

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5696158号
(P5696158)

(45) 発行日 平成27年4月8日(2015.4.8)

(24) 登録日 平成27年2月13日(2015.2.13)

(51) Int.Cl.

F 1

A 6 1 B 19/00 (2006.01)

A 6 1 B 19/00 5 0 2

請求項の数 20 (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2012-539037 (P2012-539037)
 (86) (22) 出願日 平成22年11月12日(2010.11.12)
 (65) 公表番号 特表2013-510686 (P2013-510686A)
 (43) 公表日 平成25年3月28日(2013.3.28)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2010/056610
 (87) 国際公開番号 W02011/060318
 (87) 国際公開日 平成23年5月19日(2011.5.19)
 審査請求日 平成25年9月11日(2013.9.11)
 (31) 優先権主張番号 61/260,919
 (32) 優先日 平成21年11月13日(2009.11.13)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 510253996
 インテュイティブ サージカル オペレー
 ションズ, インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 94086 カリフォル
 ニア州 サニーヴェイル キーファー・ロ
 ード 1020
 (74) 代理人 100078282
 弁理士 山本 秀策
 (74) 代理人 100062409
 弁理士 安村 高明
 (74) 代理人 100113413
 弁理士 森下 夏樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 独立回転部材内の平行駆動シャフトのためのモーターインターフェース

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

手術器具機構であって、該手術器具機構は、手術器具基部と、

該手術器具基部に対して回転するように装着される手術器具主シャフトであって、該手術器具主シャフトは、近位端、遠位端、および主シャフト回転軸を備え、該主シャフト回転軸は、該手術器具主シャフトの近位端と遠位端との間に画定され、該手術器具主シャフトは、該主シャフト回転軸の周りを回転する、手術器具主シャフトと、

該手術器具主シャフトの内部に装着される第1の駆動シャフトであって、該主シャフト回転軸からオフセットされている第1の駆動シャフトと、

該第1の駆動シャフトと係合される第1の駆動特徴とを備え、

該第1の駆動特徴は、第1の駆動特徴回転軸の周りを回転し、

該第1の駆動特徴回転軸が、該第1の駆動特徴に対して画定され、かつ、該手術器具主シャフトが回転するとき該基部に対して固定され、

該第1の駆動特徴は、該手術器具主シャフトの回転とは独立して該第1の駆動シャフトを回転させ、

該手術器具機構は、

該手術器具基部に連結される制御ケーブル駆動特徴と、

10

20

該制御ケーブル駆動特徴と係合される制御ケーブルであって、該制御ケーブルは、該手術器具主シャフトの近位端と遠位端との間の該手術器具主シャフト内をルーティングされる、制御ケーブルと

をさらに備える、手術器具機構。

【請求項 2】

前記主シャフト回転軸と前記第 1 の駆動特徴回転軸とは、一致する、請求項 1 に記載の手術器具機構。

【請求項 3】

前記第 1 の駆動特徴と前記第 1 の駆動シャフトとの間の係合は、前記手術器具基部に対する該第 1 の駆動シャフトの軸方向移動を可能にする、請求項 1 に記載の手術器具機構。

10

【請求項 4】

前記第 1 の駆動特徴は、前記手術器具主シャフト内の開口部を通して前記第 1 の駆動シャフトと係合される、請求項 1 に記載の手術器具機構。

【請求項 5】

前記第 1 の駆動シャフトは、第 2 の駆動特徴を備え、該第 2 の駆動特徴は、前記手術器具主シャフト内の開口部を通して突出し、かつ、前記第 1 の駆動特徴に係合する、請求項 4 に記載の手術器具機構。

【請求項 6】

前記第 2 の駆動特徴は、外側歯車歯を備え、

前記第 1 の駆動特徴は、内側環歯車を備える、請求項 5 に記載の手術器具機構。

20

【請求項 7】

第 2 の駆動特徴をさらに備え、

該第 2 の駆動特徴は、第 2 の駆動特徴回転軸の周りを回転し、

該第 2 の駆動特徴回転軸は、該第 2 の駆動特徴に対して画定され、

該第 2 の駆動特徴は、前記手術器具主シャフトと係合され、

該第 2 の駆動特徴回転軸は、該第 2 の駆動特徴が該手術器具主シャフトを回転させるとき、前記手術器具基部に対して固定されたままである、請求項 1 に記載の手術器具機構。

【請求項 8】

前記手術器具主シャフトの内部に装着され、かつ前記主シャフト回転軸からオフセットされている第 2 の駆動シャフトと、

30

該第 2 の駆動シャフトと係合される第 3 の駆動特徴と

をさらに備え、

第 3 の駆動特徴回転軸が、該第 3 の駆動特徴に対して画定され、

該第 3 の駆動特徴は、該第 3 の駆動特徴回転軸の周りを回転し、

該第 3 の駆動特徴回転軸は、該手術器具主シャフトが回転するとき、前記手術器具基部に対して固定され、

該第 3 の駆動特徴は、該第 2 の駆動シャフトを回転させる、請求項 7 に記載の手術器具機構。

【請求項 9】

前記主シャフトの内部に装着される第 2 の駆動シャフトであって、前記主シャフト回転軸からオフセットされている第 2 の駆動シャフトと、

40

該第 2 の駆動シャフトと係合される第 2 の駆動特徴と

をさらに備え、

該第 2 の駆動特徴は、第 2 の駆動特徴回転軸の周りを回転し、

該第 2 の駆動特徴回転軸が、該第 2 の駆動特徴に対して画定され、

該第 2 の駆動特徴回転軸は、該手術器具主シャフトが回転するとき、前記手術器具基部に対して固定され、

該第 2 の駆動特徴は、該第 2 の駆動シャフトを回転させる、請求項 1 に記載の手術器具機構。

【請求項 10】

50

前記第 2 の駆動特徴は、前記手術器具主シャフト内の開口部を通して前記第 2 の駆動シャフトと係合される、請求項 9 に記載の手術器具機構。

【請求項 1 1】

前記手術器具主シャフトは、前記第 1 の駆動シャフトを支持する軸受とインターフェースするように構成された凹部を備え、前記機構は、該第 1 の駆動シャフトを支持する該軸受をさらに備える、請求項 1 に記載の手術器具機構。

【請求項 1 2】

前記第 1 の駆動シャフトを支持する前記軸受を保持する保持環をさらに備える、請求項 1 1 に記載の手術器具機構。

【請求項 1 3】

前記手術器具主シャフトの遠位端と連結され、かつ、前記第 1 の駆動シャフトに連結されるエンドエフェクタをさらに備え、

該エンドエフェクタは、該手術器具主シャフトの回転によって回転させられ、

該手術器具主シャフトに対する該第 1 の駆動シャフトの回転は、該エンドエフェクタを作動させる、請求項 1 に記載の手術器具機構。

【請求項 1 4】

前記制御ケーブルと連結されるエンドエフェクタをさらに備え、該制御ケーブルの運動は、該エンドエフェクタを作動させる、請求項 1 に記載の手術器具機構。

【請求項 1 5】

手術器具ロボットアセンブリであって、

該手術器具ロボットアセンブリは、

手術器具基部と、

該手術器具基部に対して回転するように装着される手術器具主シャフトであって、該手術器具主シャフトは、近位端、遠位端、および主シャフト回転軸を備え、該主シャフト回転軸は、該手術器具主シャフトの近位端と遠位端との間に画定され、該手術器具主シャフトは、該主シャフト回転軸の周りを回転する、手術器具主シャフトと、

該手術器具主シャフトの内部に装着される第 1 の駆動シャフトであって、該主シャフト回転軸からオフセットされている第 1 の駆動シャフトと、

該手術器具主シャフトおよび該第 1 の駆動シャフトと連結される作動アセンブリであって、該作動アセンブリは、独立して、

該手術器具主シャフトを該手術器具基部に対して回転させること、および

該第 1 の駆動シャフトを該手術器具主シャフトに対して回転させること

を行うように動作可能である、作動アセンブリと、

該手術器具主シャフトと連結される手術器具エンドエフェクタであって、該第 1 の駆動シャフトと連結される第 1 のシャフト駆動型作動機構を備える手術器具エンドエフェクタと

を備え、

該手術器具ロボットアセンブリは、

該エンドエフェクタと連結される制御ケーブルをさらに備え、該制御ケーブルは、該手術器具主シャフトの近位端と遠位端との間の該手術器具主シャフト内をルーティングされ、該制御ケーブルの運動は、該手術器具エンドエフェクタを作動させる、手術器具ロボットアセンブリ。

【請求項 1 6】

前記手術器具主シャフトの内部に装着され、かつ、前記主シャフト回転軸からオフセットされている第 2 の駆動シャフトをさらに備え、前記作動アセンブリは、独立して、該第 2 の駆動シャフトを該手術器具主シャフトに対して回転させるようにさらに動作可能であり、前記手術器具エンドエフェクタは、該第 2 の駆動シャフトと連結される第 2 のシャフト駆動型作動機構をさらに備える、請求項 1 5 に記載の手術器具ロボットアセンブリ。

【請求項 1 7】

手術器具ロボットシステムであって、

10

20

30

40

50

該手術器具ロボットシステムは、

手術器具基部と、

該手術器具基部に対して回転するように装着される手術器具主シャフトであって、該手術器具主シャフトは、近位端、遠位端、および主シャフト回転軸を備え、該主シャフト回転軸は、該手術器具主シャフトの近位端と遠位端との間に画定され、該手術器具主シャフトは、該主シャフト回転軸の周りを回転する、手術器具主シャフトと、

該手術器具主シャフトの内部に装着される第１の駆動シャフトであって、該主シャフト回転軸からオフセットされている第１の駆動シャフトと、

該手術器具主シャフトの内部に装着される第２の駆動シャフトであって、該主シャフト回転軸からオフセットされている第２の駆動シャフトと、

該手術器具主シャフト、該第１の駆動シャフト、および該第２の駆動シャフトと連結される作動アセンブリと、

入力部および出力部を備えるコントローラであって、該入力部は、入力デバイスと連結されて、該入力デバイスから少なくとも１つの入力信号を受信し、該出力部は、該作動アセンブリと連結されて、少なくとも１つの制御信号を該作動アセンブリに出力し、該コントローラは、プロセッサと命令を含む有形媒体とを備え、該命令は、実行されると、該少なくとも１つの入力信号に応じて、該プロセッサに該少なくとも１つの制御信号を生成させ、それにより、該入力デバイスは、

該手術器具主シャフトを該手術器具基部に対して回転させることと、

該第１の駆動シャフトを該手術器具主シャフトに対して回転させることと、

該第２の駆動シャフトを該手術器具主シャフトに対して回転させることと

を独立して行うように、ユーザによって使用されることができ、コントローラと、

該手術器具主シャフトと連結される手術器具エンドエフェクタであって、それにより、該手術器具エンドエフェクタは、該手術器具主シャフトの回転によって回転させられ、該手術器具エンドエフェクタは、

該第１の駆動シャフトと連結される第１のシャフト駆動型作動機構と、

該第２の駆動シャフトと連結される第２のシャフト駆動型作動機構と

を備える、手術器具エンドエフェクタと

を備え、

該手術器具ロボットシステムは、

該エンドエフェクタと連結される制御ケーブルをさらに備え、該制御ケーブルは、該主シャフトの近位端と遠位端との間の該手術器具主シャフト内をルーティングされ、該制御ケーブルの運動は、該手術器具エンドエフェクタを作動させる、手術器具ロボットシステム。

【請求項１８】

前記作動アセンブリは、

前記第１の駆動シャフトおよび前記コントローラと連結される第１のモータと、

前記第２の駆動シャフトおよび該コントローラと連結される第２のモータと、

前記手術器具主シャフトおよび該コントローラと連結される主シャフトモータと

を備える、請求項１７に記載の手術器具ロボットシステム。

【請求項１９】

前記作動アセンブリは、

前記第１のモータおよび前記コントローラと連結される第１のエンコーダであって、該第１のモータの位置に応じて、該コントローラに第１のモータ位置信号を出力する第１のエンコーダと、

前記第２のモータおよび該コントローラと連結される第２のエンコーダであって、該第２のモータの位置に応じて、該コントローラに第２のモータ位置信号を出力する第２のエンコーダと、

前記主シャフトモータおよび該コントローラと連結される主シャフトエンコーダであって、該主シャフトモータの位置に応じて、該コントローラに主シャフト位置信号を出力す

10

20

30

40

50

る主シャフトエンコーダと

をさらに備える、請求項 18 に記載の手術器具ロボットシステム。

【請求項 20】

第 1、第 2、および第 3 の駆動特徴とのツールインターフェースを有するマニピュレータ上に装着するためのロボット手術ツールであって、該手術ツールは、

該ツールインターフェースに解放可能に装着可能な近位ツール台座と、

遠位の自由度とシャフト駆動型作動機構とを有する遠位手術エンドエフェクタと、

該台座に隣接する近位端、該エンドエフェクタに隣接する遠位端、それらの間に延在する内腔、および該近位端の遠位方向の側面開口部を有する手術器具主シャフトと、

該台座が該ツールインターフェースに装着されると、該ツールインターフェースの該駆動特徴を該エンドエフェクタに動作可能に連結するハイブリッドケーブル/シャフト駆動システムであって、それにより、該第 1 の駆動特徴の作動が、該主シャフトおよび該遠位手術エンドエフェクタを該台座に対して主シャフト回転軸の周りで回転させること、該手術器具主シャフトの該内腔内で該台座から遠位方向に延在するケーブルが、該遠位手術エンドエフェクタの該遠位の自由度を該第 2 の駆動特徴に連結させること、および該第 1 の駆動シャフトが、該手術器具主シャフト内の該側面開口部を通して該遠位手術エンドエフェクタの該シャフト駆動型作動機構を該第 3 の駆動特徴に連結させることであって、該第 1 の駆動シャフトは、該主シャフト回転軸からオフセットされている、ことが行われる、ハイブリッドケーブル/シャフト駆動システムと

