

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2016-513556
(P2016-513556A)

(43) 公表日 平成28年5月16日 (2016.5.16)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
A 6 1 B 90/00 (2016.01) A 6 1 B 19/00 5 0 2

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2016-502815 (P2016-502815)
(86) (22) 出願日 平成26年3月14日 (2014.3.14)
(85) 翻訳文提出日 平成27年10月29日 (2015.10.29)
(86) 国際出願番号 PCT/US2014/028531
(87) 国際公開番号 W02014/144220
(87) 国際公開日 平成26年9月18日 (2014.9.18)
(31) 優先権主張番号 61/792, 508
(32) 優先日 平成25年3月15日 (2013.3.15)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 515255629
ボード オブ リージェンツ オブ ザ
ユニバーシティ オブ ネブラスカ
アメリカ合衆国 68583 ネブラスカ
州 リンカーン, ホールドレッジ 383
5 バーナー ホール
(74) 代理人 100113376
弁理士 南条 雅裕
(74) 代理人 100179394
弁理士 瀬田 あや子
(74) 代理人 100185384
弁理士 伊波 興一朗
(74) 代理人 100137811
弁理士 原 秀貢人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロボット外科的デバイス、システム、および関連する方法

(57) 【要約】

本明細書に開示される実施態様は、様々な医療用デバイスコンポーネント（ロボットおよび/またはインピボの医療用デバイスに取り込むことのできるコンポーネントを含む）に関する。特定の実施態様は、インピボの医療手順に関する様々なモジュール医療用デバイスを含む。

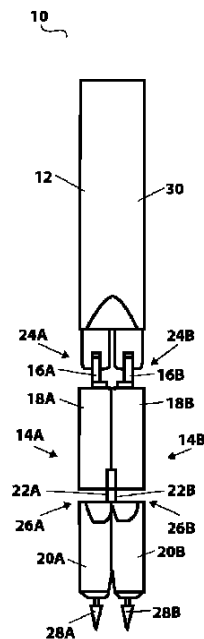


Figure 1B

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

外科的ロボットシステムであって：

a . 患者の体を横切るポート（前記ポートは、通気シールを形成することが可能である）；

b . 前記ポートを經由して患者内に配置されるようなサイズをしたロボットデバイス、前記デバイスは、以下をさらに含む：

i . 中心軸を規定する遠位および近位端の領域を含む、概管状の支持体（ここで、前記支持体（the body）の遠位領域は、前記患者の外部から内部へ、前記ポートを部分的に横切ることが可能であり、前記支持体は、第一の肩関節および第二の肩関節をさらに含み、前記の第一および第二の肩関節は、前記支持体の前記軸に対して非依存的な回転が可能である）；

i i . 前記の第一の肩関節に操作的に連結され、第一の操作コンポーネントをさらに含む、第一の可動のセグメント化されたロボットアーム；および、

i i i . 前記の第二の肩関節に操作的に連結され、第二の操作コンポーネントをさらに含む、第二の可動のセグメント化されたロボットアーム（ここで、前記の第一および第二の可動のセグメント化されたアームは、前記ポートを經由した挿入のために、前記の概管状の支持体の前記中心軸と実質的に並んで配置することが可能である）；および、

c . 前記支持体を經由した前記患者の外部からの前記ロボットデバイスのコントロールのための、コンソール（前記コンソールは前記ロボットデバイスと電気通信している）を含む、

外科的ロボットシステム。

【請求項 2】

請求項 1 の外科的ロボットシステムであって、

前記ロボットデバイスは、前記の第一の肩、前記の第二の肩、前記の第一のセグメント化されたアーム、前記の第二のセグメント化されたアーム、前記の第一の操作コンポーネント、および前記の第二の操作コンポーネントの、少なくとも 1 つの操作、回転、動作のための、少なくとも 1 つのアクチュエーターを含む、

外科的ロボットシステム。

【請求項 3】

請求項 2 の外科的ロボットシステムであって、

前記の少なくとも 1 つのアクチュエーターは、ブラシレス DC モーターである、

外科的ロボットシステム。

【請求項 4】

請求項 3 の外科的ロボットシステムであって、

前記アクチュエーターと操作的に連通しているリジッド - フレックス PCB をさらに含む、

外科的ロボットシステム。

【請求項 5】

請求項 4 の外科的ロボットシステムであって、

前記の第一の可動のセグメント化されたロボットアームは：

a . 上腕セグメント；

b . 肘関節；および

c . 前腕セグメント（ここで、前記上腕セグメントは、前記肩関節に対して、ロール、ピッチ、および、ヨー（yaw）が可能ないように構成され、および、前記前腕は、前記肘関節を經由して前記上腕に対してヨーが可能ないように構成される）

をさらに含む、

外科的ロボットシステム。

【請求項 6】

請求項 5 の外科的ロボットシステムであって、

請求項 5 の外科的ロボットシステムであって、

10

20

30

40

50

前記の第一の操作コンポーネントは、把持コンポーネント、焼灼コンポーネント、縫合コンポーネント、イメージングコンポーネント、灌漑コンポーネント、吸引コンポーネント、操作アームコンポーネント、センサーコンポーネント、および、照明コンポーネントからなる群から選択される、
外科的ロボットシステム。

【請求項 7】

請求項 5 の外科的ロボットシステムであって、

前記の第二の操作コンポーネントは、把持コンポーネント、焼灼コンポーネント、縫合コンポーネント、イメージングコンポーネント、灌漑コンポーネント、吸引コンポーネント、操作アームコンポーネント、センサーコンポーネント、および、照明コンポーネントからなる群から選択される、
外科的ロボットシステム。

10

【請求項 8】

外科的ロボットシステムであって：

a . 患者内に配置されるようなサイズをしたロボットデバイス、

前記デバイスは、以下をさらに含む：

i . 概管状の本体；

i i . 第一の肩コンポーネント；

i i i . 第二の肩コンポーネント；

i v . 前記本体に対して、ロール、ピッチ、および、ヨーが可能のように、前記の第一の肩コンポーネントを経由して前記の本体のコンポーネントに操作的に連結した、第一のロボット上腕 (upper robotic arm) セグメント；および、

20

v . 前記本体に対して、ロール、ピッチ、および、ヨーが可能のように、前記の第二の肩コンポーネントを経由して前記の本体のコンポーネントに操作的に連結した、第二のロボット上腕セグメント；および、

b . 前記ポートおよび結合可能な本体を経由した前記患者の外部からのロボットデバイスのコントロールのための、コンソール (前記コンソールは前記ロボットデバイスと電気通信している)、

を含む、

外科的ロボットシステム。

30

【請求項 9】

請求項 8 の外科的ロボットシステムであって、

前記ロボットデバイスは：

a . 肘関節をさらに含む、第一のロボット前腕 (lower robotic arm) セグメント；

b . 肘関節を含む、第二のロボット前腕のさらなるセグメント；

c . 前記の第一のロボット前腕セグメントに操作的に連結した、第一の操作コンポーネント；および、

d . 前記の第二のロボット前腕セグメントに操作的に連結した、第二の操作コンポーネント (ここで、前記の第一の前腕および第二の前腕は、前記肘関節を経由して前記上腕に対してヨーが可能のように構成される)

40

をさらに含む、

外科的ロボットシステム。

【請求項 10】

請求項 9 の外科的ロボットシステムであって、

前記ロボットデバイスは、前記の第一の肩、前記の第二の肩、前記の第一のロボット上腕セグメント、前記の第二のロボット上腕セグメント、前記の第一のロボット前腕セグメント、前記の第二のロボット前腕セグメント、前記の第一の操作コンポーネント、および、前記の第二の操作コンポーネントの、少なくとも 1 つの操作、回転または動作のための、少なくとも 1 つのアクチュエーターを含む、

50

外科的ロボットシステム。

【請求項 1 1】

請求項 1 0 の外科的ロボットシステムであって、
前記の少なくとも 1 つのアクチュエーターは、ブラシレス DC モーターである、
外科的ロボットシステム。

【請求項 1 2】

請求項 1 1 の外科的ロボットシステムであって、
前記アクチュエーターと操作的に連通しているリジッド - フレックス PCB をさらに含む、
外科的ロボットシステム。

10

【請求項 1 3】

請求項 1 0 の外科的ロボットシステムであって、
前記の第一の操作コンポーネントは、把持コンポーネント、焼灼コンポーネント、縫合
コンポーネント、イメージングコンポーネント、灌漑コンポーネント、吸引コンポーネン
ト、操作アームコンポーネント、センサーコンポーネント、および、照明コンポーネン
トからなる群から選択される、
外科的ロボットシステム。

【請求項 1 4】

請求項 1 0 の外科的ロボットシステムであって、
前記の第二の操作コンポーネントは、把持コンポーネント、焼灼コンポーネント、縫合
コンポーネント、イメージングコンポーネント、灌漑コンポーネント、吸引コンポーネン
ト、操作アームコンポーネント、センサーコンポーネント、および、照明コンポーネン
トからなる群から選択される、
外科的ロボットシステム。

20

【請求項 1 5】

最小侵襲的な外科的処置を行なう方法であって：
a . 患者の体を横切るポートを提供するステップ（前記ポートは、通気シールを形成す
ることが可能である）；
b . 前記ポートを経由して患者内に配置されるようなサイズをしたロボットデバイスを
提供するステップ、

30

前記デバイスはさらに以下を含む：

i . 中心軸を規定する遠位および近位端の領域を含む、概管状の支持体（ここで、前
記支持体の遠位領域は、前記患者の外部から内部へ、前記ポートを部分的に横切ることが
可能であり、前記支持体は、第一の肩関節および第二の肩関節をさらに含み、前記の第一
および第二の肩関節は、前記支持体の前記軸に対して非依存的な回転が可能である）；

i i . 前記の第一の肩関節に操作的に連結され、第一の操作コンポーネントをさらに
含む、第一の可動のセグメント化されたロボットアーム；

i i i . 前記の第二の肩関節に操作的に連結され、第二の操作コンポーネントをさら
に含む、第二の可動のセグメント化されたロボットアーム（ここで、前記の第一および第
二の可動のセグメント化されたアームは、前記ポートを経由した挿入のために、前記の概
管状の支持体の前記中心軸と実質的に並んで配置することが可能である）；および、

40

c . 前記支持体を経由して前記患者の外部から、前記ロボットデバイスのコントロール
のためのコンソールを提供するステップ（前記コンソールは前記ロボットデバイスと電気
通信している）

を含む、

方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

[関連出願の相互参照]

50

本出願は、2013年3月15日に出願され、「Single Site Robotic Surgical Devices, Systems and Methods」と題された、米国仮出願61/792,508からの優先権を主張するものであり、それは、その全体で参照により本明細書中に援用される。

