

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5656313号

(P5656313)

(45) 発行日 平成27年1月21日 (2015. 1. 21)

(24) 登録日 平成26年12月5日 (2014. 12. 5)

(51) Int. Cl. F 1
A 6 1 B 1/00 (2006.01)
 A 6 1 B 1/00 3 1 0 A
 A 6 1 B 1/00 3 0 0 P
 A 6 1 B 1/00 3 3 4 D

請求項の数 27 (全 46 頁)

(21) 出願番号	特願2011-526273 (P2011-526273)	(73) 特許権者	504337958
(86) (22) 出願日	平成21年9月8日 (2009. 9. 8)		カーネギー メロン ユニバーシティ
(65) 公表番号	特表2012-501758 (P2012-501758A)		アメリカ合衆国 1 5 2 1 3 ペンシルベ
(43) 公表日	平成24年1月26日 (2012. 1. 26)		ニア、ピッツバーグ、フォーブズ アベニ
(86) 国際出願番号	PCT/US2009/056238		ュー 5 0 0 0
(87) 国際公開番号	W02010/028371	(74) 代理人	100104411
(87) 国際公開日	平成22年3月11日 (2010. 3. 11)		弁理士 矢口 太郎
審査請求日	平成24年3月31日 (2012. 3. 31)	(72) 発明者	ズビアテ、ブレット
(31) 優先権主張番号	61/094, 606		アメリカ合衆国、1 5 2 3 7 ペンシルバ
(32) 優先日	平成20年9月5日 (2008. 9. 5)		ニア州、ピッツバーグ、1 6 0 0 ロビン
(33) 優先権主張国	米国 (US)		コー
		(72) 発明者	コセツト、ハワード
			アメリカ合衆国、1 5 2 1 5 ペンシルバ
			ニア州、ピッツバーグ、1 0 2 メドウ
			ハイツ ドライブ

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 球形遠位アセンブリを伴う多関節内視鏡装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

医療処置を行う装置であって、基端部と先端部とを有する多関節装置と、基端部と先端部とを有するカップ部品であって、当該カップ部品の先端部は第 1 の当
接面を有するものであり、当該カップ部品の基端部は前記多関節装置の先端部に取り付け
られるよう構成されている、前記カップ部品と、球状回動継手であって、前記球状回動継手は、第 2 の当接面を有し、前記第 2 の当接
面が前記カップ部品の前記第 1 の当接面と当接することで回転可能に構成されている、前
記球状回動継手と、前記医療処置を行う際に使用するツールであって、前記ツールは、少なくとも前記多
関節装置および前記カップ部品の部分を通してのように構成されており、且つ、前記ツ
ールはさらに前記球状回動継手の基端部から挿入され遠端部から延出するように構成されて
いる、前記ツールと、を有する装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載の装置において、前記多関節装置は操縦可能なものであって、第 1 の継手と、複数の中間継手であって、そのうちの第 1 の中間継手が前記第 1 の継手に可動式に連結
された、前記複数の中間継手と

を有し、

前記カップ部品の基端部は、前記中間継手のうちの1つに可動式に連結されているものである装置。

【請求項3】

請求項1記載の装置において、前記多関節装置は操縦可能なものであって、

第1の多関節機構と、

第2の多関節機構であって、

第1の継手と、

複数の中間継手であって、そのうちの第1の中間継手が前記第1の継手に可動式に連結された、前記複数の中間継手と

を有する、前記第2の多関節機構と

を有し、

前記カップ部品の基端部は、前記中間継手のうちの1つに可動式に連結されているものである装置。

【請求項4】

請求項1記載の装置において、前記医療処置は鈍的切開処置を有するものであり、前記球状回動継手は横方向の往復動で回転するよう構成されているものである装置。

【請求項5】

請求項1記載の装置において、前記球状回動継手は、前記処置が行われている間に前記多関節装置の先端部の軸から約90度に配向するよう構成されているものである装置。

【請求項6】

請求項5記載の装置において、前記処置は、経口的ロボット外科手術処置である装置。

【請求項7】

請求項1記載の装置において、前記球状回動継手は、前記ツールが作動する動作中に回転するよう構成されているものである装置。

【請求項8】

請求項1記載の装置において、前記カップ部品は、前記多関節装置に回転可能または着脱可能に取り付けられるものである装置。

【請求項9】

請求項1記載の装置において、前記カップ部品は、次に記載の：

前記カップ部品が運動学的に制約されるよう張力を伴って配置された1若しくはそれ以上の取り付けられたケーブル、

ネジ山構造、

スナップ、

係止爪、

接着剤、

磁石、

電導磁石、および

摩擦係合部材

から1若しくはそれ以上によって前記多関節装置の先端部に取り付けられるものである装置。

【請求項10】

請求項1記載の装置において、前記カップ部品は、基端部および先端部を有するものであって、前記カップ部品は、1若しくはそれ以上のツールが当該カップ部品の前記基端部から当該カップ部品の前記先端部へ移動できるよう構成されているものであるか、または当該カップ部品は、次に記載の：

電力、および

データ

から1若しくはそれ以上を当該カップ部品の前記基端部から当該カップ部品の前記先端部へ送るよう構成されているものである装置。

【請求項 1 1】

請求項 1 記載の装置において、前記第 1 の当接面は溝を有し、前記第 2 の当接面は突出部を有し、前記溝は前記突出部をスライド式に受容するよう構成されているものである装置。

【請求項 1 2】

請求項 1 記載の装置において、前記溝は、非直線状であるか、または前記突出部は、ピンである装置。

【請求項 1 3】

請求項 1 記載の装置において、前記球状回転継手は、内部開口部を形成するものであり、前記ツールが当該内部開口部内に取り付けられるものである装置。

10

【請求項 1 4】

請求項 1 記載の装置において、前記球状回転継手は、1 自由度または 2 自由度の回転をするよう構成されているものである装置。

【請求項 1 5】

請求項 1 記載の装置において、この装置は、さらに、
当該装置を操作するよう構成された少なくとも 1 本のステアリングケーブルを有し、当該少なくとも 1 本のステアリングケーブルの端部は、前記カップ部品の近位に配置されるものである装置。

【請求項 1 6】

請求項 1 記載の装置において、この装置は、さらに、
前記球状回転継手において終端する1 若しくはそれ以上の回転ケーブルを有するものである装置。

20

【請求項 1 7】

請求項 1 6 記載の装置において、少なくとも 1 本の前記回転ケーブルは、
基端部と、
先端部と、
前記ケーブルの中を貫通するルーメンと
を有するものである装置。

【請求項 1 8】

請求項 1 6 記載の装置において、この装置は、さらに、
当該装置を操作するよう構成された少なくとも 1 本のステアリングケーブルを有し、当該少なくとも 1 本のステアリングケーブルの端部は前記カップ部品の近位に設置されるものである装置。

30

【請求項 1 9】

請求項 1 記載の装置において、前記カップ部品は、1 若しくはそれ以上の回転ケーブルを受容するよう構成された1 若しくはそれ以上の孔を有するものである装置。

【請求項 2 0】

請求項 2 記載の装置において、前記第 1 の継手および前記中間継手は、それぞれ孔のセットをさらに有し、少なくとも 1 本のステアリングケーブルおよび少なくとも 1 本の回転ケーブルは、共通の孔を貫通するものである装置。

40

【請求項 2 1】

請求項 1 6 記載の装置において、第 1 の回転ケーブルは前記球状回転継手の第 1 の位置において終端し、前記第 1 の位置は前記第 1 の回転ケーブルの引き込みにより生じる回転の範囲を決定するものであり、前記第 2 の回転ケーブルは前記球状回転継手の第 2 の位置において終端し、前記第 2 の位置は前記第 2 の回転ケーブルの引き込みにより生じる回転の範囲を決定するものである装置。

【請求項 2 2】

請求項 1 6 記載の装置において、第 1 の回転ケーブルは、前記球状回転継手の第 1 の位置において終端し、第 2 の回転ケーブルは、前記球状回転継手の第 2 の位置において終端し、前記第 1 の位置および前記第 2 の位置は、前記球状回転継手の動きを遮る特異点を回

50

避するものである装置。

【請求項 2 3】

請求項 1 記載の装置において、当該装置は、少なくとも 1 つの作業チャネルを有する多関節装置である装置。

【請求項 2 4】

請求項 1 記載の装置において、この装置は、さらに、

前記カップ部品と前記球状回動継手との間に連動部 (i n t e r f a c e) を有するものであり、前記連動部は、次に記載の：

1 若しくはそれ以上の電気信号、

1 若しくはそれ以上の光信号、

流体、および

気体

から 1 若しくはそれ以上を前記球状回動継手に送るよう構成されているものである装置。

【請求項 2 5】

請求項 1 記載の装置において、前記カップ部品および前記球状回動継手のうち 1 若しくはそれ以上は、電子モジュールをさらに有するものであり、前記電子モジュールは、次に記載の

デジタルアナログコンバータ、

アナログデジタルコンバータ、

マイクロコントローラ、

マイクロプロセッサ、

マルチプレクサ、

デマルチプレクサ、

スイッチング回路、

M E M S 回路、および

メモリ回路

から 1 若しくはそれ以上を有するものである装置。

【請求項 2 6】

請求項 1 記載の装置において、前記第 1 の当接面は凹形状を有するものである装置。

【請求項 2 7】

請求項 1 に記載の装置において、前記装置は、さらに、少なくとも前記ツールの前記球状回動継手から延出した部分を観察するためのカメラを有し、当該カメラはカップ部品に取り付けられているものである装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願は 2008 年 9 月 5 日付で出願された仮特許出願第 61/094,606 号に基づく利益を主張するものである。本願は、米国特許出願第 11/630,279 号、第 11/838,519 号、第 11/876,304 号、第 11/923,246 号、第 12/038,560 号、第 12/038,691 号、第 12/038,279 号、および P C T 国際特許出願第 P C T / U S 09 / 40548 号に関する。

【背景技術】

【0002】

本願は、全体として、また種々の実施形態において、多関節 (m u l t i - l i n k e d) または連続体 (c o n t i n u u m d e v i c e) の装置および回転可能な遠位アセンブリを有する他の装置に関する発明について開示している。通常、大半の医療用プローブおよび／または多関節装置は「前方を見る」ことができるのみで、すなわち先行する若しくは遠位にある端部の向きは、当該プローブまたは多関節装置の動きの方向に平行である。前記プローブまたは装置がその移動方向以外を見る若しくは向くようにするには、望ましい観察方向へ曲がる若しくは屈曲しなければならず、そのためのスペースが必要で

10

20

30

40

50

ある。一定の応用では、前記プローブを曲げて他の方向を見るために必要なスペースは限られているか、極端な場合にはまったく存在しない。

この出願の発明に関連する先行技術文献情報としては、以下のものがある（国際出願日以降国際段階で引用された文献及び他国に国内移行した際に引用された文献を含む）。

（先行技術文献）

（特許文献）

【特許文献 1】	米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 0 5 1 6 3 1 号明細書	
【特許文献 2】	米国特許出願公開第 2 0 0 8 / 0 0 9 1 1 7 0 号明細書	
【特許文献 3】	米国特許出願公開第 2 0 0 7 / 0 0 1 5 9 6 5 号明細書	
【特許文献 4】	米国特許出願公開第 2 0 0 8 / 0 0 9 7 4 7 1 号明細書	10
【特許文献 5】	米国特許出願公開第 2 0 0 8 / 0 0 6 5 0 9 8 号明細書	
【特許文献 6】	米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 2 4 0 0 7 8 号明細書	
【特許文献 7】	米国特許第 3 0 6 0 9 7 2 号明細書	
【特許文献 8】	米国特許第 3 6 4 3 6 5 3 号明細書	
【特許文献 9】	米国特許第 5 1 4 3 4 7 5 号明細書	
【特許文献 1 0】	米国特許第 5 3 1 8 5 2 6 号明細書	
【特許文献 1 1】	米国特許第 5 3 2 7 9 0 5 号明細書	
【特許文献 1 2】	米国特許第 5 3 8 6 7 4 1 号明細書	
【特許文献 1 3】	米国特許第 5 4 6 7 7 6 3 号明細書	
【特許文献 1 4】	米国特許第 5 4 7 2 0 1 7 号明細書	20
【特許文献 1 5】	米国特許第 5 4 8 3 9 5 1 号明細書	
【特許文献 1 6】	米国特許第 5 5 1 4 1 5 7 号明細書	
【特許文献 1 7】	米国特許第 5 5 3 1 7 1 5 号明細書	
【特許文献 1 8】	米国特許第 5 5 4 9 5 4 2 号明細書	
【特許文献 1 9】	米国特許第 5 6 0 5 5 4 3 号明細書	
【特許文献 2 0】	米国特許第 5 6 6 2 5 8 7 号明細書	
【特許文献 2 1】	米国特許第 5 7 4 3 8 7 6 号明細書	
【特許文献 2 2】	米国特許第 5 7 5 9 1 5 1 号明細書	
【特許文献 2 3】	米国特許第 6 0 3 6 6 7 7 号明細書	
【特許文献 2 4】	米国特許第 6 1 9 7 0 1 7 号明細書	30
【特許文献 2 5】	米国特許第 6 2 2 1 0 6 1 号明細書	
【特許文献 2 6】	米国特許第 6 4 3 2 1 1 2 号明細書	
【特許文献 2 7】	米国特許第 6 5 1 7 4 7 7 号明細書	
【特許文献 2 8】	米国特許第 6 5 5 4 8 4 4 号明細書	
【特許文献 2 9】	米国特許第 6 6 1 0 0 0 7 号明細書	
【特許文献 3 0】	米国特許第 6 6 3 8 2 6 6 号明細書	
【特許文献 3 1】	米国特許第 6 6 8 2 4 9 3 号明細書	
【特許文献 3 2】	米国特許第 6 6 9 7 0 4 8 号明細書	
【特許文献 3 3】	米国特許第 6 8 0 0 0 5 6 号明細書	
【特許文献 3 4】	米国特許第 6 8 2 7 7 1 0 号明細書	40
【特許文献 3 5】	米国特許第 6 8 3 7 8 4 6 号明細書	
【特許文献 3 6】	米国特許第 6 8 5 8 0 0 5 号明細書	
【特許文献 3 7】	米国特許第 6 8 6 9 3 9 6 号明細書	
【特許文献 3 8】	米国特許第 6 9 0 7 2 9 8 号明細書	
【特許文献 3 9】	米国特許第 6 9 6 0 1 6 2 号明細書	
【特許文献 4 0】	米国特許第 6 9 6 0 1 6 3 号明細書	
【特許文献 4 1】	米国特許第 6 6 2 3 4 4 8 号明細書	
【特許文献 4 2】	米国特許第 6 6 9 2 4 8 5 号明細書	
【特許文献 4 3】	米国特許第 6 7 3 0 0 2 0 号明細書	
【特許文献 4 4】	米国特許第 6 7 9 0 1 7 3 号明細書	50

【特許文献 4 5】	米国特許第 6 8 3 7 8 4 7 号明細書	
【特許文献 4 6】	米国特許第 6 8 9 0 2 9 7 号明細書	
【特許文献 4 7】	米国特許第 6 8 9 9 6 7 3 号明細書	
【特許文献 4 8】	米国特許第 6 9 6 3 7 9 2 号明細書	
【特許文献 4 9】	米国特許第 6 9 7 4 4 1 1 号明細書	
【特許文献 5 0】	米国特許第 6 9 7 6 9 9 1 号明細書	
【特許文献 5 1】	米国特許第 6 9 8 4 2 0 3 号明細書	
【特許文献 5 2】	米国特許第 7 0 2 9 4 3 5 号明細書	
【特許文献 5 3】	米国特許第 7 0 4 1 0 5 2 号明細書	
【特許文献 5 4】	米国特許第 7 0 4 4 9 0 7 号明細書	10
【特許文献 5 5】	米国特許第 7 0 8 7 0 1 3 号明細書	
【特許文献 5 6】	米国特許第 7 0 9 0 6 8 3 号明細書	
【特許文献 5 7】	米国特許第 7 0 9 0 6 3 7 号明細書	
【特許文献 5 8】	米国特許第 7 1 2 8 7 0 8 号明細書	
【特許文献 5 9】	米国特許第 7 1 6 9 1 4 1 号明細書	
【特許文献 6 0】	米国特許第 7 1 7 1 2 7 9 号明細書	
【特許文献 6 1】	米国特許第 7 1 0 8 6 8 8 号明細書	
【特許文献 6 2】	米国特許第 7 1 8 2 7 3 1 号明細書	
【特許文献 6 3】	米国特許第 7 2 1 4 2 3 0 号明細書	
【特許文献 6 4】	米国特許第 7 2 3 2 4 3 4 号明細書	20
【特許文献 6 5】	米国特許第 7 2 5 0 0 2 7 号明細書	
【特許文献 6 6】	米国特許第 7 3 2 2 9 3 5 号明細書	
【特許文献 6 7】	米国特許第 7 3 3 8 5 0 5 号明細書	
【特許文献 6 8】	米国特許出願公開第 2 0 0 8 / 0 0 5 1 6 3 1 号明細書	
【特許文献 6 9】	米国特許出願公開第 2 0 0 8 / 0 0 3 9 6 9 0 号明細書	
【特許文献 7 0】	米国特許第 5 7 5 2 9 7 3 号明細書	
【特許文献 7 1】	米国特許出願公開第 2 0 0 2 / 0 0 8 7 1 6 6 号明細書	
【特許文献 7 2】	米国特許出願公開第 2 0 0 2 / 0 1 0 7 5 0 9 号明細書	
【特許文献 7 3】	米国特許出願公開第 2 0 0 4 / 0 1 4 3 1 6 3 号明細書	
【特許文献 7 4】	米国特許出願公開第 2 0 0 6 / 0 1 1 1 2 0 9 号明細書	30
【特許文献 7 5】	米国特許出願公開第 2 0 0 7 / 0 2 4 9 9 9 9 号明細書	
【特許文献 7 6】	米国特許第 7 5 6 6 3 0 0 号明細書	
【特許文献 7 7】	米国特許出願公開第 2 0 0 9 / 0 2 1 6 2 4 5 号明細書	
【特許文献 7 8】	米国特許出願公開第 2 0 0 9 / 0 2 6 4 7 5 9 号明細書	
【特許文献 7 9】	米国特許出願公開第 2 0 1 0 / 0 0 7 6 4 5 1 号明細書	
【特許文献 8 0】	米国特許出願公開第 2 0 1 0 / 0 1 2 1 1 4 1 号明細書	
【特許文献 8 1】	米国特許出願公開第 2 0 1 0 / 0 2 4 9 7 5 9 号明細書	
【特許文献 8 2】	米国特許出願公開第 2 0 1 1 / 0 0 2 2 0 7 8 号明細書	
【特許文献 8 3】	米国特許第 5 3 7 5 5 8 8 号明細書	
【特許文献 8 4】	米国特許第 6 2 7 7 0 6 4 号明細書	40
【特許文献 8 5】	米国特許出願公開第 2 0 0 8 / 0 2 8 7 9 6 3 号明細書	
【特許文献 8 6】	米国特許第 4 9 6 0 1 0 6 号明細書	
【特許文献 8 7】	国際公開第 2 0 0 6 / 0 8 3 3 0 6 号	
【特許文献 8 8】	特開昭 6 0 - 8 4 5 2 4 号公報	

(非特許文献)

【非特許文献 1】 SHAMMAS et al., "New Joint Design for Three-dimensional Hyper Redundant Robots," International Conference on Robots and Systems, Las Vegas, NV, October 2003

【非特許文献2】 BROWN et al., "Design and Control of a Second-Generation Hyper-Redundant Mechanism," International Conference of Robots and Systems, San Diego, CA, October 29 - November 2, 2007

【非特許文献3】 WOLFE et al., "A Mobile Hyper Redundant Mechanism for Search and Rescue Tasks," International Conference on Robots and Systems, Las Vegas, NV, October 2003

