

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6865739号
(P6865739)

(45) 発行日 令和3年4月28日 (2021.4.28)

(24) 登録日 令和3年4月8日 (2021.4.8)

(51) Int. Cl.

F I

A 6 1 B 34/30 (2016.01)

A 6 1 B 34/30

B 2 5 J 13/08 (2006.01)

B 2 5 J 13/08

A

A 6 1 B 34/20 (2016.01)

A 6 1 B 34/20

請求項の数 15 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2018-515500 (P2018-515500)
 (86) (22) 出願日 平成28年9月26日 (2016.9.26)
 (65) 公表番号 特表2018-530383 (P2018-530383A)
 (43) 公表日 平成30年10月18日 (2018.10.18)
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2016/055743
 (87) 国際公開番号 WO2017/055990
 (87) 国際公開日 平成29年4月6日 (2017.4.6)
 審査請求日 令和1年9月25日 (2019.9.25)
 (31) 優先権主張番号 62/233,664
 (32) 優先日 平成27年9月28日 (2015.9.28)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 米国 (US)

(73) 特許権者 590000248
 コーニンクレッカ フィリップス エヌ
 ヴェ
 KONINKLIJKE PHILIPS
 N. V.
 オランダ国 5656 アーヘー アイン
 ドーフェン ハイテック キャンパス 5
 2
 (74) 代理人 110001690
 特許業務法人M&Sパートナーズ
 (72) 発明者
 ヌーナン デイビッド ポール
 オランダ国 5656 アーヘー アイン
 ドーフェン ハイ テック キャンパス
 ビルディング 5

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 遠隔運動中心ロボットの光学的位置合わせ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

計画された切開点を経る患者内への計画されたツール軌道を用いる低侵襲処置のための
 ロボット手術システムであって、

光学エンドエフェクタと、

R C Mロボット自身の構造により定まる遠隔運動中心の回りで前記光学エンドエフェク
 タを回転させる R C Mロボットと、

ロボットコントローラと、

を有し、

前記ロボットコントローラは、前記 R C Mロボットと通信して、該 R C Mロボットによ
 る前記患者に付着された少なくとも1つのマーカに対する前記光学エンドエフェクタの光
 学的照準合わせを制御し、

前記ロボットコントローラは、更に、前記 R C Mロボットと通信して、該 R C Mロボッ
 トによる前記患者のポリウム画像内に示される前記計画されたツール軌道への前記光学
 エンドエフェクタの軸合わせを、前記 R C Mロボットによる前記患者に付着された前記少
 なくとも1つのマーカに対する前記光学エンドエフェクタの光学的照準合わせから導出さ
 れた前記患者のポリウム画像内に示される前記計画された切開点への前記遠隔運動中心
 の位置合わせに基づいて制御する、

ロボット手術システム。

【請求項 2】

10

20

前記 R C M ロボットが、前記光学エンドエフェクタを遠隔運動中心の回りで回転させるためのピッチ自由度及びヨー自由度を有する同心弧ロボットである、請求項 1 に記載のロボット手術システム。

【請求項 3】

前記 R C M ロボットを前記患者に対して位置決めするロボットプラットフォームを更に有し、

前記ロボットコントローラは、前記 R C M ロボット及び前記ロボットプラットフォームと通信して、該 R C M ロボット及びロボットプラットフォームにより前記患者に付着された前記少なくとも 1 つのマーカに対する前記光学エンドエフェクタの光学的照準合わせを制御し、

10

前記ロボットコントローラは、前記 R C M ロボット及び前記ロボットプラットフォームと通信して、該 R C M ロボット及びロボットプラットフォームによる前記患者のボリューム画像内に示される前記計画されたツール軌道への前記光学エンドエフェクタの軸合わせを、前記 R C M ロボットによる前記患者に付着された前記少なくとも 1 つのマーカに対する前記光学エンドエフェクタの光学的照準合わせから導出された前記患者のボリューム画像内に示される前記計画された切開点への前記遠隔運動中心の位置合わせに基づいて制御する、

請求項 1 に記載のロボット手術システム。

【請求項 4】

前記光学エンドエフェクタはレーザビームを放出するレーザポインタであり、

20

前記ロボットコントローラは、前記 R C M ロボットと通信して、該 R C M ロボットによる前記患者に付着された前記少なくとも 1 つのマーカに対する前記レーザポインタによるレーザビームの放射の光学的照準合わせを制御し、

前記ロボットコントローラは、更に、前記 R C M ロボットと通信して、該 R C M ロボットによる前記患者のボリューム画像内に示される前記計画されたツール軌道への前記レーザポインタによるレーザビームの放射の軸合わせを、前記 R C M ロボットによる前記患者に付着された前記少なくとも 1 つのマーカに対する前記レーザポインタによるレーザビームの放射の光学的照準合わせから導出された前記患者のボリューム画像内に示される前記計画された切開点への前記遠隔運動中心の位置合わせに基づいて制御する、

請求項 1 に記載のロボット手術システム。

30

【請求項 5】

前記光学エンドエフェクタは視野を持つ内視鏡であり、

前記ロボットコントローラは、前記 R C M ロボットと通信して、該 R C M ロボットによる前記患者に付着された前記少なくとも 1 つのマーカに対する前記内視鏡の視野の光学的照準合わせを制御し、

前記ロボットコントローラは、更に、前記 R C M ロボットと通信して、該 R C M ロボットによる前記患者のボリューム画像内に示される前記計画されたツール軌道への前記内視鏡の視野の軸合わせを、前記 R C M ロボットによる前記患者に付着された前記少なくとも 1 つのマーカに対する前記内視鏡の視野の光学的照準合わせから導出された前記患者のボリューム画像内に示される前記計画された切開点への前記遠隔運動中心の位置合わせに基づいて制御する、

40

請求項 1 に記載のロボット手術システム。

【請求項 6】

前記光学エンドエフェクタを前記患者に付着された前記少なくとも 1 つのマーカに関連して撮像するカメラを更に有し、

前記ロボットコントローラが、前記 R C M ロボット及び前記カメラと通信して、前記 R C M ロボットによる前記患者に付着された前記少なくとも 1 つのマーカに対する前記光学エンドエフェクタの光学的照準合わせを制御する、

請求項 1 に記載のロボット手術システム。

【請求項 7】

50

計画された切開点を経る患者内への計画されたツール軌道を用いる低侵襲処置のためのロボット手術方法であって、

R C M ロボットが、光学エンドエフェクタを前記患者に付着された少なくとも 1 つのマーカに対し光学的に照準合わせするステップと、

位置合わせモジュールが、前記 R C M ロボットによる前記患者に付着された前記少なくとも 1 つのマーカに対する前記光学エンドエフェクタの光学的照準合わせから、前記患者のボリューム画像内に示される前記計画された切開点への遠隔運動中心の位置合わせを導き出すステップであって、前記遠隔運動中心が前記 R C M ロボットの構造により定まるステップと、

前記 R C M ロボットが、前記患者のボリューム画像内に示される前記計画されたツール軌道に対して前記光学エンドエフェクタを、前記位置合わせモジュールによる前記患者のボリューム画像内に示される前記計画された切開点に対する前記遠隔運動中心の位置合わせに基づいて軸合わせするステップと、
を有する、ロボット手術方法。