を備える、手術ツール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願の相互参照)

本願は、米国仮特許出願第 61/260,919 号(名称「Motor Interface For Parallel Drive Shafts Within An Independent Rotating Member」、Nov. 13, 2009 年月日出願、代理人整理番号)の米国特許法第 119 条第(e)項の優先権の利益を主張し、この出願の開示は、その全体が本明細書に参照によって援用される。本願は、また、米国特許出願第 xx/xxx,xxx 号(名称「Wrist Articulation By Linked Pull Rods」、同時出願、代理人整理番号 ISRG 02320/US)米国特許出願第 xx/xxx,xxx 号(名称「Double Universal Joint」、同時出願、代理人整理番号 ISRG 02340/US)、米国特許出願第 xx/xxx,xxx 号(名称「Surgical Tool Containing Two Degree of Freedom Wrist」、同時出願、代理人整理番号 ISRG 02350/US)、および米国特許出願第 xx/xxx,xxx 号(名称「End Effector With Redundant Closing Mechanisms」、同時出願、代理人整理番号 ISRG 02330/US)と関連し、これらの出願のすべては、本明細書に参照によって援用される。

【背景技術】

【0002】

(背景)

低侵襲性手術技法は、診断または外科的手技中に損傷される外部組織の量を低減し、それによって、患者の回復時間、不快感、および有害な副作用を低減することを目的としている。結果として、低侵襲性手術技法を使用して、標準的な手術の入院の平均的長さが有意に短縮され得る。また、患者の回復時間、患者の不快感、手術の副作用、および仕事を休む時間もが低侵襲性手術によって低減され得る。

【0003】

内視鏡検査が、低侵襲性手術の一般的な形態であり、内視鏡検査の一般的な形態は、腹腔の内側の低侵襲性検査および手術である、腹腔鏡検査である。標準的な腹腔鏡手術では

10

20

30

40

50

、患者の腹部がガスで吹送され、腹腔鏡器具用の進入ポートを提供するように、カニューレスリーブが小（約 1 / 2 インチ以下）切開を通過させられる。

【 0 0 0 4 】

腹腔鏡手術器具は、概して、手術野を視認するための内視鏡（腹腔鏡）と、手術部位で作業するためのツールとを含む。作業ツールは、各ツールの作業端またはエンドエフェクタが、延長チューブ（例えば、器具シャフトまたは主シャフトとしても知られる）によってそのハンドルから分離されることを除いて、従来の（切開）手術で使用されるものと同様である。エンドエフェクタは、例えば、クランプ、把持装置、鋏、吻合器、焼灼ツール、線形カッター、または針ホルダを含むことができる。

【 0 0 0 5 】

外科的手技を行うために、外科医は、作業ツールまたは器具を、内部手術部位までカニューレスリーブに通過させ、腹部の外側からそれら进行操作する。外科医は、内視鏡から得られる手術部位の画像を表示するモニタから手技を視認する。同様の内視鏡技法が、例えば、関節鏡検査、後腹膜鏡検査、骨盤鏡検査、腎盂鏡検査、膀胱鏡検査、脳槽鏡検査、洞房鏡検査、子宮鏡検査、尿道鏡検査、および同等物で採用される。

【 0 0 0 6 】

低侵襲性遠隔手術ロボットシステムは、内部手術部位で作業する時に外科医の器用さを増大させるように、および外科医が遠隔場所（滅菌野の外側）から患者に手術をすることを可能にするように、開発されている。遠隔手術システムでは、外科医にはしばしば、制御コンソールにおいて手術部位の画像が提供される。好適なビューアまたはディスプレイ上で手術部位の 3 次元画像を視認しながら、外科医は、制御コンソールのマスタ入力または制御デバイスを操作することによって、患者に外科的手技を行う。マスタ入力デバイスのそれぞれは、サーボ機械的に作動 / 関節動作する手術器具の運動を制御する。外科的手技中に、遠隔手術システムは、マスタ入力デバイスの操作に応じて、外科医にとって種々の機能、例えば、針を保持または駆動すること、血管を把持すること、組織を解離すること等を果たす、エンドエフェクタを有する種々の手術器具またはツールの機械的作動および制御を提供することができる。

【 0 0 0 7 】

これらのエンドエフェクタの操作および制御は、ロボット外科システムの特に有益な態様である。この理由により、外科医の手首の自然な動作を模倣するように、エンドエフェクタの 3 つの回転動作の程度を提供する機構を含む、手術ツールを提供することが望ましい。その様な機構は、低侵襲性手技に使用するために、適切に寸法決定され、および考えられる失敗点を低減するように比較的簡素な設計でなければならない。加えて、その様な機構は、エンドエフェクタが多種多様な位置で操作されることを可能にする、十分な運動範囲を提供しなければならない。

【 0 0 0 8 】

非ロボット的線形クランピング、切断、およびステープリングデバイスは、多くの異なる手術手技に採用されている。例えば、その様なデバイスを使用して、胃腸管から癌性または異常組織を切除することができる。残念ながら、既知の線形クランピング、切断、およびステープリングデバイスを含む、多くの既知の手術デバイスはしばしば、患者の体内で操作することが困難である場合がある対向するジャーを有する。患者の体内で操作可能である、対向するジャーを有する既知のデバイスでは、その様なデバイスは、手術デバイスの有効性を低減する場合がある、いくつかの手術用途（例えば、組織クランピング、組織ステープリング、組織切断等）のための十分なクランプ力を生成しない場合がある。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 9 】

したがって、操作可能な手術、具体的には、低侵襲性手術に関する、エンドエフェクタの改善に対する必要性があると考えられる。加えて、高い作動力、例えば、高いクランピング力を有する手術エンドエフェクタに対する必要性があると考えられる。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0010】

機構、アセンブリ、システム、ツール、および方法を提供し、それらのうちの多くは、独立回転部材内にオフセット駆動シャフトの使用を組み込む。そのような機構、アセンブリ、システム、ツール、および方法は、手術、例えば、低侵襲性手術、低侵襲性ロボット手術、ならびに他の種類の手術における使用に特に有益であってもよい。独立して回転可能な器具シャフト内の回転のために装着されたオフセット駆動シャフトの組み合わせは、器具シャフトとの中央領域を、他の構成要素、例えば、制御ケーブル、制御ワイヤ、カテーテル、または他のそのような構成要素のルーティングのために使用可能にしたまま、有意な作動力が、エンドエフェクタに移動されることを可能にする。例えば、随意に、制限された反応速度で、比較的高いクランプ力（例えば、切断またはステープリング等）を提供するように、駆動シャフト作動を使用して、エンドエフェクタを関節動作および/または配向することができる。ケーブル作動は、より高い反応速度が望ましいとき（組織を遠隔手術的に把持し、操作するとき等）、エンドエフェクタの比較的低い関節動作力および/または配向を使用してもよい。例示的ハイブリッドケーブル/シャフトで作動されたシステムは、選択的に、高力シャフト駆動または高反応ケーブル駆動のいずれかを使用して、顎関節の単一の把持/治療を作動してもよい。本明細書に開示される種々の実施形態は、主に、手術用途に関して説明され、関連する機構、アセンブリ、システム、ツール、および方法は、ヒトの体内および体外の両方の多種多様な用途、ならびに非手術用途での使用を見出してもよい。

【0011】

第1の態様では、回転主シャフト内に装着されたオフセット駆動シャフトを含む、機構を提供する。機構は、基部と、基部に対して回転するように装着された主シャフトと、主シャフトの内部に装着された第1の駆動シャフトと、第1の駆動シャフトと係合された第1の駆動特徴とを含む。主シャフトは、近位端と、遠位端と、それらの間を画定する主シャフト回転軸とを含む。第1の駆動シャフトは、主シャフト回転軸からオフセットされる。第1の駆動特徴回転軸は、第1の駆動特徴に対して画定され、主シャフトが回転すると、基部に対して固定される。第1の駆動特徴は、第1の駆動シャフトを回転させる。

【0012】

種々のアプローチを使用して、第1の駆動特徴を介して、第1の駆動シャフトを回転させてもよい。例えば、主シャフト回転軸と第1の駆動特徴回転軸とは、一致し得る。第1の駆動特徴と、第1の駆動シャフトとの間の係合は、基部に対する第1の駆動シャフトの軸方向移動を可能にすることができる。第1の駆動特徴は、主シャフト内の開口部を通して、第1の駆動シャフトと係合することができる。第1の駆動シャフトは、主シャフト開口部を通して突出し、第1の駆動特徴に係合する第2の駆動特徴を含むことができる。第2の駆動特徴は、外側歯車歯を含むことができる。第1の駆動特徴は、内側環歯車を含むことができる。

【0013】

多くの実施形態では、機構は、主シャフトを回転させるための第3の駆動特徴を含む。例えば、第3の駆動特徴回転軸を有する第3の駆動特徴は、主シャフトに係合することができる。第3の駆動特徴回転軸は、第3の駆動特徴が主シャフトを回転させるとき、基部に対して固定されることができる。

【0014】

多くの実施形態では、第2の駆動シャフトは、主シャフトの内部に装着され、主シャフト回転軸からオフセットされている。第4の駆動特徴回転軸を有する第4の駆動特徴は、第2の駆動シャフトと係合することができる。第4の駆動特徴回転軸は、主シャフトが回転するとき、基部に対して固定されることができる。第4の駆動特徴は、第2の駆動シャフトを回転させることができる。第4の駆動特徴は、主シャフト内の開口部を通して、第2の駆動シャフトと係合することができる。

【0015】

多くの実施形態では、第1の駆動シャフトの支持は、主シャフトに統合される。例えば、主シャフトは、第1の駆動シャフトを支持する軸受とインターフェースするように構成された凹部を含むことができ、機構は、第1の駆動シャフトを支持する軸受をさらに含むことができる。機構は、第1の駆動シャフトを支持する軸受を保持するための保持環をさらに含むことができる。

【0016】

多くの実施形態では、エンドエフェクタは、主シャフトの遠位端と連結される。エンドエフェクタは、第1の駆動シャフトおよび/または第2の駆動シャフトと連結することができる。エンドエフェクタは、主シャフトの回転によって回転することができる。第1の駆動シャフトおよび/または第2の駆動シャフトの回転は、エンドエフェクタを作動する

10

【0017】

多くの実施形態では、機構はさらに、制御ケーブル駆動特徴と、制御ケーブル駆動特徴と係合された制御ケーブルとを備える。制御ケーブルは、主シャフトの近位端と、遠位端との間の主シャフト内をルーティングすることができる。機構はさらに、制御ケーブルに連結されたエンドエフェクタを備えることができる。制御ケーブルの運動は、エンドエフェクタを作動することができる。

【0018】

別の態様では、回転主シャフト内に装着されたオフセット駆動シャフトを含む、ロボットアセンブリを提供する。ロボットアセンブリは、基部と、基部に対して回転するように装着された主シャフトと、主シャフトの内部に装着された駆動シャフトと、主シャフトおよび駆動シャフトと連結された作動アセンブリと、主シャフトと連結されたエンドエフェクタとを含む。主シャフトは、近位端と、遠位端と、それらの間を画定する主シャフト回転軸とを含む。駆動シャフトは、主シャフト回転軸からオフセットされている。作動アセンブリは、独立して、主シャフトを、基部に対して回転させ、駆動シャフトを主シャフトに対して回転させるように動作可能である。エンドエフェクタは、駆動シャフトに連結されたシャフト駆動型機構を含む。

20

【0019】

多くの実施形態では、ロボットアセンブリはさらに、主シャフトの内部に装着され、主シャフト回転軸からオフセットされた第2の駆動シャフトを備える。作動アセンブリはさらに、独立して、第2の駆動シャフトを、主シャフトに対して回転させるように動作可能であることができる。エンドエフェクタはさらに、第2の駆動シャフトと動作可能に連結された、第2のシャフト駆動型作動機構を備えることができる。

30

【0020】

多くの実施形態では、ロボットアセンブリはさらに、エンドエフェクタに連結された制御ケーブルを備える。制御ケーブルは、主シャフトの近位端と、遠位端との間の主シャフト内でルーティングすることができる。制御ケーブルの運動は、エンドエフェクタを作動することができる。

【0021】

別の態様では、回転主シャフト内に装着されたオフセット駆動シャフトを含む、ロボットシステムを提供する。ロボットシステムは、エンドエフェクタが、主シャフトの回転によって回転するように、基部と、基部を回転させるように装着された主シャフトと、主シャフトの内部に装着された第1の駆動シャフトと、主シャフトの内部に装着された第2の駆動シャフトと、主シャフトと連結された作動アセンブリと、第1の駆動シャフトおよび第2の駆動シャフトと、コントローラと、主シャフトと連結されたエンドエフェクタとを含む。主シャフトは、近位端と、遠位端と、それらの間を画定する主シャフト回転軸とを含む。第1の駆動シャフトおよび第2の駆動シャフトは、主シャフト回転軸からオフセットされる。コントローラは、入力部と、出力部とを含む。入力部は、入力デバイスに連結され、入力デバイスから少なくとも1つの入力信号を受信する。出力部は、作動アセンブリに連結され、少なくとも1つの制御信号を、作動アセンブリに出力する。コントローラ

