

(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2012-143589

(P2012-143589A)

(43) 公開日 平成24年8月2日(2012.8.2)

(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 1 O L 外国語出願 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2012-71972 (P2012-71972)
 (22) 出願日 平成24年3月27日 (2012.3.27)
 (62) 分割の表示 特願2007-552394 (P2007-552394)
 の分割
 原出願日 平成18年1月24日 (2006.1.24)
 (31) 優先権主張番号 11/043,688
 (32) 優先日 平成17年1月24日 (2005.1.24)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 506335721
 インチュイティブ サージカル, インコー
 ポレイテッド
 アメリカ合衆国 カリフォルニア 940
 86, サニーベール, カイファー ロ
 ード 1266
 (74) 代理人 100078282
 弁理士 山本 秀策
 (74) 代理人 100062409
 弁理士 安村 高明
 (74) 代理人 100113413
 弁理士 森下 夏樹

最終頁に続く

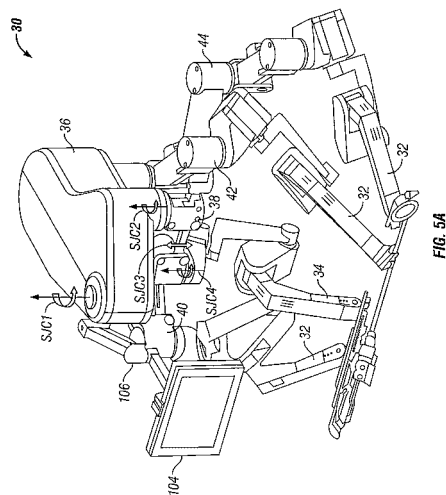
(54) 【発明の名称】 ロボット手術のためのモジュールマニピュレーター支持体

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 新規なロボット手術システムを提供する。

【解決手段】 ロボット手術システムは、取り付けベース、複数の手術器具、および関節支持体アセンブリ 30 を備える。各器具は、関連する最小侵襲的アパーチャを通して患者中に、所望の内部手術部位まで挿入可能である。上記関節支持体アセンブリは、上記ベースに対して上記複数の器具を移動可能に支持する。支持体は、一般に、配向プラットホーム 36、この配向プラットホームを上記ベースに移動可能に支持するプラットホームリンクエージ、および上記配向プラットホームに取り付けられる複数のマニピュレーター 32, 34 を備え、ここで、各マニピュレーターは、付随する器具を移動可能に支持する。

【選択図】 図 5 - 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

図 5 A に記載のモジュールマニピュレーター支持体アセンブリ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(発明の背景)

本発明は、一般に、医療用、手術用、および/またはロボットデバイスおよびシステムに関する。例示の実施形態では、本発明は、手術用器具を移動するためのマニピュレーターのようなロボットマニピュレーター、内視鏡またはその他の画像チャプチャーデバイス

10

【背景技術】

【0002】

最小侵襲的医療技法は、診断手順または手術手順の間に損傷される外部組織の量を低減することが意図され、それによって患者の回復時間、不快さ、および有害な副作用を低減する。最小侵襲的手術の1つの効果は、例えば、低減された手術後病院回復時間である。標準的な開放手術についての平均の病院滞在は、代表的には、類似の最小侵襲的手術についての平均滞在より顕著により長いので、最小侵襲的技法の増加した使用は、毎年病院費用において数百万ドルを節約し得る。米国で毎年実施される多くの手術は最小侵襲的様式

20

【0003】

最小侵襲的ロボット手術システムまたは遠隔手術システムは、外科医の器用さを増大し、そして伝統的な最小侵襲的技法に関するいくつかの制限を避けるために開発されている。遠隔手術では、外科医は、遠隔制御の特定の形態、例えば、サーボ機構などを用い、手によって手術器具を直接保持し、そして動かすよりもむしろ、これらの手術器具を操作する。遠隔手術システムでは、外科医は、手術ワークステーションで手術部位の画像を提供される。ディスプレイ上の手術部位の二次元または三次元画像を見ながら、外科医は、マ

30

【0004】

遠隔手術のために用いられるサーボ機構は、しばしば、2つのマスターコントローラー(外科医の手の各々のため)からの入力を受け、そしてその各々に手術器具が取り付けられる2つ以上のロボットアームを含み得る。操作支持リンケージ機構が、特許文献1および特許文献2に記載され、これらの全体の開示は、本明細書中に参考として援用される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

40

【特許文献1】米国特許第6,246,200号明細書

【特許文献2】米国特許第6,788,018号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

新たな遠隔手術システムおよびデバイスは、高度に有効かつ有利であることが証明されているけれども、なおさらなる改良が所望され得る。一般に、改良された最小侵襲的ロボット手術システムを提供することが所望され得る。これらの改良された技法がロボット手術システムの効率および使用の容易さを増大するならば、特に有益であり得る。例えば、操縦性を増加し、手術室におけるスペース利用を改善し、より迅速かつより容易なセット

50

アップを提供し、使用の間のロボットデバイス間の衝突を防ぎ、そして/またはこれら維
新たな手術システムの機械的複雑さおよびサイズを低減することが特に有利であり得る。

【課題を解決するための手段】

【0007】

(発明の簡単な要旨)

本発明は、一般に、医療用、手術用、そして/またはロボットデバイスおよびシステム
に関する。多くの実施形態では、本発明は、手術用器具を移動するためのマニピュレー
ターのようなロボットマニピュレーター、内視鏡またはその他の画像チャプチャーデバイ
スを支持し、そしてそれらを患者身体中の所望の手術部位と整列するための改良された構造
物を有する最小侵襲的ロボット手術システムを提供する。改良されたモジュールマニピュ
レーター支持体は、いくつかの利点を提供し得、これには、増大された操縦性、手術室に
おける改良されたスペース利用、より迅速およびより容易なセットアップ、使用の間のロ
ボットデバイス間の衝突防止、および/またはこれら新たな手術システムの低減された機
械的複雑さ、およびサイズが含まれる。このような利点は、次いで、このようなロボット
手術システムの使用の有効性および容易さを増大する。

10

【0008】

本発明の第1の局面では、ロボット手術システムは、取り付けベース、複数の手術器具
、関節支持体アセンブリを備える。各器具は、付随する関連侵襲アパーチャを通じて患者
中に所望の内部手術部位まで挿入可能である。上記関節支持体アセンブリは、上記複数の
器具を上記ベースに対して移動可能に支持する。上記支持体は、一般に、配向プラットホ
ーム、この配向プラットホームを上記ベースに対して移動可能に支持するプラットホーム
リンケージ、および上記配向プラットホームに取り付けられる複数のマニピュレーターを
備え、ここで、各マニピュレーターは、付随する器具を移動可能に支持する。

20

【0009】

上記取り付けベースは、好ましくは、上記関節支持体アセンブリが上記ベースからほぼ
下方に延びることを許容するような天井で支持される構造物を備える。天井に取り付けら
れる関節支持体アセンブリは、有利なことに、手術室中のスペース利用を改善し、特に、
人員および/またはその他の手術設備のための作業テーブルに隣接するスペースを整頓す
ること、ならびに床上のロボット設備および配線を最小にする。さらに、天井に取り付け
られる関節支持アセンブリは、手順の間にその他の隣接するマニピュレーターとの衝突の
可能性またはスペース衝突を最小にし、そして上記ロボット手術システムが使用されない
とき、便利な貯蔵を提供する。

30

【0010】

上記プラットホームリンケージ、好ましくは、直線状レール、このレールに連結可能で
あるスライド可能なキャリッジ、および近位端上のこのキャリッジおよび遠位端上の上記
配向プラットホームに回転可能に連結可能な少なくとも1つのアームを備える。上記プラ
ットホームリンケージは、有利には、上記配向プラットホームの少なくとも三次元並進を
収容することにより、および上記配向プラットホームの1つの軸の周りの回転を収容す
ることにより上記関節支持体アセンブリの操縦可能性を増大する。上記配向プラットホ
ームの増大した移動の範囲は、患者身体の広い範囲に亘り切開部位への接近を許容する。これ
は、結腸手術、複数血管冠状動脈バイパスグラフト手順、心臓手術、胃バイパスなどのよ
うな複雑かつ長い手順を実施するとき、手術部位を交互するためにマニピュレーターの中
央操作の迅速な再位置決めを容易にすることによって有益であり得る。

40

【0011】

上記ロボット手術システムは、上記配向プラットホームに連結可能な複数の配置可能な
セットアップジョイントアームをさらに含む。各アームは、付随するマニピュレーターを
移動可能に支持しており、そして予備配置可能である離脱可能に固定可能なリンクおよ
びジョイントを規定している。多くの実施形態では、しばしば4つ以上である、3つ以上
のマニピュレーターが上記配向プラットホームに取り付けられ、各マニピュレーターは、別
個の切開部位に関連している。4つ以上の切開部位の各々は、直径が約7~15mmであり

50

、そして点であると考えることができ、これは、代表的には、腹部中の腹腔壁の中央点、または胸部中の肋骨の隣に位置される。好ましくは、上記配向プラットフォームは、上記複数のアームに回転可能に連結可能な4つのハブ、および上記プラットフォームリンケージに連結可能な第5のハブを備え、ここで、この第5のハブは、好ましくは内視鏡のための切開部位と一致する旋回点と整列される。この第5のハブは、この内視鏡マニピュレーター旋回点の周りに上記配向プラットフォームの回転を提供し、上記複数のセットアップアームが、手術手順が行われるべき方向を指すことを可能にする。

【0012】

一般に、上記配向プラットフォームは、器具マニピュレーターを移動可能に支持するための3つのセットアップアーム、および画像キャプチャデバイスマニピュレーターを移動可能に支持するための1つセットアップジョイントアームを備える。個々に位置決め可能なセットアップアームおよび付随するマニピュレーターを支持するための配向プラットフォームの利用は、有利なことに、機械的により複雑でない比較的小さく、そしてコンパクトなマニピュレーター支持体構造を生じる。例えば、単一の配向プラットフォームは、各セットアップアームを独立に配置することに付随する遅延および複雑さを避けることによってより迅速および容易なセットアップを許容し得る。

10

【0013】

各セットアップジョイントアームは、4を超えない自由度を有する点で単純化される。代表的には、各アームは、上記固定可能なリンクおよびジョイントの一次元の並進、および上記固定可能なリンクおよびジョイントの2つまたは3つの軸の周りの回転を収容する。少なくとも1つのセットアップジョイントアームは、一对の隣接する固定可能な回転ジョイント間に延びる、少なくとも1つのバランスされた固定可能な接続された平衡四辺形リンケージ構造を含む。この接続された構造は、ほぼ垂直方向にある移動を収容し、そしてこの隣接する回転ジョイントは垂直軸の周りの旋回移動を収容する。

