

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7018441号

(P7018441)

(45)発行日 令和4年2月10日(2022.2.10)

(24)登録日 令和4年2月2日(2022.2.2)

(51)国際特許分類

F I

A 6 1 B 34/30 (2016.01)

A 6 1 B 34/30

請求項の数 15 (全25頁)

(21)出願番号	特願2019-519987(P2019-519987)	(73)特許権者	516210894
(86)(22)出願日	平成29年10月6日(2017.10.6)		シーエムアール・サージカル・リミテッ ド
(65)公表番号	特表2019-530530(P2019-530530 A)		CMR SURGICAL LIMITED
(43)公表日	令和1年10月24日(2019.10.24)		イギリス国, ケンブリッジシャー シー ビー 2 4 9 エヌジー, ケンブリッジ, ミルトン ロード, エヴォリューション ビジネス パーク 1
(86)国際出願番号	PCT/GB2017/053038	(74)代理人	100087941
(87)国際公開番号	WO2018/069679		弁理士 杉本 修司
(87)国際公開日	平成30年4月19日(2018.4.19)	(74)代理人	100112829
審査請求日	令和2年9月23日(2020.9.23)		弁理士 堤 健郎
(31)優先権主張番号	1617448.4	(74)代理人	100142608
(32)優先日	平成28年10月14日(2016.10.14)		弁理士 小林 由佳
(33)優先権主張国・地域又は機関	英国(GB)	(74)代理人	100154771

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 手術器具を関節駆動するための駆動配置

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

シャフトと、

第1エンドエフェクタエレメントと、

前記第1エンドエフェクタエレメントを前記シャフトの先端部に連結する関節部であって、前記第1エンドエフェクタエレメントは当該関節部に対して移動可能である関節部と、前記シャフトの基端部において、第1アクチュエータを備える駆動機構であって、前記第1アクチュエータは第1の駆動エレメントの対によって前記第1エンドエフェクタエレメントに連結されており、前記第1の駆動エレメントの対は、前記第1アクチュエータによって前記第1の駆動エレメントの対のうちの第1駆動エレメントに加えられる張力が、前記第1エンドエフェクタエレメントを前記関節部に対して第1移動方向に移動させ、かつ、前記第1の駆動エレメントの対のうちの第2駆動エレメントに加えられる張力が、前記第1エンドエフェクタエレメントを前記関節部に対して第2移動方向に移動させるように構成されている駆動機構と、

を備えるロボット手術器具であって、

前記第1の駆動エレメントの対のうちの前記第1駆動エレメントは、前記第1アクチュエータと前記第1エンドエフェクタエレメントとの間に第1経路を有し、前記第1の駆動エレメントの対のうちの前記第2駆動エレメントは、前記第1アクチュエータと前記第1エンドエフェクタエレメントとの間に第2経路を有し、前記第1エンドエフェクタエレメントに対して前記第1移動方向に伝達される前記張力の大きさが、前記第2移動方向に伝達

される前記張力の大きさよりも大きくなるように、前記第 1 経路は、前記第 2 経路よりも張力損失が小さいロボット手術器具。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のロボット手術器具において、第 2 エンドエフェクタエレメントをさらに備え、

前記関節部は、前記第 2 エンドエフェクタエレメントを前記シャフトの前記先端部に連結しており、前記第 2 エンドエフェクタエレメントは前記関節部に対して移動可能であり、前記駆動機構は第 2 アクチュエータを備え、前記第 2 アクチュエータは、第 2 の駆動エレメントの対によって前記第 2 エンドエフェクタエレメントに連結されており、前記第 2 の駆動エレメントの対は、前記第 2 アクチュエータによって前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの第 1 駆動エレメントに加えられる張力が、前記第 2 エンドエフェクタエレメントを前記関節部に対して前記第 2 移動方向に移動させ、かつ、前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの第 2 駆動エレメントに加えられる張力が、前記第 2 エンドエフェクタエレメントを前記関節部に対して前記第 1 移動方向に移動させるように構成されており、

前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントは、前記第 2 アクチュエータと前記第 2 エンドエフェクタエレメントとの間に第 3 経路を有し、前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 2 駆動エレメントは、前記第 2 アクチュエータと前記第 2 エンドエフェクタエレメントとの間に第 4 経路を有し、前記第 2 エンドエフェクタエレメントに対して前記第 2 移動方向に伝達される前記張力の大きさが、前記第 1 移動方向に伝達される前記張力の大きさよりも大きくなるように、前記第 3 経路は、前記第 4 経路よりも張力損失が小さいロボット手術器具。

【請求項 3】

請求項 2 に記載のロボット手術器具において、前記ロボット手術器具の、少なくとも前記関節部のジョイントおよびプーリの一方を備える内部構造体と接触する前記第 1 経路の接触長さが、前記ロボット手術器具の前記内部構造体と接触する前記第 2 経路の接触長さよりも短く、前記ロボット手術器具の前記内部構造体と接触する前記第 3 経路の接触長さが、前記ロボット手術器具の前記内部構造体と接触する前記第 4 経路の接触長さよりも短いロボット手術器具。

【請求項 4】

請求項 2 または 3 に記載のロボット手術器具において、前記第 1 経路の全体長さが、前記第 2 経路の全体長さよりも短く、前記第 3 経路の全体長さが、前記第 4 経路の全体長さよりも短いロボット手術器具。

【請求項 5】

請求項 2 から 4 のいずれか一項に記載のロボット手術器具において、前記第 1 経路は、前記第 3 経路と形状が一致し、前記第 2 経路は、前記第 4 経路と形状が一致するロボット手術器具。

【請求項 6】

請求項 2 から 5 のいずれか一項に記載のロボット手術器具において、前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントは、M 個のプーリの周りを移動するように拘束されており、前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 2 駆動エレメントは、N 個のプーリの周りを移動するように拘束されており、このとき、 $M < N$  または  $M < N - 1$  であり、

前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントは、J 個のプーリの周りを移動するように拘束されており、前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 2 駆動エレメントは K 個のプーリの周りを移動するように拘束されており、このとき、 $J < K$  または  $J < K - 1$  である、

ロボット手術器具。

【請求項 7】

請求項 6 に記載のロボット手術器具において、 $M = J$  であり、 $N = K$  であるロボット手術器具。

10

20

30

40

50

## 【請求項 8】

請求項 2 から 7 のいずれか一項に記載のロボット手術器具において、前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントの直径は、前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 2 駆動エレメントの直径よりも大きく、前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントの直径は、前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 2 駆動エレメントの直径よりも大きく、かつ / または、  
前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントは、前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 2 駆動エレメントよりも少ない数の、より太いストランドから構成されており、前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントは、前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 2 駆動エレメントよりも少ない数の、より太いストランドから構成されているロボット手術器具。

10

## 【請求項 9】

請求項 2 から 8 のいずれか一項に記載のロボット手術器具において、各前記駆動エレメントの対のうちの前記第 1 および第 2 駆動エレメントは、一体に形成されているロボット手術器具。

## 【請求項 10】

請求項 2 から 9 のいずれか一項に記載のロボット手術器具において、前記第 1 エンドエフェクタエレメントは、第 1 軸心を中心として前記関節部に対して回動可能であり、前記第 1 の駆動エレメントの対は、前記第 1 アクチュエータによって前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントに加えられる前記張力が、前記第 1 エンドエフェクタエレメントを、前記第 1 軸心を中心として第 1 回動方向に回動させ、かつ、前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 2 駆動エレメントに加えられる前記張力が、前記第 1 エンドエフェクタエレメントを、前記第 1 軸心を中心として第 2 回動方向に回動させるように構成されており、

20

前記第 2 エンドエフェクタエレメントは、前記第 1 軸心を中心として前記関節部に対して回動可能であり、前記第 2 の駆動エレメントの対は、前記第 2 アクチュエータによって前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントに加えられる張力が、前記第 2 エンドエフェクタエレメントを、前記第 1 軸心を中心として前記第 2 回動方向に回動させ、かつ、前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 2 駆動エレメントに加えられる前記張力が、前記第 2 エンドエフェクタエレメントを、前記第 1 軸心を中心として前記第 1 回動方向に回動させるように構成されている、  
ロボット手術器具。

30

## 【請求項 11】

請求項 10 に記載のロボット手術器具において、前記第 1 アクチュエータによって前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントに加えられる張力が、前記第 1 エンドエフェクタエレメントを、前記第 2 エンドエフェクタエレメントに向かって回動させ、かつ、前記第 2 アクチュエータによって前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントに加えられる張力が、前記第 2 エンドエフェクタエレメントを、前記第 1 エンドエフェクタエレメントに向かって回動させるように構成されているロボット手術器具。

40

## 【請求項 12】

請求項 10 に記載のロボット手術器具において、前記第 1 アクチュエータによって前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントに加えられる張力が、前記第 1 エンドエフェクタエレメントを、前記第 2 エンドエフェクタエレメントから離れる方向に回動させ、かつ、前記第 2 アクチュエータによって前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントに加えられる張力が、前記第 2 エンドエフェクタエレメントを、前記第 1 エンドエフェクタエレメントから離れる方向に回動させるように構成されているロボット手術器具。

## 【請求項 13】

請求項 10 から 12 のいずれか一項に記載のロボット手術器具において、前記第 1 および

50

第 2 エンドエフェクタエレメントは、エンドエフェクタの向かい合う第 1 および第 2 のジョーであるロボット手術器具。

【請求項 1 4】

請求項 2 から 9 のいずれか一項に記載のロボット手術器具において、前記第 1 エンドエフェクタエレメントは、前記関節部に対して直線的に変位可能であり、前記第 1 の駆動エレメントの対は、前記第 1 アクチュエータによって前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントに加えられる前記張力が、前記第 1 エンドエフェクタエレメントを、第 1 直線方向に直線的に変位させ、かつ、前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 2 駆動エレメントに加えられる前記張力が、前記第 1 エンドエフェクタエレメントを、前記第 1 直線方向とは反対方向である第 2 直線方向に直線的に変位させるように構成されており、前記第 2 エンドエフェクタエレメントは、前記関節部に対して直線的に変位可能であり、前記第 2 の駆動エレメントの対は、前記第 2 アクチュエータによって前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントに加えられる前記張力が、前記第 2 エンドエフェクタエレメントを、前記第 1 直線方向に直線的に変位させ、かつ、前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 2 駆動エレメントに加えられる前記張力が、前記第 2 エンドエフェクタエレメントを、前記第 2 直線方向に直線的に変位させるように構成されているロボット手術器具。

10

【請求項 1 5】

請求項 1 4 に記載のロボット手術器具において、前記第 1 エンドエフェクタエレメントは、ステープラの一部であるロボット手術器具。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

手術を支援および実行するためにロボットを使用することが知られている。

【背景技術】

【0 0 0 2】

図 1 には、基台 1 0 8、アーム 1 0 2 および器具 1 0 5 で構成される典型的な手術ロボット 1 0 0 が示されている。上記基台は、当該ロボットを支持し、かつ、それ自体も例えば手術室の床、手術室の天井、トロリー等に強固に取り付けられている。上記アームは、上記基台と上記器具との間を延びている。上記アームは当該アームの長さに沿って、上記手術器具を患者に対して所望の位置に配置するために用いられる複数のフレキシブルジョイント 1 0 3 によって関節駆動される。上記手術器具は、このロボットアームの先端部 1 0 4 に取り付けられている。上記手術器具は、ポート 1 0 7 で、手術部位にアクセスするように患者 1 0 1 の体内に進入する。上記器具は当該器具の先端部に、医療処置を行うためのエンドエフェクタ 1 0 6 を備えている。

