

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5639310号

(P5639310)

(45) 発行日 平成26年12月10日 (2014. 12. 10)

(24) 登録日 平成26年10月31日 (2014. 10. 31)

(51) Int. Cl.

F I

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

A 6 1 B 1/00 3 0 0 Y

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

G 0 2 B 23/24 A

請求項の数 6 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2014-517297 (P2014-517297)
 (86) (22) 出願日 平成25年9月6日 (2013. 9. 6)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2013/074102
 (87) 国際公開番号 W02014/065025
 (87) 国際公開日 平成26年5月1日 (2014. 5. 1)
 審査請求日 平成26年4月14日 (2014. 4. 14)
 (31) 優先権主張番号 特願2012-233024 (P2012-233024)
 (32) 優先日 平成24年10月22日 (2012. 10. 22)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 304050923
 オリンパスメディカルシステムズ株式会社
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
 (74) 代理人 100076233
 弁理士 伊藤 進
 (74) 代理人 100101661
 弁理士 長谷川 靖
 (74) 代理人 100135932
 弁理士 篠浦 治
 (72) 発明者 酒井 悠次
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
 リンパスメディカルシステムズ株式会社内
 (72) 発明者 沖田 佳也
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
 リンパスメディカルシステムズ株式会社内
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 走査型内視鏡システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源から発せられた照明光を導くファイバと、

前記ファイバの側方に設けられ、印加される電圧に応じて伸縮することで前記ファイバを揺動させるための第1のアクチュエータと、

前記ファイバを挟んで前記第1のアクチュエータと対向する位置に配置され、印加される電圧に応じて伸縮することで、前記ファイバを揺動させるための第2のアクチュエータと、

前記第1のアクチュエータを収縮した状態とさせる第1の電圧を中心として変動する第1の駆動信号を前記第1のアクチュエータに印加し、さらに、前記第2のアクチュエータを収縮した状態とさせる第2の電圧を中心として変動する第2の駆動信号を前記第2のアクチュエータに印加する駆動信号出力部と、
 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】

前記第1のアクチュエータは、正の値の電圧が印加された際に収縮し、かつ負の値の電圧が印加された際に伸長する、前記ファイバを揺動させるための圧電素子であり、

前記第2のアクチュエータは、負の値の電圧が印加された際に収縮し、かつ正の値の電圧が印加された際に伸張する、前記ファイバを揺動させるための圧電素子であり、

前記駆動信号出力部は、前記第1の電圧として正の値の電圧を中心とし、前記第2の電圧として負の値の電圧を中心とする

10

20

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】

前記第 1 のアクチュエータ及び前記第 2 のアクチュエータは、圧電素子によりそれぞれ形成されており、

前記第 1 の駆動信号の振幅値、及び、前記第 2 の駆動信号の振幅値は、前記圧電素子の抗電界に相当する電圧値を超えないようにそれぞれ設定されている

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】

前記第 1 のアクチュエータ及び前記第 2 のアクチュエータを形成する前記圧電素子は、前記所定の軸方向に沿った同一の分極方向となるように予め分極処理が施されているとともに、前記分極方向の厚みが互いに同一になるように形成されている

10

ことを特徴とする請求項 3 に記載の走査型内視鏡システム。

【請求項 5】

前記第 1 の駆動信号及び前記第 2 の駆動信号が互いに同位相であるとともに、

前記第 1 の電圧及び前記第 2 の電圧のうちの一方の電圧値の正負を反転した値が、前記第 1 の電圧及び前記第 2 の電圧のうちの他方の電圧値に等しくなる

ことを特徴とする請求項 2 に記載の走査型内視鏡システム。

【請求項 6】

被写体へ照射された前記照明光の戻り光を受光する受光部と、

前記受光部において受光された前記戻り光の強度に応じた信号を生成して出力するように構成された光検出部と、

20

前記光検出部から出力される信号に基づいて前記被写体の画像を生成するように構成された画像生成部と、

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。

【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】

30

【0002】

医療分野の内視鏡においては、被検者の負担を軽減するために、当該被検者の体腔内に挿入される挿入部を細径化するための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、米国出願公開 2008 / 0218824 号に開示された走査ビームシステムが知られている。

40

【0004】

ところで、前述したような従来の走査型内視鏡においては、例えば、予め分極処理が施された圧電素子を具備して構成されたアクチュエータに対し、当該圧電素子の分極方向の厚みに応じた抵電界の大きさを超えないような電圧を印加することにより、照明用ファイバが揺動されるように構成されている。

【0005】

但し、前述のようなアクチュエータを用いて走査型内視鏡を構成する場合には、挿入部

50

の細径化の実現に際し、圧電素子の分極方向の厚みを可能な限り薄くする必要がある。その一方で、前述のようなアクチュエータにおいては、圧電素子の分極方向の厚みの減少に伴って抗電界の大きさが減少することに起因し、当該圧電素子の分極の維持に要する印加電圧の限界値に比較的厳しい制約が課せられてしまう、という問題点がある。

【 0 0 0 6 】

これに対し、米国出願公開 2 0 0 8 / 0 2 1 8 8 2 4 号には、前述の問題点を解消可能な手法等について特に言及されていない。そのため、米国出願公開 2 0 0 8 / 0 2 1 8 8 2 4 号に開示された構成によれば、例えば、走査型内視鏡による被写体の走査範囲を所定の範囲以上に広げることができない、という課題が生じている。

【 0 0 0 7 】

本発明は、前述した事情に鑑みてなされたものであり、被写体の走査範囲を従来に比べて広げることが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。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本発明の一態様の走査型内視鏡システムは、光源から発せられた照明光を導くファイバと、前記ファイバの側方に設けられ、印加される電圧に応じて伸縮することで前記ファイバを揺動させるための第 1 のアクチュエータと、前記ファイバを挟んで前記第 1 のアクチュエータと対向する位置に配置され、印加される電圧に応じて伸縮することで、前記ファイバを揺動させるための第 2 のアクチュエータと、前記第 1 のアクチュエータを収縮した状態とさせる第 1 の電圧を 中心 として変動する第 1 の駆動信号を前記第 1 のアクチュエータに印加し、さらに、前記第 2 のアクチュエータを収縮した状態とさせる第 2 の電圧を 中心 として変動する第 2 の駆動信号を前記第 2 のアクチュエータに印加する駆動信号出力部と、を有する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【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】走査型内視鏡に設けられたアクチュエータ部の駆動に用いられる第 1 の駆動信号の波形の一例を示す図。

【図 4】走査型内視鏡に設けられたアクチュエータ部の駆動に用いられる第 2 の駆動信号の波形の一例を示す図。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 0 】

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。

【 0 0 1 1 】

図 1 から図 4 は、本発明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。

【 0 0 1 2 】

走査型内視鏡システム 1 は、例えば図 1 に示すように、被検者の体腔内に挿入される走査型内視鏡 2 と、走査型内視鏡 2 に接続される本体装置 3 と、本体装置 3 に接続されるモニタ 4 と、を有して構成されている。

【 0 0 1 3 】

走査型内視鏡 2 は、被検者の体腔内に挿入可能な細長形状及び可撓性を備えて形成された挿入部 1 1 を有して構成されている。なお、挿入部 1 1 の基端部には、走査型内視鏡 2 を本体装置 3 に着脱自在に接続するための図示しないコネクタ等が設けられている。

【 0 0 1 4 】

挿入部 1 1 の内部における基端部から先端部にかけての部分には、本体装置 3 の光源ユニット 2 1 から供給された照明光を集光光学系 1 4 へ導く導光部としての機能を具備する照明用ファイバ 1 2 と、被写体からの戻り光を受光して本体装置 3 の検出ユニット 2 3 へ

10

20

30

40

50

導く受光用ファイバ１３と、がそれぞれ挿通されている。

【００１５】

照明用ファイバ１２の光入射面を含む端部は、本体装置３の内部に設けられた合波器３２に配置されている。また、照明用ファイバ１２の光出射面を含む端部は、挿入部１１の先端部に設けられたレンズ１４ａの光入射面の近傍において、固定部材等により固定されない状態で配置されている。

【００１６】

受光用ファイバ１３の光入射面を含む端部は、挿入部１１の先端部の先端面における、レンズ１４ｂの光出射面の周囲に固定配置されている。また、受光用ファイバ１３の光出射面を含む端部は、本体装置３の内部に設けられた分波器３６に配置されている。

10

【００１７】

集光光学系１４は、レンズ１４ａ及びレンズ１４ｂを具備し、照明用ファイバ１２から入射される照明光を集光して被写体へ出射することができるように構成されている。

【００１８】

挿入部１１の先端部側における照明用ファイバ１２の中途部には、本体装置３のドライバユニット２２から出力される駆動信号に基づいて駆動するアクチュエータ部１５が設けられている。

【００１９】

一方、照明用ファイバ１２及びアクチュエータ部１５は、挿入部１１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。

20

【００２０】

図２に示すように、照明用ファイバ１２とアクチュエータ部１５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。

【００２１】

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（紙面の左右方向）に対して垂直な側面４２ａ及び４２ｃと、Ｙ軸方向（紙面の上下方向）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、照明用ファイバ１２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。

30

【００２２】

アクチュエータ部１５は、図２に示すように、側面４２ａに沿って配置されたアクチュエータ１５ａと、側面４２ｂに沿って配置されたアクチュエータ１５ｂと、側面４２ｃに沿って配置されたアクチュエータ１５ｃと、側面４２ｄに沿って配置されたアクチュエータ１５ｄと、を有している。

【００２３】

換言すると、光走査部としての機能を具備するアクチュエータ部１５は、照明用ファイバ１２を挟んでＹ軸に対向する（あるいはＹ軸に対称な）位置であるとともにＸ軸方向に沿って配置された一対のアクチュエータ１５ａ及び１５ｃと、照明用ファイバ１２を挟んでＸ軸に対向する（あるいはＸ軸に対称な）位置であるとともにＹ軸方向に沿って配置された一対のアクチュエータ１５ｂ及び１５ｄと、を有して構成されている。

40

【００２４】

アクチュエータ１５ａ、１５ｂ、１５ｃ及び１５ｄは、ドライバユニット２２から出力される駆動信号に応じてそれぞれ駆動するように構成されている。

【００２５】

アクチュエータ１５ａは、例えば、分極方向がＸ軸の負方向（図２の紙面右から左へ向かう方向）に一致するように予め分極処理が施された圧電素子により形成されており、ドライバユニット２２から出力される駆動信号に応じ、正の値の電圧が印加された際に（駆

50

動信号の供給に伴って発生する電界の方向が分極方向に対して順方向である場合に) Z 軸方向(紙面の法線方向)に沿って収縮するとともに、負の値の電圧が印加された際に(駆動信号の供給に伴って発生する電界の方向が分極方向に対して逆方向である場合に) Z 軸方向に沿って伸長するように構成されている。

【0026】

アクチュエータ15bは、例えば、分極方向がY軸の負方向(図2の紙面上から下へ向かう方向)に一致するように予め分極処理が施された圧電素子により形成されており、ドライバユニット22から出力される駆動信号に応じ、正の値の電圧が印加された際にZ軸方向に沿って収縮するとともに、負の値の電圧が印加された際にZ軸方向に沿って伸長するように構成されている。

10

【0027】

アクチュエータ15cは、例えば、分極方向がX軸の負方向に一致するように予め分極処理が施された圧電素子により形成されており、ドライバユニット22から出力される駆動信号に応じ、負の値の電圧が印加された際にZ軸方向に沿って収縮するとともに、正の値の電圧が印加された際にZ軸方向に沿って伸長するように構成されている。

【0028】

アクチュエータ15dは、例えば、分極方向がY軸の負方向に一致するように予め分極処理が施された圧電素子により形成されており、ドライバユニット22から出力される駆動信号に応じ、負の値の電圧が印加された際にZ軸方向に沿って収縮するとともに、正の値の電圧が印加された際にZ軸方向に沿って伸長するように構成されている。

20

【0029】

なお、本実施例によれば、前述したような分極方向及び伸縮方向を具備するアクチュエータ15a~15dを用いてアクチュエータ部15が構成されるものに限らず、他の分極方向及び伸縮方向を具備するアクチュエータ15a~15dを用いてアクチュエータ部15が構成されてもよい。

【0030】

挿入部11の内部には、走査型内視鏡2の個体識別情報等の種々の情報を含む内視鏡情報が予め格納されたメモリ16が設けられている。そして、メモリ16に格納された内視鏡情報は、走査型内視鏡2と本体装置3とが接続された際に、本体装置3のコントローラ25により読み込まれる。

30

【0031】

一方、本体装置3は、光源ユニット21と、ドライバユニット22と、検出ユニット23と、メモリ24と、コントローラ25と、を有して構成されている。

【0032】

光源ユニット21は、光源31aと、光源31bと、光源31cと、合波器32と、を有して構成されている。

【0033】

光源31aは、例えばレーザ光源等を具備し、コントローラ25の制御によりオンされた際に、赤色の波長帯域の光(以降、R光とも称する)を合波器32へ出射するように構成されている。

40

【0034】

光源31bは、例えばレーザ光源等を具備し、コントローラ25の制御によりオンされた際に、緑色の波長帯域の光(以降、G光とも称する)を合波器32へ出射するように構成されている。

【0035】

光源31cは、例えばレーザ光源等を具備し、コントローラ25の制御によりオンされた際に、青色の波長帯域の光(以降、B光とも称する)を合波器32へ出射するように構成されている。

【0036】

合波器32は、光源31aから発せられたR光と、光源31bから発せられたG光と、

50

光源 3 1 c から発せられた B 光と、を合波して照明用ファイバ 1 2 の光入射面に供給できるように構成されている。

【 0 0 3 7 】

ドライバユニット 2 2 は、駆動信号出力部としての機能を具備し、信号発生器 3 3 と、D / A 変換器 3 4 a 及び 3 4 b と、アンプ 3 5 と、を有して構成されている。

【 0 0 3 8 】

信号発生器 3 3 は、コントローラ 2 5 の制御に基づき、照明用ファイバ 1 2 の光出射面を含む端部を揺動させるための駆動信号を生成して D / A 変換器 3 4 a 及び 3 4 b に出力するように構成されている。

【 0 0 3 9 】

D / A 変換器 3 4 a 及び 3 4 b は、信号発生器 3 3 から出力されたデジタルの駆動信号をアナログの駆動信号に変換してアンプ 3 5 へ出力するように構成されている。

【 0 0 4 0 】

アンプ 3 5 は、D / A 変換器 3 4 a 及び 3 4 b から出力された駆動信号を増幅してアクチュエータ部 1 5 へ出力するように構成されている。

【 0 0 4 1 】

一方、検出ユニット 2 3 は、分波器 3 6 と、検出器 3 7 a、3 7 b 及び 3 7 c と、A / D 変換器 3 8 a、3 8 b 及び 3 8 c と、を有して構成されている。

【 0 0 4 2 】

分波器 3 6 は、ダイクロイックミラー等を具備し、受光用ファイバ 1 3 の光出射面から出射された戻り光を R (赤)、G (緑) 及び B (青) の色成分毎の光に分離して検出器 3 7 a、3 7 b 及び 3 7 c へ出射するように構成されている。

【 0 0 4 3 】

検出器 3 7 a は、分波器 3 6 から出力される R 光の強度を検出し、当該検出した R 光の強度に応じたアナログの R 信号を生成して A / D 変換器 3 8 a へ出力するように構成されている。

【 0 0 4 4 】

検出器 3 7 b は、分波器 3 6 から出力される G 光の強度を検出し、当該検出した G 光の強度に応じたアナログの G 信号を生成して A / D 変換器 3 8 b へ出力するように構成されている。

【 0 0 4 5 】

検出器 3 7 c は、分波器 3 6 から出力される B 光の強度を検出し、当該検出した B 光の強度に応じたアナログの B 信号を生成して A / D 変換器 3 8 c へ出力するように構成されている。

【 0 0 4 6 】

A / D 変換器 3 8 a は、検出器 3 7 a から出力されたアナログの R 信号をデジタルの R 信号に変換してコントローラ 2 5 へ出力するように構成されている。

【 0 0 4 7 】

A / D 変換器 3 8 b は、検出器 3 7 b から出力されたアナログの G 信号をデジタルの G 信号に変換してコントローラ 2 5 へ出力するように構成されている。

【 0 0 4 8 】

A / D 変換器 3 8 c は、検出器 3 7 c から出力されたアナログの B 信号をデジタルの B 信号に変換してコントローラ 2 5 へ出力するように構成されている。

【 0 0 4 9 】

メモリ 2 4 には、本体装置 3 の制御を行うための制御プログラム等が予め格納されている。また、メモリ 2 4 には、本体装置 3 のコントローラ 2 5 により読み込まれた内視鏡情報が格納される。

【 0 0 5 0 】

コントローラ 2 5 は、CPU 等を具備し、メモリ 2 4 に格納された制御プログラムを読み出し、当該読み出した制御プログラムに基づいて光源ユニット 2 1 及びドライバユニッ

10

20

30

40

50

ト 2 2 の制御を行うように構成されている。すなわち、光走査部としての機能を具備するアクチュエータ部 1 5 は、前述のようなコントローラ 2 5 の制御に応じてドライバユニット 2 2 から出力される駆動信号に基づき、被写体へ照射される照明光の照射位置が所定の走査パターンに応じた軌跡を描くように照明用ファイバ 1 2 を揺動させることができる。

【 0 0 5 1 】

コントローラ 2 5 は、挿入部 1 1 が本体装置 3 に接続された際にメモリ 1 6 から出力される内視鏡情報をメモリ 2 4 に格納させるように動作する。

【 0 0 5 2 】

コントローラ 2 5 は、検出ユニット 2 3 から出力される R 信号、G 信号及び B 信号に基づいて画像を生成し、当該生成した画像をモニタ 4 に表示させるように構成されている。

10

【 0 0 5 3 】

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 の動作等について説明する。

【 0 0 5 4 】

内視鏡システム 1 の各部の電源が投入されると、挿入部 1 1 のメモリ 1 6 に格納された内視鏡情報がコントローラ 2 5 により読みこまれ、当該読み込まれた内視鏡情報がメモリ 2 4 に格納される。

【 0 0 5 5 】

コントローラ 2 5 は、メモリ 1 6 から読み込んだ内視鏡情報をメモリ 2 4 に格納した後、光源 3 1 a、3 1 b 及び光源 3 1 c をオフからオンへ切り替える制御を光源ユニット 2 1 に対して行うとともに、後述の第 1 及び第 2 の駆動信号を信号発生器 3 3 から出力させるための制御をドライバユニット 2 2 に対して行う。

20

【 0 0 5 6 】

信号発生器 3 3 は、コントローラ 2 5 の制御に基づき、アクチュエータ 1 5 a 及び 1 5 b を駆動するための駆動信号として、例えば、図 3 に示すような波形を具備する第 1 の駆動信号を生成して D / A 変換器 3 4 a に出力する。図 3 は、走査型内視鏡に設けられたアクチュエータ部の駆動に用いられる第 1 の駆動信号の波形の一例を示す図である。

【 0 0 5 7 】

具体的には、信号発生器 3 3 は、コントローラ 2 5 の制御に基づき、例えば、0 より大きい正の電圧値 V_P1 を中心として周期的に電圧値が変動し、かつ、アクチュエータ 1 5 a 及び 1 5 b における抗電界に相当する負の電圧値 V_N1 を超えない（下回らない）ような振幅値（ピーク値）を具備する正弦波を第 1 の駆動信号として生成する（図 3 参照）。

30

【 0 0 5 8 】

また、信号発生器 3 3 は、コントローラ 2 5 の制御に基づき、アクチュエータ 1 5 c 及び 1 5 d を駆動するための駆動信号として、例えば、図 4 に示すような波形を具備する第 2 の駆動信号を生成して D / A 変換器 3 4 b に出力する。図 4 は、走査型内視鏡に設けられたアクチュエータ部の駆動に用いられる第 2 の駆動信号の波形の一例を示す図である。

【 0 0 5 9 】

具体的には、信号発生器 3 3 は、コントローラ 2 5 の制御に基づき、例えば、0 より小さい負の電圧値 V_N2 を中心として周期的に電圧値が変動し、かつ、アクチュエータ 1 5 c 及び 1 5 d の抗電界に相当する正の電圧値 V_P2 を超えない（上回らない）ような振幅値（ピーク値）を具備する正弦波を第 2 の駆動信号として生成する（図 4 参照）。

40

【 0 0 6 0 】

なお、前述の負の電圧値 V_N1 は、アクチュエータ 1 5 a 及び 1 5 b における圧電素子の分極方向の厚みに応じて決定される値である。また、前述の正の電圧値 V_P2 は、アクチュエータ 1 5 c 及び 1 5 d における圧電素子の分極方向の厚みに応じて決定される値である。そのため、例えば、分極方向の厚みが互いに同一である圧電素子によりアクチュエータ 1 5 a ~ 1 5 d を形成した場合においては、前述の負の電圧値 V_N1 と正の電圧値 V_P2 との間に $V_N1 = -V_P2$ の関係が成立する。

【 0 0 6 1 】

50

一方、前述の第1及び第2の駆動信号は、アクチュエータ15a～15dの駆動に伴ってフェルール41に対して加えられる力の釣り合いを取るために、互いに同位相であるとともに、 $V P 1 = - V N 2$ の関係を具備するように生成される。

【0062】

そして、信号発生器33により生成された第1の駆動信号は、D/A変換器34a及びアンプ35を経た後、アクチュエータ15a及び15bへ出力される。また、信号発生器33により生成された第2の駆動信号は、D/A変換器34b及びアンプ35を経た後、アクチュエータ15c及び15dへ出力される。

【0063】

ここで、前述の第1の駆動信号に応じた交流電圧がアクチュエータ15aに印加されるとともに、前述の第2の駆動信号に応じた交流電圧がアクチュエータ15cに印加される場合においては、アクチュエータ15aの伸縮によりフェルール41に対して加えられる力と、アクチュエータ15cの伸縮によりフェルール41に対して加えられる力と、が相殺される。そのため、前述の第1の駆動信号に応じた交流電圧がアクチュエータ15aに印加されるとともに、前述の第2の駆動信号に応じた交流電圧がアクチュエータ15cに印加されることにより、アクチュエータ15a及び15cのいずれにも電圧が印加されていない場合（アクチュエータ15a及び15cのいずれも伸縮していない場合）におけるフェルール41のX軸方向の位置を維持しながら、照明用ファイバ12を揺動することができる。

10

【0064】

また、前述の第1の駆動信号に応じた交流電圧がアクチュエータ15bに印加されるとともに、前述の第2の駆動信号に応じた交流電圧がアクチュエータ15dに印加される場合においては、アクチュエータ15bの伸縮によりフェルール41に対して加えられる力と、アクチュエータ15dの伸縮によりフェルール41に対して加えられる力と、が相殺される。そのため、前述の第1の駆動信号に応じた交流電圧がアクチュエータ15bに印加されるとともに、前述の第2の駆動信号に応じた交流電圧がアクチュエータ15dに印加されることにより、アクチュエータ15b及び15dのいずれにも電圧が印加されていない場合（アクチュエータ15b及び15dのいずれも伸縮していない場合）におけるフェルール41のY軸方向の位置を維持しながら、照明用ファイバ12を揺動することができる。

20

30

【0065】

ところで、例えば、電圧値0を中心として周期的に電圧値が変動する駆動信号に応じた交流電圧をアクチュエータ15a～15dに印加するような、従来の方式で照明用ファイバ12を揺動する場合においては、フェルール41に対して加えられる力の釣り合いを実質的に考慮する必要がない一方で、アクチュエータ15a～15dの分極を維持するために、アクチュエータ15a及び15bにおける抗電界に相当する負の電圧値 $V N 1$ と、アクチュエータ15c及び15dにおける抗電界に相当する正の電圧値 $V P 2$ と、の範囲内（ $V N 1$ 以上かつ $V P 2$ 以下の範囲内）で振幅値を設定する必要がある。

【0066】

これに対し、本実施例によれば、正の電圧値 $V P 1$ を中心として周期的に電圧値が変動する第1の駆動信号に応じた交流電圧がアクチュエータ15a及び15bに印加されるとともに、負の電圧値 $V N 2$ を中心として周期的に電圧値が変動する第2の駆動信号に応じた交流電圧がアクチュエータ15c及び15dに印加されるようにしているため、負の電圧値 $V N 1$ 及び正の電圧値 $V P 2$ による振幅値（ピーク値）の制限が緩和される。その結果、本実施例によれば、従来の方式に比べて広い範囲で照明用ファイバ12を揺動することができ、すなわち、被写体の走査範囲を従来に比べて広げることができる。

40

【0067】

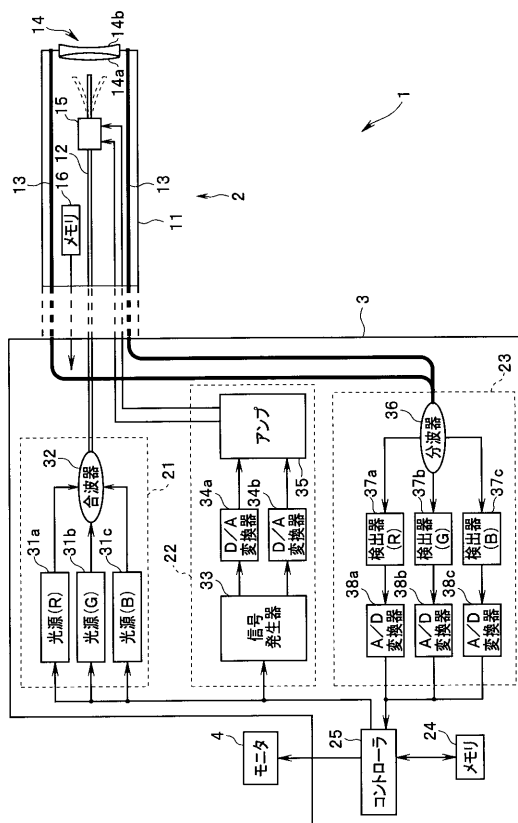
なお、本発明は、上述した実施例に限定されるものではなく、発明の趣旨を逸脱しない範囲内において種々の変更や応用が可能であることは勿論である。

【0068】

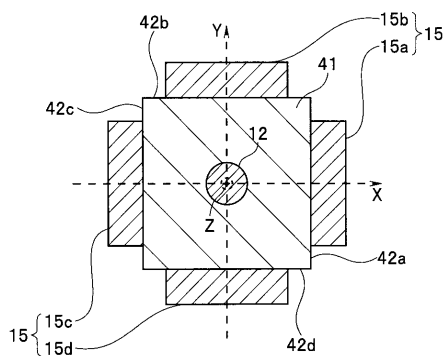
50

本出願は、2012年10月22日に日本国に出願された特願2012-233024号を優先権主張の基礎として出願するものであり、上記の開示内容は、本願明細書、請求の範囲、図面に引用されたものとする。

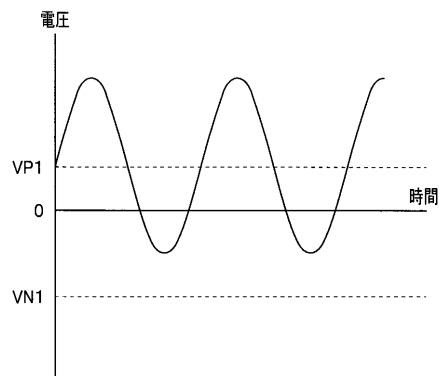
【図1】



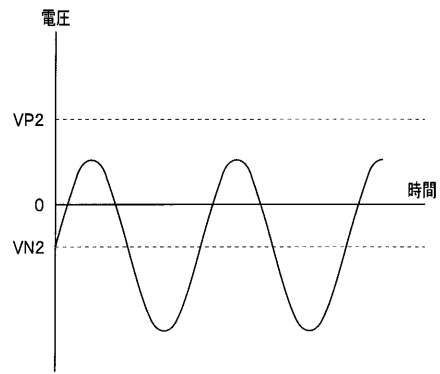
【図2】



【図3】



【図 4】



フロントページの続き

審査官 伊藤 昭治

(56)参考文献 特開 2 0 1 2 - 1 5 2 2 4 4 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 1 1 5 2 5 2 (J P , A)
特表 2 0 1 0 - 5 2 7 0 2 8 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 1 1 0 4 7 9 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 1 4 8 7 6 4 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

A 6 1 B	1 / 0 0	-	1 / 3 2
G 0 2 B	2 3 / 2 4	-	2 3 / 2 6

