

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4812418号
(P4812418)

(45) 発行日 平成23年11月9日 (2011. 11. 9)

(24) 登録日 平成23年9月2日 (2011. 9. 2)

(51) Int. Cl.

F 1

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

A 6 1 B 1/00 3 1 0 H

A 6 1 B 1/04 (2006. 01)

A 6 1 B 1/00 3 0 0 D

G 0 2 B 23/24 (2006. 01)

A 6 1 B 1/04 3 7 0

G 0 2 B 23/24 A

請求項の数 7 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2005-351773 (P2005-351773)
 (22) 出願日 平成17年12月6日 (2005. 12. 6)
 (65) 公開番号 特開2007-151862 (P2007-151862A)
 (43) 公開日 平成19年6月21日 (2007. 6. 21)
 審査請求日 平成20年12月4日 (2008. 12. 4)

(73) 特許権者 000000376
 オリンパス株式会社
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
 (74) 代理人 100106909
 弁理士 棚井 澄雄
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100101465
 弁理士 青山 正和
 (74) 代理人 100094400
 弁理士 鈴木 三義
 (74) 代理人 100086379
 弁理士 高柴 忠夫
 (74) 代理人 100129403
 弁理士 増井 裕士

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検体に挿入する内視鏡挿入部の先端側に湾曲部を有する内視鏡装置であって、
 前記湾曲部よりも先端側に撮像光学系を設けた撮像手段と、
 前記湾曲部を湾曲させる湾曲駆動機構と、
 前記湾曲部の姿勢を検出する湾曲部位置姿勢検出手段と、
 前記撮像手段による前記被写体の撮像中心位置を略一定に保つ被写体捕捉動作の動作開始または動作解除する捕捉動作設定手段と、

前記捕捉動作設定手段により前記捕捉動作開始が指示された場合に、前記湾曲部位置姿勢検出手段の検出力から前記被写体の撮像中心位置を算出し、前記湾曲部位置姿勢検出手段の検出力に応じて、前記撮像中心位置に前記撮像光学系の光軸が向くように、前記湾曲駆動機構を駆動制御する撮像位置安定化手段と、を備えることを特徴とする内視鏡装置。

【請求項 2】

前記被写体と前記撮像光学系との間の距離を測定する測距手段をさらに備え、前記撮像中心位置は、前記湾曲部位置姿勢検出手段および前記測距手段の各検出力から算出されてなることを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡装置。

【請求項 3】

前記測距手段が、複数の視点で被写体を撮像するステレオ計測手段で構成され、少なくともその一部が前記撮像手段を兼ねることを特徴とする請求項 2 に記載の内視鏡装置。

【請求項 4】

前記湾曲部位置姿勢検出手段が、前記湾曲部の先端および基端にそれぞれ設けられた複数の加速度検出手段であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の内視鏡装置。

【請求項 5】

前記撮像手段により撮像される被写体の画像データから、前記被写体の撮像中心位置のずれ量を検出する画像ずれ検出手段を備え、

前記捕捉動作設定手段により前記捕捉動作開始が指示された場合に、前記撮像位置安定化手段が、前記画像ずれ検出手段により検出された前記撮像中心位置のずれ量に応じて、前記湾曲駆動機構を駆動制御できるようにしたことを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の内視鏡装置。

10

【請求項 6】

前記画像ずれ検出手段が、前記画像データとして、前記被写体の画像のコントラスト情報を抽出し、該コントラスト情報により前記被写体の撮像中心位置のずれ量を検出することを特徴とする請求項 5 に記載の内視鏡装置。

【請求項 7】

前記撮像位置安定化手段が、

前記湾曲部位置姿勢検出手段の検出出力に応じて前記湾曲駆動機構を駆動することにより第 1 の被写体捕捉動作を行い、

該第 1 の被写体捕捉動作を完了させてから、前記画像ずれ検出手段の検出出力に応じて前記湾曲駆動機構を駆動することにより第 2 の被写体捕捉動作を行うようにしたことを特徴とする請求項 5 または 6 に記載の内視鏡装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は内視鏡装置に関する。例えば、外乱を受けても、被写体内の略一定位置を中心とする画像を安定して撮像することができる内視鏡装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、内視鏡装置では、内視鏡挿入部の先端側を湾曲させる湾曲駆動機構を備え、その湾曲量を変更することにより、内視鏡挿入部の先端に設けられた撮像光学系の向きを制御して、所望位置の被写体の画像を取得できるようになっている。そして、例えば、検査のための内視鏡挿入部の移動や外乱などにより、撮像光学系と被写体との相対位置がずれた場合、湾曲駆動機構により湾曲量を調整して、撮像光学系と被写体との相対位置を補正するようにした装置が知られている。

30

例えば、特許文献 1 には、被写体像が拡大表示時にずれた場合、ずれ量をベクトルとして検出し、ずれ量を補正するように湾曲部の湾曲角を補正する内視鏡装置が記載されている。

特許文献 2 には、管内に挿入される内視鏡装置であって、被写体像の明るさ分布を検出する複数の光電素子を備え、その検出出力の偏差により湾曲量を制御して、先端構成部が被観察系の周壁の実質的中心方向に向かうようにする内視鏡が記載されている。

40

特許文献 3 には、被写体の画像を複数領域に分割し、分割された領域の明るさ情報を検出し、それらの明るさ情報を基にファジィ推論手段を用いて湾曲駆動手段の湾曲量を制御する内視鏡装置が記載されている。

【特許文献 1】特開 2001-046331 号公報（図 4、17、18）

【特許文献 2】特公昭 61-37927 号公報（図 1-5）

【特許文献 3】特許第 2948833 号公報（図 1、5）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

50

しかしながら、上記のような従来の内視鏡装置には、以下のような問題があった。

特許文献 1 に記載の技術では、被写体像の変化により移動方向、移動量を検出して湾曲量を補正するので、被写体像が撮像範囲内にある場合の移動には追従できるものの、撮像範囲から被写体が飛び出した場合には一旦低倍率に戻して被写体を撮像範囲に入れて湾曲量を補正してから、元の拡大倍率に戻すといった手間がかかる。そのため被写体が撮影範囲外に飛び出すような大きな外乱を受ける場合や、被写体を狭い視野角内で高倍率に拡大観察する場合に、安定した観察を効率よく行うことができないという問題がある。

特許文献 2 に記載の技術では、明るさ分布の偏差を検出して湾曲量を制御するので、管内の中心を観察する場合のように、明るさ分布が特定の分布を有する場合に限って湾曲量を安定的に制御することができるものである。したがって、撮像範囲内で明るさが略均一となるような偏差を抽出しにくい場合や特定の模様と同じパターン配列しているような場合などでは、湾曲量を正しく制御できなくなるという問題がある。

特許文献 3 に記載の技術では、明るさ分布を検出し、ファジィ推論を用いて湾曲量を制御する。そのため、被検体の明るさ分布に多少変動がある場合でも湾曲を制御することができるものの、ファジィ推論規則を設定するには、被写体、背景の明るさ分布にある程度の特徴がなければならない。そのため、程度の差はあっても特許文献 2 と同様の問題がある。

【 0 0 0 4 】

本発明は、上記のような問題に鑑みてなされたものであり、例えば外乱を受けるなどして撮像位置がずれ、被写体が撮像範囲外に飛び出すような場合でも、被写体を撮像範囲の略中心位置に迅速に捕捉し、安定した観察を行うことができる内視鏡装置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】

【 0 0 0 5 】

上記の課題を解決するために、請求項 1 に記載の発明では、被検体に挿入する内視鏡挿入部の先端側に湾曲部を有する内視鏡装置であって、前記湾曲部よりも先端側に撮像光学系を設けた撮像手段と、前記湾曲部を湾曲させる湾曲駆動機構と、前記湾曲部の姿勢を検出する湾曲部位置姿勢検出手段と、前記撮像手段による前記被写体の撮像中心位置を略一定に保つ被写体捕捉動作の動作開始または動作解除する捕捉動作設定手段と、前記捕捉動作設定手段により前記捕捉動作開始が指示された場合に、前記湾曲部位置姿勢検出手段の検出出力から前記被写体の撮像中心位置を算出し、前記湾曲部位置姿勢検出手段の検出出力に応じて、前記撮像中心位置に前記撮像光学系の光軸が向くように、前記湾曲駆動機構を駆動制御する撮像位置安定化手段と、を備える構成とする。

この発明によれば、捕捉動作設定手段により被写体捕捉動作の動作開始が設定されると、撮像位置安定化手段により、湾曲部位置姿勢検出手段の検出出力を取得し、その時点での被写体の撮像中心位置（以下、初期撮像中心位置と称する）を算出する。そして、湾曲部位置姿勢検出手段の検出出力に応じて、初期撮像中心位置に撮像光学系の光軸が向くように湾曲駆動機構が駆動される。

そのため、被写体捕捉動作の動作開始後に被写体が撮像範囲から外れた場合でも、倍率を変えたりすることなく被写体を迅速かつ容易に初期撮像中心位置に捕捉することができる。

【 0 0 0 6 】

請求項 2 に記載の発明では、請求項 1 に記載の内視鏡装置において、前記測距手段が、複数の視点で被写体を撮像するステレオ計測手段で構成され、少なくともその一部が前記撮像手段を兼ねる構成とする。

この発明によれば、測距手段が複数の支点で被写体を撮像するステレオ計測手段で構成され、少なくともその一部が撮像手段を兼ねるので簡素な構成とすることができる。

また、ステレオ計測手段により被写体の立体視画像を撮像することができるので、被写体の凹凸形状を参照して初期撮像中心位置の正確な位置決めを行うことができる。

ステレオ計測手段の全部が撮像手段である場合、撮像光学系が多焦点光学系となるが、

10

20

30

40

50

本明細書では、この場合の撮像光学系の光軸は、特に断らない限り、多焦点の各光軸に対する対称軸を指すものとする。

【 0 0 0 7 】

請求項 3 に記載の発明では、請求項 1 または 2 に記載の内視鏡装置において、前記湾曲部位置姿勢検出手段が、前記湾曲部の先端および基端にそれぞれ設けられた複数の加速度検出手段である構成とする。

