

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-107138

(P2015-107138A)

(43) 公開日 平成27年6月11日 (2015.6.11)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 19/00 (2006.01)	A 6 1 B 19/00	5 O 2 3 C 7 0 7
B 2 5 J 3/00 (2006.01)	B 2 5 J 3/00	Z

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2012-57577 (P2012-57577)
 (22) 出願日 平成24年3月14日 (2012.3.14)

(71) 出願人 304050923
 オリンパスメディカルシステムズ株式会社
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
 (74) 代理人 100108855
 弁理士 蔵田 昌俊
 (74) 代理人 100159651
 弁理士 高倉 成男
 (74) 代理人 100091351
 弁理士 河野 哲
 (74) 代理人 100088683
 弁理士 中村 誠
 (74) 代理人 100109830
 弁理士 福原 淑弘
 (74) 代理人 100075672
 弁理士 峰 隆司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 挿入機器の動作制御装置

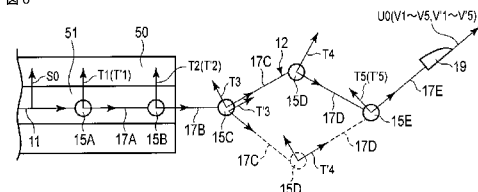
(57) 【要約】

【課題】ある関節部の移動が規制された状態で、挿入機器に不具合が生じることなく、適切に先端腕部を動作させる挿入機器の動作制御装置を提供すること。

【解決手段】挿入機器の動作制御装置は、対応する駆動部材の駆動状態に基づいて、対応する関節部が移動自在な非規制状態であるか、又は、対応する前記関節部の移動が規制される規制状態であるか、をそれぞれが判定する複数の移動規制判定部を備える。前記動作制御装置は、第1の制御モードにおいて1つ以上の前記関節部が前記規制状態と判定された場合に、前記規制状態と判定された前記関節部に対応する前記駆動部材を、駆動しない、又は、前記第1の制御モードより駆動速度が小さくする第2の制御モードで、それぞれの前記駆動部材を駆動制御する駆動制御部を備える。

【選択図】 図 6

図 6



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

長手軸に沿って延設される挿入部を備え、前記挿入部は先端部に動作可能に設けられる先端腕部を備える挿入機器であって、前記先端腕部は、複数の関節部と、最も前記先端方向側に位置する前記関節部の前記先端方向側に設けられる先端機能部と、を備え、それぞれの前記関節部が作動されることにより前記先端腕部において作動された前記関節部より前記先端方向側の部位が動作する挿入機器と、

前記先端機能部の目標位置及び目標姿勢を示す操作指令が入力される操作指令入力部と、

駆動エネルギーが供給されることにより駆動され、駆動されることによりそれぞれが対応する前記関節部を作動させる複数の駆動部材と、

対応する前記駆動部材の駆動状態に基づいて、対応する前記関節部が移動自在な非規制状態であるか、又は、対応する前記関節部の移動が規制される規制状態であるか、をそれぞれが判定する複数の移動規制判定部と、

前記操作指令に基づいて第1の制御モードでそれぞれの前記駆動部材を駆動制御する駆動制御部であって、前記第1の制御モードにおいて1つ以上の前記関節部が前記規制状態と判定された場合に、前記規制状態と判定された前記関節部に対応する前記駆動部材を、駆動しない、又は、前記第1の制御モードより駆動速度が小さくする第2の制御モードで、それぞれの前記駆動部材を駆動制御する駆動制御部と、

を具備する挿入機器の動作制御装置。

【請求項 2】

前記駆動制御部は、

前記操作指令に基づいて、前記先端機能部を前記目標位置及び前記目標姿勢にするそれぞれの前記関節部の関節位置及び関節姿勢を算出する関節位置姿勢算出部と、

前記関節位置姿勢算出部で算出された前記関節位置及び前記関節姿勢にするそれぞれの前記関節部の作動状態を算出する関節作動状態算出部と、

前記関節作動状態算出部で算出されたそれぞれの前記関節部の前記作動状態に基づいて、それぞれの前記駆動部材の駆動指令を生成する駆動指令生成部と、

対応する前記駆動部材の前記駆動指令に基づいて、それぞれが対応する前記駆動部材に前記駆動エネルギーを供給する複数のサーボ制御部と、

を備える、請求項 1 の動作制御装置。

【請求項 3】

前記関節位置姿勢算出部は、前記第2の制御モードにおいて、前記規制状態と判定された前記関節部を現在の前記関節位置及び前記関節姿勢から変化させることなく、前記先端機能部を前記目標位置及び前記目標姿勢にするそれぞれの前記関節部の前記関節位置及び前記関節姿勢を算出する、請求項 2 の動作制御装置。

【請求項 4】

それぞれの前記移動規制判定部での判定結果に基づいて、前記規制状態と判定された前記関節部の中で最も前記先端方向側に位置する最先端規制関節を特定する規制先端特定部をさらに具備し、

前記関節位置姿勢算出部は、前記第2の制御モードにおいて、前記最先端規制関節及び前記最先端規制関節より基端方向側の前記関節部を現在の前記関節位置及び前記関節姿勢から変化させることなく、前記先端機能部を前記目標位置及び前記目標姿勢にするそれぞれの前記関節部の前記関節位置及び前記関節姿勢を算出する、

請求項 3 の動作制御装置。

【請求項 5】

前記関節位置姿勢算出部は、前記先端機能部を前記目標位置及び前記目標姿勢にするそれぞれの前記関節部の前記関節位置及び前記関節姿勢を算出不可能な場合に、前記規制状態の前記関節部を現在の前記関節位置姿勢及び前記関節姿勢から変化させることなく、かつ、前記先端機能部の先端姿勢を一意的に決定することなく、前記先端機能部を前記目標

10

20

30

40

50

位置にするそれぞれの前記関節部の前記関節位置及び前記関節姿勢を算出する、請求項 3 の動作制御装置。

【請求項 6】

前記先端機能部を前記目標位置及び前記目標姿勢にするそれぞれの前記関節部の前記関節位置及び前記関節姿勢を前記関節位置姿勢算出部が算出不可能な場合に、警告情報を発生する警告発生部をさらに具備する、請求項 3 の動作制御装置。

【請求項 7】

前記駆動指令生成部は、前記先端機能部を前記目標位置及び前記目標姿勢にするそれぞれの前記関節部の前記関節位置及び前記関節姿勢を前記関節位置姿勢算出部が算出不可能な場合に、全ての前記駆動部材について前記駆動指令を生成せず、全ての前記関節部の作

10

【請求項 8】

前記駆動制御部は、前記第1の制御モードにおいて対応する前記関節部が前記規制状態と判定された場合に、前記第2の制御モードにおいて、それぞれが対応する前記サーボ制御部での前記駆動指令に対する前記駆動エネルギーの前記サーボゲインを前記第1の制御モードより小さくし、それぞれが対応する前記駆動部材の前記駆動速度を前記第1の制御モードより小さくする複数のサーボゲイン変更部を備える、請求項 2 の動作制御装置。

【請求項 9】

それぞれの前記移動規制判定部は、対応する前記関節部が前記長手軸に垂直な方向に移動自在な非規制状態であるか、又は、対応する前記関節部の前記長手軸に垂直な前記方向

20

【請求項 10】

前記駆動部材は、前記駆動エネルギーとして駆動電流が供給されるモータである、請求項 1 の動作制御装置。

【請求項 11】

前記挿入機器は、内視鏡の処置具挿通路に前記挿入部を挿通可能なマニピュレータである、請求項 1 の動作制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本発明は、体腔内、工業用の管路内等に挿入される挿入部を備えるマニピュレータ、内視鏡等の挿入機器の動作を制御する挿入機器の動作制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、内視鏡の処置具挿通路に挿通されるマニピュレータが開示されている。マニピュレータは、体腔内に挿入される挿入部を備える挿入機器である。マニピュレータの挿入部の先端部には、先端腕部が設けられている。先端腕部は、複数の関節部と、それぞれが対応する関節部の先端方向側に設けられるリンク部と、最も先端方向側のリンク部の先端方向側に位置する先端処置部（先端機能部）と、を備える。それぞれの関節部が作動されることにより、先端腕部において作動された関節部を中心として作動された関節部より先端方向側の部位が回転し、先端腕部が動作を行う。マニピュレータの先端腕部の動作を制御する動作制御装置は、それぞれの関節部の作動（駆動）を制御する作動制御部（駆動制御部）を備える。また、マニピュレータの動作制御装置は、先端処置部の目標位置及び目標姿勢を示す操作指令（軌道指令）が入力される操作指令入力部（軌道入力部）を備える。そして、軌道設定部が、先端処置部が目標位置及び目標姿勢となる状態に、作動する関節部の数及び作動する関節部の作動角度を設定する。作動制御部は、軌道設定部で設定された作動する関節部の数及び作動する関節部の作動角度に基づいて、それぞれの関節部の作動状態を制御している。

