

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-73663

(P2015-73663A)

(43) 公開日 平成27年4月20日(2015.4.20)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
A 6 1 B 1/04 (2006.01)	A 6 1 B 1/04 3 7 0	2 H 0 4 0
A 6 1 B 17/02 (2006.01)	A 6 1 B 17/02	4 C 1 6 0
A 6 1 B 17/34 (2006.01)	A 6 1 B 17/34	4 C 1 6 1
A 6 1 B 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 3 0 0 D	
G 0 2 B 23/24 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 A	
審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 17 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2013-210751 (P2013-210751)
 (22) 出願日 平成25年10月8日 (2013.10.8)

(71) 出願人 511307144
 アドバンストヘルスケア株式会社
 東京都板橋区板橋1丁目6番5号
 (71) 出願人 304021831
 国立大学法人 千葉大学
 千葉県千葉市稲毛区弥生町1番33号
 (74) 代理人 100079005
 弁理士 宇高 克己
 (74) 代理人 100154405
 弁理士 前島 大吾
 (72) 発明者 中口 俊哉
 千葉県千葉市稲毛区弥生町1番33号 国立大学法人 千葉大学大学院工学研究科内
 Fターム(参考) 2H040 BA15 CA03 GA02 GA11

最終頁に続く

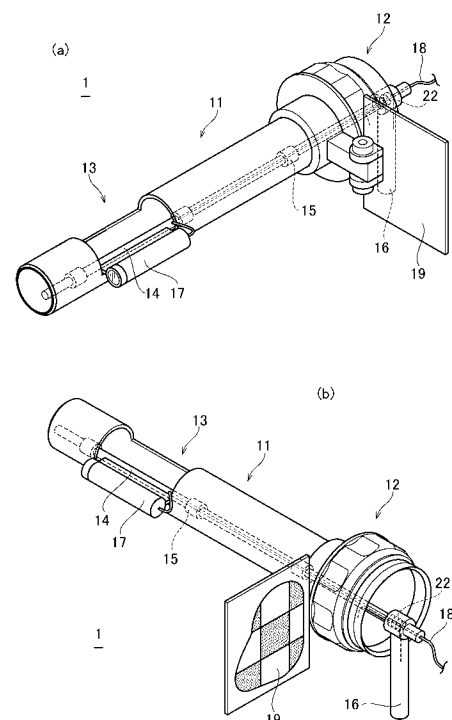
(54) 【発明の名称】 トロカール、手術支援システム、画像処理方法、ポート

(57) 【要約】

【課題】胸腔鏡下手術において、可視光観察とICG蛍光観察との同時観察を簡便に行う技術を提供する。

【解決手段】トロカール1は、パイプ部11とヘッド部12と側面開口部13とシャフト14と軸受15と切替機構16と格納式赤外撮像デバイス17とケーブル18とマーカ19とチップLED23とを有する。格納式赤外撮像機構17、23は切替機構16により格納位置と展開位置とに切替わる。展開位置において、チップLED23は近赤外励起光を照射し、赤外撮像デバイス17はICG蛍光を検出する。手術支援システム101は、鉗子用トロカール1と、腹腔鏡用トロカール3と、鉗子4と、マーカを有する腹腔鏡5と、画像処理装置6と、モニター7と、光学センサ9とを備えている。モニター7には、可視光画像とICG蛍光画像が合成されて表示される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

手術のため腹壁に設けられるトロカールであって、
医療器具を体内に挿入するためのパイプ部と、
前記パイプ部の上部に連続して設けられるヘッド部と、
前記パイプ部の体内に挿入される位置に設けられる側面開口部と、
前記側面開口部を通過して、パイプ部内に格納される格納位置とパイプ部外に撮影可能に展開される展開位置とに切替可能に回転する格納式赤外撮像デバイスと、
近赤外励起光を照射する近赤外励起光源と
を備えることを特徴とするトロカール。

10

【請求項 2】

前記近赤外励起光源は、前記格納式赤外撮像デバイスのレンズ周りに配置されるチップ LED である

ことを特徴とする請求項 1 記載のトロカール。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 記載のトロカールを含み、ICG 蛍光画像を取得する ICG 蛍光画像取得手段と、

前記 ICG 蛍光画像に対応する可視光画像を取得する可視光画像取得手段と
を備えることを特徴とする手術支援システム。

20

【請求項 4】

前記可視光画像取得手段は、腹腔鏡を含む
ことを特徴とする請求項 3 記載の手術支援システム。

【請求項 5】

前記可視光画像取得手段は、
パイプ部と、ヘッド部と、該パイプ部の体内に挿入される位置に設けられる側面開口部と、
該側面開口部を通過して、パイプ部内に格納される格納位置とパイプ部外に撮影可能に展開される展開位置とに切替可能に回転する格納式カメラとを有するトロカールを含む
ことを特徴とする請求項 3 記載の手術支援システム。

【請求項 6】

前記 ICG 蛍光画像と前記可視光画像とを合成処理する画像処理手段
を更に備えることを特徴とする請求項 3～5 記載の手術支援システム。

30

【請求項 7】

前記 ICG 蛍光画像取得手段に含まれるトロカールのヘッド部に設けられる第 1 マーカと、
前記可視光画像取得手段に含まれる腹腔鏡に設けられる第 2 マーカと、
前記第 1 マーカおよび前記第 2 マーカの位置を検出する位置検出センサと、
前記位置検出センサが検出する前記第 1 マーカおよび前記第 2 マーカの位置関係に基づいて、前記 ICG 蛍光画像と前記可視光画像とを合成処理する画像処理手段
を更に備えることを特徴とする請求項 4 記載の手術支援システム。

40

【請求項 8】

前記 ICG 蛍光画像取得手段に含まれるトロカールのヘッド部に設けられる第 1 マーカと、
前記可視光画像取得手段に含まれるトロカールのヘッド部に設けられる第 3 マーカと、
前記第 1 マーカおよび前記第 3 マーカの位置を検出する位置検出センサと、
前記位置検出センサが検出する前記第 1 マーカおよび前記第 3 マーカの位置関係に基づいて、前記 ICG 蛍光画像と前記可視光画像とを合成処理する画像処理手段
を更に備えることを特徴とする請求項 5 記載の手術支援システム。

【請求項 9】

前記 ICG 蛍光画像取得手段に含まれ、第 1 トロカールおよび第 4 トロカールを含む複数のトロカールと、

50

第 1 トロカールのヘッド部に設けられる第 1 マーカと、
第 4 トロカールのヘッド部に設けられる第 4 マーカと、
前記第 1 マーカおよび前記第 4 マーカの位置を検出する位置検出センサと、
前記位置検出センサが検出する前記第 1 マーカおよび前記第 4 マーカの位置関係に基づいて、前記 ICG 蛍光画像の 3 次元情報を取得する画像処理手段
を更に備えることを特徴とする請求項 3～8 記載の手術支援システム。

【請求項 10】

手術台の上方に設けられ、前記 3 次元情報に基づいて 3 次元画像を患者の腹部に投影する 3 次元プロジェクタ
をさらに備えることを特徴とする請求項 9 記載の手術支援システム。

