

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6435578号
(P6435578)

(45) 発行日 平成30年12月12日 (2018.12.12)

(24) 登録日 平成30年11月22日 (2018.11.22)

(51) Int.Cl.	F I
A 6 1 B 34/00 (2016.01)	A 6 1 B 34/00
A 6 1 B 1/045 (2006.01)	A 6 1 B 1/045 6 1 O
H O 4 N 7/18 (2006.01)	A 6 1 B 1/045 6 2 3
	H O 4 N 7/18 M

請求項の数 13 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2014-158642 (P2014-158642)	(73) 特許権者	318008668
(22) 出願日	平成26年8月4日 (2014.8.4)		コニカミノルタジャパン株式会社
(65) 公開番号	特開2016-34412 (P2016-34412A)		東京都港区芝浦1-1-1
(43) 公開日	平成28年3月17日 (2016.3.17)	(74) 代理人	110001900
審査請求日	平成29年7月27日 (2017.7.27)		特許業務法人 ナカジマ知的財産総合事務所
		(74) 代理人	110000202
			新樹グローバル・アイピー特許業務法人
		(72) 発明者	高嶋 伸幸
			愛媛県東温市南方2131番地1 パナソニックヘルスケア株式会社内
		(72) 発明者	竹村 知晃
			大阪府門真市松生町1番15号 パナソニックメディカルソリューションズ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 手術支援装置および手術支援プログラム、手術支援方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

レトラクタの内部に内視鏡を挿入して行う手術中のシミュレーション画像あるいはナビゲーション画像を表示させる手術支援装置であって、

患者の断層画像情報を取得する断層画像情報取得部と、

前記断層画像情報取得部に接続されており、前記断層画像情報のボクセル情報を格納するメモリと、

前記メモリに接続されており、前記ボクセル情報に基づいて、ボクセル情報をサンプリングするボリュームレンダリング演算部と、

前記ボリュームレンダリング演算部によって生成された仮想内視鏡画像を表示する第1表示エリアを表示装置に表示させ、または、前記第1表示エリアおよびレトラクタの内壁によって遮られる視野範囲に対応する第2表示エリアを表示装置に表示させ、通常表示状態において、前記表示装置の前記第1表示エリア、または前記第2表示エリア、または前記第1表示エリアおよび前記第2表示エリアに前記内視鏡の光軸周りの回転の基準位置を示す第1回転位置表示を表示させるとともに、前記第1表示エリア内の画像、または前記第1表示エリア内の画像および前記第2表示エリアを拡大表示した拡大表示状態において、前記第1回転位置表示が前記第1表示エリアまたは前記第2表示エリア、または前記第1表示エリアおよび前記第2表示エリアに表示されるように、表示制御を行う表示制御部と、

を備えている手術支援装置。

10

20

【請求項 2】

レトラクタの内部に内視鏡を挿入して行う手術中のシミュレーション画像あるいはナビゲーション画像を表示させる手術支援装置であって、

患者の断層画像情報を取得する断層画像情報取得部と、

前記断層画像情報取得部に接続されており、前記断層画像情報のボクセル情報を格納するメモリと、

前記メモリに接続されており、前記ボクセル情報に基づいて、ボクセル情報をサンプリングするボリュームレンダリング演算部と、

前記ボリュームレンダリング演算部によって生成された仮想内視鏡画像を表示する第 1 表示エリアを表示装置に表示させ、または、前記第 1 表示エリアおよびレトラクタの内壁によって遮られる視野範囲に対応する第 2 表示エリアを表示装置に表示させ、通常表示状態において、前記第 1 表示エリアまたは前記第 2 表示エリアの外周部に前記内視鏡の光軸周りの回転の基準位置を示す第 2 回転位置表示を表示させるとともに、前記第 1 表示エリア内の画像、または前記第 1 表示エリア内の画像および前記第 2 表示エリアを拡大表示した拡大表示状態において、前記第 2 回転位置表示を、前記内視鏡の光軸周りの回転の基準位置を示す第 1 回転位置表示に切り替えて、前記表示装置の前記第 1 表示エリアまたは前記第 2 表示エリア、または前記第 1 表示エリアおよび前記第 2 表示エリアに表示されるように表示制御を行う表示制御部と、
を備えている手術支援装置。

10

【請求項 3】

前記表示制御部は、前記第 1 回転位置表示の回転中心が認識できる表示をさらに表示するように、表示制御を行う、

請求項 1 に記載の手術支援装置。

20

【請求項 4】

前記第 1 回転位置表示の回転中心が認識できる表示は、前記内視鏡の視点中心を示す視点表示である、

請求項 3 に記載の手術支援装置。

【請求項 5】

前記表示制御部は、前記視点表示の有無を切り替える ON / OFF 制御を行う、

請求項 4 に記載の手術支援装置。

30

【請求項 6】

前記視点表示は、十字形状、中央部が切り欠かれた十字形状、円形のうちのいずれかの形状を有している、

請求項 4 または 5 に記載の手術支援装置。

【請求項 7】

前記第 1 回転位置表示とは別に設けられており、前記内視鏡の回転の基準位置を示す第 2 回転位置表示を、さらに備えている、

請求項 1 , 3 から 6 のいずれか 1 項に記載の手術支援装置。

【請求項 8】

前記第 1 回転位置表示は、前記多角形状を有している、

請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の手術支援装置。

40

【請求項 9】

前記第 1 回転位置表示は、前記視点表示の端部に配置されている、

請求項 4 から 8 のいずれか 1 項に記載の手術支援装置。

【請求項 10】

前記表示制御部は、前記第 2 表示エリアの透過率を変更して前記レトラクタの内壁によって遮られる視野範囲の表示の制御を行う、

請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載の手術支援装置。

【請求項 11】

前記レトラクタは、手術中に患者の体表を開創した状態で固定され、筒状の内部に前記

50

内視鏡、各種切削器具が挿入される開創器である、
請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載の手術支援装置。

【請求項 12】

レトラクタの内部に内視鏡を挿入して行う手術中のシミュレーション画像あるいはナビゲーション画像を表示させる手術支援プログラムであって、

患者の断層画像情報を取得するステップと、

前記断層画像情報のボクセル情報を格納するステップと、

前記ボクセル情報に基づいて、前記ボクセル情報をサンプリングするステップと、

前記内視鏡によって取得される画像を表示する第 1 表示エリアを表示させ、または、ボリュームレンダリング演算部によって生成された仮想内視鏡画像を表示する第 1 表示エリアおよびレトラクタの内壁によって遮られる視野範囲に対応する第 2 表示エリアを表示装置に表示させ、通常表示状態において、前記表示装置の前記第 1 表示エリア、または前記第 2 表示エリア、または前記第 1 表示エリアおよび前記第 2 表示エリアに前記内視鏡の光軸周りの回転の基準位置を示す第 1 回転位置表示を表示させるとともに、前記第 1 表示エリア内の画像、または前記第 1 表示エリア内の画像 および前記第 2 表示エリアを拡大表示した拡大表示状態において、前記第 1 回転位置表示が前記第 1 表示エリアまたは前記第 2 表示エリア、または前記第 1 表示エリアおよび前記第 2 表示エリアに表示されるように、表示制御を行うステップと、

を備えている手術支援方法をコンピュータに実行させる手術支援プログラム。

【請求項 13】

レトラクタの内部に内視鏡を挿入して行う手術中のシミュレーション画像あるいはナビゲーション画像を表示させる手術支援プログラムであって、

患者の断層画像情報を取得するステップと、

前記断層画像情報のボクセル情報を格納するステップと、

前記ボクセル情報に基づいて、前記ボクセル情報をサンプリングするステップと、

前記内視鏡によって取得される画像を表示する第 1 表示エリアを表示装置に表示させ、または、ボリュームレンダリング演算部によって生成された仮想内視鏡画像を表示する第 1 表示エリアおよびレトラクタの内壁によって遮られる視野範囲に対応する第 2 表示エリアを表示装置に表示させ、通常表示状態において、前記第 1 表示エリアまたは前記第 2 表示エリアの外周部に前記内視鏡の光軸周りの回転の基準位置を示す第 2 回転位置表示を表示させるとともに、前記第 1 表示エリア内の画像 を拡大表示した拡大表示状態において、前記第 2 回転位置表示を、前記内視鏡の光軸周りの回転の基準位置を示す第 1 回転位置表示に切り替えて、前記表示装置の前記第 1 表示エリアまたは前記第 2 表示エリア、または前記第 1 表示エリアおよび前記第 2 表示エリアに表示されるように表示制御を行うステップと、

を備えている手術支援方法をコンピュータに実行させる手術支援プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内視鏡を用いて実施される手術のシミュレーション、あるいは手術中のナビゲーションを行う手術支援装置および手術支援プログラム、手術支援方法に関する。

【背景技術】

【0002】

医療現場において、より適切な手術を行うために、手術前のシミュレーションや手術中のナビゲーションを行うことが可能な手術支援装置が活用されている。

従来の手術支援装置は、例えば、X 線 CT 画像や核磁気共鳴画像 (MRI 画像)、PET (陽電子放射断層法) によって取得された画像等の断層画像情報を取得する断層画像情報取得部と、断層画像情報取得部に接続されたメモリと、メモリに接続されたボリュームレンダリング演算部と、ボリュームレンダリング演算部の演算結果を表示するディスプレイと、ディスプレイに表示された表示対象物に対して切削指示を行う入力部と、を備えて

いた。

また、このような手術支援装置には、一般的な開腹手術に加えて、内視鏡を用いて実施される手術に対応したシミュレーションやナビゲーションを実施可能なものがある。

【 0 0 0 3 】

例えば、特許文献 1 には、内視鏡を用いて実施される手術において、内視鏡の操作中に内視鏡本体を光軸周りに回転させても TV モニタ上において像が回転することなく上下（天地）方向を維持することが可能な電子式内視鏡装置について開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】特開平 6 - 2 6 9 4 0 3 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

しかしながら、上記従来の電子式内視鏡装置では、以下に示すような問題点を有している。

すなわち、上記公報に開示された電子式内視鏡装置では、内視鏡の操作時に内視鏡を光軸周りに回転させた場合でも表示される像が回転しないようにするために、磁界等を利用して内視鏡本体の回転量を求める検出手段と、像の向きを回転させる像回転手段と、像回転手段を操作する駆動機構と、検出手段において検出された回転量に応じて自動的に駆動機構が像回転手段を操作して TV モニタに表示される像が回転しないように制御を行う回転補正手段と、を備えている。

このため、従来の電子式内視鏡装置では、内視鏡を光軸周りに回転させた際の回転量を求める検出手段や駆動機構等の構成を設ける必要があるため、内視鏡装置の構成が複雑かつ大型化してしまう。

【 0 0 0 6 】

このような内視鏡装置は、例えば、開創器等のレトラクタの内部に内視鏡と切削具等を挿入して行われる手術では、内視鏡の構成が複雑化するとレトラクタの内部のスペースが狭くなって切削具等を操作するスペースが十分に確保できなくなるおそれがある。

本発明の課題は、簡素な構成により、内視鏡によって取得される映像に対応して表示装置に表示される断層画像情報のボリュームレンダリングによる画像を拡大・縮小した場合でも、画像の回転の基準位置を容易に認識して画像の向きを調整することが可能な手術支援装置および手術支援プログラム、手術支援方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

第 1 の発明に係る手術支援装置は、レトラクタの内部に内視鏡を挿入して行う手術中のシミュレーション画像あるいはナビゲーション画像を表示させる手術支援装置であって、断層画像情報取得部と、メモリと、ボリュームレンダリング演算部と、表示制御部と、を備えている。断層画像情報取得部は、患者の断層画像情報を取得する。メモリは、断層画像情報取得部に接続されており、断層画像情報のボクセル情報を格納する。ボリュームレンダリング演算部は、メモリに接続されており、ボクセル情報に基づいて、ボクセル情報をサンプリングする。表示制御部は、ボリュームレンダリング演算部によって生成された仮想内視鏡画像を表示する第 1 表示エリアを表示装置に表示させ、または、前記第 1 表示エリアおよびレトラクタの内壁によって遮られる視野範囲に対応する第 2 表示エリアを表示装置に表示させ、通常表示状態において、表示装置の第 1 表示エリア、または第 2 表示エリア、または第 1 表示エリアおよび第 2 表示エリアに内視鏡の光軸周りの回転の基準位置を示す第 1 回転位置表示を表示させるとともに、第 1 表示エリア内の画像、または第 1 表示エリア内の画像および第 2 表示エリアを拡大表示した拡大表示状態において、第 1 回転位置表示が第 1 表示エリアまたは第 2 表示エリア、または第 1 表示エリアおよび第 2 表示エリアに表示されるように、表示制御を行う。

