

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6623167号

(P6623167)

(45) 発行日 令和1年12月18日(2019.12.18)

(24) 登録日 令和1年11月29日(2019.11.29)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 34/30 (2016.01)

A 6 1 B 34/30

請求項の数 16 (全 30 頁)

(21) 出願番号	特願2016-557611 (P2016-557611)	(73) 特許権者	510253996
(86) (22) 出願日	平成27年3月17日 (2015.3.17)		インテュイティブ サージカル オペレー
(65) 公表番号	特表2017-512548 (P2017-512548A)		ションズ, インコーポレイテッド
(43) 公表日	平成29年5月25日 (2017.5.25)		アメリカ合衆国 94086 カリフォル
(86) 国際出願番号	PCT/US2015/021111		ニア州 サニーヴェイル キーファー・ロ
(87) 国際公開番号	W02015/142958		ード 1020
(87) 国際公開日	平成27年9月24日 (2015.9.24)	(74) 代理人	100107766
審査請求日	平成30年3月8日 (2018.3.8)		弁理士 伊東 忠重
(31) 優先権主張番号	61/954,408	(74) 代理人	100070150
(32) 優先日	平成26年3月17日 (2014.3.17)		弁理士 伊東 忠彦
(33) 優先権主張国・地域又は機関		(74) 代理人	100091214
	米国 (US)		弁理士 大貫 進介
(31) 優先権主張番号	61/954,571		
(32) 優先日	平成26年3月17日 (2014.3.17)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関			
	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ディスクの係合を確認するためのシステム及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

方法であって、当該方法は、

駆動入力部に隣接する入力係合部を受け取るステップであって、前記駆動入力部は、作動要素によって駆動され、前記入力係合部は、関節出力部に結合され、該関節出力部は、移動体に接続される、受け取るステップと、

前記作動要素が抵抗トルクを受けるまで、前記作動要素を回転させるステップと、

前記抵抗トルクに基づいて、前記駆動入力部が前記入力係合部と係合したか否かを判定するステップと、

前記駆動入力部が前記入力係合部と係合する際の前記作動要素の角度位置を決定するステップと、を含む、

方法。

【請求項 2】

前記駆動入力部が前記入力係合部と係合したか否かを判定するステップは、前記抵抗トルクがトルク閾値を超えているか否かを判定するステップを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記駆動入力部が前記入力係合部と係合したか否かを判定するステップは、ボスがポケット内に配置されていることを判定するステップを含む、請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【請求項 4】

10

20

前記抵抗トルクを受けるまで、前記作動要素を回転させるステップは、前記移動体が物理的な制限部に遭遇したときに前記抵抗トルクを受けるステップを含む、請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 5】

前記駆動入力部が前記入力係合部と係合したか否かを判定するステップは、前記移動体がロール運動で移動したか否かを判定するステップ、又は前記移動体がヨー運動で移動したか否かを判定するステップ、又は前記移動体がピッチ運動で移動したか否かを判定するステップを含む、請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 6】

前記駆動入力部が前記入力係合部と係合したか否かを判定するステップは、前記移動体の 2 つの関節接合した部品が移動して閉じた構成になったか否かを判定するステップを含む、請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 7】

システムであって、当該システムは、

医療器具を支持するように構成された器具キャリッジであって、前記医療器具は、作動可能な器具チップ及び該作動可能な器具チップを移動させるように構成された入力係合部を含み、前記器具キャリッジは、前記入力係合部と係合するように構成された駆動結合部、及び該駆動結合部を回転させるように結合されたモータを含む、器具キャリッジと、制御システムと、を有しており、

該制御システムは、

命令された運動軌道を完了する又は前記モータが抵抗トルクを受けるまで、前記モータを回転させ、

前記抵抗トルクの大きさに基づいて、前記駆動結合部が前記入力係合部と係合したか否かを判定し、且つ

前記駆動結合部が前記入力係合部と係合する際の前記モータの角度位置を決定する、ように構成される、

システム。

【請求項 8】

前記駆動結合部が前記入力係合部と係合したか否かを判定することは、前記抵抗トルクの大きさがトルク閾値を超えているか否かを判定することを含む、請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 9】

前記駆動結合部が前記入力係合部と係合したか否かを判定することは、ボスがポケット内に配置されていることを判定することを含む、請求項 7 又は 8 に記載のシステム。

【請求項 10】

前記抵抗トルクを受けるまで、前記モータを回転させることは、前記作動可能な器具チップが物理的な制限部に遭遇したときに前記抵抗トルクを受けることを含む、請求項 7 乃至 9 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 11】

前記物理的な制限部は、前記入力係合部が遭遇する回転停止体である、請求項 10 に記載のシステム。

【請求項 12】

前記駆動結合部が前記入力係合部と係合したか否かを判定することは、前記作動可能な器具チップがロール運動で移動したか否かを判定することを含む、請求項 7 乃至 11 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 13】

前記駆動結合部が前記入力係合部と係合したか否かを判定することは、前記作動可能な器具チップがヨー運動で移動したか否かを判定すること、又は前記作動可能な器具チップがピッチ運動で移動したか否かを判定することを含む、請求項 7 乃至 12 のいずれか一項に記載のシステム。

10

20

30

40

50

【請求項 1 4】

前記駆動結合部が前記入力係合部と係合したか否かを判定することは、前記作動可能な器具チップの 2 つの関節接合した部品が移動して閉じた構成になったか否かを判定することを含む、請求項 7 乃至 1 3 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 1 5】

前記駆動結合部は、アダプタの回転可能なディスクを含む、請求項 7 乃至 1 4 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 1 6】

器具の係合を確認するための方法であって、当該方法は、

複数の駆動ディスクに隣接する複数の器具ディスクを受け取るステップであって、前記複数の器具ディスクのうちの少なくとも 2 つは、器具チップをある自由度に沿って移動させるように協働する、受け取るステップと、

前記複数の駆動ディスクに接続された作動要素を用いて、前記複数の駆動ディスクの動作が停止するまで、前記複数の駆動ディスクを駆動するステップと、

前記複数の駆動ディスクのそれぞれが受けるトルク抵抗を決定するステップと、

前記トルク抵抗に基づいて、前記複数の駆動ディスクの係合が成功したか否かを判定するステップと、

前記作動要素の位置を前記器具チップの位置にマッピングするステップと、を含む、方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0 0 0 1】**

優先権について

この特許出願は、2014 年 3 月 17 日に出願された "Systems and Methods for Confirming Disc Engagement" という標題の米国仮特許出願第 61 / 954 , 408 号、2015 年 1 月 15 日に提出された "Coupler to Transfer Motion to Surgical Instrument From Teleoperated Actuator" という標題の米国仮特許出願第 62 / 103 , 991 号、及び 2014 年 3 月 17 日に提出された "Coupler to Transfer Motion to Surgical Instrument From Servo Actuator" という標題の米国仮特許出願第 61 / 954 , 571 号をについて優先権及びこれら出願の出願日の利益を主張するものであり、これら文献は、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【0 0 0 2】

本開示は、機械的な係合のためのシステム及び方法を対象としており、より具体的には、駆動結合部が、入力係合部と成功裏に係合したことを確認するためのシステム及び方法を対象とする。

【背景技術】**【0 0 0 3】**

多くの機械システムは、対象物を異なる位置に移動させるモータを利用している。一般的には、モータ等の作動要素は、作動されるツールの入力係合部と嵌合する駆動入力部を有する。種々の機械的構造を使用して、駆動入力部を入力係合部と係合させることができる。一例は、ボス及びポケット構造である。具体的には、駆動入力部は、ディスクを含むことができ、ディスクは、このディスクの表面から延びるボスを有する。ボスは、入力係合部に接続されるディスク上の対応するポケット内に収まるように設計することができる。ボスがポケット内に成功裏に位置付けされると、駆動入力部の回転によって、入力係合部の回転を生じさせ、次に、ツールの移動を生じさせる。

【0 0 0 4】

駆動入力部を入力係合部と係合させることを含む機械システムは、遠隔操作可能な医療システムであってもよい。遠隔操作可能な医療システムは、交換可能な医療器具に結合され且つこの医療器具を操作する駆動入力部を有するモータを含むことができる。いくつかの実施形態では、モータの駆動入力部は、医療器具上の対応する器具ディスクと係合する

10

20

30

40

50

駆動ディスクを含む。器具ディスクのそれぞれは、医療器具で異なるタイプの動きを作動させることができる。例えば、1つのディスクによって、器具のロール位置を変更するような作動部材を制御してもよい。他のディスクは、医療器具のヨー、ピッチ、又は把持を変更するような作動部材を制御してもよい。交換可能な器具を遠隔操作可能な医療システムに接続したときに、アーム上の駆動ディスクのそれぞれは、作動要素によって、医療器具の運動を所望するように駆動させるように、器具ディスクと適切に係合しなければならない。

【0005】

器具ディスクをモータの駆動ディスクに対して最初に配置したときに、器具ディスクは、駆動ディスクと正確に位置合せされていない場合がある。駆動ディスクは、それら駆動ディスクが器具ディスクの対応するポケット内に嵌るまで、回転させることができる。いくつかのケースでは、ボスは、最初の回転通路上でポケットと適切に係合することができない可能性があるが、後続の回転通路で適切に係合することができる。医療処置を行う前に、駆動ディスクが器具ディスクと適切に係合したかの確認が、必要である。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の実施形態は、以下の特許請求の範囲によって要約される。

一実施形態では、この方法は、駆動入力部に隣接する入力係合部を受け取るステップを含み、駆動入力部は、作動要素によって駆動され、入力係合部は、関節出力部に結合され、関節出力部は、移動体に接続される。この方法は、作動要素による抵抗トルクを受けるまで、作動要素を回転させるステップと、抵抗トルクに基づいて、駆動入力部が入力係合部と係合したか否かを判定するステップとをさらに含む。

【0007】

別の実施形態では、システムは、入力係合部及び作動可能な器具チップを含む医療器具を含み、入力係合部は、作動可能な器具チップを移動させるように構成される。システムは、入力係合部と係合するように構成された駆動結合部、及び駆動結合部を回転させるように結合されたモータを含む器具キャリアッジと；制御システムと；をさらに含み、制御システムは、命令された運動軌道を完了する又はモータにより抵抗トルクを受けるまで、モータを回転させ、且つ抵抗トルクの大きさに基づいて、駆動結合部が入力係合部と係合したか否かを判定するように構成される。

【0008】

別の実施形態では、器具の係合を確認するための方法は、複数の駆動ディスクに対して複数の器具ディスクを受け取るステップであって、複数の器具ディスクのうちの少なくとも2つは、器具チップをある自由度に沿って移動させるように協働する、受け取るステップと；駆動ディスクに接続された作動要素を用いて、ディスクの動作が停止するまで、ディスクを駆動するステップと；駆動ディスクのそれぞれが受けるトルク抵抗を決定するステップと；トルク抵抗に基づいて、駆動ディスクの係合が成功したか否かを判定するステップと；を含む。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1A】多くの実施形態による手術を行うために使用される遠隔操作可能な最小侵襲性医療システムの平面図である。

