

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-99659

(P2013-99659A)

(43) 公開日 平成25年5月23日(2013.5.23)

(51) Int.Cl.
A61B 19/00 (2006.01)F I
A61B 19/00 502

テーマコード (参考)

審査請求 有 請求項の数 11 O L (全 49 頁)

(21) 出願番号 特願2013-42097 (P2013-42097)
 (22) 出願日 平成25年3月4日 (2013.3.4)
 (62) 分割の表示 特願2009-550867 (P2009-550867)
 の分割
 原出願日 平成19年12月31日 (2007.12.31)
 (31) 優先権主張番号 60/890,691
 (32) 優先日 平成19年2月20日 (2007.2.20)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 60/956,032
 (32) 優先日 平成19年8月15日 (2007.8.15)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 60/983,445
 (32) 優先日 平成19年10月29日 (2007.10.29)
 (33) 優先権主張国 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

最終頁に続く

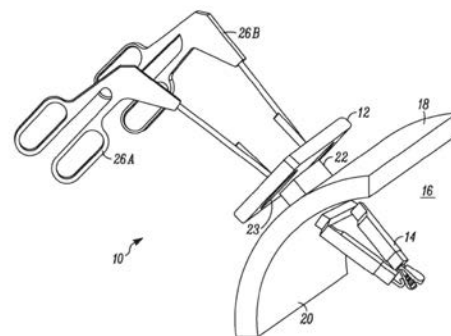
(54) 【発明の名称】 外科用視覚化方法、システムおよびデバイス、ならびにデバイス操作

(57) 【要約】

【課題】より直感的な操作を可能にする外科用システムを提供すること。

【解決手段】外科用システム(10)は、患者の体腔(16)内に全体が位置決めされるロボット・デバイス(14)と、ロボット・デバイス(14)に接続構成要素によって動作可能に接続されるユーザ・コンソール(12)とを備える。ロボット・デバイス(14)は、デバイス本体に付随して設けられ、第1及び第2のロボット・アーム間に位置決めされたカメラを含む。ユーザ・コンソール(12)は、第1及び第2のロボット・アームと連動するように構成された第1及び第2のマニピュレータ・アーム(26A, 26B)と、カメラからの画像を受けることにより第1及び第2のロボット・アームと物理的に接続されているように第1及び第2のマニピュレータ・アーム(26A, 26B)を視覚的に見せる視覚ディスプレイを含む。

【選択図】図1A



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

外科用システムであって、

(a) 患者の体腔内に全体が位置決めされるロボット・デバイスであって、

(i) デバイス本体と、

(i i) 前記デバイス本体に動作可能に接続され、第 1 の終端エフェクタを含む第 1 のロボット・アームと、

(i i i) 前記デバイス本体に動作可能に接続され、第 2 の終端エフェクタを含む第 2 のロボット・アームと、

(i v) 前記デバイス本体に付随して設けられ、前記第 1 及び第 2 のロボット・アーム間に位置決めされたカメラと、

を含む前記ロボット・デバイスと、

(b) ユーザ・コンソールであって、

(i) 前記ユーザ・コンソールに動作可能に接続され、前記第 1 及び第 2 のロボット・アームと連動するように構成された第 1 及び第 2 のマニピュレータ・アームと、

(i i) 前記ユーザ・コンソール上に配置され、前記カメラから画像を受けるように構成された視覚ディスプレイであって、前記カメラから画像を受けることにより前記第 1 及び第 2 のロボット・アームと物理的に接続されているように前記第 1 及び第 2 のマニピュレータ・アームを視覚的に見せる視覚ディスプレイと、

を含む前記ユーザ・コンソールと、

(c) 前記ユーザ・コンソールと前記ロボット・デバイスとを動作可能に接続する接続構成要素と

を備える外科用システム。

【請求項 2】

前記接続構成要素が、前記ユーザ・コンソールと前記ロボット・デバイスとを物理的に接続するように構成された連結部からなる、請求項 1 に記載の外科用システム。

【請求項 3】

前記第 1 のロボット・アームが第 1 の肘継手を含み、前記第 2 のロボット・アームが第 2 の肘継手を含む、請求項 1 に記載の外科用システム。

【請求項 4】

前記第 1 及び第 2 のマニピュレータ・アームは、当該第 1 及び第 2 のマニピュレータ・アームが前記視覚ディスプレイを貫通しているように見せるべく前記視覚ディスプレイに対して位置決めされている、請求項 1 に記載の外科用システム。

【請求項 5】

前記第 1 及び第 2 のマニピュレータ・アームは、当該第 1 及び第 2 のマニピュレータ・アームが前記体腔内を貫通しているように見せるべく前記視覚ディスプレイに対して位置決めされている、請求項 1 に記載の外科用システム。

【請求項 6】

前記第 1 及び第 2 のマニピュレータ・アームの各々は標準的腹腔鏡ツールとして動作するように構成されている、請求項 1 に記載の外科用システム。

【請求項 7】

前記第 1 及び第 2 のマニピュレータ・アームの各々は標準的腹腔鏡ツール・ハンドルに類似した形状を有する、請求項 1 に記載の外科用システム。

【請求項 8】

取付構成要素をさらに備える請求項 1 に記載の外科用システム。

【請求項 9】

前記ユーザ・コンソールが患者に隣接して配置されている、請求項 1 に記載の外科用システム。

【請求項 10】

前記ユーザ・コンソールが患者から離れた場所に配置されている、請求項 1 に記載の外

10

20

30

40

50

科用システム。

【請求項 1 1】

前記第 1 及び第 2 のマニピュレータ・アームは 4 つの自由度で動作するように構成されている、請求項 1 に記載の外科用システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、外科的処置で使用するコンソールに関する。より詳細には、コンソールは、外部操作構成要素、および手術中の患者への外傷を最小限に抑えるために内部ロボット・デバイスと共に使用することができる視覚ディスプレイを備える。

10

【背景技術】

【0002】

開腹手術はしばしば、治療を必要とする部位への適切な視覚的および物理的アクセスを持つために、患者の身体へのかなりの大きさの切開を外科医が行なう必要がある。腹部手術などの処置を行なうために腹腔鏡検査を行なうことにより、一般的な手術でのパラダイム変化をマーキングする。腹腔鏡手術は、腹壁内の小さな切開部を使用し、腹腔内に小型内視鏡を挿入し、内視鏡によって捕捉される画像を視覚ディスプレイの上に伝達して行なわれる。外科医はしたがって、患者の身体内にかかなりの大きさの切開部を作ることなく腹腔を見ることができ、それによって侵襲性を小さくし、患者に小さな外傷、短い回復時間、および優れた化粧効果の利点を提供することができる。内視鏡に加えて、腹腔鏡手術が、腹壁内の切開部を通して挿入される長い剛性のあるツールを使用して行なわれる。しかし、腹腔鏡処置を行なうための従来の技術およびツールは、外科医の器用さおよび視覚を制限する可能性がある。切開部の寸法を考えると、ツールの操作性が制限され、手術部位の補助視野が必要である場合は追加の切開部が必要である可能性がある。加えて、視覚ディスプレイの典型的な位置では、外科医が上側前方向に注視する必要がある。外科医の視力はまた、2次元映像ディスプレイによって制限される可能性がある。器用さおよび視力の両方でのこれらの制約は、あまり複雑でない処置への腹腔鏡技術の適用が制限される。

20

【0003】

原時点で低侵襲性手術で使用される別の方法は、経腔処置に関する。従来の経腔処置は、変更した従来の内視鏡ツールを利用する。しかし、これらの変更した内視鏡ツールは、小さくなった視野および2次元視覚ディスプレイの使用を含む、腹腔鏡ツールと同様の制約を与える。また、内視鏡ツールは自然開口部を通して体腔にアクセスするために、その長さに沿って可撓性がなければならないので、空間的定位置を測定および維持する追加の問題が与えられる。加えて、組織触診は、内視鏡の軸に沿って力を加える必要があることにより制限される。

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

したがって、操作性を向上した改良型の低侵襲性外科用デバイスの必要性が当技術分野にある。

40

【課題を解決するための手段】

【0005】

第1の態様では、外科用システムは、(a)患者の体腔内に全体が位置決めされるロボット・デバイスであって、(i)デバイス本体と、(ii)前記デバイス本体に動作可能に接続され、第1の終端エフェクタを含む第1のロボット・アームと、(iii)前記デバイス本体に動作可能に接続され、第2の終端エフェクタを含む第2のロボット・アームと、(iv)前記デバイス本体に付随して設けられ、前記第1及び第2のロボット・アーム間に位置決めされたカメラと、を含む前記ロボット・デバイスと、(b)ユーザ・コンソールであって、(i)前記ユーザ・コンソールに動作可能に接続され、前記第1及び第2のロボット・アームと連動するように構成された第1及び第2のマニピュレータ・アーム

50

ムと、(i i) 前記ユーザ・コンソール上に配置され、前記カメラから画像を受けるように構成された視覚ディスプレイであって、前記カメラから画像を受けることにより前記第 1 及び第 2 のロボット・アームと物理的に接続されているように前記第 1 及び第 2 のマニピュレータ・アームを視覚的に見せる視覚ディスプレイと、を含む前記ユーザ・コンソールと、(c) 前記ユーザ・コンソールと前記ロボット・デバイスとを動作可能に接続する接続構成要素と、を備えることを要旨とする。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 6 】

【図 1 A】1 つの実施形態による、外科用視覚化およびデバイス操作システムの斜視図。

【図 1 B】図 1 A の実施形態による、外科用視覚化およびデバイス操作システムの斜視図

10

。【図 2 A】1 つの実施形態による、外科用視覚化およびデバイス操作システムの制御方式の図。

【図 2 B】1 つの実施形態による、外科用視覚化およびデバイス操作システムの代替制御方式の図。

【図 3 A】別の実施形態による、患者の体腔に対して位置決めされた外科用視覚化およびデバイス操作システムの上面図。

【図 3 B】図 3 A の実施形態による、患者の体腔に対して位置決めされた外科用視覚化およびデバイス操作システムの正面図。

【図 3 C】図 3 A の実施形態による、患者の体腔に対して位置決めされた外科用視覚化およびデバイス操作システムの側面図。

20

【図 4 A】別の実施形態による、外科用視覚化およびデバイス操作システムの斜視図。

【図 4 B】図 4 A の実施形態による、外科用視覚化およびデバイス操作システムの正面図

。【図 5 A】別の実施形態による、外科用視覚化およびデバイス操作システムの斜視図。

【図 5 B】図 5 A の実施形態による、外科用視覚化およびデバイス操作システムの正面図

。【図 6 A】1 つの実施形態による、外科用視覚化およびデバイス操作システムのコンソールおよびマニピュレータ・アームの正面図。

【図 6 B】図 6 A の実施形態による、外科用視覚化およびデバイス操作システムのコンソールおよびマニピュレータ・アームの斜視図。

30

【図 6 C】図 6 A の実施形態による、外科用視覚化およびデバイス操作システムのコンソールおよびマニピュレータ・アームの斜視図。

【図 6 D】図 6 A の実施形態による、外科用視覚化およびデバイス操作システムのコンソールおよびマニピュレータ・アームの拡大斜視図。

【図 7 A】1 つの実施形態による、外科用視覚化およびデバイス操作システムの 1 式のオフセット平面ヒンジ継手マニピュレータの正面図。

【図 7 B】図 7 A の実施形態による、外科用視覚化およびデバイス操作システムの 1 式のオフセット平面ヒンジ継手マニピュレータの斜視図。

【図 7 C】図 7 A の実施形態による、患者の体腔に対して位置決めされた外科用視覚化およびデバイス操作システムの 1 式のオフセット平面ヒンジ継手マニピュレータの斜視図。

40

【図 8 A】1 つの実施形態による、外科用視覚化およびデバイス操作システムのコンソールの後部斜視図。

【図 8 B】図 8 A の実施形態による、外科用視覚化およびデバイス操作システムのコンソールの前部斜視図。

【図 9】代替実施形態による、患者の体腔に対して位置決めされた外科用視覚化およびデバイス操作システムの側面斜視図。

【図 10 A】代替実施形態による、患者の体腔に対して位置決めされた外科用視覚化およびデバイス操作システムの斜視図。

【図 10 B】代替実施形態による、患者の体腔に対して位置決めされた外科用視覚化およ

50

びデバイス操作システムの斜視図。

【図 1 1】別の実施形態による、外科用視覚化およびデバイス操作システムの略図。

【図 1 2 A】別の実施形態による、外科用視覚化およびデバイス操作システムの指導者コンソールの略図。

【図 1 2 B】図 1 2 A の実施形態による、外科用視覚化およびデバイス操作システムの生徒コンソールの略図。

【図 1 3】別の実施形態による、安定化システムを有する外科用視覚化およびデバイス操作システムの斜視図。

【図 1 4 A】1つの実施形態による、非折り畳み位置にある外科用視覚化およびデバイス操作システムのロボット・デバイスの斜視図。

【図 1 4 B】図 1 4 A の実施形態による、折り畳み位置にある外科用視覚化およびデバイス操作システムのロボット・デバイスの回転軸の図。

【図 1 5 A】1つの実施形態による、外科用視覚化およびデバイス操作システムのロボット・デバイスの運動モデルの図。

【図 1 5 B】図 1 5 A の実施形態による、外科用視覚化およびデバイス操作システムのロボット・デバイスの運動モデルのショルダ継手の拡大図。

【図 1 5 C】図 1 5 A の実施形態による、外科用視覚化およびデバイス操作システムのロボット・デバイスの作動経路の図。

【図 1 5 D】1つの実施形態による、作業空間内で追跡される NOTES ロボット・デバイスの計画経路および実経路のグラフ。

【図 1 6】1つの実施形態による、外科用視覚化およびデバイス操作システムのロボット・デバイスのショルダ継手の運動モデル。

【図 1 7】1つの実施形態による、外科用視覚化およびデバイス操作システムのオフセット平面ヒンジ継手の略図。

【図 1 8 A】1つの実施形態による、名目状態での外科用視覚化およびデバイス操作システムのオフセット平面ヒンジ継手の運動モデル。

【図 1 8 B】図 1 5 A の実施形態による、量 だけ回転した外科用視覚化およびデバイス操作システムのオフセット平面ヒンジ継手の運動モデル。

【発明を実施するための形態】

【0007】

図 1 A および 1 B は、外科用視覚化およびデバイス操作システム 1 0 の 1 つの実施形態の斜視図である。システム 1 0 は、患者の腹部などの体腔 1 6 内部に位置決めされた外科用ロボット・デバイス 1 4 と連動する制御コンソール 1 2 を備えている。すなわち、制御コンソール 1 2 は、体腔 1 6 内部でデバイス 1 4 を操作するために使用することができる。システム 1 0 は、腹腔鏡外科医の確立された技術を当てにしながら、腹腔鏡および自然開口部経腔内視鏡外科（「NOTES」）処置などの、標準的外科処置に関連する視覚および器用さの操作制約に対処する。ロボット・デバイス 1 4 は、体腔 1 6 内に全体的に配置され、（従来の腹腔鏡および内視鏡ツールと比較して）入口切開部によって制約を受けない。

【0008】

図 1 A および図 1 B に示す実施態様によると、コンソール 1 2 は、患者の体腔 1 6 の外側に位置決めされるように構成され、コンソール磁石 2 2、視覚ディスプレイ 2 4（図 1 B によく示す）、および第 1 のマニピュレータ 2 6 A および第 2 のマニピュレータ 2 6 B（集合的に、「マニピュレータ 2 6」と呼ぶ）を備えている。本願明細書で使用するように、「コンソール」は、コントローラまたは動作ハブを意味することを意図している。コンソール磁石 2 2 は、ロボット・デバイス 1 4 を体腔 1 6 の内部空洞壁 2 0 に向けてコンソール 1 2 に隣接させるように引き付け、それによってロボット・デバイス 1 4 を内部空洞壁 2 0 に対して位置決めする。視覚ディスプレイ 2 4 は、ロボット・デバイス 1 4 に接続され、ロボット・デバイス 1 4 によって捕捉される体腔 1 6 の視覚フィードバックを表示する。本実施形態では、マニピュレータ 2 6 はコンソール 1 2 に接続され、コンソール

10

20

30

40

50

12と連動してロボット・デバイス14と通信し、これを制御する。図示するような実施態様では、コンソール12およびマニピュレータ26は、無線通信によりロボット・デバイス14を操作する。別の方法では、以下にさらに詳細に説明するように、コンソール12は物理的接続によりロボット・デバイス14に接続させることができる。

【0009】

1つの実施態様では、ロボット・デバイス14をコンソール12に対して体腔16内に位置決めすることによって、システム10は外科医が、コンソール12に対するロボット・デバイス14の空間的定位置を判断および維持することを可能にする。システム10の他の利点は、これに限らないが、外科医用の訓練ツールを提供すること、外科医が現場にいる必要性を少なくするまたはなくすること、および外科用ロボット・システムの費用を少なくすることを含むことができる。

【0010】

図1Bは、1つの実施形態によるマニピュレータ26を備えたコンソール12の斜視図を示す。本願明細書に使用されるように、「マニピュレータ」は、有線または無線接続構成要素を介してロボット・デバイスを操作するコンソールに関連する任意の入力デバイスを意味することを意図している。マニピュレータは、本願明細書では「マニピュレータ・アーム」または「マニピュレータ・ハンドル」と呼ぶこともできる。本実施形態では、各マニピュレータ26Aおよび26Bは、3つの回転（1つは軸方向、2つは交差軸方向）および1つの平行移動（上下）と、捕捉器具、焼灼構成要素、および/または吸引/洗浄構成要素などの操作構成要素を制御するバイナリ・トリガを与えるように構成されている。これらの能力は、本願明細書中で追加の実施形態でさらに詳細に説明する。マニピュレータ26の位置が測定されると、その位置情報はコンソール12内に配置されたシステム・プロセッサ（図示せず）に伝達され、システム・プロセッサは位置情報を処理して、その処理結果を示すコマンドをロボット・デバイス14に伝達することにより、デバイス14またはロボット・デバイス14に接続された任意のデバイスを、適切な位置または場所に位置決めする。マニピュレータ26の位置はプロセッサに対し連続的に更新され、それにより、マニピュレータ26とロボット・デバイス14および/またはロボット・デバイス14に接続された任意のデバイスとの移動がコマンドに対して実質的にリアルタイムとなるようになっている。

【0011】

図示するような例示的な実施形態では、マニピュレータ26は標準的腹腔鏡ツール・ハンドルを実質的に複製する。すなわち、マニピュレータ26は標準的腹腔鏡ツールと概ね同じ形状および移動を有する。別の方法では、マニピュレータ26は、これに限らないが、2次元および3次元マウスおよびキーボードなどの当技術分野で知られているコンピュータ・コントロール、スティック、ホイールおよびトリガなどの当技術分野で知られている重機および航空機コントロール、および人間の身体に適合し、人間の動作をモデリングするように作られた高性能グローブまたは他の同様のデバイスを必要とするバーチャル・リアリティで使用される様々な技術を含む様々な形態をとることができる。1つの実施形態では、例えば、バーチャル・リアリティ・コントロールが使用され、ロボット・デバイス14はより人間らしく見えるように変更される。別の実施形態では、ロボット・デバイス14は、外科医の手のように見えるように構成されている。

【0012】

1つの実施態様によると、視覚ディスプレイ24は、後面23の反対側のコンソール12の前面25に位置決めされている。実際、コンソール12は、コンソール12の前面25および視覚ディスプレイ24が体腔16の上に立っている外科医に見えるように、体腔16の外部表面18上に位置決めされている。1つの態様では、視覚ディスプレイ24は、ロボット・デバイス14上の画像捕捉構成要素に動作可能に接続されている。ロボット・デバイス14からの信号は、あらゆる形式（例えば、NTSC、デジタル、PALなど）で伝達することができる。例えば、信号は映像信号および/または静止画像信号であってもよい。視覚ディスプレイ24はまた、ロボット・デバイス14で使用することができ

10

20

30

40

50

る画像捕捉構成要素によって収集される画像を表示することが可能な任意の知られているディスプレイ構成要素であってもよい。1つの実施形態では、視覚ディスプレイ24は標準的映像モニタである。代替実施形態では、視覚ディスプレイ24は、ロボット・デバイス14上の画像化構成要素を介して外科医に2次元視覚フィードバック、3次元視覚フィードバックまたは立体鏡画像化を表示することができる。当業者には、カメラからの信号を処理して、これに限らないが、NTSC信号を表示するように構成されたテレビ、PAL信号を表示するように構成されたテレビ、ブラウン管ベース・コンピュータ・モニタ、LCDモニタ、およびプラズマ・ディスプレイを含む、多くの異なるタイプの表示デバイスに表示信号を生成させることができることが理解される。例示的な実施形態では、コンソール12は、インテューイティブ・サージカル・インク社(Intuitive Surgical, Inc.) [米国カリフォルニア州サニーベール(Sunnyvale)所在]から市販されているda Vinci(登録商標)コンソールである。