40

50

は、プロセッサと、実行されたとき、ユーザが入力デバイスを使用して、独立して、主シャフトを、基部に対して回転させ、第1の駆動シャフトを、主シャフトに対して回転させ、第2の駆動シャフトを、主シャフトに対して回転させることができるように、プロセッサに、少なくとも1つの入力信号に対して少なくとも1つの制御信号を生成させる命令を含む有形媒体とを含む。エンドエフェクタは、第1の駆動シャフトに連結された第1のシャフト駆動型機構と、第2の駆動シャフトに連結された第2のシャフト駆動型作動機構とを含む。

【0022】

多くの実施形態では、作動アセンブリは、付加的な構成要素を備える。例えば、作動アセンブリは、第1の駆動シャフトに連結された第1のモータと、コントローラとを含むことができる。作動アセンブリは、第2の駆動シャフトに連結された第2のモータと、コントローラとを含むことができる。作動アセンブリは、主シャフトに連結された主シャフトモータと、コントローラとを含むことができる。作動アセンブリは、第1のモータに連結された第1のエンコーダと、コントローラとを含むことができる。第1のエンコーダは、第1のモータの位置に応じて、第1のモータ位置信号をコントローラに出力することができる。作動アセンブリは、第2のモータに連結された第2のエンコーダと、コントローラとを含むことができる。第2のエンコーダは、第2のモータの位置に応じて、第2のモータ位置信号をコントローラに出力することができる。作動アセンブリは、主シャフトモータに連結された主シャフトエンコーダと、コントローラとを含むことができる。主シャフトエンコーダは、主シャフトモータの位置に応じて、主シャフト位置信号をコントローラに出力することができる。

【0023】

多くの実施形態では、ロボットシステムはさらに、エンドエフェクタに連結された制御ケーブルを備える。制御ケーブルは、主シャフトの近位端と、遠位端との間の主シャフト内でルーティングすることができる。制御ケーブルの運動は、エンドエフェクタを作動することができる。

【0024】

別の態様では、回転主シャフト内に装着されたオフセット駆動シャフトを含む、ロボットツールを提供する。ロボットツールは、第1、第2、および第3の駆動特徴とのツールインターフェースを有するマニピュレータ上に装着するために構成される。ロボットツールは、ツールインターフェースに解放可能に装着可能な近位ツール台座と、遠位の自由度を有する遠位端エフェクタと、シャフト駆動型作動機構と、主シャフト（台座に隣接する近位端と、エンドエフェクタに隣接する遠位端と、それらの間に延在する内腔と、近位端の遠位方向の側面開口部とを有する）と、台座がツールインターフェース上に装着されるとき、ツールインターフェースの駆動特徴を、エンドエフェクタに動作可能に連結するハイブリッドケーブル/シャフト駆動システムとを含む。第1の駆動特徴の作動は、主シャフトおよびエンドエフェクタを、台座に対して、主シャフト回転軸の周りで回転させる。台座から遠位方向に主シャフトの内腔内に延在するケーブルは、遠位の自由度のエンドエフェクタを第2の駆動特徴に連結する。第1の駆動シャフトは、エンドエフェクタのシャフト駆動型作動機構を、主シャフト内の側面開口部を通して、第3の駆動特徴に連結する。第1の駆動シャフトは、主シャフト回転軸からオフセットされる。

【0025】

別の態様では、回転可能な主シャフト内にルーティングされたオフセット駆動シャフトを介してトルクを伝達するための方法を提供する。該方法は、主シャフトが主シャフト回転軸の周りを回転するように、基部に対して回転するように主シャフトを支持するステップと、駆動シャフトが主シャフト回転軸からオフセットされる駆動シャフト回転軸の周りを回転するように、主シャフトに対して回転するように駆動シャフトを支持するステップと、駆動シャフトを、主シャフトが回転する際に、基部に対して固定される駆動特徴回転軸を有する駆動特徴と係合させるステップと、主シャフトを基部に対して回転させるステップと、駆動シャフトを主シャフトに対して回転させるように、駆動特徴を、主シャフト

に対して回転させるステップとを含む。多くの実施形態では、主シャフトは、基部に対して回転し、駆動シャフトは、主シャフトに対して、同時に回転する。

【0026】

別の態様では、低侵襲性手術方法を提供する。該方法は、基部を操作することによって、エンドエフェクタを、低侵襲性開口または天然開口を通して、患者の内部手術部位に導入するステップと、エンドエフェクタを基部に対して回転させるステップと、第1の駆動シャフトがエンドエフェクタを作動するように、器具シャフトに対して第1の駆動シャフトを回転させることによって、エンドエフェクタを用いる手術タスクを実行するステップとを含む。この方法では、エンドエフェクタは、細長い器具シャフトによって基部に対して支持され、エンドエフェクタは、器具シャフトを、基部に対して、器具シャフト回転軸の周りを回転させることによって、基部に対して回転され、第1の駆動シャフトは、器具シャフトに対して、器具シャフト回転軸からオフセットされる第1の駆動シャフト回転軸の周りを回転する。多くの実施形態では、該方法はさらに、第2の駆動シャフトを器具シャフトに対して回転させ、第2の駆動シャフトを、器具シャフト回転軸からオフセットされる第2の駆動シャフト回転軸の周りを回転させることによって、エンドエフェクタを作動させるステップを含む。

10

【0027】

本発明の性質および利点をより完全に理解するために、次の詳細な説明および添付の図面について言及するべきである。本発明の他の態様、目的、および利点は、以下の図面および詳細な説明から明らかになるであろう。

20

例えば、本発明は、以下の項目を提供する：

(項目1)

基部と、

該基部に対して回転するように装着される主シャフトであって、近位端、遠位端、およびそれらの間に画定される主シャフト回転軸を備える主シャフトと、

該主シャフトの内部に装着される第1の駆動シャフトであって、該主シャフト回転軸からオフセットされている第1の駆動シャフトと、

該第1の駆動シャフトと係合される第1の駆動特徴とを備え、

第1の駆動特徴回転軸が、該第1の駆動特徴に対して画定され、および該主シャフトが回転するとき該基部に対して固定され、

30

該第1の駆動特徴は、該第1の駆動シャフトを回転させる、機構。

(項目2)

上記主シャフト回転軸と上記第1の駆動特徴回転軸とは、一致する、項目1に記載の機構。

(項目3)

上記第1の駆動特徴と上記第1の駆動シャフトとの間の上記係合は、上記基部に対する該第1の駆動シャフトの軸方向移動を可能にする、項目1に記載の機構。

(項目4)

上記第1の駆動特徴は、上記主シャフト内の開口部を通して上記第1の駆動シャフトと係合する、項目1に記載の機構。

40

(項目5)

上記第1の駆動シャフトは、第2の駆動特徴を備え、該第2の駆動特徴は、上記主シャフト開口部を通して突出し、および上記第1の駆動特徴に係合する、項目4に記載の機構。

(項目6)

上記第2の駆動特徴は、外側歯車歯を備え、

上記第1の駆動特徴は、内側環歯車を備える、項目5に記載の機構。

(項目7)

第3の駆動特徴をさらに備え、

50

第 3 の駆動特徴回転軸は、該第 3 の駆動特徴に対して画定され、
該第 3 の駆動特徴は、上記主シャフトと係合され、
該第 3 の駆動特徴回転軸は、該第 3 の駆動特徴が該主シャフトを回転させるとき、上記
基部に対して固定されたままである、項目 1 に記載の機構。
(項目 8)
上記主シャフトの内部に装着され、および上記主シャフト回転軸からオフセットされて
いる第 2 の駆動シャフトと、
該第 2 の駆動シャフトと係合される第 4 の駆動特徴と
をさらに備え、
第 4 の駆動特徴回転軸が、該第 4 の駆動特徴に対して画定され、
該第 4 の駆動特徴回転軸は、該主シャフトが回転するとき、上記基部に対して固定され
、
該第 4 の駆動特徴は、該第 2 の駆動シャフトを回転させる、項目 7 に記載の機構。
(項目 9)
上記主シャフトの内部に装着される第 2 の駆動シャフトであって、上記主シャフト回転
軸からオフセットされている第 2 の駆動シャフトと、
該第 2 の駆動シャフトと係合される第 4 の駆動特徴と
をさらに備え、
第 4 の駆動特徴回転軸が、該第 4 の駆動特徴に対して画定され、
該第 4 の駆動特徴回転軸は、該主シャフトが回転するとき、上記基部に対して固定さ
れ、
該第 4 の駆動特徴は、該第 2 の駆動シャフトを回転させる、項目 1 に記載の機構。
(項目 10)
上記第 4 の駆動特徴は、上記主シャフト内の開口部を通して上記第 2 の駆動シャフトと
係合される、項目 9 に記載の機構。
(項目 11)
上記主シャフトは、上記第 1 の駆動シャフトを支持する軸受とインターフェースするよ
うに構成された凹部を備え、上記機構は、該第 1 の駆動シャフトを支持する該軸受をさら
に備える、項目 1 に記載の機構。
(項目 12)
上記第 1 の駆動シャフトを支持する上記軸受を保持する保持環をさらに備える、項目 1
1 に記載の機構。
(項目 13)
上記主シャフトの上記遠位端と連結され、および上記第 1 の駆動シャフトに連結される
エンドエフェクタをさらに備え、
該エンドエフェクタは、該主シャフトの回転によって回転させられ、
該主シャフトに対する該第 1 の駆動シャフトの回転は、該エンドエフェクタを作動させ
る、項目 1 に記載の機構。
(項目 14)
上記基部に連結される制御ケーブル駆動特徴と、
該制御ケーブル駆動特徴と係合される制御ケーブルであって、上記主シャフトの近位端
と遠位端との間の該主シャフト内をルーティングされる制御ケーブルと
をさらに備える、項目 1 に記載の機構。
(項目 15)
上記制御ケーブルと連結されるエンドエフェクタをさらに備え、該制御ケーブルの運動
は、該エンドエフェクタを作動させる、項目 14 に記載の機構。
(項目 16)
基部と、
該基部に対して回転するように装着される主シャフトであって、近位端、遠位端、およ
びそれらの間に画定される主シャフト回転軸を備える主シャフトと、

10

20

30

40

50

該主シャフトの内部に装着される駆動シャフトであって、該主シャフト回転軸からオフセットされている駆動シャフトと、

該主シャフトおよび該駆動シャフトと連結される作動アセンブリであって、該作動アセンブリは、独立して、

該主シャフトを該基部に対して回転させること、および

該駆動シャフトを該主シャフトに対して回転させること

を行うように動作可能である、作動アセンブリと、

該主シャフトと連結されるエンドエフェクタであって、該駆動シャフトと連結されるシャフト駆動型作動機構を備えるエンドエフェクタと

を備える、ロボットアセンブリ。

10

(項目 17)

上記主シャフトの内部に装着され、および上記主シャフト回転軸からオフセットされている第2の駆動シャフトをさらに備え、上記作動アセンブリは、独立して、該第2の駆動シャフトを該主シャフトに対して回転させるようにさらに動作可能であり、上記エンドエフェクタは、該第2の駆動シャフトと連結される第2のシャフト駆動型作動機構をさらに備える、項目16に記載のアセンブリ。

(項目 18)

上記エンドエフェクタと連結される制御ケーブルをさらに備え、該制御ケーブルは、上記主シャフトの近位端と遠位端との間の該主シャフト内をルーティングし、該制御ケーブルの運動は、該エンドエフェクタを作動させる、項目16に記載のアセンブリ。

20

(項目 19)

基部と、

該基部に対して回転するように装着される主シャフトであって、近位端、遠位端、およびそれらの間に画定される主シャフト回転軸を備える主シャフトと、

該主シャフトの内部に装着される第1の駆動シャフトであって、該主シャフト回転軸からオフセットされている第1の駆動シャフトと、

該主シャフトの内部に装着される第2の駆動シャフトであって、該主シャフト回転軸からオフセットされている第2の駆動シャフトと、

該主シャフト、該第1の駆動シャフト、および該第2の駆動シャフトと連結される作動アセンブリと、

30

入力部および出力部を備えるコントローラであって、該入力部は、入力デバイスと連結されて、該入力デバイスから少なくとも1つの入力信号を受信し、該出力部は、該作動アセンブリと連結されて、少なくとも1つの制御信号を該作動アセンブリに出力し、該コントローラは、プロセッサと命令を含む有形媒体とを備え、該命令は、実行されると、該少なくとも1つの入力信号に応じて、該プロセッサに該少なくとも1つの制御信号を生成させ、それにより、該入力デバイスは、

該主シャフトを該基部に対して回転させることと、

該第1の駆動シャフトを該主シャフトに対して回転させることと、

該第2の駆動シャフトを該主シャフトに対して回転させることと

を独立して行うように、ユーザによって使用されることができる、コントローラと、

40

該主シャフトと連結されるエンドエフェクタであって、それにより、該エンドエフェクタは、該主シャフトの回転によって回転させられ、

該第1の駆動シャフトと連結される第1のシャフト駆動型作動機構と、

該第2の駆動シャフトと連結される第2のシャフト駆動型作動機構と

を備えるエンドエフェクタと

を備える、ロボットシステム

(項目 20)

上記作動アセンブリは、

上記第1の駆動シャフトおよび上記コントローラと連結される第1のモータと、

上記第2の駆動シャフトおよび該コントローラと連結される第2のモータと、

50

上記主シャフトおよび該コントローラと連結される主シャフトモータとを備える、項目 19 に記載のシステム。

(項目 21)

上記作動アセンブリは、

上記第 1 のモータおよび上記コントローラと連結される第 1 のエンコーダであって、該第 1 のモータの位置に応じて、該コントローラに第 1 のモータ位置信号を出力する第 1 のエンコーダと、

上記第 2 のモータおよび該コントローラと連結される第 2 のエンコーダであって、該第 2 のモータの位置に応じて、該コントローラに第 2 のモータ位置信号を出力する第 2 のエンコーダと、

