

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2020-500674

(P2020-500674A)

(43) 公表日 令和2年1月16日(2020.1.16)

(51) Int.Cl.
A 6 1 B 34/30 (2016.01)

F I
A 6 1 B 34/30

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2019-547606 (P2019-547606)
 (86) (22) 出願日 平成29年11月22日 (2017.11.22)
 (85) 翻訳文提出日 令和1年7月19日 (2019.7.19)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2017/063067
 (87) 国際公開番号 W02018/098319
 (87) 国際公開日 平成30年5月31日 (2018.5.31)
 (31) 優先権主張番号 62/425,149
 (32) 優先日 平成28年11月22日 (2016.11.22)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 米国 (US)

(71) 出願人 508221224
 ボード オブ リージェンツ オブ ザ
 ユニバーシティ オブ ネブラスカ
 アメリカ合衆国, ネブラスカ州 6858
 3-0745, リンカーン, ホールドレッ
 ジ ストリート 3835, ヴァーナー
 ホール
 (74) 代理人 100105957
 弁理士 恩田 誠
 (74) 代理人 100068755
 弁理士 恩田 博宣
 (74) 代理人 100142907
 弁理士 本田 淳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 改良された全体的位置決めデバイスならびに関連するシステムおよび方法

(57) 【要約】

本明細書に開示されるものは、ロボット手術デバイスの全体的位置決めを提供するようにロボット手術デバイスとともに用いるための全体的位置決めシステムである。全体的位置決めシステムは、ベースと、前記ベースに対し動作可能に結合されている第1アームリンクと、前記第1アームリンクに対し動作可能に結合されている第2アームリンクと、前記第2アームリンクに対し動作可能に結合されている第3アームリンクと、前記第3アームリンクに対し摺動可能に結合されている摺動可能な結合部品と、を有する。

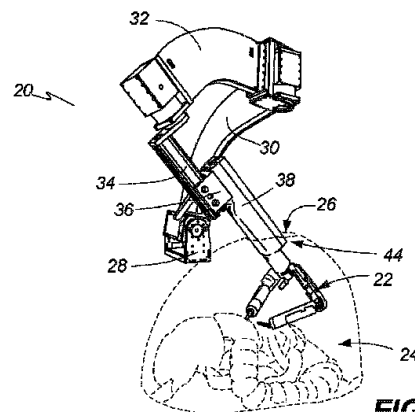


FIG. 2A

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ロボット手術デバイスとともに用いるための全体的位置決めシステムであって、

(a) ベースと、

(b) 第 1 回転ジョイントにて前記ベースに対し動作可能に結合されている第 1 アームリンクと、

(c) 第 2 回転ジョイントにて前記第 1 アームリンクに対し動作可能に結合されている第 2 アームリンクと、

(d) 前記第 2 アームリンクに対し動作可能に結合されている第 3 アームリンクであって、前記第 3 アームリンクは第 3 回転ジョイントに関して回転可能であり、前記第 3 アームリンクは患者における切開部を通じて位置決め可能であるように構成されている、第 3 アームリンクと、

(e) 前記第 3 アームリンクの長さに沿って伸長位置と収縮位置との間において移動することが可能であるように前記第 3 アームリンクに対し摺動可能に結合されている摺動可能な結合部品であって、前記ロボット手術デバイスに対し結合可能であるように構成されている、摺動可能な結合部品と、を備える全体的位置決めシステム。

【請求項 2】

前記第 1 回転ジョイントの回転軸と、前記第 2 回転ジョイントの回転軸と、前記第 3 回転ジョイントの回転軸とは、単一の交点にて交わる、請求項 1 に記載の全体的位置決めシステム。

【請求項 3】

前記単一の点は球面ジョイントである、請求項 2 に記載の全体的位置決めシステム。

【請求項 4】

前記単一の交点は前記ロボット手術デバイスの一部に沿ったある点に配置される、請求項 2 に記載の全体的位置決めシステム。

【請求項 5】

前記単一の交点が患者における切開部に配置されるように前記全体的位置決めシステムが位置決めされる、請求項 2 に記載の全体的位置決めシステム。

【請求項 6】

前記第 3 アームリンクは挿入の前記単一の点を通じて配置される、請求項 5 に記載の全体的位置決めシステム。

【請求項 7】

前記単一の交点は患者の挿入点に配置される、請求項 2 に記載の全体的位置決めシステム。

【請求項 8】

前記挿入点は切開部または自然開口部を含む、請求項 7 に記載の全体的位置決めシステム。

【請求項 9】

前記第 3 アームリンクは前記単一の交点を通じて配置される、請求項 7 に記載の全体的位置決めシステム。

【請求項 10】

前記ロボット手術デバイスは 1 つ以上のアームを備え、前記全体的位置決めシステムおよび前記ロボット手術デバイスは、前記ロボット手術デバイスを患者の体腔内に位置決めするべくともに動作するように構成されている、請求項 1 に記載の全体的位置決めシステム。

【請求項 11】

前記全体的位置決めシステムと前記ロボット手術デバイスとに対し動作可能に結合されているコントローラをさらに備える、請求項 10 に記載の全体的位置決めシステム。

【請求項 12】

ロボット手術デバイスとともに用いるための全体的位置決めシステムであって、

10

20

30

40

50

- (a) ベースと、
- (b) 第 1 回転ジョイントにて前記ベースに対し動作可能に結合されている第 1 アームリンクと、
- (c) 第 2 回転ジョイントにて前記第 1 アームリンクに対し動作可能に結合されている第 2 アームリンクと、
- (d) 第 3 回転ジョイントにて前記第 2 アームリンクに対し動作可能に結合されている第 3 アームリンクと、
- (e) 前記第 3 アームリンクに対し摺動可能に結合されている摺動可能な結合部品と、
- (f) 前記摺動可能な結合部品に対し動作可能に結合されている前記ロボット手術デバイスであって、前記ロボット手術デバイスは

10

- (i) デバイス本体と、
- (i i) 前記デバイス本体に対し動作可能に結合されており 1 つ以上の第 1 アクチュエータを備える第 1 アームと、
- (i i i) 前記デバイス本体に対し動作可能に結合されており 1 つ以上の第 2 アクチュエータを備える第 2 アームと、を備え、

前記第 3 アームリンクは、患者における挿入点を通じて、前記ロボット手術デバイスが該患者の体腔内に位置決め可能であるように位置決め可能である、全体的位置決めシステム。

【請求項 1 3】

前記摺動可能な結合部品は、前記第 3 アームリンクの長さに沿って伸長位置と収縮位置との間において摺動可能である、請求項 1 2 に記載の全体的位置決めシステム。

20

【請求項 1 4】

前記第 1 回転ジョイントの回転軸と、前記第 2 回転ジョイントの回転軸と、前記第 3 回転ジョイントの回転軸とは、単一の交点にて交わり、前記第 3 アームリンクは前記単一の交点を通じて配置される、請求項 1 2 に記載の全体的位置決めシステム。

【請求項 1 5】

内部のロボット手術デバイスとともに用いるための外部の全体的位置決めシステムであって、

- (a) ベースと、
- (b) 第 1 回転ジョイントにて前記ベースに対し動作可能に結合されている第 1 アームリンクと、
- (c) 第 2 回転ジョイントにて前記第 1 アームリンクに対し動作可能に結合されている第 2 アームリンクと、
- (d) 第 3 回転ジョイントにて前記第 2 アームリンクに対し動作可能に結合されている第 3 アームリンクと、
- (e) 前記第 3 アームリンクの長さに沿って伸長位置と収縮位置との間において可動であるように前記第 3 アームリンクに対し摺動可能に結合されている摺動可能な結合部品であって、前記ロボット手術デバイスに対し結合可能であるように構成されている、摺動可能な結合部品と、

