

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-192376  
(P2020-192376A)

(43) 公開日 令和2年12月3日(2020.12.3)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)  
A 6 1 B 17/29 (2006.01) A 6 1 B 17/29 4 C 1 6 0

審査請求 有 請求項の数 13 O L 外国語出願 (全 66 頁)

(21) 出願番号 特願2020-139162 (P2020-139162)  
(22) 出願日 令和2年8月20日 (2020.8.20)  
(62) 分割の表示 特願2019-192101 (P2019-192101)  
の分割  
原出願日 平成29年2月3日 (2017.2.3)  
(31) 優先権主張番号 62/292,057  
(32) 優先日 平成28年2月5日 (2016.2.5)  
(33) 優先権主張国・地域又は機関  
米国 (US)  
(31) 優先権主張番号 62/424,273  
(32) 優先日 平成28年11月18日 (2016.11.18)  
(33) 優先権主張国・地域又は機関  
米国 (US)

(71) 出願人 500039463  
ボード・オブ・リーゼンツ, ザ・ユニバ  
ーシテイ・オブ・テキサス・システム  
アメリカ合衆国 テキサス 78701,  
オースティン, ウエスト 7ティール  
ストリート 210  
(74) 代理人 110002077  
園田・小林特許業務法人

(特許庁注：以下のものは登録商標)

最終頁に続く

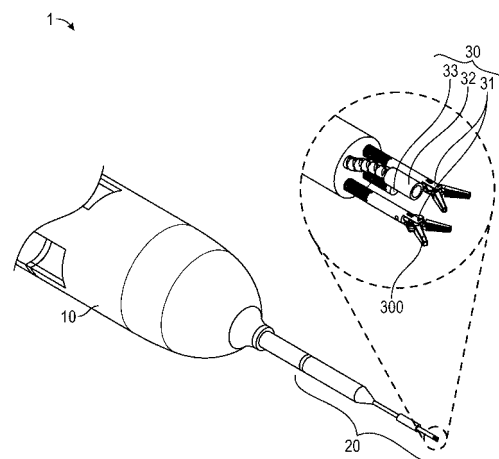
(54) 【発明の名称】 外科手術装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】操作性に優れ、小型化を実現する、屈曲可能な外科手術装置を提供する。

【解決手段】屈曲可能であり、チャンネルの中に備えた複数の屈曲セグメントを含む、操向可能な部材と、操向可能な部材を通過するように配置され、操向可能な部材を曲げるように配置されており、操向可能な部材は、少なくとも1つの外向きに開口したルーメンを含み、屈曲アクチュエーションワイヤが、ルーメンを通過している、複数の屈曲アクチュエーションワイヤとを含む、外科手術装置。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

外科手術装置であって、

屈曲可能であり、チャンネルを中に備えた複数の屈曲セグメントを含む、操向可能な部材と、

前記操向可能な部材を通過し、前記操向可能な部材を曲げるように配置されている、複数の屈曲アクチュエーションワイヤと

を含み、

前記操向可能な部材は、少なくとも 1 つのルーメンを含み、前記屈曲アクチュエーションワイヤが、前記ルーメンを通過しており、

前記ルーメンが、外向きに部分的に開いている、外科手術装置。

**【請求項 2】**

前記操向可能な部材が曲げられているときに、曲率中心の近くの前記屈曲アクチュエーションワイヤと前記屈曲セグメントとの間の接触の長さが、前記曲率中心の反対側の前記屈曲アクチュエーションワイヤと前記屈曲セグメントとの間の接触の長さよりも短くなるように、構成されている、請求項 1 に記載の外科手術装置。

**【請求項 3】**

それぞれの屈曲セグメントの中の前記ルーメンは、前記屈曲セグメントの中心から所定の距離にあり、前記屈曲セグメントの中心の近くの壁がその外側の近くの壁よりも長くなるように、それぞれのルーメンが構成されている、請求項 1 に記載の外科手術装置。

**【請求項 4】**

それぞれの屈曲セグメントの中の前記ルーメンは、クローズドルーメン部分およびオープンルーメン部分を含み、前記オープンルーメン部分は、前記ルーメンの少なくとも 1 つの端部に設けられている、請求項 1 に記載の外科手術装置。

**【請求項 5】**

それぞれの屈曲セグメントの中の前記ルーメンは、長さに沿って一方の側にスタンピング部分を有しており、また、前記操向可能な部材が曲げられているときに、前記スタンピング部分が前記曲率中心の反対側の前記ワイヤと前記屈曲セグメントとの間の接触の長さを増加させるように、構成されている、請求項 1 に記載の外科手術装置。

**【請求項 6】**

前記操向可能な部材が曲げられているときに、前記曲率中心の近くの前記屈曲アクチュエーションワイヤが 2 つの隣接する屈曲セグメントに沿って通過する経路が、前記曲率中心の近くの前記 2 つの隣接する屈曲セグメント間の距離よりも長くなっており、前記曲率中心の反対側の前記屈曲アクチュエーションワイヤが前記 2 つの隣接する屈曲セグメントに沿って通過する経路が、前記曲率中心の反対側の前記 2 つの隣接する屈曲セグメント間の前記距離に等しくなるように、構成されている、請求項 1 に記載の外科手術装置。

**【請求項 7】**

外科手術装置であって、

屈曲可能であり、チャンネルを中に備えた複数の屈曲セグメントを含む、操向可能な部材と、

前記操向可能な部材を通過し、前記操向可能な部材を曲げるように配置されている、複数の屈曲アクチュエーションワイヤと

を含み、

前記操向可能な部材は、少なくとも 1 つのルーメンを含み、前記屈曲アクチュエーションワイヤが、前記ルーメンを通過しており、

前記外科手術装置は、

前記操向可能な部材の近位端部に設けられている、可撓性材料から作製された可撓性部材と、

前記操向可能な部材または前記可撓性部材を通過するワイヤの進行路を形成する少なくとも 1 つのスリーブであって、前記スリーブの両方の端部は、前記操向可能な部材または

10

20

30

40

50

前記可撓性部材の内側に固定されている、少なくとも1つのスリーブとをさらに含む、外科手術装置。

【請求項8】

前記スリーブの本体部は、前記スリーブの対向する両端部が固定されている2つのポイントの間の距離よりも長くなっており、前記スリーブの中の前記ワイヤの移動のときに、前記操向可能な部材または可撓性部材の屈曲の影響を最小化している、請求項7に記載の外科手術装置。

【請求項9】

前記外科手術装置は、

前記操向可能な部材の遠位端部に設けられているエンドエフェクタと、

10

前記操向可能な部材および前記可撓性部材を通過するように配置され、前記エンドエフェクタを作動させるために前記エンドエフェクタに接続されており、前記少なくとも1つのスリーブのうちの第1のスリーブの対向する両端部は、前記操向可能な部材の前記遠位端部および前記可撓性部材の前記近位端部に固定されており、前記エフェクタアクチュエーションワイヤがそれに沿って設置される経路を形成している、エフェクタアクチュエーションワイヤと

をさらに含む、請求項7に記載の外科手術装置。

【請求項10】

前記操向可能な部材は、遠位端部の操向可能な部分および近位端部の操向可能な部分を含み、前記遠位端部の操向可能な部分および前記近位端部の操向可能な部分は、別々に曲がり、前記遠位端部の操向可能な部分は、前記遠位端部の操向可能な部分の中の前記ルーメンに沿って提供される遠位端部屈曲アクチュエーションワイヤによって曲がるように構成されており、前記近位端部の操向可能な部分は、前記近位端部の操向可能な部分の中の前記ルーメンに沿って提供される近位端部屈曲アクチュエーションワイヤによって曲がるように構成されている、請求項7に記載の外科手術装置。

20

【請求項11】

外科手術装置であって、

屈曲可能であり、チャンネルの中に備えた複数の屈曲セグメントを含む、操向可能な部材と、

前記操向可能な部材を通過するように配置され、前記操向可能な部材を曲げるように配置されている、複数の屈曲アクチュエーションワイヤと

30

を含み、前記操向可能な部材は、少なくとも1つのルーメンを含み、前記屈曲アクチュエーションワイヤが、前記ルーメンを通過しており、

また、前記外科手術装置は、

可撓性材料から作製された可撓性部材であって、前記操向可能な部材の近位端部に設けられており、前記屈曲アクチュエーションワイヤがそれに沿って通る経路を形成している、可撓性部材と、

前記屈曲アクチュエーションワイヤを作動させるために前記可撓性部材の近位端部に設けられている操作部と

40

を含み、

前記屈曲アクチュエーションワイヤの近位端部は、前記操作部に取り付け可能であるか、または、前記操作部から取り外し可能である、外科手術装置。

【請求項12】

それぞれの屈曲アクチュエーションワイヤの前記近位端部は、前記操作部に磁氣的に接続されており、それぞれの屈曲アクチュエーションワイヤの前記近位端部に設けられている近位端部モジュール、または、前記近位端部モジュールに締結されているカップラーの少なくともいずれかが、磁氣的な本体部を含む、請求項11に記載の外科手術装置。

【請求項13】

前記外科手術装置は、

50

前記操向可能な部材の前記遠位端部に設けられているエンドエフェクタと、  
前記エンドエフェクタに接続され、前記エンドエフェクタを作動させるように前記操作部によって移動可能であり、前記エフェクタアクチュエーションワイヤの前記近位端部は、前記操作部に取り外し可能に接続されている、エフェクタアクチュエーションワイヤとをさらに含む、請求項 1 1 に記載の外科手術装置。

【請求項 1 4】

外科手術装置であって、  
屈曲可能な操向可能な部材と、  
前記操向可能な部材の前記遠位端部に設けられているエンドエフェクタと、  
前記操向可能な部材を通過するように配置され、前記エンドエフェクタを作動させるために前記エンドエフェクタに接続するように配置されている、エフェクタアクチュエーションワイヤと  
を含み、

前記エンドエフェクタは、弾性的な本体部を含み、前記弾性的な本体部は、前記エフェクタアクチュエーションワイヤによって印加される力に対して反対側方向に弾性力を作り出す、外科手術装置。

【請求項 1 5】

外科手術装置であって、  
屈曲可能な操向可能な部材と、  
前記操向可能な部材を通過するように配置され、前記操向可能な部材を曲げるように配置されている、複数の屈曲アクチュエーションワイヤと  
前記屈曲アクチュエーションワイヤを固定するために、前記操向可能な部材の前記遠位端部に設けられている、ワイヤ終端部材と  
を含み、

前記ワイヤ終端部材は、前記操向可能な部材の前記遠位端部と係合するためのネジ山を有しており、前記屈曲アクチュエーションワイヤが、前記ワイヤ終端部材および前記操向可能な部材と一緒にねじ込むことによって固定されるようになっている、外科手術装置。

【請求項 1 6】

外科手術装置であって、  
屈曲可能な操向可能な部材と、  
前記操向可能な部材を通過するように配置され、前記操向可能な部材を第 1 の方向に曲げる、第 1 の屈曲アクチュエーションワイヤと、  
前記操向可能な部材を通過するように配置され、前記操向可能な部材を前記第 1 の方向とは反対側の第 2 の方向に曲げる、第 2 の屈曲アクチュエーションワイヤと、  
前記第 1 の屈曲アクチュエーションワイヤの前記近位端部および前記第 2 の屈曲アクチュエーションワイヤの前記近位端部が連結されている少なくとも 1 つのスクリュー部材と  
を含み、

前記操向可能な部材が、前記少なくとも 1 つのスクリュー部材を回転させることによって、前記第 1 または第 2 の方向に曲がるようになっている、外科手術装置。

【請求項 1 7】

前記少なくとも 1 つのスクリュー部材は、  
第 1 のネジ山を備えた第 1 のリードスクリューと、  
第 2 のネジ山を備えた第 2 のリードスクリューであって、前記第 1 のリードスクリューおよび前記第 2 のリードスクリューは、少なくともギヤによって互いに同期して移動し、単一の駆動パーツによって同時に回転するように構成されている、第 2 のリードスクリューと  
を含む、請求項 1 6 に記載の外科手術装置。

【請求項 1 8】

外科手術装置であって、  
屈曲可能な操向可能な部材と、

10

20

30

40

50

前記操向可能な部材の中のルーメンを通過するように配置され、前記操向可能な部材を曲げるように配置されている、複数の屈曲アクチュエーションワイヤと  
を含み、

前記操向可能な部材は、その遠位端部のより近くへより容易に曲がるように構成された幾何学的な形状を有する、外科手術装置。

【請求項 19】

前記操向可能な部材は、前記屈曲セグメント間に位置する複数の接続パーツを含み、前記屈曲セグメントおよび/または前記接続パーツは、前記操向可能な部材がその遠位端部のより近くへより容易に曲がるように構成された幾何学的な形状を有する、請求項 18 に記載の外科手術装置。

10

【請求項 20】

前記屈曲セグメントは、前記操向可能な部材の断面の中心から所定の距離に形成されたルーメンを有しており、前記屈曲アクチュエーションワイヤが前記ルーメンを通過しており、前記操向可能な部材の前記遠位端部に近づくほど、前記屈曲セグメントの中の前記ルーメンが、前記操向可能な部材の前記断面の前記中心から遠く離れるようになる、請求項 18 に記載の外科手術装置。

【請求項 21】

前記接続パーツは、前記操向可能な部材の前記遠位端部に向けて、より小さい断面幅を有するように構成されており、前記操向可能な部材の対応するパーツがより容易に曲がるようになっている、請求項 19 に記載の外科手術装置。

20

【請求項 22】

前記接続パーツは、前記操向可能な部材の前記遠位端部に向けて、前記長さに沿ってより長くなるように構成されており、前記操向可能な部材の対応するパーツがより容易に曲がるようになっている、請求項 19 に記載の外科手術装置。

【請求項 23】

外科手術装置であって、

屈曲可能であり、チャンネルの中に備えた複数の屈曲セグメントを含む、操向可能な部材と、

前記操向可能な部材を通過するように配置され、前記操向可能な部材を曲げるように配置されている、複数の屈曲アクチュエーションワイヤと、

30

弾性材料を含み、また、屈曲の後に前記操向可能な部材を前記初期位置に戻すための復元力を働かせる、側方支持部材と  
を含む、外科手術装置。

【請求項 24】

外科手術装置であって、

屈曲可能であり、複数の屈曲セグメントを含む操向可能な部材であって、それぞれの屈曲セグメントは、少なくとも、第 1 のリンク部分および第 2 のリンク部分を有する中間ジョイントを含み、前記中間ジョイントは、それぞれの屈曲セグメントの長手方向軸線方向に沿って配置されている、操向可能な部材と、

前記操向可能な部材を曲げるために前記操向可能な部材を通過するように配置されている複数の屈曲アクチュエーションワイヤと  
を含み、

40

前記操向可能な部材は、少なくとも 1 つのルーメンをさらに含み、前記屈曲アクチュエーションワイヤが前記ルーメンを通過しており、

前記中間ジョイントは、張力調整部材をさらに含み、前記張力調整部材は、前記第 1 のリンク部分および前記第 2 のリンク部分に連結され、屈曲セグメントが曲がっているときに前記屈曲アクチュエーションワイヤの伸びを補償することによって、屈曲アクチュエーションワイヤの前記張力を調整するように構成されており、それによって、屈曲アクチュエーションワイヤの長さが変更され、所定の張力で維持される、外科手術装置。

【請求項 25】

50

前記張力調整部材は、互いに連結されている２つのオフアクシスヒンジを含み、それぞれのオフアクシスヒンジは、前記中間ジョイントの長手方向中心軸線に対して平行の方向に前記第１のリンク部分および前記第２のリンク部分を横切って延在しており、

前記第１のリンク部分に連結されている第１のインターフェーシングハーフと、  
前記第２のリンク部分に連結されている第２のインターフェーシングハーフと  
をさらに含み、

前記第１のインターフェーシングハーフおよび前記第２のインターフェーシングハーフは、互いに対して枢動し、枢動ポイントを形成しており、前記枢動ポイントは、前記中間ジョイントの前記長手方向中心軸線からオフセットされており、前記中間ジョイントが、前記枢動ポイントを通る単一の軸線の周りに曲がることを許容されるようになっている、  
請求項２４に記載の外科手術装置。

10

【請求項２６】

外科手術装置であって、

屈曲可能であり、複数の屈曲セグメントおよび複数のルーメンを含む、操向可能な部材と、

第１の屈曲アクチュエーションワイヤおよび第２の屈曲アクチュエーションワイヤを含む屈曲アクチュエーション部材であって、前記第１の屈曲アクチュエーションワイヤおよび前記第２の屈曲アクチュエーションワイヤは、それぞれのルーメンを別々に通過するように配置されており、前記操向可能な部材を曲げる、屈曲アクチュエーション部材と、

前記第１の屈曲アクチュエーションワイヤに連結され、前記操向可能な部材の屈曲前と所望の屈曲運動との間の前記第１の屈曲アクチュエーションワイヤの引張力の変化を感知したことに応答して第１のフィードバック信号を提供するように構成されている、第１のセンサ、および、

20

前記第２の屈曲アクチュエーションワイヤに連結され、前記操向可能な部材の前記屈曲前と前記所望の屈曲運動との間の前記第２の屈曲アクチュエーションワイヤの引張力の変化を感知したことに応答して第２のフィードバック信号を提供するように構成されている、第２のセンサ

を含む、張力モニタリング部材と、

前記第１の屈曲アクチュエーションワイヤに連結され、前記第１の屈曲アクチュエーションワイヤを作動させるように適合されている、第１のモータ、および、

30

前記第２の屈曲アクチュエーションワイヤに連結され、前記第２の屈曲アクチュエーションワイヤを作動させるように適合されている、第２のモータ

を含む、駆動部材と、

前記張力モニタリング部材および前記駆動部材に電氣的に接続されている制御部材であって、

前記第１のフィードバック信号に応答して第１の出力信号を提供するように構成されており、前記第１のモータが、前記第１の屈曲アクチュエーションワイヤの長さを調節するように駆動され、所定の張力を維持するようになっており、また、

前記第２のフィードバック信号に応答して第２の出力信号を提供するように構成されており、前記第２のモータが、前記第２の屈曲アクチュエーションワイヤの長さを調節するように駆動され、所定の張力を維持するようになっており、制御部材と  
を含む、外科手術装置。

40

【請求項２７】

インストラクション信号を伝達するように構成されている通信部材と、

前記インストラクション信号に応答して抵抗力または振動を表す情報を表示するように構成されている外科医ステーションであって、ユーザズインターフェースをさらに含み、前記ユーザズインターフェースは、グラフィカル情報または聴覚情報の形態の前記情報を示すように構成されている、外科医ステーションと  
をさらに含む、請求項２６に記載の外科手術装置。

【請求項２８】

50

前記駆動部材は、

前記第 1 の屈曲アクチュエーションワイヤと接続されている第 1 の運動伝達ユニットであって、前記第 1 のモータから提供される動力を前記第 1 の屈曲アクチュエーションワイヤに伝達するように構成されている、第 1 の運動伝達ユニットと、

前記第 2 の屈曲アクチュエーションワイヤおよび前記第 2 のモータに接続されている第 2 の運動伝達ユニットであって、前記第 2 のモータから提供される動力を前記第 2 の屈曲アクチュエーションワイヤに伝達するように構成されている、第 2 の運動伝達ユニットとをさらに含む、請求項 26 に記載の外科手術装置。

【請求項 29】

外科手術装置のためのパーソナライズされたマスタコントローラであって、

前記外科手術ロボットに 1 つまたは複数の移動信号を定義および入力するように構成された制御プラットフォームであって、

第 1 の複数の自由度で並進可能であり、複数の位置パラメータを提供し、および/または、第 2 の複数の自由度で回転可能であり、複数の配向パラメータを提供する、入力ハンドル、ならびに、

前記入力ハンドルに連結され、前記入力ハンドルの前記位置パラメータおよび/または前記配向パラメータに応答して第 1 の移動信号を発生させるように構成されている、複数の第 1 のセンサ

を含む、制御プラットフォームと、

前記入力ハンドルに装着されており、前記入力ハンドルに電氣的に接続されている、接続パーツと、

前記接続パーツに電氣的に接続されている取り外し可能なハンドル、

前記取り外し可能なハンドルに対して枢動される 1 つまたは複数のグリップレバーであって、それぞれのグリップレバーは、前記取り外し可能なハンドルに関して第 3 の自由度で移動可能であり、グリップング運動パラメータを提供するようになっている、1 つまたは複数のグリップレバー、ならびに、

前記取り外し可能なハンドルに連結され、前記グリップング運動パラメータに応答して前記制御プラットフォームへ第 2 の移動信号を発生させるように構成されている、第 2 のセンサ

を含む、交換可能グリップと

を含む、パーソナライズされたマスタコントローラ。

【請求項 30】

前記第 1 の複数の自由度は、せいぜい 3 つの並進自由度を含み、前記第 2 の複数の自由度は、せいぜい 3 つの回転自由度を含む、請求項 29 に記載のパーソナライズされたマスタコントローラ。

【請求項 31】

外科手術装置であって、

屈曲可能であり、チャンネルの中に備えた複数の屈曲セグメント、および、前記屈曲セグメント間に位置する複数の接続セグメントを含む、操向可能な部材と、

前記操向可能な部材を通過するように配置され、前記操向可能な部材を曲げるように配置されている、複数の屈曲アクチュエーションワイヤと

を含み、  
それぞれの接続セグメントの 2 つの端部は、異なる屈曲セグメントにヒンジ接続されている、外科手術装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本出願は、2016年2月7日に提出された「外科手術装置」という標題の米国仮出願第 62 / 292 , 057 号明細書、および、2016年11月18日に提出された「外科

10

20

30

40

50

手術装置」という標題の米国仮出願第 6 2 / 4 2 4 , 2 7 3 号明細書からの優先権の利益を主張し、これらの文献は、すべての目的のために、参照により本明細書に完全に組み込まれている。

【 0 0 0 2 】

本発明は、外科手術装置に関し、より具体的には、屈曲可能な ( b e n d a b l e ) エレメントを遠位端部に含むことによって屈曲機構を実施することができる外科手術装置に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 3 】

外科手術において使用される外科手術装置は、外科手術部位の場所、および、どのように外科手術部位が治療されるかに応じて、異なる構造を有している。近年では、既存の外科手術装置によってアクセスすることまたは最小侵襲外科手術を実施することが困難な外科手術部位のエリアにおいて外科手術を実施するために、ロボットを使用するさまざまなタイプの外科手術機器が開発されている。これらの外科手術装置は、屈曲可能なエレメントを含むことによって、人間の身体の中でさまざまな方向に移動するように構成されており、それらは、米国特許第 6 , 8 5 8 , 0 0 5 号明細書を含む多くの文献に開示されている。

10

【 0 0 0 4 】

遠位端部において屈曲可能な外科手術装置は、その内側のワイヤの移動によって曲がる。しかし、これらの外科手術装置は、微細に操作することが難しく、それらがワイヤによって曲げられるときにバックラッシュを生成させる、または、他のワイヤの移動を制限するというような、いくつかの問題を明らかにしている。また、これらの外科手術装置は、その中に埋め込まれている多くのコンポーネントを有しており、多くのコンポーネントは、複雑な方式で互いに接続されており、したがって、それらを小型化することは困難である。

20

【 発明の概要 】

【 0 0 0 5 】

本発明の実施形態は、屈曲可能であり、チャンネルの中に備えた複数の屈曲セグメントを含む、操向可能な部材と、操向可能な部材を通過するように配置され、操向可能な部材を曲げるように配置されている、複数の屈曲アクチュエーションワイヤとを含み、操向可能な部材は、少なくとも 1 つのルーメンを含み、屈曲アクチュエーションワイヤが、ルーメンを通過しており、ルーメンが、外向きに部分的に開いている、外科手術装置を提供することが可能である。

30

【 0 0 0 6 】

外科手術装置の他の実施形態は、操向可能な部材の遠位端部に設けられているエンドエフェクタと、エンドエフェクタを作動させるためにエンドエフェクタに接続されているエフェクタアクチュエーションワイヤであって、エンドエフェクタの少なくとも一部が、エフェクタアクチュエーションワイヤの遠位端部に取り外し可能に設けられている、エフェクタアクチュエーションワイヤとをさらに含むことが可能である。

40

【 0 0 0 7 】

屈曲アクチュエーションワイヤの遠位端部を固定するためのワイヤ終端部材が、操向可能な部材の遠位端部に設けられ得、屈曲アクチュエーションワイヤは、ワイヤ終端部材をねじ込むことによって固定され得る。

【 0 0 0 8 】

外科手術装置は、操向可能な部材の近位端部に設けられている、可撓性材料を含む可撓性部材と、操向可能な部材または可撓性部材を通過するワイヤの進行路を形成する少なくとも 1 つのスリーブであって、スリーブの両方の端部は、操向可能な部材または可撓性部材の内側に固定されている、少なくとも 1 つのスリーブとをさらに含むことが可能である。

50

【 0 0 0 9 】

スクリュー部材が、それぞれ、屈曲アクチュエーションワイヤの上に設けられ得、スクリュー部材が互いに同期して機械的に移動するときに、操向可能な部材が曲がる。

【0010】

以降では、本発明の例示的な実施形態による外科手術装置が、図面を参照して具体的に説明される。ここで、コンポーネント間の位置関係の説明は、基本的に、図面を参照して行われる。図面において、実施形態の構造は、明確化のために、簡単化されているかまたは誇張され得る。したがって、本発明は、これらの例示的な実施形態に限定されるのではなく、その代わりに、さまざまな種類のデバイスが、追加され、変更され、または省略され得る。

【0011】

例示的な実施形態は、挿入部の内側に複数の通路を有する外科手術装置を参照して説明される、さまざまな種類の外科手術器具が、それぞれの通路の中に位置する。しかし、本発明は、この例示的な実施形態に限定されず、さまざまな外科手術装置に適用可能であり、さまざまな外科手術装置は、遠位端部において屈曲可能なカテーテル、内視鏡、および外科手術ロボットを含むことに留意されたい。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の例示的な実施形態による外科手術装置を図示する図である。

