(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)公表番号
特表2025-518673
(P2025-518673A)
(43)公表日　令和7年6月19日(2025.6.19)

(51)国際特許分類	FI	テーマコード（参考）
A61B 34/35 (2016.01)	A61B 34/35	4C130

審査請求　未請求　予備審査請求　未請求　（全38頁）

(21)出願番号　特願2024-568178(P2024-568178)
(86)(22)出願日　令和5年5月30日(2023.5.30)
(85)翻訳文提出日　令和6年12月25日(2024.12.25)
(86)国際出願番号　PCT/IB2023/055511
(87)国際公開番号　WO2023/233279
(87)国際公開日　令和5年12月7日(2023.12.7)
(31)優先権主張番号　102022000011789
(32)優先日　令和4年6月3日(2022.6.3)
(33)優先権主張国・地域又は機関
イタリア(IT)
(81)指定国・地域　AP(BW,CV,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV
最終頁に続く

(71)出願人　518132307
メディカル・マイクロインストゥルメンツ・インコーポレイテッド
ＭＥＤＩＣＡＬ ＭＩＣＲＯＩＮＳＴＲＵＭＥＮＴＳ， ＩＮＣ．
アメリカ合衆国デラウェア州ウィルミントン、オレンジ・ストリート１２０９、ザ・コーポレイション・トラスト・カンパニー
(74)代理人　110000855
弁理士法人浅村特許事務所
(72)発明者　ルファルディ、エマヌエレ
イタリア共和国 ５６１２１ ピサ、ピサ、ヴィア エ． ジャンネッシ ５２／５４／５６、メディカル マイクロインス
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　医療又は外科の遠隔操作のためのロボット・システムの制御方法及び関係するロボット・システム

(57)【要約】
少なくとも１つのマスタ・デバイスと、アクチュエータによって移動され、マスタ・デバイスによって制御されるように構成された、少なくとも１つのスレーブ・デバイスと、スレーブ・デバイスを制御するように構成された中央マイクロプロセッサ・ユニットと、スレーブ・デバイスが動作する手術部位をその中心部分において可視化するように構成されたディスプレイとを有する、医療又は外科の遠隔操作のための任意のロボット・システムにおいて使用可能な制御方法が、中央ユニットにより、マスタ・デバイスとスレーブ・デバイスとの空間的配向を決定し、中央ユニットが位置合わせ支援要求信号を受信したとき、スレーブ・デバイスに対するマスタ・デバイスの相対空間的配向を視覚的に表す少なくとも１つの位置合わせ支援グラフィック要素を含むグラフィカル・ユーザ・インターフェースをディスプレイ上に生成し、スレーブ・デバイスに対するマスタ・デバイスの相対空間的配向に対応する様式で、位置合わせ支援グラフィック要素の少なくとも１つのグラフィカル態様を修正する、動作を含む。

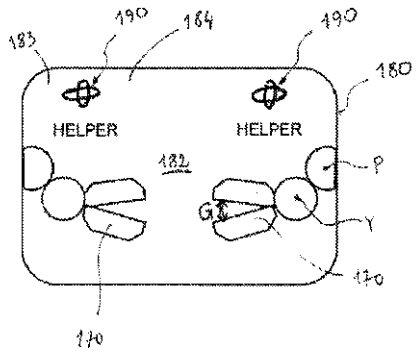


FIG.3

【特許請求の範囲】
【請求項１】
医療又は外科の遠隔操作のためのロボット・システム（１００）の制御方法であって、前記ロボット・システムは、操作者によって扱われ得て移動されるように適応された少なくとも１つのマスタ・デバイス（１１０）と、アクチュエータによって移動され且つ前記マスタ・デバイスによって制御されるように構成された、少なくとも１つのスレーブ・デバイス（１７０）と、前記スレーブ・デバイスを制御するように構成された中央マイクロプロセッサ・ユニットと、ディスプレイ（１８０）と、を備え、
前記方法は、以下の動作、すなわち、
前記中央ユニットにより、前記マスタ・デバイスの第１の空間的配向と前記スレーブ・デバイスの第２の空間的配向とを決定する動作と、
前記中央ユニットが位置合わせ支援要求信号を受信したとき、前記中央ユニットにより、前記ディスプレイ上でグラフィック・ユーザ・インターフェースを開く動作であって、前記グラフィック・ユーザ・インターフェースが、前記スレーブ・デバイスに対する前記マスタ・デバイスのリアルタイムで更新される相対空間的配向に関する情報、及び／又は前記操作者が前記マスタ・デバイスと前記スレーブ・デバイスとの間の位置合わせ条件を達成することを可能にするための命令を視覚的に表す、前記ディスプレイの一部分において表示される少なくとも１つの位置合わせ支援グラフィック要素（１９０）を備える、動作と、
前記スレーブ・デバイスに対する前記マスタ・デバイスの前記相対空間的配向に対応する様式で、前記ディスプレイ上に示される前記位置合わせ支援グラフィック要素を更新する動作と、
以下の条件、すなわち、
－　前記相対空間的配向が所定の間隔内にある、
－　医療又は外科の遠隔操作のための有効化信号が生成された、
－　前記位置合わせ支援要求信号が生成されたときから前記グラフィカル・ユーザ・インターフェースが開いたままである、最大時間が経過した、
のうちの少なくとも１つが満たされたとき、前記中央ユニットにより、前記グラフィック・ユーザ・インターフェースを閉じる動作と、
を実施することを含む、
制御方法。
【請求項２】
前記マスタ・デバイス（１１０）が、非作動タイプのものであり、好ましくは、非拘束タイプのものである、請求項１に記載の方法。
【請求項３】
前記ディスプレイは、少なくともその中心部分（１８２）において、前記スレーブ・デバイスが動作する手術部位を表示するように構成され、
前記方法が、以下のステップ、すなわち、
前記ディスプレイの前記中心部分において前記手術部位と前記スレーブ・デバイスとを表示するステップと、
前記スレーブ・デバイスを示す、前記ディスプレイの前記中心部分（１８２）上に重ね合わせられない、前記ディスプレイの周辺部分（１８４）において、前記位置合わせ支援グラフィック要素を表示するステップと、
を含む、
請求項１又は２に記載の方法。
【請求項４】
前記ディスプレイ（１８０）上に前記少なくとも１つの位置合わせ支援グラフィック要素を表示し、前記手術部位を見せることを回避する、動作を含む、及び／又は
前記ロボット・システムが、少なくとも第１のディスプレイと第２のディスプレイとを含み、前記方法が、前記第１のディスプレイ上で前記手術部位を見せ、前記第２のディス

プレイ上に前記少なくとも１つの位置合わせ支援グラフィック要素（１９０）を表示する、動作を含む、
請求項１又は２に記載の方法。
【請求項５】
たとえば、遠隔操作ステップの準備における位置合わせステップにおいてなど、遠隔操作外で、前記中央ユニットにより前記位置合わせ支援要求信号を生成する動作を含む、請求項１から４までのいずれか一項に記載の方法。
【請求項６】
以下の条件、すなわち、
－　前記マスタ・デバイスの閉／開コマンドがアクティブ化され、好ましくは２つのマスタ・デバイスの閉／開コマンドが同時に又は第１の閉／開コマンドからの時間ウィンドウ内にアクティブ化されたとき、
－　前記マスタ・デバイスの開／閉コマンドが繰り返しアクティブ化されたとき、
－　前記マスタ・デバイスが、定義された時間間隔において手ジェスチャーによって裏返されたとき、及び、好ましくは、２つのマスタ・デバイスが同時に裏返されたとき、
－　前記操作者が、所定の方向、たとえば前記ディスプレイのほうを見ていることを、前記ロボット・システムに設置された視線検出デバイスが検出したとき、
－　前記マスタ・デバイスが、あらかじめ定義された時間間隔において、所定の手ジェスチャー（１５１）を受けたとき、
のうちの１つ、或いはそれらの組合せにおいて、前記中央ユニットにより前記位置合わせ支援要求信号を生成する動作を含む、請求項１から５までのいずれか一項に記載の方法。
【請求項７】
以下の条件、すなわち、
－　前記マスタ・デバイスが、所定の作業空間、たとえば前記中央ユニットによって計算され得る前記マスタ・デバイスの作業空間（１１５）のサブ空間（１１６）にあることを、前記中央ユニットが検出したとき、
－　前記マスタ・デバイスにより所定の移動が実施されたことを前記中央ユニットが検出したとき、
－　前記マスタ・デバイスがあらかじめ定義された空間的位置にあることを前記中央ユニットが検出したとき、
－　前記ロボット・システムの手アクティブ化スイッチであって、前記手アクティブ化スイッチ（１５８）が、前記マスタ・デバイス（１１０）のハンドル上に設置され、前記中央ユニットに接続された、手アクティブ化スイッチが押されたことを前記中央ユニットが検出したとき、
－　前記ロボット・システムの足スイッチ（１５８）であって、前記足スイッチが前記中央ユニットに接続された、足スイッチ（１５８）が押されたことを前記中央ユニットが検出したとき、
のうちの１つ、又はそれらの組合せにおいて、前記中央ユニットにより前記位置合わせ支援要求信号を生成する動作を含む、請求項１から６までのいずれか一項に記載の方法。
【請求項８】
－　前記マスタ・デバイスと前記スレーブ・デバイスとの間の前記相対空間的配向を視覚的に表す
ための、位置合わせ支援グラフィック要素を生成する動作を含む、請求項１から７までのいずれか一項に記載の方法。
【請求項９】
－　前記マスタ・デバイスの前記第１の空間的配向と前記スレーブ・デバイスの前記第２の空間的配向とを視覚的に表す
ような、位置合わせ支援グラフィック要素を生成する動作を含む、請求項１から７までのいずれか一項に記載の方法。
【請求項１０】

－　前記スレーブ・デバイスの前記第２の空間的配向との位置合わせを達成するように前記マスタ・デバイスを移動させるための、グラフィック・インジケータなどの、情報を視覚的に表す
ような、位置合わせ支援グラフィック要素を生成する動作を含む、請求項１から９までのいずれか一項に記載の方法。
【請求項１１】
前記相対空間的配向が所定の間隔内にあるとき、医療又は外科の遠隔操作のための有効化信号が生成される、請求項１から１０までのいずれか一項に記載の方法。
【請求項１２】
前記相対空間的配向が所定の範囲内にあるとき、前記マスタ・デバイス配向と位置合わせするためにスレーブ・デバイス動きイネーブル信号が生成され、
好ましくは前記相対空間的配向が前記所定の範囲に含まれている狭い範囲内にあるとき、医療又は外科の遠隔操作のための有効化信号が生成される、
請求項１から１０までのいずれか一項に記載の方法。
【請求項１３】
医療又は外科の遠隔操作のための前記有効化信号が、前記操作者からの要求によって、たとえば制御ペダルなどの制御インターフェースをアクティブ化することによって、生成される、請求項１から１２までのいずれか一項に記載の方法。
【請求項１４】
医療又は外科の遠隔操作を有効化するための前記信号は、前記相対空間的配向が所定の範囲内にあるとき、自動的に生成される、請求項１から１３までのいずれか一項に記載の方法。
【請求項１５】
マイクロプロセッサ・ユニットの内部メモリにインストール可能なコンピュータ・プログラムであって、実行されたとき、前記マイクロプロセッサ・ユニットに、請求項１から１４までのいずれか一項に記載の方法の動作を実施させる、ソフトウェア・コードを備える、コンピュータ・プログラム。
【請求項１６】
少なくとも、
操作者によって扱われ得るマスタ・デバイス（１１０）と、
アクチュエータによって移動され且つ前記マスタ・デバイスによって制御されるように構成された、少なくとも１つの外科用器具を備えるスレーブ・デバイス（１７０）と、
前記スレーブ・デバイスを制御するように構成された中央マイクロプロセッサ・ユニットと、
ディスプレイ（１８０）と、
を備える、医療又は外科の遠隔操作のためのロボット・システム（１００）であって、
請求項１５に記載のコンピュータ・プログラムが前記中央マイクロプロセッサ・ユニットにインストールされている、ロボット・システム（１００）。
【請求項１７】
前記中央ユニットに機能的に接続された足スイッチをさらに備え、前記足スイッチは、押されたときに、位置合わせ支援要求信号を生成するように構成されている、請求項１６に記載のロボット・システム。
【請求項１８】
前記マスタ・デバイスが、非作動タイプのものであり、好ましくは、前記マスタ・デバイスが、前記非作動タイプのものであり、コンソールに機械的に拘束されない、請求項１６又は１７に記載のロボット・システム。
【請求項１９】
２つのディスプレイを備え、一方のディスプレイが、位置合わせ支援グラフィック要素を表示するように構成され、他方のディスプレイが、手術部位を見せるように構成された、請求項１６、１７又は１８に記載のロボット・システム。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、医療又は外科の遠隔操作（ｍｅｄｉｃａｌ　ｏｒ　ｓｕｒｇｉｃａｌ　ｔｅｌｅｏｐｅｒａｔｉｏｎ）のためのロボット・システムの制御方法に関する。
【０００２】
詳細には、本発明は、医療又は外科の遠隔操作を開始するための制御方法に関する。
【０００３】
本発明はまた、医療又は外科の遠隔操作のための関係するロボット・システムに関する。
【背景技術】
【０００４】
マスタ・デバイスとスレーブ・デバイスの両方が回転自由度を有するマスター スレーブ遠隔操作において、操作者は、一般に、足ペダルを押すこと及び／又はマスタ・デバイス本体上で利用可能なボタンを押すことなど、遠隔操作を有効化するためのコマンドを与える。知られているように、マスター スレーブ遠隔操作中に、マスタ・デバイス位置がスレーブ作業空間においてターゲット位置としてマッピングされる。
【０００５】
遠隔操作を準備する際に、様々なマスター スレーブ・ソリューションにとって共通の問題がある。それは、配向のそれぞれの位置合わせである。なぜなら、医療又は外科の遠隔操作の段階中に、マスタとスレーブとが位置合わせされていること、すなわち、たとえばマスタとスレーブとが外科的ジェスチャーを実施する操作者によって位置合わせされているように知覚されることが、大いに望ましいからである。
【０００６】
この問題は、非作動の（ｎｏｎ－ａｃｔｕａｔｅｄ）又は「飛行（ｆｌｙｉｎｇ）」マスタ・デバイスが、たとえば、そのマスタ・デバイスがマスタ操作コンソールに機械的にリンクされない場合など、単方向遠隔操作のために使用され、すなわち、力フィードバックなしに使用されるとき、特に感じられる。
【０００７】
事実上、理想的な場合では、遠隔操作は、マスタ・デバイスを制御するユーザの動きの方向及び配向と、スレーブ・デバイスの動き方向及び配向との間の一貫性を維持及び保証するために、マスタとスレーブとが配向において完全に位置合わせされたとき、又はマスタとスレーブとが極めて小さい角度だけ位置ずれして（ｍｉｓａｌｉｇｎｅｄ）いるときのみ、開始するべきである。
【０００８】
逆に、ある位置ずれ（ｍｉｓａｌｉｇｎｍｅｎｔ）しきい値（たとえば１５度の立体角）を越えて位置ずれしているマスタとスレーブとにより遠隔操作することは、これが、スレーブ・デバイスの反直観的移動を生じ、結果として生じる潜在的危険が発生するので、概して、望ましくないと見なされる。
【０００９】
これらの理由で、一般に、十分にスレーブ化された遠隔操作段階の準備としてのものである位置合わせ段階が提供され、これは、遠隔操作に入ることを可能にする前にマスタ・デバイスとスレーブ・デバイスとの間の位置ずれを最小限に抑える目的を有する。
【００１０】
遠隔操作の準備としての位置合わせステップ中に、さらなる有用性の要求が発生し、それにより、残りのマスター スレーブ位置ずれが存在する場合でも、いずれにしても遠隔操作に入ることが可能であることが望ましい。
【００１１】
同じ出願人の名義の文献ＰＣＴ／ＩＢ２０２２／０５１２２６において提案されたソリューションは、遠隔操作の準備としての位置合わせ段階において、移動を伴う位置合わせ

