

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6250566号  
(P6250566)

(45) 発行日 平成29年12月20日 (2017.12.20)

(24) 登録日 平成29年12月1日 (2017.12.1)

(51) Int. Cl.

F I

**A 6 1 B 34/35 (2016.01)**  
**B 2 5 J 3/00 (2006.01)**  
**B 2 5 J 13/02 (2006.01)**  
**B 2 5 J 13/04 (2006.01)**

A 6 1 B 34/35  
 B 2 5 J 3/00  
 B 2 5 J 13/02  
 B 2 5 J 13/04

A

請求項の数 15 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2014-557807 (P2014-557807)  
 (86) (22) 出願日 平成25年2月15日 (2013.2.15)  
 (65) 公表番号 特表2015-508682 (P2015-508682A)  
 (43) 公表日 平成27年3月23日 (2015.3.23)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2013/026316  
 (87) 国際公開番号 W02013/123310  
 (87) 国際公開日 平成25年8月22日 (2013.8.22)  
 審査請求日 平成28年2月15日 (2016.2.15)  
 (31) 優先権主張番号 61/599,237  
 (32) 優先日 平成24年2月15日 (2012.2.15)  
 (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 100107766  
 弁理士 伊東 忠重  
 (74) 代理人 100070150  
 弁理士 伊東 忠彦  
 (74) 代理人 100091214  
 弁理士 大貫 進介

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モードを区別する操作動作を用いたロボットシステム操作モードのユーザー選択

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

医療用ロボットシステムであって、  
 一つ以上の入力装置、  
 第一のマニピュレータ、  
 第二のマニピュレータ、及び

第二の操作モードでの前記第二のマニピュレータの関連付けられた動きを命令するために使用可能であるが、第一の操作モードでの前記第一のマニピュレータの関連付けられた動きを命令するために使用可能でない使用者の動作であることによって、前記第二の操作モードでの操作を一意的に特定する区別動作で、前記一つ以上の入力装置が操縦されたことを確認することによって、当該医療用ロボットシステムの操作を、当該医療用ロボットシステムの前記第一の操作モードから当該医療用ロボットシステムの前記第二の操作モードに変更するように構成された、プロセッサ、  
 を有する、システム。

【請求項 2】

モードスイッチを更に有し、前記プロセッサは、前記モードスイッチが起動されたことを最初に確認したときに、当該医療用ロボットシステムの操作を通常の操作モードから前記第一の操作モードに変更するように構成されている、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 3】

前記プロセッサは、前記モードスイッチが起動解除されたことを確認したときに、当該

10

20

医療用ロボットシステムの操作を前記第二の操作モードから前記通常の操作モードに戻すように構成されている、請求項 2 記載のシステム。

【請求項 4】

前記プロセッサは、前記モードスイッチが最初に起動解除され、次いで再起動されたことを確認した後に、当該医療用ロボットシステムの操作を前記第二の操作モードから前記第一の操作モードに戻すように構成されている、請求項 2 記載のシステム。

【請求項 5】

前記プロセッサは、前記第一の操作モードでの操作を一意的に特定する区別動作で前記一つ以上の入力装置が操縦されたことを確認することによって、当該医療用ロボットシステムの操作を前記第二の操作モードから前記第一の操作モードに変更するように構成されている、請求項 2 記載のシステム。

10

【請求項 6】

前記プロセッサは、前記第二の操作モードでの操作を一意的に特定する区別動作での前記一つ以上の入力装置の操縦が閾値に到達したことを確認した後に、前記第二の操作モードに変更するように構成されている、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 7】

前記プロセッサは、前記一つ以上の入力装置の操作者への感覚フィードバックを生じさせるように構成されており、前記感覚フィードバックは、前記区別動作での前記一つ以上の入力装置の操縦が前記閾値に接近している時を示し、前記感覚フィードバックは、触覚フィードバック、視覚フィードバック又は音声フィードバックである、請求項 6 記載のシステム。

20

【請求項 8】

前記プロセッサは、前記第二の操作モードを区別する前記一つ以上の入力装置の前記操縦が前記閾値に接近するにつれて強度を増すように、感覚フィードバックを前記一つ以上の入力装置上に生じさせるように構成されている、請求項 6 記載のシステム。

【請求項 9】

ディスプレイを更に有し、

前記プロセッサは、一つ以上のグラフィカルな指示を前記ディスプレイ上に表示させるように構成されており、前記グラフィカルな指示又はそれぞれのグラフィカルな指示は、前記区別動作を示す、

30

請求項 1 記載のシステム。

【請求項 10】

前記プロセッサは、第三の操作モードでの操作を一意的に特定する区別動作で前記一つ以上の入力装置が操縦されたことを確認することによって、当該医療用ロボットシステムの操作を、前記第一の操作モード又は前記第二の操作モードから当該医療用ロボットシステムの前記第三の操作モードに変更するように構成されている、

請求項 1 記載のシステム。

【請求項 11】

前記一つ以上の入力装置は一对の入力装置を含み、

前記第一の操作モードでの操作を一意的に特定する前記区別動作は、前記一对の入力装置の両方が操縦される動作であり、

40

前記第二の操作モードでの操作を一意的に特定する前記区別動作は、前記一对の入力装置の一方のみが操縦される動作である、

請求項 1 記載のシステム。

【請求項 12】

前記第一のマニピュレータによって操縦されるエントリーガイド、及び

前記第二のマニピュレータによって操縦される多関節のカメラ器具であり、該カメラ器具は前記エントリーガイドを通して延びる、カメラ器具、

を更に有し、

当該医療用ロボットシステムの前記第一の操作モードでの操作は、前記一つ以上の入力

50

装置のうちの第一の装置及び第二の装置の操作によって制御され、

当該医療用ロボットシステムの前記第二の操作モードでの操作は、前記一つ以上の入力装置のうちの前記第一の装置のみの操作によって制御される、

請求項 1 記載のシステム。

【請求項 1 3】

遠位端部を有する多関節の手術器具を更に有し、

前記プロセッサは、当該医療用ロボットシステムの操作が前記第一の操作モードである場合に、前記手術器具の前記遠位端部が固定された基準座標系に対して所定の位置に保持されるように命令するように構成されている、

請求項 1 記載のシステム。

10

【請求項 1 4】

医療用ロボットシステムの作動方法であり、

プロセッサが、当該医療用ロボットシステムの一つ以上の入力装置の動きに応じて第一のマニピュレータの動きを命令するための第一の操作モードで機能するステップ、

前記プロセッサが、第二の操作モードでの第二のマニピュレータの関連付けられた動きを命令するために使用可能であるが、第一の操作モードでの前記第一のマニピュレータの関連付けられた動きを命令するために使用可能でない使用者の動作であることによって、前記一つ以上の入力装置によって前記第二のマニピュレータの動きを命令するための前記医療用ロボットシステムの第二の操作モードでの前記医療用ロボットシステムの操作を一意的に特定する区別動作で、前記医療用ロボットシステムの前記一つ以上の入力装置が操縦されたかどうかを確認するステップ、及び

20

前記一つ以上の入力装置が前記区別動作で操縦されたことを確認したときに、前記プロセッサが、前記医療用ロボットシステムの操作を第一の操作モードから前記第二の操作モードに変更するステップ、

を含む、作動方法。

【請求項 1 5】

前記プロセッサが、前記医療用ロボットシステムの第三の操作モードでの前記医療用ロボットシステムの操作を一意的に特定する第二の区別動作で、前記医療用ロボットシステムの前記一つ以上の入力装置が操縦されたことを確認するステップ、及び

前記一つ以上の入力装置が前記第二の区別動作で操縦されたことを確認した場合に、前記プロセッサが、前記医療用ロボットシステムの操作を前記第一の操作モード又は前記第二の操作モードから第三の操作モードに変更するステップ、

30

を更に含む、請求項 1 4 記載の作動方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

〔関連出願の相互参照〕

本出願は、米国仮出願第 61 / 599 , 237 号 ( 2012 年 2 月 15 日出願 ) の優先権を主張する。当該仮出願の内容は参照により本明細書に取り込まれる。

【0002】

40

本発明は、概してロボットシステムに関し、具体的にはモードを区別する操作動作を用いたロボットシステム操作モードの使用者による選択に関する。

【背景技術】

【0003】

ロボットシステムは、いくつかの使用者が選択可能な操作モードを有することができる。使用者が操作モードを選択し得る一つの方法は、メニュー形式のグラフィカルユーザインターフェイス ( GUI ) を介したものである。この種のモード選択は非常に柔軟性が高く、多数の使用者選択可能な操作モードに対応することができるが、使用者にとって GUI とやり取りをするために時間を消費するものであり得る。例えば、使用者の手がその時点で入力装置の操縦で塞がっている場合は、GUI とやり取りをするために入力装置の一