30

【0 0 0 3】

図 2 には、ロボット腹腔鏡下手術を実行するための典型的な手術器具 2 0 0 が示されている。この手術器具はベース 2 0 1 を備え、当該手術器具はベース 2 0 1 を介して上記ロボットアームに接続されている。ベース 2 0 1 と関節部 2 0 3 との間には、シャフト 2 0 2 が延びている。関節部 2 0 3 は、エンドエフェクタ 2 0 4 で終端する。図 2 では、エンドエフェクタ 2 0 4 として一对の鋸歯状のジョーが図示されている。関節部 2 0 3 により、エンドエフェクタ 2 0 4 がシャフト 2 0 2 に対して移動することが可能である。当該関節部により、エンドエフェクタ 2 0 4 の動きに少なくとも 2 の自由度が付与されることが望ましい。

40

【0 0 0 4】

ロボット手術器具は長さが長く、外径が細い。通常、その長さは約 4 0 c m であり、直径は 8 m m である。図 3 には、ピッチジョイント 3 0 1 および 2 つのヨージョイント 3 0 2 によって、シャフト 2 0 2 に対してエンドエフェクタ 2 0 4 を移動させることができる公知の手術器具 3 0 0 の例が示されている。ジョイント 3 0 1 により、エンドエフェクタ 2 0 4 を、ピッチ軸心 3 0 3 を中心として回転させることが可能である。ジョイント 3 0 2

50

により、エンドエフェクタ 204 の各ジョーを、ヨー軸心 304 を中心として回転させることが可能である。ヨー軸心を中心として反対方向にこれらのジョーを回転させることにより、組織を把持および解除することが可能である。上記のジョイントは、ケーブル 306, 307 および 308 によって駆動される。

【0005】

ベース 201 においてケーブル 307 および 308 に加えられる張力により、ヨー軸心 304 を中心としたエンドエフェクタのジョーの回転が生じる。上記の器具の長細い形態の結果として、ベース 201 においてケーブル 307 および 308 に加えられる張力を増幅させるために利用できるモーメントは制限されている。各ケーブルに加えることができる力は、その構造や、ケーブルがその末端でどのように固定されているかによって制限される。よって、エンドエフェクタのジョーがその間で物体を把持することができる力は制限されている。手術医が、組織を操作し、切断作業を行い、また針などの他の道具を掴むことを補助するために、エンドエフェクタの利用可能な把持力を増大させることが望ましい。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

さらに、患者の皮膚を切開するサイズを最小限とし、患者体内における断裂を最小限に留めるために、器具の外径を小さくすることが望ましい。これにより、器具シャフトおよび関節部に収容できるケーブルのサイズが小さくなるので、エンドエフェクタに加えることができる力がさらに小さくなる。

【0007】

器具の外径を小さくし、かつエンドエフェクタのジョーの把持力を高めるという競合するニーズを満たすことが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一態様によると、シャフトと、第 1 エンドエフェクタエレメントと、前記第 1 エンドエフェクタエレメントを前記シャフトの先端部に連結する関節部であって、前記第 1 エンドエフェクタエレメントは当該関節部に対して移動可能である関節部と、前記シャフトの基端部において、第 1 アクチュエータを備える駆動機構であって、前記第 1 アクチュエータは第 1 の駆動エレメントの対によって前記第 1 エンドエフェクタエレメントに連結されており、前記第 1 の駆動エレメントの対は、前記第 1 アクチュエータによって前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの第 1 駆動エレメントに加えられる張力が、前記第 1 エンドエフェクタエレメントを前記関節部に対して第 1 移動方向に移動させ、かつ、前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの第 2 駆動エレメントに加えられる張力が、前記第 1 エンドエフェクタエレメントを前記関節部に対して第 2 移動方向に移動させるように構成されている駆動機構と、を備えるロボット手術器具であって、前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントは、前記第 1 アクチュエータと前記第 1 エンドエフェクタエレメントとの間に第 1 経路を有し、前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 2 駆動エレメントは、前記第 1 アクチュエータと前記第 1 エンドエフェクタエレメントとの間に第 2 経路を有し、前記第 1 エンドエフェクタエレメントに対して前記第 1 移動方向に伝達される前記張力の大きさが、前記第 2 移動方向に伝達される前記張力の大きさよりも大きくなるように、前記第 1 経路は、前記第 2 経路よりも張力損失が小さいロボット手術器具が提供される。

【0009】

前記ロボット手術器具は、第 2 エンドエフェクタエレメントをさらに備え、前記関節部は、前記第 2 エンドエフェクタエレメントを前記シャフトの前記先端部に連結しており、前記第 2 エンドエフェクタエレメントは前記関節部に対して移動可能であり、前記駆動機構は第 2 アクチュエータを備え、前記第 2 アクチュエータは、第 2 の駆動エレメントの対によって前記第 2 エンドエフェクタエレメントに連結されており、前記第 2 の駆動エレメントの対は、前記第 2 アクチュエータによって前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの第 1

駆動エレメントに加えられる張力が、前記第 2 エンドエフェクタエレメントを前記関節部に対して前記第 2 移動方向に移動させ、かつ、前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの第 2 駆動エレメントに加えられる張力が、前記第 2 エンドエフェクタエレメントを前記関節部に対して前記第 1 移動方向に移動させるように構成されており、前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントは、前記第 2 アクチュエータと前記第 2 エンドエフェクタエレメントとの間に第 3 経路を有し、前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 2 駆動エレメントは、前記第 2 アクチュエータと前記第 2 エンドエフェクタエレメントとの間に第 4 経路を有し、前記第 2 エンドエフェクタエレメントに対して前記第 2 移動方向に伝達される前記張力の大きさが、前記第 1 移動方向に伝達される前記張力の大きさよりも大きくなるように、前記第 3 経路は、前記第 4 経路よりも張力損失が小さい構成としてもよい。

10

**【 0 0 1 0 】**

前記ロボット手術器具の内部構造体と接触する前記第 1 経路の接触長さが、前記ロボット手術器具の内部構造体と接触する前記第 2 経路の接触長さよりも短くてもよい。前記ロボット手術器具の内部構造体と接触する前記第 3 経路の接触長さが、前記ロボット手術器具の内部構造体と接触する前記第 4 経路の接触長さよりも短くてもよい。

**【 0 0 1 1 】**

前記第 1 経路の全体長さが、前記第 2 経路の全体長さよりも短くてもよい。前記第 3 経路の全体長さが、前記第 4 経路の全体長さよりも短くてもよい。

**【 0 0 1 2 】**

20

前記第 1 経路は、前記第 3 経路と形状が一致してもよい。前記第 2 経路は、前記第 4 経路と形状が一致してもよい。

**【 0 0 1 3 】**

前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントは、M 個のプーリの周りを移動するように拘束されていてもよく、前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 2 駆動エレメントは、N 個のプーリの周りを移動するように拘束されていてもよい。このとき、 $M < N$  である。一実施例では、 $M < N - 1$  である。例えば、 $M = 4$  であり、 $N = 6$  である。

**【 0 0 1 4 】**

前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントは、J 個のプーリの周りを移動するように拘束されていてもよく、前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 2 駆動エレメントは K 個のプーリの周りを移動するように拘束されていてもよい。このとき、 $J < K$  である。一実施例では、 $J < K - 1$  である。例えば、 $M = J$  であり、 $N = K$  である。

30

**【 0 0 1 5 】**

前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントの直径は、前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 2 駆動エレメントの直径よりも大きくてもよい。前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントは、前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 2 駆動エレメントよりも少ない数の、より太いストランドから構成されていてもよい。

40

**【 0 0 1 6 】**

前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントの直径は、前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 2 駆動エレメントの直径よりも大きくてもよい。前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントは、前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 2 駆動エレメントよりも少ない数の、より太いストランドから構成されていてもよい。

**【 0 0 1 7 】**

各前記駆動エレメントは、スポークを備えていてもよい。

**【 0 0 1 8 】**

各前記駆動エレメントは、ケーブルであってもよい。

50

## 【 0 0 1 9 】

各前記駆動エレメントは、その経路に沿って圧縮力および張力に抵抗してもよい。

## 【 0 0 2 0 】

各前記駆動エレメントの対のうちの前記第 1 および第 2 駆動エレメントは、一体に形成されていてもよい。

## 【 0 0 2 1 】

前記第 1 エンドエフェクタエレメントは、第 1 軸心を中心として前記関節部に対して回転可能であってもよく、前記第 1 の駆動エレメントの対は、前記第 1 アクチュエータによって前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントに加えられる前記張力が、前記第 1 エンドエフェクタエレメントを、前記第 1 軸心を中心として第 1 回転方向に回転させ、かつ、前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 2 駆動エレメントに加えられる前記張力が、前記第 1 エンドエフェクタエレメントを、前記第 1 軸心を中心として第 2 回転方向に回転させるように構成されていてもよい。

10

## 【 0 0 2 2 】

前記第 2 エンドエフェクタエレメントは、前記第 1 軸心を中心として前記関節部に対して回転可能であってもよく、前記第 2 の駆動エレメントの対は、前記第 2 アクチュエータによって前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントに加えられる張力が、前記第 2 エンドエフェクタエレメントを、前記第 1 軸心を中心として前記第 2 回転方向に回転させ、かつ、前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 2 駆動エレメントに加えられる前記張力が、前記第 2 エンドエフェクタエレメントを、前記第 1 軸心を中心として前記第 1 回転方向に回転させるように構成されていてもよい。

20

## 【 0 0 2 3 】

前記ロボット手術器具は、前記第 1 アクチュエータによって前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントに加えられる張力が、前記第 1 エンドエフェクタエレメントを、前記第 2 エンドエフェクタエレメントに向かって回転させ、かつ、前記第 2 アクチュエータによって前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントに加えられる張力が、前記第 2 エンドエフェクタエレメントを、前記第 1 エンドエフェクタエレメントに向かって回転させるように構成されていてもよい。

## 【 0 0 2 4 】

前記ロボット手術器具は、前記第 1 アクチュエータによって前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントに加えられる張力が、前記第 1 エンドエフェクタエレメントを、前記第 2 エンドエフェクタエレメントから離れる方向に回転させ、かつ、前記第 2 アクチュエータによって前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントに加えられる張力が、前記第 2 エンドエフェクタエレメントを、前記第 1 エンドエフェクタエレメントから離れる方向に回転させるように構成されていてもよい。

30

## 【 0 0 2 5 】

前記第 1 および第 2 エンドエフェクタエレメントは、エンドエフェクタの向かい合う第 1 および第 2 のジョーであってもよい。

## 【 0 0 2 6 】

前記第 1 エンドエフェクタエレメントは、前記関節部に対して直線的に変位可能であってもよく、前記第 1 の駆動エレメントの対は、前記第 1 アクチュエータによって前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントに加えられる前記張力が、前記第 1 エンドエフェクタエレメントを、第 1 直線方向に直線的に変位させ、かつ、前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 2 駆動エレメントに加えられる前記張力が、前記第 1 エンドエフェクタエレメントを、前記第 1 直線方向とは反対方向である第 2 直線方向に直線的に変位させるように構成されていてもよい。