上記主シャフトモータおよび該コントローラと連結される主シャフトエンコーダであって、該主シャフトモータの位置に応じて、該コントローラに主シャフト位置信号を出力する主シャフトエンコーダと

を備える、項目 20 に記載のシステム。

(項目 22)

上記エンドエフェクタと連結される制御ケーブルであって、上記主シャフトの近位端と遠位端との間の該主シャフト内をルーティングされる制御ケーブルをさらに備え、該制御ケーブルの運動は、該エンドエフェクタを作動させる、項目 19 に記載のシステム。

(項目 23)

第 1、第 2、および第 3 の駆動特徴とのツールインターフェースを有するマニピュレータ上に装着するためのロボットツールであって、該ツールは、

該ツールインターフェースに解放可能に装着可能な近位ツール台座と、

遠位の自由度とシャフト駆動型作動機構とを有する遠位エンドエフェクタと、

該台座に隣接する近位端、該エンドエフェクタに隣接する遠位端、それらの間に延在する内腔、および該近位端の遠位方向の側面開口部を有する主シャフトと、

該台座が該ツールインターフェースに装着されると、該ツールインターフェースの該駆動特徴を該エンドエフェクタに動作可能に連結するハイブリッドケーブル/シャフト駆動システムであって、それにより、該第 1 の駆動特徴の作動が、該主シャフトおよび該エンドエフェクタを該台座に対して主シャフト回転軸の周りで回転させること、該主シャフトの該内腔内で該台座から遠位方向に延在するケーブルが、該エンドエフェクタの該遠位の自由度を該第 2 の駆動特徴に連結させること、および該第 1 の駆動シャフトが、該主シャフト内の該側面開口部を通して該エンドエフェクタの該シャフト駆動型作動機構を該第 3 の駆動特徴に連結させることであって、該第 1 の駆動シャフトは、該主シャフト回転軸からオフセットされている、ことが行われる、ハイブリッドケーブル/シャフト駆動システムとを備える、ツール。

(項目 24)

回転可能な主シャフト内をルーティングされるオフセット駆動シャフトを介してトルクを伝達する方法であって、該方法は、

基部に対して回転する主シャフトを支持することであって、それにより、該主シャフトが主シャフト回転軸の周りを回転する、ことと、

該主シャフトに対して回転する駆動シャフトを支持することであって、それにより、該駆動シャフトは、該主シャフト回転軸からオフセットされている駆動シャフト回転軸の周りを回転する、ことと、

該駆動シャフトを駆動特徴と係合させることであって、該駆動特徴は、該主シャフトが回転するとき、該基部に対して固定される駆動特徴回転軸を有する、ことと、

該主シャフトを該基部に対して回転させることと、

該駆動特徴を該主シャフトに対して回転させることであって、それにより、該駆動シャフトを該主シャフトに対して回転させる、ことと

を含む、方法。

(項目 25)

上記主シャフトは、上記基部に対して回転し、上記駆動シャフトは、同時に、該主シャフトに対して回転する、項目 2 4 に記載の方法。

(項目 2 6)

低侵襲性手術方法であって、

基部を操作することによって、エンドエフェクタを低侵襲性開口または天然開口を通して患者内の内部手術部位に導入することであって、該エンドエフェクタは、細長い器具シャフトによって該基部に対して支持される、ことと、

該器具シャフトを該基部に対して器具シャフト回転軸の周りで回転させることによって、該エンドエフェクタを該基部に対して回転させることと、

第 1 の駆動シャフトを該器具シャフトに対して回転させることによって、該エンドエフェクタを用いて手術タスクを実行することであって、それにより、第 1 の駆動シャフトが該エンドエフェクタを作動させ、該第 1 の駆動シャフトは、該器具シャフトに対して、該器具シャフト回転軸からオフセットされている第 1 の駆動シャフト回転軸の周りを回転する、ことと

を含む、方法。

(項目 2 7)

第 2 の駆動シャフトを回転させることによって、上記エンドエフェクタを作動させることをさらに含み、該第 2 の駆動シャフトは、上記器具シャフトに対して、上記器具シャフト回転軸からオフセットされている第 2 の駆動シャフト回転軸の周りを回転する、項目 2 6 に記載の方法。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図 1】図 1 は、多くの実施形態による、手術を行うために使用されている低侵襲性ロボット手術システムの平面図である。

【図 2】図 2 は、多くの実施形態による、ロボット手術システムのための外科医の制御コンソールの斜視図である。

【図 3】図 3 は、多くの実施形態による、ロボット手術システムの電子カートの斜視図である。

【図 4】図 4 は、多くの実施形態による、ロボット手術システムを図式的に図示する。

【図 5】図 5 A は、多くの実施形態による、ロボット手術システムの患者側カート（手術ロボット）の正面図である。図 5 B は、ロボット手術ツールの正面図である。

【図 6】図 6 は、多くの実施形態による、回転可能な主シャフト内に 2 つのオフセット駆動シャフトを有するロボットアセンブリを図式的に図示する。

【図 7】図 7 は、多くの実施形態による、コントローラとの図 6 のロボットアセンブリの統合を図式的に図示する。

【図 8】図 8 は、多くの実施形態による、ロボットツールおよび関連するロボットシステムを図式的に図示する。

【図 9】図 9 は、多くの実施形態による、ロボットツールマニピュレータに解放可能に装着可能であるロボットツールの斜視図である。

【図 10】図 10 は、多くの実施形態による、作動アセンブリを示す、図 9 のロボットツールの近位端の斜視図である。

【図 11】図 11 は、多くの実施形態による、第 1 のオフセット内部駆動シャフトを作動するために使用される構成要素を図示する、図 10 の作動アセンブリの断面の斜視図である。

【図 12】図 12 は、多くの実施形態による、第 2 のオフセット内部駆動シャフトを作動するために使用される、図 10 の作動アセンブリの構成要素を図示する、斜視図である。

【図 13】図 13 は、多くの実施形態による、種々の構成要素およびエンドエフェクタ制御ケーブルのルーティングを図示する、図 10 の作動アセンブリの断面の斜視図である。

【図 14】図 14 は、多くの実施形態による、種々の構成要素およびエンドエフェクタ制御ケーブルのルーティングを図示する、図 10 の作動アセンブリの断面である。

10

20

30

40

50

【図 15】図 15 A は、多くの実施形態による、内部に装着されたオフセット駆動シャフトがそこを通過して駆動される開口部、および主シャフトを回転するために使用される外側歯車歯を示す、回転可能な主シャフトを近位ツール台座と連結するために使用される主シャフト連結継手の斜視図である。図 15 B は、多くの実施形態による、2 つの内部のオフセット駆動シャフトと、関連する支持継手とを含む、内部サブアセンブリの斜視図である。図 15 C は、多くの実施形態による、図 15 A および 15 B の構成要素の組み合わせを示す、斜視図である。図 15 D は、多くの実施形態による、図 15 A および 15 B の構成要素の組み合わせを示す、後方図である。

【図 16】図 16 は、多くの実施形態による、減少した部品数構造を有する作動アセンブリの斜視図である。

10

【図 17】図 17 は、図 16 の作動アセンブリの断面斜視図である。

【図 18】図 18 A および 18 B はそれぞれ、図 16 の作動アセンブリの近位端図および遠位端図である。

【図 19】図 19 は、多くの実施形態による、近位ツール台座内の図 16 の作動アセンブリの統合の平面図である。

【図 20】図 20 は、多くの実施形態による、手術アセンブリの簡略された図式的な図示である。

【図 21】図 21 は、多くの実施形態による、回転可能な主シャフト内にルーティングされたオフセット駆動シャフトを介してトルクを伝達するための方法のフロー図である。

【図 22】図 22 は、多くの実施形態による、低侵襲性手術方法のフロー図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0029】

機構、アセンブリ、システム、ツール、およびオフセット駆動シャフトの使用を独立回転部材内に組み込む方法を提供する。その様な機構、アセンブリ、システム、ツール、および方法は、手術、特に、低侵襲性手術、低侵襲性ロボット手術、ならびに他の種類の手術における使用に特に有益であってもよい。本明細書に開示される種々の実施形態は、主に、手術用途に関して説明されるが、関連した機構、アセンブリ、システム、ツール、および方法は、多種多様な用途（ヒトの体内および体外の両方）、ならびに非手術用途に使用することができる。

【0030】

30

（低侵襲性ロボット手術）

ここで図面（いくつかの図にわたり、同様の参照番号は同様の部分を表す）を参照すると、図 1 は、低侵襲性ロボット手術（MIRS）システム 10 の平面図である。システム 10 は、一般的には、手術台 14 に横たわっている患者 12 に低侵襲性診断または外科的手技を行うために使用される。システムは、手技中に外科医 18 による使用のための外科医用コンソール 16 を含む。1 人以上の助手 20 も、手技に参加し得る。MIRS システム 10 は、患者側カート 22（手術ロボット）と、電子カート 24 とをさらに含むことができる。患者側カート 22 は、外科医 18 がコンソール 16 を通して手術部位を視認している間、患者 12 の身体の低侵襲性切開を通る少なくとも 1 つの取り外し可能に連結された器具またはツールアセンブリ 26（以降では単に「ツール」と呼ばれる）を操作することができる。手術部位の画像は、患者側カート 22 によって操作されて内視鏡 28 を配向することができる立体内視鏡等の内視鏡 28 によって取得することができる。電子カート 24 は、外科医用コンソール 16 を介して後に外科医 18 に表示するための手術部位の画像を処理するために、使用することができる。一度に使用される手術ツール 26 の数は、概して、いくつかある要因の中でも、診断または外科的手技、および手術室内の空間的制約に依存する。手技中に使用されているツール 26 のうちの 1 つ以上を交換することが必要な場合、助手 20 は、患者側カート 22 からツール 26 を除去し、それを手術室内のトレイ 30 からの別のツール 26 と置換してもよい。

40

【0031】

図 2 は、外科医用コンソール 16 の斜視図である。外科医用コンソール 16 は、奥行き

50

感覚を可能にする手術部位の協調立体像を外科医 18 に提示する左眼ディスプレイ 32 と右眼ディスプレイ 34 とを含む。コンソール 16 はさらに、1 つ以上の入力制御デバイス 36 を含み、それは次に、患者側カート 22 (図 1 に示される) に 1 つ以上のツールを操作させる。入力制御デバイス 36 は、テレプレゼンス、つまり、外科医がツール 26 を直接制御する強い感覚を有するように、関連ツール 26 (図 1 に示される) と同じ自由度を提供することにより、制御デバイス 36 がツール 26 と一体であるという知覚を外科医に提供する。この目的を達成するために、位置、力、および触覚フィードバックセンサ (図示せず) が、入力制御デバイス 36 を介して外科医の手にツール 26 からの位置、力、および触感を返送するために採用されてもよい。

【0032】

外科医用コンソール 16 が、通常、患者と同じ部屋の中に位置することにより、外科医は、手技を直接監視し、必要であれば物理的に存在し、電話または他の通信媒体よりもむしろ直接助手に話し掛け得る。しかしながら、外科医は、患者とは異なる部屋、全く異なる建物、または他の遠隔場所に位置することができ、遠隔手術手技 (すなわち、滅菌野の外から操作すること) を可能にすることができる。

【0033】

図 3 は、電子カート 24 の斜視図である。電子カート 24 は、内視鏡 28 と連結することができ、外科医用コンソール上に、あるいは局所および / または遠隔に位置する任意の別の好適なディスプレイ上に、外科医等に後に表示するために捕捉された画像を処理するプロセッサを含むことができる。例えば、立体内視鏡が使用される場合、電子カート 24 は、手術部位の協調立体画像を外科医に提示するために、捕捉された画像を処理することができる。そのような協調は、対向画像間の整列を含むことができ、立体内視鏡の立体作業距離を調整するステップを含むことができる。別の実施例として、画像処理は、光学収差等の画像捕捉デバイスの撮像誤差を補うために、以前に決定されたカメラ校正パラメータの使用を含むことができる。

【0034】

図 4 は、ロボット手術システム 50 (図 1 の M I R S システム 10 等) を図式的に図示する。上述のように、外科医用コンソール 52 (図 1 の外科医用コンソール 16 等) は、低侵襲性手技中に患者側カート (手術ロボット) 54 (図 1 の患者側カート 22 等) を制御するために外科医によって使用することができる。患者側カート 54 は、手技部位の画像を捕捉し、捕捉された画像を電子カート 56 (図 1 の電子カート 24 等) に出力するために、立体内視鏡等の撮像デバイスを使用することができる。上述のように、電子カート 56 は、後続の表示前に、種々の方法で捕捉された画像を処理することができる。例えば、電子カート 56 は、外科医用コンソール 52 を介して組み合わせた画像を外科医に表示する前に、捕捉された画像を仮想コントロールインターフェースと重ね合わせることができる。患者側カート 54 は、電子カート 56 の外部において処理するために捕捉された画像を出力することができる。例えば、患者側カート 54 は、捕捉された画像を処理するために使用することができるプロセッサ 58 に、捕捉された画像を出力することができる。画像はまた、共同して、連続して、および / またはそれらの組み合わせで、捕捉された画像を処理するために共に連結することができる電子カート 56 とプロセッサ 58 との組み合わせによって処理することもできる。1 つ以上の別個のディスプレイ 60 も、手技部位の画像、または他の関連画像等の画像の局所および / または遠隔表示のために、プロセッサ 58 および / または電子カート 56 と連結することができる。

【0035】

図 5 A および 5 B は、それぞれ、患者側カート 22 および手術ツール 62 を示す。手術ツール 62 は、手術ツール 26 の実施例である。示された患者側カート 22 は、3 つの手術ツール 26、および手技の部位の画像の捕捉に使用される立体内視鏡等の撮像デバイス 28 の操作を提供する。操作は、いくつかのロボット関節を有するロボット機構によって提供される。撮像デバイス 28 および手術ツール 26 は、切開のサイズを最小化するように、運動学的遠隔中心が切開で維持されるように、患者の切開を通して載置され、操作され

