

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5757955号  
(P5757955)

(45) 発行日 平成27年8月5日(2015.8.5)

(24) 登録日 平成27年6月12日(2015.6.12)

(51) Int.Cl.

F 1

A 6 1 B 19/00 (2006.01)

A 6 1 B 19/00 5 0 2

請求項の数 19 (全 45 頁)

(21) 出願番号 特願2012-538973 (P2012-538973)  
 (86) (22) 出願日 平成22年11月11日(2010.11.11)  
 (65) 公表番号 特表2013-510671 (P2013-510671A)  
 (43) 公表日 平成25年3月28日(2013.3.28)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2010/056345  
 (87) 国際公開番号 WO2011/060139  
 (87) 国際公開日 平成23年5月19日(2011.5.19)  
 審査請求日 平成25年9月10日(2013.9.10)  
 (31) 優先権主張番号 12/617,937  
 (32) 優先日 平成21年11月13日(2009.11.13)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 510253996  
 インテュイティブ サージカル オペレー  
 ションズ, インコーポレイテッド  
 アメリカ合衆国 94086 カリフォル  
 ニア州 サニーヴェイル キーファー・ロ  
 ード 1020  
 (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】 低侵襲遠隔操作外科手術器具のための患者側外科医インターフェース

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

表示デバイスおよびマスタインターフェースを含む患者側外科医インターフェースであって、

該表示デバイスは、手術室内の滅菌外科手術野内で作業する人物による視認を可能にするために、該手術室内に搭載されるように構成されており、

該マスタインターフェースは、

機械的に固定されていないマスタツールグリップと、

ハンド追跡送信機であって、該機械的に固定されていないマスタツールグリップは、該滅菌外科手術野内に位置付けられており、該ハンド追跡送信機は、該機械的に固定されていないマスタツールグリップから分離され隔てられるように構成されており、該機械的に固定されていないマスタツールグリップは、該ハンド追跡送信機と共同して、感知された機械的に固定されていないマスタツールグリップの位置および配向情報を、該機械的に固定されていないマスタツールグリップを操作する人物に対して定義された身体中心の基準フレームで生成するように構成されている、ハンド追跡送信機と

を含む、患者側外科医インターフェースと、

外科手術エンドエフェクタを含む遠隔操作スレーブ外科手術器具であって、該遠隔操作スレーブ外科手術器具の少なくとも一部分は、該滅菌外科手術野内に位置付けられるように構成されている、遠隔操作スレーブ外科手術器具と、

該機械的に固定されていないマスタツールグリップと、該ハンド追跡送信機と、該表示

10

20

デバイスと、該遠隔操作スレーブ外科手術器具とに結合された制御システムとを備え、

該制御システムは、該身体中心の基準フレームにおける該感知された位置および配向情報を受信するように構成されており、

該制御システムは、該感知された位置および配向情報を使用して、制御コマンドを生成するように構成されており、

該制御システムは、該制御コマンドを送信し、該表示デバイス上に表示される画像と関連付けられた基準フレームに対して、該外科手術エンドエフェクタを移動させるように構成されている、低侵襲外科手術システム。

【請求項 2】

10

制御ハンドルを含む手動操作外科手術デバイスをさらに備え、該制御ハンドルは、人物による該外科手術デバイスの手動操作を制御するように構成されており、該制御ハンドルは、前記機械的に固定されていないマスタツールグリップを操作する人物が、該手動操作外科手術デバイスの制御ハンドルもまた操作することにより、該外科手術デバイスの手動操作を制御するように、前記滅菌外科手術野内に位置付けられる、請求項 1 に記載の低侵襲外科手術システム。

【請求項 3】

前記患者側外科医インターフェースは、前記手術室内の前記表示デバイスから一定の距離のブーム上に搭載されるように構成されている立体的画像ビューアをさらに備え、

該立体的画像ビューアを通して該表示デバイス上で画像を視認する際に、立体的画像が見られる、請求項 1 に記載の低侵襲外科手術システム。

20

【請求項 4】

前記患者側外科医インターフェースは、表示デバイスモーションインターロックをさらに備え、

該表示デバイスモーションインターロックは、前記スレーブ外科手術器具の運動が前記マスタツールグリップの追従運動であることを示す前記制御システムからの信号を受信すると、前記表示デバイスの移動を防止するように構成されている、請求項 1 に記載の低侵襲外科手術システム。

【請求項 5】

前記患者側外科医インターフェースは、表示デバイススペースの非手動プレゼンスインターロックをさらに備え、

30

該表示デバイススペースのプレゼンスインターロックは、前記機械的に固定されていないマスタツールグリップを操作する前記人物の存在または不在を示す信号を前記制御システムに提供するように構成されている、請求項 1 に記載の低侵襲外科手術システム。

【請求項 6】

前記患者側外科医インターフェースは、前記表示デバイスを搭載した可動ブームをさらに備え、

該可動ブームは、前記手術室内の手術台の近くでの該表示デバイスの位置決めを可能にするように構成されている、請求項 1 に記載の低侵襲外科手術システム。

【請求項 7】

40

前記患者側外科医インターフェースは、手術台の位置に対して可動であるように構成されている安定化プラットフォームをさらに備え、

該安定化プラットフォームは、外科医が前記マスタツールグリップを把持する間、該外科医の前腕を支持するように構成されており、

該安定化プラットフォームは、前記表示デバイスのいかなる移動からも独立して移動されるように構成されている、請求項 1 に記載の低侵襲外科手術システム。

【請求項 8】

前記安定化プラットフォームは、複数の車輪を含み、該複数の車輪は、手術台の前記位置に対して該安定化プラットフォームを移動させるように構成されている、請求項 7 に記載の低侵襲外科手術システム。

50

**【請求項 9】**

前記安定化プラットフォームは、前記手術台に搭載されるように構成されている、請求項 7 に記載の低侵襲外科手術システム。

**【請求項 10】**

前記安定化プラットフォームは、ブームに搭載されるように構成されている、請求項 7 に記載の低侵襲外科手術システム。

**【請求項 11】**

前記患者側外科医インターフェースは、前記制御システムに結合された少なくとも 1 つのペダルを有するフットトレイをさらに備えている、請求項 1 に記載の低侵襲外科手術システム。

10

**【請求項 12】**

前記機械的に固定されていないマスタツールグリップは、前記制御システムに結合された 1 つ以上のスイッチをさらに備えている、請求項 1 に記載の低侵襲外科手術システム。

**【請求項 13】**

前記 1 つ以上のスイッチのうちの少なくとも 1 つは、前記機械的に固定されていないマスタツールグリップを操作する前記人物の存在または不在を示す信号を前記制御システムに提供するように構成されている、請求項 12 に記載の低侵襲外科手術システム。

**【請求項 14】**

前記 1 つ以上のスイッチのうちの少なくとも 1 つは、前記制御システムにマスタクラッチ信号を提供するように構成されている、請求項 12 に記載の低侵襲外科手術システム。

20

**【請求項 15】**

前記 1 つ以上のスイッチのうちの少なくとも 1 つは、前記制御システムにカメラ制御信号を提供するように構成されている、請求項 12 に記載の低侵襲外科手術システム。

**【請求項 16】**

前記機械的に固定されていないマスタツールグリップは、グリップセンサをさらに備え、  
該グリップセンサは、前記制御システムにグリップ閉合情報を提供するように構成されており、

該グリップ閉合情報は、前記エンドエフェクタの閉合に関係している、請求項 1 に記載の低侵襲外科手術システム。

30

**【請求項 17】**

前記制御システムは、ラチェットシステムをさらに備えており、該ラチェットシステムは、前記マスタツールグリップが移動させられた際に、前記外科手術エンドエフェクタに対する該マスタツールグリップの配向を継続的に改善するように構成されている、請求項 1 に記載の低侵襲外科手術システム。

**【請求項 18】**

前記制御システムに結合された外科医のコンソールをさらに備え、該外科医のコンソールは、第 2 の表示デバイスおよびマスタツールマニピュレータを含む、請求項 1 に記載の低侵襲外科手術システム。

**【請求項 19】**

前記制御システムは、プロキシ視覚モジュールをさらに備え、該プロキシ視覚モジュールは、前記外科医のコンソールの前記第 2 の表示デバイスに結合され、かつ、前記患者側外科医インターフェースの前記表示デバイスに結合され、プロキシ視覚を提供し、該プロキシ視覚は、前記機械的に固定されていないマスタツールグリップおよび該外科医のコンソールの前記マスタツールマニピュレータのうちのいずれかを移動させることによって移動される、請求項 18 に記載の低侵襲外科手術システム。

40

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明の態様は、低侵襲遠隔操作外科手術システムに関し、より具体的には、低侵襲遠

50

隔操作外科手術システムのための患者側外科医インターフェースに関する。

【背景技術】

【0002】

Intuitive Surgical, Inc. (Sunnyvale, California) 製 da Vinci (登録商標) Surgical System は、身体への外傷の低減、早期回復、短入院期間等、多くの効果を患者にもたらし、低侵襲遠隔操作ロボット外科手術システムである。da Vinci (登録商標) Surgical System は、低侵襲スレーブ外科手術器具の直感的かつ人間工学的制御を提供し、これは、外科医に対して、テレプレゼンスをもたらす。本システムは、3次元立体ビューア、2つのマスタツールマニピュレータ、動作モードを制御するためのフットペダル、ならびに長時間における座位使用のための人間工学的ヘッドおよびアームレストを提供する、専用外科医コンソールを組み込む。

10

【0003】

そのような遠隔操作ロボット外科手術システムを使用する間、外科医は、典型的には、滅菌外科手術野から物理的に分離されている。したがって、外科医は、ロボットの制御することができない、何らかのタスクを患者側で行うために、手術室内にいるアシスタントに依存する。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

20

患者側外科医インターフェースは、低侵襲遠隔操作外科手術システムを使用する際、高度な能力を提供する。患者側外科医インターフェースは、外科手術の滅菌外科手術野内に少なくとも1つの構成要素を有する。構成要素によって、外科医は、滅菌外科手術野内から、時として、スレーブ外科手術器具と称される、少なくとも1つの遠隔操作スレーブ外科手術器具を制御することが可能となる。したがって、患者側外科医インターフェースによって、外科医は、外科手術を受ける患者に隣接する滅菌外科手術野内に存在することが可能となる。

【0005】

滅菌外科手術野内から、低侵襲スレーブ外科手術器具を制御することによって、低侵襲外科手術は、外科医による直接的視覚化と組み合わせることができる。患者への近接性によって、外科医は、腹腔鏡下器具等の1つ以上の手動操作器具とともに、遠隔操作スレーブ外科手術器具を制御することが可能となる。また、外科医は、滅菌外科手術野内から、患者側外科医インターフェースを使用して、別の外科医を監督する際、外科手術器具および/または少なくとも1つのプロキシ視覚を制御することができる。

30

【0006】

故に、一態様では、低侵襲外科手術システムは、患者側外科医インターフェースを含む。患者側外科医インターフェースは、手術室内に搭載される表示デバイスおよびマスタインターフェースを含む。

【0007】

マスタインターフェースは、手術室内の任意の対象に対して、機械的に固定されていないマスタツールグリップを含む。マスタインターフェースはまた、マスタツールグリップから分離および隔てられたハンド追跡送信機を含む。ハンド追跡送信機は、マスタツールグリップの感知された位置および感知された配向を生成するための3次元位置追跡技術によって、マスタツールグリップに連結される。

40

【0008】

低侵襲外科手術システムはまた、遠隔操作スレーブ外科手術器具と、ハンド追跡センサ、表示デバイス、および遠隔操作スレーブ外科手術器具に連結された制御システムと、を含む。制御システムは、感知された情報に回答して、制御コマンドを遠隔操作スレーブ外科手術器具に送信する。制御システムはまた、遠隔操作スレーブ外科手術器具が、制御コマンドに回答して移動するのに伴って、表示デバイスによって生成される画像を更新する

50

。

【0009】

一態様では、患者側外科医インターフェースはまた、立体的画像ビューアを含む。立体的画像ビューアを通して、表示デバイス上で画像を視認することに応じて、立体的画像が見られる。

【0010】

別の態様では、患者側外科医インターフェースはまた、可動安定化プラットフォームを含む。安定化プラットフォームは、外科医が、マスタツールグリップを把持する間、外科医の前腕を支持する。安定化プラットフォームは、表示デバイスのいかなる移動からも独立して移動することができる。一態様では、可動安定化プラットフォームは、手術台の位置に対して、可動安定化プラットフォームを移動させるために使用される、複数の車輪を含む。別の態様では、可動安定化プラットフォームは、手術台に搭載される。さらに別の態様では、安定化プラットフォームは、前腕支持が、座位または立位のまま調節および使用することができるように、ブレーキとともに、調節可能機械アームに搭載される。

【0011】

なおもさらなる別の態様では、低侵襲外科手術システムはまた、制御システムに連結され、立体的表示デバイスおよび動力付きマスタインターフェースを含む、外科医のコンソールを含む。制御システムさらには、プロキシ視覚を提供するために外科医のコンソールの立体的表示デバイスに連結され、マスタツールグリップの移動を特性化する感知された情報を受信するためのハンド追跡センサに連結される、プロキシ視覚モジュールを備える。プロキシ視覚モジュールの実行は、感知された情報にตอบสนองして、プロキシ視覚を移動させる。

【0012】

一態様では、感知された位置および配向情報は、滅菌外科手術野内に位置する機械的に固定されていないマスタツールグリップを移動させることによって生成される。感知された位置および配向情報は、滅菌外科手術野内で作業し、機械的に固定されていないマスタツールグリップを操作する人物と関連付けられた基準フレームにおけるものである。一態様では、基準フレームは、体心基準フレームである。低侵襲遠隔操作スレーブ外科手術器具のエンドエフェクタの移動は、感知された位置および配向情報に基づいて制御される。エンドエフェクタもまた、滅菌外科手術野内にある。さらに、手動操作外科手術器具は、手動操作外科手術器具の制御ハンドルを使用する人物によって制御される。制御ハンドルは、滅菌外科手術野内にある。

【0013】

別の態様では、機械的に固定されていないマスタツールグリップの位置および配向は、機械的に固定されていないマスタツールグリップを操作する人物と関連付けられた基準フレーム内で感知される。一態様では、基準フレームは、体心基準フレームである。位置および配向は、機械的に固定されていないマスタツールグリップが、ハンド追跡送信機からの視野内で移動し、かつ滅菌外科手術野内で移動されると、感知される。

【0014】

感知された位置および配向は、制御システムによって受信される。制御システムは、表示デバイス上に表示された画像と関連付けられた基準フレームに対して、感知された位置および配向を使用して、制御コマンドを生成する。制御システムは、制御コマンドを遠隔操作スレーブ外科手術器具に送信する。

本発明は、例えば、以下を提供する。

(項目1)

患者側外科医インターフェースであって、

a) 手術室内に搭載された表示デバイスと、

b) マスタインターフェースであって、

該手術室内の滅菌外科手術野内に位置付けられた機械的に固定されていないマスタツールグリップと、

該機械的に固定されていないマスタツールグリップから分離され隔てられたハンド追跡送信機と、

を含み、該機械的に固定されていないマスタツールグリップは、該ハンド追跡送信機と共同して、感知された位置および配向情報を、該機械的に固定されていないマスタツールグリップを操作する人物と関連付けられた基準フレームで提供する、マスタインターフェースと

を備えている、患者側外科医インターフェースと、

該滅菌外科手術野内に位置付けられた外科手術エンドエフェクタを備えている遠隔操作スレーブ外科手術器具と、

該機械的に固定されていないマスタツールグリップと、該ハンド追跡送信機と、該表示デバイスと、該遠隔操作スレーブ外科手術器具とに連結された制御システムと

を備え、

該制御システムは、該基準フレームにおける該感知された位置および配向情報を受信し、該感知された位置および配向情報を使用して、制御コマンドを生成し、該制御コマンドを送信し、該表示デバイス上に表示される画像と関連付けられた基準フレームに対して、該外科手術エンドエフェクタを移動させる、

低侵襲外科手術システム。

(項目2)

制御ハンドルを含む、手動操作外科手術デバイスをさらに備え、該制御ハンドルは、上記機械的に固定されていないマスタツールグリップを動作する人物が、該手動操作外科手術デバイスの制御ハンドルもまた操作するように、上記滅菌外科手術野内に位置付けられる、項目1に記載の低侵襲外科手術システム。

(項目3)

上記患者側外科医インターフェースは、立体的画像ビューアをさらに備え、該立体的画像ビューアを通して上記表示デバイス上で画像を視認する際に、立体的画像が見られる、項目1に記載の低侵襲外科手術システム。

(項目4)

上記患者側外科医インターフェースは、表示デバイスモーションインターロックをさらに備え、該表示デバイスモーションインターロックは、上記マスタツールグリップの運動と上記スレーブ外科手術器具との間の追従を示す上記制御システムからの信号を受信すると、上記表示デバイスの移動を防止する、項目1に記載の低侵襲外科手術システム。

(項目5)

上記患者側外科医インターフェースは、表示デバイスベースのプレゼンスインターロックをさらに備え、該表示デバイスベースのプレゼンスインターロックは、外科医の存在または不在を示す信号を上記制御システムに提供する、項目1に記載の低侵襲外科手術システム。

(項目6)

上記患者側外科医インターフェースは、上記表示デバイスを搭載した可動ブームをさらに備え、該可動ブームは、上記手術室内の手術台の近くでの該表示デバイスの位置決めを可能にする、項目1に記載の低侵襲外科手術システム。

(項目7)

上記患者側外科医インターフェースは、可動安定化プラットフォームをさらに備え、該安定化プラットフォームは、外科医が上記マスタツールグリップを把持する間、該外科医の前腕を支持し、該安定化プラットフォームは、上記表示デバイスのいかなる移動からも独立して移動されることができる、項目1に記載の低侵襲外科手術システム。

(項目8)

上記可動安定化プラットフォームは、手術台の位置に対して該可動安定化プラットフォームを移動させるために使用される複数の車輪を含む、項目7に記載の低侵襲外科手術システム。

(項目9)

10

20

30

40

50

上記可動安定化プラットフォームは、手術台に搭載されている、項目 7 に記載の低侵襲外科手術システム。

(項目 10)

上記可動安定化プラットフォームは、ブームに搭載されている、項目 7 に記載の低侵襲外科手術システム。

(項目 11)

上記患者側外科医インターフェースは、上記制御システムに連結された少なくとも 1 つのペダルを有するフットトレイをさらに備えている、項目 1 に記載の低侵襲外科手術システム。

