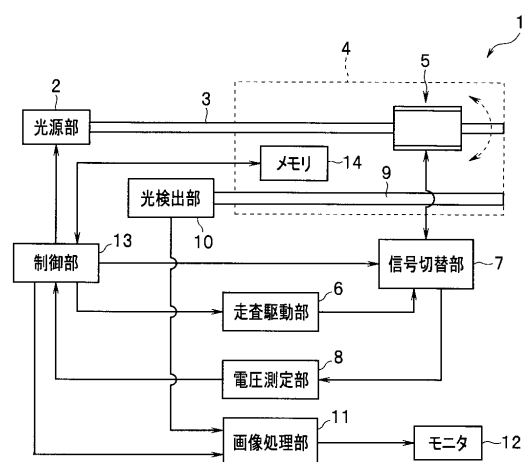




【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光源部から供給される照明光を導光する導光部と、

前記導光部を揺動させるための複数の圧電素子を具備するとともに、前記複数の圧電素子を駆動して前記導光部を揺動させることにより、前記導光部を経て照射される前記照明光による被写体の走査を行うことが可能なアクチュエータ部と、

前記複数の圧電素子のうちの少なくとも１つに電圧を印加して駆動させることが可能な駆動信号を前記アクチュエータ部に対して供給する走査駆動部と、

前記走査駆動部から供給される駆動信号に応じた電圧が印加される一の圧電素子の変形に伴って変形する他の圧電素子において発生した電圧を測定する電圧測定部と、

前記一の圧電素子の変形に伴って変形する前記他の圧電素子において発生すると推定される推定電圧を算出する演算部と、

前記電圧測定部により測定された電圧と、前記演算部により算出された推定電圧と、の差分値に基づき、前記アクチュエータ部により揺動される前記導光部の状態を検出する状態検出部と、

を有することを特徴とする走査型内視鏡システム。

【請求項 2】

前記電圧測定部は、前記一の圧電素子に印加されている電圧と、前記他の圧電素子において発生した電圧と、をそれぞれ測定し、

前記演算部は、前記電圧測定部が前記一の圧電素子に印加されている電圧を測定した測定結果に基づき、前記推定電圧を算出する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の走査型内視鏡システム。

【請求項 3】

前記演算部は、前記アクチュエータ部に対して供給される駆動信号の波形に基づいて前記一の圧電素子に印加されている電圧に係る情報を取得し、当該取得した情報に基づいて前記推定電圧を算出する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の走査型内視鏡システム。

【請求項 4】

前記走査駆動部は、前記アクチュエータ部による前記被写体の画像の取得に係る走査を行いながら、前記状態検出部による前記導光部の状態の検出を行うことが可能な波形を具備する駆動信号を前記アクチュエータ部に対して供給する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の走査型内視鏡システム。

【請求項 5】

前記状態検出部は、前記アクチュエータ部により前記被写体の画像の取得に係る走査が実施されている期間中の所定のタイミングにおいて、前記導光部の状態を検出する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の走査型内視鏡システム。

【請求項 6】

前記状態検出部の検出結果に基づき、前記光源部及び前記走査駆動部のうちの少なくとも一方に対する制御を行う制御部をさらに有する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の走査型内視鏡システム。

【請求項 7】

前記制御部は、前記アクチュエータ部により前記被写体の画像の取得に係る走査が実施されている期間中に、前記導光部が異常であるとの検出結果が得られた場合において、前記導光部への前記照明光の供給を停止させるための制御を前記光源部に対して行うとともに、前記アクチュエータ部への駆動信号の供給を停止させるための制御を前記走査駆動部に対して行う

ことを特徴とする請求項 6 に記載の走査型内視鏡システム。

【請求項 8】

前記制御部は、前記光源部が発光を開始する前の期間中に、前記導光部が異常であるとの検出結果が得られた場合において、前記導光部に供給される前記照明光の生成に係る発

10

20

30

40

50

光を禁止する制御を前記光源部に対して行う

ことを特徴とする請求項 6 に記載の走査型内視鏡システム。

【請求項 9】

前記電圧測定部により測定された電圧に基づき、前記導光部の異常箇所を推定するための処理を行う異常箇所推定部をさらに有する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の走査型内視鏡システム。

【請求項 10】

前記電圧測定部は、相互に異なる複数の周波数の駆動信号が前記走査駆動部から前記アクチュエータ部に対して供給された際に、前記他の圧電素子において発生した電圧を各周波数毎に測定し、

前記異常箇所推定部は、前記電圧測定部により最大の電圧が測定されたときの駆動信号の周波数を前記複数の周波数の中から特定し、当該特定した周波数に基づいて前記導光部の異常箇所を推定する

ことを特徴とする請求項 9 に記載の走査型内視鏡システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、走査型内視鏡システムに関し、特に、被写体を走査して画像を取得する走査型内視鏡システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

医療分野の内視鏡においては、被検者の負担の軽減を目的とした、当該被検者の体腔内に挿入される挿入部の細径化に係る種々の技術が提案されている。そして、このような技術の一例として、前述の挿入部に相当する部分に固体撮像素子を有しない走査型内視鏡、及び、当該走査型内視鏡を具備して構成されたシステムが知られている。

【0003】

具体的には、走査型内視鏡を具備するシステムは、例えば、光源部から発せられた照明光を導光する照明用ファイバの先端部を揺動させることにより被写体を予め設定された走査パターンで 2 次元走査し、当該被写体からの戻り光を照明用ファイバの周囲に配置された受光用ファイバで受光し、当該受光用ファイバで受光された戻り光に基づいて当該被写体の画像を生成するように構成されている。そして、このようなシステムに類似する構成を具備するものとしては、例えば、特許文献 1 に開示された走査ファイバシステムが知られている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、特許文献 1 に開示された構成によれば、走査ファイバ装置に設けられた光ファイバの異常の有無等のような光ファイバの状態を検出するための具体的な方法について言及されていない。そのため、特許文献 1 に開示された構成によれば、例えば、光ファイバの異常に伴って本来意図した走査パターンから外れた状態で被写体が走査され、当該被写体の画像の取得に支障をきたしてしまうような状況が発生し得る。

【0005】

本発明は、前述した事情に鑑みてなされたものであり、照明光を導光する導光部の状態を検出可能な走査型内視鏡システムを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一態様の走査型内視鏡システムは、光源部から発せられた照明光を導光する導光部と、前記導光部を揺動させるための複数の圧電素子を具備するとともに、前記複数の圧電素子を駆動して前記導光部を揺動させることにより、前記導光部を経て照射される前記照明光による被写体の走査を行うことが可能なアクチュエータ部と、前記複数の圧電素

10

20

30

40

50

子のうちの少なくとも１つに電圧を印加して駆動させることが可能な駆動信号を前記アクチュエータ部に対して供給する走査駆動部と、前記走査駆動部から供給される駆動信号に応じた電圧が印加される一の圧電素子の変形に伴って変形する他の圧電素子において発生した電圧を測定する電圧測定部と、前記一の圧電素子の変形に伴って変形する前記他の圧電素子において発生すると推定される推定電圧を算出する演算部と、前記電圧測定部により測定された電圧と、前記演算部により算出された推定電圧と、の差分値に基づき、前記アクチュエータ部により揺動される前記導光部の状態を検出する状態検出部と、を有する。

【発明の効果】

【０００７】

10

本発明における走査型内視鏡システムによれば、照明光を導光する導光部の状態を検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【０００８】

【図１】実施例に係る走査型内視鏡システムの要部の構成を示す図。

【図２】走査型内視鏡に設けられたアクチュエータ部の構成を説明するための断面図。

【図３】第１の実施例の走査型内視鏡システムの動作及び停止に係る制御の概要を説明するためのフローチャート。

【図４Ａ】被写体の画像の取得に係る走査パターンにおいて、渦巻状の軌跡の中心点Ａから最外点Ｂへ向かうように走査される場合の一例を示す図。

20

【図４Ｂ】被写体の画像の取得に係る走査パターンにおいて、渦巻状の軌跡の最外点Ｂから中心点Ａへ向かうように走査される場合の一例を示す図。

【図５】第１の実施例の走査型内視鏡システムにおける光ファイバの状態検出等に係る動作の一例を説明するためのフローチャート。

【図６】第１の実施例においてアクチュエータ部に供給される駆動信号の一例を説明するための図。

【図７Ａ】図６の駆動信号ＰＺＴ１及びＰＺＴ３の波形の一部を示す図。

【図７Ｂ】図６の駆動信号ＰＺＴ２及びＰＺＴ４の波形の一部を示す図。

【図８】第１の実施例の走査型内視鏡システムにおける光ファイバの状態検出等に係る動作の、図５とは異なる例を説明するためのフローチャート。

30

【図９】第２の実施例の走査型内視鏡システムの動作及び停止に係る制御を説明するためのフローチャート。

【図１０】第２の実施例の走査型内視鏡システムにおける光ファイバの状態検出の一例を説明するための図。

【図１１】第２の実施例の走査型内視鏡システムの光源部が発光を開始する前の期間中において、被写体を走査可能な状態であるか否かを検出する場合に実施される処理の一例を示すフローチャート。

【図１２】第３の実施例の走査型内視鏡システムにおける光ファイバの状態検出等に係る動作の一例を説明するためのフローチャート。

【図１３】一の圧電素子に対して供給される駆動信号の周波数と、当該一の圧電素子に向する位置に配置された他の圧電素子の変形に応じて発生する電圧と、の間の相関の一例を説明するための図。

