

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6000641号
(P6000641)

(45) 発行日 平成28年10月5日 (2016. 10. 5)

(24) 登録日 平成28年9月9日 (2016. 9. 9)

(51) Int. Cl.

F 1

A 6 1 B 34/35 (2016. 01)

A 6 1 B 34/35

請求項の数 6 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2012-116740 (P2012-116740)	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成24年5月22日 (2012. 5. 22)		オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開2013-34851 (P2013-34851A)		東京都八王子市石川町2951番地
(43) 公開日	平成25年2月21日 (2013. 2. 21)	(74) 代理人	100106909
審査請求日	平成27年3月19日 (2015. 3. 19)		弁理士 棚井 澄雄
(31) 優先権主張番号	61/515, 203	(74) 代理人	100064908
(32) 優先日	平成23年8月4日 (2011. 8. 4)		弁理士 志賀 正武
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100094400
			弁理士 鈴木 三義
		(74) 代理人	100086379
			弁理士 高柴 忠夫
		(74) 代理人	100129403
			弁理士 増井 裕士
		(74) 代理人	100139686
			弁理士 鈴木 史朗

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マニピュレータシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

操作者が操作入力を行うマスタ操作部と、前記操作入力に対応して動作可能なスレーブ動作部と、前記操作入力を解析し、該操作入力に連動して前記スレーブ動作部を動作させる制御を行う連動制御部と、を有するマニピュレータシステムであって、

前記操作者が操作可能であり、操作されたときに、前記マスタ操作部の前記操作入力に基づく前記スレーブ動作部の連動を許可するモードに入る連動許可モード信号を前記連動制御部に送出する連動許可入力部を備え、

前記マスタ操作部は、

前記操作入力を行うため、開閉可能に設けられた操作部材と、

該操作部材の開閉角を検出し、前記操作部材の開閉角の検出値を前記連動制御部に送出するマスタ角度検出部と、

を備え、

前記スレーブ動作部は、

開閉可能に設けられた開閉動作部と、

該開閉動作部の開閉角を検出し、前記開閉動作部の開閉角の検出値を前記連動制御部に送出するスレーブ角度検出部と、

を備え、

前記連動許可入力部は、

前記操作部材が最大限開く位置に移動したことを検出して、前記連動許可モード信号を

10

20

発生する位置検出スイッチを備え、

前記連動制御部は、

前記スレーブ動作部の動作が前記操作入力に応じた動作からずれた場合に、連動制御を停止して、前記マスタ操作部の前記操作入力と前記スレーブ動作部の動作状態とを監視し、

前記位置検出スイッチが発生した前記連動許可モード信号を受信後であって、前記操作部材の開閉角の検出値と前記開閉動作部の開閉角の検出値とが対応したことによって前記操作入力が前記動作状態に合致したことを検知したとき、かつ前記操作部材の開閉角の検出値が前記操作部材の閉じ方向に変化している場合に、前記スレーブ動作部の動作を前記操作入力に応じた動作に連動させる

ことを特徴とするマニピュレータシステム。

【請求項 2】

前記連動制御部から送出される情報を表示する情報表示部を備え、

前記連動制御部は、

前記連動許可モード信号の受信後であって、前記スレーブ動作部が前記操作入力に応じた動作に連動したことを検出したとき、前記情報表示部に連動が再開されたことを表示させる

ことを特徴とする請求項 1 に記載のマニピュレータシステム。

【請求項 3】

前記連動許可入力部は、

前記マスタ操作部の表面に設けられた入力スイッチからなる

ことを特徴とする請求項 1 に記載のマニピュレータシステム。

【請求項 4】

前記連動許可入力部は、

前記マスタ操作部と別体に設けられた入力スイッチからなる

ことを特徴とする請求項 1 に記載のマニピュレータシステム。

【請求項 5】

前記入力スイッチは、

フットスイッチからなる

ことを特徴とする請求項 4 に記載のマニピュレータシステム。

【請求項 6】

前記連動制御部は、

前記連動許可モード信号の受信後であって、前記操作部材の開閉角の検出値と前記開閉動作部の開閉角の検出値とが対応したとき、かつ前記操作部材の開閉角の検出値が前記操作部材の開き方向に変化している場合にも、前記スレーブ動作部を前記操作入力に応じた動作に連動させることが可能であり、

前記開き方向に変化している場合に連動させるか、前記閉じ方向に変化している場合に連動させるかを選択可能である

ことを特徴とする請求項 1 に記載のマニピュレータシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マニピュレータシステムに関する。例えば、マスタスレーブ方式の医療用のマニピュレータシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、外科手術の手術支援を行うための医療用マニピュレータとして、マスタスレーブ方式のマニピュレータシステムが知られている。このような医療用マニピュレータでは、スレーブマニピュレータに装着された手術に用いる器具（スレーブ動作部）、例えば、鉗子や持針器などの動作を操作入力するマスタグリップ（マスタ操作部）を備え、操作者で

10

20

30

40

50

ある外科医がマスタグリップを操作することにより、マスタグリップの動きをこの器具に伝達する。

このようなマニピュレータシステムとして、例えば、特許文献1には、入力ハンドルを開閉することにより、エンドエフェクタの開閉動作を制御する医療用ロボットシステムが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】米国特許第7778733号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記のような従来のマニピュレータシステムには、以下のような問題があった。

例えば、スレーブ動作部が、鉗子などからなり、生体組織や術具などを把持する場合、これら被把持物の大きさや硬さは様々である。

一方、マスタ操作部を操作する操作者は、画像情報などの限られた情報から、被把持物の大きさや硬さを判断するため、マスタ操作部の操作入力を実際の被把持物に適合しない場合がある。例えば、操作者が操作入力する開閉角が把持に必要な開閉角に比べて小さすぎる場合、スレーブ動作部は被把持物を把持してからも指令値通りに閉じようとする。このとき、被把持物が硬いとそれ以上閉じることができなくなり、開閉角がマスタ操作部の操作入力に応じた開閉角とずれてしまう。

このとき、一時的に連動制御が停止状態になる。その後、閉じ操作ができないことに気がついた操作者が開く操作を行うと、スレーブ動作部の開閉角がマスタ操作部の操作入力に応じた開閉角に一致した瞬間に、連動制御が再開されることになる。

この場合、操作者は、いつ連動制御が再開されるか把握できないため、予期できない動作が起こってしまうおそれがある。このため、適正な作業が行えず、作業に支障をきたすおそれがあるという問題がある。例えば、被把持物の把持状態が急に解除されて被把持物を落としてしまったり、スレーブ動作部が予期しない動きをして外科手術に支障を来したりするおそれがある。

【0005】

本発明は、上記のような問題に鑑みてなされたものであり、スレーブ動作部の動作がマスタ操作部の操作入力に応じた動作からずれた場合に、作業に支障を来すことなくスレーブ動作部の連動を再開できるマニピュレータシステムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記の課題を解決するために、本発明のマニピュレータシステムは、操作者が操作入力を行うマスタ操作部と、前記操作入力に対応して動作可能なスレーブ動作部と、前記操作入力を解析し、該操作入力に連動して前記スレーブ動作部を動作させる制御を行う連動制御部と、を有するマニピュレータシステムであって、前記操作者が操作可能であり、操作されたときに、前記マスタ操作部の前記操作入力に基づく前記スレーブ動作部の連動を許可するモードに入る連動許可モード信号を前記連動制御部に送出する連動許可入力部を備え、前記マスタ操作部は、前記操作入力を行うため、開閉可能に設けられた操作部材と、該操作部材の開閉角を検出し、前記操作部材の開閉角の検出値を前記連動制御部に送出するマスタ角度検出部と、を備え、前記スレーブ動作部は、開閉可能に設けられた開閉動作部と、該開閉動作部の開閉角を検出し、前記開閉動作部の開閉角の検出値を前記連動制御部に送出するスレーブ角度検出部と、を備え、前記連動許可入力部は、前記操作部材が最大限開く位置に移動したことを検出して、前記連動許可モード信号を発生する位置検出スイッチを備え、前記連動制御部は、前記スレーブ動作部の動作が前記操作入力に応じた動作からずれた場合に、連動制御を停止して、前記マスタ操作部の前記操作入力と前記スレ

10

20

30

40

50

ープ動作部の動作状態とを監視し、前記位置検出スイッチが発生した前記連動許可モード信号を受信後であって、前記操作部材の開閉角の検出値と前記開閉動作部の開閉角の検出値とが対応したことによって前記操作入力が前記動作状態に合致したことを検知したとき、かつ前記操作部材の開閉角の検出値が前記操作部材の開じ方向に変化している場合に、前記スレーブ動作部の動作を前記操作入力に応じた動作に連動させる構成とする。

【0009】

また、本発明のマニピュレータシステムでは、前記連動許可入力部は、前記操作部材が最大限開く位置に移動したことを検出して、前記連動許可モード信号を発生する位置検出スイッチからなることが好ましい。

【0010】

また、本発明のマニピュレータシステムでは、前記連動許可入力部は、前記マスタ操作部の表面に設けられた入力スイッチからなることが好ましい。

【0011】

また、本発明のマニピュレータシステムでは、前記連動許可入力部は、前記マスタ操作部と別体に設けられた入力スイッチからなることが好ましい。

【0012】

また、本発明のマニピュレータシステムでは、前記入力スイッチは、フットスイッチからなることが好ましい。

【0014】

また、本発明のマニピュレータシステムでは、前記連動制御部は、前記連動許可モード信号の受信後であって、前記操作部材の開閉角の検出値と前記開閉動作部の開閉角の検出値とが対応したとき、かつ前記操作部材の開閉角の検出値が前記操作部材の開き方向に変化している場合にも、前記スレーブ動作部を前記操作入力に応じた動作に連動させることが可能であり、前記開き方向に変化している場合に連動させるか、前記閉じ方向に変化している場合に連動させるかを選択可能であることが好ましい。