サブ段階を提供し、スレーブ・デバイスは、位置ずれが、あるあらかじめ決定可能なしきい値よりも低いとき、及び１つ又は複数のさらなる検査が満足された場合、それ自体をマスタ・デバイスと位置合わせするために移動させることを可能にされる。この場合、位置合わせ段階中に、マスタ・デバイスへの位置合わせのためにスレーブ・デバイスの移動を回避するか又は少なくとも最小に低減する必要も感じられる。この文献はまた、スレーブ・デバイスが配向のみにおいてマスタ・デバイスに追従し、並進を回避する、位置合わせステップを開示する。

【００１２】

遠隔操作がマスター－スレーブ位置ずれの存在下でも可能にされ、この位置ずれが遠隔操作中に徐々に修復される、ソリューションも提案されている。

【００１３】

建設的な観点から、「マスタ・コントローラ」デバイスとして働く、機械的に拘束された及びモーター付きの付属物をもつマスタ・コンソールが、医療又は外科の遠隔操作のためのマスター－スレーブ・ロボット・システムにおいて知られている。そのようなロボット・システムでは、一般に、「マスタ・コントローラ」付属器（ａｐｐｅｎｄａｇｅ）のモーターは、スレーブ作業空間におけるスレーブ・デバイスの現在の配向に対する位置合わせの条件をマスタ・デバイスに課し、マスタ・デバイスの配向における移動を制限し、言い換えれば、これらのシステムは、コンソールにリンクされたマスタ・デバイスを妨げることによって位置ずれを防ぐ。

【００１４】

ジャイロスコープを装備したユニバーサル支持及び安定化システム（「ジンバル」）によってコンソールに機械的にリンクされた、医療又は外科の遠隔操作のためのマスタ・デバイスも知られている。

【００１５】

たとえばＷＯ－２０１６－０３０７６７に示されているように、１つ又は複数のスレーブ・ロボット・アームを移動させるために前記１つ又は複数のスレーブ・ロボット・アームに機械的に直接リンクされた、医療又は外科の遠隔操作のためのマスタ・デバイスも提案されている。

【００１６】

ロボット・システムのコンソールに機械的にリンクされない、医療又は外科の遠隔操作のためのマスタ・デバイス、すなわち、結合されていない、又は「接地されていない」又は「地面に置かれていない（ｇｒｏｕｎｄｌｅｓｓ）」マスタ・デバイス、すなわち、たとえば、同じ出願人の名義の文献ＷＯ－２０１９－２２０４０７、ＷＯ－２０１９－２２０４０８、ＷＯ－２０１９－２２０４０９、ＷＯ－２０２１－１６１１５８、ＷＯ－２０２１－１６１１８５及びＷＯ－２０２１－１６１１７７に示されているようなタイプの、並びに、たとえば、文献ＵＳ－８５２１３３１、ＵＳ－２０２０－０３６００９７及びＷＯ－２０１６－１３７５２７に示されているタイプの、マスタ・デバイスに関するソリューションが最近出現した。

【００１７】

マスタ・デバイスの別のカテゴリーは、非作動の又は「飛行」タイプのもの、すなわち、スレーブ・デバイスから来るフィードバック・システムなしのものであり、これは、それの操縦しやすさを物理的に制限し得る。このカテゴリーは、上述の機械的に拘束されない（ｎｏｎ－ｃｏｎｓｔｒａｉｎｅｄ）タイプのマスタ・デバイスと、たとえば、支持及び安定化のためのジンバル（「ジンバル」）が提供される、操作コンソールに拘束されたタイプのマスタ・デバイスの両方を含むことができる。

【００１８】

知られているロボット・システムは、概して、操作者によって移動されるように適応された、把持され得る、少なくとも１つのマスタ・デバイスと、アクチュエータによって移動され且つマスタ・デバイスによって制御されるように構成された、少なくとも１つのスレーブ・デバイスと、前記スレーブ・デバイスを制御するように構成された中央マイクロ

プロセッサ・ユニットと、ディスプレイとを備える。
【００１９】
知られているロボット・システムでは、機械的に非拘束の（ｕｎｃｏｎｓｔｒａｉｎｅｄ）マスタ・デバイスは、磁界内で及び／又は光追跡システムによって追跡される。
【００２０】
ロボット・システム・ディスプレイは、スレーブ・デバイスが動作している手術部位（ｓｕｒｇｉｃａｌ　ｓｉｔｅ）を示すように構成され得る。
【００２１】
位置合わせ条件が達せられると、典型的には制御ペダルを押すことに続いて、ロボット・システムは、マスター－スレーブ遠隔操作に入ることを可能にすることができる。
【００２２】
すべてのそのようなロボット・システム、非作動の又は飛行マスタ・デバイスをもつものと、非リンク・マスタ・デバイスをもつ、ただし、いくつかの場合には、操作コンソールにリンクされたマスタ・デバイスをもつものとの両方において、操作者の外科的ジェスチャーが、スレーブ外科用器具によって、対応するものとして知覚される様式で実施されるように、マスター－スレーブ遠隔操作を開始する前に、マスタ・デバイスとスレーブ・デバイスとの間の位置合わせを取得して、正しく及び一貫して関連付けられたマスター－スレーブ基準を有することが重要である。
【００２３】
たとえば、先行文献ＥＰ－３３０５２３６は、内視鏡外科のためのロボット・システム・ソリューションを示し、スレーブ外科用器具の関節接合された（ａｒｔｉｃｕｌａｔｅｄ）エンド・エフェクタの部分の配向に関する情報が、マスタ制御デバイスに対する支持追加物（ａｄｄｅｎｄｕｍ）の回転関節（ｊｏｉｎｔ）の配向に関する情報とともにディスプレイ上に示される。
【００２４】
たとえば、文献ＵＳ－２０１６－０２３５４８９は、スレーブ・ロボット外科用器具を制御するために外科医の手の配向を追跡するためのソリューションを示す。
【００２５】
たとえば、初期の文献ＷＯ－２０１６－１３７５２７は、非拘束タイプの及び空間において自由に移動可能なマスタ・デバイス（ＵＩＤ）を備えるロボット・システムにおけるマスター－スレーブ位置ずれ表示の一例を開示する。
【００２６】
たとえば、先行文献ＷＯ－２０１９－１０３９５４は、マスタ制御デバイスの、それの基準に対する配向が、画像収集デバイスに対するスレーブ外科用器具の配向に対応する、外科のマスタ・スレーブ遠隔操作システムを示す。
【先行技術文献】
【特許文献】
【００２７】
【特許文献１】ＰＣＴ／ＩＢ２０２２／０５１２２６
【特許文献２】ＷＯ－２０１６－０３０７６７
【特許文献３】ＷＯ－２０１９－２２０４０７
【特許文献４】ＷＯ－２０１９－２２０４０８
【特許文献５】ＷＯ－２０１９－２２０４０９
【特許文献６】ＷＯ－２０２１－１６１１５８
【特許文献７】ＷＯ－２０２１－１６１１８５
【特許文献８】ＷＯ－２０２１－１６１１７７
【特許文献９】ＵＳ－８５２１３３１
【特許文献１０】ＵＳ－２０２０－０３６００９７
【特許文献１１】ＷＯ－２０１６－１３７５２７
【特許文献１２】ＥＰ－３３０５２３６

【特許文献１３】ＵＳ－２０１６－０２３５４８９
【特許文献１４】ＷＯ－２０１６－１３７５２７
【特許文献１５】ＷＯ－２０１９－１０３９５４
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【００２８】
本開示の目的は、遠隔操作より前のマスター・スレーブ位置合わせステップにおける知られている方法の制限を克服する制御方法を提供することである。
【００２９】
本開示のさらなる目的は、マスター・スレーブ遠隔操作ステップを開始する前の位置合わせステップをより単純に及びより直観的にすることが可能なソリューションを提案することである。
【００３０】
提案されるソリューションにより、有用性の需要を組み合わせるようにして遠隔操作段階を開始することと、同時に危険を最小に低減することとを可能にするために、位置合わせ段階において外科医をガイドすることが可能な視覚的位置合わせ援助要素（ａｉｄ－ａｌｉｇｎｍｅｎｔ　ｅｌｅｍｅｎｔ）を提供することが可能である。
【００３１】
特に、提案されるソリューションにより、位置合わせステップのために必要な時間を低減することが可能であり、したがって、完全にスレーブ化された遠隔操作ステップの準備のために必要な時間が低減される。
【００３２】
提案されるソリューションにより、及び、特にスレーブ・デバイスがそれ自体をマスタ・デバイスの配向と位置合わせするために移動させることを可能にされる移動を伴う位置合わせサブ段階を含む位置合わせ段階が提供されるロボット・システムでは、マスター・スレーブ位置ずれをこのようにして低減又はリセットすることは、位置合わせ段階中のスレーブ・デバイスを移動させる必要を、及びしたがって、移動を伴う前記位置合わせ段階中のマスタ・デバイスへのスレーブの位置合わせ中のスレーブの経路を、最小限に抑えること、さらには、なくすことを可能にする。
【００３３】
さらなる目的は、本発明が、少なくとも１つのマスタ・デバイスと、アクチュエータによって移動され、マスタ・デバイスによって制御されるように構成された、少なくとも１つのスレーブ・デバイスと、スレーブ・デバイスを制御するように構成された中央ユニット・マイクロプロセッサと、これらの「ヘルパー」を見せる（ｖｉｅｗ）ように構成されたディスプレイと、を有する、医療又は外科の遠隔操作のための任意のロボット・システムにおいて使用され得ることである。
【００３４】
ディスプレイは、スレーブ・デバイスが動作する手術部位を、たとえば同時に、可視化するようにも構成され得る。
【００３５】
これら及び他の目的は、少なくとも部分的に、請求項１において定義されている方法により達成される。
【課題を解決するための手段】
【００３６】
本開示の方法によれば、中央ユニットが位置合わせ支援要求信号（ｈｅｌｐ－ａｌｉｇｎｍｅｎｔ　ｒｅｑｕｅｓｔ　ｓｉｇｎａｌ）を受信したとき、ディスプレイの一部分において表示される少なくとも１つの位置合わせ支援グラフィック要素（ｈｅｌｐ－ａｌｉｇｎｍｅｎｔ　ｇｒａｐｈｉｃ　ｅｌｅｍｅｎｔ）を備えるグラフィカル・ユーザ・インターフェースがディスプレイ上に生成される。
【００３７】

一態様では、少なくとも１つの位置合わせ支援グラフィック要素は、スレーブ・デバイスに対するマスタ・デバイスの相対空間的配向に関する情報を表す。

【００３８】

一態様によれば、少なくとも１つの位置合わせ支援グラフィック要素は、前記操作者がマスタ・デバイスとスレーブ・デバイスとの間の位置合わせ条件を達成することを可能にするための命令を表す。

【００３９】

一実施の形態によれば、マスタ・デバイスは、非作動のタイプのものである。

【００４０】

一実施の形態によれば、マスタ・デバイスは、コンソールに機械的にリンクされないタイプのものであり、すなわち、マスタ・デバイスは、マスタ作業空間内の「飛行」タイプのものである。

【００４１】

一実施の形態によれば、マスタ・デバイスは、軸に沿ったＮ回対称性を有し、すなわち、マスタ・デバイスは、円周角のＮからの一部に等しい回転について、それ自体に等しい。

【００４２】

一実施の形態によれば、少なくとも１つの位置合わせ支援グラフィック要素を備えるグラフィカル・ユーザ・インターフェースをディスプレイ上に生成するステップは、遠隔操作準備ステップ中にアクティブ化される。

【００４３】

一実施の形態によれば、本方法は、遠隔操作の準備としての、位置合わせステップ中に実施される。

【００４４】

一実施の形態によれば、少なくとも１つの位置合わせ支援グラフィック要素を備えるグラフィカル・ユーザ・インターフェースをディスプレイ上に生成するステップは、マスタ・デバイスが、あらかじめ定義されたボリューム（ｖｏｌｕｍｅ）の内側で及び／又は外側で検出されたとき、アクティブ化される。

【００４５】

一実施の形態によれば、少なくとも１つの位置合わせ支援グラフィック要素を備えるグラフィカル・ユーザ・インターフェースをディスプレイ上に生成するステップは、マスタ・デバイスが、あらかじめ定義された時間間隔において、所定の手ジェスチャーを受けたとき、アクティブ化される。手ジェスチャーは、好ましくは、マスタ・デバイスの検出によって（たとえば光及び／又は電磁追跡によって）検出される。