【0013】

実際、図1Aおよび図1Bに示すように、コンソール12は1つの実施形態によると、体腔16の外部表面18上にあり、ロボット・デバイス14はデバイス14をコンソール12によって位置決めまたは制御することができるように位置決めされている。図1Aの実施形態では、ロボット・デバイス14は、体腔16の内部空洞壁20に対して位置決めされている。この構成により、コンソール12およびロボット・デバイス14を入口切開部によって制約されないようにすることが可能になり、外科医に手術領域の視野を与えることが可能になる。ロボット・デバイス14を制御するためにコンソール12を使用することができ、さらにロボット・デバイス14は、患者内で(内部空洞壁20に沿ってなど)移動し、体腔16内の所望の場所に位置決めされ、ユーザに代替視野および作業空間を与えることができるように、ロボット・デバイスはコンソール12に対して実質的に固定されたままの状態では外部表面18に沿って移動することができる。

【0014】

図2Aは、外科用視覚化およびデバイス操作システム29の別の実施形態の内部構成要素の略図を示す。ロボット・デバイス32は、ロボット・デバイス32をコンソール38に接続する接続構成要素37を介してマニピュレータ34に接続されている。本願明細書で使用するように、「接続構成要素」は、構成要素間の情報および/または電力の伝達および/または変換を行なう外科用視覚化・デバイス操作システムの少なくとも2つの構成要素間の有線または無線接続を意味することを意図している。接続構成要素37は、コンソール38とロボット・デバイス32とを動作可能に接続し、(1)ロボット・デバイス32の画像化構成要素(図示せず)とコンソール38上の視覚ディスプレイ40との間の通信を可能にして、画像化構成要素(図示せず)によって収集された画像がコンソール38に送信されて視覚ディスプレイ40上に表示されるようにし、および/または(2)マニピュレータ34とロボット・デバイス32との間の通信を可能にして、ユーザによるマニピュレータ34の操作がロボット・デバイス32の操作または制御につながるようにする。

【0015】

1つの実施形態によると、接続構成要素37は、ワイヤ、コード、または他の物理的可撓性接続などの有線接続である。有線接続は、第1の端部がロボット・デバイス32に、第2の端部がコンソール38に(特に、マニピュレータ34に)接続されている。本出願では、物理的または有線接続は、「連結化の(tethered)」または「連結部(tether)」とも呼ばれる。有線接続は、可撓性がある、柔軟性がある、あるいは異なる形状または構成に容易に形成または変更することが可能な任意の物理的構成要素であってもよい。1つの実施形態によると、有線接続は、1本または複数本のワイヤまたはコード、またはデバイス32およびコンソール38に動作可能に接続された任意の他のタイプの物理的構成要素を含んでいる。有線接続は、電力および/またはデータ36A、映像36B、またはロボット・デバイス32の操作に必要なまたは有用である他のものを伝達または伝搬するように構成されている。別の代替形態では、有線接続は、少なくとも2本のワイヤまたはコー

10

20

30

40

50

ド、または他のこのような構成要素を備え、それぞれ別個の外部ユニット（１つの例では、以下に説明するように、電源およびデータ送受信ユニットである）に接続されている。

【００１６】

図２Ｂは、接続構成要素３７が無線接続である、外科用視覚化およびデバイス操作システム３０の代替実施形態の略図を示す。すなわち、本実施形態では、ロボット・デバイス３２は、コンソール３８（したがって、視覚ディスプレイ４０およびマニピュレータ３４）と無線通信する。無線接続は、本願明細書では「非連結（untethered）」とも呼ばれる。「非連結デバイス」、「無線デバイス」、または「無線接続部」は、本出願では、外科的処置の少なくとも一部でロボット・デバイス３２の一部が患者の身体の外側にないよう患者の身体内に完全に囲まれた任意のロボット・デバイス３２、別の言い方をすれば、外科的処置の少なくとも一部で任意の外部対象物に物理的に接続されていない状態で患者の身体内で作動する任意のロボット・デバイス３２を意味することを意図している。１つの実施形態では、非連結（untethered）ロボット・デバイス３２は、ロボット・デバイス３２を制御するのに必要なデータを含むデータを無線で送受信する。図２Ｂに示す無線実施形態では、ロボット・デバイス３２は、無線接続のために受信機３３Ａおよび送信機３３Ｂと共に、内部電源装置を有する。本実施形態では、コンソール３８は、無線接続のために受信機３５Ａおよび送信機３５Ｂと共に、内部電源装置を有する。別の方法では、コンソール３８は、壁面コンセントなどの外部電源装置を使用して電力を与えることができる。コンソール３８、受信機３５Ａ、および送信機３５Ｂは、プロセッサ４８およびディスプレイ４０に接続された通信構成要素３１を形成する。本願明細書に記載されるような無線ロボット・デバイス３２で使用される受信機３３Ａおよび３５Ａおよび送信機３３Ｂおよび３５Ｂは、任意の知られている受信機および／または送信機であってもよい。例えば、任意の知られている受信機および／または送信機は遠隔車両ロック・デバイス、リモコンおよび携帯電話で使用されている。例示的な実施形態では、ロボット・コマンドは、ノーディック・セミコンダクタ社（Nordic Semiconductor）[米国カリフォルニア州サニーバール（Sunnyvale）所在]から市販されている、９００ＭＨｚ無線送信機チップ（NRF905-REEL）を使用して送受信され、映像はスパイビル・ドットコム社（Spyville.com）[米国テネシー州モンタレー（Monterey）所在]から市販されている、２．４ＧＨｚ送信機（LUV200M）を使用して伝達される。

【００１７】

図３Ａ、図３Ｂ、および図３Ｃは、患者の体腔５２に対して位置決めされたシステム５０の別の実施形態の、上面図、正面図および側面図をそれぞれ示す。システム５０は、コンソール５４およびロボット・デバイス５６を備え、コンソール５４が体腔５２の外部表面５８上に位置決めされ、ロボット・デバイス５６がコンソール磁石６２によって体腔５２内で内部表面６０に対して保持される場合に、「仮想孔」または「仮想切開部」効果を作り出す。すなわち、視覚ディスプレイ６４は、患者の体腔５２内のロボット・デバイス５６の画像化構成要素６６によって収集された視覚画像をコンソール５４上で示し、マニピュレータ６８は、図３Ａによく示されるように、第１のマニピュレータ６８Ａおよび第２のマニピュレータ６８Ｂ（集合的に「マニピュレータ６８」と呼ぶ）を使用したときに、ユーザの視野を通じて視覚ディスプレイ６４および患者の体腔５２を見渡すことが可能となるように、視覚ディスプレイ６４に対して位置決めされている。ユーザまたは外科医に得られる効果は、体腔５２を直接見ており、体腔５２内に配置されたロボット・デバイス５６の第１のアーム７０Ａおよび７０Ｂ（集合的に「アーム７０」と呼ぶ）、および第１の終端エフェクタ７２Ａおよび第２の終端エフェクタ７２Ｂ（集合的に「終端エフェクタ７２」と呼ぶ）を直接制御するようにマニピュレータ６８を操作することができるという実感がユーザにあることである。コンソール５４はしたがって、マニピュレータ６８がユーザの手にある間に、ユーザの前および体腔５２の上に視覚ディスプレイ６４を置くことによって開腹手術を複製することが可能である。視覚ディスプレイ６４の場所は、非ロボット腹腔鏡手術での標準的な実施と同様であり、それによって「仮想孔」の現実的な態

様を加える。加えて、コンソール 5 4、視覚ディスプレイ 6 4、マニピュレータ 6 8、アーム 7 0、および終端エフェクタ 7 2 のこのような位置決めにより、ユーザの注視方向と手術部位または作業場所との間のより快適な人間工学的に正しい関係が与えられる。システム 5 0 を使用して、患者の身体の上またはその近くに位置決めされたマニピュレータ 6 8 は、ユーザに対して標準的腹腔鏡ツール・ハンドルの外観および感触に似ているまたはこれらを実質的に複製すると考えられ、それによって腹腔鏡外科医の既存の経験を当てにし、システム 5 0 の使用をより直観的なものにする。その結果、標準的な処置を経験した外科医または他のユーザは、もしあれば必要とされる十分な順応または訓練全くなしで、システム 5 0 を容易に使用し始めることができる。

【0018】

1 つの実施形態では、ロボットは、画像化システムからの映像フィードバックを除いて、アーム位置フィードバックや終端エフェクタ位置フィードバックなしでロボットの移動を命令するように外科医がコンソールを使用する開ループ・システムで制御される。開ループ制御方式の 1 つの実施例は、移動位置と固定位置との間で容易にトグルスイッチを切り換えるためにマニピュレータ 6 8 を使用することに関する。この方式では、ロボット・アームは、単一速度で移動することしかできず、移動するように命令するかまたは移動しないように命令するかの何れかである。したがって、マニピュレータ 6 8 は、移動を開始するようにロボット・アームと係合するために 1 方向に移動される。マニピュレータ 6 8 はその後、ロボット・アームが移動するのを止めるために、元の位置に戻される。

【0019】

図 2 A に示すシステムは、別の開ループ制御方式を利用する。本実施形態のマニピュレータ 3 4 の位置は、電位差計 4 2 を使用して測定される。「電位差計」は、「符号器」と呼ぶこともできる。マニピュレータ位置を測定する他の方法は、音を測定するスペクトルまたは音響符号器内の赤外線または他の波長を使用する光学符号器を含んでいる。本願明細書で使用するように、「符号器」は、回転または平行移動位置を電子パルスに変換することが可能な任意のデバイスを意味することを意図している。符号器測定からの位置データにより、コンソールに対する各マニピュレータの位置、およびマニピュレータの速度を判断することができる。この情報はその後、ロボット・アームに対するコマンドを判断するために使用することができる。

【0020】

図 2 A では、各マニピュレータ 3 4 A および 3 4 B は本実施形態では、3 つの回転（1 つは軸方向、2 つは交差軸方向）および 1 つの平行移動（上下）を含んでいる。これらの各動作が測定される。本実施形態では、符号器位置は、デジタル信号としてプロセッサに伝達される。別の方法では、符号器位置はアナログ電圧として伝達される。この代替実施形態では、符号器 4 2 によって出力される符号器電圧はその後、プロセッサ 4 8 に送信される前にアナログ / デジタル変換器 4 4 に伝達される。図 2 A に示す 1 つの例では、アナログ信号は 1 0 0 0 H z でデジタル化される。これらのデジタル化された信号はその後、ユニバーサル・シリアル・バス（USB）ハブ 4 6 を介して、プロセッサ 4 8 に伝達される。プロセッサ 4 8 内のソフトウェアは、USB ハブ 4 6 からマニピュレータ 3 4 の位置を（デジタル信号として）読み取り、ロボット・デバイス 3 2 に送信されるモータ・コマンドを判断する。本実施形態では、符号器位置は、ロボット・アームが移動すべきかどうか、およびどの方向に移動すべきかを示す。これにより、ロボット内の作動モータが「フル・オン」フォワード、「フル・オン」バックワード、またはオフとして命令されるバイナリ制御システムに接続される。例えば、ロボット（図示せず）上のアームは、特定の方向に移動する、または移動しないように命令される。アクチュエータからコンピュータ 4 8 内の制御プログラムへの直接フィードバックはない。コンピュータ 4 8 からのコマンドは、ロボット・デバイス 3 2 をコンピュータ 4 8 に連結するケーブルを介してロボット・デバイス 3 2 のアクチュエータに送信される。別の実施形態では、変換器 / USB ハブ / コンピュータは全てコンソール内に集積させられ、それによってロボットはコンソールからの単一の連結部を有する。別の代替実施形態では、連結部（tether）は、図 2 B に示す

10

20

30

40

50

ようにロボットへのコマンドおよびロボットからの映像をコンソールに無線伝達する無線システムによって省略可能であるか、またはこれに置き換えられる。この無線実施形態では、ロボットは、電池などのオンボード電源を備えている。有線（図2A）または無線（図2B）の何れかの実施形態では、コントローラ45によって受信されたコマンドは、パルス幅変調（PWM）信号をアクチュエータ41に与えるようにHブリッジ43に送信される。PWM信号は、モータが作動するように指示される全運転出力の割合を示す。本実施形態では、ロボットからコンソールへの唯一のフィードバックは、ロボット32に搭載された画像化システム（画像化装置47およびレンズ49を含む）からのビデオ画像である。ロボット・デバイス32の画像化構成要素47からのNTSC映像信号は、コンソール38上の視覚ディスプレイ40にケーブルを通して送り戻される。この開ループ構成では、コンピュータ制御プログラムにロボット位置データは戻されない。外科医は、ディスプレイを観察することによってロボット・デバイスに何が起きているかを観察し、この観察により、ロボットが所望の方向に移動するように外科医が命令することが可能になる。

10

20

30

【0021】

別の代替形態では、コントローラは、ロボット技術で一般に使用される「閉ループ」コントローラ・システムである。明らかではあるが、閉ループ・コントローラ・システムは、ユーザが特定の移動または動作に関する特定の指示を与えることを可能にし、さらにデバイスが特定の移動または動作を終了した場合に感知するフィードバック・センサを提供するコントローラを備えたシステムである。このシステムにより、極めて特定の指示またはコマンドおよび極めて正確な動作が可能なる。例えば、図3に示す実施形態では、ユーザは、デバイス56は右側アーム70Bを身体66に対して30°に位置決めすべきであるという指示をコントローラに入力することができ、その後、右側アーム70Bは、アーム70Bが所望の角度に位置決めされたことをセンサが感知するまで移動する。フィードバック・センサは、結合センサ、視覚センサ、または任意の他の知られているフィードバック・センサであってもよい。したがって閉ループ・コントローラ・システムにより、超精密デバイス位置決め、軌道制御、および力制御を含む、デバイスの極めて特定で精密な制御を利用することが可能である。1つの実施形態では、デバイスはその後、結合空間またはデカルト座標空間で精密に操作することができる。本実施形態では、マニピュレータおよびロボット・アームの位置を計ることで、外科医はロボット終端エフェクタでのより優れた制御性を得る。

【0022】

加えて、様々な制御方式が、終端エフェクタに関しても考えられる。例えば、1つの実施形態によると、各マニピュレータ68Aおよび68Bは、デバイス操作構成要素での把持、焼灼、吸引/洗浄、またはいくつかの他の動作のためのトリガを備えている。1つの実施形態では、トリガはバイナリであり、開ループ状態で焼灼、把持、吸引、または洗浄を開始または停止させるために使用される。別の方法では、操作構成要素および/またはトリガからの位置フィードバックは、操作構成要素が外科医からの入力と厳密に一致するように閉ループ状態で操作構成要素を制御するために使用される。

【0023】

別の方法では、ロボット・デバイス56は、上に記載したものに加えて多くの制御方式の任意の1つによって制御することができ、利用可能である様々なタイプのマニピュレータ68はさらに、マニピュレータ68とロボット・デバイス56との間の相互作用のために利用可能な選択肢を広げる。1つの実施形態では、マニピュレータ68は、典型的なジョイスティック・コントローラのように使用され、それによって名目位置からの何れかのコントローラの再位置決め（回転または平行移動を含む）が、ロボット・デバイス56のアームまたは構成要素に対応する方向に移動させる。本実施形態では、ロボット・デバイス56またはその構成要素（アームなど）の少なくとも1つの動作速度は、マニピュレータ68に加えられる入力の大きさによって制御され、それによってマニピュレータ68の大きな回転または移動により、ロボット・デバイス56またはその構成要素がより迅速に

40

50

移動させられる。

【 0 0 2 4 】

上記制御方式および任意の他の知られているロボット・コントローラ技術の何れかを、本願明細書に開示するロボット・デバイスの何れかに組み込むことができることが理解される。

【 0 0 2 5 】

別の実施態様によると、本願明細書に記載した任意のロボット・デバイスは、接続構成要素を介してコンソールだけではなく、外部ユニット（すなわち、電源装置およびデータ送受信ユニット）または1つまたは複数の他のロボット・デバイスにも接続されており、このようなロボット・デバイスは本願明細書に記載されている、あるいは当技術分野で知られている。すなわち、1つの実施形態によると、2つ以上のロボット・デバイスは、互いに、および外部ユニットに動作可能に接続される。2つのロボット・デバイスが存在する1つの実施形態によると、2つのロボット・デバイスは、可撓性有線接続または無線接続によって互いにおよび外部ユニットに動作可能に接続される。すなわち、2つのロボット・デバイスは、各ロボット・デバイスに接続された可撓性有線接続によって互いに動作可能に接続され、各ロボット・デバイスはまた、可撓性有線接続によって外部ユニットに動作可能に接続されている。1つの実施形態では、3つの別個の可撓性有線接続、（1）2つのロボット・デバイスを接続する有線接続、（2）ロボット・デバイスの1つを外部ユニットに接続する有線接続、および（3）ロボット・デバイスのもう1つを外部ユニットに接続する有線接続が存在する。別の方法では、1つの有線接続は、ロボット・デバイスおよび外部ユニットの両方に動作可能に接続されている。別の代替実施形態では、2つのロボット・デバイスを互いにおよび外部ユニットに接続させるために、任意の数の有線接続を任意の構成で 사용할ことができる。

【 0 0 2 6 】

別の方法では、2つ以上のロボット・デバイスは、非連結の（untethered）方法で互いにおよび外部ユニットに動作可能に接続されている。すなわち、ロボット・デバイスは、物理的に接続されていないやり方で互いにおよび外部ユニットに動作可能に接続されている。1つの実施形態では、ロボット・デバイスおよび外部ユニットは無線で動作可能に接続されている。

【 0 0 2 7 】

別の方法では、視覚ディスプレイおよびマニピュレータは、互いに物理的に接触または物理的に隣接している必要がない。すなわち、1つの実施形態では、視覚ディスプレイおよびマニピュレータは、完全に異なる場所にあってもよい。例示的な実施形態では、視覚ディスプレイはユーザの目の高さに位置決めすることができ、それによってユーザは真っ直ぐ前だけしか見る必要がなく、マニピュレータは患者の身体に隣接してまたは他のところに位置決めされている。当業者には、視覚ディスプレイの場所は外科医の視野のどこにあってもよいことが理解される。

【 0 0 2 8 】

別の実施形態では、コンソールはまた、患者、またはロボット・デバイスに近接して配置する必要はない。すなわち、本願明細書に記載されるようなコンソールは、完全に異なる地理的位置にあってもよく、さらに患者に処置を行なうために接続構成要素を介してロボット・デバイスと連動させることも可能である。極端な例では、外科医は、地球上の外科医が視覚ディスプレイを見ながらマニピュレータを制御し、それによって宇宙基地にいる患者内に配置されたロボット・デバイスを操作することによって患者に手術を行なうといったような、地球の周りを回る宇宙基地にいる患者に対して視覚化および制御システムを使用して手術を行なうことができる。このような実施形態では、ロボット・デバイスは、患者の身体の外側の適切な場所に位置決めされた磁気構成要素、またはいくつかの他のタイプの取付構成要素を使用して患者内に位置決めすることができる。さらに、患者に対して異なる地理的位置にあるにも関わらず、外科医またはユーザは、標準的腹腔鏡処置の一般的な「外観および感触」を実質的に複製または再生成するやり方でコンソールを利用

することができることを理解される。すなわち、ユーザは、マニピュレータを備えたコンソールをテーブルまたは他の物体上のユーザの前に位置決めすることができ、それによってユーザは概ね同じやり方で位置決めされ、ユーザが患者と同じ部屋にいるのと概ね同じやり方でマニピュレータを利用し、患者に標準的腹腔鏡処置を行なう。

【0029】

ロボット・デバイス80を操作するために使用することができるコンソール92を有する、視覚化およびデバイス操作システム80の別の実施形態が、図4Aおよび図4Bに示されている。ロボット・デバイス80は、2つのアーム82A、82B（一緒に「82」とも呼ぶ）を有する。2つのアーム82の使用により、デバイス80は伸縮および/または解剖作業などの様々な処置および作業を行なうことが可能になる。

10

【0030】

1つの実施態様によると、各アーム82は、アーム82Aに接続された操作構成要素88などの操作構成要素（「終端エフェクタ」とも呼ぶ）を有することができる。図4Aおよび図4Bに示す実施形態では、終端エフェクタ88は把持器具88である。さらに、ロボット・デバイス80はカメラ90も有する。このようにして、本実施形態のロボット・デバイス80は、手術用視覚および組織操作を行なうことができる。

