

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5571432号
(P5571432)

(45) 発行日 平成26年8月13日 (2014. 8. 13)

(24) 登録日 平成26年7月4日 (2014. 7. 4)

(51) Int. Cl.

F 1

A 6 1 B 19/00 (2006. 01)

A 6 1 B 19/00 5 0 2

B 2 5 J 19/06 (2006. 01)

B 2 5 J 19/06

B 2 5 J 9/06 (2006. 01)

B 2 5 J 9/06 E

請求項の数 7 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2010-77868 (P2010-77868)
 (22) 出願日 平成22年3月30日 (2010. 3. 30)
 (65) 公開番号 特開2011-206312 (P2011-206312A)
 (43) 公開日 平成23年10月20日 (2011. 10. 20)
 審査請求日 平成24年11月6日 (2012. 11. 6)

(73) 特許権者 500023831
 カール シュトルツ ゲゼルシャフト ミ
 ット ベシュレンクテル ハフツング ウ
 ント コンパニー コマンディートゲゼル
 シャフト
 ドイツ連邦共和国 デー・7 8 5 3 2 ツ
 ッツリンゲン ミッテルシュトラッセ 8
 (74) 代理人 100077665
 弁理士 千葉 剛宏
 (72) 発明者 神野 誠
 静岡県富士宮市舞々木町 1 5 0 番地 テル
 モ株式会社内

審査官 佐藤 智弥

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 医療用ロボットシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

鉗子用アームに設けられた鉗子マニピュレータと、カメラ用アームに設けられた内視鏡とを、共通の挿入具から体内へと挿入して腹腔鏡下手術を行うための医療用ロボットシステムであって、

少なくとも前記鉗子マニピュレータ及び前記鉗子用アームを操作可能な操作部と、

前記操作部への入力に基づき、前記鉗子マニピュレータ及び前記鉗子用アームの動作を制御する鉗子動作制御部と、

前記内視鏡及び前記カメラ用アームの動作を制御する内視鏡動作制御部と、

前記内視鏡動作制御部が前記内視鏡の視点を保持した状態で前記カメラ用アームの前記鉗子用アームに対する干渉回避動作を制御するための軌道を算出する干渉回避動作制御部と、

を備え、

前記干渉回避動作制御部は、

前記カメラ用アームの干渉回避位置を算出する干渉回避位置算出部と、

前記干渉回避位置での前記カメラ用アームの占有領域を算出するカメラ用アーム予想占有領域算出部と、

前記カメラ用アーム予想占有領域算出部で算出された占有領域に基づき、前記カメラ用アームを移動させた際の前記鉗子用アームとの干渉を判定する干渉回避可否判定部と、

前記干渉回避可否判定部で干渉回避可能と判定された場合に、前記カメラ用アームの干

10

20

渉回避動作の軌道を算出する干渉回避軌道算出部と、を備え、

前記内視鏡動作制御部は、前記干渉回避軌道算出部が算出した軌道に基づき前記干渉回避動作を実行することを特徴とする医療用ロボットシステム。

【請求項 2】

請求項 1 記載の医療用ロボットシステムにおいて、

前記鉗子動作制御部には、前記鉗子用アームの占有領域を算出する鉗子用アーム占有領域算出部が設けられ、

前記内視鏡動作制御部には、前記カメラ用アームの占有領域を算出するカメラ用アーム占有領域算出部が設けられ、

さらに、前記鉗子用アーム占有領域算出部及び前記カメラ用アーム占有領域算出部による前記各占有領域の算出結果に基づき、前記鉗子用アームと前記カメラ用アームによる干渉の可能性を判定する干渉可能性判定部を備え、

前記干渉回避動作制御部は、前記干渉可能性判定部で干渉の可能性があると判定された際に、前記干渉回避位置算出部、前記カメラ用アーム予想占有領域算出部、前記干渉回避可否判定部、前記干渉回避軌道算出部を動作させて前記カメラ用アームの干渉回避動作の軌道を算出することを特徴とする医療用ロボットシステム。

【請求項 3】

請求項 2 記載の医療用ロボットシステムにおいて、

前記干渉可能性判定部は、前記鉗子用アームと前記カメラ用アームによる干渉の可能性の判定を、前記鉗子用アーム及び前記カメラ用アームに設けられるアーム部材のうち、前記挿入具と同軸上に設けられる前記アーム部材の上端部同士での干渉の可能性によって判定することを特徴とする医療用ロボットシステム。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 記載の医療用ロボットシステムにおいて、

前記カメラ用アームは、冗長自由度を有する多軸関節機構を有することを特徴とする医療用ロボットシステム。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の医療用ロボットシステムにおいて、

前記内視鏡は、前記挿入具を挿通して体内側に配置される部位に姿勢変更軸を有することを特徴とする医療用ロボットシステム。

【請求項 6】

請求項 5 記載の医療用ロボットシステムにおいて、

前記内視鏡動作制御部は、前記カメラ用アームの干渉回避動作を実行する際に、患者の臓器に設定した臓器座標系、又は前記臓器からオフセットして設定したオフセット座標系を基準として、前記姿勢変更軸を駆動制御することで、前記干渉回避動作中での前記内視鏡の視点保持を行うことを特徴とする医療用ロボットシステム。

【請求項 7】

請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の医療用ロボットシステムにおいて、

前記内視鏡の視点保持の可否を選択する視点固定スイッチを備え、

前記内視鏡動作制御部は、前記視点固定スイッチにより前記内視鏡の視点を保持することが選択されている場合にのみ、前記鉗子用アームに対する前記カメラ用アームの干渉回避動作時に、前記内視鏡の視点を保持する制御を行うことを特徴とする医療用ロボットシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、鉗子用アームに設けられた鉗子マニピュレータと、カメラ用アームに設けられた内視鏡とを、共通のトロッカーから体内へと挿入して腹腔鏡下手術を行うための医療用ロボットシステムに関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

腹腔鏡下手術（内視鏡下外科手術）においては、患者の腹部等に小さな孔をいくつかあけて内視鏡（例えば、硬性鏡）、マニピュレータ（又は鉗子）等を挿入し、術者が内視鏡の映像をモニターで見ながら手術を行っている。このような腹腔鏡下手術は、開腹を必要としないため患者への負担が少なく、術後の回復や退院までの日数が大幅に低減されることから、適用分野の拡大が期待されている。

【 0 0 0 3 】

マニピュレータシステムは、例えば特許文献 1 に記載されているように、マニピュレータと、該マニピュレータを制御する制御装置とから構成される。マニピュレータは、人手によって操作される操作部と、操作部に対して交換自在に着脱される作業部とから構成される。作業部は長いシャフトと、該シャフトの先端に設けられた先端動作部（エンドエフェクタとも呼ばれる。）とを有し、ワイヤによって先端の作業部を駆動するモータが操作部に設けられている。ワイヤは基端側でプーリに巻き掛けられている。制御装置は、操作部に設けられたモータを駆動して、プーリを介してワイヤを循環駆動する。

10

【 0 0 0 4 】

一方、医療用マニピュレータ（鉗子マニピュレータ）をロボットアームにより駆動する医療用ロボットシステムが提案されている（例えば、特許文献 2 参照）。このような医療用ロボットシステムでは、マスターアームによる遠隔操作が可能であると共に、プログラム制御により様々な動作が可能となる。医療用ロボットシステムでは、複数のロボットアームが設けられており、手技に応じてこれらのロボットアームを使い分けることができる。例えば、ロボットアームのうち 2 台にはマニピュレータが設けられ、ロボットアームのうち 1 台には内視鏡が設けられ、体腔内を所定のモニターで確認しながら、該ロボットアームから離間して配置されたコンソール上の操作部を介して手技を行うことができる。

20

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 3 - 6 1 9 6 9 号公報

【 特許文献 3 】 米国特許第 6 3 3 1 1 8 1 号明細書

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

30

【 0 0 0 6 】

上記のような医療用ロボットシステムにおいて、例えば、トロッカー（トラカール）と呼ばれる管状の挿入具を介して、マニピュレータや内視鏡を体腔内へと挿入した状態で手技が行われる。この際、患者への侵襲の低減のため、1つのトロッカーから複数の器具、例えば、2本のマニピュレータと、1本の内視鏡の合計3本を同時に挿入する方法、いわゆるシングルポートアクセスを行うことがある。