【請求項 8】

前記少なくとも 1 つのマーカは複数のマーカを含み、該複数のマーカの各マーカが固有の形状を有する、請求項 7 に記載のロボット手術方法。

【請求項 9】

ロボットコントローラが、前記光学エンドエフェクタを前記患者に付着された少なくとも 1 つのマーカに対し光学的に照準合わせすると共に該光学エンドエフェクタを前記患者のボリューム画像内に示される前記計画されたツール軌道に対して軸合わせするために前記 R C M ロボットをサーボ制御するステップを更に有する、請求項 7 に記載のロボット手術方法。

【請求項 10】

前記光学エンドエフェクタは前記患者に付着された前記少なくとも 1 つのマーカを撮像し、

前記ロボットコントローラは、前記光学エンドエフェクタを、前記患者のボリューム画像内に示されると共に前記光学エンドエフェクタにより撮像される前記少なくとも 1 つのマーカの一致に基づいて前記患者に付着された前記少なくとも 1 つのマーカに対し光学的に照準合わせするようサーボ制御する、
請求項 9 に記載のロボット手術方法。

【請求項 11】

前記光学エンドエフェクタはレーザビームを放出するレーザポインタであり、

前記 R C M ロボットは、前記レーザポインタによるレーザビームの放射を前記患者に付着された前記少なくとも 1 つのマーカに対して光学的に照準合わせし、

前記位置合わせモジュールは、前記患者のボリューム画像内に示される前記計画された切開点への前記遠隔運動中心の位置合わせを、前記 R C M ロボットによる前記患者に付着された前記少なくとも 1 つのマーカに対する前記レーザポインタによるレーザビームの放射の光学的照準合わせから導き出し、

前記 R C M ロボットは、前記レーザポインタによるレーザビームの放射を、前記位置合わせモジュールによる前記患者のボリューム画像内に示される前記計画された切開点への前記遠隔運動中心の位置合わせに基づいて、前記患者のボリューム画像内に示される前記計画されたツール軌道に軸合わせする、
請求項 7 に記載のロボット手術方法。

【請求項 12】

前記光学エンドエフェクタは視野を持つ内視鏡であり、

前記 R C M ロボットは、前記内視鏡の視野を前記患者に付着された前記少なくとも 1 つのマーカに対して光学的に照準合わせし、

前記位置合わせモジュールは、前記患者のボリューム画像内に示される前記計画された切開点への前記遠隔運動中心の位置合わせを、前記 R C M ロボットによる前記患者に付着

10

20

30

40

50

された前記少なくとも 1 つのマーカに対する前記内視鏡の視野の光学的照準合わせから導き出し、

前記 R C M ロボットは、前記内視鏡の視野を、前記位置合わせモジュールによる前記患者のボリューム画像内に示される前記計画された切開点への前記遠隔運動中心の位置合わせに基づいて、前記患者のボリューム画像内に示される前記計画されたツール軌道に軸合わせする、

請求項 7 に記載のロボット手術方法。

【請求項 1 3】

カメラが前記光学エンドエフェクタを前記患者に付着された前記少なくとも 1 つのマーカと関連して撮像するステップを更に有し、

10

前記 R C M ロボットが、前記光学エンドエフェクタを、前記カメラによる該光学エンドエフェクタの前記患者に付着された前記少なくとも 1 つのマーカとの相対的な撮像に基づいて、前記患者に付着された前記少なくとも 1 つのマーカに対し光学的に照準を合わせる、

請求項 7 に記載のロボット手術方法。

【請求項 1 4】

受動型ロボットプラットフォームが前記 R C M ロボットを前記患者の頭部に対して位置決めするステップを更に有する、請求項 7 に記載のロボット手術方法。

【請求項 1 5】

ロボットコントローラが前記受動型ロボットプラットフォームによる前記 R C M ロボットの患者の頭部に対する位置決めを追跡するステップを更に有する、請求項 1 4 に記載のロボット手術方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本開示は、広くは、介入ツールが特定の切開点を介し定義されたツール軌道に沿って患者内に挿入されることを要する低侵襲処置、特に低侵襲脳神経外科処置（例えば、生検）に関する。本開示は、更に特定のには、介入ツールを計画したツール軌道に沿って正確に位置決め及び配向（方向決め）するための患者内への計画した切開点に対する遠隔運動中心ロボットによる遠隔運動中心（“ R C M ”）の位置合わせに関する。

30

【背景技術】

【0 0 0 2】

画像誘導脳生検は、手術医が根深い脳病変に低侵襲的に正確にターゲットを定めることを可能にする。即ち、患者の頭部は、固定されると共に追跡及び位置特定システム（例えば、光学式、電磁式、機械式又はこれらの組み合わせ）を用いた術前スキャン（例えば、C T、M R I、U S 等）に対して位置合わせされる。典型的に、このような位置合わせは、患者の頭蓋骨上に配置されたマーカ及び／又は追跡される手動ポインタを用いて実行される。当該追跡システムに対する脳病変の術前撮像スキャン内に示される既知の位置に基づいて、当該患者内への切開点の適切な位置が、手術医により生検のために特定される。次いで、該手術医は追跡される生検ニードルの挿入角を当該画像誘導追跡システムからのフィードバックに基づいて手動で整列させる。ニードルが手術医により挿入される際に、画像誘導追跡システムは該ニードルの軌道を確認すると共に、何時正しい挿入深度に到達したかを識別する。この目的のために、従来技術で知られている画像誘導システムは、ニードル挿入前に医師が計画したツール軌道に整列させる機械的ニードルガイドを提供する。

40

【0 0 0 3】

このような画像誘導を用いても、且つ、当該追跡システムに対する術前撮像スキャンの正確な位置合わせが達成されたとしても、手術医は自由空間において 5 ° の自由度の整列を行わなければならない。このように、位置合わせ及びニードル整列におけるユーザエラーは、正しくない切開位置に及び／又は介入ツールが患者頭部内のターゲット脳病変を逃

50

すことにつながり得る。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本開示は、低侵襲処置（例えば、低侵襲脳神経外科処置）の間において遠隔運動中心（“RCM”）ロボットを患者の画像に位置合わせするためにロボットに装着された光学エンドエフェクタ（例えば、レーザポインタ又は内視鏡）を用いる発明を提供するものである。患者の画像をRCMロボットに位置合わせすることにより、当該処置を実行するために計画したツール軌道の正確な位置及び方位（向き）が、自動的に正確に定まる。このことは、手術医が介入ツールをヒューマンエラーの最小限のリスクで正確且つ制御された態様で配置することを可能にする。

10

【課題を解決するための手段】

【0005】

本開示の発明の一形態は、患者内への計画された切開点を経るツール軌道を用いる低侵襲処置のためのロボット手術システムである。

【0006】

該ロボット手術システムは、光学エンドエフェクタ（例えば、レーザポインタ又は内視鏡）、及び自身の構造により定まる遠隔運動中心の回りで前記光学エンドエフェクタを回転させるRCMロボットを使用する。