【0031】

コンソール92は、1つの実施形態によると、電力、コマンド信号、および映像の1つまたは複数を与える接続構成要素100によってロボット・デバイス80に接続されている。コンソール92は、ディスプレイ構成要素98、ならびに各ハンドル96と対応するアーム82との間の動作接続によりロボット・アーム82の移動を制御するために使用することができる2つのマニピュレータ96Aおよび96B（本願明細書では「ジョイスティック」とも呼ばれる）を備えている。外科医が、カメラ・フォーカス/ズーム、照明レベル、カメラ50の流し撮り位置、および/またはロボット・デバイス80に関連する任意の他の構成要素または制御可能な変数などのものを制御することを可能にするために、スイッチ、ノブ、またはコンソール92上の任意の他のタイプの入力構成要素（図示せず）の形態の様々なコントロールを提供することもできる。

20

【0032】

1つの例示的な実施形態では、ジョイスティック96は、標準的腹腔鏡ツールのように外科医が操作するまたは「感じる」ように構成されている。すなわち、外科医は、ちょうど口カール・ポートを通して挿入された標準的腹腔鏡ツールが典型的には4つのDOF（3つの回転および1つの平行移動）で移動することができるように、4つの自由度（「DOF」）でジョイスティック96を移動させることができる。図4Bに示すように、マニピュレータ96によって表示されるDOFのうちの3つは、矢印EおよびFによって示されるような2つの軸外回転、および矢印Gによって特定される1つの軸方向回転を含む回転である。矢印Hによって示されるような第4のDOFは、外科医がジョイスティックを伸ばすことを可能にする平行移動である。本実施形態では、ジョイスティック96の位置は、これらの4つの向きにのみ移動するように制約されており、ジョイスティック96の位置はジョイスティック96およびコンソール92に接続された一連の符号器を使用して測定することができる。これらの位置を使用して、コンソール92内のコンピュータ・システム（図示せず）内の制御アルゴリズムは、アクチュエータ・コマンドを判断し、これらのコマンドをロボット・デバイス90に伝達する。各アーム82は図4Bに示すような本実施形態ではまた、外科医に4つのDOFを可能にする。すなわち、各アーム82は、矢印AおよびBによって示すような2つの自由度を提供する回転ショルダ継手84、および矢印CおよびDによって示すようなアーム伸縮および回転を行なうプリズム回転肘継手86をそれぞれ有する。したがって、ロボット・デバイス80は、コンソール92からコマンド信号を受信し、対応するマニピュレータ96内でユーザによって生じる同様の移動に応答して4つのDOFで移動するように適切なアーム82を作動させる。

30

40

【0033】

図5Aおよび図5Bは、コンソール112が単一のロボット・アーム116を制御する

50

単一のマニピュレータ・アーム 1 1 4 を有する、視覚化およびデバイス操作システム 1 1 0 の別の実施形態を示す。1 つの実施態様によると、1 アーム・ロボット・デバイス 1 1 0 は、これに限らないが、組織生検および組織収縮を含む様々な外科的処置および作業に使用することができる。例えば、把持器具 1 1 8 は、胆嚢腸管吻合手術中に胆嚢を退縮させるために使用することができる。

【0034】

図 6 A、図 6 B、図 6 C および図 6 D は、視覚化およびデバイス操作システム 1 2 0 の代替実施形態を示す。図 6 A は、マニピュレータ 1 2 4 A、1 2 4 B（集合的に、「マニピュレータ 1 2 4」と呼ぶ）を有するコンソール 1 2 2 の正面図を示す。本実施形態では、各マニピュレータ 1 2 4 A、1 2 4 B は、それぞれ担持システム 1 2 6 A、1 2 6 B（集合的に、「担持システム 1 2 6」と呼ぶ）でコンソール 1 2 2 に接続されている。図 6 B および図 6 C は、担持システム 1 2 6 によってコンソール 1 2 2 に取り付けられたマニピュレータ 1 2 4 の 2 つの異なる斜視図を示し、図 6 D は担持システム 1 2 6 B の拡大斜視図を示す。図 6 A および図 6 D に最もよく示すように、各担持システム 1 2 6 は、2 つのトラック 1 2 7、1 2 8 および 3 つの担持ホイール 1 3 0、1 3 1、1 3 3 を備えている。図 6 A ~ 図 6 D に示すように、トラック 1 2 7、1 2 8 はコンソール 1 2 2 に固定され、マニピュレータ 1 2 4 をコンソール 1 2 2 に接続する。各マニピュレータ 1 2 4 は、トラック 1 2 7、1 2 8 と接触している 3 つの担持ホイール 1 3 0、1 3 1、1 3 3、すなわち上側トラック 1 2 7 に接触している 2 つの上側ホイール 1 3 0、1 3 1、および下側トラック 1 2 8 に接触している 1 つの下側ホイール 1 3 3 を有する。図 6 A ~ 図 6 D に示すような上下側トラック 1 2 7、1 2 8 は、コンソール 1 2 2 に対して所定の角度で位置決めされており、それによってトラック 1 2 7、1 2 8 に沿ったホイール 1 3 0、1 3 1、1 3 3 の移動により、マニピュレータ 1 2 4 のアームがコンソールを通しておよびこれを越えて延ばされた（これは、特定の実施形態によると、患者内に延びることを意味する）場合に、各マニピュレータ 1 2 4 を近似軸 1 3 2 周りで回転させる。1 つの実施形態では、各マニピュレータ 1 2 4 A、1 2 4 B の近似軸 1 3 2 A、1 3 2 B は、ロボット・デバイス 1 3 4 の実際のショルダ継手 1 3 6 A、1 3 6 B と一致する、あるいはそれと概ね同じ場所にあり、それによってマニピュレータ 1 2 4 はユーザにはロボット・アーム 1 3 8 A、1 3 8 B に直接接続されているように「見える」。

【0035】

代替実施形態では、トラックがマニピュレータに接続され、ホイールがコンソールに接続されるように、担持システムの構成要素を逆にすることができる。本実施形態では、図 1 に示すように、担持ホイール 1 3 0 は回転し、一方トラック 1 2 8 は近似軸 1 3 2 周りで移動する。

【0036】

図 6 A ~ 図 6 D は、1 平面内の 1 セットのトラック 1 2 8 および担持ホイール 1 3 0 を含む担持システム 1 2 6 を示すが、代替実施形態では、担持システムは、任意の数の平面内の任意の数のセットのトラックおよび担持ホイールを含むことができる。1 つの実施形態では、トラックはコンソールにしっかり保持されていないが、代わりに第 2 のセットの担持ホイールに取り付けられている。この第 2 のセットの担持ホイールはその後、コンソールに取り付けられた第 2 のトラックに固定される。本実施形態では、第 1 のトラック / 担持ホイール・アセンブリにより 1 つの回転が可能になり、一方第 2 のトラック / 担持ホイール・アセンブリにより第 2 の回転が可能になる。この組合せにより、手術中の腹腔鏡手術器具には一般的な 2 つの軸外回転が行なわれる。

【0037】

別の代替実施形態では、マニピュレータ 1 4 0 A、1 4 0 B（集合的に、「マニピュレータ 1 4 0」と呼ぶ）は、図 7 A、図 7 B および図 7 C に示すように、オフセット平面ヒンジ継手 1 4 4 A、1 4 4 B によってコンソール 1 4 2 に接続させることができる。オフセット平面ヒンジ継手は、マイクロ操作の分野や、さらに、複数のヒンジが互いに接続されて同心マルチリンク球面継手を形成する並列ロボット工学の分野で使用されていること

を理解されたい。1つの実施態様によると、ロボット・デバイス146の通常および実際の制御は、各マニピュレータ140をロボット・デバイス146のそれぞれのショルダ継手148A、148Bと概ね同じ場所に位置する近似軸周りで回転させるように構成することによって達成される。したがって、オフセット平面ヒンジ継手144の使用により、腹腔鏡手術器具に一般的な回転を概ね複製する2つの軸外回転が可能になる。

【0038】

1つの実施形態では、オフセット平面ヒンジ継手144は、第1の屈曲ブラケット150A、150Bおよび第2の屈曲ブラケット152A、152B（集合的に、「屈曲ブラケット150、152」と呼ぶ）、第1の直線ブラケット154A、154Bおよび第2の直線ブラケット156A、156B（集合的に、「直線ブラケット154、156」と呼ぶ）、および水平ばね板158A、158Bおよびベースばね板160A、160B（集合的に、「ばね板158、160」と呼ぶ）を含む6棒リンクである。ばね板158、160は、単一の軸周りの回転を可能にするので、ドア・ヒンジと同様である。水平ばね板158A、158Bにより、マニピュレータ140は矢印Cによって示すように軸方向に回転し、矢印Dによって示すように上下に平行移動することが可能になる。ベースばね板160A、160Bはまた、固定ピン162A、162B周りで矢印Bによって示すように自由に回転する。6棒リンクにより、マニピュレータ140が、デバイス・ショルダ継手148と概ね同じ領域に置かれた近似遠隔軸周りで矢印Aに沿って回転することが可能になる。これらの組み合わせられた3つの回転により、コンソール142およびロボット146が物理的に接続していない状態で、従来の腹腔鏡検査の外観および感触が可能になる。

10

20

【0039】

図7A、図7Bおよび図7Cに示すようなオフセット表面ヒンジ継手構成により、ロボット・デバイス・ショルダ継手148と概ね同じ場所にある近似回転軸周りのマニピュレータ140の回転が可能になる。この運動学的構成は、普通のレバーと同様の他の機械設計で実施されている。本実施形態では、概ねショルダ継手148に置かれている各マニピュレータ140の近似回転軸により、マニピュレータ140の動作が標準的腹腔鏡手術ツールの動作を概ね模倣する。ショルダ継手148とほぼ同じ場所に置かれた近似軸周りの回転を可能にすることに加えて、また、オフセット平面ヒンジ継手144により、各マニピュレータ140A、140Bがそのそれぞれの軸周りに回転し、水平ばね板158を通して平行移動することが可能になる。

30

【0040】

いくつかの代替実施形態では、コンソール142に対するマニピュレータ140の近似回転軸は、可変皮膚厚さに対応するように調節可能である。これは、オフセット平面ヒンジ継手144をコンソール142から離れるように垂直にまたは平行に移動させることによって、または固定ピン162の角度を調節することによって達成される。当業者には、この調節は、個別の患者によって腹壁の様々な厚さのためにキャリブレーションすることができる電子設定の形であってもよいことが認識され、理解される。

【0041】

本出願の図の多くは2つのマニピュレータを有するコンソールを示すが、コンソールは任意の数のマニピュレータを備えることができることを理解されたい。例えば、コンソールは、各セットが患者の体腔内で協働して使用されている異なるロボット・デバイス専用である、2セット以上のマニピュレータを備えることができる。別の方法では、コンソールまたはマニピュレータは、2つ以上のロボット・デバイスを操作することが可能である。例えば、1つの実施形態では、マニピュレータまたはコンソールは、ユーザが1つのロボット・デバイスから別のロボット・デバイスまでの通信を切り換え、それによって1つのロボット・デバイスから別のロボット・デバイスまでの操作制御を切り換えることを可能にするスイッチ、または任意の他のタイプの知られている入力を備えている。このスイッチは、コンソール上の機械トグル・タイプ・スイッチ、または床面上のフットペダルであってもよい。スイッチはまた、ソフトウェアで実現される切換能力を備えたコンソール

40

50

上のタッチ・スクリーンに組み込まれ、コンソール・タッチ・スクリーン・インターフェイス上の図形を押すことによって作動させることができる。したがって、コンソールおよびマニピュレータは、1つのロボット・デバイス、2つのロボット・デバイス、または外科的処置で共に使用される可能性がある任意の数または組合せのロボット・デバイスで使用する事ができる。加えて、コンソールおよびマニピュレータは、患者の体腔内のロボット・デバイスだけでなく、完全には体腔内に置かれていないロボット・デバイスを制御するために使用することができる。

【0042】

代替実施形態では、コンソールは任意のマニピュレータを備えていなくてもよい。コンソールが任意のマニピュレータを備えていない実施形態では、コンソール磁石は、体腔内の周りでロボット・デバイスを移動させるために使用することができる。別の実施形態では、マニピュレータおよびコンソールは物理的に別個の構成要素であってもよい。

10

【0043】

図8Aおよび図8Bは、マニピュレータのないコンソール180の1つの実施形態を示す。本実施形態では、コンソール磁石182は、コンソール186の後面184に取り付けられている。別の方法では、本願明細書に開示する任意のコンソールと同様に、コンソール磁石182は、ロボット・デバイスに磁気結合させることが可能であるように、コンソール186上の任意の構成または場所に位置決めされた2つ以上の磁石であってもよい。実際、コンソール186は、コンソール186の後面184およびコンソール磁石182が外部表面に隣接するように、体腔の外部表面上にまたはこれに隣接して位置決めされている。この位置では、コンソール磁石182は、患者の身体内に配置された任意のロボット・デバイスと相互作用することができ、特定の実施形態では、体腔の内部空洞壁に対して定位置にデバイスを維持することができる。

20

【0044】

1つの実施形態では、図8Aおよび図8Bのコンソール186は、アームを備えていないロボット・デバイスを操作するために使用される。すなわち、コンソール186を身体の外側で移動させて患者の身体の内側での1点から別の点までロボット・デバイスを移動させるのにコンソール186を使用することができ、さらに患者の内側に位置決めすることができる様々な種類のロボット・デバイスを操作するためにアーム以外の作動構成要素を有することができる。これに限らないが、コンソール186で操作することができるタイプのロボット・デバイスの例としては、米国特許出願第11/766,683号に開示されるものなどのロボット・カメラ・デバイスが挙げられる。本実施形態では、ロボット・カメラからの視覚フィードバックは、映像スクリーン188上に表示することができる。別の実施形態では、コンソール186は、コンソール186を任意のロボット・デバイスで使用する事を可能にするボタン、または他のタイプのアクチュエータなどの非アーム・コントロールを有する。

30

【0045】

マニピュレータ・アームを備えていないコンソールの2つの別の実施形態が、図9、図10Aおよび図10Bに与えられる。図9は、コンソール202、コンソール磁石204Aおよび204B（集合的に、「コンソール磁石204」と呼ぶ）、および磁気制御ロボット・デバイス206を有する外科用視覚化およびデバイス操作システム200を示す。図10Aおよび図10Bは、コンソール212、第1のコンソール磁石214Aおよび第2のコンソール磁石214B（集合的に、「コンソール磁石214」と呼ぶ）、および磁気制御ロボット・デバイス216を有する外科用視覚化およびデバイス操作システム210を示す。コンソール202、212がマニピュレータを備えていない場合、ロボット・デバイス206および216はしたがって、体腔218の上でコンソール202、212およびコンソール磁石204、214の移動によってそれぞれ制御される。

40

【0046】

本願明細書で開示された任意のコンソール実施形態は、医療処置に使用することができる任意の知られているロボット・デバイスを位置決めおよび/または制御するために使用

50

することができることを理解されたい。

【0047】

図11は、システムが、1つは指導者222用、もう1つは生徒224用の2つのコンソールを備えている1つの実施形態による外科用システム220を示す。2つのコンソール226A、226Bは、患者の身体内に位置決めされたロボット・デバイス（図示せず）に接続、あるいは結合されている。各コンソール226A、226Bは、右側マニピュレータ・アーム228A、228Bおよび左側マニピュレータ・アーム230A、230Bを有する。別の方法では、様々なコンソール実施形態に関して本願明細書に記載されたように、各コンソール226A、226Bは、1つのマニピュレータ・アームを有する、マニピュレータ・アームを有しない、または任意の他の構成を有することができる。本実施形態では、生徒コンソール226Bで与えられるコマンドは、終端エフェクタが組織を損傷するのを防ぐなどの様々な目的でバイパスさせることができる。

10

【0048】

図11に示すように、2つのコンソール226A、226Bは、患者の内部で使用されるインビボ手術ロボットに接続されている。各コンソール226とロボット・デバイス（図示せず）との間の接続は、本願明細書に記載するような任意の接続であってもよい。コンソール226を位置決めする箇所も任意であることを理解されたい。1つの実施形態では、コンソール226は患者232上に直接位置決めされる。別の方法では、患者232のそばに位置決めすることができる。例えば、患者232のそばに位置決めされる1つの実施形態では、両方のコンソール226A、226Bは、譜面台と同様のスタンド上に置かれている。さらに、コンソール226が患者232のそばに、または同じ部屋に位置決めされている場合、コンソール226A、226Bはコンソール226A、226Bのユーザ222、224が患者232に対向するように位置決めすることができることを理解されたい。1つの実施形態では、コンソール226A、226Bは並べて位置決めすることができる。別の方法では、コンソール226A、226Bは患者232と部屋内の任意の向きに位置決めすることができる。

20

【0049】

上述したような1つの実施態様によると、両方のコンソール226は患者と同じ部屋に位置決めされている。別の方法では、1つのコンソールは患者と同じ部屋に位置決めされており、もう1つのコンソールは同じ建物内の別の部屋などのどこか別の場所、または同じ国の別の場所、または世界中の別の場所に位置決めされている。別の代替形態では、両方のコンソール226A、226Bは、患者232を含む部屋の外側のどこか別の場所に位置決めされている。その結果、外科医222および/または生徒224は、世界中の異なる場所からを含む、遠隔でコンソールを操作することができる。

30

【0050】

図11に示すシステムの1つの実施形態は、患者の安全性を高める。すなわち、システムにより、複数の手または複数のオペレータが同時に機器にアクセスすることが可能になり、一方、ペダル234またはボタン（図示せず）の接触によって、指導者222が生徒のコンソール226Bをロボット・デバイスから切断（または「凍結」）する（すなわち、コマンドを生徒のコンソール226Bから送信することができないように、生徒のコンソール226Bとロボット・デバイスとの間の通信を切断）することも可能になる。このように、指導者222は、必要に応じて手術中にロボット・デバイスの制御を引き継ぐことができる。

40

【0051】

別の実施態様によると、コンソール・マニピュレータ228、230（「マニピュレータ・ハンドル」、「ハンドル」、または「ジョイスティック」とも呼ぶ）は、上述した他のコンソール実施形態で記載したようなものに接続された位置符号器（ジョイスティック位置を判断するために使用される）を有するだけでなく、コンソール226A、226Bはハンドル230、228を駆動するように構成されたアクチュエータ（図示せず）を有することもできる。すなわち、アクチュエータはハンドル230A、228Aに接続され

50

、それによってアクチュエータはハンドル 230B、228Bを移動させるために作動させることができる。1つの実施形態によると、第2のコンソール226B上のアクチュエータは第1のコンソール226Aと接続させることができ、それによって第1のコンソール226Aでのハンドル操作により、第2のコンソール226Bでのアクチュエータがハンドル228B、230Bを作動させることができる。したがって、1つの実施態様は、2つのコンソール226A、226B間のマスタ/スレーブ関係を与える。このマスタ/スレーブ関係は何れの方でも機能することができ、それによって第1のコンソール226Aでのマニピュレータ230A、228Aの何れかが第2のコンソール226Bでのマニピュレータ230B、228Bを制御している、または逆も同様であることを理解されたい。

10

【0052】

1つの実施形態によると、コンソール226に関して上に記載したマスタ/スレーブ接続実施態様は、生徒が手術中に指導者の動作を観察することを可能にする。すなわち、指導者のコンソール226Aでのハンドル230A、228Aの移動により、生徒のコンソール226Bでのハンドル230B、228Bが同じように移動し、それによって生徒224がハンドル230B、228Bの移動を観察することが可能になる。同様に、生徒224が制御を行なう場合、指導者のコンソール226Aはスレーブ・コンソールとなり得る。すなわち、生徒コンソール・ハンドル230B、228Bの移動が指導者のコンソール・ハンドル230A、228Aの同様の移動を作動させるように、生徒のコンソール226Bのハンドル230B、228Bは、指導者のコンソール226Aのハンドル230A、228Aに接続させることができ、それによって指導者222は生徒224が行なっていることに対する「感触」を観察または維持することができる。1つの代替実施形態によると、指導者のコンソール226Aはまた、生徒コンソール226Bを終端エフェクタ184、186から切断する、あるいは生徒コンソール226Bとインピボ・デバイス（図示せず）との間の通信を分裂させるための上述したようなペダル234、ボタン、または任意の他の種類の構成要素（図示せず）を有することができる。したがって、指導者222は、コンソール226A、226B間のマスタ/スレーブ接続を介して生徒224の動作を観察し、必要に応じて、手術を容易に引き継ぐために分断ペダル234を作動させることができる。