【発明の効果】

【0015】

本発明のマニピュレータシステムによれば、操作者が操作可能な連動許可入力部を備えるため、予期しないタイミングで連動動作が起こることを防止でき、スレーブ動作部の動作がマスタ操作部の操作入力に応じた動作からずれた場合に、作業に支障を来すことなくスレーブ動作部の連動を再開できるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の実施形態のマニピュレータシステムの概略構成を示す模式的な斜視図である。

【図2】図1におけるマニピュレータシステムに含まれる他のマスタ操作部を示す模式的な斜視図である。

【図3】本発明の実施形態のマニピュレータシステムの主要部のシステム構成を示す模式的なシステム構成図である。

【図4】本発明の実施形態のマニピュレータシステムの動作の一例を説明する模式的なグラフである。

【図5】本発明の実施形態のマニピュレータシステムの動作説明図である。

【図6】本発明の実施形態のマニピュレータシステムの図5に続く動作説明図である。

【図7】本発明の実施形態のマニピュレータシステムの表示画面の一例を示す模式図である。

【図8】本発明の実施形態の第1変形例のマニピュレータシステムのマスタ操作部を示す模式的な断面図である。

【図9】本発明の実施形態の第2変形例のマニピュレータシステムの主要部を示す模式的な構成図である。

【図10】本発明の実施形態の第3変形例のマニピュレータシステムの主要部を示す模式

10

20

30

40

50

的な斜視図である。

【図 1 1】本発明の実施形態の第 4 変形例のマニピュレータシステムのマスタ操作部を示す模式的な断面図である。

【図 1 2】本発明の実施形態および各変形例に適用可能なばねの変形例（第 5 変形例）を示すマスタ操作部を示す模式的な構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下では、本発明の実施形態について添付図面を参照して説明する。

まず、本実施形態のマニピュレータシステムについて説明する。

図 1 は、本発明の実施形態のマニピュレータシステムの概略構成を示す模式的な斜視図である。図 2 は、図 1 におけるマニピュレータシステムに含まれる他のマスタ操作部を示す模式的な斜視図である。図 3 は、本発明の実施形態のマニピュレータシステムの主要部のシステム構成を示す模式的なシステム構成図である。

【0018】

図 1（一部の構成は図 2、3）に示すように、本実施形態のマスタスレーブマニピュレータ 500（マニピュレータシステム）は、例えば、外科手術を行うための医療用マニピュレータであり、スレーブマニピュレータ 300 と、操作者 Op による操作入力を受けてスレーブマニピュレータ 300 の動作を遠隔操作する操作入力装置 100 とを備える。

【0019】

スレーブマニピュレータ 300 は、処置具 302 と、処置具 302 を患者 P の周囲で可動支持するスレーブアーム 301 と、処置具 302 およびスレーブアーム 301 の可動部の動作を制御するスレーブ制御部 303 と、処置具 302 およびスレーブアーム 301 を支持する支持体 304 とを備える。

なお、図 1 は模式図のため、処置具 302、スレーブアーム 301 は、それぞれ 1 台ずつ設けられている場合の例が図示されているが、処置具 302、スレーブアーム 301 はそれぞれ複数設けられていてもよい。複数設けられている場合には、操作者 Op は、そのうちの 2 台を選択し、右手と左手を用いて、2 台を同時に操作することが可能である。

また機能ブロック図の一部の信号の図示も省略している。

【0020】

処置具 302 は、外科手術に用いる種々の術具や処置具を採用することができるが、以下では、一例として、図 3 に示すように、軸状部 312 の先端（患者 P の体腔に向かう側の端部）に設けられて開閉動作を行う開閉部 311（スレーブ動作部、開閉動作部）と、開閉部 311 を開閉する開閉駆動部 313 とを備える場合の例で説明する。

このような処置具 302 の例としては、例えば、鉗子や持針器などを挙げることができる。

【0021】

開閉部 311 は、回動支軸 311c を中心として開閉中心軸線 O_{311} に対して左右対称に開閉する一対の処置具片 311b を備える。

なお、図 3 では、開閉中心軸線 O_{311} が軸状部 312 の中心軸線と整列しているように描いている。ただし、開閉部 311 は、図示略の関節を介して軸状部 312 と連結されていてもよく、この場合には、開閉中心軸線 O_{311} は、軸状部 312 の中心軸線に対して傾斜する姿勢を取ることも可能である。

【0022】

以下では、開閉部 311 の開閉角として、開閉中心軸線 O_{311} と各処置具片 311b の把持面 311a 同士のなす角度 θ_s を用いることにする。すなわち、角度 θ_s は、各把持面 311a のなす角の半分である。

このため、処置具片 311b が開き方向に移動すると角度 θ_s は増大する。処置具片 311b が閉じ方向に移動すると、角度 θ_s は減少する。

ただし、この開閉角の定義は、一例であって、例えば、各把持面 311a のなす角である角度 $2\theta_s$ を採用してもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 3 】

開閉駆動部 3 1 3 は、その動作が、制御部 4 0 0 から送出される駆動指令値 4 0 3 に基づいてスレーブ制御部 3 0 3 から送出される駆動信号 3 1 3 a により制御される。このため、開閉駆動部 3 1 3 は、後述するスレーブ制御部 3 0 3 を介して、制御部 4 0 0 と電氣的に接続されている。

開閉駆動部 3 1 3 の構成としては、開閉部 3 1 1 を開閉させる適宜のアクチュエータを採用することができる。

また、開閉駆動部 3 1 3 は、開閉駆動部 3 1 3 の開閉角を検出するエンコーダ 3 1 4 (スレーブ角度検出部) を備えている。

【 0 0 2 4 】

10

エンコーダ 3 1 4 は、検出された開閉角に対応する出力信号 3 1 4 a を生成し、スレーブ制御部 3 0 3 に送出できるようになっている。

エンコーダ 3 1 4 の構成は特に限定されず、例えば、開閉部 3 1 1 の回動量を直接的に検出するロータリエンコーダであってもよいし、開閉部 3 1 1 の開閉動作に連動する直動部材の移動量を検出するリニアエンコーダやこの直動移動を回動量に変換して検出するロータリエンコーダであってもよい。

【 0 0 2 5 】

また、エンコーダ 3 1 4 は、アブソリュート型でもよいし、インクリメント型でもよい。

インクリメント型を採用する場合には、適宜の位置校正手段を設け、この位置校正手段により、処置具片 3 1 1 b が一定の校正位置に達したかどうかを監視し、処置具片 3 1 1 b が校正位置に達したときに、エンコーダ 3 1 4 の出力信号 3 1 4 a をリセットする構成とすることが好ましい。このような構成によれば、校正位置を通過するたびに出力信号 3 1 4 a を校正することができるため、インクリメント型であっても、開閉部 3 1 1 の開閉角を正確に検出することができる。

20

【 0 0 2 6 】

スレーブアーム 3 0 1 は、処置具 3 0 2 を適宜の位置および姿勢で保持する多関節アームからなり、スレーブ制御部 3 0 3 に電氣的に接続され、スレーブ制御部 3 0 3 からの制御信号に応じて動作が制御されるようになっている。

【 0 0 2 7 】

30

スレーブ制御部 3 0 3 は、図 1 に示すように、後述するマニピュレータ制御部 4 0 2 からの制御信号に基づいて、スレーブマニピュレータ 3 0 0 の制御を行うとともに、スレーブマニピュレータ 3 0 0 から送信される各可動部の位置情報や制御に必要な検知信号等をマニピュレータ制御部 4 0 2 に送出するものである。このため、スレーブ制御部 3 0 3 は、後述する制御部 4 0 0 のマニピュレータ制御部 4 0 2 およびスレーブマニピュレータ 3 0 0 の各可動部と電氣的に接続されている。

例えば、スレーブ制御部 3 0 3 は、処置具 3 0 2 の開閉部 3 1 1 に対して、駆動指令値 4 0 3 に基づいて開閉部 3 1 1 の開閉を行うための駆動信号 3 1 3 a を送出して、開閉制御を行う。

また、スレーブ制御部 3 0 3 は、エンコーダ 3 1 4 から出力信号 3 1 4 a を取得し、マニピュレータ制御部 4 0 2 に転送する。

40

【 0 0 2 8 】

操作入力装置 1 0 0 は、図 1 に示すように、マスタ入力部 2 0 0 と、制御部 4 0 0 (連動制御部) とを備える。

マスタ入力部 2 0 0 は、操作者 Op による操作をスレーブマニピュレータ 3 0 0 に伝達するマスタとして機能するものであって、表示部 2 0 1 (情報表示部) と、マスタアーム 2 0 2 と、マスタグリップ 2 0 3 L、2 0 3 R (マスタ操作部) とを有している。

【 0 0 2 9 】

表示部 2 0 1 は、図示略のカメラおよび制御部 4 0 0 と電氣的に接続されており、カメラや制御部 4 0 0 からの情報を表示して、操作者 Op が見られるようにするものである。

50

表示部 201 の表示の種類としては、例えば、カメラによって撮影される患者 P の術部およびその近傍の映像、例えば、フットスイッチ等の不図示の入力手段による操作入力を行う操作入力画面、操作者 Op に対する種々の情報、ガイダンス、警告メッセージなどの文字や画像などを挙げることができる。

【0030】

マスタアーム 202 は、スレーブマニピュレータ 300 におけるスレーブアーム 301 の位置および姿勢を操作するための操作者 Op の操作をスレーブマニピュレータ 300 に伝達するものであり、制御部 400 と通信可能に接続されている。

本実施形態のマスタアーム 202 は、アーム基端部 202b が、例えば、表示部 201 の下部等のマスタ入力部 200 内の定位置に連結された 2 本の多関節アーム 202L (図 1 参照) および多関節アーム 202R (図 2 参照) からなる。

多関節アーム 202L、202R は、それぞれ操作者 Op が表示部 201 を見ながら操作できるように表示部 201 の前側に配置されている。

また、多関節アーム 202L、202R は、それぞれ、操作者 Op の左手、右手による操作入力に対応している。

多関節アーム 202L、202R において操作者 Op 側となるアーム先端部 202a には、操作者 Op が把持して操作入力を行うマスタグリップ 203L、203R が設けられている。