【００４６】

一実施の形態によれば、少なくとも１つの位置合わせ支援グラフィック要素を備えるグラフィカル・ユーザ・インターフェースをディスプレイ上に生成するステップは、マスタ・デバイスが、あらかじめ定義されたボリューム内で検出され、同時に、マスタ・デバイスの開／閉コマンドがアクティブ化され、好ましくは、２つのマスタ・デバイス（右及び左）の開／閉コマンドが同時にアクティブ化されたとき、アクティブ化される。たとえば、開及び閉コマンドは、繰り返しアクティブ化されてもよい（「ダブルタップ」）。

【００４７】

一実施の形態によれば、少なくとも１つの位置合わせ支援グラフィック要素を備えるグラフィカル・ユーザ・インターフェースをディスプレイ上に生成するステップは、マスタ・デバイスが、あらかじめ定義されたボリューム内で検出され、文脈的に、（外科医のジェスチャーが位置合わせ段階を自発的に開始しようとしていることを示すために、「上から下へ（ｔｏｐ－ｄｏｗｎ）」）裏返されたとき、好ましくは２つのマスタ・デバイス（右及び左）が同時にひっくり返されたとき、アクティブ化される。

【００４８】

一実施の形態によれば、スレーブ・デバイスの配向は、ロボット・システムのセンサー

又はアクチュエータの内部測定から計算される。
【００４９】
一実施の形態によれば、スレーブ・デバイスの配向は、視覚システムによって収集されたスレーブの画像を分析するアルゴリズムから開始して計算される。
【００５０】
一実施の形態によれば、スレーブ・デバイスの配向は、ロボット・システムのセンサー又はアクチュエータの内部情報と視覚システムのものとの組合せに基づいて計算される。
【００５１】
中央マイクロプロセッサ・ユニットにロードされた好適なコンピュータ・プログラムのために、説明される方法を実装するように構成されたロボット・システムも説明される。
【００５２】
さらなる実施の形態が、添付の特許請求の範囲において定義される。
【図面の簡単な説明】
【００５３】
【図１】医療及び／又は外科の遠隔操作のためのロボット・システムの一実施の形態を概略的に示す図である。
【図２Ａ】スレーブ・デバイスが、マスタ・デバイスと位置合わせするために移動させることを可能にされるように適応された、マスタ・デバイスとスレーブ・デバイスとの間の対話の一例を示す図である。
【図２Ｂ】位置合わせステップ中に、スレーブ作業空間において純粋な回転移動のみを実施することができる、制御ポイントが定義される、関節接合された末端を有する、スレーブ・デバイスを概略的に示す図である。
【図３】対応するマスタ・デバイスに対するそれぞれのスレーブ・デバイスの相対配向を表すために、本開示による、２つの位置合わせ支援グラフィック要素をどのように表示すべきかの例示的な図である。
【図４】マスタ・デバイスと対応するスレーブ・デバイスとの間の相対配向に基づいて、本開示による、位置合わせ支援グラフィック要素の外観を更新するためのプロシージャの図である。
【図５】環（ａｎｎｕｌｕｓ）の形態で、本開示による、２つの位置合わせ支援グラフィック要素をどのように表示すべきかを示す図である。
【図６Ａ】対応するマスタ・デバイスに対するスレーブ・デバイスの相対配向を表すための円形クラウン形状（ｃｒｏｗｎ－ｓｈａｐｅｄ）位置合わせ支援グラフィック要素の例を示す図である。
【図６Ｂ】対応するマスタ・デバイスに対するスレーブ・デバイスの相対配向を表すための円形クラウン形状位置合わせ支援グラフィック要素の例を示す図である。
【図６Ｃ】対応するマスタ・デバイスに対するスレーブ・デバイスの相対配向を表すための円形クラウン形状位置合わせ支援グラフィック要素の例を示す図である。
【図６Ｄ】対応するマスタ・デバイスに対するスレーブ・デバイスの相対配向を表すための円形クラウン形状位置合わせ支援グラフィック要素の例を示す図である。
【図６Ｅ】対応するマスタ・デバイスに対するスレーブ・デバイスの相対配向を表すための円形クラウン形状位置合わせ支援グラフィック要素の例を示す図である。
【図６Ｆ】対応するマスタ・デバイスに対するスレーブ・デバイスの相対配向を表すための円形クラウン形状位置合わせ支援グラフィック要素の例を示す図である。
【図７】３次元円錐の形状の、それぞれ右及び左の、２つのグラフィック位置合わせ援助要素の一例を示す図である。
【図８】２つの３次元円錐が、それぞれ、マスタ・デバイスの配向及びスレーブ・デバイスの相対配向を表す、図７に示されている位置合わせ支援グラフィック要素の詳細の一例を示す図である。
【図９】３次元円錐の形状の及び２色着色の、それぞれ右及び左の、２つの位置合わせ援助グラフィック要素の一例を示す図である。

【図１０】２つの３次元円錐が、それぞれ、マスタ・デバイスの配向及びスレーブ・デバイスの相対配向を表す、図９に示されている位置合わせ支援グラフィック要素の詳細の一例を示す図である。
【図１１】複合画像において重ね合わせられたマスタ・デバイスとそれぞれのスレーブ・デバイスとの配向を示す、本開示による、２つの位置合わせ支援グラフィック要素の一例を示す図である。
【図１２】スレーブ・デバイスの配向が、それぞれのマスタ・デバイスの画像上に部分的に重ね合わせられた合成画像において示される、図１１に示されている位置合わせ支援グラフィック要素の詳細の一例を示す図である。
【図１３Ａ】対応するマスタ・デバイスに対するスレーブ・デバイスの相対配向を表すための、本開示による、位置合わせ支援グラフィック要素の他の例を示す図である。
【図１３Ｂ】対応するマスタ・デバイスに対するスレーブ・デバイスの相対配向を表すための、本開示による、位置合わせ支援グラフィック要素の他の例を示す図である。
【図１３Ｃ】対応するマスタ・デバイスに対するスレーブ・デバイスの相対配向を表すための、本開示による、位置合わせ支援グラフィック要素の他の例を示す図である。
【図１４Ａ】マスタ・デバイスとスレーブ・デバイスとの間の位置合わせを達成するために操作者に命令を与えるための、本開示による、位置合わせ支援グラフィック要素の他の例を示す図である。
【図１４Ｂ】マスタ・デバイスとスレーブ・デバイスとの間の位置合わせを達成するために操作者に命令を与えるための、本開示による、位置合わせ支援グラフィック要素の他の例を示す図である。
【図１４Ｃ】マスタ・デバイスとスレーブ・デバイスとの間の位置合わせを達成するために操作者に命令を与えるための、本開示による、位置合わせ支援グラフィック要素の他の例を示す図である。
【図１５】本発明の方法による、ロボット・システムのディスプレイ上でグラフィカル・ユーザ・インターフェースを開いた後に遠隔操作を開始するための異なるやり方を示す状態図である。
【図１６】本発明の方法による、ロボット・システムのディスプレイ上でグラフィカル・ユーザ・インターフェースを開いた後に遠隔操作を開始するための異なるやり方を示す状態図である。
【図１７】本発明の方法による、ロボット・システムのディスプレイ上でグラフィカル・ユーザ・インターフェースを開いた後に遠隔操作を開始するための異なるやり方を示す状態図である。
【図１８】本発明の方法による、ロボット・システムのディスプレイ上でグラフィカル・ユーザ・インターフェースを開いた後に遠隔操作を開始するための異なるやり方法を示す状態図である。
【図１９】可能な動作方法による、マスタースレーブ位置ずれの経時的な傾向を示すグラフである。
【図２０】可能な動作方法による、マスタースレーブ位置ずれの経時的な傾向を示すグラフである。
【図２１】いくつかの可能な動作モードによる、位置合わせ支援要求信号を生成するステップを概略的に示す図である。
【図２２】いくつかの可能な動作モードによる、位置合わせ支援要求信号を生成するステップを概略的に示す図である。
【図２３】いくつかの可能な動作モードによる、位置合わせ支援要求信号を生成するステップを概略的に示す図である。
【図２４】いくつかの可能な動作モードによる、位置合わせ支援要求信号を生成するステップを概略的に示す図である。
【発明を実施するための形態】
【００５４】

以下の説明では、医療又は外科の遠隔操作のためのロボット・システム１００の制御方法が、図１～図２４を参照しながら説明される。概して、本開示の制御方法が実装され得るロボット・システム１００は、図１に概略的に示されているタイプのものであり、少なくとも、

－　操作者１５０によって扱われるように適応された、保持され得る、マスタ・デバイス１１０と、

－　少なくとも１つの外科用器具１７０を有することができ、マスタ・デバイス１１０によって制御され、マスタ・デバイスの移動を追跡するようにアクチュエータによって移動されるように構成された、スレーブ・デバイス１７０と、

－　スレーブ・デバイスを制御し、１つ又は複数の専用アクチュエータを介してスレーブ・デバイスを移動させるように構成された、中央マイクロプロセッサ・ユニットと、ディスプレイ１８０と、

を含む。

【００５５】

ディスプレイ１８０は、スレーブ・デバイス１７０が動作している手術部位を表示するように構成され得る。

【００５６】

ロボット・システム１００は、２つのスレーブ・デバイス（すなわち、２つのスレーブ外科用器具）と、それらを制御するための２つのマスタ・デバイスと、を含み得る。

【００５７】

一実施の形態によれば、前記ディスプレイ１８０は、少なくとも１つの位置合わせ援助グラフィック要素１９０を表示し、手術部位を表示することを回避するように構成される。

【００５８】

一実施の形態によれば、少なくとも２つのディスプレイが提供され、一方のディスプレイは、手術部位を表示するように構成され、他方のディスプレイは、少なくとも１つの位置合わせ支援グラフィック要素１９０を表示するように構成される。たとえば、少なくとも１つの位置合わせ支援グラフィック要素１９０を表示するディスプレイは、外科医に近接して置かれ得、たとえば、外科医によって、たとえばグローブ、マスク、眼鏡、ブレスレット、バンド、ベルト及び／又は同様のものとして装着され得る。

【００５９】

図１に示されている例では、外科医によって保持されるマスタ・デバイスがコンソールに機械的に拘束されない、特定の関心のある事例への参照が行われる。このタイプのマスタ・デバイスは、概して、作動させられず、すなわち、それらのマスタ・デバイスは、スレーブ・デバイスから来るフィードバック・システム（関節）を有せず、これは、たとえば、あるしきい値を上回るマスター スレーブ位置ずれが検出された場合、それらのマスタ・デバイスの操縦しやすさを物理的に制限し得る。本開示の方法は、遠隔医療の分野において一般的な、特定の関心のあるこの状況に関して示されるが、述べられることは、コンソールにリンクされるのか機械的にリンクされないのかにかかわらず、マスタ・デバイスが非作動のタイプのものである場合に、並びにマスタ・デバイスがコンソールに機械的にリンクされた場合に、並びにマスタ・デバイスがスレーブ・ロボット・アームなどのスレーブ・デバイスに機械的にリンクされた場合に、適用されることを理解されたい。

【００６０】

特に、非拘束又は「飛行」マスタ・デバイス１１０の場合、操作者は、ユーザが保持しているマスタ・デバイスが、システム・ロボットのディスプレイ１８０上に表された、ユーザが見るスレーブ・デバイスと位置合わせされたかどうかを検査する必要を感じる。なぜなら、ユーザのビューに対するマスタ・デバイス１１０の配向が、スレーブ・デバイスの外科用器具１７０の配向を記録する視覚システム（たとえばビデオ・カメラ１６０）のビューに対するスレーブ・デバイスの外科用器具１７０の配向に対応しなくてもよいからである。この必要は、特に、医療又は外科の遠隔操作のための準備の段階において感じら

れ、したがって、マスター－スレーブ遠隔操作に入ったときに、ディスプレイ１８０上に示されるような、操作者によって制御されるマスタ・デバイス１１０とスレーブ・デバイス１７０との間の位置ずれは、最小又は０である。

【００６１】

マスタ・デバイス及びスレーブ・デバイスの一例が、基準ＭＦＯ、ＳＦＯに対する空間におけるマスタ・デバイス及びスレーブ・デバイスのそれぞれの配向を識別する座標系ＭＦ、ＳＦとともに、図２Ａに示されている。図２Ａの例では、マスタ・デバイス１１０の本体が、マスタ・デバイスが操作者１５０によって操作される間、共通軸を中心として回転するようにグリッパーのような回転関節１３６において拘束された、それぞれのセンサー又はマーカー（図示せず）と一体の、２つの剛性部分１３４、１３５を備える。

【００６２】

図２Ａに示されている例では、遠隔操作の準備としての可能な位置合わせステップが概略的に示されており、スレーブ・デバイス１７０は、それ自体をマスタ・デバイス１１０と位置合わせするために（基準ＳＦＯによって図中で識別された）スレーブ作業空間において移動させることを可能にされる（示されている例では、スレーブ外科用器具１７０の開始姿勢が、陰影を伴って及び実線で示されており、マスタ・デバイス１１０の姿勢と位置合わせされたスレーブ外科用器具１７０のターゲット姿勢が、陰影を伴わずに破線で示されている。

【００６３】

図２Ｂに示されている例では、スレーブ・デバイス１７０が配向のみにおいてマスタ・デバイス１１０に追従する、可能な位置合わせステップが示されている。言い換えれば、スレーブ外科用器具１７０の制御ポイント６００が、制御ポイント６００の位置決め運動学的チェーンとは無関係に、スレーブ外科用器具１７０自体をマスタ・デバイス１１０の姿勢と位置合わせするための純粋な回転移動のみを実施することができる。

【００６４】

マスタ・デバイス及びスレーブ・デバイスの位置並びにそれらの相互位置ずれを確定するために、スレーブ・デバイスを配置する制御ポイント６００が、好都合に識別され得る。図２Ａの例では、ポイント６００は、スレーブ外科用器具に属することができる制御ポイントとして識別され、及び／又はスレーブ外科用器具に厳密に関連付けられた仮想ポイントとして識別され得る。スレーブ・デバイス１７０の外科用器具は、複数の回転関節Ｐ、Ｙ、Ｇ、たとえば、ピッチ関節Ｐ及びヨー関節Ｙを備え、開／閉関節Ｇをも備え得、並びに／又はスレーブ・デバイスの外科用器具は、複数の積み重ねられた椎骨（ｖｅｒｔｅｂｒａｅ）（「スネーク」）を備えることができるが、マスタ・デバイス１１０は、好ましくは、対応する数の回転関節を備えず、したがって、スレーブ・デバイスの少なくとも６つの自由度（３つの並進及び３つの回転、並びに、必要な場合、開／閉自由度Ｇ）の識別可能であり得る制御ポイント６００の提供により、マスタ・デバイスの姿勢とスレーブ・デバイスの姿勢との間の相関を確定することが可能である。

