

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-177147

(P2019-177147A)

(43) 公開日 令和1年10月17日(2019.10.17)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 34/30 (2016.01)	A 6 1 B 34/30	3 C 7 0 7
B 2 5 J 3/00 (2006.01)	B 2 5 J 3/00	Z

審査請求 有 請求項の数 13 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2019-92315 (P2019-92315)	(71) 出願人	508221224
(22) 出願日	令和1年5月15日 (2019.5.15)		ボード オブ リージェンツ オブ ザ
(62) 分割の表示	特願2015-526524 (P2015-526524)		ユニバーシティ オブ ネブラスカ
	の分割		アメリカ合衆国, ネブラスカ州 6 8 5 8
原出願日	平成25年3月15日 (2013.3.15)		3 - 0 7 4 5, リンカーン, ホールドレッ
(31) 優先権主張番号	61/680, 809		ジ ストリート 3 8 3 5, ヴァーナー
(32) 優先日	平成24年8月8日 (2012.8.8)		ホール
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)	(74) 代理人	100105957
			弁理士 恩田 誠
		(74) 代理人	100068755
			弁理士 恩田 博宣
		(74) 代理人	100142907
			弁理士 本田 淳

最終頁に続く

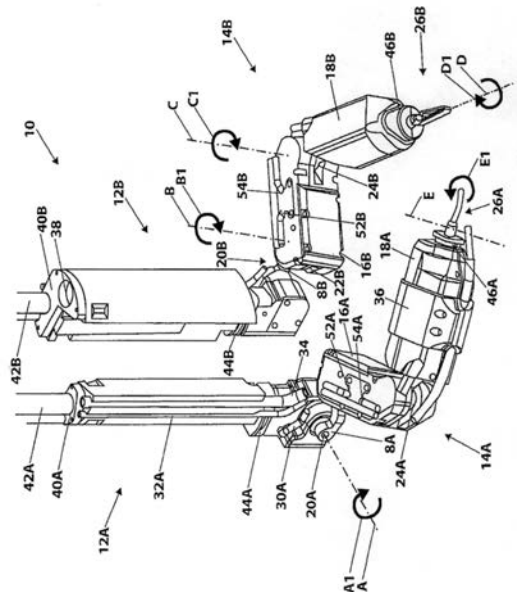
(54) 【発明の名称】 ロボットデバイス

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 体腔内に配置され、且つ、体腔の孔又は開口部を通じて配置された支持構成要素を使用して位置決めされたロボットデバイスを含む改良されたロボット医療デバイスを提供する。

【解決手段】 デバイス10は2つの結合可能本体12A, 12Bを有し、そのそれぞれは、2つの腕14A, 14Bの1つに回転自在に結合されている。各腕14A, 14Bは、結合可能本体12A, 12Bの1つに対して腕14A, 14Bを結合する結合リンク8A, 8Bを有する。各腕14A, 14Bは、内部リンク16A, 16Bと、外部リンク18A, 18Bと、を有する。上腕16A, 16Bは結合リンク8A, 8Bに回転自在に結合され、結合リンク8A, 8Bは結合可能本体12A, 12Bに回転自在に結合される。右腕14Aにおいては、上腕16Aは前腕18Aに回転自在に結合され、左腕14Bにおいては、上腕16Bは前腕18Bに回転自在に結合される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ロボットデバイスであって、

a. コネクタであって、

i. 少なくとも 1 つの第 1 コネクタモータを有する第 1 の結合可能本体と、

i i. 少なくとも 1 つの第 2 コネクタモータを有する第 2 の結合可能本体と、

i i i. コネクタ内に画定され、かつ、腹腔鏡下撮像デバイスを受容するように寸法が設定されている内腔と、
を含む、コネクタと、

b. 前記第 1 の結合可能本体及び第 1 コネクタモータと作動的に連結された第 1 セグメント式ロボット腕であって、 10

i. 前記第 1 の結合可能本体と作動的且つ回転式に連結された第 1 上腕であって、

A. 複数の第 1 上腕モータと、

B. 第 1 上腕モータ制御盤と、

を含む第 1 上腕モータハウジングを有する第 1 上腕と、

i i. 前記第 1 上腕と作動的且つ回転式に連結された第 1 前腕であって、

A. 複数の第 1 前腕モータと、

B. 第 1 前腕モータ制御盤と、

C. 第 1 前腕ハウジング内に形成された第 1 エンドエフェクタハウジングと、

を含む第 1 前腕ハウジングを有する第 1 前腕と、 20

を含む第 1 セグメント式ロボット腕と、

c. 前記第 2 の結合可能本体及び第 2 コネクタモータと作動的に連結された第 2 セグメント式ロボット腕であって、

i. 前記第 2 の結合可能本体と作動的且つ回転式に連結された第 2 上腕であって、

A. 複数の第 2 上腕モータと、

B. 第 2 上腕モータ制御盤と、

を含む第 2 上腕モータハウジングを有する第 2 上腕と、

i i. 前記第 2 上腕と作動的且つ回転式に連結された第 2 前腕であって、

A. 複数の第 2 前腕モータと、

B. 第 2 前腕モータ制御盤と、

C. 第 2 前腕ハウジング内に形成された第 2 エンドエフェクタハウジングと、

を含む第 2 前腕ハウジングを有する第 2 前腕と、 30

を含む第 2 セグメント式ロボット腕と、

d. 前記第 1 エンドエフェクタハウジングを介して前記第 1 セグメント式ロボット腕と作動的に連結された第 1 エンドエフェクタと、

e. 前記第 2 エンドエフェクタハウジングを介して前記第 2 セグメント式ロボット腕と作動的に連結された第 2 エンドエフェクタと、

を含む、ロボットデバイス。

【請求項 2】

前記第 1 前腕ハウジング内に配置された L E D アレイを更に含む、請求項 1 に記載のロボットデバイス。 40

【請求項 3】

前記第 1 前腕ハウジング内に配置された絶対位置センサを更に含む、請求項 1 に記載のロボットデバイス。

【請求項 4】

前記第 2 前腕ハウジング内に配置された絶対位置センサを更に含む、請求項 3 に記載のロボットデバイス。

【請求項 5】

少なくとも 1 つの灌注線を更に含む、請求項 1 に記載のロボットデバイス。

【請求項 6】

前記第 1 の結合可能本体及び第 2 の結合可能本体が単一の本体を形成するように嵌合可能である、請求項 1 に記載のロボットデバイス。

【請求項 7】

前記第 1 の結合可能本体が第 1 の嵌合特徴を有し、前記第 2 の結合可能本体が第 2 の嵌合特徴を有している、請求項 6 に記載のロボットデバイス。

【請求項 8】

前記第 1 の嵌合特徴が切り欠きであり、前記第 2 の嵌合特徴が突起物である、請求項 7 に記載のロボットデバイス。

【請求項 9】

前記第 1 エンドエフェクタが、把持構成要素、焼灼構成要素、縫合構成要素、撮像構成要素、灌注構成要素、吸引構成要素、動作腕構成要素、センサ構成要素及び照明構成要素からなる群より選択される、請求項 1 に記載のロボットデバイス。

10

【請求項 10】

前記第 2 エンドエフェクタが、把持構成要素、焼灼構成要素、縫合構成要素、撮像構成要素、灌注構成要素、吸引構成要素、動作腕構成要素、センサ構成要素及び照明構成要素からなる群より選択される、請求項 1 に記載のロボットデバイス。

【請求項 11】

ロボットデバイスが少なくとも 1 つの絶対位置センサを更に含む、請求項 1 に記載のロボットデバイス。

【請求項 12】

20

前記少なくとも 1 つの絶対位置センサが、磁気絶対位置エンコーダ及びリニアエンコーダからなる群より選択される、請求項 11 に記載のロボットデバイス。

【請求項 13】

画素アレイ及び LED アレイを更に含む、請求項 1 に記載のロボットデバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書中に開示される実施形態は、ロボット及び／又はインビボ医療デバイス並びに関連する構成要素を含む種々の医療デバイス及び関連する構成要素に関する。特定の実施形態には、体腔内に配置され、且つ、体腔の孔又は開口部を通じて配置された支持構成要素を使用して位置決めされたロボットデバイスを含む種々のロボット医療デバイスが含まれる。更なる実施形態は、上記デバイスを操作する方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

種々の病態に対処するためには侵襲性の外科的処置が必須である。可能な場合、腹腔鏡検査法などの最低限の侵襲的処置が好まれる。

しかしながら、腹腔鏡検査のような公知の低侵襲技術は、範囲と複雑度に限界がある。これは部分的には、1) アクセスポートから挿入される剛体の器具の使用によって可動性に制限があるため、2) 視覚的なフィードバックに限界があるためである。ダ・ヴィンチ (da Vinci) (登録商標) サージカルシステム (カリフォルニア州サニーベール (Sunnyvale) 所在のインテュイティブサージカル社 (Intuitive Surgical Inc.) から入手可能) などの公知のロボットシステムにもアクセスポートによる制限がある。更に、このような公知のロボットシステムは非常に大型で高価であり、多くの病院において利用不可能であり、知覚能力及び可動能力に限界があるという不利点を備えている。

40

【0003】

当技術分野においては、手術方法、システム及びデバイスの改良に対する需要がある。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

50

本発明は上記した懸案を鑑みてなされたものである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記した目的を達成するために、本発明のモジュール式手術用ロボットシステムは、

a. 患者の体を横断するポートと、

b. 患者内部に完全に配置されるように寸法が設定されたモジュール式ロボットデバイスであって、更に、

i. 複数の結合可能本体であって、第1肩部構成要素及び第2肩部構成要素を含み、前記結合可能本体が患者の外部から内部まで前記ポートを移動することができる、複数の結合可能本体と、

i i. 前記第1肩部構成要素に作動的に連結された第1可動セグメント式ロボット腕と、

i i i. 前記第2肩部構成要素に作動的に連結された第2可動セグメント式ロボット腕と、

i v. 前記第1可動セグメント式ロボット腕に作動的に連結された第1動作構成要素と、

v. 前記第2可動セグメント式ロボット腕に作動的に連結された第2動作構成要素と、を含む、モジュール式ロボットデバイスと、

c. 患者の外部から前記ポート及び前記結合可能本体を介して前記モジュール式ロボットデバイスを制御するためのオペレーションシステムであって、前記モジュール式ロボットデバイスと電気通信している、オペレーションシステムと、を含む。

【0006】

また、本発明の別の態様によると、モジュール式手術用ロボットシステムは、

a. 患者内部に完全に配置されるように寸法が設定されたモジュール式ロボットデバイスであって、更に、

i. ポートと、

i i. 第1肩部構成要素と、

i i i. 第2肩部構成要素と、

i v. 前記第1肩部構成要素によって前記本体構成要素に作動的に連結された第1可動セグメント式ロボット腕と、

v. 前記第2肩部構成要素によって前記本体構成要素に作動的に連結された第2可動セグメント式ロボット腕と、

v i. 前記第1可動セグメント式ロボット腕に作動的に連結された第1動作構成要素と、

v i i. 前記第2可動セグメント式ロボット腕に作動的に連結された第2動作構成要素と、を含む、モジュール式ロボットデバイスと、

b. 患者の外部から前記ポート及び前記結合可能本体を介して前記モジュール式ロボットデバイスを制御するためのオペレーションシステムであって、前記モジュール式ロボットデバイスと電気通信している、オペレーションシステムと、を含む。

【0007】

本発明の更なる態様によると、低侵襲手術を実施する方法は、

a. 患者内部に完全に配置されるように寸法が設定されたモジュール式ロボットデバイスを提供するステップであって、

前記モジュール式ロボットデバイスが、更に、

i. 複数の結合可能本体であって、第1肩部構成要素及び第2肩部構成要素を含み、前記結合可能本体が患者の外部から内部まで前記ポートを移動することができる、複数の結合可能本体と、

i i. 前記第1肩部構成要素に作動的に連結された第1可動セグメント式ロボット腕と、

i i i. 前記第2肩部構成要素に作動的に連結された第2可動セグメント式ロボット

10

20

30

40

50

腕と、

i v. 前記第 1 可動セグメント式ロボット腕に作動的に連結された第 1 動作構成要素と、

v. 前記第可動セグメント式 2 ロボット腕に作動的に連結された第 2 動作構成要素と、を含む、ステップと、

b. 患者の外部から前記ポート及び前記結合可能本体を介して前記モジュール式ロボットデバイスを制御するためのオペレーションシステムを提供するステップであって、前記オペレーションシステムは前記モジュール式ロボットデバイスと電気通信している、ステップと、を含む。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図 1】一実施形態による、体内に配置されたロボットデバイスを含むロボット手術システムを示す図である。

