

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4916114号
(P4916114)

(45) 発行日 平成24年4月11日(2012.4.11)

(24) 登録日 平成24年2月3日(2012.2.3)

(51) Int.Cl.

A61B 1/04 (2006.01)
G02B 23/24 (2006.01)

F 1

A61B 1/04 370
G02B 23/24 B

請求項の数 6 (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2005-183 (P2005-183)
 (22) 出願日 平成17年1月4日 (2005.1.4)
 (65) 公開番号 特開2006-187385 (P2006-187385A)
 (43) 公開日 平成18年7月20日 (2006.7.20)
 審査請求日 平成19年12月26日 (2007.12.26)

(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43番2号
 (74) 代理人 100074099
 弁理士 大菅 義之
 (72) 発明者 中野 澄人
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
 リンパス株式会社内

審査官 門田 宏

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】

処置具による処置を行う内視鏡装置において、
 視差のある被写体の内視鏡映像を撮像する撮像部と、
 前記撮像部によって撮像される前記内視鏡映像を用いてステレオ計測を行い、前記被写体の3次元情報を取得する3次元情報取得部と、
 前記処置具の経路を、処置具送出口の位置と前記処置具の移動方向とに基づいて算出する処置具経路算出部と、
 前記処置具が被写体と接触すると予想される接触位置を、前記処置具経路算出部によって得られた前記処置具の経路と、前記3次元情報取得部によって得られた前記3次元情報とから算出する接触位置算出部と、
 を備えることを特徴とする内視鏡装置。

【請求項 2】

前記接触位置は、前記処置具の経路に基づいて算出された前記被写体の前記3次元情報と、前記処置具の経路とが一致する位置であ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】

前記接触位置を通知する接触位置通知部を備え、
 この接触位置通知部は、前記接触位置に関する情報を前記内視鏡映像上に合成して表示することにより通知することを特徴とする請求項1または2に記載の内視鏡装置。

【請求項 4】

前記接触位置の3次元座標情報と、前記3次元情報に基づいて得られた前記処置具の先端位置の3次元座標情報とから、該接触位置と該処置具の先端位置との距離を算出する接触位置-処置具先端位置距離算出部を備え、

前記接触位置通知部は、前記接触位置と前記処置具の先端位置との距離を通知することを特徴とする請求項3に記載の内視鏡装置。

【請求項 5】

前記接触位置と前記処置具の先端位置との距離が所定の値より小さくなった場合に、使用者に通知する通知部を備えることを特徴とする請求項4に記載の内視鏡装置。

【請求項 6】

前記処置具経路算出部は、前記処置具の移動方向が該処置具を送出するケーブルの送出した長さにより変化する場合には、該処置具の移動方向を補正して、前記処置具の経路を算出し、

前記接触位置算出部は、前記補正された処置具の移動方向を用いて算出された前記処置具の経路を用いて、前記接触位置を算出する

ことを特徴とする請求項1に記載の内視鏡装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は内視鏡装置に関し、更に詳しくは内視鏡装置の挿入具や処置具と被写体との3次元関係を求め、使用者に通知する技術に関する。

【背景技術】**【0002】**

内視鏡による映像を画面表示し、それを見ながら使用者が処置具を用いて処置を行なう内視鏡装置では、内視鏡によって映し出された、被写体と操作している処置具の映像を見ながら処置を行なう。

【0003】

図19及び図20は、処置具を挿通可能な内視鏡による処置の様子とその時の内視鏡映像を示している。

図19は、被検体であるタービンブレード301と内視鏡の先端部分303及び処置具304を示しており、図20は内視鏡装置の表示画面300上に表示されている内視鏡による撮影映像を示している。

【0004】

本例では、タービンブレード301に入っているヒビ302に処置具303によってマークリングする場合を示しているが、表示画面300を見ても3次元的な位置関係が把握できないために、処置具303を延ばして行ったときに処置具303がタービンブレード301のどの部分に当たるかは見当が付けにくい。よって、このような処置においては、内視鏡の2次元の映像だけでは被検体と処置具の3次元的な位置関係を把握しにくい為、経験や勘に頼る部分が大きかった。

【0005】

この点に対処するための技術の1つとして提案されている、特許文献1では、内視鏡や処置具等の挿入具に磁気センサなどを使用した3次元位置の検出の為の仕組みを設け、処置対象位置に挿入具を挿入すると、磁器センサが磁場発生器より発生された磁場を信号にして出力し、この信号から各挿入具の位置を算出して内視鏡の映像に挿入具の挿入位置を合成して表示する。

【0006】

また特許文献2は、医療用内視鏡についてのもので、装置内に予め生体画像情報を記憶しておき、処置具の位置情報、距離情報、生体画像情報をセンサによって測定し、これを予め記録された生体画像情報を合成して表示する構成が開示されている。

【0007】

10

20

30

40

50

これらの特許文献等に開示されている方法が適用されている装置を用いることによって、処置対象と処置具の3次元的な位置関係を把握して処置を行なうことができる。

【特許文献1】特開2002-253480号公報(図1、段落[0017]、[0020]参照)

【特許文献2】特開2001-204738号公報(図4、段落[0033]～[0039]参照)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかし、被検体によっては、必ずしも上述した特許文献1に開示されている構成のように、挿入部や処置具にセンサ等の位置検出用の仕組みを設けることが出来るとは限らない。また、特許文献に2に開示されている構成のように予め被検体の画像情報を取得できるとも限らない。特に、航空機のエンジンや熱交換機を検査などに用いる工業用の内視鏡装置においては、これらの方法を適用することは、被検体の材質や形状、検査条件などから困難である。

【0009】

この場合、内視鏡によって撮影される2次元の映像だけで処置具の操作を行なうことになるが、図20に示すような2次元の映像だけでは遠近感が得られにくく、被検体と処置具の距離が判りにくい。従って、処置具を挿入してゆく際に、撮影画像を見ていても、被写体上のどの位置に処置具が接触するかが分からぬいため、処置対象に対して適切に処置具を近づけることが困難であり、処置に手間がかかってしまう。

【0010】

本発明は、上記問題を鑑みてなされたものであり、挿入具に特別な位置検出用の仕組みを設ける必要が無く、また予め被検体の画像情報を記憶する必要も無く、処置時に挿入具と被検体との距離を把握出来、またその結果処置対象に対して処置具を容易に近づけることが出来、適切な処置を行なうことが出来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】

【0011】

上記目的を達成するために本発明による内視鏡装置は、処置具による処置を行う内視鏡装置において、被写体の内視鏡映像を撮像する撮像部と、前記撮像部によって撮像される前記内視鏡映像を用いて3次元計測を行い、前記被写体の3次元情報を取得する3次元情報取得部と、前記処置具が被写体と接触すると予想される接触位置を、前記3次元情報、及び前記処置具の位置情報に基づいて算出する接触位置算出部と、を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、挿入具に特別な位置検出用の仕組みを設ける必要が無く、また予め被検体の画像情報を記憶する必要も無く、処置時に挿入具と被検体との接触位置や距離を把握出来る。またその為、使用者は処置対象に対して処置具を容易に近づけることが出来、適切な処置早く容易に、且つ正確に行なうことが出来る。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下に図面を参照しながら本発明の一実施形態を説明する。

図1は本実施形態の内視鏡装置1の外部構成を示す図である。

図1に示すように内視鏡装置1は、ステレオ計測可能なものを含む光学アダプタを着脱自在に構成されたスコープ部4、スコープ部4を収納するコントロールユニット2、内視鏡装置1のシステム全体の各種動作制御を実行するのに必要な操作を行なうリモートコントローラ6、内視鏡映像や操作制御内容(例えば処理メニューや使用者への通知等)等の表示を行なう液晶モニタ(以下、LCDと記載)3、通常の内視鏡映像、あるいはその内視鏡映像を擬似的にステレオ映像として立体視可能なフェイスマウントディスプレイ(以

10

20

30

40

50

下、FMDと記載)7、及びFMD7に映像データを出力するFMDアダプタ8とを有する構成となっている

図2は図1の内視鏡装置1の制御処理を司る部分を中心に記載した回路ブロック図である。

【0021】

図2に示すように、スコープ部4が接続される内視鏡ユニット11は、例えば図1に示したコントロールユニット2内に搭載される構成となる。この内視鏡ユニット11は、撮影時に必要な照明光を得るために光源装置と、内視鏡挿入部4を電気的に自在に湾曲させるための電動湾曲装置とを備えている。そしてこの内視鏡ユニット11は、カメラコントロールユニット(以下、CCUと記載)及びコントロールユニット2内に設けられている処理制御部20内の接続インターフェース(以下、接続I/Fと記載)29に接続されている。

【0022】

内視鏡挿入部4の先端にある後述する固体撮像素子43(図4参照)から入力される撮像信号は、内視鏡ユニット11を介してCCU12に入力される。このCCU12は、入力された撮像信号をNTSC信号等の映像信号に変換し、コントロールユニット2内の処理制御部20の接続I/F29へ出力する。

【0023】

コントロールユニット2内に搭載された処理制御部20は、図2では、主要プログラムに基づいて内視鏡装置の各種機能を実現するための動作の制御を行なうCPU26、ROM27及びRAM28や、接続インターフェース(以下、接続I/Fと記載)29、カードインターフェイス(以下、カードI/Fと記載)22、映像信号処理回路21及び音声信号処理回路23とを有し、これらがバス24に接続される構成となっている。

【0024】

接続I/F29は、リモートコントローラ6、内視鏡ユニット11及びCCU12等、処理制御部20外部の機器を処理制御部20の内部バス24に接続するRS-232C等の接続インターフェースである。

【0025】

リモートコントローラ6は、内視鏡ユニット11やCCU12を動作させる際に使用者が操作指示を内視鏡装置に対して入力するものである。このリモートコントローラ6からの操作指示入力は、接続I/F29によって、CPU26へ、若しくは内視鏡ユニット11やCCU12に直接通知され、これを受けた各部は、その操作指示を実現するための動作を行なう。

【0026】

カードI/F22は、コンパクトフラッシュ(登録商標)メモリカード13やPCMCI Aメモリカード14等のICカードが着脱自由に接続されるようになっているカードスロットである。このカードI/F22にICカードが装着されるとICカードの種類を調べ、ICカードがメモリカードであった場合、このカードI/F22を介して、CPU26による制御によって、記憶されている制御処理情報や映像情報等のデータを再生したり、メモリカード内に記憶されているデータをコントロールユニット2内に取り込んだり、或いは制御処理情報や映像情報等のデータを、メモリカード内に書き込んで記録することができる。

【0027】

映像信号処理回路21は、CCU12からの撮影映像と操作メニューのグラフィックとを合成した合成画像を表示する為に、CCU12からの映像信号による内視鏡映像とCPU26の処理により生成される操作メニューの画像とを合成処理し、さらにLCD3の画面上に表示するのに必要な処理を施してLCD3に出力する。これにより、LCD3には内視鏡映像と操作メニューとが合成された映像が表示される。なお、映像信号処理回路21では、単に内視鏡映像の画像、あるいは操作メニュー等の画像を単独で表示するための処理を行なうことも可能である。

10

20

30

40

50

【0028】

音声信号処理回路23は、マイク15により集音された音声を、メモリカード等の記録媒体に記録する音声信号に変換したり、或いはメモリカード等の記録媒体の再生により得られた音声信号やCPU26によって生成された音声信号が入力され、これらの音声信号に対して増幅処理等、再生するために必要な処理を施し、スピーカ16に出力する。これにより、スピーカ16によって音声信号が再生される。

