



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

体腔の内側に配置され、前記体腔を観察する観察部と、前記体腔に対して位置決め可能な標識部とを有する第 1 の医療器具と、

前記体腔の外側に配置され、前記体腔に対して処置を施す処置部と、該処置部を駆動する駆動部とを有する第 2 の医療器具と、

前記標識部と前記処置部との間の距離を測定する距離測定部と、

該距離測定部によって測定された距離に基づいて前記駆動部を制御する制御部とを備える手術システム。

**【請求項 2】**

前記制御部は、前記距離が所定の第 1 の閾値以下となる位置に前記処置部を位置決めするように、前記駆動部を制御する請求項 1 に記載の手術システム。

**【請求項 3】**

前記距離測定部が、前記距離を繰り返し測定し、

前記制御部は、前記距離測定部によって測定された距離が前記所定の第 1 の閾値を超える毎に、前記距離が前記所定の第 1 の閾値以下となる位置に前記処置部を位置決めし直すように、前記駆動部を繰り返し駆動させる請求項 2 に記載の手術システム。

**【請求項 4】**

前記制御部は、前記距離が所定の第 2 の閾値よりも大きくなる位置に前記処置部が配置されるように、前記駆動部を制御する請求項 1 に記載の手術システム。

**【請求項 5】**

前記制御部は、前記距離が所定の第 1 の閾値以下となる位置に前記処置部を位置決めするように、前記駆動部を制御する自動位置合わせモードを含む第 1 のモードと、前記距離測定部によって測定された距離が所定の第 1 の閾値を超える毎に、前記距離が前記所定の第 1 の閾値以下となる位置に前記処置部を位置決めし直すように、前記駆動部を繰り返し駆動する追従モードを含む第 2 のモードと、前記距離が前記所定の第 1 の閾値よりも大きい所定の第 2 の閾値よりも大きくなる位置に前記処置部が配置されるように、前記駆動部を制御する標識部回避モードを含む第 3 のモードとを有し、

前記第 1 のモード、前記第 2 のモードおよび前記第 3 のモードを、操作者に択一的に選択させるモード選択部を備える請求項 1 に記載の手術システム。

**【請求項 6】**

体腔の内側に位置決めされた標識部と、前記体腔の外側に配置された医療器具の処置部との間の距離を測定する距離測定ステップと、

該距離測定ステップにおいて測定された距離に基づいて前記処置部を移動させる処置部移動ステップとを含む手術システムの作動方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、手術システムおよび手術システムの作動方法に関するものである。

**【背景技術】****【0002】**

従来、腹腔鏡と内視鏡とを使用し、体腔の内側と外側の両方から手術範囲を観察しながら手術を行う腹腔鏡内視鏡合同手術（LECS；Laparoscopy endoscopy cooperative surgery）が知られている（例えば、特許文献 1 参照。）。例えば、胃の内壁に存在する病変部を切除する場合、病変部を胃の内側から内視鏡で観察することによって切除線を決定し、決定した切除線に沿って胃の外側から胃壁をメス等の処置具で切開することによって、切除範囲を最小限に抑えることができる。

**【0003】**

この LECS において、医師は、体腔内の内視鏡の位置に基づいて切除線の位置を判断することになるため、体腔内の内視鏡の正確な位置を知ることが重要である。そこで、特

10

20

30

40

50

許文献 1 は、内視鏡の先端に磁石または L E D を設け、磁石からの磁界または L E D から光を体腔外で検出することによって、体腔内の内視鏡の位置を検出可能としている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開平 6 - 285042 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、例えば体腔内壁に形成されるポリープの径は 20 mm ~ 50 mm 程度であり、切除範囲を最小限に抑えるためには、決定した切除線に対してミリ単位の位置精度で処置具を位置決めすることが要求される。したがって、特許文献 1 のように、検出された内視鏡の位置に基づいて医師が手で処置具を位置決めする場合には、医師に非常に高い技量が要求される。特に、特許文献 1 において、医師は、磁界の強度に応じて出力される音や、L E D から光の明るさを頼りに体腔内の内視鏡の位置を特定しなければならない。このように、医師の感覚に基づいて処置具の配置すべき位置を決定する方法は、医師に大きな負担をかけることになると共に、処置具の正確な位置決めが難しいという問題がある。

10

【0006】

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであって、体腔を内側と外側の両方から観察しながら処置する L E C S において、内側から観察して決定した体腔の処置位置に対して処置具を正確に外側から位置決めし、決定した処置位置を正確に処置することができる手術システムおよび手術システムの作動方法を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するため、本発明は以下の手段を提供する。

本発明は、体腔の内側に配置され、前記体腔を観察する観察部と、前記体腔に対して位置決め可能な標識部とを有する第 1 の医療器具と、前記体腔の外側に配置され、前記体腔に対して処置を施す処置部と、該処置部を駆動する駆動部とを有する第 2 の医療器具と、前記標識部と前記処置部との間の距離を測定する距離測定部と、該距離測定部によって測定された距離に基づいて前記駆動部を制御する制御部とを備える手術システムを提供する。

30

【0008】

本発明によれば、体腔内に位置する第 1 の医療器具の標識部と、体腔外に位置する第 2 の医療器具の処置部との間の距離に基づき、制御部が、駆動部を制御することによって処置部を移動させる。したがって、観察部によって観察される体腔内の画像に基づいて特定した病変部等の処置位置に標識部を位置決めすることによって、処置位置に対して腔壁を介した適切な位置に処置部を配置することができる。

【0009】

このように、処置位置に対する処置部の位置合わせを自動化することにより、処置部の高精度な位置合わせが可能となる。これにより、内側から観察して決定した体腔の処置位置に対して処置具を正確に外側から位置決めし、決定した処置位置を正確に処置することができる。

40

【0010】

上記発明においては、前記距離が所定の第 1 の閾値以下となる位置に前記処置部を位置決めするように、前記駆動部を制御してもよい。

このようにすることで、所定の第 1 の閾値を十分に小さい値（例えば、腔壁の厚さ寸法と略同等の値）に設定することによって、処置部を、腔壁を介して標識部と略対向する位置に位置決めすることができる。これにより、体腔内の病変部の位置を体腔外から正確に認識することができる。

