

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6664331号
(P6664331)

(45) 発行日 令和2年3月13日 (2020.3.13)

(24) 登録日 令和2年2月20日 (2020.2.20)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 34/30 (2016.01)

A 6 1 B 34/30

請求項の数 20 (全 36 頁)

(21) 出願番号 特願2016-553459 (P2016-553459)
 (86) (22) 出願日 平成27年2月20日 (2015.2.20)
 (65) 公表番号 特表2017-509391 (P2017-509391A)
 (43) 公表日 平成29年4月6日 (2017.4.6)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2015/016854
 (87) 国際公開番号 W02015/127231
 (87) 国際公開日 平成27年8月27日 (2015.8.27)
 審査請求日 平成30年2月14日 (2018.2.14)
 (31) 優先権主張番号 61/943,084
 (32) 優先日 平成26年2月21日 (2014.2.21)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 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 100107766
 弁理士 伊東 忠重
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (74) 代理人 100091214
 弁理士 大貫 進介

前置審査

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 機械的な関節並びに関連するシステム及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

シャフトと、

該シャフトの第1の端部分に連結されるリストであって、第1の関節と、第2の関節とを含み、前記第1の関節は、第1の方向に延びる第1の曲げ軸を有し、前記第2の関節は、前記第1の方向とは異なる第2の方向に延びる第2の曲げ軸を有する、リストと、

該リストに連結されるエンドエフェクタと、

前記シャフト及び前記リストに沿って延びる、作動要素とを含み、

該作動要素は、前記リストの少なくとも部分に沿う捩れ経路に従い、該捩れ経路は、前記リストの全長に沿って360度未満の角度的な広がりを含む、

前記作動要素は、前記リストの前記第1の関節と前記リストの前記第2の関節との組み合わせに亘って実質的に長さを維持し、

前記作動要素は、前記第1の関節又は前記第2の関節の各々に亘って長さを維持しない

、

手術器具。

【請求項 2】

シャフトと、

該シャフトの第1の端部分に連結されるリストであって、第1の関節と、第2の関節とを含み、前記第1の関節は、第1の方向に延びる第1の曲げ軸を有し、前記第2の関節は、前記第1の方向とは異なる第2の方向に延びる第2の曲げ軸を有する、リストと、

10

20

該リストに連結されるエンドエフェクタと、
前記シャフト及び前記リストに沿って延びる、作動要素とを含み、
該作動要素は、前記リストの少なくとも部分に沿う捩れ経路に従い、該捩れ経路は、前記リストの全長に沿って360度未満の角度的な広がりを有し、
前記リストは、第3の関節を更に含み、
前記作動要素は、前記リストの前記第1の関節に亘って実質的に長さを維持し、
前記作動要素は、前記リストの前記第2の関節と前記リストの第3の関節との組み合わせに亘って実質的に長さを維持し、
前記作動要素は、個々の第2の関節又は個々の第3の関節に亘って長さを維持しない、
手術器具。

10

【請求項3】

シャフトと、
該シャフトの第1の端部分に連結されるリストであって、第1の関節と、第2の関節とを含み、前記第1の関節は、第1の方向に延びる第1の曲げ軸を有し、前記第2の関節は、前記第1の方向とは異なる第2の方向に延びる第2の曲げ軸を有する、リストと、
該リストに連結されるエンドエフェクタと、
前記シャフト及び前記リストに沿って延びる、作動要素とを含み、
該作動要素は、前記リストの少なくとも部分に沿う捩れ経路に従い、該捩れ経路は、前記リストの全長に沿って360度未満の角度的な広がりを有し、
前記リストは、第3の関節を更に含み、
前記作動要素は、前記第1の関節に沿う捩れ経路に従うことなく、前記第1の関節に亘って実質的に長さを維持し、
前記作動要素は、前記第2の関節と前記第3の関節との組み合わせに亘って長さを維持し、

20

前記作動要素は、個々の第2の関節又は個々の第3の関節に亘って長さを維持しない、
手術器具。

【請求項4】

前記作動要素は、前記第1の関節に亘って直線経路に従い、前記第1の関節の曲げ軸と整列させられる、請求項3に記載の手術器具。

【請求項5】

前記作動要素は、前記第2の関節及び前記第3の関節に亘って前記捩れ経路に従い、
前記第2の関節及び前記第3の関節に亘る前記捩れ経路は、約180度の角度的な広がりを有する、
請求項3に記載の手術器具。

30

【請求項6】

シャフトと、
該シャフトの第1の端部分に連結されるリストであって、第1の関節と、第2の関節とを含み、前記第1の関節は、第1の方向に延びる第1の曲げ軸を有し、前記第2の関節は、前記第1の方向とは異なる第2の方向に延びる第2の曲げ軸を有する、リストと、
該リストに連結されるエンドエフェクタと、
前記シャフト及び前記リストに沿って延びる、作動要素とを含み、
該作動要素は、前記リストの少なくとも部分に沿う捩れ経路に従い、該捩れ経路は、前記リストの全長に沿って360度未満の角度的な広がりを有し、
前記リストは、第3の関節と、第4の関節とを更に含み、
前記第3の関節は、前記第2の関節に隣接し、前記第2の方向に沿う曲げ軸を有し、
前記第4の関節は、前記第3の関節に隣接し、前記第1の方向に沿う曲げ軸を有する、
手術器具。

40

【請求項7】

シャフトと、
該シャフトの第1の端部分に連結されるリストであって、第1の関節と、第2の関節と

50

を含み、前記第 1 の関節は、第 1 の方向に延びる第 1 の曲げ軸を有し、前記第 2 の関節は、前記第 1 の方向とは異なる第 2 の方向に延びる第 2 の曲げ軸を有する、リストと、
該リストに連結されるエンドエフェクタと、
前記シャフト及び前記リストに沿って延びる、作動要素とを含み、
該作動要素は、前記リストの少なくとも部分に沿う捩れ経路に従い、該捩れ経路は、前記リストの全長に沿って 360 度未満の角度的な広がりを有し、
前記捩れ経路が捩れる軸が、前記リストの長手中心線から径方向に偏心させられる、手術器具。

【請求項 8】

前記シャフトの前記第 1 の端部分とは反対の前記シャフトの第 2 の端部分に連結される
伝動機構を更に含み、
該伝動機構は、前記作動要素に沿って駆動力を伝える、
請求項 1、2、3、6 又は 7 に記載の手術器具。 10

【請求項 9】

前記作動要素は、前記エンドエフェクタまで延び、
前記伝動機構は、前記作動要素に沿って前記駆動力を伝えて、前記エンドエフェクタを
作動させる、
請求項 8 に記載の手術器具。

【請求項 10】

前記伝動機構は、前記作動要素に沿って前記駆動力を伝えて、前記リストを作動させる
、請求項 8 に記載の手術器具。 20

【請求項 11】

前記捩れ経路を定める少なくとも 1 つの管腔を含む作動要素支持構造を更に含み、
前記作動要素は、前記作動要素支持構造の前記管腔を通じて延びる、
請求項 1、2、3、6、7、8、9 又は 10 に記載の手術器具。

【請求項 12】

前記作動要素支持構造は、一体成形構造を有する、請求項 11 に記載の手術器具。

【請求項 13】

前記作動要素支持構造は、前記作動要素支持構造の他の領域に対する、1 つ又はそれよ
りも多くの材料弱化領域を含む、請求項 11 に記載の手術器具。 30

【請求項 14】

前記作動要素支持構造は、別個のリンクを含み、
前記別個のリンクの各リンクは、前記作動要素を受け入れる通路を含み、
前記別個のリンクの前記通路は、前記リストの長手中心線について異なる角位置に位置
付けられる、
請求項 11 に記載の手術器具。

【請求項 15】

前記作動要素支持構造は、圧縮力に抗する圧縮部材と、引張力に抗する張力部材とを含
む、請求項 11 に記載の手術器具。

【請求項 16】

前記作動要素支持構造は、複数のフレキシブルな同軸チューブを含む、請求項 11 に記
載の手術器具。 40

【請求項 17】

前記作動要素は、剛性構造を含む、請求項 1、2、3、6、7、8、9 又は 10 に記載
の手術器具。

【請求項 18】

前記剛性構造は、金属シリンダである、請求項 17 に記載の手術器具。

【請求項 19】

前記作動要素は、前記剛性構造に隣接する被膜を含む、請求項 17 に記載の手術器具。

【請求項 20】

前記シャフト及び前記リストに沿って延びる第2の作動要素を更に含み、
該第2の作動要素は、前記リストの少なくとも部分に沿う第2の捩れ経路に従い、
前記作動要素の前記捩れ経路及び前記第2の作動要素の前記第2の捩れ経路は、実質的に互いに平行である、

請求項1、2、3、6、7、8、9又は10に記載の手術器具。

【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、2014年2月21日に出願された米国仮出願第61/943,084号
の利益を主張し、その全文をここに参照として援用する。 10

【0002】

本開示は、機械的な関節を関節作動させるために作動要素を利用する、機械的な関節構造及び器具及び方法に関する。具体的には、本開示の特徴は、遠隔関節作動可能な機械的な関節を利用する、手術器具及び方法に関する。

【背景技術】

【0003】

遠隔操作手術器具を含む遠隔制御手術器具が、最小侵襲的な医療処置においてしばしば用いられる。医療処置中、手術器具は、1つ又はそれよりも多くの方向に関節作動させられることがある。例えば、手術器具は、手術器具の遠位端に配置されるエンドエフェクタ
を所望の場所において方向付け且つ位置付けるために、手術器具シャフトの近位端で伝動
機構によって作動させられることがある。手術器具は、エンドエフェクタがシャフトに対
して位置付けられてよいように、エンドエフェクタが接続される、関節付き関節作動可
能な構造のような、リスト(手首関節)を更に含んでよい。手術器具は、エンドエフェクタ
を作動させるよう、リストを含む、手術器具を通じて進む、1つ又はそれよりも多くの
エンドエフェクタ作動要素を更に含んでよい。リストを関節作動させること(曲げること)
は、(複数の)エンドエフェクタ作動要素の曲げをもたらすことがあり、それは(複数の)
エンドエフェクタ作動要素の長さの変化をもたらすことがある。そのような長さの変化
は、エンドエフェクタの意図されない動きを引き起こし得る。これに鑑みれば、器具の
リストが関節作動させられるときに、作動要素の長さを実質的に維持する(conserve)よう
に構成される、1つ又はそれよりも多くのエンドエフェクタ作動要素を含む手術器具を提
供するのが望ましいことがある。 20 30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本開示の例示的な実施態様は、上述の課題のうちの1つ又はそれよりも多くを解決することがあり、且つ/或いは、上述の望ましい構成のうちの1つ又はそれよりも多くを実証することがある。他の構成及び/又は利点は、後続の記述から明らかになることがある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

少なくとも1つの例示的な実施態様によれば、手術器具は、第1の端にリストを含むシャフトと、リストに連結されるエンドエフェクタと、シャフト及びリストに沿って延びる作動要素とを含んでよい。作動要素は、リストの少なくとも部分に沿う捩れ経路(twisted path)に従ってよい。捩れ経路は、リストの全長に沿って360度未満の角度的な広がり(angular extent)を有してよい。 40

【0006】

他の例示的な実施態様によれば、手術器具の作動要素のための支持構造は、支持構造の長手軸について捩れ経路を定める少なくとも1つの通路を含んでよい。通路は、通路の第1の端から通路の第2の端まで360度未満の角度的な広がりを有してよい。

【0007】

他の例示的な実施態様によれば、手術器具リストを構成する方法は、作動要素がリストの少なくとも部分に沿う捩れ経路に従うよう、作動要素をリストに沿って延ばすことを含んでよい。捩れ経路は、360度未満の角度的な広がりを有してよい。

【0008】

追加的な目的、構成、及び/又は利点は、後続の記述に部分的に示され、その記載から部分的に明らかであり、或いは本開示及び/又は請求項の実施によって学習されることがある。これらの目的及び利点の少なくとも一部が、付属の請求項において特に指摘される要素及び組み合わせによって実現されることがあり且つ得られることがある。

【0009】

前述の一般的な記述及び後続の詳細な記述の両方は、例示的且つ例証的であるに過ぎず、請求項を限定しない。むしろ、請求項は、均等物を含む、それらの全幅の広さを得る権利がある。

【0010】

本開示は、以下の詳細な記述のみから或いは添付の図面と一緒に理解され得る。図面は、本開示の更なる理解をもたらすために含められ、この明細書に組み込まれ且つこの明細書の一部を構成する。図面は、本教示の1つ又はそれよりも多くの例示的な実施態様を例示し、本記述と一緒に、特定の原理及び動作を説明する役割を果たす。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】例示的な実施態様に従った遠隔操作手術システムを示している。

【0012】

【図2】例示的な実施態様に従った直線構成における単一のフレキシブルな曲げられる部材の概略的な斜視図を示している。

【0013】

【図3】曲げ構成における図2の部材を示している。

【0014】

【図4】曲げ構成における図2の部材を示している。

【0015】

【図5】手術器具シャフト及び手術器具シャフトを通じて延びる構成部品の例示的な実施態様の部分的な概略的な斜視断面図である。

【0016】

【図6】手術器具のリストの例示的な実施態様の概略的な頂面図である。

【0017】

【図7】手術器具のリストの例示的な実施態様の概略的な頂面図である。

【0018】

【図8】例示的な実施態様に従った、手術器具の遠位部分の側面図である。

【0019】

【図9】手術器具のリストの例示的な実施態様の側面図である。

【0020】

【図10A】例示的な実施態様に従ったリストの概略的な断面図を示している。

【0021】

【図10B】例示的な実施態様に従ったリストの概略的な断面図を示している。

【0022】

【図11】リストに沿う作動要素の形状を概略的に示す頂面図を示している。

【0023】

【図12A】例示的な実施態様に従った手術器具のリストの概略的な断面図を示している。

【0024】

【図12B】例示的な実施態様に従った、手術器具のリストの概略的な断面図を示している。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 5 】

【図 1 3】リストに沿った作動要素の形状を概略的に示す頂面図を示している。

【 0 0 2 6 】

【図 1 4 A】例示的な実施態様に従った手術器具のリストの概略的な断面図を示している。
。

【 0 0 2 7 】

【図 1 4 B】例示的な実施態様に従った手術器具のリストの概略的な断面図を示している。
。

【 0 0 2 8 】

【図 1 4 C】例示的な実施態様に従った手術器具のリストの概略的な断面図を示している 10
。

【 0 0 2 9 】

【図 1 4 D】例示的な実施態様に従った手術器具のリストの概略的な断面図を示している。
。

【 0 0 3 0 】

【図 1 5】リストに沿う作動要素の形状を概略的に示す頂面図を示している。

【 0 0 3 1 】

【図 1 6 A】例示的な実施態様に従った手術器具のリストの概略的な断面図を示している。
。

【 0 0 3 2 】

【図 1 6 B】例示的な実施態様に従った手術器具のリストの概略的な断面図を示している 20
。

【 0 0 3 3 】

【図 1 6 C】例示的な実施態様に従った手術器具のリストの概略的な断面図を示している。
。

【 0 0 3 4 】

【図 1 6 D】例示的な実施態様に従った手術器具のリストの概略的な断面図を示している。
。

【 0 0 3 5 】

【図 1 7】リストに沿う作動要素の形状を概略的に示す頂面図を示している。 30

【 0 0 3 6 】

【図 1 8】例示的な実施態様に従った手術器具シャフトの遠位部分の斜視図を示している。
。

【 0 0 3 7 】

【図 1 9】例示的な実施態様に従った作動要素支持体及びプッシュ／プル作動要素の概略的な斜視図を示している。

【 0 0 3 8 】

【図 2 0】例示的な実施態様に従った閉塞構成にあるエンドエフェクタの側面図である。

【 0 0 3 9 】

【図 2 1】開放構成にある図 2 0 のエンドエフェクタを示している。 40

【 0 0 4 0 】

【図 2 2】例示的な実施態様に従った作動要素支持体の端面の端面図を示している。

【 0 0 4 1 】

【図 2 3】例示的な実施態様に従った作動要素支持体の端面の端面図を示している。

【 0 0 4 2 】

【図 2 4】例示的な実施態様に従った手術器具の遠位部分の構成部品の斜視図である。

【 0 0 4 3 】

【図 2 5】図 2 4 の線 2 5 - 2 5 に沿う断面図である。

【 0 0 4 4 】

【図 2 6】例示的な実施態様に従った作動要素支持体の分解図である。 50

【 0 0 4 5 】

【図 2 7】例示的な実施態様に従った作動要素支持体の概略的な斜視図である。

【 0 0 4 6 】

【図 2 8】剛性区画を含む作動要素の例示的な実施態様の側面図である。

【 0 0 4 7 】

【図 2 9】図 2 8 の部分の拡大図である。

【 0 0 4 8 】

【図 3 0】例示的な実施態様に従った作動要素支持体及び作動要素の側断面図である。

【 0 0 4 9 】

【図 3 1】フレキシブルシャフトの例示的な実施態様の部分斜視図である。

10

【 0 0 5 0 】

【図 3 2】例示的な実施態様に従った同軸フレキシブルチューブを含む作動支持要素及び作動要素の斜視端面図である。

【 0 0 5 1 】

【図 3 3】例示的な実施態様に従った擦れ形状及び擦れ形状の角度的な広がり of 投影の斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 5 2 】