【0029】

CPU26は、ROM27に格納されているプログラムを実行し、目的に応じた処理を行なうように各種の回路部を制御してシステム全体の動作制御を行なう。またROM27は、内視鏡装置1の制御を行なうための基本プログラムやファームウェアが記憶されているメモリであり、またRAM28は、CPU26のワークメモリ等として用いられるメモリである。

10

【0030】

図3は、スコープ部4を中心とした内視鏡装置の要部構成を示す斜視図である。同図は、挿入部の先端部から光学アダプタを取り外した状態を示している。

スコープ部4は、少なくとも検査対象空間内に挿入される可撓性を有する細長い挿入部4aと、中間連結部4b及びユニバーサルケーブル4cを有している。またこのうち挿入部4aは、観察用の観察光学系や照明光学系などが組み込まれ、最先端位置に配置されたヘッド部4a1、及び細長い可撓管部4a3を有し、またこのヘッド部4a1と可撓管部4a3との間には、使用者の操作指示によって自由に、遠隔的に湾曲操作可能な湾曲部4a2を備える構成となっている。

20

【0031】

挿入部4aの可撓管部4a3の基端部49には中間連結部4bの先端部が連結されており、この中間連結部4bには使用者が片手で把持可能なグリップ部4b1が設けられている。またグリップ部4b1の後端部には、チャンネルポート部4b2とユニバーサルケーブル4cの先端部4c1との連結部とが並設されている。そしてこのチャンネルポート部4b2には、挿入部4aの内部に軸心方向に沿って延設された内部チャンネル47の鉗子口（基端側開口端）48が配設されている。更に、ユニバーサルケーブル4cの連結部は挿入部4aの軸心方向に対して斜めに傾斜させた状態で配置されている。

30

【0032】

また図3では、内視鏡装置1に対して使用者が、各種動作制御の指示入力を行なうためのリモートコントローラ6には、少なくとも内視鏡装置1の電源投入/切断を指示するパワー・ボタン18と、スコープ部4の湾曲部4a2の湾曲方向を上下左右方向に遠隔的に操作指示の入力を行なうためのジョイスティック19とが設けられている。

【0033】

また、図3に示すようにヘッド部4a1の先端面には、観察光学系106を備えた略半円形状の突設部41が形成されている。そしてヘッド部4a1の先端面には、挿入部4aの内部に軸心方向に沿って延設された内部チャンネル33の先端開口部101が配設されている。そしてまたこの先端開口部101の両側には、照明光学系の照明窓104がそれぞれ形成されている。

40

【0034】

また内視鏡装置1のヘッド部4a1の先端部には、例えばバヨネット式、スクリュー式などの適宜の構成のマウント部を持つ光学アダプタ装着部44が設けられており、この光学アダプタ装着部44を用いて内視鏡装置1のヘッド部4a1の先端部に光学アダプタを取り付けることが出来る。

【0035】

この光学アダプタには複数種類有り、用途によって付け替えて用いる。例えば図3には直視双眼アダプタ100a1と側視双眼アダプタ（双眼観察光学系）100a2が脱着自在な状態で取り付けられることを示している。本実施形態による内視鏡装置1では、複数種類ある光学アダプタの中から必要に応じて選択して、ヘッド部4a1の先端部に取り付

50

けることが出来る。

【0036】

図3では、光学アダプタ100a1及び100a2は、撮影を行なうアダプタ観察光学系107、照明光を照射するアダプタ照明窓105、処置具が出入りするアダプタ開口部103がそれぞれ設けられている。そして図3に示すように、ステレオ計測用の直視双眼アダプタ100a1及び側視双眼アダプタ100a2の各アダプタ観察光学系107にはそれぞれ左右2つの観察窓（観察光学系）108L、108Rが設けられている。

【0037】

図4にステレオ計測用の直視双眼アダプタ100a1がヘッド部4a1に装着された状態を示す。尚以下の説明は、光学アダプタ100a2等他の光学アダプタを装着した場合も基本的には同じである。

10

【0038】

光学アダプタ100a1がヘッド部4a1の光学アダプタ装着部44に装着されると、ヘッド部4a1の観察光学系106と光学アダプタ100a1のアダプタ観察光学系107とが連結され、同様にヘッド部4a1の2つの照明窓104とアダプタ照明窓105、さらにヘッド部4a1の先端開口部101とアダプタ開口部103とが連結される。突設部41の観察光学系106には、光学レンズ群42と、この光学レンズ群42によって結像される観察像を撮像する固体撮像素子であるCCD43とが設けられており、アダプタ観察光学系107の2つの観察窓108L、108Rからの観察像がヘッド部4a1の観察光学系106を介して2つの光学経路にて1つのCCD43に結像されるようになっている。

20

【0039】

尚CCD43は、アダプタ観察光学系107の2つの観察窓108L、108Rそれぞれに対応させて2つのCCD43をヘッド部4a1に設ける構成にしてもよい。

図5は内視鏡装置1のソフトウェアによって実現される機能ブロックの構成図である。

【0040】

この図5に示す各機能は、図2のCPU26が、ROM27やRAM28、若しくはカードI/F22に装着されたメモリカード内のプログラムを、RAM28をワークメモリとして実行することによって実現される。尚本例では、同図中の各機能ブロックをソフトウェア的手法によって実現しているが、内視鏡装置1内に各機能ブロックの機能を実現する専用のハードウェアを実装して、ハードウェアにより実現する構成としても良い。

30

【0041】

図5中、システム制御部201は内視鏡装置1全体の制御を司るもので、接続されている他の機能ブロックとデータの預受を行なうことにより、他の機能ブロックや内視鏡装置1を構成しているハードウェアの制御を行なう。同図では、このシステム制御部201には、記録・再生指示部202、操作検知部203、グラフィック表示指示部204、画像入力部205、ステレオ計測部206、及び処置具接触位置算出制御部207の各機能ブロックが接続されている。

【0042】

記録・再生指示部202は、カードI/F22と接続されており、システム制御部201からの指示に基づいて、カードI/F22に装着されているメモリカード内のデータを読み出してシステム制御部201に送出したり、システム制御部201を介して映像信号のデータをカードI/F22に装着されているメモリカードに書き込む。操作検知部203は、リモートコントローラ6等の使用者によって操作指示が行なわれるユニットが接続されており、使用者がリモートコントローラ6等を操作するとその操作指示を受け付け、その内容をシステム制御部201に通知する。そして通知された指示内容が、画像の記録若しくは再生命令であったとき、システム制御部201は、記録再生指示を記録・再生指示部202に通知し、記録・再生指示部202にカードI/F22に装着されているメモリカードに映像データの読み出し又は書き込みを指示する。

40

【0043】

50

グラフィック表示指示部 204 は、LCD 3 上にグラフィック表示する画像の画像データの生成を司るもので、システム制御部 201 の指示に基づいて操作メニュー等の内視鏡操作に必要なグラフィック画像の画像データを映像信号処理回路 21 を介して LCD 3 や FMD 7 に出力する。また画像入力部 205 は、映像信号処理回路 21 を介して CCU 12 から入力された内視鏡映像をシステム制御部 201 に転送する。このグラフィック表示指示部 204 及び画像入力部 205 には映像処理信号回路 31 が接続されている。ステレオ計測指示部 206 は、画像入力部 205 から転送された画像に対してステレオ計測を実行し、その結果をシステム制御部 201 に通知する。使用者がリモートコントローラ 6 によって操作指示を行なうとシステム制御部 201 は、ステレオ計測指示部 206 にステレオ計測の実行を指示し、その計測結果をグラフィック表示指示部 204 によって LCD 3 や FMD 7 上にグラフィック表示させる。10

【0044】

次にステレオ計測指示部 206 によって行なわれるステレオ計測について説明する。

図 6 は、三角測量の原理に基づくステレオ計測による計測点の 3 次元座標の求め方を説明する図である。

【0045】

直視双眼アダプタ 100a1 や側視双眼アダプタ 100a2 からは、左右 2 つのアダプタ観察窓 108R、108L を通して、視差のある画像情報を取得できる。この画像情報に基づき三角測量の原理から被写体までの距離を測定することができる。20

【0046】

同図において、左側（アダプタ観察窓 108L）及び右側（アダプタ観察窓 108R）の観察光学系で撮像された上における光学中心に対応する点をそれぞれ原点 O_L, O_R とし、画像上の計測点 52L, 52R の座標をそれぞれ (X_L, Y_L), (X_R, Y_R) とする。また、アダプタ観察窓 108L（左）の光学中心 51L を原点 O とし、原点 O とアダプタ観察窓 108R（右）の光学中心 51R を通る直線を X 軸、光軸に平行な方向を Z 軸、X 軸と Z 軸に垂直な方向を Y 軸とした空間座標において、計測点 53 の 3 次元座標を (X, Y, Z) とする。

【0047】

撮影画像が表示されている LCD 3 上の表示画面を見ながら、使用者がリモートコントローラ 6 を操作して左側の計測点 52L（座標 (X_L, Y_L)）を指定すると、ステレオ計測部 206 はこの点と対応する右側の計測点 52R の座標 (X_R, Y_R) を既存のマッチング方法によって決定する。このとき、左側と右側の光学中心の距離を D、焦点距離を F とすると、値 D, F は既知なので、三角測量の方法により計測点 53 の 3 次元座標 (X, Y, Z) は、30

$$X = t \times X_L$$

$$Y = t \times Y_L$$

$$Z = t \times F$$

ただし、 $t = D / (X_R - X_L + D)$

と求まる。

【0048】

尚マッチング方法とは、リモートコントローラ 6 の操作によって左側の観察光学系の画像から計測点 52R が指定されると、画像認識処理によって、その左側の画像内の指定された計測点 52R 周辺と類似した形状を右側の観察光学系の画像内から探索して、右側の計測点 52L を求める方法をいう。40

【0049】

以下の説明では、左側の計測点 52L の座標 (X_L, Y_L) とマッチング方法による処理で得られた右側の計測点 52R の座標 (X_R, Y_R) から得られる計測点 53 の 3 次元座標を P ((X_L, Y_L)) = (X, Y, Z) と表す。

【0050】

このように、画像上で計測点の座標が決定されると、既知のパラメータ値 D 及び F を50

用いて計測点 5 3 の 3 次元座標 (X , Y , Z) が求まる。そして複数の計測点 5 3 の 3 次元座標 (X , Y , Z) を求めることによって、観測点間の距離、2 点を結ぶ線と 1 点の距離、面積、深さ、表面形状などの様々な計測が可能となる。

【 0 0 5 1 】

処置具接触位置算出部 2 0 7 は、処置具経路とステレオ計測部 2 0 6 によって取得される被写体の 3 次元情報から処置具と被写体が接触する位置を算出し、その結果に基づいてシステム制御部 2 0 1 はグラフィック表示指示部 2 1 3 に L C D 3 上に処置具が接触すると予想される接触位置を表示させる。この点についての詳細は後述する。

【 0 0 5 2 】

次に、本実施の形態の内視鏡装置 1 を用いた処置具による処置例について説明する。

10

内視鏡装置 1 は、使用時にはスコープ部 4 のヘッド部 4 a 1 に必要に応じて各種の光学アダプタが着脱可能に装着出来るが、本例では、図 4 に示すようにヘッド部 4 a 1 の光学アダプタ装着部 4 4 に直視双眼アダプタ 1 0 0 a 1 を取り付けた場合の処置具による処置例を示す。

