

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2018-534099

(P2018-534099A)

(43) 公表日 平成30年11月22日(2018.11.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>A 6 1 B 34/35</b> (2016.01)	A 6 1 B 34/35	3 C 7 0 7
<b>A 6 1 B 34/37</b> (2016.01)	A 6 1 B 34/37	
<b>B 2 5 J 7/00</b> (2006.01)	B 2 5 J 7/00	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 91 頁)

(21) 出願番号	特願2018-538940 (P2018-538940)	(71) 出願人	518132307
(86) (22) 出願日	平成28年10月14日 (2016.10.14)		メディカル・マイクロインストゥルメンツ
(85) 翻訳文提出日	平成30年6月15日 (2018.6.15)		・ソチエタ・ベル・アツィオーニ
(86) 国際出願番号	PCT/EP2016/074805		MEDICAL MICROINSTRUMENTS S. P. A.
(87) 国際公開番号	W02017/064301		イタリア、イー56011ピサ、カルチ、
(87) 国際公開日	平成29年4月20日 (2017.4.20)		ヴィア・デル・パドゥレット10ア番
(31) 優先権主張番号	102015000062500	(74) 代理人	100145403
(32) 優先日	平成27年10月16日 (2015.10.16)		弁理士 山尾 憲人
(33) 優先権主張国	イタリア (IT)	(74) 代理人	100132241
			弁理士 岡部 博史

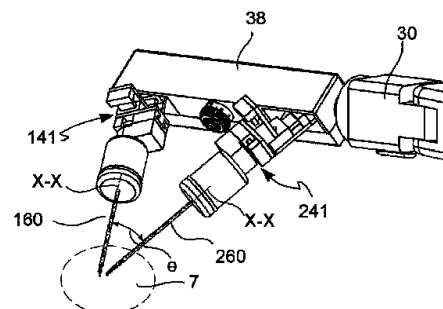
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロボット外科手術アセンブリ

## (57) 【要約】

ロボット手術アセンブリは、支持体と、支持体に接続され、複数の自由度を有し、支持部材を有するマクロ位置決めアームと、少なくとも第1のマикро位置決め装置と少なくとも第2のマикро位置決め装置とを含むように少なくとも2つのマクロ位置決め装置と、第1の医療器具及び第2の医療器具を含む少なくとも2つの医療器具とを備える。前記少なくとも2つのマクロ位置決め装置の各々は、複数の電動自由度を有し、前記マクロ位置決めアームの前記支持部材にカスケード接続されている。前記少なくとも2つの医療器具の各々は、前記マクロ位置決め装置のそれぞれにカスケード接続されている。前記少なくとも2つの医療器具の各々は、複数の回転関節を含む複数の電動自由度を有する関節装置と、前記関節装置を、前記マクロ位置決め装置から軸方向(X-X)において所定の距離を離間させるのに適したシャフトとを有する。

FIG. 9C



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

ロボット外科手術アセンブリ(100)であって、

支持体(104)と、

前記支持体(104)に接続され、複数の自由度を有し、支持部材(38)を有するマクロ位置決めアーム(30)と、

少なくとも1つの第1のマクロ位置決め装置(141)と少なくとも1つの第2のマクロ位置決め装置(241)とを含むように少なくとも2つのマクロ位置決め装置(41, 141, 241, 341)であって、前記少なくとも2つのマクロ位置決め装置(41, 141, 241, 341)の各々は、前記マクロ位置決めアーム(30)の前記支持部材(38)にカスケード接続された複数の電動自由度を有する、前記少なくとも2つのマクロ位置決め装置(41, 141, 241, 341)と、

第1の医療器具(160)及び第2の医療器具(260)を含む少なくとも2つの医療器具(60, 160, 260, 360)であって、前記少なくとも2つの医療器具(60, 160, 260, 360)のそれぞれは、前記マクロ位置決め装置(41, 141, 241, 341)のそれぞれにカスケード接続されている、前記少なくとも2つの医療器具(60, 160, 260, 360)と、

を備え、

前記少なくとも2つの医療器具(60, 160, 260, 360)の各々は、複数の回転関節を含む複数の電動自由度を有する関節装置(70, 170, 270)を備え、

前記少なくとも2つの医療器具(60, 160, 260, 360)の各々は、前記関節装置(70)を、前記マクロ位置決め装置(41, 141, 241, 341)から軸方向(X-X)において所定の距離を離間させるのに適したシャフト(65)を備え、

前記ロボット外科手術アセンブリ(100)は、前記第1の医療器具(160)のシャフト(65)の前記軸方向(X-X)と前記第2の医療器具(260)のシャフト(65)の前記軸方向(X-X)とを強固に結合させ、

前記第1のマクロ位置決め装置(141)は、前記第1の医療器具(160)の前記シャフト(65)に、少なくとも3つの電動並進運動自由度を提供し、

前記第2のマクロ位置決め装置(241)は、前記第2の医療器具(260)の前記シャフト(65)に、少なくとも3つの電動並進運動自由度を提供するように構成されている、

ロボット外科手術アセンブリ(100)。

**【請求項 2】**

前記第1の医療器具(160)のシャフト(65)の軸方向(X-X)と前記第2の医療器具(260)のシャフト(65)の軸方向(X-X)との間の軸角度( )は、前記マクロ位置決め装置(41, 141, 241, 341)の前記複数の電動自由度のいずれかの動作の間に一定であるように構成されている、請求項1に記載のロボット外科手術アセンブリ(100)。

**【請求項 3】**

前記少なくとも2つのマクロ位置決め装置(41, 141, 241, 341)は、前記支持部材(38)に強固に取り付けられている、請求項1に記載のロボット外科手術アセンブリ(100)。

**【請求項 4】**

前記第1のマクロ位置決め装置(41, 141)は、前記第1の医療器具(160)の軸方向(X-X)を強固に係止し、前記第2のマクロ位置決め装置(41, 241)は、前記第1の医療器具(260)の軸方向(X-X)を強固に係止している、請求項1から3のいずれか1項に記載のロボット外科手術アセンブリ(100)。

**【請求項 5】**

少なくとも3つのマクロ位置決め装置(41, 141, 241, 341)と、少なくとも3つの医療器具(60, 160, 260, 360)と、少なくとも3つの関節装置(

10

20

30

40

50

70, 170, 270)とを備えるように、マイクロ位置決め装置(341)と医療器具(360)とを更に備え、

前記第3の医療器具(360)は、前記関節装置(70)を、前記第3のマイクロ位置決め装置(341)から軸方向(X-X)において前記所定の距離を離間させるのに適したシャフト(65)を備え、

前記第3のマイクロ位置決め装置(341)は、前記第3の医療器具(360)の前記シャフト(65)に、少なくとも3つの電動並進運動自由度を提供するように構成されている、

請求項1から4のいずれか1項に記載のロボット外科手術アセンブリ(100)。

【請求項6】

前記所定の距離は、前記関節装置(70, 170, 270)の長手方向延伸の少なくとも5倍に等しい、請求項1から5のいずれか1項に記載のロボット外科手術アセンブリ(100)。

【請求項7】

前記医療器具(60, 160, 260, 360)は、前記医療器具(60, 160, 260, 360)の少なくとも1つの前記関節装置(70, 170, 270)の少なくとも1つの駆動手段を収容するのに適したモータ収容部(61)を備える、請求項1から6のいずれか1項に記載のロボット外科手術アセンブリ(100)。

【請求項8】

マスタ・スレーブ形式の通信によって、前記マイクロ位置決め装置(41, 141, 241, 341)及び前記医療器具(60, 160)の作動を決定するのに適した少なくとも2つの制御装置(20)を備える、請求項1から7のいずれか1項に記載のロボット外科手術アセンブリ(100)。

【請求項9】

前記マクロ位置決めアーム(30)は、

前記支持体(104)に接続され、前記支持体(104)に対して直線スライドガイド(36)に沿って移動可能な第1のアーム部材(31)と、

前記第1のアーム部材(31)に接続され、前記第1のアーム部材(31)に対して第1のアーム移動軸(a-a)の周りを移動可能な第2のアーム部材(32)と、

を含む、請求項1から8のいずれか1項に記載のロボット外科手術アセンブリ(100)。

【請求項10】

前記マクロ位置決めアーム(30)は、前記第2のアーム部材(32)に接続されており、且つ前記第2のアーム部材(32)に対して第2のアーム移動軸(b-b)の周りを移動可能な第3のアーム部材(33)を更に備え、及び/又は

前記マクロ位置決めアーム(30)は、前記第3のアーム部材(35)に接続されており、且つ前記第3のアーム部材(33)に対して第3のアーム移動軸(c-c)の周りを移動可能な第4のアーム部材(34)を更に備え、及び/又は

前記第1のアーム移動軸(a-a)、前記第2のアーム移動軸(b-b)、及び前記第3のアーム移動軸(c-c)は、互いに実質的に平行であり、及び/又は

前記マクロ位置決めアーム(30)は、少なくとも1つの回転ダイヤルナット(43)を更に備え、前記ダイヤルナット(43)は、第4のアーム移動軸(d-d)の周りを移動可能であり、且つ前記支持部材(38)を前記第4のアーム移動軸(d-d)の周りを移動させるように操作されるのに適している、

請求項9に記載のロボット外科手術アセンブリ(100)。

【請求項11】

前記マクロ位置決めアーム(30)は、前記第1のアーム部材(31)、前記第2のアーム部材(32)、前記第3のアーム部材(33)、前記第4のアーム部材(34)のうちの少なくとも2つの相対的動作を防止するのに適した少なくとも1つの係止システムを備える、請求項10に記載のロボット外科手術アセンブリ(100)。

10

20

30

40

50

**【請求項 1 2】**

前記マクロ位置決めアーム ( 3 0 ) は受動的ロボットである、請求項 1 から 1 1 のいずれか 1 項に記載のロボット外科手術アセンブリ ( 1 0 0 ) 。

**【請求項 1 3】**

前記マクロ位置決めアーム ( 3 0 ) は電動自由度を含む、請求項 1 から 1 2 のいずれか 1 項に記載のロボット外科手術アセンブリ ( 1 0 0 ) 。

**【請求項 1 4】**

前記マクロ位置決めアーム ( 3 0 ) は能動的な人型ロボットである、請求項 1 から 1 3 のいずれか 1 項に記載のロボット外科手術アセンブリ ( 1 0 0 ) 。

**【請求項 1 5】**

前記マイクロ位置決め装置 ( 4 1 , 1 4 1 , 2 4 1 , 3 4 1 ) の各々は、  
第 1 のスライドレール ( 5 4 ) 内で第 1 のスライド方向 ( f - f ) に沿って移動可能な第 1 の電動スライド ( 5 1 ) と、  
第 2 のスライドレール ( 5 5 ) 内で第 2 のスライド方向 ( g - g ) に沿って移動可能な第 2 の電動スライド ( 5 2 ) と、  
を備える、請求項 1 から 1 4 のいずれか 1 項に記載のロボット外科手術アセンブリ ( 1 0 0 ) 。

10

**【請求項 1 6】**

第 3 のスライドレール ( 5 6 ) 内で第 3 のスライド方向 ( h - h ) に沿って移動可能な第 3 の電動スライド ( 5 3 ) を更に備え、  
前記第 1 のスライド方向と、第 2 のスライド方向と、第 3 のスライド方向とは、直交する方向である、  
請求項 1 7 に記載のロボット外科手術アセンブリ ( 1 0 0 ) 。

20

**【請求項 1 7】**

前記マイクロ位置決め装置 ( 4 1 , 1 4 1 , 2 4 1 , 3 4 1 ) の少なくとも 1 つは、医療器具 ( 6 0 , 1 6 0 , 2 6 0 , 3 6 0 ) を長手方向の回転軸 ( r - r ) の周りを移動させるのに適した電動回転関節 ( 4 6 ) を備え、及び / 又は  
前記長手方向の回転軸 ( r - r ) は、前記医療器具 ( 6 0 , 1 6 0 , 2 6 0 , 3 6 0 ) の前記シャフト ( 6 5 ) の前記方向に実質的に一致している、  
請求項 1 から 1 6 のいずれか 1 項に記載のロボット外科手術アセンブリ ( 1 0 0 ) 。

30

**【請求項 1 8】**

前記第 1 の医療器具 ( 1 6 0 ) 及び前記第 2 の医療器具 ( 2 6 0 ) の終端部 ( 7 7 ) は、所定の固定サイズの共通作業空間容積 ( 7 ) に到達し、  
前記マクロ位置決めアーム ( 3 0 ) は、前記共通作業空間容積 ( 7 ) を、患者の解剖学的所望の位置に再位置決めすることを可能にするように構成されている、  
請求項 1 から 1 7 のいずれか 1 項に記載のロボット外科手術アセンブリ ( 1 0 0 ) 。

**【請求項 1 9】**

前記ロボット外科手術アセンブリ ( 1 0 0 ) は、前記ロボット外科手術アセンブリ ( 1 0 0 ) に関連付けられた視覚システム ( 1 0 3 ) と協働するのに適している、  
請求項 1 から 1 8 のいずれか 1 項に記載のロボット外科手術アセンブリ ( 1 0 0 ) 。

40

**【請求項 2 0】**

前記支持部材 ( 3 8 ) は、前記ロボット外科手術アセンブリ ( 1 0 0 ) に関連付けられた少なくとも 1 つの視覚システム ( 1 0 3 ) を収容するのに適した視覚システムシートを有する、  
請求項 1 から 1 8 のいずれか 1 項に記載のロボット外科手術アセンブリ ( 1 0 0 ) 。

**【請求項 2 1】**

前記支持部材 ( 3 8 ) の前記視覚システムシートの空間的配向は、前記少なくとも 2 つのマイクロ位置決め装置 ( 4 1 , 1 4 1 , 2 4 1 , 3 4 1 ) の空間的配向に対して強固に係止されている、  
請求項 1 から 2 0 のいずれか 1 項に記載のロボット外科手術アセンブリ ( 1 0 0 ) 。

50

**【請求項 2 2】**

前記視覚システム（１０３）は、前記支持部材（３８）に取り外し可能に取り付けられ、又は

前記視覚システム（１０３）は前記支持部材（３８）と一体である、

請求項 1 9 から 2 1 のいずれか 1 項に記載のロボット外科手術アセンブリ（１００）。

**【請求項 2 3】**

前記視覚システム（１０３）は、デジタルカメラを含み、及び／又は

前記視覚システム（１０３）は、デジタル顕微鏡を含み、及び／又は

前記視覚システム（１０３）は、内視鏡を含み、及び／又は

前記内視鏡は、顕微鏡として使用するのに適しており、及び／又は

前記視覚システムは、３Ｄデジタル顕微鏡を含む、

請求項 1 9 から 2 2 のいずれか 1 項に記載のロボット外科手術アセンブリ（１００）。

**【請求項 2 4】**

請求項 1 から 2 3 のいずれか 1 項に記載のロボット手術用アセンブリ（１００）を提供するステップと、

前記患者（２０１）の少なくとも 1 つの部分を表示するために、前記ロボット手術用アセンブリ（１００）に関連付けられた少なくとも 1 つの視覚システム（１０３）を利用するステップと、

前記関節装置（７０，１７０，２７０）の前記終端部（７７，１７７，２７７）によって到達される共通作業空間容積（７）が、前記ロボット手術用アセンブリ（１００）に関連する前記少なくとも 1 つの視覚システム（１０３）の視野内にあるように、前記マクロ位置決めアーム（３０）を動かすステップと、

を含む、

ロボット外科手術アセンブリを動かす方法。

**【請求項 2 5】**

前記マクロ位置決めアーム（３０）を動かすことが可能なように前記マクロ位置決めアーム（３０）に係止解除するステップと、

前記マクロ位置決めアーム（３０）に係止するステップと、及び／又は

マスタ・スレーブ形式の通信によって、前記マイクロ位置決め装置（４１，１４１，２４１，３４１）及び前記医療器具（６０，１６０，２６０，３６０）の動作を決定するように、少なくとも 2 つの制御装置を操作するステップと、

のうちの少なくとも 1 つのステップを更に含む、

請求項 2 4 に記載の方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【０００１】**

本発明は、外科手術用のロボットアセンブリに関する。更に、本発明は、ロボット外科手術アセンブリを動かす方法に関する。

**【背景技術】****【０００２】**

外科器具で終端する多関節ロボットアームを備える外科手術又は顕微手術用のロボットアセンブリが当該技術分野において既知である。例えば、米国特許第 7 1 5 5 3 1 1 6 B 2 号明細書は、MRI（磁気共鳴画像法）指導下で脳顕微手術を行うためのロボットアセンブリを開示しており、このアセンブリはMRIに基づく画像取得システム及び 2 つの多関節アームを備え、各々が直接的な重力荷重を避けるように垂直軸を備えた 3 つの回転関節を有し（例えば、前記米国特許第 7 1 5 5 3 1 6 B 2 号明細書の図 7 に示されるように）、各々が把持するための動作の内部自由度を備えたそれぞれのエンドエフェクタに接続される。

**【０００３】**

当該技術で利用可能な解決法は、部分的な利点を提供するが、手術の作業現場での外科

10

20

30

40

50

器具の微動でも複数の独立した動作に同時に関わる動作方法を必要とし、運動学的精度の難しい制御、及び手術の作業現場での大きな負担をもたらし、実際に外科医にとって利用するのは困難である。実際には、マスタ/スレーブのパラダイムに基づいた外科手術用のロボットアセンブリの大部分の応用領域は、腹腔鏡手術又は内視鏡手術などの低侵襲性外科手術（又はM I S）での使用に専用的である。そのような用途の両方において、ロボットアセンブリの運動学は、複数の運動自由度の協調を必要とするフィート（f e a t）である外科用ポート又は開口部を介した手術部位への外科器具のアクセスを最適化することを目的とする。それに対して、観血的手術における外科手術応用及び顕微手術応用は、外科用ポート又は自然な開口部で表される限定的な運動学的拘束なしで、手術用顕微鏡の視野によって限定される作業空間にわたって並進運動の正確な運動学的制御を必要とし、それ故に手術部位に直接アクセスする外科医の能力により大いに恩恵を受ける。

10

#### 【0004】

組織に張力を付与すること、及び吻合部の縫合などの主要な外科手術の基本的な実行は、大きな空間円錐方向に外科器具の先端を配向し、且つ長手方向軸を中心に器具を回転させ（回す）、例えば、人間の手が手首及び肘で接合されているように針ホルダーの先端により組織を通して針を誘導する能力を必要とすることも注目すべきである。

#### 【0005】

遠隔操作したマスタ/スレーブシステムを含む外科手術又は顕微手術用のロボットアセンブリ、例えば、米国特許第6963792A号明細書に開示されたもの、より具体的には、米国特許第6385509B2号明細書及び米国特許出願公開第2014-0135794A1号明細書に開示された顕微手術用のものは一般に知られており、これらは手術部位に乱雑に存在し、一連の運動連鎖における複数の関節の協調を必要とする外科器具先端の動きに対する運動学的解決法を記載している。このような負担の影響は、器具の先端を関節接合する関節が先端自体から離れているときに一層鮮明である。更に、前記顕微手術システムは、皮膚の表面からわずか10センチメートルの病変内部における手術の場合、器具先端の適切な動き及びより特定の十分な再配向（a d e g u a t e r e o r e n t a t i o n）が不可能である。

20

#### 【0006】

一般に、専門の操作者でも、既知のマスタ/スレーブシステムに採用されたマスタ指令装置の専門的な技能を取得するのに長期間の訓練を必要とする。実際に、既知のマスタ装置は、主に、それらが動作記録ステーションに機械的に結合されており、必然的に不慣れな方法でそれらの動作を制限し、大きい寸法であることが多いため、長い学習曲線を有する。したがって、既知のマスタ装置は、従来の観血的手術器具の機能を再現するのに本質的に適しておらず、大きい範囲の直線運動及び三次元空間の角運動を実行する能力が不足である。

30

#### 【0007】

例えば、米国特許第8521331B2号明細書は、腹腔鏡手術用のロボット装置を開示しており、その中でマスタ指令装置は、外科医がその装置を手袋として指に着けることができる形状を有する。前記特許明細書の図2Bに示された別の実施形態によれば、マスタ指令装置は、操縦桿の形状を有し、片手のみで持たれるように外科医の手首の一部に取り付けられて展開し、把持動作を記録することができる1対の側方翼を有する円筒状システムを有する。外科医は、前記指令装置と一体化した腹腔鏡表示装置を利用する。

40

#### 【0008】

上記解決法は、腹腔鏡手術に部分的に有利であるが、完全に問題を解決しておらず、慣れた観血的手術器具の代わりに前記指令装置を取り扱うのを習熟するまでには、依然として外科医の長期間の訓練が必要である。

#### 【0009】

周知であるように、顕微手術の実践には、光学顕微鏡又は拡大ルーペの使用が必要であり、生理的振戦の限界、及び人間の手の動きがこのような寸法スケールに達し得る精度で作業する外科医の高レベルの器用さ及び経験が要求される。

50

## 【0010】

ロボット技術の採用は、大きな利益をもたらすことができ、器具の高度の小型化、及びオペレーションフィールドにおける動作の大きさの基準化が可能となることによって、生理的振戦の影響を取り除き、手作業を容易にする。例えば、顕微手術処置は、生体組織の再構築のいくつかの過程、例えば、小径の血管及び神経を含む血管吻合の実行などにおいて行われる。このような処置は、外傷性病変又は組織の外科的切除によって生じた損傷の発生後に、人体を再構築し、四肢を再付着し、組織の血流を再形成するために行われ、全ては表層損傷の先在を前提とした観血手術の設定において行われる。

## 【0011】

顕微手術技術の他の応用例は、移植手術、神経手術、又は血管手術、並びに眼の周囲及び眼内手術、及び人工内耳のような内耳の手術に見られる。同様に、心臓バイパスの著名な外科手術処置は、冠状動脈の吻合の重要な段階を含む。また、他の外科手術の技術、例えば、生体組織に対する外科器具の侵襲性を制限することを目的とする腹腔鏡及び内視鏡などの低侵襲性外科手術においても器具の小型化の必要性が感じられる。腹腔鏡に関して、当該技術分野において既知の技術的解決法では、単一切開腹腔鏡手術又は単孔式外科手術に用いられる腹腔鏡手術用器具の直径の十分な小型化が不可能である。更に、典型的にMISに用いられる内視鏡は、1mm～3.2mmの間の直径を有する器具チャンネルを有することは注目すべきである。このような寸法は、現時点で典型的にグリップ動作のみ可能である内視鏡器具チャンネルを経て利用可能な現在の外科手術用器具の機能性を制限している。

## 【0012】

患者に対する作用に適した関節装置を含む医療器具は、当該技術分野において一般に既知である。例えば、国際公開第2010-009221A2号明細書は、遠位関節装置を備えるロボット外科器具を示している。当該ロボット外科器具は、4本の作動ケーブルのみを用いて、3つの運動自由度、ピッチ、ヨー及びグリップのそれぞれを提供することができる。このようなケーブルは、関節装置の本体の内側に存在する案内チャンネル又はシース内で摺動する。

## 【0013】

前記技術的解決法は、案内チャンネル表面とその内側を摺動するケーブルとの間の摩擦が関節装置によって達成可能な位置決め精度を制限することにより、ロボット関節装置の小型化を制限している。当該技術分野において既知であるように、医療器具の物理的寸法が縮小すると、体積力に対して支配的となる摩擦などの表面的な力の関連度の増加に関連する問題点が生じる。このような現象には、摩擦力を最小限にし、同時に力学の空動きを最小限に低減する解決法を用いることが必要である。関節装置の位置決め精度の損失は、関節器具の更なる小型化に対して基本的な技術的障害である。これは、小型化により、駆動部材（テンドン）の剛性も、その直径の2乗で減少し、器具先端の正確な位置決めのために、摩擦を克服することが更に困難になるためである。更に、このような解決法は、ピッチ及びヨーリンクを提供するケーブルを囲むチャンネル及び案内面、及び器具のシャフトを備えるテンドン案内システムを必要とするため、射出成形及び機械加工などの既知の製造方法を用いて小型化することが非常に困難であるとともに、幾つかの機械的弱点の位置を有する傾向がある。

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0014】

外科手術用作業空間、例えば患者の解剖学的区域内において、正確な動作を行い、手首関節の医療器具を簡便に制御することができる外科手術用ロボットアセンブリに対する必要性が感じられる。同時に、その精度を損なうことなく簡便な駆動方法の特徴とする信頼性の高いロボットアセンブリを開発する必要性がある。更に、既知のアセンブリよりも汎用性であり、且つより広範に多様な外科手術処置を行うことができるロボットアセンブリに対する必要性がある。

## 【 0 0 1 5 】

したがって、このようなロボット外科手術アセンブリの動きを妨げることを増加させることなく、独特な動きで作業容積内の全てのエンドエフェクタを位置決めするのに適したロボット手術アセンブリを提供する必要がある。

## 【 0 0 1 6 】

例えば、米国特許第 5 8 7 6 3 2 5 A 号明細書は、患者を手術するための 2 つの対向する関節アームを有するロボット手術アセンブリを示している。この解決策は、エンドエフェクタの正確な相対的位置決めを示しておらず、2 つのエンドエフェクタの相対的位置の継続的な監視を必要とする。同様の解決策が、米国特許第 6 7 3 1 9 8 8 - B 1 号明細書に示されており、2 つのエンドエフェクタを有するマスタ・スレーブ駆動型ロボット手術アセンブリが開示されている。

10

## 【 0 0 1 7 】

信頼性及び正確性を有する方法で、迅速且つ簡便に、同一の作業容積内の全てのエンドエフェクタを位置決めするのに適した運動構造を有するロボット手術アセンブリを提供する必要性が感じられる。

## 【 0 0 1 8 】

例えば、米国特許第 2 0 0 6 - 0 8 7 7 4 6 - A 1 号明細書は、2 つのエンドエフェクタを有するロボット手術アセンブリを示し、各エンドエフェクタは、組み込みモータコンパートメントを有する。エンドエフェクタにモータコンパートメントを設けることは、エンドエフェクタの温度の上昇を引き起こし、結果的に、外科手術の侵襲となる。

20

## 【 0 0 1 9 】

更に、その機能性を制限することなく、既知の解決法よりも顕微手術外科医が簡便且つ直感的に操作するマスタ/スレーブ式の遠隔操作システムを含む顕微手術用のロボットアセンブリにおけるマスタインターフェースを形成するのに適した顕微手術用のドライバ装置を提供する必要性が感じられる。同様に、外科医がより迅速且つ容易に習得し得るマスタインターフェースを提供する必要性が感じられる。更に、既知の解決法よりも汎用性であり、且つ異なる種類の顕微手術処置に適用され得る指令装置を提供する必要性が感じられる。

## 【 0 0 2 0 】

したがって、関節医療器具もしくは多関節医療器具、又はその信頼性及び安全性を損なうことなく極限の小型化に構造的且つ機能的に適した関節装置もしくは多関節装置を含むアセンブリを提供する必要性が感じられる。関節医療器具もしくは多関節医療器具、又は広範に多様な医療用外科用治療を行うのに適した関節装置を備えるアセンブリを提供する必要性も感じられる。最後に、関節医療器具もしくは多関節医療器具、又は耐久性があり、且つその無菌性もしくは信頼性を損なうことなく定期的な整備を受けることができる関節装置もしくは多関節装置を含むアセンブリを提供する必要性が感じられる。

30

## 【 0 0 2 1 】

関節医療器具若しくは多関節医療器具、又は既知の解決法と比較して簡素化された製造を要する関節装置を含むアセンブリを提供する必要性が感じられる。

## 【 0 0 2 2 】

使用中の精度又は信頼性を損なうことなく、極限の小型化するのに適した医療器具用のテンドン又は作動ケーブルに基づいたドライバ装置を提供する必要性が感じられる。

40

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 2 3 】

本明細書に記載の本発明の目的の 1 つは、上述した既知の解決法の制限を克服し、当該技術の現状に関して述べた必要性に対する解決法を提供することである。

## 【 0 0 2 4 】

この目的及び他の目的は、請求項 1 に記載のロボットアセンブリ、並びに請求項 2 4 に記載の方法によって達成される。

## 【 0 0 2 5 】

50



好ましい実施形態のいくつかの形態は従属請求項の主題である。

【0026】

例として付与され、限定する意図ではなく、添付図面を参照する好ましい実施形態の後述する説明から、本発明の更なる特性及び利点が明らかであろう。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1A】本発明の一態様に係る外科手術用ロボットアセンブリを示す斜視図である。

【図1B】本発明の一態様に係る外科手術用ロボットアセンブリを示す斜視図である。

【図1C】本発明の一態様に係る外科手術用ロボットアセンブリを示す斜視図である。

【図2A】手術室の他の要素と関連付けられた本発明の一態様に係る外科手術用ロボットアセンブリを示す斜視図である。

【図2B】手術室の他の要素と関連付けられた本発明の一態様に係る外科手術用ロボットアセンブリを示す正面図である。

【図3A】本発明の一態様に係る1対の関節又は多関節装置の一部分を示す斜視図である。

【図4A】手術室の他の要素及び患者と関連付けられた本発明の一態様に係る外科手術用ロボットアセンブリの一部分を示す、上から見た図である。

【図4B】手術室の他の要素及び患者と関連付けられた本発明の一態様に係る外科手術用ロボットアセンブリの一部分を示す上面図である。

【図5】手術室の他の要素及び患者と関連付けられた本発明の一態様に係る外科手術用ロボットアセンブリの一部分を示す斜視図である。

【図6】手術室の他の要素、外科医、及び患者と関連付けられた本発明の一態様に係る外科手術用ロボットアセンブリの一部分を示す斜視図である。

【図7】本発明の一態様に係る制御装置を示す斜視図である。

【図8】本発明の一態様に係るマクロ位置決めアームを示す斜視図である。

【図9A】本発明の一態様に係るロボットアセンブリの一部分を示す斜視図である。

【図9B】本発明の一態様に係るロボットアセンブリの一部分を示す斜視図である。

【図9C】顕微鏡と関連付けられた本発明の一態様に係るロボットアセンブリの一部分を示す斜視図である。

【図9D】内視鏡と関連付けられた本発明の一態様に係るロボットアセンブリの一部分を示す斜視図である。

【図9E】図9Cの矢印E-Eで示した細部の拡大図である。

【図10】本発明の一態様に係るロボットアセンブリの一部分を示す斜視図である。

【図11】一実施形態に係る医療器具を示す斜視図である。

【図12】一実施形態に係る医療器具を示す斜視図であり、個別の部品を示す図である。

【図13A】一実施形態に係る駆動システムの部分の斜視図である。

【図13B】一実施形態に係る駆動システムの部分の斜視図である。

【図14A】一実施形態に係る駆動システムの一部の概略断面図である。

【図14B】一実施形態に係る駆動システムの一部の概略断面図である。

【図15A】一実施形態に係る医療器具を示す斜視図である。

【図15B】一実施形態に係る医療器具を示す斜視図である。

【図15C】一実施形態に係る医療器具を示す概略斜視図である。

【図15D】一実施形態に係る医療器具を示す概略斜視図である。

【図16】一実施形態に係る2つの腱の腱経路を示す、部分的に透明な部分を有する、上部から見た概略図である。

【図17】一実施形態に係る多関節装置の斜視図である。

【図18】いくつかの実施形態に係る多関節装置のいくつかの実施形態の分離した部品を有する、一形態の斜視図である。

【図19】いくつかの実施形態に係る多関節装置のいくつかの実施形態の分離した部品を有する、別の形態の斜視図である。

10

20

30

40

50

【図 2 0】いくつかの実施形態に係る多関節装置のいくつかの実施形態の分離した部品を有する、更に別の形態の斜視図である。

【図 2 1】一実施形態に係る多関節装置の側面を示す図である。

【図 2 2】いくつかの実施形態に係る多関節装置のいくつかの実施形態のいくつかの姿勢の一形態を示す図である。

【図 2 3】いくつかの実施形態に係る多関節装置のいくつかの実施形態のいくつかの姿勢の別の形態を示す図である。

【図 2 4】いくつかの実施形態に係る多関節装置のいくつかの実施形態のいくつかの姿勢の更に別の形態を示す図である。

【図 2 5】いくつかの実施形態に係る終端器具のいくつかの実施形態の一形態を示す図である。

10

【図 2 6】いくつかの実施形態に係る終端器具のいくつかの実施形態の別の形態を示す図である。

【図 2 7】いくつかの実施形態に係る終端器具のいくつかの実施形態の更に別の形態を示す図である。

【図 2 8】一実施形態に係るテンドンの細部を示す斜視図である。

【図 2 9】一実施形態に係るテンドンの細部を示す斜視図である。

【図 3 0】一実施形態に係るテンドンの細部を示す斜視図である。

【図 3 1】いくつかの実施形態に係るテンドンの経路を示す一形態の概略図である。

【図 3 2】いくつかの実施形態に係るテンドンの経路を示す別の形態の概略図である。

20

【図 3 3】いくつかの実施形態に係るテンドンの経路を示す更に別の形態の概略図である。

【図 3 4】いくつかの実施形態に係るテンドンの経路を示す他の形態の概略図である。

【図 3 5】いくつかの実施形態に係るテンドンの経路を示す他の別の形態の概略図である。

【図 3 6】いくつかの実施形態に係るテンドンの経路を示す更に他の形態の概略図である。

【図 3 7】一実施形態に係る加工治具を示す概略斜視図である。

【図 3 8】一実施形態に係る加工切断部のプロフィールを示す概略図である。

【図 3 9】一実施形態に係る製造方法の一過程を示す概略斜視図である。

30

【図 4 0 A】一実施形態に係る加工治具の細部を示す平面図である。

【図 4 0 B】一実施形態に係る加工治具の細部を示す斜視図である。

【図 4 1】一実施形態に係る製造方法の一過程を示す概略斜視図である。

【図 4 2】一実施形態に係る工具の正面図である。

【発明を実施するための形態】

【0028】

一実施形態によれば、「テンドン」又は「作動ケーブル」という用語は、一般に長手方向の延伸を示し、且つその終点に加えられた引張荷重下で作用することに適した要素を指す。一実施形態によれば、「対向テンドン」又は「対向作動ケーブル」という用語は、前記テンドンに対して拮抗するように作用することに適した更なるテンドンを指す。一実施形態によれば、添付図面では、前記テンドンを一般に、参照番号「90」で示し、前記対向テンドンを、100を足した値の参照番号、すなわち、「190」で示す。それにもかかわらず、前記テンドンと前記対向テンドンとの区別が重要ではない図では、前記テンドン及び前記対向テンドンをともに、参照番号90で示す。一実施形態によれば、「対向」の概念は、上記「テンドン」を指すように、複数の要素及び/又は要素の部分まで拡張する。一実施形態によれば、テンドンの第1の対に含まれるテンドンは、参照番号「90、190」で示され、テンドンの第2の対に属するテンドンは、参照番号「191、192」で示される。