例示的な実施態様を例示するこの記述及び添付の図面は、限定的であると理解されてはならない。均等物を含む、この記述及び請求項の範囲から逸脱せずに、様々な機械的、組
20
成的、構造的、電気的、及び動作的な変更を行ってよい。幾つかの場合には、開示を曖昧にしないよう、周知の構造及び技法を詳細に示さず或いは記載しない。2 つ又はそれよりも多くの図面における同等の番号は、同一の又は類似の要素を示す。更に、1 つの実施態様を参照して詳細に記載される要素及びそれらの関連する構成は、実際的である限り、それらを特に示さず或いは記載しない他の実施態様に含められてよい。例えば、ある要素が 1 つの実施態様を参照して詳細に記載され、第 2 の実施態様を参照して記載されていないならば、その要素は、それにも拘わらず、第 2 の実施態様に含められているものとして請求されてよい。

【 0 0 5 3 】

この明細書及び付属の請求項の目的のために、その他のことが示されない限り、量、割
30
合、又は比率、並びに明細書及び請求項中で用いられる他の数値は、全ての場合において、それらが既にそのように修飾されていない限りにおいて、「約」という用語によって修飾されるものとして理解されなければならない。従って、逆のことが示されない限り、以下の明細書及び付属の請求項中に示される数値パラメータは、取得されることが探究される所望の特性に依存して異なることがある、近似である。最低限でも、そして、均等論の適用を請求項の範囲に限定する試みとしてではなく、各数値パラメータは、少なくとも、公表有効数字の数の観点から並びに通常の丸め技法を適用することによって、解釈されなければならない。

【 0 0 5 4 】

この明細書及び付属の請求項において用いられるとき、単数形及びいずれかの用語の単
40
数の使用は、明示的に明白に 1 つの指示物(referent)に限定されない限り、複数の指示物を含む。ここにおいて用いるとき、「含む」という用語及びその文法的な変形は、あるリスト中の品目の引用が、その列挙される品目と置換され得る或いはその列挙される品目に追加され得る、他の同等の品目を排除しないよう、非限定的であることを意図する。

【 0 0 5 5 】

更に、この記述の用語法(terminology)は、本開示又は請求項を限定することを意図しない。例えば、「下」(“beneath”)、「下」(“below”)、「下方」(“lower”)、「上
50
(に)」(“above”)、「上方」(“upper”)、「近位」(“proximal”)、「遠位」(“distal”)及び同等表現のような - 空間的に相対的な用語は、図面中の他の要素又は構成に対する 1 つの要素の又は構成の関係を記載するために用いられることがある。これらの空間

的に相対的な用語は、図面に示す位置及び向きに加えて、使用中又は動作中のデバイスの異なる位置（即ち、場所）及び向き（即ち、回転的配置）を含むことを意図する。例えば、図面中のデバイスが反転させられるならば、他の要素の「下」(“beneath”)又は「下」(“below”)として記載される要素又は構成は、他の要素又は構成の「上」(“above”)又は「上」(“over”)にあるであろう。よって、「下」(“below”)という例示的な用語は、上(“above”)及び下(“below”)の位置及び向きの両方を包摂し得る。デバイスはその他の方向に向けられてよく(90度又は他の向きに回転させられてよく)、ここにおいて用いる空間的に相対的な記述は相応して解釈される。

【0056】

様々な例示的な実施態様によれば、本開示は、作動要素の少なくとも部分が捩れ経路(twisted path)に沿って配置される、作動要素を利用する遠隔操作手術システムのための手術器具を想定する。作動要素は、エンドエフェクタを作動させるために、リストを関節作動させるために、或いは他の構成部品を作動させるために用いられてよい。更に、例示的な実施態様は、手術器具の中心長手軸（中立軸）から偏心（オフセット）させられるあらゆる作動要素に適用されてよい。例示的な実施態様によれば、捩れ経路は、リストの全長に沿って、リストの中心線に対して、360度未満の角度的な広がり(angular extent)を有してよい。例示的な実施態様によれば、リストが作動するか或いは曲がるときに、作動要素の長さがリストの各関節で維持される(conserved)ように、作動要素の少なくとも部分が、捩れ経路に沿って配置されてよい。作動要素の長さを維持することによって、さもなければリストの曲げ中に生じることがある、作動要素の作動機能と干渉することがある、作動要素の長さの変化が、最小にされることがあり或いは排除されることがある。例示的な実施態様によれば、作動要素は、作動要素の長さがリストの個々の関節で維持されるが、リストの他の個々の関節で維持されず、作動要素の捩れ経路全体が長さ維持構造(length conservative structure)であるように、捩れ経路に沿って配置されてよい。

【0057】

本開示は、作動要素支持体を更に想定する。作動要素支持体は、作動要素の長さを維持するために且つ/或いは作動要素の座屈強度を増大させるために、例えば、捩れ経路に沿って、作動要素の少なくとも一部を所望の形状に形作るために用いられてよい。例示的な実施態様によれば、作動要素支持体は、少なくとも1つの管腔を含む一体成形部品であってよく、管腔の少なくとも部分は、捩れ形状を有する。例示的な実施態様によれば、作動要素支持体は、少なくとも1つの剛性部分を含んでよい。作動要素支持体は、例えば、例示的な実施態様に従った、複数の同軸チューブを含んでよい。例示的な実施態様によれば、作動要素支持体は、支持体に可撓性（フレキシビリティ）をもたらすために、切欠き溝のような、1つ又はそれよりも多くの材料弱化領域を備えるチューブを含んでよい。作動要素は、例示的な実施態様に従った、押す動き及び引く動きの両方に有用な、フレキシブルシャフトのような、中空構造を含んでよい。フレキシブルシャフトは、例えば、フィラメントに接続される巻回パネであってよい。他の例示的な実施態様によれば、フレキシブルシャフトは、互いに接続される巻回フィラメントの多数層を含んでよい。

【0058】

図1を参照すると、ここに記載する実施態様に従った手術器具を利用し得る、遠隔操作手術システム100の実施例が示されている。例えば、Intuitive Surgical, Inc.から入手可能なda Vinci（登録商標）Surgical Systemであってよい、システム100が、多数の手術器具140を有する患者側カート102を含み、各々の手術器具は、アーム110にある結合ポート内に取り付けられる。アーム110に取り付けられる器具140を特定の医療処置のために選択し得るよう或いは所要の臨床的機能をもたらすために医療措置中に交換し得るよう、器具140は交換可能であり得る。当該技術分野において周知であるように、手術器具140は、例えば、鉗子(forceps)又はグラスパ(graspers)、持針器(needle drivers)、メス(scalpels)、ハサミ(scissors)、焼灼ツール(cauterizing tools)、及びステープラ(staplers)を非限定的に含む、多くの機能を実施し得る。

【0059】

各器具 140 は、概ね、伝動機構又はバックエンド機構 150 と、伝動機構 150 から延びる主シャフト 160 と、主シャフト 160 の遠位端にある（図 1 に示さない）任意的なリスト（手首関節）と、リストから延びる或いは主シャフト 160 から直接的に延びるエンドエフェクタ 180 とを含む。例えば、図 8 は、とりわけ、シャフト 251 と、シャフト 251 の遠位端にあるリスト 250 と、リスト 250 から延びるエンドエフェクタ 252 とを含む、手術器具の遠位端の 1 つの例示的な実施態様を例示している。例えば、腱（テンドン）又はロッドのような、作動要素 354 が、シャフト 251 を通じてリスト 250 に及び / 又はエンドエフェクタ 252 に延びてよい。当業者が熟知しているように、作動要素は、プル / プル又はプッシュ / プル作動要素として構成されてよい。プル / プル及びプッシュ / プル作動デバイスの例示的な実施態様が、2013 年 10 月 1 日に発効した米国特許第 8,545,515 号に記載されており、その全文をここに参照として援用する。よって、作動要素 254 は、リスト 250 及び / 又はエンドエフェクタ 252 を作動させるために用いられてよい。よって、図 1 を参照すると、作動要素は伝動機構 150 から延びてよく、伝動機構 150 は患者側マニピュレータ 112 に接続されてよい。伝動機構 150 は、典型的には、患者側カート 102 内のモータを駆動させるために作動要素の機械的連結をもたらす。例えば、伝動機構 150 は、患者側カート 102 のアーム 110 の患者側マニピュレータ 112 に接続されるように構成されてよい。結果的に、患者側マニピュレータ 112 及び伝動機構 150 は、リスト 250 及び / 又はエンドエフェクタ 252 を作動させるよう、作動要素 254 に力を適用するために用いられてよい。更に、図 8 を再び参照すると、（図 8 には示されていない）導電体が、シャフト 251 及びリスト 250 を通じてエンドエフェクタ 252 に延びてもよい。

【0060】

よって、システム 100 は、リストを動かし或いは位置付けてエンドエフェクタ 180 を操作するために、必要に応じて作動要素に沿う動き及び力を制御し得る。医療処置を受けている患者にある小さな切開部内のカニユーレを通じて手術器具 140 の端を挿入するために、並びに、患者の内側の作業部位で器具 140 のリスト及び / 又はエンドエフェクタ 180 を操作するために、患者側カート 102 のアーム 110 を用い得る。

【0061】

カメラ器具 104 は、患者側カート 102 のアーム 110 に同様に取り付けられ得るし、任意的に、作業部位及び患者内の手術器具の動作を見るためにカメラシステム 104 の遠位端を位置付けるようシステム 100 が作動する、リストも有し得る。立体視又は三次元であってよい、カメラシステム 104 からの眺望(view)は、制御コンソール（図示せず）から見ることであり、画像がモニタ 106 に表示されてよい。よって、システム 100 の処理システムは、医者又は他の医療関係者がカメラシステム 104 を見て器具 140 を操縦するのを可能にするユーザーインターフェースを提供し得る。例えば、手術器具 140 と同様に、医療処置を受けている患者にある小さな切開部内のカニユーレを通じてカメラ器具 104 の端を挿入するために、並びに、患者の内側の作業部位でリスト及び / 又はエンドエフェクタ 180 を操作するために、アーム 110 を用い得る。

【0062】

主シャフト 160、リスト、及びエンドエフェクタ 180 の直径又は複数の直径は、概ね、器具を用いるカニユーレの大きさに従って選択される。例示的な実施態様において、カメラ器具 104 の直径並びにリスト及び主シャフト 160 の直径は、約 3 mm ~ 約 13 mm に及んでよい。例えば、その直径は、幾つかの既存のカニユーレシステムの大きさと適合するよう、約 4 mm、約 5 mm、約 8 mm、約 10 mm、又は約 13 mm であってよい。

【0063】

図 1 の概略図に例示するように、遠隔操作手術システム 100 は、外科医コンソール 120 及び補助的な制御 / ビジョンカート 130 を更に含んでよい。一般的に、外科医コンソール 120 は、把持機構 122 及びフットペダル 124 を非限定的に含む、様々な入力デバイスによる、使用者、例えば、外科医からの入力を受信し、そして、（複数の）手術

10

20

30

40

50

器具 102 の所望の動きを実施するよう、相応して、所望の手術処置を遂行するよう、患者側カート 102 に取り付けられる器具 140 が応答する、マスタコントローラとしての機能を果たす。例えば、把持機構 122 は、アーム 10 で対応する「スレーブ」デバイスとして作用してよい手術器具 140 及び／又はカメラ器具 104 を制御することがある、「マスタ」デバイスとして作用してよいが、それに限定されない。例えば、把持機構 122 は、当業者が熟知しているように、手術器具 140 のリスト及び／又はエンドエフェクタ 180 を制御してよい。更に、例えば、モノポーラ又はバイポーラ電気手術エネルギーをもたらすために、或いは、器具 140 の様々な他の機能（例えば、吸引(suction)、洗浄(irrigation)、及び／又は様々な他の磁束給送(flux delivery)モード）をアクティブ化するために、フットペダル 124 が押し下げられてよいが、それに限定されない。換言すれば、例えば、外科医コンソール 120 で、入力デバイスに提供される命令に基づき、患者側カート 102 は、器具 140、104 を位置付け、アーム 110 にある患者側マニピュレータ 112 を介して所望の医療処置を行い得る。よって、患者側カート 102 の器具 140、104 は、外科医コンソール 120 で使用者によって入力される命令に従って遠く離れて遠隔操作されてよい。外科医コンソール 120 は、外科医が、例えば、外科処置中に、例えば、患者側カート 102 にあるカメラ器具 104 を介して、手術部位の三次元画像を見るのを可能にするよう、ディスプレイを更に含んでよい。

10

【0064】

遠隔操作手術システムの非限定的な実施態様において、制御／ビジョンカート 130 は、制御／ビジョンカート 130 に組み込まれてよい或いは制御／ビジョンカート 130 で物理的に支持されてよい、コアプロセッサ 134 及び／又は他の補助的な処理機器のような、「コア」(“core”)処理機器を含む。制御／ビジョンカート 130 は、手術システムを操作する他の制御装置も含んでよい。例示的な実施態様では、外科医コンソール 120 からの（複数の）信号又は（複数の）入力が、制御／ビジョンカート 130 にある 1 つ又はそれよりも多くのプロセッサに送信されてよく、1 つ又はそれよりも多くのプロセッサは、（複数の）入力を解釈し、患者側カート 102 に送信されるべき（複数の）命令又は（複数の）出力を生成し、手術器具 140、104 及び／又は患者側カート 102 で手術器具 140、104 を連結するアーム 110 のうちの 1 つ又はそれよりも多くの操縦をもたらしてよい。図 1 中のシステム構成部品は、如何なる特定の位置付けにおいても示されておらず、所望に配置されることができ、患者側カート 102 は、患者に対する手術に影響を及ぼすよう、患者に対して配置される。

20

30

【0065】

手術器具は、手術器具が 1 つ又はそれよりも多くの方向において曲がるのを可能にする、1 つ又はそれよりも多くの自由度を有してよい。例えば、リストは、互いに実質的に直交する任意のピッチ方向及びヨー方向におけるような、1 つ又はそれよりも多くの方向における曲げを可能にする関節作動をもたらしてよい。手術器具は、それらの両方の全文をここに参照として援用する、2011 年 5 月 17 日に公表された米国特許第 7,942,868 号及び 2008 年 3 月 13 日に公表された米国特許出願公開第 2008/0065105 号に記載されるジョグル関節(joggle joint)のような、曲げを可能にする他の関節(ジョイント)を含んでよい。リスト又はエンドエフェクタを作動させるように、作動要素(例えば、腱又はロッド)及びケーブルを含む、手術器具の曲げ部分を通じて進む要素も、曲げられる。

40

【0066】

曲げは、作動要素が手術器具の曲げ部分を通じて進むときに、作動要素に対して影響を有することがある。図 2 を参照すると、関節のように曲がり得る単一のフレキシブル部材 200 の概略的な斜視図が示されている。第 1 の作動要素 202 及び第 2 の作動要素 204 が、部材 200 の長手軸 208 に沿うように、部材 200 を通じて延びる。部材 200 が直線(中立)構造にある、図 2 の例示的な実施態様では、曲げ軸 206 が、第 1 の作動要素 202 及び第 2 の作動要素 204 の各々を通じて進む。図 3 に示すように、部材 200 が曲げ軸 206 の周りで曲げられるとき、第 1 及び第 2 の作動要素 202、204 も曲

50

がる。軸 206 は作動要素 202, 204 の両方を通じて進むので、第 1 の作動要素 202 と第 2 の作動要素 204 との間には長さの相対的な変化はない。換言すれば、作動要素 202, 204 の一方は、他方よりも実質的に長くならず、或いは実質的に短くならない。

【0067】

図 2 を再び参照すると、部材 200 のための第 2 の曲げ軸 207 が、第 1 の作動要素 202 と第 2 の作動要素 204 との間を通る。結果的に、部材 200 は、曲げ軸 207 について図 4 に示す方法において曲げられ、第 1 の作動要素 202 は、その中立位置に対して伸張させられ、その長さにおける正の変化を引き起こすのに対し、第 2 の作動要素 204 は、その中立位置に対して圧縮され、その長さにおける負の変化を引き起こす。従って、曲げ軸 207 に対して部材 200 を曲げることは作動要素 202, 204 の相対的な長さの変化を引き起こして、一方の作動要素が他方よりも長くなり得る。そのような長さにおける相対的な変化は、エンドエフェクタを作動させるように、作動要素の機能と干渉し得る。例えば、作動要素 202, 204 に対して張力又は圧縮を加えることによってエンドエフェクタを開閉するために、作動要素 202, 204 が用いられるとき、作動要素 202, 204 の間の長さにおける相対的な変化は、作動要素 202, 204 の一方において緩み(slack)を創り出し、所望の張力又は圧縮を伝えてエンドエフェクタの所望の作動をもたらす作動要素の能力を減少させる。

【0068】

これらの考察に鑑みれば、関節の曲げ軸が作動要素を通じて延びるよう手術器具の関節を設計するのが望ましいことがある。例えば、エンドエフェクタを作動させるために単一の作動要素が設けられてよく、単一の作動要素は手術器具の中心に沿って延びる。そのような構成では、手術器具を曲げるために 2 つの自由度をもたらすように、互いに実質的に直交する曲げ軸は、器具及び作動要素の中心を通じて進んでよい。結果的に、手術器具がいずれかの曲げ軸の周りで曲げられるとき、作動要素の長さは実質的に変化しない。しかしながら、このアプローチは、単一の作動要素がエンドエフェクタを制御するのに十分であるときに有用であり得るが、手術器具は、器具の異なる構成部品を作動させるように、或いは 1 つよりも多くの作動要素を必要とするエンドエフェクタ又はリストを作動させるように、多数の作動要素を含んでよい。