【 0 0 5 3 】

まず、ヘッド部 4 a 1 に直視双眼アダプタ 1 0 0 a 1 を取り付けた状態で、スコープ部の挿入部 4 a を被検体の検査対象空間内に挿入する。

図 7 は、挿入部 4 a を検査対象であるタービンブレード 3 0 1 の近傍位置まで挿入した状態を示している。タービンブレード 3 0 1 にはヒビ 3 0 2 が入っており、図 7 に示す状態では内視鏡画像からこのヒビ 3 0 2 が観察される。本例では、後に分解整備するときに識別しやすくするために、ヒビ 3 0 2 が入ったタービンブレード 3 0 1 に対して処置具の先端に取り付けた塗料でマーキングする作業について述べる。

20

【 0 0 5 4 】

図 7 は、マーキングするためにチャンネルポート部 4 b 2 の鉗子口 4 8 から鉗子 1 1 4 を挿入するところを示しており、この鉗子 1 1 4 には、細長い可撓性の鉗子挿入部 1 1 4 a の先端に塗料を含む鉗子先端部 1 1 4 b が設けられている。そして、図 8 に示すようにアダプタ開口部 1 0 3 から鉗子 1 1 4 の鉗子先端部 1 1 4 b を突出させ、観察窓 1 0 8 L 、1 0 8 R からの映像が L C D 3 若しくは F M D 7 上に表示されるのを見ながら、鉗子 1 1 4 やリモートコントローラ 6 のジョイスティック 1 9 等を操作して鉗子先端部 1 1 4 b をタービンブレード 3 0 1 に接触させてマーキングする。

30

【 0 0 5 5 】

このとき、L C D 3 若しくは F M D 7 の表示画面上には、鉗子 1 1 4 を突出させて行った場合に鉗子先端部 1 1 4 b がタービンブレード 3 0 1 に接触すると予想される位置が表示されて、使用者に通知される。

【 0 0 5 6 】

この鉗子先端部 1 1 4 b とタービンブレード 3 0 1 の接触位置に関する情報の通知処理について説明する。

図 9 は、この通知処理時にシステム制御部 2 0 1 が行なう処理を示すフローチャートである。本処理は、図 2 に示した C P U 2 6 が R A M 2 8 をワークメモリとして R O M 2 7 、R A M 2 8 等のメモリ上のプログラムを実行することによって実現される。

40

【 0 0 5 7 】

まず、ステップ S 0 1 としてシステム制御部 2 0 1 は、ステレオ計測部 2 0 6 に画像入力部 2 0 6 から受け取った内視鏡による撮像画像を用いてステレオ計測を行なわせ、被写体の 3 次元情報を取得する。

【 0 0 5 8 】

次にステップ S 0 2 では、システム制御部 2 0 1 は処置具接触位置算出部 2 0 7 に、ステップ S 0 1 で得た被写体の 3 次元情報と、処置具経路に基づいて接触位置を算出させる。

【 0 0 5 9 】

そしてステップ S 0 3 で、システム制御部 2 0 1 は、ステップ S 0 2 で算出した接触位

50

置を通知させる。ステップ S 0 4 で、システム制御部 2 0 1 は、処置具接触位置算出制御部 2 0 7 に接触位置の座標から接触位置と内視鏡挿入部の間の距離 L_1 を算出させ、ステップ S 0 5 として結果を通知させる。また次にステップ S 0 6 として、処置具接触位置算出制御部 2 0 7 に被写体 3 次元情報に基づいて処置具先端位置を検出させる。そして次にステップ S 0 7 として、処置具接触位置算出制御部 2 0 7 に処置具先端位置と接触位置の間の距離 L_2 を算出させ、ステップ S 0 8 として結果を通知させる。

【 0 0 6 0 】

以上のようにして求められた接触位置、接触位置と内視鏡挿入部の距離 L_1 、処置具先端位置と接触位置の距離 L_2 を、システム制御部 2 0 1 は、グラフィック表示指示部 2 0 9 に LCD 3 や FMD 7 の表示画面上に表示するよう指示し、これらの内容は使用者に通知される。

10

【 0 0 6 1 】

この表示の仕方は、例えば左右の内視鏡画像に、接触位置に対応する内視鏡映像上の点 W_L (Q_z) 及び W_R (Q_z) の位置に \times 印を表示し、使用者に通知する。また、内視鏡挿入部と接触位置との距離 L_1 や、内視鏡映像上で処置具が検出される場合は、処置具と接触位置までの距離 L_2 を数値で表示する。

【 0 0 6 2 】

また本実施形態の内視鏡装置は、使用者に処置具の接触の警告を行なう機能を備えており、ステップ S 0 9 では、システム制御部 2 0 1 は、処置具と接触位置までの距離 L_2 が所定の値よりも小さくなつたかを判断し、小さい場合には(ステップ S 0 9、 Yes)、ステップ S 1 0 として、LCD 3 や FMD 7 の表示画面上にメッセージを表示したり、音声信号処理回路 2 3 を介してスピーカ 1 6 から音声によって使用者に通知したりする。以上のステップ S 0 1 から S 1 0 までの処理を繰り返す(ステップ S 0 9、 No)ことによって、内視鏡及び処置具の操作に応じた接触位置に関する情報を使用者に通知する。

20

【 0 0 6 3 】

次に図 9 のステップ S 0 2 で処置具接触位置算出制御部 2 0 7 によって行なわれる接触位置の算出の仕方について詳細に説明する。

図 1 0 は挿入部 4 a を検査対象であるタービンブレード 3 0 1 の近傍位置まで挿入し、処置具 1 1 4 を突出させた状態を示す斜視図である。

30

【 0 0 6 4 】

図 1 0 では、左対物レンズの光学中心を原点 O とし、左光学中心と右光学中心を通る直線を X 軸、光軸に平行な方向に Z 軸、X 軸と Z 軸に垂直な方向に Y 軸とした座標系を設定している。

【 0 0 6 5 】

処置具を突出させた時に処置具がタービンブレード 3 0 1 に対して真っ直ぐ伸ばす場合は、処置具 は図 1 1 中に破線 3 1 1 で示す経路をとる。すなわち、処置具 が処置具 送出口であるアダプタ開口部 1 0 3 (座標 ($b/2, a, 0$)) から真っ直ぐ送出されるとすると、3 次元処置具経路 $W(Z)$ は、

【 0 0 6 6 】

【 数 1 】

40

$$W(Z) = \begin{pmatrix} b/2 \\ a \\ Z \end{pmatrix} \quad \dots \quad (1)$$

【 0 0 6 7 】

となる。

次に、内視鏡映像内での処置具経路について考える。

図 1 1 は図 1 0 に対応する内視鏡映像上の処置対象と処置具経路と接触位置を示す図である。

50

【0068】

内視鏡映像上においては、図11では左（観察窓108Lの光学系）及び右（観察窓108Rの光学系）の光学中心に対応する点を原点OL, ORとし、右側及び左側の内視鏡映像314L, 313R上の水平方向と垂直方向にそれぞれX_L軸, Y_L軸とX_R軸, Y_R軸の座標系を設定している。このとき、内視鏡映像上での左側及び右側の内視鏡映像上の処置具経路W_L(Z), W_R(Z)はそれぞれ原点OL, ORに対して

【0069】

【数2】

$$W_L(Z) = \begin{pmatrix} fb/2Z \\ fa/Z \end{pmatrix} \quad \dots \quad (2)$$

10

$$W_R(Z) = \begin{pmatrix} -fb/2Z \\ fa/Z \end{pmatrix} \quad \dots \quad (3)$$

【0070】

となる。ただし、上式中fは焦点距離である。この内視鏡映像上の処置具経路W_L(Z), W_R(Z)を図11において点線312L, 312Rで示す。

左側の内視鏡映像313L上での接触位置は、式(1)で示される3次元処置具経路W(Z)と、式(2)で示される左側の内視鏡映像上の処置具経路W_L(Z)及び被写体の3次元情報に基づいて算出する。尚以下の説明は、左側の内視鏡映像上での接触位置の算出について述べるが、右側の内視鏡映像上での接触位置も式(1)と、式(3)で示される右側の内視鏡映像上の処置具経路W_R(Z)及び被写体の3次元情報に基づいて同様に算出することが出来る。

20

【0071】

最初に、内視鏡映像上の処置具経路W_L(Z)に沿ってステレオ計測を行なう。これにより、被写体のうち処置具経路上にある物体の3次元座標を求める。そして求めた3次元座標P(W_L(Z))と、処置具経路W(Z)が一致する点が接触位置Q = W_L(Q_Z) = (Q_X, Q_Y, Q_Z)となる。

30

【0072】

また上記説明では、処置具114が処置具送出口103(座標(b/2, a, 0))からZ軸方向(光軸に平行な方向)に真っ直ぐ送出されることを前提として説明したが、処置具114を送出するケーブルは自重によってたわむ場合がある。よってこの場合には、処置具経路を補正して接触位置を算出する必要がある。

【0073】

ケーブルがたわむ場合の一例として、図12に処置具114の送出した長さに対する処置具114の位置のX座標とY座標を示す。

同図の場合、処置具114を送出するケーブルは、その送出した長さが大きくなると自重によって、X軸方向にもY軸方向にもたわむことを示している。

40

【0074】

図13にケーブルがたわむ場合の、内視鏡映像上の処置具経路を示す。

左側の内視鏡映像320Lにおいても右側の内視鏡映像320Rにおいても、処置具114を送出するケーブルがたわんだ場合、処置具の経路は全くたわまない場合と異なる経路をたどることとなる。

【0075】

ケーブルがたわむ場合の3次元処置具経路は、X座標とY座標はたわまない場合のように一定でなく、ケーブルを送出した長さに比するZ座標の値に依存して変化するため、3次元処置具経路をWT(Z)とすると例えれば次式で表わされる。

【0076】

50

【数3】

$$WT(Z) = \begin{pmatrix} WT_x(Z) \\ WT_y(Z) \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} p_2 Z^2 + p_1 Z + b/2 \\ q_2 Z^2 + q_1 Z + a \\ Z \end{pmatrix} \quad \dots \quad (4)$$

【0077】

式(4)のX, Y座標の値である $WT_x(Z)$ と $WT_y(Z)$ にはそれぞれ2つずつの未知数 p_1, p_2 と q_1, q_2 含まれるが、これらは、内視鏡映像上のケーブル上から2点以上を計測点として検出して3元座標を算出することによって、連立方程式を解いて求められる。これによってケーブルがたわむ場合の3次元処置具経路 $WT(Z)$ を算出し、前記のフローに従って接触位置Qを算出することができる。

10

【0078】

尚式(4)では、X, Y座標の値をZの2次式で表わしているが、3次元処置具経路 $WT(Z)$ はケーブルの特性によって3次以上の式を用いて表わしても良い。この場合、式に含まれる未知数の数だけケーブル上の点を計測点として検出すれば、同様に未知数の値を導き出せ、処置具経路を算出することが出来る。

【0079】

20

この様に本実施形態の内視鏡装置では、自重によって処置具がたわむ場合でも処置具経路を補正することで、正確に接触位置を算出することが出来る。

図14は処置具接触位置算出制御部207を中心とした接触位置を求める処理を行なう部分のブロック図である。

【0080】

図14において、処置具接触位置算出制御部207は、処置具情報格納部231、処置具経路算出部232、被写体3次元情報取得部233、接触位置算出部234、接触位置-内視鏡插入部距離算出部236、処置具先端位置検出部237及び接触位置-処置具先端距離算出部238を有している。

