

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5069299号
(P5069299)

(45) 発行日 平成24年11月7日(2012.11.7)

(24) 登録日 平成24年8月24日(2012.8.24)

(51) Int.Cl.

A 6 1 M 25/00 (2006.01)

F 1

A 6 1 M 25/00 306 D

請求項の数 19 (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2009-524761 (P2009-524761)
 (86) (22) 出願日 平成19年8月14日 (2007.8.14)
 (65) 公表番号 特表2010-500906 (P2010-500906A)
 (43) 公表日 平成22年1月14日 (2010.1.14)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2007/075878
 (87) 國際公開番号 WO2008/022114
 (87) 國際公開日 平成20年2月21日 (2008.2.21)
 審査請求日 平成22年8月14日 (2010.8.14)
 (31) 優先権主張番号 60/822,280
 (32) 優先日 平成18年8月14日 (2006.8.14)
 (33) 優先権主張国 米国(US)
 (31) 優先権主張番号 60/862,636
 (32) 優先日 平成18年10月24日 (2006.10.24)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 509044556
 メドロボティクス コーポレーション
 アメリカ合衆国、15219 ペンシルバニア州、ピッツバーグ、301 グラントストリート、ワン オックスフォードセンター、スイート 4300
 (74) 代理人 100104411
 弁理士 矢口 太郎
 (74) 代理人 100158621
 弁理士 佐々木 義行
 (74) 代理人 100133503
 弁理士 関口 一哉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】複数の作業ポートを有する操作可能な多関節装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

操作可能な多関節装置であって、
 第1の複数の溝を形成する第1の多関節機構と、
 第2の複数の溝を形成する第2の多関節機構と
 を有し、

前記第1の複数の溝および前記第2の複数の溝は協動して当該装置の長手方向に沿って少なくとも2つの作業ポートを形成し、

前記第2の多関節機構は前記第1の多関節機構を受容し、且つ取り囲むものであり、

前記第1の多関節機構および前記第2の多関節機構のうちの少なくとも1つは操作可能であり、

前記第1の多関節機構および前記第2の多関節機構は、それぞれ剛性モードおよび柔軟モードで動作するように構成されているものである
 多関節装置。

【請求項 2】

請求項1記載の装置において、当該装置は、管腔空間および腔内(空洞内)空間をナビゲートするよう構成されるものである。

【請求項 3】

請求項1記載の装置において、前記第1の多関節機構および前記第2の多関節機構は、互いに独立的に動作可能である。

10

20

【請求項 4】

請求項 1 記載の装置において、前記第 1 の 多関節 機構と前記第 2 の 多関節 機構との間に
は間隔が形成されているものである。

【請求項 5】

請求項 1 記載の装置において、前記第 1 の 多関節 機構は、

第 1 の連結部と、

複数の中間連結部であって、当該中間連結部の 1 つが前記第 1 の連結部に移動可能に連
結されているものである、前記複数の中間連結部と、

前記複数の中間連結部のうちの別の 1 つに移動可能に連結された第 2 の連結部と
を有するものである。

10

【請求項 6】

請求項 5 記載の装置において、前記第 1 の連結部には、長手方向の軸に沿って当該第 1
の連結部の第 1 の端部から当該第 1 の連結部の第 2 の端部へ延在する経路が形成され、前
記長手方向の軸は、前記第 1 の端部の中心および前記第 2 の端部の中心を貫通するもので
ある。

【請求項 7】

請求項 5 記載の装置において、前記中間連結部の少なくとも 1 つには、長手方向の軸に
沿って当該中間連結部の少なくとも 1 つの第 1 の端部から当該中間連結部の少なくとも 1
つの第 2 の端部へ延在する経路が形成され、前記長手方向の軸は、前記第 1 の端部の中心
および前記第 2 の端部の中心を貫通するものである。

20

【請求項 8】

請求項 7 記載の装置において、前記経路の少なくとも一部は、分割（セグメント化）さ
れた半球として構成されるものである。

【請求項 9】

請求項 5 記載の装置において、前記第 2 の連結部には、長手方向の軸に沿って当該第 2
の連結部の第 1 の端部から当該第 2 の連結部の第 2 の端部へ延在する経路が形成され、前
記長手方向の軸は、前記第 1 の端部の中心および前記第 2 の端部の中心を貫通するもので
ある。

【請求項 10】

請求項 9 記載の装置において、前記経路の少なくとも一部は、分割された半球として構
成されるものである。

30

【請求項 11】

請求項 1 記載の装置において、前記第 2 の 多関節 機構は、

第 1 の連結部と、

複数の中間連結部であって、当該中間連結部の 1 つが前記第 1 の連結部に移動可能に連
結されているものである、前記複数の中間連結部と、

前記複数の中間連結部のうちの別の 1 つに移動可能に連結された第 2 の連結部と
を有するものである。

【請求項 12】

請求項 11 記載の装置において、前記第 1 の連結部には、長手方向の軸に沿って当該第
1 の連結部の第 1 の端部から当該第 1 の連結部の第 2 の端部へ延在する経路が形成され、
前記長手方向の軸は、前記第 1 の端部の中心および前記第 2 の端部の中心を貫通するもの
である。

40

【請求項 13】

請求項 11 記載の装置において、前記中間連結部の少なくとも 1 つには、長手方向の軸
に沿って当該中間連結部の少なくとも 1 つの第 1 の端部から当該中間連結部の少なくとも
1 つの第 2 の端部へ延在する経路が形成され、前記長手方向の軸は、前記第 1 の端部の中
心および前記第 2 の端部の中心を貫通するものである。

【請求項 14】

請求項 13 記載の装置において、前記経路の少なくとも一部は、分割された半球として

50

構成されるものである。

【請求項 15】

請求項13記載の装置において、前記経路の少なくとも一部は、分割された円錐形として構成されるものである。

【請求項 16】

請求項13記載の装置において、前記中間連結部の少なくとも1つには、前記第2の溝の1つに近接した位置で、当該中間連結部の少なくとも1つの第1の表面から当該中間連結部の少なくとも1つの第2の表面へ貫通する開口部が形成されているものである。

【請求項 17】

請求項11記載の装置において、前記中間連結部の少なくとも1つには、当該中間連結部の少なくとも1つの端部に近接した位置において少なくとも2つの凹陥部（インデント）が形成されているものである。

【請求項 18】

請求項11記載の装置において、前記第2の連結部は、長手方向の軸に沿って当該第2の連結部の第1の端部から当該第2の連結部の第2の端部へ延在する凹部が形成され、前記長手方向の軸は、前記第1の端部の中心および前記第2の端部の中心を貫通するものである。

【請求項 19】

請求項18記載の装置において、前記凹部の少なくとも一部は、分割された半球として構成されるものである。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願は、2006年8月14日付けで出願された米国仮特許出願第60/822,280号の優先権を主張するものである。また本願は、2006年10月24日付で出願された米国仮特許出願第60/862,636号の優先権を主張するものである。