50

つから手を離して、コンピュータのマウス又はタッチ패드などの他の入力装置上に置くことは不便であるかも知れない。

【 0 0 0 4 】

いくつかの使用者が選択可能な操作モードの中から、使用者が一つの操作モードを選択し得る他の方法は、音声認識システムによって認識可能な音声命令を発することによる。この取り組み方は、比較的迅速であり、使用者の手をその時点で使用している入力装置から離す必要がないという利点を有する。しかしながら、この取り組み方は、音声認識システムの追加的な費用、及び音声認識システムが使用者の口頭での指示を不正確に認識することから結果として生じる誤りの可能性、という難点がある。

【 0 0 0 5 】

いくつかの使用者が選択可能な操作モードの中から、使用者が一つの操作モードを選択し得る更に他の方法は、フットペダルを起動することによる。この方法は、使用者がその時点で使用している入力装置から手を外すことを要求されないという利点を有する。しかしながら、使用者が選択可能な操作モードがほんの数個よりも多い場合に、一つの操作モードを選択するために要求されるフットペダルの数は、実装及び使い勝手の視点から禁止的に（やめさせるほど多く）になってしまうかも知れない。例えば、4つの使用者が選択可能な操作モードが存在し、各フットペダルが、使用者が選択可能な操作モードのうちの一つのみに関連している場合は、4つのフットペダルが要求される。そのような複数のフットペダルが容易に到達可能であるが、偶発的な押圧を避けるために十分に離間しているという要求は、実際には2つ又は3つのペダルだけしか使用され得ないために、この取り組み方を禁止的にする。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

したがって、本発明の一つ又はそれ以上の態様の一つの目的は、使用者がその時点で使用している入力装置から手を外す必要なく操作モードの使用者による選択を容易にする、ロボットシステム及びそのシステムにおいて実行される方法である。

【 0 0 0 7 】

本発明の一つ又はそれ以上の態様の他の目的は、信頼できる方法でロボットシステムの操作モードの使用者による選択を容易にする、ロボットシステム及びそのシステムにおいて実行される方法である。

【 0 0 0 8 】

本発明の一つ又はそれ以上の態様の他の目的は、時宜を得た方法でロボットシステムの操作モードの使用者による選択を容易にする、ロボットシステム及びそのシステムにおいて実行される方法である。

【 0 0 0 9 】

本発明の一つ又はそれ以上の態様の他の目的は、費用効率が高い方法でロボットシステムの操作モードの使用者による選択を容易にする、ロボットシステム及びそのシステムにおいて実行される方法である。

【 0 0 1 0 】

本発明の一つ又はそれ以上の態様の更に他の目的は、操作モードの選択のために使用される装置の数と、利用できる使用者が選択可能なロボットシステムの操作モードの数との間に、一対一の対応を要求しない、ロボットシステム及びそのシステムにおいて実行される方法である。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

これらの及び追加的な目的は本発明の様々な態様によって達成される。簡潔に述べれば、一つの態様は、複数の操作モードで操作可能なロボットシステムである。そのロボットシステムは、複数の操作モードのそれぞれにおいて使用される一つ又はそれ以上の入力装置；及び選択された操作モードを区別する方法で一つ又はそれ以上の入力装置が操縦され

10

20

30

40

50

たことを確認又は決定することによって、複数の操作モードの中から一つの操作モードを選択するように構成されたプロセッサ、を有する。

【 0 0 1 2 】

他の態様は、ロボットシステムの複数の操作モードの一つを選択するための方法である。その方法は、複数の操作モードのそれぞれにおいて使用される一つ以上の入力装置が、選択された操作モードを区別する方法で操縦されたことを確認することによって、複数の操作モードの中から一つの操作モードを選択するステップを含む。

【 0 0 1 3 】

本発明の様々な態様の追加的な目的、特徴及び利点は、後述のその好ましい実施形態の説明から明らかになるであろう。その説明は添付の図面と共に理解されるべきである。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 4 】

【図 1】図 1 は、本発明の複数の態様を利用する医療ロボットシステムを用いた手術室の平面図を示す。

【図 2】図 2 は、本発明の複数の態様を利用する医療ロボットシステムにおける、エントリーガイドの遠位端部及び遠位端部から外側に延びる複数の多関節器具の斜視図を示す。

【図 3】図 3 は、本発明の複数の態様を利用する医療ロボットシステムにおいて有用なエントリーガイドの断面図を示す。

【図 4】図 4 は、本発明の複数の態様を利用する医療ロボットシステムにおける、ロボットアームに結合されたプラットフォームの上に取り付けられた、多関節器具アセンブリの斜視図を示す。

20

【図 5】図 5 は、本発明の複数の態様を利用する医療ロボットシステムにおいて使用可能なコンソールの正面図を示す。

【図 6】図 6 は、本発明の複数の態様を利用する医療ロボットシステムにおいて、装置操縦部を制御及び一対の入力装置との選択的な関連付けをするための構成要素のブロック図を示す。

【図 7】図 7 は、本発明の複数の態様を利用する医療ロボットシステムにおいて使用されるような、左側入力装置及び右側入力装置のための基準座標系及び複数の入力装置の間に規定される設定点を示す。

【図 8】図 8 は、本発明の複数の態様を利用する医療ロボットシステムにおいて使用されるような、遠隔中心基準座標系及び自由度 4 の動きと共に、エントリーガイドの斜視図を示す。

30

【図 9】図 9 は、本発明の複数の態様を利用する、ロボットシステムの複数の操作モードの一つを選択するための方法の流れ図を示す。

【図 10】図 10 は、本発明の複数の態様を利用する、ロボットシステムの複数の操作モードの一つを選択するための代替的な方法の流れ図を示す。

【図 11】図 11 は、本発明の複数の態様を利用する医療ロボットシステムにおいて、カメラ操作モードのための、モードを区別する動作を示すためにディスプレイ画面上に表示される、グラフィカルな指示を示す。

【図 12】図 12 は、本発明の複数の態様を利用する医療ロボットシステムにおいて、コンボ制御操作モードのための、モードを区別する動作を示すためにディスプレイ画面上に表示される、グラフィカルな指示を示す。

40

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 5 】

本明細書において、医療ロボットシステムがロボットシステムの例として記述されるが、本出願において特許請求される本発明の様々な態様はそのような種類のロボットシステムに限定されないことが明確に理解されるべきである。

【 0 0 1 6 】

図 1 は、患者（“ P ”）へ医療処置を施すために外科医（“ S ”）によって医療ロボットシステム 100 が使用されている手術室の平面図を示す。この場合の医療ロボットシ

50

テムは、最小侵襲ロボット手術（MIRS）システムであり、患者が手術台５２上にいる間に一人又はそれ以上の助手（“Ａ”）からの支援を受けて、患者に最小侵襲診断処置又は外科的処置を施す間に、外科医によって利用されるコンソール５１を含む。

#### 【００１７】

複数の多関節器具が、エントリーガイド（ＥＧ）２００を通して単一の入口開口６１を通して患者体内の手術部位へ導入される。開口６１は、最小限侵襲的な切開又は自然な身体の開口部であり得る。エントリーガイド２００は筒状の構造であり、ロボットアームアセンブリ２５１４（本明細書において単に“ロボットアーム”とも呼ばれる）によって保持及び操縦される。ロボットアーム２５１４は、セットアップアーム及びエントリーガイド操縦部を有する。セットアップアームは、回動の中心点が開口に生じるように、エントリーガイド２００を開口６１に配置させるために使用される。ロボットアーム２５１４の遠位端部には、プラットフォーム２５１２が取り付けられている。プラットフォーム２５１２上には、器具アセンブリ２５１６が取り付けられ、それらの各自の器具がエントリーガイド２００を通して延びることができる。各器具アセンブリは、多関節器具及びその器具操縦部を有する。

10

#### 【００１８】

図２は、一つの実施例として、エントリーガイド２００及びエントリーガイド２００から外側に延びる複数の多関節手術ツール器具２３１，２４１（本明細書において単に“ツール”とも呼ばれる）のような多関節器具及び多関節立体カメラ器具２１１（本明細書において単に“カメラ”とも呼ばれる）の斜視図を示す。カメラ器具２１１は、その先端部に収容された一対の立体画像取得装置３１１，３１２及び（その近位側端部で光源に結合された）光ファイバーケーブル３１３を有する。複数の手術ツール２３１，２４１は、複数のエンドエフェクタ３３１，３４１を有する。二つのツール２３１，２４１のみが図示されているが、エントリーガイド２００は、患者体内の手術部位で医療処置を施すために要求されるように、追加的な複数のツールを案内することができる。例えば、図３においてエントリーガイド２００の断面図に示されるように、エントリーガイド２００を通してその遠位側端部から外側に、他の多関節手術ツールを延ばすために、通路３５１が利用可能である。通路４３１，４４１は、それぞれ多関節手術ツール器具２３１，２４１によって使用され、通路３２１は、多関節カメラ器具２１１によって使用される。