【 0 0 0 7 】

このシングルポートアクセスでは、1つのトロッカーに対して複数の器具が集中するため、特に、トロッカーの体外側で動作する各器具を移動させるロボットアーム同士が干渉すると、マニピュレータの先端動作部や内視鏡を所望の位置及び姿勢に動作させることが難しくなる。すなわち、例えば、1つのマニピュレータの先端動作部が所望の姿勢をとった際、この姿勢に対応してロボットアームも動作するが、この際、該ロボットアームが、例えば内視鏡を動作する他のロボットアームに干渉する可能性がある。

40

【 0 0 0 8 】

そこで、内視鏡を動作するロボットアームをマニピュレータを動作するロボットアームの移動に応じて回避させることも考えられるが、単純に、回避動作のみを行わせた場合には、内視鏡による視点が複雑に変化し、操作する医師が手技を円滑に進めることが難しくなり、場合によっては医師が患部を見失う可能性もある。

【 0 0 0 9 】

本発明は、上記従来課題を考慮してなされたものであり、使用者の視野を適切に確保

50

しつつ、各器具を移動するアーム同士の干渉を回避することができる医療用ロボットシステムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明に係る医療用ロボットシステムは、鉗子用アームに設けられた鉗子マニピュレータと、カメラ用アームに設けられた内視鏡とを、共通の挿入具から体内へと挿入して腹腔鏡下手術を行うための医療用ロボットシステムであって、少なくとも前記鉗子マニピュレータ及び前記鉗子用アームを操作可能な操作部と、前記操作部への入力に基づき、前記鉗子マニピュレータ及び前記鉗子用アームの動作を制御する鉗子動作制御部と、前記内視鏡及び前記カメラ用アームの動作を制御する内視鏡動作制御部と、前記内視鏡動作制御部が前記内視鏡の視点を保持した状態で前記カメラ用アームの前記鉗子用アームに対する干渉回避動作を制御するための軌道を算出する干渉回避動作制御部と、を備え、前記干渉回避動作制御部は、前記カメラ用アームの干渉回避位置を算出する干渉回避位置算出部と、前記干渉回避位置での前記カメラ用アームの占有領域を算出するカメラ用アーム予想占有領域算出部と、前記カメラ用アーム予想占有領域算出部で算出された占有領域に基づき、前記カメラ用アームを移動させた際の前記鉗子用アームとの干渉を判定する干渉回避可否判定部と、前記干渉回避可否判定部で干渉回避可能と判定された場合に、前記カメラ用アームの干渉回避動作の軌道を算出する干渉回避軌道算出部と、を備え、前記内視鏡動作制御部は、前記干渉回避軌道算出部が算出した軌道に基づき前記干渉回避動作を実行することを特徴とする。

【0011】

このような構成によれば、医療用ロボットシステムにおいて、内視鏡の視点を保持した状態でカメラ用アームの鉗子用アームに対する干渉回避動作を制御する干渉回避動作制御部を備えたことにより、内視鏡の視点を保持したままカメラ用アームと鉗子用アームの干渉を回避することができる。このため、共通の挿入具から鉗子マニピュレータと内視鏡とを体内へと挿入して腹腔鏡下手術を行う手技であっても、使用者（医師）の視野を適切に確保したまま、アームの干渉回避動作を実行することができる。

【0012】

この場合、前記鉗子動作制御部には、前記鉗子用アームの占有領域を算出する鉗子用アーム占有領域算出部が設けられ、前記内視鏡動作制御部には、前記カメラ用アームの占有領域を算出するカメラ用アーム占有領域算出部が設けられ、さらに、前記鉗子用アーム占有領域算出部及び前記カメラ用アーム占有領域算出部による前記各占有領域の算出結果に基づき、前記鉗子用アームと前記カメラ用アームによる干渉の可能性を判定する干渉可能性判定部を備え、前記干渉回避動作制御部は、前記干渉可能性判定部で干渉の可能性があると判定された際に、前記干渉回避位置算出部、前記カメラ用アーム予想占有領域算出部、前記干渉回避可否判定部、前記干渉回避軌道算出部を動作させて前記カメラ用アームの干渉回避動作の軌道を算出するように構成してもよい。これにより、手術中に、干渉可能性判定部によって随時干渉可能性を判定するため、干渉可能性がある場合には適切に干渉回避動作を実行することができる。

【0013】

前記干渉可能性判定部は、前記鉗子用アームと前記カメラ用アームによる干渉の可能性の判定を、前記鉗子用アーム及び前記カメラ用アームに設けられるアーム部材のうち、前記挿入具と同軸上に設けられる前記アーム部材の上端部同士での干渉の可能性によって判定するように構成してもよい。すなわち、挿入具と同軸上に設けられるアーム部材の上端部は、ロボットアームの構造上、アーム同士の干渉の可能性の高いと考えられることから、該上端部同士での干渉の可能性を判定するようにすると、前記干渉可能性判定部での処理負担を軽減することができる。

【0014】

前記カメラ用アームは、冗長自由度を有する多軸関節機構を有してもよい。そうすると、この冗長自由度を利用して、体腔に配置される内視鏡の姿勢をほとんど変更することな

10

20

30

40

50

くカメラアームの干渉回避動作を行うことができるため、該干渉回避動作時の視点の変化を一層確実に防止することができる。

【 0 0 1 5 】

また、前記内視鏡は、前記挿入具を挿通して体内側に配置される部位に姿勢変更軸を有すると、干渉回避動作時の視点の保持等を一層容易に実行可能となり、特に、冗長自由度を持たないカメラ用アームを用いた構成であっても、該姿勢変更軸を適宜駆動制御することで、視点変更のない干渉回避動作を行うことが可能となる。

【 0 0 1 6 】

この場合、前記内視鏡動作制御部は、前記カメラ用アームの干渉回避動作を実行する際に、患者の臓器に設定した臓器座標系、又は前記臓器からオフセットして設定したオフセット座標系を基準として、前記姿勢変更軸を駆動制御することで、前記干渉回避動作中での前記内視鏡の視点保持を行うように構成してもよい。

10

【 0 0 1 7 】

前記内視鏡の視点保持の可否を選択する視点固定スイッチを備え、前記内視鏡動作制御部は、前記視点固定スイッチにより前記内視鏡の視点を保持することが選択されている場合にのみ、前記鉗子用アームに対する前記カメラ用アームの干渉回避動作時に、前記内視鏡の視点を保持する制御を行うように構成してよい。これにより、例えば内視鏡及びカメラ用アームの操作を鉗子マニピュレータの操作スタッフ以外のものを行う場合等で、自動的な干渉回避動作が不要な場合等にも柔軟に対応することが可能となる。

【 発明の効果 】

20

【 0 0 1 8 】

本発明によれば、医療用ロボットシステムにおいて、内視鏡の視点を保持した状態でカメラ用アームの鉗子用アームに対する干渉回避動作を制御する干渉回避動作制御部を備えたことにより、内視鏡の視点を保持したままカメラ用アームと鉗子用アームの干渉を回避することができる。このため、共通の挿入具から鉗子マニピュレータと内視鏡とを体内へと挿入して腹腔鏡下手術を行う手技であっても、使用者の視野を適切に確保したまま、アームの干渉回避動作を実行することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 9 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態に係る医療用ロボットシステムの全体構成図である。

30

【 図 2 】 鉗子マニピュレータの一部省略断面平面図である。

【 図 3 】 鉗子マニピュレータの先端動作部の構造を説明するための斜視図である。

【 図 4 】 内視鏡の姿勢駆動機構を説明するための斜視図である。

【 図 5 】 変形例に係る内視鏡の姿勢駆動機構を説明するための斜視図である。

【 図 6 】 カメラアームの各駆動軸及びその先端に設けられる内視鏡の各姿勢軸の構造を模式的に示す説明図である。

【 図 7 】 コンソールに設けられる操作部の正面図である。

【 図 8 】 シングルポートアクセスによる手術での鉗子アーム及びカメラアームの状態を説明するための模式図である。

【 図 9 】 図 9 A は、シングルポートアクセスによる手術での鉗子アームとカメラアームの干渉状態を説明するための模式図であり、図 9 B は、シングルポートアクセスによる手術でのカメラアームの干渉回避動作を説明するための模式図である。

40

【 図 10 】 コンソールが有する機能のブロック説明図である。

【 図 11 】 図 11 A は、カメラアームの鉗子アームに対する干渉回避に関する動作フローを示すフローチャートであり、図 11 B は、カメラアーム干渉回避動作算出ステップの具体的な実行ステップを示すフローチャートである。