40

【0003】

また、マニピュレータ装置は、それぞれの関節部の負荷量を検出する負荷検出部を備え

50

る。ここで、先端腕部を動作させることによって、ある関節部での負荷量が負荷許容量以上となることがある。そこで、軌道設定部は、負荷検出部での検出結果に基づいて、全ての関節部の負荷量が許容負荷量未満となる状態に、作動する関節部の数及び作動する関節部の作動角度を設定している。これにより、全ての関節部の負荷量が許容負荷量未満となる状態で、先端処置部を目標位置及び目標姿勢にすることが可能となる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2009-107074号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

前記特許文献1のように内視鏡の処置具挿通路にマニピュレータを挿通して使用する場合、ある関節部が処置具挿通路の内部に位置することがある。この際、処置具挿通路の内部に位置する関節部は、処置具挿通路を規定する内周面によって、特に長手軸に垂直な方向について、移動が規制される。この状態で移動が規制された関節部を作動した場合、処置具挿通路の内周面と先端腕部との衝突等が原因で、挿入機器であるマニピュレータに不具合が生じる可能性がある。

【0006】

本発明は前記課題に着目してなされたものであり、その目的とするところは、ある関節部の移動が規制された状態で、挿入機器に不具合が生じることなく、適切に先端腕部を動作させる挿入機器の動作制御装置を提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

前記目的を達成するために、本発明のある態様の挿入機器の動作制御装置は、長手軸に沿って延設される挿入部を備え、前記挿入部は先端部に動作可能に設けられる先端腕部を備える挿入機器であって、前記先端腕部は、複数の関節部と、最も前記先端方向側に位置する前記関節部の前記先端方向側に設けられる先端機能部と、を備え、それぞれの前記関節部が作動されることにより前記先端腕部において作動された前記関節部より前記先端方向側の部位が動作する挿入機器と、前記先端機能部の目標位置及び目標姿勢を示す操作指令が入力される操作指令入力部と、駆動エネルギーが供給されることにより駆動され、駆動されることによりそれぞれが対応する前記関節部を作動させる複数の駆動部材と、対応する前記駆動部材の駆動状態に基づいて、対応する前記関節部が移動自在な非規制状態であるか、又は、対応する前記関節部の移動が規制される規制状態であるか、をそれぞれが判定する複数の移動規制判定部と、前記操作指令に基づいて第1の制御モードでそれぞれの前記駆動部材を駆動制御する駆動制御部であって、前記第1の制御モードにおいて1つ以上の前記関節部が前記規制状態と判定された場合に、前記規制状態と判定された前記関節部に対応する前記駆動部材を、駆動しない、又は、前記第1の制御モードより駆動速度が小さくする第2の制御モードで、それぞれの前記駆動部材を駆動制御する駆動制御部と、を備える。

30

40

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、ある関節部の移動が規制された状態で、挿入機器に不具合が生じることなく、適切に先端腕部を動作させる挿入機器の動作制御装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の第1の実施形態に係るマニピュレータの動作制御装置を示す概略図。

【図2】第1の実施形態に係るマニピュレータの関節部を作動する構成を概略的に示すブロック図。

【図3】第1の実施形態に係る駆動制御部の関節位置姿勢算出部及び関節作動状態算出部

50

の第 1 の制御モードでの処理を説明する概略図。

【図 4】第 1 の実施形態に係る駆動制御部のある 1 つのサーボ制御部の構成を概略的に示すブロック図。

【図 5】第 1 の実施形態に係る駆動制御部のある 1 つのサーボ制御部、及び、そのサーボ制御部に対応するモータ及びエンコーダでの処理を説明するブロック図。

【図 6】第 1 の実施形態に係る駆動制御部の関節位置姿勢算出部及び関節作動状態算出部の第 1 の制御モードでの処理を説明する概略図。

【図 7】第 1 の実施形態のある変形例に係る駆動制御部の関節位置姿勢算出部の処理を説明する概略図。

【図 8】第 2 の実施形態に係るマニピュレータの関節部を作動する構成を概略的に示すブロック図。

【図 9】第 2 の実施形態に係る駆動制御部のある 1 つのサーボ制御部の構成を概略的に示すブロック図。

【図 10】第 2 の実施形態に係る駆動制御部のある 1 つのサーボ制御部、及び、そのサーボ制御部に対応するモータ及びエンコーダでの処理を説明するブロック図。

【図 11】第 1 の実施形態及び第 2 の実施形態のある変形例に係る内視鏡の、管路に挿通された状態を示す概略図。

【発明を実施するための形態】

【0010】

(第 1 の実施形態)

本発明の第 1 の実施形態について、図 1 乃至図 6 を参照して説明する。図 1 は、マニピュレータ 2 の動作制御装置 1 を示す図である。図 1 に示すように、マニピュレータ 2 の動作制御装置 1 は、挿入機器であるマニピュレータ 2 と、制御ユニット 3 と、3D デジタイザ等の操作指令入力部 5 と、を備える。

【0011】

マニピュレータ 2 は、長手軸 C を有する。ここで、長手軸 C に平行な方向の一方を先端方向 (図 1 の矢印 C1 の方向) とし、長手軸 C に平行な方向の他方を基端方向 (図 1 の矢印 C2 の方向) とする。マニピュレータ 2 は、長手軸 C に沿って延設される細長い挿入部 10 と、挿入部 10 の基端方向側に設けられる保持部 13 と、を備える。

【0012】

挿入部 10 は、長手軸 C に沿って延設される細長い管状部 11 と、管状部 11 の先端方向側に設けられる先端腕部 12 と、を備える。先端腕部 12 は、マニピュレータ 2 の先端部に位置し、動作可能に設けられている。保持部 13 には、ユニバーサルコード 7 の一端が接続されている。ユニバーサルコード 7 の他端は、制御ユニット 3 に接続されている。また、制御ユニット 3 は、操作指令入力部 5 からの操作指令を例えば無線通信等により受信可能である。

【0013】

先端腕部 12 は、複数 (本実施形態では 5 つ) の関節部 15A ~ 15E と、複数 (本実施形態では 5 つ) のリンク部 17A ~ 17E と、を備える。それぞれのリンク部 17A ~ 17E は、対応する関節部 15A ~ 15E の先端方向側に延設されている。リンク部 17E の先端方向側には、先端処置部 (先端機能部) であるメス部 19 が設けられている。すなわち、メス部 19 は、先端腕部 12 の先端部に位置し、最も先端方向側の関節部 15E より先端方向側に位置している。それぞれの関節部 15A ~ 15E が作動される (actuated) ことにより、先端腕部 12 において作動された関節部 (15A ~ 15E) を中心として作動された関節部 (15A ~ 15E) より先端方向側の部位が回転する。すなわち、それぞれの関節部 15A ~ 15E が作動されることにより、先端腕部 12 において作動された関節部 (15A ~ 15E) より先端方向側の部位が動作する。また、メス部 19 によって、生体組織等の処置対象の切開が行われ、処置対象が処置される。

【0014】

図 2 は、関節部 15A ~ 15E を作動する構成を示す図である。図 2 に示すように、マ

10

20

30

40

50

ニピューレータ 2 の保持部 1 3 には、駆動部材であるモータ 2 1 A ~ 2 1 E と、エンコーダ 2 2 A ~ 2 2 E とが設けられている。それぞれのエンコーダ 2 2 A ~ 2 2 E は、対応するモータ 2 1 A ~ 2 1 E の駆動状態（駆動位置）を検出する。モータ 2 1 A ~ 2 1 E 及びエンコーダ 2 2 A ~ 2 2 E は、先端腕部 1 2 の基端より基端方向側に位置している。

【 0 0 1 5 】

マニピューレータ 2 の内部では、線状部材であるワイヤ 2 3 A ~ 2 3 E が長手軸 C に沿って延設されている。それぞれのワイヤ 2 3 A ~ 2 3 E は、対応するモータ 2 1 A ~ 2 1 E と先端腕部 1 2 との間で、延設されている。それぞれのワイヤ 2 3 A ~ 2 3 E の先端は、対応する関節部 1 5 A ~ 1 5 E に接続されている。それぞれのワイヤ 2 3 A ~ 2 3 E は、対応するモータ 2 1 A ~ 2 1 E の駆動状態に対応して、長手軸 C に沿って移動する。それぞれのワイヤ 2 3 A ~ 2 3 E が長手軸 C に沿って移動することにより、対応する関節部 1 5 A ~ 1 5 E が作動される。これにより、先端腕部 1 2 が動作を行う。なお、モータ 2 1 A ~ 2 1 E を保持部 1 3 に配置せず、駆動部材であるモータ 2 1 A ~ 2 1 E を対応する関節部 1 5 A ~ 1 5 E に設けてもよい。この場合、ワイヤ 2 3 A ~ 2 3 E は設けられない。それぞれのモータ 2 1 A ~ 2 1 E を駆動することにより、対応する関節部 1 5 A ~ 1 5 E が作動され、先端腕部 1 2 が動作を行う。