20

【0014】

上記システムは、上記関節支持体アセンブリに連結されたブレーキシステムを含み得る。このブレーキシステムは、先に少なくとも実質的に固定された形態に配置された上記固定可能なリンクの関節運動を離脱可能に阻害する。このブレーキシステムは、上記固定された形態に向かって付勢され、そして上記固定可能なリンクおよびジョイントを、この固定可能なリンクおよびジョイントが関節運動され得る再位置決め可能な形態に解放するためにブレーキ解放アクチュエーターを含む。上記システムは、複数の上記固定可能なリンクおよびジョイントをサーボ機構に連結するジョイントセンサーシステムをさらに含む得る。このセンサーシステムはジョイント配置信号を生成する。このサーボ機構は、コンピューターを含み、そして上記ジョイントセンサーシステムは、上記ジョイント配置信号を上記コンピューターに伝達する。このコンピューターは、上記取り付けベースに対して固定された参照座標系と、上記ジョイント配置信号を用いる器具との間の座標系変換を算出する。

30

【0015】

少なくとも1つのマニピュレーターは、マニピュレーターベースが水平に対して固定された角度にあるように機械的に拘束される。この少なくとも1つのマニピュレーターは、約40°から約60°まで、好ましくは、約45°から約50°までの範囲で水平に対して角度がオフセットされている。上記セットアップジョイント補助アームによって支持される少なくとも1つのマニピュレーターは、0°から約20°までの範囲、好ましくは約15°だけ水平に対して角度がオフセットされる。上記セットアップジョイント中央アームによって支持される上記少なくとも1つのマニピュレーターは、40°～約90°、好ましくは約65°～約75°の範囲で水平に対して角度がオフセットされる。

40

【0016】

好ましくは、少なくとも1つのマニピュレーターは、スペース中の旋回点の周りで上記器具の球旋回を拘束するためのオフセット遠隔リンケージを備え、ここで、上記セットアップジョイントアームの固定可能なリンクおよびジョイントの関節運動が上記旋回点を移

50

動する。驚くべきことに、上記セットアップアームは、上記オフセット遠隔中心マニピュレーターによって提供される移動の増加した範囲に起因して単純化され得る（例えば、4を超えない自由度をもつ）。これは、上記セットアップアームのより少ない予備配置とともにより単純なシステムプラットフォームを許容する。従って、手術室人員は、専門化された訓練をほとんどなくしてか、またはそれなしで手術のために上記ロボットシステムを迅速に配列および準備し得る。上記セットアップアームの減少した機械的複雑さを提供する例示のオフセット遠隔中心マニピュレーターは、米国特許出願第10/957,077号スにさらに詳細に記載されている。

【0017】

1つの実施形態では、上記オフセット遠隔中心マニピュレーターは、一般に、マニピュレーターベースを有する関節リンクージアセンブリ、平行四辺形リンクージベース、複数の駆動されたリンクおよびジョイント、および器具ホルダーを備える。上記マニピュレーターベースは、第1の軸の周りの回転のために上記平行四辺形リンクージベースに回転可能に連結される。上記平行四辺形リンクージベースは、上記複数の駆動されたリンクおよびジョイントにより上記器具ホルダーに連結される。上記駆動されるリンクおよびジョイントは、上記器具が上記器具ホルダーに取り付けられ、そして上記シャフトが少なくとも1つの自由度で移動されるとき、旋回点に対して上記器具の細長いシャフトを拘束するように平行四辺形を規定する。上記第1の軸および上記平行四辺形リンクージベースに隣接する上記平行四辺形の第1の辺は、上記旋回点で上記シャフトと交差し、そして上記平行四辺形の第1の辺は上記第1の軸から角度がオフセットされる。

10

20

【0018】

本発明の別の局面では、ロボット手術システムにおける使用のためのモジュールマニピュレーター支持体が提供される。このシステムは、取り付けベース、複数の手術器具、および組織を操作するように付随する器具を移動するための駆動されたリンクおよびジョイントを規定する複数のマニピュレーターを備える。上記ベースに対してこのマニピュレーターを移動可能に支持および位置決めするための支持体は、上記取り付けベースに連結可能な配向プラットフォーム、およびこの配向プラットフォームに連結可能な複数のアームを含む。各アームは、付随するマニピュレーターを移動可能に支持し、そして予備配置可能である離脱可能に固定可能なリンクおよびジョイントを規定する。上記支持体は、上記配向プラットフォームに連結可能な相互作用モニターのようなディスプレイをさらに含み得る。このディスプレイは、セットアップ目的、器具変更、および/または手順を人員が見ることのために用いられ得る。

30

【0019】

本発明のなお別の局面では、ロボット手術システムは、天井高さ取り付けベース、複数の手術器具、およびこの複数の器具を上記ベースに対して移動可能に支持する関節支持体アセンブリを備える。このアセンブリは、配向プラットフォーム、および複数のマニピュレーターに付随する複数のアームを備える。この配向プラットフォームは、上記関節支持体アセンブリが上記ベースからほぼ下方に延びることを許容するように上記ベースに連結可能である。上記複数のアームは、この配向プラットフォームに連結可能であり、ここで、各アームは、予備配置可能である離脱可能に固定可能なリンクおよびジョイントを規定する。上記複数のマニピュレーターは、上記複数のアームに連結可能であって、各マニピュレーターは、組織を操作するように上記複数の器具を移動するために駆動されたリンクおよびジョイントを規定する。

40

【0020】

本発明のなお別の局面では、取り付けベース、複数の手術器具、およびこれら複数の器具を上記ベースに対して移動可能に支持する関節支持体アセンブリを有するロボット手術システムを調製するための方法が提供される。1つの方法は、配向プラットフォームを、この配向プラットフォームに取り付けられた複数のマニピュレーターを予備位置決めするために、この配向プラットフォームを移動可能に支持するプラットフォームリンクージを上記ベースに対して、これら複数のマニピュレーターによって支持される手術器具が関連する最小

50

侵襲的アパーチャに向かって配向されるように関節運動することによって移動する工程を包含する。上記配向プラットフォームの移動は、この配向プラットフォームを三次元で並進すること、そして/または上記配向プラットフォームを1つの軸の周りで回転することを含み得る。上記複数のマニピュレーターは、上記配向プラットフォームに連結可能な複数のアームを関節運動することによって移動され得る。上記プラットフォームリンケージ、配向プラットフォーム、および/またはアームは、さらなる関節運動を防ぐようにブレーキシステムで拘束され得る。

より特定すれば、本願発明は以下の項目に関し得る。

(項目1)

ロボット手術システムであって：

取り付けベース；

複数の手術器具であって、各器具が付随する関連侵襲アパーチャを通じて患者中に挿入可能である複数の手術器具；

上記複数の器具を上記ベースに対して移動可能に支持する関節支持体アセンブリを備え

上記アセンブリが：

配向プラットフォーム；

上記配向プラットフォームを上記ベースに対して移動可能に支持するプラットフォームリンケージ；および

上記配向プラットフォームに取り付けられる複数のマニピュレーターであって、各マニピュレーターが付随する器具を移動可能に支持する複数のマニピュレーターを備える、システム。

(項目2)

上記取り付けベースが、上記関節支持体アセンブリが上記ベースからほぼ下方に延びることを許容するような天井で支持される構造物を備える、項目1に記載のシステム。

(項目3)

上記プラットフォームリンケージが、直線状レール、上記レールに連結可能であるスライド可能なキャリッジ、および近位端上の上記キャリッジおよび遠位端上の上記配向プラットフォームに回転可能に連結可能な少なくとも1つのアームを備える、項目1に記載のシステム。

(項目4)

上記プラットフォームリンケージが、上記配向プラットフォームの三次元並進を収容する、項目3に記載のシステム。

(項目5)

上記プラットフォームリンケージが、上記配向プラットフォームの1つの軸の周りの回転を収容する、項目3に記載のシステム。

(項目6)

上記配向プラットフォームに連結可能な複数のアームをさらに備え、各アームが、付随するマニピュレーターを移動可能に支持し、そして予備配置可能である離脱可能に固定可能なリンクおよびジョイントを規定する、項目1に記載のシステム。

(項目7)

上記配向プラットフォームが、上記複数のアームに回転可能に連結可能な4つのハブ、および上記プラットフォームリンケージに連結可能な第5のハブを備え、上記第5のハブが旋回点と整列され、そして上記旋回点の周りの上記配向プラットフォームの回転を収容する、項目6に記載のシステム。

(項目8)

各アームが、上記固定可能なリンクおよびジョイントの一次元の並進を収容する、項目6に記載のシステム。

(項目9)

各アームが、上記固定可能なリンクおよびジョイントの2つまたは3つの軸の周りの回転

10

20

30

40

50

を収容する、項目 6 に記載のシステム。

(項目 10)

各アームが、4 を超えない自由度を有する、項目 6 に記載のシステム。

(項目 11)

上記システムが、器具マニピュレーターを移動可能に支持するための 3 つのアーム、および画像キャプチャデバイスマニピュレーターを移動可能に支持するための 1 つアームを備える、項目 6 に記載のシステム。

(項目 12)

少なくとも 1 つのアームが、一对の隣接する固定可能な回転ジョイント間に延びる、少なくとも 1 つのバランスされた固定可能な接続された平衡四辺形リンク構造を含み、上記接続された構造がほぼ垂直方向にある移動を収容し、そして上記隣接する回転ジョイントが垂直軸の周りの旋回移動を収容する、項目 6 に記載のシステム。

(項目 13)

上記関節支持体アセンブリに連結されたブレーキシステムをさらに備え、上記ブレーキシステムが、先に少なくとも実質的に固定された形態に配置された上記固定可能なリンクの関節運動を離脱可能に阻害し、上記ブレーキシステムが上記固定された形態に向かって付勢され、上記ブレーキシステムが、上記固定可能なリンクおよびジョイントを、上記固定可能なリンクおよびジョイントが関節運動され得る再位置決め可能な形態に解放するためにブレーキ解放アクチュエーターを含む、項目 6 に記載のシステム。

(項目 14)

複数の上記固定可能なリンクおよびジョイントをサーボ機構に連結するジョイントセンサーシステムをさらに備え、上記センサーシステムがジョイント配置信号を生成し、上記サーボ機構がコンピューターを含み、そして上記ジョイントセンサーシステムが上記ジョイント配置信号を上記コンピューターに伝達する、項目 6 に記載のロボットシステム。

(項目 15)

上記コンピューターが、上記取り付けベースに対して固定された参照座標系と、上記ジョイント配置信号を用いる器具との間の座標系変換を算出する、項目 14 に記載のロボットシステム。

(項目 16)

少なくとも 1 つのマニピュレーターが、マニピュレーターベースが水平に対して固定された角度にあるように機械的に拘束される、項目 1 に記載のシステム。

(項目 17)

上記少なくとも 1 つのマニピュレーターが、約 45° から約 50° までの範囲で水平に対して角度がオフセットされている、項目 16 に記載のシステム。

(項目 18)

上記少なくとも 1 つのマニピュレーターが、約 15° だけ水平に対して角度がオフセットされている、項目 16 に記載のシステム。

(項目 19)