この発明によれば、湾曲部位置姿勢検出手段が、加速度検出手段であるので、外乱などによる変位にも高速に応答することができるとともに、小型のセンサで設置位置での変位と方向とともに検出できるので、内視鏡挿入部の内部にも容易に設置することができる。

【 0 0 0 8 】

請求項 4 に記載の発明では、請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の内視鏡装置において、前記撮像手段により撮像される被写体の画像データから、前記被写体の撮像中心位置のずれ量を検出する画像ずれ検出手段を備え、前記被写体捕捉動作設定手段により前記捕捉動作開始が指示された場合に、前記撮像位置安定化手段が、前記画像ずれ検出手段により検出された前記撮像中心位置のずれ量に応じて、前記湾曲駆動機構を駆動制御できるようにした構成とする。

この発明によれば、撮像手段により撮像される被写体の画像データから被写体の撮像中心位置のずれ量を検出する画像ずれ検出手段を備えるので、被写体の画像データにより被写体の撮像中心位置を直接的に検出することができ、被写体捕捉動作の精度を向上することができる。

【 0 0 0 9 】

請求項 5 に記載の発明では、請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の内視鏡装置において、前記画像ずれ検出手段が、前記画像データとして、前記被写体の画像のコントラスト情報を抽出し、該コントラスト情報の変化により前記被写体の撮像中心位置のずれ量を検出する構成とする。

この発明によれば、画像ずれ検出手段が、被写体の画像のコントラスト情報の変化により被写体の撮像中心位置のずれ量を検出するので、検出に用いる画像データ量を圧縮することができるので、迅速な被写体捕捉動作を行うことができる。

【 0 0 1 0 】

請求項 6 に記載の発明では、請求項 4 または 5 に記載の内視鏡装置において、前記撮像位置安定化手段が、

前記湾曲部位置姿勢検出手段の検出出力に応じて前記湾曲駆動機構を駆動することにより第 1 の被写体捕捉動作を行い、該第 1 の被写体捕捉動作を完了させてから、前記画像ずれ検出手段の検出出力に応じて前記湾曲駆動機構を駆動することにより第 2 の被写体捕捉動作を行う構成とする。

この発明によれば、湾曲部位置姿勢検出手段の検出出力を用いる第 1 の被写体捕捉動作を行い、それを完了させてから、画像ずれ検出手段の検出出力を用いる第 2 の被写体捕捉動作を行うので、湾曲部位置姿勢検出手段に検出誤差などが生じるような場合でも、被写体の撮像中心位置のずれ量を検出する第 2 の被写体捕捉動作を行うので、捕捉目標を確実に高精度に捕捉することができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 1 】

本発明の内視鏡装置によれば、被写体捕捉動作設定手段により前記捕捉動作開始が指示された場合に、撮像位置安定化手段により、湾曲部位置姿勢検出手段の検出出力に応じて湾曲駆動機構を駆動して、撮像光学系の光軸を捕捉動作開始時の被写体の撮像中心位置に向けることができるので、例えば外乱を受けるなどして被写体が撮像範囲から飛び出すような場合でも、倍率を変えたりすることなく迅速に撮像範囲内の略中心位置に被写体を捕捉することができ、安定した観察を行うことができるという効果を奏する。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 2 】

10

20

30

40

50

以下では、本発明の実施の形態について添付図面を参照して説明する。すべての図面において、実施形態が異なる場合であっても、同一または相当する部材には同一の符号を付し、共通する説明は省略する。

【0013】

[第1の実施形態]

本発明の第1の実施形態に係る内視鏡装置について説明する。

図1は、本発明の第1の実施形態に係る内視鏡装置の概略構成を説明するために模式的に描いた構成説明図である。

【0014】

本実施形態の内視鏡装置50は、例えば外力や振動などの外乱を受けた場合にも、観察中の被写体を撮像範囲の略中心位置に捕捉できるようにしたものである。被写体の種類は特に限定されず、例えば医療用、工業用、計測用など適宜の用途に用いることができるものである。

内視鏡装置50の概略構成は、図1に示すように、挿入部1（内視鏡挿入部）、装置本体部51、およびモニタ13からなる。

【0015】

挿入部1は、被検体内部に挿入して先端から被検体内の被写体像を取得するために全体として細長形状に形成された機構であり、その先端側に、湾曲先端部3（湾曲部の先端）、湾曲部2、および湾曲基端部8（湾曲部の基端）をこの順に備える。湾曲基端部8と接続する挿入部1の基端側部分は可撓性を有しており、装置本体部51に接続されている。

湾曲先端部3は、湾曲部2と略同一外径を有する円板状または円柱状の硬質部分である。

湾曲先端部3の先端面3aには、入射光を内部に導く入射口（不図示）が形成され、その内部側には、双眼レンズ4A（撮像光学系）、撮像素子4Bが先端面3a側からこの順に配列されてなる撮像手段4が設けられている。

双眼レンズ4Aは、同一の焦点距離、画角を有する対物レンズ4a、4bをそれぞれの光軸を所定距離dだけ離間して配置した撮像光学系である。そのため先端面3aからの入射光による像を、同一平面に整列した結像面上に、視差dを有する視差画像として結像することができるようになっている。

このように双眼レンズ4Aは、多焦点光学系であるが、便宜上、以下では、対物レンズ4a、4bの光軸の対称軸のことを、双眼レンズ4Aの光軸と称する。

双眼レンズ4Aの光軸は、湾曲先端部3の軸線方向、すなわち先端面3aの法線方向に向けられている。

また、特に図示しないが、湾曲先端部3には、先端面3aから外部に向かって照明光を出射する照明系が設けられている。

【0016】

撮像素子4Bは、双眼レンズ4Aにより結像される被写体像を光電変換するためのもので、例えばCCDなどの固体撮像素子からなる。

撮像素子4Bは、対物レンズ4a、4bのそれぞれに対応して2つ設けられていてもよいし、1つだけ設けて、対物レンズ4a、4bに対応する画像を1つの撮像面上で撮像するようにしてもよい。いずれの場合でも、撮像素子4Bの出力である画像信号300は、後述するカメラ制御ユニット（以下、CCUと略称する）104により、同一被写体に対する2つの視差画像301に適宜分離して処理することができるようになっている。

撮像素子4Bで撮像された画像信号300は、挿入部1内の信号ケーブル7を通して装置本体部51に送出される。

このように撮像手段4は、視差画像301を取得するステレオ計測手段を兼ねているものである。

【0017】

撮像手段4の近傍には、3軸方向の加速度の変動分を検出して3次元の変位情報を取得するとともに、重力加速度との差分を元にして方向情報を取得する加速度センサ5A（加

10

20

30

40

50

速度検出手段)が固定されている。そのため、加速度センサ5Aの出力により湾曲先端部3の変位と姿勢を検出できるようになっている。加速度センサ5Aの検出出力は、挿入部1内を通る信号ケーブル5aにより装置本体部51に送出される。

【0018】

湾曲部2は、湾曲先端部3と湾曲基端部8との間に設けられた湾曲可能な管状部材からなり、その内部に、湾曲駆動力を伝達するワイヤ10A、10B、湾曲先端部3から延された信号ケーブル5a、7、および湾曲先端部3内の部材に必要な電流を供給する電源線(不図示)が挿通されている。

管状部材は、湾曲可能であれば適宜の構造を採用することができるが、例えば、ワイヤ10A、10Bや信号ケーブル5a、7などを挿通する挿通孔を備えた複数の板状の湾曲コマが軸中心位置で等ピッチで配列され、周縁部では隣接する湾曲コマとの距離がワイヤ10A、10Bの引張り力のバランスに応じて可変され、それぞれの湾曲コマが互いに傾斜することにより全体として湾曲するような構造を採用することができる。

【0019】

ワイヤ10Aは、その両端部が、挿入部1の外周部近傍において挿入部1の中心軸線を挟んで対向された状態で配置され、湾曲先端部3の基端側に固定されている。そして、その中間部が後述する湾曲駆動機構52のプーリ11Aに巻架されている。

また、ワイヤ10Bは、ワイヤ10Aと同様にして、両端部が湾曲先端部3の基端側に固定され、中間部が湾曲駆動機構52のプーリ11Bに巻架されている。ただし、ワイヤ10Bの各端部の固定位置は、ワイヤ10Aの各端部の固定位置に対して90°ずらされている。例えば、湾曲先端部3の近傍では、ワイヤ10Aにおける対向するワイヤ対が、図1の紙面内に配置され、ワイヤ10Bにおける対向するワイヤ対が、図1の紙面垂直面内に配置される。

そのため、例えば、湾曲駆動機構52のモータ9Aを駆動させワイヤ10Aを巻き取るプーリ11Aが一方に回転すると、紙面内で、端部的一方が引っ張られて他方が緩む。また湾曲駆動機構52のモータ9Bを駆動させワイヤ10Bを巻き取るプーリ11Bが一方に回転すると、紙面垂直面で、端部的一方が引っ張られ他方が緩む。このようにそれぞれ独立したモータ9A、9Bを制御してプーリ11A、11Bの回転角をそれぞれ適宜設定することにより、遠方にある湾曲先端部3の向きを自由に変えられるようになっている。

【0020】

湾曲基端部8は、湾曲部2を挿入部1の基端側の可撓管に接続する硬質部分で、湾曲部2の湾曲の基準端を構成している。そして、加速度センサ5Aと同様の構成を有する加速度センサ5B(加速度検出手段)を内蔵している。加速度センサ5Bの検出出力は、挿入部1の後端側の可撓管内に挿通された信号ケーブル5bにより装置本体部51に送出される。