(項目 12)

上記機械的に固定されていないマスタツールグリップは、上記制御システムに連結された少なくとも 1 つのスイッチをさらに備えている、項目 1 に記載の低侵襲外科手術システム。

(項目 13)

上記少なくとも 1 つのスイッチは、外科医の存在または不在を示す信号を上記制御システムに提供する、項目 12 に記載の低侵襲外科手術システム。

(項目 14)

上記少なくとも 1 つのスイッチは上記制御システムにマスタクラッチ信号を提供する、項目 12 に記載の低侵襲外科手術システム。

(項目 15)

上記少なくとも 1 つのスイッチは、上記制御システムにカメラ制御信号を提供する、項目 12 に記載の低侵襲外科手術システム。

(項目 16)

上記機械的に固定されていないマスタツールグリップは、グリップセンサをさらに備え、該グリップセンサは、上記制御システムにグリップ閉合情報を提供する、項目 1 に記載の低侵襲外科手術システム。

(項目 17)

上記制御システムは、ラチェッティングシステムをさらに備えている、項目 1 に記載の低侵襲外科手術システム。

(項目 18)

上記制御システムに連結された外科医のコンソールをさらに備え、該外科医のコンソールは、立体的表示デバイスおよび動力付きマスタインターフェースを含む、項目 1 に記載の低侵襲外科手術システム。

(項目 19)

上記制御システムは、プロキシ視覚モジュールをさらに備え、該プロキシ視覚モジュールは、上記外科医のコンソールの立体的表示デバイスおよび上記患者側外科医インターフェースの表示デバイスに連結され、プロキシ視覚を提供し、上記プロキシ視覚は、上記機械的に固定されていないマスタツールグリップおよび該外科医のコンソールのマスタツールマニピュレータのうちの 1 つを移動させることによって移動される、項目 18 に記載の低侵襲外科手術システム。

(項目 20)

滅菌外科手術野内に位置する機械的に固定されていないマスタツールグリップを移動させることによって、感知された位置および配向情報を生成することであって、該感知された位置および配向情報は、該滅菌外科手術野内で作業し、該機械的に固定されていないマスタツールグリップを操作する人物に関連付けられた基準フレームにおけるものである、ことと、

該感知された位置および配向情報に基づいて、低侵襲遠隔操作スレーブ外科手術器具のエンドエフェクタの移動を制御することであって、該エンドエフェクタは、該滅菌外科手術野内にあり、ことと

を含む、方法。

10

20

30

40

50

(項目 2 1)

上記手動操作外科手術器具の制御ハンドルを使用する人物によって、手動操作外科手術器具を制御することをさらに含み、該制御ハンドルは、上記滅菌外科手術野内にある、項目 2 0 に記載の方法。

(項目 2 2)

(a) 表示デバイスと、機械的に固定されていないマスタツールグリップと、ハンド追跡送信機とをさらに備える患者側外科医インターフェースと、(b) 遠隔操作スレーブ外科手術器具と、(c) 制御システムとを含む低侵襲外科手術システムにおいて、

該機械的に固定されていないマスタツールグリップが該ハンド追跡送信機からの視野内で移動され、かつ滅菌外科手術野内で移動された場合に、該機械的に固定されていないマスタツールグリップを操作する人物と関連付けられた基準フレームにおいて、該機械的に固定されていないマスタツールグリップの位置および配向を感知することと、

該制御システムによって、該基準フレームにおける感知された位置および配向を受信することと、

該制御システムによって、該感知された位置および配向を使用して、該表示デバイス上に表示される画像と関連付けられた基準フレームに対して、制御コマンドを生成することと、

該制御システムによって、該制御コマンドを該遠隔操作スレーブ外科手術器具に送信することと

を含む、方法。

(項目 2 3)

上記制御システムが、上記機械的に固定されていないマスタツールグリップの運動と上記遠隔操作スレーブ外科手術器具との間の追従モードに入ると、上記表示デバイスの移動を防止することをさらに含む、項目 2 2 に記載の方法。

(項目 2 4)

上記制御システムによって、外科医の存在または不在を示すプレゼンススイッチから、信号を受信することをさらに含む、項目 2 2 に記載の方法。

(項目 2 5)

上記プレゼンススイッチは、上記機械的に固定されていないマスタツールグリップ上に含まれている、項目 2 4 に記載の方法。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図 1 A】図 1 A は、患者側外科医インターフェースを含む、低侵襲外科手術システムの概略図である。

【図 1 B】図 1 B は、患者側外科医インターフェースおよび外科医のコンソールを含む、低侵襲外科手術システムの概略図である。

【図 2 A】図 2 A は、図 1 A および 1 B のマスタツールグリップの一態様のより詳細な略図である。

【図 2 B】図 2 B は、図 1 A および 1 B のマスタツールグリップの別の態様のより詳細な略図である。

【図 2 C】図 2 C は、図 1 A および 1 B のマスタツールグリップのさらに別の態様のより詳細な略図である。

【図 3 A】図 3 A は、図 1 A および 1 B の表示デバイスの一態様のより詳細な略図である。

【図 3 B】図 3 B は、図 1 A および 1 B の表示デバイスの別の態様のより詳細な略図である。

【図 3 C】図 3 C は、図 1 A および 1 B の表示デバイスのさらに別の態様のより詳細な略図である。

【図 4 A】図 4 A および 4 B は、図 1 A および 1 B の可動人間工学的支持の態様を例証する。

【図 4 B】図 4 A および 4 B は、図 1 A および 1 B の可動人間工学的支持の態様を例証する。

【図 4 C】図 4 C は、患者側外科医インターフェース内のフットトレイの態様を例証する。

【図 5 A】図 5 A は、3 次元画像とマスタツールグリップとの間の従来の構成を再現するように、垂直に配向される場合に要求されるであろう、手首の配向の例証である。

【図 5 B】図 5 B は、手首配向運動をマッピングする際、固定された回転オフセットを利用することによって得られる、改良型手首配向の例証である。

【図 6 A】図 6 A は、図 1 A および 1 B のシステムにおいて利用される、内視鏡下座標フレームの例証である。

10

【図 6 B】図 6 B は、図 1 A および 1 B のシステムにおいて利用される、体心マッピングの一態様の例証である。

【図 7】図 7 は、制御システムの種々の態様を実装するために使用されるモジュールを含む、制御システムのブロック図である。

【図 8】図 8 は、本実施例では、仮想ゴースト器具である、表示デバイス上に提示される、遠隔操作スレーブ外科手術器具およびプロキシ視覚の画像の例証である。

【図 9】図 9 は、制御システムの一態様のためのプロセスフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

図面中、図番号の 1 桁目は、その図番号を伴う要素が、最初に現れた図を示す。

20

【0017】

本明細書で使用される場合、滅菌外科手術野とは、外科手術手技のために準備された患者のすぐ周辺の領域を意味する。滅菌外科手術野は、適切な着衣を身に付け、洗浄を行ったチームメンバーおよびその領域内のすべての備品を含む。

【0018】

本明細書で使用される場合、機械的に固定されていないマスタツールグリップとは、広い作業範囲内において可能な位置および配向運動に対して制約されない、マスタツールグリップを意味する。本定義の目的から、広い作業範囲は、ユーザの腕の長さ内の位置運動の追跡およびすべての配向の追跡を可能にする範囲である。

【0019】

30

一般に、図 1 A および 1 B を参照すると、本発明の態様は、低侵襲遠隔操作外科手術システム 100 を使用する際、高度な能力を提供する、患者側外科医インターフェース 150 を含む。従来の低侵襲遠隔操作外科手術システムと異なり、患者側外科医インターフェース 150 は、外科手術の滅菌外科手術野内に少なくとも 1 つの構成要素を有する。本構成要素によって、表示デバイス 160 の画像と組み合わせ、外科医 101 は、滅菌外科手術野内から、遠隔操作スレーブ外科手術器具 110、111 の制御が可能となる。したがって、患者側外科医インターフェース 150 によって、外科医 101 は、外科手術を受ける患者 102 に隣接する滅菌外科手術野内で作業が可能である。

【0020】

滅菌外科手術野内から、低侵襲スレーブ外科手術器具 110、111 を制御することによって、低侵襲外科手術が、患者 102 の直接的視覚化、カート 105、任意の手動操作外科手術器具、外科手術において使用される他の機械および / または器具等と組み合わせ、外科医 101 によって、可能となる。患者 102 への近接性によって、外科医 101 は、腹腔鏡下器具またはステープラ等の 1 つ以上の手動制御器具 115 とともに、遠隔操作スレーブ外科手術器具 110 のエンドエフェクタの制御が可能となる。

40

【0021】

また、以下により完全に説明されるように、外科医 101 は、滅菌外科手術野内から、監督外科医 195 に対する少なくとも 1 つのプロキシ視覚を制御することができる (図 1 B)。プロキシ視覚は、表示デバイス 160 と、滅菌外科手術野外に位置する、外科医のコンソール 114 において視認される表示デバイスの両方で可視である (図 1 B)。マス

50

タツールグリップ 170 を使用して、外科医 101 は、プロキシ視覚を操作し、遠隔操作スレーブ外科手術器具 110、111 の制御および使用を実演することができる。代替として、外科医 195 は、プロキシ視覚を制御し、外科医のコンソール 114 上のマスタツールマニピュレータを使用して、外科医 101 に指示することができる。

【0022】

患者側外科医インターフェース 150 は、低侵襲遠隔操作外科手術システム 100 のための手術室の床要件を低減させる。患者側外科医インターフェース 150 は、従来の低侵襲遠隔操作外科手術システムにおける外科医のコンソール 114 (図 1B) に対してより低コストの代替を提供する。

【0023】

一態様では、患者側外科医インターフェース 150 は、(i) 表示デバイス 160、(ii) 少なくとも 1 つの機械的に固定されていない非動力付きマスタツールグリップ 170、典型的には、2 つの機械的に固定されていない非動力付きマスタツールグリップと、ハンド追跡送信機 175 とを含むマスタインターフェース、(iii) フットトレイ (図 4C 参照)、および随意に、(iv) 人間工学的支持 180 を含む。以下により完全に説明されるように、表示デバイス 160 は、例えば、スレーブ外科手術器具 110 および外科手術部位の 2 次元画像または 3 次元画像 161 のいずれかを提供することができる。

【0024】

一態様では、表示デバイス 160 は、スレーブ外科手術器具 110 のエンドエフェクタと外科手術部位との画像 161 を含む 3 次元画像として、外科医が知覚する出力を提供する。エンドエフェクタは、滅菌外科手術野内に位置する。3 次元画像は、外科医 101 が、器具および患者生体構造の相対的奥行を評価可能となるように、3 次元奥行の手がかりを提供する。3 次元奥行の手がかりによって、外科医 101 は、視覚的フィードバックを使用して、マスタツールグリップ 170 を使用して、スレーブ外科手術器具 110 のエンドエフェクタを操向し、1 ミリメートルの精度内において、特徴を精密に標的化することが可能となる。

【0025】

表示デバイス 160 は、外科医 101 が、滅菌外科手術野内で作業可能となる位置から、容易かつ快適に視認するために、表示デバイス 160 を特定することができるように搭載される。しかしながら、表示デバイス 160 の位置決めは、典型的には、(i) 患者 102 を診断する外科医 101 の能力、(ii) マスタツールグリップ 170 による患者側の処置の性能、(iii) 任意の他の外科手術器具の手動操作、(iv) 他の表示の視認、または (v) 外科手術において使用される他の器具類の機能性による干渉を防止するために限定される。また、表示デバイス 160 の移動は、マスタツールグリップ 170 の移動とスレーブ外科手術器具先端の移動との間の追従が開始される時、および追従が進行中である時は、阻止され得る。

【0026】

外科医 101 は、滅菌外科手術野内で作業する間、患者 102 の側に快適に着席または起立し、外科手術の際、表示デバイス 160 に目を向ける。外科医 101 は、少なくともマスタツールグリップ 170 を操縦することによって、医療手技を行う (図 1A)。一態様では、外科医 101 は、標的化および把持が、依然として、直感的指示および挟持運動を伴うように、親指と人指し指との間で、マスタツールグリップ 170 を把持する。マスタツールグリップ 170 は、マスタツールグリップ 170 が、安全に位置付けられ、外科手術のための滅菌外科手術野内で使用され得るように、滅菌または被覆のいずれかが行われる。一態様では、同様に、滅菌外科手術野内にあり得る、人間工学的前腕レスト 180 は、外科医 101 が、外科手術の際、マスタツールグリップ 170 を操縦するのに伴って、外科医の前腕または肘を支持するように提供される。

【0027】

滅菌外科手術野で作業する間、外科医がマスタツールグリップ 170 を移動させるのに伴って、一態様では、感知された空間情報および感知された配向情報が、マスタツールグ

10

20

30

40

50

リップ 170 の移動に基づいて、制御システム 190 に提供される。例えば、ハンド追跡送信機 175 は、場、例えば、電磁場、光場（例えば、光ビーム）等を生じ、この場におけるマスタツールグリップ 170 の移動は、3次元座標系として、感知された空間位置および配向情報を提供する。

【0028】

以下により完全に説明されるように、制御システム 190 は、感知された空間運動データおよび感知された配向データを共通基準フレームにマッピングする。制御システム 190 は、マッピングされたデータを処理し、マスタツールグリップ 170 の移動に基づいて、時として、先端と称される、遠隔操作スレーブ外科手術器具 110 のエンドエフェクタを適切に位置付けるためのコマンドを生成する。

10

【0029】

制御システム 190 は、遠隔操作サーバ制御システムを使用して、外科医 101 が、スレーブ外科手術器具 110 の先端を効果的に操縦することができるように、マスタツールグリップ 170 の感知された運動を変換し、制御コマンドを通して、関連付けられたロボットアームに転送する。したがって、滅菌外科手術野内で作用する外科医 101 は、滅菌外科手術野内にある、マスタツールグリップ 170 を使用して、スレーブ外科手術器具 110 のエンドエフェクタを遠隔操作する。

【0030】

1 度使用される遠隔操作スレーブ外科手術ツールの数、その結果、システム 100 において使用されるロボットアームの数は、概して、他の要因の中でもとりわけ、行われる医療手技および手術室内の空間制約に依存する。手技の際に使用されるスレーブ外科手術器具のうちの 1 つ以上を変更する必要がある場合、アシスタント 103 は、もはや使用されないスレーブ外科手術器具をそのロボットアームから除去し、そのスレーブ外科手術器具を手術室内のトレーからの別のスレーブ外科手術器具と交換し得る。外科手術の際、少なくとも 1 つのロボットスレーブ外科手術器具の遠位端は、滅菌外科手術野内に位置付けられる。

20

【0031】

外科手術テレプレゼンスを提供する遠隔操作ロボット外科手術システムは、従来の観血外科手術および手動で行われる低侵襲外科手術に勝る多くの利点をもたらすが、外科手術滅菌外科手術野内から作業する間、そのような遠隔ロボット外科手術を行う能力を外科医に提供することは、さらなる効果をもたらす。例えば、患者側外科医インターフェース 150 は、手術を行っている外科医 101 が、スレーブ外科手術器具 110、111 を操縦しながら、患者 102 およびロボット患者側カート 105 を直接観察することを可能になることによって、安全性を向上させる。

30

【0032】

また、患者側外科医インターフェース 150 によって、単独外科医 101 が、滅菌外科手術野内で操作し、外科手術器具 115 等の手動外科手術器具および 1 つ以上の遠隔操作スレーブ外科手術器具 110、111 の連携使用を要求する、手技を行うことが可能となる。これは、外科医が、外科手術野から遠隔で操作し、滅菌外科手術野内で作業するアシスタントが、典型的には、ステープラ等の手動操作低侵襲外科手術器具を制御する、従来の遠隔操作外科手術システムに勝る利点を有する。従来、遠隔外科医は、アシスタントと口頭で連携し、適切に手動器具を定置し、器具間の作用を調整しなければならない（例えば、遠隔操作器具を使用して、組織を手動操作器具に供給する）。

40

【0033】

しかしながら、本明細書に説明されるように、単独外科医 101 が、同時に、有利には、スレーブ外科手術器具 110 および手動操作外科手術器具 115（例えば、ステープラ器具）の両方をともに使用し得るため、外科手術の作業フローは、向上される。例えば、手動操作外科手術器具 115 は、滅菌外科手術野内に位置する制御ハンドルを含む。外科医 101 は、制御ハンドルを使用して、手動操作外科手術器具 115 を制御する。

【0034】

50

また、インターフェース 150 によって、外科医 101 は、患者 102 の体内および体外の両方から、撮像プローブ、操縦可能針等を制御可能となる。したがって、インターフェース 150 によって、外科医 101 は、手動操作低侵襲ツールを使用する際、自己補助可能となる。さらに、例えば、経口、耳、鼻、喉手技において、インターフェース 150 によって、外科医 101 は、遠隔操作スレーブ外科手術器具 110、111 とともに、従来の観血的外科手術器具を使用する際、自己補助することが可能となる。

#### 【0035】

インターフェース 150 は、遠隔操作外科手術システム 100 のための付加的大型の独立型外科手術コンソールを必要とすることなく、共同手技を促進する。また、アシスタント 103 は、インターフェース 150 を共有し、他の外科手術器具を操作し得る。加えて、複数の外科医が、共通表示デバイス 160 を使用して、協力し得る。

10

#### 【0036】

前述の態様に加えて、また、患者側外科医インターフェース 150 によって、外科医 101 は、付加的な外科医コンソールを必要とすることなく、外科医 195 (図 1B) を指導または外科医 195 と協力することが可能となる。外科医 101 は、外科医 195 が従来の外科医のコンソール 114 によって見ている表示デバイス 160 上の同一情報を見ることになる。しかしながら、外科医 101 は、滅菌外科手術野内で作業しているため、外科医 101 は、外科医 195 に容易に利用可能ではない患者の全体的外観等、付加的情報へのアクセスを有し得る。

#### 【0037】

20

外科医 101 および 195 は、同一情報を視認するため、外科医 101 は、インターフェース 150 を使用して、適切な技法および遠隔操作スレーブ外科手術器具の使用を実演することができる。例えば、外科医 101 は、インターフェース 150 を使用して、少なくとも 1 つのプロキシ視覚を操縦させ、組織を把持すべき場所を視覚的に示したり、器具によって組織を後退させるべき方向を視覚的に示したりし得る。同様に、遠隔に位置する外科医 195 は、実際またはプロキシ視覚のいずれかを使用して、滅菌外科手術野外科医 101 に技法を実演し得、外科医 101 は、実際またはプロキシ視覚のいずれかを使用して追従し得る。ここでは、実際の視覚とは、遠隔操作スレーブ外科手術器具のエンドエフェクタの画像を指す。

