

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6479790号  
(P6479790)

(45) 発行日 平成31年3月6日(2019.3.6)

(24) 登録日 平成31年2月15日(2019.2.15)

(51) Int.Cl.	F I
<b>A 6 1 B 34/30</b> (2016.01)	A 6 1 B 34/30
<b>B 2 5 J 3/00</b> (2006.01)	B 2 5 J 3/00 Z
<b>A 6 1 B 17/34</b> (2006.01)	A 6 1 B 17/34
<b>A 6 1 B 1/01</b> (2006.01)	A 6 1 B 1/01 5 1 1

請求項の数 11 (全 59 頁)

(21) 出願番号	特願2016-527105 (P2016-527105)	(73) 特許権者	515255629
(86) (22) 出願日	平成26年7月17日 (2014. 7. 17)		ボード オブ リージェンツ オブ サ ユニバーシティ オブ ネブラスカ アメリカ合衆国, ネブラスカ, リンカーン 、ホールドレッジ ストリート 3 8 3 5 、パーナー ホール
(65) 公表番号	特表2016-529961 (P2016-529961A)	(74) 代理人	100113376
(43) 公表日	平成28年9月29日 (2016. 9. 29)		弁理士 南条 雅裕
(86) 国際出願番号	PCT/US2014/047062	(74) 代理人	100179394
(87) 国際公開番号	W02015/009949		弁理士 瀬田 あや子
(87) 国際公開日	平成27年1月22日 (2015. 1. 22)	(74) 代理人	100185384
審査請求日	平成29年7月14日 (2017. 7. 14)		弁理士 伊波 興一朗
(31) 優先権主張番号	61/847, 394	(74) 代理人	100137811
(32) 優先日	平成25年7月17日 (2013. 7. 17)		弁理士 原 秀貢人
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

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) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ロボット外科的システムであって、以下を備える：

( a ) 以下を備える、ハウジングを備える単一のデバイス本体：

( i ) 遠位端；

( i i ) 近位端、

( i i i ) カメラルーメン、ここで、前記カメラルーメンは、前記デバイス本体の前記近位端に近位ルーメン開口部を備え、前記デバイス本体の前記遠位端に遠位ルーメン開口部を備えるように、前記デバイス本体内に規定される；および

( i v ) 前記ハウジング内に配置された複数のアクチュエーター；

( b ) 前記デバイス本体の遠位表面に操作可能に取り付けられ、かつ、前記複数のアクチュエーターと操作可能に統合された、第一および第二の肩関節；

( c ) 前記の第一の肩関節に枢動可能に取り付けられた、第一のロボットアーム、ここで、前記第一のロボットアームは、以下：

( i ) 第一のアームの第一の連結リンク；

( i i ) 第一のアームの上腕；

( i i i ) 第一のアームの第二の連結リンク；および

( i v ) 第一のアームの前膊

を備え、ここで、前記第一のアームは 6 自由度を有し；

( d ) 前記の第二の肩関節に枢動可能に取り付けられた、第二のロボットアーム、ここ

で、前記第二のロボットアームは、以下：

- ( i ) 第二のアームの第一の連結リンク；
- ( i i ) 第二のアームの上腕；
- ( i i i ) 第二のアームの第二の連結リンク；および
- ( i v ) 第二のアームの前膊

を備え、ここで、前記第二のアームは6自由度を有し；

( e ) 以下を含むカメラコンポーネント：

( i ) ハンドル；  
 ( i i ) 前記ハンドルに操作可能に連結された、細長いチューブ、ここで、前記の細長いチューブは、前記デバイス本体内に規定される前記カメラルーメンを通して配置可能な構成およびサイズであり、前記の細長いチューブは以下を含む：

- ( A ) 剛体部分；
- ( B ) 光学部分；および、
- ( C ) 前記光学部分を前記剛体部分に操作可能に連結する、柔軟部分、

ここで、前記の細長いチューブは、前記カメラコンポーネントが前記カメラルーメンを通して配置される場合に、前記光学部分が前記の遠位ルーメン開口部から遠位に伸びるように構成されるような長さを有する、

ロボット外科的システム。

【請求項2】

請求項1のロボット外科的システムであって、  
 前記ハンドルは、前記カメラコンポーネントを操作するように構成される、  
 ロボット外科的システム。

【請求項3】

請求項1のロボット外科的システムであって、  
 前記の遠位ルーメン開口部は、前記の第一の肩関節と第二の肩関節との間に配置される、  
 ロボット外科的システム。

【請求項4】

請求項1のロボット外科的システムであって、  
 前記光学部分は、前記剛体部分に対して前記柔軟部分で傾斜可能なように構成され、  
 ここで、前記光学部分は、直線構造および傾斜構造を有する、  
 ロボット外科的システム。

【請求項5】

請求項1のロボット外科的システムであって、  
 前記の細長いチューブは、前記ハンドルに対して回転可能なように構成される、  
 ロボット外科的システム。

【請求項6】

ロボット外科的システムであって、以下を備える：  
 ( a ) ハウジングを備える、以下を備える単一のデバイス本体：  
 ( i ) 前記ハウジング内に配置された第一および第二のアクチュエーター；  
 ( i i ) 前記デバイス本体の近位部に置かれたレセプタクル；および、  
 ( i i i ) カメラルーメン、ここで、前記カメラルーメンは、前記レセプタクルに近位ルーメン開口部を備え、前記デバイス本体の遠位部に規定される遠位ルーメン開口部を備えるように、前記デバイス本体内に規定される；  
 ( b ) 前記デバイス本体の前記遠位部に操作可能に取り付けられ、かつ、前記第一および第二のアクチュエーターとそれぞれ操作可能に連絡した、第一および第二の肩関節；  
 ( c ) 前記の第一の肩関節に枢動可能に取り付けられた、第一のロボットアーム、ここで、前記第一のロボットアームは、以下：

- ( i ) 第一のアームの第一の連結リンク；
- ( i i ) 第一のアームの上腕；

- ( i i i ) 第一のアームの第二の連結リンク ; および  
( i v ) 第一のアームの前膊  
 を備え、ここで、前記第一のアームは 6 自由度を有し ;  
 ( d ) 前記の第二の肩関節に枢動可能に取り付けられた、第二のロボットアーム、こ  
こで、前記第二のロボットアームは、以下 :  
( i ) 第二のアームの第一の連結リンク ;  
( i i ) 第二のアームの上腕 ;  
( i i i ) 第二のアームの第二の連結リンク ; および  
( i v ) 第二のアームの前膊  
 を備え、ここで、前記第二のアームは 6 自由度を有し ; および、 10
- ( e ) 以下を備えるカメラシステム :  
 ( i ) 前記レセプタクル内で対になるように ( m a t e a b l y ) 配置可能なように  
 構成された、システム本体 ;  
 ( i i ) 前記システム本体に操作可能に連結された、細長いチューブ、ここで、前記  
の細長いチューブは、前記デバイス本体内に規定される前記カメラルーメンを通して配置  
可能な構成およびサイズである、  
 ここで、前記の細長いチューブは、前記システム本体が前記レセプタクル内に配置さ  
 れる場合に、前記の細長いチューブの一部が前記の遠位ルーメン開口部から遠位に伸びる  
 ように構成されるような長さを有する、  
 ロボット外科的システム。 20
- 【請求項 7】  
 請求項 6 のロボット外科的システムであって、  
 前記の細長いチューブは :  
 ( a ) 実質上剛体部分 ;  
 ( b ) 光学部分 ; および、  
 ( c ) 前記光学部分を前記剛体部分に操作可能に連結する、柔軟部分、  
ここで、前記光学部分は、前記剛体部分に対して前記柔軟部分で傾斜可能なように構成  
され、前記光学部分は、直線構造および傾斜構造を有する  
 をさらに含む、  
 ロボット外科的システム。 30
- 【請求項 8】  
 請求項 6 のロボット外科的システムであって、  
 前記の遠位ルーメン開口部は、前記の第一の肩関節と第二の肩関節との間に配置される  
 、  
 ロボット外科的システム。
- 【請求項 9】  
 請求項 6 のロボット外科的システムであって、  
 前記の細長いチューブは、前記システム本体に対して回転可能なように構成される、  
 ロボット外科的システム。
- 【請求項 10】 40  
 請求項 6 のロボット外科的システムであって、  
 前記デバイス本体に操作可能に連結された配置ロッドをさらに備える、  
 ロボット外科的システム。
- 【請求項 11】  
 請求項 10 のロボット外科的システムであって、  
 前記配置ロッドは、前記配置ロッドに操作可能に連結されたハンドルをさらに備える、  
 ロボット外科的システム。
- 【発明の詳細な説明】  
 【技術分野】 50

## 【 0 0 0 1 】

## 【 関連出願の相互参照 】

本出願は、2013年7月17日に出願され、Robotic Surgical Devices, Systems, and Related Methodsと題された、米国仮出願61/847,394に対して、第35巻第119条(e)の下での利益を主張し、それはその全体で参照により本明細書中に援用される。

## 【 0 0 0 2 】

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た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、上記デバイスを操作するための方法およびデバイスに関する。

10

## 【 背景技術 】

## 【 0 0 0 3 】

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。

## 【 0 0 0 4 】

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

## 【 0 0 0 5 】

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。

## 【 発明の概要 】

30

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 6 】

本明細書において開示されるのは、様々なカメラシステムを受け入れるように構成されたカメラルーメンを備えた特定のシステムを含む、様々なロボット外科的システムである。さらなる実施態様は、空洞の通気を維持しながら患者の空洞内へ様々な外科的デバイスを挿入するために用いられるように構成された、外科的挿入デバイスに関する。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 7 】

実施例1では、ロボット外科的システムは、デバイス本体、デバイス本体の遠位端に操作可能に連結された第一および第二の肩関節、第一の肩関節に操作可能に連結された第一のロボットアーム、第二の肩関節に操作可能に連結された第二のロボットアーム、およびカメラコンポーネントを備える。デバイス本体は、遠位端、近位端、およびカメラルーメン（カメラルーメンは、デバイス本体の近位端に近位ルーメン開口部を備え、デバイス本体の遠位端に遠位ルーメン開口部を備えるように、デバイス本体内に規定される）を備える。カメラコンポーネントは、コントローラ本体およびコントローラに操作可能に連結された細長いチューブを備え、ここで、細長いチューブは、デバイス本体内に規定されるカメラルーメンを通して配置可能な構成およびサイズである。細長いチューブは、剛体部分、光学部分、および、光学部分を剛体部分に操作可能に連結する柔軟部分を備える。さらに、細長いチューブは、カメラコンポーネントがカメラルーメンを通して配置される場合に、光学部分が遠位ルーメン開口部から遠位に伸びるように構成されるような長さを

40

50

有する。

【0008】

実施例2は、実施例1に係るロボット外科的システムに関し、ここで、コントローラー本体は、カメラコンポーネントを操作するように構成されたコントローラーを含む。

【0009】

実施例3は、実施例1に係るロボット外科的システムに関し、ここで、遠位ルーメン開口部は、第一の肩関節と第二の肩関節との間に配置される。

【0010】

実施例4は、実施例1に係るロボット外科的システムに関し、ここで、光学部分は、剛体部分に対して柔軟部分で傾斜可能なように構成され、ここで、光学部分は、直線構造および傾斜構造を有する。

10

【0011】

実施例5は、実施例1に係るロボット外科的システムに関し、ここで、細長いチューブは、コントローラー本体に対して回転可能なように構成される。

【0012】

実施例6では、ロボット外科的システムは、デバイス本体、デバイス本体の遠位部に操作可能に連結された第一および第二の肩関節、第一の肩関節に操作可能に連結された第一のロボットアーム、第二の肩関節に操作可能に連結された第二のロボットアーム、および、カメラシステムを備える。デバイス本体は、デバイス本体の近位部に置かれたレセプタクル、および、カメラルーメン（カメラルーメンは、レセプタクルに近位ルーメン開口部を備え、デバイス本体の遠位部に規定される遠位ルーメン開口部を備えるように、デバイス本体内に規定される）を備える。カメラシステムは、レセプタクル内で対になるように（*mateably*）配置可能なように構成されたシステム本体、および、システム本体に操作可能に連結された細長いチューブを備え、ここで、細長いチューブは、デバイス本体内に規定されるカメラルーメンを通して配置可能な構成およびサイズである。細長いチューブは、システム本体がレセプタクル内に配置される場合に、細長いチューブの一部が遠位ルーメン開口部から遠位に伸びるように構成されるような長さを有する。

20

【0013】

実施例7は、実施例6に係るロボット外科的システムに関し、ここで、細長いチューブは、実質上剛体部分、光学部分、および、光学部分を剛体部分に操作可能に連結する柔軟部分をさらに備える。光学部分は、剛体部分に対して柔軟部分で傾斜可能なように構成され、ここで、光学部分は、直線構造および傾斜構造を有する。

30

【0014】

実施例8は、実施例6に係るロボット外科的システムに関し、ここで、遠位ルーメン開口部は、第一の肩関節と第二の肩関節との間に配置される。

【0015】

実施例9は、実施例6に係るロボット外科的システムに関し、ここで、細長いチューブは、システム本体に対して回転可能なように構成される。

【0016】

実施例10は、実施例6に係るロボット外科的システムに関し、デバイス本体に操作可能に連結された配置ロッドをさらに備える。

40

【0017】

実施例11は、実施例10に係るロボット外科的システムに関し、ここで、配置ロッドは、配置ロッドに操作可能に連結されたハンドルをさらに備える。

【0018】

実施例12では、外科的挿入デバイスは、ルーメンを規定する折り畳み可能なキャニスター、キャニスターの近位端に連結された上部キャップ、キャニスターの遠位端に取り外し可能に連結された切り込みポート、上部キャップと切り込みポートとの間で、キャニスターに沿った位置でキャニスターに操作可能に連結された支持フレーム、および、支持ロッド（上部キャップおよび支持フレームが支持ロッドに対してスライド可能なように、上

50

部キャップ、支持フレーム、および切り込みポートに操作可能に連結される)を備える。キャニスターは、ルーメン内に外科的デバイスを受け入れるサイズである。上部キャップは、上部キャップ内に規定される少なくとも1つのルーメンを有する。切り込みポートは、切り込みポートとキャニスターとの間の流体シールを維持するように構成された流体シールコンポーネントを備える。支持フレームは、キャニスターを支持するように構成される。

【0019】

実施例13は、実施例12に係る外科的挿入デバイスに関し、ここで、デバイスは、引き込まれた構造(キャニスターが折り畳まれていない状態であるように、上部キャップおよび支持フレームが切り込みポートから最大限の距離に配置される)、および、展開した構造(キャニスターが折り畳まれた状態であるように、上部キャップおよび支持フレームが切り込みポートから最小限の距離に配置される)を備える。

10

【0020】

実施例14は、実施例13に係る外科的挿入デバイスに関し、上部キャップに操作可能に連結されたハンドルをさらに備え、ここで、ハンドルは、引き込まれた構造と展開した構造との間で、上部キャップを動かす作動が可能ないように構成される。

【0021】

実施例15は、実施例13に係る外科的挿入デバイスに関し、ハンドル本体、ハンドル本体内に規定されるルーメン、ハンドル本体に操作可能に連結された作動レバー、および、作動レバーに操作可能に連結された連結コンポーネントを備えるハンドルを、さらに備える。ルーメンは、支持ロッドを受け入れるように構成される。作動レバーは、非作動構造と作動構造との間を移動可能なように構成される。連結コンポーネントは、支持ロッドを受け入れるように構成された開口部を備える。さらに、連結コンポーネントは、作動レバーが非作動構造である場合の支持ロッドとの摩擦接触と、作動レバーが作動構造である場合の支持ロッドとの非接触との間を、移動可能なように構成される。

20

【0022】

多様な実施態様が開示されるが、本発明のさらに他の実施態様が、本発明の実例となる実施態様を示し説明する以下の詳細な説明から、当業者に明らかになるであろう。理解されるように、本発明は、様々の明らかな態様において修正が可能であり、本発明の意図および範囲を逸脱しない。したがって、図面および詳細な説明は、事実上、実例であり、限定でないとい捉えるべきである。

30

【図面の簡単な説明】

【0023】

【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。

40

【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。

【図3A】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3B】図3Aの実施態様の斜視図である。

【図3C】図3Aの実施態様の異なる斜視図である。

【図3D】図3Aの実施態様の背面斜視図である。

【図3E】図3Dに示した医療用デバイスの別の斜視図である。

【図4A】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

50

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 の実施態様のさらなる回転した側面図である。

【図 4 D】図 4 A の実施態様のエンドロング図 ( e n d l o n g v i e w ) 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 ( f o r e a r m ) 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 ( c o m p l i m e n t a r y ) 部分の外観図の上面斜視図である。

【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】内側流体シールを備える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備える、図 10 A の実施態様の斜視図である。 [

【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。

【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。

【図 16 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 16 B】図 16 A のデバイスの正面図である。

【図 16 C】図 16 A のデバイスの側面図である。

【図 16 D】図 16 A のデバイスの斜視図である。

【図 17 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 17 B】図 17 A のデバイスの正面図である。

【図 17 C】図 17 A のデバイスの側面図である。

10

20

30

40

50

- 【図 17D】図 17A のデバイスの斜視図である。
- 【図 18A】一実施態様に係る、取り外し可能なカメラシステムを備える外科的デバイスの一実施態様の斜視図である。
- 【図 18B】デバイスからカメラシステムを取り外した、図 18A のデバイスの別の斜視図である。
- 【図 18C】図 18A のカメラシステムの正面図である。
- 【図 18D】カメラが傾斜構造である、図 18A のカメラシステムの側面図である。
- 【図 18E】カメラが傾斜構造と直線構造との間の位置である、図 18A のカメラシステムの側面図である。
- 【図 18F】カメラが直線構造である、図 18A のカメラシステムの側面図である。 10
- 【図 18G】一実施態様に係る、カメラシステムの遠位端の近接図である。
- 【図 18H】さらなる実施態様に係る、別のカメラシステムの遠位端の近接図である。
- 【図 19A】さらなる実施態様に係る、取り外し可能なカメラシステムを備える外科的デバイスの側面図である。
- 【図 19B】図 19A のデバイスの斜視図である。
- 【図 19C】図 19A のデバイスの別の斜視図である。
- 【図 19D】図 19A のデバイスの特定のコンポーネントのさらなる斜視図である。
- 【図 19E】図 19A のカメラシステムの斜視図である。
- 【図 20A】さらに別の実施態様に係る、取り外し可能なカメラシステムを備える外科的デバイスの斜視図である。 20
- 【図 20B】図 20A のデバイスのカメラシステムの斜視図である。
- 【図 20C】図 20A のデバイスの特定のコンポーネントの斜視図である。
- 【図 21A】別の実施態様に係る、取り外し可能なカメラシステムを備える外科的デバイスの斜視図である。
- 【図 21B】図 21A のデバイスのカメラシステムの斜視図である。
- 【図 21C】図 21A のデバイスの特定のコンポーネントの斜視図である。
- 【図 22A】さらに別の実施態様に係る、取り外し可能なカメラシステムを備える外科的デバイスの斜視図である。
- 【図 22B】図 22A のデバイスのカメラシステムの斜視図である。
- 【図 22C】図 22A のデバイスの特定のコンポーネントの斜視図である。 30
- 【図 23A】さらに別の実施態様に係る、取り外し可能なカメラシステムを備える外科的デバイスの斜視図である。
- 【図 23B】図 23A のデバイスのカメラシステムの斜視図である。
- 【図 23C】図 23A のデバイスの特定のコンポーネントの斜視図である。
- 【図 24A】一実施態様に係る外科的デバイスのアームの斜視図である。
- 【図 24B】一実施態様に係る外科的デバイスの斜視図である。
- 【図 25A】一実施態様に係る、本明細書で検討される任意の外科的デバイスの実施態様を用いることができる手術室 (operating theater) を示す。
- 【図 25B】使用中の、図 25A の手術室の一部の近接図である。
- 【図 26】さらなる実施態様に係る、本明細書で検討される任意の外科的デバイスの実施態様を用いることができる別の手術室を示す。 40
- 【図 27A】一実施態様に係る、挿入システムの斜視図である。
- 【図 27B】図 27A の挿入システムの分解図である。
- 【図 27C】図 27A の挿入システムにおける、外科的ポートに連結されたポートの斜視図である。
- 【図 27D】図 27C のポートおよび外科的ポートの分解図である。
- 【図 28A】挿入前の、図 27A の挿入システムの斜視図である。
- 【図 28B】挿入後の、図 27A の挿入システムの斜視図である。
- 【図 29】図 27A の挿入システム内に配置されたロボットデバイスの概略図である。
- 【図 30A】一実施態様に係る、外部加圧された挿入システムの斜視図である。 50