20

【0053】

上記したような連結コンソールは、インピボ手術ロボット・デバイスを制御可能な任意のコンソールを制御するための中央コマンドを備えた任意の数のコンソールを含むことができることを理解されたい。別の実施態様によると、複数のコンソールからのコマンドは、ロボット・デバイスに命令するために共に使用することができる。本実施形態では、指導者が生徒のさらなる制御を徐々に許可するために、複数のコマンドを調製することができる。

30

【0054】

図12Aおよび図12Bは、図12Aに示す指導者コンソールのユーザがペン242（または、任意のペン状機器、またはユーザの指）でスクリーン244を触ることによって、図12Bに示す生徒コンソール258上に見える情報および/または指示を与えるように指導者コンソールが構成されている別の実施形態による外科用システム240を示す。指導者コンソール246は「第1のコンソール」または「一次コンソール」と呼ぶこともでき、一方、生徒コンソール258は「第2のコンソール」または「二次コンソール」と呼ぶこともできる。本実施態様では、システム240は、図12A内のスクリーン244上で描かれた指示が図12Bの生徒のスクリーン260上に見えるように構成されている。1つの実施形態では、指導者248は、生徒262と容易に通信するためにこのシステム240を使用することができる。例えば、指導者248は、重要な外科的特徴および当該部位の地点を容易に示すことができる。

40

【0055】

一次コンソール246のユーザ206は指導者である必要はないが、二次コンソール2

50

58で見えるように、一次コンソール246での情報を入力することができるまたは入力したい任意のユーザである可能性があることを理解されたい。また、1つの代替実施態様によると、1つのスクリーン上の情報の入力、および他のスクリーン上の外観は何れの方
向にも作用することができ、それによって何れかのスクリーン上に入力される情報がもう
1つのスクリーン上で見えるようになることを理解されたい。

【0056】

また、図12Aおよび図12Bに関して上述した技術は、標準的ツールを使用して標準
的腹腔鏡手術で 사용할 ことができる、または図12Bに示すようなインビボ・ロボット
・デバイスの使用と組み合わせることができることを理解されたい。

【0057】

10

標準的腹腔鏡技術で 使用される場合、1つの実施形態によると、外科医206は、腹腔
鏡からの映像供給を含んでいても含んでいなくてもよいタッチ・スクリーン・モニタ24
4上のペン状機器242を使用して情報を与える。この入力はその後、外科チームが使用
しているモニタまたはスクリーン260の上に重ねられる、あるいはその上に見える。本
実施形態では、入力タッチ・スクリーン244はさらに、指導者206が任意のマーキン
グを消す、またはスクリーン244を洗浄することを可能にする。さらに、システム24
0はまた、処置のセグメント（または処置全体）を保存することを可能にする。これらの
セグメントは、映像、音声、およびスクリーン244上に描かれた指示を含むことができ
る。これにより、指導者206または生徒262は、手術を再検討する、またはさらには
スレーブ・モードで何れかのコンソール246、258を使用して手術を再生することが
可能になる。

20

【0058】

1つの実施形態では、上記システムで使用されるタッチ・スクリーン244は、ヒュー
レット・パッカード社（Hewlett Packard）[米国カリフォルニア州パロ
・オルト（Palo Alto）所在]によるPavilion TX1000Zなどの
タッチ・スクリーン・タブレット・ノートブックである。代替実施形態では、タッチ・ス
クリーンは、マス・マルチメディア・インク社（Mass Multimedia, Inc）[米国コロラド州コロラド・スプリングズ（Colorado Springs）所
在]によるMagic Touchタッチ・スクリーンなどのタッチ・スクリーン・オーバ
ーレイである。1つの実施形態では、スクリーン間の通信はUSB技術により伝達され、
一方別の実施形態では、生徒スクリーン260は標準的9ピン・モニタ出力を使用して指
導者タブレット・ノートブックから作動する第2のスクリーンである。別の代替形態では
、上記システムの様々な実施形態で利用されるタッチ・スクリーンは、当技術分野で知ら
れている任意の知られているタッチ・スクリーンであってもよい。

30

【0059】

図13は、安定化システム282を有する外科用システム280の別の実施形態を示す
。1つの実施形態によると、安定化システム282によりコンソール288を定位置に安
定化および/または固定することが可能になる。このような安定化システム282は、患
者の身体および/または患者の身体内に配置されたデバイス298に対するコンソール2
88およびハンドル294のロッキングおよび移動につながる可能性がある、コンソール
288およびマニピュレータ294の重量、および/または使用中に外科医によって加え
られる力によって生じる手術環境の不安定性を小さくすることができる。

40

【0060】

図13に示すように、システムは2つのリンク284を有する。各リンク284の1つ
の端部は、コンソール288に取り付けられ、各リンク284のもう1つの端部はベース
290に取り付けられている。別の方法では、リンク284は、マニピュレータ・アーム
294または視覚化および制御システム280の任意の他の部分に取り付けることができ
る。

【0061】

ベース290は、1つの実施形態によると、プラットフォーム、テーブル（例えば、作

50

業台を含む)、移動ベッド、スタンド、またはカートである。別の方法では、ベース290は、作業台または治療領域内の他の同様の物体に接続され、これに沿って平行移動するように構成された平行移動構成要素であり、それによって安定化システム282は患者の側部に近接して、またはこれに沿って前後に移動することができる。別の代替形態では、ベース290は床面または任意の他の安定物体である。ベース290へのコンソール288のリンク284による取り付けにより、構成要素288に安定性を与える。さらに別の代替形態では、ベースがなく、リンク284はある状態で患者に取り付けられるまたは接続される。例えば、1つの実施形態では、リンク284は、患者の脚部または腰の周りのストラップまたは他の物体、あるいは患者に取り付けられたまたは接続された任意の他のタイプの物体に取り付けることができる。

10

【0062】

1つの態様では、リンク284はさらに、ロボット298を患者の身体の内部に粗く位置決めし、その後システム282を処置のために適切なまたは所望の位置にロックする能力を外科医に与える。1つの実施態様では、ベース290は絶対的剛性を与える、または別の方法では、システム282の移動の様々な減衰量を与える。さらに、システム282はその後ロックが外されて、外科医が処置中にシステム282を再位置決めする、またはシステム282を取り除くことが可能になる。

【0063】

リンク284は、システム280およびベース290を取り付け安定化することが可能な任意の構造であってもよい。1つの代替実施形態では、リンク284はベース290への取付を助けるクランプ(略図的に292と示す)を有する。

20

【0064】

別の実施形態では、リンク284はさらに、リンク284を必要に応じて再構成または再位置決めすることを可能にする1つまたは複数の継手(略図的に286と示す)を有する。このような継手286は、定位置に位置決めし、その後固定することができるようになる。さらに、継手286はまた、可変量の減衰を与えることができる。

【0065】

図13に示すような1つの実施形態によると、安定化システム282は2つのリンク284を有する。別の方法では、システムは1つのリンク、または3つ以上のリンクを有することができる。リンクの数は、患者の寸法、行なわれている処置、および/または使用されている特定の処置機器(特定のロボット・デバイスを含む)によって変更することができる。

30

【0066】

システム282の機械継手、リンク、および取付クランプは、金属またはポリマー、または医療用デバイスで 사용되는任意の他の知られている材料で製造することができる。さらに、リンク284は剛性があるまたは変形可能であってもよい。リンク284が変形可能である実施形態では、継手286は粗位置決めのために調節することができ、一方細かい位置決めは、視覚化および制御システムの正確な位置を可能にするために、リンクを変形または屈曲することによって達成される。

【0067】

40

患者の体腔内で使用するために構成された任意のロボット・デバイスは、本願明細書に記載された様々な外科用視覚およびデバイス操作システムの1つまたは複数で使用する。本願明細書で使用するように、「ロボット・デバイス」は、外科的処置中に腹腔鏡的または内視鏡的に使用することができる任意のデバイスを意味することを意図している。本願明細書で開示されたシステムで使用する。様々なロボット・デバイスのいくつかは、これに限らないが、米国同時係属特許出願第11/932,441号(2007年10月31日出願、名称「外科応用例のためのロボット」)、米国同時係属特許出願第11/695,944号(2007年4月3日出願、名称「外科応用例のためのロボット」)、米国同時係属特許出願第11/947,097号(2007年11月27日出願、名称「薬剤運搬構成要素を備えたデバイス用ロボットおよび関連する方法」)

50

、米国同時係属特許出願第 11/932,516 号(2007 年 10 月 31 日出願、名称「外科応用例のためのロボット」)、米国特許出願第 11/766,683 号(2007 年 6 月 21 日、名称「磁気結合可能な手術ロボット・デバイスおよび関連する方法」)、米国同時係属特許出願第 11/766,720 号(2007 年 6 月 21 日出願、名称「磁気結合可能なロボット・デバイスおよび関連する方法」)、米国同時係属特許出願第 60/890,691 号(2007 年 2 月 20 日出願)、米国同時係属特許出願第 60/949,391 号(2007 年 7 月 12 日出願)、米国同時係属特許出願第 60/949,390 号(2007 年 7 月 12 日出願)、米国同時係属特許出願第 60/956,032 号(2007 年 8 月 15 日出願)、米国同時係属特許出願第 60/983,445 号(2007 年 10 月 29 日出願)、米国同時係属特許出願第 60/990,062 号(2007 年 11 月 26 日出願)、米国同時係属特許出願第 60/990,076 号(2007 年 11 月 26 日出願)、米国同時係属特許出願第 60/990,086 号(2007 年 11 月 26 日出願)、米国同時係属特許出願第 60/990,106 号(2007 年 11 月 26 日出願)、第 60/990,470 号(2007 年 11 月 26 日出願)に開示されたデバイスの任意の 1 つまたは複数を含んでおり、これら全ては全体を本願明細書に援用する。

10

【0068】

例示的な実施形態では、ロボット・デバイスは、NOTES デバイスなどの自然開口部経腔内視鏡外科用デバイスであってもよい。当業者には、当技術分野で知られる特徴と合わせて本願明細書で開示された特徴を含む、特徴の様々な組合せが利用可能であることが認識され、理解される。

20

【0069】

図 14A および図 14B は、それぞれ非折り畳み位置および折り畳み位置にある、本願明細書に開示されたシステムの 1 つまたは複数で使用するロボット・デバイス 300 の 1 つの実施形態を示す。図 14A および図 14B を相互に参照して説明する。ロボット・デバイス 300 は、デバイス磁石(図示せず)、本体 302、第 1 のアーム 304A および第 2 のアーム 304B(集合的に、「アーム 304」と呼ぶ)、第 1 のショルダ継手 306A および第 2 のショルダ継手 306B(集合的に、「ショルダ継手 306」と呼ぶ)、第 1 の肘継手 308A および第 2 の肘継手 308B(集合的に、「肘継手 308」と呼ぶ)、第 1 の終端エフェクタ 310A および第 2 の終端エフェクタ 310B(集合的に、「終端エフェクタ 310」と呼ぶ)、ならびに画像化構成要素 312 を備えている。ここでは、ショルダ継手 306 は 2 つの方向に回転可能であり、肘継手 308 は 1 方向に平行移動し、終端エフェクタ 310 は 1 方向に回転する。1 つの実施形態では、デバイス磁石(図示せず)は、上述した実施態様と同様の様態でロボット・デバイス 300 を患者内にコンソールに対して空間的關係で位置決めするために、コンソール磁石などの外部磁石と相互作用することができる。

30

【0070】

第 1 のアーム 304A の上側(または、「第 1 の」)部分は、第 1 のショルダ継手 306A によって本体 302 に旋回可能に接続されている。さらに、第 1 のアームの下側(または、「第 2 の」)部分 314A は、第 1 の肘継手 308A で上側部分 304A に平行移動可能に接続されている。第 1 の終端エフェクタ(または、「操作構成要素」) 310A は、下側部分 314A に回転可能に取り付けられている。同様に、第 2 のアーム 304B の上側部分は、第 2 のショルダ継手 306B によって本体 302 に旋回可能に接続されており、一方下側部分 314B は第 2 の肘継手 308B で上側部分 304B に平行移動可能に接続されている。第 2 の終端エフェクタ 310B は、下側部分 314B に回転可能に取り付けられている。本体 302 へのアーム 304 の接続により、アーム 304 は本体 302 の長さとは垂直な軸周りに、さらに本体 302 の長さとは平行な軸周りに回転することが可能になる。

40

【0071】

図 14B に最もよく示すような 1 つの実施形態によると、各アーム 304 は 4 つの自由度(DOF)を有し、それによって終端エフェクタ 310 の動作は標準的腹腔鏡ツールの

50

動作（３つの回転および１つの平行移動）と同様である。各アーム３０４は、矢印Ａによって示すように本体３０２の長さに垂直な軸周りに回転することができ（回転は「ヨー」とも呼ばれる）、さらに矢印Ｂによって示すように本体３０２と平行な軸周りに回転することができる（回転は「ピッチ」とも呼ばれる）。加えて、各アーム３０４は、矢印Ｃに示すようにアーム３０４と平行な軸周りに終端エフェクタ３１０で回転することができる（回転は「ロール」とも呼ばれる）。最後に、各アーム３０４はまた、終端エフェクタのリーチを長くするために、矢印Ｄによって示すように下側部分３１４の伸張によって平行移動可能に延ばすことができる。本実施形態では、伸張または平行移動Ｄは、ここでは肘継手と呼ばれるプリズム継手を使用して達成される。本願明細書に開示された様々な実施形態によるマニピュレータを有するコンソールとともに、標準的腹腔鏡ツールと同じ自由度を有するアーム３０４を備えたロボット・デバイス３００を使用することにより、ユーザが標準的な非ロボット腹腔鏡ツールの移動を実質的に複製する状態でマニピュレータを操作することが可能になる。様々な特定のロボット・デバイスを本願明細書に示すことができるが、様々な自由度を有するアームまたは終端エフェクタを備えた多くのロボット・デバイスが利用可能であることを理解されたい。別の実施形態では、本願明細書で開示されたコンソールはまた、アームまたは終端エフェクタを備えていない様々なロボット・デバイスで 사용할 수 있는ことを理解されたい。

10

20

30

【００７２】

アーム３０４の下側部分３１４は、上側アーム部分３０４から伸縮可能な終端エフェクタ３１０と嵌合している。終端エフェクタ３１０の設計は、既存の標準的な手持ち式腹腔鏡ツールに基づいている。本願明細書で使われるように、「終端エフェクタ」は、外科的または診査処置に関連するいくつかの動作または処置を行なう任意の構成要素、特に任意の知られている外科的または診査腹腔鏡処置を行なう、またはこの性能を助けることができる任意のデバイスを意味することを意図している。終端エフェクタは、「操作構成要素」と呼ぶこともできる。１つの態様では、１つまたは複数の終端エフェクタ３１０は、高い器用さを必要とする処置を助ける。現在知られている標準的技術では、剛性のある腹腔鏡ツールを小さな切開部に通すことによりツール先端の移動および位置決めが制約されるので、移動が制約される。これに対して、体腔内部に操作構成要素を有するロボット・デバイスは、同じ制約を受けない。終端エフェクタ３１０の例としては、これに限らないが、クランプ、外科用メス、任意のタイプの生検ツール、把持器具、鉗子、ステープラ、切断デバイス、焼灼デバイス、吸引／洗浄デバイス、超音波燃焼デバイスまたは他の同様の構成要素が挙げられる。終端エフェクタは、本願明細書で開示された特許または出願のいずれかに開示されたような交換可能終端エフェクタを含む任意の終端エフェクタ、または医療用処置のためにロボット・デバイスで使われる任意の他の知られている終端エフェクタであってもよいことを理解されたい。加えて、これらのデバイスはまた、当技術分野で知られている、および／または援用する特許または出願に記載されているようなアクチュエータなどの、終端エフェクタを操作するのに有用である任意の追加構成要素を含むことができることを理解されたい。

【００７３】

ロボット・デバイス３００は、画像化構成要素３１２を介して外科医に２次元視覚フィードバック、３次元視覚フィードバック、または立体画像化を与えることができる。１つの実施形態によると、画像化構成要素３１２（本願明細書では、「カメラ」とも呼ぶ）は、ロボット・デバイス３００の本体３０２の中心部に配置されている。本願明細書で使われるような画像化構成要素３１２は、画像を捕捉するための任意のデバイスを意味することを意図していることを理解されたい。画像化構成要素３１２は、コンソール（例えば、図１のコンソール１２など）上の視覚ディスプレイに体腔の視覚フィードバックを与える。画像化構成要素３１２の様々な実施形態は、これに限らないが、視覚ディスプレイを通してユーザにリアルタイム映像を与えるカメラ、３次元画像を生成するステレオ・カメラ、相補型金属酸化膜半導体（「ＣＭＯＳ」）デジタル画像センサ、四角形７ｍｍカメラ、原時点で携帯電話で使われるものと同様の任意の小型カメラ、原時点で内視鏡デバ

40

50

ス内でまたはこれで使用される任意の画像化デバイス、流し撮りおよび傾斜カメラ、ならびに腹腔全体を観察するために十分な被写界深度を与える任意のデバイスを含んでいる。相補型金属酸化膜半導体（「CMOS」）デジタル画像センサの例示的な実施形態は、マイクロン・テクノロジー・インク社（Micron Technology, Inc.）[米国アイダホ州ボイシ（Boise）所在]によるモデルNo. MT9V125である。さらに、本願明細書で援用する特許または出願の何れかで開示された任意の画像化構成要素は、本願明細書で説明するシステムおよびデバイスで使用する任意のデバイスに組み込むことができる。図14Aおよび図14Bはロボット・デバイス300の本体302の中心部に配置された画像化構成要素312を示すが、画像化構成要素312は、本体302またはロボット・デバイス300の任意の部分に配置することができる。

10

【0074】

画像化構成要素312は1つの実施態様では、「視野」とも呼ばれる、見られる領域を照らすように構成された照明構成要素（図示せず）を備えることもできる。当該領域（例えば、手術部位など）の視野が改善される、または表示領域が大きくなるように、照明構成要素は、画像化構成要素に一定のまたは可変の照明を与えるために任意の画像化構成要素および終端エフェクタに近接して位置決めすることができる。照明構成要素は、手術部位の視野を照らし、それによって任意のロボット・デバイス、および/またはこのようなロボット・デバイスとあわせて使用されている任意の他のデバイスの操作が容易になる。1つの例では、照明構成要素は発光ダイオード（LED）ライトである。別の例では、照明構成要素は患者の外側に光源を備えた光ファイバ・フィラメントまたはケーブルであってもよく、光ファイバ・ケーブルを介してロボットに伝達することができる。別の代替形態では、照明構成要素は、本願明細書で援用する特許または出願の何れかで開示されるような任意のソースを含む、任意の適切な照明源であってもよい。照明構成要素1つだけを備えた画像化構成要素312が説明されているが、画像化構成要素312は任意の数の照明構成要素を備えることができる。例示的な実施形態では、照明構成要素は2つの5mm LEDを備えることができる。

20

【0075】

ロボット・デバイス300は、標準的腹腔鏡ポートまたは自然開口部解決法、または当技術分野で知られているまたは本願明細書に援用する特許または出願の何れかに開示された任意の他の方法の使用を含む、多くの方法で体腔内に挿入するまたは位置決めすることができる。1つの実施形態では、ロボット・デバイス300のアーム304は、各ショルダ継手306Aおよび306Bで、それぞれ磁石328Aおよび328Bから磁石326Aおよび326Bを切断することによって部分的に切断される。これにより、アーム304の回転レベルが大きくなり、体腔内により容易に挿入することができるように、ロボット・デバイス300が直線的だが可撓性がある構造をとることが可能になる。ロボット・デバイス300はその後、体腔内で一度組み立てることができる。この組立てには、磁石328Aを326Aに、磁石328Bを326Bに取り付けることが必要である。1つの例では、外科医は他のツールを使用してこの組立てを積極的に行なうことができる。別の例では、アームは挿入後にこの位置まで移動するように装填されたばねである。

30

【0076】

図14Aおよび図14Bに示されたロボット・デバイス260は、様々なモータ、および上記に参照として援用した、2007年6月21日出願の「磁気結合可能なロボット・デバイスおよび関連する方法」という名称の米国特許出願第11/766,683号に開示されたものと同様のデバイスの操作のための他の内部構成要素を含んでいることを理解されたい。また、このデバイスは本願明細書に開示された視覚化および制御システムで使用する事ができる、多くのロボット・デバイスの単なる例示的なものであることを理解されたい。

40

【0077】

複数の実施形態を開示したが、さらなる他の実施形態は、例示的な実施形態を示し記載する以下の詳細な説明から当業者に明らかとなる。これらの実施形態は、発明の思想およ

50

び範囲から逸脱することなく、様々な態様で変更を行なうことが可能であることが理解し得る。したがって、図面および詳細な説明は、本来は例示的なものであり限定的なものではないと考えるものとする。

【 0 0 7 8 】

[実施例 1]