【 0 0 0 8 】

第2の発明に係る手術支援装置は、レトラクタの内部に内視鏡を挿入して行う手術中のシミュレーション画像あるいはナビゲーション画像を表示させる手術支援装置であって、断層画像情報取得部と、メモリと、ボリウムレンダリング演算部と、表示制御部と、を備えている。断層画像情報取得部は、患者の断層画像情報を取得する。メモリは、断層画像情報取得部に接続されており、断層画像情報のボクセル情報を格納する。ボリウムレンダリング演算部は、メモリに接続されており、ボクセル情報に基づいて、ボクセル情報をサンプリングする。表示制御部は、ボリウムレンダリング演算部によって生成された仮想内視鏡画像を表示する第1表示エリアを表示装置に表示させ、または、前記第1表示エリアおよびレトラクタの内壁によって遮られる視野範囲に対応する第2表示エリアを表示装置に表示させ、通常表示状態において、第1表示エリアまたは第2表示エリアの外周部に内視鏡の光軸周りの回転の基準位置を示す第2回転位置表示を表示させるとともに、第1表示エリア内の画像、または第1表示エリア内の画像および第2表示エリアを拡大表示した拡大表示状態において、第2回転位置表示を、内視鏡の光軸周りの回転の基準位置を示す第1回転位置表示に切り替えて、表示装置の第1表示エリアまたは第2表示エリア、または第1表示エリアおよび第2表示エリアに表示されるように表示制御を行う。

10

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本発明に係る手術支援装置によれば、簡素な構成により、内視鏡によって取得される映像に対応して表示装置に表示される断層画像情報のボリウムレンダリングによる画像を拡大・縮小した場合でも、画像の回転の基準位置を容易に認識して画像の向きを適切に調整することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図1】本発明の一実施形態に係るパーソナルコンピュータ（手術支援装置）を含む手術支援システムの構成を示す図。

【図2】図1の手術支援システムに含まれるパーソナルコンピュータを示す斜視図。

【図3】(a)～(c)は、本手術支援システムにおいて用いられる手術用の器具の一例を示す図。

【図4】図2のパーソナルコンピュータの制御ブロック図。

30

【図5】図4の制御ブロックに含まれるメモリ内の内視鏡パラメータ格納部の構成を示すブロック図。

【図6】図4の制御ブロックに含まれるメモリ内の術具パラメータ格納部の構成を示すブロック図。

【図7】図1の手術支援システムを用いて、腰椎椎間板の手術を実施する際の術者と患者との位置関係を示す図。

【図8】(a)は、図7の位置関係における術者から見た手術野を示す図。(b)は、図7の位置関係に対応する内視鏡の回転方向を示す図。

【図9】(a)は、手術に使用されるレトラクタの構成を示す側面図。(b)は、患者の体表から腰椎（椎骨）までレトラクタを挿入して固定した状態を示す断面図。

40

【図10】(a)は、図1の手術支援システムにおいて用いられる内視鏡の構成を示す斜視図。(b)は、図9(a)に示すレトラクタを患者の体表に固定した状態で内視鏡をセットした状態を示す断面図。

【図11】図10(b)に示す状態において、レトラクタ内に挿入された内視鏡の構成を示す上面図。

【図12】図1の手術支援システムのパーソナルコンピュータによって実行される手術支援方法の流れを示すフローチャート。

【図13】図1の手術支援システムのディスプレイに表示される通常表示状態を示す図。

【図14】図13の画面の一部を拡大した拡大表示状態を示す図。

【図15】図13の画面上部に配置された設定エリアの一例を示す図。

50

【図１６】（ａ），（ｂ）は、図１の手術支援システムのディスプレイに表示される画面における通常表示状態での視点表示のＯＮ／ＯＦＦ制御を示す図。

【図１７】（ａ），（ｂ）は、図１の手術支援システムのディスプレイに表示される画面における拡大表示状態での視点表示のＯＮ／ＯＦＦ制御を示す図。

【図１８】（ａ），（ｂ）は、本発明の他の実施形態に係るパーソナルコンピュータ（手術支援装置）を含む手術支援システムのディスプレイに表示される通常表示状態および拡大表示状態の画面の一例を示す図。

【図１９】（ａ），（ｂ）は、本発明のさらに他の実施形態に係る通常表示状態および拡大表示状態における視点表示およびマーカの形態を示す図。

【図２０】（ａ）～（ｅ）は、本発明のさらに他の実施形態に係る通常表示状態および拡大表示状態における視点表示およびマーカの形態を示す図。

【図２１】（ａ）～（ｅ）は、本発明のさらに他の実施形態に係る通常表示状態および拡大表示状態における視点表示およびマーカの形態を示す図。

【図２２】（ａ）～（ｅ）は、本発明のさらに他の実施形態に係る通常表示状態および拡大表示状態における視点表示およびマーカの形態を示す図。

【図２３】（ａ）～（ｅ）は、本発明のさらに他の実施形態に係る通常表示状態および拡大表示状態における視点表示およびマーカの形態を示す図。

【図２４】（ａ）～（ｅ）は、本発明のさらに他の実施形態に係る通常表示状態および拡大表示状態における視点表示およびマーカの形態を示す図。

【図２５】（ａ）～（ｅ）は、本発明のさらに他の実施形態に係る視点表示およびマーカの形態を示す図。

【図２６】（ａ）～（ｄ）は、本発明のさらに他の実施形態に係る視点表示およびマーカの形態を示す図。

【発明を実施するための形態】

【００１１】

本発明の一実施形態に係るパーソナルコンピュータ（手術支援装置）について、図１～図１７を用いて説明すれば以下の通りである。

なお、本実施形態では、レトラクタ（開創器）の内部に内視鏡および切削用の術具等を挿入して腰部脊椎管狭窄症の手術を実施する際の手術シミュレーションおよび手術ナビゲーションを実施する場合について、以下で説明する。

本実施形態に係るパーソナルコンピュータ１は、図１に示すように、ディスプレイ（表示装置）２、位置・角度検出装置２９、斜視内視鏡ユニット３２、測位用トランスミッタ（磁場発生装置）３４とともに手術支援システム１００を構成する（なお、内視鏡は、斜視型でなくてもよい。）。

パーソナルコンピュータ１は、本実施形態の手術支援方法をコンピュータに実行させる手術支援プログラムを読み込んで手術支援装置として機能する。なお、パーソナルコンピュータ１の構成については、後段にて詳述する。

【００１２】

ディスプレイ（表示装置）２は、後段にて詳述する手術中のナビゲーションや術前シミュレーションを行う３次元画像を表示するとともに、手術ナビゲーションや術前シミュレーションの設定画面等を表示する。

なお、手術中のナビゲーションを表示する表示装置としては、手術中の術者に分かり易くナビゲーション画面を表示する必要があるため、パーソナルコンピュータ１のディスプレイ２に加えて、図１の手術支援システム１００に含まれる大型の液晶ディスプレイ１０２も併用される。

位置・角度検出装置２９は、パーソナルコンピュータ１、測位用トランスミッタ３４等に接続されており、斜視内視鏡ユニット３２や術具３３等に取り付けられた３次元センサである位置角度センサ３５ａ～３６ｂ（図１参照）における検知結果に基づいて、実際の手術中の斜視内視鏡ユニット３２や術具３３の位置や姿勢を検出する。

【００１３】

術具 33 は、手術中に使用される器具であって、例えば、図 3 (a) に示す電気メスや、図 3 (b) に示す超音波メス、あるいは図 3 (c) に示す鉗子等が含まれる。また、術具 33 には、その根元付近に 2 本の位置角度センサ 35a, 35b が設けられている。これにより、実際の手術中における術具 33 の位置・姿勢等を、位置角度センサ 35a, 35b によって検出することができる。

斜視内視鏡（内視鏡）32 は、手術が行われる部分に近い体表部から、後述する筒状のレトラクタ（例えば、チューブレトラクタ）31 内に沿って挿入され、手術部位の映像を取得する。また、斜視内視鏡ユニット 32 にも、2 本の位置角度センサ 36a, 36b が取り付けられている。

測位用トランスミッタ（磁場発生装置）34 は、患者が横になる手術台の近傍に配置され、磁場を発生させる。これにより、斜視内視鏡ユニット 32 や術具 33 に取り付けられる位置角度センサ 35a ~ 36b において測位用トランスミッタ 34 で発生した磁場を検出することで、斜視内視鏡ユニット 32 や術具 33 の位置や姿勢を検出することができる。

【0014】

（パーソナルコンピュータ 1）

パーソナルコンピュータ 1 は、図 2 に示すように、ディスプレイ（表示部）2 と、各種入力部（キーボード 3、マウス 4、およびタブレット 5（図 4 参照））と、を備えている。

ディスプレイ 2 は、X 線 CT 画像等の複数の断層画像から形成される骨や臓器（図 2 の例では、内視鏡画像を表示）等の 3 次元画像を表示するとともに、切削シミュレーションの結果や手術ナビゲーションの内容を表示する。

また、パーソナルコンピュータ 1 は、図 4 に示すように、内部に、断層画像情報取得部 6 等の制御ブロックを形成する。

断層画像情報取得部 6 には、ボクセル情報抽出部 7 を介して、断層画像情報部 8 が接続されている。つまり、断層画像情報部 8 では、CT あるいは MRI、PET 等の断層画像を撮影する機器から断層画像情報が供給され、この断層画像情報がボクセル情報抽出部 7 によってボクセル情報として抽出される。

【0015】

メモリ 9 は、パーソナルコンピュータ 1 内に設けられており、ボクセル情報格納部 10、ボクセルラベル格納部 11、および色情報格納部 12、内視鏡パラメータ格納部 22、術具パラメータ格納部 24 を有している。また、メモリ 9 には、ポリウムレンダリング演算部（表示制御部）13 が接続されている。

ボクセル情報格納部 10 は、ボクセル情報抽出部 7 から断層画像情報取得部 6 を介して受信したボクセル情報を格納している。

ボクセルラベル格納部 11 は、第 1 ボクセルラベル格納部、第 2 ボクセルラベル格納部、第 3 ボクセルラベル格納部を有している。これらの第 1 ~ 第 3 ボクセルラベル格納部は、後述する予め設定された CT 値の範囲、つまり表示対象となる臓器にそれぞれ対応して設けられている。例えば、第 1 ボクセルラベル格納部は、肝臓を表示する CT 値の範囲に対応しており、第 2 ボクセルラベル格納部は、血管を表示する CT 値の範囲に対応しており、第 3 ボクセルラベル格納部は、骨を表示する CT 値の範囲に対応している。

【0016】

色情報格納部 12 は、内部に複数の格納部を有している。各格納部は、予め設定された CT 値の範囲、つまり表示対象となる骨、血管、神経、臓器等にそれぞれ対応して設けられている。例えば、肝臓を表示する CT 値の範囲に対応する格納部、血管を表示する CT 値の範囲に対応する格納部、骨を表示する CT 値の範囲に対応する格納部等が挙げられる。このとき、各格納部には、表示対象となる骨、血管、神経、臓器ごとにそれぞれ異なる色情報が設定されている。例えば、骨に対応する CT 値の範囲には白色の色情報、血管に対応する CT 値の範囲には赤色の色情報がそれぞれ格納されている。

なお、表示対象となる骨や血管、神経、臓器ごとに設定される CT 値とは、人体にお

10

20

30

40

50

る X 線吸収の程度を数値化したものであり、水を 0 とする相対値（単位：H U）として表される。例えば、骨が表示される C T 値の範囲は 5 0 0 ~ 1 0 0 0 H U、血液が表示される C T 値の範囲は 3 0 ~ 5 0 H U、肝臓が表示される C T 値の範囲は 6 0 ~ 7 0 H U、腎臓が表示される C T 値の範囲は 3 0 ~ 4 0 H U である。

【 0 0 1 7 】

内視鏡パラメータ格納部 2 2 は、図 5 に示すように、第 1 内視鏡パラメータ格納部 2 2 a、第 2 内視鏡パラメータ格納部 2 2 b、第 3 内視鏡パラメータ格納部 2 2 c を有している。第 1 ~ 第 3 内視鏡パラメータ格納部 2 2 a ~ 2 2 c には、例えば、内視鏡の斜視角、視野角、位置、姿勢、内視鏡のカメラヘッド回転角度等の情報がそれぞれ格納されている。また、内視鏡パラメータ格納部 2 2 は、図 4 に示すように、内視鏡パラメータ設定部 2 3 と接続されている。