【 図 12 】 図 6 に示すカメラアームでの干渉回避動作を示す説明図である。

【 図 13 】 変形例に係るカメラアームの各駆動軸及びその先端に設けられる内視鏡の各姿勢軸の構造と、その干渉回避動作を模式的に示す説明図である。

【 図 14 】 図 13 に示すカメラアームの変形例に係るカメラアームの各駆動軸及びその先

50

端に設けられる内視鏡の各姿勢軸の構造を模式的に示す説明図である。

【図１５】図１３に示すカメラアームにおいて、臓器座標系を設定した場合の干渉回避動作及び視線制御を示す説明図である。

【図１６】図１３に示すカメラアームにおいて、カメラ座標系を設定した場合の干渉回避動作及び視線制御を示す説明図である。

【図１７】図１３に示すカメラアームにおいて、オフセット座標系を設定した場合の干渉回避動作及び視線制御を示す要部拡大説明図である。

【図１８】図１３に示すカメラアームにおいて、姿勢座標系を設定した場合の視線制御を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

10

【００２０】

以下、本発明に係る医療用ロボットシステムについて好適な実施の形態を挙げ、添付の図面を参照しながら説明する。

【００２１】

図１に示すように、本実施の形態に係る医療用ロボットシステム１０は、第１鉗子マニピュレータ１２ａ、第２鉗子マニピュレータ１２ｂ（以下、単に「マニピュレータ１２ａ」、「マニピュレータ１２ｂ」ともいう）及び内視鏡（カメラ）１４を使用して、患者１６に所望の外科処置（腹腔鏡下手術）を行うものである。

【００２２】

医療用ロボットシステム１０は、手術室内に設置された手術台２０の近傍に設けられたステーション２２と、該ステーション２２に設けられた３台のロボットアームである第１鉗子アーム（鉗子用アーム）２４ａ、第２鉗子アーム（鉗子用アーム）２４ｂ及びカメラアーム（カメラ用アーム）２４ｃ（以下、単に「アーム２４ａ」、「アーム２４ｂ」及び「アーム２４ｃ」ともいう）と、これらの全体的な制御を行うコンソール（動作制御部）２６とを備える。すなわち、医療用ロボットシステム１０は、各アーム２４ａ～２４ｃを有する手術ロボット２８をコンソール２６によって駆動操作することで患者１６への外科処置を遠隔的に実施することができる。

20

【００２３】

コンソール２６は手術ロボット２８との間で、有線、無線、ネットワーク又はこれらを組み合わせた通信手段によって情報を送受信可能である。コンソール２６は、手術ロボット２８の全ての制御を負担している必要はなく、例えば、各アーム２４ａ～２４ｃのフィードバック制御は、それぞれのロボット側に設けられていてもよい。各アーム２４ａ～２４ｃは、コンソール２６の制御下に動作し、プログラムによる自動動作や、コンソール２６に設けられたジョイスティック（操作部）３８ａ、３８ｂ、３８ｃに倣った動作、及びこれらの複合的な動作をする構成にしてもよい。

30

【００２４】

第１及び第２鉗子アーム２４ａ、２４ｂは、それぞれ先端にマニピュレータ１２ａ、１２ｂを有し、カメラアーム２４ｃは、先端に内視鏡１４を有する。本実施形態の場合、マニピュレータ１２ａ、１２ｂ及び内視鏡１４は、共通の挿入具であるトロッカー（トラカール）４２を介して体腔４０（体内）に挿入される。このように、医療用ロボットシステム１０は、１つのトロッカー４２から複数の器具を体内へと挿入可能なシングルポートアクセスによる手技を行うことができる。マニピュレータ１２ａ、１２ｂ及び内視鏡１４は、各アーム２４ａ～２４ｃに対して着脱可能に構成されている。

40

【００２５】

各アーム２４ａ～２４ｃは、ステーション２２に対して昇降機構４６によって昇降可能に取り付けられた多軸関節機構を有し、コンソール２６によって制御されることで、マニピュレータ１２ａ、１２ｂ及び内視鏡１４を動作範囲内における任意の位置で任意の姿勢に設定可能である。

【００２６】

次に、マニピュレータ１２ａ、１２ｂ及びアーム２４ａ、２４ｂについて説明をする。

50

【 0 0 2 7 】

アーム 2 4 a、2 4 b に設けられたマニピュレータ 1 2 a、1 2 b は、主に患部に対して直接的な手技を施すためのものであり、その先端には、例えばグリッパ、鉗及び電気メス等が設けられ、又は体腔 4 0 の臓器等を所定の場所に退避させて広い術野を確保するためのリトラクタを設けることもできる。本実施形態の場合、各マニピュレータ 1 2 a、1 2 b は、略同一構成からなるため、以下では第 1 鉗子マニピュレータ 1 2 a の構成と、該第 1 鉗子マニピュレータ 1 2 a と第 1 鉗子アーム 2 4 a の接続部の構成について代表的に説明し、第 2 鉗子マニピュレータ 1 2 b についての詳細な説明は省略する。

【 0 0 2 8 】

図 2 に示すように、マニピュレータ 1 2 a は、アーム 2 4 a 先端の支持部材 5 0 に対して着脱自在な構成になっている。支持部材 5 0 には、3 つのモータ 5 8 a ~ 5 8 c が Z 方向に並列している。マニピュレータ 1 2 a は、支持部材 5 0 に対する接続ブロック 5 2 と、該接続ブロック 5 2 から先端方向に延在する中空の連結シャフト 5 4 と、該連結シャフト 5 4 の先端に設けられた先端動作部 5 6 とを有する。

10

【 0 0 2 9 】

接続ブロック 5 2 は、所定の着脱機構により支持部材 5 0 に対して着脱及び交換が可能である。接続ブロック 5 2 は、モータ 5 8 a ~ 5 8 c に係合するプーリ 6 0 a ~ 6 0 c がモータ 5 8 a ~ 5 8 c に対応して並列している。モータ 5 8 a ~ 5 8 c とプーリ 6 0 a ~ 6 0 c は、一方に非円形の凸部があり、他方に該凸部に係合する凹部が設けられており、モータ 5 8 a ~ 5 8 g の回転がプーリ 6 0 a ~ 6 0 c に伝達される。

20

【 0 0 3 0 】

プーリ 6 0 a ~ 6 0 c には、ワイヤ 6 2 a ~ 6 2 c が巻き掛けられている。可撓性部材からなるワイヤ 6 2 a ~ 6 2 c は環状であって、滑り止めのため一部がプーリ 6 0 a ~ 6 0 c に固定され、例えば 1 . 5 回転巻き掛けられて、連結シャフト 5 4 内を延在しており、プーリ 6 0 a ~ 6 0 c が回転することにより、左右から延在する 2 本のうち一方が巻き取られ、他方が送り出される。

【 0 0 3 1 】

連結シャフト 5 4 は、接続ブロック 5 2 から先端方向に延在し、その先端に先端動作部 5 6 が設けられている。連結シャフト 5 4 の途中には、図示しない関節部を設けて屈曲可能に構成してもよい。そうすると、体腔 4 0 内における手技で、マニピュレータ 1 2 a をリトラクタとして一層好適に作用させることができる。他のマニピュレータ 1 2 c や臓器等を有効に回避しながら所望の臓器を押すことができるからである。

30

【 0 0 3 2 】

図 3 に示すように、先端動作部 5 6 は、連結シャフト 5 4 の先端に設けられており、少なくとも、ワイヤ 6 2 a が巻き掛けられるプーリ（図示せず）、ワイヤ 6 2 b が巻き掛けられるプーリ（図示せず）、及びワイヤ 6 2 c が巻き掛けられるプーリ（図示せず）を有する。ワイヤ 6 2 a ~ 6 2 c が、接続ブロック 5 2 のプーリ 6 0 a ~ 6 0 c の回転動作によって進退することにより、先端動作部 5 6 の各前記プーリが従動的に回転し、該先端動作部 5 6 は 3 軸動作が可能である。この動作は、例えば、ピッチ軸（関節軸）6 4 及びヨー軸（関節軸）6 6 を中心とした傾動動作と、グリッパ 6 8 の開閉動作である。先端動作部 5 6 には、これら各軸による動作と共に、又は該動作に代えて連結シャフト 5 4 の軸線方向に延びたロール軸を中心とした回転動作を設けてもよい。