- 【図30B】図30Aの外部加圧された挿入システムのキャニスターの斜視図である。
- 【図30C】図30Aのシステムのポートの斜視図である。
- 【図30D】図30Aのシステムの支持ロッドの斜視図である。
- 【図30E】図30Aのシステムのハンドルの側面図である。
- 【図30F】図30Aのシステムのハンドルの正面図である。
- 【図30G】図30Aのシステムのハンドルの別の側面図である。
- 【図31A】図30Aのシステムの、その引き込まれた構造での側面図である。
- 【図31B】図30Aのシステムの、その展開した構造での側面図である。
- 【図32A】図30Aのシステムのポートの側面図である。
- 【図32B】図30Aのシステムを用いた使用のための、拡張器の側面図である。 10
- 【図33A】外科的デバイスが患者の空洞内へ挿入されている、図30Aのシステムの側面図である。
- 【図33B】図33Aに示すシステムの正面図である。
- 【図34A】カメラがルーメンの外に進行して、外科的デバイスのアームが肘で曲げられている、図30Aのシステムの側面図である。
- 【図34B】図34Aに示すシステムの正面図である。
- 【図35A】カメラが傾斜して、アームが広げられている、図30Aのシステムの側面図である。
- 【図35B】図35Aに示すシステムの正面図である。
- 【図36A】末端エフェクターの配置を最適化するために外科的デバイスのアームが角度付けられている、図30Aのシステムの側面図である。 20
- 【図36B】図36Aに示すシステムの正面図である。
- 【図37A】一実施態様に係る、本明細書に開示する任意の外科的デバイスの実施態様で用いることのできるコンソールの斜視図である。
- 【図37B】図37Aのコンソールの一部のコンポーネントの斜視図である。
- 【図37C】図37Aのコンソールのフレームの斜視図である。
- 【図38A】別の実施態様に係る、本明細書に開示する任意の外科的デバイスの実施態様で用いることのできる別のコンソールの斜視図である。
- 【図38B】図38Aのコンソールのフレームの斜視図である。
- 【図38C】図38Aのコンソールのフレームの側面図である。 30
- 【図39A】さらなる実施態様に係る、本明細書に開示する任意の外科的デバイスの実施態様で用いることのできる別のコンソールの斜視図である。
- 【図39B】図39Aのコンソールのフレームの斜視図である。
- 【図40A】さらに別の実施態様に係る、本明細書に開示する任意の外科的デバイスの実施態様で用いることのできるさらに別のコンソールの側面図である。
- 【図40B】図40Aのコンソールの正面図である。
- 【図41A】一実施態様に係るロボットデバイスの斜視図である。
- 【図41B】図41Aのロボットデバイスの別の斜視図である。
- 【図41C】図41Aのロボットデバイスの上面図である。
- 【図41D】図41Dのロボットデバイスの底面図である。 40
- 【発明を実施するための形態】
- 【0024】
- 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。
- 【0025】
- 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。
- 【0026】 50

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日に開示された、表題「Methods and Systems of Actuation in Robotic Devices」)、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」)、12/324,364 (2008年11月26日に開示された、表題「Multifunctional Operational Component for Robotic Devices」)、61/640,879 (2012年5月1日に開示された、表題「Methods, Systems, and Devices Relating to Surgical End Effectors」)、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日に開示された、表題「Robotic Surgical Devices, Systems, and Related Methods」)、13/573,849 (2012年10月9日に開示された、表題「Robotic Surgical Devices, Systems, and Related Methods」)、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」)、13/833,605 (2013年3月15日に開示された、表題「Robotic Surgical Devices, Systems, and Related Methods」)、13/839,422 (2013年3月15日に開示された、表題「Single Site Robotic Devices and Related Systems and Methods」)、13/834,792 (2013年3月15日に開示された、表題「Local Control Robotic Surgical Devices and Related Methods」)、14/208,515 (2014年3月13日に開示された、表題「Methods, Systems, and Devices Relating to Robotic Surgical Devices, End Effectors, and Controllers」)、14/210,934 (2014年3月14日に開示された、表題「Methods, Systems, and Devices Relating to Force Control Surgical Systems」)、および、14/212,686 (2014年3月14日に開示された、表題「Robotic Surgical Devices, Systems, and Related Methods」)、および、米国特許第7,492,116号 (2007年10月31日に開示された、表題「Robot for Surgical Applications」)、第7,772,796号 (2007年4月3日に開示された、表題「Robot for Surgical Applica

tions」)、および、第8,179,073号(2011年5月15日に発行された、表題「Robotic Devices with Agent Delivery Components and Related Methods」)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。

【0027】

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、コマンドにตอบสนองして、または自動的にいずれかで、タスクを行なうことのできる任意のデバイスを指す。

10

【0028】

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が本発明と物理的に接触するのを最小限化する。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、患者の空洞内へ挿入されているときに本発明の視覚化を提供し、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。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

【0029】

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。本出願の目的に関し、「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

【0030】

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。この第一の連結リンク16

50

A、16B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24A、24B（本明細書において、「肩関節」とも呼ぶ）の一部である。アーム14A、14B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）18A、18B、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）20A、20Bを備える。上腕18A、18Bは、連結リンク16A、16Bに回転可能に連結され、本体12に回転可能に連結される。アーム14A、14Bはそれぞれ、上腕18A、18Bを前膊20A、20Bに連結する、第二の連結リンク22A、22Bを備える。この第二の連結リンク22A、22B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26A、26B（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14Aでは、上腕18Aは、肘リンク22Aを介して肘関節26Aで前膊20Aに回転可能に連結され、一方で、左アーム14Bでは、上腕18Bは、肘リンク22Bを介して肘関節26Bで前膊20Bに回転可能に連結される。

#### 【0031】

示されるように、アーム14A、14Bはそれぞれ、前膊20A、20Bの遠位端に操作可能に連結された、末端エフェクター28A、28B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。

#### 【0032】

一実施において、アーム14A、14B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14A、14B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14A、14B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。

#### 【0033】

一実施態様によれば、図2A、図2B、図2C、図2D、および図2Eは、本体12の内部コンポーネントを示し、これらの図において、そのケーシング30を含まずに示されている。より具体的には、これらの図は、右アーム14Aを制御 / 作動する内部コンポーネントおよび本体12の右半分を示す。左アーム14B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

#### 【0034】

図2A、図2B、および図2Cは、本体12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12は、示されるように、内部の上部キャップ40、内部の支持ロッド42、および、内部の支持シェル44を備える。支持ロッド42は、上部キャップ40を支持シェル44に連結する。これらのコンポーネントは、本体12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供する。一実施態様によれば、内部の上部キャップ40は、図2Cに最もよく示されるように、3つの部分的なルーメン46A、46B、46Cを規定する。上部キャップ40は、部分的なルーメン46A、46B、46C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

10

20

30

40

50

に説明するように、これらのルーメン 46A、46B、46C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。

【0035】

図 2A～図 2Cとは対照的に、図 2D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 24Aで2自由度を提供するように構成される。

【0036】

図 2Eは、本体 12の遠位端の拡大図である。

10

【0037】

一実施態様では、図 2Dおよび図 2E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 2Bに最もよく示される）の周りを、肩関節 24A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、原動歯車 62の回転が被動歯車 64の回転を生じさせるように被動歯車 64に連結された原動歯車 62に、操作可能に連結される。被動歯車 64は、伝動シャフト 66（シャフト 66の逆末端に伝動歯車 68を備える）に固定して連結される。伝動歯車 68は、シャフト 72に固定して連結された被動歯車 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、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。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8月8日に出願された米国仮出願第 61,680,809号（その全体で参照により本明細書中に援用される）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。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 2Bおよび図 2Eに最もよく示される）に、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 2B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。

20

30

【0038】

一実施によれば、図 2D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 2Dに最もよく示される）の周りを、肩関節 24A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、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、原動歯車 82の回転が被動歯車 84の回転を生じさせるように被動歯車 84に連結された原動歯車 82に、操作可能に連結される。被動歯車 84は、伝動シャフト 86（シャフト 86の逆末端に伝動歯車 88を備える）に固定して連結される。伝動歯車 88は、シャフト 92に固定して連結された被動歯車 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 2Eに最もよく示されるように、シャフト 92の一部分は、上述のシャフト 72のルーメン 72A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 2E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 2Dに最もよく示されるように軸 Bの周りでリンク 16Aの回転を生じさせるように、肩リンク 16A（上述

40

50

)に操作可能に連結される。

【0039】

この実施態様では、これらの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。

10

【0040】

図2A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PCB100を備える。PCB100は、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ていて、それらをコントロールする。

【0041】

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46A、46B、46C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を通して伸び、図2Bに示されるように出て、上腕セグメントへ伸びる。

20

【0042】

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。

【0043】

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であり得る。さらに、モーターは、例えば、6mm、8mm、または10mm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 + GP10A Planetary Gearhead、EC 8 BLDC + GP8A Planetary Gearhead、または、EC 6 BLDC + GP6A Planetary Gearhead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。

30

40

【0044】

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ということが理解される。

【0045】

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、

50

右上腕 18 A の内部コンポーネントを示す。図 3 A ~ 図 3 E とは対照的に、図 4 A ~ 図 4 E 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 18 A の内部構造または支持コンポーネントも含む。

【 0 0 4 6 】

一実施態様では、図 3 A ~ 図 3 E に示される特定の内部コンポーネントは、右上腕 18 A の縦軸と平行な軸 C ( 図 3 B に最もよく示される ) の周りを、肩リンク 16 A 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。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。モーターアセンブリ 120 は、原動歯車 122 に操作可能に連結される。原動歯車 122 は、軸受ペア 124 により支持される。原動歯車 122 は、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、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 3 B に示されるように軸 C の周りで肩リンク 16 A の回転を生じさせるように、肩リンク 16 A に固定して連結される。被動歯車 126 は、軸受ペア 128 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 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。

10

【 0 0 4 7 】

軸 C の周りでの肩リンク 16 A の回転は、右上腕 18 A ( したがって前膊 20 A ) 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。

20

【 0 0 4 8 】

一実施によれば、図 3 A ~ 図 3 E に示される特定の内部コンポーネントは、右上腕 18 A の縦軸に垂直な軸 D ( 図 3 C に最もよく示される ) の周りを、肘リンク 22 A 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、本実施では、モーターアセンブリ 140 ) が提供される。モーターアセンブリ 140 は、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。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 3 C 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 22 A の回転を生じさせるように、肘リンク 22 A の歯車の歯 158 ( 図 3 B 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 22 A 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 22 A 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。

30

【 0 0 4 9 】

一実施態様によれば、リンク歯車 148 および肘リンク 22 A 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 22 A よりも少ない歯車の歯を有するため )、および、上腕 18 A の短縮化を含む、特定の利点を提供することができる ( それにより、関節の動作範囲を改善する ) 。

40

【 0 0 5 0 】

図 4 B に示すように、上腕 18 A 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、モーター 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、それらをコントロールする。

【 0 0 5 1 】

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 18 A 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

50

は、上腕 18A の近位端においてポート（図示せず）を通して入り、そして、遠位端においてポート（図示せず）を通して出る。

【0052】

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子機器を備える。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備える。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、回転を作用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。

【0053】

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用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、作用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 206A を有し、そして、このネジ山がついた内部ルーメン 206A 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 206A 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 190A を有し、そして、主ネジ 210 の遠位端は、内部ルーメン 190A 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 190A 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。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ンネルを維持する役割を果たす。さらに、主ネジ 210 は、ネジ山をついた内部ルーメン 210A 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 の並進が、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 28A 内の公知のリンケージ機構に連結される。したがっ

10

20

30

40

50

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 を並進させる。ネジ 210 の並進は、ツールピン 214 を並進させて、それにより、末端エフェクター 28A のアームまたはブレードの開閉を生じさせる。

【0054】

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、ツールドライブトレインは、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。

10

【0055】

一実施によれば、末端エフェクター 28A は、以下の方法で、迅速およびかつ簡単に、前膊 20A に連結することができ、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 28A は回転することができ、それにより、ネジ山 190A および 210A 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 28A がある方向に回転されると末端エフェクター 28A が前膊 20A に連結され、他の方向に回転されると末端エフェクター 28A が前膊 20A から連結が外される。

【0056】

一実施態様によれば、前膊 20A は、2 つの非依存的な焼灼チャンネル（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 20A 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。

20

【0057】

図 6A に示されるように、チャンネル A コンポーネントが、示されるように前膊 20A において示されている。PCB 220 は、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、電気的に連結される。PCB 220 は、さらに、ピン 222 に電気的に連結され、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 - 電気的および機械的 - に連結される）に、電気的に連結され、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 5C に最もよく示されるように、末端エフェクターピン 214 に、電気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 28A 中のチャンネル A に電圧を加える。

30

【0058】

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 PCB 220 は、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 にも、電気的に連結される。PCB 220 は、さらに導電ロッド 240 に電気的に連結され、それはワイパー 242 に電気的に連結される。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（loaded）、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 に電気的に連結される。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 に電気的に連結される。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。

40

【0059】

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

50

態様によれば、図 9 A および図 9 B 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 20 A の内部コンポーネント上をスライドす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 20 A の上に正しく配置されるまで前膊 20 A の上に配置されることのできる（または、前膊 20 A がルーメンの中へ挿入される）、開口部を規定する。図 9 B 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 の遠位端に規定される穴 264 の周りに、ハウジング 260 内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 28 A 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（preloaded）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する。

#### 【0060】

図 8 A に示すさらなる実施態様では、前膊 20 A 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。

#### 【0061】

別の実施によれば、図 8 A に示すように、前膊 20 A 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 28 A が配置される）の周りに、ハウジング 260 内に規定される溝 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。

#### 【0062】

図 8 B 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 20 A 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 28 A が前膊 20 A 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、金属ベローズで置き換えることができる。

#### 【0063】

特定の実施態様によれば、図 10 A および図 10 B 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 10 A および図 10 B に示すように、デバイス 10 は、デバイスアーム 14 A、14 B 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 10 A 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

10

20

30

40

50

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。

【0064】

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。

10

【0065】

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に対してスリーブ末端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。

【0066】

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。

20

【0067】

図12~図17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、デバイス10は、切り込み330を通して空洞340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。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。

30

【0068】

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自由度を有するカメラ(パ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。

40

【0069】

別の実施態様は、図18A~図18Hに示すように、カメラシステム352を備える口

50

ロボット外科的システム 350 に関する。図 18A および図 18B に最もよく示されるように、この特定の実施でのカメラシステム 352 は、取り外し可能にロボットデバイス 254 へ組み込まれるように構成される。より具体的には、カメラシステム 352 は、システム 352 が、ルーメン 358 の近位開口部 360 を通してルーメン 358 内へ、システム 352 の遠位部が遠位開口部 362 から突き出るように挿入されるように、デバイス本体 356 内に規定されるルーメン 358 を通して取り外し可能に配置されるように構成される（図 18A に最もよく示される）。

【0070】

図 18C ~ 図 18F に示されるように、このカメラシステム 352 の実施態様は、コントローラー（「ハンドル」または「本体」とも呼ばれる）370、および、細長いコンポーネント（本明細書において「チューブ」とも呼ばれる）372（その近位端でハンドル 370 に操作可能に連結される）を備える。図 18D に最もよく示されるように、チューブ 372 は、剛体部分 372A、柔軟部分 372B、および光学部分 372C を備える。

10

【0071】

一実施態様では、ハンドル 370 は、アクチュエーターとともに、ビデオ送信のためのローカル電子機器（図示せず）、および、チューブ 273 のパンおよびチルト機能を作動させるための関連する機構（図示せず）を備えるように構成される。ローカル電子機器、アクチュエーター、および関連する機構は、公知の標準的なコンポーネントであってよいことが理解される。さらなる実施では、ハンドル 370 は、ライトエンジン（light engine）を備えてもよい。あるいは、ライトエンジンは別々のコンポーネントであってよく、ライトケーブル（light cable）が、ライトエンジンをハンドルに操作可能に連結することができる。

20

【0072】

一実施によれば、チューブ 372 の剛体部分 372A は実質上剛体であり、適切なワイヤ、および、必要に応じて光学部分 372C の光学コンポーネントをハンドル 370 に操作可能に連結するための光ファイバーを備える。剛体部分 372A の実質的な剛体性は、ルーメン 358 内への簡単な挿入を含む、チューブ 372 の簡単な操作を可能にする。

【0073】

一実施態様によれば、柔軟部分 372B は、図 18D に示す傾斜構造と図 18F における直線構造との間、または中間の任意の位置で、光学部分 372C の動きを可能にするように構成される。光学部分 372C は、剛体部分 372A と全く同様に実質上剛体であり、適切なローカル電子機器に加えて光学素子、および、リングライト（ring light）（図示せず）を備える。

30

【0074】

使用において、カメラシステム 352 は、ハンドル 370 内のアクチュエーターおよび電子機器（図示せず）により動力供給されてコントロールされるパンおよびチルト機能を備える。チルト機能は、上述のように光学部分 372C を傾斜させることに関する。この傾斜は、ケーブルの作動が、図 18D または図 18E に示すように柔軟部分 372B を曲げることにより光学部分 372C が傾斜するのを生じさせるように、柔軟部分 372B または光学部分 372C に操作可能に連結されたケーブルを介して達成することができる。あるいは、このチルト機能は、柔軟部分 372B でチューブ 372 を曲げるための任意の他の公知の機構または方法により達成することができる。

40

【0075】

特定の例示的な一実施態様では、図 18G に示すように、チルト機能は、以下の構造を介して達成することができる。この実施態様では、柔軟部分 372B は、肘関節 374 および一組のチルトケーブル 376A、376B を備え、ここで、チルトケーブル 376A、376B はそれぞれ、その遠位端で光学部分 372C に操作可能に連結される。第一のチルトケーブル 376A は、図 18G に示され、関節 374 に対して光学部分 372C の片側で（示されるように、ケーブル 376A を近位に促すと、光学部分 372C をそちら側で上向きに傾斜させるように）連結された、アクティブのチルトケーブル 376A であ