10

内視鏡パラメータ設定部 2 3 は、キーボード 3 やマウス 4 を介して内視鏡パラメータの設定を行い、内視鏡パラメータ格納部 2 2 へ送る。

術具パラメータ格納部 2 4 は、図 6 に示すように、第 1 術具パラメータ格納部 2 4 a、第 2 術具パラメータ格納部 2 4 b、第 3 術具パラメータ格納部 2 4 c を有している。第 1 ~ 第 3 術具パラメータ格納部 2 4 a ~ 2 4 c には、例えば、術具を切削用のドリルとすると、ドリルの長さ、先端形状、位置、姿勢等の情報がそれぞれ格納されている。あるいは、術具を筒状のレトラクタ 3 1 とすると、筒状のレトラクタ 3 1 の筒形、筒長さ、位置、姿勢等の情報がそれぞれ格納されている。また、術具パラメータ格納部 2 4 は、図 4 に示すように、術具パラメータ設定部 2 5 と接続されている。

20

【 0 0 1 8 】

術具パラメータ設定部 2 5 は、キーボード 3 やマウス 4 を介してレトラクタ 3 1 やドリル等の術具パラメータの設定を行い、術具パラメータ格納部 2 4 へ送る。

内視鏡 / 術具位置・姿勢取得部 2 6 は、バス 1 6 を介して、内視鏡や術具の位置や角度を検出する位置・角度検出装置 2 9 における検出結果を受信して、ボリュームレンダリング演算部 1 3、レジストレーション演算部 2 7 へ送る。

ボリュームレンダリング演算部 1 3 は、ボクセル情報格納部 1 0 に格納されているボクセル情報と、ボクセルラベル格納部 1 1 に格納されているボクセルラベルと、色情報格納部 1 2 に格納されている色情報と、に基づいて、視線に対してほぼ垂直で、かつ Z 方向の間隔が一定の複数枚のスライス情報を取得する。そして、ボリュームレンダリング演算部 1 3 は、その演算結果を 3 次元画像としてディスプレイ 2 に表示させる。

30

【 0 0 1 9 】

また、ボリュームレンダリング演算部 1 3 は、内視鏡パラメータ格納部 2 2 に格納されている内視鏡情報と、術具パラメータ格納部 2 4 に格納されている術具情報と、内視鏡 / 術具位置・姿勢取得部 2 6 における検出結果と、に基づいて、実際の内視鏡や術具の動きを 3 次元画像に組み合わせたリアルタイム表示を行う。

さらに、ボリュームレンダリング演算部 1 3 は、上記内視鏡情報および術具情報に基づいて、内視鏡によって得られる画像情報に対してレトラクタ 3 1 によって視野が制限される画像情報を反映させたマスキング状態で、ディスプレイ 2 に仮想内視鏡画像を表示させる。具体的には、ボリュームレンダリング演算部 1 3 は、内視鏡パラメータ格納部 2 2 に格納された内視鏡に関する情報（斜視角、視野角、位置等）と、術具パラメータ格納部 2 4 に格納された術具に関する情報（径、長さ等）とに基づいて、内視鏡によって取得される内視鏡画像表示エリア（第 1 表示エリア）A 1（図 1 3 等参照）と表示制限エリア（第 2 表示エリア）A 2（図 1 3 等参照）とを設定する。

40

【 0 0 2 0 】

ここで、内視鏡画像表示エリア A 1 とは、実際の内視鏡手術中において、または術前の内視鏡手術シミュレーションにおいて、内視鏡によって取得される画像情報を基にボリュームレンダリング演算部 1 3 によって生成された仮想的な画像をディスプレイ 2 等のモニタ画面上に表示する表示エリアである。表示制限エリア A 2 とは、筒状のレトラクタ 3 1 等の術具の内壁部分等によって、内視鏡によって取得される画像情報を基にボリュームレ

50

ンダリング演算部 13 によって生成された仮想的な画像の表示が制限される表示エリアであって、実際の内視鏡手術中においては術具の内壁によって見えなくなっている領域であり、術前の内視鏡手術シミュレーションにおいてはマスキングされて表示される領域を意味している（図 13 等参照）。なお、表示制限エリア A2 は、マスキング以外にも、例えば、半透明な状態で表示してもよい。この場合には、術具の内壁に相当する部分の透過率を変更可能とすることで、術具の内壁で見えなくなっていた内視鏡画像表示エリア A1 に表示されている画像に連続する部分の画像を表示制限エリア A2 においても確認することができる。

【0021】

ボクセルラベル設定部（表示制御部）18 は、ボクセルラベル格納部 11 およびバス 16 と接続されている。

10

バス 16 には、上述したポリウムレンダリング演算部 13 およびボクセルラベル設定部 18 に加えて、メモリ 9 内の色情報格納部 12 等、ウィンドウ座標取得部 20、内視鏡／術具位置・姿勢取得部 26 が接続されており、キーボード 3、マウス 4、タブレット 5、位置・角度検出装置 29、内視鏡映像取得部 30 等から入力された内容に基づいて、ディスプレイ 2 に 3 次元画像等を表示する。

ウィンドウ座標取得部 20 には、色情報設定部 21 とレジストレーション演算部 27 とが接続されている。

色情報設定部 21 は、メモリ 9 内の色情報格納部 12 に接続されている。

【0022】

20

内視鏡／術具位置・姿勢取得部 26 は、上述したように、斜視内視鏡ユニット 32 や術具 33 に取り付けられる 3 次元センサである位置角度センサ 35a ~ 36b において測位用トランスミッタ 34 で発生した磁場を検出することで、斜視内視鏡ユニット 32 や術具 33 の位置や姿勢に関する情報を取得する。

なお、斜視内視鏡ユニット 32 の 3 次元における位置や姿勢を検出するための位置角度センサ 36a, 36b は、斜視内視鏡ユニット 32 の把持部における操作の邪魔にならない位置に設けられている。また、術具 33 の 3 次元における位置や姿勢を検出するための位置角度センサ 35a, 35b は、術具 33 の把持部における操作の邪魔にならない位置に設けられている。

レジストレーション演算部 27 は、ポリウムレンダリング演算部 13 において生成される 3 次元画像と、実際の手術中の患者の基準位置、内視鏡ユニット 32 および術具 33 の 3 次元位置および回転角度を一致させるための演算を行う。

30

【0023】

変換行列保持部 28 は、レジストレーション演算部 27 およびポリウムレンダリング演算部 13 と接続されており、レジストレーション処理（座標変換処理）を実施する際に使用される変換行列を複数保持している。

位置・角度検出装置 29 は、上述したように、パーソナルコンピュータ 1、測位用トランスミッタ 34、および斜視内視鏡ユニット 32 に接続されており、斜視内視鏡ユニット 32 や術具 33 等に取り付けられた位置角度センサ 35a ~ 36b における検知結果に基づいて、実際の手術中の斜視内視鏡ユニット 32 や術具 33 の位置や姿勢を検出する。

40

内視鏡映像取得部 30 は、斜視内視鏡ユニット 32 において取得された映像を取得する。内視鏡映像取得部 30 において取得された内視鏡の映像は、バス 16 を介して、ディスプレイ 2, 102 に表示される。

【0024】

レトラクタ 31 は、本実施形態では、上述したように、斜視内視鏡ユニット 32 やドリル等の術具 33 が内部に挿入される部材であって、筒状の術具や筒状の開創器も含まれる。実際の手術において、手術部位の近傍の体表面から患者の体内へ挿入されて固定される。

斜視内視鏡（内視鏡）32 は、上述した筒状のレトラクタ 31 の内周面に沿って挿入され、手術部位の映像を取得する。また、斜視内視鏡ユニット 32 には、手術中にリアルタ

50

イムで斜視内視鏡ユニット 3 2 の 3 次元位置や姿勢を検出するために、位置角度センサ 3 6 a , 3 6 b が取り付けられている。

斜視内視鏡ユニット 3 2 に取り付けられた位置角度センサ 3 6 a , 3 6 b は、斜視内視鏡ユニット 3 2 の後端部側における側面に 2 本設けられている。よって、斜視内視鏡ユニット 3 2 の先端位置は、上述した内視鏡パラメータ格納部 2 2 に保存された斜視内視鏡ユニット 3 2 の長さや形状に基づいて、計算によって算出される。なお、本実施形態では、斜視内視鏡ユニット 3 2 に取り付けられる位置角度センサ 3 6 a , 3 6 b として、2 本の 6 軸センサを用いている。このため、(x、y、z)、 γ (ヨー)、 p (ピッチ)、 r (ロール) の 6 つのパラメータを、1 本の位置角度センサによって測位することができる。なお、斜視内視鏡ユニット 3 2 の具体的な構成については、後段にて詳述する。

10

【 0 0 2 5 】

術具 3 3 は、本実施形態では、手術部位を切削するドリルを用いている。この術具 (ドリル) 3 3 についても、斜視内視鏡ユニット 3 2 と同様に、後端部付近に位置角度センサ 3 5 a , 3 5 b が取り付けられている。これにより、切削を行う術具 (ドリル) 3 3 の先端 (処置部) の位置についても、術具パラメータ格納部 2 4 に保存されたドリルの長さや形状に基づいて算出することができる。

より具体的には、実空間において、実際に手術に使用される術具 3 3 の把持部における邪魔にならない位置に位置角度センサ 3 5 a , 3 5 b が取り付けられていることで、仮想空間において、術具画像 3 3 a の先端位置をマルチポイントモデルによってモデリングを行う。

20

そして、実際の術具 3 3 の操作に合わせて、リアルタイムに術具 3 3 の位置や姿勢等を検知した結果に基づいて、仮想空間上において、術具 3 3 の先端のマルチポイントから手術計画された切削部位までの距離を算出して表示する。

【 0 0 2 6 】

また、術具 3 3 の先端のマルチポイントから手術計画された切削部位までの距離は、接近する方向にサンプリングしていき、マルチポイントが接近する速度、加速度および方向に応じて表示モードを変更する。

これにより、術者は、ナビゲーション用の仮想空間を示す画像を見ながら、切削部位に対する術具先端の位置をより正確に把握することができる。

なお、本実施形態において、術具位置と内視鏡視点位置が近接して使用されることを利用して、術具位置から内視鏡視点位置を、逆に内視鏡位置から術具位置を推定することや、どちらか一方の位置をユーザ操作で決定することで、内視鏡と術具のどちらか一方に位置角度センサを取り付ける構成としてもよい。

30

また、位置角度センサを用いずに、ユーザ操作で内視鏡位置を決定することで患部を表示し、ユーザ操作によって術具位置を決定して切削シミュレーションを行うことも可能であり、そのシミュレーション画像を術中で参照するような構成としてもよい。

【 0 0 2 7 】

< 手術中の術者と患者との位置関係 >

本実施形態では、図 7 に示すように、腰椎椎間板手術が行われる際に、医師 (術者) D が、うつぶせの患者 P の左側方に立って手術を行う。なお、手術室では、図 7 に示すように、医師 D が手術前のシミュレーション画像や手術中のナビゲーション画像を確認するための液晶ディスプレイ 1 0 2 が正面左側に配置されている。また、手術室には、実際の手術中の手術部位等を表示するための透視モニタ 1 0 3 が医師 D の正面右側に配置されている。

40

これにより、医師 D 等は、手術中のナビゲーション等を実施する際に、実際の手術中の画面とナビゲーション画面とを見比べながら、手術を行うことができる。

ここで、患者 P の手術部位の映像を取得する斜視内視鏡ユニット 3 2 は、筒状のレトラクタ 3 1 内に挿入されて使用されるが、レトラクタ 3 1 内において斜視内視鏡ユニット 3 2 が光軸周りに回転すると、実際に表示される画像も回転してしまうおそれがある。

【 0 0 2 8 】

50

このため、手術を行う医師 D が正確に内視鏡を操作して手術を実施するために、ディスプレイ 2 , 1 0 2 に表示される内視鏡画像は、医師 D から見た実際の方向と一致させた状態で表示させる必要がある。

本実施形態のパーソナルコンピュータ 1 では、斜視内視鏡ユニット 3 2 の光軸周りの回転位置を調整するための手術前のシミュレーション、および手術中のナビゲーションを実施する。