【0081】

30

処置具情報格納部231は、処置具送出口位置の3次元情報や処置具の送出方向の情報等処置具についての種々の情報を記憶するもので、処置具経路算出部232は、処置具の経路を算出する際この処置具情報格納部231からこれらの情報を読み出す。処置具経路算出部232は、3次元処置具経路 $W(Z)$ 、左側及び右側の内視鏡映像上の処置具経路 $W_L(Z)$, $W_R(Z)$ を算出するものである。被写体3次元情報取得部233は、処置具経路算出部232が求めた内視鏡画像上の処置具経路 $W_L(Z)$ をシステム制御部201を介してステレオ計測部206に出力し、その結果ステレオ計測部206によって求められた被写体3次元情報 $P(W_L(Z))$ をシステム制御部201から受け取り、接触位置算出部234及び処置具先端位置検出部237に送出する。接触位置算出部234は、処置具経路算出部232が求めた3次元処置具経路 $W(Z)$ 及び被写体3次元情報取得部233からの被写体3次元情報 $P(W_L(Z))$ から処置具の接触位置Qを求め、これをシステム制御部201及び接触位置-内視鏡插入部距離算出部236に出力する。

40

【0082】

接触位置-内視鏡插入部距離算出部236は、接触位置Qの座標情報をから接触位置Qと内視鏡插入部4aとの距離 L_1 を算出し、これをシステム制御部201に出力する。処置具先端位置検出部237は、被写体3次元情報 $P(W_L(Z))$ から処置具の先端位置を求め接触位置-処置具先端距離算出部238に出力する。接触位置-処置具先端距離算出部238は、接触位置Qと処置具先端の座標情報をから接触位置と処置具先端の間の距離 L_2 を算出し、結果をシステム制御部201に出力する。

【0083】

50

この様な構成において、図15のフローチャートを用いて処置具接触位置算出制御部207による接触位置の算出処理の詳細を説明する。同図に示す処理は図9のフローチャートのステップS02でシステム制御部201が処置具接触位置算出制御部に行なわせる処理に該当する。

【0084】

尚以下の説明では説明簡略化のため左側の内視鏡画像に対する処理のみを記載しているが、右側の内視鏡画像に対しても処置具経路算出部232が右側の内視鏡画像上の処置具経路 $W_R(Z)$ を算出し、この値を用いて下記と同様の処理を行なう。

【0085】

まずステップS101で、処置具経路算出部232は、処置具情報格納部231に格納されている処置具送出口位置($b/2, a, 0$)と処置具送出方向を読み出し、これらの情報から3次元処置具経路 $W(Z)$ と内視鏡映像上の処置具経路 $W_L(Z)$ を算出する。

【0086】

次にステップS102では、Z軸方向の値を設定する変数Zの初期化処理として、所定の初期値 Z_0 を設定する。

そして次にステップS103として、被写体3次元情報取得部233は、処置具経路算出部232が求めた左の内視鏡画像上の処置具経路 $W_L(Z)$ に変数Z値を代入して求めた点をシステム制御部201に通知し、この点の3次元座標 $P(W_L(Z))$ をステレオ計測部206によってステレオ計測により求めさせる。

【0087】

これを受け、システム制御部201は、ステレオ計測部206に被写体3次元情報取得部233から通知された点の3次元座標を求めさせ、結果を被写体3次元情報取得部233に返す。尚このステレオ計測を行なう際にステレオ計測部206に入力される内視鏡映像は、システム制御部201を介して画像入力部214から入力される。ステレオ計測部206は入力された内視鏡映像に対して、被写体3次元情報取得部233からシステム制御部から通知される $W_L(Z)$ でステレオ計測を実行し、3次元座標 $P(W_L(Z))$ を求める。

【0088】

3次元座標 $P(W_L(Z))$ が求まると、ステップS104として、接触位置算出部234が、求まった $P(W_L(Z))$ と処置具経路算出部232が求めた3次元処置具経路 $W(Z)$ を比較する。その結果、 $P(W_L(Z))$ と $W(Z)$ の距離(例えばユークリッド距離)が所定のしきい値 e 以上ならば(ステップS104、No)、2つの点は一致しないものとしてステップS105の処理に進み、距離がしきい値 e よりも小さければ(ステップS104、Yes)、2つの点は一致したものと見なし、ステップS107として接触位置算出部234は、 $W(Z)$ を接触位置 $Q = (Q_x, Q_y, Q_z)$ とし、この3次元座標 Q を処置具が被写体に接触する接触位置としてシステム制御部201に出力し、図15の処理を終了する。

【0089】

ステップS105では、変数Zの値をZ軸方向の分解能となる所定の数値 Z_1 だけ増加させて更新し、ステップS106として、変数Zの値が所定の算出限界距離 Z_2 を超えているか判断する。その結果、変数Zの値が算出限界距離 Z_2 を超えていれば(ステップS106、Yes)、ステップS108としてシステム制御部201に接触位置が不明で有ることを通知後、図15の処理を終了する。

【0090】

またステップS106において、変数Zの値が算出限界距離 Z_2 を超えていなければ(ステップS106、No)、処理をステップS103に戻し、更新された変数Zの値でステップS103～S106の処理を繰り返す。以降、ステップS104で、点 $P(W_L(Z))$ と点 $W(Z)$ の距離がしきい値 e 以下になり接触点 Q が見つかるか、ステップS106で変数Zの値が算出限界距離 Z_2 を越えるまでステップS103～S106の処理を繰り返して、接触点 Q を求める。

10

20

30

40

50

【0091】

接触点 Q が求まると、次に、接触位置 - 内視鏡挿入部距離算出部 236 が、算出した接触点 Q の座標から接触点 Q と内視鏡挿入部の距離 L_1 を算出し、システム制御部 201 に出力する。

【0092】

そして処置具先端位置検出部 237 は、被写体 3 次元情報 $P (W_L (Z))$ に基づいて処置具先端位置を検出し、接触位置 - 処置具先端距離算出部 238 は、この処置具先端位置と接触位置の距離 L_2 を算出し、システム制御部 201 に出力する。

【0093】

以上のようにシステム制御部 201 に出力された情報である接触位置、接触位置と内視鏡挿入部の距離 L_1 、処置具先端位置と接触位置の距離 L_2 を、システム制御部 201 は、グラフィック表示指示部 213 を用いてグラフィック表示用の表示データに変換して LD3 や FMD7 の表示画面上に表示し、使用者に通知する。10

【0094】

その表示例を図 16 に示す。

同図では左右の光学系の内視鏡映像 330L, 330R 上に、処置具の接触位置に対応する点 $W_L (Q_Z)$ と $W_R (Q_Z)$ に \times 印 331L, 331R を表示し、使用者に通知している。また、内視鏡挿入部と接触位置との距離 L_1 を表示部部分 332 に mm 単位で表示している。更には内視鏡映像上で処置具が検出される場合は、処置具と接触位置までの距離 L_2 も mm 単位で表示される。20

【0095】

このように、接触位置が内視鏡映像上に合成して表示されるので、接触位置を内視鏡の映像上で容易に把握することが出来る。また、接触位置と内視鏡挿入部の距離及び接触位置と処置具先端の距離も通知されるので、この距離から処置具を挿入する長さが分かり、正確な操作を行なうことが出来る。

【0096】

尚内視鏡先端または処置具は挿入部の操作中においてブレてしまうことがある。このとき、算出される接触位置 Q は安定せず、接触位置の表示が明確でなくなってしまう。このような場合は、本実施形態の内視鏡装置では、ブレによって求まった複数の接触位置 Q の値から振動の中心を算出して表示することで、接触位置の表示を明確にする。30

【0097】

これにより処置具または内視鏡挿入部がブレて接触位置に振動が生じてしまう場合でも、振動の中心を算出することで正確に接触位置を通知することが可能となる。

また接触位置通知方法として、接触位置を含む映像の所定の領域についてステレオ計測によって被写体の 3 次元形状を構成し、被写体の 3 次元形状上に接触位置を合成して表示しても良い。この場合の表示例を図 17 に示す。

【0098】

同図の場合、ステレオ計測によって得られた 3 次元情報に基づいて、被写体をワイヤーフレームモデルによる 3 次元表示 340 を行ない、接触位置をそのワイヤーフレーム上に \times 印によって使用者に通知している。40

【0099】

この様に被写体を 3 次元表示してその表示中に接触位置を合成して表示することで、処置対象物の 3 次元形状を把握しながら処置具による処置を行なうことができる。

この様に本実施形態における内視鏡装置では、使用者は内視鏡装置の挿入部や処置具と被写体との 3 次元関係が容易に把握する能够があるので、例えばひびの入ったターピンフレードに対するマーキングする場合、マーキングされる箇所が容易に分かり、マーキングしたい場所に対して処置具を適切に近づけ、確実に作業を行なうことが可能となる。

【0100】

また本実施形態の内視鏡装置は、マーキングだけでなく、図 18 に示すように、内視鏡装置で使用される処置具を鉗子にすることも可能である。50

この図18の場合、鉗子114bで検査対象空間内の物品351などを掴み、回収する作業を行なうことが可能である。このような作業では、処置具と物品との接触位置がわからないとうまく行なえないが、本実施形態の内視鏡装置では、接触位置が通知されるので、鉗子で掴まれる位置が明確となり、物品を掴む作業が簡単になる。

【0101】

更に本実施形態の内視鏡装置は、塗料によるマーキングや鉗子による回収作業に限定されるものではなく、鉗子以外の他の処置具を用いて様々な処置を行なうことが出来る。

また上記説明では、工業用内視鏡装置として構成した場合を例として挙げたが、本実施形態の内視鏡装置は、工業用のみに限定されるものではなく、医療用等他の分野の内視鏡装置として構成しても、同様の作用、効果を得ることが出来る。