本願は、全体として、また種々の実施形態において、複数の作業ポートを有する操作可能な多関節（連結部が複数ある）装置（steerable multi-linked device）に関連する発明について開示している。

【背景技術】

【0002】

操作可能な多関節装置は多種存在し、そのような装置は、いくつかの用途で利用されている。それら用途の一部では、複数の装置（カメラ、光ファイバー、手術用具など）を、操作可能な多関節装置の第1の端部から、当該装置の第2の端部へ渡すことが望ましい。操作可能な多関節装置の一部は、当該装置の一端から当該装置の他端へ延在する中心経路を画成するが、そのような中心経路は、一般にただ1つの装置を通過させるよう構成されている。

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】

【0003】

【特許文献1】

国際公開第2006/083306号

【特許文献2】

米国特許出願公開第2003/0032859号明細書

【特許文献3】

米国特許出願公開第2005/0240078号明細書

【特許文献4】

米国特許第3060972号明細書

10

20

30

40

50

【特許文献 5】米国特許第 3 6 4 3 6 5 3 号明細書【特許文献 6】米国特許第 5 1 4 3 4 7 5 号明細書【特許文献 7】米国特許第 5 3 1 8 5 2 6 号明細書【特許文献 8】米国特許第 5 3 2 7 9 0 5 号明細書【特許文献 9】米国特許第 5 3 8 6 7 4 1 号明細書【特許文献 10】米国特許第 5 4 6 7 7 6 3 号明細書【特許文献 11】米国特許第 5 4 7 2 0 1 7 号明細書【特許文献 12】米国特許第 5 4 8 3 9 5 1 号明細書【特許文献 13】米国特許第 5 5 1 4 1 5 7 号明細書【特許文献 14】米国特許第 5 5 3 1 7 1 5 号明細書【特許文献 15】米国特許第 5 5 4 9 5 4 2 号明細書【特許文献 16】米国特許第 5 6 0 5 5 4 3 号明細書【特許文献 17】米国特許第 5 6 6 2 5 8 7 号明細書【特許文献 18】米国特許第 5 7 4 3 8 7 6 号明細書【特許文献 19】米国特許第 5 7 5 9 1 5 1 号明細書【特許文献 20】米国特許第 6 0 3 6 6 7 7 号明細書【特許文献 21】米国特許第 6 1 9 7 0 1 7 号明細書【特許文献 22】米国特許第 6 2 2 1 0 6 1 号明細書【特許文献 23】米国特許第 6 4 3 2 1 1 2 号明細書【特許文献 24】米国特許第 6 5 1 7 4 7 7 号明細書【特許文献 25】米国特許第 6 5 5 4 8 4 4 号明細書【特許文献 26】米国特許第 6 6 1 0 0 0 7 号明細書【特許文献 27】米国特許第 6 6 3 8 2 6 6 号明細書【特許文献 28】米国特許第 6 6 8 2 4 9 3 号明細書【特許文献 29】米国特許第 6 6 9 7 0 4 8 号明細書

10

20

30

40

50

<u>【特許文献 3 0】</u>	
<u>米国特許第 6 8 0 0 0 5 6 号明細書</u>	
<u>【特許文献 3 1】</u>	
<u>米国特許第 6 8 2 7 7 1 0 号明細書</u>	
<u>【特許文献 3 2】</u>	
<u>米国特許第 6 8 3 7 8 4 6 号明細書</u>	
<u>【特許文献 3 3】</u>	
<u>米国特許第 6 8 5 8 0 0 5 号明細書</u>	
<u>【特許文献 3 4】</u>	
<u>米国特許第 6 8 6 9 3 9 6 号明細書</u>	10
<u>【特許文献 3 5】</u>	
<u>米国特許第 6 9 0 7 2 9 8 号明細書</u>	
<u>【特許文献 3 6】</u>	
<u>米国特許第 6 9 6 0 1 6 2 号明細書</u>	
<u>【特許文献 3 7】</u>	
<u>米国特許第 6 9 6 0 1 6 3 号明細書</u>	
<u>【特許文献 3 8】</u>	
<u>米国特許第 6 6 2 3 4 4 8 号明細書</u>	
<u>【特許文献 3 9】</u>	
<u>米国特許第 6 6 9 2 4 8 5 号明細書</u>	20
<u>【特許文献 4 0】</u>	
<u>米国特許第 6 7 3 0 0 2 0 号明細書</u>	
<u>【特許文献 4 1】</u>	
<u>米国特許第 6 7 9 0 1 7 3 号明細書</u>	
<u>【特許文献 4 2】</u>	
<u>米国特許第 6 8 3 7 8 4 7 号明細書</u>	
<u>【特許文献 4 3】</u>	
<u>米国特許第 6 8 9 0 2 9 7 号明細書</u>	
<u>【特許文献 4 4】</u>	
<u>米国特許第 6 8 9 9 6 7 3 号明細書</u>	30
<u>【特許文献 4 5】</u>	
<u>米国特許第 6 9 6 3 7 9 2 号明細書</u>	
<u>【特許文献 4 6】</u>	
<u>米国特許第 6 9 7 4 4 1 1 号明細書</u>	
<u>【特許文献 4 7】</u>	
<u>米国特許第 6 9 7 6 9 9 1 号明細書</u>	
<u>【特許文献 4 8】</u>	
<u>米国特許第 6 9 8 4 2 0 3 号明細書</u>	
<u>【特許文献 4 9】</u>	
<u>米国特許第 7 0 2 9 4 3 5 号明細書</u>	40
<u>【特許文献 5 0】</u>	
<u>米国特許第 7 0 4 1 0 5 2 号明細書</u>	
<u>【特許文献 5 1】</u>	
<u>米国特許第 7 0 4 4 9 0 7 号明細書</u>	
<u>【特許文献 5 2】</u>	
<u>米国特許第 7 0 8 7 0 1 3 号明細書</u>	
<u>【特許文献 5 3】</u>	
<u>米国特許第 7 0 9 0 6 8 3 号明細書</u>	
<u>【特許文献 5 4】</u>	
<u>米国特許第 7 0 9 0 6 3 7 号明細書</u>	50

【特許文献 5 5】米国特許第 7 1 2 8 7 0 8 号明細書**【特許文献 5 6】**米国特許第 7 1 6 9 1 4 1 号明細書**【特許文献 5 7】**米国特許第 7 1 7 1 2 7 9 号明細書**【特許文献 5 8】**米国特許第 7 1 0 8 6 8 8 号明細書**【特許文献 5 9】**米国特許第 7 1 8 2 7 3 1 号明細書

