

(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2021-522043

(P2021-522043A)

(43) 公表日 令和3年8月30日 (2021. 8. 30)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 17/00 (2006. 01)	A 6 1 B 17/00	4 C 1 6 0
A 6 1 B 17/34 (2006. 01)	A 6 1 B 17/34	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2021-508080 (P2021-508080)
 (86) (22) 出願日 平成31年4月29日 (2019. 4. 29)
 (85) 翻訳文提出日 令和2年12月25日 (2020. 12. 25)
 (86) 国際出願番号 PCT/GB2019/051178
 (87) 国際公開番号 W02019/207322
 (87) 国際公開日 令和1年10月31日 (2019. 10. 31)
 (31) 優先権主張番号 1806943.5
 (32) 優先日 平成30年4月27日 (2018. 4. 27)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 英国 (GB)

(71) 出願人 520419197
 インペリアル カレッジ オブ サイエンス、テクノロジー アンド メディシン
 イギリス国、ロンドン エスタブリッシュメント
 2 エイズィー、エキシビション ロード
 、ファカルティ ビルディング、サウス
 ケンジントン キャンパス (番地なし)
 (74) 代理人 110003258
 特許業務法人北澤・小泉特許事務所

最終頁に続く

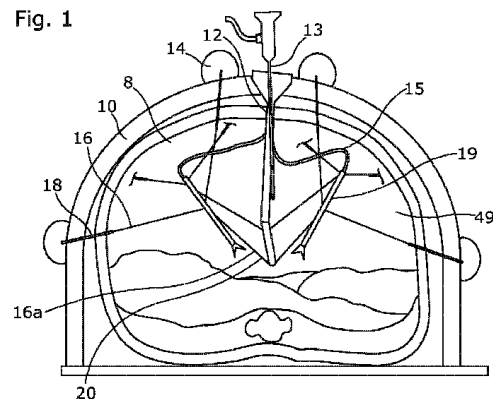
(54) 【発明の名称】 腹腔鏡手術用器具

(57) 【要約】

医療機器は、患者の身体内に挿入されるように構成された器具チャンネルを含み、該器具チャンネルを介して医療器具を患者の身体内に挿入可能とする。医療機器は、患者の身体の周囲に配置されるように構成された少なくとも一つの支持構造体と、それぞれが患者の身体内に挿入されるように構成された複数のガイドポートと、それぞれが少なくとも一つの支持構造体に少なくとも部分的に支持される複数の制御リンケージと、複数の制御アクチュエータと、を更に含む。複数の制御リンケージのそれぞれは、複数のガイドポートの一つを介して延び、医療器具に接続され、複数の制御アクチュエータのそれぞれにより動かされることにより、患者の身体内で医療器具を操作するように構成されてもよい。

【選択図】 図 1

Fig. 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

患者の身体内に挿入されるように構成された器具チャンネルであって、該器具チャンネルを介して医療器具を前記患者の前記身体内に挿入可能となるように構成された器具チャンネルと、

前記患者の前記身体の周囲に配置されるように構成された少なくとも一つの支持構造体と、

それぞれが前記患者の前記身体内に挿入されるように構成された複数のガイドポートと、

それぞれが前記少なくとも一つの支持構造体に少なくとも部分的に支持される複数の制御リンケージと、

複数の制御アクチュエータと、を含む医療機器であって、

前記複数の制御リンケージのそれぞれは、前記複数のガイドポートの一つを介して延び、前記医療器具に接続され、前記複数の制御アクチュエータのそれぞれにより動かされることにより、前記患者の前記身体内で前記医療器具を操作するように構成されることを特徴とする医療機器。

【請求項 2】

前記器具チャンネルを介して前記患者の前記身体内に挿入されるように構成された器具ホルダを更に含み、

前記複数の制御リンケージのそれぞれは、前記器具ホルダに接続されることにより前記医療器具を操作するように構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の医療機器。

【請求項 3】

前記医療器具を更に含むことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の医療機器。

【請求項 4】

前記複数の制御リンケージの少なくとも一つは、該制御リンケージが沿って延びる前記ガイドポートに向かって前記器具を引っ張るように構成された可撓性を有する腱であることを特徴とする先行する請求項の何れかに記載の機器。

【請求項 5】

前記複数の制御リンケージの少なくとも一つは、前記医療器具を押し引きするように構成された剛性を有するロッドであることを特徴とする先行する請求項の何れかに記載の機器。

【請求項 6】

前記複数のアクチュエータの一つは、前記剛性を有するロッドを支持するように構成され、遠隔運動中心アクチュエータを含むことを特徴とする請求項 5 に記載の機器。

【請求項 7】

前記複数のガイドポートのそれぞれは、剛体管状部材を含むことを特徴とする先行する請求項の何れかに記載の機器。

【請求項 8】

前記複数のガイドポートのそれぞれは、遠隔運動中心アクチュエータにより支持されることを特徴とする請求項 7 に記載の機器。

【請求項 9】

前記支持構造体は、前記患者の前記身体を配置することが可能な手術容積を規定し、前記遠隔運動中心アクチュエータは、前記手術容積内に運動中心を有することを特徴とする請求項 7 又は請求項 8 に記載の機器。

【請求項 10】

前記器具チャンネルに少なくとも部分的に支持された少なくとも一つの更なる制御リンケージを更に含むことを特徴とする先行する請求項の何れかに記載の機器。

【請求項 11】

前記器具チャンネルは、器具挿入アームを含み、該器具挿入アームは、関節を有し、メイン部と、関節ジョイントにより前記メイン部に接続されて該メイン部に対して関節接続

されるエンド部と、を含むことを特徴とする請求項 10 に記載の機器。

【請求項 12】

前記エンド部の関節角度を制御するように構成された関節リンケージと、

前記関節リンケージを作動させるように構成されたアクチュエータと、を更に含むことを特徴とする請求項 11 に記載の機器。

【請求項 13】

前記少なくとも一つの更なる制御リンケージは、前記エンド部に少なくとも部分的に支持されることを特徴とする請求項 11 又は請求項 12 に記載の機器。

【請求項 14】

器具挿入ポートを更に含み、前記器具チャンネルは、前記器具挿入ポートを介して前記患者の前記身体に挿入されるように構成されることを特徴とする先行する請求項の何れかに記載の機器。

10

【請求項 15】

前記器具挿入ポートに少なくとも部分的に支持される少なくとも一つの更なる制御リンケージを更に含むことを特徴とする請求項 14 に記載の機器。

【請求項 16】

前記複数の制御リンケージの少なくとも一つにより前記器具に伝達される力を測定するように構成された力センサを更に含むことを特徴とする先行する請求項の何れかに記載の機器。

【請求項 17】

20

外科医によって操作されるように構成された入力部材と、

前記入力部材に力を加えるように構成されたフィードバックアクチュエータと、

前記入力部材の動きに応じて前記複数の制御アクチュエータを制御するとともに、前記フィードバックアクチュエータを制御して、前記力センサにより感知された前記力に応じて前記入力部材にフィードバック力を提供するように構成された制御手段と、を更に含むことを特徴とする請求項 16 に記載の機器。

【請求項 18】

前記少なくとも一つの支持構造体は、対象者の前記身体の周囲に延びるとともに、前記複数の制御リンケージのそれぞれを支持するように構成された単一の支持構造体を含むことを特徴とする先行する請求項の何れかに記載の機器。

30

【請求項 19】

前記少なくとも一つの支持構造体は、対象者の前記身体の周囲に配置されるように構成された複数の支持構造体を含み、前記複数の支持構造体のそれぞれは、前記複数の制御リンケージの一つを支持するように構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 17 の何れか一項に記載の機器。

【請求項 20】

前記少なくとも一つの支持構造体は、対象者の前記身体に取り付けられるように構成されることを特徴とする先行する請求項の何れかに記載の機器。

【請求項 21】

前記少なくとも一つの支持構造体は、接着剤、又は縫合、或いは吸引により前記対象者の前記身体に接続されるように構成されることを特徴とする請求項 20 に記載の機器。

40

【請求項 22】

前記身体の動きを感知するように構成されたモーションセンサと、

前記モーションセンサから複数の信号を受信するとともに、前記身体及び / 又は前記複数のアクチュエータの動きを埋め合わせするために前記複数の制御アクチュエータを制御するように構成されたコントローラと、を更に含むことを特徴とする請求項 21 又は請求項 22 に記載の機器。

【請求項 23】

a) 患者の身体内に挿入されるように構成された器具チャンネルと、

b) 前記器具チャンネルを介して前記患者の前記身体内に挿入されるように構成された

50

医療器具と、

c) 前記患者の前記身体に直接且つ外部から一時的に取り付けられた複数の支持構造体と、

d) それぞれが前記複数の支持構造体内にロック / 固定され、前記患者の前記身体内に挿入されよるよう構成された複数のガイドポートと、

e) それぞれが前記支持構造体に少なくとも部分的に支持される複数の制御リンケージと、

f) それぞれが単一の支持構造体に取り付けられた複数の制御アクチュエータと、を含む医療機器であって、

前記複数の制御リンケージのそれぞれは、

a. 前記複数のガイドポートの一つを介して延び、

b. 前記医療器具に接続され、

c. 前記複数の制御アクチュエータの一つによって動かされることにより、前記患者の前記身体内で前記器具を操作する

よう構成されることを特徴とする医療機器。

【請求項 2 4】

請求項 2 乃至 2 2 の何れか一項の付加的な特徴を更に含むことを特徴とする請求項 2 3 に記載の機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、腹腔鏡手術及び検査に関する。