【0069】

図 5 は、多数の作動要素を含む手術器具 220 の実施例を例示している。様々な例示的な実施態様において、手術器具 220 は、それらの各々の全文をここに参照として援用する、2012 年 8 月 23 日に公表された米国特許出願公開第 2012/0215220 号、2012 年 12 月 6 日に公表された米国特許出願公開第 2012/0310254 号、及び 2012 年 12 月 6 日に公表された米国特許出願公開第 2012/0310221 号に記載の例示的な実施態様に従って構成される手術器具であってよい。例示するように、手術器具 220 は、手術器具 220 の中心線 221 に沿って延びる第 1 の構成部品作動要素 222 を含む。第 1 の作動要素 222 は、例えば、中心線 221 に沿って切断ブレードを押し或いは引くことによって切断ブレード 227 又は他の構成部品を作動させるように構成されてよい。

【0070】

第 1 の作動要素 222 は中心線 221 に沿って配置されるので、器具 220 のピッチ軸 228 及びヨー軸 229 の両方は、第 1 の作動要素 222 を通じて進む。結果的に、第 1 の作動要素 222 は、手術器具 220 が軸 228 又は軸 229 に対して曲げられるときに、長さの変化を実質的に受けない。手術器具 220 は、例えば、器具 220 のエンドエフェクタ(図示せず)を作動させる、第 2 の及び第 3 のエンドエフェクタ作動要素 224, 226 のような、他の作動要素も含む。エンドエフェクタは、例えば、当該技術分野において用いられる、鉗子又はグラスパ、持針器、メス、ハサミ、焼灼ツール、ステーブル、又は他の種類のエンドエフェクタ、例えば、ジョー付きエンドエフェクタであってよい。例示的な実施態様によれば、作動要素 224, 226 は、当業者が熟知しているように、

作動要素 2 2 4 , 2 2 6 の一方を繰り出し且つ作動要素 2 2 4 , 2 2 6 の他方を引くことによってエンドエフェクタを開閉する、プル/プル作動要素であってよい。手術器具 2 2 0 は、例えば、電気手術エネルギー又は他の磁束源(flux supplies)をエンドエフェクタにもたらし導管のような、追加的な作動要素又は磁束導管のような、他の構成部品のための追加的な管腔 2 2 3 , 2 2 5 を含んでよい。

【 0 0 7 1 】

第 1 の作動要素 2 2 2 が存在するので、作動要素 2 2 4 , 2 2 6 は中心線 2 2 1 に沿って配置され得ず、軸 2 2 8 は作動要素 2 2 4 , 2 2 6 を通じて進まない。よって、手術器具 2 2 0 が軸 2 2 8 に対して曲げられるとき、長さの変化が、作動要素 2 2 4 , 2 2 6 の間に生じることがある。曲げ中の作動要素 2 2 4 , 2 2 6 のこれらの長さの変化の故に、

10

エンドエフェクタの作動のために作動要素 2 2 4 , 2 2 6 を互いに切り離すには、より大きな機械的な複雑さが求められる。

【 0 0 7 2 】

これらの考察に鑑みて、本開示は、作動要素が曲げ軸から偏心させられるとしても、曲げ中に全体的な長さの変化を実質的に示さない 1 つ又はそれよりも多くの作動要素を有する手術器具を想定する。曲げ中の作動要素の全体的な長さの変化が最小であるとき、作動要素を含む器具の機械的な複雑さが減少されることがある。加えて、曲げに起因するその全体的な長さを実質的に変更しない(換言すれば、作動要素の長さを維持する)作動要素を作ることによって、作動要素は、作動要素が貫通して延びる関節の動きから切り離されてよい。換言すれば、そのような関節の関節作動に拘わらず、作動要素の曲げは、エンド

20

エフェクタの望ましくない或いは意図しない作動を引き起こさない。

【 0 0 7 3 】

曲げに起因する作動用の長さの全体的な変化を最小にする或いは防止する 1 つの方法は、作動要素が手術器具の曲げ部分を通じて進むときに、捩れ経路に沿って作動要素を配置することである。例えば、作動要素は、作動要素の全体的な長さの変化を実質的に最小にし或いは防止するよう(即ち、作動要素の長さを維持するよう)、作動要素が通じて進む各曲げ軸について、360°の角度の広がりを持つ捩れ経路に沿って配置されてよい。

【 0 0 7 4 】

図 6 を参照すると、第 1 の作動要素 2 3 2 及び第 2 の作動要素 2 3 4 を含む、手術器具のリスト 2 3 0 の例示的な実施態様の概略図が示されている。リスト 2 3 0 は、(図 6 の紙面に出入りして延びる)曲げ軸 2 3 6 についてのリスト 2 3 0 の曲げを引き起こすよう、(図 6 の概略図に示さない)関節を含んでよい。リスト 2 3 0 は曲げ軸 2 3 6 について曲げられ、図 6 の長手軸 2 3 8 より上の作動要素 2 3 2 , 2 3 4 の部分に正の長さの変化を受けさせ、長手軸 2 3 8 より下の部分に負の長さの変化を受けさせる。作動要素 2 3 2 , 2 3 4 は、リスト 2 3 0 を通じる軸 2 3 8 について 360°の角度的な広がりを持つ捩れ経路に沿って配置されるので、作動要素 2 3 2 , 2 3 4 は、軸 2 3 8 についてのリスト 2 3 0 を曲げることに起因する長さの変化を実質的に受けない。例えば、ゾーン 2 3 1 内の作動要素 2 3 2 の部分は正の長さの変化を受けるが、ゾーン 2 3 3 内の作動要素 2 3 2 の部分は、ゾーン 2 3 1 の正の長さの変化を効果的に相殺する負の長さの変化を受ける。同様に、ゾーン 2 3 5 における作動要素 2 3 2 の負の長さの変化は、ゾーン 2 3 7 における作動要素 2 3 2 の正の長さの変化によって相殺される。ゾーン 2 3 1 , 2 3 3 , 2 3 5 , 2 3 7 の間の長さの変化の同様な相殺が作動要素 2 3 4 について生じるが、反対の方法において生じる。何故ならば、作動要素 2 3 4 は、軸 2 3 8 について作動要素 2 3 2 と反対に位置付けられるからである。

30

40

【 0 0 7 5 】

図 7 を参照すると、リスト 2 4 0 が曲げ軸 2 4 6 について曲げられた、第 1 の作動要素 2 4 2 及び第 2 の作動要素 2 4 4 を含む、リスト 2 4 0 の他の例示的な実施態様の概略図が示されている。図 6 の例示的な実施態様と同様に、リスト 2 4 0 は、曲げ軸 2 4 6 についてのリスト 2 4 0 の曲げを引き起こすよう、(図 7 の例示的な実施態様に示さない)関節を含んでよい。図 7 の例示的な実施態様では、リスト 2 4 0 のゾーン 2 4 5 , 2 4 7 の

50

端で、作動要素 2 4 2 , 2 4 4 は、図 6 の例示的な実施態様におけるように中立軸から偏心させられる代わりに、中立軸 2 4 8 に沿って位置付けられている。しかしながら、作動要素 2 4 2 , 2 4 4 は、ゾーン 2 4 1 及び 2 4 3 において長手軸 2 4 8 から偏心させられて、捩れ経路に沿って配置されている。作動要素 2 4 2 , 2 4 4 がリスト 2 4 0 を通じて進むとき、作動要素 2 4 2 , 2 4 4 は 3 6 0 ° の角度的な広がりを有する捩れ経路に沿って配置されるので、作動要素 2 4 2 , 2 4 4 の全体的な長さは実質的に変化しない。例えば、ゾーン 2 4 1 における作動要素 2 4 2 の部分は、正の長さの変化を受けるが、ゾーン 2 4 3 における作動要素 2 4 2 の部分は、正の長さの変化を相殺する負の長さの変化を受ける。作動要素 2 4 4 は長さの変化の類似の相殺を受けるが、反対の方法において受ける。ゾーン 2 4 5 , 2 4 7 における作動要素 2 4 2 , 2 4 4 の部分は、長手軸 2 4 8 に沿って互いに如何なる有意な長さの変化も受けない。

10

【 0 0 7 6 】

図 6 及び 7 の例示的な実施態様に関して上で議論したように、手術器具の中心長手軸（中立軸）から偏心させられる作動要素は、手術器具の曲げ軸について 3 6 0 ° の角度的な広がりを有する捩れ経路に沿って配置されてよい。しかしながら、手術器具は、幾つかの曲げ軸を含んでよい。例えば、手術器具のリストは、1 つ又はそれよりも多くの多 D O F（自由度）関節を含んでよく、よって、複数の曲げ軸を含んでよい。例えば、図 6 の例示的な実施態様のリスト 2 3 0 が、実質的に同じ方向に延びる複数の曲げ軸 2 3 6 を含むならば、作動要素 2 3 2 , 2 3 4 は、1 つだけの曲げ軸の代わりに、両方の曲げ軸に亘って 3 6 0 ° の角度的な広がりを有する捩れ経路に沿って配置されてよい。

20

【 0 0 7 7 】

他の例示的な実施態様によれば、リストが、図 6 の曲げ軸 2 3 6 の方向におけるような、1 つの方向に延びる第 1 の複数の曲げ軸と、図 6 の曲げ軸 2 3 6 に対して実質的に垂直であるような、他の方向に延びる第 2 の複数の曲げ軸とを含み、作動要素は、第 1 の複数の曲げ軸に亘って 3 6 0 ° の角度的な広がりを有する捩れ経路に沿って、並びに、第 2 の複数の曲げ軸に亘って 3 6 0 ° の角度的な広がりを有する捩れ経路に沿って、配置されてよい。しかしながら、各曲げ軸について最小の長さの変化をもたらす或いは長さの変化をもたらさない（例えば、曲げ軸が異なる又は交互の方向に延びるときの）捩れ経路に沿う作動要素の捩れは、捩られる作動要素と作動要素を支持する且つ / 或いは捩れ形状に誘導する表面との間の摩擦の増大を招くことがある。作動要素とその支持面との間の摩擦は、

30

【 数 1 】

$$T_{load} = T_{hold} e^{\mu \phi}$$

キャプスタン等式によって表現されてよく、ここで、 T_{hold} は、作動要素に加えられる張力であり、 μ は、作動要素と支持面との間の摩擦係数であり、 ϕ は、作動要素の捩りによって掃引される全角であり、 T_{load} は、作動要素と支持面との間の力である。よって、 ϕ の大きな角度を通じて作動要素を捩ることは、作動要素と（複数の）支持面との間の大きな T_{load} をもたらす。よって、関節が異なる又は交互の方向に延びる曲げ軸を有するとき、各関節について作動要素を 3 6 0 ° 捩ることは、特に手術器具の比較的短い長さ及び小さな直径のリストについて、製造の困難を提示することがある。これらの考察に鑑み、本開示は、曲げられるときに 1 つ又はそれよりも多くの作動要素の長さを維持する（即ち、曲げられるときに作動要素の全長が有意に変化しない）と同時に、長さ維持 (length conservation) を達成する捩れの量も最小にする、1 つ又はそれよりも多くの関節を含む手術器具を想定する。

40

【 0 0 7 8 】

作動要素の長さ維持をもたらすのに有用な様々な例示的な実施態様が本開示によって想定され、手術器具の関節付き構造に関して以下に更に詳細に議論される。様々な関節付き構造は、捩れ経路に従う作動要素構成を用い得る。例えば、関節付き構造は、例えば、それらの各々の全文をここに参照として援用する、代理人整理番号 I S R G 0 4 4 8 0 P R O V / U S の下で 2 0 1 4 年 2 月 2 1 日に出願された「Mechanical Wrist Joints wit

50

h Enhanced Range of Motion, and Related Devices and Methods」という名称の米国仮出願第 6 1 / 9 4 3 , 0 6 8 号及び米国仮出願第 6 1 / 9 4 3 , 0 6 8 号の優先権を主張し且つそれと同日に出願された国際出願 P C T / U S 1 5 / x x x x x x 号 (I S R G 0 4 4 8 0 / P C T) の例示的な実施態様に従って構成されるリストのような、リストのためであってよい。他の実施例において、関節付き構造は、例えば、2 0 1 1 年 5 月 1 7 に公表された米国特許第 7 , 9 4 2 , 8 6 8 号及び 2 0 0 8 年 3 月 1 3 日に公表された米国特許出願公開第 2 0 0 8 / 0 0 6 5 1 0 5 号に記載されるジョグル関節のような、ジョグル関節において用いられてよい。

【 0 0 7 9 】

本開示の例示的な実施態様を利用し得る他の種類の関節が、図 8 の例示的な実施態様に示されている。上記のように、図 8 は、エンドエフェクタ 2 5 2 に接続されたリスト 2 5 0 を示している。エンドエフェクタ 2 5 2 は、例えば、例示的な実施態様に従った、U リンク(clevis)及びジョー付き部材 2 5 5 を含んでよい。例示的な実施態様によれば、リスト 2 5 0 は、エンドエフェクタ 2 5 2 に接続された第 1 のリンク 2 5 6 と、第 2 のリンク 2 5 8 とを含み、関節 2 7 0 が第 1 のリンク 2 5 6 をエンドエフェクタ 2 5 2 に接続し、関節 2 6 9 が第 2 のリンク 2 5 8 を第 1 のリンク 2 5 6 に接続している。当業者が熟知しているように、ここに記載する様々な例示的な実施態様におけるリンクをディスクとして構成し得る。しかしながら、開示及び請求項の範囲から逸脱せずに他の形状も利用し得る。エンドエフェクタ 2 5 2 が関節 2 7 0 を介して第 1 のリンク 2 5 6 に直接的に接合される他の例示的な実施態様によれば、エンドエフェクタ 2 5 2 の少なくとも部分は、リスト 2 5 0 の部分である。

【 0 0 8 0 】

他の例示的な実施態様によれば、リストは、2 つのリンクの代わりに、3 つのリンクを含んでよい。例えば、図 8 例示的な実施態様に示すように、リンク 2 5 6 と U リンク 2 5 3 との間に関節 2 7 0 を提供するよう、リンク 2 5 6 を U リンク 2 5 3 に直接的に接続させる代わりに、第 3 のリンクがリンク 2 5 6 と U リンク 2 5 3 との間に設けられ、関節 2 7 0 がリンク 2 5 6 と第 3 のリンクとの間に形成され、第 3 のリンクが U リンク 2 5 3 に取り付けられてよい。

【 0 0 8 1 】

第 1 のリンク 2 5 6 及び U リンク 2 5 3 は、方向 2 6 1 において (図 8 の紙面に入入りして延びる) 軸 2 6 0 について互いに関節作動させられてよい。第 2 のリンク 2 5 8 及び第 1 のリンク 2 5 6 が方向 2 6 3 において軸 2 6 2 について互いに関節作動させられてよいよう、リスト 2 5 0 は第 1 のリンク 2 5 6 に接続される第 2 のリンク 2 5 8 を更に含む。軸 2 6 0 , 2 6 2 は、任意に選択されるピッチ方向及びヨー方向における動きのような、2 つの自由度を備えるリスト 2 5 0 をもたらすよう、互いに実質的に直交してよい。リスト 2 5 0 は異なる方向における動きを伴う 2 つの自由度を有するので、リスト 2 5 0 を「 A B 」リストと記載することがあり、それはリスト 2 5 0 の関節 2 6 9 , 2 7 0 によってもたらされる 2 つの異なる動きを指す、

【 0 0 8 2 】

ここに記載する例示的な実施態様は、「 A B 」型のリスト以外のリストにおいて用いられてよい。例えば、リストは、同じ曲げ軸の種類の複数の関節を含んでよく、それはより広い範囲のリストの動きをもたらし得る。図 9 を参照すると、リンク 2 8 1 乃至 2 8 5 を含む、リスト 2 8 0 の例示的な実施態様が示されている。リンク 2 8 1 及び 2 8 2 は、それらが方向 2 9 1 において軸 2 9 0 について互いに関節作動することがあるように、接続される。リンク 2 8 4 及び 2 8 5 は、リンク 2 8 1 及び 2 8 2 と実質的に同じ方法において互いに接続され、リンク 2 8 4 及び 2 8 5 は、方向 2 9 7 において軸 2 9 6 について互いに関節作動する。よって、リンク 2 8 1 及び 2 8 2 の間の関節 3 0 0 並びにリンク 2 8 4 及び 2 8 5 の間の関節 3 0 6 は同じ種類であり、それらを「 A 」関節と呼ぶことがある。リンク 2 8 2 及び 2 8 3 は、それらが方向 2 9 3 において (図 9 の紙面に入入りして延びる) 軸 2 9 2 について互いに関節作動することがあるように、接続される。軸 2 9 0 ,

２９２は、任意のピッチ及びヨー（又はＡ及びＢ）方向における動きのような、リスト２８０に２つの自由度をもたらすよう、互いに実質的に直交してよい。更に、リンク２８３及び２８４は、リンク２８２及び２８３と実質的に同じ方法において互いに接続され、リンク２８３及び２８４は、方向２９５において（図９の紙面に入り出して延びる）軸２９４について互いに関節作動させられる。リンク２８２及び２８３の間の関節３０２並びにリンク２８３及び２８４の間の関節３０４は同じ種類であり、それらを「Ｂ」関節と呼ぶことがある。リスト２８０を「ＡＢＢＡ」リストと呼ぶことがあり、それはリスト２８０に沿う関節の曲げ軸の種類の順序を指す。