【0007】

20

該ロボット手術システムは、更に、前記RCMロボットによる前記患者に付着された少なくとも1つのマーカに対する前記光学エンドエフェクタの光学的照準合わせを制御すると共に、前記RCMロボットによる前記患者のボリューム画像内に示される前記計画されたツール軌道への前記光学エンドエフェクタの軸合わせ（軸整列）を、前記RCMロボットによる前記患者に付着された前記位置合わせマーカに対する前記光学エンドエフェクタの光学的照準合わせから導出された前記患者のボリューム画像内に示される前記計画された切開点への前記遠隔運動中心の位置合わせに基づいて制御するロボットコントローラを使用する。

【0008】

本開示の発明の第2の形態は、計画された切開点を経る患者内への計画されたツール軌道を用いる低侵襲処置のためのロボット手術方法である。

30

【0009】

該ロボット手術方法は、RCMロボットが光学エンドエフェクタを前記患者に付着された少なくとも1つのマーカに対し光学的に照準合わせするステップ、及び位置合わせモジュールが前記RCMロボットによる前記患者に付着された前記マーカに対する前記光学エンドエフェクタの光学的照準合わせから、前記患者のボリューム画像内に示される前記計画された切開点への遠隔運動中心の位置合わせを導き出すステップを含む。

【0010】

前記遠隔運動中心は、前記RCMロボットの構造により定まる。

【0011】

40

当該ロボット手術方法は、更に、前記RCMロボットが前記患者のボリューム画像内に示される前記計画されたツール軌道に対して前記光学エンドエフェクタを、前記位置合わせモジュールによる前記患者のボリューム画像内に示される前記計画された切開点に対する前記遠隔運動中心の位置合わせに基づいて軸合わせするステップを含む。

【0012】

本開示の発明の目的に関し、これらに限られるものではないが、“計画されたツール軌道”、“計画された切開点”、“エンドエフェクタ”、“遠隔運動中心”、“ロボット”、“マーカ”及び“ボリューム画像”を含む当業用語は、本開示の当業技術において理解されるように、且つ、本明細書で例示的に記載されているように解釈されるべきである。

【0013】

50

更に詳細には、本開示の発明の目的に関し、“光学エンドエフェクタ”なる用語はロボットのエンドエフェクタ（末端効果器）として機能すると共に如何なる形の放射も放出及び／又は受光する光学的能力を有する如何なる装置も広く含み、“RCMロボット”なる用語は遠隔運動中心（遠隔動心）を定める構造的構成を有するロボットであって、これにより、該ロボット又はその一部が該ロボットから空間的に固定された点の回りで回転することができる如何なるロボットも広く含むものである。光学エンドエフェクタの例は、これらに限定されるものではないが、当業技術において知られており且つ本明細書に例示される如何なるタイプのレーザポイント及び内視鏡（endoscope）も含む一方、RCMロボットの例は、これらに限られるものではないが、当業技術において知られており且つ本明細書で例示される如何なるタイプの同心弧ロボットも含む。

10

【0014】

本開示の発明の目的に関し、“コントローラ”なる用語は、本明細書において後述される本開示の種々の発明原理のアプリケーションを制御するためのワークステーションに收容され又は接続される全ての構成の特定用途向けメインボード又は特定用途向け集積回路を広く含むものである。該コントローラの構成は、これらに限定されるものではないが、プロセッサ（又は複数のプロセッサ）、コンピュータ使用可能な／コンピュータ読取可能な記憶媒体、オペレーティングシステム、アプリケーションモジュール、周辺装置コントローラ、スロット及びポートを含むことができる。

【0015】

前記ワークステーションの例は、これらに限定されるものではないが、1以上のコンピュータ装置（例えば、クライアントコンピュータ、デスクトップ及びタブレット等）のアセンブリ、ディスプレイ／モニタ、及び1以上の入力装置（例えば、キーボード、ジョイスティック及びマウス等）を含む。

20

【0016】

本開示の発明の目的に関し、“アプリケーションモジュール”なる用語は、特定のアプリケーションを実行するための実行可能なプログラム（例えば、実行可能なソフトウェア及び／又はファームウェア）及び／又は電子回路からなる前記コントローラの構成要素を広く含むものである。

【0017】

本開示の発明の目的に関し、本明細書における“ロボット”コントローラ及び“撮像”コントローラ等の前記コントローラの記述的標記は、“コントローラ”なる用語に対する如何なる付加的な限定を指定又は意味することなく、本明細書に記載され及び請求項に記載される特定のコントローラを識別するものである。

30

【0018】

同様に、本開示の発明の目的に関し、本明細書における“サーボ制御”モジュール及び“位置合わせ制御”モジュール等のアプリケーションモジュールの記述的標記は、“アプリケーションモジュール”なる用語に対する如何なる付加的な限定も指定又は意味することなく、本明細書に記載され及び請求項に記載される特定のアプリケーションモジュールを識別するものである。

【0019】

本開示の上記形態及び他の形態並びに本開示の種々のフィーチャ及び利点は、添付図面に関連して精読される本開示の種々の実施態様の後述する詳細な説明から更に明らかになるであろう。該詳細な説明及び図面は、限定するというより本開示を解説するだけのものであり、本開示の範囲は添付請求項及びその均等物により定義されるものである。

40

【図面の簡単な説明】**【0020】**

【図1】図1は、本開示の発明的原理による低侵襲脳神経外科処置の第1の例示的实施態様を示す。

【図2】図2は、本開示の発明的原理によるロボット画像誘導方法の一例示的实施態様のフローチャートを示す。

50

【図 3 A - 3 D】図 3 A 乃至図 3 D は、本開示の発明的原理による位置合わせマーカの例示的实施態様を示す。

【図 4 A - 4 G】図 4 A 乃至図 4 G は、本開示の発明的原理による患者に対する R C M ロボットの例示的位置合わせを示す。

【図 5】図 5 は、本開示の発明的原理による低侵襲脳神経外科処置の第 2 の例示的实施態様を示す。

【図 6】図 6 は、本開示の発明的原理による低侵襲脳神経外科処置の第 3 の例示的实施態様を示す。

【図 7 A - 7 B】図 7 A 及び図 7 B は、本開示の発明的原理によるワークステーションの例示的实施態様を示す。

【発明を実施するための形態】

【0021】

本開示の理解を容易にするために、図 1 の以下の記載は、低侵襲脳神経外科処置の間における患者の画像に遠隔運動中心（“ R C M ”）を位置合わせするためにロボットに装着されたレーザポインタを使用する基本的な発明的原理を教示する。この記載から、当業者であれば、本開示の発明的原理を、何らかのタイプの低侵襲処置の間において患者の画像に R C M ロボットを位置合わせするために種々の光学エンドエフェクタ（末端効果器）にどの様に適用するかを理解するであろう。

【0022】

図 1 を参照すると、低侵襲生検の撮像フェーズは、撮像コントローラ 20、撮像手段 22（例えば、C T、M R I 又は U S 撮像手段）及び撮像コントローラ 20 と撮像手段 22 との間の通信経路 23（例えば、有線 / 無線接続）を使用する。一般的に、動作時において、当該低侵襲生検の撮像フェーズは、撮像コントローラ 20 が、当業技術において知られているように固定具 11 により固定された患者 10 の頭部に付着されたマーカ（黒点として印された）を示すボリューム画像の撮像手段 22 による発生の表示を制御することを伴う。撮像に際して、撮像コントローラ 20 は、更に、当業技術において知られているようにボリューム画像 21 内で患者 10 の頭部における切開点の位置（ボリューム画像 21 のマーカの間の円により印された）及び患者 10 の頭部内のターゲット病変に到達する目的の上記切開点を経るツール軌道（切開点に垂直なツール軌道を表すボリューム 21 のマーカ円内の X により印された）をユーザが計画することを制御する。