多関節アーム 202L、202R は、それぞれ、関節ごとに関節の動作量を検知するエンコーダを備えており、各エンコーダの出力を関節ごとの操作信号として制御部 400 に送出できるようになっている。

【0031】

マスタグリップ 203L、203R は、それぞれ操作者 Op の左手、右手の操作により、それぞれ、多関節アーム 202L、202R に対応するスレーブアーム 301 と、このスレーブアーム 301 に設けられた処置具 302 とに対する操作入力を行うものである。

マスタグリップ 203L、203R は、それぞれ左手、右手で把持や操作が容易となるように互いに面对称となる形状に設けることができるが、以下では、一例として、いずれも同一形状のマスタグリップ 1 (図 3 参照) からなるものとして説明する。

【0032】

マスタグリップ 1 の概略構成は、図 3 に示すように、グリップ部 1a、筐体部 1d、操作ハンドル 1b (操作部材)、ばね 3、エンコーダ 4 (マスタ角度検出部)、および位置検出スイッチ 6 (連動許可入力部) を備える。

なお、図 3 は、図 2 における A 視の平面図として描かれているが、図 3 は模式図のため、例えば、図 2 に示された筐体部 1d の図示は省略している。

【0033】

グリップ部 1a は、図 2 に示すように、操作者 Op が片手で把持する筒状体であり、一方の端部に、アーム先端部 202a に向かって延出された筐体部 1d を備える。

筐体部 1d は、その先端部において、アーム先端部 202a と連結されている。

また、グリップ部 1a の端部には、一对の操作ハンドル 1b が筐体部 1d を挟んで可動支持され、操作ハンドル 1b を V 字状に開いた状態の開閉角を変えられるようになっている。

本実施形態では、図 3 に示すように、各操作ハンドル 1b の一端部が、グリップ部 1a の内部に設けられた回動支軸 1c によって回動可能に支持されている。

【0034】

各操作ハンドル 1b は、操作者 Op の指に係止することによって、開閉動作を行うことができるが、棒状、板状等の適宜の形状を採用することができる。例えば、操作者 Op の把持位置を特定できるように、凹凸部が形成されていてもよい。また、図示は省略するが、操作者 Op の指のうごきに操作ハンドル 1b が追従しやすいように、例えば、操作を行う指を開閉方向において係止する突起部や、指を挿入する指挿入部などを設けた構成としてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 5 】

ばね 3 は、一対の操作ハンドル 1 b を開き方向に付勢するばね部材であり、操作ハンドル 1 b の先端部（グリップ部 1 a と反対側の端部）寄りの位置において、操作ハンドル 1 b の間に装着されている。

ただし、ばね 3 のばね種類や取り付け位置は、一対の操作ハンドル 1 b に対して、各操作ハンドル 1 b が開く方向に付勢できれば、特に限定されない。図 3 には、圧縮コイルばねの両端部が、各操作ハンドル 1 b の互いに対向する側面に装着されている場合の例を示している。

ばね 3 の長さは、操作を行わない場合に、操作ハンドル 1 b の開閉角が最大の開閉角よりも小さい一定値となるように設定されている。

10

【 0 0 3 6 】

このような構成により、操作ハンドル 1 b に外力が作用しない場合（以下、自然状態と称する）には、マスタグリップ 1 は、図 3 に実線で示すように、ばね 3 の付勢力により、一定の開閉角で V 字状に開いた状態になっている。

また、操作者 O p がグリップ部 1 a を手で握って、例えば、親指と人差し指とでそれぞれの操作ハンドル 1 b を把持して、各操作ハンドル 1 b を移動させると、各操作ハンドル 1 b が回動支軸 1 c を中心として回動するため、開閉角が変化する。

以下では、マスタグリップ 1 における操作ハンドル 1 b の開閉角として、開閉中心軸線 O_1 と各操作ハンドル 1 b とのなす角度 θ_M を用いることにする。すなわち、角度 θ_M は、各操作ハンドル 1 b のなす角の半分である。

20

ただし、この開閉角の定義は、一例であって、例えば、各把持面 3 1 1 a のなす角である角度 $2\theta_s$ を採用してもよい。

【 0 0 3 7 】

このように操作ハンドル 1 b を開閉すると、ばね 3 の伸縮量に応じて、ばね 3 からの反力が発生するため、操作者 O p は操作抵抗を感じるようになる。例えば、操作ハンドル 1 b を閉じていくと、開閉角が小さくなるにつれて操作抵抗が増大する。このため、一対の操作ハンドル 1 b によって、操作者 O p が被把持物を実際に把持しているかのような感覚を持つことが可能となる。

また、本実施形態では、操作者 O p は、操作ハンドル 1 b を自然状態からさらに開く操作を行うことが可能である。以下ではこの最大の開閉角を角度 θ_{MA} で表す。

30

このような操作ハンドル 1 b を自然状態からさらに開く操作では、ばね 3 の引っ張りによる弾性復元力による操作抵抗が発生する。この操作抵抗は最大の開閉角に近づくにつれて増大する。

【 0 0 3 8 】

エンコーダ 4 は、各操作ハンドル 1 b の開閉角を検出し、開閉角に対応する検出値を出力信号 4 a として、制御部 4 0 0 に送付するものである。本実施形態では、エンコーダ 4 は、グリップ部 1 a の内部に設けられ、制御部 4 0 0 と電氣的に接続されている。

エンコーダ 4 の構成は、本実施形態では、操作ハンドル 1 b の回動量を直接的に検出するロータリエンコーダを採用している。ただし、操作ハンドル 1 b の開閉動作に連動する直動部材の移動量を検出するリニアエンコーダやこの直動移動を回動量に変換してロータリエンコーダで検出する構成としてもよい。

40

【 0 0 3 9 】

また、エンコーダ 4 は、アブソリュート型でもよいし、インクリメント型でもよい。

インクリメント型を採用する場合には、適宜の位置校正手段を設け、この位置校正手段により、操作ハンドル 1 b が一定の校正位置に達したかどうかを監視し、操作ハンドル 1 b が校正位置に達したときに、エンコーダ 4 の出力信号 4 a をリセットする構成とすることが好ましい。このような構成によれば、校正位置を通過するたびに出力信号 4 a を校正することができるため、インクリメント型であっても、操作ハンドル 1 b の開閉角を正確に検出することができる。

【 0 0 4 0 】

50

位置検出スイッチ 6 は、一方の操作ハンドル 1 b の位置を検出することにより操作ハンドル 1 b が最大の開閉角まで開いたことを検出して、連動許可モード信号 6 a を発生し、連動許可モード信号 6 a を制御部 4 0 0 に送出する位置検出器であり、制御部 4 0 0 と電気的に接続されている。

連動許可モード信号 6 a は、制御部 4 0 0 によって、マスタグリップ 1 の操作入力に基づく開閉部 3 1 1 の連動を許可するモード（以下、連動許可モード）に入るために用いられる信号である。

【 0 0 4 1 】

位置検出スイッチ 6 の種類としては、操作ハンドル 1 b と機械的に当接したことを検知する接点スイッチや、操作ハンドル 1 b の移動位置を電氣的、磁氣的、光学的に検出する位置検知センサや、速度検知センサなどを採用することができる。

10

【 0 0 4 2 】

本実施形態では、位置検出スイッチ 6 は、グリップ部 1 a に一端部が固定された支持アーム部材 5 において、操作ハンドル 1 b が最大限開いたときの一方の操作ハンドル 1 b に、開き方向側で面するように装着されている。

支持アーム部材 5 は、図 3 に二点鎖線で示すように、最大限開いたときの一方の操作ハンドル 1 b に対して、開閉中心軸線 O_1 と反対側で対向する位置関係となるように、グリップ部 1 a から延ばされている。

【 0 0 4 3 】

制御部 4 0 0 の機能構成は、図 1 に示すように、マスタ制御部 4 0 1 と、マニピュレータ制御部 4 0 2 と、を有している。

20

マスタ制御部 4 0 1 は、マスタ入力部 2 0 0 から送出される信号を受信し、この信号に基づいた動作を実現するため、スレーブマニピュレータ 3 0 0 の制御対象となる可動部の駆動量を解析し、可動部選択信号 4 0 4 と、可動部選択信号 4 0 4 で選択される可動部への駆動指令値 4 0 3 と、をマニピュレータ制御部 4 0 2 に送出するものである。

ここで、可動部選択信号 4 0 4 は、スレーブアーム 3 0 1 の関節などの各可動部と、スレーブアーム 3 0 1 に保持される処置具 3 0 2 の開閉部 3 1 1 とに、それぞれ独立に割り当てられている。

【 0 0 4 4 】

マスタ制御部 4 0 1 は、マスタアーム 2 0 2 からの各関節からの信号を解析して、マスタグリップ 2 0 3 L、2 0 3 R の位置および姿勢を算出し、これに合わせてスレーブアーム 3 0 1 に支持された処置具 3 0 2 の先端の位置および姿勢を制御するために必要なスレーブアーム 3 0 1 の各可動部の駆動指令値 4 0 3 を生成することができる。駆動指令値 4 0 3 は、各可動部に対応する可動部選択信号 4 0 4 とともに、スレーブ制御部 3 0 3 に送出されるようになっている。

30

【 0 0 4 5 】

また、マスタ制御部 4 0 1 は、マスタ制御部 4 0 1 に送出されたマスタグリップ 2 0 3 L、2 0 3 R に対応する各エンコーダ 4 からの出力信号 4 a に基づいて、開閉部 3 1 1 に送出する駆動指令値 4 0 3 も生成して、マニピュレータ制御部 4 0 2 に送出することができる。この駆動指令値 4 0 3 を、以下では、特に開閉指令値 4 0 3 A と称する。

40

出力信号 4 a と開閉指令値 4 0 3 A との対応関係は、マスタ制御部 4 0 1 の不図示の記憶部に、例えば、テーブルや変換式データなどとして記憶されている。この対応関係は、必要に応じて設定することができる。