【技術分野】

【0002】

本明細書に開示される実施態様は、様々な医療用デバイスおよび関連するコンポーネント（ロボットおよび/またはインピボの医療用デバイスおよび関連するコンポーネントを含む）に関する。特定の実施態様は、様々なロボット医療用デバイス（体腔内に置かれるロボットデバイス、および、体腔内のオリフィスまたは開口部を通して置かれる支持コンポーネントを用いて配置されるロボットデバイスを含む）を含む。さらなる実施態様は、上記デバイス进行操作する方法に関する。

10

【背景技術】

【0003】

侵襲性の外科的手順は、様々な医学的状態に対処するために必須である。可能な場合は、腹腔鏡検査のような最小侵襲的な手順が好ましい。

【0004】

しかしながら、腹腔鏡検査のような公知の最小侵襲的な技術は、1) アクセスポートを通して挿入される固い道具の使用により生じる可動性制限、および、2) 制限された視覚フィードバックに、一部起因して、範囲および複雑性が制限される。da Vinci (登録商標) Surgical System (カリフォルニア州サニーベールにあるIntuitive Surgical, Inc. より入手可能) のような公知のロボットシステムもまた、アクセスポートにより制限され、そして、非常に大きくて、非常に高価で、ほとんどの病院で利用できず、および、感覚および運動の能力が制限されるという、さらなる不都合を有する。

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

改善された外科的方法、システム、およびデバイスに関する当分野での必要性が存在する。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

本明細書に開示される様々なシステムおよびデバイスは、医療の手順およびシステムでの使用のためのデバイスに関する。より具体的には、様々な実施態様は、ロボットデバイスを含む様々な医療用デバイス、および、関連する方法およびシステムに関する。特定の実施は、単孔式腹腔鏡 (LESS) の外科的手順での使用のための、そのようなデバイスに関する。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】

40

【図1A】一実施態様に係るロボット外科的デバイスの側面図である。

【図1B】図1のデバイスの正面斜視図である。

【図1C】図1のデバイスの斜視図である。

【図1D】図1のデバイスの端面図である。

【図2A】一実施態様に係るロボット医療用デバイスの内部本体および肩の切断図である。

【図2B】図2Aのロボット医療用デバイスの回転した切断図である。

【図2C】図2Aの実施態様に係る医療用デバイスの切断斜視図である。

【図2D】図2Aの実施態様に係る医療用デバイス本体のさらなる切断斜視図である。

【図2E】図2Aの実施態様に係るロボットデバイスの下部本体および肩の切断図である

50

- 。
- 【図 3 A】一実施態様に係るロボット医療用デバイスの上腕の切断側面図である。
- 【図 3 B】図 3 A の実施態様の斜視図である。
- 【図 3 C】図 3 A の実施態様の異なる斜視図である。
- 【図 3 D】図 3 A の実施態様の背面斜視図である。
- 【図 3 E】図 3 D に示した医療用デバイスの別の斜視図である。
- 【図 4 A】一実施態様に係るロボットデバイスの右上腕の内部コンポーネントの切断図である。
- 【図 4 B】図 4 A の実施態様の回転した側面図である。
- 【図 4 C】図 4 A の実施態様のさらに回転した側面図である。 10
- 【図 4 D】図 4 A の実施態様のエンドロング図 (*end long view*) である。
- 【図 4 E】図 4 A の実施態様のさらなるエンドロング図である。
- 【図 5 A】一実施態様に係るロボットデバイスの前腕のエンドロング図である。
- 【図 5 B】ライン A - A に沿った、図 5 A の実施態様の前腕の内部コンポーネントの切断側面図である。
- 【図 5 C】ライン B - B に沿った、図 5 A の実施態様の前腕の内部コンポーネントの切断側面図である。
- 【図 6 A】例示的な実施態様に係る、電気部分を示す前膊 (*forearm*) の末端エフェクター部分の断面図である。
- 【図 6 B】図 6 A の実施態様に対する、前膊の補完 (*complementary*) 部分の外観図の上面斜視図である。 20
- 【図 7】一実施態様に係るロボットデバイスの前腕の内部コンポーネントの底面概略斜視図である。
- 【図 8 A】ライン A - A に沿った、図 5 A の実施態様の前腕の内部コンポーネントの切断側面図であり、電気コンポーネントをさらに詳しくする。
- 【図 8 B】図 8 A の実施態様の C - C 断面の接近図である。
- 【図 9 A】一実施態様に係る前膊の外部の斜視図である。
- 【図 9 B】図 9 A の実施態様の斜視の内部図である。
- 【図 10 A】内側流体シールを含むロボットデバイスの一実施態様の斜視図である。
- 【図 10 B】さらなる外側流体シールをさらに含む、図 10 A の実施態様の斜視図である。 30
- 。 [
- 【図 11 A】デバイスの前膊内のリジッド - フレックス PCB コンポーネントの一実施態様の側面切断図である。
- 【図 11 B】図 11 A の実施態様のさらなる斜視図である。
- 【図 12 A】一実施態様に係る、挿入中のロボットデバイスの上面図を示す。
- 【図 12 B】図 12 A のデバイスの正面図である。
- 【図 12 C】図 12 A のデバイスの側面図である。
- 【図 12 D】図 12 A のデバイスの斜視図である。
- 【図 13 A】一実施態様に係る、挿入中のロボットデバイスの上面図を示す。
- 【図 13 B】図 13 A のデバイスの正面図である。 40
- 【図 13 C】図 13 A のデバイスの側面図である。
- 【図 13 D】図 13 A のデバイスの斜視図である。
- 【図 14 A】一実施態様に係る、挿入中のロボットデバイスの上面図を示す。
- 【図 14 B】図 14 A のデバイスの正面図である。
- 【図 14 C】図 14 A のデバイスの側面図である。
- 【図 14 D】図 14 A のデバイスの斜視図である。
- 【図 15 A】一実施態様に係る、挿入中のロボットデバイスの上面図を示す。
- 【図 15 B】図 15 A のデバイスの正面図である。
- 【図 15 C】図 15 A のデバイスの側面図である。
- 【図 15 D】図 15 A のデバイスの斜視図である。 50

【図16A】一実施態様に係る、挿入中のロボットデバイスの上面図を示す。

【図16B】図16Aのデバイスの正面図である。

【図16C】図16Aのデバイスの側面図である。

【図16D】図16Aのデバイスの斜視図である。

【図17A】一実施態様に係る、挿入中のロボットデバイスの上面図を示す。

【図17B】図17Aのデバイスの正面図である。

【図17C】図17Aのデバイスの側面図である。

【図17D】図17Aのデバイスの斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

10

本明細書に開示される、ロボットデバイスおよび関連する方法およびシステムの様々な実施態様は、任意の他の公知の医療用デバイス、システム、および方法に組み込むことができ、またはこれらとともに用いることができることが理解される。本明細書に開示される、ロボットデバイスおよび関連する方法およびシステムの様々な実施態様は、任意の他の公知の医療用デバイス、システム、および方法に組み込むことができ、またはこれらとともに用いることができることが理解される。例えば、本明細書に開示される様々な実施態様は、同時係属の米国出願11/766,683(2007年6月21日に開示された、表題「Magnetically Coupleable Robotic Devices and Related Methods」)、11/766,720(2007年6月21日に開示された、表題「Magnetically Coupleable Surgical Robotic Devices and Related Methods」)、11/966,741(2007年12月28日に開示された、表題「Methods, Systems, and Devices for Surgical Visualization and Device Manipulation」)、61/030,588(2008年2月22日に開示)、12/192,663(2008年8月15日に開示された、表題「Medical Inflation, Attachment, and Delivery Devices and Related Methods」)、12/192,779(2008年8月15日に開示された、表題「Modular and Cooperative Medical Devices and Related Systems and Methods」)、61/640,879(2012年5月1日に開示)、13/493,725(2012年6月11日に開示された、表題「Methods, Systems, and Devices Relating to Surgical End Effectors」)、13/546,831(2012年7月11日に開示された、表題「Robotic Surgical Devices, Systems, and Related Methods」)、61/680,809(2012年8月8日に開示)、13/573,849(2012年10月9日に開示された、表題「Robotic Surgical Devices, Systems, and Related Methods」)、および、13/738,706(2013年1月10日に開示された、表題「Methods, Systems, and Devices for Surgical Access and Insertion」)、および、米国特許第7,492,116号(2007年4月3日に開示された、表題「Robot for Surgical Applications」)、7,772,796(2007年11月29日に開示された、表題「Robot for Surgical Applications」)、8,179,073(2012年5月15日に発行された、表題「Robotic Devices with Agent Delivery Components and Related Methods」)、8,343,171(2008年7月11日に開示された、表題「Methods and Systems of Actuation in Robotic Devices」)、および、8,679,096(2008年11月26日に開示された、表題「Multifunctional Operational Comp

20

30

40

50

onent for Robotic Devices」)に開示される任意の医療用デバイスおよびシステムに取り込まれてよく、またはそれらとともに用いられてよく、それらの全てが、それらの全体で参照により本明細書中に援用される。

【0009】

上記に挙げた出願に開示される特定のデバイスおよびシステムの実施は、本明細書に開示されるものと同様の支持コンポーネントと組み合わせ、患者の体腔内に配置することができる。本明細書において用いられる「インビボのデバイス」は、患者の体腔内に配置されている間、少なくとも部分的に、ユーザーにより、配置、操作、またはコントロールすることができる、任意のデバイスを意味し、支持コンポーネント(例えば、ロッド、または、体腔の開口部またはオリフィスを通して置かれる他のそのようなコンポーネント)に連結される任意のデバイスを含み、また、実質的に、患者の体腔の壁に対して、または、隣接して、配置される任意のデバイスも含み、さらに、内部作動される(原動力の外部源を有さない)任意のそのようなデバイスを含み、加えて、外科的手順中に腹腔鏡下または内視鏡的に用いられ得る任意のデバイスを含む。本明細書において用いられる用語「ロボット」および「ロボットデバイス」は、前に説明したように、外部のコンソールまたはコントロールシステムからのコマンドに応答して、または自動的のいずれかで、タスクを行なうことのできる任意のデバイスを指す。

10

【0010】

特定の実施態様は、空洞の十分な通気を維持しながら、空洞内への本発明の挿入を提供する。さらなる実施態様は、挿入プロセス中に、外科医または外科的ユーザーの本発明との物理的接触を最小限化する。他の実施は、患者および本発明に関する挿入プロセスの安全性を高める。例えば、一部の実施態様は、システム/デバイスと患者との間に、有害な接触が生じないことを保証するために、患者の空洞内へ挿入される際に本発明の視覚化を提供する。加えて、特定の実施態様は、切り込みのサイズ/長さの最小限化を可能にする。さらなる実施は、アクセス/挿入の手順、および/または、手順に要するステップの、複雑性を低減させる。他の実施態様は、最小の輪郭、最小のサイズを有し、または、一般に取り扱いおよび使用の簡易性を高めるために機能および外観が最低限である、デバイスに関する。