10

【請求項 11】

パイプ部と、ヘッド部、該パイプ部の体内に挿入される位置に設けられる側面開口部と、該側面開口部を通過して、パイプ部内に格納される格納位置とパイプ部外に撮影可能に展開される展開位置とに切替可能に回転する格納式赤外撮像デバイスと、近赤外励起光を照射する近赤外励起光源と、ヘッド部に設けられる第 1 マーカとを有するトロカールにより、ICG 蛍光画像を取得し、

第 2 マーカを有する可視光画像取得手段により、可視光画像を取得し、
前記第 1 マーカおよび前記第 2 マーカの位置を検出し、
前記第 1 マーカおよび前記第 2 マーカの位置関係に基づいて、前記 ICG 蛍光画像と前記可視光画像とを合成処理する
ことを特徴とする画像処理方法。

20

【請求項 12】

手術のため胸壁に設けられるポートであって、
医療器具を体内に挿入するためのパイプ部と、
前記パイプ部の上部に連続して設けられるヘッド部と、
前記パイプ部の体内に挿入される位置に設けられる側面開口部と、
前記側面開口部を通過して、パイプ部内に格納される格納位置とパイプ部外に撮影可能に展開される展開位置とに切替可能に回転する格納式赤外撮像デバイスと、
近赤外励起光を照射する近赤外励起光源と
を備えることを特徴とするポート。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、腹腔鏡下手術に用いるトロカールに関する。ただし、胸腔鏡下手術に用いる場合はポートという。また、該トロカールを中核技術とする手術支援システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、胃癌などの外科治療は、開腹手術が一般的であった。

【0003】

腫瘍が最初に転移をおこすリンパ節をセンチネルリンパ節（SN）と呼ぶ。近年、センチネルリンパ節に転移が存在しなければ、領域リンパ節には転移はないと仮定する SN 理論が注目されている。また、癌の早期発見に係る技術も進歩しており、腫瘍の切除範囲は縮小する傾向にある。これらの背景により、腹腔鏡下手術などの低侵襲外科手術の適用が検討されている。

40

【0004】

一方、ICG 蛍光観察に係る技術も注目されている。ICG（インドシニアングリーン）は低毒性の水溶性化合物であり、血漿蛋白と結合して蛍光するという性質を有する。また、ICG の励起波長および蛍光波長は体内における主な吸物質である水やヘモグロビンの吸光領域と重ならない。すなわち、近赤外波であり、体内組織を透過する。従って、組織内部の血管走行位同定や、病変部位の同定が可能である。

50

【0005】

ICG蛍光は微弱であり、検出が難しい。これに対し、ICG蛍光観察に係る装置やシステムが開発されている（例えば、特許文献1）。しかし、これらの装置やシステムは、主に体表近くの血管等を対象にするものであり、比較的サイズが大きく、腹腔鏡下手術に適用することが難しい。

【0006】

通常、腹腔鏡下手術を行う術者は術前に切除範囲を確認する。一方で、手術中も切除範囲を確認したいという要望が多かった。また、重大な医療事故につながる血管の誤切断を防ぐためにも、切除対象まわりの血管を確認したいという要望があった。これに対し、ICG蛍光観察可能な内視鏡が開発されている（例えば、特許文献2）。 10

【0007】

特許文献2の内視鏡は、可変分光光学素子を有し、可変分光光学素子における対向する2枚の光学基板同士の距離及び角度を制御することにより、分光特性を制御し、白色光の波長帯域内において透過ピークを存在させず、且つ、少なくとも近赤外蛍光波長を透過させる。これにより、腹腔内のICG蛍光画像を取得する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2008-259595号公報

【特許文献2】特開2012-157383号公報 20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

特許文献2記載の技術は、白色光（可視光）観察を常時おこなうとともに、ON/OFF制御により、ICG蛍光観察をおこなう。これにより、白色光とICG蛍光との同時観察が実現できるが、ON/OFF制御は術者の負担になるおそれがある。とくに、光源のON/OFFとフィルタのON/OFFの2つの操作が必要であり、煩雑である。

【0010】

特許文献2には、常時ON状態を維持することにより、ICG蛍光の常時観察も可能になる旨が記載されている。しかし、特許文献2記載の技術は、ON/OFF制御を主操作とすることを特徴とするものであり、常時ON状態維持は副次的な操作にすぎない。その影響（主に悪い影響）についての詳細な記載はない。 30

【0011】

また仮に、常時ON状態維持すれば、術者の操作負担は軽減されるものの、制御や対応する構成が複雑であることに変わりない。その結果、故障のリスク増や製作コスト増といった別の課題が生じる。

【0012】

すなわち、特許文献2記載の技術は、実用性に対する課題がある。

【0013】

本発明は上記課題を解決するものであり、胸腔鏡下手術において、可視光観察とICG蛍光観察との同時観察を簡便に行うことを目的とする。 40

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記課題を解決する本発明は、手術のため腹壁に設けられるトロカールであって、医療器具を体内に挿入するためのパイプ部と、前記パイプ部の上部に連続して設けられるヘッド部と、前記パイプ部の体内に挿入される位置に設けられる側面開口部と、前記側面開口部を通過して、パイプ部内に格納される格納位置とパイプ部外に撮影可能に展開される展開位置とに切替可能に回転する格納式赤外撮像デバイスと、近赤外励起光を照射する近赤外励起光源とを備える。

【0015】 50

好ましくは、前記近赤外励起光源は、前記格納式赤外撮像デバイスのレンズ周りに配置されるチップLEDである。

【0016】

これにより、展開位置においてICG蛍光画像を取得できる。

【0017】

上記課題を解決する本発明は手術支援システムであって、格納式赤外撮像機構を有するトロカールを含み、ICG蛍光画像を取得するICG蛍光画像取得手段と、前記ICG蛍光画像に対応する可視光画像を取得する可視光画像取得手段とを備える。

【0018】

好ましくは、前記可視光画像取得手段は、腹腔鏡を含む。

10

【0019】

格納式赤外撮像機構によりICG蛍光画像を取得する。腹腔鏡により可視光画像を取得する。これにより、可視光観察とICG蛍光観察との同時観察を簡便に行うことができる。

【0020】

また、好ましくは、前記可視光画像取得手段は、パイプ部と、ヘッド部と、該パイプ部の体内に挿入される位置に設けられる側面開口部と、該側面開口部を通過して、パイプ部内に格納される格納位置とパイプ部外に撮影可能に展開される展開位置とに切替可能に回転する格納式カメラとを有するトロカールを含む。

【0021】

すなわち、腹腔鏡に換えて格納式カメラを有するトロカールを用いて、可視光観察を行う。これにより、低侵襲性が向上する。

20

【0022】

より好ましくは、前記手術支援システムは、前記ICG蛍光画像と前記可視光画像とを合成処理する画像処理手段を更に備える。

【0023】

すなわち、ICG蛍光画像と可視光画像とを重畳表示する。これにより、術者は、術中に切除範囲や切除対象周りの血管を確認できる。その結果、術者の負担を軽減し、手術の安全性を高めることができる。

【0024】

より好ましくは、前記手術支援システムは、前記ICG蛍光画像取得手段に含まれるトロカールのヘッド部に設けられる第1マーカと、前記可視光画像取得手段に含まれる腹腔鏡に設けられる第2マーカと、前記第1マーカおよび前記第2マーカの位置を検出する位置検出センサと、前記位置検出センサが検出する前記第1マーカおよび前記第2マーカの位置関係に基づいて、前記ICG蛍光画像と前記可視光画像とを合成処理する画像処理手段を更に備える。