【図1B】多くの実施形態による遠隔操作可能な医療システムのための外科医制御コンソールの斜視図である。

【図1C】多くの実施形態による遠隔操作可能な医療システムの電子機器カートの斜視図である。

【図1D】本明細書で説明する原理の一実施例による患者側カートの斜視図である。

【図1E】器具に結合されたマニピュレータアームの一部を示す図である。

【図1F】図1Eの器具をより詳細に示す図である。

10

20

30

40

50

【図 2 A】本明細書で説明する原理の一実施例による関節出力部に結合される器具ディスクに駆動ディスクに係合するための例示的なシステムを示す図である。

【図 2 B】本明細書で説明する原理の一実施例による関節出力部に結合される複数の器具ディスクに複数の駆動ディスクに係合するための例示的なシステムを示す図である。

【図 2 C】本明細書で説明する原理の一実施例による器具ディスクを駆動ディスクと係合する例を示す図である。

【図 3】本明細書で説明する原理の一実施例による遠隔操作可能な医療システムのマニピュレータアームに器具を接続するための例示的なキャリッジを示す図である。

【図 4 A】本明細書で説明する原理の一実施例によるディスク係合の例示的な上面図である。

【図 4 B】本明細書で説明する原理の一実施例によるディスク係合の例示的な上面図である。

【図 4 C】本明細書で説明する原理の一実施例によるディスク係合の例示的な上面図である。

【図 4 D】本明細書で説明する原理の一実施例によるディスク係合の例示的な上面図である。

【図 4 E】本明細書で説明する原理の一実施例によるディスク係合の例示的な上面図である。

【図 4 F】本明細書で説明する原理の一実施例によるディスク係合の例示的な上面図である。

【図 4 G】本明細書で説明する原理の一実施例によるディスク係合の例示的な上面図である。

【図 4 H】本明細書で説明する原理の一実施例によるディスク係合の例示的な上面図である。

【図 5】本明細書で説明する原理の一実施例によるディスクの位置の初期変動を示す図である。

【図 6】本明細書で説明する原理の一実施例によるカニューレ内の例示的な把持ツールを示す図である。

【図 7】本明細書で説明する原理の一実施例による係合を確認するための例示的な方法を示すフローチャートである。

【図 8 A】ランプ入口部を含まない器具の係合機構に接近するキャリッジの係合機構の例示的な実施形態の図である。

【図 8 B】結合部において失敗した試行を示す図 8 A の例示的な実施形態の図である。

【図 9 A】ランプ入口部を含む器具の係合機構に接近するキャリッジの係合機構の例示的な実施形態の図である。

【図 9 B】係合機構の嵌合を示す図 9 A の例示的な実施形態の図である。

【図 10 A】器具の係合機構に接近するランプ入口部を含むキャリッジの係合機構の例示的な実施形態の図である。

【図 10 B】嵌合機構の係合を示す図 10 A の例示的な実施形態の図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本開示の態様は、添付の図面と併せて確認するときに、以下の詳細な説明から最も良く理解される。この業界での一般的な慣例に従って、様々な特徴を一定の縮尺で描いていないことを強調しておく。実際には、議論を明確にするために、様々な特徴の寸法を適宜拡大又は縮小することがあり得る。また、本開示は、様々な実施例において参照符号及び/又は記号を繰り返して使用し得る。この繰返しは、簡略化と明瞭化を目的として行われており、議論される様々な実施形態及び/又は構成の間の関係をそれ自体で規定するものではない。

【0011】

本開示の原理の理解を促す目的のために、ここで図面に示される実施形態について参照

10

20

30

40

50

を行う。特定の用語が、図面に示される実施形態を説明するために使用される。それにもかかわらず、本開示の範囲の限定を意図するものではないことが理解されるであろう。本発明の態様の以下の詳細な説明において、多数の特定の詳細は、開示される実施形態の完全な理解を提供するために記載されている。しかしながら、本開示の実施形態は、これらの特定の詳細無しに実施し得ることは当業者には明らかであろう。他の例では、周知の方法、手順、構成要素、及び回路は、本発明の実施形態の態様を不必要に曖昧にしないように詳細に説明していない。

【 0 0 1 2 】

記載される装置、器具、方法に対するあらゆる変更及び更なる修正、並びに本開示の原理の更なる応用は、本開示に係る当業者に通常想起されるように、完全に企図される。特に、ある実施形態に関して説明した特徴、構成要素、及び／又はステップは、本開示の他の実施形態に関して説明した特徴、構成要素、及び／又はステップと組み合わせてもよいことが完全に企図される。また、本明細書に提供される寸法は、特定の実施例のためのものであり、異なるサイズ、寸法、及び／又は比率を利用して、本開示の概念を実現してもよいことが企図される。説明の繰返しを避けるために、ある例示的な実施形態に関して説明した１つ又は複数の構成要素又は動作は、他の例示的な実施形態に適用可能として使用される又は省略される。簡潔にするために、これらの組合せの多数の繰返しについて、別に説明しない。簡素にするために、いくつかの例では、同じ参照符号が、図面全体を通して同じ又は同様の部品を指すために使用される。

【 0 0 1 3 】

以下の実施形態は、３次元空間内の状態の観点から、様々な器具及び器具の部分について説明する。本明細書で使用される場合に、用語「位置」は、３次元空間（例えば、デカルト座標 X , Y , Z に沿った並進３自由度）における対象物又は対象物の一部の位置を指す。本明細書で使用される場合に、用語「向き」は、対象物又は対象物の一部の回転配置（例えば、ロール、ピッチ、及びヨーの回転３自由度）を指す。本明細書で使用される場合に、用語「姿勢」は、少なくとも１つの並進自由度における対象物又は対象物の一部の位置、及び少なくとも１つの回転自由度における対象物又は対象物の一部の向き（合計６つの自由度まで）を指す。本明細書で使用される場合に、用語「形状」は、対象物に沿って測定された姿勢、位置、又は向きのセットを指す。

【 0 0 1 4 】

図１Ａの図面を参照すると、例えば診断、治療、又は外科的処置を含む医療処置において使用するための遠隔操作可能な医療システムが、概して参照符号１０として示されている。説明するように、本開示の遠隔操作可能な医療システムは、外科医の遠隔操作制御下にある。代替実施形態では、遠隔操作可能な医療システムは、処置又はサブ処置を行うようにプログラムされたコンピュータの部分的な制御下にあってもよい。さらに他の代替実施形態では、処置又はサブ処置を行うようにプログラムされたコンピュータの完全な制御下で完全に自動化された医療システムを使用して、処置又はサブ処置を行うことができる。図１Ａに示されるように、遠隔操作可能な医療システム１０は、一般的に、患者Ｐが位置付けされる手術台１１に又はこの近くに取り付けられた遠隔操作可能なアセンブリ１２を含む。遠隔操作可能なアセンブリ１２は、患者側カートと称されることがある。医療器具システム１４及び内視鏡撮像システム１５が、遠隔操作可能なアセンブリ１２に動作可能に結合される。オペレータ入力システム１６によって、外科医又は他のタイプの臨床医Ｓが、手術部位を表す画像を確認して、医療器具システム１４及び／又は内視鏡撮像システム１５の動作を制御することを可能にする。

【 0 0 1 5 】

オペレータ入力システム１６は、通常、手術台１１と同じ部屋に位置する外科医コンソールに配置することができる。もっとも、外科医Ｓは、患者Ｐとは異なる部屋に又は完全に異なる建物に位置し得ることを理解すべきである。オペレータ入力システム１６は、一般的に、医療器具システム１４を制御するための１つ又は複数の制御装置（複数可）を含む。制御装置（複数可）は、ハンドグリップ、ジョイスティック、トラックボール、データ

グローブ、トリガーガン、手動操作制御装置、音声認識装置、タッチスクリーン、身体動き又は存在センサ等の多数の様々な入力装置のうちの１つ又は複数を含んでもよい。いくつかの実施形態では、制御装置（複数可）は、遠隔操作可能なアセンブリの医療器具と同じ自由度で提供され、外科医が手術部位に存在しているかの様に器具を直接的に制御する強い感覚を有するよう制御装置（複数可）が器具と一体化されるような知覚や、テレプレゼンスを外科医に提供する。他の実施形態では、制御装置（複数可）は、関連する医療器具より多い又は少ない自由度を有しており、依然としてテレプレゼンスを外科医に提供することができる。いくつかの実施形態では、制御装置（複数可）は、６つの自由度で動く手動入力装置であり、（例えば、顎部を把持して閉じる、電位を電極に印加する、薬物療法を送達する等をするために）器具を作動するための作動可能なハンドルも含み得る。

10

【 0 0 1 6 】

遠隔操作可能なアセンブリ 1 2 は、外科医 S がコンソール 1 6 を介して手術部位を確認する間に、医療器具システム 1 4 を支持し且つ操作する。手術部位の画像は、立体内視鏡等の内視鏡撮像システム 1 5 によって取得することができ、手術部位の画像は、遠隔操作可能なアセンブリ 1 2 によって操作され、内視鏡 1 5 と向き合わせされる。電子機器カート 1 8 を使用して、手術部位の画像を処理して、外科医コンソール 1 6 を介して外科医 S に後続の表示を与えることができる。一回につき使用される医療器具システム 1 4 の数は、通常、診断又は外科的処置、及び他の要因の中でも手術室内の空間的制約に依存する。遠隔操作可能なアセンブリ 1 2 は、１つ又は複数の非サーボ制御リンク（例えば、所定の位置に手動で位置付けられ且つロックされる１つ又は複数のリンク、一般的にセットアップ構造と呼ばれる）及び遠隔操作可能なマニピュレータの運動学的構造を含むことができる。遠隔操作可能なアセンブリ 1 2 は、医療器具システム 1 4 の入力部を駆動させる複数のモータを含む。これらのモータは、制御システム（例えば、制御システム 2 0）からのコマンドに応答して動く。モータは、医療器具システム 1 4 に結合された場合に、自然に又は手術によって形成された解剖学的オリフィス内に医療器具を前進させることができる駆動システムを含む。他の電動駆動システムは、医療器具の先端部を複数の自由度で動かすことができ、その複数の自由度は、３つの自由度の直線運動（例えば、X、Y、Z 座標軸に沿った直線運動）及び３つの自由度の回転運動（例えば、X、Y、Z 座標軸回りの回転）を含むことができる。また、モータを使用して、生検装置等の顎部で組織を把持するための、器具の関節接合可能なエンドエフェクタを作動させることができる。

20

30

【 0 0 1 7 】

遠隔操作可能な医療システム 1 0 は、制御システム 2 0 も含む。制御システム 2 0 は、少なくとも１つのメモリ、及び少なくとも１つのプロセッサ（図示せず）を含み、典型的には医療器具システム 1 4 と、オペレータ入力システム 1 6 と、電子機器システム 1 8 との間で制御を行うための複数のプロセッサを含む。制御システム 2 0 は、本明細書に開示される態様に従って説明される方法の一部又は全てを実施するようにプログラムされた命令（例えば、命令を記憶するコンピュータ可読媒体）を含む。制御システム 2 0 が、図 1 A の簡略化した図に単一のブロックとして示されているが、このシステムは、遠隔操作可能なアセンブリ 1 2 で又はこのアセンブリに隣接してオプションで実行される処理の一部を含む２つ以上のデータ処理回路を含むことができ、処理の別の部分は、オペレータ入力装置 1 6 等で実行される。多種多様の集中型又は分散型データ処理アーキテクチャのいずれかを使用してよい。同様に、プログラムされた命令は、多数の別個のプログラムやサブルーチンとして実装してもよく、又はそれら命令は、本明細書で説明する遠隔操作可能なシステムの多数の他の態様に組み込んでもよい。一実施形態では、制御システム 2 0 は、ブルートゥース（登録商標）、I r D A、ホーム R F、I E E E 8 0 2 . 1 1、D E C T、及び無線テレメトリ等の無線通信プロトコルをサポートする。

40

【 0 0 1 8 】

いくつかの実施形態では、制御システム 2 0 は、医療器具システム 1 4 から力及び／又はトルクフィードバックを受信する１つ又は複数のサーボコントローラを含むことができる。フィードバックに応答して、サーボコントローラは、オペレータ入力装置 1 6 に信号

50

を送信する。サーボコントローラ（複数可）は、遠隔操作可能なアセンブリ 12 に指示する信号も送信して、医療器具システム（複数可）14 及び／又は内視鏡撮像システム 15 を移動させ、これらのシステム 14 及び／又は 15 が、患者の身体の開口部を介してこの身体の内部手術部位に延ばすことができる。任意の適切な従来の又は専用のサーボコントローラを使用してもよい。サーボコントローラは、遠隔操作可能なアセンブリ 12 とは別にしてもよく、又は一体化してもよい。いくつかの実施形態では、サーボコントローラ及び遠隔操作可能なアセンブリは、患者の身体に隣接して位置付けされた遠隔操作可能なアームカートの一部として提供される。

【0019】

遠隔操作可能な医療システム 10 は、照明システム、操縦制御システム、洗浄システム、及び／又は吸引システム等のオプションのオペレーション及びサポートシステム（図示せず）をさらに含んでもよい。代替実施形態では、遠隔操作可能なシステムは、複数の遠隔操作可能なアセンブリ及び／又は複数のオペレータ入力システムを含んでもよい。マニピュレータアセンブリの正確な数は、他の要因の中でもとりわけ、外科手術及び手術室内の空間的制約に依存するだろう。オペレータ入力システムを併置してもよく、又はそれらを別々の位置に位置付けしてもよい。複数のオペレータ入力システムによって、複数のオペレータが 1 つ又は複数のマニピュレータアセンブリを種々の組合せで制御することを可能にする。

