1 a で処理された画像は、表示部 9 2 に表示される。そして、操作者 O は、表示部 9 2 に表示された画像を見ながらマニピュレータ 1 を操作する。

20

【0137】

このような手術支援システム 10 によれば、操作者の求める的確な画像を表示することが可能となる。

【0138】

本発明の一実施態様に係るマニピュレータ 1 は、操作者が操作する操作部 2 と、操作部 2 によって操作される可動部 3 と、操作部 2 と可動部 3 を連結して、操作部 2 の回転を可動部 3 に伝達する伝達部 4 と、操作部 2 の操作に応じて伝達部 4 に発生する動的な余剰部分を補償する伝達補償部 6 と、操作部 2、可動部 3、及び伝達部 4 のうち少なくとも一つの状態を取得する入力部 8 と、入力部 8 が取得した状態に応じて伝達補償部 6 を制御する制御部 9 1 と、を備えるので、動的な余剰部分を迅速に除去し、可動部 3 を迅速に作動させることが可能となる。

30

【0139】

本発明の一実施態様に係るマニピュレータ 1 では、入力部 8 は、操作部 2 の操作状態を取得する操作状態取得部 8 1 を有し、制御部 9 1 は、操作状態取得部 8 1 が取得した操作部 2 の操作状態に応じて伝達補償部 6 を制御するので、操作部 2 の状態に応じて的確に対応することができ、動的な余剰部分をさらに迅速に除去し、可動部 3 をさらに迅速に作動させることが可能となる。

【0140】

本発明の一実施態様に係るマニピュレータ 1 では、操作状態取得部 8 1 は、操作部 2 の切り替え方向を取得し、制御部 9 1 は、操作状態取得部 8 1 が取得した操作部 2 の切り替え方向に応じて伝達補償部 6 を制御するので、可動部 3 を的確に作動させることが可能となる。

40

【0141】

本発明の一実施態様に係るマニピュレータ 1 では、操作状態取得部 8 1 は、操作部 2 の切り替え時の速度又は加速度を取得し、制御部 9 1 は、操作状態取得部 8 1 が取得した操作部 2 の切り替え時の速度又は加速度に応じて伝達補償部 6 を制御するので、可動部 3 をさらに的確に作動させることが可能となる。

【0142】

本発明の一実施態様に係るマニピュレータ 1 では、入力部 8 は、可動部 3 及び伝達部 4

50

のうち少なくとも１つの状態を取得するシステム状態取得部８３を有し、制御部９１は、システム状態取得部８３が取得した可動部３及び伝達部４のうち少なくとも１つの状態に応じて伝達補償部６を制御するので、可動部３をさらに的確に作動させることが可能となる。

【０１４３】

本発明の一実施態様に係るマニピュレータ１では、入力部８は、可動部３及び伝達部４のうち少なくとも１つの姿勢を取得するシステム状態取得部８３を有し、制御部９１は、システム状態取得部８３が取得した可動部３及び伝達部４のうち少なくとも１つの姿勢に応じて伝達補償部６を制御するので、可動部３をさらに的確に作動させることが可能となる。

10

【０１４４】

本発明の一実施態様に係るマニピュレータ１では、可動部３は、複数の湾曲コマ３１を有し、システム状態取得部８３は、複数の湾曲コマ３１の湾曲角度をそれぞれ取得し、制御部９１は、システム状態取得部８３が取得した複数の湾曲コマ３１の湾曲角度に応じて伝達補償部６を制御するので、可動部３をさらに的確に作動させることが可能となる。

【０１４５】

本発明の一実施態様に係るマニピュレータ１では、システム状態取得部８３は、複数の湾曲コマ３１の湾曲方向をそれぞれ取得し、制御部９１は、システム状態取得部８３が取得した複数の湾曲コマ３１の湾曲方向に応じて伝達補償部６を制御するので、可動部３をさらに的確に作動させることが可能となる。

