

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7148554号

(P7148554)

(45)発行日 令和4年10月5日(2022.10.5)

(24)登録日 令和4年9月27日(2022.9.27)

(51)国際特許分類

F I

A 6 1 B 34/00 (2016.01)

A 6 1 B 34/00

B 2 5 J 17/02 (2006.01)

B 2 5 J 17/02

D

請求項の数 16 (全22頁)

(21)出願番号	特願2019-567378(P2019-567378)	(73)特許権者	516263638
(86)(22)出願日	平成30年6月6日(2018.6.6)		シーエムアール サージカル リミテッド
(65)公表番号	特表2020-522348(P2020-522348 A)		CMR SURGICAL LIMITED
(43)公表日	令和2年7月30日(2020.7.30)		英国 シーピー 2 3 7ピーエイチ ケン
(86)国際出願番号	PCT/GB2018/051541		ブリッジシャー, ケンブリッジ クロム
(87)国際公開番号	WO2018/224824	(74)代理人	リー ビジネス パーク ユニット2
(87)国際公開日	平成30年12月13日(2018.12.13)		110001966
審査請求日	令和3年3月26日(2021.3.26)	(74)代理人	特許業務法人笠井中根国際特許事務所
(31)優先権主張番号	1709014.3		100147717
(32)優先日	平成29年6月6日(2017.6.6)	(74)代理人	弁理士 中根 美枝
(33)優先権主張国・地域又は機関	英国(GB)		100103252
		(74)代理人	弁理士 笠井 美孝
		(72)発明者	チャップリン, ベン ロバート
			英国 シーピー 2 3 7ピーエイチ ケン
			ブリッジシャー ケンブリッジ マディン
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 外科用ロボット器具

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

外科用ロボット器具であり、  
シャフトと、  
エンドエフェクタ要素と、  
前記エンドエフェクタ要素を前記シャフトに連結する関節と、  
クレビスユニットと、  
を含み、  
前記関節が、  
第1の駆動要素対によって駆動できる第1のジョイントであり、前記シャフトの長手方向軸を横切る第1の軸周りで前記エンドエフェクタ要素が回転できるようにする前記第1のジョイントと、  
第2の駆動要素対によって駆動できる第2のジョイントと、  
プーリー装置と、  
を含み、  
前記第2の駆動要素対が前記プーリー装置の周りで移動するように拘束され、  
前記プーリー装置が、  
前記第1の軸周りで回転可能なプーリー第1組と、  
前記プーリー第1組の近位に位置するプーリー第2組で、第2の軸周りで回転可能な第1のプーリーと、前記第2の軸に平行且つオフセットされている第3の軸周りで回転可能

10

20

な第 2 のプーリーを含み、前記第 1 のプーリーおよび前記第 2 のプーリーが前記シャフトの前記長手方向軸および前記第 1 の軸の両方に垂直な方向においてオフセットされている前記プーリー第 2 組と、  
を含み、

前記クレビスユニットが、前記プーリー装置の前記プーリーを支持する 2 つのアームと、一方の前記アームから延び出して前記第 1 のプーリーと前記第 2 のプーリーのうち一方を保護するプーリーガードと、を含む  
外科用ロボット器具。

【請求項 2】

前記第 2 のジョイントが前記第 1 のジョイントの遠位にある請求項 1 に記載の外科用ロボット器具。

10

【請求項 3】

前記シャフトの前記長手方向軸を横切る方向において、前記第 2 の軸と前記第 3 の軸が前記第 1 の軸に対してオフセットされている請求項 1 または 2 に記載の外科用ロボット器具。

【請求項 4】

前記第 1 の軸が前記シャフトの前記長手方向軸に交差している請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項に記載の外科用ロボット器具。

【請求項 5】

前記第 2 の軸と前記第 3 の軸が前記第 1 の軸に平行である請求項 1 ~ 4 の何れか 1 項に記載の外科用ロボット器具。

20

【請求項 6】

前記 2 つのアームのうち第 1 のアームが前記第 1 のプーリーを支持し、前記 2 つのアームのうち第 2 のアームが前記第 2 のプーリーを支持する請求項 1 ~ 5 の何れか 1 項に記載の外科用ロボット器具。

【請求項 7】

前記第 1 のアームと前記第 2 のアームが、前記シャフトの前記長手方向軸を含み前記第 1 の軸を横切る平面において互いに反対側にある請求項 6 に記載の外科用ロボット器具。

【請求項 8】

前記クレビスユニットが、前記第 1 のアームから延び出して前記第 1 のプーリーを保護する第 1 のプーリーガードおよび前記第 2 のアームから延び出して前記第 2 のプーリーを保護する第 2 のプーリーガードを含んでいる請求項 6 または 7 に記載の外科用ロボット器具。

30

【請求項 9】

前記第 1 のプーリーガードおよび前記第 2 のプーリーガードが、前記シャフトの前記長手方向軸を含み、前記第 1 の軸を横切る第 1 の平面において互いに反対側に配置されており、且つ、前記シャフトの前記長手方向軸および前記第 1 の軸の両方を含む第 2 の平面において互いに反対側に配置されている請求項 8 に記載の外科用ロボット器具。

【請求項 10】

前記第 1 のプーリーガードが前記第 1 のプーリーを部分的に囲む内側側壁を含み、前記第 2 のプーリーガードが前記第 2 のプーリーを部分的に囲む内側側壁を含む請求項 8 または 9 に記載の外科用ロボット器具。

40

【請求項 11】

前記プーリーガードが、前記シャフトの外形で画定される前記クレビスユニットの内部空間内に配置される請求項 1 ~ 10 の何れか 1 項に記載の外科用ロボット器具。

【請求項 12】

前記クレビスユニットが、第 1 の駆動要素ガイドおよび第 2 の駆動要素ガイドを更に含み、前記第 1 の駆動要素対の一方の駆動要素が、前記第 1 の駆動要素ガイドを通過し、前記第 1 の駆動要素対の他方の駆動要素が、前記第 2 の駆動要素ガイドを通過し、前記第 1 の駆動要素ガイドおよび前記第 2 の駆動要素ガイドのそれぞれが前記クレビスユニットの

50

前記第 1 のアームおよび前記第 2 のアームの間に位置する請求項 6 ~ 10 の何れか 1 項に記載の外科用ロボット器具。

【請求項 13】

前記ブリーガードが、前記一方のアームと一方の前記駆動要素ガイドの間を延びる請求項 12 に記載の外科用ロボット器具。

【請求項 14】

前記第 1 のブリーガードが前記第 1 のアームおよび前記第 1 の駆動要素ガイドの間を延びて、前記第 2 のブリーガードが前記第 2 のアームおよび前記第 2 の駆動要素ガイドの間を延びる請求項 8 に従属する場合の請求項 12 に記載の外科用ロボット器具。

【請求項 15】

前記第 1 の駆動要素ガイドおよび前記第 2 の駆動要素ガイドが、前記シャフトの前記長手方向軸および前記第 1 の軸を含む平面において、互いに反対側に配置されている請求項 12 ~ 14 の何れか 1 項に記載の外科用ロボット器具。

【請求項 16】

前記クレビスユニットがベース部分および、該ベース部分から延びる 2 つの前記アームを備え、前記ブリーガードが、前記第 1 のブリーおよび前記第 2 のブリーのオフセットによる空間に位置し一方の前記アームと該アームに隣接する前記ベース部分から延びている請求項 1 ~ 15 の何れか 1 項に記載の外科用ロボット器具。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ロボット外科用器具を関節運動させるためのブリーガードおよびブリー装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

手術を補助および実行するためのロボットを使用することが知られている。図 1 は、ベース 108 と、アーム 102 と、器具 105 から構成される典型的な外科用ロボット 100 を示している。ベースはロボットを支持し、ベース自体が、例えば、手術室の床や、手術室の天井またはトロリーに堅固に取り付けられている。アームは、ベースと器具との間を延びる。アームは、その長さに沿って、外科用器具を患者に対して所望の位置に配置するために使用される複数の可撓性ジョイント 103 によって間接連結される。外科用器具は、ロボットアームの遠位端 104 に取り付けられる。外科用器具は、手術部位に到達するために、ポート 107 において患者 101 の身体を貫通する。この器具は、その遠位端において、医療処置のためのエンドエフェクタ 106 を備える。

【0003】

図 2 は、ロボット腹腔鏡手術を行うための典型的な外科用器具 200 を示す。外科用器具はベース 201 を備え、ベース 201 により、外科用器具がロボットアームに接続される。シャフト 202 は、ベース 201 と関節 203 との間を延びる。関節 203 はエンドエフェクタ 204 で終端する。図 2 では、一対の鋸歯状の顎部がエンドエフェクタ 204 として表されている。関節 203 によって、エンドエフェクタ 204 がシャフト 202 に対して相対移動することが可能になる。関節によって、エンドエフェクタ 204 の動作に少なくとも 2 自由度が提供されることが望ましい。

【0004】

図 3 では、ピッチジョイント 301 および 2 つのヨージョイント 302 によって、エンドエフェクタ 204 がシャフト 202 に対して相対移動可能である、周知の外科用器具 300 の例を表している。ジョイント 301 は、エンドエフェクタ 204 がピッチ軸 303 の周りで回転することを可能にする。ジョイント 302 は、エンドエフェクタ 204 の各顎部がヨー軸 304 の周りで回転することを可能にする。ジョイントは、ケーブル 306, 307, 308 によって駆動される。ブリー 305 は、ケーブル 307 および 308 を、それらの通路からピッチジョイントを越えてヨージョイントに導くために使用される

10

20

30

40

50

。プーリー 305 は、関節 203 の中心軸からオフセットされている。

【0005】

典型的な腹腔鏡手術では、外科医は多くの器具を利用するため、何度も器具の交換を行う。したがって、ある器具をロボットアームから取り外して異なる器具を取り付ける時間を最小にし、かつその簡便性を最大化することが望ましい。加えて、ロボットアームに取り付けた後、器具が使用可能なようにセットアップする時間を最小化することが望ましい。

【0006】

このように、外科用器具 300 は、その近位端において、器具インターフェースによってロボットアームの遠位端に取り付けられてもよい。器具インターフェースは、ロボットアームのインターフェースに接続または係合してもよい。器具（例えば、ジョイント 301, 302）のジョイントを駆動する機械的駆動は、ロボットアームからロボットアームインターフェースおよび器具インターフェースを介して、器具に伝達されてもよい。