【0023】

依然として図 1 を参照すると、当該低侵襲生検の位置合わせフェーズは、ロボットプラットフォーム 30、同心弧ロボットの形態の R C M ロボット 40、レーザポインタの形態の光学エンドエフェクタ 50、ロボットコントローラ 60 a、並びにロボットコントローラ 60 a と同心弧（concentric arc）ロボット 40 との間及びロボットコントローラ 60 a とロボットプラットフォーム 30 の能動型実施態様との間の通信経路 63 a（例えば、有線 / 無線接続）を使用する。

【0024】

本開示の発明の目的の場合、“ロボットプラットフォーム”なる用語は、デカルト座標系内で本開示の R C M ロボットを運動させるように構造的に構成され、これにより該ロボットの遠隔運動中心をデカルト座標系内の所望の点に移動させることができる任意のプラットフォームを広く含むものである。

【0025】

図 1 の実施態様の場合、ロボットプラットフォーム 30 は、基部 31（動作空間内のベッドレール又は他の安定した位置に接続可能な）並びに基部 31 に対して静止的な又は基部 31 に対して平行移動可能、回動可能及び / 又は伸張可能な支柱 32 を使用する。ロボットプラットフォーム 30 は、更に、ロボット保持アーム 34 並びに該ロボット保持アーム 34 を支柱 32 に連結し、これにより該ロボット保持アーム 34 がデカルト座標系内で支柱 32 に対して平行移動可能、回動可能及び / 又は伸張可能となるようにするジョイント（継手）33 を使用する。

【 0 0 2 6 】

実際には、ロボットプラットフォーム 30 は、支柱 32 及び / 又はロボット保持アーム 34 の手動操作という点で受動的なものの、又は通信経路 63a を介して基部 31 及び / 又はロボット保持アーム 34 の平行移動、回動及び / 又は伸張を指令するようにロボットコントローラ 60a により制御される電動支柱 32 及び / 又は電動ジョイント 33 という点で能動的なものとすることができる。ロボットプラットフォーム 30 の受動的及び能動的な両実施態様に対して、支柱 32 及び / 又はジョイント 33 は、基部 31 に対する支柱 32 の姿勢及び / 又はデカルト座標系内でのロボット保持アーム 34 の姿勢を知らせるコード化信号を発生するためのエンコーダ (図示略) を含み、これにより、ロボットコントローラ 60a は支柱 32 及び / 又はロボット保持アーム 34 を追跡することができる。

10

【 0 0 2 7 】

同心弧ロボット 40 は、ピッチアクチュエータ 41 に機械的に連結されると共に、ヨーアクチュエータ 43 に機械的に連結され又は物理的に統合されたピッチ弧部 42 を使用する。同心弧ロボット 40 は、更に、ヨーアクチュエータ 43 に機械的に連結されると共に、エンドエフェクタホルダ 45 と機械的に連結され又は物理的に統合されたヨー弧部 44 を含む。

【 0 0 2 8 】

ピッチアクチュエータ 41 は、ピッチ軸 PA を囲む双方向矢印により示されるように、該ピッチアクチュエータ 41 のピッチ軸 PA の回りでピッチ弧部 42、ヨーアクチュエータ 43、ヨー弧部 44、エンドエフェクタホルダ 45 及びレーザポイント 50 を同時に回動 (旋回) させるべく該ピッチアクチュエータ 41 を選択的に駆動するために通信経路 63a を介してロボットコントローラ 60a により制御することが可能なエンコード型モータ (図示略) を含む。

20

【 0 0 2 9 】

ヨーアクチュエータ 43 は、ヨー軸 YA を囲む双方向矢印により示されるように、該ヨーアクチュエータ 43 のヨー軸 YA の回りでヨーアクチュエータ 43、ヨー弧部 44、エンドエフェクタホルダ 45 及びレーザポイント 50 を回動させるべく該ヨーアクチュエータ 43 を選択的に駆動するために通信経路 63a を介してロボットコントローラ 60a により制御することが可能なエンコード型モータ (図示略) を含む。

30

【 0 0 3 0 】

エンドエフェクタホルダ 45 は、レーザポイント 50 を保持し、これにより、該レーザポイント 50 により放出されるレーザビーム LB が該エンドエフェクタホルダ 45 の長軸に整列されるようにするよう既知の態様で構成されている。

【 0 0 3 1 】

当業技術で既知のように、ピッチアクチュエータ 41、ヨーアクチュエータ 43 及びエンドエフェクタホルダ 45 の相対方位は遠隔運動中心 RCM をピッチ軸 PA、ヨー軸 YA 及びエンドエフェクタ軸 (レーザビーム LB により示された) の交差として定める。ロボットプラットフォーム 30 の能動型実施態様により発生されるコード化信号に基づいて、ロボットコントローラ 60a は、患者 10 の頭部に対して遠隔運動中心 RCM を戦略的に位置決めするためにサーボモジュール 61a を既知のように実行する。ピッチアクチュエータ 41 及びヨーアクチュエータ 43 により発生されるコード化信号に基づいて、ロボットコントローラ 60a は、患者 10 の頭部に付着されたマーカに対してレーザポイント 50 を戦術的に向けるためにサーボモジュール 61a を既知のように実行する。

40

【 0 0 3 2 】

一般的に、動作時において、当該低侵襲生検の位置合わせフェーズは、ロボットコントローラ 60a が遠隔運動中心 RCM を患者 10 の頭部のボリューム画像 21 内の切開点の位置に位置合わせするために位置合わせモジュール 62a を実行することを伴い、これにより、レーザビーム LB は撮像フェーズの間に計画されたツール軌道 TT に整列される。位置合わせモジュール 62a の更に詳細な説明は、図 2 の記載により行う。

【 0 0 3 3 】

50

図 1 を依然として参照すると、当該低侵襲生検の生検フェーズは、エンドエフェクタホルダ 45 からのレーザポイント 50 の除去及び該エンドエフェクタホルダ 45 内へのツールガイド 70 の挿入を含む。前記位置合わせフェーズの間における計画したツール軌道へのレーザビーム LB の位置合わせされた整列に基づいて、生検ニードル 71 を、患者 10 の頭部内のターゲット病変に到達するようにツールガイド 70 により正確且つ制御された態様で配置することができる。

【 0034 】

位置合わせモジュール 62 a の更なる理解を容易にするために、以下は、図 1 に示された低侵襲生検の前後関係における図 2 に示される本開示の例示的口ロボット画像誘導方法の撮像フェーズ及び位置合わせフェーズの説明である。この説明から、当業者であれば、如何なる特定の低侵襲処置及び本開示の RCM ロボット及びロボットプラットフォームの如何なる構成に対しても適用可能な位置合わせモジュールを実施化するために、本開示の原理をどの様に適用するかを理解するであろう。

【 0035 】

図 2 は、本開示の例示的口ロボット画像誘導方法における手術医により実行される動作を表すフローチャート 80、及び本開示の例示的口ロボット画像誘導方法におけるコントローラにより実行される動作を表すフローチャート 100 を示す。