上記少なくとも 1 つのマニピュレーターが、約 65° から約 75° までの範囲で水平に対して角度がオフセットされている、項目 16 に記載のシステム。

(項目 20)

上記少なくとも 1 つのマニピュレーターが、スペース中の旋回点の周りで上記器具の球旋回を拘束するためのオフセット遠隔リンク構造を備える、項目 16 に記載のシステム。

(項目 21)

上記オフセット遠隔中心マニピュレーターが、第 1 の軸の周りの回転のために平行四辺形リンク構造ベースに回転可能に連結されるマニピュレーターベースを有する関節リンク構造アセンブリを備える項目 20 に記載のシステムであって、上記平行四辺形リンク構造ベースが複数の駆動されたリンクおよびジョイントによって器具ホルダーに連結され、上記器具が上記器具ホルダーに取り付けられ、そして上記シャフトが少なくとも 1 つの自由度で移動されるとき、上記駆動されたリンクおよびジョイントが上記器具の細長いシャフト

10

20

30

40

50

を旋回点に対して拘束するように平行四辺形を規定し、ここで、上記第 1 の軸および上記平行四辺形リンクベースに隣接する上記平行四辺形の第 1 の辺が上記旋回点で上記シャフトと交差し、そして上記平行四辺形の第 1 の辺が上記第 1 の軸から角度がオフセットされる、システム。

(項目 2 2)

上記配向プラットフォームに連結可能なディスプレイをさらに備える、項目 1 に記載のシステム。

(項目 2 3)

上記ディスプレイが、相互作用モニターを備える、項目 2 2 に記載のシステム。

(項目 2 4)

ロボット手術システムにおける使用のためのモジュールマニピュレーター支持体であって、上記システムが、取り付けベース、複数の手術器具、および組織を操作するように付随する器具を移動するための駆動されたリンクおよびジョイントを規定する複数のマニピュレーターを備え、上記ベースに対して上記マニピュレーターを移動可能に支持および位置決めするための上記支持体が：

上記取り付けベースに連結可能な配向プラットフォーム；および

上記配向プラットフォームに連結可能な複数のアームであって、各アームが付随するマニピュレーターを移動可能に支持し、そして予備配置可能である離脱可能に固定可能なリンクおよびジョイントを規定する、支持体。

(項目 2 5)

ロボット手術システムであって：

天井高さ取り付けベース；

複数の手術器具；

上記複数の器具を上記ベースに対して移動可能に支持する関節支持体アセンブリであって、上記アセンブリが：

上記関節支持体アセンブリが上記ベースからほぼ下方に延びることを許容するように上記ベースに連結可能な配向プラットフォーム；

上記配向プラットフォームに連結可能な複数のアームであって、各アームが予備配置可能である離脱可能に固定可能なリンクおよびジョイントを規定する複数のアーム；および

上記複数のアームに連結可能な複数のマニピュレーターであって、各マニピュレーターが組織を操作するように上記複数の器具を移動するために駆動されたリンクおよびジョイントを規定する複数のマニピュレーターを備える、システム。

(項目 2 6)

取り付けベース、複数の手術器具、および上記複数の器具を上記ベースに対して移動可能に支持する関節支持体アセンブリを有するロボット手術システムを調製するための方法であって：

配向プラットフォームを、上記配向プラットフォームに取り付けられた複数のマニピュレーター予備位置決めするために、上記配向プラットフォームを移動可能に支持するプラットフォームリンクベースを上記ベースに対して、上記複数のマニピュレーターによって支持される手術器具が関連する最小侵襲的アパーチャに向かって配向されるように関節運動することによって移動する工程を包含する、方法。

(項目 2 7)

上記移動する工程が、上記配向プラットフォームを三次元で並進することを包含する、項目 2 6 に記載の方法。

(項目 2 8)

上記移動する工程が、1つの軸の周りで上記配向プラットフォームを回転することを含む、項目 2 6 に記載の方法。

(項目 2 9)

上記配向プラットフォームに連結可能な複数のアームを関節運動することによって、上記複数のマニピュレーターを移動する工程をさらに包含する、項目 2 6 に記載の方法。

10

20

30

40

50

(項目 3 0)

上記プラットフォームリンクージ、配向プラットフォーム、またはアームを、さらなる関節運動を防ぐようにブレーキシステムで拘束する工程をさらに包含する、項目 3 0 に記載の方法。

【 0 0 2 1 】

本発明の性質および利点のさらなる理解は、本明細書および図面の残りの部分を参照することによって明らかになる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 2 】

以下の図面は、詳細な説明を参照して読まれるべきである。異なる図面における同様の番号は、同様の要素に言及する。必ずしもスケール通りではない図面は、本発明の実施形態を例示して描写し、そして本発明の範囲を制限することは意図されない。

【 図 1 】 図 1 は、ロボット手術システムを示す手術室の一部分の概略平面図であり、手術手順を入力するためのマスター外科医コンソールまたはワークステーション、および手術部位で手術端部エフェクターを有する手術器具をロボットにより移動するためのロボット患者側カートを含む。

【 図 2 】 図 2 は、ロボット患者側カートまたはスタンドの斜視図であり、予備配置されるべき、2つの患者側ロボットマニピュレーターおよび1つの内視鏡カメラロボットマニピュレーターを可能にする位置決めリンクージを含む。

【 図 3 A 】 図 3 A は、図 2 のロボットマニピュレーターのリンクージの側面図である。

【 図 3 B 】 図 3 B は、図 2 のロボットマニピュレーターのリンクージの前面図である。

【 図 4 】 図 4 は、図 1 のシステムにおける使用のために関節運動する外科用器具の斜視図である。

【 図 5 - 1 】 図 5 A は、本発明の原理に従って構築された例示のモジュールマニピュレーター支持体の上からの斜視図である。

【 図 5 - 2 】 図 5 B は、本発明の原理に従って構築された例示のモジュールマニピュレーター支持体の上からの斜視図である。

【 図 6 】 図 6 A は、図 5 A のマニピュレーター支持体のセットアップジョイントアームの斜視図である。図 6 B は、図 5 A のマニピュレーター支持体のセットアップジョイント補助アームの斜視図である。

【 図 7 - 1 】 図 7 A は、図 5 A のマニピュレーター支持体の配向プラットフォームの上からの斜視図である。図 7 B は、図 5 A のマニピュレーター支持体の配向プラットフォームの下からの斜視図である。

【 図 7 - 2 】 図 7 C は、図 5 A のマニピュレーター支持体の配向プラットフォームの上からの斜視図である。

【 図 7 - 3 】 図 7 D は、図 5 A のマニピュレーター支持体の配向プラットフォームの下からの斜視図である。

【 図 8 】 図 8 A は、図 5 A のマニピュレーター支持体を移動可能に支持するためのプラットフォームリンクージの下からの斜視図である。図 8 B は、図 5 A のマニピュレーター支持体を移動可能に支持するためのプラットフォームリンクージの上からの斜視図である。

【 図 9 - 1 】 図 9 A は、内視鏡カメラロボットマニピュレーターを支持および位置決めするセットアップジョイント中央アームの斜視図を示す。図 9 B は、内視鏡カメラロボットマニピュレーターを支持および位置決めするセットアップジョイント中央アームの斜視図を示す。

【 図 9 - 2 】 図 9 C は、内視鏡カメラロボットマニピュレーターを支持および位置決めするセットアップジョイント中央アームの平面図を示す。図 9 D は、内視鏡カメラロボットマニピュレーターを支持および位置決めするセットアップジョイント中央アームの斜視図を示す。

【 図 9 - 3 】 図 9 E は、内視鏡カメラロボットマニピュレーターを支持および位置決めするセットアップジョイント中央アームの斜視図を示す。図 9 F は、内視鏡カメラロボット

10

20

30

40

50

マニピュレーターを支持および位置決めするセットアップジョイント中央アームの斜視図を示す。

【図9-4】図9Gは、内視鏡カメラロボットマニピュレーターを支持および位置決めするセットアップジョイント中央アームの斜視図を示す。

【図10-1】図10Aは、患者側ロボットマニピュレーターを支持および位置決めするセットアップジョイントアームの斜視図を示す。

【図10-2】図10Bは、患者側ロボットマニピュレーターを支持および位置決めするセットアップジョイントアームの平面図を示す。

【図10-3】図10Cは、患者側ロボットマニピュレーターを支持および位置決めするセットアップジョイントアームの斜視図を示す。図10Dは、患者側ロボットマニピュレーターを支持および位置決めするセットアップジョイントアームの斜視図を示す。

【図10-4】図10Eは、患者側ロボットマニピュレーターを支持および位置決めするセットアップジョイントアームの斜視図を示す。図10Fは、患者側ロボットマニピュレーターを支持および位置決めするセットアップジョイントアームの斜視図を示す。

【図10-5】図10Gは、患者側ロボットマニピュレーターを支持および位置決めするセットアップジョイントアームの斜視図を示す。図10Hは、患者側ロボットマニピュレーターを支持および位置決めするセットアップジョイントアームの斜視図を示す。

【図11-1】図11Aは、患者側ロボットマニピュレーターを支持および位置決めするセットアップ補助アームの斜視図を示す。図11Bは、患者側ロボットマニピュレーターを支持および位置決めするセットアップ補助アームの平面図を示す。

【図11-2】図11Cは、患者側ロボットマニピュレーターを支持および位置決めするセットアップ補助アームの斜視図を示す。図11Dは、患者側ロボットマニピュレーターを支持および位置決めするセットアップ補助アームの斜視図を示す。

【図12】図12Aは、余分の自由度の作用を示す4つのセットアップジョイントアームの上からの斜視図を示す。図12Bは、余分の自由度の作用を示す4つのセットアップジョイントアームの上からの斜視図を示す。図12Cは、余分の自由度の作用を示す4つのセットアップジョイントアームの上からの斜視図を示す。

【発明を実施するための形態】

【0023】

(発明の詳細な説明)

図1~4は、米国特許第6,246,200号により詳細に記載されている、最小侵襲的ロボット手術を実施するためのロボット手術システム1を示す。操作者O(一般に外科医)は、手術テーブルT上に横たわる患者Pに対して最小侵襲的手術手順を実施し、操作者Oは、外科医のコンソール3で1つ以上の入力デバイスまたはマスター2を操作する。この外科医の入力に応答して、コンソール3のコンピュータプロセッサ4は、内視鏡手術器具またはツール5の動きを取り扱い、ロボット患者側システム6(この例では、カートに載せられたシステム)を経由してこれら器具のサーボ機械的移動を行う。

【0024】

代表的には、患者側システムまたはカート6は、少なくとも3つのロボットマニピュレーターアームを含む。2つのセットアップジョイントまたはリンケージ7(この例では、カート6の側面に取り付けられている)は、手術ツール5を駆動するサーボマニピュレーター8を支持および位置決めし;そして1つのセットアップジョイントアームまたはリンケージ9(この例では、カート6の中央に取り付けられている)は、内部手術部位の画像(好ましくは、立体的)をキャプチャーする内視鏡カメラプロップ11の動きを制御するサーボマニピュレーター10を支持および位置決めする。