40

## 【 0 0 2 7 】

前記第 2 エンドエフェクタエレメントは、前記関節部に対して直線的に変位可能であってもよく、前記第 2 の駆動エレメントの対は、前記第 2 アクチュエータによって前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントに加えられる前記張力が、前記第 2

50

エンドエフェクタエレメントを、前記第 1 直線方向に直線的に変位させ、かつ、前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 2 駆動エレメントに加えられる前記張力が、前記第 2 エンドエフェクタエレメントを、前記第 2 直線方向に直線的に変位させるように構成されていてもよい。

【 0 0 2 8 】

前記第 1 エンドエフェクタエレメントは、ステーブラの一部であってもよい。前記第 2 エンドエフェクタエレメントは、ステーブラの一部であってもよい。

【 0 0 2 9 】

以下において、あくまでも例示的に、本発明について添付の図面を参照しながら説明する。

【図面の簡単な説明】

10

【 0 0 3 0 】

【図 1】医療処置を実行する手術用ロボットの図である。

【図 2】公知の手術器具の図である。

【図 3】手術器具の関節駆動型エンドエフェクタの公知の構成である。

【図 4】手術器具の先端部の構成を示す図である。

【図 5】図 4 の関節駆動型エンドエフェクタの一方のジョーを駆動するためのケーブル経路の図である。

【図 6】図 4 の関節駆動型エンドエフェクタの他方のジョーを駆動するためのケーブル経路の図である。

【図 7】ステーブラアプリケーションの直線変位を駆動するためのケーブル経路の図である。

20

【図 8】ステーブラブレードの直線変位を駆動するためのケーブル経路の図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 3 1 】

図 4 には、例示的なロボット手術器具の先端部の模式図が示されている。この手術器具は全体として、図 2 に示された一般的な形態を有する。換言すれば、この手術器具は、当該手術器具を手術用ロボットアームに連結するベース 201 を備える。この器具ベースは、当該器具ベースがロボットアームの末端に着脱可能に取り付けられるように、手術用ロボットアームの末端と協働的に設計されている。ベース 201 と関節部 203 との間に、シャフト 202 が延びている。関節部 203 は、その基端部においてシャフト 202 に連結されており、その先端部において、エンドエフェクタ 204 に取り付けるために適したアタッチメントに連結されている。前記シャフト 202 および関節部 203 はすべて中空状である。これにより、これらの部分に駆動エレメントを通して、エンドエフェクタ 204 を作動させることが可能である。また、手術器具の重量も低減される。関節部 203 の本体は、図をわかりやすくするために、図 4 から省略されている。

30

【 0 0 3 2 】

前記器具の直径は 8 mm 未満である。好適には、前記器具の直径は 5 mm である。前記器具の直径は 5 mm 未満であってもよい。前記器具の直径は、前記シャフトの直径であってもよい。前記器具の直径は、前記関節部のプロフィールの直径であってもよい。好適には、前記関節部のプロフィールの直径は、前記シャフトの直径以下である。

【 0 0 3 3 】

40

図 4 のエンドエフェクタは、2 つの向かい合うエンドエフェクタエレメント 401 および 402 を有し、これらは、その間で物体を操作するために協働することができる。エンドエフェクタは、このように機能することができる任意の適切な形状であってもよい。例えば、前記エンドエフェクタは、平らなジョー、鋸歯状のジョー、グリッパー、ピンセット、鉗、一對のブレード、ステーブラ、クランプ、焼灼器のいずれであってもよい。図 4 に示されたエンドエフェクタエレメントは、対向する第 1 のジョー 401 および第 2 のジョー 402 である。

【 0 0 3 4 】

関節部 203 は、エンドエフェクタ 204 に前記器具のシャフト 202 に対して様々な姿勢を取らせることができる複数のジョイントを備える。第 1 ジョイント 403 (全体は図

50



示せず)により、エンドエフェクタ204を全体として第1軸心404を中心として回転させることができる。この回転は、駆動エレメント(図示せず)によって駆動される。例えば、この回転は、ケーブルによって駆動されてもよい。第1軸心404は、シャフト405の長手方向軸心に対して横方向である。

【0035】

第2ジョイント406により、第1エンドエフェクタエレメント401を、第2軸心407を中心として回転させることができる。第2軸心407は、第1軸心404に対して横方向である。第1の駆動エレメントの対409a, 409bは、第2軸心407を中心とした第1エンドエフェクタエレメント401の回転を駆動する。前記第1の駆動エレメントの対は、第1駆動エレメント409aおよび第2駆動エレメント409bを備える。第1駆動エレメント409aに加えられる張力は、第1エンドエフェクタエレメント401を第2エンドエフェクタエレメント402に向かって回転させる。第2駆動エレメント409bに加えられる張力は、第1エンドエフェクタエレメント401を第2エンドエフェクタエレメント402から離れる方向に回転させる。

10

【0036】

第3ジョイント408により、第2エンドエフェクタエレメント402を、第2軸心407を中心として回転させることができる。第2の駆動エレメントの対410a, 410bは、第2軸心407を中心とした第2エンドエフェクタエレメント402の回転を駆動する。第2の駆動エレメントの対は、第1駆動エレメント410aおよび第2駆動エレメント410bを備える。第1駆動エレメント410aに加えられる張力は、第2エンドエフェクタエレメント402を第1エンドエフェクタエレメント401に向かって回転させる。第2駆動エレメント410bに加えられる張力は、第2エンドエフェクタエレメント402を第1エンドエフェクタエレメント401から離れる方向に回転させる。

20

【0037】

図4に示された構成において、各ジョイントは、それぞれの駆動エレメントの対によって駆動される。換言すれば、各ジョイントは、専用の駆動エレメントの対によって駆動される。前記ジョイントは独立に駆動される。第1エンドエフェクタエレメント401および第2エンドエフェクタエレメント402は、第2および第3ジョイントによって、第2軸心407を中心として独立に回転可能である。このように、これらのエンドエフェクタエレメントは、第2および第3ジョイントによって、同一方向または反対方向に回転させてもよい。第1エンドエフェクタエレメント401は、第2軸心を中心として回転させてもよいが、第2エンドエフェクタエレメント402は、第2軸心を中心として回転させない。第2エンドエフェクタエレメント402は、第2軸心を中心として回転させてもよいが、第1エンドエフェクタエレメント401は、第2軸心を中心として回転させない。

30

【0038】

図4には、第2ジョイント406および第3ジョイント408により、同じ軸心407を中心とした回転が可能であるとして示されている。しかしながら、第2および第3ジョイントにより、代替的に、異なる軸心を中心としてエンドエフェクタエレメントを回転させることができるようにしてもよい。一方のエンドエフェクタエレメントの回転軸心は、他方のエンドエフェクタエレメントの回転軸心から、シャフト202の長手方向にずれていてもよい。一方のエンドエフェクタエレメントの回転軸心は、他方のエンドエフェクタエレメントの回転軸心から、シャフト202の長手方向に対して横方向にずれていてもよい。一方のエンドエフェクタエレメントの回転軸心は、他方のエンドエフェクタエレメントの回転軸心と平行でなくてもよい。エンドエフェクタエレメント401, 402の回転軸心は、シャフトの長手方向に互いにずれていてもよく、かつ/または互いに角度を有していてもよい。これは、エンドエフェクタエレメントが互いに非対称な関係にある場合に望ましいといえる。例えば、電気手術エレメントにおいて、第1エンドエフェクタエレメントには電力を供給し、第2エンドエフェクタエレメントには電力を供給せずに第1エンドエフェクタエレメントから絶縁してもよい。これを補助するために、2つのエンドエフェクタエ

40

50

レメントの回動軸心は、シャフトの長手方向に対して垂直な方向にずれていてもよい。別の例において、第1エンドエフェクタエレメントはブレードであってもよく、第2エンドエフェクタエレメントは平坦な切断表面であってもよい。ブレードの使用を補助するために、前記2つのエンドエフェクタエレメントの回動軸心は、互いに角度を有していてもよい。

#### 【0039】

図4の手術器具は、プーリ機構をさらに備え、第1の駆動エレメントの対409a, 409bおよび第2の対の駆動エレメント410a, 410bは、このプーリ機構の周りで移動するように拘束されている。前記プーリ機構は3組のプーリを備える。第1の組のプーリ411は、第1軸心404を中心に回動可能である。これにより、第1の組のプーリ411は、第1ジョイント403と同一の軸心回りに回転する。第1の組のプーリ411は、第1ジョイント403のいずれかの側に配置された一対のプーリ411aおよび411bを備える。第1および第2の駆動エレメントの対は、第1ジョイント403を超えて延びて、それぞれ第2および第3ジョイント406, 408に到達するように拘束されている。第1の駆動エレメントの対のうちの第1駆動エレメント409aがプーリ411aの一方の側を通り、第1の駆動エレメントの対のうちの第2駆動エレメント409bがプーリ411bの反対側を通っていることにより、第1軸心404を中心としてエンドエフェクタがどれだけ回動しても、第1の駆動エレメントの対の各駆動エレメント409a, 409bの長さがそれぞれ同一に維持される。同様に、第2の駆動エレメントの対のうちの第1駆動エレメント410aがプーリ411bの一方の側を通り、第2の駆動エレメントの対のうちの第2駆動エレメント410bがプーリ411aの反対側を通っていることにより、第1軸心404を中心としたエンドエフェクタの回動にかかわらず、第2の駆動エレメントの対の各駆動エレメント410a, 410bの長さが同一に維持される。

#### 【0040】

前記プーリ機構は、第2の組のプーリ412をさらに備える。前記第1の組のプーリ411は、第2の組のプーリ412とエンドエフェクタ204との間に位置している。第2の組のプーリ412は、第1ジョイント403のいずれかの側に配置された一対のプーリ412aおよび412bを備える。第1プーリ412aは、第1軸心404と平行な第3軸心414を中心に回動可能である。第3軸心414は、シャフトの長手方向およびシャフトの長手方向に対して横方向の両方向において、第1軸心404からずれていてもよい。第2プーリ412bは、第1軸心404と平行な第4軸心415を中心に回動可能である。第4軸心415は、シャフトの長手方向およびシャフトの長手方向に対して横方向の両方向において、第1軸心404からずれている。第3および第4軸心は、互いに平行かつ互いにずれている。第3軸心414および第4軸心415は、シャフトの長手方向に対して垂直な同一平面にある。第1プーリ412aおよび第2プーリ412bをずらすことにより、各プーリの周りに巻かれた前記駆動エレメントは、このプーリの周りに巻かれた後に前記シャフトの下方に延びることが可能である。第1および第2の駆動エレメントの対はそれぞれ、プーリ411aおよび412aの反対側の周りに巻き付くように拘束されている。第1および第2の駆動エレメントの対はそれぞれ、プーリ412aおよび412bの反対側の周りに巻き付くように拘束されている。これにより、第1軸心404を中心としたエンドエフェクタの回動にかかわらず、第1および第2の駆動エレメントの対が張られた状態で保たれる。

#### 【0041】

前記プーリ機構は、一対の方向転換プーリ413aおよび413bをさらに備える。方向転換プーリ413aおよび413bは、第1の組のプーリ411とエンドエフェクタ204との間に位置している。前記方向転換プーリは、駆動エレメント409a, 409bの方向を第1の組のプーリ411から第2ジョイント406に変え、駆動エレメント410a, 410bの方向を第1の組のプーリ411から第3ジョイント408に変えるように配置されている。これらの方向転換プーリにより、第1軸心404を中心としたエンドエフェクタの回動にかかわらず、第1および第2の駆動エレメントの対と第2および第3ジ