【 0036 】

図 1 及び図 2 を参照すると、図 1 の撮像フェーズの間において、フローチャート 80 のステージ S82 は手術医が既知のように患者 10 に放射線不透過性マーカを付着することを含み、フローチャート 80 のステージ S84 は、手術医が撮像コントローラ 20 と遣り取りし、これにより、撮像手段 22 がフローチャート 100 のステージ S102 の間に撮像コントローラ 20 により制御されて、患者 10 の頭部に付着された不透過性マーカを表すボリューム画像 21 を発生することを含む。実際には、これらマーカは同一の構造を有することができるか、又は各マーカがボリューム画像 21 内のマーカの個々の識別を容易にするために固有の形状を有することができる。

【 0037 】

例えば、図 3 A は星型形状を持つ放射線不透過性マーカ 130 を示し、図 3 B は十字形状を持つ放射線不透過性マーカ 131 を示し、図 3 C は菱形形状を持つ放射線不透過性マーカ 132 を示し、図 3 D は八角形状を持つ放射線不透過性マーカ 133 を示す。

【 0038 】

図 1 及び図 2 に戻ると、撮像ステージ S84 及び S102 に続いて、フローチャート 80 のステージ S86 は、手術医がフローチャート 100 のステージ S104 の間に撮像コントローラ 20 と遣り取りして、既知のようにボリューム画像 21 内の患者 10 の頭部内への切開点の位置を計画すると共に、既知のようにボリューム画像 21 内の患者 10 の頭部内の病変に到達するための上記切開点を経るツール軌道を計画する過程を含む。

【 0039 】

図 1 及び図 2 を依然として参照すると、図 1 の位置合わせフェーズの開始時において、フローチャート 80 のステージ S88 は、手術医が受動型ロボットプラットフォーム 30 を手動で操作するか又は能動型ロボットプラットフォーム 30 のためのサーボモジュール 61 a と遣り取りして、図 4 A に例示的に示されるように、遠隔運動中心 RCM を患者 10 の頭部から空間的に任意に配置する過程を含む。ロボットプラットフォーム 30 のコード化されていない受動型又は能動型実施態様（“URP”）の場合、位置合わせモジュール 62 a はロボットプラットフォーム 30 の上記手動又はサーボ制御についてコード化信号を介して通知されることはなく、フローチャート 100 のステージ S108 に進む。ロボットプラットフォーム 30 のコード化された受動型又は能動型実施態様（“ERP”）の場合、フローチャート 100 のステージ S104 は位置合わせモジュール 62 a がステージ S88 の間における患者 10 の頭部からの空間的な遠隔運動中心 RCM の任意の配置に関してコード化信号を介して通知される過程を含み、これにより、位置合わせモジュール 62 a はロボットプラットフォーム 30 の追跡を開始する。

【 0 0 4 0 】

ステージ S 8 8 の完了に続いて、フローチャート 8 0 のステージ S 9 0 は、手術医がサーボモジュール 6 1 a と遣り取りして、レーザポイント 5 0 のレーザビーム L B を各マーカ上に順次中心を合わせる過程を含み、これによれば、フローチャート 1 0 0 のステージ S 1 0 8 はサーボモジュール 6 1 a 又は位置合わせモジュール 6 2 a が各マーカ上でのレーザビーム L B の中心合わせに関してピッチアクチュエータ 4 1 及びヨーアクチュエータ 4 3 のコード化位置を記録する過程を含む。

【 0 0 4 1 】

例えば、図 4 B はレーザビーム L B を第 1 マーカ上に中心を合わせるためのヨーアクチュエータ 4 3 のサーボモジュール 6 1 a によるサーボ制御を示し、これによれば、サーボモジュール 6 1 a 又は位置合わせモジュール 6 2 a は第 1 マーカ上でのレーザビーム L B の中心合わせに対応してピッチアクチュエータ 4 1 及びヨーアクチュエータ 4 3 のコード化位置を記録する。

10

【 0 0 4 2 】

図 4 C は、レーザビーム L B を第 2 マーカ上に中心を合わせるためのピッチアクチュエータ 4 1 のサーボモジュール 6 1 a によるサーボ制御を示し、これによれば、サーボモジュール 6 1 a 又は位置合わせモジュール 6 2 a は第 2 マーカ上でのレーザビーム L B の中心合わせに対応してピッチアクチュエータ 4 1 及びヨーアクチュエータ 4 3 のコード化位置を記録する。

20

【 0 0 4 3 】

図 4 D は、レーザビーム L B を第 3 マーカ上に中心を合わせるためのピッチアクチュエータ 4 1 及びヨーアクチュエータ 4 3 のサーボモジュール 6 1 a によるサーボ制御を示し、これによれば、サーボモジュール 6 1 a 又は位置合わせモジュール 6 2 a は第 3 マーカ上でのレーザビーム L B の中心合わせに対応してピッチアクチュエータ 4 1 及びヨーアクチュエータ 4 3 のコード化位置を記録する。

【 0 0 4 4 】

そして、図 4 E は、レーザビーム L B を第 4 マーカ上に中心を合わせるためのピッチアクチュエータ 4 1 のサーボモジュール 6 1 a によるサーボ制御を示し、これによれば、サーボモジュール 6 1 a 又は位置合わせモジュール 6 2 a は第 4 マーカ上でのレーザビーム L B の中心合わせに対応してピッチアクチュエータ 4 1 及びヨーアクチュエータ 4 3 のコード化位置を記録する。

30

【 0 0 4 5 】

ステージ S 1 0 8 の完了に続いて、フローチャート 1 0 0 のステージ S 1 1 0 は、位置合わせモジュール 6 2 a がピッチアクチュエータ 4 1 及びヨーアクチュエータ 4 3 の記録されたコード化位置を既知のように処理して、同心弧ロボット 4 0 をボリューム画像 2 1 に示されたマーカ及び計画された切開位置に位置合わせする過程を含む。

【 0 0 4 6 】

ステージ S 1 1 0 の位置合わせに基づいて、ロボットプラットフォーム 3 0 のコード化されていない受動型又は能動型実施態様（“ U R P ”）の場合、フローチャート 1 0 0 のステージ S 1 1 2 は、図 4 F に記号的に黒点で例示的に示された計画された切開位置にレーザビーム L B の中心を合わせるために要する、ピッチアクチュエータ 4 1 及び / 又はヨーアクチュエータ 4 3 のサーボモジュール 6 1 a を介しての自動サーボ制御を含む。

40

【 0 0 4 7 】

ステージ S 1 1 0 の完了に続いて、フローチャート 8 0 のステージ S 9 2 は手術医がステージ S 1 1 2 の間にレーザビーム L B により示された患者の頭部の切開位置をマークする過程を含み、フローチャート 8 0 のステージ S 9 4 は手術医が受動型ロボットプラットフォーム 3 0 を手動で操作するか又は能動型ロボットプラットフォーム 3 0 のためのサーボモジュール 6 1 a と遣り取りして、図 4 G に例示的に示されるようにフローチャート 1 0 0 のステージ S 1 1 4 の間に遠隔運動中心 R C M を上記切開マーカに合わせる過程を含む。位置合わせモジュール 6 2 a は、当該位置合わせのグラフィック的及び / 又はテキス