40

【 0 0 3 3 】

次に、内視鏡 1 4 及びカメラアーム 2 4 c について説明をする。

【 0 0 3 4 】

カメラアーム 2 4 c 先端に設けられた内視鏡 1 4 は、体腔 4 0 内の様子を撮影するカメラであり、その画像（映像）がコンソール 2 6 のモニタ 7 0 に表示されることで、手術スタッフ（医師）は、体腔 4 0 内の様子を観察しながらマニピュレータ 1 2 a、1 2 b を操作し、患部に対して所望の手技を行うことができる。内視鏡 1 4 は、図 2 に示すマニピュレータ 1 2 a と略同様に、カメラアーム 2 4 c の先端の支持部材に対して着脱自在な構成

50

となっている。

【0035】

図4に示すように、内視鏡14は、図示しないモータやワイヤ等を用いた駆動機構により、例えば、揺動軸（ピッチ軸）となる第1姿勢回転軸（姿勢変更軸）A11と、揺動軸（ヨー軸）となる第2姿勢回転軸（姿勢変更軸）A12とを有し、体腔40内で2軸動作を行うことができ、先端のレンズ部100を所望の姿勢にして、所望の視野を得ることができる。

【0036】

なお、内視鏡14の体腔40内での姿勢軸（姿勢変更軸）は、図4に示す構成以外であっても勿論よく、例えば、図5に示すように、図示しない駆動機構により、回転軸（ロール軸）となる第1姿勢回転軸（姿勢変更軸）A13と、揺動軸（ピッチ軸）となる第2姿勢回転軸（姿勢変更軸）A14とを有し、レンズ部100を先端に設けた先端湾曲部102を所望の姿勢にして、所望の視野を得ることが可能な構成としてもよい。先端湾曲部102は、例えば、内部に図示しない複数段の節状の環を並列した蛇腹状に構成し、これにより先端湾曲部102を2姿勢軸に動作可能なものとすることもできる。内視鏡14の姿勢軸は、上記の第1乃至第4姿勢回転軸A11～A14のうちの2軸以上を組み合わせた構造や、他の軸を組み合わせた構造としてもよい。

【0037】

次に、第1及び第2鉗子アーム24a、24bと、カメラアーム24cの構成について説明する。

【0038】

上記のように、各アーム24a～24cは、それぞれマニピュレータ12a、12b及び内視鏡14を所望の位置に且つ所望の姿勢に移動させるものであるが、その構成は略同一であるため、以下では内視鏡14が設けられるカメラアーム24cの構成について代表的に説明し、第1及び第2鉗子アーム24a、24bについての詳細な説明は省略する。

【0039】

図6は、カメラアーム24cの各駆動軸及びその先端に設けられる内視鏡14の各姿勢軸の構造を模式的に示す説明図である。図6中の参照符号106は、当該医療用ロボットシステム10による処置の対象となる患部（臓器）を示す。

【0040】

図1及び図6に示すように、カメラアーム24cは、その基端が昇降機構46を介してステーション22に装着されており、基端から先端に向かって、第1軸（第1回転軸）A1、第2軸（第2回転軸）A2、第3軸（第3回転軸）A3、パッシブ軸（パッシブ回転軸）Ap、第4軸（直動軸）A4、第5軸（第5回転軸）A5が順に設けられ、各軸間がアーム部材104によってそれぞれ連結されている。第1乃至第5軸A1～A5は、図示しないモータ等の駆動源を搭載した駆動軸である。一方、パッシブ軸Apは、駆動源を搭載しない受動軸であり、第1パッシブ軸Ap1と、第2パッシブ軸Ap2とから構成されている。

【0041】

図6から諒解されるように、第1軸A1、第5軸A5及び第1パッシブ軸Ap1は、軸線回りにロール動作する回転軸であり、第2軸A2、第3軸A3及び第2パッシブ軸Ap2は、軸線方向に交差する方向にピッチ（ヨー）動作する揺動軸（回動軸）であり、第4軸A4は、軸方向に伸縮動作する直動軸である。

【0042】

第5軸A5の先端側のアーム部材104には、内視鏡14が設けられており、該内視鏡14は、上記した第1姿勢回転軸A11及び第2姿勢回転軸A12とを有し、その先端にレンズ部100が設けられている。

【0043】

このように、カメラアーム24c及び内視鏡14の軸構造は、第1乃至第5軸A1～A5による5軸機構（5自由度）と、第1及び第2パッシブ軸Ap1、Ap2による2軸機

10

20

30

40

50

構（２自由度）と、第１及び第２姿勢回転軸Ａ１１、Ａ１２による２軸機構（２自由度）とから構成された多軸関節機構を有する。すなわち、合計７自由度を有するカメラアーム２４ｃは、第４軸Ａ４によって冗長自由度が付与された冗長アームとして構成されている。なお、カメラアーム２４ｃにおいて、例えば第５軸Ａ５は省略してもよく、この場合にもカメラアーム２４ｃは冗長自由度を有し、合計６自由度を持つことになる。

【００４４】

次に、コンソール２６の構成について説明する。

【００４５】

図７に示すように、コンソール２６には、人による操作部（入力部）としての３つのジョイスティック３８ａ、３８ｂ、３８ｃと、モニタ７０とが設けられる。モニタ７０には、内視鏡１４の画像が表示される。

10

【００４６】

左右のジョイスティック３８ａ、３８ｂの操作により、アーム２４ａ、２４ｂを個別に操作が可能であり、中央のジョイスティック３８ｃの操作により、カメラアーム２４ｃの操作が可能である。各アーム２４ａ～２４ｃは、図示しない別の操作手段により操作するように構成してもよく、また、ジョイスティック３８ａ～３８ｃを適宜切り換えて使用する等してもよい。ジョイスティック３８ａ、３８ｂは、両手で操作しやすい左右位置に設けられている。ジョイスティック３８ａ、３８ｂはマスターアームであってもよい。

【００４７】

ジョイスティック３８ａ～３８ｃは、上下動作、捻り動作、及び全方向への傾動動作が可能であり、これらの動作に応じてアーム２４ａ～２４ｃを動作させることができる。ジョイスティック３８ａ～３８ｃは、手を離すと図７に示す直立の基準状態に復帰する。

20

【００４８】

ジョイスティック３８ａ、３８ｂは、同構造であり、人手によって握るハンドルグリップ７２と、主に人差し指、中指によって押し引き操作されるトリガレバー７４と、主に親指によって操作される複合入力部７６とを有し、例えば、トリガレバー７４を操作することにより、マニピュレータ１２ａ、１２ｂのグリップ６８を開閉することができる。複合入力部７６は、中央に設けられた十字状のシーソー型スイッチ７６ａを有する。シーソー型スイッチ７６ａを操作することにより、ピッチ軸６４及びヨー軸６６の傾動動作が可能になる。

30

【００４９】

ジョイスティック３８ｃについても、上記ジョイスティック３８ａ、３８ｂと基本的には同構造でよく、複合入力部７６のシーソー型スイッチ７６ａによって内視鏡１４の２姿勢軸（Ａ１１～Ａ１４）を動作させることができ、また、例えば、トリガレバー７４に代えて、視点固定スイッチ７５を設けるとよい。勿論、内視鏡１４及びカメラアーム２４ｃの操作部として、コンソール２６以外の装置にジョイスティック３８ｃ又は同様な操作部を設けてもよい。視点固定スイッチ７５は、コンソール２６の制御下に、カメラアーム２４ｃの第１乃至第５軸Ａ１～Ａ５、及び内視鏡１４の第１及び第２姿勢回転軸Ａ１１、Ａ１２を自動的に駆動制御し、後述するカメラアーム２４ｃと鉗子アーム２４ａ、２４ｂとの干渉を回避する干渉回避動作時に、内視鏡１４による視点（又は視線又は視野）を一定位置（又は略一定位置）、例えば患部１０６（図６参照）に保持することを選択するスイッチである。

40

【００５０】

以上のように構成される医療用ロボットシステム１０では、図８に模式的に示されるように、各アーム２４ａ～２４ｃを駆動制御し、内視鏡１４によって体腔４０内を撮影・視認しつつ、マニピュレータ１２ａ、１２ｂで患部に対する所望の処置が行われる。

【００５１】

ところが、当該医療用ロボットシステム１０では、１つのトロッカー４２から３つの器具（マニピュレータ１２ａ、１２ｂ及び内視鏡１４）を体腔４０内へと挿入するため、トロッカー４２の体外側では、各アーム２４ａ～２４ｃが密集し、先端の姿勢等によっては