具体的には、図 8 (a) に示すように、実際の手術中に医師 D から見た方向を、上下左右の順に、正中、外側、頭側、尾側とすると、図 8 (b) に示すように、斜視内視鏡ユニット 3 2 の回転方向 (1 2 時、6 時、9 時、3 時) を調整する。これにより、ボリュームレンダリング演算部 1 3 によって作成された内視鏡画像と、実際の内視鏡によって取得された画像との向きが、医師 D の位置から見た向きになるように、医師 D が斜視内視鏡ユニット 3 2 の回転操作部 5 1 (図 1 0 (a) 参照) を回転させて画像の向きを調整することができる。

【 0 0 2 9 】

なお、本実施形態のように、腰椎椎間板手術を行う際には、図 9 (a) に示す筒状のレトラクタ 3 1 を、図 9 (b) に示すように、患者 P の体表 P 1 を開創した状態で挿入し骨 (椎骨) P 2 に当てて固定される。

そして、図 1 0 (a) に示す斜視内視鏡ユニット 3 2 が、図 1 0 (b) に示すように、レトラクタ 3 1 にセットされることで、斜視内視鏡ユニット 3 2 で患者 P の手術部位の映像を取得しながら手術を行うことができる。

斜視内視鏡ユニット 3 2 は、図 1 0 (a) に示すように、回転操作部 5 1、焦点操作部 5 2、カメラヘッド 5 3、照明ガイドケーブル 5 4、アタッチメント 5 5、固定ノブ 5 5 a およびエンドスコープ 5 6 を有している。

回転操作部 5 1 は、レトラクタ 3 1 の内部に挿入されるエンドスコープ 5 6 と接続されており、回転操作されると、レトラクタ 3 1 内においてエンドスコープ 5 6 を光軸周りに回転させる。これにより、斜視内視鏡ユニット 3 2 によって取得される映像の回転方向における位置 (向き) の調整を行う。

【 0 0 3 0 】

焦点操作部 5 2 は、回転操作されることで、斜視内視鏡ユニット 3 2 によって取得される手術部位等の焦点調整を行う。

カメラヘッド 5 3 は、エンドスコープ 5 6 の先端に装着されたレンズから入射してきた映像を取得する。

照明ガイドケーブル 5 4 は、エンドスコープ 5 6 の先端から手術部位に対して照射される光を導入する。

アタッチメント 5 5 は、上述した回転操作部 5 1 や照明ガイドケーブル 5 4 等を一体化させるとともに、筒状のレトラクタ 3 1 の上端部に装着される。

エンドスコープ 5 6 は、筒状のレトラクタ 3 1 の内部に挿入された状態で手術部位の映像を取得する。また、エンドスコープ 5 6 は、図 1 1 に示すように、上面視において、レトラクタ 3 1 の内径側における図中左上端部に配置される。これにより、エンドスコープ 5 6 によって術具 3 3 の操作範囲が狭まってしまう範囲を最小限とすることができる。

【 0 0 3 1 】

< 本手術支援方法に関する制御フロー >

ここで、本実施形態のパーソナルコンピュータ 1 による手術支援方法の流れを示す制御フローについて、図 1 2 を用いて説明すれば以下の通りである。

すなわち、本実施形態では、レトラクタの内部に内視鏡を挿入して行う手術中のシミュレーション画像あるいはナビゲーション画像を表示させる手術支援方法を以下のような手順で実施する。

まず、ステップ S 1 では、患者 P の断層画像情報を取得する。

次に、ステップ S 2 では、断層画像情報のボクセル情報をメモリ 9 に格納する。

次に、ステップ S 3 では、ボクセル情報に基づいて、ボクセル情報をサンプリングする

10

20

30

40

50

。

【 0 0 3 2 】

次に、ステップ S 4 では、ディスプレイ 2 および液晶ディスプレイ 1 0 2 に、ボリュームレンダリング演算部 1 3 により、斜視内視鏡ユニット 3 2 によって取得される映像に対応する画像を表示する内視鏡画像表示エリア A 1 およびレトラクタ 3 1 の内壁によって遮られる視野範囲に対応する表示制限エリア A 2 を表示させる。

次に、ステップ S 5 では、通常表示状態において、内視鏡画像表示エリア A 1 (または表示制限エリア A 2) に斜視内視鏡ユニット 3 2 の光軸周りの回転の基準位置を示すマーカ (第 1 回転位置表示) 4 0 を表示させる。

次に、ステップ S 6 では、内視鏡画像表示エリア A 1 の画像 (または内視鏡画像表示エリア A 1 および表示制限エリア A 2) を拡大表示した拡大表示状態において、マーカ 4 0 が液晶ディスプレイ 1 0 2 等の表示範囲外へ移動しないように、表示範囲内 (内視鏡画像表示エリア A 1 または表示制限エリア A 2) に表示させる。

【 0 0 3 3 】

なお、通常表示状態および拡大表示状態において表示されるマーカ 4 0 等の表示については、後段にて詳述する。

< ディスプレイ 2、液晶ディスプレイ 1 0 2 の表示画面 >

本実施形態では、上述した手術支援方法を実施する際に、パーソナルコンピュータ 1 のディスプレイ 2 や液晶ディスプレイ 1 0 2 のモニタ画面 M 上に、図 1 3 ~ 図 1 8 に示す画像が表示されるように表示制御される。

(通常表示状態)

ディスプレイ 2、1 0 2 のモニタ画面 M には、図 1 3 に示すように、内視鏡画像を含む内視鏡画像表示エリア A 1 および表示制限エリア A 2 のほぼ全体を表示する通常表示状態を示す画面が表示される。また、モニタ画面 M の上部には、表示制御の各種設定を行う設定エリア A 3 が表示されている。

【 0 0 3 4 】

図 1 3 に示す通常表示状態では、内視鏡画像表示エリア A 1 と、内視鏡画像表示エリア A 1 の外側に表示制限エリア A 2 とが表示されるとともに、内視鏡画像表示エリア A 1 内、または内視鏡画像表示エリア A 1 と表示制限エリア A 2 内に、マーカ (第 1 回転位置表示) 4 0 と、中抜き十字 (視点表示) 4 1 とが表示されている。マーカ (第 1 回転位置表示) 4 0 について言えば、内視鏡画像表示エリア A 1、または表示制限エリア A 2 内、または内視鏡画像表示エリア A 1 と表示制限エリア A 2 に亘って、表示されている。なお、レトラクタ 3 1 と斜視内視鏡ユニット 3 2 との挿入方向の位置関係によって、内視鏡画像表示エリア A 1 と表示制限エリア A 2 の表示面積比が変わってくる。このため、マーカ (第 1 回転位置表示) 4 0 と中抜き十字 (視点表示) 4 1 とは、内視鏡画像表示エリア A 1 に表示されることもあれば、内視鏡画像表示エリア A 1 と表示制限エリア A 2 に亘って表示されることもある。

【 0 0 3 5 】

マーカ 4 0 は、レトラクタ 3 1 内に挿入された斜視内視鏡ユニット 3 2 のエンドスコープ 5 6 の回転方向における向きの基準となる指標として表示されている。より詳細には、マーカ 4 0 は、エンドスコープ 5 6 の先端から照射される光の光軸周りにおける回転の基準位置を示す指標として表示されている。よって、実際の斜視内視鏡ユニット 3 2 のエンドスコープ 5 6 がレトラクタ 3 1 内において回転すると、手術前のシミュレーションあるいは手術中のナビゲーション画面においても、マーカ 4 0 が連動して回転移動するように表示制御される。

本実施形態では、マーカ 4 0 は、中抜き十字 4 1 と一体化した状態で、内視鏡画像表示エリア A 1 内に表示されている。

なお、マーカ 4 0 は、中抜き十字 4 1 等の視点表示と一体として表示されている形態に限らず、単独で表示されていてもよい。

【 0 0 3 6 】

中抜き十字 4 1 は、例えば、斜視内視鏡ユニット 3 2 を操作中にレトラクタ 3 1 においてエンドスコープ 5 6 が回転した場合に同期して回転表示されるとともに、エンドスコープ 5 6 の回転中心およびエンドスコープ 5 6 の視点中心を示す指標であって、内視鏡画像表示エリア A 1 および表示制限エリア A 2 内に表示されている。

また、表示制限エリア A 2 の外縁部分には、図 1 3 に示すように、上述したマーカ 4 0 と同様に、レトラクタ 3 1 内に挿入された斜視内視鏡ユニット 3 2 のエンドスコープ 5 6 の回転方向における向きの基準となる指標として機能するインジケータ（第 2 回転位置表示）4 2 が表示されている。

インジケータ 4 2 は、マーカ 4 0 と同様に、レトラクタ 3 1 内に挿入された斜視内視鏡ユニット 3 2 のエンドスコープ 5 6 の回転方向における向きの基準となる指標として表示されている。より詳細には、インジケータ 4 2 は、エンドスコープ 5 6 の先端から照射される光の光軸周りにおける回転の基準位置を示す指標として表示されている。よって、実際の斜視内視鏡ユニット 3 2 のエンドスコープ 5 6 がレトラクタ 3 1 内において回転すると、手術前のシミュレーションあるいは手術中のナビゲーション画面においても、マーカ 4 0 とともにインジケータ 4 2 も連動して回転移動するように表示制御される。

【 0 0 3 7 】

また、マーカ 4 0 およびインジケータ 4 2 は、中抜き十字 4 1 によって認識されるエンドスコープ 5 6 の視点中心となる位置を中心として回転するように表示制御される。

なお、本実施形態では、マーカ 4 0 およびインジケータ 4 2 が、モニタ画面 M における図中右上の位置に揃って表示されている例を挙げて説明したが、これに限定されるものではない。例えば、マーカ 4 0 とインジケータ 4 2 とが、それぞれ異なる位置に設けられていてもよい。

（拡大表示状態）

本実施形態のパーソナルコンピュータ 1 では、手術前のシミュレーション等を実施する際に、図 1 3 に示す通常表示状態から、仮想的な内視鏡画像表示エリア A 1 の手術部位周辺等を拡大表示したい場合には、ディスプレイ 2 , 1 0 2 に、図 1 4 に示す拡大表示状態を示す画面を表示させる。

【 0 0 3 8 】

図 1 4 に示す拡大表示状態では、内視鏡画像表示エリア A 1 の一部と、内視鏡画像表示エリア A 1 の外側に表示制限エリア A 2 の一部とが表示され、この表示範囲内（内視鏡画像表示エリア A 1 内、または内視鏡画像表示エリア A 1 と表示制限エリア A 2 内）に、マーカ（第 1 回転位置表示）4 0 と、中抜き十字（視点表示）4 1 とが引き続き表示されるように制御される。マーカ（第 1 回転位置表示）4 0 について言えば、内視鏡画像表示エリア A 1、または表示制限エリア A 2 内、または内視鏡画像表示エリア A 1 と表示制限エリア A 2 に亘って、表示されている。

一方、図 1 3 に示す通常表示状態において表示制限エリア A 2 の外縁部分に表示されていたインジケータ 4 2 は、図 1 4 に示す拡大表示状態においては、モニタ画面 M の表示範囲外となっている。

【 0 0 3 9 】

すなわち、手術部位周辺等を拡大表示した際に、図 1 3 に示すマーカ 4 0、中抜き十字 4 1 等がそのままの位置に表示された場合には、拡大場所によっては、インジケータ 4 2 のように、マーカ 4 0 が表示範囲外になってしまうおそれがある。この場合には、ディスプレイ 2 , 1 0 2 を見ながら手術前のシミュレーションや手術中のナビゲーション等を実施している医師等は、斜視内視鏡ユニット 3 2 のエンドスコープ 5 6 の向きが変わって表示される画像の向きが変化した場合でも、回転位置の指標となるものが表示されなくなっているため、回転位置を適切に調整することが困難である。

そこで、本実施形態のパーソナルコンピュータ 1 では、図 1 4 に示す拡大表示状態においても内視鏡画像の向きを適切に調整可能とするために、拡大表示状態におけるモニタ画面 M の表示範囲内に、マーカ 4 0 等の表示がそのまま残されるように表示制御を行う。

【 0 0 4 0 】

これにより、通常表示状態（図 1 3）および拡大表示状態（図 1 4）の両方の表示状態において、マーカ 4 0 や中抜き十字 4 1 等がモニタ画面 M の表示範囲内に表示されているため、マーカ 4 0 によって示される回転の基準位置を確認しながら、実際のエンドスコープ（内視鏡）5 6 の向きと内視鏡画像の向きとが一致するように調整することができる。