ジョイントとの接触量が同一に保たれる。換言すれば、前記第 1 および第 2 の駆動エレメントの対は、器具の構成にかかわらず、第 2 および第 3 ジョイントの周りに巻き付く量が同一に保たれる。また、これにより、エンドエフェクタの姿勢位置にかかわらず、第 1 および第 2 の駆動エレメントの対によって第 2 および第 3 ジョイント与えることができる回動範囲が同一に保たれる。

#### 【 0 0 4 2 】

前記プリー機構により、前記手術器具の全ての形態において、前記第 1 および第 2 の駆動エレメントの対が張られた状態に保たれ、前記関節部にまたは互いに引っかかることなく、かつ、前記第 2 および第 3 ジョイントの周りで十分な巻き付きを維持することができる。前記駆動エレメントの緩みを回避することによって、前記手術器具のジョイントを関節駆動する際に反動が生じない。これにより、前記手術器具の全ての形態において、前記手術器具の動きを完全に制御することができる。図 4 に示されたプリー機構の代替的な配置を使用してよい。使用するプリーの数をより少なく、またはより多くしてもよい。

10

#### 【 0 0 4 3 】

図 5 には、前記手術器具における第 1 の駆動エレメントの対 4 0 9 a , 4 0 9 b の経路が示されている。第 1 の駆動エレメントの対と、この第 1 の駆動エレメントの対が接触する部品のみが図示されている。関節部 2 0 3 およびエンドエフェクタエレメント 4 0 1 を備える前記器具の先端部は、図 4 に図示されているとおりである。シャフト 2 0 2 の下方にある前記駆動エレメントの範囲の全体は図示されておらず、符号 5 0 1 で示す部分において省略されている。前記器具構造において前記第 1 の駆動エレメントの対が接触する残りの部分は、器具 2 0 1 の基端部における器具インターフェースである。

20

#### 【 0 0 4 4 】

器具インターフェースは、前記ロボットアームから前記駆動エレメントに駆動力を伝達する駆動機構を備える。前記駆動機構は、複数のアクチュエータを備える。各アクチュエータは一对の駆動エレメントに固定されている。図 5 において、第 1 アクチュエータ 5 0 7 は、第 1 の駆動エレメントの対 4 0 9 a , 4 0 9 b に固定されている。各アクチュエータは、器具インターフェースエレメント（図 5 では図示せず）に固定されている。各器具インターフェースは、前記ロボットアームの対応する駆動アセンブリインターフェースエレメントと係合する。各アクチュエータは、直線状に変位可能である。これにより、前記ロボットアームは、以下のようにして前記エンドエフェクタエレメントに駆動力を伝達する。駆動アセンブリインターフェースエレメントの動作により、器具インターフェースエレメントが動作し、この器具インターフェースエレメントがアクチュエータを動作させ、このアクチュエータが駆動エレメントを動作させ、この駆動エレメントが前記関節部のジョイントを動作させ、このジョイントがエンドエフェクタエレメントを動作させる。第 1 の駆動エレメントの対のうちの第 1 駆動エレメント 4 0 9 a は、器具インターフェースにおいてプリー 5 0 2 および 5 0 3 の周りを移動するように拘束されている。第 1 の駆動エレメントの対のうちの第 2 駆動エレメント 4 0 9 b は、器具インターフェースにおいてプリー 5 0 4 , 5 0 5 および 5 0 6 の周りを移動するように拘束されている。これらのプリーは、前記第 1 の駆動エレメントの対を、シャフト 2 0 2 から第 1 アクチュエータ 5 0 7 へと案内するように作用する。

30

40

#### 【 0 0 4 5 】

図 6 には、前記手術器具における第 2 の駆動エレメントの対 4 1 0 a , 4 1 0 b の経路が示されている。第 2 の駆動エレメントの対と、この第 2 の駆動エレメントの対が接触する部品のみが図示されている。関節部 2 0 3 およびエンドエフェクタエレメント 4 0 2 を備える前記器具の先端部は、図 4 に図示されているとおりである。シャフト 2 0 2 の下方にある前記駆動エレメントの範囲の全体は図示されておらず、符号 5 0 1 で示す部分において省略されている。前記器具構造において前記第 2 の駆動エレメントの対が接触する残りの部分は、器具 2 0 1 の基端部における器具インターフェースである。

#### 【 0 0 4 6 】

器具 2 0 1 の基端部における駆動機構の第 2 アクチュエータ 6 0 7 は、第 2 の駆動エレ

50

ントの対 4 1 0 a , 4 1 0 b に固定されている。第 2 の駆動エレメントの対のうちの第 1 駆動エレメント 4 1 0 a は、器具インターフェースにおいてプーリ 6 0 2 および 6 0 3 の周りを移動するように拘束されている。第 2 の駆動エレメントの対のうちの第 2 駆動エレメント 4 1 0 b は、器具インターフェースにおいてプーリ 6 0 4 , 6 0 5 および 6 0 6 の周りを移動するように拘束されている。これらのプーリは、前記第 2 の駆動エレメントの対を、シャフト 2 0 2 から第 2 アクチュエータ 6 0 7 へと案内するように作用する。

【 0 0 4 7 】

図 7 および図 8 には、ステープラエンドエフェクタの動作を駆動するために用いられる駆動エレメントの対 7 1 0 a , 7 1 0 b および 8 0 9 a , 8 0 9 b の経路が示されている。このステープラエンドエフェクタは、第 1 エンドエフェクタ部分 7 0 1 と、第 2 エンドエフェクタ部分 8 0 2 とを備える。第 1 エンドエフェクタ部分 7 0 1 は、ステープルの束 7 1 4 を収容するステープラブロック 7 1 6 を備える。また、第 1 エンドエフェクタ部分 7 0 1 は、ステープラアプリケータ 7 1 5 も備える。駆動エレメント 7 1 0 a および 7 1 0 b は、前記関節部からステープラブロック 7 1 6 へと通過し、ステープラアプリケータ 7 1 5 のいずれかの端部において終端している。駆動エレメント 7 1 0 a および 7 1 0 b はステープラアプリケータ 7 1 5 に堅固に取り付けられている。前記駆動エレメントは、ステープラブロック 7 1 6 の先端部においてプーリ 7 1 3 の周りに巻き付いている。ステープラアプリケータ 7 1 5 は、ステープラブロック 7 1 6 内で直線状に変位可能である。例えば、ステープラアプリケータ 7 1 5 は、ステープラブロック 7 1 6 のチャンネル内またはレールに沿って摺動させてもよい。ステープラアプリケータ 7 1 5 は、前記関節部に対して直線状に変位可能である。ステープラアプリケータ 7 1 5 は、矢印 A で示される方向と、A とは反対方向とに移動可能である。ステープラアプリケータ 7 1 5 は、移動するときにステープル 7 1 4 と係合する。これにより、ステープル 7 1 4 がステープラブロック 7 1 6 の外部に露出する。前記ステープルは、前記ステープラブロックが他の物体に押し付けられることにより閉じられる。

【 0 0 4 8 】

第 2 エンドエフェクタ部分 8 0 2 は、ステープラブレード 8 1 5 を収容するステープラブロック 8 1 4 を備える。駆動エレメント 8 0 9 a および 8 0 9 b は、前記関節部からステープラブロック 8 1 4 へと通過し、ステープラブレード 8 1 5 のいずれかの端部において終端している。駆動エレメント 8 0 9 a および 8 0 9 b は、ステープラブレード 8 1 5 に堅固に取り付けられている。前記駆動エレメントは、ステープラブロック 8 1 4 の先端部においてプーリ 8 1 6 の周りに巻き付いている。ステープラブレード 8 1 5 は、ステープラブロック 8 1 4 内で直線状に変位可能である。例えば、ステープラブレード 8 1 5 は、ステープラブロック 8 1 4 のチャンネル内またはレールに沿って摺動させてもよい。ステープラブレード 8 1 5 は、前記関節部に対して直線状に変位可能である。ステープラブレード 8 1 5 は、矢印 A で示される方向と、A とは反対方向とに移動可能である。ステープラブレード 8 1 5 は、ステープラブロック 8 1 4 の外部に露出している。

【 0 0 4 9 】

動作時において、ステープラブロック 8 1 4 とステープラブロック 7 1 6 との間で組織が挟持される。ステープラアプリケータ 7 1 5 は、駆動エレメント 7 1 0 a を引張ることによって、ステープラエンドエフェクタ部分 7 0 1 の先端部からステープラエンドエフェクタ部分 7 0 1 の基端部へと引っ張られる。ステープラアプリケータ 7 1 5 は、ステープル 7 1 4 と係合し、これらのステープルをステープラブロック 7 1 6 の外部に露出させ、前記エンドエフェクタ部分の間に挟持された組織に露出させる。前記ステープルは前記組織を貫通して、他方のステープラブロック 8 1 4 に押し付けられたときに閉じられる。ステープラブレード 8 1 5 は、駆動エレメント 8 0 9 a を引張ることによって、ステープラエンドエフェクタ部分 8 0 2 の先端部からステープラエンドエフェクタ部分 8 0 2 の基端部へと引っ張られる。これにより、ステープラブレード 8 1 5 は、前記 2 つのエンドエフェクタ部分の間に挟持された組織を切断する。

【 0 0 5 0 】

図 7 および図 8 において、各駆動エレメントは、前記関節部における 2 つのプーリの周りに巻き付けられた状態で示されている。駆動エレメント 8 0 9 a 用のプーリは、プーリ 8 1 0 および 8 1 1 である。駆動エレメント 8 0 9 b 用のプーリは、プーリ 8 1 2 および 8 1 3 である。駆動エレメント 7 1 0 a 用のプーリは、プーリ 7 1 1 および 7 1 2 である。駆動エレメント 7 1 0 b 用のプーリは、プーリ 7 0 8 および 7 0 9 である。これらのプーリにより、図 4 から図 6 のプーリ 4 1 1 a , 4 1 1 b , 4 1 2 a および 4 1 2 b について図示されているように、前記エンドエフェクタを前記器具のシャフトに対して回転させることが可能である。前記器具シャフトに対する前記ステープラエンドエフェクタの動作の自由度をさらに大きくすることができるように、追加のプーリを使用してもよい。エンドエフェクタ部分 7 0 1 および 8 0 2 の一方または両方は、他方のエンドエフェクタ部分に対して回転可能であってもよい。これは、一方または各エンドエフェクタ部分にジョイント 4 0 6 と同等のジョイントと、そのジョイントの周りに巻き付けられる追加の駆動エレメントの対とを導入して、このジョイントを中心として前記関節部に対して前記エンドエフェクタ部分が回転できるようにすることによって実現してもよい。これにより、前記エンドエフェクタ部分を互いに開閉することができるので、その間に材料を挟持することが可能である。

10

#### 【 0 0 5 1 】

図 5 および図 6 , 図 7 および図 8 では、前記駆動エレメントが接触する前記器具の部品のみが図示されている。前記シャフトの下方にある前記駆動エレメントの範囲は、地点 5 0 1 で示されているとおり省略されている。図 7 および図 8 において前記器具の基端部における前記器具の内部構造体は、図 5 および図 6 に示されているとおりである。前記駆動機構、および前記ロボットアームの駆動アセンブリインターフェースに対するその接続部は、図 5 および図 6 に示されているように動作する。