50

トの確認情報を提供する。

【 0 0 4 8 】

ステージ S 9 4 及び S 1 1 4 の完了に続いて、フローチャート 8 0 のステージ S 9 6 は、手術医がサーボモジュール 6 1 a と遣り取りして、切開マーカを含む各マーカ上にレーザポインタ 5 0 のレーザビーム L B を順次中心合わせする過程を含み、これによれば、フローチャート 1 0 0 のステージ S 1 1 4 はサーボモジュール 6 1 a 又は位置合わせモジュール 6 2 a が各マーカ上でのレーザビーム L B の中心合わせに関してピッチアクチュエータ 4 1 及びヨーアクチュエータ 4 3 のコード化位置を記録する過程を含む。図 4 B ~ 図 4 E は、患者 1 0 の頭部から隔てられるものとは異なるが、遠隔運動中心が切開マーカに合わされるステージ S 1 1 4 の例示である。

10

【 0 0 4 9 】

各マーカ上でのレーザビーム L B の中心合わせに続いて、フローチャート 1 0 0 のステージ S 1 1 8 は、位置合わせモジュール 6 2 a がピッチアクチュエータ 4 1 及びヨーアクチュエータ 4 3 の記録されたコード化位置を既知のように処理して、遠隔運動中心 R C M をボリューム画像 2 1 に示される切開マーカに位置合わせする過程を含む。ステージ S 1 1 8 の位置合わせに基づいて、フローチャート 1 0 0 のステージ S 1 2 0 は、図 1 に示された計画されたツール軌道 T T にレーザビーム L B を軸整列（軸合わせ）させるために要する、ピッチアクチュエータ 4 1 及び / 又はヨーアクチュエータ 4 3 のサーボモジュール 6 1 a を介しての自動サーボ制御を含む。

【 0 0 5 0 】

20

ステージ S 1 1 0 の位置合わせに基づいて、ロボットプラットフォーム 3 0 のコード化された受動型実施態様（“ E P R P ”）の場合、フローチャート 8 0 のステージ S 9 2 は、ここでも、手術医がステージ S 1 1 2 の間にレーザビーム L B により指示されるように患者の頭部上の切開位置をマークする過程を含み、フローチャート 8 0 のステージ S 9 4 は、ここでも、手術医が受動型ロボットプラットフォーム 3 0 を手動で操作して、図 4 G に例示的に示されるようにフローチャート 1 0 0 のステージ S 1 1 4 の間に遠隔運動中心を上記切開マーカに合わせる過程を含む。位置合わせモジュール 6 2 a は、当該位置合わせのグラフィック的及び / 又はテキストの確認情報を提供する。

【 0 0 5 1 】

ステージ S 1 0 6 のコード化追跡によれば、ステージ S 1 1 6 及び S 1 1 8 による切開マーカに対する遠隔運動中心の位置合わせは、ステージ S 1 1 0 の間にボリューム画像に示される切開点に対する遠隔運動中心 R C M の値合わせに鑑みて、省略される。このように、ステージ S 1 1 4 の確認情報を手術医が承認すると、サーボモジュール 6 1 a は、図 1 に示されるように計画されたツール軌道 T T にレーザビーム L B を軸整列させるために要するピッチアクチュエータ 4 1 及び / 又はヨーアクチュエータ 4 3 のサーボモジュール 6 1 a を介しての自動サーボ制御のためにステージ S 1 1 4 からステージ S 1 2 0 に進む。

30

【 0 0 5 2 】

ステージ S 1 0 6 のコード化追跡及びステージ S 1 1 0 の位置合わせに基づいて、ロボットプラットフォーム 3 0 のコード化された能動型実施態様（“ E A R P ”）の場合、ステージ S 1 1 4 による R C M 位置合わせ並びにステージ S 1 1 6 及び S 1 1 8 による切開マーカに対する遠隔運動中心 R C M の位置合わせは、ステージ S 1 1 0 の間においてボリューム画像内に示される切開点に対する遠隔運動中心 R C M の位置合わせに鑑みて省略される。このように、ステージ S 1 0 6 のプラットフォーム追跡及びステージ S 1 1 0 の位置合わせに基づいて、サーボモジュール 6 1 a は、図 1 に示されるように計画されたツール軌道 T T にレーザビーム L B を軸整列させるために要するピッチアクチュエータ 4 1 及び / 又はヨーアクチュエータ 4 3 のサーボモジュール 6 1 a を介しての自動サーボ制御のためにステージ S 1 1 0 からステージ S 1 2 0 に進む。

40

【 0 0 5 3 】

図 1 及び図 2 を依然として参照すると、フローチャート 8 0 及び 1 0 0 が完了した場合

50

、当業者であれば、図 1 の生検フェーズを最小限のヒューマンエラーで正確且つ制御された態様で実行することができることが分かるであろう。

【 0 0 5 4 】

図 1 を参照すると、実際には、前記位置合わせフェーズは、更に自動化することができ及び / 又は種々の異なる光学エンドエフェクタを利用することができる。

【 0 0 5 5 】

例えば、図 5 は、カメラ 1 4 0 を患者 1 0 の頭部に付着されたマーカ及びレーザポインタ 5 0 を視野内に置くような態様で動作空間内に組み込んだ（例えば、ロボットプラットフォーム 3 0 又は同心弧ロボット 4 0 に取り付けられた）本開示の例示的位置合わせフェーズを示す。サーボモジュール 6 1 b は、通信経路 6 3 b を介してカメラ 1 4 0 のコントローラと通信し、前述したようにマーカ上にレーザポインタ 5 0 のレーザビーム L B の中心を合わせる際にロボット 3 0 のサーボ制御を自動的に実行するように構成される。このような制御は、図 2 に示されたステージ S 1 0 8 及びステージ S 1 1 8（当てはまるなら）の間において手術医がサーボモジュール 6 1 b と遣り取りをする如何なる必要性も取り除く。

【 0 0 5 6 】

また、例示として、図 6 はレーザポインタ 5 0 の代わりに内視鏡 5 1 を利用した本開示の例示的位置合わせフェーズを示す。この実施態様のために、サーボモジュール 6 1 c は、図 2 に示したようなステージ S 1 0 8 及びステージ S 1 1 8（当てはまる場合）の間における該内視鏡 5 1 の視野内での各マーカの中心合わせを含む自動的サーボ制御を実行するように構成される。更に詳細には、図 3 A ~ 図 3 D に各々示されるマーカ 1 3 0 ~ 1 3 3 に対し、サーボモジュール 6 1 c は、図 2 に示されるようなステージ S 1 0 8 及びステージ S 1 1 8（当てはまるなら）の間において内視鏡 5 1 の視野内でのマーカ 1 3 0 ~ 1 3 3 の順次の中心合わせにおいて自動的サーボ制御を実行する。

【 0 0 5 7 】

実際のところ、図 1 の各コントローラは、単一のワークステーション内に設置し、又は複数のワークステーションにまたがって分散させることができる。

【 0 0 5 8 】

例えば、図 7 A は、C T、M R I 又は U S 撮像のために設置された本開示の撮像コントローラ（例えば、撮像コントローラ 2 0）を有する撮像ワークステーション 1 5 0、並びに本開示のサーボモジュール及び位置合わせモジュールを実行するために設置された本開示のロボットコントローラ（例えば、ロボットコントローラ 6 0）を有する手術ロボットワークステーション 1 5 1 を示している。

