

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6938507号
(P6938507)

(45) 発行日 令和3年9月22日 (2021.9.22)

(24) 登録日 令和3年9月3日 (2021.9.3)

(51) Int. Cl. F I
A 6 1 B 34/30 (2016.01) A 6 1 B 34/30
A 6 1 B 46/10 (2016.01) A 6 1 B 46/10

請求項の数 15 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2018-532524 (P2018-532524)	(73) 特許権者	518083032
(86) (22) 出願日	平成28年9月9日 (2016.9.9)		オーリス ヘルス インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2018-533450 (P2018-533450A)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94
(43) 公表日	平成30年11月15日 (2018.11.15)		065 レッドウッド シティ ショアラ
(86) 国際出願番号	PCT/US2016/051154		イン ドライブ 150
(87) 国際公開番号	W02017/044884	(74) 代理人	100088605
(87) 国際公開日	平成29年3月16日 (2017.3.16)		弁理士 加藤 公延
審査請求日	令和1年9月6日 (2019.9.6)	(74) 代理人	100130384
(31) 優先権主張番号	62/216, 239		弁理士 大島 孝文
(32) 優先日	平成27年9月9日 (2015.9.9)	(72) 発明者	シュエ, トラヴィス
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94
			070 サン カルロス ショアウェイ
			ロード 125 スイート ディー オー
			リス サージカル ロボティクス インコ
			ーポレイテッド内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 手術支援ロボットシステム用の器械装置マニピュレータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ベースに固定されるように構成された手術用アームと、
 手術用器具ホルダーアセンブリであって、
 前記手術用アームに取り付けられたハウジング、
 通路を有する手術用器具ホルダー、
 前記手術用器具ホルダーの第1の端部上にある取付インターフェース、および
 前記手術用器具ホルダーを前記ハウジングに対して回転させる少なくとも1つのモータ

を含む、手術用器具ホルダーアセンブリと、

手術用器具であって、

前記手術用器具の第1の面上にある相互取付インターフェース、

前記相互取付インターフェースを前記手術用器具ホルダーの前記取付インターフェースに解放可能に取り付けるように構成された取付機構、および

前記手術用器具の前記第1の面から延在する細長状本体であって、前記手術用器具ホルダーの前記通路を通過可能な細長状本体

を含む、手術用器具と

を含む、手術用器械操作システム。

【請求項 2】

前記手術用アームが手術支援ロボットシステムによって操作可能である、請求項 1 に記

10

20

載のシステム。

【請求項 3】

前記ハウジングはシリンダー形状である、請求項 1 または 2 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記手術用器具が前記手術用器具ホルダーに取り付けられているときに、前記通路、前記手術用器具ホルダーの前記細長状本体、および前記手術用器具ホルダーの回転軸は、同軸上に整列されている、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載のシステム。

【請求項 5】

前記手術用器具が前記手術用器具ホルダーに取り付けられ、前記少なくとも 1 つのモータが前記手術用器具ホルダーを前記ハウジングに対して回転させるときに、前記通路は、前記手術用器具の前記細長状本体が前記回転軸の周りで連続的に回転できるようにする、請求項 4 に記載のシステム。

10

【請求項 6】

前記取付インターフェースは、前記取付インターフェースから外向きに突出する複数のトルクカップラーを含む、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載のシステム。

【請求項 7】

前記相互取付インターフェースは、前記複数のトルクカップラーと相互に噛合するように構成される複数の器械入力部を含む、請求項 6 に記載のシステム。

【請求項 8】

前記複数のトルクカップラーのそれぞれは、駆動機構に結合される、請求項 7 に記載のシステム。

20

【請求項 9】

各トルクカップラー用の前記駆動機構は、前記トルクカップラーを回転させ、それにより、それぞれの前記器械入力部を回転させるように構成されている、請求項 8 に記載のシステム。

【請求項 10】

複数の前記駆動機構が、前記通路の周りでリング構成に配置されている、請求項 8 または 9 に記載のシステム。

【請求項 11】

前記細長状本体は、内視鏡用の操縦可能なカテーテル、または腹腔鏡用の硬質カテーテルのうちの一方である、請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載のシステム。

30

【請求項 12】

前記手術用器械操作システム用の手術用ドレープは、前記手術用器具ホルダーアセンブリと前記手術用器具との間に無菌境界を生じさせる、請求項 1 から 11 のいずれか 1 項に記載のシステム。

【請求項 13】

前記手術用ドレープは、前記手術用器具ホルダーと、前記取付インターフェースを介して前記手術用器具ホルダーに取り付けられた前記手術用器具との間に位置決めされる滅菌アダプターを含む、請求項 12 に記載のシステム。

【請求項 14】

前記滅菌アダプターは、前記手術用器具ホルダーと前記手術用器具との間でデータ、電力、および電気信号を伝送することができる、請求項 13 に記載のシステム。

40

【請求項 15】

前記ハウジングに固定されたリング状ギヤと、
前記少なくとも 1 つのモータに結合され、前記リング状ギヤのギヤの歯に噛合する回転ギヤと、
をさらに含み、

前記少なくとも 1 つのモータは、前記リング状ギヤのギヤの歯に沿って前記回転ギヤを移動させることにより、前記手術用器具ホルダーの回転を駆動する、
請求項 1 ~ 14 のいずれか 1 項に記載のシステム。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本出願は、2015年9月9日出願の米国仮特許出願第62/216,239号明細書の利益を主張し、その全体を参照することにより本書に援用する。

【0002】

本出願の主題は、2014年10月24日出願の米国特許出願第14/523,760号明細書；2014年11月14日出願の米国特許出願第14/542,403号明細書（2013年10月24日出願の米国仮特許出願第61/895,315号明細書の利益を主張する）；2014年7月1日出願の米国仮特許出願第62/019,816号明細書；2014年8月14日出願の米国仮特許出願第62/037,520号明細書；2014年9月30日出願の米国仮特許出願第62/057,936号明細書；2015年3月17日出願の米国仮特許出願第62/134,366号明細書；および2015年6月25日出願の米国仮特許出願第62/184,741号明細書に関する。上記のそれぞれの全体を本願明細書に援用する。

【0003】

この説明は、概して、手術支援ロボット(surgical robotics)に関し、特に、手術用器具に取り付けられ、手術用器具を回転させることができる器械装置マニピュレータに関する。

【背景技術】

【0004】

ロボット技術は様々に応用される。特に、ロボットアームは、通常、人が行うタスクを終わらせるのを助ける。例えば、工場では、ロボットアームを使用して自動車および消費家電製品を製造している。さらに、科学施設では、マイクロプレートを運ぶなどの実験手順を自動化するためにロボットアームを使用している。医療分野では、医師が、外科的処置を行うのを助けるためにロボットアームを使用し始めている。

【0005】

手術用ロボットシステムでは、ロボットアームは、例えば、ロボットアームの端部において器械装置マニピュレータに接続され、および器械装置マニピュレータを、規定された作業空間内の任意の位置へ動かすことができる。器械装置マニピュレータは、内視鏡に利用される操作可能なカテーテルまたは様々な腹腔鏡器具のいずれかなどの手術用器具に取り外し可能に結合され得る。器械装置マニピュレータは、ロボットアームから動きを伝えて手術用器具の位置を制御し、また、プル・ワイヤなどの器具の制御を開始してカテーテルを操作する。さらに、器械装置マニピュレータは、器具に電気的および/または光学的に結合されて、電力、光、または制御信号を提供し、器具からのデータ、例えば器具上のカメラからのビデオストリームを受信し得る。

【0006】

内視鏡または他の細長状の手術用器具をロボットで駆動するために、所望の線形方向において関節接合し、かつ所望の角度方向において「ローリング」することが望ましいことが多い。本明細書では、用語「ローリング」は、管腔内用のまたは他の細長状の手術用器具を手術用器具の縦軸の周りで回転することを意味する。現在の細長状の医療装置では、装置のシャフトでのローリングは、プル・ケーブルの管理を犠牲にして達成されることが多い。例えば、市場に出回っているいくつかの腹腔鏡装置では、装置のシャフトのローリングは、作動用プル・ワイヤ（装置のエンドエフェクタおよび/または手首の操作に使用される）を互いの周りで、シャフトと同じ速度で、単に捻ることによって、成し遂げられ得る。いずれかの方向において回転が機械的に制限されているため、ケーブルの捻じれがあってもローリングまたは把持装置操作のいずれかに対する悪影響は、皆無かそれに近い。それにも関わらず、このプル・ワイヤ管理の欠如は、シャフトの回転を通して、著しい様々なレベルの摩擦を生じる。摩擦の蓄積は、プル・ワイヤがもはや、結果として生じる

摩擦に打ち勝つことができなくなって装置のエンドエフェクタおよび／または手首に張力を与えるまで、ワイヤロープのようにプル・ワイヤが互いの周りにきつく結び付けられるまで、回転毎に着実に増加する。

【 0 0 0 7 】

いくつかの製品では、関節接合とローリングとは、ロボットの外側「シース」を使用して切り離されて、ピッチングおよびヨウイングによる関節接合を可能にする一方で、可撓性の腹腔鏡器具はローリングによる挿入およびエンドエフェクタの作動を制御する。しかしながら、これは、異なる自由度を制御する２つの別個のモジュールを備える、不必要に大きいシステムを生じる。別個のモジュールは、手術前の作業の流れを複雑にする。なぜなら、オペレータは、患者に対して２組の装置を登録する必要があるためである。手動の内視鏡では、ノブおよびダイヤルでスコープの遠位先端を作動させるが、シャフトの回転は、器具の近位端部全体を捻ることによって、行う。その結果、スコープをローリングさせるとき、オペレータは、不自然な補正位置へと強制的にひねって、ノブおよびダイヤルを操作する。これらのひねりは望ましくないため、異なるアプローチを必要とする。

10

【 0 0 0 8 】

手術用ロボットシステムを使用している間、手術用器具は器械装置マニピュレータに接続されているため、器具は患者から離れており、それゆえ、ロボットアームは、器械装置マニピュレータおよびそれに接続された器具を、患者の体内の手術部位の方へ前進させる。手術中のいくつかの状況では、器械装置マニピュレータから器具を迅速に切り離して、患者から取り除くことが望ましい。しかし、器具が器械装置マニピュレータの遠位面に接続されていると、器械装置マニピュレータからの器具の取り外しは、器具が器械装置マニピュレータの取付機構から持ち上げられ得るようにするために、器具を、手術部位の方へ短い距離前進させる必要があるかもしれない。手術部位の方へのわずかな動きでも、患者に損傷を引き起こす可能性がある。あるいは、手術用器具は、器械装置マニピュレータの頂面に接続され得る。これにより、器具を手術部位の方へ前進させずに、器具を器械装置マニピュレータから切り離すことができるが、器具の軸の周りで対称的にならないように器具を接続することは、手術用アームおよび／または器械装置マニピュレータが器具に与えることができるローリングの量を制限し得る。

20

【 0 0 0 9 】

さらに、臨床の場で患者に手術用ロボットシステムを使用する前に、システムの複数の部分を滅菌するかまたはドレープで覆うことにより、無菌環境を保護する必要がある。手術用器具は、無菌であり、かつ使い捨てであるが、ロボットアームおよび器械装置マニピュレータは使い捨てではないため、それらと手術部位との間に境界を作るために、ドレープで覆う必要がある。しかしながら、器械装置マニピュレータおよび器具の構成は様々であり、器械装置マニピュレータをドレープで覆うことに対し、ドレープで覆われた器械装置マニピュレータと、ドレープで覆われていない器具との間に電氣的、光学的、および他の接続を提供するなどの様々な課題を提示する。さらに、器具は、器械装置マニピュレータに対して回転し得るため、器具が回転されるときに、ドレープが絡むのを回避することが望ましい。

30

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 0 】

従って、器械装置マニピュレータから手術用器具をより簡単に外し、また外すための動きを軽減する機構が必要とされている。さらに、器具の作動能力と関節接合能力とを損なわずに、管腔内用のおよび他の細長状の手術用器具を「ローリング」することができる手術用器具マニピュレータが必要とされており、およびそのようなマニピュレータと適合する手術用ドレープを提供することがさらに必要とされている。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

本発明の実施形態は、器具を手術部位の方へ前進させずに、手術用ロボットシステムの

50

ロボットアーム上にある器械装置マニピュレータ（ＩＤＭ）から手術用器具を切り離すことができるようにする。例えば、ＩＤＭのいずれの取付機構からも器具を取り外すように十分に動かすために必要な動きが、手術部位から離れる方向であるようにするために、（患者から離れている）ＩＤＭの近位面上に取付インターフェースが含まれているため、器具の遠位端部は手術部位から引き離される。さらに、ＩＤＭはまた、器具の軸の周りではほぼ対称的になるように、器具をＩＤＭに取り付けることができるように貫通する通路を含んでもよい。側面に装着される配置とは対照的に、これは、より大きな量のローリング（おそらく無限）を、ＩＤＭによって器具に与えることができる。