#### 【0038】

30

加えて、2 人の外科医は、表示 160 を視認し、それぞれ、少なくとも 1 つのマスタツールグリップを有する可能性がある。一方の外科医は、プロキシ視覚を制御する一方、他方の外科医は、スレーブ外科手術器具のエンドエフェクタを制御する可能性がある。

#### 【0039】

前述のように、患者側外科医インターフェース 150 は、少なくとも、マスタツールグリップおよび追跡システム、表示、随意に、人間工学的支持を含む。また、従来の制御システムへの種々のマッピングおよび修正が実装される。これらの態様はそれぞれ、以下に詳細に説明される。

#### 【0040】

##### (マスタインターフェース)

40

本実施例では、図 2A に示されるように、患者側外科医インターフェース 150 は、第 1 のマスタツールグリップ 170A および第 2 のマスタツールグリップ 170B を含む。マスタツールグリップ 170A および 170B は、例証にすぎず、マスタツールグリップを本具体的構成に限定することを意図するものではない。本開示に照らして、種々のマスタツールグリップは、滅菌外科手術野内から、器具 110、111 (図 1A および 1B) 等の遠隔操作スレーブ外科手術器具を制御するために使用することができる。

#### 【0041】

選択されるマスタツールグリップ技術は、外科医 101 の手に固着される。各マスタツールグリップ 170A、170B はまた、プレゼンス検出を含む。例えば、静電容量スイッチ、圧力スイッチ、赤外線ビームベースのプレゼンススイッチ、またはある他の種類の

50

プレゼンス検出機構は、外科医 101 が、マスタツールグリップと適切に接触し、したがって、それを制御しているかどうかを決定するために提供される。本プレゼンス検出機構は、外科医が、マスタツールグリップを落とした場合、マスタツールグリップを別の外科医に手渡した場合、滅菌トレーに置いてある間、マスタツールグリップを動かした場合、または何らかの他の措置を講じ、したがって、マスタツールグリップの制御を失った場合等、別様に生じる場合がある、偶発的スレーブツールの移動を防止する、安全特徴である。

#### 【0042】

一態様では、マスタツールグリップ 170 A、170 B は、少なくとも 1 つのモード制御ボタン 201 A、201 B を含む。モード制御ボタン 201 A、201 B は、追従（マスタツールグリップの運動と関連付けられた遠隔操作スレーブ外科手術器具との間の追従を開始する）、マスタクラッチ起動（スレーブ器具のマスタ制御を分断する）、内視鏡下カメラ制御（マスタが、内視鏡の移動あるいはフォーカスまたは電子的ズーム等の特徴の制御が可能となる）、ロボットアームスワップ（2 つのスレーブ器具間の特定のマスタ制御をスワップさせる）、および Tile Pro スワップ、（外科医の表示上の補助ビデオウィンドウの表示をトグルする）のうちの少なくとも 1 つと併用される。マスタツールグリップ 170 A、170 B 上に実装されたモード制御ボタンの数および機能は、以下により完全に説明されるフットトレイ内のフットペダルと機能的に関連付けられたものに相補的である。

#### 【0043】

システム 100 内に、2 つのみのマスタツールグリップ 170 A、170 B が存在し、外科医 101 が、2 つのマスタツールグリップに連結された 2 つのスレーブ外科手術器具以外のスレーブ外科手術器具の移動の制御を所望する時、外科医 101 は、2 つのスレーブ外科手術器具の一方または両方を定位置にロックし得る。次いで、外科医 101 は、マスタツールグリップの一方または両方を、本実装では、別のスレーブ外科手術器具へのマスタツールグリップのスワップ関連付けを提供する、マスタツールグリップ上のボタンをタップすることによって、ロボットアームの他方によって保持される他方のスレーブ外科手術器具と関連付ける。

#### 【0044】

一態様では、各マスタツールグリップ 170 A、170 B は、一方のマスタツールグリップが外科医 101 の左手用であって、別のマスタツールグリップが外科医 101 の右手用であるように、硬さの触知感覚を提供する（例えば、左手または右手のいずれかに適応される特定の形状）。加えて、マスタツールグリップの特定のグリップ型は、マスタツールグリップを使用して、外科医の選好に対応するようにカスタマイズすることができる。

#### 【0045】

図 2 A の実施例では、各マスタツールグリップ 170 A、170 B は、外科医 101（図 1 A および 1 B）が、典型的には、親指と人指し指との間で対のレバーを把持することができるように、それぞれ、フィンガーループ 233 A、233 B、234 A、234 B を伴う、2 つのレバー 231 A、231 B、232 A、232 B を含む。パームレスト 235、236 は、本実施例では、外科医の手のひらに適合し、手のひらから手の甲まで延在する。マスタツールグリップの他の実施例として、グローブデバイスおよび指ぬきデバイスが挙げられるが、これらに限定されない。また、マスタツールグリップは、ピストル形グリップデバイスまたは鉛筆形グリップデバイスとして実装される可能性もある。また、以下に説明される、図 2 B および 2 C も参照されたい。

#### 【0046】

マスタツールグリップ 170、170 A、170 B は、手術室内の全機器に対して、機械的に制限されていない。ケーブル 241、242 は、マスタツールグリップ 170 A、170 B を制御システム 190 に接続する。一態様では、ケーブル 241、242 は、マスタツールグリップ 170 A、170 B 内のセンサからの位置および配向情報を制御システム 190 に搬送し、ならびにグリップ閉合のためのセンサデータおよびマスタツールグ

10

20

30

40

50

リップ 170 A、170 B 上のボタン入力のための状態データを搬送する。

【0047】

感知された位置および配向データを制御システム 190 に伝送するためのケーブルの使用は、例証にすぎず、本具体的態様に限定することを意図するものではない。本開示に照らして、当業者は、感知された位置および配向データをマスタツールグリップまたはマスタツールグリップから制御システム 190 に伝送する（例えば、無線接続の使用によって）ための機構を選択することができる。

【0048】

ケーブル 241、242 は、マスタツールグリップ 170 A、170 B の運動を阻害しない。各マスタツールグリップ 170 A、170 B は、機械的に固定されていないので、各マスタツールグリップは、外科医の到達可能な作業空間およびハンド追跡送信機の作業空間（例えば、デカルト座標系における動揺、水平傾斜移動、急上昇、ピッチ、ヨー、およびロール）内の位置および配向運動の両方に対して、効果的に制約されない。各マスタツールグリップ 170 A、170 B はまた、ペンチ形グリップ機構を含むため、各マスタツールグリップ 170 A、170 B は、少なくとも 7 自由度を有する。

【0049】

ハンド追跡送信機 175 は、例えば、電磁空間追跡システム、慣性空間追跡システム、光学空間追跡システム、または音波空間追跡システムであることができる。感知された情報を提供するデバイスは、特定の空間追跡システムまたは使用されるシステムの組み合わせに応じて、可変であり得る。各実装では、マスタツールグリップのための少なくとも感知された位置および配向情報は、制御システムに提供される。

【0050】

いくつかの態様では、電磁空間追跡システムおよび慣性空間追跡システムの組み合わせ、または光学空間追跡システムおよび慣性空間追跡システムの組み合わせが使用され得る。慣性空間追跡システムは、高更新頻度および高解像度を有するが、統合されると、絶対的位置ドリフトの影響を受けやすい、差動追跡情報のみを提供する。慣性空間追跡からの差動追跡情報は、機械的に固定されていないマスタツールグリップのために、ドリフトの無い絶対的位置追跡に高更新頻度および高解像度を提供するように相補的様式において、他の空間追跡システムからの絶対的追跡情報と融合することができる。

【0051】

一態様では、空間および配向追跡の特定の実装に関係なく、追跡システムは、信頼性があり、かつ継続的な入力データを制御システム 190 に提供する。高解像度位置および配向感知は、少なくとも、1 ミリメートルを超える位置解像度および 1 度未満の回転解像度を提供する。制御システム 190 に提供されるデータは、低待ち時間および高更新頻度、例えば、最大でも 15 ミリ秒の待ち時間および少なくとも 40 H e r t z の更新率を有する。

【0052】

図 2 B は、マスタツールグリップ 220 の別の実施形態を例証する。マスタツールグリップ 220 は、ストラップ 227 を伴うカフ 225、シャフト 243、および本体 242 を含む。

【0053】

カフ 225 は、内側表面 225 B が外科医の手の甲を覆って、反対の内側表面 225 A が外科医の手のひらを覆うように、外科医 101 の手を中心として適合する。一態様では、V e l c r o（登録商標）ストラップである、ストラップ 226 は、カフ 225 を外科医の手に固着する。

【0054】

カフ 225 は、外科医の手の外周の周囲に快適に適合するように定寸される。一態様では、カフ 225 は、6 インチ（15.3 cm）の外周を有し、ストラップ 227 は、カフ 225 が約 6.8 から約 9.1 インチ（17.3 cm から 23.1 cm）の外周を伴う手で使用することができるように定寸される。

## 【 0 0 5 5 】

一態様では、ストラップ 2 2 6 が定位置に置かれ、カフ 2 2 5 の両方の部品に固着されると、プレゼンス検出スイッチが起動されるが、前述のプレゼンス検出技法のいずれかが使用され得る。

## 【 0 0 5 6 】

モード制御ボタン 2 2 6 は、カフ 2 2 5 の外側表面上に位置付けられる。モード制御ボタン 2 2 6 は、親指と人指し指との間でレバー 2 4 1 A およびレバー 2 4 1 B を把持している時、外科医の他の指のうちの 1 つが、モード制御ボタン 2 2 6 に到達し、押下することができるように、位置付けられる。

## 【 0 0 5 7 】

マスタツールグリップ 2 2 0 の本体 2 4 2 は、シャフト 2 4 3 上に摺動可能に搭載される。シャフト 2 4 3 は、カフ 2 2 5 に添着される。一態様では、本体 2 4 2 は、カフ 2 2 5 から離れるように、最大 1 . 8 インチ ( 4 . 6 c m ) 、シャフト 2 4 3 に沿って移動する。本体 2 4 2 はまた、シャフト 2 4 3 を中心として回転する。

## 【 0 0 5 8 】

2 つのレバー 2 4 1 A 、 2 4 1 B は、一端で本体 2 4 2 上に搭載される。レバー 2 4 1 A 、 2 4 1 B の構成は、類似しており、したがって、レバー 2 4 1 A のみ詳細に検討される。

## 【 0 0 5 9 】

レバー 2 4 1 A は、本体 2 4 2 上に搭載された端部の反対のレバーの端部に搭載される、接触板 2 4 6 A を有する。外科医 1 0 1 ( 図 1 A および 1 B ) は、典型的には、親指と人指し指との間で接触板 2 4 6 A および 2 4 6 B を把持し、接触板 2 4 6 A および 2 4 6 B を本体 2 4 2 に向かって押圧し、遠隔操作スレーブ外科手術器具エンドエフェクタの把持を向上させることができる。したがって、レバー 2 4 1 A 、 2 4 1 B は、エンドエフェクタの把持または他の動作を模倣するように、本体 2 4 2 に搭載される。例えば、可変抵抗バネは、接触板 2 4 6 A 、 2 4 6 B が本体 2 4 2 に接近するのに伴って、接触板 2 4 6 A 、 2 4 6 B を移動させる抵抗がその方向にさらに増加するように使用され得る。

## 【 0 0 6 0 】

接触板 2 4 6 A と本体 2 4 2 への取着点との間のレバー 2 4 1 上に搭載されるのは、磁石およびホール効果センサを含む、閉合センサ 2 4 4 A である。閉合センサ 2 4 4 A は、レバー 2 4 1 A が本体 2 4 2 に向かって、またはそこから離れるように移動するのに伴って、把持閉合情報を提供し、制御システム 1 9 0 は、遠隔操作スレーブ外科手術器具のエンドエフェクタの閉合を制御する際、把持閉合情報を使用する。

## 【 0 0 6 1 】

カフ 2 2 5 の遠位の本体 2 4 2 の端部に搭載されるのは、電磁センサ 2 4 5 であり、電磁センサ 2 4 5 は、ハンド追跡送信機 1 7 5 からの視野と組み合わせて使用され、マスタツール追跡装置 2 2 0 がハンド追跡送信機 1 7 5 からの視野内で移動するのに伴って、感知された位置情報および感知された配向情報を生成する。

## 【 0 0 6 2 】

図 2 C は、さらに別のマスタツールグリップ 2 6 0 の例証である。本実施形態では、機器化されたフィンガを伴うグローブの代わりに、フィンガグループ 2 6 1 A 、 2 6 1 B が、外科医の親指および人指し指上に定置される。

## 【 0 0 6 3 】

各フィンガグループ 2 6 1 A 、 2 6 1 B は、その上に搭載された小型電磁センサ 2 6 2 A 、 2 6 2 B を有する。部材 2 6 2 は、フィンガグループ 2 6 1 A と 2 6 1 B との間に延在する。一態様では、部材 2 6 2 は、スレーブ外科手術ツールエンドエフェクタの閉合を模倣し、グリップ閉合情報を提供する。

## 【 0 0 6 4 】

フィンガグループ 2 6 1 A 、 2 6 1 B が離れるのに伴って、エンドエフェクタが開放される。フィンガグループ 2 6 1 A 、 2 6 1 B が相互に向かって移動されるのに伴って、部材 2

10

20

30

40

50

62は、エンドエフェクタの閉合および把持（適切である場合）をシミュレートする抵抗を提供する。回転軸を作動させるために、外科医101は、単に、指と親指をともに擦り合わせると、相互に対するセンサ262A、262Bの配向変化は、回転量に対応する。

【0065】

マスタツールグリップの本明細書に説明される種々の実施形態は、例証にすぎず、限定することを意図するものではない。一態様では、各マスタツールグリップは、種々のグリップ選好に対応させながら、外科医の手にマスタツールグリップを保持する安全な方法を含む。マスタグリップによって、外科医は、全体的と微細な運動の両方を容易に行うことが可能となる。

【0066】

一態様では、マスタツールグリップは、少なくとも1つのモード制御ボタンを組み込む。マスタツールグリップによって、外科医は、マスタツールグリップから指と親指を容易に除去することが可能となる。一態様では、マスタグリップは、別個に感知された回転軸を組み込む。マスタグリップは、外科医のプレゼンスを検出し、3次元追跡センサに対応する。マスタツールグリップはまた、マスタグリップが滅菌できない時、滅菌カバーにも対応する。いくつかの態様では、マスタツールグリップは、外科手術器具への同等の重量および質量分散を維持する。

【0067】

（表示デバイス）

図3Aは、例えば、液晶表示（LCD）デバイスである、表示デバイス160上に画像を提供する、システムの一態様のより詳細なブロック図である。従来の立体的内視鏡112は、患者102の組織ならびに立体的内視鏡112の視野内の外科手術器具110および111の任意のエンドエフェクタの左右チャンネル画像を提供する。

【0068】

立体的内視鏡112は、組織から光を伝達するための2つのチャンネル（例えば、左右画像のためのチャンネル）を含む。各チャンネル内で伝達される光は、組織の異なる視点を表す。光は、1つ以上の画像を含むことができる。光は、電荷結合素子 - カメラによって捕捉される。電荷結合素子からの情報は、制御システム190内のビデオコントローラ391によって処理され、適切な更新情報が、ビデオコントローラ391によって、表示デバイス160に提供される。ビデオコントローラ391によって表示デバイス160に提供される特定の情報は、以下により完全に論じられるように、表示デバイス160の特色に依存する。

【0069】

前述のように、表示デバイス160は、いくつかの態様では、2次元画像として、外科医101によって知覚されてもよく、他の態様では、3次元画像として、外科医101によって知覚され得る、画像を提供することができる。3次元で見て、生体構造および器具の相対的奥行きを知覚する能力は、従来の手動で行われる腹腔鏡下手技で提供される、典型的2次元画像と比較して、有利である。正確な立体的奥行の手がかりは、認知的負荷を低減させ、動作の効率性を向上させることができる。しかしながら、正確な立体的手がかりは、眼間隔および作業距離比の確保を要求する。

【0070】

一態様では、表示デバイス160は、ブーム310上に搭載され、患者102および少なくとも外科医101に対して、表示デバイス160の便利な定置および再配向を可能にする。表示デバイス160および/またはブームは、表示デバイス160が、前述のように移動することができるように、ハンドル311、312を含む。

【0071】

一態様では、ハンドル311、312は、ハンドル311、312が滅菌外科手術野内に含まれるように、被覆される。これによって、滅菌外科手術野内で作業している人物によって、表示デバイス160を移動させることが可能となる。

【0072】

10

20

30

40

50

ブーム 310 は、一態様では、システム 100 がスレーブ外科手術器具がマスタツールグリップの移動に追従するモード（追従モード）にある間、表示デバイス 160 が移動できないように、ブレーキを含む。代替として、一態様では、いずれの移動表示デバイス 160 も、システム 100 が追従モードにある間、追従モードを遮断する。ある場合には、マスタツールグリップ運動は、表示デバイス 160 に対して感知され、したがって、表示デバイス 160 は、システムが追従モードにある間、移動可能ではない。実装に関係なく、一態様では、表示デバイス 160 は、制御システム 190 に連結された表示モーションインターロックを含み、本インターロックは、そのような移動が外科医 101 に不適切および/または方向感覚を失わせるであろう、あるシステム動作モードにおける表示移動を防止する。

10

#### 【0073】

加えて、表示デバイス 160 は、外科医プレゼンススイッチを含む。外科医 101 が、表示デバイス 160 に対向し、外科医プレゼンススイッチの範囲内にいる時、スイッチは、制御システム 190 が追従モードに入り、かつ留まることを可能にする信号を制御システム 190 に提供する。外科医 101 が、表示デバイス 160 に対向していない、またはスイッチの範囲内にないのいずれかである時、外科医プレゼンススイッチは、制御システム 190 が追従モードに入ることを阻害する信号を制御システム 190 に提供する。一態様では、1つ以上の赤外線（IR）範囲センサが、表示 160 から、または代替として、外科医のビューア 361 から、外科医 101 の近距離を感知するように使用される。