50

## 【0011】

また、上記発明においては、前記距離測定部が、前記距離を繰り返し測定し、前記制御部は、前記距離測定部によって測定された距離が前記所定の第1の閾値を超える毎に、前記距離が前記所定の第1の閾値以下となる位置に前記処置部を位置決めし直すように、前記駆動部を繰り返し駆動させてもよい。

このようにすることで、標識部が移動すると、制御部は、距離測定部によって測定される距離の増加としてその旨を検知し、駆動部を制御することによって、移動後の標識部と腔壁を介して略対向する位置に処置部を再び位置決めする。このようにして標識部の移動に処置部を追従させることによって、標識部の軌跡に沿って組織を処置することができる。

10

## 【0012】

また、上記発明においては、前記制御部は、前記距離が所定の第2の閾値よりも大きくなる位置に前記処置部が配置されるように、前記駆動部を制御してもよい。

このようにすることで、標識部を中心とし、所定の第2の閾値を半径とする球状の領域の外側でのみ処置部の移動が許可される。これにより、例えば、病変部の切除のような、病変部の内側ではなく病変部の外側を処置する手技において、病変部の中央に標識部を位置決めしておくことによって、病変部を保存したまま、処置を行うことができる。

## 【0013】

また、上記発明においては、前記制御部は、前記距離が所定の第1の閾値以下となる位置に前記処置部を位置決めするように、前記駆動部を制御する自動位置合わせモードを含む第1のモードと、前記距離測定部によって測定された距離が所定の第1の閾値を超える毎に、前記距離が前記所定の第1の閾値以下となる位置に前記処置部を位置決めし直すように、前記駆動部を繰り返し駆動する追従モードを含む第2のモードと、前記距離が前記所定の第1の閾値よりも大きい所定の第2の閾値よりも大きくなる位置に前記処置部が配置されるように、前記駆動部を制御する標識部回避モードを含む第3のモードとを有し、前記第1のモード、前記第2のモードおよび前記第3のモードを、操作者に択一的に選択させるモード選択部を備えていてもよい。

20

このようにすることで、処置の内容やそのときの状況等に最適なモードを操作者がモード選択部を用いて選択することができる。

## 【0014】

また、本発明は、体腔の内側に位置決めされた標識部と、前記体腔の外側に配置された医療器具の処置部との間の距離を測定する距離測定ステップと、該距離測定ステップにおいて測定された距離に基づいて前記処置部を移動させる処置部移動ステップとを含む手術システムの作動方法を提供する。

30

## 【発明の効果】

## 【0015】

本発明によれば、体腔を内側と外側の両方から観察しながら処置するLECSにおいて、内側から観察して決定した体腔の処置位置に対して処置具を正確に外側から位置決めし、決定した処置位置を正確に処置することができるという効果を奏する。

## 【図面の簡単な説明】

40

## 【0016】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る手術システムの使用状態を示す図である全体構成図である。

【図2】本発明の第1の実施形態に係る手術システムの機能ブロック図である。

【図3】「手動位置合わせモード」を説明するフローチャートである。

【図4】「自動位置合わせモード」を説明するフローチャートである。

【図5】図4のフローチャートのステップSB2～SB7を説明する図である。

【図6】(a)、(b)「自動位置合わせモード」における処置具の動作を説明する図である。

【図7】本発明の第2の実施形態に係る手術システムにおける「病変部回避モード」を説

50

明するフローチャートである。

【図 8】(a), (b)「病変部回避モード」における処置具の動作を説明する図である。

【図 9】本発明の第 3 の実施形態に係る手術システムにおける「追従モード」を説明するフローチャートである。

【図 10】(a), (b)「追従モード」における処置具の動作を説明する図である。

【図 11】本発明の第 4 の実施形態に係る手術システムの機能ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

(第 1 の実施形態)

以下に、本発明の第 1 の実施形態に係る手術システム 1 について図 1 から図 5 を参照して説明する。

本実施形態に係る手術システム 1 は、図 1 に示されるように、内視鏡 2 と腹腔鏡 3 とを用いて体腔 A を内側と外側の両方から観察しながら、体腔 A を外側から処置する腹腔鏡内視鏡合同手術 (LECS) に使用されるものである。

【0018】

具体的には、手術システム 1 は、図 2 に示されるように、内視鏡 2 と、腹腔鏡 3 と、処置具 4 と、医師 (操作者) によって操作れる操作入力装置 5 と、該操作入力装置 5 への入力に基づいて処置具 4 を制御するコントローラ 6 とを備えている。

内視鏡 2 は、体腔 A 内に挿入可能な細長い軟性の挿入部 21 と、該挿入部 21 の先端に内蔵された撮像素子 (観察部) 22 とを備え、該撮像素子 22 によって取得した体腔 A 内の映像をモニター 7 に送信する。

【0019】

また、内視鏡 2 は、体腔 A の内側から外側へ腔壁 B を介して伝搬する信号 (例えば、磁界、光、熱、電圧) を発生するマーカ (標識部) 23 を有している。マーカ 23 は、例えば、挿入部 21 に長手方向に沿って貫通形成されたチャンネル 24 内に長手方向に移動可能に挿入されたワイヤ 25 の先端に設けられている。医師は、ワイヤ 25 の基端部分を操作することによって体腔 A 内でマーカ 23 を移動させることができ、ワイヤ 25 を挿入部 21 に対して固定することによって体腔 A の内壁に対してマーカ 23 を位置決めすることができる。ワイヤ 25 に代えて、チャンネル 24 内に挿入可能な任意の処置具を用いてもよい。

【0020】

腹腔鏡 3 は、経皮的に体内に挿入可能であり、取得した体内の映像をモニター 7 に送信する。

処置具 4 は、経皮的に体内に挿入可能な細長い硬性の胴部 41 と、該胴部 41 の先端側に設けられ組織に対して処置を施す処置部 42 と、胴部 41 と処置部 42 とを連結する関節部 43 と、該関節部 43 を駆動する駆動部 44 とを備えている。本実施形態においては、処置部 42 として電気メス (以下、電気メス 42 ともいう。) を備える場合について説明するが、処置部 42 は、鉗子やハサミ等の他の種類のものであってもよい。