【図 2 A】一実施形態によるロボット医療デバイスの斜視図である。

【図 2 B】一実施形態による、回転軸を示すロボット医療デバイスの斜視図である。

【図 2 C】一実施形態によるロボット医療デバイスのコネクタ及び腕を示す図である。

【図 2 D】一実施形態によるロボット医療デバイスのコネクタ及び腕を示す図である。

【図 3 A】一実施形態によるロボットデバイス及び関連機器の斜視図である。

【図 3 B】一実施形態によるロボットデバイス及び関連機器の斜視図である。

【図 4 A】一実施形態によるロボットデバイス及び関連機器の斜視図である。

【図 4 B】一実施形態によるロボットデバイス及び関連機器の斜視図である。

【図 5 A】一実施形態によるロボットデバイス及び関連機器の斜視図である。

【図 5 B】一実施形態によるロボットデバイス及び関連機器の斜視図である。

【図 5 C】一実施形態によるロボットデバイス及び関連機器の斜視図である。

【図 5 D】一実施形態によるロボットデバイス及び関連機器の斜視図である。

【図 6】一実施形態による、患者の腔内に挿入される態勢が整っているロボットデバイスの斜視図である。

【図 7 A】一実施形態による、挿入及び組立時のロボットデバイスの側面図である。

【図 7 B】一実施形態による、挿入及び組立時のロボットデバイスの側面図である。

【図 7 C】一実施形態による、挿入及び組立時のロボットデバイスの側面図である。

【図 8 A】一実施形態による、組立のためオーバチューブを備えたロボットデバイスの別の斜視図である。

【図 8 B】一実施形態による、組立のためオーバチューブを備えたロボットデバイスの別の斜視図である。

【図 8 C】一実施形態による、組立のためオーバチューブを備えたロボットデバイスの別の斜視図である。

【図 8 D】一実施形態による、組立のためオーバチューブを備えたロボットデバイスの別の斜視図である。

【図 9 A】一実施形態による、組立時のロボットデバイスの別の斜視図である。

【図 9 B】一実施形態による、組立時のロボットデバイスの別の斜視図である。

【図 10】一実施形態による、ロボットデバイス及び関連機器の別の斜視図である。

【図 11 A】例示的实施形態による回転式スリップリングアセンブリの例示的实施形態の斜視図を含む。

【図 11 B】図 11 A の実施形態の回転式スリップリングアセンブリの例示的实施形態の別の斜視図を含む。

【図 11 C】図 11 A の実施形態の回転式スリップリングアセンブリの断面側面図である。

【図 11 D】図 11 A の実施形態の別の断面側面図である。

【図 11 E】図 11 A の実施形態の端面図である。

【図 11 F】前腕の関連構成要素を有する図 11 A の実施形態の別の断面側面図である。

10

20

30

40

50

【図 1 2】手術用デバイス前腕及びツールアセンブリの例示的实施形態の斜視図である。

【図 1 2 A】手術用デバイス前腕及びツールアセンブリの例示的实施形態の斜視図である。

。

【図 1 2 B】手術用デバイス前腕及びツールアセンブリの例示的实施形態の斜視図である。

。

【図 1 3 A】リニアエンコーダの一実施形態を示す手術用デバイス前腕の例示的实施形態の斜視断面図である。

【図 1 3 B】図 1 3 A によるリニアエンコーダの実施形態の断面側面図である。

【図 1 3 C】図 1 3 A によるリニアエンコーダの実施形態の端面図であり、図 1 3 B の断面を示す。

【図 1 3 D】図 1 3 A によるリニアエンコーダの実施形態の側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

本明細書中に開示される種々のシステム及びデバイスは、医療処置及び医療システムにおいて使用するためのデバイスに関連するものである。特に、種々の実施形態は、ロボットデバイス並びに関連する方法及びシステムを含む種々の医療デバイスに関するものである。

【0010】

本明細書中に開示されるロボットデバイス並びに関連する方法及びシステムの種々の実施形態は、任意の他の公知の医療デバイス、システム及び方法に組み込むことも、それらとともに使用することもできる。例えば、本明細書中に開示される種々の実施形態は、同時係属の米国特許出願第 11/766,683 号明細書（2007 年 6 月 21 日発行、「磁気的に結合可能なロボットデバイス及び関連方法（Magnetically Coupleable Robotic Devices and Related Methods）」と題される）、米国特許出願第 11/766,720 号明細書（2007 年 6 月 21 日発行、「磁気的に結合可能な手術用ロボットデバイス及び関連方法（Magnetically Coupleable Surgical Robotic Devices and Related Methods）」と題される）、米国特許出願第 11/966,741 号明細書（2007 年 12 月 28 日発行、「手術可視化及びデバイス操作のための方法、システム及びデバイス（Methods, Systems, and Devices for Surgical Visualization and Device Manipulation）」と題される）、米国特許出願第 61/030,588 号明細書（2008 年 2 月 22 日発行）、米国特許出願第 12/171,413 号明細書（2008 年 7 月 11 日発行、「ロボットデバイスの作動方法及びシステム（Methods and Systems of Actuation in Robotic Devices）」と題される）、米国特許出願第 12/192,663 号明細書（2008 年 8 月 15 日発行、「医療用拡張、取付及び送達デバイス並びに関連方法（Medical Inflation, Attachment, and Delivery Devices and Related Methods）」と題される）、米国特許出願第 12/192,779 号明細書（2008 年 8 月 15 日発行、「モジュール式及び連係医療デバイス並びに関連システム及び方法（Modular and Cooperative Medical Devices and Related Systems and Methods）」と題される）、米国特許出願第 12/324,364 号明細書（2008 年 11 月 26 日発行、「ロボットデバイスの多機能動作構成要素（Multifunctional Operational Component for Robotic Devices）」と題される）、米国特許出願第 61/640,879 号明細書（2012 年 5 月 1 日発行）、米国特許出願第 13/493,725 号明細書（2012 年 6 月 11 日発行、「手術用エンドエフェクタに関する方法、システム及びデバイス（Methods, Systems, and Devices Relating to Surgical End Effectors）」と題される）、米国特許

10

20

30

40

50

出願第13／546，831号明細書（2012年7月11日発行、「ロボット手術用デバイス、システム及び関連方法（Robotic Surgical Devices, Systems, and Related Methods）」と題される）、米国特許出願第61／680，809号明細書（2012年8月8日発行）、米国特許出願第13／573，849号明細書（2012年10月9日発行、「ロボット手術用デバイス、システム及び関連方法（Robotic Surgical Devices, Systems, and Related Methods）」と題される）、及び米国特許出願第13／738，706号明細書（2013年1月10日発行、「外科的接近及び挿入のための方法、システム及びデバイス（Methods, Systems, and Devices for Surgical Access and Insertion）」と題される）、及び米国特許第7，492，116号明細書（2007年10月31日発行、「手術用途のロボット（Robot for Surgical Applications）」と題される）、米国特許第7，772，796号明細書（2007年4月3日発行、「手術用途のロボット（Robot for Surgical Applications）」と題される）、及び米国特許第8，179，073号明細書（2011年5月15日発行、「薬剤送達構成要素を備えたロボットデバイス及び関連方法（Robotic Devices with Agent Delivery Components and Related Methods）」と題される）に開示される医療デバイス及びシステムのいずれかに組み込んでも、ともに使用してもよい。これらの特許文献はすべて、引用によって本明細書に援用される。

10

20

【0011】

上記の出願において開示した特定のデバイス及びシステムの実施は、本明細書中に開示されるものに類似する支持構成要素と組み合わせる患者の体腔内に配置される。「インビボデバイス」は本明細書で使用する場合、患者の体腔内に配置中に使用者によって少なくとも部分的に配置、操作又は制御されうる任意のデバイスを意味する。このデバイスには、ロッドなどの支持構成要素又は体腔の開口部又は孔を通じて配置されるような他の構成要素に結合された任意のデバイスを含み、実質的に患者の体腔の壁に対して又はそれに隣接して配置される任意のデバイスも含み、内部で作動される任意のデバイス（外部原動力源を有しない）を更に含み、外科的処置時、腹腔鏡的に又は内視鏡的に使用されてもよい任意のデバイスを付加的に含む。本明細書で使用する場合、用語「ロボット」及び「ロボットデバイス」は自動的又はコマンドに応答してのいずれかにおいてタスクを実行することができる任意のデバイスを意味する。

30

【0012】

特定の実施形態では、腔の十分な通気を維持しつつ腔内への本発明の挿入を提供する。更なる実施形態では、挿入プロセス中における外科医又は外科手術使用者（surgical user）の、本発明との物理的接触を最小にする。他の実装例では、患者及び本発明のため挿入プロセスの安全性を高める。例えば、いくつかの実施形態では、システム／デバイスと患者との間に有害な接触が発生しないようにするため患者の腔内に挿入される際の本発明の可視化を提供する。加えて、特定の実施形態では、切開の大きさ／長さを最小にすることを可能にする。更なる実装例では、接近／挿入手順及び／又は手順に必要なステップの複雑度を低減する。他の実施形態は、取り扱い及び使用の容易さを高めるため、最小厚み（minimal profile）、最小サイズを有するか、全般的に機能及び外観が最小であるデバイスに関する。

40

【0013】

本明細書中に開示される特定の实装例は、種々の構成において組み立てられる「組み合わせ式」又は「モジュール式」医療デバイスに関する。本出願の目的においては、「組み合わせ式デバイス」及び「モジュール式デバイス」は双方とも、種々の異なる構成において配置されるモジュール式又は交換可能な構成要素を有する任意の医療デバイスを意味する。本明細書中に開示されるモジュール式構成要素及び組み合わせ式デバイスは、また、セグメント化された三角形又は四角形の組み合わせ式デバイスを含む。これらデバイスは

50

、連結されて三角形又は四角形構成を形成するモジュール式構成要素（本明細書中では「セグメント」とも呼ぶ）で構成されており、使用時にてこ作用及び／又は安定性を提供することができる一方で、また、より大型の構成要素又はより多くの動作構成要素のために使用することができるかなりのペイロードスペースをデバイス内に提供する。上に開示及び記載した種々の組み合わせ式デバイスと同様に、一実施形態によれば、これら三角形又は四角形のデバイスは上に記載及び開示したデバイスと同じように患者の体腔内に配置することができる。

【0014】

図1に最も良く示されるように、特定の例示的实施形態においては、デバイス10は2つの結合可能本体12A、12Bを有し、そのそれぞれは、示されるように、2つの腕14A、14Bの1つに回転自在に結合されている。結合可能本体12A、12Bは「肩部」、「肩部アセンブリ」、「コネクタ」及び「コネクタアセンブリ」とも称される。より具体的には、各腕14A、14Bは、結合可能本体12A、12Bの1つに対して腕14A、14Bを結合する結合リンク8A、8Bを有する。各腕は、内部リンク（本明細書中では、「内部腕」、「内部腕アセンブリ」、「上腕」、「上腕アセンブリ」、「第1リンク」又は「第1リンクアセンブリ」とも称される）16A、16Bと、外部リンク（本明細書中では、「外部腕」、「外部腕アセンブリ」、「前腕」、「前腕アセンブリ」、「第2リンク」又は「第2リンクアセンブリ」とも称される）18A、18Bと、を有する。上腕16A、16Bは結合リンク8A、8Bに回転自在に結合され、結合リンク8A、8Bは結合可能本体12A、12Bに回転自在に結合される。右腕14Aにおいては、上腕16Aは前腕18Aに回転自在に結合され、左腕14Bにおいては、上腕16Bは前腕18Bに回転自在に結合される。

【0015】

腕14A、14Bはそれぞれ5自由度を有する。つまり、各腕14A、14Bは、4つの回転可能な関節又は構成要素と、1つのバイポーラツールとを有する。例えば、図1、5A及び5Bに最も良く示されるように、各腕14A、14Bの結合リンク8A、8Bは、矢印A1によって示されるように、結合可能本体12A、12Bのそれぞれの長さに対して直交する軸線Aを中心に回転可能な、回転可能な関節20A、20Bを有する。回転可能な関節20A、20Bは結合可能本体12A、12Bのそれぞれを結合リンク8A、8Bの1つに結合する。この軸線Aを中心とした回転は「肩部ピッチ」とも呼ばれる。図5A及び図5Bは、右結合可能本体12Aを示す。より具体的には、図5Aは右本体12Aの側面図であり、図5Bは、図5Aに線A-Aで示される、本体12Aの内部部分を示す断面図である。更に、図5Bは、軸線Aを示し、それを中心として回転可能な関節20Aが回転する。