20

#### 【００１９】

各多関節手術ツールは、複数の作動可能な関節及び関節に結合された複数のリンクを有する。一つの実施例として、第二の多関節器具２４１は、第一のリンク、第二のリンク及び第三のリンク３２２，３２４，３２６、第一の関節及び第二の関節３２３，３２５及び手首関節３２７を有する。第一の関節３２３は第一のリンク及び第二のリンク３２２，３２４に結合し、第二の関節３２５は第二のリンク及び第三のリンク３２４，３２６に結合しており、第一のリンク及び第三のリンク３２２，３２６が互いに平行なままで、第二のリンク３２４は第一の関節３２３の周りでピッチ２９２及びヨー２９３に回転することができる。他のツール器具及びカメラ器具２３１，２５１，２１１は、同様に構築及び操作されることができる。

30

#### 【００２０】

図４は、一つの実施例として、ロボットアーム２５１４の遠位端部でプラットフォーム２５１２上に取り付けられた多関節器具アセンブリ２５１６を示す。エントリーガイド２００は、エントリーガイド操縦部によって（プラットフォーム２５１２と共に）エントリーガイド２００が操縦されることができるよう、プラットフォーム２５１２に取り付けられている。各多関節器具アセンブリは、多関節器具及びその器具操縦部を有する。例えば、一つの例示的な多関節器具２５０２aは、多関節器具の複数の関節を作動させるための複数のアクチュエータを含むアクチュエータアセンブリ２５０４上に取り付けられる。器具２５０２aは、そのアクチュエータアセンブリ２５０４を過ぎて延長し、エントリーガイド２００に入る本体管２５０６を有する。アクチュエータアセンブリ２５０４は、本体管２５０６のエントリーガイド２００内への挿入及び引き戻しを制御するリニアアクチ

40

50

ュエータ 2 5 1 0 (例えばサーボ制御される送りネジ及びナット、又はボールネジ及びナットアセンブリ)に取り付けられている。器具操縦部 2 5 2 0 は、この場合、アクチュエータアセンブリ 2 5 0 4 及びリニアアクチュエータ 2 5 1 0 を有する。器具 2 5 0 2 a が多関節器具 2 4 1 である場合において、本体管 2 5 0 6 の遠位端部は図 2 に示される第一のリンク 3 2 2 である。第二の器具 2 5 0 2 b は、図示されるように同様の機構で取り付けられる。加えて、多関節カメラ器具も付様に取り付けられることができる。

#### 【 0 0 2 1 】

図 5 は、一つの実施例として、コンソール 5 1 の正面図を示す。コンソール 5 1 は、使用者がそれぞれ彼 / 彼女の左手及び右手で握り、エントリーガイド及び多関節器具のような関連する装置を多数の自由度 ( “ D O F ” ) で操縦するための左側入力装置 4 1 及び右側入力装置 4 2 を有する。爪先及び踵制御を備えたフットペダル 4 4 , 4 8 がコンソール 5 1 上に設けられる。本明細書において記述されるような制御及び他の目的のため、プロセッサ 4 3 はコンソール 5 1 内に設けられる。左側アイピース及び右側アイピース 4 6 及び 4 7 を有する立体像ディスプレイ 4 5 もまた、立体カメラ器具 2 1 1 によって取得され、プロセッサ 4 3 によって処理された複数の画像から結果として生じる立体画像を表示するために、設けられる。立体像ディスプレイ 4 5 上に表示されている立体像は、カメラ器具 2 1 1 によって取得された画像に対応してもよく、又は、それは、外科医の好みに合わせるため及び / 又は外科医にテレプレゼンスを提供するためにデジタル処理で修正された像であってもよい。

#### 【 0 0 2 2 】

プロセッサ 4 3 は、医療ロボットシステムにおける様々な機能を実行する。プロセッサ 4 3 が実行する一つの重要な機能は、入力装置 4 1 , 4 2 の機械的な運動を、バス 1 1 0 を通る制御信号を手段として変換及び伝達し、それらの関連する操縦部内のアクチュエータに命令してそれらの各々の関節を作動させることである。それにより、外科医は、例えばツール器具 2 3 1 , 2 4 1、カメラ器具 2 1 1、エントリーガイド 2 0 0 などの、複数の装置を有効に操縦することができる。他の機能は、本明細書において記述される様々な方法を実行すること及び様々な制御部及び相互連動の制御ロジックの実装である。

#### 【 0 0 2 3 】

プロセッサとして記述されているが、プロセッサ 4 3 は、ハードウェア、ソフトウェア及びファームウェアの如何なる組み合わせによって実行されてもよいことが明確に理解されるべきである。また、本明細書において記述されたその複数の機能は、一つのユニットによって実行されてもよく、又は複数の異なる構成要素の間で分割されてもよく、その各構成要素は同様にハードウェア、ソフトウェア及びファームウェアの如何なる組み合わせによって実行されてもよい。さらに、コンソール 5 1 の一部分として示されているが、プロセッサ 4 3 はまた、システム全体に分配された、いくつかのサブユニットを有してもよい。

#### 【 0 0 2 4 】

“ 最小侵襲手術システム (Minimally Invasive Surgical System) ” と表題が付けられた米国特許公開 U S 2 0 0 8 / 0 0 6 5 1 0 8 A 1 は、医療ロボットシステム 1 0 0 のような医療ロボットシステムの追加的な詳細を提供する。当該特許公開の内容は参照により本明細書に取り込まれる。

#### 【 0 0 2 5 】

医療ロボットシステム 1 0 0 のようなロボットシステムは、複数の操作モードで操作されることができる。医療ロボットシステム 1 0 0 のための、いくつかのそのような操作モードは、以下のように図 6 乃至 8 を参照して説明される。ロボットシステムの複数の操作モードの中から一つの操作モードを選択するための方法の複数の実施例は、以下のように図 9 乃至 1 2 を参照して説明される。

#### 【 0 0 2 6 】

図 6 は、一つの実施例として、様々な操作モードにおいて、装置操縦部 ( 及びそれらの各々の装置 ) を、制御及び入力装置 4 1 , 4 2 との選択的な関連付けをするための複数の

構成要素のブロック図を示す。複数の手術ツール、例えば捕捉器具、切断器具及び針は、患者体内の手術部位で医療処置を実行するために使用され得る。本実施例において、二つの手術ツール 2 3 1 , 2 4 1 は処置をロボット制御で実行するために使用され、カメラ 2 1 1 は処置を見るために使用される。ツール 2 3 1 , 2 4 1 及びカメラ 2 1 1 は、エントリーガイド 2 0 0 内の通路を通して挿入される。図 1 を参照して記述されたように、エントリーガイド 2 0 0 は、ロボットアームアセンブリ 2 5 1 4 のセットアップ部を使用して、入口開口 6 1 を通って患者体内に挿入される。そして、エントリーガイド 2 0 0 は、ロボットアームアセンブリ 2 5 1 4 のエントリーガイド操縦部 ( E G M ) 2 0 2 によって、医療処置が実行される手術部位に向かって誘導されることができる。各装置 2 3 1 , 2 4 1 , 2 1 1 , 2 0 0 は、それ自体の操縦部によって操縦される。具体的には、カメラ 2 1 1 はカメラ操縦部 ( E C M ) 2 1 2 によって操縦され、第一の手術ツール 2 3 1 は第一の器具操縦部 ( P S M 1 ) 2 3 2 によって操縦され、第二の手術ツール 2 4 1 は第二の器具操縦部 ( P S M 2 ) 2 4 2 によって操縦され、エントリーガイド 2 0 0 はエントリーガイド操縦部 ( E G M ) 2 0 2 によって操縦される。

#### 【 0 0 2 7 】

各器具操縦部 2 3 2 , 2 4 2 , 2 1 2 は、アクチュエータを備え、それぞれの多関節器具へ動きを伝達する機械的、無菌のインターフェイスを提供する機械的アセンブリである。各器具 2 3 1 , 2 4 1 , 2 1 1 は、その操縦部からの動きを受け、ケーブルによる伝達を用いて、遠位側の分節部又は接合部 ( 例えば関節 ) へそれを伝搬する機械的アセンブリである。そのような関節は、直動式 ( 例えば、平行移動 ) 又は回転式 ( 例えば、それらはある機械的な軸を中心に回転 ) であってもよい。その上に、器具は、複数の関節をあらかじめ決められた様式で一緒に動かす、内部の機械的な拘束 ( constraints ) ( 例えば、ケーブル、ギア、カム、ベルト等 ) を有してもよい。機械的に拘束された複数の関節のそれぞれのセットは、特有の動きの軸を実行し、拘束は、複数の回転関節 ( 例えばジョグル関節 ) を一組にするように考案されてもよい。このようにして、器具は利用可能なアクチュエータよりも多くの関節を有し得ることに留意されたい。