40

【発明を実施するための形態】

【０００９】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しつつ説明を行う。

【００１０】

（第１の実施例）

図１から図８は、本発明の第１の実施例に係るものである。図１は、実施例に係る走査型内視鏡システムの要部の構成を示す図である。

【００１１】

50

走査型内視鏡システム 1 は、例えば図 1 に示すように、光源部 2 と、光ファイバ 3 と、走査型内視鏡 4 と、アクチュエータ部 5 と、走査駆動部 6 と、信号切替部 7 と、電圧測定部 8 と、光ファイババンドル 9 と、光検出部 10 と、画像処理部 11 と、モニタ 12 と、制御部 13 と、メモリ 14 と、を有して構成されている。

【0012】

光源部 2 は、被写体を照明するための照明光を生成して光ファイバ 3 へ供給できるように構成されている。また、光源部 2 は、制御部 13 の制御に基づいてオンまたはオフすることにより、光ファイバ 3 への照明光の供給を実施または停止するように構成されている。具体的には、光源部 2 は、例えば、制御部 13 の制御に応じて発光状態（オン）または消光状態（オフ）に切替可能な赤色（R）光用レーザ光源、緑色（G）光用レーザ光源、及び、青色（B）光用レーザ光源を具備するとともに、R 光、G 光及び B 光の混合により生成した混合光を照明光として光ファイバ 3 に供給できるように構成されている。

10

【0013】

光ファイバ 3 の光入射面を含む端部は、光源部 2 に接続されている。また、光ファイバ 3 の光射出面を含む端部は、走査型内視鏡 4 の先端部の内部に配置されている。すなわち、光ファイバ 3 は、導光部としての機能を具備し、光源部 2 により供給される照明光を導光するとともに、当該導光された照明光を走査型内視鏡 4 の先端部から被写体へ照射することができるように構成されている。

【0014】

走査型内視鏡 4 は、被検者の体腔内に挿入可能な形状及び寸法を具備して構成されている。走査型内視鏡 4 の内部には、光ファイバ 3 と、光ファイババンドル 9 と、がそれぞれ挿通されている。また、走査型内視鏡 4 の内部には、信号切替部 7 を介して供給される駆動信号に応じて光ファイバ 3 の光射出面を含む端部を揺動するように構成されたアクチュエータ部 5 が設けられている。さらに、走査型内視鏡 4 の内部には、例えば、光ファイバ 3 の状態を検出する際に用いられる駆動信号の波形を決定するための情報（例えば駆動信号の周波数及び基準電圧等）、後述の周波数 f_o に関する情報、及び、後述の周波数 f_k に関する情報等のような、走査型内視鏡 4 毎に関連付けられた様々な情報が格納されたメモリ 14 と、が設けられている。

20

【0015】

一方、光ファイバ 3 及びアクチュエータ部 5 は、走査型内視鏡 4 の長手軸方向に垂直な断面において、例えば、図 2 に示す位置関係を具備するようにそれぞれ配置されている。図 2 は、走査型内視鏡に設けられたアクチュエータ部の構成を説明するための断面図である。

30

【0016】

図 2 に示すように、光ファイバ 3 とアクチュエータ部 5 との間には、接合部材としてのフェルール 41 が配置されている。具体的には、フェルール 41 は、例えば、ジルコニア（セラミック）またはニッケル等により形成されている。

【0017】

フェルール 41 は、図 2 に示すように、四角柱として形成されており、X 軸方向（紙面左右方向）に対して垂直な側面 42a 及び 42c と、Y 軸方向（紙面上下方向）に対して垂直な側面 42b 及び 42d とを有する。また、フェルール 41 の中心には、光ファイバ 3 が固定配置されている。なお、フェルール 41 は、角柱である限りにおいては、四角柱以外の他の形状として形成されていてもよい。

40

【0018】

アクチュエータ部 5 は、図 2 に示すように、側面 42a に沿って配置された圧電素子 5a と、側面 42b に沿って配置された圧電素子 5b と、側面 42c に沿って配置された圧電素子 5c と、側面 42d に沿って配置された圧電素子 5d と、を有している。

【0019】

換言すると、アクチュエータ部 5 は、光ファイバ 3 を挟んで対向する（あるいは Y 軸に対称な）位置であるとともに X 軸に沿って配置された圧電素子 5a 及び 5c と、光ファイ

50

バ 3 を挟んで対向する（あるいは X 軸に対称な）位置であるとともに Y 軸に沿って配置された圧電素子 5 b 及び 5 d と、を有して構成されている。

【 0 0 2 0 】

圧電素子 5 a ~ 5 d は、予め個別に設定された分極方向を具備するとともに、信号切替部 7 を介して供給される駆動信号に応じて伸縮するように構成されている。また、圧電素子 5 a ~ 5 d は、変形（伸縮）に起因して生じる電圧を観測信号として信号切替部 7 へそれぞれ出力するように構成されている。

【 0 0 2 1 】

すなわち、アクチュエータ部 5 は、信号切替部 7 を介して供給される駆動信号により圧電素子 5 a ~ 5 d を駆動して光ファイバ 3 を揺動させることにより、光ファイバ 3 を経て照射される照明光による被写体の走査を行うことができるように構成されている。

10

【 0 0 2 2 】

走査駆動部 6 は、制御部 1 3 の制御に基づき、アクチュエータ部 5 を駆動させるための駆動信号を生成して信号切替部 7 及び電圧測定部 8 へ出力するように構成されている。

【 0 0 2 3 】

信号切替部 7 は、制御部 1 3 の制御に基づき、走査駆動部 6 からアクチュエータ部 5 及び電圧測定部 8 への駆動信号の出力状態を切り替えることができるように構成されている。また、信号切替部 7 は、制御部 1 3 の制御に基づき、アクチュエータ部 5 から電圧測定部 8 へ出力される観測信号の出力状態を切り替えることができるように構成されている。

【 0 0 2 4 】

電圧測定部 8 は、信号切替部 7 における出力状態の切り替えに応じて出力される信号に応じて電圧を測定し、当該測定した電圧の情報を制御部 1 3 へ出力するように構成されている。

20

【 0 0 2 5 】

光ファイババンドル 9 の光入射面を含む端部は、走査型内視鏡 4 の先端部の内部に配置されている。また、光ファイババンドル 9 の光出射面を含む端部は、光検出部 1 0 に接続されている。すなわち、光ファイババンドル 9 は、走査型内視鏡 4 の先端部において被写体からの戻り光を受光するとともに、当該受光された戻り光を光検出部 1 0 へ出射することができるように構成されている。

【 0 0 2 6 】

光検出部 1 0 は、光ファイババンドル 9 を介して入射される戻り光の強度に応じた色信号を生成して画像処理部 1 1 へ出力するように構成されている。

30

【 0 0 2 7 】

画像処理部 1 1 は、制御部 1 3 の制御に基づき、光検出部 1 0 から出力される色信号に応じた観察画像を生成してモニタ 1 2 へ出力するように構成されている。また、画像処理部 1 1 は、制御部 1 3 の制御に応じた文字列等の視覚情報を生成し、当該生成した視覚情報をモニタ 1 2 へ出力することができるように構成されている。

【 0 0 2 8 】

モニタ 1 2 は、画像処理部 1 1 により生成された観察画像等を表示することができるように構成されている。

40

【 0 0 2 9 】

制御部 1 3 は、図示しない記憶装置に格納された所定の制御プログラムに基づき、光源部 2、走査駆動部 6、信号切替部 7、及び、画像処理部 1 1 に対する制御をそれぞれ行うことができるように構成されている。

【 0 0 3 0 】

一方、制御部 1 3 は、メモリ 1 4 から読み込んだ情報に基づき、所定の波形を具備する駆動信号をアクチュエータ部 5 に供給するための制御を行うように構成されている。また、制御部 1 3 は、演算部としての機能を有し、例えば、前述の所定の波形を具備する駆動信号の供給に伴い、略理想的な状態で圧電素子の変形した際の変形量に応じて発生すると推定される推定電圧を算出することができるように構成されている。また、制御部 1 3 は

50

、状態検出部としての機能を有し、例えば、前述の推定電圧と、電圧測定部 8 から出力される電圧の情報と、に基づき、光ファイバ 3 の状態が正常であるまたは異常であるとの状態検出結果を得ることができるように構成されている。さらに、制御部 13 は、例えば、任意の文字列及び観察画像等の生成に必要な情報を画像処理部 11 に対して供給することができるように構成されている。

【0031】

続いて、以上に述べたような構成を具備する走査型内視鏡システム 1 の処理及び動作等について説明する。図 3 は、第 1 の実施例の走査型内視鏡システムの動作及び停止に係る制御の概要を説明するためのフローチャートである。

【0032】

制御部 13 は、例えば、図示しない起動スイッチがオンされたことを検出した際に、走査型内視鏡 4 のメモリ 14 に格納された情報と、図示しない記憶装置に格納された所定の制御プログラムと、をそれぞれ読み込むことにより、走査型内視鏡システム 1 の起動準備を行う（図 3 のステップ S1）。

【0033】

制御部 13 は、例えば、図示しない検査開始スイッチをオンする等の操作が行われることにより、検査開始に係る指示がなされたことを検出した際に、図示しない記憶装置から読み込んだ所定の制御プログラムに基づき、被写体の走査を実施させるための制御を光源部 2、走査駆動部 6 及び信号切替部 7 に対して行う（図 3 のステップ S2）。

【0034】

ここで、被写体の走査による観察画像の取得方法の概要について、図 4 A 及び図 4 B に示すような渦巻状の走査パターンに沿って光ファイバ 3 が揺動される場合を例に挙げて説明する。図 4 A は、被写体の画像の取得に係る走査パターンにおいて、渦巻状の軌跡の中心点 A から最外点 B へ向かうように走査される場合の一例を示す図である。図 4 B は、被写体の画像の取得に係る走査パターンにおいて、渦巻状の軌跡の最外点 B から中心点 A へ向かうように走査される場合の一例を示す図である。