20

【0011】

本明細書に開示される特定の実施は、様々な構造に組み立てることのできる、「コンビネーション」または「モジュール」の医療用デバイスに関する。本適用の目的に関し、「コンビネーションデバイス」および「モジュールデバイス」は両方とも、様々な異なる構造に並べることのできるモジュールまたは交換可能なコンポーネントを有する、任意の医療用デバイスを意味する。また、本明細書に開示されるモジュールコンポーネントおよびコンビネーションデバイスは、セグメント化された三角形または四角形の形をしたコンビネーションデバイスも含む。三角形または四角形の構造を形成するために連結されるモジュールコンポーネント(本明細書において「セグメント」とも呼ぶ)で作り上げられるこれらのデバイスは、より大きなコンポーネントまたはより多くの操作コンポーネントに用いることのできる、デバイス内の実質的なペイロード空間も提供しながら、使用中、てこ作用(Leverage)および/または安定性を提供することができる。上記に開示および記述される様々なコンビネーションデバイスと同様に、一実施態様によれば、これらの三角形または四角形のデバイスは、上記に記述および開示されるこれらのデバイスと同様の方法で、患者の体腔内部に配置することができる。

30

40

【0012】

概して図1A、図1B、図1C、および図1Dに示すように、特定の例示的な実施態様は、本体12とそれに操作可能に連結された2つのアーム14A、14Bを備える、デバイス10に関する。本体12は、示されるように、ケーシング30をさらに備える。本体12は、「デバイス本体」とも呼ぶ。アーム14A、14Bはそれぞれ、アーム14A、14Bを本体12に連結する、第一の連結リンク16A、16Bを備える。

【0013】

50

図 1 B ~ 図 1 C に最もよく示されるように、この第一の連結リンク 1 6 A、1 6 B は、本明細書において、「第一の連結コンポーネント」または「肩リンク」とも呼ぶことができ、第一の回転可能な関節 2 4 A、2 4 B (本明細書において、「肩関節」とも呼ぶ)の一部である。アーム 1 4 A、1 4 B はそれぞれ、上腕 (本明細書において、「内腕」、「内腕アセンブリ」、「内部リンク」、「内部リンクアセンブリ」、「上腕アセンブリ」、「第一のリンク」、または、「第一のリンクアセンブリ」とも呼ぶ) 1 8 A、1 8 B、および、前膊 (forearm) (本明細書において、「外腕」、「外腕アセンブリ」、「外部リンク」、「外部リンクアセンブリ」、「前膊アセンブリ」、「第二のリンク」、または、「第二のリンクアセンブリ」とも呼ぶ) 2 0 A、2 0 B を備える。

【 0 0 1 4 】

図 1 A ~ 図 1 C に示され、以下で図 1 2 ~ 図 1 7 に関してさらに述べられるように、上腕 1 8 A、1 8 B は、連結リンク 1 6 A、1 6 B に回転可能に連結され、本体 1 2 に回転可能に連結される。アーム 1 4 A、1 4 B はそれぞれ、上腕 1 8 A、1 8 B を前膊 2 0 A、2 0 B に連結する、第二の連結リンク 2 2 A、2 2 B を備える。この第二の連結リンク 2 2 A、2 2 B は、本明細書において、「第二の連結コンポーネント」または「肘リンク」とも呼ぶことができ、第二の回転可能な関節 2 6 A、2 6 B (本明細書において「肘関節」とも呼ぶ)の一部である。より具体的には、右アーム 1 4 A では、上腕 1 8 A は、肘リンク 2 2 A を介して肘関節 2 6 A で前膊 2 0 A に回転可能に連結され、一方で、左アーム 1 4 B では、上腕 1 8 B は、肘リンク 2 2 B を介して肘関節 2 6 B で前膊 2 0 B に回転可能に連結される。

【 0 0 1 5 】

示されるように、アーム 1 4 A、1 4 B はそれぞれ、前膊 2 0 A、2 0 B の遠位端に操作可能に連結された、末端エフェクター 2 8 A、2 8 B も備える。末端エフェクターは、本明細書において、「操作コンポーネント」とも呼ぶことができる。

【 0 0 1 6 】

一実施において、アーム 1 4 A、1 4 B はそれぞれ、6 自由度を有する。すなわち、以下にさらに詳細に説明するように、アーム 1 4 A、1 4 B はそれぞれ、肩で 3 自由度、肘で 1 自由度、および、末端エフェクターで 2 自由度を有する (回転されることができ - 末端エフェクターのロール - および、開かれる / 閉じられることができる)。したがって、各アーム 1 4 A、1 4 B の 6 自由度は、人の腕の自由度と類似する (それも肩で 3 自由度および肘で 1 を有する)。4 自由度を有するアーム (2 自由度を有する末端エフェクターを備える) の一つの利点は、末端エフェクターは、同一のデカルト点において多数の方向を有することができることである。この追加の巧妙さは、外科医または他のユーザーをより自由にし、および、デバイスを操作している間のコントロールをより直感的にすることを可能にする。

【 0 0 1 7 】

本体 1 2 の内部コンポーネントを、図 2 A、図 2 B、図 2 C、図 2 D、および図 2 E に示される様々な実施態様で示す。これらの図において、本体 1 2 は、そのケーシング 3 0 を含まずに示す。より具体的には、これらの図は、右アーム 1 4 A を制御 / 作動する内部コンポーネントおよび本体 1 2 の右半分を示す。左アーム 1 4 B を操作 / 制御 / 作動する左半分の内部コンポーネント (図示せず) は、ここに示され記載されるものと実質的に同様であり、そして、以下に提供される説明は、これらのコンポーネントにも同等に当てはまること、理解されるべきである。

【 0 0 1 8 】

図 2 A、図 2 B、および図 2 C は、本体 1 2 の内部構造または支持コンポーネントを含む。一実施において、本体 1 2 は、示されるように、内部の上部キャップ 4 0、内部の支持ロッド 4 2、および、内部の支持シャーシ 4 4 を備える。支持ロッド 4 2 は、上部キャップ 4 0 を支持シャーシ 4 4 に連結する。特定の実施態様では、支持シャーシは、アルミニウム構造を含む。別の実施態様では、射出成形ポリマーを用いてよい。これらのコンポーネントは、本体 1 2 の構造を維持し、その中に置かれるコンポーネントに構造支持を提

10

20

30

40

50

供し、および、特定の実施態様では、ハウジングまたはシェルで覆われる。一実施態様によれば、内部の上部キャップ 40 は、図 2 C に最もよく示されるように、3 つの部分的なルーメン 46 A、46 B、46 C を規定する。上部キャップ 40 は、部分的なルーメン 46 A、46 B、46 C のそれぞれが、キャップ 40 およびケーシング 30 の連結により規定される完全なルーメンに形成されるようにして、本体ケーシング 30 に連結する。以下にさらに詳細に説明するように、これらのルーメン 46 A、46 B、46 C は、様々なワイヤ、コード、または、本体 12 へ挿入または本体 12 を通して挿入される他のコンポーネントを、受け入れるように構成することができる。

【0019】

図 2 A ~ 図 2 C とは対照的に、図 2 D は、内部作動および制御コンポーネントをより良く示すために内部構造または支持コンポーネントを隠して、本体 12 の右半分の内部作動および制御コンポーネントを示す。これらの内部作動および制御コンポーネントは、肩関節 24 A で 2 自由度を提供するように構成される。

10

【0020】

図 2 E は、本体 12 の遠位端の拡大図である。一実施態様では、図 2 D および図 2 E に示される特定の内部コンポーネントは、本体 12 の縦軸と平行な軸 A (図 2 B に最もよく示される) の周りを、肩関節 24 A で、回転を作動するように構成される。軸 A の周りでのこの回転は、「ヨー」または「肩のヨー」とも呼ぶ。回転は、一態様では、以下のように生じる。アクチュエーター 60 (すなわち、本実施では、モーターアセンブリ 60) が提供される。モーターアセンブリ 60 は、近位原動歯車 62 の回転が近位被動歯車 64 の回転を生じさせるように近位被動歯車 64 に連結された近位原動歯車 62 に、操作可能に連結される。近位被動歯車 64 は、近位伝動シャフト 66 (シャフト 66 の逆末端に遠位伝動歯車 68 を備える) に固定して連結される。遠位伝動歯車 68 は、遠位伝動シャフト 72 に固定して連結された遠位被動歯車 70 に連結される。マグネットを含むマグネットホルダー 76 も、遠位伝動歯車 68 に操作可能に連結される。ホルダー 76 およびマグネットは、マグネットエンコーダー (図示せず) に操作可能に連結される。

20

【0021】

マグネットホルダー 76、マグネット、およびマグネットエンコーダー (および、他の関節 (joint) に関して本明細書において他で記載されるものと同様のコンポーネント) は、2012 年 10 月 9 日に出願された米国出願第 13/573,849 号、および、2013 年 3 月 15 日に開示される絶対位置センサーの 1 つまたは複数と同一または実質的に同一の絶対位置センサーのコンポーネントであることが理解される。遠位伝動シャフト 72 は、その遠位端において、回転可能なピッチハウジング 74 (図 2 B および図 2 E に最もよく示される) に、遠位被動歯車 70 の回転がシャフト 72 の回転を生じさせ、それにより、図 2 B に示すように、軸 A の周りでハウジング 74 の回転を生じさせるように、固定して連結される。

30

【0022】

一実施によれば、図 2 D に示される特定の他の内部コンポーネントは、本体 12 の縦軸に垂直な軸 B (図 2 D に最もよく示される) の周りを、肩関節 24 A で、回転を作動するように構成される。軸 B の周りでのこの回転は、「ピッチ」または「肩のピッチ」とも呼ばれる。一実施態様では、回転は以下のように生じる。アクチュエーター 80 (すなわち、本実施では、近位肩モーターアセンブリ 80) が提供される。モーターアセンブリ 80 は、近位肩原動歯車 82 の回転が近位肩被動歯車 84 の回転を生じさせるように近位肩被動歯車 84 に連結された近位肩原動歯車 82 に、操作可能に連結される。この被動歯車 84 は、近位肩伝動シャフト 86 (シャフト 86 の逆末端に近位肩伝動歯車 88 を備える) に固定して連結される。

40

【0023】

近位伝動歯車 88 は、遠位肩シャフト 92 に固定して連結された遠位肩被動歯車 90 に連結される。マグネットを含むマグネットホルダー 98 も、被動歯車 90 に操作可能に連

50

結される。ホルダー 98 およびマグネットは、マグネットエンコーダー（図示せず）に、操作可能に連結される。図 2 E に最もよく示されるように、遠位肩シャフト 92 の一部分は、上述のシャフト 72 のルーメン 72 A 内に置かれ、ハウジング 74 内へ、シャフト 72 の遠位端の外に伸びる。図 2 E に最もよく示されるように、シャフト 92 の遠位端は、ベベル歯車 94 である回転歯車 94 に連結される。回転歯車 94 は、一実施によれば、リンク歯車 96（同じくベベル歯車 96 である）に操作可能に連結される。リンク歯車 96 は、シャフト 92 の回転が回転歯車 94 の回転を生じさせ、それにより、リンク歯車 96 の回転を生じさせ、それから、図 2 D に最もよく示される軸 B の周りでリンク 16 A の回転を生じさせるように、肩リンク 16 A（上述）に操作可能に連結される。