#### 【 0 0 2 8 】

各入力装置 4 1 , 4 2 は、装置 2 1 1 , 2 3 1 , 2 4 1 , 2 0 0 の一つに選択的に関連付けられてもよく、関連付けられた装置は、その制御部及び操縦部を経由して入力装置によって制御され得る。操作者は、本明細書において記述されるようなフットペダル 4 4 , 4 8 に一方又は両方及び他の構成要素、並びに本明細書において記述されるような方法を用いて、そのような選択を実行することができる。各々のそのような選択のために、選択入力生成され、マルチプレクサ ( M U X ) 2 8 0 へ提供される。マルチプレクサ ( M U X ) 2 8 0 もまた、好ましくはプロセッサ 4 3 によって実装される。選択入力によって提供される値 ( すなわち、1 と 0 との組み合わせ ) に応じて、切り替え ( クロススイッチング ) の複数の異なる組み合わせが選択可能である。

#### 【 0 0 2 9 】

第一の実施例として、M U X 2 8 0 への選択入力の第一の値は、左側入力装置及び右側入力装置 4 1 , 4 2 を “ ツール追従 ” 操作モードに置く。 “ ツール追従 ” 操作モードにおいて、入力装置 4 1 , 4 2 は、第一の手術ツール及び第二の手術ツール 2 4 1 , 2 3 1 にそれぞれ関連付けられる。したがって、この操作モードにおいてツール 2 3 1 , 2 4 1 は、それらの各々の制御部 2 4 3 , 2 3 3 及び操縦部 2 4 2 , 2 3 2 を通じて、入力装置 4 1 , 4 2 を操縦している外科医によって、遠隔ロボット制御で制御される。外科医は、患者体内の手術部位で解剖学的構造体に医療処置を施すように操縦を行い、その間、エントリーガイド 2 0 0 は、その制御部 2 0 3 によって所定の位置に柔軟に位置固定 ( ソフトロック ) されている。カメラ 2 1 1 もまた、その制御部 2 1 3 によって所定の位置にソフトロックされてもよく、又は代替的に、カメラ 2 1 1 は、ツール 2 3 1 , 2 4 1 のエンドエフェクタ 3 3 1 , 3 4 1 の動きを自動的に追跡するように動き、エンドエフェクタがカメラの視野に留まるようにしてもよい。この構成において、M U X 2 8 0 は切り替え ( クロススイッチング ) を行い、入力装置 4 1 の出力及び入力 2 5 1 , 2 5 2 をツール制御部 2

10

20

30

40

50



4 3 の入力及び出力 2 6 0 , 2 6 1 へそれぞれ接続し、入力装置 4 2 の出力及び入力 2 5 3 , 2 5 4 をツール制御部 2 3 3 の入力及び出力 2 6 8 , 2 6 9 へそれぞれ接続する。このようにして、入力装置 4 1 , 4 2 は、ツール 2 4 1 , 2 3 1 の動きを命令し、それらの各々の制御部 2 4 3 , 2 3 3 から触覚フィードバックを受信することができる。

#### 【 0 0 3 0 】

カメラ 2 1 1 又はエントリーガイド 2 0 0 が外科医によって再配置されるべき場合は、左側入力装置及び右側入力装置 4 1 , 4 2 の一方又は両方は、カメラ 2 1 1 又はエントリーガイド 2 0 0 に関連付けられることができる。それにより、外科医は、その各々の制御部 ( 2 1 3 又は 2 0 3 ) 及び操縦部 ( 2 1 2 又は 2 0 2 ) を通じてカメラ 2 1 1 又はエントリーガイド 2 0 0 を動かすことができる。この場合に、複数の手術ツール 2 3 1 , 2 4 1 のうち関連付けを解除された一つ ( 又は複数 ) は、その制御部により、エントリーガイド 2 0 0 に対する所定の位置にロックされる。

#### 【 0 0 3 1 】

第二の実施例として、M U X 2 8 0 への選択入力の第二の値は、左側入力装置及び右側入力装置 4 1 , 4 2 の一方を、片手用のカメラ制御モード ( 本明細書において単に “ カメラ ” 操作モードと呼ばれる ) に置く。 “ カメラ ” 操作モードにおいて、入力装置はカメラ 2 1 1 に関連付けられる。したがって、この操作モードにおいてカメラ器具 2 1 1 は、その制御部 2 1 3 及び操縦部 2 1 2 を通じて、その関連付けられた入力装置を操縦している外科医によって、遠隔ロボット制御で制御される。外科医は、カメラ 2 1 1 を適当な姿勢に配するように操縦を行い、その間、手術ツール 2 3 1 , 2 4 1 及びエントリーガイド 2 0 0 は、それらの各々の制御部 2 3 3 , 2 4 3 , 2 0 3 によって所定の位置にソフトロックされている。この構成において、入力装置 4 1 がカメラ 2 1 1 に関連付けられたと仮定すると、M U X 2 8 0 は切り替え ( クロススイッチング ) を行い、入力装置 4 1 の出力及び入力 2 5 1 , 2 5 2 をカメラ制御部 2 1 3 の入力及び出力 2 6 2 , 2 6 3 へそれぞれ接続する。このようにして、入力装置 4 1 は、多関節カメラ器具 2 1 1 の動きを命令し、その制御部 2 1 3 から触覚フィードバックを受信することができる。他方の入力装置 4 2 は、その時に他の装置に関連付けられてもよく、又はその時に如何なる装置にも関連付けられていなくてもよい。後者の場合に、入力装置 4 2 は使用されず、好ましくは所定の位置にロックされるか、又は代替的に、入力装置 4 2 はコンピュータのマウスのような特別な機能を実行するために使用されてもよい。

#### 【 0 0 3 2 】

第三の実施例として、M U X 2 8 0 への選択入力の第三の値は、左側入力装置及び右側入力装置 4 1 , 4 2 を、 “ 両手用、エントリーガイド配置モード ” ( 本明細書において単に “ エントリーガイド ” 操作モードと呼ばれる ) に置く。 “ エントリーガイド ” 操作モードにおいて、入力装置 4 1 , 4 2 は、一対の入力装置としてエントリーガイド 2 0 0 に関連付けられる。したがって、このモードにおいてエントリーガイド 2 0 0 は、その制御部 2 0 3 及び操縦部 2 0 2 を通じて、入力装置 4 1 , 4 2 を操縦している外科医によって、遠隔ロボット制御で制御される。外科医は、エントリーガイド 2 0 0 を適当な姿勢 ( すなわち、位置及び方向 ) に配するように操縦を行い、その間、手術ツール 2 3 1 , 2 4 1 及びカメラ 2 1 1 は、それらの各々の制御部 2 3 3 , 2 4 3 , 2 1 3 によってエントリーガイド 2 0 0 に対して所定の位置にソフトロックされている。この場合に入力装置 4 1 , 4 2 は、例えば、入力装置 4 1 , 4 2 の回動中心の中間の点が、カメラ器具 2 1 1 の動きを制御するために使用される “ 仮想ハンドルバー ” 像を参照する制御技術の使用のように、エントリーガイド 2 0 0 を制御するために連携して ( in tandem ) 使用されることができる。この構成において、M U X 2 8 0 は切り替え ( クロススイッチング ) を行い、入力装置 4 1 の出力及び入力 2 5 1 , 2 5 2 をエントリーガイド制御部 2 0 3 の入力及び出力 2 6 5 , 2 6 6 へそれぞれ接続し、また、入力装置 4 2 の出力及び入力 2 5 3 , 2 5 4 もエントリーガイド制御部 2 0 3 の入力及び出力 2 6 5 , 2 6 6 へそれぞれ接続する。エントリーガイド制御部 2 0 3 は、それぞれ入力装置 4 1 , 4 2 からの入力 2 5 1 , 2 5 3 を組合せ、以下のように図 7、図 8 を参照して本明細書において記述されるような “ エントリ