【００８３】

他の実施例において、リストは「ＡＢＡＢ」構成を有してよい。そのような構成は、２つの「ＡＢ」関節が「ＡＢＡＢ」構成において互いに直接的に接合するよう、例えば、直列の図８の例示的な実施態様のリンク２５６，２５８のような、２つの「ＡＢ」関節を含んでよい。

【００８４】

異なる方向において異なる動きを有することがあるリストの様々な複雑な構成部品及び手術器具のためのリストの小さな大きさの故に、リストが曲げられるときに作動要素の長さを実質的に維持しながら、作動要素がリストを通じて捩れ形状にどれくらい延びるかを最小にするために、リストを通じて作動要素をどのように通すかを決定することを含む、リストを通じて作動要素を通すことにおける様々な問題が起こる。ここにおける様々な例示的な実施態様は、１つ又はそれよりも多くの作動要素がリストの全長に沿って３６０°未満の角度的な広がりを持つ捩れ経路に沿って延びる、手術器具のリストを想定する。これらの設計は、とりわけ、例えば、作動要素がリストの全長に亘って捩れ経路に沿って横断する角度的な広がり、作動要素が個々の曲げ軸に亘って捩れ経路に沿って横断する角度的な広がり、作動要素が横断する角度的な広がり及び作動要素と（複数の）支持面との間の結果として得られる摩擦（即ち、角度的な広がりを最小にすることは、作動要素を作動させる力を適用するときの、キャプスタン等式のように、克服する摩擦の量を最小にする）、並びに曲げ軸に対する作動要素の初期的な角度を考慮に入れる。

【００８５】

図１０Ａ及び１０Ｂを参照すると、リストの２つの関節１０００Ａ及び１０００Ｂの概略的な断面図が示されている。例示的な実施態様に従って、リストを図８の例示的な実施態様のリスト２５０と同様に構成し得る。例えば、図１０Ａ及び１０Ｂ中の関節１０００Ａ及び１０００Ｂの断面は、図８のＡＢリストの例示的な実施態様の線Ａ－Ａ及び線Ｂ－Ｂに沿う概略図であってよいが、作動要素３１６Ａ，３１６Ｂが各関節１０００Ａ及び１０００Ｂに亘って延びるときの、作動要素３１６Ａ，３１６Ｂの捩れの量を示すよう修正されている。作動要素３１６Ａ，３１６Ｂは、例えば、（図８の例示的な実施態様のエンドエフェクタ２５２のような）エンドエフェクタを作動させるために、或いは、例えば、リストのような、器具の他の構成部品を作動させるために、用いられてよい。例示的な実施態様によれば、作動要素３１６Ａ，３１６Ｂは、作動要素３１６Ａ，３１６Ｂの作動が、作動要素３１６Ａ，３１６Ｂがリストを作動させるために用いられるときのような、逆転された動きをもたらさないよう、捩れ経路に従ってよい。

【００８６】

図１０Ａ及び１０Ｂの断面は、それぞれ、曲げ軸３１２を有する（図８の例示的な実施態様における関節２６９のような）関節を提示する関節１０００Ａについての断面及び曲げ軸３２２を有する（図８の例示的な実施態様における関節２７０のような）関節を提示する関節１０００Ｂについての断面を備える、リストの２つの異なる関節１０００Ａ及び１０００Ｂを提示している。

【００８７】

ここに記載する様々な例示的な実施態様の作動要素は、実質的に長さ維持的(length conservative)であってよい。よって、幾つかの場合、リストの１つ又はそれよりも多くの関節のように、作動要素が延びる（複数の）関節が作動させられるときに、作動要素は長

10

20

30

40

50

さのゼロ変化を有することがあるが、幾つかの場合、作動要素は、少量の長さの変化を受けることがある。例示的な実施態様によれば、実質的に長さ維持的な作動要素は、例えば、10ポンド(4.536キログラム)未満の応力が作動要素に適用されるときに、例えば、長さの変化がないことを含む、約0.010インチ(0.0254センチメートル)未満の、長さの変化を受けることがある。

【0088】

作動要素316A, 316Bの捻れの角度的な広がり、リストに亘って作動要素316A, 316Bを長さ維持的にするように選択されてよい。例えば、作動要素316A, 316Bの各々は、図10A及び10Bに示すように、リストの各関節1000A, 1000Bについて90°の捻れを有することがある。換言すれば、作動要素316A, 316Bは、各関節1000A, 1000Bについて中心線318に対して90°の角度的な広がりを有することがある。例えば、作動要素316Aは、関節1000Aに亘って初期位置311から後続位置313まで約90°の角度的な広がりを有する捩れ経路に沿って配置されてよい。更に、作動要素316Aは、関節1000Bに亘って(関節1000Aについての断面中の構造の位置313に対応する)初期位置315から後続位置317まで90°捩られてよい。

【0089】

作動要素の捩れの眺望を容易にするために、図11は、図10A及び10Bにおいて描写される関節を含むリスト310の概略的な頂面図を示しており、リスト310の異なる関節に沿う作動要素316Aの形状を例示するために、作動要素316Aのみが、リスト310の関節1000A, 1000Bの長さに沿って示されている。図11において、リスト310は、関節1000A及び1000Bの各々に沿う作動要素316Aの捩れの量を示すよう、関節1000A及び関節1000Bに概略的にセグメント化されている。例示的な実施態様によれば、関節1000Aは、長さ326を有してよく、関節1000Bは、長さ328を有してよく、それらは、関節1000A及び1000Bについての捩れの量を描写する目的のために、図8の例示的な実施態様において概略的に示されている。図8の例示的な実施態様を参照すると、関節1000Aは、例えば、関節269に対応してよく、関節1000Aについての捩れは、関節269で実質的に中心化され、関節269の両側に実質的に等しい量で拡張している。

【0090】

同様に、図8の例示的な実施態様を参照すると、関節1000Bは、例えば、関節260に対応してよく、関節1000Bについての捩れは、関節270で実質的に中心化され、関節270の両側で実質的に等しい量で拡張している。図11に示すように、作動要素316Aは、関節1000Aに亘って初期位置311から後続位置313まで捩られてよく、関節1000Bに亘って初期位置315から後続位置317まで捩られてよい。例示的な実施態様によれば、作動要素の捩れは、図1に示すように、作動要素316Aが関節1000A及び1000Bに亘って捩られるときに、実質的に連続的であってよい。実質的に連続的な捩れを用いることは、作動要素と支持構造との間の摩擦の量を有益に最小にすることがある。何故ならば、捻れはリストのより長い長手方向の長さの亘って生じることがあるからである。

【0091】

しかしながら、作動要素の捻れは、図11の例示的な実施態様に示す実質的に連続的な捩れに限定されない。例えば、作動要素は、作動要素の長さに沿って異なる量の捻れを有する区画に捩られてよい。他の場合において、作動要素は、その代わりに、作動要素が直線的に延び且つリストの中立軸と実質的に平行である1つ又はそれよりも多くの領域によって分離される捩れ部分を含む、不連続的な捩れ経路に従ってよい。そのような不連続的な捩れの実施態様において、作動要素316A, 316Bの捩れは、依然として図10A及び10Bに示す量(即ち、90°)にあってよいが、作動要素316A, 316Bの1つ又はそれよりも多くの直線的な非捻れ部分の故に、図11中の関節1000A及び1000Bのより短い範囲(span)の長さ326, 328に亘ることがある。

【 0 0 9 2 】

図 1 0 A 及び 1 0 B に最良に示すように、作動要素 3 1 6 A は、関節 1 0 0 0 A 及び 1 0 0 0 B の各々に関して中立軸 3 1 8 について 9 0 ° 掬られる（即ち、関節 1 0 0 0 A 及び 1 0 0 0 B の各々について中心線 3 1 8 に対して 9 0 ° の角度的な広がりを用意する掬）。例示的な実施態様によれば、中立軸 3 1 8 は、リスト 3 1 0 の長手方向の中心線であってよい。加えて、軸 3 1 8 は、例示的な実施態様によれば、リスト 3 1 0 の長手方向の中心線であってよく、作動要素 3 1 6 A , 3 1 6 B が従う掬れ経路のための中心線であってよい。図 1 0 B の関節 1 0 0 0 B の断面に示すように、作動要素 3 1 6 A は、中立軸 3 1 8 からある距離 3 2 9 だけ径方向に離間させられてよい。図 1 0 B の関節 1 0 0 0 B の断面に示すように、作動要素 3 1 6 B も、中立軸からある距離 3 2 9 だけ径方向に離間させられてよい。径方向距離 3 2 9 は、リスト 3 1 0 の直径に比べて異なるとよい。径方向距離 3 2 9 は、例えば、作動要素が中立軸 3 1 8 に沿って延びない（例えば、中立軸 3 1 8 から非ゼロ径方向距離だけ離間させられる）とき、約 0 mm より大きいから約 1 0 mm であってよい。他の例示的な実施態様によれば、径方向距離 3 2 9 は、例えば、0 より大きいから約 6 mm であってよい。例示的な実施態様によれば、径方向距離 3 2 9 は、リスト 3 1 0 内の内部空間を最大にするように、作動要素 3 1 6 A , 3 1 6 B が関節 1 0 0 0 A 及び 1 0 0 0 B の外周で又は外周付近で離間させられるよう、最大にされてよい。他の例示的な実施態様によれば、径方向距離 3 2 9 は、例えば、作動要素 3 1 6 A , 3 1 6 B 及び / 又は作動要素 3 1 6 A , 3 1 6 B のための誘導管腔が曲がるのが困難であるとき、作動要素 3 1 6 A , 3 1 6 B が中立軸 3 1 8 付近で離間させられるよう、最小にされてよい。

10

20

【 0 0 9 3 】

作動要素 3 1 6 A と同様に、作動要素 3 1 6 B も、図 1 0 A 及び 1 1 に示すように、断面 1 0 0 0 A によって提示される関節において、初期位置 3 2 1 から後続位置 3 2 3 まで 9 0 ° 掬られてよい（即ち、中心線 3 1 8 について掬れ経路に沿って 9 0 ° の角度的な広がりを用意してよい）。更に、作動要素 3 1 6 B は、図 1 0 B 及び 1 1 に示すように、断面 1 0 0 0 B によって提示される関節において、（断面 1 0 0 0 B における後続位置 3 2 3 と一致する）初期位置 3 2 5 から後続位置 3 2 7 まで 9 0 ° 掬られてよい。よって、作動要素 3 1 6 A , 3 1 6 B の各々は、リスト 3 1 0 に亘って作動要素 3 1 6 A , 3 1 6 B を長さ維持的にするよう、リスト 3 1 0 の全長に亘って全部で 1 8 0 ° の掬れを用意してよい（即ち、中心線 3 1 8 について掬れ経路に沿って 1 8 0 ° の角度的な広がりを用意してよい）。これは 3 6 0 ° の掬れよりも実質的に小さい各作動要素 3 1 6 A , 3 1 6 B の全体的な掬れをもたらす。

30

【 0 0 9 4 】

例えば、中立軸 3 1 8 が極座標系における原点であるときのような、中心線 3 1 8 についての作動要素 3 1 6 A の掬れを考察するとき、作動要素 3 1 6 A は、リスト 3 1 0 の全長に亘って 1 8 0 ° の角度測定を通じて関節 1 0 0 0 A における初期位置 3 1 1 から関節 1 0 0 0 B における後続位置 3 1 7 まで掬られる。これを図 3 3 の例示的な実施態様に更に例示しており、図 3 3 は掬れ経路 9 0 0 を描写している。図 3 3 の例示的な実施態様に示すように、掬れ経路 9 0 0 は、長手軸 9 0 8 （即ち、中心線 9 0 8 ）の周りで掬れ形状において第 1 の端 9 0 2 から第 2 の端 9 0 6 まで延びる。掬れ経路 9 0 0 の角度的な広がりを示すために、掬れ経路 9 0 0 は、平面 9 0 1 上で曲率半径 9 1 3 を有する弧 9 1 0 として投影され (projected) てよく、弧 9 1 0 上の地点 9 1 0 は、掬れ経路 9 0 0 上の場所に対応する。例えば、弧 9 1 0 上の地点 9 1 2 は、掬れ経路 9 0 0 の第 1 の端 9 0 2 に対応し、弧 9 1 0 上の地点 9 1 4 は、掬れ経路 9 0 0 の長さに沿う略中間にある地点 9 0 4 に対応する。

40

【 0 0 9 5 】

掬れ経路 9 0 0 は、図 2 1 の例示的な実施態様において、実質的に一定の曲率半径 9 1 3 を有するものとして描写されているが、掬れ経路 9 0 0 （従って、弧 9 1 0 ）は、異なる曲率を有する区画を含んでよく、且つ / 或いは 1 つ又はそれよりも多くの直線区画を含

50

んでもよい。従って、捩れ経路がここにおける例示的な実施態様において議論されるとき、捩れ経路は、実質的に連続的な曲率半径で捩れてよく、或いは異なる曲率半径及び／又は直線区画を備える湾曲区画を含む、異なる曲率半径を備える区画を含んでよい。

【0096】

図33に示すように、(同様に平面901上に投影されてよい)中心線908に対する、地点912と地点914との間の角度的な広がり920は、約180°である。よって、ここにおける例示的な実施態様において捩れ経路の角度的な広がりを議論するとき、角度的な広がりは、図33に示すように、中心線908に対する角度的な広がり920に従って決定されてよい。更に、捩れ経路900は、第1の端902から第2の端906までの全360°の捻れを完成するので、弧910上の地点912は、第1の地点902及び第2の地点906の両方に対応し、第1の端902と第2の端906との間の角度的な広がり922は、360°である。よって、図33の例示的な実施態様において、弧910は、完全な円を形成する。しかしながら、捩れ経路が完全な360°の捻れでない他の実施態様において、弧910は円を完成しない。何故ならば、捩れ経路の角度的な広がり360°未満だからである。

【0097】

図10A, 10B, 11に示す方法において作動要素316A, 316Bを捩ることは、作動要素316A, 316Bが捩れ310について長さ維持的であることを可能にし得る。更に、例示的な実施態様によれば、作動要素316A, 316Bの捻れの角度的な広がり、作動要素316A, 316Bを関節1000A及び1000Bの各々について長さ維持的にさせるように選択されてよい。例えば、図10Aの例示的な実施態様の概略図に示すように、関節1000Aについて、作動要素316A, 316Bの各々の略半分は、曲げ軸312の左側にあり、作動要素316A, 316Bの各々の略半分は、曲げ軸312の右側にある。結果的に、曲げ軸の左側にある作動要素316A, 316Bの部分についてのあらゆる正又は負の長さの変化は、曲げ軸312の右側にある作動要素316A, 316Bの部分についてのあらゆる負又は正の長さの変化によって相殺される。よって、作動要素316A, 316Bについて長さの正味変化はなく、作動要素316A, 316Bの各々を関節1000Aに亘って長さ維持的にさせる。同様に、図10Bの関節1000Bの例示的な実施態様の概略図に示すように、関節1000Bについて、各作動要素316A, 316Bの略半分は、曲げ軸322の頂側にある並びに底側にあるので、曲げ軸322に対する作動要素316A, 316Bの頂側についてのあらゆる長さの変化は、曲げ軸322に対する作動要素316A, 316Bの底側についてのあらゆる長さの変化によって実質的に相殺される。よって、作動要素316A, 316Bについて長さの正味変化は実質的になく、作動要素316A, 316Bを関節1000Bに亘って長さ維持的にさせる。

【0098】

関節に亘る作動部材の捻れの量も、関節の長さ亘る作動部材の平均的な角位置によって概略的に提示されてよい。例えば、関節1000Aの長さ326に亘る中立軸に関する作動要素316Aの平均的な角位置314を図10Aに概略的に示している。換言すれば、中立軸318が極座標系における原点として取り扱われるときのように、作動要素316Aが関節1000Aの長さ326に亘って90°を通じて捩れるとき、作動要素316Aの平均的な角位置314が決定されてよい。図10Aに示すように、関節1000Aの長さ326に亘る作動要素316Aの平均的な角位置314が、関節1000Aについての曲げ軸と一致するとき、これは作動要素316Aが関節1000Aについて長さ維持的であることを示す。作動要素316Aは、図10Bに示すように、同様に曲げ軸322と一致する関節1000Bの長さ328に亘る平均的な角位置324を有する。更に、作動要素318Bは、作動要素316Aと反対に位置付けられ、作動要素316Aの捻れの実質的に鏡像であるので、関節1000A及び1000Bに亘る作動要素316Bの平均的な角位置は、作動要素316Aの平均的な角位置314, 324と同じであると考えられてよい。

10

20

30

40

50

【0099】

上記のように、様々な例示的な実施態様が、曲げ軸に対する作動要素の初期角度を考慮する。初期角度は、作動要素が関節に入るときの曲げ軸に対する作動要素の初期角度と考えられてよい。図10Aの例示的な実施態様に示すように、作動要素316Aは、関節1000Aにおける曲げ軸312に対するその初期位置311での初期角度319を有してよい。例示的な実施態様によれば、図10Aの断面図に示すように、作動要素の実質的に等しい量が曲げ軸312の両側に配置されてよいように、初期角度319は、特に作動要素が関節1000Aの長さ326に沿って90°挟られるときに、約45°であってよい。作動要素316Bは、中立軸318に亘って作動要素316Aの反対に位置付けられてよいので、関節1000Aにおける作動要素316Bの初期位置323は、曲げ軸312に対して、例えば、約45°のような、実質的に同じ角度319にあってよい。関節1000Bにおいて、作動要素316A、316Bの初期位置は、関節1000Aにおける角度319と略等しい曲げ軸322に対する角度にあってよい。