加速度センサ5A、5Bは、湾曲部2の先端および基端の位置および姿勢を検出する湾曲部位置姿勢検出手段を構成している。

【0021】

装置本体部51の概略構成は、図1に示すように、湾曲駆動機構52、張力検出部54、操作部14、および制御ユニット53からなる。

湾曲駆動機構52は、ワイヤ10A、10B(以下、それぞれ、単にワイヤ10と称する場合がある。)の中間部をそれぞれプーリ11A、11Bに巻き取って、湾曲先端部3と湾曲基端部8との間に張架されるワイヤ10A、10Bの長さを可変して湾曲部2の湾曲量を可変する機構であり、ワイヤ10A、10Bを巻き取るプーリ11A、11Bと、それらを正逆転自在に回転駆動するモータ9A、9B(以下、それぞれ、単にモータ9と称する場合がある。)とからなる。

各モータ9は、回転角の制御が可能であれば、適宜のモータを採用することができる。例えばロータリエンコーダなどの回転角検出手段を用いて回転角制御を行うDCサーボモータなどを採用することができる。

10

20

30

40

50

湾曲駆動機構 5 2 によれば、前述のようにして湾曲先端部 3 の向きを自由に変えられるようになっている。

【 0 0 2 2 】

張力検出部 5 4 は、各ワイヤ 1 0 の張力を検出するためのもので、各ワイヤ 1 0 に取り付けられた 4 つの歪みゲージ 1 2 からなる。図 1 には、ワイヤ 1 0 A、1 0 B に取り付けられた歪みゲージ 1 2 A、1 2 B を図示している。

歪みゲージ 1 2 の各検出出力は制御ユニット 5 3 に送出される。

各ワイヤ 1 0 の破断限界値、すなわち湾曲駆動機構 5 2 による牽引量限界値は、後述するメモリ 1 0 1 に予め設定されている。

【 0 0 2 3 】

操作部 1 4 は、内視鏡装置 5 0 の操作入力を行うためのもので、少なくとも、湾曲部 2 の 2 軸方向の湾曲量を操作する湾曲操作機構 1 5 と、撮像手段 4 により撮像された被写体の撮像中心位置を略一定に保つ被写体捕捉動作の動作開始を指示するロックボタン 1 6 a (捕捉動作設定手段) と、捕捉動作の解除を指示するロック解除ボタン 1 6 b (捕捉動作設定手段) とを備える。湾曲操作機構 1 5 は、例えばジョイスティックやアングルスイッチなどの機構を採用することができる。

ロック解除ボタン 1 6 b が押されると、後述する制御部 1 0 0 に対する割り込み信号が発生し、湾曲駆動機構 5 2 の動作が停止されるとともに、後述する捕捉サーボ ON フラグがリセットされるようになっている。それにより、被写体捕捉動作の実行中でも、被写体捕捉動作を強制終了し、湾曲操作機構 1 5 を用いたマニュアル操作による湾曲を行うことができるようになっている。

操作部 1 4 の操作により入力される各入力信号は、制御ユニット 5 3 に送出される。

【 0 0 2 4 】

制御ユニット 5 3 の概略構成は、制御部 1 0 0、メモリ 1 0 1 (記憶手段)、モータドライバ 1 0 2、および C C U 1 0 4 からなる。

制御部 1 0 0 は、操作部 1 4、メモリ 1 0 1、モータドライバ 1 0 2、C C U 1 0 4、およびモニタ 1 3 と電氣的に接続され、操作部 1 4 からの入力信号、加速度センサ 5 A、5 B、張力検出部 5 4 の各検出出力、および C C U 1 0 4 から送出される視差画像 3 0 1 に応じて、装置全体の制御や湾曲駆動機構 5 2 の制御に関する種々の制御動作、処理動作を行うものである。そして、撮像位置安定化手段を構成している。制御部 1 0 0 で処理された情報は、文字や画像などからなる適宜の画像データ 3 0 3 に変換して、モニタ 1 3 に表示できるようになっている。

制御部 1 0 0 は、適宜の制御回路群を有するハードウェアを用いて構成されていてもよいが、本実施形態では、不図示の C P U と入出力インタフェースとにより構成されている。そして後述する各制御動作、処理動作を行うためのプログラム群をメモリ 1 0 1 にロードし、それらを C P U が実行することにより、各プログラムに対応する各制御動作、処理動作を実現している。

【 0 0 2 5 】

モータドライバ 1 0 2 は、制御部 1 0 0 から送出された制御信号に応じて、各モータ 9 の回転角を制御するものである。

C C U 1 0 4 は、撮像素子 4 B により撮像された画像信号 3 0 0 を、必要に応じて適宜の画像処理、例えば、輝度補正、シャープネス補正、ステレオ画像データ処理などを行って、モニタ 1 3 に画像表示するための画像データ 3 0 2 を生成しモニタ 1 3 に送出するとともに、ステレオ計測を行うための 2 つの視差画像 3 0 1 を生成して制御部 1 0 0 に送出するものである。

【 0 0 2 6 】

次に、内視鏡装置 5 0 の動作について説明する。

まず、本実施形態における湾曲部 2 の湾曲の検出動作について説明する。

図 2 は、本発明の第 1 の実施形態に係る内視鏡装置の湾曲部の湾曲状態における先端と基端の位置関係について説明する斜視説明図である。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 7 】

湾曲動作を行うには、操作部 1 4 の湾曲操作機構 1 5 などから、2 軸方向の湾曲量を制御部 1 0 0 指示する。それにより、各ワイヤ 1 0 を適宜巻き取るための制御信号が、制御部 1 0 0 からモータドライバ 1 0 2 に送出され、モータドライバ 1 0 2 により各モータ 9 が回転される。その結果、例えば、図 2 に示すように、ベクトル B 方向に沿う方向に延びていた湾曲部 2 がベクトル B の方向からずれて、湾曲先端部 3 の先端面 3 a の法線がベクトル A の方向に向くような湾曲を起こしたとする。

内視鏡装置 5 0 において湾曲部 2 を湾曲させる目的は、湾曲先端部 3 を移動して湾曲先端部 3 に内蔵された撮像手段 4 により所望の被写体を撮像することにある。そのため、湾曲部 2 の湾曲形状は、湾曲先端部 3 と湾曲基端部 8 との相対的な位置関係が記述できれば十分である。

10

本実施形態では、湾曲先端部 3、湾曲基端部 8 にそれぞれ設けられた加速度センサ 5 A、5 B が検出する 3 軸方向の加速度に基づいて、湾曲先端部 3、湾曲基端部 8 の位置および姿勢を検出する。

位置情報は、加速度センサ 5 A、5 B が検出する加速度の変動分を積分することにより、初期的に配置された基準位置からの 3 次元の変位量として取得される。

姿勢情報は、加速度センサ 5 A、5 B が検出する重力加速度成分に対する差分として 3 次元的に検出される。

加速度センサ 5 A、5 B は、湾曲先端部 3、湾曲基端部 8 の所定位置に固定されているので、これらの位置情報、姿勢情報は、硬質部分をなし実質的に剛体と見なしうる湾曲先端部 3、湾曲基端部 8 では、それぞれの内部の任意の位置における位置情報、姿勢情報に容易に換算することができる。

20

【 0 0 2 8 】

このため、加速度センサ 5 A、5 B により検出された位置情報、姿勢情報により、湾曲先端部 3、湾曲基端部 8 の剛体運動が、適宜の X Y Z 直交座標系内のベクトルにより記述できる。

例えば、図 2 に示す単位方向ベクトル A、B は、それぞれ湾曲先端部 3、湾曲基端部 8 の姿勢を表現するものである。

$$A = (A_x, A_y, A_z) \quad \dots (1)$$

$$B = (B_x, B_y, B_z) \quad \dots (2)$$

30

湾曲部 2 が湾曲したときの湾曲基端部 8 に対する湾曲先端部 3 の湾曲角度は、これら単位方向ベクトル A、B とのなす角 として次式のように定義される。

$$= \cos^{-1} \{ (A * B) / (|A| \cdot |B|) \} \quad \dots (3)$$

ここで、記号 *、 \cdot は、それぞれベクトルの内積、スカラーの乗算を表すものとする。また、 $|A| = |B| = 1$ である。

また、湾曲方向は、単位方向ベクトル A、B の差として定義される方向ベクトル W として表現される。

$$W = A - B \\ = (A_x - B_x, A_y - B_y, A_z - B_z) \quad \dots (4)$$

40

【 0 0 2 9 】

本実施形態の内視鏡装置 5 0 は、被写体の撮像中心位置を略一定に保つことができるものであり、以下では、その被写体捕捉動作を中心に説明する。

図 3 は、本発明の第 1 の実施形態に係る内視鏡装置の動作について説明するためのフローチャートである。図 4 (a) は、本発明の第 1 の実施形態に係る内視鏡装置の被写体像捕捉動作の原理について説明するための動作説明図である。図 4 (b) は、図 4 (a) の変位ベクトルについて説明するためのベクトル図である。図 5 (a)、(b) は、図 4 (a) の捕捉動作における湾曲角度および湾曲方向を算出するための幾何学的な関係を示す補助説明図である。図 6 は、視差画像を用いた距離測定について説明するための原理説明図である。

【 0 0 3 0 】

50

操作者は、操作部 14 の湾曲操作機構 15 を操作することにより、湾曲部 2 を適宜方向に湾曲させることで、双眼レンズ 4 A の光軸方向を可変し、被写体 20 を種々の方向から撮像して観察することができる。

そして、所望のタイミングで、ロックボタン 16 a を押すことにより、その時点で撮像された被写体 20 の撮像中心位置を略一定に保つ被写体捕捉動作を実行することができる。すなわち、ロックボタン 16 a を押すと、図 3 に示す動作フローが開始される。

【0031】

ステップ S1 では、ロックボタン 16 a により生成されたサーボ指令信号が制御部 100 に送出される。制御部 100 は、メモリ 101 に捕捉サーボ ON フラグを立てる。

【0032】

ステップ S2 では、制御部 100 に加速度センサ 5 A、5 B の検出出力を取り込み、捕捉動作開始時での湾曲先端部 3、湾曲基端部 8 の位置、姿勢を取得する。

例えば、図 4 (a) に破線で示すように、被写体 20 における被写体像中心 p (初期撮像中心位置) をその法線方向に光路長 h_1 だけ離れた撮像素子 4 B で撮像するものとする。