ーガイド”操作モードを実行するための論理回路を含む。

【0033】

図7は、一つの実施例として、入力装置41、42のための可動な基準座標系を示す。具体的には、左側入力装置41の先端に原点702を有するデカルト座標系 $X_{LM}$ 、 $Y_{LM}$ 、 $Z_{LM}$ は、左側入力装置41に関連付けられる第一の可動な基準座標系を規定し、右側入力装置42の先端に原点712を有するデカルト座標系 $X_{RM}$ 、 $Y_{RM}$ 、 $Z_{RM}$ は、右側入力装置42に関連付けられる第二の可動な基準座標系を規定する。またこの場合において、各入力装置は使用者によって手で保持される把持部を有する。具体的には、入力装置41は把持部701を有し、入力装置42は把持部710を有する。上述した“ツール追従”操作モード及び“カメラ”操作モード内のような単一の装置操作において、把持部の動きは、固定された基準座標系に対する入力装置の先端の基準座標系の動きに結果し、そして、エントリーガイド200の回動中心点に対する、関連付けられた装置の対応する動きに結果する。この場合の固定された基準座標系は、コンソール51の立体像ディスプレイ45にあり、立体像の平面内のX軸及びY軸並びに像の奥行きに対応するZ軸を持つように規定される。

10

【0034】

図8は、簡略化された（正確な縮尺ではない）エントリーガイド200の斜視図を示す。エントリーガイド200は、概して筒状の形状であり、その長さに沿って中心に伸びる長手軸 $X'$ を有する。遠隔中心（RC）とも呼ばれる、エントリーガイド200の回動中心点は、図示されるようにX軸、Y軸及びZ軸を有する固定された基準座標系及び図示されるように $X'$ 軸、 $Y'$ 軸及び $Z'$ 軸を有するエントリーガイドの基準座標系の両方に関する原点として働く。前述したように、ロボットアーム2514のセットアップアームは、エントリーガイド200の遠隔中心が患者の入口開口61にあるように、エントリーガイド200を保持及び配置する。

20

【0035】

システム100が“エントリーガイド”操作モードにある場合に、入力装置41、42は、エントリーガイド200の動きを命令するために、外科医によって特定の方法で動かされる。具体的には、エントリーガイド200（及びその時にその内部に配置されている多関節器具）が（空間に固定されたままである）Z軸の回りを、遠隔中心“RC”でヨー方向に回動させられることが望まれる場合、外科医は、どちらの方向にエントリーガイド200が回動させられるべきであるか応じて（例えば、左であれば時計回りに、反時計回りであれば右に）、両方の入力装置41、42の両方の把持部を同じ方向に右又は左の方向に動かす。エントリーガイド200（及びその時にその内部に配置されている多関節器具）が（エントリーガイド200の長手軸 $X'$ に対して直角な） $Y'$ 軸の回りを、ピッチ方向に回動させられることが望まれる場合、外科医は、両方の入力装置41、42の両方の把持部を同じ方向に上又は下に動かす。それにより、エントリーガイド200の遠位端部は両方の把持部701、710が上方に動かされた時に下がり（下方にピッチ）、そして、エントリーガイド200の遠位端部は両方の把持部701、710が下方に動かされた場合にかかる（上方にピッチ）。エントリーガイド200（及びその時にその内部に配置されている多関節器具）がその長手軸 $X'$ の回りを、ロール方向に回動させられることが望まれる場合、外科医は、一方の入力装置の把持部を上方に動かし、同時に他方の入力装置の把持部を下方に動かす。それにより、把持部は、入力装置41、42の可動な基準座標系の原点702、712の中間の点である回動中心点720の回りを回動する。最後に、エントリーガイド200がその長手軸 $X'$ に沿って、挿入／引き戻し方向又は内／外“I/O”方向に直線的に動かされることが望まれる場合は、外科医は、両方の入力装置41、42の把持部を同じ方向に前方又は後方に動かす。それにより、両方の把持部が前方に動かされた場合に、エントリーガイド200は挿入方向に前進し、両方の把持部が後方に動かされた場合に、エントリーガイド200は引き戻し方向に後進する。

30

40

【0036】

上述の3つの操作モードに加えて、MUX280への選択入力の第四の値は、左側入力

50

装置及び右側入力装置４１，４２を、第四の操作モード（本明細書において“コンボ制御”操作モードと呼ばれる）に置く。“コンボ制御”操作モードにおいて、エントリーガイド２００は、“エントリーガイド”操作モードを参照して前述したように連携して動く入力装置４１，４２によって動かされる。しかしながら、このモードにおいて、器具２３１，２４１のエンドエフェクタ３３１，３４１は、それらの各々の制御部２３３，２４３によって所定の位置に安定化（アンカー）される（すなわち、ワールド基準座標系において同じ位置及び方向に維持される）。これを行うために、器具制御部２３３，２４３は、それらの各々の器具操縦部２３２，２４２に命令して、エントリーガイド２００の動きに従って、上記の所定の位置へのそれらのエンドエフェクタ３３１，３４１の安定化を調整するように、それらの各々の接合部関節（例えば、器具２４１の接合部関節３２３，３２５，３２７）を適切な方法で作動させる。“エントリーガイド”操作モードのように、カメラ制御部２１３は、カメラ操縦部２１２に命令してカメラ２１１の作動可能な関節を所定の位置にソフトロックさせる。それにより、エントリーガイド２００が再方向付けされる際に、カメラ２１１の画像取得端部が再方向付けされる。この構成において、MUX２８０は切り替え（クロススイッチング）を行い、入力装置４１の出力及び入力２５１，２５２をエントリーガイド制御部２０３の入力及び出力２６５，２６６へそれぞれ接続し、また、入力装置４２の出力及び入力２５３，２５４もエントリーガイド制御部２０３の入力及び出力２６５，２６６へそれぞれ接続する。エントリーガイド制御部２０３は、それぞれ入力装置４１，４２からの入力２５１，２５３を組合せ、“エントリーガイド”操作モードを実行するための論理回路を含む。エントリーガイド制御部２０３と器具制御部２４３，２３３との間の連動制御ロジックは、器具制御部２４３，２３３に命令して、それらの各々の接合部関節を、適切な方法で作動させるように、それらの各々の器具操縦部２３２，２４２に命令させる。器具操縦部２３２，２４２は、エントリーガイド２００の動きに従って所定の位置へのそれらのエンドエフェクタ３３１，３４１の安定化を調整する。

#### 【００３７】

“連動制御モードを持つ医療ロボットシステム（Medical Robotic System with Coupled Control Modes）”と表題が付けられた米国特許公報第２０１０／０２７４０８７Ａ１は、参照により本明細書に取り込まれ、医療ロボットシステム１００のような医療ロボットシステムにおける連動制御モードの追加的な詳細を提供する。

#### 【００３８】

図９は、ロボットシステムのプロセッサによって実行される、ロボットシステムの操作モード選択のための方法の流れ図を示す。ブロック８０１において、ロボットシステムは現在又は最新の（current）操作モード状態にある。例えば、現在の操作モードは、例えば患者体内の解剖学的構造に医療処置を施すために使用される“ツール追従”操作モードのような、ロボットシステムの通常の操作モードであってもよい。

#### 【００３９】

ブロック８０２において、方法は、例えばコンソール５１の右側フットペダル４４のような、モードスイッチが起動（activated）されたかどうかを確認又は決定（determines）する。この場合において、モードスイッチは、外科医がフットペダルを足で押圧した場合に起動される。モードスイッチの他の実施例は、入力装置４１，４２上の押圧可能なボタン及び音声認識システムへの音声命令を含む。ブロック８０２における確認結果又は決定がNO（いいえ）である場合、次いで方法はループしてブロック８０１に戻り、ロボットシステムを現在の操作モードに保つ。他方では、ブロック８０２における確認結果又は決定がYES（はい）である場合、次いでブロック８０３において、方法はロボットシステムを、例えば“コンボ制御”操作モードのような第一の操作モード（本明細書において既定操作モードとも呼ばれる）に置く。既定操作モードは、好ましくはその時点で選択のために利用可能な複数の使用者選択可能な操作モードの中で最も一般的に（よく）選択される操作モードである。この操作モードを既定操作モードにすることによって、大半の場合に、システムは更なる工程の遅延なく所望の操作モードで稼働していることができる。

#### 【００４０】

ブロック 804 において、方法は、例えばコンソール 51 の手で操縦可能な入力装置 41, 42 のような一つ又はそれ以上の入力装置を操縦しているシステム使用者によって取られる、いくつかの動作を検出するまで待機する。ある動作が取られたことの検出に基づいて、方法は、その動作が、例えば“カメラ”操作モードのような第二の操作モードを区別又は識別する動作であるかどうかを、確認又は決定する。用語“区別する動作(distinguishing action)”とは、その時点で考慮されている他の操作モード(ロボットシステムが現在稼働している操作モードを含む)に対立するものとして、その操作モードを一意的に特定する動作を意味する。具体的には、それは、システム使用者によって、選択されている操作モードにおいて使用されるがその時点で選択のために利用可能な如何なる他の操作モードにおいても使用されない、入力装置 41, 42 の一方又は両方に対して実行される操作的な動作である。“カメラ”操作モード及び“コンボ制御”操作モードについて、これら二つの操作モードだけがその時点で選択のために利用可能である場合の区別する動作の実施例が、それぞれ図 11 及び図 12 に示される。ブロック 804 における確認結果又は決定が YES (はい) である場合は、次いでブロック 805 において、方法は、ロボットシステムを第二の操作モードに置く。他方では、ブロック 804 が NO (いいえ) である場合は、その後方法はブロック 802 に戻る。