40

【0029】

一実施形態によれば、「マスタ/スレーブ」、「マスタ」、及び「スレーブ」という用

50

語は、遠隔操作の既知のシステムを指す。

【0030】

一実施形態によれば、「終端具」という用語は、例えば、患者の少なくとも一部分と接点を形成するような、割り当てられたタスクを実行するのに適した一部分を指す。例えば、マスタ/スレーブ式の遠隔操作システムにおいて、前記終端具、終端部、又は終端部材は、「エンドエフェクタ(end-effector)」の少なくとも一部分である。

【0031】

一実施形態によれば、「関節又は多関節装置」という用語は、ロボット又はメカトロニクス構造の手首関節、肘関節、又は肩関節を指す。換言すれば、前記終端具の位置を支持、及び/又は配向、及び/又は位置決め、及び/又はそれに影響を与えるのに適した部材及び関節の相互接続されたアセンブリを指す。

10

【0032】

一実施形態によれば、関節又は多関節装置の部材は、運動連鎖内における位置を示す漸進性の表記「第1の部材」、「第2の部材」などで示され、「第1の部材」は最も近位の部材を示し、換言すれば、「第1の部材」は末端器官から最も遠位の部材を示す。一実施形態によれば、関節装置の部材は、前記部材が果たす機能を示すために、「手首部材」、「肘部材」、又は「終端部材」という用語で示される。例えば、同じ部材は、「第2の部材」であり、同時に「手首部材」であり得る。

【0033】

一実施形態によれば、「作業容積」、又は「作業空間」、又は「作業現場」、又は「作業空間ボリューム」という用語は、関節又は多関節装置の終端部にアクセス可能なデカルトポーズのセットを指す。一実施形態によれば、前記容積は、略直方体形状である。一実施形態によれば、前記作業容積は、略円筒状である。

20

【0034】

一実施形態によれば、「マクロ位置決め」という用語は、医療器具の少なくとも一部分を、任意の位置から手術部位内又はそれに隣接する作業位置まで位置決めする初期操作を指す。換言すれば、「マクロ位置決め」とは、作業容積をオペレーションフィールドに一致させる動作を指す。

【0035】

一実施形態によれば、「マイクロ位置決め」という用語は、「マクロ位置決め」よりもより微細に医療器具の少なくとも一部を位置決めする動作を指す。一実施形態によれば、マイクロ位置決めは、より限られた空間で、リアルタイムで、制御装置(マスタ)の直接制御下で行われる。

30

【0036】

一実施形態によれば、ある物体の前の「マイクロ」という接頭語は、前記物体が主に、排他的ではないが、サブミリメートルスケールで動作することを意味することを示す。

【0037】

一実施形態によれば、「回転関節」という用語は、関節移動軸を中心にした前記2つの要素間で相対的な回転モーメントを可能にするのに適した2つの要素間の関節部を指す。

【0038】

一実施形態によれば、「医療器具」という用語は、医療用外科療法及び/又は化粧療法の少なくとも一過程の間に使用されるのに適した器具を指す。一実施形態によれば、「外科器具」という用語は、外科療法の少なくとも一過程で一般に使用されるのに特に適した医療器具を指す。一実施形態によれば、「顕微手術用器具」又は「外科手術用マイクロ器具」という用語は、顕微手術療法の少なくとも一過程で使用されるのに特に適した医療器具を指す。

40

【0039】

一実施形態によれば、「フレーム」という用語は、構造保持機能を有するのに主に適した医療器具の一部分を指す。一実施形態によれば、「フレーム」は、主に長手方向延伸を示す長い剛性又は可撓性要素である少なくとも1つのシャフトを含むことができる。一実

50

施形態によれば、前記シャフトは、例えば、中空及び／又は管状であり得る。

【0040】

一実施形態によれば、「線織面」という用語は、複数の直線の結合によって達成された表面を指す。一実施形態によれば、別段明示されない場合、「線織面」という用語は、互いに実質的に平行な複数の直線の結合によって達成された表面、換言すれば、実質的に平行な母線の線織面を指す。

【0041】

以下において、顕微手術用の装置、又はアセンブリ、又は方法を参照するとき、顕微手術、すなわち、ルーペ又は顕微鏡などの光学拡大手段が同時に使用される手術に適用されるのに適した装置、アセンブリ、又は方法のみならず、一般外科手術、腹腔鏡手術、又は内視鏡手術などの他の外科的療法における用途にも適した装置、アセンブリ、又は方法を意味する。

10

【0042】

一実施形態によれば、「第1の」又は「第2の」要素（例えば「第1のマикро位置決め装置」及び「第2のマикро位置決め装置」）を参照するとき、原文又は図面の負担にならないように、これらの用語が機能的に区別のつかない限り、同じ参照番号で示し（例えば上記の「41」）、時には明瞭化が必要とされることにより、参照番号を100増分して指定し（例えば上記の「141」及び「241」）、したがって、例えば、参照番号「41」は前記「第1のマикро位置決め装置」及び「第2のマикро位置決め装置」、並びに「第3の」マイクロ位置決め装置を示す。特定の参照番号、例えば「141」が使用される場合、これは特定の要素を指し、この場合、「第1のマикро位置決め装置」を指す。同様に、過度に原文の負担にならないように、「対向」要素に関連する参照番号は、要素がその対向するものと機能的に区別がつかない場合には省略される。

20

【0043】

一般的な実施形態によれば、ロボット手術アセンブリ100は、支持部104と、前記支持部104に接続され、複数の自由度を有する1つのマクロ位置決めアーム30とを備えている。

【0044】

前記マクロ位置決めアーム30は支持部材38を有する。

【0045】

前記ロボット手術アセンブリ100は、少なくとも第1のマикро位置決め装置141と少なくとも第2のマикро位置決め装置241とを含むように少なくとも2つのマイクロ位置決め装置41, 141, 241, 341を備え、前記少なくとも2つのマイクロ位置決め装置41, 141, 241, 341は、前記マクロ位置決めアーム30の支持部材38にカスケード接続された複数の電動自由度を有する。

30

【0046】

一実施形態によれば、「電動自由度」という表現は、一定の自由度に従う動作を決定する電動アクチュエータを設けることを意味する。

【0047】

一実施形態によれば、前記マイクロ位置決め装置41, 141, 241, 341は、複数の並進自由度を提供する。

40

【0048】

前記ロボット手術アセンブリ100は、第1の医療器具160と第2の医療器具260とを含む少なくとも2つの医療器具60, 160, 260, 360を備え、前記少なくとも2つの医療器具60, 160, 260, 360のそれぞれは、前記マイクロ位置決め装置41, 141, 241, 341のそれぞれにカスケード接続されている。このようにして、マクロ位置決めアーム30の単一の支持部材38は、少なくとも2つのマイクロ位置決め装置によって、少なくとも2つの医療器具に接続される。したがって、前記支持部材38にのみ作用することにより、2つの医療器具60, 160, 260, 360の両方の配向を調整することが可能である。

50

## 【 0 0 4 9 】

前記少なくとも2つの医療器具60, 160, 260, 360のそれぞれは、複数の回転関節を含む複数の電動自由度を有する関節装置70, 170, 270を備える。このようにして、単一の支持部材38は、回転自由度を有する少なくとも2つの関節装置70, 170, 270を支持する。例えば、当該関節装置は外科手術用手首を含む。

## 【 0 0 5 0 】

前記少なくとも2つの医療器具60, 160, 260, 360のそれぞれは、関節装置70を前記マイクロ位置決め装置41, 141, 241, 341から軸方向X-Xにおいて所定の距離を離間させるのに適したシャフト65を備える。このようにして、回転自由度を有する前記関節装置を、電動自由度を有するマイクロ位置決め装置から所定の距離を離せることが可能である。例えば、モータコンパートメントが前記マイクロ位置決め装置に関連付けられている場合、前記モータコンパートメントの熱的影響は、関節装置から比較的遠く離れた状態に保たれる。こうしたことも、前記関節装置の寸法を小型化することを可能にする。

10

## 【 0 0 5 1 】

有利的には、ロボット手術アセンブリ100は、第1の医療器具160のシャフト65の軸方向X-Xと第2の医療器具260のシャフト65の軸方向X-Xとを強固に結合させる。このようにして、第1の医療器具160のシャフト65と第2の医療器具260のシャフト65との相対的配向を制御することが可能である。

## 【 0 0 5 2 】

20

前記第1のマイクロ位置決め装置141は、前記第1の医療器具160の前記シャフト65に、少なくとも3つの電動並進運動自由度を提供し、前記第2のマイクロ位置決め装置241は、前記第2の医療器具260の前記シャフト65に、少なくとも3つの電動並進運動自由度を提供する。このようにして、少なくとも2つのシャフト65の所定の相対的配向を維持しながら、少なくとも2つのシャフト65の相対位置を調整することが可能である。

## 【 0 0 5 3 】

一実施形態によれば、前記第1の医療器具160のシャフト65の軸方向X-Xと前記第2の医療器具260のシャフト65の軸方向X-Xとの間の角度は、前記マイクロ位置決め装置41, 141, 241, 341の前記複数の電動自由度のいずれかの動作の間に一定である。

30

## 【 0 0 5 4 】

一実施形態によれば、前記少なくとも2つのマイクロ位置決め装置41, 141, 241, 341は、前記支持部材38に強固に取り付けられている。

## 【 0 0 5 5 】

一実施形態によれば、前記第1のマイクロ位置決め装置41, 141は前記第1の医療器具160の軸方向X-Xを強固に係止し、前記第2のマイクロ位置決め装置41, 241は前記第1の医療器具260の軸方向X-Xを強固に係止している。

## 【 0 0 5 6 】

40

一実施形態によれば、前記ロボット手術アセンブリ100は、少なくとも3つのマイクロ位置決め装置41, 141, 241, 341と、少なくとも3つの医療器具60, 160, 260, 360と、少なくとも3つの関節装置70, 170, 270とを備えるように、マイクロ位置決め装置341と医療器具360とを更に備え、前記第3の医療器具360は、前記関節装置70を、前記第3のマイクロ位置決めデバイス341から軸方向X-Xにおいて前記所定の距離を離間させるのに適したシャフト65を備えており、前記第3のマイクロ位置決め装置341は、前記第3の医療器具360の前記シャフト65に少なくとも3つの電動並進運動自由度を提供する。

## 【 0 0 5 7 】

一実施形態によれば、前記マイクロ位置決めアーム30は電動自由度を含む。

## 【 0 0 5 8 】

50

一実施形態によれば、前記第 1 の医療器具 1 6 0 及び前記第 2 の医療器具 2 6 0 の終端部 7 7 は、所定の固定サイズの共通作業容積 7 に到達し、前記マクロ位置決めアーム 3 0 は、前記共通の作業空間容積を、患者の解剖学的所望の位置に再位置決めすることを可能にする。

【 0 0 5 9 】

一実施形態によれば、前記ロボット手術アセンブリ 1 0 0 は、前記ロボット手術アセンブリ 1 0 0 に関連付けられた視覚システム 1 0 3 と協働するのに適している。

【 0 0 6 0 】

一実施形態によれば、前記支持部材 3 8 は、前記ロボット手術アセンブリ 1 0 0 に関連する少なくとも 1 つの視覚システム 1 0 3 を収容するのに適した視覚システムシートを備える。

10

【 0 0 6 1 】

一実施形態によれば、前記支持部材 3 8 の前記視覚システムシートの空間的配向は、前記少なくとも 2 つのマクロ位置決め装置 4 1 , 1 4 1 , 2 4 1 , 3 4 1 の空間的配向に対して強固に係止されている。

【 0 0 6 2 】

一実施形態によれば、前記視覚システム 1 0 3 は、前記支持部材 3 8 に取り外し可能に取り付けられている。或いは、前記視覚システム 1 0 3 は、前記支持部材 3 8 と一体である。

【 0 0 6 3 】

一実施形態によれば、前記視覚システム 1 0 3 は、デジタルカメラ、デジタル顕微鏡、3 D デジタル顕微鏡、内視鏡のうちの少なくとも 1 つを含む。一実施形態によれば、前記内視鏡は、顕微鏡として使用するのに適している。

20

【 0 0 6 4 】

一実施形態によれば、軸角度 は、前記第 1 の医療器具 1 6 0 のシャフト 6 5 の軸方向 X - X と、前記第 2 の医療器具 2 6 0 のシャフト 6 5 の軸方向 X - X との間の角度として定義される。

【 0 0 6 5 】

本発明の一態様によれば、外科手術用ロボットアセンブリ 1 0 0 は、  
少なくとも並進運動の複数の自由度を有するマクロ位置決め装置 4 1 、 1 4 1 、 2 4 1 、 3 4 1 の少なくとも 1 つと、  
複数の回転自由度を有する 1 つの関節又は多関節装置 7 0 を有する医療器具 6 0 の少なくとも 1 つと、  
を備える。

30

【 0 0 6 6 】

前記医療器具 6 0 は、前記多関節装置 7 0 がその終端部 7 7 で作業容積 7 内の所定の位置に到達するように、前記マクロ位置決め装置 4 1 に直列に接続されている。

【 0 0 6 7 】

一実施形態によれば、前記ロボットアセンブリ 1 0 0 は、支持体 1 0 4 と、前記支持体 1 0 4 に接続されたマクロ位置決めアーム 3 0 とを含み、支持体 1 0 4 に関して、前記マクロ位置決めアーム 3 0 はマクロ位置決めの複数の自由度を提供する。

40

【 0 0 6 8 】

一実施形態によれば、前記マクロ位置決め装置 4 1 、 1 4 1 、 2 4 1 、 及び 3 4 1 は、前記マクロ位置決めアーム 3 0 に、カスケード、すなわち直列に接続されている。

【 0 0 6 9 】

医療器具 6 0 に直列に接続された少なくとも並進運動の複数の自由度を含む、少なくとも 1 つのマクロ位置決め装置 4 1 に直列に接続されたマクロ位置決めアーム 3 0 を含む運動連鎖を設けることにより、前記作業容積 7 内の前記医療器具 6 0 の終端部 7 7 の並進運動の位置決め移動、及び前記作業容積 7 内の前記医療器具 6 0 の終端部 7 7 の方向付けの位置決め移動を分離することが可能となる。

50

## 【 0 0 7 0 】

一実施形態によれば、前記マイクロ位置決め装置 4 1 は、並進運動のみの自由度を有する。

## 【 0 0 7 1 】

一実施形態によれば、前記マイクロ位置決め装置 4 1 は、少なくとも 2 つの互いに直交する方向に沿って並進運動を決定するのに適したデカルト運動機構である。一実施形態によれば、前記マイクロ位置決め装置 4 1 は、少なくとも 3 つの互いに直交する方向に沿って並進運動を決定するのに適したデカルト運動機構である。

## 【 0 0 7 2 】

一実施形態によれば、前記マイクロ位置決め装置 4 1 は、X - Y - Z デカルト運動機構及び更なる回転自由度を有し、前記回転自由度は、医療器具が展開する長手方向と実質的に一致する回転軸を中心にするものである。

## 【 0 0 7 3 】

一実施形態によれば、1つの関節装置 7 0 を含む前記少なくとも 1 つの医療器具 6 0 は、回転のみの複数の自由度を有する。

## 【 0 0 7 4 】

一実施形態によれば、ロボット外科手術アセンブリ 1 0 0 は、少なくとも第 1 のマイクロ位置決め装置 1 4 1 及び第 2 のマイクロ位置決め装置 2 4 1 を含むように、更なるマイクロ位置決め装置 4 1 を含む。

## 【 0 0 7 5 】

一実施形態によれば、前記少なくとも 2 つのマイクロ位置決め装置 1 4 1、2 4 1 は、相互に平行に配置されている。一実施形態によれば、前記少なくとも 2 つのマイクロ位置決め装置は、右側で 1 つの医療器具、且つ左側で 1 つの医療器具を移動させるように並設されている。

## 【 0 0 7 6 】

一実施形態によれば、外科手術用ロボットアセンブリ 1 0 0 は、前記マイクロ位置決め装置 1 4 1 にカスケード又は直列に接続された第 1 の医療器具 1 6 0 と、前記第 2 のマイクロ位置決め装置 2 4 1 にカスケード又は直列に接続された少なくとも第 2 の医療器具 2 6 0 とを備えるように、更なる医療器具 6 0 を備える。

## 【 0 0 7 7 】

一実施形態によれば、前記第 1 の医療器具 1 6 0 は、1つの関節装置 1 7 0 を備え、前記第 2 の医療器具は、第 2 の関節装置 2 7 0 を備える。

## 【 0 0 7 8 】

一実施形態によれば、前記第 2 のマイクロ位置決め装置 1 4 1 及び前記第 2 のマイクロ位置決め装置 2 4 1 は、各関節装置 7 0 のそれぞれの終端部 7 7 が、必ず少なくとも部分的に重なるそれぞれの作業容積 7 に到達するように配置されている。

## 【 0 0 7 9 】

少なくとも部分的に重なる作業容積 7 を設けることにより、患者の単一の部分に少なくとも 2 つの医療器具を利用する状況での手術が可能となる。

## 【 0 0 8 0 】

一実施形態によれば、前記少なくとも 2 つの医療器具 1 6 0、2 6 0 は、相互に平行に配置される。

## 【 0 0 8 1 】

一実施形態によれば、前記それぞれの作業容積 7 は実質的に一致する。

## 【 0 0 8 2 】

一実施形態によれば、前記マクロ位置決めアーム 3 0 は、少なくとも 1 つのマイクロ位置決め装置 4 1 の少なくとも一部分を保持するのに適した少なくとも 1 つの取付機構 3 9 を有する少なくとも 1 つの支持部材 3 8 を備える。

## 【 0 0 8 3 】

一実施形態によれば、前記支持部材 3 8 は、前記第 1 のマイクロ位置決め装置 1 4 1 の

10

20

30

40

50

少なくとも一部分、及び前記第2のマイクロ位置決め装置241の少なくとも一部分を同時に運搬/受け取るのに適している。

【0084】

一実施形態によれば、前記支持部材38は、少なくとも3つの取付機構39を有するように、少なくとも1つの他の取付機構39を含み、前記更なる取付機構39は更なるマイクロ位置決め装置41の少なくとも一部分を保持するのに適している。

【0085】

一実施形態によれば、前記ロボットアセンブリ100は、少なくとも3つのマイクロ位置決め装置41、141、241、341を備える。

【0086】

一実施形態によれば、前記ロボットアセンブリ100は、少なくとも3つの医療器具60、160、260、360を備える。

【0087】

一実施形態によれば、前記3つの医療器具60、160、260、360は、前記少なくとも3つのマイクロ位置決め装置41、141、241、341のそれぞれのマイクロ位置決め装置41、141、241、341とカスケード又は直列に配置されている。

【0088】

一実施形態によれば、前記第1のマイクロ位置決め装置141、前記第2のマイクロ位置決め装置241、及び前記第3のマイクロ位置決め装置341は、各関節装置70の終端位置77が少なくとも部分的に重なっているそれぞれの作業容積に到達するように配置されている。

【0089】

一実施形態によれば、前記支持部材38は、少なくとも3つの取付機構39を含み、その各々は、マイクロ位置決め装置41の少なくとも一部分を保持するのに適している。

【0090】

一実施形態によれば、前記マクロ位置決めアーム30は、3つの自由度を有する。

【0091】

一実施形態によれば、前記マクロ位置決めアーム30は、5つの自由度を有し、前記5つの自由度は、並進運動と回転運動との両方である。

【0092】

一実施形態によれば、前記マクロ位置決めアーム30の前記5つの自由度は、1つの実質的に垂直な並進運動、前記第1のアーム移動軸a-a、第2のアーム移動軸b-b、及び第3のアーム移動軸c-cを中心とした3つの実質的な回転運動、及び前記第4のアーム移動軸d-dを中心とした少なくとも1つの回転運動である。

【0093】

一実施形態によれば、アームの前記移動軸は、共通の参照システムに対して固定又は移動可能であってもよい。

【0094】

一実施形態によれば、前記マクロ位置決めアーム30は受動的機構である。換言すれば、一実施形態によれば、前記マクロ位置決めアーム30は、操作者によって手動で動かされる。

【0095】

一実施形態によれば、前記マクロ位置決めアーム30は、6つの自由度を有し、その少なくとも1つは回転運動である。この特性を設けることにより、図1Cの非限定的な例に示されているように、能動的な人型ロボットの形成が可能となる。一実施形態によれば、前記マクロ位置決めアーム30は、能動的な人型ロボットである。換言すれば、一実施形態によれば、前記マクロ位置決めアームは、ステッパモータ又はサーボモータを含む電動システムによって動かされる。

【0096】

代替的な実施形態によれば、前記マクロ位置決めアーム30は、受動的な人型ロボット

10

20

30

40

50



である。

【0097】

一実施形態によれば、前記マクロ位置決めアーム30は、半径650mmの延伸の移動を有する。

【0098】

一実施形態によれば、前記マクロ位置決めアーム30は、  
前記支持体104に接続され、且つ直線スライドガイド36に沿って前記支持体104に対して移動可能である、1つの第1のアーム部材31と、  
第1のアーム移動軸a-aを中心に前記第1のアーム部材31に接続された第2のアーム部材32と、  
を含む。

10

【0099】

第1のアーム部材31が直線スライドガイド36に沿って前記支持体104に対して移動可能であることにより、接近する、又はオペレーションフィールドから離れるように上下運動が可能となる。

【0100】

一実施形態によれば、前記マクロ位置決めアーム30は、第2のアーム部材32に接続され、且つ第2のアーム移動軸b-bを中心に前記第2のアーム部材32に対して移動可能である第3のアーム部材33を更に含む。

【0101】

20

一実施形態によれば、前記マクロ位置決めアーム30は、前記第3のアーム部材33に接続され、且つ第3のアーム移動軸c-cを中心に前記第3のアーム部材33に対して移動可能である第4のアーム部材34を更に含む。

【0102】

一実施形態によれば、前記マクロ位置決めアーム30は、少なくとも1つの回転ダイヤルナット43を更に含み、当該ダイヤルナットは、第4のアーム移動軸d-dを中心に移動可能であり、前記支持部材38を前記第4のアーム移動軸d-dを中心に移動させるように操作されるのに適している。

【0103】

30

一実施形態によれば、前記マクロ位置決めアーム30の前記5つの自由度は、1つの実質的に垂直な並進運動、前記第1の移動軸a-a、第2の移動軸b-b、及び第3の移動軸c-cを中心とした3つの実質的な回転運動、及び前記第4のアーム移動軸d-dを中心とした少なくとも1つの回転運動である。

【0104】

一実施形態によれば、前記回転ダイヤルナット43は、予め設定された変位を規定するクリック止め又は非連続運動機構を含む。

【0105】

一実施形態によれば、前記回転ダイヤルナット43と前記支持部材38との間で回転運動の伝達の低下が生じる。換言すれば、前記回転ダイヤルナットの大きい角運動は、カメラの対物と同じように、前記支持部材38の小さい角運動に対応する。

40

【0106】

前記支持部材38が前記第4のアーム移動軸d-dを中心とした回転運動によって移動可能であるように設けることにより、前記マクロ位置決めアーム30に関連付けられた前記少なくとも1つの医療器具60の前記終端部77を、前記機器シャフトと前記解剖学的平面との間の好ましい角度で、異なる解剖学的平面上の縫合を容易にするように急勾配で若しくは浅く、前記患者201の所定の部位に近接させることが可能である。

【0107】

一実施形態によれば、前記回転ダイヤルナット43は、少なくとも1つのギザ付きハンドルを含む。これはより微細な制御を提供する。

【0108】

50

一実施形態によれば、前記第 1 のアーム移動軸 a - a、前記第 2 のアーム移動軸 b - b、及び前記第 3 のアーム移動軸 c - c は互いに実質的に平行である。

【0109】

一実施形態によれば、前記第 4 のアーム移動軸 d - d は、前記第 3 のアーム移動軸 c - c に実質的に直交する。

【0110】

一実施形態によれば、ラックアンドピニオン機構を動かす手動ノブ 37 は、その回転運動によって前記直線スライドガイド 36 における前記第 1 のアーム部材 31 の移動を制御する。

【0111】

一実施形態によれば、前記マクロ位置決めアーム 30 は、前記支持体 104、前記第 1 のアーム部材 31、前記第 2 のアーム部材 32、前記第 3 のアーム部材 33、前記第 4 のアーム部材 34 のうちの少なくとも 2 つの相対運動を阻止するのに適した少なくとも 1 つの制動システムを含む。

【0112】

一実施形態によれば、前記制動システムは、少なくとも 1 つの電磁制動装置を含む。

【0113】

一実施形態によれば、前記マクロ位置決めアーム 30 は、少なくとも 1 つの解放ボタン 35 又は解錠ボタンを含み、当該ボタンはブレーキ（又はロック）位置と解放（又は解錠）位置との間で切り替えることができる。

【0114】

一実施形態によれば、前記制動システムは、解放ボタン 35 によって解放することができる。

【0115】

一実施形態によれば、前記解放ボタン 35 は、ブレーキ位置と解放位置との間で切り替えることができる。

【0116】

一実施形態によれば、前記解放ボタン 35 は、その解放位置にあるとき、操作者が、前記マクロ位置決めアーム 30 を動かすことによって、当該マクロ位置決めアーム 30 の自由度の少なくとも 1 つを移動させることを可能にする。

【0117】

一実施形態によれば、前記解放ボタン 35 は、その解放位置にあるとき、制動システムを解放することができ、前記支持体 104、ならびに前記第 1 のアーム部材 31、前記第 2 のアーム部材 32、前記第 3 のアーム部材 33、及び前記第 4 のアーム部材 34 の少なくとも 2 つの同時相対移動を可能にする。

【0118】

一実施形態によれば、前記解放ボタン 35 は、その解放位置にあるとき、前記停止システムを非作動にするのに適しており、前記第 1 のアーム部材 31、前記第 2 のアーム部材 32、前記第 3 のアーム部材 33、及び前記第 4 のアーム部材 34 の同時相対移動を可能にする。

【0119】

一実施形態によれば、前記解放ボタン 35 は、圧力によって作用するのに適しており、それが押し下げられたときに、前記解放位置にあり、出っ張った状態又は押し下げていないときに、前記停止位置にある。

【0120】

一実施形態によれば、前記ロボットアセンブリ 100 は、

前記解放システムを解放することによって受動的に移動可能である前記マクロ位置決めアーム 30 と、

外科医 200 によって実行されると、前記制御器具 21 の移動からマスタスレーブ遠隔操作によって能動的に制御された、前記少なくとも 1 つのマクロ位置決め装置 41 及び

10

20

30

40

50

前記少なくとも１つの多関節装置 70 と、  
を含む。

【0121】

一実施形態によれば、前記マイクロ位置決め装置 41、141、241 は、３つの並進運動自由度を有する。

【0122】

一実施形態によれば、前記マイクロ位置決め装置 41、141、241 は、４つの自由度を有し、そのうちの３つが並進運動である。

【0123】

一実施形態によれば、各マイクロ位置決め装置 41 は、球面関節 173 を含み、前記球面関節 173 は、各マイクロ位置決め装置 41 の上流にカスケード又は直列に配置される。

10

【0124】

例えば図 2 B に示す一実施形態によれば、各マイクロ位置決め装置 41、141、241 は、その基部、すなわち、最近位部からマイクロ位置決め装置 41、141、241 を移動させることによって医療器具 60、160、260 の向きを変更するのに適した球面関節 173 を備えている。一実施形態によれば、前記球面関節 173 は、ブロックすることができる自在関節である。

【0125】

一実施形態によれば、前記マイクロ位置決め装置 41 は、第 1 のスライド方向 f - f に沿った第 1 のスライドレール 54 に沿って移動可能である、第 1 の電動スライド 51 を含む。

20

【0126】

一実施形態によれば、前記マイクロ位置決め装置 41 は、第 2 のスライド方向 g - g に沿った第 2 のスライドレール 55 に沿って移動可能である、第 2 の電動スライド 52 を含む。

【0127】

一実施形態によれば、前記マイクロ位置決め装置 41 は、第 3 のスライド方向 h - h に沿った第 3 のスライドレール 56 に沿って移動可能である、第 3 の電動スライド 53 を含む。

30

【0128】

一実施形態によれば、前記第 1 のスライド方向 f - f は、実質的に直線的である。

【0129】

一実施形態によれば、前記第 2 のスライド方向 g - g は、実質的に直線的である。

【0130】

一実施形態によれば、前記第 2 のスライド方向 g - g は、前記第 1 のスライド方向 f - f に対して実質的に直交する。

【0131】

一実施形態によれば、前記第 3 のスライド方向 h - h は、実質的に直線的である。

【0132】

一実施形態によれば、前記第 3 のスライド方向 h - h は、前記第 1 のスライド方向 f - f 及び前記第 2 のスライド方向 g - g に対して実質的に直交する。一実施形態によれば、前記第 3 のスライド方向 h - h は、シャフト 65 と整列している。

40

【0133】

一実施形態によれば、前記マイクロ位置決め装置 41 は、ステッパモータ又はサーボモータと作用するのに適している。一実施形態によれば、前記マイクロ位置決め装置 41 は、圧電モータ又は超音波モータと作用するのに適している。

【0134】

一実施形態によれば、前記第 1、第 2、及び第 3 の電動スライドの少なくとも１つの電動スライド 51、52、53 は、それぞれのスライドレール 54、55、56 に対して回

50

転するボールねじを含む伝達機構を介してモータに接続され、ナットによって保持される。一実施形態によれば、前記ナットは、前記第 1、第 2、及び第 3 の電動スライドの少なくとも 1 つの電動スライド 5 1、5 2、5 3 にソリダル ( s o l i d a l ) である。

【 0 1 3 5 】

予荷重されたボール又はリードスクリューナット型の結合を含む伝達機構を設けることにより、電動スライドへの移動の制御が改善され、バックラッシュが減少する。

【 0 1 3 6 】

一実施形態によれば、前記第 1、第 2、第 3 の電動スライドの少なくとも 1 つの電動スライド 5 1、5 2、5 3 は、歯付きベルトを含む伝達機構によってモータに接続される。

【 0 1 3 7 】

一実施形態によれば、前記電動スライド 5 1、5 2、5 3 は、1 c m ~ 1 0 c m のストロークを有し、且つ 0 . 1 ミクロン ~ 2 5 ミクロンの範囲内の精度を有する精密なマイクロスライドである。

【 0 1 3 8 】

一実施形態によれば、前記モータはサーボモータである。一実施形態によれば、前記モータはステッパモータである。

【 0 1 3 9 】

一実施形態によれば、前記医療器具 6 0 は、長手方向回転軸 r - r を中心に前記医療器具 6 0 を移動させるのに適した電動回転関節 4 6 を含む。

【 0 1 4 0 】

一実施形態によれば、前記マイクロ位置決め装置 4 1 も、長手方向回転軸 r - r を中心に前記医療器具 6 0 を移動させるのに適した電動回転関節 4 6 を含む。

【 0 1 4 1 】

一実施形態によれば、前記長手方向回転軸 r - r は、前記医療器具 6 0 の伸縮展開の長手方向軸、又は器具軸 X - X、又はシャフトの長手方向軸 X - X と実質的に一致する。

【 0 1 4 2 】

一実施形態によれば、前記医療器具 6 0 は、2 つの回転自由度を有する 1 つの多関節装置 7 0 を含む。一実施形態によれば、前記医療器具 6 0 は、接合された手首を形成するように互いに直交する 2 つの回転自由度を有する 1 つの多関節装置 7 0 を含む。

【 0 1 4 3 】

一実施形態によれば、前記医療器具 6 0 は、少なくとも 3 つの自由度を有する関節装置 7 0 を含む。一実施形態によれば、前記関節装置 7 0 は、3 つの回転自由度を有し、そのうちの 2 つの回転自由度は、互いに平行な軸を中心とし、第 3 の回転自由度は、前記長手方向の回転軸 r - r を中心とする。

【 0 1 4 4 】

一実施形態によれば、前記関節装置 7 0 は、器具軸 X - X に直交する第 1 の回転軸を中心とした 1 つの第 1 の回転自由度と、第 1 の回転軸に平行な 1 つの第 2 の回転自由度と、第 2 の回転軸に直交する第 3 の回転自由度との 3 つの回転自由度を有し、その結果、前記第 2 及び第 3 の回転自由度は互いに近接し、手首の部分関節 ( s u b - a r t i c u l a t i o n ) を形成する。

【 0 1 4 5 】

一実施形態によれば、前記医療器具 6 0 は、関節装置 7 0 を含み、当該装置は、その終端部 7 7 において更なる自由度を有し、前記更なる自由度により、前記終端部 7 7 の開放運動及び / 及び閉鎖運動が可能となる。一実施形態によれば、前記関節装置 7 0 は、前記遠位部において終端装置 7 7 を含み、前記終端装置 7 7 は開放及び / 又は閉鎖の前記更なる自由度を含む。例えば、前記更なる自由度は、鉗子、又ははさみなどの切断器具の開放及び / 又は閉鎖を決定する。

【 0 1 4 6 】

一実施形態によれば、前記少なくとも 1 つの医療器具 6 0 は、着脱可能に前記ロボットアセンブリ 1 0 0 に接続されている。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 4 7 】

一実施形態によれば、前記医療器具 6 0 は、前記フレーム 5 7 を前記関節装置 7 0 と接続させるのに適したシャフト 6 5 を少なくとも含む。

## 【 0 1 4 8 】

一実施形態によれば、前記医療器具 6 0 は、その関節装置 7 0 を、前記マイクロ位置決め装置 4 1 から所定距離を離れて配置するように、少なくとも 1 つのシャフト 6 5 を備える。一実施形態によれば、前記シャフト 6 5 は、前記関節装置 7 0 を、前記マイクロ位置決め装置 4 1 から所定距離で遠ざけるのに適している。

## 【 0 1 4 9 】

一実施形態によれば、前記所定距離は、前記関節装置 7 0 の長手方向延伸の倍数である。一実施形態によれば、前記所定距離は、前記関節装置 7 0 の長手方向延伸の少なくとも 5 倍に等しい。一実施形態によれば、前記所定距離は、前記関節装置 7 0 の長手方向延伸の略 2 0 倍に等しい。一実施形態によれば、前記所定距離は、シャフトの長手方向 X - X に沿って測定される。一実施形態によれば、前記所定距離は、前記関節装置 7 0 の長手方向延伸の略 5 0 倍に等しい。

## 【 0 1 5 0 】

前記マイクロ位置決め装置 4 1 と前記関節装置 7 0 とを離間させる前記シャフト 6 5 を設けることにより、前記マイクロ位置決め装置 4 1 及び前記関節装置 7 0 を、それらが作動状態にあるとき、それらの機能を果たすのに適した寸法であるように製造することが可能である。前記ロボットアセンブリ 1 0 0 が複数の医療器具 6 0、1 6 0、2 6 0、3 6 0 を含むとき、関連する関節装置からそれぞれのマイクロ位置決め装置 4 1、1 4 1、2 4 1、3 4 1 を離間させる、各医療器具 6 0、1 6 0、2 6 0、3 6 0 内の前記シャフト 6 5 を設けることにより、各医療装置の終端部 7 7 は、独立の移動能力を保ちながら、各自の作業容積に到達することが可能である。