50

、カメラアーム 2 4 c が第 1 鉗子アーム 2 4 a や第 2 鉗子アーム 2 4 b と干渉し、内視鏡 1 4 による視点にずれを生じる可能性や、先端動作部 5 6 を所望の姿勢に移動させることが困難になる可能性がある。特に、トロッカー 4 2 と同軸上に設けられるアーム部材 1 0 4 の各アーム上端部 2 5 a、2 5 b、2 5 c（例えば、図 6 では、トロッカー 4 2 から上方に延びたアーム部材 1 0 4 の第 5 軸 A 5 への連結部）等は、トロッカー 4 2 に近い位置にあることから、互いに接近して干渉を生じ易い。例えば、図 9 A に示すように、第 1 鉗子アーム 2 4 a の移動時にそのアーム上端部 2 5 a がカメラアーム 2 4 c のアーム上端部 2 5 c に干渉（接触）を生じる可能性がある。

【0052】

そこで、本実施形態に係る医療用ロボットシステム 1 0 では、内視鏡 1 4 による視点や視野を保持したまま、カメラアーム 2 4 c の第 1 及び第 2 鉗子アーム 2 4 a、2 4 b に対する干渉を回避するための制御機能をコンソール 2 6 に設け、カメラアーム 2 4 c（及び内視鏡 1 4）の上記した多軸関節機構（図 6 参照）を適宜駆動制御して、図 9 B に示すように、その干渉を回避することができる。

【0053】

先ず、図 1 0 を参照してコンソール 2 6 が有する制御機能を説明する。図 1 0 は、コンソール 2 6 が有する機能のブロック説明図である。

【0054】

図 1 0 に示すように、コンソール 2 6 は、操作部であるジョイスティック 3 8 a ~ 3 8 b と、前記モニタ 7 0 と、システム制御部 1 1 0 とを備える。システム制御部 1 1 0 は、当該コンソール 2 6、換言すれば当該医療用ロボットシステム 1 0 の総合的な制御部であり、鉗子動作制御部 1 1 2 と、内視鏡動作制御部 1 1 4 と、干渉可能性判定部 1 1 6 と、表示制御部 1 1 8 とを有する。

【0055】

鉗子動作制御部 1 1 2 は、第 1 鉗子マニピュレータ 1 2 a 及び第 1 鉗子アーム 2 4 a の動作を制御する第 1 鉗子駆動制御部 1 2 0 と、第 1 鉗子アーム 2 4 a の占有領域（例えば、ステーション 2 2 の中心に設定された手術ロボット 2 8 が有する基準座標系での位置座標）を算出（演算）する第 1 鉗子アーム占有領域算出部 1 2 2 と、第 2 鉗子マニピュレータ 1 2 b 及び第 2 鉗子アーム 2 4 b の動作を制御する第 2 鉗子駆動制御部 1 2 4 と、第 2 鉗子アーム 2 4 b の占有領域を算出する第 2 鉗子アーム占有領域算出部 1 2 6 とを有する。

【0056】

内視鏡動作制御部 1 1 4 は、内視鏡 1 4 及びカメラアーム 2 4 c の動作を制御する内視鏡駆動制御部 1 2 8 と、カメラアーム 2 4 c の占有領域を算出するカメラアーム占有領域算出部 1 3 0 と、カメラアーム 2 4 c の第 1 及び第 2 鉗子アーム 2 4 a、2 4 b に対する干渉回避動作に関する処理を行う干渉回避動作算出部（干渉回避動作制御部）1 3 2 とを有する。

【0057】

干渉可能性判定部 1 1 6 は、第 1 及び第 2 鉗子アーム占有領域算出部 1 2 2、1 2 6 とカメラアーム占有領域算出部 1 3 0 とで得られる各アーム 2 4 a ~ 2 4 c の現在位置（占有領域）に基づき、カメラアーム 2 4 c の第 1 及び第 2 鉗子アーム 2 4 a、2 4 b に対する干渉の可能性を判定する。

【0058】

そこで、内視鏡動作制御部 1 1 4 に設けられる干渉回避動作算出部 1 3 2 は、干渉可能性判定部 1 1 6 で干渉の可能性があると判定結果が得られた際に、カメラアーム 2 4 c の干渉回避位置（座標）を算出する干渉回避位置算出部 1 3 4 と、干渉回避位置算出部 1 3 4 で算出した回避位置（回避先）でのカメラアーム 2 4 c の占有領域を算出するカメラアーム予想占有領域算出部 1 3 6 とを有する。さらに、干渉回避動作算出部 1 3 2 は、カメラアーム予想占有領域算出部 1 3 6 で算出された占有領域にカメラアーム 2 4 c を移動させることで、該カメラアーム 2 4 c の第 1 及び第 2 鉗子アーム 2 4 a、2 4 b に対する

干渉回避が可能となるか否かを判定する干渉回避可否判定部 1 3 8 と、干渉回避可否判定部 1 3 8 で干渉回避が可能と判定された場合に、その干渉回避位置までのカメラアーム 2 4 c の移動軌跡を算出する干渉回避軌道算出部 1 4 0 とを有する。

【 0 0 5 9 】

従って、内視鏡動作制御部 1 1 4 では、干渉回避軌道算出部 1 4 0 での算出軌道に基づき、内視鏡駆動制御部 1 2 8 の制御下にカメラアーム 2 4 c を駆動制御することで、カメラアーム 2 4 c の第 1 及び第 2 鉗子アーム 2 4 a、2 4 b に対する干渉回避動作を実行する。

【 0 0 6 0 】

表示制御部 1 1 8 は、内視鏡 1 4 で得られる撮影画像情報の供給を受け、その情報を演算処理してモニタ 7 0 に表示する。なお、表示制御部 1 1 8 は、例えば、干渉可能性判定部 1 1 6 や干渉回避動作算出部 1 3 2 から各種情報を受け、干渉の危険性がある旨や干渉回避動作を行う旨の警告等をモニタ 7 0 に表示する機能を有してもよい。

10

【 0 0 6 1 】

次に、カメラアーム 2 4 c の第 1 及び第 2 鉗子アーム 2 4 a、2 4 b に対する干渉回避動作について、図 1 1 A 及び図 1 1 B のフローチャートを参照しながら説明する。

【 0 0 6 2 】

先ず、患者 1 6 の患部周辺にガスを入れて体腔 4 0 を確保し、トロッカー 4 2 から内視鏡 1 4 を体腔 4 0 に挿入し、該体腔 4 0 の状態をモニタ 7 0 に表示しつつ、内視鏡 1 4 と同じトロッカー 4 2 からマニピュレータ 1 2 a、1 2 b の先端動作部 5 6 を挿入する。

20

【 0 0 6 3 】

次いで、手術スタッフ（医師）は、内視鏡 1 4 によって得られる体腔 4 0 の状態を確認しながら、ジョイスティック 3 8 a、3 8 b を操作し、アーム 2 4 a、2 4 b の先端に設けられたマニピュレータ 1 2 a、1 2 b により、所望の腹腔鏡下手術を行う。

【 0 0 6 4 】

このような手術中、コンソール 2 6 のシステム制御部 1 1 0 では、先ず、図 1 1 A のステップ S 1 において、第 1 鉗子駆動制御部 1 2 0 の制御下に駆動されている第 1 鉗子アーム 2 4 a の占有領域を第 1 鉗子アーム占有領域算出部 1 2 2 によって算出すると共に、ステップ S 2 において、第 2 鉗子駆動制御部 1 2 4 の制御下に駆動されている第 2 鉗子アーム 2 4 b の占有領域を第 2 鉗子アーム占有領域算出部 1 2 6 によって算出する。略同時に、ステップ S 3 において、内視鏡駆動制御部 1 2 8 の制御下に駆動されているカメラアーム 2 4 c の占有領域をカメラアーム占有領域算出部 1 3 0 によって算出する。

30

【 0 0 6 5 】

この際、各アーム占有領域算出部 1 2 2、1 2 6、1 3 0 によって算出される各アーム 2 4 a ~ 2 4 c の占有領域としては、アーム全体の占有領域を算出しても勿論よいが、コンソール 2 6 での処理負担の軽減等を考慮すると、各アーム 2 4 a ~ 2 4 c の構造上で干渉の可能性の高い部分、例えば、トロッカー 4 2 と同軸上のアーム部材 1 0 4 のアーム上端部 2 5 a ~ 2 5 c（図 8 参照）の占有領域のみを算出するものとしてもよい。