30

(f) 前記第 1 回転ジョイントの回転軸と、前記第 2 回転ジョイントの回転軸と、前記第 3 回転ジョイントの回転軸との単一の交点を備え、前記単一の交点は患者の挿入点に配置される、全体的位置決めシステム。

40

【請求項 1 6】

前記第 3 アームリンクの一部は前記単一の交点を通じて配置される、請求項 1 5 に記載の全体的位置決めシステム。

【請求項 1 7】

前記ロボット手術デバイスの一部は前記単一の交点を通じて配置される、請求項 1 5 に記載の全体的位置決めシステム。

【請求項 1 8】

前記挿入点は切開部である、請求項 1 5 に記載の全体的位置決めシステム。

50

【請求項 19】

前記ロボット手術デバイスは1つ以上のアームを備え、前記全体的位置決めシステムおよび前記ロボット手術デバイスは、前記ロボット手術デバイスを前記患者の体腔内に位置決めするべくとも動作するように構成されている、請求項15に記載の全体的位置決めシステム。

【請求項 20】

(a) 前記全体的位置決めシステムおよび前記ロボット手術デバイスに対し動作可能に結合されている中央処理装置であって、前記中央処理装置は前記全体的位置決めシステムおよび前記ロボット手術デバイスに対し制御命令を送信するように構成されているソフトウェアを備える、中央処理装置と、

(b) 前記中央処理装置に対し動作可能に結合されているコントローラと、をさらに備える、請求項19に記載の全体的位置決めシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書における種々の実施形態は、ロボット手術デバイスに、より詳細には、外科手術中の手術デバイスの全体的再位置決めに助力する全体的位置決めシステムおよびデバイスに関する。生体内手術デバイスとの全体的位置決めシステムの組合せは、デバイスのサイズを大きくすることなく生体内デバイスの自由度を増す。

【背景技術】

【0002】

ロボット手術のために現在用いられている既知の位置決めシステムは大きく、また扱いにくい。例えば、ダヴィンチSPサージカルシステム(商標)は、手術室のかなりの部分を占め、外科手術部位にわたって窮屈な空間を作り出し、早稲田大学によって作り出されたシステムは、必要以上に大きいプロファイルを作り出す巨大なモータハウジングを有する。さらなる例において、Raven(レイヴン)(商標)は、単一の器具(上述の他の2つのシステムに用いられる生体内ロボットシステムとは対照的に)を挿入することによって現在の腹腔鏡技術を模倣している。

【0003】

図1Aおよび図1Bは、既知の一般的な球面機構10と、患者の腹腔の範囲に到達するためのその機構の必要な作業空間16とを示す。「球面機構(spherical mechanism)」は、全てのエンドエフェクタの動きが単一点を通過するようにすることが可能な物理的な機構またはソフトウェアアプリケーションであり、それによって、外科手術システムが、単一の中心点として機能する切開部を通じて手術を行う長い硬質の器具を用いることを可能とする。一例として、COBRASurge(コブラサージ)とRavenとの両方は機械的球面機構を有し、一方でダヴィンチはソフトウェアベースの球面機構を有する。

【0004】

図1Aおよび図1Bに示されるこの既知の機構は、その機構に結合されているケーブル駆動される器具を有する。デバイス10におけるリンク角度12, 14は、図1Bに示される作業空間16を作り出すように、ワシントン大学のバイオリボティクス研究室にて最適化された。作業空間16は、円錐16の底部に配置されているリモートセンタ18に関して長手方向に90°および頭尾方向に60°の楕円錐である。リンク角度12, 14は様々な作業空間について変化することが可能である。

【0005】

この分野では全体的位置決めシステムの改良が必要とされている。

【発明の概要】

【0006】

本明細書において論じられるものは、生体内ロボット手術デバイスとともに用いるための種々の全体的位置決めシステムである。

10

20

30

40

50

例 1 では、ロボット手術デバイスとともに用いるための全体的位置決めシステムは、ベースと、第 1 回転ジョイントにて前記ベースに対し動作可能に結合されている第 1 アームリンクと、第 2 回転ジョイントにて前記第 1 アームリンクに対し動作可能に結合されている第 2 アームリンクと、前記第 2 アームリンクに対し動作可能に結合されている第 3 アームリンクと、前記第 3 アームリンクの長さに沿って伸長位置と収縮位置との間において移動することが可能であるように前記第 3 アームリンクに対し摺動可能に結合されている摺動可能な結合部品と、を備える。前記第 3 アームリンクは、第 3 回転ジョイントに関して回転可能であり、患者における切開部を通じて位置決め可能であるように構成されている。前記摺動可能な結合部品は、前記ロボット手術デバイスに対し結合可能であるように構成されている。

10

【 0 0 0 7 】

例 2 は例 1 に係る全体的位置決めシステムに関し、前記第 1 回転ジョイントの回転軸と、前記第 2 回転ジョイントの回転軸と、前記第 3 回転ジョイントの回転軸とは、単一の交点にて交わる。

【 0 0 0 8 】

例 3 は例 2 に係る全体的位置決めシステムに関し、前記単一の交点は球面ジョイントである。

例 4 は例 2 に係る全体的位置決めシステムに関し、前記単一の交点は前記ロボット手術デバイスの一部に沿ったある点に配置される。

【 0 0 0 9 】

例 5 は例 2 に係る全体的位置決めシステムに関し、前記単一の交点が患者における切開部に配置されるように前記全体的位置決めシステムが位置決めされる。

例 6 は例 5 に係る全体的位置決めシステムに関し、前記第 3 アームリンクは挿入部の前記単一の点を通じて配置される。

【 0 0 1 0 】

例 7 は例 2 に係る全体的位置決めシステムに関し、前記単一の交点は患者の挿入点に配置される。

例 8 は例 7 に係る全体的位置決めシステムに関し、前記挿入点は切開部または自然開口部を含む。

【 0 0 1 1 】

例 9 は例 7 に係る全体的位置決めシステムに関し、前記第 3 アームリンクは前記単一の交点を通じて配置される。

例 10 は例 1 に係る全体的位置決めシステムに関し、前記ロボット手術デバイスは 1 つ以上のアームを備え、前記全体的位置決めシステムおよび前記ロボット手術デバイスは、前記ロボット手術デバイスを患者の体腔内に位置決めするべくともに動作するように構成されている。

【 0 0 1 2 】

例 11 は例 10 に係る全体的位置決めシステムであって、前記全体的位置決めシステムと前記ロボット手術デバイスとに対し動作可能に結合されているコントローラをさらに備える前記全体的位置決めシステムに関する。

40

【 0 0 1 3 】

例 12 では、ロボット手術デバイスとともに用いるための全体的位置決めシステムは、ベースと、第 1 回転ジョイントにて前記ベースに対し動作可能に結合されている第 1 アームリンクと、第 2 回転ジョイントにて前記第 1 アームリンクに対し動作可能に結合されている第 2 アームリンクと、第 3 回転ジョイントにて前記第 2 アームリンクに対し動作可能に結合されている第 3 アームリンクと、前記第 3 アームリンクの長さに沿って伸長位置と収縮位置との間において移動することが可能であるように前記第 3 アームリンクに対し摺動可能に結合されている摺動可能な結合部品と、前記摺動可能な結合部品に対し動作可能に結合されている前記ロボット手術デバイスと、を備える。前記ロボット手術デバイスは、デバイス本体と、前記デバイス本体に対し動作可能に結合されている第 1 アームと、前