以下は、本願明細書で開示されたような任意のコンソールで 사용할 ことができる N O T E S ロボット・デバイスの 1 つの実施形態の動作の例示的な運動学的設計である。設計は、ロボット・デバイスの 1 つの特定の実施形態の単なる例示的なものであり、上述したように、コンソールとあわせて使用することができる任意の数のロボット・デバイスとして任意の方法で限定することを意図するものではない。

10

【 0 0 7 9 】

この特定の設計は、図 1 5 A に示すように、ロボット・デバイスの運動モデルで始まる。ここで、N O T E S ロボットの運動モデルは図では、図 1 5 A のロボット略図上に重ねられている。ロボットは、継手変数 θ_2 および a_2 によってそれぞれ示される回転ショルダ継手 A およびプリズム・アーム B を備えた 2 D O F 平面マニピュレータである。

【 0 0 8 0 】

ロボットに対する D e n a v i t - H a r t e n b e r g パラメータが、表 1 に示されている。パラメータ α_0 は、重力を取り入れるために使用される普遍的フレーム { 0 } に対するロボットの回転角度を規定する。パラメータ a_1 および a_3 は、それぞれショルダ継手の回転軸に対する終端エフェクタの本体幅およびオフセットを規定する定数である。

20

【 0 0 8 1 】

【 表 1 】

D E N A V I T - H A R T E N B E R G パラメータ

i	α_{i-1}	a_{i-1}	θ_i	d _i
1	α_0	0	0	0
2	0	a_1	θ_2	0
3	0	a_2	-90	0
4	0	a_3	90	0

30

一般的な運動モデルおよび D e n a v i t - H a r t e n b e r g パラメータを使用して、フレーム { 1 } に対する終端エフェクタ 3 3 2 の場所 [x , y] を説明する式が式 1 で規定され、式 2 および式 3 で与えられるようなロボットのヤコビアン行列式を導き出すために使用される。フレーム { 1 } に対する終端エフェクタ 3 3 2 の位置は、 ${}^1P_{Org4}$ として示されている。

【 0 0 8 2 】

【 数 1 】

40

$$\text{式 1: } {}^1P_{Org4} = \begin{bmatrix} c_{\theta_2} a_2 + s_{\theta_2} a_3 + a_1 \\ s_{\theta_2} a_2 - c_{\theta_2} a_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \quad \begin{matrix} s_i = \sin(i) \\ c_i = \cos(i) \end{matrix}$$

【 0 0 8 3 】

【 数 2 】

$$\text{式 2: } J(q_1, q_2) = J(\theta_2, a_2) = \frac{\partial}{\partial q_i} {}^1P_{Org4}$$

【 0 0 8 4 】

50

【数 3】

$$\text{式 3: } {}^1J = \begin{bmatrix} -s_{\theta_1} a_2 + c_{\theta_1} a_3 & c_{\theta_1} \\ c_{\theta_1} a_1 + s_{\theta_1} a_3 & s_{\theta_1} \end{bmatrix}$$

継手変数 a_2 および θ_2 に対する逆運動学方程式は、(1) を解くことによって得られる。式 4 は、変数 a_2 を説明する逆運動学方程式を記載し、式 5 は θ_2 を記載する。

【0085】

【数 4】

$$\text{式 4: } a_2 = \sqrt{x^2 + y^2 - 2xa_1 + a_1^2 - a_3^2}$$

10

【0086】

【数 5】

$$\text{式 5: } \theta_2 = \arctan 2 \left(\frac{xa_3 + ya_2 - a_1a_3}{x^2 + y^2 - 2xa_1 + a_1^2}, \frac{a_2(x - a_1) - ya_3}{x^2 + y^2 - 2xa_1 + a_1^2} \right)$$

シヨルダ継手の幾何形状は、図 15 B に示すオフセット・スライダ・クランク機構の運動モデルによって与えられる。距離 e は、本体 338 に対するアーム 340 の回転軸 A までのスライダ 334 の運動線からのオフセット距離であり、距離 s は回転軸 A に対するスライダ 334 の位置である。距離 L_1 は、ピン 334 とピン 346 との間のリンク 336 の長さである。距離 L_2 は、回転軸 A とピン 344 との間の長さである。上記構成から導き出された位置および速度方程式は、クランク位置 および角速度

20

【0087】

【数 6】

$$\dot{\varphi}$$

の関数としてスライダ位置および速度に対して解くことができる。式 6 は、スライダ位置 s を記載し、等式 7 はスライダ速度

30

【0088】

【数 7】

$$\dot{s}$$

を記載している。

【0089】

【数 8】

$$\text{式 6: } s = L_2 \sin \varphi + L_1 \sqrt{1 - \left(\frac{e + L_2 \cos \varphi}{L_1} \right)^2}$$

40

【0090】

【数 9】

$$\dot{s} = \dot{\varphi} \left[L_2 \cos \varphi + \frac{L_2 \sin \varphi}{L_1} \frac{(e + L_2 \cos \varphi)}{\sqrt{1 - \left(\frac{e + L_2 \cos \varphi}{L_1} \right)^2}} \right]$$

式 7:

開ループ制御試験は、デカルト直線経路に対してNOTESロボットで行なわれた。放物線混合での一次関数を使用し、最大許容速度を考えて、経路はデカルト空間内で計画された。デカルト経路は、全て上式1～式7で記載された、逆運動関係および逆ヤコビアン行列式を使用して継手空間に変換された。

10

【0091】

デカルト空間内のP1=(0, 60)からP2=(40, 85)までの経路(mm)が、図15Cに示すように作り出された。継手変数₂はその後、アクチュエータ空間に変換され、速度はオフセット・スライダ・クランク機構に対して導き出された方程式を使用して、モータ速度に直線的に関連している(式6および式7)。

【0092】

生成されたアクチュエータ空間速度軌跡を使用し、6つの開ループ試験が行なわれた。計画経路および実経路の比較が、図15Dに示されている。実経路の平均値が、全ての経路を含むエンベロープを備えて点線で与えられている。開ループ試験は所望の経路を密接してたどるが、フィードバック制御はシステム性能を良くする。

20

【0093】

[実施例2]

以下は、NOTESロボット・デバイスのショルダ継手の1つの実施形態の動作の例示的設計である。ここで、ロボット・デバイスの本体でアームを定平面に保持したいことにより、典型的な継手設計からの逸脱が必要であった。NOTESロボット・デバイスのショルダ継手の運動モデルの1つの実施例が、図16に示されている。本機構では、運動送りねじは、y方向にのみ移動するように制約されたスライダに力(F_s)を加える。スライダ機構は、各端部で回転自由度でリンク(bd)によってロボット・アーム(ac)に接続されている。長さ(ab)は一定であり、回転点(a)からリンク・ピン(b)までのアームの長さを規定する。長さ(ad)は、回転点(a)とスライダ(d)との間の距離を示す。角度₁は、(ab)と(ad)との間の角度である。この特定の実施例では、モデルのリンク長さが式8～式11に示されている。

30

【0094】

【数10】

$$\text{式 8: } \overline{ab} = l$$

【0095】

【数11】

$$\text{式 9: } \overline{ac} = a_{3\max}$$

40

【0096】

【数12】

$$\text{式 10: } \overline{ad} = r$$

【0097】

【数 1 3】

$$\text{式 11: } \overline{bd} = d$$

これらの長さを使用して、x または y 方向に終端エフェクタまで機械を通して平行移動させることができるスライダ (F_s) からの力の量の式は、式 1 2 および式 1 3 によって導き出され、与えられ、式中 F_x は x 方向の力の量であり、 F_y は y 方向の力の量である。

【0 0 9 8】

【数 1 4】

$$\text{式 12: } F_x = \frac{2F_s l}{a_{3\max}} \tan(\theta_1) \frac{r^2}{(d^2 - l^2) + r^2}$$

10

【0 0 9 9】

【数 1 5】

$$\text{式 13: } F_y = \frac{2F_s l}{a_{3\max}} \frac{r^2}{(d^2 - l^2) + r^2}$$

本運動学的構成では、I に対する d の割合が 1 未満である場合にのみ可能である、リンク b d がリンク a d に垂直に近づいたときに、極めて大きな機械的利点を得られる。数学的に、この点では、適用可能な力 (F_x) は無限である。しかし、I に対する d の割合が 1 未満である場合、ショルダ継手の運動の範囲は 0 . 9 の d / I の割合で制限され、6 5 度の最大回転角度が作り出される。本実施例では、大きな範囲の運動とリンク構成の機械的利点の両方を得るために、1 の d / I 割合が使用された。この割合で、式 1 2 および式 1 3 はそれぞれ式 1 4 および式 1 5 に簡約し、リンク長さを判断するために使用される。

20

【0 1 0 0】

【数 1 6】

$$\text{式 14: } F_x = \frac{2F_s l}{a_{3\max}} \tan(\theta_1)$$

30

【0 1 0 1】

【数 1 7】

$$\text{式 15: } F_y = \frac{2F_s l}{a_{3\max}}$$

【実施例 3】

以下は、コンソールのマニピュレータの 1 つの実施形態の運動の例示的設計である。本実施例では、腹腔鏡ツール・ハンドルは、NOTES ロボット・デバイスの移動を制御するために使用される。ロボット・デバイスの自然のおよび実際の制御は、腹腔鏡ツールがロボット・アームと同じ点周りで回転する必要があることによって達成された。この点は図では物理的に同じ点であるが、この点は仮想点である可能性がある。仮想点がコンソールおよびロボット・デバイス両方に対して物理的に同じ場所でない場合の仮想点に対する相対的運動により、同じ効果が作り出される。

40

【0 1 0 2】

本実施例では、米国特許第 5 , 6 5 7 , 5 8 4 号に示されたものと同様の「オフセット平面ヒンジ」が使用された。リンクにより、マニピュレータが遠隔点の周りで回転することが可能になる。オフセット平面ヒンジ継手の例が、図 1 7 に示されている。図 1 7 に示されたオフセット平面ヒンジ継手は、図 7 A および図 7 B で示し説明したオフセット平面ヒンジ継手と同様である。本実施例のオフセット平面ヒンジ継手の運動表示が、図 1 8 A

50

および図 18B に示されている。式 16 ~ 式 22 は、リンクの幾何形状を記載している。
ピン間のリンク長さが、2つのピン・ラベルとして挙げられている（すなわち、

【 0 1 0 3 】

【 数 1 8 】

\overline{ab}

はピン a とピン b との間の距離である）。リンクの多くは、同じ長さであり、リンク L₁、L₂ または L₃ の何れかの部材としてグループ化されている。角度 ϕ は、リンク

【 0 1 0 4 】

【 数 1 9 】

\overline{fh}

と

【 0 1 0 5 】

【 数 2 0 】

\overline{fd}

との間の角度である

【 0 1 0 6 】

【 数 2 1 】

$$\text{式 16: } \phi = \tan^{-1} \left(\frac{L_3}{L_1} \right)$$

【 0 1 0 7 】

【 数 2 2 】

$$\text{式 17: } \overline{ab} = \overline{cd} = \overline{ef} = \overline{fh} = \overline{gi} = \overline{jk} = L_2$$

【 0 1 0 8 】

【 数 2 3 】

$$\text{式 18: } \overline{ce} = \overline{df} = \overline{fg} = \overline{hi} = \frac{L_3}{\sin(\phi)}$$

【 0 1 0 9 】

【 数 2 4 】

$$\text{式 19: } \overline{ac} = \overline{bd} = \overline{gk} = \overline{ij} = L_3$$

【 0 1 1 0 】

【 数 2 5 】

$$\text{式 20: } \overline{ac} \parallel \overline{cd} \parallel \overline{ef} \parallel \overline{ce} \parallel \overline{df}$$

【 0 1 1 1 】

【 数 2 6 】

$$\text{式 21: } \overline{fh} \parallel \overline{gi} \parallel \overline{jk}$$

【 0 1 1 2 】

10

20

30

40

【数 2 7】

$$\text{式 22: } \overrightarrow{fg} \parallel \overrightarrow{hi}$$

式 2 0 ~ 式 2 2 は、どのリンクが並列であるかを挙げている。これらの関係で、点 d から点 g までの距離を求めることができる。この距離を使用して、本実施例のリンクの最大回転を判断する。距離は、式 2 3 で与えられ、式 2 6 に簡約される。

【0 1 1 3】

【数 2 8】

$$\text{式 23: } \overrightarrow{dg} = \frac{L_3}{\sin \phi} \begin{bmatrix} \cos \theta + \cos \phi \\ \sin \theta - \sin \phi \end{bmatrix}$$

10

【0 1 1 4】

【数 2 9】

$$\text{式 24: } \sin \phi = \frac{L_3}{\sqrt{L_1^2 + L_3^2}}$$

【0 1 1 5】

【数 3 0】

$$\text{式 25: } \cos \phi = \frac{L_1}{\sqrt{L_1^2 + L_3^2}}$$

20

【0 1 1 6】

【数 3 1】

$$\text{式 26: } \overrightarrow{dg} = \sqrt{L_1^2 + L_3^2} \begin{bmatrix} \cos \theta + \frac{L_1}{\sqrt{L_1^2 + L_3^2}} \\ \sin \theta - \frac{L_3}{\sqrt{L_1^2 + L_3^2}} \end{bmatrix}$$

30

運動モデルを使用して、点 d から点 g までの距離がゼロである場合に、本実施例でのばね板の最大相対回転が生じ、本実施例での最大ブラケット回転 (θ_{\max}) を求めることができる。

【0 1 1 7】

【数 3 2】

$$\text{式 27: } |\overrightarrow{dg}| = 0$$

40

【0 1 1 8】

【数 3 3】

$$\text{式 28: } \cos \theta_{\max} + \frac{L_1}{\sqrt{L_1^2 + L_3^2}} = 0$$

【0 1 1 9】

【数 3 4】

$$\text{式 29: } \sin \theta_{\max} - \frac{L_3}{\sqrt{L_1^2 + L_3^2}} = 0$$

【0 1 2 0】

【数 3 5】

$$\text{式 30: } \tan \theta_{\max} = \frac{L_3}{-L_1}$$

10

式 3 1 : $\theta_{\max} = -$

本実施例でのブラケット回転とばね板回転の関係は、式 3 2 によって与えられる。上記最大ブラケット回転を代用することにより、式 3 3 に示すように最大ばね板回転が生じる。

【0 1 2 1】

式 3 2 : $\theta_{\max} = -$

【0 1 2 2】

【数 3 6】

$$\text{式 33: } \alpha_{\max} = \frac{\pi}{2} - 2\phi$$

20

本実施例では、オフセット平面ヒンジ継手の設計および位置決めは、いくつかの要因に基づいている。オフセット平面ヒンジ継手を適度な寸法に保持するために、ベースばね板のオフセット角度は約 30° に設定した。本実施例では、マニピュレータの最大回転はオフセット角度によって制限されるが、より大きな最大ばね板回転のための設計により、マニピュレータの十分な回転が可能になる。マニピュレータの位置の測定により、ロボット・デバイス用コントローラとしての使用が可能になる。前に示したように、マニピュレータの回転はブラケット回転に直接関連している（式 3 2）。本実施例では、この回転は電位差計を使用して測定することができる。さらに、コンソールへの接続ピン周りのオフセット平面ヒンジ継手の回転はまた、電位差計を使用して行なわれる。これらの 2 つの測定により、マニピュレータの位置を判断することが可能になる。その軸周りの各マニピュレータの平行移動は、機械スイッチまたは直線電位差計を使用して判断することができる。さらに、マニピュレータのハンドルの絞りおよび解放が監視される。当業者には、回転、平行移動、圧力および力を監視および測定するために様々なセンサが当技術分野で利用可能であることが理解される。

30

【0 1 2 3】

外科用視覚化およびデバイス操作システムは普通、視覚ディスプレイおよび 1 式のマニピュレータを有するコンソールと、体腔内に位置決めされたロボット・デバイスと、コンソールおよびロボット・デバイスを動作可能に接続させる接続構成要素とを備えている。システムは、視覚ディスプレイ上のロボット・デバイスによって捕捉される画像を表示することによって「仮想孔」効果を与える。コンソールは、体腔の上に直接位置決めすることができ、それによって体腔の画像が視覚ディスプレイに供給されているときに、外科医は自分が患者の体腔内を直接見ているように感じる。外科医はその後、マニピュレータが手術部位で体腔内に位置決めされたロボット・デバイスに接続されているかのように、マニピュレータを操作および制御することができる。「視覚孔」効果を与えることに加えて、システムによりまた、外科医が別の場所に置かれた患者に対して処置を行なうことが可能になる。外科医が視覚ディスプレイを見て、マニピュレータを操作すると、ロボット・デバイスはマニピュレータの移動に応答し、マニピュレータを通して外科医によって指示された移動を行なう。

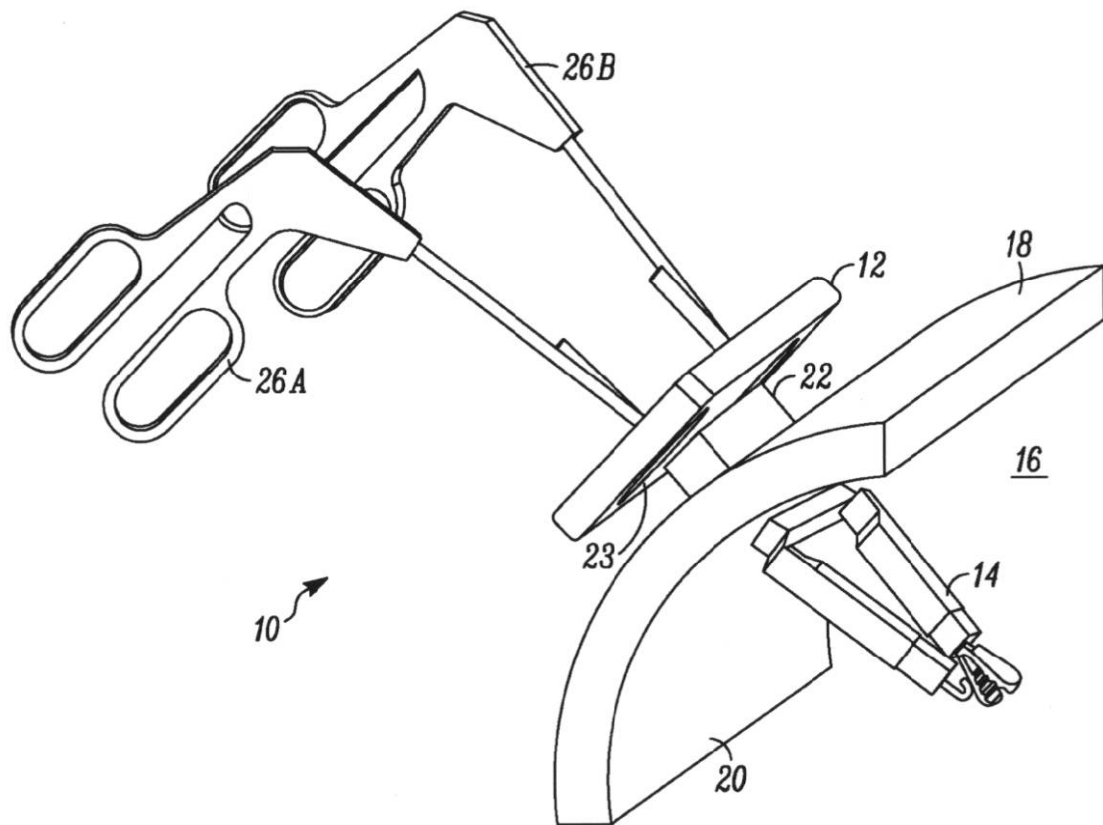
40

【0 1 2 4】

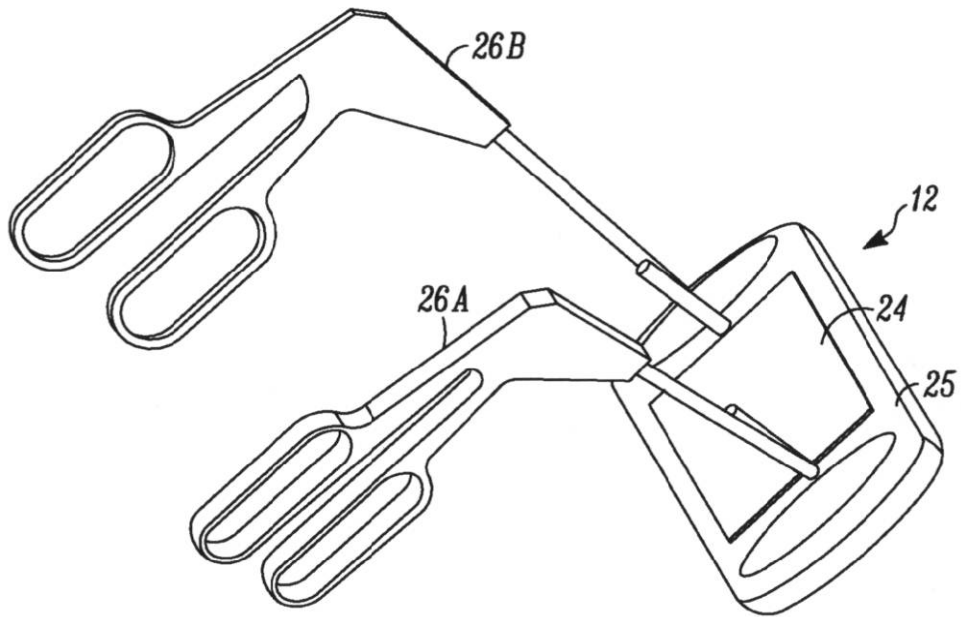
50

外科用視覚化およびデバイス操作システムを好ましい実施形態を参照して説明したが、当業者には、発明の思想および範囲から逸脱することなく形態および細部に変更を加えることができることが理解される。