【発明の概要】

【0007】

本発明によれば、外科用ロボット器具であり、シャフトと、エンドエフェクタ要素と、前記エンドエフェクタ要素を前記シャフトに連結する関節と、クレビスユニットと、を含み、前記関節が、第 1 の駆動要素対によって駆動できる第 1 のジョイントであり、前記シャフトの長手方向軸を横切る第 1 の軸周りで前記エンドエフェクタ要素が回転できるようにする前記第 1 のジョイントと、第 2 の駆動要素対によって駆動できる第 2 のジョイントと、プーリー装置と、を含み、前記第 2 の駆動要素対が前記プーリー装置の周りで移動するように拘束され、前記プーリー装置が、前記第 1 の軸周りで回転可能なプーリー第 1 組と、前記プーリー第 1 組の近位に位置するプーリー第 2 組で、第 2 の軸周りで回転可能な第 1 のプーリーと、前記第 2 の軸に平行且つオフセットされている第 3 の軸周りで回転可能な第 2 のプーリーを含む前記プーリー第 2 組と、を含み、前記クレビスユニットが、前記プーリー装置の前記プーリーを支持する 2 つのアームと、一方の前記アームから延び出して前記第 1 のプーリーと前記第 2 のプーリーのうち一方を保護するプーリーガードと、を含むことを特徴とする。

【0008】

前記第 2 のジョイントが前記第 1 のジョイントの遠位にあってもよい。

【0009】

前記第 2 の軸と前記第 3 の軸が前記第 1 の軸に対してオフセットされていてもよい。

【0010】

前記シャフトの前記長手方向軸を横切る方向において、前記第 2 の軸と前記第 3 の軸が前記第 1 の軸に対してオフセットされていてもよい。

【0011】

前記第 2 の軸と前記第 3 の軸が、前記シャフトの前記長手方向軸に垂直な平面に存在してもよい。

【0012】

前記第 1 の軸が前記シャフトの前記長手方向軸に交差していてもよい。

【0013】

前記第 2 の軸と前記第 3 の軸が前記第 1 の軸に平行であってもよい。

【0014】

前記 2 つのアームのうち第 1 のアームが前記第 1 のプーリーを支持してもよく、前記 2 つのアームのうち第 2 のアームが前記第 2 のプーリーを支持してもよい。

【0015】

前記第 1 のアームと前記第 2 のアームが、前記シャフトの前記長手方向軸を含み前記第 1 の軸を横切る平面において互いに反対側にあってもよい。

【0016】

前記クレビスユニットが、前記第 1 のアームから延び出して前記第 1 のプーリーを保護する第 1 のプーリーガードおよび前記第 2 のアームから延び出して前記第 2 のプーリーを

10

20

30

40

50

保護する第 2 のプーリーガードを含んでもよい。

【 0 0 1 7 】

前記第 1 のプーリーガードおよび前記第 2 のプーリーガードが、前記シャフトの前記長手方向軸を含み、前記第 1 の軸を横切る第 1 の平面において互いに反対側に配置されており、且つ、前記シャフトの前記長手方向軸および前記第 1 の軸の両方を含む第 2 の平面において互いに反対側に配置されていてもよい。

【 0 0 1 8 】

前記第 1 のプーリーガードが前記第 1 のプーリーを部分的に囲む内側側壁を含んでもよく、前記第 2 のプーリーガードが前記第 2 のプーリーを部分的に囲む内側側壁を含んでもよい。

10

【 0 0 1 9 】

前記プーリーガードが、前記シャフトの外形で画定される前記クレビスユニットの内部空間内に配置されてもよい。

【 0 0 2 0 】

前記クレビスユニットが、第 1 の駆動要素ガイドおよび第 2 の駆動要素ガイドを更に含み、前記第 1 の駆動要素対の一方の駆動要素が、前記第 1 の駆動要素ガイドを通過し、前記第 1 の駆動要素対の他方の駆動要素が、前記第 2 の駆動要素ガイドを通過し、前記第 1 の駆動要素ガイドおよび前記第 2 の駆動要素ガイドのそれぞれが前記クレビスユニットの前記第 1 のアームおよび前記第 2 のアームの間に位置してもよい。

【 0 0 2 1 】

20

前記プーリーガードが、前記一方のアームと一方の前記駆動要素ガイドの間を延びてもよい。

【 0 0 2 2 】

前記第 1 のプーリーガードが前記第 1 のアームおよび前記第 1 の駆動要素ガイドの間を延びてもよく、前記第 2 のプーリーガードが前記第 2 のアームおよび前記第 2 の駆動要素ガイドの間を延びてもよい。

【 0 0 2 3 】

前記第 1 の駆動要素ガイドおよび前記第 2 の駆動要素ガイドが、前記シャフトの前記長手方向軸および前記第 1 の軸を含む平面において、互いに反対側に配置されていてもよい。

【 0 0 2 4 】

30

以下、本発明を、添付図面を参照しつつ例を挙げて説明する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 5 】

【図 1】外科手術を実行する外科用ロボットを示す図。

【図 2】公知の外科用器具を示す図。

【図 3】外科用器具の関節型エンドエフェクタの公知の装置を示す図。

【図 4】外科用ロボットを示す図。

【図 5 A】外科用器具の遠位端を示す図。

【図 5 B】外科用器具の遠位端を示す図。

【図 5 C】外科用器具の遠位端を示す図。

40

【図 5 D】外科用器具の遠位端を示す図。

【図 6】直線的な構成における図 5 A ~ 5 D の外科用器具の遠位端のプーリー装置を示す図。

【図 7】様々な非直線的な構成における図 5 A ~ 5 D の外科用器具の遠位端のプーリー装置を示す図。

【図 8】図 5 A ~ 5 D で示されるプーリー装置のオフセットプーリーを示す図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 6 】

図 4 は、ベース 4 0 1 から延びるアーム 4 0 0 を有する外科用ロボットを表す。アームは、複数の剛性の肢 4 0 2 を備える。肢は、回転ジョイント 4 0 3 によって連結される。

50

最近位肢 4 0 2 a は、ジョイント 4 0 3 a によってベースに連結される。最近位肢 4 0 2 a および他の肢は、さらなるジョイント 4 0 3 により、直列に連結される。リスト 4 0 4 は、4 つの別個の回転ジョイントから構成されている。リスト 4 0 4 は、1 つの肢 ( 4 0 2 b ) をアームの最遠位肢 ( 4 0 2 c ) に結合する。最遠位肢 4 0 2 c は、外科用器具 4 0 6 のためのアタッチメント 4 0 5 を担持する。アームの各ジョイント 4 0 3 は、それぞれのジョイントで回転運動を引き起こすように操作可能な 1 つ以上のモータ 4 0 7 を有し、また、そのジョイントにおける現在の構成および/または負荷に関する情報を提供する 1 つ以上の位置および/またはトルクセンサ 4 0 8 を有する。モータは、モータが運動を駆動するジョイントの近位に配置されて、重量分布を改善してもよい。明確にするために、モータおよびセンサの一部のみを図 4 に示す。アームは、おおむね本発明者らの同時係属の特許出願 P C T / G B 2 0 1 4 / 0 5 3 5 2 3 に記載されているものとすることができる。

10

#### 【 0 0 2 7 】

アームは、器具 4 0 6 につなぎ合わせるためのアタッチメント 4 0 5 において終端する。器具 4 0 6 は、図 2 で説明した形態をとることができる。アタッチメント 4 0 5 は、器具の関節運動を駆動するための駆動アセンブリと、器具 4 0 6 の器具インターフェースと係合するための駆動アセンブリインターフェースとを備える。駆動アセンブリインターフェースの可動インターフェース要素は、ロボットアームから器具に駆動を伝達するために、器具インターフェースの対応する可動インターフェース要素に機械的に係合する。一般的な手術中において、器具は、何度か交換されてもよい。このように、器具は、手術中にロボットアームに着脱可能である。駆動アセンブリインターフェースおよび器具インターフェースの特徴は、互いに係合したときの位置合わせを容易にするものであってもよく、それによって、それらがユーザによって位置合わせされるための精度を低減する。

20

#### 【 0 0 2 8 】

器具 4 0 6 は、手術を行うエンドエフェクタを備える。エンドエフェクタは、任意の適切な形態をとることができる。例えば、エンドエフェクタは滑らかな顎部、鋸歯状の顎部、グリッパ、一对の鋏、縫合用針、カメラ、レーザー、ナイフ、ステープラー、焼灼器、吸引器であってもよい。図 2 で説明したように、器具は、器具シャフトとエンドエフェクタとの間にある関節を含む。関節は、エンドエフェクタが器具のシャフトに対して相対移動することを可能にする 1 つ以上のジョイントを備えることができる。関節における 1 つ以上のジョイントは、ケーブルなどの駆動要素によって作動される。これらの駆動要素は、器具シャフトの他端において、器具インターフェースのインターフェース要素に固定される。したがって、ロボットアームは、以下のように、エンドエフェクタに駆動を伝達する。駆動アセンブリインターフェース要素が移動すると、器具インターフェース要素が移動し、それにより駆動要素が移動し、またそれにより関節のジョイントが移動し、結果としてエンドエフェクタが移動する。

30

#### 【 0 0 2 9 】

モータ、トルクセンサおよびエンコーダのためのコントローラは、ロボットアームに分散して配置されている。コントローラは、通信バスを介して制御ユニット 4 0 9 に接続されている。制御ユニット 4 0 9 は、プロセッサ 4 1 0 とメモリ 4 1 1 とを備えている。メモリ 4 1 1 は、プロセッサによって実行可能なソフトウェアを非過渡的な方法で記憶し、モータ 4 0 7 の動作を制御して、アーム 4 0 0 を本明細書に記載の方法で動作させる。特に、ソフトウェアは、プロセッサ 4 1 0 を制御して、センサ 4 0 8 からの入力および外科医コマンドインターフェース 4 1 2 からの入力に依存して、モータを ( 例えば、分散されたコントローラを介して ) 駆動させることができる。制御ユニット 4 0 9 は、ソフトウェアの実行によって生成された出力に従ってモータ 4 0 7 を駆動するために、モータ 4 0 7 に結合される。制御ユニット 4 0 9 は、センサからの検知された入力を受信するためにセンサ 4 0 8 に結合され、コマンドインターフェース 4 1 2 からの入力を受け取るためにコマンドインターフェース 4 1 2 に結合される。それぞれの結合具は、例えば、それぞれが電気または光ケーブルであってもよいし、あるいは無線接続によって提供されてもよい。