【0016】

図1、7A及び7Bに最も良く示されるように、各腕14A、14Bの結合リンク8A、8Bは、また、矢印B1によって示されるように、軸線Aに垂直な軸線Bを中心に回転可能な、回転可能な関節22A、22Bを有する。図7A及び図7Bは、右上腕16Aを示す。より具体的には、図7Aは右上腕16Aの頂面図であり、図7Bは、図7Aに線B-Bで示される、上腕16Aの内部部分を示す断面側面図である。図7Bは、また、軸線Bを示し、それを中心として回転可能な関節22Aは回転する。回転可能な関節22A、22Bは結合リンク8A、8Bを上腕16A、16Bに結合する。この軸線Bを中心とした回転は「肩部ヨー」とも呼ばれる。

【0017】

また、図1、7A及び7Bに最も良く示されるのは、矢印C1によって示されるように、それぞれが軸線Bに平行な軸線Cを中心として回転可能な、回転可能な関節24A、24Bを有する腕14A、14Bである。図7Bは、軸線Cを示し、それを中心に回転可能な関節24Aは回転する。回転可能な関節24A、24Bは上腕16A、16Bを前腕18A、18Bに結合する。この軸線Cを中心とした回転は「前腕ヨー」とも呼ばれる。

【0018】

10

20

30

40

50

更に、図 1 及び図 8 B に最も良く示されるように、前腕 1 8 A, 1 8 B (又はその一部) はそれぞれ、矢印 D 1 によって示されるように、軸線 C に垂直な軸線 D を中心として回転するように構成されている。この回転は、前腕 1 8 A, 1 8 B のそれぞれの先端部に結合されているエンドエフェクタ 2 6 A, 2 6 B の回転又は「ロール」を可能にする。この軸線 D を中心とした回転は「エンドエフェクタロール」とも呼ばれる。

【0019】

更に、図 1 及び図 8 A に最も良く示されるように、エンドエフェクタ 2 6 A, 2 6 B 又はより具体的にはその特定の構成要素のそれぞれは、矢印 E 1 によって示されるように、軸線 D に垂直な軸線 E を中心として回転する又は動くように構成されている。この回転又は動きは、鉗子又はグリッパ又は鉗などのエンドエフェクタ 2 6 A, 2 6 B の開閉 (開位置と閉位置との間におけるエンドエフェクタ 2 6 A, 2 6 B の動きとも称される) を可能にする。この軸線 E を中心とした回転は「エンドエフェクタ開/閉」とも呼ばれる。図 8 A は、右前腕 1 8 A の頂面図であり、図 8 B は、図 8 A の線 C C - C C によって示される、前腕 1 8 A の内部部分を示す断面側面図である。図 8 A は、軸線 E を示し、それを中心としてエンドエフェクタ開/閉が行われる。図 8 B は、軸線 D を示し、それを中心としてエンドエフェクタロールが行われる。

【0020】

図 1、2 A、3 A、3 B、4 A 及び 4 B に最も良く示されるように、2 つの結合可能本体 1 2 A, 1 2 B はともに結合されるように構成されている。つまり、2 つの本体 1 2 A, 1 2 B が 1 つの本体 1 2 を形成するように右本体 1 2 A が左本体 1 2 B と嵌合及び結合することができるように、2 つの本体 1 2 A, 1 2 B のそれぞれは互いに嵌合可能な構成を有する。一例においては、本体 1 2 A, 1 2 B のそれぞれは、2 つの本体 1 2 A, 1 2 B がその結合された構成で保持されるように、2 つの本体 1 2 A, 1 2 B が結合できるような対応する結合特徴を有する。図 3 A、3 B、4 A 及び 4 B に示すように、右本体 1 2 A は本体 1 2 A の 1 つの壁に画定されるテーパ状の切り欠き 6 0 を有する。切り欠き 6 0 は、上部が底部よりもより広い。同様に、左本体 1 2 B は、切り欠き 6 0 に嵌合するような大きさ且つ構成のテーパ状の突起物 6 2 を有する。突起物 6 2 は、上部が底部よりも広い。一実施形態においては、2 つの本体 1 2 A, 1 2 B は、突起物 6 2 の底部部分を切り欠き 6 0 の上部部分へ摺動させ、また、突起物 6 2 を切り欠き 6 0 内に配置するように下方に付勢するために、左本体 1 2 B を位置決めすることによって結合される。突起物 6 2 が切り欠き 6 0 内に適切に配置されると、2 つの本体 1 2 A, 1 2 B が適切に嵌合され、切り欠き 6 0 と突起物 6 2 の嵌合によって結合が維持される。別法として、任意の他の公知の嵌合又は結合特徴又は機構を使用することもできる。この 2 つの本体 1 2 A, 1 2 B の結合性により、デバイス 1 0 を本体内に配置する前に、又は、2 つの腕 1 4 A, 1 4 B が標的体腔内に挿入された後に、2 つの本体 1 2 A, 1 2 B を互いに結合することが可能になる。

【0021】

上腕 1 6 A, 1 6 B 及び前腕 1 8 A, 1 8 B は、電力及びデータの両方を伝送する電気ケーブルを介して外部コントローラ (不図示) に作動的に結合されている。特定の実施形態においては、セグメントの全 6 つは、両肩部を含むそのような連結構成要素 (本明細書中では、全般的に「連結線」又は「連結構成要素」とも称される) に作動的に結合されている。一実施例によれば、2 つのそのような連結構成要素が各腕に 1 つずつ提供される。図 2 B に最も良く示されるように、この実施形態においては、ケーブルは、コネクタ 1 2 内に配置されるかコネクタ 1 2 に連結されているバスパワー及び通信線 3 0 A, 3 0 B である。通信線 3 0 A, 3 0 B は、外部電源 (不図示) から、腕セグメント 1 6 A, 1 6 B, 1 8 A, 1 8 B 内に配置されたモータ (不図示) に電力を伝送し、更に、セグメント 1 6 A, 1 6 B, 1 8 A, 1 8 B からコントローラに及びコントローラからセグメント 1 6 A, 1 6 B, 1 8 A, 1 8 B にデータを伝送する。一実施形態によれば、線 3 0 A, 3 0 B の基端部は外部源 (不図示) に作動的に連結されている。一実施形態によれば、外部源は、電源供給部及び通信ポートである外部コントローラである。別法として、電源供給部

とコントローラは別個の外部構成要素とすることができる。電線及び通信線 30 A, 30 B はそれら先端部が、腕 14 A, 14 B 内のマイクロコントローラ及びモータ並びに肩部内のマイクロコントローラ及びモータに作動的に連結されている。より具体的には、図 1 及び図 2 B に示すように、右線 30 A は右コネクタ 12 A から右上腕 16 A まで延びて、上腕 16 A の上部部分に形成された穴 52 A 内に配置される。上腕 16 A においては、線 30 A は腕 16 A 内の少なくとも 1 つのマイクロコントローラ及び少なくとも 1 つのモータ（不図示）に作動的に連結されている。上腕 16 A から、線 30 A は穴 54 A を出て前腕 18 A まで延びる。そこで線 30 A が前腕 18 A 内の少なくとも 1 つのマイクロコントローラ及び少なくとも 1 つのモータ（不図示）に連結されている。

【0022】

同様に、また、図 1 及び図 2 B に示されるように、左線 30 B は左コネクタ 12 B から左上腕 16 B まで延びて、上腕 16 B の上部部分に形成された穴 52 B 内に配置される。上腕 16 B においては、線 30 B は腕 16 B 内の少なくとも 1 つのマイクロコントローラ及び少なくとも 1 つのモータ（不図示）に作動的に連結されている。上腕 16 B から、線 30 B は穴 54 B を出て前腕 18 B まで延びる。そこで線 30 B は前腕 18 B 内の少なくとも 1 つのマイクロコントローラ及び少なくとも 1 つのモータ（不図示）に連結されている。特定の実施形態においては、腕 14 A, 14 B の動きにより生じる歪に起因する線 30 A, 30 B の損傷を最小にする又は除去するため、線 30 A, 30 B は腕セグメントへのアクセス点（穴 52 A, 52 B, 54 A, 54 B など）において補強されるか機械的に歪が緩和される。更に、ロボット内への流体侵入を防止するため線 30 A/B はアクセス点において密閉される。

【0023】

図 1、2 A 及び 2 B に最も良く示されるように、2 つの焼灼線 32 A, 32 B が、また、コネクタ 12 A, 12 B 内に配置されるか、コネクタ 12 A, 12 B に連結されている。この示される実施形態においては、右焼灼線 32 A は右コネクタ 12 A の外部部分に取り付けられており（図 1 に最も良く示される）、左焼灼線 32 B は左コネクタ 12 B の外部部分に取り付けられている（図 2 A 及び図 2 B に最も良く示される）。焼灼線 32 A, 32 B の基端部は外部電源（不図示）に連結されている。図 2 B に最も良く示されるように、右焼灼線 32 A は右コネクタ 12 A から右前腕 18 A まで延び、そこで焼灼線 32 A はエンドエフェクタ 26 A に作動的に連結される。一実装例においては、示されるように、コネクタ 12 A から前腕 18 A まで延びる焼灼線 32 A の部分は、上腕 16 A の外部部分に連結されている。別法として、焼灼線 32 A は、上腕 16 A の内部部分内に延びることができる。同様に、左焼灼線 32 B は、左コネクタ 12 B から左前腕 18 B まで延び、そこでエンドエフェクタ 26 B に作動的に連結される。一実装例においては、示されるように、コネクタ 12 B から前腕 18 B まで延びる焼灼線 32 B の部分は、上腕 16 B の外部部分に連結されている。別法として、焼灼線 32 B は上腕 16 B の内部部分内に延びることができる。

【0024】

図 1 及び図 2 B に最も良く示されるように、二重吸引／灌注線（dual suction/irrigation line）34 A, 34 B はまた、コネクタ 12 に連結されている。二重線 34 A, 34 B は、吸引又は灌注のため選択的に使用できる少なくとも 1 つの線を含む公知の線である。特定の他の実施形態においては、2 つ以上の線が提供される、したがって、吸引及び灌注を提供する。図 1 及び図 2 B に示される実施形態においては、二重吸引／灌注線 34 がその基端部において、内腔の吸引又は灌注を提供する外部灌注／吸引構成要素（不図示）に連結されている。一実施形態においては、線 34 A, 34 B はその基端部において、2 つの別個の線（1 つの線は公知の吸引デバイスまで延び、もう一方の線は公知の灌注デバイスまで延びる）を有するバルブに連結されている。この市販されているバルブは一般に「トランペットバルブ」として公知である。別法として、二重線 34 A, 34 B は吸引及び灌注を提供する任意の公知の外部構成要素に連結されるか、一方が吸引を提供し、もう一方が灌注を提供する 2 つの別個のデバイスに連結される

。別法として、2つの別個の線（吸引線及び灌注線）を提供することができる。この実施形態においては、示されるように、二重吸引／灌注線34Aは右コネクタ12Aの外部部分に連結されている。吸引／灌注線34Aは右コネクタ12Aから右腕14Aまで延び、そこで線34Aは上腕16Aの外部部分と、前腕18Aの外部部分とに連結されている。

【0025】

一実施形態においては、前腕18Aは、吸引／灌注線34を前腕18Aに連結するように構成された取付構成要素36を有する。この特定の例示的实施形態においては、取付構成要素36は取付カラー36であり、取付カラー36は、カラー36により線34が前腕18Aに連結されたたまたまになるように前腕18Aの周囲に配置されるよう構成されるとともに、線34に連結されている。二重吸引／灌注線34はその先端部において焼灼鉗26Aに作動的に結合されている。

【0026】

図2A及び図2Bに示すように、コネクタ12はコネクタ12内に画定される腹腔鏡内腔38を有する。内腔38は任意の標準的腹腔鏡下撮像デバイスを受容するように構成されている。更に、2つの結合可能なコネクタ12A、12Bのそれぞれは挿入ロッド内腔40A、40Bを画定する。各内腔40A、40Bは挿入ロッド42A、42Bを受容するように構成されている。

