

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年2月23日(23.02.2017)



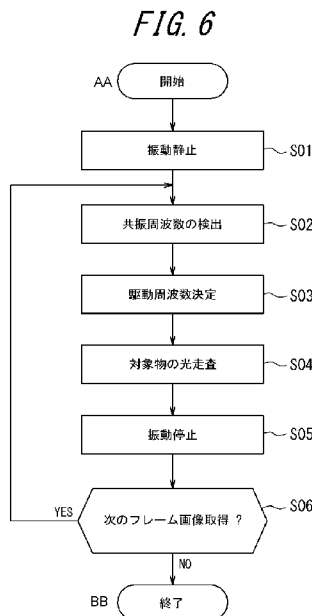
(10) 国際公開番号
WO 2017/029691 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 26/10 (2006.01) **G02B 23/26** (2006.01)
G02B 23/24 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/004088
- (22) 国際出願日: 2015年8月18日(18.08.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: オリンパス株式会社(OLYMPUS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 藤沼 賢(FUJINUMA, Ken); 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番3号 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 杉村 憲司(SUGIMURA, Kenji); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目2番1号 霞が関コモンゲート西館36階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL SCANNING METHOD, OPTICAL SCANNING DEVICE, AND OPTICAL SCANNING OBSERVATION DEVICE

(54) 発明の名称: 光走査方法、光走査装置および光走査型観察装置



S01 Set non-vibrating state
S02 Detect resonant frequency
S03 Determine drive frequency
S04 Optically scan object
S05 Stop vibration
S06 Next frame image acquired?
AA Start
BB End

(57) Abstract: The optical scanning method according to the present invention includes a resonant frequency detection step (step S02) for detecting a resonant frequency at the tip of a pivotably supported fiber, a drive frequency determination step (step S03) for determining the drive frequency at the tip of the fiber on the basis of the detected resonant frequency, and a scanning step (step S04) for scanning light on an object by emitting light from the tip of the fiber while driving and vibrating the tip of the fiber at the determined drive frequency.

(57) 要約: 本発明の光走査方法は、揺動可能に支持されたファイバの先端部の共振周波数を検出する共振周波数検出ステップ(ステップS02)と、検出された前記共振周波数に基づいて、前記ファイバの前記先端部の駆動周波数を決定する駆動周波数決定ステップ(ステップS03)と、前記ファイバの前記先端部から光を射出するとともに、決定された前記駆動周波数により前記ファイバの前記先端部を振動駆動させ、対象物上で前記光を走査する走査ステップ(ステップS04)を含む。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：光走査方法、光走査装置および光走査型観察装置 技術分野

[0001] 本発明は、光ファイバの振動により対象物を光走査する、光走査方法、光走査装置および光走査型観察装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、光ファイバの先端部から光を対象物に向けて走査し、対象物で反射、散乱等される光、あるいは、対象物で発生する蛍光等を検出する光走査型の観察装置が知られている（例えば、特許文献1参照）。このような装置では、照射する光を、対象物上で走査させるため、光が出射する先端部が揺動可能な状態で光ファイバの一部を支持し、この支持部の近傍に圧電素子を配置することによって、光ファイバを振動させている。

[0003] 光ファイバの走査方法としては、通常、照射する光のスポットが、らせんを描くように走査するらせん走査（スパイラル走査）や、一方向に高速に振動させながらこれと直交する方向により低速で動かすラスタ走査などが知られている。通常らせん型の走査パターンでは、振動周波数を共振周波数に設定する。また、ラスタ走査では、高速で振動させる方向について、共振周波数で振動させることが好ましい。このため、従来は、光走査型観察装置の設計値から決定される共振周波数に基づいて、ファイバを振動駆動している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第4 6 7 2 0 2 3号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、共振周波数は、光走査型観察装置ごとの製造誤差や、外力、温度変化、経時変化などによって一定値とならない。そして、ファイバを