例えば、操作ハンドル 1 b の開閉角 θ_M と開閉部 3 1 1 の開閉角 θ_S とが、一致する対応でもよいし、適宜倍率による線形の対応でもよいし、線形性を有しない対応でもよい。

【 0 0 4 6 】

また、マスタ制御部 4 0 1 は、マニピュレータ制御部 4 0 2 に制御信号 4 0 5 を送出することで、「連動モード」と「連動停止モード」とを選択的に切り換えることができるようになっている。

ここで、「連動モード」とは、マニピュレータ制御部 4 0 2 とスレーブ制御部 3 0 3 と

50

の間で通信を行って開閉指令値 4 0 3 A をスレーブ制御部 3 0 3 に送出し、これにより、開閉部 3 1 1 の動作を開閉指令値 4 0 3 A に基づく動作に連動させるモードである。

また、「連動停止モード」とは、マニピュレータ制御部 4 0 2 からスレーブ制御部 3 0 3 への通信を停止して、開閉指令値 4 0 3 A がスレーブ制御部 3 0 3 に送出されない状態とし、これにより、開閉指令値 4 0 3 A に基づく連動動作を停止するモードである。

ただし、連動停止モードでは、エンコーダ 3 1 4 からは、出力信号 3 1 4 a が送出され続けており、この出力信号 3 1 4 a は、スレーブ制御部 3 0 3 およびマニピュレータ制御部 4 0 2 を介して、マスタ制御部 4 0 1 に送出され続ける。

【 0 0 4 7 】

連動モードが開始されるのは、マスタ制御部 4 0 1 が連動許可モード信号 6 a の受信した後であって、出力信号 4 a で検出される操作ハンドル 1 b の開閉角と、出力信号 3 1 4 a で検出される開閉部 3 1 1 の開閉角とが対応したとき、かつ出力信号 4 a で検出される操作ハンドル 1 b の開閉角が操作ハンドル 1 b の閉じ方向に変化している場合である。

ここで、操作ハンドル 1 b の開閉角が開閉部 3 1 1 の開閉角に「対応」とするとは、予め設定された上記対応関係に基づいて、出力信号 4 a から生成された開閉指令値 4 0 3 A の表す開閉角が、出力信号 3 1 4 a で検出される開閉部 3 1 1 の開閉角が一致することを意味する。すなわち、上記対応関係を関数 f で表すと、 $s = f(m)$ の関係にあることを意味する。

このような対応関係にあるとき、操作ハンドル 1 b による操作入力と、開閉部 3 1 1 の動作状態とは対応関係に基づいて合致している。

【 0 0 4 8 】

連動停止モードは、開閉部 3 1 1 の動作が、開閉指令値 4 0 3 A に基づく動作から許容値以上ずれてしまった場合に、マスタ制御部 4 0 1 がマニピュレータ制御部 4 0 2 に制御信号 4 0 5 を送出することによって開始される。

このため、マスタ制御部 4 0 1 は、スレーブ制御部 3 0 3 およびマニピュレータ制御部 4 0 2 を介してエンコーダ 3 1 4 から送出される出力信号 3 1 4 a を取得して、開閉部 3 1 1 が開閉指令値 4 0 3 A に従って連動しているかどうかを常時監視している。

【 0 0 4 9 】

マニピュレータ制御部 4 0 2 は、マスタ制御部 4 0 1 から送出される駆動指令値 4 0 3 の動作を実現するため、スレーブ制御部 3 0 3 を介して、可動部選択信号 4 0 4 で選択されたスレーブマニピュレータ 3 0 0 の各可動部と通信を行って、各可動部の動作制御を行うものである。

特に、マニピュレータ制御部 4 0 2 は、制御信号 4 0 5 によって連動停止モードに切り換えられるまでは、スレーブ制御部 3 0 3 に開閉指令値 4 0 3 A を送出している。これにより、スレーブ制御部 3 0 3 は、開閉部 3 1 1 の開閉動作をマスタグリップ 1 の操作入力に対応した開閉動作に制御する。

また、制御信号 4 0 5 によって連動停止モードに切り換えられると、開閉指令値 4 0 3 A の送出が停止されるため、制御信号 4 0 5 によって連動モードに切り換えられるまでは、開閉部 3 1 1 の動作制御は行われない。

【 0 0 5 0 】

制御部 4 0 0 の装置構成は、本実施形態では、CPU、メモリ、入出力インターフェース、外部記憶装置などからなるコンピュータを採用しており、このコンピュータによって上記の制御機能を実現する制御プログラムを実行する構成としている。

【 0 0 5 1 】

次に、本実施形態のマスタスレーブマニピュレータ 5 0 0 の動作について、マスタグリップ 1 による開閉部 3 1 1 の制御動作を中心として説明する。

図 4 は、本発明の実施形態のマニピュレータシステムの動作の一例を説明する模式的なグラフである。横軸は時間 t 、縦軸はエンコーダ出力である。図 5 は、本発明の実施形態のマニピュレータシステムの動作説明図である。図 6 は、本発明の実施形態のマニピュレータシステムの図 5 に続く動作説明図である。ただし、図 5、6 において (a - 1)、

10

20

30

40

50

(a - 2)、(a - 3)はマスタ操作部の動作を、(b - 1)、(b - 2)、(b - 3)はこれに対応する開閉部 3 1 1 の動作を示す。図 7 (a)、(b)、(c)は、本発明の実施形態のマニピュレータシステムの表示画面の一例を示す模式図である。

【 0 0 5 2 】

まず、マスタスレーブマニピュレータ 5 0 0 の正常時の動作について、簡単に説明する。

マスタスレーブマニピュレータ 5 0 0 によれば、図 1 に示すように、マスタグリップ 2 0 3 L、2 0 3 R を把持した操作者 O p が、表示部 2 0 1 を見ながら、マスタグリップ 2 0 3 L、2 0 3 R の位置または姿勢を変化させる操作を行うことができる。これに伴って、マスタアーム 2 0 2 の各可動部からのエンコーダの出力信号が、マスタ制御部 4 0 1 に

10

送出される。マスタ制御部 4 0 1 は、これらの出力信号を解析して、マスタグリップ 2 0 3 L、2 0 3 R のそれぞれの位置および姿勢に対応してスレーブマニピュレータ 3 0 0 を駆動するためのスレーブアーム 3 0 1 の各可動部の駆動指令値 4 0 3 を生成し、マニピュレータ制御部 4 0 2 に送出する。

マニピュレータ制御部 4 0 2 は、送出された駆動指令値 4 0 3 を、スレーブアーム 3 0 1 の駆動信号に変換して、スレーブ制御部 3 0 3 に送出する。これにより、スレーブアーム 3 0 1 が駆動制御されて、処置具 3 0 2 の先端の位置および姿勢が、マスタグリップ 2 0 3 L、2 0 3 R のそれぞれの位置および姿勢に対応して制御される。

【 0 0 5 3 】

20

一方、これと並行して、操作者 O p は、必要に応じて、マスタグリップ 2 0 3 L、2 0 3 R の操作ハンドル 1 b を操作して、その開閉角を変える。このとき、マスタグリップ 2 0 3 L、2 0 3 R には、ばね 3 が設けられているため、操作ハンドル 1 b を閉じるとばね 3 が変形し、変形量に応じて弾性復元力が発生する。このため、操作ハンドル 1 b を操作する操作者 O p の手に操作抵抗が感じられる。

このような操作ハンドル 1 b の操作により、マスタグリップ 2 0 3 L、2 0 3 R の各エンコーダ 4 の出力信号 4 a がマスタ制御部 4 0 1 に送出される。

マスタ制御部 4 0 1 は、この各エンコーダ 4 からの出力信号 4 a に基づいて、処置具 3 0 2 の先端に設けられた開閉部 3 1 1 の開閉を行う可動部である開閉駆動部 3 1 3 の駆動信号に対応する開閉指令値 4 0 3 A を生成し、開閉駆動部 3 1 3 に対応する可動部選択信号 4 0 4 とともに、スレーブ制御部 3 0 3 に送出する。これにより、開閉駆動部 3 1 3 が駆動制御されて、処置具 3 0 2 の開閉部 3 1 1 の開閉角が、各操作ハンドル 1 b の開閉角に対応して制御される。

30

このため、開閉部 3 1 1 は被把持物を把持したり把持解除したりすることが可能となる。

【 0 0 5 4 】

このようにして、操作者 O p は、マスタ入力部 2 0 0 を通して、スレーブマニピュレータ 3 0 0 を遠隔操作して外科手術を行うことができる。

【 0 0 5 5 】

次に、開閉部 3 1 1 の開閉動作がマスタグリップ 2 0 3 L、2 0 3 R に基づいて適正に

40

制御できなくなった場合に動作ついて説明する。マスタグリップ 2 0 3 L、2 0 3 R は、いずれもマスタグリップ 1 からなるため、以下では、マスタグリップ 1 と開閉部 3 1 1 との関係を説明する。

また、簡単のため、操作ハンドル 1 b の開閉角 θ_M と開閉部 3 1 1 の開閉角 θ_S とが同一角度となる対応関係の制御を行う場合の例で説明する。

エンコーダ 4、3 1 4 の出力信号 4 a、3 1 4 a は、開閉角の大きさを表すものとする。すなわち、エンコーダ 4、3 1 4 のエンコーダ出力 θ は、操作ハンドル 1 b、開閉部 3 1 1 の開閉角が θ になっていることを示すものとする。

【 0 0 5 6 】

開閉部 3 1 1 の開閉動作が、マスタグリップ 1 の開閉動作と連動しなくなる原因は種々

50

考えられるが、操作入力とずれた動作を続けると正確な開閉が行われず、開閉部 3 1 1 を用いた作業に支障が生じる。このため、マスタ制御部 4 0 1 は、開閉部 3 1 1 の開閉動作を常時監視して、許容値以上に開閉角がずれると、制御信号 4 0 5 によって、連動停止モードに切り換える。

