

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6426181号
(P6426181)

(45) 発行日 平成30年11月21日(2018.11.21)

(24) 登録日 平成30年11月2日(2018.11.2)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 34/30 (2016.01)

A 6 1 B 34/30

請求項の数 15 (全 66 頁)

(21) 出願番号	特願2016-534824 (P2016-534824)	(73) 特許権者	510253996
(86) (22) 出願日	平成26年8月13日 (2014. 8. 13)		インテュイティブ サージカル オペレー
(65) 公表番号	特表2016-530003 (P2016-530003A)		ションズ, インコーポレイテッド
(43) 公表日	平成28年9月29日 (2016. 9. 29)		アメリカ合衆国 94086 カリフォル
(86) 国際出願番号	PCT/US2014/050957		ニア州 サニーヴェイル キーファー・ロ
(87) 国際公開番号	W02015/023793		ード 1020
(87) 国際公開日	平成27年2月19日 (2015. 2. 19)	(74) 代理人	100107766
審査請求日	平成29年8月7日 (2017. 8. 7)		弁理士 伊東 忠重
(31) 優先権主張番号	61/866, 117	(74) 代理人	100070150
(32) 優先日	平成25年8月15日 (2013. 8. 15)		弁理士 伊東 忠彦
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100091214
			弁理士 大貫 進介

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 可変器具予荷重機構コントローラ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

予荷重トラックと、

該予荷重トラックの上に乗るように構成される予荷重アセンブリとを含み、

該予荷重アセンブリは、外科装置アセンブリに連結されるように構成され、

前記予荷重アセンブリが前記予荷重トラック上の第1の場所に位置付けられることを条件として、前記予荷重アセンブリは、第1の力に比例する力を前記外科装置アセンブリに適用するように構成され、

前記予荷重アセンブリが前記予荷重トラック上の第2の場所に位置付けられることを条件として、前記予荷重アセンブリは、第2の力に比例する力を前記外科装置アセンブリに適用するように構成され、

前記第2の力に比例する前記力は、前記第1の力に比例する前記力よりも大きく、前記第2の力は、前記第1の力よりも大きい、装置。

【請求項 2】

前記予荷重アセンブリは、

前記予荷重トラックの上に乗るように構成されるカムフォロワアセンブリと、

第1の端と、第2の端とを含む、アームとを更に含み、

前記第1の端は、前記外科装置アセンブリに連結されるように構成され、前記第2の端は、前記カムフォロワアセンブリに連結するように構成され、

10

20

前記カムフォロワアセンブリが前記予荷重トラック上の前記第 1 の場所に位置付けられることを条件として、前記アームは、前記第 1 の力に比例する前記力を前記カムフォロワアセンブリから前記外科装置アセンブリに伝達するように構成され、

前記カムフォロワアセンブリが前記予荷重トラック上の前記第 2 の場所に位置付けられることを条件として、前記アームは、前記第 2 の力に比例する前記力を前記カムフォロワアセンブリから前記外科装置アセンブリに伝達するように構成される、

請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記外科装置アセンブリのための挿入アセンブリを更に含み、該挿入アセンブリは、前記予荷重トラックを含む、

請求項 1 に記載の装置。

【請求項 4】

前記外科装置アセンブリは、

ハウジングと、

該ハウジング内に可動に取り付けられるモータパックとを更に含み、

請求項 1 に記載の装置。

【請求項 5】

前記予荷重アセンブリは、

前記予荷重トラックの上に乗るように構成されるカムフォロワアセンブリと、

第 1 の端と、第 2 の端とを含む、アームとを更に含み、

前記第 1 の端は、前記モータパックに連結するように構成され、前記第 2 の端は、前記カムフォロワアセンブリに連結するように構成され、

前記カムフォロワアセンブリが前記予荷重トラック上の前記第 1 の場所に位置付けられることを条件として、前記アームは、前記第 1 の力に比例する力を前記カムフォロワアセンブリから前記モータパックに伝達するように構成され、

前記カムフォロワアセンブリが前記予荷重トラック上の前記第 2 の場所に位置付けられることを条件として、前記アームは、前記第 2 の力に比例する力を前記カムフォロワアセンブリから前記モータパックに伝達するように構成される、

請求項 4 に記載の装置。

【請求項 6】

前記外科装置アセンブリのための挿入アセンブリを更に含み、該挿入アセンブリは、前記予荷重トラックを含み、

前記外科装置アセンブリは、

前記挿入アセンブリに付けられるハウジングと、

該ハウジング内に可動に取り付けられるモータパックとを更に含み、

前記予荷重アセンブリは、

前記予荷重トラックに乗るように構成されるカムフォロワアセンブリと、

第 1 の端と、第 2 の端とを含む、アームとを更に含み、

前記第 1 の端は、前記モータパックに連結するように構成され、前記第 2 の端は、前記カムフォロワアセンブリに連結され、

前記カムフォロワアセンブリが前記予荷重トラック上の前記第 1 の場所に位置付けられることを条件として、前記アームは、前記第 1 の力に比例する力を前記カムフォロワアセンブリから前記モータパックに伝達するように構成され、

前記カムフォロワアセンブリが前記予荷重トラック上の前記第 2 の場所に位置付けられることを条件として、前記アームは、前記第 2 の力に比例する力を前記カムフォロワアセンブリから前記モータパックに伝達するように構成される、

請求項 1 に記載の装置。

【請求項 7】

前記外科装置アセンブリのための挿入アセンブリを更に含み、該挿入アセンブリは、前記予荷重トラックを含み、

該挿入アセンブリは、遠位端を含み、
前記外科装置アセンブリは、
前記挿入アセンブリの前記遠位端に接続される外科器具マニピュレータアセンブリを更に含み、該外科器具マニピュレータアセンブリは、前記予荷重アセンブリに連結される、
請求項 1 に記載の装置。

【請求項 8】

前記外科器具マニピュレータアセンブリは、前記第 1 の力及び前記第 2 の力を受けるように構成される駆動出力ディスクを更に含む、請求項 7 に記載の装置。

【請求項 9】

前記外科装置アセンブリは、
前記外科器具マニピュレータアセンブリに取り付けられる減菌アダプタを更に含み、該減菌アダプタは、前記駆動出力ディスクに連結される中間ディスクを含み、
前記第 2 の力が前記駆動出力ディスクに適用されることを条件として、並びに前記駆動出力ディスクが前記中間ディスクに噛み合わされることを条件として、前記中間ディスクと前記駆動出力ディスクとの間の連結部は、ゼロバックラッシュを含む、
請求項 8 に記載の装置。

【請求項 10】

当該装置は、前記外科装置アセンブリを更に含み、
前記外科装置アセンブリは、ハウジングと、該ハウジング内に可動に取り付けられるモータパックとを含み、
前記予荷重アセンブリは、
ホイールと、ピンと、本体とを含む、カムフォロワアセンブリを更に含み、前記ピンは、前記ハウジングに連結され、前記ホイールは、前記予荷重トラックの上に乗るように構成され、前記本体は、前記ピンに回転可能に連結するように構成され、前記本体は、第 1 の端と、第 2 の端とを有し、前記本体の前記第 2 の端は、前記モータパックに回転可能に連結され、前記本体の前記第 1 の端は、前記ホイールに回転可能に連結される、
請求項 1 に記載の装置。

【請求項 11】

第 1 の端と、第 2 の端とを含む、予荷重係合アームであって、該予荷重係合アームの前記第 1 の端は、前記ピンに回転可能に連結される、予荷重係合アームと、
前記予荷重係合アームの前記第 2 の端に取り付けられる回転ピンとを更に含む、
請求項 10 に記載の装置。

【請求項 12】

第 1 の端と、第 2 の端とを含む、予荷重解放レバーと、
該予荷重解放レバーの前記第 2 の端に連結される予荷重解放ボタンとを更に含み、
前記予荷重解放レバーの前記第 1 の端は、前記回転ピンに連結可能であり且つ前記回転ピンから取り外し可能である、
請求項 11 に記載の装置。

【請求項 13】

前記予荷重アセンブリは、予荷重リセット機構を更に含み、該予荷重リセット機構は、
前記予荷重アセンブリを前記予荷重トラック上の前記第 1 の場所に位置付けるように構成される、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 14】

前記予荷重トラックは可動であり、
前記予荷重トラックは、ランプと、該ランプに対して遠位の遠位部分と、該遠位部分から延びる予荷重係合隆起部とを含み、
前記予荷重アセンブリは、
前記予荷重トラックの上に乗るように構成され、且つ旋回ピンに回転可能に連結される、カムフォロワアセンブリと、
第 1 の端と、第 2 の端とを含む、予荷重係合アームであって、予荷重係合アームの第 1

10

20

30

40

50

の端が、前記回転ピンに回転可能に連結され、予荷重係合アームの第2の端が、予荷重係合面を含む、予荷重係合アームと、

該予荷重係合アームの前記第2の端に取り付けられる回転ピンとを更に含む、
請求項1に記載の装置。

【請求項15】

第1の端と、第2の端とを含む、予荷重解放レバーを更に含み、該予荷重解放レバーの前記第1の端は、前記回転ピンに連結可能であり、且つ前記回転ピンから取り外し可能であり、

前記予荷重トラックが移動させられることを条件として、前記予荷重係合隆起部は、前記予荷重係合アームの前記予荷重係合面と接触し、前記予荷重係合隆起部は、前記予荷重解放レバーの前記第1の端が前記回転ピンと係合するまで、前記予荷重係合アーム及び前記カムフォロワアセンブリを移動させる、

請求項14に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願の参照)

この出願は、以下の出願、即ち、

(Thomas G. Cooper et al.によって2013年8月15日に出願された「PRELOAD ED SURGICAL INSTRUMENT INTERFACE」という名称の米国特許出願第61/866,115号、

(Todd R. Solomon et al.によって2013年8月15日に出願された「VARIABLE INSTRUMENT PRELOAD MECHANISM CONTROLLER」という名称の米国特許出願第61/866,117号、

(Thomas G. Cooper et al.によって2013年8月15日に出願された「ACTUALT OR INTERFACE TO INSTRUMENT STERILE ADAPTER」という名称の米国特許出願第61/866,118号、

(Thomas G. Cooper et al.によって2013年8月15日に出願された「INSTRUM ENT STERILE ADAPTER DRIVE FEATURES」という名称の米国特許出願第61/866,120号、

(Robert E. Holop et al.によって2013年8月15日に出願された「INSTRUME NT STERILE ADAPTER DRIVE INTERFACE」という名称の米国特許出願第61/866,124号、及び

(Thomas G. Cooper et al.によって2013年8月15日に出願された「ROBOTIC INSTRUMENT DRIVEN ELEMENT」という名称の米国特許出願第61/866,125号の優先権及び利益を主張し、それらの各々の全文を参照としてここに援用する。

【0002】

本発明は、一般的には、外科器具及びシステムに関し、より具体的には、低バックラッシュ駆動システムを備える外科器具に関する。

【背景技術】

【0003】

最小侵襲的な医療処置のために利用されるようなロボット制御システムは、比較的小さな工具又は器具を精密に制御し且つ駆動させるために、大きく複雑な機器を含み得る。(ここにおいて用いるとき、「ロボット」又は「ロボット式に」という用語及び類似表現は、遠隔操作又は遠隔ロボット工学の特徴(aspects)を含む。)図1Aは、既知のロボット制御システム100の一例を例示している。例えば、Intuitive Surgical, Inc.によって商品化されているda Vinci(登録商標)Surgical Systemの一部であってよいシステム100は、多数のアーム130を有する患者側カート110を含む。各アームは、ドッキングポート140を有し、ドッキングポート140は、一般的には、器具150を取り付け且つ器具150の作動のための機械的な動力を提供するための機械的インターフェー

10

20

30

40

50

スを備える駆動システムを含む。医療処置中にアーム 130 を用いて、医療処置のためにそれぞれの医療器具 150 を移動させ且つ位置付け得る。

【0004】

図 1B は、既知の器具 150 の底面図を示している。器具 150 は、一般的には、伝動装置又はバックエンド機構 152（後端機構）と、バックエンド機構 152 から延びるメインチューブ 154 と、メインチューブ 154 の遠位端にある機能的な先端 156 とを含む。先端 156 は、一般的には、医療処置中に用い得る、メス、ハサミ、鉗子、又は焼灼器具のような、医療工具を含む。駆動ケーブル又は腱（テンドン）155 が先端 156 に接続され、メインチューブ 154 を通じてバックエンド機構 152 に延びる。バックエンド機構 152 は、典型的には、器具 150 の駆動腱と駆動システム 140 の機械的インターフェースの電動軸との間の機械的な結合をもたらす。具体的には、ギア又はディスク 153 が、駆動システム 140 の機械的インターフェースにある相補的な構成(features)と係合する位置、大きさ、及び形状とされる、突起又は孔のような構成を有する。典型的な器具において、ディスク 153 の回転は、それぞれの腱 155 を引っ張り、先端 156 内の対応する機械的なリンクを作動させる。よって、システム 100 は、必要に応じて駆動腱 155 内の動き及び張力を制御して、先端 156 を位置付け、方向付け、且つ作動させる。既知の外科システムの更なる詳細は、例えば、Tierney et al.に発効した「Surgical Robotic Tools, Data Architecture, and Use」という名称の（2001年8月13日付け出願の）米国特許第7,048,745に記載されており、ここに参照としてその全文を援用する。

【0005】

駆動システム 140 から1つの器具 150 を取り外し、次に、取り外した器具の代わりに他の器具 150 を装着することによって、システム 100 の器具 150 を交換し得る。装着プロセスは、一般的には、ディスク 153 上の構成が、駆動システム 140 の相補的な構成と適切に係合することを必要とする。しかしながら、装着前に、器具 150 上のディスク 153 の向きは、一般的には、患者側カート 110 には知られていない。

【0006】

更に、患者側カート 110 のような機器は、医療処置の間に複雑な機器を洗浄し且つ殺菌することの困難さの故に、多くの場合に、滅菌バリア（例えば、プラスチックシートドレープ）によって医療処置のために覆われる。この滅菌バリアは、ドッキングポート 140 と器具バックエンド 152 との間に介装される滅菌アダプタを含み得る。例えば、ここに参照としてその全文を援用する、米国特許第7,048,745号及びAnderson et al.に発効した「Sterile Surgical Adaptor」という名称の（2006年3月31日付け出願の）米国特許第7,699,855号を参照のこと。それらは幾つかの例示的な殺菌バリア及びアダプタシステムを記載している。

【0007】

器具 150 のための典型的な装着プロセスは、駆動システム 140 上のディスク 153 の向きと無関係に、可能であれば介在する滅菌アダプタを用いて、バックエンド機構 152 を取り付けを含む。その場合には、新たに装着される器具 150 の作動のために、相補的な構成が互いに噛み合い（対になり）且つ確実に係合するのを保証するために、装着プロセス中に駆動システム 140 中の駆動モータを複数回正逆回転させてよい。装着プロセス中のある時点で、駆動モータは確実に係合されるようになって、それぞれのディスク 153 を回転させる。しかしながら、駆動モータは、異なる予測不能なときに器具 150 のそれぞれのディスク 153 と積極的に(positively)係合するので、装着される器具 150 は、装着プロセス中に、時折、予測不能な方法において動くことがある。特定の用途について、そのような予測不能な動きは許容できない。一般的には、装着手順中の器具先端の無作為な動きに順応するよう、障害物のない又は密閉された空間が器具 150 の周りに必要とされる。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 8 】

外科システムは、外科器具への制御されたトルク及び位置の伝達に悪影響を与えるバックラッシュに敏感である外科器具を含む。外科器具は、機械的インターフェースを介して外科器具マニピュレータアセンブリ内のモータに連結される（結合される）。機械的インターフェースと外科器具マニピュレータアセンブリとの組み合わせは、例えば0.7度未満の、低バックラッシュを有する。機械的インターフェースは、外科器具マニピュレータアセンブリ内の駆動インターフェースを外科器具の被駆動インターフェースに連結する。1つの特徴において、機械的インターフェースは、外科処置において用いられるトルクレベルについて、ゼロバックラッシュを有する。

【 0 0 0 9 】

10

よって、装置は外科器具マニピュレータアセンブリを含む。外科器具マニピュレータアセンブリは、駆動ユニットと、駆動出力アセンブリとを含む。駆動出力アセンブリは、駆動ユニットに連結される。駆動出力アセンブリは、駆動ユニットに連結される低バックラッシュカプラを含む。駆動出力ディスクは、低バックラッシュカプラに連結される。外科器具マニピュレータアセンブリバックラッシュの一部は、低バックラッシュカプラへの駆動ユニット及び駆動出力ディスクの連結部(coupling)内にある。

【 0 0 1 0 】

1つの特徴において、駆動出力ディスクは、遠位端面を備える円筒形の本体である。第1の整列要素（アライメント要素）が遠位端面から延びる。第2の整列要素も遠位端面から延びる。第1の整列要素は、第2の整列要素から分離される。駆動出力ディスクとディスクとが噛み合わされるとき、第1及び第2の整列要素の組み合わせは、駆動出力ディスクを他のアセンブリのディスクに方向付ける。1つの特徴において、第1の整列要素はピンであり、第2の整列要素はタブである。

20

【 0 0 1 1 】

この特徴において、駆動出力ディスクの遠位端面は、中央部と、周縁部とを有する。複数の駆動ドッグが、遠位端面から延びる。各駆動ドッグは、中心から第1の距離に位置付けられる第1の縁面と、周縁部にほぼ隣接して位置付けられる第2の縁面とを含む。第2の縁面は、第1の縁面の反対側にある。更に、各駆動ドッグは、遠位端面から延びる三次元の構造、例えば、三次元の長方形である、第1の部分と、第1の部分から延びる第2の部分とを含む。第2の部分は、第2の部分の2つの対向する側面を有する。第2の部分の側面の各々は、曲面である。1つの特徴において、曲面は、円形区画の一部、例えば、シリンドラの外面の一部である。

30

【 0 0 1 2 】

駆動出力アセンブリは、シャフトも含む。第1の予荷重ばね（プリロードばね）がシャフトに連結される。第1の予荷重ばねは、駆動出力ディスクにも連結される。第1の予荷重ばねは、第1の予荷重ばねが圧縮されるときに、駆動出力ディスクに第1の予荷重力（プリロード力）を適用するように構成される。

【 0 0 1 3 】

駆動出力アセンブリは、シャフトに連結される第2の予荷重ばねも含む。第2の予荷重ばねは、第1の予荷重ばねとの組み合わせにおいて、第1及び第2の予荷重ばねが圧縮されるときに、駆動出力ディスクに第2の予荷重力を適用するように構成される。第2の予荷重力は、第1の予荷重力よりも大きい。

40

【 0 0 1 4 】

外科器具マニピュレータアセンブリは、複数の駆動ユニットを含むモータパックを含む。複数の駆動ユニットは、前述した駆動ユニットを含む。モータパックは、外科器具マニピュレータアセンブリのハウジング内に可動に取り付けられる。モータパックは、複数のハードストップ（ハード停止部）も含む。複数のハードストップは、モータパックの遠位面から延びるように構成される。

【 0 0 1 5 】

外科器具マニピュレータアセンブリは、解放ラッチも含む。解放ラッチは、外科器具マ

50

ニピューレータアセンブリのハウジング内に旋回可能に取り付けられる。ピンが解放ラッチの近位部分からハウジングの内側に延びる。１つの特徴において、ピンは、ばね荷重ピンである。

【 0 0 1 6 】

外科器具マニピューレータアセンブリのモータバックは、解放ラッチ抑止ストップ（解放ラッチ抑止停止部）も含む。モータバックが外科器具マニピューレータアセンブリのハウジングに対して完全に引っ込められた位置にあるならば、１つの特徴において、解放ラッチの操作は抑止される。しかしながら、モータバックがハウジングに対して第１の位置にあるならば、ピンは解放ラッチ抑止ストップと接触し、解放ラッチが押されるならば、解放ラッチの旋回を阻止する。他の特徴において、解放ラッチ抑止ストップは、外科器具が滅菌アダプタアセンブリ内に取り付けられる間に、モータバックが完全に引っ込められた位置にあるとき、解放ラッチの旋回を阻止する。

10

【 0 0 1 7 】

他の特徴において、装置は、外科装置アセンブリと、予荷重トラックと、予荷重トラックの上に乗る予荷重アセンブリとを含む。予荷重アセンブリは、外科装置アセンブリに連結される。挿入アセンブリが、予荷重トラックを含む。

【 0 0 1 8 】

予荷重アセンブリが予荷重トラック上の第１の場所にあるとき、予荷重アセンブリは外科装置アセンブリに第１の力を適用する。予荷重アセンブリが予荷重トラック上の第２の場所にあるとき、予荷重アセンブリは外科装置アセンブリに第２の力を適用する。第２の力は、第１の力よりも大きい。

20

【 0 0 1 9 】

１つの特徴において、予荷重アセンブリは、カムフォロワアセンブリと、アームとを含む。カムフォロワアセンブリは、予荷重トラックの上に乗る。アームは、第１の端と、第２の端とを有する。第１の端は、外科装置アセンブリに連結される。アームの第２の端は、カムフォロワアセンブリに連結される。カムフォロワアセンブリが予荷重トラック上の第１の場所に位置付けられるならば、アームは、カムフォロワアセンブリから外科装置アセンブリに、第１の力に比例する力を伝達するように構成される。カムフォロワアセンブリが予荷重トラック上の第２の場所に位置付けられるならば、アームは、カムフォロワアセンブリから外科装置アセンブリに、第２の力に比例する力を伝達するように構成される。

30

【 0 0 2 0 】

外科装置アセンブリは、駆動ユニットハウジングや、モータバックも含む。モータバックは、駆動ユニットハウジング内に可動に取り付けられる。アームの第１の端は、モータバックに連結される。カムフォロワアセンブリが予荷重トラック上の第１の場所に位置付けられるならば、アームは、カムフォロワアセンブリからモータバックに、第１の力に比例する力を伝達するように構成される。カムフォロワアセンブリが予荷重トラック上の第２の場所に位置付けられるならば、アームは、カムフォロワアセンブリからモータバックに、第２の力に比例する力を伝達するように構成される。

【 0 0 2 1 】

他の特徴において、装置は、予荷重トラックと、予荷重トラックの上に乗るように構成される予荷重アセンブリとを含む。予荷重アセンブリは、外科装置アセンブリに連結するように構成される。予荷重アセンブリは、予荷重アセンブリが予荷重トラック上の第１の場所に位置付けられるならば、外科装置アセンブリに第１の力を適用するように構成される。

40

【 0 0 2 2 】

予荷重アセンブリは、予荷重リセット機構を含む。予荷重リセット機構は、予荷重アセンブリを予荷重トラック上の第１の場所に自動的に位置付けるように構成される。

【 0 0 2 3 】

更に他の特徴において、装置は、外科器具マニピューレータアセンブリと、挿入アセンブ

50

りと、予荷重アセンブリとを含む。外科器具マニピュレータアセンブリは、ハウジングと、モータバックとを含む。モータバックは、ハウジング内に可動に取り付けられる。挿入アセンブリは、外科器具マニピュレータアセンブリに連結される。挿入アセンブリは、予荷重トラックも含む。予荷重アセンブリは、カムフォロワアセンブリと、アームと、予荷重リセットアセンブリとを含む。アームは、第1の端と、第2の端とを含む。アームの第1の端は、カムフォロワアセンブリに回転可能に接続される。アームの第2の端は、モータバックに連結される。カムフォロワアセンブリは、予荷重トラックの上に乗るように構成される。予荷重リセットアセンブリは、予荷重アセンブリを予荷重トラックの上に自動的に位置付けるように構成される。第1の場所で、予荷重アセンブリは、モータバックに第1の力を適用する。

10

【0024】

他の装置は、挿入アセンブリと、器具マニピュレータアセンブリと、外科装置インターフェースと、外科器具とを含む。時折、外科装置インターフェースを外科装置インターフェース要素と呼ぶ。挿入アセンブリは、遠位端と、予荷重トラックとを含む。器具マニピュレータアセンブリは、挿入アセンブリの遠位端に連結される。器具マニピュレータアセンブリは、駆動出力ディスクを含む。駆動出力ディスクは、駆動出力インターフェースを有する。

【0025】

外科装置は、器具マニピュレータアセンブリに取り付けられる。外科装置インターフェースは、中間ディスクを含む。中間ディスクは、中間被駆動インターフェースと、中間駆動インターフェースとを有する。中間被駆動インターフェースは、駆動出力インターフェースに連結される。

20

【0026】

外科器具は、外科装置インターフェースに取り付けられる。外科器具は、被駆動ディスクを含む。被駆動ディスクは、被駆動インターフェースを有する。被駆動インターフェースは、中間駆動インターフェースに連結される。

【0027】

第1の力が駆動出力ディスクと中間ディスクとの間の連結部に適用されるならば、駆動出力ディスクと中間ディスクとの間の連結部は、2つのディスクを位置合わせさせる（整列させる）ために用いられるトルクレベルについて、非ゼロバックラッシュを有する。第2の力が駆動出力ディスクと中間ディスクとの間の連結部に適用されるならば、駆動出力ディスクと中間ディスクとの間の連結部は、外科処置において用いられるトルクレベルについて、ゼロバックラッシュを有する。第2の力は、第1の力よりも大きい。

30

【0028】

よって、装置は、駆動出力ディスクと、中間ディスクとを含む。駆動出力ディスクは、遠位端面と、遠位端面から延びる複数の駆動ドッグとを含む。複数の駆動ドッグの各駆動ドッグは、遠位端面から延びる三次元の構造、例えば、三次元の長方形である、第1の部分と、第1の部分から延びる第2の部分とを含む。第2の部分は、第2の部分の2つの対向する側面を含む。第2の部分の側面の各々は、曲面である。1つの特徴において、曲面は、円形区画、例えば、シリンダの外表面の一部である。中間ディスクは、近位端面と、近位端面から中間ディスク内に延びる複数の駆動ドッグレセプタクル（駆動ドッグ受部）とを含む。複数の駆動ドッグレセプタクルの各駆動ドッグレセプタクルは、複数の駆動ドッグの1つを受けるように構成される。複数の駆動ドッグレセプタクルの各駆動ドッグレセプタクルは、外面から中間ディスク内に延びる対向する側壁を含む第1の部分と、駆動ドッグレセプタクルの底面である第2の部分と、第1の部分から第2の部分に延びる第3の部分とを含む。第3の部分は、第3の部分の2つの対向する傾斜側面を有する。

40

【0029】

装置は、駆動出力ディスクに連結される第1の予荷重ばねを有する。第1の予荷重ばねは、駆動出力ディスクが中間ディスクに連結されるときに圧縮される。第1の予荷重ばねの圧縮は、駆動出力ディスクに予荷重力を適用する。予荷重力が駆動出力ディスクに適用

50

されるとき、駆動出力ディスクと中間ディスクとの間の連結部は、ディスクを位置合わせさせるのに必要なトルクレベルについて、非ゼロバックラッシュを有する。

【0030】

装置は、駆動出力ディスクに連結される第2の予荷重ばねも含む。予荷重アセンブリは、第1及び第2の予荷重ばねに連結される。予荷重アセンブリが第1及び第2の予荷重ばねを圧縮するとき、圧縮される第2ばねは、圧縮される第1のばねとの組み合わせにおいて、駆動出力ディスクと中間ディスクとの間の連結部に第2の予荷重力を適用する。第2の予荷重力が連結部に適用されるとき、駆動出力ディスクと中間ディスクとの間の連結部は、外科処置において用いられるトルクレベルについて、ゼロバックラッシュを有する。

【0031】

更に他の特徴において、装置は、外科装置インターフェース要素を含む。外科装置インターフェース要素は、複数の中間ディスクと、第1の本体構造とを含み、第1の本体構造は、その中に回転可能に取り付けられる複数の中間ディスクを有する。

【0032】

各中間ディスクは、中間被駆動インターフェースと、中間駆動インターフェースとを含む。中間駆動インターフェースは、中間被駆動インターフェースの反対側にある。

【0033】

中間被駆動インターフェースは、第1の整列レセプタクル（アライメント受部）と、駆動ドッグレセプタクル（駆動ドッグ受部）とを含む。中間駆動インターフェースは、駆動ドッグと、係合構造とを含む。

【0034】

第1の整列レセプタクルは、外科器具マニピュレータアセンブリの駆動出力ディスクから延びる第1の整列要素と噛み合う（対になる）ように構成される。中間被駆動インターフェースは、第2の整列レセプタクルも含む。第2の整列レセプタクルは、駆動出力ディスクから延びる第2の整列要素と噛み合うように構成される。第1の整列レセプタクルは、第2の整列レセプタクルから分離されている。第1及び第2の整列レセプタクルの組み合わせは、駆動出力ディスク及び中間ディスクが連結される、例えば、噛み合わされるときに、駆動出力ディスクを中間ディスクに方向付ける。

【0035】

第1の本体構造は、複数のハードストップを含む。各中間ディスクは、ハードストップのうちの1つと関連付けられる。各中間ディスクは、そのディスクの外側面から延びるハードストップタブを有する。中間ディスクの第1の軸方向位置において、中間ディスクが回転させられるときに、ハードストップタブは、中間ディスクと関連付けられるハードストップと接触する。中間ディスクの第2の軸方向位置において、中間ディスクは、ハードストップタブが中間ディスクと関連付けられるハードストップと接触せずに、自由に回転する。

【0036】

駆動ドッグレセプタクルの各々は、中間ディスクの外側面から中間ディスク内に延びる対向する側壁を有する第1の部分を含む。駆動ドッグレセプタクルの第2の部分が、駆動ドッグレセプタクルの底面にある。駆動ドッグレセプタクルの第3の部分が、第1の部分から第2の部分に延びる。第3の部分は、第3の部分の2つの対向する側面を含む。第3の部分の側面の各々は、傾斜面である。1つの特徴において、傾斜面は、楔（ウェッジ）の側面の一部である。

【0037】

中間ディスクの駆動ドッグの各々は、三次元の構造、例えば、三次元の長方形である、第1の部分を含む。駆動ドッグの第2の部分が、第1の部分から延びる。第2の部分は、第2の部分の2つの対向する側面を有する。第2の部分の側面の各々は、曲面の一部である。1つの特徴において、曲面は、円形区画の一部、例えば、シリンダの外側面の一部である。

【0038】

10

20

30

40

50

中間ディスクの駆動ドッグレセプタクルの各々は、駆動ドッグレセプタクルの各々が第1の平面によって二分されるように位置付けられる。中間ディスクの駆動ドッグの各々は、駆動ドッグの各々が第2の平面によって二分されるように位置付けられる。第1の平面は、第2の平面に対して垂直である。

【0039】

外科装置インターフェース要素は、第2の本体構造も含む。第1の本体構造は、第2の本体構造内に可動に取り付けられる。第2の本体構造は、スキッドプレート(skid plate)を含む。

【0040】

中間ディスクは、遠位面も有する。係合構造は、1つの特徴において、遠位面から遠位方向に延びる開放三次元構造である。開放三次元構造は、概ねC形状構造である。C形状構造は、高さ、第1の端と、第2の端とを有する。第1及び第2の端は、C形状構造の開口を境界付ける。中心線がC形状構造の中心を通じて延びる。中心線は第1及び第2の端から等距離にある。

10

【0041】

開放三次元構造は、第1及び第2の端の一方から延びる壁も含む。壁は、C形状構造の中心線と実質的に平行な方向に延びる。その壁は中間ディスクの遠位面の外縁に向かって延びる。その壁は、C形状構造の高さよりも高さを有する。

【0042】

他の特徴において、開放三次元構造は、円形トラックである。円形トラックは、第1の高さと、第1の端と、第2の端とを有する、第1の円周区画を含む。円形トラックは、第1の円周区画の第1の端と第2の端との間に延びる第2の円周区画も含む。第2の円周区画は、第2の高さを有する。第2の高さは、第1の高さ未満である。円形トラックの中心線が円形トラックの中心を通じて延び、第1及び第2の端から等距離にある。C形状構造は、円形トラックの一例である。この特徴において、開放三次元構造は、第1の円周区画の第1及び第2の端の一方から円形区画の中心と実質的に平行な方向に延びる壁も含む。その壁は、複数の中間ディスクのうちの中間ディスクの遠位面の外縁に向かって延びる。その壁は、高さを有する。その壁の高さは、第1の円周区画の第1の高さよりも小さい。

20

【0043】

1つの特徴において、外科装置インターフェース要素は、外科器具マニピュレータアセンブリに取り付けられる。外科器具マニピュレータアセンブリは、駆動インターフェースを有する駆動出力ディスクを含む。駆動インターフェースは、中間ディスクの中間被駆動インターフェースと連結される。駆動出力ディスクへの所定の予荷重力の適用後、中間ディスクと駆動出力ディスクとの間の連結部は、外科処置において用いられるトルクレベルについて、ゼロバックラッシュを有する。