10

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0003】

本発明の記載に先立ち、本発明は、本願明細書に記載の特定のシステム、方法論、またはプロトコルに限定されるものではなく、これらは変更を含むことが可能であると理解されるべきである。また、本明細書で使用された用語は、特定の実施形態の記載のみを目的とするものであって本発明の開示の範囲を限定することを意図するものではなく、当該開示は添付の本願請求項によってのみ限定されるものである。

【0004】

本明細書および添付の請求項において単数形扱いしている名称は、別段の断りがない限り、複数形も含む。別段の定義がない限り、本明細書で使用するすべての科学技術用語は、当業者に一般に理解されているものと同じ意味を有する。本明細書における用語「を有する」は、「を含む（これに限定されるものではないが）」を意味する。

20

【0005】

一実施形態において、処置を実施するための装置には、近端部（proximal end）および遠端部（distal end）を有する細長い管と、近端部および遠端部を有する適合連結部とを含めることができる。前記遠端部には、第1の嵌合面を含めることができ、前記近端部は、前記細長い管の遠端部に取り付けられるよう構成することができる。当該装置には、前記適合連結部の第1の嵌合面と回転可能に連動するよう構成された第2の嵌合面を有する回転連結部を含めることもできる。

30

【0006】

一実施形態では、処置を行う方法に、装置を選択する工程と、前記装置の回転連結部を回転させる工程とを含めることができる。

【0007】

一実施形態では、操作可能な多関節装置に、第1の連結部および複数の中間連結部を含めることができる。前記複数の中間連結部のうち第1の中間連結部は、前記第1の連結部に運動可能に連結できる。前記装置には、第1の端部において前記中間連結部の1つに運動可能に連結され前記第2の端部において凹面を有する適合連結部と、前記適合連結部の前記凹面に嵌装された球形連結部とを含めることもできる。

【0008】

40

一実施形態では、操作可能な多関節装置に、第1の多関節機構および第2の多関節機構を含めることができる。前記第2の多関節機構には、第1の連結部と、複数の中間連結部と、第1の端部において前記中間連結部の1つに運動可能に連結され前記第2の端部において凹面を有する適合連結部と、前記適合連結部の前記凹面に嵌装された球形連結部とを含めることができる。前記複数の中間連結部のうち第1の中間連結部は、前記第1の連結部に運動可能に連結できる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1A】図1Aおよび1Bは、操作可能な多関節装置の種々の実施形態を例示した図である。

50

【図 1 B】図 1 A および 1 B は、操作可能な多関節装置の種々の実施形態を例示した図である。

【図 2】図 2 は、図 1 の装置のコア機構の種々の実施形態を例示した図である。

【図 3 A】図 3 A ～ 3 C は、前記コア機構の近位の連結部の種々の実施形態を例示した図である。

【図 3 B】図 3 A ～ 3 C は、前記コア機構の近位の連結部の種々の実施形態を例示した図である。

【図 3 C】図 3 A ～ 3 C は、前記コア機構の近位の連結部の種々の実施形態を例示した図である。

【図 4 A】図 4 A ～ 4 C は、前記コア機構の中間連結部の種々の実施形態を例示した図である。

10

【図 4 B】図 4 A ～ 4 C は、前記コア機構の中間連結部の種々の実施形態を例示した図である。

【図 4 C】図 4 A ～ 4 C は、前記コア機構の中間連結部の種々の実施形態を例示した図である。

【図 5 A】図 5 A ～ 5 C は、前記コア機構の遠位の連結部の種々の実施形態を例示した図である。

【図 5 B】図 5 A ～ 5 C は、前記コア機構の遠位の連結部の種々の実施形態を例示した図である。

【図 5 C】図 5 A ～ 5 C は、前記コア機構の遠位の連結部の種々の実施形態を例示した図である。

20

【図 6】図 6 は、図 1 の装置のスリーブ機構の種々の実施形態を例示した図である。

【図 7 A】図 7 A ～ 7 C は、前記スリーブ機構の近位の連結部の種々の実施形態を例示した図である。

【図 7 B】図 7 A ～ 7 C は、前記スリーブ機構の近位の連結部の種々の実施形態を例示した図である。

【図 7 C】図 7 A ～ 7 C は、前記スリーブ機構の近位の連結部の種々の実施形態を例示した図である。

【図 8 A】図 8 A ～ 8 C は、前記スリーブ機構の中間連結部の種々の実施形態を例示した図である。

30

【図 8 B】図 8 A ～ 8 C は、前記スリーブ機構の中間連結部の種々の実施形態を例示した図である。

【図 8 C】図 8 A ～ 8 C は、前記スリーブ機構の中間連結部の種々の実施形態を例示した図である。

【図 9 A】図 9 A ～ 9 D は、前記スリーブ機構の遠位の連結部の種々の実施形態を例示した図である。

【図 9 B】図 9 A ～ 9 D は、前記スリーブ機構の遠位の連結部の種々の実施形態を例示した図である。

【図 9 C】図 9 A ～ 9 D は、前記スリーブ機構の遠位の連結部の種々の実施形態を例示した図である。

40

【図 9 D】図 9 A ～ 9 D は、前記スリーブ機構の遠位の連結部の種々の実施形態を例示した図である。

【図 10】図 10 は、図 1 の装置の動きのシーケンスの種々の実施形態を例示した図である。

【図 11】図 11 は、曲率の小さい経路を移動している状態の操作可能な多関節装置の種々の実施形態を例示した図である。

【図 12】図 12 は、球形遠位アセンブリを有する操作可能な多関節装置の種々の実施形態を例示した図である。

【図 13 A】図 13 A ～ 13 D は、図 12 の操作可能な多関節装置の個々の連結部の種々の実施形態を例示した図である。

50

【図 1 3 B】図 1 3 A～1 3 Dは、図 1 2 の操作可能な多関節装置の個々の連結部の種々の実施形態を例示した図である。

【図 1 3 C】図 1 3 A～1 3 Dは、図 1 2 の操作可能な多関節装置の個々の連結部の種々の実施形態を例示した図である。

【図 1 3 D】図 1 3 A～1 3 Dは、図 1 2 の操作可能な多関節装置の個々の連結部の種々の実施形態を例示した図である。

【図 1 4】図 1 4 は、図 1 3 C で説明した球形遠位連結部カップの追加実施形態を例示した図である。

【図 1 5】図 1 5 は、適合連結部と回転連結部との間にヒンジピン取り付け部を有する回転可能な遠位アセンブリを伴ったカテーテル装置の種々の実施形態を例示した図である。

【図 1 5 A】図 1 5 A～B は、図 1 5 のカテーテル装置の遠端部の拡大図である。

【図 1 5 B】図 1 5 A～B は、図 1 5 のカテーテル装置の遠端部の拡大図である。

【図 1 6】図 1 6 は、回転可能な遠位アセンブリに挿通されたはさみアセンブリを含む腹腔鏡下装置の種々の実施形態を例示した図である。

【図 1 7】図 1 7 は、球形適合連結部およびカップ形状の回転可能な連結部を有する回転可能な遠位アセンブリを含んだ装置の種々の実施形態を例示した図である。

【図 1 8 A】図 1 8 A は、曲線状の溝を含むカップアセンブリの種々の実施形態を例示した図である。

【図 1 8 B】図 1 8 B は、図 1 8 A のカップアセンブリおよびそれに嵌合する回転球体を有した回転可能な遠位アセンブリを含む装置の種々の実施形態を例示した図である。

【図 1 9】図 1 9 は、機械的利点のある要素を有する回転可能な遠位アセンブリを含む装置の種々の実施形態を例示した図である。

【図 2 0】図 2 0 は、種々の回転性能を提供する第 1 の回転ケーブルおよび第 2 の回転ケーブルを含む装置の種々の実施形態を例示した図である。

【図 2 1】図 2 1 は、複数の回転球体を含む装置の種々の実施形態を例示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0 0 1 0】

本発明の図および説明の少なくとも一部は、本発明の明確な理解を助けるため重要な要素に主眼を置き、一方、明瞭化のため、当業者であれば本発明の一部を構成すると理解する他の要素を排除するため、単純化されていることが理解される。ただし、そのような要素は当該技術分野でよく知られており、また必ずしも本発明の理解を促進するわけではないため、本明細書では説明していない。

【0 0 1 1】

種々の実施形態によれば、本明細書で説明する本発明を利用すると、本明細書で説明する操作可能な多関節装置などの多関節装置の動きを制御することができる。説明の便宜上、本発明については、本明細書で説明している操作可能な多関節装置の種々の実施形態で使用する文脈で以下説明する。ただし、当業者であれば、本発明を他種の多関節装置と併用することもできることが理解されるであろう。

【0 0 1 2】

図 1 A および 1 B は、操作可能 (steerable) な多関節装置 1 0 の種々の実施形態を例示したものである。様々な実施形態によると、前記操作可能な多関節装置 1 0 は、ヘビ型ロボット (snake robot)、連続体ロボット (continuum robot)、若しくはその類のロボットであってもよい。この装置 1 0 の種々の実施形態は、医療処置 (例えば、低侵襲的処置用の穿孔ロボット、位置決め装置、アブレーションツール、カメラ、または器具支持部材、あるいは低侵襲的処置用の誘導システムなど)、監視用途、検査用途、探索、救助用途などに利用できる。以下本明細書において、当該装置 1 0 を明瞭化するのみの目的でその実用性についてを医療処置へ適用される場合を想定して説明する。ただし、当業者であれば、この装置 1 0 が様々な異なる用途で利用可能なことが理解されるであろう。

【0 0 1 3】

前記装置 10 は、第 1 の機構 12 および第 2 の機構 14 を有する。種々の実施形態によると、機構は、ヘビ型ロボット、連続体ロボット、若しくはその類のものであってもよい。種々の実施形態によれば、前記第 2 の機構 14 は、図 1 B に示すように、前記第 1 の機構 12 を受容しこれを取り囲むよう構築および構成されている。したがって、前記第 1 の機構および第 2 の機構は同軸でもよい。このような実施形態の場合、前記第 1 の機構 12 は内部機構またはコア機構、前記第 2 の機構 14 は外部機構またはスリーブ機構と見なすことができる。他の実施形態によれば、これら第 1 の機構 12 および第 2 の機構 14 は、同軸関係以外の関係を有するよう構築および構成することができる。例えば当業者であれば、種々の実施形態に従い、前記第 1 の機構 12 および前記第 2 の機構 14 が、並列式（横並び）の構成で動作し、当該第 1 の機構 12 が当該第 2 の機構 14 の調整動作を行うよう、構築および構成できることが理解されるであろう。種々の実施形態によると、本願開示の範囲内での付加的な構成および／または代替構成を使用することが可能であり。種々の実施形態によると、3次元空間 240 が、前記第 1 の機構および第 2 の機構の間に提供されてもよい。当該空間は以下により詳細に記載される。以下詳述するように、前記第 1 の機構 12 は剛性モードまたは柔軟モードで動作し、前記第 2 の機構 14 も剛性モードまたは柔軟モードで動作し、これら第 1 の機構 12 および第 2 の機構 14 は互いに独立して動作できる。

10

【0014】

前記第 1 の機構 12 および前記第 2 の機構 14 は、どちらも操作可能な機構であってよい。そのため、当該装置 10 を利用すると、管腔空間および空洞内空間の任意の 3次元経路をナビゲートできることが理解される。種々の実施形態によると、前記装置 10 は、剛性モードと柔軟モードの間で前記第 1 の機構 12 と前記第 2 の機構 14 の操作を切り替えることによって前進する。

20

【0015】

種々の実施形態によれば、前記装置 10 は、1 若しくはそれ以上のケーブルを有することもできる。種々の実施形態によれば、それらのケーブルのうち 1 若しくはそれ以上は、ステアリングケーブルおよび／または張力調整ケーブルであってよい。例えば、前記装置には、3本のステアリングケーブルおよび 1本の張力調整ケーブルを含めることができる。

【0016】

図 2 は、前記装置 10 の前記第 1 の機構 12 の種々の実施形態を例示したものである。この第 1 の機構 12 は多関節機構であり、第 1 の端部 24 および第 2 の端部 26 を含む。前記第 1 の端部 24 は近端部、また前記第 2 の端部 26 は遠端部と見なすことができる。この第 1 の機構 12 は、第 1 の連結部 28 と、第 2 の連結部 30 と、これら第 1 の連結部 28 および第 2 の連結部 30 の間の 1 若しくはそれ以上の中間連結部 32 とを有することが可能である。前記第 1 の連結部 28 は近位の連結部、また前記第 2 の連結部 30 は遠位の連結部と見なすことができる。

30

【0017】

図 3 A～3 C は、前記第 1 の機構 12 の前記第 1 の連結部 28（内部の近位連結部）の種々の実施形態を例示したものである。この第 1 の連結部 28 は、第 1 の端部 34 および第 2 の端部 36 を含み、図 3 B に示すように、前記第 1 の連結部 28 には前記第 1 の端部 34 の中心および前記第 2 の端部 36 の中心を貫通する長手方向の軸 38 が形成されている。この第 1 の連結部 28 は、任意の適切な材料で製作できる。種々の実施形態によれば、この第 1 の連結部 28 は、G10/FR4 Garolite（登録商標）などの繊維強化材料で製作される。外側が略円柱形であるこの第 1 の連結部 28 については、以降より詳しく説明する。

40

【0018】

前記第 1 の連結部 28 は、第 1 の部分 40 および第 2 の部分 42 を有する。前記第 1 の部分 40 は近位の部分、また前記第 2 の部分 42 は遠位の部分と見なすことができる。前記第 1 の部分 40 は、前記第 2 の部分 42 と一体的に作製できる。前記第 1 の部分 40 は

50

、外側が円柱形で、当該第１の連結部２８の前記第１の端部３４から当該第１の連結部２８の前記第２の端部３６へと延長する。種々の実施形態によれば、前記第１の部分４０の直径は約６．３５ミリメートル程度であるが、他のサイズも使用可能である。

【００１９】

前記第２の部分４２は、以下に記載されるその他の特徴を含むと通常外側が略円柱形となる。この第２の部分４２は、外側が円柱形になっている部分で前記第１の部分４０に接触し、当該第１の連結部２８の前記第２の端部３６へ向かってテーパがかかっている。この第２の部分４２は、当該第１の連結部２８の前記第２の端部３６において、全体として、セグメント化された半球の形態に成形できる。種々の実施形態によれば、この第２の部分４２の直径は、前記第１の部分４０に接触する位置において約４．７５ミリメートル程度であるが、他のサイズも使用可能である。

10

【００２０】

前記第２の部分４２は、第１の表面４４を有する。この第１の表面４４は、当該第２の部分４２の外面と見なすことができる。当該第２の部分４２には、前記第１の表面４４に沿って前記長手方向の軸３８に平行な第１の溝４６と、前記第１の表面４４に沿って前記長手方向の軸３８に平行な第２の溝４８と、前記第１の表面４４に沿って前記長手方向の軸３８に平行な第３の溝５０とが形成されている。これら第１の溝４６、第２の溝４８、第３の溝５０は、それぞれ前記第１の表面４４に沿って、当該第１の連結部２８の前記第２の端部３６へと延在する。これら第１の溝４６、第２の溝４８、第３の溝５０は半管形にでき、図３Ｃに示すように、当該第１の連結部２８の前記第２の部分４２の前記第１の表面４４に沿って均等に離間できる。種々の実施形態によれば、前記第１の溝４６、前記第２の溝４８、前記第３の溝５０は、セグメント化された円筒形状に構成できる。これら溝４６、４８、５０の各サイズは、互いに同一でも、または互いに異なるものであってもよい。例えば、種々の実施形態によると、前記第１の溝４６および第２の溝４８は、約１．２５ミリメートル程度の直径を有する円筒形のセグメントとして構成されることが可能であり、前記第３の溝５０は、約２．５０ミリメートル程度の直径を有する円筒形のセグメントとして構成されてもよい。当該第１の連結部２８の長さは、約６５ミリメートル程度である。ただし当業者であれば、この第１の連結部２８の長さまたは直径は実際の用途に基き変更が可能であると理解するものである。

20

【００２１】

また、当該第１の連結部２８には、図３Ｂに示すように、前記第１の端部３４から前記第２の端部３６へ前記長手方向の軸３８に沿って延在する経路５２が形成されている。この経路５２は、その中を少なくとも１つのケーブルが貫通するのに十分なサイズのものである。種々の実施形態によると、前記経路５２は、その中を張力調整ケーブルが貫通するのに十分なサイズのものである。種々の実施形態によれば、前記経路５２は、全体として複雑な形状に構成され、この形状は、前記第１の端部３４から前記第２の端部３６へ延長する第１の円筒形５４と、前記第１の円筒形５４から前記第２の端部３６へ延長する第２の円筒形５６との組み合わせを有する。前記第１の円筒形５４の直径は、前記第２の円筒形５６の直径より大きい。例えば種々の実施形態によれば、前記第１の円筒形５４は、約３．２０ミリメートル程度の直径を有し、前記第２の円筒形５６は、約１．５０ミリメートル程度の直径を有するが、他のサイズも使用可能である。

30

40

【００２２】

図４Ａ～４Ｃは、前記第１の機構１２の前記中間連結部３２の１つ（内部の中間連結部）の種々の実施形態を例示したものである。この中間連結部３２は、他の前記中間連結部３２の代表的なものである。この中間連結部３２は、第１の端部５８および第２の端部６０を含み、図４Ｂに示すように、当該中間連結部３２には、前記第１の端部５８の中心および前記第２の端部６０の中心を貫通する長手方向の軸６２が形成されている。この中間連結部３２は、任意の適切な材料で製作できる。種々の実施形態によれば、この中間連結部３２は、Ｇ１０／ＦＲ４ Garolite（登録商標）などの繊維強化材料で製作される。外側が略弾丸形であるこの中間連結部３２については、以下により詳しく説明する

50

。

【0023】

前記中間連結部32は、第1の部分64および第2の部分66を有する。前記第1の部分64は近位の部分、また前記第2の部分66は遠位の部分と見なすことができる。前記第1の部分64は、前記第2の部分66と一体的に作製できる。前記第1の部分64は、外側が略円柱形で、当該中間連結部32の前記第1の端部58から当該中間連結部32の前記第2の端部60へと延長する。種々の実施形態によれば、前記第2の部分66は、外側が略円柱形になっている部分で前記第1の部分64に接触し、当該中間連結部32の前記第2の端部60へ向かって先細加工(taper)される。前記第2の部分66の外側は、全体的にセグメント化された半球の形態に構成される。種々の実施形態によれば、この中間連結部32の直径は、前記第1の端部58において約4.75ミリメートル程度である。当該中間連結部32の長さは、約5.85ミリメートル程度である。ただし当業者であれば、この中間連結部32の長さまたは直径は、用途に基き変更可能であると理解するものである。

10

【0024】

また、前記中間連結部32は、当該中間連結部32の前記第1の端部58から当該中間連結部32の前記第2の端部60へと延長する第1の表面68を有する。この第1の表面68は、当該中間連結部32の外側面と見なすことができる。また当該中間連結部32には、前記第1の表面68に沿って前記長手方向の軸62に平行な第1の溝70と、前記第1の表面68に沿って前記長手方向の軸62に平行な第2の溝72と、前記第1の表面68に沿って前記長手方向の軸62に平行な第3の溝74とが形成されている。これら第1の溝70、第2の溝72、第3の溝74は、それぞれ前記第1の表面68に沿って、当該中間連結部32の前記第1の端部58から当該中間連結部32の前記第2の端部60へと延在する。これら第1の溝70、第2の溝72、第3の溝74は半管形にでき、図4Cに示すように、当該中間連結部32の前記第1の表面68に沿って均等に離間できる。種々の実施形態によれば、前記第1の溝70、前記第2の溝72、前記第3の溝74は、セグメント化された円筒形状に構成できる。これら溝70、72、74の各サイズは、互いに同一でも、または互いに異なるものであってもよい。例えば、種々の実施形態によれば、前記第1の溝70および第2の溝72は、当該中間連結部32の前記第1の端部58で約1.75ミリメートル程度の直径を有する円筒形のセグメントとして構成され、前記第3の溝74は、当該中間連結部32の前記第1の端部58で約2.50ミリメートル程度の直径を有する円筒形のセグメントとして構成される。これら第1の溝70、第2の溝72、第3の溝74は、それぞれ様々な用具(tool)または器具(例えば、アブレーションツール)を受け取りかつ部分的に取り囲むよう構成され、これらのツールは、当該多関節装置10の前記第1の端部24から当該多関節装置10の前記第2の端部26へと通過する。

