

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6518403号  
(P6518403)

(45) 発行日 令和1年5月22日(2019.5.22)

(24) 登録日 平成31年4月26日(2019.4.26)

|                         |               |
|-------------------------|---------------|
| (51) Int. Cl.           | F I           |
| A 6 1 B 17/28 (2006.01) | A 6 1 B 17/28 |
| A 6 1 B 17/12 (2006.01) | A 6 1 B 17/12 |
| A 6 1 B 17/32 (2006.01) | A 6 1 B 17/32 |
| A 6 1 B 18/12 (2006.01) | A 6 1 B 18/12 |
| A 6 1 B 90/00 (2016.01) | A 6 1 B 90/00 |

請求項の数 29 (全 34 頁) 最終頁に続く

|               |                               |           |   |
|---------------|-------------------------------|-----------|---|
| (21) 出願番号     | 特願2013-554635 (P2013-554635)  | (73) 特許権者 | 510253996   |
| (86) (22) 出願日 | 平成24年2月17日 (2012. 2. 17)      |           | インテュイティブ サージカル オペレー<br>ションズ, インコーポレイテッド               |
| (65) 公表番号     | 特表2014-513570 (P2014-513570A) |           | アメリカ合衆国 94086 カリフォル<br>ニア州 サニーヴェイル キーファー・ロ<br>ード 1020 |
| (43) 公表日      | 平成26年6月5日 (2014. 6. 5)        | (74) 代理人  | 100107766   |
| (86) 国際出願番号   | PCT/US2012/025644             |           | 弁理士 伊東 忠重   |
| (87) 国際公開番号   | W02012/112888                 | (74) 代理人  | 100070150   |
| (87) 国際公開日    | 平成24年8月23日 (2012. 8. 23)      |           | 弁理士 伊東 忠彦   |
| 審査請求日         | 平成27年1月27日 (2015. 1. 27)      | (74) 代理人  | 100091214   |
| 審判番号          | 不服2017-11145 (P2017-11145/J1) |           | 弁理士 大貫 進介   |
| 審判請求日         | 平成29年7月27日 (2017. 7. 27)      |           |   |
| (31) 優先権主張番号  | 61/444, 400                   |           |   |
| (32) 優先日      | 平成23年2月18日 (2011. 2. 18)      |           |   |
| (33) 優先権主張国   | 米国 (US)                       |           |   |
| (31) 優先権主張番号  | 61/491, 719                   |           |   |
| (32) 優先日      | 平成23年5月31日 (2011. 5. 31)      |           |   |
| (33) 優先権主張国   | 米国 (US)                       |           |   |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 融合及び切断用外科用器具とこれに関連する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

外科用器具であって、当該外科用器具は：

基端及び先端を有するシャフトであって、長手方向軸線が、前記基端と前記先端との間に規定される、シャフトと；

該シャフトの前記先端に結合される手首関節部であって、複数の自由度で関節運動するように構成された手首関節部と；

該手首関節部によって支持されたエンドエフェクタであって、該エンドエフェクタは、切断要素及び、組織を把持するとともに組織を融合するように構成された顎部を有しており、前記切断要素は、前記顎部の長手方向に沿って平行移動するように構成される、エンドエフェクタと；

前記手首関節部を貫通して延びており且つ前記切断要素に結合される切断要素の駆動部品であって、前記切断要素は、前記切断要素の駆動部品が、前記シャフトの前記長手方向軸線に沿って平行移動することに応じて、前記顎部の前記長手方向に沿って平行移動するように構成される、切断要素の駆動部品と、を備える、

外科用器具。

【請求項 2】

前記切断要素の駆動部品が、可撓性である、

請求項 1 に記載の外科用器具。

【請求項 3】

前記切断要素の駆動部品は、前記切断要素の駆動部品の長手方向軸線の周りで複数の自由度の可撓性を有する、

請求項 1 に記載の外科用器具。

【請求項 4】

前記切断要素の駆動部品は、ケーブルを含む、

請求項 1 に記載の外科用器具。

【請求項 5】

前記切断要素の駆動部品は、前記シャフトと前記手首関節部との実質的に中央を貫通して前記シャフトの前記基端から前記エンドエフェクタに延びている、

請求項 1 に記載の外科用器具。

10

【請求項 6】

切刃が、前記切断要素の平行移動中に前記エンドエフェクタ内に収容されている、

請求項 5 に記載の外科用器具。

【請求項 7】

組織を融合するためのエネルギーの送達用の電極をさらに備え、該電極がそれぞれ対向する顎部に関連付けられている、

請求項 1 に記載の外科用器具。

【請求項 8】

前記顎部が閉じた位置にあるときに、前記電極の対向面同士の間ギャップを維持するように構成された少なくとも 1 つのスペーサをさらに含む、

請求項 7 に記載の外科用器具。

20

【請求項 9】

前記エネルギーは、バイポーラ電気エネルギーを含む、

請求項 7 に記載の外科用器具。

【請求項 10】

開いた位置と閉じた位置との間で対向する前記顎部を移動させるべく、トルクを伝達するように構成されたトルク駆動部品をさらに含む、

請求項 1 に記載の外科用器具。

【請求項 11】

前記トルク駆動部品は、前記手首関節部を貫通して延びており、且つ該手首関節部がピッチとヨーとの少なくとも一方で関節運動しつつ、前記トルク駆動部品は、トルクを伝達して対向する顎部を移動させるように構成される、

請求項 10 に記載の外科用器具。

30

【請求項 12】

前記トルク駆動部品によって伝達されるトルクに応答して回転可能なリードスクリューと、該リードスクリューの回転に応答して前記リードスクリューに沿って移動可能な駆動ナットとをさらに備え、前記リードスクリューに沿った前記駆動ナットの運動によって、開いた位置と閉じた位置との間で対向する顎部を移動させる、

請求項 10 に記載の外科用器具。

【請求項 13】

対向する前記顎部の各々は、前記駆動ナットの一部を受容するカムスロットに設けられたカム・エクステンションと関連付けられている、

請求項 12 に記載の外科用器具。

40

【請求項 14】

前記トルク駆動部品は、複数の巻線から形成されたトルクチューブを備える、

請求項 10 に記載の外科用器具。

【請求項 15】

前記複数の巻線は、異なる方向にらせん状に巻回される少なくとも 2 つの複数の巻線を含む、

請求項 14 に記載の外科用器具。

50

## 【請求項 16】

前記トルクチューブは、各々が第1の方向にらせん状に巻回される内側巻線及び外側巻線と、前記内側巻線及び前記外側巻線の間配置されるとともに第1の方向とは実質的に反対側の第2の方向にらせん状に巻回される中間巻線とを含む、

請求項14に記載の外科用器具。

## 【請求項 17】

前記トルクチューブは、前記手首関節部を貫通して延びるとともに、前記手首関節部の先端側に配置されるリードスクリューに結合された先端部を有する、

請求項14に記載の外科用器具。

## 【請求項 18】

前記外科用器具の基端部分において伝達機構をさらに備えており、該伝達機構は、1つ又は複数の入力を受け取るとともに、該1つ又は複数の入力を受け取ることに応答して、エンドエフェクタを作動させるために力とトルクとを伝達するように構成されている、

請求項1に記載の外科用器具。

## 【請求項 19】

前記外科用器具は、ロボット手術システムとインターフェイス接続されるように構成される、

請求項1に記載の外科用器具。

## 【請求項 20】

前記手首関節部は、約5mmから約8.5mmの範囲の外径を有する、

請求項1に記載の外科用器具。

## 【請求項 21】

前記シャフトと、前記手首関節部と、前記エンドエフェクタとが、前記シャフトの前記長手方向軸線の周りをロールするように構成される、

請求項1に記載の外科用器具。

## 【請求項 22】

外科用器具を作動させる作動方法であって、当該作動方法は：

前記外科用器具のシャフトの基端部分に配置された伝達機構から第1の力を伝達して、前記シャフトの先端に結合された前記外科用器具の手首関節部を関節運動させるステップであって、前記手首関節部は、ピッチ及びヨー方向の自由度で関節運動可能であり、該ピッチ方向の自由度は、前記シャフトの長手方向アクセスに対して直交して規定され、前記ヨー方向の自由度は、長手方向軸線に及び前記ピッチ方向の自由度に対して直交して規定されている、関節運動させるステップと；

前記伝達機構から、前記手首関節部によって支持されたエンドエフェクタの顎部機構を動かすために結合された顎部機構の駆動要素に第2の力を伝達させるステップであって、前記顎部機構は、第2の力に応答して閉じる、伝達させるステップと；

前記伝達機構から、前記エンドエフェクタの平行移動部品に結合された平行移動部品の駆動要素に第3の力を伝達するステップであって、前記平行移動部品は、第3の力に応答して前記顎部機構に対して長手方向に移動する、伝達するステップと；を含む、

作動方法。

## 【請求項 23】

第3の力を伝達するステップは、前記平行移動部品の駆動要素に対して引張力又は押入れ力を伝達させる、

請求項22に記載の作動方法。

## 【請求項 24】

前記平行移動部品を移動させるために、前記平行移動部品の駆動要素に第3の力を伝達するステップは、該手首関節部が結合される前記外科用器具の前記シャフトの前記長手方向軸線に対してピッチとヨーとの少なくとも一方で前記手首関節部が関節運動されている際に生じる、

請求項22に記載の作動方法。

10

20

30

40

50

## 【請求項 25】

前記エンドエフェクタの前記顎部機構を開閉するために、第2の力を前記伝達機構から前記顎部機構の駆動要素に伝達するステップは、前記手首関節部内に少なくとも部分的に配置されたトルクチューブにトルクを伝達するステップを含む、

請求項22に記載の作動方法。

## 【請求項 26】

前記手首関節部を関節運動させるために、前記伝達機構から第1の力を伝達するステップは、前記手首関節部に関連付けられた腱に張力を働かせるために、前記伝達機構を介して第1の力を伝達するステップを含む、

請求項22に記載の作動方法。

10

## 【請求項 27】

手術システムであって、当該手術システムは：

請求項1に記載の外科用器具と；

該外科用器具を作動させるために前記外科用器具とインターフェイス接続され、1つ以上の外科処置を実施するように構成された患者側コンソールと；

外科医によって操作されるとともに、前記患者側コンソールで前記外科用器具を制御するための信号を送信するように構成された1つ以上の入力デバイスを含む外科医側コンソールと；を含む、

手術システム。

## 【請求項 28】

前記外科用器具の作動を制御するために、前記患者側コンソールにおいて前記外科用器具と信号通信するとともに、前記外科医側コンソールと信号通信するように構成された1つ以上の制御装置をさらに含む、

請求項27に記載の手術システム。

20

## 【請求項 29】

外科用器具であって、当該外科用器具は：

基端及び先端を有するシャフトと；

該シャフトの先端に結合されるとともに、複数の自由度で関節運動するように構成された手首関節部と；

該手首関節部によって支持されたエンドエフェクタであって、該エンドエフェクタは、顎部を有する、エンドエフェクタと；

前記シャフトの基端から前記エンドエフェクタに延びる第1の駆動要素であって、第1の駆動要素は、開いた位置と閉じた位置との間で顎部を互いに対して移動させるべく、力を伝達するように構成される、第1の駆動要素と；

前記シャフトの基端から前記手首関節部を貫通して延び且つ前記エンドエフェクタの平行移動部品に結合される第2の駆動要素であって、第2の駆動要素は、前記顎部に対して長手方向に前記エンドエフェクタの平行移動部品を移動させるべく、力を伝達するように構成され、前記平行移動部品は、前記顎部の移動とは独立して移動するように構成される、第2の駆動要素と；を有する、

外科用器具。

30

40

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

関連出願の相互参照

本願は、2011年2月18日に出願された米国仮特許出願第61/444,400号明細書、及び2011年5月31日に出願された米国仮特許出願第61/491,719号明細書について優先権を主張するものであり、両文献とも、その全体が参照として本明細書に組み込まれる。

## 【0002】

本開示の態様は、低侵襲性であり、組織を融合するためにエネルギーを使用する単一の

50

デバイスと、融合した組織を切断する構成要素とに一体化された外科用器具に関連している。より具体的には、本開示の態様は、組織を切断及び融合するように構成された外科用器具のエンドエフェクタを支持するような手関節運動機構を有する装置に関するものである。

【背景技術】

【0003】

組織を融合するための、例えばバイポーラエネルギー等のエネルギーの使用が、知られている。簡単に言えば、2つ以上の組織（例えば、組織束）が、2つの電極同士の間で把持され且つ組織を互いに融合させるために、電気外科的エネルギーを、電極間を通過させる。そのような組織の例は、血管の対向壁を含む。このように、血管が融合して閉じられ、その融合領域において血管のシールがもたらされる。この動作を実施する外科用器具は、多くの場合、シール留め器具（例えば、「血管シーラー」）と呼ばれる。このような外科用器具は、例えば、冷温切断、組織の切開、組織束の一般的な凝固（例えば、シール留め以外の）、及び組織マニピュレーション/後退のために使用することもできる。

10

【0004】

例えば、血管等の組織が、一旦、互いに融合されると、この融合領域は、いかなる出血も生じさせることなく安全に切断することができる。利便性と切断精度との両方のために、組織切断及び融合の使用を統合するエンドエフェクタを利用する外科用器具の開発が行われてきた。

【0005】

20

低侵襲性手術（例えば、腹腔鏡、胸腔鏡等）の利点が、知られている。このような外科用器具は、典型的には、開口部（例えば、体壁の切開部、自然開口部）を通じて挿入されて、手術部位に到達するような長いシャフトの先端に取り付けられた手術用エンドエフェクタを有している。いくつかのケースでは、外科用器具は、カニュレを通過することができ、内視鏡は、手術部位の画像を提供するために使用することができる。いくつかのケースでは、手関節運動機構は、エンドエフェクタを支持するとともにシャフトの長手方向軸線に関してその向きを変化させるために、器具の先端に取り付けることができる。なお、シャフトと、手関節部と、エンドエフェクタとからなる外径を最小限に抑えることによって、低侵襲性手術中に患者の外傷を低減させることが望ましいことが理解される。

【0006】

30

一体化された組織融合及び切断用エンドエフェクタを提供するような既存の低侵襲性外科用器具の欠点は、エンドエフェクタが単一の自由度（DOF）のみでシャフトに対して関節運動できる手関節運動機構（例えば、シャフトに関して直交する「ピッチ」又は「ヨー」の方向を任意に規定する）ということであるが、他のDOFの動き、例えばロール、把持、平行移動（例えば、顎部に沿った切断ナイフの移動）等が存在することを考慮しなければならない。この単一の関節運動DOFによる制限は、典型的には鋭利な刃先を含む先端を有する細長い、実質的に平坦な金属バンド(band)又はリボン構造である切断ナイフの構成によるものである。このような平面構造は、構造体が位置する平面の周りに前後に屈曲することができるが、直交する面内（すなわち、構造体の面内）で屈曲することができない。平面切断ナイフ構造が、切断ナイフを駆動させるために手関節機構を通過するので、手関節機構は、単一の関節DOF運動のみが発生する構成に限定される、すなわち、平面切断ナイフの平面の周りに限定される；手関節機構は、平面切断ナイフ構造の面内で関節運動するように構成されていない。平面バンド又はリボン構造を有する切断ナイフは、ロール中にエンドエフェクタの種々の要素同士の間で実質的に同心となる位置決めを維持するために、様々な結合構造を必要とするような外科用器具のロールDOFにさらに影響を与えることがある。

40

【0007】

シールするために血管等の組織で十分な把持圧力を達成することは、例えばロールDOFや関節運動DOF等の様々な他の例のDOF運動を達成することと組み合わせられる場合は特に、そのような器具においてさらに課題となる。また、十分な把持圧力を達成する