【0025】

内部手術部位の画像は、外科医コンソール3中の立体的ディスプレイビューワー12によって外科医または操作者Oに示され、そしてアシスタントのディスプレイ14によってアシスタントに同時に示される。アシスタントAは、関連する非ロボット医療用器具および設備などを操作する際に代替の手術ツールまたは器具5'のための1つ以上の手術マニピ

10

20

30

40

50

ュレーター 8 (および / または 10) 中のツールを交換することで、セットアップリンクエージアーム 7、9 を用い、患者 P に対してマニピュレーター 8 および 10 を予備位置決めすることを支援する。

【 0026 】

一般的な用語で、アームまたはリンクエージ 7、9 は、組織が操作される時、代表的には固定された形態のままである、患者側システム 6 の位置決めリンクエージまたはセットアップアーム部分を備え、そして上記マニピュレーター 8、10 は、外科医のコンソール 3 の指令の下で能動的に関節運動される駆動部分を含む。これらマニピュレーター 8、10 は、主に、マスター/スレーブ組織操作のために用いられ、その一方、セットアップアーム 7、9 は、患者、手術テーブル、切開点などを再位置決めするとき、使用前に上記マニピュレーター 8、10 を位置決め、および / または配置するために用いられる。

10

【 0027 】

用語法における簡便性のために、組織に影響する手術を作動する 8 のようなマニピュレーターは、しばしば P S M (患者側マニピュレーター) と称され、そして内視鏡 11 のような、画像キャプチャーデバイスまたはデータ獲得デバイスを制御する 10 のようなマニピュレーターは、しばしば E C M (内視鏡 - カメラマニピュレーター) と称され、このような遠隔手術ロボットマニピュレーターは、手術において有用な広範な種類の器具、ツールおよびデバイスを必要に応じて作動、操縦および制御し得ることが注記される。

【 0028 】

図 2 は、図 1 のカートに載せられた遠隔手術患者側システム 6 の斜視図を示し、2 つの P S M および 1 つの E C M 10 を含む。カートシステム 6 は、次に、2 つの P S M セットアップアーム 7 (各々は P S M の 8 の 1 つを支持する) および 1 つの E C M セットアップアーム 9 (E C M 10 を支持する) を含む 3 つの位置決めリンクエージまたはセットアップアームを取り付けるコラム 15 を含む。これら P S M セットアップアーム 7 の各々は、6 つの自由度を有し、そして中央に取り付けられる E C M セットアップアーム 9 の各側面上の 1 つに取り付けられる。示される E C M セットアップアーム 9 は、6 より少ない自由度を有し、そして E C M 10 は、代表的には P S M 8 中に含まれるような関節運動される手術器具のために提供されるすべてのツール作動駆動システムを含まなくても良い。各 P S M 8 は、手術ツール 5 (点線で示される) を離脱可能に取り付け、そして E C M 10 は、内視鏡プローブ 11 (点線で示される) を離脱可能に取り付ける。

20

30

【 0029 】

図 3 A および 3 B は、遠隔中心機構を有する、図 2 のロボット手術マニピュレーターまたは P S M 8 のリンクエージのそれぞれ側面図および前面図である。P S M 8 は、カートマウント 6、天井マウント、または床 / 台座マウントによって取り付け、そして支持され得るマニピュレーターの 1 つの先行技術の例である。この例では、この P S M 8 は、好ましくは、ツールインターフェースハウジング 21、および取り付けられた器具またはツールの移動を拘束するリンクエージ配列 20 を含む。より詳細には、リンクエージ 20 は、発行された米国特許第 6,758,843 号により詳細に記載されるように、ハウジング 21 およびツール 5 がスペース 22 中の点の周りで回転するように、平行四辺形配列中の回転ジョイントによって一緒に連結された剛直性リンクを含む。

40

【 0030 】

このリンクエージ 20 の平行四辺形配列は、図 3 A 中に矢印 22 a によって示されるような、しばしばピッチ軸と呼ばれる軸の周りの旋回に対して回転を拘束し、この軸は、その図示の中ではこのページに垂直であり、そして旋回点 22 を通過する。この平行四辺形リンクエージを支持するリンクは、旋回可能にセットアップジョイントアーム (図 2 中の 7) に取り付けられ、その結果、ツール 5 は、しばしば偏揺れ軸と呼ばれる軸 22 b (図 3 B) の周りでさらに回転する。ピッチ軸および偏揺れ軸は、ツール 5 のシャフト 23 に沿って整列される遠隔中心 22 で交差する。ツール 5 は、挿入軸 22 c に沿ってこのツールのスライドする移動を含む、マニピュレーター 8 によって支持されるようなおさらに駆動される自由度を有する。ツール 5 は、マニピュレーターインターフェースハウジング 21

50

に取り付けられる近位ハウジング 24 を含む。インターフェースハウジング 21 は、軸 22c に沿ったツール 5 の移動を提供し、そして P S M 8 の端部エフェクターアクチュエーターからツール 5 にアクチュエーター入力を移すために役立つことの両方を行う。遠隔中心システムのこの例では、平行四辺形配列 20 は、ツール 5 に、外科医の制御入力に従ってサーボ機構がツール移動を作動するとき、ツールシャフト 23 が旋回点 22 の周りで回転することを機械的に拘束するように連結される。

【0031】

ツール 5 がマニピュレーター 8 に対して軸 22c に沿ってスライドするとき、遠隔中心 22 は、マニピュレーター 8 の取り付けベース 25 (セットアップアーム 7 への取り付け点) に対して固定されたままである。これ故、全体のマニピュレーター 8 は、整復遠隔中心 22 にほぼ動く。マニピュレーター 8 のリンケージ 20 は、一連のモーター 26 によって駆動される (図 3A)。これらのモーターは、プロセッサ (図 1 中の 4) からの指令に応答してリンケージ 20 を能動的に動かす。モーター 26 は、軸 22c の周りでツール 5 を回転するようにこのツールにさらに連結され、そしてほぼ少なくとも 1 つ、そしてしばしば 2 つの自由度でツール 5 の遠位端でリスト (図 4 中の 29) を関節運動させ得る。さらに、モーター 26 は、鉗子などの顎中に組織を握るために、上記ツールの関節運動可能な端部エフェクターを作動するために用いられ得る。モーター 26 は、これもまたその全体の開示が参考として本明細書中に援用される米国特許第 5,792,135 号中により詳細に記載されるように、ケーブルを用いてツール 5 の少なくともいくつかのジョイントに連結され得る。この参考文献に記載されるように、このマニピュレーター 8 は、駆動構成要素から上記手術ツール 5 まで運動を移すために可撓性部材を含む。内視鏡手順には、マニピュレーター 8 は、しばしばカニューレ 27 を含む。マニピュレーター 8 に離脱可能に連結され得るカニューレ 27 は、好ましくは、ツール 5 を、回転し、そしてカニューレ 27 の中央ボアを通して軸方向に移動することを可能にして支持する。

【0032】

図 4 は、図 1 のシステムにおいて採用され得る、関節運動される手術ツールまたは器具 5 の曝された斜視図を示す。ツール 5 は、近位端ハウジング 24 に対して端部エフェクター 28 を支持する細長いシャフト 23 を含む。近位ハウジング 24 は、マニピュレーター (例えば、図 1、2、3A、および 3B 中の P S M) に器具を離脱可能に取り付け、そしてインターフェースするため、およびマニピュレーター 8 と端部エフェクター 28 との間で信号および/または動きを伝達するために適合されている。関節運動されるリスト機構 29 は、端部エフェクター 28 とシャフト 23 との間で 2 つの自由度の動きを提供し得、そしてこのシャフト 23 は、近位ハウジング 24 に対して、端部エフェクター 28 に患者身体内で 3 つの実質的に配向の自由度を提供するように回転可能であり得る。

【0033】

ここで、図 5A および 5B を参照して、本発明の原理に従って構築された例示のモジュールマニピュレーター支持体アセンブリ 30 の上からの斜視図が示される。このモジュールマニピュレーター支持体 30 は、患者側マニピュレーター 32 または内視鏡カメラマニピュレーター 34 のようなロボットマニピュレーターを、患者身体中の所望の手術切開のセットと整列し、そして支持する。このモジュールマニピュレーター支持体アセンブリ 30 は、一般に、配向プラットフォーム 36、およびこの配向プラットフォーム 36 に連結可能な複数の配置可能なセットアップジョイントアーム 38、40、42、44 を含む。各アーム 38、40、42、44 は、付随するマニピュレーター 32、34 を移動可能に支持し、これは、次いで、付随する器具を移動可能に支持する。上記の描写は、例示目的のみのためであり、そしてモジュールマニピュレーター支持体アセンブリ 30 の実際の形状、サイズ、または寸法を必ずしも反映しないことが認識される。これは、本明細書で以後すべての描写に適用される。

【0034】

配向プラットフォーム 36 は、一般に、付随する患者側マニピュレーター 32 を移動可能に支持するために 2 つのセットアップジョイントアーム 40、42 (S J A 1 右、および

10

20

30

40

50

S J A 2 左)、ならびに1つの随意の補助アーム44(S J X)を支持する。代表的には、各アームは、患者側マニピュレーターの並進を三次元(x、y、z)で、そして患者側マニピュレーターの1つの垂直軸(方位)の周りの回転を収容する。上記セットアップジョイント右アーム40および上記セットアップジョイント補助アーム44のさらなる斜視図が、図6Aおよび6B中にそれぞれ示される。一般に、右アーム40および左アーム42は、右外科医制御および左外科医制御に対応するマニピュレータを支持し、その一方、補助またはアシスタントアーム44は、心臓手術のような複雑な手術の間で特に有益であるマニピュレータ位置決めでさらなるバリエーションのために提供される。上記配向プラットフォーム36は、内視鏡カメラマニピュレータ34を移動可能に支持するために、1つのセットアップジョイント中央アーム38(S J C)をさらに支持する。これらセットアップアーム38、40、42、44は、器具マニピュレータ32またはカメラマニピュレータ34を交換可能に支持し、そして位置決めし得ることが認識される。個々に位置決め可能なセットアップアーム38、40、42、44および付随するマニピュレータ32、34を支持するための配向プラットフォーム36の利用は、有利なことに、比較的スケールがダウンされたコンパクトなサイズを有する単純化された単一の支持ユニットを生じる。例えば、単一の配向プラットフォーム36は、しばしば、混乱し、そして面倒である、取り付けベースに各セットアップアーム38、40、42、44を個々に整列および取り付ける任意の必要性をなくし得る。これは、次に、より迅速でかつより容易なセットアップを可能にする。