50

記デバイス本体に対し動作可能に結合されている第2アームと、を備える。前記第1アームは1つ以上の第1アクチュエータを備え、前記第2アームは1つ以上の第2アクチュエータを備える。

【0014】

例13は例12に係る全体的位置決めシステムに関し、前記第1回転ジョイントの回転軸と、前記第2回転ジョイントの回転軸と、前記第3回転ジョイントの回転軸とは、単一の交点にて交わる。

【0015】

例14は例12に係る全体的位置決めシステムに関し、前記第3アームリンクは前記単一の交点を通じて配置され、さらに患者における挿入点を通じて位置決め可能であるように構成されている。

10

【0016】

例15では、内部のロボット手術デバイスとともに用いるための外部の全体的位置決めシステムは、ベースと、第1回転ジョイントにて前記ベースに対し動作可能に結合されている第1アームリンクと、第2回転ジョイントにて前記第1アームリンクに対し動作可能に結合されている第2アームリンクと、第3回転ジョイントにて前記第2アームリンクに対し動作可能に結合されている第3アームリンクと、前記第3アームリンクの長さに沿って伸長位置と収縮位置との間において可動であるように前記第3アームリンクに対し摺動可能に結合されている摺動可能な結合部品と、前記第1回転ジョイントの回転軸と前記第2回転ジョイントの回転軸と前記第3回転ジョイントの回転軸との交点における単一の交点とを備える。前記摺動可能な結合部品は前記ロボット手術デバイスに対し結合可能であるように構成されている。前記単一の交点は患者の挿入点に配置される。

20

【0017】

例16は例15に係る全体的位置決めシステムに関し、前記第3アームリンクの一部は前記単一の交点を通じて配置される。

例17は例15に係る全体的位置決めシステムに関し、前記ロボット手術デバイスの一部は前記単一の交点を通じて配置される。

【0018】

例18は例15に係る全体的位置決めシステムに関し、前記挿入点は切開部である。

例19は例15に係る全体的位置決めシステムに関し、前記ロボット手術デバイスは1つ以上のアームを備え、前記全体的位置決めシステムおよび前記ロボット手術デバイスは、前記ロボット手術デバイスを前記患者の体腔内に位置決めするべくともに動作するように構成されている。

30

【0019】

例20は例19に係る全体的位置決めシステムであって、前記全体的位置決めシステムおよび前記ロボット手術デバイスに対し動作可能に結合されている中央処理装置と、前記中央処理装置に対し動作可能に結合されているコントローラと、をさらに備える全体的位置決めシステムに関する。前記中央処理装置は前記全体的位置決めシステムおよび前記ロボット手術デバイスに対し制御命令を送信するように構成されているソフトウェアを備える。

40

【0020】

例21では、ロボット手術デバイスとともに用いるための全体的位置決めシステムは、ベースと、第1回転ジョイントにて前記ベースに対し動作可能に結合されている第1アームリンクと、第2回転ジョイントにて前記第1アームリンクに対し動作可能に結合されている第2アームリンクと、第3回転ジョイントにて前記第2アームリンクに対し動作可能に結合されている第3アームリンクと、前記第3アームリンクに対し摺動可能に結合されている摺動可能な結合部品と、前記摺動可能な結合部品に対し動作可能に結合されている前記ロボット手術デバイスと、を備える。さらに、前記ロボット手術デバイスは、デバイス本体と、前記デバイス本体に対し動作可能に結合されており1つ以上の第1アクチュエータを備える第1アームと、前記デバイス本体に対し動作可能に結合されており1つ以上

50

の第2アクチュエータを備える第2アームと、を備える。これに加えて、前記第3アームリンクは、患者における挿入点を通じて、前記ロボット手術デバイスが該患者の体腔内に位置決め可能であるように位置決め可能である。

【0021】

例22は例21に係る全体的位置決めシステムに関し、前記摺動可能な結合部品は、前記第3アームリンクの長さに沿って伸長位置と収縮位置との間において摺動可能である。

例23は例21に係る全体的位置決めシステムに関し、前記第1回転ジョイントの回転軸と、前記第2回転ジョイントの回転軸と、前記第3回転ジョイントの回転軸とは、単一の交点にて交わり、前記第3アームリンクは前記単一の交点を通じて配置される。

【0022】

複数の実施形態が開示されているが、本発明の例示的な実施形態を示し記述する以下の詳細な説明から、当業者には本発明の他の実施形態もまた明らかとなる。理解されるように、本発明は、すべて本発明の趣旨および範囲を逸脱することなく、種々の明白な態様において修正が可能である。したがって、図面および詳細な説明は、事実上例示的であり制限的でないといみなされる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1A】既知の球面機構の斜視図。

【図1B】図1Aの既知の球面機構の作業空間の斜視図。

【図2A】一実施形態に係る、患者の腔内に配置されている生体内ロボットデバイスに結合されている全体的位置決めデバイスの斜視図。

【図2B】全体的位置決めデバイスおよび患者の腔内に配置されている図2Aの生体内ロボットデバイスの別の斜視図。

【図2C】全体的位置決めデバイスおよび患者の腔内に配置されている図2Aの生体内ロボットデバイスの別の斜視図。

【図3】一実施形態に係る、全体的位置決めデバイスの分解斜視図。

【図4】図3のデバイスの第1ジョイントの拡大した分解斜視図。

【図5】図3のデバイスの第2ジョイントの拡大した分解斜視図。

【図6】図3のデバイスの第3ジョイントの拡大した分解斜視図。

【図7】ロボットデバイスに結合されている図3のデバイスの結合部品の拡大した分解斜視図。

【図8】一実施形態に係る、全体的位置決めデバイスと各ジョイントにおいて得られる実際の回転軸との側面図。

【図9】全体的位置決めデバイスと図8の実際の回転軸によって作り出されるグローバル回転軸との斜視図。

【図10】一実施形態に係る、全体的位置決めデバイスを制御するための制御処理の概略図。

【図11】一実施形態に係る、コントローラの斜視図。

【図12】さらなる実施形態に係る、別のコントローラの斜視図。

【図13A】一実施形態に係る、ロボットデバイスのアームの斜視図。

【図13B】図13Aのロボットデバイスのアームの斜視図。

【図14A】一実施形態に係る、患者の腔内に配置されている生体内ロボットデバイスに結合されている全体的位置決めデバイスの側面図。

【図14B】全体的位置決めデバイスと、患者の腔内に配置されている図14Aの生体内ロボットデバイスとの別の側面図。

【発明を実施するための形態】

【0024】

本明細書において開示または企図されている種々の実施形態は、本明細書にさらに詳細に記載される通り、全体的位置決めデバイスが患者の腔内におけるロボットデバイスの大域的な（グローバル）配向のために用いられることが可能であるように巧妙な生体内ロボ