20

#### 【 0 0 5 2 】

図 7 および図 8 において、ステープル動作および切断動作は、ステープラアプリケーション 7 1 5 およびステープラブレード 8 1 5 を、図 7 および図 8 で A として示された方向にエンドエフェクタの先端部からエンドエフェクタの基端部へと引っ張ることによって実施される。代替的な実施方法としては、ステープル動作および切断動作は、ステープラアプリケーション 7 1 5 およびステープラブレード 8 1 5 を、図 7 および図 8 で A として示された方向とは反対方向にエンドエフェクタの基端部からエンドエフェクタの先端部へと引っ張ることによって実施される。代替的に、ステープラアプリケーション 7 1 5 およびステープラブレード 8 1 5 の一方を、エンドエフェクタの先端部から基端部へと引っ張ることによって作動させ、ステープラアプリケーション 7 1 5 およびステープラブレード 8 1 5 の他方を、エンドエフェクタの基端部から先端部へと引っ張ることによって作動させてもよい。

30

#### 【 0 0 5 3 】

図 4 から図 8 の駆動エレメントは、関節部 2 0 3 のジョイントからシャフトを介して器具インターフェース 2 0 1 へと延びる細長い要素である。好適には、各駆動エレメントは、少なくとも、前記関節部の内部部品と器具インターフェースとに係合する領域において、その主要な延びに対して横方向に撓ませることが可能である。換言すれば、各駆動エレメントは、特定の領域においてその長手方向軸心に対して横方向に撓ませることができる。この可撓性により、前記駆動エレメントは、前記ジョイントおよびプーリなどの前記器具の内部構造体の周りに巻き付けることが可能である。前記駆動エレメントは全体として、その長手方向軸心に対して横方向に可撓性を有していてもよい。前記駆動エレメントは、その主要な延びに沿って撓ませることができない。前記駆動エレメントは、その長さに沿って加えられる圧縮力および張力に対抗する。換言すれば、前記駆動エレメントは、それらの長手方向軸心の方向に作用する圧縮力および張力に対抗する。これにより、前記駆動エレメントは、前記器具インターフェースから前記関節部のジョイントへと駆動力を伝達することが可能である。前記駆動エレメントはケーブルであってもよい。

40

#### 【 0 0 5 4 】

各駆動エレメントの対は、その長さに沿って同一の形状およびサイズを有し、その長さに

50

沿って同一の材料から構成されている均一な部品であってもよい。代替的に、各駆動エレメントの対は、異なる部分から構成されていてもよい。一実施例では、前記駆動エレメントにおいて、前記器具インターフェースの部品（プーリおよびインターフェースエレメントなど）と係合する部分は可撓性を有する。例えば、この部分はケーブルであってもよい。同様に、前記駆動エレメントにおいて、前記手術器具の先端部の部品（プーリおよび関節部のジョイントなど）と係合する部分は可撓性を有する。例えば、この部分はケーブルであってもよい。これら２つの可撓性部分の間には、スポークが設けられている。これにより、この例において、各駆動エレメントの対は、２本のスポークと、２つの可撓性部分とを備える。各駆動エレメントの対は、ループを形成している。このループは、スポークと可撓性部分とを交互に備える。前記２本のスポークは、大部分または全体が前記器具シャフトに囲まれている。先端側の可撓性部分は、一端部において一方のスポークの先端部で終端しており、他端部において他方のスポークの先端部で終端している。前記先端側の可撓性部分は、前記関節部の部品と係合する。基端側の可撓性部分は、一端部において一方のスポークの基端部で終端しており、他端部において他方のスポークの基端部で終端している。前記基端側の可撓性部分は、前記器具インターフェースの部品と係合する。前記スポークは、前記可撓性部分よりも固い。好適には、前記スポークは剛体である。前記スポークは、中空のチューブであってもよい。通常、前記スポークの直径は、可撓性部分の直径よりも大きい。前記可撓性部分は、前記スポークと連結される箇所でも終端してもよい。代替的に、前記スポークは、前記可撓性部分の材料を包囲していてもよい。例えば、前記スポークは、可撓性のケーブルを覆う剛性の鞘であってもよい。

10

20

**【 0 0 5 5 】**

図４から図６において、第１の駆動エレメントの対４０９ａ，４０９ｂは、第２ジョイント４０６に固定されている。例えば、図４において、前記第１の駆動エレメントの対は、ボールおよびクリンプ終端によって、前記第２ジョイントに固定されている。また、前記第１の駆動エレメントの対は、第１アクチュエータ５０７にも固定されている。前記第１の駆動エレメントの対は一体に形成されていてもよい。例えば、これらは連続ケーブルであってもよい。代替的に、前記第１の駆動エレメントの対は、前記第２ジョイントに固定される箇所および／または前記第１アクチュエータに固定される箇所でも途切れていてもよい。

**【 0 0 5 6 】**

第２の駆動エレメントの対４１０ａ，４１０ｂは、第３ジョイント４０８に固定されている。例えば、前記第２の駆動エレメントの対は、ボールおよびクリンプ終端によって、前記第２ジョイントに固定されていてもよい。また、前記第２の駆動エレメントの対は、第２アクチュエータ６０７にも固定されている。

30

**【 0 0 5 7 】**

前記第２の駆動エレメントの対は一体に形成されていてもよい。例えば、これらは連続ケーブルであってもよい。代替的に、前記第２の駆動エレメントの対は、前記第３ジョイントに固定される箇所および／または前記第２アクチュエータに固定される箇所でも途切れていてもよい。

**【 0 0 5 8 】**

図８において、駆動エレメント８０９ａおよび８０９ｂは第１アクチュエータ５０７に固定されており、また、ステープラブレード８１５にも固定されている。この駆動エレメントの対は一体に形成されていてもよい。例えば、これらは連続ケーブルであってもよい。代替的に、この駆動エレメントの対は、ステープラブレード８１５に固定される箇所および／または第１アクチュエータ５０７に固定される箇所でも途切れていてもよい。

40

**【 0 0 5 9 】**

図７において、駆動エレメント７１０ａおよび７１０ｂは第２アクチュエータ６０７に固定されており、また、ステープラアプリーケータ７１５にも固定されている。この駆動エレメントの対は一体に形成されていてもよい。例えば、これらは連続ケーブルであってもよい。代替的に、この駆動エレメントの対は、ステープラアプリーケータ７１５に固定される

50

箇所および／または第２アクチュエータ６０７に固定される箇所で途切れていてもよい。

【００６０】

前記駆動エレメントは、その長さに沿って作用する張力に対抗する。これにより、前記駆動アセンブリによってアクチュエータが駆動されたとき、このアクチュエータは前記駆動エレメントに張力を加える。図５および図６の場合、これにより、前記関節部においてこの駆動エレメントが終端する前記ジョイントに加えられる回転力が生じる。これにより、この回転力によって前記エンドエフェクタエレメントを回転させる。図７および図８の場合、これにより、前記エンドエフェクタエレメント（ステープラブレード８１５／ステープラアプリケーションータ７１５）に加えられる直線力が生じる。前記エンドエフェクタエレメントのこの回転力／直線力は、前記駆動エレメントの張力の損失により、前記器具インターフェースにおいて駆動エレメントに加えられる張力ほど大きくない。この張力の損失は、主に、前記駆動エレメントと、この駆動エレメントが、前記アクチュエータとこのアクチュエータが駆動する前記ジョイントとの間でその周りを移動するように拘束されている前記プーリとの間の摩擦によって引き起こされる。

10

【００６１】

駆動エレメントの対の両エレメントが同一に構成されており、プーリの数およびサイズが同一の経路を有し、前記プーリの周りに巻きつけられた量が同一で、前記プーリ周りの方向における変化量が同一である場合、前記対の両駆動エレメントにおける張力損失は同一である。これにより、前記エンドエフェクタエレメントに加えられる最大移動（回転または直線）力は、前記エンドエフェクタエレメントの両移動方向について同一である。

20

【００６２】

本明細書に記載した例において、前記アクチュエータとこのアクチュエータが駆動する前記ジョイントとの間における、駆動エレメントの対の各駆動エレメントの経路は非対称である。この結果、前記エンドエフェクタエレメントに加えられる最大移動力は、前記エンドエフェクタエレメントの２つの移動方向について異なっている。各エンドエフェクタに対して、各エンドエフェクタエレメントに対する優先移動方向が存在する。この優先移動方向は、最も重要なことには、前記器具の駆動機構によって最大張力が伝達される方向である。

【００６３】

図４の例において、前記エンドエフェクタは一对のジョーである。これらのジョーは、その間で物体を把持するために用いられるので、各ジョーの優先回転方向は、これらのジョーを共に閉じる場合に影響する方向である。前記ジョーを開くことができる力はあまり重要ではない。よって、第１ジョー４０１の優先回転方向は第２ジョー４０２に向かう方向であり、第２ジョー４０２の優先回転方向は、第１ジョー４０１に向かう方向である。

30

【００６４】

他のエンドエフェクタについて、各エンドエフェクタエレメントに対する優先回転方向は、エンドエフェクタエレメントを互いから離すように開く場合に影響する方向であってもよい。例えば、クランプであるエンドエフェクタは、組織の２つの部分を離して保持することで開口を維持する２つの挟持エンドエフェクタエレメントを備えていてもよい。そして、このクランプによって維持された開口内の部位を、別の器具で操作してもよい。この場合、各挟持エンドエフェクタエレメントの優先回転方向は、他方の挟持エンドエフェクタエレメントから離れる方向である。別の例において、エンドエフェクタは、手術部位にクリップまたは結紮を適用してもよい。このクリップまたは結紮は付勢によって閉じられている。前記エンドエフェクタは、前記クリップまたは結紮を開き、または開いた状態に保持して手術部位に配置するための力を加える。この場合、各エンドエフェクタエレメントの優先回転方向は、他方のエンドエフェクタエレメントから離れる方向である。

40

【００６５】

図７および図８の例において、前記エンドエフェクタはステープラである。前記２つのエンドエフェクタ部分は、その間に挟持された組織をステープルし、その後、ブレードを用いてこの組織を切断するために使用される。各エンドエフェクタ部分の優先直線方向は、

50

ステーブル動作およびブレード動作を実行させる方向である。換言すれば、図 7 および図 8 に示された配置におけるステープラブレード 8 1 5 およびステープラアプリーケータ 7 1 5 の両方に対する優先直線方向は、前記エンドエフェクタの先端部から前記関節部へと方向 A に向かう方向である。前記ステープラブレードおよびステープラアプリーケータをその初期位置にリセットする力はあまり重要ではない。前記ブレードおよびステープラが図 7 および図 8 に示された方向とは反対方向に切断およびステーブルするように作動された場合、優先直線方向は、方向 A とは反対方向となる。