20

30

【0025】

また、当該中間連結部32には、図4Bに示すように、前記第1の端部58から前記第2の端部60へ前記長手方向の軸62に沿って延在する経路76が形成されている。この経路76は、その中を1若しくはそれ以上のケーブルが貫通するのに十分なサイズのものである。種々の実施形態によれば、前記経路76は、その中を張力調整ケーブルが貫通するのに十分なサイズのものである。種々の実施形態によれば、この経路76は、複合的な形状に構成され、この形状は、前記中間連結部32の前記第1の端部58から前記第2の端部60へ延在する第1のセグメント化された半球78と、前記第1のセグメント化された半球78から前記第2の端部60へ延在する第2のセグメント化された半球80と、前記第2のセグメント化された半球80から前記第2の端部60へ延在する円筒形82と、前記円筒形82から前記第2の端部60へ延在する第3のセグメント化された半球84との組み合わせを有する。種々の実施形態によれば、前記第1のセグメント化された半球78は、約4.75ミリメートル程度の直径を有する球体の一部を表し、前記第2のセグメント化された半球80は、約2.25ミリメートル程度の直径を有する球体の一部を表し

40

50

、前記円筒形 8 2 は、約 1. 0 ミリメートル程度の直径を有し、前記第 3 のセグメント化された半球 8 4 は、約 2. 2 5 ミリメートル程度の直径を有する球体の一部を表す。他のサイズも使用可能である。

【0026】

前記経路 7 6 の前記第 1 のセグメント化された半球 7 8 は、前記第 1 の連結部 2 8 が前記中間連結部 3 2 に連結された場合に、前記第 1 の連結部 2 8 の前記第 2 の端部 3 6 を受容するよう構成されている。同様に、所与の中間連結部 3 2 についても、その経路 7 6 の第 1 のセグメント化された半球 7 8 は、前記所与の中間連結部 3 2 が別の中間連結部 3 2 に連結された場合に、その別の中間連結部 3 2 の第 2 の端部 6 0 を受容するよう構成されている。前記第 3 のセグメント化された半球 8 4 は、中間連結部 3 2 の 1 つが、当該中間連結部 3 2 に連結され隣接する中間連結部 3 2 に対して動く際に、ケーブルの圧迫または束縛を軽減するよう作用することが可能である。同様に、前記第 2 の連結部 3 0 が所与の中間連結部 3 2 に連結された場合、その第 3 のセグメント化された半球 8 4 は、前記第 2 の連結部 3 0 がそれに連結された所与の中間連結部 3 2 に対し動いたとき、ケーブルが圧迫または束縛されるのを軽減するよう作用可能である。

【0027】

上記の構造により、前記第 1 の連結部 2 8 は、その前記第 2 の端部 3 6 を、前記中間連結部 3 2 の前記経路 7 6 の前記第 1 のセグメント化された半球 7 8 内に着座させることにより、前記中間連結部 3 2 に連結できる。前記第 1 の連結部 2 8 の前記第 2 の端部 3 6 の凸型構成は、全体として、前記中間連結部 3 2 の前記経路 7 6 の前記第 1 のセグメント化された半球 7 8 の凹型構成に対応するため、前記第 1 の連結部 2 8 は前記中間連結部 3 2 に連結でき、その場合、前記第 1 の連結部 2 8 の前記長手方向の軸 3 8 と、前記第 1 の溝 4 6 と、前記第 2 の溝 4 8 と、前記第 3 の溝 5 0 とが、前記中間連結部 3 2 の前記長手方向の軸 6 2 と、前記第 1 の溝 7 0 と、前記第 2 の溝 7 2 と、前記第 3 の溝 7 4 とにそれぞれ位置合わせされる。前記中間連結部 3 2 は、その前記長手方向の軸 6 2 が、前記第 1 の連結部 2 8 の前記長手方向の軸 3 8 に整列していない状態で、前記第 1 の連結部 2 8 に対して動くことができる。種々の実施形態によれば、前記第 1 の連結部 2 8 および前記中間連結部 3 2 の構成により、前記中間連結部 3 2 は、前記第 1 の連結部 2 8 の前記長手方向の軸 3 8 と、前記中間連結部 3 2 の前記長手方向の軸 6 2 とが、互いに最高約 2 5 ° の角度をなすよう、当該中間連結部 3 2 の連結先である前記第 1 の連結部 2 8 に対して動くことができる。同様に、中間連結部 3 2 の 1 つは、その第 2 の端部 6 0 を別の中間連結部 3 2 の経路 7 6 の第 1 のセグメント化された半球 7 8 内に着座させることにより、前記別の中間連結部 3 2 と連結することができる。前記中間連結部 3 2 の前記第 2 の端部 6 0 の凸型構成は、全体として、前記中間連結部 3 2 の前記経路 7 6 の前記第 1 のセグメント化された半球 7 8 の凹型構成に対応するため、前記中間連結部 3 2 同士は連結でき、その場合、当該中間連結部 3 2 の前記長手方向の軸 6 2 同士、前記第 1 の溝 4 6 同士、前記第 2 の溝 4 8 同士、および前記第 3 の溝 5 0 同士がそれぞれ位置合わせされる。互いに連結された前記中間連結部 3 2 同士は、それらの長手方向の軸 6 2 が互いに整列していない状態で、相対的に動くことができる。種々の実施形態によれば、連結された前記中間連結部 3 2 同士の構成により、中間連結部 3 2 の 1 つは、前記長手方向の軸 6 2 同士が互いに最高約 2 5 ° の角度をなすよう、隣接した連結先である別の中間連結部 3 2 に対し動くことができる。

【0028】

図 5 A ~ 5 C は、前記第 1 の機構 1 2 の前記第 2 の連結部 3 0 (内部の遠位連結部) の種々の実施形態を例示したものである。この第 2 の連結部 3 0 は、第 1 の端部 8 6 および第 2 の端部 8 8 を含み、図 5 B に示すように、前記第 2 の連結部 3 0 には前記第 1 の端部 8 6 の中心および前記第 2 の端部 8 8 の中心を貫通する長手方向の軸 9 0 が形成されている。この第 2 の連結部 3 0 は、任意の適切な材料で製作できる。種々の実施形態によれば、この第 2 の連結部 3 0 は、D e l r i n (登録商標) などの熱可塑性材料で製作される。

10

20

30

40

50

【0029】

前記第2の連結部30は、第1の部分92および第2の部分94を有する。前記第1の部分92は近位の部分、また前記第2の部分94は遠位の部分と見なすことができる。前記第1の部分92は、前記第2の部分94と一体的に作製できる。前記第1の部分92は、外側が略円柱形で、当該第2の連結部30の前記第1の端部86から当該第2の連結部30の前記第2の端部88へと延長する。種々の実施形態によれば、前記第2の部分94は、前記第1の部分92に接触する外側は略円柱形を有し、当該第2の連結部30の前記第2の端部88へ向かって先細加工されている。前記第2の部分94の外側は、全体的にセグメント化され円錐形の形態に構成されている。種々の実施形態によれば、当該第2の連結部30の直径は、その第1の端部86において約4.75ミリメートル程度であり、前記第2の部分94の先細部分(taper)は、前記第1の部分92の外側に対し約30°の角度をなしている。当該第2の連結部30の長さは、約5.90ミリメートル程度にできる。ただし当業者であれば、この第2の連結部30の長さまたは直径は用途に基づいて異なってよいことが理解されるものである。

10

【0030】

また、前記第2の連結部30は、当該第2の連結部30の前記第1の端部86から当該第2の連結部30の前記第2の端部88へと延長する第1の表面96を有する。この第1の表面96は、当該第2の連結部30の外面と見なすことができる。当該第2の連結部30には、前記第1の表面96に沿って前記長手方向の軸90に平行な第1の溝98と、前記第1の表面96に沿って前記長手方向の軸90に平行な第2の溝100と、前記第1の表面96に沿って前記長手方向の軸90に平行な第3の溝102とが形成されている。これら第1の溝98、第2の溝100、第3の溝102は、それぞれ前記第1の表面96に沿って、当該第2の連結部30の前記第1の端部86から当該第2の連結部30の前記第2の端部88へ向かい延在する。これら第1の溝98、第2の溝100、第3の溝102は半管形にでき、図5Cに示すように、当該第2の連結部30の前記第1の表面96に沿って均等に離間できる。種々の実施形態によれば、前記第1の溝98、前記第2の溝100、前記第3の溝102は、セグメント化された円筒形状に構成できる。これら溝98、100、102の各サイズは、互いに同一でも、または互いに異なるものであってもよい。例えば、種々の実施形態によれば、前記第1の溝98および第2の溝100は、当該第2の連結部30の前記第1の端部86で約1.25ミリメートル程度の直径を有する円筒形のセグメントとして構成され、前記第3の溝102は、当該第2の連結部30の前記第1の端部86で約2.50ミリメートル程度の直径を有する円筒形のセグメントとして構成される。これら第1の溝98、第2の溝100、第3の溝102は、それぞれ様々な用具または器具(例えば、アブレーションツール)を受け入れかつその一部取り囲むよう構成され、これらのツールは、当該多関節装置10の前記第1の端部24から当該多関節装置10の前記第2の端部26へと通過する。

20

30

【0031】

また、当該第2の連結部30には、図5Bに示すように、前記第1の端部86から前記第2の端部88へ前記長手方向の軸90に沿って延在する経路104が形成されている。この経路104は、その中を少なくとも1つのケーブルが貫通するのに十分なサイズのものである。種々の実施形態によると前記経路104は、その中を張力調整ケーブルが貫通するのに十分なサイズのものである。種々の実施形態によれば、この経路104は、複合的な形状に構成され、この形状は、前記第1の端部86から前記第2の端部88へ延在する第1のセグメント化された半球106と、前記第1のセグメント化された半球106から前記第2の端部88へ延在する第2のセグメント化された半球108と、前記第2のセグメント化された半球108から前記第2の端部88へ延在する円筒形110との組み合わせを有する。種々の実施形態によれば、前記第1のセグメント化された半球106は、約4.75ミリメートル程度の直径を有する球体の一部を表し、前記第2のセグメント化された半球108は、約2.50ミリメートル程度の直径を有する球体の一部を表し、前記円筒形110は、約1.0ミリメートル程度の直径を有する。前記経路104の前記第

40

50

1のセグメント化された半球106は、中間連結部32が前記第2の連結部30に連結された場合に、前記中間連結部32の第2の端部60を受容するよう構成されている。

【0032】

上記の構造により、中間連結部32は、その前記第2の端部60を、前記第2の連結部30の前記経路104の前記第1のセグメント化された半球106内に着座させることにより、前記第2の連結部30に連結できる。前記中間連結部32の前記第2の端部60の凸型構成は、全体として、前記第2の連結部30の前記経路104の前記第1のセグメント化された半球106の凹型構成に対応するため、前記中間連結部32は前記第2の連結部30に連結でき、その場合、前記中間連結部32の前記長手方向の軸62と、前記第1の溝70と、前記第2の溝72と、前記第3の溝74とが、前記第2の連結部30の前記長手方向の軸90と、前記第1の溝98と、前記第2の溝100と、前記第3の溝102とにそれぞれ位置合わせされる。前記第2の連結部30は、前記長手方向の軸62および90が互いに整列していない状態で、当該第2の連結部30の連結先である前記中間連結部32に対し動かすことができる。種々の実施形態によれば、前記第2の連結部30の構成により、それに連結された中間連結部32は、前記長手方向の軸62および90が互いに最高約25°の角度をなすよう、前記第2の連結部30に対し動くことができる。

10

【0033】

図6は、前記装置10の前記第2の機構14の種々の実施形態を例示したものである。この第2の機構14は多関節機構であり、第1の端部120および第2の端部122を含む。前記第1の端部120は近端部、また前記第2の端部122は遠端部と見なすことができる。この第2の機構14は、第1の連結部124と、第2の連結部126と、これら第1の連結部124および第2の連結部126の間の任意数の中間連結部128とを有する。前記第1の連結部124は近位の連結部、また前記第2の連結部126は遠位の連結部と見なすことができる。

20

【0034】

図7A～7Cは、前記第2の機構14の前記第1の連結部124（外部の近位連結部）の種々の実施形態を例示したものである。この第1の連結部124は、第1の端部130および第2の端部132を含み、図7Bに示すように、当該第1の連結部124には、前記第1の端部130の中心および前記第2の端部132の中心を貫通する長手方向の軸134が形成されている。この第1の連結部124は、任意の適切な材料で製作できる。種々の実施形態によれば、この第1の連結部124は、316ステンレス鋼などのステンレス鋼材料で製作される。外側が略弾丸形であるこの第1の連結部124については、以降より詳しく説明する。

30

【0035】

前記第1の連結部124は、第1の部分136および第2の部分138を有する。前記第1の部分136は近位の部分、また前記第2の部分138は遠位の部分と見なすことができる。前記第1の部分136は、前記第2の部分138と一体的に作製できる。前記第1の部分136は、外側が円柱形で、当該第1の連結部124の前記第1の端部130から当該第1の連結部124の前記第2の端部132へと延長する。種々の実施形態によれば、この第1の部分136の直径は、約12.70ミリメートル程度であるが、他のサイズも使用可能である。

40

【0036】

前記第2の部分138は、外側が略円柱形である。この第2の部分138は、外側が円柱形になっている部分で前記第1の部分136に接触し、当該第1の連結部124の前記第2の端部132へ向かって先細加工されている。この第2の部分138は、当該第1の連結部124の前記第2の端部132において、全体として、セグメント化された半球の形態に成形できる。種々の実施形態によれば、この第2の部分138の直径は、前記第1の部分136に接触する位置で、約9.50ミリメートル程度であるが、他のサイズも使用可能である。

【0037】

50

前記第2の部分138は、第1の表面140を有する。この第1の表面140は、当該第2の部分138の外面と見なすことができる。当該第2の部分138には、前記第1の表面140に沿って第1の溝142が形成され、前記第1の表面140に沿って第2の溝144が形成され、また前記第1の表面140に沿って第3の溝146が形成されている。これら第1の溝142、第2の溝144、第3の溝146は、それぞれ前記長手方向の軸134に対し斜角をなしており、前記第1の表面140に沿って、当該第1の連結部124の前記第2の端部132へと延在する。種々の実施形態によれば、これらの溝142、144、146は、それぞれ前記長手方向の軸134に対し約15°程度の角度で配向される。図7Cに示すように、これら第1の溝142、第2の溝144、第3の溝146は、当該第1の連結部124の前記第1の表面140に沿って均等に離間できる。種々の実施形態によれば、前記第1の溝142、前記第2の溝144、前記第3の溝146は、セグメント化された円筒形状に構成できる。これら溝142、144、146の各サイズは、互いに同一でも、または互いに異なるものであってもよい。例えば種々の実施形態によれば、これら溝142、144、146は、それぞれ直径約3.0ミリメートル程度の円筒形のセグメントとして構成されている。これら第1の溝142、第2の溝144、第3の溝146は、それぞれ種々の用具または器具（例えば、アブレーションツール）を前記多関節装置10内への導入を容易にするよう構成されている。当該第1の連結部124の長さは、約18.5ミリメートル程度であるが、ただし当業者であれば、この第1の連結部124の長さまたは直径は用途に基づき変更が可能であると理解する。

【0038】

また、当該第1の連結部124には、図7Bに示すように、前記第1の端部130から前記第2の端部132へ前記長手方向の軸134に沿って延在する経路148が形成されている。この経路148は、その中を前記第1の機構12が貫通できるようにする上で十分なサイズのものである。種々の実施形態によれば、この経路148は、複合的な形状に構成され、この形状は、当該第1の連結部124の前記第1の端部130から前記第2の端部132へ延在するセグメント化された円錐形150と、前記セグメント化された円錐形150から前記第2の端部132へ延在する円筒形152との組み合わせを有する。種々の実施形態によれば、前記セグメント化された円錐形150の直径は、当該第1の連結部124の前記第1の端部130で約7.0ミリメートル程度であり、前記長手方向の軸134に対し約45°程度の角度で先細加工がなされていてもよい。前記円筒形152の直径は、約5.50ミリメートル程度である。これらは他の寸法も使用可能である。

【0039】

また、当該第1の連結部124には、第1の孔154と、第2の孔156と、第3の孔158とが形成されている（図7Cを参照）。前記第1の孔154は、前記長手方向の軸134に実質的に平行で、前記第1の部分136から前記第2の端部132へと延長し、前記経路148と前記第1の表面140との間に配置されている。前記第2の孔156は、前記長手方向の軸134に実質的に平行で、前記第1の部分136から前記第2の端部132へと延長し、前記経路148と前記第1の表面140との間に配置されている。前記第3の孔158は、前記長手方向の軸134に実質的に平行で、前記第1の部分136から前記第2の端部132へと延長し、前記経路148と前記第1の表面140との間に配置されている。これら第1の孔154、第2の孔156、および第3の孔158は、略円柱形である。種々の実施形態によれば、これらの孔154、156、158は、図7Cに示すように、互いに均等に離間される。これら孔154、156、158の各サイズは、互いに同一でも、または互いに異なるものであってもよい。例えば、種々の実施形態によれば、前記孔154、156、158に伴う各直径は、それぞれ約1.20ミリメートル程度でよい。前記第1の孔154は、ケーブルを受容しかつ取り囲むよう構成されている。前記第2の孔156は、ケーブルを受容しかつ取り囲むよう構成されている。前記第3の孔158は、ケーブルを受容しかつ取り囲むよう構成されている。これら第1の孔154、第2の孔156、および第3の孔158は、これら前記ケーブルが動けるようにするための誘導路として作用する。

【0040】

図8A～8Cは、前記第2の機構14の前記中間連結部128の1つ（外部の中間連結部）の種々の実施形態を例示したものである。この中間連結部128は、他の前記中間連結部128の代表的なものである。この中間連結部128は、第1の端部160および第2の端部162を含み、図8Bに示すように、当該中間連結部128には前記第1の端部160の中心および前記第2の端部162の中心を貫通する長手方向の軸164が形成されている。この中間連結部128は、任意の適切な材料で製作できる。種々の実施形態によれば、この中間連結部128は、ポリスルホンなどの高分子熱可塑性材料で製作される。外側が略弾丸形であるこの中間連結部128については、以下により詳しく説明する。

【0041】

前記中間連結部128は、第1の部分166および第2の部分168を有する。前記第1の部分166は近位の部分、また前記第2の部分168は遠位の部分と見なすことができる。前記第1の部分166は、前記第2の部分168と一体的に作製できる。前記第1の部分166は、外側が略円柱形で、当該中間連結部128の前記第1の端部160から当該中間連結部128の前記第2の端部162へと延長する。種々の実施形態によれば、前記第2の部分168は、外側が略円柱形になっている部分で前記第1の部分166に接触し、当該中間連結部128の前記第2の端部162へ向かって先細加工されている。前記第2の部分168の外側は、全体として、セグメント化された半球の形態に構成されている。種々の実施形態によれば、当該中間連結部128の直径は、前記第1の端部160において、約9.65ミリメートル程度である。当該中間連結部128の長さは、約8.40ミリメートル程度でよい。ただし当業者であれば、この中間連結部128の寸法は用途に基づき変更が可能であると理解するものである。