【0035】

光ファイバ 3 は、アクチュエータ部 5 に対する駆動信号の供給に伴い、図 4 A の中心点 A から最外点 B へ向かう第 1 の渦巻状の軌跡に沿って揺動された後、図 4 B の最外点 B から中心点 A へ向かう第 2 の渦巻状の軌跡に沿って揺動される。そして、このような光ファイバ 3 の揺動に伴い、走査型内視鏡 4 の先端部から被写体へ照明光が照射され、当該被写体からの戻り光が光ファイババンドル 9 により受光され、当該受光された戻り光の強度に応じた色信号が光検出部 10 から出力される。

【0036】

画像処理部 11 は、制御部 13 の制御に基づき、図 4 A に例示した第 1 の渦巻状の軌跡に沿って光ファイバ 3 が揺動されている期間中に光検出部 10 から出力された色信号を用い、1 フレーム分の観察画像を生成してモニタ 12 へ出力する。また、画像処理部 11 は、制御部 13 の制御に基づき、図 4 B に例示した第 2 の渦巻状の軌跡に沿って光ファイバ 3 が揺動されている期間中に光検出部 10 から出力された色信号を用い、1 フレーム分の観察画像を生成してモニタ 12 へ出力する。

【0037】

制御部 13 は、メモリ 14 から読み込んだ情報に基づく制御を行うことにより、光ファイバ 3 の状態が正常であるか異常であるかに係る判定を行う（図 3 のステップ S3）。

【0038】

制御部 13 は、図 3 のステップ S3 において、光ファイバ 3 の状態が正常であるとの判定結果を得た場合には、例えば、図示しない検査開始スイッチをオフする等の操作が行われたか否かを検出することにより、検査終了に係る指示がなされたか否かの判定を行う（図 3 のステップ S4）。

【0039】

そして、制御部 13 は、図 3 のステップ S4 において、検査終了に係る指示がなされた

10

20

30

40

50

との判定結果を得た場合には、被写体の走査を停止させるための制御を光源部 2 及び走査駆動部 6 に対して行う（図 3 のステップ S 5）。

【0040】

また、制御部 13 は、図 3 のステップ S 4 において、検査終了に係る指示がなされていないとの判定結果を得た場合には、図 3 のステップ S 2 に戻り、被写体の走査を実施させるための制御を継続する。

【0041】

一方、制御部 13 は、図 3 のステップ S 3 において、光ファイバ 3 の状態が異常であるとの判定結果を得た場合には、被写体の走査を停止させるための制御を光源部 2 及び走査駆動部 6 に対して行うとともに、光ファイバ 3 の異常をユーザに報知するための制御を行う（図 3 のステップ S 6）。

10

【0042】

次に、本実施例の走査型内視鏡システムにおける光ファイバの状態検出等に係る動作の詳細について、図 5 に例示するような一連の処理を、図 3 のステップ S 2、ステップ S 3 及びステップ S 6 に係る処理として行う場合を例に挙げて説明する。図 5 は、第 1 の実施例の走査型内視鏡システムにおける光ファイバの状態検出等に係る動作の一例を説明するためのフローチャートである。

【0043】

制御部 13 は、図示しない検査開始スイッチがオンされたことを検出した際に、光ファイバ 3 への照明光の供給を実施させるための制御を光源部 2 に対して行うとともに、図 4 A 及び図 4 B に例示したような渦巻状の走査パターンに沿って光ファイバ 3 を揺動しながら、光ファイバ 3 の状態を検出することが可能な波形を具備する駆動信号を生成させるための制御を走査駆動部 6 に対して行う（図 5 のステップ S 2 1）。

20

【0044】

また、制御部 13 は、図 5 のステップ S 2 1 の制御に応じて走査駆動部 6 から出力される駆動信号がアクチュエータ部 5 及び電圧測定部 8 に供給され、かつ、当該駆動信号の供給に応じてアクチュエータ部 5 から出力される観測信号が電圧測定部 8 に供給されるように、信号切替部 7 の出力状態を切り替えるための制御を行う（図 5 のステップ S 2 2）。

【0045】

ここで、図 5 のステップ S 2 1 及びステップ S 2 2 によりアクチュエータ部 5（及び電圧測定部 8）に供給される駆動信号の詳細について説明を行う。図 6 は、第 1 の実施例においてアクチュエータ部に供給される駆動信号の一例を説明するための図である。

30

【0046】

図 5 のステップ S 2 1 及びステップ S 2 2 によりアクチュエータ部 5 の圧電素子 5 a ~ 5 d に供給される駆動信号は、例えば、図 6 の P Z T 1 ~ P Z T 4 として示すような波形を有している。

【0047】

図 6 の駆動信号 P Z T 1 ~ P Z T 4 は、電圧が 0 である期間と、電圧がパルス状に変化する期間と、が所定の時間間隔毎に交互に出現するような周期性を具備するとともに、電圧がパルス状に変化する期間における電圧振幅（電圧のピーク値）が漸次増加及び漸次減少するような波形としてそれぞれ示される。そのため、図 6 の駆動信号 P Z T 1 ~ P Z T 4 がアクチュエータ部 5 に同時に供給されることにより、図 4 A 及び図 4 B に例示したような渦巻状の走査パターンに沿って光ファイバ 3 を揺動させることができる。

40

【0048】

なお、以降においては、説明の簡単のため、図 5 のステップ S 2 1 及びステップ S 2 2 により、図 6 の駆動信号 P Z T 1 が圧電素子 5 a に供給され、図 6 の駆動信号 P Z T 2 が圧電素子 5 b に供給され、図 6 の駆動信号 P Z T 3 が圧電素子 5 c に供給され、かつ、図 6 の駆動信号 P Z T 4 が圧電素子 5 d に供給されるものとして説明を進める。図 7 A は、図 6 の駆動信号 P Z T 1 及び P Z T 3 の波形の一部を示す図である。図 7 B は、図 6 の駆動信号 P Z T 2 及び P Z T 4 の波形の一部を示す図である。

50

【 0 0 4 9 】

駆動信号 P Z T 1 は、図 7 A に示すように、例えば、時刻 T 1 ~ T 3 の期間における電圧が電圧振幅 V P 1 のパルス状に変化し、時刻 T 3 ~ T 5 の期間における電圧が 0 となり、さらに、後述の駆動信号 P Z T 4 に対する位相差が 9 0 ° となるように設定された信号として表される。

【 0 0 5 0 】

駆動信号 P Z T 3 は、図 7 A に示すように、例えば、時刻 T 1 ~ T 3 の期間における電圧が 0 となり、時刻 T 3 ~ T 5 の期間における電圧が電圧振幅 V P 3 のパルス状に変化し、さらに、駆動信号 P Z T 1 に対する位相差が 1 8 0 ° となるように設定された信号として表される。

10

【 0 0 5 1 】

そのため、駆動信号 P Z T 1 及び駆動信号 P Z T 3 が同時にアクチュエータ部 5 に供給された際には、例えば、パルス状の信号に応じた電圧が印加されている（駆動状態の）圧電素子 5 a が変形するとともに、圧電素子 5 a の変形に伴って生じる外力により、パルス状の信号が印加されていない（非駆動状態の）圧電素子 5 c もまた変形する。そして、圧電素子 5 a に対向する位置に配置された圧電素子 5 c の変形に起因して電圧 V M 3 が発生し、当該発生した電圧 V M 3 に応じた観測信号が信号切替部 7 へ出力される。

【 0 0 5 2 】

また、駆動信号 P Z T 1 及び駆動信号 P Z T 3 が同時にアクチュエータ部 5 に供給された際には、例えば、パルス状の信号に応じた電圧が印加されている（駆動状態の）圧電素子 5 c が変形するとともに、圧電素子 5 c の変形に伴って生じる外力により、パルス状の信号が印加されていない（非駆動状態の）圧電素子 5 a もまた変形する。そして、圧電素子 5 c に対向する位置に配置された圧電素子 5 a の変形に起因して電圧 V M 1 が発生し、当該発生した電圧 V M 1 に応じた観測信号が信号切替部 7 へ出力される。

20

【 0 0 5 3 】

駆動信号 P Z T 2 は、図 7 B に示すように、例えば、時刻 T 2 ~ T 4 の期間における電圧が電圧振幅 V P 2 のパルス状に変化し、時刻 T 4 ~ T 6 の期間における電圧が 0 となり、さらに、前述の駆動信号 P Z T 1 に対する位相差が 9 0 ° となるように設定された信号として表される。

【 0 0 5 4 】

駆動信号 P Z T 4 は、図 7 B に示すように、例えば、時刻 T 2 ~ T 4 の期間における電圧が 0 となり、時刻 T 4 ~ T 6 の期間における電圧が電圧振幅 V P 4 のパルス状に変化し、さらに、駆動信号 P Z T 2 に対する位相差が 1 8 0 ° となるように設定された信号として表される。

30

【 0 0 5 5 】

そのため、駆動信号 P Z T 2 及び駆動信号 P Z T 4 が同時にアクチュエータ部 5 に供給された際には、例えば、パルス状の信号に応じた電圧が印加されている（駆動状態の）圧電素子 5 b が変形するとともに、圧電素子 5 b の変形に伴って生じる外力により、パルス状の信号が印加されていない（非駆動状態の）圧電素子 5 d もまた変形する。そして、圧電素子 5 b に対向する位置に配置された圧電素子 5 d の変形に起因して電圧 V M 4 が発生し、当該発生した電圧 V M 4 に応じた観測信号が信号切替部 7 へ出力される。