30

【0025】

すなわち、マーカ間の位置関係に基づいて、画像合成処理する。これにより、共通の基準点がなくとも精度よく画像合成処理できる。

【0026】

より好ましくは、前記手術支援システムは、前記ICG蛍光画像取得手段に含まれるトロカールのヘッド部に設けられる第1マーカと、前記可視光画像取得手段に含まれるトロカールのヘッド部に設けられる第3マーカと、前記第1マーカおよび前記第3マーカの位置を検出する位置検出センサと、前記位置検出センサが検出する前記第1マーカおよび前記第2マーカの位置関係に基づいて、前記ICG蛍光画像と前記可視光画像とを合成処理する画像処理手段を更に備える。

40

【0027】

腹腔鏡に換えて格納式カメラを有するトロカールを用いる場合において、共通の基準点がなくとも精度よく画像合成処理できる。

【0028】

より好ましくは、前記手術支援システムは、前記ICG蛍光画像取得手段に含まれ、第1

50

トロカールおよび第4トロカールを含む複数のトロカールと、第1トロカールのヘッド部に設けられる第1マーカと、第4トロカールのヘッド部に設けられる第4マーカと、前記第1マーカおよび前記第4マーカの位置を検出する位置検出センサと、前記位置検出センサが検出する前記第1マーカおよび前記第4マーカの位置関係に基づいて、前記ICG蛍光画像の3次元情報を取得する画像処理手段を更に備える。

【0029】

これにより、精度よくICG蛍光画像の3次元情報が得られる。

【0030】

更に好ましくは、前記手術支援システムは、手術台の上方に設けられ、前記3次元情報に基づいて3次元画像を患者の腹部に投影する3次元プロジェクタをさらに備える。

10

【0031】

これにより、観察対象の深さ方向の情報を、術者の直観に訴えるように、表現できる。

【0032】

上記課題を解決する本発明は画像処理方法であって、パイプ部と、ヘッド部、該パイプ部の体内に挿入される位置に設けられる側面開口部と、該側面開口部を通過して、パイプ部内に格納される格納位置とパイプ部外に撮影可能に展開される展開位置とに切替可能に回動する格納式赤外撮像デバイスと、近赤外励起光を照射する近赤外励起光源と、ヘッド部に設けられる第1マーカとを有するトロカールにより、ICG蛍光画像を取得し、第2マーカを有する可視光画像取得手段により、可視光画像を取得し、前記第1マーカおよび前記第2マーカの位置を検出し、前記第1マーカおよび前記第2マーカの位置関係に基づいて、前記ICG蛍光画像と前記可視光画像とを合成処理する。

20

【0033】

上記課題を解決する本発明は、手術のため胸壁に設けられるポートであって、医療器具を体内に挿入するためのパイプ部と、前記パイプ部の上部に連続して設けられるヘッド部と、前記パイプ部の体内に挿入される位置に設けられる側面開口部と、前記側面開口部を通過して、パイプ部内に格納される格納位置とパイプ部外に撮影可能に展開される展開位置とに切替可能に回動する格納式赤外撮像デバイスと、近赤外励起光を照射する近赤外励起光源とを備える。

【発明の効果】

【0034】

本発明によれば、胸腔鏡下手術において、可視光観察とICG蛍光観察との同時観察を簡便に行うことができる。これにより、術者は、術中に切除範囲や切除対象周りの血管を確認できる。その結果、術者の負担を軽減し、手術の安全性を高めることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】 格納式赤外撮像機構を有するトロカール

【図2】 赤外撮像機構詳細平面図

【図3】 格納式赤外撮像機構を有するトロカール（変形例）

【図4】 手術支援システム（第1実施形態）

【図5】 システム変形例

40

【図6】 画像合成処理の概念図

【図7】 散乱性に係る概念図

【図8】 3次元観察の概念図

【図9】 3次元観察の基本原理

【図10】 手術支援システム（第2実施形態）

【図11】 手術支援システム（第3実施形態）

【発明を実施するための形態】

【0036】

<格納式赤外撮像機構を有するトロカール>
～構成～

50

格納式赤外撮像機構を有するトロカールの構成について説明する。図1は、格納式赤外撮像機構を有するトロカールの斜視図である。図1(a)と図1(b)とは、視点が異なる。

【0037】

トロカール1は、パイプ部11とヘッド部12から構成される。パイプ部11は、その大部分が腹壁の孔に挿入される。ヘッド部12はパイプ部11の上部に連続して設けられる。ヘッド部12は中空であり、その上部から鉗子が挿入可能になっている。また、詳細は省略するが、ヘッド部12は鉗子の挿抜時に空気の漏れを防止する密封機構と腹腔内に空気を送り込む送気機構とを備える。

【0038】

パイプ部11の確実に体内に挿入される位置に側面開口部13が設けられている。パイプ部の軸方向であって、かつ、側面開口部13一端部に沿って、シャフト14が配置される。パイプ部11内壁には複数の軸受15が固定されており、軸受15はシャフト14を回動可能に固定している。シャフト14端部はトロカール外に延長している。シャフト14端部には、切替機構16が設けられている。切替機構16は、格納位置と展開位置に切替可能である。

【0039】

シャフト14には側面開口部13に対応する位置に、格納式赤外撮像デバイス17が一体として剛接合されている。これにより、切替機構16およびシャフト14の回動に伴って、格納式赤外撮像デバイス17は、側面開口部13を通過して、パイプ部内に格納される格納位置とパイプ部外に撮影可能に展開される展開位置とに切替可能に回動する。格納式赤外撮像デバイス17にはケーブル18が接続されており、ケーブル18はトロカール1内を挿通して、外部の画像処理装置6と接続している。

【0040】

なお、ケーブル18をシャフト14に沿って配置するか、シャフト14を中空にし、シャフト14内にケーブル18を配置すれば、鉗子挿入時にケーブル18を切断する危険性がなくなるため、更に好ましい。

【0041】

ヘッド部12にはマーカ19が設けられる。本実施形態においては、一例として白と黒からなるチェッカーフラッグ模様を示しているが、光学センサ9がマーカとして認識できれば、これに限定されない。

【0042】

切替機構16には、ねじりバネ22が設けられている。ねじりバネ22は切替機構16内部に埋設されていてもよい。ねじりバネ22の一端はヘッド部12内壁に固定され、ねじりバネ22の他端は切替機構16に固定される。通常、ねじりバネ22の弾性力はシャフト14を介して格納式赤外撮像デバイス17を展開するように付勢する。すなわち、切替機構16および格納式赤外撮像デバイス17は展開位置を維持する。切替機構16を回動するように作動させると、ねじりバネ22の弾性力に対抗して、格納式赤外撮像デバイス17が側面開口部13を通過して格納される。

【0043】

赤外撮像デバイス17のレンズ周りには、チップLED23が配置される。チップLED23は近赤外励起光源として、例えば、波長800nmの励起光を照射する。図2に、赤外撮像機構17、23の詳細構成を示す。