20

【０１４６】

本発明の一実施態様に係るマニピュレータ１では、可動部３及び伝達部４の特性を取得する特性取得部８４を備え、制御部９１は、特性取得部８４が取得した可動部３及び伝達部４の特性に応じて伝達補償部６を制御するので、可動部３をさらに的確に作動させることが可能となる。

【０１４７】

本発明の一実施態様に係るマニピュレータ１では、特性取得部８４は、可動部３及び伝達部４の形状及び材料のうち少なくとも一つを取得するので、可動部３をさらに的確に作動させることが可能となる。

【０１４８】

本発明の一実施態様に係るマニピュレータ１では、可動部３及び伝達部４に着脱可能な処置部５を備え、特性取得部８４は、処置部５の有無を取得し、制御部９１は、特性取得部８４が取得した処置部５の有無に応じて伝達補償部６を制御するので、可動部３をさらに的確に作動させることが可能となる。

30

【０１４９】

本発明の一実施態様に係るマニピュレータ１では、特性取得部８４は、処置部５の種類を取得し、制御部９１は、特性取得部８４が取得した処置部５の種類に応じて伝達補償部６を制御するので、可動部３をさらに的確に作動させることが可能となる。

【０１５０】

本発明の一実施態様に係るマニピュレータ１では、伝達補償部６は、操作部３の操作をアシストする駆動部材６１を有するので、操作部２の操作を容易に行うことが可能となる。

40

【０１５１】

本発明の一実施態様に係るマニピュレータ１では、制御部９１は、伝達補償部６が制御される補償モードと、駆動部材６１が操作部２の操作をアシストするアシストモードと、操作部２のみで可動部３を操作する手動モードと、が切り替え可能であるので、状況に応じて的確に制御することが可能となる。

【０１５２】

本発明の一実施態様に係るマニピュレータシステム１０は、マニピュレータ１と、マニピュレータ１により取得された画像を表示する表示部９２と、を備え、マニピュレータ１

50

は、観察光学系、撮像素子及び照明光学系を有する内視鏡を含み、制御部 9 1 は、内視鏡により取得された画像を表示部 9 2 に表示するので、動的な余剰部分を迅速に除去し、操作部 2 の操作に対して、可動部 3 が迅速に作動することができ、操作者の求める的確な画像を表示することが可能となる。

【 0 1 5 3 】

なお、この実施形態によって本発明は限定されるものではない。すなわち、実施形態の説明に当たって、例示のために特定の詳細な内容が多く含まれるが、当業者であれば、これらの詳細な内容に色々なバリエーションや変更を加えても、本発明の範囲を超えないことは理解できよう。従って、本発明の例示的な実施形態は、権利請求された発明に対して、一般性を失わせることなく、また、何ら限定をすることもなく、述べられたものである。

10

【符号の説明】

【 0 1 5 4 】

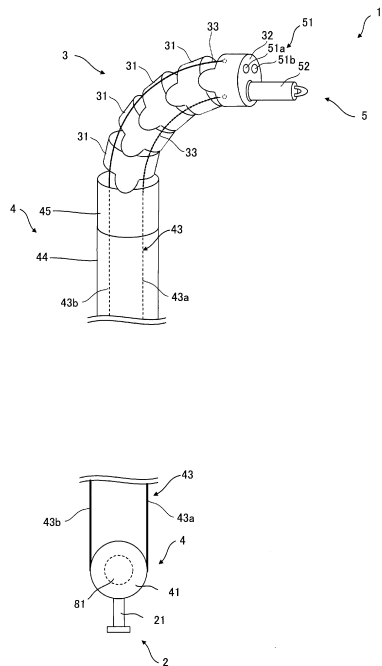
- 1 ... マニピュレータ
- 2 ... 操作部
- 2 1 ... ハンドル（操作部材）
- 2 2 ... 第 1 クラッチ（操作側断接部材）
- 3 ... 可動部
- 3 1 ... 湾曲コマ
- 3 2 ... 先端硬質部
- 3 3 ... 可動ワイヤ
- 4 ... 伝達部
- 4 1 ... 操作側プーリ
- 4 3 ... 伝達ワイヤ
- 4 4 ... 軟性部
- 4 5 ... 遷移部
- 5 ... 処置部
- 5 1 ... 内視鏡
- 5 2 ... 処置具
- 6 ... 伝達補償部
- 6 1 ... 補償モータ（駆動部材）
- 6 2 ... 移動部材
- 6 3 ... 押圧部材
- 6 6 ... 補償モータ（駆動部材）
- 6 7 ... 第 2 クラッチ（駆動側断接部材）
- 8 ... 入力部
- 8 1 ... 第 1 エンコーダ（操作状態取得部）
- 8 2 ... 第 2 エンコーダ（駆動状態取得部）
- 8 3 ... システム状態取得部
- 8 4 ... 特性取得部
- 1 0 ... 手術支援システム
- 9 1 ... 制御部
- 9 2 ... 表示部