40

【 0 0 5 6 】

また、駆動信号 P Z T 2 及び駆動信号 P Z T 4 が同時にアクチュエータ部 5 に供給された際には、例えば、パルス状の信号に応じた電圧が印加されている（駆動状態の）圧電素子 5 d が変形するとともに、圧電素子 5 d の変形に伴って生じる外力により、パルス状の信号が印加されていない（非駆動状態の）圧電素子 5 b もまた変形する。そして、圧電素子 5 d に対向する位置に配置された圧電素子 5 b の変形に起因して電圧 V M 2 が発生し、当該発生した電圧 V M 2 に応じた観測信号が信号切替部 7 へ出力される。

【 0 0 5 7 】

なお、本実施例の駆動信号 P Z T 1 ~ P Z T 4 は、互いの位相差の関係性が維持される

50

限りにおいては、図 6、図 7 A 及び図 7 B に示したような波形以外の他の波形を具備する信号であってもよい。また、本実施例の駆動信号 P Z T 1 ~ P Z T 4 によれば、例えば、圧電素子 5 a ~ 5 d における分極状態の個体差等に応じ、電圧振幅 V P 1 ~ V P 4 のうちの 2 つ以上が同一の値に設定されるものであってもよく、または、電圧振幅 V P 1 ~ V P 4 が各々異なる値に設定されるものであってもよい。

【 0 0 5 8 】

一方、電圧測定部 8 は、図 5 のステップ S 2 2 の制御に応じて信号切替部 7 から出力される駆動信号に基づき、アクチュエータ部 5 の圧電素子 5 a ~ 5 d のうち、駆動状態の圧電素子 5 i の電圧 V D を測定し（図 5 のステップ S 2 3 ）、当該測定した電圧 V D の情報を制御部 1 3 へ出力する。

10

【 0 0 5 9 】

また、電圧測定部 8 は、図 5 のステップ S 2 2 の制御に応じて信号切替部 7 から出力される駆動信号及び観測信号に基づき、図 5 のステップ S 2 3 により電圧 V D が測定された駆動状態の圧電素子 5 i に対向する位置に配置された、非駆動状態の圧電素子 5 k において発生した電圧 V M を測定し、当該測定した電圧 V M の情報を制御部 1 3 へ出力する（図 5 のステップ S 2 4 ）。

【 0 0 6 0 】

演算部としての機能を備えた制御部 1 3 は、図 5 のステップ S 2 3 により電圧測定部 8 から出力される電圧 V D の情報に基づく演算を行うことにより、略理想的な状態で非駆動状態の圧電素子 5 k が変形した際の変形量に応じて発生すると推定される推定電圧 V E を算出する（図 5 のステップ S 2 5 ）。具体的には、制御部 1 3 は、図 5 のステップ S 2 5 において、例えば、電圧測定部 8 から出力される電圧 V D の情報に基づいて圧電素子 5 i の変形量を推定し、当該推定した圧電素子 5 i の変形量に基づいて圧電素子 5 k の変形量を推定し、当該推定した圧電素子 5 k の変形量に基づいて推定電圧 V E を算出する、というような演算を行う。

20

【 0 0 6 1 】

すなわち、図 5 のステップ S 2 3 ~ S 2 5 の処理によれば、例えば、駆動信号 P Z T 1 ~ P Z T 4 が同時にアクチュエータ部 5 に供給された場合には、図 7 A の時刻 T 1 ~ T 3 の期間中に、駆動状態の圧電素子 5 a の電圧 V D 1 と、非駆動状態の圧電素子 5 c の電圧 V M 3 と、が電圧測定部 8 によりそれぞれ測定されるとともに、非駆動状態の圧電素子 5 c の推定電圧 V E 3 が制御部 1 3 により算出される。

30

【 0 0 6 2 】

また、図 5 のステップ S 2 3 ~ S 2 5 の処理によれば、例えば、駆動信号 P Z T 1 ~ P Z T 4 が同時にアクチュエータ部 5 に供給された場合には、図 7 A の時刻 T 3 ~ T 5 の期間中に、駆動状態の圧電素子 5 c の電圧 V D 3 と、非駆動状態の圧電素子 5 a の電圧 V M 1 と、が電圧測定部 8 によりそれぞれ測定されるとともに、非駆動状態の圧電素子 5 a の推定電圧 V E 1 が制御部 1 3 により算出される。

【 0 0 6 3 】

また、図 5 のステップ S 2 3 ~ S 2 5 の処理によれば、例えば、駆動信号 P Z T 1 ~ P Z T 4 が同時にアクチュエータ部 5 に供給された場合には、図 7 B の時刻 T 2 ~ T 4 の期間中に、駆動状態の圧電素子 5 b の電圧 V D 2 と、非駆動状態の圧電素子 5 d の電圧 V M 4 と、が電圧測定部 8 によりそれぞれ測定されるとともに、非駆動状態の圧電素子 5 d の推定電圧 V E 4 が制御部 1 3 により算出される。

40

【 0 0 6 4 】

また、図 5 のステップ S 2 3 ~ S 2 5 の処理によれば、例えば、駆動信号 P Z T 1 ~ P Z T 4 が同時にアクチュエータ部 5 に供給された場合には、図 7 B の時刻 T 4 ~ T 6 の期間中に、駆動状態の圧電素子 5 d の電圧 V D 4 と、非駆動状態の圧電素子 5 b の電圧 V M 2 と、が電圧測定部 8 によりそれぞれ測定されるとともに、非駆動状態の圧電素子 5 b の推定電圧 V E 2 が制御部 1 3 により算出される。

【 0 0 6 5 】

50

なお、図5のステップS21～S25の処理は、駆動状態の圧電素子5iの電圧VDを測定し、非駆動状態の圧電素子5kにおいて発生した電圧VMを測定し、かつ、非駆動状態の圧電素子5kの推定電圧VEを算出する限りにおいては、前述の順番通りに行われなくともよい。また、図5のステップS21～S25の処理は、実際の装置等においては、略同時に実施されるものとする。

【0066】

一方、状態検出部としての機能を備えた制御部13は、図5のステップS24により測定された電圧VMと、図5のステップS25により算出した推定電圧VEと、の差分値を求め、さらに、当該求めた差分値が所定の範囲内に入っているか否かを判定した結果に応じ、光ファイバ3の状態が正常であるまたは異常であるとの検出結果を得る（図5のステップS26）。

10

【0067】

なお、図5のステップS26の処理において用いられる所定の範囲は、図示しない記憶装置に格納された所定の制御プログラムに予め書き込まれているものであってもよく、ユーザの所望の値に設定できるようにしてもよく、または、走査型内視鏡4のメモリ14に格納された情報（例えば圧電素子5a～5dの種類、大きさ及び形状等に関する情報）に基づいて算出されるようにしてもよい。そして、図5のステップS26の処理において用いられる所定の範囲が、走査型内視鏡4のメモリ14に格納された情報に基づいて算出されるような構成によれば、走査型内視鏡4のアクチュエータ部5の個体差を鑑みつつ、光ファイバ3の状態（正常または異常）を好適に検出することができる。

20

【0068】

制御部13は、図5のステップS24により測定された電圧VMと、図5のステップS25により算出した推定電圧VEと、の差分値が所定の範囲内に入っている場合には、光ファイバ3の状態が正常であるとの検出結果を取得し（光ファイバ3の状態が正常であると判断し）、図3のステップS4の処理を続けて行う。また、制御部13は、図5のステップS24により測定された電圧VMと、図5のステップS25により算出した推定電圧VEと、の差分値が所定の範囲内に入っていない場合には、光ファイバ3の状態が異常であるとの検出結果を取得し（光ファイバ3の状態が異常であると判断し）、後述の図5のステップS27の処理を続けて行う。

【0069】

30

制御部13は、図5のステップS26の処理により、光ファイバ3の状態が異常であるとの検出結果を得た場合には、光源部2から光ファイバ3への照明光の供給を停止させる制御、及び、走査駆動部6からアクチュエータ部5への駆動信号の供給を停止させる制御を併せて行った（図5のステップS27）後、さらに、光ファイバ3の異常を報知可能な（例えば「ファイバ折れが発生しました」等の）文字列をモニタ12に表示させるための制御を画像処理部11に対して行う（図5のステップS28）。

【0070】

換言すると、制御部13は、図5のステップS27において、光源部2から光ファイバ3への照明光の供給を停止させるための制御、及び、圧電素子5a～5dの駆動（伸縮）を停止させるための制御を行う。

40

【0071】

以上に述べたように、図5のフローチャートの処理によれば、走査型内視鏡システム1を用いた観察中（または検査中）に、光ファイバ3の状態が正常であるか否かを検出することができる。そのため、図5のフローチャートの処理によれば、例えば、走査型内視鏡システム1を用いた観察中（または検査中）に光ファイバ3の折れ等の異常が発生した場合に、被写体の走査を速やかに中断させることができる。また、図5のフローチャートの処理によれば、本来意図した走査パターンから外れた状態で被写体の走査が継続されることを防ぐことができるため、例えば、観察画像の表示の乱れ、及び/または、被写体表面の極小面積の領域に対する照明光の集中照射を未然に回避することができる。

【0072】

50

続いて、走査型内視鏡システムにおける光ファイバの状態検出等に係る動作の詳細について、図 8 に例示するような一連の処理を、図 3 のステップ S 2、ステップ S 3 及びステップ S 6 に係る処理として行う場合を例に挙げて説明する。図 8 は、第 1 の実施例の走査型内視鏡システムにおける光ファイバの状態検出等に係る動作の、図 5 とは異なる例を説明するためのフローチャートである。なお、以降においては、簡単のため、図 5 の処理と同様の処理を行う部分についての説明を適宜省略するとともに、図 5 の処理とは異なる処理を行う部分についての説明を主に行うものとする。