【0044】

なお、近赤外励起光源を、トロカール端面に配置してもよい。

【0045】

赤外撮像デバイス17は、例えば波長840nmのICG蛍光を検出する。なお、励起波長、蛍光波長は、適宜、最適なものを選択する。

【0046】

～格納－展開 切替動作～

10

20

30

40

50

格納式赤外撮像機構 17, 23 の切替動作について説明する。術者は切替機構 16 を操作する。

【0047】

切替機構 16 を作動させない状態では、ねじりバネ 22 の付勢により、格納式赤外撮像デバイス 17 は展開位置を維持する。パイプ部 11 を腹壁の孔に挿入する際は、切替機構 16 を格納位置に作動させ、格納位置を維持する。シャフト 14 を介して格納式赤外撮像デバイス 17 は格納位置となる。これにより、格納式赤外撮像デバイス 17 が障害となることなく、パイプ部 11 を腹壁の孔に挿入できる（トロカール挿入：展開位置→格納位置）。

【0048】

パイプ部 11 挿入後、切替機構 16 の作動を解除すると、シャフト 14 を介して格納式赤外撮像デバイス 17 は展開位置となる。この状態で ICG 蛍光観察をおこなう（撮像：格納位置→展開位置）。

【0049】

手術後、パイプ部 11 を抜き取る際は、切替機構 16 を再び格納位置に作動させ、格納位置を維持する。シャフト 14 を介して格納式赤外撮像デバイス 17 は格納位置となる。これにより、赤外撮像デバイス 17 が障害となることなく、パイプ部 11 を腹壁より抜去できる（トロカール抜去：展開位置→格納位置）。

【0050】

～格納式赤外撮像機構変形例～

格納式赤外撮像機構は、上記構成に限定されない。図 3 は、変形例にかかるトロカール 2 の斜視図である。図 3 (a) は、格納式赤外撮像デバイス 17 を展開位置に展開した状態図であり、図 3 (b) は、格納式赤外撮像デバイス 17 を格納位置に格納した状態図である。図 1 と共通の構成には同じ符号を付している。トロカール 2 はパイプ部 11 とヘッド部 12 を有する。パイプ部 11 の体内に挿入される位置に側面開口部 13 が設けられる。

【0051】

パイプ部軸方向の開口部一端部に回動可能なヒンジ機構 31 が設けられており、ヒンジ機構 31 を介して格納式赤外撮像デバイス 17 はパイプ部 11 に連結される。ヒンジ機構 31 にはねじりバネ 32 が設けられており、通常、ねじりバネ 32 の弾性力は格納式赤外撮像デバイス 17 を展開するように付勢する。

【0052】

一方、格納式赤外撮像デバイス 17 にはトロカール外まで延長している引張ケーブル 33 が連結されており、引張ケーブル 33 を引くと、ねじりバネ 32 の弾性力に対抗して、格納式赤外撮像デバイス 17 が側面開口部 13 を通過して格納される。格納式赤外撮像デバイス 17 にはケーブル 18 が接続されている。マーカ 19 は、ヘッド部 12 に固定されている。

【0053】

なお、鉗子 4 の挿入または引き抜く際の引張ケーブル 33 を切断する危険性を低減するように、引張ケーブル 33 はガイドにより保護されている。

【0054】

パイプ部 11 を腹壁の孔に挿入する際は、引張ケーブル 33 を引き格納式赤外撮像デバイス 17 を格納位置とし、パイプ部 11 挿入後、引張ケーブル 33 の引張を解除し、格納式赤外撮像デバイス 17 を展開位置とする。この状態で ICG 蛍光観察をおこない、手術後パイプ部 11 を抜き取る際は、引張ケーブル 33 を引き格納式赤外撮像デバイス 17 を再び格納位置とする。

【0055】

なお、付勢手段の一例としてねじりバネ 22 とねじりバネ 32 を示したが、板バネ等を用いてもよい。

【0056】

<手術支援システム>

【0057】

～第1実施形態～

～基本構成～

3次元リアルタイム画像を用いる手術支援システム101について説明する。図4は、手術支援システム101の概略構成である。

【0058】

手術支援システム101は、格納式赤外撮像機構17a, 17b, 23a, 23bとマーカ19a, 19bを有する鉗子用トロカール1a, 1bと、腹腔鏡用トロカール3と、鉗子4a, 4bと、マーカ19dを有する腹腔鏡5と、格納式赤外撮像デバイス17a, 17bから得られた画像と腹腔鏡5から得られた画像を入力し、これらを画像処理する画像処理装置6と、画像処理装置6により作成された画像を出力するモニタ7と、光学センサ9とを備えている。

10

【0059】

鉗子4a, 4bは、手術器具の一種であり、血管や臓器等を、掴んだり、抑えたり、引っ張ったり、切断したりするのに用いられる。一般的に鉗形状をしており、持手部の回転により、支点を介して先端部が作動する。持手部を閉状態にし、鉗子用トロカール1a, 1bに挿通させる。

【0060】

なお、腹腔鏡下手術において、複数（例えば3～5）の鉗子を用いることが一般的である。本システムにおいて、少なくとも1以上の格納式赤外撮像機構を有するトロカールを用いればよく、その他は一般的なトロカール（格納式赤外撮像機構なし）を用いてもよい。

20

【0061】

腹腔鏡5は、内視鏡器具の一種であり、光源とカメラを有している。腹腔鏡5は腹腔鏡用トロカール3を挿通して体内に挿入される。マーカ19dは、腹腔鏡5の体内に挿入されない位置に設けられている。本システムにおいて、市販の腹腔鏡5を用いてもよい。

【0062】

光学センサ9は、マーカ19a, 19b, 19dの3次元位置を計測し、計測結果を画像処理装置6に出力する。なお、本実施形態において、光学センサ9はマーカの白と黒を可視光線として認識するものであるが、赤外線を発信し、マーカで反射した赤外線を受信してもよい。光学センサに限定されず、3次元位置を計測できれば磁気センサでもよい。

30

【0063】

～基本動作～

腹腔鏡5により可視光観察を行い、可視光画像を取得する。

【0064】

ICG蛍光観察に先立ち、予め観察対象に蛍光色素ICGを注入する。そして、チップLED23により近赤外励起光を照射する。照射された励起光は生体表面を透過して観察対象に照射され、観察対象に注入された蛍光色素を励起し、蛍光を発生させる。格納式赤外撮像デバイス17によりICG蛍光を検出する。このように、ICG蛍光画像を取得する。

40

【0065】

図5の様に、ICG蛍光画像と可視光画像を別々のモニタ7a, 7bに出力してもよい。

【0066】

ICG蛍光画像と可視光画像を合成処理し（詳細後述）、重畳表示する。図6は、画像合成処理の概念図である。

【0067】

～効果～

手術支援システム101を用いることにより、胸腔鏡下手術において、可視光観察とICG蛍光観察との同時観察を簡便に行うことができる。

【0068】

50

これにより、術者は、術中に切除範囲や切除対象周りの血管を確認できる。その結果、術者の負担を軽減し、手術の安全性を高めることができる。

【0069】

手術支援システム101を用いた腹腔鏡下手術は、一般的な腹腔鏡下手術を基礎とするものであり、手術方式の大きな変更がないため、術者はこれまでの手術に関する知識と経験をそのまま生かすことができる。

