

(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

A 61 B 34/30 (2016.01)

F I

A 61 B 34/30

請求項の数 15 (全25頁)

(21)出願番号 特願2019-519987(P2019-519987)
 (86)(22)出願日 平成29年10月6日(2017.10.6)
 (65)公表番号 特表2019-530530(P2019-530530)
 A)
 (43)公表日 令和1年10月24日(2019.10.24)
 (86)国際出願番号 PCT/GB2017/053038
 (87)国際公開番号 WO2018/069679
 (87)国際公開日 平成30年4月19日(2018.4.19)
 審査請求日 令和2年9月23日(2020.9.23)
 (31)優先権主張番号 1617448.4
 (32)優先日 平成28年10月14日(2016.10.14)
 (33)優先権主張国・地域又は機関
 英国(GB)

(73)特許権者 516210894
 シーエムアール・サージカル・リミテッド
 CMR SURGICAL LIMITED
 イギリス国, ケンブリッジシャー シー
 ビー 24 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
 (74)代理人 100087941
 弁理士 杉本 修司
 (74)代理人 100112829
 弁理士 堤 健郎
 (74)代理人 100142608
 弁理士 小林 由佳
 (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つて前記第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ブ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個のブ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個のブ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個のブ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個のブ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、

30

ロボット手術器具。

【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14】

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15】

請求項14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】

【0001】

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】

【0002】

図1には、基台108、アーム102および器具105で構成される典型的な手術ロボット100が示されている。上記基台は、当該ロボットを支持し、かつ、それ自身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103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104に取り付けられている。上記手術器具は、ポート107で、手術部位にアクセスするよう患者101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106を備えている。

30

【0003】

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200が示されている。この手術器具はベース201を備え、当該手術器具はベース201を介して上記ロボットアームに接続されている。ベース201と関節部203との間には、シャフト202が延びている。関節部203は、エンドエフェクタ204で終端する。図2では、エンドエフェクタ204として一対の鋸歯状のジョーが図示されている。関節部203により、エンドエフェクタ204がシャフト202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204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

【0004】

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40cmであり、直径は8mmである。図3には、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、シャフト202に対してエンドエフェクタ204を移動させることができる公知の手術器具300の例が示されている。ジョイント301により、エンドエフェクタ204を、ピッチ軸心303を中心として回動させることができる。ジョイント302

50

により、エンドエフェクタ204の各ジョーを、ヨー軸心304を中心として回動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動させることにより、組織を持続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動が生じる。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持続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たい。

10

【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。

20

【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。

30

【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

40

50

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。

【0010】

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。

【0011】

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。

【0012】

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。

【0013】

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個のブ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個のブ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。

【0014】

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個のブ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個のブ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。

【0015】

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。

【0016】

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。

【0017】

各前記駆動エレメントは、スポークを備えていてもよい。

【0018】

各前記駆動エレメントは、ケーブルであってもよい。

10

20

30

40

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動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動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。

【0028】

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、ステープラの一部であってもよい。

【0029】

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

【0030】

【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】ステープラアブリケータ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】ステープ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】

【0031】

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が伸びている。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できる。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

【0032】

前記器具の直径は8mm未満である。好適には、前記器具の直径は5mmである。前記器具の直径は5mm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。

【0033】

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、一対のブレード、ステープラ、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。

【0034】

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を中心として回動させることができる。この回動は、駆動エレメント(図示せず)によって駆動される。例えば、この回動は、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を中心として回動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の回動を駆動する。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に向かって回動させる。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動させる。

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を中心として回動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の回動を駆動する。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に向かって回動させる。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動させる。

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動可能である。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動させてよい。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動させてもよいが、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動させない。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動させてもよいが、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動させない。

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を中心とした回動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動させることができるようにしてよい。一方のエンドエフェクタエレメントの回動軸心は、他方のエンドエフェクタエレメントの回動軸心から、シャフト202の長手方向にずれてもよい。一方のエンドエフェクタエレメントの回動軸心は、他方のエンドエフェクタエレメントの回動軸心から、シャフト202の長手方向に対して横方向にずれてもよい。一方のエンドエフェクタエレメントの回動軸心は、他方のエンドエフェクタエレメントの回動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の回動軸心は、シャフトの長手方向に互いにずれてもよく、かつ/または互いに角度を有してもよい。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は、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よい。