30

【0044】

他の特徴において、外科器具は、外科装置インターフェース要素に取り付けられる。外科器具は、被駆動インターフェースを備える被駆動ディスクを更に有する。被駆動インターフェースは、中間ディスクの中間駆動インターフェースに連結される。中間ディスクへの所定の予荷重力の適用後、中間ディスクと被駆動ディスクとの間の連結部は、外科処置において用いられるトルクレベルについて、ゼロバックラッシュを有する。

40

【0045】

よって、1つの特徴において、装置は、中間ディスクと、被駆動ディスクとを含む。中間ディスクは、中間被駆動インターフェースと、中間駆動インターフェースとを含む。中間ディスク駆動インターフェースは、中間被駆動インターフェースの反対側にある。

【0046】

中間被駆動インターフェースは、整列レセプタクルと、駆動ドッグレセプタクルとを含む。中間駆動インターフェースは、駆動ドッグと、係合構造とを含む。

【0047】

被駆動ディスクは、中間駆動インターフェースと噛み合うように構成される被駆動イン

50

ターフェースを含む。被駆動インターフェースは、係合レセプタクルと、駆動ドッグレセプタクルと、回転不能化要素とを含む。回転不能化要素は、被駆動ディスクの回転を阻止する回転係止機構（回転ロック機構）を含む。係合レセプタクルは、係合構造が係合レセプタクルと位置合わせされるならば、係合構造を受けるように構成される。

【0048】

一層更なる特徴において、装置は、外科器具を含む。外科器具は、被駆動ディスクレセプタクルを有する本体を含む。外科器具内にあるシャフトの近位端は、被駆動ディスクレセプタクル内に延びる。被駆動ディスクが被駆動ディスクレセプタクル内に位置付けられるよう、被駆動ディスクはシャフトの近位端に取り付けられる。

【0049】

被駆動ディスクは、被駆動インターフェースを含む。被駆動インターフェースは、係合レセプタクルと、駆動ドッグレセプタクルと、回転不能化要素とを含む。回転不能化要素は、回転係止機構を有する。回転不能化要素の係合後、回転係止機構は、被駆動ディスクレセプタクルと係合し、被駆動ディスクの回転を阻止する。

【0050】

駆動ドッグレセプタクルの各々は、第1の部分と、第2の部分と、第3の部分とを含む。第1の部分は、被駆動ディスクの近位面から被駆動ディスク内に延びる対向する側壁を含む。第2の部分は、駆動ドッグレセプタクルの底面である。第3の部分は、第1の部分から第2の部分に延びる。第3の部分は、第3の部分の2つの対向する側面を有する。第3の部分の側面の各々は、傾斜面を含む。1つの特徴において、傾斜面は、楔の側面の一部である。1つの特徴において、各駆動ドッグレセプタクルは、被駆動ディスクの長手軸から第1の距離に位置付けられる第1の縁面と、第1の縁の反対側にある第2の開放縁とを含む。

【0051】

係合レセプタクルは、被駆動ディスクの近位面から被駆動ディスク内に延びる溝を含む。溝は第1の端から第2の端に延びる。溝は、幅と、深さとを有する。溝の第1の端は、第1の間隙によって回転不能化要素から分離される。溝の第2の端は、第2の間隙によって回転不能化要素から分離される。溝の幅及び深さは、中間ディスク上の中間駆動インターフェースの係合構造を受け入れるような大きさにされる。

【0052】

1つの特徴において、回転不能化要素は、屈曲部(flexure)である。回転係止機構は、屈曲部から延びる。この特徴において、回転形式光波、タング(tang)を含む。

【0053】

被駆動ディスクレセプタクルは、底面を有する。複数の歯が、底面から近位方向に延びる。

【0054】

装置は、滅菌アダプタアセンブリも含む。外科器具は、滅菌アダプタアセンブリに取り付けられる。滅菌アダプタアセンブリは、被駆動ディスクの被駆動インターフェースと連結される中間駆動インターフェースを有する中間ディスクを含む。中間ディスクへの所定の力の適用後、中間ディスクと被駆動ディスクとの間の連結部は、非ゼロバックラッシュを有する。

【0055】

装置は、外科器具マニピュレータアセンブリも含む。滅菌アダプタアセンブリは、外科器具マニピュレータアセンブリに取り付けられる。外科器具マニピュレータアセンブリは、中間ディスクの被駆動インターフェースと連結される駆動インターフェースを有する駆動出力ディスクを更に含む。駆動出力ディスクへの所定の予荷重力の適用後、中間ディスクと駆動出力ディスクとの間の連結部は、外科処置において用いられるトルクレベルについて、ゼロバックラッシュを有する。

【図面の簡単な説明】

【0056】

10

20

30

40

50

【図 1 A】従来技術の遠隔操作される最小侵襲的外科システムを示す図である。

【 0 0 5 7 】

【図 1 B】従来技術の外科装置アセンブリを示す図である。

【 0 0 5 8 】

【図 2】低バックラッシュを備える外科装置アセンブリを含む遠隔操作される外科システムを示す図である。

【 0 0 5 9 】

【図 3 A】図 2 の外科装置アセンブリの構成をより詳細に示す図であり、外科装置アセンブリは既知のバックラッシュを有する。

【 0 0 6 0 】

【図 3 B】図 2 の外科装置アセンブリの構成をより詳細に示す図であり、外科装置アセンブリは低バックラッシュを有する。

【 0 0 6 1 】

【図 4 A】外科器具マニピュレータアセンブリへの滅菌アダプタアセンブリ及び外科器具の取付け、並びにバックラッシュを減少させる予荷重機構、器具取外しロックアウト、滅菌アダプタ取外しロックアウト、予荷重解放、及び自動予荷重リセットの動作を示すブロック図である。

【図 4 B】外科器具マニピュレータアセンブリへの滅菌アダプタアセンブリ及び外科器具の取付け、並びにバックラッシュを減少させる予荷重機構、器具取外しロックアウト、滅菌アダプタ取外しロックアウト、予荷重解放、及び自動予荷重リセットの動作を示すブロック図である。

【図 4 C】外科器具マニピュレータアセンブリへの滅菌アダプタアセンブリ及び外科器具の取付け、並びにバックラッシュを減少させる予荷重機構、器具取外しロックアウト、滅菌アダプタ取外しロックアウト、予荷重解放、及び自動予荷重リセットの動作を示すブロック図である。

【図 4 D】外科器具マニピュレータアセンブリへの滅菌アダプタアセンブリ及び外科器具の取付け、並びにバックラッシュを減少させる予荷重機構、器具取外しロックアウト、滅菌アダプタ取外しロックアウト、予荷重解放、及び自動予荷重リセットの動作を示すブロック図である。

【図 4 E】外科器具マニピュレータアセンブリへの滅菌アダプタアセンブリ及び外科器具の取付け、並びにバックラッシュを減少させる予荷重機構、器具取外しロックアウト、滅菌アダプタ取外しロックアウト、予荷重解放、及び自動予荷重リセットの動作を示すブロック図である。

【図 4 F】外科器具マニピュレータアセンブリへの滅菌アダプタアセンブリ及び外科器具の取付け、並びにバックラッシュを減少させる予荷重機構、器具取外しロックアウト、滅菌アダプタ取外しロックアウト、予荷重解放、及び自動予荷重リセットの動作を示すブロック図である。

【図 4 G】外科器具マニピュレータアセンブリへの滅菌アダプタアセンブリ及び外科器具の取付け、並びにバックラッシュを減少させる予荷重機構、器具取外しロックアウト、滅菌アダプタ取外しロックアウト、予荷重解放、及び自動予荷重リセットの動作を示すブロック図である。

【 0 0 6 2 】

【図 5】図 2 の外科器具マニピュレータアセンブリの遠位端を示す図である。

【 0 0 6 3 】

【図 6】挿入軸ベースアセンブリに取り付けられる挿入アセンブリに付けられる外科器具マニピュレータアセンブリ

【 0 0 6 4 】

【図 7 A】滅菌アダプタアセンブリを外科器具マニピュレータアセンブリに取り付けるときの第 1 の特徴を示す図である。

【図 7 B】滅菌アダプタアセンブリを外科器具マニピュレータアセンブリに取り付けると

10

20

30

40

50

きの第 1 の特徴を示す図である。

【 0 0 6 5 】

【図 8 A】駆動出力ユニット及び滅菌アダプタアセンブリの他の特徴を示す図である。

【 0 0 6 6 】

【図 8 B】駆動出力ユニットへの図 8 A の滅菌アダプタアセンブリの連結を示す切欠図である。

【図 8 C】駆動出力ユニットへの図 8 A の滅菌アダプタアセンブリの連結を示す切欠図である。

【図 8 D】駆動出力ユニットへの図 8 A の滅菌アダプタアセンブリの連結を示す切欠図である。

10

【 0 0 6 7 】

【図 8 E】図 8 A の滅菌アダプタアセンブリのための滅菌アダプタラッチアセンブリを示す切欠図である。

【図 8 F】図 8 A の滅菌アダプタアセンブリのための滅菌アダプタラッチアセンブリを示す切欠図である。

【図 8 G】図 8 A の滅菌アダプタアセンブリのための滅菌アダプタラッチアセンブリを示す切欠図である。

【 0 0 6 8 】

【図 8 H】図 8 A の滅菌アダプタアセンブリを示す底面斜視図である。

【 0 0 6 9 】

20

【図 8 I】図 8 A の滅菌アダプタアセンブリを示す頂面斜視図である。

【 0 0 7 0 】

【図 9 A】図 2 の外科器具をより詳細に示す図である。

【図 9 B】図 2 の外科器具をより詳細に示す図である。

【 0 0 7 1 】

【図 1 0】滅菌アダプタアセンブリ内への外科器具の取付けにおける段階を示す図である。

【図 1 1】滅菌アダプタアセンブリ内への外科器具の取付けにおける段階を示す図である。

【図 1 2】滅菌アダプタアセンブリ内への外科器具の取付けにおける段階を示す図である。

30

【図 1 3】滅菌アダプタアセンブリ内への外科器具の取付けにおける段階を示す図である。

【 0 0 7 2 】

【図 1 4】駆動出力ディスクが中間ディスクに連結される、例えば、噛み合わせられ、中間ディスクが被駆動ディスクに連結されるとき、ディスク積重ねを示す図である。

【 0 0 7 3 】

【図 1 5 A】駆動ユニットアセンブリハウジングが取り外され、駆動出力ユニットの周りのハウジングが取り外された状態の、外科器具マニピュレータアセンブリを示す図である。

40

【 0 0 7 4 】

【図 1 5 B】遊星ギアヘッドを示す側面図である。

【 0 0 7 5 】

【図 1 5 C】遊星ギアヘッドを示す遠位図である。

【 0 0 7 6 】

【図 1 5 D】28 : 1 の遊星ギアヘッドを示す近位図である。

【 0 0 7 7 】

【図 1 5 E】9 : 1 の遊星ギアヘッドを示す近位図である。

【 0 0 7 8 】

【図 1 6 A】駆動出力アセンブリをより詳細に示す図である。

50

【 0 0 7 9 】

【図 1 6 B】低バックラッシュカプラを示す端面図である。

【 0 0 8 0 】

【図 1 6 C】駆動出力ディスクにある駆動インターフェースを示す図である。

【 0 0 8 1 】

【図 1 6 D】駆動ドッグを示す断面図である。

【 0 0 8 2 】

【図 1 7 A】減菌アダプタアセンブリを示す図である。

【 0 0 8 3 】

【図 1 7 B】可動本体の一部を示す拡大図であり、レセプタクル及び中間ディスクを示している。 10

【 0 0 8 4 】

【図 1 8 A】中間ディスクの近位端にある中間被駆動インターフェースを示す図である。

【 0 0 8 5 】

【図 1 8 B】中間ディスクの遠位端にある中間駆動インターフェースを示す図である。

【 0 0 8 6 】

【図 1 8 C】駆動ドッグレセプタクルを示す断面図である。

【 0 0 8 7 】

【図 1 8 D】駆動出力ディスク上の駆動インターフェースが中間ディスク上の中間被駆動インターフェースと部分的に連結した後に軽い予荷重力の下で駆動ドッグレセプタクル内に挿入される駆動ドッグを示す断面図である。 20

【 0 0 8 8 】

【図 1 9 A】被駆動ディスクの近位端にある被駆動インターフェースを示す図である。

【 0 0 8 9 】

【図 1 9 B】被駆動インターフェースアセンブリの本体の一部を示す図である。

【 0 0 9 0 】

【図 2 0 A】中間ディスク及び被駆動ディスクが接触する、即ち、部分的に連結させられるが、噛み合わないときの、切欠図である。

【 0 0 9 1 】

【図 2 0 B】中間ディスク及び被駆動ディスクが噛み合うときの切欠図である。 30

【 0 0 9 2 】

【図 2 1】挿入アセンブリの 1 つの特徴をより詳細に示す図である。

【 0 0 9 3 】

【図 2 2 A】予荷重アセンブリをより詳細に示す図である。

【図 2 2 B】予荷重アセンブリをより詳細に示す図である。

【 0 0 9 4 】

【図 2 2 C】予荷重アセンブリのカムフォロワアセンブリ内のホイールに作用する力の自由体力図である。

【 0 0 9 5 】

【図 2 2 D】距離 $Z1oad$ だけ移動した駆動ユニットハウジングの頂部に対して追加的な距離 だけ移動したモータバックを示す図である。 40

【図 2 2 E】距離 $Z1oad$ だけ移動した駆動ユニットハウジングの頂部に対して追加的な距離 だけ移動したモータバックを示す図である。

【 0 0 9 6 】

【図 2 2 F】 1 つの特徴において予荷重トラックの寸法を示す図である。

【 0 0 9 7 】

【図 2 2 G】外科器具の挿入距離に対する引込力のグラフである。

【 0 0 9 8 】

【図 2 3】予荷重アセンブリをより詳細に示す図である。

【 0 0 9 9 】

【図 2 4 A】カムフォロワアセンブリの解放を示す図である。

【 0 1 0 0 】

【図 2 4 B】予荷重アセンブリの自動予荷重リセット機構を示す図である。

【 0 1 0 1 】

【図 2 5】外科器具マニピュレータアセンブリ、滅菌アダプタアセンブリ、及び外科器具を示す切欠図であり、外科器具マニピュレータアセンブリのモータパックは、複数の展開されたハードストップを含む。

【 0 1 0 2 】

【図 2 6 A】解放ラッチ機構及び解放ラッチ機構の動作を抑止する機構を示す図である。

【図 2 6 B】解放ラッチ機構及び解放ラッチ機構の動作を抑止する機構を示す図である。

10

【発明を実施するための形態】

【 0 1 0 3 】

図面において、1桁の図面番号について、ある要素の参照番号中の第1の桁は、その要素が最初に現れる図面の番号である。2桁の図面番号について、ある要素の参照番号中の最初の2桁は、その要素が最初に現れる図面の番号である。

【 0 1 0 4 】

1つの特徴において、外科システム200（図2）、例えば、最小侵襲的な遠隔操作される外科システムは、アーム220を有する患者側カート210を含む。アーム220の端には、進入ガイドマニピュレータ230（エントリーガイドマニピュレータ）がある。進入ガイドマニピュレータ230に取り付けられているのは、マスタ器具マニピュレータ280であり、次に、マスタ器具マニピュレータ280は、多数の外科装置アセンブリを支持する。1つの特徴において、外科装置アセンブリは、外科器具マニピュレータアセンブリ240と、器具滅菌アダプタアセンブリ250と、外科器具260とを含む。

20

【 0 1 0 5 】

外科器具マニピュレータアセンブリ240を器具マニピュレータアセンブリ240と呼ぶことがある。器具滅菌アダプタアセンブリ250を滅菌アダプタアセンブリ250と呼ぶときがある。

【 0 1 0 6 】

進入ガイドマニピュレータ230は、外科装置アセンブリのピッチ（縦揺れ）及びヨー（偏揺れ）をグループとして変更する。各外科器具260のメインチューブは、単一ポートの進入ガイド270（エントリーガイド）内の異なる通路を通じて延びる。この特徴において、単一ポートの進入ガイド270は、カニユーレ内に取り付けられる。単一ポートは患者の内側の手術部位への単一のアクセス場所（例えば、単一の切開部、単一の自然オリフィス、及び類似の場所）を指す。

30

【 0 1 0 7 】

ここにおいて用いるとき、カニユーレは、患者の体壁を通過し且つ患者と直接的に接触するようになるチューブ（管）である。カニユーレは、一般的には、患者に対して出入りして摺動せず、カニユーレは、運動の遠隔中心と呼ぶその軸の地点の周りで縦揺れし且つ偏揺れし得る。

【 0 1 0 8 】

40

ここにおいて用いるとき、単一ポートの進入ガイド270は、患者の内側の場所に達するために全ての外科器具及びカメラ器具が通らなければならないチューブである。進入ガイド270は、各器具のために別個の管腔を有する。進入ガイド270はカニユーレを通過し、カニユーレに対して擦れることがある。

【 0 1 0 9 】

ここにおいて用いるとき、バックラッシュは、機械的インターフェースの接続される部分を動かさずに機械的インターフェースの1つの部分を動かし得る、最大角度である。外科器具260は、器具マニピュレータアセンブリ240から外科器具260への制御されたトルク及び位置の伝達に悪影響を与えるバックラッシュに敏感である。以下により完全に説明するように、外科器具260は、機械的インターフェースを介して器具マニピュレ

50

ータアセンブリ 240 内のモータに連結される。機械的インターフェースと器具マニピュレータアセンブリ 240 との組み合わせは、例えば 0.7 度未満の、低いバックラッシュを有する。1 つの特徴において、器具マニピュレータアセンブリ 240 中の出力ディスク（駆動出力ディスク）から外科器具 260 の入力ディスク（被駆動ディスク）まで、機械的インターフェースはゼロバックラッシュを有する。

【0110】

1 つの特徴において、機械的インターフェースは、滅菌アダプタアセンブリ 250 を含む。滅菌アダプタアセンブリ 250 は、滅菌ドレープ（図示せず）を含む。滅菌ドレープは、当該技術分野に精通した者に既知の構成に均しい方法において構成される。滅菌アダプタアセンブリ 250 は、使い捨て製品である。従って、滅菌アダプタアセンブリ 250 において実施される機械的インターフェースの部分は、以下により完全に説明するように、最小数の部品を含む。

【0111】

外科器具 260 の伝動装置は、多数の平行な入力シャフトを有する。製造変動及び公差の故に、これら入力シャフトの全てが完全に平行に或いは精密に配置されとは限らず、或いは完全に平行に又は精密に配置され得るとは限らない。このため、機械的インターフェースは、外科器具 260 を器具マニピュレータアセンブリ 240 に係合させるプロセス中にシャフトの角度的及び平面的な不整列（ずれ）に順応しなければならない。機械的インターフェースは、器具係合プロセス中に、極めて小さな、効果的には、ゼロの、器具先端運動を伴って、外科器具 260 を器具マニピュレータアセンブリ 240 内の駆動モータに連結する。以下により完全に説明するように、外科器具 260 が器具マニピュレータアセンブリ 240 内のモータと係合させられるまで、器具先端運動は抑制される。加えて、機械的インターフェースにおけるバックラッシュが最小限化されるまで、外科器具 260 の遠位端は、カニューレの遠位端を越えて延びない。

【0112】

コントローラ 290 が外科医制御コンソール（図示せず）に連結され、且つ患者側カート 210 に連結される。コントローラ 290 は、システム 200 内の様々なコントローラを表している。コントローラ 290 は、制御命令に回答して制御命令を外科器具 260 に送信する。制御命令は、外科医による外科医制御コンソール内のマスタの動きに基づく。スレーブ外科器具 260 が制御命令に回答して動くときに、システムコントローラ 290 内のディスプレイモジュールは、外科医制御コンソール内のディスプレイ装置によって生成される手術部位の立体視も更新する。

【0113】

コントローラ 290 として記載するが、コントローラ 290 は、実際には、ハードウェア、プロセッサ上で実行されるソフトウェア、及びファームウェアの任意の組み合わせによって実施されてよいことが理解されるべきである。また、ここにおいて記載するような、その機能は、1 つのユニットによって遂行されてよく、或いは異なる構成部品に分けられてよく、次に、それらの各々は、ハードウェア、プロセッサ上で実行されるソフトウェア、及びファームウェアの任意の組み合わせによって実施されてよい。異なる構成部品の間で分けられるとき、構成部品は、1 つの場所に集中させられてよく、或いは分散型処理の目的のためにシステム 200 に亘って分散させられてよい。プロセッサは、少なくとも論理演算装置及び論理演算装置と関連付けられるメモリを含むことが理解されなければならない。

【0114】

図 3 A 及び 3 B は、進入ガイドマニピュレータ 230 に取り付けられる 4 つの外科装置アセンブリ 300 の例示である。図 3 A において、外科装置アセンブリ 300 は、初期位置、例えば、第 1 の場所に位置付けられている。以下により完全に説明するように、機械的インターフェースは、器具マニピュレータアセンブリ 240 内のモータと外科器具 260 の伝動装置内のシャフトとの間のディスク積重ね（ディスクスタック）を含む。図 3 A の構成では、第 1 の予荷重力（プリロード力）がディスク積重ねに適用される、例えば、

第 1 の所定の力がディスク積重ねに適用される。

【 0 1 1 5 】

この第 1 の予荷重力を用いるならば、機械的インターフェースは、幾らかのバックラッシュを有することがある。何故ならば、第 1 の予荷重力は、機械的インターフェース内のディスク間の相対的な動きを防止するよう、ディスク積重ね内のディスクを共にしっかりと締め付けるのに十分でないからである。しかしながら、第 1 の予荷重力との組み合わせにおける機械的インターフェース内のディスク積重ね内のディスクの設計は、バックラッシュが最小限化されるまで、ディスク積重ね内のディスクが係合させられたままであること、例えば、部分的に連結されたままであることを保証する。

【 0 1 1 6 】

低い予荷重力である第 1 の予荷重力を用いるならば、機械的インターフェース内のディスクは、第 1 のトルクレベル、例えば、0 . 1 の摩擦係数を想定するならば、1 . 1 7 インチポンド (0 . 1 3 2 2 ニュートンメートル) まで、ゼロバックラッシュを有する。第 1 のトルクレベルより上では、既知の小さなバックラッシュ、例えば、1 . 1 3 度があることがある。以下により完全に説明するように、ディスクを回転させて摩擦に打ち勝ち且つディスクと迅速に動的に噛み合う (対になる) のに十分な力が用いられるので、この力は、典型的には、第 1 のトルクレベルよりも多くをもたらす。この場合、機械的インターフェース内のディスクは、非ゼロバックラッシュを有する。よって、この場合、機械的インターフェースは、非ゼロバックラッシュを有すると言われる。

【 0 1 1 7 】

図 3 B では、4 つの外科装置アセンブリのうちの 3 つが遠位に移動させられている。矢印 3 9 0 は、近位方向及び遠位方向を定める。ここで、遠位方向は、患者 2 0 1 に向かい且つマスタ器具マニピュレータ 2 8 0 から離れる。近位方向は、患者 2 0 1 から離れ且つマスタ器具マニピュレータ 2 8 0 に向かう。

【 0 1 1 8 】

外科装置アセンブリ 3 0 0 は、挿入アセンブリ 3 3 1 上で遠位に動くと、ディスク積重ね上の予荷重力は、第 1 の予荷重力から第 2 の予荷重力に自動的に増大させられる。第 2 の予荷重力は、第 2 の所定の力の一例である。第 2 の予荷重力は、機械的インターフェースのバックラッシュ、即ち、ディスク積重ね内のディスク間のバックラッシュを、外科処置において用いられるトルクレベルについて、ゼロまで減少させる。

【 0 1 1 9 】

1 つの特徴において、第 2 の予荷重力は、高い予荷重力、例えば、2 . 3 ポンド (1 . 0 4 3 キログラム) である。ちょうど記載したように、機械的インターフェース内のディスク、故に、機械的インターフェースは、外科処置において用いられるトルクレベルで、ゼロバックラッシュを有する。1 つの実施例において、摩擦係数が 0 . 1 であると想定するならば、機械的インターフェースは、4 . 9 インチポンド (0 . 5 5 3 6 ニュートンメートル) までのトルクレベルについて、ゼロバックラッシュを有する。外科器具 2 6 0 が外科的に有用な力をエンドエフェクタで適用するためには、特定のトルクが機械的インターフェース内のディスクに適用されなければならない。これは外科的に有用なトルクであるとみなされる。1 つの実施例において、外科的に有用なトルクは、4 . 4 2 5 インチポンド (0 . 9 9 9 6 ニュートンメートル) であり、よって、機械的インターフェースは、この特徴において、外科処置において用いられるトルクレベルについて、ゼロバックラッシュを有する。

【 0 1 2 0 】

以下により完全に説明するように、従来技術と異なり、バックラッシュの制御は、器具マニピュレータアセンブリ 2 4 0 内にある。従来、バックラッシュは、使い捨て可能な滅菌アダプタアセンブリ内で制御され、1 つの場合には、滅菌アダプタアセンブリが、弾性特性を有する射出成形部品を含むことを必要とした。バックラッシュの制御を器具マニピュレータアセンブリ 2 4 0 内に移動することは、機械加工される部品の使用を可能にし、よって、バックラッシュの減少を可能にする。

【 0 1 2 1 】

図 4 A 乃至 4 G は、外科器具マニピュレータアセンブリへの滅菌アダプタアセンブリ及び手術器具の取付けを例示するブロック図である。図 4 A 乃至 4 D に例示する他の特徴は、バックラッシュを減少させる予荷重機構の作動、器具取外しロックアウト、滅菌アダプタ取外しロックアウト、予荷重解放、及び自動予荷重リセットを含む。図 4 A 乃至 4 G は、原寸通りでない。図 4 A 及び 4 G 中の矢印 3 9 0 は、図 4 A 乃至 4 G の各々における近位方向及び遠位方向を示している。

【 0 1 2 2 】

図 4 A は、挿入アセンブリ 4 3 1 に付けられる外科器具マニピュレータアセンブリ 4 4 0 を示している。具体的には、挿入マニピュレータアセンブリハウジング 4 4 8 が、挿入アセンブリ 4 3 1 の遠位端に固定的に取り付けられ、よって、器具マニピュレータアセンブリハウジング 4 4 8 は、挿入アセンブリ 4 3 1 の移動と共に動く。しかしながら、器具マニピュレータアセンブリハウジング 4 4 8 内のモータパック 4 4 6 が、レール 4 3 9 上を動き得る。モータパック 4 4 6 は、器具マニピュレータアセンブリハウジング 4 4 8 に対して遠位方向及び近位方向に動き得る。モータパック 4 4 6 は、戻りばね 4 4 7 によって器具マニピュレータアセンブリハウジング 4 4 8 に連結される。

【 0 1 2 3 】

モータパック 4 4 6 は、予荷重アセンブリ 4 8 0 (プリロードアセンブリ)によって挿入アセンブリ 4 3 1 に移動可能に連結される。予荷重アセンブリ 4 8 0 は、挿入アセンブリ 4 3 1 内の予荷重トラック (プリロードトラック) に乗る。以下により完全に説明するように、予荷重アセンブリ 4 8 0 が遠位方向に動くと、予荷重アセンブリ 4 8 0 は、遠位方向における長手方向力 (縦力) をモータパック 4 4 6 にもたらず。予荷重アセンブリ 4 8 0 は、予荷重解放ボタン 4 8 2 を含む。

【 0 1 2 4 】

モータパック 4 4 6 は、複数の駆動ユニット 4 4 1 を含む。複数の駆動ユニット 4 4 1 は、複数の駆動モータと、複数の駆動出力アセンブリとを含む。複数の駆動モータのうちの各駆動モータは、複数の駆動出力アセンブリにおける対応する駆動出力アセンブリ 4 4 3 に連結される。

【 0 1 2 5 】

駆動出力アセンブリ 4 4 3 は、予荷重ばね (プリロードばね) アセンブリと、駆動出力ディスク 4 4 5 とを含む。駆動出力アセンブリ 4 4 3 は、予荷重ばねアセンブリと駆動出力ディスク 4 4 5 との間に位置付けられる低バックラッシュカプラも含む。駆動出力ディスク 4 4 5 は、一組の入力ピンによって低バックラッシュカプラに連結される。以下により完全に説明するように、駆動出力ディスク 4 4 5 は、遠位表面を含む円筒形ディスクである。各駆動出力ディスク 4 4 5 の遠位端は、駆動インターフェースを有する。駆動インターフェースは、駆動ドッグ (drive dogs) と、整列要素 (アライメント要素) とを含む。

【 0 1 2 6 】

駆動ドッグは、遠位端表面から遠位方向に延びる。各駆動ドッグは、三次元構成、例えば、遠位端表面から延びる三次元の長方形を含む、第 1 の部分と、第 1 の部分から延びる第 2 の部分とを含む。駆動ドッグの第 2 の部分は、2 つ第 2 の部分の 2 つの対向する側面を含み、第 2 の部分の側面の各々は、曲面 (湾曲表面) を含む。1 つの特徴において、曲面は、円形区画の一部、例えば、シリンダの外面の一部である。

【 0 1 2 7 】

モータパック 4 4 6 は、モータパック 4 4 6 の遠位面から延びるように構成される複数のハードストップ 4 3 7 (ハード停止部) を含み、モータパック 4 4 6 は、解放ラッチ抑止ストップ 4 3 8 (解放ラッチ抑止停止部) も含む。解放ラッチ抑止ストップ 4 3 8 は、モータパック 4 4 6 の 1 つの側から遠位方向に延びる。解放ラッチ 4 3 5 が、器具マニピュレータアセンブリハウジング 4 4 8 の壁に取り付けられる。ラッチピン 4 3 5 P が、解放ラッチ 4 3 5 の近位部分に連結される。

【 0 1 2 8 】

図 4 A は、予荷重が解放された状態の器具マニピュレータアセンブリ 4 4 0 を示しており、例えば、モータパック 4 4 6 は、完全に引っ込められた位置にある。この構成において、戻りばね 4 4 7 は、駆動出力ディスク 4 4 5 を含む複数の駆動出力ディスクが器具マニピュレータアセンブリハウジング 4 4 8 の遠位面から延出しないよう、モータパック 4 4 6 を器具マニピュレータアセンブリハウジング 4 4 8 内に納める。モータパック 4 4 6 の遠位面は、位置 4 3 2 にあり、それは完全に引っ込められた位置である。

【 0 1 2 9 】

1 つの特徴において、モータパック 4 4 6 が完全に引っ込められた位置 4 3 2 に配置されると、コントローラ 2 9 0 は、挿入アセンブリ 4 3 1 に、予荷重アセンブリ 4 8 0 が乗る予荷重トラックを移動させる。予荷重トラックの移動は、長手方向力をモータパック 4 4 6 に適用する予荷重アセンブリ 4 8 0 をもたらす。駆動出力ディスク 4 5 5 を含む複数の駆動出力ディスクが、図 4 B に例示するように、器具マニピュレータアセンブリハウジング 4 4 8 の遠位面から延びるモータパック 4 4 6 上の長手方向力は、モータパック 4 4 6 を器具マニピュレータアセンブリハウジング 4 4 8 に対して遠位に位置 4 2 2 に移動させる。モータパック 4 4 6 が位置 4 3 3 にあるならば、戻りばね 4 4 7 は、モータパック 4 4 6 が位置 4 3 2 にあったときのその初期状態から伸張させられる。

10

【 0 1 3 0 】

外科装置インターフェース要素 4 5 0、例えば、滅菌アダプタを、図 4 B に示すように構成される器具マニピュレータアセンブリ 4 4 0 に取り付け得る。しかしながら、この構成において外科装置インターフェース要素 4 5 0 を取り付けることは、取付けプロセス中に駆動出力アセンブリ 4 4 2 内で予荷重ばねアセンブリを含む複数の予荷重ばねアセンブリを圧縮することを必要とする。

20

【 0 1 3 1 】

よって、1 つの特徴において、外科装置インターフェース要素 4 5 0 より前に、モータパック 4 4 6 が図 4 B に例示する位置にあるならば、予荷重機構 4 0 8 によってモータパック 4 4 6 に適用される第 1 の長手方向力が解放されるよう、予荷重解放ボタン 4 8 2 が作動される。結果的に、戻りばね 4 4 7 は、モータパック 4 4 6 を、図 4 A に例示するような完全に引っ込められた位置 4 3 2 まで引っ張る。

【 0 1 3 2 】

1 つの特徴において、モータパック 4 4 6 が完全に引っ込められた位置 4 3 2 にある状態で、外科装置インターフェース要素 4 5 0 の一端にあるタング(tongue)が、器具マニピュレータアセンブリハウジング 4 4 8 にある溝内に位置付けられ、外科装置インターフェース要素 4 5 0 の他の端が、その他の端が図 4 C に示すように解放ラッチ 4 3 5 と係合するまで、近位方向に動かされる。モータパック 4 4 6 が完全に引っ込められた図 4 C の構成において、解放ラッチ 4 3 5 の近位端が押されるならば、解放ラッチ 4 3 5 は、外科装置インターフェース要素 4 5 0 を解放し、外科装置インターフェース要素 4 5 0 を器具マニピュレータアセンブリ 4 4 0 から取り外し得る。しかしながら、1 つの特徴において、モータパック 4 4 6 が完全に引っ込められる間に、外科器具が外科装置インターフェース要素 4 5 0 内に取り付けられるならば、解放ラッチ 4 3 5 の作動は、予負荷解放ボタン 4 8 2 が押される後まで、例えば、作動させられる後まで、解放ラッチ抑止ストップ 4 3 8 によって抑止される。