【図2】図1の外科手術器具のうちの1つの断面図である。

【図3A】操向可能な部材の屈曲に起因するワイヤの緩みを概略的に図示する図である。

【図3B】操向可能な部材の屈曲に起因するワイヤの緩みを概略的に図示する図である。

【図4】操向可能な部材の屈曲に起因するワイヤの緩みを概略的に図示する図である。

【図5A】方向的な1自由度を有する屈曲セグメントの構造を図示する図である。

【図5B】方向的な1自由度を有する屈曲セグメントの構造を図示する図である。

【図6A】方向的な1自由度を有する屈曲セグメントの構造を図示する図である。

【図6B】方向的な1自由度を有する屈曲セグメントの構造を図示する図である。

【図7A】方向的な2自由度を有する屈曲セグメントの構造を図示する図である。

【図7B】方向的な2自由度を有する屈曲セグメントの構造を図示する図である。

【図8A】方向的な2自由度を有する屈曲セグメントの構造を図示する図である。

【図8B】方向的な2自由度を有する屈曲セグメントの構造を図示する図である。

【図9A】方向的な2自由度を有する屈曲セグメントの構造を図示する図である。

【図9B】方向的な2自由度を有する屈曲セグメントの構造を図示する図である。

【図10】可撓性のヒンジ構造体を使用する操向可能な部材を図示する図である。

【図11】可撓性の背骨構造体を使用する操向可能な部材を図示する図である。

【図12A】側方支持部材を備えた操向可能な部材を図示する図である。

【図12B】側方支持部材を備えた操向可能な部材を図示する図である。

【図12C】側方支持部材を備えた操向可能な部材を図示する図である。

【図13A】側方支持部材を備えた操向可能な部材を図示する図である。

【図13B】側方支持部材を備えた操向可能な部材を図示する図である。

【図13C】側方支持部材を備えた操向可能な部材を図示する図である。

【図13D】側方支持部材を備えた操向可能な部材を図示する図である。

【図13E】側方支持部材を備えた操向可能な部材を図示する図である。

【図14A】側方支持部材を備えた操向可能な部材を図示する図である。

【図14B】側方支持部材を備えた操向可能な部材を図示する図である。

【図14C】側方支持部材を備えた操向可能な部材を図示する図である。

【図15A】ダブルヒンジ構造体を使用する接続セグメントを有する操向可能な部材を図示する図である。

【図15B】ダブルヒンジ構造体を使用する接続セグメントを有する操向可能な部材を図示する図である。

【図16A】ダブルヒンジ構造体を使用する接続セグメントを有する操向可能な部材を図

10

20

30

40

50

示する図である。

【図 1 6 B】ダブルヒンジ構造体を使用する接続セグメントを有する操向可能な部材を図示する図である。

【図 1 7 A】ダブルヒンジ構造体を使用する接続セグメントを有する操向可能な部材を図示する図である。

【図 1 7 B】ダブルヒンジ構造体を使用する接続セグメントを有する操向可能な部材を図示する図である。

【図 1 8 A】経路調節部材を使用する操向可能な部材を図示する図である。

【図 1 8 B】経路調節部材を使用する操向可能な部材を図示する図である。

【図 1 9 A】経路調節部材を使用する操向可能な部材を図示する図である。

【図 1 9 B】経路調節部材を使用する操向可能な部材を図示する図である。

【図 2 0 A】操向可能な部材の屈曲を図示する図である。

【図 2 0 B】操向可能な部材の屈曲を図示する図である。

【図 2 1 A】修正された実施形態による操向可能な部材の屈曲を図示する断面図である。

【図 2 1 B】修正された実施形態による操向可能な部材の屈曲を図示する断面図である。

【図 2 1 C】修正された実施形態による操向可能な部材の屈曲を図示する断面図である。

【図 2 2 A】ワイヤ終端部材によって屈曲アクチュエーションワイヤを固定する方法を図示する図である。

【図 2 2 B】ワイヤ終端部材によって屈曲アクチュエーションワイヤを固定する方法を図示する図である。

【図 2 2 C】ワイヤ終端部材によって屈曲アクチュエーションワイヤを固定する方法を図示する図である。

【図 2 3】エンドエフェクタをワイヤ終端部材として構成する例を図示する図である。

【図 2 4】エンドエフェクタの構造を図示する図である。

【図 2 5】エンドエフェクタの構造を図示する図である。

【図 2 6】スリーブの中に備えた外科手術装置のさまざまな例を図示する図である。

【図 2 7】スリーブの中に備えた外科手術装置のさまざまな例を図示する図である。

【図 2 8】スリーブの中に備えた外科手術装置のさまざまな例を図示する図である。

【図 2 9】スリーブの中に備えた外科手術装置のさまざまな例を図示する図である。

【図 3 0】外科手術器具の端部および操作部の接続構造体を図示する図である。

【図 3 1 A】屈曲アクチュエーションワイヤを移動させるための操作部の構成を概略的に図示する図である。

【図 3 1 B】屈曲アクチュエーションワイヤを移動させるための操作部の構成を概略的に図示する図である。

【図 3 2】屈曲アクチュエーションワイヤを移動させるための操作部の構成を概略的に図示する図である。

【図 3 3 A】理想的な連続的な可撓性アームの中の、屈曲の前および後の屈曲アクチュエーションワイヤの長さを概略的に図示する図であり、屈曲の前の屈曲アクチュエーションワイヤの長さを示す。

【図 3 3 B】理想的な連続的な可撓性アームの中の、屈曲の前および後の屈曲アクチュエーションワイヤの長さを概略的に図示する図であり、屈曲の後の屈曲アクチュエーションワイヤの長さを示す。

【図 3 4 A】実際の条件において屈曲の前および後の屈曲アクチュエーションワイヤの長さを概略的に図示する図であり、屈曲の前の屈曲アクチュエーションワイヤの長さを示す。

【図 3 4 B】実際の条件において屈曲の前および後の屈曲アクチュエーションワイヤの長さを概略的に図示する図であり、屈曲の後の屈曲アクチュエーションワイヤの長さを示す。

【図 3 5】本発明の例示的な実施形態による例示的な屈曲セグメントを図示する図である。

。

10

20

30

40

50

【図36】本発明の例示的な実施形態による図35の中の例示的な張力調整部材を図示する図である。

【図37A】図36の例示的な張力調整部材のうちの1つの枢動運動を図示しており、左側に曲がっている張力調整部材の正面図である。

【図37B】図36の例示的な張力調整部材のうちの1つの枢動運動を図示しており、右側に曲がっている張力調整部材の正面図である。

【図38A】図36の中の例示的な張力調整部材構造体によりワイヤの緩みが改善されることを概略的に図示する図であり、屈曲の前の屈曲アクチュエーションワイヤの長さを示す。

【図38B】図36の中の例示的な張力調整部材構造体によりワイヤの緩みが改善されることを概略的に図示する図であり、屈曲の後の屈曲アクチュエーションワイヤの長さを示す。

【図39】屈曲アクチュエーションワイヤの合計長さ変化 ( $L$ ) が屈曲角度  $\theta$  の関数として変化することを図示するシミュレーション結果である。

【図40】本発明の例示的な実施形態による外科手術器具を図示するブロック図である。

【図41】本発明の例示的な実施形態による外科手術器具を図示する概略図である。

【図42】本発明の例示的な実施形態による屈曲運動中の外科手術器具を図示する図である。

【図43】本発明の別の例示的な実施形態による外科手術器具を図示するブロック図である。

【図44】本発明の別の例示的な実施形態による外科手術器具を図示する概略図である。

【図45】本発明の例示的な実施形態によるパーソナライズされたマスタコントローラを図示するブロック図である。

【図46】本発明の例示的な実施形態によるパーソナライズされたマスタコントローラを概略的に図示する図である。

【図47】本発明の例示的な実施形態による制御プラットフォームおよび接続パーツを概略的に図示する図である。

【図48A】本発明の例示的な実施形態による3つのタイプの交換可能グリップの1つを図示する斜視図で、グリップタイプのもを示す。

【図48B】本発明の例示的な実施形態による3つのタイプの交換可能グリップの1つを図示する斜視図で、ピンセットタイプのもを示す。

【図48C】本発明の例示的な実施形態による3つのタイプの交換可能グリップの1つを図示する斜視図で、腹腔鏡下の手用器具タイプのもを示す。

【図49】本発明の別の実施形態によるパーソナライズされたマスタコントローラを概略的に図示する図である。

【図50】図49の中のパーソナライズされたマスタコントローラの制御プラットフォームのパーツ(すなわち、ベース部材、可動部材、および、3つの平行キネマティックチェーン)を概略的に図示する図である。

【図51】本発明の例示的な実施形態による、制御プラットフォームの可動部材に取り付けられている交換可能グリップを示す、図49の一部分の拡大図である。

【図52】本発明の例示的な実施形態による、制御プラットフォームの可動部材から取り外されている交換可能グリップを示す、図49の一部分の拡大図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

本発明、ならびに、そのさまざまな特徴および有利な詳細は、非限定的な実施形態を参照して、より完全に説明されており、非限定的な実施形態は、添付の図面に図示されており、以下の説明の中に詳述されている。周知の材料、製造技法、パーツ、および機器の説明は、不必要に本発明を曖昧にしないようにするために詳細には省略されている。しかし、詳細な説明および特定の例は、本発明の好適な実施形態を示しているが、図示目的のためだけに与えられており、限定のために与えられているのではないことを理解されたい。

10

20

30

40

50

根底にある発明概念の精神および／または範囲の中のさまざまな置換、修正、追加、および／または再配置が、この開示から当業者に明らかになる。

【0014】

以降では、本発明の例示的な実施形態による外科手術装置が、図面を参照して具体的に説明される。ここで、コンポーネント間の位置関係の説明は、基本的に、図面を参照して行われる。図面において、実施形態の中の構造は、明確化のために、単純化されているかまたは誇張され得る。したがって、本発明は、この例示的な実施形態に限定されるのではなく、その代わりに、さまざまな種類のデバイスが、追加され、変更され、または省略され得る。

【0015】

この例示的な実施形態は、挿入部の内側に複数の通路を有する外科手術装置を参照して説明される、さまざまな種類の外科手術器具が、それぞれの通路の中に位置する。しかし、本発明は、この例示的な実施形態に限定されず、さまざまな外科手術装置に適用可能であり、さまざまな外科手術装置は、遠位端部において屈曲可能なカテーテル、内視鏡、および外科手術ロボットを含むことに留意されたい。

10

【0016】

図1は、本発明の例示的な実施形態による外科手術装置を図示する図である。図1に図示されているように、外科手術装置1は、外科手術装置の遠位端部に設けられた挿入部20と、挿入部20の近位端部に位置する操作部10とを含む。

20

【0017】

挿入部20は、外科手術の間、外科手術部位の中へ挿入されるパーツを形成している。挿入部20は、可撓性チューブから構成されており、外科手術において使用するための少なくとも1つの外科手術器具30が、可撓性チューブの中に位置する。外科手術器具30は、挿入部20の内側に形成されている少なくとも1つの中空通路の中に選択的に位置し得る。代替的に、外科手術器具30は、挿入部20の中に埋め込まれ得る。外科手術器具30は、挿入部20の遠位端部から突き出しており、外科手術器具30は、外科手術の中で使用され得、または、外科手術部位のイメージをキャプチャーすることが可能である。

30

【0018】

図1の外科手術装置は、4つの通路を備えた挿入部20を含み、それぞれの通路は、4つの外科手術器具30を含む。図1では、4つの外科手術器具のうち2つは、遠位端部においてエンドエフェクタ300として鉗子31を含む。そのような外科手術器具は、鉗子を操作することによって、さまざまな外科手術を実施することが可能である。それ以外に、ブレード、縫合ユニット、針などを含む、他のさまざまなタイプの外科手術エレメントも使用され得る。残りの2つの外科手術器具のうち1つは、イメージングユニット32である。イメージングユニット32は、光ファイバーなどのような光学デバイスを含むことによって、遠位端部のイメージをキャプチャーすることが可能である。他の外科手術器具は、作業チャンネルの中に備えたルーメンユニット33であることが可能であり、作業チャンネルを通して、さまざまな器具が挿入され得る。

40

【0019】

これらの外科手術器具30は、挿入部20の遠位端部から突き出しており、これらの外科手術器具30は、それらの突出端部が曲がるように構成されている。したがって、外科手術器具30の屈曲は、異なる方向に外科手術を実施すること、または、異なる方向からイメージをとることを可能にする。外科手術器具30は、それらの内側の複数のワイヤの移動によって曲がるのが可能であり、それは、詳細に下記に説明される。

【0020】

操作部10は、挿入部20の近位端部に設けられており、挿入部20および／または外科手術器具30を操作するように構成されている。操作部10の遠位端部は、挿入部20の近位端部に接続されており、この例示的な実施形態では、挿入部20に取り外し可能に

50

接続され得る。少なくとも1つの駆動部が、操作部10の中に設けられている。駆動部40は、挿入部20、および/または、外科手術器具30のさまざまなタイプのワイヤ部に機械的に接続され、駆動部40は、外科手術器具30の屈曲移動を含む、挿入部20および/または外科手術器具30のさまざまな運動を可能にする。

【0021】

以降では、上記に説明された外科手術装置の詳細な構成が、図面を参照して、より詳細に説明される。

【0022】

図2は、図1の外科手術器具のうちの1つの断面図である。図2に図示されているように、外科手術器具30は、遠位端部において、操向可能な部材100を含み、操向可能な部材100は、屈曲可能である。操向可能な部材100は、中空チャンネル(図示せず)を備えた複数の屈曲セグメント110を有しており、複数の屈曲セグメント110は、一緒に接続されている。可撓性材料を含む可撓性部材200が、操向可能な部材100の近位端部に設けられている。可撓性部材200は、中空チューブから構成されていることが可能であり、中空チューブには、外科手術器具30の遠位端部から接続されているさまざまなタイプのワイヤ部材が位置する。随意的に、エンドエフェクタ300が、操向可能な部材100の遠位端部に設けられており、エンドエフェクタ300が、エフェクタアクチュエーションワイヤ500によって選択的に作動され得る。

10

【0023】

操向可能な部材100のそれぞれの屈曲セグメント110は、ヒンジ移動を可能にする方式で、隣接する屈曲セグメントに接続されており、屈曲アクチュエーションワイヤ400によって曲げられる。屈曲アクチュエーションワイヤ400は、操向可能な部材100および可撓性部材200を通過するような方式で位置しており、屈曲アクチュエーションワイヤ400の遠位端部は、操向可能な部材100に接続されており、屈曲アクチュエーションワイヤ400の近位端部は、操作部10に機械的に接続されている。それぞれの屈曲セグメント110は、長さ方向に形成されている複数のルーメン112を含み、屈曲アクチュエーションワイヤ400が、ルーメン112の中に位置する(図5A)。したがって、屈曲アクチュエーションワイヤ400が操作部10によって移動されるとき、複数の屈曲セグメント110は、ヒンジ式に移動し、したがって、操向可能な部材100を曲げる。

20

30

【0024】

図3は、操向可能な部材の屈曲に起因する、ワイヤの中の緩みを概略的に図示する図である。屈曲セグメント110がLの長さおよび2rの幅を有するとする。隣接する屈曲セグメント110は、それらの対面する側部の中間(それは、外周からrの距離にある)において、ヒンジ接続されている。屈曲アクチュエーションワイヤ400が、それぞれの屈曲セグメントの幅の2つの対向する側部に位置しており、それぞれの屈曲セグメントの長さの中間(それは、それぞれのヒンジ接続された部分からLの距離にある)を通過するとする。

【0025】

図3Aは、屈曲の前の操向可能な部材を図示しており、図3Bは、曲率半径Rまで曲げられたときの操向可能な部材を図示している。図3Bでは、2つの屈曲セグメント110の間のベンドの角度は、 $\theta$ によって示されている。以下の等式は、屈曲の前の2つの屈曲セグメントの間の2つのワイヤ部分の長さの総計と、屈曲の後の2つのワイヤ部分の長さの総計とを比較するためのものである。屈曲の前の2つのワイヤ部分の長さがそれぞれ $L_1$ および $L_2$ によって示されており、屈曲の後の2つのワイヤ部分の長さがそれぞれ $L_1'$ および $L_2'$ によって示されている場合に、2つの長さの間の差 $\Delta L$ は、以下の通りである。

40

$$L_1 = L_2 = L = 2R \tan\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

$$L_1' + L_2' = 2(R+r) \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) + 2(R-r) \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) = 4R \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

$$\Delta L = L_1 + L_2 - L_1' - L_2' = 4R \left( \tan\left(\frac{\theta}{2}\right) - \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) \right)$$

## 【 0 0 2 6 】

上記から見る事ができるように、屈曲の後の2つの屈曲セグメントの間の2つのワイヤ部分の長さの総計は、屈曲の前のものよりも小さい。したがって、両側のワイヤが互いに連動して操作されるときに、Lの緩みが、それぞれの屈曲セグメントの間に作り出される。これは、屈曲が起るときに、曲率中心の反対側のワイヤの長さの変化の量（ $L_1' - L_1$ ）は、曲率中心の近くのワイヤの長さの変化の量（ $L_2 - L_2'$ ）よりも小さいからである。したがって、屈曲に起因して、バックラッシュが生成され、したがって、微調節を困難にする。

## 【 0 0 2 7 】

それとは対照的に、この例示的な実施形態では、屈曲セグメントは、屈曲によって引き起こされる緩みを最小化するために、さまざまな形状で構成され得る。図4は、改善された屈曲セグメント構造による、ワイヤの緩みを概略的に図示する図である。図4に図示されているように、屈曲アクチュエーションワイヤが位置するルーメン112の一部が開いているように、改善された屈曲セグメント110は構成されている（図5を参照）。ここで、tは、オープンルーメン部分の長さを示している。曲率中心の近くのワイヤは、オープンルーメン部分に起因して、より短い経路を有しているが、曲率中心の反対側のワイヤは、対応するオープンルーメン部分において、過剰な長さが追加される経路を有する。このケースでは、曲率中心の近くのワイヤの経路 $L_2^*$ は、長さが以前の経路（図3の $L_2'$ ）に等しく、曲率中心の反対側のワイヤの経路 $L_1^*$ は、以前の経路（図3の $L_1'$ ）よりも長い。この経路長さの増加は、曲率中心の反対側のオープンルーメン部分の側壁（屈曲セグメントの中心の近く）がスタンプリング部分（stumbling portion）114を形成し、経路を通過する屈曲アクチュエーションワイヤ400がスタンプリング部分114に接触してスタンプルする（stumble）からである（図5を参照）。したがって、改善された屈曲セグメントを使用して屈曲が起るとき、Lは、以下の通りである。

$$L_1 = L_2 = L = 2R \tan\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

$$L_1^* = L_1' - 2t \cos\left(\frac{\theta}{2}\right) + 2t = L_1' + 2t \left(1 - \cos\left(\frac{\theta}{2}\right)\right)$$

$$L_1^* + L_2' = 2(R+r) \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) + 2(R-r) \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) + 2t \left(1 - \cos\left(\frac{\theta}{2}\right)\right) = 4R \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) + 2t \left(1 - \cos\left(\frac{\theta}{2}\right)\right)$$

$$\Delta L = L_1 + L_2 - L_1^* - L_2' = 4R \left( \tan\left(\frac{\theta}{2}\right) - \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) \right) - 2t \left(1 - \cos\left(\frac{\theta}{2}\right)\right)$$

## 【 0 0 2 8 】

上記に述べられているように、改善された屈曲セグメント110が緩みの長さLを低減させるように構成されている状態で、外科手術装置1の移動は、微細に制御され得る。一般的に、オープンルーメン部分の長さtは、屈曲セグメントの長さLの10%以上であることが可能である。屈曲セグメントの寸法、バンドの角度などに応じて、緩みの長さ

Lの低減の量は異なるが、緩みの長さ Lは、おおよそ30%以上だけ低減され得る。

【0029】

改善された屈曲セグメントは、さまざまな方式で設計され得る。以降では、屈曲セグメントのさまざまな例示的な実施形態が、図5から図11を参照して詳細に説明される。

【0030】

図5は、1自由度を有する屈曲セグメントの構造を図示する図である。図5に示されている屈曲セグメント110は、中空チャンネル111がその中に形成された本体部を有する。1対の接続パーツ120が、本体部の長さの一方の端部に設けられており、他の1対の接続パーツ120が、反対側の端部に設けられている。それぞれの対の接続パーツ120は、本体部の幅の2つの対向する側部に互いに向かい合って位置しており、中空チャンネル111が、それらの間の中間にある。

10

【0031】

それぞれの屈曲セグメント110は、隣接する屈曲セグメントにヒンジ接続され、接続パーツによって、隣接する屈曲セグメントに接続されており、接続パーツは、隣接する屈曲セグメントの接続パーツに連結されている。図5では、接続パーツ120は、それらを一緒にピン止めすることによって接続されている。接続パーツ120のヒンジシャフトがすべて同じ配向を有するので、図5の操向可能な部材は、1自由度を有しており、1自由度では、操向可能な部材が(図面に示されているように)左または右に曲がる。

【0032】

それぞれの屈曲セグメント110は、1対のルーメン112を含み、1対のルーメン112の中に、屈曲アクチュエーションワイヤが位置する。1対のルーメン112は、中空本体部の壁表面を貫通することによって形成され得、1対のルーメン112は、屈曲セグメント110の断面の中心の周りに対称的に配置されており、互いから所定の距離に間隔を置いて配置されている。

20

【0033】

図5に示されているように、屈曲セグメント110のルーメンは、部分的に開いている。具体的には、それぞれのルーメンは、クローズドルーメン部分112bおよびオープンルーメン部分112aを含む。クローズドルーメン部分112bでは、内側および外側が、図5に示されているように壁表面によって囲まれており、屈曲アクチュエーションワイヤが、側壁構造に起因して、ルーメンの中だけを移動するようになっている。それとは対照的に、オープンルーメン部分112aでは、その側壁の少なくとも一部は、オープン構造を有する。したがって、オープンルーメン部分112aの中に位置する屈曲アクチュエーションワイヤは、オープン部分を通してルーメンの外側を移動可能である。

30

【0034】

この例示的な実施形態では、オープンルーメン部分112aは、屈曲セグメントの外側の側壁113a(それは、屈曲セグメントの断面の中心の反対側にある)が開いている構造を有する。したがって、屈曲が起こるときに、曲率中心の近くのワイヤ400aは、オープンルーメン部分のオープン部分(外向き方向)に移動し、それは、屈曲セグメントが、クローズドルーメン部分と比較して、より短い長さで接続されることを可能にする。対照的に、オープンルーメン部分の側壁113b(屈曲セグメントの断面の中心の近く)は、曲率中心の反対側に位置する場合には、スタンプリング部分114を形成し、ワイヤが、スタンプリング部分114に接触してスタンブルする。したがって、屈曲が起こるときに、曲率中心の反対側のワイヤ400bは、スタンプリング部分114に接触してスタンブルするときに、屈曲セグメントとより多く接触するようになり、それによって、緩みの長さを低減させる。

40

【0035】

図5では、クローズドルーメン部分112bがルーメン長さの中間に形成され、オープンルーメン部分112aがクローズドルーメン部分112bのどちらの側にも位置するように、屈曲セグメント110のそれぞれのルーメン112は構成されている。これは、単なる例に過ぎず、長さに沿ってルーメン112の一方の側が、オープンルーメン部分を形

50

成することが可能であり、他方の側が、クローズドルーメン部分を形成することが可能である。代替的に、1対の隣接する屈曲セグメントのオープンルーメン部分は、ヒンジシャフトに対して対称的に配置され得る。このように、屈曲アクチュエーションワイヤが位置するルーメンは、屈曲セグメントの断面の中心に近い壁表面（内側壁表面）113bがその断面の中心の反対側の壁表面（外側壁表面）113aよりも長くなるように、さまざまに変更され得る。

【0036】

図5は、オープンルーメン部分112aがクローズドルーメン部分112bよりも長いことを図示しているが、本発明は、それに限定されず、屈曲セグメントの構造およびベンドの角度に応じて、さまざまな構成を有することが可能である。ルーメン長さ全体の20%以上を占めるオープンルーメン部分の長さが、緩みの長さを低減させるために有利であり得ることに留意されたい。

10

【0037】

屈曲セグメントの接続パーツは、図5に示されているような接続パーツと一緒にピン止めする以外に、さまざまな方式で形成され得る。図6は、異なるタイプの接続パーツの例を図示している。

【0038】

図6の屈曲セグメントは、一方の側に1対の接続パーツ120、および、他方の側に1対の凹部パーツ121をそれぞれ含む。屈曲セグメント110の接続パーツ110は、隣接する屈曲セグメントの凹部パーツ121の中に収容され、凹部パーツ121にヒンジ接続されている。図6のAの接続パーツ120は、丸い表面を備えた突出部からそれぞれ構成されており、凹部パーツ121は、突出部を収容するようにそれぞれ構成されている。したがって、それぞれの接続パーツ120は、それが対応する凹部パーツ121の中で回転するときに、ヒンジ式に移動する。図6のBの接続パーツ120は、端部において線形の縁部を備えた突出部からそれぞれ構成されており、凹部パーツ121は、V字形の切り欠き状の溝部をそれぞれ有する。したがって、接続パーツ120が凹部パーツ121と線形の接触をしている状態で、凹部パーツ121との接触のエリアが回転軸線周りに回転するので、接続パーツ120は、ヒンジ式に移動することが可能である。

20

【0039】

図7は、2自由度を有する屈曲セグメントの構造を示す図である。図7の屈曲セグメントは、ヒンジ移動を可能にするように、隣接する屈曲セグメントにそれぞれ接続され、一方の側で屈曲セグメントに接続されているヒンジシャフトh1と他方の側で屈曲セグメントに接続されているヒンジシャフトh2とが異なる配向を有するように、屈曲セグメントは構成されている。したがって、図7の屈曲セグメント100は、図5および図6とは異なり、2自由度以上で移動可能な操向可能な部材を構成している。

30

【0040】

具体的には、図7のそれぞれの屈曲セグメント110は、長さの一方の側に1対の接続パーツ120を含み、他方の側に1対の凹部パーツ121を含む。1対の接続パーツ120は、屈曲セグメント110の中心に対して互いに向かい合っており、1対の凹部パーツ120も同様になっている。図5の場合のように、接続パーツ120は、丸い表面を備えた突出部からそれぞれ構成されており、凹部パーツ121は、回転可能となるように、および、接続パーツを収容するように構成されている。

40

【0041】

図7に図示されているように、それぞれの屈曲セグメント110において、1対の接続パーツ120を結び付けるシャフト、および、1対の凹部パーツ121の間に走るシャフトは、互いに直交している。すなわち、1対の接続パーツおよび1対の凹部パーツは、屈曲セグメント110の断面に関して異なる場所に位置決めされている（より具体的には、1対の接続パーツおよび1対の凹部パーツは、本体部の周りに90度で交差している）。

【0042】

したがって、屈曲セグメント110は、第1のシャフトh1の上で、一方の側の隣接す

50

るセグメントに対してヒンジ式に移動し、第2のシャフトh2の上で、他方の側の隣接するセグメントに対してヒンジ式に移動する。すなわち、第1のヒンジシャフトおよび第2のヒンジシャフトが交互の方式で配置されるように、屈曲セグメントの接続パーツは構成されている。したがって、図7の屈曲セグメントは、2自由度で移動することが可能である。

**【0043】**

それぞれの屈曲セグメントは、長さに沿って形成されている4つのルーメンを含む。図7に図示されているように、それぞれのルーメン112は、接続パーツ120または凹部パーツ121を貫通するように配置されている。したがって、4つのルーメンは、接続パーツおよび凹部パーツが形成されている場所に位置決めされており、本体部の周りに90

10

**【0044】**

4つの屈曲アクションワイヤ400が、それぞれ、4つのルーメン112の中に位置する。それらの中でも、一方の対のワイヤが、操向可能な部材の一方のシャフトの屈曲を誘発し、他方の対のワイヤが、他方のシャフトの屈曲を誘発する。

**【0045】**

それぞれのルーメンは、上述の例と同様に、部分的に開いている。図7に図示されているように、接続パーツ120または凹部パーツ121が形成されている場所の、長さに沿ったそれぞれのルーメン112の一部分は、クローズドルーメン部分112bを形成しており、接続パーツ120または凹部パーツ121が形成されていない他方の部分は、オープンルーメン部分112aを形成している。言うまでもないが、クローズドルーメン部分は、それぞれのルーメンの上で中心を合わせていてもよく、オープンルーメン部分は、クローズドルーメン部分のどちらの側にも位置決めされ得る。それにもかかわらず、図7に示されている構成は、緩みの長さをさらに低減させる利点を提供する。

20

**【0046】**

それ以外に、図7は、ルーメン112が接続パーツ120または凹部パーツ121を貫通していることを図示しているが、ルーメン112は、接続パーツ120および凹部パーツ121からそれであってもよい。具体的には、接続パーツ120および凹部パーツ121は、屈曲セグメント110の本体部の側面の周りに（たとえば、周囲に沿って）90度間隔で間隔を置いて配置されてもよい。それぞれのルーメン112は、接続パーツ120と凹部パーツ121との間に位置していてもよく、特に、接続パーツ120および凹部パーツ121に対して45度にあるポイントに位置していてもよい。

30

**【0047】**

このケースでは、図8に図示されているように、クローズドルーメン部分112bがルーメンの長さの中間に形成されており、オープンルーメン部分112aがクローズドルーメン部分112bのどちらの側にも形成されているように、それぞれのルーメン112は構成されていてもよい。

**【0048】**

図7および図8は、丸い表面を備えた突出部から構成されている接続パーツ120、および、接続パーツ120を収容する凹部パーツ121に関して説明されてきた。しかし、これは、単なる例に過ぎず、図6のBに示されているように、接続パーツは、線形の縁部を備えた突出部から構成されていてもよく、凹部パーツは、V字形状の切り欠き状の溝部を有していてもよい（図9を参照）。そうでなければ、図5に示されているように、それぞれが接続パーツおよび凹部パーツを含むというよりもむしろ、2つの接続パーツは、ヒンジ移動を可能にする方式で一緒にピン止めされていてもよい。

40

**【0049】**

図7から図9に示されている例示的な実施形態は、1つのシャフトに関する回転のための接続構造体を必要としており、この接続構造体では、1対の接続パーツが1つの屈曲セグメントに設けられており、1対の凹部パーツが別の屈曲セグメントに設けられている。それ以外に、1つの接続パーツおよび1つの凹部パーツが、1つの屈曲セグメントの一方