10

20

【0035】

図6A、6B、9Aを参照して、各セットアップジョイントアーム38、40、42、44は、予備配置される離脱可能に固定可能なリンクおよびジョイントを規定する。好ましい実施形態では、各セットアップジョイントアーム38、40、42、44は、一对の隣接する固定可能な回転ジョイント48、50の間に延びる、少なくとも1つのバランスされた固定可能な接続された平行四辺形リンク構造物46を含む。この接続された平行四辺形構造物46はほぼ垂直な方向にある動きを収容し、そして隣接回転ジョイント48、50は、以下により詳細に説明されるように垂直軸の周りの旋回運動を収容する。1つ以上の直線状または湾曲した滑動軸が、任意またはすべての回転軸に代わって用いられ得る。平行四辺形構造物46の各々は、ほぼ類似の構造を有し得、この例では、可変長のリンク52、近位ブラケット54、および遠位ブラケット56を備える。リンク52は、垂直に配向された平面状平行四辺形形態で、近位ブラケット54および遠位ブラケット56それぞれに旋回して接続される。これは、垂直平面内のリンク52の回転運動を許容し、その一方、上記ブラケット54、56は、上記平行四辺形46がジョイント回転48、50によって変形するとき互いに実質的に平行なままである。図6Aに示されるように、さらなるリンク58が、セットアップジョイントアーム40、42のためのさらなるピボット60によって回転可能に連結され得る。より長い長さのさらなる補助リンク62が、セットアップジョイント補助アーム44のためにさらなる補助ピボット64によって回転可能に連結され得る。図9Aに示されるように、セットアップジョイント中央アーム38は、上記平行四辺形構造物46によって主に規定される比較的短い剛直性アームを備える。セットアップジョイントアーム38、40、42、44は、重量、張力スプリング、ガススプリング、擦りれスプリング、圧縮スプリング、空気または水力シリンダー、トルクモーター、またはそれらの組み合わせを含む種々の機構によってバランスされ得る。

30

40

【0036】

各セットアップジョイントアーム38、40、42、44は、マニピュレータ32、34によって提供される改善された範囲の運動に起因して、驚くべき単純化された運動学を有している(例えば、4を超えない自由度をもつ)。代表的には、これらアームは、図5A中にアーム38について矢印S J C 3、図6A中にアーム40についてS J A 1 3、および図6B中にアーム44について矢印S J X 3によって示されるように、ほぼ垂直方向の固定可能なリンクおよびジョイントの並進を収容する。これらアームはまた、2つまたは3つの垂直軸の周りでこれら固定可能なリンクおよびジョイントの回転を収容する。

50

図 6 A に見られるように、矢印 S J A 1 1、S J A 1 2、および S J A 1 4 は、セットアップジョイントアーム 4 0 の各々の回転ジョイント 6 0、4 8、5 0 を示す。左セットアップジョイントアーム 4 2 のための並進および回転軸 (S J A 2) は、図 6 A 中に示される右アーム 4 0 (S J A 1) のそれと同一である。図 6 B は、それぞれ矢印 S J X 1、S J X 2、および S J X 4 によってセットアップジョイント補助アーム 4 4 の回転ジョイント 6 4、4 8、5 0 を示す。矢印 S J C 2 および S J C 4 は、図 5 A 中のセットアップジョイント中央アーム 3 8 の各々の回転ジョイント 4 8、5 0 を示す。これらアーム 3 8、4 0、4 2、4 4 は、電力で作動され得、コンピューター制御され得、手動で配置され得るか、またはこれらの組み合わせであり得る。好ましくは、セットアップジョイントアーム 4 0、4 2 のジョイント S J A 1 1、S J A 2 1、および S J X 1 は、モーターをつけられ、その一方、その他のジョイントおよびセットアップジョイント中央アーム 3 8 は手動で位置決めされる。モーターは、プーリーおよびベルト機構を駆動するために、複数の固定可能なリンクまたは配向プラットフォーム内に位置され得る。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 7 】

セットアップジョイントアーム 3 8、4 0、4 2、4 4 の固定可能なジョイント 4 8、5 0、6 2、6 4 は、代表的には、ブレーキシステムを含み、これらアームが適切に展開された後、上記ジョイントをその場にロックされるようにすることを可能にする。このブレーキシステムは、少なくとも実質的に固定された形態で先に配置された固定可能なリンク 5 2、5 8、6 2 およびジョイント 4 8、5 0、6 2、6 4 の関節運動を解放可能に阻害する。このブレーキシステムは、好ましくは、固定された配置に向かって付勢され、そして固定可能なリンク 5 2、5 8、6 2 およびジョイント 4 8、5 0、6 2、6 4 を、これら固定可能なリンクおよびジョイントが関節運動され得る再位置決め可能な配置に解放するためのブレーキ解放アクチュエーターを含む。このシステムは、複数の固定可能なリンク 5 2、5 8、6 2 およびジョイント 4 8、5 0、6 2、6 4 をサーボ機構に連結するジョイントセンサーシステムをさらに含み得る。このセンサーシステムは、ジョイント配置信号を発生する。上記サーボ機構は、コンピューター、および上記ジョイント配置信号をこのコンピューターに伝達するジョイントセンサーシステムを含む。このコンピューターは、ジョイント配置信号を用いて、取り付けベースに対して固定された参照座標系と、器具との間の座標系変換を算出する。

【 0 0 3 8 】

図 6 A、6 B、9 A を再び参照して、マニピュレーター 3 2、3 4 は、マニピュレーターベース 6 6 が、水平に対して固定された角度であるように機械的に拘束される。図 6 A に示されるように、セットアップジョイントアーム 4 0 によって支持されるマニピュレーター 3 2 は、 $40^\circ \sim 約 60^\circ$ 、好ましくは $約 45^\circ \sim 約 50^\circ$ の範囲で水平に対して角度がオフセットされる。図 6 B に示されるように、セットアップジョイント補助アーム 4 4 によって支持されるマニピュレーター 3 2 は、 $0^\circ \sim 約 20^\circ$ 、好ましくは $約 15^\circ$ だけ水平に対して角度がオフセットされる。図 9 A に示されるように、セットアップジョイント中央アーム 3 8 によって支持されるマニピュレーター 3 4 は、 $40^\circ \sim 約 90^\circ$ 、好ましくは $約 65^\circ \sim 約 75^\circ$ の範囲で水平に対して角度がオフセットされる。

【 0 0 3 9 】

好ましくは、マニピュレーター 3 2、3 4 は、スペース中の旋回点の周りで器具の球旋回を拘束するためのオフセット遠隔中心リンクを備え、ここで、上記セットアップジョイントアーム 3 8、4 0、4 2、4 4 の固定可能なリンク 5 2、5 8、6 2 およびジョイント 4 8、5 0、6 2、6 4 の作動は、上記旋回点を移動する。上記で論議されたように、このロボット手術システムの全体の複雑さは、このシステムの運動の改良された範囲に起因して低減され得る。詳細には、セットアップジョイントアーム 3 8、4 0、4 2、4 4 中の自由度の数が低減され得る (例えば、6 より少ない自由度)。これは、セットアップジョイントアーム 3 8、4 0、4 2、4 4 のより少ない予備配置を必要とするに過ぎないより単純なシステムプラットフォームを可能にする。従って、手術室人員は、専門訓練をほとんどなしに、またはそれなしに手術のためにこのロボットシステムを迅速に配列お

よび準備し得る。セットアップアーム 38、40、42、44 の低減された機械的複雑さを提供するための例示のオフセット遠隔中央マニピュレーター 32、34 は、米国特許出願第 10 / 957, 077 号にさらに詳細に記載されている。

【0040】

図 6 A、6 B、9 A に示される実施形態では、オフセット遠隔中央マニピュレーター 32、34 は、一般に、マニピュレーターベース 66、平行四辺形リンケージベース 68、複数の駆動されるリンクおよびジョイント 70、72、および器具ホルダー 74 を含む。上記マニピュレーターベース 66 は、偏揺れ軸としても知られる第 1 の軸の周りの回転のために、平行四辺形リンケージベース 68 に回転可能に連結される。平行四辺形リンケージベース 68 は、回転の旋回ジョイントによって一緒に連結される剛直性リンク 70、72 によって器具ホルダー 74 に連結される。上記複数の駆動されるリンクおよびジョイント 70、72 は、上記器具が上記器具ホルダー 74 に取り付けられ、そして上記シャフトが上記平行四辺形の平面に沿って移動されるとき、回転の中心（旋回点）78 に対して器具またはカニューレ 76 の細長いシャフトを拘束するように平行四辺形を規定する。上記第 1 の軸と、上記平行四辺形リンケージベース 68 に隣接する平行四辺形の第 1 の辺とは、回転の中心 76 でシャフトと交差し、ここで、平行四辺形の第 1 の辺は、上記第 1 の軸から角度がオフセットされている。

10

【0041】

手術マニピュレーター 32、34 のマニピュレーターベース 66 は、上記で詳細に記載されたように、セットアップアーム 38、40、42、44 によって一定の仰角で取り付けられ、そして支持される。この実施形態におけるマニピュレーターベース 66 は、セットアップアーム 38、40、42、44 のマニピュレーターベース支持体 80 に、ネジまたはボルトによって固定される。例示のセットアップアーム 38、40、42、44 は、遠隔中央マニピュレーター 32、34 の幾何学的形状に適合するマニピュレーターベース支持体 80 を有するけれども、マニピュレーターベース支持体 80 は、その他の遠隔手術マニピュレーターに適合する種々の代替の支持形態をとり得る。例えば、このマニピュレーターベース支持体は、さらなる代替の遠隔中央マニピュレーター、中立の中央マニピュレーター、コンピューター化中央マニピュレーター、ソフトウェア中央マニピュレーター、およびこれらの機能的原理の組み合わせを採用するマニピュレーター類を支持するような形態であり得る。さらに、上記に注記したように、セットアップアーム 38、40、42、44 のマニピュレーターベース支持体 80 は、器具マニピュレーター 32 またはカメラ 34 マニピュレーターを交換可能に支持および位置決めし得る。

20

30

【0042】

ここで、図 7 A ~ 7 D を参照して、配向プラットフォーム 36 の上および下からのさらなる斜視図が示される。この配向プラットフォーム 36 は、図 7 B および 7 C の下からの図で示されるように、複数のアーム 38、40、42、44 にそれぞれ回転可能に連結可能な 4 つのハブ 82、84、86、88 を有する、ほぼ水平であるグランドピアノ形状のプラットフォームを備える。特に、内視鏡カメラマニピュレーター 34 を支持するセットアップジョイント中央アーム 38 の回転ジョイント 48 は、配向プラットフォーム 36 の側面に対してオフセットされるハブ 82 に回転可能に連結される。患者側マニピュレーター 32 を支持する左右のセットアップジョイントアーム 40、42 の回転ジョイント 60 は、上記配向プラットフォーム 36 のハブ 84、86 にそれぞれ回転可能に連結される。最後に、患者側マニピュレーター 32 を支持するセットアップジョイント補助アーム 44 の回転ジョイント 64 は、ハブ 88 に回転可能に連結される。ハブ 88 は、この配向プラットフォーム 36 の中央線上にあり、その結果、上記補助アーム 44 は、左右いずれの側でも利用され得る。5 つのセットアップジョイントアーム支持体の場合、ハブは、ハブ 84 および 86 の位置決めと同様に、右側のための補助アームおよび左側のための別の保持アームとともに上記中央線の各側に位置決めされ得る。上記配向プラットフォーム 36 の形状、およびハブ 82、84、86、88、90 の相対位置は、このシステムの増加した操縦性およびアームおよび / またはマニピュレーター間の衝突障害にさらに寄与する。