【 0 0 1 6 】

図 2 に示すように、制御ユニット 3 は、操作指令入力部 5 での操作指令を無線通信により受信する指令受信部 2 5 を備える。指令受信部 2 5 は、制御ユニット 3 に設けられる駆動制御部 2 6 に、電氣的に接続されている。駆動制御部 2 6 は、操作指令入力部 5 での操作指令に含まれるメス部 1 9（先端処置部）の目標位置データ及び目標姿勢データを検出する。すなわち、操作指令入力部 5 では、メス部 1 9 の目標位置及び目標姿勢を示す操作指令が入力される。そして、操作指令に含まれるメス部 1 9 の目標位置データ及び目標姿勢データに基づいて、それぞれのモータ 2 1 A ~ 2 1 E の駆動制御を行う。

【 0 0 1 7 】

図 2 に示すように、駆動制御部 2 6 は、操作指令に基づいて、メス部 1 9 を目標位置及び目標姿勢にするそれぞれの関節部 1 5 A ~ 1 5 E の関節位置及び関節姿勢を算出する関節位置姿勢算出部 2 8 と、関節位置姿勢算出部 2 8 で算出された関節位置及び関節姿勢にするそれぞれの関節部 1 5 A ~ 1 5 E の作動状態を算出する関節作動状態算出部 2 9 と、を備える。駆動制御部 2 6 は、第 1 の制御モード及び第 2 の制御モードで、それぞれのモータ 2 1 A ~ 2 1 E を駆動制御することが可能である。

【 0 0 1 8 】

図 3 は、第 1 の制御モードでの関節位置姿勢算出部 2 8 及び関節作動状態算出部 2 9 の処理を説明する図である。図 3 に示すように、関節位置姿勢算出部 2 8 は、第 1 の制御モードにおいて、メス部 1 9 を目標位置及び目標姿勢にするそれぞれの関節部 1 5 A ~ 1 5 E の関節位置及び関節姿勢を算出する。ここで、関節位置姿勢算出部 2 8 での算出において、メス部 1 9 が目標位置及び目標姿勢となればよく、それぞれの関節部 1 5 A ~ 1 5 E の関節位置及び関節姿勢は、一意的に決定される必要はない。例えば、メス部 1 9 が目標位置及び目標姿勢となれば、それぞれの関節部 1 5 A ~ 1 5 E を、図 3 の実線で示す関節位置及び関節姿勢に決定してもよく、図 3 の点線で示す関節位置及び関節姿勢に決定してもよい。

【 0 0 1 9 】

そして、ロボットアームの運動学においてよく知られ、一般的に用いられる Denavit-Hartenberg 法に基づく座標変換を用いて、関節作動状態算出部 2 9 が、算出された関節位置及び関節姿勢にするそれぞれの関節部 1 5 A ~ 1 5 E の屈曲角度等の作動状態を算出する。ここで、図 3 の実線で示す関節位置及び関節姿勢に関節位置姿勢算出部 2 8 により決定された場合を考える。そして、座標系 S 0 ~ S 5 を規定する。座標系 S 0 は、管状部 1 1 に原点を有し、管状部 1 1 において長手軸 C に平行な方向が 1 つの軸の軸方向と一致する。座標系 S 1 は、関節部 1 5 A を原点とし、リンク部 1 7 A において長手軸 C に平行な方向が 1 つの軸の軸方向と一致する。座標系 S 2 は、関節部 1 5 B を原点とし、リンク部 1

10

20

30

40

50

7 Bにおいて長手軸 C に平行な方向が 1 つの軸の軸方向と一致する。座標系 S 3 は、関節部 1 5 C を原点とし、リンク部 1 7 C において長手軸 C に平行な方向が 1 つの軸の軸方向と一致する。座標系 S 4 は、関節部 1 5 D を原点とし、リンク部 1 7 D において長手軸 C に平行な方向が 1 つの軸の軸方向と一致する。座標系 S 5 は、関節部 1 5 E を原点とし、リンク部 1 7 E において長手軸 C に平行な方向が 1 つの軸の軸方向と一致する。

【0020】

座標系 S k (k = 1 , 2 , 3 , 4 , 5) から座標系 S k - 1 への変換行列を H (k - 1 ← k) とする。この場合、座標系 S 0 でのメス部 1 9 (マニピュレータ 2 の先端) の位置姿勢ベクトル U 0 は、それぞれの座標系 S k でのメス部 1 9 の位置姿勢ベクトル U k を用いて、

10

【数 1】

$$U_0 = H(0 \leftarrow 1) \cdot U_1 = \dots = H(0 \leftarrow 1) \cdot H(1 \leftarrow 2) \cdot H(2 \leftarrow 3) \cdot H(3 \leftarrow 4) \cdot H(4 \leftarrow 5) \cdot U_5 \quad (A)$$

となる。変換行列 H (0 ← 1) に基づいて、関節位置姿勢算出部 2 8 で算出された関節部 1 5 A の関節位置及び関節姿勢にする関節部 1 5 A の作動状態が算出される。変換行列 H (1 ← 2) に基づいて、関節位置姿勢算出部 2 8 で算出された関節部 1 5 B の関節位置及び関節姿勢にする関節部 1 5 B の作動状態が算出される。変換行列 H (2 ← 3) に基づいて、関節位置姿勢算出部 2 8 で算出された関節部 1 5 C の関節位置及び関節姿勢にする関節部 1 5 C の作動状態が算出される。変換行列 H (3 ← 4) に基づいて、関節位置姿勢算出部 2 8 で算出された関節部 1 5 D の関節位置及び関節姿勢にする関節部 1 5 D の作動状態が算出される。変換行列 H (4 ← 5) に基づいて、関節位置姿勢算出部 2 8 で算出された関節部 1 5 E の関節位置及び関節姿勢にする関節部 1 5 E の作動状態が算出される。以上のように、メス部 1 9 を目標位置及び目標姿勢にするそれぞれの関節部 1 5 A ~ 1 5 E の関節位置及び関節姿勢が算出され、算出された関節位置及び関節姿勢にするそれぞれの関節部 1 5 A ~ 1 5 E の作動状態が算出される。

20

【0021】

図 3 の点線で示す関節位置及び関節姿勢に関節位置姿勢算出部 2 8 により決定された場合は、座標系 S 1 ~ S 5 の代わりに座標系 S ' 1 ~ S ' 5 が規定される。そして、変換行列 H (k - 1 ← k) の代わりに変換行列 H ' (k - 1 ← k) が用いられる。この場合、座標系 S 0 でのメス部 1 9 (マニピュレータ 2 の先端) の位置姿勢ベクトル U 0 は、それぞれの座標系 S ' k でのメス部 1 9 の位置姿勢ベクトル U ' k を用いて、

30

【数 2】

$$U_0 = H'(0 \leftarrow 1) \cdot U'_1 = \dots = H'(0 \leftarrow 1) \cdot H'(1 \leftarrow 2) \cdot H'(2 \leftarrow 3) \cdot H'(3 \leftarrow 4) \cdot H'(4 \leftarrow 5) \cdot U'_5 \quad (B)$$

となる。

【0022】

駆動制御部 2 6 は、関節作動状態算出部 2 9 で算出されたそれぞれの関節部 1 5 A ~ 1 5 E の作動状態に基づいて、それぞれのモータ 2 1 A ~ 2 1 E の駆動指令を生成する駆動指令生成部 3 1 を備える。また、駆動制御部 2 6 は、関節部 1 5 A ~ 1 5 E に対応させて複数のサーボ制御部 3 2 A ~ 3 2 E を備える。駆動指令生成部 3 1 は、サーボ制御部 3 2 A ~ 3 2 E に電氣的に接続されている。それぞれのサーボ制御部 3 2 A ~ 3 2 E には、対応するモータ 2 1 A ~ 2 1 E の駆動指令が、駆動指令生成部 3 1 から入力される。それぞれのサーボ制御部 3 2 A ~ 3 2 E は、対応するモータ 2 1 A ~ 2 1 E に電氣的に接続され、駆動指令に基づいて対応するモータ 2 1 A ~ 2 1 E に駆動エネルギーである駆動電流を供給する。また、それぞれのサーボ制御部 3 2 A ~ 3 2 E には、対応するエンコーダ 2 2 A ~ 2 2 E が電氣的に接続されている。これにより、それぞれのサーボ制御部 3 2 A ~ 3 2 E には、対応するモータ 2 1 A ~ 2 1 E の駆動状態 (駆動位置) がフィードバックされる。