#### 【0074】

20

外科医プレゼンススイッチは、外科医 101 が 3 次元画像内の視覚的奥行の手がかりを適切に評価するための位置にいない場合に、外科医 101 が、スレーブ外科手術器具を操作するのを防止する、安全特徴である。外科医プレゼンススイッチは、制御システム 190 に連結された表示ベースのプレゼンスインターロックの実施例である。

#### 【0075】

前述のように、表示コントローラ 391 によって、表示デバイス 160 に提供される情報は、利用される表示の種類に依存する。表示デバイス 160 上の 3 次元画像の場合、いくつかの異なる実装を利用することができる。

#### 【0076】

第 1 の実装では、表示デバイス 160 は、一对の偏光画像を提供し、外科医 101 は、特殊眼鏡 361 を装着する。外科医 101 は、特殊眼鏡 361 によって、対の偏光画像を視認すると、3 次元画像が見える。偏光画像は、複数の方法で生成することができる。第 1 の態様では、表示は、自動的に、対の偏光画像を生成する、特徴を含む。第 2 の態様では、対の偏光画像を生成するフィルムが、液晶表示の画面に適用される。両場合において、偏光レンズを伴う受動的眼鏡が、3 次元画像を視認するために要求される。

30

#### 【0077】

これらのアプローチのいずれにおいても、一態様では、LCD 表示上の画像の偏光は、ライン毎ベースで変更される。例えば、表示された画像内の偶数番号ラインは、一方向に偏光され、表示された画像内の奇数番号ラインは、別の方向に偏光される。典型的には、偶数番号ラインに対する偏光は、奇数番号ラインに対する偏光に垂直である。左眼画像は、偶数番号ラインからの偏光画像であり、本実施例の場合、右眼画像は、奇数番号ラインからの偏光画像となるであろう。本態様は、制御システム 190 が、表示デバイス 160 に、ライン毎ベースで左右両方の眼情報を含む合成画像を提供することを要求する。本アプローチは、受動的偏光眼鏡 361 の使用を要求する。

40

#### 【0078】

本アプローチは、高解像度画像を提供し、広い視野によって、複数ユーザに対応可能である。リフレッシュ速度への依存およびちらつきもない。また、表示は、0.7 m から 3 m の範囲内の距離で視認することができるため、外科医 101 は、特定の場所に限定されない。しかしながら、本アプローチは、ゴーストアーチファクトおよび側方頭部運動からの混乱させる歪を被る可能性がある。

50

## 【0079】

前述の特色を伴う表示の実施例は、Pavonnine Korea、Inc. ( ( 406 - 130 ) Pavonne R & D Center #7 - 42、Songdo、Yeonsu - gu、Incheon、Korea ) によって提供されるMiracube G240Mである。そのような特色を伴う表示の別の実施例は、JVC U.S.A. ( 1700 Valley Road、Wayne、NJ 07470 ) によって提供されるGD - 463D10である。加えて、これらの特色を伴う偏光フィルムは、市販されている。

## 【0080】

別の実装では、立体的内視鏡112からの二重画像を、制御システム190によって、表示デバイス160上に提示することができ、立体ビューア361は、立体ビューア361が表示デバイス160からの固定された距離にあるように、ブーム上に搭載される。立体ビューア361は、表示デバイス160からの立体画像対を外科医101の眼に反射させる調節可能ミラーを含み、外科医の脳は、画像を単一の鮮明な3次元場面に融合する。一実施例では、立体ビューア361は、Wheatstone反射式立体鏡である。

10

## 【0081】

図3Bは、表示デバイス160Aを伴う、Wheatstone反射式立体鏡ビューア361Aのより詳細な例証である。本態様では、表示デバイス160Aは、ハンドル311A、311Bを提供する、搭載ブラケット321内に搭載される。搭載ブラケット321は、一態様では、ブーム310に取着される。

20

## 【0082】

立体的内視鏡112からの左右画像315、316は、ビデオコントローラ391によって、表示デバイス160A上に表示される。ビューア361Aは、拡張ブーム320によって、搭載ブラケット321に取着される。拡張ブーム320は、表示デバイス160Aからビューア361Aまでの距離の調節と、ビューア361Aの垂直高の調節を可能にする。また、拡張ブーム320は、ビューア361Aが、表示デバイス160Aを視認する方向からずれて、直接回転することができるように回転する。

## 【0083】

図3Bの態様では、搭載ブラケット321に取着されるのは、ハンド追跡送信機175のための支持アセンブリ330である。支持アセンブリ330は、その上に、ハンド追跡送信機175が搭載される、回転台331を含む。一態様では、回転台331は、回転盆装置として実装される。

30

## 【0084】

立体ビューア361、361Aの本実装は、ミラーを使用するため、フルカラーに対応する。3次元画像は、ゴースト像に悩まされることはなく、画面のちらつきから完全に解放され、容易な視認が可能となる。画像は、正確な立体奥行の手がかりを提供する。立体ビューア361、361Aの位置は、表示デバイスからの良好な視認距離に位置する。また、立体ビューア361は、外科医プレゼンス検出のための頭部センサを支持し、運動マッピングのための適切な頭部整合を維持する。表示デバイス160の解像度は、立体画像解像度を決定する。

40

## 【0085】

ビューアの正面に直接位置する立体画像を視認可能な立体ビューアは、Berezin Stereo Photography Products ( 21686 Abedul、Mission Viejo、CA 92691 USA ) のScreenScope LCD Adjustableである。しかしながら、いくつかの態様では、手運動作業空間と併置される、立体画像を視認可能であることが有利である。これは、そのような立体ビューアを伴う潜望鏡のようなミラーアセンブリを使用して達成される。眼に対するミラーアセンブリ内の入射ミラーは、表示デバイス160からの画像を反射させるミラーと異なるピッチ角度を有することができる。一態様では、眼に対する入射ミラーの角度は、これらのミラーが搭載されるビューア接眼部を介して、調節可能である。水平から6

50

0度の降下は、併置のための良好な作業角度であることが分かっている。

【0086】

立体ビューアは、患者側位置の選択に対して、外科医が利用可能な選択肢を限定する。しかしながら、立体ビューアは、前述の種々のロックの実装を促進し、外科医101によって所望される作業位置の多くに到達するために、患者カートブーム上に搭載することができる。本実装は、複数のユーザが、表示デバイス160を使用して、同時に、同一3次元画像を視認することを可能にしない。

【0087】

なおも別の態様では、能動的眼鏡361が、表示デバイス160上の画像を視認するために使用される。能動的眼鏡361は、時として、シャッタ眼鏡と称される。能動的眼鏡361は、表示デバイス160のリフレッシュ速度と併せて、各眼を「閉じる」。能動的眼鏡361内の各レンズは、効果的に、どちらの眼が表示デバイス160上に表示される画像を見るべきかに応じて、オフ（黒色）またはオン（透明）に切り替えられる、1画素のLCD画面である。

【0088】

表示デバイス160が、120Hz LCDデバイスである場合、1秒あたり、各眼に対して、60フレームが表示されるように、映像1秒あたり、120フレームが表示される。これは、時として、ページめくりと称される。

【0089】

無線接続または赤外線接続は、能動的眼鏡361を表示デバイス160と同期させるために使用される。左眼フレームが、表示デバイス160上に示されている場合、左レンズは、完全に開放し、その時間中に、画面は、右眼のための次のフレームによってリフレッシュし、能動的眼鏡361も、レンズの不透過率を切り替えなければならない。表示デバイス160が120Hz LCDデバイスである場合、1秒あたり、各眼に対して、60フレームが、制御システム190によって提供されるように、映像1秒あたり、120フレームが表示される。使用することができる120Hz LCD表示は、Samsungから利用可能である。

【0090】

本態様では、赤外線（IR）シャッタ信号は、外科医プレゼンス信号として使用され得る。外科医は、能動的シャッタ眼鏡361によって検出されるために、表示デバイス160によって放出されたIRシャッタ信号に対し、表示デバイス160に対向しなければならない。本検出は、安全インターロックの一部として、プレゼンスを確認するために、制御システムに中継され得る。能動的シャッタ眼鏡361の使用は、良好な画質および大型の視点を包み込むような表示を提供するが、外科医101は、表示デバイス160の視程内に留まり、側方頭部運動を回避し、混乱させる歪を最小限にしなければならない。

【0091】

なおも別の態様では、表示デバイス160は、ブーム上に搭載されず、代わりに、頭部搭載表示ユニットである。頭部搭載表示ユニットは、左右眼のための独立画像を表示するビューア接眼部を伴う、2つの小型形状因子LCD表示を含む。接眼部は、瞳孔間距離および注視方向の調節を含む、ユーザの眼との最適な整合のために調節可能である。接眼部内の光学は、画像がアームの長さ内において、ビューアの正面に浮遊している印象を与える。頭部搭載表示は、正確な立体的奥行の手がかりを提供し、良好な視認距離を有する。頭部搭載表示はまた、視覚併置およびプレゼンスセンサとしての頭部センサを支持する。使用のために好適な頭部搭載表示の1つは、Vision Systems Group、A Division of Viking Systems (134 Flanders Rd., Westborough, MA)によって提供される3D-HD Personal Head Displayである。

【0092】

別の態様では、頭部搭載表示技術はまた、コンパクト型ブーム搭載表示形状因子としても利用可能である。図3Cを参照されたい。本態様では、表示デバイス160Bは、ロボ

10

20

30

40

50

ット患者側カート305または独立型カートに直接取着される、ブーム310A上に搭載される。本技術は、患者側カートにおいて、外科医によって所望される作業位置の大部分に対応し、頭部センサ371およびヘッドレスト372を支持する。加えて、接眼部の角度は、ハンド追跡作業空間との視覚の理想的併置を可能にする。矢印373は、一実施形態では、60度だけ水平から下方に角度付けられる、表示デバイス160Bを使用する外科医の視線を表す。また、本態様では、ハンド追跡送信機175は、ブーム310Aによって支持される。

#### 【0093】

別の態様では、表示デバイス160は、特殊眼鏡または立体ビューアを必要としない、自動立体表示であって、したがって、外科医のビューア361は使用されない。自動立体的表示は、視認眼鏡を使用する必要なく、各眼に対して、別個の画像を配信する。自動立体表示を生成するために使用される2つの主要技術がある。すなわち、反対側の眼を対象とする光を遮断するためのバリアの使用、または選択された眼に光を向けるためのレンチキュラーレンズの使用である。

#### 【0094】

視差バリアは、不透明媒体に微細な垂直スリットを有する。バリアは、垂直スリットに提示される左右画像とともに、表示デバイス160上の画像の正面に定置される。画像スリットとバリアスリットの頻度が、整合し、外科医101が、バリアから要求された距離にいる場合、左右画像は、それぞれ、外科医101の左眼と右眼によって見ることができる。偏光眼鏡の必要はない。しかしながら、視認位置の数は限定されており、これは、外科医101による患者側位置の選択の自由が限定されることになる。

#### 【0095】

##### (モード制御)

患者側外科医インターフェース150は、追従モード(スレーブ外科手術器具が、マスタツールグリップの移動に追従する)、マスタクラッチモード(マスタ移動からスレーブ作動を係脱する)、カメラ制御モード(内視鏡の移動を有効化する)、エネルギーツールモード(外科手術エネルギーツール制御を有効化する(例えば、電気焼灼ツール))、カメラフォーカスモード(カメラフォーカス制御を有効化する)、アームスワッピング(種々のマスタおよびスレーブアーム制御の組み合わせを可能にする)、ならびにT i l e P r oスワッピングモード(外科医の表示内の種々の写真表示の制御を有効化する、例えば、フル画面表示と、外科医が2つ以上の別個の画像またはデータ画面を視認する表示との間のスワッピング)等のシステムモードを制御するためのインターフェースを含む。システムモードを制御するためのインターフェースは、外科医101によって、容易にアクセス可能であって、種々の動作モードのオン/オフ作動およびトリガされた起動の両方に対応する。

#### 【0096】

システムモードを制御するためのインターフェースは、モード制御入力が、相互排他的様式において、複数のユーザによって、マッピングおよび制御されることを可能にする。インターフェースはまた、ユーザ独立マスタクラッチを有効にする。一態様では、インターフェースは、滅菌可能である。システムモードを制御するためのインターフェースは、学習および記憶が容易である。システムモードを制御するためのインターフェースは、意図されないモード起動を最小限にするように構成される。

#### 【0097】

システムモードを制御するためのインターフェースは、単独であることも、または1つ以上のボタン、センサ、およびフットペダルと組み合わせることもできる。例えば、前述のように、押下されると、マスタクラッチおよびカメラ制御を起動するボタンを、マスタツールグリップ上に含めることができる。同一ボタンのクイックタップは、アームスワップまたはT i l e P r oスワップをトリガする。通常タップに対する特定の機能性およびクイックタップの特定の機能性が、各ボタンに割り当てられる。

#### 【0098】

一態様では、システムモードを制御するためのインターフェースは、少なくとも1つのフットペダル431を含むフットペダルトレイ430(図4C)を含む。一態様では、フットペダルトレイ430は、da Vinci(登録商標) Surgical System Model IS3000(米国特許出願第12/400,726号(2009年3月9日出願)参照、参照することによって本明細書に組み込まれる)において、エネルギー起動を制御するための従来のフットペダルトレイの右半分に類似する、小型ポッドである。しかしながら、いくつかの態様では、従来のフットペダルトレイのすべてが使用され得る。

#### 【0099】

(人間工学的支持)

図1Aおよび1Bに例証されるように、患者側外科医インターフェース150は、外科医101の前腕または肘のためのベンチアームとして機能する、可動人間工学的前腕支持180を含む。前腕支持180は、マスタツールグリップ170、170A、170Bの微細な運動のための安定性を提供する。前腕支持180はまた、連携タスクのために、ハンド間の固有感覚関係を維持する。

#### 【0100】

図4Aの実施例では、前腕/肘支持180Aは、手術台405に取着される。本明細書で使用される場合、前腕/肘支持とは、支持が前腕または肘のいずれかに提供されることができることを意味する。前腕/肘支持180Aは、例えば、矢印404によって示されるように、手術台405の長さに沿って、矢印401によって示されるように、手術台に接近または離間して、および矢印402によって示されるように、手術台405の表面に対して上下に、複数の次元において可動である。また、本実施例では、前腕/肘180A支持は、矢印403によって示されるように、その中心の周りを旋回することができる。前腕/肘支持180Aは、外科医101が起立または着席のいずれかの間、使用することができる。代替として、前腕/肘支持180Aは、手術台405ではなく、ブレイキとともに、可動ブームに取着され得る。可動ブームは、立位または座位使用のために調節することができ、可動ブーム構造は、ブームに対してもたれる外科医の力に耐えられるほど十分に強力である。

#### 【0101】

別の実施例では、前腕/肘支持180Bは、サドルスツール410等の可動プラットフォーム上に搭載される。図4Bに示されるように、サドルスツール410は、複数のキャスト415を含み、移動を促進する。そのような支持を伴うサドルスツールの1つは、Salli Saddle Stool with Elbow Rest from Back Designs, Inc. (Novato, CA, USA)として利用可能である。サドルスツールの使用は、可動プラットフォームの例証にすぎず、本具体的ツールに限定されることを意図するものではない。本開示に照らして、好適な前腕/肘支持は、外科医101が快適に着席または別様に支持されることができる、種々の可動プラットフォーム上に搭載することができる。

#### 【0102】

そのような可動プラットフォームによって、外科医101は、作業の間、そのプラットフォーム上に身を任せ、それによって、体幹筋肉を弛緩させ、人間工学的背骨の整合を保持する。可動プラットフォームは、科医の前腕のための中立作業位置と、マスタクラッチモードにおいて人間工学的姿勢に戻るための物理的基準を提供する。本物理的基準は、マスタクラッチモードを使用する際、認知的負荷を低減し、人間工学的姿勢を保持するのに有用である。

#### 【0103】

(制御システム)

前述のように、制御システム190、190A(図1A、1B、3A、および7)は、種々の機能を果たす。制御システム190A(図7)は、動作モードのうちの1つにおける動作と関連付けられた情報と、動作すべきモードを示す情報の両方を受信する。例えば

、マスタインターフェース入力／出力モジュール702を使用して、制御システム190Aは、感知された空間情報721、感知された配向情報722、およびグリッ閉合情報723、ならびに制御スイッチ724（例えば、表示およびマスタツールグリップレゼンススイッチ）の状態に関する情報を受信する。制御システム190Aはまた、患者側外科医インターフェース（PSSI）150からモード制御コマンド725を受信する。種々の制御スイッチからの状態情報およびモード制御コマンドに応答して、制御システム190Aによって講じられる措置は、前述されており、したがって、ここでは反復されない。

#### 【0104】

制御システム190Aは、プロセッサモジュール701内のプロセッサ上で遠隔操作サーボ制御ループモジュール760における命令を実行する、遠隔操作サーボ制御システムを使用して、外科医601が、スレーブ外科手術器具110の先端を効果的に操縦することができるように、制御コマンドを通して、関連付けられたロボットアームに、マスタツールグリッ670の運動を変換し、転送する。一態様では、制御コマンドは、配向運動コマンド731および空間運動コマンド732を含む。遠隔操作サーボ制御システムによって行われる機能は、制御システム190Aに関して以下により完全に説明される特徴と併せて検討される場合、従来の機能に匹敵する。

#### 【0105】

図6Aでは、立体的内視鏡612のための従来の内視鏡下視認座標フレーム610が例証される。図6Bでは、種々の座標フレーム610、620、および630が、一態様において使用される。以下により完全に説明されるように、座標フレーム610、620、および630は、一態様では、マスタツールグリッ670の運動を遠隔操作スレーブ外科手術器具の運動に変換するために使用される。

#### 【0106】

制御システム190Aは、感知された空間情報721、感知された配向情報722を、配向運動コマンド731および空間運動コマンド732に変換する際、一意のマッピングおよび処理を実装し、遠隔操作スレーブ外科手術器具の先端を移動させる。特に、制御システム190Aは、以下により完全に説明されるように、実行に応じて、スレーブ外科手術器具の自立的または意図しない運動を防止する、ラッチェティングシステムモジュール730を含む。制御システム190Aはまた、以下により完全に説明されるように、メモリ780内に記憶され、プロセッサモジュール701内のプロセッサ上で実行される、プロキシ視覚モジュール750を含むことができる。

#### 【0107】

制御システム190Aの実装の以下の説明は、例証にすぎず、限定されることを意図するものではない。本説明に照らして、当業者は、説明された特徴の任意の所望の組み合わせを選択および実装し、患者側外科医インターフェース150を含む、低侵襲遠隔操作外科手術システムの要件に対応することができる。