【0020】

図 1 B は、外科医コンソール 16 の斜視図である。外科医コンソール 16 は、深さの知覚を可能にするような手術部位の調整された立体視を外科医 S に提示するための左眼用ディスプレイ 32 と右眼用ディスプレイ 34 とを含む。コンソール 16 は、1 つ又は複数の入力制御装置 36 をさらに含んでおり、この入力制御装置によって、次に、遠隔操作可能なアセンブリ 12 に 1 つ又は複数の器具又は内視鏡撮像システムを操作させる。入力制御装置 36 は、それら関連する器具 14 と同じ自由度を提供して、外科医にテレプレゼンス、又は入力制御装置 36 が器具 14 と一体化されるという知覚を提供することができ、それによって外科医が器具 14 を直接的に制御するような強い感覚を有するようになる。この目的を達成するために、位置、力、及び触覚フィードバックセンサ（図示せず）を用いて、位置、力、及び触覚感覚を、器具 14 から入力制御装置 36 を介して外科医の手に戻す様に送信することができる。

【0021】

図 1 C は、電子機器カート 18 の斜視図である。電子機器カート 18 は、内視鏡 15 と結合することができ、後続の表示のために取り込んだ画像を処理するためのプロセッサを含むことができ、処理した画像をローカルに及び／又はリモートに位置する外科医コンソール上で又は別の適切なディスプレイ上で外科医に表示する。例えば、立体内視鏡が使用される場合に、電子機器カート 18 は、取り込まれた画像を処理して、手術部位の調整された立体画像を外科医に提示することができる。このような調整は、対向する画像同士間の位置合せを含むことができ、且つ立体内視鏡の立体作業距離の調節も含むことができる。別の例として、画像処理は、光学収差等の画像取込装置の結像誤差を補償するように、以前に決定されたカメラ校正パラメータの使用を含むことができる。電子機器カート 18 は、表示モニタ及び制御システム 20 の構成要素も含むことができる。

【0022】

図 1 D は、患者側カートと称され得る遠隔操作可能なアセンブリ 12 の一実施形態の斜視図である。示される患者側カート 12 は、3 つの手術用ツール 26（例えば、器具システム 14）及び手術部位の画像を取り込むために使用される立体内視鏡等の撮像装置 28（例えば、内視鏡撮像システム 15）の操作を提供する。撮像装置は、ケーブル 56 を介して電子機器カート 18 に信号を送信することができる。操作が、多数の関節を有する遠隔操作可能な機構によって提供される。撮像装置 28 及び手術用ツール 26 は、運動学的な遠隔中心が切開部に維持され、この切開部のサイズを最小にするように、患者の切開部を通して位置付け及び操作することができる。手術部位の画像は、手術用ツールが撮像

10

20

30

40

50

装置 28 の視野内に位置付けされたときに、手術用ツール 26 の先端部の画像を含むことができる。

【0023】

患者側カート 22 は、駆動可能なベース 58 を含む。駆動可能なベース 58 は、アーム 54 の高さの調整を可能にする伸縮式コラム 57 に接続される。アーム 54 は、回転するとともに上下方向に移動する回転式関節 55 を含むことができる。アーム 54 のそれぞれは、向合せプラットフォーム 53 に接続することができる。向合せプラットフォーム 53 は、360 度の回転が可能であり得る。患者側カート 22 は、向合せプラットフォーム 53 を水平方向に移動させるための伸縮式水平方向カンチレバー 52 も含むことができる。

【0024】

本実施例では、アーム 54 のそれぞれは、マニピュレータアーム 51 に接続される。マニピュレータアーム 51 は、医療器具 26 に直接的に接続することができる。マニピュレータアーム 51 は、遠隔操作可能であってもよい。いくつかの例では、向合せプラットフォームに接続されるアーム 54 は、遠隔操作可能ではない。むしろ、そのようなアーム 54 は、外科医 18 が、遠隔操作可能な構成要素を使用して手術を開始する前に、所望されるように位置付けされている。

【0025】

図 1E は、器具 59 (例えば、器具 14) に結合されたマニピュレータアーム 51 の一部を示す。器具キャリッジ 60 が、器具スパー(spar) 62 に沿って直線的に移動する。図 1F にも示されるように、器具 59 は、器具シャフト 64、器具チップ 66、手首関節 68、及び器具本体 70 を含む。器具本体 70 は、作動部材に結合する器具ディスク 72 を含み、作動部材は、手首関節 68 及びチップ 66 を作動させるために、シャフト 64 を通って延びる。カニューレ 65 が、器具スパー 62 の先端部に結合され、且つシャフト 64 を受容するようにサイズ決めされる。器具キャリッジ 60 は、それぞれの駆動ディスクの運動を駆動するためのモータを収容する。一実施形態では、例えば、キャリッジは、結合されたときに器具ディスク 72 に運動を伝達するために 5 つの駆動ディスクを起動させる 5 つのモータを収容することができる。しかしながら、キャリッジは、任意数のモータ及び対応する駆動ディスクを含んでもよい。滅菌アダプタ 74 が、滅菌ドレープ 76 に結合される。滅菌アダプタ 74 は、キャリッジの駆動ディスクの片側で及び器具ディスク 72 の反対側で結合する受動的なアダプタディスクを含む。器具ディスク 72 がアダプタディスクを介して駆動ディスクに結合されるときに、キャリッジ 60 のモータを作動させて、器具 59 の動きをもたらすことができる。例えば、シャフト 64、手関節 68、及びチップ 66 は、シャフトの長手方向軸線 A を中心にして回転させることができる。また、例えば、手関節 68 を作動させて、X 方向の軸線回りのピッチ運動又は Z 方向の軸線回りのヨー運動でチップ 66 を移動させることができる。種々の代替形態では、滅菌アダプタを省略してもよく、駆動ディスクを器具ディスクと直接的に係合することができる。

【0026】

図 2A は、関節出力部 104 (例えば、手首関節 68) に結合された器具ディスク 102 (例えば、器具ディスク 72) に駆動ディスク 110 (例えば、キャリッジ 60 の駆動ディスク) を係合するための例示的なシステム 100 を示す図である。本実施例によれば、作動要素 103 は、アクチュエータ 106、変速機 108、及び駆動ディスク 110 を含む。アクチュエータ 106 は、変速機 108 に接続される。変速機 108 は、駆動ディスク 110 に結合される。駆動ディスク 110 は、器具ディスク 102 と係合するように構成される。器具ディスク 102 は、作動システム 112 を介して関節出力部 104 に結合される。システム 112 がプーリとして示されているが、システム 112 は、器具ディスク 102 を関節出力部 104 に結合するギア、ケーブル、駆動ロッド、又は他の作動部材のセットとしてもよい。関節出力部 104 は、操作可能な対象物 114 (例えば、チップ 66) を移動させるように構成される。様々な代替実施形態では、アダプタディスクは、駆動ディスク 110 と器具ディスク 102 との間に結合してもよい。従って、本明細書に開示される種々の係合手順及び実施形態において、器具ディスクは、代替的に、駆動デ

10

20

30

40

50

ィスクとの直接的な係合の代わりに、アダプタディスクと係合してもよい。こうして、駆動ディスクに対する全ての参照は、駆動ディスクに係合されるアダプタディスクにも適用されるものと理解される。キャリッジディスクは、アダプタディスク又は駆動ディスクのいずれかを参照することができる。

【0027】

アクチュエータ106は、変速機108を作動させる機構とすることができる。例えば、アクチュエータ106は、モータであってもよい。より具体的な例では、アクチュエータ106は、ブラシレスモータ等の電動モータであってもよい。アクチュエータ106は、アクチュエータ106の現在の角度位置を検出することが可能な位置センサ120（例えば、エンコーダ）を含むことができる。このように、位置センサ120は、変速機108及び駆動入力部110の角度位置を検出することができる。そして、係合が成功した後に、位置センサ120は、入力係合部102及び関節出力部104の相対的な位置変化を感知することができる。係合が成功した後に、位置センサ120に対する入力係合部102と接合出力104との両方の角度位置の間の関係を、以下でさらに詳細に説明する。

【0028】

図2Aに示されるシステム100内で、既知のパラメータのセットが存在する。既知のパラメータは、

- ・変速機108の変速比（GR）（アクチュエータ106の位置の変化で除算した駆動ディスク110の位置の変化）；
- ・器具ディスク102と関節出力部104との間の変速比（DR）（器具ディスク102の位置の変化で除算した関節出力部104の位置の変化）；
- ・関節出力部104の位置がノミナル位置にあり、操作可能な対象物114が中立位置にあるときの、器具ディスク102の位置であるディスクオフセット（ D_{off} ）：例えば、関節出力部104によって、操作可能な対象物114のピッチを操作している場合に、中立位置は、図2Aに示した水平位置である；
- ・結合位置を繰り返す間の期間（ $P_{drive-coup}$ ）：例えば、一回転当たり一度だけ（例えば、駆動ディスクと）係合する回転式結合部（例えば、器具ディスク）は、2 ラジアン（ $P_{drive-coup}$ ）を有する：回転式結合部は、入力された回転当たり2回係合する場合に、 $P_{drive-coup} = \frac{2\pi}{2}$ ラジアンである；
- ・位置を含む上側の物理的制約部116（ q_{out_ul} ）と下側の物理的制約部118（ q_{out_ll} ）とによって拘束される関節出力部の位置（ q_{out} ）；を含む。

【0029】

位置センサ120によって決定されるようなアクチュエータ106の位置を使用して、他の構成要素の位置も同様に決定することができる。駆動ディスク110と器具ディスク102との間の係合を支配する方程式は、

- ・駆動ディスク110の位置： $d_{sens} = GR \times m_{sens}$ 、ここで、 m_{sens} は、アクチュエータ106の感知された位置である；
- ・駆動ディスク110と関節出力部 q_{out} における操作可能な対象物114との間の正確なマッピングを形成するために駆動ディスク110の位置に適用されるオフセット： $d_{coup_offset} = D_{off} + n \times P_{drive-coup}$ 、ここで、 n は、正又は負の整数である；
- ・器具ディスク102の位置： $d_{coup} = d_{sens} + d_{coup_offset}$ ；
- ・関節出力部104の位置： $q_{out} = DR \times d_{coup}$ ；を含む。

【0030】

この実施形態では、ピッチを変えることによって、上側の物理的制約部116又は下側の物理的制約部118に向けて操作可能な対象物114を移動させる。しかしながら、他のタイプの運動について、物理的制約部は、異なる構成を有してもよい（ロール運動を含む物理的制約部について図5A及び図5B参照）。

【0031】

10

20

30

40

50

駆動ディスク 110 を器具ディスク 102 に係合するとき、駆動ディスク 110 が器具ディスク 102 と成功裏に何時係合するか又は係合するか否かは、必ずしも既知ではない。本明細書で説明する原理によれば、作動要素 103 は、器具ディスク 102 の全ての位置の不確定性をカバーするとともに、標的となる出力関節部の制約部 116, 118 に到達するのに十分となるように回転する。アクチュエータ 106 により抵抗トルクを受け、及びその抵抗トルクが事前に規定されたトルク閾値よりも大きい場合に、操作可能な対象物 114 が、上側の物理的制約部 116 又は下側の物理的制約部 118 のいずれかに到達したことが既知となり、こうして、駆動ディスク 110 が、操作可能な対象物 114 を移動させるために成功裏に係合したことを示す。駆動入力部の命令された係合動作が完了した後に、そのような抵抗トルクを受けていない（すなわち、トルク閾値を満たしていない）場合に、駆動ディスク 110 が成功裏に係合していないと判定することができる。より具体的には、運動が物理的制約部によって停止されるときに、関節出力部 104 におけるトルクの絶対値 ($|joint|$) が閾値トルク ($thresh$) 以上である場合に、係合は成功しており、それ以外の場合は、係合が失敗している。

【0032】

トルク閾値は、駆動トレインの全ての構成要素の予想される最大固有抵抗トルクよりも大きくなるように選択される。駆動トレインのトルク抵抗は、図 2A に記載される様々な構成要素によって影響を受け得る。例えば、位置センサ 120、モータアクチュエータ 106、変速機 108、駆動入力部 110 から入力係合部 102 のインターフェイス、入力係合部 102 から駆動ベルト 112 のインターフェイス、及び駆動ベルト 112 から関節出力部 104 のインターフェイスは、全て、駆動トレインのトルク抵抗に関与し得る。また、トルク閾値は、駆動入力部 110 における最大トルク未満となるように選択される。

【0033】

成功した係合の判定が静的な停止位置で行われた場合に、関節出力部トルクは、 $|joint| = K_p \times |e_{joint}|$ として位置誤差に関係し、ここで、 K_p は、関節出力部のねじり係数である。従って、係合運動の最終的に命令された位置は、標的とされた関節出力部の制約部を越えて、入力係合部 102 の位置の不確定性をカバーするために必要とされる駆動入力部 110 において必要な追加的な運動、及び駆動トレイン内のコンプライアンスを加えて、少なくとも $|e_{joint}| = thresh / K_p$ となるように選択することができる。