【0024】

この実施態様では、2つの回転軸が連結される。すなわち、軸 A の周りでの回転のみ（純粋なヨー）が所望の場合は、「ピッチ駆動トレイン」（モーター 80、および、軸 B の周りでの回転を達成するために必要な全ての連結された歯車およびコンポーネント）は、ピッチハウジング 74 と回転歯車 94 との間に相対的角変位がないように、「ヨー駆動トレイン」（モーター 60、および、軸 A の周りでの回転を達成するために必要な全ての連結された歯車およびコンポーネント）のスピードに合わせなければならない。対照的に、軸 B の周りでの回転のみ（純粋なピッチ）が所望の場合は、ピッチ駆動トレインが作動する間、ヨー駆動トレインは位置を保たなければならない。

【0025】

図 2 A に示す一実施では、本体 12 は、本体内に置かれたリジッド - フレックス PCB 100 を備える。PCB 100 は、ヨーおよびピッチの機能を発揮するために、モーター 60、80 およびマグネットエンコーダー（図示せず）に操作可能に連結され、そして、それらと連通している。

【0026】

別の実施態様によれば、少なくとも1つの連結コンポーネントは、本体 12 と関連する。より具体的には、本実施において、電力 / 通信ライン 102 および焼灼電力ライン 104 は、それらの近位端で、1つまたは複数の外部電源（図示せず）に連結され、内部の上部キャップ 40 により部分的に規定される3つのルーメン 46 A、46 B、46 C の1つまたは複数を通してデバイス 10 へ及ぶ。ライン 102、104 は、本体 12 を通って伸び、図 2 B に示されるように出て、上腕セグメントへ伸びる。特定の実施態様では、ライン 102、104 は、連続ではないが直列に生じる（occur in series）。特定のこれらの実施態様では、ラインは、様々な PCB ボードにおいて末端を含む。ラインのさらなる実施態様では、平行に伸びてよい。

【0027】

一実施態様では、本体 12 は、その近位端で、配置ロッド（「挿入ロッド」とも呼ばれる）に連結することができる（図示せず）。配置ロッドは、デバイス 10 の配置および / またはデバイス 10 の配置の保持および安定化を補助するための任意のそのような公知のコンポーネントであり得ることが理解される。一実施によれば、電力 / 通信ライン 102 および / または焼灼電力ライン 104 は、配置ロッド内の1つまたは複数のルーメンを通して近位に伸びることができる。

【0028】

一実施態様では、本明細書に記述および示される任意のモーターは、ブラシまたはブラシレスのモーター、例えばブラシレス DC モーターであり得る。さらに、モーターは、例えば、6 mm、8 mm、または 10 mm の直径のモーターであり得る。あるいは、医療用デバイスに組み込むことのできる任意の公知のサイズを用いることができる。さらなる代替では、アクチュエーターは、コンポーネントの動作または作用を作動するために医療用デバイスで用いられる任意の公知のアクチュエーターであり得る。本明細書に記載のモーターに用いることのできるモーターの例は、EC 10 BLDC + GP 10 A Planetary Gearhead、EC 8 BLDC + GP 8 A Planetary Gearhead、または、EC 6 BLDC + GP 6 A Plane

10

20

30

40

50

tary Gear headを含み、それらは全て、マサチューセッツ州フォールリバーに位置するMaxon Motorsから市販される。

【0029】

一実施態様に係る、図3A、図3B、図3C、図3D、図3E、図4A、図4B、図4C、図4D、および図4Eは、右上腕18Aの内部コンポーネントを示し、それらの図において、そのケーシング無しで示される。より具体的には、これらの図は右アーム14Aおよびその中の内部コンポーネントを示す。左上腕18B内の内部コンポーネントは、ここに示され記載されるものと実質的に同様であり、そして、以下に提供される説明は、これらのコンポーネントにも同等に当てはまることが理解される。

【0030】

図3A～図3Eは、内部コンポーネントをより良く示すために内部構造または支持コンポーネントを隠して、アクチュエーター、駆動コンポーネント、および電子機器を含む、右上腕18Aの内部コンポーネントを示す。図3A～図3Eとは対照的に、図4A～図4Eは、内部アクチュエーター、駆動、および電子機器コンポーネントの両方を含むが、右上腕18Aの内部構造または支持コンポーネントも含む。

【0031】

一実施態様では、図3A～図3Eに示される特定の内部コンポーネントは、右上腕18Aの縦軸と平行な軸C（図3Bに最もよく示される）の周りを、肩リンク16Aで、回転を作動するように構成される。軸Cの周りでのこの回転は、「肩ロール」とも呼ばれる。回転は、一態様では、以下のように生じる：第一の肩アクチュエーター120（すなわち、本実施態様では、モーターアセンブリ120）が提供される。このモーターアセンブリ120は、第一の肩原動歯車122に操作可能に連結される。この原動歯車122は、第一の肩軸受ペア124により支持される。この原動歯車122は、第一の肩原動歯車122の回転が被動歯車126の回転を生じさせるように、肩被動歯車126に連結される。被動歯車126は、被動歯車126の回転が、図3Bに示されるように軸Cの周りで肩リンク16Aの回転を生じさせるように、肩リンク16Aに固定して連結される。被動歯車126は、第二の軸受ペア128により支持される。さらにマグネットを含むマグネットホルダー130もまた、被動歯車126に、操作可能に連結される。ホルダー130およびマグネットは、マグネットエンコーダー132に、操作可能に連結される。

【0032】

軸Cの周りでの肩リンク16Aの回転は、右上腕18A（したがって前膊20A）を本体12に対して回転させる。一実施態様によれば、この回転は、従前の2アームの外科的デバイスでは提供されないさらなる自由度を加える。

【0033】

一実施によれば、図3A～図3Eに示される特定の内部コンポーネントは、右上腕18Aの縦軸に垂直な軸D（図3Cに最もよく示される）の周りを、肘リンク22Aで、回転を作動するように構成される。軸Dの周りでのこの回転は、「肘のヨー」とも呼ばれる。回転は、一態様では、以下のように生じる。アクチュエーター140（すなわち、本実施態様では、第二の上腕モーターアセンブリ140）が提供される。このモーターアセンブリ140は、第二の上腕原動歯車142（本実施態様ではベベル歯車）に、操作可能に連結される。この原動歯車142は、軸受144により支持される。原動歯車142は、原動歯車142の回転が被動歯車146の回転を生じさせるように、被動歯車146に連結される。被動歯車146は、リンク歯車148に固定して連結され、それは、図3Cに示すように、被動歯車146の回転が、軸Dの周りで肘リンク22Aの回転を生じさせるように、肘リンク22Aの歯車の歯158（図3Bに最もよく示される）に連結される。被動歯車146およびリンク歯車148は、軸受ペア150により支持される。さらに、肘リンク22Aは軸受ペア152により支持される。マグネットを含むマグネットホルダー154もまた、肘リンク22Aに、操作可能に連結される。ホルダー154およびマグネットは、マグネットエンコーダー156に、操作可能に連結される。

【0034】

10

20

30

40

50

一実施態様によれば、リンク（またはメッシュ）歯車 148 および肘リンク 22A のさらなる連結は、さらなる外部減少（external reduction）（歯車 148 は、肘リンク 22A よりも少ない歯車の歯を有するため）、上腕 18A の短縮化および改善された関節の動作範囲を含む、特定の利点を提供することができる。様々な実施態様では、図 4A ~ 図 4E に示される実施態様のように、ロボットデバイスは、肘リンク 22A の回転中心の中心と所望の進行方向（direction of travel）との間の相対的距離を低減し、物理的障害を防止することにより、肘関節の動作範囲の改善を示す（図 2B で矢印 A により示される）。

【0035】

図 4B に示すように、上腕 18A は、その中に置かれたリジッド - フレックス PCB 160 を備えることができる。一実施態様では、PCB 160 は、アクチュエーター 120、140、および、マグネットエンコーダー 132、156 と、操作可能に連結され、および、それらと連通している。

10

【0036】

別の実施態様によれば、少なくとも 1 つの連結コンポーネントは、上腕 18A と関連する。より具体的には、本実施では、電力 / 通信ライン 102 および焼灼電力ライン 104 は、上腕 18A の近位端においてポート（図示せず）を通過して入り、そして、遠位端においてポート（図示せず）を通過して出る。

【0037】

図 5A ~ 図 9B は、右前膊 20A の様々な実施態様を示す。本明細書に開示され示される様々な実施は、以下にさらに詳細に説明するように、アクチュエーター、駆動コンポーネント、および、ツールロールおよびツールドライブ（開 / 閉の動作）の両方を達成するために用いることのできる電気機器を含む。以下に記載のように、前膊 20A は、2 つの電氣的に分離された焼灼回路も有し、双極および単極の両方の焼灼末端エフェクターを可能にする。特定の実施態様は、末端エフェクターの簡単な取り外しおよび置き換えが可能であるように構成される（「クイックチェンジ」構造）。さらなる実施態様は、流体がメカニズムに侵入するのを防ぐのを助けるシーリングエレメントを含む。

20

【0038】

一実施によれば、図 5A ~ 図 5C に示される特定の内部コンポーネントは、右前膊 20A の縦軸と平行な軸 E（図 5B に最もよく示される）の周りを、末端エフェクター 28A で、回転を作動するように構成される。軸 E の周りでのこの回転は、「ツールロール」とも呼ばれる。回転は、一態様では、以下のように生じる。アクチュエーター 180（すなわち、本実施では、モーターアセンブリ 180）が提供される。モーターアセンブリ 180 は、原動歯車 182（本実施態様では平歯車である）に、操作可能に連結される。原動歯車 182 は、原動歯車 182 の回転が被動歯車 184 の回転を生じさせるように、被動歯車 184 に連結される。被動歯車 184 は、ロールハブ 186 に固定して連結され、それは軸受 188 により支持される。ロールハブ 186 は、末端エフェクター 28A にネジで連結された外部ネジ山 190A を有する、ツールベースインターフェイス 190 に固定して連結される。したがって、被動歯車 184 の回転は、ロールハブ 186 の回転を生じさせ、それがツールベースインターフェイス 190 の回転を生じさせ、それが図 5B に示されるように軸 E の周りで末端エフェクター 28A の回転を生じさせる。