【0073】

制御部 13 は、図示しない検査開始スイッチがオンされたことを検出した際に、光ファイバ 3 への照明光の供給を実施させるための制御を光源部 2 に対して行うとともに、図 4 A 及び図 4 B に例示したような渦巻状の走査パターンに沿って光ファイバ 3 を揺動しながら、光ファイバ 3 の状態を検出することが可能な波形を具備する（駆動信号 P Z T 1 ~ P Z T 4 のような）駆動信号を生成させるための制御を走査駆動部 6 に対して行う（図 8 のステップ S 3 1）。

【0074】

制御部 13 は、図 6 のステップ S 3 1 の制御に応じて走査駆動部 6 から出力される駆動信号がアクチュエータ部 5 に供給され、かつ、当該駆動信号の供給に応じてアクチュエータ部 5 から出力される観測信号が電圧測定部 8 に供給されるように、信号切替部 7 の出力状態を切り替えるための制御を行う（図 8 のステップ S 3 2）。

【0075】

また、制御部 13 は、図 8 のステップ S 3 1 の制御により走査駆動部 6 に生成させる駆動信号の波形に基づき、駆動状態の圧電素子 5 i に印加されている電圧に係る情報を取得する（図 8 のステップ S 3 3）。

【0076】

さらに、制御部 13 は、図 8 のステップ S 3 3 により取得した情報に基づく演算を行うことにより、略理想的な状態で非駆動状態の圧電素子 5 k が変形した際の変形量に応じて発生すると推定される推定電圧 V E を算出する（図 8 のステップ S 3 4）。具体的には、制御部 13 は、図 8 のステップ S 3 4 において、例えば、駆動状態の圧電素子 5 i に印加されている電圧に係る情報に基づいて圧電素子 5 i の変形量を推定し、当該推定した圧電素子 5 i の変形量に基づいて非駆動状態の圧電素子 5 k の変形量を推定し、当該推定した圧電素子 5 k の変形量に基づいて推定電圧 V E を算出する、というような演算を行う。

【0077】

一方、電圧測定部 8 は、図 8 のステップ S 3 2 の制御に応じて信号切替部 7 から出力される観測信号に基づき、非駆動状態の圧電素子 5 k において発生した電圧 V M を測定し、当該測定した電圧 V M の情報を制御部 13 へ出力する（図 8 のステップ S 3 5）。

【0078】

状態検出部としての機能を備えた制御部 13 は、図 8 のステップ S 3 5 により測定された電圧 V M と、図 8 のステップ S 3 4 により算出した推定電圧 V E と、の差分値を求め、さらに、当該求めた差分値が所定の範囲内に入っているか否かを判定した結果に応じ、光ファイバ 3 の状態が正常であるまたは異常であるとの検出結果を得る（図 8 のステップ S 3 6）。

【0079】

そして、制御部 13 は、図 8 のステップ S 3 5 により測定された電圧 V M と、図 8 のステップ S 3 4 により算出した推定電圧 V E と、の差分値が所定の範囲内に入っている場合には、光ファイバ 3 の状態が正常であるとの検出結果を取得し（光ファイバ 3 の状態が正常であると判断し）、図 3 のステップ S 4 の処理を続けて行う。また、制御部 13 は、図 8 のステップ S 3 5 により測定された電圧 V M と、図 8 のステップ S 3 4 により算出した推定電圧 V E と、の差分値が所定の範囲内に入っていない場合には、光ファイバ 3 の状態が異常であるとの検出結果を取得し（光ファイバ 3 の状態が異常であると判断し）、図 5 のステップ S 2 7 と同様の処理を図 8 のステップ S 3 7 において行い、さらに、図 5 のス

ステップ S 2 8 と同様の処理を図 8 のステップ S 3 8 において行う。

【 0 0 8 0 】

以上に述べたように、図 8 のフローチャートの処理によれば、駆動状態の圧電素子 5 i の電圧に係る情報を、電圧測定部 8 の測定結果として取得する代わりに、走査駆動部 6 に生成させる駆動信号の波形に基づいて取得するようにしている。そのため、図 8 のフローチャートの処理によれば、例えば、図 5 のフローチャートの処理を行う場合に比べて簡易な構成を用い、光ファイバ 3 の状態が正常であるか否かを検出することができる。

【 0 0 8 1 】

(第 2 の実施例)

図 9 から図 1 1 は、本発明の第 2 の実施例に係るものである。なお、本実施例においては、走査型内視鏡システムの各部の構成が第 1 の実施例と共通である一方で、光ファイバの状態検出等に係る動作が第 1 の実施例とは異なっている。そのため、本実施例においては、第 1 の実施例において既述の走査型内視鏡システムの各部の構成等に関する説明を省略するとともに、第 1 の実施例とは異なる処理等に関する説明を主に行う。図 9 は、第 2 の実施例の走査型内視鏡システムの動作及び停止に係る制御を説明するためのフローチャートである。

10

【 0 0 8 2 】

制御部 1 3 は、例えば、図示しない起動スイッチがオンされたことを検出した際に、図 3 のステップ S 1 と同様に、走査型内視鏡 4 のメモリ 1 4 に格納された情報と、図示しない記憶装置に格納された所定の制御プログラムと、をそれぞれ読み込むことにより、走査型内視鏡システム 1 の起動準備を行う (図 9 のステップ S 4 1) 。

20

【 0 0 8 3 】

制御部 1 3 は、例えば、図示しない検査開始スイッチをオンする等の操作が行われることにより、検査開始に係る指示がなされたことを検出した際に、被写体の走査 (被写体の観察画像の取得) に係る駆動信号を生成させるための制御を走査駆動部 6 に対して行う (図 9 のステップ S 4 2) 。また、制御部 1 3 は、図 9 のステップ S 4 2 において、光ファイバ 3 への照明光の供給を実施させるための制御を光源部 2 に対して行うとともに、図 5 のステップ S 2 2 (または図 8 のステップ S 3 2) と同様の制御を信号切替部 7 に対して行う。

【 0 0 8 4 】

30

制御部 1 3 は、図 9 のステップ S 4 2 の制御を行った後の所定のタイミングにおいて、光ファイバ 3 の状態の検出に係る駆動信号を生成させるための制御を走査駆動部 6 に対して行う (図 9 のステップ S 4 3) 。

【 0 0 8 5 】

具体的には、制御部 1 3 は、例えば、図 9 のステップ S 4 2 において、図 4 A で示した軌跡 (図 1 0 の実線で示す軌跡) に対応する駆動信号を生成させる制御を行った場合には、光ファイバ 3 が最外点 B を通過したタイミングで図 9 のステップ S 4 3 の制御を行うことにより、図 1 0 の中心点 A から最外点 B を半径とする円状の軌跡 (図 1 0 の点線で示す軌跡) に対応する駆動信号を生成させる。図 1 0 は、第 2 の実施例の走査型内視鏡システムにおける光ファイバの状態検出の一例を説明するための図である。

40

【 0 0 8 6 】

なお、本実施例によれば、図 9 のステップ S 4 3 において、例えば、光源部 2 から光ファイバ 3 への照明光の供給を停止させるための制御、及び / または、画像処理部 1 1 からモニタ 1 2 への観察画像の出力を停止させる制御が併せて行われてもよい。

【 0 0 8 7 】

制御部 1 3 は、図 9 のステップ S 4 3 の制御に応じて光ファイバ 3 が揺動されている期間中において、図 5 のステップ S 2 3 ~ ステップ S 2 6 (または図 8 のステップ S 3 3 ~ ステップ S 3 6) と同様に、光ファイバ 3 の状態が正常であるか異常であるかに係る判定を行う (図 9 のステップ S 4 4) 。

【 0 0 8 8 】

50

制御部 13 は、図 9 のステップ S 4 4 において、光ファイバ 3 の状態が正常であるとの判定結果を得た場合には、例えば、図示しない検査開始スイッチをオフする等の操作が行われたか否かを検出することにより、検査終了に係る指示がなされたか否かの判定を行う（図 9 のステップ S 4 5）。

【0089】

そして、制御部 13 は、図 9 のステップ S 4 5 において、検査終了に係る指示がなされたとの判定結果を得た場合には、被写体の走査を停止させるための制御を光源部 2 及び走査駆動部 6 に対して行う（図 9 のステップ S 4 6）。

【0090】

また、制御部 13 は、図 9 のステップ S 4 5 において、検査終了に係る指示がなされていないとの判定結果を得た場合には、図 9 のステップ S 4 2 に係る処理を再度行う。

10

【0091】

一方、制御部 13 は、図 9 のステップ S 4 4 において、光ファイバ 3 の状態が異常であるとの判定結果を得た場合には、図 5 のステップ S 2 7 ~ ステップ S 2 8（または図 8 のステップ S 3 7 ~ ステップ S 3 8）と同様に、被写体の走査を停止させるとともに、光ファイバ 3 の異常をユーザに報知する（図 9 のステップ S 4 7）。

【0092】

ところで、図 9 の処理によれば、図 10 の点線で例示した軌跡に沿って光ファイバ 3 が揺動される期間中、すなわち、非駆動状態の圧電素子 5 k の変形に伴って発生する電圧 V M が略最大化する期間中において、光ファイバ 3 の状態の検出を行うことが好ましい。但し、図 9 の処理によれば、光ファイバ 3 の状態が正常であるか異常であるかを切り分け可能な大きさの電圧が電圧測定部 8 により測定される限りにおいては、非駆動状態の圧電素子 5 k の変形に伴って発生する電圧 V M が略最大化する期間中以外の他の期間中に光ファイバ 3 の状態の検出が行われてもよい。