10

20

30

40

50

ることができる。手術部位の画像は、撮像デバイス 28 の視野内に載置されるときに、手術ツール 26 の遠位端の画像を含むことができる。

【0036】

回転可能なシャフト内のオフセット駆動シャフト

図 6 は、多くの実施形態による、回転可能な主シャフト内に 2 つのオフセット駆動シャフトを有するロボットアセンブリ 70 を図式的に図示する。ロボットアセンブリ 70 は、回転可能な主シャフト 74 の遠位端に連結されるエンドエフェクタ 72 と、主シャフト 74 およびエンドエフェクタ 72 の両方と連結された作動アセンブリ 76 とを含む。

【0037】

エンドエフェクタ 72 は、エンドエフェクタ基部と、第 1 の作動機構 78 と、第 2 の作動機構 80 と、制御ケーブル機構 82 とを含む。エンドエフェクタ基部は、回転可能な主シャフト 74 に旋回可能に連結される。第 1 の作動機構 78 および第 2 の作動機構 80 は、シャフト駆動型であり、さまざまなエンドエフェクタ特徴および / またはデバイス、たとえば、クランピング特徴、可動式切断特徴、切断およびステープリング特徴、または別の好適なエンドエフェクタ特徴、および / またはシャフト駆動型機構で作動および / または関節動作することができるデバイスを、作動および / または関節動作させるために使用することができる。制御ケーブル機構 82 もまた、さまざまなエンドエフェクタ特徴および / またはデバイス、特に、迅速な反応が望ましいもの、例えば、把持特徴、エンドエフェクタ基部を主シャフトに対して関節動作させるために使用されるエンドエフェクタ基部リストに対する主シャフト、または 1 つ以上の制御ケーブルを介して作動および / または関節動作することができる別の好適な特徴および / またはデバイスを、作動および / または関節動作させるために使用することができる。

【0038】

エンドエフェクタ基部は、主シャフト回転軸の周囲の主シャフト 74 の回転が、エンドエフェクタ基部の対応する回転を生じるように、回転可能な主シャフト 74 と連結される。上述のように、主シャフト 74 を独立して回転させる能力は、非回転主シャフトに対するエンドエフェクタ操作性の増大を提供し、それは、ある特定の手術手技中、例えば、ある特定の低侵襲性手術手技に有益であってもよい。エンドエフェクタ基部はまた、付加的なエンドエフェクタ操作性を提供する好適なリスト機構 84 を用いて、回転可能な主シャフト 74 に連結することができる。

【0039】

2 つの駆動シャフトを使用して、エンドエフェクタシャフト駆動型作動機構を駆動する。第 1 の駆動シャフト 86 は、主シャフト回転軸からオフセットされる第 1 の駆動シャフト回転軸の周囲の回転のために装着される。第 1 の駆動シャフト 86 は、第 1 の作動機構 78 と動作可能に連結される。同様に、第 2 の駆動シャフト 88 は、主シャフト回転軸からオフセットされる第 2 の駆動シャフト回転軸の周囲の回転のために装着される。第 2 の駆動シャフト 88 は、第 2 の作動機構 80 と動作可能に連結される。

【0040】

作動アセンブリ 76 は、回転可能な主シャフト 74、第 1 の駆動シャフト 86、第 2 の駆動シャフト 88、および制御ケーブル 82 と連結される。回転可能な主シャフト 74 は、作動アセンブリ 76 の基部に対する回転のために装着される。作動アセンブリ 76 は、基部に対する回転可能な主シャフト 74 の回転を生じるように動作可能である。作動アセンブリ 76 はまた、基部に対する回転可能な主シャフト 74 の回転、回転可能な主シャフト 74 に対する第 1 の駆動シャフト 86 の回転、および回転可能な主シャフト 74 に対する第 2 の駆動シャフト 88 の回転の任意の組み合わせを生じるように動作可能である。したがって、第 1 の作動機構 78 および / または第 2 の作動機構 80 は、独立して、および / または回転可能な主シャフト 74 の回転と同時に、作動することができる。

【0041】

作動アセンブリ 76 は、基部に対する回転可能な主シャフト 74 の回転中でさえ、第 1 の駆動シャフト 86 および第 2 の駆動シャフト 88 が、回転可能な主シャフト 74 に対し

10

20

30

40

50

て、独立して回転することができる、上述の機能性を提供するように構成される。作動アセンブリ 76 は、主シャフトエンコーダ 92 と連結された主シャフトモータ 90 と、主シャフトインターフェース 94 と、第 1 のエンコーダ 98 および第 1 のインターフェース 100 と連結された第 1 のモータ 96 と、第 2 のエンコーダ 104 および第 2 のインターフェース 106 と連結された第 2 のモータ 102 と、制御ケーブルエンコーダ 110 および制御ケーブルインターフェース 112 に連結された制御ケーブルモータ 108 とを含む。主シャフトインターフェース 94 は、回転運動を主シャフトモータ 90 から回転可能な主シャフト 74 に移動させるように、回転可能な主シャフト 74 と連結される。主シャフトモータ 90 は、移動した回転運動が、基部に対する回転可能な主シャフト 74 の回転をもたらすように、基部と固定して連結することができる。主シャフトエンコーダ 92 は、主シャフトモータ 90、主シャフトインターフェース 94、および / または回転可能な主シャフト 74 の配向を測定し、測定された配向を有するコントローラを提供するように、コントローラ (図 6 に図示せず) と連結することができる。第 1 のインターフェース 100 は、回転可能な主シャフト 74 の任意の配向および / または回転運動中に、回転運動を、第 1 のモータ 96 から第 1 の駆動シャフト 86 に移動させるために動作可能になるように、第 1 の駆動シャフト 86 に連結される。第 1 のエンコーダ 98 は、第 1 のモータ 96、第 1 のインターフェース 100、および / または第 1 の駆動シャフト 86 の配向を測定し、測定された配向を有するコントローラを提供するように、コントローラと連結することができる。第 2 のインターフェース 106 は、回転可能な主シャフト 74 の任意の配向および / または回転運動中に、回転運動を、第 2 のモータ 102 から第 2 の駆動シャフト 88 に移動するために動作可能になるように、第 2 の駆動シャフト 88 と連結される。第 2 のエンコーダ 104 は、第 2 のモータ 102、第 2 のインターフェース 106、および / または第 2 の駆動シャフト 88 の配向を測定し、測定された配向を有するコントローラを提供するように、コントローラと連結することができる。制御ケーブルインターフェース 112 は、制御ケーブル機構 82 と動作可能に連結される制御ケーブル 114 と連結される。制御ケーブル 114 は、例えば、主シャフト回転軸の近傍にルーティングされ、回転可能な主シャフト 74 の回転に依る制御ケーブルの長さの変化を最小化することによって、および主シャフト 74 のいくつかの回転配向をもたらす場合がある (例えば、ケーブルとケーブルの摩擦を容認する構成を有することによる) 制御ケーブルの任意のねじれおよび / または制御ケーブル間のねじれを容認するように構成されることによって、回転可能な主シャフト 74 の回転配向範囲を容認するようにルーティングすることができる。制御ケーブルエンコーダ 110 は、制御ケーブルモータ 108、および / または制御ケーブルインターフェース 112 の配向を測定し、測定された配向を有するコントローラを提供するためにコントローラに連結することができる。

【0042】

図 7 は、多くの実施形態による、コントローラ 116 を有するロボットアセンブリ 70 の構成要素の統合を図示する簡略化されたブロック図である。コントローラ 116 は、バスサブシステム 120 を介して、多くの周辺デバイスと通信する少なくとも 1 つのプロセッサ 118 を含む。これらの周辺デバイスは、一般的には、記憶サブシステム 122 を含む。

【0043】

記憶サブシステム 122 は、コントローラ 116 の機能性を提供する基本的プログラミングおよびデータ構造を維持する。上述のロボットアセンブリ機能性を実行するためのソフトウェアモジュールは、一般的には、記憶サブシステム 122 内に記憶される。記憶サブシステム 122 は、一般的には、メモリサブシステム 124 と、ファイル記憶サブシステム 126 とを含む。

【0044】

メモリサブシステム 124 は、一般的には、プログラム実行中に命令およびデータを記憶するための主ランダムアクセスメモリ (RAM) 128 と、固定命令が記憶される読み出し専用メモリ (ROM) 130 とを含む、多くのメモリを含む。

【 0 0 4 5 】

ファイル記憶サブシステム 1 2 6 は、プログラムおよびデータファイルのための永続性（不揮発性）記憶を提供し、ハードドライブ、ディスクドライブ、または他の不揮発性メモリ（フラッシュメモリ等）を含むことができる。入力デバイス、例えば、ディスクドライブを使用して、上述のソフトウェアモジュールを入力することができる。あるいは、他の既知の構成を使用して、ソフトウェアモジュール、例えば、USBポートを入力してもよい。

【 0 0 4 6 】

この文脈では、「バスサブシステム」という用語は、一般に、意図されるように、種々の構成要素およびサブシステムを、互いに通信させるための任意の機構を含むように使用される。バスサブシステム 1 2 0 を、単一のバスとして概略的に示すが、一般的なシステムは、ローカルバスおよび1つ以上の拡張バス（例えば、ADB、SCSI、ISA、EISA、MCA、NuBus、またはPCI）等の多くのバス、ならびにシリアルおよびパラレルポートを有する。

【 0 0 4 7 】

コントローラ 1 1 6 は、入力制御デバイス 3 6（図 2 に示す）からの信号、ならびに主シャフトエンコーダ 9 2、第 1 のエンコーダ 9 8、第 2 のエンコーダ 1 0 4、および制御ケーブルエンコーダ 1 1 0 からの信号を含む、分類された受信信号に応じて、ロボットアセンブリ 7 0 の構成要素を制御する。制御された構成要素は、主シャフトモータ 9 0、第 1 のモータ 9 6、第 2 のモータ 1 0 2、および制御ケーブルモータ 1 0 8 を含む。デジタル/アナログ変換器等の付加的な構成要素（図示せず）を使用して、コントローラ 1 1 6 を用いて構成要素とインターフェースすることができる。

【 0 0 4 8 】

図 8 は、多くの実施形態による、ロボット手術システム内のロボット手術ツール 1 3 2 の統合を図示する、簡略されたブロック図である。ツール 1 3 2 は、近位ツール台座 1 3 4 とインターフェースするように構成されたツールインターフェースを有するマニピュレータ 1 3 6 上に解放可能に装着可能になるように構成された近位ツール台座 1 3 4 を含む。ツール 1 3 2 はさらに、上述のように、主シャフトモータによって回転させられたとき、近位ツール台座 1 3 4 に対して回転するように装着される細長い主シャフト 7 4 を含む。エンドエフェクタ 1 4 0 は、主シャフトに沿って回転するように、主シャフト 7 4 の遠位端と連結される。主制御システム 1 4 2 は、マニピュレータ 1 3 6 と動作可能に連結される。補助制御システム 1 4 4 はまた、マニピュレータ 1 3 6 と動作可能に連結することができる。主制御システム 1 4 2 と補助制御システム 1 4 4 との組み合わせを使用して、マニピュレータ 1 3 6 を介するツール 1 3 2 のすべての考えられる関節運動を制御することができる。例えば、補助制御システム 1 4 4 は、第 1 の駆動シャフトの回転および第 2 の駆動シャフトの回転のために駆動モータを制御することができる。主制御システム 1 4 2 は、主シャフトの回転のための駆動モータ、および1つ以上の制御ケーブル駆動モータを制御することができる。独立して回転する主シャフト内にルーティングされた1つ以上のオフセット駆動シャフトを有する提示的に開示されるロボットツールの使用を可能にするように、その様な補助コントローラを使用して、既存のロボット手術システム構造を補完することができる。

【 0 0 4 9 】

図 9 は、多くの実施形態による、ロボット手術ツール 1 3 2 の斜視図である。上述のように、ツール 1 3 2 は、ツールマニピュレータ 1 3 6 上に解放可能に装着可能になるように構成された近位ツール台座 1 3 4 を含む。回転可能な主シャフト 7 4 は、エンドエフェクタ 1 4 0 を、近位ツール台座 1 3 4 と連結させる。

【 0 0 5 0 】

図 1 0 は、多くの実施形態による、作動アセンブリ 1 4 2 を示す図 9 の近位ツール台座 1 3 4（カバーなし）の斜視図である。作動アセンブリ 1 4 2 は、第 1 のオフセット駆動シャフトを作動するための第 1 のモータ 9 6 と、第 2 のオフセット駆動シャフトを作動す

10

20

30

40

50

るための第２のモータ１０２とを含む。上述の種々のエンコーダ（例えば、主シャフトエンコーダ９２、第１のエンコーダ９８、第２のエンコーダ１０４、および制御ケーブルエンコーダ１１０）は、作動アセンブリ１４２内に統合されることができる。第１のモータ９６は、第１のモータ９６を選択的に駆動するためのコントローラと連結された噛合電気接続ピンと連結されるように構成された一組の電気接続ピン１４４と連結される。同様に、第２のモータ１０２は、第２のモータ１０２を選択的に駆動するためのコントローラと連結された噛合電気接続ピンと連結されるように構成された、一組の電気接続ピン１４６と連結される。