【0070】

また、手術支援システム101は、格納式赤外撮像機構を有するトロカール1を用いた簡素な構成であり、既存の手術支援システムを簡単な改良で再利用することができる。

【0071】

格納式赤外撮像機構を有するトロカール1は、一般的なトロカールを改良したものであり、構成が簡単であり、故障のおそれが少なく、製作コストも低い。言い換えると、本システムは実用性が高い。

【0072】

また、手術支援システム101では、鉗子挿入のためのトロカールを利用しているため、新たに腹壁に孔をあける必要はない。これにより、低侵襲性を維持できる。

【0073】

なお、上記に手術支援システムの基本構成と基本動作について説明したが、更に、下記の構成を有していてもよい。

【0074】

～画像合成～

一般に、2つの画像を合成する場合、各画像上に共通の基準点を設定し、基準点に基づいて、画像を合成する。しかし、可視光画像は組織表面の画像であるのに対し、ICG蛍光画像は、組織内部の画像であり、画像上に共通の基準点を設定することが難しい。

【0075】

なお、従来技術（特許文献2）には、ICG蛍光画像と可視光画像の重畳表示に係る記載はあるものの、具体的な合成手法に係る記載はない。従来技術においては、同一の撮像手段により、ICG蛍光画像と可視光画像とを取得するため、位置ズレの問題は生じないものと推測される。一方、本実施形態では、別々の撮像手段5、17により取得するため、位置合わせが難しい。

【0076】

本実施形態においては、トロカール1aはマーカ19aを有し、腹腔鏡5はマーカ19dを有する。光学センサ9は、マーカ19a、19dの3次元位置を計測する。

【0077】

マーカ19aと展開位置の赤外撮像デバイス17aの位置関係は不変である。したがって、マーカ19a位置に基づき赤外撮像デバイス17aの3次元位置を精度よく推定できる。マーカ19dは腹腔鏡5に設けられており、マーカ19d位置に基づき腹腔鏡5のカメラの3次元位置を精度よく推定できる。

【0078】

これにより、画像処理装置6は、ICG蛍光画像および可視光画像の位置を推定する。すなわち、マーカ19a、19d間の位置関係に基づいて、ICG蛍光画像と可視光画像とを合成処理する。

【0079】

さらに、後述するICG蛍光3次元観察により、ICG蛍光画像に係る深さ方向の情報および正確な平面方向の情報を推定することで、より精度よくICG蛍光画像と可視光画像とを合成処理できる。

【0080】

～ICG蛍光3次元観察～

ICG蛍光画像は、組織内部の画像であり、深さ方向の情報は得られない。一方、ICG蛍光画像により切除範囲を確認する場合や、周囲の血管を確認する場合、深さ方向の情報は非

10

20

30

40

50

常に有用である。

【0081】

また、ICG蛍光は組織を透過して組織表面に表れる。従って、観察対象が深くなるほど大きく見える。その結果、ICG蛍光画像には散乱性に係る課題がある。図7に散乱性に係る概念図を示す。すなわち、深く細い観察対象（左図）と、浅く太い観察対象（右図）が、同様に観察される可能性がある。言い換えると、深さ方向の情報が得られない場合、正確な幅方向（平面方向）の情報が得られない。

【0082】

従って、既存のICG蛍光画像は、位置情報の精度に欠けるという課題があった。

【0083】

本実施形態において、手術支援システム101は、2つの赤外撮像機構17a, 17b, 23a, 23bと対応するマーカ19a, 19bを有する。光学センサ9は、マーカ19a, 19bの3次元位置を計測する。これにより、マーカ19a, 19b位置に基づき赤外撮像デバイス17a, 17bの3次元位置を精度よく推定できる。画像処理装置6は、赤外撮像デバイス17aによるICG蛍光画像および赤外撮像デバイス17bによるICG蛍光画像の位置を推定する。

【0084】

図8に、3次元観察の概念図を示す。すなわち、マーカ19a, 19b間の位置関係に基づいて、深さ方向および平面方向の情報を推定する。さらに、2つのICG蛍光画像を合成処理し、モニタ7に3次元画像を出力する。

【0085】

なお、正確な平面方向の情報をICG蛍光画像（2次元）として、深さ方向の情報を数値として、モニタ7に出力してもよい。

【0086】

これにより、ICG蛍光画像に係る深さ方向の情報および正確な平面方向の情報が得られる。

【0087】

また、上記では、2つの赤外撮像機構を例にして説明したが、一般的な腹腔鏡下手術において、複数（例えば3～5程度）の鉗子が用いられるため、3つ以上の赤外撮像機構を用いてもよい。たとえば、3つの赤外撮像機構により、3つの仮想三角形（詳細後述）が形成され、推定精度が向上する。

【0088】

ところで、一般的な腹腔鏡下手術において、複数の鉗子用のトロカール1が腹壁にほぼ均等に配置される。言い換えると、トロカール1が密集して配置される可能性はほぼない。これにより、充分広い観測点間距離を確保でき、推定精度が向上する。

【0089】

～可視光3次元観察～

上記に、ICG蛍光の3次元観察について説明したが、当然、可視光についても3次元観察が可能である。

【0090】

図4に示す、手術支援システム101の概略構成図においては、見やすさの観点から、2つの鉗子用トロカール1a, 1bしか記載していない。一方で、一般的な腹腔鏡下手術において、複数（例えば3～5程度）の鉗子が用いられる。ここでは、図示されていない鉗子用トロカール1eを用いる。

【0091】

トロカール1eは、パイプ部11と、ヘッド部12と、側面開口部13と、シャフト14と、軸受15と、切替機構16と、格納式カメラ17eと、ケーブル18と、マーカ19eを有する。即ち、図1に示すトロカールのうち、赤外撮像デバイスを可視光カメラに置き換えたものである。

【0092】

10

20

30

40

50

図 9 に、3 次元観察の基本原理を示す。2 つのカメラと対象ポイントとが形成する仮想三角形において、2 つのカメラ間の距離 L と、カメラ間基線と一のカメラ視線がなす角度 α と、カメラ間基線と他のカメラ視線がなす角度 β に基づいて、奥行き D を推定できる。なお、カメラ数を増やすことにより、より多くの仮想三角形が形成され仮想三角形の数だけ奥行き D を推定できるため、平均を取ることににより推定精度が向上する。

【0093】

本実施形態では、マーカ 19 e と展開位置の可視光カメラ 17 e の位置関係は不変である。したがって、マーカ 19 e 位置に基づき可視光カメラ 17 e の 3 次元位置を精度よく推定できる。マーカ 19 d は腹腔鏡 5 に設けられており、マーカ 19 d 位置に基づき腹腔鏡 5 のカメラの 3 次元位置を精度よく推定できる。すなわち、カメラ間距離 L を推定できる。

10

【0094】

さらに、対象ポイントごとに、角度 α 、 β を測定し、上記基本原理に基づき、対象ポイントの奥行き位置を推定できる。対象ポイントを移動し、奥行き位置推定を繰り返すことにより、腹腔内の 3 次元形状を計測できる。