【0027】

一実施例によれば、電線及び通信線30A、30B、焼灼線32A、32B及び二重吸引／灌注線34のそれぞれは全て、コネクタ12と、患者に取り付けられているアクセスポート（不図示）との間にシールが維持されるようにコネクタ12と結合されているか、コネクタ12内に配置されている。つまり、図6に最も良く示されるように、コネクタ12（及び2つのコネクタ本体12A、12B）は、一実施形態によれば、種々の線及びケーブル（電線及び通信線30A、30B、焼灼線32A、32B、吸引／灌注線34、及びデバイスに組み込まれる可能性のある任意の他の線又はケーブルを含む）がそれら溝又はチャネル70内に配置されるように、2つの本体12A、12Bの外部表面に沿って画定される溝又はチャネル70を有する。線又はケーブルを溝又はチャネル70内に配置すると、コネクタ12の外部表面の平滑な外周部を維持することを助け、それによって、コネクタ12がアクセスポート内に配置された際のアクセスポートとの流体シールを確実に成功させる。アクセスポートは、参照によりその全体を本明細書中に組み込む2013年1月10日発行の米国特許出願第13／738,706号明細書に記載されているポートデバイスを含む、腹腔鏡下手術用ツールとともに使用するための任意の公知のポートとすることができる。特定の例示的实施形態においては、アクセスポートは容易に取り外し、洗浄及び滅菌することができる。

【0028】

一実施によれば、腕14A、14Bは、腕14A、14B上に流体密封構成要素を受容するように構成されている。つまり、図1に最も良く示されるように、結合可能なコネクタ12A、12Bのそれぞれは、コネクタ12A、12Bの周囲に画定されるチャネル44A、44Bを有し、腕14A、14Bのそれぞれは、前腕18A、18Bの末端側部分の周囲に画定されるチャネル46A、46Bを有する。例えば、スリーブが各腕14A、14Bの周囲に流体シールを形成し、それにより、水分及び液体が腕14A、14B内に侵入することを防止するようスリーブが腕14A、14Bに結合されるように、全体が参照により本明細書に組み込まれる2012年10月9日発行の米国特許出願第13／573,849号明細書に記載されているもののような流体密封保護スリーブ（不図示）が各腕14A、14B上に配置され、各スリーブの端部がチャネル44A、44B、46A、46Bのうちの1つに配置される。

【0029】

上記の関節のそれぞれは、ギヤトレーン（不図示）を介してモータに作動的に結合されている。更に、各関節は、また、マイクロコントローラに作動的に結合されている。加えて、各関節は少なくとも1つの位置センサに作動的に結合されている。一実施形態によれ

10

20

30

40

50

ば、各関節は相対位置センサ及び絶対位置センサの両方に結合されている。別実施形態によれば、各関節は少なくとも相対位置センサを有する。

【0030】

図2C及び図2Dに最も良く示されるように、この実施形態のコネクタ12及び腕14A、14Bの構成は、デバイス10の最小断面積を提供し、それによって、小さな切開により患者の狭い腔内にデバイス10を容易に挿入することを可能にする。つまり、結合リンク8A、8Bによるコネクタ12への腕14A、14Bの結合とともに、図2C及び図2Dに示すように腕14A、14Bを配置する機能によって、より広い／より大きな断面を有するデバイスに比べ、小さな切開に適合できるより狭いデバイス10となる。使用時、患者の腔への挿入前、デバイス10の腕14A、14Bはこれら図に示すように配置される。デバイス10は、その後、一度の直線運動で切開内に配置される。一実施形態においては、デバイス10は一度に1つの腕ずつ挿入される。つまり、腕が取り付けられた2つの結合可能本体12A、12Bは2つの本体12A、12Bを互いに結合する前に患者の腔内に配置される。別法として、デバイス10は2つの本体12A、12Bが元々互いに結合された単一ユニットとして挿入される。

10

【0031】

図5C及び図5Dは、一実施形態による右コネクタ12Aの接写図(close-up)を示す。本明細書中に記載される右コネクタ12Aの内部構成要素は、左コネクタ12Bの同等の構成要素に実質的に類似するため、以下の説明にはそれら同等の構成要素も含む。図5Dに最も良く示されるように、右コネクタ12Aはベベルモータギヤ162に作動的に結合されているコネクタモータ160を有する。ベベルモータギヤ162は、上記の関節20Aを含むベベル従動ギヤ164に作動的に結合されている。この実施形態においては、ベベル従動ギヤ164は2つの軸受166によって支持され、且つ、同様に上記した右結合リンク8Aに作動的に結合されている。一実施例においては、磁気絶対位置エンコーダ168(同様に図5Cに示される)及びエンコーダ磁石170は、従動ギヤ164に作動的に結合されており、それによって、従動ギヤ164の位置についての情報を提供するように構成されている。図5Cに最も良く示されるように、モータ制御盤172がコネクタ12Aのハウジング内に配置されている。

20

【0032】

一実施形態によれば、結合リンク8A、8Bを含む右及び左上腕16A、16Bは、同一又は実質的に類似する構成を有し、単に互いを鏡に映すように再現したもの(mirror versions of each other)である。別法として、右及び左上腕16A、16Bは、必要に応じて前腕18A、18Bに結合される可能性のある特定のエンドエフェクタのためのいくつかの異なる構成要素を有することも可能である。

30

【0033】

図7A、7B及び7Cは、一実施形態による右上腕16Aを示す。本明細書中に記載される右上腕16Aの内部構成要素は、左上腕16Bの同等の構成要素に実質的に類似するため、以下の説明にはそれら同等の構成要素も含む。上腕16Aは2つのモータ200、202を有する。第1モータ200は、肩部シャフト204が結合リンク8Aに対して回転し、よって、軸線Bを中心として回転するように、肩部シャフト204を作動させるように構成されている。第2モータ202は、肘部シャフト206が前腕18Aに対して回転し、よって、軸線Cを中心として回転するように、肘部シャフト206を作動させるように構成されている。

40

【0034】

図7Bに最も良く示されるように、第1モータ200はモータギヤ208に作動的に結合されており、モータギヤ208は従動ギヤ210に作動的に結合されている。従動ギヤ210の回転により肩部シャフト204が回転するように、従動ギヤ210は肩部シャフト204に作動的に結合されている。シャフト204は軸受216A、216Bによって支持されている。モータ202はモータギヤ212に作動的に結合されており、モータギヤ212は従動ギヤ214に作動的に結合されている。従動ギヤ214の回転により肘部

50

シャフト 206 が回転するように、従動ギヤ 214 は肘部シャフト 206 に作動的に結合されている。シャフト 206 は軸受 218 A, 218 B によって支持されている。

【0035】

シャフト 204, 206 のそれぞれは、エンコーダ磁石 222 A, 222 B に作動的に結合されており、エンコーダ磁石 222 A, 222 B のそれぞれは絶対位置磁気エンコーダ 220 A, 220 B に作動的に結合されている。エンコーダ 220 A, 220 B は上述の位置エンコーダと類似する手法で機能する。図 7 C に最も良く示されるように、少なくとも 1 つのモータ制御盤 224 が上腕 16 A のハウジング内に配置されている。

【0036】

これに対し、この実装例においては、図 1 及び図 2 A に示すように、右前腕 18 A と左前腕 18 B は同一のものではない。つまり、右前腕 18 A は更に焼灼鋏 26 A を含むエンドエフェクタ 26 A を有する。一実施形態によれば、焼灼鋏 26 A は「迅速交換式」モノポーラ焼灼鋏 26 A である。つまり、焼灼鋏 26 A は、任意の他の構成要素を組み立てる又は分解する必要なく前腕 18 A に結合させることも前腕 18 A から取り外すこともできる。より具体的には、この例示の実施形態においては、マサチューセッツ州ビバリー所在のマイクロラインサージカルインク (Microline Surgical, Inc.) から入手可能なリニューラパロスコピックエンドカットシザーズチップ (ReNew Laparoscopic Endocut Scissors Tip (商標)) と呼ばれる、市販されている焼灼鋏 26 A が前腕 18 A に着脱可能に連結されている。別法として、任意の公知の容易に着脱可能なエンドエフェクタ又はエンドエフェクタ 26 A の容易な結合及び解放を提供するための任意の公知の機構又は方法を使用することができる。更なる代案においては、エンドエフェクタ 26 A は、ロボット手術用デバイスの腕において使用するための任意の公知のエンドエフェクタとすることができる。

【0037】

1 つの例示の実施形態が図 8 A ~ 8 D に示される。図 8 A ~ 8 D は、一実装例による右前腕 18 A のいくつかの図を示す。図 8 C は、図 8 A の線 C-C の面に垂直な前腕 18 A の断面図であり、図 8 D は図 8 A の線 C-C で切った前腕の断面図である。前腕 18 A は 2 つのモータ 80, 82 を有する。図 8 C に最も良く示されるように、モータ 80 がエンドエフェクタ 26 A を、その開位置と閉位置との間において動くように駆動させるために、モータ 80 はエンドエフェクタ 26 A に対して作動的に接続されている。図 8 D に最も良く示されるように、モータ 82 がエンドエフェクタ 26 A を、腕 18 A の長手方向の長さの軸線を中心とした回転である「ロール」を行うように駆動させるために、モータ 82 はエンドエフェクタ 26 A に対して作動的に接続されている。

【0038】

図 8 C に着目すると、モータ 80 はエンドエフェクタ 26 A を、以下の手法で開閉するように駆動する。モータ 80 は、従動ギヤ 86 に作動的に結合されているモータギヤ 84 を有する。従動ギヤ 86 が回転するとコネクタ構成要素 88 が回転するように、従動ギヤ 86 はコネクタ構成要素 88 に作動的に結合されている。コネクタ構成要素 88 は 2 つの軸受 (不図示) によって支持される。コネクタ構成要素 88 はねじ状の内部内腔 88 A を有し、且つ、並進構成要素 90 に作動的に結合されている。より具体的には、コネクタ構成要素 88 の回転が並進構成要素 90 の軸方向の動きを生じさせるように、並進構成要素 90 はねじ状の内部内腔 88 A にねじ式に結合されている基端側ねじ状突起物 90 A を有する。加えて、図 8 D に最も良く示されるように、突起物 90 B がスロット 92 内に配置され、並進構成要素 90 の回転を抑制するように、並進構成要素 90 は構成要素 90 の外周から延在する突起物 90 B を有する。したがって、従動ギヤ 86 が回転し、故に、コネクタ構成要素 88 の回転を生じさせると、コネクタ構成要素 88 の回転により、並進構成要素 90 が腕 18 A の長手方向の軸線に沿って軸方向に動く。

【0039】

図 8 C に最も良く示されるように、並進構成要素 90 はその先端部に、結合構成要素 94 を受容するように構成された内腔 90 C を画定する。更に、並進構成要素 90 と結合構

10

20

30

40

50

成要素 94 が互いに回転的に独立するように、内腔 90 C は並進構成要素 90 と結合構成要素 94 との間に配置された少なくとも 1 つの軸受 96 を含む。つまり、結合構成要素 94 は並進構成要素 90 の内腔 90 C 内において回転することができるが、並進構成要素 90 は回転しない。結合構成要素 94 は、その基端部において、結合構成要素 94 のねじ状内腔 94 A にねじ式に結合される雄ねじを有するロッド（又はピン） 98 を受容するように構成されたねじ状内腔 94 A を有する。ロッド 98 がハウジング 100 に対し軸方向に往復して摺動することができるように、ロッド 98 の先端部はエンドエフェクタハウジング 100 内に摺動可能に配置されている。ロッド 98 の軸方向の動きにより刃 102 A, 102 B が枢動軸線 104 を中心に枢動し、それによって刃 102 A, 102 B を開閉するように、ロッド 98 はリンク機構（不図示）を介して鉗 26 A の第 1 及び第 2 刃 102 A, 102 B に作動的に結合されている。特に、一実施形態においては、末端側方向（鉗 26 A に向かう方）におけるロッド 98 の動きにより、鉗 26 A が開位置に動くように刃 102 A, 102 B が互いから離れる一方で、ロッド 98 の基端側の動きにより、鉗 26 A が閉位置に動く。