このような状況は、特に、被把持物を把持したときに発生することが多い。例えば、操作者 Op は、遠隔操作を行っているため、被把持物の大きさや硬さについて十分な情報を有している訳ではない。例えば、被把持物が十分硬いにも関わらず被把持物の大きさよりも開閉角を閉じてしまうと、開閉部 3 1 1 は開閉指令値 4 0 3 A に対応する開閉角に閉じることができなくなり、操作ハンドル 1 b の開閉角と開閉部 3 1 1 の開閉角が相違してしまう。また、被把持物が変形可能であっても抵抗が大きかったり、閉じ速度が速すぎたりすると、やはり開閉部 3 1 1 は開閉指令値 4 0 3 A に対応する開閉角に閉じることができない。

10

【 0 0 5 7 】

時刻 t_0 (以下、時刻 t_n の添字 n は、時間的な順序を示し、添字が大きい方が時間的に後であることを表す。) において操作ハンドル 1 b および開閉部 3 1 1 の開閉角が θ_0 (ただし、 $\theta_0 < \theta_{MA}$) に開いている状態から、操作ハンドル 1 b を閉じて、図 5 (a - 2) に示すような柔軟性を有する被把持物 W (図 5 (a - 2) 参照) を把持するものとする。

このとき、エンコーダ 4、3 1 4 のエンコーダ出力は、図 4 に示すように、時間とともに、折れ線 9 0、9 1 のように、 θ_0 から減少していく。ここで、操作ハンドル 1 b と開閉部 3 1 1 とは連動状態にあるため、折れ線 9 0、9 1 は重なっている。

20

なお、エンコーダ出力の変化を折れ線で表しているのは一例であり、操作ハンドル 1 b の操作の仕方によっては、適宜の曲線状の変化を示す操作入力を行うことが可能である。

【 0 0 5 8 】

図 4 に示すように、時刻 t_1 において、例えば、開閉部 3 1 1 が被把持物 W を把持した状態で、操作入力に合わせて閉じることができなくなった ($\theta = \theta_1$ 、ただし、 $\theta_1 < \theta_0$) ものとする (図 5 (a - 1)、(a - 2) 参照)。

この場合、図 4 の点 a で折れ線 9 0、9 1 に分岐する時刻 t_1 以後は、エンコーダ 4 のエンコーダ出力は折れ線 9 0 のように低下するのに対して、エンコーダ 3 1 4 のエンコーダ出力は、折れ線 9 1 (図示太破線参照) のように、 $\theta = \theta_1$ のままである。

30

マスタ制御部 4 0 1 は、時刻 t_1 の直後に、開閉角が許容値以上ずれていることを検出すると、制御信号 4 0 5 をマニピュレータ制御部 4 0 2 に送出して、連動停止モードに切り換える。これにより、操作者 Op が操作ハンドル 1 b をさらに開閉しても、これに対応する開閉指令値 4 0 3 A は、マニピュレータ制御部 4 0 2 からスレーブ制御部 3 0 3 に送出されることはない。

このため、開閉駆動部 3 1 3 は、連動停止モードに入った際の開閉角のままで停止する。

【 0 0 5 9 】

また、マスタ制御部 4 0 1 は、連動停止モードに切り換えると、図 7 (a) に示すように、表示部 2 0 1 の表示画面 2 0 1 a に連動障害が発生したことを知らせる警告表示 M 1 (例えば「連動障害発生」と、操作者 Op の対処方法を説明するガイダンス表示 M 2 (例えば「グリップを全開にしてください」と) を表示させる。

40

【 0 0 6 0 】

操作者 Op がガイダンス表示 M 2 を見て、図 4 に示すように、時刻 t_2 から操作ハンドル 1 b を開いていくと (図 5 (b - 1) 参照)、エンコーダ 4 のエンコーダ出力は、 θ_2 (ただし、 $\theta_2 < \theta_1$) から θ_{MA} に向かって増大していく。

その際、時刻 t_3 において、エンコーダ 4 のエンコーダ出力が θ_1 (点 c 参照) となると、エンコーダ 3 1 4 のエンコーダ出力と一致する状態になる。

このとき、位置検出スイッチ 6 は操作ハンドル 1 b を検知しておらず、連動許可モード信号 6 a は未発生であるため、連動許可モードになっていない。また、マスタ制御部 4 0

50

1 は、出力信号 4 a の変化から、操作ハンドル 1 b の開閉角が開き方向に変化していることを検出している。

このため、本実施形態では、マスタ制御部 4 0 1 は、連動モードに切り換えず、エンコーダ 4 のエンコーダ出力が増大しても、開閉部 3 1 1 は連動せず、エンコーダ 3 1 4 のエンコーダ出力は θ_1 のままである。すなわち、開閉部 3 1 1 は操作ハンドル 1 b の操作入力によって開かれることはない（図 5（a - 2）参照）。

【0061】

時刻 t_4 になると、操作者 O p は操作ハンドル 1 b を最大の開閉角まで開く（図 4 の点 d 参照）。このとき、図 5（c - 1）に示すように、一方の操作ハンドル 1 b が、位置検出スイッチ 6 の位置検出位置に位置するため、位置検出スイッチ 6 は、連動許可モード信号 6 a をマスタ制御部 4 0 1 に送出する。これにより、連動許可モードが開始される。

10

マスタ制御部 4 0 1 は、図 7（b）に示すように、連動許可モードに入り、連動障害を解消することが可能になったことを操作者 O p に知らせるため、表示部 2 0 1 の表示画面 2 0 1 a に情報表示 M 3（例えば「連動準備」と、操作者 O p の対処方法を説明するガイダンス表示 M 4（例えば「グリップを閉じてください」と）を表示させる。

【0062】

操作者 O p は、表示部 2 0 1 に図 7（b）の表示によって、これからの操作によって連動が開始されることが分かるため、連動開始した際の操作について予め準備しておくことができる。

操作者 O p は、ガイダンス表示 M 4 を見て、操作ハンドル 1 b を閉じていく。これにより、エンコーダ 4 のエンコーダ出力は、 θ_{MA} から θ_1 に向かって減少していく。

20

その際、時刻 t_5 において、エンコーダ 4 のエンコーダ出力が θ_1 （点 e 参照）となって、エンコーダ 3 1 4 のエンコーダ出力と一致する（図 6（a - 1）、（a - 2）参照）。

このとき、連動許可モードになっており、マスタ制御部 4 0 1 は、出力信号 4 a の変化から、操作ハンドル 1 b の開閉角が閉じ方向に変化していることを検出している。

このため、マスタ制御部 4 0 1 は、マニピュレータ制御部 4 0 2 に制御信号 4 0 5 を送出して、連動停止モードを連動モードに切り換える。

また、マスタ制御部 4 0 1 は、図 7（c）に示すように、連動モードに入り、連動障害が解消されたことを操作者 O p に知らせるために、表示部 2 0 1 に情報表示 M 5（例えば「連動 OK」と、詳細情報表示 M 6（例えば「スレーブは連動します」と）を表示させる。

30

【0063】

これにより、開閉部 3 1 1 の連動が再開され、以後、開閉部 3 1 1 の開閉角が操作ハンドル 1 b の開閉角と同様に変化する。

そこで、操作者 O p は、時刻 t_1 から行う予定であった操作、例えば、被把持物 W をさらに強く把持するように閉じる、といった操作を継続することができる（図 6（b - 1）、（b - 2）、図 4 の直線 e f 参照）。

また、必要に応じて、操作ハンドル 1 b を開いて、被把持物 W の把持解除を行うことも可能である（図 6（c - 1）、（c - 2）参照）。この場合、操作者 O p は連動が再開されたことを了解した上で、操作ハンドル 1 b を開いていくため、被把持物 W が突然落下したりすることがないように、開く速さを調整したり、マスタグリップ 1 を移動してマスタアーム 2 0 2 を操作し、例えば、把持解除を行うのが適切な場所に開閉部 3 1 1 を移動した後に把持解除を行う、といった対処が可能となる。

40

【0064】

このように、マスタスレーブマニピュレータ 5 0 0 によれば、操作者 O p が操作可能な連動許可入力部として、位置検出スイッチ 6 を備えるため、予期しないタイミングで連動動作が起こることを防止できる。このため、開閉部 3 1 1 の動作がマスタグリップ 1 の操作入力に応じた動作からずれた場合に、開閉部 3 1 1 による作業性を向上することができる。

50

【 0 0 6 5 】

[第 1 変形例]

次に、本実施形態の第 1 変形例について説明する。

図 8 は、本発明の実施形態の第 1 変形例のマニピュレータシステムのマスタ操作部を示す模式的な断面図である。

【 0 0 6 6 】

上記実施形態のマスタグリップ 1 が、位置検出スイッチ 6 により操作ハンドル 1 b の位置検出を行うことで連動許可モード信号 6 a を発生する構成であるのに対して、図 8 に示す本変形例のマスタグリップ 1 0 (マスタ操作部) は、操作ハンドル 1 b と連動して直動する部材 (後述の移動軸 1 3 a) の位置を検出するものであり、位置検出スイッチ 6 はグリップ部 1 a に内蔵されている。

10

本変形例のマスタグリップ 1 0 は、上記実施形態のマスタグリップ 1 と同様に、マスタスレーブマニピュレータ 5 0 0 におけるマスタグリップ 2 0 3 L、2 0 3 R として使用することが可能である。

以下、上記実施形態と異なる点を中心に説明する。

【 0 0 6 7 】

本変形例のマスタグリップ 1 0 は、上記実施形態のマスタグリップ 1 の回動支軸 1 c、ばね 3、エンコーダ 4 に代えて、回動支軸 1 0 c、アクチュエータ 1 3、エンコーダ 1 4 (マスタ角度検出部) を備える。