【００６５】

マスタ・デバイス１１０とスレーブ・デバイス１７０との間の相対配向（位置ずれ）は、概して、回転空間ＳＯ（３）における相対回転として理解される。この相対回転は、異なるやり方、たとえばオイラー角、軸角度、又はねじれ－振れ（ｔｗｉｓｔ－ｓｗｉｎｇ）で数学的に表され得、これらの表示モードは、位置合わせに関して操作者を支援するための異なる視覚的ソリューションに関連付けられ得る。オイラー角による表示は、直交軸に対する３つの回転による相対回転を表し、角度軸表示は、回転の方向と、測地線に沿った角度全体と、を表す。ねじれ－振れ表示は、スレーブにおける及びマスタにおける２つの主方向を調べることによって構築され、振れ角は、一方の主方向を他方にわたって運ぶものであり、ねじれ角は、前記主方向に沿った相対回転角である。

【００６６】

ロボット・システム１００では、物理的な実際のスレーブ・デバイス１７０をリアルタイムで撮影する視覚システム１６０が提供され得、収集された画像が前記ディスプレイ１

８２上に表示される。このようにして、（たとえばロール－ピッチ－ヨー及び／又はねじれ－振れ座標で表された）スレーブ・デバイス１７０の配向のディスプレイ１８０上の表示（ヘルパー・グラフィック要素位置合わせ１９０）が、収集された画像から導出され得る。代替又は追加として、ディスプレイ１８０上の表示（位置合わせ支援グラフィック要素１９０）は、そのような画像に対してコンピュータ・ビジョン及び機械学習アルゴリズムを実装することによって導出され得る。この場合、視覚システム１６０は、好ましくは、収集される画像を拡大することが可能な顕微鏡を備える。

【００６７】

たとえば、マスタ・デバイスが、共通軸を中心としてはさみヒンジ結合された（ｐｉｎｃｅｒ－ｈｉｎｇｅｄ）２つの剛性部分を備える場合、「位置合わせ」は、好ましくは、２つの剛性部分１３４、１３５間に延びる及びマスタ・デバイス１１０の拘束回転１３６による、長手方向軸（たとえば図２Ａ中の「ｘ」軸）と、スレーブ・デバイス１７０を識別する制御ポイント６００との間の位置合わせを意味する。

【００６８】

一態様によれば、本開示の方法は、中央ユニットが位置合わせ支援要求信号を受信したとき、中央ユニットにより、ディスプレイ１８０上にグラフィカル・ユーザ・インターフェースを生成する動作を提供する。このグラフィカル・インターフェースは、たとえば、図３に示されているようなものであり得、位置合わせ支援グラフィック要素１９０を備え、これは、図３において、ヘルパーとして示されており、図５～図１４において例示されているもののように見え得る。図３に示されているものなど、インターフェース・グラフィックスにより、外科医１５０は、ディスプレイ１８０上に表された、外科医が見る、対応するスレーブ・デバイス１７０に対するマスタ・デバイス１１０の配向が何であるかを明らかにする、１つ又は複数のグラフィック要素を表示することができる。

【００６９】

好ましい態様によれば、スレーブ・デバイス１７０は、ディスプレイ１８０の実質的に中心の部分１８２において表示されるが、位置合わせ支援グラフィック要素１９０は、ディスプレイの中心部分１８２上に重ね合わせられないディスプレイ１８０の一部分において、たとえばディスプレイの隅１８３において、又はロボット・システム１００のスレーブ・デバイス１７０に対する外科医１５０のビューを妨げないような別の周辺部分１８４において表示される。好ましくは、ロボット・システム１００は、好ましくは、それぞれの少なくとも２つの１１０マスタ・デバイスによって制御される、少なくとも２つのスレーブ・デバイス１７０を備える。

【００７０】

必ずしも、スレーブ・デバイス１７０は、ディスプレイ１８０の実質的に中心の部分１８２において表示されるとは限らず、しかしながら、一実施の形態では、位置合わせ支援グラフィック要素１９０は、スレーブ・デバイス１７０がそこで表される同じディスプレイ１８０の部分上に重ね合わせられないディスプレイ１８０の一部分において表示される。

【００７１】

一実施の形態によれば、スレーブ・デバイス１７０がディスプレイ１８０上に示されず、少なくとも１つの位置合わせ支援グラフィック要素１９０がディスプレイ１８０上に示される。たとえば、第２のさらなるディスプレイ（図示せず）が提供され得、スレーブ・デバイス１７０は、前記第２のさらなるディスプレイ上に表示され、少なくとも１つの位置合わせ支援グラフィック要素１９０は第１のディスプレイ１８０上に表示される。

【００７２】

図４に概略的に示されている本開示の方法の一態様によれば、１つ又は複数のマスタ・デバイスの第１の空間的配向と、１つ又は複数の対応するスレーブ・デバイスの第２の空間的配向とが、中央ユニット（「制御ユニット」）により決定される。次いで、マスタとスレーブとの間の起こり得る位置ずれ（すなわち相対配向）Δが決定され、中央ユニットは、マスタがスレーブに対してどのように配向されたかを明らかにし、外科医がマスタ・

デバイスとスレーブ・デバイスとの間の位置合わせ条件を達成することを可能にする、視覚的情報を外科医に提供するように、スレーブ・デバイスに対するマスタ・デバイスの相対空間的配向に対応する様式で位置合わせ支援グラフィック要素１９０のグラフィック態様を修正する。たとえば、マスタのステータス又は姿勢及び／或いは他の入力が位置合わせ支援要求信号（「トリガ」）を生成し、マスタはスレーブ座標にマッピングされ、特徴位置合わせ支援グラフの視覚的表示を作り出すために、さらなる３つの入力が処理され、特に、ＳＯ（３）における、マッピングされたマスタの回転（「マスタ回転ｐａｒａｍ」）と、スレーブの回転（「スレーブ回転ｐａｒａｍ」）と、それらの相対回転とである。

【００７３】

図１５～図１８は、たとえば、図１中に示されているロボット・システムなど、ロボット・システム１００のディスプレイ１８０上で、本発明の方法による、グラフィカル・ユーザ・インターフェースが開かれた後に遠隔操作をどのように開始すべきかを示す状態図を示す。このグラフィカル・ユーザ・インターフェースがディスプレイ上に示されると、以下の図において例示される、様々な状況が生じ得る。

－　図１５：グラフィカル・インターフェースが開かれた後に、マスタ・デバイスとスレーブ・デバイスとの間の相対空間的配向が、あらかじめ確定された範囲内にあることが起こった場合、グラフィカル・インターフェースは閉じられ、遠隔操作が自動的に開始される。

－　図１６：グラフィカル・インターフェースが開かれた後に、マスタ・デバイスとスレーブ・デバイスとの間の相対空間的配向が所定の範囲内にあることが起こった場合、グラフィカル・インターフェースは、自動的に閉じられず、グラフィカル・インターフェースは、遠隔操作が有効化される準備ができていることを操作者に通知する。したがって、ロボット・システムは、医療又は外科の遠隔操作の有効化信号（ｅｎａｂｌｉｎｇ　ｓｉｇｎａｌ）（「トリガ」）が生成されるのを待つ。

－　図１７：グラフィカル・インターフェースが開かれた後に、マスタ・デバイスとスレーブ・デバイスとの間の相対空間的配向が、許容可能な許容差（ａｃｃｅｐｔａｂｌｅ　ｔｏｌｅｒａｎｃｅ）範囲の外側にあるが、許容可能な許容差範囲を含む第２の最大範囲（「ファンネル（ｆｕｎｎｅｌ）」）中に含まれる場合、イネーブル信号（「トリガ」）が生成されたとき（たとえば位置合わせイネーブル信号及び／或いは医療又は外科の遠隔操作イネーブル信号）、位置合わせ段階が、たとえば、操作者がマスタ・デバイスを固定したまま保持することと、ロボット・システムがマスタ・デバイスとスレーブ・デバイスとの間の相対空間的配向が許容可能な許容差範囲内に入るまでスレーブ・デバイスを自動的に及び／又は自律的に移動させることと、から始まる。その時点において、グラフィカル・インターフェースは閉じ、遠隔操作が開始する。

－　図１８：グラフィカル・インターフェースが開かれた後に、マスタ・デバイスとスレーブ・デバイスとの間の相対空間的配向が第２の最大範囲（「ファンネル」）の外側にある場合、医療又は外科の遠隔操作に入るためのイネーブル信号（「トリガ」）のとき、たとえば、スレーブ・デバイスを固定したまま保つことと、マスタ・デバイスとスレーブ・デバイスとの間の相対空間的配向が第２の最大範囲中に含まれなくなるまで、マスタ・デバイスを移動させるように、グラフィカル・インターフェースを介して操作者に依頼することと、によって、位置合わせ段階を開始する。この状況では、グラフィカル・インターフェースは、マスタ・デバイスとスレーブ・デバイスとの間の相対空間的配向が許容可能な許容差の範囲内に入るまで、スレーブ・デバイスが自動的に及び／又は自律的に移動される間、マスタ・デバイスを静止したまま保つように、操作者に通知する。これが起こったとき、ＧＵＩは閉じ、遠隔操作が開始する。

【００７４】

一態様によれば、グラフィカル・ユーザ・インターフェースは、位置合わせ援助要求信号が生成されたときからグラフィカル・ユーザ・インターフェースが開いている、最大時間が経過したとき、及び／又は、たとえば遠隔操作に入ることなしに、いずれにしても閉じられる。

【００７５】
好ましい実施の形態によれば、ロボット・システムは、遠隔操作の外側で、及び、好ましくは遠隔操作準備ステップにおいて、前記中央ユニットにより前記位置合わせ支援要求信号を生成する。
【００７６】
一実施の形態によれば、ロボット・システムは、中断された遠隔操作段階において、たとえば２つの連続する完全にスレーブ化された遠隔操作段階間で想定される遠隔操作からの休止において、前記中央ユニットにより前記位置合わせ援助要求信号を生成する。
【００７７】
一実施の形態によれば、ロボット・システムは、スレーブ・デバイス自由度のサブセットが自由度の第２のサブセットが妨げられる間マスタ・デバイスにスレーブ化されたままである制限された遠隔操作段階において、前記中央ユニットにより前記位置合わせ支援要求信号を生成する。
【００７８】
もちろん、位置合わせ支援要求信号の生成のための以下で説明される態様は、それらの任意の組合せで提供され得る。事実上、１つの要件は、（１つ又は複数の）マスタ・デバイスと（１つ又は複数の）スレーブ・デバイスとの間の位置合わせプロシージャを単純で安全なやり方でアクティブ化することが可能であることである。
【００７９】
一態様によれば、位置合わせ支援要求信号の生成に対する要件は、あらかじめ決定可能な作業空間内での、マスタ・デバイスの又は２つのマスタ・デバイスの検出であり得る。位置合わせ支援要求信号の生成のためにマスタ・デバイス１１０が配置されなければならない前記あらかじめ決定可能な作業空間は、（たとえば「追跡」フィールドの制限によって定義された）マスタ・デバイスの作業空間１１５全体と一致し得る、又は、前記あらかじめ決定可能な作業空間は、中央ユニットによって定義されたサブ空間１１６であり得る。このようにして、位置合わせ支援要求信号を生成するためにマスタ・デバイスが配置されなければならないあらかじめ決定可能な作業空間１１６は、たとえば図２４に示されているように、マスタ作業空間１１５のサブセットである。たとえば、前記あらかじめ決定可能な作業空間は、置き場など、使用していないときにマスタ・デバイスを格納するためのエリアを除外することができる。たとえば、あらかじめ決定可能な作業空間は、球体、及び／又は、たとえば、各マスタ・デバイスについて１つの球体など、２つの球体、並びに／或いはボックスの形状を有し得る。外部領域が提供され得、内部領域が作業空間の外部領域中に含まれて得て、位置合わせ支援要求信号を生成するためにマスタ・デバイスが配置されなければならない前記あらかじめ決定可能な作業空間は、外部領域又は外領域であり得る。
【００８０】
一態様によれば、位置合わせ支援要求信号は、マスタ・デバイス１１０の開／閉コマンドがアクティブ化されたとき、中央ユニットによって生成される。たとえば図２１に示されているように、マスタ・デバイスの開／閉コマンド（把持、Ｇ）をわずかに押すことが、位置合わせ支援要求信号を生成する。たとえば外科医の右手を対象とする右マスタ・デバイス及び外科医の左手を対象とする左マスタ・デバイスなど、２つのマスタ・デバイスが提供された場合、位置合わせ支援要求信号は、両方のマスタ・デバイスの開／閉コマンドが同時に又は第１の閉／開からの時間ウィンドウ内にアクティブ化されたとき、中央ユニットによって生成され得る。一実施の形態によれば、位置合わせ支援要求信号は、マスタ・デバイスの開／閉コマンドが、たとえば「ダブルタップ」など、繰り返しアクティブ化されたとき、中央ユニットによって生成される。
【００８１】
一態様によれば、位置合わせ支援要求信号は、たとえば図２２に示されているように、マスタ・デバイスがさかさまに、すなわち「上から下へ」で検出されたとき、中央ユニットによって生成される。この場合、マスタ・デバイス１１０がさかさまに及び止まって、

すなわち自由落下中でなく検出されたとき、たとえば位置合わせ支援要求信号が生成されるなど、さらなる条件を与えることが可能である。たとえば、位置合わせ支援要求信号は、反転マスタ条件及びアクティブ化された開／閉コマンドにおいて、生成され得る。さらに、外科医のジェスチャーが位置合わせ段階を開始する意志を示そうとしていることを確立するためのさらなる検査が、図２２に概略的に示されているように、たとえば、外科医が腕を同時に持ち上げることによってマスタ・デバイスを裏返したかどうかを検出するための、マスタ・デバイスの垂直位置に関する検査であり得る。

【００８２】

一態様によれば、位置合わせ援助要求信号は、操作者がスクリーン１８０のほう或いはスクリーン１８０のあるエリア又はその一部など、所定の方向を見ていることを前記ロボット・システムに設置された視線認識デバイス１８７が検出したとき、中央ユニットによって生成される。