駆動する周波数を変えないまま共振周波数が変化すると、ファイバの振幅が変化したり光走査のエネルギー効率が低下したりする。このため、光走査型観察装置の個体ごとに、および／または、使用する度ごとに共振周波数の測定を行おうとすると、作業が煩雑となるという問題点を生じてしまう。

[0006] したがって、これらの点に着目してなされた本発明の目的は、装置の個体差や経時的変化による、ファイバの共振周波数のズレによる性能劣化を防止し、駆動周波数を適切に調整することを可能にする光走査方法、光走査装置および光走査型観察装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 上記目的を達成する光走査方法の発明は、
揺動可能に支持されたファイバの先端部の共振周波数を検出する共振周波数検出ステップと、

検出された前記共振周波数に基づいて、前記ファイバの前記先端部の駆動周波数を決定する駆動周波数決定ステップと、

前記ファイバの前記先端部から光を射出するとともに、前記駆動周波数により前記ファイバの前記先端部を振動駆動させ、対象物上で前記光を走査する走査ステップと、

を含むことを特徴とするものである。

[0008] 前記共振周波数検出ステップは、前記ファイバの先端部の振動周波数を所定の周波数範囲内で掃引させることが好ましい。

[0009] 前記走査ステップは、前記光を前記対象物上でらせん状に走査（スパイラル走査）することができる。

[0010] 前記共振周波数検出ステップと前記駆動周波数決定ステップとを1回実行した後、前記走査ステップを複数回連続して実行しても良い。あるいは、前記共振周波数検出ステップと前記駆動周波数決定ステップとは、前記走査ステップを実行する度に該走査ステップの前に実行するようにしても良い。

[0011] さらに好ましくは、前記共振周波数検出ステップにおいて、共振周波数が検出できない場合は、異常が発生したものとして検知することもできる。

[0012] さらに、上記目的を達成する光走査装置の発明は、
光源からの光を導光し、揺動可能に支持された先端部から射出するファイバと、
前記ファイバの前記先端部を振動駆動する駆動部と、
前記ファイバの前記先端部の振動周波数を所定の周波数範囲内で掃引させ、前記ファイバの前記先端部の共振周波数を検出する共振周波数検出部と、
検出された前記共振周波数に基づいて、前記対象物を走査する駆動周波数を決定する駆動周波数決定部と、
前記光ファイバから出射した光を対象物に向けて照射するための光学系と、
を備える光走査装置。

[0013] さらに、上記目的を達成する光走査型観察装置の発明は、
光源からの光を対象物上に走査して該対象物の画像を取得する光走査型観察装置において、
前記光源からの光を導光し、揺動可能に支持された先端部から射出するファイバと、
前記ファイバの前記先端部を振動駆動する駆動部と、
前記ファイバの前記先端部の振動周波数を所定の周波数範囲内で掃引させ、前記ファイバの前記先端部の共振周波数を検出する共振周波数検出部と、
検出された前記共振周波数に基づいて、前記対象物を走査する駆動周波数を決定する駆動周波数決定部と、
前記光ファイバから出射した光を対象物に向けて照射するための光学系と、
前記光の照射により前記対象物から得られる光を検出し電気信号に変換する光検出部と、
前記光検出部により出力された電気信号に基づいて画像を生成する画像処理部と
を備えることを特徴とするものである。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、揺動可能に支持されたファイバの先端部の共振周波数を検出し、検出された共振周波数に基づいて、ファイバの先端部の駆動周波数を決定するので、装置の個体差や経時的変化による、ファイバの共振周波数のズレによる性能劣化を防止し、駆動周波数を適切に調整することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]第1実施の形態に係る光走査型観察装置の一例である光走査型内視鏡装置の概略構成を示すブロック図である。