【 0 0 6 8 】

20

回動支軸 1 0 c は、上記実施形態の回動支軸 1 c に代えて、操作ハンドル 1 b の一端部を回動可能に支持するものである。回動支軸 1 0 c は、グリップ部 1 a の内部において開閉中心軸線 O_1 を挟み、開閉中心軸線 O_1 に関して対称な 2 位置に配置され、この 2 位置で各操作ハンドル 1 b の一端部をそれぞれ支持している。

【 0 0 6 9 】

アクチュエータ 1 3 は、各操作ハンドル 1 b を開閉中心軸線 O_1 に関して対称に開閉動作できるようにするとともに、操作ハンドル 1 b の操作に伴って操作抵抗を発生させるためのものである。

アクチュエータ 1 3 の概略構成は、開閉中心軸線 O_1 に沿って直動移動する移動軸 1 3 a と、移動軸 1 3 a の一端部を移動可能に支持するとともに移動方向と逆方向に抵抗力を発生させる抵抗発生部 1 3 b とを備える。

30

【 0 0 7 0 】

移動軸 1 3 a の他端部は、筐体部 1 d の基端側 (グリップ部 1 a に近い側) の内部に設けられたスライドガイド 1 0 d によって直動移動可能に支持されている。

移動軸 1 3 a の他端部における先端 1 3 c は、スライドガイド 1 0 d から筐体部 1 d の基端側に向いて突出されている。

また、移動軸 1 3 a の中間部と、各操作ハンドル 1 b との間には、回動支軸 1 0 c 回りの各操作ハンドル 1 b の回動運動を移動軸 1 3 a に伝達して移動軸 1 3 a を直動運動させるリンク 1 0 e が連結されている。これにより、操作ハンドル 1 b の開閉角と、移動軸 1 3 a との移動量とは、一対一の関係にあり、移動軸 1 3 a の移動量から操作ハンドル 1 b の開閉角を検出することができる。

40

【 0 0 7 1 】

グリップ部 1 a において、移動軸 1 3 a の先端 1 3 c の前方には、先端 1 3 c の移動範囲よりも離れた位置には、位置検出スイッチ 6 を配置するための支持板 1 0 a が設けられている。

支持板 1 0 a 上の位置検出スイッチ 6 は、移動軸 1 3 a の先端 1 3 c の位置検出を行い、操作ハンドル 1 b の最大の開閉角に対応する位置に先端 1 3 c が到達したかどうかを検知することができる位置に配置されている。

【 0 0 7 2 】

抵抗発生部 1 3 b は、移動軸 1 3 a の移動に抗する弾性部材、例えば、スプリングなど

50

のばね部材、空気ばねなどを備え、筐体部 1 d の先端側（グリップ部 1 a と反対側）の内部に固定されている。

【 0 0 7 3 】

エンコーダ 1 4 は、アクチュエータ 1 3 の移動軸 1 3 a の移動量を検出して、この検出値の出力信号 1 4 a をマスタ制御部 4 0 1 に送出するものであり、図示略の配線により、マスタ制御部 4 0 1 と電氣的に接続されている。

マスタ制御部 4 0 1 に送出された出力信号 1 4 a は、マスタ制御部 4 0 1 に予め記憶された変換テーブルなどにより、操作ハンドル 1 b の開閉角に換算される。

【 0 0 7 4 】

本変形例のマスタグリップ 1 0 によれば、上記実施形態のマスタグリップ 1 と同様に、操作ハンドル 1 b を最大の開閉角に開く操作者 O p の操作により、位置検出スイッチ 6 から、マスタ制御部 4 0 1 に連動許可モード信号 6 a を送出することができる。

したがって、上記実施形態と同様にして、予期しないタイミングで連動動作が起こることを防止できるため、開閉部 3 1 1 の動作がマスタグリップ 1 0 の操作入力に応じた動作からずれた場合に、開閉部 3 1 1 による作業性を向上することができる。

【 0 0 7 5 】

[第 2 変形例]

次に、本実施形態の第 2 変形例について説明する。

図 9 は、本発明の実施形態の第 2 変形例のマニピュレータシステムの主要部を示す模式的な構成図である。

【 0 0 7 6 】

図 9 に示すように、本変形例のマスタスレーブマニピュレータ 5 0 1（マニピュレータシステム）は、上記実施形態のマスタスレーブマニピュレータ 5 0 0 のマスタグリップ 1 に代えて、マスタグリップ 2 0 を備え、入力スイッチ 2 6（連動許可入力部）を追加したものである。

以下、上記実施形態と異なる点を中心に説明する。

【 0 0 7 7 】

本変形例のマスタグリップ 2 0 は、上記実施形態のマスタグリップ 1 の支持アーム部材 5、位置検出スイッチ 6 を削除したものである。

【 0 0 7 8 】

入力スイッチ 2 6 は、マスタグリップ 2 0 と別体に設けられ、操作者 O p が適宜のタイミングで操作することにより、連動許可モードに入るための連動許可モード信号 2 6 a を発生させ、この連動許可モード信号 2 6 a をマスタ制御部 4 0 1 に送出するものである。このため、入力スイッチ 2 6 は、マスタ制御部 4 0 1 と電氣的に接続されている。

入力スイッチ 2 6 の構成は、操作者 O p が操作可能な入力スイッチであれば、特に限定されない。例えば、操作者 O p が手で操作することができる押しボタンスイッチや、操作者 O p が足で操作することができるフットスイッチなどを好適に採用することができる。

【 0 0 7 9 】

本変形例のマスタスレーブマニピュレータ 5 0 1 によれば、連動許可モード信号 2 6 a を、操作者 O p の操作により適宜のタイミングで発生させることができるため、マスタ制御部 4 0 1 が連動障害を検出すると、上記実施形態と同様にして、連動停止モードに切り換えるとともに、図 7（a）におけるガイダンス表示 M 2 に代えて、例えば「連動を再開する準備ができたなら、入力スイッチを操作してください」のように、操作者 O p が入力スイッチ 2 6 を操作することを促すメッセージを表示させる。

これにより、操作者 O p は、警告表示 M 1 とこのようなガイダンス表示によって連動障害が発生したことが理解されるため、操作者 O p は、連動再開の準備をした上で、入力スイッチ 2 6 を操作し、連動許可モードに入ることができる。

【 0 0 8 0 】

連動許可モードに入ると、マスタ制御部 4 0 1 は、図 7（b）とほぼ同様な画面表示を行うが、ガイダンス表示 M 4 は、例えば「グリップを障害発生時より開いてからゆっくり

10

20

30

40

50

閉じてください」と言ったメッセージを表示させる。

これにより、操作者Opは、操作ハンドル1bを図4におけるエンコード出力₁よりもわずかに開いて、点cを超えた適宜の開閉角から、操作ハンドル1bを閉じる操作を行うことができる。この操作により、閉じ方向において出力信号4aのエンコード出力が₁に一致すると、上記実施形態と同様にして、マスタ制御部401によって連動停止モードから連動モードに切り換えられ、連動が再開される。

【0081】

このようにして、本変形例では、操作者Opは、操作ハンドル1bの開閉角を最大の開閉角まで開くことなく、迅速に連動の修復を図ることができる。

また、連動障害発生時の開閉角からわずかに開いて閉じるだけで、連動を再開することができるため、連動障害発生時とほぼ同じ操作状態から連動を開始することができるため、開閉部311を用いた作業を、円滑に継続することができる。

特に、入力スイッチ26として、フットスイッチを採用すれば、操作者Opがマスタグリップ20からまったく手を離すことなく操作を行うことができるため、さらに円滑に作業を継続することができる。

【0082】

[第3変形例]

次に、本実施形態の第3変形例について説明する。

図10は、本発明の実施形態の第3変形例のマニピュレータシステムの主要部を示す模式的な断面図である。

【0083】

図10に示すように、本変形例のマスタスレーブマニピュレータ502（マニピュレータシステム）は、上記実施形態のマスタスレーブマニピュレータ500のマスタグリップ1に代えて、マスタグリップ30を備える。

以下、上記実施形態と異なる点を中心に説明する。

【0084】

本変形例のマスタグリップ30は、上記実施形態のマスタグリップ1の支持アーム部材5、位置検出スイッチ6を削除し、入力スイッチ36（連動許可入力部）を、筐体部1dの表面に配置したものである。すなわち、マスタグリップ30は、上記第2変形例のマスタグリップ20に入力スイッチ36を追加した構成になっている。

【0085】

入力スイッチ36は、操作者Opが適宜のタイミングで操作することにより、連動許可モードに入るため、上記第2変形例と同様の連動許可モード信号26aを発生させ、この連動許可モード信号26aをマスタ制御部401（図10では図示略）に送出するものである。このため、入力スイッチ36は、マスタ制御部401と電氣的に接続されている。

入力スイッチ36の配置は、筐体部1dの表面であって、操作者Opが操作可能な位置であればどこでもよいが、本変形例では、操作者Opが操作入力を行うためにグリップ部1aを把持して状態で、いずれかの指で、操作できる位置に設けることが好ましい。

好ましい配置の一例としては、図10に示すように、グリップ部1aを握ったときに、上側となる、筐体部1dの上面1eを挙げることができる。この場合、例えば、操作者Opの人差し指を上方に移動させることで、入力スイッチ36を操作することが可能となる。このとき、他方の操作ハンドル1bは、操作者Opの親指で操作することが可能であり、人差し指を離しても、操作ハンドル1bの開閉角は、連動障害発生時と同じ角度に保つことができる。

【0086】

入力スイッチ36の構成は、操作者Opが操作可能な入力スイッチであれば、特に限定されない。例えば、操作者Opが手で操作することができる押しボタンスイッチを好適に採用することができる。

【0087】

本変形例のマスタスレーブマニピュレータ502によれば、上記第2変形例のマスタス

10

20

30

40

50

スレーブマニピュレータ501と同様に、操作者Opが、操作ハンドル1bの開閉角を最大の開閉角まで開くことなく、迅速に連動の修復を図ることができ、連動障害発生時とほぼ同じ操作状態から連動を開始することができるため、開閉部311を用いた作業を、円滑に継続することができる。