【0095】

これにより、画像処理装置 6 は、可視光カメラ 17 e による可視光画像および腹腔鏡 5 のカメラによる可視光画像の位置を推定する。すなわち、マーカ 19 d、19 e 間の位置関係に基づいて、3 次元情報を推定する。さらに、2 つの可視光蛍光画像を合成処理し、モニタ 7 に 3 次元画像を出力する。

20

【0096】

なお、正確な平面方向の情報を可視光画像（2 次元）として、深さ方向の情報を数値として、モニタ 7 に出力してもよい。

【0097】

さらに、上記 ICG 蛍光画像は 3 次元情報が得られており、可視光画像も 3 次元情報が得られる。画像処理装置 6 は、3 次元情報に基づいて ICG 蛍光画像と可視光画像とを精度よく合成処理する。

【0098】

～第 2 実施形態～

図 10 は手術支援システム 102 の概略構成図である。手術支援システム 102 は、格納式赤外撮像機構 17 a、17 b、23 a、23 b とマーカ 19 a、19 b を有する鉗子用トロカール 1 a、1 b と、可視光カメラ 17 c とマーカ 19 c を有する鉗子用トロカール 1 c と、鉗子 4 a、4 b、4 c と、格納式赤外撮像デバイス 17 a、17 b から得られた画像と可視光カメラ 17 c から得られた画像を入力し、これらを画像処理する画像処理装置 6 と、画像処理装置 6 により作成された画像を出力するモニタ 7 と、光学センサ 9 とを備えている。

30

【0099】

すなわち、手術支援システム 101 における腹腔鏡用トロカール 3 と腹腔鏡 5 とマーカ 19 d とがなく、可視光カメラ 17 c を有する鉗子用トロカール 1 c と、鉗子 4 c とマーカ 19 c とが追加されている。言い換えると、可視光観察を腹腔鏡に換えて可視光カメラ 17 c によりおこなう。

40

【0100】

なお、腹腔鏡下手術において、複数の鉗子を用いることが一般的であるが、本システムにおいて、鉗子用トロカールは少なくとも ICG 蛍光観察用と可視光観察用の 2 以上あればよい。なお、腹腔鏡を用いないが、便宜上、腹腔鏡下手術とする。

【0101】

手術支援システム 101 の様に腹腔鏡 5 を用いる場合、術者が腹腔鏡 5 の向きを操作し切断箇所などを探す必要があるのに対し、可視光カメラ 17 c は、鉗子 4 c の先端部を確実に撮影するため、切断箇所など重要な画像を確実に得ることができる。したがって、可視光カメラ 17 c の性能が高い（少なくとも腹腔鏡 5 に近い性能であることが好ましい）

50

ことを前提に、腹腔鏡 5 より高品質な画像を確実に得ることができる。

【0102】

ただし、腹腔鏡 5 を不要とするには、格納式カメラ 17 に代替光源を付与する必要がある。

【0103】

一方、腹腔鏡用トロカール 3 と腹腔鏡 5 が不要となることで、対応する孔を腹壁にあげる必要はなく、低侵襲性が向上する。

【0104】

～第 3 実施形態～

【0105】

10

図 11 は別の変形例である手術支援システム 103 の概略構成図である。手術支援システム 103 は手術支援システム 101, 102 の変形例である。手術支援システム 101, 102 と共通する構成は適宜省略している。

【0106】

手術支援システム 101, 102 では、術者はモニタ 7 を見ながら鉗子 4 や腹腔鏡 5 を操作し手術を行うが、術者の視線と実際の術野とに方向の不一致が生じ、術者に違和感を与え、負担になる。特に、開腹手術の経験豊富な術者は、腹腔鏡下手術に慣れないこともある。

【0107】

手術支援システム 103 は、3 次元モニタ 7 に替えて、または併設して、3 次元プロジェクタ 8 を備えている。3 次元プロジェクタ 8 は、手術台の上方に設けられ、画像処理装置 6 により作成された 3 次元画像を患者の腹部に直接投影する。

20

【0108】

これにより、術者の視線と術野の方向は一致し、開腹手術と同様な現実感を表現できる。すなわち、術者の負担を軽減できる。

【0109】

＜格納式赤外撮像機構を有するポート＞

以上、腹腔鏡下手術を前提に説明したが、本発明は、胸腔鏡下手術に適用しても良い。ただし、腹腔鏡下手術においてトロカールと呼ばれる手術器具は、胸腔鏡下手術においてポートと呼ばれる。すなわち、トロカールとポートはほぼ同じものである。

30

【符号の説明】

【0110】

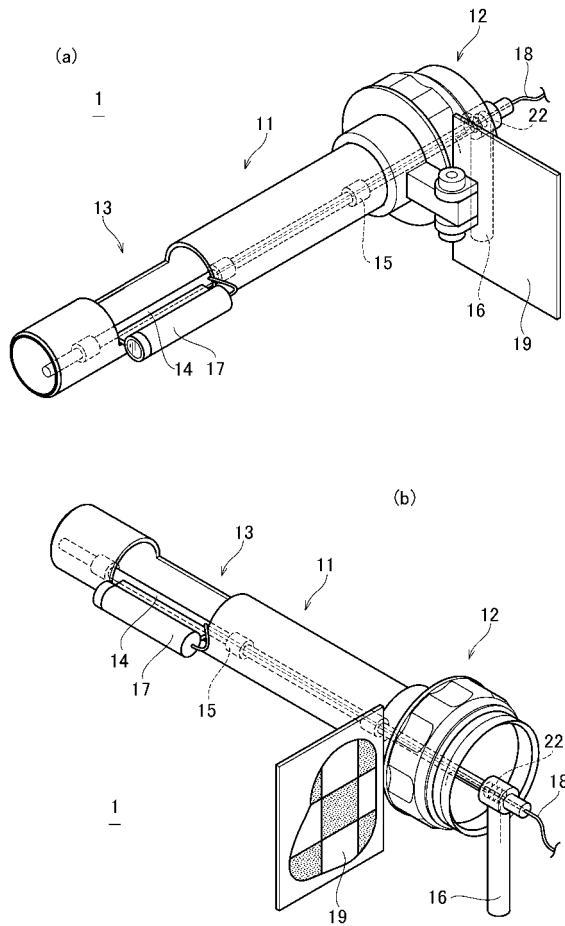
- 1 トロカール
- 2 トロカール(変形例)
- 3 トロカール(腹腔鏡用)
- 4 鉗子
- 5 腹腔鏡
- 6 画像処理装置
- 7 モニタ
- 8 3次元プロジェクタ
- 9 光学センサ
- 11 パイプ部
- 12 ヘッド部
- 13 開口部
- 14 シャフト
- 15 軸受
- 16 切替機構
- 17 赤外撮像デバイス(カメラ)
- 18 ケーブル
- 19 マーカ

40

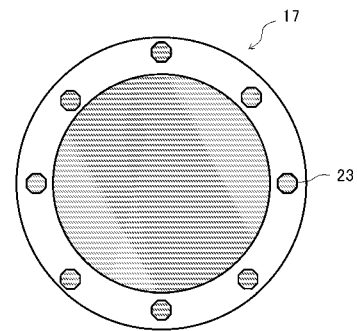
50

- 2 2 ねじりバネ
- 2 3 チップLED
- 2 5 切替センサ
- 3 1 ヒンジ機構
- 3 2 ねじりバネ
- 3 3 引張ケーブル
- 1 0 1 ~ 1 0 3 手術支援システム