30

40

【 0 1 3 3 】

よって、この特徴において、外科装置インターフェース要素 4 5 0 (図 4 C) は、器具マニピュレータアセンブリ 4 4 0 の遠位面に取り付けられる。以下により完全に説明するように、外科装置インターフェース要素 4 5 0 は、フレーム 4 5 1 と、可動本体 4 5 1 C とを含む。可動本体 4 5 1 C は、フレーム 4 5 1 内で近位方向及び遠位方向に動き得る。複数の中間ディスクの各々がフレーム 4 5 1 に対して回転し得るよう、複数の中間ディスクが可動本体 4 5 1 C 内に取り付けられる。この特徴において、複数の中間ディスクのうちの各中間ディスクは同じであり、よって、中間ディスク 4 5 3 は、複数の中間ディスク

50

の各々を表している。

【 0 1 3 4 】

複数の中間ディスクの各中間ディスク 4 5 3 は、中間被駆動インターフェース 4 5 5 と、第 1 の中間ディスクインターフェースと、中間駆動インターフェース 4 5 6 と、第 2 の中間駆動インターフェースとを含む。中間被駆動インターフェース 4 5 5 は反対側にあり、中間駆動インターフェース 4 5 6 から取り外される。1 つの特徴では、以下により完全に説明するように、中間被駆動インターフェース 4 5 5 は、第 1 の整列レセプタクル（アライメント受部）と、駆動ドッグレセプタクル（駆動ドッグ受部）とを含む。中間被駆動インターフェース 4 5 6 は、駆動ドッグと、係合構造とを含む。

【 0 1 3 5 】

中間被駆動インターフェースの駆動ドッグレセプタクルの駆動ドッグは、中間被駆動インターフェースの駆動ドッグレセプタクルの駆動ドッグの各々が第 1 の平面によって二分されるように位置付けられる。中間駆動インターフェースの駆動ドッグの各々は、中間駆動インターフェースの駆動ドッグの各々が第 2 の平面によって二分されるように位置付けられる。第 1 の平面は、第 2 の平面に対して垂直である。

【 0 1 3 6 】

中間被駆動インターフェースの駆動ドッグレセプタクルの各々は、外面から中間ディスク内に延びる対向する側壁を含む第 1 の部分と、底面を含む第 2 の部分と、第 1 の部分から第 2 の部分に延びる第 3 の部分とを含む。第 3 の部分は、第 3 の部分の 2 つの対向する側面を含み、各々の第 3 の部分の側面は傾斜面を含む。

【 0 1 3 7 】

中間駆動インターフェースの駆動ドッグの各々は、第 1 の部分と、第 1 の部分から延びる第 2 の部分とを含む。第 1 の部分は、三次元構造、例えば、三次元の長方形である。第 2 の部分は、第 2 の部分の 2 つの対向する側面を含み、各々の第 2 の部分の側面は、曲面を含む。係合構造は、中間ディスクの遠位面から遠位方向に延びる開放三次元構造を含む。

【 0 1 3 8 】

可動本体 4 5 1 C は、複数のハードストップレセプタクル 4 5 7（ハード停止部受部）も含む。複数のハードストップレセプタクル 4 5 7 は、可動本体 4 5 1 C の近位面から遠位方向に可動本体 4 5 1 C 内に延びる。

【 0 1 3 9 】

1 つの特徴において、器具マニピュレータアセンブリ 4 4 0 は、外科装置インターフェース要素 4 5 0 が器具マニピュレータアセンブリ 4 4 0 に取り付けられるときに、コントローラ 2 9 0 に信号を送信するセンサを含む。この信号に応答して、コントローラ 2 9 0 は、予荷重アセンブリ 4 8 0 がリセットされるよう、並びに予荷重アセンブリ 4 8 0 が長手方向力をモータパック 4 4 6 に自動的に適用するよう、挿入アセンブリ 4 3 1 に、予荷重アセンブリ 4 8 0 が乗る予荷重トラックを移動させる。モータパック 4 4 6 への長手方向力は、モータパック 4 4 6 を器具マニピュレータアセンブリハウジング 4 4 8 に対して遠位に位置 4 3 3 まで移動させる。

【 0 1 4 0 】

モータパック 4 4 6 が完全に引っ込められた位置 4 3 2 から位置 4 3 3 まで動かされると、複数の駆動出力ディスクの各駆動出力ディスク 4 4 5 の駆動インターフェースが、複数の中間ディスクの複数の中間被駆動インターフェースの対応する中間被駆動インターフェース 4 5 5 と接触し、次に、各中間ディスク 4 5 3 は、可動本体 4 5 1 C と接触する。可動本体 4 5 1 C がフレーム 4 5 1 内で可能な限り遠位に動くとき、遠位方向における駆動出力ディスク 4 4 5 の更なる動きは抑止される。

【 0 1 4 1 】

結果的に、モータパック 4 4 6 が位置 4 3 3 まで移動し続けると、長手方向力に応答して、戻りばね 4 4 7 が更に伸張され、複数の駆動出力アセンブリの各駆動出力アセンブリ内の予荷重ばねアセンブリが圧縮されるので、予荷重力が複数の駆動出力ディスク内の各

10

20

30

40

50

駆動出力ディスク４４５に加えられる。予荷重力は、駆動出力ディスク４４５を押し、対応する中間被駆動インターフェース４５５を押すので、予荷重力は外科装置インターフェース要素４５０内の複数の中間ディスクの各中間ディスク４５３に伝達される。この構成は図４Ｄに例示されている。

【０１４２】

外科装置インターフェースと呼ぶことがある外科装置インターフェース要素４５０が、まず、器具マニピュレータアセンブリ４４０に取り付けられるとき、中間被駆動インターフェース４５５の要素は、駆動出力ディスク４４５上の駆動インターフェースの対応する要素と位置合わせされない（整列させられない）ことがある。ディスク４５３及び４４５の要素が位置合わせされないならば、２つのディスクは、駆動インターフェース及び中間被駆動インターフェースにおける構成によって部分的に連結されるが、２つのディスクは互いに一緒に連結されない、例えば、噛み合わされない。

10

【０１４３】

次に、コントローラ２９０は、器具マニピュレータアセンブリ４４０に信号を送信して、駆動出力ディスク４４５を回転させる。以下により完全に説明するように、中間ディスク４５３の回転は抑止され、駆動出力ディスク４４５は、駆動出力ディスク４４５の駆動インターフェースが中間ディスク４５３の中間被駆動インターフェース４５５と噛み合うまで回転させられる。また、以下により完全に説明するように、中間ディスク４５３上の中間被駆動インターフェース４５５の対応する要素との駆動出力ディスク４４５上の駆動インターフェースの要素の部分的な連結は、２つのディスクが回転するときに、２つのディスクが予荷重力の下で部分的に連結されたままの状態であることを保証する。１つの特徴において、２つのディスクが連結されるとき、他のセンサがディスク積重ねの高さにおける変化を検出し、コントローラ２９０に信号を送信して、駆動出力ディスク４５５の回転を停止させる。２つのディスクの噛み合わせを感知する代替的な技法を以下に記載する。２つのディスクが噛み合わされるとき、ディスク積重ねの高さは減少されるので、予荷重力は減少させられる。

20

【０１４４】

モータバック４４６が位置４３３にあるとき、解放ラッチ抑止ストップ４３８は、解放ラッチ４３５に連結されるラッチピン４３５Ｐの前方に延びる。よって、解放ラッチ４３５の近位端を押すことによって、誰かが外科装置インターフェース要素４５０を解放することを試みるならば、ラッチピン４３５Ｐは、解放ラッチ抑止ストップ４３８と接触し、それは外科装置インターフェース要素４５０が解放するのを妨げる。何故ならば、外科装置インターフェース要素４５０を解放するほど十分に解放ラッチ４３５を旋回させ得ないからである。よって、外科装置インターフェース要素４５０への予荷重力がある間、外科装置インターフェース要素４５０を取り外し得ない。

30

【０１４５】

他の特徴において、外科装置インターフェース要素４５０が器具マニピュレータアセンブリ４４０に取り付けられるとき、信号がコントローラに送信されず、よって、モータバック４４６は、図４Ｃに例示するように、完全に解放された位置４３２に留まる。外科器具４６０を、図４Ｂの構成又は図４Ｃの構成のいずれかにおいて、器具マニピュレータアセンブリ４４０に連結し得る。例示の目的のために、図４Ｃの構成が用いられる。

40

【０１４６】

１つの特徴において、外科器具４６０の第１の端が、外科器具４６０が図４Ｅに例示するような適切な位置に保持されるまで、外科インターフェース要素４５０のフレーム内のランプ(傾斜路)(ramp)に沿って摺動させられる。１つの特徴において、外科器具４６０は、本体４６５と、メインチューブ４６７とを含む。メインチューブ４６７は、本体４６５から遠位に延びる。本体４６５は、被駆動ディスクレセプタクル４６３と、シャフト４６６と、被駆動ディスク４６４とを含む。シャフト４６６及び被駆動ディスク４６４は、受け取ったトルクを器具を通じて器具の１つ又はそれよりも多くの構成部品に伝動する、伝動ユニットの一部である。

50

【 0 1 4 7 】

1つの特徴において、外科器具460の第1の端が、外科器具460が図4Eに例示するような適切な位置に保持されるまで、外科装置インターフェース要素450のフレーム内のランプ(傾斜路)(ramp)に沿って摺動させられる。1つの特徴において、外科器具460は、本体465と、メインチューブ467とを含む。メインチューブ467は、本体465から遠位に延びる。本体465は、被駆動ディスクレセプタクル463と、シャフト466と、被駆動ディスク464とを含む。シャフト466及び被駆動ディスク464は、受け取ったトルクを器具を通じて器具の1つ又はそれよりも多くの構成部品に伝動する、伝動ユニットの一部である。

【 0 1 4 8 】

被駆動ディスク464の被駆動インターフェースは、係合レセプタクルと、駆動ドッグレセプタクルと、回転不能化要素とを含む。駆動ドッグレセプタクルは上述したものと等しい。回転不能化要素は、回転係止機構(回転ロック機構)を含む。回転不能化要素の係合後、回転係止機構は被駆動ディスクレセプタクル464と係合し、被駆動ディスク464の回転を阻止する。

【 0 1 4 9 】

被駆動ディスク464の被駆動インターフェースは、係合レセプタクルと、駆動ドッグレセプタクルと、回転不能化要素とを含む。駆動ドッグレセプタクルは上述したものと等しい。回転不能化要素は、回転係止機構(回転ロック機構)を含む。回転不能化要素の係合後、回転係止機構は被駆動ディスクレセプタクル463と係合し、被駆動ディスク464の回転を阻止する。

【 0 1 5 0 】

以下により完全に説明するように、中間ディスク453の中間駆動インターフェース456が被駆動ディスク464の対応する被駆動インターフェースと位置合わせされないとき、中間ディスク453の中間駆動インターフェース456上の係合構成は、外科器具460の被駆動ディスク464上の回転不能化要素と係合する。回転不能化要素は、回転係止機構を含む。回転不能化要素の係合後、回転係止機構は被駆動ディスクレセプタクル464と係合し、被駆動ディスク464の回転を阻止する。

【 0 1 5 1 】

以下により完全に説明するように、中間ディスク453の中間駆動インターフェース456が被駆動ディスク464の対応する被駆動インターフェースと位置合わせされないとき、中間ディスク453の中間駆動インターフェース456上の係合構成は、外科器具460の被駆動ディスク464上の回転不能化要素と係合する。回転不能化要素は、回転係止機構を含む。回転不能化要素の係合後、回転係止機構は被駆動ディスクレセプタクル463と係合し、被駆動ディスク464の回転を阻止する。

【 0 1 5 2 】

上記の記載は、外科器具460が、図4Dに例示する構成における器具マニピュレータアセンブリ440及び外科装置インターフェース要素450と共に取り付けられることを想定する。しかしながら、異なる特徴において、器具マニピュレータアセンブリ440及び外科装置インターフェース要素が図4Cに例示する構成にあるならば、外科器具460が取り付けられるときに、センサはコントローラに信号を送信し、コントローラは、ディスク445, 453, 464が予荷重力の下にあるよう、上述のように予荷重を自動的にリセットする。次に、コントローラは、上述と等しい方法において、ディスクの積重ねが位置合わせされ、噛み合うようになり、ユニットとして回転するよう、駆動ディスク445を回転させる。従って、位置432及び433に対するモータバック446の初期位置に拘わらず、外科器具460が取り付けられるときに、結果として得られる構成は図4Eに示されている。

【 0 1 5 3 】

上記の記載は、外科器具460が、図4Dに例示する構成における器具マニピュレータアセンブリ440及び外科装置インターフェース要素450と共に取り付けられることを

10

20

30

40

50

想定する。しかしながら、異なる特徴において、器具マニピュレータアセンブリ 440 及び外科装置インターフェース要素が図 4C に例示する構成にあるならば、外科器具 460 が取り付けられるときに、センサはコントローラに信号を送信し、コントローラは、ディスク 445, 453, 464 が予荷重力の下にあるよう、上述のように予荷重を自動的にリセットする。次に、コントローラは、上述と等しい方法において、ディスクの積重ねが位置合わせされ、噛み合うようになり、ユニットとして回転するよう、駆動出力ディスク 445 を回転させる。従って、位置 432 及び 433 に対するモータパック 446 の初期位置に拘わらず、外科器具 460 が取り付けられるときに、結果として得られる構成は図 4E に示されている。

【0154】

器具マニピュレータアセンブリ 440 を挿入アセンブリ 431 に沿って動かすことによって、外科器具 460 がカニューレ内に挿入されると、メインチューブ 467 に連結される端構成部品がカニューレの遠位端から突出する前に、第 2 の予荷重力が予荷重アセンブリ 480 によってディスク 445, 453, 464 のディスク積重ねに適用される。具体的には、外科器具 460 が遠位に動くと、予荷重アセンブリ 480 は、予荷重トラックに沿って遠位に動く。以下により完全に説明するように、器具マニピュレータアセンブリ 440 が所定距離 Z_{load} だけ遠位に動くと、予荷重アセンブリ 480 はモータパック 446 を所定距離 Z_{load} に追加的な距離を加えた距離だけ移動させるので、モータパック 446 は位置 434 になる。追加的な距離のモータパック 446 の移動は、複数の駆動出力アセンブリの各駆動出力アセンブリ 443 内の予荷重ばねアセンブリを圧縮するので、第 2 の予荷重力が複数の駆動出力ディスクのうちの各駆動出力ディスクに加えられる。第 2 の予荷重は、外科器具 260 の遠位端がカニューレから出る前に、駆動ユニット内のモータシャフトの回転と外科器具 460 内のシャフト 467 の回転との間のあらゆるバックラッシュを 0.7 度未満に減少させる。

【0155】

追加的な距離のモータパック 446 の移動は、戻りばね 447 も更に伸張させ、加えて、複数のハードストップ 437 の各々を複数のハードストップレセプタクル 457 における対応するハードストップレセプタクル内に挿入させる。複数のハードストップ 437 は、外科装置インターフェース要素 450 内の可動本体 451C の如何なる近位移動をも防止する。複数のハードストップ 437 及び複数のハードストップレセプタクル 457 の組み合わせは、外科器具取外しインターロックを形成し、外科器具 460 の取外しを阻止する。人が外科器具 460 上の解放ボタンを係合することを試みるならば、外科器具 460 内の機構は、外科装置インターフェース要素 450 内の可動本体 451C を近位に押し得ない。何故ならば、複数のハードストップ 437 は、可動本体 451C の如何なる近位移動をも阻止し、よって、中間ディスク 453 及び被駆動ディスク 464 を切り離し得ない。

【0156】

複数のハードストップレセプタクル 457 の使用は例示的であるに過ぎず、限定的であることを意図しない。他の特徴において、複数のハードストップレセプタクル 457 は用いられない。代わりに、複数のハードストップ 437 は、可動本体 451C の近位面と接触し、近位方向における可動本体 451C の移動を阻止する。

【0157】

何らかの理由のために、外科器具 460 の遠位先端がカニューレの遠位端を越えて延びる間に、外科器具 460 を取り外すことが必要であるならば、人は予荷重解放ボタン 482 を押す。押されると、予荷重解放ボタン 482 は、モータパック 446 に対する長手方向力を解放させる。結果的に、戻りばね 447 はモータパック 446 を完全引込み位置 432 まで引っ張る。

【0158】

モータパック 446 が完全に引っ込められた状態で、複数のハードストップ 437 は、外科装置インターフェース要素 450 の可動本体 451C 内の複数のハードストップレセ

10

20

30

40

50

ブタクル467から後退させられ、ディスク453及び464はもはや如何なる予荷重力にも晒されない。よって、外科器具460上の解放ボタンを用いて、挿入アセンブリ431の任意の位置で、外科装置インターフェース要素450から外科器具460を取り外し得る。加えて、解放ラッチ抑止ストップ438が引っ込められ、解放ラッチ435を用いて、挿入アセンブリ431の任意の位置で、外科装置インターフェース要素450を器具マニピュレータアセンブリ440から切り離し得る。1つの特徴において、外科装置インターフェース要素450の解放は、予荷重解放ボタン482が押される後まで抑止される、例えば、解放ラッチ抑止ストップ438は、予荷重解放ボタン482が押される後まで解放ラッチ435の作動を抑止する。予荷重は、上述のように自動的にリセットされ、次回、外科装置インターフェース要素450が装着され、挿入アセンブリ431が完全後退位置まで移動させられる。

10

【0159】

モータバック446が完全に引っ込められた状態で、複数のハードストップ437は、外科装置インターフェース要素450の可動本体451C内の複数のハードストップレセブタクル457から後退させられ、ディスク453及び464はもはや如何なる予荷重力にも晒されない。よって、外科器具460上の解放ボタンを用いて、挿入アセンブリ431の任意の位置で、外科装置インターフェース要素450から外科器具460を取り外し得る。加えて、解放ラッチ抑止ストップ438が引っ込められ、解放ラッチ435を用いて、挿入アセンブリ431の任意の位置で、外科装置インターフェース要素450を器具マニピュレータアセンブリ440から切り離し得る。1つの特徴において、外科装置インターフェース要素450の解放は、予荷重解放ボタン482が押される後まで抑止される、例えば、解放ラッチ抑止ストップ438は、予荷重解放ボタン482が押される後まで解放ラッチ435の作動を抑止する。予荷重は、上述のように自動的にリセットされ、次回、外科装置インターフェース要素450が装着され、挿入アセンブリ431が完全後退位置まで移動させられる。

20

【0160】

駆動出力ディスク545は、一組の出力ピンによって低バックラッシュカプラ544に連結される。以下により完全に説明するように、駆動出力ディスク545は、遠位端面を含む円筒形ディスクである。各駆動出力ディスク545の遠位端は、駆動インターフェース557を有する。駆動インターフェース557は、駆動ドッグと、整列要素とを含む。図5では、駆動ドッグと第1及び第2の整列要素とが、駆動出力ディスク545の遠位端表面(図16Cを参照)から遠位方向に延びている。

30

【0161】

図6は、挿入アセンブリ331に付けられた器具マニピュレータアセンブリ240を示しており、次いで、挿入アセンブリ331は、挿入軸ベースアセンブリ632に取り付けられている。挿入軸ベースアセンブリ632は、挿入アセンブリ331を動かすモータ及びパワーエレクトロニクスを含む。

【0162】

滅菌アダプタアセンブリ250が、滅菌アダプタフレーム651と、滅菌ドレープ(図示せず)とを含む。滅菌ドレープは、滅菌アダプタフレーム651に固定的に取り付けられる。滅菌アダプタアセンブリ250は、外科装置インターフェース要素の一例である。滅菌アダプタフレーム651は、外科装置インターフェース要素本体の一例である。より一般的な言い方をすれば、外科装置インターフェース要素は、駆動システムの駆動インターフェースと外科器具の被駆動インターフェースとの間の機械的インターフェースを含む構造である。

40

【0163】

複数のタング652A, 652Bが、滅菌アダプタフレーム651の第1の端651Aから延びている。第1の端651Aを滅菌アダプタアセンブリ250の並びに滅菌アダプタフレーム651の閉塞端と呼ぶときがある。各タング652A, 652Bは、駆動出力ユニット542にある複数の溝における対応する溝647A, 647Bと噛み合うように

50

構成される。減菌アダプタフレーム 6 5 1 の第 2 の端 6 5 1 B は、減菌アダプタフレーム 6 5 1 が駆動出力ユニット 5 4 2 に取り付けられるときに駆動出力ユニット 5 4 2 の減菌アダプタ出力ユニット 5 4 2 の減菌アダプタ解放ラッチ 6 3 5 が係合するリップ 6 5 4 (lip)(唇部)を含む。第 2 の端 6 5 2 B を減菌アダプタアセンブリ 2 5 0 の並びに減菌アダプタフレーム 6 5 1 の開放端と呼ぶことがある。

【 0 1 6 4 】

以下により完全に説明するように、減菌アダプタフレーム 6 5 1 は、可動本体 6 5 1 C を含む。可動本体 6 5 1 C は、減菌アダプタフレーム 6 5 1 内で近位方向及び遠位方向に動き得る。

【 0 1 6 5 】

各中間ディスクが減菌アダプタフレーム 6 5 1 に対して並びに可動本体 6 5 1 C に対して回転し得るよう、複数の中間ディスク 6 5 3 P が可動本体 6 5 1 C の複数の中間ディスクレセプタクル内に取り付けられる。よって、複数の中間ディスク 6 5 3 P は、減菌アダプタフレーム 6 5 1 内に回転可能に取り付けられる。中間ディスク 6 5 3 は、複数の中間ディスク 6 5 3 P のうちの各中間ディスクの代表である。中間ディスク 6 5 3 は、代表的な中間ディスクである。

【 0 1 6 6 】

各中間ディスク 6 5 3 は、中間ディスク 6 5 3 の第 1 の側にある中間被駆動インターフェース 6 5 5 と、中間ディスク 6 5 3 の第 2 の側にある中間駆動インターフェース 7 5 6 (図 7) とを含む。第 1 の側は第 2 の側の反対であり、第 2 の側から取り外されている。各中間ディスク 6 5 3 の中間被駆動インターフェース 6 5 5 は図 6 に見ることができ、中間ディスク 6 5 3 は可動本体 6 5 1 C の中間ディスクレセプタクル内に取り付けられている。中間被駆動インターフェース 6 5 5 は、駆動出力ユニット 5 4 2 内の駆動出力ディスク 5 4 5 上の駆動インターフェース 5 5 7 と噛み合うように構成される。

【 0 1 6 7 】

減菌アダプタアセンブリ 2 5 0 を器具マニピュレータアセンブリ 2 4 0 に取り付けるために、各タング 6 5 2 A , 6 5 2 B は、駆動出力ユニット 5 4 2 にある対応する溝 6 4 7 A , 6 4 7 B 内に挿入される。図 7 A を参照のこと。次に、減菌アダプタフレーム 6 5 1 は、減菌アダプタ解放ラッチ 6 3 5 がリップ 6 5 4 と係合するまで、回転させられる。要素 6 5 2 A , 6 5 2 B をタングと呼び且つ要素 6 4 7 A , 6 4 7 B を溝と呼ぶのは例示であるに過ぎず、限定的であることを意図しない。代替的に、要素 6 5 2 A , 6 5 2 B を腱又は突起と記載し、且つ要素 6 4 7 A , 6 4 7 B をほぞ孔(mortise)又は空洞(cavities)と記載し得る。

【 0 1 6 8 】

図 7 B に例示するように、減菌アダプタフレーム 6 5 1 が駆動出力ユニット 5 4 2 に掛止されるとき、器具マニピュレータアセンブリ 2 4 0 のプランジャ 5 4 6 が押し下げられる。プランジャ 5 4 6 が押し下げられるとき、減菌アダプタアセンブリ 2 5 0 の存在をコントローラ 2 9 0 に示す信号が生成される。その信号に応答して、外科システム 2 0 0 内のコントローラ 2 9 0 は、先ず、複数の駆動出力ディスク 5 4 5 P (図 5) の各駆動出力ディスク 5 4 5 への予荷重力を生成する自動予荷重リセット機構(図 2 4 B)を通電し、次に、コントローラ 2 9 0 は、器具マニピュレータアセンブリ 2 4 0 に信号を送信して、複数の駆動出力ディスク 5 4 5 P の各駆動出力ディスク 5 4 5 を回転させる。

【 0 1 6 9 】

以下により完全に説明するように、駆動出力ユニット 5 4 2 内の各駆動出力アセンブリ 5 4 3 はばね荷重され、減菌アダプタアセンブリ 2 5 0 が器具マニピュレータアセンブリ 2 4 0 に取り付けられた後に予荷重力が各駆動出力ディスク 5 4 5 に加えられるよう、自動的に位置付けられる。予荷重力は駆動出力ディスク 5 4 5 を押し、且つ減菌アダプタフレーム 6 5 1 内の中間ディスク 6 5 3 の対応する中間被駆動インターフェース 6 5 5 を押す。

【 0 1 7 0 】

しかしながら、図 7 B において、滅菌アダプタフレーム 6 5 1 が器具マニピュレータアセンブリ 2 4 0 に先ず取り付けられるとき、中間被駆動インターフェース 6 5 5 の要素は、駆動出力ディスク 5 4 5 上の駆動インターフェース 5 5 7 の対応する要素と位置合わせされないことがある。2つのディスク 6 5 3 及び 5 4 5 の要素が位置合わせされないならば、2つのディスクは部分的に連結されるが、2つのディスクは互いに噛み合わない。よって、部分的に連結されるディスク 5 4 5 及び 6 5 3、即ち、第 1 のディスク及び第 2 のディスクを含む、ディスク積重ねは、第 1 の高さを有する。予荷重力がこのディスク積重ねに適用された後、コントローラは駆動出力ディスク 5 4 5 を回転させる。

【 0 1 7 1 】

以下により完全に説明するように、2つのディスクが噛み合わされるまで、駆動出力ディスク 5 4 5 は回転させられるが、中間ディスク 6 5 3 の回転は抑止される。また、以下により完全に説明するように、中間ディスク 6 5 3 上の中間被駆動インターフェース 6 5 5 の対応する要素との駆動出力ディスク 5 4 5 上の駆動インターフェース 5 5 7 の要素の連結は、駆動出力ディスク 5 4 5 が回転させられる間に、2つのディスクが予荷重力の下で部分的に連結されたままであることを保証する。2つのディスクが噛み合わせられるとき、1つの特徴において、ディスク積重ねの高さは、第 2 の高さを有し、第 2 の高さは、第 1 の高さ未満であり、器具マニピュレータアセンブリ 2 4 0 内のセンサが、高さにおけるこの変化を検出し、コントローラ 2 9 0 に信号を送信して、駆動出力ディスク 5 4 5 の回転を停止させる。駆動出力ディスクと中間ディスクとの噛み合わせを検出する代替的な方法を以下に記載する。

【 0 1 7 2 】

図 7 B は、駆動ユニットアセンブリ 5 4 1 内のモータパックに連結される予荷重アセンブリ 7 8 0 も示している。予荷重アセンブリ 7 8 0 は、予荷重アセンブリ 4 8 0 の 1 つの特徴のより詳細な実施例である。

【 0 1 7 3 】

予荷重アセンブリ 7 8 0 は、挿入アセンブリ 3 3 1 内の予荷重トラック（図 2 2 A 中の予荷重トラック 2 2 2 5 を参照）の上に乗る。器具マニピュレータアセンブリ 2 4 0 及び器具滅菌アダプタアセンブリ 2 5 0 は、挿入アセンブリ 3 3 1 の遠位端に固定的に取り付けられ、挿入アセンブリ 3 3 1 の遠位端と共にユニットとして動く。

【 0 1 7 4 】

しかしながら、器具マニピュレータアセンブリハウジング 7 4 1 内のモータパック（図 2 2 A 乃至 2 2 B を参照）が、器具マニピュレータアセンブリハウジング 7 4 1 に対して遠位方向及び近位方向に動き得る。より完全に説明するように、予荷重アセンブリ 7 8 0 が遠位方向に動くと、予荷重アセンブリ 7 8 0 は、モータパックに遠位方向において長手方向力をもたらす。長手方向力は、駆動出力アセンブリ 5 4 3 内のばねの圧縮を引き起こし、それは第 2 の予荷重力を生成する。第 2 の予荷重力は、外科器具 2 6 0 の遠位端がカニューレから出る前に、如何なるバックラッシュをも 0 . 7 度未満に減少させる。

【 0 1 7 5 】

図 7 A に戻ると、複数の中間ディスク 6 5 3 P の中間ディスク 6 5 3 の遠位側にある中間駆動インターフェース 7 5 6 が見える。図 7 A 及び 7 B 中に同様に見えるのは、器具挿入スキッドプレート 7 5 5 B であり、それは滅菌アダプタフレーム 6 5 1 の内側面から延びる。滅菌アダプタフレーム 6 5 1 の反対側にある内側面から延びる類似の器具挿入スキッドプレート 7 5 5 A がある。図 7 A 及び 7 B において、可動本体 6 5 1 C のリップ 7 5 1 B と呼ぶときがある側部 7 5 1 B も見える。側部 7 5 1 A が図 1 1 に示されている。

【 0 1 7 6 】

図 8 A 乃至 8 I は、外科装置インターフェース要素 4 5 0 の並びに滅菌アダプタアセンブリ 2 5 0 の滅菌アダプタアセンブリ 2 5 0 A の代替的な実施例を例示している。滅菌アダプタアセンブリ 2 5 0 A は、滅菌アダプタフレーム 8 5 1 と、滅菌ドレープ（図示せず）とを含む。滅菌ドレープは、滅菌アダプタフレーム 8 5 1 に固定的に取り付けられる。滅菌アダプタフレーム 8 5 1 は、滅菌装置インターフェース要素本体の一例である。

【 0 1 7 7 】

複数の溝 8 5 2 A , 8 5 2 B (図 8 H 及び 8 I を参照) が、減菌アダプタフレーム 8 5 1 の第 1 の端 8 5 1 A 内に延びて、第 1 及び第 2 のリップ 8 5 2 A 1 , 8 5 2 B 1 を形成している。第 1 の端 8 5 1 A を減菌アダプタアセンブリ 2 5 0 A の並びに減菌アダプタフレーム 8 5 1 の閉塞端と呼ぶときがある。各溝 8 5 2 A , 8 5 2 B の深さ及び大きさは、腹面ラッチアセンブリ 8 4 7 の遠位端にある対応するフック 8 4 7 A , 8 4 7 B の表面が対応するリップ 8 5 2 A 1 , 8 5 2 B 1 と係合することを可能にするように構成される。

【 0 1 7 8 】

第 1 及び第 2 のリップ 8 5 2 A 1 , 8 5 2 B 1 の各々は、第 1 の表面と、第 2 の表面とを含む。第 2 の表面は、第 1 の表面の反対側にあり、例えば、第 1 の表面は、近位面であり、第 2 の表面は、遠位面である。リップの第 2 の表面は、軸 8 9 0 に対して垂直な方向において、リップの第 1 の表面よりも長い。リップの第 3 の表面が、第 1 の表面と第 2 の表面との間に延び、第 1 及び第 2 の表面の異なる長さに鑑みてテーパが付けられる。1 つの特徴において、第 3 の表面は、傾斜面 (面取り面) である。

10

【 0 1 7 9 】

減菌アダプタフレーム 8 5 1 の第 2 の端 8 5 1 B は、減菌アダプタアセンブリ 2 5 0 A が駆動出力ユニット 5 4 2 A に取り付けられるときに駆動出力ユニット 5 4 2 A の減菌アダプタ解放ラッチ 8 3 5 の遠位部分から軸 8 9 0 に向かって内向きに延びるリップ 8 3 5 L が係合するリップ 8 5 4 を含む。第 2 の端 8 5 1 B を減菌アダプタアセンブリ 2 5 0 A の並びに減菌アダプタフレーム 8 5 1 の開放端と呼ぶときがある。

20

【 0 1 8 0 】

リップ 8 5 4 は、第 1 の表面と、第 2 の表面とを含む。第 2 の表面は、第 1 の表面の反対側にあり、例えば、第 1 の表面は、近位面であり、第 2 の表面は、遠位面である。リップ 8 5 4 の第 2 の表面は、軸 8 9 0 に対して垂直な方向においてリップ 8 5 4 の第 1 の表面よりも長い。リップ 8 5 4 の第 3 の表面が、第 1 の表面と第 2 の表面との間に延び、第 1 及び第 2 の表面の異なる長さに鑑みてテーパが付けられている。1 つの特徴において、第 3 の表面は、傾斜面 (面取り面) である。