【0034】

$thresh$ についての一例は、駆動トレインの固有の抵抗トルクと駆動入力部における最大トルクとの平均値である。例えば、駆動トレインの最大固有抵抗トルクが 0.1 Nm であり、且つ駆動入力部で構成される最大トルクが 0.3 Nm である場合に、 $thresh$ は、 0.2 Nm とすることができる。これは次に、駆動入力部の命令された動きが、少なくとも $0.2 \text{ Nm} / K_p$ だけ駆動トレインのコンプライアンス、関節出力部の制約、及び位置の不確定性を超えて行く必要があることを意味する。例えば、 $K_p = 5.0 \text{ Nm} / \text{ラジアン}$ である場合に、命令された動きは、係合のために必要な最大可能運動よりも少なくとも $0.2 \text{ Nm} / 5.0 \text{ Nm} / \text{ラジアン} = 0.04 \text{ ラジアン}$ 大きくすることが必要である。

【0035】

係合が成功したと判定された後に、アクチュエータ 106 の位置は、位置センサ 120 によって決定される際に、関節出力部 104 の位置にマッピングすることができる。それは、駆動ディスク 110 が、係合する前に、何回転かの回転を行ったケースとなり得るので、これは重要である。つまり、駆動ディスク 110 が一回転内で複数の位置において器具ディスク 102 と係合することができる場合に、係合が生じた位置は既知でないかもしれない。従って、駆動ディスク 110 と関節出力部 q_{out} における操作可能な対象物 114 との間の正確なマッピングを形成するために駆動ディスク 110 の位置に適用されるオフセットである d_{couple_offset} は、方程式 $d_{couple_offset} = D_{ff} + n \times P_{drive_couple}$ の整数 n を特定することにより決定することができる。関節出力範囲の上側の制約部 116 まで駆動するとき又は $n = \text{Round}((q_{out} - q_{min}) / P_{drive_couple})$ となるように選択することができる。

$t_{ul} / DR) - d_{sens} - D_{off}) / (P_{drive} - c_{oup})$ となるとき、関節出力範囲の下側の制約部 118 まで駆動するときに、整数 n は、 $n = Round((q_{out_ul} / DR) - d_{sens} - D_{off}) / (P_{drive} - c_{oup})$ として規定される。

【0036】

アクチュエータの位置を関節出力部の位置とマッピングすることによって、操作可能な対象物を移動させる制御システムは、アクチュエータ 106 の位置に基づいて、操作可能な対象物の位置を正確に決定することができる。こうして、操作可能な対象物が、遠隔操作可能なマニピュレータアームに取り付けられた医療器具である場合の例において、制御システムは、外科手術中に医療器具を正確に制御することができる。

10

【0037】

図 2 B は、複数の関節出力部 172, 174 (例えば、手首関節 68) に結合された複数の器具ディスクに複数の駆動ディスク 154, 162 (例えば、キャリッジ 60 の駆動ディスク) を係合するための例示的なシステムを示す図である。いくつかのケースでは、複数の駆動ディスクを使用して、特定の方法で器具を駆動してもよい。例えば、2 つのフィンガ状器具において、第 1 の駆動ディスクが、一方のフィンガを駆動する一方、第 2 の駆動ディスクが、他方のフィンガを駆動してもよい。こうして、器具チップのピッチを変更するために、両方の駆動ディスクは、互いに協調して作動し、器具チップをそれに応じて移動させなければならない。

【0038】

20

本実施例によれば、第 1 の作動要素 155 は、第 1 のアクチュエータ 158、第 1 の変速機 156、及び第 1 の駆動ディスク 154 を含む。第 1 のアクチュエータ 158 は、第 1 の変速機 156 に接続される。第 1 の変速機 156 は、第 1 の駆動ディスク 154 に結合される。第 1 の駆動ディスク 154 は、第 1 の器具ディスク 152 と係合するように構成される。第 1 の器具ディスク 152 は、第 1 の作動システム 175 を介して第 1 の関節出力部 172 に結合される。関節出力部は、第 1 のフィンガ等の操作可能な対象物 180 に接続することができる。システム 175 が、プーリとして示されているが、システム 175 は、器具ディスク 152 を関節出力部 172 に結合するギア、ケーブル、駆動ロッド、又は他の作動部材のセットであってもよい。

【0039】

30

また、第 2 の作動要素 165 は、第 2 のアクチュエータ 166、第 2 の変速機 164、及び第 2 の駆動ディスク 162 を含む。第 2 のアクチュエータ 166 は、第 2 の変速機 164 に接続される。第 2 の変速機 164 は、第 2 の駆動ディスク 162 に結合される。第 2 の駆動ディスク 162 は、第 2 の器具ディスク 170 と係合するように構成される。第 2 の器具ディスク 170 は、第 2 の作動システム 185 を介して第 2 の関節出力部 174 に結合される。第 2 の関節出力部 174 は、第 2 のフィンガ等の第 2 の操作可能な対象物 182 に接続される。システム 185 が、プーリとして示されているが、システム 185 は、器具ディスク 170 を関節出力部 174 に結合するギア、ケーブル、駆動ロッド、又は他の作動部材のセットであってもよい。

【0040】

40

関節出力部 172, 174 は、操作可能な対象物 180, 182 (例えば、チップ 66) を移動させるように構成される。例えば、両方の関節出力部 172, 174 が、同じ方向に移動する場合に、操作可能な対象物 180, 182 のピッチ (又はヨー) は、変更される。しかしながら、関節出力部 172, 174 が、反対方向に移動する場合に、フィンガ 180, 182 は、開く又は閉じ、こうして、器具の把持を調整する。

【0041】

2 つのみの入力ディスクが、図 2 B に示されているが、様々な実施形態は、器具を様々な自由度で移動させるために複数の駆動ディスクを含んでもよい。一般に、1 つ又は複数の駆動ディスクは、1 つ又は複数の関節出力部に結合された 1 つ又は複数の器具ディスクと係合することができる。器具の動作の前に、これらのディスクのそれぞれの係合を確認

50

することが望ましい。制御される全ての関節出力部について、駆動ディスクから関節出力部への適切なマッピングを決定することも望ましい。

【 0 0 4 2 】

図 2 B に示されるシステム 1 5 0 内で、既知のパラメータのセットがある。既知のパラメータは、

- ・ j 番目の変速機の変速比 (GR_j) (アクチュエータ位置の変化で除算した駆動ディスク位置の変化) ;
- ・ j 番目の器具ディスクと i 番目の関節出力部と間の変速比 (DR_{ij}) (器具ディスク位置の変化で除算した関節出力位置の変化) ;
- ・ 全ての関節出力部が複数の自由度内の中立位置にあるときの、j 番目器具ディスクの位置であるディスクオフセット (D_{offj}) ;
- ・ j 番目のインターフェイスの結合位置を繰り返す間の期間 (P_{drive-coupj}) ;
- ・ 位置を含む上側の物理的制約部 1 7 6 (q_{out_ulj}) 及び下側の物理的制約部 1 7 8 (q_{out_llj}) によって制約される i 番目の関節出力部の位置 (q_{out_i}) ; を含む。

10

【 0 0 4 3 】

さらに、結合行列 (C_{DR}) を使用して、全ての駆動ディスクと全ての関節出力部との間の関係を表すことができる。例えば：

【 数 1 】

$$C_{DR} = \begin{bmatrix} DR_{11} & \cdots & DR_{1N} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ DR_{M1} & \cdots & DR_{MN} \end{bmatrix}$$

20

である。

【 0 0 4 4 】

それぞれの位置センサ 1 6 0 , 1 6 8 によって決定されるアクチュエータ 1 5 8 , 1 6 6 の位置を使用して、他の構成要素の位置も同様に決定することができる。駆動ディスクと器具ディスクとの間の係合を支配する方程式は、

- ・ j 番目の駆動ディスクの位置 : d_{sensj} = GR_j × m_{sensj}、ここで、m_{sensj} は、j 番目のアクチュエータの感知された位置である ;
- ・ j 番目の駆動ディスクと関節出力部 q_{out} との間の正確なマッピングを形成するために、j 番目の駆動ディスクの位置に適用されるオフセット : d_{coup_offsetj} = D_{offj} + k_j × P_{drive-coupj}、ここで、k_j = 正又は負の整数である ;
- ・ j 番目の器具ディスクの位置 : d_{coupj} = d_{sensj} + d_{coup_offsetj} ;
- ・ i 番目の関節出力部の位置 : [q_{out}] (i 番目の関節出力部の m × 1 行列) = C_{DR} × [d_{coupj}] (j 番目の器具ディスクの n × 1 行列) ; を含む。

30

【 0 0 4 5 】

駆動ディスクのセットについて、各駆動ディスクは、全てのディスクの動きが停止するまで、関節出力部の制約部 1 7 6 , 1 7 8 に到達することを意図した設定可能な距離で駆動される。動きが停止したときに、各ディスクについて、そのディスクが受けたトルク抵抗に基づいて、係合が成功裏に生じているか否かを判定することができる。複数の自由度を使用する場合に、トルク抵抗は、駆動ディスク 1 5 4 , 1 6 2 が受けるトルク抵抗から測定することができる。

40

【 0 0 4 6 】

例えば、動きが停止した後に、駆動ディスクにおけるトルクの絶対値 (| d_{drive_inputj} |) がトルク閾値 (t_{engage_threshj}) よりも大きい場合に、係合が成功裏に生じていることが既知である。それ以外の場合は、係合は、確認されておらず、器具を設置し直す必要がある。

【 0 0 4 7 】

50

係合が、駆動ディスク 154, 162 のそれぞれについて成功したと判定された後に、アクチュエータ 158, 166 の位置は、位置センサ 160, 168 によって決定され、関節出力部 172, 174 の位置にマッピングすることができる。それは、係合する前に駆動ディスク 154, 162 が、何回転かの回転を行ったケースとなり得るので、これは重要である。つまり、駆動ディスクは 154, 162 が、一回転内で複数の位置において器具ディスク 152, 170 と係合することができる場合に、係合が生じた位置は既知ではないかもしれない。従って、j 番目の駆動ディスクと対応する関節出力部との間の正確なマッピングを形成するために、j 番目の駆動ディスクの位置に適用されるオフセットは、次式を解くことによって決定することができる： $[D_{neg_ext}] = [C_{DR}^{-1}] [q_{out_lim}] - [d_{sens}] - [D_{off}]$ 。

【0048】

$[D_{neg_ext}]$ は、関節出力部の制約部に到達するための、駆動ディスクにおける余分な動きの負の $[m \times 1]$ ベクトルである。 $[C_{DR}^{-1}]$ は、結合行列 C_{DR} の逆行列である（適切な擬似逆行列を使用してもよい）。 $[q_{out_lim}]$ は、標的とされる関節出力部の制約部の $[m \times 1]$ ベクトルである。このベクトルは、上限、下限の設定可能な組合せを有しており、駆動ディスクの係合と一致する制限を有していない。換言すると、制限が設定される関節のセットは、(C_{DR} 行列に示されるように) 係合される駆動入力部に及ぶことができる。 $[d_{sens}]$ は、駆動ディスクの感知した位置の $[m \times 1]$ ベクトルである。 $[D_{off}]$ は、ディスクオフセットの $[m \times 1]$ ベクトルである。こうして、それぞれの係合についての余分な期間 (R_j) は、 $R_j = \text{ROUND}(D_{neg_ext_j} - P_{drive_coup_j})$ として規定することができる。

【0049】

図 2C は、器具 59 と実質的に同じであり得る器具 200 と、器具キャリッジ 60 と実質的に同じであり得る器具キャリッジ 202 との間の係合を示している。これらの構成要素は、図 2A に付随するテキストの上述した原理を利用して係合させることができる。器具 200 の器具本体 204 は、器具ディスク 206a, 206b を含む。各器具ディスク 206a, 206b は、それぞれ、ポケット 207a, 207b を含む。いくつかの例では、駆動ディスクに複数のポケットが存在してもよい。例えば、互いに 180 度の箇所に 2 つのボスが存在してもよい。器具 200 は、器具本体 204 から延びる器具シャフト 208、手首関節 210、及び作動可能なチップ 212 を含む。作動部材（図示せず）は、シャフト 208 を通って延び、器具ディスク 206a, 206b を手首関節 210 及びチップ 212 に結合する。カニユーレ 214 が、器具スパー 215 の先端部に結合され、且つシャフト 208、手首関節 210、及びチップ 212 を受容するようにサイズ決めされる。器具キャリッジ 202 は、それぞれの駆動ディスク 216a, 216b の動きを駆動するためのモータ 214a, 214b を収容する。この実施形態では、モータ 214a 及び 214b を協働させて使用して、ピッチ運動又はヨー運動のいずれか、或いは作動可能なチップ 212 のピッチ及びヨー運動の組合せを発生させることができる。