【００８３】

一態様によれば、位置合わせ支援要求信号は、マスタ・デバイス１１０があらかじめ定義された配向に従ってスクリーン１８０又はディスプレイ１８０のほうへ向けられたとき、中央ユニットによって生成される。

【００８４】

一態様によれば、位置合わせ援助要求信号は、たとえば図２３に示されているように、マスタ・デバイス１１０を把持する外科医１５０の手１５１と、外科医の少なくとも一方の眼１５２と、スクリーン１８０の少なくとも一部分と、の間の位置合わせが検出されたとき、中央ユニットによって生成される。たとえば、カメラがそのような位置合わせを検出することができる。たとえば、視線検知デバイス１８７は、そのような配向を検出する。

【００８５】

一態様によれば、本方法は、所定の移動がマスタ・デバイスにより実施されたことを中央ユニットが検出したとき、中央ユニットにより位置合わせ支援要求信号を生成する動作を含む。実際には、中央ユニットは（１つ又は複数の）マスタ・デバイスの位置を決定し、中央ユニット自体が（１つ又は複数の）マスタ・デバイスを保持する外科医によって行われたあらかじめ確定された移動を認識したとき、中央ユニットはグラフィカル・ユーザ・インターフェースをアクティブ化する。

【００８６】

一態様では、中央ユニットは（１つ又は複数の）マスタ・デバイスの位置を決定し、マスタ・デバイスがあらかじめ定義された空間姿勢にあるか又はあらかじめ定義されたマスタ作業空間にあることを中央ユニット自体が検出したとき、中央ユニットはグラフィカル・ユーザ・インターフェースをアクティブ化する。そうすることによって、外科医は、マスタ・デバイス（複数可）を保持し続けることによって、及びスレーブ・デバイス（複数可）が動作する手術部位を示すディスプレイから目を離すことになしに、グラフィカル・ユーザ・インターフェースをアクティブ化することができる。

【００８７】

中央マイクロプロセッサ・ユニットにグラフィカル・ユーザ・インターフェースをアクティブ化させる、位置合わせ支援要求信号は、他のやり方でも生成され得る。

【００８８】

一態様によれば、ロボット・システムには、ユーザが所定の方向を見たときに位置合わせ援助要求信号を生成すること（及びしたがって、グラフィカル・ユーザ・インターフェースを開くこと）を行うための、ロボット・システムを使用するユーザの視線検出デバイス１８７が装備され得る。

【００８９】

別の態様によれば、ロボット・システムの少なくとも１つの又は各マスタ・デバイス１１０には、アクティブ化された（たとえば押された）ときに位置合わせ支援要求信号を生成するための、特定のスイッチ１５８、たとえばボタンが装備され得る。

【００９０】
一態様によれば、各マスタ・デバイスには、マスタ・デバイスを保持する外科医によって触れられたとき、中央マイクロプロセッサ・ユニットのために位置合わせ支援要求信号を生成し、中央マイクロプロセッサ・ユニットがディスプレイ上でグラフィカル・ユーザ・インターフェースを開く、容量性又は他のセンサーが装備されてもよい。マスタ・デバイス上に、ボタン又は容量性センサーを、それが把持を変えることなしに指の単純な移動により達せられ得る位置に設置することによって、操作者は、ディスプレイから目を離すことなしに位置合わせ援助要求信号を生成することができる。
【００９１】
一態様によれば、ロボット・システムが中央ユニットに機能的に接続された足スイッチ１５８を備える場合、これが押されたとき、位置合わせ支援要求信号は生成され、次いでディスプレイ上にグラフィカル・ユーザ・インターフェースを表示することができる。
【００９２】
一態様では、グラフィカル・ユーザ・インターフェースは、マスタ・デバイスとスレーブ・デバイスとの間の位置合わせが達成されたか否かにかかわらず、ペダルが解放されたとき、閉じられ得る。
【００９３】
一態様によれば、位置合わせ支援要求信号は、マスタ・デバイス１１０のコマンドがスレーブ・デバイス１７０の開／閉自由度Ｇを制御するのに好適であるとき、中央ユニットにより生成され得る。
【００９４】
マスタ・デバイス１００が、たとえば図２Ａに示されているように、共通軸を中心としてはさみのように互いにヒンジ結合された２つの剛性部分１３４、１３５を備え、２つの剛性部分１３４、１３５がばね１３７が静止しているときに角度的にばね１３７から離れて保たれて、ばねからの弾性反発力を克服することによってのみ互いに近づけることが可能である場合、２つの剛性部分間の角度が定義されて、これがばねの弾性影響アクションを考慮に入れた所定の角度しきい値よりも小さくなるまで２つの剛性部分が互いに近づけられたとき、位置合わせ支援要求信号が中央ユニットにより生成され得る。
【００９５】
さらに別の態様によれば、２つの剛性グリッパー・ヒンジ結合された部分１３４、１３５を有するロボット・システムのマスタ・デバイス１１０では、位置合わせ援助要求信号は、それらの剛性グリッパー様部分を連続的に２回迅速に閉じること（「ダブルタップ」）によって生成され得る。マスタ・デバイス１１０は、開／閉コマンドを与えられた細長い本体を備え得、この位置合わせ支援要求信号は、開／閉コマンドを連続的に２回迅速にアクティブ化すること（「ダブルタップ」）によって生成され得る。
【００９６】
一態様では、位置合わせ支援要求信号は、中央ユニットによって自動的に生成される。一実装形態オプションによれば、位置合わせ支援要求信号は、あらかじめ決定可能な条件がマスター－スレーブ遠隔操作中に検出されたとき、中央ユニットによって自動的に生成される。遠隔操作状態中に検出可能なあらかじめ決定可能な条件は、スレーブ・デバイスがスレーブ作業空間の物理的制限（関節の制限、たとえば外科用器具１７０の関節接合された末端のピッチＰ関節及び／又はヨーＹ関節及び／又はロールＲ関節の制限）に近い、及び／又はスレーブ・デバイスに指令された姿勢がスレーブ・デバイスの作業空間の外側に（たとえばピッチＰ関節及び／又はヨーＹ関節及び／又はロールＲ関節の作業空間の外側に）ある、を含み得る。遠隔操作状態中に検出可能なあらかじめ決定可能な条件は、たとえば、スレーブ・デバイスが、配向のみにおいて及び／又は並進のみにおいて、並びに／或いは配向及び／又は並進を含むサブグループ自由度において、マスタ・デバイスに追従する、制限された遠隔操作状態からの又はそれへの状態遷移を含み得る。
【００９７】
図３において図式化されたやり方でディスプレイ上に可視化され得るグラフィカル・イ

ンターフェースの様々な例は、ロボット・システムが、外科医によって把持されることが意図される２つのマスタ・デバイスと、手術部位において動作する２つの対応するスレーブ・デバイスと、を備える事例に関して、図５～図１４に示されているが、述べられることは、１つのマスタ・デバイスと１つのスレーブ・デバイスとのみがあり、したがってグラフィカル・ユーザ・インターフェースが１つのグラフィック要素のみを備える事例にも適用される。２つのマスタ・デバイスと２つのスレーブ・デバイスとがある示されている事例では、表示されるグラフィカル・ユーザ・インターフェースは、第１のマスター－スレーブ・ペアのための第１のグラフィック位置合わせ援助要素と、第２のペア・マスター－スレーブのための第２のグラフィック位置合わせ援助要素と、を含んでいよう。中央マイクロプロセッサ・ユニットは、マスタ・デバイス及びスレーブ・デバイスの位置を決定し、対応するスレーブ・デバイスからのそれぞれのマスタ・デバイスの現在の相対配向を視覚的に表すように２つのグラフィック要素の外観を修正する。

【００９８】

マスタ・デバイスとスレーブ・デバイスとの間の位置ずれ又はリアルタイム更新されたマスタとスレーブとのそれぞれの配向を視覚的に表すグラフィック要素が、様々なやり方で表され得る。

【００９９】

たとえば、図５に示されているように、２つの位置合わせ支援グラフィック要素１９０がスクリーン１８０の反対側の隅に配置され得、各々が、異なる色Ｃ１、Ｃ２、Ｃ３の円形セクタをもつ及び（矢印、カーソルなどの）少なくとも１つのインジケータＦ、Ｆ１、Ｆ２をもつ同心円として示され得る。図５の位置合わせ支援グラフィック要素１９０は、図６Ａにより詳細に示されており、ここで、内円がねじれ角を表し、内円の外側の円形セクタが振れ角を表し、矢印Ｆがマスタ・デバイスの配向を表し、色Ｃ１が遠隔操作を有効化するためなどの許容可能性しきい値（ａｃｃｅｐｔａｂｉｌｉｔｙ　ｔｈｒｅｓｈｏｌｄ）（たとえば５～８度）よりも低い位置ずれの領域を表し、色Ｃ２がマスタ・デバイスと位置合わせするためにスレーブ・デバイスの移動を有効化するためなどの「ファンネル」しきい値（たとえば４０～６０度）よりも低い位置ずれの領域を表し、色Ｃ３がスレーブ作業空間の外部にある領域を表す。この例では、マスタ・デバイス１１０のロールｘ軸を中心とした２回回転対称性により、ねじれ角についての２つの可能な許容可能性しきい値（色Ｃ１）が示されていることに留意されたい（「マスタ・フリップ」モード）。

【０１００】

たとえば、図６Ｂでは、ねじれ角と振れ角とが２つの異なった及び別個の幾何学的形状上に表され、ここで、円が振れ角を表し、バーがねじれ角を表し、この図では、許容可能性しきい値に対応する色Ｃ１が「１２時」構成で置かれており、矢印Ｆ１、Ｆ２がマスタ・デバイス１１０を表し、この表示では、色Ｃ１、Ｃ２、Ｃ３が図６Ａを参照しながら言及されたものと同様の概念を表す。

【０１０１】

たとえば、図６Ｃでは、図６Ａを参照しながら説明されたことと同様に、ねじれ角と振れ角とが同心環上に表される。

【０１０２】

たとえば、図６Ｄでは、図６Ｂを参照しながら説明されたことと同様に、振れ角が環上に表され、ねじれ角がバー上に表される。

【０１０３】

たとえば、図６Ｅでは、振れ角が環によって表され（角度表示）、ねじれ角が、同じ環の半径方向延在部として表示され、したがって、この例では、Ｆインジケータが、環中で角度的にと半径方向にとの両方で移動することが可能であり、すなわち、環は、ねじれ角に応じてより厚く／薄くなる。

【０１０４】

たとえば、図６Ｆでは、ねじれ角と振れ角とが２つの直交軸としてデカルト平面上に表され、Ｆインジケータが十字線として表される。

【０１０５】
当然、当業者は、これらの例示的な図６Ａ～図６Ｆを参照しながら説明されたことに関して、ねじれ角のグラフィカル表示と振れ角のグラフィカル表示とを交換することを選択し得る。
【０１０６】
一態様によれば、各グラフィック要素は、図７及び図８に示されているように、２つの円錐で表され得、一方がマスタ・デバイスを表し、他方がスレーブ・デバイスを表し、それらの円錐は、球状基準系の角度座標の観点からマスタ・デバイスとスレーブ・デバイスとの間の位置ずれの情報を視覚的に提供し、位置ずれに関する情報は、マスタ・デバイス及びスレーブ・デバイスの表示によって示される。より詳細には、図８は、リアルタイムで更新されるマスタの配向と、スレーブの相対配向と、を表す、２つの３次元円錐からなる位置合わせ支援グラフィック要素の詳細を示し、一実施の形態では、それらの円錐は異なる色を有する。
【０１０７】
一態様では、各グラフィック要素は、図９及び図１０に示されているように、２つの長い円錐で示され得る。たとえば、円錐の着色は、ロール軸又はねじれ軸に沿って、すなわちマスタ・デバイス及び／又はスレーブ・デバイスの長手方向次元に沿って、位置ずれに関する情報を表示することを含み得る。より詳細には、図９は、ロールの２色極識別を伴う３次元円錐の形状の、本開示による位置合わせ援助のための２つの右及び左のグラフィック要素をそれぞれディスプレイ上でどのように可視化すべきかを示す。
【０１０８】
好ましい態様によれば、各グラフィック要素は、図１１及び図１２に示されているタイプのものであり、仮想の、すなわち合成のスレーブ・デバイスを示し、それは、対応するマスタ・デバイスを示す別のグラフィック要素上に部分的に重ね合わせられた実際のスレーブ・デバイスを外科医がディスプレイの中心部分において見るように、見える。マスタ・デバイスが操作者１５０によって操作される間には共通軸を中心として回転するようにグリッパーなどの回転関節において拘束されたそれぞれのセンサー又はマーカーと一体の２つの剛性部分１３４、１３５によってスレーブ・デバイスが実質的に構築される例示される事例では、マスタ・デバイスを示すグラフィック要素とスレーブ・デバイスを示すグラフィック要素とが回転関節において重ね合わせられ得、したがって、操作者が保持するマスタ・デバイスの剛性のあるはさみヒンジ結合された部分と、手術部位において動作するスレーブ・デバイスの剛性のあるはさみヒンジ結合された部分と間の位置ずれ。
【０１０９】
たとえば、図１３Ａでは、グラフィック要素は、マスタ・デバイスとスレーブ・デバイスとの間の位置ずれを識別する矢印Ｆを伴って、及びマスタ・デバイスとスレーブ・デバイスとの間の最大許容位置ずれを視覚的に識別する少なくとも１つの円錐を伴って、表され得る。たとえば、矢印Ｆのサイズが位置ずれとともに増加し得る。たとえば、前記色Ｃ１、Ｃ２で着色された２つ又はそれ以上の同心円錐が、許容可能性しきい値及び「ファンネル」しきい値（たとえば、それぞれ５～８度及び４０～６０度）を示すために提供され得る。同様に、図１３Ｂでは、円錐の代わりに切頭円錐が示されている。たとえば、図１３Ｃでは、それぞれマスタ・デバイス及びスレーブ・デバイスを示す２つの矢印が示されており、矢印の足がねじれ又はロール角を示す。
【０１１０】
図１４Ａ～図１４Ｃに示されている一態様によれば、グラフィック要素は、位置合わせ条件に達するための命令を示し、マスタ・デバイス１１０をスレーブ・デバイスの配向と位置合わせするためにマスタ・デバイス１１０をどのように移動（回転）すべきかを操作者に示すことができる。たとえば、図１４Ａは、２つの矢印を示し、図１４Ｂは、ねじれ又はロール回転命令を示すための、外科医１５０の手１５１の表示上に重ね合わせられた矢印を示し、図１４Ｃは、ねじれ又はロール命令を示すための、マスタ・デバイス１１０の表示上に重ね合わせられた矢印を示す。