10

【特許文献 6 0】米国特許第 7 2 1 4 2 3 0 号明細書**【特許文献 6 1】**米国特許第 7 2 3 2 4 3 4 号明細書**【特許文献 6 2】**米国特許第 7 2 5 0 0 2 7 号明細書**【特許文献 6 3】**米国特許第 7 3 2 2 9 3 5 号明細書**【特許文献 6 4】**米国特許第 7 3 3 8 5 0 5 号明細書

20

【特許文献 6 5】米国特許第 5 2 5 1 6 1 1 号明細書**【特許文献 6 6】**米国特許第 5 7 5 9 1 5 1 号明細書**【非特許文献】****【0 0 0 4】****【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

30

【非特許文献 2】

BROWN et al., "Design and Control of a Second-Generation Hyper-Redundant Mechanism," International Conference on 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

40

【発明の概要】**【課題を解決するための手段】****【0 0 0 5】**

全般的な 1 つの観点において、本願は、操作可能な多関節装置について開示している。種々の実施形態によれば、本装置には、第 1 の多関節機構（複数の連結部を有する機構）および第 2 の多関節機構が含まれる。前記第 1 の多関節機構は、第 1 の複数の溝を画成する。前記第 2 の多関節機構は、第 2 の複数の溝を画成する。前記第 1 の複数の溝および前記第 2 の複数の溝は協動し、当該装置の長手方向に沿って少なくとも 2 つの作業ポートを

50

画成する。前記第1の機構および前記第2の機構の少なくとも一方は、操作可能である。

【図面の簡単な説明】

【0006】

本明細書では、本発明の種々の実施形態を、以下の図と併せ、例をとって説明している。

【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。

【図1B】 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。

【図2】 図2は、図1の装置の第1の機構の種々の実施形態を例示した図である。 10

【図3A】 図3A～3Cは、図2の第1の機構の第1の連結部の種々の実施形態を例示した図である。

【図3B】 図3A～3Cは、図2の第1の機構の第1の連結部の種々の実施形態を例示した図である。

【図3C】 図3A～3Cは、図2の第1の機構の第1の連結部の種々の実施形態を例示した図である。

【図4A】 図4A～4Cは、図2の第1の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4B】 図4A～4Cは、図2の第1の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。 20

【図4C】 図4A～4Cは、図2の第1の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5A】 図5A～5Cは、図2の第1の機構の第2の連結部の種々の実施形態を例示した図である。

【図5B】 図5A～5Cは、図2の第1の機構の第2の連結部の種々の実施形態を例示した図である。

【図5C】 図5A～5Cは、図2の第1の機構の第2の連結部の種々の実施形態を例示した図である。

【図6】 図6は、図1の装置の第2の機構の種々の実施形態を例示した図である。

【図7A】 図7A～7Cは、図6の第2の機構の第1の連結部の種々の実施形態を例示した図である。 30

【図7B】 図7A～7Cは、図6の第2の機構の第1の連結部の種々の実施形態を例示した図である。

【図7C】 図7A～7Cは、図6の第2の機構の第1の連結部の種々の実施形態を例示した図である。

【図8A】 図8A～8Cは、図6の第2の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8B】 図8A～8Cは、図6の第2の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8C】 図8A～8Cは、図6の第2の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。 40

【図9A】 図9A～9Dは、図6の第2の機構の第2の連結部の種々の実施形態を例示した図である。

【図9B】 図9A～9Dは、図6の第2の機構の第2の連結部の種々の実施形態を例示した図である。

【図9C】 図9A～9Dは、図6の第2の機構の第2の連結部の種々の実施形態を例示した図である。

【図9D】 図9A～9Dは、図6の第2の機構の第2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 50

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。

【発明を実施するための形態】

【0007】

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。

10

図1Aおよび1Bは、操作可能な多関節装置10の種々の実施形態を例示したものである。本明細書における用語「操作可能な」(steerable)とは、この装置10の端部が、この装置10の別の一部に対し、いくつかの方向(上下左右など)に誘導可能なことを意味する。この装置10の種々の実施形態は、医療処置(低侵襲的処置など)、監視用途、検査用途、探索、救助用途などに利用できる。以下本明細書では、明瞭化するという目的のみにおいて、当該装置10の実用性について、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10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。

【0008】

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れば、前記第2の機構14は、図1B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。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。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。

20

【0009】

本明細書における用語「柔軟な」(limp)は、高度に柔軟であることを意味する。そのため、前記第1の機構12または前記第2の機構14が柔軟モードの場合、その柔軟機構は、その周囲と同じ形状になり、または再成形が可能である。なお、本明細書における用語「柔軟な」は、重力および環境形状に応じて受動的に特定の構成になる構造を示さないことに注意すべきである。むしろ、前記第1の機構12または前記第2の機構14が柔軟モードの場合、柔軟機構は、本装置10の作業者が希望する配置および構成を取ることが可能である。従って、弛緩した受動的なものではなく連接され制御されるものである。

30

【0010】

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であろう。当該装置10は、第1のケーブル16と、第2のケーブル18と、第3のケーブル20と、第4のケーブル22とを有することもできる。前記第1のケーブル16、前記第2のケーブル18、および前記第3のケーブル20はステアリングケーブル、前記第4のケーブル22は、張力調整ケーブル(テンションニングケーブル)と見なすことができる。

40

【0011】

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。

50

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、また前記第2の端部26は遠端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の間の任意数の中間連結部32とを有する。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。

【0012】

図3A～3C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3B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）などの纖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。

10

【0013】

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、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、この第1の部分40の直径は、約6.35ミリメートルのオーダーである。

20

【0014】

前記第2の部分42は、外側が略円柱形である。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へ向かってテープがかかっている。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、分割（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に接触する位置で、約4.75ミリメートルのオーダーである。

【0015】

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、分割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れば、前記第1の溝46および第2の溝48は、約1.25ミリメートルオーダーの直径を有する円筒形の一部（セグメント）として構成され、前記第3の溝50は、約2.50ミリメートルオーダーの直径を有する円筒形の一部として構成される。当該第1の連結部28の長さは、約65ミリメートルのオーダーにできる。ただし当業者であれば、この第1の連結部28の長さは用途に基づいて異なってよいことが理解されるであろう。

30

【0016】

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、その中を前記第4のケーブル22が貫通できるようにする上で十分なサイ

40

50

ズのものである。種々の実施形態によれば、前記経路 5 2 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 3 4 から前記第 2 の端部 3 6 へ延長する第 1 の円筒形 5 4 と、前記第 1 の円筒形 5 4 から前記第 2 の端部 3 6 へ延長する第 2 の円筒形 5 6 との組み合わせを有する。前記第 1 の円筒形 5 4 の直径は、前記第 2 の円筒形 5 6 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 5 4 の直径は、約 3.20 ミリメートルオーダーであり、前記第 2 の円筒形 5 6 の直径は、約 1.50 ミリメートルオーダーである。