【 0 0 6 6 】

ステップ S 4 では、各アーム占有領域算出部 1 2 2、1 2 6、1 3 0 での演算結果の供給を受けた干渉可能性判定部 1 1 6 において、第 1 鉗子アーム 2 4 a とカメラアーム 2 4 c の間の距離、及び、第 2 鉗子アーム 2 4 b とカメラアーム 2 4 c の間の距離のいずれか一方又は両方が、所定の距離（干渉しない最接近距離）以下であるか否かを判定する。この干渉しない最接近距離とは、例えば、第 1 鉗子アーム 2 4 a のアーム上端部 2 5 a とカメラアーム 2 4 c のアーム上端部 2 5 c との間の接触を確実に防止できるように、手術ロボット 2 8 での制御誤差等も考慮して多少余裕を持った距離に設定しておくともよい。

40

【 0 0 6 7 】

ステップ S 4 において、カメラアーム 2 4 c と第 1 及び第 2 鉗子アーム 2 4 a、2 4 b との間が、干渉の可能性なしと判定された場合には（ステップ S 4 の NO）、ステップ S 1 に戻り、再び各アーム 2 4 a ~ 2 4 c の占有領域の算出が開始される。

50

【 0 0 6 8 】

一方、カメラアーム 2 4 c と第 1 及び第 2 鉗子アーム 2 4 a、2 4 b との間が、干渉の可能性あり（図 1 2 中に 2 点鎖線で示す第 1 鉗子アーム 2 4 a と、実線で示すカメラアーム 2 4 c を参照）と判定された場合には（ステップ S 4 の Y E S）、次にステップ S 5 を実行する。

【 0 0 6 9 】

ステップ S 5 では、干渉回避動作算出部 1 3 2 により、第 1 及び第 2 鉗子アーム 2 4 a、2 4 b（アーム上端部 2 5 a、2 5 b）からカメラアーム 2 4 c（アーム上端部 2 5 c）が離れる方向への干渉回避動作を算出する。

【 0 0 7 0 】

すなわち、当該ステップ S 5 では、先ず、図 1 1 B のステップ S 5 1 において、干渉回避位置算出部 1 3 4 により、カメラアーム 2 4 c の干渉回避位置を算出する。次いで、ステップ S 5 2 において、カメラアーム予想占有領域算出部 1 3 6 により、前記算出した干渉回避位置でのカメラアーム 2 4 c の占有領域を算出する（図 1 2 中に 2 点鎖線で示すカメラアーム 2 4 c 参照）。

【 0 0 7 1 】

ステップ S 5 3 では、ステップ S 5 1、S 5 2 によって算出した干渉回避位置及びその占有領域にカメラアーム 2 4 c を移動させることによって、該カメラアーム 2 4 c と第 1 及び第 2 鉗子アーム 2 4 a、2 4 b との干渉回避が可能となるか否かを判定する。

【 0 0 7 2 】

ステップ S 5 1、S 5 2 によって算出した干渉回避位置及びその占有領域では、カメラアーム 2 4 c の第 1 及び第 2 鉗子アーム 2 4 a、2 4 b に対する干渉を回避できないと判定された場合には（ステップ S 5 3 の N O）、ステップ S 5 1 に戻り、別の再度干渉回避位置及びその占有領域の算出を実行する。

【 0 0 7 3 】

一方、ステップ S 5 1、S 5 2 によって算出した干渉回避位置及びその占有領域によって、カメラアーム 2 4 c の第 1 及び第 2 鉗子アーム 2 4 a、2 4 b に対する干渉回避が可能であると判定された場合には（ステップ S 5 3 の Y E S）、次にステップ S 5 4 を実行する。

【 0 0 7 4 】

ステップ S 5 4 では、干渉回避軌道算出部 1 4 0 により、現在位置からステップ S 5 1 によって算出された干渉回避位置までのカメラアーム 2 4 c の移動軌跡を算出する。

【 0 0 7 5 】

そこで、図 1 1 A のステップ S 6 では、ステップ S 5 4 で算出したカメラアーム 2 4 c の干渉回避位置までの移動軌跡に従い、内視鏡駆動制御部 1 2 8 の制御下にカメラアーム 2 4 c を駆動し、干渉回避動作を実行する。これにより、図 1 2 中に 2 点鎖線で示す第 1 鉗子アーム 2 4 a 及びカメラアーム 2 4 c のように、互いの干渉を適切に回避することができる。

【 0 0 7 6 】

この際、本実施形態では、カメラアーム 2 4 c を冗長自由度を持つ機構（冗長アーム）で構成していることにより、図 1 2 から諒解されるように、干渉回避の前後における内視鏡 1 4 での患部 1 0 6 に対する視点（及び視野）が変化しない（又はほとんど変化しない）。このように、医療用ロボットシステム 1 0 では、手術スタッフ（医師）の視野を適切に確保しつつ（視点や視野が変化することを防止しつつ）、各アーム 2 4 a ~ 2 4 c の干渉を適切に回避することができる。

【 0 0 7 7 】

このように、カメラアーム 2 4 c を自動的に駆動制御し、内視鏡 1 4 の視点を一定に保持しながら行う干渉回避動作は、例えば、上記した視点固定スイッチ 7 5 を O N している場合にのみ有効となるように構成し、該視点固定スイッチ 7 5 を O F F にしている際には実行しないように構成してもよい。そうすると、例えば、内視鏡 1 4 及びカメラアーム 2

10

20

30

40

50

4 c の操作部であるジョイスティック 3 8 c の操作を、マニピュレータ 1 2 a、1 2 b を操作する手術スタッフと別のスタッフが操作するため、自動の干渉回避動作が不要な場合等にも柔軟に対応することができる。

【0078】

以上のような、干渉回避動作において、内視鏡 1 4 の姿勢軸である姿勢回転軸 A 1 1、A 1 2 (又は A 1 3、A 1 4) は、図 1 2 に示すように、例えば、患部 1 0 6 上に設定した X 軸、Y 軸及び Z 軸の直交座標系である臓器座標系 C 1 を基準として、姿勢変化させるように駆動制御することもできる。これにより、干渉回避動作によるカメラアーム 2 4 c の移動によって、内視鏡 1 4 の視点や視野を一定に保つためには、姿勢回転軸 A 1 1、A 1 2 による動作が必要となる場合であっても、患部 1 0 6 (臓器) に対する視点を固定したまま動作させることができる。勿論、内視鏡 1 4 の姿勢軸の基準座標としては、臓器座標系 C 1 以外であってもよく、例えば患部 1 0 6 からオフセットした位置に設定されるオフセット座標系 C 2 (図 1 7 参照) 等としてもよい。

10

【0079】

また、上記のステップ S 5 1 ~ S 5 4 での干渉回避位置や移動軌跡の算出を容易にするためには、例えば、上記座標系での X Y Z 各軸回りに所定角度回転させた時のカメラアーム 2 4 c のトロッカー 4 2 と同軸上のアーム上端部 2 5 c 位置を算出し、干渉の危険性ありと判断された鉗子アーム 2 4 a (2 4 b) のトロッカー 4 2 と同軸上のアーム上端部 2 5 a (2 5 b) 位置との位置関係を求め、最も効率的な方向に回避させればよい。

【0080】

20

なお、本実施形態に係る干渉回避動作は、図 6 や図 1 2 に示される冗長自由度のあるカメラアーム 2 4 c 以外、例えば、冗長自由度のないカメラアーム 2 4 d (図 1 3 参照) やカメラアーム 2 4 e (図 1 4 参照) によって実行することもできる。

【0081】

図 1 3 に示すように、カメラアーム 2 4 d は、カメラアーム 2 4 c (図 1 2 参照) から第 4 軸 A 4 を省略した構成である。また、図 1 4 に示すように、カメラアーム 2 4 e は、カメラアーム 2 4 d のパッシブ軸 A p の構成を平行リンクアーム A p 3、A p 4、A p 5、A p 6 を用いた構成に変更したものである。勿論、これらカメラアーム 2 4 d、2 4 e についても、カメラアーム 2 4 c の場合と同様に、例えば第 5 軸 A 5 は省略してもよい。

【0082】

30

例えば、カメラアーム 2 4 d では、冗長自由度のあるカメラアーム 2 4 c から直動軸である第 4 軸 A 4 が省略されているため、図 1 3 中に 2 点鎖線で示すように、干渉回避動作時に、内視鏡 1 4 の患部 1 0 6 に対する視点を保持するためには、内視鏡 1 4 の第 1 姿勢回転軸 A 1 1 や第 2 姿勢回転軸 A 1 2 についても駆動制御する必要がある。