50

の端部に位置し、中空本体部がそれらの間にある状態で互いに向かい合っているように、隣接する屈曲セグメントの接続パーツおよび凹部パーツが、あべこべに位置し得、隣接する屈曲セグメントに接続されている屈曲セグメントの接続パーツおよび凹部パーツのレイアウトを考慮に入れている。

#### 【0050】

図10は、可撓性のヒンジ構造体を使用する操向可能な部材を図示する図である。図10に図示されているように、屈曲セグメント110は、ディスク状のプレートの形状になっており、屈曲セグメント110間に位置している可撓性の接続パーツ120によって接続されている。図5から図9の操向可能な部材は、接続パーツの機械的なヒンジ構造体を使用して曲げられ得るが、図10の操向可能な部材は、接続パーツの材料の弾性を使用して曲げられ得る。

10

#### 【0051】

より具体的には、図10の操向可能な部材は、互いに一体的に形成された複数の屈曲セグメント110および複数の接続パーツ120から構成されている。たとえば、操向可能な部材は、可撓性を有するプラスチック樹脂を使用する成形方法によって製造され得る。図10に図示されているように、それぞれの屈曲セグメント110およびそれぞれの接続パーツ120は、その内側に中空チャンネル111を有する。接続パーツ120は、それぞれの屈曲セグメント110間に設けられており、中空チャンネルの2つの対向する側部から半径方向外側に延在する壁構造を有する。接続パーツ120（壁構造）は、隣接する接続パーツが配置されている方向に対して垂直の方向に配置されている。したがって、図10

20

#### 【0052】

屈曲アクチュエーションワイヤ400が位置する4つのルーメン112は、90度間隔で配置されている。それぞれのルーメン112は、それぞれのルーメン112が接続パーツ120の外側縁部を貫通するポイントに形成されている。この場合には、先述の例示的な実施形態と同様に、それぞれのルーメン112は、部分的に開いているルーメン部分112aである。図11に図示されているように、それぞれのルーメンのクローズドルーメン部分112bは、それぞれのルーメンが接続パーツを貫通するポイントに形成されており、そのオープンルーメン部分112aは、屈曲セグメントが貫通されるクローズドルーメン部分112bのどちらの側にも形成されている。したがって、この例示的な実施形態の操向可能な部材100は、屈曲アクチュエーションワイヤ400が移動するとき、接続パーツ120の上で曲げることが可能である。

30

#### 【0053】

図11は、可撓性の背骨構造を使用する操向可能な部材を図示する図である。図11の操向可能な部材100は、ディスク状のプレートからそれぞれ構成されている屈曲セグメント110、および、屈曲セグメントの中心同士を接続するための背骨構造を使用する接続パーツ120を含む。接続パーツ120は、それぞれの屈曲セグメント間に設けられる個々の部材から構成され得るか、または、複数の屈曲セグメントを貫通する単一の部材から構成され得る。このケースでは、接続パーツ120は、可撓性材料を含むことが可能であり、屈曲アクチュエーションワイヤ400が移動するとき曲げることが可能である。

40

#### 【0054】

また、図10の操向可能な部材は、4つのルーメン112を含み、それぞれのルーメンは、部分的に開いている。具体的には、ルーメン112は、ルーメンの長さの中間部に形成されているクローズドルーメン部分112b、および、クローズドルーメン部分112bのどちらの側にも形成されているオープンルーメン部分112aを含むことが可能である。

#### 【0055】

上記に記載されている例示的な実施形態では、緩みを最小化することができる屈曲セグメントが、屈曲によって引き起こされるバックラッシュを防止するために使用されている。操向可能な部材は、バックラッシュを防止するために、他のさまざまな方式で構成され

50

得る。

【0056】

図12から図14は、側方支持部材130を備えた操向可能な部材を図示する図である。側方支持部材130は、弾性材料または超弾性材料を含み、その形状が変形される時にオリジナル形状に戻るための復元力を働かせる。すなわち、この操向可能な部材は、その中に少なくとも1つの側方支持部材を含むことが可能であり、また、操向可能な部材が曲げられるときに、側方支持部材の弾性を初期位置に復元させるように構成され得る。

【0057】

図12は、側方支持部材によって提供される屈曲特性を図示する図である。図12に図示されているように、少なくとも1つの屈曲アクチュエーションワイヤ400が、操作部  
10  
を操作することによって引っ張られる場合には、操向可能な部材100が、対応する方向に曲がる。このケースでは、操向可能な部材100は、少なくとも1つの側方支持部材130を含み、屈曲アクチュエーションワイヤ400が操作され、側方支持部材130の弾性に打ち勝つことによって屈曲を引き起こす(図12のB)。その後、対応する屈曲アクチュエーションワイヤが、引っ張られていることから解放されると(図12のC)、操向可能な部材100は、側方支持部材130の弾性によって中立に戻る。

【0058】

従来では、一方の側の屈曲アクチュエーションワイヤが、1つの方向に曲がるように操作される間に、他方の側の屈曲アクチュエーションワイヤが、中立に戻るように操作される。したがって、緩みが、屈曲に起因して起こり、バックラッシュを引き起こす。しかし  
20  
、図12に示されているような側方支持部材の使用によって、屈曲アクチュエーションワイヤの中の緩みによって引き起こされるバックラッシュは、屈曲の間に問題とならないことが可能である。

【0059】

図13は、側方支持部材を使用する操向可能な部材のさまざまな例示的な実施形態を図示する図である。図13に図示されているように、操向可能な部材100は、複数の屈曲アクチュエーションワイヤ400および複数の側方支持部材130を含むことが可能である。側方支持部材130は、側方スプリングとして機能することができるさまざまなタイプの構造、たとえば、ワイヤ構造または中空チューブ構造などで構成され得る。操向可能な部材100の屈曲セグメント110は、2自由度で曲がるように構成されており、複数の  
30  
ルーメン112を含むことが可能であり、複数のルーメン112は、屈曲アクチュエーションワイヤ400および側方支持部材130が本体部の壁表面に沿って屈曲セグメント110を通過することを可能にするためのものである。

【0060】

図13のAからCでは、複数の屈曲アクチュエーションワイヤ400および複数の側方支持部材130が、別々に設置されている。図13のAおよびBでは、4つの屈曲アクチュエーションワイヤ400が、屈曲セグメント110の本体部の周りに90度間隔で配置されており、4つの側方支持部材130は、それぞれの屈曲アクチュエーションワイヤ400の間に45度間隔で配置されている。このケースでは、図13のAに示されているように、4つの屈曲アクチュエーションワイヤ400が、屈曲セグメントの接続パーツ120を通過するように配置されていてもよく、また、図13のBに示されているように、4つの側方支持部材130が、屈曲セグメント110の接続パーツ120を通過するように配置されていてもよい。代替的に、図13のCに示されているように、屈曲アクチュエーションワイヤ400および側方支持部材130は、対として、周囲に沿ってそれぞれの接続パーツ場所の間に配置されていてもよく、屈曲セグメント110の接続パーツを通過しないようになっている。  
40

【0061】

図13のDおよびEでは、側方支持部材130は、中空チューブ構造を有しており、屈曲アクチュエーションワイヤ400が、それぞれ、側方支持部材130の内側に位置する。側方支持部材130および屈曲アクチュエーションワイヤ400は、屈曲セグメント1  
50

10の本体部の周りに90度間隔で配置され得る。図13のDでは、側方支持部材130および屈曲アクチュエーションワイヤ400は、屈曲セグメントの接続パーツを通過するように配置されている。図13のEでは、側方支持部材130および屈曲アクチュエーションワイヤ400は、それぞれの接続パーツ場所の間に位置しており、接続パーツを通過しないようになっている。

#### 【0062】

図14は、事前に形状決めされた側方支持部材によって提供される屈曲特性を図示する図である。図12および図13の側方支持部材は、操向可能な部材の中立位置に対応する形状を有する。したがって、操向可能な部材は、屈曲アクチュエーションワイヤによって曲げられ、側方支持部材によって中立に戻るように構成されている。それとは対照的に、図14の側方支持部材130は、1つの方向に曲げられた形状を有するように構成されており、側方支持部材130の弾性が、1つの側への操向可能な部材の屈曲に貢献するようになっている。

10

#### 【0063】

例では、図14の側方支持部材130は、左に曲がるように事前に形状決めされている。側方支持部材130の中に備えた操向可能な部材は、屈曲アクチュエーションワイヤを使用する任意の操作なしに、左へ曲げられたままになっている(図14のA)。また、屈曲アクチュエーションワイヤ400が第1の張力Fによって移動する場合には、操向可能な部材が、中立位置に設置され得る(図14のB)。第1の張力は、側方支持部材130の弾性によって生成されるモーメントと平衡状態になるのに十分な大きさである。屈曲アクチュエーションワイヤ400が第2の張力F'によって移動し、第2の張力が第1の張力よりも大きい場合には、操向可能な部材は、右へ曲がるのが可能である(図14のC)。このケースでは、屈曲アクチュエーションワイヤ400に働かされる張力が第1の張力によって解放される場合には、操向可能な部材は、中立に移動することが可能であり(図14のB)、または、屈曲アクチュエーションワイヤに働かされる張力が完全に解放される場合には、操向可能な部材は、左へ曲がるのが可能である(図14のA)。

20

#### 【0064】

この場合には、操向可能な部材は、側方支持部材の弾性によって中立位置または初期位置へ移動し、それによって、バックラッシュなしの屈曲制御を可能にする。図14は、事前に形状決めされた側方支持部材および屈曲アクチュエーションワイヤを使用する、1自由度を有する屈曲機構を示しているが、事前に形状決めされた側方支持部材を使用するさまざまな屈曲機構が使用され得る。

30

#### 【0065】

それに加えて、図15から図17に示されているように、バックラッシュを引き起こさない接続セグメントを使用する屈曲機構、および、側方支持部材を使用する上述の方法が使用され得る。

#### 【0066】

図15は、接続セグメントによって接続されている屈曲セグメントの屈曲によって引き起こされるワイヤ経路差を図示する図である。先述の例示的な実施形態では(たとえば、図3から図9では)、それぞれの屈曲セグメント110は、本体部の中に設けられた接続パーツ120によって、隣接する屈曲セグメントに直接的に連結されており、それぞれの対の隣接する屈曲セグメントの間で共有される1つのヒンジシャフトに対して回転することが可能である。それとは対照的に、図15に示されているように、接続セグメント140が、それぞれの対の隣接する屈曲セグメント110の間に設けられており、2つの隣接する屈曲セグメントが、それぞれ、接続セグメント140の2つの端部に接続されている。接続セグメント140は、ダブルヒンジジョイント構造を有しており、ダブルヒンジジョイント構造は、接続セグメント140の上の2つのポイントが2つの異なる部材にヒンジ接続されることを可能にする。したがって、1対の隣接する屈曲セグメント110は、それぞれ、接続セグメントの2つの端部に連結されており、ヒンジシャフトを共有することなく、異なるヒンジシャフトに対して回転するようになっている。

40

50

## 【 0 0 6 7 】

屈曲セグメント 1 1 0 のどちらの側にもあるワイヤ間の距離を  $2r$  とし、接続セグメントの 2 つのヒンジシャフト間の距離を  $L$  としよう。屈曲セグメント 1 1 0 は、1 対のワイヤの間の中間のポイントにおいて（すなわち、それぞれのワイヤから  $r$  の距離において）、接続セグメント 1 4 0 にヒンジ接続され得る。

## 【 0 0 6 8 】

図 1 5 の A は、屈曲の前の隣接する屈曲セグメントを図示しており、図 1 5 の B は、曲率半径  $R$  まで曲げられたときの隣接する屈曲セグメントを図示している。図 1 5 の B では、2 つの屈曲セグメント 1 1 0 の間のベンドの角度は、 $\theta$  によって示されている。また、屈曲によって生成される屈曲セグメントと接続セグメントとの間のベンドの角度  $\text{prox}$  および  $\text{distal}$  は等しいことを仮定することが可能である。このケースでは、以下の等式は、屈曲の前の 2 つの屈曲セグメントの間の 2 つのワイヤ部分の長さの総計と、屈曲の後の 2 つのワイヤ部分の長さの総計とを比較するためのものである。屈曲の前の 2 つのワイヤ部分の長さは、それぞれ、 $L_1$  および  $L_2$  によって示されており、屈曲の後の 2 つのワイヤ部分の長さは、それぞれ、 $L_1'$  および  $L_2'$  によって示されている。

$$L_1 = L_2 = L$$

$$L_1' = 2(R + r) \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

$$L = 2R \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

$$L_2' = 2(R - r) \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

$$L_1 + L_2 = 2L = 4R \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

$$L_1' + L_2' = 2(R + r) \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) + 2(R - r) \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) = 4R \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

$$L_1 + L_2 = L_1' + L_2'$$

## 【 0 0 6 9 】

すなわち、接続セグメント 1 4 0 によって接続されている操向可能な部材 1 0 0 が曲げられる場合には、屈曲の前の 2 つのワイヤ部分の長さの総計 ( $L_1 + L_2$ ) と、屈曲の後の 2 つのワイヤ部分の長さの総計 ( $L_1' + L_2'$ ) とは、実質的に等しい。したがって、屈曲によって引き起こされる任意の緩みが防止され得る。

## 【 0 0 7 0 】

言うまでもないが、図 1 5 は、屈曲セグメント 1 4 0 と接続セグメント 1 1 0 との間のベンドの角度  $\text{prox}$  および  $\text{distal}$  が等しいことを仮定している。その理由は、屈曲が、同じワイヤに起因してそれぞれの屈曲セグメントに起こるからである。しかし、実際の屈曲が起こるときには、接続セグメント 1 4 0 と屈曲セグメント 1 1 0 との間のベンドの角度は、実質的に同様の範囲内にあるが、それらはわずかに異なっている。したがって、2 つの屈曲セグメントが単一のヒンジシャフトの上で一緒に連結されている構造と比較して、緩みの長さは最小化され得る。

## 【 0 0 7 1 】

図 1 6 は、接続セグメント、および、接続セグメントによって接続されている屈曲セグメントを図示する斜視図である。図 1 7 は、接続セグメントを含む操向可能な部材を図示する斜視図である。

## 【 0 0 7 2 】

図 1 6 に図示されているように、接続セグメント 1 4 0 は、異なるポイントにおいて、第 1 の屈曲セグメント 1 1 0 a および第 2 の屈曲セグメント 1 1 0 b にヒンジ接続されて

10

20

30

40

50

いる。接続セグメント 140 は、互いに向かい合う 2 つの本体部 141 を含む。それぞれの本体部 141 は、その長さの一方の端部に第 1 のヒンジパーツ 142 a を含み、他方の端部に第 2 のヒンジパーツ 142 b を含む。第 1 および第 2 の屈曲セグメント 110 a および 110 b は、それぞれ、第 1 および第 2 のヒンジパーツ 142 a および 142 b に連結されており、それらが異なるヒンジシャフトの上でヒンジ式に移動するようになっている。

【0073】

図 16 では、第 1 のヒンジパーツ 142 a および第 2 のヒンジパーツ 142 b は、丸い表面を備えた突出部からそれぞれ構成されており、屈曲セグメント 110 の中に形成されている凹部パーツ 121 b の中に収容されており、ヒンジ式に移動する。しかし、これは、単なる例に過ぎず、第 1 および第 2 のヒンジパーツのうち少なくとも 1 つは、突出部を収容するための凹部パーツであってもよく、または、ピン止めなどのような他のヒンジ構造体によって接続されてもよい。

10

【0074】

接続セグメント 140 は、中空スペースをその内側に備えたガイド部材 143 をさらに含み、ガイド部材 143 は、互いに向かい合う 2 つの本体部 141 を一緒に結び付けている。これに起因して、接続セグメント 130 は、モジュールを形成することが可能である。ガイド部材 143 の中空スペースは、さまざまな種類のワイヤ部材、たとえば、屈曲アクチュエーションワイヤまたはエフェクタアクチュエーションワイヤなどが通過することを可能にし、また、屈曲の間に内部コンポーネントが抜け落ちることを防止する。ガイド部材 143 の断面は、屈曲セグメントの断面と同様であることが可能である。このケースでは、屈曲アクチュエーションワイヤが通過する部分は、屈曲アクチュエーションワイヤの移動を制限しないように開いていることが可能である。

20

【0075】

図 17 の操向可能な部材は、複数の接続セグメント 140 を含み、隣接する接続セグメント 140 は、互いに直交するヒンジシャフトを有するように構成されている。それぞれの屈曲セグメント 110 は、4 つのルーメン 112 を有しており、4 つの屈曲アクチュエーションワイヤ 400 が 4 つのルーメン 112 の中にそれぞれ位置するようになっている。したがって、操向可能な部材 100 は、2 自由度で曲がることが可能である。このケースでは、屈曲アクチュエーションワイヤ 400 は、屈曲セグメント 110 の本体部の周りでそれぞれのヒンジシャフト場所の間に位置し得、接続セグメント 140 のヒンジシャフトを通過しないようになっている。

30

【0076】

別の例示的な実施形態では、図 18 は、操向可能な部材の屈曲に起因して、湾曲した経路を形成するワイヤの緩みを概略的に図示する図である。図 3 は、屈曲が起こるときに、曲げられた直線の経路を形成するワイヤを示しているが、図 18 は、屈曲が起こるときに、湾曲した経路を形成するワイヤを示している。屈曲の前の 2 つのワイヤ部分の長さが、それぞれ、 $L_1$  および  $L_2$  によって示され、屈曲の後の 2 つのワイヤ部分の長さが、それぞれ、 $L_1'$  および  $L_2'$  によって示される場合には、2 つのワイヤ部分の長さの関係は、以下の通りである。

40

$$L_1 + L_2 = 4R \tan\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

$$L_1' + L_2' = (R+r)\theta + (R-r)\theta = 2R\theta$$

$$\Delta L_{slack} = (L_1 + L_2) - (L_1' + L_2') = 4R \left( \tan\left(\frac{\theta}{2}\right) - \frac{\theta}{2} \right) > 0$$

$$[\Delta L_{slack} < \Delta L_{Fig 3} = 4R(\tan(\theta/2) - \sin(\theta/2))] ]$$

【0077】

屈曲が起こるときに曲げられた直線の経路を形成する図 3 のワイヤと比較して、湾曲し

50

た経路を形成する図18のワイヤは、緩みの長さに関して、おおよそ30%の低減を有することが可能である。この原理を使用して、屈曲アクチュエーションワイヤは、経路調節部材を含むことによって、屈曲が起こるときに湾曲した経路を形成するように構成されており、それによって、緩みを最小化する。

【0078】

図19は、経路調節部材を使用する操向可能な部材を図示する図である。図19に図示されているように、操向可能な部材100は、プレート状の屈曲セグメント110と、屈曲セグメント間に位置する壁状の接続パーツ120とを含む。また、4つのルーメン112が、屈曲セグメント100の外側縁部および接続パーツ120を貫通するように形成されている(図10の説明を参照)。

10

【0079】

図19のBに図示されているように、屈曲アクチュエーションワイヤ400は、それぞれのルーメンの中に直接的に位置するというよりもむしろ、それぞれのルーメンの中の経路調節部材150の内側に位置する。経路調節部材150は、金属などのような弾性材料を含み、操向可能な部材100が曲げられるときに曲がり、それによって、湾曲したワイヤ経路を形成する(このケースでは、経路調節部材の弾性は、図13のDおよびEに示されているように復元力を作り出すのに十分に高くなっている必要はなく、湾曲した経路を形成するのに十分な弾性力であれば目的を果たす)。したがって、この例示的な実施形態による屈曲アクチュエーションワイヤ400は、曲げられている直線の経路に沿って曲がるのではなく、湾曲した経路に沿って曲がり、それによって、緩みの長さを最小化する。

20

【0080】

この例示的な実施形態は、可撓性のヒンジ構造体を使用する操向可能な部材に関して経路調節部材が使用されている例に関連して説明されてきたが、経路調節部材の使用によって、図11から図17に示されている操向可能な部材の中にワイヤを設置するなどのように、修正を行うことが可能である。

【0081】

図20は、操向可能な部材の屈曲を図示する図である。図20に図示されているように、屈曲の初期段階において、屈曲は、操向可能な部材100全体にわたって均一ではなく、屈曲アクチュエーションワイヤ300が終了する操向可能な部材の遠位端部に、屈曲が集中されている(図20のBを参照)。したがって、ワイヤが移動するときに、力は、操向可能な部材の遠位端部に直接的に伝達され、操向可能な部材を近位端部においてあまり曲げない。

30

【0082】

図21は、本発明の1つの例示的な実施形態による操向可能な部材の断面図である。図21のA、B、およびCは、操向可能な部材の遠位端部における屈曲の集中を改善するための実施形態を示しており、それは、操向可能な部材が近位端部においてよりも遠位端部において容易に曲がる幾何学的に強化された構造を伴う。

【0083】

具体的には、図21のAに示されているように、屈曲セグメント110は、操向可能な部材の断面の中心から所定の距離に形成されたルーメンを有しており、操向可能な部材の近位端部に近ければ近いほど、屈曲セグメントの中のルーメンは、操向可能な部材の断面の中心から遠く離れるようになる。このケースでは、操向可能な部材100に印加されるモーメントは、遠位端部においてより小さくなり、近位端部に向けて増加する。したがって、操向可能な部材100は、近位端部に向けてより容易に曲がる。

40

【0084】

図21のBでは、接続パーツ120は、操向可能な部材100の長さに沿って、形状が徐々に変化するように構成され得、操向可能な部材が遠位端部においてよりも近位端部において容易に曲がるようになっている。例では、図21のBに図示されているように、近位端部においてよりも遠位端部において大きい断面幅を有するように接続パーツを構成することによって、長さに沿った屈曲特性が調節され得る。代替的に、接続パーツの幅を調

50

節することは別にして、接続パーツは、ジョイント構造を有する接続パーツの移動の範囲を調節することを含む、他のさまざまな方式の形状変化で構成され得る。

【0085】

また、図21のCに示されているように、屈曲セグメント110間の距離は、長さに沿って変化することが可能である。具体的には、屈曲セグメント間の距離が、遠位端部に向けてより短くなり、近位端部に向けてより長くなるように、接続パーツ120が位置決めされ得る。このケースでは、屈曲セグメント間の距離が長くなればなるほど、操向可能な部材の屈曲が容易になる。これは、遠位端部の近くの屈曲の制限、および、近位端部の近くの屈曲特性の改善を結果として生じさせる。

【0086】

この構成の操向可能な部材は、ルーメンに沿って位置する複数の屈曲アクチュエーションワイヤを有しており、それぞれの屈曲アクチュエーションワイヤの遠位端部は、操向可能な部材の遠位端部に設けられているワイヤ終端部材410によって固定されている。

【0087】

図22は、ワイヤ終端部材によって屈曲アクチュエーションワイヤを固定する方法を図示する図である。操向可能な部材および屈曲アクチュエーションワイヤは、サイズが非常に小さいので、個々の屈曲アクチュエーションワイヤを操向可能な部材の遠位端部に固定することは、極めて困難である。したがって、この例示的な実施形態は、複数の屈曲アクチュエーションワイヤを容易に固定することができるワイヤ終端部材を使用する。

【0088】

図22に図示されているように、ワイヤ終端部材410は、一方の側にネジ山411を有しており、操向可能な部材100の遠位端部にねじ込まれている。また、ワイヤ終端部材は、複数の孔部412を含み、複数の屈曲アクチュエーションワイヤが複数の孔部412を通過しており、孔部412は、操向可能な部材の中のルーメンに対応する場所に形成されている。したがって、図22に示されているように、ワイヤ終端部材は、屈曲アクチュエーションワイヤ400がワイヤ終端部材の孔部の中に挿入されている状態で操向可能な部材の遠位端部にねじ込まれ得（図22のA）、それによって、屈曲アクチュエーションワイヤを固定することを容易にする（図22のBおよびC）。

【0089】

ワイヤ終端部材は、操向可能な部材とエンドエフェクタとの間に設けられているコンポーネントであることが可能である。このケースでは、ワイヤ終端部材は、操向可能な部材の遠位端部にねじ込まれ得、エンドエフェクタは、ワイヤ終端部材に接続され得る。代替的に、図23に図示されているように、屈曲アクチュエーションワイヤ400をエンドエフェクタ300の内側に固定することによって、および、エンドエフェクタ300を操向可能な部材100の遠位端部に直接的にねじ込むことによって、エンドエフェクタ300は、ワイヤ終端部材として使用され得る。

【0090】

図22は、図10に示されている構造を有する操向可能な部材に関連して説明されてきたが、操向可能な部材が他の構造を有する場合にも、屈曲アクチュエーションワイヤは同様に固定され得ることは言うまでもない。

【0091】

上記の議論では、操向可能な部材のさまざまな例示的な実施形態は、図5から図22を参照して説明されてきた。操向可能な部材は、エンドエフェクタを有する外科手術装置のコンポーネントとして説明されているが、本発明はそれに限定されない。たとえば、本発明は、さまざまな種類の外科手術器具、たとえば、作業チャネルを備えたイメージングユニットまたはルーメンユニットなどに関する、屈曲可能な操向可能な部材に適用可能である。

【0092】

図2に戻って参照すると、エンドエフェクタ300が、操向可能な部材の遠位端部に設けられている。上記に説明されているように、エンドエフェクタ300は、操向可能な部

10

20

30

40

50

材 100 の遠位端部に直接的に連結され得、または、ワイヤ終端部材などのようなコンポーネントを通してそれに連結され得る。エンドエフェクタ 300 は、外科手術において使用するためのさまざまなタイプの外科手術エレメント 311 を含む。図 2 は、例として鉗子を含むエンドエフェクタを図示している。

#### 【0093】

エンドエフェクタ 300 の近位端部は、エフェクタアクチュエーションワイヤ 500 に接続されている。エフェクタアクチュエーションワイヤ 500 は、操向可能な部材 100 のチャンネル 111 の中に位置しており、操向可能な部材 100 および可撓性部材 200 を通して操作部 10 に機械的に接続されている。したがって、エフェクタアクチュエーションワイヤ 500 は、それが操作部 10 によって長さ方向に移動するときに、エンドエフェクタ 300 を作動させる。

10

#### 【0094】

図 24 は、エンドエフェクタの動作原理を概略的に図示する断面図である。エンドエフェクタ 300 は、エフェクタアクチュエーションワイヤ 500 が操作部 10 の方向に引っ張られているときに、第 1 のモードで動作し (図 24 の A)、また、エフェクタアクチュエーションワイヤ 500 がエンドエフェクタ 300 の方向に引っ張られているときに、第 2 のモードで動作する (図 24 の B)。第 1 のモードは、エンドエフェクタの鉗子を閉じることを伴い、第 2 のモードは、鉗子を開くことを伴う。エフェクタアクチュエーションワイヤ 500 を操作部の方向に引っ張る作用は、操作部の駆動部によって容易に行われ、それによって、力をエンドエフェクタに伝達することが可能である。他方では、エフェクタアクチュエーションワイヤ 500 をエンドエフェクタ 300 の方向に戻す作用は、駆動部 400 によって適正に行われられない可能性がある。その理由は、エフェクタアクチュエーションワイヤがワイヤ構造を有するからである。したがって、この例示的な実施形態では、エンドエフェクタ 400 は、弾性的な本体部 341 を含み、弾性的な本体部 341 の弾性を使用してエフェクタアクチュエーションワイヤ 500 を引っ張ることによって、第 2 のモード動作を実施することが可能である。

20

#### 【0095】

具体的には、図 24 に図示されているように、エンドエフェクタのエフェクタモジュールは、外科的手術を実施するための器具部分 310、および、器具部分 310 を作動させるためのアクチュエーション部分 320 を含む。器具部分 310 は、アクチュエーション部分 320 にリンク接続され、器具部分 310 のジョイント 330 が固定されている状態で、外科手術エレメント 311 がアクチュエーション部分 320 の移動によって両側で開閉されるように構成されている。弾性的な本体部 341 は、アクチュエーション部分の近位端部に位置し得る。エフェクタアクチュエーションワイヤ 500 が操作部 10 によって引っ張られるときに、アクチュエーション部分 320 は、弾性的な本体部 341 を押しながら後方へ移動し、したがって、外科手術エレメント 311 が閉じられる (図 24 の A)。また、エフェクタアクチュエーションワイヤ 500 に作用する力が操作部 10 によって解放されるときには、弾性的な本体部 341 の復元力は、アクチュエーション部分 320 を器具部分 310 の方向に移動させ、それによって、外科手術エレメント 311 を開く (図 24 の B)。このように、エンドエフェクタの作動機構は、弾性的な本体部の使用によって簡単化され得る。