【０１１１】
一態様では、外科医のための直観性を増加させるために、抽象的な及び簡略化された画像の形態のリアルタイム・マスター－スレーブ位置ずれが示される。一実施の形態によれば、位置ずれは、たとえば図６ｂ又は図６ｃに示されているように、位置ずれを示す色分けされた着色を呈し得るライン又はバーに沿って延びるカーソルとしてリアルタイムで示される。たとえば、位置ずれが、ある許容可能性しきい値よりも低いとき、カーソルはライン又はバーの緑色着色セクションに対応して位置決めされ、位置ずれがこのある許容可能性しきい値よりも大きいとき、カーソルはライン又はバーの黄色、橙色及び／又は赤色着色セクションに対応して位置決めされる。
【０１１２】
一実施の形態によれば、位置ずれは、円、たとえば環の一部分に沿って回転する手としてリアルタイムで示される。マスタとスレーブとの間の相対配向（位置ずれ）の簡略化された抽象的な表示の提供は、冗長情報を表すことを回避することを可能にし、スレーブ・デバイスへのマスタ・デバイスの位置合わせのプロセスを直観的にする。
【０１１３】
好ましい実施の形態によれば、位置合わせ補助グラフィック要素は、視覚システム１６０によって得られた「実際の」スレーブ・デバイス１７０の画像上のオーバーレイ（技術用語で、「ゴースト（ｇｈｏｓｔｉｎｇ）」）ではない。換言すれば、好ましくは、位置合わせ支援グラフィック要素を「ゴースト」オーバーレイようにすることを回避する。この選択は、より効果的な表示を取得することを可能にし、その表示は、スレーブ・デバイスの現在の姿勢とは無関係であり、したがって、スレーブ・デバイスの任意の運動学的構成において、より理解可能である。事実上、一般に、「ゴースト」は、拡張現実技術に基づく、すなわち、システムが、「コンピュータ・ビジョン」技術を使用して画像中のスレーブを識別し、これらの画像上に、対応するマスタ姿勢によってマッピングされた器具姿勢を示す３次元透明モデル（「ゴースト」）を重ね合わせる。この表示は、理解を困難にする自己オクルージョンの問題、潜在的にエッジに近いスクリーン１８０上の可変位置に位置決めされることの問題、又は２つの近い器具間の相互オクルージョンの問題に左右されるという欠点を有する。図１２は、対応するマスタ・デバイスに対するスレーブ・デバイスの相対配向を表すためにそれぞれのマスタ・デバイスの画像上に部分的に重ね合わせられたスレーブ・デバイスの合成画像における配向を示す、本開示による位置合わせ支援グラフィック要素を示し、合成画像は、一実施の形態では、スレーブ・デバイス又はマスタ・デバイスのシミュレートされた又はＣＡＤ複製であり得るが、視覚システムによって潜在的に表されるものに関連付けられない。拡張現実におけるゴーストの欠点のうちの１つは、実際の外科用器具のロール軸、すなわちその器具の長手方向軸が概して一般的であることであり、これは、特に、外科用器具の関節接合された終端部分（ピッチ、ヨー、把持）が小型化された場合、適切な例示に好都合でない。
【０１１４】
特定の実施の形態において、上記で説明され、別個に又は互いに一緒に提供される特性により、前述の利点を獲得する上述の必要を満たすことが可能であり、特に、
－　上記で説明されたように、スレーブがマスタ・デバイスの配向に達するために移動することを可能にされるスレーブ・デバイスの移動による位置合わせ段階を含む遠隔操作準備段階が想定される場合、位置合わせ援助の少なくとも１つのグラフィック要素の提供は、移動による位置合わせの段階中のスレーブ・デバイスの移動の実体を最小限に抑えることを可能にする（図２０）、
－　位置合わせ支援グラフィック要素は、ユーザによる正確なコマンドに応答して生成され得る、
－　グラフィック位置合わせ援助要素は、ロボット・システムの状態に応じて、自動的に生成され得る、
－　グラフィック要素は、たとえば、遠隔操作段階中に現れることができ、マスタ・デバイスのコマンドが、スレーブ・デバイスの関節接合された外科用器具の回転関節の作業空

間の物理的制限にスレーブ・デバイスが達することを必要とする、
－　スレーブ・デバイスの不要な移動が回避されるか又は少なくとも最小に低減される、
－　スレーブ・デバイスの任意の姿勢、すなわちスレーブ・デバイスの外科用器具の関節の空間構成について、明らかな及び直観的な表示を可能にする、単純でロバストなソリューションが提供される、
－　特に、視覚システムによって収集された実際のスレーブ上の「ゴースト」の形態の前記少なくとも１つの位置合わせ支援グラフィック要素の作成を回避することによって、スレーブ・デバイスの関節の運動学的構成が好ましくなく、すなわち、たとえばその結果制御ポイント６００が外科用器具の本体自体によって又はさらなる第２の外科用器具の本体によって見えなくなったときでも、明らかな及び直観的な、及び、したがって効果的な可視化が可能にされる。

【０１１５】

本開示のロボット・システム制御方法の様々な実施の形態は、ロボット・システムの中央マイクロプロセッサ・ユニットの内部メモリにロードされたとき及び起動されたとき、中央マイクロプロセッサ・ユニットに上記で説明された制御方法の動作を行わせるコンピュータ・プログラムを作ることによって、実装され得る。

【符号の説明】

【０１１６】

100	医療又は外科の遠隔操作のためのロボット・システム
110	マスタ・デバイス
115	マスタ作業空間
116	マスタ作業空間のあらかじめ決定可能なサブ空間
134	マスタ・デバイスの第１の剛性部分

135	マスタ・デバイスの第２の剛性部分
136	マスタ・デバイスの関節接合
137	開/閉コマンドについてのマスタ・デバイスの弾性要素
142	スレーブ・デバイスの第１のフラッグシップ（ｆｌａｇｓｈｉｐ）・リンク
143	スレーブ・デバイスの第２のフラッグシップ・リンク
150	操作者又は外科医
151	外科医の手
152	外科医の目
158	スイッチ
160	視覚システム、たとえばカメラ
170	スレーブ・デバイス又はスレーブ・デバイス外科用器具
180	ディスプレイ又はスクリーン
182	スクリーンの中心部分
184	スクリーンの周辺部分
187	視線追跡デバイス
190	位置合わせ支援グラフィック要素
600	検査ポイント
MF	マスタ局所基準系
SF	スレーブ局所基準系
MFO	マスタ作業空間基準系
SFO	スレーブ作業空間基準系
R	ロールの自由度
P	ピッチ自由度
Y	ヨーの自由度
G	開/閉、又は把持又は握りの自由度
X-X	マスタ・デバイスの長手方向軸
C1 、 C2 、 C3	色
F	インジケータ

【図面】

【図１】

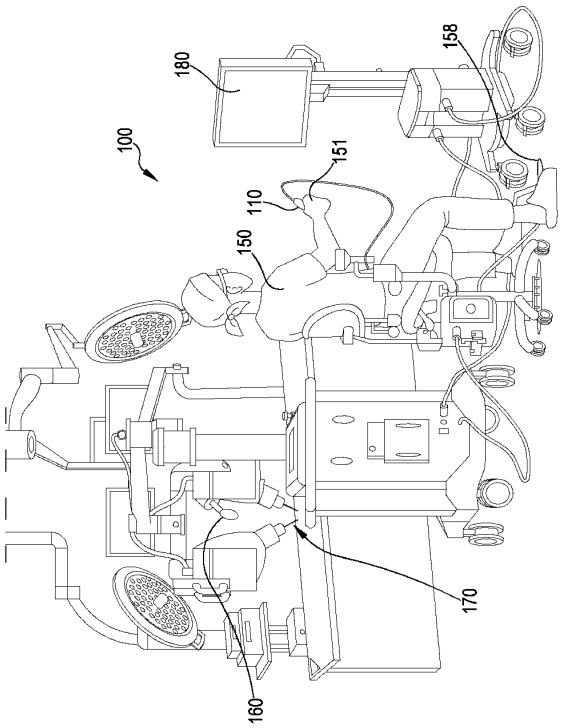
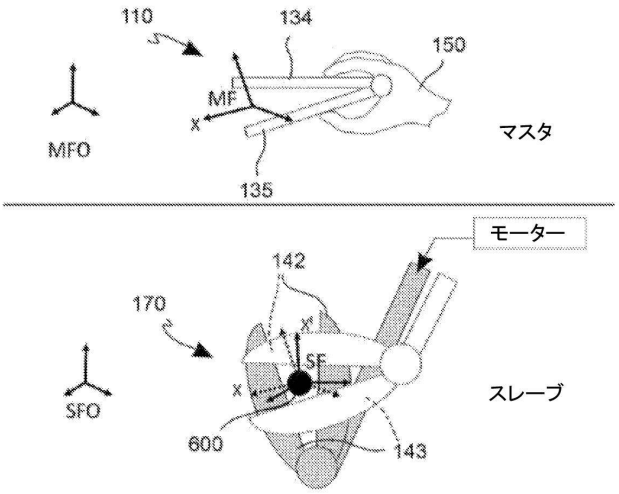


FIG.1

【図２Ａ】



【図２Ｂ】

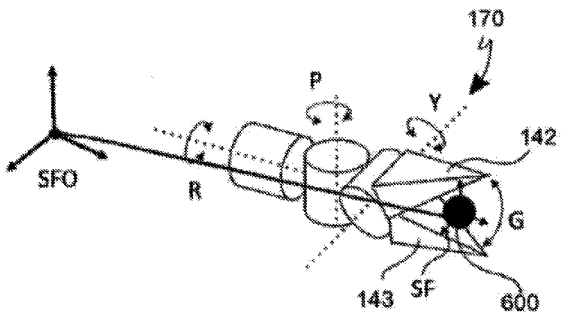
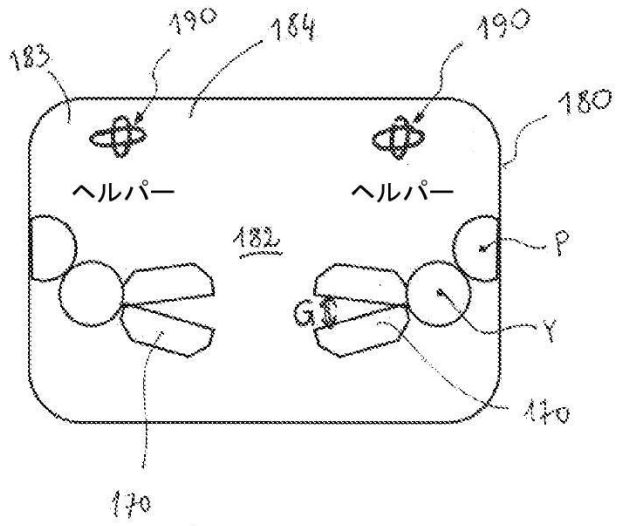
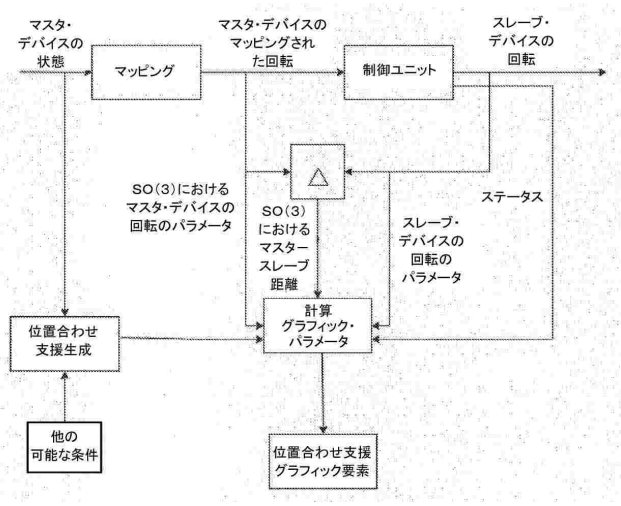


FIG.2B

【図３】



【図４】



【図５】

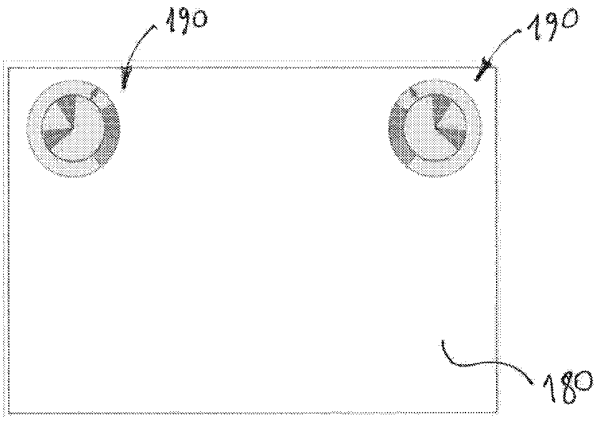
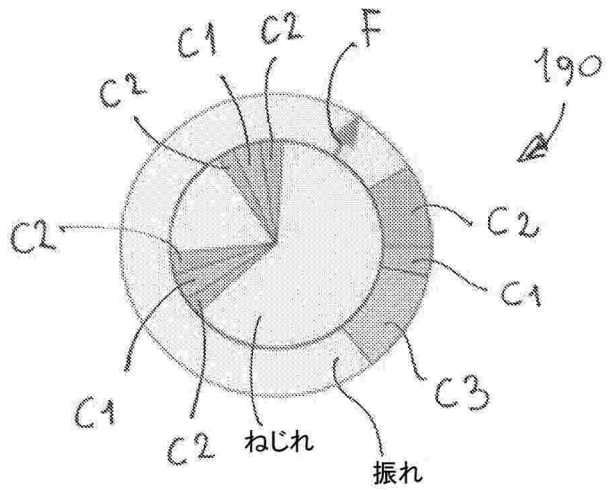
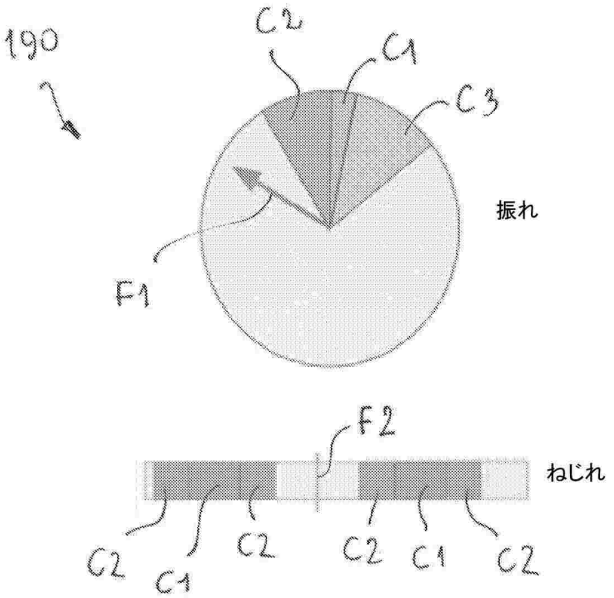