【 0 0 1 7 】

図 4 A ~ 4 C は、前記第 1 の機構 1 2 の前記中間連結部 3 2 の 1 つ（内部の中間連結部 3 2 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 3 2 は、他の前記中間連結部 3 2 の代表的なものである。この中間連結部 3 2 は、第 1 の端部 5 8 および第 2 の端部 6 0 を含み、図 4 B に示すように、当該中間連結部 3 2 には、前記第 1 の端部 5 8 の中心および前記第 2 の端部 6 0 の中心を貫通する長手方向の軸 6 2 が形成されている。この中間連結部 3 2 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 3 2 は、G 10 / F R 4 Garolite（登録商標）などの纖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 3 2 については、以降より詳しく説明する。

10

【 0 0 1 8 】

前記中間連結部 3 2 は、第 1 の部分 6 4 および第 2 の部分 6 6 を有する。前記第 1 の部分 6 4 は近位の部分、また前記第 2 の部分 6 6 は遠位の部分と見なすことができる。前記第 1 の部分 6 4 は、前記第 2 の部分 6 6 と一体的に作製できる。前記第 1 の部分 6 4 は、外側が略円柱形で、当該中間連結部 3 2 の前記第 1 の端部 5 8 から当該中間連結部 3 2 の前記第 2 の端部 6 0 へと延長する。種々の実施形態によれば、前記第 2 の部分 6 6 は、外側が略円柱形になっている部分で前記第 1 の部分 6 4 に接触し、当該中間連結部 3 2 の前記第 2 の端部 6 0 へ向かってテーパーがかかっている。前記第 2 の部分 6 6 の外側は、全体として、分割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、この中間連結部 3 2 の直径は、前記第 1 の端部 5 8 において、約 4.75 ミリメートルのオーダーである。当該中間連結部 3 2 の長さは、約 5.85 ミリメートルのオーダーにできる。ただし当業者であれば、この中間連結部 3 2 の長さは用途に基づいて異なってよいことが理解されるであろう。

20

【 0 0 1 9 】

30

また、前記中間連結部 3 2 は、当該中間連結部 3 2 の前記第 1 の端部 5 8 から当該中間連結部 3 2 の前記第 2 の端部 6 0 へと延長する第 1 の表面 6 8 を有する。この第 1 の表面 6 8 は、当該中間連結部 3 2 の外面と見なすことができる。また当該中間連結部 3 2 には、前記第 1 の表面 6 8 に沿って前記長手方向の軸 6 2 に平行な第 1 の溝 7 0 と、前記第 1 の表面 6 8 に沿って前記長手方向の軸 6 2 に平行な第 2 の溝 7 2 と、前記第 1 の表面 6 8 に沿って前記長手方向の軸 6 2 に平行な第 3 の溝 7 4 とが形成されている。これら第 1 の溝 7 0 、第 2 の溝 7 2 、第 3 の溝 7 4 は、それぞれ前記第 1 の表面 6 8 に沿って、当該中間連結部 3 2 の前記第 1 の端部 5 8 から当該中間連結部 3 2 の前記第 2 の端部 6 0 へと延在する。これら第 1 の溝 7 0 、第 2 の溝 7 2 、第 3 の溝 7 4 は半管形にでき、図 4 C に示すように、当該中間連結部 3 2 の前記第 1 の表面 6 8 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 7 0 、前記第 2 の溝 7 2 、前記第 3 の溝 7 4 は、分割された円筒形状に構成できる。これら溝 7 0 、7 2 、7 4 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 7 0 および第 2 の溝 7 2 は、当該中間連結部 3 2 の前記第 1 の端部 5 8 で約 1.75 ミリメートルオーダーの直径を有する円筒形の一部（セグメント）として構成され、前記第 3 の溝 7 4 は、当該中間連結部 3 2 の前記第 1 の端部 5 8 で約 2.50 ミリメートルオーダーの直径を有する円筒形の一部として構成される。これら第 1 の溝 7 0 、第 2 の溝 7 2 、第 3 の溝 7 4 は、それぞれ様々な用具（工具）または器具（アブレーションツールなど）のいずれかを受容しこれを一部取り囲むよう構成され、その工具は、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 へと通過する。

40

50

【0020】

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、その中を前記第4のケーブル22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76は、全体として複雑な形状に構成され、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の分割された半球78と、前記第1の分割された半球78から前記第2の端部60へ延在する第2の分割された半球80と、前記第2の分割された半球80から前記第2の端部60へ延在する第3の分割された半球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の分割された半球78は、約4.75ミリメートルオーダーの直径を有する球体の一部を表し、前記第2の分割された半球80は、約2.25ミリメートルオーダーの直径を有する球体の一部を表し、前記円筒形82は、約1.0ミリメートルオーダーの直径を有し、前記第3の分割された半球84は、約2.25ミリメートルオーダーの直径を有する球体の一部を表す。

10

【0021】

前記経路76の前記第1の分割された半球78は、前記第1の連結部28が前記中間連結部32に連結された場合に、前記第1の連結部28の前記第2の端部36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32についても、その経路76の第1の分割された半球78は、前記所与の中間連結部32が別の中間連結部32に連結された場合に、その別の中間連結部32の第2の端部60を受容するよう構成されている。前記第3の分割された半球84は、中間連結部32の1つがそれに隣接して連結された中間連結部32に対し動いたとき、前記第4のケーブル22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。同様に、前記第2の連結部30が所与の中間連結部32に連結された場合、その第3の分割された半球84は、前記第2の連結部30がそれに連結された所与の中間連結部32に対し動いたとき、前記第4のケーブル22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。

20

【0022】

上記の構造により、前記第1の連結部28は、その前記第2の端部36を、前記中間連結部32の前記経路76の前記第1の分割された半球78内に着座させることにより、前記中間連結部32に連結できる。前記第1の連結部28の前記第2の端部36の凸型構成は、全体として、前記中間連結部32の前記経路76の前記第1の分割された半球78の凹型構成に対応するため、前記第1の連結部28は前記中間連結部32に連結でき、その場合、前記第1の連結部28の前記長手方向の軸38と、前記第1の溝46と、前記第2の溝48と、前記第3の溝50とが、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とにそれぞれ位置合わせされる。前記中間連結部32は、その前記長手方向の軸62が、前記第1の連結部28の前記長手方向の軸38に整列していない状態で、前記第1の連結部28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28および前記中間連結部32の構成により、前記中間連結部32は、前記第1の連結部28の前記長手方向の軸38と、前記中間連結部32の前記長手方向の軸62とが、互いに最高約25°の角度をなすよう、当該中間連結部32の連結先である前記第1の連結部28に対して動くことができる。同様に、中間連結部32の1つは、その第2の端部60を別の中間連結部32の経路76の第1の分割された半球78内に着座させることにより、前記別の中間連結部32と連結することができる。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、前記中間連結部32の前記経路76の前記第1の分割された半球78の凹型構成に対応するため、前記中間連結部32同士は連結でき、その場合、当該中間連結部32の前記長手方向の軸62同士、前記第1の溝46同士、前記第2の溝48同士、および前記第3の溝50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32同士は、それらの長手方向の軸62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