【0040】

図 8 D に着目すると、モータ 82 はエンドエフェクタ 26 A を以下の手法でロールするように駆動する。モータ 82 は従動ギヤ 106 に作動的に結合されたモータギヤ 104 を有する。従動ギヤ 106 は、従動ギヤ 106 が回転するとロールシャフト 108 が回転するようにロールシャフト 108 に作動的に結合されている。少なくとも 1 つの軸受 112 がロールシャフト 108 の周りに配置されており、ロールシャフト 108 が前腕 18 A に対して回転することを可能にする。ロールシャフト 108 は、ロールシャフトが直線的且つ回転的に制限されるように回転コネクタ 110 に作動的に結合されている。2 つの構成要素が作動的に結合され、再度、直線的且つ回転的に制限されるように、ハウジング 100 は回転コネクタ 110 にねじ式に結合されている。特定の実施形態においては、ロールシャフト 108 はいかなるねじ山も有しない。したがって、ロールシャフト 108 と、ハウジング 100 と、回転コネクタ 110 とは、それらがともに回転することができるように全て互いに結合されている。したがって、モータ 82 の作動により、ハウジング 100 の回転、それとともに、エンドエフェクタ 26 A の回転が生じる。一実施形態によれば、前腕 18 A は、また、外部コントローラ（不図示）又はマイクロコントローラにエンドエフェクタ 26 A の位置に関する情報を提供するための少なくとも 1 つの位置センサを有する。

【0041】

エンドエフェクタ 26 A の焼灼機能に必要な電気接続は以下の手法で維持される。電気接続ピン 114 がコネクタ構成要素 88 の内腔 88 A 内に摺動可能に配置され、その基端部が本明細書の別の箇所に記載した（及び図 1 及び図 2 B に示した）焼灼線 32 A に電氣的に接続される。内腔 88 A は、電気接触を維持し、且つ、機構に長寿命を提供する二又の板ばねを含む。これは、規格品のソケットコネクタを採用し、このソケット部分を部品 88 に圧入することにより実現される。ピン 114 はその先端部が並進構成要素 90 に電氣的に接続され、並進構成要素 90 は、上記のもう一方の結合構成要素によりエンドエフェクタ 26 A の刃 102 A, 102 B に電氣的に接続され、それによって、エンドエフェクタ 26 A への焼灼線 32 A の電気結合を可能にする。

【0042】

図 9 A 及び図 9 B に示すように、左前腕 18 B は焼灼鉗子 26 B であるエンドエフェクタ 26 B を有する。一実施形態によれば、焼灼鉗子 26 B は一体型のバイポーラ焼灼鉗子 26 B である。本文脈においては、「一体型の (integrated)」とは、鉗子 26 B を別のエンドエフェクタと交換するのに前腕 18 B の取り外しが必要となるような、鉗子 26 B が前腕 18 B の一体部品であることを意味するものである。別法として、鉗子 26 B は、前腕 18 B の一体部品ではなくむしろ容易に取り外し可能であり、且つ、他のエンドエフェクタと交換可能である。例えば、一実施形態においては、エンドエフェクタ 26 B は、上記の右エンドエフェクタ 26 A に類似する「迅速交換式」エンドエフェクタ

26Bである。

【0043】

図9A及び図9Bは、一実装例による左前腕18Bを示す。図9Aは、図2Dの線DD-DDで切った前腕18Bの断面図であり、図9Bは、図2Dの線DD-DDの面に垂直な線で切った前腕の断面図である。前腕18Bは2つのモータ120、122を有する。図9Aに最も良く示されるように、モータ120がエンドエフェクタ26Bを「ロール」（腕18Bの長手方向の長さに平行な軸線を中心とした回転）するよう駆動するように、モータ120はエンドエフェクタ26Bに作動的に結合されている。図9Bに最も良く示されるように、モータ122が、エンドエフェクタ26Bをその開位置と閉位置との間において動くよう駆動するように、モータ122はエンドエフェクタ26Bに作動的に結合されている。

10

【0044】

図9Aに着目すると、モータ120は、エンドエフェクタ26Bを以下の手法でロールするように駆動する。モータ120は従動ギヤ126に作動的に結合されたモータギヤ124を有する。従動ギヤ126が回転するとハウジング128が回転するように、従動ギヤ126はエンドエフェクタハウジング128に作動的に結合されている。したがって、モータ120の作動によりエンドエフェクタ26Bの回転が生じる。従動ギヤ126の基端側部分の周囲に配置された少なくとも1つの軸受130は、ギヤ126及びハウジング128が腕18Bに対して回転することを可能にする。リング132はハウジング128の周囲にシールを形成するが、シャフトを支持せず、その回転又は拘束を補助しない。リング132に半径方向荷重を印加すると、場合によってはその主要且つ唯一の機能であるシールを損なう可能性がある。

20

【0045】

図9Bに着目すると、モータ122はエンドエフェクタ26Bを、以下の手法で開閉するように駆動する。モータ122は、従動ギヤ136に作動的に結合されているモータギヤ134を有する。従動ギヤ136はコネクタ構成要素138に作動的に結合されており、従動ギヤ136が回転するとコネクタ構成要素138が並進するように、コネクタ構成要素138は従動ギヤ136の内部内腔136Aにねじ式に結合されている。コネクタ構成要素138は、コネクタロッド140A、140Bに作動的に結合されており、コネクタロッド140A、140Bは、それらの基端部においてスリップリング142に作動的に結合されている（図9Aに最も良く示される）。コネクタ構成要素138の回転がロッド140A、140B及びスリップリング142の両方の回転を生じさせるように、コネクタ構成要素138と、ロッド140A、140Bと、スリップリング142とは、互いに回転可能に且つ軸方向に結合されている。更に、従動ギヤ136が回転するにつれて、結合された構成要素138、140A、140B、142のアセンブリが従動ギヤ136に対して軸方向に動く。アセンブリ138、140A、140B、142はまた、アセンブリ138、140A、140B、142が回転するとハウジング128が回転するようにエンドエフェクタハウジング128に結合されている。しかしながら、アセンブリ138、140A、140B、142は、ハウジング128とは無関係に軸方向に動くことができる。ロッド140A、140Bはそれぞれ、ハウジング128内のリンク機構（不図示）を介して鉗子26Bのフィンガ148A、148Bの1つに作動的に結合されている。ロッド140A、140Bが軸方向に動くにつれて、それらはリンク機構を動かし、それによって、フィンガ148A、148Bをそれらの開位置と閉位置との間において動かす。従動ギヤ136は、したがって、アセンブリ138、140、142の回転ではなく並進を生じさせる。その回転はハウジング128によって拘束され、ハウジング128は更には従動ギヤ126によって拘束され、従動ギヤ126は更にはモータギヤ124によって回転的に拘束され、モータギヤ124は更にはモータ120によって拘束される。したがって、図8Dの突起物90Bと類似の手法で回転拘束を提供するのはモータ120である。右腕とは対照的に、この機構の直線運動と回転運動は結合される。使用者がツールをロールし、且つ、一定の開又は閉位置を維持することを所望する場合、両モータ120

30

40

50

、122を作動し、且つ、速度を整合しなければならない。使用者がツールを開く又は閉じることを所望する場合、モータ122を作動し、且つ回転を拘束するために位置を保持しなければならない。

【0046】

一実施形態によれば、前腕18Bは、また、外部コントローラ（不図示）又はマイクロコントローラにエンドエフェクタ26Bの位置に関する情報を提供するための位置センサ一式を有する。図9Aに示すような実装例においては、エンドエフェクタ26Bの軸方向位置をスリップリング142の位置に基づき特定することができるように、LEDのアレイ144及び位置センサ146一式が前腕18B内に配置されている。より具体的には、LED144から放出された光をどのセンサ146が感知しているか（及びどのセンサ146が感知していないか）に基づきスリップリング142の位置を特定することができるように、LED144のアレイがリング142の片側に配置され、センサ146がもう一方の側に配置される。このスリップリング142の位置についての情報はエンドエフェクタ26Bの位置を特定するために使用することができる。

【0047】

図10に最も良く示されるように、本発明300の特定の例示的实施形態においては、オンボードマイクロコントローラ又はPCB302が均一なフレクステープ304と作動的に連結されている。特定の实施形態においては、種々のPCBは同一であり、フレクステープは広く適用可能である。

【0048】

図11A～11F及び12に示す前腕18の特定の例示的实施形態においては、手術用デバイスは、更に、バイポーラ焼灼エンドエフェクタ又は全体として図12に示される「ツールアセンブリ」460などのエンドエフェクタとともに使用するためのリニアスリップリングアセンブリ402（図11A～11Fに最も良く示される）を含む。これら実施形態においては、2つの鉗子フィンガを有するバイポーラ焼灼エンドエフェクタは、2つの鉗子フィンガを結合して電気チャネルを分離することによって動作する。ツールアセンブリとリニアスリップリングとの間に電氣的及び機械的通信を設け、それによって、2つの鉗子フィンガを電源に結合するために、リニアスリップリングアセンブリ402は、ツールアセンブリ460（図11F及び図12に示される）を受容する開口部402Aを有する。特定の实施形態においては、これは外部電源である。

【0049】

特定の实施においては、リニアスリップリングアセンブリ402は、その中に配置されたツールアセンブリ460の回転運動及び並進運動の両方を可能にする新規な2チャンネル式リニアスリップリングアセンブリ402である。リニアスリップリングアセンブリはまた、2つの電気チャネル（以下に記載される）を含み、この2つの電気チャネルは、アセンブリ全体にわたり互いに分離されるとともに、鉗子フィンガがロールし、開く又は閉じる際にバイポーラ焼灼電力を鉗子フィンガに送るためにリニアスリップリング402に連結する。

【0050】

例示的实施形態においては、リニアスリップリングアセンブリ402は、第1固定子対408及び第2固定子対410を有する。第1及び第2固定子対408、410はそれぞれ、U字形ばね414、416によってハウジング412上にばね懸架（spring loaded）されており、且つ、ツールアセンブリ460の対応するスリップリング回転子452、454と作動的に結合されている（図12に示される）。スリップリング回転子452、454はエンドエフェクタの並進及び連続回転の両方が可能である。絶縁体418は電氣的分離を維持するためスリップリング回転子452、454を分離する。

【0051】

図12に着目すると、動作時、リニアスリップリングアセンブリ440Aを有する例示的なエンドエフェクタ実施形態440は更に、ツールハウジング444に永久的に結合されたロールギヤ442を有するツールアセンブリ460を含む。動作時、ロールギヤ44

2を回転することによって、上記のツールハウジングアセンブリ460がツールを全て回転させる。この回転には、鉗子448、ロールギヤ442、親ねじ450及びスリップリング回転子452、454を含む。これら実施形態においては、ロールギヤ442は前腕アセンブリ440内の軸方向所定位置に固定されており、且つ、ロールモータ456に作動的に結合されている。これら実装例においては、ロールギヤ442は自由に直線的に動くことはできず、回転的に動くのみとされる。ロールモータ456を作動させると、したがって、ツールアセンブリ460全体が回転する。

【0052】

例示的实施形態においては、リニアモータ462が雌ねじ切りされた従動ギヤ（図9Bを参照し従動ギヤ136として示す）に結合されている。この従動ギヤ136は、更には、コネクタ構成要素又は「親ねじ」450（図9Bにコネクタ構成要素138として示される）にねじ式に結合されている。従動親ねじは鉗子448を開閉するため親ねじ450を直線的に駆動する。

【0053】

更に、親ねじ450とロールギヤ442はともに結合されている。動作時、純粋なロールを得るため、ロールギヤ442及び従動親ねじの両方が同じ速度で回転しなければならない。これは親ねじ450と親ねじギヤとの間に相対角速度がないよう行われる。例として、従動親ねじギヤが位置を維持する一方でロールギヤ442がスピンする（及びそれとともにツール460がスピンする場合、親ねじ450は親ねじギヤ内においてスピンし、並進を生じさせ、示される実施形態においては、鉗子448の開閉を生じさせる。

【0054】

同様に、鉗子448の純粋な開閉を実現するためには、従動親ねじギヤが回転し、親ねじ450を直線的に駆動する間、ロールギヤ442は位置を維持しなければならない。従動親ねじギヤが動作する間、ロールギヤ442が自由にスピンできる場合、親ねじ450と親ねじギヤとの間の相対運動は起こらず、したがって、直線並進はなく、したがって、鉗子448の開閉はない。

【0055】

これら例示的实施形態においては、焼灼スリップリング回転子452、454が親ねじ450とともに並進し、ツール460全体が回転すると回転するように、焼灼スリップリング回転子452、454は軸線に沿って親ねじ450に永久的に機械的に結合されているが、親ねじ450から電氣的に分離418されたままになっている。