50

る。第二のチルトケーブル376Bは図18Gで見えないが、第一のチルトケーブル376Aおよび関節374に対して光学部分372Cの逆側において連結されたパッシブのチルトケーブル376Bである。第二のチルトケーブル376Bは、ユーザによって作動されない。その代わりに、第二のチルトケーブル376Bは、ケーブル376Bが継続的に近位方向に促されるように所定のレベルの張力で維持され、それにより、光学部分372Cを図18Fに示すような直線構造に促す。

【0076】

したがって、図18Gのこの実施では、光学部分372Cのデフォルトの位置は、図18Fの直線構造である。すなわち、張力がかけられたパッシブのチルトケーブル376Bは、アクティブのチルトケーブル376Aに対して力がかかっていない場合は、光学部分372Cを直線構造にさせ、ユーザは、アクティブのチルトケーブル376Aを近位に引いて光学部分372Cを傾斜させることができる（および、ケーブル376Aを放して部分372Cを直線構造に戻させることができる）。図18Fの直線構造は、カメラシステム352をルーメン358内へ、図18Bに示すように配置することを容易にさせ、さらに、システム352をルーメン358から同様に取り外すことを容易にさせる。使用において、ユーザは、要望/必要に応じて、アクティブのケーブル376Aを近位に促して、光学部分372Cを傾斜させることができる。代替の実施態様では、システム352は、作動ボタン（または他のタイプのユーザインターフェイス）（図示せず）を備えることができ、それは、システム352が図18Fの直線構造に動くのを作動させるように構成することができる、それにより簡単な挿入および/または除去を容易にさせる。

【0077】

別の例示的な実施態様は、図18Hに示すように、チルト機能を備える別のチューブ372を示す。この実施では、柔軟部分372Bは、一組のフレキシブルなスパイン377A、377Bを備え、それらは、それらの近位端で剛体部分372Aに操作可能に連結され、それらの遠位端で光学部分372Cに操作可能に連結され、そして、一組のディスク378により支持される。第一のフレキシブルなスパイン377Aは、ディスク378に操作可能に連結された2以上の円筒377Aで構成される、関節のある（*articulate*）スパイン377Aである。アクティブのケーブル（見えない）は、円筒377A内に置かれ、その遠位端で光学部分372Cに（ケーブル377Aを近位に促すと、そちら側で光学部分372Cを上向きに傾斜させるように）操作可能に連結される。第二のフレキシブルなスパイン377Bは、バネエレメント377Bであり、それはユーザにより作動されないが、その代わりに、バネエレメント377Bが直線である場合（光学部分372Cが図18Fに示すように直線構造である場合）は張力がかからない状態であり、バネエレメント377Bが曲がっている場合は常に、（バネエレメント377Bが光学部分372Cを直線構造へ戻すのを促すように）張力がかけられた状態であるように構成される。したがって、図18Gに示される、以前の実施態様と同様に、図18Hのこの実施態様では、光学部分372Cのデフォルトの位置は、図18Fの直線構造である。すなわち、第二のフレキシブルなスパイン377Bは、関節のあるスパイン377A内のアクティブのケーブル（見えない）に力がかかっていない場合に光学部分372Cを直線構造にさせ、ユーザは、アクティブのケーブルを近位に引いて光学部分372Cを傾斜させることができる（および、ケーブルを放して部分372Cを直線構造へ戻させることができる）。

【0078】

パン機能は、図18Cで矢印Aにより示すように、チューブ372の縦軸の周りでのチューブ372の回転を介して達成される。チューブ372の剛体部分372A、柔軟部分372B、および光学部分372Cは、部分372A、372B、372Cが互いに対して回転することができないように一緒に連結されている。換言すれば、部分372A、372B、372Cは、単一のユニットとして一緒に回転する。しかしながら、チューブ372は、チューブ372が矢印Aにより示すようにハンドル370に対して回転することができるようにハンドル370に回転可能に連結される。結果として、パン機能は、光学部分372Cをチルト構造（例えば図18Dまたは図18Eの構造）に配置して、チュー

ブ 372 をハンドル 370 に対して回転させることにより与えられる。これは、光学部分 372C の光学コンポーネントが、カメラシステム 352 の周りの 360 度までを含む画像をキャプチャーすることができるように、チューブ 372 軸の周りで回転されるのをもたらす。

【0079】

カメラシステム 352 は、同様に光学部分 372C に関してズームおよびフォーカス機能を与えることもできることが理解される。これらの機能は、任意の公知の機構または方法により達成することができる。また、カメラシステム 352 に関して与えられる全ての機能は、ユーザまたは外科医による使用のために与えられる任意のユーザインターフェイスまたはコンソールによりコントロールされ得ることも理解される。あるいは、これらの機能の一部または全ては、ハンドル上に与えられるボタンまたは他のインターフェイス機構（例えば図 19B に示すハンドルと関連するボタン）を介して手作業でコントロールされてもよく、それらは以下に詳細に述べられる。

10

【0080】

使用において、特定の実施によれば、カメラシステム 352 は、迅速かつ簡単にルーメン 358（図 18A および図 18B に最もよく示される）の中に配置され、そしてそこから取り除かれるように構成される。さらに、ルーメン 358 は、外科的処置中に内部体腔と外部エアとの間の液体シールを提供する内部流体シール（図示せず）を備えるように構成され、それにより、カメラシステム 352 がルーメン 358 内に配置される場合および配置されない場合の両方で、空洞内の通気圧力の維持を可能にする。

20

【0081】

一実施態様によれば、カメラシステム 352 は、清潔にされ、および/または、防曇され得るように、手順中は取り外すことができる。さらにまた、システム 352 は取り外すこともでき、標準的な腹腔鏡として用いることができる（デバイスのポートとは別の 1 つまたは複数の補助の腹腔鏡下のポートを通して配置されることにより補助の視界を与える）。

【0082】

図 19A ~ 図 19E は、取り外し可能なカメラシステム 382 を備えるロボット外科的システム 380 の別の実施を示す。この実施態様では、システム 380 は、その近位端で、カメラシステム 382 を受け入れるように構成されたレセプタクル 388 と操作可能に連結された、デバイス本体 384 を備える。さらにまた、システム 382 は、本体 384 の近位端および/またはレセプタクル 388 に取り外し可能に連結された、配置ロッド 386（「コントロールロッド」とも呼ばれる）も備える。

30

【0083】

図 19E に最もよく示されるように、上述のシステム同様に、本実施態様でのカメラシステム 382 は、本体 390 および細長いコンポーネント 392（その近位端で本体 390 に操作可能に連結される）を備える。本実施態様では、本体 390 は、インターフェイス 394（本実施態様では様々なボタン 394 で構成される）を備える（外科医がインターフェイス 394 を介してシステム 382 をコントロールすることを可能にする）。

【0084】

40

図 19D に最もよく示されるように、一実施によれば、レセプタクル 388 は開口部 396 を規定し、その中にカメラシステム 382 を配置することができる。さらに、本実施態様では、システム 382 がレセプタクル内に配置されたときにユーザがインターフェイス 394 にアクセスするのを可能にするノッチ 400 が、レセプタクルの側面に規定される。さらに、開口部 396 は、デバイス本体 384 内に規定されるルーメン（図示せず）と流体的に連通していて、それを通して、カメラシステム 382 をさらに配置することができる。より具体的には、図 19A および図 19B に最もよく示されるように、カメラ 382 の細長いコンポーネント 392 は、レセプタクル 388 の開口部 396 を通してデバイス本体 384 のルーメン（図示せず）の中へ、細長いコンポーネント 392 の遠位端が本体 384 のルーメンの遠位端に規定されるオリフィス 398 の外に突き出るまで挿入す

50

ることができる。

【0085】

レセプタクル388は、一実施では、カメラシステム382のデバイス本体384との連結を安定化または強化するのを助けることができ、それにより、使用中にカメラシステム382がシステム380の残りから連結を絶たれる機会を減らす。

【0086】

取り外し可能なカメラシステム422を備えるロボット外科的システム420の別の実施態様を、図20A～図20Cに示す。上記の実施態様と同様に、このシステム420は、カメラシステム422を受け入れるように構成されたレセプタクル424を備える。さらに、システム420は配置ロッド426も備える。カメラシステム422は、本体428および細長いコンポーネント430（その近位端で本体428に操作可能に連結される）を備える。加えて、本体428はインターフェイス432を備える。

10

【0087】

取り外し可能なカメラシステム442を備えるロボット外科的システム440の別の実施態様を、図21A～図21Cに示す。上記の実施態様と同様に、このシステム440は、カメラシステム442を受け入れるように構成されたレセプタクル444を備える。さらに、システム440は配置ロッド446も備える。この実施態様では、配置ロッド446は、それに操作可能に連結された外科医ハンドル452も備える。カメラシステム442は、本体448および細長いコンポーネント450（その近位端で本体448に操作可能に連結される）を備える。

20

【0088】

図22A～図22Cは、取り外し可能なカメラシステム462を備えるロボット外科的システム460のさらに別の実施態様を示す。この実施態様は、図21A～図22Cに示した実施態様の変形であるが、このバージョンは外科医ハンドルを備えない。このように、このシステム460は、カメラシステム462を受け入れるように構成されたレセプタクル464を備える。さらに、システム460は配置ロッド466も備える。カメラシステム462は、本体468および細長いコンポーネント470（その近位端で本体468に操作可能に連結される）を備える。

【0089】

取り外し可能なカメラシステム482を備えるロボット外科的システム480の別の実施態様を、図23A～図23Cに示す。この実施では、システム480は、カメラシステム482内に規定される適合するルーメン（図示せず）内に挿入されるように構成された雄型ピン484を（レセプタクルの代わりに）備える。さらに、システム480は配置ロッド486も備える。カメラシステム482は、本体488および細長いコンポーネント490（その近位端で本体488に操作可能に連結される）を備える。ルーメン（図示せず）は、本体488の底面上に開口部を有するように本体488に規定される。したがって、使用において、カメラシステム482は、細長いコンポーネント490が、図23Aに最もよく示されるように遠位端が突き出るようにルーメン（図示せず）を通して配置されるように、配置することができる。同時に、本体488は、雄型ピン484が本体488のルーメン（図示せず）内に置かれるように配置され、それにより、カメラシステム482を、システム480と連結して適所に保持するのを助ける。

30

40

【0090】

一部の実施態様では、カメラシステムをロボットシステムに連結する、上述の様々な連結の実施態様は、十分に安定および/または強力なので、外科医はカメラ本体を握ってそれを用いて、外科的デバイスを配置し、それ以外の操作をすることができる。さらなる代替では、カメラシステムをロボット外科的デバイスにしっかりと連結させる任意の公知の機構またはコンポーネントを用いることができる。

【0091】

本明細書に記載の様々なカメラハンドル（または本体）は、特定の実施において、外科医がこれらのハンドルを掴んでデバイスを配置および/または操作している間に快適性を

50

提供する人間工学的形状を有するように設計される。

【0092】

図24Aおよび図24Bは、様々な照明コンポーネントを1つの(unique)構造内に備えるロボット外科的システム500の一実施態様を示す。標準的な照明構造は、典型的に、通常はカメラまたは腹腔鏡の周りに配置された照明リング(light ring)からの、単一点の照明を伴う。単一点の照明の欠点は、低い照度、奥行き知覚の喪失、影などを含む。対照的に、本システム500は、多数の照明コンポーネントを多くの位置に備え、それにより、より良い照明(事実上複数点である)を提供し、したがって、上述の欠点を取り除き、外科的処置中に外科医が空洞内の標的領域を見るのをより容易にさせる。

10

【0093】

図24Aおよび図24Bに示すように、システム500は、ロボットアーム504A、504Bのそれぞれでの照明コンポーネント502A、502B、および、デバイス本体508と関連する4個の照明コンポーネント506A、506B、506C、506Dを含む、6個の異なる照明コンポーネントを備える。加えて、特定の実施態様では、カメラチップ510は、標準的な照明リングを同様に備えることもできる。あるいは、カメラチップ510は照明コンポーネントを備えない。さらなる実施態様では、システム500は、少なくとも2個の照明コンポーネントを備える。さらに別の実施態様では、システム500は、少なくとも3個の照明コンポーネント(ロボットアーム504A、504Bのそれぞれに少なくとも1個、および、デバイス本体508に少なくとも1個)を備える。さらなる代替では、外科的手順中に外科医に良質の照明を提供する任意の数の照明コンポーネントを用いることができる。

20

【0094】

照明コンポーネントは、一実施において、LEDライトである。あるいは、任意の形状の任意の公知のライトを用いることができる。

【0095】

特定の実施では、光源は、カメラシステムのハンドルに(例えば上述のシステム)、デバイス本体508の他のところに、または、患者の体の外側に配置された外部コンポーネント(例えば、コントローラーまたは別の光源など)に配置され、または他の方法で位置付けられる。これらの実施態様では、ファイバーワイヤが、光源および照明コンポーネントの両方に、(光源とコンポーネントとの間にワイヤが走るように)操作可能に連結され、それにより、光源からコンポーネントへの光の送信を可能にする。

30

【0096】

図25Aおよび図25Bは、上述の任意のロボット外科的システムを用いることができる、一実施態様に係る手術室(operating theater)520を示す。図25Aに最もよく示されるように、手術室520は、ロボット外科的システム522、配置ロッド(本明細書において「ロボット支持アーム」とも呼ばれる)524、手術台(operating table)526、外科用椅子(surgical chair)(本明細書において「外科医の椅子」または「外科医椅子」とも呼ばれる)528、コントローラー(本明細書において「コンソール」または「外科医コンソール」とも呼ばれる)530、および焼灼発生器532を備える。

40

【0097】

ロボットシステム522は、ロボット支持アーム524の遠位端にクランプされる(または他の方法でクランプされる)。支持アーム524の近位端は、手術台526上の標準的な支持支柱にクランプされ、または他の方法でクランプされる。この実施態様では、支持アーム524は6自由度を有し、それは、単一のノブにより手動で解放される。使用において、ユーザは、ノブを緩めることにより支持アーム524を解放し、ロボットシステム522を適切な位置に動かし、それからノブを締めて、それにより、アーム524を硬くして(rigidizing)、ロボットシステム522を所定の位置に固定することができる。市販される支持アーム524の一例は、Automated Medical

50

Products Corpにより製造されるIron Intern(商標)である。

【0098】

手術台526は、標準的な処置室(operating room)に見られる標準的な手術台である。本実施態様では、付属品をクランプまたは取り付けのために、台526の両側に支持支柱(図示せず)を備える。

【0099】

椅子528は、外科医の快適性および安全性を考慮して設計または選択される。椅子は、外科医の腕が手順全体を通して快適に支持され、疲れないように、調節可能な腕の支持体を備える。

10

【0100】

図25Aおよび図25Bの両方に関して最もよく示されるように、本実施態様でのコントローラー530は、外科的システム522と関連するカメラ出力、および、重大な(critical)システム情報およびロボットシステム状態を表示する、外科用モニター(例えば高解像度モニター)534を備える。また、コントローラー530は、補助モニターおよびコントロールパッド536も備える。このコンポーネント536は、ユーザインターフェイスも提供しながら、重大でない(non-critical)システム情報を表示することができる。一実施態様では、この補助モニターおよびパッド536は、タッチスクリーンインターフェイス536であってよい。あるいは、伝統的なボタン/スイッチのコントロールパネルであってよい。さらなる代替では、補助モニターおよびパッド536は、その2つの組み合わせであってよい。補助モニターおよびパッド536により提供される補助コントロールは、限定されないが、カメラコントロール(パン、チルト、ズーム、フォーカス、照明など)、コントローラー入力スケーリング、および、挿入および引き抜きの手順を通じたステップを含んでよい。

20

【0101】

また、コンソール530は、ロボットシステム522をコントロールするために用いられる2個のハンドコントローラー(マニピュレーターとも呼ばれる)538も備える。本実施態様では、左コントローラー538は外科医の左手により操作することができ、ロボットシステム522の左腕をコントロールし、一方で、右コントローラー538は、外科医の右手により操作することができ、ロボットシステム522の右腕をコントロールする。特定の実施では、コントローラー538は、触覚フィードバックを与えて外科医にロボットの状態を知らせる。本明細書において用いられる触覚フィードバックは、制限されないが、ロボットシステム522のワークスペースの制限およびシステム522に与えられた負荷についての情報を含む。また、コントローラー538は、「デッドマン」スイッチを備えることもでき、それは、システム522を操作するために外科医が両方のコントローラーを適切に握ることを必要とする。一実施態様によれば、コントローラー538は7自由度(「DOF」)を有することができ、それぞれ:デカルト座標X、Y、およびZに関する3DOF、方向に関する3角度、および、ロボットシステム522の末端エフェクターの開閉のコントロールに関する1である。

30

【0102】

一実施によれば、コンソール530は、フットペダル540を備えてもよい。フットペダル540は、例えば、単極焼灼のコントロール、双極焼灼のコントロール、および/またはクラッチを含む、様々な機能を提供することができる。

40

【0103】

コンソール530は、特定の実施態様では、焼灼発生器532に連結することもできる。発生器532は、単極および双極の両方のツールに動力を供給することができる。それは、本実施態様では、起動および安全モニタリングのために、コンソール530を電氣的に経由する。

【0104】

さらなるコンソール530コンポーネントは、コンピューター(図示せず)および電源

50

(図示せず)を含む。コンピューターは、一実施態様では、ユーザインターフェイスソフトウェアを実行し、ロボットシステム522の全てのハイレベル機能をコントロールすることができる。電源は、例えば、ロボットシステム522(および関係するカメラシステム)、コンピューター、および、動力を必要とする任意の他のコンポーネントを含むシステム全体に動力を分配する、公知の医療的に保証された電源ユニットであってよい。

#### 【0105】

図26は、ロボットシステム552が異なる様式で操作される、手術室550の別の実施を示す。本実施態様では、外科医は(以前の実施態様で示したように座っている代わりに)コンソール554で立つ。さらに、この構造を使用している外科医(または手術室550にいる別の人は)、システム552を単に握ることにより、手で、ロボットシステム552の配置を手作業で操作することができる。

10

#### 【0106】

使用において、上記に詳述した任意のロボットシステムの実施態様は、以下の様式で、患者の標的空洞中へ挿入することができる。図27A~図27Dに示すように、一実施では、挿入システム560は、患者の通気された(*insufflated*)空洞にアクセスする、および/または、外科的システムまたはデバイスを空洞中に配置するために用いることができる。本明細書において開示および検討する様々な挿入システムの実施態様は、空洞の十分な通気を維持しながら、空洞中への外科的システム/デバイスの挿入を提供する。すなわち、これらの挿入システムは、患者の内部空洞と圧力ロックを形成し、それにより、通気を失うことなく外科的デバイスの挿入、操作、引き抜き、および再配置を可能にする。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が外科的デバイス/システムと物理的に接触するのを最小限化する。他の実施は、患者およびシステム/デバイス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、患者の空洞中へ挿入されているときにシステム/デバイスの視覚化を提供し、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。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

#### 【0107】

システム560は、適合した容量を有するフレキシブルおよび/または折り畳み可能な挿入バッグまたはキャニスター562を備える外部加圧されたシステム560である。システム560は、患者の空洞の通気を可能にしながら、挿入手順中にロボットシステムを包囲することができる。挿入バッグ562は、シールが任意の公知の通気圧力に耐えることができることが実証されるように、その近位端で近位挿入キャップ(「上部キャップ」とも呼ばれる)564と連結し、および、その遠位端で遠位挿入キャップ(「底部キャップ」または「ベース部」とも呼ばれる)566およびポート568と連結するように、構成される。ポート568は、患者の皮膚(図示せず)の切り込みに配置され、それにより、患者の空洞(図示せず)へのアクセスを提供する。