30

40

#### 【0096】

弾性的な本体部を使用するエンドエフェクタの構造は、さまざまな方式で設計され得る。図 25 は、そのようなエンドエフェクタの例を図示する図である。図 25 に図示されているように、エンドエフェクタ 300 は、エフェクタモジュール 301 および本体部部分 340 を含むことが可能であり、エフェクタモジュール 301 が本体部部分 340 に装着される。エフェクタモジュール 301 の器具部分 310 は、本体部部分 340 の遠位端部に露出されるように構成されており、そのアクチュエーション部分 320 は、本体部部分 340 の内側に収容される。器具部分 310 およびアクチュエーション部分 320 を接続するジョイント 330 は、本体部部分 340 に固定され得、アクチュエーション部分 32

50

0 は、本体部部分 3 4 0 の内側を往復運動することが可能である。本体部部分 3 4 0 の内側に設けられている弾性的な本体部 3 4 1 は、アクチュエーション部分 3 2 0 の後方に位置しており、アクチュエーション部分 3 2 0 の近位端部は、エフェクタアクチュエーションワイヤ 5 0 0 に接続されている。したがって、器具部分 3 1 0 は、エフェクタアクチュエーションワイヤ 5 0 0 および弾性的な本体部 3 4 1 によってアクチュエーション部分 3 2 0 を移動させることによって操作され得る。

【 0 0 9 7 】

また、エンドエフェクタ 3 0 0 のすべてまたは一部は、操向可能な部材 1 0 0 の遠位端部に取り外し可能に接続され得る。したがって、外科手術のために必要とされるさまざまな器具が、選択的に締結されて使用され得る。例では、エフェクタモジュール 3 0 1 が、エフェクタアクチュエーションワイヤ 5 0 0 の遠位端部に取り付け可能であるか、または、エフェクタアクチュエーションワイヤ 5 0 0 の遠位端部から取り外し可能であるように、図 2 5 のエンドエフェクタ 3 0 0 は構成されている。エフェクタモジュール 3 0 1、および、エフェクタアクチュエーションワイヤ 5 0 0 の遠位端部は、さまざまな方式で取り外し可能に締結され得る。たとえば、図 2 5 に図示されている例示的な実施形態によれば、それらは、磁氣的に一緒に締結され得る。したがって、アクチュエーション部分 3 2 0 の近位端部またはエフェクタアクチュエーションワイヤ 5 0 0 の遠位端部の少なくともいずれかは、磁氣的な本体部から構成されており、磁氣的な本体部が締結を可能にする。

【 0 0 9 8 】

上記に説明されているように、この例示的な実施形態による外科手術器具は、屈曲可能な操向可能な部材 1 0 0、および、動作可能なエンドエフェクタ 3 0 0 を含む。また、操向可能な部材 1 0 0 およびエンドエフェクタ 3 0 0 は、屈曲アクチュエーションワイヤ 4 0 0 およびエフェクタアクチュエーションワイヤ 5 0 0 などのような、複数のワイヤ部材によって移動される。これらのワイヤ部材は、操向可能な部材 1 0 0 および可撓性部材 2 0 0 を通過するように配置されている。したがって、ワイヤ部材が線形に配置されており、ワイヤ部材のそれぞれが最短の経路を有するようになっている場合には、ワイヤの移動は、操向可能な部材の屈曲または可撓性部材の撓み ( f l e x i n g ) によって制限または影響され得る。したがって、この例示的な実施形態では、ワイヤ部材の進行路を形成する少なくとも 1 つのスリーブが、操向可能な部材または可撓性部材の内側に設けられ得る。このスリーブは、スリーブが設けられる部分の最大長さ (たとえば、曲げられるまたは撓まされるときその部分の長さ) よりも長く、したがって、ワイヤ部材は、操向可能な部材が曲げられるかまたは可撓性部材が撓まされるときでも十分に長い経路を有する。

【 0 0 9 9 】

図 2 6 は、エフェクタアクチュエーションワイヤの進行路を図示する断面図である。図 2 6 に図示されているように、エフェクタアクチュエーションワイヤ 5 0 0 の一方の端部は、エンドエフェクタ 3 0 0 の近位端部に装着されており、他方の端部は、操作部 1 0 に機械的に接続されている (図 1)。エフェクタアクチュエーションワイヤ 5 0 0 の経路を形成するスリーブ 6 0 0 の一方の端部は、操向可能な部材 1 0 0 の遠位端部またはエンドエフェクタ 3 0 0 の近位端部において適切な場所に固定されている。また、他方の端部は、可撓性部材 2 0 0 の近位端部において適切な場所に固定されている。この場合には、スリーブ 6 0 0 は、スリーブの 2 つの端部が固定されている部分の長さ (操向可能な部材の長さおよび可撓性部材の長さの総計) よりも長い。スリーブに加えられるこの過剰な長さ (図 2 6 の A) は、操向可能な部材 1 0 0 が曲げられているときにでも (図 2 6 の B)、エフェクタアクチュエーションワイヤ 5 0 0 の経路のためにより多くの空間を与える。したがって、エンドエフェクタ 3 0 0 の移動は、操向可能な部材 1 0 0 の屈曲移動から切り離され得、エンドエフェクタ 3 0 0 の移動が操向可能な部材 1 0 0 の屈曲移動によって影響を受けることを防止する。

【 0 1 0 0 】

図 2 7 は、屈曲アクチュエーションワイヤの進行路を図示する図である。図 2 7 に図示されているように、屈曲アクチュエーションワイヤ 4 0 0 の経路を留置するためのスリー

ブ600が設けられ得る。このケースでは、スリーブ600の一方の端部は、操向可能な部材100の近位端部または可撓性部材200の遠位端部に固定されており、他方の端部は、可撓性部材200の近位端部に固定されている。スリーブ600は、スリーブが設置されている部分の線形の長さに加えらるる過剰な長さを有するように構成されている。したがって、操向可能な部材100の屈曲は、可撓性部材200の撓みによって影響を受けないことになる。

#### 【0101】

図28および図29は、2つの屈曲可能な部分を備えた屈曲アクチュエーションワイヤ400の進行路を図示する図である。以前の図面は、操向可能な部材100が1つの屈曲部分を有する構造を図示しているが、操向可能な部材100は、遠位端部の操向可能な部分101および近位端部の操向可能な部分102に分割され得、それらは別々に曲がるのが可能である。このケースでは、遠位端部の操向可能な部分101は、遠位端部屈曲アクチュエーションワイヤ401によって曲げられ、近位端部の操向可能な部分102は、近位端部屈曲アクチュエーションワイヤ402によって曲げられる。遠位端部屈曲アクチュエーションワイヤ401の一方の端部は、遠位端部の操向可能な部分101遠位端部に固定されており、遠位端部の操向可能な部分101の中のルーメンを通過し、次いで、操向可能な部材100および可撓性部材200の中空チャンネルを通過して操作部10まで延在している。また、近位端部屈曲アクチュエーションワイヤ402の一方の端部は、近位端部の操向可能な部分102の遠位端部に固定されており、近位端部の操向可能な部分102の中のルーメンを通過し、次いで、可撓性部材200の中空チャンネルを通過して操作部10まで延在している。この場合には、2つの遠位端部屈曲アクチュエーションワイヤ401および2つの近位端部屈曲アクチュエーションワイヤ402が設けられ、それぞれの屈曲部分において1自由度を有することが可能であり、または、4つの遠位端部屈曲アクチュエーションワイヤ401および4つの近位端部屈曲アクチュエーションワイヤ402が設けられ、それぞれの屈曲部分において2自由度を有することが可能である。

10

20

#### 【0102】

図28に図示されているように、遠位端部屈曲アクチュエーションワイヤ401の経路を留置するためのスリーブ600が設けられ得る。このスリーブ600の一方の端部は、遠位端部の操向可能な部分101の近位端部に固定され得、他方の端部は、可撓性部材200の近位端部に固定され得る。また、図29に図示されているように、近位端部屈曲アクチュエーションワイヤ402の経路を留置するためのスリーブ600が設けられ得る。このスリーブ600の一方の端部は、近位端部の操向可能な部分102の近位端部に固定され得、他方の端部は、可撓性部材200の近位端部に固定され得る。上述のスリーブの場合のように、それぞれのスリーブ600は、過剰な長さを有しており、したがって、それぞれの屈曲部分の屈曲移動は切り離され得る。

30

#### 【0103】

上記に説明されているように、図26から図28を参照して説明されているスリーブ600は、それらが設置されている部分の長さに加えらるる過剰な長さを有しており、スリーブ600は、弾性材料を含むことが可能であり、それらの形状がコンポーネントの移動とともに変化することを可能にする。そのようなスリーブ構造は、それぞれのコンポーネントの移動を他のものの移動から切り離すことを可能にし、幅の狭いチャンネルの中のワイヤ部材が捩じられまたは摩擦によって損傷を受けることを防止する。

40

#### 【0104】

図30は、外科手術器具の端部および操作部の接続構造体を図示する図である。上記に説明されているように、外科手術器具30は、挿入部20の中の通路の中にそれぞれ位置しており、外科手術器具の端部は、操作部10に機械的に接続されている。操作部10は、外科手術器具の複数のワイヤ部材Wに対応する伝達部材700、および、ワイヤに締結されることになるカップラー701を含む。外科手術器具のワイヤ部材Wは、近位端部において近位端部モジュールMをそれぞれ含み、それぞれの近位端部モジュールMは、対応するカップラー701に締結される。したがって、それぞれのワイヤ部材は、操作部の中

50

のそれぞれの駆動部によって移動され得る。

【0105】

このケースでは、挿入部20および操作部10は、互いに取り付け可能であり、または、互いから取り外し可能であり、挿入部20の中に設けられている外科手術器具30も、操作部20に取り付け可能であり、または、操作部20から取り外し可能である。これは、挿入部または外科手術器具は、クリーニングされ得るかまたは新しいものと交換され得ることを意味している。外科手術器具30および操作部10は、さまざまな方式に取り外し可能に締結され得、たとえば、それらは、図30に示されているように、一緒に磁氣的に締結され得る。したがって、外科手術器具の近位端部（具体的には、屈曲アクチュエーションワイヤおよびエフェクタアクチュエーションワイヤの近位端部モジュール）、または、操作部の遠位端部（具体的には、伝達部材のカップラー）は、磁氣的な本体部から構成され得、磁力によって互いに取り付けられ、または互いから取り外され得る。

10

【0106】

図31および図32は、屈曲アクチュエーションワイヤ400を移動させるための操作部10の構成を概略的に図示している。上記に説明された外科手術器具のワイヤ部材Wは、操作部10の駆動部40に機械的に接続されており、駆動部40の移動とともに線形に移動する。駆動部は、アクチュエータ、リニアモータ、モータなどのような、さまざまなデバイスを使用して構築され得る。また、それぞれのワイヤ部材は、異なる駆動部に接続され得、それぞれのワイヤ部材が別々に移動することができるようになっている。

【0107】

この場合には、操向可能な部材100の中で互いに向かい合って位置する1対の屈曲アクチュエーションワイヤ400は、屈曲が起こるときに、反対側方向に移動する。具体的には、屈曲が起こるときに、曲率中心の近くの屈曲アクチュエーションワイヤは、より短い経路を有し、曲率中心の反対側の屈曲アクチュエーションワイヤは、より長い経路を有する。したがって、互いに向かい合う1対のワイヤは、単一の駆動部40の使用によって、同時に反対側方向に移動することが可能である。このケースでは、操作部は、駆動部の数を低減させることによって、コンパクトになるように設計され得る。

20

【0108】

図31では、操作部は、スクリュー部材41と、スクリュー部材41を回転させるための駆動部40とを含む。スクリュー部材41は、双方向リードスクリューであることが可能であり、双方向リードスクリューは、異なる配向を有する2つのネジ山部分が単一のスクリュー部材の上に形成されていることを意味している。したがって、第1の屈曲アクチュエーションワイヤ403に接続されることになる伝達部材のカップラーは、第1のネジ山41aに連結されており、第2の屈曲アクチュエーションワイヤ404に接続されることになる伝達部材のカップラーは、第2のネジ山41bに連結されている。したがって、駆動部が回転すると、第1の屈曲アクチュエーションワイヤ403および第2の屈曲アクチュエーションワイヤ404は、直線上を反対側方向に、対応する距離だけそれぞれ移動し、それによって、操向可能な部材を曲げる。また、第1の屈曲アクチュエーションワイヤ403および第2の屈曲アクチュエーションワイヤ404の移動の方向は、駆動部の回転の方向を変化させることによって逆転され得、したがって、それらが逆の方向に曲がることを可能にする。

30

40

【0109】

図32では、操作部は、1対のスクリュー部材と、スクリュー部材を回転させるための駆動部40とを含む。1対のスクリュー部材は、第1のネジ山を備えた第1のリードスクリュー42、および、第2のネジ山を備えた第2のリードスクリュー43から構成されており、第2のネジ山は、第1のネジ山に対して反対側方向に配向されている。第1のリードスクリュー42および第2のリードスクリュー43は、ギヤ44によって駆動部40に接続されており、駆動部の回転とともに同じ方向に回転する。第1の屈曲アクチュエーションワイヤ403は、第1のリードスクリュー42に機械的に接続されており、第2の屈曲アクチュエーションワイヤ404は、第2のリードスクリュー43に機械的に接続され

50

ている。したがって、図31の場合のように、モータが回転するときには、第1および第2の屈曲アクチュエーションワイヤは、反対側方向に移動することが可能であり、操向可能な部材を曲げる。

【0110】

図31および図32は、対になった屈曲アクチュエーションワイヤを駆動するために例としてスクリュ部材を使用することを示しているが、さまざまなリンク構造体を使用して修正が行われ得ることは言うまでもない。

【0111】

図33は、理想的な連続的な可撓性アームの中の、屈曲の前および後の屈曲アクチュエーションワイヤの長さを概略的に図示する図である。図33Aは、理想的な連続的な可撓性アームの中の、屈曲の前の屈曲アクチュエーションワイヤの長さを示しており、一方、図33Bは、ワイヤ駆動式機構A（たとえば、プーリー）によって引っ張られている理想的な連続的な可撓性アームの中の、屈曲の後の屈曲アクチュエーションワイヤの長さを示している。

10

【0112】

理想的な連続的な可撓性アームにおいて、屈曲アクチュエーションワイヤが、 $2r$ の幅を有するワイヤ駆動式機構Aの2つの対向する側部に位置するとする。ここで、「 $r$ 」は、ワイヤ駆動式機構Aの半径を示しており、「 $L_1$ 」および「 $L_2$ 」は、ワイヤ駆動式機構Aの両方の対向する側部から屈曲セグメント（図示せず）への、屈曲の前の屈曲アクチュエーションワイヤの長さをそれぞれ示しており、「 $L_1'$ 」および「 $L_2'$ 」は、ワイヤ駆動式機構Aの両方の対向する側部から屈曲セグメント（図示せず）への、屈曲の後の屈曲アクチュエーションワイヤの長さをそれぞれ示しており、「 $L$ 」は、ワイヤ駆動式機構Aの中心から屈曲セグメントへの長さを示しており、「 $R$ 」は、指し示された矢印のようにワイヤ駆動式機構Aが引っ張られるときの曲率半径を示しており、また、ワイヤ駆動式機構Aによるベンドの角度は、「 $\theta$ 」によって示されている。

20

【0113】

図33に示されている理想的な連続的な可撓性アームにおいて、屈曲の前および後の屈曲アクチュエーションワイヤの合計の長さは、以下の等式のように表すことが可能である。

$$\begin{aligned} \text{屈曲の前: } & L_1 + L_2 = 2R \quad ; \\ \text{屈曲の後: } & L_1' + L_2' = (R + r) \theta + (R - r) \theta = 2R \theta \quad ; \\ & L_1 + L_2 = L_1' + L_2' \end{aligned}$$

30

【0114】

しかし、図34に示されているように、図34は、実際の条件において、屈曲の前（図34Aに示されている）、および、屈曲の後（図34Bに示されている）の、屈曲アクチュエーションワイヤの長さを概略的に図示する図である。図示されている図34Bのように、屈曲アクチュエーションワイヤは、引っ張られることによって引き伸ばされており（ $L_{\text{elongation}}$ として示されている）、解放されたワイヤの上に緩みBを結果として生じさせ、それは、バックラッシュを引き起こす。この条件では、屈曲の前および後の屈曲アクチュエーションワイヤの長さの合計長さは、以下の等式のように表すことが可能である。

40

$$\begin{aligned} \text{屈曲の前: } & L_1 + L_2 = 2R \quad ; \\ \text{屈曲の後: } & L_1' + L_2' + L_{\text{elongation}} = (R + r) \theta + (R - r) \theta \\ & + L_{\text{elongation}} = 2R \theta + L_{\text{elongation}} \quad ; \\ & L_1 + L_2 = L_1' + L_2' + L_{\text{elongation}} \end{aligned}$$

【0115】

それとは対照的に、この例示的な実施形態では、屈曲セグメントは、張力調整部材を有する一連の中間ジョイントを含むように構成され、伸びによって引き起こされる緩みを最小化することが可能である。図35は、本発明の例示的な実施形態による例示的な屈曲セグメントを図示する図である。図35では、屈曲セグメント80は、屈曲セグメントの長

50

手方向軸線の方向に沿って配置されている4つの中間ジョイント81、82、83、84を含むように図示されている。それぞれの中間ジョイント81、82、83、84は、それぞれ、第1のリンク部分811、821、831、および841、ならびに、第2のリンク部分812、822、832、および842を有する。それぞれの中間ジョイント81、82、83、84は、隣接する中間ジョイントと直交して、平行に、または、任意の角度で、インタースタックされ (interstacked) 得る。

【0116】

屈曲セグメント80は、それぞれの中間ジョイント81、82、83、84を通過する複数のルーメン801をさらに含む。したがって、同じ数の屈曲アクチュエーションワイヤ (明確化のために省略されている) が、それに対応して設けられ、それぞれのルーメン801をそれぞれ通過するように配置され、屈曲セグメント80を曲げるように配置され得る。

10

【0117】

それぞれの中間ジョイント81、82、83、84は、第1のリンク部分811、821、831、および841、ならびに、第2のリンク部分812、822、832、および842に連結されている2つの張力調整部材813、823、833、および843をさらに含む。それぞれの張力調整部材813、823、833、および843は、屈曲セグメントが曲がる時に、屈曲アクチュエーションワイヤの伸びを補償するように構成されており、それによって、屈曲アクチュエーションワイヤの長さが変更され、所定の長さに維持される。

20

【0118】

図36では、張力調整部材813は、2つのオフアクシスヒンジジョイント814を含むダブルヒンジ接続されたジョイントである。それぞれのオフアクシスヒンジジョイント814は、第1のリンク部分811に連結されている第1のインターフェーシングハーフ (interfacing half) 815、815' と、第2のリンク部分812に連結されている第2のインターフェーシングハーフ816、816' とを含み、第2のインターフェーシングハーフ816、816' は、第1のインターフェーシングハーフ815、815' に対応して枢動される。この例示的な実施形態では、それぞれの第1のインターフェーシングハーフ815、815' は、それぞれ、突出部端部を有することが可能であり、一方、第2のインターフェーシングハーフ816、816' は、それに対応して、凹部端部を有することが可能である。別の例示的な実施形態では、それぞれの第1のインターフェーシングハーフは、その代わりに、凹部端部をそれぞれ有することが可能であり、一方、第2のインターフェーシングハーフは、それに対応して、突出部端部を有する。

30

【0119】

枢動運動は、屈曲配向に応じて、2つのオフアクシスヒンジ814のうち的一方上に起こることになる。図37は、図36の張力調整部材のうちの一つの枢動運動を図示しており、図37Aは、左側に曲がっている張力調整部材の正面図であり、図37Bは、右側に曲がっている張力調整部材の正面図である。図37Aに示されているように、中間ジョイントは、長手方向軸線方向からオフセットされている左ヒンジ814の上の左側の屈曲配向で曲がり、それによって、第1のインターフェーシングハーフ815だけが、左側で枢動可能に移動する。同様に、図37Bに示されているように、中間ジョイント81が右側で曲がる時には、第1のインターフェーシングハーフ815' だけが右側で枢動可能に移動する。

40

【0120】

図38は、ワイヤの伸びによって引き起こされるワイヤの緩みが図36の張力調整部材構造体を使用して最小化されることを概略的に図示する図である。図38Aは、張力調整部材構造体が曲がる前の屈曲アクチュエーションワイヤの長さを示しており、一方、図38Bは、張力調整部材構造体が曲がった後の屈曲アクチュエーションワイヤの長さを示している。

50

## 【0121】

図38Aおよび図38Bでは、「L」は、中間ジョイント81の中心軸線の方向に沿った、第1のリンク部分811または第2のリンク部分812の高さをそれぞれ示している。「L<sub>1</sub>」は、屈曲の前の第1のリンク部分811の左側と第2のリンク部分812との間のルーメンを通過する屈曲アクチュエーションワイヤの長さを示しており、一方、「L<sub>1</sub>'」は、屈曲の後の左側にある屈曲アクチュエーションワイヤの長さを示している。「L<sub>2</sub>」は、屈曲の前の第1のリンク部分811の右側と第2のリンク部分812との間のルーメンを通過する屈曲アクチュエーションワイヤの長さを示しており、一方、「L<sub>2</sub>'」は、屈曲の後の右側にある屈曲アクチュエーションワイヤの長さを示している。「r」は、それぞれのリンク部分の中心軸線から屈曲アクチュエーションワイヤが通過するルーメンへの半径を示している。「R」は、中間ジョイント81が曲がる時の曲率半径を示しており、バンドの角度は、「θ」によって示されている。ここでは、「d」は、それぞれのリンク部分の中心軸線からそれぞれのオフアクシスヒンジジョイント814への距離を示している。

10

## 【0122】

図38Aおよび図38Bに示されているように、この例示的な実施形態において、ワイヤの伸びが無視される場合には、屈曲の前および後の屈曲アクチュエーションワイヤの長さの合計長さは、以下の等式のように表すことが可能である。

$$\begin{aligned}
 L_1 &= L_2 = L; \\
 L_1' &= 2(R+r)\sin(\theta/2); L_2' = 2(R-r)\sin(\theta/2); \\
 L_1 &= L_2 = L = L' = 2(R-d)\tan(\theta/2); \\
 L_1 + L_2 &= 4(R-d)\tan(\theta/2); \\
 L_1' + L_2' &= 2(R+r)\sin(\theta/2) + 2(R-r)\sin(\theta/2) = 4R\sin(\theta/2); \\
 \text{ここで、} R &= L / (2\tan(\theta/2)) + d; \\
 L &= (L_1 + L_2) - (L_1' + L_2') \\
 &= 2L - 4R\sin(\theta/2) \\
 &= 2L - 4(L / (2\tan(\theta/2)) + d)(\sin(\theta/2))
 \end{aligned}$$

20

## 【0123】

図39は、Matlabを使用して計算された、屈曲角度θの関数として、屈曲アクチュエーションワイヤの合計長さ変化(ΔL)を図示するシミュレーション結果である。たとえば、L=2、d=0.45であるとき、θが設計されたジョイントの運動の範囲(0度から45度)にあるときに、ΔLは<0のままである。したがって、ワイヤの伸びによって引き起こされる緩みは、オフアクシスヒンジジョイントによって可能にされるΔLによって補償され得る。

30

## 【0124】

したがって、中間ジョイント81の枢動運動は、中間ジョイント81の長手方向軸線方向からオフセットされて位置するヒンジ814の上で起こる。屈曲アクチュエーションワイヤの伸びがオフアクシス枢動運動によって補償されるという点で、屈曲アクチュエーションワイヤの長さは変更され、所定の長さに維持される。

40

## 【0125】

図40は、本発明の例示的な実施形態による外科手術器具を図示するブロック図である。図41は、本発明の例示的な実施形態による外科手術器具を図示する概略図である。図40および図41に図示されているように、屈曲可能な操向可能な部材100が、外科手術器具30の遠位端部に設けられている。操向可能な部材100は、一緒に接続されている中空チャンネル(図40および図41には示されていない)を備えた複数の屈曲セグメント110を有する。それぞれの屈曲セグメント110は、長さ方向に形成されている複数のルーメン112を含む。可撓性材料を含む可撓性部材200が、操向可能な部材100の近位端部に設けられている。可撓性部材200は、中空チューブを含むことが可能であり、外科手術装置1の遠位端部から接続されているさまざまなタイプのワイヤ部材が、中

50

空チューブに位置する。随意的に、エンドエフェクタ300が、操向可能な部材100の遠位端部に設けられており、エンドエフェクタ300は、エフェクタアクチュエーションワイヤ500によって選択的に作動され得る（たとえば、図2、図24～図26を参照）。

#### 【0126】

操向可能な部材100のそれぞれの屈曲セグメント110は、ヒンジ移動を可能にする方式で、隣接する屈曲セグメントに接続されており、屈曲アクチュエーションワイヤ400によって曲げられる（たとえば、図2を参照）。この例示的な実施形態では、第1の屈曲アクチュエーションワイヤ403aおよび第2の屈曲アクチュエーションワイヤ403bは、別々のルーメン112の中に位置し、操向可能な部材100および可撓性部材200を通過しており、第1の屈曲アクチュエーションワイヤ403aおよび第2の屈曲アクチュエーションワイヤ403bの遠位端部は、操向可能な部材100に接続されており、それらの近位端部は、駆動部材160に機械的に接続されている。したがって、第1の屈曲アクチュエーションワイヤ403aおよび第2の屈曲アクチュエーションワイヤ403bが、駆動部材160によって移動されるとき、複数の屈曲セグメント110が、ヒンジ式に移動し、したがって、操向可能な部材100の1自由度の屈曲運動を引き起こす。

10

#### 【0127】

駆動部材160は、第1のモータ161、第2のモータ162、第1の運動伝達ユニット163、および、第2の運動伝達ユニット164を含む。第1のモータ161は、第1の運動伝達ユニット163を介して第1の屈曲アクチュエーションワイヤ403aに連結されており、第1のモータ161からの動力が、第1の屈曲アクチュエーションワイヤ403aに伝達され、第1の屈曲アクチュエーションワイヤ403aを作動させることができるようになっている。同様に、第2のモータ162は、第2の運動伝達ユニット164を介して第2の屈曲アクチュエーションワイヤ403bに連結されており、第2のモータ162からの動力を伝達し、第2の屈曲アクチュエーションワイヤ403bを作動させる。この例示的な実施形態では、第1の運動伝達ユニット163および第2の運動伝達ユニット164は、リードスクリュウまたはボールスクリュウであることが可能であるが、これに限定されない。

20

#### 【0128】

張力モニタリング部材170がさらに設けられており、第1のセンサ171および第2のセンサ172を含む。第1のセンサ171は、第1の運動伝達ユニット163に連結され、第1の屈曲アクチュエーションワイヤ403aに連結されている。第1のセンサ171は、屈曲前と所望の屈曲運動との間の第1の屈曲アクチュエーションワイヤ403aの引張力の変化を感知したことに応答して第1のフィードバック信号S1を提供することが可能である。同様に、第2のセンサ172は、第2の運動伝達ユニット164および第2の屈曲アクチュエーションワイヤ403bに連結されている。第2のセンサ172は、屈曲前と所望の屈曲運動との間の第2の屈曲アクチュエーションワイヤ403bの引張力の変化を感知したことに応答して第2のフィードバック信号S2を提供することが可能である。この実施形態では、第1のセンサ171および第2のセンサ172は、ロードセルであるが、これに限定されない。第1の屈曲アクチュエーションワイヤ403aまたは第2の屈曲アクチュエーションワイヤ403bの引張力の変化は、電気的な値の変化（たとえば、電圧、電流、または他のパラメータ）を提供し、電気的な値の変化は、ロードセルの上に設置されるロードに対して較正されている。