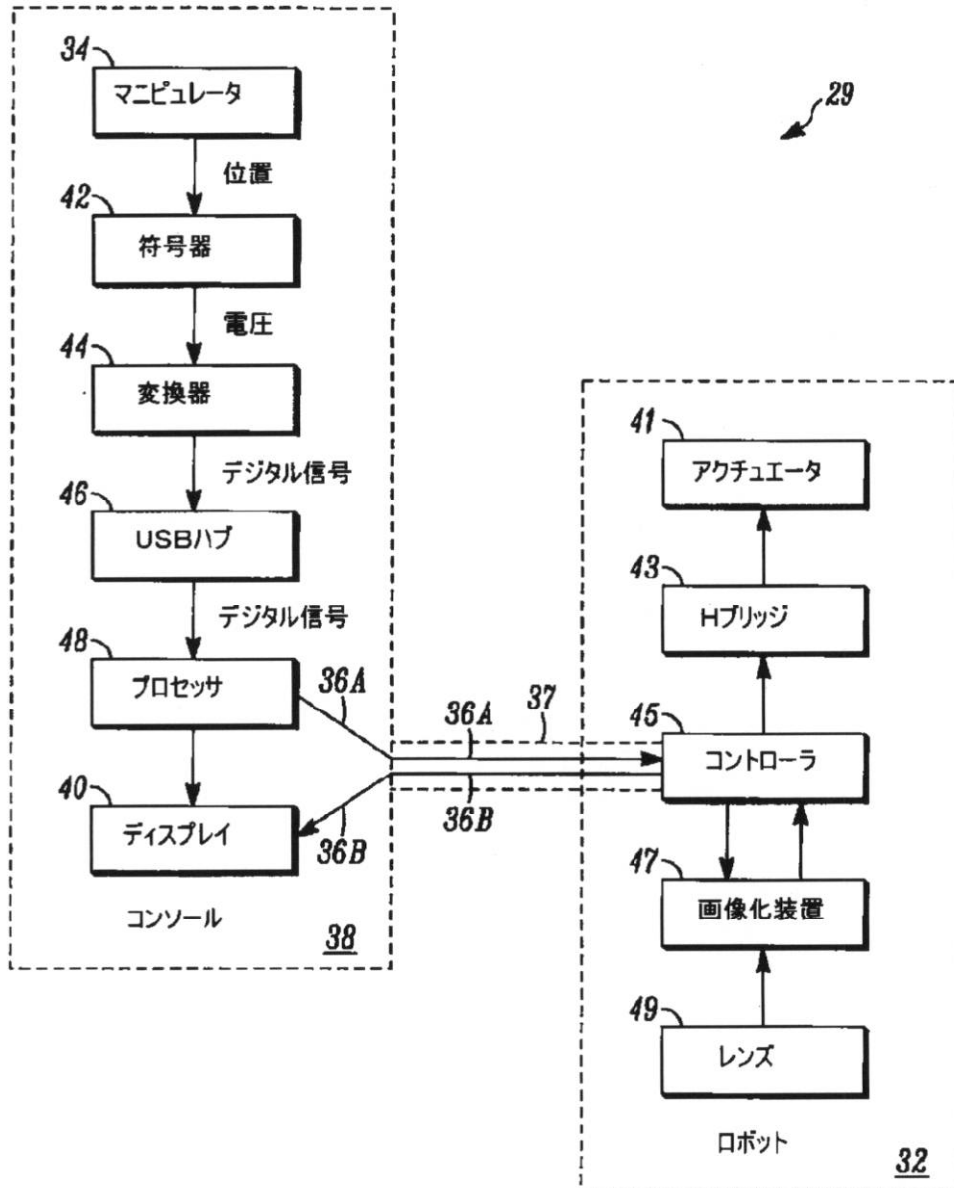
【図 1 A】



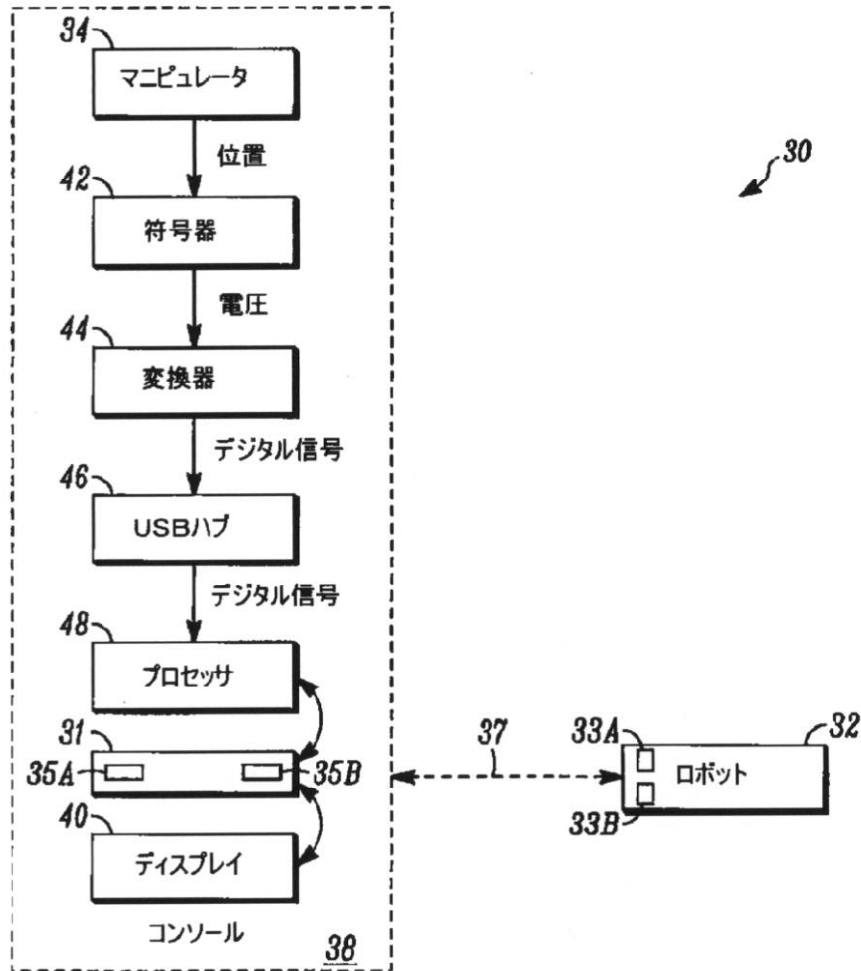
【図 1 B】



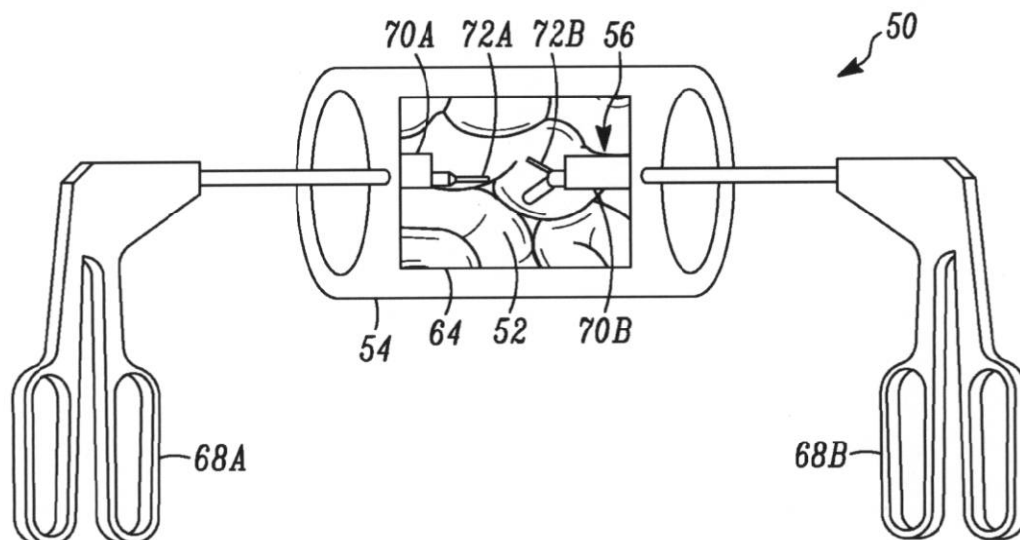
【図 2 A】



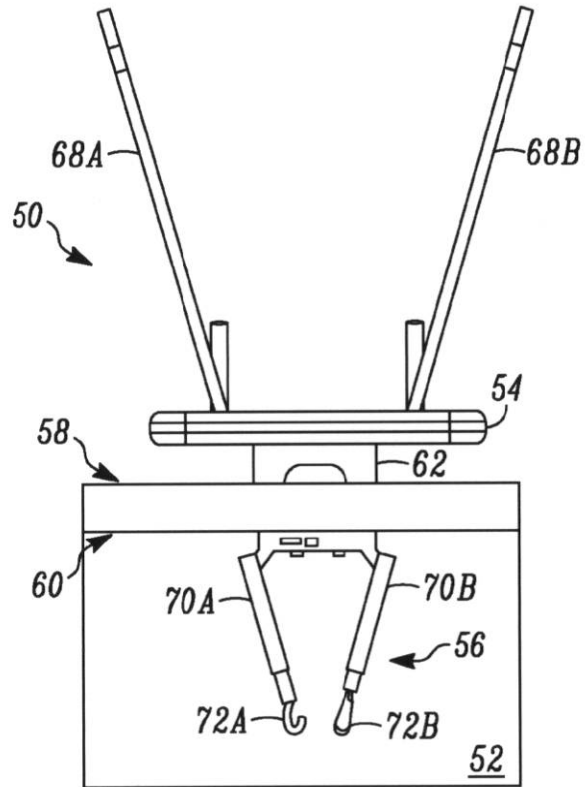
【図 2 B】



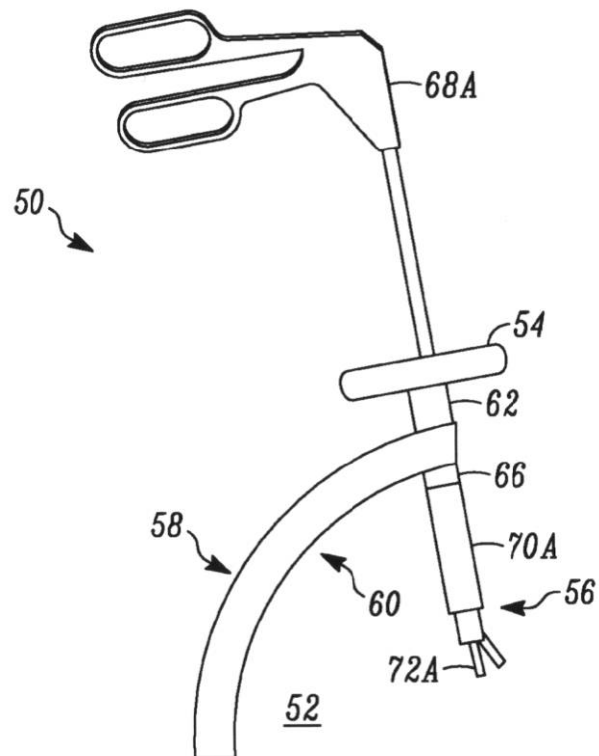
【図 3 A】



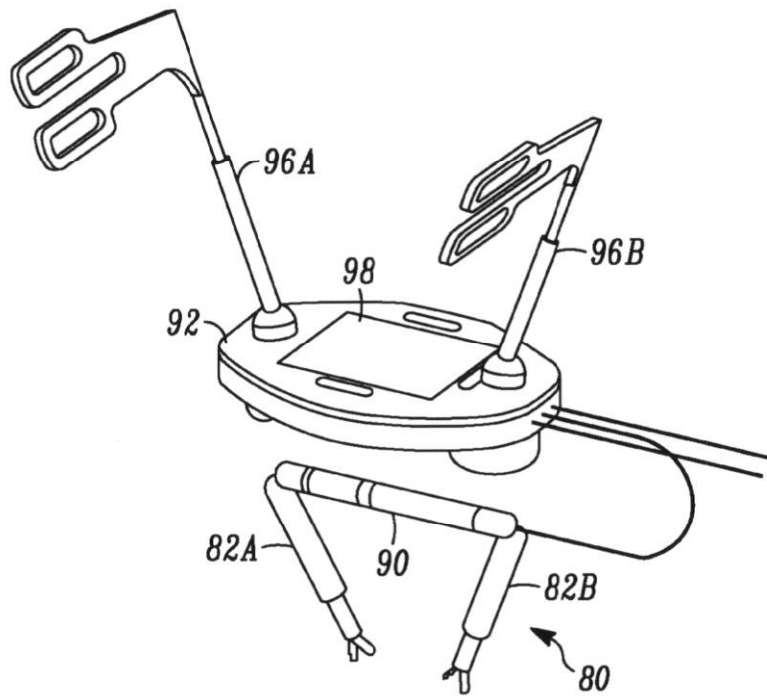
【図 3 B】



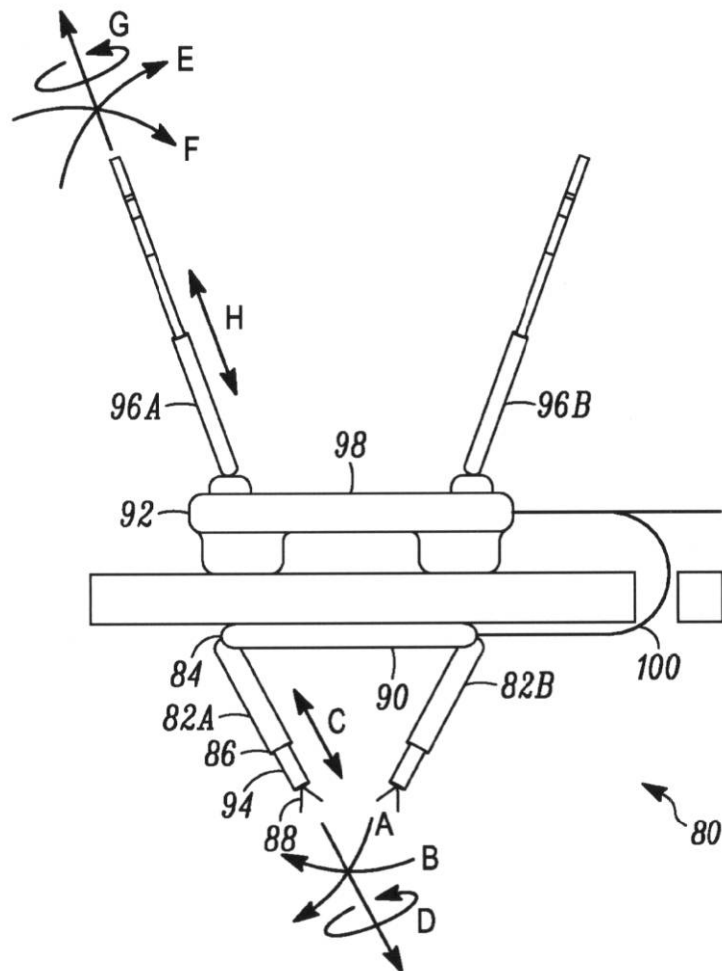
【図 3 C】



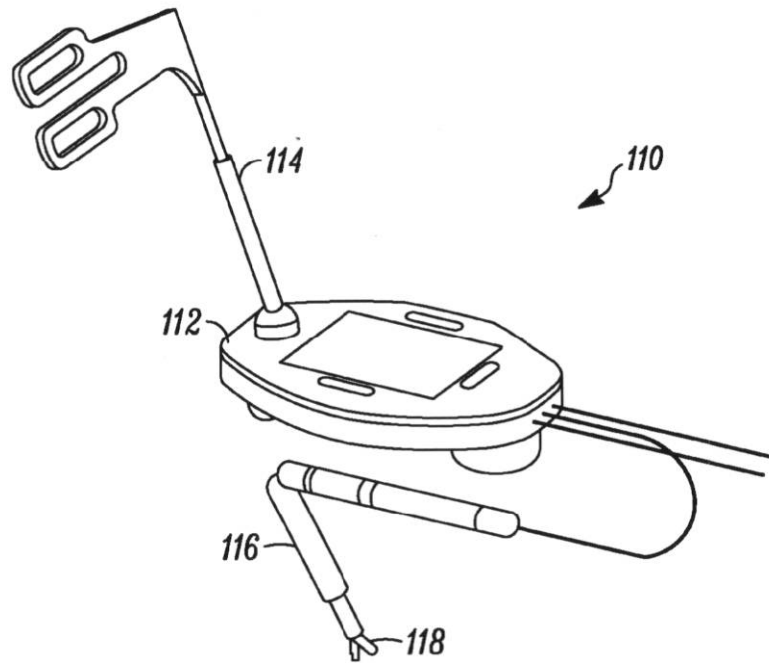
【図 4 A】



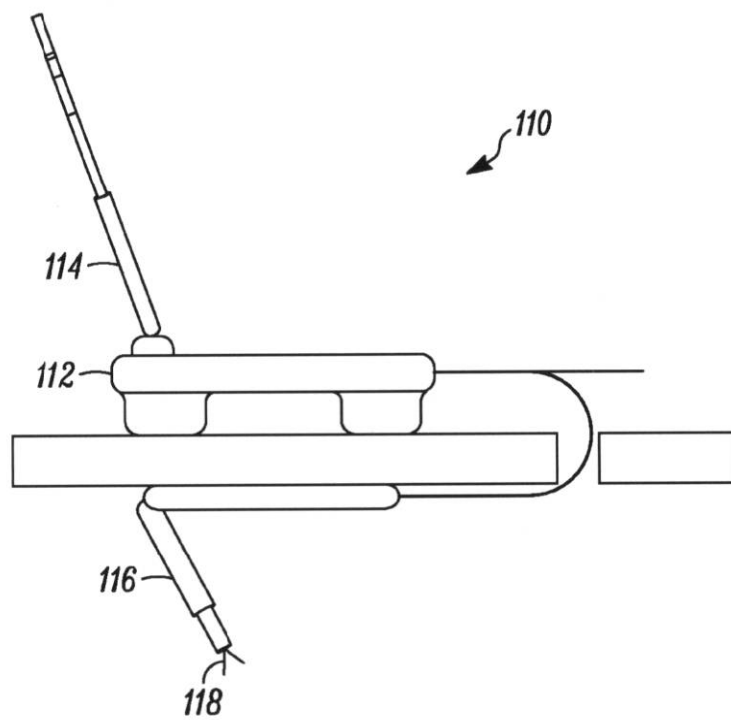
【図 4 B】



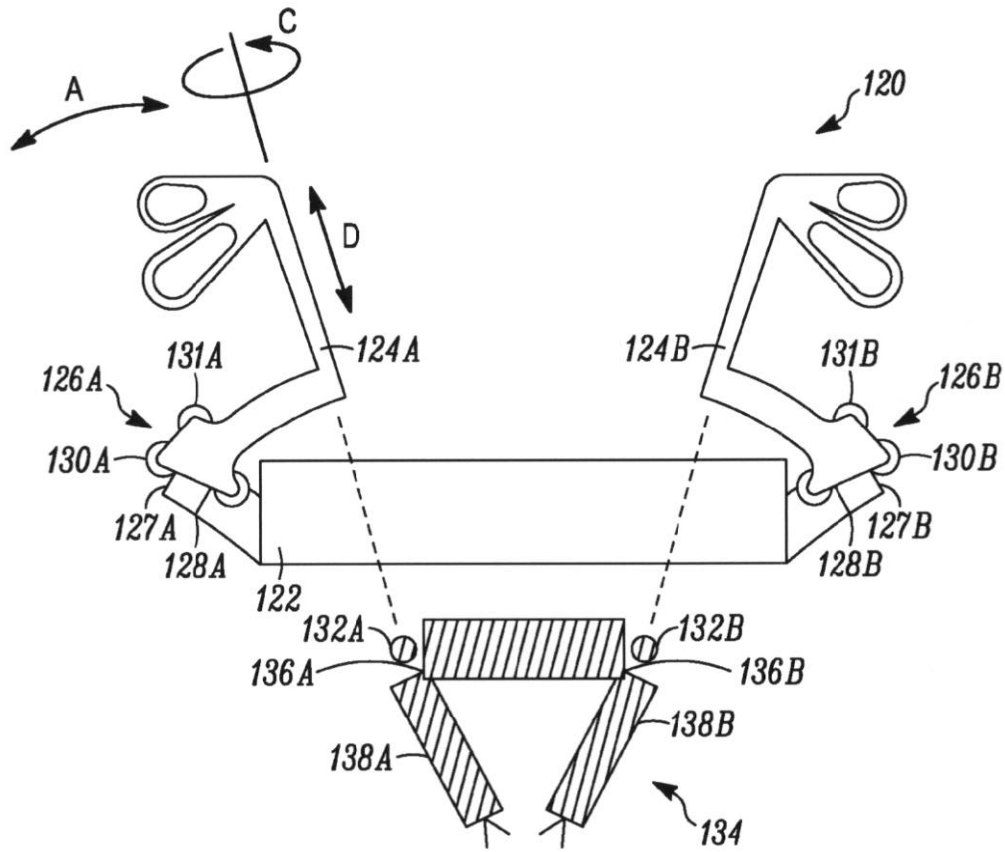
【図 5 A】



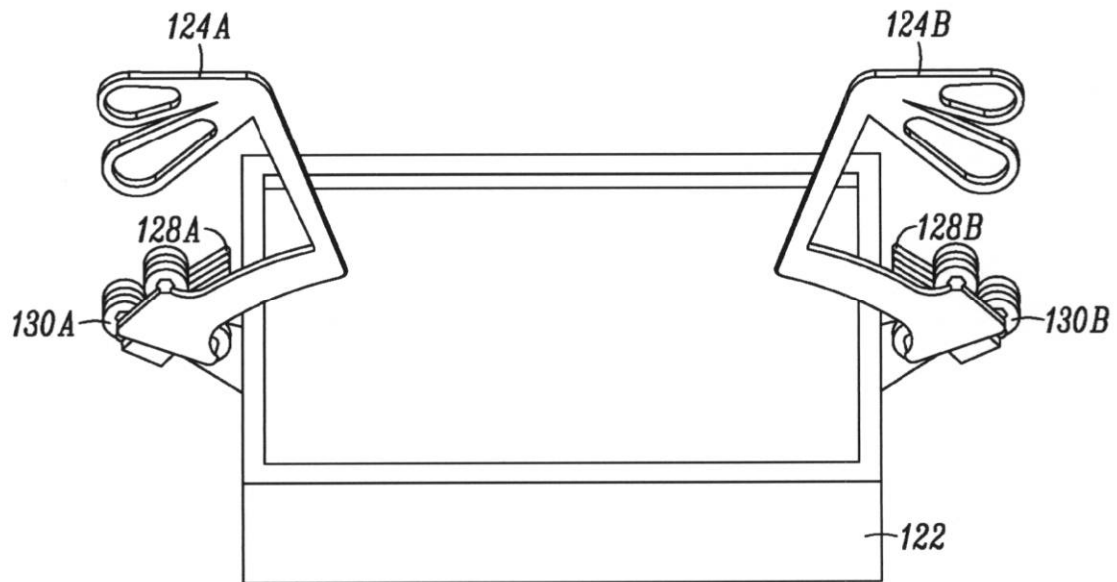
【図 5 B】



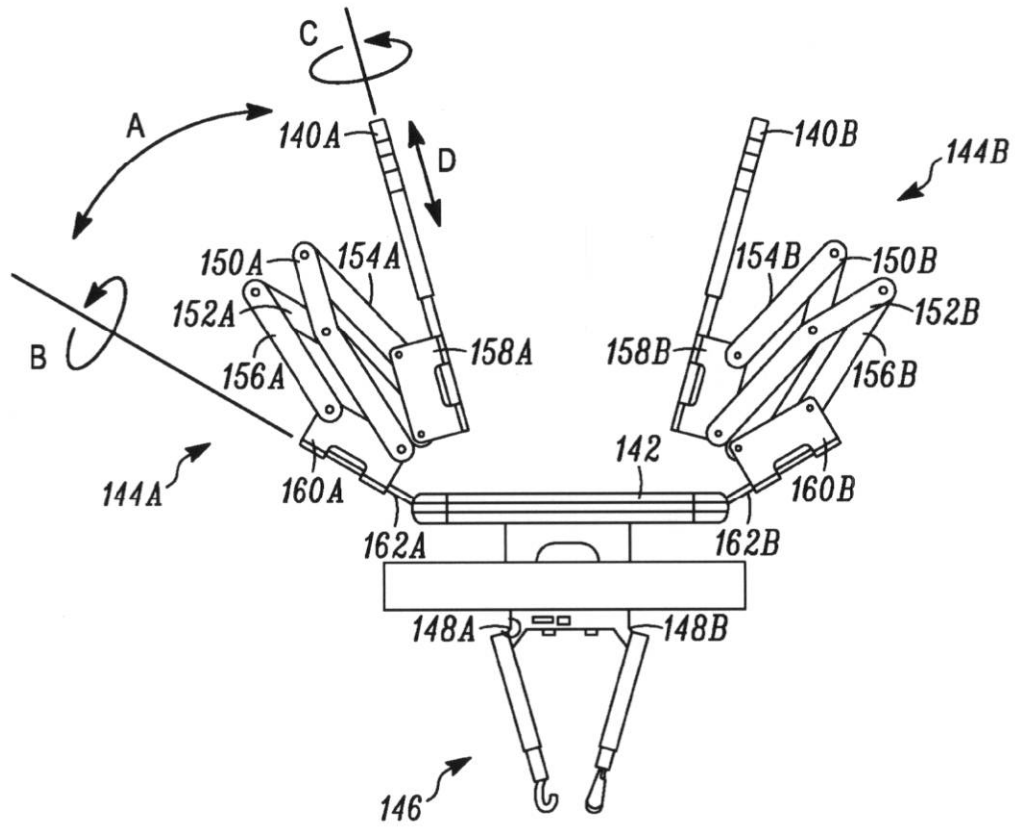
【図 6 A】



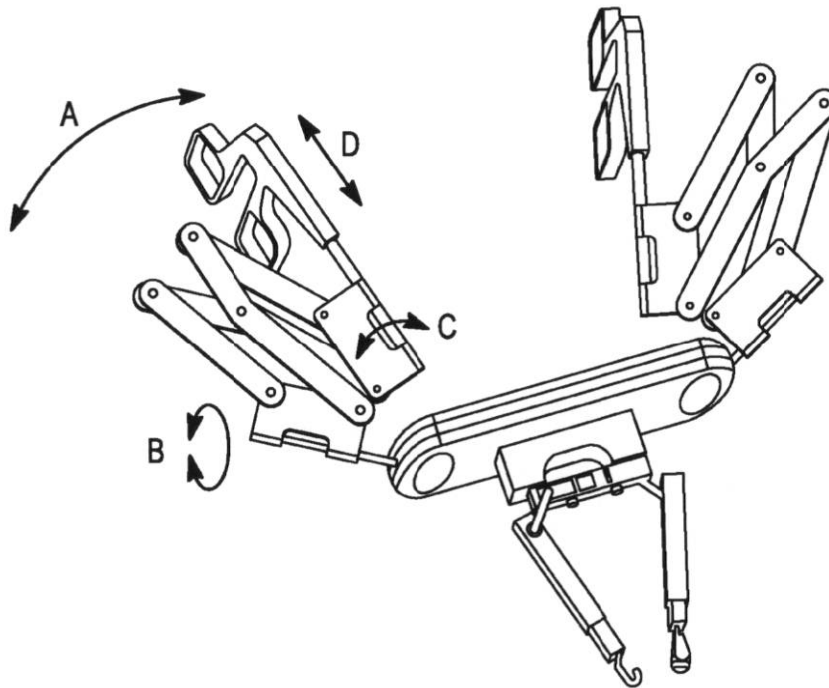
【図 6 B】



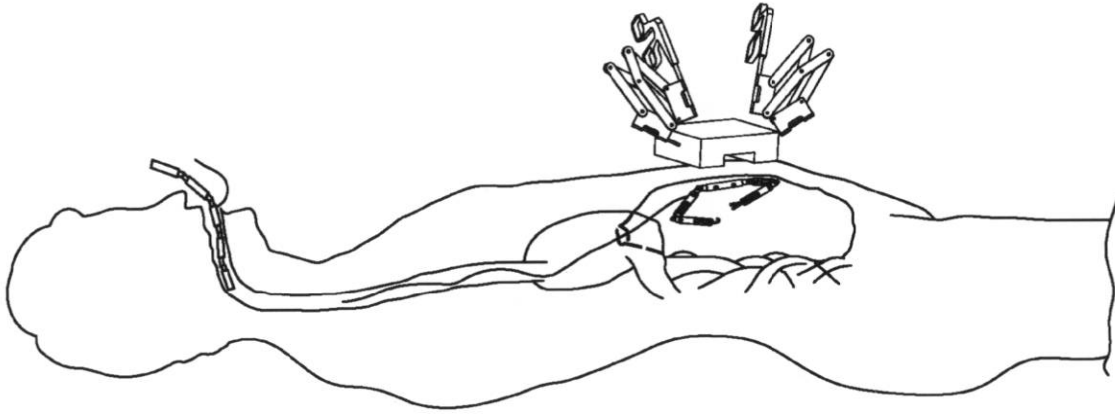
【図 7 A】



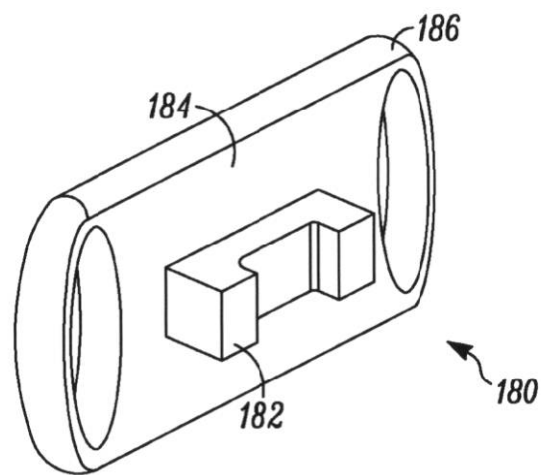
【図 7 B】



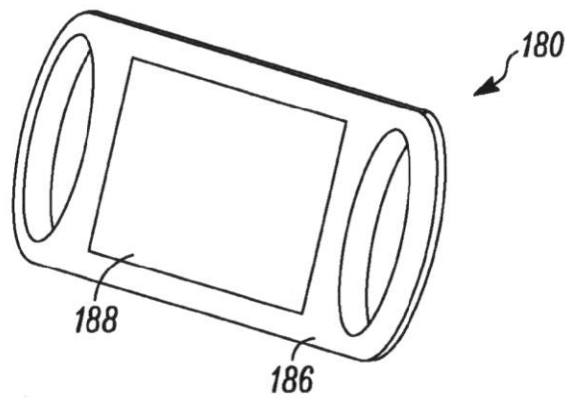
【図 7 C】



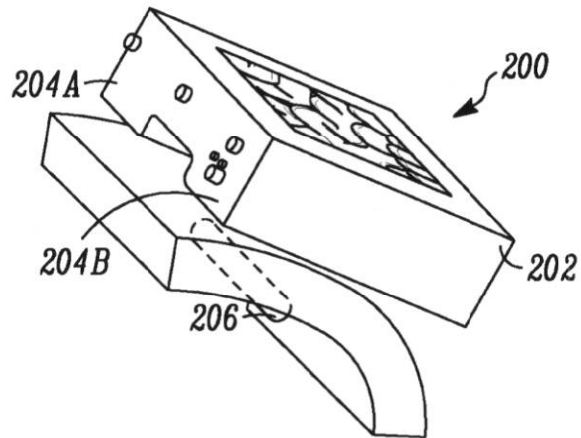
【図 8 A】



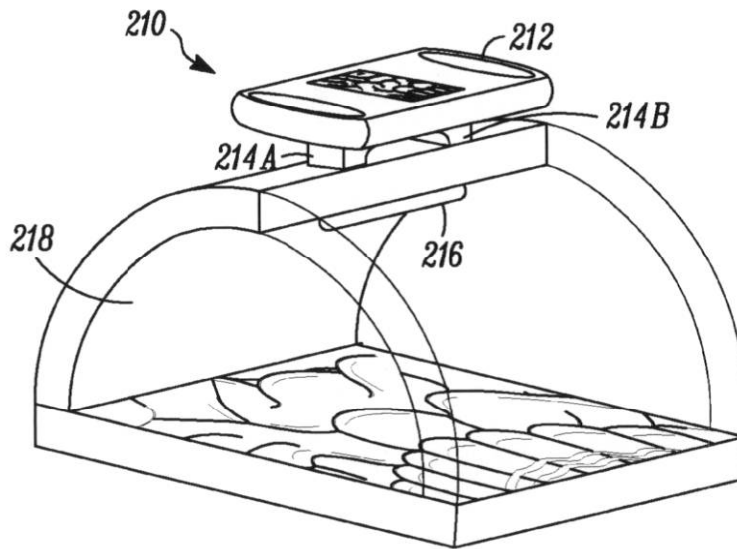
【図 8 B】



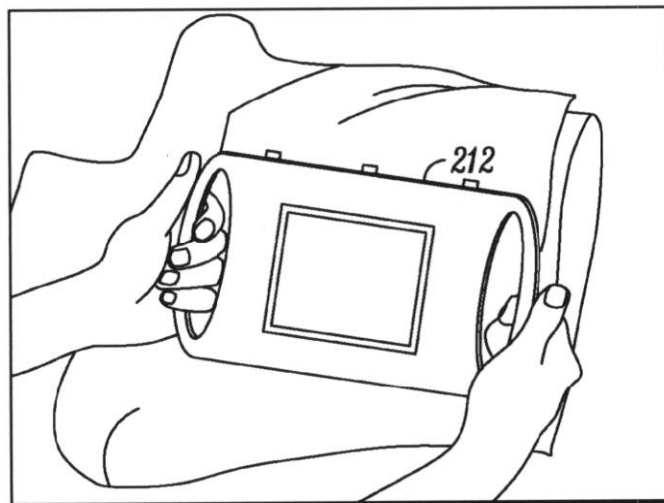
【図 9】



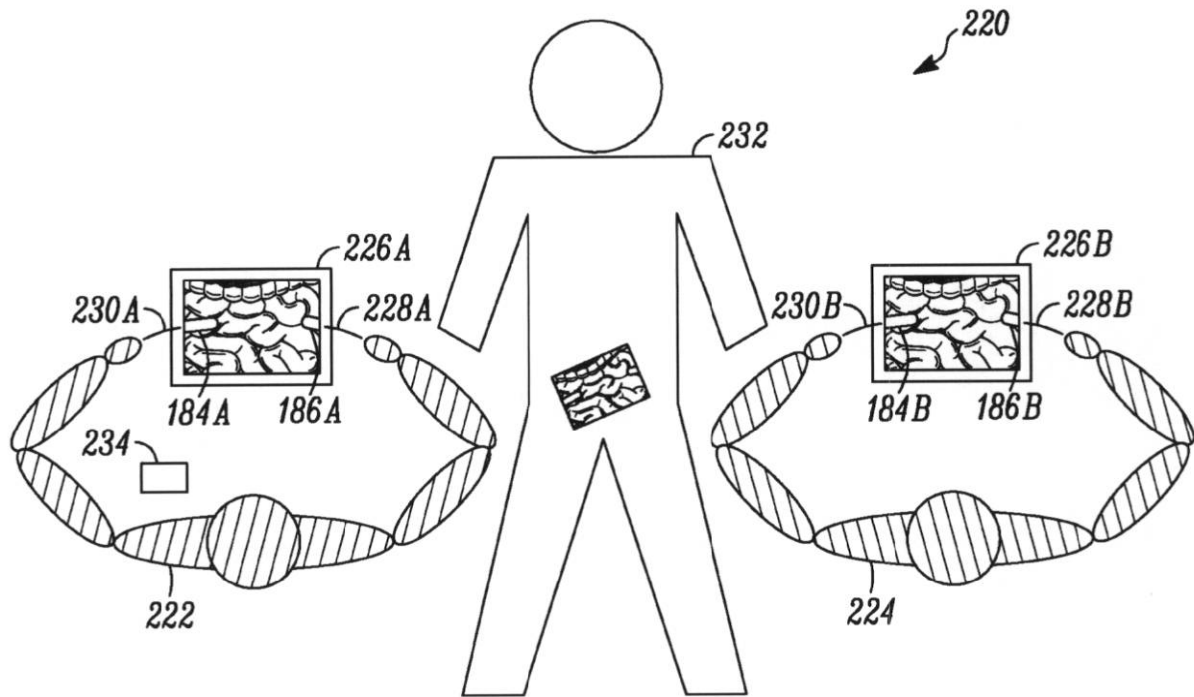
【図 10 A】



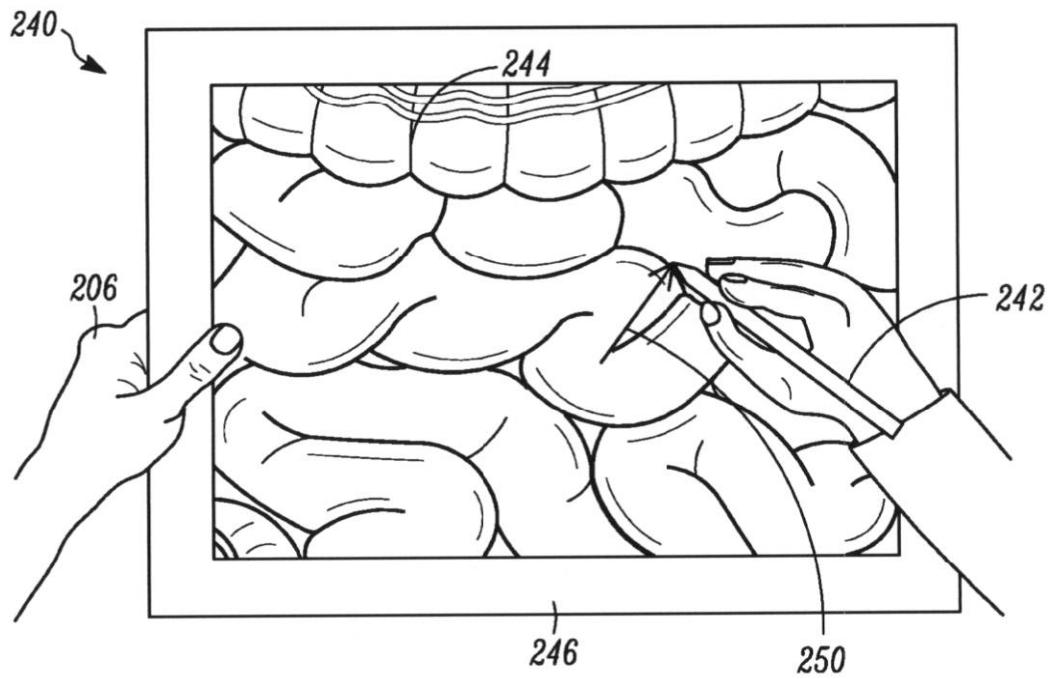