40

50

【 0 0 4 3 】

図 7 A および 7 D に示されるように、第 5 のハブ 9 0 は、図 8 A および 8 B に関して以下により詳細に論議されるように、プラットフォームリンケージ 9 2 に連結可能である。この第 5 のハブ 9 0 は、好ましくは内視鏡のためのその切開部位と一致する、上記セットアップジョイント中央アーム 3 8 の旋回点 7 8 と整列される。この第 5 のハブ 9 0 は、図 5 A において矢印 S J C によって示されるような垂直軸の周りの配向プラットフォーム 3 6 の回転を提供する。手術切開と整列される内視鏡マニピュレーター 3 4 の旋回点 7 8 の周りの上記配向プラットフォーム 3 6 の回転は、有利なことに、この配向プラットフォーム 3 6、および付随するセットアップアーム 3 8、4 0 の、手術手順が行われるべき方向における増加した操縦可能性を可能にする。これは、複雑な手術の間で特に有益であり、マニピュレーター 3 2、3 4 の位置決めが、この第 5 のハブ 9 0 の周りで配向プラットフォーム 3 6 を単に回転することにより手術途中で変動され得るからである。代表的には、上記器具は、安全性目的のために回転の前に退却され得る。配向プラットフォーム 3 6 の小回転または手術テーブルの傾きのために、低摩擦の、そしてバランスされたアーム 4 0、4 2、4 4 は、移動の間でカニューレが取り付けられながら、切開からの力によって押されて浮遊し得る。

10

【 0 0 4 4 】

ハブ 9 0 の周りの配向プラットフォーム 3 6 の回転 (S J C 1)、ハブ 8 4、8 6 の周りのセットアップジョイントアーム 4 0、4 2 の回転 (S J A 1 1)、およびハブ 8 8 の周りのセットアップジョイント補助アーム 4 4 の回転 (S J X 1) は、好ましくは電力で作動されるが、それに代わって手動またはコンピューターで制御され得る。配向プラットフォーム回転 (S J C 1) のためにベルトおよびプーリー機構 9 4 を駆動するモーターは、図 7 C に示されるように配向プラットフォーム内にある。ブレーキシシステムがまた、配向プラットフォーム 3 6 がその場にロックされるべきことを可能にするために含まれ得る。それぞれ、右、左、および補助セットアップアーム回転 (S J A 1、S J X 1) 4 0、4 2、4 4 のためのモーター駆動ベルトおよびプーリー機構 9 6、9 8、1 0 0 もまた、図 7 D に示されるように配向プラットフォーム 3 6 内にある。図 7 C および 7 D は、各々の付随するセットアップアーム 3 8、4 0、4 2、4 4 のための電子モジュールコントロール 1 0 2 をさらに示す。この配向プラットフォーム 3 6 は、図 7 A および 7 B に示されるように、相互作用モニターのようなディスプレイ 1 0 4 をさらに含む。このディスプレイ 1 0 4 は、セットアップ目的、器具変更、および / または手順を人員が見ることのために用いられ得る。このディスプレイ 1 0 4 は、好ましくは、平行四辺形リンケージ 1 0 6 で配向プラットフォーム 3 6 に調節可能に取り付けられ、その結果、人員は、このモニターを所望の方向で見ることができる。

20

30

【 0 0 4 5 】

ここで、図 8 A および 8 B を参照して、ハブ 9 0 で配向プラットフォーム 3 6 を移動可能に支持するためのプラットフォームリンケージ 9 2 の下および上からの斜視図が示される。このプラットフォームリンケージ 9 2 は、一般に、直線状レール 1 0 8、このレール 1 0 8 に連結可能なスライド可能なキャリッジ 1 1 0、ならびに近位端 1 1 4 上でキャリッジ 1 1 0 に、そして遠位端 1 1 6 上でハブ 9 0 を経由して配向プラットフォーム 3 6 に回転可能に連結可能な少なくとも 1 つのアーム 1 1 2 を備える。このプラットフォームリンケージ 9 2 は、有利なことに、配向プラットフォーム 3 6 の並進を三次元 (x、y、z) で收容することによってモジュールマニピュレーター支持体 3 0 の操縦可能性を増大する。配向プラットフォームのほぼ水平方向の移動は、矢印 O P 1 によって示される。配向プラットフォームのほぼ垂直方向の移動は矢印 O P 2 によって示される。配向プラットフォームのこの頁の内外の移動は、矢印 O P 3 によって示されるように、ジョイント 1 2 0 の回転移動によって関節運動される。プラットフォームリンケージ 9 2 はさらに、矢印 S J C 1 によって示されるように、1 つの垂直軸の周りの配向プラットフォーム 3 6 の回転をさらに收容する。アーム 1 1 2 は、好ましくは、一对の隣接するジョイント 1 2 0、1 2 2 の間を延びる 4 つの棒の平行四辺形リンケージ 1 1 8 を備える。第 5 のハブ 9 0 は、配向プラットフォーム 3 6

40

50

の回転（SJC1）を収容するけれども、このシステムはまた、この第5のハブ90がプラットフォームリンクージ92に回転可能に連結可能であり、その結果、このプラットフォームリンクージが配向プラットフォームの旋回運動を収容することが認識され得る。

【0046】

この配向プラットフォーム36のプラットフォームリンクージ92に起因する運動の範囲の増加した範囲は、患者の身体の広い範囲に亘って切開部位への接近を許容する。これは、これらマニピュレーター32、34が手術中に代替の手術部位に迅速に再位置決めされ得る、複雑でかつ長い手順を実施しているとき特に有益である。代表的には、器具類は、安全性目的のために上記配向プラットフォーム36の並進または回転の前に退却され得る。プラットフォームリンクージ92は、好ましくは、電力で作動されるが、それに代わって、手動またはコンピューターで制御され得る。モーターは、プラットフォームリンクージ92内であるか、または配向プラットフォーム36内に位置され得、プーリーおよびベルト機構を駆動する。例えば、ハブ90の周りの配向プラットフォーム回転（SJC1）のための調和駆動を備えたベルトおよびプーリー機構94を駆動するモーターは、図7Cに示されるように、配向プラットフォーム内にある。ブレーキシステムもまた含められ得、プラットフォームリンクージ92がその場にロックされることを可能にする。

【0047】

図8Bに示されるように、プラットフォームリンクージ92は、好ましくは、ボルト124またはその他の従来の固定具デバイスを経由して取り付けベースに取り付けられる。この取り付けベースは、好ましくは、上記マニピュレーター支持体アセンブリ92、30がこのベースからほぼ下方に延びることを許容するように、天井高さ支持体構造物を備える。この天井高さに取り付けられたマニピュレーター支持体アセンブリは、有利には、手術室におけるスペース利用、特に、人員のための作業テーブルおよび/または手術設備に隣接するスペースを特に整頓し、および床上のロボット設備および配線を最小にすることを改善する。さらに、天井高さに取り付けられたマニピュレーター支持体アセンブリは、手順の間にその他の隣接するマニピュレーターとの衝突およびスペース闘争の可能性を最小にし、そしてこのロボット手術システムが使用されないとき便利な貯蔵を提供する。

【0048】

この用語「天井高さ支持体構造物」は、手術室天井上、それに隣接して、またはその中に配置される支持構造物を含み、そして、特に、代表的な手術室天井より高い場合に実際の天井高さを実質的に下回って配置される支持構造物を含む。上記取り付けベースは、図8Aおよび8Bに示されるように、ジョイントを用いて、壁に対してそれを引くことにより、マニピュレーター支持体アセンブリ92、30が貯蔵されることを許容する。この取り付けベースは、当初の、または補強された構造要素、ジョイスト、またはビームのような現存する建築術要素を含み得る。さらに、この取り付けベースは、振動を阻害するために十分に剛直でかつ硬い材料から形成され得る。あるいは、粘性またはエラストマダンパーのような受動的な手段、またはサーボ機構のような能動的な手段が、垂直方向および/または水平方向の病院建物の振動に反作用するか、または床間移動するために用いられ得る。

【0049】

ここで、図9Aおよび9Bを参照して、内視鏡カメラロボットマニピュレーター34を支持するセットアップジョイント中央アーム38の斜視図が示される。図9Cは、平面図を示す。上記で論議されたように、このセットアップジョイント中央アーム38は、平行四辺形構造物46によって主に規定される比較的短い垂直に近い剛直性アームを備える。このセットアップジョイント中央アーム38は、その他の3つのアーム40、42、44より短い平行四辺形リンク52を有する。このセットアップジョイント中央アーム38は、代表的には手動で位置決めされる3つの自由度（SJC2、SJC3、SJC4）を有する。このセットアップジョイント中央アーム38は任意の余分のジョイントはない。なぜなら、この方位角は、配向プラットフォーム36の回転によって制御されるからである。図9Dおよび9Eは、矢印SJC3によって示されるようなセットアップジョイント中央

10

20

30

40

50

アーム 38 の並進を示す。図 9 F および 9 G は、矢印 S J C 4 によって示されるようなセットアップジョイント中央アーム 38 回転運動を示す。

【 0 0 5 0 】

ここで、図 10 A および 10 B を参照して、患者側ロボットマニピュレーター 32 を支持するセットアップジョイントアーム 40 の斜視図および平面図が示される。上記で論議されたように、このセットアップジョイントアーム 40 は、4 つの自由度を有し (S J A 1 1、S J A 1 2、S J A 1 3、S J A 1 4)、ここで、S J A 1 1 ジョイントはモーターで駆動され、そしてその他のジョイントは手動で位置決めされる。図 10 C および 10 D は、矢印 S J A 1 2 によって示されるようなセットアップジョイントアーム 40 の回転運動を示す。図 10 E および 10 F は、矢印 S J A 1 3 によって示されるようなセットアップジョイントアーム 40 の並進を示す。図 10 G および 10 H は、矢印 S J A 1 3、および S J A 1 4 によって示されるようなセットアップジョイントアーム 40 の並進および回転運動を示す。左のセットアップジョイントアーム 42 の並進軸および回転軸は、右アーム 40 のそれ (S J A 1) と同じである。

10

【 0 0 5 1 】

ここで、図 11 A および 11 B を参照して、患者側ロボットマニピュレーター 32 を支持するセットアップジョイント補助アーム 44 の斜視図および平面図が示される。上記で論議されたように、このセットアップジョイント補助アーム 44 は、上記セットアップジョイントアーム 4 と運動学が類似しているが、長さがより長く、そしてそのハブ 88 が上記配向プラットフォーム 36 の端部上にあるとき、より浅い角度を有する。このセットアップジョイント補助アーム 44 は 4 つの自由度 (S J X 1、S J X 2、S J X 3、S J X 4) を有し、ここで、S J X 1 ジョイントはモーターで駆動され、そしてその他のジョイントは手動で位置決めされる。図 11 C および 11 D は、矢印 S J X 4 によって示されるようなセットアップジョイント補助アーム 44 の回転運動を示す。