50

ことによって、全体的な器具のサイズを小さくしようとする試みが行われる場合に、課題を提起することになる。

【0008】

低侵襲性外科用器具の別のタイプは、ステーブル留め器具である。このようなステーブル留め器具は、いくつかのステーブル列を用いて組織を確実にステーブル留めし、且つこれらの器具は、それらステーブル列の間で切断ナイフを駆動させるために、一体化した切断機構も使用している。組織切断機構を有する低侵襲性ステーブル留め器具は、2つのDOF手関節運動機構に取り付けられた一体化されたステーブル留め及び切断用エンドエフェクタを伴って開発されており、それによって、エンドエフェクタの向きを、「ピッチ」と「ヨー」との両方で変化させることができる。例えば、特許文献1(2010年11月12日に出願；独立して回転する部材内での平列ドライブシャフト用のモータのインターフェイスを開示する)、特許文献2(2010年11月12日に出願；リンク接続された張力部材による手関節運動を開示する)、特許文献3(2010年11月12日に出願；ダブル・ユニバーサルジョイントを開示する)、及び特許文献4(2010年11月12日に出願；2つの自由度を有する手関節部の手術用ツールを開示する)を参照されたい。しかし、2つのDOF手関節運動機構を有するそのような器具は、典型的に、他の多くの低侵襲性外科用器具よりも大きい手関節部やエンドエフェクタ(すなわち、ステーブラ)の外径を有している。一例では、例えば、2つのDOF手関節運動ステーブラは、約13mmの外径を有する。一例では、ステーブル留め装置は、その構造が、ステーブル留め器具と同様の外径を有するので、組織融合とシール機能とを実行するために変更される。例えば、特許文献5(2010年7月22日に出願)を参照されたい。対照的に、例えば、カリフォルニア州サニーベールの"Intuitive Surgical, Inc."により市販されているロボット手術システムと共に使用されるような他の低侵襲性外科用器具は、手関節部及び/又はエンドエフェクタの外径が(例えば、エンドエフェクタの顎部の閉じた位置において)約5mmから約8mmの範囲の外径を有している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】米国特許出願第12/945,461号明細書

【特許文献2】米国特許出願第12/945,730号明細書

【特許文献3】米国特許出願第12/945,740号明細書

【特許文献4】米国特許出願第12/945,748号明細書

【特許文献5】米国特許出願公開第2010/0292691 A1号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

当業者は、所望の機能、特徴、及び性能を維持しつつ、外科用器具の全体のサイズを縮小させることは、多くの場合に、単に公知の構成要素の大きさを縮小させるケースに該当しないことを理解するであろう。例えば、約2mmから約3mmだけ器具の外径を減少させるような、さらに小さなサイズに縮小させつつ設計要件を維持することは、材料特性、構成要素の加工限界、可動パーツ間の摩擦の導入、構成要素のサイズが減少したときのその構成要素の強度の制限、高い力の要求を維持しつつより小さい機構の全体的なデザイン、及び操作上の他の影響による困難な課題を含む可能性がある。従って、非常に所望されているが、一体化された組織融合及び切断機能、2つのDOF手関節運動機構、及び他の一般的に使用される低侵襲性外科用器具のオーダーの外径を有する低侵襲性外科用器具は、利用可能でなかった。また、ロボット手術システムとインターフェイス接続されるとともにこのロボット手術システムによって制御することができるような外科用器具が、所望されている。

【課題を解決するための手段】

【0011】

10

20

30

40

50

本教示によって、上述した問題の1つ以上が解決され、及び/又は上述した所望される特徴のうちの1つ以上を実証することができる。他の特徴及び/又は利点は、以下の詳細な説明から明らかになるであろう。

【0012】

様々な例示的な実施形態に従って、本教示は、外科用器具を企図しており、この外科用器具は、基端及び先端を有するシャフトと、このシャフトの先端に結合されるとともに、複数の自由度で関節運動するように構成された手関節部とを備える。外科用器具は、手関節部によって支持されたエンドエフェクタをさらに備えており、ここで、エンドエフェクタは、切断要素と、組織を把持するとともに例えば電気外科的エネルギーを介して組織を融合するように構成された顎部とを備える。外科用器具は、遠隔操作ロボット手術システムと共に使用するように構成することができ、このシステムは、外科用器具とインターフェイス接続されるとともにこの外科用器具を作動するように構成された患者側コンソールと、外科医からの入力を受信して外科用器具の作動を制御するように構成された外科医側コンソールとを備える。

10

【0013】

様々な例示的な実施形態に従って、本教示は、外科用器具を作動させる方法を企図しており、この方法は、ピッチとヨーの少なくとも一方において外科用器具の複数の自由度を有する手関節運動部を関節運動させるために、外科用器具の基端部分に配置された伝達機構において少なくとも1つの第1の入力を受け取るステップと、第1の入力に応答して、手関節部を関節運動させるために、伝達機構を介して1つ以上の力を伝達するステップとを含む。この方法はさらに、手関節部によって支持されたエンドエフェクタの顎部を開くために、伝達機構において第2の入力を受け取るステップと、顎部を開くために、伝達機構を介してトルクをトルク駆動部品に伝達するステップとを含む。この方法は、エンドエフェクタの顎部を閉じるために、伝達機構において第3の入力を受け取るステップと、顎部を閉じて顎部同士の間で組織を把持するために、伝達機構を介してトルクをトルク駆動部品に伝達するステップとをさらに含む。さらに、この方法は、組織を融合するために、顎部に電気外科的エネルギーを伝達するステップと、エンドエフェクタの切断要素を平行移動させるために、伝達機構において第4の入力を受け取るステップと、エンドエフェクタに対して切断要素を平行移動させるために、伝達機構を介して切断要素の駆動部品に力を伝達するステップとを含む。

20

30

【0014】

本教示のさらなる目的及び利点は、以下の詳細な説明において一部について説明され、一部について、詳細な説明から明らかとなり、すなわち本願の開示及び/又は特許請求を実施することによって知得することができる。本発明のこれらの目的及び利点の少なくともいくつかは、添付の特許請求の範囲において特に指摘される要素及び組み合わせにより実現され達成されるであろう。

【0015】

前述した概要及び以下の詳細な説明の両方は、例示的且つ説明的なものであり、本願の開示及び均等物を含む範囲の全容に権利が及ぶ特許請求の範囲を限定するものではないことを理解されたい。

40

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本開示の例示的な実施形態に従った、低侵襲性外科用器具の概略的な斜視図である。

【図2A】例示的な実施形態に従った、図1の外科用器具のシャフトと手関節部との部分縦断面図である。

【図2B】図2Aの矢視2B-2Bから見た器具シャフトの横断面図である。

【図3】例示的な実施形態に従った、図1の外科用器具のエンドエフェクタと、手関節部と、シャフトの一部との詳細な斜視図である。

【図4】例示的な実施形態に従った、図1のエンドエフェクタと、手関節部と、シャフト

50

の一部との、部分的に切取られた部分分解斜視図である。

【図5】例示的な実施形態に従った、図1のエンドエフェクタと、手関節部と、シャフトの一部との、部分的に透過された部分分解斜視図である。

【図6】例示的な実施形態に従った、手関節用の駆動腱の部分斜視図である。

【図7A】例示的な実施形態に従った、把持駆動ナットの斜視図である。

【図7B】図7Aの矢視7B-7Bから見た把持駆動ナットの断面図である。

【図8A】例示的な実施形態に従った、トルクチューブの例示的な実施形態の部分側面図である。

【図8B】図8Aの矢視8B-8Bから見たトルクチューブの断面図である。

【図9】例示的な実施形態に従った、顎部アセンブリの分解図である。

【図10】例示的な実施形態に従った、切断要素と切断用駆動部品との分離された、部分側面図である。

【図11】例示的な実施形態に従った、図3~5のエンドエフェクタの顎部と切断要素との底部の分離された、部分斜視図である。

【図12A】本開示の様々な例示的な実施形態に従った、外科用器具を使用することができる例示的なロボット手術システムの概略斜視図である。

【図12B】本開示の様々な例示的な実施形態に従った、外科用器具を使用することができる例示的なロボット手術システムの概略図である。

【図13】本開示の様々な例示的な実施形態に従った、融合及び切断用外科用器具を作動させるための例示的な方法を示すフロー図である。

【図14A】例示的な実施形態に従った、図1の外科用器具のラベル付けされた対応する部分の詳細図である。

【図14B】例示的な実施形態に従った、図1の外科用器具のラベル付けされた対応する部分の詳細図である。

【図15】例示的な実施形態に従った、図2Aのアダプター構造とシールとの断面図である。

【図16】例示的な実施形態に従った、開いた位置の顎部が示されており、スペーサを有した顎部の分離された、斜視図である。

【図17】例示的な実施形態に従った、融合及び切断用外科用器具のエンドエフェクタと、手関節部と、シャフトの一部との、部分切断斜視図である。

【図18】例示的な実施形態に従った、ケーブルの配線プラグの斜視図である。

【図19】図17のクレビスにおけるチャンネルの例示的な実施形態の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

本開示は、以下の詳細な説明と、添付の図面とのどちらか一方又は一緒に参照することにより理解することができる。図面は、本開示のさらなる理解を提供するために含まれ、且つ本明細書に組み込まれるとともに、本明細書の一部を構成する。図面は、本開示の1つ以上の例示的な実施形態を示しており、詳細な説明と共に一定の原理及び操作を説明する役割を果たす。

【0018】

この詳細な説明と例示的な実施形態を示す添付図面とは、本開示の範囲を規定する特許請求の範囲を限定するものとして解釈すべきではない。様々な、機械的な、配置的な、構造的な、電気的な、及び動作的な変更が、この詳細な説明と均等物を含む特許請求の範囲に記載の本発明との範囲から逸脱することなく実施され得る。いくつかの例において、周知の構造及び技術は、本開示を不明瞭にしないために詳細に示されておらず又は説明されていない。複数の図面において同様の参照符号は、同一又は類似の要素を表す。さらに、一実施形態に関連して詳細に説明される要素とそれに関連する特徴は、可能なときは、それらは特に図示又は説明されない他の実施形態に含まれ得る。例えば、ある要素が、1つの実施形態に関連して詳細に説明されており、且つ第2の実施形態に関連して説明されていない場合に、その要素は、それにもかかわらず、第2の実施形態に含まれるように特許

10

20

30

40

50

請求の範囲に含められてもよい。

【0019】

本明細書及び添付の特許請求の範囲の目的について、特に断らない限り、数量、パーセンテージ、又は比率、及び明細書並びに特許請求の範囲において使用される他の数値を表すすべての数は、それらの数値が未だ変更されていない限度において、用語「約」によって、全ての場合において変更され得ると理解されるべきである。従って、それに反する指示がない限り、以下の明細書及び添付の特許請求の範囲に記載された数値パラメータは、本発明によって取得しようとする所望の特性に依存して変化し得る近似値である。少なくとも、特許請求の範囲に対する均等論の適用を制限しない企図として、各数値パラメータは、少なくとも報告された有効数字の数として及び通常の見捨入手法を適用された数として解釈されるべきである。

10

【0020】

本発明の広い範囲を示す数値範囲及びパラメータが、近似値であるにもかかわらず、具体的な実施例において示される数値は、可能な限り正確に報告されている。しかしながら、任意の数値は、それぞれの試験測定に見られる標準偏差に由来する特定の誤差を必然的に含んでいる。また、本明細書に開示される全ての範囲は、その中に包含されるあらゆる部分範囲を包含すると理解されるべきである。

【0021】

なお、本明細書及び添付の特許請求の範囲において使用されるように、単数形、「1つの(a)」、「1つの(an)」、及び「その(the)」と、任意の単語の単数形の使用とが、1つの指示対象に明示的に且つ明確に限定されない限り、複数の指示対象を含むことに留意されたい。本明細書で使用されるように、用語「含む、有する、備える(include)」及びその文法上の活用形は、非限定的であることが意図されており、それによって、リスト内の項目の列挙は、そのリスト項目に置換又は追加することができる他の同様な項目を排除していない。

20

【0022】

様々な例示的な実施形態に従って、本開示は、外科用器具を企図しており、この外科用器具は、シャフトと、ピッチ及びヨー方向の両方で並びにこれらの組合された方向に関節運動可能な手関節部と、把持、融合、及び切断処置を実施するように動作可能な構成要素を含むエンドエフェクタとを備えている。本開示は、組織（例えば、血管）融合を達成するために望ましい十分な把持力（把持された組織上への圧力を含む）と、関節運動及び器具のロールDOF運動の比較的広い範囲に亘る十分な切断力との両方を提供することができるような外科用器具を企図している。さらに、様々な例示的な実施形態において、本開示は、低侵襲性であり且つコンパクトな設計を提供するような外科用器具を企図しており、この外科用器具は、シャフトと、手関節部と、エンドエフェクタとからなる全体的な外径を有しており、その外径は、他の低侵襲性外科用器具に比べて比較的小さいものであり、この外科用器具は、例えば様々なステーブル留め器具等の多目的エンドエフェクタと組み合わせられる手関節運動構造を使用する。

30

【0023】

本開示の種々の例示的な実施形態は、従って、一体化された組織融合及び切断用エンドエフェクタを提供し、このエンドエフェクタの向きは、デカルトのピッチ、ヨー、ロールDOFで独立して制御可能である。また、手関節部が、器具のシャフトの長手方向軸線に対してピッチ及びノ又はヨーで関節運動される場合、及びノ又は器具シャフトとエンドエフェクタとが、ロール運動されている（すなわち、シャフトの長手方向軸線の周りに回転される）場合であっても、切断要素は、エンドエフェクタの顎部の長手方向に実質的に沿ってエンドエフェクタに対する運動について平行移動DOFで独立して制御することができる。

40

【0024】

図1を参照すると、本開示の例示的な実施形態に従って、低侵襲性外科用器具100の概略図が示されており、且つ様々な構成要素が詳細に示されている。図1は、低侵襲性外

50

科用器具 100 の斜視図であり、図 14A ~ 図 14B は、図 1 のラベル付けされた対応する部分の例示的な実施形態の詳細図を示す。「基端」及び「先端」の方向は、図 1 に示される方向を規定するように本明細書で使用され、ここで、先端は、一般的に、例えば外科的処置を行う際に、器具 100 の意図された操作上の使用において、運動アームに沿ったさらなる方向であるか、又は手術作業部位に最も近い箇所である。図 1 に示されるように、器具 100 は、一般に、力/トルク駆動伝達機構 1 と、この伝達機構 1 に取り付けられた器具シャフト 2 と、器具 100 の先端に配置された一体化された把持、融合、及び切断用エンドエフェクタ 3 と、シャフト 2 及びエンドエフェクタ 3 の間のシャフト 2 の先端に配置される手関節運動部 4 とを備える。様々な例示的な実施形態において、エンドエフェクタ 3 の先端から伝達機構 1 の基端までの器具 100 の全長は、約 53.34 cm (21 inches) から約 63.5 cm (25 inches) の範囲である。

10

#### 【0025】

例示的な実施形態において、器具 100 は、低侵襲性手術ロボットシステムに取り付けられるとともに、この低侵襲性手術ロボットシステムと一緒に使用されよう構成されており、例示的な実施形態では、このシステムは、図 12A 及び図 12B の概略斜視図及び概略図に示されているように、患者側コンソール 1000 と、外科医側コンソール 2000 と、電子機器/制御コンソール 3000 とを備えている。なお、図 12A 及び 12B 中のシステム構成要素は、特定の位置として示されておらず、必要に応じて、患者側コンソールが、患者に手術を行うために患者に対して配置されることに留意されたい。器具 100 を利用することが可能な手術用ロボットシステムの非限定的な例示の実施形態は、"Intuitive Surgical, Inc." により市販されているダビンチ (登録商標) Si (モデル No. IS3000) である。一般に、外科医側コンソール 2000 は、把持機構 2004 や、フットペダル 2002 等を含むがこれらに限定されない様々な入力デバイスによって外科医からの入力を受け取る。外科医側コンソールは、マスター制御装置として機能することにより、患者側コンソール 1000 は、外科用器具の所望の動作を実施するためのスレーブとして作用し、それに応じて所望の外科処置を実施する。外科医側コンソール 2000 は、外科医が手術部位の三次元画像を視認することが可能なビューア又はディスプレイ 2006 を含むこともできる。患者側コンソール 1000 は、例えば、エンドエフェクタを含む外科用器具 (例えば、外科用器具 100) と、内視鏡とを含むがこれらに限定されない様々なツールを保持するように構成された複数の関節アーム 1002 を備える。外科医側コンソール 2000 のコマンド入力に基づいて、患者側コンソール 1000 は、外科用器具の伝達機構とインターフェイス接続して、所望の医療処置を行うために、外科用器具を位置決めするとともに作動させることができる。電子機器/制御コンソール 3000 は、患者側コンソール 1000 と外科医側コンソール 2000 とに各種制御信号を送信するとともに、これらのコンソール 1000 と 2000 とから各種制御信号を受信して、例えば、外科医側コンソール 2000 のディスプレイ 2006 及び/又は電子機器/制御コンソール 3000 に関連付けられたディスプレイ 3006 に表示させるために、(例えば、患者側コンソール 1000 において内視鏡からの) 光を送信するとともに画像を処理することができる。当業者は、一般に、このようなロボット制御の手術システムに精通している。