簡単のために、加速度センサ 5 A は、湾曲先端部 3 の位置情報として、撮像素子 4 B の撮像面の中心の点 a_0 の位置を検出するものとする。また、加速度センサ 5 B は、湾曲基端部 8 内の点 b_0 の位置を検出するものとし、点 a_0 、 b_0 は、双眼レンズ 4 A の光軸の上にあるものとする。点 a_0 、 b_0 間の距離は L である。

この場合、加速度センサ 5 A、5 B により、位置情報として、点 a_0 、 b_0 の位置ベクトルを検出し、姿勢情報は、単位方向ベクトル A_0 、 B_0 を検出する。

この場合、式 (3) において、 $A = A_0$ 、 $B = B_0$ とすることで、湾曲角度 $\theta_0 = 0$ が得られる。

また、湾曲方向として方向ベクトル $W_0 = A_0 - B_0 = (0, 0, 0)$ が得られる。

【0033】

ステップ S3 では、この状態における点 a_0 、 b_0 の位置情報および湾曲先端部 3、湾曲基端部 8 の姿勢情報をメモリ 101 に記憶する。

【0034】

ステップ S4 では、CCU 104 から送出される視差画像 301 から、被写体 20 の被写体像中心 p までの距離 h_1 を測定する。

この測定原理は、例えば特公平 8 - 12332 号公報などに記載されている公知技術であるが、図 6 を参照して簡単に説明する。

図 6 に示すように、視差 d を有するように配置された対物レンズ 4 a、4 b により、被写体 20 の画像がそれぞれ画像 I_1 、 I_2 として撮像されるものとする。ここで、図中の O_1 、 O_2 は、それぞれ対物レンズ 4 a、4 b の中心位置であり、 f は各レンズの焦点距離を表す。

被写体像中心 p は、対物レンズ 4 a、4 b により、画像 I_1 、 I_2 上で、点 p_a 、 p_b の位置に撮像される。画像 I_2 、 I_1 の撮像中心位置が一致するように重ね合わせると、点 p_a は、画像 I_2 上で距離 d_i だけずれた点 q_a に対応する。

よって、 $O_1 p O_2$ と $q_a O_2 p_b$ との相似関係から、次式が成り立つ。

$$h = f \cdot d / d_i \quad \dots (5)$$

$$h_1 = h + f \quad \dots (6)$$

ここで、 h は、対物レンズ 4 a、4 b の中心位置から被写体像中心 p までの距離を表す。

したがって、例えば、2 つの視差画像 301 中の点 p_a 、 p_b の位置を画像処理により抽出し、それらの画像上の位置ずれ量を算出することで、距離 h_1 を正確に算出することができる。また、各画像位置で、これらの計算を行うことにより、画像 I_1 、 I_2 から立体画像を生成することが可能となり、被写体 20 上の立体測定が可能となる。

【0035】

ステップ S5 では、ステップ S4 で算出した距離 h_1 をメモリ 101 に記憶する。

ステップS 6では、ステップS 2と同様の測定を行い、その結果をメモリ101の作業領域に格納する。これにより、現時点での情報が取得される。

例えば、現時点までの間に、挿入部1が外乱を受けて移動し、図4(a)に二点鎖線で示す状態となったとする。簡単のため、移動および回転はZX平面に一致する図示紙面内で発生するものとする。

すなわち、撮像素子4Bが点 a_1 に移動し、加速度センサ5Bが点 b_1 に移動し、それに応じて、位置ベクトル、単位方向ベクトル A_1 、 B_1 が検出され、方向ベクトル $W_1 = A_1 - B_1$ 、湾曲角度 θ が得られ、それぞれメモリの作業領域に格納される。

このとき、図4(a)に示すように、光軸22上の点qに対する距離は、距離 h_3 となっている。また、距離 h_2 は、外乱を受ける前の撮像位置と加速度センサ5Aとの間のZ軸方向の距離である。

10

【0036】

ステップS 7では、メモリ101に記憶された点 a_0 、 b_0 の位置、姿勢情報に基づく湾曲角度および湾曲方向と、距離 h_1 と、ステップS 5、S 6で測定された値とを比較し、ずれが生じている場合には、ずれを補正する湾曲目標値を算出する。

本実施形態では、初期撮像中心位置に撮像光学系の光軸が向くように制御する。そのため、ずれを補正する湾曲量は、図4(a)に実線で示すように、湾曲後の光軸24が被写体像中心pを通るように湾曲部2を湾曲させる湾曲角度 θ で表される。

この算出過程の考え方について、簡単に説明する。

図4(b)に示すように、外乱による変位を、変位ベクトル a 、 b で表す。

20

$$\begin{aligned} a &= a_1 - a_0 \\ &= (a_x, a_y, a_z) \end{aligned} \quad \dots (7)$$

$$\begin{aligned} b &= b_1 - b_0 \\ &= (b_x, b_y, b_z) \end{aligned} \quad \dots (8)$$

まず、図5(a)に示す幾何学的な関係から次式が求まる。

$$\theta = \sin^{-1} \{ (a_x - b_x) / L \} \quad \dots (9)$$

湾曲部2が、図4(a)に示すように、点 b_1 を中心に角度 θ だけ、回転した状態を考えると、点 a_1 が点 a_2 に移動し、湾曲部2が b だけ平行移動した状態に相当する。

【0037】

この場合、 b の各成分と距離 h_1 、 h_2 との間に、図5(b)に示すような幾何学的な関係が成り立つ。

30

図中の角度 θ_1 は、湾曲先端部3が、点 b_1 を中心として回転する場合であり、角度 θ_2 は、湾曲先端部3が点 a_2 を中心として回転する場合である。これらは、極端な場合であり、実際の湾曲による湾曲先端部3の回転運動は、湾曲部2の中間部に回転中心を有するものとなる。そのため、角度 θ は、角度 θ_1 、 θ_2 の間の値をとる。角度 θ は、湾曲部2の湾曲機構の湾曲特性に依存して決まる値である。

そこで、次式が成り立つ。

$$h_2 = h_1 + b_z \quad \dots (10)$$

$$\theta = \tan^{-1} \{ b_x / (h_2 + L \cdot \cos \theta) \} \quad \dots (11)$$

ここで、 α (ただし、 $0 < \alpha < 1$) は、湾曲部2の湾曲機構の湾曲特性による回転中心の移動を考慮した補正係数であり、湾曲部2の構造の応じて、例えば実験などにより適宜設定することができる。本実施形態では、 $\alpha = 0.6$ としている。

40

式(9)、(11)より、湾曲目標値の湾曲角度 θ は、次式のように求められる。

$$\theta = \theta_1 + \alpha \theta_2 \quad \dots (12)$$

【0038】

以上では、補正係数 α の導入する算出方法を分かりやすく説明するため、単純化した幾何学的な計算の例で説明したが、制御部100で行う内部演算では、方向ベクトルから計算された湾曲角度 θ 、湾曲方向を規定する方向ベクトル W 、および湾曲先端部3の回転中心の補正をする補正係数を用いて3次元のベクトル演算により、湾曲目標値である湾曲部2の湾曲角度、湾曲方向が決定される。これらの値は、メモリ101に格納される。

50

この場合、湾曲の初期状態は、上記の説明のように、真直状態である必要はない。

【 0 0 3 9 】

ステップ S 8 では、ステップ S 7 で算出された湾曲目標値が予めメモリ 1 0 1 に設定された湾曲の下限限界閾値以下かどうか判定する。

湾曲目標値が湾曲の下限限界閾値以下の場合、湾曲によりこれ以上の精度で捕捉することができない状態にあるので、湾曲動作を行わずに、ステップ S 1 1 に移行する。

湾曲目標値が湾曲の下限限界閾値より大きい場合、ステップ S 9 を実行する。

湾曲の下限限界閾値は、湾曲部 2 の最小湾曲量や、湾曲制御精度などを考慮して必要に応じた値を設定する。

【 0 0 4 0 】

ステップ S 9 では、ステップ S 7 で算出された湾曲目標値が予めメモリ 1 0 1 に設定された湾曲の上限限界閾値以上かどうか判定する。

湾曲目標値が湾曲の上限限界閾値以上の場合、ステップ S 1 2 を実行し、警告表示を行う。例えば、限界を超えて湾曲しようとしたため捕捉動作が行えない旨を警告するメッセージが入った画像データ 3 0 3 をモニタ 1 3 に送出するとともに、捕捉サーボを終了するためメモリ 1 0 1 の捕捉サーボ ON フラグをリセットする。そして、ステップ S 1 1 に移行する。

ステップ S 9 のような判定を行うことで、湾曲可能な限界を超えた湾曲を実行しようとして、各ワイヤ 1 0 にかかる張力や、各モータ 9 の駆動負荷が過大となって、ワイヤ 1 0 が破断したり、モータ 9 が損傷したりするのを防止することができる。

湾曲目標値が湾曲の上限限界閾値より小さい場合、ステップ S 1 0 を実行する。

湾曲の上限限界閾値は、湾曲部 2 の湾曲自由度や剛性などを考慮して必要に応じた値を設定する。

【 0 0 4 1 】

ステップ S 1 0 では、ステップ S 7 で算出した湾曲目標値にしたがって湾曲部 2 の湾曲動作を行う。この湾曲動作について、図 7 を参照して説明する。

図 7 は、湾曲動作の詳細について説明するためのフローチャートである。

【 0 0 4 2 】

ステップ S 2 0 では、図 3 のステップ S 6 と同様にして、現状（現在時点）の湾曲角度、湾曲方向の測定を行う。

ステップ S 2 1 では、ステップ S 2 0 で測定した湾曲角度、湾曲方向の値を、図 3 のステップ S 7 で算出された湾曲目標値と比較する。

湾曲目標値に一致する場合は、ステップ S 2 4 に移行する。

湾曲目標値に一致しない場合は、ステップ S 2 2 に移行する。

【 0 0 4 3 】

ステップ S 2 4 では、モータドライバ 1 0 2 に制御信号を送出し、湾曲駆動機構 5 2 の動作を停止する。本実施形態では、各モータ 9 を現状位置に停止する。