30

40

50

の実施形態によれば、連結された前記中間連結部32同士の構成により、中間連結部32の1つは、前記長手方向の軸62同士が互いに最高約25°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32に対し動くことができる。

【0023】

図5A～5Cは、前記第1の機構12の前記第2の連結部30（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30は、第1の端部86および第2の端部88を含み、図5Bに示すように、前記第2の連結部30には前記第1の端部86の中心および前記第2の端部88の中心を貫通する長手方向の軸90が形成されている。この第2の連結部30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30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

【0024】

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、外側が略円柱形になっている部分で前記第1の部分92に接触し、当該第2の連結部30の前記第2の端部88へ向かってテーパーがかかっている。前記第2の部分64の外側は、全体として、分割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、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ミリメートルオーダーであり、前記第2の部分94のテーパーは、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ミリメートルのオーダーにできる。ただし当業者であれば、この第2の連結部30の長さは用途に基づいて異なってよいことが理解されるであろう。

20

【0025】

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、分割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ミリメートルオーダーの直径を有する円筒形の一部（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ミリメートルオーダーの直径を有する円筒形の一部として構成される。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（工具）または器具（アブレーションツールなど）のいずれかを受容しこれを一部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。

30

【0026】

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。

40

50

この経路 104 は、その中を前記第4のケーブル 22 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 104 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 86 から前記第2の端部 88 へ延在する第1の分割された半球 106 と、前記第1の分割された半球 106 から前記第2の端部 88 へ延在する第2の分割された半球 108 と、前記第2の分割された半球 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の分割された半球 106 は、約 4.75 ミリメートルオーダーの直径を有する球体の一部を表し、前記第2の分割された半球 108 は、約 2.25 ミリメートルオーダー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 ミリメートルオーダーの直径を有する。前記経路 104 の前記第1の分割された半球 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。10

【0027】

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の分割された半球 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の分割された半球 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。20

【0028】

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、また前記第2の端部 122 は遠端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。30

【0029】

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。40

【0030】

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 ミリメートルのオーダーである。50

【0031】

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へ向かってテープーがかかっている。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、分割（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ミリメートルのオーダーである。

【0032】

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が画成され、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44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°のオーダー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、分割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ミリメートルオーダーの円筒形の一部（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（工具）または器具（アブレーションツールなど）を前記多関節装置10内へ容易に導入でき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ミリメートルのオーダーにできる。ただし当業者であれば、この第1の連結部124の長さは用途に基づいて異なってよいことが理解されるであろう。

【0033】

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、全体として複雑な形状に構成され、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へ延在する分割された円錐形150と、前記分割された円錐形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、前記分割された円錐形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ミリメートルオーダーであり、前記長手方向の軸134に対し約45°のオーダーの角度でテープーがかかっている。前記円筒形152の直径は、約5.50ミリメートルのオーダーである。

【0034】

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

10

20

30

40

50

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ミリメートルオーダーであってよい。前記第1の孔154は、前記第1のケーブル16を受容しこれを取り囲むよう構成されている。前記第2の孔156は、前記第2のケーブル18を受容しこれを取り囲むよう構成されている。前記第3の孔158は、前記第3のケーブル20を受容しこれを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、前記第1のケーブル16、前記第2のケーブル18、および前記第3のケーブル20が動けるようにするための誘導路として作用する。

【0035】

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、以降より詳しく説明する。

【0036】

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へ向かってテープーがかかっている。前記第2の部分168の外側は、全体として、分割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ミリメートルのオーダーである。当該中間連結部128の長さは、約8.40ミリメートルのオーダーにできる。ただし当業者であれば、この中間連結部128の長さは用途に基づいて異なってよいことが理解されるであろう。

【0037】

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32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、分割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1

10

20

30

40

50

28の前記第1の端部160で約1.75ミリメートルオーダーの直径を有する円筒形の一部(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ミリメートルオーダーの直径を有する円筒形の一部として構成される。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(工具)または器具(アブレーシヨンツールなど)のいずれかを受容しこれを一部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。

【0038】

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、全体として複雑な形状に構成され、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へ延在する分割された半球182と、前記分割された半球182から前記第2の端部162へ延在する第1の分割された円錐形184と、前記第1の分割された円錐形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の分割された円錐形188との組み合わせを有する。種々の実施形態によれば、前記分割された半球182は、約9.65ミリメートルオーダーの直径を有する球体の一部を表し、前記第1の分割された円錐形184は、前記長手方向の軸164に対し約15°オーダーの角度でテーパーがかかっており、円筒形186は、約5.50ミリメートルオーダーの直径を有し、第2の分割された円錐形188は、前記長手方向の軸164に対し約15°オーダーの角度でテーパーがかかっている。前記経路180の前記分割された半球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の分割された半球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。

【0039】

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あってもよい。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ミリメートルオーダーであってよい。前記第1の孔190は、前記第1のケーブル16を受容しこれを取り囲むよう構成されている。前記第2の孔192は、前記第2のケーブル18を受容しこれを取り囲むよう構成されている。前記第3の孔194は、前記第3のケーブル20を受容しこれを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、前記第1のケーブル16、前記第2のケーブル18、および前記第3のケーブル20が動けるようにするための誘導路として作用する。

【0040】

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に伴うテーパーと、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

10

20

30

40

50

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(工具)または器具(アブレーションツールなど)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。

【0041】

また前記中間連結部128には、前記第2の部分168に伴うテーパーと、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、前記第1のケーブル16、前記第2のケーブル18、および前記第3のケーブル20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。

10

【0042】

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の数有することができ、このような開口部を有することができる前記中間連結部128の数は任意である。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(工具)または器具の出口点として利用できる。こ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(工具)または器具を前進させる場合、第2の用具(工具)または器具(光ファイバーケーブルなど)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(工具)または器具を出すことができる。

20

30

【0043】

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の前記分割された半球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の前記分割された半球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

40

50

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 の分割された半球 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 の前記分割された半球 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、それらの長手方向の軸 164 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 128 同士の構成により、中間連結部 128 の 1 つは、前記長手方向の軸 164 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 128 の連結先である別の中間連結部 128 に対し動くことができる。

【0044】

図 9A ~ 9C は、前記第 2 の機構 14 の前記第 2 の連結部 126 (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 126 は、第 1 の端部 208 および第 2 の端部 210 を含み、図 9C に示すように、当該第 2 の連結部 126 には、前記第 1 の端部 208 の中心および前記第 2 の端部 210 の中心を貫通する長手方向の軸 212 が形成されている。この第 2 の連結部 126 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 126 は、Delrin (登録商標) などの熱可塑性材料で製作される。