【背景技術】

【0002】

腹腔鏡手術は、その侵襲性を低減することにより手術に革命的变化をもたらした。毎日、世界中で、最も簡単な日帰り手術から複雑な多段階の癌手術や移植手術にまで、低侵襲性の手術が用いられている。腹腔鏡手術では、複数の小さな切開部、複数のポート及び複数のカメラを使用して、長くて剛性を有する複数の手術用器具を用いることにより、腹部の内部を可視化し、検査し、手術を行う。腹腔鏡手術は、開腹手術と比較して、合併症の発生率を減らし、手術後の痛みを改善するとともに、回復期間を短縮する。しかし、腹腔鏡手術用器具の取り扱い、主に、腹腔鏡を介した間接的な視覚化、ポート内での手術用器具の枢動（支点効果）及び触覚（力覚）に基づくフィードバックの欠如のために、開腹手術と比較して難しく直感的ではない。この更なる複雑さは、外科医の経験への依存度の高さを物語っており、急勾配な学習曲線及び処置時間の増大につながっている。現在市販されているロボット支援手術（RAS）システムは、器具の取り扱いに直感性をもたらす一方、RASシステムの採用は、資本コストが高く、手術室における設置面積が広く、セットアップに時間がかかるため、限定的である。同様に、RASは、従来の腹腔鏡手術と比較しても費用対効果が高くない。没入型の3D可視化や、正確な両手の器用さ等の利点を全て備えたRASも、腹腔鏡手術より優れてはいない。それはおそらく、腹腔鏡手術が依然として剛性を有する器具に頼っていることにより、外科医に触覚のフィードバックを提供できないものの、作業領域を狭くすることができるためである。触覚のフィードバックが欠如していても手術の実施が妨げられることはないが、もしあれば、触覚のフィードバックは外科医の状況認識を向上させ、それにより、安全性を高め、手術結果を改善し、学習曲線及び処置時間の短縮化をもたらす。更に、RASでは、器具と組織との間の接触力を感知する能力が、タスク及び処置を安全で自律的に実行するために、重要な意味を持つ。

【0003】

特許文献 1 は、可撓性を有する複数の腱を用いて、人間又は動物の対象者の身体内で手術用具を操作する手術装置及び方法を開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】国際公開第2015/036753号パンフレット

【発明の概要】

【0005】

本発明は、患者の身体内に挿入されるように構成された器具チャンネルと、チャンネルを介して患者の身体内に挿入されるように構成された医療器具又は医療器具のためのホルダと、患者の身体の内周に延びるように構成された支持構造体と、それぞれが患者の身体内に挿入されるように構成された複数のガイドポートと、それぞれが支持構造体に少なくとも部分的に支持される複数の制御リンケージと、複数の制御アクチュエータと、を含む医療機器であって、各制御リンケージは、複数のガイドポートの一つを介して延び、手術用器具又はホルダに接続され、それぞれの制御アクチュエータにより動かされることにより、患者の身体内で器具又はホルダを操作するように構成されることを特徴とする医療機器を提供する。

10

【0006】

本発明は、更に、患者の身体内に挿入されるように構成された器具チャンネルであって、それにより医療器具がチャンネルを介して患者の身体内に挿入可能となる器具チャンネルと、患者の身体の内周に延びるように構成された支持構造体と、それぞれが患者の身体内に挿入されるように構成された複数のガイドポートと、それぞれが支持構造体に少なくとも部分的に支持されるように構成された複数の制御リンケージと、複数の制御アクチュエータと、を含む医療機器であって、各制御リンケージは、複数のガイドポートの一つを介して延び、直接或いは医療器具用のホルダに接続されることにより医療器具に接続され、それぞれの制御アクチュエータにより動かされることにより、患者の身体内で医療器具を操作するように構成されることを特徴とする医療機器を提供する。

20

【0007】

患者は、人間の又は動物の患者であってもよく、対象者と呼ばれることもある。

【0008】

複数の制御リンケージの少なくとも一つが可撓性を有する腱を含んでもよく、腱がケーブルを含んでもよい。複数の制御リンケージの少なくとも一つがプーリにより支持されてもよく、プーリは支持構造体に支持されてもよい。

30

【0009】

複数の制御リンケージの少なくとも一つが剛性を有する制御ロッドであってもよい。

【0010】

医療器具は、手術用器具又は診断用器具であってもよい。

【0011】

機器は、器具チャンネルに少なくとも部分的に支持される少なくとも一つの更なる制御リンケージを更に含んでもよい。

【0012】

器具チャンネルは、器具挿入アームを含んでもよい。アームは、関節を有してもよく、メイン部と、関節ジョイントによりメイン部に接続されて該メイン部に対して関節接続されるエンド部と、を含んでもよい。

40

【0013】

機器は、エンド部の関節角度を制御するように構成された関節リンケージを更に含んでもよい。機器は、関節リンケージを作動させるように構成されたアクチュエータを更に含んでもよい。少なくとも一つの更なる制御リンケージは、アームのエンド部に少なくとも部分的に支持されてもよい。少なくとも一つの更なる制御リンケージが設けられ、エンド部又はメイン部に少なくとも部分的に支持されてもよい。例えば、更なる制御リンケージが、或いは更なる制御リンケージのそれぞれが、腱を含む場合、それぞれの腱ルーティングエンドガイドが、制御リンケージが器具挿入アームから離れて延びる点を規定する各制

50

御リンケージに対して設けられてもよい。複数の腱ルーティングエンドガイドは、器具挿入アームに沿って離れていてもよい。

【0014】

機器は、内視鏡を更に含んでもよい。内視鏡は、器具挿入アームに摺動可能に取り付けられてもよい。器具挿入アームが関節を有する場合、内視鏡は、内視鏡トラックに摺動可能に取り付けられてもよく、内視鏡トラックの一部は、器具挿入アームのエンド部にあってよく、内視鏡トラックの一部は、器具挿入アームのメイン部にあってよい。

【0015】

機器は、器具挿入ポートを更に含んでもよく、器具チャンネルは、器具挿入ポートを介して患者の身体内に挿入されるように構成されてもよい。機器は、器具挿入ポートに少なくとも一部が支持された少なくとも一つの更なる制御リンケージを更に含んでもよい。例えば、器具挿入ポートは、ケーブルが該器具挿入ポートから離れて延びることが可能なケーブルルーティングエンドガイドを含んでもよい。

【0016】

気腹下での腹部で使用されるだけでなく、システムが、膀胱や、目、筋骨格ジョイント等の他の解剖学的空洞でも使用可能であることが理解されるであろう。

【0017】

複数の器具ホルダは、交換可能なオーバーチューブの形態であってもよく、一又は複数の器具の取り付けを可能とし、それにより、手術用器具類の迅速な交換を可能にする。これらは、市販の可撓性を有する手術用器具及び内視鏡のいずれとも互換性を含む。

【0018】

ガイドポートは、外部のアクチュエータから解剖学的空洞内の手術用器具に力及び動きを伝達するための直接の経路を提供可能である。針サイズのポートを使用することにより、目に見える傷を作ることなく、又は残すことなく、アクセスを可能にし得る。

【0019】

支持構造体は、軽量の外部作業台（フレーム）を含んでもよく、作業台は、解剖学的身体の周囲に配置されてアクチュエータと任意の追加のセンサ／器具とを固定してもよい。作業台は、患者の解剖学的身体と密接に接触する外部ベストであってもよい。複数のアクチュエータと複数のポートとの空間配置及び角度は、必要とされる手術の種類（例えば、胆嚢摘出術か、前立腺切除術か）と症例に固有のニーズ（肥満体の患者、癌手術）とに基づき変更可能である。支持構造体のサイズ及び剛性は、粒状／多層物質の密封された体積に真空／圧力を加えることにより、容易に制御可能である。支持構造体は、また、断層撮影装置のボアとすることも可能である。

【0020】

複数の制御リンケージは、人間の又は動物の体腔内で一又は複数の器具を操作するための複数のケーブルを含んでもよい。器具は、ケーブル又は腱が接続されたプラットフォームを含んでもよく、或いはプラットフォームに支持されてもよい。プラットフォーム又は器具は、複数のケーブル又は腱によって空間内で操作されてもよく、各ケーブル又は腱は、プラットフォーム又は器具をそれぞれの方向に移動させるために使用される。プラットフォーム又は器具ホルダが使用される場合、これにより、複数の異なる手術用及び／又は診断用器具がそれに取付可能又は固定可能になる。

【0021】

複数のポート、或いは複数のケーブルチャンネルは、身体の解剖学的構造に配置されてもよく、少なくとも一つのケーブル／腱が、外部の作動のために、内側から外側へ各チャンネル／ポートを通過してもよい。

【0022】

支持構造体は、人間の又は動物の対象者の身体上に配置されるように構成された外部構造体を含んでもよい。

【0023】

外部構造体は、人間の又は動物の身体に形成されてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 4 】

複数のガイドポートは、複数の手術用器具のための作業領域を提供するために決定された複数の位置に配置されてもよい。

【 0 0 2 5 】

複数のガイドポートの位置及び又は向きは、術前及び術中の画像又はシミュレーションにより決定されてもよい。

【 0 0 2 6 】

低摩擦物質が、腱を介した力の伝達を増大させるために、複数のガイドポートにおいて使用されてもよい。

【 0 0 2 7 】

システムは、複数の制御リンケージの少なくとも一つによって器具に伝達される力を測定するように構成された力センサを更に含んでもよく、力は張力であってもよい。

【 0 0 2 8 】

測定された力は、手術用プラットフォーム及び又は複数の器具が他の複数の身体に及ぼす複数の力及び複数のトルクを推定するために使用されてもよい。システムのプロセッサ又は制御ユニットは、この力の情報又は推定値を、様々な方法で使用するよう構成されてもよい。推定された器具の力は、器具エンドエフェクタにより加えられるエンドエフェクタ力であってもよく、操作者又は制御システムに力情報を提供するために使用されてもよい。例えば、それらは触覚又は力覚のフィードバックを操作者に提供するために使用されてもよい。力情報は、手術中における追加の安全対策のために使用されてもよい。力情報は、組織の機械的特性を推定するために使用されてもよく、例えば、器具によって接触される組織の機械的特性を推定するために使用されてもよい。力情報は、自律的使用中又は人間の制御による使用中に、適切な接触力を提供するために使用されてもよい。

【 0 0 2 9 】

アクチュエータは、作動力を提供するように構成された電気機械的部品、又は流体的部品、或いは磁氣的部品を含んでもよい。作動の少なくとも一部は、手動で実施されてもよい。