## 【 0 1 5 1 】

一実施形態によれば、前記シャフト 6 5 は、前記終端装置 7 7 が前記フレーム 5 7 から所定距離を離れるように、前記フレームに接続するのに適している。

## 【 0 1 5 2 】

一実施形態によれば、前記シャフト 6 5 は剛性である。

## 【 0 1 5 3 】

一実施形態によれば、前記シャフト 6 5 は、3 0 mm ~ 2 5 0 mm、好ましくは 6 0 mm ~ 1 5 0 mm の長手方向延伸を有する。

## 【 0 1 5 4 】

一実施形態によれば、前記シャフト 6 5 は、長手方向の内孔を有する。一実施形態によれば、前記シャフト 6 5 は、中空の管形状を有する。

## 【 0 1 5 5 】

一実施形態によれば、前記医療器具 6 0 は、少なくとも前記関節装置 7 0 の少なくとも 1 つの駆動システムを収容するのに適した、前記医療器具 6 0 のモータ収容部 6 1 を備える。このようにして、前記関節装置 7 0 の作動は、前記医療器具 6 0 の内部で行われる。

## 【 0 1 5 6 】

一実施形態によれば、ロボットアセンブリ 1 0 0 は、マスタ / スレーブ形式の通信システムによって前記医療器具 6 0、1 6 0、2 6 0 の少なくとも一部分の運動を決定するのに適した、少なくとも 1 つの制御装置 2 0 を備える。

## 【 0 1 5 7 】

一実施形態によれば、前記アセンブリは、少なくとも 2 つの入力装置 2 0 を備えるように、更なる制御装置 2 0 を有する。一実施形態によれば、前記制御装置 2 0 は、前記医療器具 6 0 の前記関節装置 7 0 の動作を決定するのに適している。一実施形態によれば、前記制御装置 2 0 は、前記マイクロ位置決め装置 4 1 の移動を決定するのに適している。前記特性を設けることにより、前記検出装置 2 2 によって登録されるように前記制御器具 2 1 の並進運動を、その作業空間 7、1 7 内の前記終端装置 7 7 の並進運動に関連付けるこ

10

20

30

40

50

とができる。

【 0 1 5 8 】

一実施形態によれば、前記制御装置 2 0 は、前記マイクロ位置決め装置 4 1 及び前記医療器具 6 0 の動作を決定するのに適している。

【 0 1 5 9 】

前記特性を設けることにより、前記作業容積 7 内の前記終端装置 7 7 の回転運動及び並進運動を決定するように、前記制御器具 2 1 によって前記マイクロ位置決め装置 4 1 の少なくとも一部分及び前記医療器具 6 0 の少なくとも一部分を移動させることができる。

【 0 1 6 0 】

代替的な一実施形態によれば、前記マイクロ位置決め装置 4 1 は、制動又はその他の方法でブロックすることができる複数の受動的自由度を有する。一実施形態によれば、前記複数の自由度は、前記マイクロ位置決め装置 4 1 のすぐ上流に、直列に配置されている。

【 0 1 6 1 】

一実施形態によれば、前記ロボットアセンブリ 1 0 0 は、前記ロボットアセンブリ 1 0 0 に関連する視覚システム 1 0 3 と協働するのに適している。

【 0 1 6 2 】

一実施形態によれば、前記視覚システム 1 0 3 は顕微鏡 1 0 3 である。

【 0 1 6 3 】

前記ロボットアセンブリに関連する顕微鏡 1 0 3 を設けることにより、既存の顕微鏡を導入することが可能となり、前記ロボットアセンブリ 1 0 0 をより汎用性のあるものにすることができる。例えば、前記ロボットアセンブリ 1 0 0 は、使用される対物レンズの焦点距離に応じて、1 0 0 mm ~ 5 0 0 mm の焦点距離を有する顕微鏡と協働して使用することができる。更に、それにより、器具の終端部の移動の間に比較的大きな動きを必要とする部分を可能な限り無くし、外科手術中にロボットアセンブリ 1 0 0 の掃引する容積を低減することが可能になる。

【 0 1 6 4 】

一実施形態によれば、前記顕微鏡 1 0 3 は光学顕微鏡 1 0 3 である。

【 0 1 6 5 】

一実施形態によれば、前記顕微鏡 1 0 3 は、前記第 1 の医療器具 1 6 0 の前記終端部 7 7、及び / 又は前記第 2 の医療器具 2 6 0 の前記終端部 7 7、及び / 又は前記第 3 の医療器具 3 6 0 の前記終端部をその視野内に収めるのに適している。

【 0 1 6 6 】

一実施形態によれば、前記顕微鏡 1 0 3 は、作業容積 7 をフレーミング ( f r a m i n g ) するのに適している。

【 0 1 6 7 】

一実施形態によれば、少なくとも 1 つのビデオカメラ 4 5 は、前記支持部材 3 8 に接続されている。

【 0 1 6 8 】

一実施形態によれば、前記ビデオカメラ 4 5 は、前記第 1 の医療器具 1 6 0 の前記終端部 7 7 及び前記第 2 の医療器具 2 6 0 の前記終端部 7 7 をフレーミングするのに適している。

【 0 1 6 9 】

一実施形態によれば、前記支持体 1 0 4 は、機械入力インターフェースを形成するのに適した少なくとも 1 つのディスプレイ 1 1 1 を含む。

【 0 1 7 0 】

一実施形態によれば、前記ディスプレイ 1 1 1 は、前記ビデオカメラ 4 5 によって得られた画像を視覚化するのに適している。

【 0 1 7 1 】

一実施形態によれば、前記ビデオカメラ 4 5 は、前記少なくとも 1 つの医療器具 6 0 の正確な位置決めを可能にするように前記マイクロ位置決めアーム 3 0 と協働するのに適して

10

20

30

40

50

いる。この特性を設けることにより、作業容積 7 内で前記少なくとも 1 つの医療器具 6 0 の少なくとも一部分の位置決めプロセスを容易にする。

【0172】

一実施形態によれば、前記第 1 の医療器具 1 6 0、前記第 2 の医療器具 2 6 0、及び前記支持部材 3 8 は、実質的に三角形を形成するように配設されている。このように設けることにより、前記ロボットアセンブリ 1 0 0 によって外科医の目と腕との間に存在する同様な三角を再現することができる。

【0173】

一実施形態によれば、前記支持体 1 0 4 は、移動カート、顕微鏡の支持構造体、手術用ベッド、手術台の少なくとも 1 つである。

【0174】

本発明の一態様によれば、顕微手術用のロボットアセンブリ 1 0 0 用のマスタ/スレーブ対のマスタインターフェースを少なくとも部分的に形成するのに適している、顕微手術用のロボットアセンブリ 1 0 0 用の顕微手術用制御装置 2 0 は、

従来の外科器具、すなわち、患者の人体 2 0 1 の少なくとも一部分において直接に手術するのに適した外科器具のように保持され、取り扱われるのに適した形状及びサイズを有する空間的に移動可能な少なくとも 1 つの制御器具 2 1 と、

空間の少なくとも一部分における前記制御器具 2 1 の位置を検出するのに適した少なくとも 1 つの検出装置 2 2 と、

を含む。

【0175】

前記制御器具 2 1 は、少なくとも 1 つの位置センサ 2 8 を含み、当該センサは前記検出装置 2 2 と協働して少なくとも前記制御器具 2 1 の位置を検知する。

【0176】

一実施形態によれば、前記検出装置 2 2 は、前記少なくとも 1 つの位置センサ 2 8 の位置を検出することによって少なくとも前記制御器具 2 1 の位置を検出するように電磁場を生成する。一実施形態によれば、前記検出装置 2 2 は、少なくとも慣性加速度成分を測定することにより前記位置センサ 2 8 の位置を検出することによって少なくとも前記制御器具 2 1 の位置を検出する。一実施形態によれば、前記位置センサ 2 8 は加速度計を含む。

【0177】

一実施形態によれば、前記検出装置 2 2 は、前記制御装置 2 0 の基部構造体 6 7 内に配置されている。

【0178】

一実施形態によれば、前記制御器具 2 1 は、少なくとも電磁通信システムによって前記検出装置 2 2 に接続されている。

【0179】

一実施形態によれば、前記制御器具 2 1 は、前記制御器具 2 1 の先端部 6 8 で有効な少なくとも 1 つの鉗子関節 6 9 を含み、前記先端部 6 8 に把持又は切断動作をさせる。

【0180】

一実施形態によれば、少なくとも 1 つの先端センサ 2 9 は、前記鉗子関節 6 9 の開口角度を測定する。

【0181】

一実施形態によれば、前記制御器具 2 1 は、従来の外科手術用器具の形状を実質的に再現する形状を有する。

【0182】

一実施形態によれば、前記制御器具 2 1 は、外科用鉗子の形状を有する。

【0183】

一実施形態によれば、前記制御器具 2 1 は、外科用メスの形状を有する。

【0184】

一実施形態によれば、前記制御器具 2 1 は、外科用針ホルダーの形状を有する。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 8 5 】

一実施形態によれば、前記制御器具 2 1 は、外科用はさみの形状を有する。

## 【 0 1 8 6 】

一実施形態によれば、前記制御器具 2 1 は、外科用ブレードの形状を有する。

## 【 0 1 8 7 】

一実施形態によれば、前記制御装置 2 0 は、操作者 2 7 用の少なくとも 1 つの人間工学的支持要素を有する。当該人間工学的支持要素は、顕微手術外科医 2 0 0 のための人間工学的支持を提供するように、少なくとも動作状態にあるときに、顕微手術外科医 2 0 0 の前腕の少なくとも一部分を支持するのに適した、操作者 2 5 用の少なくとも 1 つの支持面を含む。このような特性を設けることにより、改善された手術の効率を決定する顕微手術外科医の快適性の向上が可能である。

10

## 【 0 1 8 8 】

一実施形態によれば、前記人間工学的支持要素 2 7 は、軟質素材又は発泡体で作製された一部分を少なくとも有する。

## 【 0 1 8 9 】

一実施形態によれば、前記制御器具 2 1 は、少なくとも 1 つの電磁通信システムによって前記検出装置 2 2 に接続されている。一実施形態によれば、前記位置センサは、マイクロボピンを有する電磁位置センサであり、前記センサ装置は磁場の発生器と、前記磁場によって前記マイクロボピン内で誘起された電流を読み込む電気回路とを含む。この特性を設けることにより、制御器具 2 1 は前記検出装置 2 2 の応答時間に影響を与えることなく、従来の外科器具としての機能を保つことが可能である。

20

## 【 0 1 9 0 】

一実施形態によれば、前記制御器具 2 1 は、有線接続又はケーブルによって前記検出装置 2 2 に接続されている。

## 【 0 1 9 1 】

一実施形態によれば、前記制御器具 2 1 は、無線接続によって前記検出装置 2 2 に接続されている。

## 【 0 1 9 2 】

一実施形態によれば、前記検出装置 2 2 は、空間的な位置を測定するのに適しており、この位置測定は、誘導電流による測定、又は光学測定、又は超音波測定、又は電離放射線による測定である。

30

## 【 0 1 9 3 】

一実施形態によれば、前記制御装置 2 0 は、選択的に前記制御装置 2 0 からの入力を起動又は停止するのに適したペダル又はボタンとして実装されたオン / オフ式のスイッチを含む。

## 【 0 1 9 4 】

一実施形態によれば、ロボットアセンブリ 1 0 0 は、  
上述した実施形態の 1 つによって記載されたような少なくとも 1 つの制御装置 2 0 と、  
少なくとも 1 つの終端部 7 7 を有する少なくとも 1 つの外科手術用マイクロ器具 6 0、  
1 6 0、2 6 0、3 6 0 と、  
を含む。

40

## 【 0 1 9 5 】

一実施形態によれば、前記終端部 7 7 は、患者 2 0 1 の少なくとも一部分において手術するのに適している。

## 【 0 1 9 6 】

一実施形態によれば、前記終端部 7 7 は、例えば図 3 A ~ 図 3 B に示すように、外科用針 2 0 2 を扱うのに適している。

## 【 0 1 9 7 】

一実施形態によれば、前記制御器具 2 1 は、同じ寸法を有し、従来の外科手術用器具、すなわち、患者 2 0 1 の少なくとも一部分において直接に手術するために使用することが

50



できる外科手術用器具と同様な取り扱い体験を提供する。前記外科手術用マイクロ器具 60 は、前記制御器具 21 の同様な全運動能力を再現するのに適している。

【0198】

一実施形態によれば、前記ロボットアセンブリ 100 は、前記制御器具 21 の動作が大きく、振動を含む場合に、前記外科手術用マイクロ器具 60 の動作は、振動がフィルタリングされ、ミリメートル又はミクロンスケールまで動作を低減するように、前記制御器具 21 及び前記外科手術用マイクロ器具 60 の動作を分離するのに適している。マスタインターフェースとスレーブインターフェースとの間で導入された基準化された動作を設けることにより、外科医 200 のオペレーションの容易性を低下させることなく前記外科手術用マイクロ器具の震えの軽減及び精度の向上が可能である。

10

【0199】

一実施形態によれば、前記制御器具 21 は、作動状態にあるとき、前記検出装置に対する前記制御器具 21 の第 1 の 3 次元移動において、前記外科手術用マイクロ器具 60 の第 2 の 3 次元移動に対応するように、前記外科手術用マイクロ器具 60 と協働するのに適している。

【0200】

一実施形態によれば、前記制御器具 21 は、作動状態にあるとき、前記制御器具 21 の第 1 の並進運動が、前記制御器具 21 の前記第 1 の移動の振幅の一部に等しい前記外科手術用マイクロ器具 60、160、260 の第 2 の並進運動に対応するように、前記外科手術用マイクロ器具 60、160、260 と協働するのに適している。このように、外科手術用マイクロ器具 60 への制御器具 21 の震え又は振動の伝達を制限することが可能である。

20

【0201】

一実施形態によれば、前記制御器具 21 は、作動状態にあるとき、前記制御器具 21 の第 1 の並進運動が前記制御器具 21 の前記第 1 の移動の振幅の 10 分の 1 に実質的に等しい振幅の前記外科手術用マイクロ器具 60、160、260 の第 2 の並進運動に対応するように、前記外科手術用マイクロ器具 60、160、260 と協働するのに適している。

【0202】

一実施形態によれば、前記制御器具 21 は、作動状態にあるとき、前記制御器具 21 の第 1 の並進運動が前記制御器具 21 の前記第 1 の移動の振幅の 30 分の 1 に実質的に等しい振幅の前記外科手術用マイクロ器具 60、160、260 の第 2 の並進運動に対応するように、前記外科手術用マイクロ器具 60、160、260 と協働するのに適している。

30

【0203】

一実施形態によれば、前記制御器具 21 は、作動状態にあるとき、前記制御器具 21 の第 1 の角移動が前記外科手術用マイクロ器具 60、160、260 の第 2 の角移動に対応し、マイクロ器具の前記第 2 の角移動が前記制御器具 21 の前記第 1 の移動の振幅に実質的に等しい振幅であるように、前記外科手術用マイクロ器具 60、160、260 と協働するのに適している。このような特性を設けることにより、外科医 200 が熟知する前記制御器具 21 の使用が可能である。

【0204】

一実施形態によれば、前記制御器具 21 は、作動状態にあるとき、前記制御器具 21 の鉗子関節 69 の第 1 の角移動が前記外科手術用マイクロ器具 60 の前記終端部 77 に位置する関節の第 2 の角移動に対応し、前記第 2 の移動の振幅が前記制御器具 21 の前記鉗子関節の前記第 1 の角移動の振幅に実質的に等しいように、前記外科手術用マイクロ器具 60 と協働するのに適している。

40

【0205】

一実施形態によれば、制御器具 21 の前記一部分は、前記外科手術用マイクロ器具 60、160、260 の前記終端部 77 の形状を実質的に再現する形状である。

【0206】

一実施形態によれば、前記外科手術用マイクロ器具 60、160、260 は、少なくとも

50

も１つの関節装置７０を含み、前記制御器具２１は、作動状態にあるとき、前記検出装置２２に対する前記制御器具２１の第１の移動が前記関節装置７０、１７０、２７０の第２の移動に対応するように、前記関節装置７０、１７０、２７０と協働するのに適している。

【０２０７】

一実施形態によれば、ロボットアセンブリ１００はまた、支持体１０４と、前記支持体１０４に接続された、複数の自由度を有する少なくとも１つのマクロ位置決めアーム３０と、複数の並進運動自由度を有する少なくとも１つのマイクロ位置決め装置４１、１４１、２４１と、を含む。

10

【０２０８】

一実施形態によれば、前記少なくとも１つの制御装置２０は、前記顕微手術用ロボットアセンブリ１００の少なくとも一部分に接続されている。

【０２０９】

一実施形態によれば、前記少なくとも１つの制御装置２０は、前記支持体１０４に対して自由に配置可能である。

【０２１０】

一実施形態によれば、前記外科手術用マイクロ器具６０、１６０、２６０は、少なくとも１つのマイクロ器具センサを備え、当該少なくとも１つのマイクロ機器センサは、前記検出装置２２に対して、外科手術用マイクロ器具６０、１６０、２６０の少なくとも一部分の空間的位置を検出することができるよう、前記検出装置２２と協働するのに適している。

20

【０２１１】

一実施形態によれば、前記マイクロ位置決め装置４１、１４１、２４１は、前記検出装置２２に対して、前記マイクロ位置決め装置４１、１４１、２４１の少なくとも一部分の空間的位置を検出するように、検出装置２２と協働するのに適した少なくとも１つのマイクロマニピュレータセンサを含む。

【０２１２】

一実施形態によれば、前記マクロ位置決めアーム３０は、前記検出装置２２に対して、前記マクロ位置決めアーム３０の少なくとも一部分の空間的位置を検出するように、前記検出装置２２と協働するのに適した少なくとも１つのマクロ位置決めアームセンサを含む。

30

【０２１３】

一実施形態によれば、前記顕微手術用ロボットアセンブリ１００は、前記位置センサ２８、前記先端センサ２９、前記マクロ位置決めアームセンサ、前記マイクロ位置決め装置センサ、前記マイクロ器具センサのうちの少なくとも１つの単一参照システムに対する空間的位置を検出するのに適したセンサと協働するのに適している。一実施形態によれば、前記顕微手術用ロボットアセンブリ１００は、前記位置センサ２８、前記先端センサ２９、前記マクロ位置決めアームセンサ、前記マイクロ位置決め装置センサ、前記マイクロ器具センサのうちの少なくとも２つの単一参照システムに対する空間的位置を検出するのに適したセンサと協働するのに適している。この特性を設けることにより、遠隔操作マスタ／スレーブシステムが前記検出装置２２、前記支持体１０４、前記マクロ位置決めアーム３０、及び前記マイクロ位置決め装置４１の正確な位置とは十分に独立して機能することができる。換言すれば、前記医療器具６０は、同一の共通参照座標系に対する制御器具２１の移動に追従することができる。

40

【０２１４】

一実施形態によれば、前記少なくとも１つの外科手術用マイクロ器具６０、１６０、２６０は、着脱可能に前記ロボットアセンブリ１００に接続されている。

50

## 【 0 2 1 5 】

一実施形態によれば、顕微手術用ロボットアセンブリ 1 0 0 はまた、  
第 1 の制御器具 1 2 1 及び第 2 の制御器具 2 2 1 を含むように、更なる制御器具 2 1 と

、  
第 1 の外科手術用マイクロ器具 1 6 0 及び第 2 の外科手術用マイクロ器具 2 6 0 を含む  
ように、更なる外科手術用マイクロ器具 6 0、1 6 0、2 6 0 と、  
を含む。

## 【 0 2 1 6 】

一実施形態によれば、前記第 1 の制御器具 1 2 1 は、作動状態にあるとき、前記検出装  
置 2 2 に対する前記第 1 の制御器具 1 2 1 の第 1 の移動が前記第 1 の外科手術用マイクロ  
器具 1 6 0 の第 2 の移動に対応するように、前記第 1 の外科手術用マイクロ器具 1 6 0 と  
協働するのに適している。

10

## 【 0 2 1 7 】

一実施形態によれば、前記第 2 の制御器具 2 2 1 は、作動状態にあるとき、前記検出装  
置 2 2 に対する前記第 2 の制御器具 2 2 1 の第 1 の移動が前記外科手術用マイクロ器具 2  
6 0 の第 2 の移動に対応するように、前記第 2 の外科手術用マイクロ器具 2 6 0 と協働す  
るのに適している。

## 【 0 2 1 8 】

一実施形態によれば、前記第 1 の制御器具 1 2 1 は、外科医 2 0 0 の 1 つの第 1 の手用  
の、前記ロボットアセンブリ 1 0 0 のマスタインターフェースを形成するのに適している  
。

20

## 【 0 2 1 9 】

一実施形態によれば、前記第 2 の制御器具 2 2 1 は、前記第 1 の手とは異なる外科医 2  
0 0 の 1 つの第 2 の手用の、前記ロボットアセンブリ 1 0 0 のマスタインターフェースを  
形成するのに適している。

## 【 0 2 2 0 】

一実施形態によれば、前記第 1 の制御器具 1 2 1 及び第 2 の制御器具 2 2 1 は、外科医  
の両手用の、前記ロボットアセンブリ 1 0 0 のマスタインターフェースを形成するように  
、形状及び位置が実質的に鏡像反転されたものである。このように、インターフェースは  
、人間工学的に改善されており、外科医にとってより熟知するものである。

30

## 【 0 2 2 1 】

一実施形態によれば、前記制御装置 2 0 は、少なくとも 2 つの制御器具 2 1、1 2 1、  
2 2 1 を含む。

## 【 0 2 2 2 】

一実施形態によれば、前記顕微手術用ロボットアセンブリ 1 0 0 は、少なくとも 2 つの  
検出装置を有するような更なる検出装置 2 2 を備える。

## 【 0 2 2 3 】

一実施形態によれば、前記制御装置 2 0 は、少なくとも 2 つの検出装置 2 2 を有する。

## 【 0 2 2 4 】

一実施形態によれば、前記顕微手術用ロボットアセンブリ 1 0 0 は、第 1 の制御装置 1  
2 0 及び第 2 の制御装置 2 2 0 を有するような少なくとも 1 つの更なる制御装置 2 0 を備  
える。

40

## 【 0 2 2 5 】

一実施形態によれば、前記第 1 の制御装置 1 2 0 は、外科医 2 0 0 の第 1 の手用の、前  
記ロボットアセンブリ 1 0 0 のマスタインターフェースを形成するのに適している。

## 【 0 2 2 6 】

一実施形態によれば、前記第 2 の制御装置 2 2 0 は、前記第 1 の手とは異なる外科医 2  
0 0 の第 2 の手用の、前記ロボットアセンブリ 1 0 0 のマスタインターフェースを形成す  
るのに適している。

## 【 0 2 2 7 】

50

一実施形態によれば、前記第 1 の制御装置 1 2 0 及び第 2 の制御装置 2 2 0 は、外科医の両手用の、前記ロボットアセンブリ 1 0 0 のマスタインターフェースを形成するように、実質的に鏡像反転された形状を有する。このように、インターフェースは、人間工学的に改善されており、外科医にとってより熟知するものである。

【 0 2 2 8 】

一実施形態によれば、医療器具 6 0、1 6 0、2 6 0、3 6 0 は、少なくとも 1 つのフレーム 5 7 及び 1 つの関節装置 7 0 を備える。

【 0 2 2 9 】

前記関節装置 7 0 は、前記フレーム 5 7 の少なくとも一部分に接続するのに適した少なくとも 1 つの第 1 の関節部材 7 1 又は第 1 のリンク 7 1 と、少なくとも第 2 の関節部材 7 2 又は第 2 のリンク 7 2 とを備える。

10

【 0 2 3 0 】

前記第 1 のリンク 7 1 は、回転関節 1 7 1 を介して前記第 2 のリンク 7 2 に接続されている。

【 0 2 3 1 】

また、前記医療器具 6 0 は、少なくとも 1 つのテンドン 9 0、1 9 0 を有し、当該テンドンを引っ張ることによって、少なくとも前記第 2 のリンク 7 2 を、前記第 1 のリンク 7 1 に対して移動させるのに適している。

【 0 2 3 2 】

前記第 1 のリンク 7 1、前記第 2 のリンク 7 2 の少なくとも 1 つは、少なくとも摺動面 4 0、8 0、1 4 0、1 8 0 を有し、当該摺動面 4 0、8 0、1 4 0、1 8 0 は、前記テンドン 9 0、1 9 0 の少なくとも一部分がその上を摺動することを可能にするのに適している。

20

【 0 2 3 3 】

前記摺動面 4 0、8 0、1 4 0、1 8 0 は、線織面 4 0、8 0、1 4 0、1 8 0 である。具体的には、互いに全て平行であり、且つ関節移動軸 P - P、Y - Y に実質的に平行な直線の複数の部分によって形成された線織面である。

【 0 2 3 4 】

一実施形態によれば、前記摺動面 4 0、8 0、1 4 0、1 8 0 は、線織面 4 0、8 0、1 4 0、1 8 0 である。具体的には、互いに全て平行であり、且つ前記摺動面 4 0、8 0、1 4 0、1 8 0 に最も近い回転関節 1 7 1 の関節移動軸 P - P、Y - Y に実質的に平行な直線の複数の部分によって形成された線織面である。一実施形態によれば、最も近い回転関節 1 7 1 は、テンドン経路 T - T の方向に沿って測定することによって定められる。

30

【 0 2 3 5 】

一実施形態によれば、前記関節移動軸は、ベース参照システムに対して固定又は移動可能であり得る。

【 0 2 3 6 】

一実施形態によれば、前記少なくとも 1 つの第 2 のリンク 7 2 は手首部材 7 8 であり、前記手首部材 7 8 は、互いに平行であり、且つ第 1 の関節移動軸に実質的に平行な直線の複数の部分によって形成された少なくとも 1 つの摺動面 4 0、8 0、1 4 0、1 8 0 を有する。

40

【 0 2 3 7 】

一実施形態によれば、前記手首部材 7 8 は、前記第 1 の関節移動軸とは平行ではない第 2 の関節移動軸を有する第 2 の回転関節 1 7 1 の少なくとも一部分を形成するのに適した少なくとも 1 つの関節部 1 7 2 を含む。

【 0 2 3 8 】

一実施形態によれば、前記第 1 の関節移動軸と前記第 2 の関節移動軸とは、相互に実質的に直交している。

【 0 2 3 9 】

一実施形態によれば、前記第 1 の関節移動軸は、ピッチ軸 P - P である。

50

## 【 0 2 4 0 】

一実施形態によれば、前記第 2 の関節移動関節軸は、ヨ一軸 Y - Y である。

## 【 0 2 4 1 】

一実施形態によれば、前記医療器具 6 0、1 6 0、2 6 0 は、少なくとも 1 つの終端部材 7 7 を有する。

## 【 0 2 4 2 】

一実施形態によれば、前記終端部材 7 7 は、作動状態にあるとき、患者 2 0 1 の一部分と接触するのに適している。

## 【 0 2 4 3 】

一実施形態によれば、前記終端部材 7 7 は、外科用針 2 0 2 を扱うのに適している。

10

## 【 0 2 4 4 】

一実施形態によれば、前記終端部材 7 7 は、切断面又はブレードを含み、メスとして機能することができる。

## 【 0 2 4 5 】

一実施形態によれば、前記終端部材 7 7 は、互いに全て平行であり、且つ関節移動軸に実質的に平行な直線の複数の部分によって形成された少なくとも 1 つの巻取面 8 6 を有する。一実施形態によれば、前記巻取面 8 6 は、前記テンドン 9 0、1 9 0 の少なくとも一部分がそれに巻き付くことを可能にするのに適している。

## 【 0 2 4 6 】

一実施形態によれば、前記第 2 の関節部材 7 2 は、終端部材 7 7 である。

20

## 【 0 2 4 7 】

一実施形態によれば、前記関節装置 7 0、1 7 0、2 7 0 は、回転関節 1 7 1 によって少なくとも前記第 2 の関節部材 7 2 に接続するのに適した第 3 の関節部材 7 3 を含む。

## 【 0 2 4 8 】

一実施形態によれば、前記第 3 の関節部材 7 3 は、終端部材 7 7 である。

## 【 0 2 4 9 】

一実施形態によれば、前記終端部材 7 7 は、回転関節 1 7 1 によって前記手首部材 7 8 に接続されている。

## 【 0 2 5 0 】

一実施形態によれば、前記少なくとも 1 つの関節部材 7 2 は肘部材 7 5 であり、前記肘部材 7 5 は、互いに全て平行であり、且つ単一の関節移動軸に実質的に平行な直線の複数の部分によって形成された複数の摺動面 4 0、8 0、1 4 0、1 8 0 を有する。

30

## 【 0 2 5 1 】

一実施形態によれば、前記肘部材 7 5 は、回転関節 1 7 1 の少なくとも一部分を形成するのに適した少なくとも 1 つの関節部 1 7 2 を含む。

## 【 0 2 5 2 】

一実施形態によれば、前記関節装置 7 0 は、回転関節 1 7 1 によって少なくとも前記第 2 の関節部材 7 2 に接続するのに適した第 3 の関節部材 7 3 を含み、前記第 2 の関節部材 7 2 は肘部材 7 5 であり、前記第 3 の関節部材 7 3 は肘部材 7 8 である。

## 【 0 2 5 3 】

一実施形態によれば、前記肘部材 7 5 は、回転関節 1 7 1 によって前記第 1 の関節部材 7 1 に接続され、前記肘部材 7 8 は回転関節 1 7 1 を介して前記肘関節部材 7 5 に接続されている。

40

## 【 0 2 5 4 】

一実施形態によれば、前記関節装置 7 0 は、回転関節 1 7 1 を介して少なくとも前記第 3 の関節部材 7 3 に接続するのに適した第 4 の関節部材 7 4 を含む。

## 【 0 2 5 5 】

一実施形態によれば、前記第 4 の関節部材 7 4 は、終端部材 7 7 である。 g m p

## 【 0 2 5 6 】

一実施形態によれば、前記終端部材 7 7 は、互いに全て平行であり、且つ関節移動軸に

50

略平行な直線の複数の部分によって形成された少なくとも１つの巻取面８６を有し、前記巻取面８６は前記テンドン９０、１９０の少なくとも一部分をそれに巻き付けることを可能にするのに適している。

【０２５７】

一実施形態によれば、前記関節装置７０は、前記第１の部材７１を有し、当該第１の部材７１は、回転関節１７１を介して前記手首部材７８に接続され、回転関節１７１を介して前記終端部材７７に接続されている。

【０２５８】

一実施形態によれば、前記関節装置７０は、前記第１の部材７１を有し、当該第１の部材７１は、回転関節１７１によって前記肘部材７５に接続され、回転関節１７１によって前記手首部材７８に接続され、回転関節１７１によって前記終端部材７７に自ら接続されている。当業者にとって、７１、７２、７３に類似の関節部材を利用すれば、ゼロから複数までの肘関節部材７５、好ましくは直交する複数の対の手首関節部材７８、及び少なくとも１つの終端関節部材７７の一連の部材を含むように関節装置７０を組み立てることができるのは明らかであろう。

10

【０２５９】

一実施形態によれば、前記巻取面８６は線織面である。

【０２６０】

一実施形態によれば、前記巻取面は、前記テンドン９０、１９０がその上を滑り通過するのに実質的に適していない。これは、前記テンドン９０、１９０が前記巻取面８６の近くで、前記巻取面８６を有する関節部材において終端するためである。

20

【０２６１】

一実施形態によれば、前記医療器具６０は、１つのテンドン９０及び１つの対向テンドン１９０を含む少なくとも１対のテンドンを有し、前記テンドン９０と前記対向テンドン１９０とは、前記第２の関節部材７２をその関節軸を中心に反対方向に移動させるように、それらの第２の終端終点９２又は第２のテンドン終端９２を、前記第２の関節部材７２のそれぞれのテンドン固定点８２又はテンドン終端８２に接続させるのに適している。

【０２６２】

一実施形態によれば、前記医療器具６０は、１つのテンドン９０及び１つの対向テンドン１９０を含む少なくとも１対のテンドンを有し、前記テンドン９０と前記対向テンドン１９０とは、前記終端部材７７をその関節軸を中心に反対方向に移動させるように、それらの第２の終端終点９２又は第２のテンドン終端９２で、前記終端部材７７のテンドン固定点８２又はテンドン終端機構８２に接続するのに適している。

30

【０２６３】

このような特徴を設けることにより、前記テンドン９０と前記対向テンドン１９０とが拮抗するように作用することができる。例えば、前記テンドン９０と前記対向テンドン１９０との両方がヨー軸Ｙ－Ｙを中心に前記終端部材を移動させるようにする。したがって、受動的又は自由関節運動が起こり得ず、代わりに積極的に案内され、且つ制御された移動のみが存在する。

【０２６４】

一実施形態によれば、前記テンドン９０及び対向テンドン１９０は、それらの第２の終端９２によって前記第１の関節部材７１、第２の関節部材７２、第３の関節部材７３、及び第４の関節部材７４のそれぞれのテンドン固定点８２又はテンドン終端機構８２に接続するのに適している。

40

【０２６５】

一実施形態によれば、前記テンドン９０及び対向テンドン１９０は、それらの第２の終端終点９２によって、前記肘部材７５、手首部材７８、及び終端部材７７の少なくとも１つのそれぞれのテンドン固定点８２又はテンドン終端機構８２に接続するのに適している。

【０２６６】

50

一実施形態によれば、前記医療器具 60 は、前記少なくとも 1 つのテンドン 90、190 を案内するのに適した少なくとも 1 つのシャフト 65 を含む。前記シャフト 65 は、前述した実施形態のいずれかに係るシャフトである。

【0267】

一実施形態によれば、前記シャフト 65 は、実質的に円形の断面を有し、4 ミリメートル未満の直径を有する。これにより、医療器具の極限の小型化が可能となる。

【0268】

一実施形態によれば、前記シャフト 65 は、前記少なくとも 1 つのテンドン 90、190 をその内部に通過させるような長手方向の孔を含む。

【0269】

一実施形態によれば、前記シャフト 65 は、前記フレーム 57 と一体である。

【0270】

一実施形態によれば、前記関節装置 70 は、10 ミリメートル未満の長手方向延伸を有する。

【0271】

一実施形態によれば、前記関節装置 70 は、10 立方ミリメートル未満の容積を有する。

【0272】

一実施形態によれば、前記終端部材 77 は、終端部材の少なくとも 1 つの第 1 の部分 177 と終端部材の少なくとも第 2 の部分 277 を含む。一実施形態によれば、終端部材の前記第 1 の部分 177 及び終端部材の前記第 2 の部分 277 は、把持又は切断動作を決定するように関節移動軸を中心に互いに対して移動可能である。一実施形態によれば、前記関節移動軸は、前記ヨー軸 Y - Y である。