そして、湾曲動作を終了し、図 3 のステップ S 1 1 に移行する。

【 0 0 4 4 】

ステップ S 2 2 では、張力検出部 5 4 から、各歪みゲージ 1 2 の検出出力を取得し、それぞれが対応するワイヤ 1 0 の張力値に換算する。

ステップ S 2 3 では、ステップ S 2 2 で換算された張力値の中にメモリ 1 0 1 に予め記憶された張力の限界閾値以上のものがあるかどうか判定する。

張力の限界閾値以上のものがある場合、ステップ S 2 5 に移行する。

すべての張力値が張力の限界閾値より小さい場合、ステップ S 2 6 に移行する。

【 0 0 4 5 】

ステップ S 2 5 では、ワイヤ 1 0 の張力が限界値を超えたため湾曲動作を行えない旨を警告するメッセージが入った画像データ 3 0 3 をモニタ 1 3 に送出するとともに、捕捉サーボを終了するために、メモリ 1 0 1 の捕捉サーボ ON フラグをリセットする。そして、ステップ S 2 4 に移行する。

10

20

30

40

50

このため、ワイヤ 10 が破断するのを防止することができる。

【 0 0 4 6 】

ステップ S 2 6 では、湾曲目標値と現在位置の湾曲状態との偏差に応じてモータドライバ 102 に制御信号を送って湾曲駆動機構 52 を駆動する。そして、ステップ S 20 に戻り、上記の工程を繰り返す。

そのため、ワイヤ 10 の張力の異常が検出されない限り、ステップ S 26 実行され、湾曲状態が湾曲目標値に一致した時点でステップ S 24 が実行され、湾曲動作が終了する。

その後、図 3 のステップ S 11 に移行する。

【 0 0 4 7 】

ステップ S 11 では、メモリ 101 を参照して、捕捉サーボ ON フラグの有無を判定する。

10

捕捉サーボ ON フラグがセットされている場合、ステップ S 6 に戻り、上記の工程を繰り返す。そのため、これらの工程の実行中に、例えば外乱を受けたとしても、ステップ S 6 ~ S 7 の実行のたびに、外乱分を補正する湾曲目標値が設定され、捕捉サーボループが有効に機能する。

捕捉サーボ ON フラグがリセットされている場合、捕捉動作を終了する。

【 0 0 4 8 】

以上により、例えば、外乱などにより挿入部 1 が移動し、湾曲先端部 3 の位置や方向が変化して、撮像手段 4 により撮像位置の中心が被写体像中心 p から外れた場合でも、加速度センサ 5 A、5 B による位置、姿勢の検出出力と、ステレオ計測による被写体像中心 p までの距離の計測結果に基づいて、湾曲先端部 3 を湾曲移動させ、外乱を受ける前の被写体像中心 p を撮像範囲内の略同一位置に捕捉することができる。

20

そのため、外乱が発生するたびに、マニュアル操作で光軸の向きを微調したり、被写体を探し出したりするといった手間をかけることなく、被写体像を安定して観察することができる。

【 0 0 4 9 】

このような被写体捕捉動作では、距離測定のため、初期撮像中心位置の距離を被写体 20 の画像データを参照して測定するものの、それ以後は、被写体像中心 p の画像を用いることなく捕捉動作を行うことができるので、例えば外乱などにより被写体像中心 p の位置が撮像範囲外となる場合でも、湾曲可能な範囲にある限り容易に捕捉することができるという利点がある。そのため、湾曲可能範囲に応じて広範囲の捕捉範囲を備える。

30

また、被写体像中心 p を捕捉するための湾曲量が、加速度センサ 5 A、5 B の検出出力と、ステレオ計測による距離情報などの少数のパラメータで算出されるので、例えば、撮像範囲の画像データを加工する画像処理を行う場合に比べると、高速な演算を行うことができ、迅速な捕捉動作を行うことができるという利点がある。

【 0 0 5 0 】

また、湾曲部 2 の位置、姿勢、湾曲状態を湾曲先端部 3、湾曲基端部 8 に内蔵した加速度センサ 5 A、5 B により検出し、それらの検出出力により捕捉サーボをかける構成としている。そのため、湾曲駆動機構 52 の駆動精度に依存したオープンループ制御により捕捉動作を行う場合に比べて、湾曲駆動機構 52 の駆動精度は同じでも、より高精度の捕捉動作を行うことができる。そのため安価な装置を構成することができるという利点がある。

40

【 0 0 5 1 】

[第 2 の実施形態]

次に、本発明の第 2 の実施形態に係る内視鏡装置について説明する。

図 8 は、本発明の第 2 の実施形態に係る内視鏡装置の概略構成を説明するために模式的に描いた構成説明図である。

【 0 0 5 2 】

本実施形態の内視鏡装置 70 は、図 8 に示すように、第 1 の実施形態のモータ 9 を用いてワイヤ 10 を駆動する湾曲駆動機構 52 に代えて、例えばエア圧駆動などの流体圧駆動

50

により湾曲動作を行う湾曲駆動機構 7 2 を用いる点異なる。それに応じて、内視鏡装置 5 0 の張力検出部 5 4、制御ユニット 5 3、および 2 本のワイヤ 1 0 に代えて、圧力検出部 7 4、制御ユニット 7 3、およびそれぞれ 4 本の供給チューブ 3 6、湾曲チューブ 3 7 を備える。以下、第 1 の実施形態と異なる点を中心に説明する。

【 0 0 5 3 】

湾曲駆動機構 7 2 の概略構成は、エアポンベ 3 0、レギュレータ 3 1、圧力センサ 3 2、チューブ継手 2 9、および電磁弁 3 3、3 4 からなる。

エアポンベ 3 0 は、圧縮空気を内蔵するエア供給源である。

レギュレータ 3 1 は、後述する制御部 1 0 5（撮像位置安定化手段）の制御信号に応じてエアポンベ 3 0 内の圧縮空気を一定圧に調整し、チューブ継手 2 9 に供給する手段である。そして、チューブによりエアポンベ 3 0、チューブ継手 2 9 と接続されている。

10

レギュレータ 3 1 から供給されるエア圧は、圧力異常や突発的な圧力変動による湾曲の誤動作を防止するため、圧力センサ 3 2 により検出され制御部 1 0 5 によりモニタされるようになっている。

【 0 0 5 4 】

チューブ継手 2 9 は、レギュレータ 3 1 から供給される一定圧力のエアを 4 本の供給チューブ 3 6 に分配供給するものである。

4 本の供給チューブ 3 6 は、可撓性を有するが供給されるエア圧の範囲でエア圧による膨張や伸縮がほとんどない硬質のチューブからなり、湾曲駆動機構 7 2 内、および挿入部 1 の基端部から湾曲基端部 8 が設けられている可撓管の範囲に配管されている。

20

各供給チューブ 3 6 は、挿入部 1 内では、第 1 の実施形態のワイヤ 1 0 と同様に、挿入部 1 の外周部近傍において外周方向を 4 等分する位置を通して挿入部 1 の中心軸線に対称に配置されている。

図 8 には、これらのうち対向する 2 本の供給チューブ 3 6 A、3 6 B が図示されている。

【 0 0 5 5 】

各供給チューブ 3 6 の先端側は、湾曲基端部 8 に設けられた不図示の管継手を介して、それぞれ供給されたエアの内圧により管路方向に伸縮が可能な軟質の湾曲チューブ 3 7 が接続されている。

湾曲チューブ 3 7 は、供給チューブ 3 6 と同様な位置関係を保って、湾曲部 2 内に配管され、その先端部が湾曲先端部 3 まで延され、先端が閉塞された状態で湾曲先端部 3 の基端側の端面に固定されている。

30

【 0 0 5 6 】

湾曲駆動機構 7 2 内において、各供給チューブ 3 6 の管路上には、チューブ継手 2 9 の側から、電磁弁 3 3、3 4 が、この順に配置されている。

電磁弁 3 3 は、制御部 1 0 5 の制御信号に応じて駆動されるソレノイドにより動作する 3 方向電磁弁である。すなわち、ソレノイド ON のとき、図示のポート P、A 間が開かれるとともにポート A、E 間が閉じられ、ソレノイド OFF のとき、図示のポート A、E 間が開かれるとともにポート P、A 間が閉じられるものである。

電磁弁 3 4 は、制御部 1 0 5 の制御信号に応じて駆動されるソレノイドにより動作する 2 方向電磁弁である。すなわち、ソレノイド ON のとき、図示のポート P、A 間が開かれ、ソレノイド OFF のとき、図示のポート P、A 間が閉じられるものである。

40

したがって、各電磁弁 3 3、4 4 の開閉を適宜操作することにより、各電磁弁 3 4 の下流側の供給チューブ 3 6、湾曲チューブ 3 7 内へのエア量の増減を制御することができるようになっている。

【 0 0 5 7 】

圧力検出部 7 4 は、湾曲チューブ 3 7 がエア圧異常により破裂して湾曲動作が困難となることを防止するためのものであり、電磁弁 3 4 の下流側の各供給チューブ 3 6 上に配置された 4 つの圧力センサ 3 5 からなる。

圧力センサ 3 5 は、湾曲チューブ 3 7 の破裂などを防止するために、電磁弁 3 4 の下流

50

側のエア圧を検出し、その検出出力を制御部 105 に送出するようになっている。

【0058】

制御ユニット 73 は、第 1 の実施形態の制御ユニット 53 の制御部 100 に代えて、制御部 105 を備える。

制御部 105 は、制御対象の一部が湾曲駆動機構 52 から湾曲駆動機構 72 に変更されたことに対応して、一部の制御方法を変えている点を除いて制御部 100 と同様の構成を採用することができる。

ただし、制御部 100 に予め記憶された張力の限界閾値は、湾曲チューブ 37 の破裂を防止するための内圧の限界閾値に置き換える。

ここで、圧力センサ 35 で測定されるのは、供給チューブ 36 内のエア圧であるが、互いに接続された湾曲チューブ 37 と供給チューブ 36 の内圧は共通である。そして、湾曲チューブ 37 が破裂しない内圧であれば、当然に供給チューブ 36 も破裂しないものである。