【0042】

また、前記中間連結部128は、当該中間連結部128の前記第1の端部160から当該中間連結部128の前記第2の端部162へと延長する第1の表面170と、当該中間連結部128の前記第1の端部160から当該中間連結部128の前記第2の端部162へと延長する第2の表面170とを有する。前記第1の表面170は当該中間連結部128の外面、前記第2の表面172は当該中間連結部128の内面と見なすことができる。当該中間連結部128には、前記第2の表面172に沿って前記長手方向の軸164に平行な第1の溝174と、前記第2の表面172に沿って前記長手方向の軸164に平行な第2の溝176と、前記第2の表面172に沿って前記長手方向の軸164に平行な第3の溝178とが形成されている。これら第1の溝174、第2の溝176、第3の溝178は、それぞれ前記第2の表面172に沿って、当該中間連結部128の前記第2の端部162へと延在する。これら第1の溝174、第2の溝176、第3の溝178は半管形にでき、図8Cに示すように、当該中間連結部128の前記第2の表面172に沿って均等に離間できる。種々の実施形態によれば、前記第1の溝174、前記第2の溝176、前記第3の溝178は、セグメント化された円筒形状に構成できる。これら溝174、176、178の各サイズは、互いに同一でも、または互いに異なるものであってもよい。例えば、種々の実施形態によれば、前記第1の溝174および第2の溝176は、当該中間連結部128の前記第1の端部160で約1.75ミリメートル程度の直径を有する円筒形のセグメントとして構成され、前記第3の溝178は、当該中間連結部128の前記第1の端部160で約2.50ミリメートル程度の直径を有する円筒形のセグメントとして構成される。これら第1の溝174、第2の溝176、第3の溝178は、それぞれ様々な用具または器具（例えば、アブレーションツール）を受容しかつその一部を取り囲むよう構成され、その用具または器具は、当該多関節装置10の前記第1の端部24から当該多関節装置10の前記第2の端部26へと通過する。

【0043】

また、当該中間連結部128には、図8Bに示すように、前記第1の端部160から前記第2の端部162へ前記長手方向の軸164に沿って延在する経路180が形成されている。この経路180は、その中を前記第1の機構12が貫通できるようにする上で十分

なサイズのものである。種々の実施形態によれば、この経路 180 は、複合的な形状に構成され、この形状は、前記中間連結部 128 の前記第 1 の端部 160 から前記第 2 の端部 162 へ延在するセグメント化された半球 182 と、前記セグメント化された半球 182 から前記第 2 の端部 162 へ延在する第 1 のセグメント化された円錐形 184 と、前記第 1 のセグメント化された円錐形 184 から前記第 2 の端部 162 へ延在する円筒形 186 と、前記円筒形 186 から前記第 2 の端部 162 へ延在する第 2 のセグメント化された円錐形 188 との組み合わせを有する。種々の実施形態によれば、前記セグメント化された半球 182 は、約 9.65 ミリメートル程度の直径を有する球体のセグメントを表し、前記第 1 のセグメント化された円錐形 184 は、前記長手方向の軸 164 に対し約 15° 程度の角度で先細加工されており、円筒形 186 は、約 5.50 ミリメートル程度の直径を有し、第 2 のセグメント化された円錐形 188 は、前記長手方向の軸 164 に対し約 15° 程度の角度で先細加工されている。前記経路 180 の前記セグメント化された半球 182 は、前記第 1 の連結部 124 が当該中間連結部 128 に連結された場合に、前記第 1 の連結部 124 の前記第 2 の端部 132 を受容するよう構成されている。同様に、所与の中間連結部 128 についても、その経路 180 のセグメント化された半球 182 は、前記所与の中間連結部 128 が別の中間連結部 128 に連結された場合に、その別の中間連結部 128 の第 2 の端部 162 を受容するよう構成されている。

10

【0044】

また、前記中間連結部 128 には、第 1 の孔 190 と、第 2 の孔 192 と、第 3 の孔 194 とが形成されている（図 8C を参照）。前記第 1 の孔 190 は、前記長手方向の軸 164 に実質的に平行で、前記第 1 の部分 166 から前記第 2 の端部 162 へと延長し、前記経路 180 と前記第 1 の表面 170 との間に配置されている。前記第 2 の孔 192 は、前記長手方向の軸 164 に実質的に平行で、前記第 1 の部分 166 から前記第 2 の端部 162 へと延長し、前記経路 180 と前記第 1 の表面 170 との間に配置されている。前記第 3 の孔 194 は、前記長手方向の軸 164 に実質的に平行で、前記第 1 の部分 166 から前記第 2 の端部 162 へと延長し、前記経路 180 と前記第 1 の表面 170 との間に配置されている。これら第 1 の孔 190、第 2 の孔 192、および第 3 の孔 194 は、略円柱形である。種々の実施形態によれば、これらの孔 190、192、194 は、互いに均等に離間される。これら孔 190、192、194 の各サイズは、互いに同一でも、または互いに異なるものでもよい。例えば、種々の実施形態によれば、前記孔 190、192、194 に伴う各直径は、それぞれ約 1.25 ミリメートル程度でよい。前記第 1 の孔 190 は、ケーブルを受容しかつ取り囲むよう構成されている。前記第 2 の孔 192 は、ケーブルを受容しかつ取り囲むよう構成されている。前記第 3 の孔 194 は、ケーブルを受容しかつ取り囲むよう構成されている。これら第 1 の孔 190、第 2 の孔 192、および第 3 の孔 194 は、これら前記ケーブルが動けるようにするための誘導路として作用する。

20

30

【0045】

また前記中間連結部 128 は、図 8C に示すように、前記第 2 の部分 168 に伴う先細部分と、前記第 1 の溝 174、前記第 2 の溝 176、前記第 3 の溝 178 の構成および配向との組み合わせが一部理由となり、前記第 2 の端部 162 において、第 1 の凹陷部（インデント）196、第 2 の凹陷部 198、および第 3 の凹陷部 200 が形成されている。これら第 1 の凹陷部 196、第 2 の凹陷部 198、第 3 の凹陷部 200 は、図 8C に示すように、当該中間連結部 128 の前記第 2 の端部 162 に沿って均等に離間できる。これら第 1 の凹陷部 196、第 2 の凹陷部 198、第 3 の凹陷部 200 は、当該第 2 の機構 14 の前記中間連結部 128 の 1 つが、それに連結された別の中間連結部 128 に対し動かされた場合に、種々の用具または器具（例えば、アブレーションツール）が圧迫または束縛されるのを軽減するよう作用可能である。

40

【0046】

また前記中間連結部 128 には、前記第 2 の部分 168 に伴う先細部分と、前記第 1 の孔 190、前記第 2 の孔 192、前記第 3 の孔 194 の構成および配向との組み合わせに

50

より、前記第2の端部162において、第4の凹陷部202、第5の凹陷部204、および第6の凹陷部206が形成されている。これら第4の凹陷部202、第5の凹陷部204、および第6の凹陷部206は、図8Cに示すように、当該中間連結部128の前記第2の端部162に沿って均等に離間でき、前記第1の凹陷部196、前記第2の凹陷部198、および前記第3の凹陷部200からも均等に離間できる。これら第4の凹陷部202、第5の凹陷部204、および第6の凹陷部206は、当該第2の機構14の前記中間連結部128の1つが、それに連結された別の中間連結部128に対し動かされた場合に、ケーブルが圧迫または束縛されるのを軽減するよう作用することができる。

【0047】

種々の実施形態によれば、中間連結部128には、その前記第2の表面172から若しくは前記溝174、176、178の1つから、前記第1の表面170へ延在する開口部（図示せず）も形成可能である。前記中間連結部128は、このような開口部を任意数有することができ、任意数の前記中間連結部128が、このような開口部を有することができる。図2および図4を参照すると、前記開口部は、当該多関節装置10の前記第1の端部24から当該多関節装置10の前記第2の端部26まで通過する用具または器具の出口点として利用できる。そのような実施形態の場合、各前記中間連結部128は、当該第2の機構14の第2の連結部126に近接して配置できる。前記開口部は、前記中間連結部128の前記長手方向の軸134に対し、任意の角度に配向できる。前記第1の機構12を前記第2の機構14から取り出して、当該第2の機構14の前記第1の端部120から当該第2の機構14の前記第2の端部122へ比較的大きな用具または器具を前進させる場合、第2の用具または器具（例えば、光ファイバケーブル）には、当該第2の機構14の前記第2の端部122を貫通するだけの十分な空間が残されていないおそれがある。そのような場合は、前記中間連結部128の1つの開口部から、前記第2の用具または器具を出すことができる。

【0048】

上記の構造により、前記第1の連結部124は、その前記第2の端部132を、前記中間連結部128の前記経路180の前記セグメント化された半球182内に着座させることにより、前記中間連結部128に連結できる。前記第1の連結部124の前記第2の端部132の凸型構成は、全体として、前記中間連結部128の前記経路180の前記セグメント化された半球182の凹型構成に対応するため、前記第1の連結部124は前記中間連結部128に連結でき、その場合、前記第1の連結部124の前記長手方向の軸134と、前記第1の溝142と、前記第2の溝144と、前記第3の溝146と、前記第1の孔154と、前記第2の孔156と、前記第3の孔158とが、前記中間連結部128の前記長手方向の軸164と、前記第1の溝174と、前記第2の溝176と、前記第3の溝178と、前記第1の孔190と、前記第2の孔192と、前記第3の孔194とにそれぞれ位置合わせされる。前記中間連結部128は、その前記長手方向の軸164が、前記第1の連結部124の前記長手方向の軸134に整列していない状態で、前記第1の連結部124に対して動くことができる。種々の実施形態によれば、前記第1の連結部124および前記中間連結部128の構成により、前記中間連結部128は、前記第1の連結部124の前記長手方向の軸134と、前記中間連結部128の前記長手方向の軸164とが、互いに最高約10°の角度をなすよう、当該中間連結部128の連結先である前記第1の連結部124に対して動くことができる。同様に、中間連結部128の1つは、その第2の端部162を別の中間連結部128の経路180のセグメント化された半球182内に着座させることにより、前記別の中間連結部128と連結することができる。前記中間連結部128の前記第2の端部162の凸型構成は、全体として、前記中間連結部128の前記経路180の前記セグメント化された半球182の凹型構成に対応するため、前記中間連結部128同士は連結でき、その場合、当該中間連結部128の前記長手方向の軸164同士、前記第1の溝174同士、前記第2の溝176同士、前記第3の溝178同士、前記第1の孔190同士、前記第2の孔192同士、および前記第3の孔194同士がそれぞれ位置合わせされる。互いに連結された前記中間連結部128同士は、そ

これらの長手方向の軸 1 6 4 が互いに整列していない状態で、相対的に動くことができる。種々の実施形態によれば、連結された前記中間連結部 1 2 8 同士の構成により、中間連結部 1 2 8 の 1 つは、前記長手方向の軸 1 6 4 同士が互いに最高約 10° の角度をなすよう、当該中間連結部 1 2 8 の連結先である別の中間連結部 1 2 8 に対し動くことができる。

【0049】

図 9 A～9 C は、前記第 2 の機構 1 4 の前記第 2 の連結部 1 2 6（外部の遠位連結部）の種々の実施形態を例示したものである。この第 2 の連結部 1 2 6 は、第 1 の端部 2 0 8 および第 2 の端部 2 1 0 を含み、図 9 C に示すように、当該第 2 の連結部 1 2 6 には、前記第 1 の端部 2 0 8 の中心および前記第 2 の端部 2 1 0 の中心を貫通する長手方向の軸 2 1 2 が形成されている。この第 2 の連結部 1 2 6 は、任意の適切な材料で製作できる。種々の実施形態によれば、この第 2 の連結部 1 2 6 は、D e l r i n（登録商標）などの熱可塑性材料で製作される。

10

【0050】

前記第 2 の連結部 1 2 6 は、第 1 の部分 2 1 4 および第 2 の部分 2 1 6 を有する。前記第 1 の部分 2 1 4 は近位の部分、また前記第 2 の部分 2 1 6 は遠位の部分と見なすことができる。前記第 1 の部分 2 1 4 は、前記第 2 の部分 2 1 6 と一体的に作製できる。前記第 1 の部分 2 1 4 は、外側が略円柱形で、当該第 2 の連結部 1 2 6 の前記第 1 の端部 2 0 8 から当該第 2 の連結部 1 2 6 の前記第 2 の端部 2 1 0 へと延長する。種々の実施形態によれば、この第 1 の部分 2 1 4 の直径は、約 4.80 ミリメートル程度である。

【0051】

20

種々の実施形態によれば、前記第 2 の部分 2 1 6 は、外側が略円柱形である部分で前記第 1 の部分 2 1 4 に接触し、当該第 2 の連結部 1 2 6 の前記第 2 の端部 2 1 0 へ向かって先細加工されている。前記第 2 の部分 2 1 6 の外側は、セグメント化された円錐形の形態に構成されている。種々の実施形態によれば、前記第 2 の部分 2 1 6 の外側は、当該第 2 の連結部 1 2 6 の前記第 1 の部分 2 1 4 から前記第 2 の端部 2 1 0 へ向かって、前記第 1 の部分 2 1 4 の外側に対し約 20° 程度の角度で先細加工されている。当該第 2 の連結部 1 2 6 の長さは、約 15 ミリメートル程度にできる。ただし当業者であれば、この第 2 の連結部 1 2 6 の長さは用途に基き変更が可能であることを理解するものである。

【0052】

また、前記第 2 の連結部 1 2 6 は、当該第 2 の連結部 1 2 6 の前記第 1 の端部 2 0 8 から当該第 2 の連結部 1 2 6 の前記第 2 の端部 2 1 0 へと延長する第 1 の表面 2 1 8 と、当該第 2 の連結部 1 2 6 の前記第 1 の端部 2 0 8 から当該第 2 の連結部 1 2 6 の前記第 2 の端部 2 1 0 へと延長する第 2 の表面 2 2 0 とを有する。前記第 1 の表面 2 1 8 は当該第 2 の連結部 1 2 6 の外面、前記第 2 の表面 2 2 0 は当該第 2 の連結部 1 2 6 の内面と見なすことができる。

30

【0053】

また、前記第 2 の連結部 1 2 6 には、第 1 のポート 2 2 2 と、第 2 のポート 2 2 4 と、第 3 のポート 2 2 6 とが形成されている（図 9 B を参照）。前記第 1 のポート 2 2 2 は、前記第 2 の表面 2 2 0 から前記第 1 の表面 2 1 8 へ延在し、前記長手方向の軸 2 1 2 に実質的に平行である。前記第 2 のポート 2 2 4 は、前記第 2 の表面 2 2 0 から前記第 1 の表面 2 1 8 へ延在し、前記長手方向の軸 2 1 2 に実質的に平行である。前記第 3 のポート 2 2 6 は、前記第 2 の表面 2 2 0 から前記第 1 の表面 2 1 8 へ延在し、前記長手方向の軸 2 1 2 に実質的に平行である。これら第 1 のポート 2 2 2、第 2 のポート 2 2 4、第 3 のポート 2 2 6 は円柱形にでき、図 9 D に示すように、当該第 2 の連結部 1 2 6 の前記長手方向の軸 2 1 2 の周りで均等に離間できる。これらポート 2 2 2、2 2 4、2 2 6 の各サイズは、互いに同一でも、または互いに異なるものであってもよい。例えば、種々の実施形態によれば、前記第 1 のポート 2 2 2 および第 2 のポート 2 2 4 は、約 1.50 ミリメートル程度の直径を有する円筒形のセグメントとして構成され、前記第 3 のポート 2 2 6 は、約 2.50 ミリメートル程度の直径を有する円筒形として構成される。その他の寸法も使用可能である。これら第 1 のポート 2 2 2、第 2 のポート 2 2 4、第 3 のポート 2 2 6

40

50

は、それぞれ様々な用具または器具（例えば、アブレーションツール）を受容しかつ取り囲むよう構成され、その用具または器具は、当該多関節装置 10 の前記第 1 の端部 24 から当該多関節装置 10 の前記第 2 の端部 26 へと通過する。

【0054】

また、前記第 2 の連結部 126 には、第 1 の孔 228 と、第 2 の孔 230 と、第 3 の孔 232 とが形成されている（図 9B を参照）。前記第 1 の孔 228 は、前記第 2 の表面 220 から前記第 1 の表面 218 へ延在し、前記長手方向の軸 212 に実質的に平行である。前記第 2 の孔 230 は、前記第 2 の表面 220 から前記第 1 の表面 218 へ延在し、前記長手方向の軸 212 に実質的に平行である。前記第 3 の孔 232 は、前記第 2 の表面 220 から前記第 1 の表面 218 へ延在し、前記長手方向の軸 212 に実質的に平行である。これら第 1 の孔 228、第 2 の孔 230、および第 3 の孔 232 は、略円柱形である。種々の実施形態によれば、これらの孔 228、230、232 は、図 9D に示すように、互いに均等に離間される。これら孔 228、230、232 の各サイズは、互いに同一でも、または互いに異なるものであってもよい。例えば、種々の実施形態によれば、前記孔 228、230、232 に伴う各直径は、それぞれ約 1.25 ミリメートル程度でよい。前記第 1 の孔 228 は、ケーブルを受容しかつ取り囲むよう構成されている。前記第 2 の孔 230 は、ケーブルを受容しかつ取り囲むよう構成されている。前記第 3 の孔 232 は、ケーブルを受容しかつ取り囲むよう構成されている。

10

【0055】

また、当該第 2 の連結部 126 には、図 9C に示すように、前記第 1 の端部 208 から前記第 2 の端部 210 へ前記長手方向の軸 212 に沿って延在する凹部 234 が形成されている。種々の実施形態によれば、前記凹部 234 は、複合的な形状に構成され、この形状は、当該第 2 の連結部 126 の前記第 1 の端部 208 から前記第 2 の端部 210 へ延在する第 1 のセグメント化された半球 236 と、前記第 1 のセグメント化された半球 236 から前記第 2 の端部 210 へ延在する第 2 のセグメント化された半球 238 との組み合わせを有する。種々の実施形態によれば、前記第 1 のセグメント化された半球 236 は、約 9.50 ミリメートル程度の直径を有する球体の一部を表し、前記第 2 のセグメント化された半球 238 は、約 7.0 ミリメートル程度の直径を有する球体の一部を表す。前記凹部 234 の前記第 1 のセグメント化された半球 236 は、中間連結部 128 が前記第 2 の連結部 126 に連結された場合に、前記中間連結部 128 の第 2 の端部 162 を受容するよう構成されている。

20

30

【0056】

上述の構造により、中間連結部 128 は、その前記第 2 の端部 162 を前記第 2 の連結部 126 の前記凹部 234 の前記第 1 のセグメント化された半球 236 内に着座させることによって前記第 2 の連結部 126 に連結する。前記中間連結部 128 の前記第 2 の端部 162 の凸型構成は、前記第 2 の連結部 126 の前記凹部 234 の前記第 1 のセグメント化された半球 236 の凹型構成にほぼ対応するため、前記中間連結部 128 は前記第 2 の連結部 126 に連結でき、その場合、前記中間連結部 128 の前記長手方向の軸 164 と、前記第 1 の溝 174 と、前記第 2 の溝 176 と、前記第 3 の溝 178 と、前記第 1 の孔 190 と、前記第 2 の孔 192 と、前記第 3 の孔 194 とが、前記第 2 の連結部 126 の前記長手方向の軸 212 と、前記第 1 のポート 222 と、前記第 2 のポート 224 と、前記第 3 のポート 226 と、前記第 1 の孔 228 と、前記第 2 の孔 230 と、前記第 3 の孔 232 とにそれぞれ位置合わせされる。前記第 2 の連結部 126 は、前記長手方向の軸 164 および 212 が互いに整列していない状態で、当該第 2 の連結部 30 の連結先である前記中間連結部 128 に対し動かすことができる。種々の実施形態によれば、前記第 2 の連結部 126 の構成により、連結された中間連結部 128 は、前記長手方向の軸 164 および 212 が互いに最高約 10° の角度をなすよう、前記第 2 の連結部 126 に対し移動可能である。