10

20

30

40

50

ットデバイスに結合されている、改良された全体的位置決めデバイスに関する。

【0025】

本明細書において開示または企図されている種々の全体的位置決めデバイスの実装は、手術デバイスを患者の腔内に自動的に全体的に位置決めするのに用いられることが可能である。本明細書において用いられる「全体的位置決め (gross positioning)」は、可動手術デバイス全体の大まかな位置決め (アームおよびエンドエフェクタなどのそうしたデバイスの特定の部品の正確な移動および配置とは対照的に) を意味することが意図されている。既知のロボット手術システムにおいて、外科手術中のそれらのデバイスの全体的位置決めは困難なタスクであり得る。さらに、低侵襲外科手術 (ロボットまたは非ロボットシステムのいずれかを用いる) は、外科技術師が腹腔鏡などの外科手術機器を再位置決めすることを必要とすることが多い。そうした全体的再位置決めは、時間とさらなる努力を要する。これに加えて、場合によっては、外科技術師は十分に腹腔鏡の訓練を受けていない新参の (junior) 医学生である。結果として、外科医からの再位置決め指示は、外科手術部位の遮られたおよび/または曇った視界を生じることが多く、外科医からの追加の認知的資源を要求する。したがって、既知の単一の切開部の手術デバイスだけでなくダヴィンチシステム (登録商標) も、複雑な手術を行う間に、患者の手動の再位置決め、ロボットシステム、またはその両方を適時に必要とすることが多い。

10

【0026】

本明細書において企図されている種々の全体的位置決めデバイスは、手術中に手術スタッフによる追加の介入または手動の再位置決めなしに、手術デバイス (例えば、切開部を通じて位置決めされるように構成されているデバイス本体またはロッドと患者の腔内に全体が位置決めされデバイス本体に結合されている1つ以上のロボットアームとを有する任意の手術デバイスを含む) の全体的再位置決めに助力する。全体的位置決めシステムの実施形態は、自由度、方位角および仰角の制御、ならびにロボット腹腔鏡手術器具を含む腹腔鏡手術器具の挿入の軸に関する回転および並進が可能である。結果として、本明細書に開示および企図されている全体的位置決めデバイスの実施形態は、手術デバイスを腹腔などの患者の腔への切開部を通じて高い操作可能性により全体的に位置決めすることが可能であり、手術時間および手術スタッフに対し引き起こされる緊張を低減する。内部の手術デバイスシステムとの外部の全体的位置決めシステムの組合せは、手術ロボット/デバイスのサイズを大きくすることなく内部システムの自由度が有効に増加することを可能とする。

20

30

【0027】

1つの実装では、本明細書において開示および企図されている種々のデバイスは、突出体、ロッドまたは磁気ハンドルなどの利用可能な外部の位置決め固定具を備える任意の単一の部位の手術デバイスとともに用いられることが可能である。

【0028】

図2A~図2Cは、生体内ロボットデバイス22とともに全体的位置決めデバイス20を示し、生体内ロボットデバイス22は全体的位置決めデバイス20に結合されている。3つの図は、切開部26を通じて患者の腔24内に、3つの異なる位置にロボットデバイス22を配向するデバイス20を示す。デバイス20は、ベース(「本体」とも呼ばれる)28、第1アームリンク(または「上アーム」)30、第2アームリンク(または「前アーム」)32、および第3リンク(または「伸長部」)34を有する。伸長部34は、腔24へのアクセスを提供する切開部26を通じて(または、より典型的には、腔24へのアクセスを提供する切開部26に配置されているポート(図示せず)を通じて)本体38が配置されるように、ロボットデバイス22の本体38に直接結合している結合部品36を有する。

40

【0029】

示されるように、位置決めデバイス20(および本明細書において開示または企図されている任意の他の位置決めデバイスの実施形態)のリンク30, 32, 34は、ロボットデバイス22が腔24内の作業空間の十分な範囲にアクセスすることを可能とする。すな

50

わち、ロボットデバイス 22 のアーム 40 に取付けられているエンドエフェクタ 42 が腔 24 内の作業空間における任意の所望の位置に到達可能であるように、位置決めデバイス 20 は、切開部 26 (または切開部 26 に配置されているポート) を通じて位置決めされるデバイス 22 の本体 38 により、ロボットデバイス 22 を患者の腔 24 内に位置決めすることを可能とし、一方で、位置決めデバイス 20 のリンク 30, 32, 34 は、ロボットデバイス 22 の全ての移動が単一点を通過するように、デバイス本体 38 が切開部 26 を通過する「球面ジョイント (spherical joint)」44 を作り出すように機能する。換言すると、3つのリンク 30, 32, 34 の位置決めおよび患者の腔 24 内のロボットデバイス 22 の得られる位置決めに関わらず、切開部 26 (球面ジョイント 44) におけるデバイス本体 38 の部分は、位置決めデバイス 20 の結果と同じ位置 (切開部 26 を通じて) のままである。このことは、エンドエフェクタ (エンドエフェクタ 42 など) が腔内の任意の所望の位置に到達可能であるように、腔 (腔 24 など) 内のロボットデバイス (ロボットデバイス 22 など) の動作を可能にし、一方で、デバイス 22 全体は、切開部 26 における単一点 (球面ジョイント 44) を通過しその点から決して移動しないデバイス本体 38 を介して位置決めデバイス 20 に接続されており、それによって、その単一の切開部 (切開部 26 など) を通じてデバイス 22 を動作させ位置決めすることを可能とする。位置決めデバイス 20 による球面ジョイント 44 の生成は、以下においてさらに詳細に記載される。別の利点は、位置決めデバイス 20 は患者の腔から延びている既知のダヴィンチ (商標) システムの複数のアームの代わりに、患者の腔内において単一の生体内ロボットデバイスを用いることを可能とし、それによって患者の体の外に大きい作業空間を取ることである。

10

20

【0030】

図 3 は、全体的位置決めデバイス 20 の部品の分解図を示す。以下においてさらに詳細に記載するように、デバイス 20 は 3つの自由度 (“DOF”) を有し、位置決めデバイス 20 に結合されているロボットデバイス 22 についてグローバル配向を提供するように (図 2A ~ 図 2C に最もよく示されているように) これらの DOF を利用することが可能である。上述したように、デバイス 20 は、ベース 28、第 1アームリンク 30、第 2アームリンク 32、第 3リンク 34、および結合部品 36 を有する。この実装において、第 1アームリンク 30 はカバー 30A を有し、第 2アームリンク 32 はカバー 32A を有する。これに代えて、リンク 30, 32 の各々は、カバーのない単一の単位部品である。

30

【0031】

図 3 および図 4 に最もよく示されるように、第 1アームリンク 30 は、第 1ジョイント 50 においてベース 28 に回転可能に結合されている。より詳細には、ベース 28 は、ブラケット 52 と軸受 56 とに回転可能に結合されている第 1モータ 54 を収容するように構成されているブラケット 52 からなり、それによって第 1ジョイント 50 を作り出す。すなわち、モータ 54 は、モータ 54 が開口部 58A, 58B 内において回転するように、それらの開口部 58A, 58B に位置する。第 1リンク 30 は、第 1モータ 54 の作動がブラケット 52 に関するモータ 54 の回転を生じさせるように第 1モータ 54 に固定して結合されており、それによって第 1ジョイント 50 の周りの第 1リンク 30 の回転を生じる。

40

【0032】

1つの実装において、ベース 28 は、使用中にデバイス 20 全体を安定かつ安全に保つように構成されている。示されるように、上述の通りベース 28 はブラケット 52 である。代替の実施形態において、ベース 28 は、そうした安定性を提供する任意の構造 (例えば、加重を用いて安定性を向上させる非常に重いまたは加重した構造を含む) であることが可能である。ある実装において、ベース 28 は患者が乗せられている手術台に安定して結合されていることが可能である。例えば、ベース 28 は台 (図示せず) の上のレール (図示せず) に結合されていることが可能である。さらなる代替において、ベース 28 は手術室における任意の固定物に結合されていることが可能である。これに代えて、ベース 28 はカートの一部または他の可動式スタンドアロン装置に結合されているか、また