40

50

コマンドインターフェース 4 1 2 は、ユーザが所望の方法でエンドエフェクタの動きを要求できるような 1 つ以上の入力装置を備える。入力装置は、例えば、制御ハンドルまたはジョイスティックなどの手動で操作可能な機械的入力装置であってもよいし、光学式ジェスチャーセンサのような非接触入力装置であってもよい。メモリ 4 1 1 に記憶されたソフトウェアは、これらの入力にตอบสนองして、アームおよび器具のジョイントをそれに応じて予め定められた制御手法に従って、移動させるように構成される。制御手法は、コマンド入力にตอบสนองしてアームおよび器具の動きを緩和する安全機能を含んでもよい。したがって、要約すると、コマンドインターフェース 4 1 2 についている外科医は、器具 4 0 6 が上記の方法で移動して所望の外科処置を実行するように制御できる。制御ユニット 4 0 9 および / またはコマンドインターフェース 4 1 2 は、アーム 4 0 0 から離れていてもよい。

10

#### 【 0 0 3 0 】

図 5 A、5 B は、例示的な外科用器具の遠位端の対向図を表す。図 5 A、5 B では、エンドエフェクタ 5 0 1 は、一对のエンドエフェクタ要素 5 0 2、5 0 3 を備えており、エンドエフェクタ要素 5 0 2、5 0 3 は、この例では、一对の対向する鋸歯状の顎部として示されている。これは単に説明のためのものであることが理解されるであろう。エンドエフェクタは、上述のような任意の適切な形態をとることができる。エンドエフェクタ 5 0 1 は、関節 5 0 5 によって器具シャフト 5 0 4 に接続される。関節 5 0 5 は、エンドエフェクタ 5 0 1 がシャフト 5 0 4 に対して相対移動することを可能にするジョイントを含む。この例では、関節 5 0 5 は、3 つのジョイントを備える。第 1 のジョイント 5 0 6 は、エンドエフェクタ 5 0 1 が第 1 の軸 5 1 0 の周りで回転することを可能にする。第 1 の軸 5 1 0 は、シャフト 5 1 1 の長手方向軸を横断する。第 1 のジョイント 5 0 6 は、シャフト 5 0 4 が遠位端ではジョイント 5 0 6 において終端するように配置される。第 2 のジョイント 5 0 7 は、第 1 のエンドエフェクタ要素 5 0 2 が第 2 の軸 5 1 2 の周りで回転することを可能にする。第 2 の軸 5 1 2 は、第 1 の軸 5 1 0 を横断する。第 3 のジョイント 5 1 3 は、第 2 のエンドエフェクタ要素 5 0 3 が第 2 の軸 5 1 2 の周りで回転することを可能にする。

20

#### 【 0 0 3 1 】

第 1 のエンドエフェクタ要素 5 0 2 および第 2 のエンドエフェクタ要素 5 0 3 は、第 2 および第 3 のジョイントによって第 2 の軸 5 1 2 の周りで独立して回転可能であってもよい。エンドエフェクタ要素は、第 2 および第 3 のジョイントによって、同じ方向または異なる方向に回転することができる。第 1 のエンドエフェクタ要素 5 0 2 が第 2 の軸の周りで回転して、第 2 のエンドエフェクタ要素 5 0 3 が第 2 の軸の周りで回転しないようになっていてもよい。第 2 のエンドエフェクタ要素 5 0 3 が、第 2 の軸の周りで回転して、第 1 のエンドエフェクタ要素 5 0 2 が第 2 の軸周りで回転しないようになっていてもよい。

30

#### 【 0 0 3 2 】

図において、第 2 のジョイント 5 0 7 および第 3 のジョイント 5 1 3 はいずれも、同じ軸 5 1 2 周りの回転を可能にする。しかし、第 2 および第 3 のジョイントは、別の軸の周りでエンドエフェクタ要素の回転を可能にしてもよい。一方のエンドエフェクタ要素の回転軸は、他方のエンドエフェクタ要素の回転軸からシャフト 5 0 4 の長手方向にオフセットされてもよい。一方のエンドエフェクタ要素の回転軸は、他方のエンドエフェクタ要素の回転軸からシャフト 5 0 4 の長手方向を横切る方向にオフセットされてもよい。一方のエンドエフェクタ要素の回転軸は、他方のエンドエフェクタ要素の回転軸と平行でなくてもよい。エンドエフェクタ要素 5 0 2、5 0 3 の回転軸は、シャフトの長手方向においてオフセットされてもよく、かつ / またはシャフトの長手方向に垂直な方向においてオフセットされてもよく、かつ / または互いに対して傾斜していてもよい。これは、エンドエフェクタ要素が非対称である結果として望ましい場合がある。例えば、電気外科要素において、第 1 のエンドエフェクタ要素には電力が供給されて、第 2 のエンドエフェクタ要素には電力が供給されず、第 1 のエンドエフェクタ要素から絶縁されてもよい。これを補助するために、2 つのエンドエフェクタ要素の回転軸は、シャフトの長手方向に垂直な方向においてオフセットされ得る。別の例では、第 1 のエンドエフェクタ要素がブレードで、第

40

50

２のエンドエフェクタ要素が平坦な切断面であってもよい。ブレードの使用を助けるために、２つのエンドエフェクタ要素の回転軸は互いに角度をつけられてもよい。

#### 【００３３】

図５Ａ、５Ｂは、エンドエフェクタがシャフト５０４と一直線上にそろえられている外科用器具の直線的な構成を示す。この方向付けでは、シャフト５１１の長手方向軸が、関節の長手方向軸とエンドエフェクタの長手方向軸に一致する。第１、第２および第３のジョイントの関節運動は、エンドエフェクタがシャフトに対してある範囲の姿勢をとることを可能にする。

#### 【００３４】

関節５０５は、支持体５０９を備える。一端において、支持体５０９は、第１のジョイント５０６によってシャフト５０４に連結され、他端では、支持体５０９は、第２のジョイント５０７および第３のジョイント５１３によってエンドエフェクタ５０１に連結される。したがって、第１のジョイント５０６は、支持体５０９が第１の軸５１０の周りでシャフト５０４に対して相対回転することを可能にし、第２のジョイント５０７および第３のジョイント５１３は、エンドエフェクタ要素５０２、５０３が第２の軸５１２の周りで支持体５０９に対して相対回転することを可能にする。支持体５０９は、ジョイント５０７、５１３を支持し、ヨークとも称される。図５に示す直線的な構成では、ジョイント５０７、５１３は、シャフト５１１の長手方向軸の方向においてジョイント５０６の遠位である（すなわち、ジョイント５０６は、シャフト５１１の長手方向軸の方向においてジョイント５０７、５１３の近位である）。ジョイント５０７、５１３は、外科用器具の他の構成において、ジョイント５０６の遠位になることが理解されるであろう。

#### 【００３５】

この器具は、クレビスユニット５０８をさらに備える。クレビスユニットは、シャフト５０４の遠位端に配置される。シャフトは、クレビスユニットで終端してもよい。器具が図５に示された直線的な構成である（すなわち、支持体がクレビスユニットの遠位にある）とき、クレビスユニットは、長手方向軸５１１の方向において支持体５０９の近位にある。クレビスユニットが支持体の近位にあるような、器具の他の構成が存在することが理解されるであろう。クレビスユニットは、ベース部分５３２を備える。ベース部分は、クレビスユニットの近位端にある。ベース部分５３２は、クレビスユニットの周囲を画定する外壁または表面を含む。ベース部分の外面は、シャフト５０４の遠位端の外面と同一平面をなす。クレビスユニットは、第１のジョイント５０６を支持する一対の対向するアーム５３０、５３１をさらに備える。アームは、ベース部分５３２から延びる。アームは、シャフト５１１の長手方向軸と平行な方向に延びる。アームは、器具の遠位端に向かって延びる。アーム５３０、５３１は、シャフト５１１の長手方向軸を含む、第１のジョイント５０６の回転軸５１０を横断する平面の両側に位置する。アームは、クレビスユニット５０８の円周の周りに均等に間隔を置いて配置されてもよい。すなわち、アームは、回転軸５１０の方向に間隔を置いて配置されてもよい。アームは、本明細書ではタインとも称され得る。

#### 【００３６】

クレビスユニットは、駆動要素ガイド５３３、５３４をさらに備える。駆動要素については、以下で説明する。各ガイド５３３、５３４は、クレビスユニットのベース部分５３２から突出するブロックの形態をとる。ブロックは、図５に示される直線的な構成において、器具の遠位端に向かって突出する。すなわち、ブロックは、シャフト５１１の長手方向軸に平行な方向に遠位方向に突出することができる。各駆動要素ガイドは、外面または側壁（ガイド５３４について、５３５で示される）を含む。その外面はベース部分５３２の外面と同一平面をなす。駆動要素ガイドは、上面（ガイド５３４について、５３６で示されている）をさらに含む。図示の例では、駆動要素ガイドの上面は面取りされた面である。各駆動要素ガイドは、ガイド５３３については、５３７で示される孔をさらに含む。孔は、シャフト５１１の長手方向軸と平行な方向にガイドを通して延びる。駆動要素ガイドは、シャフト５１１の長手方向軸とジョイント５０６の第１の回転軸５１０との

10

20

30

40

50

両方を含む平面の両側に配置される。各駆動要素ガイドは、２つのティン５３０，５３１の間に位置する。ガイドは、（図面に示されるように）ベース部分の周囲に等間隔に配置されてもよい。このように、図では、ガイドは、ジョイント５０７，５１３の回転軸５１２と平行な方向において間隔を置いて配置されている。いくつかの例では、駆動要素ガイド５３３，５３４は、別個のブロックであってもよい。他の例では、駆動要素ガイド５３３，５３４は、同一のブロックの部分であってもよい。言い換えると、いくつかの例では、駆動要素ガイド５３３，５３４を組み合わせることで単一のブロックを形成することができる。