20

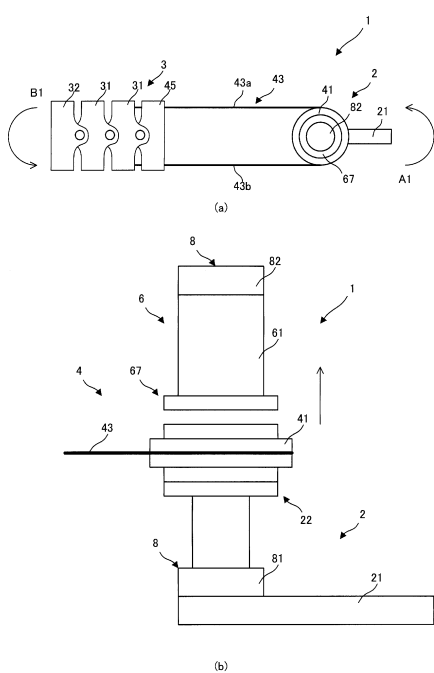
30

40

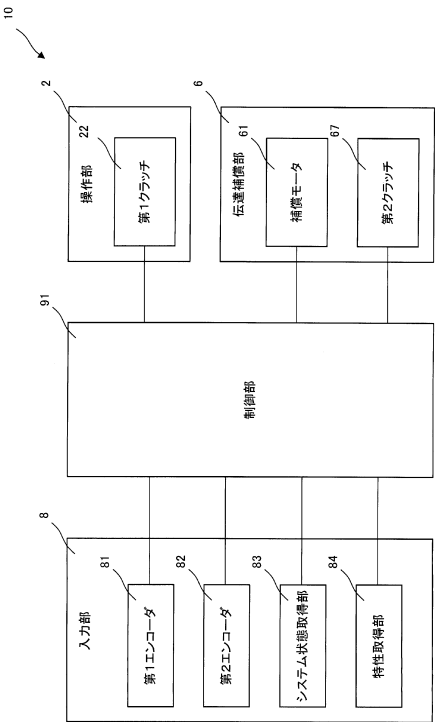
【図 1】



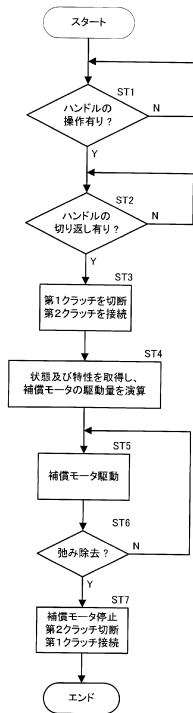
【図 2】



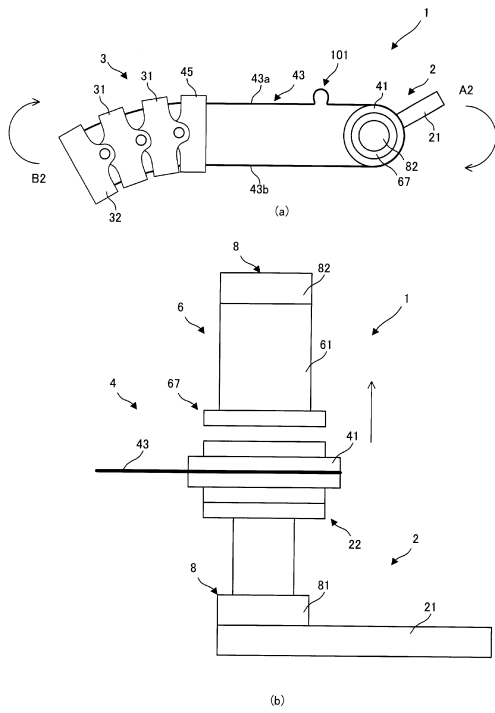
【図 3】



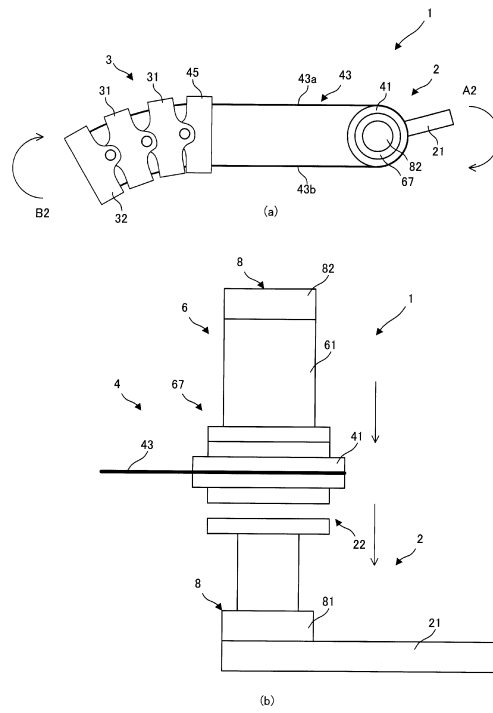
【図 4】



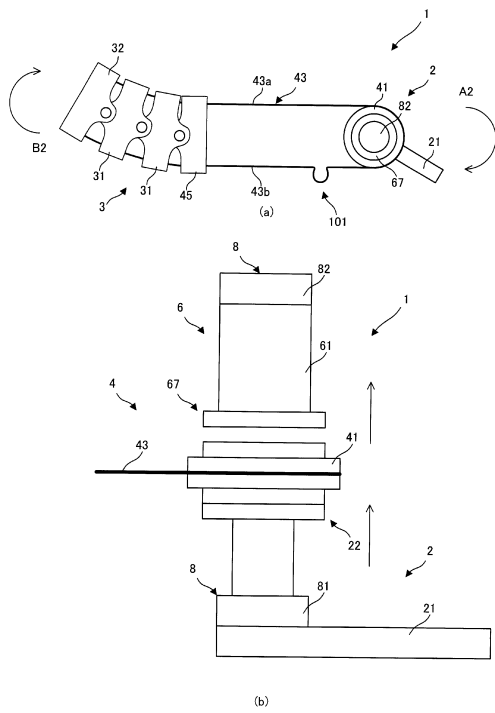
【図 5】



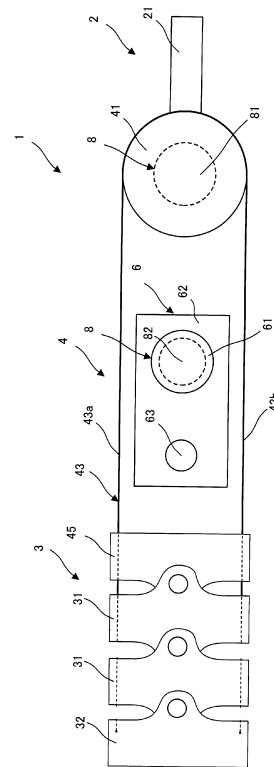