【0059】

このような構成によれば、エアポンプ 30 から供給され、レギュレータ 31 により一定圧に整えられたエアが、チューブ継手 29 を介して、4 本の供給チューブ 36 に供給される。

制御部 105 は、操作部 14 による指示入力や、図 3 のステップ S1 ~ S7 の動作の結果として得られる湾曲目標値に基づいて電磁弁 33、34 に制御信号を送出し、各供給チューブ 36、湾曲チューブ 37 内のエア量を可変する。すなわち、電磁弁 33、34 のそれぞれのポート P、A 間を開くことで、エアが供給される。また電磁弁 34 のポート P、A 間を閉じることでエア量が保持される。

そして、電磁弁 33 のポート A、E 間を開いた状態で、電磁弁 34 のポート P、A 間を開閉制御することで、管路内のエアが適宜量だけ排気される。

そして、供給されたエアによる内圧に応じて、各湾曲チューブ 37 が管路方向に伸縮するため、それらの伸縮量のバランスに応じて湾曲部 2 を 2 軸方向に湾曲させることができるようになっている。

【0060】

次に、本実施形態の内視鏡装置 70 の捕捉動作について説明する。

内視鏡装置 70 は、第 1 の実施形態の内視鏡装置 50 と同様に、被写体像を捕捉することができるもので、図 3 のステップ S10 の動作のみが異なる。そこで、ステップ S10 に対応する湾曲動作について説明する。

図 9 は、本発明の第 2 の実施形態の内視鏡装置の湾曲動作の詳細について説明するためのフローチャートである。

【0061】

本実施形態の湾曲動作は、図 9 に示すように、図 7 のステップ S20 ~ S24 に対応して、ステップ S30 ~ S34 を備える。

ステップ S30 では、図 3 のステップ S6 と同様にして、現在位置の湾曲角度、湾曲方向の測定を行う。

ステップ S31 では、ステップ S30 で測定した湾曲角度、湾曲方向の値を、図 3 のステップ S7 で算出された湾曲目標値と比較する。

湾曲目標値に一致する場合は、ステップ S34 に移行する。

湾曲目標値に一致しない場合は、ステップ S32 に移行する。

【0062】

ステップ S34 では、電磁弁 33、34 に制御信号を送出して、各電磁弁 33、34 を閉めてエアを封印し、湾曲駆動機構 72 の動作を停止する。

そして、湾曲動作を終了し、図 3 のステップ S11 に移行する。

【0063】

ステップ S32 では、圧力検出部 74、各圧力センサ 35 で検出される供給チューブ 36、湾曲チューブ 37 の内圧値を取得する。

ステップS 3 3では、ステップS 3 2で取得された内圧値の中にメモリ1 0 1に予め記憶された湾曲チューブ3 7の内圧の限界閾値以上のものがあるかどうか判定する。

内圧の限界閾値以上のものがある場合、ステップS 3 5に移行する。

すべての内圧値が内圧の限界閾値より小さい場合、ステップS 3 6に移行する。

【0 0 6 4】

ステップS 3 5では、湾曲チューブ3 7の内圧が限界値を超えたため湾曲動作を行えない旨を警告するメッセージが入った画像データ3 0 3をモニタ1 3に送出するとともに、捕捉サーボを終了するためにメモリ1 0 1の捕捉サーボONフラグをリセットする。そして、ステップS 3 4に移行する。

このため、湾曲チューブ3 7（供給チューブ3 6）が破裂するのを防止することができる。

10

【0 0 6 5】

ステップS 3 6では、湾曲目標値と現在位置の湾曲状態との偏差に応じて各電磁弁3 3、3 4に制御信号を送出し、各湾曲チューブ3 7内の内圧を制御することで湾曲動作を行う。

そして、ステップS 3 0に戻り、上記の工程を繰り返す。

そのため、湾曲動作は、湾曲チューブ3 7（供給チューブ3 6）の内圧の異常が検出されない限り、ステップS 3 6が実行され、湾曲状態が湾曲目標値に一致した時点でステップS 3 4が実行され、湾曲動作が終了する。

その後、図3のステップS 1 1に移行する。

20

【0 0 6 6】

このようにして、本実施形態の内視鏡装置7 0は、内視鏡装置5 0の湾曲駆動機構が流体圧駆動手段に置き換えた場合の例になっている。そして本実施形態の被写体捕捉動作は、内視鏡装置5 0の場合と本質的に同様に行うことができることが分かる。

【0 0 6 7】

[第3の実施形態]

次に、本発明の第3の実施形態に係る内視鏡装置について説明する。

本実施形態の内視鏡装置5 0 0は、図1に示すように、第1の内視鏡装置5 0の制御部1 0 0に代えて、制御部2 0 0を備えるものであり、捕捉動作の制御方法が異なるものである。以下、第1の実施形態と異なる点を中心に説明する。

30

図1 0は、本発明の第3の実施形態に係る内視鏡装置の動作について説明するためのフローチャートである。図1 1（a）は、被写体の全体像の一例を示す模式図である。図1 1（b）は、コントラスト測定について説明するための模式説明図である。図1 1（c）、（d）、（e）、（f）は、図1 1（a）上で初期の被写体像を捕捉する過程で取得される画像の例である。

【0 0 6 8】

本実施形態の内視鏡装置5 0 0は、撮像された画像情報から被写体2 0の位置ずれを検出する画像ずれ検出手段を備えることで、図1 0に示すように、図3と略同様な動作による粗動捕捉動作（第1の被写体捕捉動作）と、画像ずれ検出手段の検出力により湾曲量を補正する微動捕捉動作（第2の被写体捕捉動作）を行うように、捕捉すべき被写体像中心pの位置精度の向上を図るものである。

40

本実施形態では、画像情報として、画像のコントラスト情報を用いる例で説明する。画像ずれ検出手段は、双眼レンズ4 Aを有する撮像手段4による視差画像3 0 1を画像処理する制御部2 0 0により構成される。

【0 0 6 9】

図1 0のステップS 4 0～S 4 4は、本実施形態の粗動捕捉動作に係る初期の湾曲状態を記憶するための動作であり、それぞれ、図3のステップS 1～S 5と同様の動作を行うようになっている。

【0 0 7 0】

ステップS 4 4に続くステップS 4 5は、微動捕捉動作を行うための初期の画像情報を

50

取得するためのもので、本実施形態では、捕捉動作開始時において撮像手段4で撮像される画像、すなわち被写体20の被写体像中心p(図4(a)参照)を中心とした画像のコントラストの検出を行う。

例えば、被写体20が、図11(a)に示す不定形の濃淡画像であり、初期状態の撮像範囲がフレームF₁で表されるものとする。被写体像中心pは、フレームF₁の中心に位置する。

ステップS45では、フレームF₁の画像が、画像信号300としてCCU104に取り込まれる。そして、CCU104によりコントラスト検出画像305に加工した後に、それを制御部200に送出する。

コントラスト検出画像305は、画像の移動を迅速に検出できる画像であれば、適宜の画像を採用することができるが、本実施形態では、例えば、図11(b)に示すように、フレームF₁内をグリッド状に区分けして画像域Gに区分し、各区画内の平均輝度を算出してモザイク画像に変換した2次元輝度分布データを採用することができる。

ステップS46では、コントラスト検出画像305をメモリ101に記憶する。この画像をコントラスト検出画像305Aと称する。

【0071】

続くステップS47~S48は、粗動捕捉動作を行うための準備工程であり、それぞれ図3のステップS6~S7と略同様の動作を行う。

ただし、ステップS48で算出される湾曲目標値を湾曲目標値Iと称する。

ステップS49では、ステップS48で算出された湾曲目標値Iが予めメモリ101に設定された粗動捕捉動作を行う下限閾値以下かどうか判定する。すなわち、湾曲目標値Iが微小で被写体像中心pが撮像範囲に捉えられる偏差以内と算出された場合、粗動捕捉動作の段階を省略し、微動捕捉動作のみを行うようにするための工程である。この場合、粗動捕捉動作を省略するので、その分だけ高速な捕捉動作を行うことができるという利点がある。

湾曲目標値Iが粗動捕捉動作を行う下限閾値以下の場合、ステップS53に移行する。

湾曲目標値Iが粗動捕捉動作を行う下限閾値より大きい場合、ステップS50を実行する。

【0072】

ステップS50では、ステップS48で算出された湾曲目標値Iが予めメモリ101に設定された湾曲の上限限界閾値以上かどうか判定する。

湾曲目標値Iが湾曲の上限限界閾値以上の場合、ステップS52を実行し、警告表示を行う。例えば、限界を超えて湾曲しようとしたため捕捉動作が行えない旨を警告するメッセージが入った画像データ303をモニタ13に送出するとともに、捕捉サーボを終了するためメモリ101の捕捉サーボONフラグをリセットする。そして、ステップS57に移行する。

【0073】

ステップS51は、図7に示す湾曲動作と同様の動作であり、ステップS51の終了により、粗動捕捉動作が終了する。

【0074】

このような粗動捕捉動作は、第1の実施形態で説明したように、データ量が多くなる画像情報から被写体像中心pの位置情報を取得して湾曲量を決める場合に比べて有利な点が多い。

ただし、被写体像中心pの位置情報を被写体の画像から直接に取得してフィードバックするわけではないので、例えば、加速度の検出誤差などのため、被写体像中心pの位置が撮像中心から外れる場合も考えられる。

例えば、粗動捕捉動作の過程において、図4(a)に示すように、挿入部1が破線、二点鎖線、実線の状態に移動、湾曲され、撮像範囲の中心が、点p、q、r、pのように移動する場合、撮像画像は、例えば、それぞれ図11(c)、(d)、(e)、(f)に示すように変化する場合がある。

10

20

30

40

50

すなわち、粗動捕捉動作終了後、フレーム F_4 で捕捉された画像（図11（f）参照）は、捕捉誤差や撮像手段4と被写体像中心 p との距離が変化するなどの理由で、図11（c）に示す初期のフレーム F_1 よりやや広いフレーム F_4 内の画像となり、その画像中心は被写体像中心 p とわずかにずれた点 p' となっている。