30

40

【0039】

一実施態様では、図 5A ~ 図 5C に示される特定の内部コンポーネントは、末端エフェクターが開いたり閉じたりするのを作動するように構成される。末端エフェクターが開いたり閉じたりするような末端エフェクターのアームのこの回転は、「ツールドライブ」とも呼ばれる。一態様では、作動は以下のように生じる。アクチュエーター 200（すなわち、本実施では、モーターアセンブリ 200）が提供される。モーターアセンブリ 200 は、原動歯車 202（本実施態様では平歯車である）に、操作可能に連結される。原動歯車 202 は、原動歯車 202 の回転が被動歯車 204 の回転を生じさせるように、被動歯車 204 に連結される。被動歯車 204 は、ツールドライブナット 206 に固定して連結

50

され、それは軸受ペア 208 により支持される。ツールドライブナット 206 は、ネジ山がついた内部ルーメン 206 A を有し、そして、このネジ山がついた内部ルーメン 206 A は、主ネジ 210 に、ネジで連結される。より具体的には、主ネジ 210 の外側のネジ山は、内部ルーメン 206 A 上のネジ山に、ネジで連結される。主ネジ 210 は、ツールベースインターフェイス 190 (上述) に、回転して連結される。より具体的には、ツールベースインターフェイス 190 は、四角い形状の内部ルーメン 190 A を有し、そして、主ネジ 210 の遠位端は、内部ルーメン 190 A 内で適合する四角い形状の突出を有し、それにより、ツールベースインターフェイス 190 と連結する。主ネジ 210 の遠位端は、ルーメン 190 A 内で並進移動 (move translationally) することができるが、ツールベースインターフェイス 190 に対して回転することはできず、したがって、主ネジ 210 は、ツールベースインターフェイス 190 に対して並進移動することができるが、それに対して回転することはできない。

10

20

30

40

50

【0040】

また、主ネジ 210 は、主ネジ 210 の外側部分に置かれた絶縁スリーブ 212 も備え、それにより、以下に記載のように、分離した電気焼灼チャネルを維持する役割を果たす。さらに、主ネジ 210 は、ネジ山をつけた内部ルーメン 210 A を有し、ツールピン 214 にネジで連結される。ツールピン 214 は、ツールピン 214 の移動が、把持アームまたはブレードの開閉を生じさせるように、末端エフェクター 28 A 内の公知のリンク機構に、操作的に連結される。したがって、歯車 202 の作動は、被動歯車 204 の回転を生じさせ、ツールドライブナット 206 を回転させる。ツールドライブナット 206 の回転は、ナット 206 およびネジ 210 のネジ止め可能な連結の結果として主ネジ 210 を移動させる。ネジ 210 の移動は、ツールピン 214 を移動させて、それにより、末端エフェクター 28 A のアームまたはブレードの開閉を生じさせる。

【0041】

本実施態様では、これらの 2 つの回転軸は連結される。すなわち、純粋なロールが所望であれば、ツールの開 / 閉駆動トレインは、ツールドライブナット 206 とツールベースインターフェイス 190 との間に相対的角変位が存在しないように、ロールトレインのスピードに合わせなければならない。

【0042】

一実施によれば、末端エフェクター 28 A は、以下の方法で、迅速およびかつ簡単に、前膊 20 A に連結することができる。および、連結を外すことができる。適所に固定または維持されたロールおよびドライブ軸の両方により、末端エフェクター 28 A は回転することができる。それにより、ネジ山 190 A および 210 A を連結し、または連結を外すことができる。すなわち、末端エフェクター 28 A が一方向で回転する場合、末端エフェクター 28 A は前膊 20 A に連結され、他の方向で回転する場合は、末端エフェクター 28 A は前膊 20 A から連結が外される。

【0043】

一実施態様によれば、前膊 20 A は、2 つの非依存的な焼灼チャネル (本明細書において、「チャンネル A」および「チャンネル B」と呼ぶ) を有し、この前膊 20 A により、双極または単極のいずれかの焼灼末端エフェクターの使用を可能にする。

【0044】

図 6 A を参照して、示されるように、特定の例示的な実施態様のチャンネル A コンポーネントが、前膊 20 A において示されている。PCB 220 は、焼灼発電機のような外部電源に連結された焼灼電力ライン (例えば上述の焼灼ライン 104) のリード A に、電氣的に連結される。PCB 220 は、さらに、ピン 222 に電氣的に連結され、ソケット 224 (上述の主ネジ 210 の近位端において規定され、または、それに - 電氣的および機械的 - に連結される) に、電氣的に連結され、そして、ソケット 224 内に、スライド可能に配置される。主ネジ 210 は、図 5 C に最もよく示されるように、末端エフェクターピン 214 に、電氣的および機械的に連結される。したがって、焼灼ライン 104 中のリード A に電圧を加えることは、双極の焼灼末端エフェクター 28 A 中のチャンネル A に電圧を

加える。前膊の特定の実施態様は、少なくとも1つの絶縁体225をさらに含む。

【0045】

図6Bおよび図7に示すように、チャンネルBコンポーネントが、示されるように、前膊20Aに示される。上述のPCB220もまた、外部電源に連結された焼灼電力ライン(例えば上述の焼灼ライン104)のリードBに、電氣的に連結される。PCB220は、さらに導電ロッド240に電氣的に連結され、それはワイパー242に電氣的に連結される。ワイパー242は、機械的支柱244により片方の末端上に支持された、張力のかかったコンポーネントである。絶縁挿入246は、ワイパー242と機械的支柱244との間に配置される。その自由な末端において、ワイパー242は、プリロード248により支持される。この構造に基づき、ワイパー242は、ツールベースインターフェイス190に対して-リーフスプリングのように-組み込まれ(load ed)、または、促され(urged)(上述)、したがって、ツールベースインターフェイス190に電氣的に連結されるようになる。ツールベースインターフェイス190は、末端エフェクター28Aに機械的に連結され、その末端エフェクター28AのチャンネルBに電氣的に連結される。したがって、焼灼ライン104中のリードBに電圧を加えることは、双極の焼灼末端エフェクター28A中のチャンネルBに電圧を加える。例示的な実施態様では、チャンネルAコンポーネントは、チャンネルBコンポーネントから電氣的に分離され、両方のチャンネルは、患者の安全を高めるために、シャーシから電氣的に分離される。

10

【0046】

一実施では、前膊20Aは、流体が前膊20Aへ侵入するのを防ぐのを助ける少なくとも1つの流体シールインターフェイスを備える。そのようなメカニズムの1つは、一実施態様によれば、図9Aおよび図9Bに示されるモノリシックのシングル-ピースのハウジング260である。ハウジング260のワン-ピースの特質は、密封されなければならないインターフェイスの数を大幅に減らし、したがって、流体の漏れがより生じやすいインターフェイスの数を減らす。ハウジング260は、前膊20Aの内部コンポーネント上を滑るように構成される。すなわち、ハウジング260の近位端は、ハウジング260が前膊20Aの上に正しく配置されるまで前膊20Aの上に配置されることのできる(または、前膊20Aがルーメンの中へ挿入される)、開口部を規定する。図9Bに最もよく示されるように、ハウジング260は、ハウジング260においてハウジング260の遠位端に規定される穴264の周りに規定される溝に配置された、O-リング262を備えることができる。穴264は、末端エフェクター28A(特定の実施態様では、ロールハブ186の遠位端である)を受け入れるように構成される。一実施態様では、ロールハブ186(上述)は、O-リング262がそのロールハブ186に対して予め組み込まれる(preload ed)ように構成されるようにして穴264を通して配置され、それにより、ハウジング260とハブ186の外面との間に流体シールを形成し、それは特定の実施態様では、密封を高めるために、ステンレススチールリングをさらに含んでよい。

20

30

【0047】

図8Aに示すさらなる実施態様では、前膊20Aは、前膊ハウジング260(上述)の外側部分に規定される2つの溝270、272を有する。溝270、272は、内側バリア300のスリーブの開口部に規定される弾性バンドが溝270、272に配置され得るようにして、外側バリア(以下にさらに詳しく説明される第一のバリア300など)に関する取り付けポイントを提供するように構成することができ、それにより、ハウジング260に対するバリア300の連結を高め、したがって、流体シールを高める。一実施態様では、溝270、272は、前膊ハウジング260全体を取り囲む。あるいは、第一のバリア300は、接着または溶接を介してハウジング260に接合することができる。さらなる代替では、ハウジング260および第一のバリア300は、単一のピースとして組み立てることができる。

40

【0048】

別の実施によれば、図8Aに示すように、前膊20Aハウジング260は、ハウジング260における穴282(それを通して末端エフェクター28Aが配置される)の周りに

50

、ハウジング 260 に規定される溝 280 を有することができる。溝 280 は、第二のバリア 310 のスリーブの開口部に規定される弾性バンドが溝 270、272 に配置され得るようにして、外側バリア（以下にさらに詳しく説明される外側バリア 310 など）に関する取り付けポイントを提供するように構成することができ、それにより、ハウジング 260 に対する第二のバリア 310 の連結を高め、したがって、流体シールを高める。

【0049】

図 8B に示すように、別の流体シールは、別の実施態様によれば、一方の末端で主ネジ 210（上述）に取り付けられ、もう片方の末端でツールベースインターフェイス 190（上述）に取り付けられた、柔軟なメンブレン 290 の形状で、提供することができる。より具体的には、メンブレン 290 は、O-リング 292 において主ネジ 210 に連結され、溝 292 においてツールベースインターフェイス 190 に連結される。一実施態様では、メンブレン 290 は、取り付け機構、例えばシンチ（図示せず）により、溝 292 において保持される。このメンブレン 290 は、任意の外部流体に対して、前膊 20A の内部コンポーネントのための液体シールを提供するのに役立つ。一実施では、末端エフェクター 28A が前膊 20A に連結されていてもいなくても、シールは維持される。あるいは、メンブレン 290 は、金属ペローズで置き換えることができる。

10

【0050】

特定の実施態様によれば、図 10A および図 10B に示すように、さらなる流体シールを提供することができる。図 10A および図 10B に示すように、デバイス 10 は、デバイスアーム 14A、14B のそれぞれを保護する 2 つの流体的に密封されたバリアを備えることができる。第一のバリア（本明細書において、「内側バリア」とも呼ぶ）300 は図 10A に示され、それは、それぞれのアームの周りに配置され、そして、スリーブ末端 302A、302B で、デバイス本体 12 に、スリーブ末端 302A、302B での開口部を促す（urge）弾性のコンポーネント 304A、304B を介して連結され、それにより流体シールを高める。示されるように本実施態様では、弾性のコンポーネント 304A、304B は、前膊の遠位端で、アーム 14A の前膊の周りに配置される。あるいは、図 8A に関して上記で詳述されるように、弾性のコンポーネント 304A、304B は、前膊内に規定される溝（上述の溝 270、272 など）に配置することができる。

20

【0051】

一実施態様では、内側バリア 300 は、デバイス 10 に永久的に結合されて、デバイス 10 の操作寿命全体のあいだ、取り外されないメンブレンである。バリア 300 は、デバイス 10 とともに滅菌される。