【0045】

前記第 2 の連結部 126 は、第 1 の部分 214 および第 2 の部分 216 を有する。前記第 1 の部分 214 は近位の部分、また前記第 2 の部分 216 は遠位の部分と見なすことができる。前記第 1 の部分 214 は、前記第 2 の部分 216 と一体的に作製できる。前記第 1 の部分 214 は、外側が略円柱形で、当該第 2 の連結部 126 の前記第 1 の端部 208 から当該第 2 の連結部 126 の前記第 2 の端部 210 へと延長する。種々の実施形態によれば、この第 1 の部分 214 の直径は、約 4.80 ミリメートルのオーダーである。

【0046】

種々の実施形態によれば、前記第 2 の部分 216 は、外側が略円柱形になっている部分で前記第 1 の部分 214 に接触し、当該第 2 の連結部 126 の前記第 2 の端部 210 へ向かってテープがかかっている。前記第 2 の部分 216 の外側は、全体として、分割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 216 の外側は、当該第 2 の連結部 126 の前記第 1 の部分 214 から前記第 2 の端部 210 へ向かって、前記第 1 の部分 214 の外側に対し約 20° オーダーの角度でテープがかかっている。当該第 2 の連結部 126 の長さは、約 15 ミリメートルのオーダーにできる。ただし当業者であれば、この第 2 の連結部 126 の長さは用途に基づいて異なってよいことが理解されるであろう。

【0047】

また、前記第 2 の連結部 126 は、当該第 2 の連結部 126 の前記第 1 の端部 208 から当該第 2 の連結部 126 の前記第 2 の端部 210 へと延長する第 1 の表面 218 と、当該第 2 の連結部 126 の前記第 1 の端部 208 から当該第 2 の連結部 126 の前記第 2 の端部 210 へと延長する第 2 の表面 220 とを有する。前記第 1 の表面 218 は当該第 2 の連結部 126 の外面、前記第 2 の表面 220 は当該第 2 の連結部 126 の内面と見なすことができる。

【0048】

また、前記第 2 の連結部 126 には、第 1 のポート 222 と、第 2 のポート 224 と、

第3のポート226とが形成されている(図9Bを参照)。前記第1のポート222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のポート224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のポート226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のポート222、第2のポート224、第3のポート226は円柱形にでき、図9Dに示すように、当該第2の連結部126の前記長手方向の軸212の周りで均等に離間できる。これらポート222、224、226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222および第2のポート224は、約1.50ミリメートルオーダーの直径を有する円筒形の一部(セグメント)として構成され、前記第3のポート226は、約2.50ミリメートルオーダーの直径を有する円筒形として構成される。これら第1のポート222、第2のポート224、第3のポート226は、それぞれ様々な用具(工具)または器具(アブレーションツールなど)のいずれかを受容しこれ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。

【0049】

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ミリメートルオーダーであってよい。前記第1の孔228は、前記第1のケーブル16を受容しこれを取り囲むよう構成されている。前記第2の孔230は、前記第2のケーブル18を受容しこれを取り囲むよう構成されている。前記第3の孔232は、前記第3のケーブル20を受容しこれを取り囲むよう構成されている。

【0050】

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、全体として複雑な形状に構成され、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の分割された半球236と、前記第1の分割された半球236から前記第2の端部210へ延在する第2の分割された半球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の分割された半球236は、約9.50ミリメートルオーダーの直径を有する球体の一部を表し、前記第2の分割された半球238は、約7.0ミリメートルオーダー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の分割された半球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。

【0051】

上記の構造により、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の分割された半球236内に着座させることにより、前記第2の連結部126に連結できる。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、前記第2の連結部126の前記凹部234の前記第1の分割された半球236の凹型構成に対応するため、前記中間連結部128は前記第2の連結

10

20

30

40

50

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、それに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 に対し動くことができる。10

【 0052 】

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 の前記中間連結部 32 の前記第 1 の溝 70 と、前記第 2 の溝 72 と、前記第 3 の溝 74 とは、前記第 2 の機構 14 の前記中間連結部 128 の前記第 1 の溝 174 と、前記第 2 の溝 176 と、前記第 3 の溝 178 とに実質的に位置合わせ可能となり、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 と、前記第 1 の溝 98 と、前記第 2 の溝 100 とは、前記第 2 の機構 14 の前記第 2 の連結部 126 の前記第 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 とに実質的に位置合わせ可能となる。前記第 1 の機構 12 の前記中間連結部 32 の前記第 1 の溝 70 が、前記第 2 の機構 14 の前記中間連結部 128 の前記第 1 の溝 174 に位置合わせされて組み合わさることにより、前記第 1 の溝 70 および 174 は、集合的に、前記第 2 の機構 14 の前記第 2 の連結部 126 の前記第 1 のポート 222 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。本明細書における用語「作業ポート」とは、装置（カメラ、光ファイバー、アブレーションツール、手術器具など）が通過できる経路をいう。前記第 1 の溝 70 は前記第 1 の作業ポートの内側部分、前記第 1 の溝 174 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。20

【 0053 】

同様に、前記第 1 の機構 12 の前記中間連結部 32 の前記第 2 の溝 72 が、前記第 2 の機構 14 の前記中間連結部 128 の前記第 2 の溝 176 に位置合わせされて組み合わさることにより、前記第 2 の溝 72 および 176 は、集合的に、前記第 2 の機構 14 の前記第 2 の連結部 126 の前記第 2 のポート 224 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、前記第 1 の機構 12 の前記中間連結部 32 の前記第 3 の溝 74 が、前記第 2 の機構 14 の前記中間連結部 128 の前記第 3 の溝 178 に位置合わせされて組み合わさることにより、前記第 3 の溝 74 および 178 は、集合的に、前記第 2 の機構 14 の前記第 2 の連結部 126 の前記第 3 のポート 226 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 72 は前記第 2 の作業ポートの内側部分、前記第 2 の溝 176 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 74 は前記第 3 の作業ポートの内側部分、前記第 3 の溝 178 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 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、種々の用具（工具）または器具（アブレーションツールなど）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（工具）または器具を通過させる上で利用できる。40

【 0054 】

各前記中間連結部 32 および 128 の各前記溝 70、72、74、174、176、178 が位置合わせされて、集合的に前記種々の用具（工具）または器具を取り囲んだ場合50

、前記溝 70、72、74、174、176、178 と、前記種々の用具（工具）または器具とを組み合わせたものは、前記第1の機構 12 および前記第2の機構 14 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。