【００１２】

様々な実施形態では、ＩＤＭは、手術用器具を手術用器具の軸の周りで連続的に回転または「ローリング」させることができるように、手術用器具を手術用ロボットアームに取り付けるように構成される。ＩＤＭは、手術用ロボットアームに取り外し可能にまたは固定して取り付けられるように構成されたベースと、ベースに取り付けられた手術用器具ホルダーアセンブリとを含む。手術用器具ホルダーアセンブリは、手術用器具ホルダーアセンブリ内に回転可能に固定される手術用器具ホルダーを含む。手術用器具ホルダーは、取付インターフェースを介して手術用器具を固定して、手術用器具が手術用器具ホルダーと一緒に回転するようにする。手術用器具ホルダーは、さらに、手術用器具の近位延在部を受け入れ、ベースに対する手術用器具の自由な回転を可能にするように構成される通路を含む。手術用器具ホルダーは、ベースに対して手術用器具ホルダーを回転させるための１つ以上の駆動機構を含む。ＩＤＭは、さらに、ベースを手術用器具ホルダーに電氣的にやり取り可能に結合して１つ以上の駆動機構に給電するために、複数のスリップリングを含む。

【００１３】

取付インターフェースは、手術用器具上の複数の器械入力部と係合できる１つ以上のトルクカップラーを含む。トルクカップラーは、アクチュエータによって駆動され、それによりトルクカップラーを回転させ、それにより複数の器械入力部を回転させ、それゆえ手術用器具の複数のエンドエフェクタを駆動させる。複数のトルクカップラーは、取付インターフェースから外向きに突出し、各トルクカップラーは、取付インターフェースから外向きに突出する第１の状態と、ハウジング内に引っ込む第２の状態との間で移行できる。第２の状態では、複数のトルクカップラーは、複数の器械入力部から関節接合を解除され（*de-articulated*）、手術用器具を手術用器具ホルダーアセンブリから取り外すことができるようにする。手術用器具ホルダーアセンブリは、さらに、手術用器具が手術用器具ホルダーアセンブリに解放可能に固定されるように、第１の状態と第２の状態との間の移行を制御するように構成された作動機構を含む。いくつかの実施形態では、手術用器具の外側ハウジングは、回転運動によって作動機構を作動させるように、回転できる。この器具の係合解除の構成によって、手術用器具を手術用器具ホルダーアセンブリから係合解除でき、かつ患者に対して遠位方向に取り外すことができ、手術用器具の取り外す最中の患者の安全性が高められる。

【００１４】

本発明の実施形態は、手術用ロボットシステムのＩＤＭ用の手術用ドレープを含む。手術用ドレープは、手術用アームの少なくとも一部分およびＩＤＭを被覆するように構成された滅菌シートを含む。滅菌シートには第１の突起および第２の突起が取り付けられており、各突起は、ＩＤＭの通路に挿入可能である。第１および第２の突起は、それぞれ、ひとたび通路に挿入されたら、相互に嵌合するように構成された固定インターフェースを有する。第１および第２の突起は、さらに、手術用器具の細長状本体を受け入れるように構成される。特定の実施形態では、第１の突起は、外側リング内で回転可能にかつ同軸上に固定される内側ディスクに接続され得る。内側ディスクは、ＩＤＭの取付インターフェースを被覆するように構成される。この構成によって、ＩＤＭが手術用器具の軸の周りで連続的に回転または「ローリング」するように構成されるときに、内側ディスクを、ＩＤＭに取り付けられた手術用器具と一緒に自由に回転させることができる。他の実施形態では

、第２のインターフェースも、滅菌シートに回転可能に取り付けられ得る。

【図面の簡単な説明】

【００１５】

【図１】一実施形態による手術用ロボットシステムを示す。

【図２】一実施形態による手術用ロボットシステム用のコマンドコンソールを示す。

【図３】一実施形態による手術用ロボットシステム用の器械装置マニピュレータの斜視図を示す。

【図４】一実施形態による、図３の器械装置マニピュレータの側面図を示す。

【図５】一実施形態による、図３の器械装置マニピュレータに固定された、例示的な手術用器具の前面分解斜視図を示す。

【図６】一実施形態による、図３の器械装置マニピュレータに固定された、例示的な手術用器具の背面分解斜視図を示す。

【図７】一実施形態による、手術用器具ホルダーからの手術用器具の係合および係合解除の作動機構の拡大斜視図を示す。

【図８Ａ】一実施形態による、滅菌アダプターからの手術用器具の係合および係合解除のプロセスを示す。

【図８Ｂ】一実施形態による、滅菌アダプターからの手術用器具の係合および係合解除のプロセスを示す。

【図９Ａ】追加的な実施形態による、滅菌アダプターからの手術用器具の係合および係合解除のプロセスを示す。

【図９Ｂ】追加的な実施形態による、滅菌アダプターからの手術用器具の係合および係合解除のプロセスを示す。

【図１０Ａ】一実施形態による、器械装置マニピュレータ内で手術用器具ホルダーをローリングするための機構の斜視図を示す。

【図１０Ｂ】一実施形態による器械装置マニピュレータの断面図を示す。

【図１１Ａ】一実施形態による、器械装置マニピュレータおよびそのいくつかの電気部品の内部構成要素の部分的な分解斜視図を示す。

【図１１Ｂ】一実施形態による、器械装置マニピュレータおよびそのいくつかの電気部品の内部構成要素の部分的な分解斜視図を示す。

【図１２】一実施形態による、手術用器具ホルダーを回転割り出しするための、器械装置マニピュレータの電気部品の拡大斜視図を示す。

【図１３】一実施形態による、手術支援ロボットシステムのための器械装置マニピュレータ用の手術用ドレープの断面図を示す。

【図１４】一実施形態による、手術用器具ホルダー用の手術用ドレープの相互嵌合インターフェースの断面図を示す。

【図１５】一実施形態による、器械装置マニピュレータ用の手術用ドレープの滅菌アダプターの断面図を示す。

【図１６】追加的な実施形態による、器械装置マニピュレータ用の手術用ドレープの断面図を示す。

【図１７】一実施形態による、手術用器具と器械装置マニピュレータとの間の電力およびデータの伝送のための光インターフェースを示す。

【発明を実施するための形態】

【００１６】

図面は、説明のためだけに、本発明の実施形態を示す。当業者は、以下の説明から、本明細書で説明する本発明の原理から逸脱せずに、本明細書に示す構造および方法の代替的な実施形態が用いられ得ることを容易に認識するであろう。

【００１７】

I. 手術用ロボットシステム

図１は、手術用ロボットシステム１００の実施形態を示す。手術用ロボットシステム１００は、１つ以上のロボットアーム、例えば、ロボットアーム１０２に結合されたベース

10

20

30

40

50

101を含む。ベース101は、図2を参照して本明細書でさらに説明されるコマンドコンソールに通信可能に結合される。ベース101は、ロボットアーム102が、患者に外科的処置を行うためにアクセスするように位置決めされ得る一方で、医師などのユーザは、コマンドコンソールからくつろいだ状態で、手術用ロボットシステム100を制御し得る。いくつかの実施形態では、ベース101は、患者を支持するための手術台またはベッドに結合され得る。明快にするために図1には示さないが、ベース101は、サブシステム、例えば制御エレクトロニクス、空気力学機構、電力源、光源などを含み得る。ロボットアーム102は、ジョイント111で結合された複数のアームセグメント110を含み、これにより、ロボットアーム102に多自由度、例えば、7個のアームセグメントに対応する7自由度をもたらす。ベース101は、電力源112、空気圧113、および制御およびセンサーエレクトロニクス114 - 中央処理装置、データバス、制御回路、およびメモリなどの構成要素を含む - およびロボットアーム102を動かすためのモータなどの関連のアクチュエータを含み得る。ベース101内のエレクトロニクス114はまた、コマンドコンソールから通信された制御信号を処理および伝送し得る。

【0018】

いくつかの実施形態では、ベース101は、手術用ロボットシステム100を運搬するための車輪115を含む。手術用ロボットシステム100に移動性があることにより、手術室における空間の制約に適応させるのを、ならびに手術用機器の適切な位置決めおよび動きを容易にするのを助ける。さらに、移動性によって、ロボットアーム102が患者、医師、麻酔科医、または任意の他の機器を邪魔しないように、ロボットアーム102を構成できる。処置の最中、ユーザは、コマンドコンソールなどの制御装置を使用してロボットアーム102を制御し得る。

【0019】

いくつかの実施形態では、ロボットアーム102は、ロボットアーム102の位置を維持するために、ブレーキおよび釣り合い錘の組み合わせを使用するセットアップジョイントを含む。釣り合い錘は、ガススプリングまたはコイルバネを含み得る。ブレーキ、例えば、フェイルセーフブレーキは、機械部品および/または電気部品を含み得る。さらに、ロボットアーム102は、重力補助式受動的支持 (gravity-assisted passive support) 型のロボットアームとし得る。

【0020】

各ロボットアーム102は、機構チェンジャーインターフェース (MCI) 116を使用して器械装置マニピュレータ (IDM) 117に結合され得る。IDM 117は取り外されて、異なるタイプのIDMと交換されることができ、例えば、第1のタイプのIDMは内視鏡を操作する一方で、第2のタイプのIDMは腹腔鏡を操作する。MCI 116は、ロボットアーム102からIDM 117へ空気圧、電気出力、電気信号、および光信号を伝達するためにコネクタを含む。MCI 116は、止めネジまたはベースプレートコネクタとし得る。IDM 117は、直接駆動、ハーモニックドライブ (登録商標)、歯車駆動、ベルト車、磁気駆動などを含む技術を使用して、内視鏡118などの手術用器械を操作する。MCI 116は、IDM 117のタイプに基づいて取り替え可能であり、およびある種の外科的処置向けにカスタマイズされ得る。ロボットアーム102は、KUKA AG (登録商標) LBR 5ロボットアームなど、遠位端部に手首とジョイントレベルトルク感知部とを含み得る。

【0021】

内視鏡118は、患者の解剖学的構造に挿入されて解剖学的構造 (例えば、体組織) の画像を撮る、チューブ状で可撓性の手術用器械である。特に、内視鏡118は、画像を撮る1つ以上の撮像装置 (例えば、カメラまたはセンサー) を含む。撮像装置は、光ファイバー、ファイバーアレイ、またはレンズなどの1つ以上の光学部品を含み得る。光学部品は内視鏡118の先端と一緒に動いて、内視鏡118の先端の動きにより、撮像装置によって撮られる画像を変更するようにする。内視鏡は全体を通して主要な例として使用されるが、手術用ロボットシステム100は、様々な手術用器械と一緒に使用され得ることが

10

20

30

40

50

理解される。

【 0 0 2 2 】

いくつかの実施形態では、手術用ロボットシステム 1 0 0 のロボットアーム 1 0 2 は、細長状の移動部材を使用して内視鏡 1 1 8 を操作する。細長状の移動部材は、プルまたはプッシュ・ワイヤとも呼ばれるプル・ワイヤ、ケーブル、ファイバー、または可撓性シャフトを含み得る。例えば、ロボットアーム 1 0 2 は、内視鏡 1 1 8 に結合された複数のプル・ワイヤを作動させ、内視鏡 1 1 8 の先端を撓ませる。プル・ワイヤは、金属材料および非金属材料の双方、例えばステンレス鋼、Kevlar、タングステン、カーボンファイバーなどを含み得る。内視鏡 1 1 8 は、細長状の移動部材によって加えられた力に応答して、非線形のふるまいを示し得る。非線形のふるまいは、内視鏡 1 1 8 の剛性および圧縮性、ならびに異なる細長状の移動部材間の弛みまたはスティフネスの変動性に基き得る。

10

【 0 0 2 3 】

手術用ロボットシステム 1 0 0 は、コントローラ 1 2 0、例えば、コンピュータプロセッサを含む。コントローラ 1 2 0 は、較正モジュール 1 2 5、画像登録モジュール 1 3 0、および較正記憶装置 1 3 5 を含む。較正モジュール 1 2 5 は、勾配、ヒステリシス、およびデッドゾーンの値などのパラメータと併せて、区分的線形応答のモデルを使用して、非線形のふるまいを特徴付け得る。手術用ロボットシステム 1 0 0 は、パラメータの正確な値を決定することによって、内視鏡 1 1 8 をより正確に制御できる。いくつかの実施形態では、コントローラ 1 2 0 のある程度のまたは全ての機能性は、手術用ロボットシステム 1 0 0 の外部で、例えば、手術用ロボットシステム 1 0 0 に通信可能に結合された別のコンピュータシステムまたはサーバー上で行われる。