30

#### 【0108】

実施態様では、キャニスター562は、例えばポリエチレンプラスチック、ラテックス、ナイロン、またはシリコンゴムのよう、フレキシブルな材料から作られる。あるいは、キャニスター562は、医療用デバイスで用いることのできる任意の公知のフレキシブルまたは折り畳み可能な材料から作ることができる。キャニスター562の特定の実施態様は、透明であることが理解される。透明のキャニスター562は、挿入中にユーザが外科的デバイス(図示せず)を見ることを可能にする。あるいは、キャニスター562は透明でなく、キャニスター562内でデバイスを見ることができずにデバイスを挿入することができる。

40

#### 【0109】

一実施態様によれば、近位挿入キャップ564は、キャニスター562の近位端に連結

50

され、ロボットシステムとバッグ562との間にインターフェイスを提供する。例示的な一実施態様では、ロボットデバイスは、デバイス本体の一部分の周り（またはデバイス上の他の場所）に規定される溝（図示せず）を備えることができ、その周りに、キャップ564が配置されてシールを確立することができる。また、キャップ564は、挿入手順中および操作全体を通じて、圧力の危険な蓄積を低減または防止することができる圧力解放弁（図示せず）を備えることもできる。

#### 【0110】

遠位挿入キャップ566は、シールが任意の公知の通気圧力に耐えることができることが確立されるように、挿入バッグ562の遠位端およびポート568に連結されるように構成される。遠位挿入キャップ566の、ポート568への連結は、標準的な既存のインターフェイスを通して達成することができる。一実施では、遠位挿入キャップ566は、リトラクターポート568および腹部へ押し込まれたときにロボットの簡単な挿入を可能にする形状にポート568を形作るような、剛体挿入シェイパーを備えることができる。一実施では、ポート568は、Johnson & Johnsonから市販されるリトラクターポート568である。使用において、ポート568は、挿入手順のために作られた腹部の切り込み内に配置される。

10

#### 【0111】

一実施態様によれば、図27Dに最もよく示されるように、ポート568は、外科医が用手補助腹腔鏡下手術を行なっているときに外科医の人の手首（human wrist）の周りに流体シールを形成するように構成された括約筋スタイルのシールを備える、外科的ポート570に連結することができる。一実施では、外科的ポート570は、Johnson & Johnsonから市販される用手補助腹腔鏡下手術（HALS）のポートである。

20

#### 【0112】

使用において、一実施によれば、挿入プロセスは、以下の様式で行なうことができる。まず、ロボットシステム572は、その挿入構造内に（自動または手動のいずれかで）置かれる。ロボットシステム572は、それから、図27Aに最もよく示されるように、キャップ564がシステム572の一部分の周りでシールを確立するように近位挿入キャップ564と連結され、そして、キャップ564が挿入バッグ562に連結される。あるいは、キャップ564は、ロボットシステム572がキャップ564に連結される前に、バッグ562に連結することができる。バッグ562は、遠位挿入キャップ566にも連結される。

30

#### 【0113】

標的空洞へのアクセスを提供する患者での切り込みがされた時点で、ポート568の底部リングは、ポート568が切り込み内に配置されるように切り込みの中へ挿入される。この時点で、遠位挿入キャップ566は、バッグ562および残りの挿入アセンブリがポート568に連結されるようにポート568に連結される。ロボットシステム572は、それから、例えば、上述のようにシステム572を配置ロッドまたは支持アームに連結させることにより、必要に応じて外科的手順の前に安定化することができる。空洞が通気された時点で、ロボットシステム572は、システム572を下方に促すことにより空洞内へ挿入することができ、一方で、システム572は、上記でさらに詳細に記載したように、その挿入構造に踏み込む。システム572が操作構造になった時点で、支持アームを硬くすることができ（can be made rigid）、操作を開始することができる。

40

#### 【0114】

一実施態様では、本明細書に記載の挿入手順は、事実上、実質的に手動であり、外科医が片方の手でコンソールをコントロールしながら、図26に示すように、もう片方の手でロボットシステムを握ることにより手順を行なう。あるいは、一人の人がコンソールをコントロールする間に別の人がロボットシステムを握ることができる。さらなる実施態様では、ユーザは、ロボット自体にあるインターフェイス（ボタンなど）を用いて、ロボット

50

システムに、それが挿入されている間、命令することができる。これらの命令は、ロボットシステムに、その所定の挿入手順を踏むことを知らせる。

【 0 1 1 5 】

図 2 8 A および図 2 8 B は、挿入バッグ 5 6 2 を備える挿入コンポーネント、および、挿入前（図 2 8 A）および挿入後（図 2 8 B）のロボットシステム 5 7 2 を示す。本実施では、挿入バッグ 5 6 2 は、アコーディオン様のリップ 5 7 4 を備える。リップ 5 7 4 は、挿入中、または手順中の任意の他のときに、バッグ 5 6 2 がその円形の横断面を維持し、歪み、膨張、または他の変形をしないようにするのを助ける。一実施態様では、挿入コンポーネントは、バッグ 5 6 2 を図 2 8 B に示す構造に保持するように構成されたロック機構（図示せず）も備えることができ、それにより、内圧のせいでバッグ 5 6 2 が再膨張するのを防ぐ。加えて、高さセンサーも特定の実施において提供され、ソフトウェアおよび/または外科医に、挿入手順の状態に関する情報を提供することができる。この情報を挿入手順中に用いて、ロボットの挿入構造を知らせ、および/または、コントロールすることができる。

10

【 0 1 1 6 】

図 2 9 に示す実施態様では、遠位挿入キャップ 5 6 6 は、動作 C の代表的な円錐形で概略的に示されるように、ロボットシステム 5 7 2 が、大体（about）その縦軸を約 1 8 0 度回転させることを可能にし、一方で、システム 5 7 2 がピッチおよびヨーの両方で約 1 5 度傾斜させることも可能にするように構成される。あるいは、任意の他の回転および/または傾斜の制限が行われ得る。

20

【 0 1 1 7 】

あるいは、上述のロボットシステムの実施態様は、任意の公知の方法およびデバイスを介して標的空洞内へ挿入することができる。一実施では、引き抜きの手順が、逆の順番であるが、挿入手順と同様のステップセットの後に続いてよい。あるいは、任意の公知の引き抜きの方法を用いることができる。

【 0 1 1 8 】

外部加圧されたシステムまたは器具 6 0 0 の代替の実施を図 3 0 A ~ 図 3 6 B に示す。器具 6 0 0 は、フレキシブルなキャニスター 6 0 2 の上部に連結された上部キャップ 6 0 4 を具備する、フレキシブルなコンテナ、キャニスター、またはバッグ 6 0 2 を備える。本実施態様では、コンテナ 6 0 2 は、コンテナ 6 0 2 のベース部でコンテナ 6 0 2 に連結されたポート 6 0 6 を備える。この特定の実施では、ポート 6 0 6 は拡張器ポート 6 0 6 である。

30

【 0 1 1 9 】

あるいは、任意の公知のポートを用いることができる。拡張器ポート 6 0 6 は、患者の皮膚の切り込み内に配置可能に構成され、それにより、患者の空洞へのアクセスを提供する。図 3 0 A および図 3 1 A に最もよく示されるように、器具 6 0 0 は、デバイス 6 0 8 が、器具 6 0 0 のポート 6 0 6 を通って患者の空洞内へ挿入することができるように、外科的デバイス 6 0 8 を受け入れるように構成される。

【 0 1 2 0 】

図 3 0 A に最もよく示されるように、キャニスター 6 0 2 の上部または近位部に連結された上部キャップ 6 0 4 に加えて、システム 6 0 0 は、本実施態様において、キャニスター 6 0 2 の底部に連結されたベース連結コンポーネント（「ベース連結器」または「底部キャップ」とも呼ばれる）6 1 0（拡張器ポート 6 0 6 に連結する）、および、キャニスター 6 0 2 の本体に沿って連結された支持フレーム 6 1 2 も備える。上部キャップ 6 0 4、ベース連結コンポーネント 6 1 0、および支持フレーム 6 1 2 のそれぞれは、図 3 0 A および図 3 0 D に最もよく示されるように、支持ロッド（「整列ロッド」とも呼ばれる）6 1 4 にも連結可能である。支持フレーム 6 1 2 は、キャニスター 6 0 2 の圧縮中にキャニスター 6 0 2 に支持を提供するように構成され、それにより、キャニスター 6 0 2 の歪みまたは変形を防ぐ。上部キャップ 6 0 4 および支持フレーム 6 1 2 は、以下にさらに詳細に述べるように、上部キャップ 6 0 4 および支持フレーム 6 1 2 が、ロッド 6 1 4 に対

40

50

してスライドして、引き込まれた位置と展開した位置との間でシステム 600 を動かすことが可能なように、スライド可能に支持ロッド 614 に連結される。

【0121】

図 30A および図 30C に最もよく示されるように、拡張器ポート 606 は、底部キャップ連結部 652、本体 654、ポートルーメン 656、突起 658、および、支持ロッド 614 を受け入れるように構成されたロッドルーメン 660 を規定する遠位リップ 650 を備える。遠位リップ 650 および底部キャップ連結部 652 は、流体シールが底部キャップ 610 とポート 606 との間で確立されるように底部キャップ 610 に連結されるように構成され、それにより、用いられるシステム 600 が、システム 600 を用いた任意の外科的デバイスの挿入、操作、引き込み、および再配置の間、患者の空洞の通気を維持することを可能にする。加えて、一実施態様によれば、突起 658 は、突起 658 から伸びている連結ロッド 662 も備える。連結ロッド 662 を用いて、外科用テーブル (surgical table)、アイロンインターン (iron intern)、または、システム 600 を安定化し、および/または、その配置を維持するために用いることのできる、任意の他の安定した物に、システム 600 を連結することができる。

10

【0122】

一実施によれば、ポート 606 の本体 654 は、ルーメン 656 が、ポート 606 を通して配置可能な外科的デバイス 608 の外側横断面に実質的に似た横断面を有するように規定する形状である。本体 654 の、この特定の形状は、可能な限り最も小さな本体 654 の直径を用い、したがって、患者において可能な限り最も小さな切り込みを用いることを可能にする。加えて、この特定の実施態様は、リップ 650 上に 2 つの陥凹部またはノッチ 616A、616B を備え、それらは底部キャップ 610 の突起 618A、618B を受け入れるように構成される (図 30B に最もよく示される)。したがって、ポート 606 および底部キャップ 610 は、突起 618A、618B を、ポート 606 のノッチ 616A、616B と連結することにより、取り外し可能に一緒に連結することができる。

20

【0123】

支持フレーム 612 は、図 30B に最もよく示されるように、キャニスター 602 に操作可能に連結される。フレーム 612 は、支持本体 624 を有する突起 622 を備える。支持本体 624 は、支持ロッド 614 を受け入れるように構成されたルーメン 626 を規定する。一実施態様では、支持本体 624 は、図 31B に最もよく示されるように、システム 600 がその完全に展開した構造である場合に、上部キャップ 604、支持フレーム 612、およびポート 606 の間の空間を維持するように構成される。

30

【0124】

図 30A および図 30D に戻り、支持ロッド 614 は、一実施態様によれば、六角形の横断面を有する。あるいは、支持ロッド 614 は、四角形の横断面、三角形の横断面、または、支持ロッド 614 を他のコンポーネント (例えば、拡張器ポート 606、支持フレーム 612、および上部キャップ 604) に、他のコンポーネントが支持ロッド 614 にスライド可能に連結され得るがロッド 614 に対して回転できないように連結することを可能にする、任意の他の横断面の構造を有してよい。

【0125】

図 30A、図 30E、図 30F、および図 30G に最もよく示されるように、システム 600 の特定の実施態様は、ハンドル 630 を備える。ハンドル 630 は、本体 632、本体 632 内のベース部 634 (本体 632 の残りよりも大きい)、支持ロッド 614 を受け入れるように構成されたベース部 634 を通して規定されるルーメン (図示せず)、および、作動レバー (本明細書において「トリガー」とも呼ばれる) 636 (ピボット 638 で本体 632 に枢動可能に連結され、トリガー 636 の作動が連結コンポーネント 640 を動かすように連結コンポーネント 640 に操作可能に連結される) を備える。より具体的には、一実施では、連結コンポーネント 640 は、支持ロッド 614 を受け入れてロッド 614 と連結可能であるように構成された、ルーメン (図示せず) を備える。加えて、ハンドル 630 は、上部キャップ 604 上の突起 686 に規定されるルーメン (図示

40

50

せず)を通して配置可能かつ連結可能であるように構成された、3つの遠位突起642A、642B、642Cも備える。

#### 【0126】

トリガー636が、図30E、図30F、および図30Gに示すように非作動構造である場合、連結コンポーネント640は、連結コンポーネント640がロッド614と接触するようにハンドル630に対して配置され、連結コンポーネント640およびロッド614との間に摩擦連結(friction coupling)を生じる。したがって、非作動構造では、ハンドル630は、ハンドル630がロッド614に沿ってスライドしないようにロッド614に摩擦で固定され、それにより、その位置で支持ロッド614上にハンドル630を保持する。トリガー636が作動構造に作動されると(または他の方法で動かされると)、トリガー636は本体632により近く配置され(図示せず)、トリガー636の動きは、連結コンポーネント640を、摩擦の連結(frictional coupling)から支持ロッド614へ開放するように動かし、それにより、下にさらに詳述するように、ハンドル630が支持ロッド614に対して上方または下方にスライドするのを自由にさせる。

10

#### 【0127】

一実施態様によれば、このデバイス600におけるコンテナ602は、例えば、ポリエチレンプラスチック、ラテックス、ナイロン、またはシリコーンゴムのような、フレキシブルな材料から作られる。あるいは、医療用デバイスでの使用のための任意の公知のフレキシブルな材料を用いることができる。さらに、図30A~図36Bに示す特定の実施態様は、リブ611を備え(または「アコーディオン様」の構造を有する)、それは、コンテナ602の圧縮を、その変形を伴わずに促進する。あるいは、特定の実施態様はリブを備えない。したがって、コンテナ602は、コンテナ602の形状に関して操ることができ、かつ、構成可能であり、より具体的には、患者の空洞中へのロボットデバイスの挿入中にコンテナ602の高さを低くすることができるように、長手方向に圧縮することができる。このことは、本明細書中にさらに詳細に説明される。

20

#### 【0128】

図30Aに最もよく示されるように、上部キャップ604は、キャップ本体680、アクセスルーメン682、より小さなルーメン684、および突起686(支持ロッドルーメン(図示せず))を備え、それを通して支持ロッド614を配置することができる)を備える。加えて、一実施態様によれば、突起618は、突起618から伸びている連結ロッド688も備える。連結ロッド688を用いて、外科用テーブル、アイロンインターン、または、システム600を安定化し、および/または、その配置を維持するために用いることのできる、任意の他の安定した物に、システム600を連結することができる。

30

#### 【0129】

使用において、より大きな外科的手順の1つの特定のステップとして(以下に概して記載される)、図31Aおよび図31Bに最もよく示される一実施によれば、システム600を用いて、以下の様式で、外科的デバイス608を患者の体腔中へ展開することができる。図31Aに示されるように、外科的デバイス608を引き込まれた構造で配置して患者の空洞壁内に形成された切り込みを通してポート606が配置されるように、システム600が配置される。外科医はそれから、トリガー636を作動させ、それにより、支持ロッド614に沿って遠位に動くようにハンドル630を解放することができる。一実施態様では、上部キャップ604は、実質的に中間点(例えば、支持フレーム612が配置される支持ロッド614に沿った位置)へ、遠位に進行することができる。別の実施では、上部キャップ604は、図31Bに最もよく示されるように、システム600が完全に展開した構造であるように、遠位に進行することができる。

40

#### 【0130】

図32A~図36Bは、手順を行なうための、システム600を用いるステップの1セットを示す。より具体的には、これらのステップは、図12A~図17Dに関して上述したステップを行なうための、システム600の使用に関する。したがって、使用において

50

、一実施態様によれば、まず、患者の空洞702の壁700内に切り込みが形成され、そして、図32Bに示されるように、拡張器704が切り込み内に配置される。それから、図32Aに示されるように、ポート606が拡張器704に連結される。それから、図33Aおよび図33Bに示されるように、外科的デバイス608は、ポート606および拡張器704を通して配置される。デバイス608がポート606を通して配置された時点で、図34Aおよび図34Bに示されるように、キャニスター602がポート606に連結される。より具体的には、キャニスター602の底部キャップ610は、示されるようにポート606に連結される。

#### 【0131】

さらに、特定の実施では、図12A～図17Dに関して上記にさらに詳述のように、デバイス608のアーム706A、706Bが作動されて肘で曲がり、図34Aおよび図34Bに示すように、カメラ708がデバイス608から遠位に伸びる。さらに、一部の実施態様では、デバイス608のアームを作動して互いから離れて動かすことができ、カメラ708をさらに作動して図35Aおよび図35Bに示すように曲げることができる。加えて、アーム706A、706Bの前膊を作動して図36Aおよび図36Bに示すように互いに向かって動かすことができ、それにより、ポートの配置などのような制限により制約される標準的な腹腔鏡下の外科的ツールを用いては達成することのできない方法で、アーム706A、706B上の末端エフェクターの配置を最適化する構造をもたらす。

#### 【0132】

図37A～図37Cは、上述の任意のロボットシステムおよび/または外科室(surgical theater)の構成で用いることのできる、コンソール800の一実施態様を示す。コンソール800を用いてロボットシステムおよび他のデバイスをコントロールすることができ、そして、情報および場合により他の外科医または職員と相互作用することができる。コンソール800は、モニター802、二次モニター804、および、操作レバー806A、806Bを備える。外科医は、モニター802上で、外科的カメラからのフィードバックを含む様々なビジュアル情報を見ることができる。また、モニター802は、ロボットシステム、患者などの状態についての情報を表示することもできる。二次モニター804は、例えば、様々なロボットの機能およびコントロールを含む、さらなる情報を表示することができる。一実施では、モニター802、804の両方とも、外科医が情報を選択および入力することを可能にするタッチスクリーンであってよい。あるいは、コンソール800は、1のみのモニターまたは3以上のモニターを備えてよい。

#### 【0133】

操作レバー806A、806Bは、外科医がロボットをコントロールすることを可能にする。一実施態様では、操作レバー806A、806Bは、ロボットシステムの様々な状態に基づく感覚、および触覚フィードバックを提供する。あるいは、操作レバー806A、806Bは、触覚フィードバックを提供しない。一実施態様によれば、モニター802、804、および、操作レバー806A、806Bは、外科医の快適性のために位置および角度を調節することができる。

#### 【0134】

コンソール800は、図30Cに最もよく示されるように、コンソール支持構造808を備える。操作レバー806A、806Bは、中央スパイン812により支えられた水平ビーム810により支持されている。また、中央スパイン812は、(手動で、または、電子的または他の作動により)伸長または短縮してコンソール800の上部を上げる、または下げるように構成することもでき、それにより、外科医が、座っている、または立っている位置のいずれかの間に、コンソール800と相互作用することを可能にする。一実施態様では、スパイン812は、モニター802、804および操作レバー806A、806Bと一緒に動くように、伸長および短縮するように構成される。あるいは、スパイン812は、モニター802、804が、操作レバー806A、806Bに関して別々に動くように、伸長および短縮するように構成することができる。