本実施形態では、このように被写体像中心 p が撮像範囲内に捉えられた状態において、以下のように、被写体20の画像情報を用いた微動捕捉動作を行う。

【0075】

ステップS53では、ステップS45と同様にして、CCU104により現在位置における画像信号300からコントラスト検出画像305を加工し、制御部200に送出する。制御部200は、取得したコントラスト検出画像305をメモリ101の作業領域に格納する。この画像をコントラスト検出画像305Bと称する。

10

【0076】

ステップS54では、制御部200で、ステップS46でメモリ101に記憶されたコントラスト検出画像305Aと、ステップS53でメモリ101に格納されたコントラスト検出画像305Bとを比較演算して、撮像範囲内の画像移動量を算出し、被写体像中心 p のずれ量を求める。そして、このずれ量に応じて、湾曲角度と湾曲方向を算出し、現在位置からの湾曲目標値 II を算出する。

【0077】

ステップS55では、ステップS54で算出された湾曲目標値 II が予めメモリ101に設定された微動捕捉動作を行う下限閾値以下かどうか判定する。

20

微動捕捉動作を行う閾値範囲の下限値は、捕捉の収束判定を行うもので、被写体像中心 p の捕捉精度から必要に応じて設定しておく。

本実施形態では、ステップS55より前の工程で、粗動捕捉動作が実行されているか、粗動捕捉動作を行うまでもない程度の湾曲目標であることが判明しているため、上限閾値を設けて判定する工程は省略している。

湾曲目標値 II が微動捕捉動作を行う下限閾値以下の場合、ステップS57に移行する。

湾曲目標値 II が微動捕捉動作を行う下限閾値より小さい場合、ステップS56を実行する。

ステップS56は、図7の湾曲動作と同様の動作である。ステップS56が終了すると、ステップS57に移行する。

30

以上で、微動捕捉動作が終了する。

【0078】

ステップS57では、図3のステップS11と同様の動作を行う。すなわち、メモリ101を参照して、捕捉サーボONフラグの有無を判定する。

捕捉サーボONフラグが立っている場合、ステップS47に戻り、上記の工程を繰り返す。そのため、これらの工程の実行中に、例えば外乱を受けたとしても、ステップS47～S48、またはステップS53～S54を実行するたびに、外乱分を補正する湾曲目標値 I 、または II が設定され、捕捉サーボが有効に機能する。

捕捉サーボONフラグがリセットされている場合、捕捉動作を停止する。

40

【0079】

本実施形態によれば、外乱のため、被写体像中心 p が撮像範囲を外れるような場合、粗動捕捉動作が実行され、被写体像中心 p が撮像範囲に捕捉される。そして、被写体像中心 p 周りの画像情報に基づいて、被写体像中心 p の撮像範囲の中心に対するずれ量を検出して微動捕捉動作が実行される。そのため、挿入部1が幅広い範囲で移動しても、粗動捕捉動作と微動捕捉動作とが、順次、あるいは場合によって選択的に行われるため、高精度かつ効率的な被写体捕捉動作を行うことができる。

【0080】

次に、第3の実施形態の変形例について説明する。

本変形例の内視鏡装置700は、図8に示すように、第2の実施形態の制御部105に

50

代えて、画像ずれ検知手段の機能を有する制御部 205 を備えるものである。

すなわち、本変形例は、湾曲駆動機構が流体圧駆動を用いる場合において、第 3 の実施形態の粗動捕捉動作と微動捕捉動作とを行うようにした例である。

制御部 205 の構成、および内視鏡装置 700 の動作は、上記、第 2、第 3 の実施形態から容易に理解されるので、説明は省略する。

【0081】

なお、上記の説明では、測距手段としてステレオ計測手段を用いる例で説明した。このようにすれば、撮像手段を兼用してステレオ計測手段に用いることができる利点があるが、被写体と撮像光学系と距離を測定できれば、このような構成に限定されるものではない。例えば、被写体に検出光を照射してその反射光により距離を測定する測距手段や、被写体

10

【0082】

また、上記の説明では、撮像手段がステレオ計測手段を兼ねる例で説明したが、被写体のステレオ画像を撮像する必要がない場合には、撮像手段として、片側の対物レンズにより得られた画像をモニタに全面表示して観察を行い、被写体との距離を測定するときのみ、ステレオ画像を取得するようにしてもよい。

【0083】

また、上記の説明では、湾曲部位置姿勢制御手段として、加速度検出手段を用いる例で説明したが、湾曲部の先端の位置、姿勢が検出できれば、これに限定されるものではない。例えば、湾曲先端部と基端部に複数のセンサコイルを配備して磁界中にさらしておくことにより、コイルの自己誘導起電力から傾きや変位、すなわち、位置、姿勢を検出する

20

【0084】

また、上記の第 3 の実施形態の説明では、画像ずれ検出手段の画像情報として、コントラスト情報を用いる例で説明したが、画像情報はこれに限定されず、適宜に画像処理された画像情報を採用することができる。例えば、被写体画像をエッジ抽出処理することによりエッジ画像に加工し、エッジ画像の特徴抽出を行うことにより、画像ずれ量を検出するようにしてもよい。

【0085】

また、上記の説明では、撮像光学系の光軸を初期撮像中心位置に向けるように被写体捕捉動作を行う例で説明したが、何らかのズーム機能を持たせ、測距手段により捕捉動作時に被写体との距離を測定し、その距離測定に応じてズーム範囲を可変することで、撮像範囲も一定に保持するように変形すれば、さらに好都合である。

30

ズーム機能は、電子ズームが容易であるが、撮像光学系に持たせてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0086】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態に係る内視鏡装置の概略構成を説明するために模式的に描いた構成説明図である。

【図 2】本発明の第 1 の実施形態に係る内視鏡装置の湾曲部の湾曲状態における先端と基端の位置関係について説明する斜視説明図である。

40

【図 3】本発明の第 1 の実施形態に係る内視鏡装置の動作について説明するためのフローチャートである。

【図 4】本発明の第 1 の実施形態に係る内視鏡装置の被写体像捕捉動作の原理について説明するための動作説明図およびその変位ベクトルについて説明するためのベクトル図である。

【図 5】図 4 (a) の捕捉動作における湾曲角度および湾曲方向を算出するための幾何学的な関係を示す補助説明図である。

【図 6】視差画像を用いた距離測定について説明するための原理説明図である。

【図 7】湾曲動作の詳細について説明するためのフローチャートである。

【図 8】本発明の第 2 の実施形態に係る内視鏡装置の概略構成を説明するために模式的に

50

描いた構成説明図である。

【図 9】本発明の第 2 の実施形態の内視鏡装置の湾曲動作の詳細について説明するためのフローチャートである。

【図 10】本発明の第 3 の実施形態に係る内視鏡装置の動作について説明するためのフローチャートである。

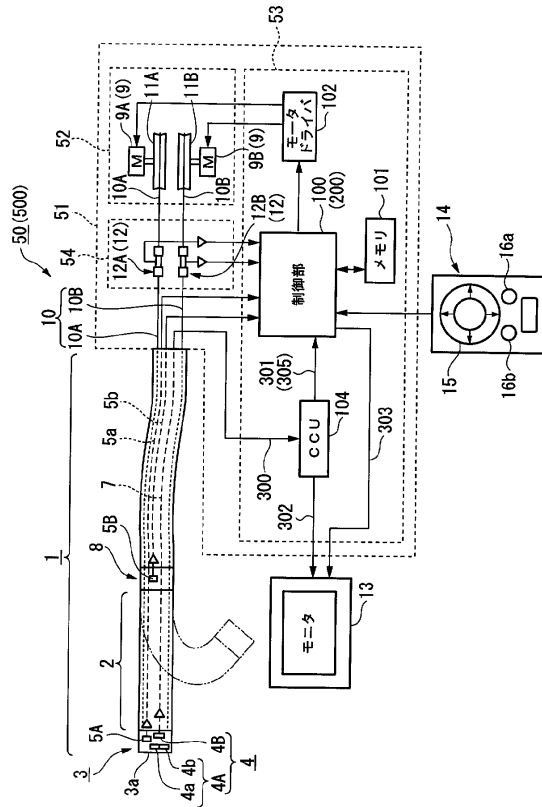
【図 11】被写体の全体像の一例を示す模式図、コントラスト測定について説明するための模式説明図、および初期の被写体像を捕捉する過程で取得される画像の例である。

【符号の説明】

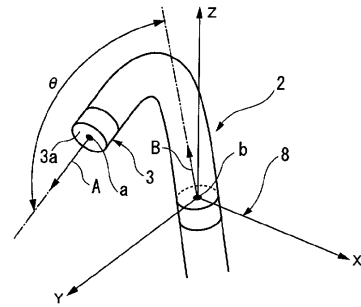
【0087】

1	挿入部（内視鏡挿入部）	10
2	湾曲部	
3	湾曲先端部（湾曲部の先端）	
4	撮像手段	
4A	双眼レンズ（撮像光学系）	
4a、4b	対物レンズ	
4B	撮像素子	
5A、5B	加速度センサ（加速度検出手段）	
8	湾曲基端部（湾曲部の基端）	
9、9A、9B	モータ	
10、10A、10B	ワイヤ	20
12、12A、12B	歪みゲージ	
14	操作部	
16a	ロックボタン（捕捉動作設定手段）	
16b	ロック解除ボタン（捕捉動作設定手段）	
20	被写体	
21、22、23、24	光軸（撮像光学系の光軸）	
33、33A、33B、34、34A、34B	電磁弁	
35、35A、35B	圧力センサ	
36、36A、36B	供給チューブ	
37、37A、37B	湾曲チューブ	30
50、70、500、700	内視鏡装置	
51、71	装置本体部	
52、72	湾曲駆動機構	
53、73	制御ユニット	
54	張力検出部	
74	圧力検出部	
100、105、200、205	制御部（撮像位置安定化手段）	
101	メモリ（記憶手段）	
102	モータドライバ	
104	カメラ制御ユニット（CCU）	40
p	被写体像中心（初期撮像中心位置）	
q、r、p'	被写体像中心（撮像中心位置）	
F ₁ 、F ₂ 、F ₃ 、F ₄	フレーム（撮像範囲）	