【0055】

前記第2の機構 14 の前記中間連結部 128 の前記経路 180 の直径は、前記第1の機構 12 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 12 が当該第2の機構 14 に受容されると（図1Bを参照）、当該第1の機構 12 と当該第2の機構 14 との間には 3 次元の空間 240 が存在する。種々の実施形態によれば、この空間 240 を利用すると、配線、用具（工具）、器具などを、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 まで通過させることができる。

10

【0056】

前記第1のケーブル 16、前記第2のケーブル 18、および前記第3のケーブル 20 は、任意の適切な材料で製作できる。例えば、種々の実施形態によれば、これら第1のケーブル 16、第2のケーブル 18、および第3のケーブル 20 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してよい。これら第1のケーブル 16、第2のケーブル 18、および第3のケーブル 20 を利用すると、当該多関節装置 10 の動きを制御することができる。例えば、前記第1のケーブル 16、前記第2のケーブル 18、および前記第3のケーブル 20 の各々に実質的に等しい張力を与えると、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。前記第1のケーブル 16、前記第2のケーブル 18、および前記第3のケーブル 20 のうち 1 若しくはそれ以上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、これらのケーブル 16、18、20 に均一な張力を与えると、前記第2の機構 14 は「剛性の」（rigid）状態になり、当該ケーブル 16、18、20 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、これらのケーブル 16、18、20 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 で、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。前記ケーブル 16、18、20 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であろう。

20

【0057】

前記第4のケーブル 22 は、任意の適切な材料で製作できる。例えば、種々の実施形態によれば、このケーブル 22 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してよい。このケーブル 22 を利用すると、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、この第4のケーブル 22 を強く引くと、前記第1の機構 12 は「剛性の」状態になり、この第4のケーブル 22 を弛緩させると、前記第1の機構 12 は「柔軟な」状態になる。種々の実施形態によれば、この第4のケーブル 22 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。この第4のケーブルは、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

【0058】

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

40

50

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。前記第4のケーブルが強く引かれているため、当該第1の機構12は剛性モードになっている。前記ケーブル16、18、20は強く引かれていないため、前記第2の機構14は柔軟モードになっている。

【0059】

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、前記ケーブル16、18、20が同一の力で引張られる。

【0060】

次いで、前記第4のケーブル22を引く力が解除され、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、前記第4のケーブル22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。

【0061】

次に、前記ケーブル16、18、20を引く力が解除され、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、前記ケーブル16、18、20が同一の力で引張られる。

【0062】

次いで、前記第4のケーブル22を引く力が解除され、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、前記第4のケーブル22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。

【0063】

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

10

20

30

40

50

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 ミリメートルのオーダーであるが、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 ミリメートルのオーダーになるよう、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。

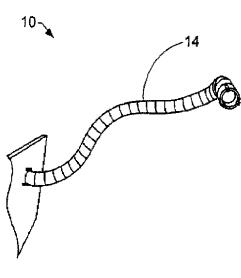
【 0064 】

前記第 1 の機構 12 を有する各前記連結部 28、30、32 の独特的の構成と、前記第 2 の機構 14 を有する各前記連結部 124、126、128 の独特的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 4.0 ミリメートルオーダー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 に示した。当該多関節装置 10 の前記中間連結部 128 の最大部が約 1.0 ミリメートルオーダーの実施形態では、当該多関節装置 10 は、4.5 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（約 4.0 ミリメートルオーダーなど）。言い換えると、当該多関節装置 10 は、当該装置 10 の外径の約 4 倍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。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。

【 0065 】

以上、例をとって本発明の実施形態をいくつか説明したが、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。例えば、当業者であれば、前記多関節装置 10 が任意数の作業ポートを有してよいことが理解されるであろう。また、前記第 1 の機構 12 に、前記第 4 のケーブル 22 の代わりに孔およびケーブルをさらに設け、当該第 1 の機構 12 を操作可能にしてもよい。

【図 1 A】



【図 1 B】

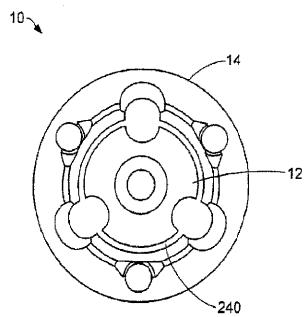
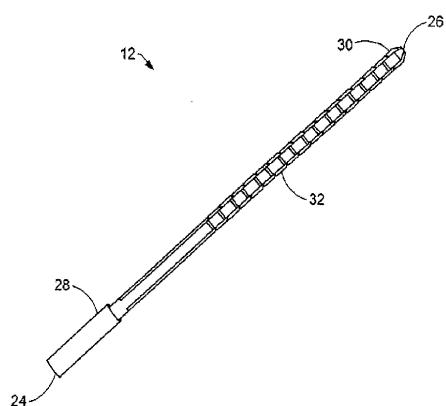