【００５１】

図１１は、多くの実施形態による、第１のオフセット内部駆動シャフトを作動するために使用された構成要素を示す、図１０の作動アセンブリ１４２の断面の斜視図である。第１のモータ９６は、第１のモータギア１４８と回転可能に連結される。第１のモータギア１４８は、第１の連結シャフト１５２を駆動する第１の連結シャフト近位ギア１５０を係合し、および駆動する。連結シャフト１５２は、次に、第１の連結シャフト遠位ギア１５４を回転させる。第１の連結シャフト遠位ギア１５４は、第１の連結シャフト遠位ギア１５４を係合する外側歯車歯１５８と、内側環歯車歯１６０の両方を含む、第１の環状ギア１５６を係合する。第１の環状ギア１５６は、第１の環状ギア軸受１６２を介して、回転可能な主シャフト７４の中心線の周りを回転するように装着される。第１の駆動シャフト８６は、回転可能な主シャフト回転軸からオフセットされる、第１の駆動シャフト回転軸の周りを回転するように装着される。第１の駆動シャフト８６は、２つの第１の駆動シャフト支持軸受１６４を介して、主シャフトに装着される。第１の駆動シャフト８６は、第１の環状ギア１５６の内部ギア歯１６０を係合するように、主シャフトと結合継手１６８内の開口部から突出する外側歯車歯を含む、第１の駆動シャフトギア１６６と連結される。動作中、第１のモータ９６の回転は、第１のモータギア１４８を回転させ、第１の連結シャフト近位ギア１５０を回転させ、連結シャフト１５２を回転させ、第１の連結シャフト遠位ギア１５４を回転させ、第１の環状ギア１５６を回転させ、第１の駆動シャフトギア１６６を回転させ、主シャフト７４に対して第１の駆動シャフト８６を回転させる。

【００５２】

多くの実施形態では、作動アセンブリ１４２は、例えば、第１の駆動シャフト８６の軸方向運動の範囲に対して、第１の環状ギア１５６および主シャフト連結継手１６８内の開口部を設計することによって（例えば、第１の駆動シャフトギア１６６の突出するギア歯に適合するのに十分なサイズよりも、第１の駆動シャフト８６の軸方向運動の方向に、開口部および環状ギア１５６の寸法を増大させ、第１の駆動シャフトギア１６６が、第１の環状ギア１５６の内側環歯車に対して軸方向に摺動することを可能にさせることによって）、第１の駆動シャフト８６の軸方向運動の範囲に適合するように設計される。第１の駆動シャフト８６のそのような軸方向運動は、エンドエフェクタ基部が、第１の駆動シャフト８６の中心線からオフセットされるリスト軸の周りを回転する、主シャフトに対するエンドエフェクタ基部の関節動作中に生じてよい。

【００５３】

図１１はまた、多くの実施形態による、第２のオフセット内部駆動シャフト８８を作動するために使用した作動構成要素を図示する。第２の駆動シャフト８８は、回転可能な主シャフト回転軸からオフセットされている第２の駆動シャフト回転軸の周りを回転するように装着される。第２の駆動シャフト８８は、第２の駆動シャフト支持軸受１７０を介して、主シャフトに装着される。第２の駆動シャフト８８は、第２の環状ギア１７４の内側環歯車歯を係合するように、主シャフト連結継手１６８内の開口部から突出する外側歯車歯を含む第２の駆動シャフトギア１７２と連結される。第２の環状ギア１７４は、第２の環状ギア軸受１７５を介して、回転可能な主シャフト７４の中心線の周りを回転するように装着される。第１の駆動シャフトに関して上述のように、作動アセンブリ１４２はまた、例えば、第２の駆動シャフト８８の軸方向運動の範囲に対して、第２の環状ギア１７４および主シャフト連結継手１６８内の開口部を設計することによって、第２の駆動シャフ

ト 8 8 の軸方向運動の範囲に適合するように設計することもできる。

【 0 0 5 4 】

図 1 2 は、多くの実施形態による第 2 のオフセット内部駆動シャフトを作動するために使用される、図 1 0 の作動アセンブリ 1 4 2 の構成要素を図示する斜視図である。第 2 のモータ 1 0 2 は、第 2 のモータギア 1 7 6 と回転可能に連結される。第 2 のモータギア 1 7 6 は、第 2 の連結シャフト 1 8 0 を駆動する第 2 の連結シャフト近位ギア 1 7 8 を係合し、および駆動する。第 2 の連結シャフト 1 8 0 は、次に、第 2 の連結シャフト遠位ギア 1 8 2 を回転させる。第 2 の連結シャフト遠位ギア 1 8 2 は、第 2 の連結シャフト遠位ギア 1 8 2 を係合する外側歯車歯と、内側環歯車歯との両方を含む第 2 の環状ギア 1 7 4 を係合する。第 2 の環状ギア 1 7 4 は、第 2 の環状ギア軸受を介して、回転可能な主シャフトの中心線の周りを回転するように装着される。動作中、第 2 のモータ 1 0 2 の回転は、第 2 のモータギア 1 7 6 を回転させ、第 2 の連結シャフト近位ギア 1 7 8 を回転させ、第 2 の連結シャフト 1 8 0 を回転させ、第 2 の連結シャフト遠位ギア 1 8 2 を回転させ、第 2 の環状ギア 1 7 4 を回転させ、第 2 の駆動シャフトギア 1 7 2 を回転させ、回転可能な主シャフト 7 4 に対して第 2 の駆動シャフト 8 8 を回転させる。

10

【 0 0 5 5 】

多くの実施形態では、主シャフト連結継手 1 6 8 は、主シャフトモータ 9 0 (図示せず) によって駆動される主シャフトインターフェース 9 4 (図示せず) と係合された外側歯車歯 1 8 4 を含む。主シャフトインターフェース 9 4 および主シャフトモータ 9 0 は、近位ツール台座 1 3 4 が、ツールマニピュレータ 1 3 6 上に装着されるとき、主シャフト連結継手 1 6 8 と連結されるように、ツールマニピュレータ 1 3 6 (図 8 に示す) 上に位置することができる。

20

【 0 0 5 6 】

図 1 3 は、多くの実施形態による種々の構成要素およびエンドエフェクタ制御ケーブルのルーティングを図示する、図 1 0 の作動アセンブリの構成要素の断面の斜視図である。近位ツール台座 1 3 4 は、種々の構成要素のための装着基部を提供する基部 1 8 6 を含む。主シャフト連結継手 1 6 8 は、軸受 1 8 8 を介して、基部 1 8 6 に対して回転するように装着される。主シャフト連結継手 1 6 8 は、回転可能な主シャフト 7 4 を支持する。主シャフト 7 4 は、第 1 の駆動シャフト 8 6 、第 2 の駆動シャフト 8 8 、および二組の制御ケーブル 1 1 4 がそこを通過してルーティングされる軸方向の内腔を有する。第 1 の駆動シャフト 8 6 および第 2 の駆動シャフト 8 8 は、主シャフト連結継手 1 6 8 の中心線、および制御ケーブル 1 1 4 が、主シャフトの中心線に沿ってルーティングされることを可能にする回転可能な主シャフト 7 4 からオフセットされている。多くの実施形態では、基部に対する主シャフトの回転は、近位台座基部 1 8 6 に対するエンドエフェクタ基部の対応する回転による制御ケーブル 1 1 4 のねじれを生じさせる。主シャフトの中心線に沿った制御ケーブル 1 1 4 のルーティングは、例えば、ケーブルをケーブル摩擦力まで低減させることによって、および / または関連する制御ケーブル伸張を低減させることによって、その様なねじれに関係して生じる場合がある制御ケーブルの動作への悪影響を低減させることに役立つ場合がある。

30

【 0 0 5 7 】

多くの実施形態では、一組の制御ケーブルは、共通の作動機構によって、例えば、一組の制御ケーブルがその周囲に巻きつけられるキャプスタンによって作動させられる。その様な共通の作動機構を使用して、一組のケーブルのうちの 1 つの制御ケーブルを後退させることができ、一組のうちの他方の制御ケーブルは、対応する量だけ解放される。図 1 3 は、第 1 の制御ケーブルの組を作動させるための第 1 のキャプスタン 1 9 0 、および第 2 の制御ケーブルの組を作動させるための第 2 のキャプスタン 1 9 2 を図示する。

40

【 0 0 5 8 】

多くの実施形態では、第 1 の駆動シャフト 8 6 は、第 1 の駆動シャフト 8 6 の遠位端を第 1 の駆動シャフト延長部 2 0 0 の近位端と連結させる第 1 のスプライン連結 1 9 4 を介して、第 1 の駆動シャフト延長部 2 0 0 と回転可能に連結される。第 1 のスプライン連結

50

194を使用して、例えば、第1の駆動シャフト86が、必要以上の費用を伴わずに生成することができるように、およびより容易に全体のアセンブリに組み立てられるように、簡便に寸法決定された第1の駆動シャフト86の使用を可能にすることができる。第1のスプライン連結194はまた、上述のように、主シャフト中心線からオフセットされている第1の駆動シャフト延長部200によって、主シャフトに対するエンドエフェクタ基部の関節動作をもたらしてもよい、第1の駆動シャフト延長部200の軸方向運動の範囲の適合のために提供することができる。同様に、第2のスプライン連結196は、第2のオフセット駆動シャフト88との接続に使用することができ、同様の利点を提供し得る。

【0059】

図14は、多くの実施形態による種々の構成要素およびエンドエフェクタ制御ケーブルのルーティングをさらに図示する、図10の作動アセンブリの構成要素の断面図である。第1の環状ギア156の内側環歯車歯は、主シャフト連結継手に対する第1の環状ギア156の回転が、主シャフト連結継手に対する対応する第1の駆動シャフト86の回転を生じさせるように、第1の駆動シャフトギア166と相互作用する。第2の環状ギア174の内側環歯車歯は、主シャフト連結継手に対する第2の環状ギア174の回転が、主シャフト連結継手に対する第2の駆動シャフト88の対応する回転を生じさせるように、第2の駆動シャフトギア172と相互作用する。

【0060】

図15Aは、多くの実施形態による、主シャフト連結継手168の斜視図である。主シャフト連結継手168は、多くの開口部、スロット、締結穴、ならびに外側歯車歯を含む。第1の開口部206は、第1の駆動シャフトギア166の突出するギア歯を収容する。第2の開口部208は、第2の駆動シャフトギア172の突出するギア歯を収容する。第3の開口部210は、第2の駆動シャフトの近位端を支持するために使用された駆動シャフト軸受支持継手の突出特徴を収容する。駆動シャフト支持軸受装着締結具を収容する多くの締結穴212が提供される。多くの実施形態では、主シャフト連結継手168は、第1および第2の駆動シャフトの可逆的設置を可能にするために、対称な特徴を含む。外側歯車歯184を使用して、主シャフト連結継手168を近位ツール台座の基部に対して回転させる。2つのスロット214は、第1のスプライン連結194および第2のスプライン連結196を収容する。

【0061】

図15Bは、多くの実施形態による、2つの内部オフセット駆動シャフトと、関連する支持軸受装着構成要素とを含む内部サブアセンブリの斜視図である。第1の駆動シャフト近位部分198および第2の駆動シャフト近位部分202は、4つの支持継手216によって支持される軸受内に受容される。4つの内部支持継手216は、継手一組当たり2つの締結具220を介して、内部支持継手216と連結される対応する4つの外部支持継手218を介して、主シャフト連結継手168内の位置に維持される。

【0062】

図15Cおよび15Dは、多くの実施形態による、図15Aおよび15Bの構成要素の組み合わせを示す図である。図15Cは、組み合わせの斜視図であり、図15Dは、内部支持継手216に対して、第2の駆動シャフト近位端を固着するために使用した締結具220、外側歯車歯184、外部支持継手218、第1の駆動シャフトギア166、第2の駆動シャフトギア172、2つの内部支持継手216、および保持器環222を示す、端部図を示す。隣接する内部支持継手216との間に位置する中央空間224は、制御ケーブル（図示せず）のルーティングを収容する。

【0063】

代替アプローチを使用して、オフセット内部駆動シャフトを支持することができる。例えば、図16は、減少した部品数構造を有する作動アセンブリ230の斜視図である。作動アセンブリ230は、上述の2つのオフセット駆動シャフト86、88の独立した作動を提供するが、2つのオフセット駆動シャフト86、88を支持するために使用した、上述の構成要素のうちのいくつかを排除する。作動アセンブリ230は、上述の構成要素、

10

20

30

40

50

例えば、第１の駆動シャフト８６（図から隠される）、第２の駆動シャフト８８、第１の環状ギア１５６、および第２の環状ギア１７４のうちのいくつかを含む。作動アセンブリ２３０は、駆動シャフト支持軸受のための統合された支持を有して構成される、主シャフト連結継手１６８Ａを含む。上述の主シャフト連結継手１６８と同様に、主シャフト連結継手１６８Ａは、上述の主シャフトインターフェース９４（図示せず）との係合のための外側歯車歯１８４を含む。

【００６４】

図１７は、主シャフト連結継手１６８Ａへの駆動シャフト軸受の支持の統合の詳細を図示する、作動アセンブリ２３０の斜視的断面図である。主シャフト連結継手１６８Ａは、第１の駆動シャフト支持軸受１６４Ａ、１６４Ｂ、および第２の駆動シャフト支持軸受１７０Ａ、１７０Ｂとインターフェースする、外部的にアクセス可能な凹部２３２、２３４、２３６で構成される。保持器環２４４、２４６を使用して、凹部２３４内に支持軸受１６４Ａ、１６４Ｂを保持する。保持器環２４０、２４２を使用して、凹部２３６内に支持軸受１７０Ａ、１７０Ｂを保持する。遠位方向に配置された凹部２３２は、第１の駆動シャフト８６の遠位端に適合するように成形される。近位方向に配置された凹部２３４は、近位方向に配置された支持軸受１６４Ａ、１６４Ｂを支持し、第１の駆動シャフト８６の近位端に適合するように成形される。主シャフト連結継手１６８Ａは、摺動的に受容され、第１の駆動シャフト８６に適合するように構成された内腔２３８を含む。遠位方向に配置された凹部２３６は、支持軸受１７０Ａ、１７０Ｂを支持し、第２の駆動シャフト８８に適合するように成形される。