【 0 0 3 0 】

器具又はプラットフォームに取り付けられた少なくとも三つの制御リンケージがあってもよい。確かに、制御リンケージが可撓性を有する腱である場合、少なくとも六つあってもよい。

【 0 0 3 1 】

本発明は、体腔内で一又は複数の器具を操作するように構成された複数の剛性を有するリンクと、複数の剛性を有するリンクによって空間内で操作されるように構成され、複数の異なる手術用及び診断用器具を取り付け可能な少なくとも一つのプラットフォームと、対象者の身体に挿入されるように構成された複数のチャンネルであって、該複数のチャンネルのそれぞれを通して複数の剛性を有するリンクのうち一又は複数が案内されて器具プラットフォームに取付可能な複数のチャンネルと、対象者の身体に挿入されるように構成された器具チャンネルであって、該器具チャンネルを介して複数の器具を挿入可能な器具チャンネルと、を含む医療機器を更に提供する。

【 0 0 3 2 】

本発明は、複数の器具を体腔内で操作するための複数の剛性を有するリンク及び複数のケーブルの組合せと、少なくとも一つの剛性を有するリンク及び少なくとも一つのケーブルの組み合わせにより、空間内で操作されるように構成され、複数の異なる手術用及び診断用器具を取付可能な少なくとも一つのプラットフォームと、対象者の身体内に挿入されるように構成された複数のチャンネルであって、該複数のチャンネルのそれぞれを通して少なくとも一つの剛性を有するリンク及び又はケーブルが案内されて器具プラットフォームに取付可能な複数のチャンネルと、を含む医療機器を更に提供する。

【 0 0 3 3 】

本発明は、本発明に係る医療機器を構成する方法であって、複数のプラットフォームケ

10

20

30

40

50

ケーブルが、内部体腔から外部へと身体を介して挿入され、作動機構に取り付けられることと、少なくとも一つのプラットフォームが、器具挿入チャンネルを介して体腔に挿入されることと、を特徴とする方法を提供する。

【0034】

この方法は、術前及び術中の情報源を用いて、身体を通る複数のチャンネル位置を決定することを含んでもよい。情報源は、術前及び／又は術中の画像を含んでもよい。

【0035】

本発明は、それぞれが小さなチャンネルを介して身体内に挿入され、単一のパノプティコン画像、又はパノラマ内視鏡画像を形成するように構成された複数のカメラ又は複数の光ファイバを含む医療システムを更に提供する。

10

【0036】

システムからの画像データは、対象者の既存の解剖学的画像上に重畳画像を提供するために使用されてもよい。画像は、仮想環境を介して操作者に提供されてもよい。複数の画像の重畳を利用して、画像から、身体内の解剖学的部分及び／又は器具を人為的に打ち消す、すなわち除去することができる。

【0037】

複数のカメラ位置は、外部の構造体に固定されていてもよい。カメラ位置は、複数の外部のトラッキング機構を用いて決定されてもよい。トラッキングは、光学トラッキングシステムにより実施されてもよい。トラッキングは、電磁トラッキングシステムを介して実施されてもよい。

20

【0038】

撮影データは、スクリーニング及び診断のために使用されてもよい。

【0039】

撮影装置は、エネルギー放出源と組み合わせてもよく、エネルギー放出源は、治療のために用いられてもよい。エネルギー放出源は、身体の解剖学及び又は病理学の拡張された情報を生成するために用いられてもよい。エネルギー放出源は、光源を含んでもよい。構造化された光は、空間的情報のために使用されてもよい。光は、特定の波長の光を放出するように構成されてもよい。撮影システムは、他の波長の光を集めるように構成されてもよい。複数の追加のマーカが、画像情報を拡張するために用いられてもよい。エネルギー源は、レーザー源を含んでもよく、レーザー源は、レーザー治療を提供するように構成されてもよい。エネルギー源は、超音波治療のための超音波源を含んでもよい。

30

【0040】

本発明のあらゆる観点において、外部の支持構造体は、身体に一時的に取り付けられてもよい。接着剤が、一時的な取り付けに使用されてもよい。取り付けは、解剖学的な吸引、クランプ及び／又は機械的包囲を介して行われてもよい。

【0041】

外部の支持構造体は、スキャナのボアや他の部分等の医療装置を含んでもよい。外部の支持構造体は、ケーブル又は腱を作動機構に案内するために用いられてもよい。

【0042】

本発明は、人間の又は動物の身体の外部に配置されるように構成された周辺構造体と、複数のケーブルにより空間内で操作されるように構成され、複数の異なる手術用及び診断用器具を取付可能な少なくとも一つのプラットフォームと、少なくとも一つの器具を受け取るために、対象者の身体に挿入されるように構成された器具挿入チャンネルと、複数のケーブルを作動させるための少なくとも一つのアクチュエータを含む外部システムと、それぞれを介して少なくとも一つのケーブルを内側又は外側から外部作動のために案内可能となるように、対象者の身体内に挿入されるように構成された複数のチャンネルと、を含む医療機器を更に提供する。

40

【0043】

自動化の対象となる用途の例としては、ブラキセラピーシード（小線源治療のためのシード線源）の埋め込みや、高度な画像ガイダンス（蛍光発光）又は広視野スキャンと、超

50

音波及び／又は光学生検プローブを用いた組織領域の分類と、による腫瘍の自動除去又は切除がある。このシステムは、生体内の腹腔内／腔内細胞療法や、組織又は全臓器の原位置バイオプリンティング等、高度な精度及び自律性が必要とされる新たな用途にも応用できる可能性があってもよい。

【 0 0 4 4 】

本発明の機器、システム又は方法は、以下に添付の図面を参照して例示的にのみ説明するように、本発明の実施の形態の任意の一又は複数の特徴を、任意の組合せで、更に含んでもよい。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 5 】

【図 1】図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る手術システムの患者への使用時の断面図である。

【図 2】図 2 は、図 1 のシステムの一部を形成するアクチュエータユニットの断面図である。

【図 3】図 3 は、図 1 のシステムの一部を形成する制御ユニットの概略図である。

【図 4】図 4 は、本発明の第 2 の実施の形態に係る手術システムの断面図である。

【図 5】図 5 は、本発明の第 3 の実施の形態に係る手術システムの断面図である。

【図 6】図 6 は、図 1 及び図 4 のシステムの一部を形成する作動ユニットの断面図である。

【図 7】図 7 は、図 6 の作動ユニットの変形例である作動ユニットの一部の断面図である。

【図 8】図 8 は、図 6 の作動ユニットの一部を形成するラックアンドピニオン駆動部の概略図である。

【図 9】図 9 は、図 8 の駆動部の代替であるベルト駆動部の概略図である。

【図 10】図 10 は、図 8 の駆動部の代替であるねじ駆動部の概略図である。

【図 11】図 11 は、図 8 の駆動部の代替である油圧又は空気圧駆動部を示す。

【図 12】図 12 は、本発明の更なる実施の形態に係るシステムの作動ユニットの一部を形成するゴフ - スチュワート駆動部を示す。

【図 13】図 13 は、本発明の更なる実施の形態に係るシステムの作動ユニットの一部を形成する軟油圧又は空気圧駆動部を示す。

【図 14】図 14 は、本発明の更なる実施の形態に係るシステムの一部を形成する経腹膜アームの断面図である。

【図 15】図 15 は、図 14 の経腹膜アームの関節機構の斜視図である。

【図 16】図 16 は、図 14 の経腹膜アームの一部の斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 4 6 】

図 1 を参照すると、手術システムは、支持構造体 10 と、器具チャンネル 12 と、多数のアクチュエータユニット 14 と、多数の制御リンケージ 16 と、を備える。支持構造体 10 は、対象者の一部を配置可能な手術容積をその内部に規定し、対象者が手術容積内にあるとき、患者の身体 8 の周りの少なくとも途中まで、例えば患者の身体 8 の上に延びるように構成される。器具チャンネル 12 は、内視鏡 13 と、一又は複数の他の手術用又は診断用器具 15 とを、器具チャンネル 12 を介して患者の身体内に挿入可能とする。多数のアクチュエータユニット 14 は、支持構造体 10 に取り付けられる。多数の制御リンケージ 16 は、複数の器具 15 及び複数のアクチュエータユニット 14 に接続され、アクチュエータユニットを操作して身体内での器具 15 の動きを制御可能とする。以下により詳細に記載するように、複数の制御リンケージ 16 は、可撓性を有する複数の腱であってもよく、或いは、剛性を有する複数の制御ロッドであってもよい。各アクチュエータユニット 14 は、患者の身体内に挿入されるように配置され、制御リンケージ 16 の 1 つが移動可能なポートを形成する。器具 15 が剛体で有る場合、制御リンケージ 16 は、器具に直接接続可能である。しかし、器具は可撓性を有してもよく、いずれの場合も、システムは

10

20

30

40

50

、複数の器具 15 又は各器具 15 を保持するとともに、複数の制御リンケージ 16 が接続されるように構成される器具ホルダ 19 を更に備えてもよい。器具ホルダ 19 は、例えば剛体管であってもよい。

【0047】

アクチュエータユニット 14 は、手術又は診断タスクの遂行に十分な自由度で器具 15 を操作するために、十分な数と位置とが必要である。例えば、器具 15 又は器具ホルダ 19 の各端部（或いは器具 15 又は器具ホルダ 18 における離れた 2 つの位置のそれぞれ）に接続される 3 つの制御リンケージのグループがあってもよい。各グループにおいて、3 つの制御リンケージ 16 のうち 1 つの制御リンケージ 16 a は、器具チャンネル 12 と器具 15 との間に延びる可撓性の腱 20 であってもよい。例えば、腱 20 は、器具 15 から器具チャンネル 12 の側部或いは端部の開口を通り、器具チャンネルの内部に沿って、アクチュエータ（不図示）まで延びてもよく、アクチュエータ（不図示）は、支持構造体 10 上又は器具チャンネル 12 上に支持されてもよい。