【図 10 B】



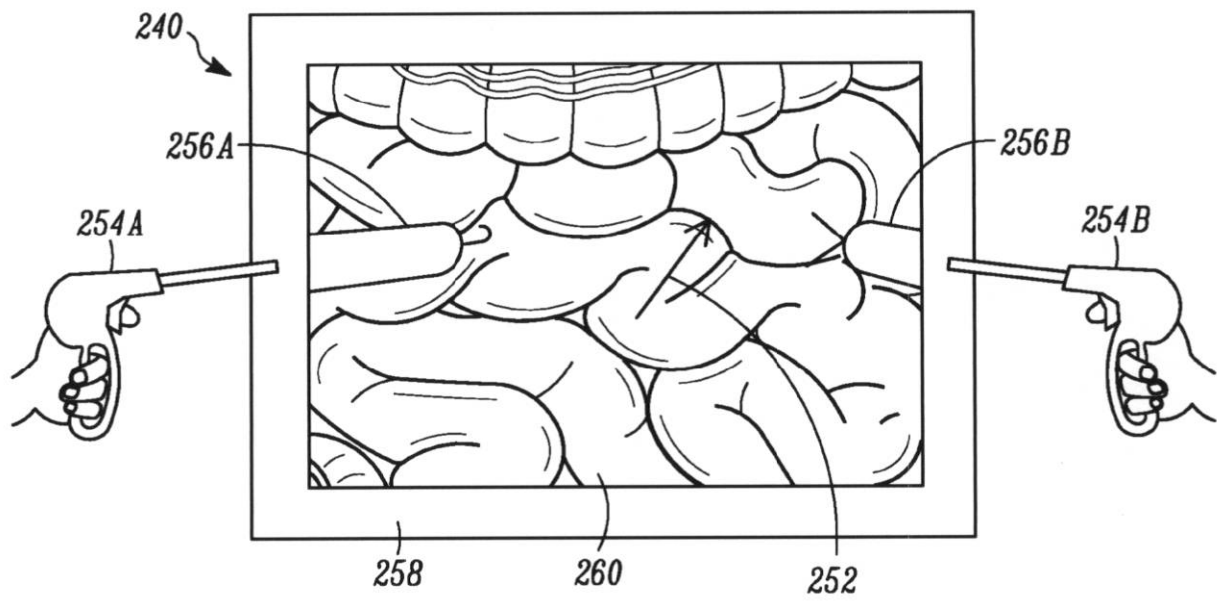
【図 11】



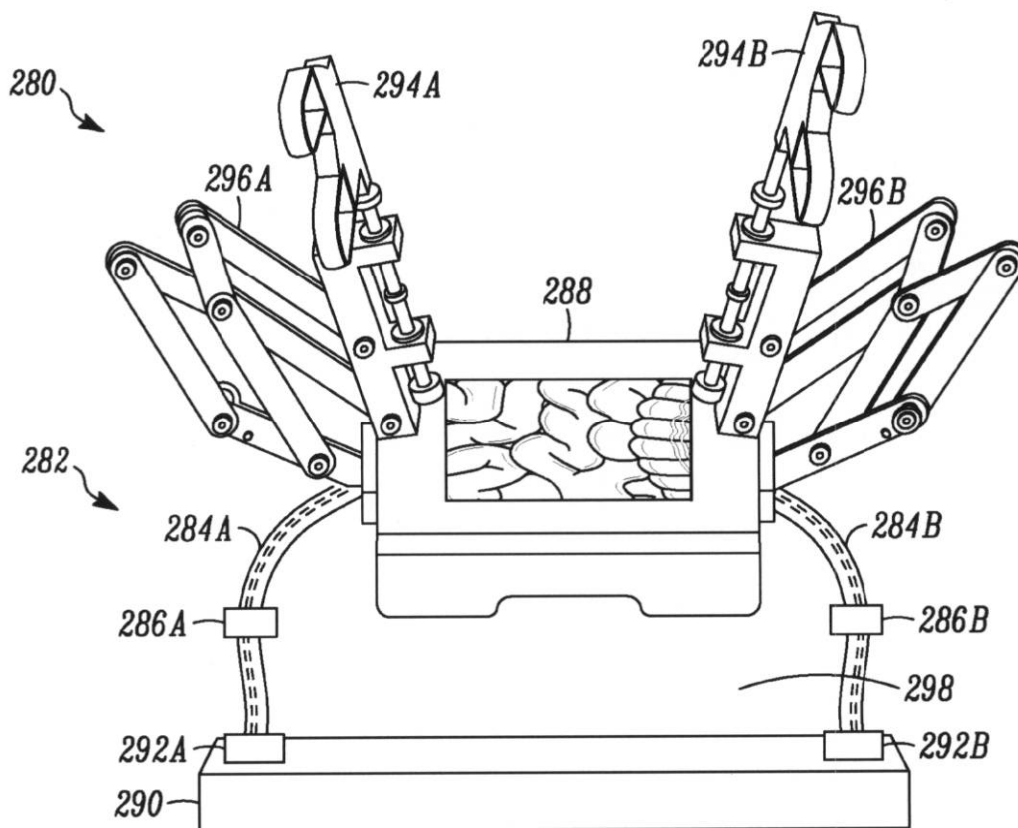
【図 12 A】



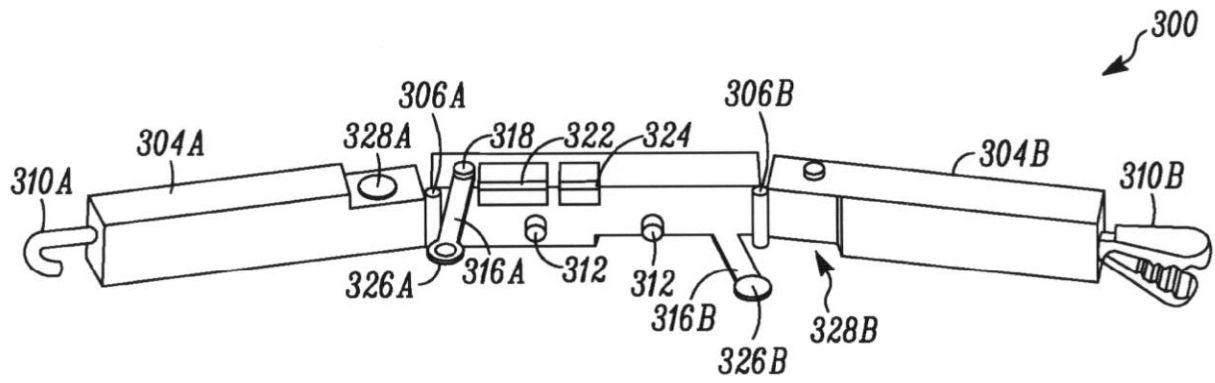
【図 12 B】



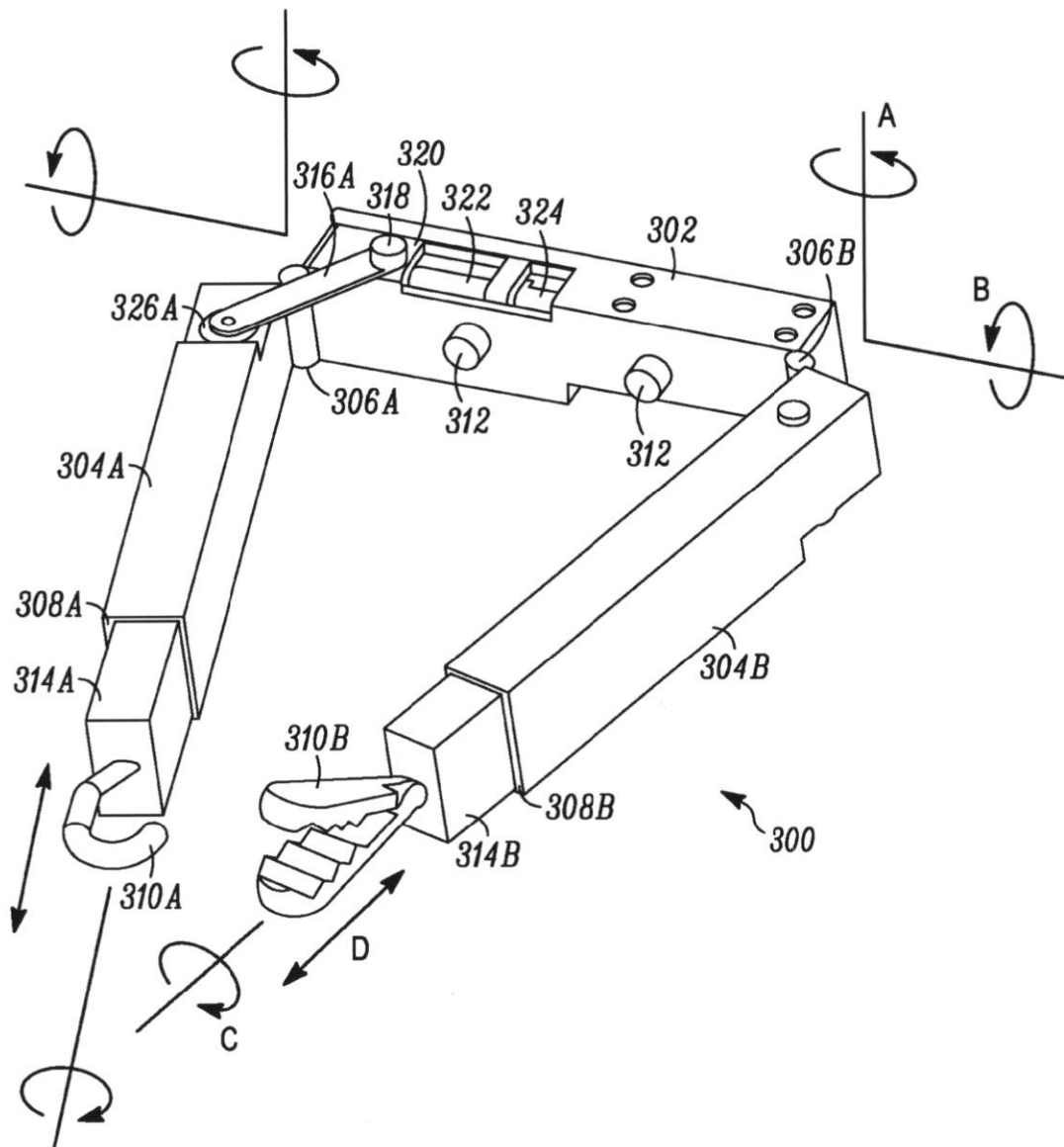
【図 13】



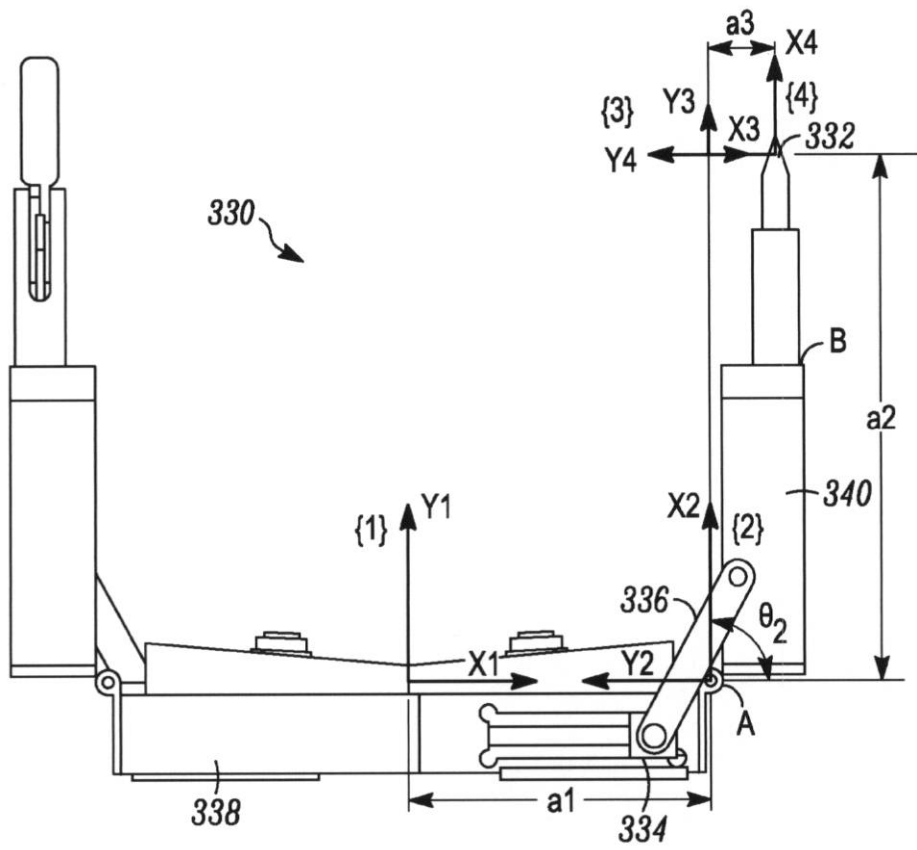
【図 14 A】



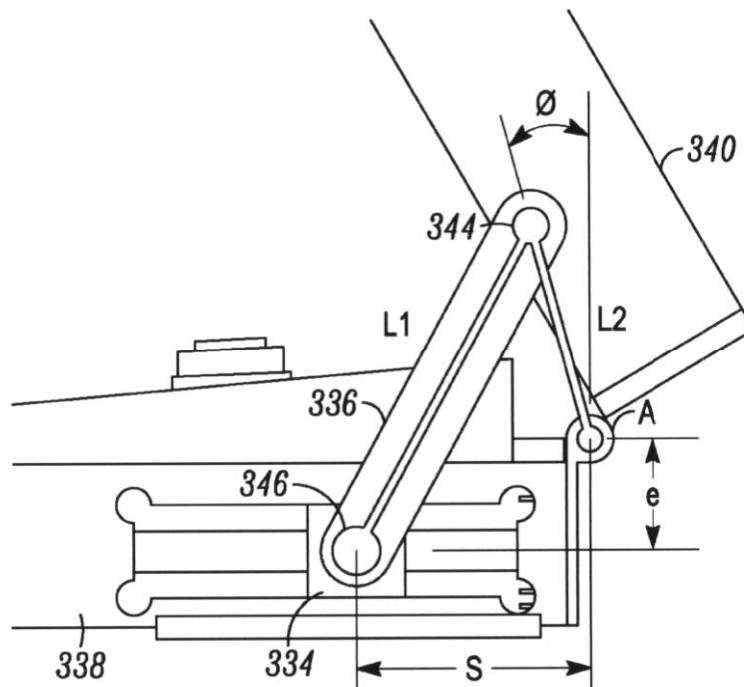
【図 14 B】



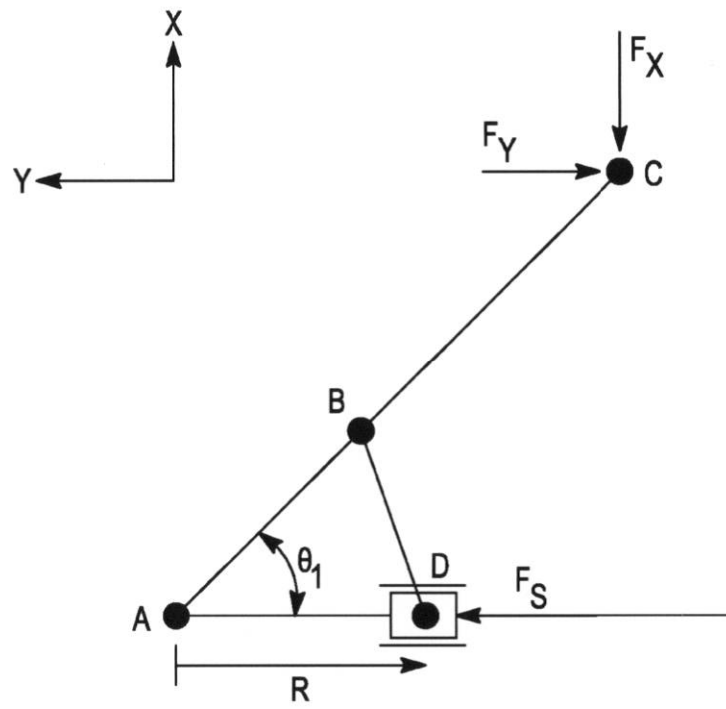
【図 15 A】



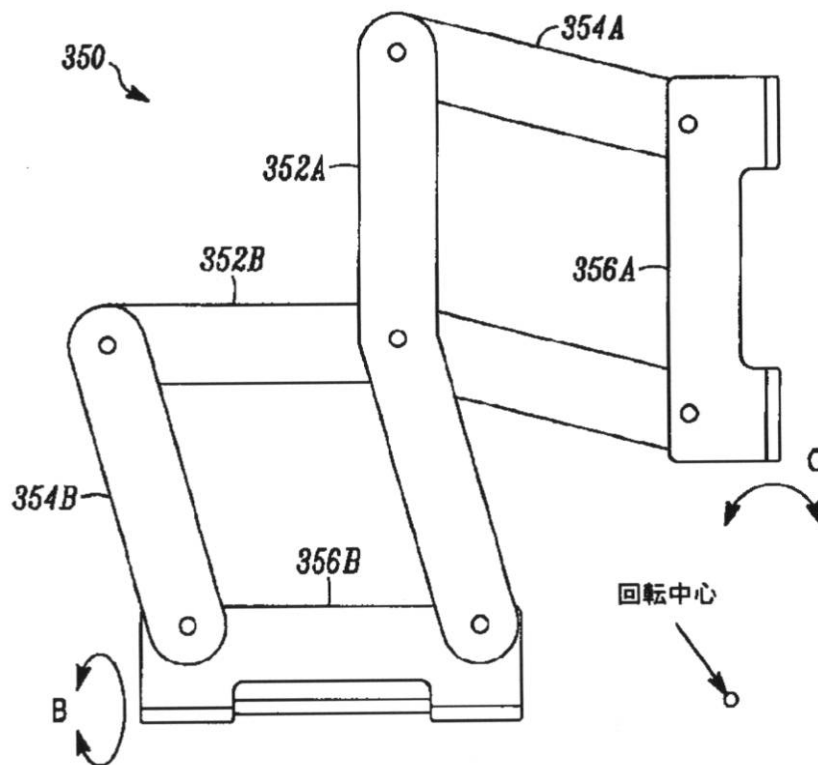
【図 15 B】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 11/966,741

(32)優先日 平成19年12月28日(2007.12.28)

(33)優先権主張国 米国(US)

(71)出願人 509233862

バーチャル インシジョン コーポレイション

VIRTUAL INCISION CORPORATION

アメリカ合衆国 68588-0656 ネブラスカ州 リンカーン ユニバーシティ オブ ネ
ブラスカ ウォルター スコット エンジニアリング センター エヌ118

(74)代理人 100068755

弁理士 恩田 博宣

(74)代理人 100105957

弁理士 恩田 誠

(74)代理人 100142907

弁理士 本田 淳

(72)発明者 ファリター、シェーン エム.

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

(72)発明者 レンチュラー、マーク

アメリカ合衆国 68106 ネブラスカ州 オマハ サウス フィフティファースト アベニュー
1302

(72)発明者 リーマン、エイミー

アメリカ合衆国 68434 ネブラスカ州 スワード カロル ケイ ブルバード 1752

(72)発明者 ウッド、ネイサン エイ.

アメリカ合衆国 68133 ネブラスカ州 パピヨン ベア クリーク ロード 2140

(72)発明者 ボック、アダム