#### 【0041】

第二の操作モードで稼働している間に、ブロック 806 において、方法は、モードスイッチがアクティブなままであるかどうかを確認する。ブロック 806 における確認結果又は決定が NO (いいえ) である場合は、次いで方法はループしてブロック 802 に戻る。他方では、ブロック 806 における確認結果又は決定が YES (はい) である場合は、その後ブロック 807 において、方法は、例えばコンソール 51 の手で操縦可能な入力装置 41, 42 のような一つ又はそれ以上の入力装置を操縦しているシステム使用者によって取られる、いくつかの動作を検出するまで待機する。ある動作が取られたことの検出に基づいて、方法は、その動作が第三の操作モードを区別する動作であるかどうかを、確認又は決定する。ブロック 807 における確認結果又は決定が YES (はい) である場合は、次いで方法は、ロボットシステムを第三の操作モードに置く。他方では、ブロック 807 における確認結果又は決定が NO (いいえ) である場合は、次いで方法はループしてブロック 805 に戻り、ロボットシステムを第二の操作モードに保つ。第三の操作モードで稼働している間に、ブロック 809 において、方法は、モードスイッチがアクティブなままであるかどうかを確認する。ブロック 809 における確認結果又は決定が NO (いいえ) である場合は、次いで方法はループしてブロック 802 に戻る。他方では、ブロック 809 における確認結果又は決定が YES (はい) である場合は、次いで方法はループしてブロック 808 に戻り、ロボットシステムを第三の操作モードに保つ。

#### 【0042】

上述の方法において、前の操作モードに戻るためには、所望の操作モードに進む前に方法がループしてブロック 802 までずっと戻ることができるように、モードスイッチが開放又は起動解除されねばならないことに留意されたい。例えば、ロボットシステムがその時点で第三の操作モードで稼働しており、システム使用者が第二の操作モードに戻ることを望む場合は、システム使用者はモードスイッチを解放せねばならず、それにより、方法は一気にブロック 802 まで戻る。システム使用者は、次いでモードスイッチを再び起動して、ブロック 804 を参照して記述したように第二の操作モードを区別する動作を実行せねばならない。

#### 【0043】

図 10 は、一つの実施例として、ロボットシステムのプロセッサによって実行される、ロボットシステムの操作モード選択のための代替的な方法の流れ図を示す。この代替的な方法は、ループしてブロック 802 までずっと戻る必要なく、前の操作モードに戻ることを容易にするように、図 9 の方法を変更したものである。この方法において、ブロック 801 - 809 は図 9 を参照して記述したように概して同じ方法で実行されるが、以下の例外がある。

## 【 0 0 4 4 】

第一の例外として、ブロック 8 0 7 における確認結果又は決定が N O ( い い え ) である場合は、次いでループして直接にブロック 8 0 5 に戻る代わりに、ブロック 9 1 1 において、方法は、コンソール 5 1 の手で操縦可能な入力装置 4 1 , 4 2 のような、一つ又はそれ以上の入力装置を操縦しているシステム使用者によって取られる、いくつかの動作を検出するまで待機する。ある動作が取られたことの検出に基づいて、方法は、その動作が第一の操作モードを区別する動作であるかどうかを、確認又は決定する。ブロック 9 1 1 における確認結果又は決定が Y E S ( はい ) である場合は、次いで方法は一気にブロック 8 0 3 まで戻り、ロボットシステムを第一の操作モードに置く。他方では、ブロック 9 1 1 における確認結果又は決定が N O ( い い え ) である場合は、その後方法はループしてブロッ  
10

## 【 0 0 4 5 】

第二の例外として、ブロック 8 0 9 における確認結果又は決定が Y E S ( はい ) である場合は、次いでループして直接にブロック 8 0 8 に戻る代わりに、ブロック 9 1 2 において、方法は、コンソール 5 1 の手で操縦可能な入力装置 4 1 , 4 2 のような、一つ又はそれ以上の入力装置を操縦しているシステム使用者によって取られる、いくつかの動作を検出するまで待機する。ある動作が取られたことの検出に基づいて、方法は、その動作が第二の操作モードを区別する動作であるかどうかを、確認又は決定する。ブロック 9 1 2 における確認結果又は決定が Y E S ( はい ) である場合は、次いで方法は一気にブロック 8 0 5 まで戻り、ロボットシステムを第二の操作モードに置く。他方では、ブロック 9 1 2 における確認結果又は決定が N O ( い い え ) である場合は、次いで方法はブロック 9 1 4  
20

へ進む。ブロック 9 1 4 において、その動作が第一の操作モードを区別する動作であるかどうかを、確認又は決定する。ブロック 9 1 4 における確認結果又は決定が Y E S ( はい ) である場合は、次いで方法は一気にブロック 8 0 3 まで戻り、ロボットシステムを第一の操作モードに置く。他方では、ブロック 9 1 4 における確認結果又は決定が N O ( い い え ) である場合は、その後方法はループしてブロック 8 0 8 に戻り、ロボットシステムを第三の操作モードに保つ。

## 【 0 0 4 6 】

図 9 を参照して記述された方法の場合のように、モードスイッチが起動解除された ( すなわち、もはやアクティブでない ) という確認又は決定がなされた時はいつでも、方法は  
30

ブロック 8 0 2 に戻る。ブロック 8 0 2 , 8 0 6 及び 8 0 9 においてなされる確認又は決定の代替として、モードスイッチの解放又は起動解除は、方法の処理を図 9 及び 1 0 におけるブロック 8 0 1 に対応する処理点に自動的に戻す、システム割り込みの機能を果たしてもよい。

## 【 0 0 4 7 】

上述の方法において “ コンボ制御 ” 操作モード又は “ カメラ ” 操作モードのいずれかが既定の操作モードである場合に、これらの操作モードの両方においてエンドエフェクタはそれらの各々の制御部によって所定の位置に保持されているため、システム使用者による一つ又はそれ以上の入力装置の故意でない動きが、結果として意図せずにツール 2 3 1 , 2 4 1 のエンドエフェクタ 3 3 1 , 3 4 1 の動きを生じることがないことは注目に値し、  
40

指摘すべきものである。このように、エンドエフェクタ 3 3 1 , 3 4 1 の故意でない動きが手術部位の物に突き当たることは、これら二つの操作モードにおいては懸念事項ではない。

## 【 0 0 4 8 】

これまで本発明の様々な実施形態の記述において、システム使用者は、いずれの使用者選択可能な操作モードがその時点で選択のために利用可能であるか、及び、利用可能な使用者選択可能な操作モードのそれぞれについて少なくとも一つの区別する動作を知っていると仮定されてきた。実際には、しかしながら、全てのシステム使用者がこの知識を有してはいないかもしれない。経験豊かな使用者でさえ、彼 / 彼女らの集中力がロボットシステムを使用して処置を施すことに焦点が合わされている間に、すぐに上記のような情報を  
50

思い出すことはできないかも知れない。それ故に、プロセッサ 43 は、好ましくは上記のような情報の図式的又は視覚的（グラフィカル）な指示（graphical indications）をディスプレイ 45 上に提供するように構成され、図 9 及び図 10 を参照して記述された方法と併せて、システム使用者がロボットシステムのための操作モードを選択することを支援する。

#### 【0049】

図 9 及び図 10 を参照して記述された方法は、好ましくは、ブロック 804, 807, 911, 912 及び 914 において実行される、それらの各々の確認又は決定において、標準的な閾値及び/又はローパスフィルターを用いて、システム使用者による一つ又はそれ以上の入力装置の故意でない動きが、結果として意図しない操作モードの選択を生じることを防止する。閾値がこれらのブロックにおいてなされる確認又は決定に組み込まれている場合は、方法はまた、好ましくは、これらのブロックで取られる活動の一部として、使用者が区別する動作を実行するように一つ又はそれ以上の入力装置を動かすときに、感覚フィードバックを使用者に提供する。このようにして、使用者は、その時点で彼又は彼女がどれだけ閾値に近づいているかに気付いている。そのような感覚フィードバックは、コンソール 51 の立体ディスプレイ 45 上の視覚フィードバック、コンソール 51 のステレオスピーカー 411, 412 による音声フィードバック及びコンソール 51 の入力装置 41, 42 上の触覚フィードバックのいずれでも、又はいずれの組合せの形を取ってもよい。一つの実施例として、コンソール 51 の入力装置 41, 42 上の触覚フィードバックが提供される場合、そのようなフィードバックは、一つ又はそれ以上の入力装置 41, 42 の操縦が閾値に近づくにつれて、強度を増してもよい。他の実施例として、ステレオスピーカー 411, 412 による音声フィードバックが提供される場合、一つ又はそれ以上の入力装置 41, 42 の操縦が閾値に近づくにつれて、使用者に近づくかのようなステレオ音声又は単純に音量が大きくなるステレオ音声を提供されてもよい。