【0056】

したがって、特定の例示的实施形態においては、ツール460全体は回転可能に結合されている。基端側部分470（親ねじ450及び焼灼スリップリング回転子452、454を含む）は、末端側部分480（ロールギヤ442、ツールハウジング440及び鉗子448を含む）に対して並進することができる。この並進により鉗子448を開閉させる。更に、及び図11A～Eに関して記載したように、焼灼スリップリング回転子452、454のそれぞれは、1つの鉗子ジョー448A、448Bに電氣的に接続されている。図11A～11Fを参照して上述したように、焼灼スリップリング回転子452、454のそれぞれはまた、固定子対408、410に電氣的に接続され、且つ、システム内の他の各要素から電氣的に分離されている。

【0057】

別の実装例によれば、図11A～Fに示し、且つ、更に図13A～Dを参照して本明細書中に記載するように、手術用デバイス前腕18は更にリニアエンコーダを含む。リニアエンコーダは、エンドエフェクタ又は前腕の絶対位置を測定することにより絶対位置センサとしての機能を果たす。これら実施形態においては、前腕18は更に、図11A及び図11Bに最も良く示されるように画素アレイ420及びLEDアレイ422を含み、画素アレイ420及びLEDアレイ422はともに手術用デバイスの面の位置を特定するよう機能する。例として、これら実施形態においては、この機能はLED光などの信号を一斉送信及び受信することによって実施され、LED光の陰影又は途切れ（breaks）を

10

20

30

40

50

測定することによってそれら面の位置を特定する。磁気絶対位置エンコーダ（本明細書中に図 5 C 及び図 7 B に関して記載した）及びリニア位置エンコーダからのデータは、両方とも制御アルゴリズムにおいてフィードバックセンサとして使用することができる。特定の実装例においては、絶対リニア位置光学エンコーダがグリッパ並進アセンブリに結合されているとともに、特別仕様の相対ロータリ位置光学エンコーダがモータシャフトに結合されており、その両方が制御アルゴリズムにおいてフィードバックセンサとして使用される。これについては図 1 3 A ~ 1 3 D に関連して本明細書中に更に記載する。

【0058】

図 1 1 A ~ 1 1 F に示される実装例においては、LED アレイ 4 2 2 からの投射の位置に基づきエンドエフェクタ（不図示）の軸方向位置を特定できるように、LED のアレイ 4 2 2 及び画素アレイ 4 2 0 がハウジング 4 1 2 に配置されている。より具体的には、チャンネル内に配置されたエンドエフェクタの位置に基づいて、どちらのセンサが LED から放出された光を感知しているか（及びどちらのセンサが感知していないか）に基づき LED 投射の位置を特定できるように、LED のアレイはハウジングの一方の側に配置され、画素アレイ 4 2 0 はハウジング 4 1 2 の反対側に配置される。

【0059】

特定の実施形態においては、モータ制御盤が前腕ハウジングに組み込まれている（図 8 C に参照符号 8 0 として及び図 9 B に参照符号 1 2 2 として最も良く示されている）。リニア位置エンコーダはツール駆動モータの背部に取り付けられている。特定の実施形態においては、手術用デバイスは、依存性モータ（dependent motor）に作動的に連結された、複数の等しく間隔をおいて配置されたブレードを備えたファンを有するロータリ相対位置エンコーダを含む。依存性モータがスピンすると、これらブレードが赤外線センサと受信機との間のビームを切断し、それによって、モータの回転を計数する。

【0060】

再度、特定の更なる実装例によれば、手術用デバイスは図 1 3 A ~ D に示されるリニアエンコーダ 5 0 0 を有する。これら実装例においては、LED エミッタ 5 2 2 は更に LED のアレイを含む PCB である。これら実装例においては、受信機アレイ 5 2 0 もまた PCB であり、更に、感光画素のリニアアレイを含む。特定の実装例においては、受信機アレイ 5 2 0 は COTS（commercial off-the-shelf：商用オフザシェルフ）集積回路を含む。そのような例示的实施形態においては、リニアアレイ 5 2 2 の出力の各要素は受信機アレイ 5 2 0 によって連続的に抽出され、電圧レベルが記録される。例として、これら実装例においては、手術用デバイス及びエンドエフェクタの絶対位置に関するフィードバックを通信するために、受信光の増加が電圧の増加に相関するように、電圧レベルは持続的な抽出期間（last sample period）中に画素によって集められた光の量に正比例する。

【0061】

図 1 3 A ~ 1 3 D に示されるリニアエンコーダ 5 0 0 の例示的实施形態においては、受信機アレイ 5 2 0 及び LED エミッタ 5 2 2 は、少なくとも 1 つの窓（1 つは 5 2 6 の符号が付されているが、その他は不図示）及びスリット 5 2 8 を備えた支持部品 5 2 4 によって支持される。一実施形態によれば、支持部品 5 2 4 は機械加工されたデルリン（商標）から作製される。窓 5 2 6 又は窓（複数）は LED エミッタ 5 2 2 から受信機 5 2 0 まで光が通過することを可能にする。支持部品 5 2 4 は親ねじ 5 3 0 を収容することができる。特定の実装例においては、親ねじ 5 3 0 は更にスリット 5 2 8 まで直線的に並進するスロット付き押出品 5 3 2 を含む。押出品 5 3 2 の間隙は、LED エミッタ 5 2 2 から受信機 5 2 0 まで光が通過することを可能にする。親ねじ 5 3 0 が並進するにつれて、押出品 5 3 2 のスロットは同様に動き、それによって、受信機の、スロットの位置以外のあらゆる場所に陰影をつける。このようにして、親ねじ 5 3 0 の絶対位置は特定される。

【0062】

特定の実装例においては、第 2 押出品 5 5 2 は第 2 支持部品 5 4 0 のスロット 5 5 0 内を摺動する。このスロット 5 5 0 はスロット付き押出品 5 3 2 とスロット 5 2 8 との間よ