【0273】

一実施形態によれば、少なくとも 1 対のテンドンを含む前記医療器具 60 は、テンドン 90 及び対向テンドン 190 を含み、前記終端部材の第 1 の部分 177 と前記端子部材の第 2 の部分 277 とを反対方向に移動させるように、前記テンドン 90 及び前記対向テンドン 190 の一方は、その第 2 の終点 92 によって前記第 1 の終端部材 177 上のそれぞれのテンドン固定点 82 又はテンドン終端機構 82 で接続するのに適しており、前記テンドン 90 及び前記対向テンドン 190 のもう一方は、その第 2 の終点 92 によって前記第 2 の終端部材 277 上のそれぞれのテンドン固定点 82 又はテンドン終端機構 82 で接続するのに適している。

【0274】

一実施形態によれば、前記終端部材の第 1 の部分 177 及び前記終端部材の第 2 の部分 277 の各々は、少なくとも 1 つの巻取面 86 を有する。

【0275】

一実施形態によれば、前記医療器具 60 は、1 つのテンドン 90 及び 1 つの対向テンドン 190 を含む少なくとも 1 対のテンドンを含み、前記テンドン 90 及び前記対向テンドン 190 は、把持又は切断動作を決定するように、前記第 3 の関節部材 73 を前記第 4 の関節部材 74 に対して移動させるように、それらの第 2 の終点 92 によって、前記終端部材 77 のそれぞれのテンドン固定点 82 又はテンドン終端機構 82 で接続するのに適している。

【0276】

一実施形態によれば、前記テンドン 90 及び前記対向テンドン 190 は、それらの遠位部を、終端部材 77 の前記少なくとも 1 つの巻取面 86 の少なくとも一部分に巻き付く。

【0277】

一実施形態によれば、前記摺動面 40、80、140、180 は、テンドンの少なくとも一部分が偏向して離れ、前記関節装置 70 と接触せずに走行することを判断するような前記関節装置 70、170、270 の中央容積から離れて延在するのに適した摺動側面 40、140 である。

10

20

30

40

50

## 【0278】

一実施形態によれば、前記摺動側面40、140は、それが形成された部材の表面と接合し、少なくとも連続表面64を有し、局所の接平面を共有する。一実施形態によれば、前記摺動側面40、140は、それが形成された部材と少なくとも1つの鋭い縁部63を形成する。

## 【0279】

一実施形態によれば、前記摺動側面40、140は、それが形成された部材の表面を一方の側において連続表面64と接合し、もう一方の側においてそれが形成された部材と1つの鋭い縁部63を形成する。

## 【0280】

一実施形態によれば、前記摺動面40、80、140、180は、関節移動軸を少なくとも部分的に囲む関節摺動面80、180である。一実施形態によれば、前記摺動面40、80、140、180は、前記ピッチ軸P-P及び前記ヨー軸Y-Yの少なくとも1つを少なくとも部分的に囲む関節摺動面80、180であり、関節摺動面80、180は、前記テンドン90のテンドン経路T-Tと前記対向テンドン190のテンドン経路T-Tとの間の少なくとも1つの交差点を可能にするように、前記ピッチ軸P-P及び前記ヨー軸Y-Yの少なくとも1方に対して反対向きに配向されている。換言すれば、前記関節摺動面80、180は、作動状態にあるとき、最も近い回転関節171の前記関節移動軸に向かうのに適していない。

## 【0281】

一実施形態によれば、前記関節摺動面は凸状であり、2つの対向テンドンの少なくとも1つの交差点がそれ自体の上にある可能ように、前記ピッチ軸P-P又はヨー軸Y-Yの少なくとも1つを部分的に囲む。

## 【0282】

一実施形態によれば、「最も近い関節」という用語は、テンドン経路T-Tに沿って摺動面40、80、140、180に最も近い回転関節141を指す。

## 【0283】

一実施形態によれば、前記関節摺動面80、180上で、前記テンドン90のテンドン経路T-Tと前記対向テンドン190のテンドン経路T-Tとは交差していないが、最も近い回転関節171の前記関節移動軸の方向に直交する投影面において少なくとも部分的に重なる。

## 【0284】

一実施形態によれば、前記関節摺動面80、180上で、前記テンドン90のテンドン経路T-Tと前記対向テンドン190のテンドン経路T-Tとは互いに異なり、最も近い回転関節171の関節移動軸に平行な投影面において平行である。

## 【0285】

一実施形態によれば、前記テンドン90のテンドン経路T-Tは、最も近い関節の前記関節移動軸の方向に直交する投影面において少なくとも前記対向テンドン190のテンドン経路T-Tと重なる。一実施形態によれば、前記テンドン90のテンドン経路T-Tは、最も近い回転関節の前記関節移動軸に平行な投影面において前記対向テンドン190のテンドン経路T-Tに実質的に平行である。

## 【0286】

一実施形態によれば、各テンドン90のテンドン経路T-Tは、最も近い回転関節171の前記関節移動軸に平行な投影面において互いに実質的に平行である。

## 【0287】

一実施形態によれば、テンドン経路T-Tは、それが接触する関節部材上で実質的に定常である。換言すれば、テンドン90が摺動しているときでも、全体的なテンドン経路T-Tは、それが接触する前記医療器具60の関節部材に対して実質的に常に同一の位置にある。

## 【0288】

10

20

30

40

50



このような特徴は、前記巻取面 8 6 の前記摺動面 4 0、8 0、1 4 0、1 8 0 が、前記テンドン終端機構 8 2 と協調的な幾何学的関係を有し、そして前記テンドン終端機構 8 2 が前記医療器具の一部分に嵌め合うように配置されることによって、一意に実現される。

【0289】

一実施形態によれば、前記テンドン経路 T - T は、反対の関節運動を決定するテンドン 9 0 と対向テンドン 1 9 0 との両方に接触する関節部材上で実質的に定常状態を維持している。

【0290】

一実施形態によれば、各テンドン 9 0 のテンドン経路 T - T は、前記偏向可能部分 9 3 を除いて、前記フレーム 5 7 に関してその区間において実質的に定常である。前記偏向可能部分 9 3 は、実際には、ギターの弦のように、プッシャアセンブリ 9 4 によって偏向されるのに適している。

【0291】

一実施形態によれば、前記少なくとも 1 つのテンドン 9 0、1 9 0 は、作動状態にあるとき、全体に、摺動面 4 0、8 0、又は巻取面 8 6 と接していない連続的な真っ直ぐな空中区間 9 と、関節部材 7 1、7 2、7 3、7 4、7 5、7 7、7 8 の摺動面 4 0、8 0、又は巻取面 8 6 と接する曲線区間とからなるテンドン経路 T - T をたどる。

【0292】

一実施形態によれば、前記少なくとも 1 つのテンドン 9 0、1 9 0 は、前記第 1 の関節部材 7 1 の前記関節摺動面 4 0、1 4 0 上にそれ自体を少なくとも部分的に巻き付くように、前記第 1 の関節部材 7 1 の周りに経路を描く。

【0293】

一実施形態によれば、前記少なくとも 1 つのテンドン 9 0、1 9 0 は、前記第 2 の関節部材 7 2 の前記関節摺動面 8 0、1 8 0 上にそれ自体を少なくとも部分的に巻き付くように、前記遠位の第 2 の関節部材 7 2 の周りに経路を描く。

【0294】

一実施形態によれば、前記医療器具 6 0 は、複数のテンドンを含む。

【0295】

一実施形態によれば、最も近い回転関節 1 7 1 の前記関節移動軸に直交する平面において、前記テンドン 9 0 の前記テンドン経路 T - T と前記対向テンドン 1 9 0 の前記テンドン経路 T - T との投影は、少なくとも交点 1 6 で重なる。

【0296】

一実施形態によれば、前記テンドン 9 0 の前記テンドン経路 T - T の前記空中区分 9 は、前記対向テンドン 1 9 0 の少なくとも 1 つの前記空中区分 9 に実質的に平行である。

【0297】

一実施形態によれば、各テンドン 9 0 のテンドン経路 T - T は、最も近い回転関節 1 7 1 の前記関節移動軸の方向に平行な投影面において互いに実質的に平行である。

【0298】

一実施形態によれば、各前記テンドン終端機構 8 2 は、前記テンドン 9 0 を任意の他のテンドンのテンドン経路 T - T に実質的に平行なテンドン経路 T - T に続く前記少なくとも 1 つの摺動面 4 0、8 0 上を摺動させるように、そのテンドン経路 T - T を、最も近い回転関節 1 7 1 の関節移動軸に実質的に直交するように保つように各テンドン 9 0、1 9 0 を支持するように配置される。

【0299】

一実施形態によれば、各テンドン終端機構 8 2 は、そのテンドン経路 T - T がそれに最も近い関節部材に対して定常であるように各テンドン 9 0、1 9 0 を支持するように配置される。

【0300】

一実施形態によれば、前記テンドン終端機構 8 2 は、作動状態にあるとき、各テンドン 9 0 のそのテンドン経路 T - T を、前記巻取面 8 6 と実質的に常に接しているように維持

10

20

30

40

50

するように配置される。

【0301】

一実施形態によれば、前記テンドン終端機構82は、作動状態にあるとき、各テンドン90、190のテンドン経路T-Tが他のテンドン90、190のテンドン経路T-Tと接触しないように配置される。

【0302】

一実施形態によれば、前記テンドン終端機構82は、各テンドン90が作動状態にあるとき、少なくとも1つの摺動面40、80上を摺動し、同一の摺動面40、80上を摺動するとき、他のテンドン90、190によって描かれたテンドン経路T-Tの曲線区間に実質的に平行なテンドン経路T-Tの曲線区間を描くように配置される。

10

【0303】

一実施形態によれば、前記医療器具60は、顕微手術、低侵襲性外科手術、及び腹腔鏡手術のうち少なくとも1つに適用されるのに適した外科手術用器具である。

【0304】

一実施形態によれば、前記医療器具60は、生体検査に使用されるのに適している。一実施形態によれば、前記医療器具60は、内視鏡手術に使用されるのに適している。

【0305】

一実施形態によれば、前記テンドン90、190は、実質的に円形の断面を有する。一実施形態によれば、前記テンドン90、190の直径は、前記テンドン90、190の異なる部分において可変である。一実施形態によれば、前記テンドン90、190の機械的特性は、前記テンドン90、190の異なる部分において可変である。一実施形態によれば、前記テンドン90、190は、異なる特性を有するテンドン部が接合することによって得られる。一実施形態によれば、前記テンドン90、190の組成は、前記テンドン90、190の異なる部分において可変である。

20

【0306】

一実施形態によれば、テンドンの少なくとも一部分における前記テンドン経路T-Tは、テンドンがあらゆる作動状態で、すなわち、回転関節171の任意の回転角において、摺動する摺動面40、80、140、180の母線に対して実質的に局所的に直交している。これらの特性は、前記テンドンの各々の前記テンドン経路T-Tがいつか偏向されることの回避に寄与する。すなわち、最も近い回転関節171の関節移動軸に平行な方向に曲がらない。

30

【0307】

一実施形態によれば、前記テンドン経路T-Tは、それが摺動する摺動面40、80、140、180の母線に実質的に局所的に直交している。

【0308】

一実施形態によれば、前記関節装置70は、主に金属材料製である。

【0309】

一実施形態によれば、前記関節部材は、前記テンドンがその部材上を摺動するとき、前記少なくとも1つのテンドンの摺動によって生じる摩擦を更に低減する目的で研磨されるのに適している。

40

【0310】

一実施形態によれば、医療器具60、160、260のためのテンドン駆動システム50は、少なくとも1つのプッシュアセンブリ94を含む。

【0311】

前記医療器具60、160、260は、フレーム57と、その終点に加えられた引張荷重下で作用することのみに適した少なくとも1つのテンドン90、190を備え、そのテンドン方向T-Tが定義されるか、又はテンドン経路T-Tが前記テンドン90の長手方向展開の方向と実質的に一致し、前記テンドン90はその第1の終点91、又は近位テンドン終点91、又は第1のテンドン終端91で前記フレーム57に固定される。

【0312】

50

前記ブッシャアセンブリ 94 は、テンドン経路 T - T を偏向させ、前記テンドン 90 に増加した引張荷重を誘発するように、テンドン経路 T - T を横切る押圧方向に沿って前記テンドン 90 の前記偏向可能部分 93 の少なくとも一部分に力を加えるのに適している。

【0313】

前記ブッシャアセンブリがテンドン経路 T - T を横切る前記押圧方向に押圧するとき、それは、前記テンドン経路を局所的に、且つ局所的にのみ伸ばす傾向がある。このような局所的な経路伸延は、ブッシャアセンブリの前進量に直接関連するより大きな局所的テンドループを生じさせる。このようなより大きな局所的テンドループの発生は、テンドンの反対側の端部において、関節部材上のテンドン終端機構 82 に固定されたテンドンの遠位終点 92 の比例した後退を生じ、その結果、関節部材の移動をもたらす。

10

【0314】

一実施形態によれば、前記ブッシャアセンブリ 94 は、前記テンドン 90 の片側拘束として機能する。

【0315】

一実施形態によれば、前記ブッシャアセンブリ 94 は、実質的に真っ直ぐである前記テンドン経路 T - T の少なくとも一区間において前記テンドン経路 T - T を延長又は短縮する。

【0316】

一実施形態によれば、前記ブッシャアセンブリ 94 は、前記テンドン 90 の所定の長さを回収するのに適している。一実施形態によれば、前記ブッシャアセンブリ 94 は、前記テンドン 90 の所定の長さを解放するのに適している。

20

【0317】

一実施形態によれば、前記ブッシャアセンブリ 94 は、前記テンドン経路 T - T の偏向が減少し、且つ前記テンドン 90 の張りが減少するように、前記テンドン 90 の前記テンドン偏向可能部分 93 において、テンドン経路 T - T の横方向に後退するのに適している。このようにして、前記医療器具 60 の前記関節装置 70 の少なくとも一部分の制御された移動が可能になる。

【0318】

「後退する」及び「回収する」という用語は、前記押圧方向に押圧するとき、テンドン経路 T - T に対して横方向のブッシャアセンブリが局所的に、且つ局所的にのみテンドン経路を短縮することを意味する。このような局所的な短縮は、ブッシャアセンブリの引き戻し量に直接関連するますます小さくなる局所的ループを生成し、遠位終点 92 でテンドンが作用する関節部材に固定されたテンドンの反対側において、前記遠位終点の移動を可能にすることによって、前記関節部材の移動を可能にする。

30

【0319】

一実施形態によれば、前記テンドン 90 及び対向テンドン 190 は、前記テンドン 90 及び前記対向テンドン 90 がそれぞれの張力付与要素 99、199 によって張力がかけられたとき、前記医療器具 60 の前記関節装置 70 が基準位置に保持されるようになる長さを有する。

【0320】

一実施形態によれば、前記フレーム 57 は、少なくとも 1 つのシャフト 65 を含み、そのシャフトにおける長手方向の軸方向 X - X が規定され、当該方向は、前記シャフト 65 の長手方向の展開の軸に一致するか、又はその軸に平行である。

40

【0321】

一実施形態によれば、前記テンドン 90 は、少なくとも 1 つの長手方向テンドン部 19 を含み、その部分におけるテンドン経路 T - T は、シャフトの長手方向 X - X に実質的に平行であり、前記シャフト 65 に対して、少なくとも軸方向 X - X に沿って、少なくとも前記長手方向テンドン部 19 の移動を決定する。

【0322】

一実施形態によれば、前記押圧方向は、シャフトの長手方向 X - X に平行である。

50

## 【 0 3 2 3 】

一実施形態によれば、前記押圧方向は、シャフトの長手方向 X - X に直交する。

## 【 0 3 2 4 】

一実施形態によれば、前記テンドン 9 0 には予張力がかけられる。このようにして、前記プッシャアセンブリ 9 0 が偏向可能部分 9 3 に対する押圧動作を停止するとき、前記テンドン 9 0 は実質的に張力を受けたままである。予め張力がかけられたテンドンを設けることにより、前記テンドン駆動システム 5 0 の簡便な較正が可能となり、関節装置のどの姿勢でゼロ押圧動作姿勢を位置決めするかを任意に決めることができる。

## 【 0 3 2 5 】

一実施形態によれば、前記プッシャアセンブリ 9 4 は常に、テンドン 9 0 に最小の正張力をかけている。このようにして、前記プッシャアセンブリが前記テンドン偏向可能部分 9 3 に接触するとき、前記テンドン 9 0 は、実質的に常に張力を受けたままである。予め張力がかけられたテンドンを設けることにより、任意の作動状態で医療器具 6 0 内のテンドン経路の効率的な制御が可能となる。

## 【 0 3 2 6 】

一実施形態によれば、前記テンドン 9 0 は、可動要素を引っ張るのに適した第 2 のテンドン終点 9 2 又は遠位テンドン終点 9 2 を含み、この可動要素は前記第 2 の遠位テンドン終点 9 2 に接続することができる。

## 【 0 3 2 7 】

一実施形態によれば、テンドン経路 T - T に沿って、前記第 1 のテンドン終点 9 1 に、次に前記少なくともテンドン偏向可能部分 9 3 に、次いで前記第 2 のテンドン終点 9 2 に遭遇する。

## 【 0 3 2 8 】

一実施形態によれば、前記可動要素は、前記医療器具 6 0、1 6 0、2 6 0 の少なくとも一部分であり、前記フレーム 5 7 に対して移動可能である。

## 【 0 3 2 9 】

一実施形態によれば、前記テンドン偏向可能部分 9 3 が前記プッシャアセンブリ 9 4 によって偏向されると、前記テンドン 9 0 は、前記フレーム 5 7 に対して前記関節装置 7 0 の少なくとも一部分の移動を決定する。

## 【 0 3 3 0 】

一実施形態によれば、前記プッシャアセンブリ 9 4 は、前記ブランジャ 9 6 が前記テンドン 9 0 の少なくとも 1 つのテンドン偏向可能部分 9 3 を押すように、前記フレーム 5 7 に対して移動可能であり、且つブランジャ 9 6 を押圧するのに適した、少なくとも 1 つの押圧要素 9 5 を含む。

## 【 0 3 3 1 】

一実施形態によれば、少なくとも 1 つの本体が、前記押圧要素 9 5 と前記ブランジャ 9 6 との間に配置されている。一実施形態によれば、前記押圧要素 9 5 は、前記ブランジャと接触している。換言すれば、前記少なくとも 1 つの押圧要素 9 5 は、前記ブランジャ 9 6 を直接的又は間接的に押すのに適している。

## 【 0 3 3 2 】

一実施形態によれば、前記押圧要素 9 5 は、前記押圧要素 9 5 が前記ブランジャ 9 6 に押圧動作を行うのに適している接触位置内で、及び前記押圧要素 9 5 が前記ブランジャ 9 6 から離れ、前記ブランジャ 9 6 に何らかの押圧作用も及ぼさない非接触位置内で、前記ブランジャ 9 6 に対して移動可能である。一実施形態によれば、前記接触位置において、前記押圧要素 9 5 は、必ずしも前記ブランジャ 9 6 と接触していない。換言すれば、一実施形態によれば、前記押圧要素 9 5 は、前記押圧要素 9 5 と前記ブランジャ 9 6 との間に配置された少なくとも 1 つの中間体を介して押圧動作を行う。

## 【 0 3 3 3 】

一実施形態によれば、前記プッシャアセンブリ 9 4 はまた、分離する 2 つの環境の相互細菌汚染を実質的に阻止するのに適した少なくとも 1 つの無菌バリア 8 7 を有する。

10

20

30

40

50

## 【 0 3 3 4 】

一実施形態によれば、前記無菌バリア 8 7 は、前記押圧要素 9 5 と前記ブランジャ 9 6 との間に配置されている。

## 【 0 3 3 5 】

一実施形態によれば、前記無菌バリアは、前記押圧要素 9 5 の押圧を前記ブランジャ 9 6 に伝達するのに適した形状及び材料である。

## 【 0 3 3 6 】

一実施形態によれば、前記押圧要素 9 5 は、実質的に直線状の軌道に沿って前記フレーム 5 7 に対して移動可能である。

## 【 0 3 3 7 】

一実施形態によれば、前記押圧要素 9 5 はピストンである。

## 【 0 3 3 8 】

一実施形態によれば、前記プッシャアセンブリが前記テンドン経路 T - T の偏向を決定するとき、前記少なくとも 2 つのテンドン案内要素 9 7 が前記テンドン経路 T - T の偏向を前記 2 つの案内要素 9 7 の間のテンドン経路区間に限定するように協働するように、前記駆動システム 5 0 は、前記テンドン経路 T - T に沿って配置された少なくとも 2 つのテンドン案内要素 9 7 又は案内プーリを備える。

## 【 0 3 3 9 】

一実施形態によれば、前記ブランジャ 9 6 は、前記テンドン偏向可能部分 9 3 を押圧するのに適した少なくとも 1 つのブランジャアイドルプーリ 9 8 を備え、前記ブランジャアイドルプーリ 9 8 は、その軸を中心に回転自由であり、このようにして、少なくとも前記ブランジャ 9 6 によって押圧されたときに、前記テンドン偏向可能部分 9 3 における摺動摩擦を低減するのに適している。

## 【 0 3 4 0 】

一実施形態によれば、前記ブランジャアイドルプーリ 9 8 は玉軸受である。

## 【 0 3 4 1 】

一実施形態によれば、前記第 2 のテンドン終点 9 2 は、隆起 ( b o s s ) 、ループ又は結び目である。

## 【 0 3 4 2 】

一実施形態によれば、前記テンドン 9 0 は、予張力がかけられるのに適している。

## 【 0 3 4 3 】

一実施形態によれば、前記テンドン駆動システム 5 0 は、予張力がかけられた前記テンドン 9 0 を維持するのに適した少なくとも 1 つの予張力付与要素 9 9 を含む。

## 【 0 3 4 4 】

一実施形態によれば、前記予張力付与要素 9 9 は、前記ばね 9 9 の圧縮運動に実質的に比例する前記テンドン 9 0 に予荷重をかけるようにフレーム 5 7 とブランジャ 9 6 との間に力を加えるのに適したばねである。

## 【 0 3 4 5 】

一実施形態によれば、前記プッシャアセンブリ 9 4 は、前記押圧要素 9 5 を移動させるのに適した電動モータを含む。

## 【 0 3 4 6 】

一実施形態によれば、前記プッシャアセンブリ 9 4 は、リードスクリュー及びナット型アクチュエータを含む。一実施形態によれば、前記アクチュエータはボールねじを含む。

## 【 0 3 4 7 】

一実施形態によれば、前記テンドン 9 0 は、それが摺動する表面の材料よりも軟質な材料により少なくとも部分的に作製される。換言すれば、前記テンドン 9 0 は、それが摺動する表面よりも低硬度の材料により少なくとも部分的に作製される。

## 【 0 3 4 8 】

一実施形態によれば、前記テンドン 9 0 は、ポリマー材料により少なくとも部分的に作製される。ポリマー材料により少なくとも部分的に作製されたテンドンを設けることによ

10

20

30

40

50

り、例えば金属製のテンドンに対して摺動する表面の摩耗の低減が可能となる。

【0349】

一実施形態の一変形形態によれば、前記第1のテンドン終点91は、前記フレーム57ではなく、前記プランジャ96に固定される。

【0350】

一実施形態によれば、前記テンドン駆動システム50は、前記テンドン90に対向し、且つその第1の終点91又は近位終点で前記フレーム57に固定又は拘束された少なくとも1つの更なるテンドン190又は対向テンドン190を含み、前記テンドン190はテンドン方向T-T又はテンドン経路T-Tに沿って延びる。

【0351】

一実施形態によれば、前記テンドン駆動システム50は、前記ブッシュアセンブリ94に対向し、且つテンドン経路T-Tを偏向させ、前記対向テンドン190及び前記テンドン90での引張荷重の増大を誘発するようにテンドンの横方向の押圧方向T-Tに沿って前記対向テンドン190のテンドン偏向可能部分93の少なくとも一部分を押圧するのに適した、少なくとも1つの更なるブッシュアセンブリ94又は対向ブッシュアセンブリ194を含む。換言すれば、前記テンドン90及び前記対向テンドンは、関節の内転及び外転動作を決定するように協働する人体の拮抗筋のように互いに対向して作用するのに適している。

【0352】

一実施形態によれば、前記対向ブッシュアセンブリ194は、前記テンドン経路T-Tに対して横方向の押圧方向に沿って前記対向テンドン190の前記テンドン偏向可能部分93を押圧し、前記テンドン経路T-Tを偏向させ、その近位部分18から前記対向テンドン190における引張荷重を誘発し、且つその遠位部分19から前記テンドン90における引張荷重を誘発する。

【0353】

一実施形態によれば、前記テンドン90及び前記テンドン190は、前記テンドンと前記対向テンドンとの間の接合によって遠位に構造的に接続されている。一実施形態によれば、前記テンドン及び前記対向テンドンはともに、前記テンドンによる前記対向テンドンへの力の伝達が保証されるように、共通の接合素子に遠位に構造的に接続されている。

【0354】

一実施形態によれば、前記対向テンドン190は、前記対向テンドン190の前記第2のテンドン終点92に関連する可動要素を引っ張るのに適した第2の終点92又は遠位終点92を有する。

【0355】

一実施形態によれば、前記対向テンドン190は、前記テンドン90の前記第2のテンドン終点92及び前記対向テンドン190の前記第2のテンドン終点92に関連する共通の単一の可動要素を引っ張るのに適した第2の終点92又は遠位終点を有する。一実施形態によれば、前記テンドン90及び前記対向テンドン190は、前記テンドン90及び前記対向テンドン190がそれらのそれぞれの予張力付与要素によって予張力がかけられたとき、前記共通の単一の可動要素が基準位置にあるような長さを有する。

【0356】

一実施形態によれば、前記テンドン90及び前記対向テンドン190は、単一のテンドン90の2つの部分である。

【0357】

一実施形態によれば、前記テンドン90の前記第2のテンドン終点92と前記対向テンドン190の前記第2の終点92とは一致し、前記テンドン90の前記第2の終点92と前記対向テンドン190の前記第2のテンドン終点92とに関連し得る共通の可動要素を引っ張るのに適している。

【0358】

一実施形態によれば、前記対向テンドン190は、少なくとも長手方向部分19を含み

10

20

30

40

50

、テンドン経路 T - T は、少なくともシャフトの長手方向 X - X に沿って、前記シャフト 65 に対して前記対向テンドン 190 の少なくとも前記長手方向部分 19 を移動させるように、シャフトの長手方向 X - X に実質的に平行である。

【0359】

一実施形態によれば、前記テンドン駆動システム 50 は、各自由度に対して少なくとも 1 対のテンドン 90、190 を含み、前記テンドン対はテンドン 90 及び対向テンドン 190 を含む。

【0360】

一実施形態によれば、前記テンドン 90 及び前記対向テンドン 190 は、前記テンドン 90 及び前記対向テンドン 190 によって共通の可動要素に伝達される力が前記テンドン 90 及び前記対向テンドン 190 によって伝達される力の総和であるように、同時に引っ張られるのに適している。

10

【0361】

一実施形態によれば、前記テンドン 90 及び前記対向テンドン 190 は、実質的に同量の力で同時に引っ張られるのに適している。

【0362】

一実施形態によれば、前記テンドン 90 及び前記対向テンドン 190 は、一方が他方よりも高い力で引っ張られるのに適している。

【0363】

一実施形態によれば、前記テンドン 90 及び前記対向テンドン 190 は、同時に引っ張られて、それらの近位部分から実質的に同一のテンドンの長さを回収するのに適している。

20

【0364】

一実施形態によれば、前記テンドン 90 は、引っ張られて、その近位区間から第 1 のテンドンの長さを回収するのに適しており、同時に前記対向テンドン 190 は、その近位部分によって解放され、対向テンドンから前記第 1 のテンドンの長さに実質的に等しい第 2 のテンドンの長さを解放するのに適している。

【0365】

一実施形態によれば、前記テンドン駆動システム 50 は、予張力がかけられた前記対向テンドン 190 を維持するのに適した対向予張力付与要素 199 を含む。

30

【0366】

一実施形態によれば、前記対向予張力付与要素 199 はばね 99 である。

【0367】

一実施形態によれば、前記予張力付与要素 99 及び前記対向予張力付与要素 199 は、プッシャアセンブリ 94 及び前記対向プッシャアセンブリ 194 が同時に作用することができるように、予張力がかけられた前記テンドン 90 及び前記対向テンドン 190 を同時に維持するように協働するのに適している。

【0368】

前記予張力付与要素 99 及び前記対向予張力付与要素 199 を設けることにより、前記テンドン 90 及び前記対向テンドン 190 は、それらに取り付けられた前記共通の可動要素の重量の釣り合いを取るのに適した予張力付与値で、それらの予張力付与状態で保たれるのが可能となる。このようにして、重力は駆動システムには影響を及ぼさない。

40

【0369】

一実施形態によれば、前記テンドン 90 及び前記対向テンドン 190 は、反対方向にそれを移動させるように、その第 2 の終点 92 を、前記第 2 の関節部材 72 及び前記終端部材 77 のうちの 1 つのそれぞれのテンドン固定点 82 又はテンドン終端機構 82 に接続させるのに適している。前記特性と前記予張力付与要素 99 と前記対向予張力付与要素 199 との協働により、全ての動作を積極的に案内及び制御することができ、戻しばねなどによるあらゆる受動的又は自由関節運動を回避することができる。

50

## 【 0 3 7 0 】

一実施形態によれば、前記テンドン駆動システム 5 0 は、複数のテンドン 9 0 及び複数の対向テンドン 1 9 0 を備える。

## 【 0 3 7 1 】

一実施形態によれば、前記テンドン駆動システム 5 0 は、複数のプッシュアセンブリ 9 4 及び複数の対向プッシュアセンブリ 1 9 4 を備える。

## 【 0 3 7 2 】

一実施形態によれば、前記複数のテンドン 9 0 及び前記複数の対向テンドン 1 9 0 は、各テンドン 9 0、1 9 0 のテンドン経路 T - T が全ての他のテンドン 9 0、1 9 0 の経路に対して別個に走行するように、前記フレーム 5 7 のドラム 5 9 の一部分又はドラム 5 9 に配置される。

10

## 【 0 3 7 3 】

一実施形態によれば、前記複数のテンドン 9 0 及び前記複数のテンドン 1 9 0 は、実質的に半径方向に、又は光線のように、前記ドラム 5 9 に配置される。一実施形態によれば、前記複数のテンドン 9 0 及び前記複数の対向テンドン 1 9 0 は、ラジアルエンジンのシリンダのような 1 つの前記ドラム 5 9 として構成され、前記テンドン 9 0 及び前記対向テンドン 1 9 0 の経路は前記ドラム 5 9 上で互いに交差しない。

## 【 0 3 7 4 】

一実施形態によれば、前記複数のテンドン 9 0 の各テンドン 9 0 は、他のテンドン 9 0 とは無関係にそのそれぞれのプッシュアセンブリ 9 4 によって係合されるのに適している。

20

## 【 0 3 7 5 】

一実施形態によれば、前記複数のテンドン 9 0 の前記テンドン 9 0 は、関連する対向テンドン 1 9 0 とは無関係にそのそれぞれのプッシュアセンブリ 9 4 によって係合されるのに適している。

## 【 0 3 7 6 】

一実施形態によれば、医療器具 6 0、1 6 0、2 6 0 用の駆動システムアセンブリは、前述したいずれかの実施形態の一実施形態に係る少なくとも 1 つのテンドン駆動システム 5 0 と、

少なくとも 1 つの回転関節を有する関節装置 7 0、1 7 0、2 7 0 の少なくとも 1 つを備える少なくとも 1 つの医療器具 6 0、1 6 0、2 6 0 と、  
を備える。

30

## 【 0 3 7 7 】

一実施形態によれば、前記テンドン 9 0、1 9 0 が前記関節装置 7 0、1 7 0、2 7 0 の少なくとも一部分を引っ張って、前記フレーム 5 7 に対してその一部分を移動させるのに適するように、前記テンドン 9 0、1 9 0 は、その第 2 の終点 9 2 で、前記フレーム 5 7 に対して移動可能な前記関節装置 7 0、1 7 0、2 7 0 の少なくとも一部分に固定又は拘束する。

## 【 0 3 7 8 】

一実施形態によれば、前記対向テンドン 1 9 0 が前記関節装置 7 0、1 7 0、2 7 0 の少なくとも一部分を引っ張って、前記テンドン 9 0 によって決められた移動とは反対の移動によって前記フレーム 5 7 に対してその対向テンドンを移動させるのに適するように、前記テンドン 9 0 及び前記対向テンドン 1 9 0 はともに、それらのそれぞれの第 2 の終点 9 2 で、前記フレーム 5 7 に対して移動可能な前記関節装置 7 0、1 7 0、2 7 0 の同一の部分に固定される。

40

## 【 0 3 7 9 】

一実施形態によれば、前記駆動システムアセンブリは、テンドン対 9 0、1 9 0 を有し、前記テンドン対は、前記関節装置 7 0、1 7 0、2 7 0 のあらゆる運動自由度のため、テンドン 9 0 及び対向テンドン 1 9 0 を含む。

## 【 0 3 8 0 】

50



一実施形態によれば、前記テンドン 90 及び前記対向テンドン 190 が同時且つ実質的に同量の力で引っ張られたとき、前記医療器具 60、160、260 の前記関節装置 70、170、270 の少なくとも一部分の移動が阻止される。

【0381】

一実施形態によれば、前記テンドン 90 及び前記対向テンドン 190 が、異なる大きさの力で同時に引っ張られ、一方の力が他方の力よりも大きいとき、前記医療器具 60、160、260 の前記関節装置 70、170、270 の少なくとも一部分の制御された移動が生じる。

【0382】

一実施形態によれば、前記医療器具 60、160、260 は、外科手術用器具、顕微手術用器具、腹腔鏡手術用の器具、内視鏡器具、生体検査用の器具のうちの少なくとも 1 つである。

【0383】

一実施形態によれば、少なくとも 1 つの関節装置 70 及び 1 つのフレーム 57 を含む医療器具 60 用のテンドン 90、190 は、前記フレーム 57 に対して前記関節装置 70 の少なくとも一部分を移動させるのに適している。

【0384】

前記関節装置 70 は、前記フレーム 57 に対して少なくとも 1 つの運動自由度を有する。

【0385】

前記テンドン 90 は、引張荷重下での動作にのみ適している。

【0386】

前記テンドン 90 は、前記関節装置 70 の材料よりも低硬度の材料で製造される。

【0387】

この特性を設けることにより、前記関節装置 70 の少なくとも一部分の上でのテンドン 90 の摺動によって引き起こされる摩耗に対するより高い耐摩耗性を有する関節装置 70 を有する医療器具 60 の製造が可能となる。更に、この特性は、テンドンが摺動する関節装置 70 の表面の材料のあらゆる摩耗及び損耗を回避する。換言すれば、この特性を設けることにより、作動状態にあるとき、前記関節装置 70 がその上を摺動するテンドン 90 の影響により損傷することを回避することができる。