【図 6】



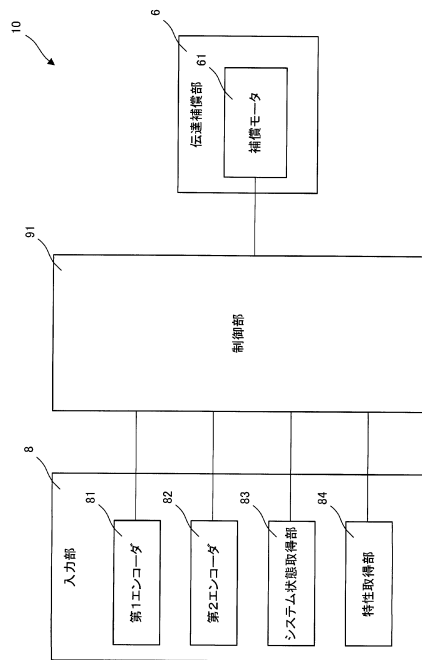
【図 7】



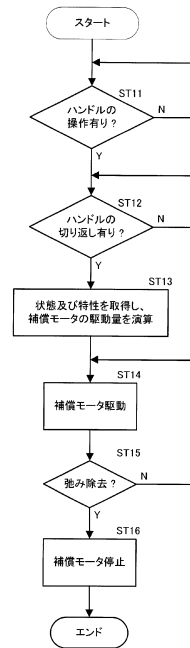
【図 8】



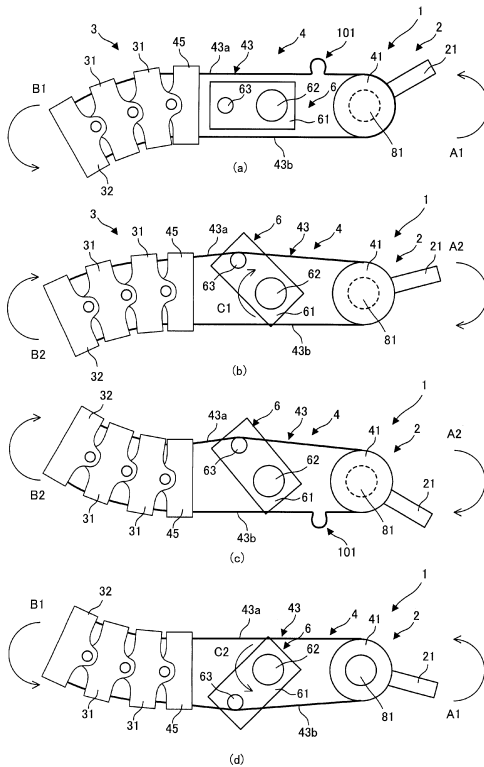
【図 9】



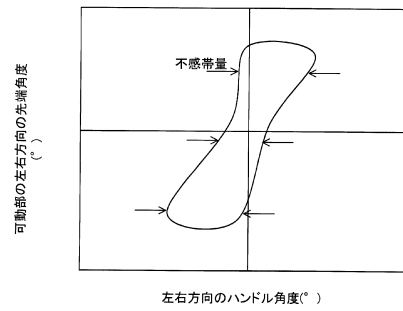
【図 10】



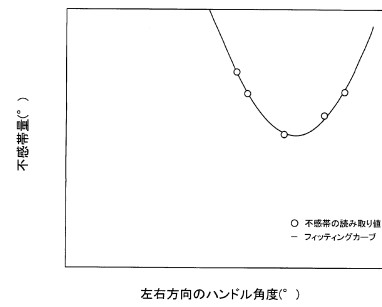
【図 11】



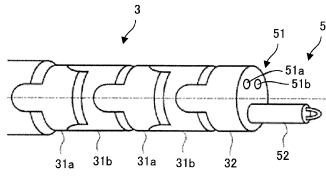
【図 12】