【0021】

電気メス 42 には、マーカ 23 が発生する信号を検出することによって、電気メス 42 とマーカ 23 との間の距離を測定する距離測定部 8 が設けられている。

ここで、マーカ 23 と距離測定部 8 との組み合わせとしては、例えば、磁石 (永久磁石または電磁石) とホール素子またはコイル、近赤外レーザ光源と光検出器、投光器と受光器、発熱素子と熱検出器、交流電圧発生素子とインピーダンス検出器等が挙げられる。このように、距離測定部 8 は、磁気または光の強度、温度、あるいはインピーダンスの大きさを検出し、得られた検出値に基づいて、腔壁 B を介して配置されたマーカ 23 と電気メス 42 との距離を測定する。

【0022】

関節部 43 は、胴部 41 の長手方向に交差する 2 次元方向に揺動可能に電気メス 42 を

10

20

30

40

50

支持している。

駆動部 4 4 は、コントローラ 6 から受信した制御信号に基づいて関節部 4 3 を駆動し、それによって電気メス 4 2 を胸部 4 1 の長手方向に交差する 2 次元方向に移動させる。

操作入力装置 5 は、医師によってなされた操作に対応する操作信号を生成し、生成した操作信号をコントローラ 6 に送信する。

【 0 0 2 3 】

コントローラ 6 は、内視鏡 2 および処置具 4 を制御する制御部 6 1 と、記憶部 6 2 とを備えている。

制御部 6 1 は、操作入力装置 5 を介した処置具 4 の操作を許可し、医師によって操作入力装置 5 に入力された操作に従って駆動部 4 4 を制御する「手動位置合わせモード」と、操作入力装置 5 を介した処置具 4 の操作を禁止し、距離測定部 8 によって測定される距離に基づいて駆動部 4 4 を制御する「自動位置合わせモード」とを有している。これら 2 つのモードは、コントローラ 6 に設けられたスイッチ等を用いて医師によって択一的に選択可能になっている。

次に、この「手動位置合わせモード」と「自動位置合わせモード」とについて、詳細に説明する。

【 0 0 2 4 】

図 3 は、「手動位置合わせモード」における制御部 6 1 の制御内容を説明するフローチャートである。

医師によって「手動位置合わせモード」が選択されると、制御部 6 1 は、まず、距離測定部 8 にマーカ 2 3 と電気メス 4 2 との間の距離を測定させる（ステップ S A 1）。そして、制御部 6 1 は、測定された距離が所定の第 1 の閾値  $T_h 1$  よりも大きい場合には（ステップ S A 2 の N O）、第 1 の音を、距離に反比例する音量で図示しないスピーカから出力させる（ステップ S A 3）。一方、制御部 6 1 は、測定された距離が所定の第 1 の閾値  $T_h 1$  以下である場合には（ステップ S A 2 の Y E S）、第 1 の音とは高さや音色、旋律等が異なる第 2 の音を出力させる（ステップ S A 4）。制御部 6 1 は、「手動位置合わせモード」が選択されている間、上述したステップ S A 1 ~ S A 4 を繰り返す。ここで、第 1 の閾値  $T_h 1$  は、電気メス 4 2 の、関節部 4 3 の駆動による可動範囲の半径よりも小さく設定される。

【 0 0 2 5 】

「手動位置合わせモード」において、医師は、体腔 A の外側に配置した電気メス 4 2 を第 1 の音が大きくなる方向へ移動させることによって、当該電気メス 4 2 を体腔 A の内側に配置されているマーカ 2 3 へ接近させることができる。そして、医師は、第 1 の音から第 2 の音への変化によって、図 6 ( a ) に示されるように、電気メス 4 2 が、マーカ 2 3 を中心とし、第 1 の閾値  $T_h 1$  を半径とする球状の領域内に配置されたことを認識することができる。

【 0 0 2 6 】

図 4 は、「自動位置合わせモード」における制御部 6 1 の制御内容を説明するフローチャートである。

医師によって「自動位置合わせモード」が選択されると、制御部 6 1 は、まず、胸部 4 1 に対する電気メス 4 2 の現在位置を記憶し（ステップ S B 1）、現在位置を基準位置 P 0 に設定する。次に、制御部 6 1 は、図 5 に示されるように、基準位置 P 0 を基準とする複数（本例においては 6 個）の所定の位置  $P_i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, 6$ ) に電気メス 4 2 を移動させ（ステップ S B 3）、各位置における距離を距離測定部 8 に測定させる（距離測定ステップ S B 4）。測定された距離は、その位置  $P_i$  と対応づけて記憶部 6 2 に記憶される。

【 0 0 2 7 】

全ての位置  $P_i$  における距離の測定が終了した後（ステップ S B 2, S B 5, S B 6）、制御部 6 1 は、記憶部 6 2 に記憶されている全ての距離のうち最短距離が測定された位置を最近接位置として選択し、最近接位置に再び電気メス 4 2 を配置する（処置部移動ス

10

20

30

40

50

テップ S B 7 )。そして、最近接位置を新たな基準位置 P 0 に設定し、上述したステップ S B 1 ~ S B 6 を繰り返す (ステップ S B 8 の N O )。

【 0 0 2 8 】

ただし、前記最短距離が所定の第 2 の閾値 ( 所定の第 1 の閾値 ) T h 2 以下である場合には (ステップ S B 8 の Y E S )、最近接位置に電気メス 4 2 を配置した後 (ステップ S B 7 )、医師に対して電気メス 4 2 の移動の完了を通知して「自動位置合わせモード」を終了する (ステップ S B 9 )。ここで、第 2 の閾値 T h 2 は、腔壁 B の厚さと同等かそれよりもわずかに大きい値 (例えば、腔壁 B の厚さ + 数 m m ) である。すなわち、「自動位置合わせモード」により、電気メス 4 2 は、図 6 ( b ) に示されるように、腔壁 B を介してマーカ 2 3 と略対向して配置され、マーカ 2 3 までの距離が最小となる位置に最終的に位置決めされることになる。

10

【 0 0 2 9 】

なお、「手動位置合わせモード」から「自動位置合わせモード」への切り替えは、制御部 6 1 が自動で行ってもよい。すなわち、「手動位置合わせモード」において距離測定部 8 によって測定された距離が所定の第 1 の閾値 T h 1 以下であったときに、制御部 6 1 は、「手動位置合わせモード」を強制的に終了して「自動位置合わせモード」を開始してもよい。