20

【 0 0 2 4 】

II. コマンドコンソール

図 2 は、一実施形態による手術用ロボットシステム 1 0 0 用のコマンドコンソール 2 0 0 を示す。コマンドコンソール 2 0 0 は、コンソールベース 2 0 1 と、ディスプレイモジュール 2 0 2、例えばモニタと、制御モジュール、例えばキーボード 2 0 3 およびジョイスティック 2 0 4 とを含む。いくつかの実施形態では、コマンドモジュール 2 0 0 の機能の 1 つ以上は、手術用ロボットシステム 1 0 0 のベース 1 0 1、または手術用ロボットシステム 1 0 0 に通信可能に結合された別のシステムに組み込まれ得る。ユーザ 2 0 5、例えば医師は、コマンドコンソール 2 0 0 を使用して人間工学的な位置から手術用ロボットシステム 1 0 0 を遠隔制御する。

30

【 0 0 2 5 】

コンソールベース 2 0 1 は、例えば図 1 に示す内視鏡 1 1 8 からのカメラ画像データおよび追跡センサーデータなどの信号を解読して処理することに関与する中央処理装置、メモリ装置、データバス、および関連のデータ通信ポートを含み得る。いくつかの実施形態では、コンソールベース 2 0 1 およびベース 1 0 1 の双方とも、不可分散のために信号処理を実行する。コンソールベース 2 0 1 はまた、制御モジュール 2 0 3 および 2 0 4 を通してユーザ 2 0 5 によって提供されたコマンドおよび命令を処理し得る。図 2 に示すキーボード 2 0 3 およびジョイスティック 2 0 4 に加えて、制御モジュールは、他の装置、例えば、コンピュータマウス、トラックパッド、トラックボール、制御パッド、テレビゲームコントローラ、および手を使ったジェスチャーおよび指を使ったジェスチャーを捉えるセンサー（例えば、モーションセンサーまたはカメラ）を含み得る。

40

【 0 0 2 6 】

ユーザ 2 0 5 は、速度モードまたは位置制御モードでコマンドコンソール 2 0 0 を使用して、内視鏡 1 1 8 などの手術用器械を制御し得る。速度モードでは、ユーザ 2 0 5 は、制御モジュールを使用する直接的な手動制御に基づいて、内視鏡 1 1 8 の遠位端部のピッチおよびヨー運動を直接的に制御する。例えば、ジョイスティック 2 0 4 の動きは、内視鏡 1 1 8 の遠位端部におけるヨーイングおよびピッチングの動きにマップされ得る。ジョイスティック 2 0 4 は、ユーザ 2 0 5 に触覚フィードバックを提供し得る。例えば、ジョ

50

イスティック 204 は振動して、内視鏡 118 がある方向にさらに平行移動したりまたは回転したりはできないことを示す。コマンドコンソール 200 はまた、視覚フィードバック（例えば、ポップアップメッセージ）および／または音声フィードバック（例えば、ピープ音）を提供して、内視鏡 118 が最大平行移動または回転に到達したことを示し得る。

【0027】

位置制御モードでは、コマンドコンソール 200 は、患者の三次元（3D）マップおよび患者の予め決められたコンピュータモデルを使用して、手術用器械、例えば、内視鏡 118 を制御する。コマンドコンソール 200 は、手術用ロボットシステム 100 のロボットアーム 102 に制御信号を提供して、内視鏡 118 を標的箇所まで操作する。3D マップへの依存に起因して、位置制御モードは、患者の解剖学的構造の正確なマッピングを必要とする。

【0028】

いくつかの実施形態では、ユーザ 205 は、コマンドコンソール 200 を使用することなく、手術用ロボットシステム 100 のロボットアーム 102 を手動で操作し得る。手術室内で設定する際に、ユーザ 205 は、ロボットアーム 102、内視鏡 118、および他の手術用機器を動かして、患者にアクセスしてもよい。手術用ロボットシステム 100 は、ユーザ 205 からの力フィードバックおよび慣性制御に応じて、ロボットアーム 102 および機器の適切な構成を決定し得る。

【0029】

ディスプレイモジュール 202 は、電子モニタ、バーチャルリアリティ表示装置（*virtual reality viewing device*）、例えばゴーグルや眼鏡、および／または他の手段のディスプレイ装置を含み得る。いくつかの実施形態では、ディスプレイモジュール 202 は、例えば、タッチスクリーンを備えるタブレット型デバイスとして、制御モジュールと一体化される。さらに、ユーザ 205 は、統合されたディスプレイモジュール 202 と制御モジュールを使用して、データの閲覧、および手術用ロボットシステム 100 へのコマンドの入力の双方を行い得る。

【0030】

ディスプレイモジュール 202 は、立体視装置、例えばバイザーやゴーグルを使用して、3D 画像を表示し得る。3D 画像は、「エンドビュー（*endo view*）」（すなわち、内視鏡映像（*endoscopic view*））を提供し、これは、患者の解剖学的構造を示すコンピュータの 3D モデルである。「エンドビュー」は、患者の体内の仮想環境、および患者の体内での内視鏡 118 の予測される位置を提供する。ユーザ 205 は、「エンドビュー」モデルを、カメラで撮った実際の画像と比較して、患者の体内で内視鏡 118 が正しい - または適度に正しい - 位置にあるように心の中で向きを決め、かつそれを確認する助けにする。「エンドビュー」は、解剖学的構造、例えば、内視鏡 118 の遠位端部の周りにある患者の腸または結腸の形状に関する情報を提供する。ディスプレイモジュール 202 は、内視鏡 118 の遠位端部の周りの解剖学的構造の 3D モデルおよびコンピュータ断層撮影（*CT*）スキャンを同時に表示し得る。さらに、ディスプレイモジュール 202 は、内視鏡 118 の予め決められた最適なナビゲーションパスを 3D モデルおよび *CT* スキャンに重ね合わせることができる。

【0031】

いくつかの実施形態では、内視鏡 118 のモデルは 3D モデルと一緒に表示されて、外科的処置のステータスを示すのを助ける。例えば、*CT* スキャンは、生検が必要かもしれない解剖学的構造内の病変を特定する。手術中、ディスプレイモジュール 202 は、内視鏡 118 の現在の箇所に対応する、内視鏡 118 が撮った参照画像を示し得る。ディスプレイモジュール 202 は、ユーザ設定および特定の外科的処置に依存して、内視鏡 118 のモデルの異なる映像を自動的に表示し得る。例えば、ディスプレイモジュール 202 は、内視鏡 118 が患者の手術領域に接近するときのナビゲーションステップの最中の内視鏡 118 の透視オーバーヘッドビュー（*overhead fluoroscopic*

10

20

30

40

50

view)を示す。

【0032】

III. 器械装置マニピュレータ

一実施形態に従って、図3は、手術用ロボットシステム用の器械装置マニピュレータ(IDM)300の斜視図を示し、および図4は、IDM300の側面図を示す。IDM300は、手術用器具が手術用器具の軸の周りで連続的に回転または「ローリング」できるように、手術用器具を手術用ロボットアームに取り付けるように構成されている。IDM300は、ベース302および手術用器具ホルダーアセンブリ304を含む。手術用器具ホルダーアセンブリ304は、さらに、外側ハウジング306、手術用器具ホルダー308、取付インターフェース310、通路312、および複数のトルクカップラー314を含む。IDM300は、様々な手術用器具(図3には図示せず)と一緒に使用されてもよく、これら手術用器具は、ハウジングおよび細長状本体を含んでもよく、および腹腔鏡、内視鏡、または手術用器械の他のタイプのエンドエフェクタのためのものとし得る。

【0033】

ベース302は、IDM300を手術用ロボットシステムの手術用ロボットアームに取り外し可能にまたは固定して装着する。図3の実施形態では、ベース302は、手術用器具ホルダーアセンブリ304の外側ハウジング306に固定して取り付けられている。代替的な実施形態では、ベース302は、取付インターフェース310とは対向する面に手術用器具ホルダー308を回転式に受け入れるように適合されるプラットフォームを含むような構造にされ得る。プラットフォームは、手術用器具の細長状本体を受け入れるために、通路312と整列された通路、および、いくつかの実施形態では、第1の手術用器具と同軸上に装着される第2の手術用器具の追加的な細長状本体を含み得る。

【0034】

手術用器具ホルダーアセンブリ304は、手術用器具をIDM300に固定し、かつベース302に対して手術用器具を回転させるように構成される。機械的および電氣的接続が、手術用アームからベース302まで、その後、手術用器具ホルダーアセンブリ304までもたらされ、外側ハウジング306に対して手術用器具ホルダー308を回転させ、かつ手術用アームから手術用器具ホルダー308まで、および最終的には手術用器具まで、電力および/または信号を操作および/または送達する。信号は、空気圧、電気出力、電気信号、および/または光信号に関する信号を含み得る。

【0035】

外側ハウジング306は、ベース302に対して手術用器具ホルダーアセンブリ304を支持する。外側ハウジング306は、ベース302に固定して取り付けられ、ベース302に対して静止したままであるようにする一方で、手術用器具ホルダー308は外側ハウジング306に対して自由に回転できるようにする。図3の実施形態では、外側ハウジング306は、シリンダー形状であり、かつ手術用器具ホルダー308を完全に囲む。外側ハウジング306は、硬質材料(例えば、金属または硬質プラスチック)で構成され得る。代替的な実施形態では、ハウジングの形状は異なってもよい。

【0036】

手術用器具ホルダー308は、取付インターフェース310を介して手術用器具をIDM300に固定する。手術用器具ホルダー308は、外側ハウジング306とは無関係に回転することができる。手術用器具ホルダー308は、手術用器具の細長状本体と同軸上に整列する回転軸316の周りで回転し、手術用器具が手術用器具ホルダー308と一緒に回転するようにする。

【0037】

取付インターフェース310は、手術用器具ホルダー308の、手術用器具に取り付ける面である。取付インターフェース310は、取付機構の第1の部分を含み、第1の部分は、手術用器具上に配置された取付機構の第2の部分と相互に噛合し、これについて、図8Aおよび図8Bに関して詳細を説明する。取付インターフェース310は複数のトルクカップラー314を含み、これらトルクカップラーは、取付インターフェース310から

外向きに突出し、かつ手術用器具上のそれぞれの器械入力部と係合する。いくつかの実施形態では、IDM300と手術用器具との間に無菌境界を生じるために、滅菌アダプターに結合された手術用ドレープが使用され得る。これらの実施形態では、滅菌アダプターは、手術用器具がIDM300に固定されるときに、取付インターフェース310と手術用器具との間に位置決めされて、手術用ドレープが、手術用器具および患者をIDM300および手術支援ロボットシステムから分離するようにし得る。

【0038】

通路312は、手術用器具が取付インターフェース310に固定されるときに、手術用器具の細長状本体を受け入れるように構成される。図3の実施形態では、通路312は、手術用器具の細長状本体の縦軸および手術用器具ホルダー308の回転軸316と同軸上に位置合わせされる。通路312は、手術用器具の細長状本体が通路312内で自由に回転できるようにする。この構成は、最小限の制約で、または制約がない状態で、手術用器具が回転軸316の周りでいずれの方向にも連続的に回転またはローリングされるようにできる。

【0039】

複数のトルクカップラー314は、手術用器具が手術用器具ホルダー308に固定されているときに、手術用器具の構成要素に係合してそれらを駆動するように構成される。各トルクカップラー314は、手術用器具上にあるそれぞれの器械入力部に挿入される。複数のトルクカップラー314はまた、手術用器具と手術用器具ホルダー308との間の回転整列を維持する働きをし得る。図3に示すように、各トルクカップラー314は、取付インターフェース310から外向きに突出するシリンダー状突起の形状にされる。シリンダー状突起の外表面領域に沿ってノッチ318が配置され得る。いくつかの実施形態では、ノッチ318の配置構成によって、スプラインインターフェースを生じる。手術用器具上の器械入力部は、トルクカップラー314に対して相補的な幾何学的形状を有するように構成される。例えば、図3には示さないが、手術用器具の器械入力部は、シリンダー形状とし、および各トルクカップラー314上の複数のノッチ318と相互に噛合する複数のリッジを有し、そのようにして、それらのノッチ318にトルクを与えるようにしてもよい。代替的な実施形態では、シリンダー状突起の頂面は、それぞれの器械入力部内の複数のリッジと噛合するように構成された複数のノッチ318を含んでもよい。この構成では、各トルクカップラー314は、そのそれぞれの器械入力部と完全に係合する。