50

はその装置であることが可能である。

【0033】

図3および図5に最もよく示されるように、第1アームリンク30と第2アームリンク32とは、第2ジョイント60において回転可能に互いに結合されている。より詳細には、ジョイント60は、ブラケット62と軸受66とに回転可能に結合されている第2モータ64を収容するように構成されているブラケット62からなり、それによって第2ジョイント60を作り出す。すなわち、モータ64は、モータ64が開口部68A, 68B内において回転するように、それらの開口部68A, 68Bに位置する。第1リンク30は第2モータ64に固定して結合され、第2リンク32は、第2モータ64の作動がブラケット62に関するモータ64の回転を生じるように、ブラケット62に固定して結合され、それによってジョイント60の周りに第1リンク30に関する第2リンク32の回転を生じさせる。

10

【0034】

図3および図6に最もよく示されるように、第3リンク34は、第3ジョイント70において第2アームリンク32に回転可能に結合されている。より詳細には、ジョイント70は、第2アームリンク32に固定して結合されている第3モータ72からなり、モータ72の作動が第3リンク34の回転を生じさせるように第3リンク34に回転可能に結合されており、それによって第3ジョイント70を作り出す。図3および図7に最もよく示されるように、第3リンク34は、ロボットデバイス74が第3リンク34に結合されることが可能であるように、リンク34の先端部に結合部品36を有する。図3および図7に示される物体74が生体内ロボットデバイス74に相当することを意図されていることが理解される。この特定の例では、デバイス74のロッドまたは本体76のみが示されるが、ロボットアームまたは他の部品ではない。示されるこの特定の本体部品76は単にデバイス74の概略図として意図され、ロボットアームを有する実際のロボットデバイス(上で説明し示したデバイス22など)の完全な図ではないことが理解される。このようにして、第3モータ72の作動は、第3リンク34の回転によってロボットデバイスの回転を生じさせる。

20

【0035】

これに代えて、本明細書に記載されるようにリンク30, 32, 34が互いに関して可動である限り、任意のジョイントの構成が、種々の全体的位置決めデバイスの実装において用いられることが可能である。

30

【0036】

1つの実装によると、結合部品36は、結合部品36(および、したがってロボットデバイス74)が第3リンク34の長手方向の長さに沿って何処にでも位置決めされることが可能であるように、第3リンク34に摺動可能に結合されている。このように、ロボットデバイス74は、第3リンク34の長手方向の軸に沿ってデバイス74を位置決めするように、所望に応じて、第3ジョイント70に向かっておよび第3ジョイント70から離れて移動することが可能である。ある実施形態では、結合部品36は、第3リンク34の長さに沿った結合部品36の位置を固定または非固定とするように作動されることが可能なクイックリリースハンドル78を有する。すなわち、ハンドル78は、部品36がリンク34の長さに沿って摺動することが可能であるように、結合部品36を非固定構成へと動かすように作動されることが可能である。結合部品36(および、したがってロボットデバイス74)がリンク34の長さに沿った所望の点に位置決めされると、ハンドル78は固定される位置に移動することが可能であり、それによって部品36が摺動不可能であるような点に結合部品36を固定する。このようにして、結合部品36は、第3リンク34の長さに沿って、伸長位置と収縮位置との間において、およびそれらの間の任意の位置において移動することが可能である。これに代えて、第3リンク34は、伸長と収縮位置との間の移動を担う任意の既知の部品またはデバイスを有することが可能である。

40

【0037】

図8は、リンク50, 60, 70によって作り出される回転軸90, 92, 94を示し

50

、さらに結合部品 36 と第 3 リンク 34 とによって作り出されるリニアステージ D を示す。すなわち、矢印 A にて示される軸 90 の周りの回転が、第 1 ジョイント 50 の回転によって生じる。さらに、矢印 B にて示される軸 92 の周りの回転が、第 2 ジョイント 60 の回転によって生じる。最後に、矢印 C にて示される軸 94 の周りの回転が、第 3 ジョイント 70 の回転によって生じる。これに加えて、矢印 D によって示される直線移動は、第 3 リンク 34 に沿った結合部品 36 の移動から結果として生じる。一実施形態において、結合部品 36 の直線移動は、ロボットデバイス 74 をさらに患者の腔（図示せず）の中に位置決めするか、またはロボットデバイスをジョイント 70 に対してより近くに移動させる、外科医の判断において利用される。1 つの実装において、第 3 リンク 34 に関する結合部品 36 の移動は、手動である（また、上述のクイックリリースレバー 78 の作動を必要とする）。これに代えて、結合部品 36 の移動は、動力化されることが可能である。

10

【0038】

一実施形態において、回転ジョイント 50 における回転軸 90 は、回転ジョイント 60 における回転軸 92 とジョイント 70 における回転軸 94 との両方に対して垂直である。換言すると、各軸 90, 92, 94 は、他の 2 つに対して垂直であることが可能である。垂直である 3 つの軸 90, 92, 94 は、いくつかの実装において、各軸 90, 92, 94 を単一の自由度のみに寄与させることによってシステム 20 の制御を単純にすることが可能である。例えば、第 3 リンク 34 が軸 94 の周りを回転する場合、3 つの軸 90, 92, 94 全てが垂直である時には、生体内ロボットデバイス 74 の傾斜は変化しない。同様に、第 1 リンク 30 が軸 90 の周りを回転する場合、手術デバイス 74 の左右の傾斜が影響を受けない。これに代えて、3 つの軸 90, 92, 94 のうちの 2 つが互いに垂直である。さらなる代替では、軸 90, 92, 94 のいずれも互いに垂直ではない。

20

【0039】

図 9 は、図 8 の 3 つの局所的な（ローカル）回転軸 90, 92, 94 が、生体内ロボット 74 のグローバル配向をどのように得るかを示す。すなわち、図 8 は、それぞれジョイント 50, 60, 70 の各々に関する実際の回転軸 90, 92, 94 を示す。対照的に、図 9 は、実際の回転軸 90, 92, 94 によって作り出されるグローバル回転軸 100, 102, 104 を示す。すなわち、グローバル回転軸 100, 102, 104 は、ロボットデバイス（例えば、デバイス 74 など）の実際のまたは所望の配向を記述するのに用いられる軸である。このようにして、軸 90, 92, 94 は、矢印 D にて示される軸 100 の周りの回転がデバイス 74 の「ピッチ」回転であるように、グローバル軸 100 を作り出す。さらに、軸 90, 92, 94 は、矢印 E にて示される軸 102 の周りの回転がデバイス 74 の「ロール」回転であるように、グローバル軸 102 を作り出す。これに加えて、軸 90, 92, 94 は、矢印 F にて示される軸 104 の周りの回転がデバイス 74 の「ヨー」回転であるように、グローバル軸 104 を作り出す。このように、ある実施形態によると、デバイス 74 の所望のグローバル配向は、軸 90, 92, 94 によって制御されることが可能である。例えば、デバイス 74 のピッチが 90 度であるように所望されると、ローカル軸 90, 92, 94 は、ロボットデバイス 74 が 90 度のピッチを有するように、必要に応じてある解決値に回転することが可能である。

30

【0040】

一実施形態において、図 8 に最もよく示されるように、3 つの軸 90, 92, 94 は、上記の「球面ジョイント」100 としても知られる交点 100 にて交わる。交点 100 は、アームリンク 30, 32, 34 の位置決めに関わらず同一の位置に固定されたままであり、外科手術中に挿入点として用いられることが可能である。すなわち、全体的位置決めシステム 20 は、患者における切開部を通じてロボットデバイス 74 が位置決めされるその切開部に交点 100 が位置決めされるように位置決めされることが可能である。