【 0 0 3 0 】

次に、このように構成された手術システム 1 の作用について説明する。

本実施形態に係る手術システム 1 を用いて体腔 A の内壁に存在する病変部 C を切除するには、まず、医師は、腹腔鏡 3 および処置具 4 を経皮的に体内に挿入し、電気メス 4 2 を体腔 A の外側に配置するとともに、電気メス 4 2 を観察可能な位置に腹腔鏡 3 を配置する。また、医師は、体腔 A 内に内視鏡 2 を挿入し、病変部 C を内視鏡映像で観察して病変部 C を取り囲む切開線を決定し、切開線上にマーカ 2 3 を位置決めする。

20

【 0 0 3 1 】

次に、医師は、「手動位置合わせモード」を起動する。電気メス 4 2 がマーカ 2 3 から離れた位置に配置されているときには、小さな第 1 の音が出力される。医師は、操作入力装置 5 を操作することによって、第 1 の音が大きくなる方向へ電気メス 4 2 を移動させ、第 1 の音が第 2 の音へ変化する領域を探す。そして、第 2 の音が出力される位置に電気メス 4 2 を位置決めする。これにより、マーカ 2 3 に対して大まかに電気メス 4 2 が位置決めされる。

30

【 0 0 3 2 】

次に、医師は、「自動位置合わせモード」を起動する。この後は、制御部 6 1 による関節部 4 3 の駆動によって、電気メス 4 2 が、腔壁 B を介してマーカ 2 3 と略対向する位置に位置決めされる。医師は、最終的に位置決めされた位置において腔壁 B を電気メス 4 2 で切開する。

その後、医師は、切開線上に沿ってマーカ 2 3 を移動させながら、「手動位置合わせモード」と「自動位置合わせモード」の 2 段階で電気メス 4 2 を位置合わせして腔壁 B を切開することを繰り返す。これにより、最初に決定した切開線に沿って腔壁 B を切開し、病変部 C を切除することができる。

40

【 0 0 3 3 】

このように、本実施形態によれば、所望の切開位置をマーカ 2 3 で標識し、該マーカ 2 3 に対する電気メス 4 2 の微細な位置合わせを自動制御で行うことによって、切開位置に対して電気メス 4 2 を高精度に位置合わせすることができる。例えば、直径 2 0 m m ~ 5 0 m m 程度の小さな病変部 C の切除に要求されるミリ単位の位置合わせ精度を達成することができる。これにより、医師は、内視鏡映像に基づいて決定した理想的な切開線に正確に沿って腔壁 B を切開し、腔壁 B の切除範囲を最小限にとどめることができるという利点がある。

【 0 0 3 4 】

なお、本実施形態においては、電気メス 4 2 と組織との接触を検出する接触検出部を備

50

え、「自動位置合わせモード」において、電気メス42を位置 $P_i$ に移動させたときに電気メス42と組織との接触を検出するようにしてもよい。組織接触部は、例えば、電気メス42と組織との接触を電氣的に検出する導電センサからなる。

この構成において、電気メス42と組織との接触が検出された場合には、制御部61は、その位置 $P_i$ での距離の測定を中止して次の位置 $P_{i+1}$ での測定へ移るか、または、電気メス42が組織に接触しない位置において距離を測定する。

このようにすることで、電気メス42が組織に強く接触することを防ぐことができる。

#### 【0035】

また、本実施形態においては、距離測定部8によって測定された距離が第2の閾値 $Th_2$ 以下であるときのみ、処置部42の作動（本実施形態においては電気メス42への高周波電流の供給）を許可してもよい。

このようにすることで、電気メス42が切開線上に位置決めされているときのみ腔壁Bの切開が可能であり、電気メス42が切開線上に位置していないときには、仮に医師が電気メス42の作動を指示したとしても電気メス42が作動しない。これにより、医師は、自身が決定した位置のみを切開することができる。

#### 【0036】

また、本実施形態においては、処置具4と、内視鏡2のチャンネル24内に挿入された処置具とがバイポーラ型の電気メスの電極を構成し、内視鏡2側の処置具の先端に設けられたマーカ23と処置具4との間の距離が第2の閾値 $Th_2$ 以下であるときのみ、電極への高周波電流の供給を許可してもよい。

このようにしても、医師は、自身が決定した位置のみを切開することができる。

#### 【0037】

(第2の実施形態)

次に、本実施形態の第2の実施形態について、図7および図8を参照して説明する。

本実施形態においては、制御部61が、「手動位置合わせモード」および「自動位置合わせモード」に加えて、「病変部回避モード（標識部回避モード）」を有している点において、第1の実施形態と異なる。したがって、本実施形態においては、「病変部回避モード」について主に説明し、第1の実施形態と共通する構成については説明を省略する。

#### 【0038】

本実施形態においては、「手動位置合わせモード」、「自動位置合わせモード」および「病変部回避モード」が、コントローラ6に設けられたスイッチ等を用いて医師によって択一的に選択可能になっている。

#### 【0039】

図7は、「病変部回避モード」における制御部61の制御内容を説明するフローチャートである。

「病変部回避モード」は、「自動位置合わせモード」による、マーカ23に対する電気メス42の位置合わせが完了した後に使用される。「自動位置合わせモード」によって電気メス42をマーカ23と略対向する位置に配置した後に、「自動位置合わせモード」から「病変部回避モード」へ切り替えられると、制御部61は、まず、処置部42の現在位置を記憶する（ステップSC1）。通常、このときに記憶される位置は、図8(a)に示されるように、「自動位置合わせモード」において最終的に決定された、腔壁Bを介してマーカ23と略対向した位置となる。したがって、制御部61は、電気メス42の現在位置と第2の閾値 $Th_2$ とからマーカ23の位置を求めることができる。

#### 【0040】

次に、制御部61は、操作入力装置5を介して医師に半径（所定の第2の閾値） $L$ を入力させる（ステップSC2）。この半径 $L$ は、電気メス42の配置を禁止する禁止領域の半径である。次に、制御部61は、図8(b)に示されるように、マーカ23の位置を中心とする半径 $L$ の禁止領域の外側へ電気メス42を移動させる（ステップSC3）。この後、制御部61は、操作入力装置5を介した医師による電気メス42の操作を許可する（ステップSC4）。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 4 1 】