20

【0093】

また、本実施例によれば、図 9 のステップ S 4 3 及びステップ S 4 4 に係る処理が、例えば、渦巻状の軌跡の最外点 B を光ファイバ 3 が 1 回通過する毎に 1 回ずつ実施されるものに限らず、任意の頻度で実施されるようにしてもよい。具体的には、例えば、光源部 2 から光ファイバ 3 へ供給される照明光の強度が所定の強度以下である場合において、渦巻状の軌跡の最外点 B を光ファイバ 3 が所定の複数回通過する毎に、図 9 のステップ S 4 3 及びステップ S 4 4 に係る処理が 1 回ずつ実施されるようにしてもよい。

30

【0094】

以上に述べたように、図 9 のフローチャートの処理によれば、例えば、被写体の観察に対して及ぼす影響が小さく、かつ、非駆動状態の圧電素子 5 k の変形に伴って発生する電圧 V M が大きくなるような期間中に、光ファイバ 3 の状態を検出することができる。そのため、図 9 のフローチャートの処理によれば、走査型内視鏡システム 1 を用いた観察中（または検査中）における処理負荷を軽減しつつ、光ファイバ 3 の状態が正常であるか否かを検出することができる。

【0095】

なお、本実施例によれば、例えば、光源部 2（の各レーザ光源）が発光を開始する前の期間中において、被写体を走査可能な状態であるか否かを検出するための処理が行われるようにしてもよい。このような処理について、図 11 のフローチャートを参照しつつ説明を行う。図 11 は、第 2 の実施例の走査型内視鏡システムの光源部が発光を開始する前の期間中において、被写体を走査可能な状態であるか否かを検出する場合に実施される処理の一例を示すフローチャートである。

40

【0096】

制御部 13 は、光源部 2（の各レーザ光源）が発光を開始する前の期間中において、図 5 のステップ S 2 1 と同様に、図 6、図 7 A 及び図 7 B に示したような（所定の波形を具備する）駆動信号 P Z T 1 ~ P Z T 4 をアクチュエータ部 5 の圧電素子 5 a ~ 5 d に供給するための制御を走査駆動部 6 に対して行う（図 11 のステップ S 5 1）。

50

【 0 0 9 7 】

制御部 1 3 は、図 5 のステップ S 2 2 と同様に、図 1 1 のステップ S 5 1 の制御に応じて走査駆動部 6 から出力される駆動信号アクチュエータ部 5 及び電圧測定部 8 に供給され、かつ、当該駆動信号の供給に応じてアクチュエータ部 5 から出力される観測信号が電圧測定部 8 に供給されるように、信号切替部 7 の出力状態を切り替えるための制御を行う（図 1 1 のステップ S 5 2 ）。

【 0 0 9 8 】

一方、電圧測定部 8 は、図 5 のステップ S 2 3 と同様に、駆動状態の圧電素子 5 i において発生した電圧 V D を測定し（図 1 1 のステップ S 5 3 ）、当該測定した電圧 V D の情報を制御部 1 3 へ出力する。また、電圧測定部 8 は、図 5 のステップ S 2 4 と同様に、非駆動状態の圧電素子 5 k において発生した電圧 V M を測定し、当該測定した電圧 V M の情報を制御部 1 3 へ出力する（図 1 1 のステップ S 5 4 ）。

【 0 0 9 9 】

制御部 1 3 は、図 5 のステップ S 2 5 と同様に、図 1 1 のステップ S 5 3 により電圧測定部 8 から出力される電圧 V D の情報に基づく演算を行うことにより、略理想的な状態で非駆動状態の圧電素子 5 k が変形した際の変形量に応じて発生すると推定される推定電圧 V E を算出する（図 1 1 のステップ S 5 5 ）。

【 0 1 0 0 】

制御部 1 3 は、図 5 のステップ S 2 6 と同様に、図 1 1 のステップ S 5 4 により測定された電圧 V M と、図 5 のステップ S 5 5 により算出した推定電圧 V E と、の差分値を求め、さらに、当該求めた差分値が所定の範囲内に入っているか否かを判定した結果に応じ、光ファイバ 3 の状態が正常であるまたは異常であるとの検出結果を得る（図 1 1 のステップ S 5 6 ）。

【 0 1 0 1 】

制御部 1 3 は、図 1 1 のステップ S 5 6 の処理により、光ファイバ 3 の状態が正常であるとの検出結果を得た場合には、光ファイバ 3 に供給される照明光の生成に係る発光を許可する制御を光源部 2 に対して行うとともに、被写体の走査を開始することが可能な状態になった旨を報知可能な文字列をモニタ 1 2 に表示させるための制御を画像処理部 1 1 に対して行う（図 1 1 のステップ S 5 7 ）。

【 0 1 0 2 】

また、制御部 1 3 は、図 1 1 のステップ S 5 6 の処理により、光ファイバ 3 の状態が異常であるとの検出結果を得た場合には、光ファイバ 3 に供給される照明光の生成に係る発光を禁止する制御を光源部 2 に対して行うとともに、被写体の走査を開始することが不可能な状態である旨を報知可能な文字列をモニタ 1 2 に表示させるための制御を画像処理部 1 1 に対して行う（図 1 1 のステップ S 5 8 ）。

【 0 1 0 3 】

以上に述べたように、図 1 1 のフローチャートの処理によれば、走査型内視鏡システム 1 を用いた観察（または検査）が行われる前に、光ファイバ 3 の状態が正常であるか否かを検出することができる。そのため、図 1 1 のフローチャートの処理によれば、例えば、走査型内視鏡システム 1 を用いた観察（または検査）が行われる前に光ファイバ 3 の折れ等の異常を検出することができ、すなわち、本来意図した走査パターンから外れた状態で被写体の走査が行われることを未然に防ぐことができる。

【 0 1 0 4 】

（第 3 の実施例）

図 1 2 及び図 1 3 は、本発明の第 3 の実施例に係るものである。なお、本実施例においては、走査型内視鏡システムの各部の構成が第 1 及び第 2 の実施例と共通である一方で、光ファイバの状態検出等に係る動作が第 1 及び第 2 の実施例とは異なっている。そのため、本実施例においては、第 1 及び第 2 の実施例において既述の走査型内視鏡システムの各部の構成等に関する説明を省略するとともに、第 1 及び第 2 の実施例とは異なる処理等に関する説明を主に行う。図 1 2 は、第 3 の実施例の走査型内視鏡システムにおける光ファ

イバの状態検出等に係る動作の一例を説明するためのフローチャートである。

【0105】

制御部13は、例えば、図5のステップS28等の処理により光ファイバ3の異常を報知した後等において、駆動信号PZT1～PZT4のいずれかを周波数変調した周波数 f_k ($k=1, 2, \dots, N$)の駆動信号を、圧電素子5a～5dのいずれか1つに対して供給するための制御を行う(図12のステップS61)。なお、以降においては、簡単のため、駆動信号PZT1を周波数変調した周波数 f_k の駆動信号が信号切替部7を介して圧電素子5aへ供給されるとともに、圧電素子5cの変形に伴って発生する電圧に応じた観測信号が信号切替部7を介して電圧測定部8へ出力される場合を例に挙げて説明する。

【0106】

電圧測定部8は、信号切替部7から出力される観測信号に基づき、圧電素子5cの変形に伴って発生した電圧 V_{f_k} を測定し、当該測定した電圧 V_{f_k} の情報を制御部13へ出力する(図12のステップS62)。

【0107】

制御部13は、図12のステップS61の制御により圧電素子5aに供給された駆動信号の周波数 f_k と、図12のステップS62を経て電圧測定部8から出力される電圧 V_{f_k} と、を相互に関連付けて図示しない記憶装置に格納する。

【0108】

その後、制御部13は、各周波数 $f_1 \sim f_N$ に対応する電圧 $V_{f_1} \sim V_{f_N}$ が測定されていないことを検出した場合(図12のステップS63)には、図12のステップS61に戻り、未測定の電圧 V_{f_k} に対応する周波数 f_k の駆動信号を圧電素子5aに供給するための制御を行う。すなわち、制御部13は、図12のステップS61～ステップS63を繰り返すことにより、相互に異なる複数の周波数の(周波数 $f_1 \sim f_N$ の)駆動信号を走査駆動部6から圧電素子5aに対して順次供給させるための制御を行っている。

【0109】

一方、異常箇所推定部としての機能を備えた制御部13は、各周波数 $f_1 \sim f_N$ に対応する電圧 $V_{f_1} \sim V_{f_N}$ が測定されたことを検出した場合(図12のステップS63)には、電圧 $V_{f_1} \sim V_{f_N}$ の中で最大の電圧 V_{f_a} が測定されたときの駆動信号の周波数 f_a を周波数 $f_1 \sim f_N$ の中から特定する(図12のステップS64)。

【0110】

その後、制御部13は、正常な(異常箇所のない)光ファイバ3を揺動する場合における駆動信号の周波数 f_o をメモリ14から読み込み、図12のステップS64により得られた周波数 f_a から周波数 f_o を減ずることにより差分値 Δf を求め、さらに、当該求めた差分値 Δf の大きさに基づいて光ファイバ3の異常箇所を推定する(図12のステップS65)。

【0111】

ここで、前述の周波数 f_a は、アクチュエータ部5により揺動される光ファイバ3における異常箇所の発生位置に応じて変化する。具体的には、前述の周波数 f_a は、(光ファイバ3の)異常箇所を遠位端として光ファイバ3が揺動される場合の駆動信号の周波数として検出される。

【0112】

また、前述の周波数 f_o は、アクチュエータ部5により揺動される光ファイバ3の長さ(光ファイバ3の光出射面を含む端部の長さ)に応じて予め設定された周波数である。具体的には、前述の周波数 f_o は、(光ファイバ3の)光出射面を遠位端として光ファイバ3が揺動される場合の駆動信号の周波数として予め設定される。