40

【0041】

1 つの実装において、上述したように、交点 100 によってシステム 20 が球面機構に対し同様に作用する。図 8 に示されるデバイス 20 において、デバイス 20 の構成は、患者における切開部に典型的に位置決めされる球面ジョイント 100 の単一点を伸長部 34

50

が必ず通過するように、球面ジョイント100を作り出す。デバイス20によって作り出される球面ジョイント100は、切開部において球面ジョイント100を保ちながら、患者の腔内の手術デバイス74用の有効な作業空間のサイズを大きくする。

【0042】

これに代えて、全体的位置決めデバイス20は第4リンク、第5リンク、または任意の数の追加のリンク、および関連する追加の数の回転ジョイントを有することが可能である。さらに、デバイス20は3つ未満のリンク、および関連する数の回転ジョイントしか有しないことも可能である。要するに、全体的位置決めデバイス20は単一の回転ジョイント、2つの回転ジョイント、または任意の数の回転ジョイントを有することが可能である。

10

【0043】

一実施形態によると、全体的位置決めデバイス20は、図10に示される以下の制御処理120を用いて制御されることが可能である。ソフトウェアアーキテクチャ124（この例示的な実施形態において非公式に「ロボットアプリ」と呼ばれる）と通信するための入力として用いられるコントローラ122が提供される。1つの実装では、ソフトウェア124は、異なるハードウェアの一体化と「プラグイン」の開発が可能なカスタムソフトウェア124であり、それによって追加の特徴を構築するのが容易なモジュラープラットフォームを得る。これに代えて、ソフトウェアアーキテクチャ124は、ハードウェアの使用をハードウェアの限定されたセットに限定し、モジュール性を有しない。さらなる代替では、ソフトウェアアーキテクチャ124は任意の既知の種類のアーキテクチャである

20

【0044】

コントローラ122からの通信は、ソフトウェア124（ブロック126）によって解読され（または「条件判定され」、運動学（ブロック128）を計算するのに用いられる。これらの運動学の計算は、デバイス20がコントローラ122から通信されるように移動すべく作動するよう、接続部130を介して全体的位置決めデバイス20へと通信される。この特定の実施形態において、接続部は、ソフトウェア124を備えるハードウェア（図示せず）におけるUSBポート130である。ポート130は、ソフトウェア124への、したがってコントローラ122への全体的位置決めデバイス20の接続が可能である。1つの実装において、コントローラ122は、ソフトウェア124を備えるハードウェアである。これに代えて、ハードウェアは、コンピュータなどの任意の処理装置である

30

【0045】

ある実施形態によると、ハンドコントローラが全体的位置決めデバイスおよび/またはロボットデバイスを制御するように用いられる。1つの実装において、ハンドコントローラ150は、図11に示されるようなジョイスティックコントローラ150である。ジョイスティックコントローラ150は、全体的位置決めデバイス（デバイス20など）の配向を制御する。コントローラ152が市販のジオマジックタッチ（Geo Magic Touch）（商標）コントローラ152である、さらなるコントローラの実施形態152が図12に示される。この実装において、コントローラ152は、全体的位置決めデバイス（デバイス20など）を制御するように用いられることが可能である。さらなる実施形態において、コントローラ152は全体的位置決めデバイス（デバイス20など）とロボットデバイス（デバイス22など）との両方を制御するように用いられることが可能であるが、制御スキームは、ユーザがデバイスのうちの一方を制御することから他方へと切り替えたい各々の時に変更される必要がある。

40

【0046】

別の実施形態において、2つのジオマジックタッチ（商標）コントローラ152は、手術中に制御スキームを変更する必要なく全体的位置決めデバイス（デバイス20など）とロボットデバイス（デバイス22など）との両方の制御が可能な制御処理またはアプリケーションと組み合わせて用いられる。これに代えて、図13Aおよび図13Bに最もよく

50

示されるように、制御処理のために、生体内ロボット166の2つの端点(エンドエフェクタ)162間の中点160が特定される。極座標()を用いると、中点160がエンベロープ164の領域を離れると、それに応じて生体内ロボットデバイス166の配向が全体的位置決めデバイス(デバイス20など)によって動くように、中点のエンベロープ164が発展する。より詳細には、エンドエフェクタ162同士の中点160がエンベロープ164の範囲に達すると、全体的位置決めデバイス(デバイス20など)はデバイス166上のカメラレンズ168の視界を調節するように移動し始める。このように、ロボットデバイス166は、カメラレンズ168を所望の視界へと移動するように、上下左右に到達または「ジェスチャ(gesturing)」を行うことによってカメラレンズ168の視界を制御することが可能である。全体的位置決めデバイスの移動を停止するために、エンドエフェクタ162は中点プロファイルに戻る必要がある(すなわち、エンドエフェクタ162は中点160がエンベロープ164内にあるように移動する必要がある。この手法では、全体的位置決めデバイス(デバイス20など)とロボットデバイス(デバイス22など)は、制御スキームを変更することなくロボットデバイスが患者の腔の範囲に到達することが可能であるように、両方が動作することが可能である。

10

20

30

40

50

【0047】

一実施形態において、中点のエンベロープ164は、カメラレンズ168の範囲に対応する。これに代えて、他のアプローチが異なるカメラについて用いられることが可能である。すなわちロボットデバイスが留まる必要がある最適な作業空間を有する場合には。

【0048】

これに代えて、図14Aおよび図14Bに最もよく示されるように、制御処理は異なる様式にて動作することが可能である。この特定の実施形態では、中点160がエンベロープ164を出ると、全体的位置決めデバイス(デバイス20など)と生体内ロボットデバイス166との両方はエンドエフェクタ162を空間内に固定し続けるようにともに移動することが可能であるが、示されるように中点のエンベロープ164の中にエンドエフェクタを戻す。より詳細には、エンドエフェクタ162は、最初はロボットデバイス166の右に対するオフセットであるが、しかしながら全体的位置決めデバイス(デバイス20など)と生体内ロボット166とをともに再位置決めすることによって、端点162は空間に固定されたままとなるものの、中点のエンベロープ164の内側に戻される。

【0049】

使用時に、全体的位置決めデバイス20および本明細書において開示または企図されている他の実施形態は、手術デバイス(デバイス22、デバイス74、またはデバイス166など)を患者の腔内における外科手術空間内に切開部を通じて位置決めするように、以下の様式にて動作することが可能である。3つのリンク30, 32, 34は、所望に応じてデバイス22, 74, 166を位置決めするようにそれぞれの軸90, 92, 94の付近を回転する。より詳細には、第3リンク34は、軸94の付近にて手術デバイス22, 74, 166を回転させるように軸94の周りを回転することが可能である。さらに、伸長部34と組み合わせたアームリンク30, 32は、2つの別々の角平面を通じてデバイス20を接続するように用いられることが可能である。すなわち、2つの軸90, 92は、伸長部34の角度位置に影響し得る。これに加えて、結合部品36は、手術デバイス22, 74, 166が患者の腔の中または外に進められることが可能であるように伸張または伸縮することが可能である。