【0083】

すなわち、このようなカメラアーム 2 4 d (2 4 e) では、内視鏡 1 4 の姿勢軸である姿勢回転軸 A 1 1、A 1 2 (又は A 1 3、A 1 4) を用いた視線制御を適切に行うことで、内視鏡 1 4 の視点の変化を防止することが可能となる。

【0084】

例えば、図 1 5 に示すように、患部 1 0 6 に設定した臓器座標系 C 1 を基準として、内視鏡 1 4 を姿勢変化させてレンズ部 1 0 0 の視線を誘導してもよい。これにより、臓器座標系 C 1 の原点を中心とした内視鏡 1 4 の視点を変化させることなく、該内視鏡 1 4 に回転動作等を付与することができ、カメラアーム 2 4 c を適切に干渉回避させることができる。

40

【0085】

図 1 6 に示すように、レンズ部 1 0 0 上に設定した X 軸、Y 軸及び Z 軸の直交座標系であるカメラ座標系 C 3 を基準として、姿勢変化させるように駆動制御することによっても、内視鏡 1 4 の視点を変化させずに、カメラアーム 2 4 c を適切に干渉回避させることができる。

【0086】

50

図 17 に示すように、患部 106 からオフセットした位置に設定した X 軸、Y 軸及び Z 軸の直交座標系であるオフセット座標系 C2 を基準として、姿勢変化させるように駆動制御してもよい。この場合には、患部 106 から所定距離だけオフセットした位置に内視鏡 14 の視点を保持しながら干渉回避動作を行うことができるため、例えば、患部 106 より手前側（内視鏡 14 側）に位置するマニピュレータ 12a、12b の先端位置付近に視点を合わせておくことができ、手技によっては有効に用いることができる。

【0087】

一方、図 18 に示すように、第 1 姿勢回転軸 A11 上に設定した X 軸、Y 軸及び Z 軸の直交座標系である姿勢座標系 C4 を基準として、姿勢変化させるように駆動制御してもよい。この場合には、カメラアーム 24c の干渉回避動作時以外の場合、例えば、体腔 40 内で視野を変更したい場合に、カメラアーム 24c を駆動する必要がなく、内視鏡 14 の第 1 姿勢回転軸 A11 等を駆動制御するだけで、その視野を変更し、広い範囲を見渡すことができる。

【0088】

このように、冗長自由度を持たないカメラアーム 24d（24e）であっても、所定の座標系を基準として、少なくとも 2 軸以上からなる内視鏡 14 の姿勢軸（A11～A14）を駆動制御することで、内視鏡 14 の視線を誘導することにより、当該内視鏡 14 の視点を保持しながら、干渉回避動作を行うことができる。勿論、図 15～図 18 に示されるような座標系を基準とした内視鏡 14 の視線制御は、各座標系をコンソール 26 側に設けられる図示しない設定変更スイッチ等で変更しながら手技を行うこともできる。

【0089】

本発明は、上述の実施の形態に限らず、本発明の要旨を逸脱することなく、種々の構成を採り得ることは勿論である。

【符号の説明】

【0090】

10 ... 医療用ロボットシステム	12a ... 第 1 鉗子マニピュレータ
12b ... 第 2 鉗子マニピュレータ	14 ... 内視鏡
24a ... 第 1 鉗子アーム	24b ... 第 2 鉗子アーム
24c、24d、24e ... カメラアーム	25a～25c ... アーム上端部
40 ... 体腔	42 ... トロッカー
75 ... 視点固定スイッチ	110 ... システム制御部
112 ... 鉗子動作制御部	114 ... 内視鏡動作制御部
116 ... 干渉可能性判定部	