#### 【0050】

図 11 及び図 12 は、本明細書において記述される方法と併せて、システム使用者が操作モードを選択することを支援するために、例えば医療ロボットシステム 100 の立体像ディスプレイ 45 のような、ロボットシステムのディスプレイ画面上に提供されることができ、グラフィカルな情報の複数の実施例を示す。分離した複数の図面として示されているが、好ましくは、使用者がいずれの操作モードがその時点で使用者選択可能であるかを知ることができるように、その時点で使用者による選択のために利用可能な全ての操作モードが、立体像ディスプレイ 45 上に一緒に表示される。

#### 【0051】

具体的には、図 11 は、右側入力装置 42 の右側把持部 710 のグラフィカルな表現 710' 及びグラフィカルな指示 1300 を示す。グラフィカルな指示 1300 は、使用者によって選択可能な複数の操作モードが“カメラ”操作モード及び“コンボ制御”操作モードからなる場合に、“カメラ”操作モードについての区別する動作を実行するために、どのように右側把持部 710 が動かされ得るかを示す。この実施例においては、“カメラ”操作モードについての区別する動作は、右側把持部 710 のその軸  $X_{RM}$  の回りでの回動である。この動作は、“コンボ制御”操作モードにおいては実行されないであろう動作であり、従ってそれを“コンボ制御”操作モードから区別する。

#### 【0052】

図 11 に右側把持部が参照されるが、システム使用者は、実質的には左側把持部又は右側把持部のいずれによって区別する動作を実行してもよい。一つの実施形態において、右側把持部 710 の回動は、結果として右側入力装置 42 をカメラの動きの制御と関連付けることをもたらし、そして、左側把持部 701 の回動は、結果として左側入力装置 41 をカメラの動きの制御と関連付けることをもたらす。他の実施形態において、右側把持部又は左側把持部のいずれかの回動は、結果として、事前選択された入力装置がカメラの動きの制御と関連付けられることをもたらす。この場合の事前選択は、グラフィカルユーザーインターフェイス、又は、本明細書に記載されるか又はロボットシステムにおいて従来か

ら用いられる如何なる他の使用者／システム相互作用手段とやり取りをしている、システム使用者によって実行されてもよい。

【 0 0 5 3 】

図 1 2 は、左側入力装置及び右側入力装置 4 1 , 4 2 の複数の把持部 7 0 1 , 7 1 0 のグラフィカルな表現 7 0 1 ' 7 1 0 ' 及びグラフィカルな指示 1 4 0 0 , 1 5 0 0 を示す。グラフィカルな指示 1 4 0 0 , 1 5 0 0 は、使用者によって選択可能な複数の操作モードが“カメラ”操作モード及び“コンボ制御”操作モードからなる場合に、“コンボ制御”操作モードについての区別する動作を実行するために、どのように入力装置 4 1 , 4 2 の複数の把持部 7 0 1 , 7 1 0 が動かされ得るかを示す。この実施例においては、“コンボ制御”操作モードについての区別する動作は、両方の把持部 7 0 1 , 7 1 0 の上方向への動きである。この動作は、例えば、“カメラ”操作モードにおいては実行されないであろう動作であり、従ってそれを“カメラ”操作モードから区別する。

10

【 0 0 5 4 】

図 1 1 のグラフィカルな指示 1 3 0 0 は、閾値を示す目標 1 3 0 2 及び一つ又はそれ以上の入力装置の使用の操縦が閾値にどれほど近接しているか、又は近いを示す矢印 1 3 0 1 を含む。同じように、図 1 2 のグラフィカルな指示 1 4 0 0 , 1 5 0 0 は、閾値を示す目標 1 4 0 2 , 1 5 0 2 及び一つ又はそれ以上の入力装置の使用の操縦が閾値にどれほど近接しているか、又は近いを示す矢印 1 4 0 1 , 1 5 0 1 を含む。図内に示される矢印は閾値が到達されたことを示すが、矢印は、特徴的な動作を示す動きが最初に確認又は決定される時点、及び、図 9 及び図 1 0 のブロック 8 0 4 , 8 0 7 , 9 1 1 , 9 1 2 , 及び 9 1 4 においてそれらの各々の操作モードについて確認又は決定されたように、上記の動きが閾値に到達する時点から、漸進的に長くなることが明確に理解されるべきである。

20

【 0 0 5 5 】

図 1 1 及び図 1 2 に表された区別する動作は、システム使用者が示される操作モードに入るためにとり得る一つの推奨されている動作のいずれかを代表してもよく、又は、それは、システム使用者が示される操作モードに入るためにとり得るただ一つの動作を代表してもよい。前者の場合において、システムは、示される操作モードに入るために、（その時点で選択のために利用可能な全ての使用者選択可能な操作モードに対して）区別する如何なる動作にも反応するようにプログラムされる。この選択肢は、その時点での複使用者選択のために利用可能な複数の操作モードについての適切な区別する動作に関して知識が豊富な、経験豊富なシステム使用者のために適切であり得る。後者の場合において、システムは、示される操作モードに入るために、その時点で立体像ディスプレイ 4 5 上に示される区別する動作のみに反応するようにプログラムされる。この選択肢は、いずれの動作が利用可能な操作モードについての考えられる区別する動作であるのかの知識に欠け、それ故に、故意ではなく意図しない操作モードに入ることによって驚かされ得る、経験豊富でないシステム使用者のために適切であり得る。

30

【 0 0 5 6 】

操作モードを選択するための区別する動作は、利用可能な複数の操作モードの異なる組み合わせについて、相違してもよいことに留意されたい。図 1 1 及び図 1 2 の実施例において、利用可能な動作モードは、“カメラ”操作モード及び“コンボ制御”操作モードである。しかしながら、利用可能な動作モードが“ツール追従”操作モード及び“カメラ”操作モードのみを含んでいた場合には、“カメラ”操作モードについての示された動作は、それを“ツール追従”操作モードにおいて取られ得る動作から区別できない。この場合は、“ツール追従”操作モードは、図 9 及び図 1 0 のブロック 8 0 1 に表される現在の操作モードとして初期的に設定され、“カメラ”操作モードへの切り換えは、図 9 及び図 1 0 を参照して記述されたモードスイッチを要求する。代替的に、“カメラ”操作モードが図 9 及び図 1 0 のブロック 8 0 3 における既定の操作モードとして選択された場合には、“ツール追従”操作モードについての区別する動作は、入力装置 4 1 , 4 2 の把持部 7 0 1 , 7 1 0 を絞ること又は握ることとなる。この動作は、“カメラ”操作モード及び“コ