#### 【００３７】

クレビスユニットは、プーリーガード５３８，５３９をさらに備えている。プーリーガードの輪郭が図５Ａ、５Ｂに破線で描かれている。これは、そうでなければプーリーガードによって視界から不明瞭になるであろう器具の要素を示すためである。図５Ｃ、５Ｄは、図５Ａ、５Ｂと同じ外科用器具の図を示しているが、実線の形で示されたプーリーガードを備えている。各プーリーガードは、それぞれのティンから延びる。具体的には、プーリーガード５３８は、ティン５３０から延び、プーリーガード５３９は、ティン５３１から延びる。プーリーガードは、ティンに当接すると言することができる。このような構成では、プーリーガードは、ティンの剛性を高めるために便利に働くことができる。各プーリーガードは、ティンのひとつの側部（すなわち、縁部）から延びる。すなわち、各プーリーガードは、ティンのひとつの側部、または縁部に当接する。図示の例では、各プーリーガードは、ティンと駆動要素ガイドとの間を延びる。具体的には、プーリーガード５３８は、ティン５３０と駆動要素ガイド５３３との間を延び、プーリーガード５３９は、ティン５３１と駆動要素ガイド５３４との間を延びる。好適には、各プーリーガードは、駆動要素ガイドに当接する。

#### 【００３８】

プーリーガードはまた、クレビスユニットのベース部分５３２から遠位方向に延びる。図示の例では、プーリーガードは、ベース部分から、面取り部５３６の下側縁部（すなわち、駆動要素ガイドの面取り部と側壁５３５との間の縁部）の位置レベルまで突出している。しかし、他の例では、プーリーガードがそれより大きく突出すること、それより小さく突出することもあることが理解されるであろう。プーリーガードは、駆動要素ガイドとティンの外側側壁と同一平面をなす外側側壁（図５Ｃにおいて、プーリーガード５３８について、５４０で示されている）を備えている。プーリーガードは、駆動要素ガイドとティンの間のクレビスユニットの内部空間を占めることがわかる。すなわち、プーリーガードは、クレビスユニット５０８およびシャフト５０４の突出外形によって画定される内部空間を占める。この例のプーリーガードは、ティンと駆動要素ガイドとの間を延びるので、本明細書ではフレットと称することもある。

#### 【００３９】

プーリーガード５３８，５３９は、シャフト５１１の長手方向軸と第１のジョイント５０６の回転軸５１０とを含む平面の両側に配置されている。プーリーガードは、第１のジョイント５０６の回転軸５１０を横断する軸５１１を含む平面の両側にも配置されている。したがって、プーリーガードは、斜めに対向していると言することができる。あるいは、プーリーガードは、ティン５３０，５３１に対して斜めに配向されていると言することができる。すなわち、プーリーガードは、ティン５３０，５３１が位置する軸に対して斜めになる軸上に位置してもよい。

#### 【００４０】

プーリーガードは、ティンに固定された、または取り付けられた別個の構成要素であってもよい。あるいは、プーリーガードは、ティン（および、図示された例では、駆動要素ガイド）と一体的に形成されてもよい。

#### 【００４１】

関節５０５のジョイントは、駆動要素によって駆動される。駆動要素は、シャフト５０４を介して関節におけるジョイントから器具インターフェースに延びる細長い要素である。各駆動要素は、少なくとも、関節および器具インターフェースの内部構成要素と係合す

10

20

30

40

50

る領域において、その主要範囲に対して横方向に屈曲可能であってもよい。換言すれば、各駆動要素は、上記の領域においてその長手方向軸に対して横方向に撓むことができる。この可撓性により、駆動要素が、ジョイントおよびプーリーのような器具の内部構造を包むことが可能になる。駆動要素は、その長手方向軸に対する横方向で完全に可撓性であってもよい。駆動要素は、それらの主要な範囲に沿って可撓性がなくてもよい。駆動要素は、それらの長さに沿って印加される圧縮力および張力に耐えることができる。換言すれば、駆動要素は、それらの長手方向軸の方向に作用する圧縮力および張力に抵抗することができる。駆動要素は、高いモジュラスを有することができる。駆動要素は、動作中に緊張状態を維持することができ、それらは、たるむことができないようにされている場合もある。したがって、駆動要素は、器具インターフェースからジョイントに駆動を伝達することができる。駆動要素は、例えばケーブルであってもよい。

10

#### 【0042】

各ジョイントは、一对の駆動要素によって駆動され得る。図5A、5Bを参照すると、第1のジョイント506は、第1の駆動要素対A1、A2によって駆動される。駆動要素A1、A2は、それぞれ、駆動要素ガイド533、534の孔を通して延びることが見て取れる。よって、駆動要素ガイドは、その長さの一部に沿って駆動要素A1、A2を包む。したがって、駆動要素ガイドは、駆動要素A1、A2を保持し、エンドエフェクタ501の遠位領域内での干渉から駆動要素を保護する。第2のジョイント507は、第2の駆動要素対B1、B2によって駆動される。第3のジョイントは、第3の駆動要素対C1、C2によって駆動される。したがって、関節505の各ジョイントは、それ自体の駆動要素対によって駆動される。言い換えると、各ジョイントは、専用の駆動要素対によって駆動される。ジョイントは独立して駆動されてもよい。一对の駆動要素は、図5A、5Bにおける第3の駆動要素対について示されるように、単一の部品として構成されてもよい。この場合、単一の部品は、一点でジョイントに固定される。例えば、第3の駆動要素対C1、C2は、第3のジョイント513に固定されたボール部520を含む。これにより、一对の駆動要素が駆動されると、その駆動がその軸の周りのジョイントの動きに伝達されることが保証される。あるいは、一对の駆動要素を2つの部品として構成してもよい。この場合、それぞれの別個の部品はジョイントに固定される。第1、第2および第3の駆動要素対は、器具シャフトを通して、関節に接続されたシャフトの遠位端から、器具インターフェースの駆動機構に接続されたシャフトの近位端まで延びる。

20

30

#### 【0043】

図5A、5Bの外科用器具は、さらに、プーリー装置を備える。第2および第3の駆動要素対がそのプーリー装置の周りで移動するように拘束される。プーリー装置は、図6A、6Bによりよく示されている。支持体509は、プーリー装置をより明確に説明するために、図6A、6Bには示されていない。プーリー装置をより明確に示すために、プーリーガード538、539も図6A、6Bには示されていない。プーリー装置は、プーリー第1組601を備える。プーリー第1組601は、第1の軸510の周りで回転可能である。したがって、プーリー第1組601は、第1のジョイント506と同じ軸の周りで回転する。プーリー装置は、プーリー第2組602をさらに備える。プーリー装置は、プーリー装置の説明の後でより詳細に説明される一对の方向転換プーリー603をさらに備える。

40

#### 【0044】

プーリー装置も図7に示されている。支持体、クレビスユニット、第1のジョイントおよび第1の駆動要素対は、プーリー装置をより明確に説明するために、図7からすべて省略されている。

#### 【0045】

プーリー第1組601は、第1のプーリー705と第2のプーリー706を含む。第1のプーリー705および第2のプーリー706は、第1の軸510の周りで回転する。プーリー第1組の第1のプーリー705および第2のプーリー706は、シャフト504の長手方向において、第1のジョイント506の互いに反対側に配置されている。第1の

50

プーリー 705 および第 2 のプーリー 706 は、第 1 の軸 510 において互いに反対側の端部に配置されている。第 1 のプーリー 705 および第 2 のプーリー 706 は、第 1 の駆動要素 A1、A2 を挟んで互いに反対側に配置される。プーリー第 1 組 601 は、クレビスユニット 508 のアーム 530、531 によって支持されている。プーリー第 1 組の第 1 のプーリー 705 と第 2 のプーリー 706 とは、クレビスユニットに回転可能に取り付けられている。プーリー 705 はアーム 531 に取り付けられ、プーリー 706 はアーム 530 に取り付けられる。

#### 【0046】

プーリー第 2 組は、第 1 のプーリー 701 と第 2 のプーリー 702 とを備えている。プーリー第 2 組もまた、クレビスユニット 508 のアーム 530、531 に支持されている。プーリー第 2 組の第 1 のプーリー 701 および第 2 のプーリー 702 は、クレビスユニットに回転可能に取り付けられている。プーリー 701 はアーム 531 に取り付けられ、プーリー 702 はアーム 530 に取り付けられている。したがって、クレビスユニットの各アームは、プーリー第 2 組の一方のプーリーを支持する。プーリー第 2 組 701、702 は、駆動要素ガイド 533、534 によってさらに支持される。第 1 のプーリー 701 は、駆動要素ガイド 533 によって支持され、第 2 のプーリー 702 は、駆動要素ガイド 534 によって支持される。よって、各駆動要素ガイドは、プーリー第 2 組の一方のプーリーを支持する。したがって、プーリー 701 は、アーム 531 および駆動要素ガイド 533 によって支持され、プーリー 702 は、アーム 530 および駆動要素ガイド 534 によって支持される。プーリー 701 および 702 は駆動要素ガイド 533、534 およびアーム 530、531 に固定されたスピンドルに取り付けられてもよい。第 1 のプーリー 701 は、第 1 の軸 510 に平行な第 3 の軸 703 の周りで回転可能である。第 3 の軸 703 は、シャフトの長手方向の両方で第 1 の軸 510 からオフセットされ、シャフトの長手方向を横断する。第 2 のプーリー 702 は、第 1 の軸 510 に平行な第 4 の軸 704 の周りで回転可能である。第 4 の軸 704 は、シャフトの長手方向の両方で第 1 の軸 510 からオフセットされ、シャフトの長手方向を横断する。第 3 および第 4 の軸は、互いに平行であるが互いにオフセットしている。第 3 と第 4 の軸は、ジョイント 507、513 の回転軸 512 の方向において互いにオフセットされている。第 3 の軸 703 および第 4 の軸 704 は、シャフト 511 の長手方向と直交する同一平面内にある。

#### 【0047】

図 8 は、プーリー第 2 組の第 1 のプーリー 701 および第 2 のプーリー 702 のオフセット軸をより明確に示す異なる視点からの外科用器具の遠位端を示す。第 1 のプーリー 701 および第 2 のプーリー 702 をオフセットすることにより、各プーリーに巻き付けられた駆動要素は、プーリーに巻き付けられた後にシャフトの下方に延びることができる。図 6A に示すように、プーリー第 2 組 602 の第 1 のプーリー 701 および第 2 のプーリー 702 は、シャフト 504 の長手方向において第 1 のジョイント 506 の互いに反対側に配置されている。第 1 のプーリー 701 および第 2 のプーリー 702 は、第 1 の駆動要素 A1、A2 を挟んで互いに反対側に配置されている。シャフト 511 の長手方向軸とジョイント 506 の回転軸 510 との両方に垂直な方向におけるプーリー 702、701 のオフセットにより、プーリーガード 538、539 を収容する空間を得られる。

