(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)特許出願公表番号
特表2013-517898
(P2013-517898A)
(43)公表日　平成25年5月20日(2013.5.20)

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード（参考）
A61B 19/00 (2006.01)	A61B 19/00 502	

審査請求 未請求　予備審査請求 未請求　（全 23 頁）

(21)出願番号	特願2012-551250 (P2012-551250)
(86)(22)出願日	平成23年1月26日 (2011.1.26)
(85)翻訳文提出日	平成24年9月20日 (2012.9.20)
(86)国際出願番号	PCT/US2011/022518
(87)国際公開番号	WO2011/094269
(87)国際公開日	平成23年8月4日 (2011.8.4)
(31)優先権主張番号	61/298,317
(32)優先日	平成22年1月26日 (2010.1.26)
(33)優先権主張国	米国 (US)

(71)出願人　510003324
ケアフュージョン２２００、インコーポレイテッド
アメリカ合衆国９２１３０カリフォルニア、サンディエゴ、トリービューコート３７５０
(74)代理人　100090273
弁理士　國分　孝悦
(72)発明者　ドイル，マーク
アメリカ合衆国　９２０１４　カリフォルニア州，デル　マー，カッチャーラ　ドライブ　１２２７

最終頁に続く

(54)【発明の名称】動力付き信号制御手動関節装置および使用方法

(57)【要約】
手動関節装置の操作において、装置を動かすために用いられる動力を提供することにより、外科医または他の医療施術者などのユーザを補助し、これにより、装置を動かすために必要な力の全てをユーザが提供する必要性を減少または無くす関節装置である。関節装置は、１つまたは複数のユーザ入力を受信し、スレーブ部が作業を行うように指示する入力装置を含む。関節装置は、ユーザ入力をスレーブ部に転送することを補助する制御部をさらに含み、入力装置によって受信されたユーザ入力との組み合わせにおいて、スレーブ部を少なくとも部分的には駆動する動力補助を、さらに提供する。

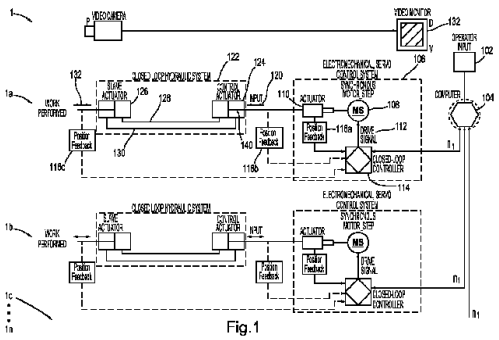


Fig.1

【特許請求の範囲】
【請求項１】
関節装置であって、
入力を受信しマスタ出力を生成することが可能な入力装置と、
前記入力装置に結合され、前記入力装置から前記マスタ出力を受信しかつ対応するスレーブ出力を生成するように動作可能であり、第１のスレーブ端および第２のスレーブ端を備え、前記第１のスレーブ端は、前記入力装置に結合されている、スレーブアクチュエータと、
前記第２のスレーブ端に結合され、前記スレーブ出力を行う機能端と、
前記入力装置により動作可能であり、前記スレーブアクチュエータによって受信されたマスタ出力を、前記機能端により行われた対応するスレーブ出力に変換することを補助するように動作可能である動作補助部と、を備えた関節装置。
【請求項２】
前記動作補助部は、前記入力装置および前記第１のスレーブ端に動作的に接続された弁を備える、請求項１に記載の関節装置。
【請求項３】
前記動作補助部は、近位側と遠位側とを有するダイヤフラムをさらに備え、前記ダイヤフラムの前記近位側と遠位側とが、少なくとも１つの流体ラインを介して前記弁に結合されている、請求項２に記載の関節装置。
【請求項４】
前記弁の作動は、前記少なくとも１つの流体ラインのうちの１つを介して、前記ダイヤフラムの近位側と遠位側のうちの１つに圧力を入れさせる、請求項３に記載の関節装置。
【請求項５】
前記機能端によって行われる前記スレーブ出力は、前記マスタ入力に比例する、請求項１に記載の関節装置。
【請求項６】
前記入力装置の動作を処理することが可能な制御装置をさらに備え、前記制御装置は、前記入力装置と前記弁に動作的に接続されている、請求項３に記載の関節装置。
【請求項７】
前記弁および流体槽に動作的に接続された圧力源をさらに備え、前記圧力源の動作は、前記入力装置と前記弁とを水圧ラインを介して連通する水圧流体に加圧する、請求項２に記載の関節装置。
【請求項８】
前記入力装置および前記弁は、水圧ラインを介して連通する、請求項７に記載の関節装置。
【請求項９】
前記圧力源は、ポンプを含む、請求項７に記載の関節装置。
【請求項１０】
前記入力装置の動作を制御することが可能なコントローラをさらに備え、前記コントローラは、前記入力装置および前記弁に動作的に結合されている、請求項２に記載の関節装置。
【請求項１１】
前記弁は、水圧ラインを介した前記第１のスレーブ端への水圧流体の流れを調整する、請求項１０に記載の関節装置。
【請求項１２】
前記圧力源および前記槽の少なくとも１つに設けられた圧力センサをさらに備え、前記圧力源は、前記圧力センサによって検知された圧力に基づき流体圧を維持するように動作する、請求項１１に記載の関節装置。
【請求項１３】
前記スレーブアクチュエータおよび前記コントローラに動作的に結合されたフィードバ

ック装置をさらに備え、前記フィードバック装置は、前記スレーブアクチュエータの位置を検出する、請求項１０に記載の関節装置。
【請求項１４】
前記コントローラは、前記フィードバック装置を介して検出された前記スレーブアクチュエータの位置に基づき、弁アクチュエータに位置入力を提供する、請求項１３に記載の関節装置。
【請求項１５】
弁アクチュエータの位置の視覚フィードバックを提供するビデオカメラをさらに備える、請求項１に記載の関節装置。
【請求項１６】
前記入力装置は、
ハンドルと、
トリガループと、を備える請求項１に記載の関節装置。
【請求項１７】
前記トリガループは、前記ハンドルの動きを電気信号に変換する、少なくとも１つの変換アクチュエータを備える、請求項１６に記載の関節装置。
【請求項１８】
前記入力装置は、握りハンドアセンブリとトリガとを備える、請求項１に記載の関節装置。
【請求項１９】
前記トリガは、前記ハンドルの動きを電気信号に変換する、少なくとも１つの変換アクチュエータを備える、請求項１８に記載の関節装置。
【請求項２０】
前記機能端は、
端エフェクタと、
複数の歯と、を備え、
前記複数の歯の動きは、前記スレーブアクチュエータと、前記端エフェクタとの動作によって生成される、請求項１に記載の関節装置。
【請求項２１】
前記複数の歯は、第１の軸を中心に回転可能であり、前記端エフェクタは、第２の軸を中心に回転可能である、請求項２０に記載の関節装置。
【請求項２２】
モータと、
コントローラと、
制御アクチュエータと、
フィードバック装置と、をさらに備え、
前記モータおよび前記フィードバック装置は、それぞれ、前記制御アクチュエータと前記コントローラとに動作的に接続されている、請求項１に記載の関節装置。
【請求項２３】
前記コントローラは、前記入力装置から入力信号を、前記フィードバック装置からフィードバック信号を受信し、前記モータによって受信される駆動信号を生成し、前記モータは、受信された前記駆動信号に基づき前記制御アクチュエータを駆動する、請求項２２に記載の関節装置。
【請求項２４】
前記制御アクチュエータは、前記スレーブアクチュエータによって受信された制御出力を生成する、請求項２３に記載の関節装置。
【請求項２５】
前記スレーブアクチュエータによって受信された前記制御出力は、前記機能端を制御する、請求項２４に記載の関節装置。
【請求項２６】

前記コントローラは、比例積分微分（ＰＩＤ：proportional-integral-derivative）アルゴリズムを用いて前記モータの作動を制御するように構成されている、請求項２４に記載の関節装置。

【請求項２７】

前記コントローラは、

前記入力装置に動作的に結合された処理装置をさらに備え、

前記処理装置は、前記入力装置の動きに基づくプロセッサ信号を生成する、請求項２２に記載の関節装置。

【請求項２８】

前記処理装置は、コンピュータ、位置センサ、エンコーダ、およびサーボコントローラからなる群から選択される、請求項２７に記載の関節装置。

【請求項２９】

前記スレーブアクチュエータは、前記制御アクチュエータの遠位端に接続される、請求項２２に記載の関節装置。

【請求項３０】

前記フィードバック信号は、前記制御アクチュエータの動きに基づき生成される、請求項２７に記載の関節装置。

【請求項３１】

前記コントローラは、前記フィードバック信号を、前記制御信号と比較し、前記制御アクチュエータの動きが所定範囲を超えたことを、前記フィードバックおよびプロセッサ信号が示した場合、前記制御アクチュエータの動きを防止する、請求項３０に記載の関節装置。