40

【0057】

前記第 1 の機構 12 を前記第 2 の機構 14 に挿入すると、前記第 1 の機構 12 の前記中

50

間連結部 3 2 の前記第 1 の溝 7 0 と、前記第 2 の溝 7 2 と、前記第 3 の溝 7 4 とは、前記第 2 の機構 1 4 の前記中間連結部 1 2 8 の前記第 1 の溝 1 7 4 と、前記第 2 の溝 1 7 6 と、前記第 3 の溝 1 7 8 とに実質的に位置合わせ可能となり、前記第 1 の機構 1 2 の前記第 2 の連結部 3 0 の前記長手方向の軸 9 0 と、前記第 1 の溝 9 8 と、前記第 2 の溝 1 0 0 とは、前記第 2 の機構 1 4 の前記第 2 の連結部 1 2 6 の前記第 1 のポート 2 2 2 と、前記第 2 のポート 2 2 4 と、前記第 3 のポート 2 2 6 とに実質的に位置合わせ可能となる。前記第 1 の機構 1 2 の前記中間連結部 3 2 の前記第 1 の溝 7 0 が、前記第 2 の機構 1 4 の前記中間連結部 1 2 8 の前記第 1 の溝 1 7 4 に位置合わせされて組み合わせることにより、前記第 1 の溝 7 0 および 1 7 4 は、集合的に、前記第 2 の機構 1 4 の前記第 2 の連結部 1 2 6 の前記第 1 のポート 2 2 2 に実質的に位置合わせされた第 1 の作業ポートとして作用することができる。前記第 1 の溝 7 0 は前記第 1 の作業ポートの内側部分、前記第 1 の溝 1 7 4 は前記第 1 の作業ポートの外側部分と見なすことができる。

10

【0058】

同様に、前記第 1 の機構 1 2 の前記中間連結部 3 2 の前記第 2 の溝 7 2 が、前記第 2 の機構 1 4 の前記中間連結部 1 2 8 の前記第 2 の溝 1 7 6 に位置合わせされて組み合わせることにより、前記第 2 の溝 7 2 および 1 7 6 は、集合的に、前記第 2 の機構 1 4 の前記第 2 の連結部 1 2 6 の前記第 2 のポート 2 2 4 に実質的に位置合わせされた第 2 の作業ポートとして作用することができる。前記第 1 の機構 1 2 の前記中間連結部 3 2 の前記第 3 の溝 7 4 が、前記第 2 の機構 1 4 の前記中間連結部 1 2 8 の前記第 3 の溝 1 7 8 に位置合わせされて組み合わせることにより、前記第 3 の溝 7 4 および 1 7 8 は、集合的に、前記第 2 の機構 1 4 の前記第 2 の連結部 1 2 6 の前記第 3 のポート 2 2 6 に実質的に位置合わせされた第 3 の作業ポートとして作用することができる。前記第 2 の溝 7 2 は前記第 2 の作業ポートの内側部分、前記第 2 の溝 1 7 6 は前記第 2 の作業ポートの外側部分と見なすことができる。前記第 3 の溝 7 4 は前記第 3 の作業ポートの内側部分、前記第 3 の溝 1 7 8 は前記第 3 の作業ポートの外側部分と見なすことができる。前記第 1 の作業ポート、前記第 2 の作業ポート、前記第 3 の作業ポートの各々を利用すると、当該多関節装置 1 0 の前記第 1 の端部 2 4 から当該多関節装置 1 0 の前記第 2 の端部 2 6 へ、種々の用具または器具（例えば、アブレーションツール）を通過させることができる。上記の例示的なサイズの場合、前記第 3 の作業ポートは、前記第 1 の作業ポートおよび第 2 の作業ポートより大きい。そのため、前記第 3 の作業ポートは、前記第 1 の作業ポートまたは第 2 の作業ポートを通過させるには大きすぎる特定の用具または器具を通過させる上で利用できる。

20

30

【0059】

各前記中間連結部 3 2 および 1 2 8 の各前記溝 7 0、7 2、7 4、1 7 4、1 7 6、1 7 8 が位置合わせされて、集合的に前記種々の用具または器具を取り囲んだ場合、前記溝 7 0、7 2、7 4、1 7 4、1 7 6、1 7 8 と、前記種々の用具または器具とを組み合わせたものは、前記第 1 の機構 1 2 および前記第 2 の機構 1 4 の相対的な回転を制限し若しくは防ぐよう作用することができる。

【0060】

前記第 2 の機構 1 4 の前記中間連結部 1 2 8 の前記経路 1 8 0 の直径は、前記第 1 の機構 1 2 のいずれの部分の直径よりも大きいため、当該第 1 の機構 1 2 が当該第 2 の機構 1 4 に受容されると（図 1 B を参照）、当該第 1 の機構 1 2 と当該第 2 の機構 1 4 との間には 3 次元の空間 2 4 0 が存在する。種々の実施形態によれば、この空間 2 4 0 を利用すると、配線、用具、器具などを、当該多関節装置 1 0 の前記第 1 の端部 2 4 から当該多関節装置 1 0 の前記第 2 の端部 2 6 まで通過させることができる。

40

【0061】

種々の実施形態によれば、1 若しくはそれ以上のステアリングケーブルは適切な任意の材料から製作できる。例えば、種々の実施形態によれば、前記ステアリングケーブルは、Spectra（登録商標）などのポリエチレンファイバークーブルで製作してよい。前記ステアリングケーブルを利用し当該多関節装置 1 0 の動きを制御することができる。例えば、前記ステアリングケーブルのそれぞれに実質的に等しい張力を与えると、前記連結

50

部 28、30、32、124、126、128の各々の前記長手方向の軸38、62、90、134、164、212がすべて整列する方向に、前記第1の機構12および／または前記第2の機構14を操作することができる。1若しくはそれ以上の前記ステアリングケーブルに異なる張力を与えると、前記連結部28、30、32、124、126、128の各々の前記長手方向の軸38、62、90、134、164、212がまったく整列し合わない方向に、前記第1の機構12および／または前記第2の機構14を操作することができる。また、前記ケーブル16、18、20を利用すると、前記第2の相機構14の対的な状態を制御することもできる。例えば、前記ステアリングケーブルに均一な張力を与えると、前記第2の機構14は「剛性の」(rigid)状態となることが可能であり、当該ステアリングケーブルへの張力を緩めると、前記第2の機構14は「柔軟な」(limp)状態になる。種々の実施形態によれば、1若しくはそれ以上の前記ステアリングケーブルは、前記第2の機構14の前記第1の連結部124の前記第1の端部130に、例えば各々のストッパーノットにより、各々の滑車(図示せず)に取り付けることができる。前記ステアリングケーブルは、例えば各々のストッパーノットにより、前記第2の機構14の前記第2の連結部126の前記第2の端部132に取り付けることができる。当業者であれば、他の実施形態に従って、前記第1の機構12および／または前記第2の機構14にねじり力をかけることにより、または当該技術分野で公知の他の任意態様により、上記の「剛性の」状態および「柔軟な」状態を達成できることが理解されるものである。

10

【0062】

20

種々の実施形態によれば、1若しくはそれ以上の張力調整ケーブルは適切な任意の材料から製作できる。例えば種々の実施形態によれば、前記張力調整ケーブルはSpectra(登録商標)などのポリエチレンファイバーケーブルで製作することが可能である。前記張力調整ケーブルを利用し、前記第1の機構12の相対的な状態を制御することができる。例えば、前記張力調整ケーブルを強く引くと、前記第1の機構12は「剛性の」状態になり、この張力調整ケーブルを弛緩させると、前記第1の機構12は「柔軟な」状態になることができる。種々の実施形態によれば、この張力調整ケーブルは、前記第1の機構12の前記第1の連結部28の前記第1の端部34で、例えばストッパーノットにより、滑車(図示せず)に取り付けることができる。この張力調整ケーブルは、例えばストッパーノットにより、前記第1の機構12の前記第2の連結部30の前記第2の端部88に取り付けることができる。

30

【0063】

図10は、当該操作可能な多関節装置10の動きのシーケンスの種々の実施形態を例示したものである。このシーケンスの開始時には、図10の工程「a」で示すように、前記第2の機構14が前記第1の機構12を取り囲み、前記第1の機構12の前記連結部28、30、32の各々の前記長手方向の軸38、62、90が、前記第2の機構14の前記連結部124、126、128の各々の前記長手方向の軸134、164、212と実質的に整列し、前記第1の機構12の前記第2の端部26が、前記第2の機構14の前記第2の端部122と実質的に同じ位置にある。前記張力調整ケーブルを強く引くと当該第1の機構12は剛性モードになっている。前記ステアリングケーブルを強く引かないことにより前記第2の機構14は柔軟モードになっている。

40

【0064】

次に、前記第2の機構14が前方に動かされることにより、その第2の連結部126が、図10の工程「b」に示すように、前記第1の機構12の前記第2の端部24より連結部約1つ分だけ前方に位置付けられる。前記ケーブル16、18、20を利用すると、前記第2の連結部126を特定の配向にでき、その場合、前記第1の連結部124の前記長手方向の軸134は、もはや前記第2の機構14の前記中間連結部128の前記長手方向の軸164にも前記第1の機構12の前記第2の連結部30の前記長手方向の軸90にも整列していない。前記第2の連結部126が望ましい位置および配向になったのち、前記第2の機構14を剛性モードにしてその位置および配向を維持するよう、前記ステアリン

50

ケーブルが同一の力で引張られる。

【0065】

次いで、前記張力調整ケーブルを引く力が解除されると、前記第1の機構12が柔軟モードになる。この第1の機構12は、柔軟モードになった後、図10の工程「c」に示すように、この第1の機構12の前記第2の連結部30が、前記第1の機構14の第2の連結部122と実質的に同じ位置になるよう、前方に動かされる。前記第1の機構12の前記第2の連結部30が望ましい位置および配向になったのち、前記張力調整ケーブルが強く引かれ前記第1の機構12が再び剛性モードになることで、前記第1の機構12の位置および配向が保たれる。

【0066】

次に、前記ステアリングケーブルを引く力が解除されると、前記第2の機構14が再び柔軟モードになる。再び柔軟モードになった前記第2の機構14が前方に動かされ、これにより、当該第2の機構14の第2の連結部126は、図10の工程「d」に示すように、前記第1の機構12の前記第2の端部26より連結部約1つ分だけ前方に位置付けられる。前記第2の連結部126が望ましい位置および配向になると、前記第2の機構14を剛性モードにしてその位置および配向を維持するよう、前記ステアリングケーブルが同一の力で引張られる。

【0067】

次いで、前記張力調整ケーブルを引く力が解除されると、前記第1の機構12が再び柔軟モードになる。この第1の機構12は、再び柔軟モードになった後、図10の工程「e」に示すように、この第1の機構12の前記第2の連結部30が、再び前記第1の機構14の第2の連結部122と実質的に同じ位置になるよう、前方に動かされる。前記第1の機構12の前記第2の連結部30が望ましい位置および配向になったのち、前記張力調整ケーブルが強く引かれて前記第1の機構12が再び剛性モードになることで、前記第1の機構12の位置および配向が保たれる。上記の全般的な動きのシーケンスは、任意の回数繰り返すことができ、前記第2の機構14の前記第2の連結部126は、任意の方向に任意の配向で前進できる。当業者であれば、当該多関節装置10を使うと、任意数の動きのシーケンスを利用できることが理解されるであろう。例えば、種々の実施形態によれば、前記第2の機構14は、任意数の連結部を前記第1の機構12より前方へ動かすことができる。

【0068】

上記の例示的サイズは、全般的に相対的なものであり、当業者であれば、前記多関節装置10が拡大（スケールアップ）または縮小（スケールダウン）可能であることが理解されるであろう。例えば、上述した実施形態の場合、当該多関節装置10の前記中間連結部128の最大部における直径は約9.65ミリメートル程度であるが、当業者であれば、他の実施形態では、当該多関節装置10の前記中間連結部128の最大部における直径が約1.0ミリメートル程度になるよう、前記中間連結部128をスケールダウンできることが理解されるであろう。そのような実施形態では、当該多関節装置10の他の構成要素も、それぞれ比例的にスケールダウンされることになる。

【0069】

前記第1の機構12を有する各前記連結部28、30、32の独特の構成と、前記第2の機構14を有する各前記連結部124、126、128の独特の構成との組み合わせにより、比較的小さい半径を有する円周により形成される経路を移動する能力が、前記多関節装置10にもたらされる。例えば、上記の例示的サイズの場合、当該多関節装置10は、約45ミリメートル程度の半径を有する円周により形成される経路を移動することができる。そのような小さい曲率でナビゲートする当該多関節装置10の例は、図11に示される。当該多関節装置10の前記中間連結部128の最大部が（例えば、外径で測定した場合に）約1.0ミリメートル程度であるような実施形態では、当該多関節装置10は、45ミリメートルより著しく小さい半径を有する円周により形成される経路を移動することができる。外径寸法の軽減とは独立してより小さな曲率半径を達成することも可能であ

10

20

30

40

50

る。例えば、一定の外径を維持する一方、長手方向の寸法を変更し（例えば、中間連結部の長さ）前記半径曲率を下げる事が可能である。当業者であれば、そのような小さい曲率をナビゲートする能力により、当該多関節装置10は、管腔空間および腔内空間（空洞内空間）の双方におけるいくつかの異なる低侵襲的処置での使用に適していることが理解されるであろう。

【0070】

一実施形態では、操作可能な多関節装置に、球形遠位アセンブリを含めることができる。このアセンブリには少なくとも2つの構成要素が含まれ、これらは通常、遠位連結カップおよび球体である。前記球体は、前記遠位連結カップとは別個の構成要素で、前記多関節装置とは別個の制御システムに接続される。この別個の制御システムには、補助作動ケーブルのセットのほか、追加制御要素が含まれる。前記補助作動ケーブルは、前記球体だけでなく前記追加制御要素にも接続でき、前記追加制御要素は前記補助作動ケーブルの長さを変え、結果的に前記球体の動きを変える。前記別個の制御システムは、上記のようにフィーダー内または前記多関節装置内に設置することができる。

10

【0071】

前記球体は、（遠位連結カップを原点とし、Z軸が順方向すなわち当該遠位連結カップの長手方向軸に向かい、X軸およびY軸が前記Z軸に垂直な3次元座標系の）X方向およびY方向の平行移動について、前記遠位連結カップの形状により運動学的に制約されており、前記補助作動ケーブルによりZ方向に制約されている。また、前記球体は、前記遠位連結カップの長手方向軸（Z軸）の周りの回転についても前記補助作動ケーブルにより制約されているが、前記Z軸に直交した前記2軸の周りの回転は可能である。

20

【0072】

前記球形遠位アセンブリを含めることにより、前記多関節装置の遠端部の動きの範囲が拡大する。ただし、前記球体を前記多関節装置に接続する必要はないので注意することが重要である。前記補助作動ケーブルにかかる張力は、前記遠位連結カップ内の前記球体を運動学的に制約することにより、前記遠位連結アセンブリを形成する。遠位連結カップを伴った操作可能な多関節装置は、通常、前記球体なしでも機能できるが、前記球体は、前記遠位連結カップおよび補助作動ケーブルなしでは機能しない。以下、前記球形遠位アセンブリについて、図12～14を参照してさらに詳しく説明する。

【0073】

図12は、多関節装置1200の例示的な実施形態を例示したものである。上記に表した実施形態（例えば、図2に例示した実施形態）と同様、多関節装置1200は、近位連結部1202および一連の中間連結部1204を有する。装置1200は、球形遠位連結カップ1206および球形連結部1208も有し、これらが合わせて前記球形遠位アセンブリを形成する。図12に示すように、前記装置1200の球形連結部は、球形連結部1208に取り付けた装置（例えば、カメラ）または当該多関節装置の前記ポートの1つを貫通する装置（例えば、アブレーションカテーテル）の向きを変える上で、前記中間連結部および前記遠位連結カップの相対運動より著しく広い範囲の動きを有する（矢印1210および1212で表す）。代替実施形態において、この球形連結部は、前記中間連結部および前記遠位連結カップの動きと同様な、またはそれより狭い範囲の動きを有することができる。

30

40

【0074】

装置1200の動きは、上述した装置12の動きと同様である。何本かのステアリングケーブル（この例では、3本のステアリングケーブル）は、各連結部に開けられた孔を貫通して前記球形遠位連結カップ1206へ方向付けられ、そこで終端する。上記と同様、各ステアリングケーブルの長さを変える（例えば、各ケーブルにかかる張力を変えて、その長さを変える）ことにより、装置1200の前記遠位連結部を特定の方向へ向けることができる。球形連結部1208の制御は、付加的な補助作動ケーブルセットにより行われる。これらの補助作動ケーブルは、前記ステアリングケーブルと同じ穴のセット、または各連結部に開けられた別個の穴のセットにより方向付けることができ、球形連結部120

50

8上で終端する。装置1200の各連結部（すなわち、近位、中間、および球形遠位アセンブリ）とそれに伴うケーブル孔およびケーブル終端部については、図13A～14を参照してさらに詳しく説明する。

【0075】

図13Aは、近位連結部1202の複数の図、すなわち断面図および等角図を例示したものである。近位連結部1202は、上述し、また図7A～7Cに例示した近位連結部124と同様に機能する。近位連結部1202が連結部124と異なる点は、前記ケーブルを受容する6つの孔、例えば前記3本のステアリングケーブルを受容する孔1302、1304、および1306と、前記補助作動ケーブルを受容する孔1308、1310、および1312を含むことである。ただし、この構成配置は、単に例として示したものであることを理解すべきである。連結部の完全性を保ちながら前記ケーブルを保護する孔の構成であれば、いかなるものも使用でき、例えば孔を合計3つとし、各孔が別個のケーブルを2本受容し、そのうち1本のケーブルは前記多関節装置のステアリング用で、1本は補助作動ケーブルにしてもよく、例えば図7Cに例示した構成配置で近位連結部124が3つの孔154、156、および158を有するようにしてもよい。ただし、この構成配置を使うと、2セットのケーブル間に摩擦が生じるため、各ケーブルにコーティングを施して摩擦による当該ケーブルの損傷を防ぐことが必要になる可能性がある。同様に、各ケーブルは、孔内でのケーブル共有により生じる摩擦を制限するよう、低摩擦シースに収容することができる。種々の実施形態によれば、近位連結部1202は、例えばD e l r i n（登録商標）などの熱可塑性材料、あるいはアルミニウムまたはステンレス鋼など任意の適切な金属で製作される。

【0076】

図13Bは、中間連結部1204の複数の図、すなわち断面図および等角図を例示したものである。中間連結部1204は、上述し、また図8A～8Cに例示した中間連結部128と同様に機能する。中間連結部1204が連結部128と異なる点は、前記ケーブルを受容する6つの孔、例えば前記3本のステアリングケーブルを受容する孔1322、1324、および1326と、前記補助作動ケーブルを受容する孔1328、1330、および1332を含むことである。ただし、この構成配置は、単に例として示したものであることを理解すべきである。連結部の完全性を保ちながら前記ケーブルを保護する孔の構成であれば、いかなるものも使用でき、例えば孔を合計3つとし、各孔が別個のケーブルを2本受容し、そのうち1本のケーブルは前記多関節装置のステアリング用で、1本は補助作動ケーブルにしてもよく、例えば図7Cに例示した構成配置で近位連結部128が3つの孔190、192、および194を有するようにしてもよい。ただし、この構成配置を使うと、2セットのケーブル間に摩擦が生じるため、各ケーブルにコーティングを施して摩擦による当該ケーブルの損傷を防ぐことが必要になる可能性がある。同様に、各ケーブルは、孔内でのケーブル共有により生じる摩擦を制限するよう、低摩擦シースに収容することができる。種々の実施形態によれば、この中間連結部1204は、例えばD e l r i n（登録商標）などの熱可塑性材料、またはポリスルホンで製作される。