ただし、制御部 6 1 は、医師が操作入力装置 5 に入力した電気メス 4 2 の移動先とマーカ 2 3 との距離を計算によって測定し、得られた距離を半径 L と比較することによって、移動先が禁止領域の外側であるか否かを判断する（距離測定ステップ S C 5）。そして、電気メス 4 2 の移動先が禁止領域の外側である場合には（ステップ S C 5 の Y E S）、制御部 6 1 は、術者の入力に従って電気メス 4 2 を移動させる（処置部移動ステップ S C 6）。一方、電気メス 4 2 の移動先が禁止領域の内側である場合には（ステップ S C 5 の N O）、制御部 6 1 は、その入力を拒否して電気メス 4 2 をその場に止める（ステップ S C 7）。この際に、制御部 6 1 は、電気メス 4 2 の移動先が禁止領域の内側であることを医師に通知してもよい。

10

## 【 0 0 4 2 】

次に、このように構成された手術システムの作用について説明する。

本実施形態においては、医師は、図 8 ( a ) に示されるように、病変部 C の中央にマーカ 2 3 を位置決めする。次に、医師は、第 1 の実施形態で説明したように、「手動位置合わせモード」および「自動位置合わせモード」によって、腔壁 B を介してマーカ 2 3 と略対向する位置に電気メス 4 2 を位置決めする。次に、医師は、「病変部回避モード」を起動し、操作入力装置 5 を用いて電気メス 4 2 を遠隔操作する。「病変部回避モード」において、医師は、病変部 C の中央から半径 L の禁止領域の外側においてのみ電気メス 4 2 を操作することができる。

20

## 【 0 0 4 3 】

このように、本実施形態によれば、電気メス 4 2 を病変部 C の近傍へ移動させることが禁止され、病変部 C の周辺領域においてのみ電気メス 4 2 による切開が許可される。すなわち、本実施形態は、病変部 C を避けた位置において腔壁 B を切開しなければならない場合に利用される。これにより、医師は、病変部 C を保存したまま、該病変部 C の周囲を切開して該病変部 C を切除することができるという利点がある。

## 【 0 0 4 4 】

なお、本実施形態においては、医師が操作入力装置 5 に入力した電気メス 4 2 の移動先が禁止領域であった場合に、電気メス 4 2 の移動を中止することに代えて、電気メス 4 2 を入力に従って移動させつつ、電気メス 4 2 への高周波電流の供給を禁止してもよい。

このようにすることで、病変部 C を保存しつつ、電気メス 4 2 の移動は制限されないで電気メス 4 2 を病変部 C 近傍にも配置することができ、電気メス 4 2 の操作の自由度を向上することができる。

30

## 【 0 0 4 5 】

また、本実施形態においては、「手動位置合わせモード」から「自動位置合わせモード」、「自動位置合わせモード」から「病変部回避モード」への切り替えは、制御部 6 1 が自動で行ってもよい。すなわち、制御部 6 1 は、「自動位置合わせモード」において距離測定部 8 によって測定された距離が所定の第 1 の閾値  $T_h 1$  以下であったときに、「手動位置合わせモード」を強制的に終了して「自動位置合わせモード」を開始し、「自動位置合わせモード」が終了した後に「病変部回避モード」を開始してもよい。

## 【 0 0 4 6 】

( 第 3 の実施形態 )

次に、本実施形態の第 3 の実施形態について、図 9 および図 1 0 を参照して説明する。

本実施形態においては、制御部 6 1 が、「自動位置合わせモード」に代えて、「追従モード」を有している点において、第 1 の実施形態と異なる。したがって、本実施形態においては、「追従モード」について主に説明し、第 1 の実施形態と共通する構成については説明を省略する。

本実施形態においては、「手動位置合わせモード」および「追従モード」が、コントローラ 6 に設けられたスイッチ等を用いて医師によって択一的に選択可能になっている。

## 【 0 0 4 7 】

図 9 は、「追従モード」における制御部 6 1 の制御内容を説明するフローチャートであ

40

50

る。

「追従モード」は、「手動位置合わせモード」による、マーカ 23 に対する電気メス 42 の位置合わせが完了した後に使用される。「手動位置合わせモード」によって電気メス 42 がマーカ 23 を中心とする半径  $T h 1$  の領域内に配置された後に、「手動位置合わせモード」から「追従モード」へ切り替えられると、制御部 61 は、マーカ 23 と電気メス 42 との間の距離を距離測定部 8 に繰り返し測定させる（距離測定ステップ  $S D 1$ ）。そして、制御部 61 は、測定された距離が第 2 の閾値  $T h 2$  よりも大きい場合には（ステップ  $S D 2$  の  $N O$ ）、「自動位置合わせモード」と同様の手順で、距離が第 2 の閾値  $T h 2$  以下となるように（ステップ  $S D 2$  の  $Y E S$ ）、マーカ 23 に対する電気メス 42 の位置合わせを実行する（ステップ  $S D 3 \sim S D 9$ ）。つまり、「追従モード」のステップ  $S D 3 \sim S D 9$  は、「自動位置合わせモード」のステップ  $S B 2 \sim S B 8$  と同じである。

10

【0048】

このように、「追従モード」においては、図 10 (a) に示されるように、一度、制御部 61 が腔壁 B を介してマーカ 23 と略対向する位置に電気メス 42 を位置決めした後にマーカ 23 が移動すると、制御部 61 は、その移動をマーカ 23 と電気メス 42 との間の距離の増加から検知し、図 10 (b) に示されるように、再び、腔壁 B を介してマーカ 23 と略対向する位置に電気メス 42 を位置決めし直す。これにより、マーカ 23 の移動に電気メス 42 を追従させるようになっている。

【0049】

次に、このように構成された手術システムの作用について説明する。

20

本実施形態においては、第 1 の実施形態と同様に、医師は、自身が決定した切開線上にマーカ 23 を位置決めし、「手動位置合わせモード」によって、電気メス 42 をマーカ 23 に対して大まかに位置合わせする。次に、医師は、「追従モード」を起動する。これにより、電気メス 42 は、腔壁 B を介してマーカ 23 と略対向する位置に位置決めされる。