【 0 1 8 1 】

以下により完全に説明するように、減菌アダプタフレーム 8 5 1 は、可動本体 8 5 1 C を含む。可動本体 8 5 1 C は、減菌アダプタフレーム 8 5 1 内で近位方向及び遠位方向に動き得る。器具挿入スキッドプレート 8 5 5 A が減菌アダプタフレーム 8 5 1 の内側面から延びる。減菌アダプタフレーム 8 5 1 の反対側にある内側面から延びる類似の器具挿入スキッドプレート 8 5 5 B がある。図 8 A では、可動本体 8 5 1 C のリップ 8 5 1 C 1 と呼ぶことがある側部 8 5 1 C 1 も見える。

30

【 0 1 8 2 】

可動本体 8 5 1 C の構成及び作動は、可動本体 6 5 1 C のリップ 7 5 1 B の構成及び作動と同じであり、よって、ここでは、可動本体 8 5 1 C について可動本体 6 5 1 C の構成及び作動の記載を繰り返さない。また、減菌アダプタ 2 5 0 A への外科器具の取付けは、減菌アダプタ 2 5 0 に関して記載したのと同じであり、よって、減菌アダプタ 2 5 0 A について記述を繰り返さない。

40

【 0 1 8 3 】

可動本体 8 5 1 C の構成及び作動は、可動本体 6 5 1 C のリップ 7 5 1 B の構成及び作動と同じであり、よって、ここでは、可動本体 8 5 1 C について可動本体 6 5 1 C の構成及び作動の記載を繰り返さない。また、減菌アダプタアセンブリ 2 5 0 A への外科器具の取付けは、減菌アダプタ 2 5 0 に関して記載したのと同じであり、よって、減菌アダプタアセンブリ 2 5 0 A について記述を繰り返さない。

【 0 1 8 4 】

駆動出力ユニット 5 4 2 A のフレーム 8 4 2 F が、フレーム 8 4 2 F の遠位面から延びる、第 1 の整列要素と呼ぶときがある第 1 の減菌アダプタ整列要素 8 4 5 A と、同様にフレーム 8 4 2 F の遠位面から延びる、第 2 の整列要素と呼ぶときがある第 2 の減菌アダプ

50

タ整列要素 8 4 5 B とを含む。減菌アダプタ整列要素 8 4 5 A は、腹面ラッチアセンブリ 8 4 7 に隣接するが、その内側にあるのに対し、減菌アダプタ整列要素 8 4 5 B は、減菌アダプタ解放ラッチ 8 3 5 に隣接するが、その内側にある。

【 0 1 8 5 】

減菌アダプタアセンブリ 2 5 0 A は、駆動出力ユニット 5 4 2 A の遠位面の近傍に軸方向に動くと、第 1 の減菌アダプタ整列要素 8 4 5 A は、減菌アダプタフレーム 8 5 1 内の第 1 の減菌アダプタレセプタクル 8 5 3 A (図 8 H 及び 8 I) に入る、例えば、係合する。同様に、第 2 の減菌アダプタ整列要素 8 4 5 B は、減菌アダプタフレーム 8 5 1 内の第 2 の減菌アダプタレセプタクル 8 5 3 B に入る、例えば、係合する。整列要素及びレセプタクルは、減菌アダプタアセンブリ 2 5 0 A を位置合わせするように構成されるので、近位方向における減菌アダプタアセンブリ 2 5 0 A の更なる動きは、ラッチ機構 8 6 0 を減菌アダプタアセンブリ 2 5 0 A と係合させる。

10

【 0 1 8 6 】

第 1 及び第 2 の整列要素 8 4 5 A , 8 4 5 B は、複数の減菌アダプタ整列要素の一例である。第 1 及び第 2 の整列レセプタクル 8 5 3 A , 8 5 3 B は、複数の整列レセプタクルの一例である。よって、駆動出力ユニット 5 4 2 A 、故に、器具マニピュレータアセンブリ 2 4 0 は、この特徴において、複数の減菌アダプタ整列要素を含み、減菌アダプタアセンブリ 2 5 0 A は、複数の整列レセプタクルを含む。代替的に、複数のレセプタクルを駆動出力ユニット 5 4 2 A 内に形成し得るし、複数の整列要素は減菌アダプタフレーム 8 5 1 の近位面から延び得る。

20

【 0 1 8 7 】

減菌アダプタアセンブリ 2 5 0 A が更に近位方向に動くと、フック 8 4 7 A のテーパ面が減菌アダプタアセンブリ 2 5 0 A のリップ 8 5 2 A 1 のテーパ面と接触し、フック 8 4 7 B のテーパ面が減菌アダプタアセンブリ 2 5 0 A のリップ 8 5 2 B 1 のテーパ面と接触する。同様に、減菌アダプタ解放ラッチ 8 3 5 のリップ 8 3 5 L のテーパ面が減菌アダプタアセンブリ 2 5 0 A のリップ 8 5 4 のテーパ面と接触する。

【 0 1 8 8 】

近位方向における減菌アダプタアセンブリ 2 5 0 A の更なる動きは、減菌解放ラッチ 8 3 5 の遠位端部分を、駆動出力ユニット 5 4 2 A の軸 8 9 0 から離れる方向に外向きに旋回させ、腹面ラッチアセンブリ 8 4 7 のフック 8 4 7 A , 8 4 7 B を、駆動出力ユニット 5 4 2 A の軸 8 9 0 から離れる方向に外向きに旋回させる。フック 8 4 7 A 及び 8 4 7 B 並びにリップ 8 3 5 L がリップ 8 5 2 A 1 及び 8 5 2 B 1 を越えて遠位に動いた後、並びにリップ 8 3 5 L がリップ 8 5 4 を越えて遠位に動いた後、フック 8 4 7 A 及び 8 4 7 B 並びにリップ 8 3 5 L は、軸 8 9 0 に向かって内向きに旋回するので、リップ 8 3 5 L はリップ 8 5 4 と係合し、フック 8 4 7 A はリップ 8 5 2 A 1 と係合し、フック 8 4 7 B はリップ 8 5 2 B 1 と係合する。具体的には、各フックの金面が対応するリップの第 2 の表面と接触する。故に、減菌アダプタ 2 5 0 A は、減菌アダプタアセンブリ 2 5 0 を軸 8 9 0 に沿って駆動出力ユニット 5 4 2 A の遠位面に向かって動かすことのみによって、図 8 D に例示するように、駆動出力ユニット 5 4 2 A に取り付けられる。

30

【 0 1 8 9 】

近位方向における減菌アダプタアセンブリ 2 5 0 A の更なる動きは、減菌解放ラッチ 8 3 5 の遠位端部分を、駆動出力ユニット 5 4 2 A の軸 8 9 0 から離れる方向に外向きに旋回させ、腹面ラッチアセンブリ 8 4 7 のフック 8 4 7 A , 8 4 7 B を、駆動出力ユニット 5 4 2 A の軸 8 9 0 から離れる方向に外向きに旋回させる。フック 8 4 7 A 及び 8 4 7 B 並びにリップ 8 3 5 L がリップ 8 5 2 A 1 及び 8 5 2 B 1 を越えて遠位に動いた後、並びにリップ 8 3 5 L がリップ 8 5 4 を越えて遠位に動いた後、フック 8 4 7 A 及び 8 4 7 B 並びにリップ 8 3 5 L は、軸 8 9 0 に向かって内向きに旋回するので、リップ 8 3 5 L はリップ 8 5 4 と係合し、フック 8 4 7 A はリップ 8 5 2 A 1 と係合し、フック 8 4 7 B はリップ 8 5 2 B 1 と係合する。具体的には、各フックの金面が対応するリップの第 2 の表面と接触する。故に、減菌アダプタアセンブリ 2 5 0 A は、減菌アダプタアセンブリ 2 5

40

50

0を軸890に沿って駆動出力ユニット542Aの遠位面に向かって動かすことのみによって、図8Dに例示するように、駆動出力ユニット542Aに取り付けられる。

【0190】

ラッチ835と呼ぶときがある減菌アダプタ解放ラッチ835は、近位端部分 - 第1の端部分の一例と、遠位端部分 - 第1の端部分の反対にある第2の端部分の一例とを含む。ラッチピン835P(図8B)がラッチ835の近位端部分の内面に連結される。ラッチピン835Pは、ラッチ835の内面から内向きに延びる。ラッチピン835Pは、ラッチピン435及びラッチピン2635Pと等しく、よって、それらのラッチピンの記述は、ラッチピン835Pに直接的に適用可能であり、逆にも適用可能である。リップ835Lは、ラッチ835の遠位部分から内向きに延びる。この特徴において、減菌アダプタラッチ835は、フレーム842Fに旋回的に接続される。旋回接続は、ラッチ835を旋回させる力の存在しないときに、ラッチ835を係合位置又は係合状態と呼ぶものに維持するよう、ばね荷重される。ラッチ835の近位部分が内向きに押される、例えば、第1の方向に押されるときに、動きがプッシュロッド844に伝達されるよう、プッシュロッド844の第1の端がラッチ835の近位端部分に旋回的に接続される。

10

【0191】

ラッチ835と呼ぶときがある減菌アダプタ解放ラッチ835は、近位端部分 - 第1の端部分の一例と、遠位端部分 - 第1の端部分の反対にある第2の端部分の一例とを含む。ラッチピン835P(図8B)がラッチ835の近位端部分の内面に連結される。ラッチピン835Pは、ラッチ835の内面から内向きに延びる。ラッチピン835Pは、ラッチピン435P及びラッチピン2635Pと等しく、よって、それらのラッチピンの記述は、ラッチピン835Pに直接的に適用可能であり、逆にも適用可能である。リップ835Lは、ラッチ835の遠位部分から内向きに延びる。この特徴において、減菌アダプタラッチ835は、フレーム842Fに旋回的に接続される。旋回接続は、ラッチ835を旋回させる力の存在しないときに、ラッチ835を係合位置又は係合状態と呼ぶものに維持するよう、ばね荷重される。ラッチ835の近位部分が内向きに押される、例えば、第1の方向に押されるときに、動きがプッシュロッド844に伝達されるよう、プッシュロッド844の第1の端がラッチ835の近位端部分に旋回的に接続される。

20

【0192】

この特徴において、腹面ラッチアセンブリ847は、クラス3レバーとして実現され、作用力が支点(フレームへの旋回的な接続)と荷重(フック847A及び847B)との間にある。クラス3レバーの使用は例示的であるに過ぎず、限定的であることを意図しない。他の特徴では、クラス1レバー又はクラス2レバーを用い得る。クラス2レバーについて、荷重は支点と作用力との間にあり、クラス1レバーについて、支点は作用力と荷重との間にある。

30

【0193】

図8Fに示すように、外力が減菌アダプタ解放ラッチ835に作用しない第1の状態において、減菌アダプタ解放ラッチ835及び腹面ラッチアセンブリ847の両方は、定常状態位置、即ち、係合状態にあり、各々の長手軸は長手軸890と位置合わせされる、即ち、軸890と実質的に平行である。ここにおいて、実質的に平行とは、製造公差内で平行であることを意味する。外力がラッチ835(図8G)の近位端に適用される、或いは、代替的に、力がリップ835Lに適用される、第2の状態において、ラッチ835の近位端部分は軸890に向かって内向きに旋回し、ラッチ835の遠位端部分は外向きに旋回する。ラッチ835の動きにตอบสนองして、腹面ラッチアセンブリ847の遠位端部分は外向きに旋回する。よって、外力892は2つのラッチアセンブリを分離位置に移動させる、例えば、第1の状態と異なる第2の状態に移動させる。

40

【0194】

図8Hは、減菌アダプタアセンブリ250Aの底面斜視図である。図8Iは、減菌アダプタアセンブリ250Aの頂部斜視図である。図8H及び8Iには示していないが、中間ディスク653が、可動本体851C内の複数の中間ディスクレセプタクルの各々の内に

50

取り付けられる。減菌アダプタアセンブリ 250 (図 6) について、複数の中間ディスクは、各中間ディスクが減菌アダプタフレーム 851 に対して並びに可動本体 851C に対して回転し得るよう、可動本体 851C の中間ディスクレセプタクル内に取り付けられる。よって、複数の中間ディスクは、減菌アダプタフレーム 851 内に回転可能に取り付けられる。複数の中間ディスクは、複数の中間ディスク 653P と同じであり、よって、ここでは、複数の中間ディスクの特徴を繰り返さない。また、可動本体 851C 内に取り付けられる複数のディスクのうちの各中間ディスクは、中間ディスク 653 (図 17B を参照) と同じであり、よって、減菌アダプタアセンブリ 250A に関して中間ディスク 653 の記述を繰り返さない。

【0195】

10

減菌アダプタアセンブリ 250A の複数のハードストップレセプタクル 857 は、複数のハードストップレセプタクル 1757 のために記載したのと同じであり、且つ同様に作動する。よって、ここでは、その記述を繰り返さない。減菌アダプタアセンブリ 250A は、各中間ディスクと関連付けられる中間ディスクハードストップ 861 を有する。減菌アダプタアセンブリ 250A の各中間ディスクハードストップ 861 は、中間ディスクハードストップ 1761 (図 17B) のために記載したのと同じであり、且つ同様に作用する。よって、ここでは、その記述を繰り返さない。

【0196】

図 9A は、1 つの特徴における外科器具 260 のより詳細な例示である。この特徴において、外科器具 260 は、被駆動インターフェースアセンブリ 961 と、伝動ユニット 965 と、メインチューブ 967 と、平行運動機構 968 と、手首関節 969 と、エンドエフェクタ 970 とを含む。手首関節 969 は、例えば、ここに参照として援用する、(「Surgical Tool Having Positively Positionable Tendon-Activated Multi-Disk Wrist Joint」を開示する 2002 年 6 月 28 日に出願された) 米国特許出願公開第 2003/0036748A1 に記載されている。平行運動機構 968 は、例えば、(「Surgical Instrument With Parallel Motion Mechanism」を開示する、2007 年 6 月 13 日に出願された) 米国特許第 7,942,868B2 号に記載されている。

20

【0197】

図 9B に示すように、被駆動インターフェースアセンブリ 961 は、複数の被駆動ディスク 964A を含む。複数の被駆動ディスク 964A は、被駆動インターフェース要素の一例である。被駆動ディスク 964 は、複数の被駆動ディスク 964P の各被駆動ディスクの代表である。被駆動ディスク 964 は、伝動ユニット 965 のシャフトに取り付けられる。また、各被駆動ディスク 964 は、被駆動インターフェースアセンブリ 961 の本体にあるレセプタクル内に取り付けられる (図 19B を参照)。

30

【0198】

伝動ユニット 965 内の機械的構成部品 (例えば、ギア、レバー、ジンバル、ケーブル等) が、複数の被駆動ディスク 964P からメインチューブ 967 を通じて走るケーブル、ワイヤ、及び/又はケーブル、ワイヤ、及びハイポチューブの組み合わせにトルクを伝達して、平行運動機構 968、手首関節 969、及びエンドエフェクタ 970 の動きを制御する。メインチューブ 967 は、実質的に剛的であるが、伝動ユニット 967 と進入ガイド 270 との間で僅かに曲げられ得る。この曲げは、進入ガイド 270 にある器具本体チューブボアが、さもなければ伝動ユニットが許容する大きさよりも、互いにより近接して離間させられるのを可能にする。この曲げは弾性的であるので、外科器具 260 がガイドチューブ 270 から引っ込められるときに、メインチューブ 967 はその直線形状を取る (メインチューブは、恒久的な曲げを伴って形成されてよく、それは器具本体が横揺れ (ロール) するのを防止する)。

40

【0199】

伝動ユニット 965 内の機械的構成部品 (例えば、ギア、レバー、ジンバル、ケーブル等) が、複数の被駆動ディスク 964P からメインチューブ 967 を通じて走るケーブル、ワイヤ、及び/又はケーブル、ワイヤ、及びハイポチューブの組み合わせにトルクを伝

50

達して、平行運動機構 968、手首関節 969、及びエンドエフェクタ 970 の動きを制御する。メインチューブ 967 は、実質的に剛的であるが、伝動ユニット 965 と進入ガイド 270 との間で僅かに曲げられ得る。この曲げは、進入ガイド 270 にある器具本体チューブボアが、さもなければ伝動ユニットが許容する大きさよりも、互いにより近接して離間させられるのを可能にする。この曲げは弾性的であるので、外科器具 260 が進入ガイド 270 から引っ込められるときに、メインチューブ 967 はその直線形状を取る（メインチューブは、恒久的な曲げを伴って形成されてよく、それは器具本体が横揺れ（ロール）するのを防止する）。

【0200】

外科器具 260 を滅菌アダプタフレーム 651 内に取り付けのために、まず、取付け翼 962A1、962A2 が、滅菌アダプタフレーム 651 の開放端でスキッドプレート 755A、755B（図 10 及び 11）上に配置される。図 11 は、滅菌アダプタフレーム 651 の外側面が取り外された状態の図 10 の切欠図である。

【0201】

外科器具 260 が、スキッドプレート 755A の反対側にあるパーキングスロット 1155A に向かってスキッドプレート 755A 上で摺動させられると（図 11）、第 1 の取付け翼 962A1、962A2 の頂面は、リップ 751A、751B の底縁と接触し、それは可動本体 651C を近位方向に動かす（図 12）。可動本体 651C の近位動作は、器具マニピュレータアセンブリ 240 のプランジャ 1246 を近位方向に押し下げ、次に、それは、外科器具 260 が滅菌アダプタアセンブリ 250 に荷重されているという、コントローラ 290 への信号を生成する。

【0202】

取付け翼 962A1 が滅菌アダプタフレーム 651 の閉塞端にあるパーキングスロット 1155A に達するとき（図 13）、第 1 の取付け翼 962A1、962A2 の頂面は、リップ 751A、751B の底縁にもはや接触しない。結果的に、可動本体 651C への予荷重力は、可動本体 651C を遠位方向に移動させ（図 13）、第 1 の取付け翼 962A1 を所定の場所に係止する。第 1 の取付け翼 962A1 が滅菌アダプタフレーム 651 の閉塞端に達するとき、第 2 の取付け翼 962B1 は、滅菌アダプタフレーム 651 の開放端付近でスキッドプレート 755A の平坦な部分の上に位置する。

【0203】

滅菌アダプタフレーム 651 内の各中間ディスク 653 は、複数の駆動出力ディスク 545P の予荷重力によって遠位方向に遠位に押される。よって、外科器具 260 が滅菌アダプタフレーム 651 内に取り付けられると、複数の中間ディスク 653P は第 1 の予荷重力を可動本体 651C に伝達するので、予荷重力は取付け翼 962A1 に適用される。この予荷重力は、外科器具 260 を滅菌アダプタフレーム 651 内に容易に滑り込ませ得るように並びに小さな予荷重力が全てのディスク上で維持されるように、選択される。

【0204】

外科器具 260 が滅菌アダプタアセンブリ 250 内に取り付けられるとき、器具マニピュレータアセンブリ 240 は、外科器具 260 の存在を検出し、外科器具 260 の存在を示す信号をコントローラ 290 に送信する。その信号に応答して、外科システム 200 内のコントローラ 290 は、その信号を器具マニピュレータアセンブリ 240 に送信して、複数の駆動出力ディスク 545P の各駆動出力ディスク 545 を回転させる。

【0205】

以下により完全に説明するように、駆動出力ユニット 542 内の各駆動出力アセンブリ 543 はばね荷重され、滅菌アダプタアセンブリ 250 が器具マニピュレータアセンブリ 240 に取り付けられた後に、予荷重力が各駆動出力ディスク 545 に加えられるよう、自動的に位置付けられる。予荷重力は駆動出力ディスク 545 を押し、滅菌アダプタフレーム 651 内の中間ディスク 653 の対応する中間被駆動インターフェース 655 を押す。

【0206】

しかしながら、図 7 B において、外科器具 2 6 0 が滅菌アダプタアセンブリ 2 5 0 に先ず取り付けられるとき、中間ディスク 6 5 3 の中間駆動インターフェース 7 6 5 の要素は、被駆動ディスク 9 6 4 上の被駆動インターフェース 9 8 0 の対応する要素と位置合わせされないことがある。2 つのディスク 6 5 3 及び 9 6 4 の要素が位置合わせされないならば、2 つのディスクは部分的に連結させられるが、2 つのディスクは互いに噛み合わない。よって、部分的に連結させられる、ディスク 9 6 4 , 6 5 3 , 5 4 5、即ち、第 3 のディスク、第 2 のディスク、及び第 1 のディスクを含む、ディスク積重ねは、第 3 の高さを有する。

【 0 2 0 7 】

外科器具 2 6 0 が滅菌アダプタフレーム 6 5 1 内に取り付けられるとき、被駆動インターフェースアセンブリ 9 6 1 内の各被駆動ディスク 9 6 4 は、滅菌アダプタアセンブリ 2 5 0 内の対応する中間ディスク 6 5 3 を近位に押すので、中間ディスク 6 5 3 は自由に回転し得る。以下により完全に説明するように、滅菌アダプタアセンブリ 2 5 0 内の中間ディスク 6 5 3 の中間駆動インターフェース 7 5 6 が、被駆動インターフェースアセンブリ 9 6 1 内の被駆動ディスク 9 6 4 の対応する被駆動インターフェース 9 8 0 と位置合わせされないとき、中間ディスク 6 5 3 の中間駆動インターフェース 7 5 6 上の係合構造は、外科器具 2 6 0 の被駆動ディスク 9 6 4 上の回転不能化要素 1 9 8 0 (図 1 9 A を参照) と係合し、それは被駆動インターフェースアセンブリ 9 6 1 内の被駆動ディスク 9 6 4 の回転を阻止する。

【 0 2 0 8 】

中間ディスク 6 5 3 の中間駆動インターフェース 7 5 6 が、所定の場所に固定される被駆動ディスク 9 6 4 と共に回転すると、中間駆動インターフェース 7 5 6 上の各要素は回転して被駆動ディスク 9 6 4 の被駆動インターフェース 9 8 0 の対応する要素と整列し、対応する要素と噛み合う。中間駆動インターフェース 7 5 6 及び被駆動インターフェース 9 8 0 の連結は、被駆動ディスク 9 6 4 上の回転係止 (回転ロック) を解放する。よって、ディスクの積重ねは、ユニットとして回転する。全ての 3 つのディスクが噛み合わせられるとき、ディスク積重ねの高さは、第 4 の高さを有し、第 4 の高さは、第 3 の高さ未満であり、器具マニピュレータアセンブリ 2 4 0 内のセンサが、高さにおけるこの変化を検出し、コントローラに信号を送信して、駆動出力ディスク 5 4 5 の回転を停止させる。ディスク積重ねの高さにおける変化を検出する器具マニピュレータアセンブリ 2 4 0 内のセンサは、機械式センサ、光センサ、誘導センサ、容量センサ等であり得る。

【 0 2 0 9 】

図 1 4 は、駆動出力ディスク 5 4 5 が中間ディスク 6 5 3 に連結され、中間ディスク 6 5 3 が被駆動ディスク 9 6 4 に連結されるとき、ディスク積重ね 1 4 0 0 の例示である。ここにおいて、連結される (coupled) とは、2 つのディスクが噛み合わせられるよう、即ち、完全に連結させられるよう、2 つのインターフェース接続するディスク上の整列構成の全てが位置合わせされることを意味する。上述のように、2 つのインターフェース接続するディスク上の整列構成の一部が位置合わせされるが、2 つのインターフェース接続するディスク上の他の整列構成が位置合わせされないとき、2 つのインターフェース接続するディスクは部分的に連結される。予荷重力は、ある程度のバックラッシュにも拘わらず、2 つの部分的に連結させられるディスクが、全ての整列構成を位置合わせさせ且つ噛み合わせ得るよう接触した状態であるよう、選択される。

【 0 2 1 0 】

ディスク積重ね 1 4 0 0 は、図 3 A 及び 3 B を参照して上記で言及したディスク積重ね構成である。駆動出力ディスク 5 4 5 の駆動インターフェース 5 5 7 は、中間ディスク 6 5 3 の中間被駆動インターフェース 6 5 5 に噛み合わされ、中間ディスク 6 5 3 の中間駆動インターフェース 7 5 6 は、被駆動ディスク 9 6 4 の被駆動インターフェース 9 8 0 に噛み合わされる。以下により完全に説明するように、ディスクの積重ね 1 4 0 0 上に高い予荷重力、即ち、第 2 の予荷重力があるときには、シャフト 1 4 6 6 が駆動出力ディスク 5 4 5 に連結させられるシャフトと精密に位置合わせされないことがあるとしても、外科

処置において用いられるトルクレベルのために、ディスク積重ね 1 4 0 0 内のディスク間にゼロバックラッシュがある。ディスクの積重ね 1 4 0 0 内のディスク 5 4 5 , 6 5 3 , 9 6 4 が、第 2 の予荷重力の下で噛み合わされるときには、外科処置において用いられるトルクレベルのために、ディスク間の連結部内にゼロバックラッシュがある。低バックラッシュカブラ 5 4 4 が空間的な不整列(ずれ)を補償し、動き及びトルクをディスク積重ね 1 4 0 0 に伝達する。以下により完全に説明するように、駆動ドッグの設計は、駆動出力ディスク 4 4 5 及び被駆動ディスク 9 6 4 の角度不整列(角度ずれ)を補償する。

【0211】

図 1 5 A は、器具マニピュレータアセンブリハウジング 7 4 1 が取り外された状態の器具マニピュレータアセンブリ 2 4 0 の例示である。また、駆動ユニットアセンブリ 5 4 1 内の構成部品を示す垂直切断部がある。器具マニピュレータアセンブリ 2 4 0 は、モータパック 1 5 4 1 を含み、次に、モータパック 1 5 4 1 は、複数の駆動ユニット 1 5 0 0 P と、複数の駆動出力アセンブリ 5 4 3 P とを含む。複数の駆動ユニット 1 5 0 0 P の各駆動ユニット 1 5 0 0 は、エンコーダ 1 5 0 1 と、スロットレス型ブラシレスサーボモータ 1 5 0 2 と、コンパクトなホール効果センサ 1 5 0 3 と、遊星ギアヘッド 1 5 0 4 (planetary gearhead) とを含む。

【0212】

1 つの特徴において、スロットレス型ブラシレスサーボモータ 1 5 0 2 は、極めて高いモータ定数を有し、よって、サーボモータ 1 5 0 2 は、極めて効率的である。スロットレス型ブラシレスサーボモータの使用は例示的であるに過ぎず、複数の駆動ユニット 1 5 0 0 P におけるモータをこの特定の種類のモータに限定することを意図しない。ブラシ式モータ、ステッピングモータ等を含む、様々なモータを用い得る。各サーボモータ 1 5 0 2 は、モータパック 1 5 4 1 内の 8 個のサーボモータのコンパクトな構成に鑑みて、隣接するサーボモータへのトルクリップルを防止する磁気遮蔽(磁気シールド)を含む。

【0213】

コンパクトなホール効果センサ 1 5 0 3 を用いてサーボモータ 1 5 0 2 内の永久磁石の位置を検出する。ホール効果センサ 1 5 0 3 は第 2 のエンコーダとして用いられる。エンコーダとホールとの間の照合(encoder-to-hall check)が、エンコーダ 1 5 0 1 及びホール効果センサ 1 5 0 3 によって報告される回転位置を比較する。回転位置が有意に異なるならば、エンコーダ 1 5 0 1、ホール効果センサ 1 5 0 3、又はそれらの間の機構は、どこかがおかしい。この照合が失敗するとき、コントローラ内でソフトウェアを実行することは、モータを直ぐに停止させる。

【0214】

遊星ギアヘッド 1 5 0 4 は頑丈であり、極めて効率的であり(90%より大きい)、よって、典型的なギアヘッドよりもバック駆動(back-drive)が容易である。バック駆動可能である(back-drivable)とは、典型的なギアヘッドに比べて、ギアヘッドの出力シャフトを比較的低いトルクで回転させ得ることを意味する。

【0215】

遊星ギアヘッド 1 5 0 4 は、1 つの特徴において、1 度未満のバックラッシュを有し、他の特徴において、例えば 0 . 4 度の、低バックラッシュを有する。1 つの特徴において、遊星ギアヘッド 1 5 0 4 のうちの 4 個は、2 8 : 1 の入出力比を有し、標準遊星ギアヘッドと呼ぶ。この特徴において、遊星ギアヘッドのうちの 4 個は、9 対 1 の入出力比を有し、高速ギアヘッドと呼ぶ。同様に、標準遊星ギアヘッドを備える駆動ユニット 1 5 0 0 を標準駆動ユニットと呼ぶ。高速遊星ギアヘッドを備える駆動ユニット 1 5 0 0 を高速駆動ユニットと呼ぶ。

【0216】

図 1 5 B 乃至 1 5 E は、モータパック 1 5 4 1 における使用に適した遊星ギアヘッドの 1 つの実施例の例示である。図 1 5 B は、遊星ギアヘッド 1 5 0 4 の側面図である。図 1 5 C は、遊星ギアヘッド 1 5 0 4 の遠位図である。図 1 5 D は、2 8 : 1 遊星ギアヘッドの近位図である。図 1 5 E は、9 : 1 遊星ギアヘッドの近位図である。図 1 5 B 乃至 1 5

Eにおけるギアヘッドについての寸法の1つの実施例が表1に与えられている。

【表1】

表1

参照番号	寸法
L 1	1. 0 4 3インチ
L 2	1. 0 7 0インチ
L 3	0. 6 7 3インチ
L 4	0. 6 9 8±0. 0 0 2インチ
L 5	0. 7 3 8インチ
L 6	0. 0 3 0インチ
D 1	0. 6 8 4インチ (直径)
A 1	5. 0 0度
D 2	0. 7 5 0インチ (直径)
D 3	0. 6 9 9, 0. 7 0 0インチ (直径)
W 1	0. 6 9 8, 0. 7 0 0インチ
W 2	0. 3 8 5±0. 0 0 3インチ
A 2	4 5. 0 0度
R 1	フランジを通じる0. 3 2インチの半径が ±3度で八角形に整列する

10

20

【0217】

図16A乃至16Dは、この特徴における複数の駆動出力アセンブリ543Pのうちの各駆動出力アセンブリの代表である駆動出力アセンブリ543のより詳細な例示である。駆動出力アセンブリ543は、ボール-スプライン1603を含む。軽い予荷重ばね1601、例えば、第1の予荷重ばねが、ボール-スプライン1603の中央管腔内に取り付けられ、駆動出力ディスク545の近位側に付けられる一端を有する。軽い予荷重ばね1601は、ばね1601が圧縮されるときに、第1の予荷重力を駆動出力ディスク545に適用する。1つの特徴において、第1の予荷重力は、0.5重量ポンド(Lbf)(2.22411ニュートンメートル)である。

30

【0218】

ボール-スプライン1604は、ボール-スプライン1603に取り付けられる。ボール-スプラインナット1604が、ボール-スプライン1603からのトルク/動きを伝達しながら、ボール-スプライン1603に沿って近位に及び遠位に摺動する、即ち、第1の方向及び第1の方向と反対の第2の方向に摺動する。よって、トルク/動きは、ボール-スプライン1603を通じて、屈曲部544(flexure)と呼ぶときがある低バックラッシュカブラ544に伝達される。ボール-スプライン1603は、駆動出力アセンブリ543がボール-スプライン1603の長手軸に沿って動くのを可能にしながら、トルク/動きを伝達する。ディスクはディスク積重ね1400内に係入され或いは分離されると、駆動出力アセンブリ543は、ボール-スプライン1603に沿って出入り移動して、係合又は分離を容易化する。ボール-スプライン1603は、外科処置中に用いられるトルクレベルについてゼロバックラッシュを有する。

40

【0219】

ボール-スプラインナット1604は、ハウジング1605内に挿入され、ハウジング1605には、重い予荷重ばね1602、即ち、第2の予荷重ばねが取り付けられる。重い予荷重ばね1602は、軽い予荷重ばね1601との組み合わせにおいて、両方のばね

50

が圧縮されるときに、第2の予荷重力を駆動出力ディスク545に適用する。1つの特徴において、第2の予荷重力は、2.3重量ポンド(Lbf)(10.2309ニュートンメートル)である。

【0220】

屈曲部544は、駆動ユニットから屈曲部544にトルクを伝達する2つのピンによって駆動ユニットに連結される。屈曲部544は、2つのピンによって駆動出力ディスク545にも連結される。よって、屈曲部544は、駆動ユニットから駆動出力ディスク545にトルクを伝達する。図16Bは、屈曲部544の端面図である。

【0221】

屈曲部544は、駆動出力ディスク545の近位面から近位に延びるシリンダ1445C(図14及び16A)に嵌る中央管腔1640を有する。屈曲部544は、4個のビーム1641A, 1641B, 1641C, 1641Dを有する。4個のビーム1641A, 1641B, 1641C, 1641Dの各々のビームの第1の端が、屈曲部544の本体1642に接続される。4個のビーム1641A, 1641B, 1641C, 1641Dの各々のビームの第2の端が、それぞれ中央ボアを有するシリンダ1643A, 1643B, 1643C, 1643Dに接続される。ビーム1641A, 1641B, 1641C, 1641Dは、中央管腔1640を通じる軸についてねじり剛性を有するが、側方オフセットに関して可撓である。