40

【0023】

図 4 は、サーボ制御部 3 2 A の構成を示す図である。図 5 は、サーボ制御部 3 2 A 、モ

50

ータ 2 1 A 及びエンコーダ 2 2 A での処理を説明する図である。なお、以下の説明では、ある 1 つのサーボ制御部 3 2 A、及び、そのサーボ制御部 3 2 A に対応するモータ 2 1 A 及びエンコーダ 2 2 A についてのみ説明するが、サーボ制御部 3 2 B ~ 3 2 E、モータ 2 1 B ~ 2 1 E 及びエンコーダ 2 2 B ~ 2 2 E についても、サーボ制御部 3 2 A、モータ 2 1 A 及びエンコーダ 2 2 A と構成及び処理は、同様である。

【 0 0 2 4 】

図 4 に示すように、サーボ制御部 3 2 A は、モータ 2 1 A の駆動位置を制御する駆動位置制御部 3 5 と、モータ 2 1 A の駆動速度を制御する駆動速度制御部 3 6 と、を備える。また、サーボ制御部 3 2 A は、微分実施部 3 7 と、移動規制判定部 3 9 と、を備える。なお、本実施形態では、サーボ制御部 3 2 A に移動規制判定部 3 9 が設けられているが、移動規制判定部 3 9 がサーボ制御部 3 2 A とは別に設けられていてもよい。

10

【 0 0 2 5 】

図 5 に示すように、駆動指令生成部 3 1 からのモータ 2 1 A の駆動指令は、駆動位置制御部 3 5 に入力される。駆動位置制御部 3 5 は、駆動指令に含まれるモータ 2 1 A の駆動位置データに基づいて、モータ 2 1 A の駆動位置の制御を行う（ステップ S 1 0 1）。そして、モータ 2 1 A の駆動指令は、駆動速度制御部 3 6 に入力される。駆動速度制御部 3 6 は、駆動指令に含まれるモータ 2 1 A の駆動速度データに基づいて、モータ 2 1 A の駆動速度の制御を行う（ステップ S 1 0 2）。駆動位置制御部 3 5 でのモータ 2 1 A の駆動位置の制御、及び、駆動速度制御部 3 6 でのモータ 2 1 A の駆動速度の制御に基づいて、駆動電流がモータ 2 1 A に供給される。

20

【 0 0 2 6 】

モータ 2 1 A に駆動電流が供給されることにより、モータ 2 1 A が駆動される（ステップ S 1 0 3）。これにより、関節部 1 5 A が作動される。この際、関節部 1 5 A の移動が規制された場合、関節部 1 5 A の負荷が大きくなり、モータ 2 1 A の駆動に影響を及ぼす。マニピュレータ 2 の使用において、内視鏡の処置具挿通路の内壁、挿入される管状部の内壁等によって、特に長手軸 C に垂直な方向について関節部 1 5 A の移動が規制されることがある。この場合、関節部 1 5 A の負荷が大きくなり、負荷が外乱としてモータ 2 1 A の駆動に作用する。負荷の外乱は、モータ 2 1 A の駆動加速度に直接的に影響を及ぼす。したがって、関節部 1 5 A の移動が規制されることにより、モータ 2 1 A の駆動指令と実際のモータ 2 1 A の駆動状態との相関性が低くなる。

30

【 0 0 2 7 】

実際のモータ 2 1 A の駆動位置（駆動状態）は、エンコーダ 2 2 A により検出される（ステップ S 1 0 4）。検出されたモータ 2 1 A の駆動位置情報は、駆動位置制御部 3 5 でのモータ 2 1 A の駆動位置制御（ステップ S 1 0 1）において、フィードバックされる。また、エンコーダ 2 2 A により検出されたモータ 2 1 A の駆動位置情報は、微分実施部 3 7 に入力される。そして、微分実施部でモータ 2 1 A の駆動位置情報が微分され（ステップ S 1 0 5）、実際のモータ 2 1 A の駆動速度が検出される。検出されたモータ 2 1 A の駆動速度情報は、駆動速度制御部 3 6 でのモータ 2 1 A の駆動速度制御（ステップ S 1 0 2）において、フィードバックされる。

【 0 0 2 8 】

移動規制判定部 3 9 には、駆動速度制御部 3 6 からモータ 2 1 A の駆動電流が入力される。また、移動規制判定部 3 9 には、エンコーダ 2 2 A により検出されたモータ 2 1 A の駆動位置（駆動状態）情報が入力される。移動規制判定部 3 9 は、モータ 2 1 A の駆動電流及びエンコーダ 2 2 A で検出したモータ 2 1 A の駆動状態（駆動位置）に基づいて、関節部 1 5 A が移動自在な非規制状態であるか、又は、関節部 1 5 A の移動が規制される規制状態であるか、を判定する（ステップ S 1 0 6）。非規制状態では、例えば長手軸 C に垂直な方向へ関節部 1 5 A が移動自在である。また、規制状態では、特に長手軸 C に垂直な方向への関節部 1 5 A の移動が規制される。移動規制判定部 3 9 では、モータ 2 1 A の駆動電流から駆動速度制御部 3 6 での駆動速度制御に基づくモータ 2 1 A の駆動加速度が算出される。また、エンコーダ 2 2 A で検出したモータ 2 1 A の駆動位置を 2 回微分する

40

50

ことにより、モータ 2 1 A の駆動状態に基づくモータ 2 1 A の駆動加速度を算出する。そして、駆動速度制御に基づく駆動加速度と駆動状態に基づく駆動加速度とを比較することにより、モータ 2 1 A の駆動に作用する負荷の外乱を検出する。負荷の外乱が所定の閾値以上であれば、関節部 1 5 A の（特に長手軸 C に垂直な方向への）移動が規制される規制状態と、判定される。一方、負荷の外乱が所定の閾値未満であれば、関節部 1 5 A が（長手軸 C に垂直な方向へ）移動自在な非規制状態と、判定される。

【 0 0 2 9 】

なお、その他のサーボ制御部 3 2 B ~ 3 2 E のそれぞれにおいても、サーボ制御部 3 2 A と同様に、移動規制判定部 3 9 により、対応する関節部 1 5 B ~ 1 5 E が規制状態であるか、又は、対応する関節部 1 5 B ~ 1 5 E が非規制状態であるかが、判定される。

10

【 0 0 3 0 】

図 2 に示すように、それぞれのサーボ制御部 3 2 A ~ 3 2 E の移動規制判定部 3 9 は、規制先端特定部 4 1 に電氣的に接続されている。なお、本実施形態では、駆動制御部 2 6 に規制先端特定部 4 1 が設けられているが、規制先端特定部 4 1 が駆動制御部 2 6 とは別に設けられていてもよい。

【 0 0 3 1 】

図 6 は、規制先端特定部での処理及び第 2 の制御モードでの関節位置姿勢算出部 2 8 及び関節作動状態算出部 2 9 の処理を説明する図である。図 6 に示すように、マニピュレータ 2 の挿入部 1 0 が内視鏡 5 0 の処置具挿通路 5 1 に挿通された状態で、マニピュレータ 2 を使用することがある。この場合、関節部 1 5 A ~ 1 5 E の位置によっては、1 つ以上の関節部 1 5 A ~ 1 5 E の特に長手軸 C に垂直な方向への移動が、処置具挿通路 5 1 の内壁により規制される。例えば、最も基端方向側の関節部 1 5 A 及び 2 番目に基端方向側の関節部 1 5 B の移動が規制される場合を、考える。

20

【 0 0 3 2 】

この場合、第 1 の制御モードでそれぞれのモータ 2 1 A ~ 2 1 E を駆動制御すると、それぞれのサーボ制御部 3 2 A ~ 3 2 E の移動規制判定部 3 9 では、関節部 1 5 A , 1 5 B が規制状態と判定され、関節部 1 5 C ~ 1 5 E が非規制状態と判定される。すなわち、第 1 の制御モードにおいて、それぞれのサーボ制御部 3 2 A ~ 3 2 E の移動規制判定部 3 9 により、1 つ以上の関節部 1 5 A , 1 5 B が規制状態と判定される。規制先端特定部 4 1 は、それぞれの移動規制判定部 3 9 での判定結果に基づいて、規制状態と判定された関節部 1 5 A , 1 5 B の中で最も先端方向側に位置する最先端規制関節を特定する。図 6 では、関節部 1 5 B が、最先端規制関節として特定される。