30

40

#### 【0129】

上記に説明されているような駆動部材160および張力モニタリング部材170は、制御部材180に電氣的にさらに接続されている。制御部材180は、第1のフィードバック信号S1に応答して第1の出力信号S3を提供し、第1のモータに伝達することが可能である。第1の出力信号S3を受信すると、第1のモータ161は、第1の屈曲アクチュエーションワイヤ403aを調節する（すなわち、引っ張るかまたは解放する）ように駆動されることになる。同様に、制御部材180は、第2のフィードバック信号S2に応答

50

して第2の出力信号S4を提供し、第2のモータ162に伝達し、第2の屈曲アクチュエーションワイヤ403bを調節することが可能である。

【0130】

図42は、本発明の例示的な実施形態による、屈曲状態の外科手術器具を図示する図である。操向可能な部材100を曲げるために、第1の屈曲アクチュエーションワイヤ403aが作動される(すなわち、図42に示されているように、第1のモータ161の方向に向けて引っ張られる)とき、第1の屈曲アクチュエーションワイヤ403aおよび/または第2の屈曲アクチュエーションワイヤ403bの張力が、さまざまな理由で変化する。たとえば、第2の屈曲アクチュエーションワイヤ403bの屈曲方向に沿った、屈曲の前と後との間の長さの変化は、第1の屈曲アクチュエーションワイヤ403aのものよりも小さい。したがって、第2の屈曲アクチュエーションワイヤ403bの張力が変化を受けることになり、バックラッシュが、屈曲に起因して生成されることになり、したがって、微調節を困難にする。

10

【0131】

この例示的な実施形態では、第1の屈曲アクチュエーションワイヤ403aによって引き起こされる引張力の変化は、引張力によって誘発される電圧変化を介して、第1のセンサ171および第2のセンサ172によって、それぞれ測定およびモニタリングされ得る。次いで、第1のフィードバック信号S1および第2のフィードバック信号S2は、電圧変化にตอบสนองして制御部材180に提供される。第1のフィードバック信号S1および第2のフィードバック信号S2を受信および処理した後に、制御部材180は、第1の出力信号S3および第2の出力信号S4を、第1のモータ161および第2のモータ162に別々に提供することになる。次いで、第1のモータ161は、第1の出力信号S3にตอบสนองして動かなくなり、一方、第2のモータ162は、第2の出力信号S4にตอบสนองして所定の長さになるまで、操向可能な部材100の方向に向けて第2の屈曲アクチュエーションワイヤ403bを解放することになり、第1の屈曲アクチュエーションワイヤ403aおよび第2の屈曲アクチュエーションワイヤ403bが、再び所定の張力下に維持されるようになっている。

20

【0132】

図43は、本発明の別の例示的な実施形態による外科手術器具を図示するブロック図である。図44は、本発明の別の例示的な実施形態による外科手術器具を図示する概略図である。エンドエフェクタ300が体壁に頻繁に接触されるときに、または、エンドエフェクタ300が身体の中の経路に沿って前方へ押される間に身体材料に対して摩擦を生成させるときに、または、エンドエフェクタ300を動作させるときにエンドエフェクタ300が反力を生成させるときに、エンドエフェクタ300は、さまざまな外力を受ける可能性がある。従来の外科手術では、外科医は、自分自身の指によってそのような外力を感じる。しかし、ロボット外科手術では、外科医は、外力を直接的に感じることができず、外科医ができることは、自分の観察または経験だけによって推量することだけである。

30

【0133】

したがって、この実施形態では、ここで提供される外科手術器具30は、通信部材191を介して外科医ステーション190とともに機能することが可能である。

40

【0134】

上記に説明されているような第1のセンサ171および第2のセンサ172は、感知された値と、通常動作のときの張力が操向可能な部材100に印加されるときとの間の電位差が、事前設定された閾値  $V_{th}$  を超えるかどうかに応じて、外力が印加されているかどうかを決定するように構成され得る。外力が印加されていることが決定されるとき、第1のセンサ171および第2のセンサ172は、第1の外力信号S5および第2の外力信号S6を制御部材180にそれぞれ提供することになる。制御部材180は、第1の外力信号S5および第2の外力信号S6にตอบสนองして通信部材191を介して伝達されるインストラクション信号S7をさらに提供することになる。

【0135】

50

通信部材 191 は、制御部材 180 の中の内臓式のものであってもよく、または、外部式のものであってもよい。また、通信部材 191 は、当技術分野の任意の電気通信技術を使用することが可能である。たとえば、いくつかの実施形態では、通信部材 191 は、ワイヤレストランスミッターおよびワイヤレスレシーバーを含むことが可能である（図には示されていない）。信号がデジタルであるかまたはデジタル化されており、制御部材 180 によって変調される、他の実施形態では、ワイヤレストランスミッターは、標準プロトコル、たとえば、Bluetooth（登録商標）に準拠して構成され得る。代替的に、標準のものであっても独自のものであっても、ハードワイヤドトランスミッターまたはワイヤレストランスミッターの任意の他の適切な構成も使用され得る。さらに、ワイヤレストランスミッターは、そこから延在するアンテナ（図示せず）を含み、ワイヤレスレシーバーへの信号の伝達を促進させることが可能である。

10

#### 【0136】

外科医ステーション 190 は、外科医によって手動で操作されようとして適合されており、そして、外科医の操作にตอบสนองして外科手術器具 30 の運動を制御する。この実施形態では、外科医ステーション 190 は、外科医ステーション 190 へのインストラクション信号 S7 にตอบสนองして抵抗力または振動に関連する情報を表示するように構成されている。1つの実施形態では、上記に説明されているような制御部材 180 は、触覚フィードバックコントローラ（図には示されていない）を含み、触覚フィードバックの形態のインストラクション信号 S7 を処理および伝達することが可能である。触覚フィードバックは、さまざまな形態を通して、たとえば、それに限定されないが、振動感覚（たとえば、振動）、力感覚（たとえば、抵抗）、および圧力感覚、熱知覚（高温）、および/または冷凍知覚（低温）を含む、機械感覚を通して提供され得る。外科医ステーション 190 は、触覚ジョイスティック（図には示されていない）を含み、触覚フィードバックを外科医に伝え、外科医に外力を知らせることが可能である。

20

#### 【0137】

他の実施形態では、抵抗力または振動に関連する情報は、グラフィカル情報または聴覚情報として示され得る。ここでの外科医ステーション 190 は、そのようなグラフィカル情報または聴覚情報を表示するためのユーザーズインターフェースを含む、当技術分野で知られているさまざまなタイプのものであることが可能である。本明細書で提供される外科手術器具 30 によって、外力が、張力モニタリング部材 170 によって検出およびモニタリングされ得、また、可視化された形態で表示され、または、触覚フィードバックによって感知され得る。したがって、外科医は、テレオペレーション条件であっても、外科医ステーションの中のマスタデバイスを外力に対してタイムリーに使用して、追加的な力を印加することが可能である。また、外科手術器具 30 を使用する外科手術を実施する精度が増加されることになる。

30

#### 【0138】

さらなる態様では、本発明は、ロボットなど、とともに使用するための、パーソナライズされたマスタコントローラを、とりわけ、ロボット外科手術デバイス、システム、および方法にさらに提供する。ロボット支援外科手術において、外科医は、典型的に、マスタコントローラを動作させ、外科手術部位におけるロボット外科手術デバイスの運動を遠隔制御する。マスタコントローラは、かなりの距離によって（たとえば、手術室にわたって、異なる部屋の中で、または、患者とは完全に異なる建物の中で）患者から分離されていてもよい。代替的に、マスタコントローラは、手術室の中の患者の極めて近くに位置決めされていてもよい。とにかく、マスタコントローラは、典型的に、1つまたは複数のマニュアル入力ハンドルを含むことになり、マニュアル入力ハンドルの外科医の操作に基づいて、図 1 に示されているような外科手術装置 1 を移動させるようになっている。典型的に、マニュアル入力ハンドルは、6 自由度の滑らかな運動を可能にするように設計され得、6 自由度の滑らかな運動は、3 軸線の並進、および、3 軸の回転に対応することが可能である。

40

#### 【0139】

50

さらに、外科手術器具 30 を駆動し、さまざまな外科的手術を実施するために、マニュアル入力ハンドル自身は、グリップング運動のための自由度を提供することが可能である。たとえば、内臓式のグリップングデバイスが、マニュアル入力ハンドルの近位端部にさらに設けられていてもよく、グリップングデバイスがレバー操作され得、はさみ、鉗子、または止血鉗子の運動、および、外科手術器具 30 の制御アクチュエーションをオペレーターが模倣することを可能にし、たとえば、エンドエフェクタ 300 (図 1 を参照) を作動させ、それをグリップングすることによって、外科手術部位における組織および/または他の材料を移動させるようになっている。しかし、そのようなグリップングデバイスは、交換可能でない可能性があり、したがって、オペレーターは、彼らがあまり熟知していない可能性のあるグリップングデバイスを備えたマニュアル入力ハンドルを使用することを強いられる以外に選択肢がない。したがって、外科的手術のためのマスタコントローラを使用する精密制御は、より困難になる可能性がある。

10

#### 【0140】

上記に概説されている理由のために、ロボット外科手術、遠隔外科手術、および、他の遠隔操作型ロボットの用途のための、改善されたデバイス、システム、および方法を提供することが有利である。例示的な実施形態では、パーソナライズされたマスタコントローラが、本明細書で提供される。図 45 は、本発明の例示的な実施形態によるパーソナライズされたマスタコントローラを図示するブロック図である。パーソナライズされたマスタコントローラ 9 は、プロセッサ P (たとえば、コンピューター) に連結され得、プロセッサ P は、外科手術装置 1 に電氣的に接続されている。本明細書で提供されているように、パーソナライズされたマスタコントローラ 9 は、制御プラットフォーム 90、接続パーツ 91、および交換可能グリップ 92 を含むことが可能である。図 45 に示されているように、制御プラットフォーム 90 は、1 つまたは複数の移動信号を定義および入力するように構成され、プロセッサ P を介して外科手術装置 1 (たとえば、図 1 を参照) の移動を制御することが可能である。

20

30

40

#### 【0141】

いくつかの代替的な実施形態では、制御プラットフォーム 90 は、シリアルマニピュレーターであることが可能であり、シリアルマニピュレーターは、米国特許第 7714836 号明細書、米国特許第 7411576 号明細書、および米国特許第 6417638 号明細書に説明されているようなジョイントに接続されている複数のリジッドリンクを含み、これらの文献は、その全体が参照により本明細書に組み込まれている。たとえば、図 46 に示されているように、このタイプの制御プラットフォーム 90 は、ベース 900a を含む本体部 900 と、入力ハンドル 901 と、第 1 の複数のセンサ 902 とを含むことが可能である。ベース 900a は、実質的に垂直方向の配向を有する第 1 の軸線 A01 に関して回転することが可能である。入力ハンドル 901 は、第 1 のリンク 903 と、第 2 のリンク 904 と、外側ジンバル 907 および内側ジンバル 908 を含むジンバル構造体とを含むことが可能である。第 1 のリンク 903 は、第 1 のジョイント 905 を介して本体部 900 に対して枢動され、第 1 のジョイント 905 は、第 1 のリンク 903 が第 2 の軸線 A02 に関して移動することを可能にし、第 2 の軸線 A02 は、第 1 の軸線 A01 に対して実質的に垂直の配向を有する。第 2 のリンク 904 は、第 2 のジョイント 906 を介して第 1 のリンク 903 に対して枢動され、第 2 のジョイント 906 は、第 2 のリンク 904 が第 3 の軸線 A03 に関して移動することを可能にし、第 3 の軸線 A03 は、第 2 の軸線 A02 に対して実質的に平行になっている。

40

50

#### 【0142】

ジンバル構造体は、第 2 のリンク 904 の自由端部に装着されており、外側ジンバル 907 および内側ジンバル 908 を含む。外側ジンバル 907 は、第 2 のリンク 904 によって枢動可能に支持されており、第 4 の軸線 A04 に関して回転することを許容されており、第 4 の軸線 A04 は、第 3 の軸線 A03 に対して実質的に垂直になっている。内側ジンバル 908 は、外側ジンバル 907 によって枢動可能に支持されており、第 5 の軸線 A05 に関して回転することを許容されており、第 5 の軸線 A05 は、第 4 の軸線 A04 に

対して実質的に垂直になっている。接続パーツ91(図48A)が、内側ジンバル構造体908の上に装着されており、それに電氣的に接続されている交換可能グリップ92が第6の軸線A06に関して回転することを可能にする。

#### 【0143】

内側ジンバル構造体908の上に装着されている接続パーツ91は、入力ハンドル901および交換可能グリップ92を電氣的に接続する。図47は、本発明の例示的な実施形態による制御プラットフォームに接続されている接続パーツを図示する斜視図である。1つの実施形態では、接続パーツ91は、プラグアンドソケットタイプのコネクタであることが可能であるが、これに限定されない。図47に示されているように、1つの実施形態では、接続パーツ91のワンプロングプラグ911が、内側ジンバル908に連結され得、一方、対応するソケット構造体912が、交換可能グリップ92の遠位端部に装着され得(図48を参照)、交換可能グリップ92が、内側ジンバル構造体908の上に接続され得、第6の軸線A06に関して回転することを許容されるようになっており、第6の軸線A06は、第5の軸線A05に対して実質的に垂直になっている。代替的に、いくつかの実施形態では、接続パーツ91のワンプロングプラグ911が、交換可能グリップ92の遠位端部924に連結され得、一方、ソケット構造体912が、内側ジンバル908(図48を参照)に装着され得る。

10

#### 【0144】

したがって、制御プラットフォーム90は、3つの並進自由度(X方向、Y方向、およびZ方向)ならびに3つの回転自由度(ピッチ運動、ヨー運動、およびロール運動)を含む、6自由度移動を提供することが可能である。それによって、入力ハンドル901は、それが、それ自身で、または、装着された交換可能グリップ92によって、制御プラットフォーム90に対してX方向、Y方向、およびZ方向に並進可能であるときに、複数の位置パラメータP1を提供することが可能であり、かつ/あるいは、それが、それ自身で、または、装着された交換可能グリップ92によって、制御プラットフォーム90に対してピッチ運動、ヨー運動、およびロール運動で回転可能であるときに、複数の配向パラメータP2を提供することが可能である。

20

#### 【0145】

1つの実施形態では、1つまたは複数の第1のセンサ902が、入力ハンドル901に装着され得、また、上述の位置パラメータP1および/または配向パラメータP2にตอบสนองして1つまたは複数の第1の移動信号S8を発生させるように構成され得る。第1のセンサ902は、たとえば、第1のジョイント905、第2のジョイント906、および/またはジンバル構造体907に装着され得る。いくつかの実施形態では、第1のセンサ902は、入力ハンドル901および/または装着された交換可能グリップ92の運動によって引き起こされる、たとえば、位置、配向、力、トルク、速度、加速度、歪み、変形、磁界、角度、および/または光など(これに限定されない)の状態または変化に基づいて、位置パラメータP1および/または配向パラメータP2を測定することができる任意のタイプのセンサであることが可能である。たとえば、第1のセンサ902は、圧力センサまたは力センサであることが可能であり、それは、これに限定されないが、圧電センサ、単純な圧電クリスタルセンサ、ホール効果センサ、または抵抗歪みゲージセンサなどを含み、それらのすべては、スタンドアロンであるか、または、信号調整エレクトロニクス(ホイートストンブリッジ、低ノイズ増幅器、A/Dコンバーターなど)と一体化され単一のチップもしくは単一のパッケージのシールされたモジュールになっているかのいずれかであることが可能である。他の実施形態では、第1のセンサ902は、角度センサまたは回転センサであることが可能であるが、これに限定されない。特定の実施形態では、第1のセンサ902は、ホール効果センサであることが可能である。当技術分野で知られているように、ホール効果センサは、対応する磁石エレメント(図には示されていない)の存在下で使用され、位置パラメータP1および/または配向パラメータP2にตอบสนองする磁界を感知することが可能である。次いで、第1のセンサ902は、第1の移動信号S8を作り出し、それにしたがって、外科手術装置1の移動(たとえば、ロール、並進、またはピッ

30

40

50

チ/ヨ-移動)を制御することが可能である。

【0146】

図48は、本発明の例示的な実施形態による交換可能グリップを図示する斜視図である。1つの実施形態では、本明細書で提供される交換可能グリップ92は、取り外し可能なハンドル921を含み、手動の外科手術器具からの実際のハンドルを模擬することが可能である。すなわち、交換可能グリップ92は、リアル感を外科医に提供するために、同じサイズおよび形状であることが可能であり、また、絞ることが可能であるかまたは固定され得る。たとえば、図48Aに示されている2つのグリップレバー922、923は、取り外し可能なハンドル921の近位端部において枢動され得、ピンチング運動またはグラスピング運動の自由度を提供するようになっている。両方のグリップレバー922、923は、矢印Hによって示されているように、取り外し可能なハンドルに対して、互いに向けて移動することを許容され得、ピンチング運動またはグラスピング運動の自由度を提供する。手術野、外科医、または動作に応じて、実際の標準的な外科手術用ハンドルを模擬するために、取り外し可能なハンドル921およびグリップレバー922、923は、図48Bおよび図48Cにそれぞれ示されているような、ピンセットまたは腹腔鏡下の手用器具などのような、さまざまなタイプの外科手術ツールとして交換可能であるように設計され得る。

10

【0147】

また、いくつかの実施形態では、取り外し可能なハンドル921は、その遠位端部924において、ソケット構造体912に装着されるか、または、ソケット構造体912から取り外され得る。本明細書で提供されるソケット構造体912は、接続パーツ91のワンプロングプラグ911に電氣的に接続することができ、または、接続パーツ91のワンプロングプラグ911から切り離すことができ、取り外し可能なハンドル921が、それにしたがって外科医から入力される関連のグリップング運動を受け入れるように器具を備えていることができるようになっており、対応する制御信号が、その後により作られ、制御プラットフォーム90を介して外科手術装置1に伝達される。

20

【0148】

交換可能グリップ92のグリップング運動を感知するために、1つの実施形態では、取り外し可能なハンドル921は、内側の中空チューブ状のスペースを画定することが可能であり、そこでは、第2のセンサ925が収容されており、グリップレバー922、923の運動によって引き起こされる、たとえば、位置、配向、力、トルク、速度、加速度、歪み、変形、磁界、角度、および/または光など(これに限定されない)の状態または変化に基づいて、少なくとも1つのパラメータP3を感知することが可能である。

30

【0149】

いくつかの実施形態では、第2のセンサ925は、当技術分野で知られている任意のタイプのセンサであることが可能である。たとえば、第2のセンサ925は、圧力センサまたは力センサであることが可能であり、それは、それに限定されないが、圧電センサ、単純な圧電クリスタルセンサ、ホール効果センサ、または抵抗歪みゲージセンサなどを含み、それらのすべては、スタンドアロンであるか、または、信号調整エレクトロニクス(ホイートストンブリッジ、低ノイズ増幅器、A/Dコンバーターなど)と一体化され単一のチップもしくは単一のパッケージのシールされたモジュールになっているかのいずれかであることが可能である。他の実施形態では、第2のセンサ925は、角度センサまたは回転センサであることが可能であるが、これに限定されない。特定の実施形態では、第2のセンサ925は、ホール効果センサであることが可能である。当技術分野で知られているように、ホール効果センサは、対応する磁石エレメント(図には示されていない)の存在下で使用され、磁界を感知することが可能であり、ホール効果センサが、グリップレバー922、923の運動によって引き起こされる磁界の状態または変化に基づいて、グリップングパラメータP3および/またはP4を測定することができるようになっている。次いで、ホール効果センサは、第2の移動信号S9を作り出すことが可能であり、第2の移動信号S9は、それにしたがって、図1に示されているエンドエフェクタ300の移動(

40

50

たとえば、グリップングデバイス（たとえば、ジョーまたはブレード）であることが可能であるエンドエフェクタ300の開閉（グリップング）移動）を制御することが可能である。

#### 【0150】

図49は、本発明の別の例示的な実施形態によるパーソナライズされたマスタコントローラを概略的に図示する図である。図50は、図49のパーソナライズされたマスタコントローラの制御プラットフォームのパーツを概略的に図示する図である。この実施形態では、制御プラットフォーム90は、パラレルキネマティクス構造体を含むデバイス、とりわけ、Deltaパラレルキネマティクス構造デバイス（たとえば、米国特許出願公開第2008/0223165A1号明細書（この文献は、その全体が参照により本明細書に組み込まれている）に説明されているようなもの）であることが可能である。図49に示されているように、制御プラットフォーム90は、最大で6自由度（すなわち、X方向、Y方向、およびZ方向への最大で3つの並進自由度、ならびに、ピッチ配向、ヨー配向、およびロール配向への最大で3つの回転自由度）を提供するように適合されており、それぞれ、位置パラメータおよび配向パラメータを提供する。

10

#### 【0151】

この実施形態では、制御プラットフォーム90は、ベース部材93と、可動部材94と、ベース部材93および可動部材94をそれぞれ連結する3つのパラレルキネマティクスチェーン95とを含むことが可能である。それぞれのパラレルキネマティクスチェーン95は、第1のアーム951を有しており、第1のアーム951は、対称軸線（すなわち、ベース部材93に対して垂直の中心線）に対して所定の距離にあるそれぞれの移動平面950の中で移動可能である。それぞれの第1のアーム951は、その関連の装着部材96と連結されており、それぞれの第1のアーム951が、関連の装着部材96に対して、ひいては、ベース部材93に対して、回転または枢動され得るようになっている。

20

#### 【0152】

第2のアーム952を含むパラレルキネマティクスチェーン95が、可動部材94に連結され得る。それぞれの第2のアーム952は、2つのリンクングバー952a、952bを含む平行四辺形として考えられ得る。第2のアーム952の近位端部において、それぞれのリンクングバー952aおよび952bは、ジョイントまたはヒンジ97によって可動部材94と連結され得る。第2のアーム952の遠位端部において、それぞれのリンクングバー952a、952bは、ジョイントまたはヒンジ97によって、関連の第1のアーム951の端部と連結されている。それぞれの第2のアーム952、とりわけ、それぞれのリンクングバー952a、952bは、両方の端部において、2つの回転自由度を有することが可能である。

30

#### 【0153】

したがって、ベース部材93と可動部材94との間に接続されているそれぞれのキネマティクスチェーン95は、ベース部材93、可動部材94、および3つのパラレルキネマティクスチェーン95によって画定されている移動スペースの中を移動され、（図50にそれぞれ示されているように、X方向、Y方向、およびZ方向に沿って）最大で3つの並進自由度を提供することが可能であり、1つまたは複数の位置パラメータP1を発生させる。Deltaパラレルキネマティクス構造デバイスに関するさらなる詳細は、たとえば、米国特許出願公開第2008/0223165A1号明細書に言及されている可能性があり、この文献は、その全体が参照により本明細書に組み込まれている。

40

#### 【0154】

それに加えて、最大で3つの回転自由度は、可動部材94に連結されているリスト構造体940によって提供され得、それは、たとえば枢動ジョイントの形態の3つの枢動可能な接続部941、942および943を含む。枢動可能な接続部941、942および943のそれぞれは、可動部材94に対して回転自由度（それぞれ、図51のヨー配向、ピッチ配向、およびロール配向）を提供し、それによって、1つまたは複数の配向パラメータP2を発生させる。

50

## 【0155】

複数の第1のセンサ902が存在しており、複数の第1のセンサ902は、3つのパラレルキネマティクスチェーン95および可動部材94の移動によって引き起こされる1つまたは複数の位置パラメータP1および/または配向パラメータP2を検出し、それに続いて、パラメータP1および/またはP2に応答して第1の移動信号S8を発生させるために設けられている。たとえば、いくつかの第1のセンサ902が、それぞれの装着部材96にインストールされ、関連の第1のアーム951の運動によって引き起こされる少なくとも1つのパラメータをそれぞれ検出することが可能である。他の第1のセンサ902が、ジョイントまたはヒンジ97のうちのすべてまたは一部にインストールされ、関連の第2のアーム952の運動によって引き起こされる少なくとも1つのパラメータをそれぞれ検出することが可能である。代替的に、3つの第1のセンサ902が、それぞれ、3つの枢動可能な接続部941、942および943に設けられてもよい。

10

## 【0156】

図51は、図49の一部分の拡大図であり、例示的な実施形態による制御プラットフォームの可動部材に交換可能グリップが取り付けられていることを示している。また、図52は、図49の一部分の拡大図であり、例示的な実施形態による制御プラットフォームの可動部材から交換可能グリップが取り外されていることを示している。図52に示されているように、接続パーツ91は、枢動可能な接続部943の上にさらに装着され、接続パーツ91が入力ハンドル901および交換可能グリップ92を電気的に接続することができるようになっている。図52に示されているように、1つの実施形態では、接続パーツ91は、プラグアンドソケットタイプのコネクタを含むことが可能であるが、これに限定されない。たとえば、接続パーツ91のワンプロングプラグ911は、ネジ山913を介して交換可能グリップ92の取り外し可能なハンドル921に連結され得、一方、対応するソケット構造体912は、枢動可能な接続部943に装着され得、交換可能グリップが、枢動可能な接続部943に取り付けられ得るようになっているか(図51を参照)、または、枢動可能な接続部943から取り外され得るようになっており(図52を参照)、また、枢動可能な接続部943の回転軸線A10に関して回転することを許容されるようになっている。

20

## 【0157】

上記に見られるように、外科手術装置のいくつかの例示的な実施形態が説明されてきた。しかし、これらの例示的な実施形態は、単に例示目的のためのものに過ぎない。たとえば、上記に説明された外科手術器具は、個々の外科手術装置として構成され得、または、それらは、作業チャンネルを備えたルーメンユニットまたはイメージングユニットなどのような、さまざまな医療用デバイスに適用され得、また、エンドエフェクタを備えた外科手術装置に適用され得る。そのうえ、操向可能な部材のさまざまな実施形態が、さまざまな外科手術装置に一体化され得、または、そうでなければ、さまざまな外科手術装置に適合され得、さまざまな外科手術装置は、それに限定されないが、カテーテル、内視鏡、および、その遠位端部において屈曲可能な外科手術ロボットを含む。

30

## 【0158】

本明細書で使用されているように、「含む(comprises)」、「含む(comprising)」、「含む(includes)」、「含む(including)」、「有する(has)」、「有する(having)」という用語、または、これらの任意の他の変化形は、非排他的包含をカバーすることが意図されている。たとえば、エレメントのリストを含むプロセス、製品、物品、または装置は、必ずしも、これらのエレメントのみに限定されるわけではなく、明示的に列挙されていない他のエレメント、または、そのようなプロセス、製品、物品、もしくは装置に本来備わっている他のエレメントを含むことが可能である。

40

## 【0159】

そのうえ、本明細書で使用されているような「または」という用語は、一般的に、別段の指示がない限り、「および/または」を意味することが意図されている。たとえば、条

50

件 A または B は、以下のもののうちのいずれか 1 つによって満たされる： A が真であり（または、存在する）かつ B が偽である（または、存在していない）、 A が偽であり（または、存在していない）かつ B が真である（または、存在する）、ならびに、 A および B の両方が真である（または、存在する）。本明細書で使用されているように、「 a 」または「 an 」（および、先行詞が「 a 」または「 an 」であるときには「 the 」）によって先行される用語は、明示的に別段の指示がない限り（すなわち、「 a 」または「 an 」という参照が、単数形のみまたは複数形のみを明示的に示しているという指示がない限り）、そのような用語の単数形および複数形の両方を含む。また、本明細書での説明の中で使用されているように、「 in 」の意味は、文脈が明示的に別段の指定をしていない限り、「 in 」および「 on 」を含む。

10

**【 0 1 6 0 】**

また、図面 / 図に示されているエレメントのうちの 1 つまたは複数が、より分離された様式で、もしくは、より一体化された様式で、実装され得、または、特定の用途にしたがって有用となるように、特定のケースでは動作不可能であるとして除去されるかまたはそのようにみなされることさえもあることが理解される。追加的に、図面 / 図の中の任意の信号矢印は、単なる例示的なものとして考慮されるべきであり、具体的に別段の記述がない限り、限定するものとして考慮されるべきではない。本開示の範囲は、以下の特許請求の範囲およびその法律上の均等物によって決定されるべきである。