【0222】

駆動ユニットによって駆動させられる出力ピンが、シリンダ1643A, 1643Bの中央ボア内に取り付けられる。駆動出力ディスク545の入力ピンが、シリンダ1643C, 1643Dの中央ボア内に取り付けられる。

【0223】

屈曲部544は、1つの特徴において、析出硬化ステンレス鋼17-4H1150製の精密機械加工された一体成形部品である。屈曲部544のバックラッシュは、シリンダの中央ボアと入力ピン又は出力ピンの外径との間の取付けピン隙間によって決定される。この特徴において、外科装置アセンブリ300のバックラッシュは、専ら器具マニピュレータアセンブリ240によって制御される。これは、バックラッシュが従来技術の減菌アダプタにおけるオルダム継手(Oldham coupling)によって考慮される従前のシステムと対照的である。従来技術の減菌アダプタ内の部品は射出成形され、よって、屈曲部544と同じ精度に作製され得ない。外科装置アセンブリ300の再使用可能な部分、例えば、器具マニピュレータアセンブリ240におけるバックラッシュを制御することは、バックラッシュが、外科装置アセンブリ300の各使用について一貫し、従来技術の減菌アダプタのような1回使用の使い捨て可能なアセンブリにおける射出成形部品の製造公差に依存しない。

【0224】

屈曲部544は、中央管腔1640の軸に対して法線方向にある平面における2つの自由度における動きに順応する。ビーム1641A, 1641Bに連結される出力ピンが、軸1690に沿って動き得る。動きの範囲は、シリンダ1643A, 1643Bの外面と本体1642の外面との間の間隙によって制限される。同様に、ビーム1641C, 1641Dに連結される入力ピンが、軸1690に対して垂直な軸1691に沿って動き得る。動きの範囲は、シリンダ1643C, 1643Dの外面と本体1642の外面との間の間隙によって制限される。1つの特徴において、軸1690, 1691の1つに沿ってビームを0.010インチ(0.254ミリメートル)変位させることは、0.66Lbf(2.9358ニュートンメートル)を必要とし、1平方インチ(0.00064516平方メートル)当たり29,000ポンド(1315.418キログラム)の応力をもたらす。100in-Lbfの適用トルクで、ピーク応力は、1平方インチ(0.00064516平方メートル)当たり38,000ポンド(1723.651キログラム)であった。

【0225】

10

20

30

40

50

屈曲部 5 4 4 の 2 つの自由度は、シャフト不整列（シャフトずれ）に順応する。具体的には、駆動ユニットアセンブリ 5 4 1 が、シャフトが伝動ユニット 9 6 5 内にある状態でモータパック 1 5 4 1 内の駆動シャフトの不整列（ずれ）を許容する。何故ならば、各屈曲部 5 4 4 は、駆動ユニット 1 5 0 0 の対応する駆動シャフトと完全に同軸でないシャフト 1 4 6 6（図 1 4）を補償するよう撓みながら、駆動出力ディスク 5 4 5 にトルクを伝達するからである。

【 0 2 2 6 】

図 1 6 C は、駆動出力ディスク 5 4 5 の駆動インターフェース 5 5 7 の 1 つの特徴、例えば、駆動出力ディスク 5 4 5 の遠位部分のより詳細な例示である。駆動出力ディスク 5 4 5 は、円筒形の本体を有する。図 1 6 D は、駆動ドッグ 1 6 5 2 を備える駆動出力ディスク 5 4 5 の断面図である。

10

【 0 2 2 7 】

2 つのボア 1 6 5 1 A , 1 6 5 1 B が、駆動出力ディスク 5 4 5 を通じて延びる。入力ピンが、各ボア 1 6 5 1 A , 1 6 5 1 B 内に並びに屈曲部 5 4 4 のシリンダ 1 6 4 3 A , 1 6 4 3 B 内の対応するボア内に嵌入させられる。

【 0 2 2 8 】

2 つの駆動ドッグ 1 6 5 2 A , 1 6 5 2 B、第 1 の整列要素 - 中央ポスト 1 6 5 3 及びタブ 1 6 5 4 と、第 2 の整列要素、即ち、ピン 1 6 5 5 とが、駆動出力ディスク 5 4 5 の遠位端面 1 6 5 6 から遠位に延びる。中央ポスト 1 6 5 3 は、タブ 1 6 5 4 の高さよりも大きい高さを有し、よって、駆動出力ディスク 5 4 5 を中間ディスク 6 5 3 の中間被駆動インターフェース 6 5 内にある対応する整列レセプタクルに対して芯出し（中心化）するのに役立つ。タブ 1 6 5 4 は、中央ポスト 1 6 5 3 から遠位端面 1 6 5 6 の周縁部に向かって延びる。中心線 1 6 7 0 及び 1 6 7 1 が、中央ポスト 1 6 5 3 の中心を通じて延び且つそれと交差する。中央ポスト 1 6 5 3 及びタブ 1 6 5 4 は、駆動出力ディスク 5 4 5 を中間ディスク 6 5 3 に位置合わせさせるのを助ける。中央ポスト 1 6 5 3 及びタブ 1 6 5 4 は、ディスクの噛み合う対に安定性ももたらす。

20

【 0 2 2 9 】

この特徴において、ピン 1 6 5 5 は、中心線 1 6 7 0 上に芯出し（中心化）され、中央ポスト 1 6 5 3 と遠位端面 1 6 5 6 の縁との間に位置付けられる。ピン 1 6 5 5 は、シリンダのセグメントである、例えば、シリンダは、ピン 1 6 5 5 の外表面が平坦であり且つ円筒形でないよう、ある平面によって垂直に切断される。1 つの特徴において、ピン 1 6 5 5 は、概ね三次元の D 形状を有する。ここにおいて、概ね三次元の D 形状 (generally three-dimensional D-shape) とは、その形状が、三次元 D 形状、例えば、ピン 1 6 5 5 の形状として認識されるのに十分な程に三次元 D 形状に類似することを意味する。ピン 1 6 5 5 は、中間ディスク 6 5 3 における整列レセプタクルと噛み合うように構成される。

30

【 0 2 3 0 】

第 1 及び第 2 の整列要素の形状及び向きは例示的であるに過ぎず、限定的であることを意図しない。第 2 の予荷重力の下でバックラッシュが導入されない限り、整列要素の他の形状及び整列要素の間の他の向きが用いられてよく、それらの要素は、係合するとき及び分離するときに結合せず、それらの要素は、ディスクの噛み合わせ対に安定性をもたらす。

40

【 0 2 3 1 】

駆動インターフェース 5 5 7 は、2 つの駆動ドッグ 1 6 5 2 A , 1 6 5 2 B を含む。駆動ドッグ 1 6 5 2 A , 1 6 5 2 B の各々は、遠位端面 1 6 5 6 から遠位に延びる。駆動ドッグ 1 6 5 2 A , 1 6 5 2 B の各々は、駆動出力ディスク 5 4 5 の長手軸から同じ径方向距離 R d o g にある。駆動出力ディスク 5 4 5 の長手軸は、中央ポスト 1 6 5 3 の中心を通じて走る。また、各駆動ドッグ 1 6 5 2 A , 1 6 5 2 B は、近位端面 1 6 5 6 の周縁部に近接する。径方向に等距離の駆動ドッグ 1 6 5 2 A , 1 6 5 2 B と、周縁部に隣接する位置決め駆動ドッグ 1 6 5 2 A , 1 6 5 2 B との組み合わせは、駆動ドッグ 1 6 5 2 A , 1 6 5 2 B が、中間ディスク 6 5 3 にトルク / 動きを効率的に伝達するのを可能にする。

50

【0232】

駆動インターフェース557は、2つの駆動ドッグ1652A, 1652Bを含む。駆動ドッグ1652A, 1652Bの各々は、遠位端面1656から遠位に延びる。駆動ドッグ1652A, 1652Bの各々は、駆動出力ディスク545の長手軸から同じ径方向距離Rdogにある。駆動出力ディスク545の長手軸は、中央ポスト1653の中心を通じて走る。また、各駆動ドッグ1652A, 1652Bは、遠位端面1656の周縁部に近接する。径方向に等距離の駆動ドッグ1652A, 1652Bと、周縁部に隣接する位置決め駆動ドッグ1652A, 1652Bとの組み合わせは、駆動ドッグ1652A, 1652Bが、中間ディスク653にトルク/動きを効率的に伝達するのを可能にする。

【0233】

遠位端面1656の周縁部に対する駆動ドッグ1652A, 1652Bの場所は、中間ディスク653上の駆動ドッグレセプタクルの場所によって決定される(図18Aを参照)。中間ディスク653の直径は、部分的には、滅菌アダプタアセンブリ250の可動本体651C内に嵌入し得る中央ディスク653の数によって決定される。駆動ドッグ1652A, 1652Bは、以下により完全に記載するように、駆動ドッグ1652A, 1652Bが中間ディスク653内の駆動ドッグレセプタクルと係合するような大きさ及び位置にされ、よって、駆動ドッグ1652A, 1652Bは、可動本体651Cの側壁と接触しない。

【0234】

駆動ドッグ1652A, 1652Bの各々は、駆動出力ディスク545の長手軸及びx軸1671を含む平面に対して鏡面对称性を有する。この平面は、駆動ドッグ1652A, 1652Bの各々を二分する。

【0235】

駆動ドッグ1652A, 1652Bの大きさは、強度要求に基づき選択される。この出願において(中心から縁へ径方向に)駆動ドッグ1652A, 1652Bの長さは、ディスク545の中央における整列構成/回転防止構成の大きさの制約によって決定され、駆動ドッグ1652A, 1652Bの高さは、第1及び第2の予荷重力の下での中間ディスク653との適切な係合を補償しながら、機構の大きさ及び重量を減少させるように最小限化される。

【0236】

駆動ドッグ1652Aは、駆動ドッグ1652Bと同じであり、よって、駆動ドッグ1652Aの特徴のみを更に詳細に考察する。駆動ドッグ1652Aの記述は、駆動ドッグ1652Bと同じに直接的に適用可能であり、よって、その記載を駆動ドッグ1652Bについて繰り返さない。

【0237】

駆動ドッグ1652Aは、第1の部分1652A1と、第2の部分1652A2とを有する。第1の部分1652A1は、近位端面1656から第2の部分1652A2に遠位に延びる。第2の部分1652A2は、遠位方向において第1の部分1652A1から延びる。

【0238】

駆動ドッグ1652Aの第1の部分1652A1は、三次元の長方形であり、よって、遠位端面1656からの延びる4つの直線の側部、例えば、図16D中の側部1652s2, 1652s4を有する。ここにおいて、直線(straight)とは、駆動ドッグ1652Aの長手軸とx軸1671及びy軸1670のうち的一方とを含む平面と実質的に平行であることを意味する。選択される軸は、考慮される三次元の長方形の側部に依存する。実質的に平行(substantially parallel)とは、製造公差内で平行であることを意味する。

【0239】

第2の部分1652A2(図16D)は、曲面である2つの対向する側部1652cy12, 1652cy14を含む。1つの特徴において、曲面は、円形区画の一部、例えば、シリンダ1658の外面の一部である。側面1652cy12, 1652cy14は、

10

20

30

40

50

縁 1 6 5 2 e 1 , 1 6 5 2 e 2 を含み且つ図 1 6 D から外に延びる 2 つの平行な平面が交差するシリンダの区画の外面である。よって、側面 1 6 5 2 c y l 2 , 1 6 5 2 c y l 4 は、曲面である。

【 0 2 4 0 】

1 つの特徴において、シリンダ 1 6 5 8 は、0 . 1 2 5 インチ (0 . 3 1 7 5 センチメートル) の直径を有する。シリンダ 1 6 5 8 の軸は、図 1 6 D から外に延びる。この特徴において、第 2 の区画 1 6 5 2 A 2 の他の 2 つの側壁は、直線側部である。

【 0 2 4 1 】

1 つの特徴において、駆動出力ディスク 5 4 5 は、射出成形されるディスクである。駆動出力ディスク 5 4 5 をポリカーボネート、ポリフェニルスルホン (P P S U) 、ポリエチレンイミン (P E I) 等で作製し得る。

10

【 0 2 4 2 】

図 1 7 A は、滅菌アダプタアセンブリ 2 5 0 の他の例示である。滅菌ドレープ (図示せず) が、リム 1 7 5 1 に固定的に取り付けられる、例えば、両面テープによって付けられる。滅菌ドレープは知られており、よって、更に詳細に記載しない。例えば、それらの全てを参照としてここに援用する、(2 0 0 5 年 1 2 月 2 0 日付け出願の) 米国特許第 7 , 6 6 6 , 1 9 1 B 2 、(2 0 0 6 年 3 月 3 1 日付け出願の) 米国特許第 7 , 6 9 9 , 8 5 5 B 2 号、(2 0 1 0 年 8 月 1 2 日付け出願の) 米国特許出願公開第 2 0 1 1 / 0 2 7 7 7 7 5 A 1 号、及び (2 0 1 0 年 8 月 1 2 日付け出願の) 米国特許出願公開第 2 0 1 1 / 0 2 7 7 7 7 6 A 1 号を参照のこと。滅菌ドレープは、システム 2 0 0 の少なくとも一部を覆って、外科処置中に滅菌野を維持するのに対し、滅菌アダプタアセンブリ 2 5 0 は、外科器具 2 6 0 とその関連する器具マニピュレータアセンブリ 2 4 0 との間の正確な機械的インターフェースと共に、効率的で簡単な器具交換ももたらす。

20

【 0 2 4 3 】

上記のように、可動本体 6 5 1 C は、滅菌アダプタフレーム 6 5 1 内に取り付けられるので、可動本体 6 5 1 C は、滅菌アダプタフレームに対して近位方向及び遠位方向に移動し得る、即ち、第 1 の方向及び第 1 の方向と反対の第 2 の方向に移動し得る。図 1 7 A において、可動本体 6 5 1 C は、最遠位位置にある。可動本体 6 5 1 C は、複数の中間ディスク 6 5 3 P のうちの各中間ディスク 6 5 3 のためのレセプタクルを含む。可動本体 6 5 1 C は、複数のハードストップレセプタクル 1 7 5 7 も含む。各中間ディスク 6 5 3 は、円筒形の本体を有する。

30

【 0 2 4 4 】

1 つの特徴において、滅菌アダプタフレーム 6 5 1 、可動本体 6 5 1 C 、及び複数の中間ディスク 6 5 3 P の各々は、射出成形によって作製される。滅菌アダプタフレーム 6 5 1 、可動本体 6 5 1 C 、及び複数の中間ディスク 6 5 3 P のための適切な材料は、ポリカーボネート、ポリフェニルスルホン (P P S U) 、ポリエチレンイミン (P E I) 等を含む。

【 0 2 4 5 】

各中間ディスク 6 5 3 は、可動本体 6 5 1 C にある対応するレセプタクル内に取り付けられる。各中間ディスク 6 5 3 は、レセプタクル内で回転し得るし、レセプタクル内で遠位に及び近位に動き得る。図 1 7 A において、中間ディスク 6 5 3 は、最遠位位置にある。図 1 7 B は、中間ディスクレセプタクル 1 7 6 6 及び中間ディスク 6 5 3 を示す、可動本体 6 5 1 C の一部の拡大例示である。中間ディスク 6 5 3 は、ディスク 6 5 3 の外側面から延び且つディスク 6 5 3 の近位端面から延びるタブ 1 7 6 7 を有する (図 1 8 A を参照) 。中間ディスク 6 5 3 は、中間ディスクハードストップ 1 7 6 1 と関連付けられると言われる。これは、タブ 1 7 6 7 がハードストップ 1 7 6 1 と接触することができ、接触後、中間ディスク 6 5 3 の回転が停止させられる、ことを意味する。

40

【 0 2 4 6 】

外科器具 2 6 0 が滅菌アダプタアセンブリ 2 5 0 に取り付けられるとき、中間ディスク 6 5 3 は、可動本体 6 5 1 C に対して近位に変位させられる。この位置において、タブ 1

50

7 6 7 の最遠位部分、即ち、タブ 1 7 6 7 の底は、ハードストップ 1 7 6 1 の最近位部分、即ち、ハードストップ 1 7 6 1 の頂部より上にあるので、中間ディスク 6 5 3 は自由に回転し、ハードストップ 1 7 6 1 と接触しない。

【 0 2 4 7 】

図 1 8 A 及び 1 8 B は、中間被駆動インターフェース 6 5 5 (図 1 8 A) 及び中間ディスク 6 5 3 の中間駆動インターフェース (図 1 8 B) の例示である。中間被駆動インターフェース 6 5 5 (図 1 8 A) は、中間ディスク 6 5 3 の近位端にある。中間被駆動インターフェース 6 5 5 は、第 1 の整列レセプタクルと、第 2 の整列レセプタクルとを含む。この特徴において、第 1 の整列レセプタクルは、中央ポストレセプタクル 1 8 5 3 及びタブレセプタクル 1 8 5 4 の組み合わせである。第 2 の整列レセプタクルは、ピンレセプタクル 1 8 5 5 である。

10

【 0 2 4 8 】

中央ピンレセプタクル 1 8 5 3 及びタブレセプタクル 1 8 5 4 の組み合わせは、ポスト 1 6 5 3 及びタブ 1 6 5 4 がレセプタクル 1 8 5 3 及びレセプタクル 1 8 5 4 とそれぞれ位置合わせされるときに、中央ポスト 1 6 5 3 及びタブ 1 6 5 4 の組み合わせと噛み合うように構成される。同様に、ピンレセプタクル 1 8 5 5 は、ピンレセプタクル 1 8 5 5 及びピン 1 6 5 5 が位置合わせされるときに、ピン 1 6 5 5 と噛み合うように構成される。よって、駆動出力ディスク 5 4 5 は、ディスク 5 4 5 の整列要素が中間ディスク 6 5 3 の整列レセプタクルと位置合わせされるときに、1 つの向きにおいて中間ディスク 6 5 3 と噛み合い得るだけである。

20

【 0 2 4 9 】

中央ポストレセプタクル 1 8 5 3 及びタブレセプタクル 1 8 5 4 の組み合わせは、ポスト 1 6 5 3 及びタブ 1 6 5 4 がレセプタクル 1 8 5 3 及びレセプタクル 1 8 5 4 とそれぞれ位置合わせされるときに、中央ポスト 1 6 5 3 及びタブ 1 6 5 4 の組み合わせと噛み合うように構成される。同様に、ピンレセプタクル 1 8 5 5 は、ピンレセプタクル 1 8 5 5 及びピン 1 6 5 5 が位置合わせされるときに、ピン 1 6 5 5 と噛み合うように構成される。よって、駆動出力ディスク 5 4 5 は、ディスク 5 4 5 の整列要素が中間ディスク 6 5 3 の整列レセプタクルと位置合わせされるときに、1 つの向きにおいて中間ディスク 6 5 3 と噛み合い得るだけである。

【 0 2 5 0 】

30

駆動ドッグレセプタクル 1 8 5 2 A , 1 8 5 2 B の各々は、中間ディスク 6 5 3 の長手軸と x 軸とを含む平面に対して鏡面对称性を有する。この平面は、駆動ドッグレセプタクル 1 8 5 2 A , 1 8 5 2 B の各々を二分する。

【 0 2 5 1 】

各駆動ドッグレセプタクルは、中間ディスク 6 5 3 の長手軸から同距離 R_{rcpt} である内縁面を有する。内縁面は、以下により完全に説明するように、駆動ドッグレセプタクルの第 3 の側部を形成する。駆動ドッグレセプタクル 1 8 5 2 A は、駆動ドッグレセプタクル 1 8 5 2 B と同じであるので、駆動ドッグレセプタクル 1 8 5 2 A の特徴のみを更に詳細に考察する。駆動ドッグレセプタクル 1 8 5 2 A の記述は、駆動ドッグレセプタクル 1 8 5 2 B に直接的に適用可能であり、よって、その記載を駆動ドッグレセプタクル 1 8 5 2 B について繰り返さない。

40

【 0 2 5 2 】

駆動ドッグレセプタクル 1 8 5 2 A を 4 つの側で境界付け得る。1 つの特徴において、第 1 の側は存在しない。よって、第 1 の側は、開放されていると言われる。開放側壁の使用は例示的であるに過ぎず、限定的であることを意図しない。幾つの特徴において、第 1 の側壁は、中実な側壁であり得る。第 2 及び第 4 の側は、第 1 の側に対して垂直な壁である。第 3 の側は、第 2 及び第 4 の側に対して垂直な壁である。よって、この特徴において、駆動ドッグレセプタクル 1 8 5 2 A を 4 つの側部は、中間ディスク 6 5 3 の外側近位縁面 1 8 5 6 から中間ディスク 6 5 3 内に遠位に駆動レセプタクル 1 8 5 2 A の底面 1 8 5 7 まで延びる 3 つの壁によって境界付けられる。開放側の反対側にある第 3 の壁は、外

50

側近位縁面 1 8 5 6 から底面 1 8 5 7 まで延びる直線壁である。2 つの対向する壁、即ち、第 2 及び第 4 の壁は、以下に記載するような 2 つの部分、即ち、直線壁部分及び傾斜付き壁部分を有する。

【 0 2 5 3 】

図 1 8 C は、x 軸 1 8 7 1 に対して垂直な中心線に沿って切断された駆動ドッグレセプタクル 1 8 5 2 A の断面図である。駆動ドッグレセプタクル 1 8 5 2 A は、第 1 の部分 1 8 5 2 A 1 と、第 2 の部分 1 8 5 2 A 2 とに分割される。第 1 の部分 1 8 5 2 A 1 は、外側金面 1 8 5 6 から第 2 の部分 1 8 5 2 A 2 に中間ディスク 6 5 3 内に延びる。第 2 の部分 1 8 5 2 A 2 は、第 1 の部分 1 8 5 2 A 1 から駆動ドッグレセプタクル 1 8 5 2 A の底面 1 8 5 7 まで中間ディスク 6 5 3 内に更に延びる。

10

【 0 2 5 4 】

駆動ドッグレセプタクル 1 8 5 2 A の第 1 の部分 1 8 5 2 A 1 を境界付ける対向する壁は、直線壁 1 8 5 2 s 2 , 1 8 5 2 s 4 である。典型的には、第 1 の部分 1 8 5 2 A 1 の高さは、駆動出力ディスク 5 4 5 の遠位端面と中間ディスク 6 5 3 の近位端面との間にある程度の空間があるよう、駆動ドッグ 1 6 5 2 A の部分 n 1 6 5 2 A 1 の高さよりの小さい。

【 0 2 5 5 】

第 2 の部分 1 8 5 2 A 2 (図 1 8 C) は、楔形状の外側面の一部である 2 つの対向する側壁 1 8 5 2 w 2 , 1 8 5 2 w 4 によって境界付けられる、即ち、側部 1 8 5 2 w 2 , 1 8 5 2 w 2 は、傾斜付き平坦表面である。側壁 1 8 5 2 w 2 , 1 8 5 2 w 4 は、ある角度
に対する。側面 1 8 5 2 w 1 , 1 8 5 2 w 2 は、2 つの平行な平面、例えば、線 1 8 5 2 e 1 を含む平面と底面 1 8 5 7 を含む平面が交差する、楔形状の表面部分である。これらの平面の両方は、図 1 8 C から外に延びる。

20

【 0 2 5 6 】

1 つの特徴において、楔の部分は、駆動ドッグ 1 6 5 2 A の遠位端がレセプタクル 1 8 5 2 内に完全に挿入されるときに、駆動ドッグ 1 6 5 2 A の遠位端が底面 1 7 5 7 と接触せず、シリンダ 1 6 5 8 の円筒形の側壁部分が傾斜付き側壁 1 8 5 2 w 2 , 1 8 5 2 w 4 と接触するよう、選択される。1 つの特徴において、0 . 1 2 5 の直径のシリンダ 1 6 5 8 について、側壁 1 8 5 2 w 2 , 1 8 5 2 w 4 が 3 0 度の楔形状の側の部分であるよう、
角度 は 3 0 度である。

30

【 0 2 5 7 】

滅菌アダプタアセンブリ 2 5 0 が器具マニピュレータアセンブリ 2 4 0 に取り付けられるとき、中間ディスク 6 5 3 上の中間被駆動インターフェース 6 5 5 の向きに対する駆動出力ディスク 5 4 5 上の駆動インターフェース 5 5 7 の向きは、知られていない。しかしながら、2 つのインターフェースの相対的な向きに拘わらず、駆動出力ディスク 5 4 5 への予荷重力は、中間ディスク 6 5 3 を遠位に押すので、中間ディスク 6 5 3 は、可動本体 6 5 1 C のレセプタクル 1 7 6 6 (図 1 7 B) 内の最遠位部分に位置付けられる、例えば、中間ディスク 6 5 3 は、第 1 の軸方向位置にある。以下により完全に説明するように、外科器具 2 6 0 が滅菌アダプタアセンブリ 2 5 0 内に取り付けられるとき、中間ディスク 6 5 3 は、第 2 の軸方向位置に遠位に変位させられる。

40

【 0 2 5 8 】

上述のように、滅菌アダプタアセンブリ 2 5 0 を器具マニピュレータアセンブリ 2 4 0 に取り付けることによって、プランジャ 5 4 6 が押し下げられた後、駆動出力ディスクが回転させられる。駆動出力ディスク 5 4 5 及び中間ディスク 6 5 3 は接触し且つ部分的に連結させられるので、駆動出力ディスク 5 4 5 の回転は中間ディスク 6 5 3 を回転させる。よって、インターフェース 5 5 7 及び 6 5 5 がハードストップ 1 7 6 1 と整列し且つ噛み合うか、或いは中間ディスク 6 5 3 上のタブ 1 7 6 7 がハードストップ 1 7 6 1 と接触する。タブ 1 7 6 7 がハードストップ 1 7 6 1 と接触するとき、中間ディスク 6 5 3 の回転は停止させられる。インターフェース 5 5 7 及び 6 5 5 が噛み合わず、中間ディスク 6 5 3 の回転が停止させられないとき、駆動出力ディスク 5 4 5 は、2 つのインターフェー

50

スが噛み合うまで回転し続ける。故に、その結果、ディスク 5 4 5 及び 6 5 3 は連結させられ、駆動出力ディスク 5 4 5 の回転はハードストップ 1 7 6 1 で停止させられる。制御システムは、駆動出力ディスク 5 4 5 の回転の停止を用いて、駆動出力ディスク 5 4 5 の向きを決定する。2つのディスクがハードストップ 1 7 6 1 に達する前に噛み合うならば、ハードストップ 1 7 6 1 に達するときに、2つの噛み合ったディスクの回転は停止させられる。

【0259】

図 1 8 D は、駆動出力ディスク 5 4 5 上の駆動インターフェース 5 5 7 が中間ディスク 6 5 3 上の中間被駆動インターフェース 6 5 5 と部分的に連結させられた後に、軽い予荷重力の下で駆動ドッグレセプタクル 1 8 5 2 A 内に挿入される、駆動ドッグ 1 6 5 2 A を例示する断面図である。上述のように、駆動ドッグ 1 6 5 2 A は、直線側部を備える第 1 の部分 1 6 5 2 A 1 を有する。第 1 の部分 1 6 5 2 A 1 の直線側部は、上述のように、第 2 の部分 1 6 5 2 A 2、即ち、円筒形の先端内に溶け込む。駆動ドッグレセプタクル 1 8 5 2 A は、直線内側壁を備える第 1 の部分 1 8 5 2 A 1 も有する。第 1 の部分 1 8 5 2 A は、同様に上述のようにテーパ付き内壁を備える第 2 の部分 1 8 5 2 A 2 に溶け込む。

【0260】

駆動ドッグ 1 6 5 2 A の遠位部分の 2 つの側部にある曲面及び駆動ドッグレセプタクル 1 8 5 2 A 2 の遠位部分の対応する 2 つの側部にある傾斜付き側壁（傾斜付き側壁は、湾曲側面に対して接線方向にある）は、例示的であるに過ぎず、限定的であることを意図しない。高い予荷重力、即ち、第 2 の予荷重力の下で、外科処置において用いられるトルクレベルについて、駆動出力ディスク 5 4 5 と中間ディスク 6 5 3 との間に回転方向におけるゼロバックラッシュがある限り、並びに 2 つのディスクの間のインターフェースが角度不整列（角度ずれ）を補償する限り、駆動ドッグ 1 6 5 2 A の遠位部分にある並びに駆動ドッグレセプタクル 1 8 6 2 A の対応する遠位壁部分にある他の表面を用い得る。

【0261】

駆動ドッグ 1 6 5 2 A の遠位部分の 2 つの側部にある曲面及び駆動ドッグレセプタクル 1 8 5 2 A 2 の遠位部分の対応する 2 つの側部にある傾斜付き側壁（傾斜付き側壁は、湾曲側面に対して接線方向にある）は、例示的であるに過ぎず、限定的であることを意図しない。高い予荷重力、即ち、第 2 の予荷重力の下で、外科処置において用いられるトルクレベルについて、駆動出力ディスク 5 4 5 と中間ディスク 6 5 3 との間に回転方向におけるゼロバックラッシュがある限り、並びに 2 つのディスクの間のインターフェースが角度不整列（角度ずれ）を補償する限り、駆動ドッグ 1 6 5 2 A の遠位部分にある並びに駆動ドッグレセプタクル 1 8 5 2 A の対応する遠位壁部分にある他の表面を用い得る。

【0262】

レセプタクル 1 8 5 2 A のテーパ付き壁及び駆動ドッグ 1 6 5 2 A の第 2 の部分 1 6 5 2 A 2 にある円筒形の表面の故に、2つのディスクが部分的に連結させられる間に、トルク/動きが駆動出力ディスク 5 4 5 によって適用されるとき、2つのディスクが正しく機能するよう、駆動出力ディスク 5 4 5 及び中間ディスク 6 5 3 を保持するのに適切な力が必要とされる。この力がないならば、駆動出力ディスク 5 4 5 及び中間ディスク 6 5 3 は分離し得る。何故ならば、適用させるトルクがそれらを分離させ得るからである。

【0263】

また、図 1 8 D に示すように、シャフト駆動ディスク 5 4 5 と中間ディスク 6 5 3 によって駆動させられるシャフトとの間の少量の不整列（ずれ）を許容し得る。加えて、図 1 8 D においてページに出入りする融合シリンダ 1 6 5 8 の軸によって定められる方向において角度不整列（角度ずれ）を許容し得る。

【0264】

駆動ドッグ 1 6 5 2 A 及び駆動ドッグレセプタクル 1 8 5 2 A が、以下により完全に説明するように、高い予荷重力、例えば、第 2 の予荷重力の下で、一緒に噛み合わされるとき、2つのディスクの間の界面（インターフェース）にはバックラッシュがない。第 2 の予荷重力は、トルク/動きが適用されるときに、駆動ドッグ 1 6 5 2 A 及び駆動ドッグレ

セプタクル 1 8 5 2 A が物理的に後退して離れて分離するのを防止するのに十分である。第 2 の予荷重力の下で、駆動出力ディスク 5 4 5 と中間ディスク 6 5 3 との間の連結は、外科処置において用いられるトルクレベルについて、ゼロバックラッシュを有する。第 2 の予荷重の下で、駆動出力ディスク 5 4 5 と中間ディスク 6 5 3 との間の連結は、外科処置において用いられるトルクレベルについて、ゼロバックラッシュを有する。

【 0 2 6 5 】

図 1 8 B は、中間ディスク 6 5 3 の遠位端にある中間駆動インターフェース 7 5 6 のより詳細な例示である。中間駆動インターフェース 7 5 6 は、駆動ドッグ 1 8 6 2 A , 1 8 6 2 B と、係合構造 1 8 6 3 とを含む。

【 0 2 6 6 】

図 1 8 B は、中間ディスク 6 5 3 の遠位端にある中間駆動インターフェース 7 5 6 のより詳細な例示である。中間駆動インターフェース 7 5 6 は、駆動ドッグ 1 8 6 2 A , 1 8 6 2 B と、係合構造 1 8 6 3 C とを含む。

【 0 2 6 7 】

図 1 8 B に例示するように、駆動ドッグ 1 8 6 2 A , 1 8 6 2 B は、中間ディスク 6 5 3 の長手軸（図示せず）及び x 軸 1 8 7 1 を含む平面に対して鏡面对称性を有する。中間ディスク 6 5 3 の長手軸は、軸 1 8 7 0 及び軸 1 8 7 1 の交点で軸 1 8 7 0 及び軸 1 8 7 1 の両方に対して垂直である。

【 0 2 6 8 】

駆動ドッグ 1 8 6 2 A , 1 8 6 2 B の各々は、長手軸（図示せず）及び y 軸 1 8 7 0 を含む平面に対して鏡面对称性を有する。この平面は駆動ドッグを二分する。