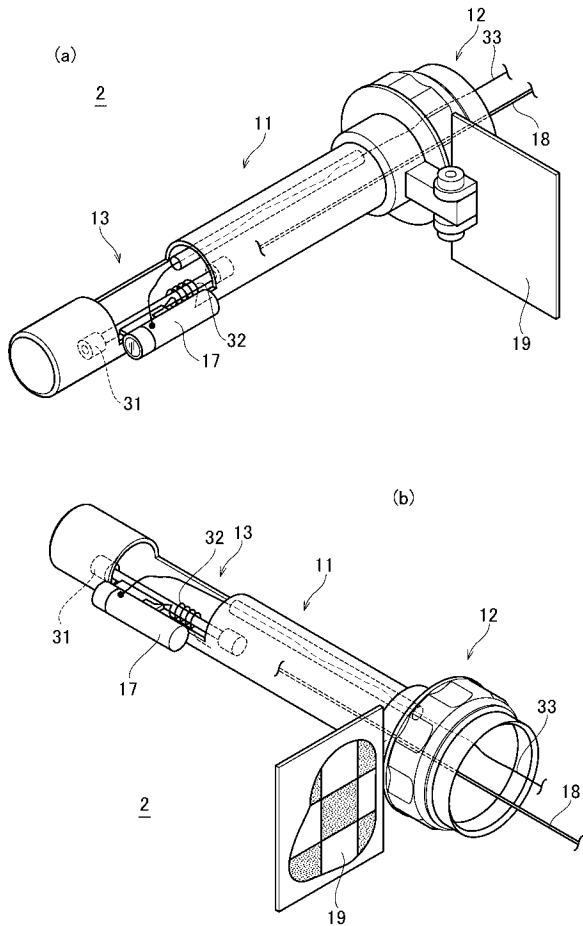
【図 1】



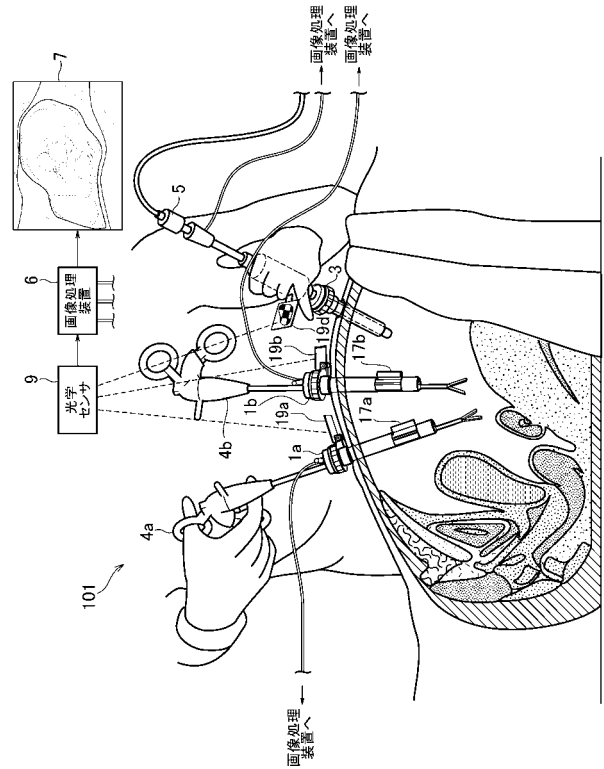
【図 2】



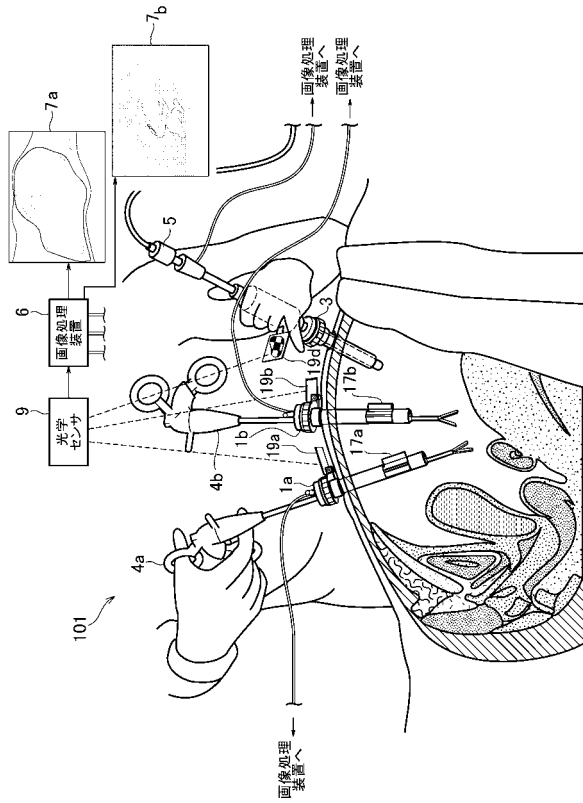
【図 3】



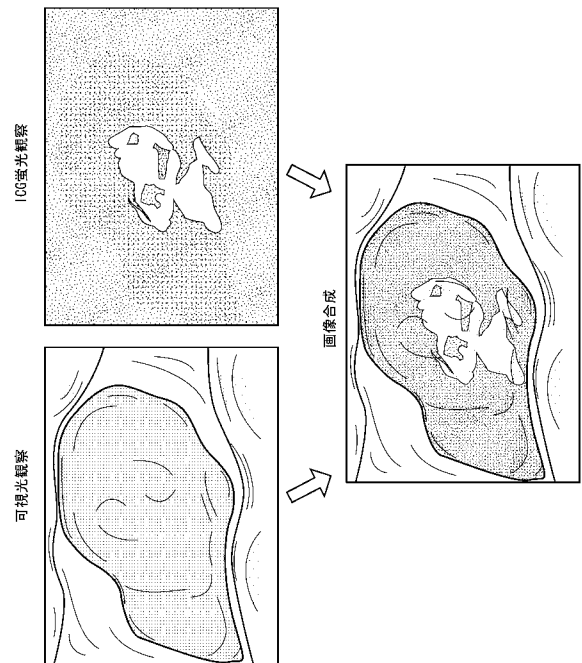
【図 4】



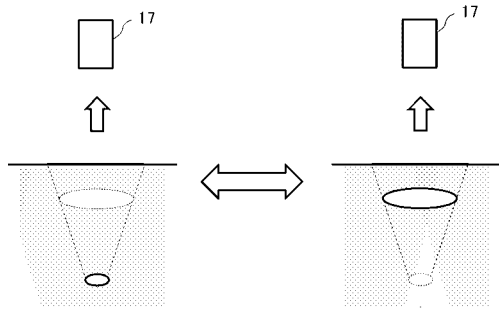
【図 5】



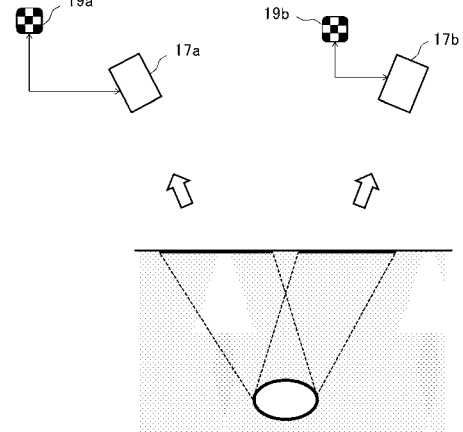
【図 6】



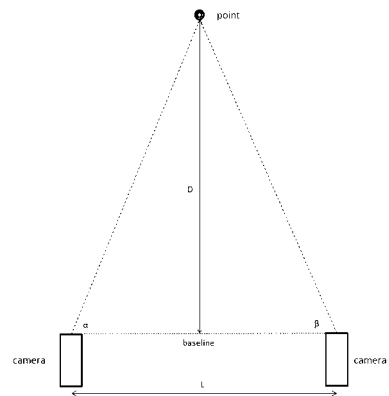
【図 7】



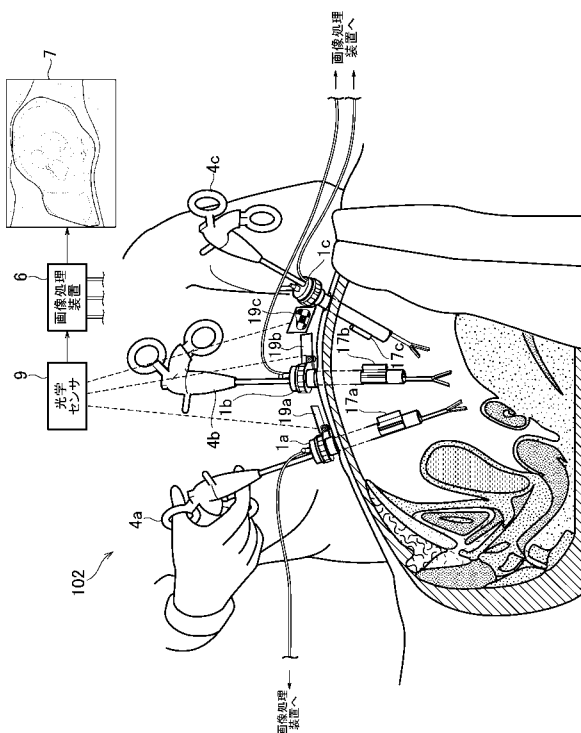
【図 8】



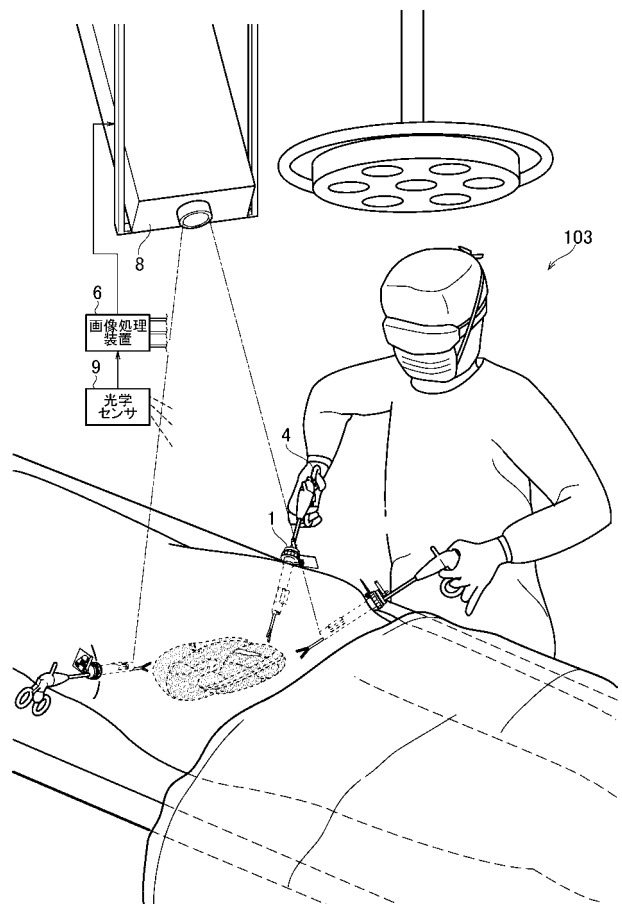
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
	A 6 1 B 1/00	3 2 0 Z
	A 6 1 B 1/00	3 2 0 E
	G 0 2 B 23/24	B

F ターム(参考)	4C160	AA01	AA12	FF45	FF52	FF56	MM32						
	4C161	AA24	BB02	BB05	CC06	DD01	FF40	GG27	HH51	HH55	JJ17		
		LL02	NN01	NN05	NN09	PP09	QQ02	QQ03	VV03	WW04	WW17		

专利名称(译)	Trocars, 手术支持系统, 图像处理方法, 端口		
公开(公告)号	JP2015073663A	公开(公告)日	2015-04-20
申请号	JP2013210751	申请日	2013-10-08
[标]申请(专利权)人(译)	先进的医疗保健		
申请(专利权)人(译)	先进医疗有限公司 国立大学法人千叶		
[标]发明人	中口俊哉		
发明人	中口 俊哉		
IPC分类号	A61B1/04 A61B17/02 A61B17/34 A61B1/00 G02B23/24		