#### 【0108】

滅菌外科手術野内で機械的に固定されていないマスタツールグリッ670と3次元表示デバイス660の組み合わせは、遠隔操作スレーブ外科手術器具の患者側制御を可能にする際、新しい能力を提供する。前述のように、一態様では、可動3次元表示660は、滅菌外科手術野内で作業する外科医601によって動かすことができる。制御システム190Aによって、3次元表示デバイス660で見られるように、マスタツールグリッ670の運動をスレーブ外科手術器具エンドエフェクタ661の移動にマッピングするために使用される技法は、従来の低侵襲遠隔操作ロボット外科手術システムから直接転換可能ではない。

#### 【0109】

解決すべき問題をより理解するために、滅菌外科手術野内にない、外科医のコンソール114（図1B）に対して、従来の低侵襲遠隔操作ロボット外科手術システムによって使用される従来のマッピング方法を検討することが有用である。外科医のコンソール114

10

20

30

40

50

のための運動マッピング方法は、直感的および人間工学的の両方であるように設計されている。このため、運動マッピングは、視覚とハンド作業空間との併置を利用する。例えば、米国特許第7,155,315号(2005年12月12日出願「Camera Referenced Control in a Minimally Invasive Surgical Apparatus」)(参照することによって、全体として本明細書に組み込まれる)を参照されたい。

#### 【0110】

外科医195(図1B)は、外科医のコンソール114に向かって着席し、立体ビューアに目を向け、立体内視鏡112から3次元画像を見る。3次元画像は、外科医195が自身の眼によって直接外科手術野を見ているように現れるように、外科医195に視点を包み込むような方法で提示される。立体視覚は、外科医自身の手と眼の作業空間に知覚的に整合するようにスケーリングされる。さらに、立体視覚は、光景が外科医の頭部の主視方向に沿って、奥行に延在するように配向され、頭部は、60度だけ下方に角度付けられる。

10

#### 【0111】

本設定の結果、外科医の視覚的空間は、外科医がマスタツールマニピュレータを移動させる空間と知覚的に重複する。本構造は、最終的には、遠隔操作スレーブ外科手術器具が外科医自身の手である印象を与える。

#### 【0112】

したがって、従来のシステムは、遠隔操作スレーブ外科手術器具を制御するための手と眼の空間の理想的マッピングに対応する。直上で述べたように、内視鏡下ビューで器具をみる時、外科医は、器具が実際に自身の手であるように知覚するのが一般的である。

20

#### 【0113】

(制御システム - 体心マッピング)

前述のように、患者側外科医インターフェース150によって、表示デバイス660は、外科医601に対して、可変方向に位置付けおよび配向可能となる。前述の従来の併置マッピングは、外科医601が、立体的表示660を見る方向に沿って自身の手を移動させて、内視鏡下ビュー方向Z<sub>s</sub>に沿って、器具を移動させる必要があることを示唆する。このアプローチは、外科医が表示デバイス160Bを覗き込む、図3Cに例証されるもの等の立体的表示デバイスにとっては容認可能である場合があるが、外科医のビューがより水平である表示デバイスの場合、容認可能ではない。

30

#### 【0114】

加えて、外科医601は、表示に対して上方および平行に自身の手を移動させて、内視鏡下ビュー内の方向Y<sub>s</sub>に器具を上方に移動させるであろう。しかしながら、これは、表示デバイス660が外科医601の正面に直接ない時は、ぎこちなく、非人間工学的運動をもたらす可能性がある。継続的に腕を持ち上げ、表示デバイス660に対して上方および内方へ手を移動させる必要があることは、外科医601に疲労を与えることになるであろう。

#### 【0115】

従来の視覚的空間の使用の試みと関連付けられたこれらの問題を克服するために、外科医601が自身の姿勢に対して移動を合わせることが可能にする体心マッピングが適用される。図6Bの実施例では、体心座標フレーム610は、体心z - 座標軸Z<sub>b,c</sub>、体心x - 座標軸X<sub>b,c</sub>、および体心y - 座標軸Y<sub>b,c</sub>を含む。

40

#### 【0116】

図6Bでは、体心z - 座標軸Z<sub>b,c</sub>は、それに沿って、マスタツールグリップ670の運動が、外科医601の胴体601Tから離れる、およびそこに向かう、軸である。体心x - 座標軸X<sub>b,c</sub>は、それに沿って、マスタツールグリップ670の運動が、外科医601の胴体601Tに対して、左から右となる、軸である。体心y - 座標軸Y<sub>b,c</sub>は、それに沿って、マスタツールグリップ670の運動が、外科医601の胴体601Tに対して、上下となる、軸である。

50

## 【 0 1 1 7 】

表示デバイス 6 6 0 上の画像では、内視鏡下ビュー  $z$  - 座標軸  $Z_s$  は、表示 6 6 0 上の画像に向かって、およびそこから内視鏡下ビュー方向に沿った軸である。内視鏡ビュー  $x$  - 座標軸  $X_s$  は、表示 6 6 0 上の画像の右から左に延在する軸である。内視鏡ビュー  $y$  - 座標軸  $Y_s$  は、表示 6 6 0 上の画像内の上下に延在する軸である。座標フレーム 6 1 0 は、議論を容易にするために、表示 6 6 0 上に例証されるが、通常、表示 6 6 0 上の画像内に含まれない。一態様では、表示 6 6 0 上の画像に対する表示座標フレームは、内視鏡下ビュー座標フレーム 6 1 0 と同一である。

## 【 0 1 1 8 】

また、表示デバイス 6 6 0 上の画像内にあるのは、それに対して、先端座標フレーム 6 3 0 が規定される、遠隔操作スレーブ外科手術器具のエンドエフェクタ 6 6 1 である。エンドエフェクタ 6 6 1 の先端  $z$  - 座標軸  $Z_t$  は、表示 6 6 0 上の遠隔操作スレーブ外科手術器具の画像の縦軸に沿った軸である。先端  $x$  - 座標軸  $X_t$  および先端座標軸  $Y_t$  は、軸  $Z_t$  に垂直な平面を規定する。

10

## 【 0 1 1 9 】

便宜上、これが、外科医がその動きを見ている対象であるため、時として、スレーブ外科手術器具先端 6 6 1 と称される、スレーブ外科手術器具エンドエフェクタ 6 6 1 の画像が、本説明では使用されることに留意されたい。本画像の移動は、遠隔操作スレーブ外科手術器具先端自体の移動に直接対応する。当業者は、本明細書に説明されるように、画像の移動が、制御システム 1 9 0 A からの制御コマンドに応答した、ロボットアームによる先端自体の移動の直接的結果であることを理解する。

20

## 【 0 1 2 0 】

制御システム 1 9 0 A は、体心座標フレーム 6 2 0 におけるデータおよび外科手術器具先端座標フレーム 6 3 0 におけるデータの両方を、時として、共通座標フレームと称される、内視鏡下ビュー座標フレーム 6 1 0 にマッピングすることに留意されたい。本マッピングは、マスタツール追跡装置 6 6 0 の移動を表示座標フレーム内の外科手術器具先端 6 6 1 の移動に変換する際に使用される。

## 【 0 1 2 1 】

例えば、着席または起立している時、外科医 6 0 1 は、体心  $z$  - 座標軸  $Z_{bc}$  に沿って、自身の胴体 6 0 1 T から離れるようにマスタツールグリップ 6 7 0 を移動させ得る。マスタツールグリップ 6 7 0 は、本態様では、3次元座標フレーム 6 1 0 における運動を感知し、感知された空間情報 7 2 1 および感知された配向情報 7 2 2 を制御システム 1 9 0 A に提供する。

30

## 【 0 1 2 2 】

制御システム 1 9 0 では、ハンド追跡コントローラ 7 0 4 は、感知された情報、例えば、感知された空間情報 7 2 1 および感知された配向情報 7 2 2 の一方または両方を受信し、新しい空間位置データ ( $x_{bc}$ 、 $y_{bc}$ 、 $z_{bc}$ ) および新しい配向データ (ピッチ、ヨー、ロール) を出力する。一態様では、ハンド追跡コントローラ 7 0 4 はまた、ハンド追跡送信機 1 7 5 に連結され、送信機 1 7 5 によって伝送される視野を制御する。

## 【 0 1 2 3 】

空間位置データ ( $x_{bc}$ 、 $y_{bc}$ 、 $z_{bc}$ ) および配向データ (ピッチ、ヨー、ロール) は、内視鏡下ビュー座標フレーム 6 1 0 にマッピングされる。新しいマッピングデータおよび内視鏡ビュー座標フレーム 6 1 0 内のエンドエフェクタ 6 6 1 の現在の位置を使用して、エンドエフェクタ 6 6 1 を内視鏡ビュー座標フレーム 6 1 0 内の新しい位置に移動させるために必要とされる情報が決定される。本情報は、制御コマンドとして、スレーブ器具に送信される。制御コマンドに応答して、遠隔操作スレーブ外科手術器具は、視鏡下ビュー方向に沿って、先端を移動させ、体心  $z$  - 座標軸  $Z_{bc}$  に沿うマスタツールグリップ 6 7 0 の運動に対応させる。その結果、表示デバイス 6 6 0 内のスレーブ器具先端画像 6 6 1 は、 $z$  - 座標  $Z_s$  に沿って移動する。

40

## 【 0 1 2 4 】

50

同様に、体心 $y$ -座標軸 $Y_{bc}$ に沿って、マスタツールグリップ670を上方に移動させることによって、表示デバイス660内のスレーブ器具先端画像661が、内視鏡ビュー $y$ -座標軸 $Y_s$ に沿って、上方に移動し、すなわち、画像が、表示デバイス660上の上方に移動するように、スレーブ器具を移動させる。マスタツールグリップ670を体心 $x$ -座標軸 $X_{bc}$ に沿って左に移動させることによって、表示デバイス660内のスレーブ器具先端画像661が、内視鏡ビュー $x$ -座標軸 $X_s$ に沿って、表示を横断して、左に移動するように、スレーブ器具を移動させる。

#### 【0125】

このマッピング方法は、外科医601の頭部、身体、および腕がすべて、表示座標フレームと整合されているという前提を緩和させる。体心座標フレームの配向は、外科医601によって直接管理することができる。これによって、外科医601は、マッピングの人間工学を管理するだけでなく、外科医、患者、内視鏡、および内視鏡下表示の配置におけるさらなる柔軟性に対応することが可能となる。

#### 【0126】

オプションの1つは、外科医に、ハンド追跡システムによって使用される送信機175を配向させる、例えば、回転台331(図3B)を使用して、送信機175を回転させることを可能にするものである。別の関連オプションは、測定される運動が、常時、外科医の胴体に相対的となるように、装着式様式として、軽量送信機175を外科医に装着するものである。代替は、外科医に、指向または運動ジェスチャーを行わせ、配向フレームを規定することを可能にするものである。

#### 【0127】

本発明の一実施形態で使用するために好適な磁気ハンド追跡コントローラ、マスタツールグリップ内で使用するためのセンサ、およびハンド追跡送信機は、Ascension Technology Corporation(Burlington, Vermont, USA)から、3D guidance trakSTAR<sup>TM</sup> System with a Mid-Range Transmitterとして利用可能である(trakSTAR<sup>TM</sup>は、Ascension Technology Corporationの商標である)。送信機は、78センチメートル(31インチ)として規定される、中距離にわたる高精度追跡のためのパルスDC磁場を発生する。本システムは、各センサに対して240から420更新/秒を伴う動的追跡を提供する。小型受動センサ出力は、電力線雑音源によって影響を受けない。送信機とセンサとの間の明確な視程は、要求されない。あらゆる姿勢追跡が存在し、慣性ドリフトまたは光学干渉はない。高金属耐性があり、非磁気金属からの歪はない。

#### 【0128】

(制御システム - 人間工学的な手首配向マッピング)

患者側外科医インターフェース150については、表示デバイス160は、常時、コンソール立体ビューアのように60度だけ下方に角度付けられていない。表示デバイス160が、3次元画像とマスタツールグリップとの間の従来の構成を再現するように、垂直に配向されすぎ(すなわち、外科医のビューが、表示画面に垂直であって、本質的に、水平である)場合、外科医101は、図5Aに描写されるように、快適ではない姿勢へと、自身の手首515A、515Bを後方に屈曲させるか、または別様に前腕を快適ではない姿勢に保持する必要があるであろう。そのような位置において、スレーブ外科手術器具を操作することは可能であるが、外科医101は、人間工学的に望ましくない不自然な位置を見つけることになるであろう。

#### 【0129】

その結果、一態様では、固定された回転オフセットが、体心座標フレームにおける手首配向運動をマッピングするために使用される。具体的には、制御システム190A(図7)内のサーボ制御ループによって受信されるマスタツールグリップ170A、170Bから感知された配向データは、固定されたオフセットによって回転される。これは、座標フレーム620Rによって、図6Bに表される。-45度から-30度の範囲内に固定され

たオフセットは、この人間工学的問題を緩和する際、依然として、直感的制御を保持しながら、良好に作用するように示されている。この固定された回転オフセットの使用によって可能となる、改善された人間工学的姿勢 5 1 5 A 1、5 1 5 B 1 は、図 5 B に例証される。

#### 【 0 1 3 0 】

本マッピング態様の擬人化性質は、手首制御が、システム設計の機械的および視覚的構成要素だけに基づく、絶対的 1 対 1 のマッピングに、もはやマッピングされないことである。マッピングは、代わりに、ヒトユーザのより快適な手首の運動範囲に対応するように修正される。

#### 【 0 1 3 1 】

( 制御システム - ラチェッティングシステム )

従来の低侵襲遠隔操作外科手術システムは、突然の望ましくないスレーブ運動を生じさせることなく、追従モードに入ることができるように、マスタツールグリップおよびスレーブ外科手術器具エンドエフェクタの配向が位置付けられるまで、外科医が待機することを要求していた。しかしながら、制御システム 1 9 0 A では、遠隔操作サーボ制御ループモジュール 7 6 0 内のラチェッティングシステムモジュール 7 3 0 ( 図 7 ) が、外科医 1 0 1 がマスタツールグリップ 1 7 0 の移動を開始すると、起動され、例えば、プロセッサモジュール 7 0 1 上で実行される。ラチェッティングシステムモジュール 7 3 0 ならびにモジュール 7 6 0 は、メモリ 7 8 0 内に格納される。マスタツールグリップ 1 7 0 とスレーブ外科手術器具 1 1 0 のエンドエフェクタとの間の配向誤差に関係なく、遠隔操作サーボ制御ループシステムは、マスタツールグリップ 1 7 0 と、外科手術器具エンドエフェクタ ( 時として、スレーブ外科手術器具先端 6 6 1 と呼ばれる ) との間の追従モードに入る。

#### 【 0 1 3 2 】

ラチェッティングシステムモジュール 7 3 0 は、マスタツールグリップ 1 7 0 が移動されるのに伴って、スレーブ外科手術器具先端に対するマスタツールグリップ 1 7 0 の配向をシームレスかつ継続的に改善する。ラチェッティングシステムモジュール 7 3 0 は、スレーブ外科手術器具先端の配向をラチェッティングし、スレーブ外科手術器具先端とマスタツールグリップ 1 7 0 との間のいかなる配向誤差も継続的かつシームレスに低減させる。スレーブ配向に向かうマスタツールグリップ移動は、マスタ/スレーブマッピングを改善するために使用されるが、スレーブ配向から離れるマスタツールグリップ移動は、使用されず、したがって、マスタ/スレーブ整合は、外科医が経験する可能性がある適切な直感的関係に向かって継続的にラチェッティングされる。ラチェッティングシステムモジュール 7 3 0 の実行は、マスタツールグリップ 1 7 0、スレーブ外科手術器具先端のいずれの自律運動も伴わずに、配向整合を達成する。

#### 【 0 1 3 3 】

ラチェッティングシステムモジュール 7 3 0 の実行は、表示デバイス 1 6 0 内で外科医 1 0 1 によって視認される、マスタツールグリップ 1 7 0 とスレーブ外科手術器具先端との間の直感的配向整合をもたらす。また、ラチェッティングシステムモジュール 7 3 0 は、外科医 1 0 1 が行っていること ( マスタツールグリップ 1 7 0 の操縦 ) と外科医 1 0 1 が表示デバイス 1 6 0 上で見ているもの ( 表示デバイス 1 6 0 内のスレーブ外科手術器具先端の移動 ) との間の直接的関連付けを提供する。そのようなラチェッティングの一実施例は、同時係属中の共有に係る米国特許出願第 1 2 / 4 9 5 , 2 1 3 号 ( 2 0 0 9 年 6 月 3 0 日出願「Ratcheting for Master Alignment of a Teleoperated Minimally-Invasive Surgical Instrument」) により詳細に説明されており、参照することによって、全体として本明細書に組み込まれる。

#### 【 0 1 3 4 】

( 制御システム - プロキシ視覚システム )

前述のように、プロキシ視覚は、外科医によって、別の外科医を監督するために使用す

10

20

30

40

50

ることができる。本実施例では、外科医 195 (図 1B) は、患者側外科医インターフェース 150 を使用して、外科医 101 によって監督される。しかしながら、本構成は、例証にすぎない。例えば、外科医 101 は、マスタツールグリップ 170A (図 2) を使用して、プロキシ視覚を制御する一方、外科医 195 は、マスタツールグリップ 170B を使用して、遠隔操作スレーブ外科手術器具 110 を制御し得る。任意のマスタツールグリップがプロキシ視覚に割り当てられることができ、外科医は、そのマスタツールグリップを使用して、異なるマスタツールグリップを使用する別の外科医を監督することができる。患者側外科医インターフェース 150 は、第 2 の外科医のコンソールまたは第 1 の外科医のコンソールさえ必要とすることなく、そのような監督を促進する。

#### 【0135】

10

監督を促進するために、プロキシ視覚モジュール 750 は、一態様では、視覚処理サブシステムの一部として処理される。モジュールは、マスタツールグリップの位置および配向を受信し、内視鏡下カメラ画像と合成された立体画像をリアルタイムにレンダリングし、外科医コンソール、アシスタント表示、および患者側外科医インターフェース表示 160 上に表示する。外科医 101 が、所定の措置を講じることによって、監督を開始すると、プロキシ視覚システムループが起動され、例えば、モジュール 750 が、プロセッサモジュール 701 上で実行される。所定の措置として使用される特定の措置は、制御システム 190A がその措置を認識するように構成される限り、必須ではない。