【0050】

医師は、位置決めされた位置において腔壁 B を電気メス 42 で切開した後、切開線上の他の位置にマーカ 23 を移動させると、このマーカ 23 の移動に電気メス 42 が自動的に追従し、再び、腔壁 B を介してマーカ 23 と略対向する位置に電気メス 42 が位置決めされる。以下、所望の全ての位置の切開が完了するまで、医師は、マーカ 23 の移動と、移動先での電気メス 42 での切開とを繰り返す。

30

【0051】

このように、本実施形態によれば、マーカ 23 の移動に電気メス 42 が自動的に追従することによって、常に腔壁 B を介してマーカ 23 と略対向する位置に電気メス 42 が配置される。したがって、医師は、自身が決定した切開線に沿ってマーカ 23 を移動させることによって、切開線に正確に沿って腔壁 B を切開することができるという利点がある。

【0052】

また、体腔 A 内に挿入される内視鏡 2 は軟性でなければならない場合が多いが、軟性の内視鏡 2 は腔壁 B からの押圧力によって湾曲してしまうため、チャンネル 24 を介して体腔 A 内に導入した処置具で腔壁 B を切開することが難しい。そこで、内視鏡 2 によって切除線を特定し、腔壁 B に対して力を伝達可能な硬性の処置具 4 を使用することによって、切開を容易に行うことができる。

40

【0053】

なお、本実施形態においても、第 1 の実施形態と同様に、距離測定部 8 によって測定された距離が第 2 の閾値  $T h 2$  以下であるときのみ、電気メス 42 への高周波電流の供給を許可してもよい。また、処置具 4 と、内視鏡 2 のチャンネル 24 内に挿入された処置具 4 とがバイポーラ型の電気メス 42 の電極を構成し、処置具 4 の先端に設けられたマーカ 23 と処置具 4 との間の距離が第 2 の閾値  $T h 2$  以下であるときのみ、電気メス 42 への高周波電流の供給を許可してもよい。

【0054】

(第 4 の実施形態)

50

次に、本発明の第 4 の実施形態に係る手術システム 1' について図 11 を参照して説明する。

本実施形態においては、制御部 61 が、第 1 から第 3 の実施形態において説明した 3 種類のモードの組み合わせを択一的に選択可能に構成されている点において、第 1 から第 3 の実施形態と異なる。

【0055】

すなわち、制御部 61 は、「第 1 のモード」、「第 2 のモード」および「第 3 のモード」を有している。「第 1 のモード」は、「手動位置合わせモード」と「自動位置合わせモード」とからなる。「第 2 のモード」は、「手動位置合わせモード」と「追従モード」とからなる。「第 3 のモード」は、「手動位置合わせモード」と「自動位置合わせモード」と「病変部回避モード」とからなる。

10

【0056】

本実施形態において手術システム 1' は、医師の操作によって第 1 のモード、第 2 のモードおよび第 3 のモードを択一的に選択可能なモード選択部 9 を備えている。このモード選択部 9 は、操作入力装置 5 またはコントローラ 6 に設けられていてもよい。

【0057】

このように構成された手術システム 1' によれば、処置の内容や状況に応じてより適切なモードを選択することができ、医師による正確な処置をさらに支援することができるという利点がある。

なお、本実施形態において、「第 1 のモード」は「自動位置合わせモード」、「第 2 のモード」は「追従モード」、「第 3 のモード」は「病変部回避モード（標識部回避モード）」を少なくともそれぞれ含んでいればよい。また、「第 1 のモード」、「第 2 のモード」および「第 3 のモード」のうち任意の 2 つのモードを択一的に選択可能になっていてもよい。

20

【0058】

また、上述した第 1 から第 4 の実施形態においては、2 以上の距離測定部 8 が、電気メス 42 の互いに異なる位置に設けられていてもよい。

このようにすることで、各距離測定部 8 によって測定される距離から、電気メス 42 とマーカ 23 との相対位置が計算によって得られる。これにより、得られた相対位置を医師に対して提示することによって、医師は、マーカ 23 の位置をより正確に認識することができる。

30

【0059】

特に、「追従モード」においては、マーカ 23 を移動したときの移動ベクトルが相対位置の変位から得られる。したがって、制御部 61 は、得られた移動ベクトルだけ電気メス 42 を移動させることによって、電気メス 42 をマーカ 23 に追従させることができる。これにより、マーカ 23 の移動に対する電気メス 42 の応答性を向上することができる。

【符号の説明】

【0060】

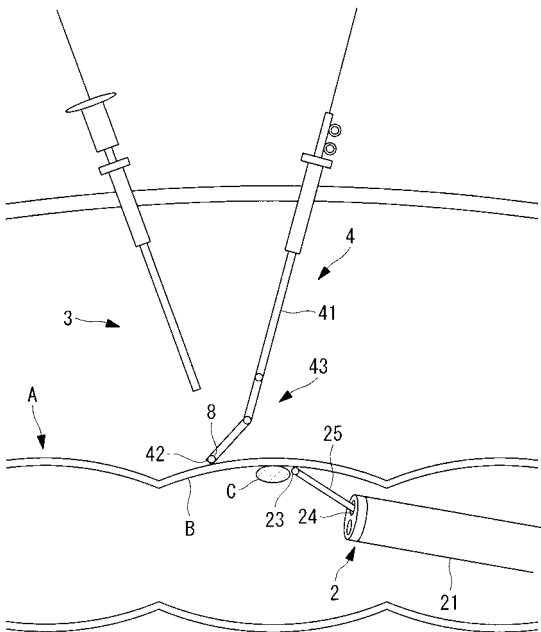
- 1, 1' 手術システム
- 2 内視鏡（第 1 の医療器具）
- 21 挿入部
- 22 撮像素子（観察部）
- 23 マーカ（標識部）
- 24 チャンネル
- 25 ワイヤ
- 3 腹腔鏡
- 4 処置具（第 2 の医療器具）
- 41 胸部
- 42 電気メス、処置部
- 43 関節部