【図 1】



【図 2】



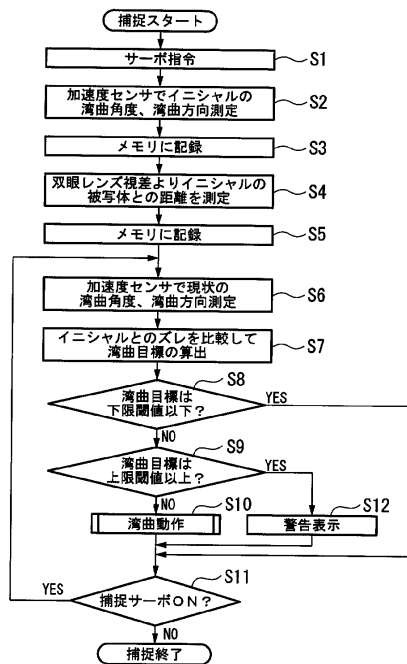
$$A = (A_x, A_y, A_z)$$

$$B = (B_x, B_y, B_z)$$

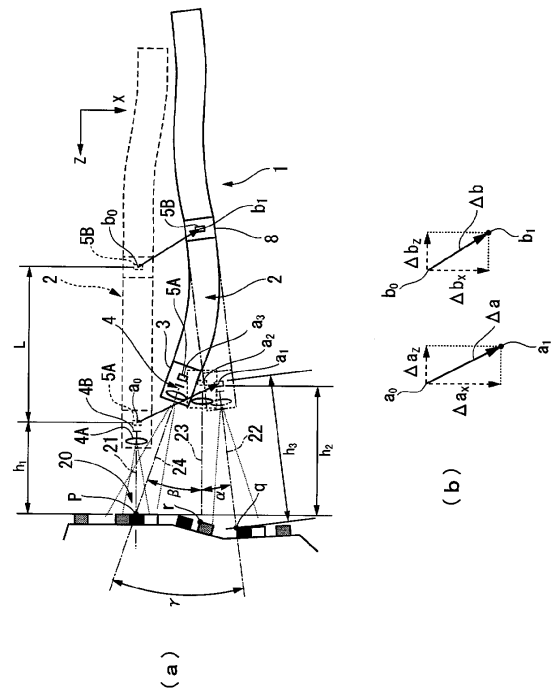
$$\theta = \cos^{-1} \frac{A \cdot B}{|A| |B|}$$

$$W = A - B = (A_x - B_x, A_y - B_y, A_z - B_z)$$

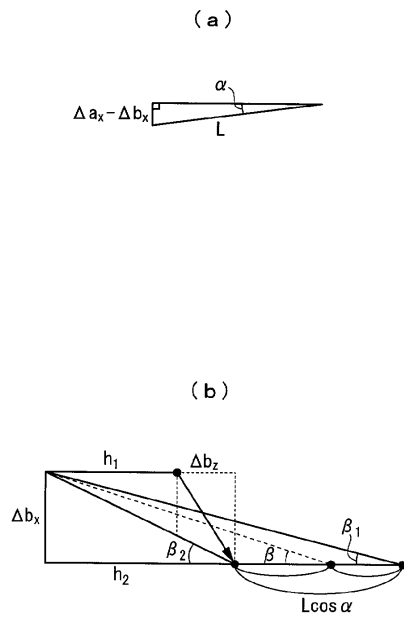
【図 3】



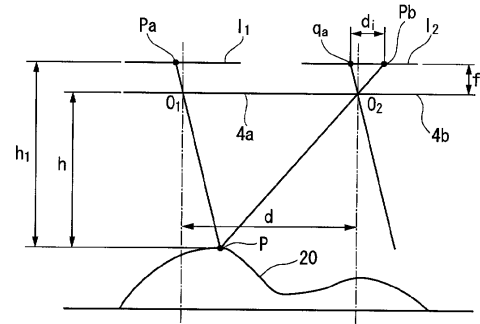
【図 4】



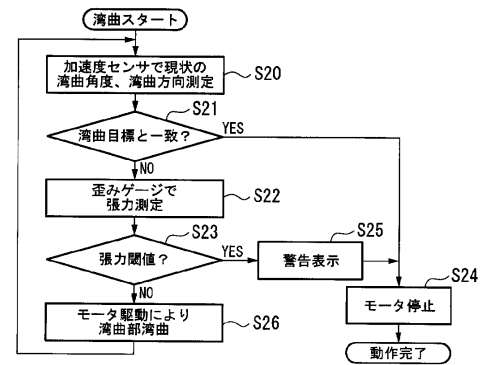
【図 5】



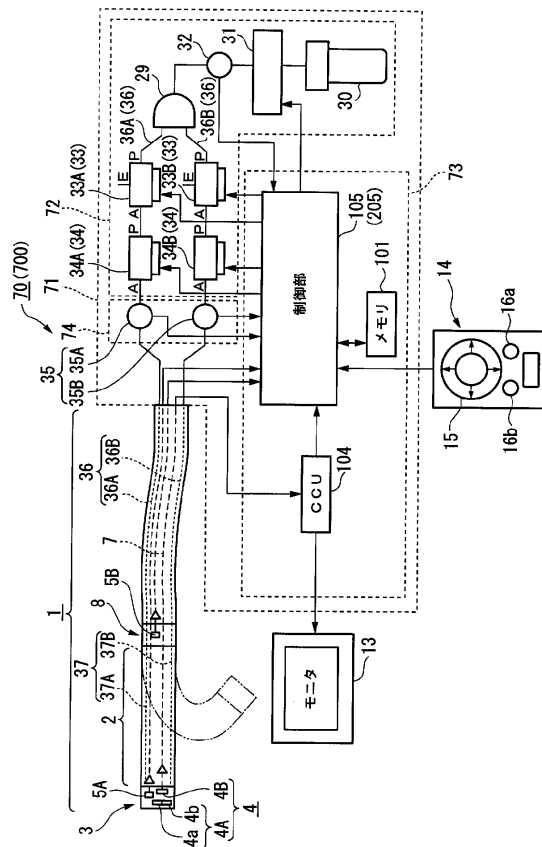
【図 6】



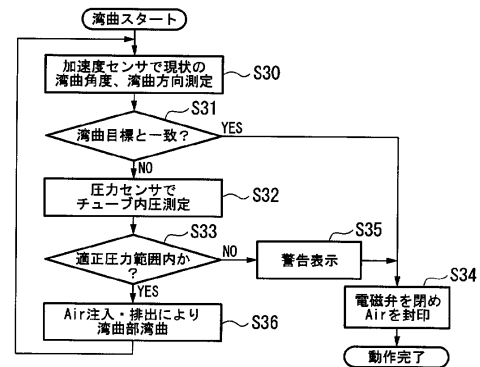
【図 7】



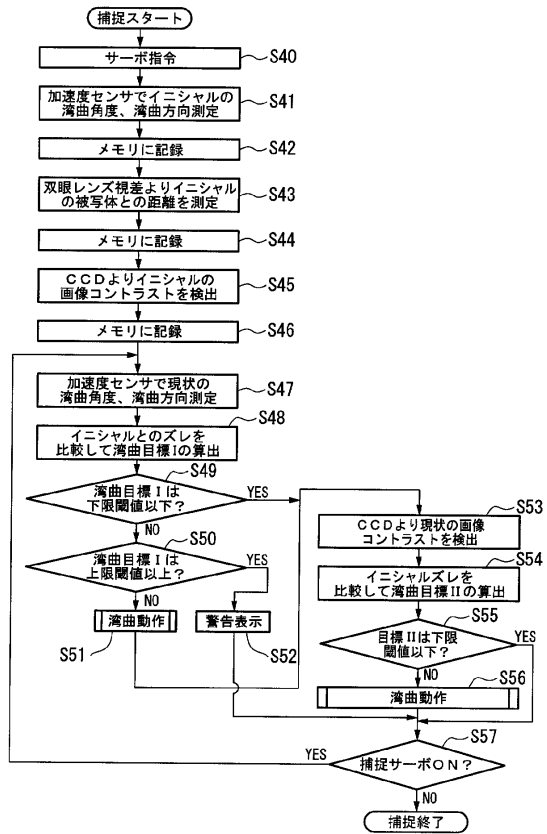
【図 8】



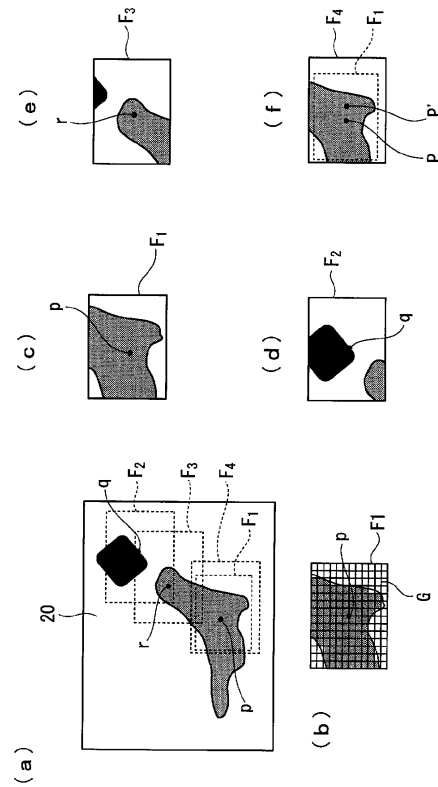
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 膳 健一

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリパス株式会社内

審査官 藤田 年彦

(56)参考文献 特開平10-309258(JP,A)
特開2000-005181(JP,A)
特開2005-185644(JP,A)
特開平02-116347(JP,A)
特開2001-046331(JP,A)
特公昭61-037927(JP,B2)
特許第2948833(JP,B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 1/00 - 1/32

G02B 23/24 - 23/26