#### 【0135】

一実施では、コンソール 800 は、ロック可能な車輪を備える（図示せず）。また、コンソールは、フットペダル（単数または複数）を収納するために、コンソール 800 の下部に中央トレイ 814 を備えることもできる。また、コンソール 800 は、コンピューター（単数または複数）、電源（単数または複数）、および他の電子機器を収納するために、ボックスまたは他の構造 816 を備える。様々なコンピューターおよび他の電子機器は、コンソール全体に（例えばディスプレイに）存在してもよい。

【0136】

コンソール 850 の別の実施態様を図 38A ~ 図 38C に示す。多くのコンポーネントは上記のコンソール 800 のものと実質的に同様であるが、このコンソール 850 は、円柱状のスパイン 852 を備え、それは、スパイン 852 の簡単な拡張および引き込みが可能である。また、コンソール 850 は、異なる構造をした電子ボックス 854 も備える。

10

【0137】

コンソール 860 のさらなる実施を図 39A および図 39B に示す。大部分のコンポーネントは、上記のコンソール 800、850 のものと実質的に同様だが、このコンソール 860 は、オープン車輪（open wheel）862 および上昇した電子ボックス 864 を備える。

【0138】

図 40A および図 40B は、上述のものと同様のコンポーネントを備えるコンソール 870 の別の実施態様を示す。本実施態様では、コンソール 870 は、ディスプレイ 874 および操作レバー 876 の支持構造 878、880 を上および下に動かすこと（座る、または立つ）、および、傾斜させることの、両方を可能にする回転関節 872 を備える。これらの動作は非依存的または連動であってよい。また、座る / 立つ動作も、（上部ディスプレイと下部操作レバーとの間で）連動してよく、または非依存性であってよい。モニター 874 は、モニター 874 の動きを可能にするハンドル 882 を備える。フットペダル 884 は、電子ボックスとしての役割も果たすベースの中央に示されている。また、外科医の足を、彼 / 彼女がペダルを使用するときを支えるためのフットレール 886 も示される。

20

【0139】

図 41A ~ 図 41D は、ロボットシステム 900 の一実施態様を示す。システム 900 は、デバイス本体 902、右腕 904、および左腕 906 を備える。デバイス本体 902 は、本体 902 内のルーメン（図示せず）から突き出ているカメラ 908 を備える。

30

【0140】

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。

【 1 A 】

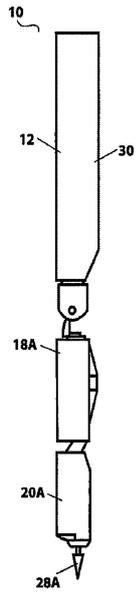


FIG. 1A

【 1 B 】

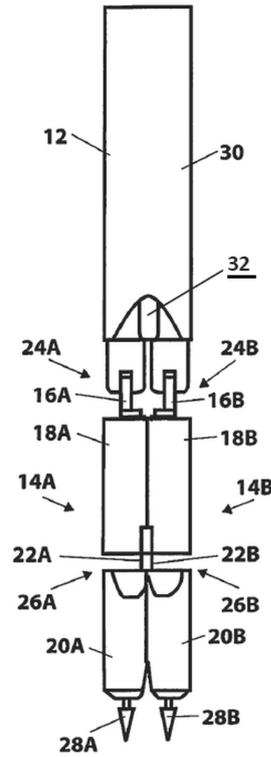


FIG. 1B

【 1 C 】

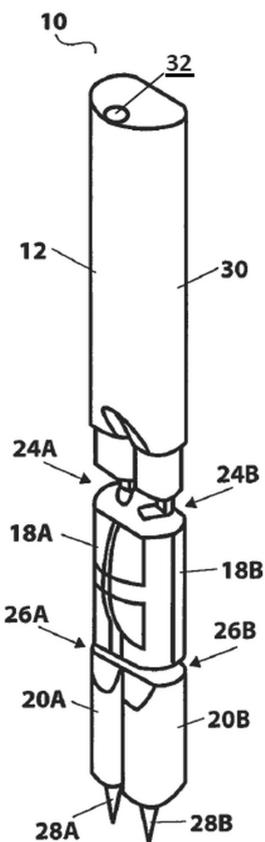


FIG. 1C

【 1 D 】

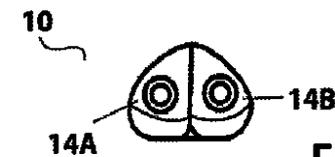


FIG. 1D

【 2 A 】

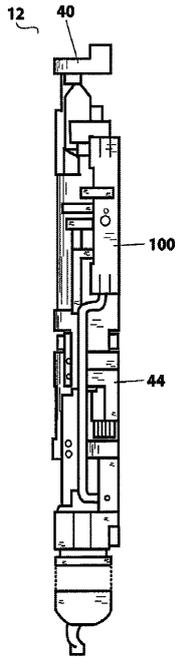


FIG. 2A

【 2 B 】

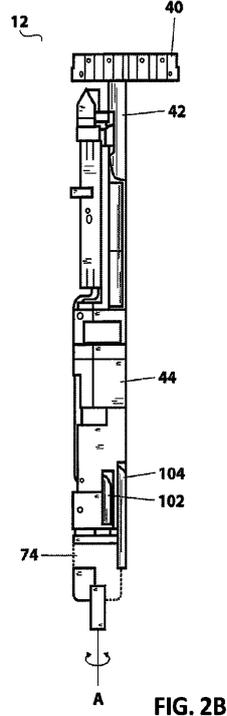


FIG. 2B

【 2 C 】

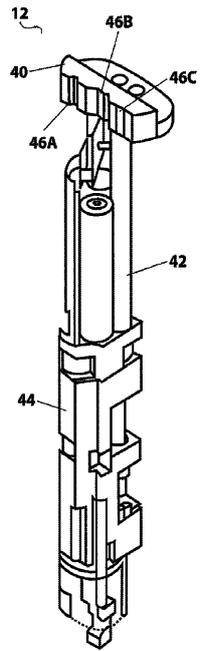


FIG. 2C

【 2 D 】

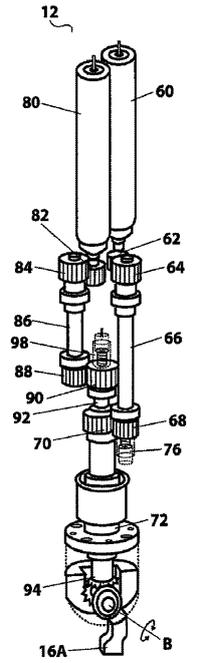


FIG. 2D

【 2 E 】

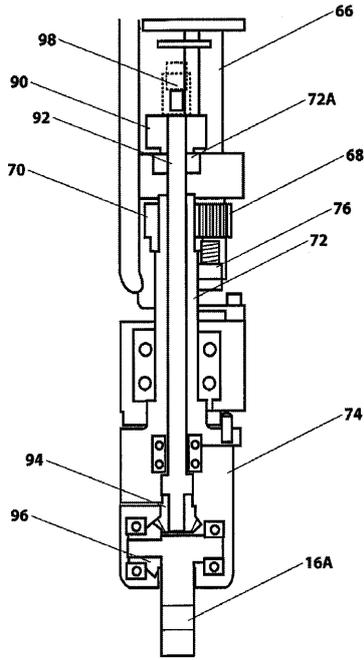


FIG. 2E

【 3 A 】

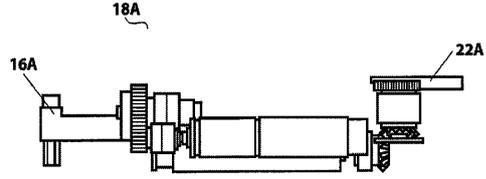


FIG. 3A

【 3 B 】

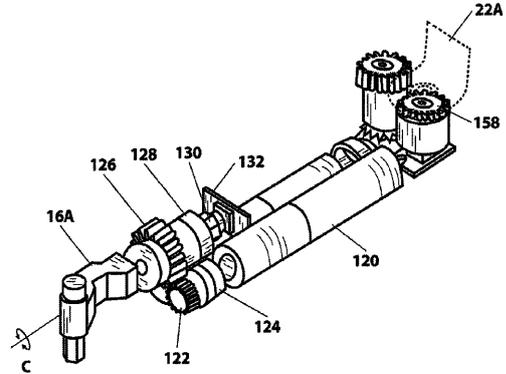


FIG. 3B

【 3 C 】

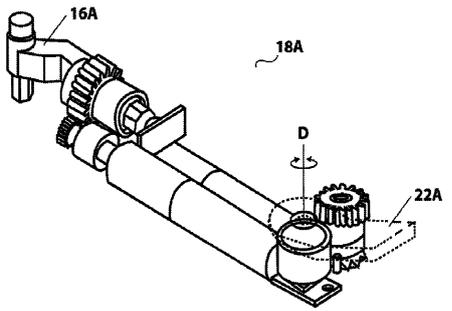


FIG. 3C

【 3 E 】

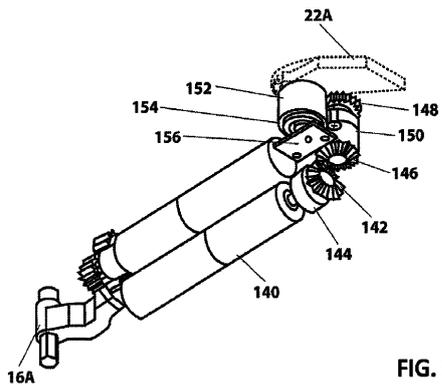


FIG. 3E

【 3 D 】

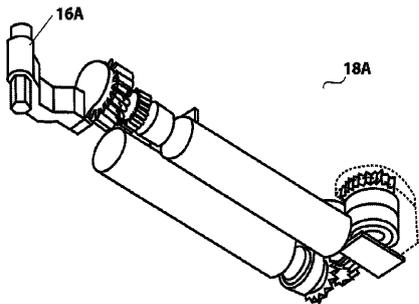


FIG. 3D

【 4 A 】

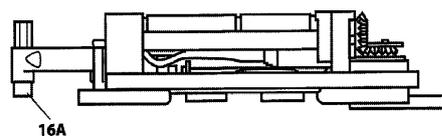


FIG. 4A

【 4 B 】

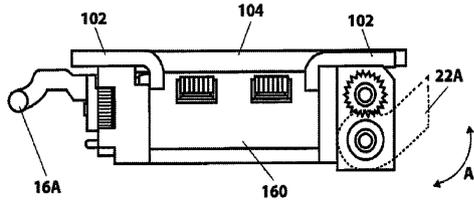


FIG. 4B

【 4 C 】

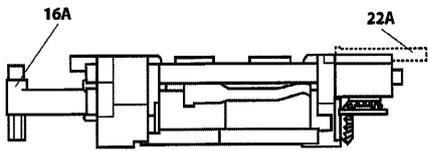


FIG. 4C

【 4 D 】

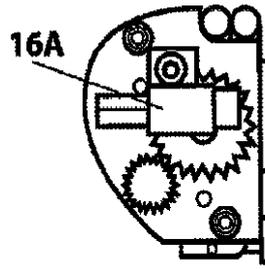


FIG. 4D

【 4 E 】

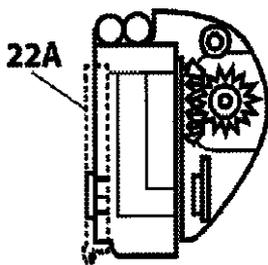


FIG. 4E

【 5 A 】

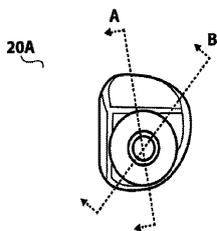


FIG. 5A

【 5 B 】

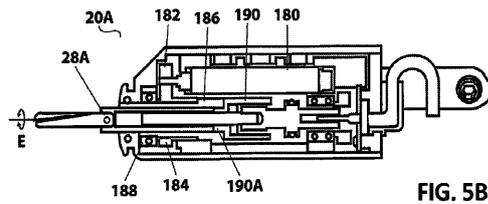


FIG. 5B

【 5 C 】

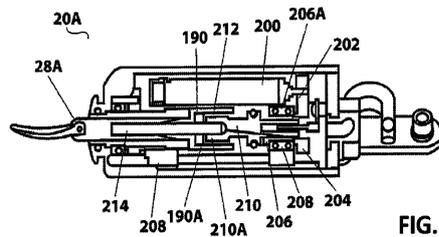


FIG. 5C

【 図 6 A 】

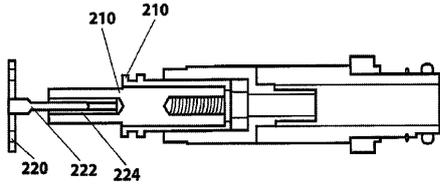


FIG. 6A

【 図 7 】

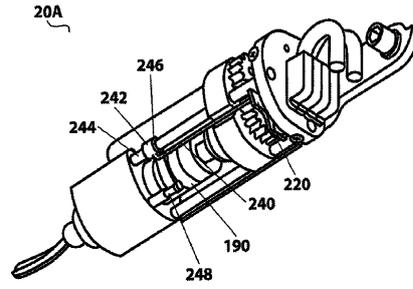


FIG. 7

【 図 6 B 】

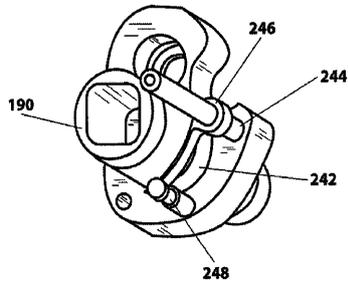


FIG. 6B

【 図 8 A 】

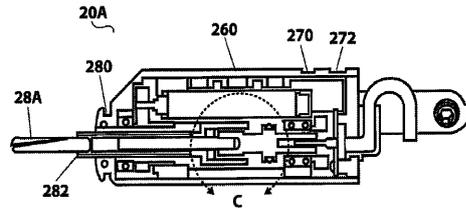


FIG. 8A

【 図 8 B 】

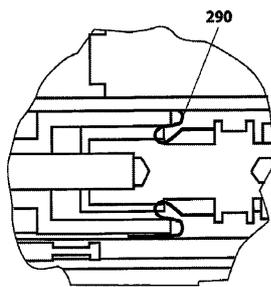


FIG. 8B

【 図 9 B 】

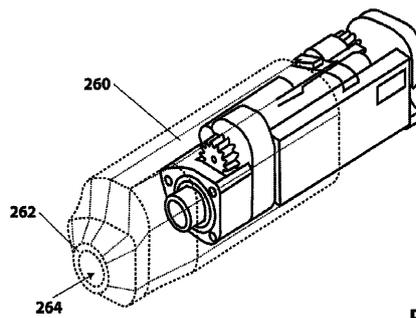


FIG. 9B

【 図 9 A 】

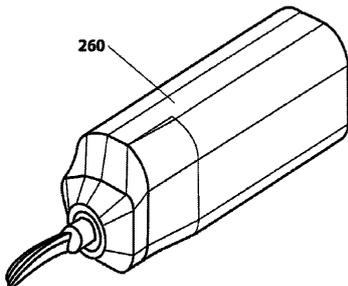


FIG. 9A

【 図 10 A 】

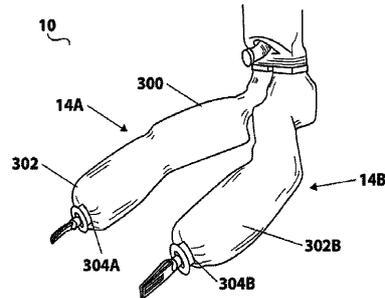


FIG. 10A

【 10 B 】

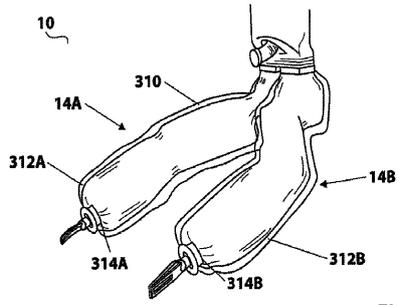


FIG. 10B

【 11 B 】

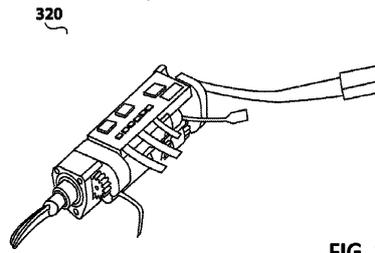


FIG. 11B

【 11 A 】

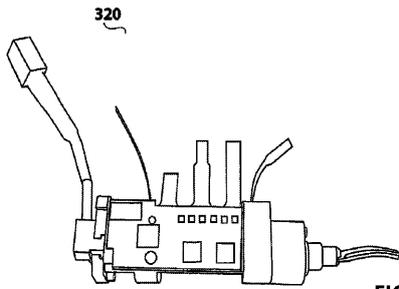


FIG. 11A

【 12 A 】



FIG. 12A

【 12 B 】

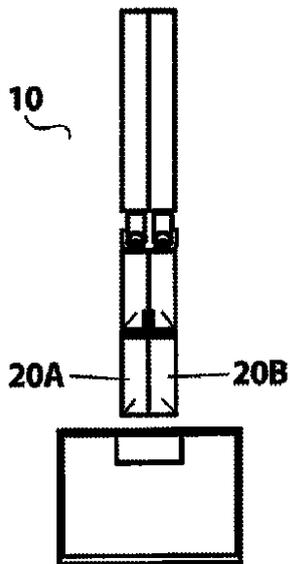


FIG. 12B

【 12 C 】

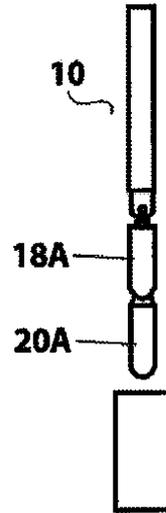


FIG. 12C

【 1 2 D 】

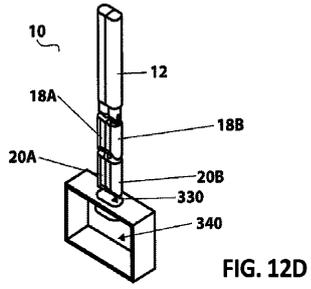


FIG. 12D

【 1 3 A 】



FIG. 13A

【 1 3 B 】

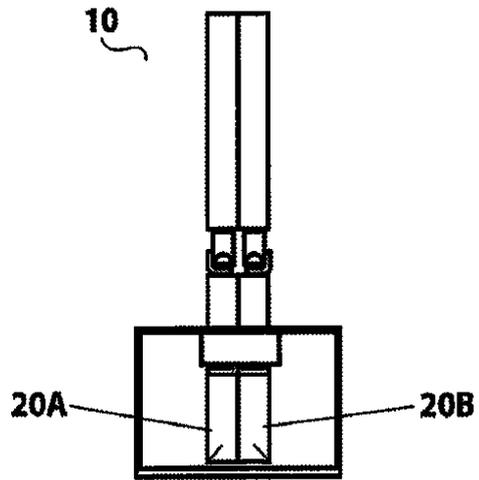


FIG. 13B

【 1 3 C 】

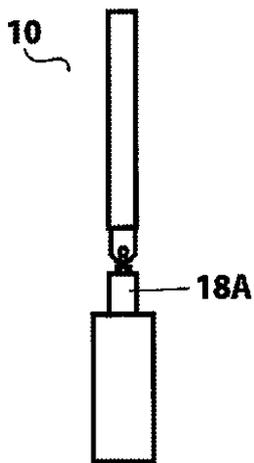


FIG. 13C

【 1 3 D 】

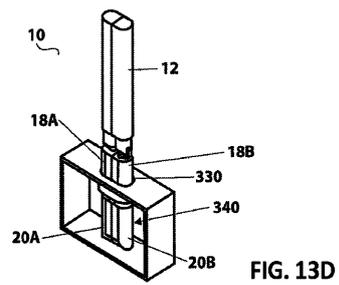


FIG. 13D

【 1 4 A 】

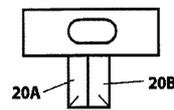
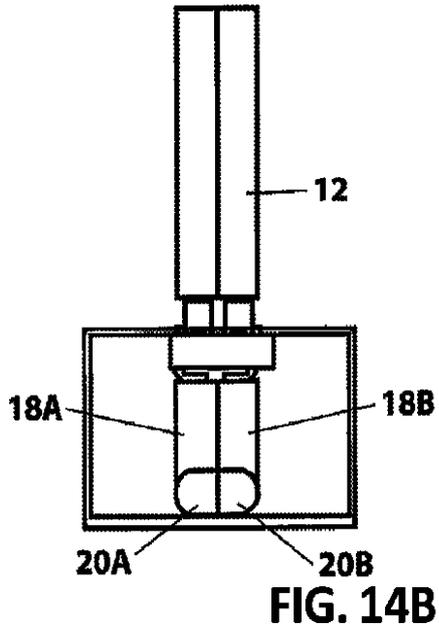
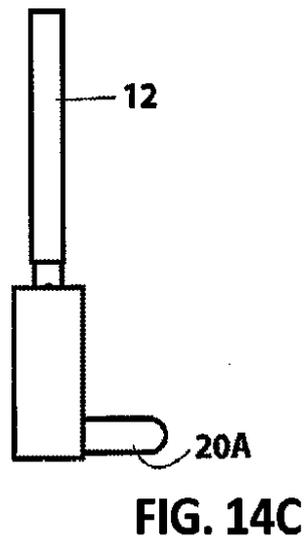