【0039】

図4の手術器具は、ブ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、このブーリ機構の周りで移動するように拘束されている。前記ブーリ機構は3組のブーリを備える。第1の組のブーリ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の組のブーリ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の組のブーリ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ブーリ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がブーリ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がブーリ411bの反対側を通り、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がブーリ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がブーリ411aの反対側を通り、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】

前記ブーリ機構は、第2の組のブーリ412をさらに備える。前記第1の組のブーリ411は、第2の組のブーリ412とエンドエフェクタ204との間に位置している。第2の組のブーリ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ブーリ412aおよび412bを備える。第1ブーリ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からずれていてよい。第2ブーリ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ブーリ412aおよび第2ブーリ412bをずらすことにより、各ブーリの周りに巻かれた前記駆動エレメントは、このブ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、ブーリ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、ブーリ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】

前記ブーリ機構は、一対の方向転換ブーリ413aおよび413bをさらに備える。方向転換ブーリ413aおよび413bは、第1の組のブーリ411とエンドエフェクタ204との間に位置している。前記方向転換ブーリは、駆動エレメント409a, 409bの方向を第1の組のブーリ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の組のブーリ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。これらの方向転換ブーリにより、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

10

20

30

40

50

ヨ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。

【0042】

前記ブーリ機構により、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に示されたブーリ機構の代替的な配置を使用してもよい。使用するブーリの数をより少なく、またはより多くしてもよい。

10

【0043】

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409a, 409b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203およびエンドエフェクタエレメント401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202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501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201の基端部における器具インターフェースである。

20

【0044】

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対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507は、第1の駆動エレメントの対409a, 409b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409aは、器具インターフェースにおいてブーリ502および503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409bは、器具インターフェースにおいてブーリ504, 505および506の周りを移動するように拘束されている。これらのブーリは、前記第1の駆動エレメントの対を、シャフト202から第1アクチュエータ507へと案内するように作用する。

30

【0045】

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410a, 410b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203およびエンドエフェクタエレメント402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202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501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201の基端部における器具インターフェースである。

40

【0046】

器具201の基端部における駆動機構の第2アクチュエータ607は、第2の駆動エレメ

50

ントの対 410a, 410b 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 410a は、器具インターフェースにおいてブーリ 602 および 603 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 410b は、器具インターフェースにおいてブーリ 604, 605 および 606 の周りを移動するように拘束されている。これらのブーリは、前記第2の駆動エレメントの対を、シャフト 202 から第2アクチュエータ 607 へと案内するように作用する。

【0047】

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 710a, 710b および 809a, 809b 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 701 と、第2エンドエフェクタ部分 802 とを備える。第1エンドエフェクタ部分 701 は、ステープルの束 714 を収容するステープラブロック 716 を備える。また、第1エンドエフェクタ部分 701 は、ステープラアプリケータ 715 も備える。駆動エレメント 710a および 710b は、前記関節部からステープラブロック 716 へと通過し、ステープラアプリケータ 715 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 710a および 710b はステープラアプリケータ 715 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 716 の先端部においてブーリ 713 の周りに巻き付いている。ステープラアプリケータ 715 は、ステープラブロック 716 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 715 は、ステープラブロック 716 のチャ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 715 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 715 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 715 は、移動するときにステープル 714 と係合する。これにより、ステープル 714 がステープラブロック 716 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。

【0048】

第2エンドエフェクタ部分 802 は、ステープラブレード 815 を収容するステープラブロック 814 を備える。駆動エレメント 809a および 809b は、前記関節部からステープラブロック 814 へと通過し、ステープラブレード 815 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 809a および 809b は、ステープラブレード 815 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 814 の先端部においてブーリ 816 の周りに巻き付いている。ステープラブレード 815 は、ステープラブロック 814 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 815 は、ステープラブロック 814 のチャ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 815 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 815 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 815 は、ステープラブロック 814 の外部に露出している。

【0049】

動作時において、ステープラブロック 814 とステープラブロック 716 との間で組織が挟持される。ステープラアプリケータ 715 は、駆動エレメント 710a を引張することによって、ステープラエンドエフェクタ部分 701 の先端部からステープラエンドエフェクタ部分 701 の基端部へと引っ張られる。ステープラアプリケータ 715 は、ステープル 714 と係合し、これらのステープルをステープラブロック 716 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 814 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 815 は、駆動エレメント 809a を引張することによって、ステープラエンドエフェクタ部分 802 の先端部からステープラエンドエフェクタ部分 802 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 815 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。