30

【 0 0 3 3 】

規制先端特定部 4 1 は、関節位置姿勢算出部 2 8 に電氣的に接続されている。それぞれのサーボ制御部 3 2 A ~ 3 2 E の移動規制判定部 3 9 で 1 つ以上の関節部 1 5 A , 1 5 B が規制状態と判定された場合、駆動制御部 2 6 は第 2 の制御モードでモータ 2 1 A ~ 2 1 E を駆動制御する。第 2 の制御モードにおいて、関節位置姿勢算出部 2 8 は、それぞれの移動規制判定部 3 9 での判定結果及び規制先端特定部 4 1 での特定結果に基づいて、メス部 1 9 を目標位置及び目標姿勢にするそれぞれの関節部 1 5 A ~ 1 5 E の関節位置及び関節姿勢を算出する。この際、最先端規制関節である関節部 1 5 B 及び最先端規制関節より基端方向側の関節部 1 5 A を現在の関節位置及び関節姿勢から変化させることなく、それぞれの関節部 1 5 A ~ 1 5 E の関節位置及び関節姿勢を算出する。すなわち、規制状態と判定された関節部 1 5 A , 1 5 B を現在の関節位置及び関節姿勢から変化させることなく、それぞれの関節部 1 5 A ~ 1 5 E の関節位置及び関節姿勢を算出する。

40

【 0 0 3 4 】

ここで、関節位置姿勢算出部 2 8 での算出において、第 1 の制御モードと同様に、メス部 1 9 が目標位置及び目標姿勢となればよく、それぞれの関節部 1 5 A ~ 1 5 E の関節位置及び関節姿勢は、一意的に決定される必要はない。例えば、メス部 1 9 が目標位置及び目標姿勢となれば、それぞれの関節部 1 5 A ~ 1 5 E を、図 6 の実線で示す関節位置及び関節姿勢に決定してもよく、図 6 の点線で示す関節位置及び関節姿勢に決定してもよい。

50

【 0 0 3 5 】

そして、前述のように一般的に用いられるDenavit-Hartenberg法に基づく座標変換を用いて、第1の制御モードと同様にして、関節作動状態算出部29が、算出された関節位置及び関節姿勢にするそれぞれの関節部15A～15Eの屈曲角度等の作動状態を算出する。ここで、図6の実線で示す関節位置及び関節姿勢に関節位置姿勢算出部28により決定された場合を考える。そして、座標系 S_0 、 $T_1 \sim T_5$ を規定する。座標系 $T_1 \sim T_5$ の定義については、第1の制御モードで前述した座標系 $S_1 \sim S_5$ の定義と同様である。

【 0 0 3 6 】

座標系 T_k ($k = 1, 2, 3, 4, 5$) から座標系 T_{k-1} への変換行列を $J(k-1 \leftarrow k)$ とし、座標系 T_3 から座標系 T_0 への変換行列を $J(0 \leftarrow 3)$ とする。この場合、座標系 S_0 でのメス部19 (マニピュレータ2の先端) の位置姿勢ベクトル U_0 は、それぞれの座標系 T_k でのメス部19の位置姿勢ベクトル V_k を用いて、

【数3】

$$U_0 = J(0 \leftarrow 3) \cdot V_3 = \dots = J(0 \leftarrow 3) \cdot J(3 \leftarrow 4) \cdot J(4 \leftarrow 5) \cdot V_5 \quad (C)$$

となる。変換行列 $J(0 \leftarrow 3)$ に基づいて、関節位置姿勢算出部28で算出された関節部15Cの関節位置及び関節姿勢にする関節部15Cの作動状態が算出される。変換行列 $J(3 \leftarrow 4)$ に基づいて、関節位置姿勢算出部28で算出された関節部15Dの関節位置及び関節姿勢にする関節部15Dの作動状態が算出される。変換行列 $J(4 \leftarrow 5)$ に基づいて、関節位置姿勢算出部28で算出された関節部15Eの関節位置及び関節姿勢にする関節部15Eの作動状態が算出される。また、第2の制御モードでは規制状態と判定された関節部15A、15Bは現在の関節位置及び関節姿勢から変化されないため、関節部15A、15Bは作動されない。関節部15A、15Bが作動されないため、先端腕部12において関節部15Cより基端方向側の部位は、操作指令に基づく動作を行わない。以上のように、規制状態と判断された関節部15A、15Bを現在の関節位置及び関節姿勢から変化させることなく、メス部19を目標位置及び目標姿勢にするそれぞれの関節部15A～15Eの関節位置及び関節姿勢が算出され、算出された関節位置及び関節姿勢にするそれぞれの関節部15A～15Eの作動状態が算出される。

【 0 0 3 7 】

図6の点線で示す関節位置及び関節姿勢に関節位置姿勢算出部28により決定された場合は、座標系 $T_1 \sim T_5$ の代わりに座標系 $T'_1 \sim T'_5$ が規定される。そして、変換行列 $J(k-1 \leftarrow k)$ 、 $J(0 \leftarrow 3)$ の代わりに変換行列 $J'(k-1 \leftarrow k)$ 、 $J'(0 \leftarrow 3)$ が用いられる。この場合、座標系 S_0 でのメス部19 (マニピュレータ2の先端) の位置姿勢ベクトル U_0 は、それぞれの座標系 T'_k でのメス部19の位置姿勢ベクトル V'_k を用いて、

【数4】

$$U_0 = J'(0 \leftarrow 3) \cdot V'_3 = \dots = J'(0 \leftarrow 3) \cdot J'(3 \leftarrow 4) \cdot J'(4 \leftarrow 5) \cdot V'_5 \quad (D)$$

となる。

【 0 0 3 8 】

そして、駆動指令生成部31が、関節作動状態算出部29で算出されたそれぞれの関節部15A～15Eの作動状態に基づいて、それぞれのモータ21A～21Eの駆動指令を生成する。そして、それぞれのサーボ制御部32A～32Eが、対応するモータ21A～21Eの駆動指令に基づいて、対応するモータ21A～21Eに駆動電流を供給する。ここで、第2の制御モードでは、規制状態と判定された関節部15A、15Bは作動されない。このため、駆動指令生成部31では、関節部15A、15Bに対応するモータ21A、21Bの駆動指令は生成されない。したがって、モータ21A、21Bに駆動電流は供給されず、モータ21A、21Bは駆動されない。以上のようにして、第1の制御モードにおいて1つ以上の関節部15A、15Bが規制状態と判定された場合に、規制状態と判定された関節部15A、15Bに対応するモータ21A、21Bを駆動しない第2の制御

10

20

30

40

50

モードで、駆動制御部 26 はそれぞれのモータ 21A ~ 21E を駆動制御する。

【0039】

図 2 に示すように、制御ユニット 3 は、警告発生部 42 を備える。警告発生部 42 は、関節位置姿勢算出部 28 に電氣的に接続されている。警告発生部 42 は、メス部 19 を目標位置及び目標姿勢にするそれぞれの関節部 15A ~ 15E の関節位置及び関節姿勢を関節位置姿勢算出部 28 が算出不可能な場合に、警告情報を発生する。また、制御ユニット 3 には、ランプ、ディスプレイ等の警告表示部 43 が設けられている。警告発生部 42 で警告情報が発生することにより、警告表示部 43 に警告が表示される。

【0040】

そこで、前記構成のマニピュレータ 2 の動作制御装置 1 では、以下の効果を奏する。すなわち、動作制御装置 1 では、それぞれのサーボ制御部 32A ~ 32E の移動規制判定部 39 が、第 1 の制御モードでの対応するモータ 21A ~ 21E の駆動状態に基づいて、対応する関節部 15A ~ 15E が非規制状態であるか、又は、規制状態であるか、を判定する。それぞれのサーボ制御部 32A ~ 32E の移動規制判定部 39 で 1 つ以上の関節部 (15A, 15B) が規制状態と判定された場合、駆動制御部 26 は第 2 の制御モードでモータ 21A ~ 21E を駆動制御する。第 2 の制御モードでは、関節位置姿勢算出部 28 は、規制状態と判定された関節部 (15A, 15B) を現在の関節位置及び関節姿勢から変化させることなく、それぞれの関節部 15A ~ 15E の関節位置及び関節姿勢を算出する。このため、第 2 の制御モードでは、規制状態と判定された関節部 (15A, 15B) は作動されず、規制状態の関節部 (15A, 15B) に対応するモータ (21A, 21B) の駆動指令は生成されない。したがって、(長手軸 C に垂直な方向への) 移動が規制された関節部 (15A, 15B) の作動に起因して生じるマニピュレータ 2 の不具合を、有効に防止することができる。