FIG. 14A

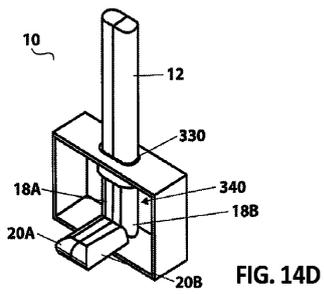
【 14 B 】



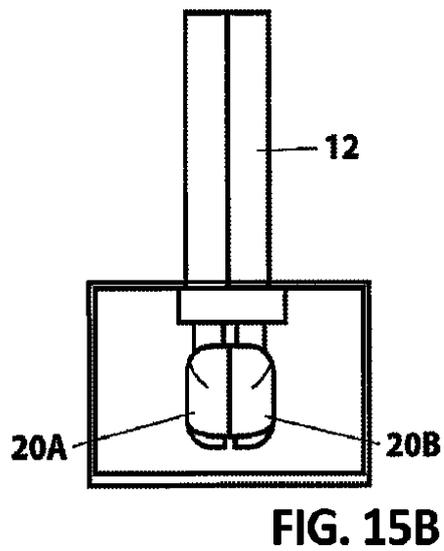
【 14 C 】



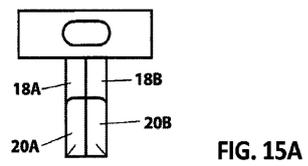
【 14 D 】



【 15 B 】



【 15 A 】



【 15 C 】

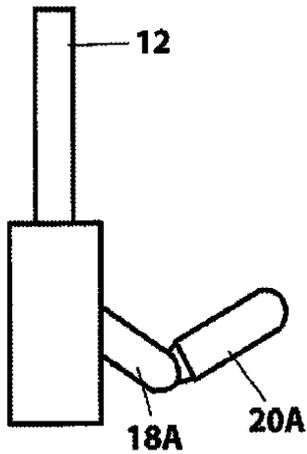


FIG. 15C

【 15 D 】

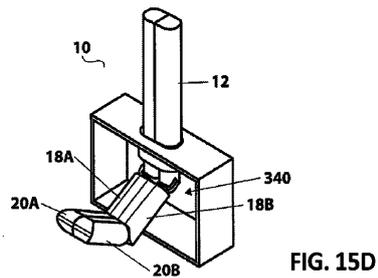


FIG. 15D

【 16 C 】

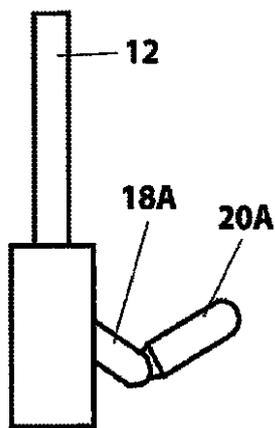


FIG. 16C

【 16 D 】

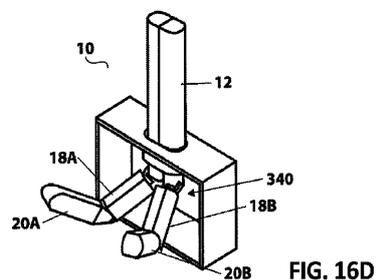


FIG. 16D

【 16 A 】

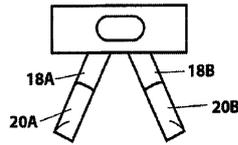


FIG. 16A

【 16 B 】

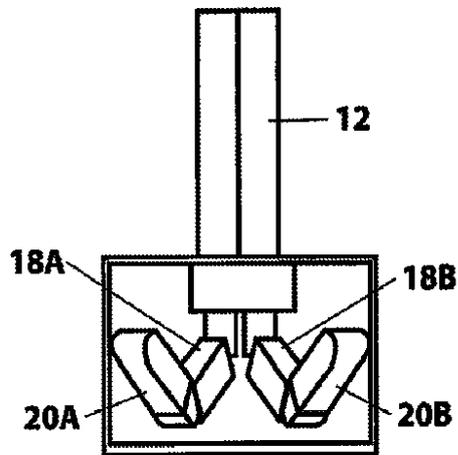


FIG. 16B

【 17 A 】

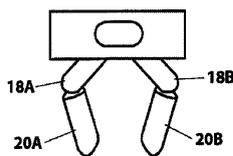


FIG. 17A

【 17 B 】

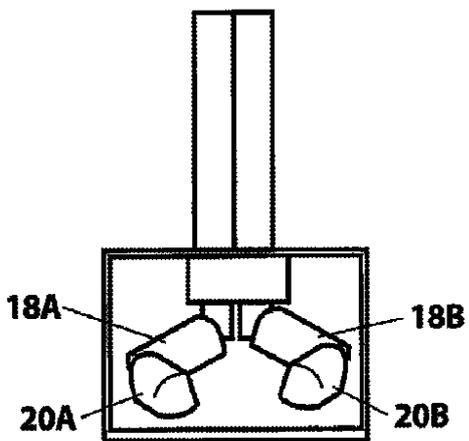


FIG. 17B

【 17 C 】

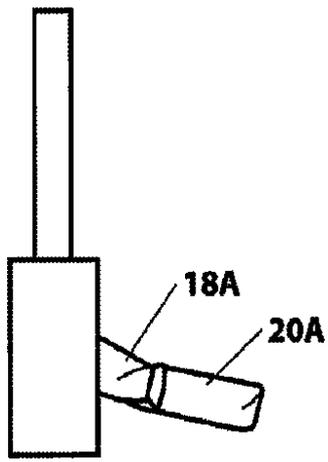


FIG. 17C

【 17 D 】

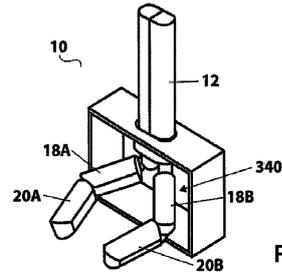


FIG. 17D

【 18 A 】

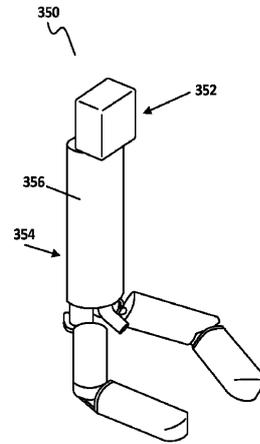


FIG. 18A

【 18 B 】

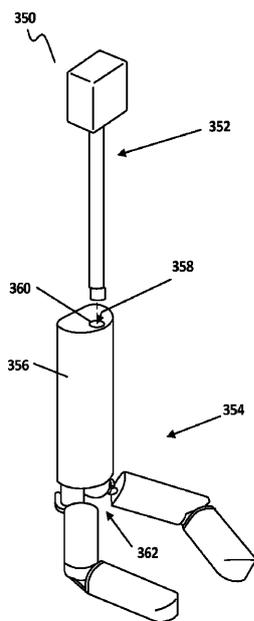


FIG. 18B

【 18 C 】

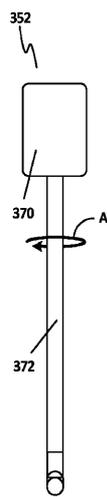


FIG. 18C

【 18 D 】

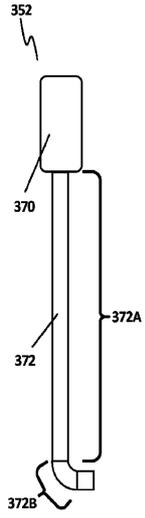


FIG. 18D

【 18 E 】

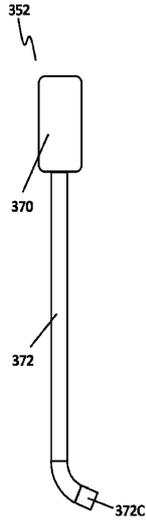


FIG. 18E

【 18 F 】

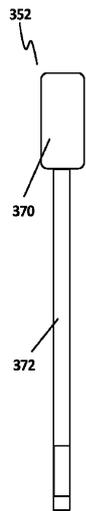


FIG. 18F

【 18 H 】

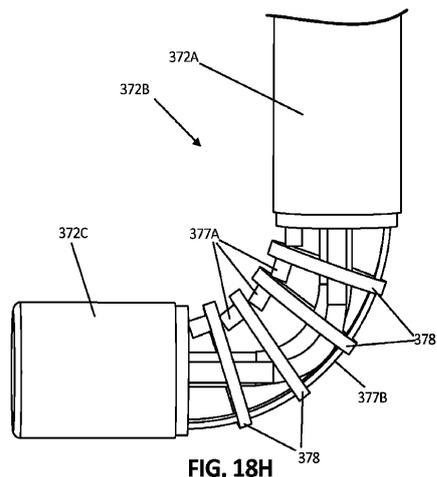


FIG. 18H

【 18 G 】

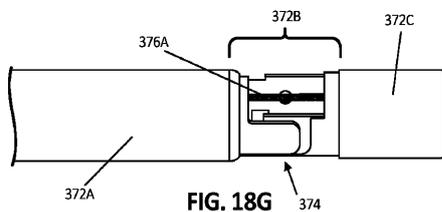


FIG. 18G

【 19 A 】

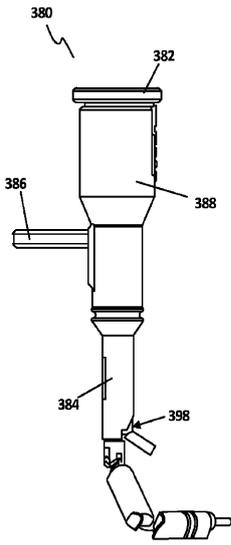


FIG. 19A

【 19 B 】

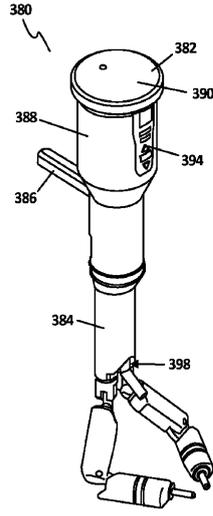


FIG. 19B

【 19 C 】

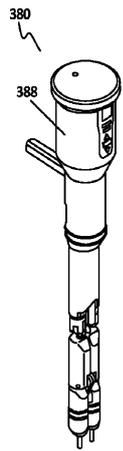


FIG. 19C

【 19 D 】

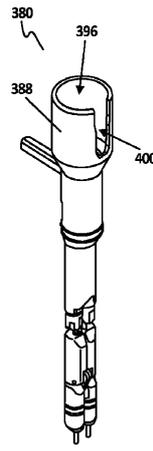


FIG. 19D

【 19 E 】

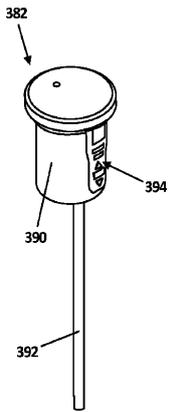


FIG. 19E

【 20 A 】

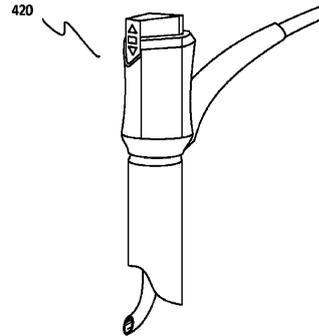


FIG. 20A

【 20 B 】

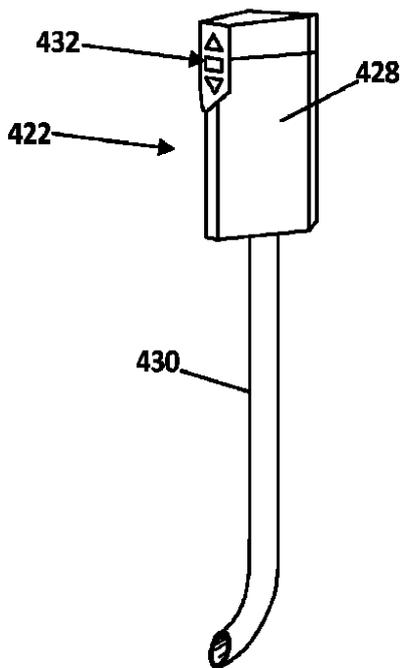


FIG. 20B

【 20 C 】

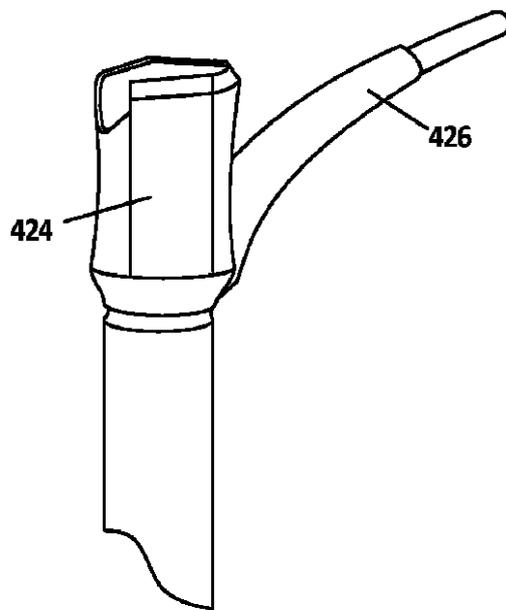


FIG. 20C

【 図 2 1 A 】

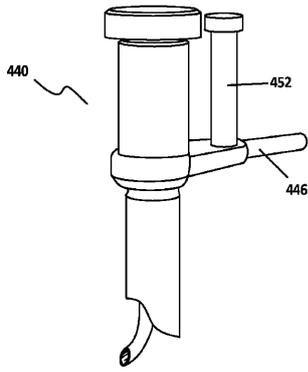


FIG. 21A

【 図 2 1 B 】

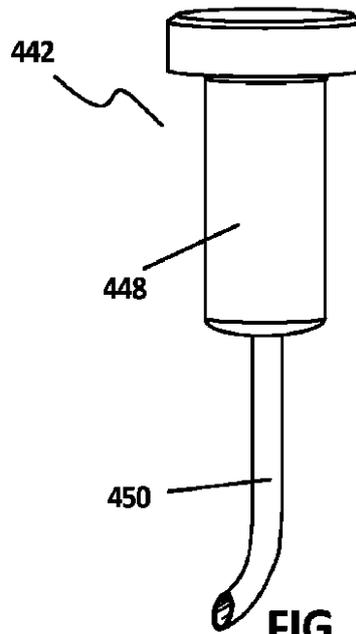


FIG. 21B

【 図 2 1 C 】

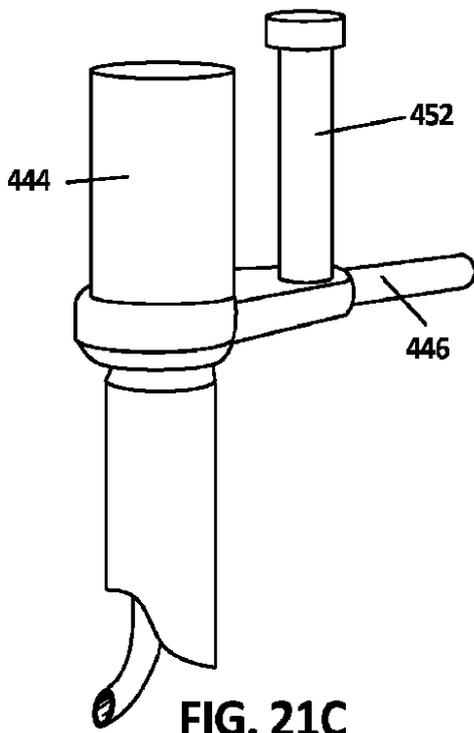


FIG. 21C

【 図 2 2 A 】

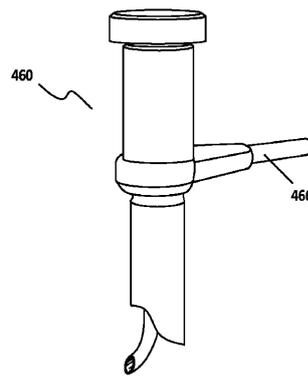
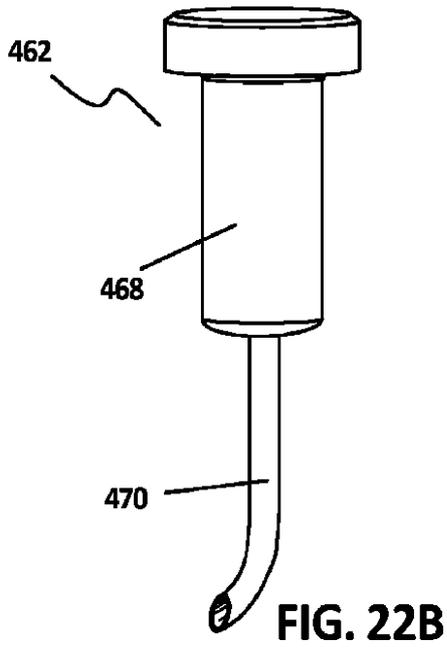
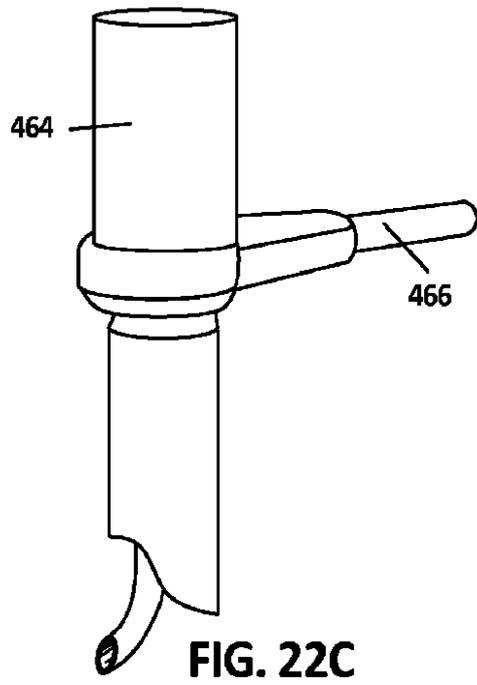