FIG.5

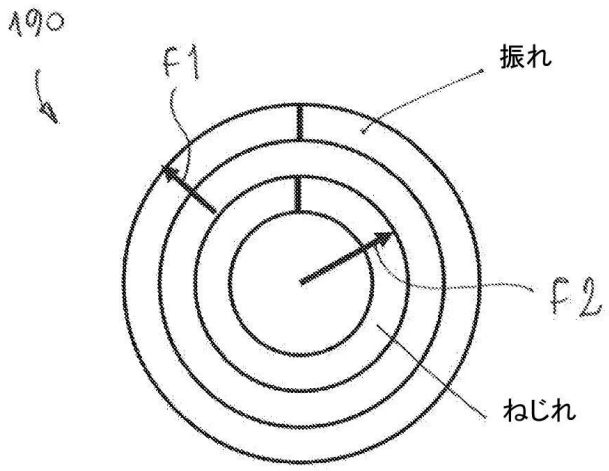
【図６Ａ】



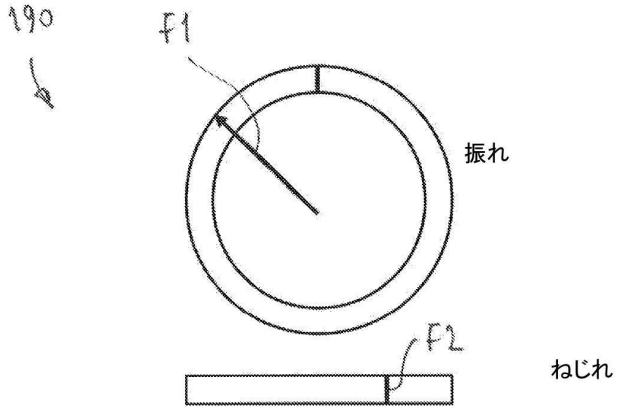
【図６Ｂ】



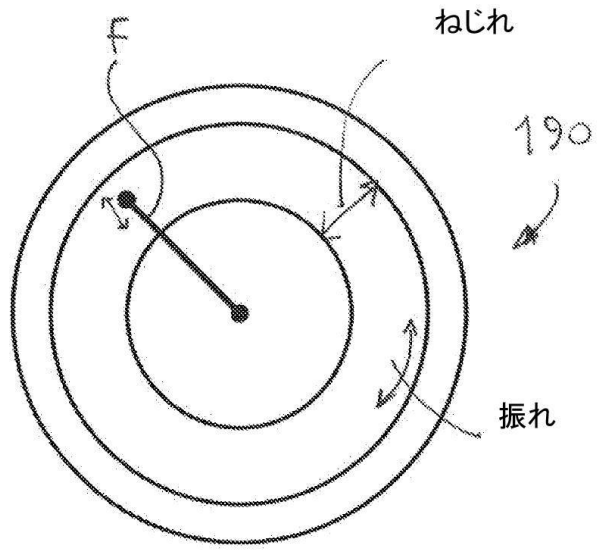
【図６Ｃ】



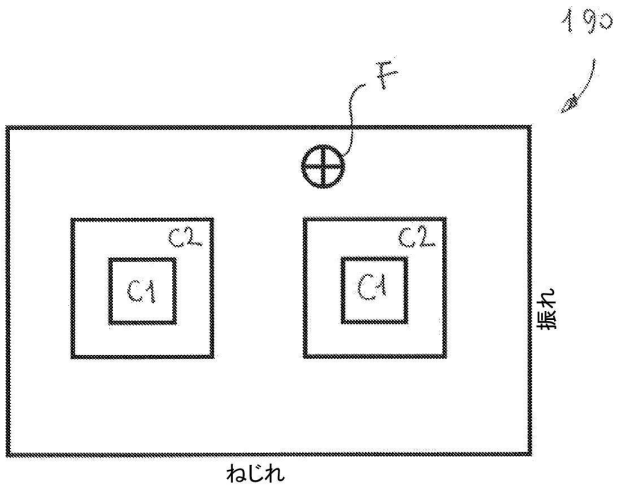
【図６Ｄ】



【図６Ｅ】



【図６Ｆ】



【図７】

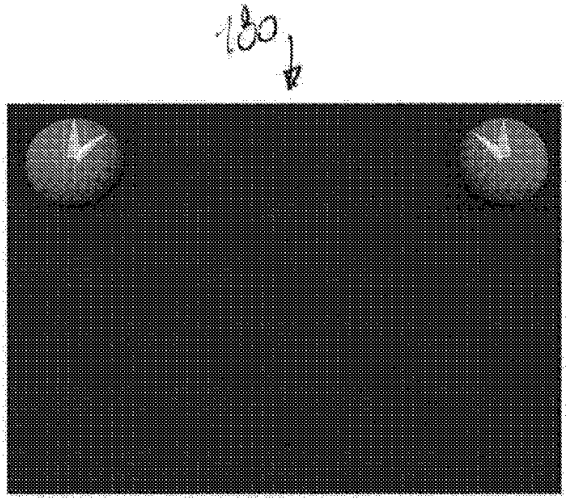


FIG.7

【図８】

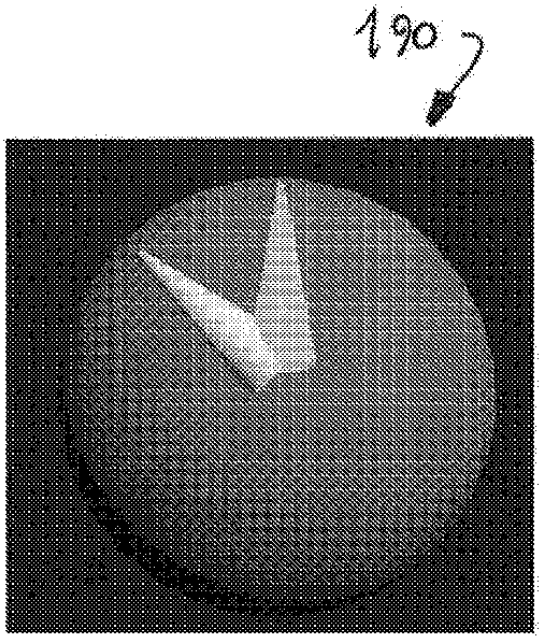


FIG.8

【図９】

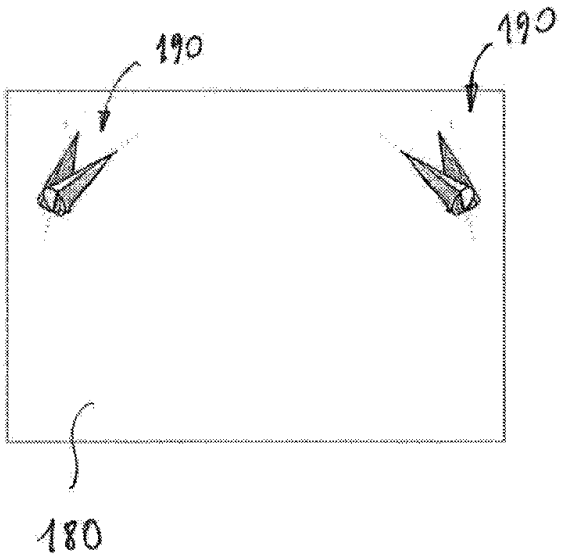
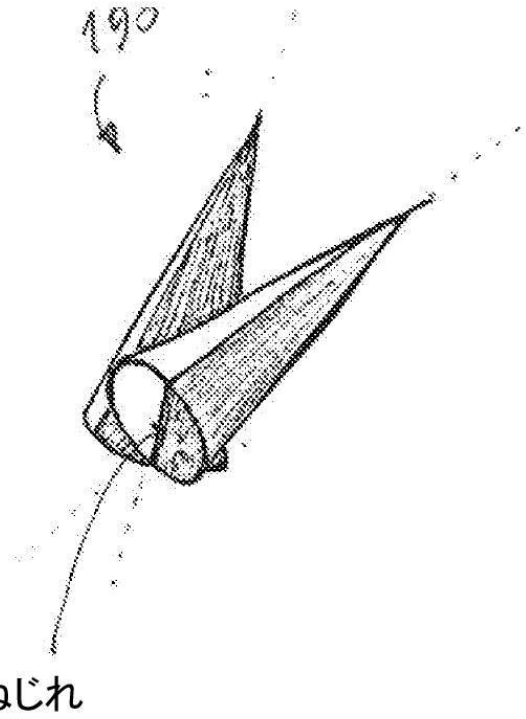
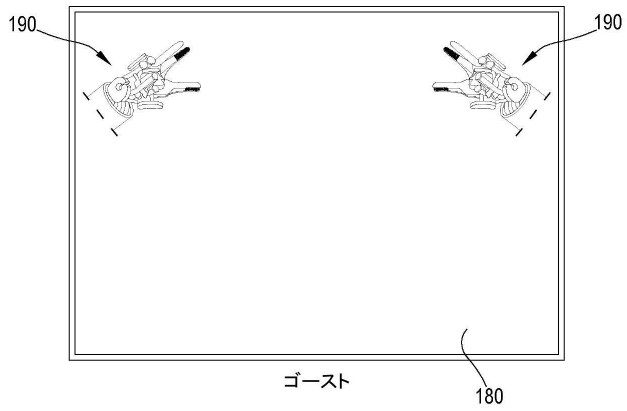


FIG.9

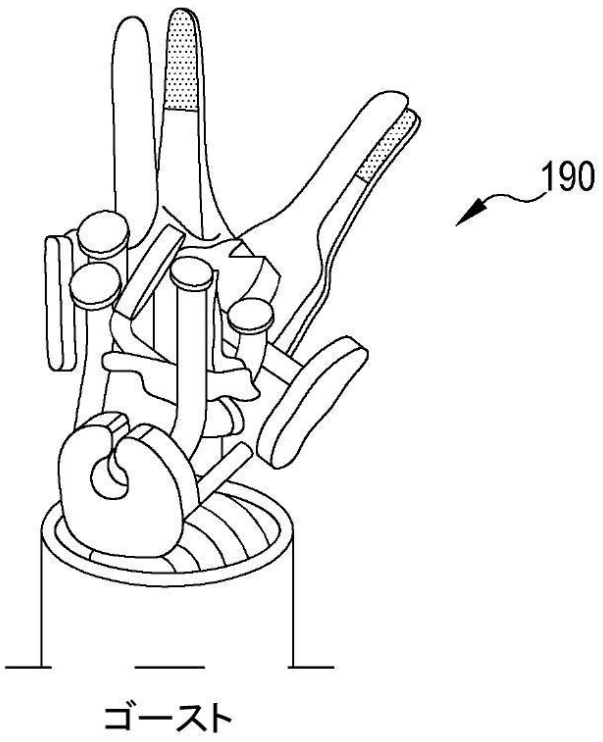
【図１０】



【図１１】



【図１２】



【図１３Ａ】

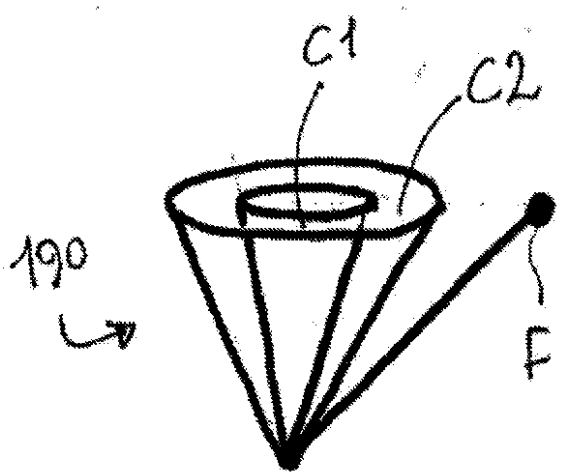


FIG.13A

【図１３Ｂ】

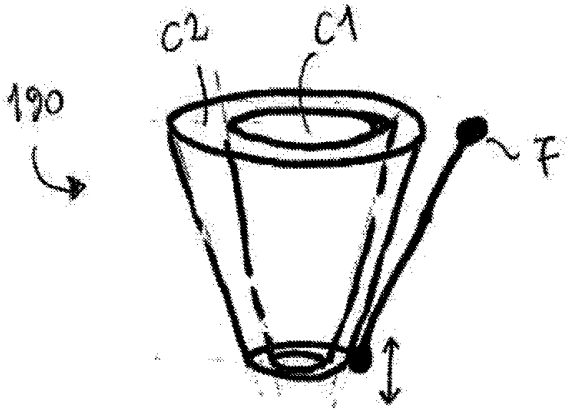
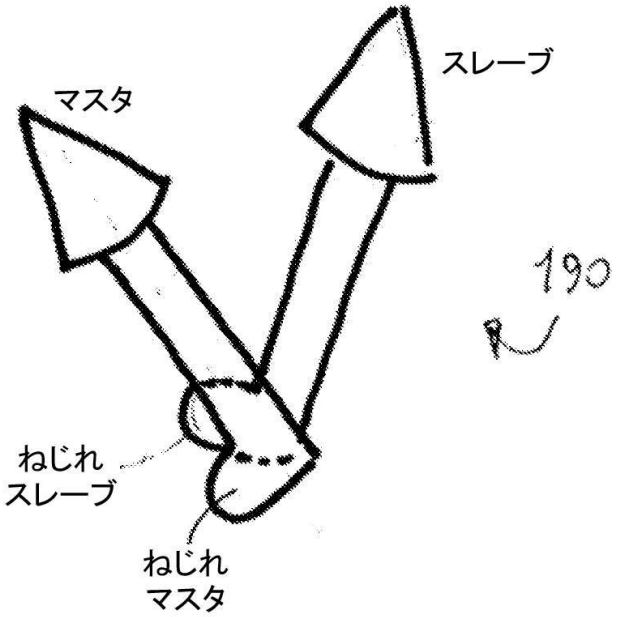