【 0 0 6 6 】

前記優先移動方向に前記第 1 エンドエフェクタエレメントの動作を行わせるために張力が加えられる前記第 1 の駆動エレメントの対の駆動エレメントは、前記優先移動方向に前記第 2 エンドエフェクタエレメントの動作を行わせるために張力が加えられる前記第 2 の駆動エレメントの対の駆動エレメントと対称な経路を有していてもよい。非優先移動方向に前記第 1 エンドエフェクタエレメントの動作を行わせるために張力が加えられる前記第 1 の駆動エレメントの対の駆動エレメントは、非優先移動方向に前記第 2 エンドエフェクタエレメントの動作を行わせるために張力が加えられる前記第 2 の駆動エレメントの対の駆動エレメントと対称な経路を有していてもよい。図 5 および図 6 の例において、駆動エレメント 4 0 9 a および駆動エレメント 4 1 0 a の経路は対称である。また、駆動エレメント 4 0 9 b および駆動エレメント 4 1 0 b の経路も対称である。これにより、2 つのジョー 4 0 1 および 4 0 2 のそれぞれの閉鎖力は同一であり、2 つのジョー 4 0 1 および 4 0 2 のそれぞれの開放力は同一である。

【 0 0 6 7 】

前記ロボットアームの端部リンクに対する前記エンドエフェクタの位置は、アクチュエータ 5 0 7 , 6 0 7 の変位量を測定することによって、または前記アクチュエータに固定された前記器具インターフェースエレメントの変位量を測定することによって、または前記器具インターフェースエレメントと係合した前記駆動アセンブリインターフェースエレメントの変位量を測定することによって決定してもよい。各変位量は、前記ロボットアームの端部リンクに対して一定位置にある位置センサを用いて測定される。各検出位置を、他の検出位置、前記駆動エレメントが移動するように拘束された前記器具の内部構造体（プーリなど）の公知の形態、前記駆動エレメントの長さ、ならびに前記エンドエフェクタエレメントの形状およびサイズと組み合わせて用いることで、前記ロボットアームの端部リンクに対する前記エンドエフェクタの位置を決定することが可能である。

【 0 0 6 8 】

本明細書に記載した例において、前記アクチュエータとこのアクチュエータが駆動する前記エレメントとの間における、駆動エレメントの対の各駆動エレメントの経路は非対称である。上記の機構を用いた前記エンドエフェクタの位置の決定は、前記駆動エレメントの長さが一定であると推定している。前記器具の内部構造体（プーリなど）との相互作用により、または伸長された結果、駆動エレメントの長さに変化があれば、決定されたエンドエフェクタエレメントの位置の精度が低下する。前記駆動エレメントが長いほど、この方法で決定される前記エンドエフェクタエレメントの位置が不正確となる。前記駆動エレメントが移動するように拘束された内部構造体の数が多いほど、この方法で決定される前記エンドエフェクタエレメントの位置が不正確となる。優先移動方向は、最も重要なことには、前記エンドエフェクタエレメントの検出位置が最も正確となる方向となるように選択してもよい。

【 0 0 6 9 】

各駆動エレメントの対について、前記優先移動方向に前記エンドエフェクタエレメントの動作を行わせるために引張られる前記駆動エレメントの経路の張力損失は、反対方向である前記非優先移動方向に前記エンドエフェクタエレメントの動作を行わせるために引張られる前記駆動エレメントの経路の張力損失よりも低い。これは、以下のうちのいずれかまたはその組み合わせを用いて達成してもよい。

【 0 0 7 0 】



1. 前記優先移動方向に前記エンドエフェクタエレメントの動作を行わせるために引張される前記駆動エレメントの経路は、M個のプーリを越えて移動するように拘束されており、反対方向である前記非優先移動方向に前記エンドエフェクタエレメントの動作を行わせるために引張される前記駆動エレメントの経路は、N個のプーリを越えて移動するように拘束されている。このとき、 $M < N$ である。好適には、 $M < N - 1$ である。好適には、エンドエフェクタ204について、前記第1エンドエフェクタエレメントに対するMの値は、前記第2エンドエフェクタエレメントに対するMの値と同一である。

#### 【0071】

図5および図6の例において、ジョー401の閉鎖を行う第1の駆動エレメントの対のうちの第1駆動エレメントは、第1アクチュエータ507と第2ジョイント406との間で4個プーリを越えて移動するように拘束されており、一方で、ジョー401の開放を行う第1の駆動エレメントの対のうちの第2駆動エレメントは、第1アクチュエータ507と第2ジョイント406との間で6個のプーリを越えて移動するように拘束されている。同様に、ジョー402の閉鎖を行う第2の駆動エレメントの対のうちの第1駆動エレメントは、第2アクチュエータ607と第3ジョイント408との間で4個プーリを越えて移動するように拘束されており、一方で、ジョー402の開放を行う第2の駆動エレメントの対のうちの第2駆動エレメントは、第2アクチュエータ507と第3ジョイント408との間で6個のプーリを越えて移動するように拘束されている。

#### 【0072】

図7の例において、引張されたときステープル動作を行う前記駆動エレメントの対のうちの第1駆動エレメント710aは、第2アクチュエータ607とステープラアプリケーションータ715との間で4個プーリを越えて移動するように拘束されており、一方で、前記駆動エレメントの対のうちの第2駆動エレメント710bは、第2アクチュエータ607とステープラアプリケーションータとの間で6個のプーリを越えて移動するように拘束されている。同様に、引張されたとき切断動作を行う前記駆動エレメントの対のうちの第1駆動エレメント809aは、第1アクチュエータ507とステープラブレード815との間で4個プーリを越えて移動するように拘束されており、一方で、前記駆動エレメントの対のうちの第2駆動エレメント809bは、第1アクチュエータ507とステープラブレード815との間で6個のプーリを越えて移動するように拘束されている。

#### 【0073】

2. 前記優先移動方向に前記エンドエフェクタエレメントの動作を行わせるために引張される前記駆動エレメントの経路は、反対方向の前記非優先移動方向に前記エンドエフェクタエレメントの動作を行わせるために引張される前記駆動エレメントの経路と比較すると、プーリの周りの巻き長さが短くなるように拘束されている。換言すれば、前記プーリと接触している駆動エレメントの合計長さは、前記優先移動方向に前記エンドエフェクタエレメントの動作を行わせるために引張される前記駆動エレメントの経路について、他方の駆動エレメントよりも短い。よって、前記優先移動方向に前記エンドエフェクタエレメントの動作を行わせるために引張される駆動エレメントが受ける摩擦は、他方の駆動エレメントが受ける摩擦よりも小さい。好適には、エンドエフェクタ204について、前記優先回転方向にエンドエフェクタエレメント401, 402の回転を生じさせるように引張される両駆動エレメント409a, 410aの前記プーリ周りの巻き長さは同一であり、かつ、反対方向の非優先回転方向にエンドエフェクタエレメント401, 402の回転を生じさせるように引張される両駆動エレメント409b, 410bの前記プーリ周りの巻き長さは同一である。

#### 【0074】

図5および図6ならびに図7および図8の例において、各駆動エレメントの対は、前記器具の基端部において180°方向を変える。前記第1および第2の駆動エレメントの対は、この方向変更を行うために、それぞれプーリ506および606の周りを移動するように拘束されている。前記駆動エレメントがこれらのプーリ周りで巻き付く量は、方向変更により、他のいずれのプーリ周りよりも大きくなる。この180°の方向変更は、全体と

10

20

30

40

50

して、前記非優先移動方向に前記エンドエフェクタエレメントの動作を行わせるために引張される前記駆動エレメントの経路において生じる。図 7 および図 8 においても、各駆動エレメントの対は、前記エンドエフェクタにおいて、前記器具の先端部で 180° 方向を変える。駆動エレメント 809b および 710b は、この方向変更を行うために、それぞれプーリ 816 および 713 の周りを移動するように拘束されている。前記駆動エレメントがこれらのプーリ周りで巻き付く量は、全体として、前記非優先直線方向に前記エンドエフェクタエレメントの直線変位を行わせるために引張される前記駆動エレメントの経路において生じる。

#### 【0075】

3. 前記優先移動方向に前記エンドエフェクタエレメントの動作を行わせるために引張される前記駆動エレメントの経路の全体長さは、前記非優先移動方向に前記エンドエフェクタエレメントの動作を行わせるために引張される前記駆動エレメントの経路の全体長さよりも短い。これにより、前記駆動エレメントの伸長により生じる張力の損失は、非優先経路よりも優先経路において小さくなる。

#### 【0076】

4. 前記優先移動方向に前記エンドエフェクタエレメントの動作を行わせるために引張される前記駆動エレメントの構造は、前記非優先移動方向前記エンドエフェクタエレメントの動作を行わせるために引張される前記駆動エレメントの構造とは異なってもよい。前記非優先移動方向前記エンドエフェクタエレメントの動作を行わせる前記駆動エレメントに用いられる駆動エレメントは、他方の駆動エレメントに用いるものよりも、直径が小さくてもよい。より薄い駆動エレメントを用いることにより、前記器具の内部で占める空間が小さくなる。前記器具の内部、特に関節部 203 の空間は、極めて限られている。よって、これにより、他方の駆動エレメントにより厚い駆動エレメントを使用するための空間が得られる。より厚い駆動エレメントは、より薄い駆動エレメントよりも、伸長または破断するまでに大きな力に耐えることができる。すなわち、より厚い駆動エレメントは、より薄い駆動エレメントと比べると、付加に耐えるためにより適している。より薄い駆動エレメントは、摩耗し得る、より厚い駆動エレメントと比べると、より小さな曲げ半径で方向変更するためにより適している。よって、より薄い駆動エレメントは、より多くのプーリの周りを移動するように拘束された駆動エレメントの経路により適している。

#### 【0077】

5. 前記優先移動方向に前記エンドエフェクタエレメントの動作を生じさせる前記駆動エレメントに用いる駆動エレメントは、他方の駆動エレメントに用いるものと比べると、より少ない数のより太いストランドから構成されていてもよい。他方の駆動エレメントは、より多くの数のより薄いストランドから構成されている。両駆動エレメントは同一の断面積を有していてもよい。両駆動エレメントの長手方向の剛性および強度は同程度であってもよい。

#### 【0078】

より少ない数のより太いストランドを有する駆動エレメントは、降伏応力がより高い。これにより、この駆動エレメントはより大きな力に耐えることができるので、付加に耐えるためにより適している。したがって、この駆動エレメントは、非優先経路と比べると、エンドエフェクタエレメントに大きな力を伝達する優先経路に用いられる。好適には、この駆動エレメントは、上記の項目 1 および 2 で述べたものよりも、より少ない数のプーリを越えて移動するように拘束され、かつ/またはプーリ周りの巻き長さがより短い。当該駆動エレメントは、より多くのより薄いストランドを有する駆動エレメントと比べると、可撓性が低く摩耗が生じやすいので、方向変更が少なく前記器具の内部構造体との接触が少ない駆動エレメントの経路により適している。

#### 【0079】

より多くのより薄いストランドを有する駆動エレメントは、降伏応力がより低い。これにより、この駆動エレメントは、より少ない数のより太いストランドを有する駆動エレメントと同じだけの力に耐えることができない。したがって、この駆動エレメントは、非優先

10

20

30

40

50

経路に用いられる。好適には、この駆動エレメントは、上記の項目 1 および 2 で述べたものよりも、より多くの数のプーリを越えて移動するように拘束され、かつ / またはプーリ周りの巻き長さがより長い。当該駆動エレメントは、より少ない数のより太いストランドを有する駆動エレメントと比べると、可撓性が高く摩耗が生じづらい。これらの特性により、より多くのより薄いストランドを有する駆動エレメントは、より多くのプーリの周りを移動するように拘束され、かつ / またはより多くの方向変更が行われる駆動エレメントの経路により適している。その可撓性により、こうした方向変更は、より小さな半径で行うことが可能である。したがって、当該駆動エレメントは、非優先経路により適している。