【００６５】

第１の駆動シャフト８６は、以下のアセンブリ順序を使用して作動アセンブリ２３０に組み立てることができる。まず、支持軸受１６４Ａを、その設置位置に定置する。次いで、保持器環２４４を、主シャフト連結継手１６８Ａの近位端から、その設置位置に移動させる。次いで、第１の環状ギア１５６と、第１の環状ギア軸受１６２とを備えるサブアセンブリを、主シャフト連結継手１６８Ａの近位端から、その設置位置に移動させる。次いで、第１の駆動シャフト８６を、第１の駆動シャフト８６の遠位端を、支持軸受１６４Ａ、および内腔２３８を通して螺入することによって設置する。次いで、支持軸受１６４Ｂを、凹部２３４に沿って、その設置位置に摺動させる。最後に、次いで、保持器環２４６を、主シャフト連結継手１６８Ａの近位端からその設置位置に移動させる。同様の順序を、作動アセンブリ２３０内への第２の駆動シャフト８８の設置のために使用することができる。

【００６６】

図１８Ａおよび１８Ｂはそれぞれ、作動アセンブリ２３０の近位端図および遠位端図である。図１８Ａは、近位凹部２３４および第１の駆動シャフト８６に対して近位方向に位置する支持軸受１６４Ｂを示す。保持器環２４０、２４２、２４４、２４６はそれぞれ、支持軸受１７０Ａ、１７０Ｂ、１６４Ａ、１６４Ｂに適合するように局所的に成形される。図１８Ｂは、第１の駆動シャフト８６および第２の駆動シャフト８８の遠位端、主シャフト連結継手１６８Ａ内の関連する凹部２３４、２３６、ならびに凹部２３６内に配置された支持軸受１７０Ａを示す。

【００６７】

図１９は、多くの実施形態による、近位ツール台座２５０内の作動アセンブリ２３０の統合を図示する平面図である。作動アセンブリ２３０を支持し、作動させることに加えて、近位ツール台座２５０はさらに、回転可能な主シャフト内でルーティングされる、三組の制御ケーブルのための作動およびルーティング構成要素を含む。

【００６８】

図２０は、多くの実施形態による、手術アセンブリ２６０の図面的図示の簡略化された斜視図である。手術アセンブリ２６０は、近位作動機構２６２と、回転可能な主シャフト２６４と、エンドエフェクタ２６６と、リスト機構２６８とを含む。エンドエフェクタ２６６は、１つ以上のシャフト駆動型機構（例えば、クランピング機構、線形切断機構、ス

テープリング機構)を含むことができる。手術アセンブリ260はまた、1つ以上のケーブル作動型機構、例えば、リスト機構268を介して、主シャフトに対して、エンドエフェクタの基部を関節動作させるケーブル作動機構、および/またはエンドエフェクタ基部に対して、エンドエフェクタの一部を関節動作させるケーブル作動機構を含むことができる。近位作動機構262は、回転可能な主シャフト264内にルーティングされた、1つ以上のオフセット駆動シャフトの装着および作動のために、上述の作動機構を含むことができる。近位作動機構262は、種々の用途における使用のために、例えば、主シャフト264、および/または1つ以上の内部駆動シャフトの回転のための手動および/または自動作動を有する携帯型デバイスとして構成することができる。したがって、手術アセンブリ260は、低侵襲性ロボット手術、例えば、非ロボット低侵襲性手術、非低侵襲性ロボット手術、非ロボット非低侵襲性手術に及ぶ用途、ならびに回転可能な外側シャフト内の1つ以上のオフセット駆動シャフトの使用が有益であろう他の用途を有することができる。

10

【0069】

図21は、多くの実施形態による、回転可能な主シャフト内にルーティングされたオフセット駆動シャフトを介してトルクを伝達するための方法270の簡略されたフロー図である。ステップ272において、主シャフトは、基部に対して回転するように支持される。ステップ274において、駆動シャフトは、主シャフトに対して、主シャフト回転軸からオフセットされる駆動シャフト回転軸の周りを回転するように支持される。ステップ276において、オフセット駆動シャフトは、基部に対して固定される回転軸を有する駆動特徴と係合する。ステップ278において、主シャフトは、基部に対して回転させられる。ステップ280において、駆動シャフトは、駆動特徴を主シャフトに対して回転させることによって、主シャフトに対して回転させられる。方法270のステップは、例えば、図6～図19に関して上述の実施形態を使用して、達成することができる。

20

【0070】

図22は、多くの実施形態による、低侵襲性手術方法290の簡略化されたフロー図である。ステップ292において、手術ツールのエンドエフェクタは、低侵襲性開口または天然の身体開口を通して、手術部位、例えば、内部手術部位に導入される。エンドエフェクタは、エンドエフェクタが、基部に対して、器具シャフトとともに回転することができるように、基部に対して回転するように装着された細長い器具シャフトの遠位端に装着される。エンドエフェクタは、器具シャフトに対する第1の駆動シャフトを回転させることができるが、エンドエフェクタの第1の機構を作動させるように、第1の駆動シャフトと動作可能に連結され、第1の駆動シャフトは、器具シャフト回転軸からオフセットされる第1の駆動シャフト回転軸の周囲で、器具シャフトに対して回転するように装着される。ステップ294において、エンドエフェクタは、器具シャフトを回転することによって回転される。ステップ296において、手術タスクは、エンドエフェクタの第1の機構を作動させることによって、エンドエフェクタを用いて実施される。

30

【0071】

多くの実施形態において、方法290は、2つの駆動シャフトによって作動されるエンドエフェクタの使用に伴う。広範囲のエンドエフェクタ機構は、駆動シャフト作動型であることができる。例えば、エンドエフェクタは、第1の駆動シャフトによって作動されたクランピング特徴を含むことができる。エンドエフェクタは、第2の駆動シャフトによって作動された可動式切断特徴を含むことができる。手術タスクは、組織のクランピング、可動式切断特徴を用いる組織の切断を含むことができる。第2の駆動シャフトは、器具シャフトに対して、器具シャフト回転軸からオフセットされる第2の駆動シャフト回転軸の周囲で、回転するように装着することができる。エンドエフェクタは、第2の駆動シャフトによって作動された切断およびステープリングデバイスを含むことができる。手術タスクは、クランピング特徴を用いる組織のクランピング、切断およびステープリングデバイスを用いる組織のステープリング、ならびに切断およびステープリングデバイスを用いる組織の切断を含むことができる。

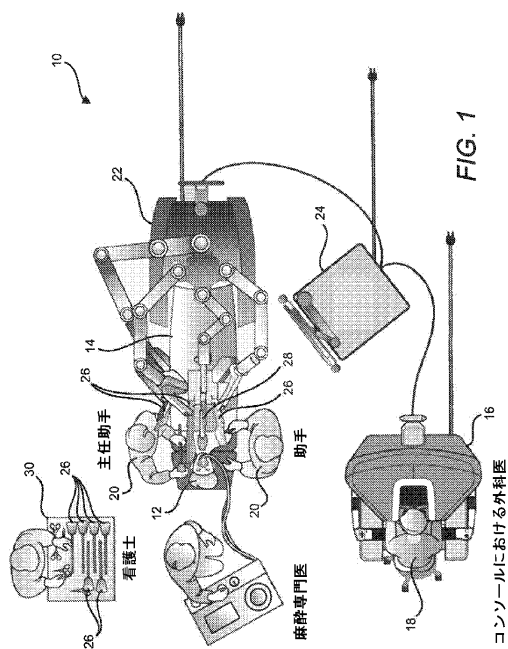
40

50

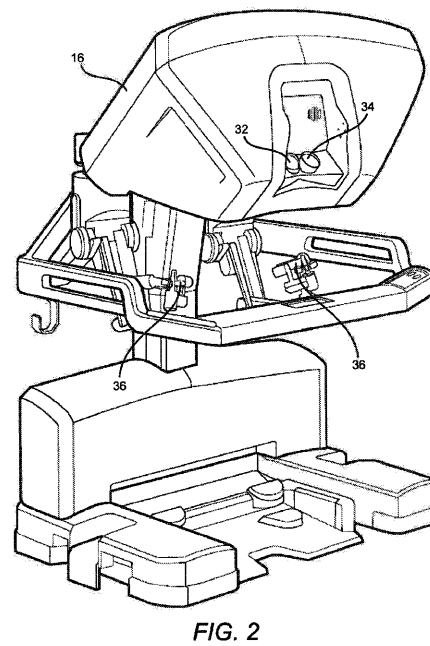
【 0 0 7 2 】

本明細書に記載される実施例および実施形態は例示目的のためであって、それらを考慮して種々の修正および変更が、当業者に提案され、本出願の範囲の主旨および範囲、および添付の特許請求の範囲内に含まれることを理解されたい。多数の異なる組み合わせが可能であり、そのような組み合わせは、本発明の一部であると見なされる。