20

30

40

#### 【0026】

例示的な実施形態において、電子機器/制御コンソール 3000 は、このコンソール 3000 において 1 つ以上の制御装置に一体化された全ての制御機能を有していてもよく、或いは (例えば、図 12B の 3080 に示されるような) 追加の制御装置を、別個のユニットとして提供してもよく、便宜上、電子機器/制御コンソール 3000 上の (例えば、棚に) 支持されている。このような制御装置は、例示的な実施形態において、例えば図 12B によって示されるように、外科用器具 100 と直接的な電気/制御通信をすることができる。後者の追加の制御装置は、例えば追加の機能を必要とする外科用器具を制御するために既存の電子機器/制御コンソールを改造するとき、有用である。電子機器/制御コンソール 3000 は、例示的な実施形態において、外科用器具のエンドエフェクタに送

50

達され得る電気焼灼エネルギー用の別個の制御装置 3090 を含むこともできる。同様に、様々な例示的な実施形態において、1つ以上の入力機構は、外科医側コンソール 2000 に一体化することができるが、様々な他の入力機構（例えば、図 12B の要素 2090 によって示される）は、別個に追加して設けてもよく、システムの使用中に、外科医とアクセスするために提供されているが、必ずしも外科医側コンソール 2000 に一体化されていない。

#### 【0027】

伝達機構 1 が、受け取った作動入力を結果として生じるトルクと力とに伝達して、複数の DOF を有する外科用器具において生じる様々な動作を達成するために、器具シャフト 2 と、手関節部 4 と、エンドエフェクタ 3 と、関連する構成要素とに運動を生じさせる。例えば、伝達機構 1 は、シャフト 2 をロールするために入力（例えば、トルク入力）を介して制御され、結果的にエンドエフェクタ 3（ロール DOF）が、エンドエフェクタ 3（把持又はクランプ DOF）の顎部を開閉させ；手関節運動部 4（関節運動 DOF）が、切断要素を平行移動させる（平行移動 DOF）（図 1 には示されていない）。以下でさらに詳細に説明するように、様々な例示的な実施形態において、手関節部 4 は、エンドエフェクタ 3 の「ピッチ」及び「ヨー」運動の両方を提供するために、直交方向に 2 つの DOF を有する関節運動をするために構成されている（ヨーは、エンドエフェクタの顎部の運動面として任意に規定されており、ピッチはヨーに直交する）。

#### 【0028】

図 14B の例示的な実施形態に示されているように、図 1 の伝達機構 1 として使用することができる伝達機構 141 の例示的な実施形態の下側が示されており、この伝達機構 141 は、以下でより詳細に説明するように、外科用器具 1 の各種動作を駆動させるための入力を受け取るために、図 12A 及び 12B の患者側制御コンソール 1000 等とインターフェイス接続されるように構成された 1 つ以上の入力駆動ディスク 40 を含むことができる。

#### 【0029】

上述したように、例示的な実施形態において、例えば図 14A 及び図 14B に示されるように、伝達機構 141（内部ビューを提供するために保護カバーが取り外された状態で図 14A に示される）は、例えば、当業者が精通しているような、入力ディスク 40 とインターフェイス接続されるロボット手術システムの遠隔操作サーボアクチュエータを介して、例えばトルク入力を含む様々な入力を受け取るように構成することができる。これらのトルク入力は、（図 14A 及び図 14B に 142 とラベル付けされた）器具シャフトにロール運動を伝達するために使用できるとともに、エンドエフェクタの顎部を開閉するために力を伝達するために使用することができる（図 1 のエンドエフェクタ 3 の顎部は閉じた位置で示されている）、且つ例えば 2 つの DOF 関節運動をする手関節部（図 1 の手関節部 4）を関節運動させるように力を伝達するために使用することができる。また、例示的な実施形態において、伝達機構 141 は、例えばロボット手術制御システムから（例えば、中央制御コンソール 3000 に一体化される又はそのコンソール 3000 に関連付けられるが別個に配置されるかのいずれかである制御装置を介して）入力電圧を受電して、ギア、ラック及びピニオン機構 50 を介して切断要素（図 1 には図示せず）を駆動させるための、搭載型電動モータ 5 を含むことができる。搭載型モータ 5 のような搭載型モータを使用して切断要素を駆動させるとともに制御することに関する詳細については、“SURGICAL INSTRUMENT WITH MOTOR”という表題の、米国仮特許出願第 61/491,698 号明細書（2011年5月31日に出願）、及び“SURGICAL INSTRUMENT WITH CONTROL FOR DETECTED FAULT CONDITION”という表題の、米国仮特許出願第 61/491,671 号明細書（2011年5月31日に出願）を参照されたい、また、これら両文献は、その全体が参照として本明細書に組み込まれる。

#### 【0030】

図 14A 及び図 14B の例示的な実施形態は、遠隔操作サーボアクチュエータを含むロボット手術システムからの駆動トルク/力入力にインターフェイス接続されるとともに、

10

20

30

40

50

受け取るように構成された伝動機構 1 4 1 を示しているが、代替実施形態において、追加の搭載型モータ及び/又は手動作動に依存する伝達機構は、図 1 の外科用器具に利用することができる。当業者は、利用可能な作動入力の数に依存して、いくつかの器具の実施形態は、器具の外部から（例えば、遠隔操作サーボモータから）全作動入力を受け取ることができ、いくつかの器具（例えば、ハンドヘルド器具）は、すべての機器の機構を駆動させるために、搭載型モータを有していてもよく、図 1 4 A 及び図 1 4 B に示された伝達機構を組み込んだ図示される実施形態のいくつかの器具は、外部作動入力と搭載型駆動モータとの様々な組み合わせを用いることができることを理解するであろう。搭載型モータの場合には、そのようなモータを駆動するために使用される入力電圧は、中央制御装置（例えば、図 1 2 A 及び図 1 2 B に示されるような、電子機器/制御コンソール 3 0 0 0 及び/又は関連付けられ別個に取り付けられた制御装置等（例えば、制御装置 3 0 8 0 ））から供給することができ、又はハンドヘルド器具の場合には、その器具本体に設けられた電圧源から供給される。同様に、当業者は、ギア、プーリ、リンク、ジンバルプレート、及び/又はレバー等の様々な組み合わせ（図 1 4 A に示される例示的な実施形態）は、作動力及びトルクを様々な器具の構成要素に伝達するために使用することができることを理解するであろう。伝達機構 1, 1 4 1 を使用して、例えば、図 1 2 A 及び図 1 2 B の患者側コンソール 1 0 0 0 を介して受信した入力を伝達機構 1, 1 4 1 においてトルク及び/又は力に変換して、最終的にシャフト 2 と、エンドエフェクタ 3 の顎部と、手関節部 4 との動作を駆動させることができるような例示的な構成要素に関するさらなる詳細については、以下の文献を参照されたい。"GRIP FROCE CONTROL IN A ROBOTIC SURGICAL INSTRUMENT" という表題の、米国仮特許出願第 6 1 / 4 9 1 , 8 0 4 号明細書（2 0 1 1 年 5 月 3 1 日に出願）；"DECOUPLING INSTRUMENT SHAFT ROLL AND END EFFECTOR ACTUATION IN A SURGICAL INSTRUMENT" という同一の表題の、米国仮特許出願第 6 1 / 4 9 1 , 7 9 8 号明細書（2 0 1 1 年 5 月 3 1 日に出願）及び米国特許出願第 1 3 / 2 9 7 , 1 6 8 号明細書（2 0 1 1 年 1 1 月 1 5 日に出願）；"SURGICAL INSTRUMENT WITH SINGLE DRIVE INPUT FOR TWO END EFFECTOR MECHANISMS" という表題の、米国仮特許出願 6 1 / 4 9 1 , 8 2 1 号明細書（2 0 1 1 年 5 月 3 1 日に出願）を参照されたい、また、これらのすべての文献が、その全体が参照として本明細書に組み込まれる。

#### 【 0 0 3 1 】

伝達機構 1, 1 4 1 はまた、導電体を収容する（図 1 又は図 1 4 A 及び図 1 4 B には図示せず）がすることもでき、この導電体は、最終的にエンドエフェクタ 3 に伝達され且つ組織を融合させるために使用されるコネクタ 4 2 , 1 4 2 を介して電気外科的エネルギーを受け取る。導電体は、伝送機構 1, 1 4 1 から保護チューブ 4 3 , 1 4 3 を通じて配線(route)することができる。

#### 【 0 0 3 2 】

ここで、図 2 A 及び図 2 B の断面図を参照すると、シャフト 2 は、実質的に剛性であり、且つ絶縁層 2 5 0 によって取り囲まれたメインチューブ 2 0 0 を有する。様々な例示的な実施形態において、メインチューブ 2 0 0 は、例えばステンレス鋼等の比較的薄い壁厚を有する高い引張強度を示す金属材料で作製することができる。比較的強く、さらに薄肉チューブを提供する性能はまた、器具の様々な構成要素が通過可能な内部空間を最大限確保しつつ、強度要件を充足することを可能にする。様々な例示的な実施形態において、外側絶縁層は、電気絶縁性であり、比較的高い誘電強度及び比較的高い耐擦傷性を示す材料を含むとともに、比較的容易にチューブ 2 0 0 に適用することができる、比較的低摩擦を有し、及び/又は比較的に低い誘電率を有する。例示的な一実施形態において、外側絶縁層は、エポキシ樹脂等のコーティング、例えば多層（例えば、2 層）エポキシコーティング等とすることができる。外側絶縁層用の他の適切な材料は、例えば、ポリフッ化ビニリデン（P V D F）、ポリオレフィン、及び/又はフルオロエチレン-プロピレン（F E P）を含むことができるが、これらに限定されない。

#### 【 0 0 3 3 】

メインチューブ 2 0 0 は、伝達機構 1 から、手関節部 4 とエンドエフェクタ 3 と（図 2

10

20

30

40

50

A及び図2Bには示されていない)に様々な構成要素を配線(route)するように構成されている。中央チャンネル210は、手関節部4を介して配線されたトルク駆動部品18に結合されるエンドエフェクタ把持部の中空ドライブシャフト218と、エンドエフェクタ切断要素の駆動部品20との両方を受容する内腔を提供しており、これらの両方について以下に詳細に説明する。同心に配置された切断要素の駆動要素20とドライブシャフト218の内面との間の空間に、スペーサ機構215が配置される。スペーサ機構215は、切断要素の駆動部品20を位置決めするとともに、切断要素の駆動部品20をバックル(締め金)で留めることがある器具の動作中の力を吸収するのに役立つ。様々な例示的な実施形態において、スペーサ機構215は、例えば、低密度ポリエチレン(LDPE)又は他の適切な材料等の比較的摩擦を有するプラスチックで作製することができる。中空ドライブシャフト218は、より大きな内径及び外径からなる領域218aと、より小さな内径及び外径からなる領域218cと、領域218aから領域218cにテーパが付けられている内径及び外径を有する移行領域218bと、を含む。より具体的には、領域218aは、中央チャンネル210の内径にほぼ等しい外径と、スペーサ機構215を収容するのに十分な内径とを有する。領域218cは、切断要素の駆動部品20の外径にほぼ等しい内径と、トルク駆動部品18の外径にほぼ等しい外径とを有する。より大きな直径の領域218aは、エンドエフェクタの顎部を開閉するために使用されるトルク駆動部品18(以下でさらに詳細に説明する)に関連付けられる力に起因するチューブ218のねじり力を最小限に抑えることを助ける。より小径の領域218cは、ドライブシャフト218がトルク駆動部品18に突合せ溶接されることを可能にする。

10

20

#### 【0034】

シャフト2はまた、エンドエフェクタ3にバイポーラ電気外科的エネルギーを伝達するための導電体11a, 11b(図2Bの断面図に示される)を収容するとともに配線するために、中央チャンネル210とメインチューブ200との間に空間211を含む。様々な例示的な実施形態において、電気絶縁材料11c, 11dは、導電体11a, 11bを取り囲む。当業者には良く知られている方法で、手関節部4を制御する腱はまた、中央チャンネル210とメインチューブ200との間の空間211のシャフト2を通じて配線される。中央チャンネル210は、例えばロールDOFの間に、トルク駆動部品18に及び/又はドライブシャフト218に作用するケーブル45からの力を分離させることを補助する。図示された例示的な実施形態において、腱は、ハイポチューブ245を部分的に通って延びるとともに、ハイポチューブ245に圧着されるケーブル45を含んでいる。ハイポチューブ245は、シャフト2の基端から延びており、シャフト2の先端より僅かに基端側の位置で終端する。ケーブル45は、ハイポチューブ245からスペーサ215に沿ってほぼアキシャル位置から延びており、手関節部4の様々なリンクで終端する。例えば、図2Aに示されるように、ハイポチューブ245は、シャフト2に沿った位置で、トルクドライブシャフト218の移行領域218bのほぼ先端で終端する。様々な図には示されていないが、腱は、最終的には伝達機構1の様々な駆動部品に取り付けるべく、ハイポチューブの基端から延びるケーブルを含むことができる。ハイポチューブ245は、シャフト2の大部分の長さに沿って腱を補強するのを助ける、ここで、関節運動が発生しておらず、手関節部4を関節運動させるときに、腱の張力によって生じる引張力を吸収する。手関節部4及び伝達機構1において提供された腱のケーブル45は、張力を効果的に加えるために、これらの位置において同様な曲げを可能にするコンプライアントな、可撓性の構造を提供する。当業者は、ケーブル以外の構造が、例えば、伝達機構1において、手関節部4を関節運動させるための比較的高い張力に耐えることができ、手関節部4の関節運動とともに曲げるために相対的に高い可撓性を有するような他のフィラメント又はワイヤ構造を含むような腱の要素45のために使用されることを理解するであろう。

30

40

#### 【0035】

当業者であれば、様々なチャンネル、腱、導電体等の配置を含む他のシャフト構成は、本開示の範囲から逸脱することなく、伝達機構1において、入力によってエンドエフェクタ3を操作するために使用される様々な要素を配線するように使用できることを理解するで

50

あろう。しかしながら、様々な例示的な実施形態において、必要な力伝達強度と、様々な構成要素の同心となる動作を維持することと組み合わせたスペースの制約によって、エンドエフェクタの種々の所望の機能を可能にするために必要な様々な構造の配線を決定するときに、駆動部を有する構成とすることができる。

#### 【0036】

図2Aと、図15の分離された要素の詳細図を参照すると、シャフト2の先端部を手関節部4に接続するために、アダプター構造230が使用される。このアダプター構造230は、構造体230の先端部において、より大径のヘッド部分232によって取り囲まれた中央プラグ部分231を含むプラグ状構成を有している。中央プラグ部分231の基端部233は、より小さい直径を有しており、中央チャンネル210内に受容される、ここで

10

、基端部233の外表面と中央チャンネル210の内面とが、かしめ取り付け具により接合される。ヘッド部分232は、その先端232aにおいて手関節部4の基端側リンクに接続されるとともに、その基端232bにおいてシャフト2のメインチューブ200に接続される。ヘッド部分232の外径は、シャフト2と手関節部4との間に実質的に円滑な移行部を提供するために、手関節部4とシャフト2との外径とほぼ等しくしている。例示的な実施形態において、アダプター構造230は、ステンレス鋼で作製することができる。