FIG. 22A

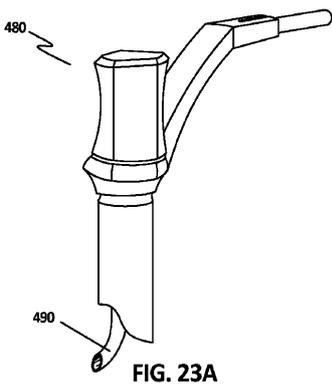
【 2 2 B 】



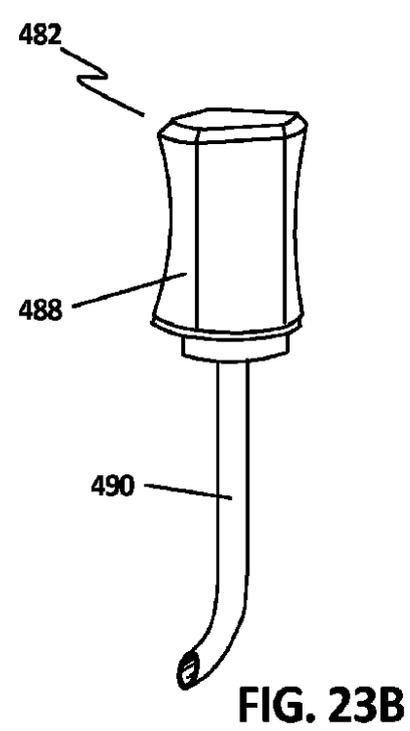
【 2 2 C 】



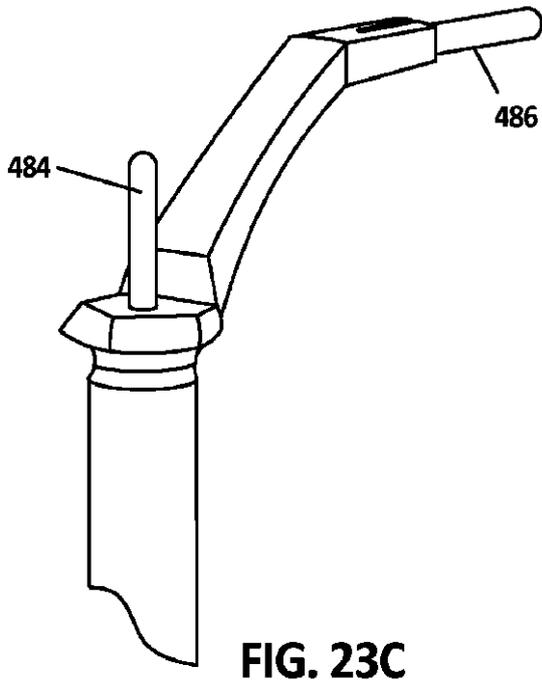
【 2 3 A 】



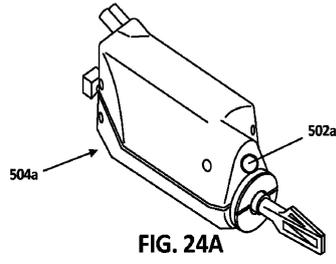
【 2 3 B 】



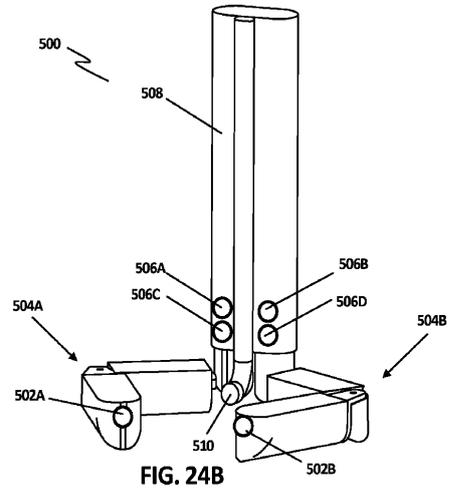
【 2 3 C 】



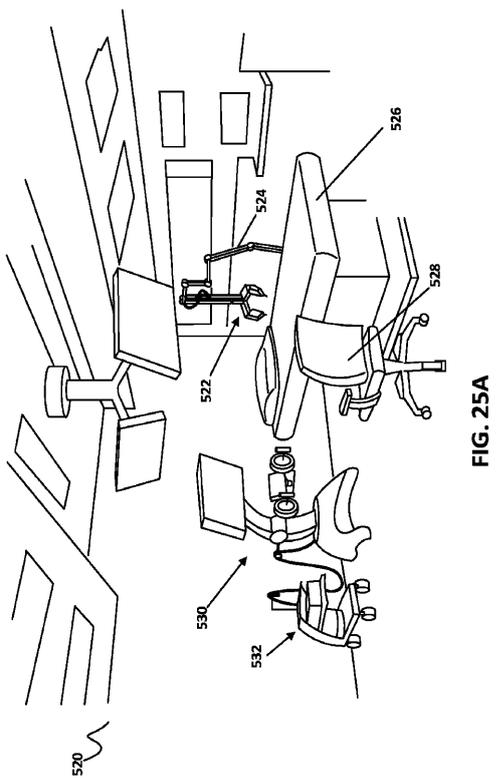
【 2 4 A 】



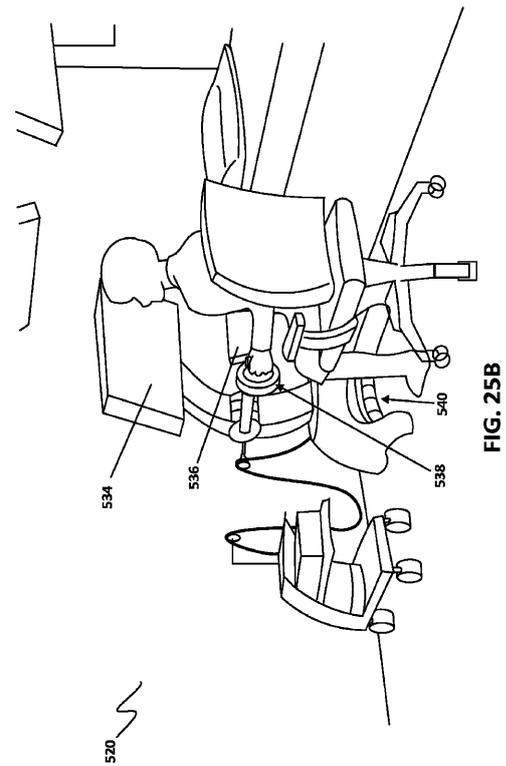
【 2 4 B 】



【 2 5 A 】



【 2 5 B 】



【 26 】

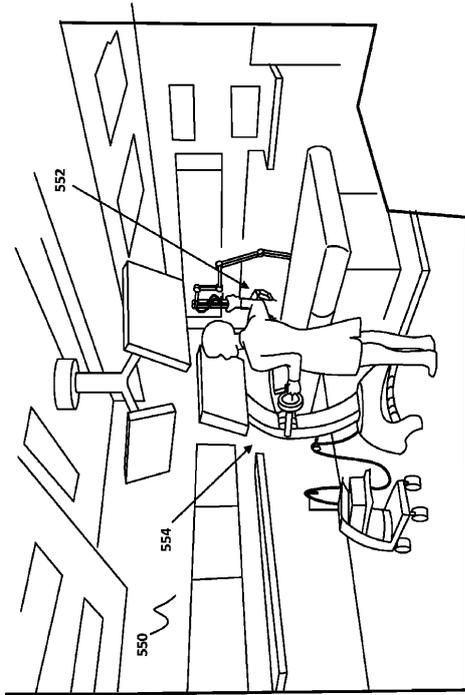


FIG. 26

【 27 A 】

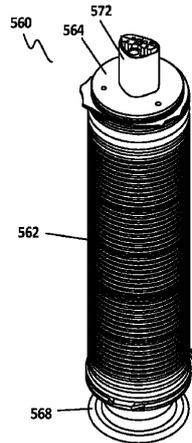


FIG. 27A

【 27 B 】



FIG. 27B

【 27 C 】

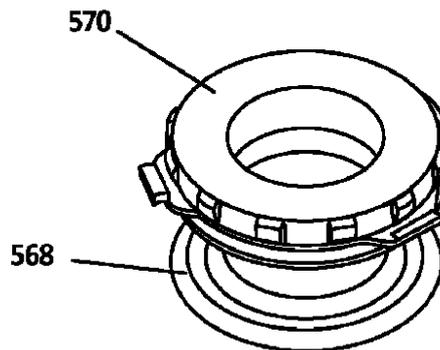


FIG. 27C

【 27D 】

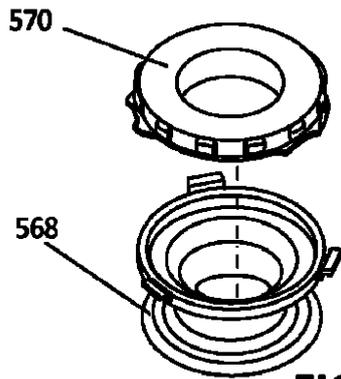


FIG. 27D

【 28A 】

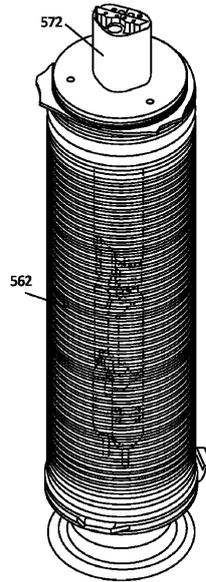


FIG. 28A

【 28B 】

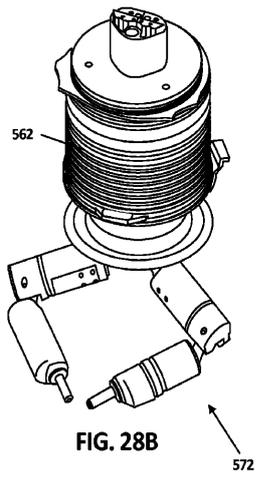


FIG. 28B

【 29 】

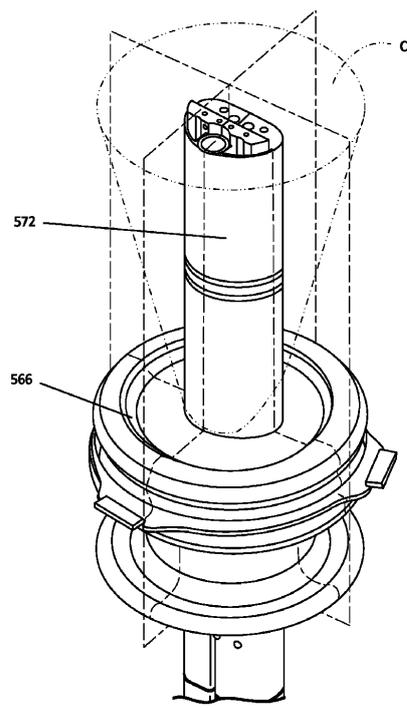


FIG. 29

【 30 A 】

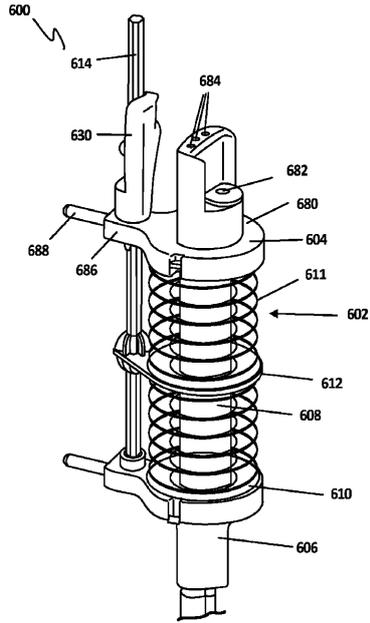


FIG. 30A

【 30 B 】

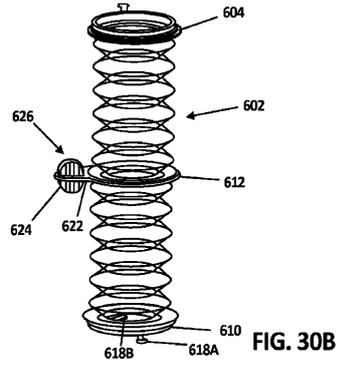


FIG. 30B

【 30 C 】

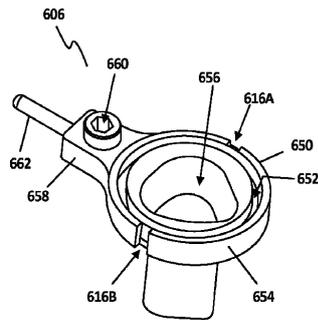


FIG. 30C

【 30 D 】

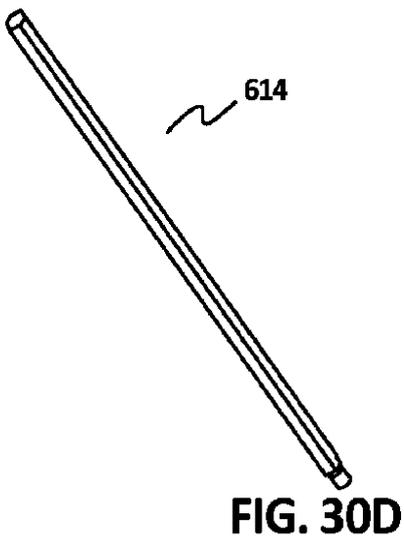


FIG. 30D

【 30 E 】

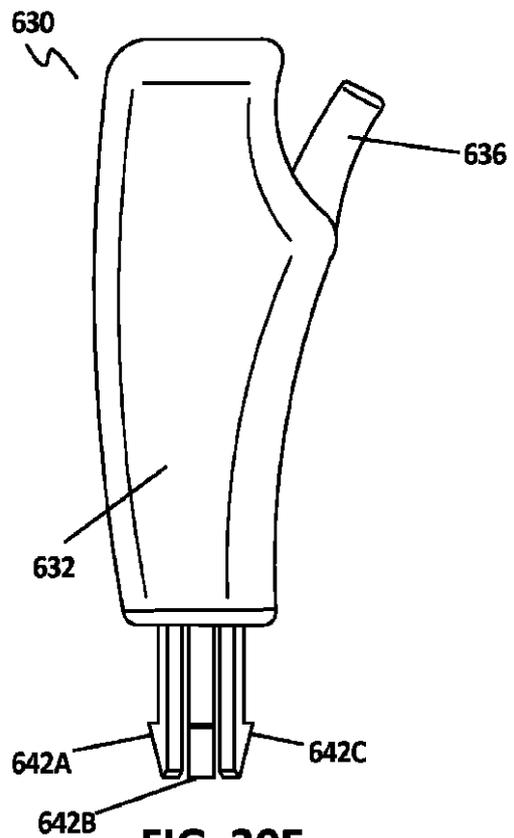


FIG. 30E

【 図 3 0 F 】

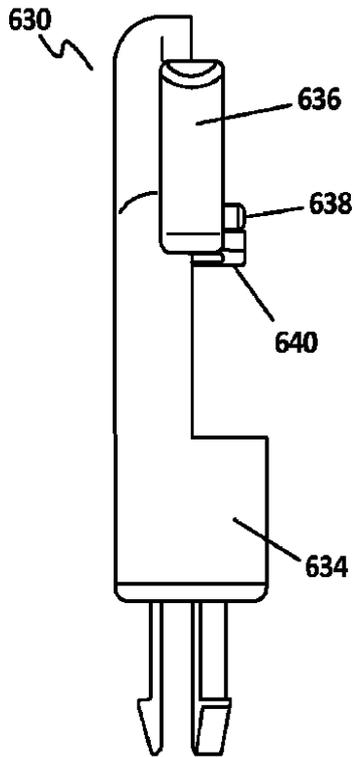


FIG. 30F

【 図 3 0 G 】

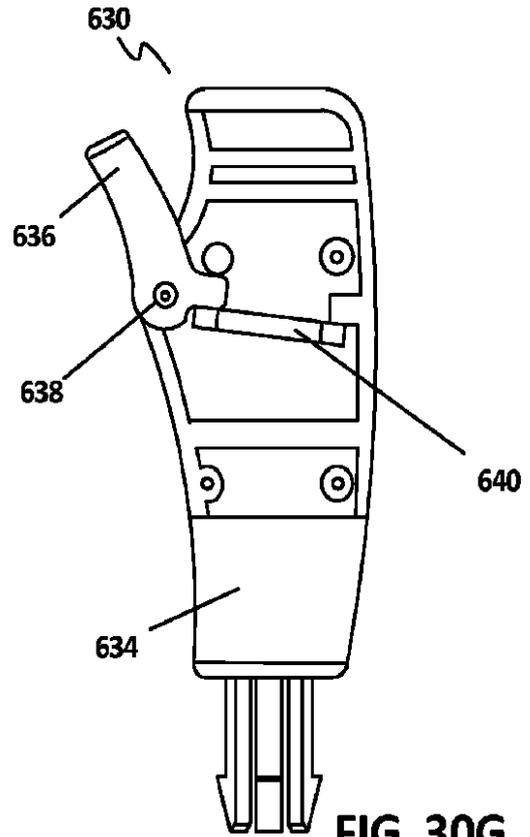


FIG. 30G

【 図 3 1 A 】

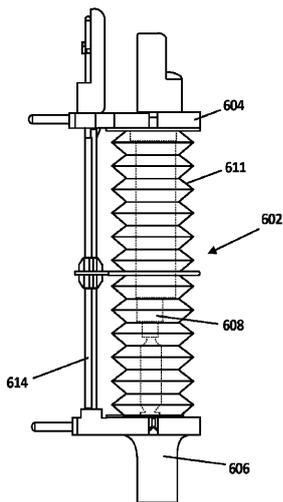


FIG. 31A

【 図 3 1 B 】

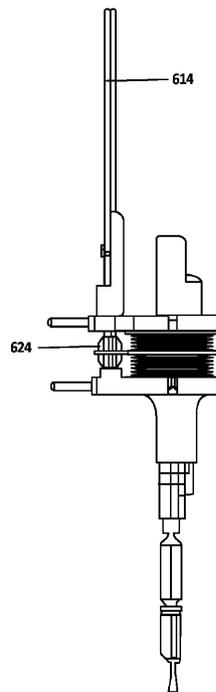
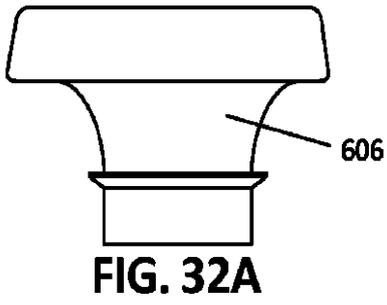
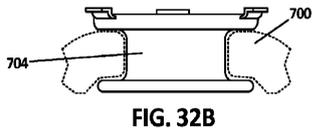