10

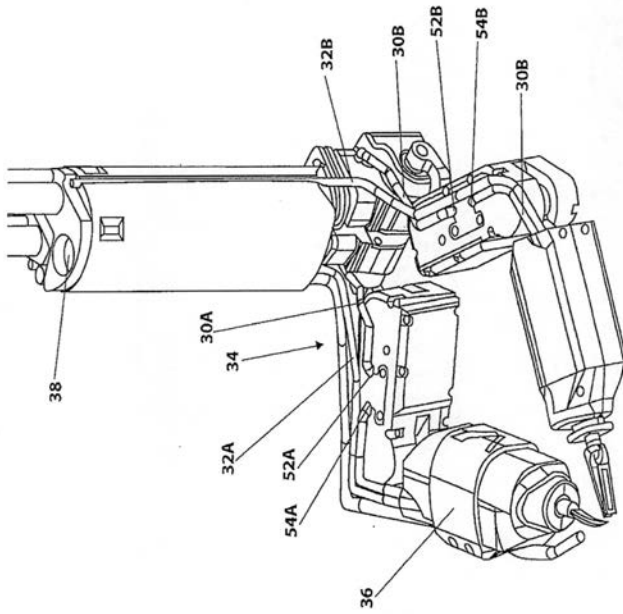
20

30

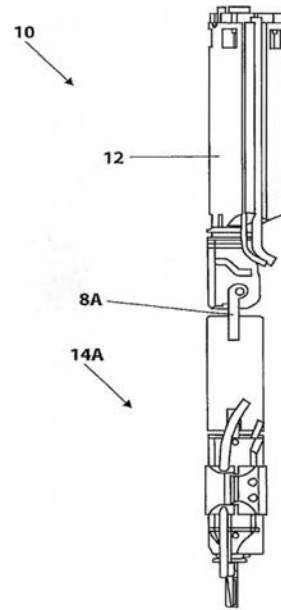
40

50

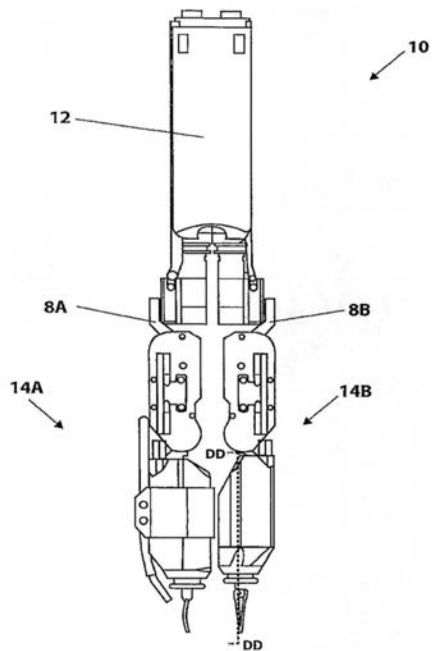
【図 2 B】



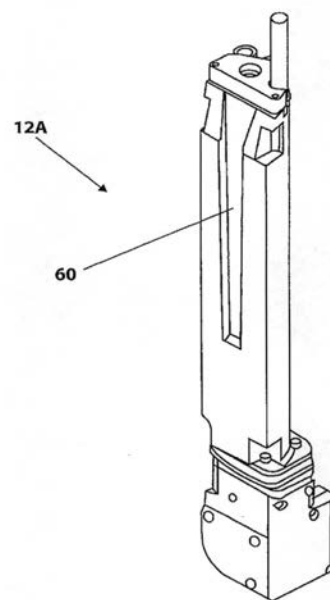
【図 2 C】



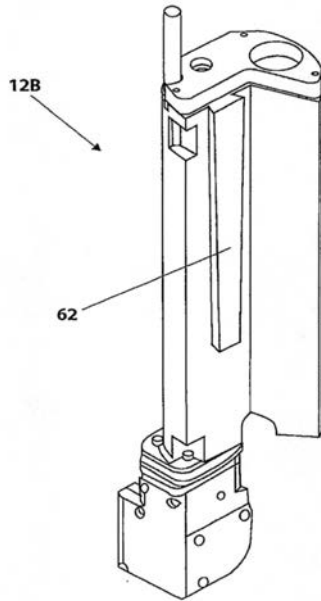
【図 2 D】



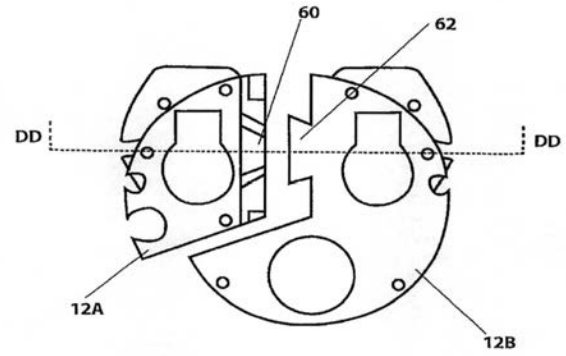
【図 3 A】



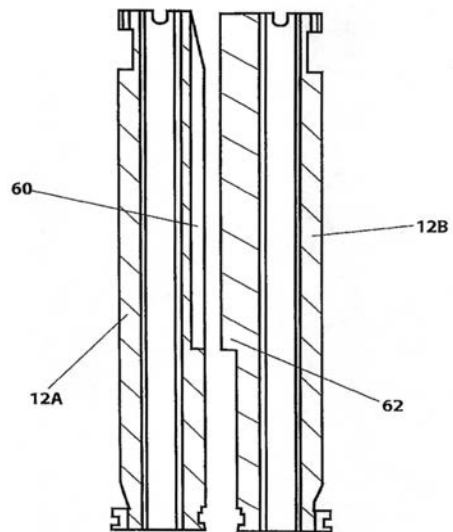
【図 3 B】



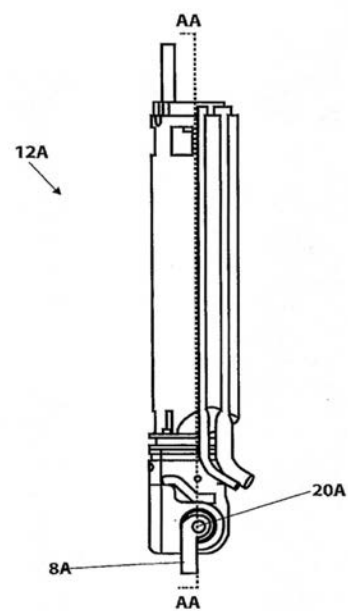
【図 4 A】



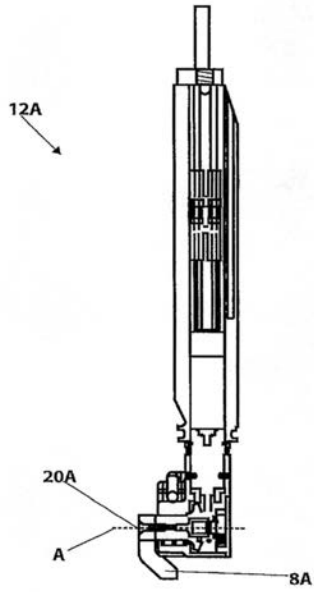
【図 4 B】



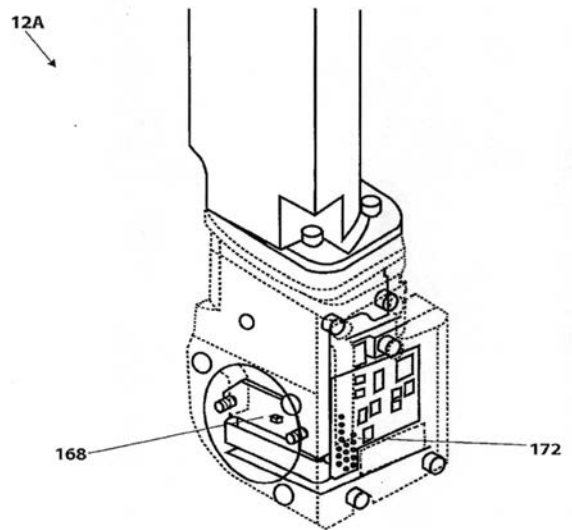
【図 5 A】



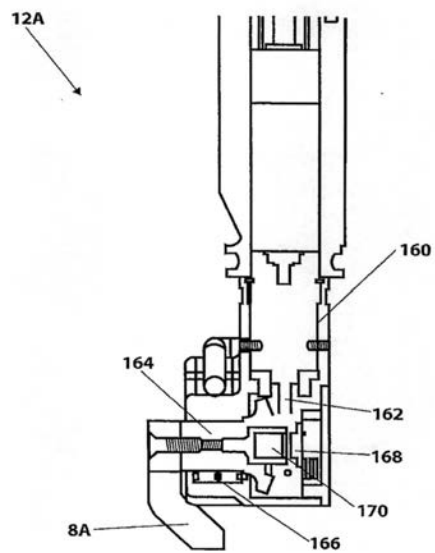
【図 5 B】



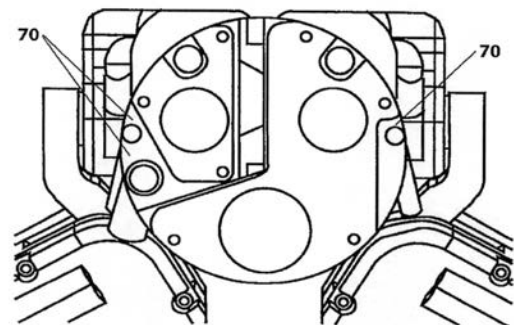
【図 5 C】



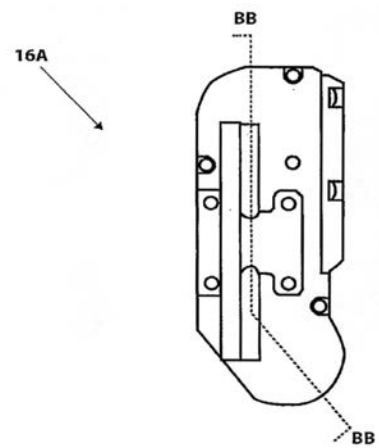
【図 5 D】



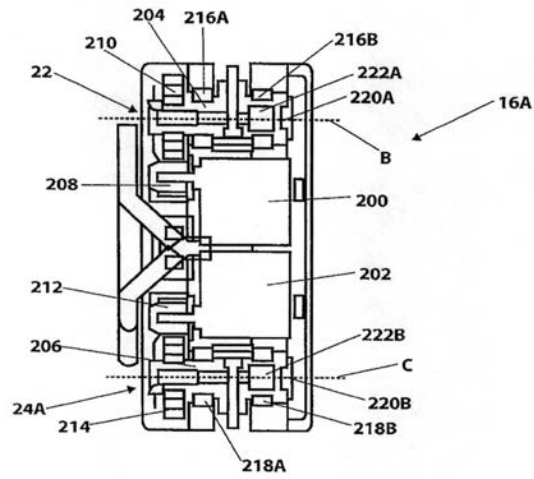
【図 6】



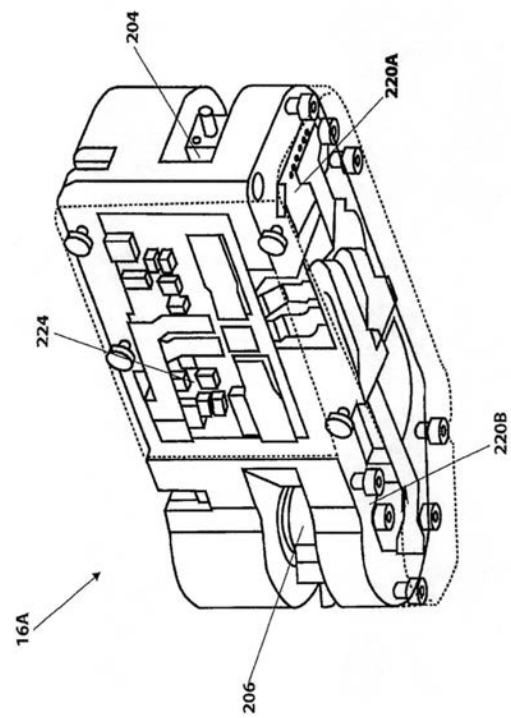
【図 7 A】



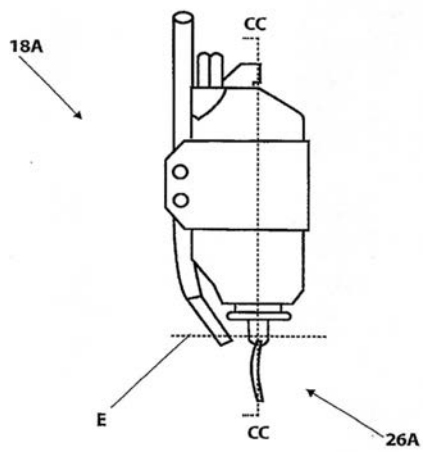
【図 7 B】



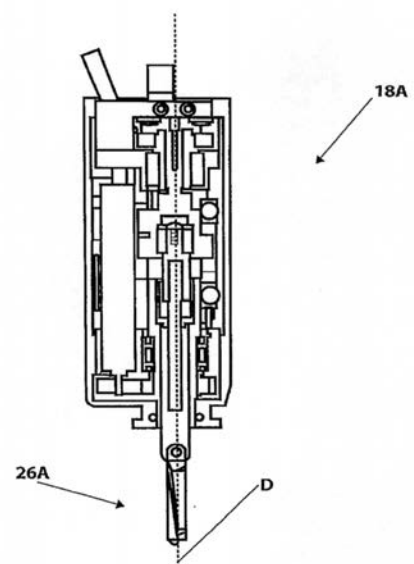
【図 7 C】



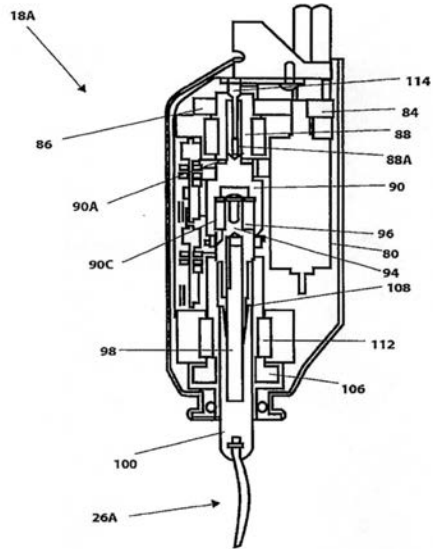
【図 8 A】



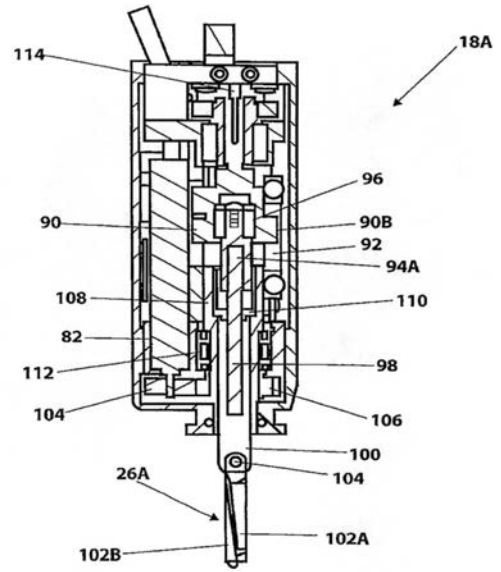
【図 8 B】



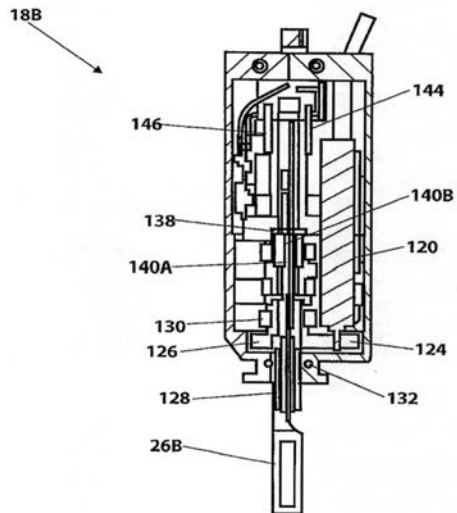
【図 8 C】



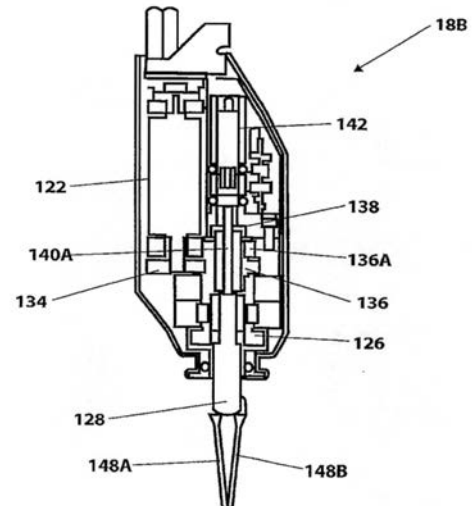
【図 8 D】



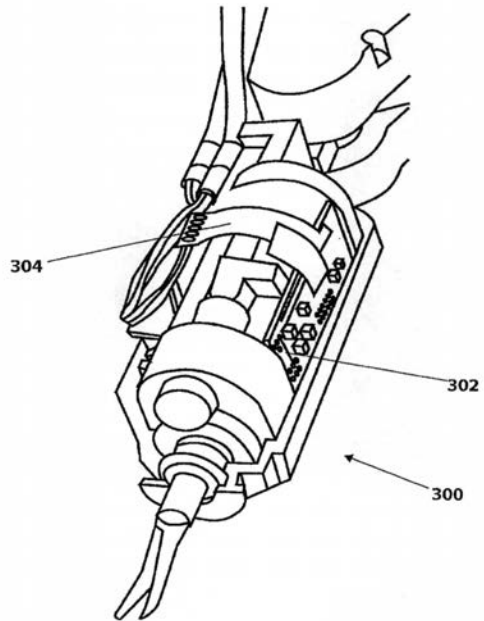
【図 9 A】



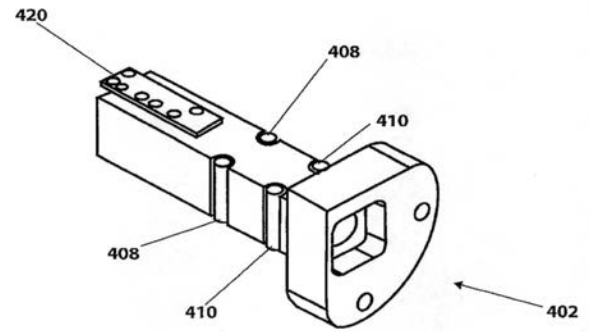
【図 9 B】



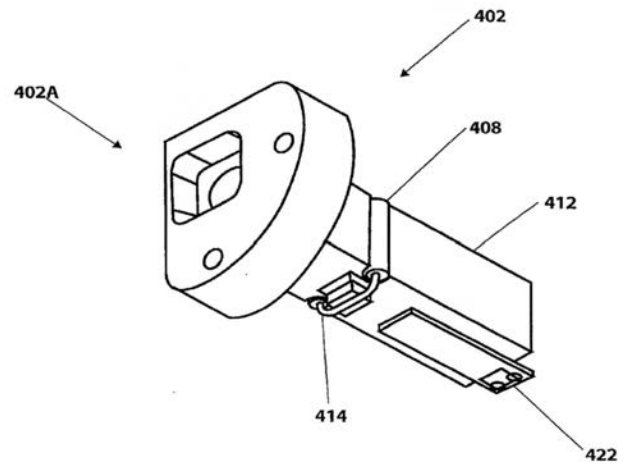
【図 10】



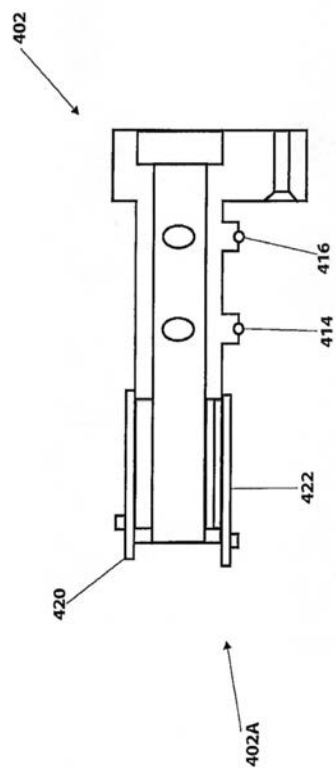
【図 11 A】



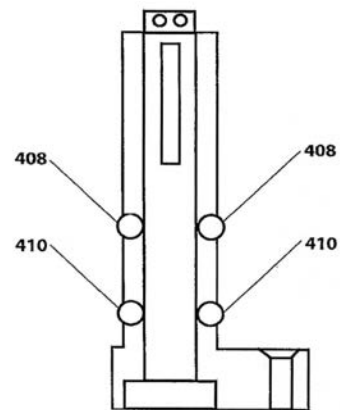
【図 11 B】



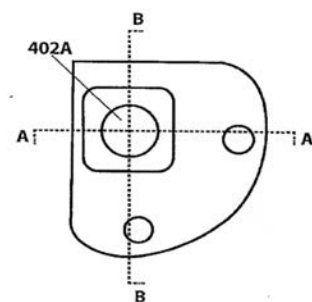
【図 11 C】



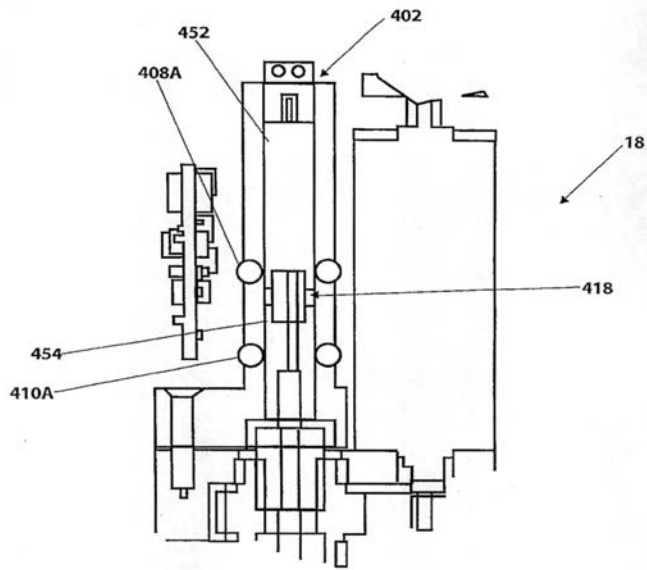
【図 11 D】



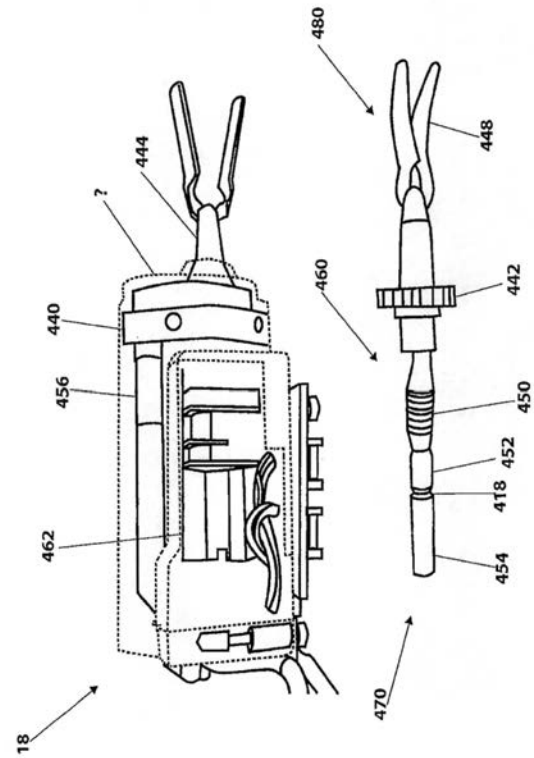
【図 11 E】



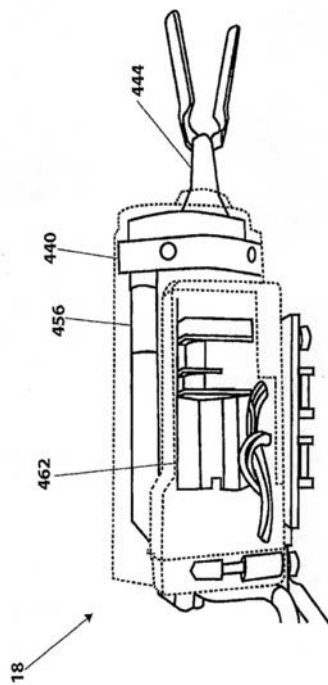
【図 1 1 F】



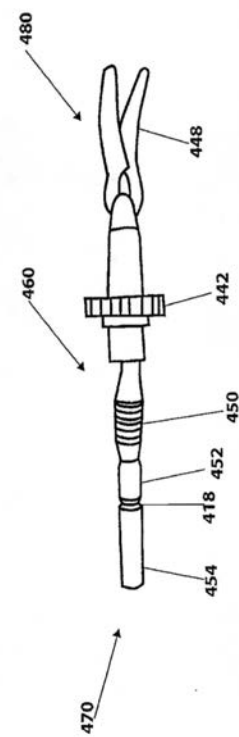
【図 1 2】



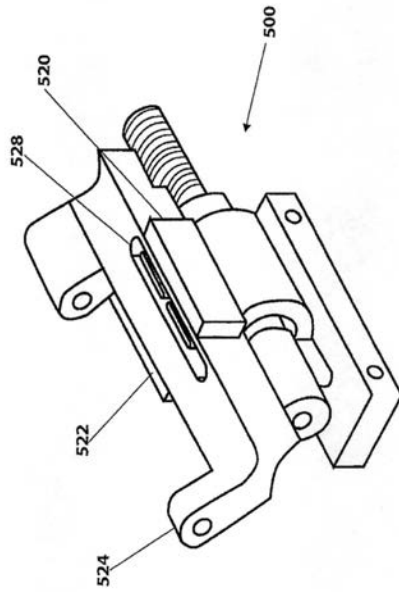
【図 1 2 A】



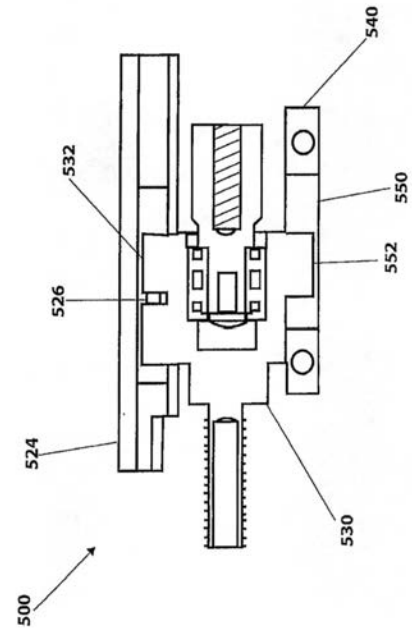