#### 【0037】

図2A及び図15に示される例示的な実施形態において、アダプター構造230には、シール機構235、236(図4の図面に235としても示されている)も設けられている。シール機構235は、シャフト2の先端において、腱45と導電体11a、11bと

20

について液体シールを提供する。シール機構236は、部分218cにおいてドライブシャフト218について液体シールを提供する。シール機構235、236は、例えば、シリコンや各種熱可塑性エラストマー(TPEs)を含むが、これらに限定されないような、シールするために一般に使用される様々な材料で作製することができる。特に、シール機構236は、低摩擦材料で作製することができる。

#### 【0038】

ここで、図3~5を参照すると、エンドエフェクタ3と手関節部4とのさらなる詳細が説明される。図3は、エンドエフェクタ3と、手関節部4と、シャフト2の一部とを示す図1の一部に対応する詳細な部分の斜視図である。図4は、図3のような器具について同様な部分を示しているが、エンドエフェクタ3の上側顎部をより良く見せるために部分的

30

に分解されており、器具の内部機構をより良く見せるために(ただし、一定の内部機構が説明を容易にするために取り除かれている)、手関節部4とシャフト2の先端とが部分的に切取られている。図5は、エンドエフェクタの顎部の分解図を含む図4と同様の図であり、部分的に透過されており且つ部分的に切り取られたエンドエフェクタ3のクレビスを示している。手関節部を操作する腱は、図4及び図5には示されていない。

#### 【0039】

図3~5に示されるように、手関節部4は、いくつかの手関節のリンク12を含む。図示される例示的な実施形態において、リンク12は、手関節部4の2つのDOF関節運動を提供するピッチ-ヨー-ヨー-ピッチ構成(図3にラベル「P」と「Y」とでそれぞれ識別される)として配置されている。しかし、このような構成は、非限定的且つ例示的な

40

ものであるが、リンクの他の組合せが、所望される手関節部に沿った様々なピッチ及び/又はヨー関節運動を提供するために設けられてもよい。手関節部4の一般的な構成の原理の詳細については、例えば、2004年11月16日に許可された、"SURGICAL TOOL HAVING POSITIVELY POSITIONABLE TENDON-ACTUATED MULTI-DISK WRIST JOINT"という表題の、米国特許第6,817,974 B2号明細書を参照されたい、また、この文献は、参照することにより本明細書に組み込まれる。ケーブル45を含む手関節作動用腱は、手関節の運動を提供するために、手関節リンク12の外周領域に配置された小孔46を通じて配線される。ケーブル45とハイポチューブ245とを含む腱上の一定の張力は、シャフト2の先端に適切に位置決めされたエンドエフェクタ3とともにリンク12を保持する。

50

## 【 0 0 4 0 】

分離された状態の例示的な腱の実施形態を示す図 6 の例示的な実施形態に示されるように、ケーブル 4 5 は、リンク 1 2 に取り付けべく、その先端に U 字形状を形成するために折り曲げることができる。図示される外科用器具の例示的な実施形態において、図 6 に示されるような 6 つの U 字形状の腱構造は、手関節部 4 の 2 つの D O F 関節運動（例えば、ピッチ - ヨー - ヨー - ピッチ）を制御するために使用することができ、ここで、3 つの U 字形状腱は、中央リンクで終端し（すなわち、折り曲げられる）、この 3 つの U 字形状腱は、図 2 A に示されるように、例示的な実施形態において、クレビス 6（以下でより詳細に説明される）を含む先端のリンクにおいて終端する（すなわち、折り曲げられる）。様々な例示的な実施形態において、腱 4 5 は、約 2 . 2 6 8 k g ( 5 l b s ) から約 1 1 . 3 4 k g ( 2 5 l b s ) の範囲の最大作業負荷で動作され、例えば約 7 . 6 2 k g ( 1 6 . 8 l b s ) で動作され、約 1 . 5 倍から約 3 倍の作業負荷の荷重に耐えることもできる。

10

## 【 0 0 4 1 】

例示的な実施形態において、腱は、U 字形状であり、手関節部 4 の各リンク 1 2 において折り曲げられるが、ケーブルが、折り曲げなしにリンク 1 2 においてその端部で終端するような単一のケーブルとして提供することができることを理解されたい。このような構成において、例えば、ケーブルやハイポチューブの全体数を低減することができる。いくつかのケースでは、そのようなケーブル構成において、U 字形状のケーブル構成に使用されるケーブルの強度を高めることが望ましい場合がある。当業者は、低侵襲性ロボット手術器具においてリンク駆動される手関節運動機構を作動させるための様々な腱の構成に精通している。

20

## 【 0 0 4 2 】

様々な例示的な実施形態において、手関節部 4 は、約 5 m m から約 1 2 m m の範囲の外径を有していてもよく、例えば、約 5 m m から約 8 . 5 m m までの外径であり、全長 L w は、約 0 . 9 5 2 5 c m ( 3 / 8 i n c h e s ) から約 1 . 6 9 3 c m ( 2 / 3 i n c h e s ) である。様々な例示的な実施形態において、ピッチ又はヨーのいずれかの手関節部 4 の動作の範囲は、+ / - 9 0 度であり、ロールにおける動作の範囲は、約 + / - 2 6 0 までであり、例えば、+ / - 1 8 0 度である。全体のサイズ（例えば、横方向及び長手方向の寸法）は、例えば切断要素の平行移動とエンドエフェクタ 3 の顎部の把持とを含む、エンドエフェクタ 3 を操作するために手関節部 4 を通じて伝達される様々な動作（及び対応する駆動機構）によって制約される。さらに、本教示の例示的な実施形態は、手関節部が、例えば上述した動きの範囲で関節運動及びロール運動しながら、エンドエフェクタのこれらの様々な動きを実現することができる。

30

## 【 0 0 4 3 】

上述したように、例示的な実施形態において、ピッチ及びヨー入力は、ロボット手術システムの患者側コンソール（例えば、患者側コンソール 1 0 0 0）に関連付けられた遠隔操作サーボアクチュエータを介して伝達機構 1 によって受け取ることができる。例えば、伝達機構 1 は、伝達機構 1 4 1 の例示的な実施形態のように構成することができ、図 1 4 B に示されるように、1 つの入力駆動ディスク 4 0 を介してピッチ入力を受け取るとともに別のドライブディスク 4 0 を介するヨー入力を受け取り、送信機構 1 4 1 内で入力シャフト（1 つの入力シャフト 6 0 が図 1 B に示されている、他は図面から隠されている）を回転させるために、別の入力駆動ディスク 4 0 を介して入力を受け取るように構成することができる。伝達機構に設けられたギア、リンク、プーリ、及びジンバル機構のシステムを介して、入力シャフト 6 0 の入力及び回転は、例えば、腱 4 5 / 2 4 5 の張力を増加又は減少させる、及び / 又はシャフト 2 をロールさせるために伝達させることができる。接合されたリンク手関節構造を関節運動させるために、腱の張力を制御するために使用することができる伝動機構の種々の例については、以下の文献を参照されたい。2 0 0 4 年 1 月 1 6 日に許可された、" SURGICAL TOOL HAVING POSITIVELY POSITIONABLE TEND ON-ACTUATED MULTI-DISK WRIST JOINT " という表題の、米国特許第 6 , 8 1 7 , 9 7 4 B 2 号明細書を参照されたい、また、この文献は、参照によりその全体が本明細書に

40

50

組み込まれる。

【 0 0 4 4 】

図 3 ~ 5 A のクレビス 6 を再び参照すると、上述したように、エンドエフェクタ 3 が、手関節部 4 に取り付けられており、この手関節部 4 が、エンドエフェクタ 3 の対向する上側及び下側顎部 7 a , 7 b を支持している。顎部 7 a , 7 b は、開いた位置と閉じた位置との間で顎部 7 a , 7 b を運動させるようにクレビスピン 8 の周囲で回転される。つまり、顎部 7 a は、図面の外科用器具の向きにおいて、クレビスピン 8 を中心にして上方に回転させ、顎部 7 b は、クレビスピン 8 を中心にして下方に回転させる。(開いた位置として提供されたエンドエフェクタの顎部 1 6 0 7 a , 1 6 0 7 b を示す図 1 6 を参照されたい)。クレビスピン 8 は、クレビス耳部 9 a , 9 b の孔を貫通して延びるとともに、顎部 7 a , 7 b の各々に関連付けられたカム・エクステンション(伸長部) 1 3 a , 1 3 b それぞれに設けられた貫通孔 1 7 a , 1 7 b を貫通して延びている。クレビス耳部 9 a , 9 b の各々は、スロット 1 0 a , 1 0 b (図 3 及び図 5 に示される)を含む。スロット 1 0 a , 1 0 b の各々は、以下でより詳細に説明するように、駆動ナット 1 6 の反対側に延びる突起部 1 6 3 a , 1 6 3 b を受容する。各カム・エクステンション 1 3 a , 1 3 b が、各孔部 1 7 a , 1 7 b の基端側に配置されている角度の付いたカムスロット 1 4 a , 1 4 b を含み、これらカムスロット 1 4 a , 1 4 b が、駆動ナット 1 6 のそれぞれの反対側に延びる突出部 1 6 3 a , 1 6 3 b をさらに受容する。図 4 及び図 5 中の器具の位置に示されるように、カム・エクステンション 1 3 a には、先端から基端方向に下向きに角度が付けられたカムスロット 1 4 a が設けられる一方、カム・エクステンション 1 3 b には、先端から基端方向に上向きに角度の付いたカムスロット 1 4 b (図 5 に示される)が設けられる。図 3 に確認されるように、例えば、カム・エクステンション 1 3 a , 1 3 b は、これらカム・エクステンションが、例えば、クレビス 6 と、手関節部 4 と、器具シャフト 2 とを含む外科用器具 1 0 0 の他の部分の外形寸法と実質的に同一平面になるように、ロープロファイル及び形状を有するように構成され、これによって、例えば、カニューレを通して、器具の取り外しを容易にすることができる。

【 0 0 4 5 】

顎部 7 a , 7 b を開閉するために、把持駆動リードスクリュー 1 5 とリードスクリュー 1 5 とねじ係合される把持駆動ナット 1 6 とを使用することができる。図 7 A は、分離した状態の把持駆動ナット 1 6 の例示的な実施形態の斜視図を示しており、図 7 B は、図 7 A の矢視 7 B - 7 B から見た把持駆動ナット 1 6 の断面図を示している。図示される実施形態において、把持駆動ナット 1 6 は、オーバーモールドされたプラスチック製ケーシング 1 6 2 を有する金属コア 1 6 1 を含む。オーバーモールドされたプラスチック製ケーシング 1 6 2 は、把持駆動ナット 1 6 の貫通孔 1 6 4 内に延びており、且つ摩擦を低減するために、リードスクリュー 1 5 上のねじ山と係合するねじが形成されている。オーバーモールドされたプラスチック製ケーシング 1 6 2 は、ねじ山を含む把持駆動ナット 1 6 への全体的な構造強度を提供する。また、オーバーモールドされたプラスチック製のねじ山は、リードスクリュー 1 5 が回転するとき、ナット位置の精度を増大させることに役立つ。さらに、プラスチック製ケーシング 1 6 2 は、(図 3 ~ 5 及び図 7 の向きである)ナット 1 6 の上面、底面、前面、及び背面に配置され、金属コアを取り囲むナット 1 6 の側面の縁部に沿って延びている。プラスチック製ケーシング 1 6 2 は、摩擦を低減させるのに役立つ、ナット 1 6 の面が、リードスクリュー 1 5 に沿って移動する間に、クレビス 6 とカム・エクステンション 1 3 a , 1 3 b とに接触するので、それによって位置精度を向上させる。駆動ナット 1 6 はまた、ナット 1 6 の両側に 2 つの係合ピン 1 6 3 a , 1 6 3 b を備える。各ピン 1 6 3 a , 1 6 3 b は、クレビスは 6 において、関連するカムスロット 1 4 a , 1 4 b と関連するスロット 1 0 a , 1 0 b とを貫通して延びている。

【 0 0 4 6 】

例示的な実施形態において、把持駆動ナット 1 6 の貫通孔 1 6 4 のねじ山は、多条ねじ山であり、回転あたり約 0 . 2 5 4 c m ( 0 . 1 i n c h e s ) のリードを有している。多条ねじ山を提供することは、ナットとリードスクリューとの製造を容易にさせ、強度を向上させ

10

20

30

40

50

、及び/又はリードスクリューに沿って2つの方向にナットの移動を容易にさせることができる。また、例示的な実施形態において、ナット16のコア161は、ステンレス鋼、例えばステンレス鋼の合金、例えば17-4ステンレス鋼等を含むことができる。オーバーモールドされたプラスチック部分162は、比較的高い強度を有するとともに、金属コアに接着するために適用することができる低摩擦プラスチックを含むことができる。

【0047】

リードスクリュー15は、シャフト2に対する位置を維持するために、クレビスピン8に対して先端側に位置しており、その基端においてトルク駆動部品18に接続されている。トルク駆動部品18への接続は、例えば、リードスクリュー15の基端の突合せ溶接を介してトルク駆動部品18の先端で達成することができるが、このような接続は、非限定的且つ例示的なものである。図示されないが、リードスクリュー15のねじ山のない先端は、切断要素の切刃19を受容するようなクレビスピン8の切欠き28と実質的に反対側に配置されたクレビスピン8に設けられた座ぐり孔で受容することができる。従って、図4及び図5に示されるように、リードスクリュー15は、実質的にクレビス6内に、手関節部4の先端に位置決めされる。クレビスピン8は、クレビスピン8を超えた先端方向にリードスクリュー15の移動を防ぐような、先端停止部として機能する。例示的な実施形態において、例えば伝達機構1に設けられたスラスト・ボールベアリング(図示せず)等の基端停止部は、リードスクリュー15がさらに基端方向に移動することを防止することができる。例示的な実施形態において、スラスト・ボールベアリングは、図14Aの例示的な実施形態に示されるようなラック及びピニオン50を含むモータアセンブリのシャーシに配置してもよく、ここで、中空のドライブシャフト218は、中空ドライブシャフト218のアキシャル方向のスラスト荷重を吸収するために、シャーシに近接して位置決めされており、アセンブリ等のリードスクリューアセンブリは、顎部7a, 7bが開放されたときに、基端方向に移動する。"SURGICAL INSTRUMENT WITH MOTOR"という表題の、米国仮特許出願第61/491,698号明細書(2011年5月31日に出願)と、"SURGICAL INSTRUMENT WITH CONTROL FOR DETECTED FAULT CONDITION"という表題の、米国仮特許出願第61/491,671号明細書(2011年5月31日に出願)を参照されたい、また両文献は、参照によりそれらの全体が本明細書に組み込まれる。

【0048】

こうして、リードスクリュー15が、(以下にさらに説明するように、中空ドライブシャフト218とトルク駆動部品18との回転運動を介して、)回転するとき、駆動ナット16が、リードスクリュー15に沿って移動する。リードスクリュー15に沿った駆動ナット16の移動は、次に顎部7a, 7bを開閉するために、関連するカムスロット14a, 14bに沿ってピン163a, 163bを移動させる。すなわち、駆動ナット16が先端方向に移動するにつれて、顎部7a, 7bは、クレビスピン8を中心にして旋回して、顎部7a, 7bを開いた位置に移動させる。駆動ナット16が基端方向に移動するにつれて、顎部7a, 7bは、クレビスピン8を中心にして旋回して、顎部7a, 7bを閉じた位置に移動させる。カムスロット14a, 14bの先端におけるピン163a, 163bの位置は、顎部7a, 7bの完全に開いた位置を規定する。カムスロット14a, 14bの基端側のピン163a, 163bの位置(すなわち、図3に示される位置において、カムスロット14a, 14bの基端に対して幾分先端側である)は、顎部7a, 7bの完全に閉じた位置を規定する。カムスロット14a, 14bの基端に対して幾分先端側にピン163a, 163bの位置を対応させるように、顎部7a, 7bの完全に閉じた位置を規定することは、カムスロット表面に対して軸承するピン163a, 163bが、顎部7a, 7bの完全に閉じた位置を達成するために停止しないようにすることを確実にするのに役立つ。上述したように、様々な例示的な実施形態において、リードスクリュー15は、例えばその駆動機構を介して、顎部7a, 7bの完全に閉じた位置が規定される機構として作用するトルク制限ばねに最終的に結合されてもよい、これは例えば米国仮特許出願第61/491,804号明細書(2011年5月31日に出願)に説明されており、この文献は、参照することによりその全体が本明細書に組み込まれる。