【0040】

さらに、各トルクカップラー314は、トルクカップラーを平行移動させることができるバネに結合され得る。図3の実施形態では、バネは、各トルクカップラー314を取付インターフェース310から離れるように外向きに跳ねるように付勢される。バネは、軸方向の平行移動を生じる、すなわち、取付インターフェース310から離れるように突き出し、かつ手術用器具ホルダー308の方へ引っ込むように構成される。いくつかの実施形態では、各トルクカップラー314は、手術用器具ホルダー308内へ部分的に引っ込むことができる。他の実施形態では、各トルクカップラー314は、各トルクカップラーの実効高さが、取付インターフェース310に対してゼロになるように、手術用器具ホルダー308内に完全に引っ込むことができる。図3の実施形態では、各トルクカップラー314の平行移動は作動機構によって作動され、これについて、図7～8に関してさらに詳細に説明する。様々な実施形態では、各トルクカップラー314は、1つのバネ、複数のバネ、または各トルクカップラーのそれぞれのバネに結合され得る。

【0041】

さらに、各トルクカップラー314は、それぞれのアクチュエータによって駆動され、これにより、トルクカップラーのいずれかの方向への回転を生じる。それゆえ、ひとたび器械入力部と係合されたら、各トルクカップラー314は電力を伝送して、手術用器具内でプル・ワイヤを引っ張ったりまたは緩めたりでき、それにより、手術用器具のエンドエフェクタを操作する。図3の実施形態では、IDM300は5個のトルクカップラー314を含むが、他の実施形態では、個数は、手術用器具のエンドエフェクタに対する所望の

数の自由度に応じて、変わってもよい。いくつかの実施形態では、滅菌アダプターに結合された手術用ドレープを使用して、I D M 3 0 0 と手術用器具との間に無菌境界を生じ得る。これらの実施形態では、滅菌アダプターは、手術用器具が I D M 3 0 0 に固定されているときには、取付インターフェース 3 1 0 と手術用器具との間に位置決めされ得、および滅菌アダプターは、各トルクカップラー 3 1 4 からそれぞれの器械入力部へ電力を伝送するように構成され得る。

【 0 0 4 2 】

図 3 に示す I D M 3 0 0 の実施形態は、手術用ロボットシステムを備える様々な構成において使用され得る。所望の構成は、患者に対して行われる外科的処置のタイプ、または外科的処置の最中に使用される手術用器具のタイプに依存し得る。例えば、I D M 3 0 0 の所望の構成は、内視鏡的処置では、腹腔鏡的処置と異なってもよい。

10

【 0 0 4 3 】

第 1 の構成では、I D M 3 0 0 は、手術用アームに取り外し可能にまたは固定して取り付けられて、外科的処置の最中に取付インターフェース 3 1 0 が患者の近位になるようにし得る。以下「前面装着構成」と称すこの構成では、手術用器具は、患者に対して近位の側で I D M 3 0 0 に固定される。前面装着構成で使用する手術用器具は、手術用器具の細長状本体が手術用器具の取付インターフェースに対向する側から延在するような構造にされる。手術用器具が前面装着構成の I D M 3 0 0 から取り外されるとき、手術用器具は、患者に対して近位方向に取り外される。

【 0 0 4 4 】

20

第 2 の構成では、I D M 3 0 0 は、手術用アームに取り外し可能にまたは固定して取り付けられて、外科的処置の最中に取付インターフェース 3 1 0 が患者の遠位になるようにし得る。以下「背面装着構成」と称すこの構成では、手術用器具は、患者に対して遠位の側で I D M 3 0 0 に固定される。背面装着構成で使用する手術用器具は、手術用器具の細長状本体が手術用器具の取付インターフェースから延在するような構造にされる。この構成は、I D M 3 0 0 から器具を取り外す最中の患者の安全性を高める。手術用器具が背面装着構成の I D M 3 0 0 から取り外されるとき、手術用器具は患者から遠位方向に取り外される。

【 0 0 4 5 】

手術用器具のいくつかの構成は、手術用器具が前面装着構成または背面装着構成のいずれかにある I D M と一緒に使用され得るような構造にされ得る。これらの構成では、手術用器具は、手術用器具の両端部に取付インターフェースを含む。いくつかの外科的処置では、医師は、行っている外科的処置のタイプに応じて I D M の構成を決定し得る。例えば、背面装着構成は腹腔鏡的処置に有益とし得、腹腔鏡器具は、他の手術用器械と比べて特に長いとし得る。手術用アームは、医師が手術用器具の遠位端部を患者の遠い箇所（例えば、肺または血管）へと方向付けるときなどの外科的処置の最中に動くため、腹腔鏡器具の長さが長いことにより、手術用アームを、より大きな弧の周りで揺動させることとなる。背面装着構成は、通路 3 1 2 を通して細長状本体の一部分を受け入れ、それにより手術用器具を位置決めするために手術用アームによって必要とされる動きの弧を小さくすることによって、手術用器具の器具実効長を短くすることが、有益である。

30

40

【 0 0 4 6 】

図 5 ~ 6 は、一実施形態による、図 3 の器械装置マニピュレータ 3 0 0 に固定された例示的な手術用器具 5 0 0 の分解斜視図を示す。手術用器具 5 0 0 は、ハウジング 5 0 2、細長状本体 5 0 4、および複数の器械入力部 6 0 0 を含む。上述の通り、長尺状本体 5 0 4 は、腹腔鏡、内視鏡、またはエンドエフェクタを有する他の手術用器械とし得る。図示の通り、複数のトルクカップラー 3 1 4 は、取付インターフェース 3 1 0 から外向きに突出して、手術用器具の器械入力部 6 0 0 と係合する。器械入力部 6 0 0 の構造は図 6 に示し得るが、器械入力部 6 0 0 は、トルクカップラー 3 1 4 に対応する幾何学的形状を有して、手術用器具を確実にしっかりと係合する。

【 0 0 4 7 】

50

外科的処置の最中、手術用ドレープは、I D M 3 0 0 と外部環境（すなわち、手術室）との間の無菌境界を維持するために使用され得る。図 5 ～ 6 の実施形態では、手術用ドレープは、滅菌アダプター 5 0 6、第 1 の突起 5 0 8、および第 2 の突起 5 1 0 を含む。図 5 ～ 6 には示さないが、滅菌シートが滅菌アダプター、および第 2 の突起に接続され、かつ I D M 3 0 0 の周りをドレープで覆って無菌境界を生じる。

【 0 0 4 8 】

滅菌アダプター 5 0 6 は、I D M 3 0 0 に固定されるときに、I D M 3 0 0 と手術用器具 5 0 0 との間に滅菌インターフェースを生じるように構成される。図 5 ～ 6 の実施形態では、滅菌アダプター 5 0 6 は、I D M 3 0 0 の取付インターフェース 3 1 0 を被覆するディスク様の幾何学的形状を有する。滅菌アダプター 5 0 6 は、手術用器具 5 0 0 の細長状本体 5 0 4 を受け入れるように構成される中心穴 5 0 8 を含む。この構成では、滅菌アダプター 5 0 6 は、手術用器具 5 0 0 が I D M 3 0 0 に固定されるときに、取付インターフェース 3 1 0 と手術用器具 5 0 0 との間に位置決めされて、手術用器具 5 0 0 と I D M 3 0 0 との間に無菌境界を生じ、かつ細長状本体 5 0 4 が通路 3 1 2 を通過できるようにする。いくつかの実施形態では、滅菌アダプター 5 0 6 は、手術用器具ホルダー 3 0 8 と一緒に回転でき、複数のトルクカップラー 3 1 4 から手術用器具 5 0 0 へ回転トルクを伝達でき、I D M 3 0 0 と手術用器具 5 0 0 との間に電気信号を通すことができ、またはそれらのいくつかの組み合わせを行うことができるとし得る。

【 0 0 4 9 】

図 5 ～ 6 の実施形態では、滅菌アダプター 5 0 6 は、さらに、複数のカップラー 5 1 2 を含む。カップラー 5 1 2 の第 1 の側面は、それぞれのトルクカップラー 3 1 4 と係合するように構成される一方、カップラー 5 1 2 の第 2 の側面は、それぞれの器械入力部 6 0 0 と係合するように構成される。複数のトルクカップラー 3 1 4 の構造と同様に、各カップラー 5 1 2 は、複数のノッチを含むシリンダー状突起として構成される。カップラー 5 1 2 の各側面は、それぞれのトルクカップラー 3 1 4 およびそれぞれの器械入力部 6 0 0 と完全に係合するための相補的な幾何学的形状を有する。各カップラー 5 1 2 は、それぞれのトルクカップラー 3 1 4 と一緒に時計方向または反時計方向に回転するように構成される。この構成は、各カップラー 5 1 2 が、I D M 3 0 0 の複数のトルクカップラー 3 1 4 から手術用器具 5 0 0 の複数の器械入力部 6 0 0 へ回転トルクを伝達できるようにするため、手術用器具 5 0 0 のエンドエフェクタを制御する。

【 0 0 5 0 】

第 1 の突起 5 0 8 および第 2 の突起 5 1 0 は、I D M 3 0 0 の通路 3 1 2 を通過しかつ通路 3 1 2 内で互いに噛合するように構成される。各突起 5 0 8、5 1 0 は、細長状本体 5 0 4 がそれら突起、それゆえ通路 3 1 2 を通過できるような構造にされる。第 1 の突起 5 0 8 と第 2 の突起 5 1 0 の接続によって、I D M 3 0 0 と外部環境（すなわち、手術室）との間に無菌境界を生じる。手術用ドレープについて、図 1 3 ～ 1 6 に関してさらに詳細に説明する。

【 0 0 5 1 】

I V . 手術用器具の係合解除

図 7 は、一実施形態による、手術用ドレープの滅菌アダプター 5 0 6 に対して手術用器具 5 0 0 を係合および係合解除するための作動機構の拡大斜視図を示す。図 3 に関して説明するような I D M 3 0 0 の構成に起因して、外科的処置の最中に患者へ挿入する手術用器具の軸は、手術用器具を取り外す軸と同じである。手術用器具の取り外す最中に患者の安全性を保証するために、手術用器具 5 0 0 は、手術用器具 5 0 0 を取り外す前に、滅菌アダプター 5 0 6 および I D M 3 0 0 から関節接合を解除され得る。図 7 の実施形態では、複数のカップラー 5 1 2 は、軸方向に平行移動する、すなわち、滅菌アダプター 5 0 6 から離れるように突き出し、および滅菌アダプターの方へ引っ込むように構成される。複数のカップラー 5 1 2 の平行移動は、それぞれの器械入力部 6 0 0 からの複数のカップラー 5 1 2 の係合解除によって手術用器具 5 0 0 の関節接合を確実に解除される作動機構によって作動される。作動機構は、ウェッジ 7 0 2 およびプッシュプレート 7 0 4 を含む。

【 0 0 5 2 】

ウェッジ 7 0 2 は、手術用器具の係合解除のプロセスの最中にプッシュプレート 7 0 4 を起動させる構造部品である。図 7 の実施形態では、ウェッジ 7 0 2 は、ハウジング 5 0 2 の外周に沿って手術用器具 5 0 0 のハウジング 5 0 2 内に配置される。図示の通り、ウェッジ 7 0 2 は、手術用器具 5 0 0 のハウジング 5 0 2 が滅菌アダプター 5 0 6 に対して時計回りに回転される場合に、プッシュプレート 7 0 4 との接触によって、プッシュプレート 7 0 4 を滅菌アダプター 5 0 6 内へ押し下げるときの向きにされる。代替的な実施形態では、ウェッジ 7 0 2 は、手術用器具 5 0 0 のハウジング 5 0 2 が時計回りではなく反時計回りに回転されるように、構成され得る。構造が回転時にプッシュプレートを押下げることができることを考えると、アーチ型斜面などの、ウェッジ以外の幾何学的形状を用いてもよい。

10

【 0 0 5 3 】

プッシュプレート 7 0 4 は、手術用器具 5 0 0 から複数のカップラー 5 1 2 を係合解除するアクチュエータである。複数のトルクカップラー 3 1 4 と同様に、カップラー 5 1 2 のそれぞれは、各カップラー 5 1 2 を滅菌アダプター 5 0 6 から離れて外向きに跳ねるように偏倚させる 1 つ以上のバネに結合され得る。複数のカップラー 5 1 2 は、さらに、軸方向に平行移動する、すなわち、滅菌アダプター 5 0 6 から離れて突き出し、かつ滅菌アダプターの方へ引っ込むように、構成される。プッシュプレート 7 0 4 は、カップラー 5 1 2 の平行移動運動を作動させる。プッシュプレート 7 0 4 がウェッジ 7 0 2 によって押し下げられると、プッシュプレート 7 0 4 は、各カップラー 5 1 2 に結合されたバネまたは複数のバネを圧縮させ、カップラー 5 1 2 を滅菌アダプター 5 0 6 内へと引っ込ませる。図 7 の実施形態では、プッシュプレート 7 0 4 は、複数のカップラー 5 1 2 を同時に引っ込ませるように構成される。代替的な実施形態は、カップラー 5 1 2 を特定の順序でまたは順不同に引っ込ませ得る。図 7 の実施形態では、プッシュプレート 7 0 4 は、複数のカップラー 5 1 2 を滅菌アダプター 5 0 6 内に部分的に引っ込ませる。この構成は、手術用器具 5 0 0 が取り外される前に、手術用器具 5 0 0 が滅菌アダプター 5 0 6 から関節接合を解除されることができるようにする。この構成はまた、手術用器具 5 0 0 を取り外さずに、ユーザが、望むときはいつでも滅菌アダプター 5 0 6 から手術用器具 5 0 0 の関節接合を解除することができるようにする。代替的な実施形態は、複数のカップラー 5 1 2 を滅菌アダプター 5 0 6 内へ完全に引っ込ませて、測定された各カップラー 5 1 2 の実効高をゼロにすることである。いくつかの実施形態では、プッシュプレート 7 0 4 は、複数のトルクカップラー 3 1 4 を複数のそれぞれのカップラー 5 1 2 と同期して引っ込ませ得る。