【0077】

図13Cは、球形遠位連結カップ1206の複数の図、すなわち断面図および等角図を例示したものである。球形遠位連結カップ1206は、前記多関節装置ステアリングケーブルの終端点である。多関節装置ケーブルは、孔1342、1344、および1346に受容される。前記多関節ステアリングケーブルの終端部には、当該ケーブルの終端部が前記孔の開口部より大きくなるよう結び目が作られる。同様に、ケーブルを機械的にクランプまたはスプライシング（接続）するなど付加的な終端技術を使用することもできる。球形遠位連結カップ1206において一度ケーブルを終端させると、前記多関節装置ステアリングケーブルのいかなる長さ変更も、当該球形遠位連結カップ1206に直接伝わって、前記球形遠位アセンブリの配向（向き）が変更される。図13Cに例示した球形遠位カップの例では、3つの別個の孔1348、1350、および1352が前記補助作動ケーブルとして提供されている。ただし、近位連結部1202および中間連結部1204と同

様、補助作動ケーブルは、多関節装置ステアリングケーブルと孔を共有する可能性がある。図14は、球形遠位カップ1206の例を示したもので、この場合3つの孔1402、1404、および1406が提供されており、各孔はステアリングケーブルおよび補助作動ケーブルの双方を受容する。

【0078】

また、球形遠位連結カップ1206は、3つの凹面（例えば、図13Cの1360、1362、および1364）を有する。これらの凹面は、前記の球形連結部の半径と同様な半径を有することにより、前記球形連結部との適切な嵌合を確実にできる。種々の実施形態によれば、球形遠位連結カップ1206は、例えばDe l r i n（登録商標）などの熱可塑性材料、あるいはアルミニウムまたはステンレス鋼など任意の適切な金属で製作される。

10

【0079】

図13Dは、球形連結部1208の複数の図、すなわち断面図および等角図を例示したものである。球形連結部1208は、上述の遠位連結部30と同様に機能する。遠位連結部30同様、開口部1370には装置（例えば、カメラ）を取り付けられるが、前記補助作動ケーブルの制御および終端位置の態様により、球形連結部1208は、取り付けられた装置に遠位連結部30より広い範囲の動きをもたらす。また、作業ポート1372、1374、および／または1376の1つには医療器具（例えば、アブレーションカテーテル）を取り付けることができる。

【0080】

20

各前記補助作動ケーブルは、孔1380、1382、および1384を通過し、球形連結部1208で終端する。各ケーブルは球形連結部1208の外側に沿って配線され、孔の中へ送られる。次いで、前記補助作動ケーブルが球形連結部1208の内面、例えば内面1390上で反応するよう、球形連結部1208の内側で前記ケーブルに結び目が作られ、または終端処理が行われる。前記補助作動ケーブルが取り付けられた球形連結部1208は、球形遠位連結カップ1206内に嵌装されて、前記球形遠位アセンブリを形成する。前記補助作動ケーブルの1つに張力をかけると当該補助作動ケーブルの長さが変わり、これに伴って球形連結部1208が回転する。この構成において、球形連結部1208は前記多関節装置に取り付けられておらず、むしろ球形遠位カップ1206内に運動学的に制約され、前記補助作動ケーブルにより定位置に保持されている。

30

【0081】

種々の実施形態によれば、球形連結部1208は、球形遠位連結カップ1206の製作に使用される材料のタイプとは一致しない材料で製作される。例えば、球形遠位連結カップ1206が熱可塑性物質、例えばDe l r i n（登録商標）で製作される場合、球形連結部1208は、ステンレス鋼または他の適切な金属などの金属で製作できる。球形遠位連結カップ1206および球形連結部1208を一致しない材料で製作することにより、これら2つの間の摩擦が軽減される。ただし、一致しない材料は必須ではなく、また一部の用途（例えば、精密手術用途）ではより大きな摩擦が望まれることに注意すべきである。

【0082】

40

図15は、一実施形態に係る装置の例示的な側面図を示した図である。図15で例示するように、この装置には、単一の自由度で回転するよう構成された回転連結部を含めることができる。装置1500は、インターベンション用または経皮的なカテーテル装置などのカテーテルであってよい。装置1500には、柔軟な（可撓性の）カテーテルシャフト1510、例えば生体適合性エラストマーあるいはシリコンまたはポリウレタンなど他のプラスチックで作製されたシャフトを含めることができる。ハンドル1540は、シャフト1510の近端部に設置でき、制御部、ノブ1541、および／または標準的なルアーロックアクセスポート1542を含んでよい。ポート1542は、1若しくはそれ以上の用具（ツール）をポート1542に挿通し、またシャフト1510の1若しくはそれ以上の作業チャンネルに挿通できるよう構成することができ、前記経路については図示していな

50

いが、上記で詳述している。図15Aは、一実施形態に係る装置1500の例示的な遠端部を示した図である。駆動アセンブリ1520は、例えば接着接合部を介してシャフト1510の遠端部に取り付けることができる。駆動アセンブリ1520または他のシャフト1510用の適合連結部を取り付ける際は、多数の取り付け形態を利用することができる。例えば、1若しくはそれ以上のネジ山、スナップ式継手、係止爪式接続部、接着剤、溶接部、摩擦係合部などを使用してもよい。特定のー実施形態では、1若しくはそれ以上のケーブルを駆動アセンブリ1520に取り付け、張力を維持してシャフト1510と駆動アセンブリ1520間の接触を保つことができる。ー代替実施形態では、1若しくはそれ以上の磁石または電導磁石をシャフト1510の遠端部および／または駆動アセンブリ1520の近端部に含め、その各々をそれに対応する部品の磁石または磁性材料に結合させることができる。結果的に生じる磁力により、前記駆動アセンブリ1520とシャフト1510の遠端部との接触を保つことが可能になる。

10

【0083】

駆動アセンブリ1520にはヒンジピン1521を含めることができ、これに回転球体1530を回転可能に取り付けることができる。2本の回転ケーブル、ケーブル1532aおよび1532bは、シャフト1510のチャンネル、ルーメン、または他の開口部を通過し、球体1530上の溶接部1533aおよび1533bでそれぞれ終端する。溶接部1533aおよび1533bは、球体1530上に、例えばケーブル1532aおよび1532bが近位側へ引き込まれることにより生じる回転量を決定するよう配置できる。この回転量は、前記終端部の配置に関係付けることができる。例えば、図15Aのように配向される場合、前記終端部を遠位側へ移動すると、それに伴うケーブルの引き込みによる回転量を増やすことができる。前記終端部を前記遠端部に近づけ、続けて同じ外周に沿って近位側へ近づけると、回転範囲をさらに拡大することができる。また、ケーブル1532aおよび1532bの各々の、駆動アセンブリ1520からの出口の位置によっても、球体1530の回転量を決定できる。ケーブル1532aおよび1532bの出口が駆動アセンブリ1520の軸中心に近いほど、回転量を大きくできる。

20

【0084】

ケーブル用の孔または他の貫通孔の位置と、ケーブル終端部の位置（例えば、球体1530上の位置）との組み合わせ、および球体に対するカップ直径の関係により、許容される回転範囲を決定することができる。ー実施形態では、回転パターン範囲がすべて第1の開始位置から開始するよう、第1のケーブル、第1の貫通孔、第1のおよび、第1のケーブル終端部を配置できる。第2のケーブル、第2の貫通孔、および第2のケーブル終端部は、前記第1のケーブルにより生じる回転位置の範囲のいずれも、第2のケーブルの引き込みにより逆転できる（例えば、前記第1の開始位置に戻される）よう配置される。ー実施形態では、第1のケーブルおよび第2のケーブルを同時に引き込むことにより、球体1530を回転させることができる。別の実施形態では、第1のケーブルを引き込み、第2のケーブルを前進させる（例えば、前記第1のケーブルの引き込みにより生じた回転に対応させる）ことにより、球体1530を回転させることができる。

30

【0085】

ケーブル用の孔または他の貫通位置とケーブル終端部の位置（例えば、球体1530上の位置）との組み合わせは、1若しくはそれ以上のケーブルの前進または引き込み（または他の措置）の逆操作が不可能な回転先位置、あるいは別の位置への移動が不可能な回転先位置への回転動作を防ぐよう選択することができる。ロボット工学において、この状態は特異点により生じる。また関節が機械的な限界に近づく場合、例えばケーブルが機械的な停止状態に達する場合など、自由度が失われてしまう状態も特異点で説明される。特異点は、孔または終端点を再配置し、または球体1530を望ましくない位置から移動させるよう構成された1若しくはそれ以上の追加ケーブルを加える（すなわち、それらの追加ケーブルにより自由度がもう1つ追加される）ことにより回避できる。また、特異点は、前記遠位回転アセンブリの1若しくはそれ以上の特徴、例えば1若しくはそれ以上の位置で1若しくはそれ以上の方向へ機械的に回転を停止させるよう構成された1若しくはそれ

40

50

以上のリッジ部により回避することができる。他の回復不可能な位置、例えば球体1530が第1の位置にあるときに第1のケーブルが球体1530の球形部分の外周の一部に巻き付いてしまっている状態も回避できる。前記第1のケーブルについて、この第1の位置から動くとき抵抗が最小になる経路が当該第1の位置へと引っ張られたときに辿る経路と異なる場合、当該ケーブルの引き込みにより望ましくない回転が生じるおそれがある（例えば、引き込み中、当該ケーブルが球体1530の表面上をスライドしてしまう可能性がある）。一代替実施形態では、そのような位置へ球形連結部を回転させてその位置にとどませたい場合など、特異点または他の回復不可能な位置が望ましい場合もある。

【0086】

装置1500には、ハンドル1540のポート1542から挿入し、シャフト1510内、枢動アセンブリ1520内、および球体1530のチャンネル1522内で前進させて挿通可能な1若しくはそれ以上の用具を含めることができる。装置1500および他の装置には、多数の医療用および他の用具を挿入でき、それら用具としては、これに限定されるものではないが、カッター、捕捉器具、解剖器具、生検機構、心電図電極または電極アレイなどの検出装置、低温および高周波（RF）組織アブレーションツールなどのエネルギー送達ツール、薬剤送達装置、カメラなどがある。図15Aでは、アブレーションプローブ1550が装置1500に挿入されており、その遠端部はチャンネル1522内に常駐している。チャンネル1522は、その遠端部において、出口孔およびツールポート1531を有し、シャフト1510の遠端部が標的位置に近接して配置された際には、前記ツールポート1531からアブレーションプローブ1550を前進させ、また球体1530のチャンネル1522を前記標的位置に向けて回転させることができる。ピン1521および球体1530の連動部（interface）により、チャンネル1522が単一平面内で移動するよう、線1210に沿って単一自由度で球体1530を回転させることができる。図15Bを参照すると、球体1530は、アブレーションプローブ1550が前進すると、このプローブ1550の遠端部が標的Tへ向かって移動するよう回転されている。標的Tは、医療処置で焼灼する予定の患者の心臓、腫瘍、または他組織の標的位置であってよい。球体1530は、ケーブル1532bの引張り、および／またはケーブル1, 532aの押し出しにより回転されている。当該装置では、図15で例示した装置1500を放射状に外方向へ向け、または90°配向させるなど、多数の方向へ向けることのできる回転連結部を提供できる。配向を90°以上にすると、多くの処置、例えば経口的ロボット外科手術（transoral robotic surgery: TORS）処置を行うことができ、その場合、ツールは食道などの導管に入り、前記回転連結部から出て、前記導管の壁に比較的直交して入る。一実施形態では、結腸などの導管に内視鏡を入れ、結腸壁にほぼ直交して壁内へツールを前進させ、結腸壁内または結腸外で医療処置を行うことができる。

【0087】

ハンドル1540には、例えば付加的なアクセスポート、1若しくはそれ以上の電源、図17を参照して説明するモジュールなどの電子モジュール、1若しくはそれ以上の連結部を制御するスライドまたはノブなどの追加制御部、空気圧式または油圧式のアセンブリなどの追加構成要素を含めることができる。図15、15A、および15Bでは例示的なカテーテル装置1500を例示しているが、内視鏡または多関節装置などの柔軟な（可撓性の）装置、あるいは腹腔鏡下装置などの剛性の装置を含む（これに限定されるものではないが）追加および／または代替装置も、本開示の範囲内で使用することができる。

【0088】

図16は、一実施形態に係る例示的な装置の側面図である。図16で例示するように、この装置には、切断アセンブリを回転させるよう構成された回転連結部を含めることができる。装置1600は、腹腔鏡下または他の同様な低侵襲医療装置であってよい。装置1600には、剛性の管1610、例えばステンレス鋼、チタン、または他の金属の管、あるいは生体適合性硬質プラスチック管などの非金属管を含めることができる。カップアセンブリ1620は、管1610、例えば図15、15A、及び15Bを参照して上述した

ものなどに取り付けることができる。カップアセンブリ1620は、管1610に固着し、または回転可能に取り付けることができる。一実施形態では、カップアセンブリ1620を管1610に着脱可能に取り付けて、例えば種々の構成のカップアセンブリを前記管1610に取り付け、および／または管1610の遠端部および／または管1610内で前方に動かされる1若しくはそれ以上の用具の遠端部をアクセス可能にできる。カップアセンブリ1620が回転可能に取り付けられた場合、球体1630は、線1210および1212に沿って2つの自由度で回転するよう構成できる。装置1600の近端部には、2若しくはそれ以上のケーブルに動作可能に取り付けられた制御部、ジョイスティック1641を設けることができる。ジョイスティック1641の動きにより、線1210および1212の一方または双方に沿って球体1630が動くようにできる。一代替実施形態では、球体1630の近端部にそれと対をなす球体を作動ケーブルで直接接続し、球体1630が1対1の運動マップ（等直径の球体）またはスケールされた運動マップ（異なる直径を有する球体）で制御されるようにできる。

10

【0089】

装置1600には切断アセンブリを含めることができ、この切断アセンブリの遠端部には、球体1630から出た状態で示しているはさみアセンブリ1650を含めることができる。剪刀アセンブリ1650には、球体1630の回転により線1210および1212の一方または双方に沿って回転可能なブレード（blade）1651を含めることができる。また、装置1600の近端部には、はさみの持ち手状の機構、アクチュエータ1642を設けることができる。アクチュエータ1642を開閉すると、それに対応してアクチュエータ1642と剪刀アセンブリ1650間で動作可能に接続できる機械的、空気圧式、油圧式、または他の適用可能な連結部などにより、ブレード1651を開閉させることができる。

20

【0090】

図17は、装置の例示的な遠位部分の横断面図である。図17で例示するように、遠位部分には、より近位の球面および／または電流などの電力またはデータを回転遠位部材に送る手段と回転可能に連動するよう構成された遠位カップを含めることができる。一実施形態では、電力および／またはデータが1若しくはそれ以上の線、ワイヤー、ケーブルなどを使って送られる。装置1700には、シャフト1710、例えば図15、15A、または15Bのシャフト1510、図16などの管1610、あるいは図1～14の前記多関節装置のシャフトと同様なシャフトを含めることができる。シャフト1710には、シャフト1710に固着し、または着脱可能に取り付けることができる球体の一部1720を含めることができる。球体の一部1720は、1若しくはそれ以上のケーブルにより、シャフト1710の遠端部に対し定位置に保たれる。回転カップ1730の凹面は、球体の一部1720の凸面と回転可能に係合させることができる。ケーブル1732aおよびケーブル1732bは、遠端部がそれぞれ接合部1733aおよび1733bにおいてカップ1730に取り付けられ、近端部がハンドルに取り付けられる。接合部1733bは、回転カップ1730の表面1738'に取り付けられる。この位置でのモーメントアームは、回転カップ1730の接合部1733aが表面1738"上に位置する場合のモーメントアームより小さいケーブル1732b引き込みの単位長さあたりの回転角度は、接合部1733aが表面1738'上にある場合の方が、表面1738"上にある場合より大きくできる。また、ケーブル1732bが引き込まれるに伴い、表面1738'は最終的にシャフト1710の遠端部と接触して回転を停止する。当該装置の前記適合連結部および回転連結部の表面の幾何学的構造（例えば、凹型および凸型の関係）を変更すると、その回転機構の性能および他の機械的特性がカスタマイズ可能となる。本明細書で説明する遠位回転アセンブリには種々の構成を適用でき、これにより回転の大きさおよびケーブル引き込みの関係、ならびに回転力およびケーブル引き込み力の関係など、多様な性能を実現することができる。

30

40

【0091】

一実施形態では、結び目、接着剤ボール、接合部（splice）、機械的圧着、およ

50

び／または他のケーブル拡大手段を多関節ケーブルの端部で形成して、当該ケーブルの端部が、当該ケーブルの貫通する孔（例えば、回転カップ１７３０の孔）より大きくなるようにできる。同様に、例えば溶接、接着接合、ケーブルと捕捉要素（例えば、Ｖ字状またはバネ式の捕捉装置）間の摩擦係合、ケーブル端部でフックまたはネジ穴およびネジにより固定されるループ、および／または他の接合部形成手段による終端技術を使って、前記ケーブル端部を直接取り付けすることもできる。ケーブル１７３２ａおよび１７３２ｂに加え、例えばカップ１７３０を代替配向に回転させ、および／または１若しくはそれ以上の回転方向を逆転させるため、１若しくはそれ以上の他のケーブルを設けることができる。

【００９２】

球体の一部１７２０には第１の導電性要素１７２５が含まれ、この第１の導電性要素１７２５は、カップ１７３０に一体化できる第２の導電性要素１７３９に電気的に合着するよう構成することができる（すなわち、回転する基準系から静止した基準系への電気信号または電力の伝達に使用されるスリップリング接続と同様）。導電性要素１７２５は、ワイヤー１７２６に取り付けることができる。一実施形態では、導電性要素１７２５および１７３９に、複数の単離され若しくは独立した導電性要素（例えば、１若しくはそれ以上の絶縁体により分離され、位置合わせされた複数の導電性ストリップ（帯状体））を含めることができ、ワイヤー１７２６には複数の独立したワイヤーを含めて、複数の独立した送電が第１の導電性要素１７２５から第２の導電性要素１７３９に行われるようにできる。好適な一実施形態では、ワイヤー１７２６が第１の導電性要素１７２５、第２の導電性要素１７３９、およびワイヤー１７３６をそれぞれ通じて、電子モジュール１７３７に電気エネルギーおよび／またはデータを送る。電子モジュール１７３７にエネルギー貯蔵手段を含めると、ワイヤー１７２６がエネルギーを伝達していないとき、例えばワイヤー１７２６が電子モジュール１７３７とデータを送受信しているときに、カップ１７３０が利用可能なエネルギー源を有するようにできる。送られた電気エネルギーは、電子モジュール１７３７またはカップ１７３０内の若しくはカップ１７３０に近接した別の構成要素による貯蔵および／または使用が可能である送信または受信されるデータは、それぞれ回転位置制御信号または位置フィードバック信号であってよく、あるいは他の多くの形態のデータ、例えば装置１７００の１若しくはそれ以上の用具へ送信されるデータ、または装置１７００の１若しくはそれ以上のセンサーから受信されるデータであってよい。