【0050】

駆動ディスク 216a, 216b のそれぞれは、ボス 218a, 218b を含む。ボス 218a, 218b は、ディスク 216a, 216b の外周付近に位置付けすることができる。いくつかの例では、駆動ディスク上に複数のボスが存在してもよい。例えば、互いに 180 度の箇所に 2 つのボスが存在してもよい。簡素にするために、滅菌アダプタ（例えば、アダプタ 74）は、この実施形態では省略される。様々な他の実施形態では、上記図 1E に示されるように、アダプタディスクを含む滅菌アダプタは、駆動ディスクと対応する器具ディスクとの間で結合可能である。これらの代替実施形態では、器具ディスクは、駆動ディスクに直接的に嵌合され、且つ駆動ディスクと同期して回転されるアダプタディスクと係合する。様々な他の実施形態では、ボス及びポケット構成は、器具ディスクから突起するボス及び駆動ディスクのポケットを用いてスイッチ切替えを行うようにしてもよい。

【0051】

10

20

30

40

50

駆動ディスク 216 a 上のボス 218 a は、器具ディスク 206 a 上の対応するポケット 207 a と係合するように設計される。駆動ディスク 216 b 上のボス 218 b は、器具ディスク 206 b 上の対応するポケット 207 B と係合するように設計される。駆動ディスクが複数のボスを含む場合に、器具ディスクは、対応する複数のポケットを含む。駆動ディスク 216 a , 216 b が、器具ディスク 206 a , 206 b に隣接して最初に配置される場合に、ディスク 216 a , 206 a 及び 216 b , 206 b の各セットは、ボスがポケット内にスライドするように、適切な回転位置に位置合せされる可能性は低い。むしろ、各駆動ディスクに結合されるモータによって、ボスがポケット内にスライドするまで、器具ディスクを回転させる。ボスがポケットと係合する前に、駆動ディスク 206 の回転は、必ずしも器具ディスクの回転を生じさせるわけではない。

10

【0052】

一例では、駆動ディスク 216 a , 216 b は、図 2 B の駆動ディスク 154 , 162 に対応する。こうして、駆動ディスク 216 a , 216 b を協調させて使用して、器具チップ 212 を複数の自由度で駆動させることができる。ドライブディスク及び器具ディスクの複数のセットが存在する場合に、恐らく、1つ又は複数のディスクのセットは、係合するのに失敗する可能性がある。

【0053】

ボス 218 a がポケット 207 a と成功裏に係合した後に、駆動ディスク 216 a の回転によって、器具ディスク 206 a の回転が生じる。各器具ディスクは、器具 200 の特定の動きに結合される。例えば、1つ又は複数の器具ディスクの回転によって、チップ 212 のピッチ、ヨー、ロール、又はこれらのいくつかの組合せを変化させることができる。チップ 212 が把持部材を含む場合に、器具ディスクのセットの回転によって、把持力の変化を制御することができる。

20

【0054】

一実施例では、駆動ディスク 216 a のボス 218 a が器具ディスク 206 a のポケット 207 a と成功裏に係合したか否かを判定するために、器具は、手関節 210 のピッチ運動によって、作動可能なチップ 212 がカニユーレ 214 の内壁の物理的制限部に接触させるような位置に挿入される。器具 200 がカニユーレ 214 内の作動可能なチップ 212 に関して説明されるように位置付けされた後に、駆動ディスク 216 a に結合されたモータは、抵抗トルクを受けるまで、回転力を加える。抵抗トルクを受ける場合に、作動可能なチップ 212 のピッチ運動を担当する駆動ディスク 216 a は、器具ディスク 206 a と適切に係合していることが既知である。特に、両方のディスク 206 a , 216 a が成功裏に係合した場合に、駆動ディスク 216 a の回転によって、器具ディスク 206 a の回転を生じさせ、次に、作動可能なチップ 212 のピッチ運動を生じさせる。このような運動は、カニユーレ 214 の壁の物理的制約部に到達するように、作動可能なチップ 212 に最終的にもたらされる。同様に、駆動ディスク 216 b のボス 218 b と器具ディスク 206 b のポケット 207 B との係合は、モータ 214 b から駆動ディスク 216 b に回転力を加えることにより、確認することができる。作動可能なチップ 212 がヨー運動でカニユーレ 214 の壁に接触する場合に、モータ 214 b は、抵抗トルクを受け、駆動ディスク 216 b と器具ディスク 206 b との適切な係合が、確認される。複数の駆動ディスクが、1つ又は複数の関節出力部にマッピングされる場合等のいくつかのケースでは、適切な係合及びマッピングは、図 2 B に対応するテキストで上述したように調整される。

30

40

【0055】

ディスク係合の確認プロセスは、器具キャリッジ 202 の各モータについて継続して適用することができる。いくつかのディスク係合確認手順は、物理的制限部を提供するカニユーレ 214 を必要としないことがある。例えば、図 4 A 及び図 4 B に詳細に説明されるように、器具のロールを制御するモータの係合確認手順は、ディスク上の停止機構を利用する。ツープースの把持器具について、各ピースは、他方の物理的制約部として機能し得る。例えば、一方のピースを他方のピースとは反対側のヨー方向に移動するように作動さ

50

せることによって、ツーピースが衝突する原因となり、こうして、物理的制約部及びディスク係合の確認を、各ヨー運動を駆動するモータに提供する。駆動ディスクを駆動するモータのそれぞれが抵抗トルクを受けた後に、遠隔操作可能な医療システムの制御システムは、係合が成功したことを知ることができる。医療処置は、それに応じて進めることができる。しかし、器具の関節出力部を駆動するために必要なモータのそれぞれが抵抗トルクを受けていない場合に、係合が成功していないと判定することができる。次に、オペレータは、器具を取り外してこの器具を器具キャリッジに再接続するように通知を受け且つ指示を受けることができる。このシステムは、器具への更なる動作も防止することができる。例えば、作動可能なチップのカニユーレを超えた軸線方向の挿入を防止することができる。

10

【0056】

図3は、複数の駆動ディスク404, 406, 408, 410を有する例示的なキャリッジ402を示す図400である。この例では、アダプタキャリッジ402は、5つのディスクを含む。器具は、任意数のディスクを使用するように設計してもよい。例えば、1つの器具は、3つのディスクのみを使用することができる。別の器具は、5つ全てのディスクを使用することができる。

【0057】

本実施例では、ディスクのそれぞれは、互いに180度の箇所に位置付けされた2つのボスを含む。また、同じディスク上の2つのボスは、ディスクが1つの角度位置において対応する器具ディスクのみと係合するように、互いに十分に異なっている。例えば、最初の3つのディスク404, 406, 408は、一方のボス414が、他のボス416よりディスクの外周により近くなるように位置付けされたボスを有する(例えば、ボス414は、ボス416よりもディスク404の縁部に近い)。こうして、ボス414, 416は、360度の回転内の1つの角度位置においてのみ対応する器具ディスクの対応するポケットと係合する。第4及び第5のディスク410, 412は、一方のボス418が、他方のボス420よりも大きくなるように構成されたボスを有する。こうして、ボス418, 420は、360度の回転内の1つの角度位置においてのみ器具ディスクの対応するポケットと係合する。

20

【0058】

様々なディスクを異なるタイプの運動のために使用することができる。例えば、第1のディスク404を使用して、器具の軸線回りの器具のロールを制御してもよい。第3のディスク408を使用して、器具のピッチを制御してもよい。第3、第4、及び第5のディスク(408, 410, 412)の協調した運動を使用して、器具のヨーを制御してもよい。第4のディスク410及び第5のディスク412の異なる協調した運動を使用して、器具の把持を制御してもよい。これらのディスクのそれぞれは、上述した原理を使用して、適切な係合をチェックすることができる。具体的には、ディスクを駆動するモータが抵抗トルクを受けるまで、各ディスクを回転させる。

30

【0059】

図4A~図4Dは、ロールアクチュエータについてのディスク係合の例示的な上面図である。本実施例によれば、駆動ディスク504(又は、滅菌アダプタを使用する場合には、嵌合したアダプタディスク)が、ボス508を含む。器具ディスク502が、駆動ディスク504に隣接して配置される。器具ディスク502は、ポケット510を含む。この例では、ディスク502, 504を使用して、器具のロールを駆動させる。器具が、物理的制限を受けることなく継続的にロールし得るため、外付けハードストップが、その制限を提供する。具体的には、器具ディスク502は、突起部516を含む。突起部516の回転移動経路に沿った突起停止機構514は、突起部を停止機構と当接するように回転させたときに、物理的制限又はハードストップを提供する。図4Aに示されるように、器具ディスク502を駆動ディスク504に対して最初に配置したときに、ボス508は、必ずしもポケット510と位置合わせされていない。いくつかの例では、ポケット510の可能な初期位置は、特定の変動範囲506内にあり得る。図4Aの初期設定では、駆動デ

40

50

ディスク504は、ボス508が静止したポケット510に向けて移動するように、反時計回り512に回転し始めることができる。図4Bに示されるように、駆動ディスク504の回転によって、ポケット510の上にボス508がもたらされたときに、ボスをポケット内に受容することができる。いくつかの実施形態では、ボス又はポケットは、ボスをポケットと係合させるために、例えばばねによって、付勢してもよい。図4Cに示されるように、ボス508がポケット510と係合した後に、駆動ディスク504の継続的な回転によって、器具ディスク502を駆動ディスク504と一緒に回転させる。器具ディスク502が回転すると、突起部516も回転する。図4Dに示されるように、器具ディスク502及び駆動ディスク504の継続的な回転によって、突起部516と停止機構514との当接がもたらされる。この位置では、駆動ディスク504を駆動するモータが、抵抗トルクを受ける。これは、ボス508がポケット510と成功裏に係合したことを示す。図4Aに示されるようなボス508及びポケット510の初期配置では、駆動ディスク504は、突起部516及び係止機構が駆動ディスクの更なる回転を防止する前に、360°未満回転する。

【0060】

図4Eに示されるようなボス508及びポケット510の初期設定では、駆動ディスク504は、突起部516及び停止機構が駆動ディスクの更なる回転を防止する前に、360°以上回転する。図4Eに示されるように、器具ディスク502を駆動ディスク504に対して最初に配置するとき、ボス508は、必ずしもポケット510と位置合わせされていない。図4Fに示されるように、ボス508は、ボス510と係合する前に、略一回転を移動しなければならない。図4Gに示されるように、駆動ディスク504の回転によって、ポケット510の上にボス508がもたらされたときに、ボスをポケット内に受容することができる。いくつかの実施形態では、ボス又はポケットは、ボスをポケットと係合させるために、例えばばねによって、付勢してもよい。図4Hに示されるように、器具ディスク502及び駆動ディスク504の継続した回転によって、突起部516と停止機構514との当接がもたらされる。この位置では、駆動ディスク504を駆動するモータは抵抗トルクを受ける。これは、ボス508がポケット510と成功裏に係合したことを示す。図4Eに示されるようなボス508及びポケット510の初期配置では、駆動ディスク504は、突起部516及び停止機構が駆動ディスクの更なる回転を防止する前に、360°以上回転する。いくつかのケースでは、駆動ディスク504は、ポケット510と成功裏に係合する前に、何回転かの完全な回転を行い得る。係合する前の回転数は記録され、モータの位置を器具ディスク502に結合された器具の位置とマッピングするために使用される。

【0061】

図5は、ディスクの位置の初期変動を示す図600である。本実施例によれば、器具キャリアッジ602は、5つの異なるディスク604を含む。ディスク位置の初期範囲は、姿勢変動域606及びオフセット変動域606により規定することができる。

【0062】

姿勢変動域606は、ディスク604に結合された器具が、ディスク604に関連する自由度で位置付けされる姿勢の可能な範囲を示す。特に、器具キャリアッジ602をアダプタと最初に係合するとき、器具は、各自由度に対して中立位置でない可能性がある。むしろ、器具を配置することが可能な所定範囲の位置があってもよく、こうして、ディスク位置の初期範囲を生じさせる。ディスクオフセット変動域は、器具の駆動トレインにおける部分的な公差による変動によって生じ得る。