20

30

【 0 0 5 4 】

図 8 A および図 8 B は、一実施形態による、滅菌アダプターからの手術用器具の係合および係合解除のプロセスを示す。図 8 A は、固定位置にある滅菌アダプター 5 0 6 および手術用器具 5 0 0 を示し、2 つの構成要素は一緒に固定されており、および複数のカップラー 5 1 2 は、手術用器具 5 0 0 のそれぞれの器械入力部 6 0 0 と完全に係合している。図 8 A に示すような固定位置を達成するために、手術用器具 5 0 0 の細長状本体 5 0 4 (図示せず) は、手術用器具 5 0 0 および滅菌アダプター 5 0 6 の嵌合面が接触するまで、滅菌アダプター 5 0 6 の中心穴 5 0 8 (図示せず) を通過させられ、および手術用器具 5 0 0 および滅菌アダプター 5 0 6 は、ラッチング機構によって互いに固定される。図 8 A および図 8 B の実施形態では、ラッチング機構は、柵状部 8 0 2 およびラッチ 8 0 4 を含む。

40

【 0 0 5 5 】

柵状部 8 0 2 は、ラッチ 8 0 4 を固定位置に固定する構造部品である。図 8 A の実施形態では、柵状部 8 0 2 は、ハウジング 5 0 2 の外周に沿って、手術用器具 5 0 0 のハウジング 5 0 2 内に配置される。図 8 A に示すように、柵状部 8 0 2 は、ラッチ 8 0 4 上にある突起の下側に載置されて、図 7 に関して説明したような複数のカップラー 5 1 2 の跳ね上がる (s p r u n g - u p) 性質に起因して、ラッチ 8 0 4 、およびそれにより滅菌ア

50

アダプター５０６が手術用器具５００から引き離されるのを防止するような向きにされる。
【００５６】

ラッチ８０４は、固定位置にある棚状部８０２と噛合する構造部品である。図８Ａの実施形態では、ラッチ８０４は、滅菌アダプター５０６の嵌合面から突出する。ラッチ８０４は、手術用器具５００が滅菌アダプター５０６に固定されるときに、棚状部８０２に対して載置されるように構成された突起を含む。図８Ａの実施形態では、手術用器具５００のハウジング５０２は、手術用器具５００の残りの部分とは無関係に、回転できる。この構成は、ハウジング５０２が滅菌アダプター５０６に対して回転できるようにして、棚状部８０２がラッチ８０４に固定されるようにし、それにより、手術用器具５００を滅菌アダプター５０６に固定する。図８Ａの実施形態では、ハウジング５０２は、反時計回りに回転されて固定位置を達成するが、他の実施形態は、時計回りに回転するように構成され得る。代替的な実施形態では、棚状部８０２およびラッチ８０４は、滅菌アダプター５０６および手術用器具５００を固定位置にロックする様々な幾何学的形状を有し得る。

10

【００５７】

図８Ｂは、非固定位置にある滅菌アダプター５０６および手術用器具５００を示し、ここでは、手術用器具５００は滅菌アダプター５０６から取り外すことができる。上述の通り、手術用器具５００のハウジング５０２は、手術用器具５００の残りの部分とは無関係に、回転できる。この構成は、複数のカップラー５１２が手術用器具５００の器械入力部６００と係合されている間でも、ハウジング５０２が回転できるようにする。固定位置から非固定位置へ移行させるために、ユーザは、手術用器具５００のハウジング５０２を滅菌アダプター５０６に対して時計回りに回転させる。この回転の最中、ウェッジ７０２は、プッシュプレート７０４に接触し、かつプッシュプレートがウェッジ７０２の角度の付いた平面を摺動するとき、プッシュプレート７０４を徐々に押し下げ、それにより、複数のカップラー５１２を滅菌アダプター５０６内へと引っ込ませて、複数の器械入力部６００から係合解除させる。さらなる回転によって、ラッチ８０４を、ウェッジ７０２と同様の構造にされた軸方向のカム８０６と接触させる。ラッチ８０４が回転の最中に軸方向のカム８０６と接触するため、軸方向のカム８０６は、ラッチ８０４を手術用器具５００から離れるように外向きに撓ませて、ラッチ８０４が棚状部８０２から変位されるようにする。この非固定位置では、複数のカップラー５１２は引っ込まされ、および手術用器具５００は、図８Ｂの実施形態では、滅菌アダプター５０６から取り外され得る。他の実施形態では、軸方向のカム８０６は、回転によってラッチ８０４を外向きに撓ませる様々な幾何学的形状を有し得る。

20

30

【００５８】

代替的な実施形態では、手術用器具５００のハウジング５０２の回転の方向を反時計回りの回転として、棚状部８０２からラッチ８０４を非固定状態にするように構成し得る。さらに、代替的な実施形態は同様の構成要素を含み得るが、構成要素の箇所は、滅菌アダプター５０６と手術用器具５００との間で切り替えられ得る。例えば、棚状部８０２は、滅菌アダプター５０６上に配置され得る一方、ラッチ８０４は手術用器具５００上に配置され得る。他の実施形態では、滅菌アダプター５０６の外側部分は、手術用器具５００のハウジング５０２ではなく複数のカップラー５１２に対して回転可能である。代替的な実施形態はまた、ハウジング５０２が器械入力部６００に対して完全に回転されるときに、手術用器具５０２のハウジング５０２の回転をロックするための特徴を含み得る。この構成は、器械入力部６００がカップラー５１２から関節接合を解除された場合に、手術用器具の回転を防止する。いくつかの実施形態では、カップラー５１２の引っ込みおよび突き出しは、トルクカップラー３１４のそれぞれの引っ込みおよび突き出しと結合されて、トルクカップラー３１４と係合されたカップラー５１２が一緒に平行移動するようにし得る。

40

【００５９】

図９Ａおよび図９Ｂは、別の実施形態による、滅菌アダプターに対する手術用器具の手術用器具の係合および係合解除のプロセスを示す。図９Ａおよび図９Ｂの実施形態では、

50

滅菌アダプター 900 は、手術用器具 904 を滅菌アダプター 900 に固定する外側バンド 902 を含み得る。図 9 A および図 9 B に示すように、手術用器具 904 は、ハウジング 908 の外表面に斜面 906 を含む。斜面 906 は、滅菌アダプター 900 の外側バンド 902 の内表面に位置決めされる円形突起 912 を受け入れるように構成されるノッチ 910 を含む。外側バンド 902 は、滅菌アダプター 900 および手術用器具 904 と無関係におよびそれらに対して回転できる。外側バンド 902 が第 1 の方向に回転するとき、円形突起 912 は、円形突起 912 がノッチ 910 内に入れ子にされるまで、斜面 906 の表面を上方に滑らかに動き、それにより、滅菌アダプター 900 および手術用器具 904 を一緒に固定する。外側バンド 902 の第 2 の方向の回転によって、滅菌アダプター 900 および手術用器具 904 を互いから非固定状態にする。いくつかの実施形態では、この機構は、図 7 ~ 8 に関して説明されるような滅菌アダプター 900 上の複数のカップラー 914 の関節接合の解除と結び付けられ得る。

10

【0060】

手術用器具の係合解除の代替的な実施形態は、インピーダンスモードなどの追加的な特徴を含み得る。インピーダンスモードでは、手術支援ロボットシステムは、手術用器具がユーザによって滅菌アダプターから取り外せるかどうかを制御し得る。ユーザは、手術用器具の外側ハウジングを回転させかつ滅菌アダプターに対し手術用器具を非固定状態にすることによって、係合解除機構を始動し得るが、手術支援ロボットシステムは、器械入力部からカップラーを解放しなくてもよい。ひとたび手術支援ロボットシステムがインピーダンスモードに移行されたら、カップラーは解放され、およびユーザは、手術用器具を取り外すことができる。手術用器具を係合した状態に保つ利点は、手術支援ロボットシステムが手術用器具のエンドエフェクタを制御し、かつそれらを、手術用器具が取り外される前に、器具の取り外しのために位置決めして、手術用器具への損傷を最小限にすることができることである。インピーダンスモードを起動するために、プッシュプレート 704 はハードストップを有してもよく、プッシュプレートがある距離まで押し下げられ得るようにする。いくつかの実施形態では、プッシュプレートのハードストップは、ハードストップが手術用器具のハウジングの最大量の回転と一致するように、調整可能とし得る。それゆえ、ひとたび十分な回転が達成されると、ハードストップはまた、プッシュプレートによって接触され得る。複数のセンサーがこれらの事象を検出して、インピーダンスモードをトリガし得る。

20

30

【0061】

いくつかの状況では、インピーダンスモードが望ましくないかもしれない外科的処置の最中に緊急の器具の取り外しを必要とし得る。いくつかの実施形態では、プッシュプレートのハードストップは、ハードストップは緊急事態において生じ得るというコンプライアンスを有し得る。プッシュプレートのハードストップはパネに結合されてもよく、追加的な力にตอบสนองしてハードストップが生じるようにする。他の実施形態では、プッシュプレートのハードストップは、手術用器具を滅菌アダプターに固定するラッチを取り外すことによって、緊急の器具の取り外しが発生するように、硬質とし得る。

【0062】

V. ローリング機構

40

図 10 A は、一実施形態による、器械装置マニピュレータ 300 内で手術用器具ホルダー 308 をローリングするための機構の斜視図を示す。図 10 A に示すように、取付インターフェース 310 は取り外されて、ローリング機構を露出させている。この機構は、手術用器具ホルダー 308 を回転軸 316 の周りでいずれの方向にも連続的に回転すなわち「ローリング」させ得る。ローリング機構は、ステータギヤ 1002 およびロータギヤ 1004 を含む。

【0063】

ステータギヤ 1002 は、ロータギヤ 1004 と噛合するように構成された固定ギヤである。図 10 A の実施形態では、ステータギヤ 1002 はリング状ギヤであり、リングの内周に沿ってギヤの歯を含む。ステータギヤ 1002 は、取付インターフェース 310 の

50

後ろ側で外側ハウジング 306 に固定して取り付けられる。ステータギヤ 1002 は、ロータギヤ 1004 と同じピッチを有して、ステータギヤ 1002 のギヤの歯が、ロータギヤ 1004 のギヤの歯と噛合するように構成される。ステータギヤ 1002 は、硬質材料（例えば、金属または硬質プラスチック）で構成され得る。

【0064】

ロータギヤ 1004 は、手術用器具ホルダー 308 の回転を誘発するように構成された回転ギヤである。図 10A に示すように、ロータギヤ 1004 は円形ギヤであり、その外周に沿ってギヤの歯を含む。ロータギヤ 1004 は、取付インターフェース 310 の後ろ側に、およびステータギヤ 1002 の内周に位置決めされて、ロータギヤ 1004 のギヤの歯が、ステータギヤのギヤの歯と噛合するようにする。上述の通り、ロータギヤ 1004 とステータギヤ 1002 とは、同じピッチを有する。図 10A の実施形態では、ロータギヤ 1004 は、ロータギヤ 1004 を時計方向または反時計方向に回転させる駆動機構（例えば、モータ）に結合される。駆動機構は、手術用器具ホルダーアセンブリ 304 内の統合コントローラから信号を受信し得る。駆動機構がロータギヤ 1004 の回転を引き起こすため、ロータギヤ 1004 は、ステータギヤ 1002 のギヤの歯に沿って移動し、それにより、手術用器具ホルダー 308 の回転を引き起こす。この構成では、ロータギヤ 1004 はいずれの方向にも連続的に回転できるため、手術用器具ホルダー 308 は、回転軸 316 の周りでの無限のローリングを達成する。代替的な実施形態は、無限のローリングを可能にするために、リングギヤおよびピニオンギヤの構成などの同様の機構を使用し得る。