【００９３】

電子モジュール１７３７は、１若しくはそれ以上のセンサー（図示していないが、カップ１７３０、球体１７２０、またはシャフト１７１０と一体的な）からのデータを記録するなどのための１若しくはそれ以上の機能を実行するよう構成された単純または複雑な電気回路であってよい。モジュール１７３７には、これに限定されるものではないが、デジタルアナログコンバータ、アナログデジタルコンバータ、マイクロコントローラ、マイクロプロセッサ、マルチプレクサおよびデマルチプレクサ、スイッチング回路、MEMS回路、およびRAMおよびROMなどの構成要素／メモリ装置を含む種々の電子電気機械の構成要素またはシステムを含めることができる。モジュール１７３７には、その内部に埋め込まれた１若しくはそれ以上のソフトウェアプログラム、例えば利用者が装置の使用中に起動するソフトウェアを含めることができる。モジュール１７３７は、１若しくはそれ以上の用具、例えばカメラ１７５２ａおよび１７５２ｂを含むカメラアセンブリからのデータを操作および／または受信するよう構成することができる。カメラ１７５２ａおよび１７５２ｂは、ワイヤー１７３５ａおよび１７３５ｂにより電子モジュール１７３７に接続される。ワイヤー１７３５ａおよび１７３５ｂは、導線、または光ファイバーケーブルなど他の電力および／またはデータ導管であってよい。一実施形態において、カメラ１７５２ａおよび１７５２ｂはレンズアセンブリであってよく、ワイヤー１７３５ａおよび１７３５ｂは光ファイバーケーブルであってよく、その光情報は、電子モジュール１７３７に一体化されたカメラモジュールで捕捉することができる。

【００９４】

装置１７００には、１若しくはそれ以上の医療用または他の用具、例えばシャフト１７

10

20

30

40

50

10、球体の一部1720を貫通して、カップ1730の開口部、ツールポート1731に進入した状態で図17に示した生検装置1751を含めることができる。ケーブル1732aおよび1732b、または他のケーブル（図示せず）を押し出し、および／または引き込むことによりカップ1730を回転させると、それに対応してツールポート1731の軌跡も回転して、例えば前進させ若しくは前進させる予定の生検装置1751の軌跡を制御できる。

【0095】

図18Aおよび18Bは、一実施形態に係る例示的な適合連結部の上面図および例示的な装置の横断面図を例示したものである。図18Aに示すように、カップアセンブリ1820には曲線状の溝1824を含めることができ、この溝1824は、好適な回転パターンのピンまたは他の嵌合突出部を含む回転連結部の回転を誘導するよう構成できる。カップアセンブリ1820には、1若しくはそれ以上のワイヤーまたはケーブル用の経路であるスロット1823のための開口部を含めることができる。図18Bを参照すると、装置1800には、上記で詳述したように、1若しくはそれ以上の構造または構成を有する管1810を含めることができる。管1810の遠端部には一体型のカップアセンブリ1820を含めることができ、これには適合連結部を提供する凹面を含めることができる。回転球体の凸面は、カップアセンブリ1820と直径が同様に、カップアセンブリ1820の凹面に嵌合式に受容される。

【0096】

ケーブル1832は、管1810、カップアセンブリ1820、球体1830、または装置1800の他の構成要素と一体化された1若しくはそれ以上の構成要素へ、装置1800の近端部から電気信号または電力を送れるよう構成することができる。ケーブル1832は、ワイヤー1852の近端部に電氣的に合着でき、このワイヤー1852の遠端部は、球体1830の遠端部に示した電極1851に取り付けることができる。球体1830が所定の回転パターンその他で回転された場合、電極1851は、それに対応して、患者体内の特定の組織標的などの標的へ向かって配向されるよう回転する。装置1800の近端部には、ハンドルを含めることができる。このハンドルには、ケーブル1832と動作可能に接続された1若しくはそれ以上の制御部を含めることができる。

【0097】

図19は、例示的な装置の遠位部分の横断面図である。図19で例示したように、装置1900には、回転ケーブルの移動を制限するよう構成された要素を含めることができる。装置1900には、管1910、例えば図15A、15B、または15Cのシャフト1510、図16の管1610、あるいは図1～14の前記多関節装置のシャフトと同様なシャフトを含めることができる。管1910の遠端部にはカップアセンブリ1920を配置でき、このカップアセンブリ1920は、溶接部1929でカップアセンブリ1920に取り付けられたケーブル1922の張力調整により長手方向の位置に保たれる。カップアセンブリ1920の凹面より小さい直径で示した球体1930は、溶接部1933aおよび1933bでそれぞれ2本のケーブル、ケーブル1932aおよび1932bに取り付けることができる。ケーブル1932aおよび1932bは、カップアセンブリ1920の孔1927aおよび1927bをそれぞれ通過してよい。ケーブル1932bにはカップアセンブリ1920のリング部1928を通過させることができ、これによりケーブル1932bが引き込まれた場合、球体1930の時計回り方向の回転が、溶接部1933bがリング部1928に近接した位置で止まるよう制限できる。ケーブル1932aの引き込みにより球体1930にかかるねじり力には、溶接部1933aにかかる接線方向の力と、ケーブル1932aおよび球体1930面の摩擦係合により生じる力とが含まれる。ケーブル1932bの引き込みにより球体1930にかかるねじり力には、溶接部1933bとリング部1928間の力ベクトルにより生じるねじり力が含まれる。ケーブル1932aが引き込まれる際に生じるねじりに対する球体1930の応答を修正する際には、孔1927aおよび溶接1933aに多数の構成を選択できる。同様に、ケーブル1932bが引き込まれる際に生じるねじりに対する球体1930の応答をカスタマイズする際にも

10

20

30

40

50

、リング部 1 9 2 8 および溶接部 1 9 3 3 b に多数の位置および他の構成を選択できる。一代替実施形態では、ケーブル 1 9 3 2 a にも、反時計回り方向の回転を制限できるように同様なリング部を提供できる。

【0098】

装置 1 9 0 0 には、出口ポート 1 9 1 3 が管 1 9 1 0 からの出口となる貫通ルーメン、ルーメン 1 9 1 2 を含めることができる。ルーメン 1 9 1 2 は、1 若しくはそれ以上の用具が管 1 9 1 0 を貫通できるよう、または 1 若しくはそれ以上の流体をポート 1 9 1 3 に近接した領域に送達できるよう構成できる。球体 1 9 3 0 およびカップアセンブリ 1 9 2 0 には 1 若しくはそれ以上の貫通孔が含まれ、それらの貫通孔は、上記で詳述したように、1 若しくはそれ以上の用具が球体 1 9 3 0 を貫通して、球体 1 9 3 0 の回転により回転 10
されるよう構成することができる。カップアセンブリ 1 9 2 0 の遠端部にはカメラ 1 9 6 0 a および 1 9 6 0 b を含めることができ、これらカメラは、例えば球体 1 9 3 0 内から前進した 1 若しくはそれ以上の用具を観察するため、図示したように球体 1 9 3 0 の正面を見るよう向きを調節できる。球体 1 9 3 0 および任意の装着または挿入ツールを 90° 回転させた場合など、放射状に広く見るには、広角レンズを含めることができる。カメラ 1 9 6 0 a および 1 9 6 0 b は、それぞれワイヤー 1 9 6 1 a および 1 9 6 1 b に取り付け、例えば図 1 5 を参照して上述したように、ハンドルの近位側へ移動するようにできる。前記ハンドルには、モニター、またはモニター接続用のビデオ装着ポートを含めることができる。一代替実施形態において、カメラ 1 9 6 0 a および 1 9 6 0 b は単にカメラ 20
レンズであってよく、ワイヤー 1 9 6 1 a および 1 9 6 1 b は前記レンズに動作可能に取り付けられた光ファイバーケーブルであってよく、その場合は、カメラを装置 1 9 0 0 に取り付けて、前記レンズから提供された画像を見ることができる。前記ハンドルには、ケーブル 1 9 3 2 a および 1 9 3 2 b のほかケーブル 1 9 2 2 と動作可能に接続された 1 若しくはそれ以上の制御部を含めることができる。当該ハンドルには、球体 1 9 3 0 から出るよう構成された 1 若しくはそれ以上の用具を導入するため、1 若しくはそれ以上のポートを含めることができる。

【0099】

図 2 0 は、一実施形態に係る装置の例示的な遠位部分の横断面図である。図 2 0 で例示するように、この装置には 2 本のケーブルとそれに伴う貫通孔を含めることができ、前記貫通孔は異なる回転動作に配向される。装置 2 0 0 0 には、管 2 0 1 0、例えば図 1 5 30
、1 5 A、または 1 5 B のシャフト 1 5 1 0、図 1 6 の管 1 6 1 0、あるいは図 1 ~ 1 4 の前記多関節装置のシャフトと同様なシャフトを含めることができる。管 2 0 1 0 の遠端部には凹面 2 0 2 0 の適合連結部を一体的に設けることができ、この凹面 2 0 2 0 は、球体 2 0 3 0 の凸面と回転式に嵌合できる。球体 2 0 3 0 は、溶接部 2 0 3 3 a および 2 0 3 3 b でそれぞれケーブル 2 0 3 2 a および 2 0 3 2 b に取り付けることができる。ケーブル 2 0 3 2 a および 2 0 3 2 b は、それぞれ孔 2 0 2 7 a および 2 0 2 7 b で凸面 2 0 2 0 を貫通できる。装置 2 0 0 0 の前記孔（孔 2 0 2 7 a および 2 0 2 7 b）の構成は、当該孔が管 2 0 1 0 の遠端部の中心軸 C に近いほど、それに伴うケーブルの引き込みによる回転範囲が大きくなるようにできる。終端点（例えば、溶接部 2 0 3 3 a および 2 0 3 3 b）の構成は、前記孔と終端点間の外周上の弧が長いほど、それに伴うケーブルの引き 40
込みによる回転範囲が大きくなるようにできる。再び図 2 0 を参照すると、ケーブル 2 0 3 2 a が貫通する孔 2 0 2 7 a は、ケーブル 2 0 3 2 b が貫通する孔 2 0 2 7 b より軸 C に近く設置できる。また、ケーブル 2 0 3 2 a の溶接部 2 0 3 3 a およびケーブル 2 0 3 2 b の溶接部 2 0 3 3 b は、球体 2 0 3 0 の外周上におけるケーブル 2 0 3 2 a の弧の長さをケーブル 2 0 3 2 b より長くするよう配置できる。したがって、ケーブル 2 0 3 2 a は、ケーブル 2 0 3 2 b より著しく大きな回転範囲（180°に近い）を有することができる。

【0100】

球体 2 0 3 0 および凹面 2 0 2 0 には 1 若しくはそれ以上の貫通孔を含めることができ、それらの貫通孔は、上記で詳述したように、1 若しくはそれ以上の用具が球体 2 0 3 0 50

を貫通して、球体 2 0 3 0 の回転により回転されるよう構成される。装置 2 0 0 の近端部には、例えば図 1 5 を参照して上述したハンドルを含めることができる。このハンドルには、ケーブル 2 0 3 2 a および 2 0 3 2 b と動作可能に接続された 1 若しくはそれ以上の制御部を含めることができる。当該ハンドルには、球体 2 0 3 0 から出るよう構成された 1 若しくはそれ以上の用具を導入するため、1 若しくはそれ以上のポートを含めることができる。

【0101】

図 2 1 は、装置の例示的な遠位部分の横断面図である。図 2 1 で例示するように、装置には、単一の適合連結部と併用できる複数の回転連結部のキットを含めることができる。装置 2 1 0 0 には、管 2 1 1 0、例えば図 1 5、1 5 A、または 1 5 B のシャフト 1 5 1 0、図 1 6 の管 1 6 1 0、あるいは図 1 ~ 1 4 の前記多関節装置のシャフトと同様なシャフトを含めることができる。管 2 1 1 0 の遠端部には直線状に先細加工された凹面、円錐面 2 1 2 0 の適合連結部を一体的に設けることができ、この円錐面 2 1 2 0 は、球体 2 1 3 0 a、2 1 3 0 b、および 2 1 3 0 c の凸面と回転式に嵌合できる。球体 2 1 3 0 a、2 1 3 0 b、および 2 1 3 0 c は、管 2 1 1 0 のチャンネル 2 1 1 1 または他のケーブルルーメンを貫通できる 1 若しくはそれ以上の回転ケーブルに係合可能に取り付けられるよう構成することができる。この係合可能な取り付け部には、取り付け手段、例えば 1 若しくはそれ以上のケーブルの端部またはその付近に設けられるループであって、球体のネジ穴にネジで取り付けられるループ、球体の孔と摩擦により係合する係止爪 (barb) または他の突出部、または利用者により係合可能な他のケーブル取り付け手段を含めることができる。

【0102】

球体 2 1 3 0 a、2 1 3 0 b、および 2 1 3 0 c は、それぞれこの順に減少する直径を有してよく、直線的に先細加工された円錐面 2 1 2 0 との間に各々円形（例えば、単一の接触線）である一意の係合表面を有してよい。球体 2 1 3 0 a、2 1 3 0 b、および 2 1 3 0 c は、直径を変化させることにより、円錐面 2 1 2 0 上で種々の長手方向位置、高さ H 1、H 2、および H 3 にそれぞれ位置付けられる。（図示していないが上記で詳述した 1 若しくはそれ以上のケーブルにより）前記球体を作動させる上で必要な力は、各ケーブルと球体間のモーメントアームの変化により、場合に応じて異なる。係合表面および摩擦力により、回転運動および必要な力をカスタマイズすることができる。その追加態様または代替態様として、円錐面 2 1 2 0 の円錐形状の直径およびテーパ角度（すなわちピッチ）を変更し、1 若しくはそれ以上のケーブルの動きの範囲だけでなく、1 若しくはそれ以上のケーブルの引き込みおよび前進に必要な、またそれにより生じる力をカスタマイズすることができる。一実施形態では、球面または円錐面の幾何学的断面形状を変えて、性能および／または必要な力をカスタマイズできる。

【0103】

球体 2 1 3 0 および円錐面 2 1 2 0 には 1 若しくはそれ以上の貫通孔を含めることができ、それらの貫通孔は、上記で詳述したように、1 若しくはそれ以上の用具が球体 2 1 3 0 を貫通して、球体 2 1 3 0 の回転により回転されるよう構成することができる。装置 2 1 0 0 の近端部には、例えば図 1 5 を参照して上述したハンドルを含めることができる。このハンドルには、1 若しくはそれ以上のケーブルと動作可能に接続された 1 若しくはそれ以上の制御部を含めることができ、前記ケーブルは球体 2 1 3 0 で終端させることができ、上記で詳述したように球体 2 1 3 0 を回転させるよう構成できる。当該ハンドルには、球体 2 1 3 0 から出るよう構成された 1 若しくはそれ以上の用具を導入するため、1 若しくはそれ以上のポートを含めることができる。

【0104】

図 2 0 および図 2 1 に示したように、ケーブル出口孔およびケーブル終端点の配置については、前記適合連結部の中心軸に孔を近づけ、および／または前記回転連結部上で終端位置を「より高くする」と、より大きな回転が達成されることが示唆されている。回転範囲を最大限にするよう複数のケーブルを配置する場合には、特異点および他の望ましくない

い回転状態（例えば、前記回転連結部の制御が損なわれる）の尤度が増大するなどの制限がある。

【0105】

前記装置には、本願の要旨を逸脱しない範囲で、本明細書で説明する他の多くの構成、システム、および方法を使用できることは言うまでもない。多数の図により典型的な寸法を示したが、言うまでもなく、同様な機能および性能をもたらす他の寸法も使用することができる。

【0106】

本明細書で説明した装置およびシステムを使用すると、診断手順、治療処置、外科手術、鈍的切開、低侵襲手術、介入処置、内視鏡的処置などの医療処置を含む種々の処置を行うことができる。一実施形態では、説明する装置およびシステムを使って、例えば心臓のアブレーション中に心臓など患者の器官に対する処置を行え、または心臓不整脈と診断された患者に対するマッピング処置を行うことができる。

10

【0107】

装置の細長いシャフトは、当該シャフトの長手方向に沿って変化する幾何学的形状を含む種々の幾何学的断面形状を有することができる。適用可能な幾何学的断面形状としては、これに限定されるものではないが、円形、楕円形、台形、長方形、三角形、および／または他の幾何学的形状などがある。

【0108】

前記遠位回転連結部については、上述した装置およびシステムの遠位部分に例示したが、例えば前記遠位回転連結部の遠端部に取り付けられた複数の連結部が前記装置に含まれ、それら複数の連結部と、それらを貫通し若しくはそれらに取り付けられた任意の用具とが、前記遠位回転連結部の回転により回転される場合には、前記遠位回転連結部を前記装置の近端部または中間部分に設置することもできる。

20

【0109】

一実施形態では、適合連結部を前記細長い管に固着し、または着脱可能に取り付けて、1若しくはそれ以上の取り付け手段を利用することができる前記適合連結部は、例えば1若しくはそれ以上のケーブル、前記適合連結部を回転させるようさらに構成されたこれらのケーブルのうち1若しくはそれ以上により、運動学的に制約された態様で前記細長いシャフトに固着することができる。一実施形態では、ヒンジピン構成により前記適合連結部を前記細長い管に固着して、その固着部を回転ケーブルの張力から独立したものにできる。前記適合連結部は、それに伴う回転連結部の嵌合面が回転できるよう構成された比較的凹型または凸型の遠端部を有することができる。嵌合し合う面の相対直径は、同様でも、異なってもよい。

30

【0110】

前記回転連結部は、90°から180°への配向変更など、種々の向きにすることができる。前記回転連結部は往復動の動作が可能で、その動きを使うと、前記回転連結部と一体化した手術用具またはエンドエフェクタツールなどの用具を作動させることができる。

【0111】

前記シャフト、適合連結部、および回転連結部には、1若しくはそれ以上の用具を前記装置から出すことのできる1若しくはそれ以上の出口孔を含めることができる。システムには、複数のシャフト、適合連結部、および／または回転連結部を含めることができ、その例としては、作業チャンネルまたは他の孔の種々のサイズおよびパターン、1若しくはそれ以上の用具を出せる種々の出口ポート、種々のケーブル終端タイプおよび／または位置、回転連結部と一体的な1若しくはそれ以上のカメラまたは他の用具など種々の一体型用具、およびキット形態でシステムに提供可能な他の相違点を備えた構成要素がある。前記シャフト、適合連結部、および回転連結部には、それらに1若しくはそれ以上の用具を取り付けるよう構成された用具取り付け要素を含めることができる。

40

【0112】

説明したシステムおよび装置には、1若しくはそれ以上の回転ケーブルまたは取り付け

50

ケーブルを含めることができる。一実施形態では、3若しくはそれ以上の回転ケーブルを含めることにより、例えば安定性を提供でき、また例えば前記回転連結部が完全な球面を含む場合に2つの回転自由度（ピッチおよびヨー）を提供できる。嵌合し合う突出部および溝、または動きを制約する他の手段により回転連結部が制約される場合などには、1本または2本のケーブルを使用することができる。第1のケーブルを使用すると、第1の方向に若しくは第1のパターンで回転を生じることができ、第2のケーブルを使用すると、前記回転連結部を元の位置に戻すことができる。一実施形態では、3若しくはそれ以上の取り付けケーブルを含めて、前記適合連結部を運動学的に制約し、例えば安定性を提供し、前記適合連結部の回転に2つの自由度を与えることができる。

【0113】

前記ケーブルは、互いに同様でも、異なってもよく、エネルギーを伝達し、組織を焼灼（アブレーション）する極低温物質などの液体または気体の流れを可能にし、追加機能を提供するといった追加機能を提供できる。前記ケーブルは固体であってよく、または1若しくはそれ以上のルーメン、例えば組織焼灼処置を行うため使用される極低温物質または患者の組織過熱を防ぐため使用される冷却液などの液体または気体を送るよう構成されたルーメンを含んでよい。1若しくはそれ以上のケーブルは耐伸長性であってよく、例えば、ステンレス鋼またはニチノールのワイヤーなどの金属ワイヤー、フルオロカーボンフィラメント、材料の網組ストランドなどで作製されたケーブルまたはハイポチューブであってよい。1若しくはそれ以上のケーブル、例えばモノフィラメントポリマーまたはモノフィラメントポリマーブレンドで作製されたケーブルは、伸長するよう構成することができる。