10

【0100】

しかしながら、例えば、より小さい又はより大きい量の角度的な広がり（挟れ）が所与の関節に亘って用いられるときには、他の初期角度が利用されてもよい。例えば、作動要素316Aの初期位置311は、曲げ軸312に対して約50°の角度319にあってよい。そのような実施例では、実質的に等しい量の作動要素316Aが曲げ軸312の両側に位置付けられてよく、作動要素316Aが関節1000Aに亘って長さ維持的であるように、関節1000Aに亘る作動要素316Aの捻れの量は、約100°であってよい。例えば、例示的な実施態様に従った、約40°～約60°のような、初期角度319についての他の値が、ここにおける例示的な実施態様によって想定されてよい。

20

【0101】

本発明に従った様々な実施態様は、図10A、10B、及び11の例示的な実施態様を参照して示し且つ議論した以外の、他の初期位置作動要素挟れ構成を想定する。図12Aを参照すると、リストの例示的な実施態様の関節の概略的な断面図が示されている。図12Aの例示的な実施態様に描写する関節1200Aは、関節1200Aにおける作動要素330A、330Bの初期位置が曲げ軸332Aと整列させられる点を除き図10Aの例示的な実施態様に類似する、A型関節であってよい。作動要素330A、330Bは、例えば、（図8の例示的な実施態様のエンドエフェクタ252のような）エンドエフェクタを作動させるために、或いは、例えば、リストのような、器具の他の構成部品を作動させるために、用いられてよい。例示的な実施態様によれば、作動要素330A、330Bは、例えば、作動要素330A、330Bを用いてリストを作動させるときに、作動要素330A、330Bの作動が逆の動きをもたらさないよう、挟れ経路に従ってよい。

30

【0102】

図12A及び図13に示すように、それらのうちの後者は、図12A及び12Bに描写する関節を含むリスト320の概略的な頂面図であるが、作動要素330Aの挟れのみを示しており、作動要素330Aは、長手中立軸337に対して関節1200Aの長さ336に沿う捻れを有さない。図11に関して議論したように、軸337は、リスト320についての中心線であってよく、加えて、作動要素330A、330Bの挟れ経路についての中心線であってよい。よって、（図13に概略的に示す）関節1000Aの長さ336に亘る作動要素330A、330Bの平均的な角位置334は、曲げ軸332Aと一致させられる（即ち、曲げ軸332Aは、作動要素330A、330Bを通じて進む）。結果的に、作動要素330A、330Bは、関節1200Aにおいて既に長さ維持的であり、その関節において挟られる必要がない。しかしながら、関節1200Bにおいて、作動要素330A、330Bのそれぞれの初期位置331A、335Aは、曲げ軸332Bから偏心（オフセット）させられる。例えば、作動要素330A、330Bの初期位置331A、335Aは、関節1200Bにおいて曲げ軸332Bから約90°偏心（オフセット）させられてよい。

40

【0103】

50

関節 1 2 0 0 B に亘る作動要素 3 3 0 A , 3 3 0 B の長さ維持を達成するために、作動要素 3 3 0 A , 3 3 0 B は、それぞれの後続位置 3 3 1 B , 3 3 5 B に対して 1 8 0 ° の角度的な広がりて捩られてよい（即ち、中心線 3 3 7 について 1 8 0 ° の角度的な広がりて捩る捩れ経路に従ってよい）。結果的に、各々の作動要素 3 3 0 A , 3 3 0 B の略等しい量が、関節 1 2 0 0 B における曲げ軸 3 3 2 B の両側（例えば、図 1 3 B の関節 1 2 0 0 B の断面における頂側及び底側）にある。これは（図 1 3 に概略的に示す）関節 1 2 0 0 B の長さ 3 3 8 に亘る作動要素 3 3 0 A , 3 3 0 B の平均的な角位置 3 3 9 によっても実証され、関節 1 2 0 0 B の長さ 3 3 9 は、曲げ軸 3 3 2 B と整列する（即ち、曲げ軸 3 3 2 B は、作動要素 3 3 0 A , 3 3 0 B の平均的な角位置 3 3 9 を通じて進む）。よって、作動要素 3 3 0 A , 3 3 0 B は、図 1 0 A、1 0 B、及び 1 1 の例示的な実施態様と同様に、リスト 3 2 0 の長さによつて 1 8 0 ° の角度的な広がりて有する捩れ経路に従ってよいが、捩れは 1 つの関節（例えば、関節 1 2 0 0 A）の長さによつて起こらず、全ての捩れは他の関節（例えば、関節 1 2 0 0 B）の長さによつて起こる。更に、作動要素 3 3 0 A , 3 3 0 B は、作動要素 3 3 0 A , 3 3 0 B の各々を各々の関節 1 2 0 0 A 及び 1 2 0 0 B に亘って長さ維持的にさせるよう、この方法において捩られてよい。

【 0 1 0 4 】

リストは、各関節について異なる曲げ軸方向を備える任意の数の関節を含むように構成され得る。本開示の範囲内にあるものとして想定される幾つかの非限定的な実施態様は、1 つ又はそれよりも多くの多数の図 1 0 A 乃至 1 3 の例示的な実施態様のリスト 3 1 0 及び / 又は 3 2 0 を有するリストを含み、作動要素の長さは、リストの全長によつて実質的に維持される。例えば、リストは、各々が図 1 0 A 乃至 1 3 の例示的な実施態様のいずれかに従って構成される、2 つの連続的なリストデバイスを含み得る。そのようなリストは、例えば、順番において、第 1 の A 関節、第 1 の B 関節、第 2 の A 関節、及び第 2 の B 関節を含み得る（即ち、リストは、A B A B 型のリストである）。リストの長さによつて延びる作動要素の長さ維持を達成するために、作動要素は、図 1 0 A 乃至 1 3 の例示的な実施態様の各々のリスト 3 1 0 , 3 2 0 の 2 倍の角度的な広がりて有するリストの長さによつて 3 6 0 ° の角度的な広がりて有する捩れ経路に沿って延びてよい。逆に、2 つの連続的なリストデバイスを含むリスト（例えば、A B A B 型のリスト）を図 1 0 A 乃至 1 3 の例示的な実施態様のリスト 3 1 0 及び / 又は 3 2 0 のような単一のリストを含むリスト（例えば、A B 型のリスト）に簡略化してよい。同様に、A A B B 型のリストを A B リストに簡略化し得る。

【 0 1 0 5 】

本開示に従った様々な例示的な実施態様は、様々な曲げ軸パターンのリスト及び作動要素のための捩れ構成を想定する。リスト構成は、図 8 及び 1 0 A 乃至 1 3 に示すように、2 つの曲げ軸を備える関節のみを含んでよいが、図 9 の例示的な実施態様の A B B A リストのような、他のリスト構成が用いられてよい。

【 0 1 0 6 】

図 1 4 A 乃至 1 4 D を参照すると、例示的な実施態様に従った、4 つの関節 1 4 0 0 A 1 , 1 4 0 0 B 1 , 1 4 0 0 B 2 , 1 4 0 0 A 2 を含む、リストの関節の断面図が示されている。例えば、リストは、図 9 の A B B A リストの例示的な実施態様に従って構成されてよく、図 1 4 A 乃至 1 4 D 中の関節 A 1、B 1、B 2、及び A 2 のそれぞれの断面図は、図 9 中の線 A 1 - A 1、B 1 - B 1、B 2 - B 2、及び A 2 - A 2 に沿う図であつてよい。よって、図 1 4 A 乃至 1 4 D 中の関節 1 4 0 0 A 1 , 1 4 0 0 B 1 , 1 4 0 0 B 2 , 1 4 0 0 A 2 は、それぞれ、図 1 5 の例示的な実施態様に概略的に示すリスト 3 4 0 の 4 つの異なる関節を提示しており、関節 1 4 0 0 A 1 は、（図 1 5 に概略的に示す）曲げ軸 3 4 4 及び長さ 3 6 4 を有し、関節 1 4 0 0 B 1 は、（図 1 5 に概略的に示す）曲げ軸 3 4 6 及び長さ 3 6 5 を含み、関節 1 4 0 0 B 2 は、（図 1 5 に概略的に示す）曲げ軸 3 5 2 及び長さ 3 6 6 を有し、関節 1 4 0 0 A 2 は、（図 1 5 に概略的に示す）曲げ軸 3 5 4 及び長さ 3 6 7 を有する。更に、リスト 3 4 0 は、図 1 4 A 乃至 1 4 D 及び 1 5 に示すように、長手中立軸 3 4 8 を有する。軸 3 4 8 がリスト 3 4 0 についての中心線であつてよ

く、更に作動要素 3 4 2 , 3 5 0 の捩れ経路についての中心線であってよい。作動要素 3 4 2 , 3 5 0 は、例えば、エンドエフェクタを作動させるために、或いは、例えば、リストのような、器具の他の構成部品を作動させるために、用いられてよい。例示的な実施態様によれば、作動要素 3 4 2 , 3 5 0 は、例えば、作動要素 3 4 2 , 3 5 0 を用いてリストを作動させるときに、作動要素 3 4 2 , 3 5 0 の作動が逆の動きをもたらさないよう（例えば、図 9 中の関節 3 0 0 及び 3 0 6 が軸 2 9 0 及び 2 9 6 について異なる方向に曲がらず、関節 3 0 2 及び 3 0 4 が軸 2 9 2 及び 2 9 4 について異なる方向に曲がらないよう）、捩れ経路に従ってよい。例示的な実施態様によれば、関節 1 4 0 0 A 1 , 1 4 0 0 B 1 , 1 4 0 0 B 2 , 1 4 0 0 A 2 の各々についての作動要素 3 4 2 , 3 5 0 の捩れは、それぞれの曲げ軸 3 4 4 , 3 4 6 , 3 5 2 , 3 5 4 について中心化されてよく、捩れ経路は、それぞれの曲げ軸 3 4 4 , 3 4 6 , 3 5 2 , 3 5 4 の両側に実質的に等しい量において延びる。

【 0 1 0 7 】

リスト 3 4 0 に亘って延びる作動要素 3 4 2 , 3 5 0 の捩れの角度的な広がり、作動要素 3 4 2 , 3 5 0 がリスト 3 4 0 の長さに亘って長さ維持的であるような角度的な広がりである。関節 1 4 0 0 A 1 において、両方の作動要素 3 4 2 , 3 5 0 は、曲げ軸 3 4 4 と整列させられ（即ち、曲げ軸 3 4 4 は、作動要素 3 4 2 , 3 5 0 を通じて進み）、よって、曲げ軸 3 4 4 と整列させられる関節 1 4 0 0 A 1 の長さ 3 6 4 に亘る平均的な角位置 3 5 6 を有する。よって、両方の作動要素 3 4 2 , 3 5 0 は、関節 1 4 0 0 A 1 において長さが実質的に変わらず、その関節において捩られない。関節 1 4 0 0 B 1 において、作動要素 3 4 2 は、それが曲げ軸 3 4 6 に対して約 9 0 ° の角度 3 4 9 を有する関節 1 4 0 0 A 1 から入るとき、初期位置 3 4 1 を有する。作動要素 3 5 0 も、それが曲げ軸 3 4 6 に対して約 9 0 ° の角度にある関節 A 1 から入るとき、初期位置 3 5 1 を有する。

【 0 1 0 8 】

図 1 4 B の例示的な実施態様において、作動要素 3 4 2 , 3 5 0 は、それぞれの後続位置 3 4 3 , 3 5 3 に、関節 1 4 0 0 B 1 において 9 0 ° 捩られてよく（即ち、中心線 3 4 8 について 9 0 ° の角度的な広がり、作動要素 3 4 2 , 3 5 0 に関節 1 4 0 0 B 1 の長さ 3 6 5 に亘る平均的な角位置 3 5 8 を提供する。図 1 4 B の例示的な実施態様に示すように、平均的な角位置 3 5 8 は、曲げ軸 3 4 6 と整列させられず、関節 1 4 0 0 B 1 において作動要素 3 4 2 , 3 5 0 について正又は負の長さの変化をもたらす。図 1 4 C に示すように、関節 1 4 0 0 B 2 において、作動要素 3 4 2 は、曲げ軸 3 5 2 に対して 9 0 ° の角度 3 5 9 で関節 1 4 0 0 B 1 から入った後に、初期位置 3 4 5 を有し、作動要素 3 5 0 は、曲げ軸 3 5 2 に対して 9 0 ° にある初期位置 3 5 5 を有する。作動要素 3 4 2 , 3 5 0 は、関節 1 4 0 0 B 2 において 9 0 ° 捩られ（即ち、中心線 3 4 8 について 9 0 ° の角度的な広がり、作動要素 3 4 2 , 3 5 0 の各々について正又は負の長さの変化をもたらす。

【 0 1 0 9 】

しかしながら、関節 1 4 0 0 B 1 , 1 4 0 0 B 2 のそれぞれの長さ 3 6 5 , 3 6 6 に亘る平均的な角位置 3 5 8 , 3 6 0 によって示されるように、関節 1 4 0 0 B 1 , 1 4 0 0 B 2 における作動要素 3 4 2 , 3 5 0 の捩れは、曲げ軸 3 4 6 , 3 5 2 の両側にあり、作動要素 3 4 2 , 3 5 0 の長さの変化は、互いに実質的に相殺し合う。更に、関節 1 4 0 0 A 2 の長さ 3 6 7 に亘る作動要素 3 4 2 , 3 5 0 の平均的な角位置 3 6 2 によって示されるように、作動要素 3 4 2 , 3 5 0 は、関節 1 4 0 0 A 2 において曲げ軸 3 5 4 と整列させられる（即ち、曲げ軸 3 5 4 は、作動要素 3 4 2 , 3 5 0 を通じて通る）。結果的に、作動要素 3 4 2 , 3 5 0 は、リスト 3 4 0 の全長を通じて 1 8 0 ° 捩られる（即ち、捩れ経路は、中心線 3 4 8 について 1 8 0 ° （即ち、各々の関節 1 4 0 0 B 1 及び 1 4 0 0 B 2 を通じて 9 0 ° ）の角度的な広がり、作動要素 3 4 2 , 3 5 0 の各々について正又は負の長さの変化をもたらす。更に、関節 1 4 0 0 B 1 及び 1 4 0 0 B 2 の曲げ軸 3 4 6 , 3 5 2 に対する作動要素 3 4 2 , 3 5 0 の捩れは、曲げ軸 3 4 6 , 3 5 2 の両側にあるので、作動要素 3 4 2 , 3 5 0 は、関節 1 4 0 0 A 1 , 1 4 0 0 A 2

10

20

30

40

50

において実質的な長さの変化を受けず、作動要素 3 4 2 , 3 5 0 のあらゆる正又は負の長さの変化は、関節 1 4 0 0 B 2 における作動要素 3 4 2 , 3 5 0 の対応する負の又は正の長さの変化によって相殺され、逆も同様である。よって、各作動要素 3 4 2 , 3 5 0 は、リスト 3 4 0 の全長に亘って長さ維持的である。

【 0 1 1 0 】

本開示は、2 つよりも多くの関節を有するリストについての他の構成を想定する。図 1 6 A 乃至 1 6 D を参照すると、リストの関節 1 6 0 0 A 1 , 1 6 0 0 B 1 , 1 6 0 0 B 2 , 1 6 0 0 A 2 の断面図が示されている。リスト 3 7 0 は、例えば、図 9 に示す例示的な実施態様に従って構成されてよく、図 1 6 A 乃至 1 6 D 中の関節 1 6 0 0 A 1 , 1 6 0 0 B 1 , 1 6 0 0 B 2 , 1 6 0 0 A 2 の断面図は、図 9 の A B B A リストの例示的な実施態様についての線 A 1 - A 1、B 1 - B 1、B 2 - B 2、及び A 2 - A 2 に沿う図であってよい。

10

【 0 1 1 1 】

例示的な実施態様によれば、関節 1 6 0 0 A 1 は、(リスト 3 7 0 全体を示し且つ図 1 6 A 乃至 1 6 D に描写する関節を含む) 図 1 7 の例示的な実施態様において概略的に示す) 曲げ軸 3 9 1 及び長さ 4 0 0 を有し、関節 1 6 0 0 B 1 は、(図 1 7 において概略的に示す) 曲げ軸 3 9 2 及び長さ 4 0 2 を有し、関節 1 6 0 0 B 2 は、(図 1 7 において概略的に示す) 曲げ軸 3 9 2 及び長さ 4 0 4 を有し、関節 1 6 0 0 A 2 は、(図 1 7 において概略的に示す) 曲げ軸 3 9 4 及び長さ 4 0 6 を有する。更に、リスト 3 7 0 は、図 1 6 A 乃至 1 6 D 及び 1 7 に示すように、関節 1 6 0 0 A 1 , 1 6 0 0 B 1 , 1 6 0 0 B 2 , 1 6 0 0 A 2 を通じて延びる、長手中立軸 3 9 0 を含んでよい。軸 3 9 0 は、リスト 3 7 0 についての中心線であってよく、作動要素 3 7 2 , 3 8 0 の捩れ経路についての中心線であってよい。作動要素 3 7 2 , 3 8 0 を用いて、例えば、エンドエフェクタを作動させてよく、或いは、例えば、リストのような、器具の他の構成部品を作動させてよい。例示的な実施態様によれば、作動要素 3 7 2 , 3 8 0 は、例えば、作動要素 3 7 2 , 3 8 0 を用いてリストを作動させるときに、作動要素 3 7 2 , 3 8 0 の作動が逆の動きをもたらさないよう (例えば、図 9 の関節 3 0 0 及び 3 0 6 が軸 2 9 0 及び 2 9 6 について異なる方向において延びず、関節 3 0 2 及び 3 0 4 が軸 2 9 2 及び 2 9 4 について異なる方向に延びないよう)、捩れ経路に従ってよい。