【0041】

また、第 2 の制御モードでは、関節位置姿勢算出部 28 が、規制状態と判定された関節部 (15A, 15B) を現在の関節位置及び関節姿勢から変化させることなく、メス部 19 を目標位置及び目標姿勢にするそれぞれの関節部 15A ~ 15E の関節位置及び関節姿勢を算出する。そして、規制状態の関節部 (15A, 15B) を作動することなく、関節作動状態算出部 29 が、関節位置姿勢算出部 28 での算出結果に基づいて、それぞれの関節部 15A ~ 15E の作動状態を算出する。そして、駆動指令生成部 31 が、関節作動状態算出部 29 での算出結果に基づいて、それぞれのモータ 21A ~ 21E の駆動指令を生成する。したがって、第 2 の制御モードでは、規制状態の関節部 (15A, 15B) を作動することなく、先端機能部であるメス部 19 を目標位置及び目標姿勢にすることができる。

【0042】

(第 1 の実施形態の変形例)

なお、第 1 の実施形態では、メス部 19 を目標位置及び目標姿勢にするそれぞれの関節部 15A ~ 15E の関節位置及び関節姿勢を関節位置姿勢算出部 28 が算出不可能な場合に、警告発生部 42 が警告情報を発生するが、これに限るものではない。例えば、ある変形例として、メス部 19 を目標位置及び目標姿勢にするそれぞれの関節部 15A ~ 15E の関節位置及び関節姿勢を関節位置姿勢算出部 28 が算出不可能な場合に、関節位置姿勢算出部 28 が、先端機能部であるメス部 19 の先端姿勢 (姿勢) を一意的に決定することなく、メス部 19 を目標位置にするそれぞれの関節部 15A ~ 15E の関節位置及び関節姿勢を算出してもよい。本変形例でも、規制状態の関節部 (例えば 15A, 15B) を現在の関節位置及び関節姿勢から変化させることなく、それぞれの関節部 15A ~ 15E の関節位置及び関節姿勢が算出される。

【0043】

図 7 は、本変形例の関節位置姿勢算出部 28 での処理を説明する図である。図 7 に示すように、例えば、メス部 19 を目標位置及び目標姿勢にすることにより、メス部 19 (マニピュレータの先端) が位置姿勢ベクトル W を有する場合を考える。ここで、関節部 15

A, 15Bが規制状態で、かつ、関節部15C~15Eが非規制状態ならば、メス部19を目標位置及び目標姿勢にするそれぞれの関節部15A~15Eの関節位置及び関節姿勢を算出可能である。すなわち、図7の実線で示すように、関節部15A~15Eの関節位置及び関節姿勢が算出される。

【0044】

しかし、関節部15A~15Cが規制状態で、かつ、関節部15D, 15Eが非規制状態ならば、メス部19を目標位置及び目標姿勢にするそれぞれの関節部15A~15Eの関節位置及び関節姿勢を算出不可能となる。この場合、メス部19の先端姿勢(姿勢)を目標姿勢に一意的に決定せず、メス部19を目標位置にするそれぞれの関節部15A~15Eの関節位置及び関節姿勢を算出する。すなわち、メス部19が目標位置となれば、メス部19の先端姿勢は目標姿勢と異なってもよい。したがって、図7の点線で示すように、関節部15A~15Eの関節位置及び関節姿勢が算出される。メス部19の先端姿勢が目標姿勢とは異なるため、メス部19は、位置姿勢ベクトルWとは異なる位置姿勢ベクトルW'を有する。この際、規制状態の関節部(15A~15C)は、現在の関節位置及び関節姿勢から変化させない。メス部19(先端機能部)の先端姿勢(姿勢)を目標姿勢に一意的に決定せず、メス部19(先端機能部)を目標位置にするそれぞれの関節部15A~15Eの関節位置及び関節姿勢を算出する方法については、特開2007-29288号公報で(式4)を用いて詳細に説明されている。

【0045】

また、本変形例では、メス部19の先端姿勢を目標姿勢に一意的に決定しない場合においても、メス部19を目標位置にするそれぞれの関節部15A~15Eの関節位置及び関節姿勢が算出不可能ならば、警告発生部42が警告情報を発生する。

【0046】

また、別のある変形例として、メス部19を目標位置及び目標姿勢にするそれぞれの関節部15A~15Eの関節位置及び関節姿勢を関節位置姿勢算出部28が算出不可能な場合に、駆動指定生成部32が全てのモータ21A~21Eについて駆動指令を生成しなくてもよい。本変形例では、メス部19を目標位置及び目標姿勢にするそれぞれの関節部15A~15Eの関節位置及び関節姿勢を関節位置姿勢算出部28が算出不可能な場合に、全てのモータ21A~21Eに駆動電流が供給されず、全ての関節部15A~15Eの作動が停止する。

【0047】

(第2の実施形態)

次に、本発明の第2の実施形態について、図8乃至図10を参照して説明する。なお、第1の実施形態と同一の部分及び同一の機能を有する部分については同一の符号を付して、その説明は省略する。

【0048】

図8は、関節部15A~15Eを作動する構成を示す図である。図8に示すように、本実施形態のマニピュレータ2は、第1の実施形態と同様に、モータ21A~21E及びエンコーダ22A~22Eを備える。また、制御ユニット3の駆動制御部26には、第1の実施形態と同様に、関節位置姿勢算出部28、関節作動状態算出部29、駆動指令生成部31及びサーボ制御部32A~32Eが設けられている。そして、それぞれのサーボ制御部32A~32Eには、移動規制判定部39が設けられている。ただし、本実施形態では第1の実施形態と異なり、規制先端特定部41は設けられていない。

【0049】

図9は、サーボ制御部32Aの構成を示す図である。図10は、サーボ制御部32A、モータ21A及びエンコーダ22Aでの処理を説明する図である。なお、以下の説明では、ある1つのサーボ制御部32A、及び、そのサーボ制御部32Aに対応するモータ21A及びエンコーダ22Aについてのみ説明するが、サーボ制御部32B~32E、モータ21B~21E及びエンコーダ22B~22Eについても、サーボ制御部32A、モータ21A及びエンコーダ22Aと構成及び処理は、同様である。

【 0 0 5 0 】

図 9 に示すように、サーボ制御部 3 2 A は、第 1 の実施形態と同様に、駆動位置制御部 3 5 と、駆動速度制御部 3 6 と、微分実施部 3 7 と、移動規制判定部 3 9 と、を備える。また、本実施形態では、サーボ制御部 3 2 A は、サーボゲイン変更部 6 1 をさらに備える。

なお、本実施形態では、サーボ制御部 3 2 A に移動規制判定部 3 9 及びサーボゲイン変更部 6 1 が設けられているが、移動規制判定部 3 9 及びサーボゲイン変更部 6 1 がサーボ制御部 3 2 A とは別に設けられていてもよい。

【 0 0 5 1 】

図 1 0 に示すように、駆動位置制御部 3 5 は、第 1 の実施形態と同様に、駆動指令に含まれるモータ 2 1 A の駆動位置データに基づいて、モータ 2 1 A の駆動位置の制御を行う（ステップ S 1 0 1 ）。そして、駆動速度制御部 3 6 は、駆動指令に含まれるモータ 2 1 A の駆動速度データに基づいて、モータ 2 1 A の駆動速度の制御を行う（ステップ S 1 0 2 ）。駆動位置制御部 3 5 でのモータ 2 1 A の駆動位置の制御、及び、駆動速度制御部 3 6 でのモータ 2 1 A の駆動速度の制御に基づいて、駆動エネルギーである駆動電流がモータ 2 1 A に供給される。

【 0 0 5 2 】

モータ 2 1 A に駆動電流が供給されることにより、モータ 2 1 A が駆動される（ステップ S 1 0 3 ）。これにより、関節部 1 5 A が作動される。この際、特に長手軸 C に垂直な方向への関節部 1 5 A の移動が規制された場合、関節部 1 5 A の負荷が大きくなり、負荷が外乱としてモータ 2 1 A の駆動に作用する。