【0065】

図 10B は、一実施形態による、器械装置マニピュレータ 300 の断面図を示す。図 10B に示すように、ローリング機構は、複数の軸受 1006 に結合される。軸受は、可動部間の摩擦を低減させる機械部品であり、および固定された軸の周りでの回転を促進させる。1つの軸受だけで、手術用器具ホルダー 308 が外側ハウジング 306 内で回転するときのラジアル荷重またはねじり荷重を支持できる。図 10B の実施形態では、IDM 300 は、手術用器具ホルダー 308 に固定して取り付けられた 2つの軸受 1006a、1006b を含んで、軸受 1006 内の複数の構成要素（ボールまたはシリンダーなど）が外側ハウジング 306 に接触するようにする。第 1の軸受 1006a は、取付インターフェース 310 の後ろ側にある第 1の端部に固定され、および第 2の軸受 1006b は第 2の端部に固定される。この構成は、手術用器具ホルダー 308 が外側ハウジング 306 内で回転するときの手術用器具ホルダー 308 の第 1の端部と第 2の端部との間の剛性、および支持を高める。代替的な実施形態は、手術用器具ホルダーの長さ部分に沿って提供する追加的な支持をもたらす追加的な軸受を含み得る。

【0066】

図 10B はまた、一実施形態による、IDM 300 内のシーリング部品を示す。IDM 300 は、複数の Oリング 1008 および複数のガスケット 1010 を含み、これらは、2つの面の接合部をシールして、接合部に流体が入るのを防止するように構成される。図 10B の実施形態では、IDM は、外側ハウジングの接合部間に Oリング 1008a、1008b、1008c、1008d、1008e、および手術用器具ホルダー 308 の接合部間にガスケット 1010a、1010b を含む。この構成は、外科的処置の最中に、IDM 300 内の構成要素の無菌性を維持するのを助ける。ガスケットおよび Oリングは、一般に、強いエラストマー材料（例えば、ゴム）で構成される。

【0067】

VI. 電気部品

図 11A は、一実施形態による、器械装置マニピュレータの内部構成要素およびそのいくつかの電気部品の部分的な分解斜視図を示す。手術用器具ホルダー 308 の内部構成要素は、複数のアクチュエータ 1102、モータ、ギヤヘッド（図示せず）、トルクセンサー（図示せず）、トルクセンサー増幅器 1110、スリップリング 1112、複数のエンコーダボード 1114、複数のモータパワーボード 1116、および統合コントローラ 1

１１８を含む。

【００６８】

複数のアクチュエータ１１０２は、複数のトルクカップラー３１４のそれぞれの回転を駆動する。図１１Ａの実施形態では、１１０２ａまたは１１０２ｂなどのアクチュエータが、モータシャフトを介してトルクカップラー３１４に結合される。モータシャフトは、モータシャフトがトルクカップラー３１４としっかりと嵌合できるように複数の溝を含むようなキー状シャフトとし得る。アクチュエータ１１０２は、モータシャフトを時計方向または反時計方向に回転させ、それにより、それぞれのトルクカップラー３１４をその方向に回転させる。いくつかの実施形態では、モータシャフトは、捻り剛性を有してもよいが、バネ従順性（spring compliant）を有してもよく、モータシャフトおよびそれゆえトルクカップラー３１４が軸方向に回転および平行移動できるようにする。この構成は、複数のトルクカップラー３１４が手術用器具ホルダー３０８内で引っ込んだり突き出したりすることができるようにする。各アクチュエータ１１０２は、モータのシャフトを回転させる方向および量を示す統合コントローラ１１１８から電気信号を受信し得る。図１１Ａの実施形態では、手術用器具ホルダー３０８は、５個のトルクカップラー３１４、およびそれゆえ５個のアクチュエータ１１０２を含む。

10

【００６９】

モータは、外側ハウジング３０６の手術用器具ホルダー３０８の回転を駆動する。モータは、外側ハウジング３０６に対して手術用器具ホルダー３０８を回転させるためにロータギヤ１００４およびステータギヤ１００２に結合されている（図１０Ａ参照）ことを除いて、アクチュエータのものと構造的に同等とし得る。モータは、ロータギヤ１００４を時計方向または反時計方向に回転させ、それにより、ロータギヤ１００４を、ステータギヤ１００２のギヤの歯の周りで移動させる。この構成は、ケーブルまたはプル・ワイヤの潜在的な巻上げによって妨げられることなく、手術用器具ホルダー３０８を連続的にローリングまたは回転させる。モータは、統合コントローラ１１１８から、モータシャフトを回転させる方向および量を示す電気信号を受信し得る。

20

【００７０】

ギヤヘッドは、手術用器具５００に送達されるトルクの量を制御する。例えば、ギヤヘッドは、手術用器具５００の器械入力部６００に送達されるトルクの量を増大させ得る。代替的な実施形態は、器械入力部６００に送達されるトルクの量をギヤヘッドが減少させるように、構成され得る。

30

【００７１】

トルクセンサーは、回転している手術用器具ホルダー３０８上で生じたトルク量を測定する。図１１Ａに示す実施形態では、トルクセンサーは、時計方向および反時計方向のトルクを測定できる。トルクの測定値を使用して、手術用器具の複数のプル・ワイヤにおける特定量の張力を維持し得る。例えば、手術支援ロボットシステムのいくつかの実施形態は、自動張力装置を有してもよく、手術支援ロボットシステムに給電すると、または手術用器具をＩＤＭと係合すると、手術用器具のプル・ワイヤの張力が予荷重される。各プル・ワイヤの張力の量は、プル・ワイヤがぴんと張るのにちょうど十分な張力になるような閾値量に達し得る。トルクセンサー増幅器１１１０は、回転している手術用器具ホルダー３０８で生じたトルクの量を測定する信号を増幅するための回路を含む。いくつかの実施形態では、トルクセンサーはモータに装着される。

40

【００７２】

スリップリング１１１２は、静止構造から回転している構造へ電気出力および信号を伝達できる。図１１Ａの実施形態では、スリップリング１１１２は、図１１Ｂのスリップリング１１１２の追加的な斜視図にも示すように、手術用器具ホルダー３０８の通路３１２と位置合わせするように構成される中心穴を含むリングとして構成される。スリップリング１１１２の第１の側面は、複数の同心状の溝１１２０を含む一方、スリップリング１１１２の第２の側面は、図３に関して説明したような、手術用アームおよびベース３０２からもたらされた電氣的接続のための複数の電気部品を含む。スリップリング１１１２は、

50

外側ハウジング 306 から特定の距離で、手術用器具ホルダー 308 の外側ハウジング 306 に固定され、これらの電氣的接続のための空間を割り当てる。複数の同心状の溝 1120 は、統合コントローラに取り付けられた複数のブラシ 1122 と噛合するように構成される。溝 1120 とブラシ 1122 との接触によって、手術用アームおよびベースから手術用器具ホルダーへ電気出力および信号を伝達できる。

【0073】

複数のエンコーダボード 1114 は、手術用ロボットシステムからスリップリングを通して受信した信号を読み取って処理する。手術用ロボットシステムから受信した信号は、手術用器具の回転の量および方向を示す信号、手術用器具のエンドエフェクタおよび/または手首の回転の量および方向を示す信号、手術用器具上の光源を動作させる信号、手術用器具上のビデオまたは撮像装置を動作させる信号、および手術用器具の様々な機能を動作させる他の信号を含み得る。エンコーダボード 1114 の構成は、信号全体の処理を手術用器具ホルダー 308 内で完全に実行できるようにする。複数のモータパワーボード 1116 はそれぞれ、モータに電力をもたらす回路を含む。

【0074】

統合コントローラ 1118 は、手術用器具ホルダー 308 内の計算装置である。図 11A の実施形態では、統合コントローラ 1118 は、手術用器具ホルダー 308 の通路 312 と位置合わせするように構成される中心穴を含むリングとして構造される。統合コントローラ 1118 は、統合コントローラ 1118 の第 1 の側面上に複数のブラシ 1122 を含む。ブラシ 1122 は、スリップリング 1112 と接触し、かつ手術支援ロボットシステムから手術用アーム、ベース 302、最終的にはスリップリング 1112 を通って統合コントローラ 1118 へと送達される信号を受信する。信号を受信した結果、統合コントローラ 1118 は、手術用器具ホルダー 308 内のそれぞれの構成要素へ様々な信号を送信するように構成される。いくつかの実施形態では、エンコーダボード 1114 および統合コントローラ 1118 の機能は、ここで説明しているものとは異なる方法で分配されて、エンコーダボード 1114 および統合コントローラ 1118 が同じ機能またはそれらのいくつかの組み合わせを実行するようにし得る。

【0075】

図 11B は、一実施形態による、器械装置マニピュレータおよびそのいくつかの電気部品の内部構成要素の部分的な分解斜視図を示す。図 11B の実施形態は、2つのエンコーダボード 1114a および 1114b、トルクセンサー増幅器 1110、および3つのモータパワーボード 1116a、1116b、および 1116c を含む。これらの構成要素は、統合コントローラ 1118 に固定され、かつ外向きに突出して、統合コントローラ 1118 から垂直に延在する。この構成は、複数のアクチュエータ 1102 およびモータを電気ボード内に配置するための空間を提供する。

【0076】

図 11A に関して説明したように、スリップリング 1112 は、外側ハウジング 306 から特定の距離で固定される。手術用アームおよびベース 302 からスリップリング 1112 への電氣的接続のために、スリップリング 1112 と外側ハウジング 306 との間で確実に正しく空間を割り当てるために、図 11B の実施形態では、スリップリング 1112 は、複数の位置合わせピン、複数のコイルパネ、およびシムによって支持される。スリップリング 1112 は、スリップリング 1112 の中心穴の各側に、位置合わせピンの第 1 の側面を受け入れるように構成された穴 1124 を含む一方、位置合わせピンの第 2 の側面は、外側ハウジング 306 にあるそれぞれの穴に挿入される。位置合わせピンは、硬質材料（例えば、金属または硬質プラスチック）で構成され得る。複数のコイルパネは、スリップリング 1112 の中心の周りに固定され、かつ空間を橋絡するように構成され、およびスリップリング 1112 と外側ハウジング 306 との接触を維持する。コイルパネは、IDM 300 に対するいずれの衝撃も吸収することが有益であるとし得る。シムは、スリップリング 1112 の中心穴の周りに位置決めされるリング状のスペーサであり、スリップリング 1112 と外側ハウジング 306 との間にさらなる支持を加える。さらに、

これらの構成要素は、統合コントローラ 1118 上の複数のブラシ 1122 が複数の同心状の溝 1120 に接触してそれに対して回転するため、スリップリング 1112 に安定性をもたらす。代替的な実施形態では、位置合わせピン、コイルバネ、およびシムの数は、スリップリング 1112 と外側ハウジング 306 との間に所望の支持が達成されるまで、変わってもよい。

【0077】

図 12 は、一実施形態による、手術用器具ホルダー 308 を回転割り出しする (roll indexing) ための器械装置マニピュレータ 300 の電気部品の拡大斜視図を示す。回転割り出しは、外側ハウジング 306 に対して手術用器具ホルダー 308 の位置を監視して、手術用器具 500 の位置および向きが手術支援ロボットシステムによって連続的に分かるようにしている。図 12 の実施形態は、マイクロスイッチ 1202 および隆起 1204 を含む。マイクロスイッチ 1202 および隆起 1204 は、手術用器具ホルダー 308 内に固定される。隆起 1204 は、外側ハウジング 306 上の構造であり、手術用器具ホルダー 308 が回転するときマイクロスイッチ 1202 に接触するため、隆起 1204 と接触する度にマイクロスイッチを起動するように構成される。図 12 の実施形態では、マイクロスイッチ 1202 のための単一の基準点としての機能を果たす 1 つの隆起 1204 がある。

【0078】

VII. 手術用ドレープ

図 13 は、一実施形態による、手術支援ロボットシステムのための器械装置マニピュレータ用の手術用ドレープの断面図を示す。手術用ドレープ 1300 は、外科的処置の最中、IDM、手術用アーム、および手術支援ロボットシステムの他の部分のための無菌境界を提供する。図 13 の実施形態では、手術用ドレープ 1300 は、手術用器具が IDM、例えば IDM 300 に取り付けられると、手術用器具の細長状本体を受け入れるように構成された通路を含む IDM と一緒に使用するように構成される。手術用ドレープ 1300 は、滅菌シート 1302、第 1 の突起 1304、および第 2 の突起 1306 を含む。

【0079】

滅菌シート 1302 は、外科的処置の最中、手術支援ロボットシステムの複数の部分のために無菌環境を生じて維持する。図 13 の実施形態では、滅菌シート 1302 は、IDM 300、手術用アーム、および手術支援ロボットシステムの複数の部分を被覆するように構成される。滅菌シート 1302 は、様々な材料、例えばプラスチック (例えば、ポリプロピレン)、紙、および流体に耐性があり得る他の材料で構成され得る。