【請求項３２】

関節装置を操作する方法であって、

入力装置を動かすステップと、

第１のスレーブ端と第２のスレーブ端とを備え、前記入力装置に結合されているスレーブアクチュエータに、前記入力装置からマスタ入力を送信するステップと、

前記マスタ入力を、動作補助部を介してマスタ出力に変換するステップと、

前記動作補助部を介して、前記マスタ出力を、前記第２のスレーブ端に結合された機能端に送信するステップと、を備え、

前記機能端が前記マスタ出力を行う方法。

【請求項３３】

前記動作補助部は、前記第１のスレーブ端および前記入力装置に結合されている、請求項３２に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本出願は、２０１０年１月２６日に出願された米国特許仮出願第６１／２９８，３１７号の利益を主張する。先の出願の全てを、参考として本明細書に組み込む。

【０００２】

本発明の態様は、信号制御手動関節装置およびその使用方法に関する。本発明の一態様は、最小侵襲手術手順で使用するための信号制御手動関節手術器具に関し、器具は、動力付きシステムを内部に含む。

【背景技術】

【０００３】

腹腔鏡手術は、関連技術において知られている。しかし、現在の腹腔鏡手術器具は、典型的には、使用がより難しい直線的なボディを有する。このような既存の腹腔鏡手術器具は、非侵襲手術手順を行うことができるが、器具は多くの場合、角部その他で操作し難く、部位に届き難い。さらに、関連技術の関節腹腔鏡手術器具は、典型的には、ケーブルおよび水圧ラインを用いて器具の手術先端を操作する。既存の腹腔鏡手術器具が小型化する

に連れ、そこで使われる水圧ラインも典型的には小型化されている。しかし、水圧ラインが小型化された場合、水圧ラインを通して手動で水圧流体を移動させることは、達成がより困難となる。さらに、外科医が、患者から離れて、または遠隔位置から、体内で手術器具を制御する場合、水圧ラインは比較的長くなることがあり、よって、水圧ラインを通して手動で液体を移動させることは、達成が困難となり得る。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

よって、長い手術手順の間、および／または外科医が器具および患者に対して遠隔位置にいる場合、外科医は、手の疲労を経験し得る。

【課題を解決するための手段】

【０００５】

以下の本発明の態様の説明が、例示的な実施での手術を述べる一方、本発明の変形に係る環境は、手術に限定されず、本明細書の態様は、様々な他の実施においても使用可能であることを理解すべきである。例えば、本発明の態様は、製造、構成、組立ライン、危険物の扱いおよび処理、水中操作、高温材料の扱い、あるいは操作されるアイテムからユーザが離れているか、または機械装置を操作する際に疲労を経験し得る、他の任意の適切な環境で使用してもよい。

【０００６】

本発明の態様は、手動関節装置の操作において、装置を動かすために用いられる動力を提供することにより、外科医または他の医療施術者などのユーザを補助し、これにより、装置を動かすために必要な力の全てをユーザが提供する必要性を減少または無くす。本発明の追加の態様は、小径の水圧チューブおよび他の機能を用いることを可能にする。

【図面の簡単な説明】

【０００７】

開示された態様は、開示された態様を限定ではなく例示するために提供された添付の図面と併せて以下に説明され、図面において、同様の参照符号は、同様の要素を示す。

【０００８】

【図１】図１は、本発明の態様に係る、信号制御手動関節装置の概略図である。

【図２】図２は、本発明のもう１つの態様に係る、圧力制御手動関節装置の概略図である。

【図３】図３は、本発明のもう１つの態様に係る、機械的に制御された手動関節装置の概略図である。

【図４】図４は、本発明の態様に従って使用可能な水圧系の概略図である。

【図５】図５は、本発明の態様と共に使用される比例積分微分（ＰＩＤ）アルゴリズムの例図である。

【図６】図６は、本発明のもう１つの態様と共に使用されるＰＩＤアルゴリズムの例図である。

【図７】図７は、本発明の態様に従って使用されるマニピュレータの態様の斜視図である。

【図８】図８は、本発明の態様に従って使用されるマニピュレータの態様の斜視図である。

【図９】図９は、本発明の態様に従って使用される遠隔機能端の斜視図である。

【図１０】図１０は、本発明の態様に従って使用するための、様々なハードウェア構成要素および他の機能の例示的システム図を示す。

【発明を実施するための形態】

【０００９】

本発明の態様を、これより、添付の図面を参照してより完全に説明し、図面ではその変形を示す。しかし、本発明の態様は、多くの異なる形態で実現してもよく、本明細書に説明される変形に限定されると解釈されるべきではない。むしろ、これらの変形は、本開示

が、例示的実施において徹底的かつ完全であるように、かつその範囲を当業者に完全に伝えるように提供される。

【００１０】

他に定義されない限り、本明細書で用いられる全ての技術的および科学的用語は、本発明の態様が属する技術分野の当業者によって一般に理解されるのと同じ意味を有している。本明細書において提供される方法および例は、単なる例示であり、限定を意図していない。

【００１１】

ここで図１を参照すると、本発明の態様に従う、信号制御手動関節システム１の代表図が示されている。システム１は、スレーブ部１２２に指示して作業を行わせる、１つまたは複数のユーザマスタ入力を受信する入力装置１０２を含む。システム１は、ユーザのマスタ入力のスレーブ部１２２への転送を補助し、入力装置１０２によって受信されたユーザマスタ入力と組み合わせて、スレーブ部１２２を少なくとも部分的に駆動する、動力補助をさらに提供する制御部１０６をさらに含む。システム１は、また、ビデオカメラ１３６に動作的に接続され、機能端１３２によって行われる作業の画像を提供する、ビデオモニタ１３４を含んでもよい。

【００１２】

入力装置１０２は、１つまたは複数のユーザマスタ入力を受信し、ユーザマスタ入力の全てまたはいくつかの部分、あるいはその表現を、動作補助部および／またはスレーブ部１２２に送信するように構成された任意の適切な装置または機械を含んでもよい。動作補助部は、制御部１０６を含んでもよい。例えば、１つの態様において、入力装置１０２は、システム１のユーザから、手または指で作動されるマスタ入力を受信する１つまたは複数の入力機構を有してもよい。他の態様において、入力装置１０２は、足で作動される入力、腕または体で作動される入力などの他の入力を、ユーザから受信する入力機構を含んでもよい。さらなる態様において、入力装置１０２は、声または音で作動される、あるいは目で作動される入力をユーザから受信する入力機構を含んでもよい。さらに、入力装置１０２は、１つまたは複数の受信マスタ入力を、制御部１０６および／またはスレーブ部１２２と相互接続する接続部などのマスタ出力に転送する、１つまたは複数の機械および／または他の機能を含んでもよい。このように、入力装置１０２は、制御部１０６に動作的に接続されてもよい。入力装置１０２は、例えば、他の入力装置の中でも特に、ジョイスティック、トラックボール、回転ノブ、エンコーダ、またはマニピュレータを含んでもよい。入力装置１０２の例は、図７および図８に示されている。

【００１３】

動作補助部は、制御部１０６を介して、直接または間接的に入力装置１０２に接続されてもよいことを理解すべきである。制御部１０６は、ユーザマスタ入力または電気信号などのその表現を受信し、ユーザ入力またはその表現との組み合わせなどで、制御または他の機能を部分的に提供する、あるいはスレーブ部１２２の１つまたは複数の機能を完全に制御するマスタ出力を生成するように動作可能な、任意の適切なシステムを含んでもよい。１つの態様において、制御部１０６は、コントローラ１１４とアクチュエータ１１０との間に動作的に接続されたモータ１０８を含む。コントローラ１１４は、ユーザマスタ入力の全てまたは一部あるいはその表現を入力装置１０２から受信し、これに応じて、モータ１０８によって受信される駆動信号１１２を生成する。任意で、コントローラ１１４は、１つまたは複数のフィードバック信号を、追加的に受信してもよく、この信号も、以下により詳細に述べるように、駆動信号１１２の生成に影響し得る。駆動信号１１２に応じて、モータ１０８は、アクチュエータ１１０を駆動してマスタ出力１２０を生成し、この出力は、スレーブ部１２２によってスレーブ入力として受信され、全体的または部分的に、スレーブ部１２２の第２のスレーブ端に結合された対応する機能端１３２を制御する。

【００１４】

例えば、マスタ出力１２０は、スレーブ部１２２を駆動するための力、電気信号、動き、または任意の適切なマスタ入力を含んでもよい。加えて、マスタ出力１２０は、入力装

置１０２によって受信される１つまたは複数のユーザ入力を表してもよい。いくつかの態様において、例えば、出力１２０は、受信されたユーザ入力の関数として生成されてもよく、この関数を、任意の適切なやり方で調整して、１つまたは複数のユーザ入力の生成においてユーザが必要とする力または労力の量を調整し、スレーブ部１２２および／または機能端１３２によって、対応する反応／スレーブ出力を生成してもよい。

【００１５】

モータ１０８は、入力装置１０２によって受信され制御部１０６に転送される、ユーザ入力を表す電気信号などの電気信号に応じて、機械的な動きまたは力を生成する、任意の適切な装置を含んでもよいことを理解すべきである。例えば、モータ１０８は、電気信号に応じて機械的な動きおよび／または力を生成するために適した、他の装置の中でも特に、ソレノイド、ボイスコイルモータ、ステッパモータ、および／またはサーボモータを含んでもよい。