【 0 0 5 3 】

実際のモータ 2 1 A の駆動位置（駆動状態）は、エンコーダ 2 2 A により検出される（ステップ S 1 0 4 ）。検出されたモータ 2 1 A の駆動位置情報は、駆動位置制御部 3 5 でのモータ 2 1 A の駆動位置制御（ステップ S 1 0 1 ）において、フィードバックされる。また、エンコーダ 2 2 A により検出されたモータ 2 1 A の駆動位置情報は、微分実施部 3 7 で微分され（ステップ S 1 0 5 ）、実際のモータ 2 1 A の駆動速度が検出される。検出されたモータ 2 1 A の駆動速度情報は、駆動速度制御部 3 6 でのモータ 2 1 A の駆動速度制御（ステップ S 1 0 2 ）において、フィードバックされる。

【 0 0 5 4 】

移動規制判定部 3 9 には、駆動速度制御部 3 6 からモータ 2 1 A の駆動電流が入力される。また、移動規制判定部 3 9 には、エンコーダ 2 2 A により検出されたモータ 2 1 A の駆動位置（駆動状態）情報が入力される。移動規制判定部 3 9 は、モータ 2 1 A の駆動電流及びエンコーダ 2 2 A で検出したモータ 2 1 A の駆動状態（駆動位置）に基づいて、関節部 1 5 A が移動自在な非規制状態であるか、又は、関節部 1 5 A の移動が規制される規制状態であるか、を判定する（ステップ S 1 0 6 ）。移動規制判定部 3 9 は、第 1 の実施形態と同様にして、判定を行う。なお、その他のサーボ制御部 3 2 B ~ 3 2 E のそれぞれにおいても、サーボ制御部 3 2 A と同様に、移動規制判定部 3 9 により、対応する関節部 1 5 B ~ 1 5 E が規制状態であるか、又は、対応する関節部 1 5 B ~ 1 5 E が非規制状態であるかが、判定される。

【 0 0 5 5 】

ここで、第 1 の制御モードにおいて 1 つ以上の関節部（1 5 A , 1 5 B ）が規制状態と判定された場合には、駆動制御部 2 6 は第 2 の制御モードでそれぞれのモータ 2 1 A ~ 2 1 E を駆動制御する。ここで、関節部 1 5 A , 1 5 B が規制状態であり、関節部 1 5 C ~ 1 5 E が非規制状態である場合を考える。この場合、第 1 の制御モードにおいて対応する関節部 1 5 A が規制状態と判定されるため、サーボ制御部 3 2 A のサーボゲイン変更部 6 1 は、第 2 の制御モードでのサーボ制御部 3 2 A の駆動指令に対する駆動電流のサーボゲイン G_{a2} を、第 1 の制御モードでのサーボ制御部 3 2 A のサーボゲイン G_{a1} より小さくする。これにより、対応するモータ 2 1 A の駆動速度が第 1 の制御モードより小さくなり、対応する関節部 1 5 A の作動速度が第 1 の制御モードより小さくなる。また、サーボ制

御部 3 2 B のサーボゲイン変更部 6 1 も、第2の制御モードでのサーボ制御部 3 2 B のサーボゲイン G b 2 を、第1の制御モードでのサーボ制御部 3 2 B のサーボゲイン G b 1 より小さくする。

【 0 0 5 6 】

また、第1の制御モードにおいて対応する関節部 1 5 C が非規制状態と判定されるため、サーボ制御部 3 2 C のサーボゲイン変更部 6 1 は、第1の制御モードと第2の制御モードとの間で、サーボ制御部 3 2 C の駆動指令に対する駆動電流のサーボゲイン G c を変更しない。サーボ制御部 3 2 D , 3 2 E のサーボゲイン G d , G e についても、サーボゲイン G c と同様である。

【 0 0 5 7 】

以上のようにして、それぞれのサーボ制御部 3 2 A ~ 3 2 E のサーボゲイン変更部 6 1 は、対応する移動規制判定部 3 9 での判定結果に基づいて、対応するサーボ制御部 3 2 A ~ 3 2 E でのサーボゲイン G a ~ G e を設定する（ステップ S 1 0 7 ）。例えば、サーボ制御部 3 2 A のサーボゲイン変更部 6 1 は、判定結果に基づいて、サーボ制御部 3 2 A でのサーボゲイン G a を設定する。

【 0 0 5 8 】

そこで、前記構成のマニピュレータ 2 の動作制御装置 1 では、以下の効果を奏する。すなわち、動作制御装置 1 では、それぞれのサーボ制御部 3 2 A ~ 3 2 E の移動規制判定部 3 9 が、第1の制御モードでの対応するモータ 2 1 A ~ 2 1 E の駆動状態に基づいて、対応する関節部 1 5 A ~ 1 5 E が非規制状態であるか、又は、規制状態であるか、を判定する。それぞれのサーボ制御部 3 2 A ~ 3 2 E の移動規制判定部 3 9 で1つ以上の関節部（1 5 A , 1 5 B ）が規制状態と判定された場合、駆動制御部 2 6 は第2の制御モードでモータ 2 1 A ~ 2 1 E を駆動制御する。規制状態の関節部（1 5 A , 1 5 B ）に対応するサーボ制御部（3 2 A , 3 2 B ）では、サーボゲイン変更部 6 1 によって、第2の制御モードでのサーボゲイン（G a 2 , G b 2 ）が、第1の制御モードでのサーボゲイン（G a 1 , G b 1 ）に比べて小さくなる。これにより、第2の制御モードでは、対応するモータ（2 1 A , 2 1 B ）の駆動速度が第1の制御モードより小さくなり、対応する関節部（1 5 A , 1 5 B ）の作動速度が第1の制御モードより小さくなる。したがって、（長手軸 C に垂直な方向への）移動が規制された関節部（1 5 A , 1 5 B ）の作動に起因して生じるマニピュレータ 2 の不具合を、有効に防止することができる。

【 0 0 5 9 】

ただし、本実施形態では、第2の制御モードにおいて、規制状態の関節部（1 5 A , 1 5 B ）に対応するサーボ制御部（3 2 A , 3 2 B ）のサーボゲイン（G a , G b ）を、第1の制御モードに比べて小さくする構成である。このため、第2の制御モードでは、メス部 1 9 が目標位置及び目標姿勢にならない。

【 0 0 6 0 】

（その他の変形例）

なお、前述の実施形態では、5つの関節部 1 5 A ~ 1 5 E が設けられているが、これに限るものではない。すなわち、複数の関節部（1 5 A ~ 1 5 E ）が設けられていればよく、例えば、関節部（1 5 A ~ 1 5 E ）の数は2つ、3つ、4つでもよく、6つ以上でもよい。そして、それぞれの関節部（1 5 A ~ 1 5 C ）に対応して、駆動部材であるモータ（2 1 A ~ 2 1 E ）及びサーボ制御部（3 2 A ~ 3 2 C ）が設けられていればよい。

【 0 0 6 1 】

また、前述の実施形態では先端機能部としてメス部 1 9 が設けられているが、これに限るものではない。例えば、先端処置部（先端機能部）として処置対象を把持して処置を行う把持処置部が設けられてもよい。また、前述の実施形態では、駆動エネルギーとして駆動電流が供給されるモータ 2 1 A ~ 2 1 E が駆動部材として設けられているが、これに限るものではない。すなわち、駆動エネルギーが供給されることにより駆動される駆動部材が設けられていればよい。

【 0 0 6 2 】

10

20

30

40

50

また、前述の実施形態では、挿入機器として内視鏡 50 の処置具挿通路 51 に挿通されるマニピュレータ 2 が用いられているが、これに限るものではない。例えば、ある変形例として図 11 に示すように、工業用の管路 71 に挿通される内視鏡 70 を挿入機器として用いてもよい。本変形例でも第 1 の実施形態と同様に、内視鏡 70 の挿入部 10 の先端部に先端腕部 12 が設けられ、先端腕部 12 は、関節部 15A ~ 15E 及びリンク部 17A ~ 17E を備える。そして、リンク部 17E の内部に先端機能部である撮像素子 72 が設けられている。以上、本変形例から、先端腕部 12 では、最も先端方向側に位置する関節部 (15E) の先端方向側に先端機能部 (19, 72) が設けられていけばよい。

【0063】

また、第 1 の実施形態の構成及び第 2 の実施形態の構成を組合わせてもよい。この場合、規制先端特定部 41 が設けられるとともに、それぞれのサーボ制御部 32A ~ 32E に対応してサーボゲイン変更部 61 が設けられる。

【0064】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は前記の実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変形ができることは勿論である。