【 0 2 6 9 】

駆動ドッグ 1 8 6 2 A は、駆動ドッグ 1 8 6 2 B と同じであり、よって、駆動ドッグ 1 8 6 2 A の特徴のみを更に詳細に考察する。駆動ドッグ 1 8 6 2 A の記述は、駆動ドッグ 1 8 6 2 B に直接的に適用可能であり、よって、その記述を駆動ドッグ 1 8 6 2 B について繰り返さない。

【 0 2 7 0 】

駆動ドッグ 1 8 6 2 A の円筒形の側壁部分及び駆動ドッグ 1 8 6 2 B の直線の壁部分は、駆動ドッグ 1 6 5 2 A の対応する部分と同じであり、よって、ここでは、これらの部分の記述を繰り返さない。図 1 8 B に示すように、リップ 1 8 6 2 L が、駆動ドッグ 1 8 6 2 A の第 2 の部分の遠位端から径方向に外向きに延びる。2 つの側壁 1 8 6 2 s 2 , 1 8 6 2 s 4 は、側壁 1 8 6 2 s 1 に対して垂直であり、リップ 1 8 6 2 A 1 は、側壁 1 8 6 2 s 1 から径方向に外向きに延びる。リップ 1 8 6 2 L は、中間ディスク 6 5 3 を可動本体 6 5 1 C 内に維持する維持構成である。

【 0 2 7 1 】

この特徴において、係合構造 1 8 6 3 は、開放三次元構造である。開放三次元構造は、この特徴において、中間ディスク 6 5 3 の長手軸と軸 1 8 7 1 とを含む平面に対して鏡面对称性を有する。ここにおいて、開放三次元構造(open three-dimensional structure)とは、閉塞した周を有さない三次元構造を意味し、即ち、外側面が内側面と交わる開口があることを意味する。図 1 8 D の実施例において、開放三次元構造は、2 つの部分 - 概ね三次元の文字 C 形状の構造 1 8 6 3 C と、2 つの壁 1 8 6 3 A , 1 8 6 3 B とを含む。再び、ここで、概ね三次元の文字 C 形状の構造は、その構造を見る人によって三次元の文字 C 形状の構造として知覚される三次元構造である。

【 0 2 7 2 】

この特徴において、係合構造 1 8 6 3 C は、開放三次元構造である。開放三次元構造は、この特徴において、中間ディスク 6 5 3 の長手軸と軸 1 8 7 1 とを含む平面に対して鏡面对称性を有する。ここにおいて、開放三次元構造(open three-dimensional structure)とは、閉塞した周を有さない三次元構造を意味し、即ち、外側面が内側面と交わる開口があることを意味する。図 1 8 D の実施例において、開放三次元構造は、2 つの部分 - 概ね三次元の文字 C 形状の構造 1 8 6 3 C と、2 つの壁 1 8 6 3 A , 1 8 6 3 B とを含む。

10

20

30

40

50

再び、ここで、概ね三次元の文字C形状の構造は、その構造を見る人によって三次元の文字C形状の構造として知覚される三次元構造である。

【0273】

三次元の文字C形状の構造1863Cは、高さ、第1の端1863C1と、第2の端1863C2とを有する。構造1863Cの高さは、中間ディスク653の遠位面と呼び得る中間ディスク653の遠位端面1866から構造1863Cの最遠位端面又は最遠位縁まで遠位に延びる。第1の端1863C1及び第2の端1863C2は、C形状構造1863Cの開口を境界付ける。この特徴において、軸1871は、第1の端1863C1及び第2の端1863C2から等距離にあり、C形状構造1863Cの中心線である。

【0274】

壁1863Aは、第1の端1863C1に当接し、遠位端面1866の円周縁部に向かって延びる。壁1763Bは、第2の端1863C2に当接し、遠位端面1866の周縁部に向かって延びる。壁1863A及び壁1863Bは、同じ高さを有する。壁1863Aの高さ及び壁1863Bの高さは、中間ディスク653の遠位端面1863から壁1863Aの並びに壁1863Bの高さの最遠位端面又は最遠位縁まで遠位に延びる。壁1863A及び1863Bの高さは、C形状構造1863Cの高さよりも小さい。

【0275】

壁1863Aは、第1の端1863C1に当接し、遠位端面1866の円周縁部に向かって延びる。壁1763Bは、第2の端1863C2に当接し、遠位端面1866の周縁部に向かって延びる。壁1863A及び壁1863Bは、同じ高さを有する。壁1863Aの高さ及び壁1863Bの高さは、中間ディスク653の遠位端面1866から壁1863Aの並びに壁1863Bの高さの最遠位端面又は最遠位縁まで遠位に延びる。壁1863A及び1863Bの高さは、C形状構造1863Cの高さよりも小さい。

【0276】

中間ディスク653と駆動出力ディスク545との間の界面（インターフェース）の連結は、第1の関節を形成するのに対し、中間ディスク653と被駆動ディスク964との間の界面（インターフェース）は、第2の関節を形成する。一緒に、これらの2つの作動関節は、システムが回転して動き/トルクを伝達するときに、角度不整列（角度ずれ）に順応する。2つの関節は、一組のU関節（自在関節）のように作用する。

【0277】

図19Aは、被駆動ディスク964の近位端にある被駆動インターフェース980の例示である。被駆動インターフェース980は、係合レセプタクル1963Cと、駆動ドッグレセプタクル1952A、1952Bと、回転不能化要素1980とを含む。以下により完全に説明するように、回転不能化要素1980は、回転係止機構1981を含む。

【0278】

図19Aは、被駆動ディスク964の近位端にある被駆動インターフェース980の例示である。被駆動インターフェース980は、係合レセプタクルと、駆動ドッグレセプタクル1952A、1952Bと、回転不能化要素1980とを含む。以下により完全に説明するように、回転不能化要素1980は、回転係止機構1981を含む。

【0279】

駆動ドッグレセプタクル1952Bを4つの側部で境界付け得る。第2及び第4の側部は、第1の側部に対して垂直な壁である。第3の側部は、第2及び第4の側部に対して垂直な壁である。しかしながら、この特徴において、4つの側部のうちの第1のものが欠けており、よって、それを開放第1の側部と呼ぶ。開放側壁の使用は例示的であるに過ぎず、限定的であることを意図しない。幾つの特徴において、第1の側壁は、中実な側壁であり得る。

【0280】

よって、この特徴において、駆動ドッグレセプタクル1952Bは、各々が被駆動ディスク964の外側近位縁面1956から駆動ドッグレセプタクル1952Bの底面1957まで延びる3つの壁によって境界付けられる。開放側部の反対側にある第3の壁は、外

10

20

30

40

50

側近位縁面 1 9 5 6 から底面 1 9 5 7 まで延びる直線壁 1 9 5 2 s 3 である。2つの対向する壁、即ち、第2の壁及び第4の壁は、2つの部分、即ち、直線壁部分 1 8 5 2 s 2 , 1 9 5 2 s 4 と、傾斜付き壁部分 1 9 5 2 w 2 , 1 9 5 2 w 4 とを有する。

【0281】

よって、この特徴において、駆動ドッグレセプタクル 1 9 5 2 B は、各々が被駆動ディスク 9 6 4 の外側近位縁面 1 9 5 6 から駆動ドッグレセプタクル 1 9 5 2 B の底面 1 9 5 7 まで延びる3つの壁によって境界付けられる。開放側部の反対側にある第3の壁は、外側近位縁面 1 9 5 6 から底面 1 9 5 7 まで延びる直線壁 1 9 5 2 s 3 である。2つの対向する壁、即ち、第2の壁及び第4の壁は、2つの部分、即ち、直線壁部分 1 9 5 2 s 2 , 1 9 5 2 s 4 と、傾斜付き壁部分 1 9 5 2 w 2 , 1 9 5 2 w 4 とを有する。

10

【0282】

係合レセプタクル 1 9 6 3 は、この特徴において、被駆動ディスク 9 6 4 の近位端に形成される開放三次元溝を含む。開放三次元溝は、外側近位縁面 1 9 5 6 から被駆動ディスク 9 6 4 内に遠位に延びる。ここにおいて、開放三次元溝(open three-dimensional groove)とは、閉塞した内周及び外周を有さない三次元溝を意味する。図 1 9 A の実施例において、開放三次元溝は、幅及び深さを有する、概ね三次元の文字 C 形状の溝 1 9 6 3 C である。

【0283】

係合レセプタクルは、この特徴において、被駆動ディスク 9 6 4 の近位端に形成される開放三次元溝を含む。開放三次元溝は、外側近位縁面 1 9 5 6 から被駆動ディスク 9 6 4 内に遠位に延びる。ここにおいて、開放三次元溝(open three-dimensional groove)とは、閉塞した内周及び外周を有さない三次元溝を意味する。図 1 9 A の実施例において、開放三次元溝は、幅及び深さを有する、概ね三次元の文字 C 形状の溝 1 9 6 3 C である。

20

【0284】

この特徴において、回転不能化要素 1 9 8 0 は、一端に回転係止機構 1 9 8 1 を備える屈曲部 1 9 8 0 F を含む。この特徴において、屈曲部 1 9 8 0 F は、被駆動ディスク 9 6 4 の近位端の中央領域から被駆動ディスク 9 6 4 の側壁に向かって径方向に外向きに延びる。中央領域は C 形状溝 1 9 6 3 によって境界付けられる。回転係止機構 1 9 8 1 は、屈曲部 1 9 8 0 F の端から遠位方向に延びる。回転係止機構 1 9 8 1 は、ディスク 9 6 4 の側壁の部分形成する。この特徴において、回転係止機構 1 9 8 1 の最遠位端は、タンゲ(tang)である。

30

【0285】

この特徴において、回転不能化要素 1 9 8 0 は、一端に回転係止機構 1 9 8 1 を備える屈曲部 1 9 8 0 F を含む。この特徴において、屈曲部 1 9 8 0 F は、被駆動ディスク 9 6 4 の近位端の中央領域から被駆動ディスク 9 6 4 の側壁に向かって径方向に外向きに延びる。中央領域は C 形状溝 1 9 6 3 C によって境界付けられる。回転係止機構 1 9 8 1 は、屈曲部 1 9 8 0 F の端から遠位方向に延びる。回転係止機構 1 9 8 1 は、ディスク 9 6 4 の側壁の部分形成する。この特徴において、回転係止機構 1 9 8 1 の最遠位端は、タンゲ(tang)である。

【0286】

40

伝動ユニット 9 6 5 のシャフト 1 4 6 6 は、被駆動ディスクレセプタクル 1 9 8 6 内に延びる近位端を有する。被駆動ディスク 9 6 4 が被駆動ディスクレセプタクル 1 9 8 6 内に位置付けられ且つ被駆動ディスクレセプタクル 1 9 8 6 内で回転し得るよう、被駆動ディスク 9 6 4 はシャフト 1 4 6 6 の近位端に取り付けられる。

【0287】

外科器具 2 6 0 が滅菌アダプタアセンブリ 2 5 0 内に先ず取り付けられるとき、被駆動インターフェースアセンブリ 9 6 1 内の被駆動ディスク 9 6 4 は、滅菌アダプタアセンブリ 2 5 0 内の中間ディスク 6 5 3 を、可動本体 6 5 1 C に対して近位に押すので、中間ディスク 9 6 3 は、自由に回転し得る、例えば、中間ディスク 6 5 3 上のタブ 1 7 6 7 は、中間ディスク 6 5 3 が回転するときに、タブ 1 7 6 7 がもはやハードストップ 1 7 6 1 と

50

接触しないよう、近位に動かされる。典型的には、外科器具 2 6 0 が滅菌アダプタアセンブリ 2 5 0 内に先ず取り付けられるとき、滅菌アダプタアセンブリ 2 5 0 内の中間ディスク 6 5 3 の駆動インターフェース 7 5 6 は、被駆動ディスク 9 6 4 のインターフェース 9 8 0 と位置合わせされない。よって、中間ディスク 6 5 3 及び被駆動ディスク 9 6 4 は噛み合わない。図 2 0 A は、中間ディスク 6 5 3 及び被駆動ディスク 9 6 4 が部分的に接触するときの、即ち、部分的に連結されるとき、切欠図を例示している。

【 0 2 8 8 】

外科器具 2 6 0 が滅菌アダプタアセンブリ 2 5 0 内に先ず取り付けられるとき、被駆動インターフェースアセンブリ 9 6 1 内の被駆動ディスク 9 6 4 は、滅菌アダプタアセンブリ 2 5 0 内の中間ディスク 6 5 3 を、可動本体 6 5 1 C に対して近位に押すので、中間ディスク 9 6 3 は、自由に回転し得る、例えば、中間ディスク 6 5 3 上のタブ 1 7 6 7 は、中間ディスク 6 5 3 が回転するときに、タブ 1 7 6 7 がもはやハードストップ 1 7 6 1 と接触しないよう、近位に動かされる。典型的には、外科器具 2 6 0 が滅菌アダプタアセンブリ 2 5 0 内に先ず取り付けられるとき、滅菌アダプタアセンブリ 2 5 0 内の中間ディスク 6 5 3 の中間駆動インターフェース 7 5 6 は、被駆動ディスク 9 6 4 のインターフェース 9 8 0 と位置合わせされない。よって、中間ディスク 6 5 3 及び被駆動ディスク 9 6 4 は噛み合わない。図 2 0 A は、中間ディスク 6 5 3 及び被駆動ディスク 9 6 4 が部分的に接触するときの、即ち、部分的に連結されるとき、切欠図を例示している。

【 0 2 8 9 】

中間ディスク 6 5 3 及び被駆動ディスク 9 6 4 が接触させられ、そして、部分的に連結させられるとき、C 形状構造 1 8 6 3 C は、C 形状溝 1 9 6 3 C 内に部分的に挿入される。しかしながら、壁 1 8 6 3 A は、間隙 1 9 6 3 A と位置合わせされず、壁 1 8 6 3 B は、間隙 1 9 6 3 B と位置合わせされない。よって、C 形状構造 1 8 6 3 C は、壁 1 8 6 3 A , 1 8 6 3 B が被駆動ディスク 9 6 4 の近位外縁面 1 9 5 6 と接触するまで、C 形状溝 1 9 6 3 C 内に入るに過ぎない。

【 0 2 9 0 】

C 形状の構造 1 8 6 3 C の一部が、屈曲部 1 9 8 0 F の上に位置し、屈曲部 1 9 8 0 F を遠位方向に曲がらせる(deflect)。屈曲部 1 9 8 0 F の曲がり(deflection)は、回転係止機構 1 9 8 1 を遠位に動かすので、タング 1 9 8 1 T は、被駆動ディスクレセプタクル 1 9 8 6 の底面にある歯 1 9 8 7 と係合する。歯 1 9 8 7 とのタング 1 9 8 1 T の係合は、被駆動ディスク 9 6 4 が回転するのを防止する。

【 0 2 9 1 】

よって、被駆動ディスク 9 6 4 は静止状態に保持され、中間ディスク 6 5 3 は回転させられると、壁 1 8 6 3 A 及び 1 8 6 3 B は、それぞれ、間隙 1 9 6 3 A 及び間隙 1 9 6 3 B と位置合わせされるようになり、予荷重力は、C 形状構造 1 8 6 3 C を C 形状溝 1 9 6 3 C 内に完全に挿入させ、壁 1 8 6 3 A 及び 1 9 6 3 B を間隙 1 9 6 3 A 及び間隙 1 9 6 3 B 内にそれぞれ挿入させる。また、駆動ドッグの各々は、対応する駆動ドッグレセプタクル内に挿入される。C 形状構造 1 8 6 3 C は、屈曲部 1 9 8 0 F をもはや押さないのので、屈曲部 1 9 8 0 T は非たわみ状態(図 2 0 B)に戻る。これはタング 1 9 8 1 F を歯 1 9 8 7 から分離させ、よって、被駆動ディスク 9 6 4 は回転し得る。故に、被駆動ディスク 9 6 4 は中間ディスク 6 5 3 と連結されるので、トルクがシャフト 1 4 6 6 に伝達される。

【 0 2 9 2 】

屈曲部 1 9 8 0 F は例示的であるに過ぎず、限定的であることを意図しない。例えば、中間ディスク 6 5 3 及び被駆動ディスク 9 6 4 が連結されるまで、C 形状構造 1 8 6 3 C がピンを押し下げるよう、ばね荷重ピンを被駆動ディスク 9 6 4 内に含め得る。押し下げられるピンは、一端にタングを含む被駆動ディスク 9 6 4 の遠位端にある屈曲部を押し得る。タングは、屈曲部への力が取り除かれるまで、歯 1 9 8 7 と係合する。代替的に、ばね荷重ピンは歯 1 9 8 7 と係合して、回転を防止し得る。

【 0 2 9 3 】

10

20

30

40

50

第1の予荷重力の下で、中間ディスク653と被駆動ディスク964との間の連結及び駆動出力ディスク545と中間ディスク653との間の連結は、2つのディスクを位置合わせされるのに必要なトルクレベルについて、既知の非ゼロバックラッシュを有する。しかしながら、より低いトルクレベルについて、駆動出力ディスク545と中間ディスク653との間の部分的な連結は、ゼロバックラッシュを有する。外科処置において用いられるトルクレベルについて、中間ディスク653と被駆動ディスク964との間の連結及び駆動出力ディスク545と中間ディスク653との間の連結のバックラッシュをゼロまで減少させるために、予荷重力は、予荷重アセンブリ780を用いて、第1の予荷重力から第2の予荷重力に変更される。

【0294】

10

図21は、挿入アセンブリ331の1つの特徴のより詳細な例示である。挿入アセンブリ331は、フレーム210と、中間キャリッジ2120と、遠位キャリッジ2130とを含む。中間キャリッジ2120は、フレーム2110内のボールねじ2111の上に乗る。1つの特徴において、ボールねじ2111は6mmのピッチを有し、よって、バック駆動可能である(back-drivable)。中間キャリッジ2120は、遠位キャリッジ2130を駆動させる金属ベルト2121を含む。遠位キャリッジ2130は、器具マニピュレータアセンブリ240の器具マニピュレータアセンブリハウジング741に取り付けられる。1つの特徴において、遠位キャリッジ2130は、中間キャリッジ2120の二倍まで動く。

【0295】

20

図22A及び22Bは、予荷重アセンブリ780をより詳細に例示している。図22A及び22Bにおいて、外科器具260は、滅菌アダプタアセンブリ250内に取り付けられている。しかしながら、例示の容易さのために、外科器具260を図22A及び22Bに示していない。外科器具の遠位端は、例えば、進入ガイド270内の通路への入口に位置付けられる。

【0296】

初めに、図22Aに示すように、予荷重アセンブリ780内のカムフォロワアセンブリ2283(カム従動節アセンブリ)が、中間キャリッジ2120上の予荷重トラック2225にある谷に位置付けられる、例えば、予荷重トラック2225上の第1の場所に位置付けられる。予荷重トラック2225は中間キャリッジ2120に取り付けられる。谷は予荷重トラック2225の近位端に配置される。カムフォロワアセンブリ2283は、予荷重アセンブリ780内のアーム2282の一端に回転可能に取り付けられる。アーム2282の第2の端が、モータバックブラケット2281に接続される。モータバックブラケット2281は、モータバック1541に付けられる。よって、アーム2282は、モータバック1541に連結される。図22A及び22Bでは、器具マニピュレータアセンブリハウジング741内の構成及び要素が見えるよう、器具マニピュレータアセンブリハウジング741は透明である。上記のように、器具マニピュレータアセンブリハウジング741は、遠位キャリッジ2130に付けられる。

30

【0297】

第1の場所で、各駆動出力アセンブリ543内の軽い予荷重ばね1601が圧縮され、第1の予荷重力がディスク積重ね1400内の各ディスクに適用される。外科装置アセンブリ300が挿入アセンブリ331によって第1の場所(図22A)から第2の場所(図22B)に距離Zloadだけ遠位に移動させられると、器具マニピュレータアセンブリハウジング741は、距離Zloadだけ移動させられる。

40

【0298】

カムフォロワアセンブリ2283が回転可能に取り付けられる旋回ピン2284が、器具マニピュレータアセンブリ240の器具マニピュレータアセンブリハウジング741に連結される。よって、挿入アセンブリ331が器具マニピュレータアセンブリハウジング741を距離Zloadだけ遠位に移動させると、旋回ピン2284は、カムフォロワアセンブリ2283を同じ距離Zloadだけ移動させる。1つの特徴において、距離Zload

50

oadは、3.85インチ(9.779センチメートル)である。

【0299】

ホイール2283Wがカムフォロワアセンブリ2283の第1の端に回転可能に取り付けられ、ホイール2283Wは予荷重トラック2225の上に乗る。よって、カムフォロワアセンブリ2283が遠位に移動すると、ホイール2283Wは予荷重トラック2225の輪郭に従う。しかしながら、予荷重トラック2225と旋回地点2284との間の距離は、カムフォロワアセンブリ2283が遠位に移動するに応じて減少する。結果的に、カムフォロワアセンブリ2283が予荷重トラック2225内のランプ2225Rに乗り上がると、カムフォロワアセンブリ2283は、図22Aに示す第1の位置から図22Bに示す第2の位置に回転し、モータパック1541を器具マニピュレータアセンブリハウジング741が走行した距離よりも大きい距離だけ移動させる。よって、カムフォロワアセンブリ2283の回転は、モータパック1541を器具マニピュレータアセンブリハウジング741に対して遠位に所定の距離だけ変位させる。

10

【0300】

カムフォロワアセンブリ2283に作用する力を理解するために、図22C中の自由体力図を考察する。図22Cは、カムフォロワアセンブリ2283の一部と、予荷重トラック2225の一部とを例示している。カムフォロワアセンブリ2283がホイール2283Wを予荷重トラック2225のランプ2225Rの上方に動かすと、予荷重トラック2225は、予荷重トラック2225にホイール力 F_{wheel} を加える。ホイール力 F_{wheel} は、予荷重トラック2225に対して垂直である。ホイール力 F_{wheel} は、2つの垂直方向の力 - 引込力 F_{retract} 及び長手方向力 F_{long} から成る。引込力 F_{retract} は、外科装置アセンブリ300を遠位に移動させるために、使用者が遠位方向に適用する、力である。代替的に、使用者が全力を加える必要がないよう、モータによってこの力の一部又は全部を適用し得る。

20

【0301】

カムフォロワアセンブリ2283が第1の場所から第2の場所に移動すると、長手方向力 F_{long} に比例する力がカムフォロワアセンブリ2283によってアーム2282に伝達される。長手方向力 F_{long} に比例する力は、アーム2282及びモータパックブラケット2281を通じてモータパック1541に適用される。

【0302】

よって、カムフォロワアセンブリ2283がトラック2225に沿って走行すると、2つの行為がカムフォロワアセンブリ2283によって行われる。カムフォロワアセンブリ2283がランプ2225Rの上方に移動し且つ回転すると、カムフォロワアセンブリ2283の回転は、モータパックを距離Zloadよりも大きい距離だけ遠位に押し、例えば、モータパック1541は、距離(Zload +)だけ動く。加えて、カムフォロワアセンブリ2283がランプ2283Wの上方に移動すると、カムフォロワアセンブリ2283は、長手方向力 F_{long} に比例する力をモータパック1541に伝達し、次に、それは第1及び第2のばね1601, 1602を圧縮するので、第2の予荷重力が駆動出力ディスク545に加えられる。第2の予荷重力は、圧縮ばね1601, 1602によってもたらされる力の組み合わせである。圧縮ばね1602によってもたらされる力は、圧縮ばね1601によってもたらされる力よりも大きい。駆動出力ディスク545に加えられる第2の予荷重力は、ディスク積重ね1400中の他のディスクの各々に適用される。上述のように、1つの特徴において、第2の予荷重力は、30.0Lbf(13.3447ニュートンメートル)である。もちろん、これは外科器具が装着されるときにだけ当て嵌まる。何故ならば、さもなければ、ばねは圧縮されないからである。

30

40

【0303】

図22D及び22Eは、モータパック1541が、距離Zloadだけ移動した器具マニピュレータアセンブリハウジング741の頂部に対して追加的な距離だけ移動したことを示している。1つの特徴において、距離は、0.212インチ(0.53848センチメートル)である。この特徴において、図22D及び22Eは、カムフォロワアセン

50

ブリ 2 2 8 3 が回転するときにアーム 2 2 8 2 の近位端が動く距離が、距離 である、ことを示している。これは例示的であるに過ぎず、限定的であることを意図しない。

【 0 3 0 4 】

他の実施において、カムフォロワアセンブリ 2 2 8 3 は、ホイール 2 2 8 3 W が高さを有するランプ 2 2 2 5 R を走行するときに、アーム 2 2 8 2 が、そして、結果的に、モータパック 1 5 4 1 が、距離 よりも大きい距離を移動させられるよう、異なる長さのモーメントアーム 2 2 8 3 M 1 及び 2 2 8 3 M 2 (図 2 3 を参照) を有し得るし、或いは、代替的に、ホイール 2 2 8 3 W が高さを有するときに、アーム 2 2 8 2 が、そして、結果的に、モータパック 1 5 4 1 が、距離 よりも小さい距離を移動させられるよう、異なる長さのモーメントアーム 2 2 8 3 M 1 及び 2 2 8 3 M 2 (図 2 3 を参照) を有し得る。最後に、図 2 2 D は、ランプ 2 2 2 5 R が高さを有すること、例えば、ホイール 2 2 8 3 が第 1 の位置から第 2 の位置に移動するときに、ホイール 2 2 8 3 W が予荷重トラック 2 2 2 5 に対して垂直な方向において距離 だけ変位させられることを例示している。

【 0 3 0 5 】

図 2 2 F は、予荷重トラック 2 2 2 5 の 1 つの特徴を例示している。予荷重トラック 2 2 2 5 についての寸法の 1 つの実施例が表 2 に与えられている。

【表 2】

表 2

参照番号	寸法
ホーム	0 インチ
P 1	0. 0 5 インチ
P 2	0. 3 3 インチ
P 3	1. 1 4 インチ
P 4	1. 9 2 インチ
R 2	1. 8 0 インチ (半径)
R 3	5. 0 0 インチ (半径)
A 3	1 7 1 度
A	0. 2 1 2 インチ

【 0 3 0 6 】

予荷重トラック 2 2 2 5 は、第 1 の予荷重力から第 2 の予荷重力に予荷重力を滑らかに傾斜するように構成される。図 2 2 G は、予荷重アセンブリ 7 8 0 が予荷重トラック 2 2 2 5 上で第 1 の場所から第 2 の場所に遠位に動くときの引込力のグラフである。曲線 2 2 8 0 は各挿入距離で引込力を与える。引込力は近位方向において器具マニピュレータアセンブリハウジング 7 4 1 に作用する。

【 0 3 0 7 】

この実施例において、第 1 の位置は 0 . 0 インチ (0 . 0 センチメートル) の挿入距離であり、第 2 の位置は 3 . 8 5 インチ (9 . 7 7 9 センチメートル) の挿入距離である。引込力は略線形に 0 . 0 ~ 約 0 . 6 インチ (0 . 0 ~ 1 . 5 2 4 センチメートル) まで増大し、次に、減少した傾斜で約 0 . 6 ~ 2 . 2 インチ (約 1 . 5 2 4 ~ 5 . 5 8 8 センチメートル) まで線形に増大し続ける。力は約 2 . 2 ~ 2 . 6 インチ (約 5 . 5 8 8 ~ 6 . 6 0 4 センチメートル) に増大してピークになり、次に、先細り、約 3 . 8 5 インチ (約 9 . 7 7 9 センチメートル) でゼロの力になる。3 . 8 5 インチ (約 9 . 7 7 9 センチメートル) の挿入距離で、2 . 3 L b f (1 0 . 2 3 0 9 ニュートンメートル) の第 2 の予荷重力に達する。3 . 8 5 インチ (9 . 7 7 9 センチメートル) の挿入距離で、第 2 の予荷重ばねは、この設計におけるその最大値まで圧縮され、よって、遠位運動に対する追加

的な抵抗をもたらさない。この実施例において、器具先端は、4.8インチ(12.192センチメートル)以上の挿入深さでカニューレから突出する。よって、積重ね1400は完全に予荷重され、バックラッシュは器具先端がカニューレから出る前に効果的にゼロに減少させられる。

【0308】

トラックは曲線2280を用いて機械加工され、それは挿入プロファイルに対するこの引込力をもたらす。機械加工は、予荷重力を曲線2280に従って滑らかに傾斜させる予荷重トラックプロファイルを創り出す。曲線2280は例示的であるに過ぎず、限定的であることを意図しない。当該技術分野に精通している者は、この開示に鑑みて、特定の予荷重ばねアセンブリ並びに特定のカニューレ及び外科器具のための挿入距離に対する引込力を創り出し得る。

10

【0309】

図23は、予荷重アセンブリ780のより詳細な例示である。アーム2282は、カムフォロワアセンブリ2283のL形状本体2283Bの第1の端2283Aに回転可能に接続された第1の端2282Aを有する。アーム2282の第2の端2282Bが、モータバックブラケット2281に接続される。モータバックブラケット2281は、モータバック1541に付けられる。

【0310】

この特徴において、第1のモーメントアーム2283M1は、旋回ピン2284で第2のモーメントアーム2283M2に対して垂直であり、同じ長さを有する。よって、この特徴では、長手方向力 F_{long} がモータバック1541に適用される。しかしながら、他の特徴では、2つのモーメントアームは、垂直でないことがある。モーメントアームが垂直でないならば、或いはモーメントアームが異なる長さを有するならば、モータバック1541に適用される力は、長手方向力 F_{long} に比例する。各特徴において、本体2283の形状は、2つのモーメントアームに収容するように並びに回転させ且つ長手方向力をモータバックに伝達するのに必要な強度をもたらすように、選択される。

20

【0311】

この特徴において、第1のモーメントアーム2283M1は、旋回ピン2284で第2のモーメントアーム2283M2に対して垂直であり、同じ長さを有する。よって、この特徴では、長手方向力 F_{long} がモータバック1541に適用される。しかしながら、他の特徴では、2つのモーメントアームは、垂直でないことがある。モーメントアームが垂直でないならば、或いはモーメントアームが異なる長さを有するならば、モータバック1541に適用される力は、長手方向力 F_{long} に比例する。各特徴において、本体2283Bの形状は、2つのモーメントアームに収容するように並びに回転させ且つ長手方向力をモータバックに伝達するのに必要な強度をもたらすように、選択される。

30

【0312】

L形状本体2283Cの第2の端2283Bは、ホイール2283Wに回転可能に接続される。ホイール2283Wは、予荷重トラック2225の上に乗る。L形状本体2283Bの頂点は、旋回ピン2284に回転可能に接続される。旋回ピン2284は、器具マニピュレータアセンブリ240の器具マニピュレータアセンブリハウジング741に固定的に取り付けられる。予荷重アセンブリ740の第1のモーメントアーム2283M1は、ホイール2283Wの回転の中心からL形状本体2283Bの頂点の回転の中心まで延びる。予荷重アセンブリ740の第2のモーメントアーム2283M2は、アーム2282の第1の端2282Aの回転の中心からL形状本体2283Bの頂点の回転の中心まで延びる。旋回ピン2284とトラック2225との間の距離は固定されるので、ホイール2283Aがランプの上方に遠位に移動すると、カムフォロワアセンブリ2283は図22Bに示すように回転し、よって、モータバック1541は器具マニピュレータアセンブリハウジング741に対して変位させられ、結果的に、長手方向力 F_{long} がモータバック1541内のばねアセンブリに適用される。

40

【0313】

50

予荷重係合アーム 2 3 8 6 の第 1 の端、即ち、近位端が、旋回ピン 2 2 8 4 に回転可能に連結される。回転ピン 2 3 8 6 P が、予荷重係合アーム 2 3 8 6 の第 2 の端、即ち、遠位端に取り付けられる。係合アーム 2 3 8 6 の第 2 の端にある回転ピン 2 3 8 6 P に対して近位にあるのは、予荷重係合面 2 3 8 6 S である。この特徴において、予荷重係合面 2 3 8 6 S は、予荷重トラック 2 2 2 5 の平坦部分に対して垂直である。予荷重係合アーム 2 3 8 6 は、線形レールに連結される。

【 0 3 1 4 】

予荷重係合アーム 2 3 8 6 の第 1 の端、即ち、近位端が、旋回ピン 2 2 8 4 に回転可能に連結される。回転ピン 2 3 8 6 P が、予荷重係合アーム 2 3 8 6 の第 2 の端、即ち、遠位端に取り付けられる。予荷重係合アーム 2 3 8 6 の第 2 の端にある回転ピン 2 3 8 6 P に対して近位にあるのは、予荷重係合面 2 3 8 6 S である。この特徴において、予荷重係合面 2 3 8 6 S は、予荷重トラック 2 2 2 5 の平坦部分に対して垂直である。予荷重係合アーム 2 3 8 6 は、線形レールに連結される。