【0063】

さらに、器具ディスク604の初期位置は、ディスクオフセット608を含み得る。上述したように、ディスクオフセット608は、器具が関連する自由度で中立位置にある場合の、ディスクの位置である。例えば、ピッチが中立位置にある場合に、ディスクの角度位置は、器具ディスク604を器具に結合する駆動システムの種々の特性によって、ゼロのノミナル角度位置からオフセットしてもよい。例えば、いくつかのケースでは、駆動ケ

ーブルの関節出力部での使用と同様に、ディスクオフセットに、約 120 度の範囲を与えてもよい。

【0064】

図6は、カニユーレ702内の例示的な把持具704を示す図である。本実施例によれば、キャリアジ内の2つのディスクを使用して、把持ツール704等の2つのフィンガ器具上で把持部を駆動させることができる。把持ツール704は、2つの物理的制限を受ける可能性がある。1つの物理的制限は、両方のフィンガ708が互いに閉じているような閉じた状態の把持ツールに対応する。2つのフィンガ708が互いに閉じているときに、把持部に関連したディスクを駆動するモータは、抵抗トルクを受けることがあり、こうして、成功した係合を示す。別の物理的制限は、2つのフィンガ708が、カニユーレ702の内壁等の障害物に対して開いた状態になるときである。こうして、フィンガ器具708がカニユーレ702内で可能な限り大きく開かれるときに、把持部に関連したディスクを駆動するモータは、抵抗トルクをうけ、こうして成功した係合を示す。

【0065】

いくつかのケースでは、係合させるための複数のディスクを同時に試験することができる。例えば、把持ツール702等の2つのフィンガ器具について、様々なディスクを第1段階で回転させることができる。具体的には、ハードストップに到達するまで、ロールディスクを回転してもよい。同時に、器具が閉じられるまで、把持ディスクを回転させることができる。また、ピッチ及びヨーディスクを中立位置に回転させてもよい。第2段階の間に、ピッチディスク及びヨーディスクを回転して、器具をカニユーレの側に移動させる。複数の自由度の動きがあるため、制御システムは、これを考慮して、適切なモータが抵抗トルクを受けるべき適切な閾値を決定することができる。

【0066】

器具の係合を確認するために必要な係合段階は、器具に基づいて変化する。第1の例は、単一のフィンガ、単一の駆動ツールの係合の確認である。第1の係合段階では、ハードストップに到達するまで、ロールディスクを回転させることができる。同時に、ピッチ及びヨーディスクを中立位置に回転させることができる。第2段階の間に、ピッチディスク及びヨーディスクを回転して、器具をカニユーレの側に移動させる。複数の自由度の動きがあるため、制御システムは、これを考慮して、各モータについての適切なトルク閾値を決定することができる。係合チェック段階において、係合手順の成功状態が評価される。具体的には、駆動入力部のそれぞれが受ける抵抗トルクが、対応するトルク閾値と比較される。係合チェックにより、係合が成功した（抵抗トルクの絶対値がトルク閾値より大きい）と判定した場合に、器具は、医療処置を開始する導入位置に移動させることができる。係合チェックにより、係合が失敗した（位置誤差が位置誤差閾値未満である）と判定した場合に、器具を設置し直す必要があり、器具が、手術作業領域に入ることが制限される。単一のフィンガ、単一の駆動ツールは、例えば、単極焼灼フック/スパッツ(spats)を含む。

【0067】

第2の例は、2つのフィンガツールや繊細な1つのフィンガのダブル駆動ツールの係合の確認である。第1の係合段階では、ハードストップに到達するまで、ロールディスクを回転させることができる。同時に、（把持を制御する）ヨーディスクをヨー中立位置及び把持閉鎖位置に回転させることができる。ピッチディスクをピッチ中立位置に回転してもよい。第2段階の間に、ピッチディスクを回転して、器具チップをカニユーレの側に移動させる。係合チェック段階において、係合手順の成功状態が評価される。具体的には、駆動ディスクのそれぞれが受ける抵抗トルクが、対応するトルク閾値と比較される。係合チェックにより、係合が成功した（抵抗トルクの絶対値がトルク閾値よりも大きい）と判定した場合に、器具は、医療処置を開始する導入位置に移動させることができる。係合チェックにより、係合が失敗した（位置誤差が位置誤差閾値未満である）と判定した場合に、器具を設置し直すことができる。器具は、係合が確認されるまで、手術作業領域に入ることが制限することができる。2つのフィンガツール及び繊細な1つのフィンガのダブル駆

動ツールの例として、針ドライバ、はさみ、スナップ式メスが挙げられる。

【 0 0 6 8 】

第3の例は、クリップアプライヤの係合の確認である。第1の係合段階では、ハードストップに到達するまで、ロールディスクを回転させることができる。同時に、ピッチ及びヨーディスクを中立位置に回転させることができる。第2段階の間に、ピッチディスクを回転して、器具チップをカニキュレの側に移動させる。また、ヨーディスクは、カニキュレに対する把持開放位置に駆動される。係合チェック段階において、係合手順の成功状態が評価される。具体的には、駆動ディスクのそれぞれが受ける抵抗トルクが、対応するトルク閾値と比較される。係合チェックにより、係合が成功した（抵抗トルクの絶対値がトルク閾値よりも大きい）と判定した場合に、器具は、医療処置を開始する導入位置に移動させることができる。しかしながら、係合チェックにより、係合が失敗した（位置誤差が位置誤差閾値未満である）と判定した場合に、器具を設置し直すことができる。

10

【 0 0 6 9 】

第4の例は、ロールしない(no-roll)ハードストップ及びダブルロール駆動を含む器具の確認である。第1の係合段階では、ハードストップに到達するまで、両方のロール駆動ディスクを反対方向に回転させることができる。同時に、把持部が存在する場合に、把持ディスクを把持閉鎖位置に駆動させることができる。係合チェック段階において、係合手順の成功状態が評価される。具体的には、駆動ディスクのそれぞれが受ける抵抗トルクが、対応するトルク閾値と比較される。係合チェックにより、係合が成功した（抵抗トルクの絶対値がトルク閾値よりも大きい）と判定した場合に、器具は、医療処置を開始する導入位置に移動させることができる。しかしながら、係合チェックにより、係合が失敗した（位置誤差が位置誤差閾値未満である）と判定した場合に、器具を設置し直すことができる。ロールしないハードストップ及びダブルロール駆動を含む器具の例として、カメラ器具や、ニュージャージー州、サマービルのEthicon Endo-surgery, Inc.から入手可能なHARMONIC ACE（登録商標）はさみ等の湾曲したはさみが挙げられる。

20

【 0 0 7 0 】

図7は、係合を確認するための例示的な方法を示すフローチャートである。本実施例によれば、方法800は、駆動入力部（例えば、駆動ディスクや滅菌アダプタディスク）を入力係合部（例えば、器具ディスク）に隣接して配置するためのプロセス802を含む。駆動入力部は、モータ等の駆動要素に結合することができる。入力係合部は、ギア、プーリ、及び他の作動部材から構成されるシステム等の機械的なシステムを介して関節出力部に接続することができる。関節出力部は、医療器具の作動可能なチップ等の移動体に固定してもよい。

30

【 0 0 7 1 】

方法800は、駆動入力部を駆動するモータを回転させるためのプロセス804をさらに含む。そのプロセス804が完了する又はモータがトルク閾値よりも大きい抵抗トルクを受けるまで、動きが継続するプロセス806において、抵抗トルクは、関節出力部に固定された対象物の物理的制限に対応する。抵抗トルクが特定のトルク閾値よりも大きくない場合に、プロセス812において、器具の係合が失敗したという判定を行う。オペレータは、通知を受けることができ、駆動入力部を取り外し、入力係合部に再接続することができる。あるいはまた、システムは、第2の試行を係合部で自律的に行うことができる。トルク閾値を超えた場合に、プロセス810において、係合が成功したという判定を行うことができる。係合が生じた場合に、（上述したように）計算を行って、係合が生じた角度位置を決定することができる。

40

【 0 0 7 2 】

様々な実施形態では、係合機構は、キャリッジ駆動ディスク及び器具ディスク、又は滅菌アダプタディスク及び器具ディスクを嵌合する容易性を増大させるように構成することができる。説明を容易にするために、キャリッジ900（例えば、キャリッジ202）及び器具902を結合する係合機構について、説明する。しかしながら、これらの機構を使用して、器具902及び滅菌アダプタを結合してもよいことを理解すべきである。以下に

50

説明する実施形態では、キャリッジ 900 の係合機構は、ボスとして構成されており、器具 902 の係合機構は、ポケットとして構成されるものとする。しかしながら、別の実施形態では、キャリッジ 900 の係合機構は、ポケットとして構成してもよく、器具 902 の係合機構は、ボスとして構成してもよい。

【0073】

図 8 A を参照すると、ランプ入口部を含まない器具ポケット 906 に接近するキャリッジボス 904 の例示的な図が、示されている。なお、図 8 A には、器具のポケット壁 1600 が、機器 902 の面 1210 に関して 90 度の角度 1621 であることが、示されている。ボス 904 は、2 つの係合機構が直接的に位置合せされる場合にのみ、ポケット 906 内に挿入される。ボス 904 の突起部のサイズは、ポケット 906 の開口部のサイズに略正確に対応しており、成功した適切な係合後の回転中に発生し得るバックラッシュを減少させる。従って、特にキャリッジ駆動部が高速で回転している場合に、ボス 904 をポケット 906 内に挿入するのは困難である。

10

【0074】

図 8 B を参照すると、ボス 904 をポケット 906 に結合する試行が失敗した例示的な図が、示されている。図 8 B に示されるように、ボス 904 は、ポケット 906 をバイパスする可能性がある、2 つの係合機構を結合するのに失敗した試行となる。

【0075】

図 9 A を参照すると、ランプ入口部 1720 を含むポケット 906 ' に接近するボス 904 の例示的な図が、示されている。なお、図 9 A には、ポケット 906 ' の壁が、ランプ入口部 1720 及び直線状部分 1700 を含むことが、示されている。ランプ入口部 1720 は、ボス 904 がポケット 906 ' と係合する前に、ボス 904 を支持する面 1210 に関して 90 度以上の鈍角を形成するように確認される。ボス 904 がポケット 906 ' に接近するときに、ボス壁の先縁 1770 がポケット壁の後縁 1750 に到達する前に、ランプ入口部 1720 によって、ボス 904 が、キャリッジポケット 906 内への挿入を開始することができる。

20

【0076】

図 9 B を参照すると、キャリッジポケット 906 ' に接近するとともにポケット 906 内への挿入を開始するためにランプ入口部 1720 を使用するボス 904 の例示的な図が、示されている。ボス 904 がランプ入口部 1720 を滑り落ち始めると、ボス 904 は、キャリッジポケット 906 ' に入るのを開始する。キャリッジ結合部 900 が回転し続けると、ボス壁の先縁 1770 は、ポケット壁の後縁 1750 と接触し、ボス 904 がキャリッジポケット 1221 をバイパスすることが防止される。次に、キャリッジドライバのばね式機構 900 によって、ボス 904 をポケット 906 ' 内に挿入するのが推進することが可能になる。図 9 B に示唆されるように、キャリッジドライバ 900 がばね式機構を含む場合に、キャリッジドライバ 900 は、ボス 904 をポケット 906 ' に入れるために、キャリッジから上昇する。

30

【0077】

面 1210 に関するランプ入口部 1720 の角度 1721 は、単なる一実施形態である。ランプ入口部の角度は、示される角度 1721 以上又は未満であってもよい。しかしながら、ランプ入口部 1720 は、面 1210 に対して常に鈍角を形成する。ランプ入口部 1720 は、壁の直線状部分に対して駆動させる場合に、ポケット 906 ' の壁の直線部分 1700 が、ボス 904 を支持するための十分な軸受面を提供するように構成すべきであることが理解されるであろう。最低でも、壁の直線部分 1700 は、係合する方向と逆方向に駆動される場合に、係合が外れるのを防止するために、十分に高くする必要がある。

40

【0078】

図 10 A を参照すると、ランプ入口部 1820 含むボス 904 ' がポケット 906 に接近する例示的な図が、示されている。なお、図 10 A には、ボス壁の後縁 1840 が、ボス 904 の下面 1830 に対して 90 度以上の鈍角をなすランプ入口部 1820 を含み、下面 1830 は、そのボスがポケット 906 と係合する前に、器具 902 の面 1210 上