【0113】

図13は、一の圧電素子に対して供給される駆動信号の周波数と、当該一の圧電素子に対向する位置に配置された他の圧電素子の変形に応じて発生する電圧と、の間の相関の一例を説明するための図である。

【0114】

一方、光ファイバ 3 に異常箇所が存在する場合には、圧電素子 5 a に供給される駆動信号の周波数と、圧電素子 5 c の変形に応じて発生する電圧と、の間の相関を、例えば、図 13 の二点鎖線で示すようなグラフとして表すことができる。

【0115】

また、光ファイバ 3 に異常箇所が存在しない場合には、圧電素子 5 a に供給される駆動信号の周波数と、圧電素子 5 c の変形に応じて発生する電圧と、の間の相関を、例えば、図 13 の一点鎖線で示すようなグラフとして表すことができる。

【0116】

そのため、図 12 のステップ S 65 の処理により、例えば、差分値 Δf として相対的に小さな値が得られた場合には、光ファイバ 3 の光出射面を含む端部（アクチュエータ部 5 により揺動される部分）のうち、当該光出射面の近傍に異常箇所が存在するとの推定結果を得ることができる。また、図 12 のステップ S 65 の処理により、例えば、差分値 Δf として相対的に大きな値が得られた場合には、光ファイバ 3 の光出射面を含む端部のうち、アクチュエータ部 5 の近傍に異常箇所が存在するとの推定結果を得ることができる。なお、図 12 のステップ S 65 の処理により、例えば、差分値 Δf として略 0 の値が得られた場合には、少なくとも、光ファイバ 3 の光出射面を含む端部には異常箇所が存在しないとの推定結果を得ることができる。

【0117】

そして、制御部 13 は、図 12 のステップ S 65 により推定した光ファイバ 3 の異常箇所を報知可能な（例えば「光出射面の近傍でファイバが折れています」等の）文字列をモニタ 12 に表示させるための制御を画像処理部 11 に対して行う（図 12 のステップ S 66）。なお、制御部 13 は、図 12 のステップ S 66 の処理に併せ、例えば、図 12 のステップ S 65 により推定した光ファイバ 3 の異常箇所をメモリ 14 に格納させるような処理を行うものであってもよい。

【0118】

以上に述べたように、図 12 のフローチャートの処理によれば、走査型内視鏡システム 1 を用いた観察の際に、光ファイバ 3 の光出射面を含む端部の状態が正常であるか否かを検出できるとともに、当該端部のうちのどの部分に異常が発生しているかを推定することができる。

【0119】

なお、以上に述べたような、アクチュエータ部 5 が 4 つの圧電素子を有する場合の処理及び動作を適宜変形することにより、アクチュエータ部 5 が任意の複数の圧電素子を有する場合であっても各実施例を適用することができる。

【0120】

本発明は、上述した各実施例に限定されるものではなく、発明の趣旨を逸脱しない範囲内において種々の変更や応用が可能であることは勿論である。

【符号の説明】

【0121】

- 1 走査型内視鏡システム
- 2 光源部
- 3 光ファイバ
- 4 走査型内視鏡
- 5 アクチュエータ部
- 5 a , 5 b , 5 c , 5 d 圧電素子
- 6 走査駆動部
- 7 信号切替部
- 8 電圧測定部
- 9 光ファイババンドル
- 10 光検出部
- 11 画像処理部