【００１６】

１つの変形において、入力装置１０２および制御部１０６は、患者の体の外部に配置されて、例えば動作ルームテーブルに接続され支持されてもよい。他の態様において、１つまたは複数の入力装置１０２および制御部１０６は、スレーブ部１２２から離れて、例えば他の部屋または場所に配置されてもよい。例えば適切な有線、無線および／または光ファイバ結合を、入力装置１０２と制御部１０６との間の通信に用いてもよい（本明細書において、個別または集合的に"直接または間接的な結合"と交互に呼ぶ）。

【００１７】

加えて、制御部１０６は、スレーブ部１２２に動作的に接続してもよい。スレーブ部１２２は、ユーザ入力またはその表現などの１つまたは複数の入力を、制御部１０６から受信し、元のユーザ入力に比例して、またはその関数として機能端１３２を制御する、対応する出力を生成するように構成された任意の適切な装置または機構を含んでもよい。例えば、１つの態様において、スレーブ部１２２は、水圧制御ライン１２８および１３０を介して連通する、第１のスレーブ端および第２のスレーブ端を有するスレーブアクチュエータ１２６に動作的に接続された制御アクチュエータ１２４を含む、二重動作閉ループ水圧系を含む。加えて、機能端１３２は、スレーブアクチュエータ１２６の第２のスレーブ端または遠位端に動作的に接続される。この例示的な実施において、閉ループ二重動作水圧回路は、システム１の遠位端、例えばスレーブ部１２２に力を伝達するために用いられる基本的な機械要素である。例えば、制御アクチュエータ１２４は、ユーザ入力またはその表現の全てまたは一部などの入力を受信し、この入力を、水圧制御ライン１２８または１３０の１つを介して、スレーブアクチュエータ１２６の第１のスレーブ端に送信し、スレーブアクチュエータ１２６は、スレーブ部１２２の機能端１３２を駆動するために用いられる出力を生成する。これらの態様において、閉ループ二重動作水圧系１０００は、米国特許第６，６０７，４７５号に開示されるものと同様の機能を有し、この特許の全てを、参考のために本明細書に組み込む。他の態様において、スレーブ部１２２および制御部１０６は、単一のシステムに統合してもよい。

【００１８】

機能端１３２は、対応するスレーブ部１１２から、スレーブ出力を入力として受信し、これに応じて、入力装置１０２によって受信される１つまたは複数の元のユーザ入力の機能として制御されるいくつかの作業を行う。このようにして、機能端１３２は、任意の適切な種類の作業を行うように構成された装置または機構のいずれか１つまたは組み合わせを含んでもよい。本発明の１つの態様によると、機能端１３２は、様々なツールを含んでもよい。例えば、機能端１３２は、他のツールの中でも特に、手術ツール、手術器具、ハサミ、ナイフ、ドライバー、クランプ、ペンチ、吸引／洗浄装置、電気外科装置、または可視化装置の１つまたは任意の組み合わせを含んでもよい。

【００１９】

動作中には、ユーザの手、腕および／または指が、例えば、入力装置１０２を動かすことにより、システム１の動きをガイドしてもよい。入力された動きは、例えば、押す、引

く、回転する、左に動く、右に動く、上に動く、下に動く、曲がる、スピンする、掴む、傾く、対角に移動する、あるいはシステム１が動く必要があり得る他の任意の適切な方向または方向の組み合わせであってもよい。入力装置１０２は、ユーザの動きを電気信号に変換するために適したアクチュエータを含んでもよい。例えば、入力装置１０２は、ユーザからの動きを制御信号に変換可能な他の入力装置の中でも特に、センサ、エンコーダ、軸を中心に回転可能な制御ハンドル、および／またはマニピュレータを含んでもよい。入力装置１０２の例が、図７および図８に示されている。

【００２０】

ここで図７を参照すると、本発明の態様に従う、入力装置１０２の１つの例示的な変形において、装置２２は、ユーザと相互作用するためのハンドル２１１と、トリガループ２１２とを含む。ユーザは、ハンドル２１１を掴み、１つまたは複数の指を、トリガループ２１２内に置き、および／またはトリガループ２１２を絞って、ハンドル２１１を様々な方向に動かしてもよい。トリガループ２１２を絞ることにより、および／またはハンドル２１１を動かすことにより、ユーザは、電気信号を生成させてもよく、電気信号は、次いでコントローラ１１４に送信され（図１）、その結果、スレーブ部１２２に動きが生じる（図１）（例えば、伸びる動き、回転する動き、曲がる動き、またはツール作動）。ユーザは、次いで、絞られたトリガループ２１２を"開く"か、またはハンドル２１１を他の方向（例えば反対方向）に動かし、スレーブ部１２２に他の動き（例えば反対の動き）を生じさせることができる。トリガループ２１２は、ハンドル２１１の動きを電気信号に変換するための、１つまたは複数のアクチュエータを有してもよい。アクチュエータは、例えば、他のアクチュエータの中でも特に、１つの、または任意の適切な組み合わせのセンサ、加速度計またはエンコーダを含んでもよい。トリガループ２１２は、１つまたは複数の人間の指を、快適に挿入することを可能にするように、大きさを決めてもよい。ハンドル２１１は、１つまたは複数のトリガループ２１２を有してもよいことを理解すべきである。

【００２１】

ここで図８を参照すると、本発明の態様に従う、入力装置１０２の他の例示的な変形において、装置５０は、ユーザと相互作用するための握りハンドアセンブリ１２００とトリガ１２２０とを特徴としている。ユーザは、例えば、握りハンドアセンブリ１２００を握り、トリガ１２２０を絞ってもよい。トリガ１２２０を絞ることにより、および／またはハンドル１２００を動かすことにより、ユーザは、電気信号を生成させてもよく、この電気信号は、一方で、コントローラ１１４（図１）に送信され、その結果スレーブ部１２２（図１）の動きを発生させてもよい（例えば、伸びる動き、回転する動き、曲がる動き、またはツール作動）。ユーザは、次いで、絞られたトリガ１２２０を"開く"か、またはハンドル１２００を反対方向に動かし、例えば、スレーブ部１２２に反対の動きを生じさせることができる。トリガ１２２０は、ハンドアセンブリ１２００の動きを電気信号に変換するための１つまたは複数のアクチュエータを含んでもよい。アクチュエータは、例えば、他のアクチュエータの中でも特に、１つの、または任意の適切な組み合わせのセンサ、加速度計またはエンコーダを含んでもよい。

【００２２】

いくつかの態様において、入力装置は、任意のクランプまたはストラップなどにより、ユーザの腕に着脱可能に固定してもよい。例えば、このような着脱可能な固定は、ユーザの動きと受信されたユーザ入力との間の補正を強化すること、および改善されたユーザ快適性を提供し、向上したシステム安全性を可能にすることができる。

【００２３】

入力装置は、多くの他の適切な形態を取ってもよいことが理解される。例えば、入力装置を、手術用ベッドの側部に固定し、外科医によって握る、および／または操作することが可能なハンドルまたは他の機能を設けてもよい。もう１つの変形において、入力装置は、テーブルまたはカートなどの、手術用ベッド以外の物体に固定してもよい。さらにもう１つの変形において、入力装置は、ユーザの腕または手に固定してもよい。さらにもう１

つの変形において、入力装置は、何かに固定することなく、ユーザが手に持ってもよい。

【００２４】

ここで図１を再び参照し、システム１の動作を継続すると、コントローラ１１４は、入力装置１０２から、ユーザの変換された動きを有する信号を受信する。コントローラ１１４は、入力装置１０２から受信した信号を処理し、次いで入力された動きに応じた出力動作を提供する、モータ１０８に送信される駆動信号１１２を生成する。１つの態様において、コントローラ１１４は、比例積分微分（ＰＩＤ：proportional-integral-derivative）アルゴリズムを用いて、モータ１０８の作動を制御してもよい。例えば、コントローラ１１４は、図５および図６に示されるように、従来のＰＩＤアルゴリズムを用いて、ＰＩＤアルゴリズムの出力を、入力の異なる成分の関数としてもよい。

【００２５】

任意で、１つの態様において、処理装置１０４を、入力装置１０２と制御部１０６との間で動作的に結合させてもよい。処理装置１０４は、例えば、ユーザによって入力された動きを処理可能なコンピュータまたは他の処理装置、位置センサ、エンコーダ、サーボコントローラ、または他の任意の装置を含んでもよい。処理装置１０４は、入力装置１０２および／または制御部１０６に直接または間接的に結合してもよい。