FIG. 1A

FIG. 1B

【図 2】



【図 3 A】

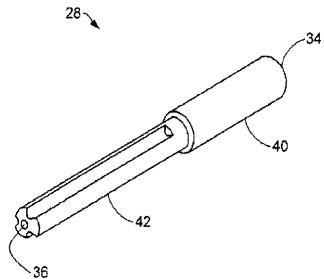


FIG. 2

FIG. 3A

【図 3 B】

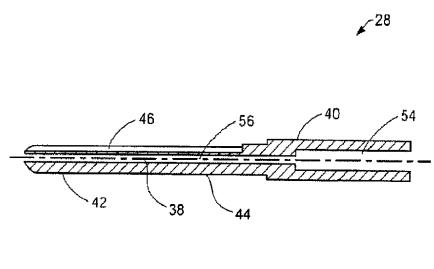


FIG. 3B

【図 3 C】

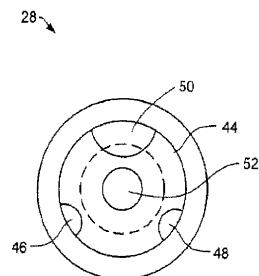


FIG. 3C

【図 4 A】

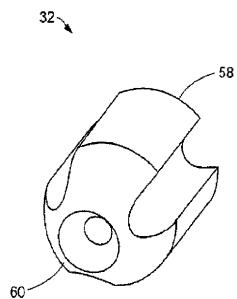


FIG. 4A

【図 4 B】

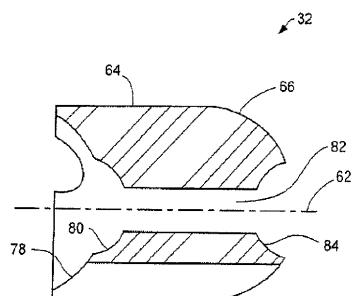


FIG. 4B

【図 4 C】

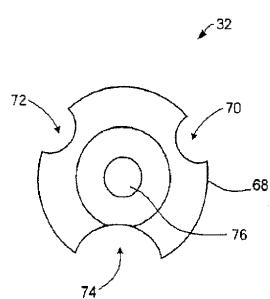


FIG. 4C

【図 5 A】

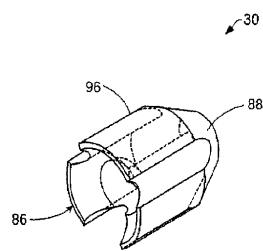


FIG. 5A

【図 5 B】

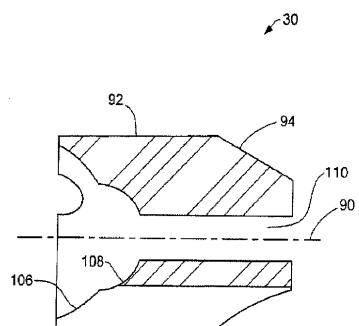


FIG. 5B

【図 5 C】

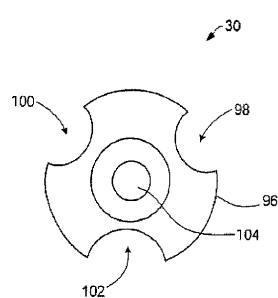


FIG. 5C

【図6】

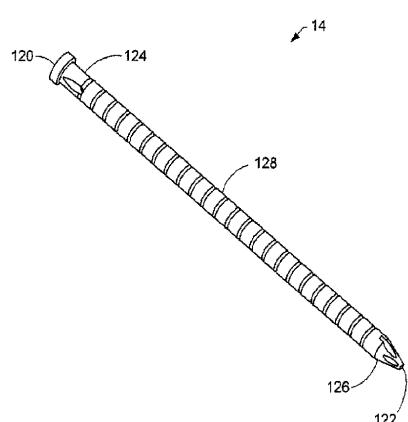


FIG. 6

【図7A】

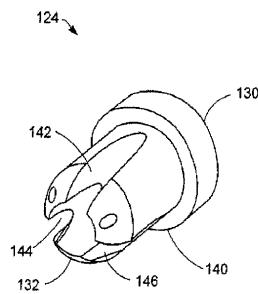


FIG. 7A

【図7B】

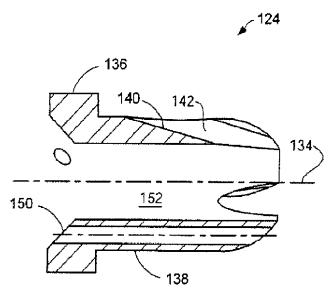


FIG. 7B

【図7C】

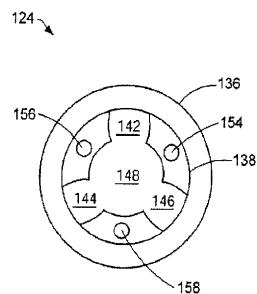


FIG. 7C

【図 8 A】

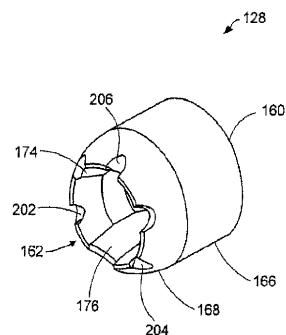


FIG. 8A

【図 8 B】

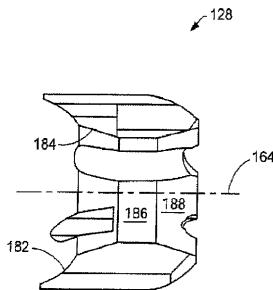


FIG. 8B

【図 8 C】

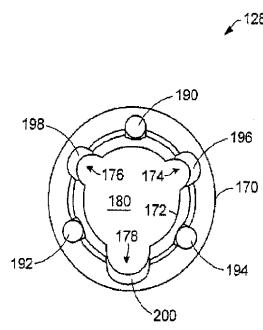


FIG. 8C

【図 9 A】

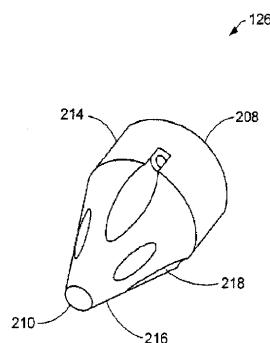


FIG. 9A

【図 9 B】

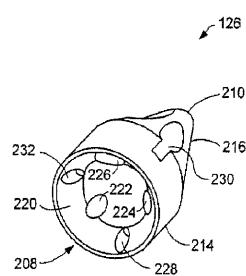


FIG. 9B

【図 9 C】

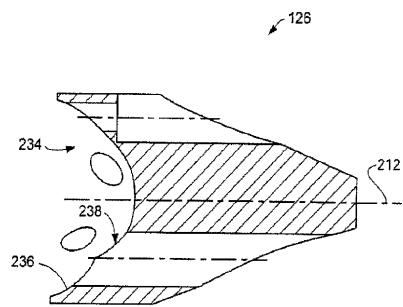


FIG. 9C

【図 9 D】

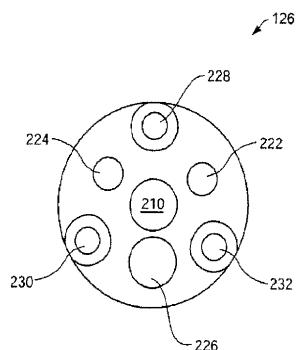


FIG. 9D

【図 10】

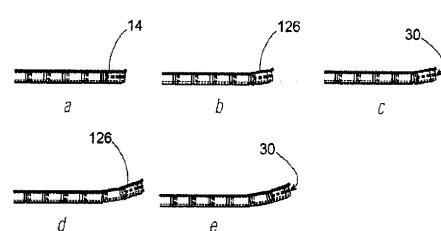


FIG. 10

【図 11】

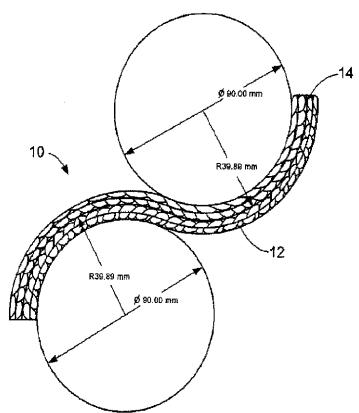


FIG. 11

フロントページの続き

(72)発明者 チョセット、ハウイー

アメリカ合衆国、15232 ペンシルバニア州、ピッツバーグ、738 サマーリア ストリート

(72)発明者 ズビアテ、ブレット

アメリカ合衆国、15212 ペンシルバニア州、ピッツバーグ、500 トライポリ ストリート、アパートメント 212

(72)発明者 デガニ、アミアー

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

審査官 岩田 洋一

(56)参考文献 特表2007-511247(JP,A)

特開平07-120684(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61M 25/00