【0048】

図 2 を参照すると、制御リンケージ 16 が可撓性の腱 20 である場合、各アクチュエータユニット 14 は、腱 20 が巻かれたスプール 22 と、スプール 22 を回転させて腱 20 を引っ張るように構成されたモータ 24 と、を備えてもよい。各アクチュエータユニット 14 は、腱 20 が延びる細管 26 の形状で複数のガイドポート 18 の 1 つを更に備えてもよい。スプールは、通常、ガイドポート管 26 の外側の端部に隣接して取り付けられる。プーリ 28 が、スプール 22 とガイドポート管 26 との間に設けられてもよく、腱 20 を、腱の方向を変えるようにプーリ 28 の周りを部分的に通過させてもよい。そして、力センサ 30 が設けられて、腱 20 によりプーリに加えられた力を感知することにより、腱 20 を介して器具 15 に伝達される力を測定してもよい。この力の感知は、以下でより詳細に記載するように、触覚フィードバックシステムで用いることができる。

【0049】

図 3 を参照すると、システムは、インターフェースを提供し、手術中に外科医が複数の手術用器具 15 を遠隔制御することを可能とする制御ユニット 40 を更に備える。制御ユニット 40 は、任意の適切な形態をとってよく、例えば、外科医によって操作されるように構成される一又は複数の入力部材 42 を備えてもよい。入力部材 42 は、器具 15 をシミュレートするように構成されてもよい。例えば、図示される実施の形態では、2 つの長尺状の入力部材 42 が、それぞれ、複数の器具 15 のうち 1 つの器具 15 の一部に対応して設けられている。入力部材 42 は、制御ユニット 40 に移動可能に取り付けられ、全ての方向に自由に移動可能となっている。また、多数のフィードバックアクチュエータ 44 が、入力部材 42 に接続され、入力部材 42 にフィードバック力を加えるように構成されている。更に、多数の位置センサ 46 が設けられ、入力部材 42 の位置及び動きを感知するように構成されている。プロセッサ 48 は、センサ 46 からの信号を受信するように構成され、それにより、入力部材 42 の動きを測定するとともに、アクチュエータユニット 14 を制御して、それらの動きに応じて器具 15 を動かす。プロセッサ 48 は、また、アクチュエータユニット 16 の力センサ 30 に接続され、力センサ 30 からの信号を受信するように構成されるとともに、腱 20 を介して器具に加えられる力を測定するように構成されるとともに、フィードバックアクチュエータ 44 を制御して、器具 15 が腱に加える力に対応したフィードバック力を入力部材 42 に加えるように構成される。

【0050】

図 1 に戻って参照すると、システムは、腹骨盤腔 49 における腹腔鏡手術又は検査に使用されてもよく、腹骨盤腔 49 は、人工的に膨らませて気腹を形成してもよい。器具チャンネル 12 は、腹壁 12 の切開部を介して挿入され、複数の器具 15 は、それらが可撓性を有するものである場合、器具ホルダ 19 を器具に被せた状態で、器具チャンネル 12 を介して挿入される。器具チャンネル 12 を通って上に延びる複数の腱 16 a が使用される場合、それらは挿入前に複数の器具に接続される。腱或いは剛性を有する制御リンケージ 16 が使用されている場合、それらは、複数のガイドポート 18 自体を介して、又は複数

のガイドポート 18 の挿入に先立ち患者に形成される切開部を介して挿入されてもよい。可撓性を有する複数の腱 20 が使用される場合、腱が器具に取り付けられた後で除去可能な剛体の針により挿入されてもよい。これに代えて、腱 16 は、それらの自由端にループ又は他の取付装置を有する状態で、器具に取付済の器具チャンネルを介して挿入されてもよく、その後で剛体でフックの付いた複数の針を、身体の複数の切開部を介して挿入し、複数の腱の端部を切開部から引き出して、それらを複数のアクチュエータユニットのスプール 22 に接続してもよい。また、これに代えて、腱 20 は、一端部を器具 15 又は器具ホルダ 19 に固定されていてもよく、器具 15 と共に身体内に挿入され、その後、例えば器具チャンネル 12 を介して配置される針を用いて、腹壁又は身体他の部分を介して各腱の自由端が引き出されてもよい。腱が接続されると、プロセッサ 48 がアクチュエータユニット 14 を制御して器具を動かし、フィードバックアクチュエータ 46 を制御して触覚又は力覚のフィードバックを外科医に提供する間に、外科医は、制御ユニット上で入力 42 を動かすことにより、器具 15 をガイドすることができる。内視鏡 13 は、手術又は検査の間だけでなく、システムのセットアップの補助のためにも使用されてもよい。

10

20

30

40

50

【0051】

記載されたシステムを用いて制御される複数の器具が、多数の形態をとることができることは、理解されるであろう。例えば、身体外部からは画像化のために容易にアクセスできない身体の一部の画像化を手助けするために、複数の器具が、内視鏡 13 と共に、複数の生理学的センサ、放射線源及び / 又は複数の放射線検出器を含んでもよい。これに代えて、複数の器具は、身体内の組織の作成に使用可能なバイオプリンティングツールを含んでもよい。更なる構成において、各器具は、撮影装置又はカメラを備えてもよい。これにより、個別に或いは協調的に、各撮影装置を動かすこと及び操作することが可能となる。各撮影装置は、撮像データをプロセッサ 48 に送信するように構成されてもよい。このとき、プロセッサ 48 は、全ての撮影装置からの撮像データを統合して、単一の撮像データセットを形成するように構成されてもよく、画面或いは他のディスプレイを制御して、統合されたデータセットを用いて、例えばパノプティコン画像或いはパノラマ画像のように、対象者の拡張された画像化を提供するように構成されてもよい。

【0052】

プロセッサ 48 は、更に、一又は複数の処置を自律的に実行するように、プログラムされていてもよく、さもなければ構成されていてもよい。

【0053】

図 1 の支持フレーム 10 は、成型プラスチックや金属フレーム構造体等の多数の形態をとってもよい。しかし、それは通常は剛体であり、したがって、複数のガイドポート 18 が患者の身体 8 の近くに取り付けられることが好ましいことから、非常に異なるサイズの複数の患者に対して使用することは容易ではない。図 1 に示される要素に対応する要素が、図 1 での参照番号に 100 を足した参照番号で示されている図 4 を参照すると、第 2 の実施の形態では、支持構造体 110 は、可撓性を有する状態である場合に患者 108 の周りに取り付けられ、その後、患者の身体 8 の近くに剛性を有する支持構造体を形成するように固化されるように構成された粒状の詰め物構造である。支持構造体は、したがって、粒状物質 152 を収容する可撓性の気密容器又は袋 150 を備える。袋 150 は、図 4 に示されるように、患者の周りに巻き付けることが可能な粒状物質 152 の平坦な層を含むように、最初は平坦で矩形となるように構成されてもよい。袋がラテックス等の適切な可撓性物質からなる場合、最初は様々な形状であってもよい。袋 150 は、適切なポート 154 を介して袋全体から空気が抜けるようにする一方、粒状物質 152 の過剰な動きを防ぐために、多孔質の仕切り 153 により分割されていてもよい。複数のアクチュエータユニット 114 は、袋 150 の中に固定され、袋 150 内の気圧が低下すると、結果として生じる剛性を有する支持構造体がアクチュエータユニット 114 をそれぞれの固定位置において支持するように、粒状物質 152 によって少なくとも部分的に取り囲まれている。剛性を有する支持構造体が患者の周りに配置されると、システムは、図 1 の場合と同様に動作する。この構成の変形例では、正或いは負の圧力をかけることにより剛体化可能な粒状

物質 1 5 2 に代えて、層状物質或いは層状物質と粒状物質との組み合わせである層状詰め物物質が、支持構造体で使用されてもよい。

【 0 0 5 4 】

図 5 を参照すると、発明の更なる実施の形態では、システムは、MRI スキャナ等の断層撮影装置のボア 2 0 0 内で動作するように設計されている。ここでも、図 1 に示される要素に対応する要素が、図 1 での参照番号に 2 0 0 を足した参照番号で示されている。この場合、各ガイドポート 2 1 8 は、患者 2 0 8 に挿入されて接着パッチ 2 7 0 により保持されるように、患者 2 0 8 の皮膚上に位置するように配置されたそれぞれの接着パッチ 2 7 0 により支持される。パッチは、接着剤ではなく、縫合や吸盤等の他の方法で身体に固定されてもよい。複数の腱 2 2 0 に力を加える複数のモータは、遠隔配置され、図 5 には示されていないが、複数のプーリ 2 2 2 は、MRI スキャナのボア 2 0 0 の周りにそれぞれ取り付けられる。したがって、各腱 2 2 0 は、器具 2 1 5 から対応するガイドポート 2 1 8 を通って患者の外へと延び、そして、プーリ 2 2 2 に向けて外側に延びる。プーリ 2 2 2 から、各腱は、スキャナボア 2 0 0 の内部に沿って、例えば、スキャナボア 2 0 0 の一端に遠隔配置されたスプール及びモータユニットへ延びる。MRI スキャナボア内に位置することとなるシステムの構成要素は全て、完全に MRI に適合するように、プラスチック或いは他の非磁性材料から作成されることができる。

10

【 0 0 5 5 】

図 5 の実施の形態の変形例において、MRI スキャナを使用して複数の制御リンクージを支持するのではなく、各接着パッチ 2 7 0 が、作動ユニットを支持する個別の支持構造体を備えてもよく、作動ユニットは、図 1 の構成に対応してもよい。したがって、複数のアクチュエータユニットを支持する複数の支持構造体は、対象者の身体に直接取り付けられ、支持される。これは、包囲する支持構造体を対象者の周囲に設置する必要がないという利点を有する。しかし、支持構造体が空間内でしっかりと固定されておらず、例えば対象者が呼吸をした場合に動いてしまうかもしれないという不都合が有る。この埋め合わせをするために、動きを動作センサにより感知してプロセッサに信号を送るように構成し、続いてプロセッサが複数のアクチュエータユニットを制御して、複数の制御リンクージをアクチュエータユニットに対して相対移動させることにより、身体上での支持構造体の動きをリアルタイムで埋め合わせするように構成してもよい。動作センサは、腹腔鏡（図 5 には示されていないが図 1 の 1 3 が対応する）であってもよい。これに代えて、内部又は外部の、光学的又は電磁的な、トラッキング又は撮影システムを備えてもよく、或いは、医療器具に取り付けられ又は医療器具を形成する、一又は複数の撮影装置を備えてもよい。