10

【0102】

更に、上記説明では求めた接触位置を使用者に通知して、使用者が処置を行なう構成であったが、求めた接触位置の情報から内視鏡装置が自動的に処置を施す構成としても良い。

【図面の簡単な説明】

【0103】

【図1】本実施形態の内視鏡装置の外部構成を示す図である。

【図2】内視鏡装置の制御処理を司る部分を中心に記載した回路ブロック図である。

【図3】スコープ部を中心とした内視鏡装置の要部構成を示す斜視図である。

【図4】ステレオ計測用の直視双眼アダプタがヘッド部に装着された状態を示す図である。

20

【図5】内視鏡装置のソフトウェアによって実現される機能ブロックの構成図である。

【図6】三角測量の原理に基づくステレオ計測による計測点の3次元座標の求め方の説明図である。

【図7】挿入部を検査対象の近傍位置まで挿入した状態を示す図（その1）である。

【図8】挿入部を検査対象の近傍位置まで挿入した状態を示す図（その2）である。

【図9】通知処理時にシステム制御部が行なう処理を示すフローチャートである。

【図10】接触位置の算出の仕方についての説明のための図で、挿入部を検査対象の近傍位置まで挿入して処置具を突出させた状態を示す斜視図である。

【図11】図10に対応する内視鏡映像上の処置対象と処置具経路と接触位置を示す図である。

30

【図12】処置具の送出した長さに対するケーブルのたわみ方の例を示す図である。

【図13】ケーブルがたわむ場合の内視鏡映像上の処置具経路を示す図である。

【図14】処置具接触位置算出制御部を中心とした接触位置を求める処理を行なう部分のブロック図である。

【図15】処置具接触位置算出制御部による接触位置の算出処理を示すフローチャートである。

【図16】接触位置の通知を行なう表示画面の例を示す図である。

【図17】被写体の3次元形状上に接触位置を合成して表示して接触位置の通知を行なう表示画面の例を示す図である。

40

【図18】内視鏡装置で処置具を鉗子として使用した場合の例を示す図である。

【図19】従来の内視鏡装置における処置具を挿通可能な内視鏡による処置の様子を示す図である。

【図20】従来の内視鏡装置における処置具を挿通可能な内視鏡による処置字に表示される内視鏡映像を示す図である。

【符号の説明】

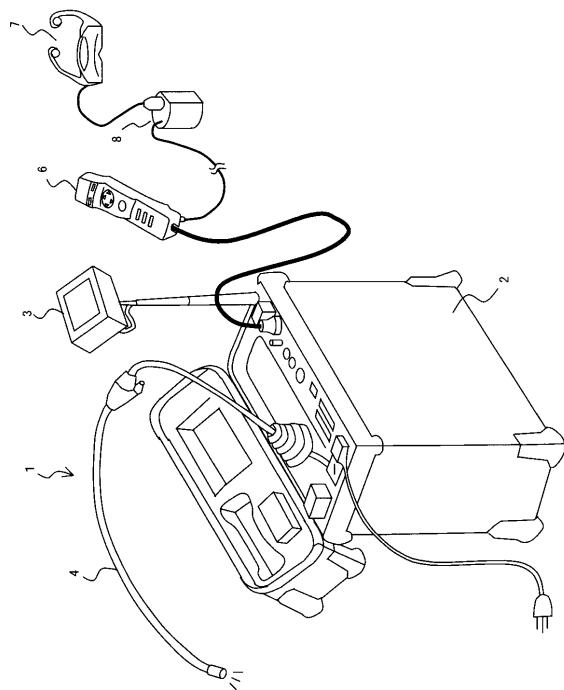
【0104】

- 1 内視鏡装置
- 2 コントロールユニット
- 3 液晶モニタ

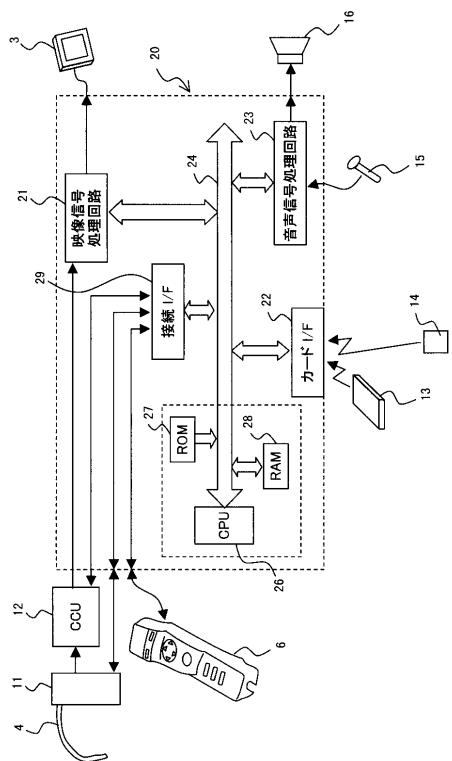
50

4	スコープ部	
6	リモートコントローラ	
7	フェイスマウントディスプレイ	
8	F M D アダプタ	
1 1	内視鏡ユニット	
1 2	カメラコントロールユニット	
1 3	コンパクトフラッシュ(登録商標)メモリカード	
1 4	P C M C I A メモリカード	
1 5	マイク	10
1 6	スピーカ	
2 0	処理制御部	
2 1	映像信号処理回路	
2 2	カードインターフェイス	
2 3	音声信号処理回路	
2 4	バス	
2 6	C P U	
2 7	R O M	
2 8	R A M	
2 9	接続インターフェース	
4 1	突設部	20
4 2	光学レンズ群	
4 3	固体撮像素子	
4 4	光学アダプタ装着部	
4 7	内部チャンネル	
4 8	鉗子口	
1 0 0 a 1	直視双眼アダプタ	
1 0 0 a 2	側視双眼アダプタ	
2 0 1	システム制御部	
2 0 2	記録・再生指示部	
2 0 3	操作検知部	30
2 0 4	グラフィック表示指示部	
2 0 5	画像入力部	
2 0 6	ステレオ計測部	
2 0 7	処置具接触位置算出制御部	