【００２６】

モータ１０８は、コントローラ１１４から受信した駆動信号１１２に対応する力を、アクチュエータ１１０に伝達する。アクチュエータ１１０は、モータ１０８から受け取った力を、入力装置１０２の検出された動きに対応する方向の直線的な動きに変換する。受信された入力の変換は、生成された出力に正比例してもよく、または、入力と出力の間の関係は、いくつかの他の関数または変数に基づいてもよい。例えば、１つの態様において、ユーザが、入力装置を約７ｍｍ動かした場合、モータは、アクチュエータを約７ｍｍ動かしてもよい。他の態様において、例えば、アクチュエータの動きは、ユーザの動きよりも大きいか、または小さくてもよい。いずれにしても、モータ１０８による、結果として生じるアクチュエータ１１０の動きは、制御アクチュエータ１２４に対する力１２０を、軸１４０の近位端を介して提供してもよく、例えば、入力装置１０２の動きの方向に対応する方向で軸１４０を動かす。

【００２７】

制御アクチュエータ１２４は、水圧制御ライン１２８、１３０を介して流体を動かすことにより、スレーブアクチュエータ１２６の第１のスレーブ端に、力１２０を伝達してもよい。流体は、既知または後に展開される、水または生理食塩水を含むがこれらに限定されない、任意の適切な水圧流体としてもよいことを理解すべきである。手術環境において、生理食塩水のような流体の使用は、例えば漏れなどの事態が生じた場合、患者への危険の回避に役立つ。

【００２８】

１つの態様において、スレーブアクチュエータ１２６は、制御アクチュエータ１２４の遠位端に、例えば単一動作または二重動作の、例えば水圧ラインを介して、動作的に接続される。代わりの態様において、スレーブアクチュエータ１２６および制御アクチュエータ１２４は、遠位の機能端１３２と、アクチュエータ１１０の近位端とに、それぞれ動作的に接続された機械要素と置き換えてもよい。機械要素は、例えば、他の機械要素の中でも特に、結合ギヤ、カム、１つまたは一連のＵジョイント、プッシュプル式ワイヤまたはケーブル、ケーブル／プーリーシステム、ケーブルギヤシフトシステム、プッシュプル式チェーン、プッシュプル式の回転チェーン、主ネジ、プッシュプル式の柔軟なストラップ、柔軟な鉄バンド、またはこれらの機械要素の任意の適切な組み合わせ（例えば、一連のＵジョイントおよびプッシュプル式チェーン）を含んでもよい。１つの態様において、機能端１３２の動きは、入力装置１０２に提供される入力に比例するか、またはその関数として生成してもよい。例えば、ユーザが、入力装置を４ｍｍ動かすと、コントローラは、ユーザ入力を縮小して、機能端が２ｍｍ動くようにしてもよい。入力は、入力装置１０２、コントローラ１１４、および／またはスレーブ部１２２によって増減させてもよく、か

つ直線的に伝達しなくてもよいことを理解すべきである。

【００２９】

機能端１３２は、任意で、スレーブアクチュエータ１２６の第２のスレーブ端または遠位端に接続してもよい。スレーブアクチュエータ１２６は、力１２０の方向で、機能端１３２の動きを作動させる。よって、機能端１３２は、動きの方向に対応して移動する。例えば、外科医が入力装置１０２を押す、引く、回転する、握る、傾斜する、左に動かす、右に動かす、上に動かす、下に動かす、手首または指を曲げる、あるいはスピンさせると、スレーブシリンダ１２６は、機能端１３２およびそれへの接続の個別の構造に基づいて、ユーザ入力のいくらかの関数として、同様のやり方で機能端１３２を動かしてもよい。

【００３０】

ここで図９を参照すると、本発明の態様に従う、開きおよび閉じ動作を行うように動作可能な機能端１３２の例が図示されている。１つの態様において、機能端１３２は、端エフェクタ８１０と歯７２４とを含んでもよい。制御歯７２４は、互いに対して動くように動作可能であってもよく、かつ、作業用に使用してもよい。例えば、制御歯７２４は、他の種類の作業の中でも特に、掴む、握る、または切るために用いてもよい。１つの態様において、歯７２４は、スレーブアクチュエータ１２６（図１）と、端エフェクタ８１０とに動作的に接続してもよい。歯７２４は、第１の軸を中心に回転してもよく、端エフェクタ８１０は、第２の軸を中心に回転してもよく、第１の軸および第２の軸は、端エフェクタ８１０が歯７２４に接続された際に、同じラインにほぼ沿う、例えば同軸となる。動く際に、歯７２４は、次に、端エフェクタ８１０の動きを開きおよび閉じを、制御してもよい。上述したように、例示された端エフェクタ８１０はクランピング装置であるが、歯７２４に他のツールを取り付けてもよい。例えば、端エフェクタ８１０は、歯７２４に取り付け可能な他のツールの中でも特に、手術器具、ハサミ、ナイフ、ドライバー、クランプ、ペンチ、吸引／洗浄装置、電気外科装置、または可視化装置の１つまたは組み合わせを含んでもよい。

【００３１】

図１を再び参照すると、１つの態様において、制御部１０６の内部に、フィードバック装置１１６ａが配置され、アクチュエータ１１０とコントローラ１１４の間に動作的に結合されている。フィードバック装置１１６ａは、アクチュエータ１１０の動きを追跡してもよく、例えば、アクチュエータ１１０の位置情報を、電気信号に変換し、この信号は、コントローラ１１４に送信される。フィードバック装置１１６ａは、位置を示すことが可能な任意の適切なセンサ、例えばデジタルエンコーダを含んでもよいことを理解すべきである。コントローラ１１４は、フィードバック装置１１６ａからの受信信号を、処理装置１０４からの受信信号と比較してもよく、例えば、アクチュエータ１１０の動きが、ひとたび入力装置１０２の動きと同じまたは同じ範囲内になると、アクチュエータ１１０のさらなる動きを防止する。例えば、ユーザが、入力装置を７ｍｍ動かした場合、モータがアクチュエータを７ｍｍ動かしたことをフィードバック装置が検出すると、コントローラは、アクチュエータのさらなる動きを防止してもよい。よって、フィードバック装置１１６ａは、アクチュエータ１１０が、例えば限界を超えて動く、および／または制御不能に動くことを防止してもよい。

【００３２】

上述したように、ビデオモニタ１３４は、ユーザに動きの視覚フィードバックを提供してもよく、作業は、機能端１３２によって行われる。機能端１３２が距離入力の全体を動かないことを、ユーザが視覚的に認識した場合、例えば、ユーザは、入力装置１０２をさらに動かすことによって、機能端１３２の位置を補正してもよい。経験を通して、ユーザは、アクチュエータ側のフィードバック装置１１６ａから、機能端側での結果がどうなるかを学習することが可能である。よって、ユーザは、機能端１３２の動きにおける不一致を補正可能であってもよい。他の態様において、システム１は、コントローラを調整して、ユーザマスタ入力を、特定の許容度内で、所与のスレーブ部１２２または機能端１３２でのスレーブ出力に変換するシステムセットアップルーチンを含んでもよく、変換は、シ

ステム１で用いられる構成要素によって指示されてもよい。フィードバック装置１１６ａは、制御部１０６の外部で、例えばフィードバック装置１１６ｂで例示されるように、アクチュエータ１１０とスレーブ部１２２との間で、コントローラ１１４に動作的に結合されてもよいことを理解すべきである。加えて、フィードバック装置１１６ａは、代わりに、例えばフィードバック装置１１６ｃで例示されるように、機能端１３２とコントローラ１１４との間で、コントローラ１１４に動作的に結合されてもよいことを理解すべきである。

【００３３】

システム１は、様々なサブシステム、例えば、異なる動きを生成するための、図１の構成要素セット１ａ、１ｂ、および１ｃを有してもよいことを理解すべきである。サブシステム１ａ、１ｂおよび１ｃは、例えば、入力装置１０２、制御部１０６、スレーブ部１２２および機能端１３２の、任意の適切な組み合わせを含んでもよい。示された例において、単一の入力装置１０２が、制御部１０６、スレーブ部１２２および機能端１３２の少なくとも２つの個別の組み合わせに結合され、これにより、ユーザが、２つの機能端１３２において、少なくとも２つの異なる機能を発生させることを可能にする。個別のシステムは、適切なユーザ入力、例えば、入力装置に配置されたアクチュエータを押すこと、または入力装置を所望の方向に動かすこと、を受信した結果として作動されてもよい。例えば、他の動きの中でも特に、押す、引く、回転する、左に動く、右に動く、上に動く、下に動く、曲がる、スピンする、対角に動く、という動きのそれぞれに対して、個別のサブシステムを設けてもよい。機能端によって動きの方向を制御するために、システム１に含まれるシステムの数は、ユーザが機能端に望む動きの範囲およびその構造に依存し得ることを理解すべきである。

【００３４】

ここで図２を参照すると、受信したユーザ入力を、１つまたは複数の機能端２２０での出力または作業に変換するための圧力補助システム、例えば機械真空圧と共に使用するための、例示的な手で作動される関節装置２の代表図が示されている。機能端を動かす際に、追加の力が加えられ、この力は、動きに対する例えば摩擦または他の抵抗を補うことができ、これにより、機能端の動きを容易にする。さらに、ユーザは、システムに対して機械的な操作を行うため、ユーザは、機能端によって行われている作業に関する触覚的なフィードバックを受信してもよい。