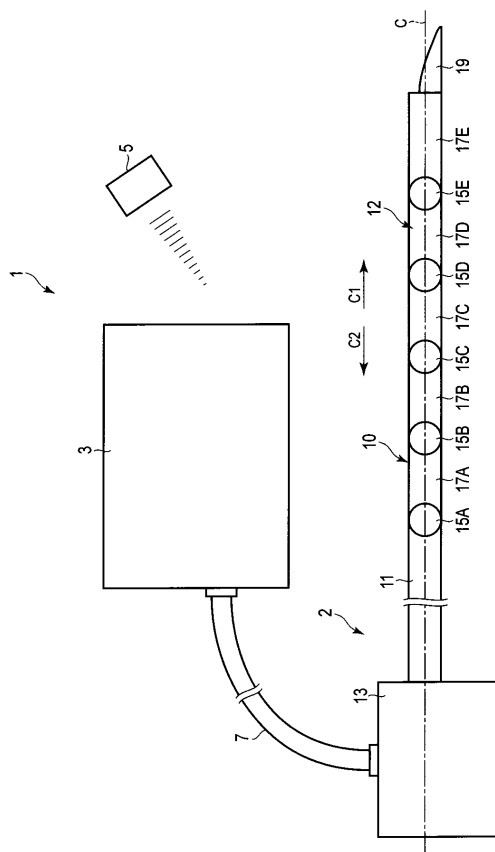
【符号の説明】

【0065】

1 ... 動作制御装置、2 ... マニピュレータ、3 ... 制御ユニット、5 ... 操作指令入力部、10 ... 挿入部、12 ... 先端腕部、15A ~ 15E ... 関節部、19 ... メス部、21A ~ 21C ... モータ、26 ... 駆動制御部、39 ... 移動規制判定部。

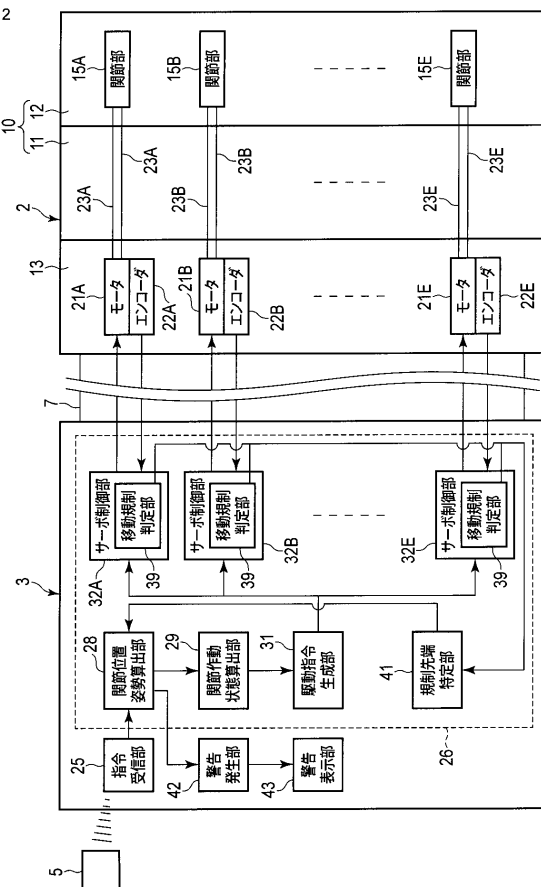
【図 1】

図 1



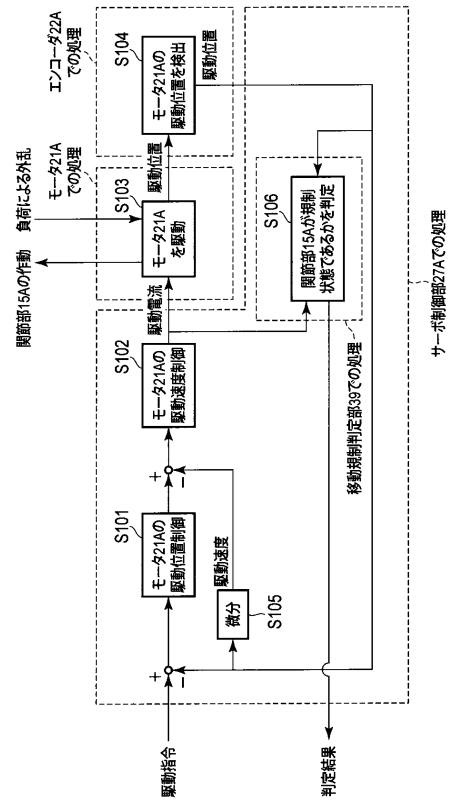
【図 2】

図 2



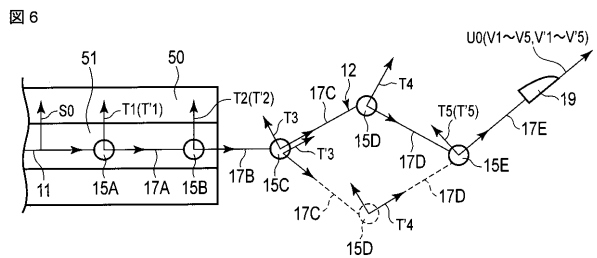
【 図 5 】

图 5



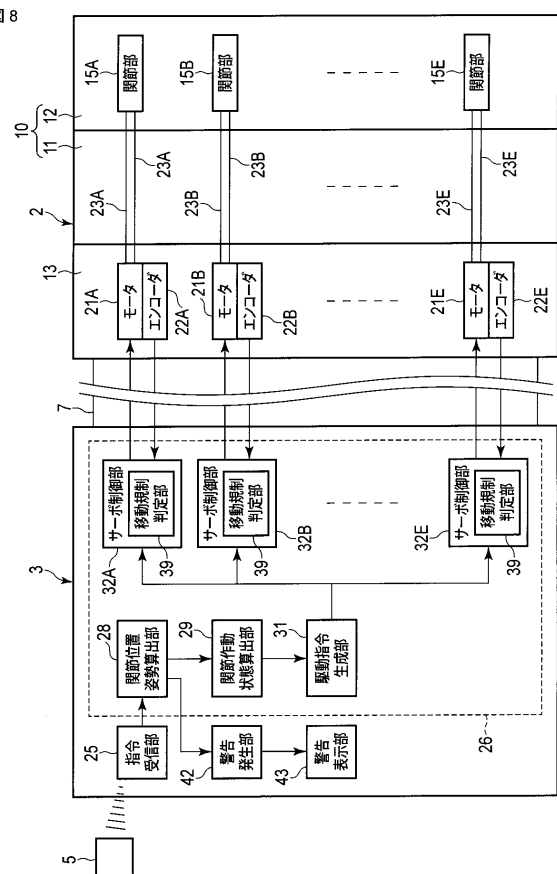
【 図 8 】

图 8



【 図 8 】

图 8



フロントページの続き

- (74)代理人 100095441
弁理士 白根 俊郎
- (74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
- (74)代理人 100103034
弁理士 野河 信久
- (74)代理人 100119976
弁理士 幸長 保次郎
- (74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹
- (74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100158805
弁理士 井関 守三
- (74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
- (74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
- (74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
- (74)代理人 100134290
弁理士 竹内 将訓
- (72)発明者 河合 利昌
東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリジナルメディカルシステムズ株式会社内
- (72)発明者 梅本 義孝
東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリジナルメディカルシステムズ株式会社内
- F ターム(参考) 3C707 AS35 BS19 KS21 KS37 LV15 LV24 MS10

专利名称(译)	插入装置的操作控制装置		
公开(公告)号	JP2015107138A	公开(公告)日	2015-06-11
申请号	JP2012057577	申请日	2012-03-14
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	オリンパスメディカルシステムズ株式会社		
[标]发明人	河合利昌 梅本義孝		
发明人	河合 利昌 梅本 義孝		
IPC分类号	A61B19/00 B25J3/00		
CPC分类号	A61B34/30 A61B2034/302 A61B2090/508		
FI分类号	A61B19/00.502 B25J3/00.Z A61B34/30		
F-TERM分类号	3C707/AS35 3C707/BS19 3C707/KS21 3C707/KS37 3C707/LV15 3C707/LV24 3C707/MS10		
代理人(译)	河野 哲 中村诚 河野直树 冈田隆		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种用于插入装置的操作控制装置，该操作控制装置在限制某个关节部的移动的同时适当地操作远侧臂部而不会在插入装置中引起问题。用于插入装置的操作控制装置处于非限制状态，在该非限制状态下，相应的关节可基于相应的驱动构件的驱动状态而移动，或者相应的关节的运动受到限制。多个运动调节确定单元，每个运动调节确定单元确定车辆是否处于调节状态。当在第一控制模式下确定一个或多个关节部分处于调节状态时，操作控制装置不驱动与被确定为处于调节状态的关节部分相对应的驱动构件。可替代地，提供驱动控制单元以在第二控制模式下驱动和控制每个驱动构件，在第二控制模式下，驱动速度小于在第一控制模式下的驱动速度。[选择图]图6

图6