【0080】

第 1 の突起 1304 は、手術用器具の細長状本体、例えば手術用器具 500 の細長状本体 504 を受け入れるように構成されたシリンダー状チューブである。図 13 の実施形態では、第 1 の突起 1304 は、滅菌シート 1302 の第 1 の部分に接続され、および第 1 の突起 1304 の第 1 の端部は、通路 312 の第 1 の端部に挿入されるように構成される。第 1 の突起 1304 の第 1 の端部は、第 2 の突起 1306 上の相互 (reciprocal) 嵌合インターフェース 1310 と噛合するように構成される嵌合インターフェース 1308 を含む。第 1 の突起 1304 は、硬質材料 (例えば、金属または硬質プラスチック) で構成され得る。

【0081】

第 2 の突起 1306 は、手術用器具の細長状本体、例えば手術用器具 500 の細長状本体 504 を受け入れるように構成されたシリンダー状チューブである。図 13 の実施形態では、第 2 の突起 1306 は、滅菌シート 1302 の第 2 の部分に接続され、および第 2 の突起 1306 の第 1 の端部は、通路 312 の第 2 の端部に挿入されるように構成されて、第 1 の突起 1304 および第 2 の突起 1306 が通路 312 の対向端部に挿入されるようにする。第 2 の突起 1306 の第 1 の端部は、通路 312 内の第 1 の突起 1304 上の嵌合インターフェース 1308 と取り外し可能に結合されるように構成される相互嵌合インターフェース 1310 を含む。互いに結合されると、嵌合インターフェース 1308 お

よび相互嵌合インターフェース1310は、無菌接合部を生じる。第2の突起1306は、硬質材料（例えば、金属または硬質プラスチック）で構成され得る。代替的な実施形態では、結合機構は、面ファスナー、摩擦嵌合チューブ、ネジ付きチューブ、および他の好適な結合機構を含み得る。

【0082】

図14は、一実施形態による、手術用器具ホルダー用の手術用ドレープの相互嵌合インターフェースの断面図を示す。図13に関して説明したように、第1の突起1304の第1の端部は嵌合インターフェース1308を含む。嵌合インターフェース1308は、2つの同心状チューブとして構造され、図14の横断面によって示すように、それらの同心状チューブ間には隙間があり、この隙間は、別のチューブの端部を受け入れるように構成されたリングである。図14の実施形態では、第2の突起1306の第1の端部にある相互嵌合インターフェース1310は、チューブの第1の端部における直径がチューブの残りの部分と比較して小さくなるように、テーパが付けられたチューブとして構造される。テーパ状端部は、嵌合インターフェース1308内に相互嵌合インターフェース1310を簡単に挿入するように促す。さらに、第1の突起1304および第2の突起1306の内表面は、非滅菌(unsterile)面と接触することが可能である一方、それらの外表面は無菌のままにできる。嵌合インターフェース1308と相互嵌合インターフェース1310との間の接合部は、互いに固定されるとき、第2の突起1306の第1の端部を隙間に入れることによって、回旋状の経路を生じる。この構成は、非滅菌面と接触した第1の突起1304または第2の突起1306のいずれかの面が接合部に確実に覆い隠されるようにする。この構成は、さらに、いずれの流体も、内表面と外表面との間の接合部を横切って移動することができないように、および無菌環境がIDMおよび手術支援ロボットシステムの他の部分に維持されるようにすることを保証する。いくつかの実施形態では、嵌合インターフェース1308と相互嵌合インターフェース1310との間の接合部は、さらに、流体が接合部に侵入するのを防止するガスケットを含み得る。

【0083】

手術用ドレープのいくつかの実施形態では、手術用ドレープ1300は、さらに、IDMと外部環境または手術用器具との間に無菌境界を提供する複数の滅菌アダプター1400を含み得る。いくつかの実施形態では、滅菌アダプター1400は、IDM、例えばIDM300の回転中のインターフェースに適合するように構成される。図14の実施形態では、滅菌アダプター1400は、外側リング1402および内側ディスク1404を含む。図14に示すように、外側リング1402は滅菌シート1302に接続され、および内側ディスク1404は第1の突起1304に接続される。内側ディスク1404は、外側リング1402内に回転可能に固定される。図14の実施形態では、滅菌アダプター1400は、IDM300の取付インターフェース310を被覆して、手術用器具500がIDM300に固定されるときに、滅菌アダプター1400が取付インターフェース310と手術用器具500との間に位置決めされるようにする。滅菌アダプター1400のこの構成は、IDM300および手術用器具500の回転と一緒に内側ディスク1404または外側リング1402が自由に回転できるようにする。外側リング1402および内側ディスク1404は、硬質材料（例えば、金属または硬質プラスチック）で構成され得る。代替的な実施形態では、内側ディスクの複数の部分は、IDMの複数のトルクカップラーを被覆する膜とし得る。

【0084】

図15は、一実施形態による、器械装置マニピュレータ用の手術用ドレープの滅菌アダプターの断面図を示す。図14に関して説明したように、手術用ドレープ1300は、IDM300の回転中のインターフェースに適合するように構成される複数の滅菌アダプター、例えば1400および1406を含み得る。図15の実施形態では、滅菌アダプター1400、1406は、IDM300の各端部に位置決めされる。取付インターフェース310のないIDM300の端部を被覆するように構成される滅菌アダプター1406は、取付インターフェース310を被覆するように構成される滅菌アダプター1400とは

構造が変わってもよい、すなわち、この滅菌アダプターは、複数のトルクカップラー 3 1 4 に適合する構造を必要としなくてもよい。代替的な実施形態では、第 1 の突起 1 3 0 4 または第 2 の突起 1 3 0 6 の複数の部分は、回転可能な構成要素、例えばころ軸受または上述のような同様の内側ディスクおよび外側リング機構などを含んで、回転が、滅菌アダプターにおいてではなく、通路 3 1 2 内で起こるようにし得る。この構成は、内側ディスク 1 4 0 4 の直径と比べて突起の直径が小さいことに起因して、手術用器具ホルダー 3 0 8 が回転している最中の安定性を改善し得る。この構成はまた、取付インターフェース 3 1 0 のない IDM 3 0 0 の端部の追加的な滅菌アダプター 1 4 0 6 の必要性を排除し得る。

【 0 0 8 5 】

図 1 6 は、追加的な実施形態による、器械装置マニピュレータ用の手術用ドレープの断面図を示す。図 1 6 に示すように、手術用ドレープ 1 3 0 0 は、IDM および手術用アーム用の無菌境界を提供する。図 1 6 の実施形態は、それぞれのトルクカップラー 3 1 4 が突出し得る内側ディスク 1 4 0 4 を示す。

【 0 0 8 6 】

V I I I . 電力およびデータ伝送

図 1 7 は、一実施形態による、手術用器具と器械装置マニピュレータとの間の電力およびデータ伝送用の光インターフェースを示す。いくつかの実施形態では、手術用器具は、手術用器具の細長状本体の近位端部で動作するカメラまたは光源などの、電力および / またはデータ伝送を必要とする能力を有し得る。他の特徴は、追跡センサーまたは張力センサーを含み得る。そのような特徴を備える手術用器具は、電力および / またはデータ伝送のためのプラットフォームの残りの部分へのケーブル接続を使用し得るため、手術用器具のローリングの能力を妨げる。これらの手術用器具のための無限回転を達成するために、電力および / またはデータ伝送は、電磁誘導電力および光インターフェースを通して発生し得る。

【 0 0 8 7 】

図 1 7 の実施形態では、IDM 1 7 0 0 は電力送信器を含み、および手術用器具は電力受信器を含む。電力送信器は、直接接続する必要なく、電力を電力受信器へ、取付インターフェース 3 1 0 を横切って、電磁誘導的に伝送する。図 1 7 の実施形態では、複数のコイルが、取付インターフェース 3 1 0 に対して垂直な IDM 1 7 0 0 内に、かつ IDM 1 7 0 0 の回転軸に沿って中心となるように、固定される。コイルは、統合コントローラに結合され、かつ電力を伝送するために信号を受信するように構成される。コイルは、IDM 1 7 0 0 の通路 3 1 2 の周りに中心のある、様々な直径のものとし得る。より大きな直径は、電力伝送能力を改善し得る。手術用器具 1 7 0 4 は、無線電力伝送が中断される場合に器械の動作を支持するために、バッテリーを含み得る。いくつかの実施形態では、電力送信器は、近くにある金属製構成要素への熱の伝達および IDM 1 7 0 0 内のモータの干渉を防止するための遮蔽を有し得る。考えられる遮蔽材料は、ミューメタルである。

【 0 0 8 8 】

図 1 7 の実施形態では、光インターフェースは、IDM 1 7 0 0 の嵌合面と手術用器具 1 7 0 4 との間にある。IDM 1 7 0 0 および手術用器具 1 7 0 4 は、それぞれ、複数の光送信器、例えば 1 7 0 6 a、1 7 0 6 b、および複数の光受信器、例えば 1 7 0 8 a、1 7 0 8 b を含む。図 1 7 の実施形態では、画像データなどのデータを伝達するための、手術用器具 1 7 0 4 と IDM 1 7 0 0 との間の接続のために少なくとも 1 つの対、および IDM 1 7 0 0 と手術用器具 1 7 0 4 との間の接続のために少なくとも 1 つの対がある。さらに、無線式二地点間データ接続は、IDM 1 7 0 0 から手術用ロボットシステムへの高帯域通信に使用され得る。いくつかの実施形態では、電力送信器は LED としてもよく、これは、LED 光を透過させる材料で構成された取付インターフェースを横切る滅菌シートを必要とする。代替的な実施形態は、データ伝送のために、IDM 1 7 0 0 と手術用器具 1 7 0 4 との間に RF ID 技術または物理的接続を使用し得る。

【 0 0 8 9 】

いくつかの実施形態では、光送信器 1706 および光受信器 1708 は、複数の器械入力部 1710 および複数のトルクカップラー 1712 のそれぞれに対して対称的な向きにされて、手術用器具 1704 が、いずれの向きでも手術用器具ホルダー 1702 に取り付けられ得るようにする。ひとたび手術用器具 1704 が手術用器具ホルダー 1702 に取り付けられたら、手術用器具 1704 の光送信器 1706 は、信号を光受信器 1708 に伝送するように構成され得る。信号を使用して、手術用器具ホルダー 1702 に対する手術用器具 1704 の回転向きを決定できる。ひとたび手術用器具 1704 の回転向きが決定されたら、光学データフローが十分に確立され、およびトルクカップラー 1712 用のアクチュエータが正確に制御され得る。

【0090】

10

IX. 別の検討事項

本開示を読むと、当業者は、本明細書の開示の原理による、さらに追加的な代替的な構造および機能的設計を認識する。それゆえ、特定の実施形態および適用例を示しかつ説明したが、開示の実施形態は、本明細書に開示される正確な構成および構成要素に限定されるものではないことを理解されるべきである。添付の特許請求の範囲に定義される趣旨および範囲から逸脱せずに、本明細書に開示される方法および装置の配置構成、動作および詳細において、当業者には明白な様々な修正、変更および変形がなされ得る。

【0091】

本明細書では、「一実施形態」または「実施形態」のいずれの言及も、実施形態に関連して説明された特定の要素、特徴、構造、または特性が、少なくとも 1 つの実施形態に含まれることを意味する。本明細書の様々な箇所での語句「一実施形態では」の出現は、必ずしも、全てが同じ実施形態を指すものではない。

20

【0092】

いくつかの実施形態は、表現「結合された」および「接続された」がそれらの派生語と共に使用されて、説明され得る。例えば、いくつかの実施形態は、2 つ以上の要素が直接的にまたは電氣的に接触していることを示すために、用語「結合された」を使用して説明され得る。しかしながら、用語「結合された」はまた、2 つ以上の要素が互いに直接接触はしていないが、それでも、互いに協働するかまたは相互作用することを意味し得る。実施形態は、特にはっきりと明記しない限り、この文脈に限定されない。