【００３５】

１つの態様において、装置２は、入力装置２０２と、制御部としての二重動作ダイヤフラム２１２と、弁２１８と、スレーブ部２２２とを含む。入力装置２０２は、ダイヤフラム２１２の近位側２１４に動作的に接続してもよい。弁２１８は、ライン２２０ａを介して二重動作ダイヤフラム２１２の近位側２１４に、およびライン２２０ｂを介して二重動作ダイヤフラム２１２の遠位側２１６に、動作的に接続してもよい。スレーブ部２２２は、二重動作ダイヤフラム２１２の遠位側２１６に、動作的に接続される。スレーブ部２２２は、図１で説明した二重動作閉ループ水圧系と類似する機能および構成要素を有してもよいことを理解すべきである。

【００３６】

１つの態様において、ユーザが入力装置２０２を前方きまたは後方に、例えば、図２に示されるように左右に動かすと、弁２１８が作動する。よって、ユーザが入力装置２０２を前方（例えば図２の左）に動かすと、動作的な接続が弁２１８を動かす。弁２１８の作動は、加圧された流体を制御して、ライン２１０を介して弁内に移動させ、かつライン２０４を介して弁から外に移動させる。１つの態様において、弁２１８は、弁を通した加圧された流体の動きを、例えばユーザの変位に比例して電気的に制御してもよい。弁２１８は、これにより、ライン２２０ａを介した二重動作ダイヤフラム２１２の近位側２１４に対し、圧力を入れさせる。弁２１８からの圧力は、二重動作ダイヤフラム２１２を動かして、スレーブ部２２２を通して流体を押し、これにより、ユーザ（例えば外科医）が機能端２３２を前方に動かすことを"補助する"。弁２１８およびダイヤフラム２１２は、これ

により、ユーザの動きの増幅器として機能する。加えて、ユーザが入力装置２０２を後ろに引いた（例えば、図２で右に動かした）場合、弁２１８は、ライン２２０ｂを介して、二重動作ダイヤフラム２１２に対する引きを逆転させ、機能端２３２が後方（例えば図２の右に）動くことを補助する。よって、弁２１８が作動すると、流体は、ユーザの変位に比例して、スレーブ部２２２を通して押されることが可能であり、機能端２３２を順方向または後方に動かす。任意で、１つの態様において、制御装置は、入力装置２０２と弁２１８との間で動作的に接続してもよい。制御装置は、例えば、ユーザによって入力された動きを処理可能なコンピュータまたは他の処理装置、位置センサ、エンコーダ、サーボコントローラ、および／または他の任意の適切な装置を含んでもよい。制御装置は、入力装置１０２および／または弁４１８に、直接または間接的に接続してもよいことを理解すべきである。

【００３７】

ここで図３を参照すると、図２の装置２に関して上述したものと類似する機能を有するが、受信したユーザ入力を、１つまたは複数の機能端３２０での出力または作業に変換する制御部として、機械的システムを採用した、例示的な装置３の代表図が示されている。

【００３８】

１つの態様において、装置３は、入力装置３０２と、制御部の一部としての弁３１０と、スレーブアクチュエータ３１８とを含む。入力装置３０２は、弁３１０に動作的に接続される。弁３１０は、スレーブアクチュエータ３１８に動作的に接続される。スレーブアクチュエータ３１８は、１つまたは複数の機能端３２０に動作的に接続される。１つの態様において、ユーザが入力装置３０２を前方または後方に動かすと、例えば、弁３１０が作動する。よって、ユーザが入力装置３０２を前方に動かすと、動作的な接続が弁３１０を動かす。弁３１０の作動は、水圧制御ライン３１２、３１４を介して、流体槽３０８からスレーブアクチュエータ３１８へと、流体の流れを制御する。スレーブアクチュエータ３１８の動きは、次いで、機能端３２０によって行われる作業を生成する。

【００３９】

装置３は、制御システムの一部としての弁３１０の作動に動力供給するために、他の圧力源の中でも特に、ポンプシステムまたはタンクに保存される気体などの圧力源をさらに含んでもよい。ポンプシステムは、例えば、ポンプ３０６および流体槽３０８に動作的に接続されたモータ３０４を含んでもよい。１つの態様において、モータ３０４は、ポンプ３０６を駆動し、これに応じてポンプ３０６は、槽３０８から弁３１０に流体を送り込む。モータが弁の作動に動力供給するため、ユーザは、この変形の入力装置を動かす際に、触覚的なフィードバックを受け取らないかもしれない。

【００４０】

図４を参照すると、図１のシステム１で説明されたものと同様の機能を有するが、受信したユーザ入力を出力に変換する、あるいは１つまたは複数の機能端４２０で作業する制御部として水圧系を採用する装置４の代表図が示されている。上記と同様に、装置４は、入力装置４０２と、制御システムの一部としてのコントローラ４０４と、スレーブ部４１４とを含む。コントローラ４０４は、入力装置４０２からユーザ入力を受信し、受信したユーザ入力に基づいて、スレーブ部４１４の動きを制御する。スレーブ部４１４は、例えば、１つまたは複数の弁４１２と、１つまたは複数の機能端４２０との間に動作的に接続されたスレーブアクチュエータ４１８を含んでもよい。

【００４１】

１つの態様において、コントローラ４０４は、入力装置４０２と、１つまたは複数の弁４１２との間で動作的に結合されている。コントローラ４０４は、入力装置４０２からユーザ入力を受信し、位置入力を弁４１２に送信する。入力装置４０２は、上記の例で説明されたものと同様であってもよく、例えば、他の入力装置の中でも特に、エンコーダ、軸を中心に回転可能な制御ハンドル、および／またはマニピュレータを含む。コントローラ４０４から受信した位置入力に応じて、弁４１２は、水圧制御ライン４２８および４３０を介して、流体槽４１０からスレーブアクチュエータ４１８への流体の流れを調整する。

コントローラ４０４は、入力装置４０２と弁４１２とに直接または間接的に結合されてもよいことを理解すべきである。

【００４２】

装置４は、制御部の一部としての弁４１２の動きに動力供給する、ポンプ部をさらに含んでもよい。ポンプ部は、例えば、それぞれが制御部の一部であってもよいポンプ４０６と流体槽４１０とに動作的に接続されているモータ４０８を含んでもよい。１つの態様において、モータ４０８は、ポンプ４０６を駆動し、ポンプ４０６の動作に応じて、流体槽４１０から弁４１２に流体を送り込む。モータが弁の作動に動力供給するため、ユーザは、この変形の入力装置を動かす際に、触覚的なフィードバックを受け取らないかもしれない。

【００４３】

流体槽４１０は、水圧流体を保持することが可能な任意の適切な装置を含んでもよいことを理解すべきである。加えて、ポンプ４０６は、任意の適切なポンプ、例えば、同期モータステップ駆動ポンプを含んでもよい。圧力センサを、槽および／またはポンプの出口に設けて、弁４１２に供給される所望の流体圧を維持するようにポンプを制御するために使用してもよい。他の態様は、ポンプを制御することによりシステム圧を調整するための圧力作動スイッチを含んでもよい。流体槽４１０は、また、必要に応じて例えば適切なフィルタ、整流子、および過剰圧力放出弁を含んでもよい。単一の槽４１０を用いて、例えば、１つまたは複数の弁４１２に対して加圧された水圧流体を供給しても良いことを理解すべきである。あるいは、各弁４１２用に個別の槽を設けてもよい。他の態様は、例えば加圧ガスによって加圧される、静的な加圧流体容器を含んでもよい。弁４１２は、水圧制御ライン４２８、４３０のうちのどれを水圧流体が流れるかを制御することにより、また、ラインを流れる流体の圧力および速度を制御することにより動作してもよい。

【００４４】

フィードバック装置４１６を、スレーブアクチュエータ４１８とコントローラ４０４との間に動作的に配置してもよい。フィードバック装置４１６を、例えば、スレーブ部４１４内に配置して、スレーブアクチュエータ４１８の位置を検出し、その情報をコントローラ４０４に中継するように動作させてもよい。コントローラ４０４は、次いで、スレーブアクチュエータ４１８向けの位置情報を受信し、ユーザ入力に対応する正しい距離をスレーブアクチュエータ４１８が動いたことを検証してもよい。スレーブアクチュエータ４１８は、正しい距離を動かなかった場合、コントローラ４０４は、もう１つの位置入力を、弁４１２に送信してもよい。もう１つの態様において、ユーザは、スレーブアクチュエータ４１８向けの位置情報の視覚フィードバックを提供するための、ビデオカメラ４２４に動作的に接続されたビデオモニタ４２２を用いてもよい。機能端４２０が、適切な距離を動かなかった場合、例えば、ユーザは、機能端４２０の動きを補正するために、入力装置４０２に対して追加の入力を提供してもよい。

【００４５】

上述の態様のいずれにおいても、任意の適切な水圧流体を用いてもよい。流体は、減菌蒸留水を含んでもよいが、生理食塩溶液、全フッ素置換された炭化水素液、または任意の他の生理的に適合性のある流体を用いてもよい。"生理的に適合性のある流体"は、ひとたび組織および臓器に露出されると、患者の発疹や免疫反応などの、耐えられない過度の反応を起こさず、よって露出されている組織または臓器の正常な生理的機能に悪影響を及ぼさない流体を含んでもよい。加えて、生理的に適合性のある流体は、患者の安全または健康のために流体を除去する必要なしに、患者の体内に理想的に残るか、あるいは組織または臓器と接触し得る。