40

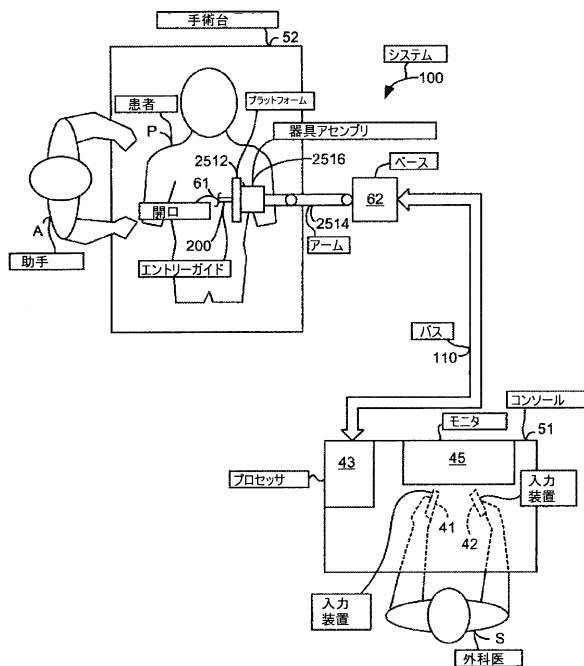
50

ンボ制御”操作モード又は“ エントリーガイド”操作モードのいずれにおいても取られることがない動作である。

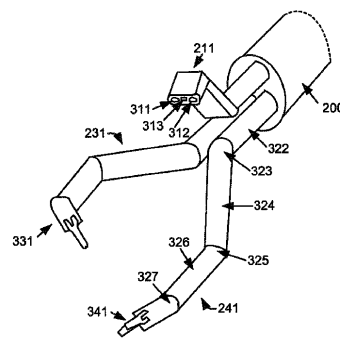
**【 0 0 5 7 】**

本発明の様々な態様が、好ましい実施形態に関して記述されてきたが、本発明は、添付の特許請求の範囲の全範囲内の、完全な保護の資格を有することが理解されるであろう。

【圖 1】



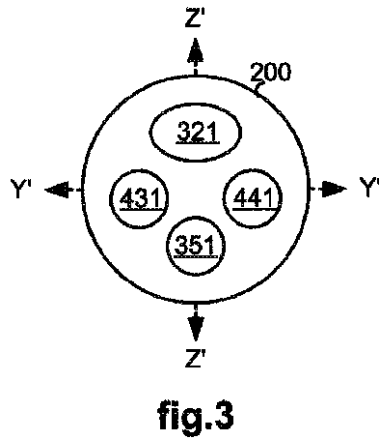
【圖 2】



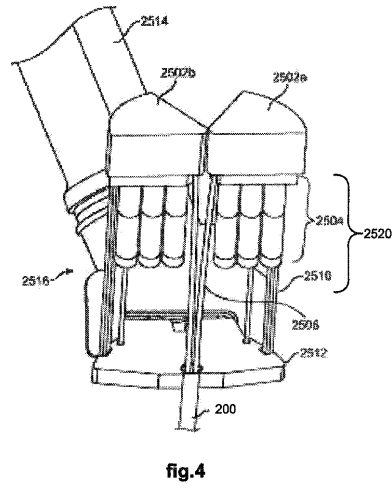
**fig.2**



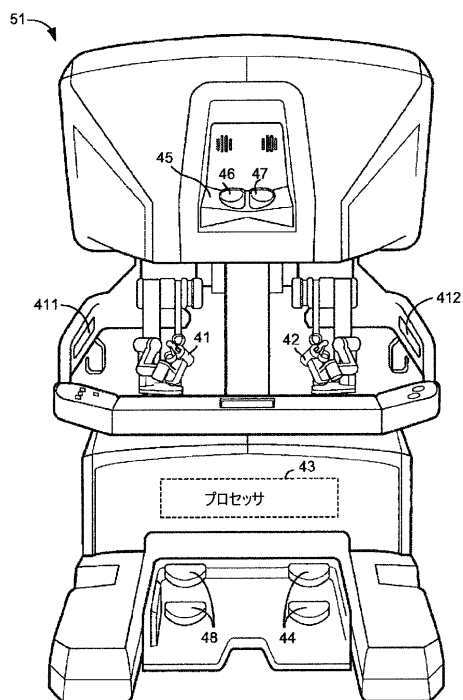
【図 3】



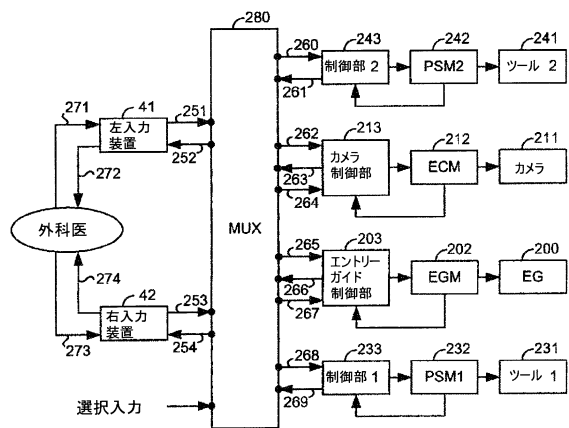
【図 4】



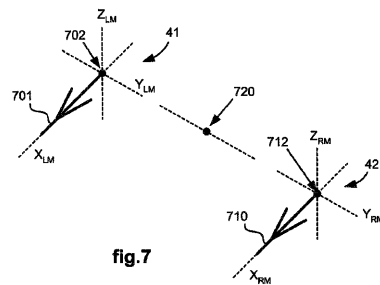
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【図 8】

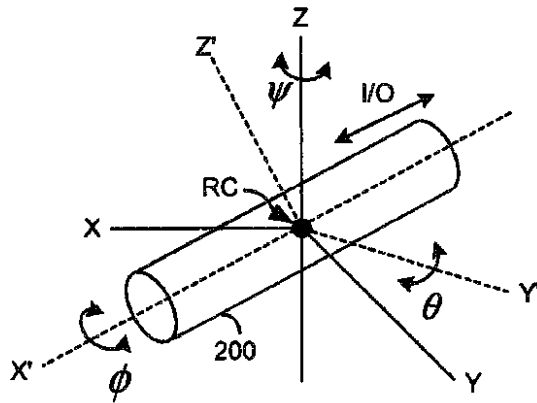
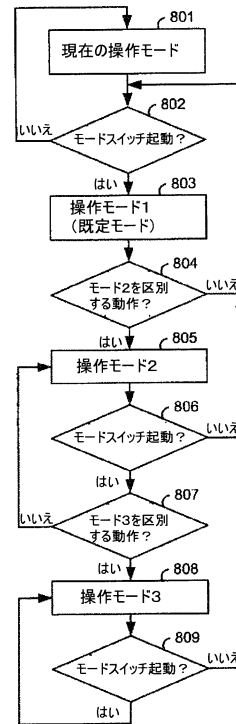
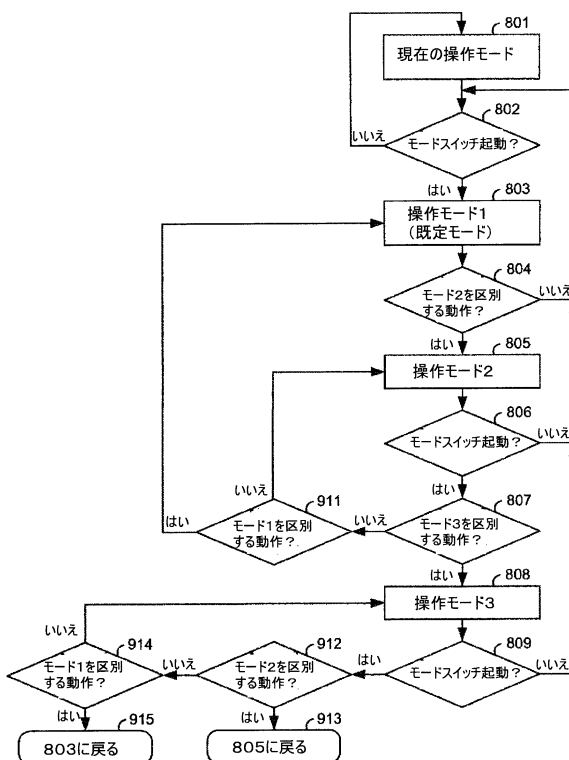


fig.8

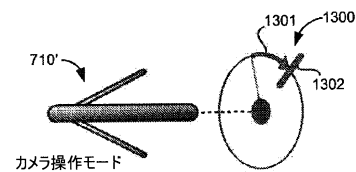
【図 9】



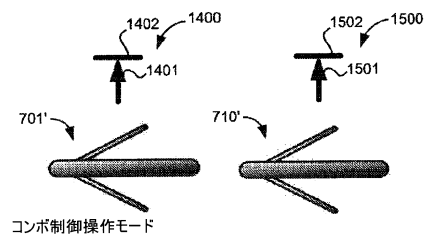
【図 10】



【図 11】



【図 12】



## フロントページの続き

- (72)発明者 ディオリティ, ニコラ  
アメリカ合衆国 9 4 0 2 5 カリフォルニア州, メンロパーク, フリモント・ストリート 8 1  
9
- (72)発明者 ゴメズ, ダニエル エイチ  
アメリカ合衆国 9 4 0 8 6 カリフォルニア州, サニーヴェイル, ウェイヴァリー・ストリート  
2 7 6
- (72)発明者 ミトラ, プロバル  
アメリカ合衆国 9 4 0 4 3 カリフォルニア州, マウンテンビュー, スティアリン・ロード 4  
6 5
- (72)発明者 ムストウファ, タビシュ  
アメリカ合衆国 9 4 0 4 3 カリフォルニア州, マウンテンビュー, エヌ・ショアライン・ブー  
ルヴァード 7 5 0, アパートメント 2 5

審査官 中村 一雄

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2009/0088774 (US, A1)  
国際公開第2011/060171 (WO, A1)  
米国特許出願公開第2010/0332033 (US, A1)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 6 1 B 3 4 / 3 5  
B 2 5 J 3 / 0 0  
B 2 5 J 1 3 / 0 2  
B 2 5 J 1 3 / 0 4