【0388】

一実施形態によれば、前記テンドン 90 は、作動状態にあるとき、前記関節装置 70 の少なくとも一部分の上を摺動する。

【0389】

一実施形態によれば、前記テンドン 90 は、押圧を伝達するのに適していない構造で製造される。

【0390】

一実施形態によれば、前記テンドン 90 は、前記関節装置 70 の材料よりも軟質な材料で製造される。

【0391】

一実施形態によれば、前記テンドン 90 は、ポリマー材料で製造される。ポリマー材料で少なくとも部分的に製造されたテンドンを設けることにより、それが摺動する表面の摩耗が、例えば、金属製のテンドンに対して低減することが可能となり、設計段階の間に確立された幾何公差を保つことに役立ち、その後、前記テンドン 90、190 の寿命、ならびに前記医療器具 60、160、260 の寿命を延ばす。

【0392】

一実施形態によれば、前記テンドン 90、190 は、ポリエチレンで作製される。一実施形態によれば、前記テンドン 90、190 は、高分子量ポリエチレン又は超高分子量ポリエチレンで作製される。一実施形態によれば、前記テンドン 90、190 は、ケブラーで作製される。一実施形態によれば、前記テンドン 90、190 は、ベクトランで作製され

10

20

30

40

50

る。一実施形態によれば、前記テンドン 90、190 は、ザイロン又は PBO で作製される。一実施形態によれば、前記テンドン 90、190 は、前記材料の組み合わせで作製される。

【0393】

一実施形態によれば、前記テンドン 90、190 は、ポリマー繊維で作製される。

【0394】

一実施形態によれば、前記関節装置 70 は、金属材料で作製される。

【0395】

一実施形態によれば、前記関節装置 70 は、INOX 鋼又はステンレス鋼、超高速鋼、硬化鋼、鍛鋼、チタンの少なくとも 1 つで作製される。

10

【0396】

一実施形態によれば、前記関節装置 70 は、セラミック導電材料で作製される。

【0397】

一実施形態によれば、前記テンドン 90 は、前記フレーム 57 に接着されるのに適した少なくとも 1 つのテンドン終点 91 を含む。

【0398】

一実施形態によれば、前記テンドン 90 は、接着された表面を最大にするようにその第 1 のテンドン終点 91 の周囲がストランド (strands) にほぐされる。

【0399】

一実施形態によれば、前記テンドン 90 は、前記関節装置 70 の少なくとも一部分に接続するのに適した少なくとも第 2 のテンドン終点 92 を含む。

20

【0400】

一実施形態によれば、前記第 2 のテンドン終点 92 は隆起である。一実施形態によれば、前記第 2 のテンドン終点はループである。一実施形態によれば、前記第 2 のテンドン終点 92 は結び目である。

【0401】

一実施形態によれば、前記第 2 のテンドン終点 92 は、前記関節装置 70 の少なくとも一部分に接着される。

【0402】

一実施形態によれば、前記第 1 のテンドン終点 91 は、前記テンドンを前記医療器具 60 の一部分に複数回、巻き付けることによって終端される。一実施形態によれば、前記第 2 の終点 92 は、前記テンドンを前記医療器具 60 の一部分に複数回、巻き付けることによって終端される。一実施形態によれば、前記テンドンは、その直径に実質的に等しい曲率半径で巻き付けられる。

30

【0403】

一実施形態によれば、前記テンドン 90、190 は、0.05 mm ~ 0.3 mm の直径を有する。

【0404】

一実施形態によれば、前記テンドン 90、190 は、50 GPa ~ 100 GPa の弾性率を有する。

40

【0405】

一実施形態によれば、前記テンドン 90、190 は、略 1 ミリメートル以下の曲率半径を有するように製造される。

【0406】

一実施形態によれば、前記テンドン 90 は、終点に加えられた引張荷重下での作用のみに適しており、前記テンドンが挟み込まれ、チャンネル内で側方に案内され、又はシースを含むことを避ける。

【0407】

一実施形態によれば、前記テンドン 90、190 は、前記テンドン 90、190 の引張破断強度の少なくとも半分に等しい実体の少なくとも 2 つの荷重を含む荷重サイクルで予

50

め伸ばされるのに適している。

【0408】

一実施形態によれば、前記テンドン90は、横方向寸法、すなわち、異なるテンドン部において可変の前記テンドン経路T-Tに対して実質的に直交する寸法を有する。

【0409】

一実施形態によれば、前記テンドン90、190は、実質的に円形の断面を有する。

【0410】

一実施形態によれば、前記テンドン90の直径は、前記テンドン90の異なる部分において可変である。

【0411】

一実施形態によれば、前記テンドン90は、前記第2のテンドン終点92でより薄い。  
一実施形態によれば、前記テンドン90は、前記長手方向部分19においてより厚い。このようにして、テンドン90、190は、テンドン固定点82に近いか又はその点においてより可撓性であり、前記シャフト65の内側又はその近くでより硬いことに適している。

【0412】

一実施形態によれば、前記テンドン90の機械的特性は、前記テンドン90の異なる部分において可変である。

【0413】

一実施形態によれば、前記テンドン90、190は、異なる特性を有するテンドン部を接合又は並置することによって得られる。

【0414】

一実施形態によれば、前記テンドン90、190の組成は、前記テンドン90、190の異なる部分において可変である。

【0415】

一実施形態によれば、前記テンドン90、190は、0.1mm~0.3mmの直径を有する。

【0416】

一実施形態によれば、前記テンドン90は、前記関節装置70、170、270の少なくとも一部分を移動させるように対向テンドン190と協働するのに適している。

【0417】

一実施形態によれば、前記テンドン90及び前記対向テンドン190が一方の力が他方の力よりも大きい力で同時に引っ張られるのに適しているとき、前記関節装置70、170、270又は前記医療器具60、160、260の少なくとも一部分の制御された移動が生じる。

【0418】

一実施形態によれば、前記テンドン90及び前記対向テンドン190が同じ力で同時に引っ張られると、前記医療器具60の前記関節装置70の少なくとも一部分の移動が阻止される。

【0419】

一実施形態によれば、全てのテンドン対がテンドン90及び対向テンドン190を含むテンドン対90、190は、前記関節装置70のあらゆる運動自由度に対して予測する。

【0420】

ロボットアセンブリ100用の駆動方法を以下に記載する。

【0421】

外科手術用ロボットアセンブリの駆動方法は、以下の過程、すなわち

前述した実施形態のいずれか1つの実施形態に係るロボットアセンブリ100を設ける過程と、

患者201の少なくとも一部分を視覚化するために、ロボットアセンブリ100に関連する少なくとも1つの視覚システムを利用する過程と、

10

20

30

40

50

前記終端部 77 の少なくとも一部分によって到達される作業容積 7 が、前記ロボットアセンブリ 100 に関連する少なくとも 1 つの視覚システム 103 の視野内にあるように、前記マクロ位置決めアーム 30 を位置決めする過程と、

少なくとも 1 つのマикро位置決め装置 41、141、241、341 を駆動する過程と、

医療器具 60、160、260、360 の少なくとも 1 つの関節装置 70、170、270 を駆動する過程と、

を含む。

#### 【0422】

1 つの可能な動作モードによれば、外科手術用ロボットアセンブリの駆動方法は、好ましい順であるが限定的ではない順に記載された以下の過程、すなわち

前記マクロ位置決めアーム 30 を移動させることが可能なように前記マクロ位置決めアーム 30 を解放する過程と、前記少なくとも 1 つの終端部 77 によって到達される作業容積 7 が前記ロボットアセンブリ 100 に関連する前記少なくとも 1 つの視覚システム 103 の視界内にあるように、前記マクロ位置決めアーム 30 を位置決めする過程と、

前記マクロ位置決めアーム 30 を係止する過程と、

前記少なくとも 1 つの制御装置 20 によって前記少なくとも 1 つのマикро位置決め装置 41、141、241 を駆動する過程と、

前記制御装置 20 によって医療器具 60、160、260 の前記少なくとも 1 つの関節装置 70、170、270 を駆動する過程と、

の少なくとも 1 つを更に含む。

#### 【0423】

顕微手術用ロボットアセンブリ用の顕微手術用の制御装置の制御方法を以下に記載する。

#### 【0424】

顕微手術用ロボットアセンブリ用の顕微手術用の制御装置の制御方法は、好ましい順であるが限定的ではない順に記載された以下の過程、すなわち

前述した実施形態のいずれか 1 つの実施形態に係る少なくとも 1 つの顕微手術用制御装置 20 を設ける過程と、

前記制御器具 21 を操縦する過程と、

前記検出装置 22 に対して前記制御器具 21 の少なくとも一部分を移動させる過程と、を含む。

#### 【0425】

1 つの可能な動作モードによれば、一方法は、以下の更なる過程、すなわち

前述した実施形態の一実施形態に係る顕微手術用ロボットアセンブリ 100 を設ける過程と、

前記制御器具 21 によって前記外科手術用マイクロ器具 60、160、260 を移動させる過程と、

前記制御器具 21 によって前記マイクロ位置決め装置 41、141、241 を移動させる過程と、

前記ロボットアセンブリ 100 に関連する顕微鏡 103 を使用して、患者 201 の少なくとも一部分を表示する過程と、

遠隔操作状態又はモードを起動する過程であって、当該遠隔操作状態又はモードにより、前記検出装置 22 及び前記顕微鏡 103 の少なくとも 1 つに関連する座標系に対する第 1 の方向の制御器具 21 の移動が、前記座標系に対して同一の方向における前記外科手術用マイクロ器具 60、160、260 の移動に対応する、前記遠隔操作状態又はモードを起動する過程と、

の少なくとも 1 つを含む。

#### 【0426】

一実施形態によれば、患者 201 の前記部分は、前記作業容積 7 に含まれる。

10

20

30

40

50

## 【 0 4 2 7 】

1つの可能な動作モードによれば、一方法は、以下の更なる過程、すなわち、  
第1の制御装置120及び第2の制御装置220を備えるように、更なる制御装置20  
を設ける過程と、  
第1の手で前記第1の制御装置120を操縦する過程と、  
第2の手で前記第2の制御装置220を操縦する過程と、  
を含む。

## 【 0 4 2 8 】

1つの可能な動作モードによれば、一方法は、以下の更なる過程、すなわち、  
第1の制御器具121及び第2の制御器具221を備えるように、更なる制御器具21 10  
を設ける過程と、  
一方の手で前記第1の制御器具121を操縦する過程と、  
他方の手で前記第2の制御器具221を操縦する過程と、  
を含む。

## 【 0 4 2 9 】

前記医療器具60、160、260の製造方法を以下に記載する。

## 【 0 4 3 0 】

1つの可能な動作モードによれば、医療器具60、160、260の製造方法は、前述  
したいずれかの実施形態のうちの1つに係る医療器具60、160、260の製造過程を  
含み、少なくとも1つの追加の製造技術によって達成される。 20

## 【 0 4 3 1 】

1つの可能な動作モードによれば、医療器具60、160、260の製造方法は、マイ  
クロ射出成形による医療器具製造過程を含む。換言すれば、医療器具60、160、26  
0の製造方法は、マイクロ成形による医療器具の製造過程を含む。

## 【 0 4 3 2 】

医療器具60、160、260用のテンドン90、190の駆動方法を以下に記載する  
。

## 【 0 4 3 3 】

医療器具60、160、260用のテンドン90の駆動方法は、好ましい順であるが、  
限定的ではない実行順で記載された以下の過程、すなわち、 30

A' ) 前述した実施形態のうちのいずれか1つに係るテンドン駆動システム50を設け  
る過程と、

B' ) そのテンドン経路T-Tを偏向させるように前記テンドン90、190の少なく  
とも一部分を押圧する過程と、

C' ) 前記テンドン90、190に引張荷重を発生させる過程と、  
を含む。

## 【 0 4 3 4 】

1つの可能な動作モードによれば、一方法は、前述した実施形態のいずれか一実施形態  
に係る駆動システムアセンブリを提供する更なる過程を含む。

## 【 0 4 3 5 】

1つの可能な動作モードによれば、一方法は、以下の更なる過程、すなわち、  
D' ) 過程Bの前に前記テンドン90に予張力をかける過程と、  
E' ) 過程Bの前且つ過程Dの後に前記プッシャアセンブリ94を駆動する過程と、  
F' ) 過程Cの後に、前記医療器具60、160、260の前記関節装置70、170  
、270の少なくとも一部分を移動させる過程と、  
G' ) 過程F' ) の後に、前記対向プッシャアセンブリ194を駆動する過程と、  
H' ) G' ) 過程の後に、反対方向に過程F' ) の前記医療器具60、160、260  
の前記関節装置70、170、170の少なくとも一部分を移動させる過程と、  
の少なくとも1つを含む。

## 【 0 4 3 6 】

1つの可能な動作モードによれば、一方法は、

I' ) 前記プッシャアセンブリ 9 4 及び前記対向プッシャアセンブリ 1 9 4 を同時に駆動する過程と、

J' ) 一方の力が他方の力よりも大きく、異なる大きさの力で前記テンドン 9 0 及び前記対向テンドン 1 9 0 を引っ張る過程と、

K' ) 制御された移動によって前記医療器具 6 0、1 6 0、2 6 0 の前記関節装置 7 0、1 7 0、2 7 0 の少なくとも一部分を移動させる過程と、

の更なる過程を含む。

【0 4 3 7】

1つの可能な動作モードによれば、一方法は、

L' ) 過程 J' ) の代わりに、実質的に同量の力で前記テンドン 9 0 及び前記テンドン 1 9 0 を引っ張る過程と、

M' ) 過程 K' ) の代わりに、前記医療器具 6 0、1 6 0、2 6 0 の前記関節装置 7 0、1 7 0、2 7 0 の少なくとも一部分の移動を阻止する過程と、

の更なる過程を含む。

【0 4 3 8】

1つの可能な動作モードによれば、一方法は、過程 I' )、J' )、K' ) の代わりに、以下の過程、すなわち、

N' ) 前記プッシャアセンブリ 9 4 及び前記対向プッシャアセンブリ 1 9 4 を同時に駆動する過程と、

O' ) 前記テンドン ( 9 0 ) を同時に引っ張って、その近位部から第 1 のテンドンの長さを回収し、その近位部によって、第 1 のテンドンの長さを実質的に等しい対向テンドンの第 2 の長さを解放するように、前記対向テンドン ( 1 9 0 ) を解放する過程と、

P' ) 前記医療器具 ( 6 0、1 6 0、2 6 0 ) の前記関節装置 7 0、1 7 0、2 7 0 の少なくとも一部分を、前記テンドンの長さ及び対向テンドンの長さに関連して制御された運動によって移動させる過程と、

を含む。

【0 4 3 9】

1つの可能な動作モードによれば、一方法は、

前記対向プッシャアセンブリ 1 9 4 によって前記対向テンドン 1 9 0 を駆動する過程と

、  
前記プッシャアセンブリ 9 4 によって前記医療器具 6 0、1 6 0、2 6 0 の少なくとも一部分を移動させる過程と、

の更なる過程を含む。

【0 4 4 0】

医療器具のテンドン 9 0、1 9 0 を交換する方法を以下に記載する。

【0 4 4 1】

1つの可能な動作モードによれば、テンドン 9 0、1 9 0 を交換する方法は、以下の過程、すなわち、

前述した実施形態のいずれかに係る更なるテンドン 9 0、1 9 0 を設ける過程と、

A' ) 前記テンドン 9 0、1 9 0 を前記医療器具 6 0 から取り外す過程と、

B' ) 前記更なるテンドン 9 0、1 9 0 を前記医療器具 6 0 に取り付けられる過程と、  
を含む。

【0 4 4 2】

1つの可能な動作モードによれば、テンドン 9 0 は、最初に前記第 2 のテンドン終点 9 2 に取り付けられ、次に前記第 1 のテンドン終点 9 1 に取り付けられる。

【0 4 4 3】

1つの動作モードによれば、一方法は、以下の更なる過程、すなわち、

C' ) 過程 A' ) の前に、関連するテンドン 9 0 におけるあらゆる予張力を除去するのに適した位置に前記ブランジャ ( 9 6 ) を係止する過程、

10

20

30

40

50

を含む。

【0444】

一実施形態によれば、前記ブランジャ(96)は、ブランジャ係止孔48に挿入されたピンの使用によって係止される。

【0445】

1つの可能な動作モードによれば、一方法は、以下の更なる過程、すなわち、D'')過程A'')と過程B'')との間で、前記医療器具60を洗浄する過程、を含む。

【0446】

1つの可能な動作モードによれば、前記過程D'')は、有機溶媒浴に前記医療器具60の浸漬を行う、更なるサブ過程を含む。

【0447】

1つの可能な動作モードによれば、前記過程A'')は、テンドン90の残りの部分を溶解させる更なるサブ過程を含む。

【0448】

1つの可能な動作モードによれば、前記過程A'')は、オートクレーブ又は他の滅菌システムに前記医療器具60を導入する更なるサブ過程を含む。

【0449】

1つの可能な動作モードによれば、前記過程A'')は、25 ~ 150 の温度のオーブンに前記医療器具60を導入する更なるサブ過程を含む。

【0450】

1つの可能な動作モードによれば、前記過程A'')は、化学有機溶媒浴に前記医療器具60を浸すサブ過程を含む。

【0451】

1つの可能な動作モードによれば、前記過程B'')は、好ましい順であるが限定的ではない順に記載された以下のサブ過程、すなわち、

前記関節装置70を基準位置に係止し、及び/又は前記ブランジャ96をその係止位置に係止するサブ過程と、

前記第2の終点92を前記関節装置70に接続させるサブ過程と、

前記更なるテンドン90、190を前記シャフト65内に通すサブ過程と、

前記第1のテンドン終点91を前記フレーム57に接続させるサブ過程と、

を含む。

【0452】

1つの可能な動作モードによれば、一方法は、以下の更なる過程、すなわち、

E'')過程B'')の後に、ブランジャの新しいゼロ位置を特定する前記医療器具60、160、260を校正する過程、

を含む。

【0453】

関節装置70、170、270の製造方法を以下に記載する。

【0454】

一実施形態によれば、関節装置70、170、270の一製造方法は、下記の好ましい順序で、以下の過程、すなわち、

(A'')加工治具112をEDM加工機に設け、複数のワークピース117を前記加工治具112上に配置する過程と、

(B'')互いに平行な切断線で前記ワークピース117において所望の形状を切断する過程と、

を少なくとも含む。

【0455】

互いに平行な切断線で前記ワークピースにおいて単一の切断過程を提供することにより、前記ワークピースにおける互いに平行な表面の機械加工を、極めて高い平行精度で行う

10

20

30

40

50

ことが可能となる。

【0456】

1つの可能な動作モードによれば、上述した加工方法により、前記ワークピース117における平行な母線(generatrices)を特徴とする線織面の加工が可能となる。

【0457】

1つの可能な動作モードによれば、上述した加工方法により、微小寸法、例えばミリメートル寸法又は準ミリメートル寸法のワークピースの切断が可能となる。

【0458】

一実施形態によれば、前記加工方法は、複数の関節部材71、72、73、74、75、76、77、78を含む少なくとも1つの関節装置70を製造するのに適している。

10

【0459】

1つの可能な動作モードによれば、前記加工方法は、互いに平行な表面を含む関節部材を形成するように前記ワークピース117における平行切削を加工するのに適している。

【0460】

1つの可能な動作モードによれば、前記加工方法は、関節部材が互いに平行な表面を有することにより、相補的に組み立てるのに適した関節部材を形成するように、前記ワークピース117における平行切削を加工するのに適している。

【0461】

1つの可能な動作モードによれば、前記EDM加工機は、ワイヤEDMを行うのに適しており、切断ワイヤ115を有する。

20

【0462】

一実施形態によれば、前記切断ワイヤ115、又はEDMワイヤ115、又は放電加工ワイヤ115は、30ミクロン~100ミクロンの直径であり、好ましくは50ミクロンの直径である。

【0463】

前述した加工方法を提供することにより、加工されるワークピース117には、熱エネルギーのみを伝達することができ、加工されるワークピース117に伝達される機械的エネルギー、例えば、フライス盤で切断を行う場合のように、屈曲を誘発する機械的エネルギーを回避することができる。

30

【0464】

一実施形態によれば、前記加工方法は、医療-外科分野での応用のための少なくとも1つの関節装置を製造するのに適している。

【0465】

一実施形態によれば、前記加工方法は、精密機構における応用に適した少なくとも1つの関節装置の製造、例えば時計の製造における使用に適している。一実施形態によれば、前記加工方法は、宝飾品及び/又はファッション宝飾品分野での用途に適した少なくとも1つの関節装置を製造するのに適している。一実施形態によれば、前記加工方法は、電気機械製品の組立における応用に適した少なくとも1つの関節装置の製造に適している。

40

【0466】

1つの可能な動作モードによれば、過程(A'')は、以下のサブ過程、すなわち、前記加工治具112に複数のワークピースをそれらのそれぞれの部材シート116内に取り付けのサブ過程、を含む。

【0467】

1つの可能な動作モードによれば、以下のサブ過程、すなわち前記過程(A'')の間に、最初に(A1'')EDM加工機に加工治具112を設けるサブ過程が行われ、次に、(A2'')前記加工治具112に複数のワークピース117を配置するサブ過程が行われる。

50



## 【0468】

1つの可能な動作モードによれば、一方法は、サブ過程（A 1 ' ' '）とサブ過程（A 2 ' ' '）との間に以下の更なる過程、すなわち（C ' ' '）較正を行う過程、を含む。

## 【0469】

1つの可能な動作モードによれば、一方法は、過程（A ' ' '）と過程（B ' ' '）との間に以下の更なる過程、すなわち、（C ' ' '）較正を行う過程、を含む。

10

## 【0470】

1つの可能な動作モードによれば、一方法は、過程（B ' ' '）の後に以下の更なる過程、すなわち（D ' ' '）前記加工治具 1 1 2 を回転させる過程と、前記過程（B ' ' '）を繰り返す過程と、を含む。

## 【0471】

1つの可能な動作モードによれば、前記加工治具 1 1 2 を回転させる前記過程は、回転テーブルを用いて前記加工治具 1 1 2 を回転させ、前記加工治具 1 1 2 を切断機から取り外すことを回避して、以下の過程を行う更なる過程、すなわち、前記加工治具 1 1 2 を回転させる過程と、第 2 の較正又は切断較正を前記基準棒 1 1 8 のみにおいて行う過程と、前記過程（B ' ' '）を繰り返す過程とを含む。

20

## 【0472】

1つの可能な動作モードによれば、較正を行う前記過程（C ' ' '）は、以下のサブ過程、すなわち、EDM加工機のスイッチを入れるステップと、ワークピース 1 1 7 の前記部材シート 1 1 6 に平行な軸を有する基準棒 1 1 8 を設けるステップと、前記切断ワイヤ 1 1 5 を、前記基準棒 1 1 8 の第 1 の部分 1 2 2 又はワイヤアプローチ 1 2 2 の側に面する部分と接触させるステップと、前記ワイヤの位置を測定又は登録するステップと、

30

## 【0473】

及び/又は前記切断ワイヤ 1 1 5 の位置を測定又は登録し、前記切断ワイヤ 1 1 5 が加工される第 1 のワークピースの第 1 の部分、又はワイヤアプローチの側に面する部分と接触しているとき、各ワークピース 1 1 7 に対して以前の過程を実行するステップと、

## 【0474】

及び/又は切断ワイヤ 1 1 5 を、前記基準棒 1 1 8 の第 2 のロッド部 1 2 3、又は前記第 1 のロッド部 1 2 2 に対して反対側のワイヤ離脱 1 2 3 の側に面する部分と接触させるステップと、前記切断ワイヤ 1 1 5 の位置を測定又は登録するステップと、前記第 1 のロッド部と接触するときの前記ワイヤの位置と、前記第 2 のロッド部と接触するときの前記ワイヤの位置との間の中間点として前記基準棒 1 1 8 の軸の位置を計算するステップと、

40

## 【0475】

及び/又は前記第 1 のワークピースの第 2 の部分又はワイヤ離脱の側に面する部分と接触するとき

50

、前記切断ワイヤ 115 の位置を測定又は登録するステップと、

ワークピースの前記第 1 の部分と接触するときの前記ワイヤの位置と、ワークピースの前記第 2 の部分と接触するときの前記ワイヤの位置との間の中間点として、前記第 1 のワークピースの位置を計算するステップと、

【0476】

及び / 又は

各ワークピース 117 に対して以前の過程を実行するステップと、

【0477】

及び / 又は

全ての切断面 X - Y、Y - Z、X - Z に対して、手順を繰り返すステップと、  
を含む。

10

【0478】

一実施形態によれば、関節装置 70、170、270 の前記加工治具 112 は、EDM 加工機に取り付けられるのに適している。

【0479】

一実施形態によれば、前記加工治具 112 は、切断面ごとに単一の切断プロファイル 110 を用いてワークピース 117 の異なる切断面における少なくとも 2 つ切断を行うのに適している。

【0480】

1 つの実現例によれば、前記加工治具 112 は、固定面 113、114 の第 1 の対を含み、これらの固定面は、対向しており、互いに実質的に平行し、且つ第 1 の切断面 X - Y に実質的に直交するように調整される。

20

【0481】

一実施形態によれば、前記加工治具 112 は、固定面 134、135 の第 2 の対を含み、これらの固定面は、対向しており、互いに実質的に平行し、且つ第 2 の切断面 Y - Z に実質的に直交するように調整される。

【0482】

一実施形態によれば、固定面 113、114 の前記第 1 の対、及び固定面 134、135 の前記第 2 の対は調整される。

【0483】

一実施形態によれば、各対の配置面は、少なくとも 1 つの基部固定面 113、135、及び少なくとも 1 つの治具固定面 114、134 を含む。

30

【0484】

一実施形態によれば、前記複数の部材シート 116 は、前記ワークピースがそれぞれの部材シート 116 に取り付けられるとき、前記第 1 の切断面 X - Y に実質的に直交するか、又は前記第 2 の切断面 Y - Z に実質的に直交する。また、前記複数の部材シート 116 は、前記ワークピースがそれぞれの部材シート 116 に取り付けられたとき、一度に前記ワークピース 117 の多くても 1 つのみを横切る。

【0485】

一実施形態によれば、前記部材シート 116 は、互いに実質的に平行である。

40

【0486】

一実施形態によれば、前記加工治具 112 は、対向しており、互いに実質的に平行であり、かつ第 3 の切断面 X - Z に実質的に直交する 1 対の配置面を含む。

【0487】

一実施形態によれば、前記第 3 の対の配置面は、少なくともガイド孔 125 を含み、切断中に EDM ワイヤが少なくとも 1 つの加工治具 112 と接触することを回避するように、前記 EDM 加工機の EDM ワイヤ 115 は、少なくとも 1 つの前記ガイド孔 125 に挿入される。

【0488】

一実施形態によれば、前記加工治具 112 はまた、

50

複数の部材シート 116 を含み、複数の部材シート 116 の各々が少なくとも 1 つのワークピース 117 を受容するのに適しており、前記ワークピース 117 は前記関節装置 70、170、270 の少なくとも一部分を実現するのに適している。

【0489】

一実施形態によれば、前記加工治具 112 はまた、切断校正を可能にするのに適した少なくとも 1 つの基準棒 118 を有する。

【0490】

一実施形態によれば、前記加工治具 112 は、少なくとも 1 つの固定要素又は締結要素を含み、前記少なくとも 1 つの固定要素又は締結要素は、そのそれぞれの部材シート 116 内の前記少なくとも 1 つのワークピース 117 にしっかりと接続するのに適している。

【0491】

一実施形態によれば、前記少なくとも 1 つの締結要素は導電性接着剤である。

【0492】

一実施形態によれば、前記少なくとも 1 つの締結要素はグラブねじである。

【0493】

一実施形態によれば、前記グラブねじは、前記少なくとも 1 つの締結面に設けられたねじ孔内に取り付けられるのに適している。

【0494】

一実施形態によれば、前記締結用グラブねじは、前記締結面の前記ねじ孔内に進入するのに適している。

【0495】

一実施形態によれば、前記加工治具 112 は、4 つの部材シート 116 と、基準棒 118 とを有する。

【0496】

一実施形態によれば、各部材シート 116 は、実質的にそのそれぞれの締結面から同一の距離を離間して配置される。

【0497】

一実施形態によれば、前記締結面は、階段形状のプロフィールを形成するように段階的に配置される。換言すれば、前記締結面は、少なくとも 1 つの切断面 X - Y、Y - Z、X - Z に対して階段形状のプロフィールを形成するように段階的に配置される。

【0498】

一実施形態によれば、前記加工治具 112 は、10000 平方ミリメートル未満の任意の切断面 X - Y、Y - Z、X - Z に面する表面を有する。

【0499】

一実施形態によれば、前記加工治具 112 は、5000 平方ミリメートル未満の任意の切断面 X - Y、Y - Z、X - Z に面する表面を有する。

【0500】

一般的な実施形態によれば、医療器具 60、160、260、360 は、

関節装置 70 の少なくとも関節部材 71、72、73、74 と、

シャフト 65 を含むフレーム 57 と、

前記関節部材 71、72、73、74 を前記フレーム 57 に対して移動させるのに適したテンドン 90、190 と、

前記テンドン 90、190 と接し、且つ前記テンドン 90、190 を作動させるのに適した、前記フレーム 57 に対する自由度に沿って移動可能なプランジャ 96 と、

直線状の軌道に沿って移動可能且つアクチュエータを含む、押圧要素 95 と、

前記押圧要素 95 と前記プランジャ 96 との間に配置された無菌バリア 87 であって、当該無菌バリア 87 は、それによって分離された 2 つの環境の相互細菌汚染を実質的に阻止するのに適している、前記無菌バリア 87 と、を含み、

前記プランジャ 96 は前記無菌バリア 87 及び / 又は押圧要素 95 から離れて移動自在であり、前記押圧要素 95 は、前記無菌バリア 87 を押圧して前記プランジャ 96 と接触

10

20

30

40

50

させることによって、前記ブランジャ 9 6 を移動させる。

【0501】

一実施形態によれば、前記押圧要素 9 5 は、前記フレーム 5 7 の内部向きの押圧方向にブランジャ 9 6 を押圧し、前記フレーム 5 7 に対するブランジャ 9 6 の自由度に沿って前記ブランジャ 9 6 を移動させる。

【0502】

一実施形態によれば、前記押圧要素 9 5 は、常に前記押圧方向向きの力を前記ブランジャ 9 6 と交わす。換言すれば、前記押圧要素 9 5 は、前記ブランジャ 9 6 と引張力を交わすのに適しておらず、すなわち、前記押圧要素 9 5 は、前記ブランジャ 9 6 を引っ張ることができない。

【0503】

一実施形態によれば、前記押圧要素 9 5 は、リードスクリュー及びナット型アクチュエータを含む。

【0504】

一実施形態によれば、前記アクチュエータはボールねじを含む。

【0505】

一実施形態によれば、前記押圧要素 9 5 はピストンを含む。

【0506】

一実施形態によれば、前記ブランジャ 9 6 は、前記押圧要素 9 5 と接するのに適したブランジャの第 1 の部分 1 4 5 と、前記テンドン 9 0、1 90 と接するのに適したブランジャの第 2 の部分 1 4 6 との 2 つの部分有する。

【0507】

一実施形態によれば、前記ブランジャの第 1 の部分 1 4 5 は、前記押圧要素 9 5 によって押圧されるようにフレーム 5 7 から露出している。

【0508】

一実施形態によれば、前記ブランジャの第 1 の部分 1 4 5 は、前記押圧要素 9 5 によってアクセス可能であるようにフレーム 5 7 の外側に延在している。

【0509】

一実施形態によれば、前記ブランジャの第 1 の部分 1 4 5 は、前記押圧要素 9 5 によってアクセス可能であるように前記フレーム 5 7 と同一平面上にある。

【0510】

一実施形態によれば、前記ブランジャの第 1 の部分 1 4 5 分は、前記押圧要素 9 5 と係合するのに適した押圧面 1 4 7 を含む。

【0511】

一実施形態によれば、前記押圧要素 9 5 は、相互的押圧面 1 4 8 を有する。

【0512】

一実施形態によれば、前記押圧要素 9 5 は、前記相互的押圧面 1 4 8 を介して線形力を伝達して前記ブランジャ 9 6 を押圧する。

【0513】

一実施形態によれば、前記押圧要素 9 5 は、前記押圧面 1 4 7 を押すのに適した図示されていない少なくとも 1 つの押圧要素アイドルブーリを含む。

【0514】

一実施形態によれば、前記押圧要素 9 5 は、前記 1 つの押圧要素アイドルブーリを介して線形力を伝達して前記ブランジャ 9 6 を押圧する。

【0515】

一実施形態によれば、前記押圧面 1 4 7 及び相互的押圧面 1 4 8 は平坦である。

【0516】

一実施形態によれば、前記押圧面 1 4 7 及び相互的押圧面 1 4 8 は、互いに補い合う曲面である。

【0517】

10

20

30

40

50

一実施形態によれば、前記押圧面 1 4 7 及び相互的押圧面 1 4 8 は、前記押圧要素 9 5 が直線状の軌道に沿って移動するときに互いに対して摺動する摺動面である。

【0 5 1 8】

一実施形態によれば、プランジャ 9 6 の前記第 2 の部分は、前記テンドン 9 0、1 9 0 と接する。

【0 5 1 9】

一実施形態によれば、前記医療器具 6 0、1 6 0、2 6 0、3 6 0 は、前記テンドン 9 0 に予荷重をかけるのに適した少なくとも 1 つの張力付与要素 9 9 を含む。

【0 5 2 0】

一実施形態によれば、前記張力付与要素 9 9 はばねである。

10

【0 5 2 1】

一実施形態によれば、前記張力付与要素 9 9 は、前記テンドン 9 0 に予荷重をかけるように前記プランジャ 9 6 を移動させる方向に、フレーム 5 7 とプランジャ 9 6 との間に力を加えるのに適している。

【0 5 2 2】

一実施形態によれば、前記張力付与要素 9 9 は、前記押圧要素 9 5 から離れて前記プランジャ 9 6 を移動させる方向に、フレーム 5 7 とプランジャ 9 6 との間に力を加えるのに適している。

【0 5 2 3】

一実施形態によれば、前記張力付与要素 9 9 は、前記フレーム 5 7 の内部に向かって前記プランジャ 9 6 を移動させる方向に、フレーム 5 7 とプランジャ 9 6 との間に力を加えるのに適している。

20

【0 5 2 4】

一実施形態によれば、前記予荷重は、前記ばね 9 9 の圧縮運動に実質的に比例する。

【0 5 2 5】

一実施形態によれば、前記プランジャの第 2 の部分 1 4 6 は、前記テンドン 9 0 の少なくとも 1 つのテンドン偏向可能部分 9 3 を押す。

【0 5 2 6】

一実施形態によれば、前記テンドン 9 0 の前記テンドン偏向可能部分 9 3 は、第 1 の案内プーリ 1 9 7 及び第 2 の案内プーリ 2 9 7 から延在する。