【 0 0 8 0 】

上記のアプローチのいずれか 1 つまたはその組み合わせを用いて、所与の数のジョイント、駆動エレメントおよびプーリに対して、優先作動（閉鎖または開放、一方向または他方向への直線変位など）を実施するためにエンドエフェクタに伝達される力が、非優先作動を実施するためのエンドエフェクタに伝達される力を低減することで最大化されるように、前記器具用の非対称の駆動機構を構成してもよい。

【 0 0 8 1 】

前記器具は、非手術目的に使用することが可能である。例えば、美容処置に用いることが可能である。

【 0 0 8 2 】

本明細書において、出願人は、本明細書に記載した各構成、およびそれらの構成の 2 つ以上の任意の組み合わせを、そうした構成または組み合わせが当業者の技術常識に照らして全体として本明細書に基づいて実施可能である範囲において、個別に開示している。そうした構成または構成の組み合わせは、本明細書に開示されたいずれの課題を解決するかどうかによるものではなく、また、本願の請求の範囲を限定するものでもない。本発明の態様は、そうした個別の構成または構成の組み合わせのうちのいずれから構成されてもよいということを出願人は表明する。上述の説明を考慮すると、当業者にとって、本発明の範囲内で様々な変更を施してもよいということが明白であらう。

なお、本発明は、実施の態様として以下の内容を含む。

「態様 1」

シャフトと、

第 1 エンドエフェクタエレメントと、

前記第 1 エンドエフェクタエレメントを前記シャフトの先端部に連結する関節部であって、前記第 1 エンドエフェクタエレメントは当該関節部に対して移動可能である関節部と、

前記シャフトの基端部において、第 1 アクチュエータを備える駆動機構であって、前記第 1 アクチュエータは第 1 の駆動エレメントの対によって前記第 1 エンドエフェクタエレメントに連結されており、前記第 1 の駆動エレメントの対は、前記第 1 アクチュエータによって前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの第 1 駆動エレメントに加えられる張力が、前記第 1 エンドエフェクタエレメントを前記関節部に対して第 1 移動方向に移動させ、かつ、前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの第 2 駆動エレメントに加えられる張力が、前記第 1 エンドエフェクタエレメントを前記関節部に対して第 2 移動方向に移動させるように構成されている駆動機構と、

を備えるロボット手術器具であって、

前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントは、前記第 1 アクチュエータと前記第 1 エンドエフェクタエレメントとの間に第 1 経路を有し、前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 2 駆動エレメントは、前記第 1 アクチュエータと前記第 1 エンドエフェクタエレメントとの間に第 2 経路を有し、前記第 1 エンドエフェクタエレメントに対して前記第 1 移動方向に伝達される前記張力の大きさが、前記第 2 移動方向に伝達される前記張力の大きさよりも大きくなるように、前記第 1 経路は、前記第 2 経路よりも張力損失が小さいロボット手術器具。

「態様 2」

態様 1 に記載のロボット手術器具において、第 2 エンドエフェクタエレメントをさらに

10

20

30

40

50

備え、

前記関節部は、前記第2エンドエフェクタエレメントを前記シャフトの前記先端部に連結しており、前記第2エンドエフェクタエレメントは前記関節部に対して移動可能であり、

前記駆動機構は第2アクチュエータを備え、前記第2アクチュエータは、第2の駆動エレメントの対によって前記第2エンドエフェクタエレメントに連結されており、前記第2の駆動エレメントの対は、前記第2アクチュエータによって前記第2の駆動エレメントの対のうちの第1駆動エレメントに加えられる張力が、前記第2エンドエフェクタエレメントを前記関節部に対して前記第2移動方向に移動させ、かつ、前記第2の駆動エレメントの対のうちの第2駆動エレメントに加えられる張力が、前記第2エンドエフェクタエレメントを前記関節部に対して前記第1移動方向に移動させるように構成されており、

10

前記第2の駆動エレメントの対のうちの前記第1駆動エレメントは、前記第2アクチュエータと前記第2エンドエフェクタエレメントとの間に第3経路を有し、前記第2の駆動エレメントの対のうちの前記第2駆動エレメントは、前記第2アクチュエータと前記第2エンドエフェクタエレメントとの間に第4経路を有し、前記第2エンドエフェクタエレメントに対して前記第2移動方向に伝達される前記張力の大きさが、前記第1移動方向に伝達される前記張力の大きさよりも大きくなるように、前記第3経路は、前記第4経路よりも張力損失が小さいロボット手術器具。

〔態様3〕

態様1または2に記載のロボット手術器具において、前記ロボット手術器具の内部構造体と接触する前記第1経路の接触長さが、前記ロボット手術器具の内部構造体と接触する前記第2経路の接触長さよりも短いロボット手術器具。

20

〔態様4〕

態様2または態様2に従属する場合の態様3に記載のロボット手術器具において、前記ロボット手術器具の内部構造体と接触する前記第3経路の接触長さが、前記ロボット手術器具の内部構造体と接触する前記第4経路の接触長さよりも短いロボット手術器具。

〔態様5〕

態様1から4のいずれかに記載のロボット手術器具において、前記第1経路の全体長さが、前記第2経路の全体長さよりも短いロボット手術器具。

〔態様6〕

態様2または態様2に従属する場合の態様3から5のいずれかに記載のロボット手術器具において、前記第3経路の全体長さが、前記第4経路の全体長さよりも短いロボット手術器具。

30

〔態様7〕

態様2または態様2に従属する場合の態様3から6のいずれかに記載のロボット手術器具において、前記第1経路は、前記第3経路と形状が一致するロボット手術器具。

〔態様8〕

態様2または態様2に従属する場合の態様3から7のいずれかに記載のロボット手術器具において、前記第2経路は、前記第4経路と形状が一致するロボット手術器具。

〔態様9〕

態様1から8のいずれかに記載のロボット手術器具において、前記第1の駆動エレメントの対のうちの前記第1駆動エレメントは、M個のプーリの周りを移動するように拘束されており、前記第1の駆動エレメントの対のうちの前記第2駆動エレメントは、N個のプーリの周りを移動するように拘束されており、このとき、 $M < N$ であるロボット手術器具。

40

〔態様10〕

態様9に記載のロボット手術器具において、 $M < N - 1$ であるロボット手術器具。

〔態様11〕

態様10に記載のロボット手術器具において、 $M = 4$ であり、 $N = 6$ であるロボット手術器具。

〔態様12〕

態様2または態様2に従属する場合の態様3から11のいずれかに記載のロボット手術

50

器具において、前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントは、J 個のプーリの周りを移動するように拘束されており、前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 2 駆動エレメントは K 個のプーリの周りを移動するように拘束されており、このとき、 $J < K$  であるロボット手術器具。

[ 態様 1 3 ]

態様 1 2 に記載のロボット手術器具において、 $J < K - 1$  であるロボット手術器具。

[ 態様 1 4 ]

態様 1 1 から 1 3 のいずれかに従属する場合の態様 1 2 または 1 3 に記載のロボット手術器具において、 $M = J$  であり、 $N = K$  であるロボット手術器具。

[ 態様 1 5 ]

態様 1 から 1 4 のいずれかに記載のロボット手術器具において、前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントの直径は、前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 2 駆動エレメントの直径よりも大きいロボット手術器具。

[ 態様 1 6 ]

態様 1 から 1 5 のいずれかに記載のロボット手術器具において、前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントは、前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 2 駆動エレメントよりも少ない数の、より太いストランドから構成されているロボット手術器具。

[ 態様 1 7 ]

態様 2 または態様 2 に従属する場合の態様 3 から 1 6 のいずれかに記載のロボット手術器具において、前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントの直径は、前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 2 駆動エレメントの直径よりも大きいロボット手術器具。

[ 態様 1 8 ]

態様 2 または態様 2 に従属する場合の態様 3 から 1 7 のいずれかに記載のロボット手術器具において、前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントは、前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 2 駆動エレメントよりも少ない数の、より太いストランドから構成されているロボット手術器具。

[ 態様 1 9 ]

態様 1 から 1 8 のいずれかに記載のロボット手術器具において、各前記駆動エレメントは、スポークを備えるロボット手術器具。

[ 態様 2 0 ]

態様 1 から 1 8 のいずれかに記載のロボット手術器具において、各前記駆動エレメントは、ケーブルであるロボット手術器具。

[ 態様 2 1 ]

態様 1 から 2 0 のいずれかに記載のロボット手術器具において、各前記駆動エレメントは、その経路に沿って圧縮力および張力に抵抗するロボット手術器具。

[ 態様 2 2 ]

態様 1 から 2 1 のいずれかに記載のロボット手術器具において、各前記駆動エレメントの対のうちの前記第 1 および第 2 駆動エレメントは、一体に形成されているロボット手術器具。

[ 態様 2 3 ]

態様 1 から 2 2 のいずれかに記載のロボット手術器具において、前記第 1 エンドエフェクタエレメントは、第 1 軸心を中心として前記関節部に対して回動可能であり、前記第 1 の駆動エレメントの対は、前記第 1 アクチュエータによって前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントに加えられる前記張力が、前記第 1 エンドエフェクタエレメントを、前記第 1 軸心を中心として第 1 回動方向に回動させ、かつ、前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 2 駆動エレメントに加えられる前記張力が、前記第 1 エンドエフェクタエレメントを、前記第 1 軸心を中心として第 2 回動方向に回動させるように構成されているロボット手術器具。

10

20

30

40

50

〔 態様 2 4 〕

態様 2 に従属する場合の態様 2 3 に記載のロボット手術器具において、前記第 2 エンドエフェクタエレメントは、前記第 1 軸心を中心として前記関節部に対して回動可能であり、前記第 2 の駆動エレメントの対は、前記第 2 アクチュエータによって前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントに加えられる張力が、前記第 2 エンドエフェクタエレメントを、前記第 1 軸心を中心として前記第 2 回動方向に回動させ、かつ、前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 2 駆動エレメントに加えられる前記張力が、前記第 2 エンドエフェクタエレメントを、前記第 1 軸心を中心として前記第 1 回動方向に回動させるように構成されているロボット手術器具。

〔 態様 2 5 〕

態様 2 4 に記載のロボット手術器具において、前記第 1 アクチュエータによって前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントに加えられる張力が、前記第 1 エンドエフェクタエレメントを、前記第 2 エンドエフェクタエレメントに向かって回動させ、かつ、前記第 2 アクチュエータによって前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントに加えられる張力が、前記第 2 エンドエフェクタエレメントを、前記第 1 エンドエフェクタエレメントに向かって回動させるように構成されているロボット手術器具。

〔 態様 2 6 〕

態様 2 4 に記載のロボット手術器具において、前記第 1 アクチュエータによって前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントに加えられる張力が、前記第 1 エンドエフェクタエレメントを、前記第 2 エンドエフェクタエレメントから離れる方向に回動させ、かつ、前記第 2 アクチュエータによって前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントに加えられる張力が、前記第 2 エンドエフェクタエレメントを、前記第 1 エンドエフェクタエレメントから離れる方向に回動させるように構成されているロボット手術器具。

〔 態様 2 7 〕

態様 2 4 から 2 6 のいずれかに記載のロボット手術器具において、前記第 1 および第 2 エンドエフェクタエレメントは、エンドエフェクタの向かい合う第 1 および第 2 のジョーであるロボット手術器具。