特に、入力スイッチ36が筐体部1dの表面に設けられているため、グリップ部1aを把持した状態でも容易に入力スイッチ36を操作することができるため、さらに円滑に作業を継続することができる。

【0088】

[第4変形例]

次に、本実施形態の第4変形例について説明する。

10

図11は、本発明の実施形態の第4変形例のマニピュレータシステムのマスタ操作部を示す模式的な断面図である。

【0089】

図11に示すように、本変形例のマスタグリップ40は、上記第1変形例のマスタグリップ10から位置検出スイッチ6を削除し、筐体部1dの側面1fに上記第3変形例の入力スイッチ36を配置したものである。

本変形例のマスタグリップ40は、上記実施形態のマスタグリップ1と同様に、マスタスレーブマニピュレータ500におけるマスタグリップ203L、203Rとして使用することが可能である。

以下、上記実施形態および上記第1変形例と異なる点を中心に説明する。

20

【0090】

本変形例における入力スイッチ36の配置位置は、操作者Opがグリップ部1aを握ったとき、人差し指で操作する側の操作ハンドル1bが設けられた側面1fであって、操作ハンドル1bの先端よりもわずかに筐体部1dの先端側となる位置としている。

このため、操作者Opの人差し指を筐体部1dの先端側に移動させることで、入力スイッチ36を操作することが可能となる。このとき、本変形例においても、他方の操作ハンドル1bは、操作者Opの親指で操作することが可能であり、人差し指を離しても、操作ハンドル1bの開閉角は、連動障害発生時と同じ角度に保つことができる。

【0091】

本変形例のマスタグリップ40によれば、操作者Opが、操作ハンドル1bの開閉角を最大の開閉角まで開くことなく、迅速に連動の修復を図ることができ、連動障害発生時とほぼ同じ操作状態から連動を開始することができるため、上記第3変形例と同様に、開閉部311を用いた作業を、円滑に継続することができる。

30

【0092】

なお、上記実施形態および各変形例の説明では、マスタ操作部がスレーブ動作部の開閉操作を行う場合の例で説明したが、マスタ操作部の操作入力、開閉操作には限定されない。例えば、スレーブ動作部が直動動作を行って対象物を押圧するような場合に、直動動作の操作入力を行う構成としてもよい。

【0093】

また、上記の実施形態および各変形例の説明では、マスタ操作部がスレーブ動作部の開閉操作を行う場合に、開閉中心軸線に対して左右対称に開閉する場合の例で説明したが、適宜の軸線に対して非対称に開閉してもよい。また、一对の操作部材、または一对の処置具片の一方に対して他方のみが移動して開閉動作するようにしてもよい。

40

【0094】

また、上記実施形態および各変形例の説明では、連動制御部は、連動許可モード信号の受信後であって、操作部材の開閉角の検出値と開閉動作部の開閉角の検出値とが対応したとき、かつ操作部材の開閉角の検出値が操作部材の開閉方向に変化している場合に、スレーブ動作部を操作入力に応じた動作に連動させる場合の例で説明した。

このような構成とすれば、連動が再開されたとき、操作部材が閉じる方向に移動しているため、誤って被把持物を落としたりすることがない。

50

ただし、連動許可モードは、操作者Opの操作によって連動許可入力部で発生する連動許可モード信号によって開始されるため、操作者Opは連動再開のタイミングを予期することができ、連動再開時の操作入力を準備できる状態にある。このため、連動を予期できず、連動再開の準備もできない場合に比べると、開閉部311が連動開始後に開いて行く場合にも、誤って把持物を落としたりするおそれは格段に少ない。

したがって、連動制御部は、連動許可モード信号の受信後であって、操作部材の開閉角の検出値と開閉動作部の開閉角の検出値とが対応したとき、かつ操作部材の開閉角の検出値が操作部材の開く方向に変化している場合に、スレーブ動作部を操作入力に応じた動作に連動させるようにすることが可能である。

この場合、連動再開直後は、開閉部311が開く方向に移動するため、被把持物に押圧力を作用しない。したがって、被把持物の変形を防止することができる。

【0095】

また、連動制御部は、連動許可モード信号の受信後であって、操作部材の開閉角の検出値と開閉動作部の開閉角の検出値とが対応したとき、かつ操作部材の開閉角の検出値が操作部材の開き方向または閉じ方向に変化している場合に、スレーブ動作部を操作入力に応じた動作に連動させることが可能であり、開き方向に変化している場合に連動させるか、閉じ方向に変化している場合に連動させるかを選択可能である構成とすることも可能である。

この場合、作業開始前に、操作者Opが、被把持物の種類や特性に合わせて、連動開始条件を、操作部材の開き方向とするか、閉じ方向とするか選択することができるため、被把持物の種類や特性に合わせて連動を再開させることができるため、連動障害が発生した場合でも、作業性を向上することができる。

【0096】

また、上記の実施形態および各変形例の説明では、マスタ制御部401が、表示部201に表示を行うことで、操作者Opに、連動障害の発生、連動許可モードへの移行、連動再開などを通知する場合の例で説明したが、音や音声で通知する構成とすることも可能である。

【0097】

また、上記の実施形態および各変形例の説明では、ばね3が自然状態のときに操作部材は最大開閉角に開いておらず、自然状態からさらに延ばされたときに位置検出スイッチ6を押圧する構成の場合の例で説明したが、ばね3の設置形態はこのような形態には限定されない。

例えば、ばね3が自然状態のときにちょうど最大開閉角に開くとともに、位置検出スイッチ6を押圧される構成とすることが可能である。

また、図12(a)、(b)に示す構成も可能である。図12(a)、(b)は、本発明の実施形態および各変形例に適用可能なばねの変形例(第5変形例)を示すマスタ操作部を示す模式的な構成図である。

この変形例(第5変形例)のマスタグリップ1A(マスタ操作部)は、上記実施形態のマスタグリップ1のばね3に代えてばね3Aを備える。ばね3Aの一端部(図示右側)は一方(図示右側)の操作ハンドル1bの内側に固定され、他端部(図示左側)は他方の操作ハンドル1bと接離可能に対向されている。

これにより、図12(b)に示すように、操作ハンドル1bが、ばね3Aが自然状態の長さ以下となる開閉角まで閉じられると、ばね3Aの弾性復元力が発生して操作抵抗が生じる。また、図12(a)に示すように、操作ハンドル1bが、ばね3Aの自然状態の長さ以上に間隔があく開閉角まで開かれると、ばね3Aによる操作抵抗は発生しない。

このような構成によれば、位置検出スイッチ6を押圧する際に、操作抵抗が発生しないため、軽い力で迅速に位置検出スイッチ6を押圧することができる。

【0098】

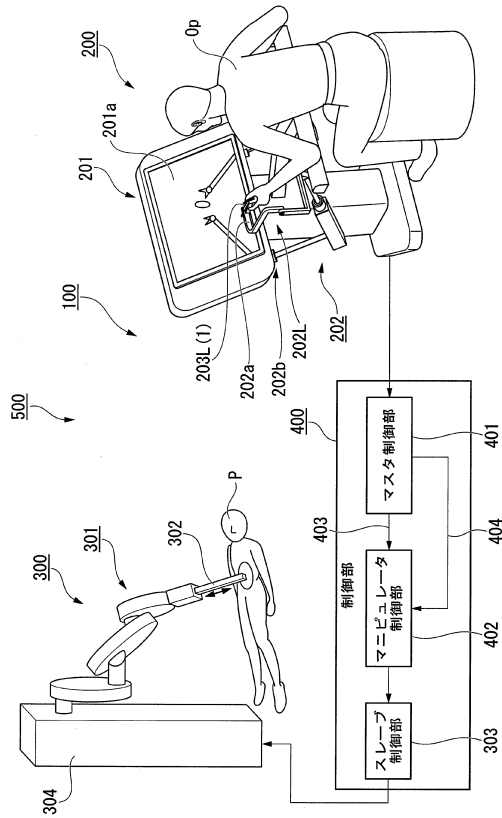
また、上記の実施形態、および各変形例に説明したすべての構成要素は、本発明の技術的思想の範囲で適宜組み合わせを代えたり、削除したりして実施することができる。

【符号の説明】

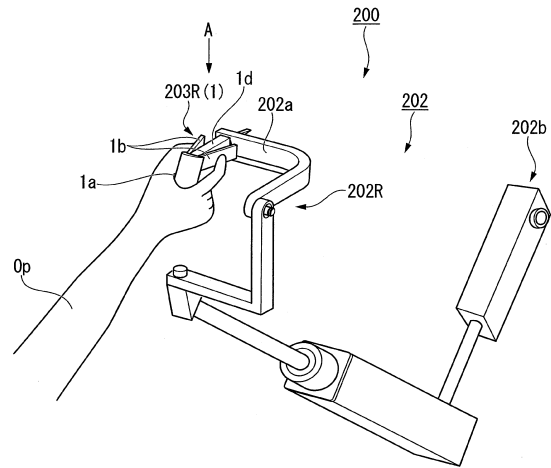
【 0 0 9 9 】

1、1 A、1 0、2 0、3 0、4 0、2 0 3 L、2 0 3 R	マスタグリップ（マスタ操作部）	
1 a	グリップ部	
1 b	操作ハンドル（操作部材）	
1 d	筐体部	
1 e	上面（マスタ操作部の表面）	
1 f	側面（マスタ操作部の表面）	
4、1 4	エンコーダ（マスタ角度検出部）	10
4 a、1 4 a、3 1 4 a	出力信号	
6	位置検出スイッチ（連動許可入力部）	
6 a、2 6 a	連動許可モード信号	
1 3	アクチュエータ	
1 3 a	移動軸	
1 3 b	抵抗発生部	
2 6、3 6	入力スイッチ（連動許可入力部）	
2 0 1	表示部（情報表示部）	
3 0 0	スレーブマニピュレータ	
3 1 1	開閉部（開閉動作部）	20
3 1 3	開閉駆動部	
3 1 3 a	駆動信号	
3 1 4	エンコーダ（スレーブ角度検出部）	
4 0 0	制御部（連動制御部）	
4 0 1	マスタ制御部	
4 0 2	マニピュレータ制御部	
4 0 3	駆動指令値	
4 0 3 A	開閉指令値	
4 0 5	制御信号	
5 0 0、5 0 1、5 0 2	マスタスレーブマニピュレータ（マニピュレータシステム）	30
M 1	警告表示	
M 2	ガイダンス表示	
M 3	情報表示	
M 4	ガイダンス表示	
M 5	情報表示	
M 6	詳細情報表示	
O p	操作者	
W	被把持物	