10

20

30

40

50

1 2 モニタ

1 3 制御部

1 4 メモリ

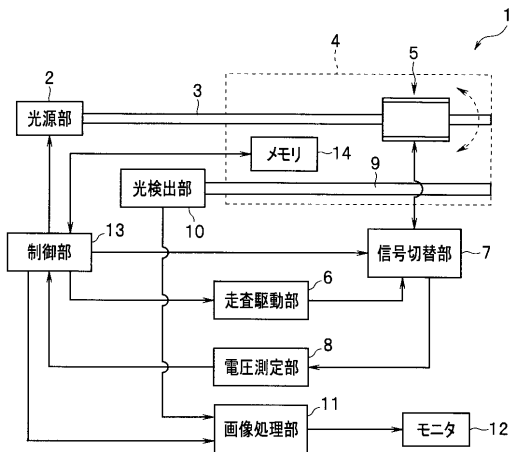
【先行技術文献】

【特許文献】

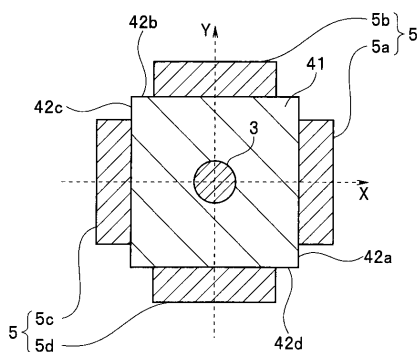
【0122】

【特許文献1】特表2010-534862号公報

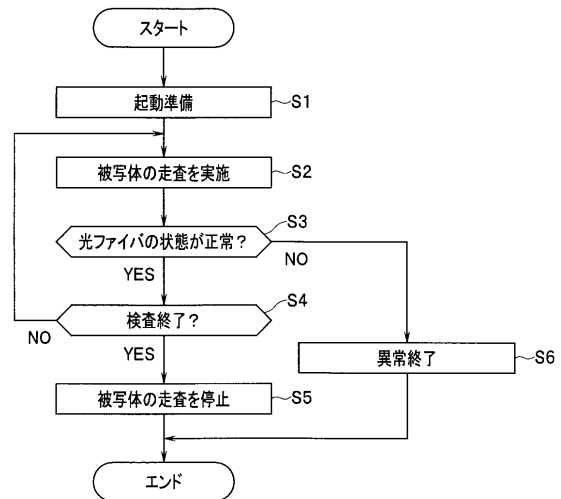
【図1】



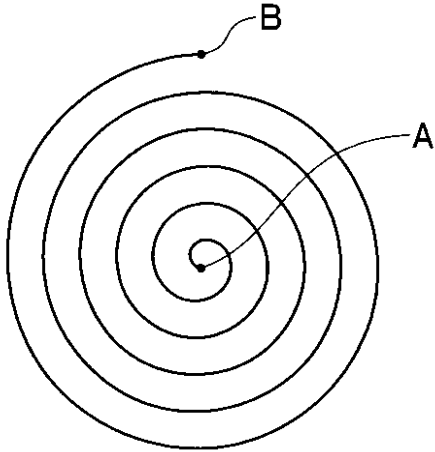
【図2】



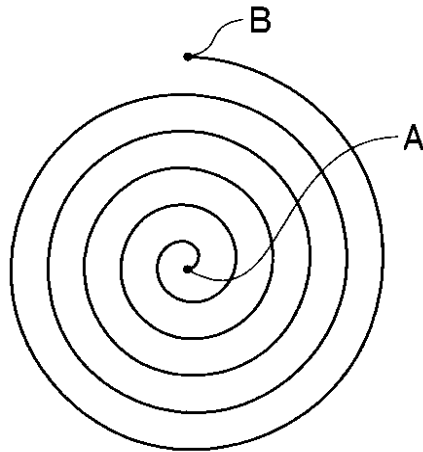
【図3】



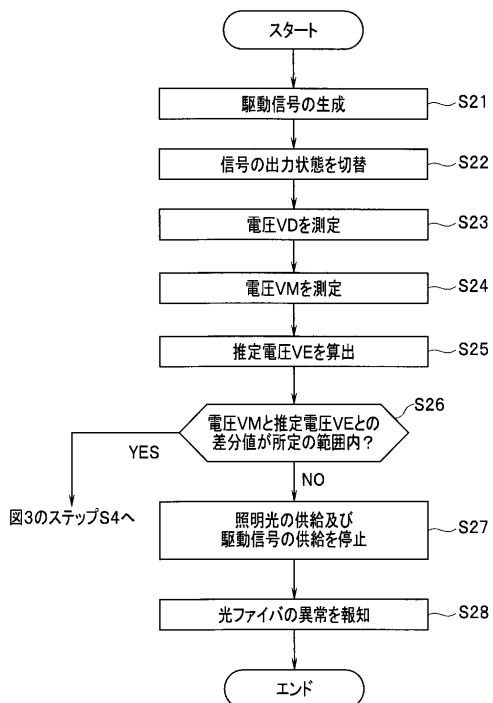
【図 4 A】



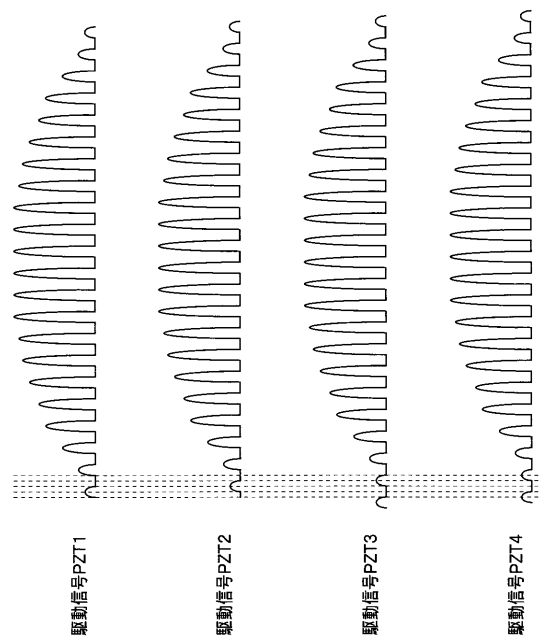
【図 4 B】



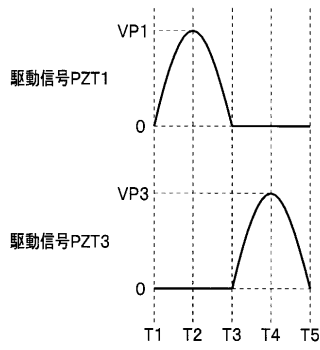
【図 5】



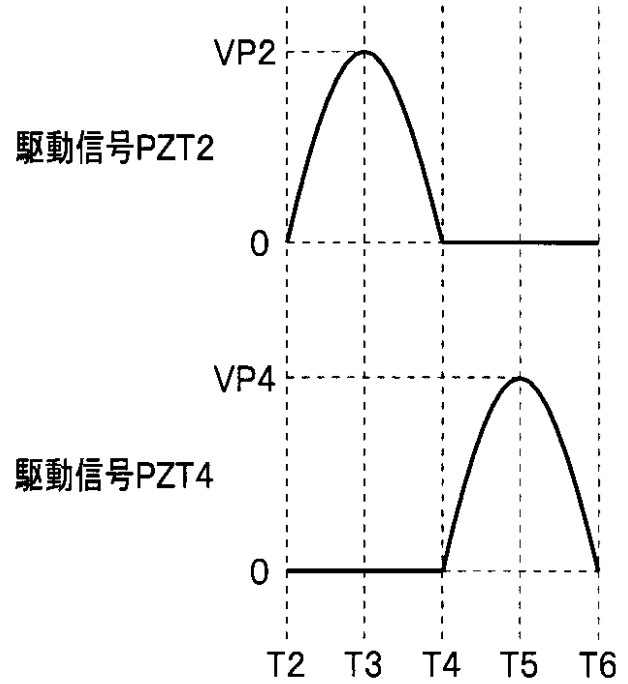
【図 6】



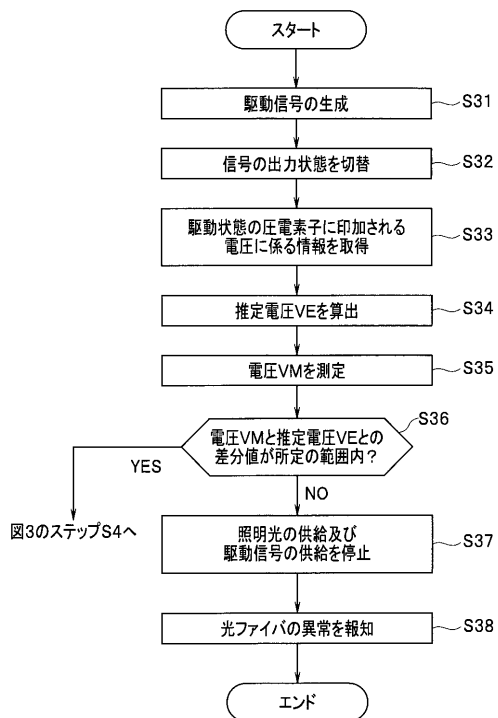
【図 7 A】



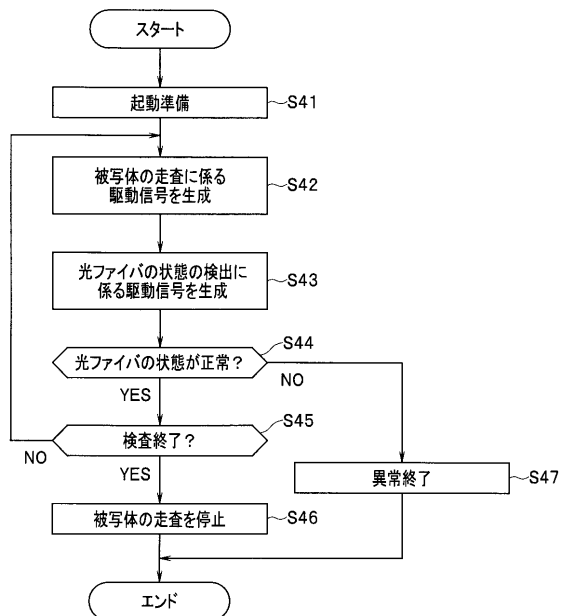
【図 7 B】



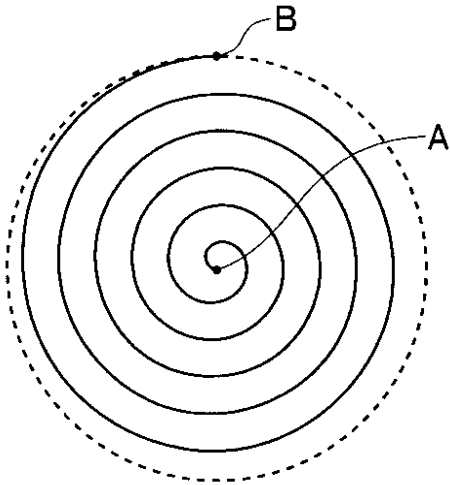
【図 8】



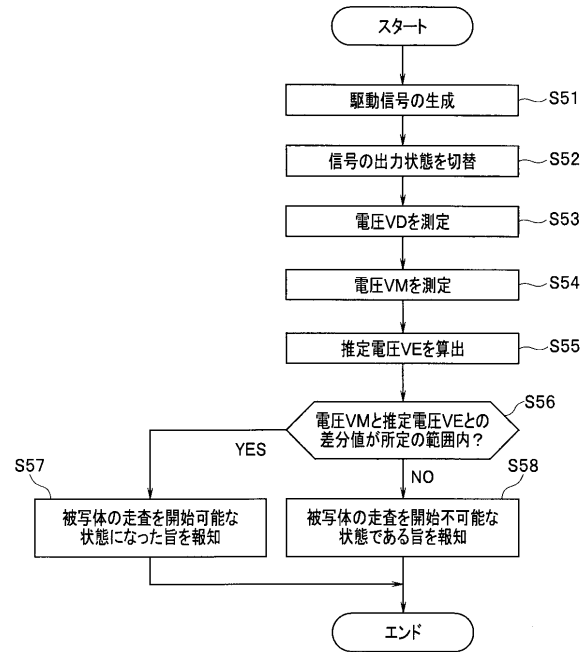
【図 9】



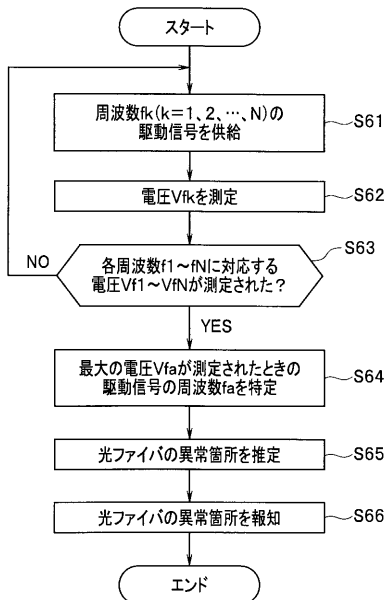
【図 10】



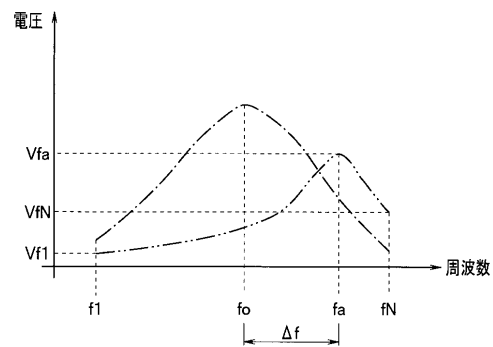
【図 11】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H040 CA04 CA11 DA43 FA13 GA06 GA11
2H045 AE05 BA14 DA41
4C161 BB01 CC07 FF40 FF46 FF50 HH51 NN01 NN03 QQ07 QQ09
UU05

专利名称(译)	扫描内窥镜系统		
公开(公告)号	JP2014188221A	公开(公告)日	2014-10-06
申请号	JP2013067407	申请日	2013-03-27
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	伊藤誠一 長谷川潤		
发明人	伊藤 誠一 長谷川 潤		
IPC分类号	A61B1/04 A61B1/00 G02B23/24 G02B26/10		
FI分类号	A61B1/04.370 A61B1/00.300.P A61B1/00.300.U G02B23/24.B G02B26/10.109 A61B1/00.300.T A61B1/00.524 A61B1/00.715 A61B1/00.730 A61B1/00.732 A61B1/04 A61B1/06.614		
F-TERM分类号	2H040/CA04 2H040/CA11 2H040/DA43 2H040/FA13 2H040/GA06 2H040/GA11 2H045/AE05 2H045/BA14 2H045/DA41 4C161/BB01 4C161/CC07 4C161/FF40 4C161/FF46 4C161/FF50 4C161/HH51 4C161/NN01 4C161/NN03 4C161/QQ07 4C161/QQ09 4C161/UU05		
代理人(译)	伊藤 进 長谷川 靖 ShinoUra修		
其他公开文献	JP5973946B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种扫描内窥镜系统，其能够检测用于引导照明光的导光部件的状态。致动器部分，该致动器部分配备有用于使光导部分振动的多个压电元件。扫描驱动部向致动器部提供驱动信号，该驱动信号向多个压电元件中的至少一个施加电压并能够驱动该压电元件。电压测量部分，其测量在与施加了与从扫描驱动部分提供的驱动信号相对应的电压的一个压电元件的变形相关联的其他压电元件中产生的电压。算术运算部分，用于计算估计的电压，该估计的电压估计在与一个压电元件的变形相关联的其他压电元件中产生；状态检测部根据电压测量部所测量的电压与算术运算部所计算出的估计电压之差来检测由致动器部振荡的导光部的状态。