【0093】

30

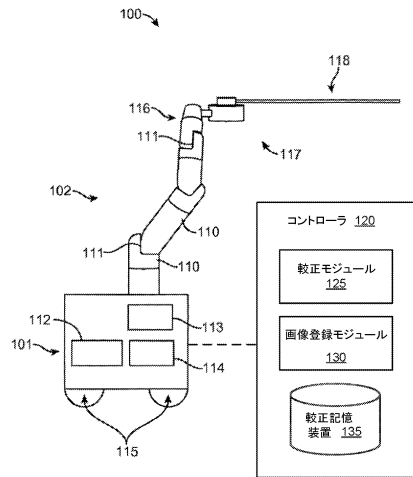
本明細書では、用語「含む (comprises)」、「含む (comprising)」、「含む (includes)」、「含む (including)」、「有する (has)」、「有する (having)」またはそれらの任意の他の変形例は、非排他的な包含を網羅するものである。例えば、あるリストの要素を含むプロセス、方法、物品、または装置は、必ずしも、それらの要素のみに限定されるものではなく、明白にリストされない、またはそのようなプロセス、方法、物品、または装置に固有ではない、他の要素を含んでもよい。さらに、それとは反対であると明示的に示した場合を除き、「または」は、排他的な「または」ではなく、包括的な「または」を指す。例えば、条件 A または B は、以下のうちのいずれか 1 つを満たす。すなわち、A が真であり（または存在する）B が偽である（または存在しない）こと、A が偽であり（または存在しない）B が真である（または存在する）こと、A および B の双方とも真である（または存在する）ことのいずれかを満たす。

40

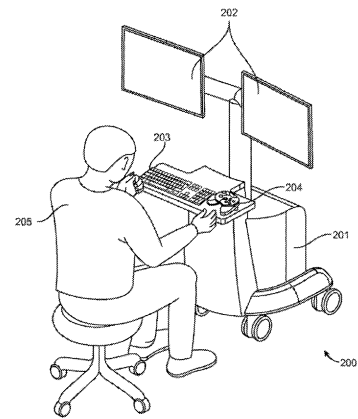
【0094】

さらに、「a」または「an」の使用は、本明細書の実施形態の複数の要素および複数の構成要素を説明するために用いられる。これは、単に便宜上、および本発明の一般的な意味を与えるために行われる。この説明は、1 つまたは少なくとも 1 つを含むと読まれるべきであり、および単数形は、そうではないことを意味することが明白でない限り、複数も含む。

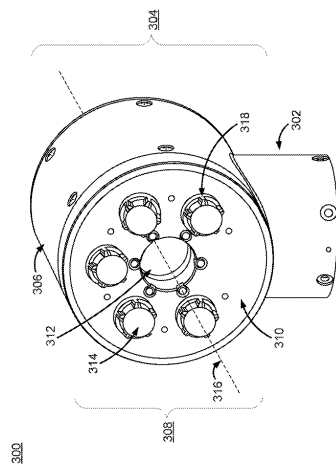
【図 1】



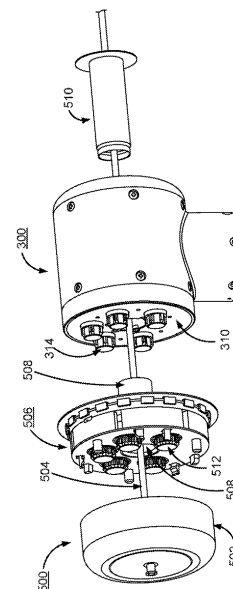
【図 2】



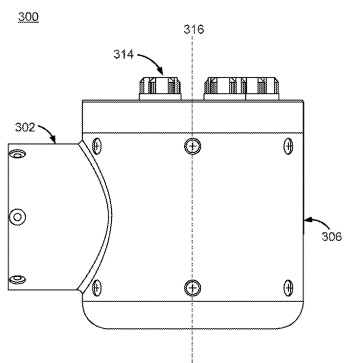
【図 3】



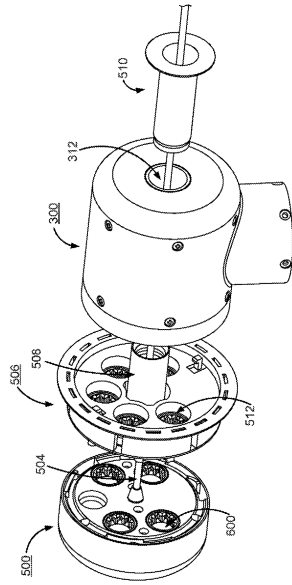
【図 5】



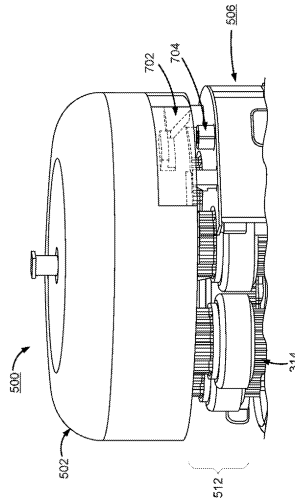
【図 4】



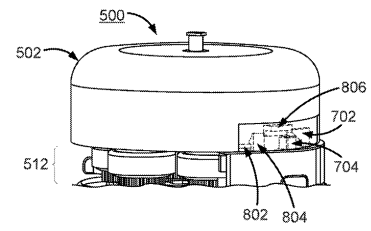
【図 6】



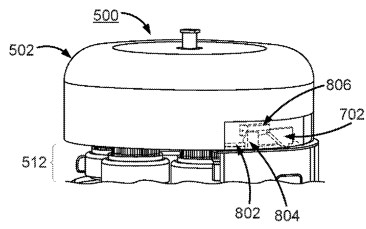
【図 7】



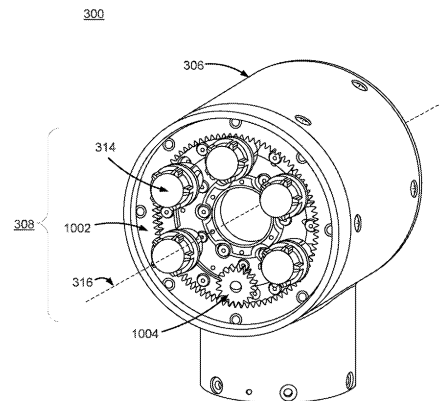
【図 8 A】



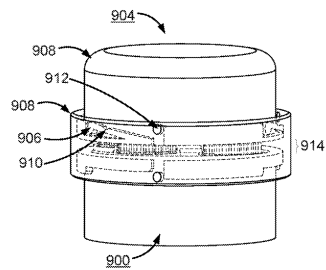
【図 8 B】



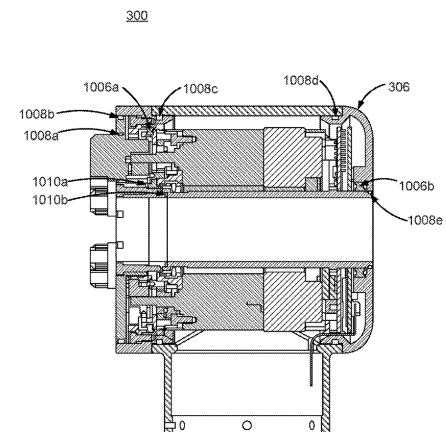
【図 10 A】



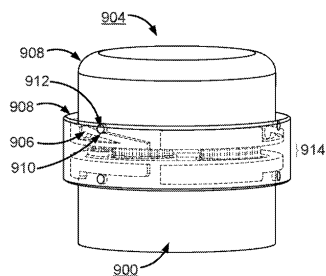
【図 9 A】



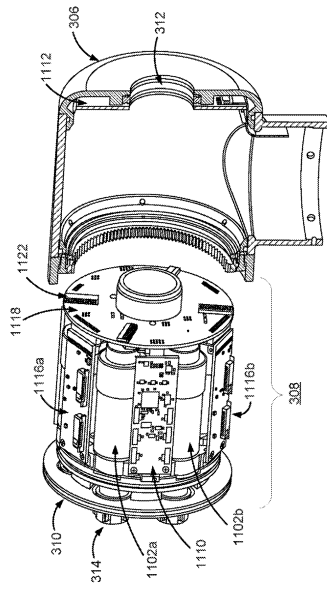
【図 10 B】



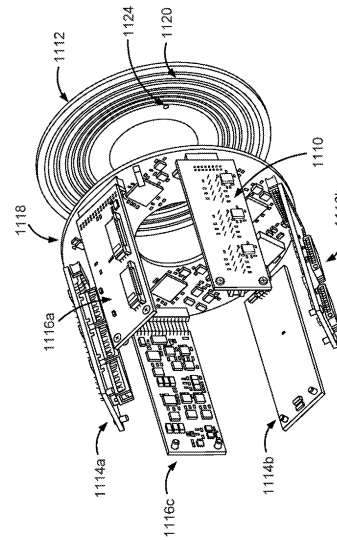
【図 9 B】



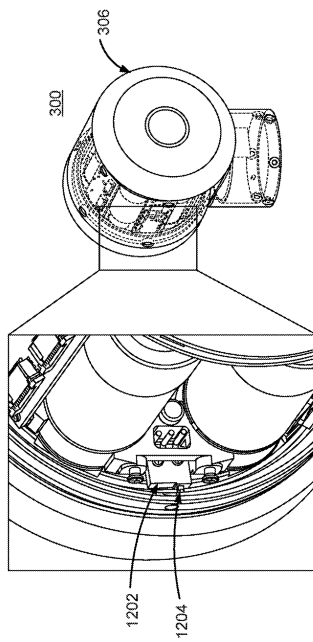
【図 11A】



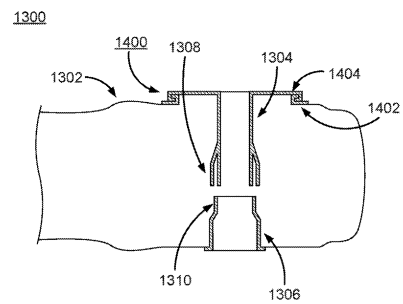
【図 11B】



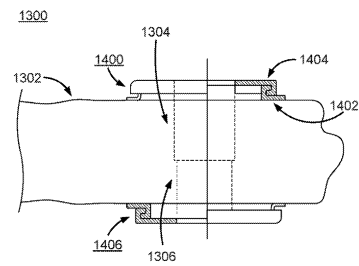
【図 12】



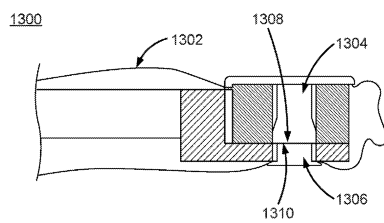
【図 14】



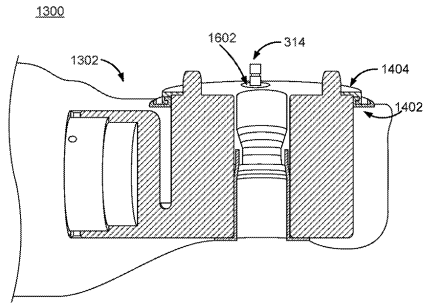
【図 15】



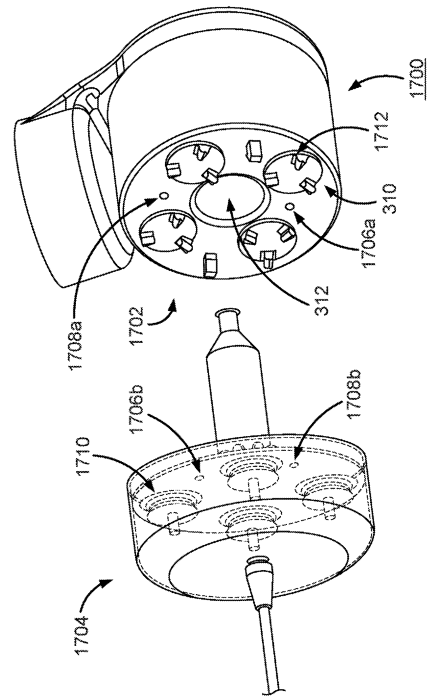
【図 13】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

- (72)発明者 ウィリアムズ, マシュー レーガン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94070 サン カルロス ショアウェイ ロード 12
5 スイート ディー オーリス サージカル ロボティクス インコーポレイテッド内
- (72)発明者 ボガスキー, ジョセフ ダニエル
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94070 サン カルロス ショアウェイ ロード 12
5 スイート ディー オーリス サージカル ロボティクス インコーポレイテッド内
- (72)発明者 ミンツ, デイビッド エス.
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94070 サン カルロス ショアウェイ ロード 12
5 スイート ディー オーリス サージカル ロボティクス インコーポレイテッド内
- (72)発明者 ユ, アラン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94070 サン カルロス ショアウェイ ロード 12
5 スイート ディー オーリス サージカル ロボティクス インコーポレイテッド内
- (72)発明者 キンツ, グレゴリー
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94070 サン カルロス ショアウェイ ロード 12
5 スイート ディー オーリス サージカル ロボティクス インコーポレイテッド内
- (72)発明者 ダン, ヨウイチロウ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94070 サン カルロス ショアウェイ ロード 12
5 スイート ディー オーリス サージカル ロボティクス インコーポレイテッド内

審査官 宮下 浩次

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2012/0071821(US, A1)
米国特許出願公開第2011/0015650(US, A1)
特開平07-136173(JP, A)
欧州特許第02259744(EP, B1)
米国特許出願公開第2014/0066944(US, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 34/30
A61B 46/10