20

【 0 1 1 2 】

図 1 6 A 乃至 1 6 D 及び 1 7 の例示的な実施態様において、作動要素 3 7 2 , 3 8 0 は、関節 1 6 0 0 A 1 において曲げ軸 3 9 1 から初期的に偏心 (オフセット) させられて整列させられない。例えば、作動要素 3 7 2 , 3 8 0 は、初期的に、曲げ軸 3 9 1 に対して約 3 0 ° の角度 3 9 5 にあってよい。これに対処するために、作動要素 3 7 2 , 3 8 0 が関節 1 6 0 0 A 1 において長さ維持的であるよう、作動要素 3 7 2 , 3 8 0 は、関節 1 6 0 0 A 1 の長さ 4 0 0 に沿ってそれぞれの初期位置 3 7 1 , 3 8 1 から後続位置 3 7 3 , 3 8 3 まで 6 0 ° 捩られてよい (即ち、中心線 3 9 0 について 6 0 ° の角度的な広がりを有する捩れ経路に従ってよい)。よって、関節 1 6 0 0 A 1 の長さ 4 0 0 に亘る作動要素 3 7 2 , 3 8 0 の平均的な角位置 3 9 6 は、曲げ軸 3 9 1 と整列する (曲げ軸 3 9 1 は、作動要素 3 7 2 , 3 8 0 の平均的な角位置 3 9 6 を通じて進む)。

30

40

【 0 1 1 3 】

同様に、作動要素 3 7 2 , 3 8 0 は、それぞれの初期位置 3 7 4 から後続位置 3 7 5 , 3 8 5 まで、関節 1 6 0 0 B 1 において 6 0 ° 捩られてよく (即ち、中心線 3 9 0 について 6 0 ° の角度的な広がりを有する捩れ経路に従ってよく)、それぞれの初期位置 3 7 6 , 3 8 6 から後続位置 3 7 7 , 3 8 7 まで、関節 1 6 0 0 B 2 において 6 0 ° 捩られてよく (即ち、中心線 3 9 0 について 6 0 ° の角度的な広がりを有する捩れ経路に従ってよく)、それぞれの初期位置 3 7 8 , 3 8 8 から後続位置 3 7 9 , 3 8 9 まで、関節 1 6 0 0 A 2 において 6 0 ° 捩られてよい (即ち、中心線 3 9 0 について 6 0 ° の角度的な広がりを有する捩れ経路に従ってよい)。関節 A 1 と同様に、作動要素 3 7 2 , 3 8 0 が関節 1 6 0 0 A 2 に亘って実質的に長さ維持的であるよう、関節 1 6 0 0 A 2 の長さ 4 0 6 に亘る

50

作動要素 372, 380 の平均的な角位置 399 は、曲げ軸 394 と整列する。作動要素 372, 380 は、各々の関節 1600B1, 1600B2 の長さ 402, 404 に亘って長さ維持的でない。しかしながら、関節 1600B1 及び 1600B2 の組み合わせ長さ 402 及び 404 に亘って全体的に理解されるとき、作動要素 372, 380 は、関節 1600B1 及び 1600B2 の組み合わせに亘って実質的に長さ維持的である。これは、それらのそれぞれの曲げ軸 393 及び 393 の両側にある、関節 1600B1 の長さ 402 に亘る作動要素 372, 380 の平均的な角位置 397 及び関節 1600B2 の長さ 404 に亘る作動要素 372, 380 の平均的な角位置 398 によって示される。よって、作動要素 372, 380 は、リスト 370 の全長に亘って 240° の総量だけ捩られてよい（即ち、関節 1600A1, 1600B1, 1600B2, 1600A2 の長さの各々に亘って 60° 捩られてよい）。

10

【0114】

上の例示的な実施態様において記載したように、捩れ経路に沿って作動要素を延ばすために、様々な例示的な実施態様は、捩れ経路に沿って 1 つ又はそれよりも多くの作動要素を案内する 1 つ又はそれよりも多くの構造を想定する。1 つ又はそれよりも多くの構造は、作動要素が図 10A 乃至 17 の例示的な実施態様のようなここに記載する例示的な実施態様に従った捩れ経路に沿って延びるときに、その長さに沿って作動要素への支持をもたらしてよい。

【0115】

図 18 を参照すると、図 8 の例示的な実施態様のシャフト 251 のような器具シャフトの遠位端に配置される作動要素支持体 410 を含む、手術器具の遠位部分が示されている。例示的な実施態様によれば、作動要素支持体 410 の第 1 の部分 411 が、第 1 の部分 411 の通路 415, 416 を通じて延びる作動要素 426, 428 のための捩れ経路を提供する捩れ通路 415, 416 を含んでよい。作動要素 426, 428 は、作動要素支持体 410 の近位端 423 から作動要素支持体 410 の第 2 の部分 413 内に延びてよく、作動要素支持体 410 は、図 18 の例示的な実施態様に示すように、作動要素 426, 428 が延びてよい実質的に直線的な通路 438, 439 を含む。例示の容易さのために 2 つの通路 438, 439 のみが図 18 の例示的な実施態様に描写されているが、作動要素支持体 410 の第 2 の通路 413 は、第 1 の部分 411 と同数の通路を含んでよい。例示的な実施態様によれば、第 2 の部分 413 の通路を通じて延びるあらゆる作動要素が第 1 の部分 411 にある対応する通路を通じて延びるよう、第 2 の部分 413 の通路は、第 1 の部分 411 の通路に接合されてよい。

20

30

【0116】

例示的な実施態様によれば、支持体 410 は、作動要素 414 が延在してよい中央通路 419 を更に含んでよい。中央通路 419 は、支持体 410 が曲がるときに、作動要素 414 又は磁束導管 (flux conduit) のような、中央通路 419 を通じて延在するあらゆる部材が、実質的な長さの変化を受けないように、器具の長手中心線 421 に沿って延びてよい。中心線 421 は、例示的な実施態様に従った、支持体 410 の中心線であってもよい。例えば、作動要素 414 を用いて、例えば、切断ブレードのような、エンドエフェクタを作動させてよい。中立軸又は中心線から径方向に偏心（オフセット）させられる、ここに記載する様々な例示的な実施態様の作動要素は、エンドエフェクタ又はリストを作動させることに限定されず、他の器具構成部品を作動させるために用いられてよい。例えば、中立軸又は中心線から径方向に偏心（オフセット）させられる、ここに記載する様々な例示的な実施態様の作動要素は、作動要素支持体 410 又は他の器具構成部品に対して遠位の第 2 のリストを作動させてよい。他の実施例において、作動要素 414 は、エンドエフェクタを作動させるために用いられてよいのに対し、作動要素 426, 428 は、エンドエフェクタが接続されるリストを作動させるために用いられる。他の実施例によれば、磁束導管が、作動要素 414 の代わりに中央通路 419 を通じて延在してよい。

40

【0117】

1 つ又はそれよりも多くの作動要素が、作動要素支持体 410 から延びて、器具構成部

50

品を作動させるために用いられるデバイスに繋がってよい。図19の例示的な実施態様に示すように、作動要素支持体440が、(コネクタ420の管腔424を通じて更に延在してよい)磁束導管又は作動要素414のためのような中央管腔442と、作動要素426, 428のための管腔446と、他の作動要素又は磁束導管のために用いられてよい2つの追加的な管腔444とを含んでよい。例示的な実施態様によれば、作動要素426, 428及びコネクタ420は、例えば、作動要素426, 428及びコネクタが方向435に沿って押され或いは引かれるときに、エンドエフェクタを作動させる、プッシュ/プル作動要素を形成してよい。図20を参照すると、エンドエフェクタ434の側面図が閉塞構成において示されており、コネクタ420の突起422がエンドエフェクタ404のスロット437を通じて延びている。作動要素426, 428、コネクタ420、及び突起422が、方向425において押されるとき、突起422はスロット437を通じて動き、エンドエフェクタ434を図20及び21に示すような開放構成にさせる。

10

【0118】

作動要素426, 428は、プッシュ/プル作動要素として用いられてよいが、作動要素426, 428は、代わりに、プル/プル作動要素として用いられてよい。例えば、エンドエフェクタ404が作動要素426, 428の一方を引くことによって開けられ、作動要素426, 428の他方を引くことによって閉じられることがあるよう、作動要素426, 428は、コネクタ420を用いなくてエンドエフェクタ404の近位端409に取り付けられてよい。

【0119】

20

例示的な実施態様によれば、リストは曲がることができ、それはリストを通じて延びる作動要素の長さを変更させ得るので、作動要素支持体の場所がリストの場所に対応するように、作動要素支持体が手術器具内に位置付けられてよい。中心通路419は器具の長手中心線421に沿って配置されるので、作動要素426, 428及びそれらのそれぞれの通路415, 416は中心線421から径方向に偏心(オフセット)させられる。よって、エンドエフェクタ434を所望の場所に位置付けるように、リスト430が作動させられて器具を曲げるとき、作動要素426, 428は長さの変化を受けることがある。しかしながら、図10A乃至17の例示的な実施態様に従うように、作動要素支持体440は、捩れ経路を作動要素426, 428に与えるので、作動要素426, 428は、リスト430の長さに亘って実質的な長さの変化を受けない。

30

【0120】

通路415, 416は、図18の例示的な実施態様において180°捩られるが、図10A乃至17の例示的な実施態様に記載するように、他の構成の捩れが用いられてよい。作動要素支持体410は、1つ又はそれよりも多くの作動要素のための捩れ経路をもたらすために、様々な数の通路を含んでよい。例えば、作動要素支持体410は、1つの通路、2つの通路、3つの通路、又は4以上の通路を含んでよい。例えば、作動要素支持体410は、エンドエフェクタ(図示せず)に電気エネルギーを提供する導電体のような、追加的な作動要素のために或いは磁束導管427, 429のために用いられてよい、第3の通路417及び第4の通路418を含んでよい。

【0121】

40

図18の例示的な実施態様に示すように、作動要素支持体410は、作動要素支持体410の長さを通じて形成される通路415乃至418を備える、中実な単一成形成造を有してよい。例示的な実施態様によれば、作動要素支持体410は、例えば、ポリマ材料を実質的に円筒形の形状に押し出すことによって製造されてよく、捩れ通路415乃至418はポリマ材料の長さを通じて形成される。しかしながら、他の製造方法を利用して、支持体410の中心線421から径方向に偏心(オフセット)させられる並びに支持体410の中心線421について捩られる1つ又はそれよりも多くの捩れ通路を有する支持体410を提供してよい。よって、支持体410は、1つ又はそれよりも多くの作動要素を捩れ経路に沿って案内してよく、作動要素に対する支持をもたらして作動要素の座屈を最小にし或いは排除してよい。例えば、作動要素がプッシュ/プル作動要素として用いられ、

50

作動要素が押されるとき、支持体 4 1 0 は作動要素の座屈を減少させ、或いは排除することがある。

【 0 1 2 2 】

様々な例示的な実施態様において、支持体 4 1 0 が通じて延びるリストが作動させられるときに、支持体 4 1 0 の曲げを促進するよう、支持体 4 1 0 はフレキシブルであってよい。支持体 4 1 0 は、例えば、比較的低い摩擦係数をもたらすポリマ材料で作られてよい。例示的な実施態様によれば、支持体 4 1 0 は、例えば、ポリエーテルブロックアミド (P E B A X)、フッ素化エチレンプロピレン (P E P)、及び当業者によく知られた比較的低い摩擦係数を有する他のポリマ材料で作られてよい。加えて、支持体 4 1 0 を通じて延在する作動要素は、作動要素と支持体 4 1 0 との間の摩擦を最小にする材料で被覆されて良い。例えば、作動要素は、ポリテトラフルオロエチレン (P T F E) 又は当業者によく知られた他の潤滑性材料で被覆されてよい。

10

【 0 1 2 3 】

図 1 9 の例示的な実施態様に示すように、作動要素支持体 4 4 0 は、5 つの管腔 4 4 2 , 4 4 4 , 4 4 6 を含む。しかしながら、作動要素支持体を含む、手術器具は、5 つの 5 部材だけに限定されず、より多い又はより少ない数の管腔が器具において用いられてよい。例えば、作動要素支持体 4 5 0 が、図 2 2 の例示的な実施態様に示すように、7 つの管腔 4 5 2 を含んでよい。加えて、作動要素支持体の管腔は、図 2 2 の例示的な実施態様におけるように、中央管腔の周りの管腔の単一のリング (a ring of lumens) として配置される必要はない。代わりに、支持体 4 6 0 の管腔 4 6 2 は、図 2 3 の例示的な実施態様に示すように、中心管腔の周りの複数の同心状のリングにおいて配置されてよい。

20

【 0 1 2 4 】

図 1 8 の例示的な実施態様に関して上で議論したように、作動要素支持体は、一体成形構造を有してよい。例えば、支持体は、押し出した一体成形品であってよい。そのような押出品は、溝のない中実な実質的に連続的な外面を有してよい。しかしながら、作動要素支持体について他の構成及び構造が用いられてよい。例えば、作動要素支持体は、支持体の可撓性 (フレキシビリティ) を強化する 1 つ又はそれよりも多くの材料弱化領域を含んでよい。図 2 4 を参照すると、作動要素支持体 7 1 0 の例示的な実施態様が示されており、作動要素 7 2 4 , 7 2 6 が支持体 7 1 0 を通じて延在している。支持体 7 1 0 がリストによって曲げられるときのような、支持体 7 1 0 の可撓性を強化するために、支持体 7 1 0 は、図 2 4 の例示的な実施態様に示すような、溝 7 1 2 のような、1 つ又はそれよりも多くの材料弱化領域を含んでよい。例示的な実施態様によれば、支持体 7 1 0 は、図 1 9 の例示的な実施態様と同様に、支持体 7 1 0 を通じて形成される管腔を備える押出品として形成されよく、押出品に切り込まれた溝 7 1 2 を有して、溝 7 1 2 によって分離される椎骨部 7 1 4 をもたらしてよい。図 2 4 の線 2 5 - 2 5 に沿う断面図である図 2 5 に示すように、支持体 7 1 0 は、図 1 9 の例示的な実施態様と同様に、5 つの管腔 7 1 1 , 7 1 3 , 7 1 5 , 7 1 7 , 7 1 9 を含んでよい。しかしながら、支持体 7 1 0 は、他の数の管腔を含んでよく、図 2 2 及び 2 3 の例示的な実施態様の管腔構成を含んでよい。例示的な実施態様によれば、支持体 7 1 0 は、溝に加えて他の弱化領域を含んでよい。例えば、支持体 7 1 0 は、支持体 7 1 0 に追加的な弱化領域を強化された可撓性をもたらすよう、椎骨部 7 1 4 に形成されてよい孔 7 3 0 を含んでよい。

30

40

【 0 1 2 5 】

例示的な実施態様によれば、作動要素は、図 1 8、2 4 及び 2 5 の一体成形構造以外の構成部品によって支持されてよく、摺れ経路に形作られてよい。図 2 6 を参照すると、例示的な実施態様に従って、複数の別個のリンク 8 0 2 乃至 8 0 5 によって形成される作動支持体 8 0 0 の分解図が示されている。リンク 8 0 2 乃至 8 0 5 は、作動要素 (図示せず) のための 1 つ又はそれよりも多くの通路 8 1 0 , 8 1 2 を含んでよい。図 2 6 の例示的な実施態様に示すように、リンク 8 0 2 乃至 8 0 5 は、通路 8 1 0 , 8 1 2 を通じて進む作動要素に捻れを付与するよう、方向 8 1 8 において支持体 8 0 0 の長手軸 8 1 6 (即ち、中心線) について回転させられてよい。よって、リンク 8 0 2 乃至 8 0 5 の通路 8 1 0

50

、 8 1 2 は、リンク毎に中心線 8 1 6 に対して異なる角位置を有してよい。リンク 8 0 2 乃至 8 0 5 は、図 1 0 A 乃至 1 7 の例示的な実施態様において議論した捻れの量のような、他の量の捻れを付与してよい。加えて、リンク 8 0 2 乃至 8 0 5 は、他の数の管腔を含んでよく、図 2 2 及び 2 3 の例示的な実施態様の管腔構成を含んでよい。

【 0 1 2 6 】

図 1 8 の例示的な実施態様に示すように、作動要素支持体 4 1 0 の管腔 4 1 5 乃至 4 1 8 は、1 つの方向において支持体 4 1 0 の一端から他の端に抜けてよい。しかしながら、作動要素支持体は、そのような抜け構成に限定されず、代わりに、1 つよりも多くの方向において抜ける管腔を含んでよい。図 2 7 を参照すると、作動要素支持体 4 7 0 の例示的な実施態様が示されており、作動要素支持体 4 7 0 は、方向 4 7 1 において支持体 4 7 0 に沿って第 1 の方向 4 7 6 において抜け、次に、方向 4 7 8 に沿って抜くよう逆転する、管腔 4 7 2 , 4 7 4 を含む。更に、捻れの量は、支持体の長さに沿って一定であってよく、或いは、支持体の長さに沿って増大し或いは減少することにより異なってよい。