30

【0052】

第二のバリア（本明細書において、「外側バリア」とも呼ぶ）310 は図 10B に示され、それは、それぞれのアーム 14A、14B の周りに、上述の内側バリア 300 の上に配置され、そして、スリーブ末端 312A、312B で、デバイス本体 12 に、アーム 14A、14B に対するスリーブ末端 312A、312B での開口部を促す弾性のコンポーネント 314A、314B を介して連結され、それにより流体シールを高める。

【0053】

図 11A および図 11B は、上述のデバイスの実施態様において PCB コンポーネントとして用いることのできる、リジッド-フレックス PCB コンポーネント 320 の一実施態様を示す。リジッド-フレックスの組み立ては公知の製造方法であることが理解される。一実施態様では、PCB コンポーネント 320 は、公知の製造方法を用いて組み立てられているが、カスタムで設計および製造される。

40

【0054】

図 12A ~ 図 17D に示す使用では、本明細書に開示および検討されるデバイスの実施態様は、整合性のある横断面および最小の輪郭を有するように構成され、それにより、切り込みを通した患者の空洞への、デバイスの挿入の簡易性を高める。さらに、一実施態様では、デバイス 10 は、最適な方法で、最小の輪郭および整合性のある横断面を維持する、特定のセットのステップを介して挿入することができる。図 12 に示すように、デバイ

50

ス10は、切り込み330を通過して空洞340へ挿入されるように整えられる。デバイス10のアーム14A、14Bが真っ直ぐであることに注意する。図13では、デバイス10は、前膊20A、20Bが空洞340内に配置されるように挿入される。図14に示すように、それから、前膊20A、20Bは、示されるように、挿入されることのできるデバイス10の量を最大限にするように回転することができる。図15に示すように挿入が続くと、上腕18A、18Bも回転して外科的空間を最適化する。この時点で、アーム14A、14Bは、最初に図16に示すように反対の方向に動くようにそれらを促すことにより、それらの操作位置へ動くことができる。

【0055】

最終的に、アーム14A、14Bは、図17において肘が外側に突き出るように回転し、それにより、アーム14A、14Bをそれらの好ましい操作位置へ動かす。例示的な実施態様では、デバイスは、単一の挿入により全四象限に対するアクセスをユーザーに提供するように、最初の挿入位置に対して患者の内側で回転および/または傾いてよい。さらに、図12A~図17Dに示されるデバイスの挿入から明らかなように、従前の外科的ロボットデバイスでの場合のように、デバイスのアームは、連続ではなく平行に挿入される。

10

【0056】

一実施では、デバイス10は、デバイス10とともに用いられる少なくとも1つのカメラを備える。例えば、デジタルズームを備える2自由度を備えたカメラ（ファンおよびチルトカメラ）などのカメラ（図示せず）を用いることができる。一実施態様では、図1Cに最もよく示されるように、それは、デバイス本体12の近位端において規定されるカメラルーメン32を通して挿入される。一実施によれば、カメラは、ユーザーまたは外科医によりフットコントローラーを用いてコントロールすることができ、手順の間、簡単に取り外し、洗浄、および再挿入される。別の実施態様では、カメラは、同じ切り込みを通して、ルーメン32を通して、または異なる切り込みを通して、挿入される標準的な腹腔鏡であってよい。

20

【0057】

多数の実施態様が開示されるが、本発明の例示的な実施態様を示し説明する以下の詳細な説明から、本発明のさらに他の実施態様が、当業者に明らかになる。理解されるように、本発明は、様々の明らかな態様での修正が、全て本発明の意図および範囲を逸脱せずに、可能である。したがって、図面および詳細な説明は、事実上例示として見なされ、制限ではない。