20

【 0 0 5 2 】

ここで、図 12 A、12 B および 12 C を参照して、配向プラットフォーム 36 なしで 4 つのセットアップジョイント 38、40、42、44 の上からの斜視図が示される。これらの描写は、方位角を変える余分の自由度の作用を示し、これは、患者側マニピュレーター 32 を、内視鏡カメラマニピュレーター 34 に対しより遠く、またはより近く移動する。作動において、一旦、モーター駆動ジョイント位置 S J A 1、S J A 2、および S J X 1 が、代表的には予備設定値に設定されると、使用者は、患者側マニピュレーターの遠隔中心を角切開と整列しなければならないに過ぎない。これは、各患者側マニピュレータを、この切開内に既に位置決めされている付随するカニューレに取り付けることによってなされ得る。これは、セットアップジョイント位置を自動的に設定する。なぜなら、残りの余分さが無いからである。これら 3 つのジョイントの低摩擦およびバランスすることは、患者側マニピュレーターが浮遊することを可能にし、その結果、各マニピュレーターは、それを有利に単一の点で保持することにより制御され得る。モーター駆動ジョイントを異なる位置に設定することは、カニューレが取り付けられた後に患者側マニピュレーターに対して異なる方位角を生じる。換言すれば、この余分のモーター駆動ジョイントの機能は、患者側マニピュレータを、別の患者側マニピュレーターまたは内視鏡マニピュレーターからより遠くに、またはそれにより近くにすることである。あるいは、カニューレが取り付けられた後、上記方位角は、上記セットアップジョイントブレーキが解放され、そしてカニューレが切開中に保持されながら、モーターを作動することによって調節され得る。

30

40

【 0 0 5 3 】

理解の明瞭さのため、および例により、ある程度詳細に特定の例示の実施形態および方法が説明されているが、前述の開示から、このような実施形態および方法のバリエーション、改変、変更、および適合が本発明の真の思想および範囲から逸脱することなくなされ得ることは当業者に明らかである。従って、上記の説明は、添付の特許請求の範囲によって規定される本発明の範囲を制限するとして考慮されるべきではない。

50

【 図 1 】

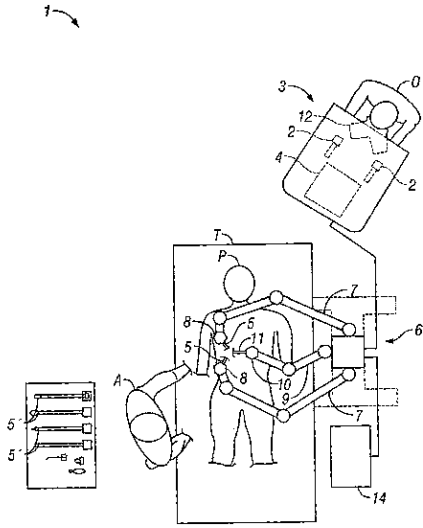


FIG. 1
(先行技術)

【 図 2 】

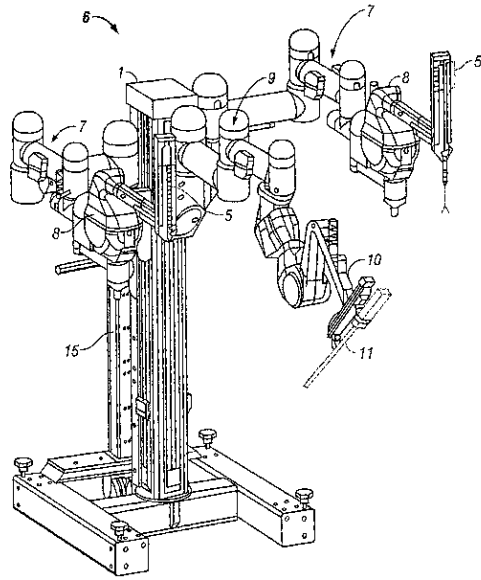


FIG. 2
(先行技術)

【 図 3 A 】

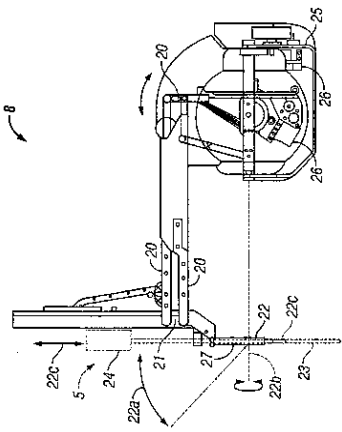


FIG. 3A
(先行技術)

【 図 3 B 】

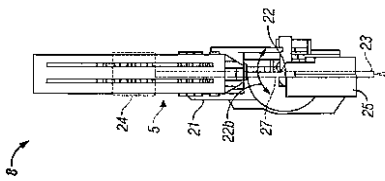


FIG. 3B
(先行技術)

【 図 4 】

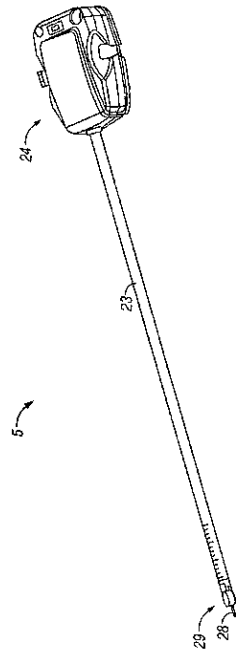


FIG. 4
(先行技術)

【 図 5 - 1 】

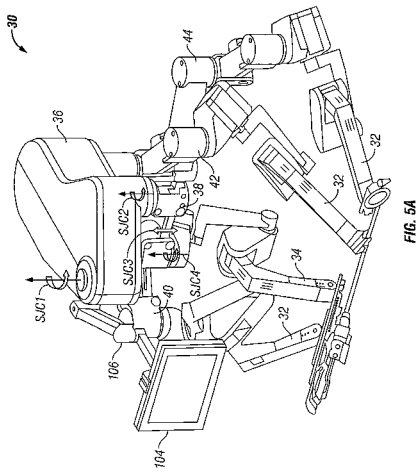


FIG. 5A

【 図 5 - 2 】

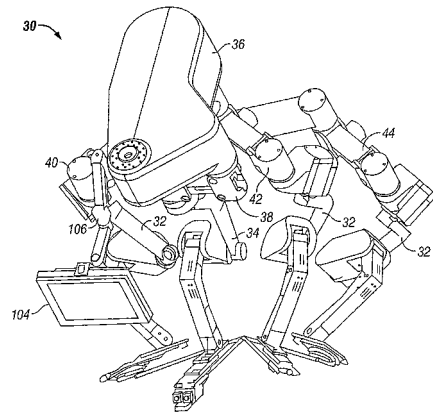


FIG. 5B

【 図 6 】

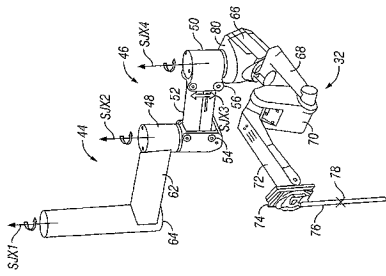


FIG. 6A

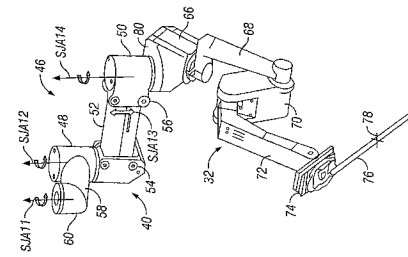


FIG. 6B

【 図 7 - 1 】

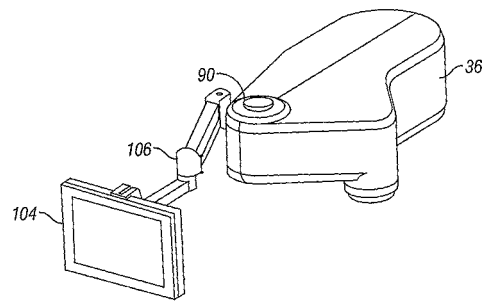


FIG. 7A

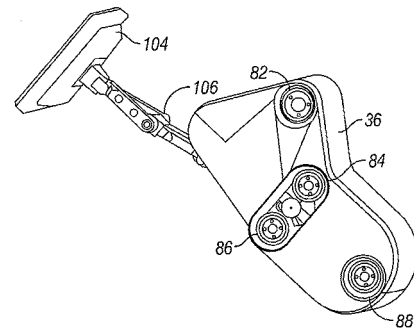


FIG. 7B

【 図 7 - 2 】

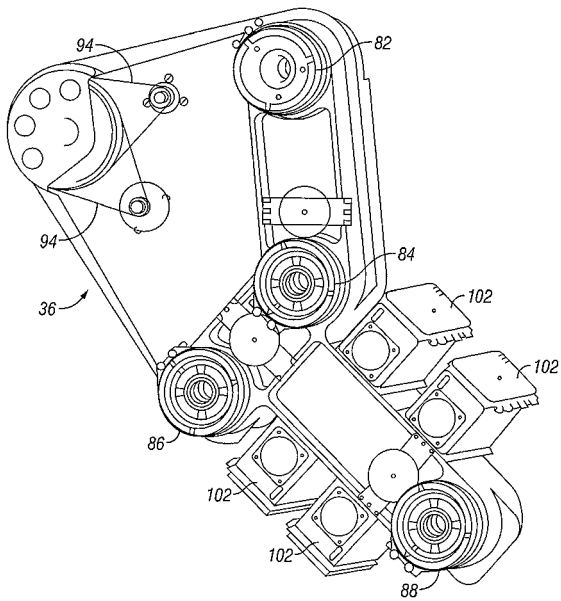


FIG. 7C

【 図 7 - 3 】

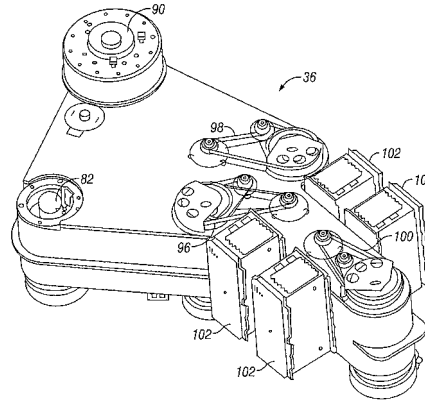
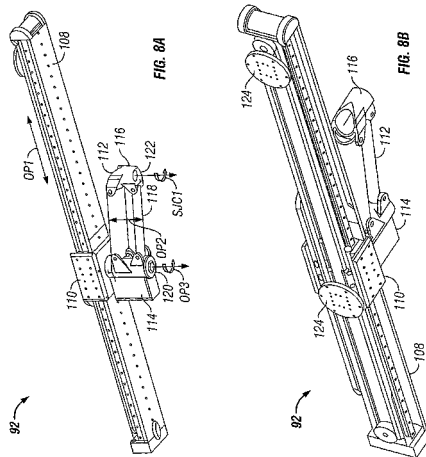