【0114】

一実施形態では、本明細書で説明する方法に、医療処置および他の処置の実施を含めることができる。一実施形態において、医療処置は、臨床医により実施可能で、診断手順、治療処置、鈍的切開、外科手術、低侵襲手術、介入処置、内視鏡的処置などを含むことができる。方法には、前記回転連結部の種々の回転、例えば90°および180°の回転を含めることができる。一実施形態では、前記回転連結部を約90°回転させることができ、あるいは前記装置を食道または直腸に挿入した場合、用具がそれぞれ食道組織または結腸直腸組織などの組織表面に向かい直交して前方に動かされるよう、回転させることができる。一実施形態では、前記回転連結部を回転させて前記回転連結部を貫通する手術用具などの1若しくはそれ以上の用具、またはエンドエフェクタツールなど前記回転連結部に取り付けられた用具を作動させることができる。前記回転連結部の動きは往復運動であってよく、これにより例えば鈍い若しくは鋭い用具で組織を切断または切開することができる。上述した装置の種々の連結部は、1若しくはそれ以上のケーブルを張力調整することにより、定位置にロックできる。一実施形態では、前記回転連結部を回転させる前および／または前記回転連結部から1若しくはそれ以上の用具を前進させる前に、1若しくはそれ以上の連結部をロックしておくことができる。

【0115】

以上、本発明の実施形態を例をとり説明したが、当業者であれば、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、上述した実施形態について種々の変更形態、修正形態、および適応形態が実現可能であることが理解されるであろう。

【図 1 A】

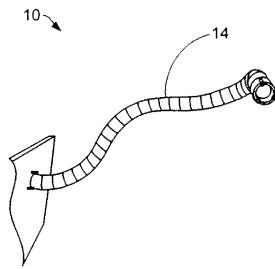


FIG. 1A

【図 1 B】

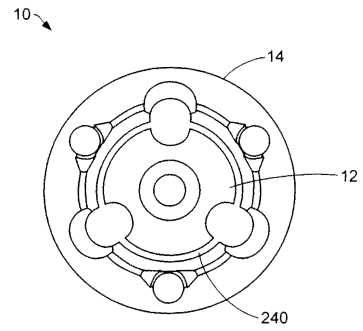


FIG. 1B

【図 2】

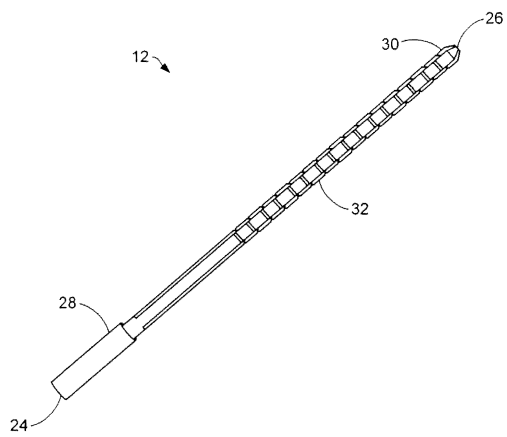


FIG. 2

【図 3 A】

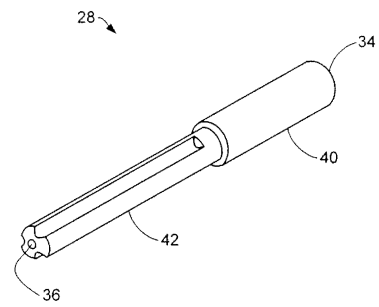


FIG. 3A

【図 3 B】

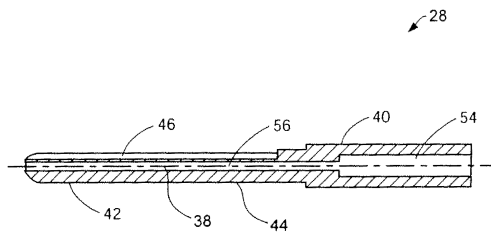


FIG. 3B

【図 3 C】

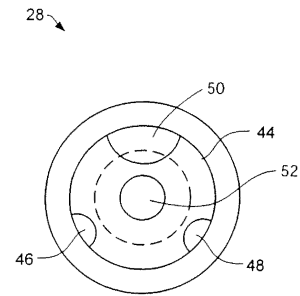


FIG. 3C

【図 4 A】

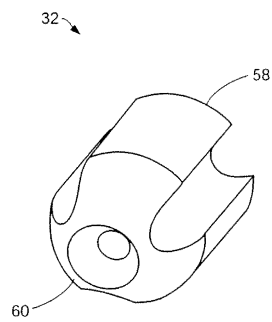


FIG. 4A

【図 4 B】

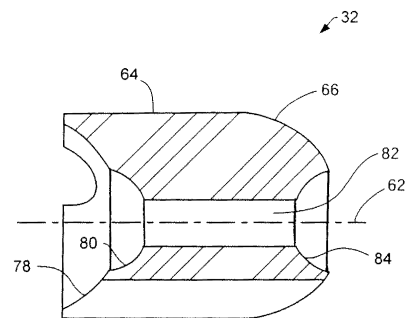


FIG. 4B

【図 4 C】

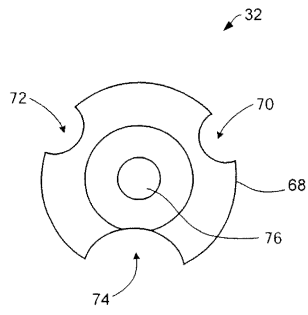


FIG. 4C

【図 5 A】

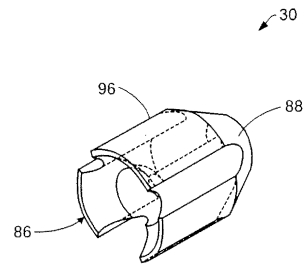


FIG. 5A

【図 5 B】

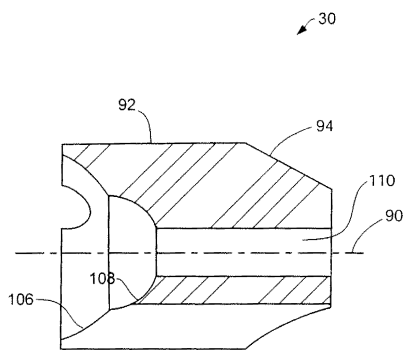


FIG. 5B

【図 5 C】

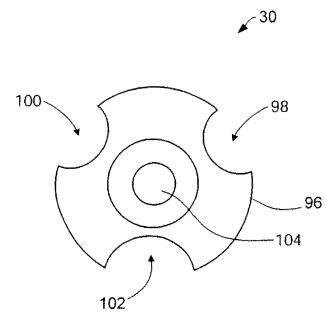


FIG. 5C

【図 6】

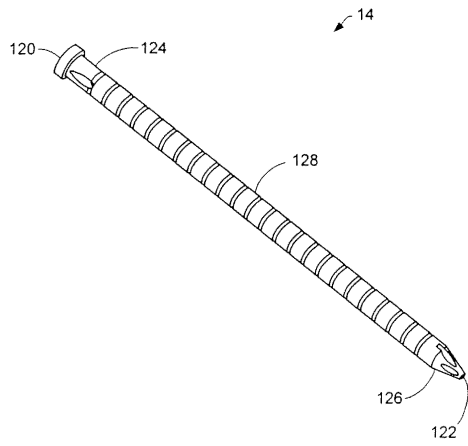


FIG. 6

【図 7 A】

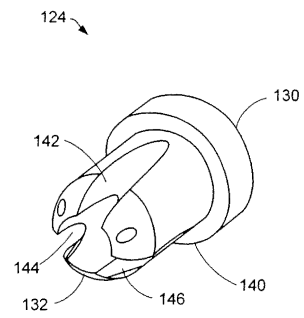


FIG. 7A

【図 7 B】

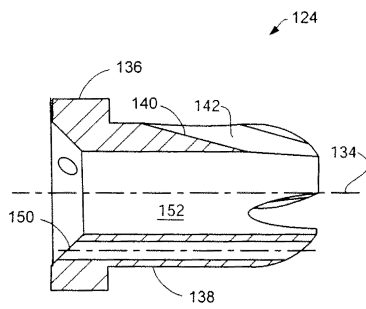


FIG. 7B

【図 7 C】

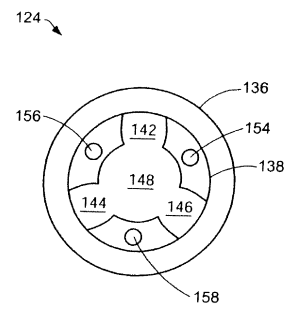


FIG. 7C

【図 8 A】

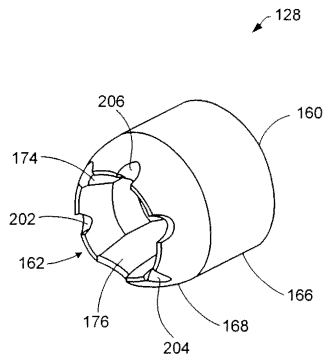


FIG. 8A

【図 8 B】

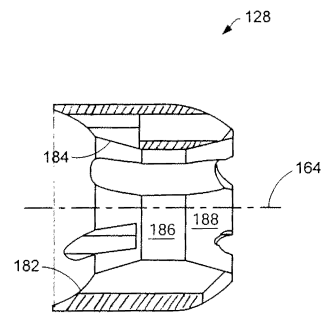


FIG. 8B

【図 8 C】

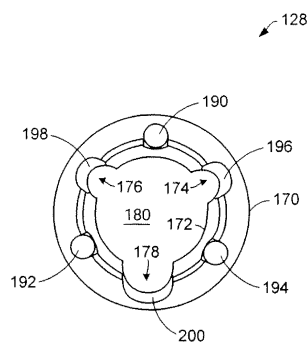


FIG. 8C

【図 9 A】

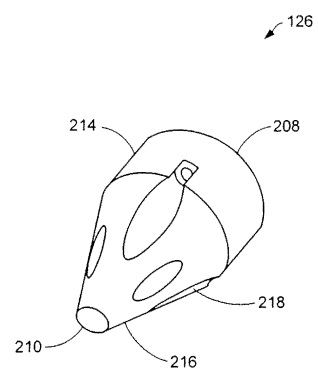


FIG. 9A

【図 9 B】

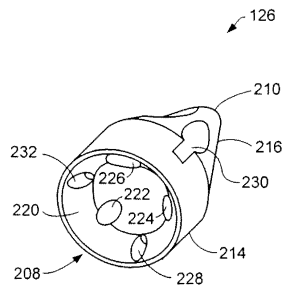


FIG. 9B

【図 9 C】

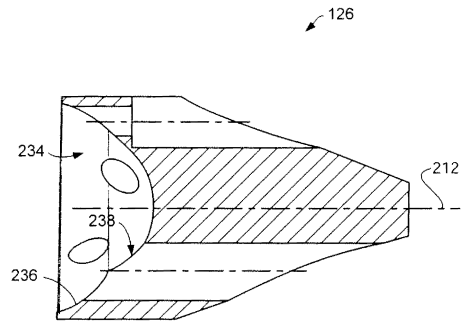


FIG. 9C

【図 9 D】

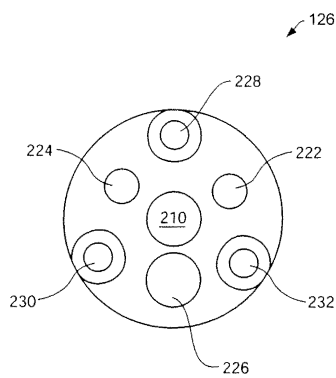


FIG. 9D

【図 10】

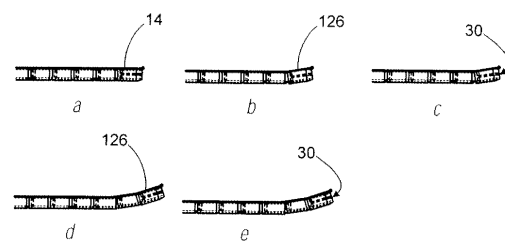


FIG. 10

【図 1 1】

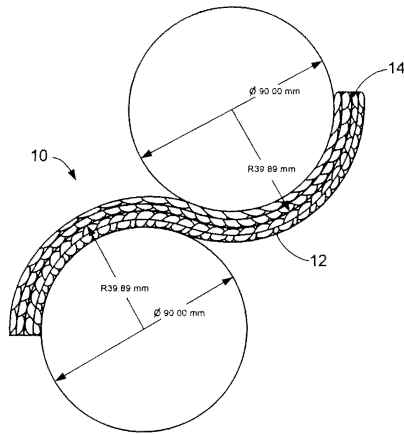


FIG. 11

【図 1 2】

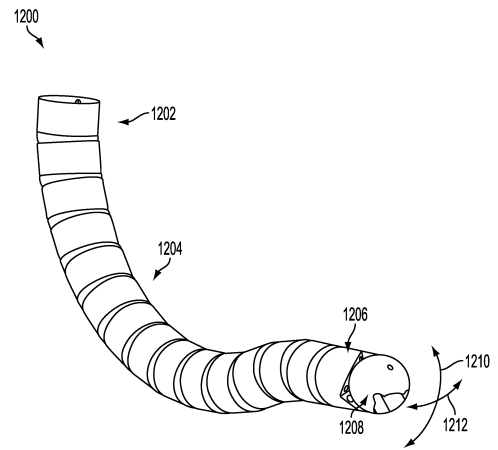


FIG. 12

【図 1 3 A】

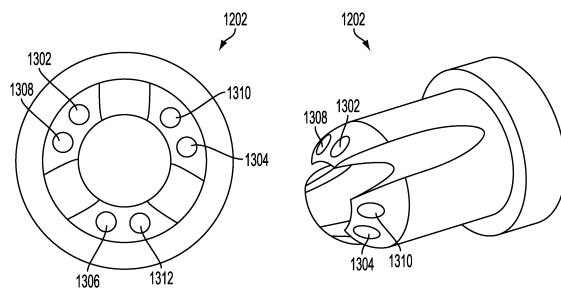


FIG. 13A

【図 1 3 C】

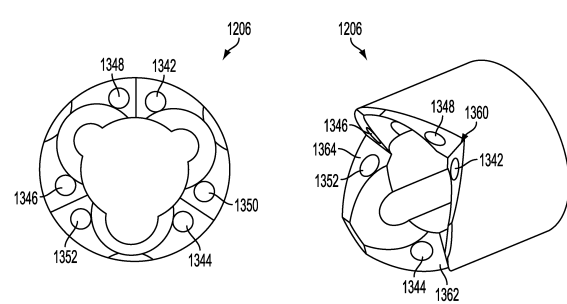


FIG. 13C

【図 1 3 B】

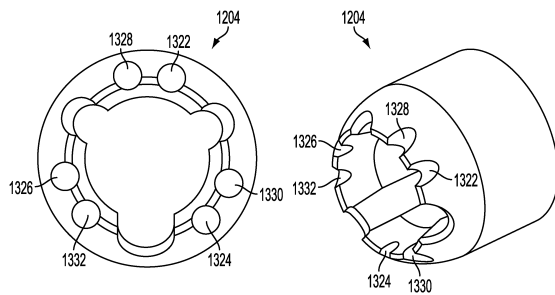


FIG. 13B

【図 1 3 D】

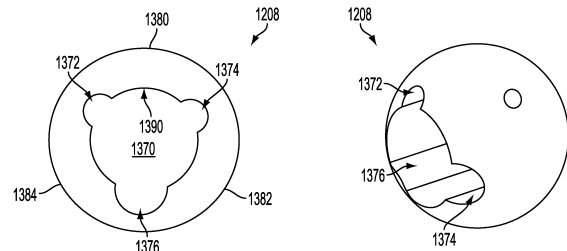


FIG. 13D

【図 19】

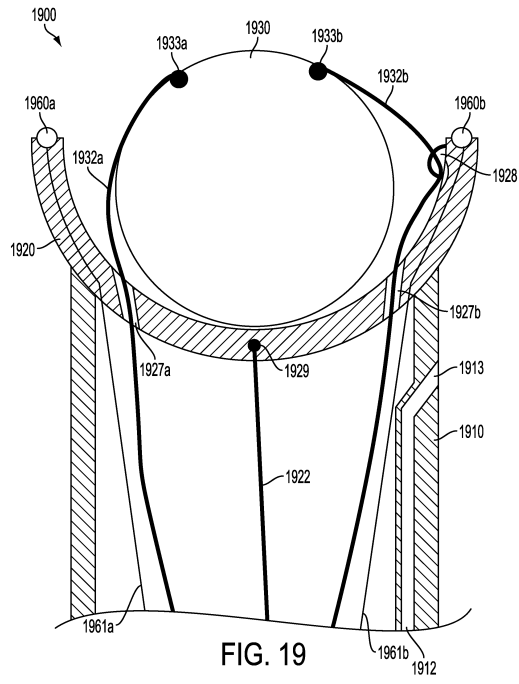


FIG. 19

【図 20】

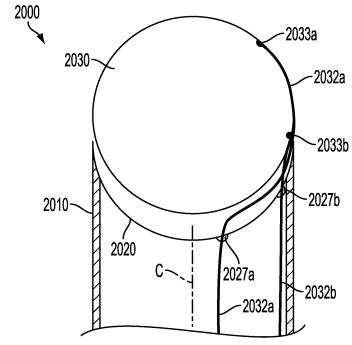


FIG. 20

【図 21】

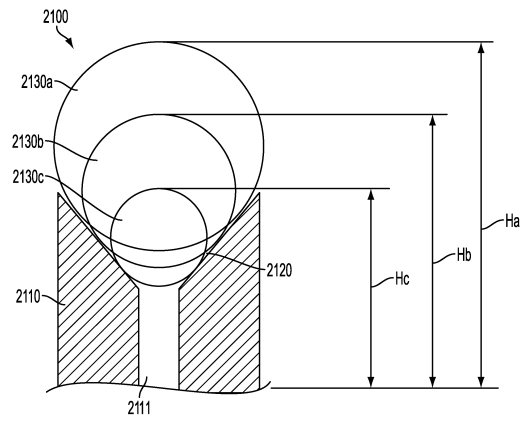


FIG. 21

フロントページの続き

- (72)発明者 コルブ、アンソニー
アメリカ合衆国、01028 マサチューセッツ州、イースト ロングメドウ、57 ハンプデン
ロード
- (72)発明者 デガニ、アミル
アメリカ合衆国、15217 ペンシルバニア州、ピッツバーグ、5535 ホバート ストリー
ト
- (72)発明者 ギルマーティン、ケビン ピー.
アメリカ合衆国、02184 マサチューセッツ州、ブレンツリー、28 エメラルド アベニ
ュー
- (72)発明者 フラハーティ、ジェイ. クリストファー
アメリカ合衆国、01983 マサチューセッツ州、トップスフィールド、242 イプスウィッ
チ ロード

審査官 増渕 俊仁

- (56)参考文献 国際公開第2008/022114 (WO, A2)
特開昭60-084524 (JP, A)
特開昭64-015026 (JP, A)
特表2008-518713 (JP, A)
国際公開第2008/014162 (WO, A1)
特開2008-104620 (JP, A)
特開2005-085272 (JP, A)
米国特許出願公開第2004/0054322 (US, A1)
米国特許出願公開第2007/0015965 (US, A1)
米国特許出願公開第2008/0097467 (US, A1)
国際公開第2007/146987 (WO, A2)
特開2007-075604 (JP, A)
特開2002-000550 (JP, A)
米国特許出願公開第2003/0092966 (US, A1)
特表2001-516609 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 1/00-1/32