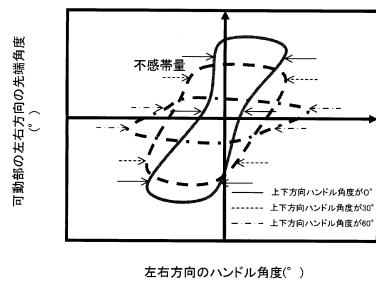
【図 13】



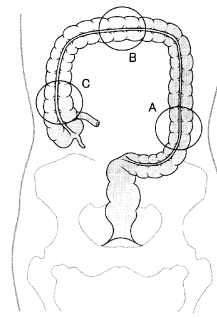
【図 14】



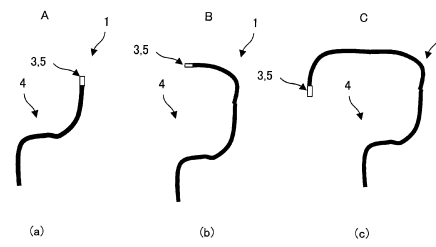
【図 15】



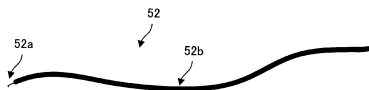
【図 16】



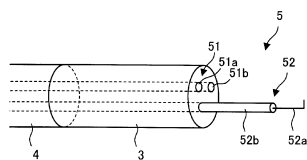
【図 17】



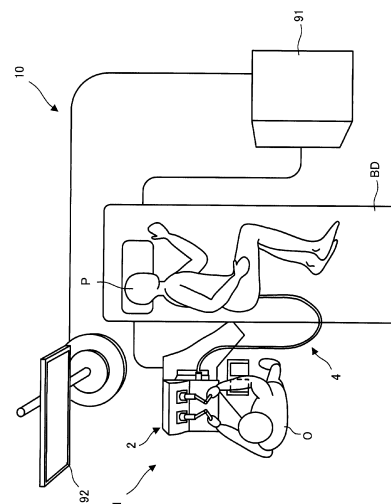
【図 18】



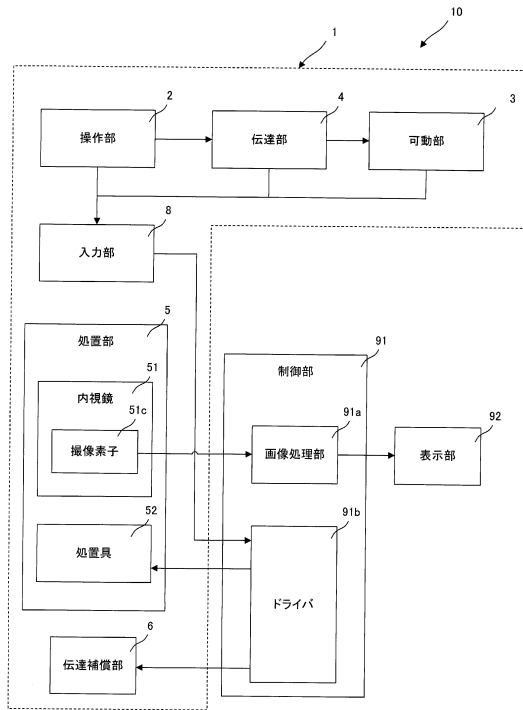