#### 【0048】

プーリー第 2 組は、プーリー第 1 組とシャフトの器具インターフェース端部との間に配置される。好適には、プーリー第 2 組は、図に示されるようにシャフト内に配置される。したがって、プーリー第 2 組 602 は、シャフト 511 の長手方向軸の方向に沿ってプーリー第 1 組 601 の近位である（すなわち、プーリー第 1 組 601 は、プーリー第 2 組 602 の遠位である）。プーリー両組がクレビスユニット 508 によって支持されているので、プーリー第 2 組 602 は、器具およびエンドエフェクタの構成とは独立して、プーリー第 1 組の近位にあることが理解されるであろう。プーリー第 2 組をシャフト 508 の遠位端に配置することにより、第 1 のジョイントと第 2 のジョイントとの間の距離は、プーリー第 2 組が関節内に位置する別の装置と比較して減少する。それにより、エンドエフェ

クタ 5 0 1 の正確な位置決めを維持するために必要な支持体 5 0 9 の剛性を低減する。

【 0 0 4 9 】

上記のように、プーリー装置は、駆動要素の運動を拘束するように動作する。より詳細には、第 2 の駆動要素対 B 1、B 2 は、プーリー第 1 組 6 0 1 の第 1 のプーリー 7 0 5 および第 2 のプーリー 7 0 6 の互いに反対側の周りを移動するように拘束される。第 2 の駆動要素対 B 1、B 2 は、プーリー第 2 組 6 0 2 の第 1 のプーリー 7 0 1 および第 2 のプーリー 7 0 2 の互いに反対側の周りを移動するように拘束される。第 2 の駆動要素対は、プーリー第 1 組 6 0 1 の第 1 のプーリー 7 0 5 およびプーリー第 2 組 6 0 2 の第 1 のプーリー 7 0 1 の互いに反対側の周りを移動するように拘束される。第 2 の駆動要素対は、プーリー第 1 組 6 0 1 の第 2 のプーリー 7 0 6 とプーリー第 2 組 6 0 2 の第 2 のプーリー 7 0 2 の互いに反対側の周りを移動するように拘束される。

10

【 0 0 5 0 】

第 3 の駆動要素対 C 1、C 2 は、プーリー第 1 組 6 0 1 の第 1 のプーリー 7 0 5 および第 2 のプーリー 7 0 6 の互いに反対側の周りを移動するように拘束される。第 3 の駆動要素対 C 1、C 2 は、プーリー第 2 組 6 0 2 の第 1 のプーリー 7 0 1 および第 2 のプーリー 7 0 2 の互いに反対側の周りを移動するように拘束される。第 3 の駆動要素対は、プーリー第 1 組 6 0 1 の第 1 のプーリー 7 0 5 とプーリー第 2 組 6 0 2 の第 1 のプーリー 7 0 1 の互いに反対側の周りを移動するように拘束される。第 3 の駆動要素対は、プーリー第 1 組 6 0 1 の第 2 のプーリー 7 0 6 およびプーリー第 2 組 6 0 2 の第 2 のプーリー 7 0 2 の互いに反対側の周りを移動するように拘束される。

20

【 0 0 5 1 】

第 2 および第 3 の駆動要素対は、それぞれ、第 2 および第 3 のジョイントに到達するために、第 1 のジョイント 5 0 6 を越えて延びるように拘束される。これにより、第 2 の駆動要素対のうちの 1 つ目 B 1 は、第 1 のジョイント軸 5 1 0 上のプーリー第 1 組の第 1 のプーリー 7 0 5 の一方の側を通過し、第 2 の駆動要素対の 2 つ目 B 2 は、第 1 のジョイント軸 5 1 0 上のプーリー第 1 組の第 2 のプーリー 7 0 6 の反対側を通過する。結果として、第 1 のジョイント 5 0 6 周りで支持体 5 0 9 がどのように回転しても、第 2 の駆動要素対 B 1、B 2 の長さは同じに保たれる。同様に、第 3 の駆動要素対の 1 つ目 C 1 は、第 1 のジョイント軸 5 1 0 上のプーリー第 1 組の第 2 のプーリー 7 0 6 の一方の側を通過する。第 3 の駆動要素対の 2 つ目 C 2 は、第 1 のジョイント軸 5 1 0 上のプーリー第 1 組の第 1 のプーリー 7 0 5 の反対側を通過する。結果として、第 1 のジョイント 5 0 6 の周りで支持体 5 0 9 がどのように回転しても、第 3 の駆動要素対 C 1、C 2 の長さは同じに保たれる。器具インターフェースの配置が、第 2 の駆動要素対 B 1、B 2 および第 3 の駆動要素対 C 1、C 2 の両方に対して対称である場合、第 1 のジョイント 5 0 6 の周りの支持体 5 0 9 のすべての回転角度に関して、第 2 の駆動要素対の長さは、第 3 の駆動要素対の長さと同じである。外科用器具のあらゆる構成において、第 2 の駆動要素対および第 3 の駆動要素対は、緊張状態のままであり、決してたるまない。したがって、外科用器具のジョイントのいずれであっても、それを関節運動させる際のバックラッシュはない。したがって、外科用器具のあらゆる構成において、外科用器具の移動の 3 自由度の全制御が達成される。

30

40

【 0 0 5 2 】

図 7 は、5 つの異なる構成における外科用器具の遠位端を示す。構成 ( c ) は、先に述べた直線構成であり、エンドエフェクタは、器具シャフトと一直線上にそろえられる。( a )、( b )、( d ) および ( e ) の構成では、第 1 のジョイントの周りの回転が構成 ( c ) に対して生じた。( a )、( b )、( d ) および ( e ) の構成において、構成 ( c ) に対して、第 2 または第 3 のジョイントのいずれかの周りで回転は生じない。構成 ( c ) から開始して、駆動要素 A 2 ( 図示せず ) は、構成 ( b ) の配置へと導く第 1 の軸 5 1 0 の周りの回転を引き起こすために引っ張られる。駆動要素 A 2 はさらに引っ張られて、第 1 の軸 5 1 0 の周りにさらなる回転を生じさせて、構成 ( a ) の配置をもたらす。構成 ( c ) から開始して、駆動要素 A 1 ( 図示せず ) は、第 1 の軸 5 1 0 の周りで構成 ( a ) お

50

よび（b）と反対方向に回転させるために引っ張られ、それによって構成（d）の配置につながる。駆動要素 A 1 は、さらに引っ張られて、第 1 の軸 5 1 0 の周りにさらなる回転を生じさせて、構成（e）の配置をもたらす。

#### 【0053】

第 1 の軸 5 1 0 の周りのエンドエフェクタ 5 0 1 の回転は、第 1 のジョイント 5 0 6 の周りの第 1 の駆動要素対 A 1、A 2 の最大移動によって制限される。構成（a）は、第 1 の軸 5 1 0 周りの一方向において最大に回転しているエンドエフェクタ 5 0 1 を示す。構成（e）は、第 1 の軸 5 1 0 周りの反対方向において最大に回転しているエンドエフェクタ 5 0 1 を示す。両構成におけるシャフト 5 1 1 の長手方向軸に対する最大回転角度は、  
10 角度 である。プーリー第 2 組 6 0 2 は、第 2 および第 3 の駆動要素対が、最大回転角度

でもプーリー第 1 組 6 0 1 およびプーリー第 2 組 6 0 2 と接触状態に保たれることを確実にするように、プーリー第 1 組 6 0 1 に対して配置される。エンドエフェクタ 5 0 1 の第 1 の軸 5 1 0 周りのすべての回転角度について、エンドエフェクタ 5 0 1 は、プーリー第 2 組の第 1 のプーリー 7 0 1 とプーリー第 1 組の第 1 のプーリー 7 0 5 とを連結する接線によって規定される円錐内に常に位置する。この接線は、駆動要素によって取られる経路である。エンドエフェクタ 5 0 1 は、図 7 の全ての構成に示すように、第 2 および第 3 のジョイントが図 5 A、5 B の直線形状に保持されているとき、この円錐内に位置する。図 7 からわかるように、プーリー第 2 組 6 0 2 がなければ、駆動要素 B 2 および C 1 は、構成（a）におけるプーリー第 1 組 6 0 1 との接触を失うだろう。プーリー第 2 組 6 0 2 がなければ、駆動要素 B 1 および C 2 は、構成（e）においてプーリー第 1 組 6 0 1 との  
20 接触を失うだろう。

#### 【0054】

第 2 および第 3 の駆動要素対は、シャフトの長手方向軸に対するエンドエフェクタのすべての回転角度に対して、プーリー第 1 組および第 2 組に接触状態に保たれる。したがって、第 1 のジョイント 5 0 6 の周りの回転にかかわらず、第 2 の駆動要素対 B 1、B 2 の長さは同じに維持されるだろう。また、第 1 のジョイント 5 0 6 の回転にかかわらず、第 3 の駆動要素対 C 1、C 2 の長さは同じに保たれるだろう。したがって、プーリー第 2 組により、第 1 のジョイント 5 0 6 が第 1 の軸 5 1 0 周りでどのように駆動されるかにかかわらず、第 2 および第 3 の駆動要素において張力を保持することができる。したがって、第 1 のジョイント 5 0 6 が第 1 の軸 5 1 0 周りでどのように駆動されるかにかかわらず、  
30 第 2 および第 3 の駆動要素の制御が保持される。

#### 【0055】

ここに表される例では、プーリー第 1 組 6 0 1 の各プーリーは、一对のプーリー要素を含む。第 1 のプーリー 7 0 5 は、内側プーリー要素 7 0 8 と外側プーリー要素 7 0 9 とを備えている。内側プーリー要素 7 0 8 は、外側プーリー要素 7 0 9 と第 1 の駆動要素対 A 1、A 2 の間に位置している。好適には、内側プーリー要素 7 0 8 は外側プーリー要素 7 0 9 に当接している。内側プーリー要素 7 0 8 は外側プーリー要素 7 0 9 に固定されてもよい。内側プーリー要素 7 0 8 は外側プーリー要素 7 0 9 と一体的に形成することができる。第 2 のプーリー 7 0 6 は内側プーリー要素 7 1 0 と外側プーリー要素 7 1 1 とを含む。内側プーリー要素 7 1 0 は、外側プーリー要素 7 1 1 と第 1 の駆動要素対 A 1、A 2 の間に位置する。好適には、内側プーリー要素 7 1 0 は外側プーリー要素 7 1 1 に当接する。内側プーリー要素 7 1 0 は、外側プーリー要素 7 1 1 に固定されてもよい。内側プーリー要素 7 1 0 は、外側プーリー要素 7 1 1 と一体的に形成されてもよい。各プーリー要素は、駆動要素をはめるための溝を備える。  
40