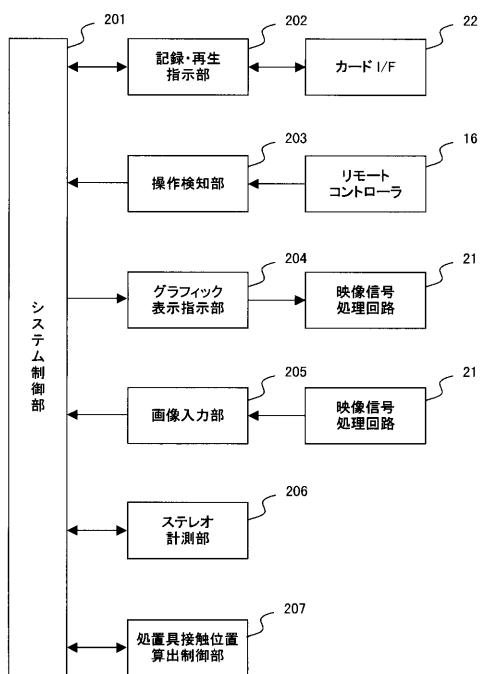
【図1】



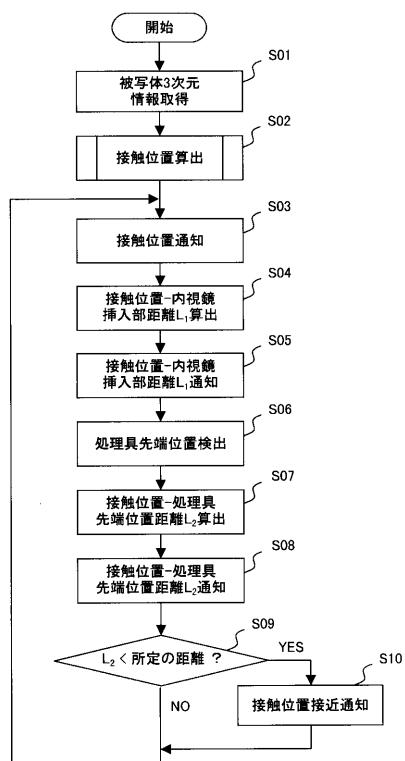
【図2】



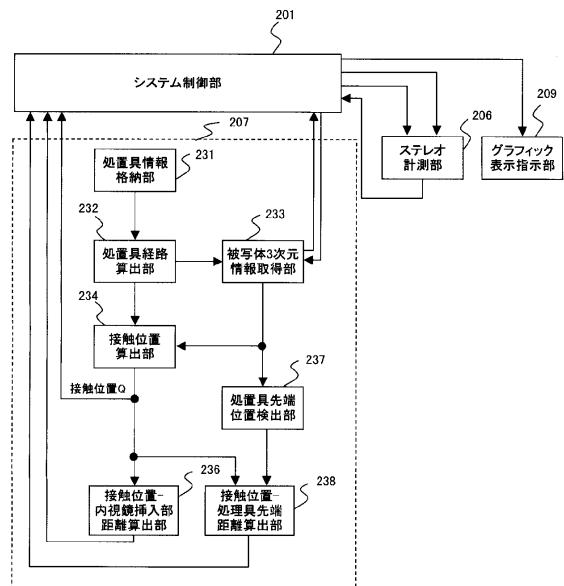
【図5】



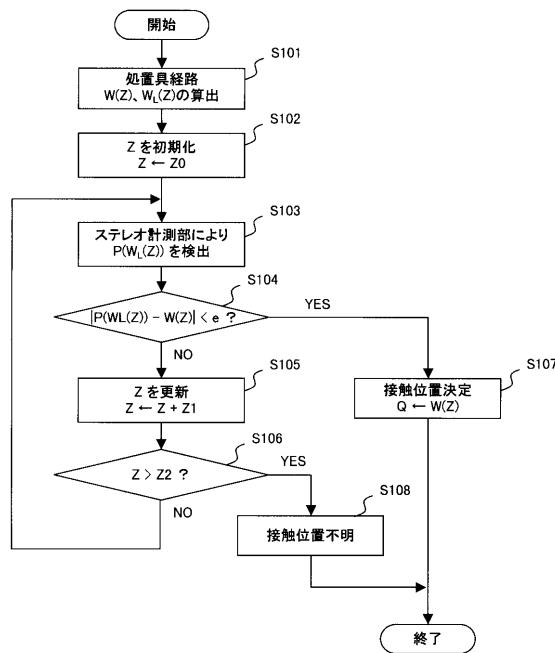
【図9】



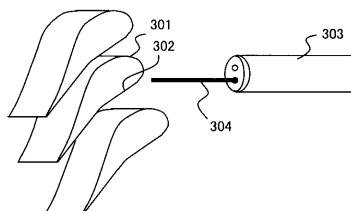
【図14】



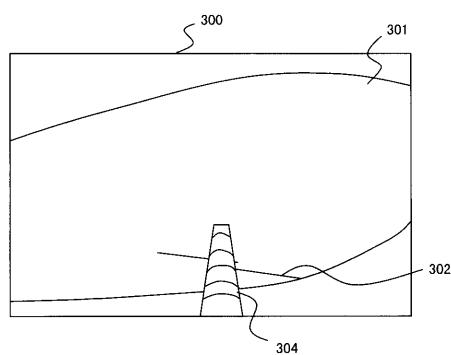
【図15】



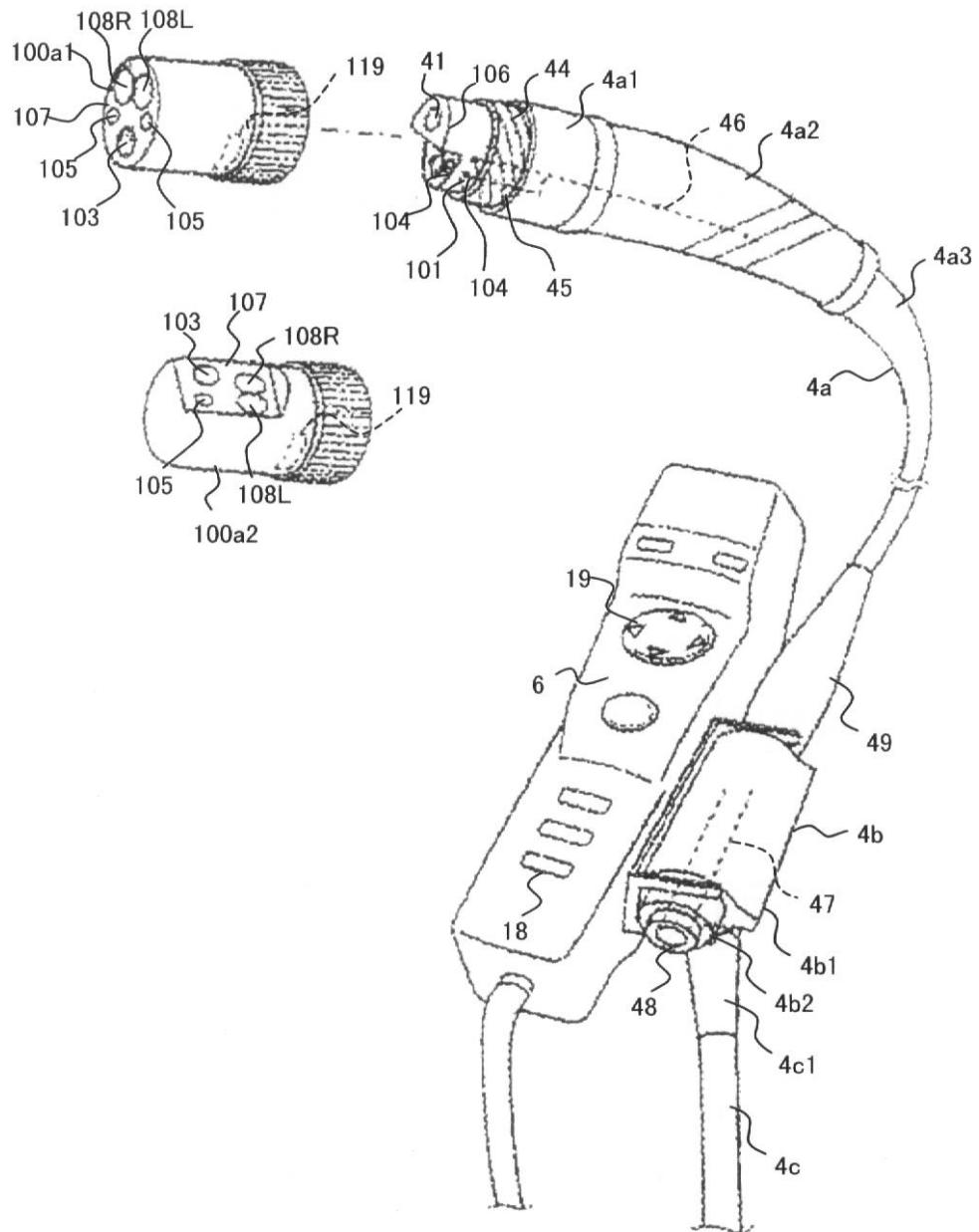
【図19】



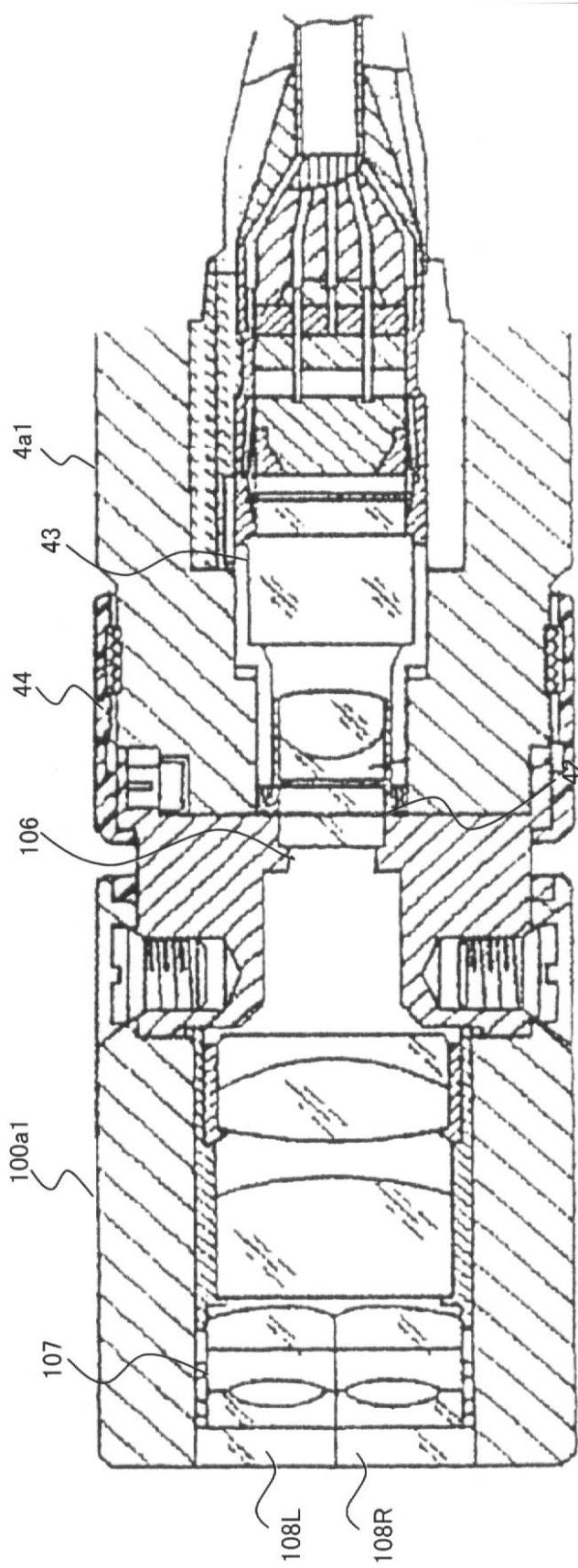