## 【 0 0 4 9 】

旋回カムスロット 1 4 a , 1 4 b と組み合わせられたリードスクリュー及びナットは、コンパクトな空間の制約や機器の比較的大きな様々な範囲内での D O F 運動内でも、顎部 7 a , 7 b によって達成される強力な把持力を可能にする。様々な実施例において、カムスロット 1 4 a , 1 4 b は、ナット 1 6 の直線運動を顎部 7 a , 7 b の把持動作に変換する際に、約 4 : 1 のクランプされた機械的利得を提供することができる。当業者は、他の様々な顎部作動機構が利用可能であり、他の実施形態において、単一のみの可動式顎部が、他の対向する顎部が所定の位置に固定されるように使用されてもよいことを理解するであろう。関連するクレビス耳スロット 1 0 a , 1 0 b を貫通するピン 1 6 3 a , 1 6 3 b のそれぞれを位置決めすることは、ナットの強化された安定した運動を提供するために、駆動ナット 1 6 がクレビス 6 内でねじれることを防止し、こうして顎部 7 a , 7 b の開閉に役立つ。

10

## 【 0 0 5 0 】

比較的大きな範囲の手関節部 4 の関節運動（例えば、ピッチ及びノ又はヨーの関節運動に直交する）及びノ又は器具のロール運動を含む、手関節部 4 を介してリードスクリュー 1 5 を回転させるのに必要なトルクを伝達するために、ドライブシャフト 2 1 8 に接続されるとともにこのシャフト 2 1 8 よって駆動されるトルク駆動部品 1 8 は、様々な例示的な実施形態に従って使用される。様々な実施例において、使用されるトルク駆動部品 1 8 は、多層の管状ケーブル構造を含むことができる。この層状構造は、図 8 A 及び図 8 B に示される例示的な実施形態を参照してさらに詳細に説明されるように、異なる方向の巻線を含む隣接する層を有してもよい。図 8 A 及び図 8 B の例示的な実施形態は、3 層の巻線を含んでいるが、本開示は、3 層に限定されるものではない。むしろ、様々な例示的な実施形態に従って、トルク駆動部品は、例えば各層が異なる方向にらせん回転を有する、2 層以上の巻線を含むことができる。

20

## 【 0 0 5 1 】

図 8 A 及び図 8 B には、相対的に密に巻かれた巻線（コイル）1 8 1 , 1 8 2 , 1 8 3（図 8 B の断面図に最も良く示される）の 3 層からなる管状構造を含むトルク駆動部品 1 8 の一実施形態が示されている。内側巻線 1 8 1 と外側巻線 1 8 3 との各々は、第 1 の方向にチューブに沿って横断するらせん回転を提供するためにねじれが付与されている。中間巻線 1 8 2 は、内側巻線と外側巻線との間に配置されているとともに、第 1 の方向とは反対側の第 2 の方向にチューブに沿って横断するらせん回転を提供するためにねじれが付与されている。ねじれの第 1 の方向は、顎部 7 a , 7 b を閉じた位置に移動させるために、リードスクリュー 1 5 を移動させる方向にそれら内側巻線 1 8 1 と外側巻線 1 8 3 とに対して圧縮力を提供するように方向付けされている。従って、図 4 及び図 5 に確認することができるように、リードスクリュー 1 5 上と外側巻線 1 8 3 上とのねじ山のらせんパターンは反対方向である。具体的には、図示されている典型的な実施形態において、外側巻線 1 8 3 は、時計回り方向に右から左に立ち上がるらせんパターンの巻線と、時計回り方向に左から右に立ち上がるリードスクリュー 1 5 上のねじ山とを有する。十分な把持力を提供するために、顎部 7 a , 7 b を閉じた位置に移動させるために必要なトルク  $T_{c1}$ （図 4 に示される）は、顎部 7 a , 7 b を開いた位置に移動させるために必要なトルク  $T_{open}$ （さらに図 4 に示される）よりも高い。これにより、両内側巻線 1 8 1 及び外側巻線 1 8 3 は、このより高いトルクに耐えるように提供されている。トルク駆動部品 1 8 が、中空ケーブル構造であるので、そのトルク駆動部品 1 8 は、低摩擦状態のピッチ、ヨー、及びこれらの組合せを含むすべての方向において実質的に等しくなるように屈曲される。これにより、トルク駆動部品 1 8 は、有意に手関節部 4 の関節運動及びロール D O F を制限することなく、リードスクリュー 1 5 を回転させるのに十分な手関節部 4 を介したトルクの伝達を達成するために、比較的高いトルク伝達能力を比較的低い曲げ力に提供する。後者（ピッチとヨーとの組合せ）に関して、すべての方向の可撓性は、ロール D O F 中に様々な要素の同心度を維持することを促進する。

30

40

## 【 0 0 5 2 】

50

一例において、顎部 7 a , 7 b を閉じた位置に把持する把持圧力は、様々な方向において(すなわち、ピッチ及び/又はヨー)、少なくとも約 60 度の範囲で関節運動される手関節部を用いて血管シールを達成するのに十分であった。様々な例示的な実施形態において、閉じた位置にあるときに顎部 7 a , 7 b によってもたらされる先端の力は、様々な方向において(すなわち、ピッチ、ヨー、又はこれらの組み合わせ)少なくとも約 + / - 60 度の手関節運動の範囲に亘って、約 1 . 9 2 7 8 k g (4.25 lbs) から約 3 . 9 6 9 k g (8.75 lbs) の範囲内である。さらに、様々な例示的な実施形態において、顎部 7 a , 7 b は、組織(例えば、血管)のシール(融合)を生じさせるために、十分に高い把持力を提供するように閉じた位置に構成されている。非限定的な例では、顎部 7 a , 7 b によって閉じた位置の組織に及ぼされる圧力は、約 5 5 1 . 6 k N / m<sup>2</sup> (80 psi) から約 1 5 1 6 . 9 k N / m<sup>2</sup> (220 psi) の範囲内であり、例えば、約 6 5 5 . 0 2 5 k N / m<sup>2</sup> (95 psi) から約 1 3 7 9 k N / m<sup>2</sup> (200 psi) の値である。

【 0 0 5 3 】

様々な例示的な実施形態において、内側巻線 1 8 1 は、約 0 . 1 1 4 3 c m (0.045 inches) の外径と、約 0 . 3 1 7 5 c m (0.125 inches) ピッチの S 撚り (Left Hand Lay) を有しており、中間巻線 1 8 2 は、約 0 . 1 4 9 9 c m (0.059 inches) の外径と、約 0 . 2 7 9 4 c m (0.110 inches) ピッチの Z 撚り (Right Hand Lay) を有しており、外側巻線 1 8 3 は、約 0 . 1 9 6 9 c m (0.0775 inches) の外径と、約 0 . 3 5 5 6 c m (0.140 inches) ピッチの S 撚りを有している。

【 0 0 5 4 】

別の例示的な実施形態において、例えば、図 1 7 の実施形態を参照して以下により詳細に説明されるように、多層トルク駆動部品の外層の外面の一部が、円滑な表面を提供するために、例えば研削によって除去することができ、こうして、駆動トルク部品の増大した可撓性、把持力のより向上した均一性、及び/又はトルク駆動部品と手関節部との間のクリアランスを増大させることをもたらすことができる。

【 0 0 5 5 】

例示的な実施形態において、例えば伝達機構 1 に設けられたばねは、カニューレを通じて手術部位から外科用器具 1 0 0 を後退させることが望ましいときに、特に顎部 7 a , 7 b を閉じることを補助するために、顎部 7 a , 7 b を閉じることを助けるために使用することができる。このようなばね作動機構は、カニューレを通じて器具を後退させる前に顎部 7 a , 7 b が閉じた位置に配置されていない場合に、エンドエフェクタ 3 への損傷を防止するのに役立つことがある。切断/融合用低侵襲性ロボット制御外科用器具の顎部を閉じることを補助するばね作動機構を設けることに関する追加の詳細については、以下の文献を参照されたい。" DECOUPLING INSTRUMENT SHAFT ROLL AND END EFFECTOR ACTUATION IN A SURGICAL INSTRUMENT " という表題の、米国仮特許出願第 6 1 / 4 9 1 , 7 9 8 号明細書(2011年5月31日出願)、及び米国特許出願第 1 3 / 2 9 7 , 1 6 8 号明細書(2011年11月15日出願)を参照されたい、また、これら両文献は、参照することによりその全体が本明細書に組み込まれる。

【 0 0 5 6 】

当業者は、図 4、図 5、図 8 A、及び図 8 B に示されるように、入力トルク ( $T_{open}$  及び  $T_{close}$ ) の方向に沿った様々な方向の巻線/ねじ山が、本教示の範囲から逸脱することなしに逆転させることができることを理解するであろう。

【 0 0 5 7 】

ここで、図 9 を参照すると、例示的な実施形態において、各顎部 7 a , 7 b (図 9 は、1 つの顎部 7 b のみを示している。他方の顎部 7 a が同様に構成されている) は、カム・エクステンション 1 3 b と、電極支持部 9 1 b と、外側カバー部 9 2 b とを含む金属コア部 9 0 b を備えることができる。電極支持部 9 1 b と外側カバー部 9 2 b とは、プラスチック材料を含むことができる。電極支持部 9 1 b は、金属コアから電極 2 1 b を絶縁する。外側カバー部 9 2 b は、組み合わされた金属コア部 9 0 b と電極支持部 9 1 b とを受容するとともに支持する。金属コア部分 9 0 b は、顎部 7 a , 7 b が、例えば最小限のたわ

10

20

30

40

50

みを含む把持に関連する力に耐えるように、顎部 7 a , 7 b に強度を提供することができる。様々な例示的な実施形態において、金属コア部 9 0 b は、ステンレス鋼又はステンレス鋼合金、例えば 1 7 - 4 ステンレス鋼等を含むことができる。電極支持部 9 1 b と外側カバー部 9 2 b とは、金属コア部 9 0 b の周囲にプラスチック、例えばガラス充填ポリフタルアミド ( P P A )、例えば 1 0 ~ 3 0 % のガラス充填 P P A 等をオーバーモールドすることによって作製することができる。

#### 【 0 0 5 8 】

様々な例示的な実施形態において、顎部 7 a , 7 b は、マルチショット成形プロセスを用いて形成することができる。電極支持部 9 1 b を、成形プロセスの第 1 ショットで形成することができ、外側カバー部 9 2 b を、成形プロセスの第 2 ショットで形成することができる。例示的な実施形態において、金属コア部 9 0 b は、金属射出成形 ( M I M ) により取得することができる。代替的な実施形態において、金属コア部 9 0 b は、機械加工することができる。電極 2 1 b は、電極支持部 9 1 b 上に位置決めすることができ、第 2 ショット成形工程中に、その位置決めされた位置で固定される。当業者は、顎部 7 a が、顎部 7 b と同様にして形成することができることを理解するであろう。

#### 【 0 0 5 9 】

本明細書に説明されたように、把持することに加えて、エンドエフェクタ 3 の顎部 7 a , 7 b は、切開血管の端部をシールするために、組織と一緒に融合するための電気外科的エネルギーを送達して、例えば、切開血管の組織を融合するように構成されている。図 4 及び図 5 を再び参照すると、各顎部 7 a , 7 b は、関連する導電体 1 1 a , 1 1 b からエネルギーを受け取る電極 2 1 a , 2 1 b を備える。様々な例示的な実施形態において、各電極 2 1 a , 2 1 b は、電極同士の間で組織を融合するために十分なバイポーラエネルギーを形成するためにバイポーラエネルギー源から一方の極を受け取る。様々な例示的な実施形態において、エネルギー源の電圧は、約 1 0 0 H z から約 4 0 0 H z の範囲の周波数で約 2 2 0 V p であり、電力は、約 2 4 0 W から約 3 6 0 W であり、且つ電極 2 1 a , 2 1 b の温度は約 1 0 0 とすることができる。様々な例示的な実施形態において、電極 2 1 a , 2 1 b は、ステンレス鋼であり、導電体 1 1 a , 1 1 b を介して電気エネルギーを伝導するための制御アルゴリズムは、図 1 2 A 及び図 1 2 B の例示的な実施形態に示されているように、例えば中央制御コンソール 3 0 0 0 を用いて、遠隔操作ロボット手術システムを介して実装することができる。様々な例示的な実施形態において、例えばドイツの " ErbeElektromedizin, GmbH " の電気外科的発電製品として入手可能なバイポーラエネルギー源アルゴリズムは、組織が電極 2 1 a , 2 1 b に付着することを防止するために、(例えば、図 1 2 B の発電機 3 0 9 0 を介して) 実装することができる。導電体 1 1 a , 1 1 b は、ワイヤを取り囲む絶縁層で保護された任意の適切な導電性ワイヤとすることができる。例示的な一実施形態において、導電体 1 1 a , 1 1 b は、エチレンテトラフルオロエチレン ( E T F E ) 絶縁層を有する銅合金ワイヤを含むことができる。

#### 【 0 0 6 0 】

様々な例示的な実施形態において、電極 2 1 a , 2 1 b の各々の長さ  $L_e$  は、例えば、約 1 6 mm から約 1 8 mm までの範囲とすることができ、この範囲は、約 7 mm の直径を有する血管をシールするために望ましい。電極 2 1 a , 2 1 b と、同様の対応する顎部 7 a , 7 b の幅は、基端でより大きな幅を有するとともに先端でより狭い幅を有するような、概してテーパ形状として表すことができる。このようなテーパ形状は、血管の切開を含む、組織の切開のために有益である。例えば、テーパ形状は、切開時の視認性を向上させることができるとともに、組織に貫通させるためのより小さな接触面積を提供することができる。様々な例示的な実施形態において、基端の幅  $W_{e,p}$  は、約 2 . 5 mm から約 5 . 5 mm の範囲であり、例えば、約 5 mm の幅とすることができ；先端の幅  $W_{e,d}$  は、約 2 . 5 mm から約 3 . 5 mm の範囲であり、例えば、約 3 mm の幅とすることができる。電極 2 1 a , 2 1 b の幅は、顎部 7 a , 7 b との間に把持された切開された組織 (例えば、血管の切開端部) の両側を融合することを提供するように選択することができる。例えば、幅は、切開された組織の両側で少なくとも約 1 mm のシールを提供するように

10

20

30

40

50

選択できる。様々な例示的な実施形態において、各電極 2 1 a , 2 1 b の厚さは、約 0 . 0 1 2 7 c m (0.005 inches) から約 0 . 0 3 8 1 c m (0.015 inches) までの範囲とすることができ、例えば、約 0 . 0 2 5 4 c m (0.010 inches) の厚さとすることができる。組織が電極 2 1 a , 2 1 b に付着することを防止することに役立つように、電極の表面は、マイクロインチ表面仕上げ (micro-inch surface finish)、例えば 8 マイクロインチの表面仕上げで仕上げるることができる。

#### 【 0 0 6 1 】

示されるように、電極 2 1 a , 2 1 b の各々は、顎部 7 a , 7 b に対して基端及び先端方向において切断要素が平行移動されるときに、切断要素の軌跡を受信するとともに提供するように構成された溝 2 3 b が設けられており (電極 2 1 a 上の対応する溝が、図 3 ~ 5 の図面から隠されている)、それは、以下でさらに詳細に説明される。顎部 7 a , 7 b の閉じた位置において、電極 2 1 a , 2 1 b は、それぞれの顎部 7 a , 7 b の先端に配置されたスペーサ・リップ 2 2 a , 2 2 b によって、及び電極 2 1 a , 2 1 b の基端に配置されたスペーサ・バー 2 6 a , 2 6 b によってギャップ g (図 3 参照) を提供するために、互いに離隔した距離を維持する。電極 2 1 a , 2 1 b の表面の上方のスペーサ・バー 2 6 a , 2 6 b の高さは、組織の効果的な把持及びシールを確実にするために、電極表面がそれら電極の全長に沿って十分に近接することを可能にしながら、電極表面の長さによって均一なギャップ g を促進させるために電極表面の上方のスペーサ・リップ 2 2 a , 2 2 b の高さよりもわずかに低くすることができる。