【図 1 2 B】



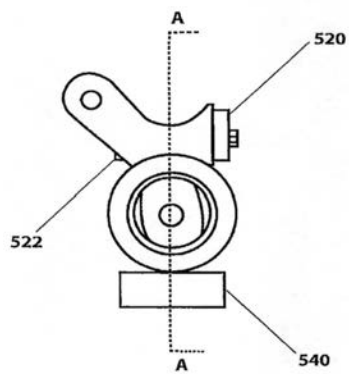
【図 13 A】



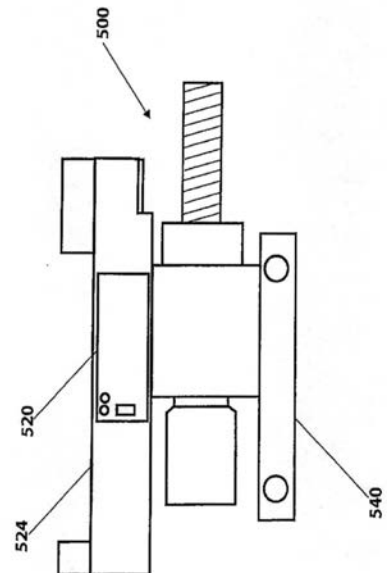
【図 13 B】



【図 13 C】



【図 13 D】



フロントページの続き

- (72)発明者 ウィルソン、ジョン
アメリカ合衆国 11220 ニューヨーク州 ブルックリン フィフティファースト ストリート 469 ナンバー2
- (72)発明者 シャショ、ジェフ
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 バーゲンフィールド イー メイン ストリート 296
- (72)発明者 マヒン、マット
アメリカ合衆国 80502 コロラド州 ロングモント ピーオー ボックス 1265
- (72)発明者 サントロ、クリス
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ケイ
- (72)発明者 マム、エリック
アメリカ合衆国 80504 コロラド州 ロングモント ブリストル コート 2031
- (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
- (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
- Fターム(参考) 3C707 AS35 BS09 BS26 CY06 CY12 HS27 HT21 JT10 KV01

专利名称(译)	机器人设备		
公开(公告)号	JP2019177147A	公开(公告)日	2019-10-17
申请号	JP2019092315	申请日	2019-05-15
申请(专利权)人(译)	内布拉斯加大学校董局		
[标]发明人	ウィルソンジョン シャシヨジェフ クマールニシャント マヒンマツト サントロクリス マムエリック ハーマンジェイソン ファリターシェーン		
发明人	ウィルソン、ジョン シャシヨ、ジェフ クマール、ニシャント マヒン、マツト サントロ、クリス マム、エリック ハーマン、ジェイソン ファリター、シェーン		
IPC分类号	A61B34/30 B25J3/00		
CPC分类号	A61B34/30 A61B34/37 A61B90/30 A61B90/361 A61B90/50 A61B2034/2051 A61B2034/2059 A61B2034/302 A61M1/0058		
FI分类号	A61B34/30 B25J3/00.Z		
F-TERM分类号	3C707/AS35 3C707/BS09 3C707/BS26 3C707/CY06 3C707/CY12 3C707/HS27 3C707/HT21 3C707/JT10 3C707/KV01		
代理人(译)	昂达诚 本田 淳		
优先权	61/680809 2012-08-08 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

为了提供一种改进的机器人医疗设备，该机器人医疗设备包括使用支撑配置元件定位的机器人设备，该支撑配置元件位于体腔内并通过体腔的孔或孔定位。解决方案：设备10具有两个可接合的主体12A，12B，每个 其中一个可旋转地连接到相应的臂14A，14B。每个臂14A，14B具有联接连杆8A，8B，臂14A，14B通过联接连杆8A，8B联接到相应的可接合主体12A，12B。每个臂14A，14B具有内部连杆16A，16B和外部连杆18A，18B。上臂16A，16B可旋转地联接到相应的联接连杆8A，8B，并且联接连杆8A，8B可旋转地联接到相应的可接合体12A，12B。在右臂14A中，上臂16A可旋转地联接至前臂18A；上臂16A可旋转地联接至前臂18A。在左臂14B中，上臂16B可旋转地连接到前臂18B。