30

【0058】

本発明は、好ましい実施態様に関して説明されているが、当業者は本発明の意図および範囲を逸脱せずに、変更が形式および詳細においてなされ得ることを理解するであろう。

【 図 1 A 】

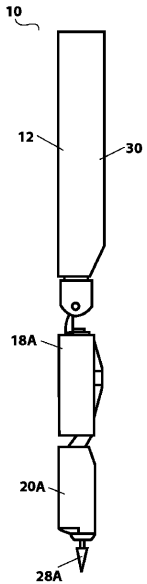


Figure 1A

【 図 1 B 】

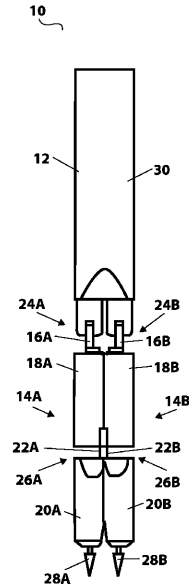


Figure 1B

【 図 1 C 】

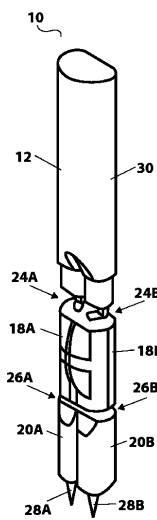


Figure 1C

【 図 2 A 】

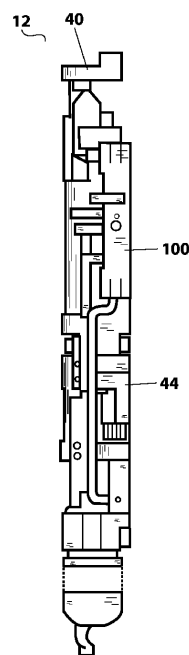


Figure 2A

【 図 1 D 】

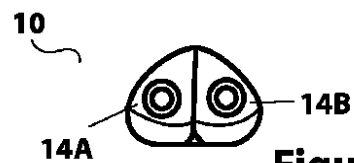


Figure 1D

【 図 2 B 】

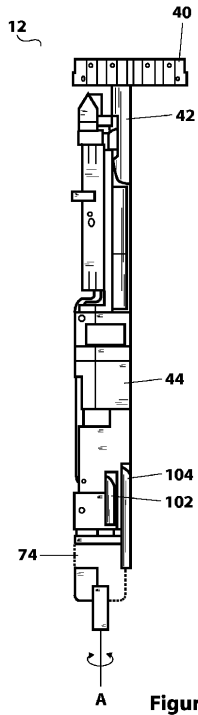


Figure 2B

【 図 2 C 】

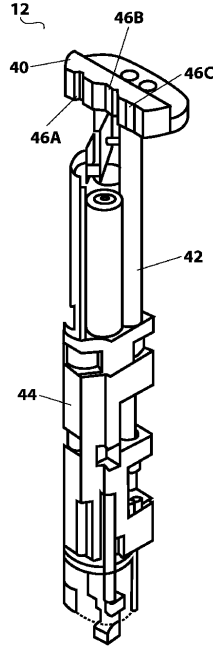


Figure 2C

【 図 2 D 】

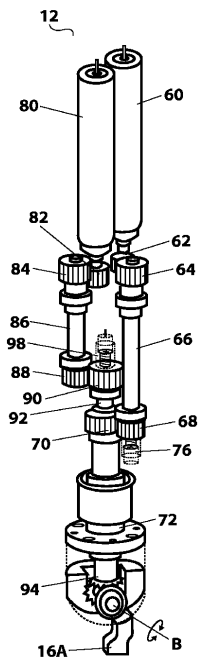


Figure 2D

【 図 2 E 】

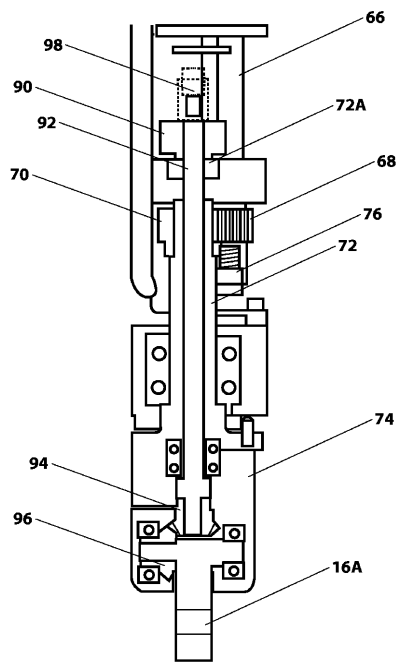


Figure 2E

【 図 3 A 】

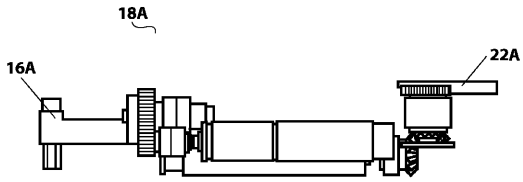


Figure 3A

【 図 3 B 】

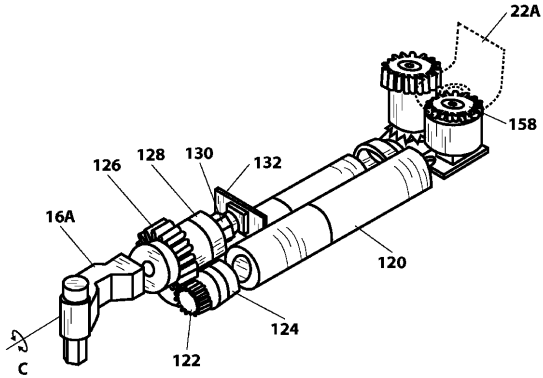


Figure 3B

【 図 3 C 】

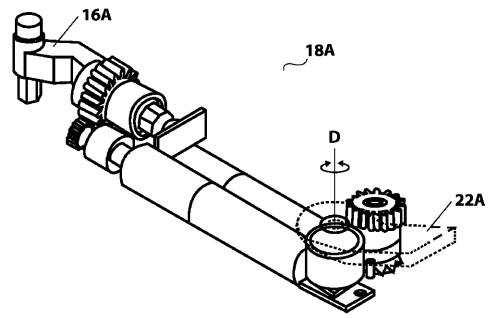


Figure 3C

【 図 3 D 】

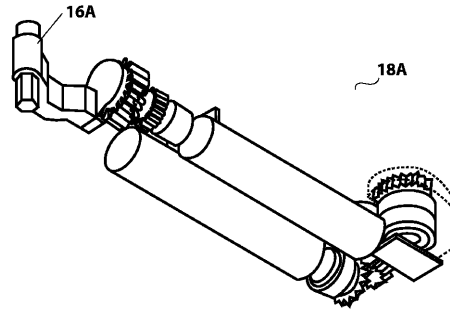


Figure 3D

【 図 3 E 】

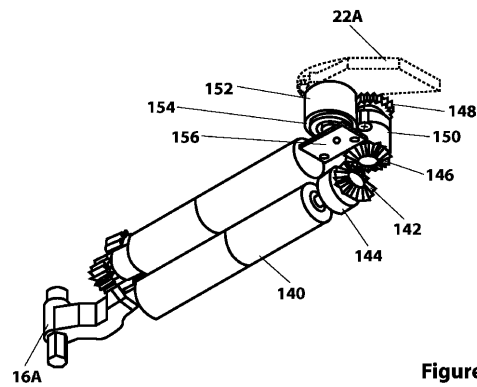


Figure 3E

【 図 4 B 】

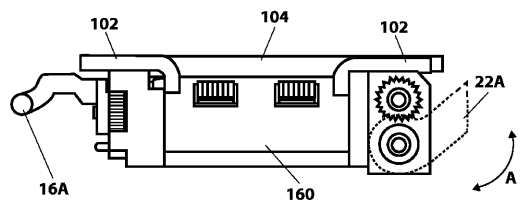


Figure 4B

【 図 4 A 】

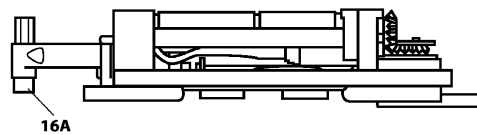


Figure 4A

【 図 4 C 】

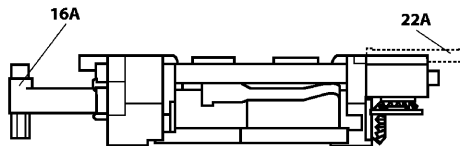


Figure 4C

【 図 4 D 】

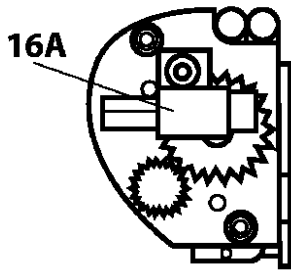


Figure 4D

【 図 4 E 】

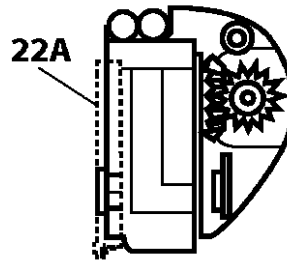


Figure 4E

【 図 5 A 】

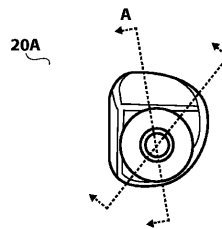


Figure 5A

【 図 5 B 】

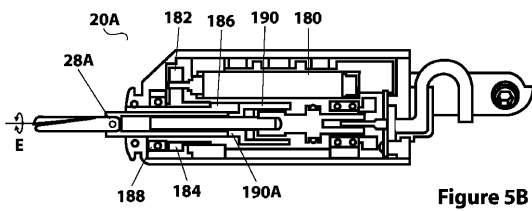


Figure 5B

【 図 6 A 】

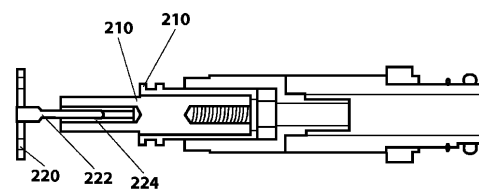


Figure 6A

【 図 5 C 】

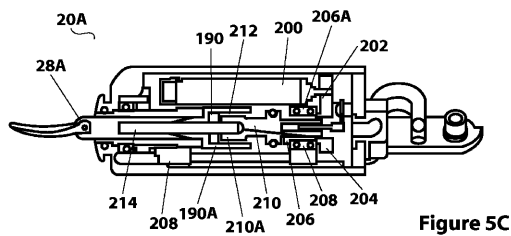


Figure 5C

【 図 6 B 】

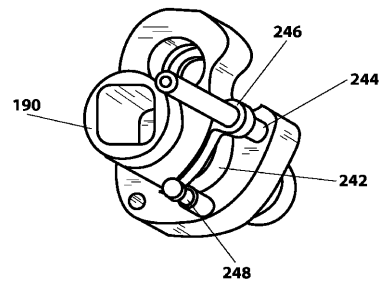


Figure 6B

【 図 7 】

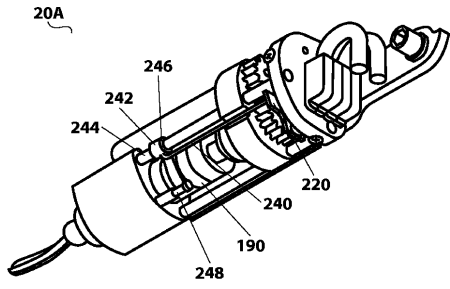


Figure 7

【 図 8 B 】

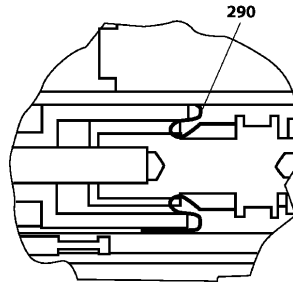


Figure 8B

【 図 8 A 】

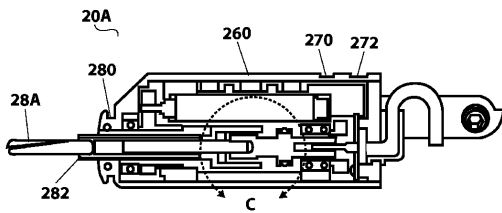


Figure 8A

【 図 9 A 】

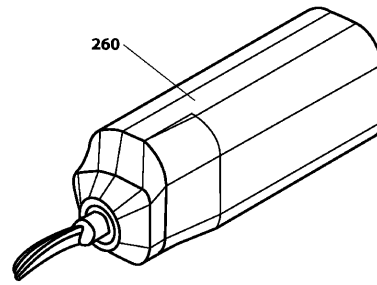


Figure 9A

【 図 9 B 】

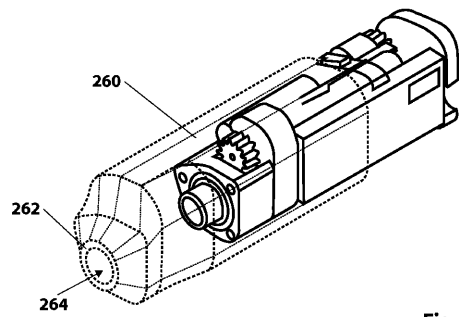


Figure 9B

【 図 10 B 】

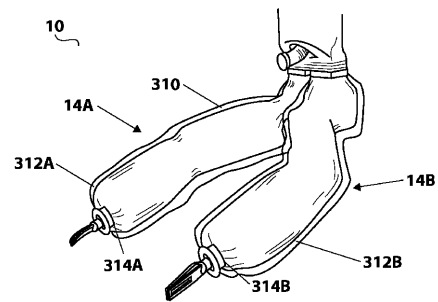


Figure 10B

【 図 10 A 】

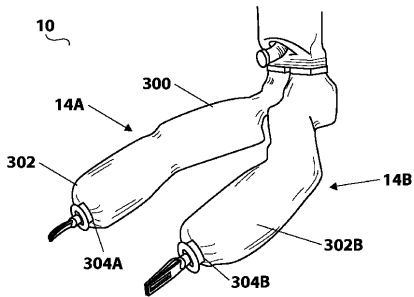


Figure 10A

【 図 11 A 】

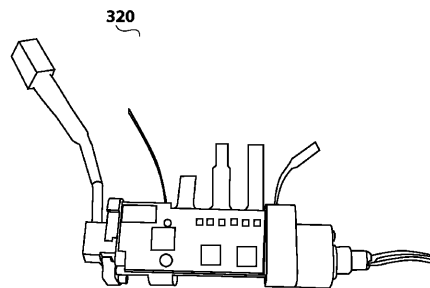


Figure 11A

【 図 1 1 B 】

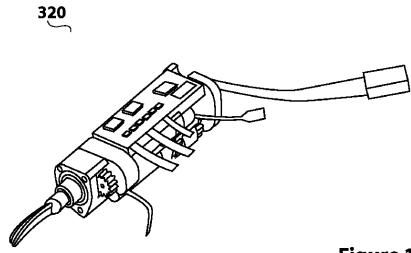


Figure 11B

【 図 1 2 A 】

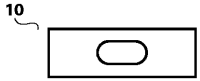


Figure 12A

【 図 1 2 B 】

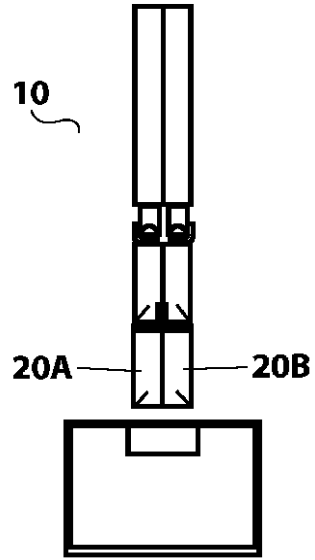


Figure 12B

【 図 1 2 C 】

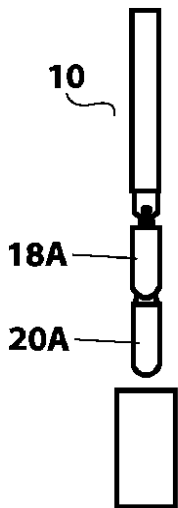


Figure 12C

【 図 1 2 D 】

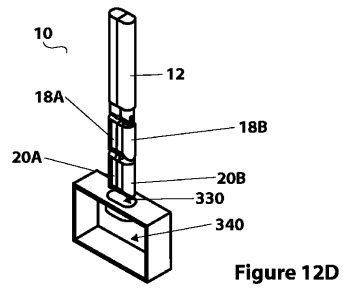


Figure 12D

【 図 1 3 A 】



Figure 13A

【 図 1 3 B 】

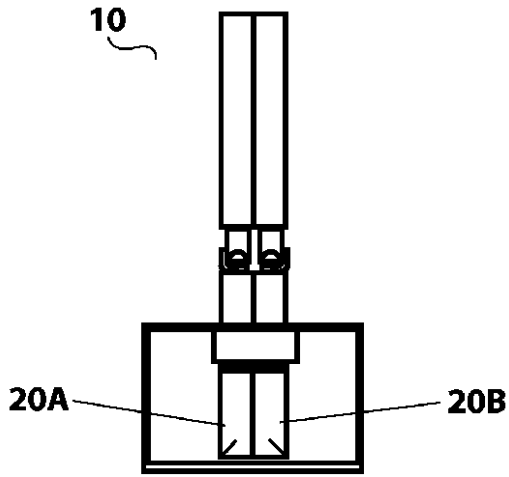


Figure 13B

【 図 1 3 C 】

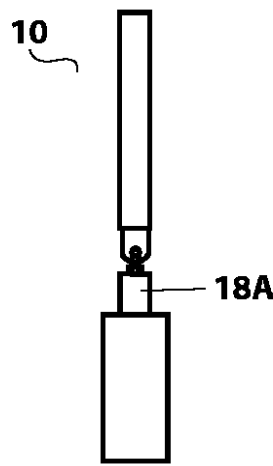


Figure 13C

【 図 1 3 D 】

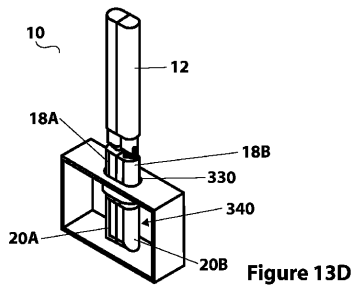


Figure 13D

【 図 1 4 B 】

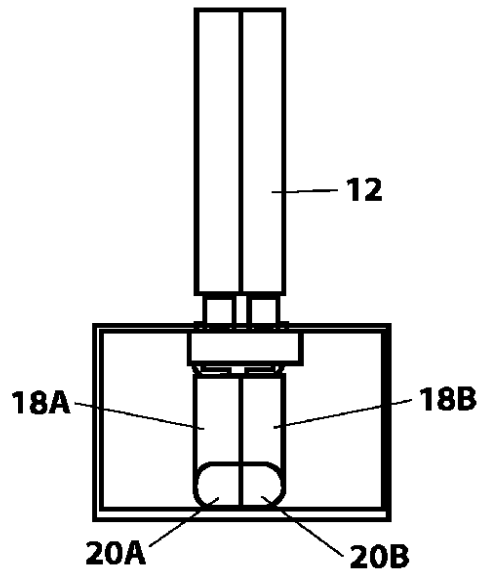


Figure 14B

【 図 1 4 A 】

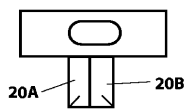


Figure 14A

【 図 1 4 C 】

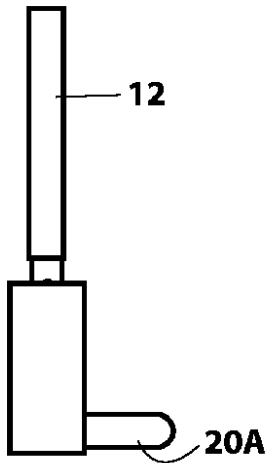


Figure 14C

【 図 1 4 D 】

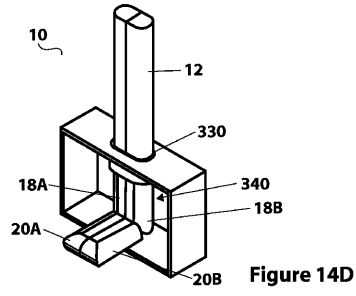


Figure 14D

【 図 1 5 A 】