FIG.13B

【図１３Ｃ】



【図１４Ａ】

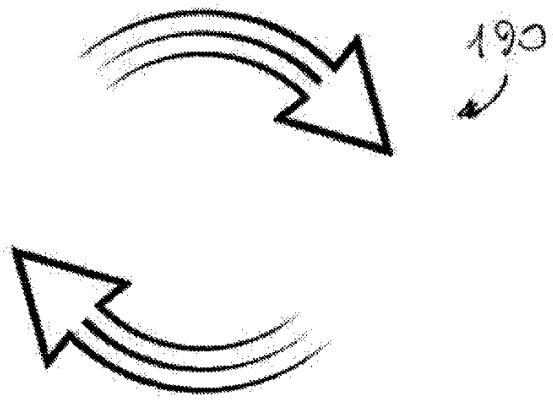


FIG.14A

【図１４Ｂ】

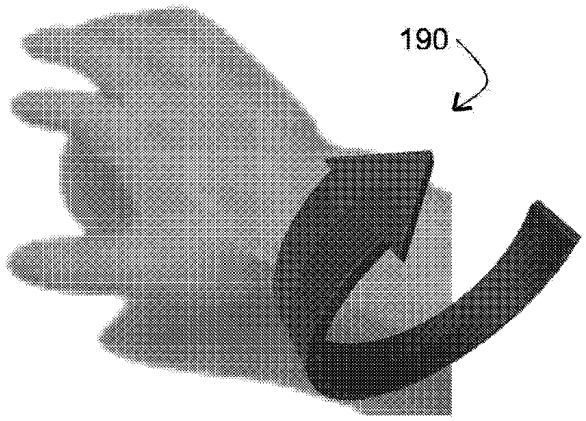


FIG.14B

【図１４Ｃ】

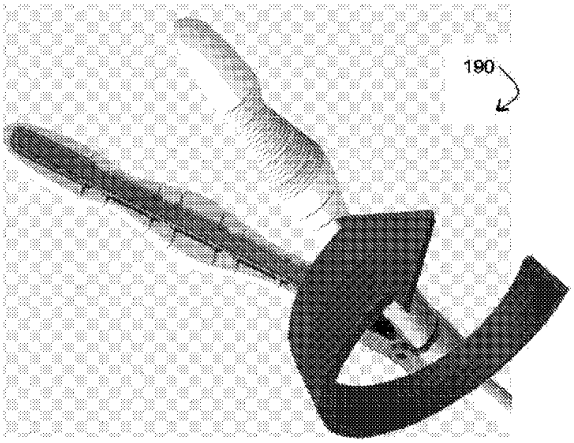
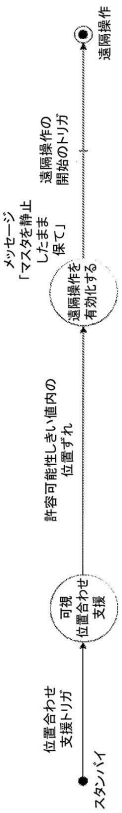


FIG.14C

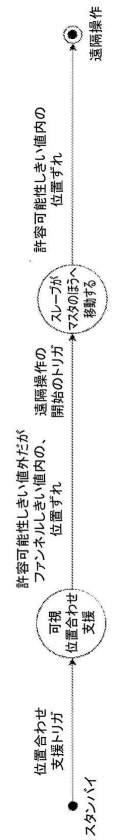
【図１５】



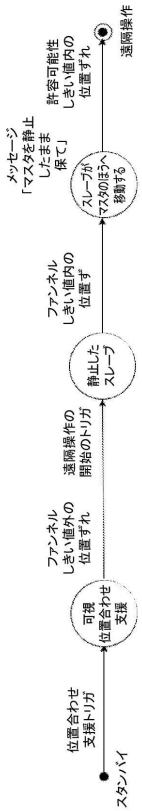
【図１６】



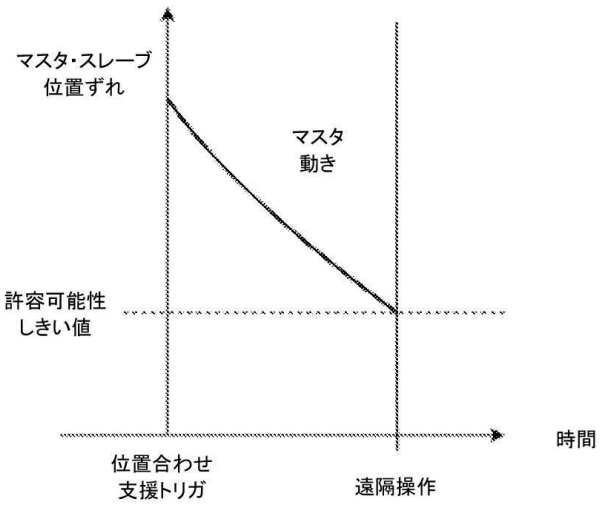
【図１７】



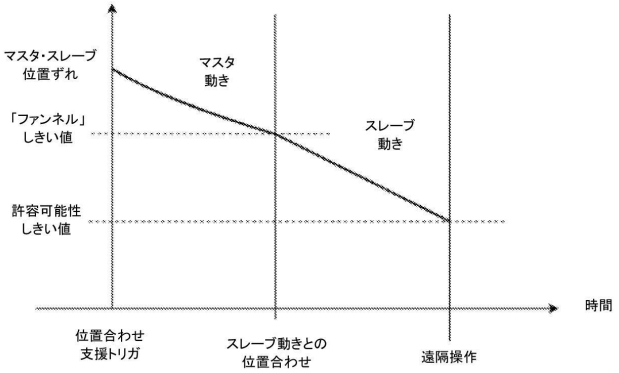
【図１８】



【図１９】

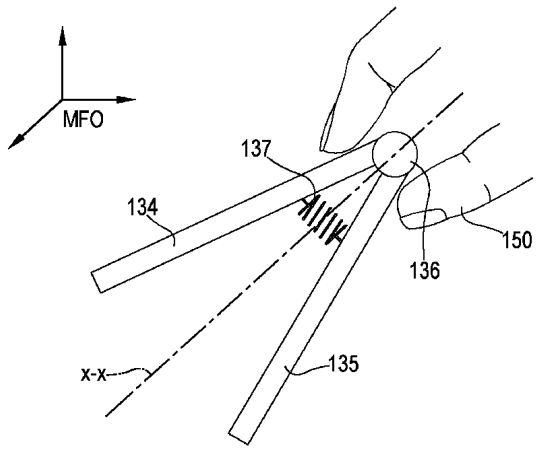


【図２０】



【図２１】

FIG.21



【図２２】

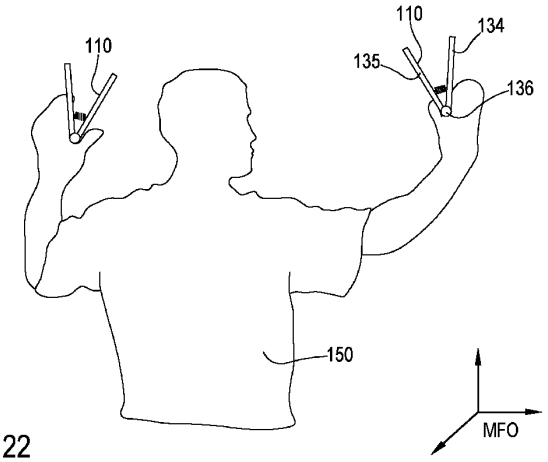


FIG.22

【図２３】

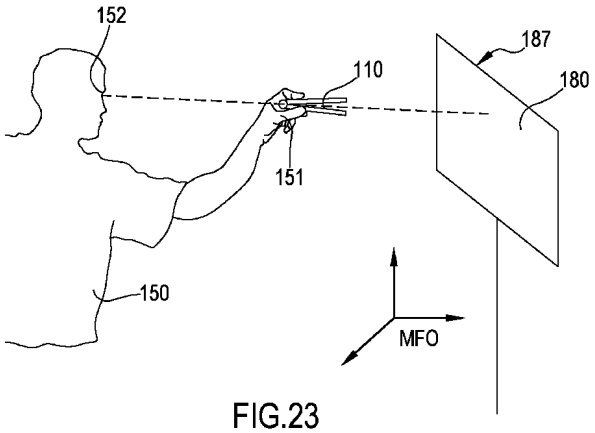


FIG.23

【図２４】

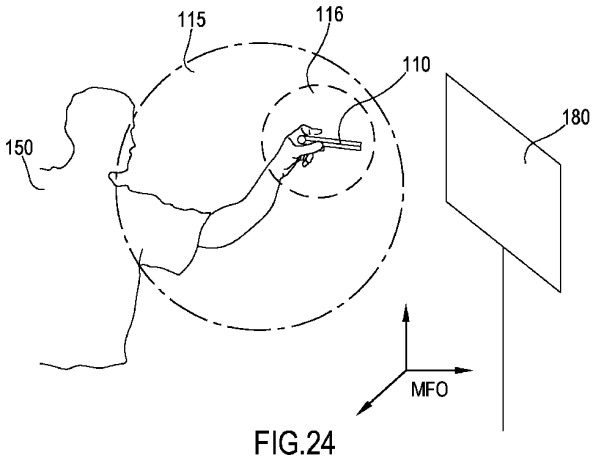


FIG.24

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IB2023/055511

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. A61B34/35 A61B34/37
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
A61B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 2016/235489 A1 (GOMBERT BERND [DE] ET AL) 18 August 2016 (2016-08-18) paragraphs [0045] - [0046], [0048], [0059] - [0062], [0067] - [0070], [0081], [0084]; figures 2-7	1-11, 13-19 12
X A	WO 2016/137527 A1 (STANFORD RES INST INT [US]) 1 September 2016 (2016-09-01) paragraphs [0126] - [0131]; figures 1, 10, 11B	1,2, 5-11, 13-18 3,4,12, 19
X A	WO 2019/103954 A1 (INTUITIVE SURGICAL OPERATIONS [US]) 31 May 2019 (2019-05-31) paragraphs [0079], [0083] - [0088], [0109], [0113] - [0114], [0116], [0118], [0122]; figures 1A, 5-8, 17	1,5-11, 13,15-17 2-4,12, 14,18,19

-/--

[x] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[x] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance;; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance;; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
21 August 2023	29/08/2023

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Rosander, Frida

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IB2023/055511

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 3 305 236 A1 (OLYMPUS CORP [JP]) 11 April 2018 (2018-04-11)	1,4-8, 10,11, 13-17
A	paragraphs [0008], [0016], [0049], [0051], [0060] - [0083], [0096]; figures 1-11	2,3,9, 12,18,19

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/IB2023/055511

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

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

1. [X] Claims Nos.: 1-4, 6-14(all partially)
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
see FURTHER INFORMATION sheet PCT/ISA/210

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

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

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

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

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

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

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

4. [ ] No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims;; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

[ ] The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.

[ ] The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.

[ ] No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/IB2023/055511

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

Continuation of Box II.1

Claims Nos.: 1-4, 6-14(all partially)

The subject-matter of claims 1-4 and 6-14 relate to a control method of a robotic system, which method includes moving the slave during surgery (see i.a. claim 12; fig. 17, 20; and the description p. 19, l. 23-25). This first embodiment encompasses a surgical step. However, the method also includes a second embodiment in which an alignment step, e.g. moving the slave and/or master, is performed in preparation for a teleoperation step (see claim 5). This second embodiment is not considered to encompass a surgical step. According to Rules 39.1(iv) and 67.1(iv) PCT, neither a search nor an international preliminary examination is required to be carried out on this first embodiment of these claims. Claims 1-4 and 6-14 have therefore been searched only in regard to this second embodiment wherein the help-alignment request signal is generated in an alignment step in preparation for a teleoperation step.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/IB2023/055511

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2016235489 A1	18-08-2016	CN 105636542 A	01-06-2016
		DE 102013110847 B3	22-01-2015
		JP 6284284 B2	28-02-2018
		JP 2016538894 A	15-12-2016
		KR 20160071407 A	21-06-2016
		US 2016235489 A1	18-08-2016
		WO 2015049095 A1	09-04-2015
WO 2016137527 A1	01-09-2016	CN 107430389 A	01-12-2017
		EP 3262469 A1	03-01-2018
		JP 6787623 B2	18-11-2020
		JP 2018513711 A	31-05-2018
		KR 20170140179 A	20-12-2017
		US 2018036088 A1	08-02-2018
		WO 2016137527 A1	01-09-2016
WO 2019103954 A1	31-05-2019	CN 110709024 A	17-01-2020
		EP 3713508 A1	30-09-2020
		KR 20200078422 A	01-07-2020
		US 2021369365 A1	02-12-2021
		WO 2019103954 A1	31-05-2019
EP 3305236 A1	11-04-2018	CN 107249500 A	13-10-2017
		EP 3305236 A1	11-04-2018
		JP 6147459 B2	14-06-2017
		JP WO2016194539 A1	06-07-2017
		US 2017360519 A1	21-12-2017
		WO 2016194539 A1	08-12-2016

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (April 2005)

フロントページの続き

,MC,ME,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CV,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IQ,IR,IS,IT,JM,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,MG,MK,MN,MU,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

トゥルメンツ、インコーポレイテッド 気付

(72)発明者 シミ、マッシミリアーノ

イタリア共和国 ５６１２１ ピサ、ピサ、ヴィア エ． ジャンネッシ ５２／５４／５６、メディカル マイクロインストゥルメンツ、インコーポレイテッド 気付

(72)発明者 ディ ガルドー、アントニオ

イタリア共和国 ５６１２１ ピサ、ピサ、ヴィア エ． ジャンネッシ ５２／５４／５６、メディカル マイクロインストゥルメンツ、インコーポレイテッド 気付

Ｆターム（参考） 4C130 AB02 AD02 BA04 BA09