FIG. 7D

【 図 8 】



【 図 9 - 1 】

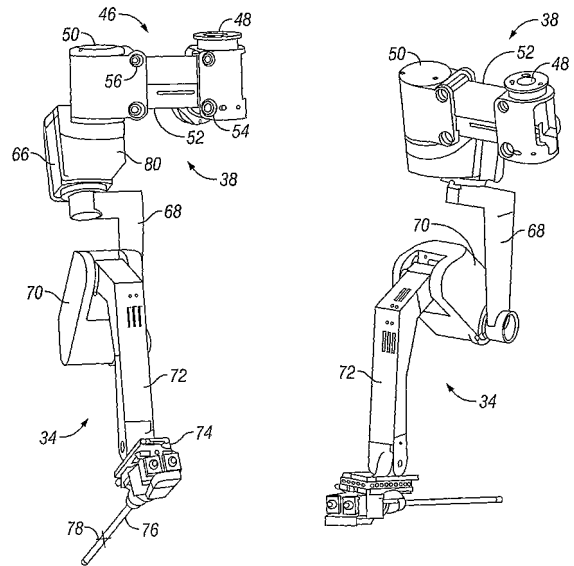


FIG. 9A

FIG. 9B

【 図 9 - 2 】

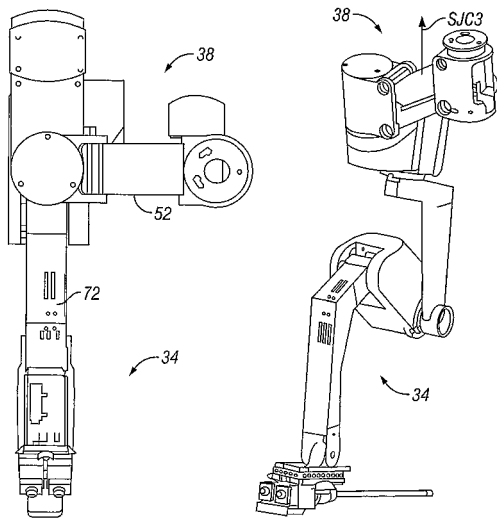


FIG. 9C

FIG. 9D

【 図 9 - 3 】

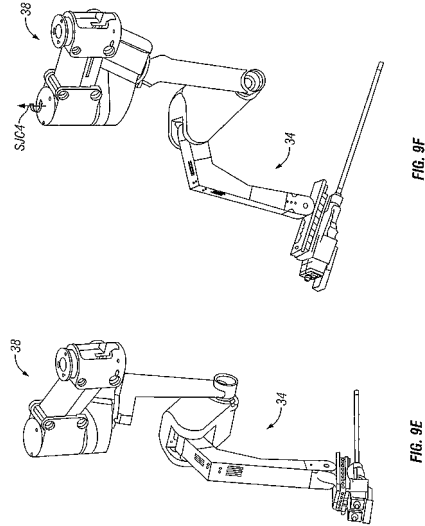


FIG. 9E

FIG. 9F

【 図 9 - 4 】

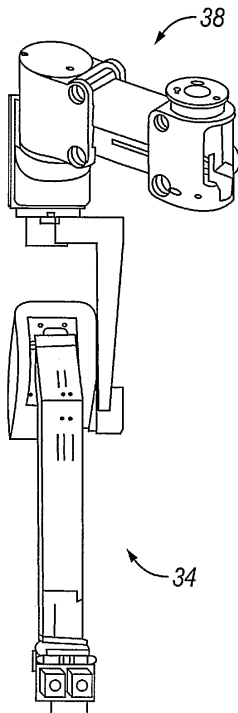


FIG. 9G

【 図 10 - 1 】

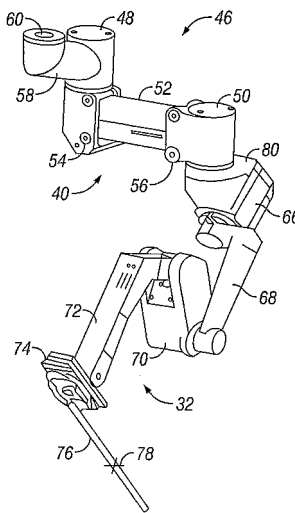


FIG. 10A

【 図 10 - 2 】

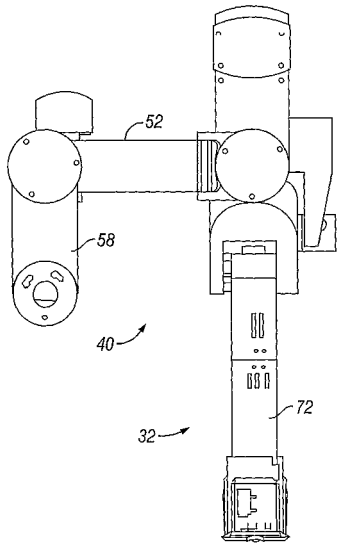


FIG. 10B

【 図 10 - 3 】

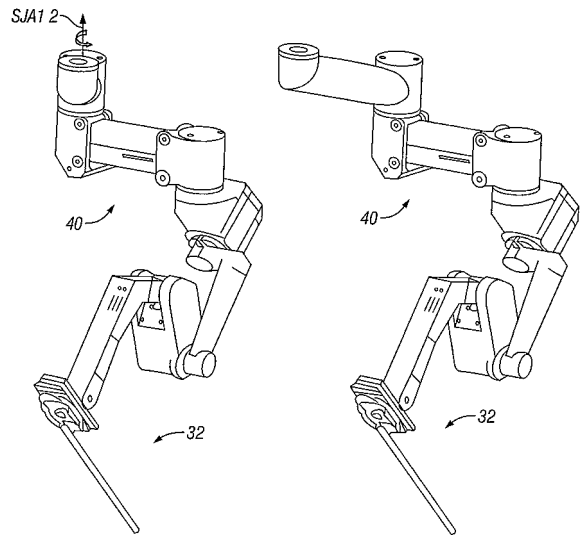


FIG. 10C

FIG. 10D

【 図 10 - 4 】

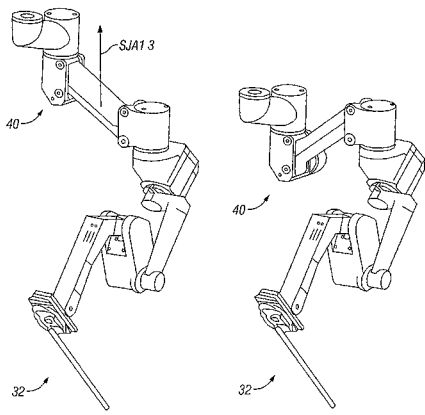


FIG. 10E

FIG. 10F

【 図 10 - 5 】

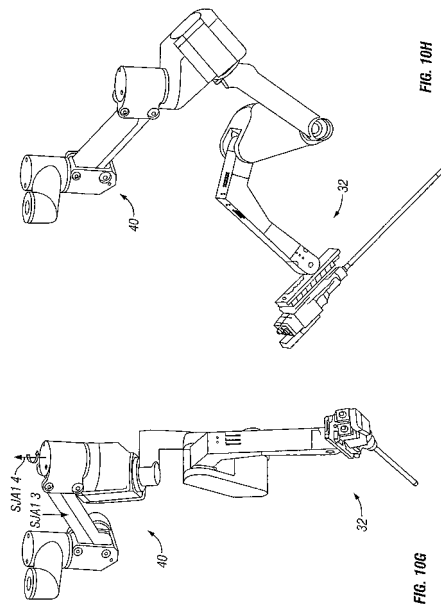


FIG. 10G

FIG. 10H

【 図 1 1 - 1 】

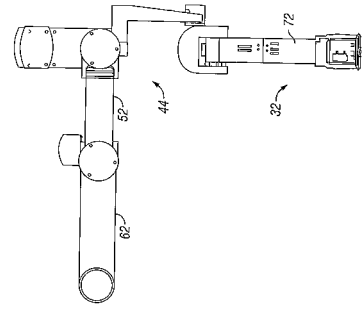


FIG. 11B

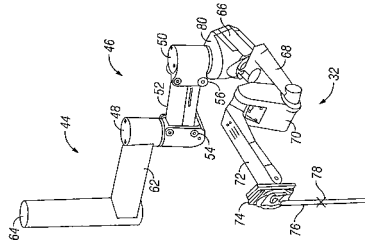


FIG. 11A

【 図 1 1 - 2 】

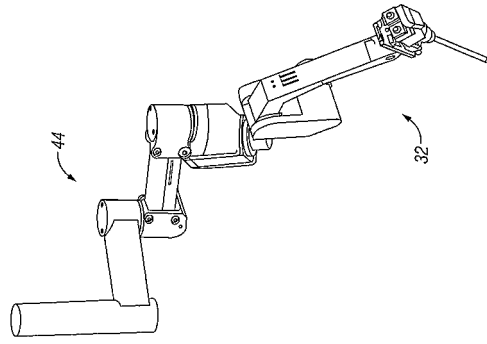


FIG. 11D

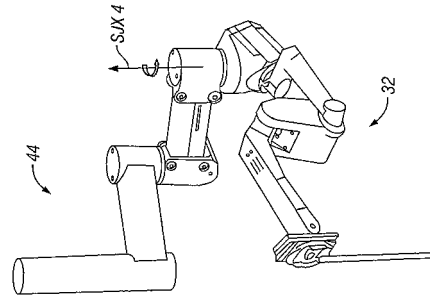


FIG. 11C

【 図 1 2 】

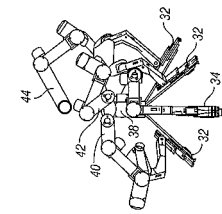


FIG. 12B

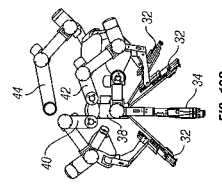


FIG. 12C

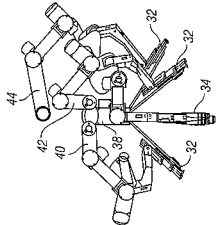


FIG. 12A

フロントページの続き

- (72)発明者 トーマス クーパー
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94025, メンロ パーク, コンコード ドライブ 3
04
- (72)発明者 スティーブン ジェイ ブルメンクランツ
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94062, レッドウッド シティ, ヒルクレスト ド
ライブ 954
- (72)発明者 ゲーリー エス グタート
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94040, マウンテン ビュー, マウント ビュー ア
ベニュー 1027
- (72)発明者 デイビッド ローザ
アメリカ合衆国 カリフォルニア 95125, サン ノゼ, ウィロー グレン ウェイ 9
49

【外国語明細書】

2012143589000001.pdf