**【 0 1 6 1 】**

いくつかの実施形態では、外科手術装置は、屈曲可能であり、チャンネルの中に備えた複数の屈曲セグメントを含む、操向可能な部材と、操向可能な部材を通過するように配置され、操向可能な部材を曲げるように配置されている、複数の屈曲アクチュエーションワイヤとを含み、操向可能な部材は、少なくとも 1 つのルーメンを含み、屈曲アクチュエーションワイヤが、ルーメンを通過しており、ルーメンが、外向きに部分的に開いている。いくつかの実施形態では、屈曲セグメントは、隣接する屈曲セグメントにヒンジ接続されている。他の実施形態では、それぞれの屈曲セグメントの接続パーツは、隣接する屈曲セグメントにピン止めされている。他の実施形態では、それぞれの屈曲セグメントの接続パーツは、隣接する屈曲セグメントの凹部パーツの中に収容されており、凹部パーツにヒンジ接続されている。他の実施形態では、それぞれの接続パーツは、丸い表面を備えた突出部を含み、それぞれの凹部パーツは、それぞれの接続パーツを収容するように形状決めされており、それぞれの接続パーツが回転することができるようになっている。他の実施形態では、それぞれの接続パーツは、線形の縁部を備えた突出部を含み、それぞれの凹部パーツは、V 字形の切り欠きのように形状決めされており、それぞれの凹部パーツと線形の接触をしている状態で、それぞれの接続パーツが回転することができるようになっている。代替的な実施形態では、1 対の接続パーツが、それぞれの屈曲セグメントの長さの一方の側に互いに向かい合って設けられており、1 対の凹部パーツが、それぞれの屈曲セグメントの長さの他方の側に互いに向かい合って設けられており、1 対の接続パーツおよび 1 対の凹部パーツが、互いに対して垂直の方向に配置されており、2 自由度での屈曲を可能にするようになっている。他の実施形態では、4 つのルーメンが、それぞれの屈曲セグメントの長さに沿って形成されており、それぞれのルーメンは、接続パーツまたは凹部パーツの少なくとも一部分を通過している。いくつかの態様では、それぞれのルーメンは、クローズドルーメン部分およびオープンルーメン部分を含み、接続パーツまたは凹部パーツを通過するそれぞれのルーメンの一部分は、クローズドルーメン部分を形成しており、接続パーツまたは凹部パーツの他方の側は、オープンルーメン部分を形成している。他の実施形態では、それぞれの屈曲セグメントは、長さに沿って 4 つのルーメンを有しており、それぞれのルーメンは、周囲に沿って接続パーツの場所と凹部パーツの場所との間に位置する。他の実施形態では、それぞれのルーメンは、クローズドルーメン部分およびオープンルーメン部分を含み、クローズドルーメン部分は、ルーメン長さの中間に形成されており、オープンルーメン部分は、クローズドルーメン部分の両方の側に形成されている。いくつかの実施形態では、操向可能な部材は、複数のプレート状の屈曲セグメントと、屈曲

20

30

40

50

セグメント間に位置する可撓性材料の接続パーツとを含む。他の実施形態では、接続パーツは、屈曲セグメント間に一体的に形成されており、屈曲セグメントの中心に設けられているチャンネルの2つの縁部から外向き方向に延在しており、接続パーツは、隣接する接続パーツに対して垂直の方向に形成されている。他の実施形態では、屈曲アクチュエーションワイヤが、屈曲セグメントおよび接続パーツを通過するように配置されており、屈曲アクチュエーションワイヤがその中に設けられているそれぞれのルーメンは、接続パーツに位置する一部分がクローズドルーメンを形成し、屈曲セグメントに形成されている一部分が外向きに開いている、構造を有する。他の実施形態では、接続パーツは、隣接する屈曲セグメントの中心同士を接続するように構成されている。

#### 【0162】

外科手術装置のいくつかの実施形態では、操向可能な部材の遠位端部に設けられているエンドエフェクタをさらに含む。いくつかの実施形態では、エンドエフェクタは、操向可能な部材のチャンネルの中に位置するエフェクタアクチュエーションワイヤに接続されており、エフェクタアクチュエーションワイヤを移動させることによってエンドエフェクタが作動され得るようになっており、エンドエフェクタの少なくとも一部が、エフェクタアクチュエーションワイヤの遠位端部に取り外し可能に設けられている。いくつかの実施形態では、エンドエフェクタの少なくとも一部が、エフェクタアクチュエーションワイヤの遠位端部に磁氣的に接続されている。他の実施形態では、エンドエフェクタは、エフェクタモジュールを含み、エフェクタモジュールは、外科的手術を実施するための器具部分と、器具部分を作動させるためにエフェクタアクチュエーションワイヤに接続されているアクチュエーション部分とを含み、エフェクタモジュールの近位端部、または、エフェクタアクチュエーションワイヤの遠位端部の少なくともいずれかが、磁氣的な本体部を含む。いくつかの実施形態では、外科手術装置は、エフェクタアクチュエーションワイヤをさらに含み、エフェクタアクチュエーションワイヤは、操向可能な部材のチャンネルの中に位置しており、エンドエフェクタを作動させるためにエンドエフェクタに接続されており、エンドエフェクタは、弾性的な本体部をさらに含み、弾性的な本体部は、エフェクタアクチュエーションワイヤによって印加される力に対して反対側方向に弾性力を作り出すように構成されている。他の実施形態では、エンドエフェクタが、エフェクタアクチュエーションワイヤによって引っ張られているときに第1のモードで動作し、エフェクタアクチュエーションワイヤによって引っ張られていない間は第2のモードで動作するように、エフェクタアクチュエーションワイヤは構成されている。他の実施形態では、エンドエフェクタの鉗子は、第1のモードでは閉じられており、第2のモードでは開いている。いくつかの実施形態では、エンドエフェクタは、外科的手術を実施するための器具部分と、器具部分を作動させるためにエフェクタアクチュエーションワイヤに接続されているアクチュエーション部分と、アクチュエーション部分がそれに沿って往復運動する経路を形成する本体部部分とを含み、弾性的な本体部が、アクチュエーション部分の近位端部に位置しており、アクチュエーション部分を押す方向に弾性力を印加する。他の実施形態では、アクチュエーション部分、および、エフェクタアクチュエーションワイヤの遠位端部は、互いに取り付け可能であるかまたは互いから取り外し可能であるように構成されている。他の実施形態では、アクチュエーション部分、または、エフェクタアクチュエーションワイヤの遠位端部の少なくともいずれかが、磁氣的な本体部を含む。

#### 【0163】

外科手術装置のいくつかの実施形態では、屈曲アクチュエーションワイヤの遠位端部を固定するためのワイヤ終端部材が、操向可能な部材の遠位端部に設けられている。いくつかの実施形態では、ワイヤ終端部材は、ネジ山を有しており、ワイヤ終端部材を操向可能な部材の遠位端部にねじ込むことによって、屈曲アクチュエーションワイヤが固定されるようになっていく。他の実施形態では、屈曲アクチュエーションワイヤは、操向可能な部材の遠位端部とワイヤ終端部材との間に巻かれた状態で押されることによって、固定されるように配置されている。いくつかの実施形態では、ワイヤ終端部材は、少なくとも1つの孔部を含み、屈曲アクチュエーションワイヤの遠位端部が、少なくとも1つの孔部を通

10

20

30

40

50

過しており、ワイヤ終端部材は、操向可能な部材の遠位端部に設けられている。他の実施形態では、ワイヤ終端部材の中の孔部は、操向可能な部材の中のルーメンに対応する場所に形成されている。他の実施形態では、外科手術装置は、操向可能な部材の遠位端部に設けられているエンドエフェクタをさらに含み、ワイヤ終端部材は、エンドエフェクタである。

#### 【0164】

いくつかの実施形態では、外科手術装置は、屈曲可能であり、チャンネルの中に備えた複数の屈曲セグメントを含む、操向可能な部材と、操向可能な部材を通過するように配置され、操向可能な部材を曲げるように配置されている、複数の屈曲アクチュエーションワイヤとを含み、操向可能な部材は、少なくとも1つのルーメンを含み、屈曲アクチュエーションワイヤが、ルーメンを通過しており、外科手術装置は、操向可能な部材の近位端部に設けられている、可撓性材料を含む可撓性部材と、操向可能な部材または可撓性部材を通過するワイヤの進行路を形成する少なくとも1つのスリーブであって、スリーブの両方の端部は、操向可能な部材または可撓性部材の内側に固定されている、少なくとも1つのスリーブとをさらに含む。いくつかの実施形態では、ワイヤは、屈曲アクチュエーションワイヤを含む。いくつかの実施形態では、スリーブの本体部は、操向可能な部材または可撓性部材が曲げられているときにスリーブの両方の反対側端部が固定されている2つのポイントの間に形成されている、可能な限り最長の経路よりも長くなっており、スリーブの中のワイヤの移動に対する操向可能な部材または可撓性部材の屈曲の影響を最小化している。いくつかの実施形態では、操向可能な部材および可撓性部材は、その中に設置されることになるスリーブのための中空スペースを有する。いくつかの実施形態では、少なくとも1つのスリーブのうちの第2のスリーブが、遠位端部屈曲アクチュエーションワイヤのための経路を形成しており、第2のスリーブの一方の端部は、遠位端部の操向可能な部分の近位端部、または、近位端部の操向可能な部分の遠位端部に固定されており、他方の端部は、可撓性部材の近位端部に固定されている。他の実施形態では、第2のスリーブは、弾性材料を含み、遠位端部の操向可能な部分が曲げられているときに、遠位端部屈曲アクチュエーションワイヤが、湾曲した経路に沿って位置するようになっている。いくつかの実施形態では、少なくとも1つのスリーブのうちの第3のスリーブが、近位端部屈曲アクチュエーションワイヤのための経路を形成しており、第3のスリーブの一方の端部が、近位端部の操向可能な部分の近位端部、または、可撓性部材の遠位端部に固定されており、他方の端部は、可撓性部材の近位端部に固定されている。他の実施形態では、第3のスリーブは、弾性材料を含み、近位端部の操向可能な部分が曲げられているときに、近位端部屈曲アクチュエーションワイヤが、湾曲した経路に沿って位置するようになっている。

#### 【0165】

いくつかの実施形態では、外科手術装置は、屈曲可能であり、チャンネルの中に備えた複数の屈曲セグメントを含む、操向可能な部材と、操向可能な部材を通過するように配置され、操向可能な部材を曲げるように配置されている、複数の屈曲アクチュエーションワイヤとを含み、操向可能な部材は、少なくとも1つのルーメンを含み、屈曲アクチュエーションワイヤが、ルーメンを通過しており、また、外科手術装置は、可撓性材料を含む可撓性部材であって、操向可能な部材の近位端部に設けられており、屈曲アクチュエーションワイヤがそれに沿って通る経路を形成している、可撓性部材と、屈曲アクチュエーションワイヤを作動させるために可撓性部材の近位端部に設けられている操作部とを含み、屈曲アクチュエーションワイヤの近位端部は、操作部に取り付け可能であるか、または、操作部から取り外し可能である。他の実施形態では、屈曲アクチュエーションワイヤの近位端部、および、エフェクタアクチュエーションワイヤの近位端部は、磁気的におよび取り外し可能に、操作部に接続されている。

#### 【0166】

いくつかの実施形態では、外科手術装置であり、屈曲アクチュエーションワイヤが、第1の屈曲アクチュエーションワイヤと、第2の屈曲アクチュエーションワイヤとを含み、

第2の屈曲アクチュエーションワイヤは、第1の屈曲アクチュエーションワイヤの反対側方向に操向可能な部材を曲げ、同じ方向に回転するスクリー部材が、第1の屈曲アクチュエーションワイヤの近位端部、および、第2の屈曲アクチュエーションワイヤの近位端部に設けられており、反対側方向に互いに同期して移動するように構成されている。いくつかの実施形態では、第1の屈曲アクチュエーションワイヤの近位端部は、第1のネジ山に沿って移動するように構成されており、第2の屈曲アクチュエーションワイヤの近位端部は、第1のネジ山とは反対側方向に配向されている第2のネジ山に沿って移動するように構成されている。他の実施形態では、第1のネジ山および第2のネジ山は、単一の駆動部によって同じ方向に回転するように構成されている。他の実施形態では、スクリー部材は、双方向リードスクリーであり、単一の本体部の上に形成された第1および第2のネジ山部分をそれぞれ有する。他の実施形態では、スクリー部材は、第1のネジ山を備えた第1のリードスクリーと、第2のネジ山を備えた第2のリードスクリーとを含み、第1のリードスクリーおよび第2のリードスクリーは、ギヤによって互いに同期して移動し、単一の駆動部によって同時に回転するように構成されている。

10

20

30

40

50

**【0167】**

外科手術装置のいくつかの実施形態では、操向可能な部材は、近位端部においてよりも遠位端部において容易に曲がるように構成された幾何学的な形状を有する。いくつかの実施形態では、屈曲セグメントは、操向可能な部材がその近位端部のより近くへより容易に曲がるように構成された幾何学的な形状を有する。いくつかの実施形態では、屈曲セグメントは、操向可能な部材の断面の中心から所定の距離に形成されたルーメンを有しており、操向可能な部材の近位端部に近づけば近づくほど、屈曲セグメントの中のルーメンが、操向可能な部材の断面の中心から遠く離れるようになる。いくつかの実施形態では、操向可能な部材は、屈曲セグメント間に位置する複数の接続パーツをさらに含み、接続パーツは、操向可能な部材がその近位端部のより近くへより容易に曲がるように構成された幾何学的な形状を有する。他の実施形態では、接続パーツは、操向可能な部材の近位端部に向けて、より小さい断面幅を有するように構成されており、操向可能な部材の対応するパーツがより容易に曲がるようになっている。他の実施形態では、接続パーツは、操向可能な部材の近位端部に向けて長さに沿って直径が増加するように構成されており、操向可能な部材の対応するパーツがより容易に曲がるようになっている。

**【0168】**

いくつかの実施形態では、外科手術装置は、屈曲可能な操向可能な部材と、操向可能な部材の遠位端部に設けられているエンドエフェクタと、操向可能な部材を通過するように配置され、エンドエフェクタを作動させるためにエンドエフェクタに接続するように配置されている、エフェクタアクチュエーションワイヤとを含み、エンドエフェクタは、弾性的な本体部を含み、弾性的な本体部は、エフェクタアクチュエーションワイヤによって印加される力に対して反対側方向に弾性力を作り出す。いくつかの実施形態では、エンドエフェクタは、エフェクタアクチュエーションワイヤによって引っ張られているときには第1のモードで動作するように構成されており、エフェクタアクチュエーションワイヤによって引っ張られていない間には、弾性的な本体部の弾性力によって第2のモードで動作するように構成されている。他の実施形態では、遠位端部における外科手術エレメントが、第1のモードでは閉じられ、第2のモードでは開いているように、エンドエフェクタは作動される。他の実施形態では、エンドエフェクタは、エフェクタモジュールをさらに含み、エフェクタモジュールは、外科的手術を実施するための器具部分と、器具部分を作動させるためにエフェクタアクチュエーションワイヤに接続されているアクチュエーション部分と、アクチュエーション部分がそれに沿って往復運動する経路を形成する本体部部分とを含む。他の実施形態では、弾性的な本体部が、アクチュエーション部分を遠位端部の方向に押すように弾性力を印加するために、アクチュエーション部分の近位端部に位置する。いくつかの実施形態では、エフェクタモジュール、および、エフェクタアクチュエーションワイヤの遠位端部は、互いに取り付け可能であるかまたは互いから取り外し可能であるように構成されている。他の実施形態では、エフェクタモジュールおよびエフェクタア

クチュエーションワイヤは、一緒に磁氣的に接続されている。

【0169】

いくつかの実施形態では、外科手術装置は、屈曲可能な操向可能な部材と、操向可能な部材を通過するように配置され、操向可能な部材を曲げるように配置されている、複数の屈曲アクチュエーションワイヤと、屈曲アクチュエーションワイヤを固定するために、操向可能な部材の遠位端部に設けられている、ワイヤ終端部材とを含み、ワイヤ終端部材は、操向可能な部材の遠位端部と係合するためのネジ山を有しており、屈曲アクチュエーションワイヤが、ワイヤ終端部材および操向可能な部材と一緒にねじ込むことによって固定されるようになっている。いくつかの実施形態では、屈曲アクチュエーションワイヤは、操向可能な部材の遠位端部とワイヤ終端部材との間に巻くことによって固定されるように構成されている。他の実施形態では、ワイヤ終端部材は、少なくとも1つの孔部を含み、屈曲アクチュエーションワイヤの遠位端部が、少なくとも1つの孔部を通過しており、ワイヤ終端部材は、操向可能な部材の遠位端部に設けられている。他の実施形態では、ワイヤ終端部材の中の孔部は、操向可能な部材の中のルーメンに対応する場所に形成されている。いくつかの実施形態では、エンドエフェクタは、ワイヤ終端部材の上に設けられている。いくつかの実施形態では、外科手術装置は、操向可能な部材の遠位端部に設けられているエンドエフェクタをさらに含み、ワイヤ終端部材は、エンドエフェクタである。

10

【0170】

いくつかの実施形態では、外科手術装置は、屈曲可能な操向可能な部材と、操向可能な部材を通過するように配置され、操向可能な部材を第1の方向に曲げる、第1の屈曲アクチュエーションワイヤと、操向可能な部材を通過するように配置され、操向可能な部材を第1の方向とは反対側の第2の方向に曲げる、第2の屈曲アクチュエーションワイヤと、第1の屈曲アクチュエーションワイヤの近位端部および第2の屈曲アクチュエーションワイヤの近位端部が連結されている少なくとも1つのスクリー部材とを含み、操向可能な部材が、少なくとも1つのスクリー部材を回転させることによって、第1または第2の方向に曲がるようになっている。いくつかの実施形態では、少なくとも1つのスクリー部材は、第1および第2の屈曲アクチュエーションワイヤの長手方向の軸線周りに回転するように配置されている。いくつかの実施形態では、第1の屈曲アクチュエーションワイヤの近位端部、および、第2の屈曲アクチュエーションワイヤの近位端部は、少なくとも1つのスクリー部材の回転によって、反対側方向に互いに同期して移動するように構成されている。他の実施形態では、少なくとも1つのスクリー部材が、第1の回転方向に回転し、第1の屈曲アクチュエーションワイヤの近位端部を後方へ移動させ、第2の屈曲アクチュエーションワイヤの近位端部を前方へ移動させるように構成されているとき、それによって、操向可能な部材を第1の方向に曲げ、また、第2の回転方向に回転し、第1の屈曲アクチュエーションワイヤの近位端部を前方へ移動させ、第2の屈曲アクチュエーションワイヤの近位端部を後方へ移動させるように構成されているとき、それによって、操向可能な部材を第2の方向に曲げる。いくつかの実施形態では、第1の屈曲アクチュエーションワイヤの近位端部は、第1のネジ山と係合されており、第1のネジ山に沿って移動し、第2の屈曲アクチュエーションワイヤの近位端部は、第2のネジ山と係合されており、第2のネジ山に沿って移動し、第2のネジ山は、第1のネジ山とは反対側方向に配向されている。他の実施形態では、第1のネジ山および第2のネジ山は、同じ方向に回転するように構成されており、第1の屈曲アクチュエーションワイヤの近位端部、および、第2の屈曲アクチュエーションワイヤの近位端部が、反対側方向に互いに同期して移動するように構成されている。いくつかの実施形態では、少なくとも1つのスクリー部材は、単一の本体部の上に形成された第1および第2のネジ山部分を有する双方向リードスクリーである。

20

30

40

【0171】

いくつかの実施形態では、外科手術装置は、屈曲可能な操向可能な部材と、操向可能な部材の中のルーメンを通過するように配置され、操向可能な部材を曲げるように配置されている、複数の屈曲アクチュエーションワイヤとを含み、操向可能な部材は、操向可能な

50

部材がその遠位端部のより近くへより容易に曲がるように構成された幾何学的な形状を有する。いくつかの実施形態では、幾何学的な形状は、操向可能な部材の近接端部に近づくにつれて小さくなる曲率半径を提供するように構成されている。

【0172】

いくつかの実施形態では、外科手術装置は、屈曲可能であり、チャンネルの中に備えた複数の屈曲セグメントを含む、操向可能な部材と、操向可能な部材を通過するように配置され、操向可能な部材を曲げるように配置されている、複数の屈曲アクチュエーションワイヤと、弾性材料を含み、屈曲の後に操向可能な部材を初期位置に戻すための復元力を働かせる、側方支持部材とを含む。いくつかの実施形態では、外科手術装置は、複数の側方支持部材をさらに含み、側方支持部材の数は、屈曲アクチュエーションワイヤの数に等しい。いくつかの実施形態では、側方支持部材は、屈曲アクチュエーションワイヤの移動によって、操向可能な部材と同期して曲がるように構成されており、側方支持部材は、弾性を有しており、弾性は、屈曲アクチュエーションワイヤに働かされている力が解放されるときに、そのオリジナル形状に戻るように構成されており、したがって、操向可能な部材を初期位置に戻す。いくつかの実施形態では、屈曲の前の側方支持部材の形状は、線形である。いくつかの実施形態では、屈曲の前の側方支持部材の形状は、一方の側に曲げられている。他の実施形態では、側方支持部材は、チューブ形状の中に構成されており、屈曲アクチュエーションワイヤが、側方支持部材の内側に位置する。

10

【0173】

いくつかの実施形態では、外科手術装置は、屈曲可能であり、チャンネルの中に備えた複数の屈曲セグメントを含み、また、屈曲セグメント間に位置する複数の接続セグメントを含む、操向可能な部材と、操向可能な部材を通過するように配置され、操向可能な部材を曲げる、複数の屈曲アクチュエーションワイヤを含み、それぞれの接続セグメントの2つの端部は、異なる屈曲セグメントにヒンジ接続されている。いくつかの実施形態では、それぞれの接続セグメントは、屈曲セグメントにヒンジ接続された部分を形成する1対の本体部と、1対の本体部と一緒に結び付けており、その内側に中空スペースを有するガイド部材であって、屈曲アクチュエーションワイヤが中空スペースに位置する、ガイド部材とを含む。いくつかの実施形態では、それぞれの接続セグメントの一方の端部に接続されている屈曲セグメントは、第1のヒンジシャフト周りに回転可能であり、他方の端部に接続されている屈曲セグメントは、第2のヒンジシャフト周りに回転可能であり、第1のヒンジシャフトおよび第2のヒンジシャフトは、互いに平行になっている。いくつかの実施形態では、それぞれの接続セグメントは、隣接する接続セグメントとは異なる方向に配置されており、接続されている屈曲セグメントを異なる回転軸線の周りに曲げ、操向可能な部材が少なくとも2自由度で曲がることを可能にするようになっている。いくつかの実施形態では、それぞれの屈曲セグメントは、屈曲アクチュエーションワイヤが位置する複数のルーメンを含み、ルーメンは、接続セグメントにヒンジ接続されている部分を通過しないように配置されている。いくつかの実施形態では、屈曲セグメントは、接続セグメントに回転可能に接続されており、屈曲セグメントがその周りに回転するヒンジシャフトは、屈曲アクチュエーションワイヤが位置するルーメンの端部と同じ平面の中にある。

20

30

【0174】

いくつかの実施形態では、外科手術装置は、屈曲可能であり、複数の屈曲セグメントを含む操向可能な部材であって、それぞれの屈曲セグメントは、少なくとも、第1のリンク部分および第2のリンク部分を有する中間ジョイントを含み、中間ジョイントは、それぞれの屈曲セグメントの長手方向軸線方向に沿って配置されている、操向可能な部材と、操向可能な部材を曲げるために操向可能な部材を通過するように配置されている複数の屈曲アクチュエーションワイヤとを含み、操向可能な部材は、少なくとも1つのルーメンをさらに含み、屈曲アクチュエーションワイヤがルーメンを通過しており、中間ジョイントは、張力調整部材をさらに含み、張力調整部材は、第1のリンク部分および第2のリンク部分に連結され、屈曲セグメントが曲がっているときに屈曲アクチュエーションワイヤの伸びを補償することによって、屈曲アクチュエーションワイヤの張力を調整するように構成

40

50

されており、それによって、屈曲アクチュエーションワイヤの長さが変更され、所定の張力で維持される。他の実施形態では、第1のインターフェーシングハーフは、突出部端部を有しており、第2のインターフェーシングハーフは、それに対応して、凹部端部を有する。他の実施形態では、第1のインターフェーシングハーフは、凹部端部を有しており、第2のインターフェーシングハーフは、それに対応して、突出部端部を有する。いくつかの実施形態では、屈曲アクチュエーションワイヤの伸びは、2つのオフアクシスヒンジがオフセットされていることによって補償されている。いくつかの実施形態では、屈曲セグメントは、一連のインタースタックされた中間ジョイントを含む。

#### 【0175】

いくつかの実施形態では、外科手術装置は、屈曲可能であり、複数の屈曲セグメントおよび複数のルーメンを含む、操向可能な部材と、第1の屈曲アクチュエーションワイヤおよび第2の屈曲アクチュエーションワイヤを含む屈曲アクチュエーション部材であって、第1の屈曲アクチュエーションワイヤおよび第2の屈曲アクチュエーションワイヤは、それぞれのルーメンを別々に通過するように配置されており、操向可能な部材を曲げる、屈曲アクチュエーション部材と、第1の屈曲アクチュエーションワイヤに連結され、操向可能な部材の屈曲前と所望の屈曲運動との間の第1の屈曲アクチュエーションワイヤの引張力の変化を感知したことに応答して第1のフィードバック信号を提供するように構成されている、第1のセンサ、および、第2の屈曲アクチュエーションワイヤに連結され、操向可能な部材の屈曲前と所望の屈曲運動との間の第2の屈曲アクチュエーションワイヤの引張力の変化を感知したことに応答して第2のフィードバック信号を提供するように構成されている、第2のセンサを含む、張力モニタリング部材と、第1の屈曲アクチュエーションワイヤに連結され、第1の屈曲アクチュエーションワイヤを作動させるように適合されている、第1のモータ、および、第2の屈曲アクチュエーションワイヤに連結され、第2の屈曲アクチュエーションワイヤを作動させるように適合されている、第2のモータを含む、駆動部材と、張力モニタリング部材および駆動部材に電氣的に接続されている制御部材であって、第1のフィードバック信号に応答して第1の出力信号を提供するように構成されており、第1のモータが、第1の屈曲アクチュエーションワイヤの長さを調節するように駆動され、所定の張力を維持するようになっており、また、第2のフィードバック信号に応答して第2の出力信号を提供するように構成されており、第2のモータが、第2の屈曲アクチュエーションワイヤの長さを調節するように駆動され、所定の張力を維持するようになっている、制御部材とを含む。いくつかの実施形態では、第2の屈曲アクチュエーションワイヤは、第1の屈曲アクチュエーションワイヤの反対側方向に移動可能である。いくつかの実施形態では、第1の屈曲アクチュエーションワイヤが、操向可能な部材を曲げるために作動されるように構成されており、第2の屈曲アクチュエーションワイヤが、第2のモータによって駆動されるように構成されているときに、第2の屈曲アクチュエーションワイヤが、第2の出力信号に応答して解放され、所定の張力の下で維持されるようになっている。いくつかの実施形態では、第1のセンサまたは第2のセンサは、ロードセルである。いくつかの実施形態では、第1のセンサは、操向可能な部材に印加される外力を感知したことに応答して第1の外力信号を提供するようにさらに構成されている。いくつかの実施形態では、第2のセンサは、操向可能な部材に印加される外力を感知したことに応答して第2の外力信号を提供するようにさらに構成されている。他の実施形態では、制御部材は、第1の外力信号または第2の外力信号に応答してインストラクション信号を提供するようにさらに構成されている。他の実施形態では、制御部材は、触覚フィードバックコントローラをさらに含み、触覚フィードバックコントローラは、触覚フィードバックの形態の情報を処理して伝えるように構成されている。他の実施形態では、第1の運動伝達ユニットまたは第2の運動伝達ユニットは、リードスクリューまたはボールスクリューである。