【 0 3 1 5 】

予荷重解放レバー 2 3 8 5 の第 1 の端、即ち、近位端にあるフックが、係合アーム 2 3 8 5 の第 2 の端にある回転ピン 2 3 8 6 P と係合させられる。予荷重解放ボタン 2 3 8 2 は、予荷重解放レバー 2 3 8 5 の第 2 の端、即ち、遠位端に連結される、例えば、それと接触する。予荷重解放レバー 2 3 8 5 の第 1 の端と第 2 の端との間には、予荷重解放レバーは、予荷重解放レバー 2 3 8 5 のための支点として機能する他の旋回ピン 2 3 8 8 に回転可能に取り付けられる。

【 0 3 1 6 】

挿入アセンブリ 3 3 1 が動けなくなる(jam)ならば、外科器具 2 6 0 を取り外し得るよう、高い予荷重力が解放されなければならない。外科器具 2 6 0 を取り外すために、使用者は予荷重解放ボタン 2 3 8 2 を押す(図 2 4 A)。使用者によって提供される力にตอบสนองして、予荷重解放ボタン 2 3 8 2 は予荷重解放レバー 2 3 8 5 の第 2 の端に力を適用する。予荷重解放レバー 2 3 8 5 の第 2 の端への力は、予荷重解放レバー 2 3 8 5 を旋回ピン 2 3 8 8 について旋回させ、予荷重解放レバー 2 3 8 5 の第 2 の端にあるフックを、予荷重係合アーム 2 3 8 6 の第 2 の端に取り付けられる回転ピン 2 3 8 6 P から分離させる。

【 0 3 1 7 】

戻りばねが器具マニピュレータアセンブリハウジング 7 4 1 とモータパック 1 5 4 1 との間に取り付けられ、高い予荷重力が適用されるときに伸張させられることを思い出されたい。結果的に、予荷重解放レバー 2 3 8 5 が予荷重係合アーム 2 3 8 6 から分離されるとき、戻りばねはモータパック 1 5 4 1 を完全に引っ込められた位置まで後退させる。

【 0 3 1 8 】

完全に引っ込められた位置で、予荷重力はなく、駆動出力ディスク 5 4 5 は中間ディスク 6 5 3 から分離される。加えて、器具滅菌アダプタアセンブリ 2 5 0 及び外科器具 2 6 0 の両方を取り外し得るよう、解放ラッチ抑止ストップ及び複数のハードストップ 2 4 3 7 が引っ込められる。外科器具 2 6 0 の遠位端が直線でないならば、人が外科器具を引っ込めるとき、カニューレは外科器具 2 6 0 の遠位端を真っ直ぐにさせる。何故ならば、予荷重力のない並びに係合させられた駆動出力ディスク 5 4 5 のないディスク積重ねは、バック駆動可能だからである。

【 0 3 1 9 】

図 2 4 B は、予荷重アセンブリ 7 8 0 内の自動予荷重リセット機構の 1 つの実施の例示である。滅菌アダプタアセンブリ 2 5 0 が器具マニピュレータアセンブリ 2 4 0 に取り付けられるとき、器具マニピュレータアセンブリ 2 4 0 は、滅菌アダプタアセンブリ 2 5 0 の存在を示す信号をコントローラ 2 9 0 に送信する。その信号にตอบสนองして、コントローラ 2 9 0 はモータを作動させ、モータは器具マニピュレータアセンブリ 2 4 0 を近位に動かす。

【 0 3 2 0 】

器具マニピュレータアセンブリハウジング 7 4 1 は、予荷重トラック 2 2 2 5 上の予荷

10

20

30

40

50

重係合隆起部 2 3 2 6 の二倍の速さで近位に動く。これは遠位キャリッジ 2 1 3 0 が中間キャリッジ 2 1 2 0 の二倍まで動くからである。この特徴において、予荷重係合隆起部 2 3 2 6 は、予荷重トラック 2 2 2 5 の遠位部分から延びる。

【 0 3 2 1 】

よって、器具マニピュレータアセンブリハウジング 7 4 1 が近位に動くと、予荷重係合隆起部 2 3 2 6 は予荷重係合アーム 2 3 8 6 及び器具マニピュレータアセンブリハウジング 7 4 1 の半分の速度で近位に動く。よって、器具マニピュレータアセンブリハウジング 7 4 1 が近位に動くと、予荷重係合アーム 2 3 8 6 の表面 2 3 8 6 S は、予荷重トラック 2 2 2 5 上の予荷重係合隆起部 2 3 2 6 と係合する。器具マニピュレータアセンブリハウジング 7 4 1 が近位に動き続けると、予荷重係合隆起部 2 3 2 6 は、予荷重係合アーム 2 3 8 6 の表面 2 3 8 6 S に遠位方向における長手方向力を加える。上述のように、これはカムフォロワアセンブリ 2 2 8 3 にモータパック 1 5 4 1 への長手方向力を適用させる。モータパック 1 5 4 1 が長手方向力によって場所 P r e l o a d _ 1 を越えて近位方向に移動させられると、予荷重解放レバー 2 3 8 5 にあるフック（図 2 4 B では見えない）は回転ピン 2 3 8 6 P と係合する。回転ピン 2 3 8 6 P 上の予荷重解放レバー 2 3 8 5 にあるフックの係合後に、器具マニピュレータアセンブリハウジング 7 4 1 は、モータパック 1 5 4 1 が場所 P r e l o a d _ 1 にあるよう、遠位に動かされる。この特徴において、予荷重力の適用は、滅菌アダプタアセンブリ 2 5 0 の取付け後に自動的であり、よって、滅菌アダプタアセンブリ 2 5 0 の取付け後、予荷重力は駆動出力ディスク 5 4 5 上で維持される。

【 0 3 2 2 】

図 2 3、2 4 A、及び 2 4 B では、解放機構を理解するのに必要な要素だけが例示されていることに留意されたい。図 2 3、2 4 A、及び 2 4 B に関連付けられる実際の構成は、図 2 2 A に関して示し且つ記載した要素の全てを含む。

【 0 3 2 3 】

図 2 5 は、外科器具取外しロックアウト装置を例示する外科装置アセンブリ 3 0 0 の一部の切欠図である。外科器具取外しロックアウト装置は、ディスク積重ね 1 4 0 0 に予荷重力を適用する予荷重機構と、複数のハードストップ 2 4 3 7 と、複数のハードストップレセプタクル 1 7 5 7 とを含む。複数のハードストップ 2 4 3 7 は、複数のハードストップ 4 3 7 の一例である。

【 0 3 2 4 】

複数のハードストップ 2 4 3 7 の各々は、モータパック 1 5 4 1 の遠位面から遠位方向に延びる。図 1 7 A に例示するように、複数のハードストップレセプタクルの各々は、滅菌アダプタアセンブリ 2 5 0 の可動本体 6 5 1 C の近位面から遠位方向において可動本体 6 5 1 C 内に延びる。

【 0 3 2 5 】

複数のハードストップ 2 4 3 7 の各々は、モータパック 1 5 4 1 の遠位面から遠位方向に延びる。図 1 7 A に例示するように、複数のハードストップレセプタクル 1 7 5 7 の各々は、滅菌アダプタアセンブリ 2 5 0 の可動本体 6 5 1 C の近位面から遠位方向において可動本体 6 5 1 C 内に延びる。

【 0 3 2 6 】

滅菌アダプタ 2 5 0 が外科器具マニピュレータアセンブリ 2 4 0 に取り付けられ、予荷重力が上述のように自動的に係合されるとき、可動本体 6 5 1 C は滅菌アダプタアセンブリ 2 5 0 の滅菌アダプタフレーム 6 5 1 内の最遠位位置にある。この位置において、複数のハードストップ 3 4 3 7 は複数のハードストップレセプタクル 1 7 5 7 内になく、可動本体 6 5 1 C は滅菌アダプタフレーム 6 5 1 内で自由に動く。

【 0 3 2 7 】

故に、上述のように外科器具 2 6 0 を滅菌アダプタアセンブリ 2 5 0 内に取り付け得る。しかしながら、第 2 の予荷重力が出力駆動アセンブリ 5 4 3 に適用され、ばねアセンブリが完全に圧縮されるとき、複数のハードストップ 2 4 3 7 は複数のハードストップレセ

ブタクル 1 7 5 7 内に延び、複数のハードストップ 2 4 3 7 は可動本体 6 5 1 C が近位方向に移動するのを防止する。外科器具 2 6 0 の取外しは可動本体 6 5 1 C を近位方向に移動させる。故に、第 2 の予荷重力がモータパック 1 5 4 1 に適用されるならば、複数のハードストップ 2 4 3 7 は可動本体 6 5 1 C が近位方向に移動するのを防止し、結果的に、外科器具 2 6 0 の取外しが抑止される。

【 0 3 2 8 】

複数のハードストップレセブタクル 1 7 5 7 の使用は例示的であるに過ぎず、限定的であることを意図しない。他の特徴において、複数のハードストップレセブタクル 1 7 5 7 は用いられない。代わりに、複数のハードストップ 2 4 3 7 は可動本体 6 5 1 C の近位面と接触し、近位方向における可動本体 6 5 1 C の移動を防止する。

10

【 0 3 2 9 】

図 2 6 A は、滅菌アダプタ解放ラッチ 2 6 3 5 のより詳細な切欠図である。滅菌アダプタ解放ラッチ 2 6 3 5 は、解放ラッチ 4 3 5 の 1 つの特徴の一例である。滅菌アダプタフレーム 6 5 1 の一端にあるリップ 6 5 4 が、滅菌アダプタ解放ラッチ 2 6 3 5 の遠位端から延びるリップ 2 6 3 5 L によって係合される。滅菌アダプタ解放ラッチ 2 6 3 5 は、器具マニピュレータアセンブリハウジング 7 4 1 の壁に取り付けられる。滅菌アダプタ解放ラッチ 2 6 3 5 が旋回して滅菌アダプタ 2 5 0 の滅菌アダプタフレーム 6 5 1 と係合し且つそこから分離し得る。1 つの特徴において、フレームへの滅菌アダプタ解放ラッチ 2 6 3 5 の旋回的な接続は、ラッチ 2 6 3 5 の定常位置が係合位置にあるように、ばね荷重される。ラッチピン 2 6 3 5 P が滅菌アダプタ解放ラッチ 2 6 3 5 の近位部分に連結される。モータパック 1 5 4 1 が場所 Home で完全に引っ込められるとき、例えば、予荷重がモータパック 1 5 4 1 に加えられないとき、ラッチピン 2 6 3 5 P は、滅菌アダプタ解放ラッチ 2 6 3 5 が旋回して滅菌アダプタフレーム 6 5 1 と係合し且つそこから分離するのを阻止しない。

20

【 0 3 3 0 】

図 2 6 A は、滅菌アダプタ解放ラッチ 2 6 3 5 のより詳細な切欠図である。滅菌アダプタ解放ラッチ 2 6 3 5 は、解放ラッチ 4 3 5 の 1 つの特徴の一例である。滅菌アダプタフレーム 6 5 1 の一端にあるリップ 6 5 4 が、滅菌アダプタ解放ラッチ 2 6 3 5 の遠位端から延びるリップ 2 6 3 5 L によって係合される。滅菌アダプタ解放ラッチ 2 6 3 5 は、器具マニピュレータアセンブリハウジング 7 4 1 の壁に取り付けられる。滅菌アダプタ解放ラッチ 2 6 3 5 が旋回して滅菌アダプタアセンブリ 2 5 0 の滅菌アダプタフレーム 6 5 1 と係合し且つそこから分離し得る。1 つの特徴において、フレームへの滅菌アダプタ解放ラッチ 2 6 3 5 の旋回的な接続は、ラッチ 2 6 3 5 の定常位置が係合位置にあるように、ばね荷重される。ラッチピン 2 6 3 5 P が滅菌アダプタ解放ラッチ 2 6 3 5 の近位部分に連結される。モータパック 1 5 4 1 が場所 Home で完全に引っ込められるとき、例えば、予荷重がモータパック 1 5 4 1 に加えられないとき、ラッチピン 2 6 3 5 P は、滅菌アダプタ解放ラッチ 2 6 3 5 が旋回して滅菌アダプタフレーム 6 5 1 と係合し且つそこから分離するのを阻止しない。

30

【 0 3 3 1 】

滅菌アダプタアセンブリ 2 5 0 が器具マニピュレータアセンブリ 2 4 0 に取り付けられるとき、上述のような、自動予荷重リセット機構は、モータパック 1 5 4 1 が予荷重係合機構によって場所 Preload __ 1 に動かされるときに、予荷重力、例えば、軽い予荷重力をモータパック 1 5 4 1 に加える。モータパック 1 5 4 1 が場所 Preload __ 1 に動かされるときには、モータパック 1 5 4 1 に取り付けられる解放ラッチ抑止ストップ 2 6 3 8 も遠位に動かされる。

40

【 0 3 3 2 】

図 2 6 A は、滅菌アダプタ解放ラッチ 2 6 3 5 が押し下げられながら、自動予荷重リセット機構が通電される場合の、潜在的な問題を例示している。解放ラッチ抑止ストップ 2 6 3 8 が遠位に動くと、解放ラッチ抑止ストップ 2 6 3 8 は、滅菌アダプタ解放ラッチ 2 6 3 5 が解放されないならば、ラッチピン 2 6 3 5 P に衝突するであろう。これは潜在的

50

にラッチピン 2 6 3 5 P を損傷させ得る、例えば、ラッチピン 2 6 3 5 P を曲げ得るので、滅菌アダプタ取外し抑止機構は正しく作用しないであろう。よって、1 つの特徴において、ラッチピン 2 6 3 5 P (図 2 6 B) は、滅菌アダプタ解放ラッチ 2 6 3 5 の近位部分に旋回的に接続され、その接続はばね 2 6 3 4 によってばね荷重される。よって、滅菌アダプタ解放ラッチ 2 6 3 5 が押し下げられ、自動予荷重リセット機構が通電されるならば、ラッチ抑止ストップ 2 6 3 8 がラッチピン 2 6 3 5 P と衝突した後、ラッチピン 2 6 3 5 P は旋回し、よって、損傷させられない。滅菌アダプタ解放ラッチ 2 6 3 5 が解放されると、ばね 2 6 3 4 はラッチピン 2 6 3 3 P をその本来の位置に戻す。

【 0 3 3 3 】

上記の実施例の一部において、「近位」又は「近位に」という用語は、システム運動の運動連鎖に沿うマニピュレータアームベースにより近い或いはシステム運動の運動連鎖に沿う運動の遠隔中心（又は手術部位）から更に離れる物体又は要素を一般的な方法において記載するために用いられる。同様に、「遠位」又は「遠位に」という用語は、システム運動の運動連鎖に沿うマニピュレータアームベースから更に離れる或いはシステム運動の運動連鎖に沿う運動の遠隔中心（又は手術部位）により近い物体又は要素を一般的な方法において記載するために用いられる。

10

【 0 3 3 4 】

ここにおいて用いるとき、「第 1」、「第 2」、「第 3」、「第 4」等は、異なる構成部品又は要素の間を区別するために用いられる形容詞である。よって、「第 1」、「第 2」、「第 3」、「第 4」等は、構成部品又は要素の如何なる順序をも暗示しない。

20

【 0 3 3 5 】

本発明の特徴及び実施態様を例示する上記の記述及び添付の図面は、限定的であると理解されてならない - 請求項が保護される発明を定める。この開示及び請求項の精神及び範囲から逸脱せずに、様々な機械的、組成的、構造的、電気的、及び動作的な変更を行ってよい。ある場合には、本発明を曖昧にするのを避けるために、周知の回路、構造、及び技法を詳細に示さず或いは記載しない。

【 0 3 3 6 】

更に、記述の用語法は、本発明を限定することを意図しない。例えば、「下に」(“beneath”)、「下」(“below”)、「下方」(“lower”)、「上」(“above”)、「上方」(“upper”)、「近位」(“proximal”)、「遠位」(“distal”)、及び類似表現のような、空間的に相対的な用語を用いて、図面に例示するような他の要素又は構成に対する 1 つの要素又は構成の関係を記載することがある。これらの空間的に相対的な用語は、図面に示す位置（即ち、場所）及び向き（即ち回転的な配置）に加えて、使用中又は動作中の装置の異なる位置及び向きを包含することを意図する。例えば、図面中の装置がひっくり返されるならば、他の要素又は構成の「下」(“below”)又は「下に」(“beneath”)として記載した要素は、他の要素又は構成の「上」(“above”)又は「上に」(“over”)になるであろう。よって、例示的な用語「下」(“below”)は、上及び下の位置及び向きの両方を包含し得る。装置を（90 度又は他の向きに回転させて）その他に方向付けてよく、ここにおいて用いる空間的に相対的な用語は相応に解釈される。同様に、様々な軸に沿う並びにそれらの周りの動作の記述は、様々な特定の装置位置及び向きを含む。

30

40

【 0 3 3 7 】

文脈がその他のことを示されない限り、単数の形態は複数の形態も含むことを意図する。「含む」(“comprises”)、「含む」(“comprising”)、「含む」(“includes”)、及び類似表現は、述べている構成、ステップ、動作、要素、及び/又は構成部品の存在を特定するが、1 つ又はそれよりも多くの他の構成、ステップ、動作、要素、構成部品、及び/又はグループ（群）の存在又は追加を排除しない。連結されるとして記載される構成部品は、電気的に又は機械的に直接的に連結されてよく、或いはそれらは 1 つ又はそれよりも多くの中間的な構成部品を介して間接的に連結されてよい。

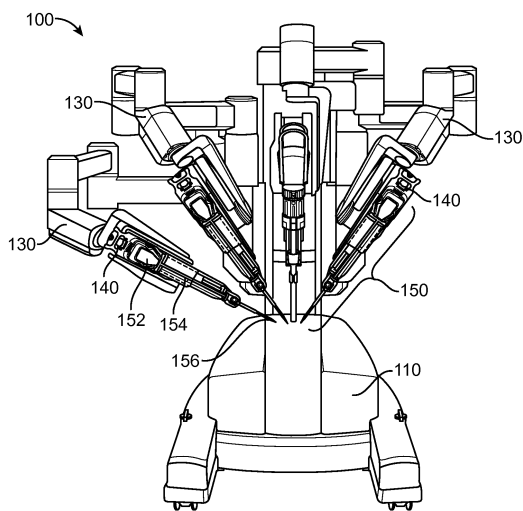
【 0 3 3 8 】

全ての実施例及び例示的な参照は非限定的であり、請求項をここに記載する特定の実施

50

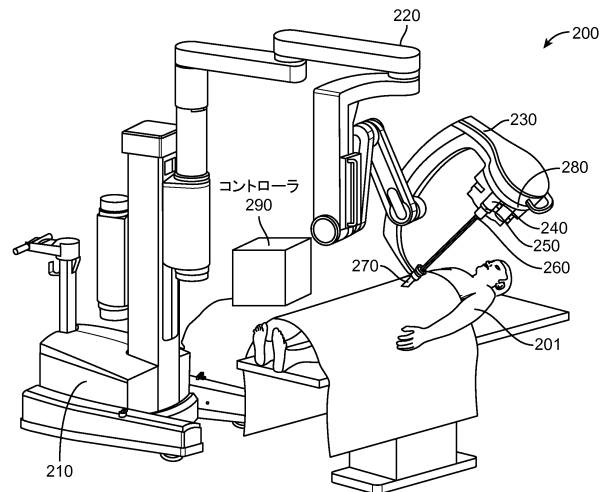
及び実施態様並びにそれらの均等物に限定するために用いられて成らない。あらゆる見出しは専ら体裁のためであり、主題を如何様に限定するためにも用いられてはならない。何故ならば、1つの見出しの下での本文は、相互参照してよく、或いは1つ又はそれよりも多くの見出しの下での本文に当て嵌まることがあるからである。最後に、この開示に鑑みれば、図面に具体的に示されておらず或いは本文中に記載されていないとしても、1つの特徴又は実施態様に関連して記載した特定の構成を本発明の他の開示の特徴又は実施態様に適用してよい。

【図1A】

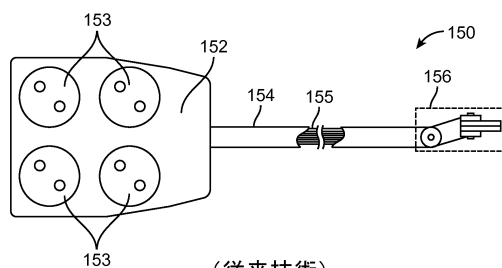


(従来技術)

【図2】



【図1B】



(従来技術)

【図 3 A】

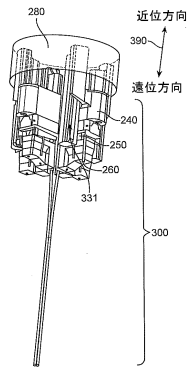


FIG. 3A

【図 3 B】

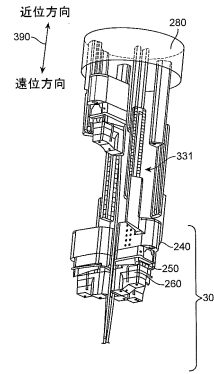
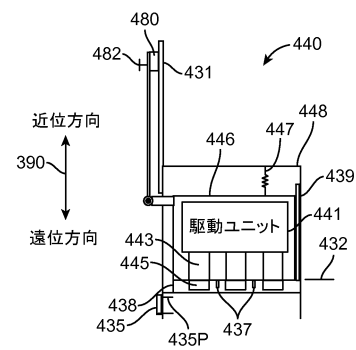
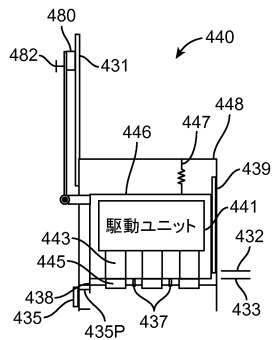


FIG. 3B

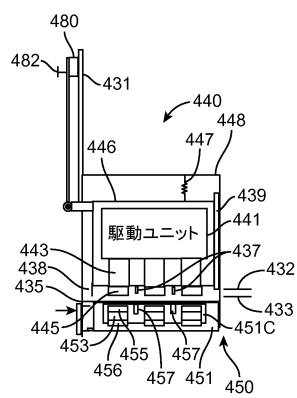
【図 4 A】



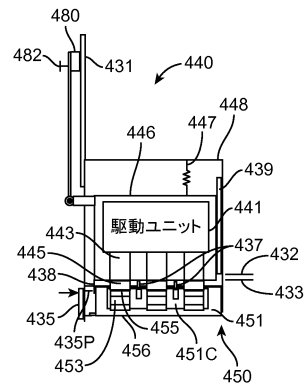
【図 4 B】



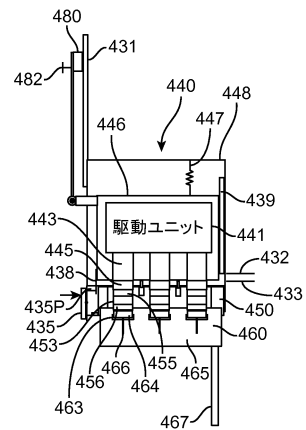
【図 4 C】



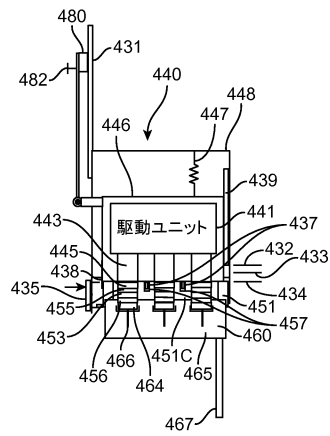
【図 4 D】



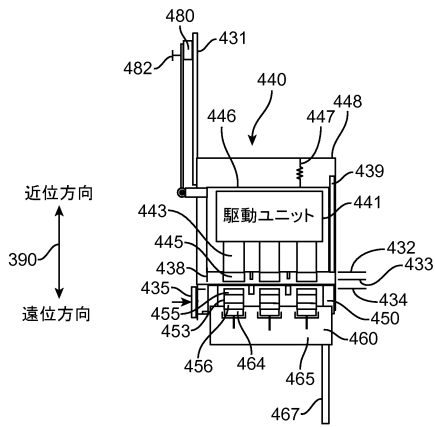
【図 4 E】



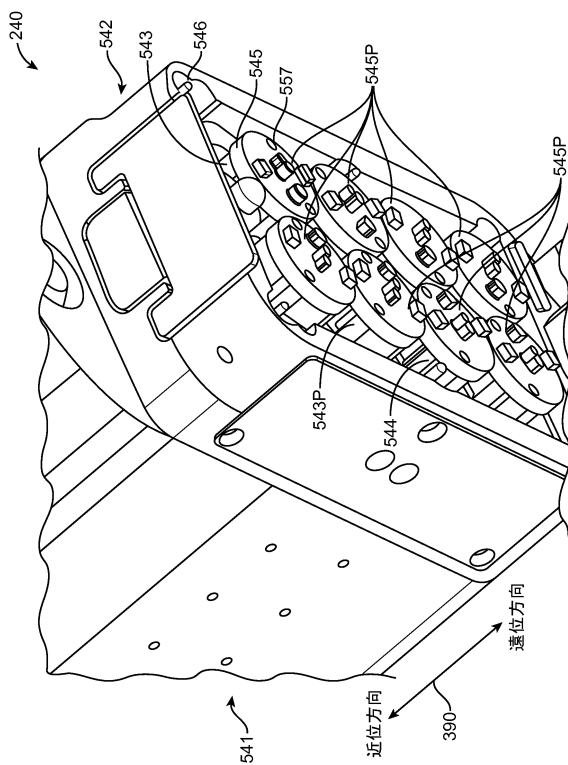
【図 4 F】



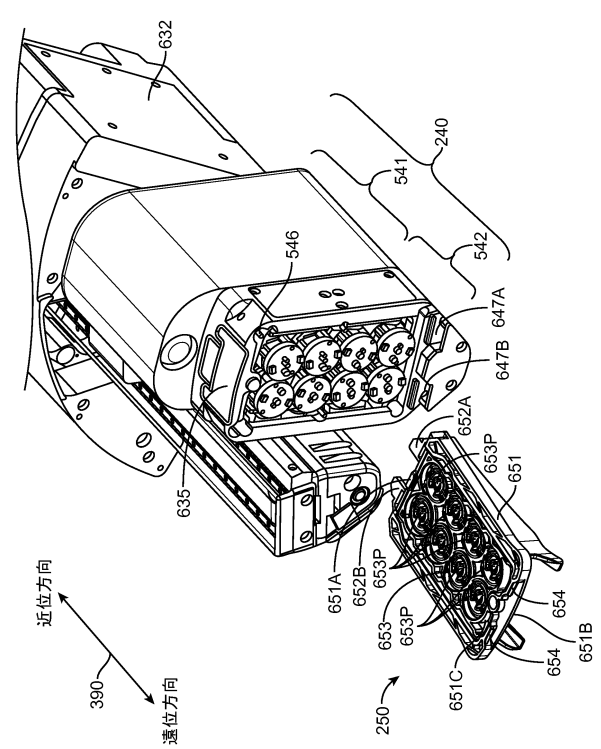
【図 4 G】



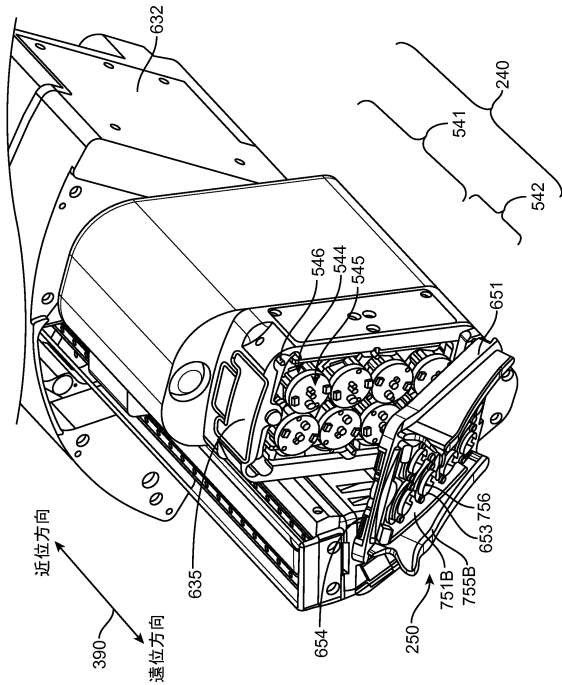
【図 5】



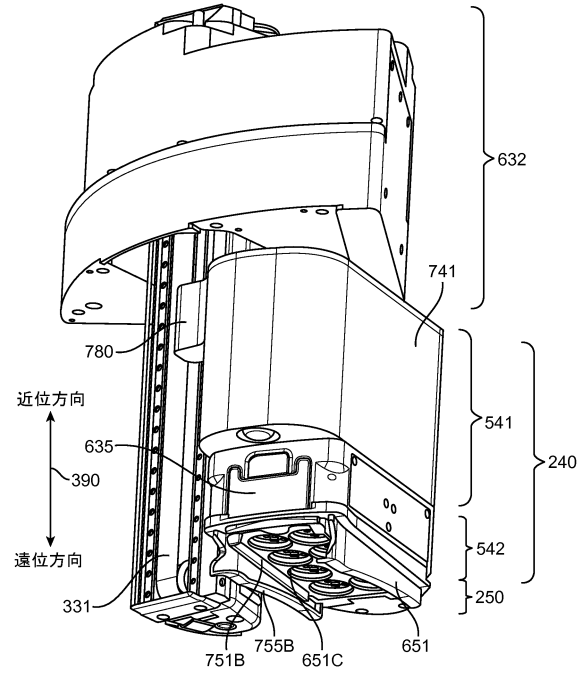
【図 6】



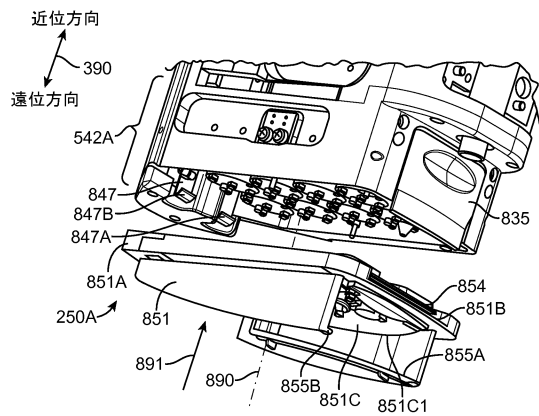
【 図 7 A 】



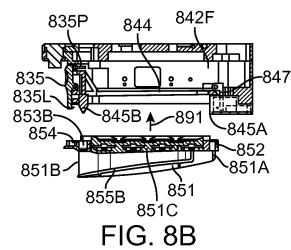
【 図 7 B 】



【 図 8 A 】



【 図 8 B 】



【 図 8 C 】

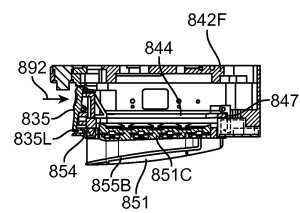
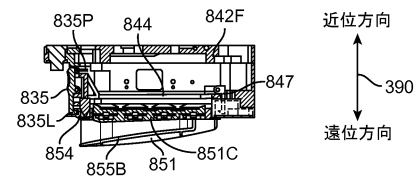
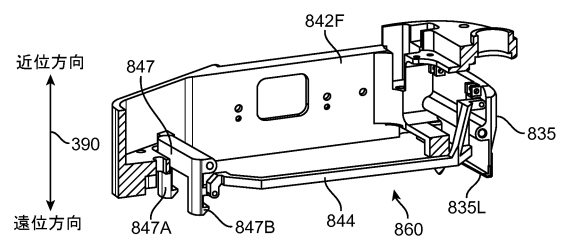


FIG. 8C

【 図 8 D 】



【 図 8 E 】



【図 8 F】

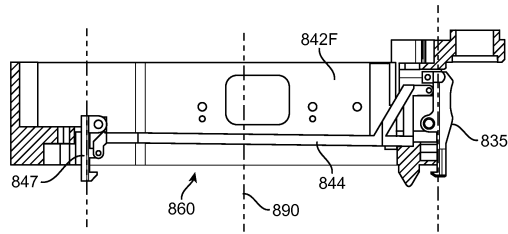


FIG. 8F

【図 8 G】

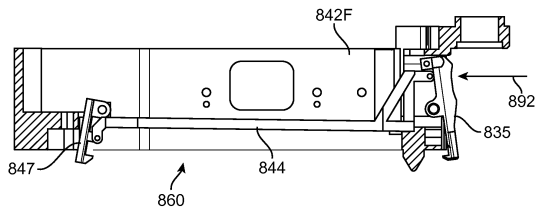
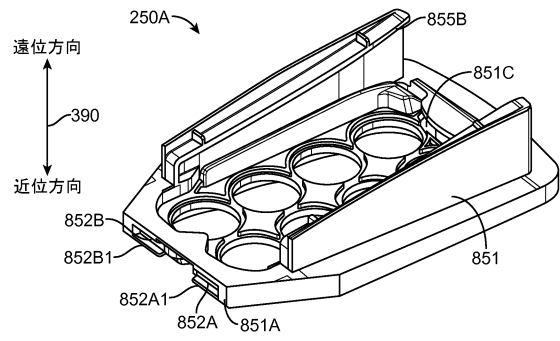
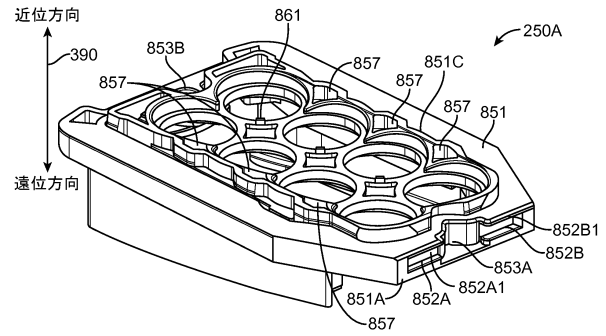