【図 19】



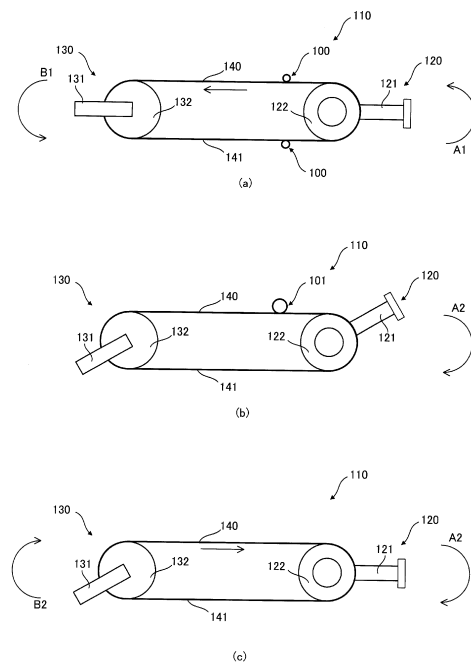
【図 20】



【図 2 1】



【図 2 2】



フロントページの続き

- (72)発明者 磯田 卓未
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス株式会社内
- (72)発明者 飯田 雅敏
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス株式会社内
- (72)発明者 渡邊 貞博
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス株式会社内