30

【0 5 2 7】

一実施形態によれば、前記プランジャの第 2 の部分 1 4 6 は、前記第 1 の案内プーリ 1 9 7 と前記第 2 の案内プーリ 2 9 7 との間に設けられた空間内に移動する。

【0 5 2 8】

一実施形態によれば、前記プランジャ 9 6 は、前記フレーム 5 7 に対するプランジャ 9 6 の前記自由度に沿ったプランジャ 9 6 の移動に線形比例する量で前記第 1 の案内プーリ 1 9 7 と前記第 2 の案内プーリ 2 9 7 との間のテンドン 9 0 の経路長を変更する。

【0 5 2 9】

一実施形態によれば、前記プランジャの第 2 の部分 1 4 6 は、前記テンドン偏向可能部分 9 3 を押すのに適した少なくとも 1 つのプランジャアイドルプーリ 9 8 を含む。

40

【0 5 3 0】

一実施形態によれば、前記テンドン 9 0 は、前記関節部材 7 1、7 2、7 3、7 4 に固定された第 1 のテンドン終点 9 1 を有する。

【0 5 3 1】

一実施形態によれば、前記テンドン 9 0 は、前記フレーム 5 7 に固定された第 2 のテンドン終点 9 1 を有する。

【0 5 3 2】

一実施形態によれば、前記第 1 のテンドン終点 9 1 は、前記フレーム 5 7 の代わりに前記プランジャの第 2 の部分 1 4 6 に固定されている。

【0 5 3 3】

50

一実施形態によれば、前記フレーム 57 は、上部フレーム部 58 及び下部フレーム部 59 を含み、後者はシャフト 65 を含む。

【0534】

一実施形態によれば、前記ブランジャ 96 は、前記フレーム 57 に対する自由度に沿って移動可能性を有する。

【0535】

一実施形態によれば、前記ブランジャ 96 は、線形関節で前記上部フレーム部 58 に接合されている。

【0536】

一実施形態によれば、前記ブランジャ 96 は、図示されていない回転関節で前記下部フレーム部 58 に接合されている。

【0537】

一実施形態によれば、前記ブランジャ 96 は、前記フレーム 57 に対する自由度に沿って直線的に移動する。

【0538】

一実施形態によれば、前記ブランジャ 96 は、第 1 のフレーム部 58 に挿入された図示されていないリニアプッシングによって適切な整列状態に維持されている。

【0539】

一実施形態によれば、前記ブランジャ 96 は、それぞれの肩面 88 によって上部フレーム 58 との適切な整列状態に維持されている。

【0540】

一実施形態によれば、前記ブランジャ 96 は、前記フレーム 57 の旋回軸を中心に回転するロッカである。

【0541】

一実施形態によれば、前記無菌バリア 87 は、前記押圧要素 95 の押圧を前記ブランジャ 96 に伝達するのに適した形状及び材料を有する。

【0542】

一実施形態によれば、前記無菌バリア 87 は、材料の可撓性連続層である。

【0543】

一実施形態によれば、前記無菌バリア 87 は、前記押圧要素 95 の間にある。

【0544】

一実施形態によれば、前記無菌バリア 87 は、前記押圧面 147 と前記相互的押圧面 148 との間に取り込まれる。

【0545】

一実施形態によれば、前記医療器具 60、160、260、360 は、複数のテンドン 90 と、複数の対のブランジャ 96 と、関連する押圧要素 95 とを含む。

【0546】

一実施形態によれば、前記無菌バリア 87 は、材料の可撓性連続層である。

【0547】

一実施形態によれば、前記無菌バリア 87 は、各ブランジャ 96 と、関連する押圧要素 95 との間に取り込まれる。

【0548】

一実施形態によれば、前記無菌バリア 87 は、前記ブランジャ 96 が前記フレーム 57 に対して移動するときにストリーチする (stretch) ストリーチ可能な (stretchable) 材料で作製され、前記ブランジャ 96 の動作を実質的に妨げない力を及ぼす。

【0549】

一実施形態によれば、前記無菌バリア 87 はドレープである。

【0550】

一実施形態によれば、前記無菌バリア 87 は、前記ブランジャ 96 が前記フレーム 57

10

20

30

40

50

に対して移動するときにストリーチする ( s t r e a c h ) 緩いドレープであり、前記プランジャ 9 6 の動作を実質的に妨げない力を及ぼす。

【 0 5 5 1 】

一実施形態によれば、医療器具 6 0 , 1 6 0 , 2 6 0 , 3 6 0 の押圧要素 9 5 を設けることにより、無菌バリアを通して関節装置を移動させるのに適しており、信頼性が高い且つ無菌の医療器具を製造することが可能である。

【 0 5 5 2 】

一実施形態によれば、医療器具 6 0 , 1 6 0 , 2 6 0 , 3 6 0 のプランジャ 9 6 を設けることにより、ドレープ ( d r a p e ) 又は連続的な可撓性材料のシートのようなシンプルな無菌バリアを使用することが可能である。

10

【 0 5 5 3 】

一実施形態によれば、医療器具 6 0 , 1 6 0 , 2 6 0 , 3 6 0 のプランジャ 9 6 を設けることにより、高精度のリニアアクチュエータを有する押圧要素を使用して指令された動作の精度を高めることが可能である。

【 0 5 5 4 】

一実施形態によれば、医療器具 6 0 , 1 6 0 , 2 6 0 , 3 6 0 のプランジャ 9 6 を設けることにより、無菌バリア 8 7 を前記フレームの外部に配置することを可能にするとともに、前記フレーム 5 7 内のテンドン 9 0 を保護することが可能である。

【 0 5 5 5 】

一実施形態によれば、医療器具 6 0 , 1 6 0 , 2 6 0 , 3 6 0 のプランジャ 9 6 を設けることにより、前記関節装置 7 0 の任意の関節部材 7 1 の位置において、前記テンドン 9 0 , 1 9 0 に張力を与えることが可能である。

20

【 0 5 5 6 】

一実施形態によれば、医療器具 6 0 , 1 6 0 , 2 6 0 , 3 6 0 のプランジャ 9 6 を設けることにより、前記プランジャに対して前記押圧要素の継続的な押す動作を利用して、動作方向の変化に関連する空動き及びバックラッシュの影響を、完全に回避することが可能である。

【 0 5 5 7 】

一実施形態によれば、医療器具 6 0 , 1 6 0 , 2 6 0 , 3 6 0 の無菌バリア 8 7 を設けることにより、押圧要素に取り付けられていない無菌バリアを提供することが可能であり、したがって、外科手術スタッフの配置がより容易である。

30

【 0 5 5 8 】

本発明の一態様に係る医療器具 6 0 , 1 6 0 , 2 6 0 , 3 6 0 の無菌バリア 8 7 を設けることにより、押圧要素に取り付けられていない無菌バリアを設けることが可能であるため、手術スタッフにとって配置することがより容易である。

【 0 5 5 9 】

一実施形態によれば、前記押圧要素 9 5 はセンサ 1 5 0 を含む。

【 0 5 6 0 】

一実施形態によれば、前記押圧要素 9 5 は、前記無菌バリア 8 7 を介して前記押圧要素 9 5 と前記プランジャ 9 6 との間の接触を検出するのに適したセンサ 1 5 0 を含む。

40

【 0 5 6 1 】

一実施形態によれば、前記押圧要素 9 5 は、前記無菌バリア 8 7 を介して前記押圧要素 9 5 とプランジャ 9 6 との間に交わされた押圧力を測定するのに適した力センサ 1 5 1 を含む。

【 0 5 6 2 】

一実施形態によれば、前記力センサ 1 5 1 は、前記押圧要素 9 5 の動作の直線状の軌道に沿った押圧力の成分を測定する一軸性荷重センサである。

【 0 5 6 3 】

一実施形態によれば、前記押圧要素 9 5 は、前記無菌バリア 8 7 を介して前記押圧要素 9 5 とプランジャ 9 6 との間に交わされた圧力を測定するのに適した圧力センサ 1 5 2 を

50

含む。

【0564】

一実施形態によれば、前記圧力センサ152は、前記押圧要素95の前記相互的押圧面148に接着された薄膜圧力センサである。

【0565】

一実施形態によれば、前記押圧要素95は、前記無菌バリア87を介して前記相互的押圧面148と押圧面147との間の距離を測定するのに適した非接触近接センサ153を含む。

【0566】

一実施形態によれば、医療器具60、160、260、360の押圧要素95を設けることにより、無菌バリアを通して関節装置を移動させるのに適しており、信頼性が高い且つ無菌の医療器具を製造することができる。

【0567】

一実施形態によれば、医療器具60、160、260、360のセンサ150を設けることにより、関節装置70と患者201の人体との間の相互作用に関連する検出された量を、無菌バリアを介して検知することが可能である。

【0568】

一実施形態によれば、医療器具60、160、260、360のセンサ150を設けることにより、無菌バリアを介して前記押圧要素95とプランジャ96との間の接触を検知することが可能である。

【0569】

一実施形態によれば、医療器具60、160、260、360のセンサ150を設けることにより、テンドン90、190の張力に関連する押す力を、無菌バリアを介して検知することが可能である。

【0570】

既知の顕微手術処置は、直径が1mm以下の非常に脆弱な組織及びダクトを操作するために使用される鉗子、はさみ、及び針ホルダーなどの手動器具を用いて、外科医200又は顕微手術外科医200によって手動で行われる。最も一般的に行われる顕微手術処置ステップは吻合であり、そこで2つの小さな切断された血管を縫合して血流を再形成する。この処置は、特定のクランプで2つの隣接する血管スタブを保持し、縫合を行うために小さい口径の針を使用することによって実行される。従って、顕微手術外科医200は、手の自然な振戦を抑え、器具を介して相互作用する脆弱な組織を繊細に操作するためには、高レベルの集中及び感度を維持しなければならない。ロボット工学は、複雑な顕微手術処置の性能を大幅に向上させることができることは明らかである。

【0571】

一実施形態によれば、前記ロボットアセンブリ100は、小規模に人間の手首の運動学を再現しながら、外科医200の実際の手の動作を縮小して振戦を除去する、極めて精密な動作を保証する関節装置及びロボット装置を使用することによって顕微手術処置の実行において外科医200を支援する機能を有する。

【0572】

一実施形態によれば、前記外科手術用ロボットアセンブリ100は、支持体104と、多関節マクロ位置決めアーム30と、1対のマикро位置決め装置41、141、241とを備える。モータボックス61及び無菌関節装置70、170、270を有する医療器具60、160、260は、各マクロ位置決め装置41、141、241に取り付けられている。

【0573】

2つの医療器具60、160、260、及びマクロ位置決め装置41、141、241のロボット制御に適した2つの制御装置20は、通信ケーブル109によって支持体104に接続されている。ロボットアセンブリ100の全ての電子制御回路基板及び電源は、支持体104に統合されているが、スイッチのオンオフ切り替え用、及び操作者による

10

20

30

40

50



ロボットアセンブリ 100 からのユーザメッセージの管理用の制御パネル 108 はその表面に配置されている。専用の外部ビデオ顕微鏡入力により、顕微手術用の任意の従来の外部顕微鏡 103 の統合が可能となる。デジタル顕微鏡 103 は、2 つの無菌の関節装置 70、170、270 の実質的に重なる作業容積 7 を視覚化するようにシステムに統合されている。

#### 【0574】

一実施形態によれば、外科手術用ロボットアセンブリ 100 の可能な構成は、特に、四肢の端部又は自由フラップにおける顕微手術を行うために専用されている。これは、手術すべき肢体又はフリーフラップが載置された手術台 102 が設置され、マイクロ位置決め装置 41、141、241 に接続され、顕微手術外科医 200 によってそれぞれの制御装置 20 によってリアルタイムに遠隔制御される 1 対の関節装置 70、170、270 の使用を含む。顕微鏡 103 は外科手術用ロボットアセンブリ 100 の一部ではなく、手術の遂行中で作業容積 7 の視覚化のために重要な、独立した要素である。

10

#### 【0575】

一実施形態によれば、乳房再建処置に特に適しているが、他の全ての身体部位で顕微手術を行うのにも適した外科手術用ロボットアセンブリ 100 の可能な構成は、外科手術用ロボットアセンブリ 100 の支持、及び横たえた状態の患者 201 を載せている可動手術台 102 をそれに隣接する手術室への移送を可能にする支持体 104 と、支持体 104 から延在し、外科手術用ロボットアセンブリ 100 の能動部品が処置に関わる解剖学的部位に到達することを可能にする、1 つの受動的関節マクロ位置決めアーム 30 と、を含む。1 対の精密マイクロ位置決め装置 41、141、241、又はマイクロ位置決め装置 41、141、241 は、外科手術用ロボットアセンブリ 100 の端部に配置され、それぞれが 4 つの自由度を有し、これらのマイクロ位置決め装置にそれぞれの医療器具 60、160、260 が取り付けられ、これらのマイクロ位置決め装置は外科医 200 によって用いられ、組織及び小さい縫合針を取り扱うことによって顕微手術処置を行う。全ての手順は、外部の従来の外科用顕微鏡 103 によって提供された視覚的誘導の下で実行される。

20

#### 【0576】

一実施形態によれば、支持体 104 は、外科手術用ロボットアセンブリ 100 のための構造的機能及び搬送機能の両方を有し、それに接続されたマクロ位置決めアーム 30 により、手術を受ける解剖学的部位に近接している 1 対のマイクロ位置決め装置 41、141、241、及び医療器具 60、160、260 を同時に位置決めすることが可能となる。マイクロ位置決め装置 41、141、241、及び医療器具 60、160、260 は、制御装置 20 によってリアルタイムで能動的に移動及び制御される。

30

#### 【0577】

一実施形態によれば、各制御装置 20 は、例えば手術台 102 に接続することによって、独立して位置決めすることができる支持クランプまたはブラケットを備えている。前記制御装置 20 は、制御データの伝送にも適している電力ケーブル 107 によって外科手術用ロボットアセンブリ 100 に接続されている。

#### 【0578】

一実施形態によれば、外科手術用ロボットアセンブリ 100 の搬送を簡便にするために、格納式ハンドル 106 及び足置き台 105 が後部側に配置される。カート 104 は、ユーザによる外科手術用ロボットアセンブリ 100 のパラメータの管理、及び機械自体のメッセージ又は警告の表示のために、後面に制御パネル 108 を有する。オン/オフ型のスイッチ（電源ボタン）及び緊急停止ボタンは同じ側に設置されている。電源ケーブル 107 は、システム全体に電流を供給し、デジタル顕微鏡によって取得された映像データは、視覚から得られた情報を制御装置に統合することができるよう、通信ケーブル 109 を介して外科手術用ロボットアセンブリ 100 に伝送される。一実施形態によれば、前記外科手術用ロボットアセンブリ 100 は、足置き台 105 を含み、当該足置き台 105 は、カートの後部側の底部に配置され、手術室内の位置決め中にロボットアセンブリ 100 を運搬するための格納式ハンドル 106 と一緒に又は代替として使用されるのに適している

40

50

。

## 【0579】

前記足置き台105により、前記ロボットアセンブリ100の移動を担う作業者の足がその上に載ることを可能にするため、ロボットアセンブリ100は基部から押され、移動中に転倒のリスクを排除することができる。

## 【0580】

一実施形態によれば、制御装置20は、マイクロ位置決め装置及び医療器具60、160、260のロボット動作を制御する機能を有する。制御装置20は、磁気追跡センサによって空間的位置をリアルタイムで検出する制御器具21を備える。磁気追跡センサは、磁場発生器、及びマイクロボピンを収容する有線マーカで作製され、例えば、これらに限定されないが、「NDI - Northern Digital Inc., 103 Randall Drive Waterloo, Ontario, Canada N2V1C5」社による「Planar field generator」、及び「Mini 6DOF」のセンサを含む「NDI AURORA V3 tracking system」の製品などがある。制御器具21は、基部構造体67に対して制御器具21の6つの空間座標の検出に必要な全てのマーカを統合しその先端部68に設けられた更なる把持自由度を有する。先端部68の開口角度は、先端センサによって測定され、前記先端センサ29は、位置センサ又は近接センサである。接続テンドン23は、制御器具21を基部構造体67に接続しており、基部構造体は、特に、制御器具21と前記基部構造体67との間の動力供給及びデータ伝送に適した磁場発生器を収容しているが、検出装置22を備えているときには必要ではない電源及び通信テンドン24は、ロボットアセンブリのカート104で磁場発生器を外部電源に接続し、制御器具の位置及び配向、ならびに制御器具21の鉗子の開口角度に関連するデータを伝送する。基部構造体67に対するカートの6つの空間座標の検出用の更なるマーカは、支持体104に存在し、電源及び通信テンドン24によって基部構造体67に接続される。状態信号灯26は、基部構造体67内に統合され、制御装置の活動をユーザに伝達する。軟質で専用の人間工学的な操作者支持体27は制御装置20の人間工学的な使用を可能にするように作製されている。制御器具21は、外科医にとって取り扱いのより直感的でより熟知するものにするように、鉗子及び針ホルダーなどの従来のマイクロ器具の形状を再現している。

## 【0581】

一実施形態によれば、マクロ位置決めアーム30により、外科的処置に関わる解剖学的領域は、例えばマイクロ位置決め装置41、141、241及び医療器具60、160、260など、ロボットアセンブリ100の能動的部品によって到達することができる。前記マクロ位置決めアーム30は、垂直かつ平行なアーム移動軸a-a、b-b、c-cをそれぞれ有する受動的回転関節によって互いに直列に接続された4つの部材31、32、33、34からなる。各回転関節の内側において、電磁ブレーキにより、各単一部材の位置が空間的に係止されることが可能となる。把持及び作動を容易にするために、第4のアーム部材34の底面側に位置する専用のブレーキ解放ボタン35により、全ての関節ブレーキを同時に解放することができる。従って、ユーザによって必要に応じて空間において各アーム部材を空間的再配置することが可能となる。その後、解放ボタン35を押し下げないようにする(undepressing)ことによって、新しい位置に定着させることができる。

## 【0582】

一実施形態によれば、マクロ位置決めアーム30の第1の部材31は、ラックアンドピニオン(rack and pinion)機構によってカート104に接続され、この機構により、手動ノブ37が回転されるとき、好ましくは垂直の直線状変位軸に沿って、専用の直線スライドガイド36内の前記マクロ位置決めアーム30の移動を手動で制御することができる。

## 【0583】

一実施形態によれば、マクロ位置決めアーム30の第4の部材34は、その先端に回転

関節を有し、当該回転関節は、第3のアーム移動軸  $c - c$  に垂直な第4のアーム移動軸  $d - d$  を中心に回転する専用の回転ダイヤルナット43によって手動で作動される。

【0584】

一実施形態によれば、マイクロ位置決めアーム30は、回転関節を介して支持部材38に接続されている。当該回転関節は、前記回転ダイヤルナット43の移動によって手動で作動される。1対のマイクロ位置決め装置41、141、241は、前記支持部材38の2つの先端に接続され、当該支持部材はその中間部にビデオカメラ45が更に取り付けられており、当該ビデオカメラは、顕微手術が行われる作業容積7の拡大画像を表示することができる。医療器具60、160、260は、マイクロ位置決め装置41、141、241の遠位部に強固に取り付けられている。

10

【0585】

一実施形態によれば、マイクロ位置決め装置41、141、241は、互いに直交して接続され、3つの直線変位軸  $f - f$ 、 $g - g$ 、 $h - h$  のそれぞれ及び電動回転関節46に沿ってそれぞれ独立して移動することができる3つの電動スライド51、52、53を備える。

【0586】

一実施形態によれば、前記電動スライド51、52、53は電動マイクロスライドである。医療器具60、160、260は、電動回転関節46によってその長手方向回転軸  $r - r$  を中心に回転させるマイクロ位置決め装置41、141、241に強固に取り付けられている。

20

【0587】

一実施形態によれば、医療器具60は、モータ収容部61を有し、当該モータ収容部は前記医療器具60の関節装置70を駆動するために備えた少なくとも1つのテンドン駆動システム50、及びその終端装置77を収容する。一実施形態によれば、モータ収容部61に接続された機械式伝達ボックス62内に一体化された伝達機構は、シャフト65を介して動作を医療器具60に、関節装置70及び終端装置77に伝達する。

【0588】

一実施形態によれば、医療器具60は、医療器具60を駆動するアクチュエータ、関連する電子制御ボード及びモータドライバボードを含むモータ収容部61により構成される。シャフト65を介して軸方向  $X - X$  に沿ってモータ運動を関節装置及び終端装置77に伝達するための専用の機構を含む機械式伝達ボックス62は、前記モータ収容部61に接続されている。

30

【0589】

一実施形態によれば、モータ収容部61は、医療器具60の3つの自由度に関連する6つの押圧要素95を含む。特に、前記押圧要素は、少なくとも1つのプッシュアセンブリ94によって動かされ、当該プッシュアセンブリは線形伝達システムリードスクリューを有するマイクと電気モータを備える。作動ピストン95は、伝達ボックス62に面するモータ収容部61の壁から出ており、機械式伝達ボックス62に一体化された伝達機構を作動させる。

【0590】

一実施形態によれば、モータ収容部61と機械式伝達ボックス62とは、無菌バリア87によって分離され、図12に示すように、接続機構、例えばバヨネット (bayonet) 接続によって互いに一体的に接続することができる。

40

【0591】

一実施形態によれば、シャフト65は中空であり、金属製であって、長手軸方向  $X - X$  に沿ってそれ自体を延伸し、それ自体を機械式伝達ボックス62に挿入する。先端に終端装置77を有する関節装置70、170、270は、他のシャフト端部又は先端で挿入される。

【0592】

一実施形態によれば、モータに接続された作動ピストンとして実装された6つの押圧要

50

素 9 5 は、機械式伝達ボックス 6 2 のそれぞれのプランジャ 9 6 と結合することによって、モータ収容部 6 1 を機械式伝達ボックス 6 2 に接続させる。

【 0 5 9 3 】

一実施形態によれば、前記押圧要素 9 5 と前記プランジャ 9 6 とは、無菌バリア 8 7 によって分離される。

【 0 5 9 4 】

一実施形態によれば、プランジャ 9 6 は、ピストン移動軸に沿って直線状に移動することができ、第 1 のフレーム部 5 8 又は上部フレーム 5 8 に挿入された図示されていないリニアプッシングによって、及びそれぞれの肩面 8 8 によって適切な整列状態に維持されている。

10

【 0 5 9 5 】

一実施形態によれば、関節装置 7 0 の作動は、6 つのテンドン 9 0 又は作動ケーブル 9 0 に割り当てられ、これらのテendon は、独立しており、機械式伝達ボックス 6 2 内のテンドン固定面 8 4 から、機械式伝達ボックス 6 2、テンドン通過孔、及び中空シャフト 6 5 を介して、医療器具 6 0 の関節装置 7 0 まで走行する。

【 0 5 9 6 】

一実施形態によれば、機械式伝達ボックス 6 2 の内側の走行区間において、各テンドン 9 0 は、器具軸 X - X と整列するまでその経路方向を変更するように、前記下部フレーム 5 9 に取り付けられたそれぞれの 4 つの案内プーリ 9 7 に巻き付く。このような案内プーリ 9 7 は、固定プーリ又はアイドルプーリであってもよく、好ましい構成では、固定案内プーリ 1 9 7 である第 1 のテンドン終点 9 1 に最も近接して配置された第 1 の案内プーリ 1 9 7 を除いて、アイドルプーリである。

20

【 0 5 9 7 】

一実施形態によれば、更なるプランジャアイドルプーリ 9 8 は、各プランジャ 9 6 に設置され、線形ピストンプーリ移動軸に沿ってそのプランジャと一体に移動する。各作動テンドン 9 0 はまた、それぞれのプランジャ 9 6 に固定されたそれぞれのプランジャアイドルプーリ 9 8 に部分的に巻き付く。前記プランジャアイドルプーリ 9 8 は、前記第 1 の案内プーリ 1 9 7 と第 2 の案内プーリ 2 9 7 との間に配置されている。

【 0 5 9 8 】

一実施形態によれば、作動ピストン 9 5 が引き起こしたプランジャ 9 6 の移動及びそれによるプランジャアイドルプーリ 9 8 の移動は、テンドン 9 0 を押圧することによって、前記第 1 の案内プーリ 1 9 7 と前記第 2 の案内プーリ 2 9 7 との間の経路長が変化される。当該長さ変化は、前記伝達機構によって医療器具 6 0、1 6 0、2 6 0 の遠位関節に伝達され、その作動を引き起こす。

30

【 0 5 9 9 】

一実施形態によれば、圧縮によって作用するのに適したばね 9 9 は、プランジャアイドルプーリ 9 8 とプランジャ 9 6 の周りの上部フレーム 5 8 との間に挿入される。

【 0 6 0 0 】

一実施形態によれば、前記ばね 9 9 は、プランジャ移動方向軸に沿って方向付けられた力を発生させ、各プランジャ 9 6 に可変の予荷重を与え、当該予荷重は、常にテンドン 9 0 を軽度の張力下に保ち、且つその牽引荷重の変化中に前記案内要素 9 7、9 8、1 9 7、2 9 7 から脱線することを回避するのに十分である。

40

【 0 6 0 1 】

一実施形態によれば、テンドン案内要素 8 9 は、各テンドン 9 0 を適所に維持し、テンドン 9 0 における張力の喪失などの異常の場合でも、その脱線を阻止する。

【 0 6 0 2 】

一実施形態によれば、関節装置 7 0 は、関節装置 7 0、1 7 0、2 7 0 が可能な 3 つの運動自由度を作動させるための運動伝達手段として 6 つの低摩擦、低最小曲率半径、及び高剛性高分子テendon を使用する。各作動ケーブル又はテendon 9 0 は、低粘度アクリル接着剤によって下部フレーム 5 9 のテendon 締結面 8 4 に接着され、伝達ボックス 6 2 の

50

中心に到達するまで下部フレーム 5 9 と一体化した 4 つの連続的案内要素 9 7、1 9 7、2 9 7 を通過することによってその方向を変化させ、器具方向 X - X に分布している医療器具 6 0、1 6 0、2 6 0 のシャフト 6 5 内の中心孔を通して関節装置 7 0、1 7 0、2 7 0 に入る。

【0 6 0 3】

図 1 3 に示すように、各作動ケーブル 9 0 の第 1 の案内プーリ 1 9 7 は、テンドン 9 0 が巻き付く固定プーリ 1 9 7 である。連続した案内要素はアイドルプーリであり、その周りにテンドン 9 0 が部分的に巻き付けられている。前記第 1 の案内プーリ 1 9 7 と前記第 2 の案内プーリ 2 9 7 との間には、作動ピストン 9 5 によって作動されるプランジャ 9 6 の直線運動を可能にする空間が設けられている。

10

【0 6 0 4】

一実施形態によれば、少なくとも 1 つのテンドン 9 0 は、少なくとも 4 つの案内プーリ 1 9 7、2 9 7、3 9 7、4 9 7 に巻き付けられることによって、第 3 の案内要素 3 9 7 及び第 4 の案内要素 4 9 7 を画定する。前記第 3 の案内要素 3 9 7 と前記第 4 の案内要素 4 9 7 との間には、テンドン案内要素 8 9 がテンドン 9 0 を正しい位置に維持し、張力の喪失などの異常の場合でも、テンドン 9 0 の脱線を回避する。

【0 6 0 5】

一実施形態によれば、関節装置 7 0、1 7 0、2 7 0、及びその終端装置 7 7 を形成する関節部材は、把持する運動自由度を先端に加え、合計 3 つの運動自由度で人間の手首の運動を再現する。

20

【0 6 0 6】

一実施形態によれば、第 1 の関節部材 7 1 と第 2 の関節部材 7 2 とは、第 1 の回転軸 P - P を中心に回転関節 1 7 1 によって互いに接続され、続いて終端部材の第 1 の部分 1 7 7 と終端部材の第 2 の部分 2 7 7 とは、ともに前記第 2 の関節部材 7 2 に接続され、第 1 の関節移動軸 P - P に直交する第 2 の関節移動軸 Y - Y を中心に自在に回転し、先端に終端装置 7 7 を設ける。

【0 6 0 7】

一実施形態によれば、第 1 の部材 7 1 は、医療器具 6 0 のシャフト 6 5 に係止するか、又はそのシャフトと同軸に接合され、固定ピン 7 6 によって前記シャフトに強固に取り付けられている。

30

【0 6 0 8】

一実施形態によれば、6 本の作動ケーブル 9 0 は、器具軸 X - X 及び第 1 の関節軸 P - P によって定められた軸断面に対して、3 本ずつの 2 つの平面グループに対称的に配置され、それぞれ配置された医療器具シャフトを貫通する。

【0 6 0 9】

一実施形態によれば、前記第 1 の関節移動軸 P - P を中心に時計回り及び反時計回りの回転を提供する、第 2 の関節部材 7 2 に関連するテンドン及び対向テンドン 9 0、1 9 0 は、前記断面に関して互いに対向して配置され、第 1 の部材 7 1 の 2 つの対向する摺動側面 4 0 を滑り通過し、次に両方とも前記第 1 の関節移動軸 P - P の前に前記断面を横断し、その後、第 2 の部材 7 2 の少なくとも 1 つの関節摺動面 8 0 に巻き付き、最後に前記第 2 の部材 7 2 に取り付けられる。

40

【0 6 1 0】

一実施形態によれば、終端部材の第 1 の部分 1 7 7 に関連するテンドン及び対向テンドン 9 0 は、終端部材 2 7 7 の第 2 の部分に関連する 2 つのテンドン 9 0 と同様に、両方とも前記軸断面の同一側を走行し、両方とも第 1 の部材 7 1 の同一摺動側面 4 0、1 4 0 を摺動し、次に両方とも第 1 の関節移動軸 P - P の前に前記断面を横断し、その後、両方とも第 2 の部材 7 2 の少なくとも 1 つの同一摺動面 8 0 に巻き付き、その経路を継続し、最後に終端部材 7 7 の巻取面 8 6 に反対方向に巻き付けられて終了する。終端部材の第 1 の部分 1 7 7 のみ、又は終端部材の第 2 の部分 2 7 7 のみが作動されたとき、終端部材の前記第 1 の部分 1 7 7 に関連し、かつ終端部材の前記第 2 の部分 2 7 7 に関連するテンド

50

ン 90 は、第 2 の部材 72 の摺動面 80 に沿って摺動する。

【0611】

一実施形態によれば、関節装置 70 の移動は、ポリマー作動ケーブル 90 又はポリマーテンドン 90 によって実現される。これらのテンドン 90 は、機械的伝達ボックス 62 を通過し、中空シャフト 65 の全体に沿って走行し、関節装置 70 及び終端装置 77 に到達する。

【0612】

一実施形態によれば、関節装置 70 の関節への動きの伝達は、関節装置内のテンドン 90 の経路の機能である。

【0613】

テンドン 90 の低摩擦、非常に小さい曲率半径を利用することによって、テendon は、関節装置を構成する関節部材にわたって摺動し、異なる関節移動軸 P - P、Y - Y に巻き付けられる。

【0614】

一実施形態によれば、関節装置 70 を構成する部材は、実際には回転関節 171 の軸支持機能によって互いに回転可能に接続されている。各部材は、関節移動軸 P - P、Y - Y を中心とし、その本体に沿った、テンドン 90 用の関節摺動面 80 又は関節巻取面 86 を有する。

【0615】

一実施形態によれば、更なる肘関節部材 75 は、人間の手首の運動を再現するのに適した手首関節部材 78 の前に配置され、2つの異なる平行な関節移動軸 P - P、P - P を有することを特徴とする肘関節部材 75 を設けることによって含めることができる。一実施形態によれば、第 1 の部材 71 は、前記肘部材 75 に結合され、前記肘部材 75 は、2つの別個の互いに平行な関節運動軸 P - P、P - P を有し、それぞれが近位側および遠位側、すなわち、第 1 の関節及び第 2 の関節である。前記肘部材 75 は、第 1 の軸 P - P 及び第 2 の関節移動軸 Y - Y を含む平面として画定された第 2 の断面に関して互いに横方向に対向して配置された 2 つの摺動側面 40、140 を有する。

【0616】

一実施形態によれば、8本の作動ケーブル 90、190 がある。前記 8本の作動ケーブル又はテendon は、第 1 の部材の摺動側面 40、140 を走行し、前記第 1 の断面に関して 4つ対 4つにグループ分けて配置され、第 1 の関節移動軸 P - P の前にこれらが前記断面を横断することによって前記肘部材 75 の第 1 の関節摺動面 80 を走行する。

【0617】

一実施形態によれば、肘部材の回転関節 171 の動きに専用の 2本の作動ケーブル 90、190 は、前記肘部材 75 で終端する。残りの 6本のケーブル 90、190 は、肘の回転関節 171 の摺動側面 40、140 に沿って続き、前記第 2 の関節軸の前に第 2 の断面を横断する。終端部材の第 1 の部分 177 及び終端部材の第 2 の部分 277 への第 2 の部材 72、第 3 の部材 73、及び第 4 の部材 74 の周りのテndon の次の進行は、手首構成の記載において前述したものと類似である。

【0618】

一実施形態によれば、関節装置 70 及び終端装置 77 を形成する全ての部材は、2つの直交する作業平面 X - Y、Y - Z 上で行われるワイヤ EDM によって製造される。

【0619】

一実施形態によれば、第 1 の部材 71 の製造は、加工すべき円筒状の部片 117 から始まり、前記第 1 の部材は、シャフト 65 への同心挿入を可能にする 2つの円形面を呈する。

【0620】

一実施形態によれば、前記円形面は、固定ピン 76 によるシャフト 65 の前記第 1 の部材の強固な取り付けを可能にする、貫通孔などの下部の嵌合機構を有する。前記第 1 の部材 71 は、遠位部に回転関節 171 を支持する 2つの機構を有し、その各々が、前記第 1

10

20

30

40

50

の関節移動軸 P - P を中心とした円筒状シート、及び側方肩面を特徴とする。

【0621】

一実施形態によれば、ピンホール 79 などのワイヤ EDM によって加工される全ての孔は、切断ワイヤ 115 の通過により生じる余分の加工溝 49 を有する。

【0622】

一実施形態によれば、器具軸 X - X 及び第 1 の関節移動軸 P - P を含む前記第 1 の断面が定められており、第 1 の部材 71 は、2 つの対向テンドン摺動面 40、140 を有し、当該 2 つの対向テンドン摺動面 40、140 は、対称的対向し、すなわち、前記断面に対して鏡面对称であり、それぞれが丸い形状を有する。

【0623】

一実施形態によれば、ワイヤ EDM によって加工され、各摺動面 80、180、40、140 は、切断プロファイル 110 に沿って直接移動する平行な直線状の母線の掃引運動によって形成される。

【0624】

一実施形態によれば、作動ケーブル 90 は、3 本ずつの 2 つのグループで、第 1 の部材 71 における互いに対向する 2 つの摺動側面 40、140 のそれぞれに沿って摺動し、第 1 の回転軸の前で前記断面を横断し、その後、走行し続けて第 2 の部材 72 上へ進む。