FIG. 8G

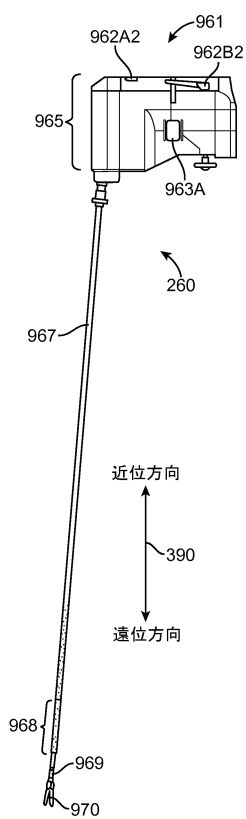
【図 8 H】



【図 8 I】



【図 9 A】



【図 9 B】

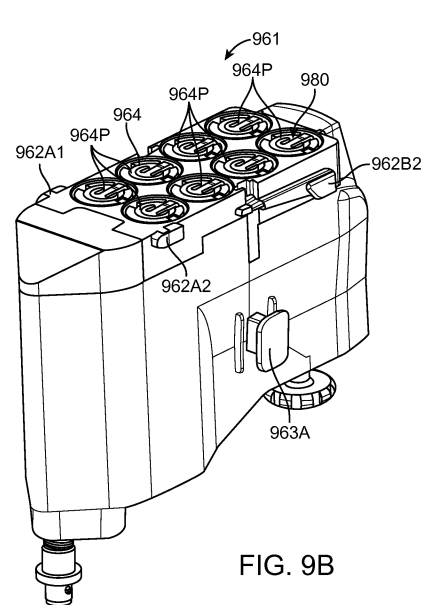
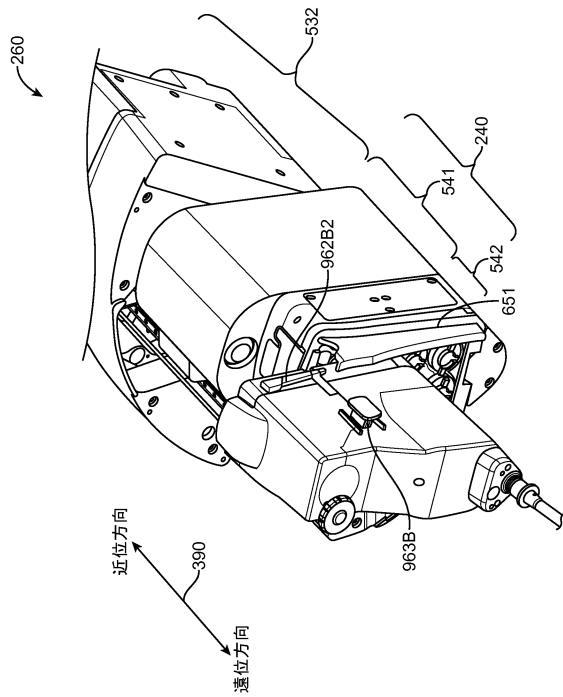
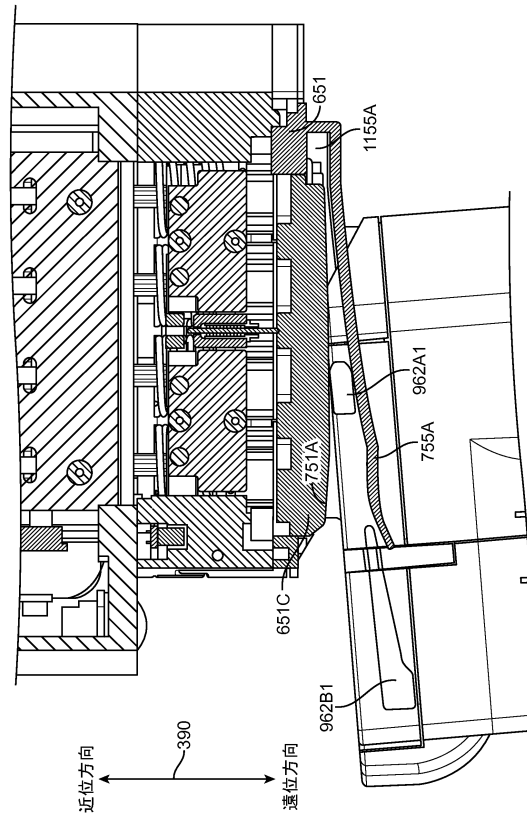


FIG. 9B

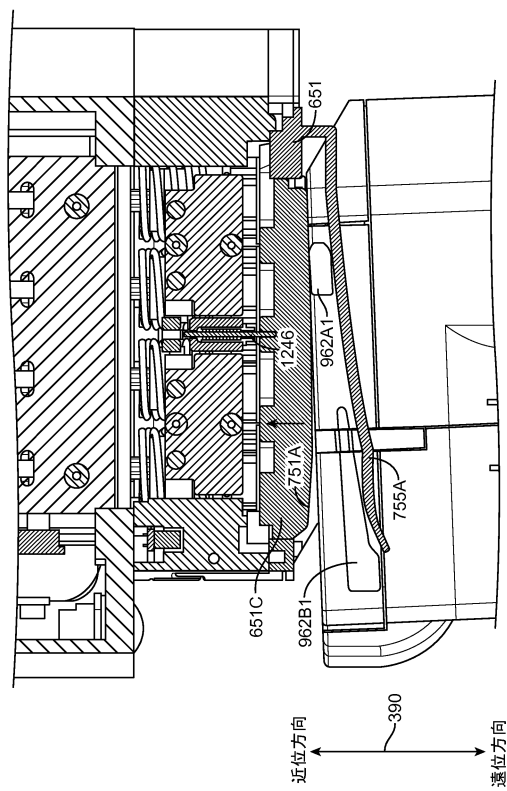
【図 10】



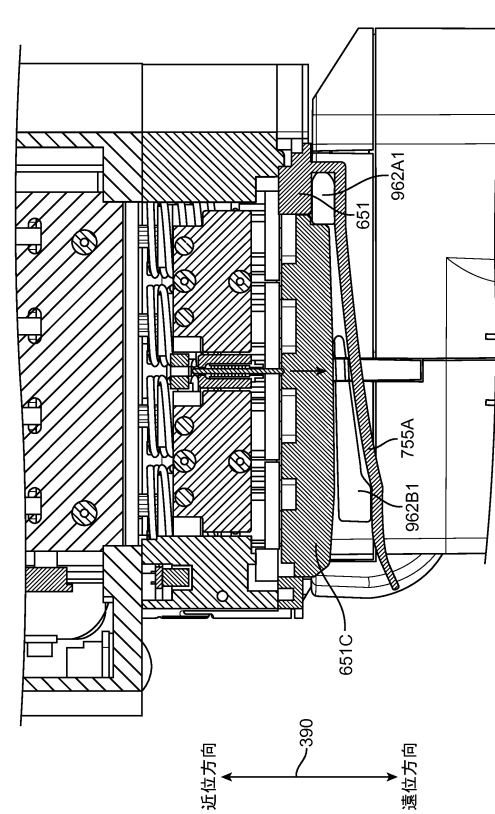
【図 11】



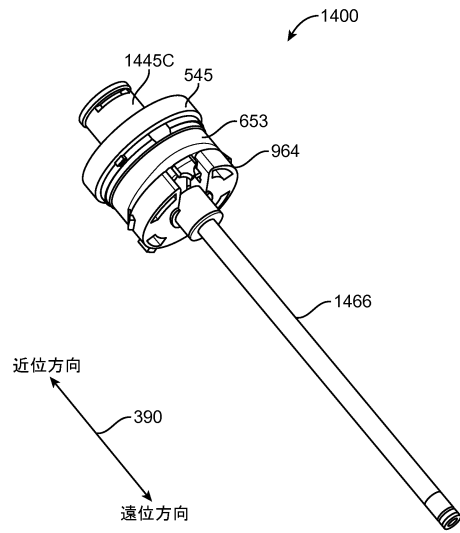
【図 12】



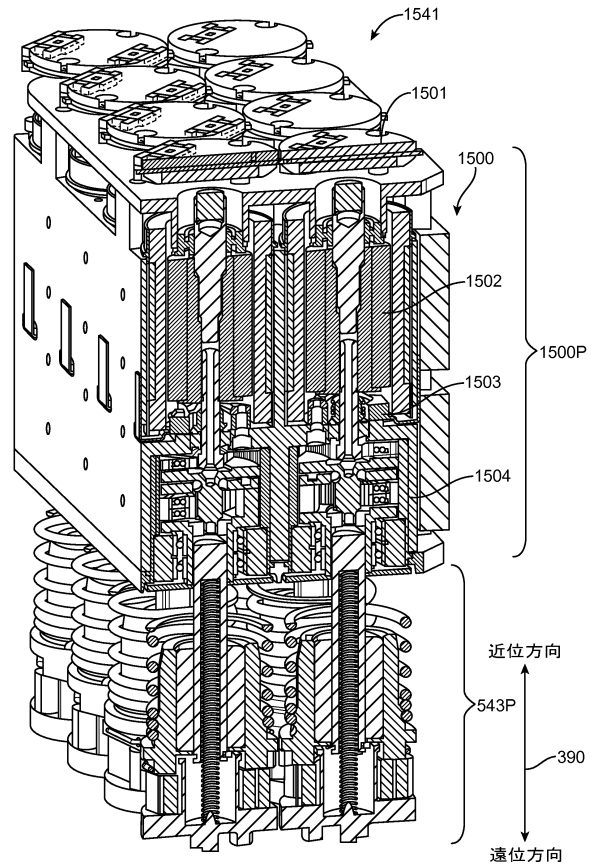
【図 13】



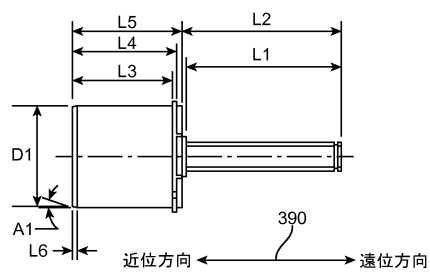
【図 14】



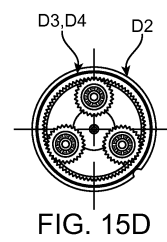
【図 15 A】



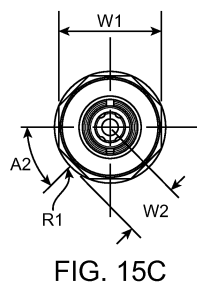
【図 15 B】



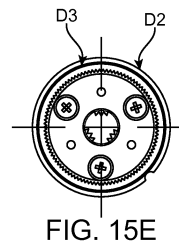
【図 15 D】



【図 15 C】



【図 15 E】



【図 16 A】

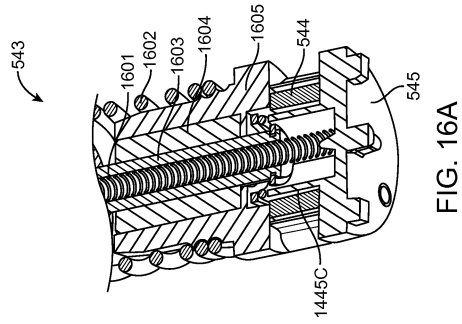


FIG. 16A

【図 16 B】

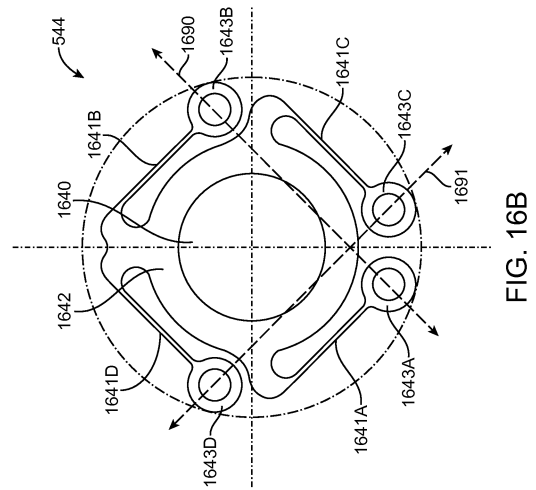
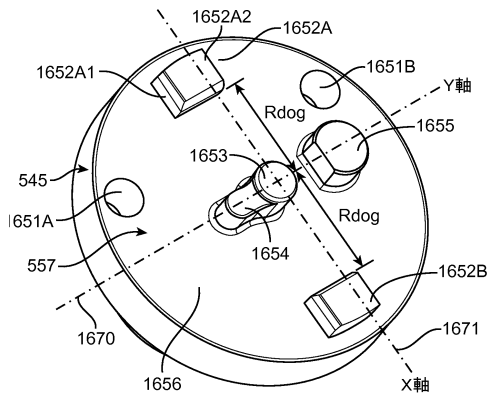
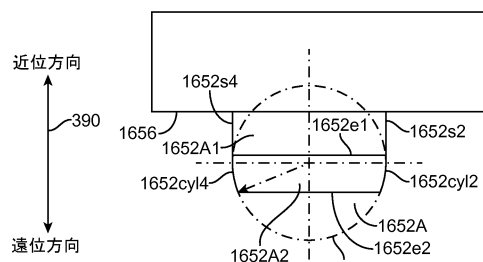


FIG. 16B

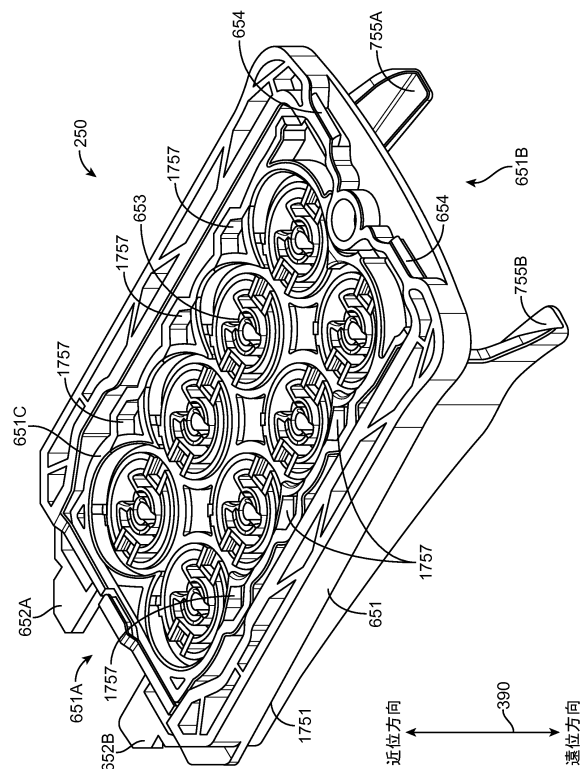
【図 16 C】



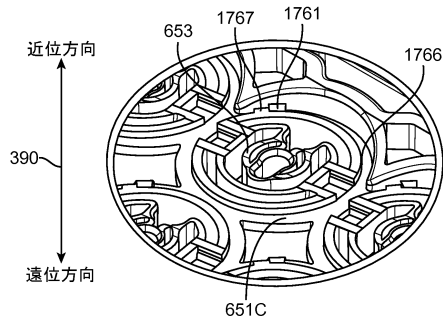
【図 16 D】



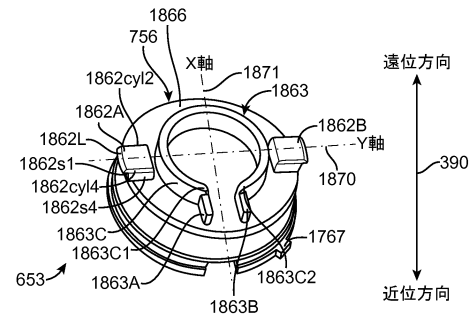
【図 17 A】



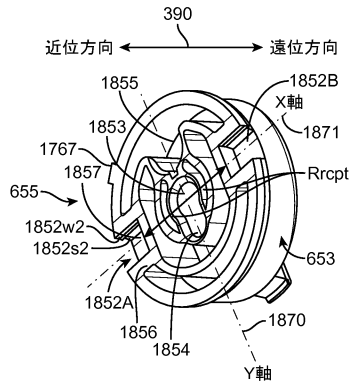
【図 17 B】



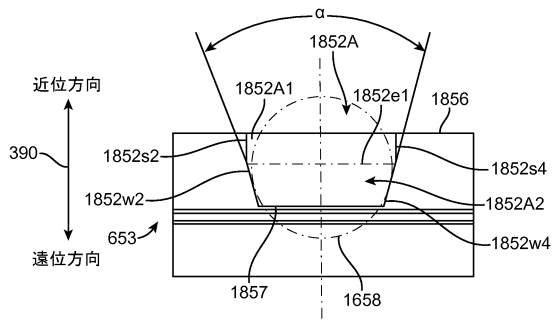
【図 18 B】



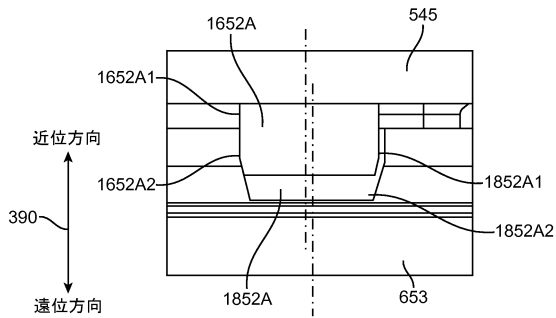
【図 18 A】



【図 18 C】



【図 18 D】



【図 19 B】

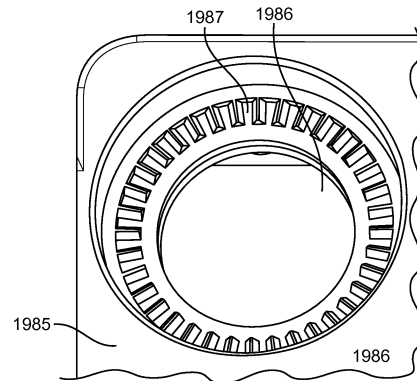
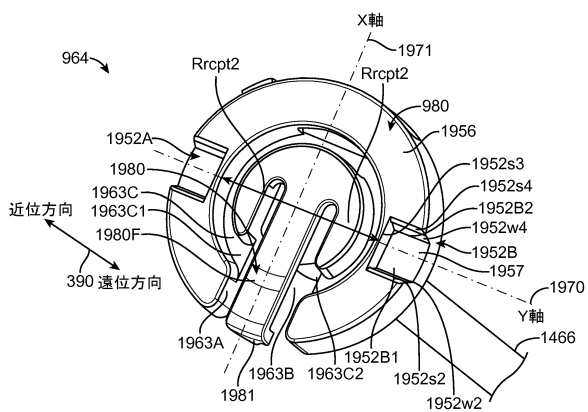
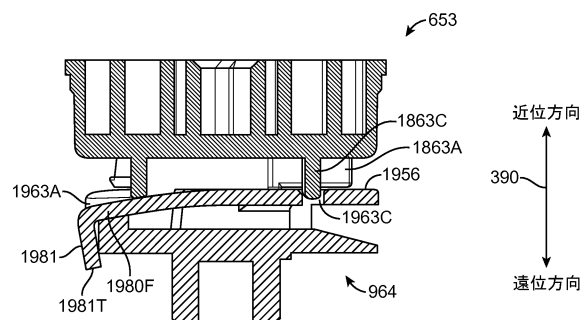


FIG. 19B

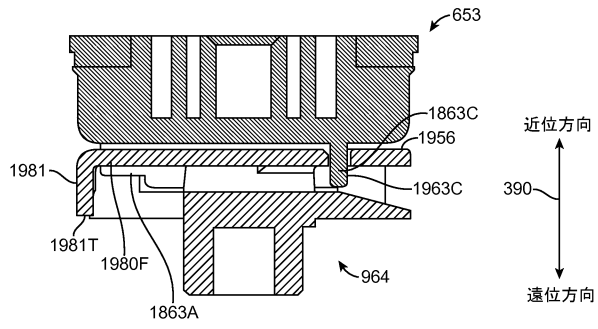
【図 19 A】



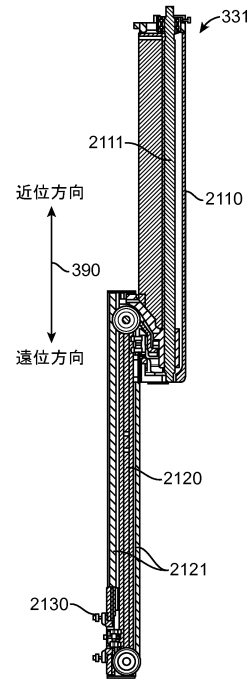
【図 20 A】



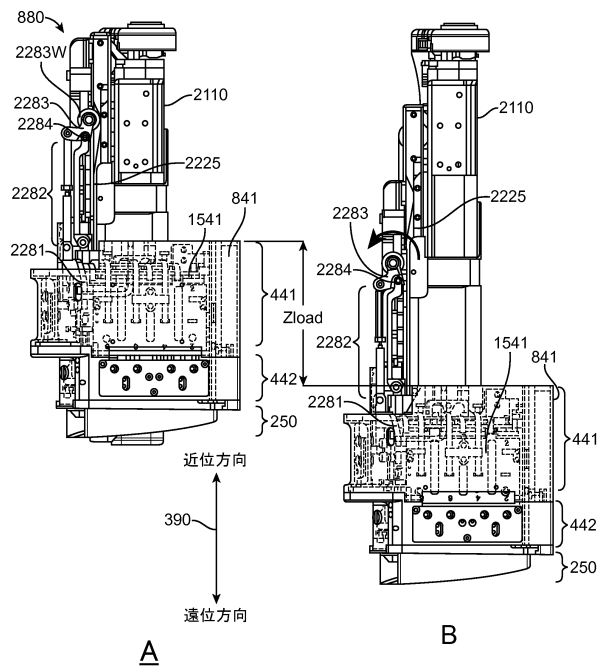
【図 20 B】



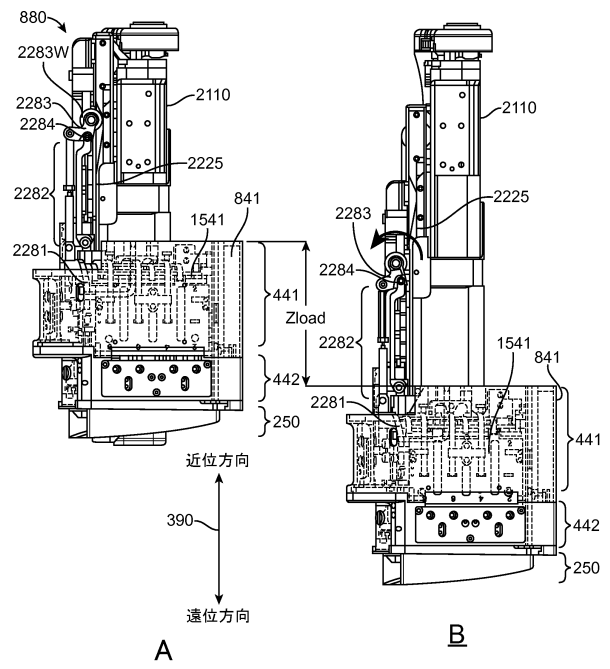
【図 21】



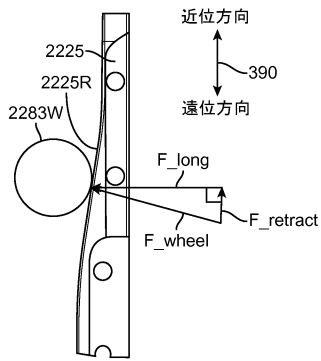
【図 22 A】



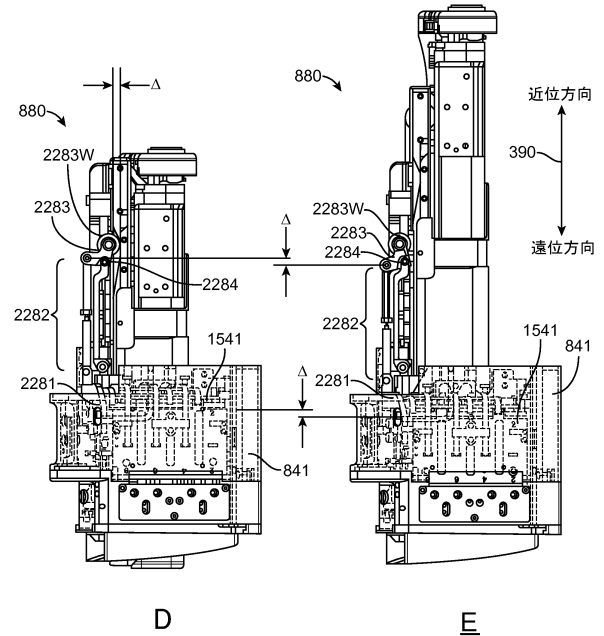
【図 22 B】



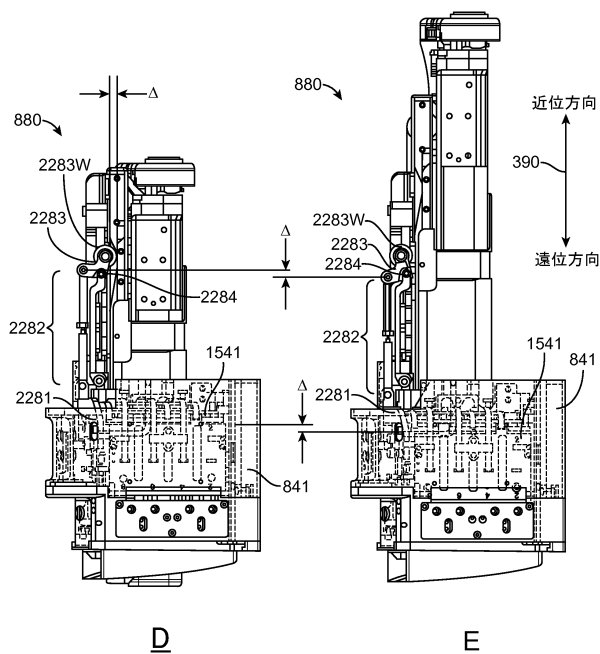
【図 22 C】



【図 22 D】



【図 22 E】



【図 22 F】

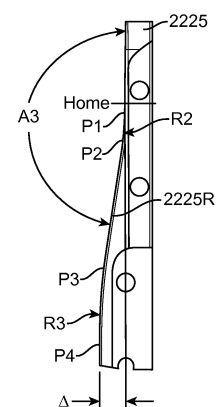
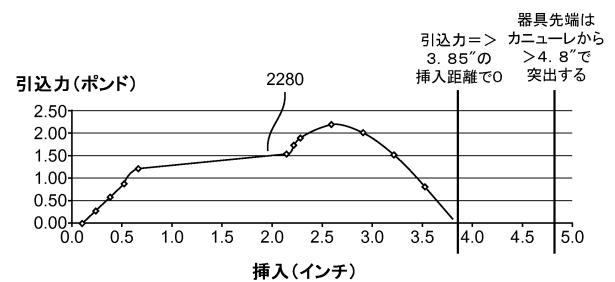
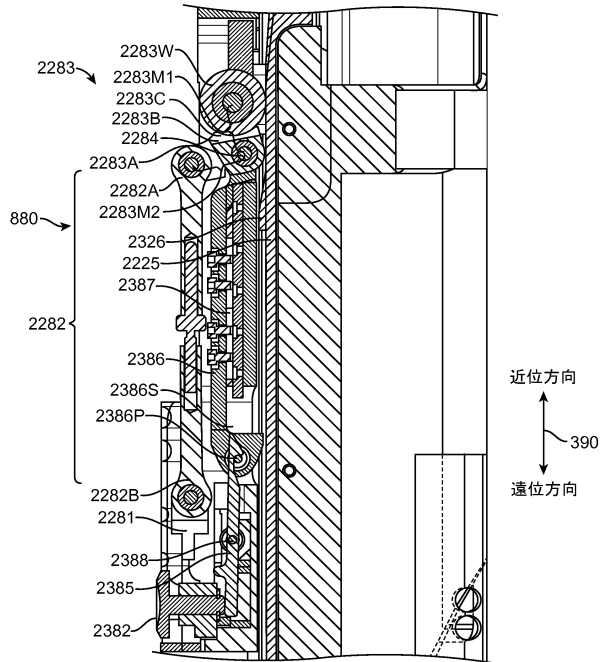


FIG. 22F

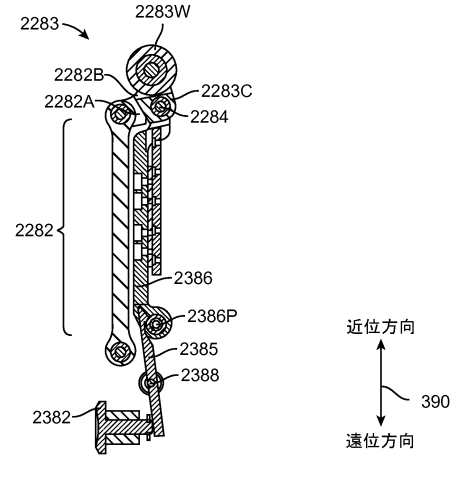
【図 22 G】



【図 2 3】



【図 2 4 A】



【図 2 4 B】

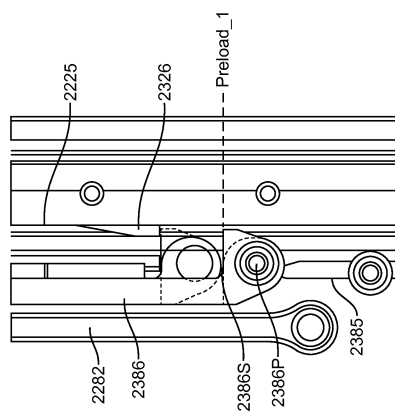


FIG. 24B

【図 2 6 A】

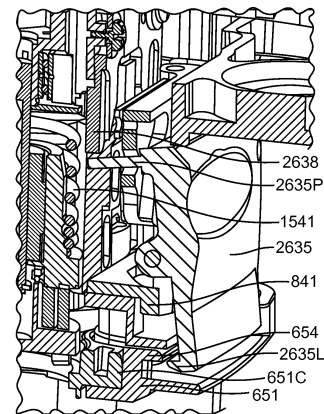
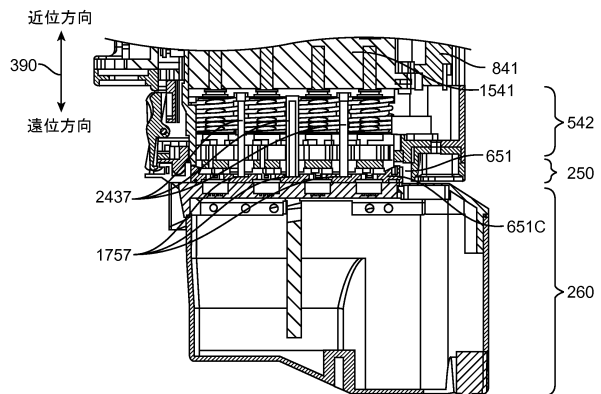
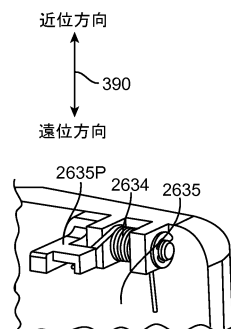


FIG. 26A

【図 2 5】



【図 2 6 B】



フロントページの続き

- (72)発明者 ソロモン, トッド, アール
アメリカ合衆国 9 5 1 2 7 カリフォルニア州, サンノゼ, カルコ・クリーク・ドライブ 1 5
7 6
- (72)発明者 マクグロガン, アンソニー, ケイ
アメリカ合衆国 9 5 1 2 0 カリフォルニア州, サンノゼ, モンタルバン・ドライブ 1 5 8 6
- (72)発明者 クーパー, トーマス, ジー
アメリカ合衆国 9 4 0 2 5 カリフォルニア州, メンロパーク, コンコード・ドライブ 3 0 4

審査官 槻木澤 昌司

- (56)参考文献 特表2013-526337(JP, A)
国際公開第2012/158449(WO, A1)
韓国公開特許第10-2011-0032444(KR, A)

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