20

30

【 0 0 5 6 】

図 2 に戻って参照すると、図 1 のシステムにおいて、複数のガイドポート 1 8 は、複数の器具 1 5 が患者の内部で動く際に、複数の腱 2 0 がガイドポート 1 8 の内側の端部から器具 1 5 へ延びる方向に整列した状態を保つために回転するように構成されている。これは、可撓性を有する腱 2 0 が制御リンクージとして使用される場合は好ましいかもしれないが、この場合、比較的短いガイドポート 1 8 が制御リンクージとして使用される場合には、必須ではないかもしれない。しかしながら、剛性を有するガイドロッドが使用される場合には、ガイドポート 1 8 のこのような回転又は枢動は必須である。ガイドポートがアクチュエータユニット内で枢動するように構成されている場合、患者の身体 8 へのダメージを最小限にするためには、それらがアクチュエータユニット 1 4 内で支持されている間、身体 8 内にちょうど位置する運動中心について回転するように、各ガイドポート 1 8 は遠隔運動中心機構に支持されていることが望ましい。例えば、システムが腹部において使用される場合、複数のガイドポート 1 8 の運動中心は、腹壁内に位置してもよい。つまり、複数のガイドポート 1 8 は、複数の器具 1 5 が腹部内で動くにつれて、それぞれがその運動中心について枢動することとなる。

40

【 0 0 5 7 】

図 6 を参照すると、複数のアクチュエータユニット 1 4 は、それぞれ、例えば、支持構

50

造体 1 0 に取り付けられ、曲率中心 3 0 2 について湾曲する部分球面上の外表面 3 0 1 を有するガイド取付部 3 0 0 を備えてもよい。ガイド取付部 3 0 0 は、中空であり、制御リンク 1 6 が通って延びることが可能な大きな開口を有している。アクチュエータを収納するアクチュエータハウジング 3 0 4 が、機構の運動中心を形成する曲率中心 3 0 2 について動きながら取付部 3 0 0 上を摺動するように、ガイド取付部 3 0 0 の湾曲した外面に取り付けられてもよい。運動中心 3 0 2 は、支持構造体からは離れた点に位置し、使用時には腹壁内となり得る。制御リンク 1 6 は、アクチュエータハウジング 3 0 4 からガイド取付部 3 0 0 を通って延びてもよい。複数の器具 1 5 が腹腔内で動かされる手術において、アクチュエータハウジング 3 0 4 は、運動中心 3 0 2 について回転する。この構成では、制御リンク 1 6 として、可撓性を有する腱又は剛性を有する制御ロッドを使用可能である。

10

【 0 0 5 8 】

取付部 3 0 0 は、支持構造体 3 1 0 に固定されてもよく、或いは、支持構造体 3 1 0 に移動可能に、例えば支持構造体に対して並進可能となるように、トラック又はガイドに取り付けられてもよい。これにより、複数のポート 3 1 8 の位置を支持構造体 3 1 0 に対して調整可能となり、したがって、対象者 3 0 8 に対しても調整可能となる。

【 0 0 5 9 】

図 7 を参照すると、取付部 3 0 0 には、一又は複数の圧力室 3 0 0 a が形成されていてもよい。圧力室 3 0 0 a の外面 3 0 1 には、アクチュエータハウジング 3 1 4 と取付部 3 0 0 との間の間隙 3 0 0 c へ、圧力室 3 0 0 a から空気を逃がすことを可能とする複数の開口 3 0 0 b が規定される。これにより、圧搾空気が圧力室 3 0 0 a に注入された後、開口 3 0 0 b を介して間隙 3 0 0 c に逃がされるため、アクチュエータハウジング 3 1 4 と取付部 3 0 0 との間に低摩擦の界面を提供することができる。

20

【 0 0 6 0 】

図 8 を参照すると、各アクチュエータユニットは、制御リンク 1 6 に接続される歯付きラック 4 0 0 と、ラックを把持し、モータ 4 0 6 の力によりラックを患者の身体外に移動させるように構成された歯付きピニオンホイール 4 0 2 及びガイドホイール 4 0 4 と、を有するラックアンドピニオン式のアクチュエータを、アクチュエータハウジング 3 0 4 内に備えてもよい。このタイプのアクチュエータは、剛性或いは可撓性を有する制御リンク 4 1 6 と共に使用することができる。図 8 には力の感知については示されていないが、これは、例えば、制御リンク 1 6 をラック 4 0 0 に接続するロードセルにより、或いは、モータ 4 0 6 のトルクを感知することにより、提供することができる。

30

【 0 0 6 1 】

図 9 を参照すると、各アクチュエータユニットは、リニアレール 5 0 6 に沿って走行し、制御リンク 1 6 内の力を感じ取るためのロードセルを組み込むリニアガイド 5 0 4 に、制御リンク 1 6 の端部が接続されるベルト駆動部を、代替の駆動機構として、アクチュエータハウジング 3 0 4 内に備えてもよい。リニアガイド 5 0 4 は、モータ 5 1 0 により駆動される駆動ベルト 5 0 8 に接続されている。したがって、モータ 5 1 0 は、レール 5 0 6 に沿ってリニアガイド 5 0 4 を移動させることにより、制御リンク 1 6 を動かすように作動させることができる。

40

【 0 0 6 2 】

図 1 0 を参照すると、各アクチュエータユニットは、複数の駆動ロッド 6 0 6 の回転により制御リンク 6 1 6 がそれらに沿って移動するように、リニアガイド 6 0 4 が 2 本のねじ式駆動ロッド 6 0 6 に取り付けられ、制御リンク 1 6 の端部がロードセル 6 0 2 を介してリニアガイド 6 0 4 に接続するねじ駆動機構を、代替の駆動機構として、アクチュエータハウジング 3 0 4 内に備えてもよい。1 本目の駆動ロッド 6 0 6 は、クラウンアンドピニオン駆動部 6 1 0 を介してモータ 6 0 8 から駆動され、2 本目の駆動ロッド 6 0 6 は、1 組のギア 6 1 2 により 1 本目の駆動ロッド 6 0 6 から駆動される。この構成の変形例では、1 本の駆動ロッド 6 0 6 のみが使用され、したがって複数のギア 6 1 2 は省略される。

50

【 0 0 6 3 】

図 1 1 を参照すると、各アクチュエータユニットは、制御リンケージ 1 6 の端部がロードセル 7 0 2 を介してピストン 7 0 4 に接続されるとともに、ピストン 7 0 4 が、ピストン 7 0 4 の両側の圧力室 7 0 8 への加圧流体の供給に応じてシリンダー 7 0 6 内で移動可能である流体駆動機構を、代替の駆動機構として、アクチュエータハウジング 3 0 4 内に備えてもよい。流体は、油圧油でもよく、アクチュエータが空気圧で作動する場合には、空気や他の気体でもよい。

【 0 0 6 4 】

図 1 2 を参照すると、各アクチュエータユニットは、多数のリニアアクチュエータ 8 0 2、例えば図示されるように 6 つのリニアアクチュエータ 8 0 2 により支持構造体 1 0 に接続される駆動プラットフォーム 8 0 0 を、代替の構成として備えてもよい。各リニアアクチュエータ 8 0 2 は、一端が支持構造体に回転可能に接続され、他端が駆動プラットフォーム 8 0 0 に回転可能に接続される。複数のリニアアクチュエータは、それらが異なる方向に力を付与可能なように、非平行な構成で配置されている。この配置により、駆動プラットフォーム 8 0 0 を任意の方向に移動させることが可能となり、任意の方向に回転させることが可能となり、6 つの自由度を与えることが可能となることが理解されるであろう。剛性を有する制御リンケージ 1 6 (或いは、可撓性を有する制御リンケージが使用される場合は、剛体管状ガイドポート) は、使用時に患者の身体内に延びるように、駆動プラットフォーム 8 0 0 に剛性的に接続されている。複数のリニアアクチュエータ 8 0 2 は、駆動プラットフォーム、ひいては駆動部材 (或いは管状ガイドポート) を運動中心 8 0 6 について回転させるように制御されることが可能であるとともに、運動中心 8 0 6 を通ってその長さに沿って動くように駆動部材を移動させるように制御されることが可能である。制御リンケージ 1 6 の荷重を感知するためのセンサを、制御リンケージ 1 6 と駆動プラットフォーム 8 0 0 との間のロードセルの形態で、或いは各アクチュエータ 8 0 2 の力を感知することによって、提供可能であることは理解されるであろう。

【 0 0 6 5 】

図 1 3 を参照すると、各アクチュエータユニットは、更なる代替の構成として、図 1 2 のものと同様の駆動プラットフォームを備えてもよい。ここで駆動プラットフォームは、ガイドポート又は制御リンケージ 1 6 の軸の周りに配置された多数の空気注入室 9 0 0 によって、支持構造体に接続されている。各空気注入室は、圧力源に接続された吸気 / 排気ポートを有し、必要に応じて膨張又は収縮が可能である。異なる空気注入室 9 0 0 の協調した膨張及び収縮を、駆動プラットフォームの動き、ひいてはガイドポート或いは制御リンケージの動きの制御に使用することができる。この動きは、遠隔運動中心 9 0 6 についての動きであり、遠隔運動中心 9 0 6 は、患者内、例えば腹壁内に再び位置させることができる。