#### 【0056】

好適には、プーリー第 2 組 6 0 2 の各プーリーは、一对のプーリー要素を含む。第 1 のプーリー 7 0 1 は、内側プーリー要素 7 1 2 と外側プーリー要素 7 1 3 とを含む。内側プーリー要素 7 1 2 は外側プーリー要素 7 1 3 と第 1 の駆動要素対 A 1、A 2 との間に位置する。好適には、内側プーリー要素 7 1 2 は、外側プーリー要素 7 1 3 に当接する。内側プーリー要素 7 1 2 は外側プーリー要素 7 1 3 に固定されてもよい。内側プーリー要素 7  
50

１２は外側プーリー要素７１３と一体に形成されてもよい。第２のプーリー７０２は内側プーリー要素７１４と外側プーリー要素７１５とを含む。内側プーリー要素７１４は外側プーリー要素７１５と第１の駆動要素対Ａ１、Ａ２の間に位置している。好適には、内側プーリー要素７１４は、外側プーリー要素７１５に当接する。内側プーリー要素７１４は、外側プーリー要素７１５に固定されてもよい。内側プーリー要素７１４は、外側プーリー要素７１５と一体的に形成されてもよい。各プーリー要素は、駆動要素をはめるための溝を備える。

#### 【００５７】

第２の駆動要素対Ｂ１、Ｂ２は、プーリー第２組の第１のプーリーの内側プーリー要素７１２と、プーリー第２組の第２のプーリーの外側プーリー要素７１５の周りを移動するように拘束される。第２の駆動要素対Ｂ１、Ｂ２は、プーリー第１組の第１のプーリーの内側プーリー要素７０８と、プーリー第１組の第２のプーリーの外側プーリー要素７１１の周りを移動するように拘束される。

10

#### 【００５８】

第３の駆動要素対Ｃ１、Ｃ２は、プーリー第２組の第１のプーリーの外側プーリー要素７１３と、プーリー第２組の第２のプーリーの内側プーリー要素７１４との周りを移動するように拘束される。第３の駆動要素対Ｃ１、Ｃ２は、プーリー第１組の第１のプーリーの外側プーリー要素７０９と、プーリー第１組の第２のプーリーの内側プーリー要素７１０の周りを移動するように拘束される。

#### 【００５９】

20

したがって、第２の駆動要素対Ｂ１、Ｂ２は、第３の駆動要素対Ｃ１、Ｃ２に対して、プーリー第１組６０１および第２組６０２の周りに対称的に逆の経路を有する。エンドエフェクタがシャフトと一直線上にそろえられている器具の直線構成において、プーリー装置周りの第２の駆動要素対Ｂ１、Ｂ２の経路は、シャフト５１１の長手方向軸に関して、第３の駆動要素対Ｃ１、Ｃ２のプーリー装置周りの経路の回転対称である。第２および第３の駆動要素対、Ｂ１、Ｂ２およびＣ１、Ｃ２は、プーリー第２組６０２からシャフトの遠位端へと対称的な配置で出現する。図７からより容易に分かるように、駆動要素Ｂ１およびＣ２は、シャフトの一方の側で互いに隣接して出現し、駆動要素Ｃ１、Ｂ２は、シャフトの反対側で互いに隣接して出現する。シャフトにおける駆動要素Ｂ１、Ｃ２の配置は、シャフト５１１の長手方向軸に関して、シャフトにおける駆動要素Ｃ１、Ｂ２の配置の回転対称である。プーリー第２組６０２は、プーリー第１組６０１からシャフトへ、第２および第３の駆動要素対をこのように方向転換する。

30

#### 【００６０】

エンドエフェクタのプーリー装置をより詳細に説明したが、プーリーガードの役割をより容易に理解することが可能である。図６および図７を参照すると、プーリーガード５３９は、プーリー第２組６０２の第１のプーリー７０１を保護することがわかる。また、これらの要素がシャフト内へと延びるときに、そのプーリーに巻き付けられた駆動要素Ｂ１およびＣ２を保護する。すなわち、プーリーガード５３９は、プーリー７０１とシャフトの遠位端部との間に延びる駆動要素の一部を遮蔽する。図５Ｄを参照して最も明確に見られるように、プーリーガード５３９は、プーリー７０１に巻きつく駆動要素を部分的に囲む内側側壁５４１（図では上端のみを見ることができる）を備える。これにより、駆動要素を遮蔽しやすくなる。

40

#### 【００６１】

同様に、プーリーガード５３８は、プーリー第２組６０２の第２のプーリー７０２を保護する。また、プーリーの周りに巻き付けられた駆動要素Ｂ２およびＣ１を、それらの要素がシャフト内へと延びるときに保護する。プーリー７０２とシャフトの遠位端部との間に延びる駆動要素の部分は、プーリーガード５３８によって遮蔽される。図５Ｃを参照すると最も明確に見られるように、プーリーガード５３８は、プーリー７０２に巻きつく駆動要素を部分的に囲む内側側壁５４２（図では上端のみを見ることができる）を備える。これにより、駆動要素を遮蔽しやすくなる。

50

## 【 0 0 6 2 】

したがって、プーリーガードは、プーリー第2組のプーリーと、それらのプーリーに巻きつく駆動要素とを遮蔽する。したがって、プーリーガードは、エンドエフェクタ501の動作中にプーリーおよび駆動要素との望ましくない干渉を防止するのに有利に役立ることができる。

## 【 0 0 6 3 】

さらに、プーリーガードは、エンドエフェクタの組立てを助けることができる。なぜなら、プーリーガードは、プーリー701, 702に巻きつく駆動要素を部分的に囲む。よって、プーリーガードは、組立て中にプーリー701, 702を正しい位置に配置することを補助するために使用される位置合わせ点を形成することができる。例えば、内側側壁の曲面は、プーリーをそれらの表面によって画定される経路内にはまるように配置することにより、プーリー701, 702を正確に整合させるために使用することができる。事実上、プーリーガードは、プーリー701, 702が組み立て中に配置され得る場所にさらなる拘束を行うことができる。プーリーを配置する可能性がある場所へのより厳しい拘束は、クレビスユニット内のプーリーの位置決めを導くのに役立てることができる。

## 【 0 0 6 4 】

さらに、プーリー装置は方向転換プーリーの一对716, 717を含む。これらの方向転換プーリーは、第1のジョイント506と第2および第3のジョイント507, 513との間の関節505にある。方向転換プーリーは、第2の駆動要素対B1, B2をプーリー第1組601から第2のジョイント507へと導き、第3の駆動要素対C1, C2をプーリー第1組601から第3のジョイント513に導くように配置される。方向転換プーリーは、支持体に取り付けることができる。

## 【 0 0 6 5 】

第2の駆動要素対B1, B2は、第1の方向転換プーリー716を経由して移動するように拘束されている。第1の方向転換プーリー716は第1の方向転換プーリー軸718の周りで回転する。第1の方向転換プーリー軸718の第1の軸510に対する角度は角度である。角度は、第2の駆動要素対の1つ目B1がプーリー第1組601の第1のプーリー705のテイクオフポイントから第2のジョイント507上のピックアップポイント721に導かれるような角度である。好適には、第1の方向転換プーリー716は、駆動要素B1をはめる溝を含む。第3の駆動要素対C1, C2は、第1の方向転換プーリー716を経由して移動するように拘束されない。しかし、第3の駆動要素対の2つ目C2は、第3のジョイント513のテイクオフポイントとプーリー第1組601の第1のプーリー705上のピックアップポイントとの間で第1の方向転換プーリー716の傍を通過する。駆動要素C2は、第1の方向転換プーリー716によって部分的に囲まれてもよい。例えば、駆動要素C2は、第1の方向転換プーリー716の溝のウイングの間を部分的に通過することができるが、駆動要素C2は、第1の方向転換プーリー716の溝内にはめられない。

## 【 0 0 6 6 】

第3の駆動要素対C1, C2は、第2の方向転換プーリー717を経由して移動するように制限されている。第2の方向転換プーリー717は、第2の方向転換プーリー軸719の周りで回転する。第2の方向転換プーリー軸719の第1の軸510に対する角度は、角度である。角度は、第3の駆動要素対の1つ目C1が、プーリー第1組601の第2のプーリー706のテイクオフポイント720から第3のジョイント513上のピックアップポイントに導かれるような角度である。好適には、第2の方向転換プーリー717は、駆動要素C1をはめる溝を含む。第2の駆動要素対B1, B2は、第2の方向転換プーリー717を経由して移動するように拘束されない。しかし、第2の駆動要素対の2つ目B2は、第2のジョイント507のテイクオフポイントとプーリー第1組601の第2のプーリー706上のピックアップポイントとの間で第2の方向転換プーリー717の傍を通過する。駆動要素B2は、第2の方向転換プーリー717によって部分的に囲まれてもよい。例えば、駆動要素B2は、第2の方向転換プーリー717の溝のウイングの間

10

20

30

40

50

を部分的に通過することができるが、駆動要素 B 2 は、第 2 の方向転換プーリー 7 1 7 の溝にはめられない。

#### 【 0 0 6 7 】

テイクオフポイントは、駆動要素がプーリーと接触しなくなる点である。ピックアップポイントは、駆動要素が最初にプーリーに接触する点である。第 1 のプーリーから第 2 のプーリーへ直接渡る駆動要素については、第 1 のプーリーからの駆動要素のテイクオフポイントと、第 2 のプーリー上の駆動要素のピックアップポイントは、第 1 のプーリーおよび第 2 のプーリーの両方への接線上の点である。テイクオフポイントは、接線が第 1 のプーリーと交差する場所である。ピックアップポイントは、接線が第 2 のプーリーと交差する場所である。これは説明のためだけのものであり、駆動要素の厚さを無視できるものとして扱っている。したがって、現実には、接線は駆動要素の厚さに等しい厚さを有し、テイクオフポイントは接線の一方の側が第 1 のプーリーと出会う場所であり、ピックアップポイントは接線の他方の側が第 2 のプーリーと出会う場所である。