50

のキャリッジ 900 を支持することが、示されている。

【0079】

図 10B を参照すると、ポケット 906 に接近するとともにポケット 906 内への挿入を開始するためにランプ入口部 1820 を使用するボス 904' の例示的な図が、示されている。ボス 904' が、ポケット 906 に接近するときに、ボス壁の先縁 1870 がポケット壁の後縁 1850 に到達する前に、ランプ入口部 1820 によって、ボス 904' がポケット 906 内に挿入を開始するのを可能にする。キャリッジ 900 が回転し続けると、ボス壁の先縁 1870 は、ポケット壁の後縁 1850 と接触し、ボス 904' が、ポケット 906 をバイパスすることが防止される。キャリッジドライバ 900 のばね式機構によって、ボス 904' のキャリッジポケット 906 内への挿入を推進することが可能になる。図 10B に示唆されるように、キャリッジドライバ 900 が、ばね式機構を含む場合に、キャリッジドライバ 900 は、ボス 904' をポケット 906 に入れるように、キャリッジから上昇する。

10

【0080】

図示されるボス 904' の下面 1830 に対するランプ入口部 1820 の角度は、単なる例示的な一実施形態である。ランプ入口部の角度は、示される角度以上又は未満であってもよい。しかしながら、ランプ入口部 1820 は、ボス 904' の下面 1830 に対して常に鈍角をなすことになる。ランプ入口部 1820 は、壁の直線状部分に対して駆動される場合に、ボス壁の後縁 1840 の直線状部分が、ボス 904' を支持するために適切な軸受面を提供するように構成すべきであることが理解されるであろう。最低でも、ボス壁の後縁 1840 の直線状部分は、係合する方向と逆方向に駆動される場合に、係合が外れるのを防止するために、十分に高くする必要がある。

20

【0081】

本発明の実施形態の 1 つ又は複数の要素は、制御処理システム等のコンピュータシステムのプロセッサ上で実行するために、ソフトウェアで実現してもよい。ソフトウェアで実現された場合に、本発明の実施形態の要素は、本質的に、必要なタスクを実行するためのコードセグメントである。伝送媒体又は通信リンクを介した搬送波で具現化されるコンピュータデータ信号によってダウンロードしてもよいプログラム又はコードセグメントは、プロセッサ可読記憶媒体又は装置に記憶することができる。プロセッサ可読記憶装置は、情報を格納することができる光学媒体、半導体媒体、及び磁気媒体を含む任意の媒体を含むことができる。プロセッサ可読記憶装置の例としては、電子回路；半導体装置、半導体メモリ装置、読み出し専用メモリ (ROM)、フラッシュメモリ、消去可能なプログラマブル読み出し専用メモリ (EPROM)；フロッピー（登録商標）ディスク、CD-ROM、光ディスク、ハードディスク、又は他の記憶装置が挙げられる。コードセグメントは、インターネット、イントラネット等のコンピュータネットワークを介してダウンロードしてもよい。

30

【0082】

提示されるプロセス及びディスプレイは、本質的に、特定のコンピュータ又は他の装置に関連しなくてもよいことに注意されたい。様々な汎用システムは、本明細書の教示に従ったプログラムと共に使用することができ、或いは、説明された動作を実行するために、より特化した装置を構築するほうが好都合であり得る。これらの様々なシステムに必要な構造は、特許請求の範囲の要素として表される。また、本発明の実施形態は、特定のプログラミング言語を参照して説明していない。様々なプログラミング言語を使用して、本明細書に説明される本発明の教示を実現し得ることが理解されるであろう。

40

【0083】

本発明の特定の例示的な実施形態が、説明され且つ添付の図面に示されているが、そのような実施形態は、単に例示であり、広範な本発明に対する限定ではなく、本発明の実施形態は、様々な他の修正が当業者に想起することができるので、図示及び説明された特定の構成及び配置に限定されるものではないことを理解すべきである。

50

【図 1 A】

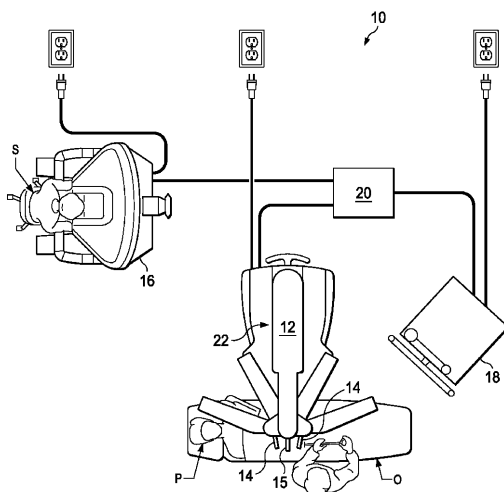


Fig. 1A

【図 1 B】

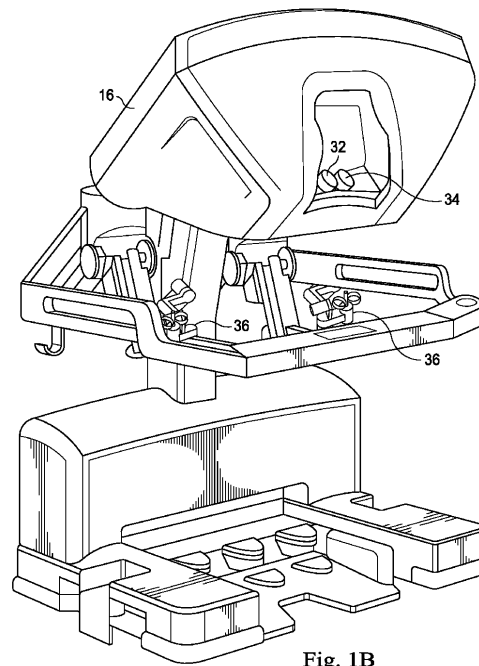


Fig. 1B

【図 1 C】

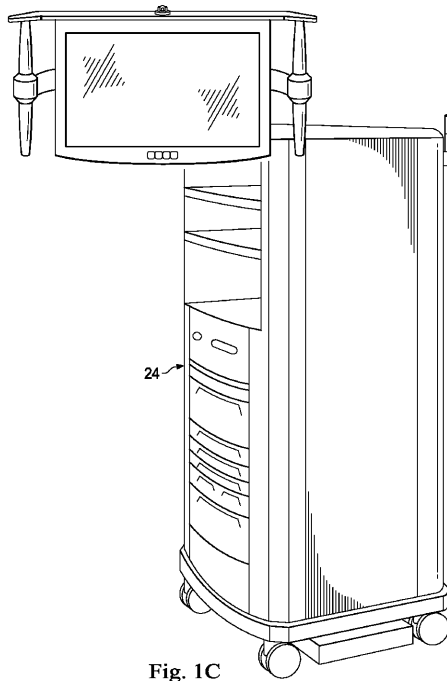


Fig. 1C

【図 1 D】

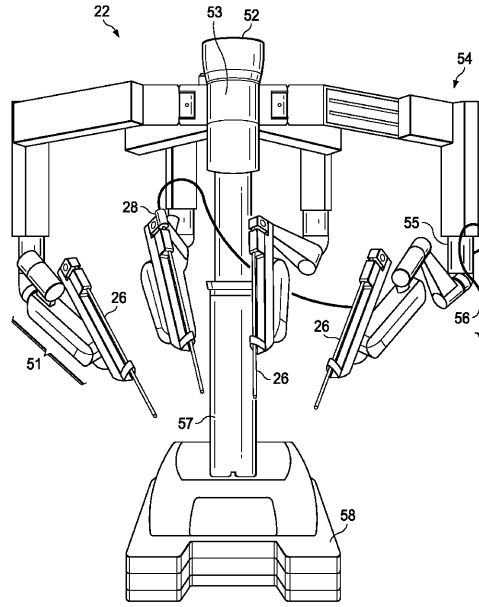


Fig. 1D

【図 1 E】

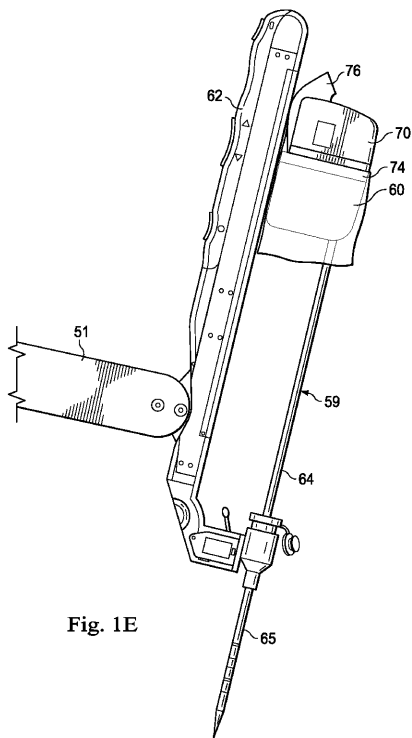


Fig. 1E

【図 1 F】

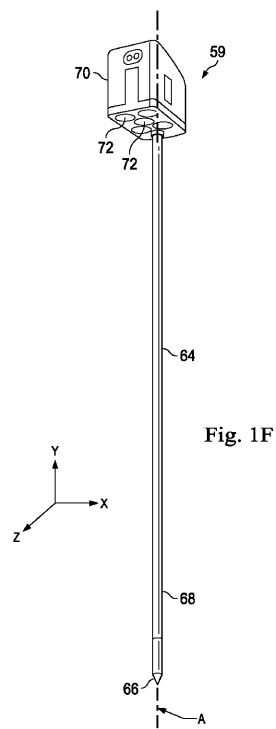
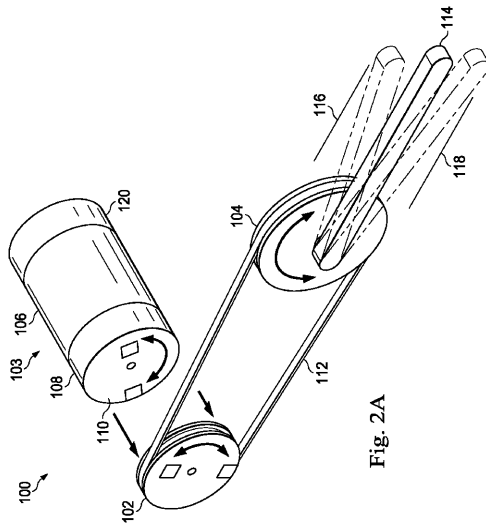
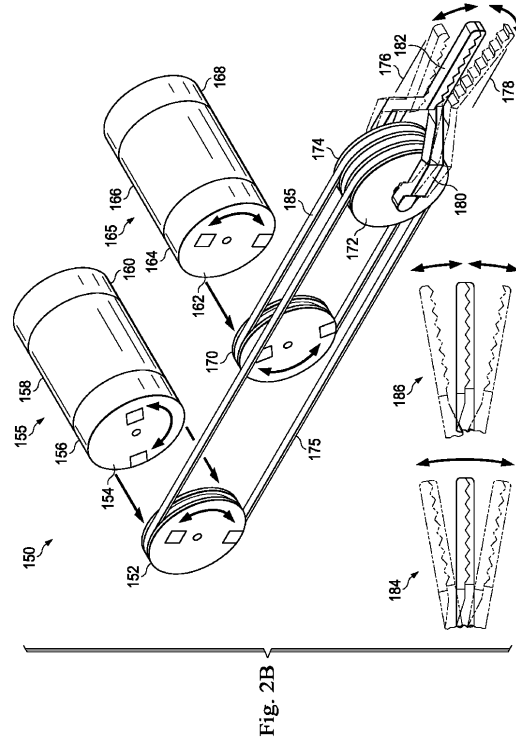