アメリカ合衆国 53590 ウィスコンシン州 サン プレイリー サファイア ウェイ 17
59

(72)発明者 ブライア、リード

アメリカ合衆国 02452 マサチューセッツ州 ウォルサム ビショップス フォレスト ド
ライブ 336

专利名称(译)	手术可视化方法，系统和设备以及设备操作		
公开(公告)号	JP2013099659A	公开(公告)日	2013-05-23
申请号	JP2013042097	申请日	2013-03-04
[标]申请(专利权)人(译)	虚拟切口CORP		
申请(专利权)人(译)	内布拉斯加大学校董局 虚拟Inshijon公司		
[标]发明人	ファリターシェーンエム レンチュラーマーク リーマンエイミー ウッドネイサンエイ ボックアダム プライアリード		
发明人	ファリター、シェーン エム. レンチュラー、マーク リーマン、エイミー ウッド、ネイサン エイ. ボック、アダム プライア、リード		
IPC分类号	A61B19/00		
CPC分类号	A61B1/06 A61B1/3132 A61B17/00234 A61B17/29 A61B34/30 A61B34/70 A61B34/74 A61B90/36 A61B90/37 A61B2017/2919 A61B2034/302 A61B2034/742 A61B2090/372 A61B2090/373		
FI分类号	A61B19/00.502 A61B34/30		
代理人(译)	昂达诚 本田 淳		
优先权	60/890691 2007-02-20 US 60/956032 2007-08-15 US 60/983445 2007-10-29 US 11/966,741 2007-12-28 US		
其他公开文献	JP5946784B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种能够实现更直观操作的手术系统。解决方案：手术系统（10）包括完全设置在患者体腔（16）中的患者体内的机器人装置（14）和用户控制台（12））经由连接组件可操作地耦合到机器人设备（14）。机器人设备（14）具有照相机，该照相机设置成与设备主体相关联并且定位在第一和第二机器人臂之间。用户控制台（12）具有配置成与第一和第二机器人臂配合的第一和第二操纵臂（26A，26B），以及从相机接收图像并由此可视地显示第一和第二操纵臂（26A）的视觉显示器。，26B）因为它们与第一和第二机器人臂物理连接。