【図20】



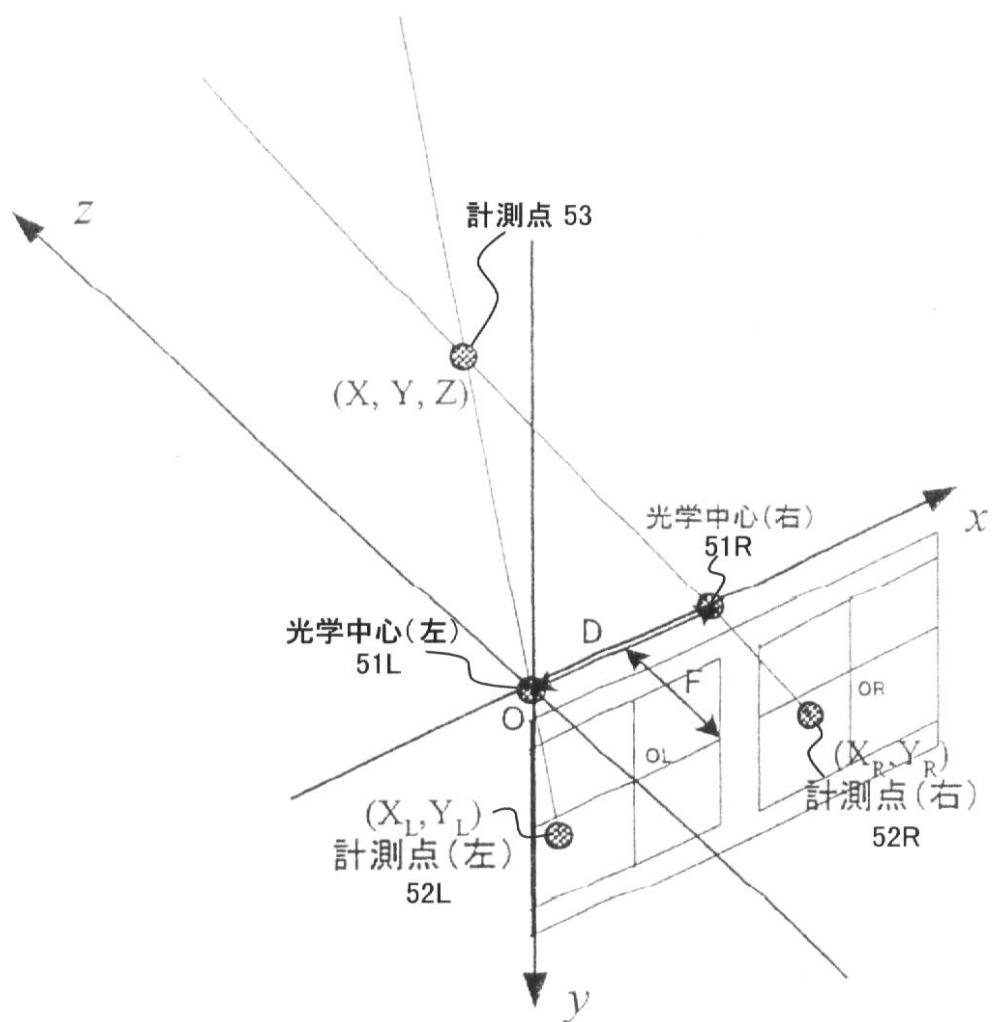
【図3】



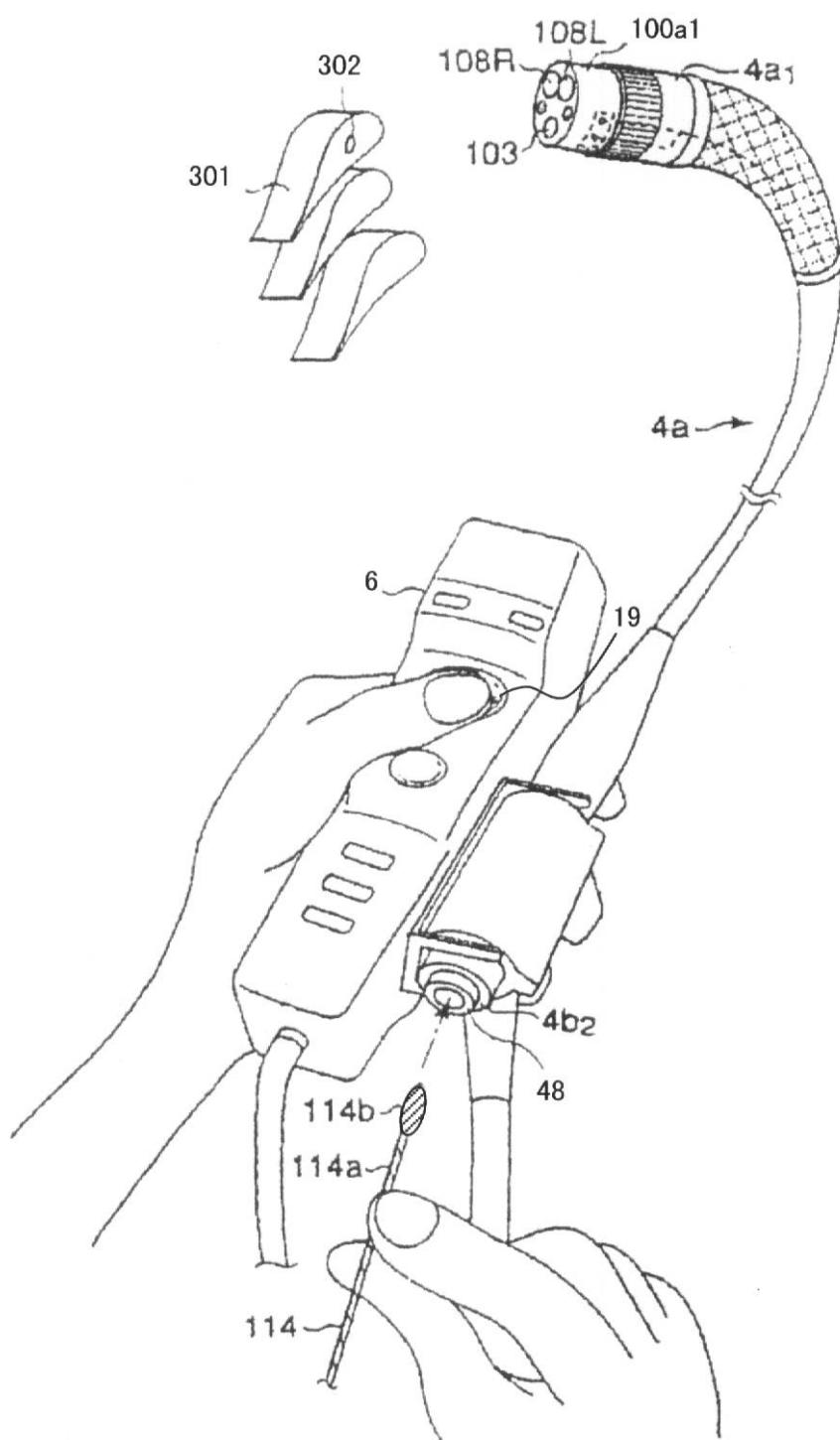
【図4】



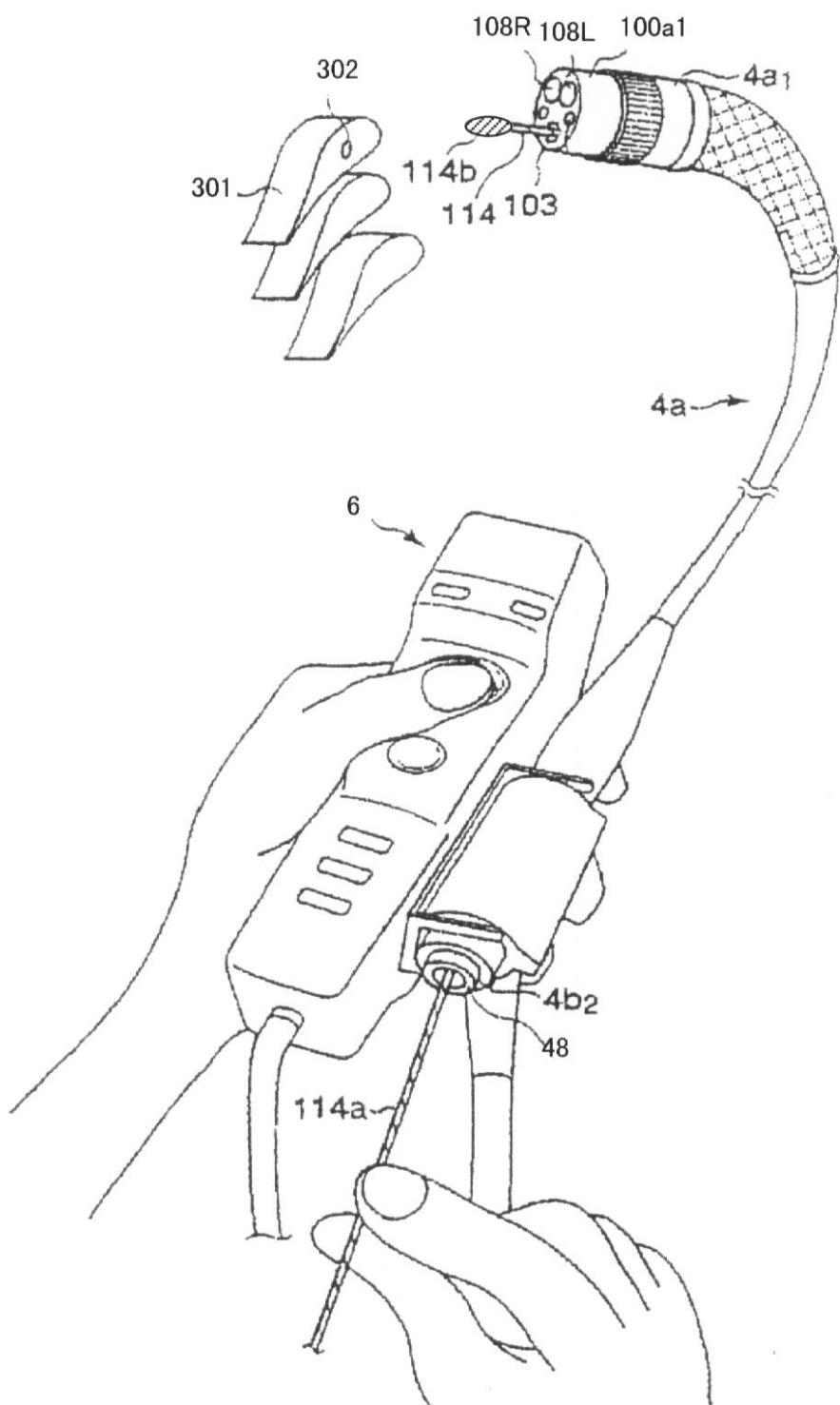
【図6】



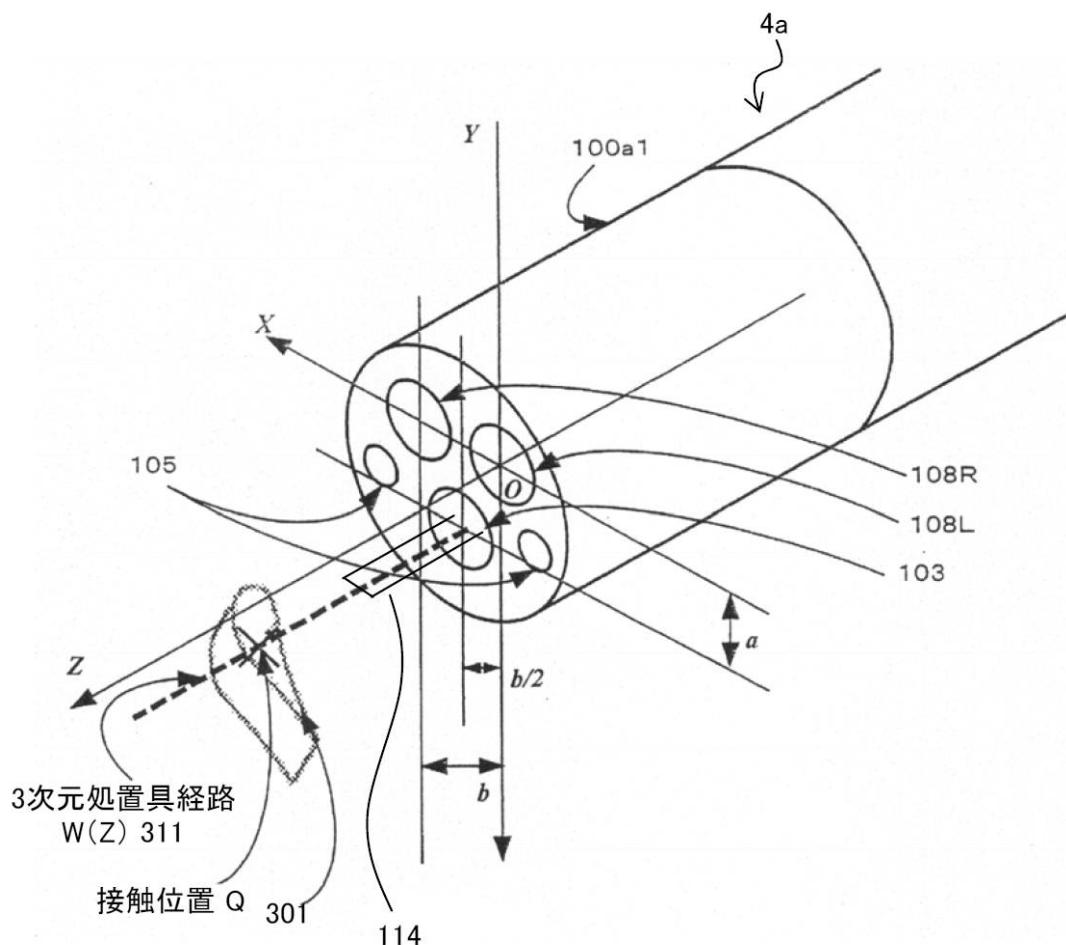
【図7】



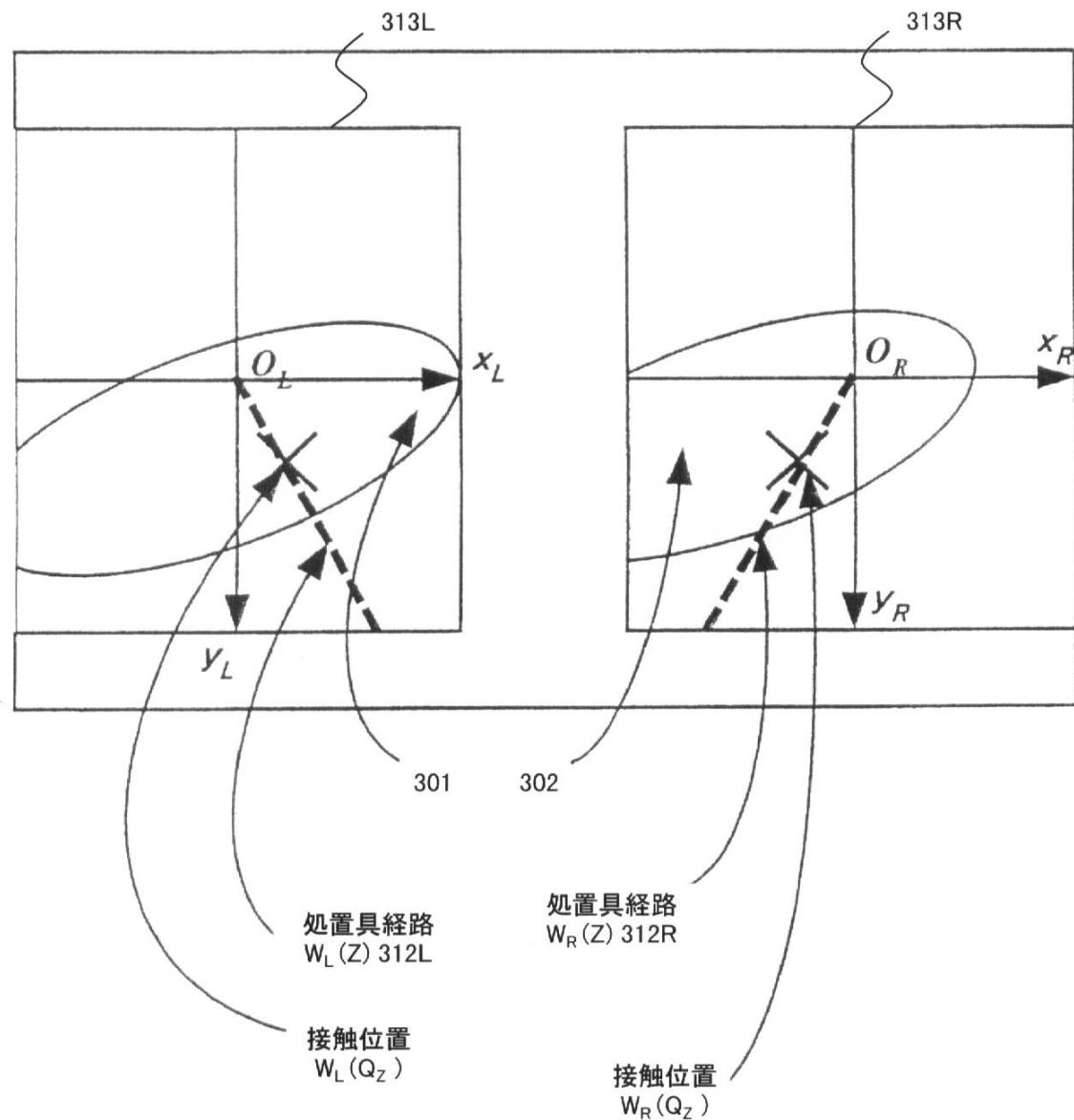
【図8】



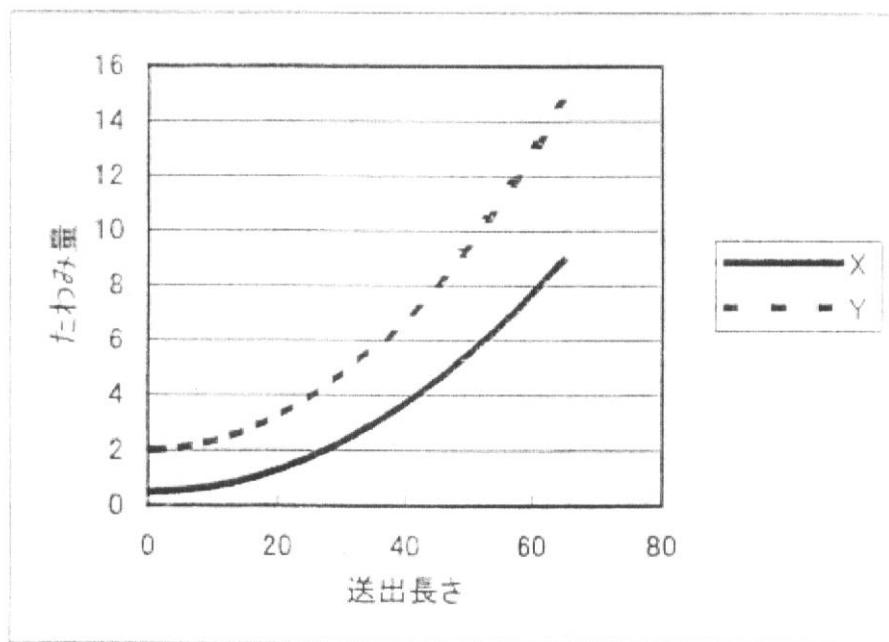
【図10】



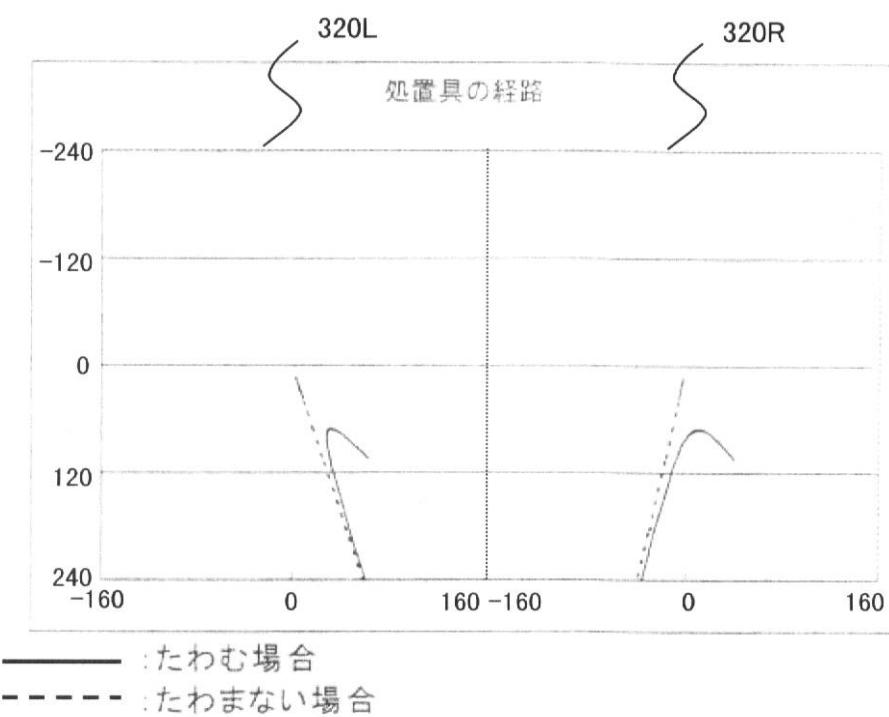
【図11】