【0050】

1つの実装において、位置決めシステム20と手術デバイス22, 74, 166とは、手術デバイス22, 74, 166が位置決めシステム20の延長部として扱われるように、組み合わせて用いられることが可能であり、両方が手術デバイス22, 74, 166を移動および動作させるようにともに用いられる。例えば、外科医が手術デバイス22, 74, 166を右方に合計2.54cm(1インチ)移動させたい場合があり、したがって、この移動を生じるように外部のコントローラを作動させる。コントローラ(上述の任意のコントローラの実施形態など)は、手術デバイス22, 74, 166を右方に2.54

cm (1インチ) 移動させるためにシステム 20 とデバイス 22, 74, 166 とが組み合わせて動作するように、適切な信号を位置決めシステム 20 と手術デバイス 22, 74, 166 とに送信する。一例では、システム 20 が 1.27 cm (0.5インチ) 移動可能であり、またデバイス 22, 74, 166 が 1.27 cm (0.5インチ) 移動可能であり、それによってデバイス 22, 74, 166 が所望に応じて完全に 2.54 cm (1インチ) 移動することになる。一実施形態によると、このようにして、位置決めシステム 20 は、使用中の各部品の最適な寄与を決定することによって、システム 20 とデバイス 22, 74, 166 との組み合わせの強度、作業空間、および可操作性を最大化するのに用いられる。

【0051】

これに代えて、位置決めシステム 20 およびデバイス 22, 74, 166 は、別々に動作する。すなわち、デバイス 22, 74, 166 が用いられている間にはシステム 20 が動作不能であるか動作せず、またシステム 20 が用いられている間にはデバイス 22, 74, 166 が動作不能であるか動作しない。例えば、デバイス 22, 74, 166 が用いられおり外科手術空間における対象物がデバイス 22, 74, 166 の到達範囲の外側にあると決定されると、デバイス 22, 74, 166 は「シャットダウン」され、そうでなければ動作不能の状態となるか、単に「休止モード」に置かれ、それに応じてシステム 20 はデバイス 22, 74, 166 を再位置決めするのに用いられる。

【0052】

プロセッサが、手術デバイス 22, 74, 166 を全体的に位置決めするためのアームリンク 30, 32, 34 の移動を含む位置決めシステム 20 を制御するように用いられることが可能であるように、デバイス 20 はプロセッサまたはコンピュータ (図示せず) に動作可能に結合されていることが可能であることが理解される。

【0053】

さらなる代替の実装において、位置決めシステム 20 は、デバイス 22, 74, 166 に対し種々の機能を提供するように手術デバイス 22, 74, 166 に結合している器具またはデバイスを組み込むか一体化するように構成されることも可能である。例えば、一実施形態において、システム 20 は、手術デバイス 22, 74, 166 が吸引および灌注部品を備えるように、手術デバイス 22, 74, 166 において対応する器具に結合する吸引および灌注器具を備えることが可能である。さらなる実装に係る別の例において、位置決めデバイス 20 は、手術デバイス 22, 74, 166 において対応する器具に結合するように構成されている任意の既知の器具を備えることが可能である。

【0054】

本明細書において企図されている代替の実施形態は、磁氣的に制御される (上述の手術デバイスとは対照的に、本体を介して制御されるか、手術切開部を通じて挿入されるロッドを位置決めする) 手術デバイスとともに用いられることが可能なシステムも含む。これらの実装において、位置決めシステムは、患者の外皮に沿って外部の磁気部品 (磁気ハンドルまたは他の種類の外部磁気部品など) を位置決めすることによって、手術デバイスを患者の腔内の内部表面に沿った何処にでも位置決めする。デバイスのこの位置決めは、患者の皮膚の表面に沿った 2次元内の移動と、皮膚の表面に対し垂直な軸に関する外部磁気部品の回転との、任意の組合せを含むことが可能である。当然ながら、患者の皮膚に沿った磁気部品の移動は 2次元であると考えられる一方で、皮膚に沿った外部部品の移動が 6つの自由度全てにおいて完全な操作性を示すように、患者の皮膚は曲線的であることが理解される。