#### 【 0 0 6 2 】

当業者は、他の構成のスペーサ構造が、スペーサ・リップ 2 2 a , 2 2 b 及び / 又はスペーサ・バー 2 6 a , 2 6 b のいずれかに追加して又はその代わりに利用することができることを理解するであろう。例えば、スペーサ構造は、顎部 7 a , 7 b が閉じた位置にあるときに、電極表面同士の間ギャップを維持するために、電極表面の長さに沿った位置に配置することができる。ほんの一例として、図 1 6 に示されるような一実施形態において、顎部 1 6 0 7 a , 1 6 0 7 b は、例えば、電極 1 6 2 1 a , 1 6 2 1 b の長さに沿った中央部に位置する電極 1 6 2 1 a , 1 6 2 1 b の上面にスペーサ構造 1 6 2 7 a , 1 6 2 7 b を含めることができる。例示的な実施形態において、スペーサ構造 1 6 2 7 a , 1 6 2 7 b は、電極 1 6 2 1 a , 1 6 2 1 b の一方又は両方に貫通孔を設けることにより形成することができる。次に、各電極 1 6 2 1 a , 1 6 2 1 b の基礎となるモールド材料が、貫通孔を通過して電極表面を越えて流れることを可能にすることができる。電極表面の上方に起立するモールド材料は、スペーサ構造 1 6 2 7 a , 1 6 2 7 b を形成することができる。このようにして、スペーサ構造と基礎を成す電極支持部 (例えば、図 9 の電極支持部 9 2 b のような) とが、単一の部品として組み合わせられる。このようにスペーサ構造を提供することによって、比較的簡単な製造プロセスを用いて、比較的小さいスペーサを電極の長さに沿って配置することを可能にする。当然のことながら、当業者は、そのようなスペーサ構造の形成は、上述した製造プロセスに限定されるものではなく、電極面に沿ってそのようなスペーサ構造を提供するための種々の技術を用いることができることを理解するであろう。さらに、図 1 6 の例示的な実施形態は、両方の電極 1 6 2 1 a , 1 6 2 1 b 上に 2 つのスペーサ構造を示しており、このような任意の数のスペーサ構造を、必要に応じて、電極 1 6 2 1 a , 1 6 2 1 b の一方又は両方に設けることができる。

#### 【 0 0 6 3 】

様々な例示的な実施形態において、顎部 7 a , 7 b が閉じた位置にあるときの電極 2 1 a , 2 1 b の間のギャップ g (図 3 に示される) は、千分の数インチ (inch) のオーダーであり、例えば、約 0 . 0 1 0 1 6 c m (0.004 inches) である。

#### 【 0 0 6 4 】

図 4 及び図 5 に示されるように、各顎部 7 a , 7 b において、各顎部 7 a , 7 b の幅に亘って実質的に延びる小さな凹部 2 4 a , 2 4 b は、関連する電極 2 1 a , 2 1 b の先端側に配置することができ、すなわち、電極 2 1 a , 2 1 b と、スペーサ・リップ 2 2 a , 2 2 b との間に配置することができる。凹部 2 4 a , 2 4 b は、把持された組織が、エン

10

20

30

40

50

ドエフェクタ3の先端を通じて顎部7a, 7bの把持から滑り落ちることを防止することを補助するために、顎部7a, 7bの間に把持された組織を収容することができる。スペーサ・リップ22a, 22bは、組織がエンドエフェクタ3の先端を通じて摺動することを防止するのにも役立つ。例示的な一実施形態において、凹部24a, 24bは、約0.1mmから約0.4mmの範囲の深さを有することができる。

【0065】

また、様々な例示的な実施形態において、上側顎部7aは、例えば上側顎部7aを横断して延びるライン29の形態のマーキングを含むことができる。ライン29の配置は、切断機構が、切断動作中に顎部7a, 7bに沿って移動する範囲についての確認可能なインジケータを外科医に提供するように選択される。このように、外科医は、ライン29と切刃の駐留(garage)位置(以下でさらに詳細に説明する)との間に位置する顎部7a, 7bにおいて捕捉された組織が、切断処置中に、切刃の経路に存在することを示す可視インジケータを有することができる。例示的な実施形態において、マーキング29は、顎部をレーザーマーキングすることによって行うことができる。

【0066】

カニキュレを通じての手術の干渉や通過の干渉を回避するために、導電体11a, 11bは、エンドエフェクタ3に凹設されており、且つ図2A及び図2Bを参照して上述したように、手関節部4の側方チャンネル47(図3及び図5に示される)を介して基端側に戻り、次いでシャフト2を介して戻される。導電体11a, 11bは、例えば、図12A及び図12Bに示される遠隔操作ロボット手術システムの中央制御コンソール3000に配置される発電装置源に最終的に接続される。例示的な実施形態において、中央制御コンソール3000に追加された、別個の1つ以上の別個の制御装置3080/3090は、導電体11a, 11bに電力を供給する電力接続部を有してもよく、或いは、電源は、中央制御コンソール3000と一体化することができる。さらに、様々な例示的な実施形態において、エンドエフェクタ3の動作との干渉を最小限に抑えるために、具体的には、顎部7a, 7bの開閉動作の干渉を最小限に抑えるために、導電体11a, 11bは、図5の例示的な実施形態に示されるように、それら導電体が顎部7a, 7bに対して位置決めされるとき、たるみを設けることができる。

【0067】

上述したように、把持及び融合に追加して、外科用器具100は、切断するように構成することができる。図5に示されるように、エンドエフェクタ3は、こうして、短い切刃19(図10及び図11にも示される)の形態の切断要素も備えている。切刃19は、切断要素の駆動部品20によってエフェクタ3に対して先端側と基端側とに平行移動される。切刃19は、最も基端側のいわゆる「駐留(garaged)」位置と最も先端側の位置との間で移動する。最も基端側の「駐留」位置において、切刃19の基端は、クレビスピン8に設けられた切欠28内に受容されており、カム・エクステンション13a, 13bの対向面に隣接している対向する駐留機構(27bのみが、図4, 5, 9及び11に示されている、及び同様の機構が、顎部7aについての図面から隠されている)によって、その受容された両側で保護されている。対向する駐留機構27bは、組織が顎部7a, 7bの基端に入り込んで、潜在的に切刃19に接触することから保護するために役立つ。最も先端側の位置において、切刃19の先端は、顎部7a, 7bの対向する電極面21a, 21bに設けられたそれぞれの溝23a, 23bの先端に位置決めされている。切断要素の駆動部品20は、後述するように、一般に可撓性を有しているので、溝23a, 23bは、顎部7a, 7bに沿って移動するように整列された切刃19を保持する。

【0068】

図11を参照すると、切刃19が最も先端側にあるときの、下側顎部7bに対する切刃19の位置が示されている。従って、その平行移動を通じて、切刃19は、エンドエフェクタ3内に留まり、さらに、図4に示されるその駐留位置において、切刃19は、クレビスピン8とエンドエフェクタ3の駐留機構(上述した27bであり顎部7aに関連付けられた対応する要素)内で実質的に電極表面21a, 21bの背後に後退させられる。また

10

20

30

40

50

、外科用器具 100 の安全な動作を高めるために、駐留位置からの切断要素 19 の動作（すなわち、平行移動）は、顎部 7a, 7b が閉じた位置となる場合を除き、その発生を防止することができる。例示的な実施形態において、これは、切断要素の駆動部品 20 を駆動するための動作を制御する制御装置とソフトウェアとを介して生じさせることができ、それについては例えば、" POSITIVE CONTROL OF ROBOTIC SURGICAL INSTRUMENT END EFFECTOR " という表題の、米国仮特許出願第 61 / 491 , 647 号明細書（2011 年 5 月 31 日に出願）に教示されており、この文献は、参照することによりその全体が本明細書に組み込まれる。ロボット手術システム（例えば、図 14A におけるモータ 5 のような搭載型モータの使用を含むことができる）を用いて制御及び駆動される切断要素に対して実装される他の制御機能については、以下の文献を参照されたい。" SURGICAL INSTRUMENT WITH MOTOR " という表題の、米国仮特許出願第 61 / 491 , 698 号明細書（2011 年 5 月 31 日に）及び " SURGICAL INSTRUMENT WITH CONTROL FOR DETECTED FAULT CONDITION " という表題の、米国仮特許出願第 61 / 491 , 671 号明細書（2010 年 5 月 31 日に）を参照されたい、また、これら両文献は、参照により本明細書に組み込まれる。例示的な一実施形態において、顎部 7a, 7b は、切刃 19 がスロット 23a, 23b 内で安全に延びることを可能にするために十分に閉じられるまで、スロット 23a, 23b から出てくる及び潜在的に顎部 7a, 7b の外側に出てくる切断要素の危険性を有することなしに、ソフトウェア機能は、例えば、モータ 5 の制御を介して、切刃 19 の作動を防止する。

#### 【0069】

図 5 及び図 10 に示される例示的な実施形態において、上述したように、切断要素の駆動部品 20 は、切刃 19 の基端に溶接された先端を有するケーブルである。鋭いエッジ及び / 又は切刃 19 がケーブル 20 に取り付けられるような鈍い面を避けるために、切刃 19 とケーブル 20 とは、2 つの構成要素間で円滑なインターフェイスを提供するために一緒に融合されて溶接されてもよい。2 つの構成要素間の比較的円滑なインターフェイスを提供することによって、切断要素が、切断処置中に組織に引っ掛かる危険性を低減することができる。駆動部品 20 は、基端において伝達機構 1 に取り付けられており、この伝達機構 1 は、リニアな（押し入れ / 引抜き）起動力を駆動部品 20 に提供し、ロール D O F を可能にし、上述したように、シャフト 2 と手関節部 4 との中心を通じてエンドエフェクタ 3 に配線されるように構成されている。駆動部品 20 のケーブル構造は、切断を行うために組織を貫通させることを含むような、切刃 19 を平行移動させるために伝達機構 1 からの押し入れ / 引抜き作動力に耐えるとともに伝達させるために十分な圧縮及び引張強度を提供しつつ、その長手方向軸線の周りの様々な方向に曲げられることに耐えるような十分に可撓性を有する。シャフトと手関節部と 4 を通じた駆動部品 20 の中央配線(route)は、切断作業中にエンドエフェクタ 3 に対して切刃 19 のセンタリングを提供しながらも、許可外科用器具 100 が、比較的コンパクトなデザインを有することを可能にする。また、駆動部品 20 の中央配線、経路設定は、この駆動部品 20 が、手関節部 4 を通じて移動するときに、具体的には手関節部 4 が、関節運動及び / 又はロール運動するときや、切刃 19 を平行移動させるときに、駆動部品 20 に作用する摩擦を低減することができる。このように、切刃 19 を駆動するために必要な力は、駆動部品 20 が、中心とは反対方向に器具 100 の外周側に向けて配線される構成と比較して低減することができる。さらに、切断用駆動部品 20 の中央配線（経路選択）は、手関節部 4 の関節運動中に長さの変化が実質的にないという結果をもたらし、切刃 19 が、関節運動中に駐留位置に留まることを可能にする。

#### 【0070】

代替の実施形態（図示せず）において、駆動部品 20 は、ケーブル構造ではなく、高い引張強度及び圧縮強度を有する超弾性可撓性ワイヤ、例えばニチノールワイヤを含むことができる。少なくとも 1 つの例示的な実施形態において、切刃 19 は、ニチノールから形成することもできる。

#### 【0071】

リードスクリュー 15 とトルク駆動部品 18 とは、両方とも中空であり、切断要素の駆動部品 20 は、リードスクリュー 15 とトルク駆動部品 18 との中空の中心を通して配線（経路選択）されている。従って、トルク駆動部品 18 と切断要素の駆動部品 20 とを組み合わせ得られる複合構造は、この複合構造が手関節部 4 を通過するとき、比較的低摩擦を有する、ピッチ、ヨー、及びピッチ、ヨーの組み合わせにおいて均等に屈曲する。このように、把持 D O F と切断要素の平行移動 D O F とは、比較的小さな手関節部 4 が、デカルトのピッチ、ヨー、ロール D O F で動作させることが可能なコンパクトな構成として、手関節部 4 を通じてエンドエフェクタ 3 に伝達させることができる。結果として、エンドエフェクタを有する低侵襲性外科用器具は、一体化された組織融合及び切断機能と、エンドエフェクタがデカルトのピッチ、ヨー、ロール（ロールは、手関節部 4 を変化させることによって、シャフト 2 がロールする限り、ピッチとヨーとを可能にしている）において向き合わせ可能な手関節部機構とが設けられている。

#### 【 0 0 7 2 】

図 10 を参照すると、例示的な一実施形態において、切刃 19 は、組織を切断面に引き入れるのに補助するような凹状の「V」字形状切断面 190 を有する。しかしながら、このような構成は、非限定的且つ例示的であり、他の構成において、切刃は、直線、角度の付いた、又は湾曲した切断面を有していてもよい。図 10 に示されるように、例示的な実施形態において、切刃 19 の基端は、切断処置の完了後に逆駆動されるときに、切刃 19 の引っ掛かりの危険性を最小限に抑えるために上側の角部を丸めてもよい。様々な例示的な実施形態において、切刃 19 は、ステンレス鋼（例えば、716 ステンレス鋼）からなり、両刃（double grind）切断面を有している。切刃 19 は、例えば溶接を含む様々な機構によって、駆動部品 20 に固定することができる。様々な例示的な実施形態において、切刃 19 は、約 0.2032 cm (0.08 inches) から約 0.381 cm (0.15 inches) の範囲の高さ  $H_B$  を有しており、例えば、0.254 cm (0.10 inches) であり、及び約 0.254 cm (0.10 inches) から約 0.3302 cm (0.13 inches) の範囲の長さ  $L_B$  を有しており、例えば、約 0.2921 cm (0.115 inches) である。

#### 【 0 0 7 3 】

上述したように、例示的な一実施形態において、切断機構の駆動部品 20 は、図 14 a に示される伝達機構 141 の例示的な実施形態に示されるように、伝達機構 1 内に配置された搭載型モータを介して、例えばウォームギアとラック及びピニオン機構 50 と連動する搭載型モータ 5 を介して作動させることができる。切刃 19 の動きを制御するために、1 つ以上のリミットスイッチ 55（図 14 A の例示的な実施形態に一つ示されている）を、切刃 19 の位置を感知するために使用することができる。位置を感知するとともに切刃の動作を制御するのに役立つようなリミットスイッチを使用する例示的な一実施形態について、以下の文献を参照されたい。"SURGICAL INSTRUMENT WITH MOTOR" という表題の、米国仮特許出願第 61/491,698 号明細書（2011 年 5 月 31 日に出願）、及び "SURGICAL INSTRUMENT WITH CONTROL FOR DETECTED FAULT CONDITION" という表題の、米国仮特許出願第 61/491,671 号明細書（2011 年 5 月 31 日に出願）を参照されたい、また、これら両文献は、参照することにより本明細書に組み込まれる。当然のことながら、当業者は、例えば、遠隔操作ロボット手術システムに関連付けられたサーボアクチュエータ又は手動式駆動アクチュエータを含むが、これらに限定されない様々な作動機構が、駆動部品 20 の動作を制御するために利用されることを理解するであろう。さらに、切断要素の駆動部品 20 を作動させるためにロボット制御に依存する例示的な実施形態において、器具 100 は、例えば六角レンチ、又は切断要素の駆動部品を駆動させるために使用される例えばウォームギアを有する伝達機構のシャーシを介して係合するように構成された他のツール等を介して、切断要素 19 を手動で後退させることを可能にする機能を備えることができる。

#### 【 0 0 7 4 】

上述したように、様々な例示的な実施形態において、シャフト 2 と、エンドエフェクタ 3（閉じた位置の）と、手関節部 4 とからなる外径は、約 5 mm から約 12 mm の範囲で