#### 【0176】

いくつかの実施形態では、外科手術装置のためのパーソナライズされたマスタコントローラは、外科手術ロボットに1つまたは複数の移動信号を定義および入力するように構成

10

20

30

40

50

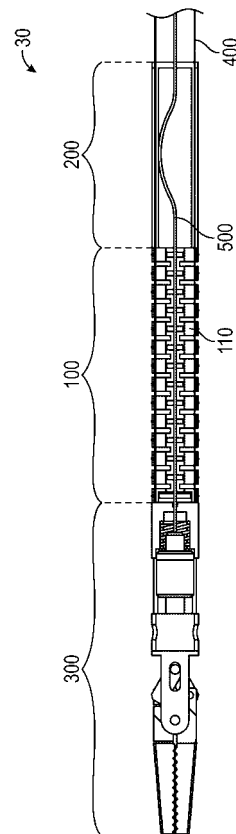
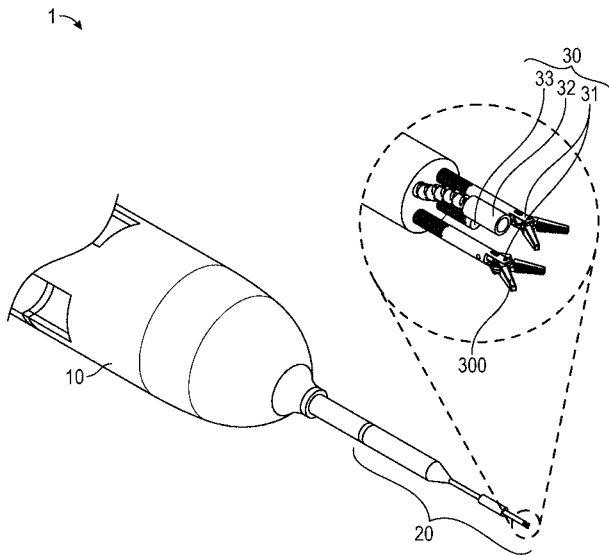
された制御プラットフォームであって、第1の複数の自由度で並進可能であり、複数の位置パラメータを提供し、および/または、第2の複数の自由度で回転可能であり、複数の配向パラメータを提供する、入力ハンドル、ならびに、入力ハンドルに連結され、入力ハンドルの位置パラメータおよび/または配向パラメータにตอบสนองして第1の移動信号を発生させるように構成されている、複数の第1のセンサを含む、制御プラットフォームと、入力ハンドルに装着されており、入力ハンドルに電氣的に接続されている、接続パーツと、接続パーツを電氣的に接続されている取り外し可能なハンドル、取り外し可能なハンドルに対して枢動される1つまたは複数のグリップレバーであって、それぞれのグリップレバーは、取り外し可能なハンドルに関して第3の自由度で移動可能であり、グリップング運動パラメータを提供するようになっている、1つまたは複数のグリップレバー、ならびに、取り外し可能なハンドルに連結され、グリップング運動パラメータにตอบสนองして制御プラットフォームへの第2の移動信号を発生させるように構成されている、第2のセンサを含む、交換可能グリップとを含む。いくつかの実施形態では、第1の複数のセンサ、または、第2の複数のセンサは、ロータリーエンコーダー、ホールエフェクタセンサ、角度センサ、回転センサ、または、それらの任意の組み合わせを含む。いくつかの実施形態では、接続パーツは、取り外し可能なハンドルに連結されているネジ山をさらに含み、また、第1の電氣的な接続端子を有する。他の実施形態では、取り外し可能なハンドルは、第1の電氣的な接続端子に電氣的に接続されている第2の電氣的な接続端子をさらに含む。いくつかの実施形態では、交換可能グリップが、2つのグリップレバーを含み、2つのグリップレバーは、それに対応して、取り外し可能なハンドルに対して枢動され、取り外し可能なハンドルに対して、互いに向けて移動することを許容される。