【 0 0 6 6 】

図 1 4 を参照すると、器具チャンネルは、関節アーム 1 0 1 2 を備えていてもよく、関節アーム 1 0 1 2 は、経腹膜アームと称されてもよい。アーム 1 0 1 2 は、メイン部 1 0 4 0 とエンド部 1 0 4 2 とを備えていてもよく、上ハンドル 1 0 4 3 a 及び後ハンドル 1 0 4 3 b がメイン部 1 0 4 0 に接続して、操作可能となっていてよい。エンド部 1 0 4 2 は、枢動ピン 1 0 4 6 或いは他の適切なヒンジ機構によって、メイン部 1 0 4 0 の遠位端 1 0 4 4 に枢動可能に接続されてもよい。内視鏡 1 0 1 3 は、メイン部 1 0 4 0 に摺動可能に取り付けられてもよく、例えば、内視鏡 1 0 1 3 が摺動可能に構成されたメイン部 1 0 4 0 に、内視鏡トラック 1 0 4 8 が形成されていてもよい。内視鏡トラック 1 0 4 8 の一部は、また、エンド部 1 0 4 2 がメイン部 1 0 4 0 に平行に整列するように枢動された場合に、内視鏡 1 0 1 3 が関節アーム 1 0 1 2 の実質的に全長に沿って摺動することが可能なように、エンド部 1 0 4 2 に形成されていてもよい。アーム 1 0 1 2 の関節は、関節リンケージによって制御されてもよく、関節リンケージは、プッシュロッド 1 0 5 0 及び関節リンク 1 0 5 2 を備えてもよい。プッシュロッド 1 0 5 0 は、メイン部 1 0 4 0 の長さに沿って摺動可能でもよく、関節リンク 1 0 5 2 は、プッシュロッド 1 0 5 0 に、例

えばその遠位端 1 0 5 4 において、枢動可能に接続されてもよく、ヒンジ機構 1 0 4 6 の枢動軸から離れた点 1 0 5 6 において、エンド部 1 0 4 2 に枢動可能に接続されてもよい。

【 0 0 6 7 】

図 1 5 を参照すると、関節リンケージ 1 0 5 0、1 0 5 2 は、例えばギヤシャフト 1 0 6 2 と、ケーブル駆動ホイール 1 0 6 6 に接続される複数のマイタギヤ 1 0 6 5 によってギヤシャフトに接続される駆動シャフト 1 0 6 4 とを介して、作動モータ 1 0 6 0 によって駆動されてもよい。ここで、ケーブル駆動ホイール 1 0 6 6 は、プッシュロッド 1 0 5 0 に順番に接続されるケーブル 1 0 6 7 を駆動してもよい。ケーブルテンショナー 1 0 6 9 は、プッシュロッド 1 0 5 0 の正確な制御を確実にするために、ケーブル 1 0 6 7 にテンションを与えるべく設けられる。作動モータ 1 0 6 0 は、したがって、アーム 1 0 1 2 のメイン部 1 0 4 0 に沿ってプッシュロッド 1 0 5 0 を駆動するように作動されることが可能であり、それにより、メイン部 1 0 4 0 と平行に整列した整列位置と、図 1 4 及び図 1 5 に示されるようにメイン部 1 0 4 0 に対して斜めになった傾斜位置と、の間の関節角度の範囲で、アームのエンド部 1 0 4 2 を動かすことができる。

【 0 0 6 8 】

図 1 4 に戻って参照すると、医療器具の制御のための少なくとも 1 本、通常は数本の腱又はケーブルが、図 1 の配置と同様に、経腹膜アーム 1 0 1 2 に沿って延びていてもよい。図 1 4 の実施の形態では、4 本のケーブル L_1 、 L_2 、 R_1 、 R_2 が、アーム 1 0 1 2 に沿って延びている。各ケーブルに対し、アームに沿ったケーブルのルートを規定するケーブルルーティング 1 0 7 0 がアーム上に設けられ、ルーティングエンドガイド 1 0 7 2 で終了する。ルーティングエンドガイド 1 0 7 2 は、ケーブルルーティングの端を形成し、ケーブルがアーム 1 0 1 2 から離れて医療器具機器に向けて延びる点を規定する。成型された P T F E ガイド部品 1 0 7 4 であってもよい単一の構成要素が、全てのケーブル L_1 、 L_2 、 R_1 、 R_2 に対して、ルーティングエンドガイドを形成してもよい。例えば、P T F E ガイド部品 1 0 7 4 は、アームのエンド部 1 0 4 2 に沿って延びてもよく、アーム 1 0 1 2 のエンド部 1 0 4 2 の近位端にルートを導かれる一又は複数のケーブル L_1 、 R_1 に対する近位端に近いガイド面 1 0 7 6 と、エンド部 1 0 4 2 の遠位端にルートを導かれる一又は複数のケーブル L_2 、 R_2 に対するガイド面 1 0 8 0 と、を包含してもよい。残りのルーティング 1 0 7 0 は、複数のケーブルが周りを通過する一又は複数のプーリ 1 0 8 2 を含んでもよく、ケーブル L_1 、 L_2 、 R_1 、 R_2 のそれぞれについて、ロードセルプーリ 1 0 8 4 及びケーブルプーリ 1 0 8 6 で終了するように構成してもよい。各ケーブルスプール 1 0 8 6 は、スプールを駆動することにより、それぞれのケーブルを引っ張ることを可能とし、或いはスプール 1 0 8 6 から引っ張られるようにそれぞれのケーブルを解放可能とするように構成された駆動モータ 1 0 8 8 を有してもよい。スプール 1 0 8 6 の駆動モータ 1 0 8 8 は、図 1 を参照して上記したように、コントローラにより制御されて医療器具の位置を制御してもよい。

【 0 0 6 9 】

図 1 6 を参照すると、経腹膜アーム 1 0 1 2 は、支持構造体に取り付けられてもよい臍帯ポート 1 0 9 0 を通って摺動するように構成され、経腹膜アーム 1 0 1 2 を患者の身体内に出し入れ可能なように、患者の身体内まで延びるように構成されてもよい。臍帯ポート 1 0 9 0 は、また、一又は複数の更なるケーブル R_3 、 L_3 についてのルーティングを形成してもよく、これらの更なるケーブル R_3 、 L_3 についてのルーティングエンドガイドを、例えば小穴 1 0 9 2 の形状で形成してもよい。これらの更なるケーブル R_3 、 L_3 についてのルーティングは、臍帯ポート 1 0 9 0 に取り付けられた一又は複数のプーリ 1 0 9 4 を更に含んでもよい。ケーブル制御プラットフォーム 1 0 9 6 が臍帯ポート 1 0 9 0 に接続されて、更なるケーブル R_3 、 L_3 のそれぞれのためのケーブルスプール 1 0 9 8 及びロードセルプーリ 1 1 0 0 を支持してもよい。ケーブル制御プラットフォームは、臍帯ポート 1 0 9 0 及びケーブル制御プラットフォームが、ケーブル R_3 、 L_3 の動作に影響を与えることなく、互いに相対回転可能となるように、枢動軸 1 1 0 2 が臍帯ポート

１０９０上の複数のブーリ１０９４と整列した状態で、臍帯ポート１０９０に枢動可能に接続してもよい。

手術では、経腹膜アーム１０１２は、アームのエンド部１０４２の遠位端まで内視鏡１０１３を前進させた状態で、直線状の構成で患者の身体内に挿入されてもよい。アームが挿入されると、内視鏡１０１３は、図１４に示される位置まで部分的に引き出されてもよく、その後、エンド部１０４２が必要な角度まで関節運動してもよい。各ケーブルＬ_１、Ｌ_２、Ｌ_３、Ｒ_１、Ｒ_２、Ｒ_３のためのルーティングエンドガイドの相対位置は、臍帯ポート１０９０を介して経腹膜アーム１０１２を移動させ、アーム１０１２の関節の角度を調整することにより、必要に応じて変更可能である。ケーブルＬ_１、Ｌ_２、Ｌ_３、Ｒ_１、Ｒ_２、Ｒ_３は、医療器具が挿入される前に医療器具に取り付けられ、図１から図１３を参照して上記したように、支持構造体に支持されるポートを介して延びる更なるケーブルが、６つの自由度全てにおいて器具の完全な制御を提供するように、器具に接続されてもよい。

10

【００７０】

経腹膜アーム１０１２に沿って離れた異なる位置に複数の制御ケーブルのための複数のルーティングエンドガイドを有することにより、特に経腹膜アーム１０１２の関節との組み合わせにおいて、制御ケーブルの構成に多数のオプションが使用可能となることと、経腹膜アーム１０１２の構造とケーブルルーティングエンドガイドの数及び位置とが、医療器具の性質と実行される処置とに応じて、様々に変更可能であることは、理解されるであろう。

20

【００７１】

本発明の実施の形態は、以下のような多くの利点を有することができる。

- ・高度な器具の器用さ及び力の発揮能力。既存のロボット支援手術（ＲＡＳ）システムと比較すると、本発明のいくつかの実施の形態の並列作動方法は、証明された器用さと高度な力の発揮能力とで、既存のシステムを凌駕している。それらはまた、直感的且つ直接的な器具の制御（６つの自由度）、複雑な埋め合わせなし（支点なし）での外科医の動きのリアルタイムの模倣を可能にする。これらの高度な力の発揮能力により、腹腔鏡手術では部分的にのみ可能であり、現在の蛇のような手術ロボットには不可能である開腹手術での全臓器の保持／引き戻しを復活させる可能性がある。

- ・高い精度及び高い力感度。マイクロポートが、システムアクチュエータと器具との間の直接接続を可能にすることにより、摩擦の低減及び位置及び力の検出精度の向上が可能となる。

30

- ・触覚に基づくフィードバック。高い力感度が、外科医への触覚に基づくフィードバックを可能にし、外科医の状況認識を高めるとともに、学習曲線及び処置時間を短縮する。現在市販されているＲＡＳシステムの多くが、触覚に基づくフィードバックを欠いており、低解像度でのみ提供可能である。

- ・安全な自律運動。高い精度及び高い力感度が、安全な自律運動の組み込みを可能にする。安全な自律運動は、人間のオペレータによって実行することが不可能或いはかなり煩雑な処置を実行する場合に、必要不可欠である。自動化の対象となる用途の例としては、ブラキセラピーシード（小線源治療のためのシード線源）の埋め込みや、高度な画像ガイダンス（蛍光発光）又は広視野スキャンと、超音波及び光学生検プローブを用いた組織領域の分類と、による腫瘍の自動除去又は切除がある。このシステムは、生体内の腹腔内／腔内細胞療法や、組織又は全臓器の原位置バイオプリンティング等、高度な精度及び自律性が必要とされる新たな用途にも応用できる可能性がある。