【 図 1 】



【 図 2 】



【図 3】

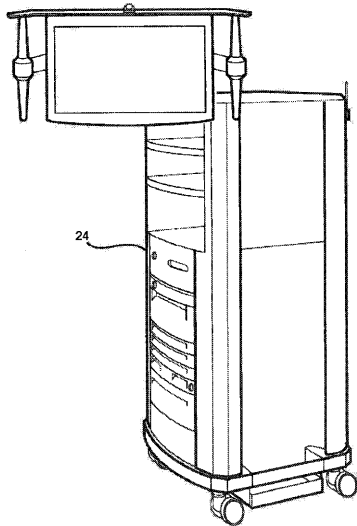


FIG. 3

【図 4】

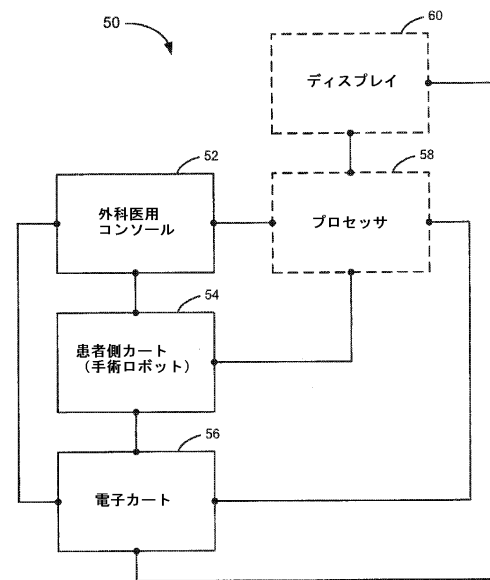


FIG. 4

【図 5 A】

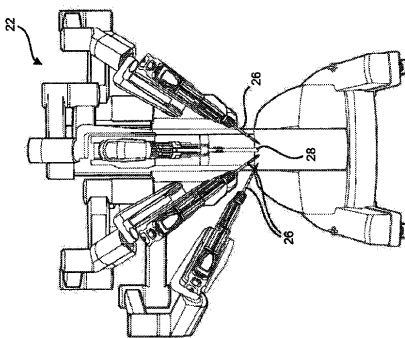


FIG. 5A

【図 5 B】

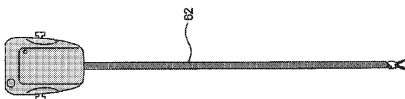


FIG. 5B

【図 6】

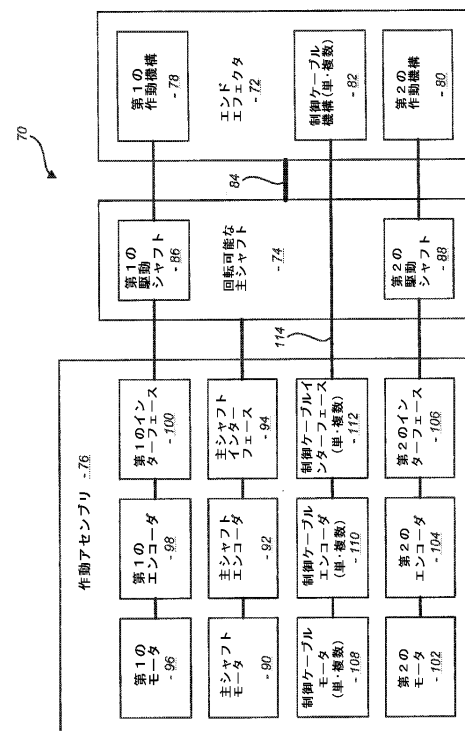


FIG. 6

【図 7】

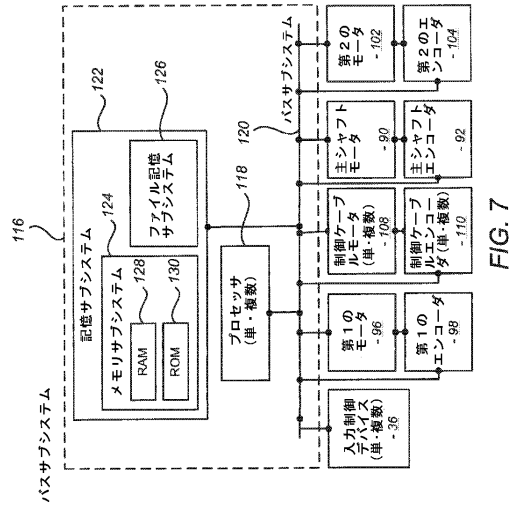


FIG. 7

【図 8】

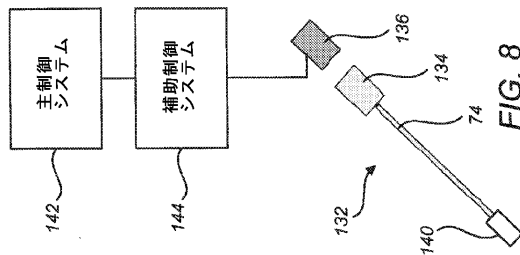


FIG. 8

【図 9】

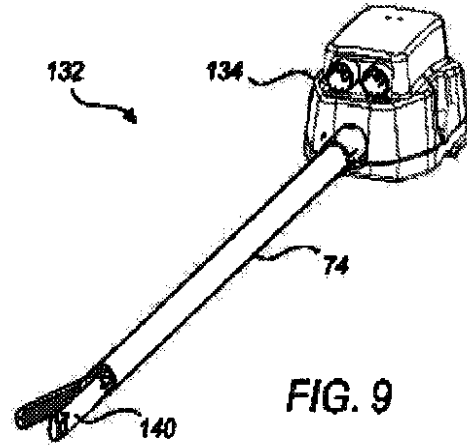


FIG. 9

【図 10】

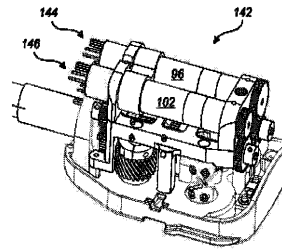


FIG. 10

【図 11】

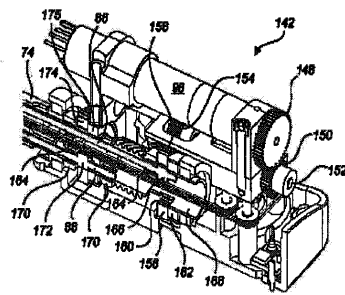


FIG. 11

【図 12】

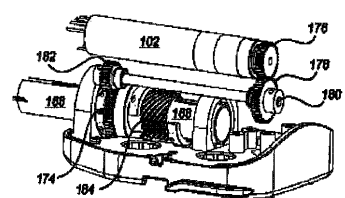


FIG. 12

【図 13】

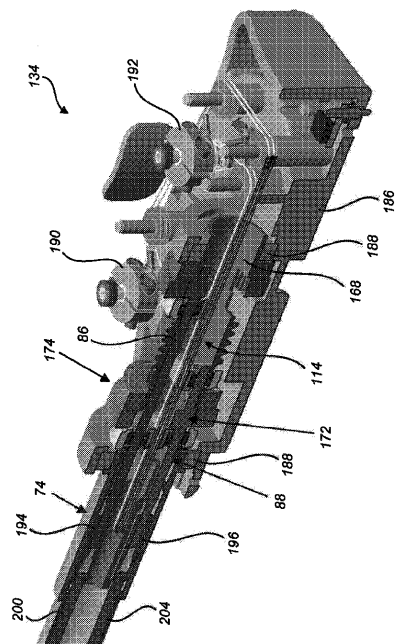


FIG. 13

【図 14】

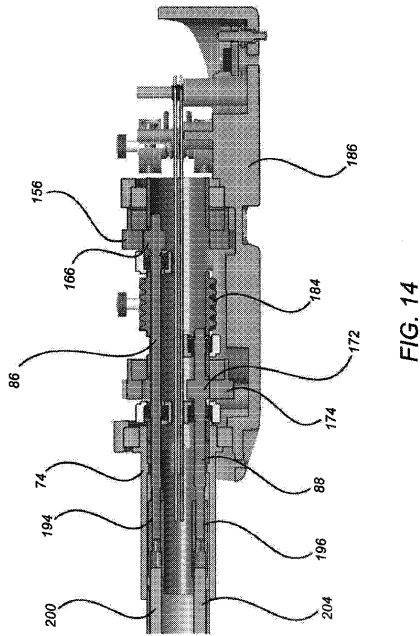


FIG. 14

【図 15A】

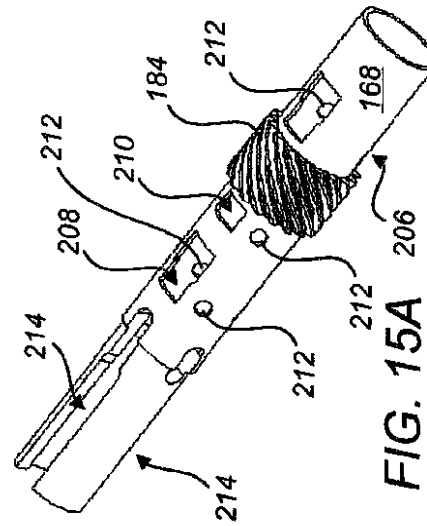


FIG. 15A

【図 15B】

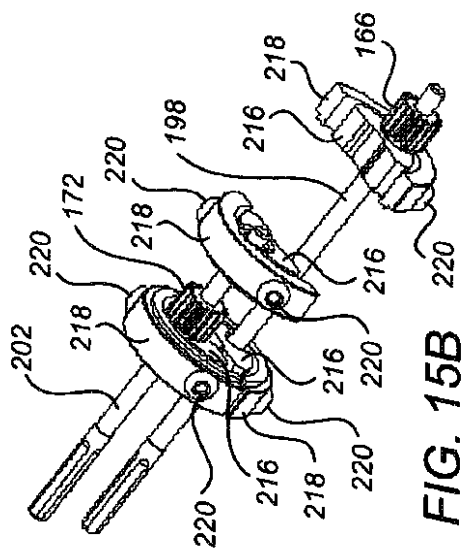


FIG. 15B

【図 15C】

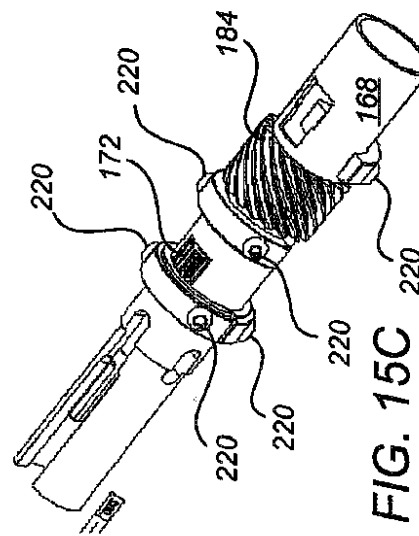
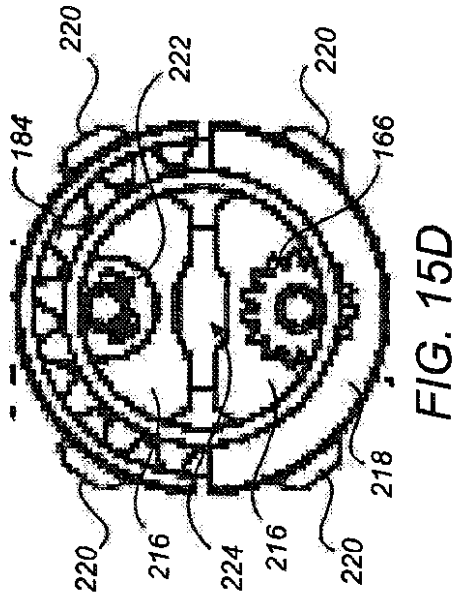
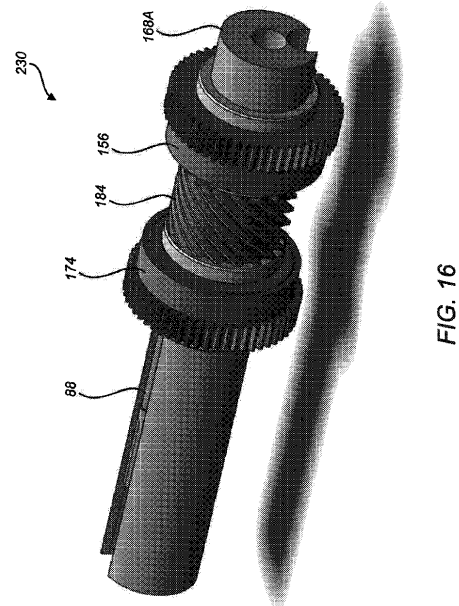


FIG. 15C

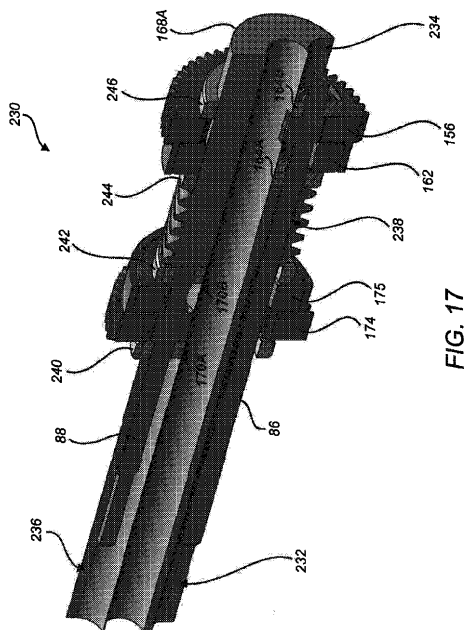
【図 15 D】



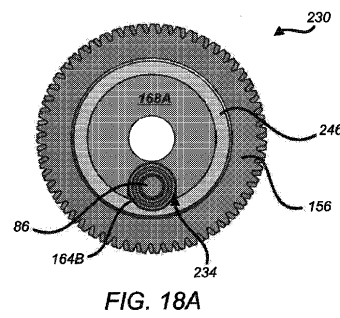
【図 16】



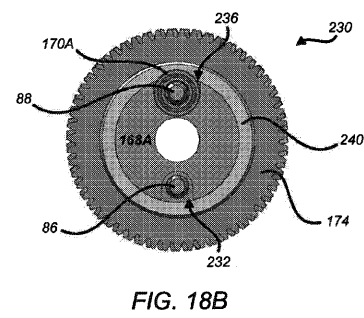
【図 17】



【図 18 A】



【図 18 B】



【図 19】

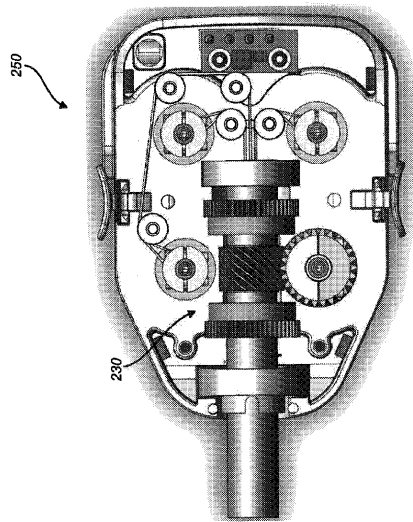


FIG. 19

【図 20】

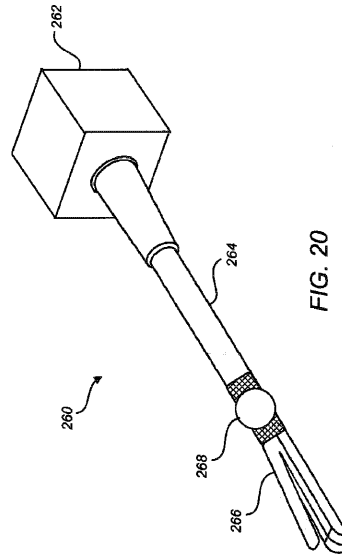


FIG. 20

【図 21】

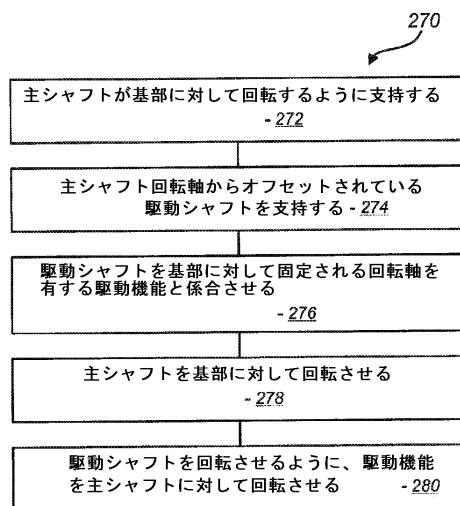


FIG. 21

【図 22】

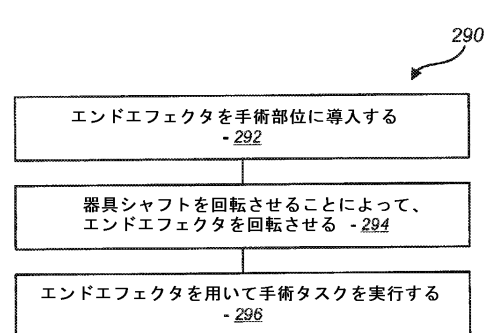


FIG. 22

フロントページの続き

- (72)発明者 ダクス, グレゴリー ダブリュー. ザ セカンド
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94086, サニーベール, リード テラス 1046,
アパートメント 2
- (72)発明者 マーフィー, トッド イー.
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94306, パロ アルト, カートナー アベニュー 2
50 ナンバー 3
- (72)発明者 パーバンク, ウィリアム エー.
アメリカ合衆国 コネチカット 06482, サンディー フック, オールド グリーン ロ
ード 2
- (72)発明者 マクドナルド, ウィリアム
アメリカ合衆国 カリフォルニア 95051, サンタ クララ, トレイシー ドライブ 3
410
- (72)発明者 シェナ, ブルース エム.
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94025, メンロ パーク, ポープ ストリート 41
4

審査官 佐藤 智弥

- (56)参考文献 特開2007-289726(JP,A)
特表平3-501233(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 19/00