〔 態様 2 8 〕

態様 1 から 2 2 のいずれかに記載のロボット手術器具において、前記第 1 エンドエフェクタエレメントは、前記関節部に対して直線的に変位可能であり、前記第 1 の駆動エレメントの対は、前記第 1 アクチュエータによって前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントに加えられる前記張力が、前記第 1 エンドエフェクタエレメントを、第 1 直線方向に直線的に変位させ、かつ、前記第 1 の駆動エレメントの対のうちの前記第 2 駆動エレメントに加えられる前記張力が、前記第 1 エンドエフェクタエレメントを、前記第 1 直線方向とは反対方向である第 2 直線方向に直線的に変位させるように構成されているロボット手術器具。

〔 態様 2 9 〕

態様 2 に従属する場合の態様 2 8 に記載のロボット手術器具において、前記第 2 エンドエフェクタエレメントは、前記関節部に対して直線的に変位可能であり、前記第 2 の駆動エレメントの対は、前記第 2 アクチュエータによって前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 1 駆動エレメントに加えられる前記張力が、前記第 2 エンドエフェクタエレメントを、前記第 1 直線方向に直線的に変位させ、かつ、前記第 2 の駆動エレメントの対のうちの前記第 2 駆動エレメントに加えられる前記張力が、前記第 2 エンドエフェクタエレメントを、前記第 2 直線方向に直線的に変位させるように構成されているロボット手術器具。

〔 態様 3 0 〕

態様 2 8 または 2 9 に記載のロボット手術器具において、前記第 1 エンドエフェクタエレメントは、ステープラの一部であるロボット手術器具。

10

20

30

40

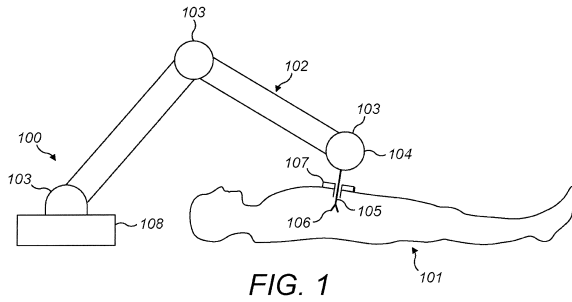
50

〔態様 3 1〕

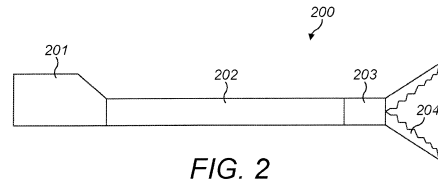
態様 2 9 または 3 0 に記載のロボット手術器具において、前記第 2 エンドエフェクタエレメントは、ステープラの一部であるロボット手術器具。

【図面】

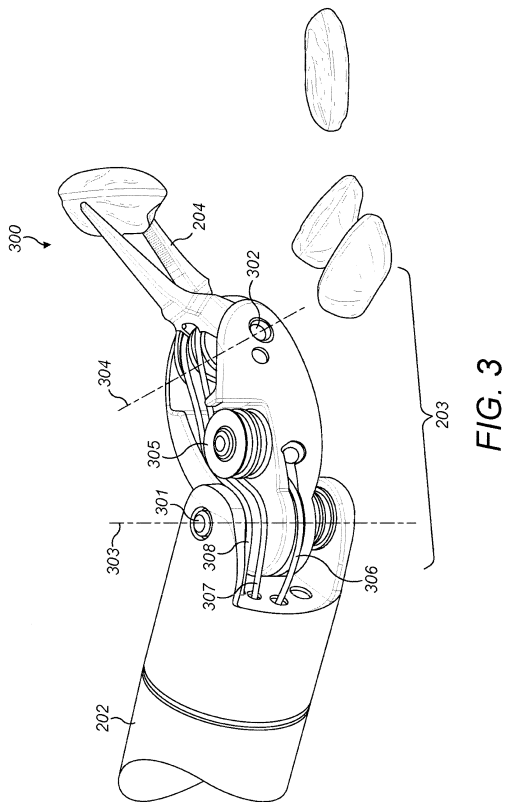
【図 1】



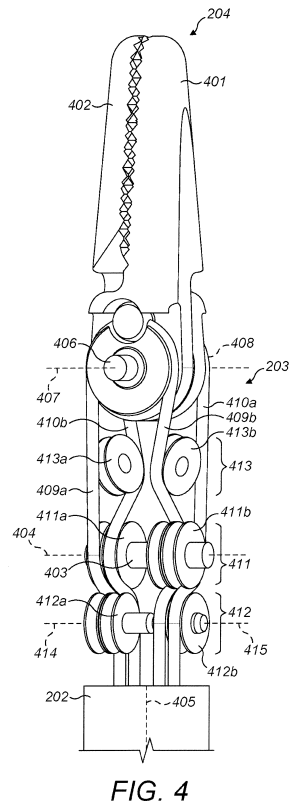
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

20

30

40

50

【図 5】

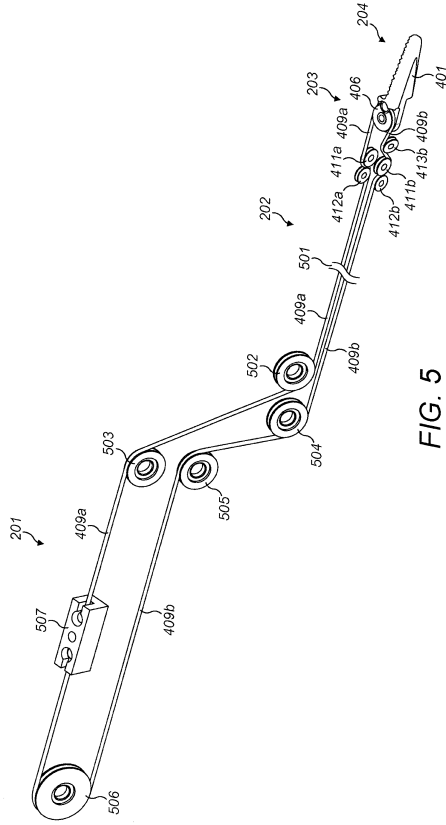


FIG. 5

【図 6】

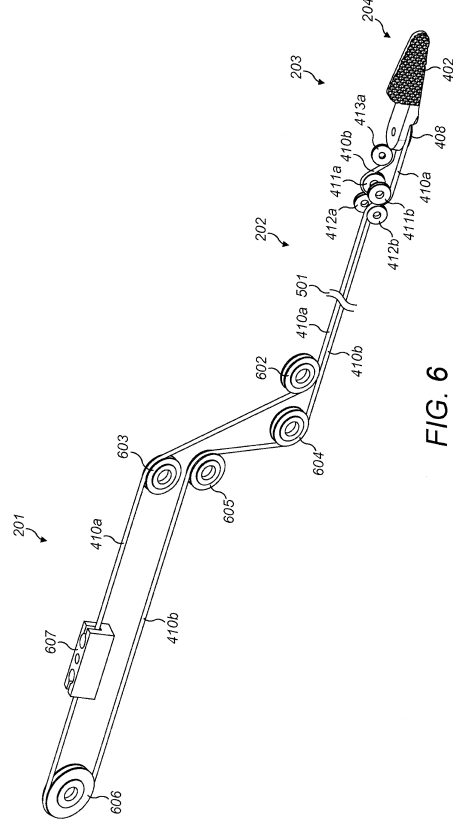


FIG. 6

【図 7】

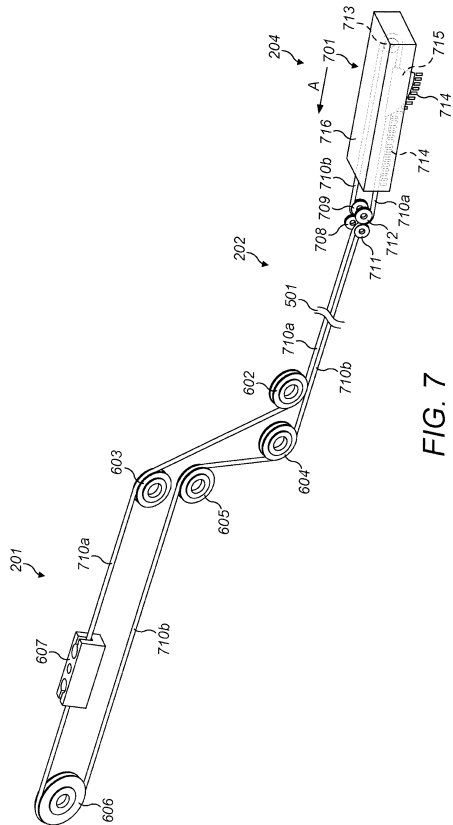


FIG. 7

【図 8】

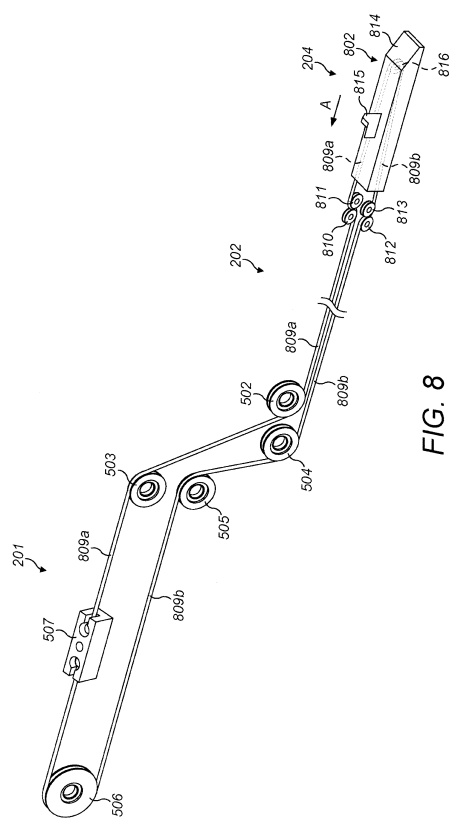


FIG. 8

10

20

30

40

50



## フロントページの続き

- 弁理士 中田 健一  
(74)代理人 100155963  
弁理士 金子 大輔  
(74)代理人 100150566  
弁理士 谷口 洋樹  
(72)発明者 チャップリン・ベン・ロバート  
イギリス国, ケンブリッジ ケンブリッジシャー シービー23 7ピーエイチ, マディングリー  
ロード, クローム リー ビジネスパーク, ユニット 2, シーエムアール・サージカル・リミテ  
ッド内  
(72)発明者 ヘンリーウッド・ロス・ハミルトン  
イギリス国, ケンブリッジ ケンブリッジシャー シービー23 7ピーエイチ, マディングリー  
ロード, クローム リー ビジネスパーク, ユニット 2, シーエムアール・サージカル・リミテ  
ッド内  
(72)発明者 ロッジ・アーチャー・ジョン・ラルフ  
イギリス国, ケンブリッジ ケンブリッジシャー シービー23 7ピーエイチ, マディングリー  
ロード, クローム リー ビジネスパーク, ユニット 2, シーエムアール・サージカル・リミテ  
ッド内  
審査官 家辺 信太郎  
(56)参考文献 米国特許出願公開第2010/0011901(US, A1)  
米国特許出願公開第2015/0127045(US, A1)  
特開2014-193417(JP, A)  
(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
A61B 34/30