10

20

30

40

50

あり、例えば約5 mmから約8.5 mmの範囲とすることができ、例えば外径は、例示的な一実施形態において約8.5 mmとすることができる。その結果、様々な例示的な実施形態に従った、組織融合及び切断用外科用器具は、カニューレを使用して、他の5 mm又は8.5 mmクラスの遠隔口ポット外科用器具を患者の体壁を通じて挿入することが可能になる。このような5 mm又は8.5 mmの外径の切断及び融合用外科用器具の場合には、外径は、ステーブル留め外科用器具で手関節運動される(wristed) 13ミリメートルの外径よりも約38%小さくなる。また、切断及び融合外科的処置を行う場合には、より小さい直径は、より繊細で及び/又は実施するためにより困難となるような処置の際に、及び一般的に小さなスペース内で実施されるこのような視覚化及びアクセスのための利点を有する。

10

#### 【0075】

様々な例示的な実施形態において、外科用器具100は、単回使用の使い捨て外科用器具として構成することができる。従って、外科用器具の製造に関連するコストを削減するとともに要求される様々な操作を実行するのに十分に強度を有する器具を提供するために、様々な構成要素は、プラスチックで作られ、且つ射出成形プロセスを用いて形成される。また、構成要素について更なる強度が望まれる場合に、様々な構成要素又はそれらの部品は、金属射出成形(MIM)プロセスを用いて製造することができる。非限定的な例として、伝達機構1において、種々のギア、ジンバルプレート、プーリ、リンク等は、プラスチック、機械加工された金属、打ち抜きされた金属薄板、金属粉末、及び/又はMIM部品で作製されてもよい。また、搭載型モータが、例えば切断要素を駆動させるために、アクチュエータとして用いられる場合には、そのようなモータは、約5 Vから約15 Vの範囲の電圧入力、例えば約5.5 Vから約10 Vの電圧入力で作動されるときに、十分な力を供給するように構成された、例えばDCモータ等の比較的安価なモータとすることができる。

20

#### 【0076】

組織の融合及び切断を行うための外科用器具100を使用する例示的な方法は、図13のフロー図に示される例示的なステップを参照して説明する。例示的な実施形態において、図13の1301に示されるように、外科用器具100は、例えばカニューレを介して患者の体内に挿入され(例えば、腹腔鏡又は胸腔鏡)、切断及び融合処置が所望される作業部位の近傍の位置まで概ね前進させることができる。所望の作業部位に外科用器具100を挿入及び前進させた後に、1302に示されるように、伝達機構1, 141は、1つ以上の入力(例えば、伝達機構141の例示的な実施形態では、入力ディスク40において)を受け取ることができ、そして、例えばロール、ピッチ、ヨー、又はこれらの運動の任意の組合せ等を介して、手関節部4をロール及び/又は関節運動させる。上述したように、伝達機構1は、様々な力及び/又はトルクを入力を伝達させて、器具シャフト2の全体を(例えば、ロールを介して)最終的に作動(駆動)させる、及び/又は手関節部4をピッチ及び/又はヨーで関節運動させるために腱45の張力を変更する。

30

#### 【0077】

一旦エンドエフェクタ3が、所望の位置と所望の向きになっているときに、図13の1303において、伝動機構1(例えば、伝達機構141の例示的な実施形態の入力ディスク40において)は、エンドエフェクタ3の顎部7a, 7bを開くために入力を受け取ることができ、且つ器具100は、融合/切断が所望される組織が、開いた顎部7a, 7bの間に位置決めされるように前進させることができる。上述したように、伝達機構1は、入力を伝達して、中空のドライブシャフト218とトルク駆動部品18との上の第1の方向にトルクを働かせることによって顎部7a, 7bを開くことができ、ここで、このトルクは、リードスクリュー15を回転させるとともに、リードスクリュー15に沿って駆動ナット16をエンドエフェクタ3の先端に向けて移動させるように伝達することができる。組織が、開いた顎部7a, 7bの間で所望されるように位置決めされるときに、図13の1304に示されるように、伝達機構1(例えば、伝達機構141の例示的な実施形態の入力ディスク40において)は、組織を把持するために、顎部7a, 7bを閉じるため

40

50

の入力を受け取ることができる。上述したように、伝達機構 1 は、入力を伝達して、中空のドライブシャフト 2 1 8 とトルク駆動部品 1 8 との上に、第 1 の方向とは反対側の第 2 の方向にトルクを働かせることによって顎部 7 a , 7 b を閉じることができ、ここで、このトルクは、リードスクリュー 1 5 を回転させるとともに、リードスクリュー 1 5 に沿って駆動ナット 1 6 をエンドエフェクタ 3 の基端に向けて移動させるように伝達することができる。

#### 【 0 0 7 8 】

次に、図 1 3 の 1 3 0 5 に示されるように、閉じた位置にある顎部 7 a , 7 b が組織を把持するときに、電極 2 1 a , 2 1 b をアクティブにするために、電気外科的エネルギー（例えば、バイポーラエネルギー）を、導電体 1 1 a , 1 1 b に通過させることができる。電極 2 1 a , 2 1 b に伝達されるバイポーラエネルギーは、それら電極の間に把持された組織を融合させるために、電極 2 1 a , 2 1 b について十分な容量である。例示的な実施形態において、1 3 0 6 において、信号、例えば可聴信号（例えば、ピープ音又は他の音）及び / 又は例えばモニタ又は他のディスプレイ上で確認可能な可視信号は、器具の操作者が、組織の融合が完了したことを確認するために提供することができる。

#### 【 0 0 7 9 】

融合が完了すると、図 1 3 の 1 3 0 7 において、切断要素を駆動するために、入力を伝達機構 1 に提供することができる。上述したように、入力を受け取ると、伝達機構 1 は、種々の力とトルクとを伝達して、例えば押し入れ / 引抜き力を同じように用いて、最終的に切断要素の駆動部品 2 0 を駆動させることができる。例示的な実施形態において、切断要素の駆動部品 2 0 は、駐留位置から最も先端の位置に切断要素を駆動するために作動させることができ、伝達機構 1 への単一の入力を使用して駐留位置に戻ることができる。従って、全体の平行移動切断運動（すなわち、駐留位置から最も先端の位置への運動と戻る運動）を、自動的に完了させることができる。例示的な実施形態において、特に、図 1 2 A 及び図 1 2 B に示されるようなロボット手術システムを用いた使用において、顎部 7 a , 7 b が閉じた位置にない場合に、例えば、中央制御コンソール 3 0 0 0 と一体化された又はこのコンソール 3 0 0 0 と別個のユニットとして位置する制御装置によって制御される適切なアルゴリズム及びフィードバックセンサを使用することにより、切断動作の発生を防止することができる。" POSITIVE CONTROL OF ROBOTIC SURGICAL INSTRUMENT END EFFECTOR " という表題の、米国仮特許出願第 6 1 / 4 9 1 , 6 4 7 号明細書（2 0 1 1 年 5 月 3 1 日に出版）を参照されたい、またこの文献は、参照によりその全体が本明細書に組み込まれる。

#### 【 0 0 8 0 】

一旦、切断処置が完了すると、図 1 3 の 1 3 0 8 に示されるように、器具 1 0 0 は、例えば、カニューレを介して患者から退避させることができる。

#### 【 0 0 8 1 】

様々な例示的な実施形態において、外科用器具は、手動式として提供される伝達機構に対して様々な入力提供されるハンドヘルド装置として動作させることができるが、例示的な実施形態において、器具 1 0 0 は、例えば図 1 2 A 及び図 1 2 B に示され且つ上述したように、ロボット手術システムとインターフェイス接続することができる。このような実施形態において、伝達機構は、図 1 4 A 及び図 1 4 B の伝達機構 1 4 1 として構成することができる、且つ説明された種々の入力は、中央制御コンソール 3 0 0 0 を介して外科医側コンソール 2 0 0 0 から受信した信号によって制御される患者側コンソール 1 0 0 0 に配置された器具を含む入力ディスク 4 0 で受け取ることができる。また、例示的な実施形態において、切断要素を駆動するために、電圧信号は、例えば中央制御コンソール 3 0 0 0 に搭載された別個の器具の制御ボックス 3 0 8 0 又はこのコンソール 3 0 0 0 に接続される他の制御ボックス等の制御装置から、或いはこのコンソール 3 0 0 0 と一体化した制御装置から出力することができる、伝達機構 1 4 1 に配置された搭載型モータ 5 を介して受信される。様々な例示的な実施形態において、外科医側コンソール 2 0 0 0 からの入力又は外科医に他の方法でアクセス可能な入力部からの入力は、種々のペダル 2 0 1 0 / 2 0

10

20

30

40

50

90 (例えば、切断及び融合を制御するための)を介して制御装置(複数可)に供給することができ、且つハンドヘルド把持機構2020(例えば、手関節部4と器具シャフト2との運動を制御するために)を介して制御装置に提供することができる。当業者は、このような遠隔操作ロボット手術システムの一般的な使用に精通しており、外科医からの入力を外科医側コンソールに提供して、最終的には患者側コンソールとインターフェイス接続される外科用器具の動作を生じさせる。

#### 【0082】

伝達機構に用いることができるギア、リンク、ジンバルプレート、レバー、ばね、ラック及びピニオン等の例示の構成だけでなく、伝達機構1によって受け取られた入力を、エンドエフェクタの様々な構成要素を駆動させるために使用されるトルク及び力に制御及び伝達するために(例えば、中央制御コンソール3000に関連する様々な制御装置によって)実装することができる制御アルゴリズムについて、以下の文献を参照されたい。"SURGICAL INSTRUMENT WITH MOTOR"という表題の、米国仮特許出願第61/491,698号明細書(2011年5月31日に出願); "SURGICAL INSTRUMENT WITH CONTROL FOR DETECTED FAULT CONDITION"という表題の、米国仮特許出願第61/491,671号明細書(2011年5月31日に出願); "POSITIVE CONTROL OF ROBOTIC SURGICAL INSTRUMENT END EFFECTOR"という表題の、米国仮特許出願第61/491,647号明細書(2011年5月31日に出願); "GRIP FORCE CONTROL IN A ROBOTIC SURGICAL INSTRUMENT"という表題の、米国仮出願番号第61/491,804号明細書(2011年5月31日に出願); "DECOUPLING INSTRUMENT SHAFT ROLL AND END EFFECTOR ACTUATION IN A SURGICAL INSTRUMENT"という表題の、米国仮特許出願第61/491,798号明細書(2011年5月31日に出願)及び米国特許出願第13/297,168号明細書(2011年11月15日に出願); 及び "SURGICAL INSTRUMENT WITH SINGLE DRIVE INPUT FOR TWO END EFFECTOR MECHANISMS"という表題の、米国仮特許出願第61/491,821号明細書(2011年5月31日に出願)を参照されたい、また、これらの文献は、参照によりそれらすべてが本明細書に組み込まれる。

#### 【0083】

図17は、本開示に従った、融合及び切断用外科用器具の例示的な実施形態の手関節部と、エンドエフェクタと、シャフトの一部との部分切断斜視図であり、様々な構成要素が、上述した他の例示的な実施形態とは異なる構造的な構成を有しており、この相違が、以下でさらに説明される。図17の例示的な実施形態において、例えば図5に示されるようなたるみを有する構成の代わりに、導電体(そのような導電体1711の1つが示される)は、エンドエフェクタの電極から実質的に直線状の構成で配線(route)される。例示的な実施形態において、示されるように、導電体17は、クレビス1706に位置決めされた成形プラグ1720(図18に分離して示されている)を介して実質的に直線状の構成で配線することができる。図18の詳細図に示されるように、例示的な実施形態において、ケーブル配線プラグ1720は、配線用孔1722を介して張力が掛かった状態で導体ケーブル1711を配線及び保持することができるような成形プラスチック又はゴム材料で作製することができる。このように、外科用器具の動き、具体的にはエンドエフェクタの運動と、導体ケーブル1711との干渉を最小限に抑えることができる。様々な例示的な実施形態において、ケーブル配線プラグ1720は、配線用孔1722を介したケーブル1711の一部の運動がエンドエフェクタの運動の結果として発生する範囲で、導体ケーブル1711とプラグ1720との間の摩擦を増加させるために選択される材料で作製することができる。プラグ1720に使用される例示的な材料としては、シリコン、熱可塑性エラストマー、及びゴムを含むが、これらに限定されない。上述したように、導電体1711は、図3及び図5に示されるように、それら導電体が、手関節部4を通過する際に、孔47を介してルーティングすることができる。

#### 【0084】

図17の例示的な実施形態は、例えば研削(例えば、芯なし研削)を介して除去された

外側巻層の外層の一部を含むトルク駆動部品を示す図である。図17の例示的な実施形態に示されるように、部分1750は、トルク駆動部品1718の手関節部1704に実質的に沿って延びている。トルク駆動部品の外側層の外層の一部の除去によって、より円滑な外層を提供することができ、こうして、駆動トルク部品の増大した可撓性をもたらし、把持力の均一性を向上させ、及び/又はトルク駆動部品1718と手関節部1704との間のクリアランスを増加させることができる。例示的な一実施形態において、トルク駆動部品の外層は、巻線の厚みの約半分まで研削することができる。例えば、外側巻層は、約0.1727cm(0.068 inches)から約0.1778cm(0.070 inches)までの範囲の多層管状構造の外径にするために研削することができる。

【0085】

また、図17に示されるように、例示的な実施形態において、レリーフ（浮き彫り）表面プロファイル1780（図17では視認されない反対側に他のレリーフ表面プロファイルがある）は、クレビス耳部1709に当接するカム・エクステンションの表面に設けることができる。このようなレリーフ表面プロファイルは、顎部の開閉中に、摩擦を低減するために、2つの表面同士の間のカリアランスを提供することができる。レリーフ（浮き彫り）の表面プロファイルを含む別の面は、トルク駆動部品が通過するクレビス内のチャンネルの内面である。図17の例示的な実施形態及び図19の断面図を参照しながら、トルク駆動部品1718がクレビス1706内を通過するチャンネル1790は、トルク駆動部品1718とチャンネル1790との間の摩擦を低減するのに役立つように、内部レリーフ表面プロファイル1795を設けることができる。

【0086】

当業者は、図17～19を参照して、上述した様々な構成要素の構成は、操作態様を含む、本明細書に説明される他の例示的な実施形態のいずれかと組み合わせを含むことができることを理解するであろう。

【0087】

さらなる修正及び代替実施形態が、本明細書の開示に鑑みて当業者には明らかになるであろう。例えば、システム及び方法は、操作を明確にするため図面及び詳細な説明から省略された追加の構成要素又はステップを含むことができる。従って、この詳細な説明は、例示としてのみ解釈されるべきであり、本教示を実施するための一般的な方法を当業者に教示するためのものである。なお、本明細書に示され且つ説明された様々な実施形態は、例示として解釈されるべきであることを理解されたい。要素及び材料、及びそれらの要素及び材料の配置は、本明細書に例示され説明されたものに置換することができ、部品及びプロセスは、逆にしてもよく、本教示の特定の特徴は、独立して利用することができ、これら全てが本明細書に記載の利益を取得した後に当業者には明らかになるであろう。変更は、本教示、以下の特許請求の範囲の精神及び範囲から逸脱することなく、本明細書に説明された要素について行うことができる。

【0088】

本明細書に記載される特定の例及び実施形態は、非限定的であることを理解すべきであり、構造、寸法、材料、及び方法の変更は、本教示の範囲から逸脱することなく行うことができる。例えば、様々な態様は、手術ロボットシステムで用いられる器具の技術分野について説明されている。しかし、これらの態様は、様々な自由度の動力や手作動式アクチュエータ（例えば、ロールシャフト、手関節部のピッチ及びヨー、把持、ナイフ）を用いて、同様にハンドヘルド器具に組み込むことができる。

【0089】

本開示に従った他の実施形態は、本明細書に開示された本発明の仕様及び実施を考慮することにより当業者には明らかになるであろう。特許請求の範囲によって示される真の範囲及び精神を含む本明細書及び実施例は、単なる例示とみなされることが意図されている。