【 0 1 2 7 】

上で議論したように、作動要素支持体は、抜け経路に沿って作動要素を案内するよう、並びに作動要素を支持して作動要素の座屈を最小にし或いは防止するよう、機能してよい。作動要素支持体と共に用いられてよい、作動要素の支持及びその座屈強度を強化する、他の構造が提供されてよい。図 2 8 を参照すると、作動要素 5 0 0 の非支持区画 5 0 2 の遠位端に剛性区画 5 1 0 を含む、作動要素 5 0 0 の例示的な実施態様が示されている。図 2 8 の部分 5 0 4 の拡大図である図 2 9 に示すように、作動要素 5 0 0 は、剛性区画 5 1 0 に延びるワイヤ又はケーブル 5 0 6 を含んでよい。ワイヤ又はケーブル 5 0 6 は、例えば、図 1 8 の例示的な実施態様の作動要素 4 2 6 , 4 2 8 のうちの 1 つであってよい。剛性区画 5 1 0 は、ワイヤ又はケーブル 5 0 6 の上に嵌められる剛性シリンダ 5 1 2 を含んでよい。剛性シリンダ 5 1 2 は、例えば、ステンレス鋼のような、鋼で作られてよい。剛性シリンダ 5 1 2 は、例えば、シリンダ 5 1 2 をワイヤ又はケーブル 5 0 6 にクリンプ留めすることを介して、ワイヤ又はケーブル 5 0 6 に接続されてよい。

【 0 1 2 8 】

例示的な実施態様によれば、ワイヤ又はケーブル 5 0 6 の非支持区画 5 0 2 は、被膜 5 0 8 を含んでよい。被膜を用いて、例えば、ワイヤ又はケーブル 5 0 6 に、ワイヤ又はケーブル 5 0 6 よりも低い摩擦係数を有する滑らかな表面をもたらしめてよい。被膜 5 0 8 は、熱可塑性物質(thermoplastic)のような、ポリマで作られてよい。例示的な実施態様によれば、被膜 5 0 8 は、例えば、PTFE、エチレンテトラフルオロエチレン(ETFE)、シリコン、又は当業者によく知られた他の被膜材料で作られてよい。例示的な実施態様によれば、被膜 5 0 8 は、図 2 9 に示すように、シリンダ 5 1 2 の厚さと実質的に同じ厚さである厚さを有してよい。

【 0 1 2 9 】

作動要素 5 0 0 に剛性区画 5 1 0 を設けることによって、作動要素 5 0 0 の座屈強度が強化されることがある。例えば、作動要素 5 0 0 が作動要素支持体 5 3 0 (例えば、図 1 8 の例示的な実施態様の作動要素支持体 4 1 0)を通じて挿入されるとき、図 3 0 に例示的な実施態様に示すように、作動要素 5 0 0 は方向 5 3 4 に沿って押され、作動要素 5 0 0 の遠位端を作動要素支持体 5 3 0 の遠位端 5 3 2 を越えて延ばすことがある。作動要素 5 0 0 は剛性区画 5 1 0 を含むので、作動要素支持体 5 3 0 の遠位端 5 3 2 を越えて延びる作動要素 5 0 0 の部分は、強化された座屈強度を有することがある。例えば、作動要素 5 0 0 が方向 5 3 4 に押されるときに、図 3 0 に示すように、作動要素 5 0 0 の非支持部分は作動要素支持体 5 3 0 内に留まり、作動要素 5 0 0 の剛性区画 5 1 0 のみが作動要素 5 3 0 の遠位端を越えて延びるよう、手術器具が構成されてよい。

【 0 1 3 0 】

例示的な実施態様によれば、図 2 8 に示すように、作動要素 5 0 0 の近位端も、剛性区画 5 2 0 を含んでよいが、他の例示的な実施態様は、作動要素の近位端に剛性区画を欠いてよい。近位端にある剛性区画 5 2 0 は、図 2 9 の例示的な実施態様の剛性区画 5 1 0 に

従って構成されてよい。例示的な実施態様によれば、剛性区画 520 は、図 30 の例示的な実施態様と同様に、例えば、作動要素が押されるときに、作動要素支持体の近位端を越えて延びてよい。

【0131】

作動要素を支持するために用いられてよい他の構造は、フレキシブルシャフトである。図 31 を参照すると、フレキシブルシャフト 600 の例示的な実施態様が示されており、フレキシブルシャフト 600 は、圧縮部材 610 と、張力部材 614 とを含む。フレキシブルシャフト 600 を用いて作動要素を支持してよく、フレキシブルシャフト 600 は、図 30 の例示的な実施態様と同様に、作動要素支持体の少なくとも部分を通じて延びる。圧縮部材 610 は、作動要素が通じて進むための中央管腔 612 を有してよい。圧縮部材 610 は、例えば、圧縮力がフレキシブルシャフト 600 の長手軸 616 に沿って加えられるときに、互いに圧縮し合う巻線を含むバネであってよい。張力部材 614 は、軸 616 に沿って加えられる引張力又はフレキシブルシャフト 600 に加えられる曲げ力に抗するよう、圧縮部材 610 の外部にあるような、圧縮部材 610 に取り付けられるワイヤ又はケーブルであってよい。換言すれば、フレキシブルシャフト 600 は、圧縮部材 610 が存在しないならば張力部材 614 を圧縮し得る圧縮に抗する圧縮部材 610 と、さもなければ圧縮部材 610 を引き離し得る張力及び曲げに抗する張力部材 614 との組み合わせであってよい。

【0132】

例示的な実施態様によれば、作動要素支持体は、複数のフレキシブルシャフト層を含んでよい。例えば、作動要素支持体は、互いに重なり合う図 31 の例示的な実施態様のフレキシブルシャフト 600 の多数の層を提供することによってのように、互いに層状に重なり合う多数のフレキシブルシャフトを含んでよい。フレキシブルシャフトの様々な層は、互いに同軸であってよい。例えば、図 32 の例示的な実施態様に示すように、作動要素支持体 1000 が、互いに同軸である、第 1 のフレキシブルチューブ 1002 及び第 2 のフレキシブルチューブ 1004 を含んでよく、1 つ又はそれよりも多くの作動要素 1010 が、支持体 1000 を通じて延びる。2 つだけの同軸のチューブ 1002, 1004 が図 36 の例示的な実施態様に描写されているが、支持体 1000 は、例えば、3 つ、4 つ、又はそれよりも多くのフレキシブル同軸チューブのような、他の数の同軸のチューブを含んでよい。フレキシブルチューブ 1002, 1004 は、例えば、例示的な実施態様に従って、チューブ 1002, 1004 が撓むのを可能にする弱化領域をもたらすよう、チューブ 1002, 1004 に溝又はスリットを切ることを介した、チューブ 1002, 1004 からの材料の除去の故に、フレキシブルであってよい。例示的な実施態様によれば、チューブ 1002, 1004 は、引張荷重にとって有用である、巻回フィラメント備える、圧縮荷重にとって有用である、中実な巻回バネであってよい。

【0133】

他の例示的な実施態様によれば、作動部材を支持するフレキシブルシャフトは、互いに接続される巻回フィラメントの多数の層を含んでよい。例えば、図 31 の例示的な実施態様の圧縮部材 610 を含むことの代わりに、フレキシブルシャフトは、張力部材 614 を互いに編むことによってのように、互いに接続される、複数の張力部材 614 を含んでよい。例示的な実施態様によれば、作動要素支持体は、例えば、チューブの可撓性を強化するために、1 つ又はそれよりも多くの場所においてチューブを切ることを介してのように、部分が取り除かれたチューブによって形成される、フレキシブルシャフトであってよい。チューブは、例えば、ステンレス鋼、熱可塑性物質、当業者によく知られている他の材料で作られてよい。

【0134】

ここにおいて記載した例示的な実施態様及び方法は、遠隔操作手術システムのための手術器具と共に利用されるものとして記載されている。しかしながら、ここにおいて記載する例示的な実施態様及び方法は、腹腔鏡器具及び他の手持ち器具のような、他の手術デバイスと共に用いられてよい。更に、例示的な実施態様及び方法は、リスト又は関節構造に

10

20

30

40

50

取り付けられる物体を遠隔に位置付けるような、遠隔作動可能なりスト又は多数の関節構造を用いる他の用途において利用されてよい。

【0135】

手術器具が曲げられるときにその長さを実質的に維持するように構成される作動要素を備える手術器具を提供することによって、作動要素はその長さの変化からの実質的な干渉を伴わずに器具の構成部品を作動させることが可能にされてよく、手術器具は製造が比較的容易な簡略化された設計を有することがある。

【0136】

更なる変更及び代替的な実施態様が、ここにおける開示に鑑みて当業者に明らかであろう。例えば、システム及び方法は、動作の明瞭性のために図面及び記述から省略された追加的な構成部品又はステップを含んでよい。従って、この記述は、例示的であるに過ぎないものとして解釈されるべきであり、本教示を実施する一般的な方法を当業者に教示する目的のためである。ここにおいて示し且つ記載する様々な実施態様は例示的であると取られるべきことが理解されるべきである。ここにおける記述の利益を有した後に当業者に全て明らかであるように、要素及び材料、並びにそれらの要素及び材料の配置は、ここに例示し且つ記載するものと置換されてよく、部品及びプロセスは逆転させられてよく、本教示の特定の構成は独立して利用されてよい。本教示及び後続の請求項の精神及び範囲から逸脱せず、ここにおいて記載する要素における変更が行われてよい。

10

【0137】

ここにおいて示す特定の実施例及び実施態様は非限定的であること、並びに、構造、寸法、材料、及び方法論に対する変更が、本教示の範囲から逸脱せずに行われてよいことが、理解されるべきである。

20

【0138】

本開示に従った他の実施態様が、本明細書の考察及びここを開示する発明の実施から当業者に明らかであろう。明細書及び実施例は例示的にのみ考えられるべきであり、真正な範囲及び精神は後続の請求項によって示されることが意図されている。

【図 1】

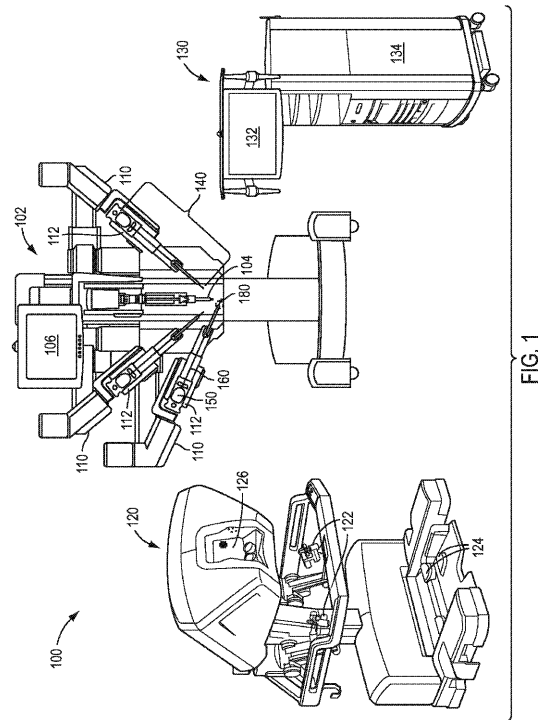


FIG. 1

【図 2】

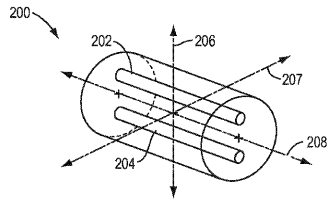


FIG. 2

【図 3】

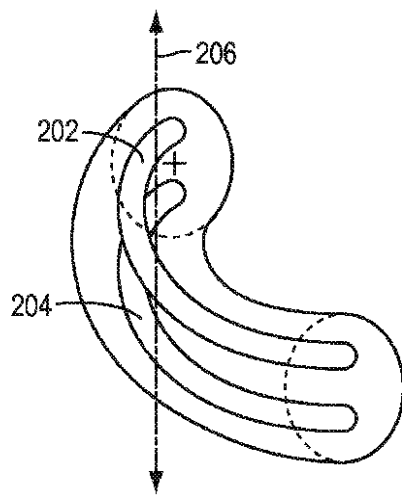


FIG. 3

【図 4】

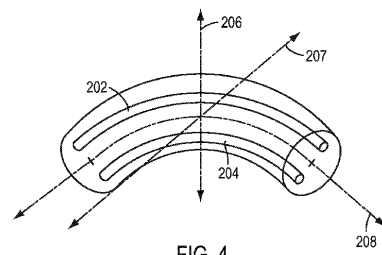


FIG. 4

【図 5】

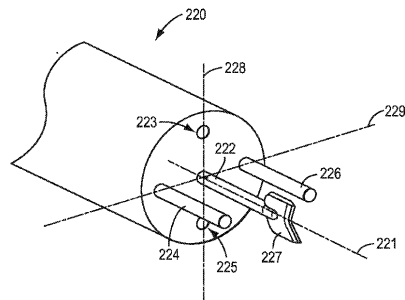


FIG. 5

【図 6】

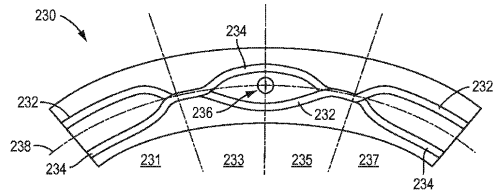


FIG. 6

【図 7】

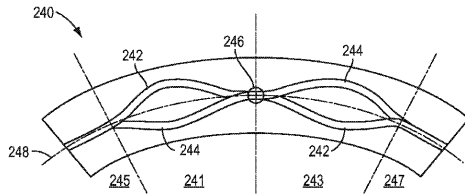
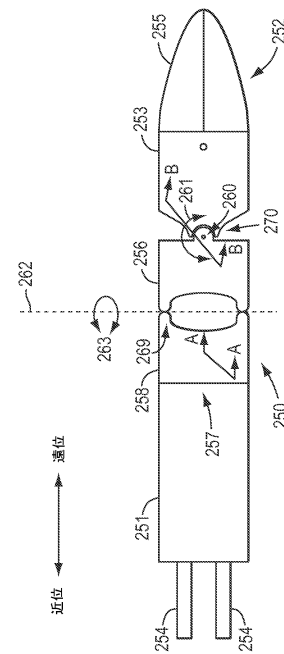
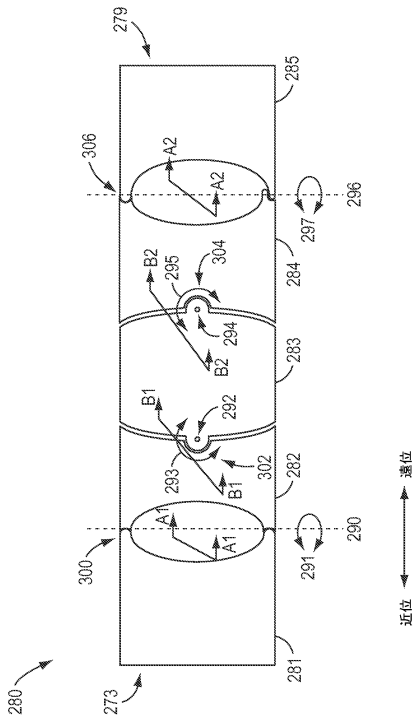