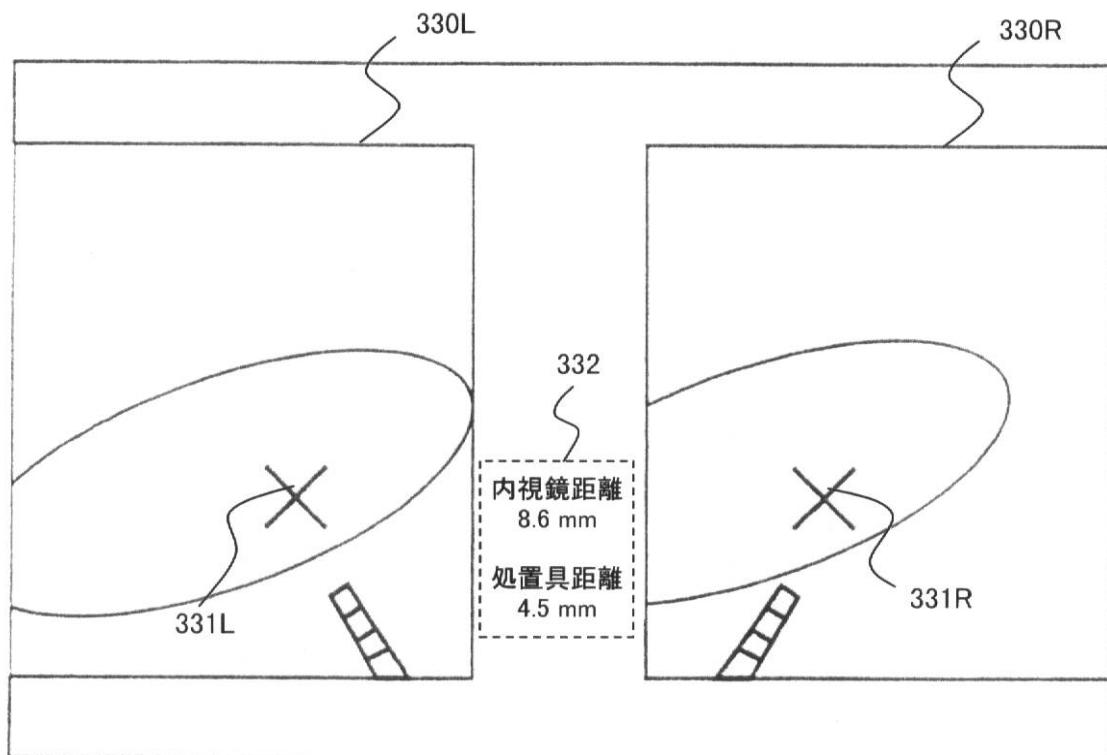
【図12】



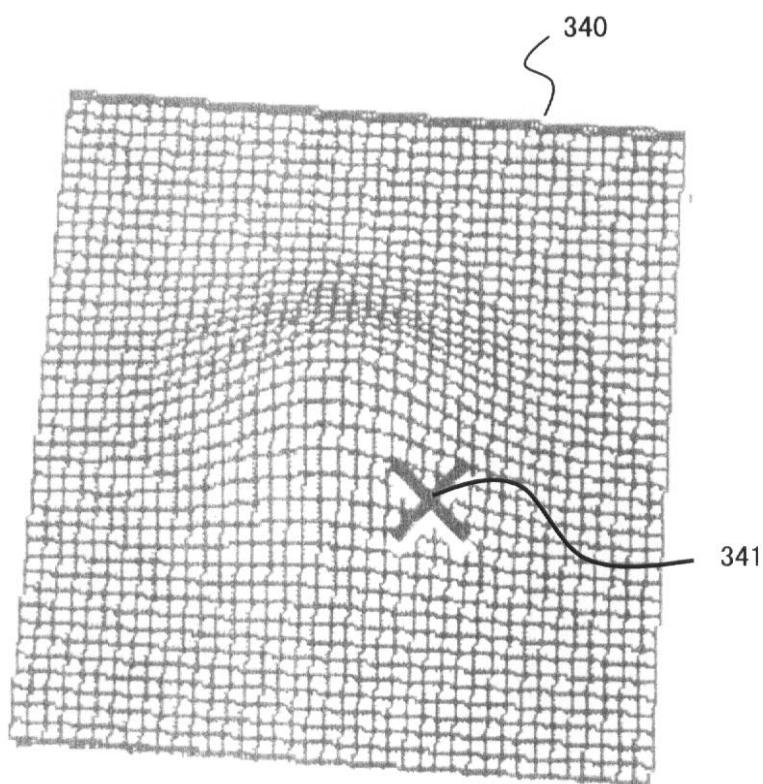
【図13】



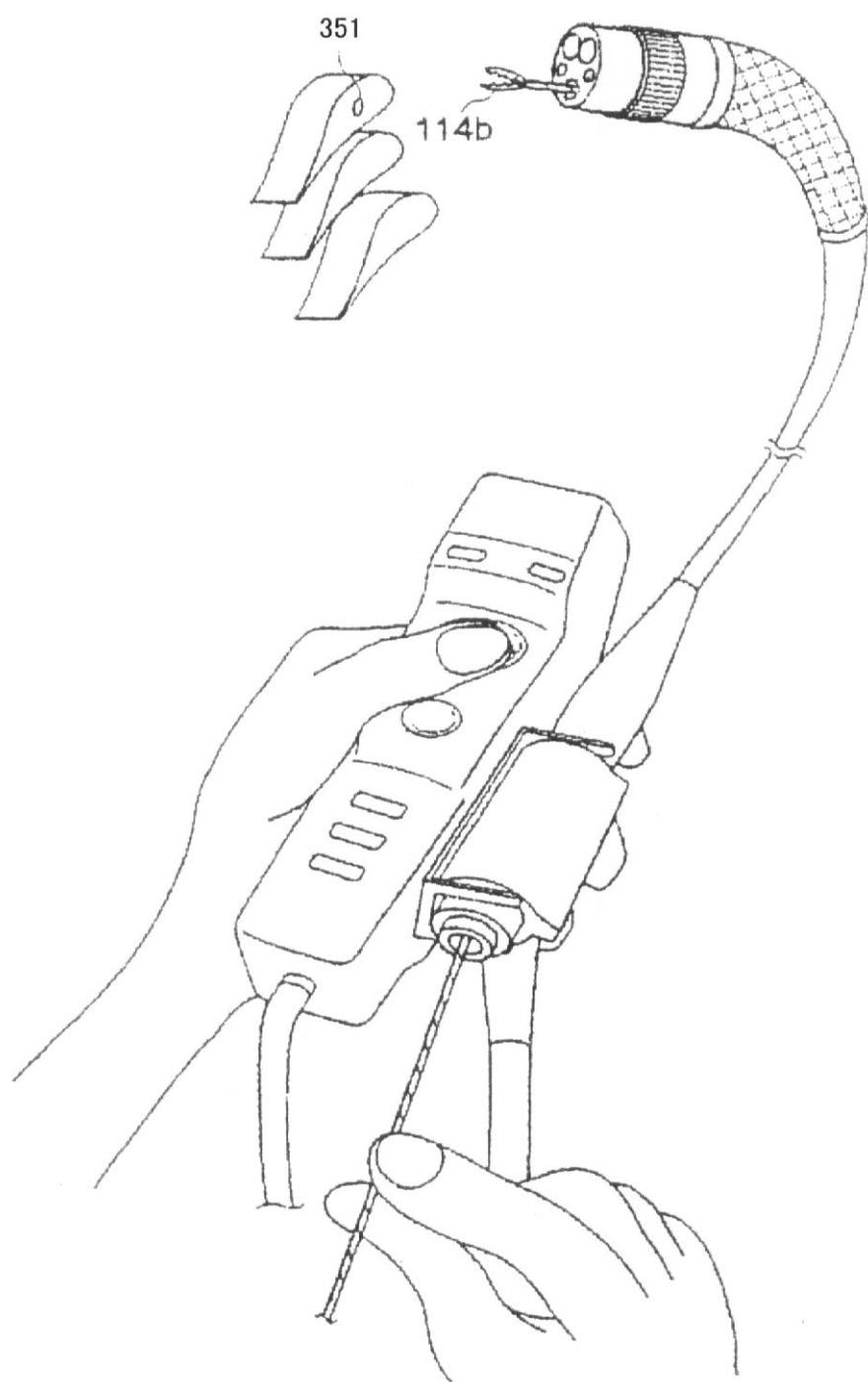
【図16】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平09-066056(JP,A)
特開平10-337272(JP,A)
特開2001-204738(JP,A)
特開2002-253480(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 61 B 1 / 00 - 1 / 32
G 02 B 23 / 24 - 23 / 26