また、本実施形態では、通常表示状態（図 1 3）および拡大表示状態（図 1 4）において、表示制限エリア A 2 の透過率を調整することができる。これにより、レトラクタ 3 1 の内壁等によって制限される範囲の表示を、半透明としたり黒く表示したり、医師 D 等の要望に応じて切り替えることができる。

（マーカ 4 0 および中抜き十字 4 1 の表示の ON / OFF 制御）

本実施形態のパーソナルコンピュータ 1 では、図 1 4 に示す拡大表示状態において、マーカ 4 0 や中抜き十字 4 1 が手術部位等を確認する際の邪魔にならないようにするために、設定エリア A 3 が操作されて、表示の ON / OFF 制御が実施される。

【 0 0 4 1 】

設定エリア A 3 は、図 1 3 および図 1 4 に示すように、ディスプレイ 2 , 1 0 2 のモニタ画面 M の上部に配置されており、表示に関する各種設定が行われる。

ここで、設定エリア A 3 において設定可能な表示制御内容としては、図 1 5 に示すように、シミュレーション画像やナビゲーション画像として表示されるエンドスコープ 5 6 の視野角、斜視角、アタッチメント 5 5 の回転角、カメラヘッド 5 3 の回転角等がある。また、設定エリア A 3 では、シミュレーション等の画像として表示される画像として、通常レンズに対応するレンズ歪のない画像と、魚眼レンズに対応する魚眼レンズ歪を表現した画像を切り替えることができる。さらに、設定エリア A 3 では、シミュレーション等の画像として表示される画像中に、レトラクタによる影響を受けたレトラクタ部分に対応する表示エリア制限を設けた画像と、レトラクタによる影響を受けていないレトラクタ部分に対応する表示エリア制限のない画像の切り替えや、マーカ 4 0 や中抜き十字 4 1 等の表示の有無の切り替えを行うことも可能である。

【 0 0 4 2 】

具体的には、レトラクタによる影響を受けた画像と影響を受けていない画像との切り替えや、マーカ 4 0 や中抜き十字 4 1 等の表示の有無の切り替えは、図 1 5 に示すように、チェックボックス A 4 のチェックを入れるか否かで表示設定を切り替えることができる。

例えば、通常表示状態において、マーカ 4 0 および中抜き十字 4 1 の表示を切り替える場合には、図 1 6 (a) に示す表示状態から、設定エリア A 3 のチェックボックス A 4 (図 1 5 参照) の視点表示のチェックを外すことで、図 1 6 (b) に示す未表示状態に切り替えることができる。

同様に、例えば、拡大表示状態において、マーカ 4 0 および中抜き十字 4 1 の表示を切り替える場合には、図 1 7 (a) に示す表示状態から、設定エリア A 3 のチェックボックス A 4 (図 1 5 参照) の視点表示のチェックを外すことで、図 1 7 (b) に示す未表示状態に切り替えることができる。

【 0 0 4 3 】

これにより、エンドスコープ（内視鏡）5 6 の回転の基準位置となるマーカ 4 0 と、回転中心となる中抜き十字 4 1 とを必要な状態でのみ表示しつつ、手術部位等をじっくり観察する場合等においては表示無しとする切り替え制御を行うことができる。

〔他の実施形態〕

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。

【 0 0 4 4 】

（ A ）

上記実施形態では、図 1 3 に示すように、通常表示状態では、エンドスコープ（内視鏡）5 6 の光軸周りの回転の基準位置となるマーカ 4 0 とインジケータ 4 2 と組み合わせて表示した例を挙げて説明した。しかし、本発明はこれに限定されるものではない。

例えば、図 1 8 (a) に示すように、通常表示状態では、エンドスコープ 5 6 の回転の

10

20

30

40

50

基準位置となる指標としてインジケータ４２のみを表示するとともに、図１８（ｂ）に示すように、拡大表示状態では、表示範囲外となったインジケータ４２の代わりに、新たな回転の基準位置を示すマーカ１４０を表示してもよい。

このとき、マーカ１４０は、図１８（ｂ）に示すように、手術部位等を確認する際の邪魔にならないように、表示制限エリアＡ２内に表示することが好ましい。

また、マーカ１４０は、図１８（ｂ）に示すように、円形表示１４１と組み合わせて表示されていることがより好ましい。これにより、マーカ１４０の回転中心となる位置も確認しながら、内視鏡画像の向きを調整することができる。

【００４５】

（Ｂ）

10

上記実施形態では、図１４に示すように、拡大表示状態においても、内視鏡画像表示エリアＡ１の外周に表示制限エリアＡ２が表示された例を挙げて説明した。しかし、本発明はこれに限定されるものではない。

例えば、図１９（ａ）に示す通常表示状態から、拡大表示状態とする際に拡大倍率をさらに大きくした場合には、図１９（ｂ）に示すように、モニタ画面Ｍの表示範囲が内視鏡画像表示エリアＡ１のみとなるように拡大表示することもできる。

この場合には、内視鏡画像表示エリアＡ１内に、マーカ（第１回転位置表示）４０と十字（視点表示）２４１とを組み合わせて表示すればよい。

【００４６】

（Ｃ）

20

上記実施形態では、図１３に示すように、通常表示状態では、エンドスコープ（内視鏡）５６の光軸周りの回転の基準位置となるマーカ４０とインジケータ４２と組み合わせて表示した例を挙げて説明した。しかし、本発明はこれに限定されるものではない。

例えば、図２０（ａ）に示すように、通常表示状態では、エンドスコープ５６の回転の基準位置となる指標としてインジケータ４２のみを表示するとともに、図２０（ｂ）に示すように、拡大表示状態では、表示範囲外となったインジケータ４２の代わりに、回転中心位置を示す十字２４１と組み合わせたマーカ４０を、内視鏡画像表示エリアＡ１内、または内視鏡画像表示エリアＡ１と表示制限エリアＡ２内に表示してもよい。マーカ（第１回転位置表示）４０については、内視鏡画像表示エリアＡ１、または表示制限エリアＡ２内、または内視鏡画像表示エリアＡ１と表示制限エリアＡ２に亘って、表示してもよい。

30

あるいは、図２０（ｃ）に示すように、表示範囲外となったインジケータ４２の代わりに、円形表示１４１と組み合わせたマーカ４０を、表示制限エリアＡ２内に表示してもよい。

さらに、通常表示状態において、図２０（ｄ）に示すように、表示制限エリアＡ２が表示されていない状態で拡大表示する場合には、図２０（ｅ）に示すように、表示範囲外となったインジケータ４２の代わりに、回転中心位置を示す十字２４１と組み合わせたマーカ４０を、内視鏡画像表示エリアＡ１に表示してもよい。

【００４７】

（Ｄ）

40

上記実施形態では、図１３に示すように、通常表示状態では、エンドスコープ（内視鏡）５６の光軸周りの回転の基準位置となるマーカ４０とインジケータ４２と組み合わせて表示した例を挙げて説明した。しかし、本発明はこれに限定されるものではない。

例えば、図２１（ａ）に示すように、通常表示状態では、エンドスコープ５６の回転の基準位置となる指標としてインジケータ４２のみを表示するとともに、図２１（ｂ）に示すように、拡大表示状態では、表示範囲外となったインジケータ４２の代わりに、回転中心位置を示す円形表示１４１と組み合わせたマーカ４０を、内視鏡画像表示エリアＡ１内、または内視鏡画像表示エリアＡ１と表示制限エリアＡ２内に表示してもよい。マーカ（第１回転位置表示）４０については、内視鏡画像表示エリアＡ１、または表示制限エリアＡ２内、または内視鏡画像表示エリアＡ１と表示制限エリアＡ２に亘って、表示してもよい。

50

【 0 0 4 8 】

あるいは、図 2 1 (c) に示すように、表示範囲外となったインジケータ 4 2 の代わりに、円形表示 1 4 1 と組み合わせたマーカ 4 0 を、表示制限エリア A 2 内に表示してもよい。

さらに、通常表示状態において、図 2 1 (d) に示すように、表示制限エリア A 2 が表示されていない状態で拡大表示する場合には、図 2 1 (e) に示すように、表示範囲外となったインジケータ 4 2 の代わりに、回転中心位置を示す円形表示 1 4 1 と組み合わせたマーカ 4 0 を、内視鏡画像表示エリア A 1 の端部に表示してもよい。

【 0 0 4 9 】

(E)

上記実施形態では、図 1 3 に示すように、通常表示状態では、エンドスコープ（内視鏡）5 6 の光軸周りの回転の基準位置となるマーカ 4 0 とインジケータ 4 2 と組み合わせて表示した例を挙げて説明した。しかし、本発明はこれに限定されるものではない。

例えば、図 2 2 (a) に示すように、通常表示状態では、エンドスコープ 5 6 の回転の基準位置となる指標としてマーカ 4 0 のみを十字 2 4 1 と組み合わせて表示するとともに、図 2 2 (b) に示すように、拡大表示状態では、十字 2 4 1 と組み合わせたマーカ 4 0 を、そのまま内視鏡画像表示エリア A 1 内、または内視鏡画像表示エリア A 1 と表示制限エリア A 2 内に表示してもよい。マーカ（第 1 回転位置表示）4 0 については、内視鏡画像表示エリア A 1、または表示制限エリア A 2 内、または内視鏡画像表示エリア A 1 と表示制限エリア A 2 に亘って、表示してもよい。

あるいは、図 2 2 (c) に示すように、内視鏡画像表示エリア A 1 に表示されたマーカ 4 0 等の代わりに、円形表示 1 4 1 と組み合わせたマーカ 4 0 を、表示制限エリア A 2 内に表示してもよい。

さらに、通常表示状態において、図 2 2 (d) に示すように、表示制限エリア A 2 が表示されていない状態で拡大表示する場合には、図 2 2 (e) に示すように、十字 2 4 1 と組み合わせたマーカ 4 0 を、内視鏡画像表示エリア A 1 にそのまま表示してもよい。

【 0 0 5 0 】

(F)

上記実施形態では、図 1 3 および図 1 4 に示すように、エンドスコープ 5 6 の光軸周りの回転の基準位置を示す指標として、回転中心を示す中抜き十字 4 1 とマーカ 4 0 とを組み合わせて表示した例を挙げて説明した。しかし、本発明はこれに限定されるものではない。

例えば、図 2 3 (a) に示すように、エンドスコープ 5 6 の回転の基準位置となる指標として、円形表示 1 4 1 とマーカ 4 0 とを組み合わせて表示してもよい。

この場合には、図 2 3 (b) に示すように、拡大表示状態では、円形表示 1 4 1 と組み合わせたマーカ 4 0 を、そのまま内視鏡画像表示エリア A 1 内、または内視鏡画像表示エリア A 1 と表示制限エリア A 2 内に表示すればよい。マーカ（第 1 回転位置表示）4 0 については、内視鏡画像表示エリア A 1、または表示制限エリア A 2 内、または内視鏡画像表示エリア A 1 と表示制限エリア A 2 に亘って、表示してもよい。

あるいは、図 2 3 (c) に示すように、円形表示 1 4 1 と組み合わせたマーカ 4 0 を、表示制限エリア A 2 内に表示してもよい。

さらに、通常表示状態において、図 2 3 (d) に示すように、表示制限エリア A 2 が表示されていない状態で拡大表示する場合には、図 2 3 (e) に示すように、十字 2 4 1 と組み合わせたマーカ 4 0 を、内視鏡画像表示エリア A 1 の端部にそのまま表示してもよい。

【 0 0 5 1 】

(G)

上記実施形態では、図 1 3 に示すように、通常表示状態では、エンドスコープ（内視鏡）5 6 の光軸周りの回転の基準位置となるマーカ 4 0 とインジケータ 4 2 と組み合わせて表示した例を挙げて説明した。しかし、本発明はこれに限定されるものではない。

例えば、図 2 4 (a) に示すように、通常表示状態では、エンドスコープ 5 6 の回転の基準位置となる指標としてインジケータ 4 2 と、円形表示 1 4 1 と組み合わせたマーカ 4 0 とを表示するとともに、図 2 4 (b) に示すように、拡大表示状態では、インジケータ 4 2 は表示範囲外となるものの、円形表示 1 4 1 と組み合わせたマーカ 4 0 を、内視鏡画像表示エリア A 1 内、または内視鏡画像表示エリア A 1 と表示制限エリア A 2 内にそのまま残すように表示してもよい。マーカ (第 1 回転位置表示) 4 0 については、内視鏡画像表示エリア A 1、または表示制限エリア A 2 内、または内視鏡画像表示エリア A 1 と表示制限エリア A 2 に亘って、表示してもよい。