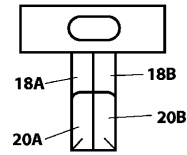


Figure 15A

【 図 1 5 B 】

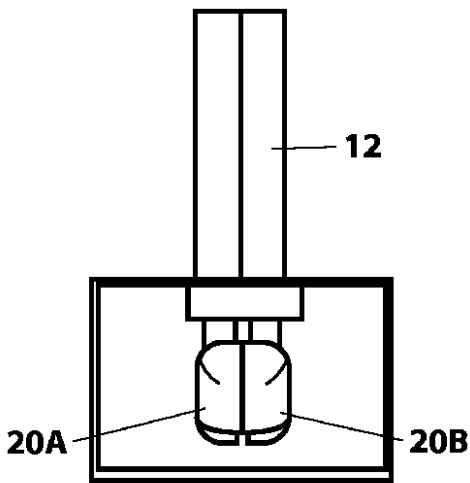


Figure 15B

【 図 1 5 C 】

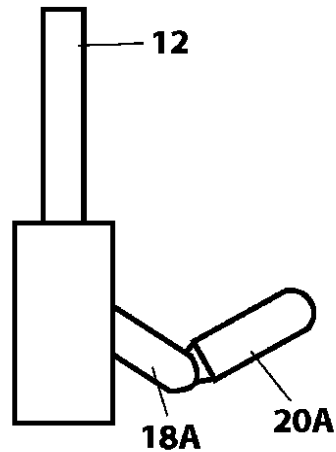


Figure 15C

【 図 1 5 D 】

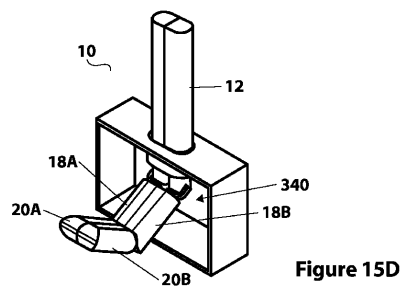


Figure 15D

【 図 1 6 A 】

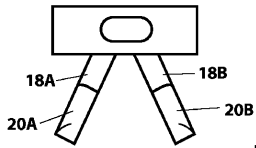


Figure 16A

【 図 1 6 B 】

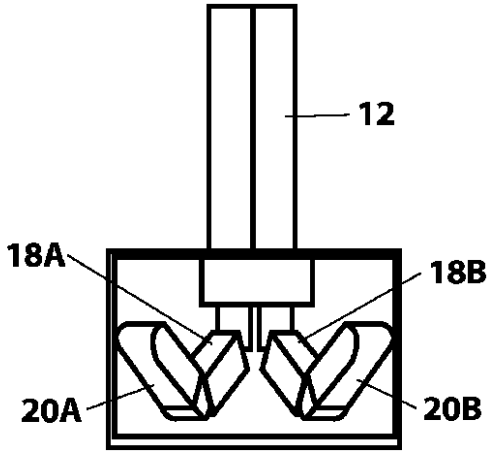


Figure 16B

【 図 1 6 C 】

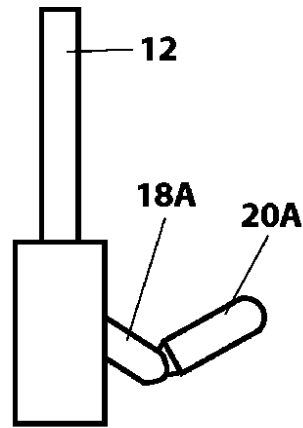


Figure 16C

【 図 1 6 D 】

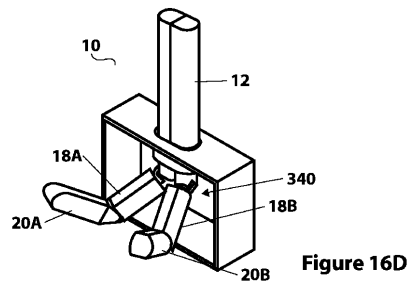


Figure 16D

【 図 1 7 A 】

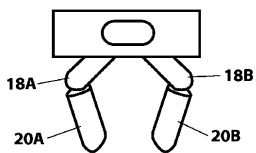


Figure 17A

【 図 1 7 B 】

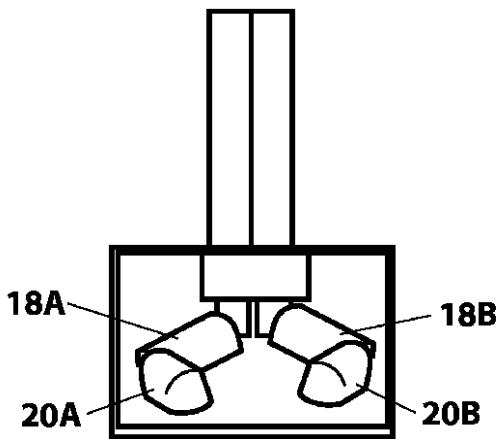


Figure 17B

【 図 1 7 C 】

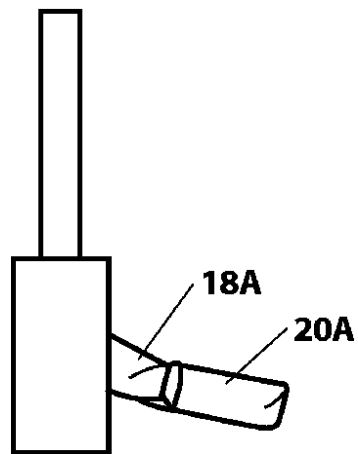


Figure 17C

【 図 17 D 】

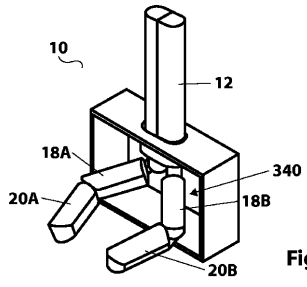


Figure 17D

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US14/28531
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(8) - A61B 1/313, 17/00, 19/00; G05B 15/00, 19/00 (2014.01) USPC - 800/104, 106, 129; 606/1, 130 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC(8): A61B 1/313, 17/00, 19/00; G05B 15/00, 19/00 (2014.01) USPC: 600/104, 106, 129; 606/1, 130 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) MicroPatent (US-G, US-A, EP-A, EP-B, WO, JP-bib, DE-C.B, DE-A, DE-T, DE-U, GB-A, FR-A); Public Patent Application Information Retrieval (PAIR); Google/Google Scholar; ProQuest; Pubmed/Medline: Surgical, medical, robotic, arm, joint, shoulder, segment, tubular, port, laparoscopic, axle, rotation, pitch, yaw, roll, seal, insufflate, tubular, brushless, motor, rigid-flex, printed circuit board, PCB		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2013/009887 A1 (FARRITOR, S et al.) January 17, 2013; figures 1, 2a-e; paragraphs [0055]-[0059], [0064], [0068]	1-15
Y	US 2009/0163929 (YEUNG, BHB et al.) June 25, 2009; figures 17a-e, 21e, 21fa-21fb; paragraphs [0194], [0201], [0204]-[0206], [0248]	1-15
Y	US 2010/0069940 A1 (MILLER, MC et al.) March 18, 2010; figure 1; paragraphs [0051], [0125]	4, 12
A	US 2005/0098502 A1 (KHALILI, TM) May 05, 2005; figure 1b; paragraph [0051]	1, 15
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/>		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 23 July 2014 (23.07.2014)		Date of mailing of the international search report 19 AUG 2014
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201		Authorized officer: Shane Thomas PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774

フロントページの続き

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

- (72) 発明者 ファリター シェーン
 アメリカ合衆国 6 8 5 2 6 ネブラスカ州 リンカーン, ブラックストーン ロード 6 1 3 7
- (72) 発明者 サントロ クリス
 アメリカ合衆国 1 1 2 0 9 ニューヨーク州 ブルックリン, ショア ロード 7 4 0 1, ユニ
 ット 1 ケー
- (72) 発明者 シャショー ジェフ
 アメリカ合衆国 1 1 2 2 4 ニューヨーク州 ブルックリン, オーシャンビュー アベニュー
 5 1 0 8
- (72) 発明者 クマール ニシャント
 アメリカ合衆国 0 7 6 2 1 ニュージャージー州 ベルゲンフィールド イースト メイン ス
 トリート 2 9 6
- (72) 発明者 スチェシアク マテウス
 アメリカ合衆国 1 1 3 7 5 ニューヨーク州 フォレスト ヒルズ, グランド セントラル パ
 ークウェイ 6 1 - 2 0, アpartment B 6 0 6
- (72) 発明者 ハーマン ジェイソン
 アメリカ合衆国 1 1 7 3 1 ニューヨーク州 イースト ノースポート, アトラス ウェイ 6