40

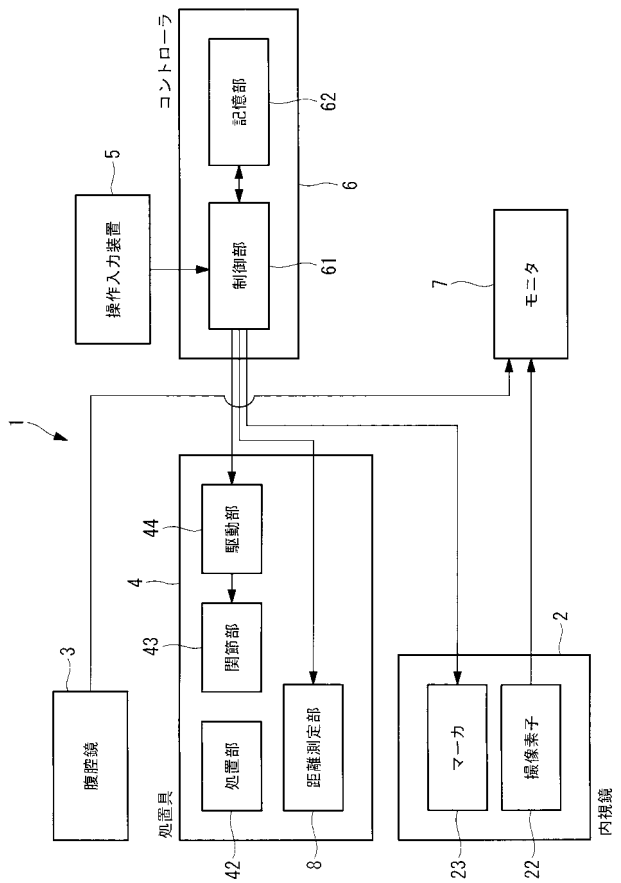
50

- 4 4 駆動部
- 5 操作入力装置
- 6 コントローラ
- 6 1 制御部
- 6 2 記憶部
- 7 モニタ
- 8 距離測定部
- 9 モード選択部
- A 体腔
- B 腔壁
- C 病変部
- S B 4 , S C 5 , S D 1 距離測定ステップ
- S B 7 , S C 6 , S D 9 処置部移動ステップ