【0050】

10

20

30

40

50

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つのブ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809a用のブーリは、ブーリ810および811である。駆動エレメント809b用のブーリは、ブーリ812および813である。駆動エレメント710a用のブーリは、ブーリ711および712である。駆動エレメント710b用のブーリは、ブーリ708および709である。これらのブーリにより、図4から図6のブーリ411a, 411b, 412aおよび412b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動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、追加のブーリを使用してもよい。エンドエフェクタ部分701および802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動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406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動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できる。

【0051】

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501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。

【0052】

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タ715およびステープラブレード815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タ715およびステープラブレード815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タ715およびステープラブレード815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タ715およびステープラブレード815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てもよい。

【0053】

図4から図8の駆動エレメントは、関節部203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201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ブ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できる。前記駆動エレメントはケーブルであってもよい。

【0054】

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

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（ブ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（ブ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、スパ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本のスパークと、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、スパークと可撓性部分とを交互に備える。前記2本のスパークは、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パークの先端部で終端しており、他端部において他方のスパ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パークの基端部で終端しており、他端部において他方のスパ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。前記スパークは、前記可撓性部分よりも固い。好適には、前記スパークは剛体である。前記スパークは、中空のチューブであってもよい。通常、前記スパークの直径は、可撓性部分の直径よりも大きい。前記可撓性部分は、前記スパークと連結される箇所で終端してもよい。代替的に、前記スパークは、前記可撓性部分の材料を包囲していてもよい。例えば、前記スパークは、可撓性のケーブルを覆う剛性の鞘であってもよい。

10

20

【0055】

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途切れてもよい。

30

【0056】

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。

【0057】

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途切れてもよい。

40

【0058】

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途切れてもよい。

【0059】

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っていてもよい。

【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動させる。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ブ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、ブーリの数およびサイズが同一の経路を有し、前記ブーリの周りに巻きつけられた量が同一で、前記ブ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（回動または直線）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対のジョーである。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、各ジョーの優先回動方向は、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の優先回動方向は第2ジョー402に向かう方向であり、第2ジョー402の優先回動方向は、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動方向は、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動方向は、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動方向は、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

ステープ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815およびステープラアプリケータ715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プ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。

【0066】

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409aおよび駆動エレメント410aの経路は対称である。また、駆動エレメント409bおよび駆動エレメント410bの経路も対称である。これにより、2つのジョー401および402のそれぞれの閉鎖力は同一であり、2つのジョー401および402のそれぞれの開放力は同一である。

10

【0067】

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507, 607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(ブーリなど)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。

20

【0068】

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(ブーリなど)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。

30

【0069】

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さ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さ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。

【0070】

40

50

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個のブ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個のブ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個ブ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個のブ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個ブ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個のブーリを越えて移動するように拘束されている。

10

【0072】

図7の例において、引張されたときステーブ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タ715との間で4個ブ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タとの間で6個のブ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個ブ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個のブーリを越えて移動するように拘束されている。

20

【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、ブ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、前記ブ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、前記優先回動方向にエンドエフェクタエレメント401, 402の回動を生じさせるように引張される両駆動エレメント409a, 410aの前記ブ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動方向にエンドエフェクタエレメント401, 402の回動を生じさせるように引張される両駆動エレメント409b, 410bの前記ブーリ周りの巻き長さは同一である。

30

【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、それぞれブーリ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ブーリ周りで巻き付く量は、方向変更により、他のいずれのブーリ周りよりも大きくなる。この180°の方向変更は、全体と

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、それぞれブーリ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ブ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。

10

【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いてもよい。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、より多くのブ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。

20

【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るてもよい。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つてもよい。

30

【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、より少ない数のブーリを越えて移動するように拘束され、かつ/またはブ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。

40

【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

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、より多くの数のブーリを越えて移動するように拘束され、かつ / またはブ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、より多くのブ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ブーリに対して、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。

10

【 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ろう。

20

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、

30

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つて、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つて、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、

40

を備えるロボット手術器具であつて、

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

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、

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。

〔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。

〔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個のブ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個のブ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。

〔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

10

20

30

40

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個のブ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個のブ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13〕

態様12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14〕

態様11から13のいずれかに従属する場合の態様12または13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15〕