【 0 0 5 2 】

あるいは、図 2 4 (c) に示すように、円形表示 1 4 1 と組み合わせたマーカ 4 0 を、表示制限エリア A 2 内に表示してもよい。

10

さらに、通常表示状態において、図 2 4 (d) に示すように、表示制限エリア A 2 が表示されていない状態で拡大表示する場合には、図 2 4 (e) に示すように、回転中心位置を示す円形表示 1 4 1 と組み合わせたマーカ 4 0 を、内視鏡画像表示エリア A 1 の端部に表示してもよい。

【 0 0 5 3 】

(H)

上記実施形態では、内視鏡の光軸周りの回転の基準位置を示す指標となるマーカ (第 1 回転位置表示) 4 0 として、回転中心方向を指す三角形の図形を用いた例を挙げて説明した。しかし、本発明はこれに限定されるものではない。

20

例えば、図 2 5 (a) に示すように、回転中心とは逆方向を指すように配置された三角形の図形からなるマーカ 1 4 0 を用いてもよい。あるいは、三角形以外の、他の多角形の図形を用いてもよい。

【 0 0 5 4 】

(I)

上記実施形態では、内視鏡の回転中心および内視鏡のレンズ中央に対応する視点表示として、十字形状の中央部が切り欠かれた中抜き十字 4 1 を用いた例を挙げて説明した。しかし、本発明はこれに限定されるものではない。

例えば、図 2 5 (b) に示すように、視点表示として、十字 2 4 1 を用いてもよい。あるいは、図 2 5 (c) に示すように、破円 3 4 1 を用いてもよい。

30

この場合には、例えば、図 2 5 (d) および図 2 5 (e) に示すように、図 2 5 (b) に示す十字 2 4 1 と、マーカ 4 0、1 4 0 とを組み合わせて表示してもよい。

また、図 2 6 (a) および図 2 6 (b) に示すように、円形表示 1 4 1 とマーカ 4 0、1 4 0 とを組み合わせて表示してもよい。

さらに、図 2 6 (c) および図 2 6 (d) に示すように、破円 3 4 1 とマーカ 4 0、1 4 0 とを組み合わせて表示してもよい。

【 0 0 5 5 】

(J)

上記実施形態では、手術支援装置として本発明を実現した例を挙げて説明した。しかし、本発明はこれに限定されるものではない。

40

例えば、図 1 2 に示す制御方法をコンピュータに実行させる手術支援プログラムとして、本発明を実現してもよい。

(K)

上記実施形態では、本発明の手術支援装置を用いて実施される手術として、腰椎椎間板の内視鏡手術を例として挙げて説明した。しかし、本発明はこれに限定されるものではない。

例えば、内視鏡を用いて実施される手術であれば、他の手術に対して本発明の手術支援装置を用いてもよい。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 5 6 】

50

本発明の手術支援装置は、簡素な構成により、内視鏡によって取得される映像に対応して表示装置に表示される断層画像情報のボリュームレンダリングによる画像を拡大・縮小した場合でも、画像の回転の基準位置を容易に認識して画像の向きを調整することができるという効果を奏することから、各種手術を実施する際の手術支援装置に対して広く適用可能である。

【符号の説明】

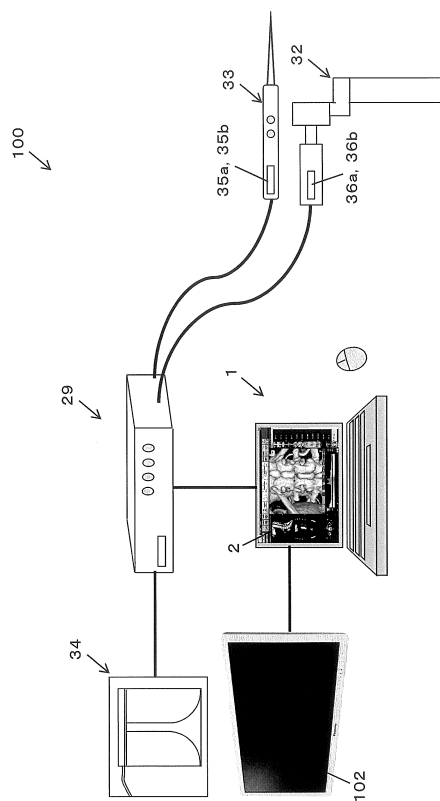
【 0 0 5 7 】

1	パーソナルコンピュータ（手術支援装置）	
2	ディスプレイ（表示装置）	
3	キーボード	10
4	マウス	
5	タブレット	
6	断層画像情報取得部	
7	ボクセル情報抽出部	
8	断層画像情報部	
9	メモリ	
10	ボクセル情報格納部	
11	ボクセルラベル格納部	
12	色情報格納部	
13	ボリュームレンダリング演算部（表示制御部）	20
16	バス	
18	ボクセルラベル設定部（表示制御部）	
20	ウィンドウ座標取得部	
21	色情報設定部	
22	内視鏡パラメータ格納部	
23	内視鏡パラメータ設定部	
24	術具パラメータ格納部	
25	術具パラメータ設定部	
26	内視鏡／術具位置・姿勢取得部	
27	レジストレーション演算部	30
28	変換行列保持部	
29	位置・角度検出装置	
30	内視鏡映像取得部	
31	レトラクタ	
32	斜視内視鏡ユニット	
33	術具	
34	BOX型トランスミッタ（磁場発生装置）	
35 a , 35 b	位置角度センサ	
36 a , 36 b	位置角度センサ	
40	マーカ（第1回転位置表示）	40
41	中抜き十字（視点表示）	
42	インジケータ（第2回転位置表示）	
51	回転操作部	
52	焦点操作部	
53	カメラヘッド	
54	照明ガイドケーブル	
55	アタッチメント	
55 a	固定ノブ	
56	エンドスコープ（内視鏡）	
100	手術支援システム	50

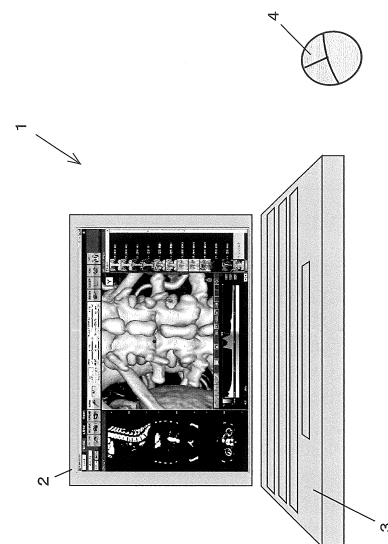
- 1 0 2 液晶ディスプレイ（表示装置）
- 1 0 3 透視モニタ
- 1 4 0 マーカ（第 1 回転位置表示）
- 1 4 1 円形表示（視点表示）
- 2 4 1 十字（視点表示）
- 3 4 1 破円
- A 1 内視鏡画像表示エリア（第 1 表示エリア）
- A 2 表示制限エリア（第 2 表示エリア）
- A 3 設定エリア
- A 4 チェックボックス
- D 医師（術者）
- M モニタ画面
- P 患者
- P 1 体表
- P 2 骨（椎骨）