【0625】

一実施形態によれば、前記第 2 の部材 72 は、円筒部を有する前記第 1 の関節移動軸 P - P の周りに配設された関節摺動面 80 を近位に有する。

【0626】

一実施形態によれば、前記関節摺動面 80 は、ワイヤ EDM 切断プロファイルに続き、平行な直線状の母線によって形成される。

【0627】

一実施形態によれば、第 1 の関節移動軸 P - P の周りの第 1 の部材 71 の関節は、ピン保持機構 76 及び側方肩面を特徴とする。2 つのテンドン終端機構 82 は、第 2 の部材 72 の側面に設けられ、結び目又は接着によって第 2 の部材の第 2 のテンドン終点 92 の固定を可能にする。遠位に、第 3 及び第 4 の回転関節の 2 つの支持機構は、それぞれ、第 2 の関節移動軸 Y - Y の周りのピンホール 79 及び側方肩面を特徴とする。

【0628】

一実施形態によれば、第 2 の関節移動軸 Y - Y は、第 1 の関節移動軸 P - P に直交している。ワイヤ EDM によって加工されるため、ピンホール 79 は、切断ワイヤ 115 により生じる加工溝 49 を有する。

【0629】

一実施形態によれば、第 3 の部材 73 は、第 2 の関節移動軸 Y - Y の周りに設置されたピンホール 79 を特徴とする。第 3 の部材 73 は、関節ピンのシート及び関連する側方肩面によって第 2 の部材 72 に嵌合される。作動ケーブル 90、190 の巻取面 86 により、第 2 の関節移動軸 Y - Y と同心の巻取面 86 の周りに作動ケーブル 90、190 を巻き付けることが可能となる。

【0630】

第 3 の部材 73 の側面には、テンドン終端機構 82 及びテンドン固定点 82 が設けられている。テンドン終端機構 82 は、テンドン 90 の通過を可能にし、テンドン固定点 82 は、結び目によって規定された第 3 の部材 73 の第 2 のテンドン終点 92、192 を保持する。

【0631】

一実施形態によれば、終端部材の第 1 の部分 177 及び終端部材の第 2 の部分 277 は、第 2 の部材 72 に接合され、同一の第 2 の関節移動軸 Y - Y を共有する。

【0632】

一実施形態によれば、終端部材の第 1 の部分 177 は、終端部材の第 2 の部分 277 の形状を鏡像反転している。

10

20

30

40

50

## 【 0 6 3 3 】

一実施形態によれば、第 3 の部材 7 3 に存在する終端装置 7 7 が、例えばメスのブレードに類似する外科手術又は顕微手術式の医療器具 6 0 である場合、第 3 の部材 7 3 は、第 2 の部材 7 2 に個別に嵌合することができる。

## 【 0 6 3 4 】

一実施形態によれば、終端装置 7 7 が、それ自体、例えばメスのブレード又はレーザ光処置用の光ファイバのテンドンキャリアに類似する外科手術又は顕微手術式の医療器具 6 0 である場合のみ、端子部材 7 7 は、前記第 2 の部材 7 2 に個別に接合することができる。この場合、関節装置 7 0 は、特にピッチ及びヨーの 2 つの運動自由度のみを有し、把持自由度を失っている。

## 【 0 6 3 5 】

一実施形態によれば、終端部材の第 1 の部分 1 7 7 及び終端部材の第 2 の部分 2 7 7 は、切断用のマイクロ装置、ストレート把持を提供する終端マイクロ装置、アングル把持を提供するマイクロ装置、針ホルダー、及び図 2 5 ~ 図 2 7 に図示しているような他の従来の顕微手術用器具など、それぞれ一定の異なる終端装置 7 7 と嵌合することができる。終端装置は、顕微手術外科医 2 0 0 によるそれらの認識及び使用を容易にするために従来の顕微手術用器具先端の外形、大きさ、及び機能性を再現している。

## 【 0 6 3 6 】

一実施形態によれば、固定ピン 7 6 は関節装置 7 0 の部材のピンホール 7 9 に挿入される。固定ピン 7 6 は、好ましくは硬質金属で作製され、摺動摩擦を低減するように調整及び研磨される。

## 【 0 6 3 7 】

一実施形態によれば、固定ピン 7 6 は、回転関節 1 7 1 の関節移動軸 P - P、Y - Y に対応して配置されるピンホール 7 9 と嵌合する際に締めしろを有する。

## 【 0 6 3 8 】

一実施形態によれば、固定ピン 7 6 は、巻取面 8 6 に関連するピンホール 7 9 内に許容量又は隙間を有する。

## 【 0 6 3 9 】

一実施形態によれば、第 1 の部材 7 1 と第 2 の部材 7 2 との間の固定ピン 7 6 による接続は、実質的に + 9 0 ° ~ - 9 0 ° 内に含まれる関連する作動角で第 2 の関節移動軸 P - P を中心に回転するのに適した回転関節を形成する。

## 【 0 6 4 0 】

一実施形態によれば、第 2 の関節部材 7 2 と終端部材の第 1 の部分 1 7 7 と終端部材の第 2 の部分 2 7 7 との間の単一固定ピンによる接続は、実質的に + 9 0 ° ~ - 9 0 ° の範囲内に含まれる関連する作動角度で前記 3 つの部材 7 2、1 7 7、部材 2 7 7 の間の回転関節を形成する。前記関節は、医療器具 6 0 のヨー及び把持を特徴とする 2 つの自由度を規定する。

## 【 0 6 4 1 】

一実施形態によれば、ポリマーテンドン 9 0、1 9 0 は、いくつかの方法で終端することができる。それらの方法によってポリマーテンドン 9 0、1 9 0 が強固に固定され、その結果、それらに張力を与えることができ、更にこのような張力が関節部材、又はそれらが接続されている部品にも伝達され、その運動を駆動する。

## 【 0 6 4 2 】

一実施形態によれば、テンドン 9 0 は、テンドン終端機構 8 2 を通過し、前記テンドン固定点 8 2 に位置するテンドン 9 0 自体で形成された結び目によって係止される。

## 【 0 6 4 3 】

一実施形態によれば、例えば第 2 の部材 7 2 の作動のために使用されるテンドン 9 0 を固定する第 2 の方法は、テンドン固定点 8 2 の周りでテンドン 9 0 のループを通過させるとともに、テンドン 9 0 の両端に張力を与え、その結果、テンドン 9 0 は、その両側が単一のテンドン 9 0 として機能し、受ける荷重が半減される。

10

20

30

40

50



## 【0644】

一実施形態によれば、テンドン90の第3の固定方法は、この使用を意図したテンドン固定点82にテンドン部を挿入し、また、例えば、第1の終点91を、テンドン駆動システム50の機械的伝達ボックス62の下部フレーム59に接着するのに使用されるもののような、テンドン90が作製されたポリマーに特定の接着剤を使用する。

## 【0645】

一実施形態によれば、関節装置70は、3つの運動自由度、特に、第1の部材71と第2の部材72との間の1つのピッチ自由度、第2の部材72と第3の部材73との間の1つのヨー自由度、終端部材の第1の部分177と終端部材の第2の部分277との間の1つの把握又は把持自由度を特徴とする。

10

## 【0646】

一実施形態によれば、第2の関節部材72、終端部材の第1の部分177、及び終端部材の第2の部分277はそれぞれ、前記第1の関節移動軸P-P及び前記第2の関節移動軸Y-Yを中心に独立に移動することができる。医療器具60の移動は、回転関節によって互いに接合された部材を通して走行する作動ケーブル90によって行われる。

## 【0647】

一実施形態によれば、1対のテンドン90、190は、終端部材の第1の部分177に関連付けられた1対のアゴニスト(agonic)テンドン及びアンタゴニスト(antagonistic)テンドンとして作用するのに適した、テンドン90及び対向テンドン190を含む。更に、1対のテンドン90、190は、終端部材の第2の部分277に関連付けられた1対のアゴニストテンドン及びアンタゴニストテンドンとして作用するのに適した、テンドン90及び対向テンドン190を含む。更に、1対のテンドン90、190は、第2の関節部材72に関連付けられた1対のアゴニストテンドン及びアンタゴニストテンドンとして機能するのに適した、テンドン90及び対向テンドン190を含む。

20

## 【0648】

一実施形態によれば、1対のアゴニスト及びアンタゴニストテンドンを作動させるのに適したテンドン90及び対向テンドン190を含む1対のテンドン90、190は、終端部材の第2の部分277に回転運動を伝達し、前記第2の関節移動軸Y-Yを中心に、第1の関節部材71の摺動側面40を通して走行し、前記断面を横断し、第2の関節部材72の関節摺動面80上を走行し、次いで分かれて、それぞれが反対方向に終端部材の第2の部分277の巻取面86に巻き付けられ、結び目で終端する。2つのテンドン90、190のうちの1つが張力を与えられるか、又は解放されると、当該テンドンが第1の関節部材71の摺動面40上を摺動し、第2の関節部材72の摺動面80を通るとともに、固定プーリ上のようにそれ自体が巻き付くか、又は第4の関節部材の巻取面86上で巻き戻す。

30

## 【0649】

一実施形態によれば、テンドン90及び対向テンドン190からなる更なるテンドン対90、190は、終端部材の第2の部分277を作動させるのと同様に、終端部材の第1の部分177を作動させる。

40

## 【0650】

一実施形態によれば、1対のアゴニスト及びアンタゴニストテンドンとして作用するのに適したテンドン90及び対向テンドン190からなる更に別のテンドン対90、190は、第2の関節部材72を第1の関節移動軸P-Pの周りに移動させ、医療器具60の前記断面に対して片側における第1の部材71の摺動側面40、140の上を走行し、前記断面を横切って、反対方向に第2の関節部材72の関節摺動面80にそれら自体を反対方向に巻き付き、テンドン固定点82で終端する。具体的には、第2の関節部材72の各作動テンドン90、190は、ループ状に形成され、それぞれのテンドン固定点82の周りを通過し、二つ折りで戻り、対向テンドンの走行経路と類似の経路に沿って、巻取面86、関節摺動面80、及び摺動側面40を通過する。

50

## 【 0 6 5 1 】

一実施形態によれば、一回転方向において、第 1 の関節移動軸 P - P を中心に第 2 の関節部材 7 2 を移動させると、テンドン 9 0、1 9 0 の両方の端部が張力を受ける。更に、終端部材の第 1 の部分 1 7 7 及び終端部材の第 2 の部分 2 7 7 をそれぞれ作動させる 2 つのテンドン対 9 0、1 9 0 とは異なり、第 2 の関節部材 7 2 のテンドン 9 0 の場合、テンドン 9 0 は、移動時に、第 2 の関節部材 7 2 の摺動面を滑り通過するのではなく、それがプーリであるように、前記関節摺動面 8 0 に巻き付くか、又は巻き戻す。

## 【 0 6 5 2 】

一実施形態によれば、6 つの独立したテンドン 9 0 は、関節装置 7 0 の 3 つの運動自由度の作動のために使用されるが、8 本のケーブルは、第 1 の関節部材の摺動側面 4 0 と第 2 の関節部材 7 2 の摺動側面 8 0 との間の前記断面を横切る。これは第 1 の関節移動軸 P - P を中心に一方向の移動中に、第 2 の部材 7 2 の作動ケーブル 9 0、1 9 0 のループ終端部分が張力を与えられているためである。

## 【 0 6 5 3 】

一実施形態によれば、作動ケーブル 9 0 と関節装置 7 0 の部材との間の摺動面 8 0、1 8 0 は、摩擦を低減させるように最小表面積に形成されている。テンドン 9 0、1 9 0 は、横方向の力を回避するように、それらのテンドン経路 T - T が可能な限り、器具軸 X - X に平行であるように維持され、第 2 のテンドン終点 9 2 で終端する。

## 【 0 6 5 4 】

一実施形態によれば、テンドン 9 0 の交差、及び関節摺動面 4 0 と第 1 の回転軸 P - P との間に前記断面を横断することは、テンドン 9 0 がその移動中に関節摺動面 8 0 を離れることを防ぎ、テンドン 9 0、1 9 0 の一定の長さ及び角度を保証する。

## 【 0 6 5 5 】

E D M による 3 次元組立可能な機械的マイクロコンポーネントを加工する方法を以下に記載する。特に、当該方法は、顕微手術における応用のために 4 mm 未満の特徴的な外径を有する関節装置 7 0 の製造を考慮する。更に、経済的に持続可能な製造プロセスの確立のための基本的要素であり、かつ要求される精度を保証することができる、特定の加工治具 1 1 2 の主な特徴を以下に説明する。

## 【 0 6 5 6 】

一実施形態によれば、多くの機械的細部及び高レベルの精度を有するマイクロ部品を製造する必要性には、構造材料として硬質金属の使用を必要とし、部品の加工プロセスとしてワイヤ E D M を必要とする。既知であるように、E D M は、サブトラクティブ ( s u b t r a c t i v e ) 製造プロセスであり、当該プロセスにおいて、材料は導電片によって除去される。導電片自体と電極とは、水又は油などの誘電性液体によって分離されており、材料の所望の形状が得られるまで、導電片と電極との間には、電圧差が維持され、一連の放電電流が発生する。特に、ワイヤ E D M 加工の間に、ワークピース 1 1 7 は固定された状態に保持され、誘電性液体浴に浸漬され、例えば、銅又は黄銅製の、直径が 0 . 5 mm ~ 0 . 0 2 mm の間で変動する金属切断ワイヤ 1 1 5 が、2 つのボビンの間で走行し続ける。切断ワイヤ 1 1 5 は、コンピュータ数値制御システムによって駆動されている上側ガイドと下側ガイドとによって水平な平面に維持され、2 次元切断プロファイルを実行する。ガイドの動きは非常に精密であり、全体的な加工分解能は 1 ミクロン (  $\mu m$  ) に近いが、平面切断は三次元部品の製造を実質的に制限している。いくつかの先進的加工機が、水平面内において独立に移動可能な上部ガイドを有するが、複雑な 3 D 部品を生産する能力は実質的に向上していない。

## 【 0 6 5 7 】

ワイヤ E D M の主な利点は、  
硬質金属を加工する可能性、  
工具と加工すべき部片 1 1 7 との間に直接的な接触がないこと、  
歪みなしで繊細な細部を加工することができること、  
良好な表面仕上げを得ることができること、

10

20

30

40

50

非常に低い公差を維持しながら、複雑な形状、又は従来の切削器具で製造することが難しいものを製造することができること、を含む。

【0658】

各々の切断面のため、各単一の金属製ワークピース117を加工機に固定するための手動過程、及びその後加工機自体の較正は、部品の製造中の非常に遅い過程であり、個別に製造されるマイクロ部品間の完全な嵌合を妨げる最大の幾何誤差をもたらす過程でもある。

【0659】

一実施形態によれば、製造時間を実質的に短縮し、かつ製造されたマイクロ部品の正確な嵌合に必要な精度を保証するために、この使用に特に意図した加工治具112を提供する。当該方法は、全てのワークピース117の同時の固定及び加工を可能にする機械的支持を提供し、単一の切断プロファイル110および単一の較正ステップによって、1つ以上の異なる平面における関節装置70の少なくとも一部の組立を簡素化する。

【0660】

1つの可能な動作モードによれば、加工治具112の正面は、非常に厳しい公差、すなわち少なくともH6h5の公差でワークピース117を保持するのに適した部材孔116を有する。

【0661】

1つの可能な動作モードによれば、加工治具112の正面は、階段状の側面に短い貫通孔を通すことを可能にする「階段状」プロファイルを有する。

【0662】

1つの可能な動作モードによれば、グラブねじM2は、ワークピース117を加工治具112に固定し、成功のEDM工程の基本である、ワークピース117と前記加工治具112との良好な導電性を保証する。

【0663】

1つの可能な動作モードによれば、グラブねじは、それらがねじ込まれる平面下で見えない状態、すなわち、無頭状態である。これは、EDM加工機のバイスでそれらの平面に沿って治具を固定するのを制限することを回避するためである。

【0664】

1つの可能な動作モードによれば、グラブねじ、及びグラブねじに関連するねじ孔の代替として、ワークピース117を加工治具112に固定し、かつ前記加工治具112で良好な導電性を保証するため、導電性接着剤の使用することである。

【0665】

1つの可能な動作モードによれば、加工治具112上で、ワークピース117は、それらが作業平面、例えばX-Y、Y-Z平面で重ならないように配置される。そうすることによって、ワイヤの単一の連続的な切断プロファイル110を設けることによって、各ワークピース117における各平面に対して、異なる独立した細部又はプロファイルの切断が可能になる。

【0666】

1つの可能な動作モードによれば、2つの隣接するワークピース間の隙間又は非オーバーラップセクションは、加工治具112の寸法を可能な限りコンパクトに保つように最小化される。このように、上部ガイドと下部ガイドとの間の距離を最小にすることが可能になり、加工精度が向上される。

【0667】

1つの可能な動作モードによれば、金属基準棒118は、加工治具112に挿入され、加工治具112及びワークピース117が加工機に取り付けられると、にEDM加工機の較正に使用される。

【0668】

1つの可能な動作モードによれば、全てのワークピース117が載置された所与の加工

10

20

30

40

50

治具 1 1 2、及び加工に使用される E D M 加工機に対する第 1 の較正が設けられ、1 回のみ実行される。当該第 1 の較正は、E D M 加工機及び加工治具 1 1 2 の幾何誤差、例えば、基準棒 1 1 8 とワークピース 1 1 7 との間の相対位置などに関する全ての誤差を特定及び補正することができる。

【0669】

1 つの可能な動作モードによれば、ワークピース 1 1 7 の位置が様々な切断面において、基準棒 1 1 8 に対して定められると、切断プロファイル 1 1 0 は、基準位置と実際の位置のあらゆる差を考慮に入れて生成される。

【0670】

1 つの可能な動作モードによれば、前記第 1 の較正は、E D M 加工機が変更された場合、又は新たな加工治具 1 1 2 が使用されている場合にのみ繰り返される。

10

【0671】

1 つの可能な動作モードによれば、ワークピース 1 1 7 が載置された加工治具 1 1 2 が切断前に E D M 加工機のバイスに固定されるたびに、第 2 の較正手順が予測され、又は切断較正が較正棒 1 1 8 上でのみ行われる。当該切断較正プロセスは、治具の手動固定に関連する幾何学的オフセット及び誤差を取り除き、基準棒の軸に対する機械参照システムの原点を識別する。

【0672】

1 つの可能な動作モードによれば、加工治具 1 1 2 を E D M 加工機のバイスに正確に固定するために、前記加工治具 1 1 2 は、互いに対向して平行する少なくとも一对の締結面又は固定面 1 1 3、1 1 4 と、平坦な後部 X - Z 面とを有し、前記一对の締結面又は固定面 1 1 3、1 1 4 は、バイスの顎部によって把持されるように調整され、前記平坦な後部 X - Z 面は、固定面 1 1 3、1 1 4 に対して直交し、バイスのクランプと直交する加工機の基準面と同一平面上にあるように調整される。

20

【0673】

1 つの可能な動作モードによれば、E D M 加工機において回転テーブルを使用しないことによって、加工治具 1 1 2 は、1 対の固定面 1 1 3、1 1 4 を有することが必要である。当該 1 対の固定面 1 1 3、1 1 4 は、平坦で平行であり、マイクロ部品の製造に設けられた各切断面に対して相互に対向するように調整される。

【0674】

1 つの可能な動作モードによれば、他の切断面は、加工治具 1 1 2 を適切に修正することによって生成することができる。

30

【0675】

1 つの可能な動作モードによれば、第 3 の直交平面で加工するために、加工治具内の開口部 1 2 5 を設けることが必要である。当該開口部 1 2 5 を設けることによって、切断ワイヤ 1 1 5 が加工治具の内側に挿入されることが可能となり、従って、例えば、加工治具 1 1 2 の一部の切断を回避することができる。しかしながら、いくつかの独立した切断プロファイルを、更なる較正を必要とすることなく、利用しなければならない。それでもなお、前記平面における全ての切断プロファイル 1 1 0 の端部では、切断ワイヤ 1 1 5 を、切断し、次の開口部 1 2 5 に再挿入しなければならない。

40

【0676】

1 つの可能な動作モードによれば、関節装置 7 0 の部品の製造に利用される製造プロセスは、工具鋼製の金属円筒からなる 4 つの加工物 1 1 7 を前記加工治具 1 1 2 の前面側における部材孔 1 1 6 内に挿入することと、次に M 2 サイズのグラブねじでそれらを固定することを含む。

【0677】

1 つの可能な動作モードによれば、マイクロ医療用の関節装置 7 0 を形成する全ての 3 次元マイクロ部品は、金属製ワーク 1 1 7、特に外径 3 ミリメートル、長さ 12 ミリメートルの鋼製円筒から、ワイヤ E D M によって 2 つの平面 X - Y 及び Y - Z において加工される。

50

## 【0678】

1つの可能な動作モードによれば、ワークピース117を載置された加工治具112は、固定用の基準平面として固定面113、114を使用することによってEDM加工機のバイスに固定され、次にX-Y平面での較正は、加工治具112に強固に取り付けられた基準棒118の軸を、基準として用いて行われる。X-Y平面で、加工治具112に固定された全てのワークピース117を加工する第1の切断プロファイル110が行われる。

## 【0679】

1つの可能な動作モードによれば、加工治具112は次に、加工機から取り外され、加工治具112の前記第2の平面Y-Zに沿って加工するように90°回転され、再装着される。

10

## 【0680】

1つの可能な動作モードによれば、第2の加工平面Y-Zに対する第2の較正が行われ、次に第2の切断プロファイル210の切断が実行される。

## 【0681】

1つの可能な動作モードによれば、EDM加工機に回転又は配向可能なテーブルを設けることによって、切断較正プロセスを1回だけ行い、1つの切断プロファイルと次のプロファイルとの間で必要に応じて作業平面を回転させることが可能である。

## 【0682】

1つの可能な動作モードによれば、第2の切断プロファイル210の端部において、製造される部品はワークピースから完全に取り外され、EDM加工機の機械槽内に収集することができる。

20

## 【0683】

本発明の一態様によれば、ロボットアセンブリを提供することにより、信頼性が高く、正確かつ容易に制御可能な方法によって、作業容積内の少なくとも1つの関節医療器具の位置決め及び動作制御が可能である。

## 【0684】

ロボットアセンブリを提供することにより、本発明の一態様によれば、それぞれが作業空間内で操作可能な1つの関節装置を有する医療器具の少なくとも2つによって、接合された医療器具の位置決め及び同時動作を、信頼性が高く、正確かつ簡便に制御可能な方法で、前記医療器具の終端部で患者の全ての身体部位に到達可能のように、制御することが可能である。

30

## 【0685】

画像取り込みシステムを含むが、一体化された顕微鏡を有しない本発明の一態様に係るロボットアセンブリを提供することにより、前記アセンブリのコスト及び物理的容積を制限することが可能であり、既存の顕微鏡の取付に適合可能なコンパクトなプラットフォームが実現され、後付け操作が可能となる。

## 【0686】

医療器具の終端部の移動中に、大きな移動範囲を必要とする可動部品が可能な限り少なく備える、本発明の一態様に係るロボットアセンブリを提供することにより、低負担の顕微手術用ロボットアセンブリを提供することが可能であり、顕微手術外科医の快適性を改善する。例えば、手術台のすぐ近くにいる間に遠隔操作することができ、したがって、手術部位を見て直接アクセスすることができる。また、例えば、手術部位にアクセスするとき、ロボットの可動部品との衝突を回避することによって手術チームの全体的な作業状態を改善するとともに、ロボットの運搬又はロボットアセンブリの周囲の人若しくは空気の流れを簡素化することができる。同様に、1人の患者に対し、2つ以上のロボットアセンブリを同時に使用することが可能になる。

40

## 【0687】

本発明の一態様に係る制御装置を提供することにより、遠隔操作マスタインターフェースを簡素化することが可能であり、その機能を制限することなく、より直感的かつ快適にすることができる。同時に、制御装置の十分な熟練度を達成するために、顕微手術処置に

50

において必ずしも専門ではない外科医にとって、必要な訓練時間が短縮される。

【0688】

従来の外科手術又は顕微手術器具の形状を再現するのに適した制御器具を有する、本発明の一態様に係る顕微手術用ロボットアセンブリを提供することにより、操作の精度を損なうことなく、外科医にとって遠隔操作の熟知するマスタインターフェースを提供することが可能である。

【0689】

同時に、本発明の一態様によれば、電磁波3次元追跡装置に結合された少なくとも1つのセンサを設けることにより、前記制御器具は、従来の外科手術又は顕微手術器具の機能を再現するのに適するとともに、3次元空間における完全な運動自由度を可能にし、また、例えば、手術台と顕微鏡との間に制御装置を容易に再配置することを可能にする。更に、応答時間に関しても、ロボットシステムの良い性能が保証されている。

10

【0690】

同時に、本発明の一態様によれば、ロボットアセンブリ及び検出装置を共通の参照システムに関連付けるのに適したコンパクトな制御装置及び少なくとも1つのセンサを設けることにより、簡便な方法で前記制御装置を自在に配置することが可能であり、例えば前記制御装置は手術台の隣、顕微鏡に近い支持台上、又は顕微鏡を覗いている外科医にとって人間工学的と考えられる位置に配置することができる。

【0691】

少なくとも1つの開口センサを備えた、例えば、鉗子のピンセットなど、先端に少なくとも1つの関節を有する従来の顕微手術用器具の形状を再現する一実施形態に係る制御器具を提供することにより、精密で熟知する方法で、接合した医療装置の開閉、及び把持動作を制御することが可能である。

20

【0692】

一実施形態に係る tendon によって動かされる関節装置を備える医療器具を提供することは、例えば、チャンネル又はシースの提供を排除することによって、その機械加工の複雑さを低減し、使用又は組立中にその信頼性を低下させることなく、医療器具の極限の小型化を可能にする。

【0693】

非金属材料、例えばポリマー材料で作製された作動ケーブル又は tendon を含む、一実施形態に係る関節装置を設けることにより、前記 tendon の曲率半径及び前記 tendon の摩擦係数を減少させ、結果的に関節装置を更に小型化することが可能である。

30

【0694】

前記 tendon の摺動用の全て平行な母線を有する線織面、及び前記表面と特有の幾何学的関係で配置された tendon 終端機構を有する、一実施形態に係る関節装置を提供することにより、tendon 案内チャンネル又はシースなしで作用することが可能であり、なお tendon の平行性を保証し、従って、関節装置の極限の小型化を可能にする。

【0695】

一実施形態に係る製造方法と、切断線が互いに平行に保たれるような方法で複数のワークピースの同時位置決めを保証するのに適した加工治具を提供することにより、複数のワークピースにおける各切断面の EDM 切断ワイヤによって単一の切断経路を得ることが可能である。このようにして、非常に細密で小さな形状が加工される場合であっても、高い公差で前記部品における平行な表面を生成することが可能である。

40

【0696】

一実施形態に係る製造方法を提供することにより、高精度を保証するマイクロ機械部品及び医療及び/又は外科手術用途に適した表面を製造することが可能である。

【0697】

一実施形態に係る製造方法を提供することにより、既知の解決法に対してより迅速に、且つ結果的に、よりコスト効率よく医療器具を製造することが可能である。

【0698】

50

一実施形態に係る加工治具、並びに製造方法を提供することにより、加工機内のワークピースを繰り返し位置決めする場合でも、高速かつ効率的なプロセスを得ることが可能である。

【0699】

複数の切断面の切断プロセスを加速させる、一実施形態に係るEDM用の改良された加工治具を提供することにより、機械較正を目的とする過程の回数及び継続時間を低減させることが可能である。

【0700】

空洞及び隆起を含むマイクロ機械部品、材料の2つのブロング81の間に溝を残しても、その加工を可能にする、一実施形態に係る電食用の製造方法を提供することにより、孔を加工する必要なくピン保持機構を形成するのに適し、加工時間を大幅に低減することが可能である。

【0701】

一実施形態に係るテンドン駆動システムを設けることにより、テンドンを押圧し、前記テンドンの少なくとも一部分に引張荷重を生成するのに適したブッシュアセンブリのみによって前記テンドンの移動を保証することが可能である。このようにして、駆動システムは、例えば、テンドンの一部分にくっつくことによって、又はテンドンの一部分をウインチの周りに巻き付けることによってテンドンを引っ張ることを回避する。

【0702】

一実施形態に係るテンドン駆動システムを設けることにより、前記駆動装置の部品の数及び複雑性が低減し、それらの部品が載置されていないときの部品のバックラッシュが回避可能であることが、その信頼性又はその精度を低下させることなく、システムを極限の小型化に適したものにできる。

【0703】

一実施形態に係るテンドンを提供することにより、耐久性又は信頼性に関してその性能を低下させることなく、前記テンドンの外径寸法の縮小を可能にし、結果としての外径寸法の縮小が可能になる。

【0704】

一実施形態に係るテンドンを提供することにより、既知の解決法に対して、前記医療器具の少なくとも一部分における前記テンドンの摺動摩擦に関する性能の向上を保証することが可能である。

【0705】

一実施形態に係る、テンドン及びテンドン交換方法を提供することにより、既知の解決法に対して前記器具の作業寿命を延ばすことが可能である。

【0706】

非金属材料、例えばポリマー材料で製造された、一実施形態に係るテンドンを提供することにより、前記テンドンの曲率半径及び前記テンドンの摩擦係数を低下させることが可能であり、結果的に前記テンドンを備える医療器具の小型化を向上させることが可能である。

【0707】

一実施形態に係るテンドンを提供することにより、医療器具内にテンドン案内管又はシースを設けることなく作用することが可能であり、複数のテンドンの間の平行性が保証され、従って、医療器具の極限の小型化が可能である。

【0708】

上述したように、第2のテンドン終点92を含むテンドン90を設けることにより、関節装置70を得ることが可能である。当該関節装置部材は、前記テンドン90が互いに干渉しないようにテンドン90の経路を容易にするテンドンガイド又はチャンネルを必要としない。実際には、前記テンドン終点92の幾何学的位置は、前記テンドン90が互いに実質的に平行であり、かつ前記摺動面40、80に平行に走行するように選択される。

【0709】

摺動面、例えば、前述したような摺動側面 4 0 及び関節摺動面 8 0 を設けることにより、前記テンドンは、低摩擦の関節装置を滑り通過することが可能である。

【0710】

前記摺動面 4 0、8 0 と、前記第 1 のテンドン終点 9 1 及び前記第 2 のテンドン終点 9 2 の幾何学的位置との協調により、テンドンと摺動面との間の摩擦力、ならびに第 1 のテンドン終点 9 1 及び第 2 のテンドン終点 9 2 における締結反動力が互い実質的に平行であり、且つ同一の軸に沿っていることを保証することが可能である。

【0711】

前記摺動面 4 0、8 0 と、前記第 1 のテンドン終点 9 1 及び前記第 2 のテンドン終点 9 2 の幾何学的位置との協調により、前記医療器具 6 0 の極限の小型化を実現することが可能である。例えば、このようにして、一定の閾値を超えて小型化するのに適していないプーリ及び/又は他のテンドンガイドを設けることなく、作用することが可能である。例えば、一実施形態によれば、前記医療器具のシャフト 6 5 は、外径が 3 ミリメートルであり得る。

10

【0712】

曲率半径を 1 ミリメートル以下に維持するテンドン 9 0 を設けることにより、例えば、前記関節装置 7 0 の少なくとも一部分が移動軸 P - P、Y - Y に対して移動するとき、ループの形成を回避するように、前記関節装置 7 0 の前記部材 7 1、7 2、7 3、7 4、7 5、7 7、7 8、177、277 に少なくとも部分的に巻き付くテンドン経路 T - T を設計することが可能である。

20

【0713】

前記テンドン駆動システム 5 0、及び前述したように、隆起及び/又は結び目、及び/又は接着された、前記第 1 のテンドン終点 9 1 及び前記第 2 のテンドン終点 9 2 を有するテンドン 9 0、190 を設けることにより、高精度でテンドン 9 0、190 を装着及び容易に交換することが可能であり、前記医療器具 6 0 の作業寿命を延ばす。更に、ポリマー材料製のテンドンを設けることにより、関節装置 7 0 の部材は、作用状態の間に損傷を受けない。

【0714】

テンドン 9 0 のテンドン偏向可能部分 9 3 上に設置された状態であり、押圧するのに適したプッシャアセンブリ 9 4 を少なくとも有するテンドン駆動システム 5 0 を設けることにより、前記テンドンを圧迫することなく、又はそれらのテンドンをキャプスタンに巻き付けることなく、前記テンドンを作動させることが可能である。

30

【0715】

このようにして、作業状態にあるときにそれらを損傷することを回避することができ、従って、前記テンドン及び前記医療器具 6 0 の寿命を延ばし、維持費を減らすことが可能である。

【0716】

前述したように、テンドン駆動システム 5 0 を設けることにより、テンドン駆動システム 5 0 内のバックラッシュを最低限に抑え、常に所定の予負荷を提供することが可能である。

40

【0717】

実質的に直線状のプッシャアセンブリを設けることにより、スライド及び圧電アクチュエータなどのマイクロメトリック作動システムを統合して、テンドンの引張荷重を制御するとともに、正確な長さのテンドンを解放する及び引っ張ることが可能であり、所望の量だけ、例えば、移動軸の周りに、前記医療器具の少なくとも一部分を移動させることが可能となる。

【0718】

無菌バリアにわたって関節装置と協働するのに適したテンドン駆動システムを設けることにより、信頼性が高く、無菌の医療器具の製造が可能となる。

【0719】

50



前述したように、ＥＤＭに基づく製造方法を提供することにより、加工機における１つの配置ステップのみで関節装置全体を製造することが可能であり、加工の信頼性又は精度を低下させることなく、製造時間及びコストを低減することができる。

#### 【０７２０】

一実施形態に係る製造方法を提供することにより、平行な母線を有する線織面を有する関節装置の関節部材を、その上を摺動して通過するテンドンが前記関節部材に対して定常経路を維持することが可能なように製造することが可能である。これにより、テンドンと関節部材の摺動面との間の摩擦を最小限に抑えることができ、関節装置の小型化が容易になる。

#### 【０７２１】

前述したように、ＥＤＭに基づく製造方法を提供することにより、熱刺激のみをワークピースに伝達するのに適しているため、サブミリメートル寸法の部品を得ることが可能であり、医療器具６０の極限の小型化を可能にする。また、単一の通過で複数のワークピースにおける切断を施すことにより、満足できる切断精度を維持する。

#### 【０７２２】

単一のワイヤ通過で、加工後に、一緒に組み立てられる複数のワークピースにおける部品の切断を行うのに適した一実施形態に係るＥＤＭの工具及び方法を提供することにより、プロング、ピボットホール、関節部材のプロファイルなどの回転関節機構を形成するのに特に適した、ミリメートルの精度での嵌合を得ることが可能である。従って、スナップ嵌めによって、又は同じ部品間の制御されたバックラッシュによって部片を確実に取り付けることができる。