#### 【0136】

一態様では、プロキシ視覚は、マスタツールグリップ 170 によって制御される仮想ゴースト器具 811 (図 8) である一方、遠隔操作スレーブ外科手術器具 810 は、外科医のコンソール 114 のマスタツールマニピュレータのうちの 1 つによって制御される。外科医 101 は、表示デバイス 160 内で器具 810 および 811 を見る一方、外科医 195 は、外科医のコンソール 114 の立体的表示内で 810 および 811 を見る。プロキシ視覚としての仮想ゴースト器具 811 の使用は、例証にすぎず、本特定の画像に限定されることを意図するものではない。本開示に照らして、他の画像は、プロキシ視覚を表す画像と遠隔操作スレーブ外科手術器具の実際のエンドエフェクタの画像との間の区別を促進する、プロキシ視覚のために使用することができる。

20

#### 【0137】

仮想ゴースト器具 811 は、実際の器具 810 に類似して見えるが、仮想ゴースト器具 811 は、仮想ゴースト器具 811 を実際の器具 810 と明確に区別するように表示される (例えば、透明または半透明ゴースト状画像、別個に着色された画像等)。仮想ゴースト器具 811 の制御および操作は、実際の遠隔操作外科手術器具に対して前述のものと同一である。したがって、外科医 101 は、マスタツールグリップ 170 を使用して、仮想ゴースト器具 811 を操縦し、遠隔操作スレーブ外科手術器具 810 の適切な使用を実演することができる。外科医 195 は、器具 810 によって、仮想ゴースト器具 811 の運動を模倣することができる。

30

#### 【0138】

仮想ゴースト器具は、共有に係る米国特許出願公開第 US 2009/0192523 A1 号 (2009 年 3 月 31 日出願の「Synthetic Representation of a Surgical Instrument」) により完全に説明されており、参照することによって、全体として本明細書に組み込まれる。

40

#### 【0139】

(制御システム - プロセスフロー)

図 9 は、可動表示デバイス 160、マスタツールグリップ 170、ハンド追跡送信機 175、および遠隔操作スレーブ外科手術器具 110 を含む、低侵襲外科手術システム 100 において、制御システム 190、190A に実装される方法 900 の一態様のためのプロセスフロー図である。新しく感知されたマスタ運動データの受信動作 901 では、新しく感知された空間データ、新しく感知された配向データ、または両方が、制御システム 190 によって受信される。動作 901 は、処理を安全インターロックチェック動作 902

50

に移行する。

【0140】

安全インターロックチェック動作902は、安全インターロックの状態が、少なくとも1つのマスタツールグリップとスレーブ外科手術器具との間の追従モード動作が許可されていることを示すかどうかを決定する。前述の種々のインターロックに加え、別の安全インターロックは、外科医が、追従モードを開始する前に、制御される器具先端の知覚された配向にほぼ整合するように、マスタグリップを配向しなければならないことである。45度の全体的配向不整合許容誤差が、良好に作用することが分かっている。本許容誤差設定は、追従が開始する際、依然として、直感的整合をもたらしながら、外科医が確実に整合させるために十分に緩いものである。ラチェッティングシステムモジュール730を使用した追従にある間、残留不整合は、低減される。グリップ閉合もまた、追従モードに入る前に、マスタとスレーブ器具先端との間の許容誤差内で整合されなければならない。

10

【0141】

例えば、前述のプレゼンススイッチのうちのいずれか1つが、プレゼンスを示さないか、表示デバイス160が移動されていることの指標が受信されるか、または可能性として、追従モードインターロックが正しくない場合、安全インターロックチェック動作902は失敗し、追従モードが許可されていないことを意味する。したがって、チェック動作902は、受信した新しいデータを保存する、感知されたマスタツールグリップデータの保存動作903に移行され、処理は、本実施例では、動作901に戻る。

【0142】

20

安全インターロックの状態が、外科医101を含む、システム100が、追従モード動作のために必要とされる状態にあることを示す場合、安全インターロックチェック動作902は、処理をシステム追従モードチェック動作904に移行する。システム100が、追従モードに入る場合、または追従モードにある場合、チェック動作904は、共通基準フレームへのマッピング動作905か、そうでなければ感知されたマスタツールグリップデータの保存動作903に移行する。

【0143】

共通基準フレームへのマッピング動作905は、受信した新しく感知されたデータを共通基準フレームにマッピングする。例えば、体心座標フレームが使用される場合、体心座標フレームで感知されたデータは、前述のように、内視鏡下ビュー座標フレームにマッピングされる。また、体心座標フレームに対する固定された回転オフセットは、一態様では、マッピングに先立って、動作905で実装される。加えて、一態様では、4:1のスケール係数が、体心座標フレーム620内の運動と内視鏡ビュー座標フレーム610内の運動との間で使用される。

30

【0144】

動作905が完了すると、ラチェッティング動作906が、新しい配向データを処理し、新しいスレーブ空間位置の生成動作910が、新しい位置データを処理する。ラチェッティング動作906は、メモリ780内のスレーブ配向記憶素子770内に格納された現在のスレーブ配向である、保存されたスレーブ配向907と、新しい配向データとを使用して、新しい相対的回転行列を生成し、次いで、新しいスレーブ配向の生成動作908に移行する。

40

【0145】

新しいスレーブ配向の生成動作908は、新しい相対的回転行列を使用して、新しいスレーブ配向を生成し、処理をスレーブ配向コマンド送信動作909に移行する。新しいスレーブ配向を使用して、動作909は、スレーブ入力/出力(I/O)モジュール703を介して、スレーブ配向およびコマンド化された角速度を含むコマンドを、基準共通フレームにおいて送信し、そのコマンドによって指示されるようなスレーブ外科手術器具先端の移動をもたらす。動作909が完了すると、本実施例では、動作901に戻る。

【0146】

外科医101が、マスタツールグリップ170とスレーブ外科手術器具110の先端と

50

の間の配向誤差を低減させるように、マスタツールグリップ 170 を移動させる時、配向ラチェッティングプロセスは、外科医がどのようにマスタツールグリップ 170 を把持したか、ロール継手限界に達したかどうかを考慮しながら、マスタツールグリップ 170 とスレーブ外科手術器具 110 の先端との間の追従において、低減された配向誤差を使用する。反対に、外科医 101 が、マスタツールグリップ 170 とスレーブ外科手術器具 110 の先端との間の配向誤差を増加させるように、マスタツールグリップ 170 を移動させる時、配向ラチェッティングプロセスは、マスタツールグリップ 170 とスレーブ外科手術器具先端 110 の先端との間の追従モードにおいて、増加した配向誤差ではなく、現在の配向誤差を使用する。

【0147】

10

動作 906 から 909 は、同時係属中の共有に係る米国特許出願第 12 / 495 , 213 号により完全に説明されており、参照することによって本明細書の前述に組み込まれている。

【0148】

配向ラチェッティングプロセスは、スレーブ外科手術器具 110 の先端に対して、マスタツールグリップ 170 の絶対的配向をシームレスかつ継続的に改善する。配向ラチェッティングプロセスは、マスタツールグリップ 170 、スレーブ外科手術器具 110 の先端のいずれの自律運動も伴わずに、絶対的配向における継続的改善を達成する。

【0149】

新しいスレーブ空間位置の生成動作 910 は、動作 905 からの共通座標フレームにおけるマスタツールグリップ 670 の新しい空間位置データと、共通座標フレームにおいて保存された現在のスレーブ外科手術器具空間位置 911 を使用して、共通基準フレームにおけるエンドエフェクタ 661 のための新しいスレーブ空間位置を決定する。新しいスレーブ空間位置を使用して、スレーブ空間位置コマンド送信動作 912 は、スレーブ空間位置およびコマンド化された速度を含むコマンドを、基準共通フレームにおいて、スレーブ入力/出力 (I/O) モジュール 703 を介して送信し、そのコマンドによって指示されるスレーブ外科手術器具先端の移動をもたらす。

20

【0150】

制御システム 190、190A として説明されるが、制御システム 190、190A は、実際は、ハードウェア、プロセッサ上で実行されるソフトウェア、およびファームウェアの任意の組み合わせによって実装され得ることを理解されたい。また、本明細書に説明されるその機能は、1つのユニットによって行われても、または異なる構成要素間で分割されてもよく、そのそれぞれは、順に、ハードウェア、プロセッサ上で実行されるソフトウェア、およびファームウェアの任意の組み合わせによって実装され得る。異なる構成要素間で分割される場合、構成要素は、1つの場所に集約されてもよく、または分散処理目的のために、システム 100 にわたって分散され得る。

30

【0151】

本発明の態様および実施形態を例示する前述の説明および添付の図面は、限定として見なされるべきではなく、請求項は保護された発明を定義する。様々な機械的、構造的、電気的、および操作上の変更は、本説明の精神および範囲ならびに請求項から逸脱することなく、行い得る。いくつかの例において、よく知られている回路、構造、および技術は、本発明を曖昧にするのを避けるため、詳細に図示または説明されなかった。

40

【0152】

さらに、本説明の用語は、本発明を限定することを意図しない。例えば、空間的に関連する用語、例えば、「beneath (下)」、「below (下)」、「lower (下位)」、「above (上)」、「upper (上位)」、「proximal (近位)」、「distal (遠位)」等を使用して、図面に例示されるように、1つの素子または特徴に対する別の素子または特徴の関係を説明し得る。これらの空間的に関連する用語は、図面に示される位置および配向に加えて、使用または操作しているデバイスの異なる位置および配向を包含する。例えば、図面のデバイスが回転される場合、他の素子また

50

は特徴の「下 (below または beneath)」にあるとして記述される素子は、他の素子または特徴の「上 (above または over)」にある。したがって、典型的な用語「below」は、上および下の両方の位置および配向を包含することができる。デバイスは、その他に配向されてもよく (90 度回転されるか、または他の配向)、本明細書に使用される空間的に関連する記述子は、それに従って解釈される。同様に、様々な軸に沿っておよび軸を中心とする運動の記述は、様々な特別のデバイス位置および配向を含む。

#### 【0153】

「a」、「an」、および「the」という単数形は、文脈上他に指定のない限り、複数形も同様に含むことを意図する。「含む (comprises、comprising、includes 等)」という用語は、規定された特徴、ステップ、操作、プロセス、素子、および / または構成要素を特定するが、1 つまたは複数の他の特徴、ステップ、操作、プロセス、素子、構成要素、および / または群の存在または追加を除外しない。

10

#### 【0154】

すべての実施例および例示的参照は、非限定であり、本明細書に記載される特定の実装および実施形態ならびにそれらに相当するものに請求項を限定するために使用されてはならない。見出しは単に書式設定のためであり、1 つの見出し下のテキストは、1 つまたは複数の見出し下のテキストを相互参照または適用し得るため、いかなる方法においても対象の事項を限定するために使用されてはならない。最後に、本開示に照らして、一態様または実施形態に関連して説明される特定の特徴は、具体的に図面に示されないか、またはテキストに記載されない場合であっても、本発明の他の開示される態様または実施形態に適用され得る。

20

#### 【0155】

メモリ 780 は、統合構造として例証されるが、これは、すべてのメモリが同一物理的場所にあることを要求するものとして解釈されるべきではない。メモリの全部または一部は、プロセッサと異なる物理的場所にあることができる。メモリは、揮発性メモリ、非揮発性メモリ、またはその 2 つの任意の組み合わせを指す。

#### 【0156】

プロセッサは、プロセッサによって実行される命令を含有するメモリに連結される。これは、コンピュータシステム内において、あるいは代替として、モデムおよびアナログ回線またはデジタルインターフェースおよびデジタル搬送ラインを経由して、別のコンピュータへの接続を介して、達成され得る。

30

#### 【0157】

ここでは、コンピュータプログラム製品は、方法 900 の任意の部分または全部のために必要されるコンピュータ可読モードを格納するように構成される、またはその中に、方法 900 の任意の部分または全部のためのコンピュータ可読コードが格納される、コンピュータ可読媒体を備える。コンピュータプログラム製品のいくつかの実施例は、CD-ROM ディスク、DVD ディスク、フラッシュメモリ、ROM カード、フロッピー (登録商標) ディスク、磁気テープ、コンピュータハードドライブ、ネットワーク上のサーバ、およびコンピュータ可読プログラムコードを表すネットワークを介して伝送される信号である。有形コンピュータプログラム製品は、方法 900 の任意の部分または全部のためのコンピュータ可読命令を格納するように構成される、またはその中に、方法 900 の任意の部分または全部のためのコンピュータ可読命令が格納される、有形コンピュータ可読媒体を備える。有形コンピュータプログラム製品は、CD-ROM ディスク、DVD ディスク、フラッシュメモリ、ROM カード、フロッピー (登録商標) ディスク、磁気テープ、コンピュータハードドライブ、および他の物理的記憶媒体である。

40

#### 【0158】

本開示に照らして、方法 900 の任意の部分または全部において使用される命令は、ユーザに関心のあるオペレーティングシステムおよびコンピュータプログラミング言語を使用して、種々のコンピュータシステム構成において実装することができる。

50

## 【 0 1 5 9 】

さらに、種々の異なる低侵襲システムおよび方法は、本開示に照らして実装することができる。

## 【 0 1 6 0 】

一態様では、低侵襲外科手術システムは、患者側外科医インターフェースであって、

a) 手術室内に搭載された表示デバイスと、

b) マスタインターフェースであって、

手術室内に位置付けられた機械的に固定されていないマスタツールグリップと、

機械的に固定されていないマスタツールグリップから分離および隔てられたハンド追跡送信機であって、機械的に固定されていないマスタツールグリップは、ハンド追跡送信機と

共同して、機械的に固定されていないマスタツールグリップを操作する人物と関連付けられた基準フレームで感知された位置および配向情報を提供する、ハンド追跡送信機と、

を含む、マスタインターフェースと

を備えている患者側外科医インターフェースと、

外科手術エンドエフェクタを備えている、遠隔操作スレーブ外科手術器具と、

機械的に固定されていないマスタツールグリップ、ハンド追跡送信機、表示デバイス、および遠隔操作スレーブ外科手術器具に連結された制御システムと、

を含み、前記制御システムは、基準フレーム内で感知された位置および配向情報を受信し、感知された位置および配向情報を使用して、制御コマンドを生成し、制御コマンドを送信し、表示デバイス上に表示された画像と関連付けられた基準フレームに対して、外科手術エンドエフェクタを移動させる。

## 【 0 1 6 1 】

本低侵襲外科手術システムはまた、制御ハンドルを含む、手動操作外科手術デバイスを含み、制御ハンドルは、機械的に固定されていないマスタツールグリップを操作する人物がまた、手動操作外科手術デバイスの制御ハンドルも操作するように、位置付けられる。