【0055】

本発明は好ましい実施形態を参照して記載されているが、当業者は本発明の趣旨および範囲から逸脱することなく形態および詳細において変更がなされ得ることを認識する。

10

20

30

40

【 図 1 A 】

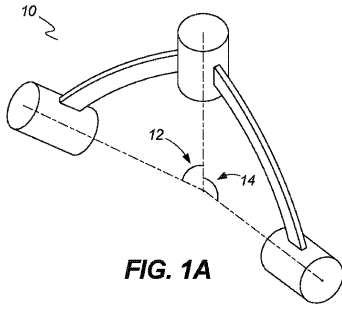


FIG. 1A

【 図 1 B 】

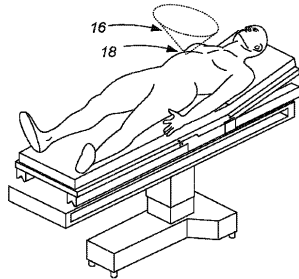


FIG. 1B

【 図 2 A 】

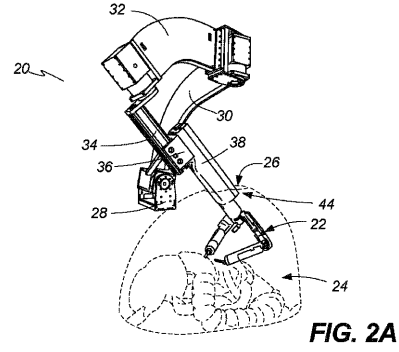


FIG. 2A

【 図 2 B 】

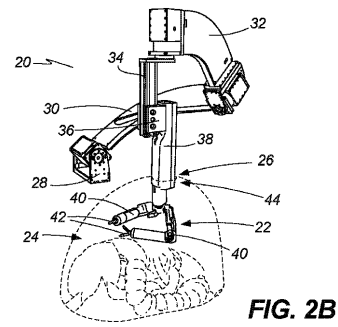


FIG. 2B

【 図 2 C 】

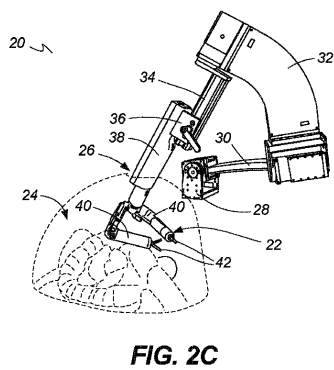


FIG. 2C

【 図 3 】

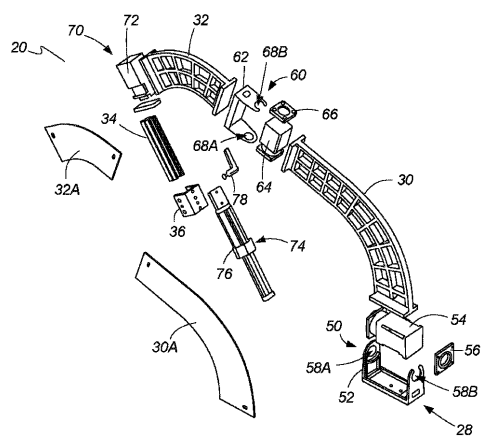


FIG. 3

【 図 4 】

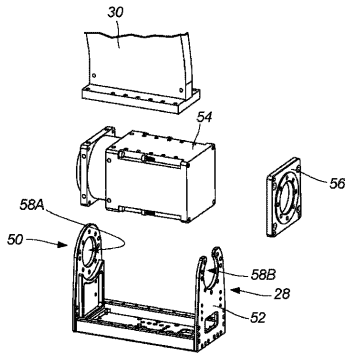


FIG. 4

【 図 5 】

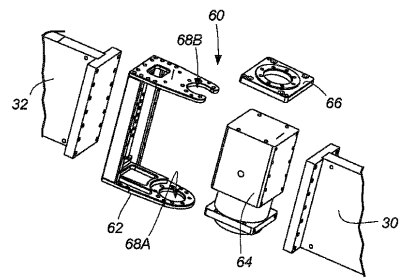


FIG. 5

【 図 6 】

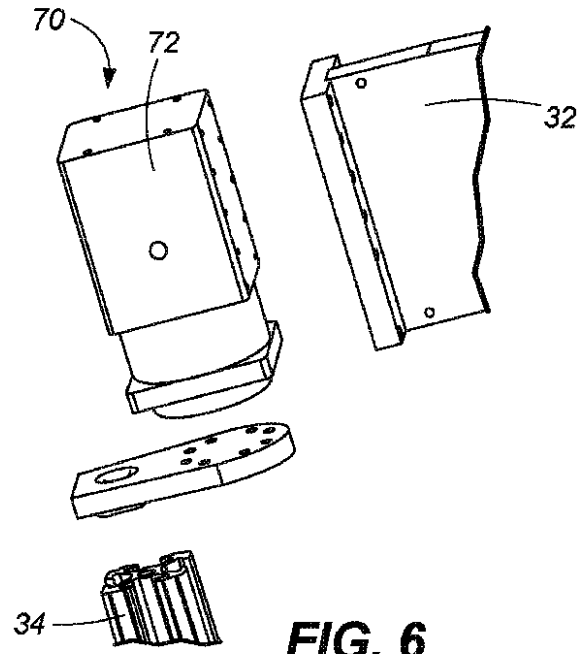


FIG. 6

【 図 7 】

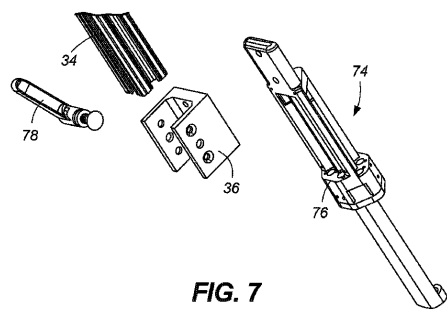


FIG. 7

【 図 9 】

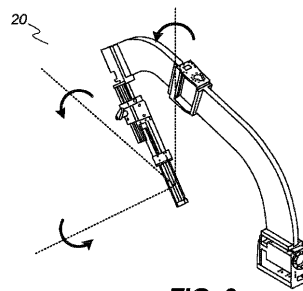


FIG. 9

【 図 8 】

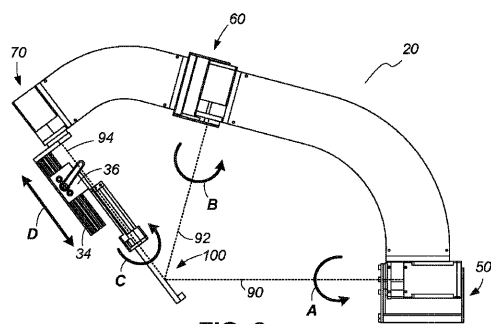
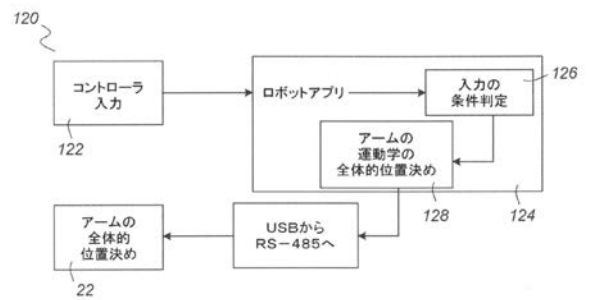


FIG. 8

【 図 10 】



【 図 1 1 】

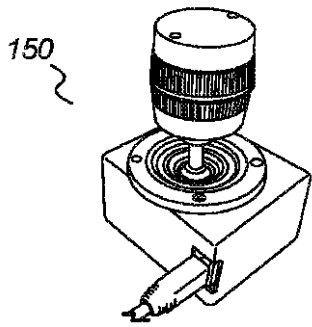


FIG. 11

【 図 1 3 A 】

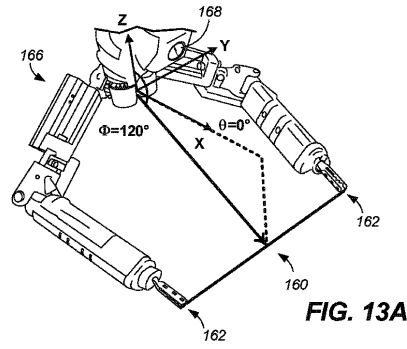


FIG. 13A

【 図 1 2 】

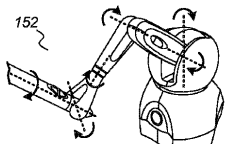


FIG. 12

【 図 1 3 B 】

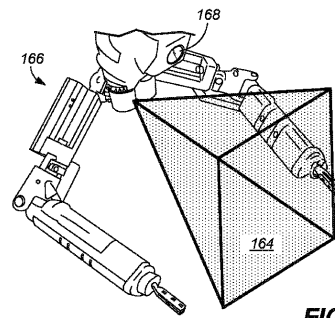


FIG. 13B

【 図 1 4 A 】

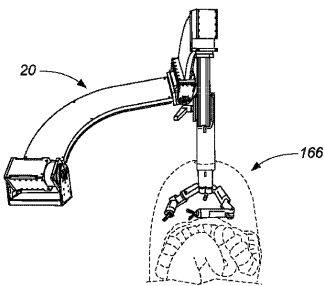


FIG. 14A

【 図 1 4 B 】

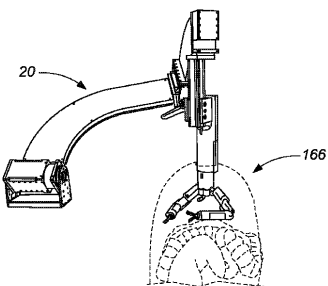


FIG. 14B

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US 17/63067
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(8) - A61B 34/20, A61B 34/30, B25J 9/04, A61B 34/00 (2018.01) CPC - A61B 2034/302, A61B 34/20, B25J 9/06, A61B 34/30		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) See Search History Document		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched See Search History Document		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) See Search History Document		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2014/160086 A2 (BOARD OF REGENTS OF THE UNIVERSITY OF NEBRASKA) 02 October 2014 (02.10.2014) Entire document, especially para [062]-[063], [0104], [0107], [0110], [0113], [0115], [0118] and figs. 14A-14B and 1A-1C.	1-20
A	US 2007/070685 A1 (KANG et al.) 22 November 2007 (22.11.2007) Entire document.	1-20
A	US 2013/0345717 A1 (BOARD OF REGENTS OF THE UNIVERSITY OF NEBRASKA) 26 December 2013 (26.12.2013) Entire document.	1-20
A	US 2016/0015461 A1 (BOARD OF REGENTS OF THE UNIVERSITY OF NEBRASKA) 21 January 2016 (21.01.2016) Entire document.	1-20
A	WO 2015/132549 A1 (CAMBRIDGE MEDICAL ROBOTICS LIMITED) 11 September 2015 (11.09.2015) Entire document.	1-20
A	US 2009/0234369 A1 (BAX et al.) 17 September 2009 (17.09.2009) Entire document.	1-20
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 16 January 2018		Date of mailing of the international search report 01 FEB 2018
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-8300		Authorized officer: Lee W. Young PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774

フロントページの続き

(81)指定国・地域 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT

(72)発明者 ライヘンバツハ、マーク

アメリカ合衆国 68516 ネブラスカ州 リンカーン チャートウェル レーン 6049

(72)発明者 ファリター、シェーン

アメリカ合衆国 68526 ネブラスカ州 リンカーン ブラックストーン ロード 6137