10

#### 【 0 0 6 8 】

方向転換プーリー 7 1 6 は、方向転換プーリー 7 1 6 が存在しない場合に比して、駆動要素 B 1 が第 2 のジョイント 5 0 7 の周りをより完全に囲むようにする。これにより、駆動要素 B 1 と第 2 のジョイント 5 0 7 間の係合の長さを増加させる。これにより、駆動要素 B 1 は、第 2 のジョイント 5 0 7 の周りをより大きく移動する。したがって、駆動要素 B 1 は、方向転換プーリー 7 1 6 が存在しない場合に発生し得るよりも大きい、第 2 の軸 5 1 2 周りのエンドエフェクタ要素 5 0 2 の回転を引き起こすことができる。方向転換プーリー 7 1 6 は、第 2 のジョイント 5 0 7 上の駆動要素 B 1 のピックアップポイントを、方向転換プーリー 7 1 6 が存在しない場合と比較して変化させる。

20

#### 【 0 0 6 9 】

方向転換プーリー 7 1 7 は、方向転換プーリー 7 1 7 が存在しない場合よりも、駆動要素 C 1 が第 3 のジョイント 5 1 3 の周りをより完全に囲むようにする。それによって、駆動要素 C 1 と第 3 のジョイント 5 1 3 間の係合の長さを増加させる。これにより、駆動要素 C 1 は、第 3 のジョイント 5 1 3 の周りをより大きく移動する。したがって、方向転換プーリー 7 1 7 が存在しない場合に発生し得るよりも大きい、第 2 の軸 5 1 2 の周りのエンドエフェクタ要素 5 0 3 の回転を引き起こすことができる。方向転換プーリー 7 1 7 は、第 3 のジョイント 5 1 3 上の駆動要素 C 1 のピックアップポイントを、方向転換プーリー 7 1 7 が存在しない場合と比較して変化させる。

30

#### 【 0 0 7 0 】

方向転換プーリーは、それぞれ、関節の両側で、関節の外側縁部に向かって配置される。これは、図 5 A においてより容易に見られる。図 6 A に見られるように、各方向転換プーリーは、関節の両側において関節の長手方向軸と関節の外形との間に位置する。好適には、各方向転換プーリーの直径は、利用可能な空間に対して最大化される。換言すれば、方向転換プーリーは可能な限り大きく、一方の駆動要素がプーリーの一方の側においてプーリーと係合し、他方の駆動要素がプーリーの反対側においてプーリーの隣を引っかかることなく通過することができ、プーリーと 2 つの駆動要素が関節の外形内に被包される。

#### 【 0 0 7 1 】

第 1 の方向転換プーリー 7 1 6 は、以下の 3 つの点によって定義される平面内に配置される。( i ) プーリー第 1 組 6 0 1 の第 1 のプーリー 7 0 5 からの駆動要素 B 1 の所望のテイクオフポイント、( i i ) 第 2 のジョイント 5 0 7 上の駆動要素 B 1 の所望のピックアップポイント、および( i i i ) 関節の境界上の点であり、第 1 の方向転換プーリー 7 1 6 が、平面内に位置するときに関節の境界内に被包されるような点である。好適には、第 1 の方向転換プーリー 7 1 6 は、可能な限り大きくされながらもこの平面内に位置し、関節の外形内に被包され、駆動要素 C 2 の経路を妨げず、駆動要素 B 1 がその周りを自由に移動することを可能にする。

40

#### 【 0 0 7 2 】

第 2 の方向転換プーリー 7 1 7 は、以下の 3 つの点によって定義される平面内に配置さ

50

れる。( i ) プーリー第 1 組 6 0 1 の第 2 のプーリー 7 0 6 からの駆動要素 C 1 の所望のテイクオフポイント、( i i ) 第 3 のジョイント 5 1 3 上の駆動要素 C 1 の所望のピックアップポイント、および( i i i ) 関節の境界上の点であって、第 2 の方向転換プーリー 7 1 7 が平面内に位置するとき関節の境界内に被包されるような点である。好適には、第 2 の方向転換プーリー 7 1 7 は、可能な限り大きくされながらもこの平面内に位置し、関節の外形内に被包され、駆動要素 B 2 の経路を妨げず、駆動要素 C 1 がその周りを自由に移動することを可能にする。

【 0 0 7 3 】

所望のテイクオフポイントおよびピックアップポイントは、第 2 の軸周りのエンドエフェクタ要素の所望の最大回転を可能にするように、第 2 および第 3 のジョイントの周りの駆動要素の所望の移動を可能にするように決定される。

【 0 0 7 4 】

第 1 および第 2 の方向転換プーリーは、異なる平面に配置される。図 6 A に見られるように、これらの平面は、第 1 の軸 5 1 0 に垂直な平面に関して対称であってもよい。これらの平面は、第 1 の軸 5 1 0 に垂直な平面に関して回転対称であってもよい。具体的には、これらの平面は、第 1 の軸 5 1 0 に垂直な平面内の線に関して回転対称であってもよい。器具が図 6 A に示される直線的な構成であるとき、これらの平面は、シャフト 5 1 1 の長手方向軸を中心として回転対称である。これは 2 次回転対称である。これらの平面は、第 1 の軸 5 1 0 に垂直な平面における互いの反射であってもよい。図示の例では、エンドエフェクタ要素 5 0 2、5 0 3 は回転対称であり、ジョイント 5 0 7、5 1 3 の周りの駆動要素の経路は回転対称である。あるいは、エンドエフェクタ要素 5 0 2、5 0 3 の軸は回転非対称であってもよく、かつ/またはジョイント 5 0 7、5 1 3 の周りの駆動要素の経路は非対称であってもよい。ジョイント 5 0 7 および 5 1 3 の周りの駆動要素の経路は、(異なる張力比を持たせるために) ジョイントの直径を異ならせたこと、および/または、ジョイントを支持体 5 0 9 の中心線から異なるオフセットに配置したことの結果として、非対称であってもよい。これらの代替例のいずれにおいても、第 1、第 2 の方向転換プーリー 7 1 6、7 1 7 は、回転対称ではないだろう。それらは、先に説明したように、駆動要素に所望のテイクオフポイントおよびピックアップポイントを持たせるために、異なるサイズおよび/または異なる位置を有することになるだろう。

【 0 0 7 5 】

好適には、プーリー第 1 組、プーリー第 2 組および方向転換プーリーを含む全プーリー装置は、第 1 の軸 5 1 0 に垂直な平面に関して対称である。具体的には、プーリー第 1 組の第 1 のプーリー 7 0 5、プーリー第 2 組の第 1 のプーリー 7 0 1、第 1 の方向転換プーリー 7 1 6 を含む第 1 の部分的装置は、プーリー第 1 組の第 2 のプーリー 7 0 6、プーリー第 2 組の第 2 のプーリー 7 0 2、および第 2 の方向転換プーリー 7 1 7 を含む第 2 の部分的装置に対して第 1 の軸 5 1 0 に垂直な平面に関して回転対称である。好適には、第 1 の部分的装置は、第 1 の軸 5 1 0 に垂直な前記平面における、第 2 の部分的装置の反射である。第 2 の駆動要素対 B 1、B 2 は、第 3 の駆動要素対 C 1、C 2 がプーリー装置の周りを移動するように拘束されるやり方と回転対称で逆になるように、プーリー装置の周りを移動するように拘束される。プーリー装置は、説明された対称性を有するので、プーリー装置の周りに対称的に移動するように拘束された第 2 および第 3 の駆動要素も、同じ対称性を有する。このように、プーリー装置周りの第 2 の駆動要素対 B 1、B 2 の経路は、プーリー装置周りの第 3 の駆動要素対 C 1、C 2 の経路に対して回転対称である。

【 0 0 7 6 】

上記の例により、プーリー装置と 2 つのプーリーガードを有するクレビスユニットが説明された。別の構成で、クレビスユニットが、単一のプーリーガードのみを含んでもよいことが理解されるであろう。さらに、プーリーガードは、本明細書に記載された構成とは異なるプーリー装置を含むエンドエフェクタ内で実施することができる。このような装置は、例えば、方向転換プーリーを含んでいなくてもよい。別例の形態では、プーリー装置のプーリーは、2 つのプーリー要素で形成されなくてもよく、単一のプーリー要素で形成

されてもよい。プーリー装置は、本明細書に記載された例に含まれない追加のプーリーを有することができる。

【 0 0 7 7 】

本明細書で説明される例では、器具の関節は、3つのジョイントを含んだ。他の例では、関節は、より多い数またはより少ない数のジョイントを含むことができることが理解されるであろう。例えば、別の例では、エンドエフェクタは、1つのエンドエフェクタ要素のみを有することができる。この場合、関節は、第3のジョイント513、またはそのジョイントを駆動するための関連するプーリーおよび駆動要素を含んでいなくてもよい。

【 0 0 7 8 】

出願人はこれによって、ここに記載の各個別の特徴および2つ以上のそのような特徴の任意の組み合わせを別々に開示しており、そのような特徴または特徴の組み合わせが当業者の共通の一般的な知識に照らして全体として本明細書に基づいて実施されることが可能な程度に開示している。なお、そのような特徴または特徴の組み合わせが本明細書に開示される問題を解決するかどうかは関係がなく、またかかる具体的記載が特許請求の範囲を限定するものでもない。出願人は、本発明の態様は、このような個々の特徴または特徴の組み合わせから成ってもよいことを示している。以上の説明に鑑みて、種々の改変が本発明の範囲内でなされ得ることは当業者にとって明らかであろう。