FIG. 31B

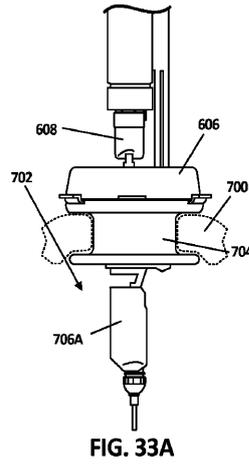
【 図 3 2 A 】



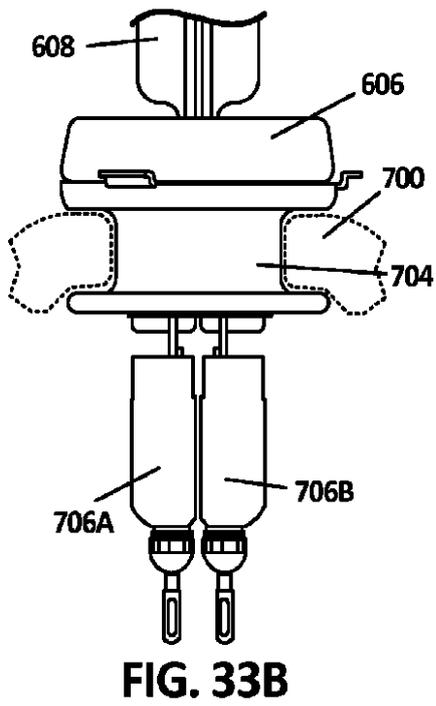
【 図 3 2 B 】



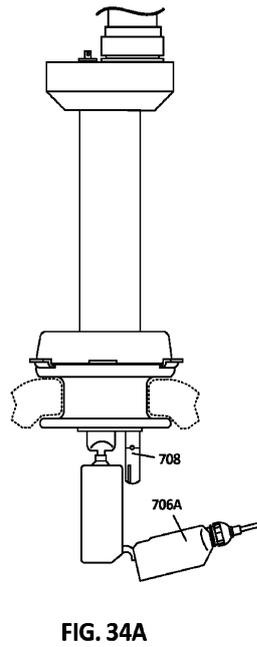
【 図 3 3 A 】



【 図 3 3 B 】



【 図 3 4 A 】



【 図 3 4 B 】

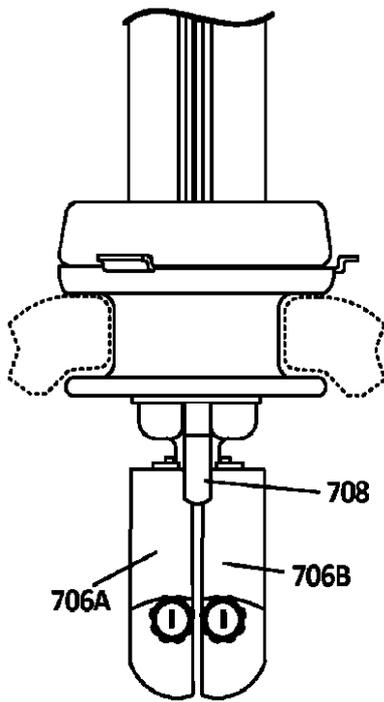


FIG. 34B

【 図 3 5 A 】

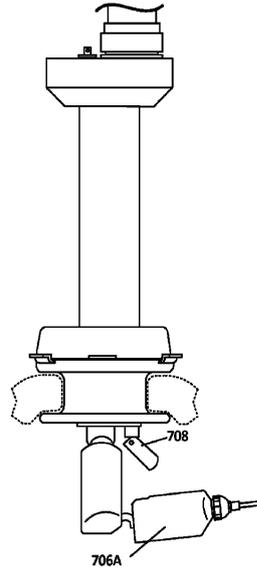


FIG. 35A

【 図 3 5 B 】

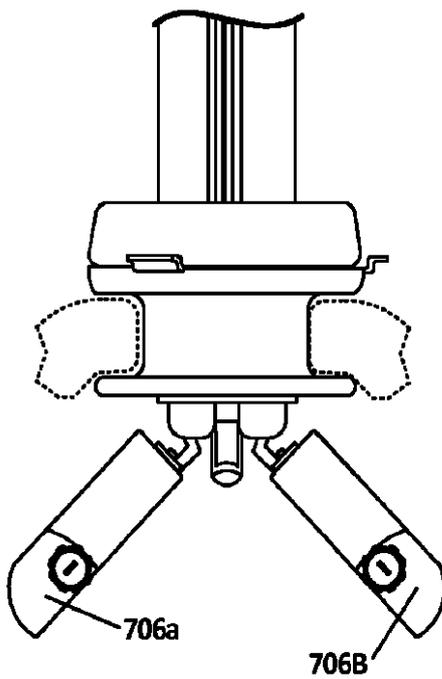


FIG. 35B

【 図 3 6 A 】

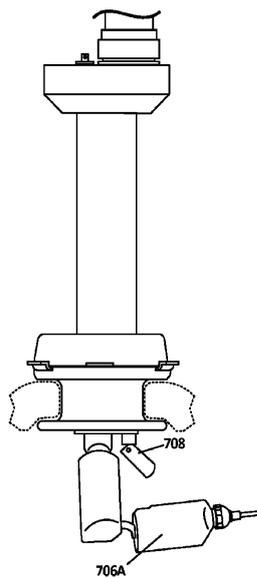


FIG. 36A

【 図 3 6 B 】

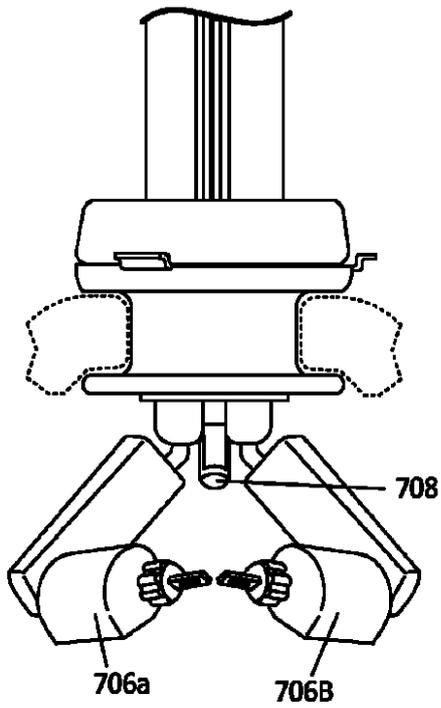


FIG. 36B

【 図 3 7 A 】

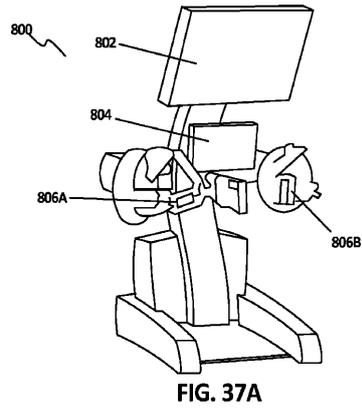


FIG. 37A

【 図 3 7 B 】

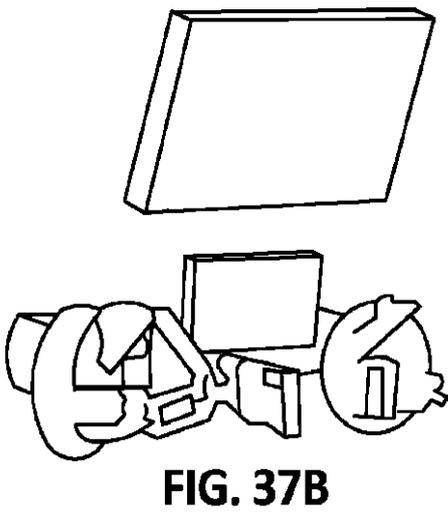


FIG. 37B

【 図 3 7 C 】

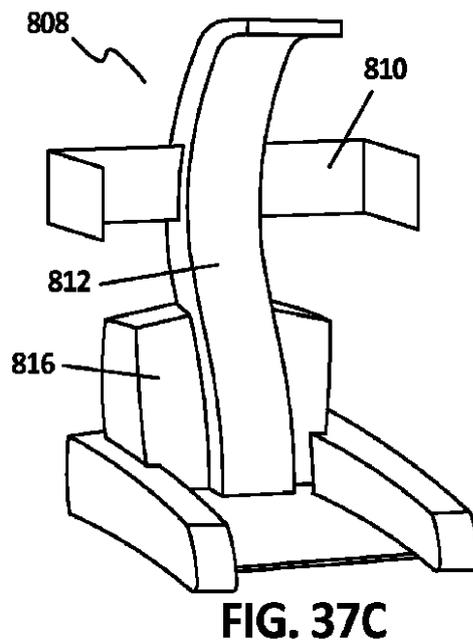


FIG. 37C

【 図 3 8 A 】

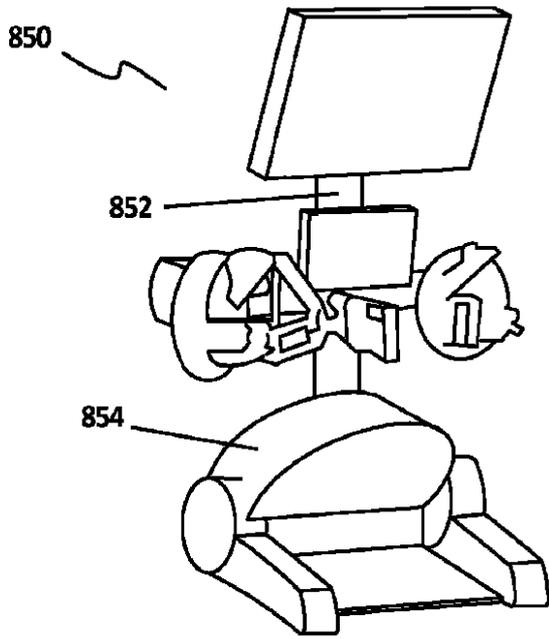


FIG. 38A

【 図 3 8 B 】

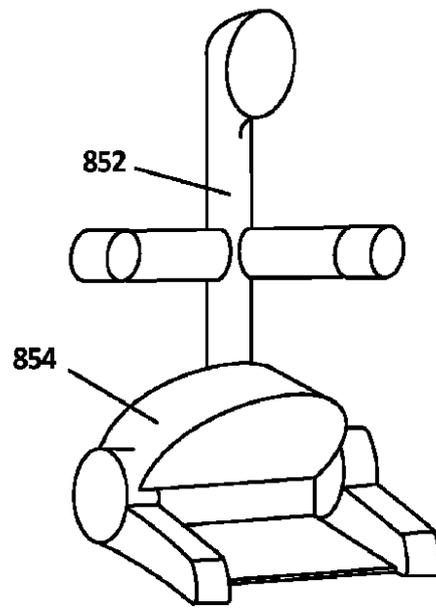


FIG. 38B

【 図 3 8 C 】

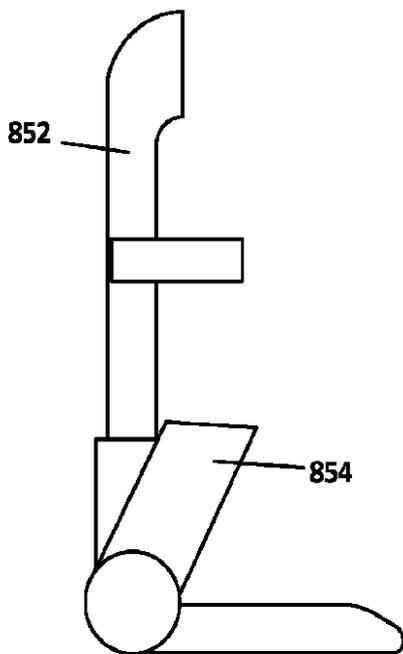


FIG. 38C

【 図 3 9 A 】

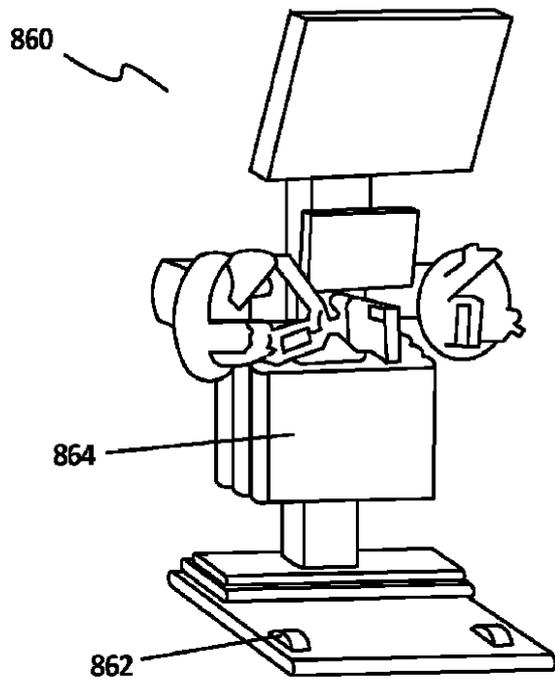


FIG. 39A

【 39 B 】

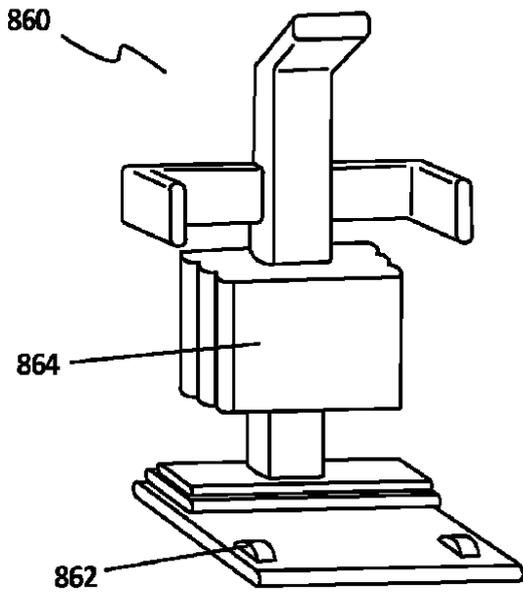


FIG. 39B

【 40 A 】

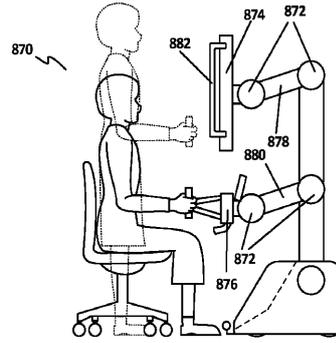


FIG. 40A

【 40 B 】

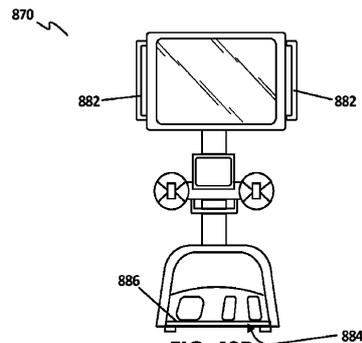


FIG. 40B

【 41 A 】

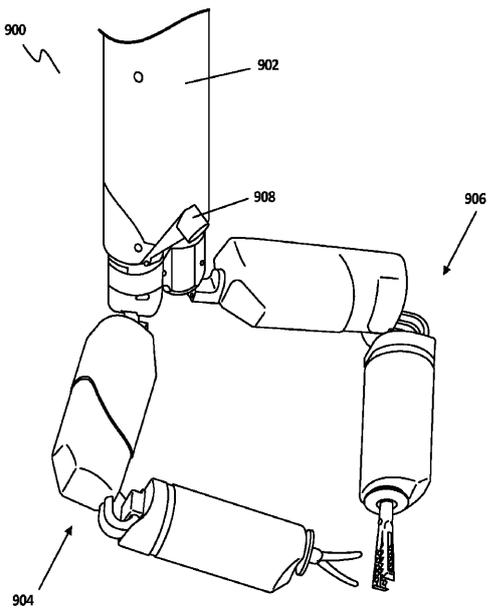


FIG. 41A

【 41 B 】

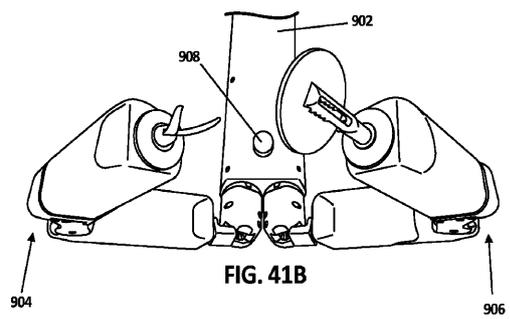


FIG. 41B

【 41 C 】

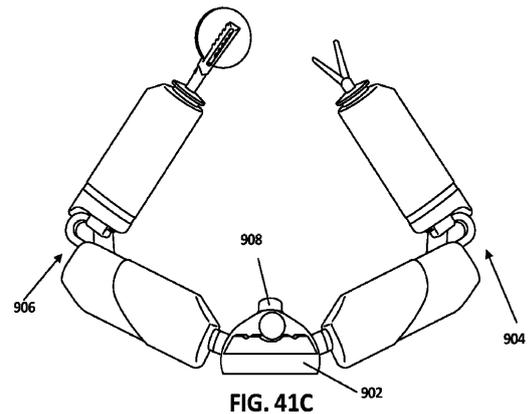


FIG. 41C

【 4 1 D 】

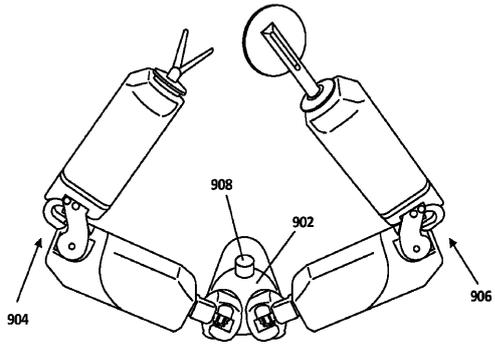


FIG. 41D

## フロントページの続き

- (72)発明者 ファリター シェーン  
アメリカ合衆国 68526 ネブラスカ州 リンカーン, ブラックストーン ロード 6137
- (72)発明者 サントロ クリストファー  
アメリカ合衆国 11209 ニューヨーク州 ブルックリン, ショア ロード, 7401 ユニ  
ット 1ケー
- (72)発明者 シャショー ジェフリー  
アメリカ合衆国 11224 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  
5108
- (72)発明者 クマール ニシャント  
アメリカ合衆国 07621 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 296
- (72)発明者 スチェシアク マテウス  
アメリカ合衆国 11375 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 61-20, アpartment B606
- (72)発明者 ハーマン ジェイソン  
アメリカ合衆国 11731 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

審査官 吉川 直也

- (56)参考文献 国際公開第2013/009887(WO, A1)  
特表2002-500524(JP, A)  
特開2003-199747(JP, A)  
特開平07-136173(JP, A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 34/30  
A61B 1/01  
A61B 17/34  
B25J 3/00