#### 【０７２３】

従来 of 外科器具及び操作者用の人間工学的支持要素を含む制御装置を再現する少なくとも１つの制御器具を備えるロボットアセンブリ１００を提供することにより、外科医の熟知度及び人間工学性を改善することができ、結果として外科手術の結果及び患者の快適性の向上が可能である。

#### 【０７２４】

アーム部材の機械的構造を有するマクロ位置決めアームと、高剛性関節とを備える、本発明の一態様に係るロボットアセンブリを提供することにより、器具の終端部における構造的な機械的振動を回避することができ、従って、外科医の作業を容易にすることができる。

#### 【０７２５】

上述した実施形態のいくつかの組み合わせは、添付図面により示されているが、当該分野の専門家であれば、添付の特許請求の範囲から逸脱することなく、図示に示されていない組み合わせを構成することができるであろう。

#### 【０７２６】

特定の且つ一時的な要求を満たすために、当業者は、以下の特許請求の範囲から逸脱することなく、他の機能的に等価な要素による複数の修正、適応、及び置換を行うことができる。

#### 【符号の説明】

#### 【０７２７】

- ７ 作業容積、又は共通作業空間容積
- ９ テンドン
- １６ 交点
- １８ 近位テンドン部
- １９ 遠位テンドン部
- ２０ 制御装置
- ２１ 制御器具
- ２２ 検出装置
- ２３ 接続ケーブル

10

20

30

40

50

2 4	通信及び電力ケーブル	
2 5	操作者支持表面	
2 6	状態信号灯	
2 7	操作者支持要素	
2 8	ピストンセンサ	
2 9	先端センサ	
3 0	マクロ位置決めアーム	
3 1	第 1 のアーム部材	
3 2	第 2 のアーム部材	
3 3	第 3 のアーム部材	10
3 4	第 4 のアーム部材	
3 5	解放ボタン、又はブレーキ解放ボタン	
3 6	直線スライドガイド	
3 7	手動ノブ	
3 8	支持部材	
3 9	取付機構	
4 0	摺動面	
4 1	マイクロ位置決め装置	
4 3	回転ダイヤルナット	
4 5	ビデオカメラ	20
4 6	電動回転関節	
4 7	基部	
4 8	ブランジャ係止孔	
4 9	加工溝	
5 0	テンドン駆動システム	
5 1	第 1 の電動スライド、又は第 1 の電動微小スライド	
5 2	第 2 の電動スライド、又は第 2 の電動微小スライド	
5 3	第 3 の電動スライド、又は第 3 の電動微小スライド	
5 4	第 1 のスライドレール	
5 5	第 2 のスライドレール	30
5 6	第 3 のスライドレール	
5 7	フレーム	
5 8	第 1 のフレーム部、又は上部フレーム	
5 9	第 2 のフレーム部、ドラム、又は下部フレーム	
6 0	医療器具、マイクロ器具、又は外科手術用マイクロ器具	
6 1	モータ収容部	
6 2	機械式伝達ボックス	
6 3	摺動側面の鋭い縁部	
6 4	滑走側面の連続面	
6 5	シャフト、又は中空シャフト	40
6 7	制御装置基部構造体	
6 8	制御装置の先端部	
6 9	制御装置の鉗子関節	
7 0	関節又は多関節装置	
7 1	第 1 の部材、第 1 の関節部材、又は第 1 のリンク	
7 2	第 2 の部材、第 2 の関節部材、又は第 2 のリンク	
7 3	第 3 の部材、第 3 の関節部材、又は第 3 のリンク	
7 4	第 4 の部材、第 4 の関節部材、又は第 4 のリンク	
7 5	肘部材、又は肘リンク	
7 6	固定ピン	50

7 7	終端装置、終端部材、又は終端部	
7 8	手首部材又は手首関節部材	
7 9	ピンホール	
8 0	摺動面又は関節摺動面	
8 1	ブロング	
8 2	テンドン終端機構、又はテンドン固定点	
8 3	表面	
8 4	テンドン締結面	
8 6	巻取面、又は線織巻取面	
8 7	無菌バリア	10
8 8	肩面	
8 9	テンドン案内要素	
9 0	テンドン、作動ケーブル、又はテンドンの第 1 の対のテンドン	
9 1	第 1 の終点、第 1 のテンドン終点、近位テンドン終点、又は第 1 のテンドン	
終端		
9 2	第 2 の終点、第 2 のテンドン終点、遠位テンドン終点、又は第 2 のテンドン	
終端		
9 3	テンドン偏向可能部分又は偏向可能部分	
9 4	プッシュアセンブリ又は押圧手段	
9 5	押圧要素、ピストン、作動ピストン、又は線形作動ピストン	20
9 6	プランジャ又は摺動シャフト	
9 7	案内要素、テンドン案内要素、又は案内プーリ	
9 8	プランジャアイドルプーリ	
9 9	張力付与要素、オレテンションング ( o r e t e n s i o n i n g ) 要素、	
又はばね		
1 0 0	ロボットアセンブリ、ロボット外科手術アセンブリ、外科手術用ロボットア	
センブリ、顕微手術用のロボットアセンブリ、又は顕微手術用ロボットアセンブリ		
1 0 2	手術台	
1 0 3	視覚システム、顕微鏡、又は外科用顕微鏡	
1 0 4	支持体又はカート	30
1 0 5	足置き台	
1 0 6	格納式ハンドル	
1 0 7	電力ケーブル	
1 0 8	制御パネル	
1 0 9	通信ケーブル	
1 1 0	切断プロファイル、又は切断線	
1 1 1	ディスプレイ	
1 1 2	加工治具	
1 1 3	固定面の第 1 の対の第 1 の固定面	
1 1 4	固定面の第 1 の対の第 2 の固定面	40
1 1 5	切断ワイヤ、E D M ワイヤ、又は放電加工ワイヤ	
1 1 6	部材孔又は部材シート	
1 1 7	ワークピース又は加工すべき部片	
1 1 8	基準棒	
1 2 0	第 1 の制御装置	
1 2 2	第 1 のロッド部	
1 2 3	第 2 のロッド部	
1 2 5	ガイド孔又は開口部	
1 3 4	固定面の第 2 の対の第 1 の固定面	
1 3 5	固定面の第 2 の対の第 2 の固定面	50

1 4 1	第 1 のマイクロ位置決め装置	
1 4 5	プランジャの第 1 の部分	
1 4 6	プランジャの第 2 の部分	
1 4 7	押圧面	
1 4 8	相互的押圧面	
1 5 0	センサ	
1 5 1	力センサ	
1 5 2	圧力センサ	
1 5 3	近接センサ	
1 6 0	第 1 の医療器具	10
1 7 0	第 1 の関節装置	
1 7 1	回転関節	
1 7 2	関節部	
1 7 3	球面関節	
1 7 7	終端部材の第 1 の部分	
1 9 0	対向テンドン、又はテンダンの第 1 の対の対向テンドン	
1 9 1	テンダンの第 2 の対のテンドン	
1 9 2	テンダンの第 2 の対の対向テンドン	
1 9 4	対向プッシャアセンブリ又は対向プッシャアセンブリ	
1 9 7	第 1 の案内要素、又は第 1 の案内プーリ	20
1 9 9	対向する張力付与要素、対向予張力付与要素、又は対向ばね	
2 1 0	第 2 の切断プロファイル	
2 2 0	第 2 の制御装置	
2 2 1	第 2 の制御器具	
2 4 1	第 2 のマイクロ位置決め装置	
2 6 0	第 2 の医療器具	
2 7 0	第 2 の関節装置	
2 7 7	終端部材の第 2 の部分	
2 9 7	第 2 のテンドン案内要素、又は第 2 のテンドン案内プーリ	
3 9 7	第 3 のテンドン案内要素、又は第 3 のテンドン案内プーリ	30
4 9 7	第 4 のテンドン案内要素、又は第 4 のテンドン案内プーリ	
2 0 0	外科医、又は顕微手術外科医	
2 0 1	患者	
2 0 2	外科用針	
3 4 1	第 3 のマイクロ位置決め装置	
3 6 0	第 3 の医療器具	
T - T	テンドン方向又はテンドン経路	
X - X	長手方向の軸方向、又は器具軸	
P - P	ピッチ軸、又は第 1 の関節移動軸	
Y - Y	ヨー軸、又は第 2 の関節移動軸	40
a - a	第 1 のアーム移動軸	
b - b	第 2 のアーム移動軸	
c - c	第 3 のアーム移動軸	
d - d	第 4 のアーム移動軸	
e - e	マクロ位置決めアームの基部の長手方向軸	
f - f	第 1 のスライド方向	
g - g	第 2 のスライド方向	
h - h	第 3 のスライド方向	
r - r	長手方向の回転軸	
X - Y	第 1 の切断面	50

Y - Z 第 2 の切断面  
 X - Z 第 3 の切断面  
 軸角度

【図 1 A】

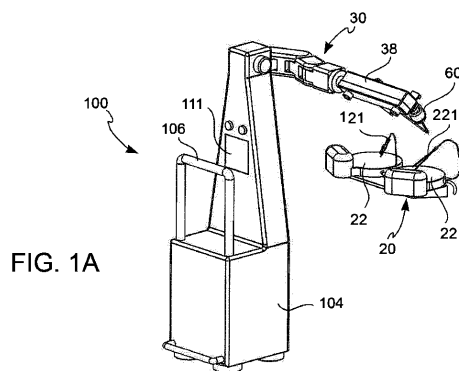


FIG. 1A

【図 1 C】

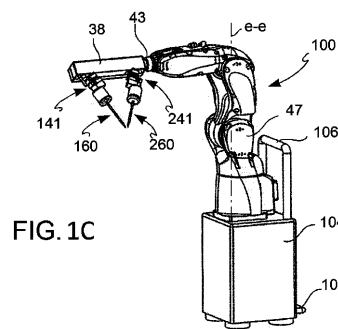


FIG. 1C

【図 1 B】

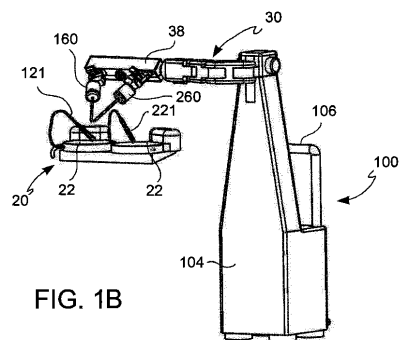


FIG. 1B

【図 2 A】

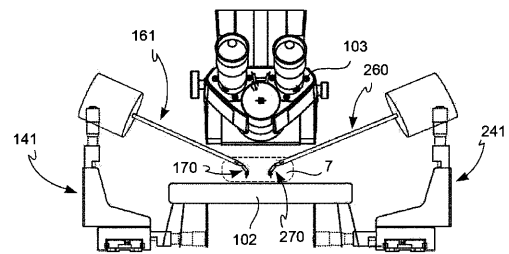


FIG. 2A

【図 2 B】

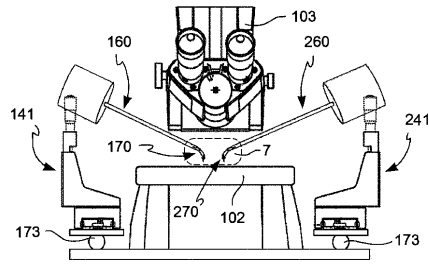


FIG. 2B

【図 3】

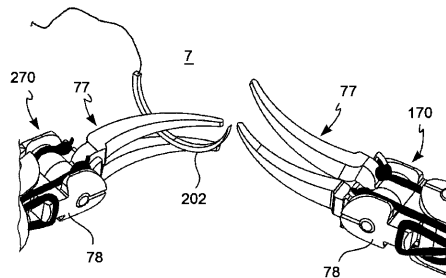


FIG. 3

【図 4 B】

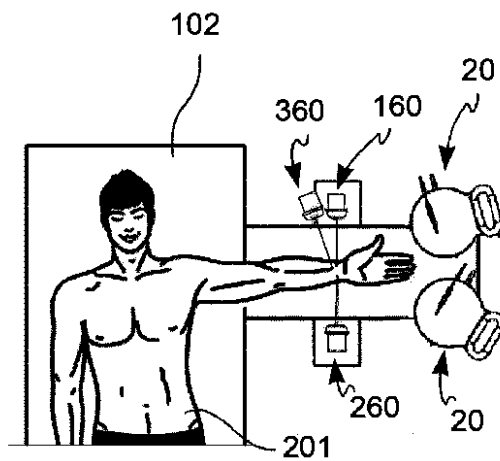


FIG. 4B

【図 4 A】

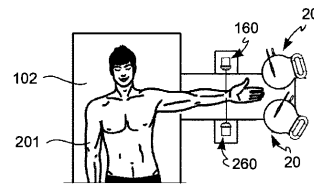


FIG. 4A

【図 5】

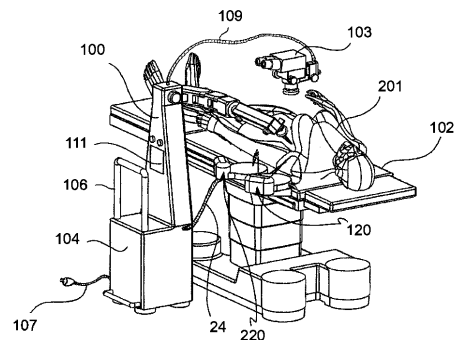


FIG. 5

【図 6】

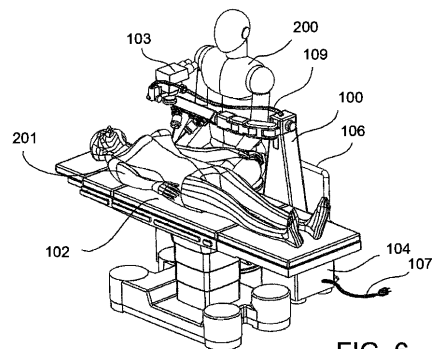


FIG. 6

【図 7】

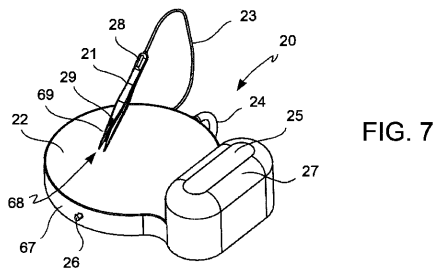


FIG. 7

【図 8】

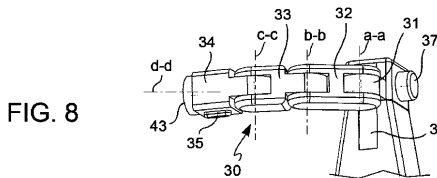


FIG. 8

【図 9 A】

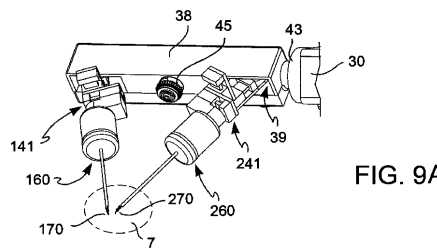
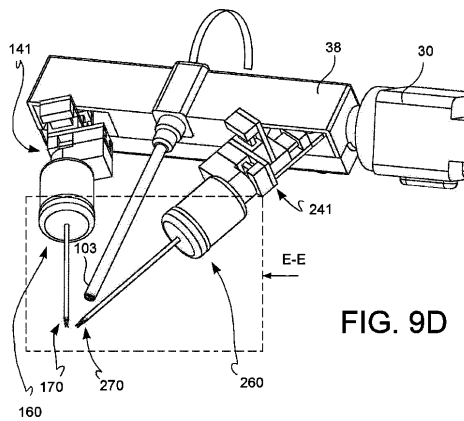


FIG. 9A

【図 9 D】







【図 15 D】

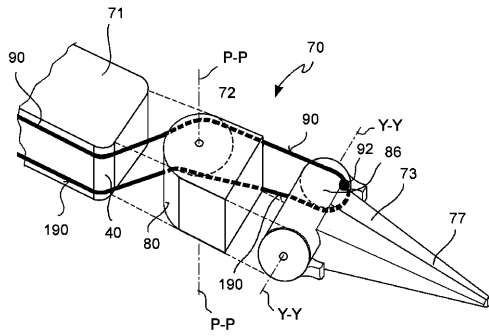


FIG. 15D

【図 16】

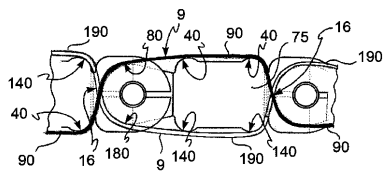


FIG. 16

【図 18】

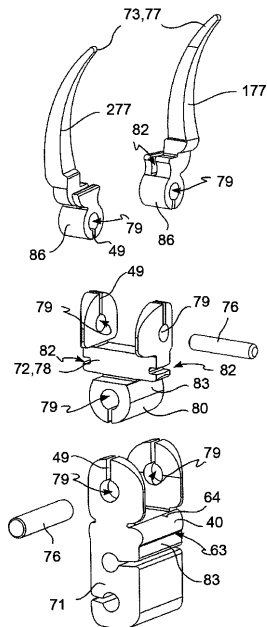


FIG. 18

【図 17】

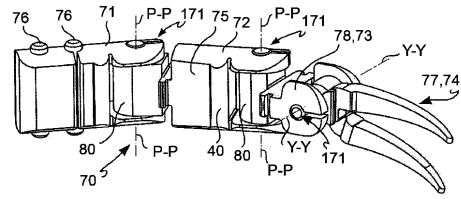


FIG. 17

【図 19】

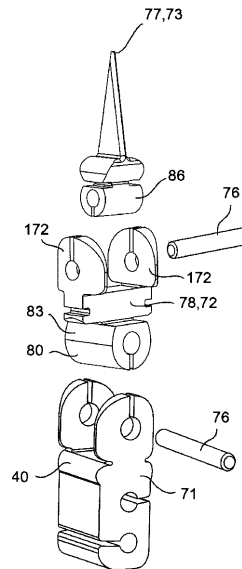


FIG. 19

【図 20】

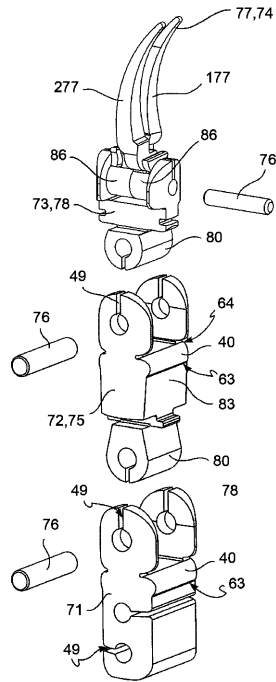


FIG. 20

【図 21】

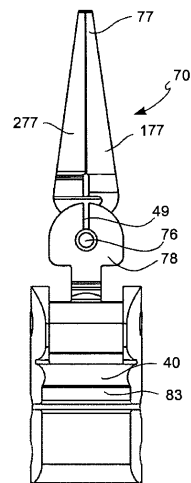


FIG. 21

【図 22】

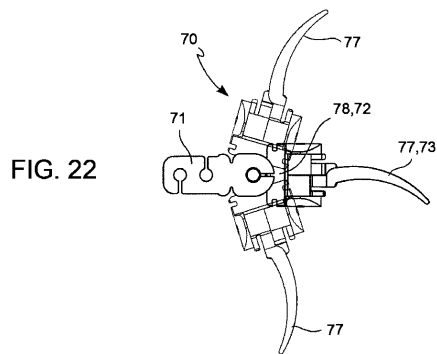


FIG. 22

【図 24】

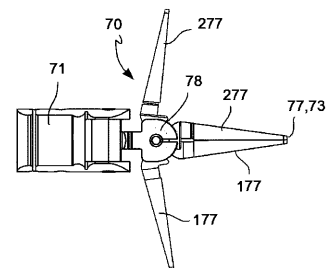


FIG. 24

【図 23】

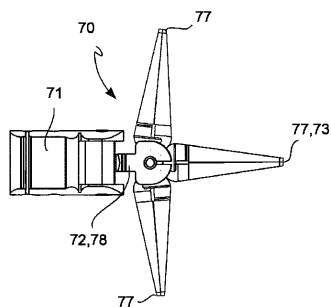


FIG. 23

【図 25】

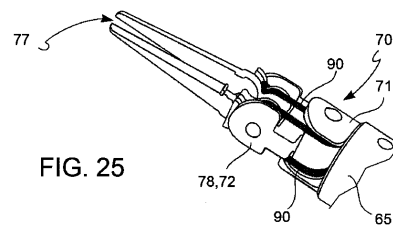


FIG. 25

【図 26】

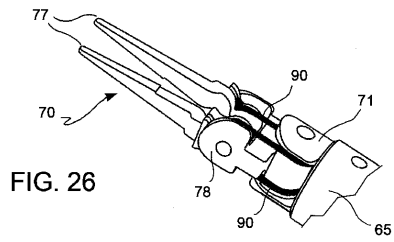


FIG. 26

【図 27】

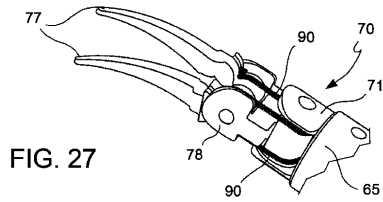


FIG. 27

【図 28】

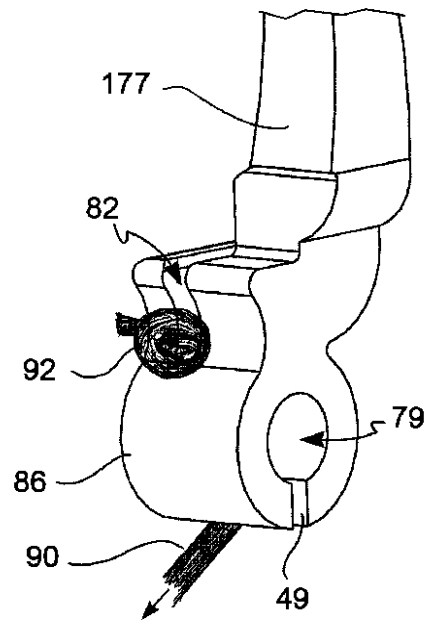


FIG. 28

【図 29】

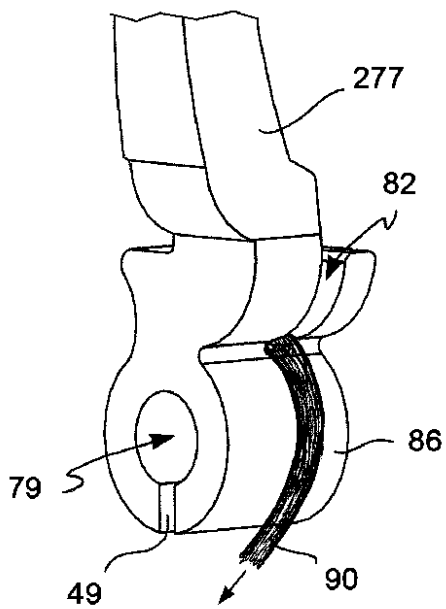


FIG. 29

【図 30】

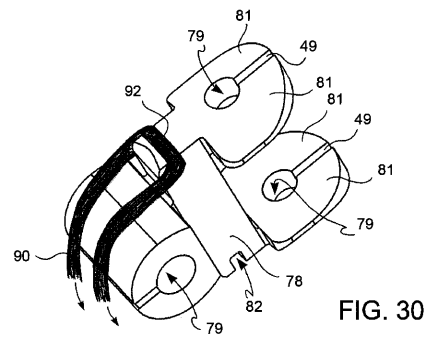


FIG. 30

【図 31】

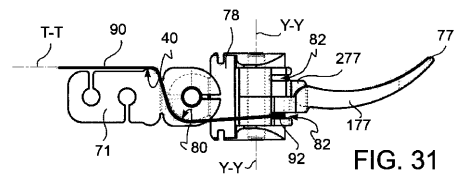


FIG. 31

【図 32】

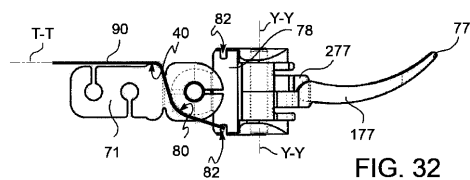


FIG. 32

【図 3 3】

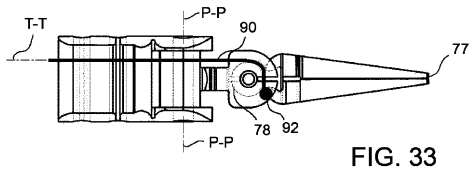


FIG. 33

【図 3 6】

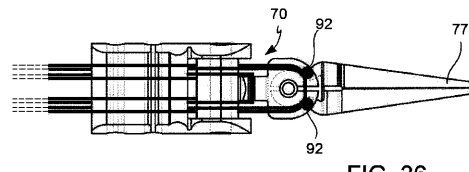


FIG. 36

【図 3 4】

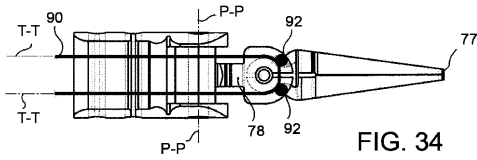


FIG. 34

【図 3 7】

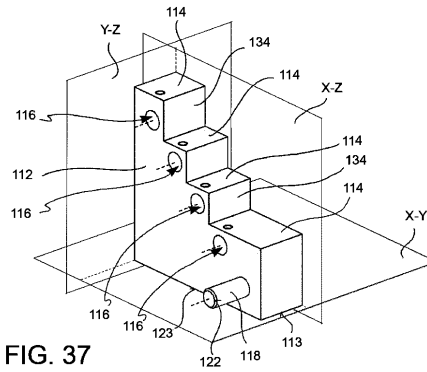


FIG. 37

【図 3 5】

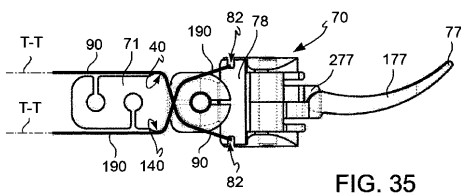


FIG. 35

【図 3 8】

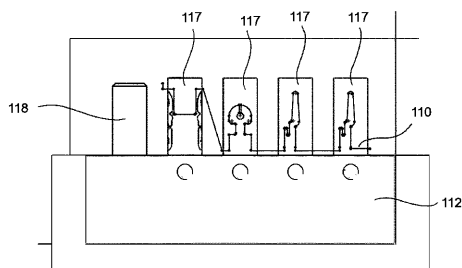


FIG. 38

【図 4 0 A】

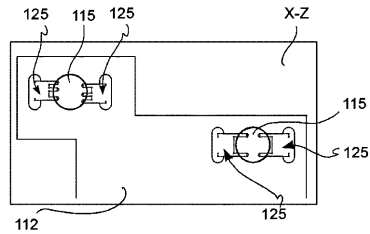


FIG. 40A

【図 3 9】

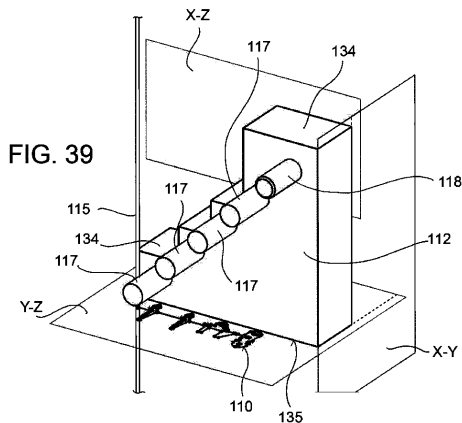


FIG. 39

【図 4 0 B】

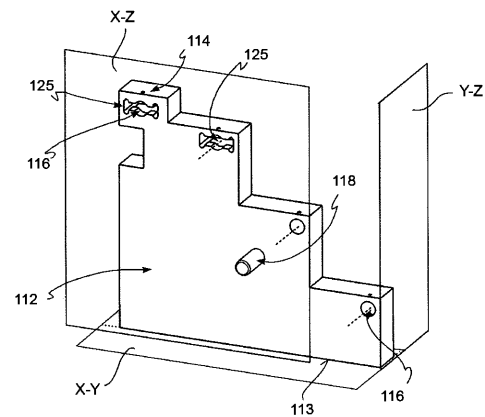


FIG. 40B

【 図 4 2 】

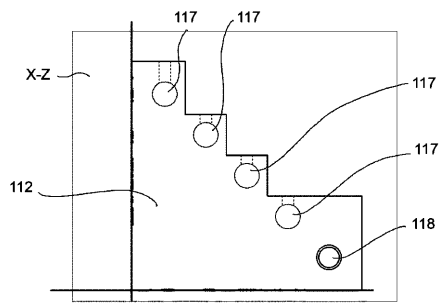


FIG. 42

## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2016/074805

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. A61B34/30 A61B34/37 A61B34/00 A61B90/20 B25J9/16 B25J9/00 ADD. According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B B25J Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2014/179997 A1 (VON GRÜNBERG HUBERTUS [DE] ET AL) 26 June 2014 (2014-06-26) paragraphs [0015] - [0020] paragraphs [0038] - [0046]; figures 1-3 -----	1-14, 17-23 15,16
Y	US 5 279 309 A (TAYLOR RUSSELL HIGHSMITH [US] ET AL) 18 January 1994 (1994-01-18) column 6, line 67 - column 8, line 45; figures 1-4 -----	15,16
X	US 6 468 265 B1 (EVANS PHILIP C [US] ET AL) 22 October 2002 (2002-10-22) column 14, line 18 - column 16, line 50; figures 1-3A, 16-19, 26 and 27 column 41, line 24 - column 43, line 24; figures 28-33 column 53, lines 7-59 ----- -/-	1-14, 17-23
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
5 January 2017		16/01/2017
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Schnurbusch, Daniel

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/074805

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>US 2009/171373 A1 (FARRITOR SHANE M [US] ET AL) 2 July 2009 (2009-07-02)</p> <p>paragraphs [0093] - [0106]; figures 9-17 paragraphs [0161] - [0173]; figures 27A-29 -----</p>	<p>1-3, 5-14, 18-20, 22,23</p>

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/EP2016/074805**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☒ Claims Nos.: **24, 25**  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:  
**see FURTHER INFORMATION sheet PCT/ISA/210**
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.



International Application No. PCT/ EP2016/ 074805

**FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210**

Continuation of Box II.1

Claims Nos.: 24, 25

Method claim 24 defines a method for treatment of the human or animal body by surgery practised on the human or animal body, because "[...] method of moving a robotic surgical assembly [...] using at least one vision system [...] for viewing at least one portion of the patient [...] moving said macro-positioning arm, so that the common working volume [...] is within the viewing field of said at least one vision system [...]" (claim 24) is seen as a surgical step performed on a patient, because the robotic device is moved within a patient. Therefore no search has been performed for the subject-matter of this claim and the corresponding dependent claims (see Article 17 (2) PCT and Rule 39.1.(iv) PCT) and no written opinion is required for the subject-matter of these method claims (see Rule 43bis.1 and Rule 67.1 (iv) PCT).

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/074805

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2014179997 A1	26-06-2014	CN 104883947 A DE 102012025100 A1 EP 2934278 A1 HK 1213458 A1 JP 2016506261 A US 2014179997 A1 WO 2014094717 A1	02-09-2015 26-06-2014 28-10-2015 08-07-2016 03-03-2016 26-06-2014 26-06-2014
US 5279309 A	18-01-1994	US 5279309 A US 5402801 A US 5445166 A US 5630431 A US 5695500 A US 5950629 A US 5976156 A US 6024695 A US 6231526 B1 US 6547782 B1	18-01-1994 04-04-1995 29-08-1995 20-05-1997 09-12-1997 14-09-1999 02-11-1999 15-02-2000 15-05-2001 15-04-2003
US 6468265 B1	22-10-2002	US 6468265 B1 US 2003055410 A1 US 2005107808 A1	22-10-2002 20-03-2003 19-05-2005
US 2009171373 A1	02-07-2009	US 2009171373 A1 US 2014257335 A1 US 2016058515 A1	02-07-2009 11-09-2014 03-03-2016

## フロントページの続き

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

(72)発明者 マッシミリアーノ・シミ

イタリア、イ - 5 6 0 1 1 ピサ、カルチ、ヴィア・デル・パドゥレット 1 0 ア番、メディカル・マ  
イクロインストゥルメンツ・ソチエタ・ペル・アツィオーニ内

(72)発明者 ジュゼッペ・マリア・プリスコ

イタリア、イ - 5 6 0 1 1 ピサ、カルチ、ヴィア・デル・パドゥレット 1 0 ア番、メディカル・マ  
イクロインストゥルメンツ・ソチエタ・ペル・アツィオーニ内

Fターム(参考) 3C707 AS35 BS09 HS27 HT22 JT04 KS03 KT01 KT05 KW06 KX19

专利名称(译)	机器人手术组件		
公开(公告)号	<a href="#">JP2018534099A</a>	公开(公告)日	2018-11-22
申请号	JP2018538940	申请日	2016-10-14
[标]发明人	マッシミリアーノシミ ジュゼッペマリアプリスコ		
发明人	マッシミリアーノシミ ジュゼッペ・マリア・プリスコ		
IPC分类号	A61B34/35 A61B34/37 B25J7/00		
CPC分类号	A61B34/37 A61B1/3132 A61B10/04 A61B17/00234 A61B17/062 A61B17/29 A61B17/320016 A61B17/3211 A61B17/34 A61B34/30 A61B34/35 A61B34/71 A61B34/72 A61B90/20 A61B90/25 A61B90/361 A61B2017/00345 A61B2034/2048 A61B2034/2051 A61B2034/301 A61B2034/715 A61B2090/061 A61B2090/064 B25J3/04 B25J9/1015 B25J9/1669 B25J15/0052 G05B19/402 G05B2219/45117		
FI分类号	A61B34/35 A61B34/37 B25J7/00		
F-TERM分类号	3C707/AS35 3C707/BS09 3C707/HS27 3C707/HT22 3C707/JT04 3C707/KS03 3C707/KT01 3C707/KT05 3C707/KW06 3C707/KX19		
代理人(译)	阿依鸭毛		
优先权	102015000062500 2015-10-16 IT		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

# 摘要(译)

机器人手术组件包括支撑件，连接到支撑件并具有多个自由度并具有支撑构件的宏观定位臂，以及至少第一微定位装置和至少第二微定位装置至少两个微定位装置，第一医疗装置至少有两种医疗器械，包括第二种医疗器械。所述至少两个微定位装置中的每一个具有多个电自由度，并且级联到宏观定位臂的支撑构件。所述至少两个医疗器械中的每一个级联到每个所述微定位装置。其中，每个所述至少两个医疗器械，其具有多个电自由度包括：多个旋转接头，所述接头装置，间隔该预定在轴向方向（XX）从微定位距离的一个关节装置并且适合它的轴。

FIG. 9C