【 0 0 5 9 】

更なる例示として、図 7 B は、C T、M R I 又は U S 撮像のために設置された本開示の撮像コントローラ（例えば、撮像コントローラ 2 0）を有すると共に、本開示のサーボモジュール及び位置合わせモジュールを実行するために設置された本開示のロボットコントローラ（例えば、ロボットコントローラ 6 0）を有するワークステーション 1 5 2 を示している。ワークステーション 1 5 2 の場合、各コントローラは物理的 / 論理的に分離し又は統合することができる。

【 0 0 6 0 】

また、実際のところ、本開示の位置合わせモジュールは、本開示のロボットコントローラと通信する本開示の撮像コントローラのアプリケーションとすることができる。

【 0 0 6 1 】

図 1 ~ 図 7 を参照した場合、当業者であれば、介入ツールを最小限のヒューマンエラーのリスクで正確且つ制御された態様で配置するための患者に対する遠隔運動中心ロボットの新規で固有な光学的位置合わせ（これに限るものではない）を含む、本開示の多数の利点を理解するであろう。

【 0 0 6 2 】

更に、当業者であれば本明細書でなされる教示に鑑み理解するように、本開示 / 明細書

10

20

30

40

50

に記載され及び／又は図１～図７に示されたフィーチャ、エレメント、構成部品等は、電子部品／回路、ハードウェア、実行可能なソフトウェア及び実行可能なファームウェアの種々の組み合わせで実施化することができると共に、単一のエレメント又は複数のエレメント内で組み合わせることができる機能を提供することができる。例えば、図１～図７に示され／図示され／描かれた種々のフィーチャ、エレメント、構成部品等の機能は、専用のハードウェア及び適切なソフトウェアとの関連でソフトウェアを実行することができるハードウェアの使用により提供することができる。プロセッサにより提供される場合、これら機能は単一の専用プロセッサにより、単一の共有プロセッサにより又は複数の個別のプロセッサにより提供され得るものであり、これらの幾つかは共有及び／又は多重化され得る。更に、“プロセッサ”なる用語の明示的な使用は、ソフトウェアを実行することができるハードウェアを専ら指すとみなされるべきではなく、限定無しで、デジタル信号プロセッサ（“DSP”）ハードウェア、メモリ（例えば、ソフトウェアを記憶するための読取専用メモリ（“ROM”）、ランダムアクセスメモリ（“RAM”）、不揮発性記憶部等）、並びに処理を実行及び／又は制御することができる（及び／又は処理を実行及び／又は制御するように構成することができる）実質的に任意の手段及び／又はマシン（ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、回路、これらの組み合わせ等を含む）を暗黙的に含むことができる。

10

【００６３】

更に、本発明の原理、態様及び実施態様並びにこれらの特定の例を引用する全ての記述は、これらの構造的等価物及び機能的等価物の両方を含むものである。更に、このような均等物は現在知られている均等物及び将来開発される均等物（例えば、構造とは無関係に、同一又は実質的に同様の機能を果たし得る、開発された何らかのエレメント）の両方を含むものである。このように、例えば、当業者であれば本明細書でなされる教示に鑑みて、本明細書で提示される如何なるブロック図も、本発明の原理を具現化する解說的システム部品及び／又は回路の思想的見方を表すことができることが分かるであろう。同様に、当業者であれば本明細書でなされる教示に鑑み、如何なるフローチャート及び流れ図等も、コンピュータ読取可能な記憶媒体内で実質的に表すことができ、従ってコンピュータ、プロセッサ又は処理能力を備える他の装置により実行され得る（このようなコンピュータ又はプロセッサが明示的に示されているか否かによらず）種々の処理を表すことができると理解すべきである。

20

30

【００６４】

更に、本開示の例示的实施態様は、例えばコンピュータ若しくは何らかの命令実行システムにより又は関連して使用するためのプログラムコード及び／又は命令を供給するコンピュータ使用可能な及び／又はコンピュータ読取可能な記憶媒体からアクセスすることができるコンピュータプログラム製品又はアプリケーションモジュールの形態をとることができる。本開示によれば、コンピュータ使用可能な又はコンピュータ読取可能な記憶媒体は、例えば命令実行システム、装置若しくはデバイスにより又は関連して使用するために当該プログラムを含み、記憶し、通知し、伝搬し又は伝送することができる任意の装置とすることができる。このような例示的媒体は、例えば、電子、磁気、光学、電磁、赤外若しくは半導体システム又は伝搬媒体とすることができる。コンピュータ読取可能な媒体の例は、例えば、半導体又は固体メモリ、磁気テープ、取り外し可能なコンピュータディスク、ランダムアクセスメモリ（RAM）、読取専用メモリ（ROM）、フラッシュ（ドライブ）、剛性磁気ディスク及び光ディスクを含む。光ディスクの現在の例は、コンパクトディスク-読取専用メモリ（CD-ROM）、コンパクトディスク-読取／書込（CD-RW）及びDVDを含む。更に、今後開発され得る如何なる新たなコンピュータ読取可能な媒体も、本開示の例示的实施態様により使用され又は参照することができるコンピュータ読取可能な媒体と見なされるべきであると理解されたい。

40

【００６５】

患者に対する遠隔運動中心ロボットの新規且つ発明的な光学位置合わせの好ましい及び例示的实施態様（解說的であることを意図し、限定するものではない）を説明したので、当

50

業者によれば、図１～図７を含む本明細書に提示された教示に照らして種々の修正及び変更を行うことができることに注意されたい。従って、本開示の好ましい及び例示的实施態様に対し、ここに開示された実施態様の範囲内である変更を行うことができると理解されるべきである。

【００６６】

更に、当該装置を組み込む及び／又は実施化する対応する及び／又は関連するシステム、又は本開示による装置で使用／実施化することができるような装置も、考えることができ、本開示の範囲内に入ると見なされることが想定される。更に、本開示による装置及び／又はシステムを製造及び／又は使用する対応する及び／又は関連する方法も、考えることができ、本開示の範囲内に入ると見なされる。