10

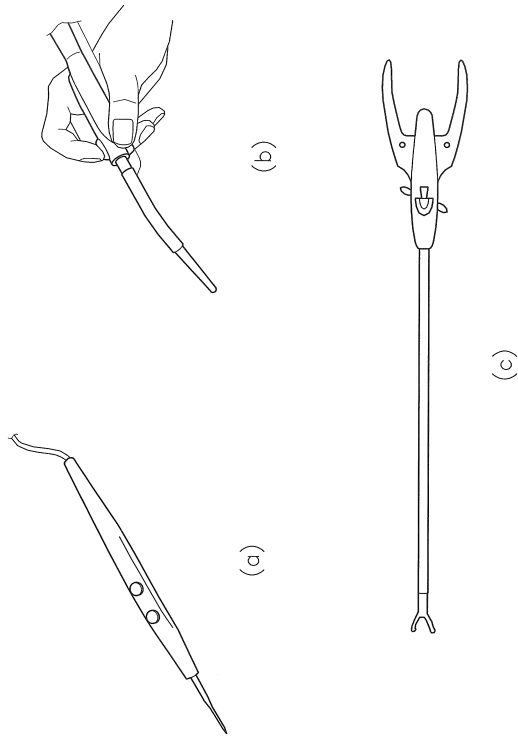
【図 1】



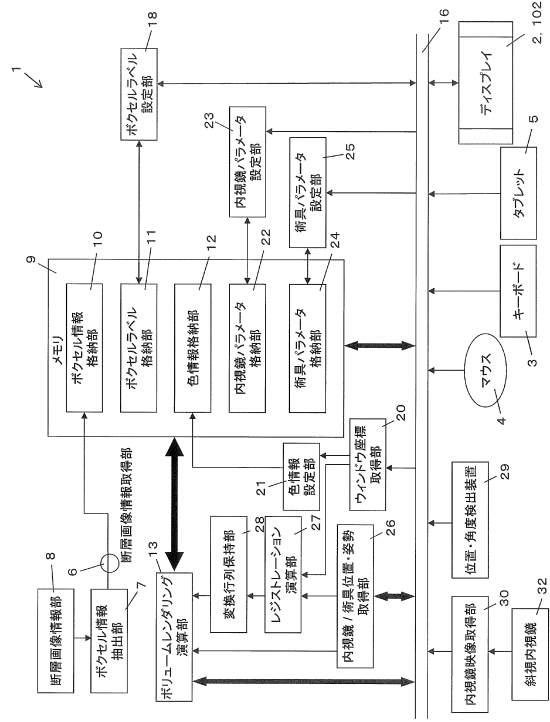
【図 2】



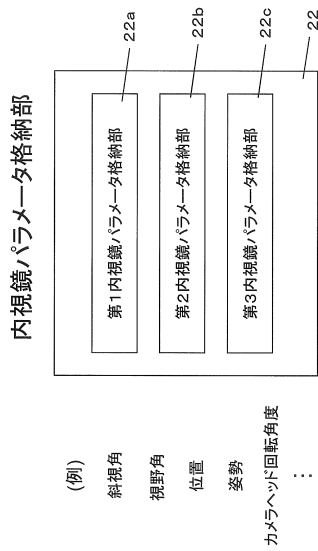
【図 3】



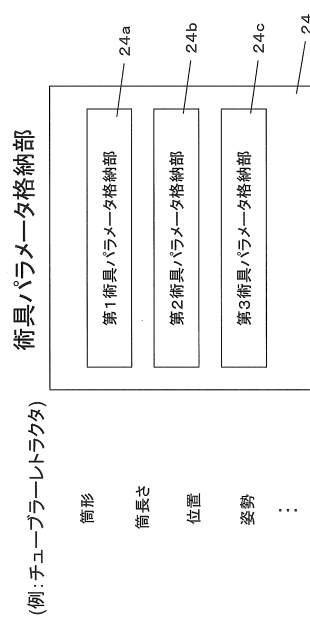
【図 4】



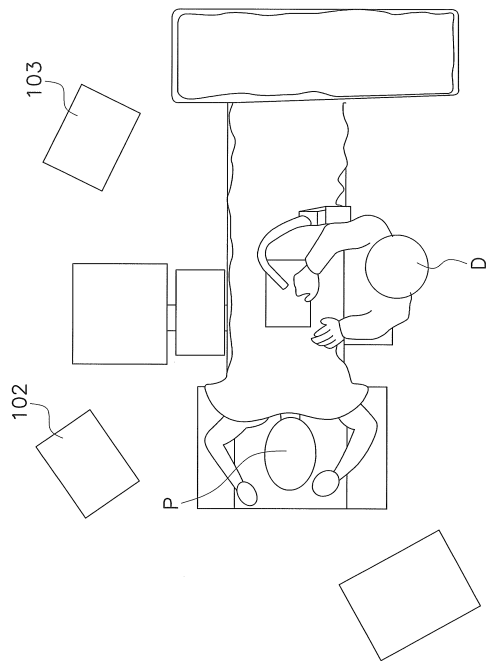
【図 5】



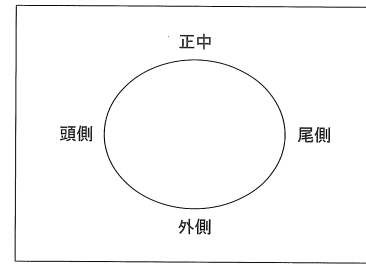
【図 6】



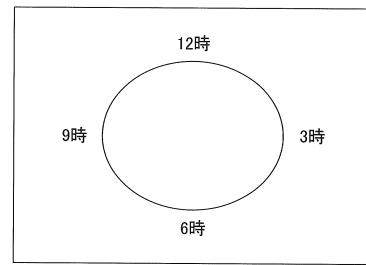
【図 7】



【図 8】

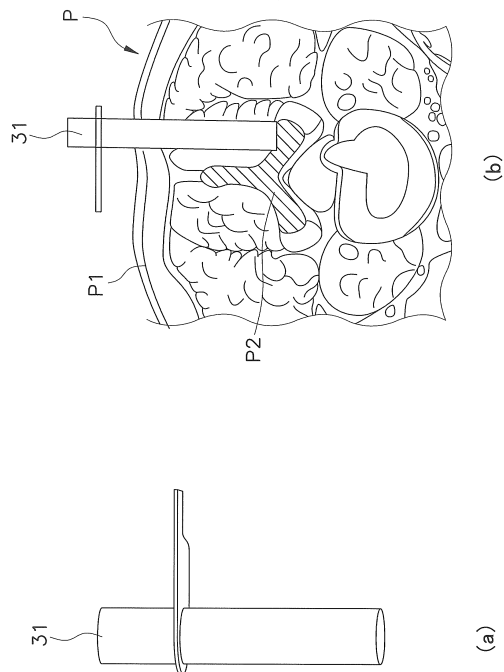


(a) 手術野

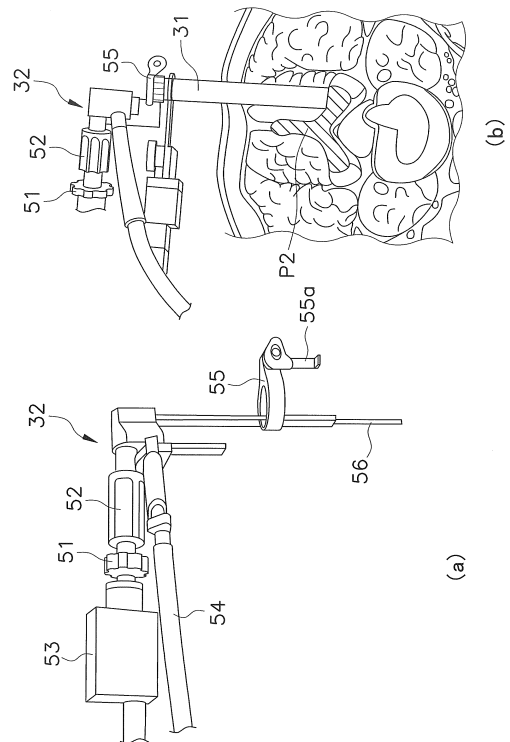


(b) 内視鏡設置

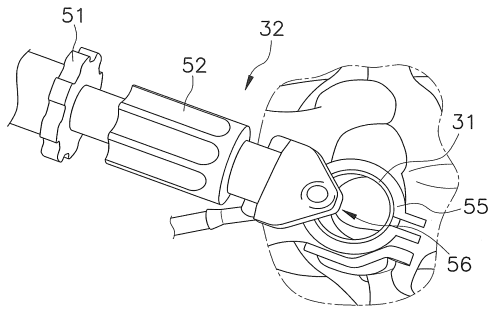
【図 9】



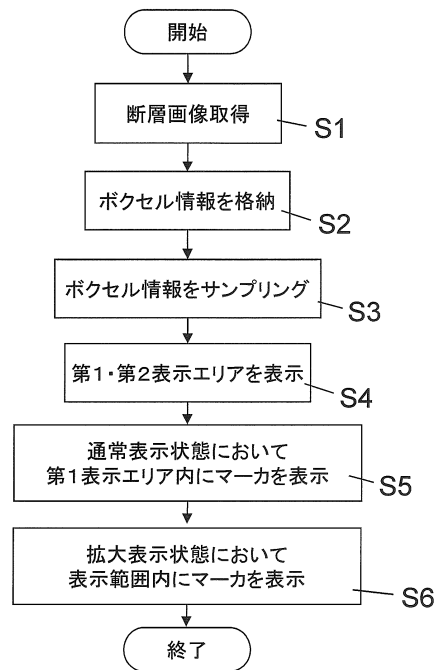
【図 10】



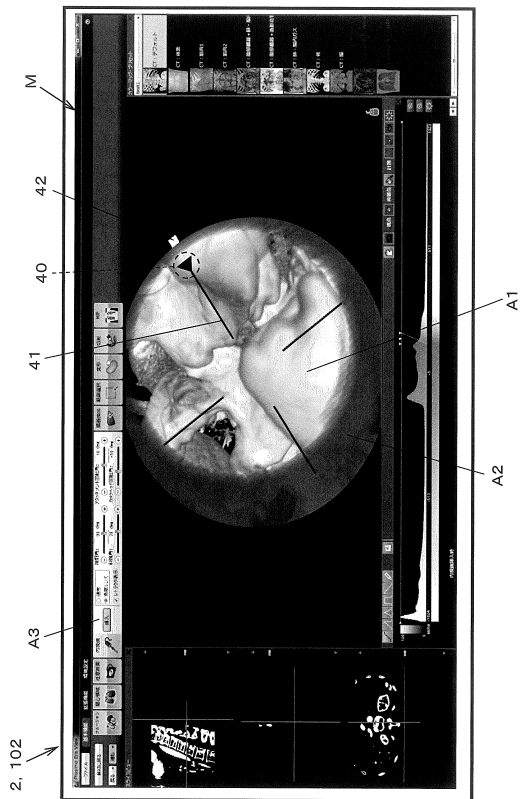
【図 1 1】



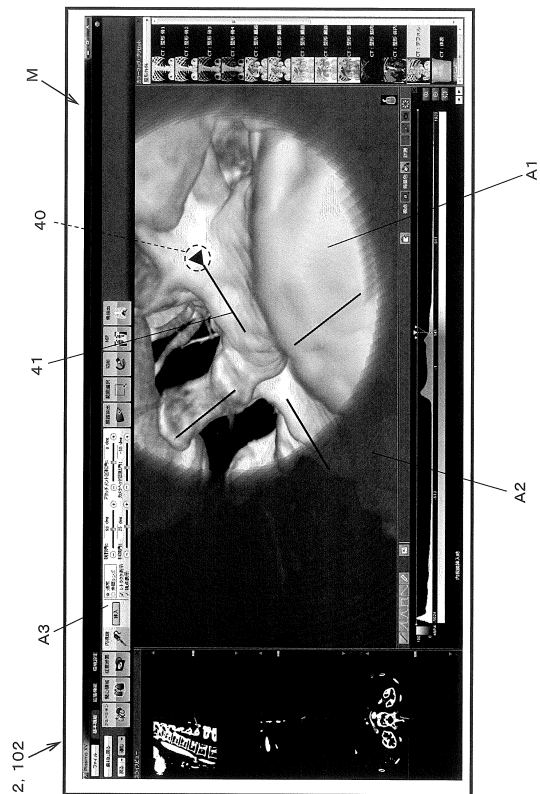
【図 1 2】



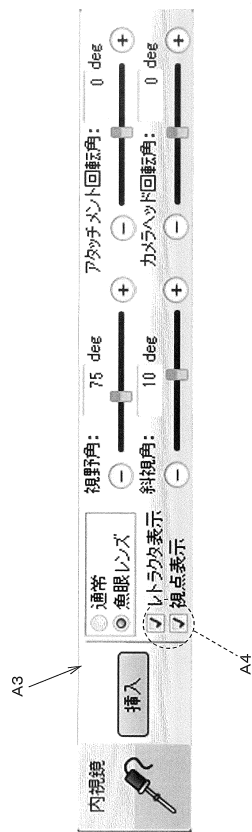
【図 1 3】



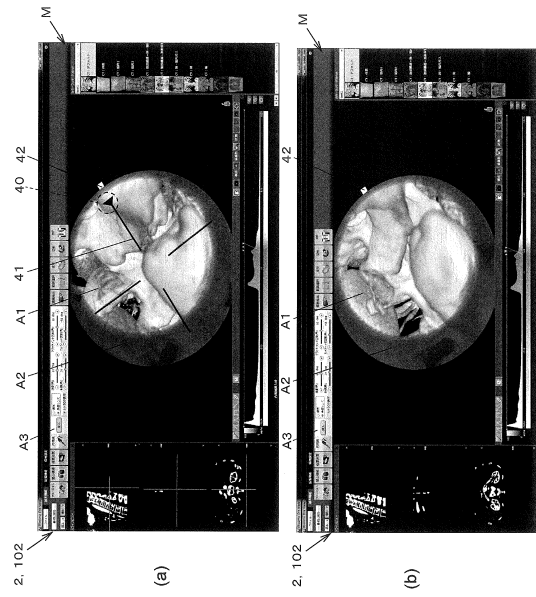
【図 1 4】



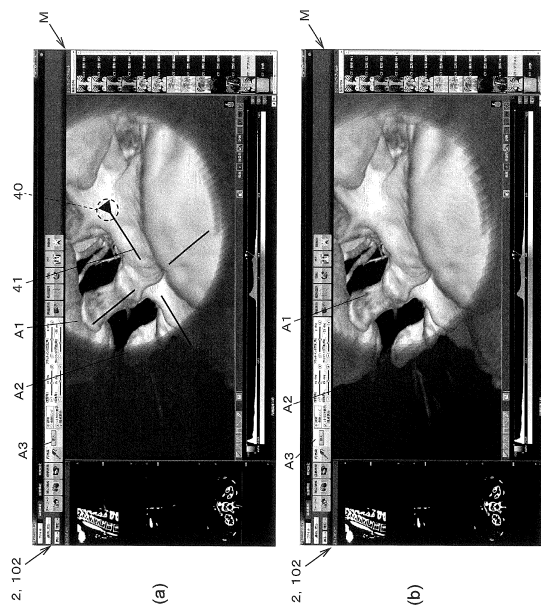
【図 15】



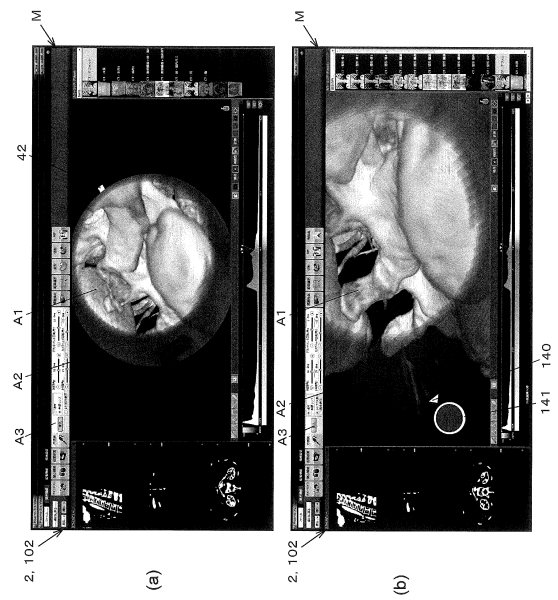
【図 16】



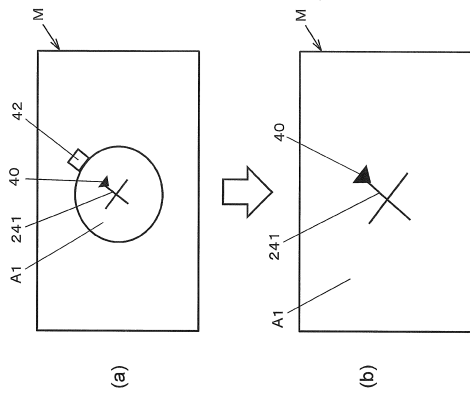
【図 17】



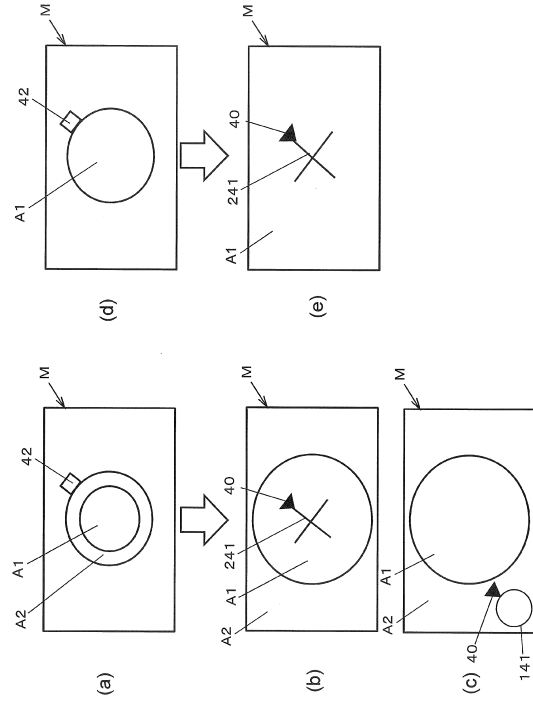
【図 18】



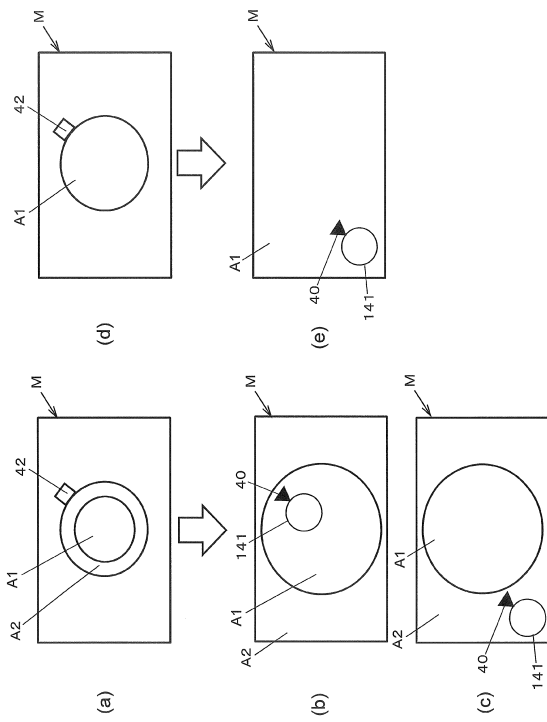
【図 19】



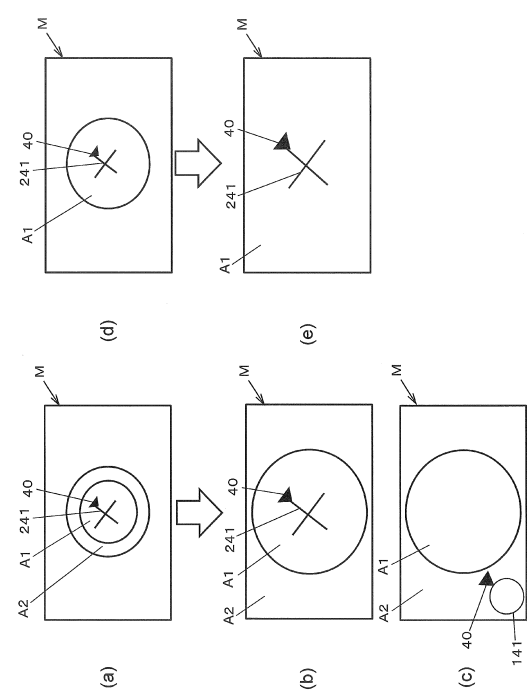
【図 20】



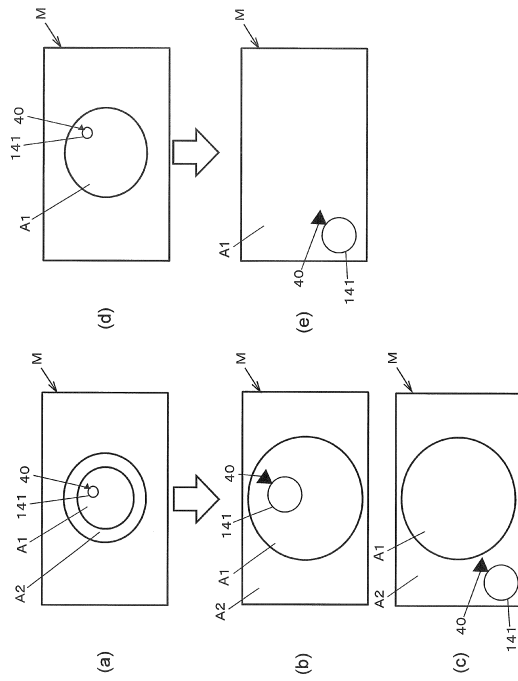
【図 21】



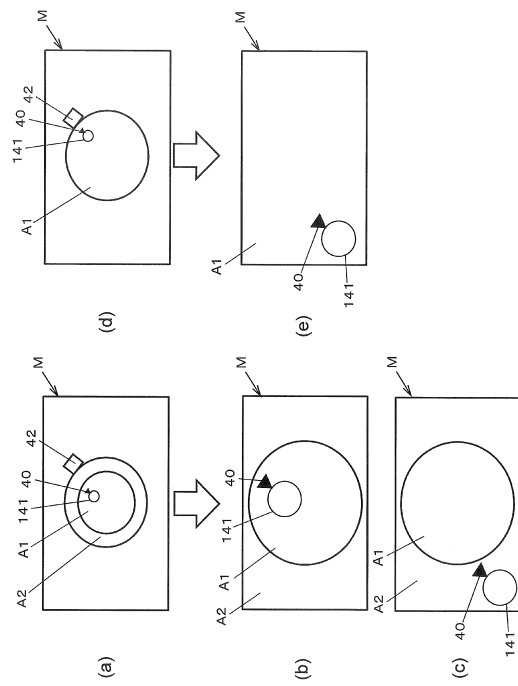
【図 22】



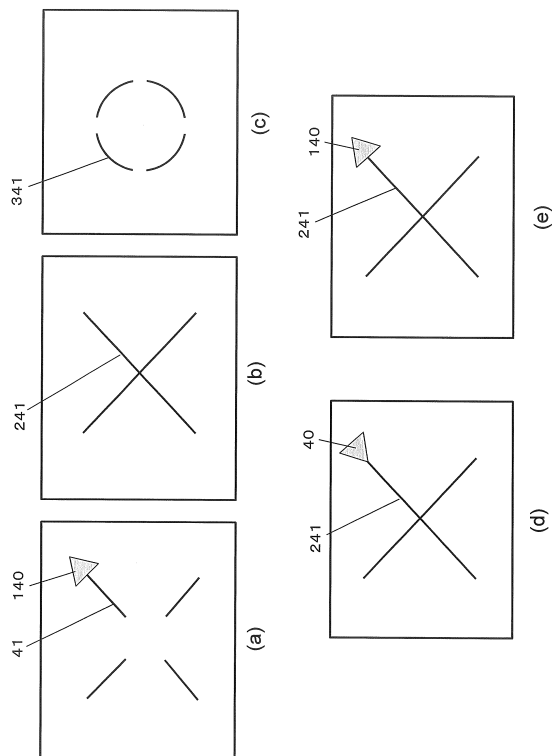
【図 2 3】



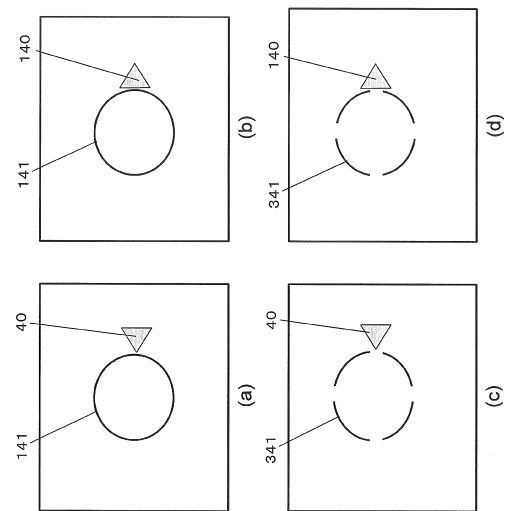
【図 2 4】



【図 2 5】



【図 2 6】



フロントページの続き

- (72)発明者 榎原 雅樹
愛媛県東温市南方 2 1 3 1 番地 1 パナソニックヘルスケア株式会社内
- (72)発明者 高橋 真二
愛媛県東温市南方 2 1 3 1 番地 1 パナソニックヘルスケア株式会社内
- (72)発明者 谷口 優次
愛媛県東温市南方 2 1 3 1 番地 1 パナソニックヘルスケア株式会社内
- (72)発明者 井上 陽次
愛媛県東温市南方 2 1 3 1 番地 1 パナソニックヘルスケア株式会社内

審査官 中村 一雄

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

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
- | | |
|---------|-----------|
| A 6 1 B | 3 4 / 0 0 |
| A 6 1 B | 1 / 0 4 5 |
| H 0 4 N | 7 / 1 8 |

专利名称(译)	手术支持设备，手术支持程序，手术支持方法		