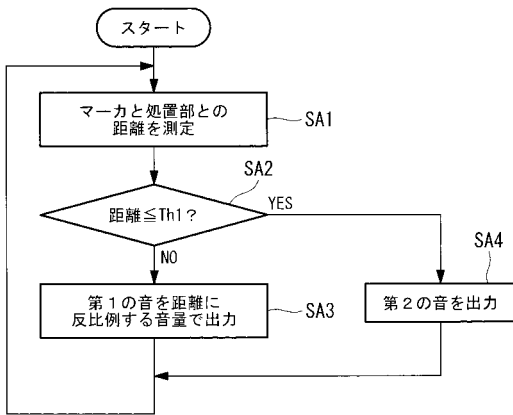
【図 1】



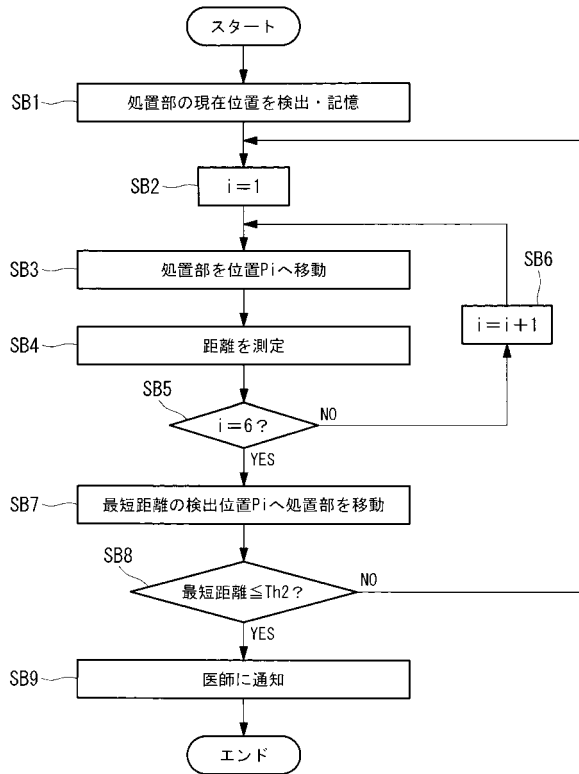
【図 2】



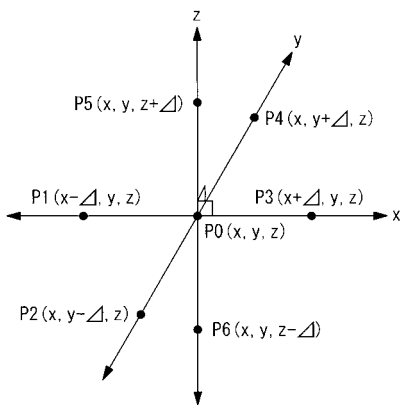
【 図 3 】



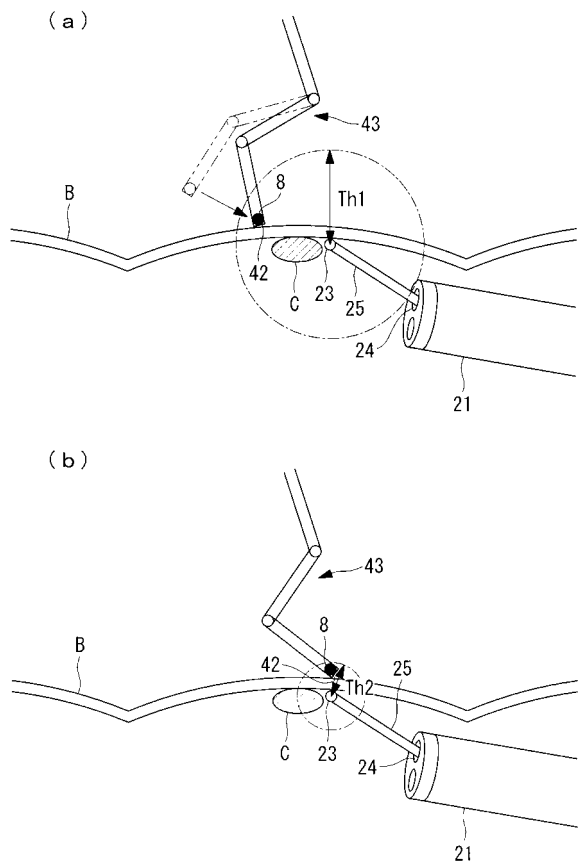
【 図 4 】



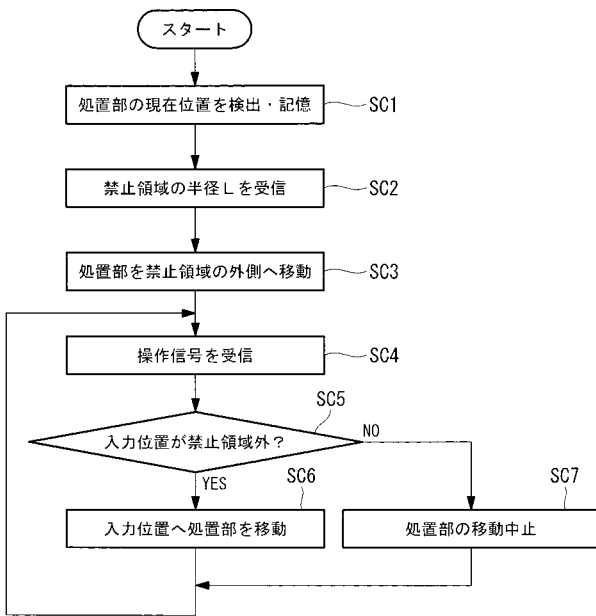
【 図 5 】



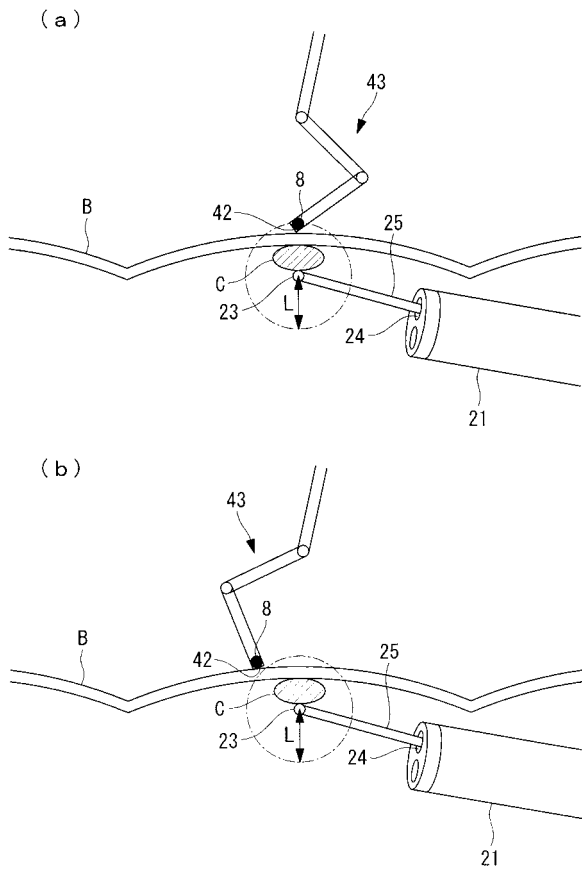
【 図 6 】



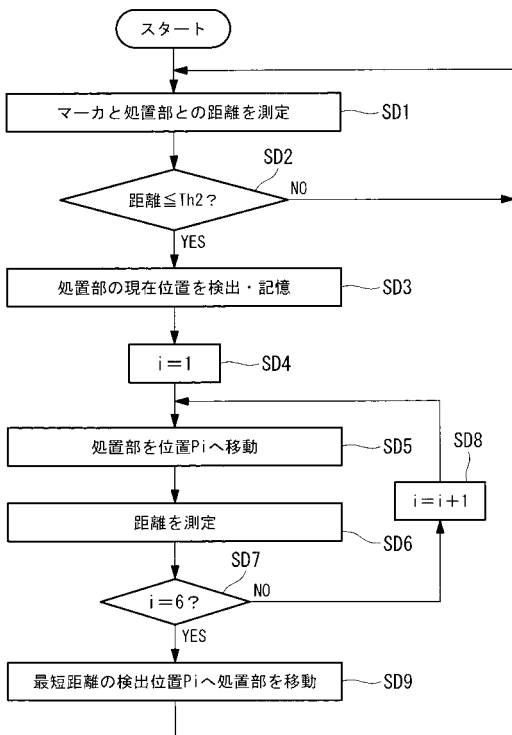
【 図 7 】



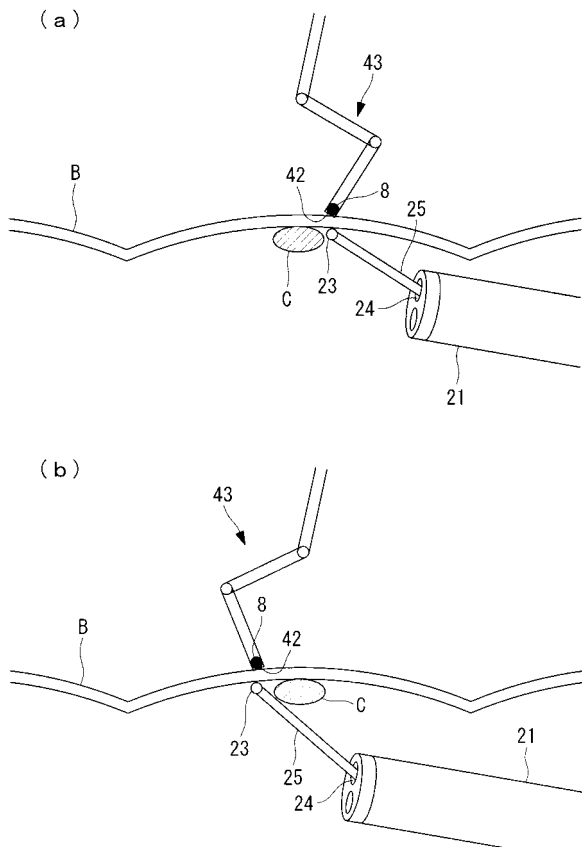
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



【図 1 1】