10

【図１】

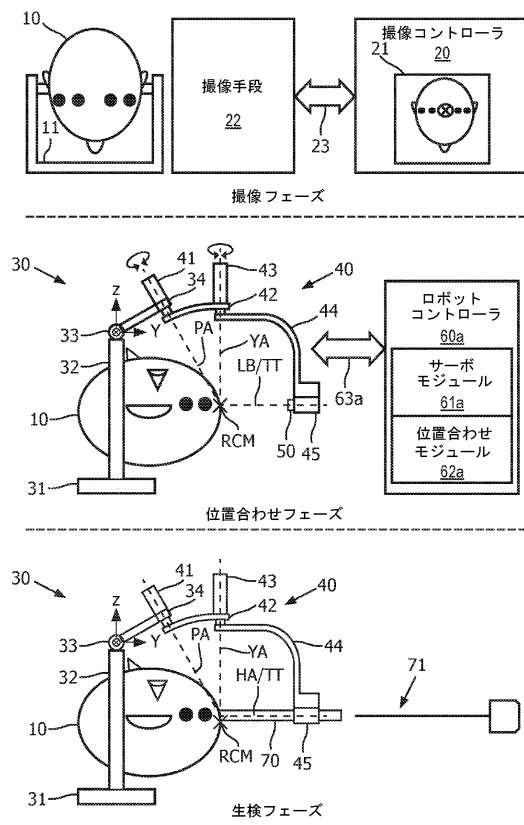


図 1

【図２】

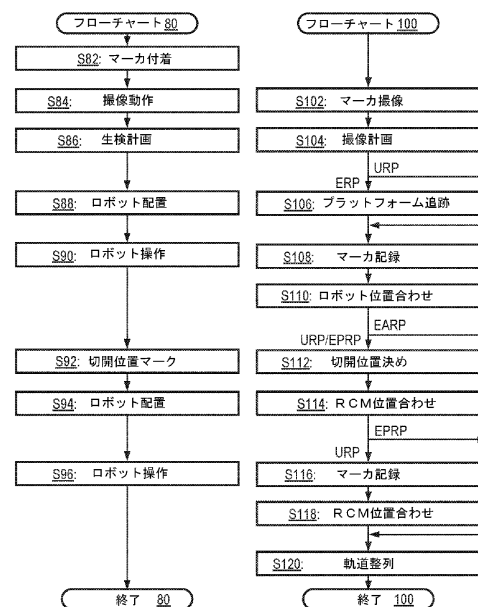


図 2

【図 3 A】



FIG. 3A

【図 3 C】

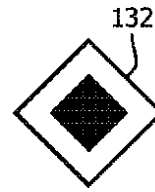


FIG. 3C

【図 3 B】

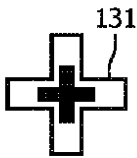


FIG. 3B

【図 3 D】

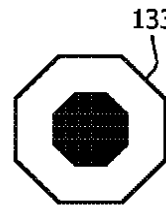


FIG. 3D

【図 4 A】

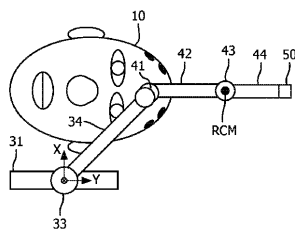


FIG. 4A

【図 4 C】

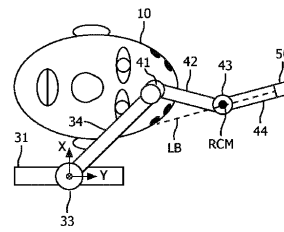


FIG. 4C

【図 4 B】

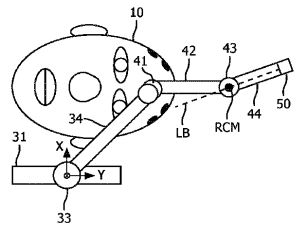


FIG. 4B

【図 4 D】

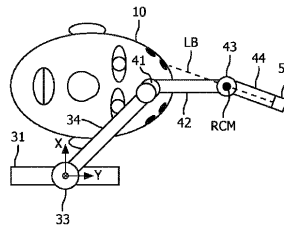


FIG. 4D

【図 4 E】

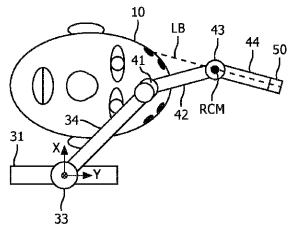


FIG. 4E

【図 4 F】

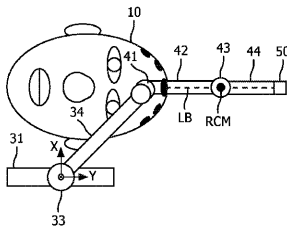


FIG. 4F

【図 4 G】

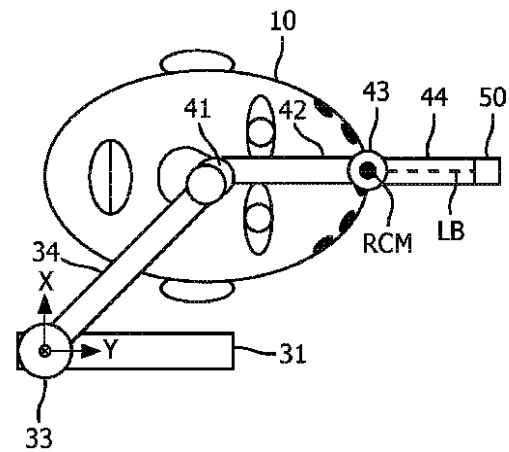
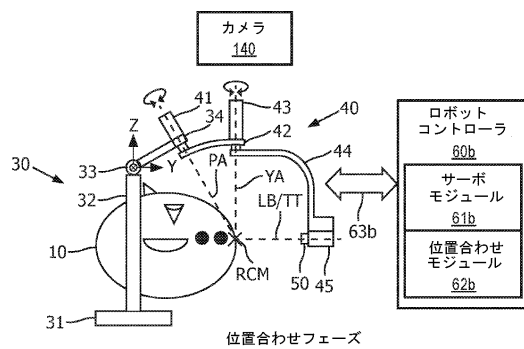


FIG. 4G

【図 5】



位置合わせフェーズ

図 5

【図 7 A】

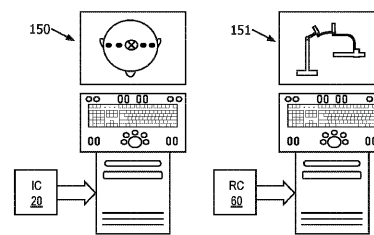
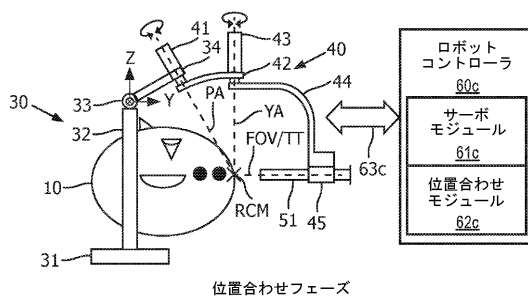


FIG. 7A

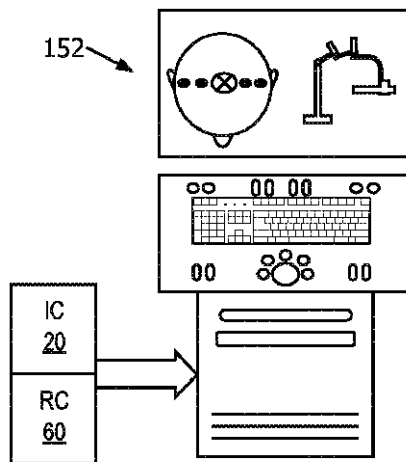
【図 6】



位置合わせフェーズ

図 6

【 図 7 B 】



フロントページの続き

(72)発明者 ポボヴィッチ アレクサンドラ
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス ビルディング
5

審査官 高松 大

(56)参考文献 米国特許出願公開第2008/0200876(US,A1)
米国特許出願公開第2008/0194945(US,A1)
特表2015-524309(JP,A)
米国特許出願公開第2013/0123798(US,A1)
実開平03-111346(JP,U)
特開2015-163196(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A 6 1 B 3 4 / 3 0
A 6 1 B 3 4 / 2 0
B 2 5 J 1 3 / 0 8