10

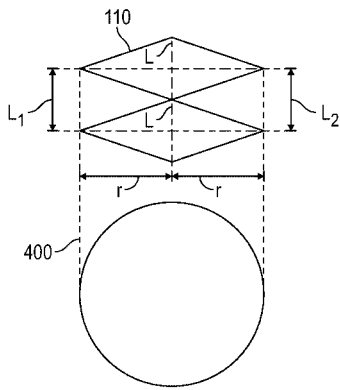
20

【図1】

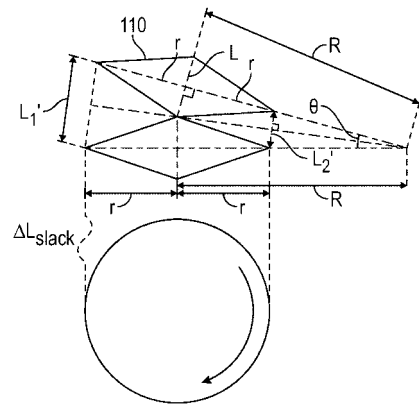
【図2】



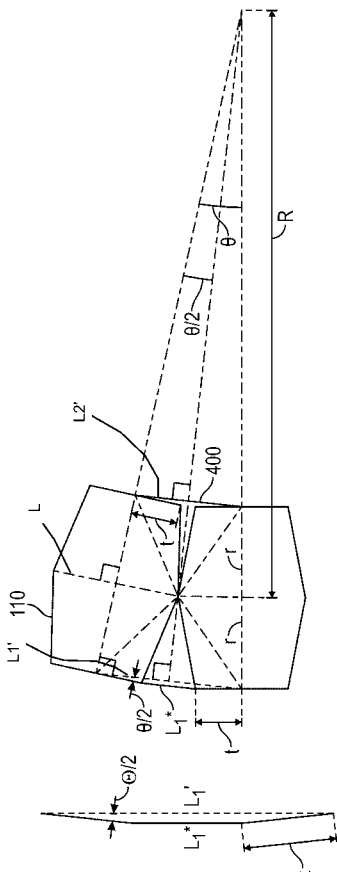
【 図 3 A 】



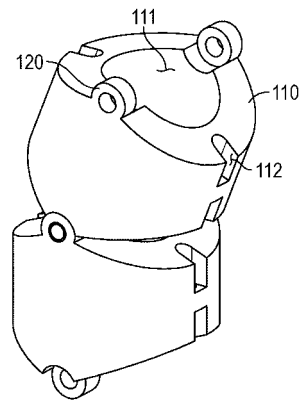
【 図 3 B 】



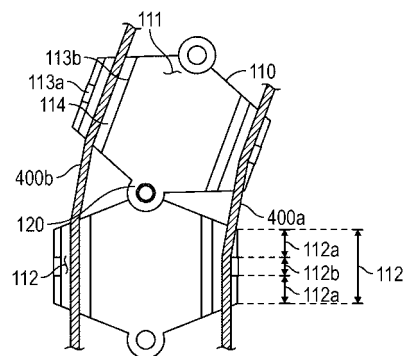
【 図 4 】



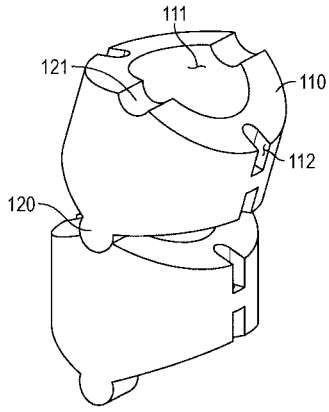
【 図 5 A 】



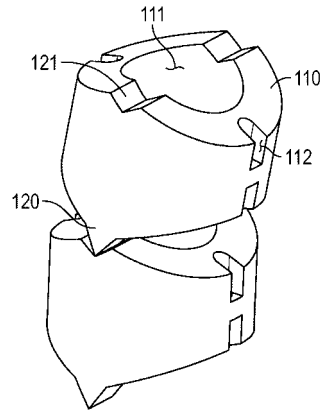
【 図 5 B 】



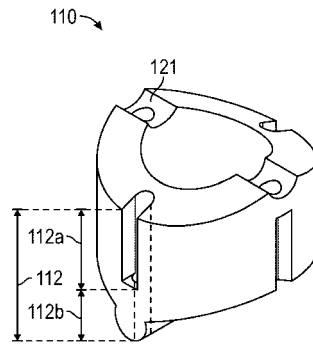
【 図 6 A 】



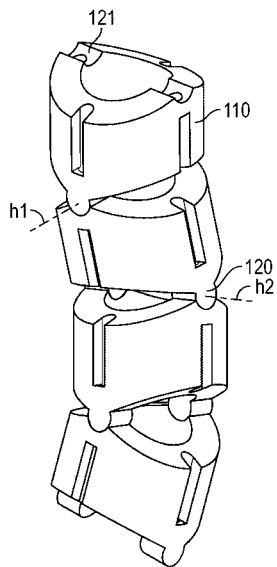
【 図 6 B 】



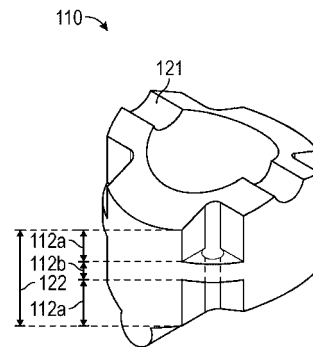
【 図 7 A 】



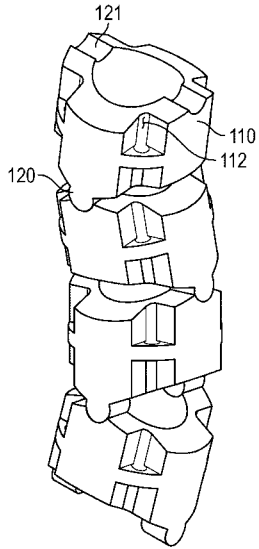
【 図 7 B 】



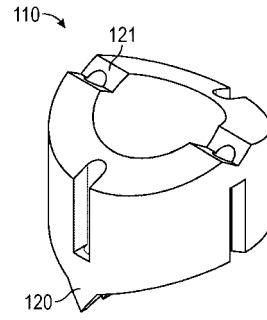
【 図 8 A 】



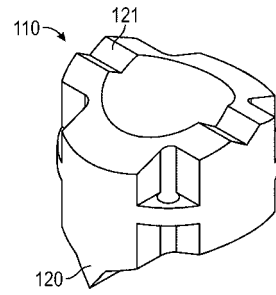
【 図 8 B 】



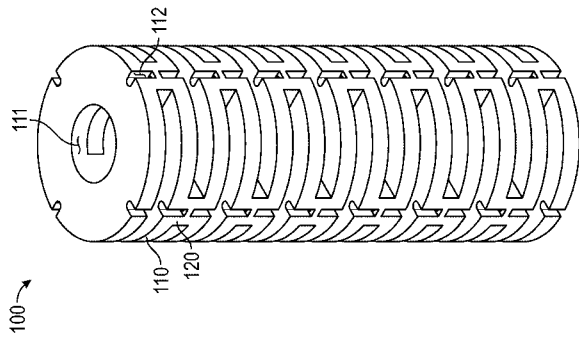
【 図 9 A 】



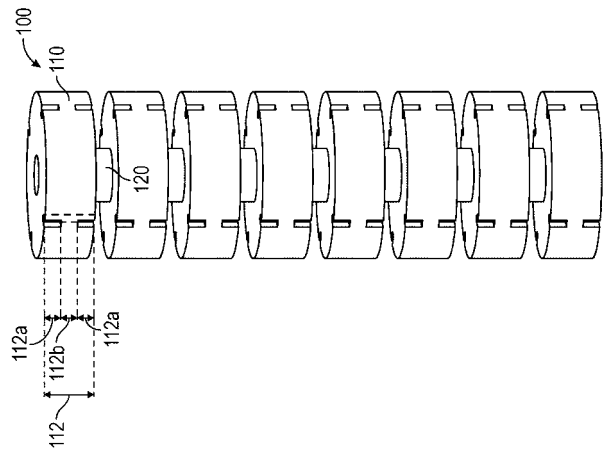
【 図 9 B 】



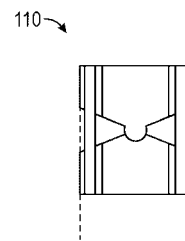
【 図 1 0 】



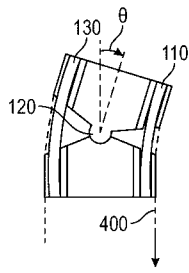
【 図 1 1 】



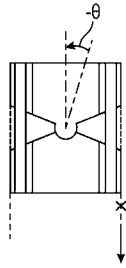
【 図 1 2 A 】



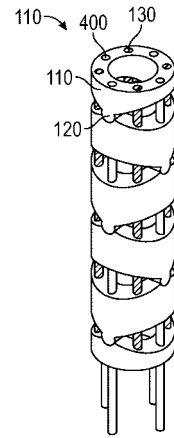
【 図 1 2 B 】



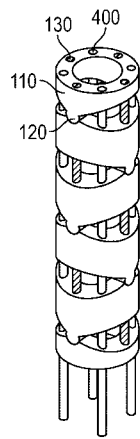
【 図 1 2 C 】



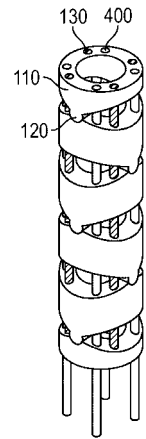
【 図 1 3 A 】



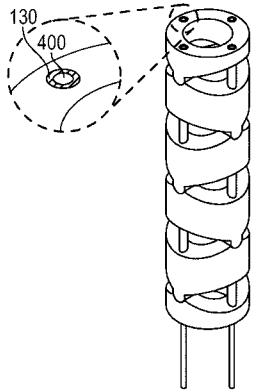
【 図 1 3 B 】



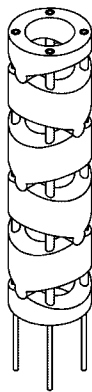
【 図 1 3 C 】



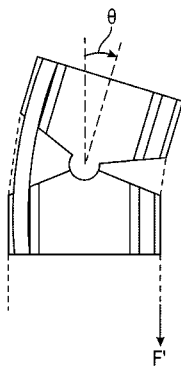
【図 13 D】



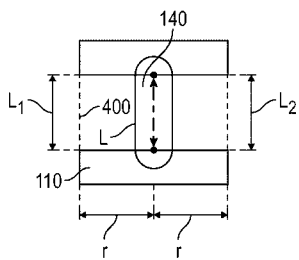
【図 13 E】



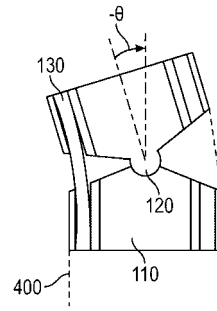
【図 14 C】



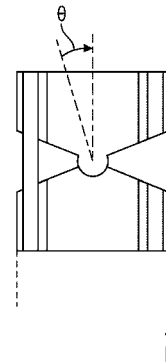
【図 15 A】



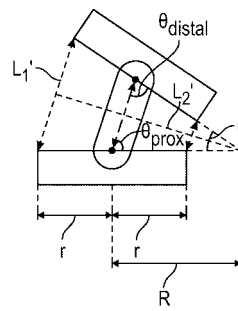
【図 14 A】



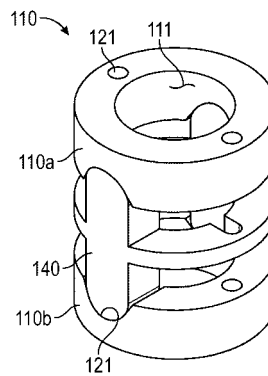
【図 14 B】



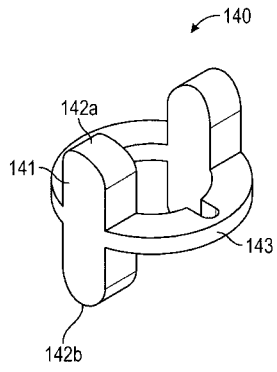
【図 15 B】



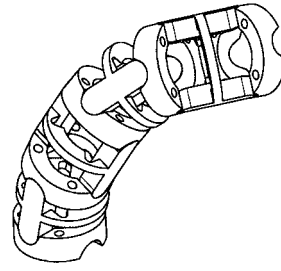
【図 16 A】



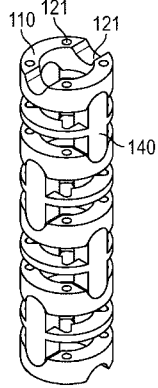
【図 16 B】



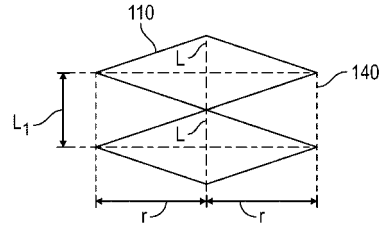
【図 17 B】



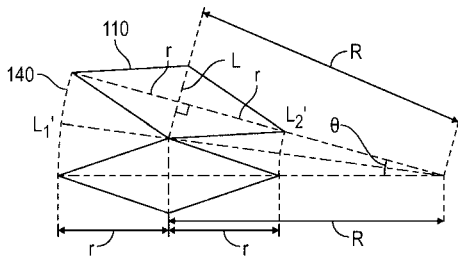
【図 17 A】



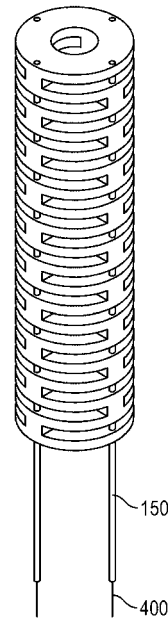
【図 18 A】



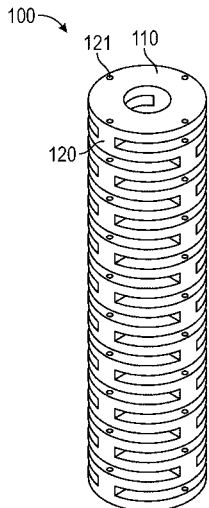
【図 18 B】



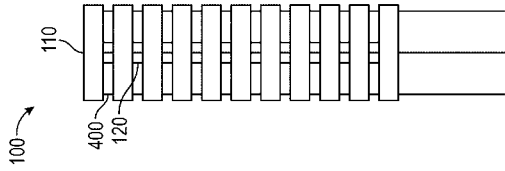
【図 19 B】



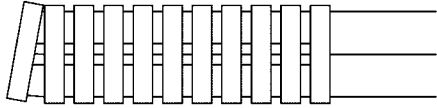
【図 19 A】



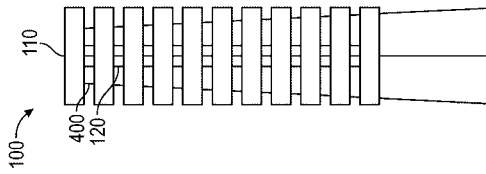
【図 20 A】



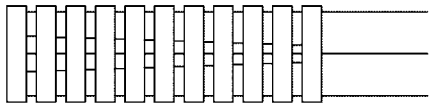
【図 20 B】



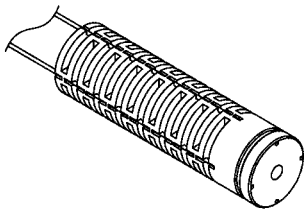
【図 21 A】



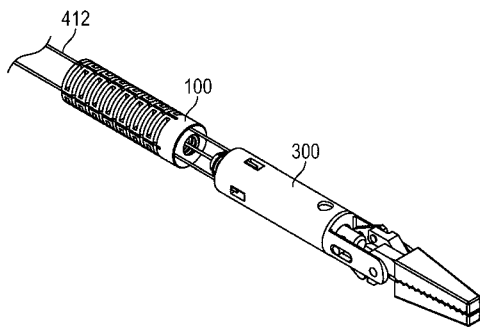
【図 21 B】



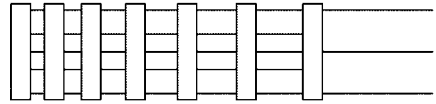
【図 22 C】



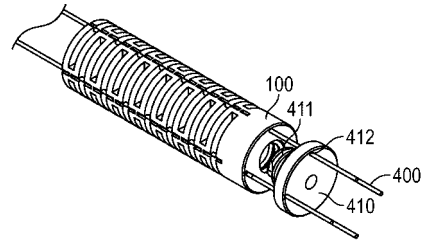
【図 23】



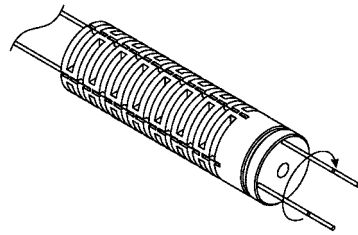
【図 21 C】



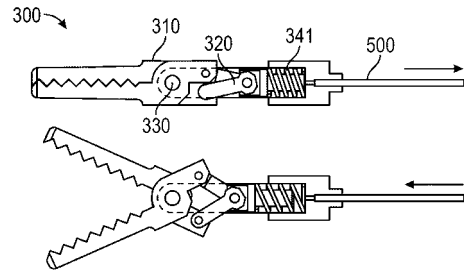
【図 22 A】



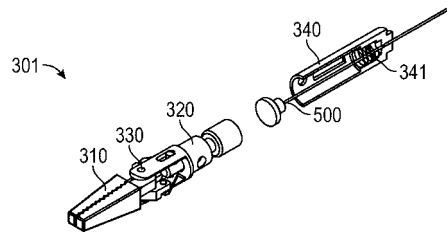
【図 22 B】



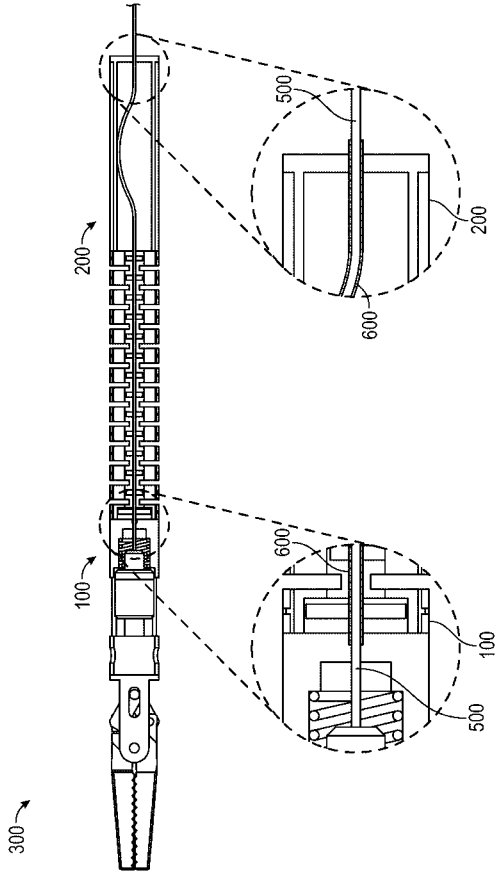
【図 24】



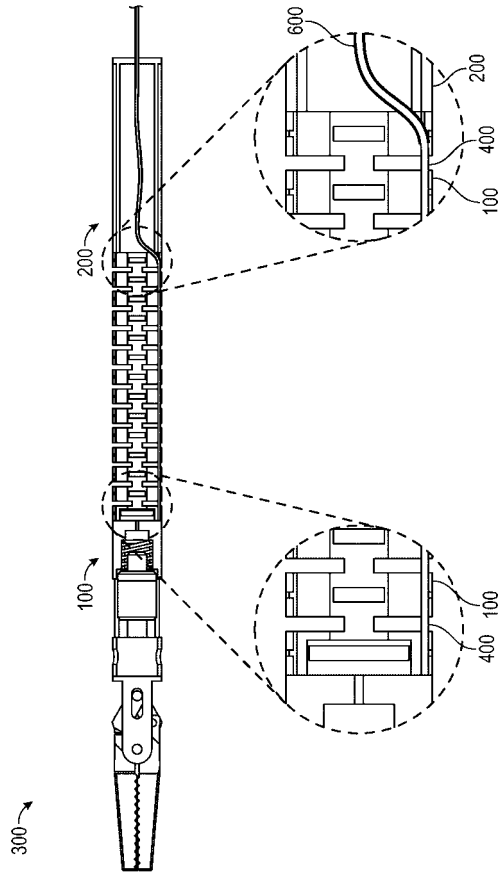
【図 25】



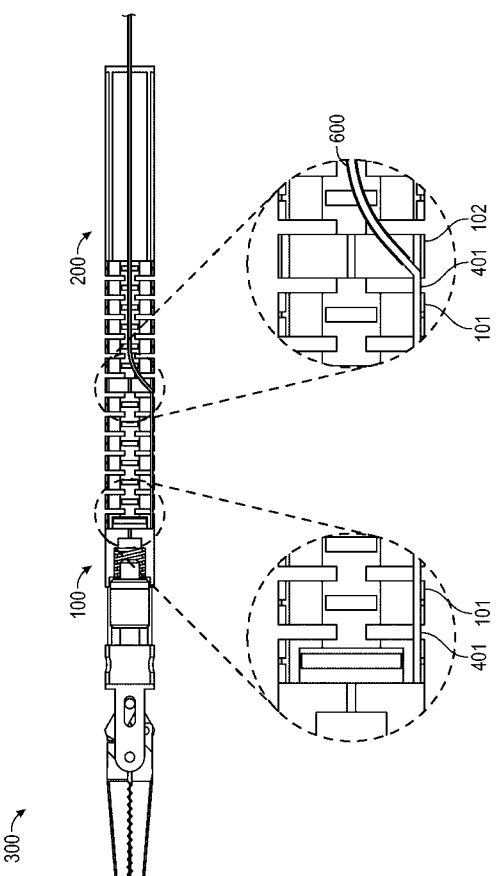
【 図 2 6 】



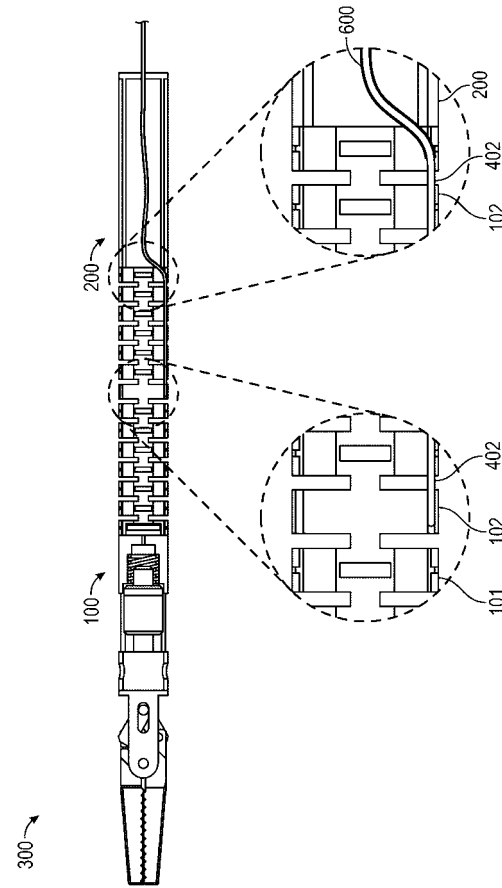
【 図 2 7 】



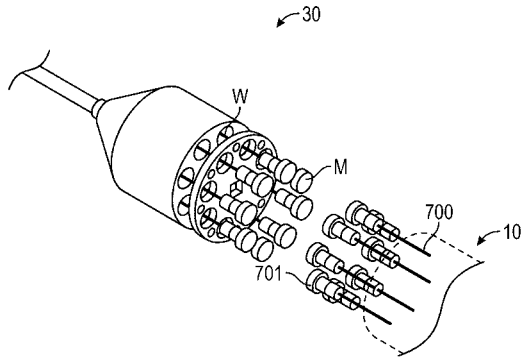
【 図 2 8 】



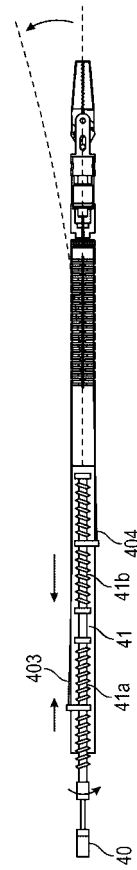
【 図 2 9 】



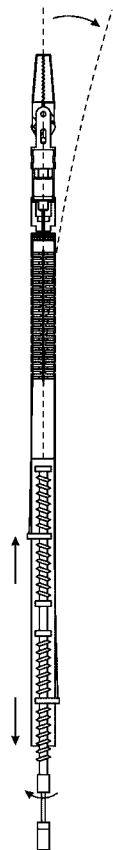
【 図 3 0 】



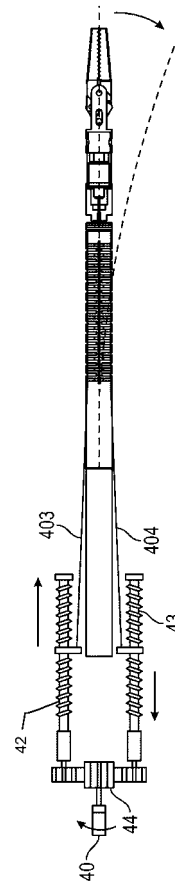
【 図 3 1 A 】



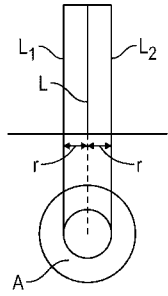
【 図 3 1 B 】



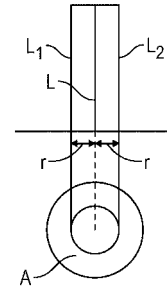
【 図 3 2 】



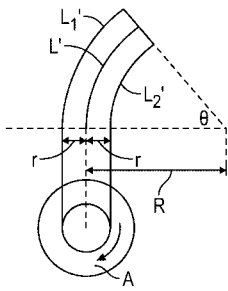
【図 3 3 A】



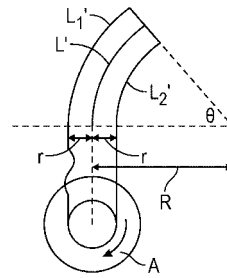
【図 3 4 A】



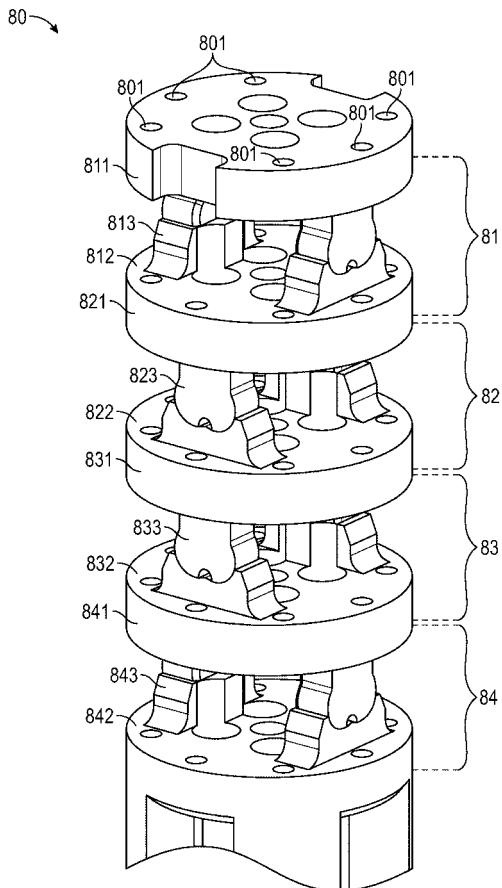
【図 3 3 B】



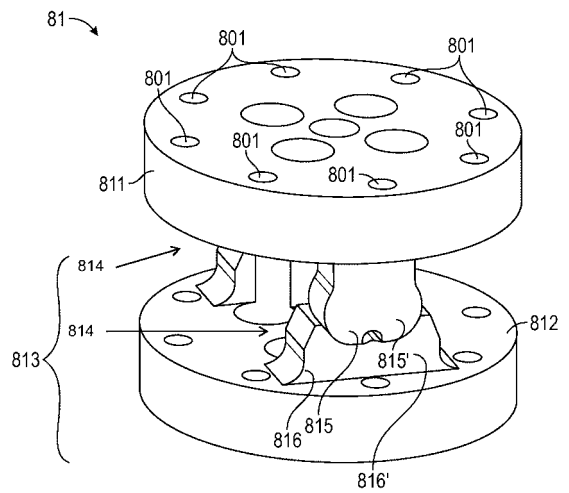
【図 3 4 B】



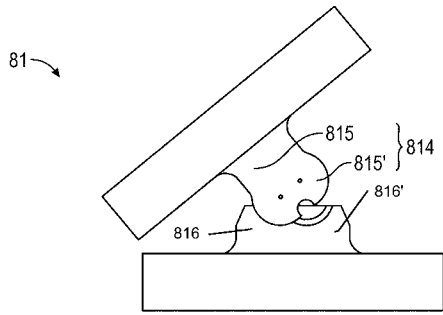
【図 3 5】



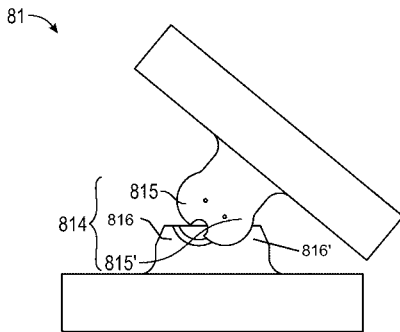
【図 3 6】



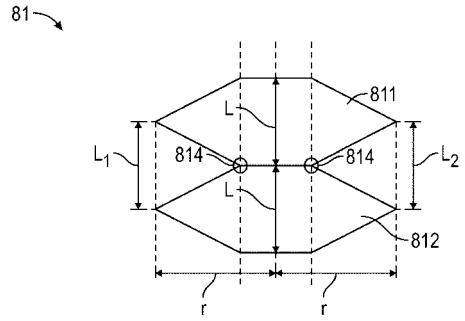
【図37A】



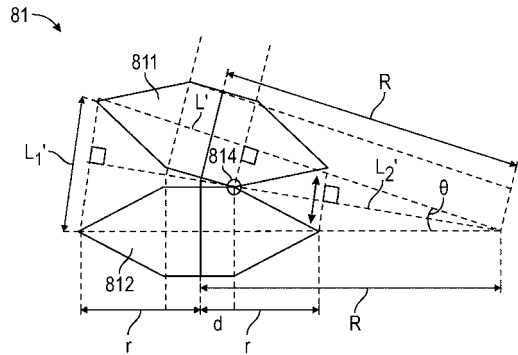
【図37B】



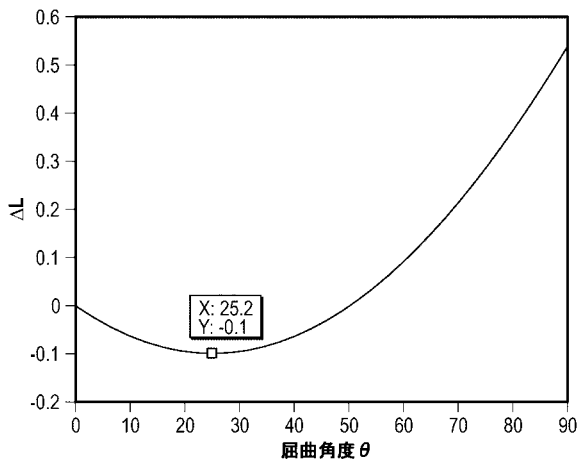
【図38A】



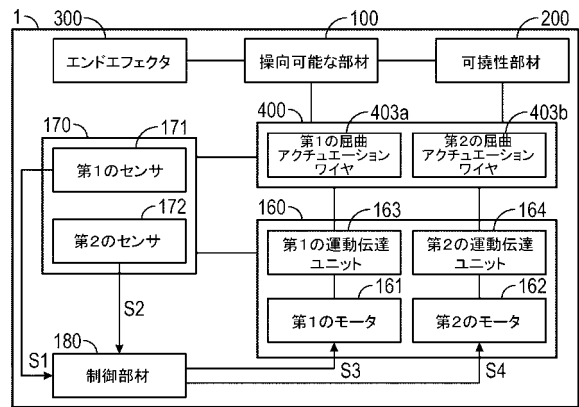
【図38B】



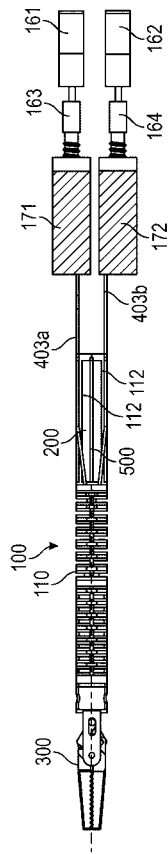
【図39】



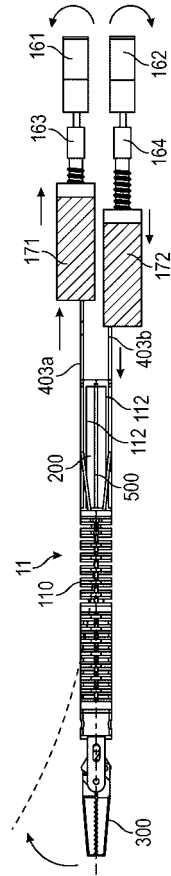
【図40】



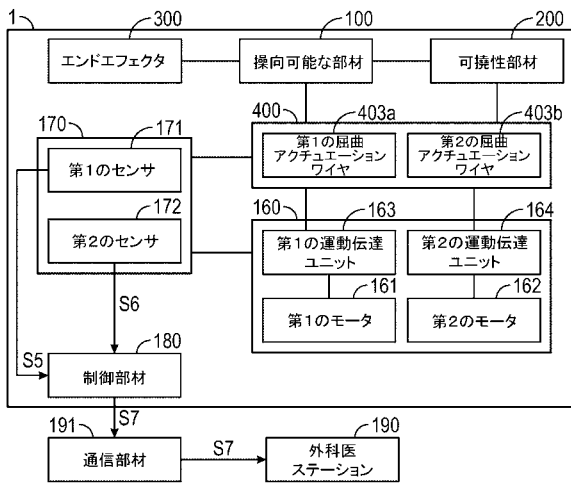
【 図 4 1 】



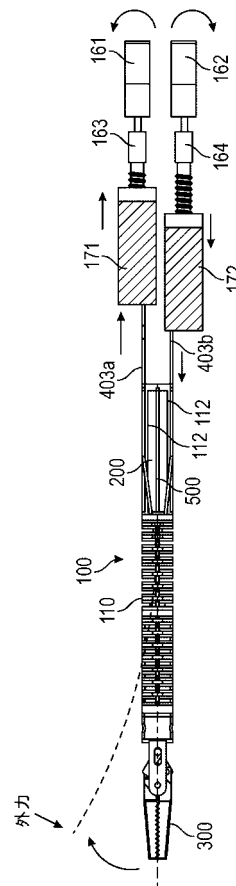
【 図 4 2 】



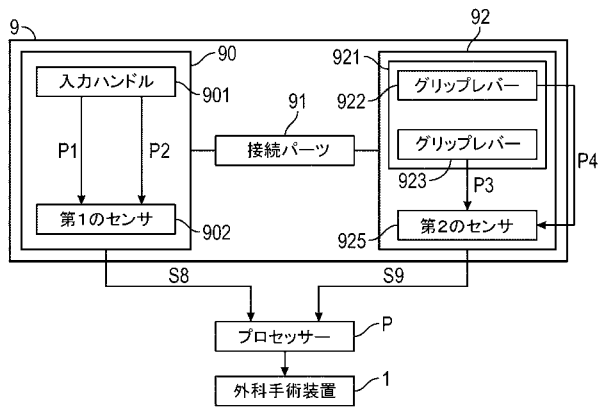
【 図 4 3 】



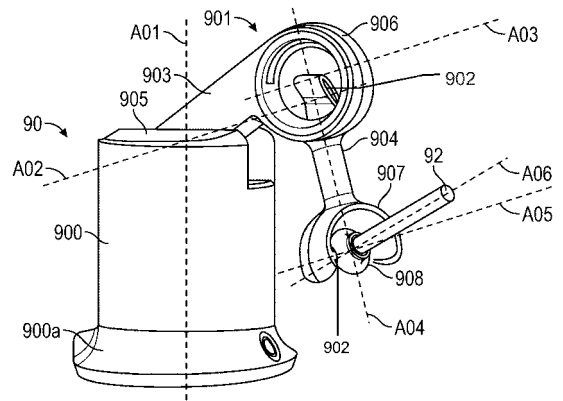
【 図 4 4 】



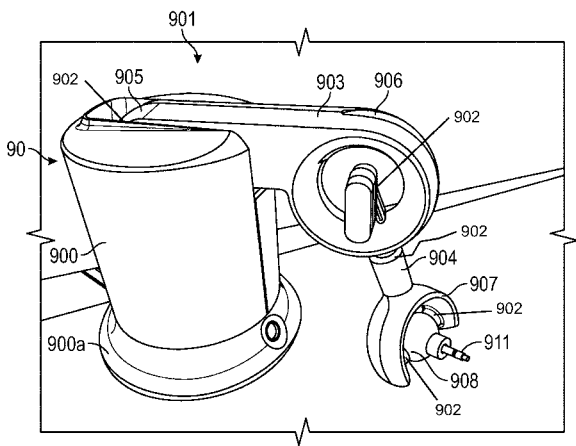
【図45】



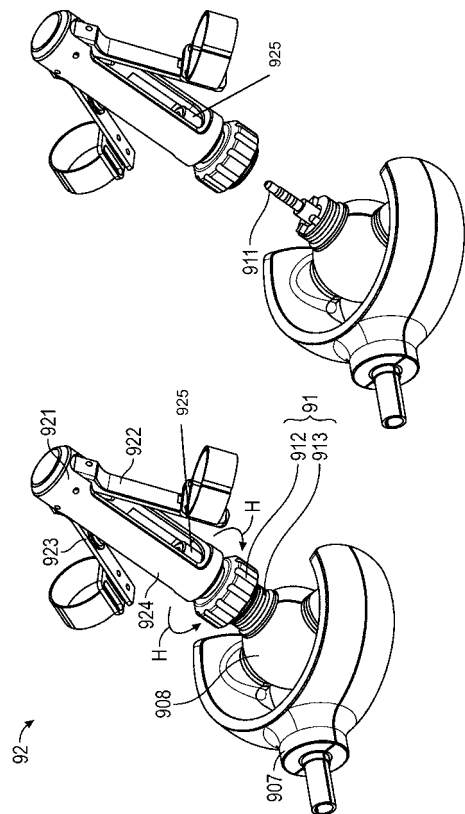
【図46】



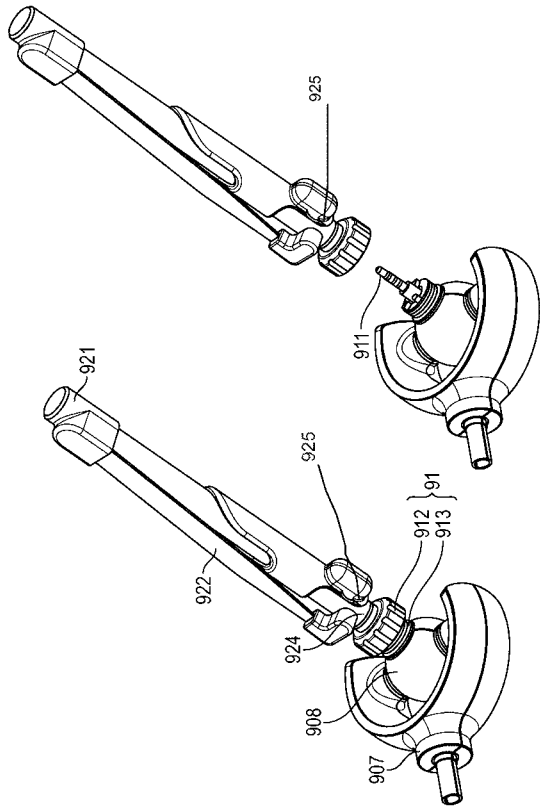
【図47】



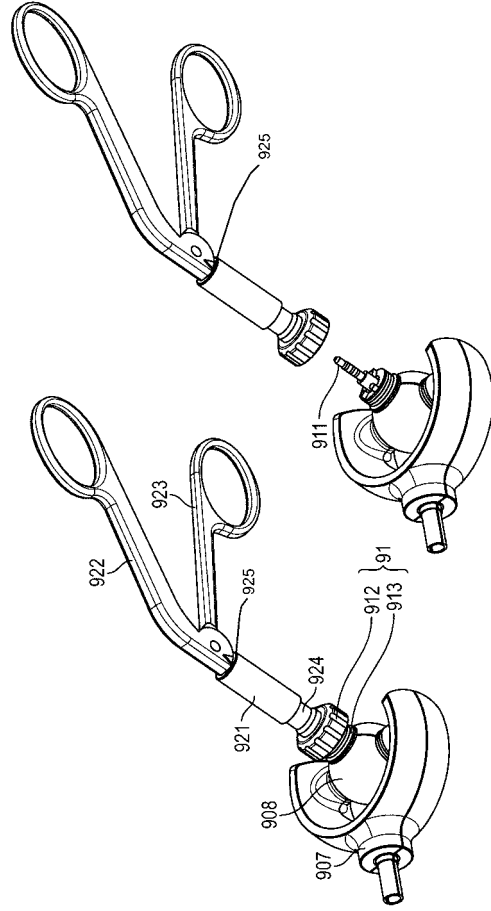
【図48A】



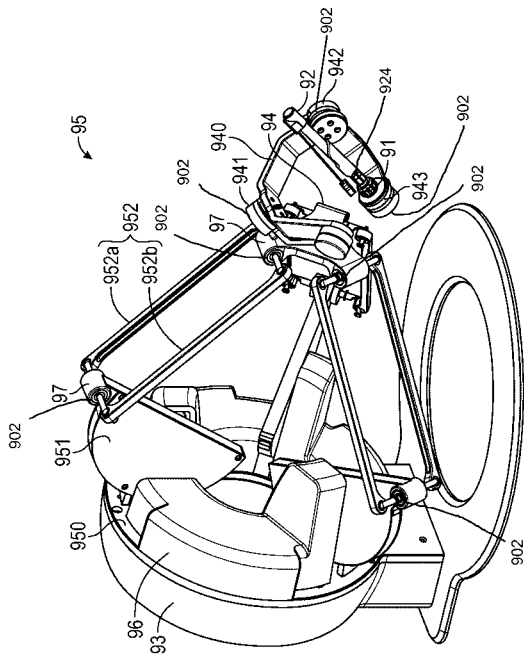
【図48B】



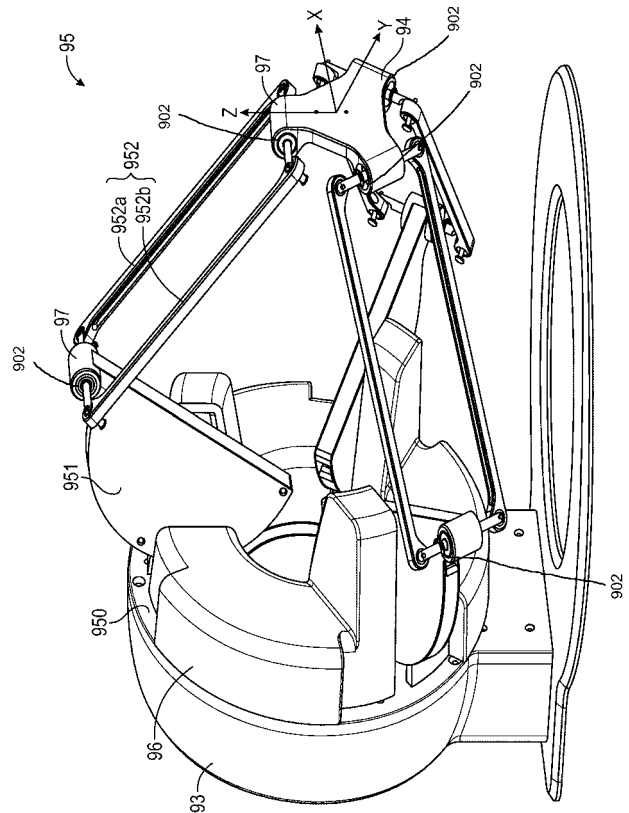
【図48C】



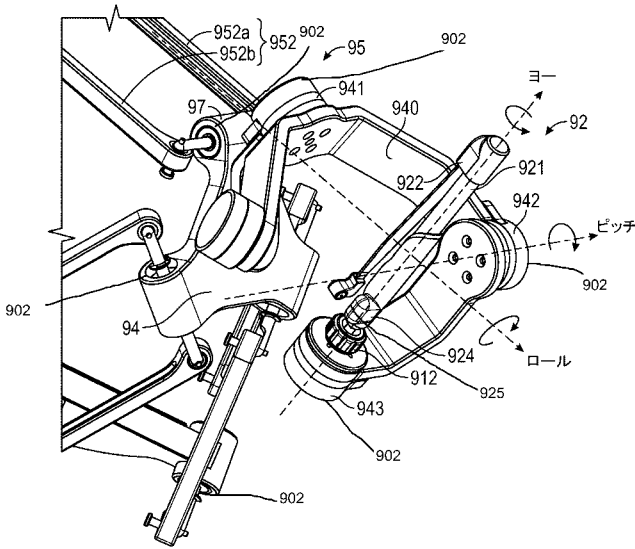
【図49】



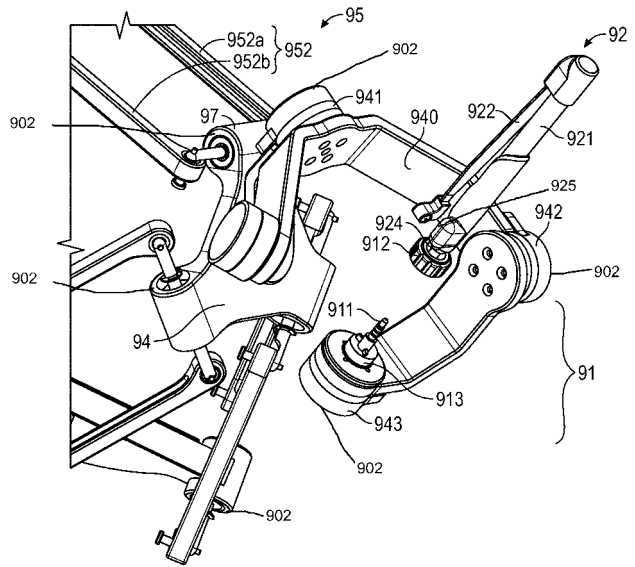
【図50】



【図 5 1】



【図 5 2】



【手続補正書】

【提出日】令和2年8月26日(2020.8.26)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

外科手術装置であって、

屈曲可能であり、チャンネルの中に備えた複数の屈曲セグメントを含む、操向可能な部材と、

前記操向可能な部材を通過して、前記操向可能な部材を曲げるように配置されている、複数の屈曲アクチュエーションワイヤであって、前記操向可能な部材は、少なくとも1つのルーメンを含み、前記屈曲アクチュエーションワイヤは、前記ルーメンを通過しており、前記ルーメンは、外向きに部分的に開いている、複数の屈曲アクチュエーションワイヤと、

前記操向可能な部材の遠位端部に設けられているエンドエフェクタと、

前記操向可能な部材の前記チャンネルの中に位置し、かつ前記エンドエフェクタを作動させるために前記エンドエフェクタに接続された、エフェクタアクチュエーションワイヤとを含み、

前記エンドエフェクタは、弾性的な本体部をさらに含み、前記弾性的な本体部は、前記エフェクタアクチュエーションワイヤによって印加される力に対して反対方向に弾性力を作り出すように構成されている、外科手術装置。

【請求項 2】

前記エンドエフェクタが前記エフェクタアクチュエーションワイヤにより引っ張られているときに、前記エンドエフェクタが第1のモードで動作し、前記エンドエフェクタが前記エフェクタアクチュエーションワイヤにより引っ張られていない間に、前記エンドエフェクタが第2のモードで動作するように、前記エフェクタアクチュエーションワイヤが構成されている、請求項1に記載の外科手術装置。

【請求項3】

前記エンドエフェクタの鉗子が、前記第1のモードにおいて閉じられ、前記第2のモードにおいて開く、請求項2に記載の外科手術装置。

【請求項4】

前記エンドエフェクタが、  
外科的手術を実施するための器具部分と、  
前記器具部分を作動させるために前記エフェクタアクチュエーションワイヤに接続されているアクチュエーション部分と、  
前記アクチュエーション部分がそれに沿って往復運動する経路を形成する本体部部分とを含み、

前記弾性的な本体部が、前記アクチュエーション部分の近位端部に位置しており、前記アクチュエーション部分を押し方向に弾性力を印加する、請求項1に記載の外科手術装置。

【請求項5】

前記アクチュエーション部分と、前記エフェクタアクチュエーションワイヤの遠位端部とが、互いに取り付け可能であるかまたは互いから取り外し可能であるように構成されている、請求項4に記載の外科手術装置。

【請求項6】

前記アクチュエーション部分、または前記エフェクタアクチュエーションワイヤの遠位端部の、少なくともいずれかが、磁気的な本体部を含む、請求項5に記載の外科手術装置。

【請求項7】

屈曲可能である、操向可能な部材と、  
前記操向可能な部材の遠位端部に設けられているエンドエフェクタと、  
前記操向可能な部材を通過するように配置され、かつ前記エンドエフェクタを作動させるために前記エンドエフェクタに接続された、エフェクタアクチュエーションワイヤとを含む、外科手術装置であって、  
前記エンドエフェクタは、弾性的な本体部を含み、前記弾性的な本体部は、前記エフェクタアクチュエーションワイヤによって印加される力に対して反対方向に弾性力を作り出す、外科手術装置。

【請求項8】

前記エンドエフェクタは、前記エフェクタアクチュエーションワイヤにより引っ張られているときに、第1のモードで動作し、前記エフェクタアクチュエーションワイヤにより引っ張られていない間に、前記弾性的な本体部の前記弾性力によって第2のモードで動作するように構成されている、請求項7に記載の外科手術装置。

【請求項9】

遠位端部における外科手術エレメントが、前記第1のモードにおいて閉じられ、前記第2のモードにおいて開くように、前記エンドエフェクタが作動される、請求項8に記載の外科手術装置。

【請求項10】

前記エンドエフェクタは、エフェクタモジュールをさらに含み、前記エフェクタモジュールは、外科的手術を実施するための器具部分と、前記器具部分を作動させるために前記エフェクタアクチュエーションワイヤに接続されているアクチュエーション部分と、前記アクチュエーション部分がそれに沿って往復運動する経路を形成する本体部部分とを含む、請求項8に記載の外科手術装置。

**【請求項 1 1】**

前記弾性的な本体部が、前記アクチュエーション部分を遠位端部の方向に押すように弾性力を印加するために、前記アクチュエーション部分の近位端部に位置する、請求項 1 0 に記載の外科手術装置。

**【請求項 1 2】**

前記エフェクタモジュールと、前記エフェクタアクチュエーションワイヤの遠位端部とが、互いに取り付け可能であるかまたは互いから取り外し可能であるように構成されている、請求項 1 0 に記載の外科手術装置。

**【請求項 1 3】**

前記エフェクタモジュールと前記エフェクタアクチュエーションワイヤとが、磁氣的に相互接続される、請求項 1 2 に記載の外科手術装置。

---

フロントページの続き

1. MATLAB

(72)発明者 キム, ダニエル エイチ.

アメリカ合衆国 テキサス 77030, ヒューストン, ユーティアー メディカル スクール  
エムエスビー 7.134, ファニン ストリート 6431, デパートメント オブ ニ  
ューロサージェリー, ユーティアー ヘルス サイエンス センター オブ ヒューストン

(72)発明者 シン, ドン スク

アメリカ合衆国 テキサス 77030, ヒューストン, ユーティアー メディカル スクール  
エムエスビー 7.134, ファニン ストリート 6431, デパートメント オブ ニ  
ューロサージェリー, ユーティアー ヘルス サイエンス センター オブ ヒューストン

(72)発明者 ジャン, テホ

アメリカ合衆国 テキサス 77030, ヒューストン, ユーティアー メディカル スクール  
エムエスビー 7.134, ファニン ストリート 6431, デパートメント オブ ニ  
ューロサージェリー, ユーティアー ヘルス サイエンス センター オブ ヒューストン

(72)発明者 バク, ヨン マン

アメリカ合衆国 テキサス 77030, ヒューストン, ユーティアー メディカル スクール  
エムエスビー 7.134, ファニン ストリート 6431, デパートメント オブ ニ  
ューロサージェリー, ユーティアー ヘルス サイエンス センター オブ ヒューストン

Fターム(参考) 4C160 GG28 GG29 GG30 GG32 GG40 MM32 NN07 NN08

【外国語明細書】  
2020192376000001.pdf