【００４６】

本発明の１つの変形は、外科医または他のユーザが、異なる動きを起こすために、複数の検知素子、および／または電気または他の制御可能な素子を用いるための機能を含んでもよい。例えば、他のオペレータの中でも特に、押す、引く、回転する、左に動かす、右に動かす、上に動かす、下に動かす、曲げる、スピンする、対角に動かすための、個別の

システムを設けてもよい。個別のシステムは、例えば、外科医による適切な手の動きに応じて作動されてもよい。

【００４７】

本発明の態様は、ハードウェア、ソフトウェア、またはその組み合わせを用いて実行してもよく、１つまたは複数のコンピュータシステムあるいは他の処理システムにおいて実施してもよい。１つの変形において、本発明の態様は、本明細書において説明される機能を実行することが可能な１つまたは複数のコンピュータシステムに向けられている。そのようなコンピュータ１０００の例が、図１０に示されている。

【００４８】

コンピュータシステム１０００は、プロセッサ１００４などの１つまたは複数のプロセッサを含む。プロセッサ１００４は、通信インフラストラクチャー１００６（例えば、通信バス、クロスオーバーバー、またはネットワーク）に接続されている。この例示的なコンピュータシステムに関して、様々なソフトウェアの態様が、本明細書において説明されている。この説明を読んだ後に、他のコンピュータシステムおよび／またはアーキテクチャを用いて、本発明の態様をどのように実施するかが、関連技術の当業者に明らかとなるであろう。

【００４９】

コンピュータシステム１０００は、表示ユニット１０３０で表示するために、通信インフラストラクチャー１００６からの（または図示されないフレームバッファからの）画像、テキスト、および他のデータを転送する表示インターフェイス１００２を含んでもよい。コンピュータシステム１０００は、また、メインメモリ１００８、好ましくはランダムアクセスメモリ（ＲＡＭ）を含んでもよく、また、二次メモリ１０１０を含んでもよい。二次メモリ１０１０は、例えば、ハードディスクドライブ１０１２、および／またはフロッピー（登録商標）ディスクドライブ、磁気テープドライブ、光ディスクドライブ等を表す、取り外し可能な記憶ドライブ１０１４を含んでもよい。取り外し可能な記憶ドライブ１０１４は、既知のやり方で、取り外し可能な記憶ユニット１０１８に対して読み出しおよび／または書き込みする。取り外し可能な記憶ユニット１０１８は、フロッピーディスク、磁気テープ、光ディスク等を表し、これは、取り外し可能な記憶ドライブ１０１４によって読み書きされる。理解されるように、取り外し可能な記憶ユニット１０１８は、内部に記憶されたコンピュータソフトウェアおよび／またはデータを有する、コンピュータ使用可能な記憶媒体を含んでもよい。

【００５０】

代わりの変形において、二次メモリ１０１０は、コンピュータプログラムまたは他の命令を、コンピュータシステム１０００にロード可能にする、他の類似する装置を含んでもよい。このような装置は、例えば、取り外し可能な記憶ユニット１０２２と、インターフェイス１０２０とを含んでもよい。そのような例は、プログラムカートリッジおよびカートリッジインターフェイス（ビデオゲーム装置に見られるような）と、取り外し可能なメモリチップ（消去可能なプログラマブル読み出し専用メモリ（ＥＰＲＯＭ）、またはプログラマブル読み出し専用メモリ（ＰＲＯＭ）など）および関連するソケットと、取り外し可能な記憶ユニット１０２２からコンピュータシステム１０００へのソフトウェアおよびデータの転送を可能にする、他の取り外し可能な記憶ユニット１０２２およびインターフェイス１０２０と、を含んでもよい。

【００５１】

コンピュータシステム１０００は、通信インターフェイス１０２４を含んでもよい。通信インターフェイス１０２４は、コンピュータシステム１０００と外部装置との間で、ソフトウェアおよびデータの転送を可能にする。通信インターフェイス１０２４の例は、モデム、ネットワーク・インターフェイス（イーサネット（登録商標）カードなど）、通信ポート、ＰＣＭＣＩＡ（Personal Computer Memory Card International Association）スロットおよびカード等を含んでもよい。通信インターフェイス１０２４を介して転送されるソフトウェアおよびデータは、信号１０２８の形態であってもよく、信号は、通信イ

ンターフェイス１０２４によって受信することが可能な電子、電磁、光または他の信号であってもよい。これらの信号１０２８は、通信経路（例えばチャネル）１０２６を介して、通信インターフェイス１０２４に供給される。この経路１０２６は、信号１０２８を伝達し、ワイヤまたはケーブル、光ファイバ、電話線、セルラーリンク、無線周波数（ＲＦ）リンクおよび／または他の通信チャネルを用いて実施してもよい。本文書において、用語"コンピュータプログラム媒体"および"コンピュータ使用可能な媒体"は、概ね、読み取り可能な記憶媒体１０８０、ハードディスクドライブ１０７０にインストールされたハードディスク、および信号１０２８などの媒体を指すために用いられる。これらのコンピュータプログラムプロダクトは、コンピュータシステム１０００にソフトウェアを提供する。本発明の態様は、このようなコンピュータプログラムプロダクトに向けられている。

【００５２】

コンピュータプログラム（コンピュータ制御ロジックとも呼ぶ）は、メインメモリ１００８および／または二次メモリ１０１０に記憶されている。コンピュータプログラムは、また、通信インターフェイス１０２４を介して受信してもよい。このようなコンピュータプログラムは、実行されると、コンピュータシステム１０００が、本明細書で述べられるように、本発明の態様に従う様々な機能を実行することを可能にする。特に、コンピュータプログラムは、実行されると、プロセッサ１０１０が、本発明の態様に従う様々な機能を実行することを可能にする。よって、このようなコンピュータプログラムは、コンピュータシステム１０００のコントローラを表す。

【００５３】

ソフトウェアを用いて本発明の態様が実施される変形において、ソフトウェアは、取り外し可能な記憶ドライブ１０１４、ハードドライブ１０１２、または通信インターフェイス１０２０を用いてコンピュータプログラムプロダクトに記憶させ、コンピュータシステム１０００にロードさせてもよい。制御ロジック（ソフトウェア）は、プロセッサ１００４によって実行されると、本明細書に述べられるような本発明の機能を、プロセッサ１００４に行わせる。もう１つの変形において、本発明の態様は、例えば特定用途向け集積回路（ＡＳＩＣ）などのハードウェア構成要素を用いて、主にハードウェアで実施される。本明細書に述べられた機能を行うためのハードウェア状態機械の実施は、関連技術の当業者に明らかとなるであろう。

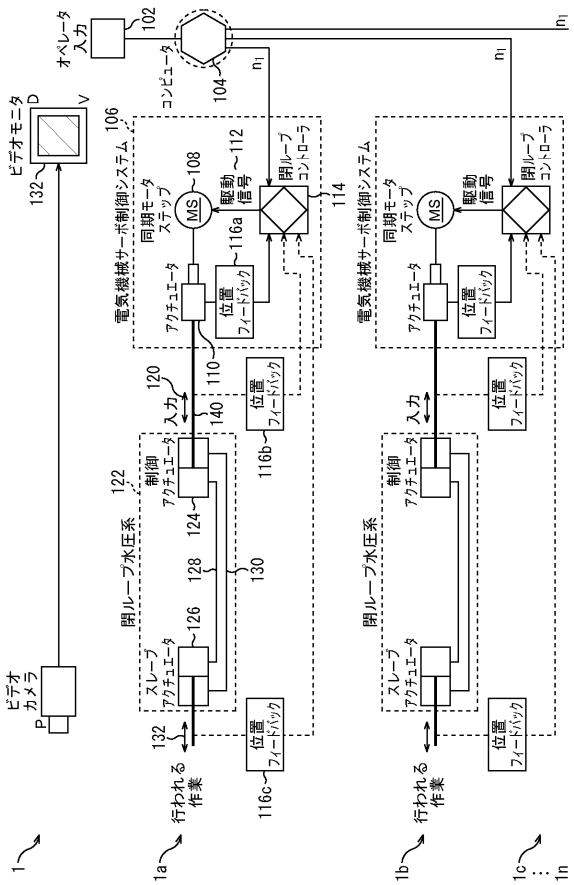
【００５４】

さらにもう１つの変形において、本発明の態様は、ハードウェアおよびソフトウェア両方の組み合わせを用いて実施される。

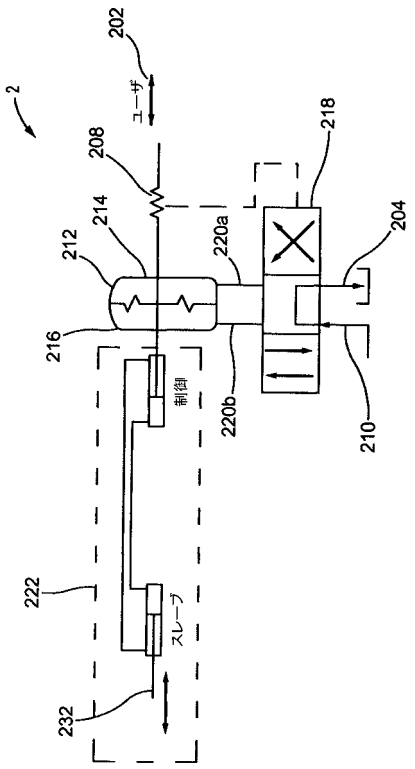
【００５５】

手術器具に関する様々な例を参照して、本発明の態様を説明したが、任意の適切な機械的適用によって、このような装置およびシステムを組み込む、または使用することは、本発明の範囲および要旨内にある。さらに、本発明の態様は、外科医に関して説明したが、このような装置およびシステムが用いられる状況に応じて、他のユーザによって様々な機能を用いることが可能である。よって、本発明の要旨から逸脱することなしに、本発明に対して数多くの様々な変形を行うことが可能であることを理解すべきである。