40

- ・超低侵襲性（傷痕のない）手術。針サイズのマイクロポートの使用により、侵襲性を低減可能となり、それにより、患者の外傷を低減可能となるとともに、目に見える傷痕の形成を防止可能となる。内視鏡及び可撓性を有する器具を、一つの小さな切開部から挿入してもよい。傷跡の形成は、自然な解剖学的開口部又は臍孔（へそ）を用いることにより隠すことができる。

- ・開腹手術への迅速な変更。外部の支持構造体により、早急な配置及び除去が可能であ

50

る。これは、セットアップ時間の短縮、手術時間の短縮及び必要であれば開腹手術への緊急変更のために、必要不可欠である。

・移動式の軍事／緊急手術での設置面積の削減。戦場で負傷した兵士に対する遠隔手術を実施可能である。支持構造体は、高機能な戦場からの救出担架に組み込むことが可能である。負傷した兵士が救出されている間（地上又は空中の救急車の中で）、遠く離れた外科医によって、迅速な試験開腹及び腹腔血管のクランプを実施することができる。

・広範囲な外科的用途に対応するための作業領域のカスタマイズ可能性。外部の支持構造体が、ポート配置のモジュール性を可能にするために再構成可能であってもよい。これにより、システムが、胸部、腹部、骨盤の手術、或いは任意のサイズの自然又は仮想の任意の空洞（例えば眼、膝関節鏡）における様々な処置のいずれにも変更可能であり、患者固有の要求に対処するように変更可能であるため、有利な場合がある。また、撮像素子（例えば、超音波、近赤外分光法）の構造に組み込むことにより、断層撮影装置にもなることが可能であり、したがって、画像誘導手術が可能になる。

・MRI適合性／MRIとの統合による手術用ポッドの形成。支持構造体は、上記したように、（任意の）MRIスキャナ或いは他の断層撮影装置のボアであってもよい。現在の手術用ロボットシステムは、いくつかの固体の金属製リンクを用いて作動力を手術用器具に伝達する。しかしながら、ほとんどの金属製の物体は、MRIスキャナに適合せず、画像に不自然な結果をもたらすことに始まり、危険な加熱や激しい位置ずれにまで及ぶ問題を引き起こす可能性が有る。本発明の実施の形態は、金属の部品を必要としない。例えば、ポリマーのケーブルが作動に使用されてもよく、これらのケーブルを一（又は複数）のプーリを介してMRIスキャナボアから作動ユニットまで導くことにより、容易にMRI適合性を得ることができる。MRI機構は、本発明のシステムをビルトイン機能として組み込むことが可能であり、直接的なMRIガイダンスの下において、任意の診断用MRIの外科的治療への効率的な変換を可能とする。例えば、腎臓／肝臓／前立腺の腫瘍がスクリーニングMRIにより検出可能である。本発明に係るシステムが組み込まれたMRIは、生体検査の実施或いは即時の腫瘍の外科的全摘出を可能にする。

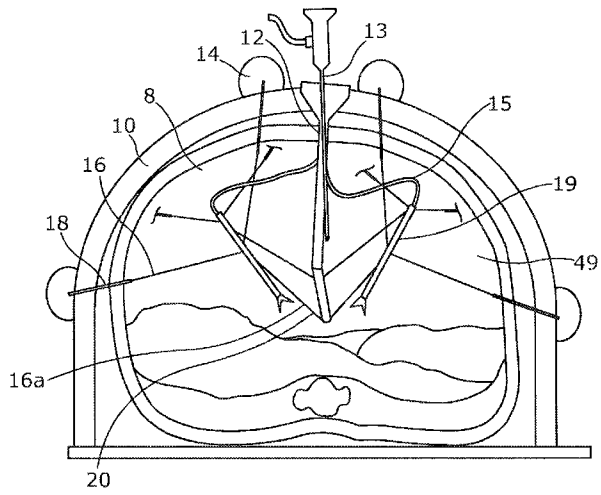
・高い費用対効果及び設置面積の削減。低コスト且つ市販のハードウェアが、現在のシステムに対して、競争力の有る価格の優位性を示すであろう。手術室における設置面積の削減は、迅速なセットアップ及び手術スケジュールの最適化を可能とする。これらの利点はともに、管理者及び医療提供者が手術用ロボットシステムを購入する際の敷居を低くする。