態様1から14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16〕

態様1から15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17〕

態様2または態様2に従属する場合の態様3から16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18〕

態様2または態様2に従属する場合の態様3から17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19〕

態様1から18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、スパークを備えるロボット手術器具。

〔態様20〕

態様1から18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21〕

態様1から20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22〕

態様1から21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23〕

態様1から22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 〕

10

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。

20

〔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 〕

30

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 〕

40

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。

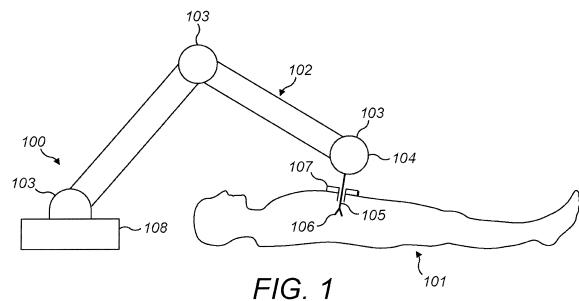
50

【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】

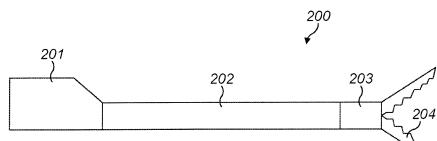


FIG. 2

10

【図 3】

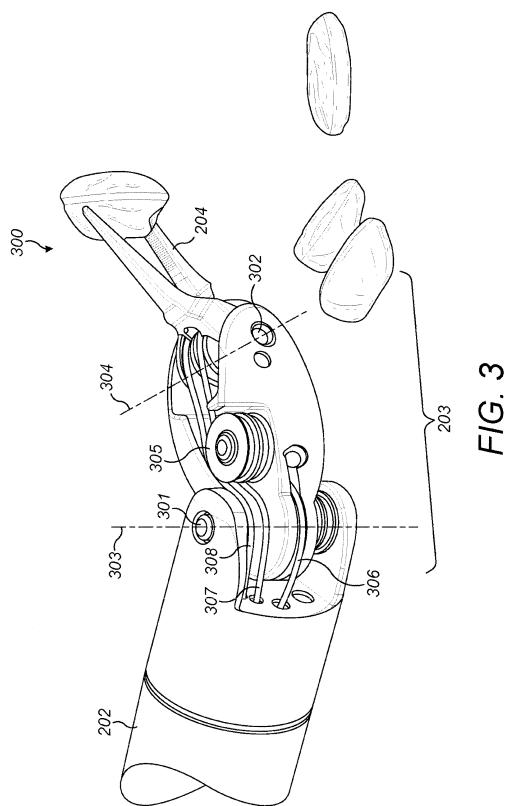


FIG. 3

20

【図 4】

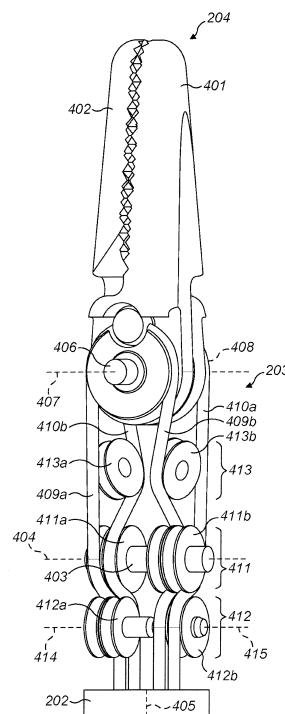


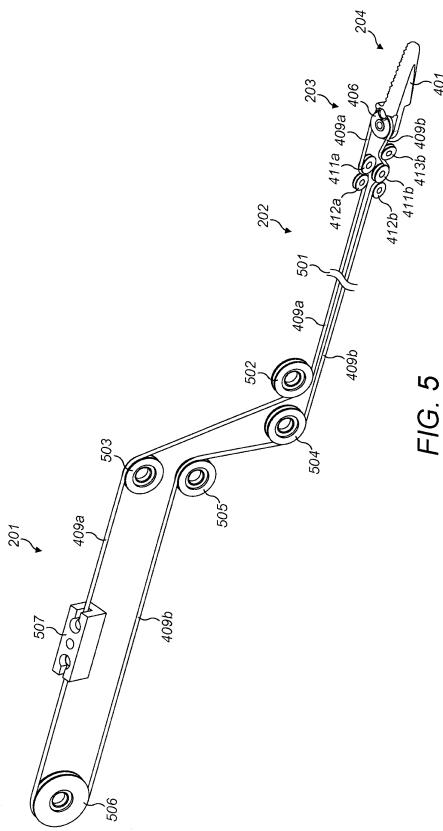
FIG. 4

30

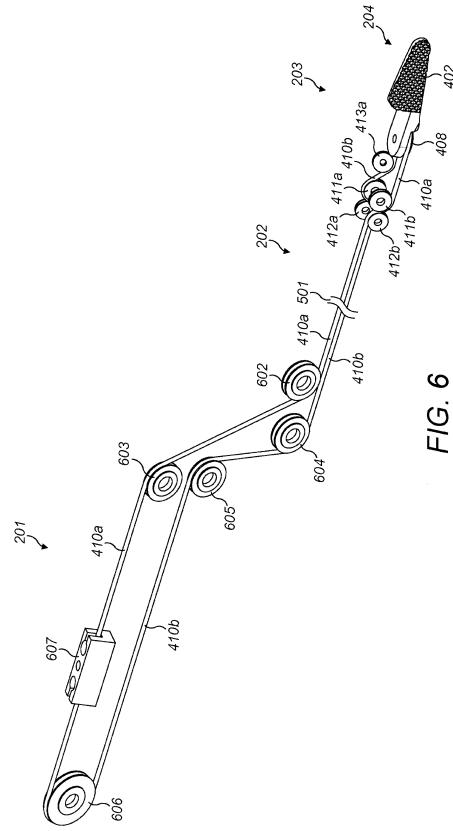
40

50

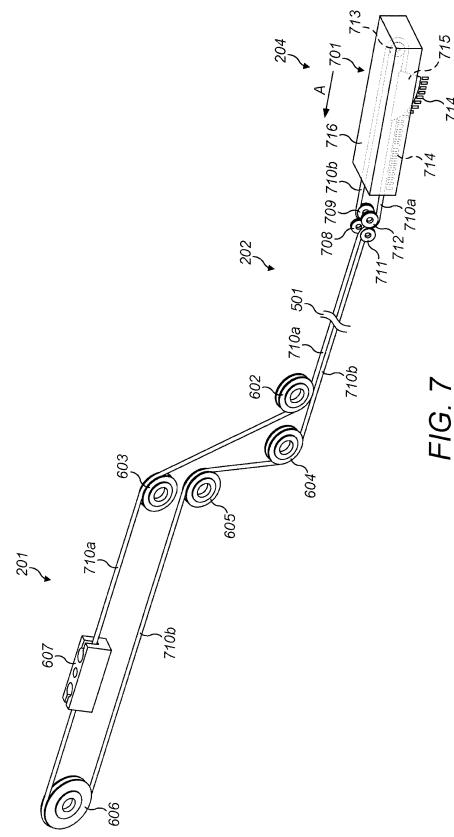
【 义 5 】



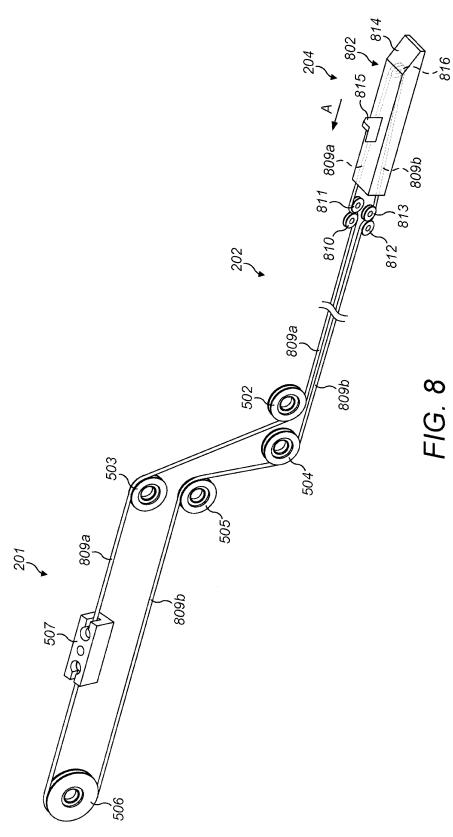
【 図 6 】



【 四 7 】



【 図 8 】



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 (U.S., A1)
米国特許出願公開第 2015/0127045 (U.S., A1)
特開 2014-193417 (JP, A)
(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
A 61 B 34 / 30