## 【 0 1 6 2 】

別の態様では、本低侵襲外科手術システムを使用する方法は、

機械的に固定されていないマスタツールグリップを移動させることによって、感知された位置および配向情報を生成することであって、

感知された位置および配向情報は、機械的に固定されていないマスタツールグリップを操作する人物と関連付けられた基準フレームにおけるものである、ことと、

感知された位置および配向情報に基づいて、低侵襲遠隔操作スレーブ外科手術器具のエンドエフェクタの移動を制御することと、

を含む。

【図 3 B】

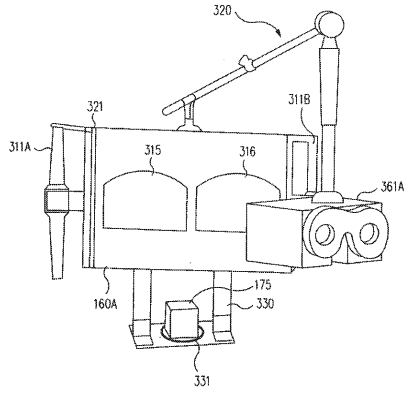


FIG. 3B

【図 4 A】

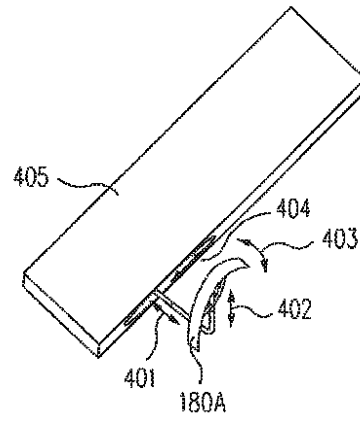


FIG. 4A

【図 4 B】

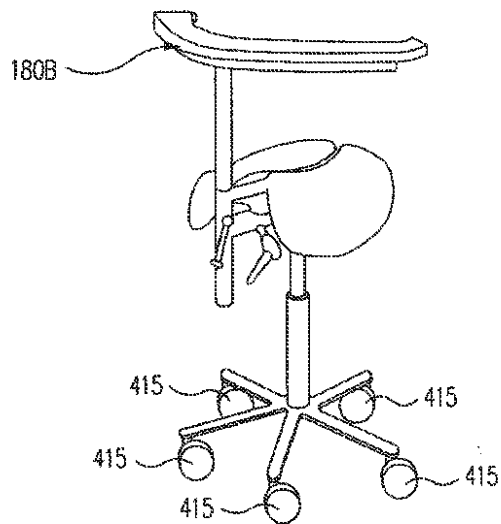


FIG. 4B

【図 6 A】

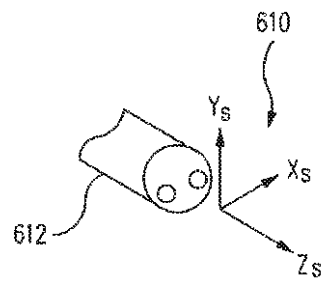


FIG. 6A

【図 6 B】

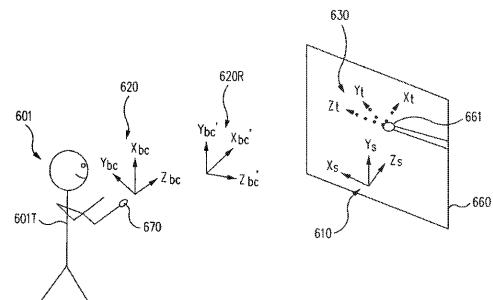


FIG. 6B

【図 8】

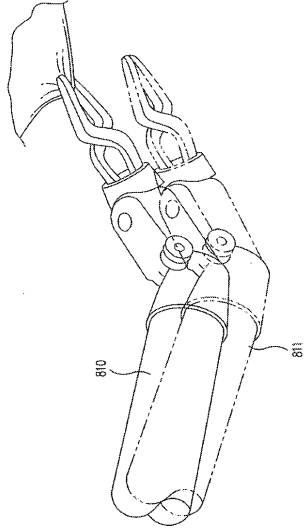


FIG. 8

FIG. 1A

【図1B】

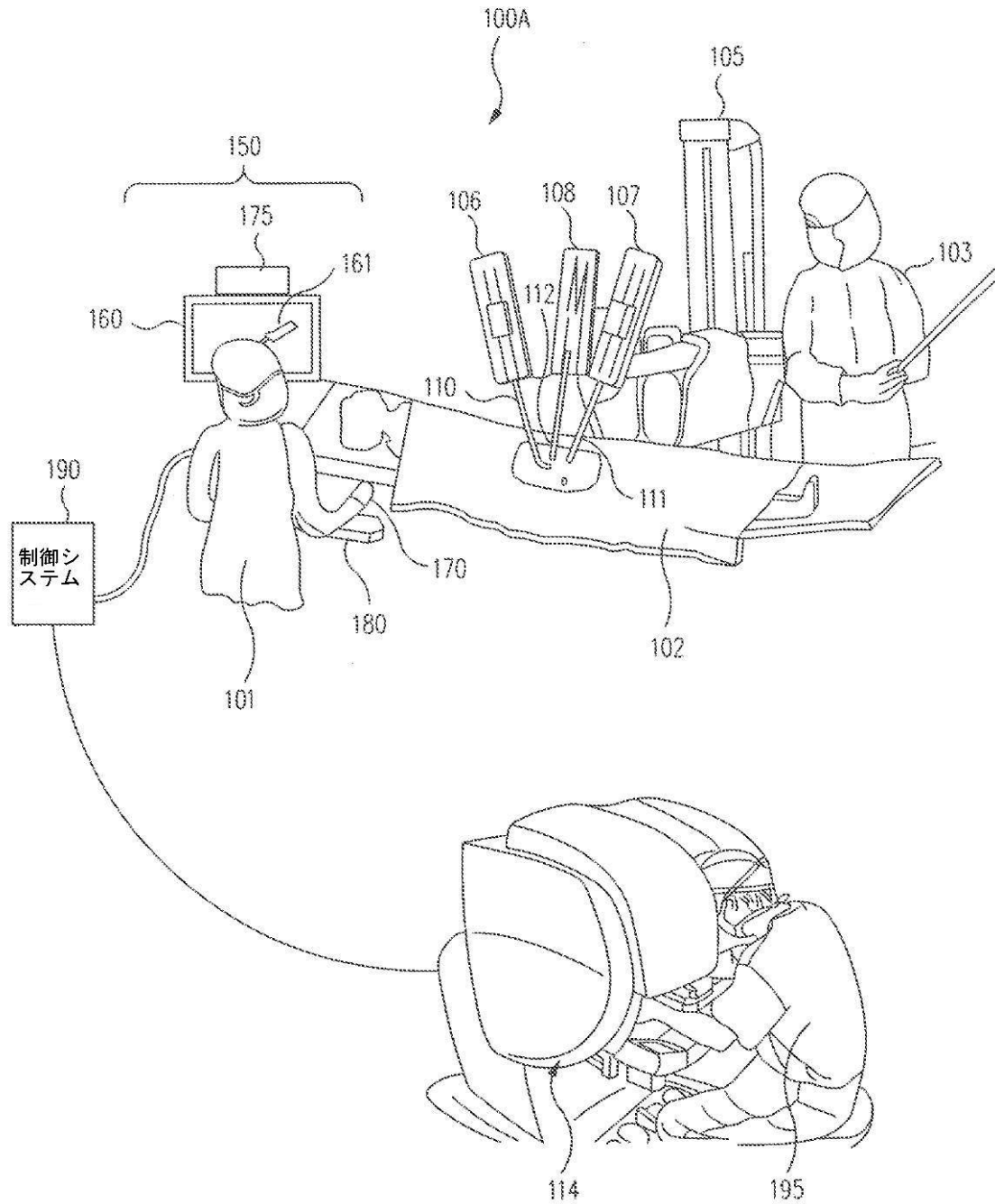


FIG. 1B

【図 2 A】

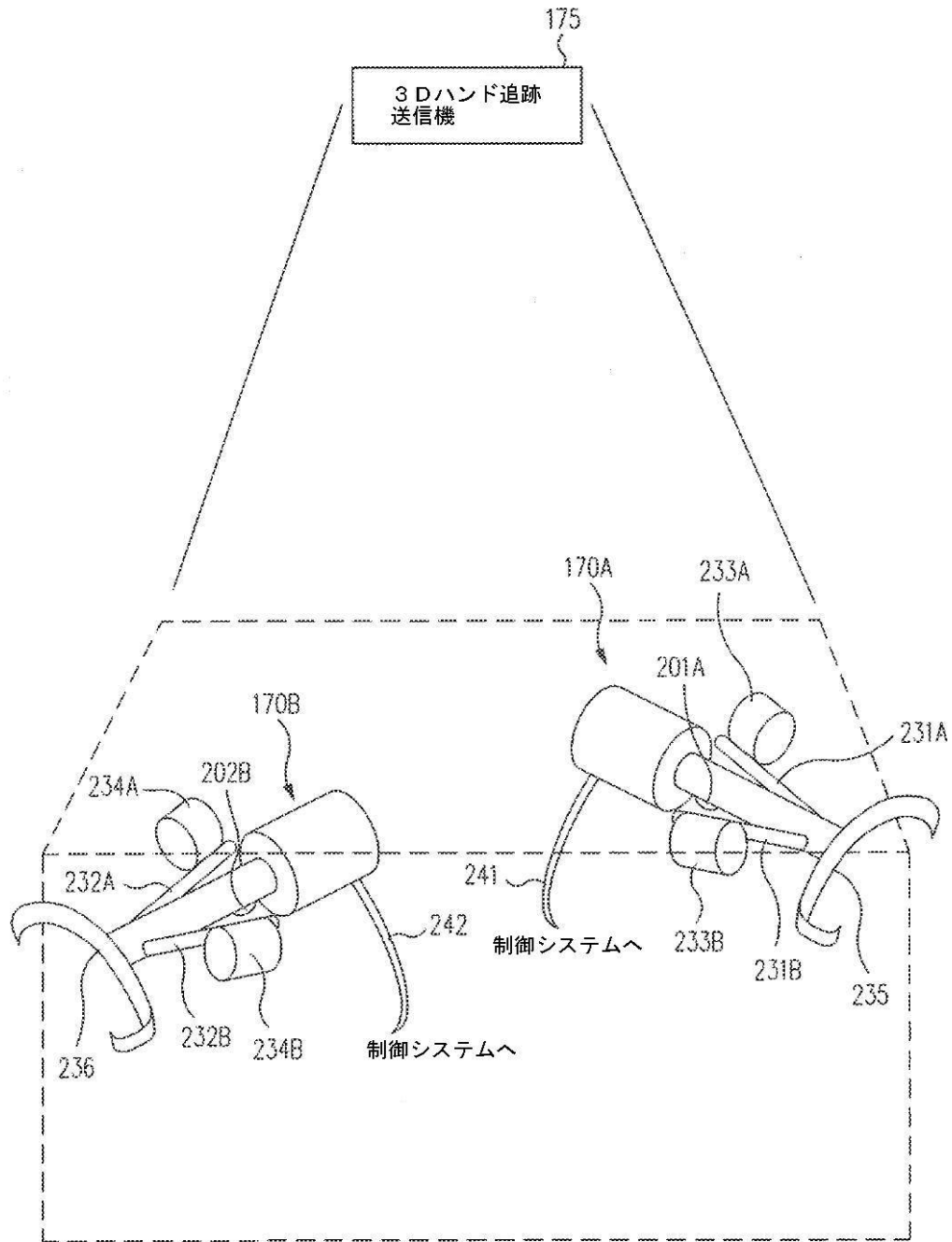
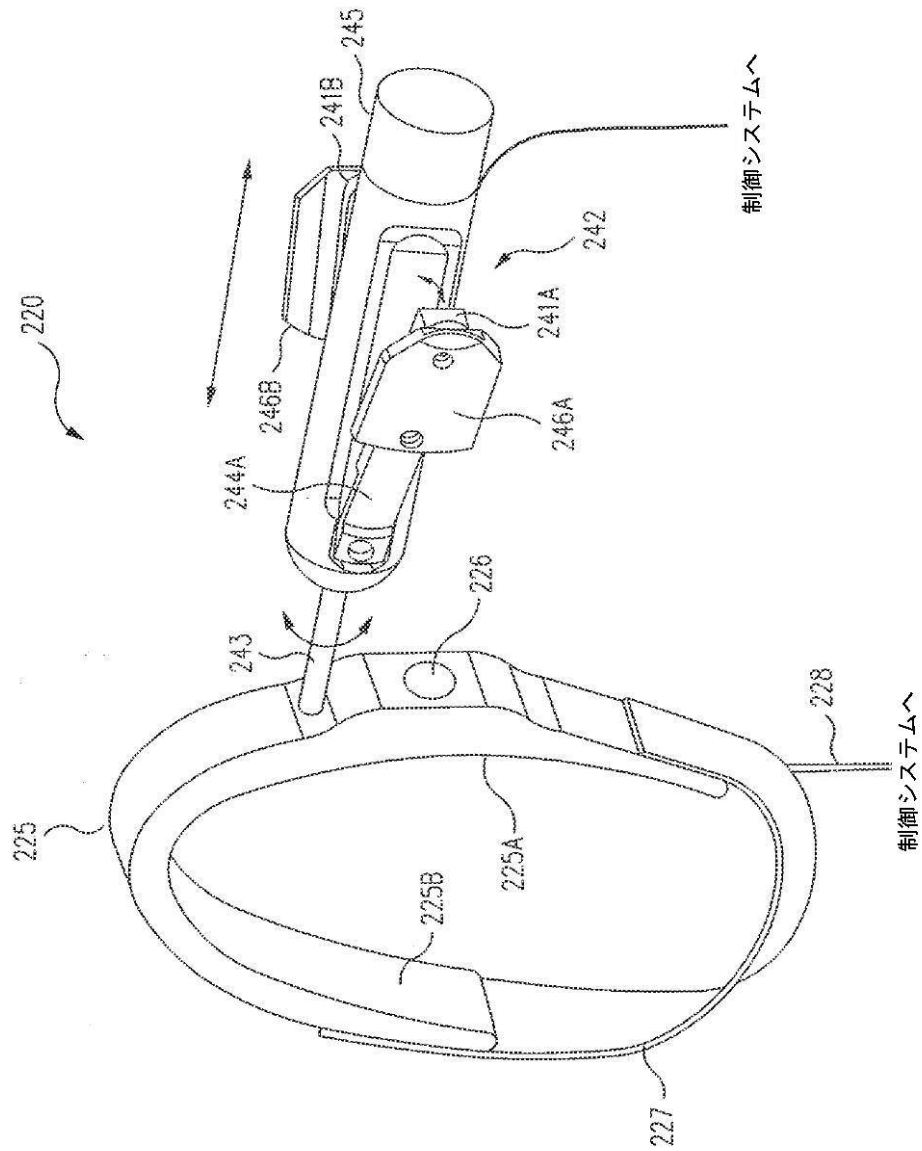