10

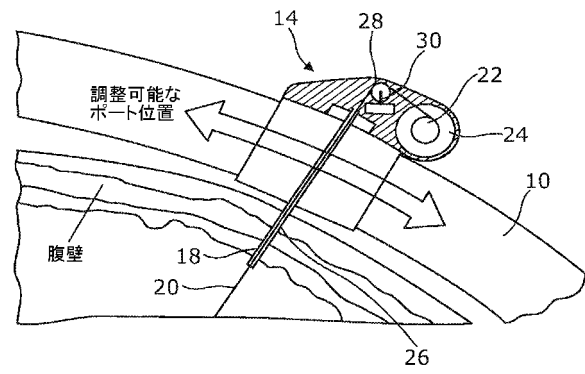
20

30

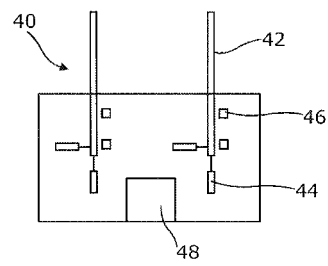
【図 1】



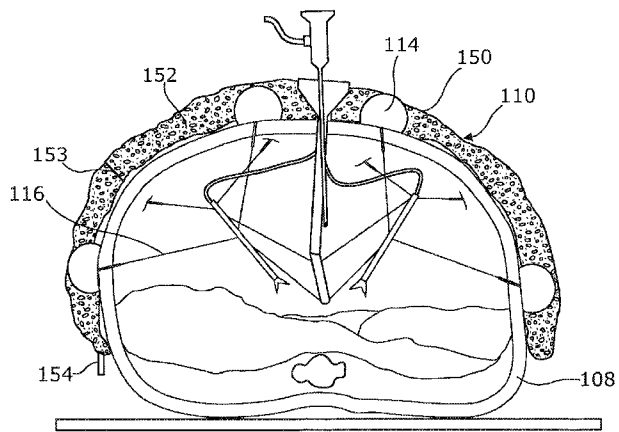
【図 2】



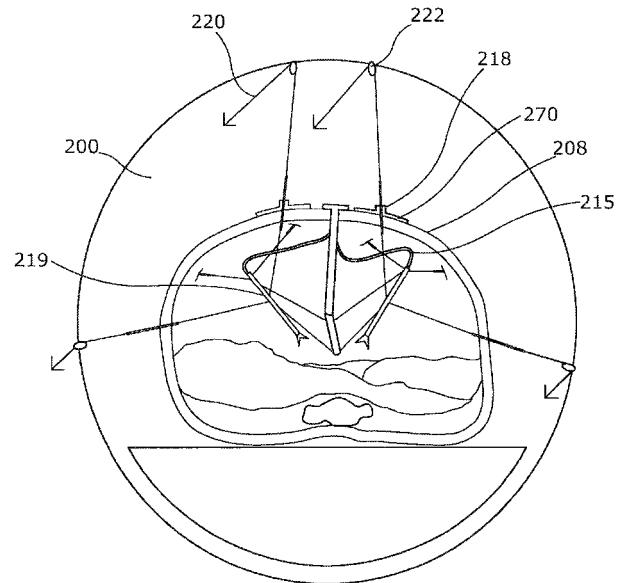
【図 3】



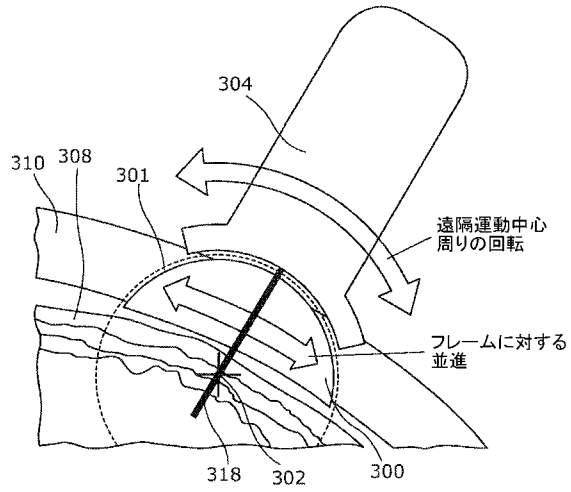
【図 4】



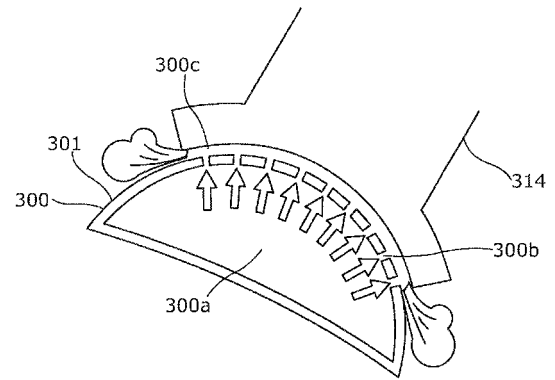
【図 5】



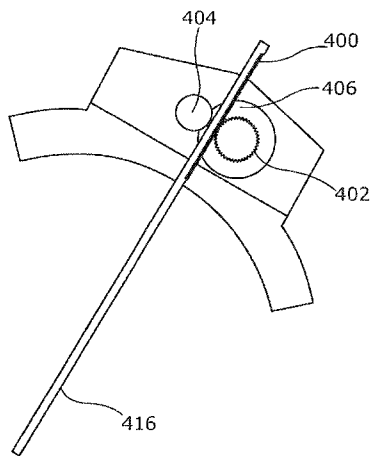
【図 6】



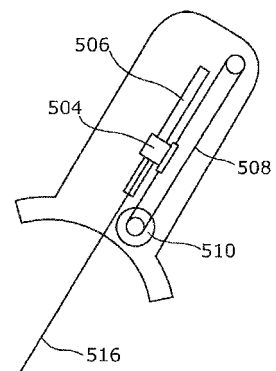
【図 7】



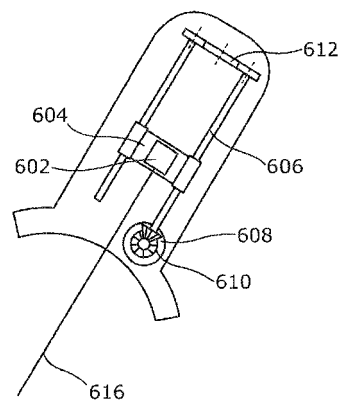
【図 8】



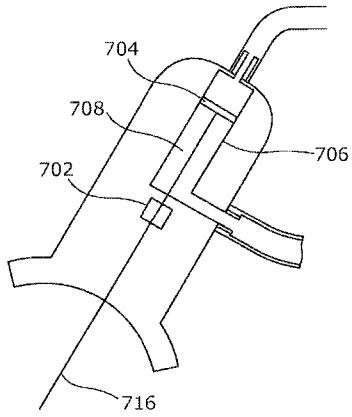
【図 9】



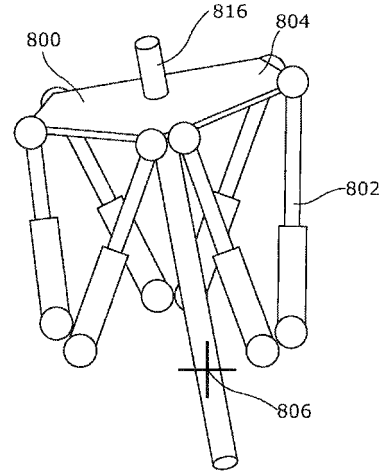
【図 10】



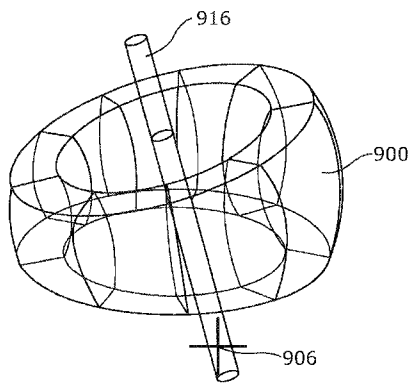
【図 1 1】



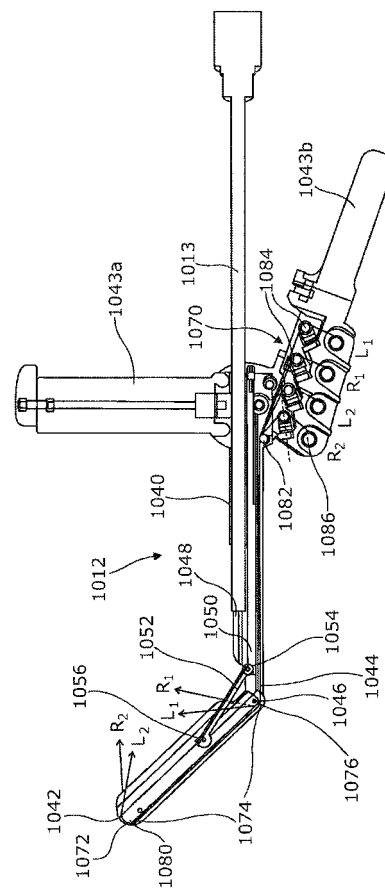
【図 1 2】



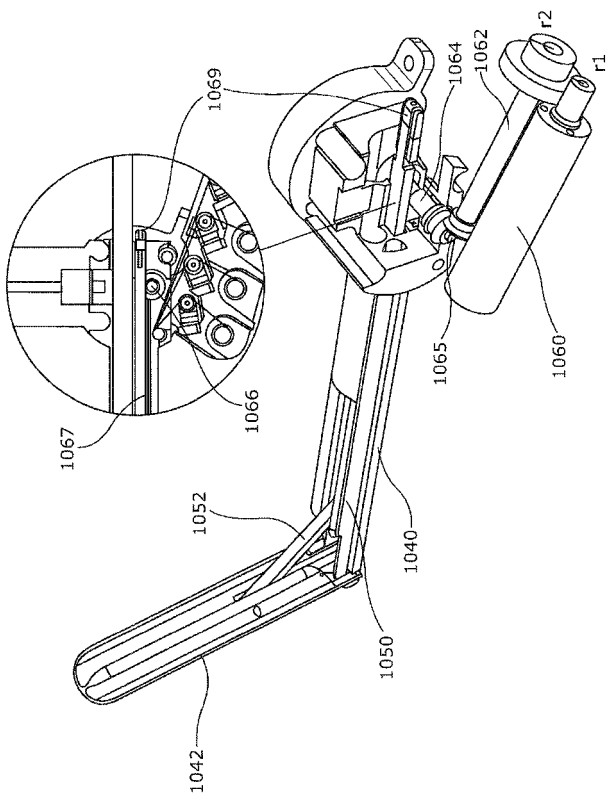
【図 1 3】



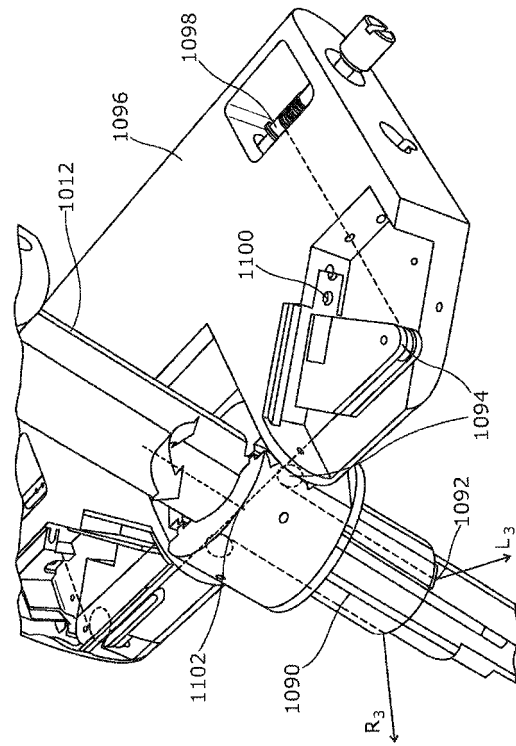
【図 1 4】



【図 15】



【図 16】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/GB2019/051178

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. A61B17/00 A61B90/50 A61B34/00 ADD.		
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) A61B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 2 329 787 A2 (TYCO HEALTHCARE [US]) 8 June 2011 (2011-06-08)	1,3,5,7, 14,18,19
Y	figures 1, 4, 7, 8 paragraphs [0034] - [0039], [0051], [0053], [0054]	2,4
Y	----- EP 2 329 789 A1 (TYCO HEALTHCARE [US]) 8 June 2011 (2011-06-08)	2,4
A	figures 3, 5, 9-12 paragraphs [0037] - [0041]	1
A	----- W0 2015/036753 A1 (IMP INNOVATIONS LTD [GB]) 19 March 2015 (2015-03-19) cited in the application figures 2, 3 page 4, line 13 - page 6, line 3 -----	1-5,7, 14,18,19
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ 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 "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
10 July 2019		16/10/2019
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 6818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Etienne, Nicolas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/GB2019/051178

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:
1-5, 7, 14, 18, 19

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/GB2019/051178

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-5, 7, 14, 18, 19

Medical apparatus comprising control linkages connected to a medical instrument or to a holder of the medical instrument.

2. claims: 6, 8, 9

Medical apparatus comprising a remote centre of motion actuator.

3. claims: 10-13, 15

Medical apparatus comprising a further control linkage supported on the instrument channel or on the instrument insertion port.

4. claims: 16, 17

Medical apparatus comprising a force sensor.

5. claims: 20-24

Medical apparatus comprising a support structure arranged to be attached to the body of the patient.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/GB2019/051178

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2329787	A2	08-06-2011	AU 2010241511 A1
			23-06-2011
			CA 2721876 A1
			04-06-2011
			CN 102113909 A
			06-07-2011
			EP 2329787 A2
EP 2329789	A1	08-06-2011	08-06-2011
			JP 5701584 B2
			15-04-2015
			JP 2011115591 A
			16-06-2011
EP 2329787	A2	08-06-2011	US 2011133040 A1
			09-06-2011
			AU 2010241490 A1
			23-06-2011
			CA 2720572 A1
			04-06-2011
			CN 102085088 A
EP 2329789	A1	08-06-2011	08-06-2011
			EP 2329789 A1
			08-06-2011
			JP 2011115582 A
			16-06-2011
W0 2015036753	A1	19-03-2015	US 2011137129 A1
			09-06-2011
			US 2014018614 A1
			16-01-2014
			EP 3043737 A1
W0 2015036753	A1	19-03-2015	20-07-2016
			JP 6433501 B2
			05-12-2018
			JP 2016538969 A
			15-12-2016
W0 2015036753	A1	19-03-2015	US 2016220321 A1
			04-08-2016
			W0 2015036753 A1
W0 2015036753	A1	19-03-2015	19-03-2015

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 アウデ - ブリーリンク、ティモ、ヨリック

イギリス国、ロンドン エスダブリュー7 2エイズイー、エキシビジョン ロード、ファカルティ ビルディング、サウス ケンジントン キャンパス、テクノロジー アンド メディソン、インペリアル カレッジ オブ サイエンス(番地なし)

(72)発明者 レンコレット、フェルナンド、バジリオ、アピラ

イギリス国、ロンドン エスダブリュー7 2エイズイー、エキシビジョン ロード、ファカルティ ビルディング、サウス ケンジントン キャンパス、テクノロジー アンド メディソン、インペリアル カレッジ オブ サイエンス(番地なし)

(72)発明者 マイロナス、ジョージ

イギリス国、ロンドン エスダブリュー7 2エイズイー、サウス ケンジントン キャンパス、テクノロジー アンド メディソン、インペリアル カレッジ オブ サイエンス(番地なし)

Fターム(参考) 4C160 FF45 FF60 MM32