審査官 伊藤 昭治

- (56)参考文献 国際公開第2011/108161(WO, A1)
特開2000-300511(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 1/00 - 1/32
G02B 23/24 - 23/26
A61B 34/30

专利名称(译)	机械手和机械手系统		
公开(公告)号	JP6116427B2	公开(公告)日	2017-04-19
申请号	JP2013155481	申请日	2013-07-26
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	畠山直也 磯田卓未 飯田雅敏 渡邊貞博		
发明人	畠山 直也 磯田 卓未 飯田 雅敏 渡邊 貞博		
IPC分类号	A61B1/00 G02B23/24 B25J3/00 A61B34/30		
CPC分类号	A61B1/00006 A61B1/00045 A61B1/00105 A61B1/0052 A61B1/0055 A61B1/0057 A61B1/008 A61B1/018 A61B1/04 A61B1/06 A61B1/31 A61B34/70 A61B34/71 A61B90/96 A61B90/98 A61B2034/306 A61B2034/715 B25J3/04 B25J9/1689 G05B2219/35417 G05B2219/39439 G05B2219/45118 G05B2219/49253		
FI分类号	A61B1/00.310.H G02B23/24.A B25J3/00 A61B34/30 A61B1/00.620 A61B1/005.523 A61B1/008.512 A61B19/00.502		
F-TERM分类号	2H040/BA21 2H040/BA23 2H040/DA03 2H040/DA15 2H040/DA19 2H040/DA21 2H040/DA42 2H040/DA56 2H040/GA11 3C707/AS35 3C707/BS18 3C707/BS20 3C707/HS27 3C707/HT04 3C707/JT02 3C707/JT08 3C707/KS20 3C707/KS21 3C707/LT14 3C707/LU05 3C707/LV15 4C161/AA04 4C161/DD03 4C161/FF12 4C161/HH33 4C161/HH38 4C161/HH47 4C161/HH51 4C161/HH55 4C161/JJ06 4C161/JJ17		
代理人(译)	南义明		
审查员(译)	伊藤商事		
其他公开文献	JP2015024008A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种操纵器和操纵器系统，其中动态剩余部分被快速移除并且可移动部分响应于操作部分的操作而快速操作。

解决方案：机械手1包括由操作者操作的操作部分2，由操作部分2操作的可移动部分3，用于连接可移动部分3和将操作部分2旋转到可移动部分的控制部分2如图3所示，传动补偿单元6用于补偿根据操作单元2的操作在发送单元3中产生的动态剩余部分，控制单元2，可移动单元3和发送单元4用于获取至少一个状态的输入部分8和用于根据由输入部分8获取的状态控制传输补偿部分6的控制部分91。 .The

(51) Int. Cl.	F I
A 6 1 B 1/00 (2006. 01)	A 6 1 B 1/00 3 1 O H
G O 2 B 23/24 (2006. 01)	G O 2 B 23/24 A
B 2 5 J 3/00 (2006. 01)	B 2 5 J 3/00
A 6 1 B 34/30 (2016. 01)	A 6 1 B 34/30

請求項の数 14 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2013-155481 (P2013-155481)	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成25年7月26日 (2013. 7. 26)		オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開2015-24008 (P2015-24008A)		東京都八王子市石川町2 9 5 1 番地
(43) 公開日	平成27年2月5日 (2015. 2. 5)	(74) 代理人	100139103
審査請求日	平成27年10月14日 (2015.10.14)		弁理士 小山 卓志
		(74) 代理人	100097777
			弁理士 荏澤 弘
		(74) 代理人	100157118
			弁理士 南 義明
		(74) 代理人	100139114
			弁理士 田中 貞嗣
		(72) 発明者	畠山 直也
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4 3番2号 オリンパス株式会社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マニピュレータ及びマニピュレータシステム