Fig. 1F

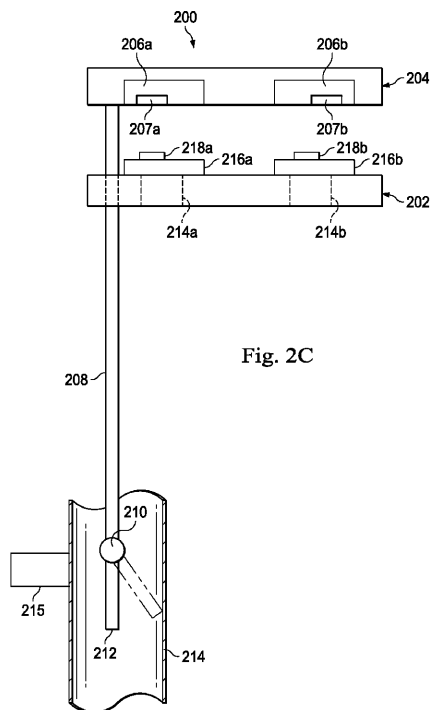
【図 2 A】



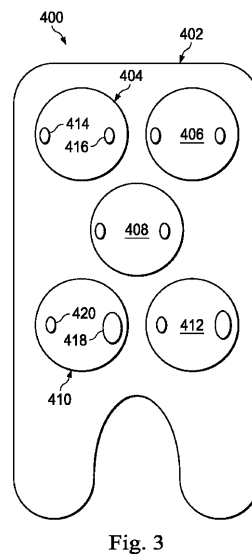
【図 2 B】



【図 2 C】



【図 3】



【図 4 A】

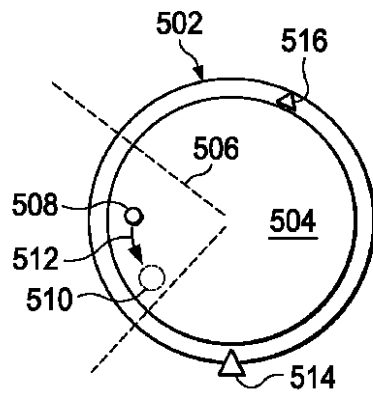


Fig. 4A

【図 4 B】

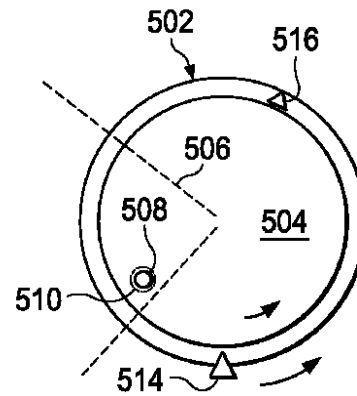


Fig. 4B

【図 4 C】

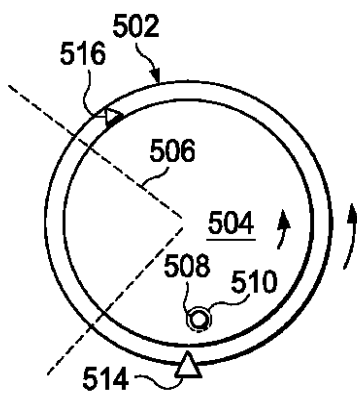


Fig. 4C

【図 4 D】

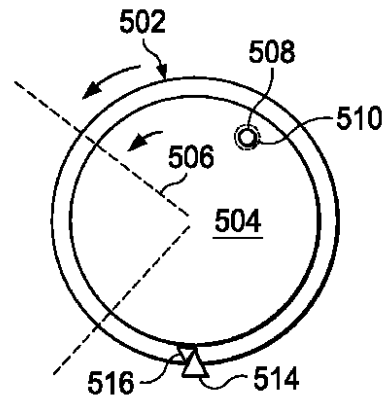


Fig. 4D

【図 4 E】

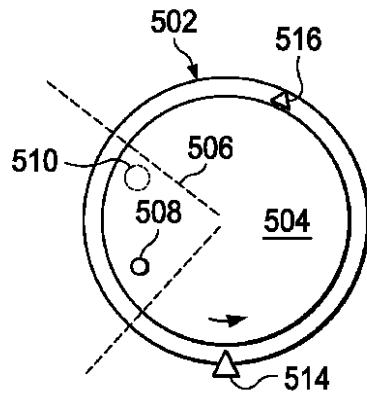


Fig. 4E

【図 4 F】

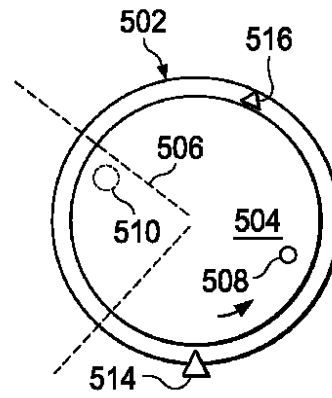


Fig. 4F

【図 4 G】

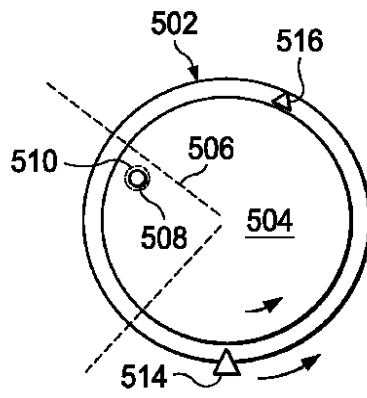


Fig. 4G

【図 4 H】

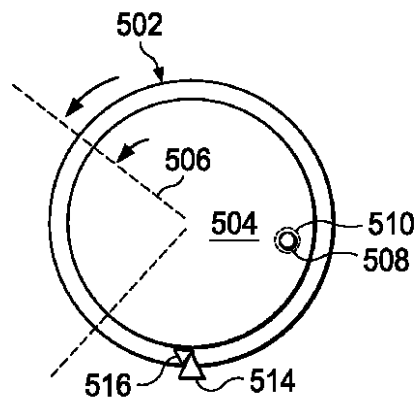


Fig. 4H

【図 5】

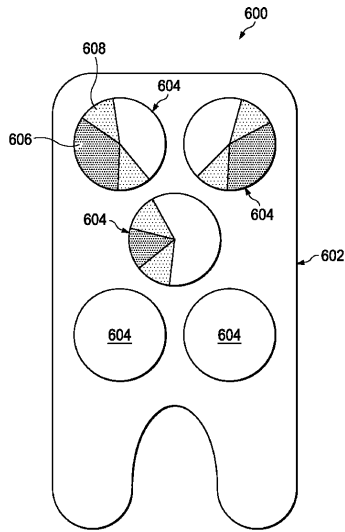


Fig. 5

【図 6】

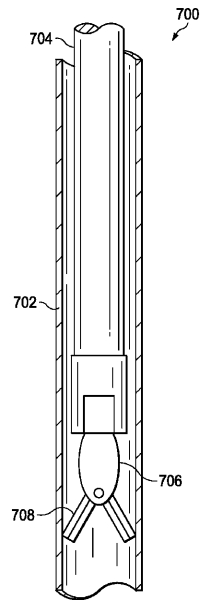
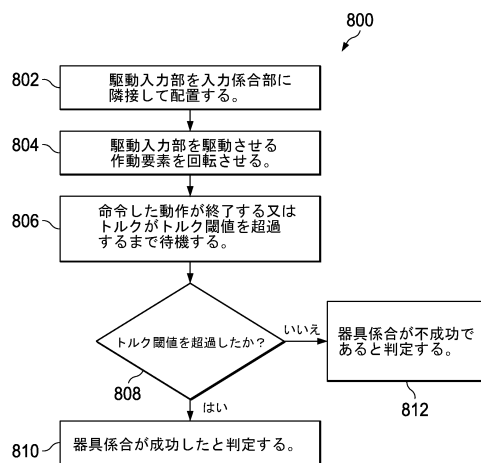


Fig. 6

【図 7】



【図 8 A】

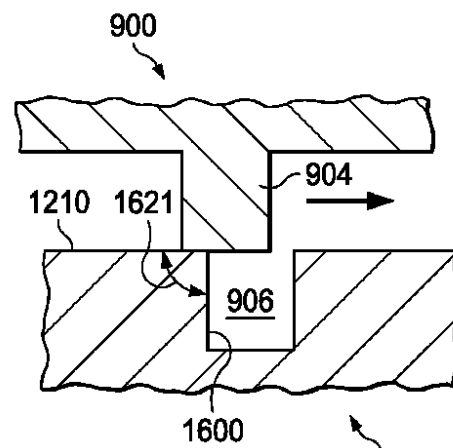
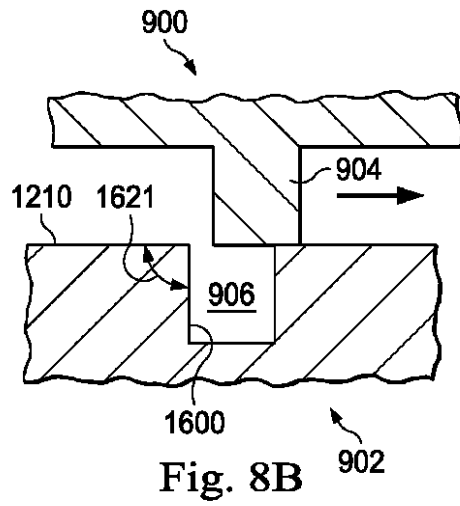
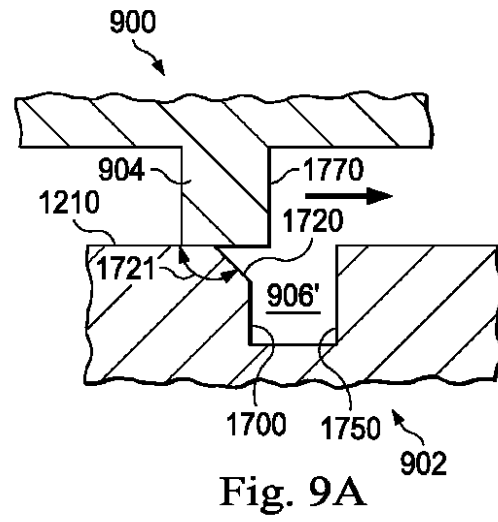


Fig. 8A

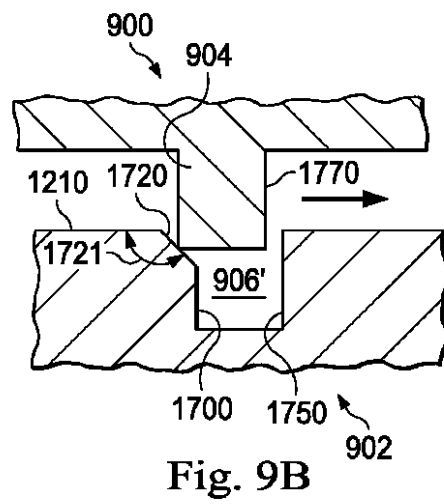
【図 8 B】



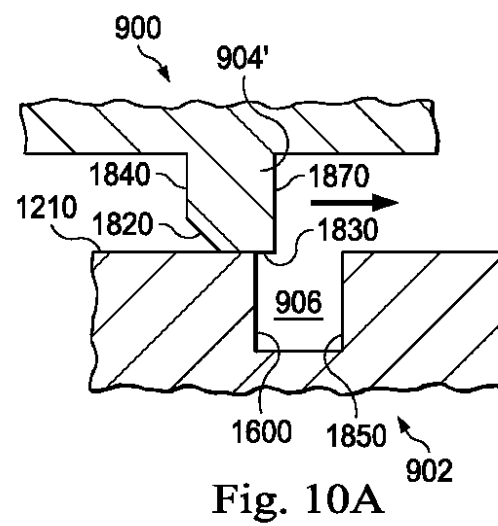
【図 9 A】



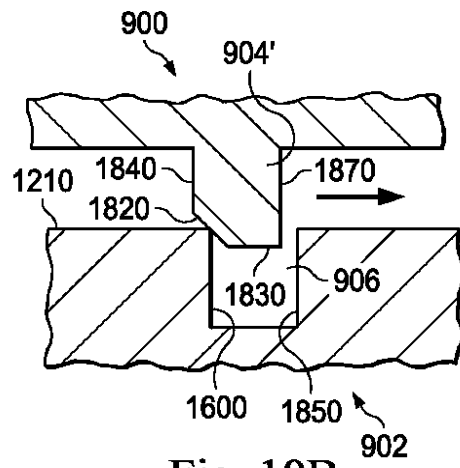
【図 9 B】



【図 10 A】



【図 10 B】



フロントページの続き

- (31)優先権主張番号 62/103,991
(32)優先日 平成27年1月15日(2015.1.15)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

前置審査

- (72)発明者 シェナ, ブルース エム
アメリカ合衆国 9 0 8 6 カリフォルニア州, サニーヴェイル, キファー・ロード 1 0 2 0
(72)発明者 スマビー, ニールズ
アメリカ合衆国 9 4 0 3 6 カリフォルニア州, パロアルト, ラゼルマ・アヴェニュー 4 2 3
0
(72)発明者 ダッチス, グレゴリー ダブリュ セカンド
アメリカ合衆国 9 4 1 0 7 カリフォルニア州, サンフランシスコ, キング・ストリート 2 6
0, アpartment 2 6 3

審査官 木村 立人

- (56)参考文献 国際公開第2 0 1 0 / 1 2 6 1 2 8 (WO, A 1)
特開平6 - 6 6 3 2 6 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A 6 1 B 1 / 0 0 1 / 3 2
A 6 1 B 1 7 / 0 0 3 4 / 3 7
B 2 5 J 1 / 0 0 2 1 / 0 2