FIG. 7

【図 8】



【図 9】



【図 10 A】

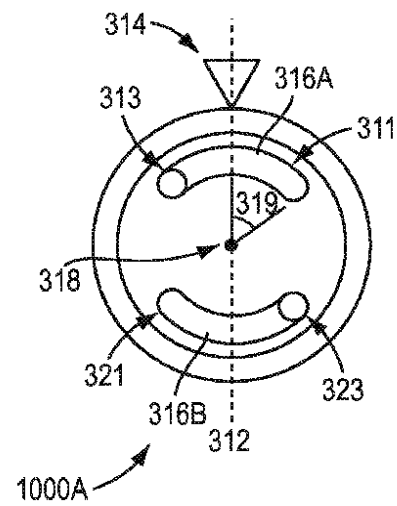


FIG. 10A

【図10B】

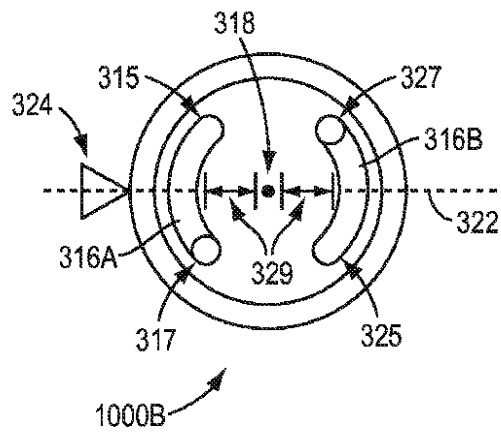


FIG. 10B

【図12A】

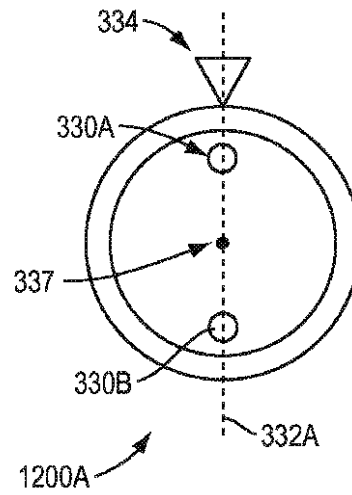


FIG. 12A

【図11】

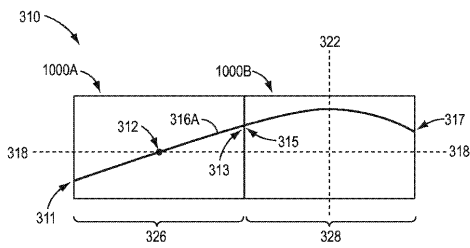


FIG. 11

【図12B】

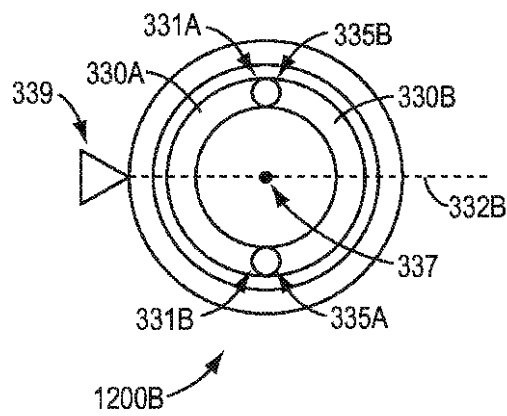


FIG. 12B

【図14A】

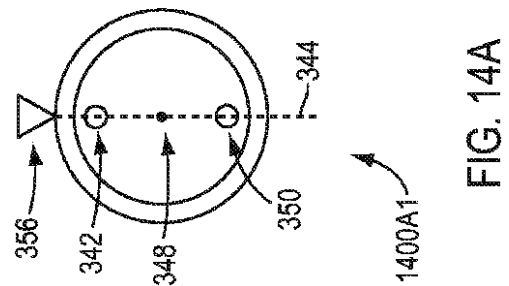


FIG. 14A

【図14B】

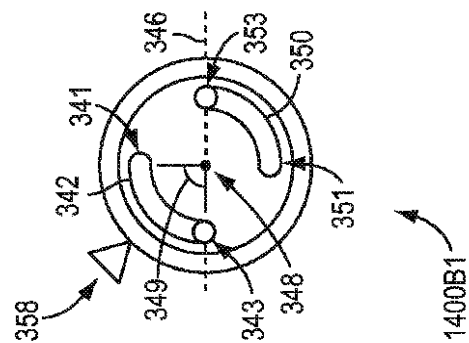


FIG. 14B

【図13】

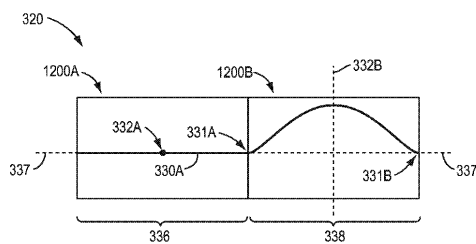


FIG. 13

【図 14 C】

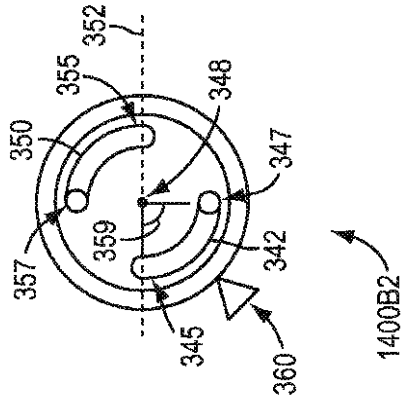


FIG. 14C

【図 14 D】

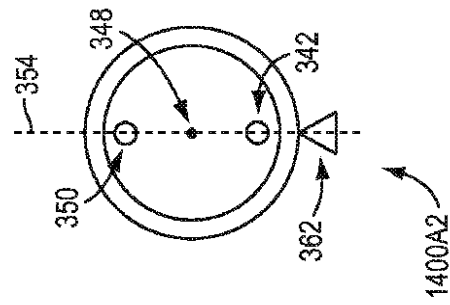


FIG. 14D

【図 16 A】

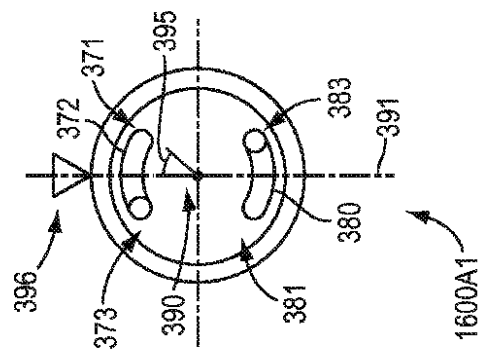


FIG. 16A

【図 16 B】

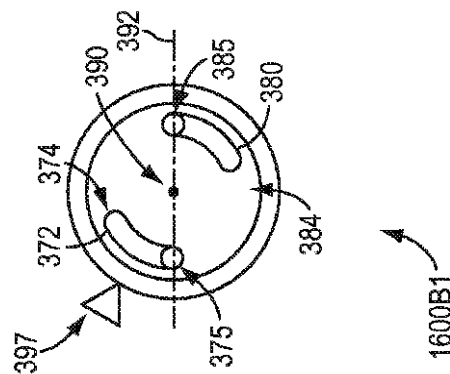


FIG. 16B

【図 15】

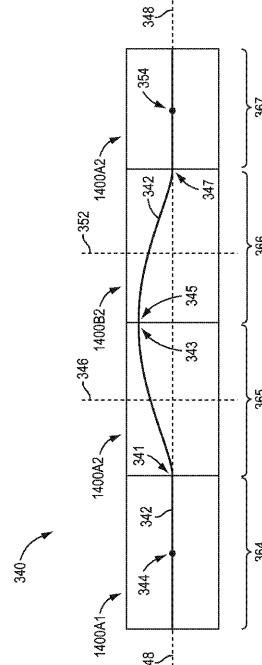


FIG. 15

【図 16 C】

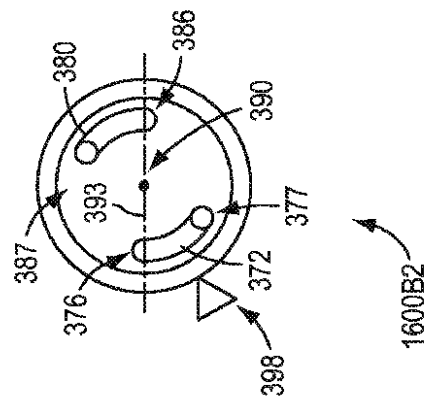


FIG. 16C

【図 16 D】

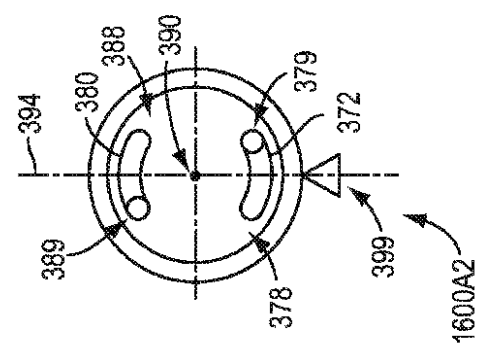


FIG. 16D

【図 17】

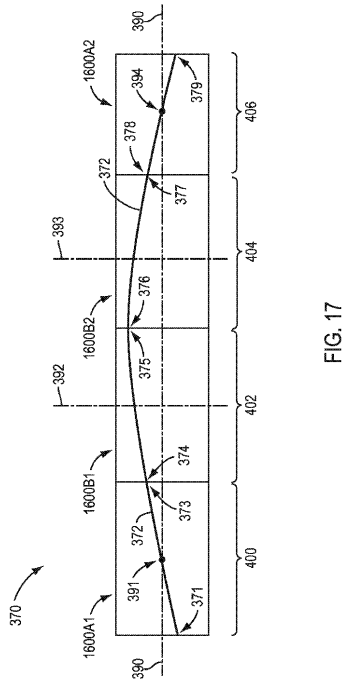
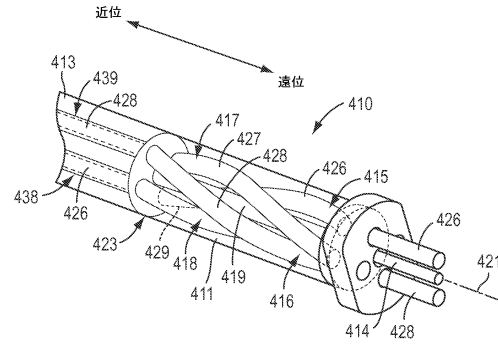


FIG. 17

【図 18】



【図 19】

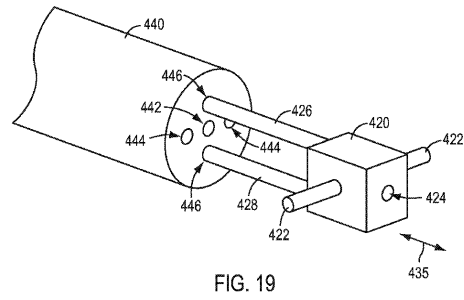


FIG. 19

【図 20】

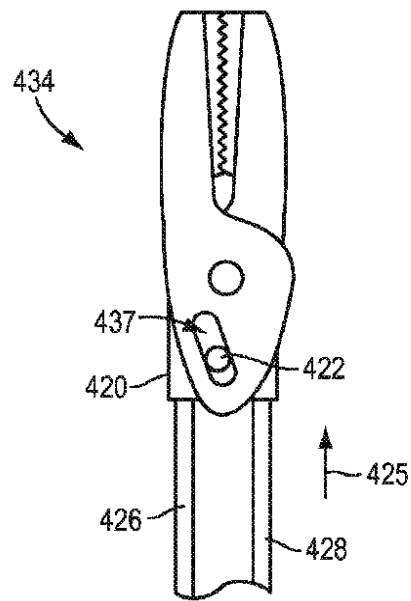


FIG. 20

【図 21】

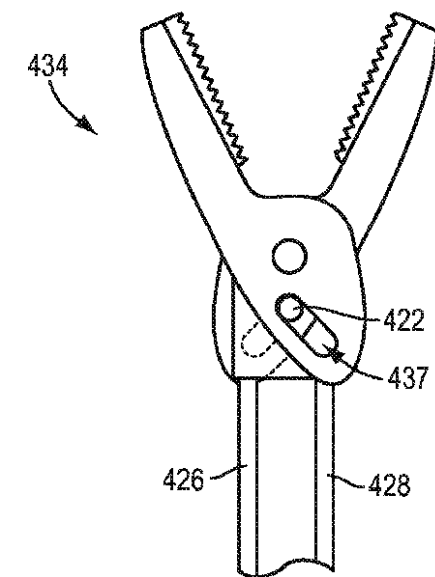


FIG. 21

【図 2 2】

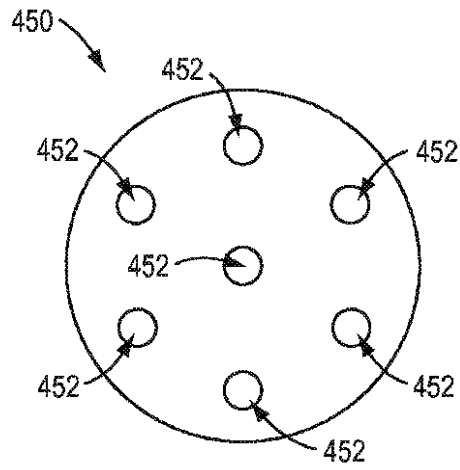


FIG. 22

【図 2 3】

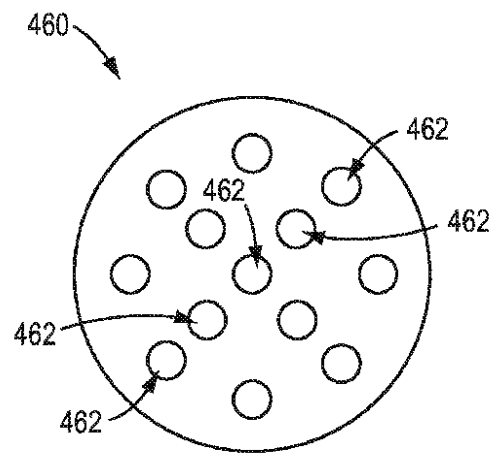


FIG. 23

【図 2 4】

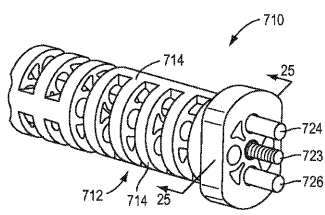


FIG. 24

【図 2 6】

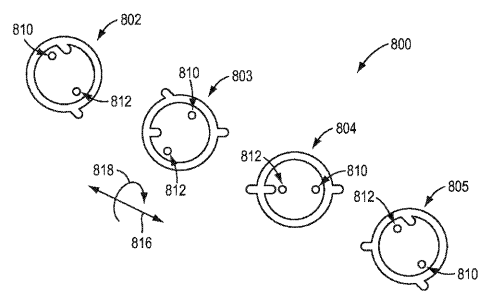


FIG. 26

【図 2 5】

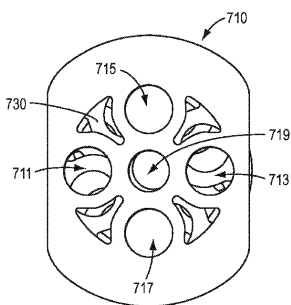


FIG. 25

【図 2 7】

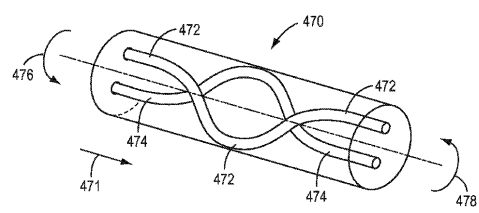


FIG. 27

【図 2 8】

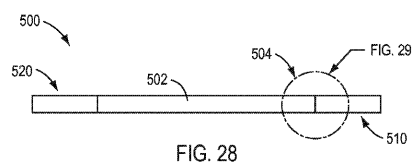


FIG. 28

【図 29】

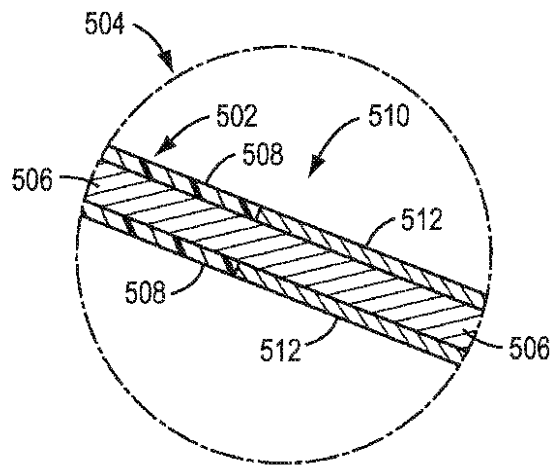


FIG. 29

【図 30】

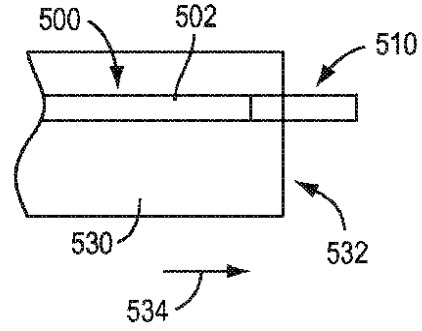


FIG. 30

【図 31】

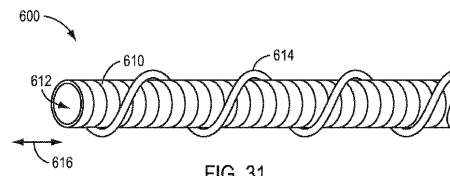


FIG. 31

【図 32】

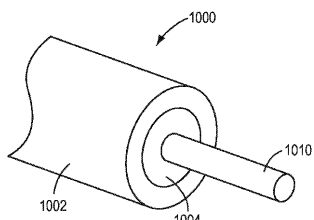


FIG. 32

【図 33】

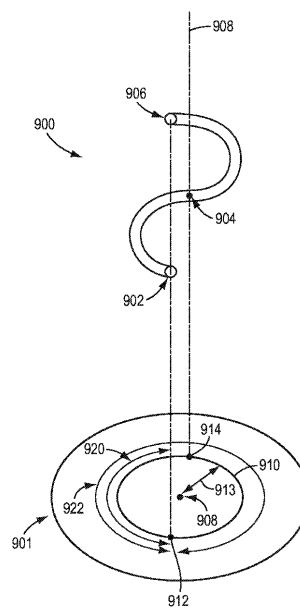


FIG. 33

フロントページの続き

(72)発明者 サラリーヴ, ダニエル ピー

アメリカ合衆国 9 4 0 8 6 - 5 3 0 1 カリフォルニア州, サニーヴェイル, キファー・ロード
1 0 2 0, ビルディング 1 0 8, インテュイティブ サージカル オペレーションズ, インコ
ーポレイテッド内

(72)発明者 ウィリアムズ, マシュー アール

アメリカ合衆国 9 4 0 8 6 - 5 3 0 1 カリフォルニア州, サニーヴェイル, キファー・ロード
1 0 2 0, ビルディング 1 0 8, インテュイティブ サージカル オペレーションズ, インコ
ーポレイテッド内

審査官 木村 立人

(56)参考文献 特開 2 0 0 4 - 3 3 7 9 9 4 (J P , A)

特表 2 0 1 3 - 5 1 8 6 6 5 (J P , A)

米国特許出願公開第 2 0 1 2 / 0 2 7 7 7 6 2 (U S , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 6 1 B 1 / 0 0 1 / 3 2

A 6 1 B 1 7 / 0 0 3 4 / 3 7

B 2 5 J 1 / 0 0 2 1 / 0 2