公开(公告)号	JP6435578B2	公开(公告)日	2018-12-12
申请号	JP2014158642	申请日	2014-08-04
[标]申请(专利权)人(译)	松下寿电子工业株式会社		
申请(专利权)人(译)	松下医疗控股公司		
[标]发明人	高嶋伸幸 竹村知晃 榎原雅樹 高橋真二 谷口優次 井上陽次		
发明人	高嶋 伸幸 竹村 知晃 榎原 雅樹 高橋 真二 谷口 優次 井上 陽次		
IPC分类号	A61B34/00 A61B1/045 H04N7/18		
FI分类号	A61B34/00 A61B1/045.610 A61B1/045.623 H04N7/18.M A61B1/00.V A61B1/00.300.G A61B1/00.320.A A61B1/00.620 A61B1/01 A61B1/04 A61B1/04.370 A61B19/00.502		
F-TERM分类号	4C161/BB01 4C161/CC06 4C161/HH55 4C161/HH56 4C161/JJ09 4C161/JJ11 4C161/JJ17 4C161/NN05 4C161/VV01 4C161/WW10 4C161/WW13 4C161/YY12 5C054/CC07 5C054/FD07 5C054/FE19 5C054/FE24 5C054/HA12		
审查员(译)	中村和夫		
其他公开文献	JP2016034412A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

甲以简单的结构，即使当标尺由对应的显示装置上显示到由所述内窥镜，容易地将图像的旋转的基准位置获取的视频的断层图像信息的体绘制图像提供了一种能够识别和调整图像的方向的外科手术支持设备。 外科手术支持系统100的个人计算机1包括断层图像信息获取单元6，存储器9，体绘制操作单元13和显示控制单元。显示控制单元可以显示的内窥镜图像显示区域A1，用于显示通过由体绘制计算机13向显示器2和102产生，在正常显示状态下的内窥镜32，内窥镜显示2102中获得的图像以显示指示该内窥镜32的旋转在一个反射镜图像显示区域A1的基准位置标记40，在A1中，标记40被显示在内窥镜图像显示区域A1的内窥镜图像显示区域的放大显示状态如图1所示。 .The 14

(19) 日本国特許庁 (JP)	(12) 特 許 公 報 (B2)	(11) 特許番号 特許第6435578号 (P6435578)
(45) 発行日 平成30年12月12日 (2018. 12. 12)	(24) 登録日 平成30年11月22日 (2018. 11. 22)	
(51) Int. Cl. A 6 1 B 34/00 (2016. 01) A 6 1 B 1/045 (2006. 01) H 0 4 N 7/18 (2006. 01)	F I A 6 1 B 34/00 A 6 1 B 1/045 6 1 0 A 6 1 B 1/045 6 2 3 H 0 4 N 7/18 M	
請求項の数 13 (全 26 頁)		
(21) 出願番号 特願2014-158642 (P2014-158642) (22) 出願日 平成26年8月4日 (2014. 8. 4) (65) 公開番号 特開2016-34412 (P2016-34412A) (43) 公開日 平成28年3月17日 (2016. 3. 17) 審査請求日 平成29年7月27日 (2017. 7. 27)	(73) 特許権者 318008668 コニカミノルタジャパン株式会社 東京港区芝浦1-1-1 110001900 (74) 代理人 特許業務法人 ナカジマ知的財産総合事務所 110000202 新豊グローバル・アイビー特許業務法人 (72) 発明者 高嶋 伸幸 愛媛県東温市南方2-1-31番地1 パナソニックヘルスケア株式会社内 (72) 発明者 竹村 知晃 大阪府門真市松生町1番15号 パナソニックメディカルソリューションズ株式会社内	最終頁に続く
(54) 【発明の名称】 手術支援装置および手術支援プログラム、手術支援方法		