。

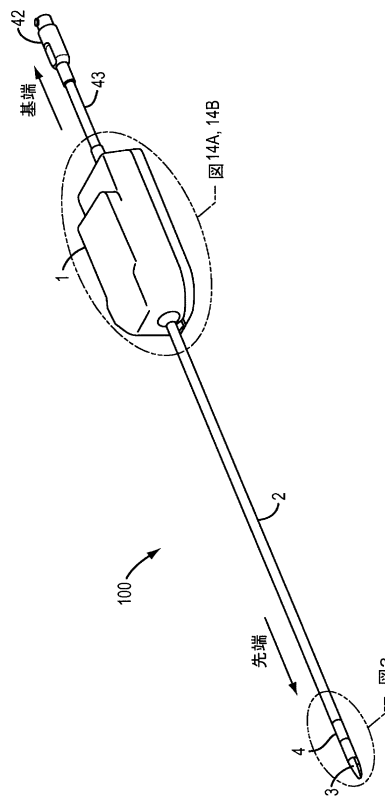
10

20

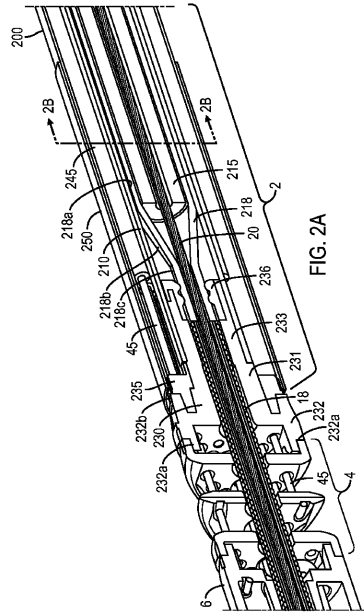
30

40

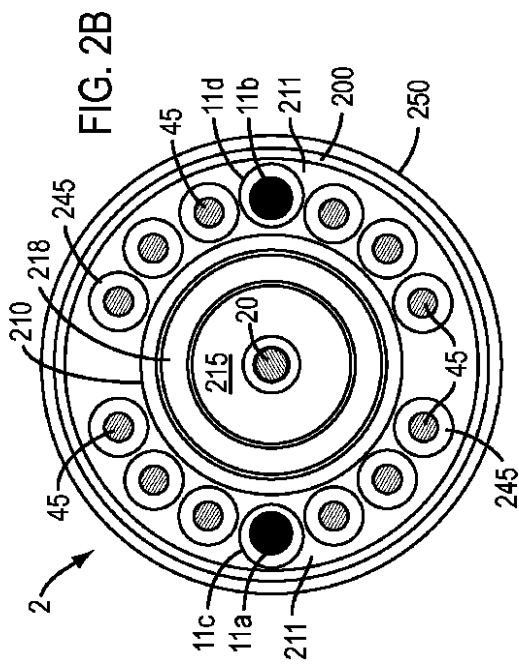
【 図 1 】



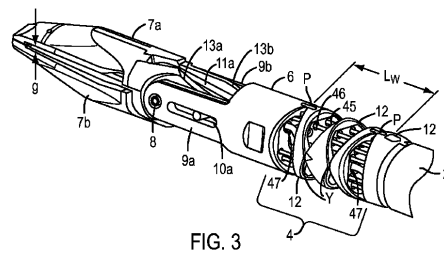
【 図 2 A 】



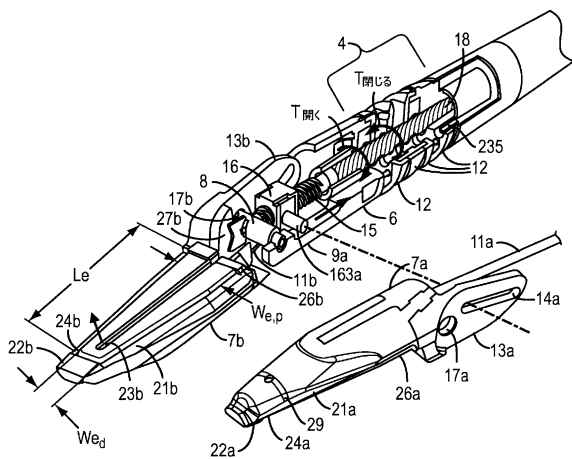
【 図 2 B 】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

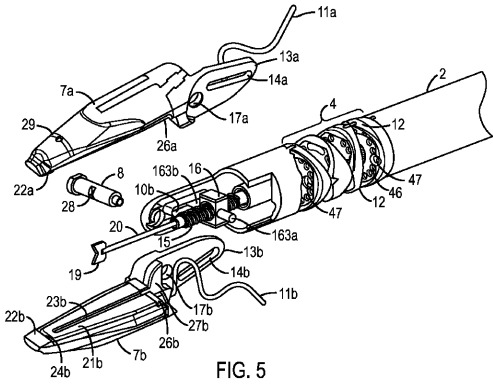


FIG. 5

【 図 6 】

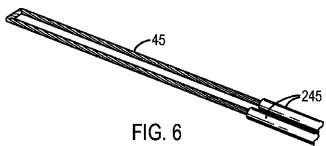


FIG. 6

【 図 7 A 】

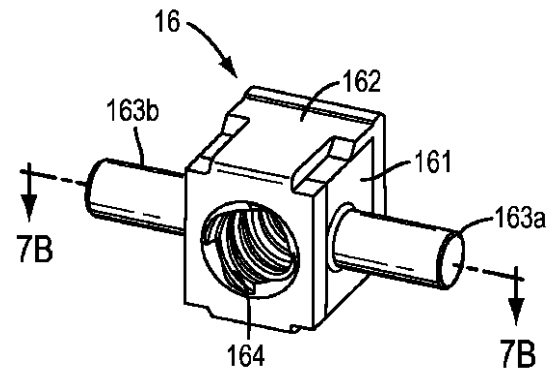


FIG. 7A

【 図 7 B 】

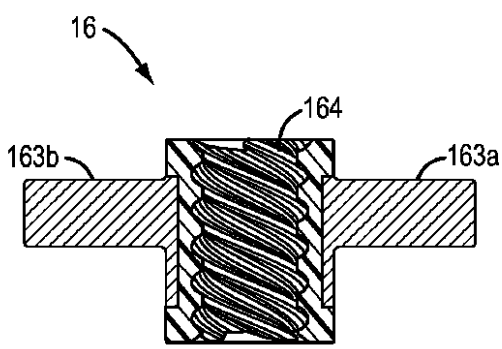


FIG. 7B

【 図 8 A 】

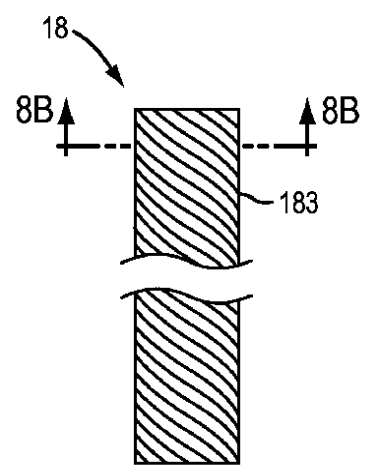


FIG. 8A

【 図 8 B 】

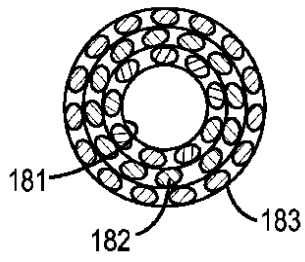


FIG. 8B

【 図 9 】

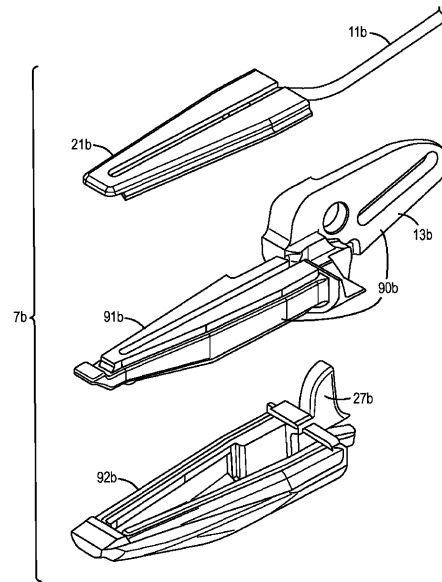


FIG. 9

【 図 10 】

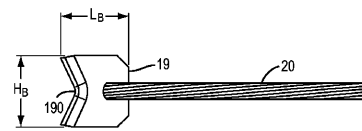


FIG. 10

【 図 11 】

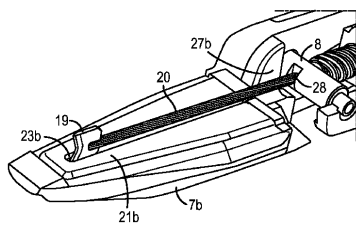


FIG. 11

【 図 12 A 】

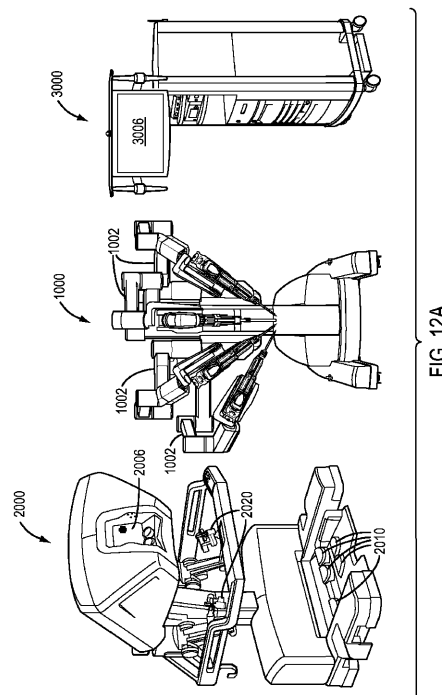


FIG. 12A

【図12B】

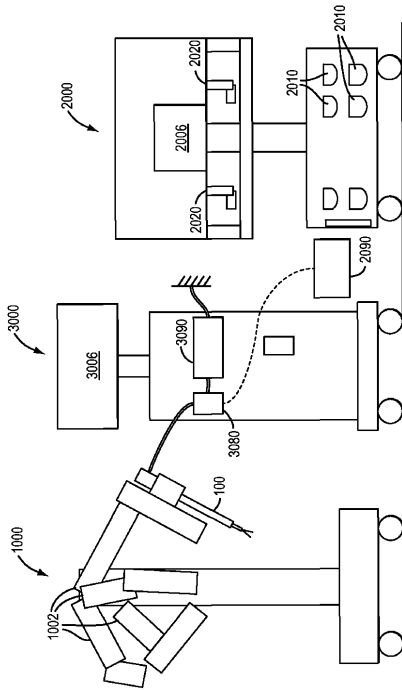
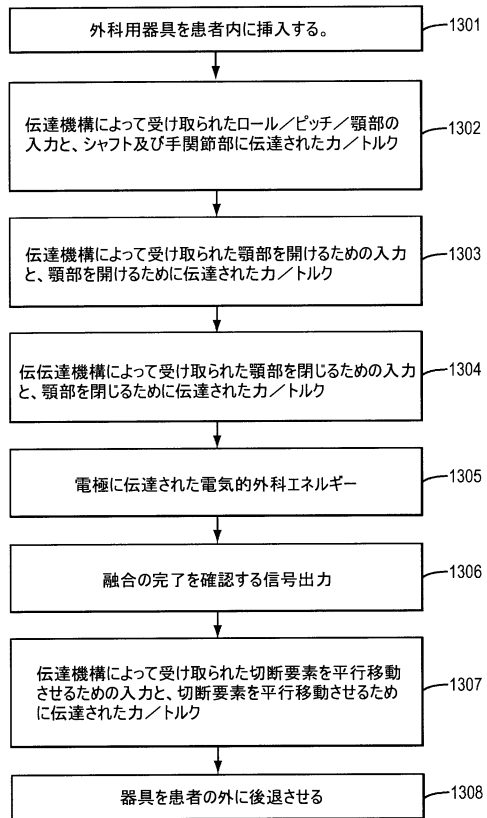


FIG. 12B

【図13】



【図14A】

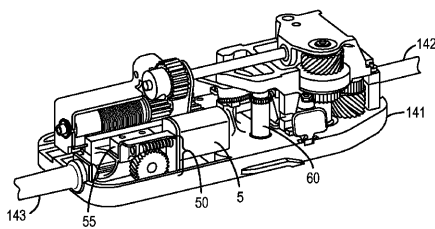


FIG. 14A

【図15】

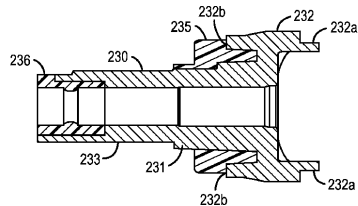


FIG. 15

【図14B】

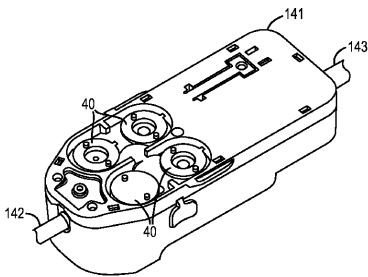


FIG. 14B

【 図 1 6 】

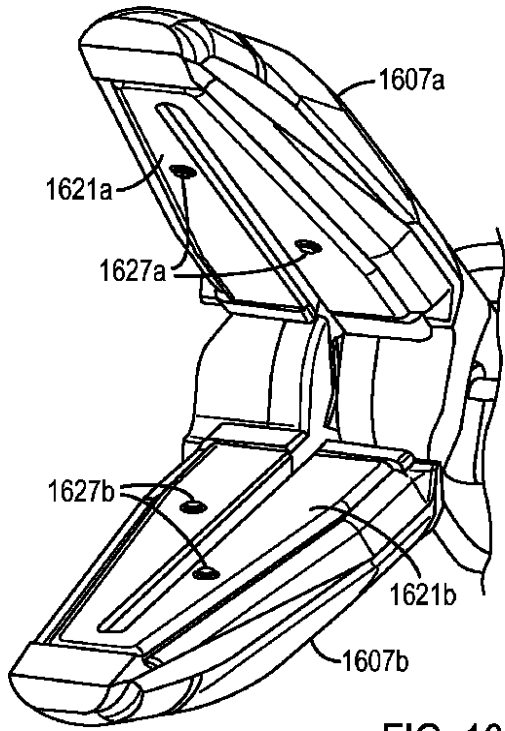


FIG. 16

【 図 1 7 】

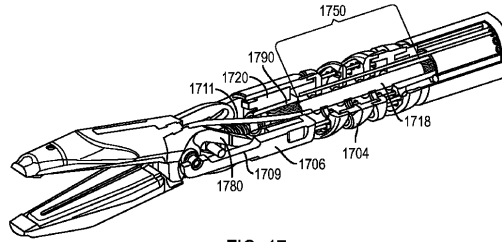


FIG. 17

【 図 1 8 】

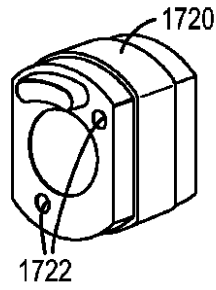


FIG. 18

【 図 1 9 】

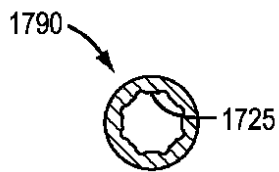


FIG. 19

## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
B 2 5 J 17/02 (2006.01) B 2 5 J 17/02 B  
B 2 5 J 17/02 D

(72)発明者 マンゾー, スコット, イー  
アメリカ合衆国 0 6 4 8 4 コネティカット州, シェルトン, イースト・ヴィレッジ・ロード  
2 7 2

(72)発明者 カーヴァー, ローレンス  
アメリカ合衆国 9 5 0 3 3 カリフォルニア州, ロスガトス, グリーン・フォレスト・ロード  
1 9 2 8 9

## 合議体

審判長 長屋 陽二郎

審判官 林 茂樹

審判官 瀬戸 康平

(56)参考文献 特表2011-504794(JP, A)  
特開2008-36219(JP, A)  
特開2000-102545(JP, A)  
米国特許出願公開第2010/0274265(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B17/28