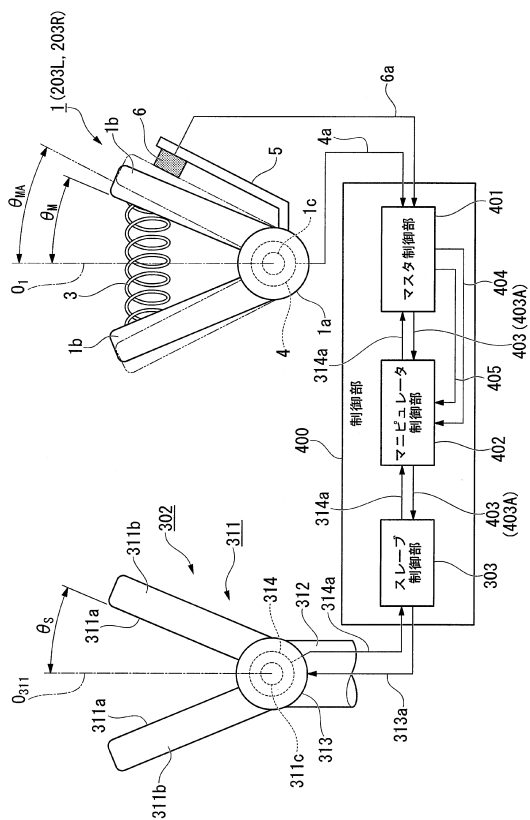
【 図 1 】



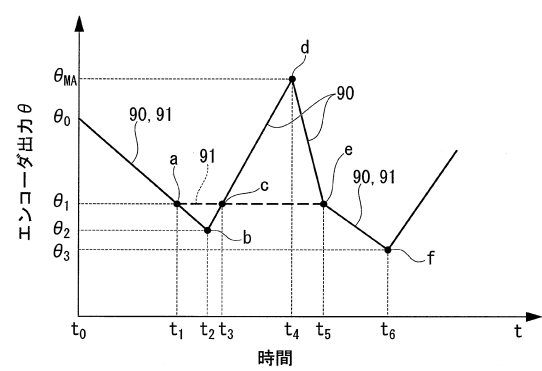
【 図 2 】



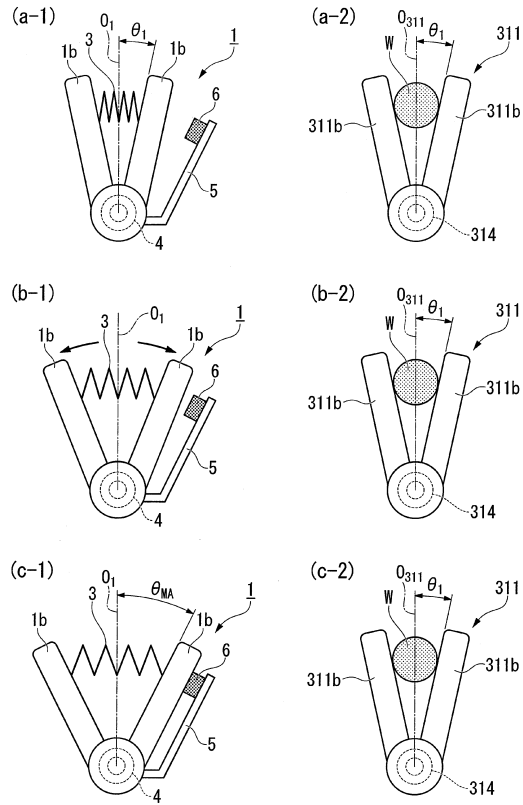
【 図 3 】



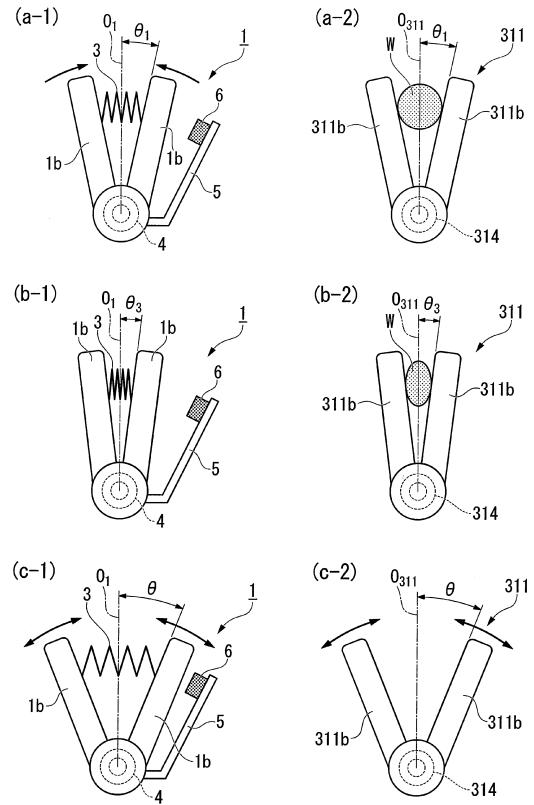
【 圖 4 】



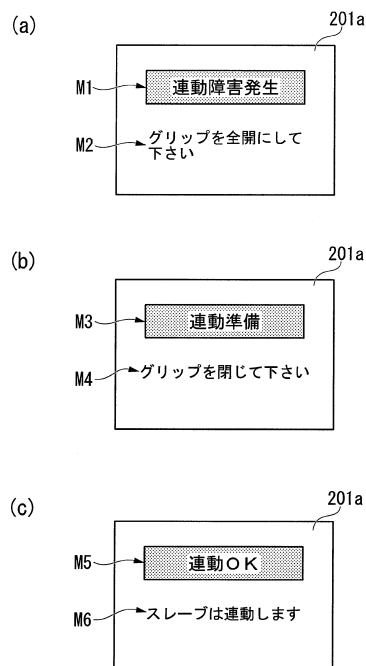
【図 5】



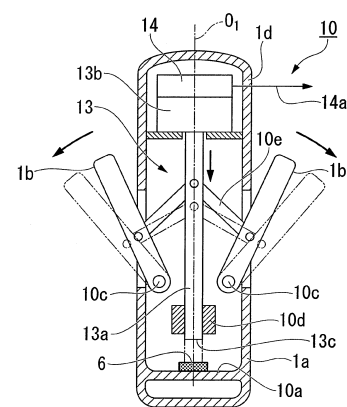
【図 6】



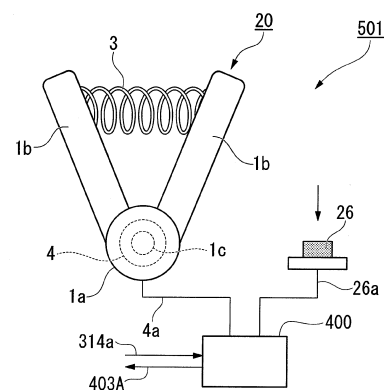
【図 7】



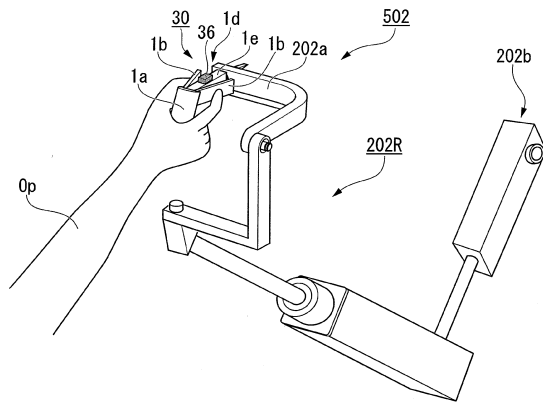
【図 8】



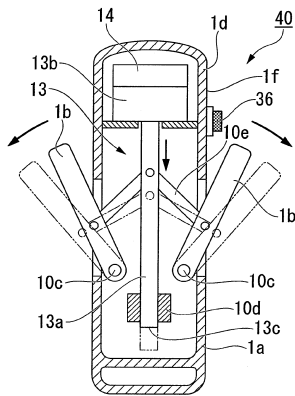
【図 9】



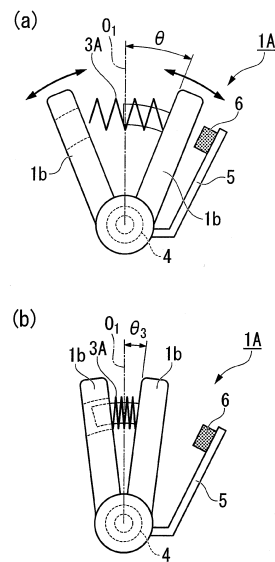
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(74)代理人 100161702

弁理士 橋本 宏之

(72)発明者 小川 量平

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

(72)発明者 柳原 勝

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

審査官 川島 徹

(56)参考文献 米国特許出願公開第 2 0 1 0 / 0 2 3 4 8 5 7 (U S , A 1)

特開平 0 1 - 2 7 1 1 8 5 (J P , A)

特開平 0 2 - 0 7 1 9 8 0 (J P , A)

特開平 0 5 - 0 9 6 4 7 7 (J P , A)

特開平 0 7 - 0 0 1 3 6 6 (J P , A)

特開平 0 8 - 2 1 5 2 0 4 (J P , A)

特開 2 0 0 3 - 0 5 3 6 8 5 (J P , A)

国際公開第 2 0 1 1 / 0 6 0 1 3 9 (W O , A 2)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

A 6 1 B 3 4 / 3 5