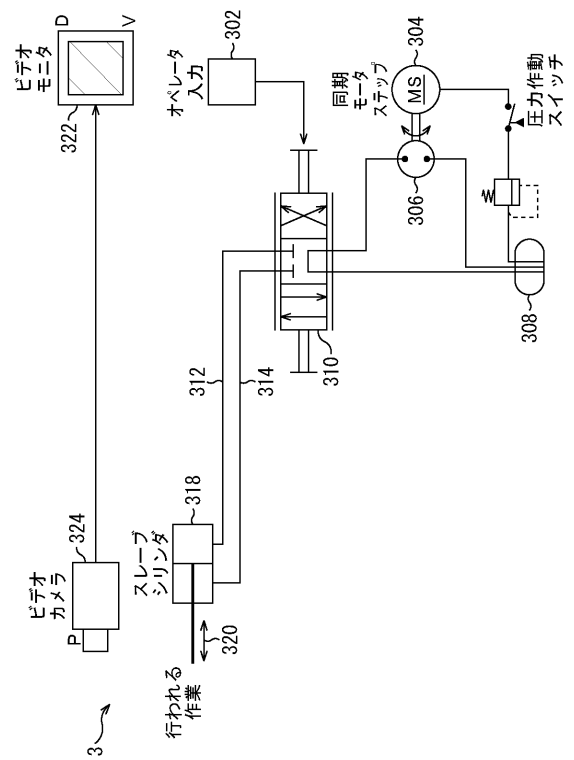
【図１】


オペレータ入力
102
コンピュータ
104
ビデオモニタ
132
電気機械サーボ制御システム
106
同期モータステップ
MS
108
駆動信号
112
閉ループコントローラ
114
アクチュエータ
位置フィードバック
116a
116b
116c
入力
120
110
140
制御
122
閉ループ水圧系
124
126
128
130
スレーブアクチュエータ
ビデオカメラ
132
行われる作業
1
1a
1b
1c
1n

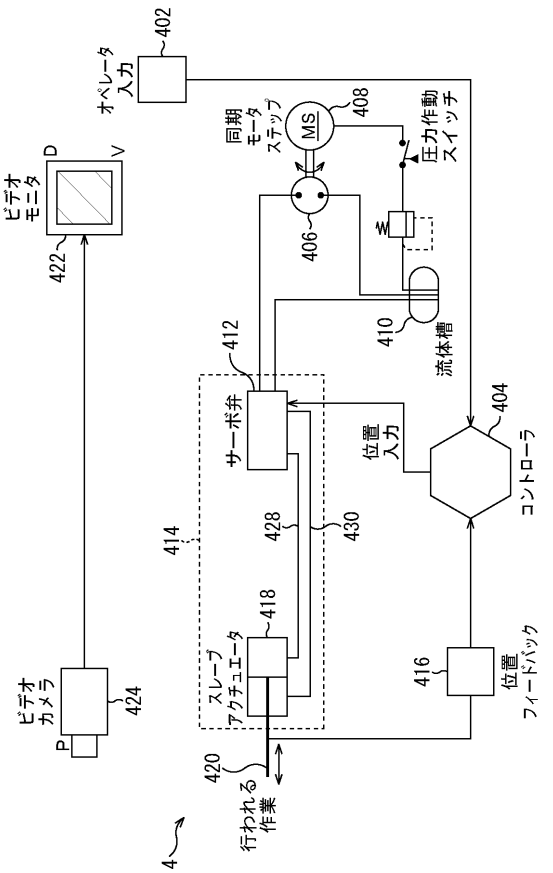
【図２】


2
202
ユーザ
208
214
212
220a
218
204
216
制御
220b
210
222
スレーブ
232

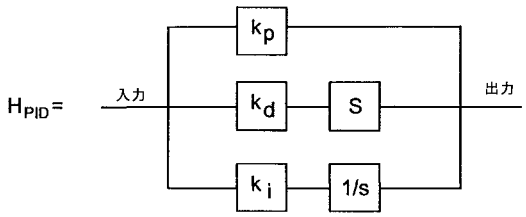
【図３】


ビデオモニタ
322
オペレータ入力
302
同期モータステップ
MS
304
306
圧力作動スイッチ
308
312
314
310
スレーブシリンダ
318
320
ビデオカメラ
324
行われる作業
3

【図４】

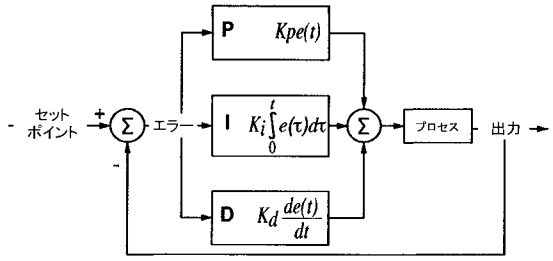

オペレータ入力
402
ビデオモニタ
422
同期モータステップ
MS
408
406
圧力作動スイッチ
410
流体槽
412
サーボ弁
404
コントローラ
位置入力
414
428
430
418
スレーブアクチュエータ
416
位置フィードバック
420
ビデオカメラ
424
行われる作業
4

【図５】



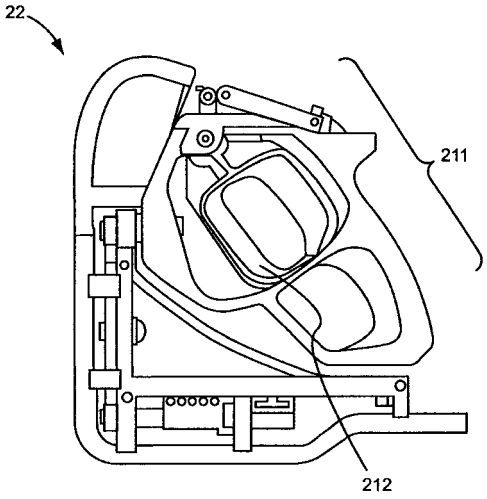
PIDコントローラ
他は:
線形二次調整器 (LQR)
非線形／適合性

【図６】

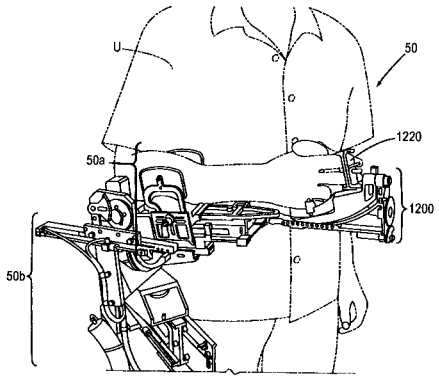


PIDのもう1つの例

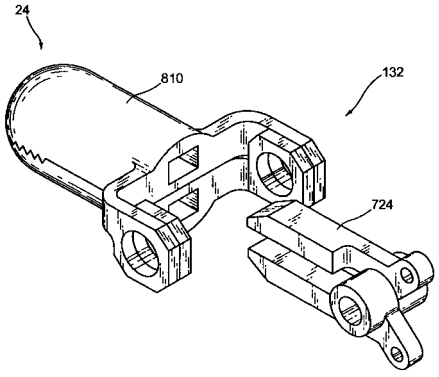
【図７】



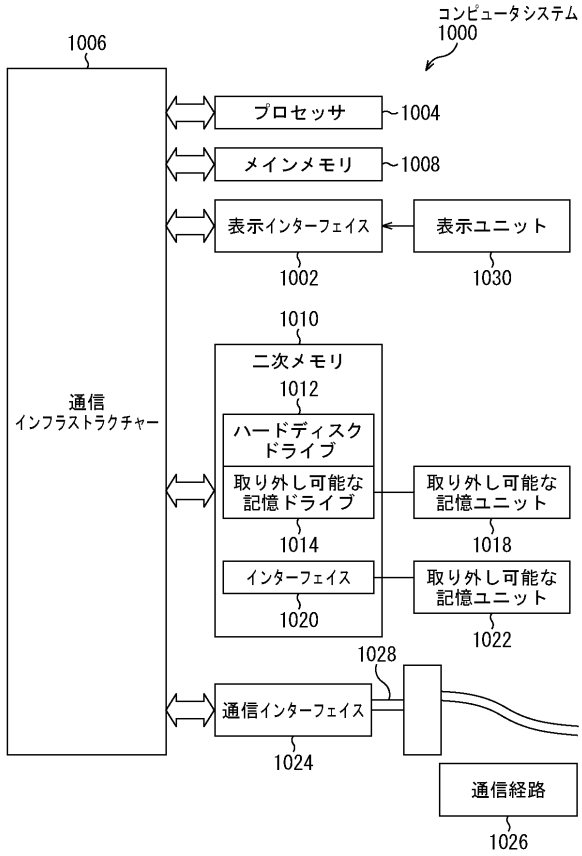
【図８】



【図９】



【図１０】


コンピュータシステム
1000
1006
プロセッサ
1004
メインメモリ
1008
表示インターフェイス
表示ユニット
1002
1030
1010
二次メモリ
1012
ハードディスク
ドライブ
取り外し可能な
記憶ドライブ
取り外し可能な
記憶ユニット
1014
1018
インターフェイス
取り外し可能な
記憶ユニット
1020
1022
通信
インフラストラクチャー
1028
通信インターフェイス
1024
通信経路
1026