10

20

30

【図 1】

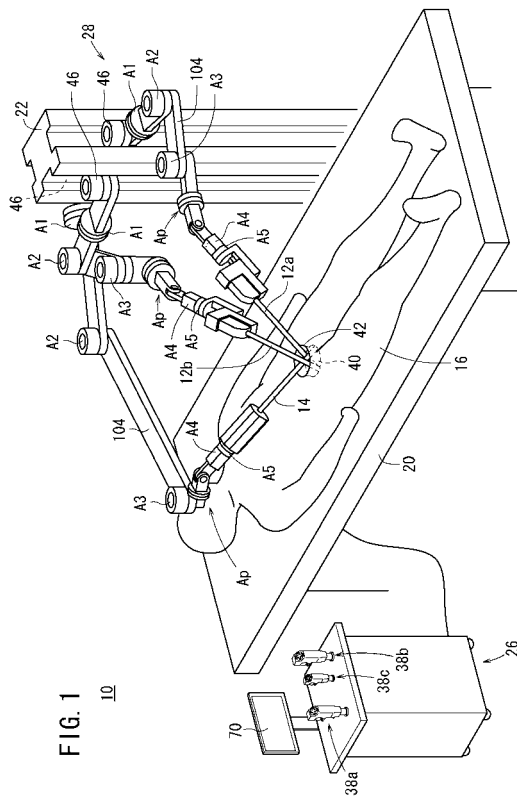


FIG. 1

【図 2】

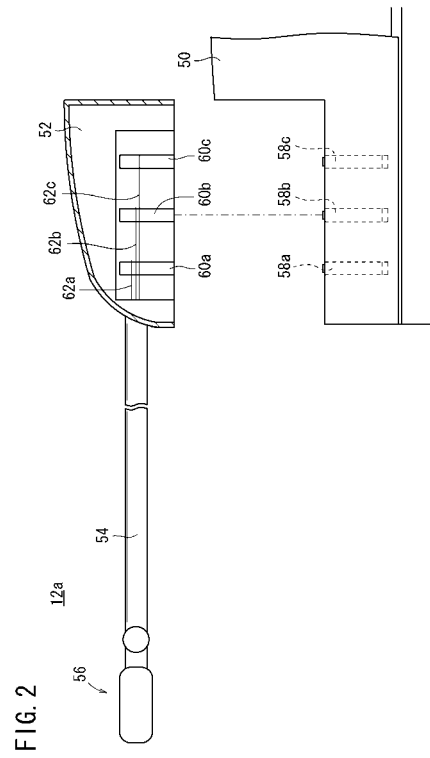


FIG. 2

【図 3】

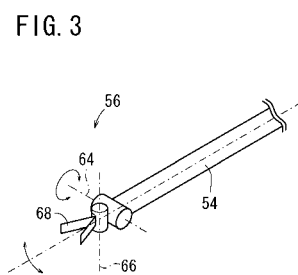


FIG. 3

【図 4】

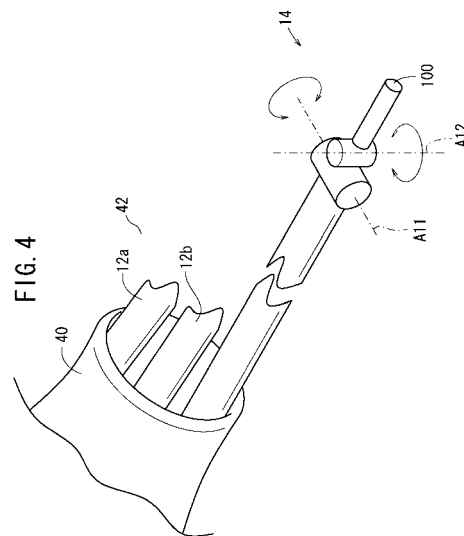


FIG. 4

【 図 9 】

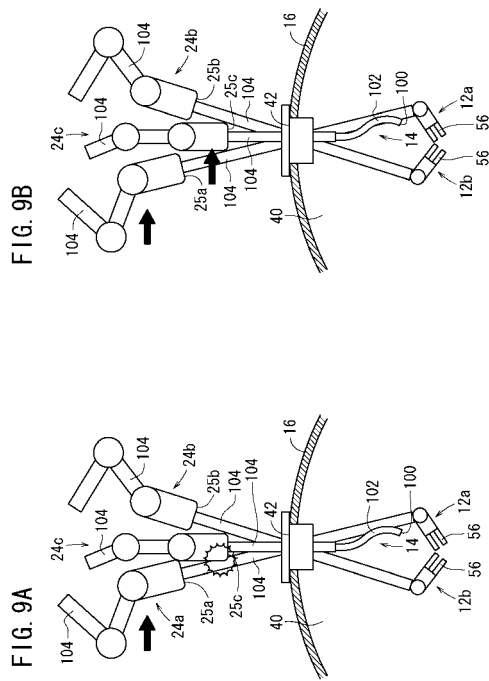


FIG. 9A

FIG. 9B

【 図 1 1 】

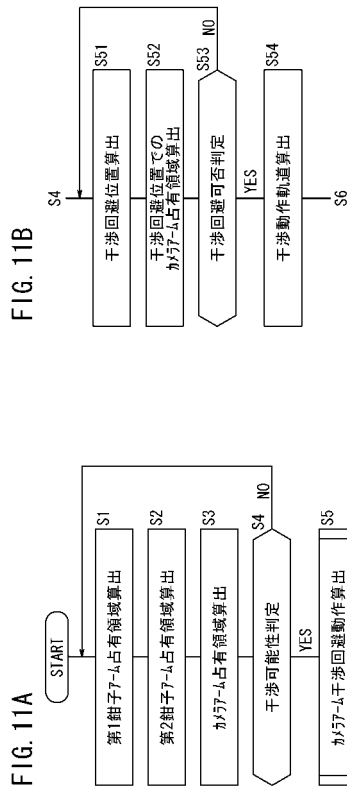


FIG. 11A

【 図 1 0 】

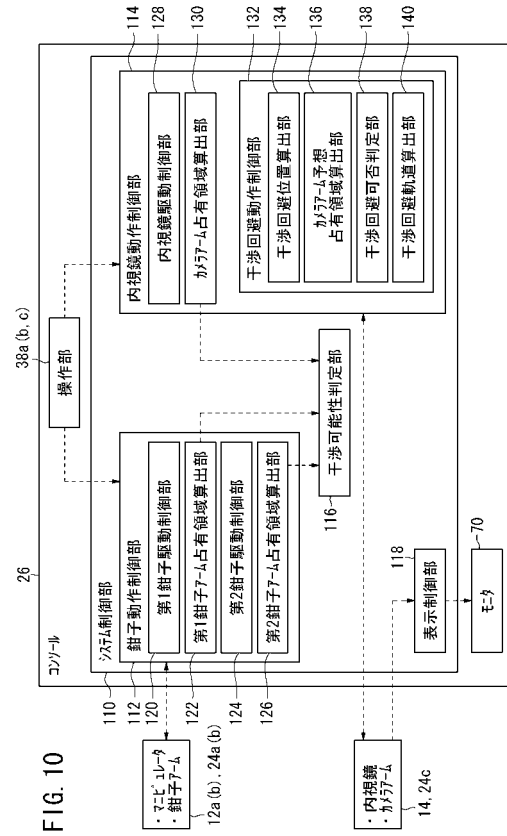


FIG. 10

【 図 1 2 】

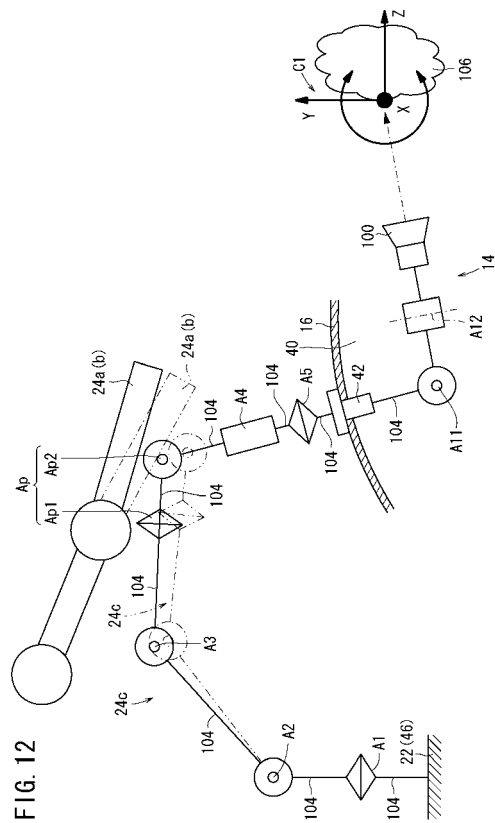
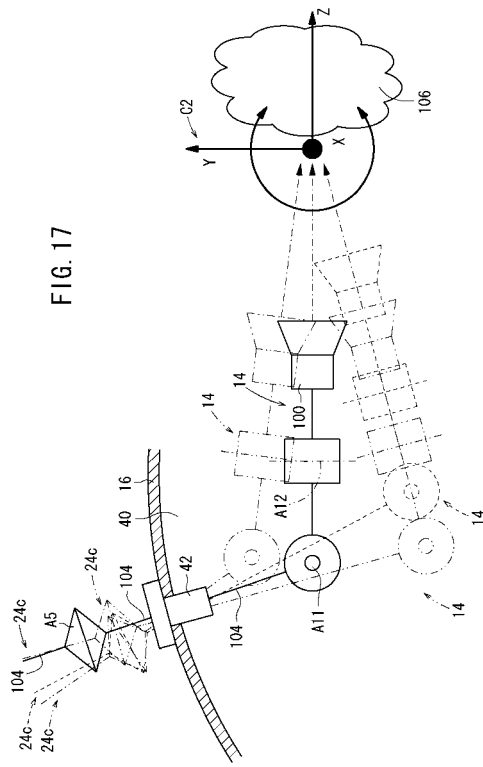
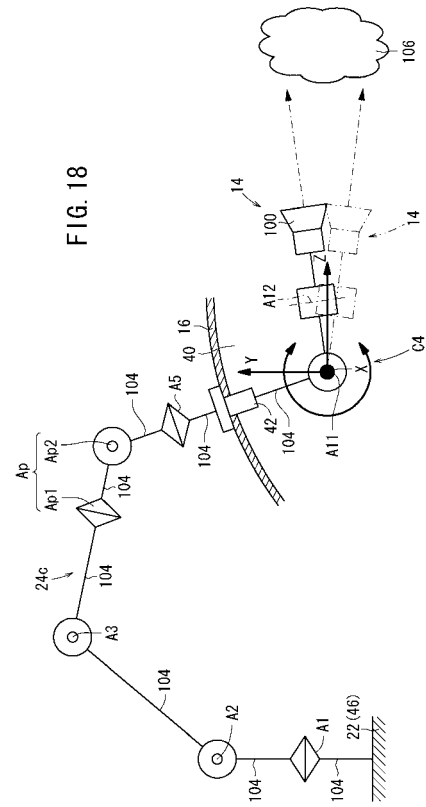


FIG. 12

【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 0 4 - 8 1 2 7 7 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 3 0 0 5 7 9 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 3 1 2 6 8 4 (J P , A)
特表 2 0 0 9 - 5 2 5 0 9 7 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
A 6 1 B 1 9 / 0 0
B 2 5 J 9 / 0 6
B 2 5 J 1 9 / 0 6

专利名称(译)	医疗机器人系统		
公开(公告)号	JP5571432B2	公开(公告)日	2014-08-13
申请号	JP2010077868	申请日	2010-03-30
[标]申请(专利权)人(译)	泰尔茂株式会社		
申请(专利权)人(译)	泰尔茂株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	卡尔·斯托尔兹GESELLSCHAFT手套Beshurenkuteru GMBH UND Cie的命令避蚊胺GESELLSCHAFT		
[标]发明人	神野 誠		
发明人	神野 誠		
IPC分类号	A61B19/00 B25J19/06 B25J9/06		
CPC分类号	A61B34/30 A61B17/3423 A61B34/37 A61B34/71 A61B90/361 A61B2017/00464 A61B2017/3445 A61B2034/742 A61B2090/506		
FI分类号	A61B19/00.502 B25J19/06 B25J9/06.E A61B34/35		
F-TERM分类号	3C707/AS35 3C707/BS09 3C707/BS14 3C707/BT04 3C707/CT04 3C707/ES03 3C707/ET02 3C707/GS01 3C707/HS27 3C707/HT04 3C707/JT04 3C707/JU12 3C707/KT01 3C707/KT18 3C707/LV02 3C707/LV15 3C707/MS08 3C707/MS09 3C707/MS14 3C707/MT01		
审查员(译)	佐藤 智弥		
其他公开文献	JP2011206312A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

一种医疗机器人系统，包括设有钳子操纵器的钳子臂和设有内窥镜的摄像头臂。钳子操纵器和内窥镜通过共同的插入工具插入活体。该系统还包括操作单元，其产生控制镊子操纵器和镊子臂的控制信号，镊子运动控制单元，其根据来自操作单元的控制信号控制镊子操纵器和镊子臂的运动，内窥镜控制内窥镜和摄像机臂的运动的运动控制单元，以及控制干涉避免摄像机臂运动的干涉避免单元，以避免摄像机臂和钳臂之间的干涉，同时内窥镜的视点保持恒定。