10

20

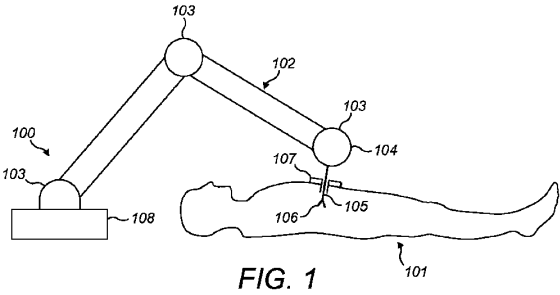
30

40

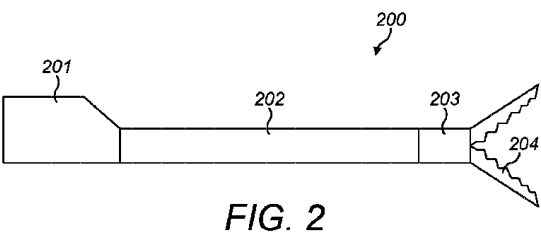
50

【図面】

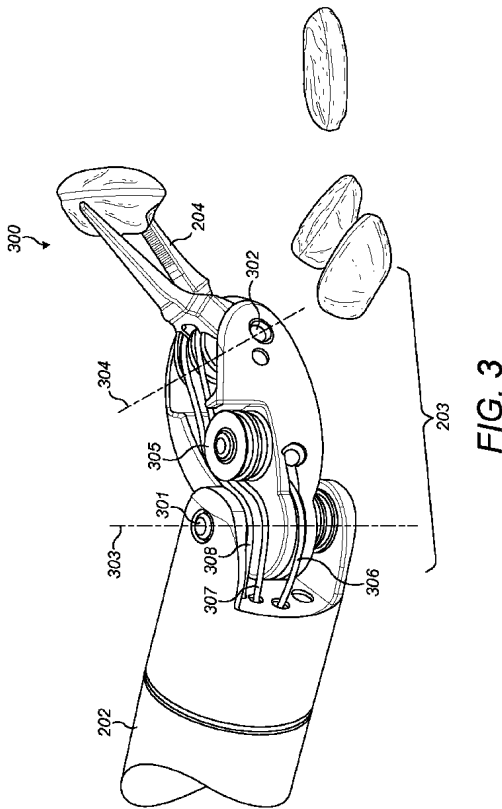
【図 1】



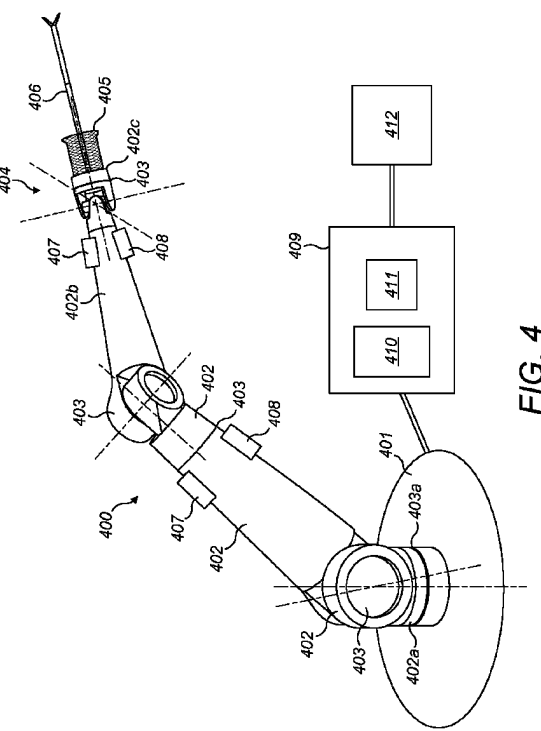
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

20

30

40

50

【図 5 A】

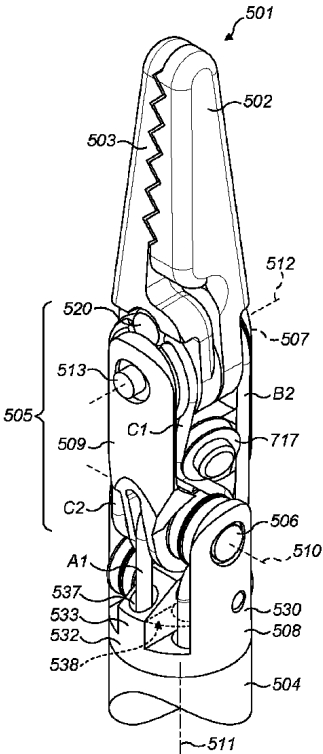


FIG. 5A

【図 5 B】

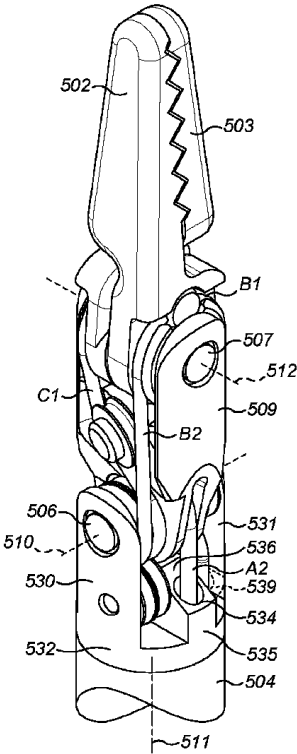


FIG. 5B

【図 5 C】

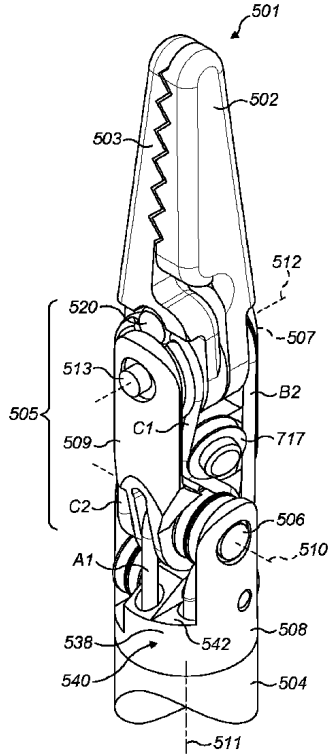


FIG. 5C

【図 5 D】

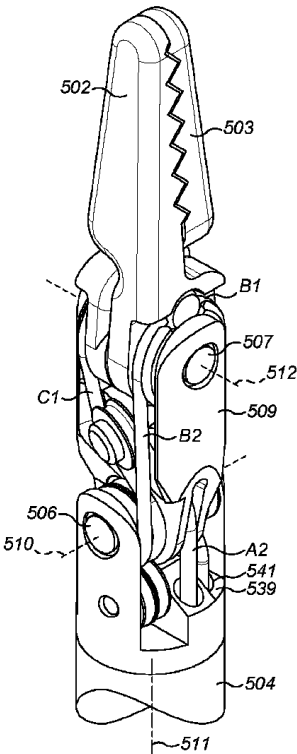


FIG. 5D

10

20

30

40

50

【図 6 A】

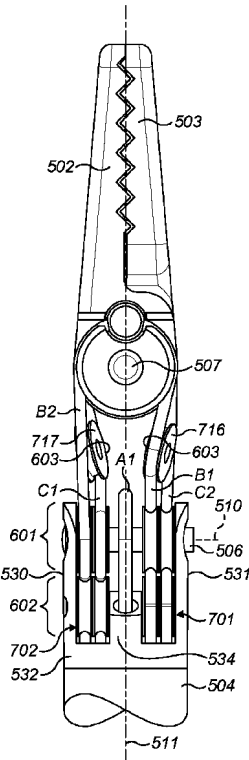


FIG. 6A

【図 6 B】

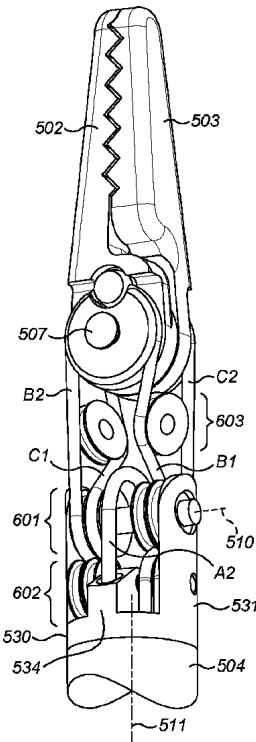
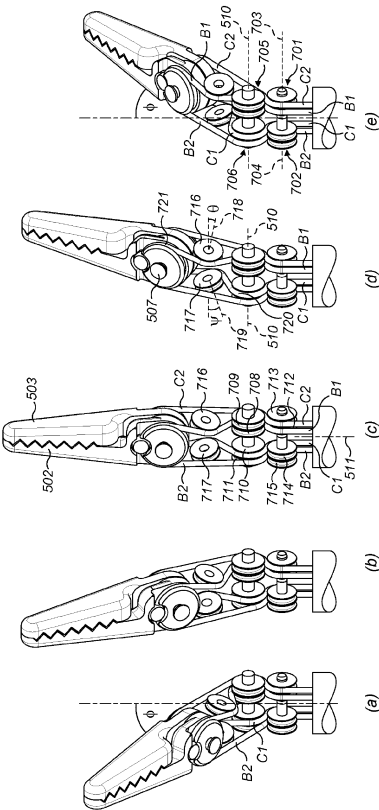


FIG. 6B

【図 7】



【図 8】

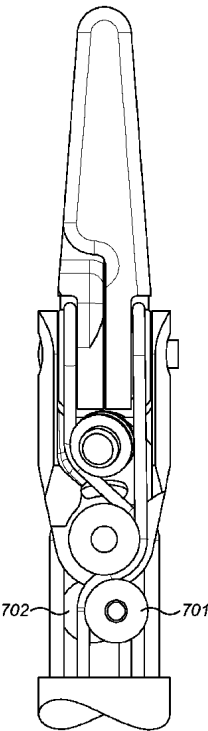


FIG. 8

10

20

30

40

50

## フロントページの続き

グリー ロード クロム リー ビジネス パーク ユニット 2 ケア オブ シーエムアール サージカル リミテッド

審査官 北村 龍平

- (56)参考文献 米国特許出願公開第 2 0 0 8 / 0 0 4 6 1 2 2 ( U S , A 1 )  
特表 2 0 1 5 - 5 0 1 6 9 7 ( J P , A )  
米国特許出願公開第 2 0 1 4 / 0 3 5 0 5 7 0 ( U S , A 1 )  
米国特許出願公開第 2 0 1 5 / 0 1 2 7 0 4 5 ( U S , A 1 )  
特開 2 0 1 1 - 2 0 0 5 9 3 ( J P , A )  
特表 2 0 1 6 - 5 1 8 1 6 0 ( J P , A )  
米国特許出願公開第 2 0 1 5 / 0 2 0 9 9 6 5 ( U S , A 1 )  
国際公開第 2 0 1 6 / 1 6 1 4 4 9 ( W O , A 1 )

- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)  
A 6 1 B 1 7 / 0 0 - 1 8 / 2 8  
3 4 / 0 0 - 3 4 / 3 7