FIG. 2A

【 図 2 B 】



【図 2 C】

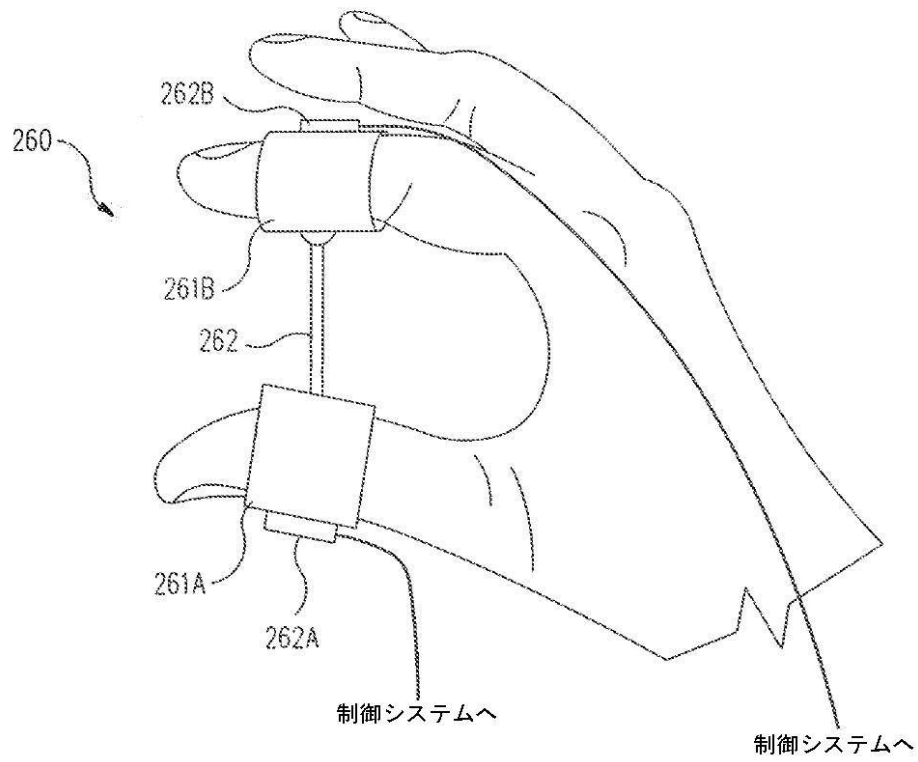


FIG. 2C

【図 3 A】

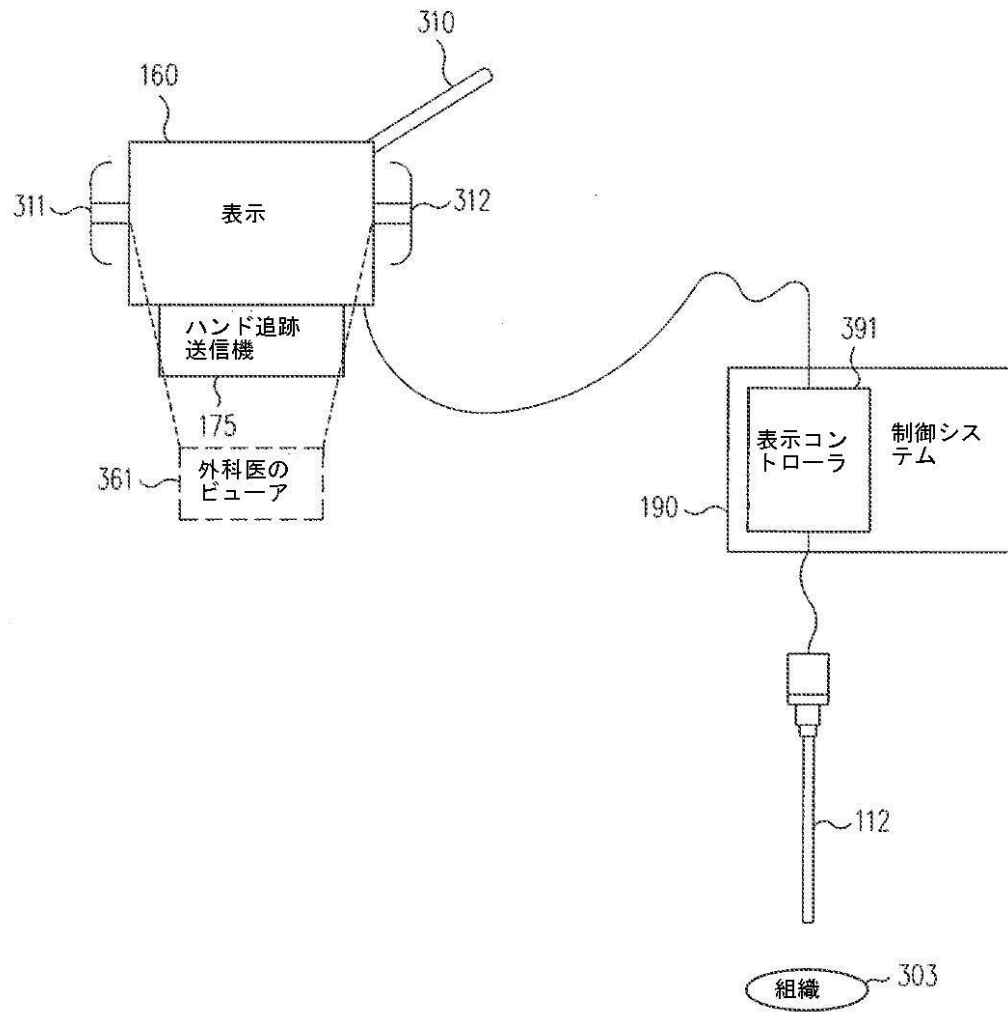


FIG. 3A

【図 3 C】

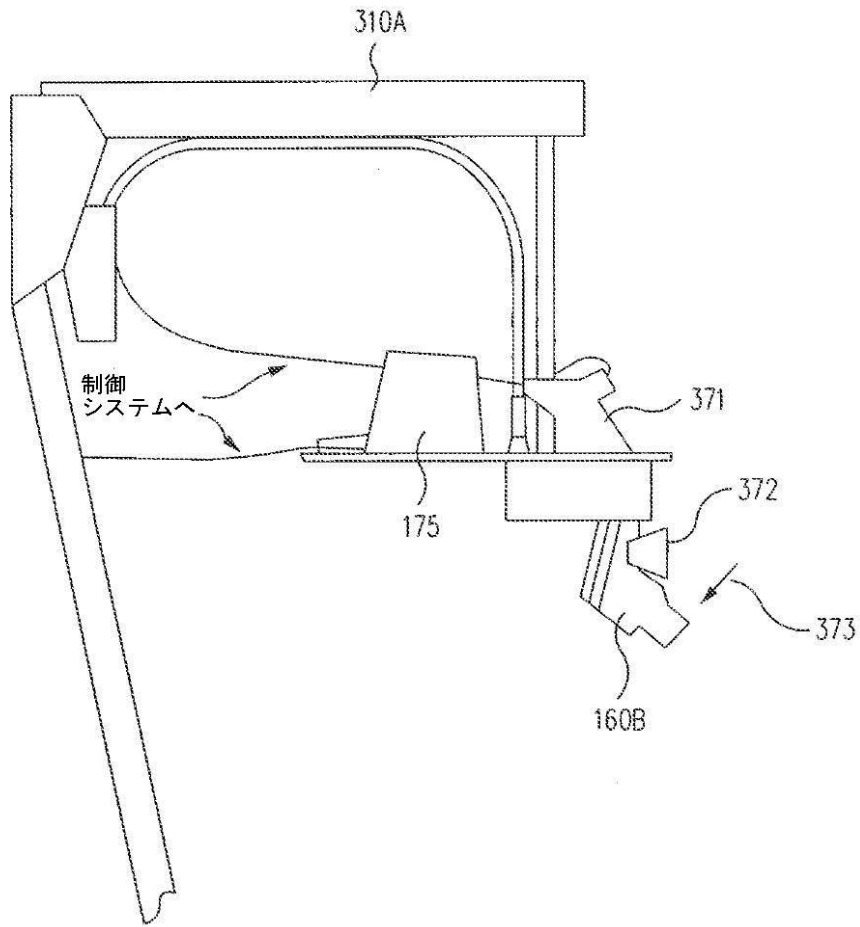


FIG. 3C

【図 4 C】

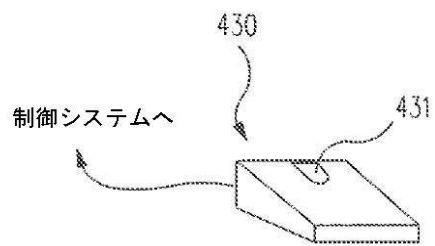


FIG. 4C

【図5A】

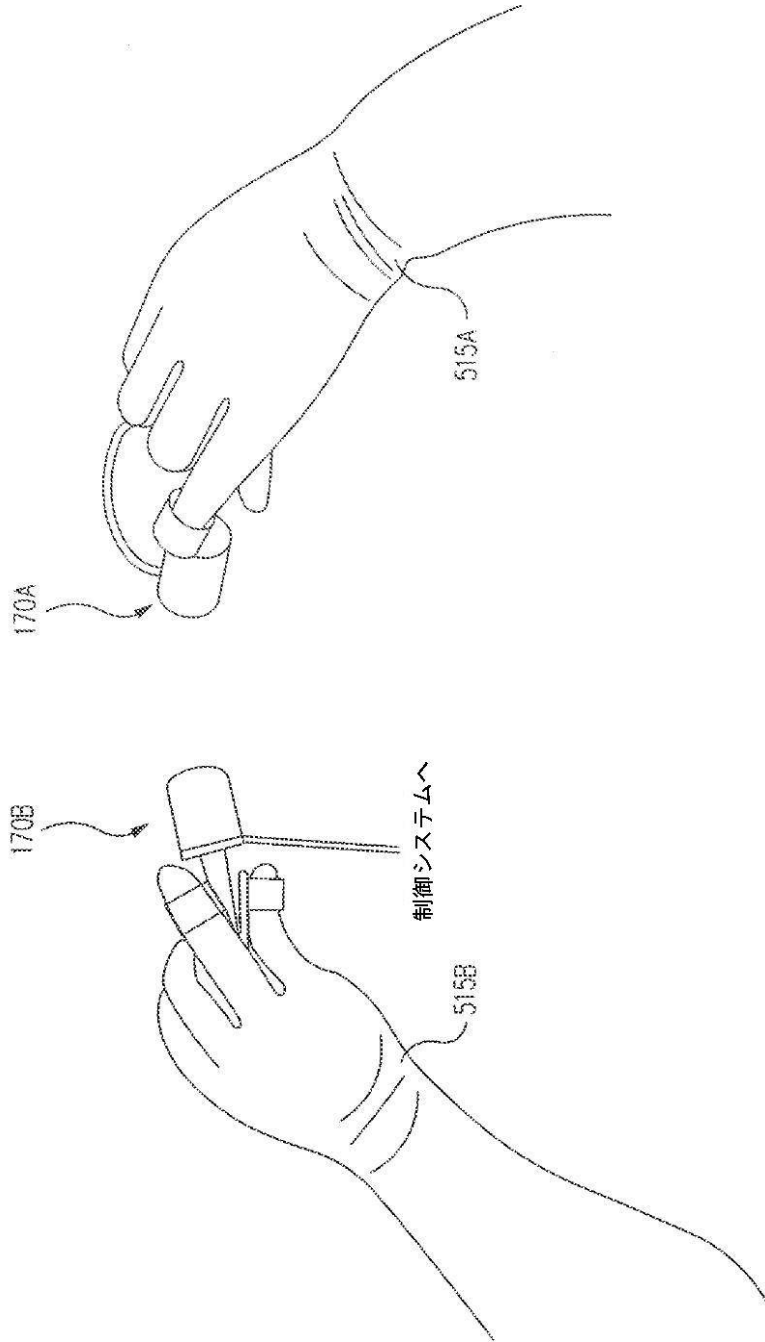


FIG. 5A

【図 5 B】

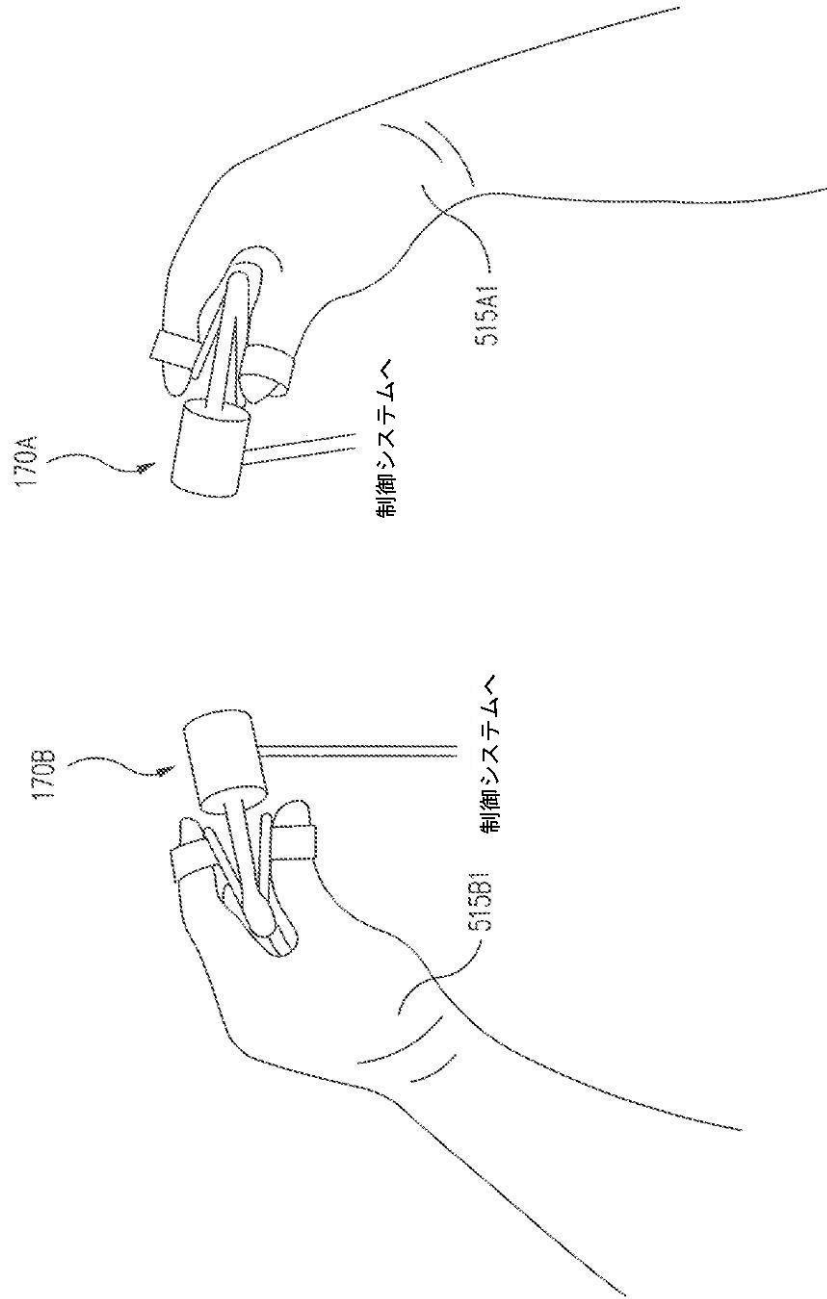


FIG. 5B

【図 7】

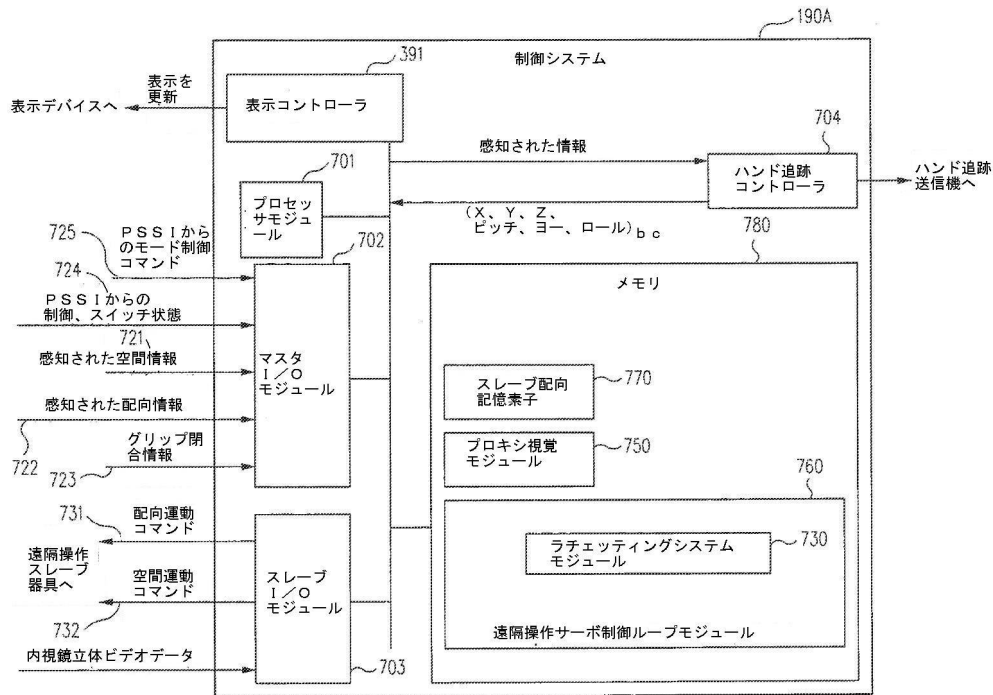


FIG. 7

【図 9】

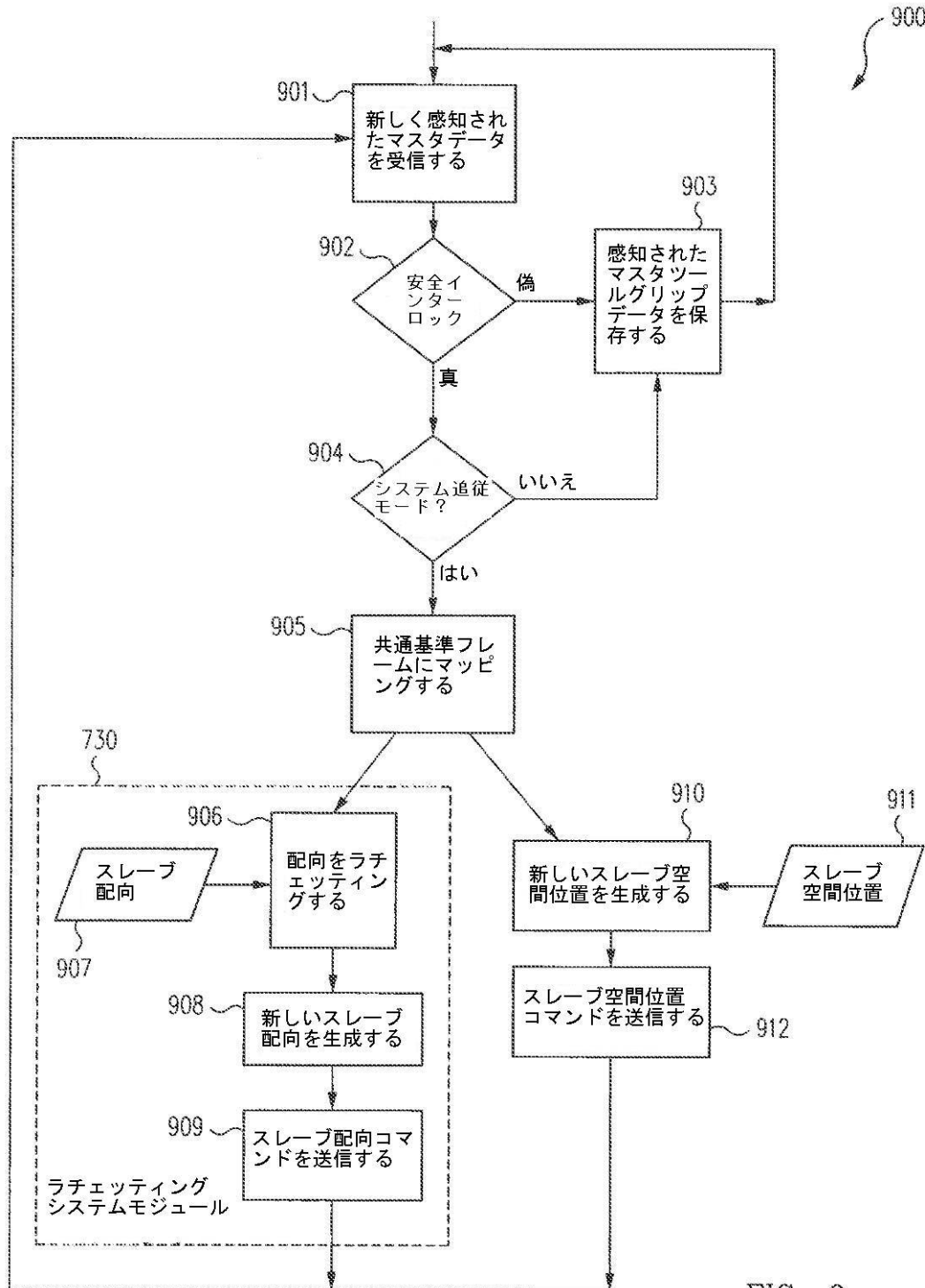


FIG. 9

---

フロントページの続き

(72)発明者 イコビッツ, ブランドン ディー .  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94086, サニーベール, マリア レーン 834,  
アパートメント 1050

審査官 佐藤 智弥

(56)参考文献 特開2003-204957(JP, A)  
特開2002-59380(JP, A)  
国際公開第2008/104082(WO, A1)  
米国特許出願公開第2009/0248036(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
A61B 19/00

|                |                                                                                                                                                                                                             |         |            |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 用于微创遥控手术器械的患者侧外科医生接口                                                                                                                                                                                        |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">JP5757955B2</a>                                                                                                                                                                                 | 公开(公告)日 | 2015-08-05 |
| 申请号            | JP2012538973                                                                                                                                                                                                | 申请日     | 2010-11-11 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 直观外科手术操作公司                                                                                                                                                                                                  |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | Intuitive Surgical公司运营，公司                                                                                                                                                                                   |         |            |
| 当前申请(专利权)人(译)  | Intuitive Surgical公司运营，公司                                                                                                                                                                                   |         |            |
| [标]发明人         | イコビッツブランドンディー                                                                                                                                                                                               |         |            |
| 发明人            | イコビッツ, ブランドン ディー.                                                                                                                                                                                           |         |            |
| IPC分类号         | A61B19/00                                                                                                                                                                                                   |         |            |
| CPC分类号         | A61B34/30 A61B34/35 A61B34/37 A61B34/70 A61B34/76 A61B90/60 A61B90/98 A61B2017/00207 A61B2017/00221 A61B2034/2051 A61B2034/2055 A61B2034/741 A61B2090/3937 A61B2090/3945 A61B2090/397 Y10S901/02 Y10S901/46 |         |            |
| FI分类号          | A61B19/00.502                                                                                                                                                                                               |         |            |
| 代理人(译)         | 夏木森下                                                                                                                                                                                                        |         |            |
| 审查员(译)         | 佐藤 智弥                                                                                                                                                                                                       |         |            |
| 优先权            | 12/617937 2009-11-13 US                                                                                                                                                                                     |         |            |
| 其他公开文献         | JP2013510671A                                                                                                                                                                                               |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a>                                                                                                                                                                                   |         |            |

# 摘要(译)

患者侧外科医生界面提供了使用微创远程手术系统的增强功能。患者侧外科医生接口具有手术的无菌手术区域内的部件。这些部件允许外科医生从无菌手术区域内控制远程操作的从属手术器械。患者侧外科医生界面允许外科医生在接受手术的患者附近的无菌手术区域中。从无菌手术区域内控制微创从属手术器械允许微创手术与外科医生的直接可视化相结合。与患者的接近允许外科医生控制远程操作的从手术器械，同时控制手动控制的器械，例如腹腔镜器械。而且，外科医生从无菌手术区域内可以使用患者侧外科医生界面来控制至少一个代理视觉以监视另一外科医生。

|               |                               |                                                                                                  |           |
|---------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| (21) 出願番号     | 特願2012-538973 (P2012-538973)  | (73) 特許権者                                                                                        | 510253996 |
| (86) (22) 出願日 | 平成22年11月11日 (2010.11.11)      | インテュイティブ サージカル オペレー<br>ションズ, インコーポレイテッド<br>アメリカ合衆国 94086 カリフォル<br>ニア州 サニーウェイル キーファー・ロ<br>ード 1020 |           |
| (65) 公表番号     | 特表2013-510671 (P2013-510671A) |                                                                                                  |           |
| (43) 公表日      | 平成25年3月28日 (2013.3.28)        |                                                                                                  |           |
| (86) 国際出願番号   | PCT/US2010/056345             |                                                                                                  |           |
| (87) 国際公開番号   | WO2011/060139                 |                                                                                                  |           |
| (87) 国際公開日    | 平成23年5月19日 (2011.5.19)        | (74) 代理人                                                                                         | 100078282 |
| 審査請求日         | 平成25年9月10日 (2013.9.10)        | 弁理士 山本 秀策                                                                                        |           |
| (31) 優先権主張番号  | 12/617, 937                   | (74) 代理人                                                                                         | 100062409 |
| (32) 優先日      | 平成21年11月13日 (2009.11.13)      | 弁理士 安村 高明                                                                                        |           |
| (33) 優先権主張国   | 米国 (US)                       | (74) 代理人                                                                                         | 100113413 |
|               |                               | 弁理士 森下 夏樹                                                                                        |           |

最終頁に続く