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US2011/022518

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B 19/00(2006.01)i, B25J 13/02(2006.01)i, B25J 9/14(2006.01)i, B25J 13/08(2006.01)i, F15B 13/02(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
A61B 19/00; B25J 15/02; A61M 37/00; A61B 17/00; A61B 17/36

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Korean utility models and applications for utility models
Japanese utility models and applications for utility models

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: articulating, device, tool, master, slave, output, actuator, end, and portion

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 7470268 B2 (DOYLE, MARK C. et al.) 30 December 2008 See column 3, line 49 - column 4, line 5; claims 7-9; fig. 1.	1-33
A	US 05833656 A (SMITH, KEVIN W. et al.) 10 November 1998 See column 7, lines 25-65 ; fig. 1.	1-33
A	US 05841950 A (WANG, YULUN et al.) 24 November 1998 See column 2, line 63 - column 3, line 45 ; figs. 1-2.	1-33
A	US 6793653 B2 (SANCHEZ, DAN et al.) 21 September 2004 See column 2, line 30 - column 3, line 13 ; figs. 2-3.	1-33

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents,such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
10 OCTOBER 2011 (10.10.2011)	**11 OCTOBER 2011 (11.10.2011)**
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140	Authorized officer BYUN, SUNG CHEAL Telephone No. 82-42-481-8262

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/US2011/022518

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 7470268 B2	30.12.2008	AT 396650 T	15.06.2008
		AU 2001-280635 B2	21.09.2006
		AU 2001-80635 A1	05.02.2002
		CA 2415250 A1	31.01.2002
		CA 2415250 C	06.07.2010
		DE 60134236 D1	10.07.2008
		DK 1309277 T3	06.10.2008
		EP 1309277 A2	14.05.2003
		EP 1309277 B1	28.05.2008
		EP 2005914 A2	24.12.2008
		EP 2005914 A3	31.12.2008
		ES 2310186 T3	01.01.2009
		JP 2004-504095 A	12.02.2004
		KR 10-0834843 B1	04.06.2008
		US 2002-0111604 A1	15.08.2002
		US 2003-0153902 A1	14.08.2003
		US 2005-0090811 A1	28.04.2005
		US 2006-0195071 A1	31.08.2006
		US 2009-0105727 A1	23.04.2009
		US 2010-0241137 A1	23.09.2010
		US 6607475 B2	19.08.2003
		WO 02-07608 A2	31.01.2002
		WO 02-07608 A3	20.06.2002
US 05833656 A	10.11.1998	AU 1997-18559 B2	01.07.1999
		EP 0880337 A1	02.05.2003
		EP 0880337 B1	10.11.2004
		EP 1321106 A1	25.06.2003
		EP 1321106 B1	26.10.2005
		EP 1516577 A1	23.03.2005
		JP 2000-505318 A	09.05.2000
		US 05624398 A	29.04.1997
		US 05954692 A	21.09.1999
		US 6296635 B1	02.10.2001
		WO 97-28734 A1	14.08.1997
US 05841950 A	24.11.1998	AU 2000-36133 A1	21.09.2000
		AU 2000-42073 A1	23.10.2000
		CA 2246713 A1	21.08.1997
		CA 2246713 C	15.08.2006
		CA 2330674 A1	08.09.2000
		CA 2334458 A1	12.10.2000
		CA 2334458 C	08.07.2008
		CA 2547686 A1	21.08.1997
		CN 1216454 A0	12.05.1999
		EP 0653922 A1	13.08.1997
		EP 0653922 A1	24.05.1995
		EP 0653922 A4	25.10.1995
		EP 0653922 B1	15.12.1999

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/US2011/022518

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
		EP 0653922 B2	09.11.2005
		EP 0883376 A1	27.07.2005
		EP 0883376 B1	19.04.2006
		EP 1076507 A1	21.02.2001
		EP 1083830 A1	21.03.2001
		EP 1083830 B1	03.06.2009
		EP 2016908 A2	21.01.2009
		EP 2016908 A3	25.11.2009
		EP 2143372 A2	13.01.2010
		JP 03298013 B2	19.04.2002
		JP 04169142 B2	22.10.2008
		JP 04176126 B2	05.11.2008
		JP 2000-505328 A	09.05.2000
		JP 2002-537884 A	12.11.2002
		JP 2002-540835 A	03.12.2002
		JP 2007-125404 A	24.05.2007
		KR 10-1999-0087101 A	15.12.1999
		US 05515478 A	07.05.1996
		US 05524180 A	04.06.1996
		US 05553198 A	03.09.1996
		US 05657429 A	12.08.1997
		US 05754741 A	19.05.1998
		US 05762458 A	09.06.1998
		US 05815640 A	29.09.1998
		US 05855583 A	05.01.1999
		US 05878193 A	02.03.1999
		US 05907664 A	25.05.1999
		US 05971976 A	26.10.1999
		US 06001108 A	14.12.1999
		US 06007550 A	28.12.1999
		US 06063095 A	16.05.2000
		US 06102850 A	15.08.2000
		US 06132441 A	17.10.2000
		US 2002-0111713 A1	15.08.2002
		US 2003-0060809 A1	27.03.2003
		US 2003-0065310 A1	03.04.2003
		US 2003-0065311 A1	03.04.2003
		US 2003-0078474 A1	24.04.2003
		US 2003-0083648 A1	01.05.2003
		US 2003-0083650 A1	01.05.2003
		US 2003-0083651 A1	01.05.2003
		US 2003-0100817 A1	29.05.2003
		US 2003-0125716 A1	03.07.2003
		US 2003-0139733 A1	24.07.2003
		US 2003-0139753 A1	24.07.2003
		US 2004-0186345 A1	23.09.2004
		US 2005-0228365 A1	13.10.2005
		US 2005-0234433 A1	20.10.2005
		US 2006-0142881 A1	29.06.2006
		US 2006-0167441 A1	27.07.2006

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/US2011/022518

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
		US 2008-0103524 A1	01.05.2008
		US 2008-0215065 A1	04.09.2008
		US 2008-0221731 A1	11.09.2008
		US 2008-0228196 A1	18.09.2008
		US 2008-0312668 A1	18.12.2008
		US 2010-0217284 A1	26.08.2010
		US 2011-0087238 A1	14.04.2011
		US 2011-0112571 A1	12.05.2011
		US 6244809 B1	12.06.2001
		US 6436107 B1	20.08.2002
		US 6699177 B1	02.03.2004
		US 6804581 B2	12.10.2004
		US 6905460 B2	14.06.2005
		US 6905491 B1	14.06.2005
		US 6994703 B2	07.02.2006
		US 7025064 B2	11.04.2006
		US 7025761 B2	11.04.2006
		US 7027892 B2	11.04.2006
		US 7074179 B2	11.07.2006
		US 7083571 B2	01.08.2006
		US 7118582 B1	10.10.2006
		US 7390325 B2	24.06.2008
		US 7507199 B2	24.03.2009
		US 7695481 B2	13.04.2010
		US 7785320 B2	31.08.2010
		US 7914521 B2	29.03.2011
		WO 00-51486 A1	08.09.2000
		WO 00-59384 A1	12.10.2000
		WO 94-03113 A1	17.02.1994
		WO 95-16396 A1	22.06.1995
		WO 97-29690 A1	21.08.1997
US 6793653 B2	21.09.2004	AU 2002-364137 A1	23.06.2003
		EP 1463613 A2	06.10.2004
		EP 1463613 A4	23.09.2009
		JP 2005-511334 A	28.04.2005
		US 2003-0109857 A1	12.06.2003
		US 2005-0043719 A1	24.02.2005
		US 8002767 B2	23.08.2011
		WO 03-049910 A2	19.06.2003
		WO 03-049910 A3	04.12.2003

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PE,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW