

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02017/163361

発行日 平成31年1月31日 (2019. 1. 31)

(43) 国際公開日 平成29年9月28日 (2017. 9. 28)

(51) Int. Cl.			F I			テーマコード (参考)
A 6 1 B	1/00	(2006. 01)	A 6 1 B	1/00	5 2 4	2 H 0 4 0
G 0 2 B	23/24	(2006. 01)	G 0 2 B	23/24	B	4 C 1 6 1
G 0 2 B	23/26	(2006. 01)	G 0 2 B	23/26	Z	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 19 頁)

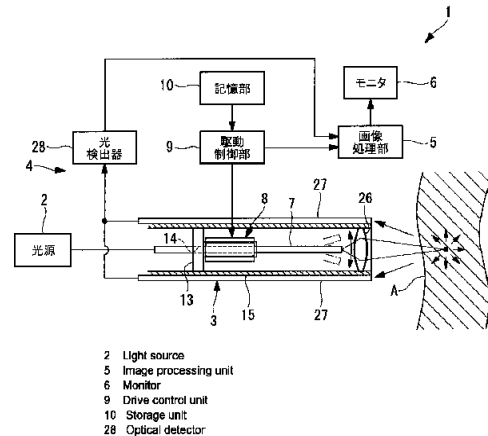
出願番号	特願2018-506701 (P2018-506701)	(71) 出願人	000000376 オリンパス株式会社 東京都八王子市石川町2951番地
(21) 国際出願番号	PCT/JP2016/059363	(74) 代理人	100118913 弁理士 上田 邦生
(22) 国際出願日	平成28年3月24日 (2016. 3. 24)	(74) 代理人	100142789 弁理士 柳 順一郎
(81) 指定国	AP (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US	(74) 代理人	100163050 弁理士 小栗 真由美
		(74) 代理人	100201466 弁理士 竹内 邦彦
		(72) 発明者	嶋本 篤義 東京都八王子市石川町2951番地 オリンパス株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光走査装置

(57) 【要約】

使用環境の変化等により共振周波数が変動しても走査範囲の変動を低減することを目的として、本発明に係る光走査装置(1)は、光源(2)からの光を導光し先端から射出する光ファイバ(7)と、光ファイバ(7)の先端を、光ファイバ(7)の長手軸に交差する方向に、駆動周波数で振動させる駆動部(8)と、光ファイバ(7)の先端の共振周波数を検出する共振周波数検出部と、共振周波数検出部により検出された共振周波数と駆動周波数との比が一定となるように駆動周波数を調節する駆動周波数調節部とを備える。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源からの光を導光し先端から射出する光ファイバと、
該光ファイバの先端を、該光ファイバの長手軸に交差する方向に、駆動周波数で振動させる駆動部と、

前記光ファイバの先端の共振周波数を検出する共振周波数検出部と、

該共振周波数検出部により検出された前記共振周波数と前記駆動周波数との比が一定となるように前記駆動周波数を調節する駆動周波数調節部とを備える光走査装置。

【請求項 2】

前記駆動部が、前記光ファイバの先端を相互に直交する 2 方向に駆動し、

前記共振周波数検出部が、少なくとも一方の駆動方向の前記共振周波数を検出する請求項 1 に記載の光走査装置。

10

【請求項 3】

前記共振周波数検出部が、2 つの駆動方向の前記共振周波数を検出し、

前記駆動周波数調節部が、前記共振周波数検出部により検出された 2 つの前記共振周波数の内、前記駆動周波数との比が 1 に近い側の前記共振周波数に対応する駆動方向の前記共振周波数と前記駆動周波数との比が一定となるように前記駆動周波数を調節する請求項 2 に記載の光走査装置。

【請求項 4】

予め設定された基準共振周波数および基準駆動周波数またはこれらの比の値を記憶する記憶部を備え、

前記駆動周波数調節部が、前記共振周波数検出部により検出された前記共振周波数と前記駆動周波数との比が、前記記憶部に記憶されている比の値に等しくなるように前記駆動周波数を調節する請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の光走査装置。

20

【請求項 5】

前記駆動周波数調節部は、前記共振周波数検出部により検出された前記共振周波数と前記記憶部に記憶されている基準共振周波数との差分が所定の閾値を超えたときに、前記駆動周波数を調節する請求項 4 に記載の光走査装置。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の光走査装置を備える走査型内視鏡。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光走査装置および走査型内視鏡に関するものである。

【背景技術】

【0002】

光源からの光を導光する光ファイバの射出端を共振によって振動させて、射出端から射出される光を被写体において 2 次元的に走査させ、被写体の各走査位置から戻る光を受光することにより画像を取得する走査型内視鏡が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

40

この走査型内視鏡では、PSD (Position Sensor Device) 等の走査位置検出デバイスを用いて、予め走査軌跡の座標値を取得し、それをルックアップテーブルとして画素に割り当てることで画像の歪みを補正している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特表 2008 - 514342 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

50

走査型内視鏡では、使用環境の変化（光走査部近傍の温度変化や滅菌処理等の熱処理等）によって、光走査部の共振周波数が変動するため、走査軌跡が変動して画像に歪みが発生するとともに、走査範囲が変動して視野角が変化してしまうという不都合がある。

【0005】

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであって、使用環境の変化等により共振周波数が変動しても走査範囲の変動を低減することができる光走査装置および走査型内視鏡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】

本発明の一態様は、光源からの光を導光し先端から射出する光ファイバと、該光ファイバの先端を、該光ファイバの長手軸に交差する方向に、駆動周波数で振動させる駆動部と、前記光ファイバの先端の共振周波数を検出する共振周波数検出部と、該共振周波数検出部により検出された前記共振周波数と前記駆動周波数との比が一定となるように前記駆動周波数を調節する駆動周波数調節部とを備える光走査装置である。

10

【0007】

本態様によれば、光源からの光を光ファイバに入射させ、駆動部の作動によって光ファイバの先端を駆動周波数で振動させると、光ファイバ内を導光されてきて先端から射出される光が2次元的に走査される。この場合において、共振周波数検出部により光ファイバの先端の共振周波数が検出され、検出された共振周波数を用いて、共振周波数と駆動周波数との比が一定となるように駆動周波数調節部により駆動周波数が調節される。

20

その結果、使用環境の変化により共振周波数が変動しても光ファイバの先端から射出される光の走査軌跡が一定に維持され、走査範囲が変動することを防止することができる。

【0008】

上記態様においては、前記駆動部が、前記光ファイバの先端を相互に直交する2方向に駆動し、前記共振周波数検出部が、少なくとも一方の駆動方向の前記共振周波数を検出し

てもよい。このようにすることで、2方向の駆動方向の共振周波数がほぼ同等である場合に、一方の駆動方向の共振周波数のみを検出して、2方向の駆動周波数の調節に使用することができる。また、一方向の共振周波数の変動が小さい場合に、他方向の共振周波数のみを検出して当該他方向の駆動周波数のみ調節することができる。

30

【0009】

また、上記態様においては、前記共振周波数検出部が、2つの駆動方向の前記共振周波数を検出し、前記駆動周波数調節部が、前記共振周波数検出部により検出された2つの前記共振周波数の内、前記駆動周波数との比が1に近い側の前記共振周波数に対応する駆動方向の前記共振周波数と前記駆動周波数との比が一定となるように前記駆動周波数を調節してもよい。

【0010】

このようにすることで、駆動周波数と共振周波数との比が1に近い側の駆動方向の共振周波数が変動しても、駆動周波数調節部によって当該方向の駆動周波数が調節される。駆動周波数と共振周波数との比が近いほど、共振周波数の変動に伴う振幅の変動が大きくなるため、駆動周波数と共振周波数との比が1に近い側の駆動方向の駆動周波数を調節することにより、振幅の変動を抑えて、走査軌跡の変動を抑制することができる。

40

【0011】

また、上記態様においては、予め設定された基準共振周波数および基準駆動周波数またはこれらの比の値を記憶する記憶部を備え、前記駆動周波数調節部が、前記共振周波数検出部により検出された前記共振周波数と前記駆動周波数との比が、前記記憶部に記憶されている比の値に等しくなるように前記駆動周波数を調節してもよい。

このようにすることで、共振周波数が変動した場合に、例えば、工場出荷時等に予め設定された基準共振周波数と基準駆動周波数との比を保持するように、駆動周波数が調節されるので、基準共振周波数および基準駆動周波数によって実現されていた走査軌跡の変動

50

を防止することができる。

【0012】

また、上記態様においては、前記駆動周波数調節部は、前記共振周波数検出部により検出された前記共振周波数と前記記憶部に記憶されている基準共振周波数との差分が所定の閾値を超えたときに、前記駆動周波数を調節してもよい。

このようにすることで、共振周波数が基準共振周波数に対して所定の閾値を超えて変動した場合のみに駆動周波数の調節を行うこととして、共振周波数の微細変動によって駆動周波数が逐次調節されることを防止することができる。

本発明の他の態様は、上記光走査装置を備える走査型内視鏡である。

【発明の効果】

10

【0013】

本発明によれば、使用環境の変化等により共振周波数が変動しても走査範囲の変動を低減することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の一実施形態に係る走査型内視鏡を示す全体構成図である。

【図2】図1の走査型内視鏡に備えられる本発明の一実施形態に係る光走査装置を示す斜視図である。

【図3】図2の光走査装置に備えられる駆動制御部を説明するブロック図である。

【図4】図2の光走査装置による照明光の走査軌跡の一例を示す図である。

20

【図5】図2の光走査装置の光ファイバの振動の振幅の周波数特性の一例を示す図である。

【図6A】図1の走査型内視鏡により観察する被写体例を示す図である。

【図6B】予め調整された基準共振周波数および基準駆動周波数にて動作する図1の走査型内視鏡により取得された図6Aの被写体の画像例を示す図である。

【図6C】共振周波数が変動しても駆動周波数を固定して観察した場合の図6Aの被写体の画像例を示す図である。

【図6D】駆動周波数を固定し駆動電圧によって画角を調節した図Aの被写体の画像例を示す図である。

【図6E】共振周波数に対する駆動周波数の比が一定になるように駆動周波数を調節した場合に取得される図6Aの被写体の画像例を示す図である。

30

【図7A】所定のサンプリング周波数で検出する場合のサンプリング点の一例を示す図である。

【図7B】駆動周波数を低下させるように調節し、図7Aと同じサンプリング周波数で検出する場合のサンプリング点の一例を示す図である。

【図8A】2方向の共振周波数の周波数差が元から大きく異なっており、各方向の周波数変動量が大きく異なる場合の周波数特性を示す図である。

【図8B】駆動周波数と共振周波数との比が1から遠い側の振動方向の共振周波数の変動量がもう一方に比べて極端に大きい場合の周波数特性を示す図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の一実施形態に係る走査型内視鏡1について、図面を参照して以下に説明する。

本実施形態に係る走査型内視鏡1は、図1に示されるように、光源2からの照明光（例えば、励起光）を被写体Aにおいて走査させる本発明の一実施形態に係る光走査装置3と、被写体Aにおいて発生した光（例えば、被写体A表面の反射光や、蛍光）を検出する光検出部4と、該光検出部4により検出された光の強度に基づいて被写体Aの画像を生成する画像処理部（画像生成部）5と、生成された画像を表示するモニタ6とを備えている。

【0016】

本実施形態に係る光走査装置3は、光源2からの照明光を導光し、先端から射出させる

50

光ファイバ7と、該光ファイバ7の先端を光ファイバ7の長手軸に直交する方向に振動させる駆動部8と、該駆動部8を制御する駆動制御部9とを備えている。また、本実施形態に係る光走査装置3は、工場出荷時や装置を初期化したときの状態に調節された光ファイバ7の先端の共振周波数（基準共振周波数）と、駆動部8を駆動する駆動周波数（基準駆動周波数）とをそれぞれ記憶する記憶部10を備えている。

【0017】

駆動部8は、図2に示されるように、光ファイバ7の先端から所定距離を空けた位置において光ファイバ7を貫通させた状態に支持する筒状の振動伝達部材11と、該振動伝達部材11の外面に周方向に等間隔をおいて接着された4つの圧電素子12a, 12bとを備えている。

10

振動伝達部材11は、導電性の金属材料からなり、図1に示されるように、一端に円形のフランジ部13を有する正四角柱の長手軸に沿って、光ファイバ7を貫通可能な貫通孔14が形成された形状を有し、フランジ部13によって外筒部材15に固定されている。

【0018】

圧電素子12a, 12bは、厚さ方向の両端面に電極が設けられた平板状に形成され、一方の電極を振動伝達部材11の正四角柱部分の各側面に電氣的に接触させた状態で固定されている。光ファイバ7を挟んで対向する位置に配置される2対の圧電素子12a, 12bは、それらの分極方向が、同一の方向に向かうように配置されている。光ファイバ7を挟んで対向する位置に配置されている圧電素子12a, 12bには、同一位相の交番電圧が供給されるようになっている。

20

【0019】

駆動制御部9は、図3に示されるように、制御信号を出力する制御部（駆動周波数調節部）16と、駆動部8の圧電素子12a, 12bを駆動するためのDDS（デジタル直接合成発信器）17a, 17bと、DAC（デジタル-アナログ変換器）18a, 18bと、増幅器19a, 19bとを備えている。各DDS17a, 17bはそれぞれ、制御部16からの制御信号を受信してデジタル駆動信号を生成するようになっている。これらのデジタル駆動信号はDAC18a, 18bによってアナログ信号に変換され、増幅器19a, 19bで増幅され圧電素子12a, 12bを駆動するようになっている。

【0020】

また、駆動制御部9は、光ファイバ7の先端の共振周波数を検出する共振周波数検出部20を備えている。

30

共振周波数検出部20は、増幅器19aから圧電素子12aに向かう回路上に設けられた電流検出回路21aおよび電圧検出回路22aと、これらの回路21a, 22aにより検出された電流信号および電圧信号をデジタル信号に変換するADC（アナログ-デジタル変換器）23, 24と、2つのADC23, 24の出力の位相差から後述するX方向の振動の共振周波数を算出する共振周波数算出部25とを備えている。なお、後述するY方向の振動の共振周波数についても同様に、増幅器19bから圧電素子12bに向かう回路上に、電流検出回路21b、電圧検出回路22b、および図示しないADC23, 24が設けられている。

共振周波数検出部20は、走査型内視鏡1の起動時等の適時に、光ファイバ7の振動の共振周波数を検出するようになっている。

40

【0021】

また、駆動制御部9は、2対の圧電素子12a, 12bに、駆動周波数で振動する交番電圧の振幅を正弦波状に変化させながら、位相を90°異ならせて印加するようになっている。これにより、2対の圧電素子12a, 12bは、光ファイバ7を相互に直交する2方向（X方向およびY方向）に駆動するようになっている。

【0022】

すなわち、各対の圧電素子12a, 12bに交番電圧を印加することにより、各対の圧電素子12a, 12bの屈曲振動によって相互に直交する2方向に光ファイバ7を湾曲させ、それによって、光ファイバ7の先端を図4に示されるように、渦巻き状に変位させて

50

、光ファイバ7の先端から射出させた照明光を渦巻き状に走査させるようになっている。

【0023】

図1中、符号26は集光レンズである。光ファイバ7は、例えば、シングルモードファイバである。

また、駆動制御部9は、照明光の走査位置を示す情報を画像処理部5に送るようになっている。

【0024】

光検出部4は、被写体Aにおいて発生した光を先端において受光する1以上の受光用光ファイバ27と、該受光用光ファイバ27により受光された光を検出する光電子増倍管のような光検出器28とを備えている。

本実施形態においては、光検出部4の受光用光ファイバ27は、外筒部材15の外部に周方向に配列されて複数配置されている。受光用光ファイバ27は、例えば、マルチモードファイバである。

【0025】

画像処理部5は、光走査装置3による照明光の各走査位置と、各該走査位置に照明光が照射されたときに光検出器28によって検出された光の強度とを対応づけて画像を生成するようになっている。生成された画像はモニタ6に表示されるようになっている。

【0026】

本実施形態に係る光走査装置3においては、駆動制御部9の制御部16が、共振周波数算出部25により算出された共振周波数と、記憶部10に記憶されている基準共振周波数および基準駆動周波数とに基づいて、駆動周波数を算出するようになっている。制御部16は、検出された共振周波数と駆動周波数との比が、基準共振周波数と基準駆動周波数との比に一致するように、駆動周波数を算出するようになっている。

【0027】

このように構成された本実施形態に係る光走査装置3および走査型内視鏡1の作用について、以下に説明する。

本実施形態に係る走査型内視鏡1を用いて患者の体内の組織Aの観察を行うには、図1に示されるように、走査型内視鏡1の先端を体内に挿入して観察しようとする組織(被写体)Aに対向させる。

【0028】

この状態で、光源2において照明光を発生させ、駆動制御部9により駆動部8を駆動する。これにより、光ファイバ7によって導光された光源2からの照明光が、光ファイバ7の先端から組織Aに向けて射出されるとともに、光ファイバ7の先端の振動によって、例えば、渦巻き状に走査される。

【0029】

照明光が走査されることにより、組織Aの各走査位置において発生した光は、全方向に散乱するが、組織Aにおいて散乱して戻る後方散乱光の一部が、光検出部4の受光用光ファイバ27の先端によって受光され、光検出器28によりその強度が検出される。光検出器28により検出された光は、画像処理部5に送られる。画像処理部5には、駆動制御部9から照明光の走査位置を示す情報が送られてきているので、光検出器28により検出された光の強度と走査位置を示す情報とを対応づけて記憶することにより、画像が生成される。生成された画像はモニタ6に表示される。

【0030】

この場合において、本実施形態に係る走査型内視鏡1によれば、起動時等の適時に共振周波数検出部20により共振周波数の検出が行われ、制御部16によって検出された共振周波数に基づいて駆動周波数が調節される。したがって、温度等の使用環境の変化や、滅菌処理等による温度上昇に伴って光ファイバ7の先端の共振周波数が変動しても、変動した共振周波数に基づいて適切な駆動周波数が設定される。

【0031】

すなわち、本実施形態においては、図5に示されるように、共振周波数とは異なる周波

10

20

30

40

50

数に駆動周波数を設定する。これにより、うず巻き状の軌跡の中心近傍において軌跡が存在しない中抜けを軽減している。この場合に、使用環境の変化等によって共振周波数が鎖線に示されるようにずれた場合、駆動周波数を固定していると、振動の振幅が変動することになる。

【 0 0 3 2 】

振動が理想的である場合、すなわち、非線形振動ではない場合であって、かつ、振動の Q 値の経時変化が小さい場合には、光ファイバ 7 の先端の振幅および振動の位相遅れは、数 1 に示されるように表現される。

【 0 0 3 3 】

【 数 1 】

10

$$h_d = \frac{h_{\max}}{\sqrt{\left(\frac{f_d}{f_r}\right)^2 + Q^2 \left\{1 - \left(\frac{f_d}{f_r}\right)^2\right\}^2}}$$

$$\tan\theta_d = \frac{1}{Q} \frac{\left(\frac{f_d}{f_r}\right)}{1 - \left(\frac{f_d}{f_r}\right)^2}$$

20

【 0 0 3 4 】

ここで、

f d は駆動周波数、

f r は共振周波数、

h d は、駆動周波数 f d における光ファイバ 7 の先端の振幅、

30

h m a x は、共振周波数 f r における光ファイバ 7 の先端の振幅、

Q は振動の Q 値、

d は、駆動周波数における光ファイバ 7 の先端の振動の位相遅れである。

Q 値は、光ファイバ 7 の振動の減衰係数 を用いて $Q = 1 / (2)$ とも表せる。

【 0 0 3 5 】

数 1 から明らかのように、駆動周波数における光ファイバ 7 の先端の振幅および振動の位相遅れは、駆動周波数と共振周波数との比によって決定されている。本実施形態においては、共振周波数が変動しても、該共振周波数を検出して、比が一定となるように駆動周波数を調節しているので、駆動周波数における光ファイバ 7 の先端の振幅および振動の位相遅れは変化せず、軌跡が変化することなく照明光を走査させることができる。

40

【 0 0 3 6 】

すなわち、工場出荷時や装置を初期化したときの状態に調整された基準共振周波数および基準駆動周波数によって、図 6 A に示される被写体 A の破線で示される走査範囲を捜査したときに、図 6 B に示される画像が取得される場合に、駆動周波数が固定されていて、使用環境の変動によって共振周波数が図 5 に示されるように変化すると、光ファイバ 7 の先端の振幅が小さくなって走査範囲が縮小する。その結果、図 6 C に示されるように画角が狭くなるとともに、歪んだ画像が取得される。

【 0 0 3 7 】

この場合に、光ファイバ 7 の先端の振幅を戻す対策として、駆動電圧を増大させる方法

50

を採用すると、図 6 D に示されるように画角を確保することはできるが、画像は歪んだままの状態となる。

これに対して、本実施形態に係る光走査装置 3 のように、駆動周波数と共振周波数との比が一定となるように駆動周波数を調節することで、走査軌跡が変動しないので、図 6 E に示されるように、画角が変動せず、歪みも少ない画像を取得することができる。

【 0 0 3 8 】

このように、本実施形態に係る光走査装置 3 および走査型内視鏡 1 によれば、使用環境等の変動によって共振周波数が変動しても、画角の変動および歪みの発生を効果的に抑制することができるという利点がある。

また、共振時の光ファイバ 7 の先端の振幅 h_{max} も、同時に変動する場合、数 1 より、駆動周波数 f_d における光ファイバ 7 の先端の振幅 h_d は h_{max} に比例するので、 h_{max} の変動量を検出し、その変動分に比例させて、駆動電圧 V を調節し、且つ、駆動周波数と共振周波数との比が一定となるように駆動周波数を調節することが好ましい。

h_{max} の変動量を検出するには、例えば、図 3 の A D C 2 3 , 2 4 で出力される電流値の変動量に比例するので、その比例倍数を検出値とし、駆動電圧 V を調節すればよい。

【 0 0 3 9 】

なお、本実施形態においては、駆動部 8 が光ファイバ 7 を相互に直交する 2 方向に駆動するため、駆動方向毎に共振周波数の変動が発生する場合がある。

2 方向の振動の共振周波数の変動が大きく異ならず、かつ、周波数特性が同等である場合には、共振周波数検出部 2 0 が一方向の振動の共振周波数のみを検出して、算出される単一の駆動周波数を 2 方向の駆動に適用してもよい。

【 0 0 4 0 】

また、2 方向の共振周波数の変動が略同等である場合に、両方向の共振周波数を検出し、両方向の駆動周波数と共振周波数との比ができるだけ変動しないように単一の駆動周波数を調節してもよい。駆動周波数の計算方法は、以下の数 2 によればよい。

【 0 0 4 1 】

【 数 2 】

$$f_d' = f_d \times \frac{f_x' \cdot f_y'}{f_x'^2 + f_y'^2} \cdot \left(\frac{f_y'}{f_x} + \frac{f_x'}{f_y} \right)$$

【 0 0 4 2 】

ここで、

f_d は基準駆動周波数、

f_d' は新たな駆動周波数、

f_x は X 方向の基準共振周波数、

f_x' は X 方向の変動後の共振周波数、

f_y は Y 方向の基準共振周波数、

f_y' は Y 方向の変動後の共振周波数

である。

【 0 0 4 3 】

また、図 8 A に示すように、2 方向の共振周波数の周波数差が元から大きく異なっており、且つ、各方向の周波数変動量が大きく異なっている場合には、駆動周波数と共振周波数との比が 1 に近い側の振動方向の共振周波数の変動のみを検出して、当該方向の振動の駆動周波数のみを調節することにしてもよい。図 8 A の通り、元の駆動周波数 f_d における、振幅の周波数特性のグラフの傾きは、比が 1 に近い側の振動方向 (Y 方向) の方が大きい。この為、駆動周波数と共振周波数とが近い場合、駆動周波数を固定すると、共振周

10

20

30

40

50

波数の変動によって振幅が大きく変動する。よって、このような場合は、Y方向の共振周波数と駆動周波数との比を一定に保持する方が、X方向の振幅変動を抑えることができ、効果的である。

【0044】

図8Bに示すように、駆動周波数と共振周波数との比が1から遠い側の振動方向の共振周波数の変動量がもう一方に比べ、極端に大きくなる場合も想定されるが、実際は、このような状況は生まれにくく、比が1に近い側の振動方向の共振周波数の変動を考慮すればよい。

そして、この場合には、数3に示される新たな電圧 V_x , V_y を印加することが好ましい。

【0045】

【数3】

$$V_x' = \frac{\left(\frac{f_d'}{f_x'}\right)^2 - 1}{\left(\frac{f_d}{f_x}\right)^2 - 1} \times V_x$$

$$V_y' = \frac{\left(\frac{f_d'}{f_y'}\right)^2 - 1}{\left(\frac{f_d}{f_y}\right)^2 - 1} \times V_y$$

【0046】

また、本実施形態においては、共振周波数の変動量が所定の閾値より大きい場合に駆動周波数を調節することにもよい。

このようにすることで、共振周波数が基準共振周波数に対して所定の閾値を超えて変動した場合のみに駆動周波数の調節を行うこととして、共振周波数の微細変動によって駆動周波数が逐次調節されることを防止することができる。

【0047】

また、基準共振周波数および基準駆動周波数として工場出荷時等の共振周波数および駆動周波数を例示したが、これに代えて、任意の時点で調節された共振周波数および駆動周波数を基準共振周波数および基準駆動周波数としてもよい。

【0048】

また、駆動周波数と共振周波数との比が一定となるように駆動周波数を変更する場合、走査軌跡は変動しないが走査速度が変化するので、検出サンプリング周波数が一定の場合には、サンプリングされる走査位置は変動する。基準駆動周波数に対して新たな駆動周波数が小さくなる場合、走査速度が遅くなるので、検出サンプリング周波数が一定ならば、走査軌跡上のサンプリング点数は、図7Aから図7Bに示されるように増加する。

【0049】

工場出荷時等に基準共振周波数および基準駆動周波数を設定した上で、キャリブレーションデータによって位相の遅れ量をゼロに設定している場合には、駆動周波数を変更することによってサンプリング点数が増加すると、同じキャリブレーションデータをそのまま使用することができなくなる。

10

20

30

40

50

そこで、そのような場合には、以下の3つの処理のいずれかを採用すればよい。

【0050】

1つ目は、駆動周波数の変更に伴ってサンプリング周波数も更新する方法である。

調節後の駆動周波数 f_d とサンプリング周波数 f_s との比が、工場出荷時等の基準サンプリング周波数 f_s と基準駆動周波数 f_d との比に一致するように、サンプリング周波数 f_s を変更すればよい。

【0051】

2つ目は、キャリブレーションデータから走査軌跡を、例えば、W02015/125976号公報の段落0059に記載された手法で関数化し、 $n = f \times t$ において $f = f_d$ を代入し、 $t = 1 / f_s$ のステップで増やして演算処理することにより、駆動周波数変更後のサンプリング位置の座標を算出すればよい。

これらの方法により、駆動周波数と共振周波数との比を一定に維持する場合においても、キャリブレーションデータを再取得することなく、画像の歪みを補正することができる。

【0052】

3つ目は、キャリブレーションデータを用いることなく、振動の同一位相で光ファイバ7の先端から射出された光の被写体A上のスポットが一直線に並ぶことを利用する方法である。この方法によれば、列の形状に基づいて調整された歪み補正量の関数を用いて像の歪みを補正すればよい。

【0053】

また、本実施形態においては、共振周波数検出部20は、圧電素子12a, 12bに加える電流と電圧の位相差から共振周波数を検出することとしたが、これに代えて、圧電素子12a, 12bに加える電流を、周波数をスイープさせながら計測することにより、電流値の周波数特性を取得し、取得された周波数特性の極値における周波数を検出することにより、光ファイバ7の先端の共振周波数の値を計測することにしてもよい。

【0054】

また、本実施形態においては、走査軌跡として、渦巻き状のものを用いたが、これに限定されるものではなく、他の形状、例えばラスタ状またはリサージュ状であってもよい。

ラスタ状またはリサージュ状の場合、フレームレートがX方向の駆動周波数とY方向の駆動周波数との差の大きさと等しくなることが条件となる。同様に、X方向の駆動周波数をX方向の共振周波数で除算した値を一定にし、かつ、Y方向の駆動周波数をY方向の共振周波数で除算した値を一定にする制御を行えば、環境変化により画像歪みが発生することを抑えることができる。

【0055】

また、本実施形態においては、圧電素子12a, 12bを用いる圧電式に代えて、光ファイバ7に取り付けた磁石を電磁コイルで振動させる電磁式であってもよく、他の方式のものでもよい。

【符号の説明】

【0056】

- 1 走査型内視鏡
- 2 光源
- 3 光走査装置
- 7 光ファイバ
- 8 駆動部
- 10 記憶部
- 16 制御部（駆動周波数調節部）
- 20 共振周波数検出部

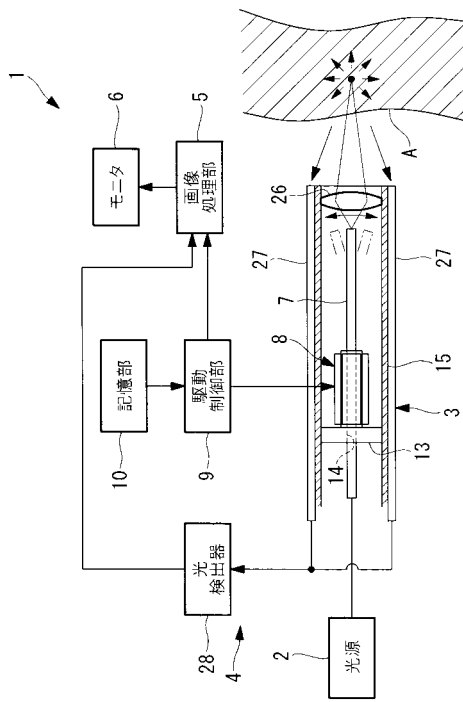
10

20

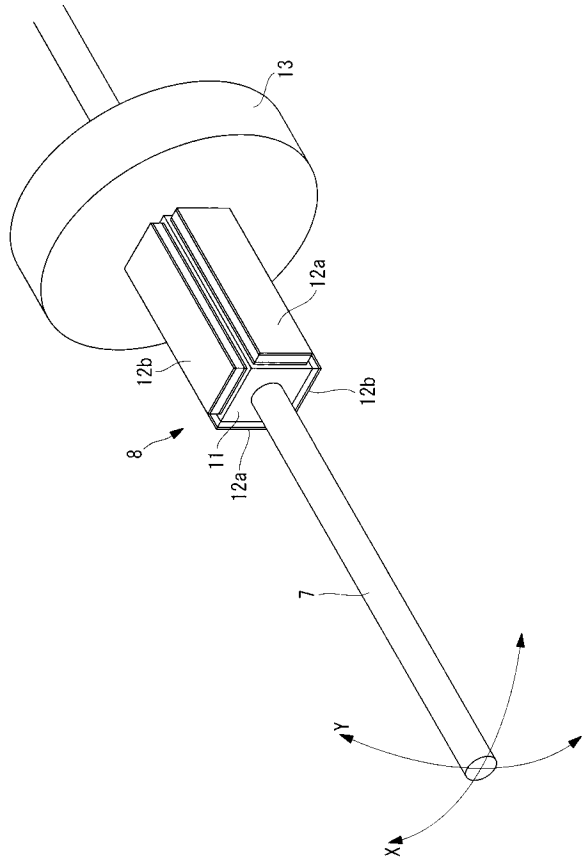
30

40

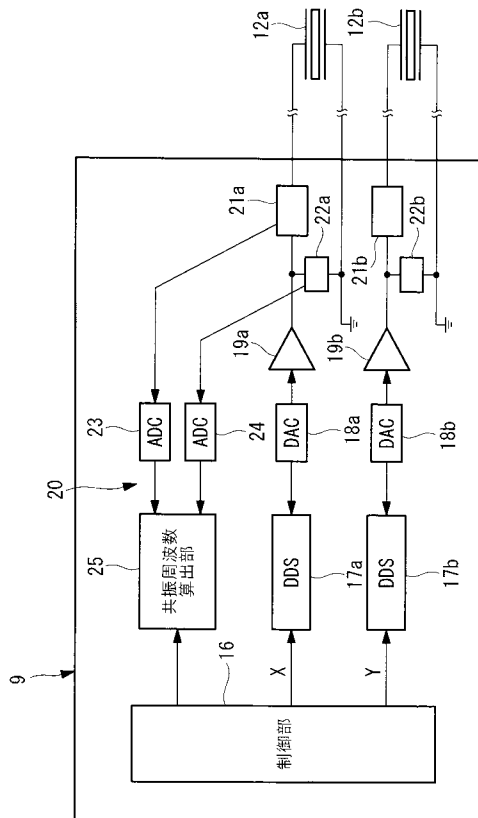
【図1】



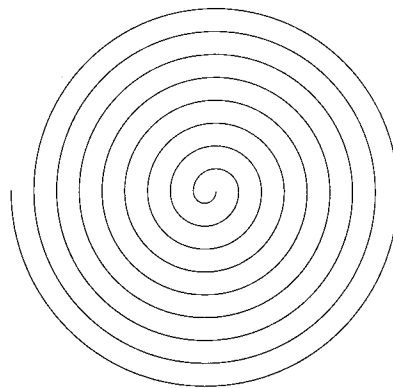
【図2】



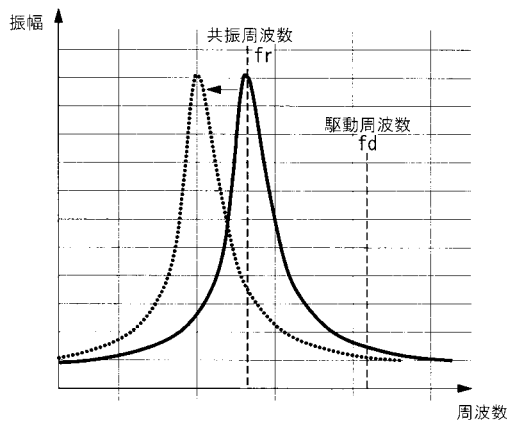
【図3】



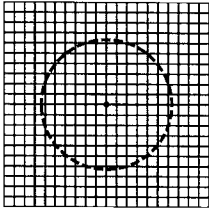
【図4】



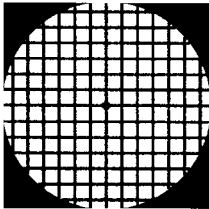
【図5】



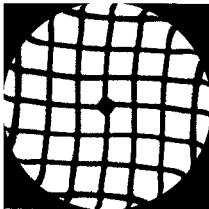
【图 6 A】



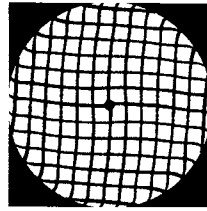
【图 6 B】



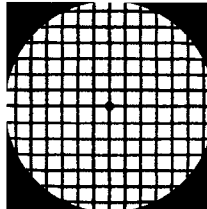
【图 6 C】



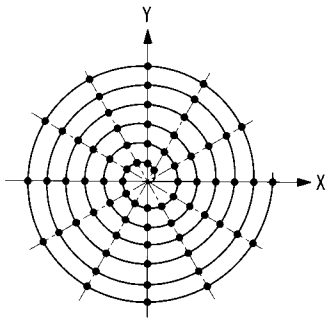
【图 6 D】



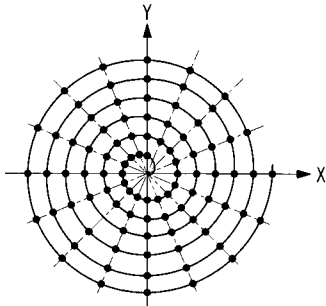
【图 6 E】



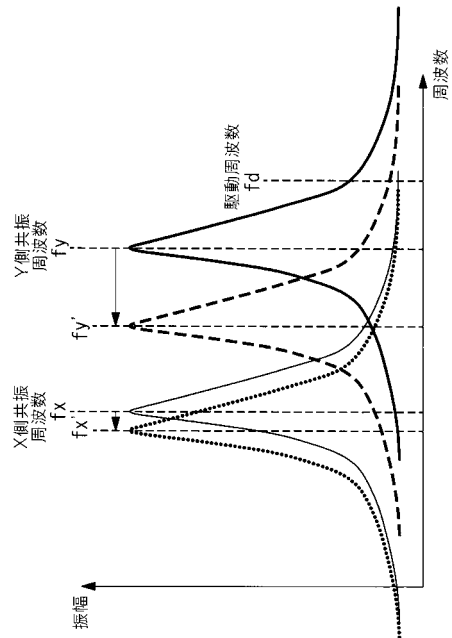
【图 7 A】



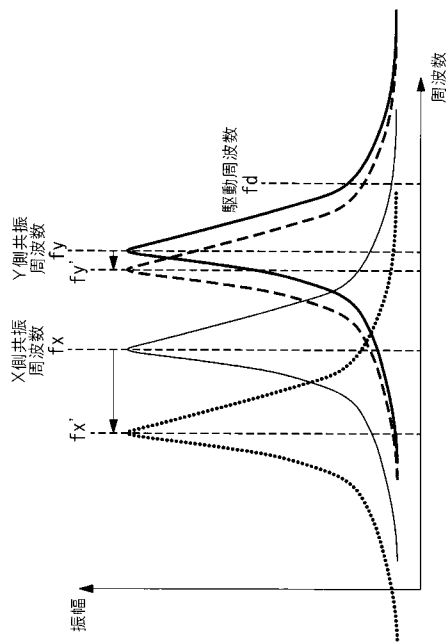
【图 7 B】



【图 8 A】



【図 8 B】



【手続補正書】

【提出日】平成30年8月15日(2018.8.15)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源からの光を導光し先端から射出する光ファイバと、
 該光ファイバの先端を、該光ファイバの長手軸に交差する方向に、駆動周波数で振動させる駆動部と、

前記光ファイバの先端の共振周波数を検出する共振周波数検出部と、

該共振周波数検出部により検出された前記共振周波数と前記駆動周波数との比が一定となるように前記駆動周波数を調節する駆動周波数調節部とを備える光走査装置。

【請求項 2】

前記駆動部が、前記光ファイバの先端を相互に直交する 2 方向に駆動し、

前記共振周波数検出部が、少なくとも一方の駆動方向の前記共振周波数を検出する請求項 1 に記載の光走査装置。

【請求項 3】

前記共振周波数検出部が、2 つの駆動方向の前記共振周波数を検出し、

前記駆動周波数調節部が、前記共振周波数検出部により検出された 2 つの前記共振周波数の内、前記駆動周波数との比が 1 に近い側の前記共振周波数に対応する駆動方向の前記共振周波数と前記駆動周波数との比が一定となるように前記駆動周波数を調節する請求項 2 に記載の光走査装置。

【請求項 4】

前記駆動周波数調節部は、前記共振周波数検出部により検出された前記共振周波数と前記記憶部に記憶されている基準共振周波数との差分が所定の閾値を超えたときに、前記駆動周波数を調節する請求項 3 に記載の光走査装置。

【請求項 5】

光源からの光を導光し先端から射出する光ファイバと、
該光ファイバの先端を、該光ファイバの長手軸に交差する方向に、駆動周波数で振動させる駆動部と、

前記光ファイバの先端の共振周波数を検出する共振周波数検出部と、
前記駆動周波数を調節する駆動周波数調節部と、

予め設定された基準共振周波数および基準駆動周波数またはこれらの比の値を記憶する記憶部とを備え、

前記駆動周波数調節部が、前記共振周波数検出部により検出された前記共振周波数と前記駆動周波数との比が、前記記憶部に記憶されている比の値に等しくなるように前記駆動周波数を調節する光走査装置。

【請求項 6】

前記駆動部が、前記光ファイバの先端を相互に直交する 2 方向に駆動し、
前記共振周波数検出部が、少なくとも一方の駆動方向の前記共振周波数を検出する請求項 5 に記載の光走査装置。

【請求項 7】

前記共振周波数検出部が、2 つの駆動方向の前記共振周波数を検出し、
前記駆動周波数調節部が、前記共振周波数検出部により検出された 2 つの前記共振周波数の内、前記駆動周波数との比が 1 に近い側の前記共振周波数に対応する駆動方向の前記共振周波数と前記駆動周波数との比が一定となるように前記駆動周波数を調節する請求項 6 に記載の光走査装置。

【請求項 8】

前記駆動周波数調節部は、前記共振周波数検出部により検出された前記共振周波数と前記記憶部に記憶されている基準共振周波数との差分が所定の閾値を超えたときに、前記駆動周波数を調節する請求項 5 に記載の光走査装置。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 0 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 0 1】

本発明は、光走査装置に関するものである。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 0 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 0 5】

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであって、使用環境の変化等により共振周波数が変動しても走査範囲の変動を低減することができる光走査装置を提供することを目的としている。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 0 0 1 1 】

また、上記態様においては、前記駆動周波数調節部は、前記共振周波数検出部により検出された前記共振周波数と前記記憶部に記憶されている基準共振周波数との差分が所定の閾値を超えたときに、前記駆動周波数を調節してもよい。

このようにすることで、共振周波数が基準共振周波数に対して所定の閾値を超えて変動した場合のみに駆動周波数の調節を行うこととして、共振周波数の微細変動によって駆動周波数が逐次調節されることを防止することができる。

【 手 続 補 正 6 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 1 2

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

【 0 0 1 2 】

また、上記態様においては、光源からの光を導光し先端から射出する光ファイバと、該光ファイバの先端を、該光ファイバの長手軸に交差する方向に、駆動周波数で振動させる駆動部と、前記光ファイバの先端の共振周波数を検出する共振周波数検出部と、前記駆動周波数を調節する駆動周波数調節部と、予め設定された基準共振周波数および基準駆動周波数またはこれらの比の値を記憶する記憶部とを備え、前記駆動周波数調節部が、前記共振周波数検出部により検出された前記共振周波数と前記駆動周波数との比が、前記記憶部に記憶されている比の値に等しくなるように前記駆動周波数を調節してもよい。

このようにすることで、共振周波数が変動した場合に、例えば、工場出荷時等に予め設定された基準共振周波数と基準駆動周波数との比を保持するように、駆動周波数が調節されるので、基準共振周波数および基準駆動周波数によって実現されていた走査軌跡の変動を防止することができる。

また、上記態様においては、前記駆動部が、前記光ファイバの先端を相互に直交する2方向に駆動し、前記共振周波数検出部が、少なくとも一方の駆動方向の前記共振周波数を検出してもよい。

また、上記態様においては、前記共振周波数検出部が、2つの駆動方向の前記共振周波数を検出し、前記駆動周波数調節部が、前記共振周波数検出部により検出された2つの前記共振周波数の内、前記駆動周波数との比が1に近い側の前記共振周波数に対応する駆動方向の前記共振周波数と前記駆動周波数との比が一定となるように前記駆動周波数を調節してもよい。

また、上記態様においては、前記駆動周波数調節部は、前記共振周波数検出部により検出された前記共振周波数と前記記憶部に記憶されている基準共振周波数との差分が所定の閾値を超えたときに、前記駆動周波数を調節してもよい。

【 手 続 補 正 7 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 1 4

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

【 0 0 1 4 】

【 図 1 】 本 発 明 の 一 実 施 形 態 に 係 る 走 査 形 内 視 鏡 を 示 す 全 体 構 成 図 で あ る 。

【 図 2 】 図 1 の 走 査 型 内 視 鏡 に 備 え ら れ る 本 発 明 の 一 実 施 形 態 に 係 る 光 走 査 装 置 を 示 す 斜 視 図 で あ る 。

【 図 3 】 図 2 の 光 走 査 装 置 に 備 え ら れ る 駆 動 制 御 部 を 説 明 す る ブ ロ ッ ク 図 で あ る 。

【 図 4 】 図 2 の 光 走 査 装 置 に よ る 照 明 光 の 走 査 軌 跡 の 一 例 を 示 す 図 で あ る 。

【 図 5 】 図 2 の 光 走 査 装 置 の 光 フ ァ イ バ の 振 動 の 振 幅 の 周 波 数 特 性 の 一 例 を 示 す 図 で あ る 。

。

【 図 6 A 】 図 1 の 走 査 型 内 視 鏡 に よ り 観 察 す る 被 写 体 例 を 示 す 図 で あ る 。

【 図 6 B 】 予 め 調 整 さ れ た 基 準 共 振 周 波 数 お よ び 基 準 駆 動 周 波 数 に て 動 作 す る 図 1 の 走 査

型内視鏡により取得された図 6 A の被写体の画像例を示す図である。

【図 6 C】共振周波数が変動しても駆動周波数を固定して観察した場合の図 6 A の被写体の画像例を示す図である。

【図 6 D】駆動周波数を固定し駆動電圧によって画角を調節した図 6 A の被写体の画像例を示す図である。

【図 6 E】共振周波数に対する駆動周波数の比が一定になるように駆動周波数を調節した場合に取得される図 6 A の被写体の画像例を示す図である。

【図 7 A】所定のサンプリング周波数で検出する場合のサンプリング点の一例を示す図である。

【図 7 B】駆動周波数を低下させるように調節し、図 7 A と同じサンプリング周波数で検出する場合のサンプリング点の一例を示す図である。

【図 8 A】2 方向の共振周波数の周波数差が元から大きく異なっており、各方向の周波数変動量が大きく異なる場合の周波数特性を示す図である。

【図 8 B】駆動周波数と共振周波数との比が 1 から遠い側の振動方向の共振周波数の変動量がもう一方に比べて極端に大きい場合の周波数特性を示す図である。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0019】

駆動制御部 9 は、図 3 に示されるように、制御信号を出力する制御部（駆動周波数調節部）16 と、駆動部 8 の圧電素子 12 a, 12 b を駆動するための DDS（デジタル直接合成発振器）17 a, 17 b と、DAC（デジタル - アナログ変換器）18 a, 18 b と、増幅器 19 a, 19 b とを備えている。各 DDS 17 a, 17 b はそれぞれ、制御部 16 からの制御信号を受信してデジタル駆動信号を生成するようになっている。これらのデジタル駆動信号は DAC 18 a, 18 b によってアナログ信号に変換され、増幅器 19 a, 19 b で増幅され圧電素子 12 a, 12 b を駆動するようになっている。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0036

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0036】

すなわち、工場出荷時や装置を初期化したときの状態に調整された基準共振周波数および基準駆動周波数によって、図 6 A に示される被写体 A の破線で示される走査範囲を走査したときに、図 6 B に示される画像が取得される場合に、駆動周波数が固定されていて、使用環境の変動によって共振周波数が図 5 に示されるように変化すると、光ファイバ 7 の先端の振幅が小さくなって走査範囲が縮小する。その結果、図 6 C に示されるように画角が狭くなるとともに、歪んだ画像が取得される。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2016/059363
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER A61B1/00(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B1/00-1/32, G02B23/24-23/26 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2016 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2015-75685 A (Olympus Corp.), 20 April 2015 (20.04.2015), paragraphs [0017] to [0043]; fig. 1 to 8 (Family: none)	1-6
Y	WO 2014/188719 A1 (Olympus Corp.), 27 November 2014 (27.11.2014), paragraphs [0044] to [0089], [0149]; fig. 1 to 12 (Family: none)	1-6
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 03 June 2016 (03.06.16)		Date of mailing of the international search report 14 June 2016 (14.06.16)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 6 / 0 5 9 3 6 3	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B1/00(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B1/00-1/32, G02B23/24-23/26			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2016年 日本国実用新案登録公報 1996-2016年 日本国登録実用新案公報 1994-2016年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
Y	JP 2015-75685 A (オリンパス株式会社) 2015.04.20, 段落[0017]-[0043], 第1-8図 (ファミリーなし)	1-6	
Y	WO 2014/188719 A1 (オリンパス株式会社) 2014.11.27, 段落[0044]-[0089], [0149], 第1-12図 (ファミリーなし)	1-6	
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願			
の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 03.06.2016		国際調査報告の発送日 14.06.2016	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 安田 明央 電話番号 03-3581-1101 内線 3292	2Q 9309

フロントページの続き

(72)発明者 小鹿 聡一郎

東京都八王子市石川町2951番地 オリンパス株式会社内

Fターム(参考) 2H040 CA06 CA11 CA12 CA26 DA12 DA17 DA21 DA43 GA10 GA11

4C161 CC07 FF40 FF46 MM10 NN01 QQ09 RR01 RR19

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

专利名称(译)	光学扫描装置		
公开(公告)号	JPWO2017163361A1	公开(公告)日	2019-01-31
申请号	JP2018506701	申请日	2016-03-24
[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	嶋本篤義 小鹿聡一郎		
发明人	嶋本 篤義 小鹿 聡一郎		
IPC分类号	A61B1/00 G02B23/24 G02B23/26		
FI分类号	A61B1/00.524 G02B23/24.B G02B23/26.Z		
F-TERM分类号	2H040/CA06 2H040/CA11 2H040/CA12 2H040/CA26 2H040/DA12 2H040/DA17 2H040/DA21 2H040/DA43 2H040/GA10 2H040/GA11 4C161/CC07 4C161/FF40 4C161/FF46 4C161/MM10 4C161/NN01 4C161/QQ09 4C161/RR01 4C161/RR19		
代理人(译)	上田邦夫 柳纯一郎 竹内邦彦		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

为了减小扫描范围的波动，即使共振频率由于使用环境的变化而波动，根据本发明的光学扫描装置（1）也从尖端引导来自光源（2）的光。射出的光纤（7），和使光纤（7）的前端沿与光纤（7）的纵轴交叉的方向以驱动频率振动的驱动部（8）和光纤（7）。共振频率检测单元检测尖端的共振频率，并且驱动频率调节单元调节驱动频率，使得由共振频率检测单元检测到的共振频率与驱动频率之比恒定。