CPC分类号	A61B1/05 A61B1/00183 A61B1/043 A61B1/045 A61B1/063 A61B1/0684 A61B1/3132 A61B17/3421 A61B90/361 A61B2034/2055 A61B2090/366		
FI分类号	A61B1/04.370 A61B17/02 A61B17/34 A61B1/00.300.D A61B1/00.A A61B1/00.320.Z A61B1/00.320.E G02B23/24.B A61B1/00.R A61B1/00.T A61B1/00.511 A61B1/00.522 A61B1/00.550 A61B1/00.551 A61B1/00.713 A61B1/01 A61B1/04 A61B1/04.530 A61B1/045.610 A61B1/045.623 A61B1/06.531 A61B1/313		
F-TERM分类号	2H040/BA15 2H040/CA03 2H040/GA02 2H040/GA11 4C160/AA01 4C160/AA12 4C160/FF45 4C160/FF52 4C160/FF56 4C160/MM32 4C161/AA24 4C161/BB02 4C161/BB05 4C161/CC06 4C161/DD01 4C161/FF40 4C161/GG27 4C161/HH51 4C161/HH55 4C161/JJ17 4C161/LL02 4C161/NN01 4C161/NN05 4C161/NN09 4C161/PP09 4C161/QQ02 4C161/QQ03 4C161/VV03 4C161/WW04 4C161/WW17		
代理人(译)	前岛醍醐		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种技术，可以在胸腔镜手术中轻松同时观察可见光观察和ICG荧光观察。套管针1包括管部分11，头部12，侧开口部分13，轴14，轴承15，切换机构16，可伸缩红外成像装置17，电缆18，标记19和芯片LED 23。可伸缩红外成像机构17和23通过切换机构16切换到存储位置和展开位置。在展开位置，芯片LED23照射近红外激发光，红外成像装置17检测ICG荧光。手术辅助系统101包括钳子套管针1，腹腔镜套管针3，钳子4，具有标记的腹腔镜5，图像处理装置6，监视器7和光学传感器9。在监视器7上，合成并显示可见光图像和ICG荧光图像。

点域1