[図2]図1の光走査型内視鏡のスコープを概略的に示す概観図である。

[図3]図2のスコープの先端部の断面図である。

[図4]光走査型内視鏡装置の駆動部および照明用光ファイバの揺動部を示す図であり、図4(a)は側面図、図4(b)は図4(a)のA-A断面図である。

[図5]図1の駆動制御／共振周波数検出部の概略構成を示すブロック図である。

[図6]第1実施の形態に係る光走査方法を実行するフローチャートである。

[図7]第1実施の形態に係る光走査方法を時系列的に説明する図であり、(a)は駆動電圧の振幅Aを、(b)は駆動電圧の周波数fを、(c)は光源部のレーザ出力Pを、(d)は出力電圧Vfの波形のイメージを、(e)は各時点での光の走査軌跡のイメージを、それぞれ、時間の経過とともに示している。

[図8]典型的なインピーダンスおよび位相ズレの周波数特性を示す図である。

[図9]第2実施の形態に係る光走査型内視鏡装置の先端部を示す拡大図であり、図9(a)は同先端部の断面図、図9(b)は図9(a)の駆動部を拡大して示す斜視図であり、図9(c)は、図9(b)の偏向磁場発生用コイルおよび永久磁石を含む部分の光ファイバの軸に垂直な面による断面図である。

[図10]第2実施の形態に係る光走査方法を実行するフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

[0017] (第1実施の形態)

図1は、第1実施の形態に係る光走査型観察装置の一例である光走査型内視鏡装置の概略構成を示すブロック図である。光走査型内視鏡装置10は、スコープ20と、制御装置本体30とディスプレイ40とによって構成されている。

[0018] 制御装置本体30は、光走査型内視鏡装置10全体を制御する制御部31、発光タイミング制御部32、レーザ33R、33G、33B、および結合器34を含んで構成される。発光タイミング制御部32は、制御部31の制御の下で、赤、緑および青の三原色のレーザ光を射出する3つのレーザ33R、33G、33Bの発光タイミングを制御する。レーザ33R、33G、33Bとしては、例えばDPSSレーザ（半導体励起固体レーザ）やレーザダイオードを使用することができる。レーザ33R、33G、33Bから射出されたレーザ光は、結合器34により合波され、白色の照明光としてシングルモードファイバである照明用光ファイバ11に入射される。もちろん、光走査型内視鏡装置10の光源の構成はこれに限られず、一つのレーザ光源を用いるものであっても、他の複数の光源を用いるものであっても良い。また、レーザ33R、33G、33Bおよび結合器34は、制御装置本体30と信号線で結ばれた制御装置本体30とは別の筐体に収納されていても良い。

[0019] 照明用光ファイバ11は、スコープ20の先端部まで繋がっており、結合器34から照明用光ファイバ11に入射した光は、スコープ20の先端部まで導光され対象物100に向けて照射される。その際、駆動部21が振動駆動されることによって、照明用光ファイバ11を出射した照明光は、対象物100の観察表面上を2次元走査することができる。この駆動部21は、後述する制御装置本体30の駆動制御／共振周波数検出部38によって制御さ

れている。照明光の照射により対象物 100 から得られる反射光、散乱光、蛍光などの信号光は、マルチモードファイバにより構成される検出用光ファイババンドル 12 の先端で受光して、スコープ 20 内を通り制御装置本体 30 まで導光される。

[0020] 制御装置本体 30 は、信号光を処理するための光検出器 35、ADC（アナログーデジタル変換器）36 および画像処理部 37 をさらに備える。光検出器 35 は、検出用光ファイババンドル 12 を通って来た信号光をスペクトル成分に分解し、フォトダイオード等により、それぞれのスペクトル成分を電気信号に変換する。ADC 36 は電気信号に変換された画像信号をデジタル信号に変換し、画像処理部 37 に出力する。制御部 31 は、駆動制御／共振周波数検出部 38 により印加した振動電圧の振幅および位相などの情報から走査経路上の走査位置の情報を算出し、画像処理部 37 に渡す。画像処理部 37 は、ADC 36 から出力されたデジタル信号から、当該走査位置における対象物 100 の画素データを得る。画像処理部 37 は、走査位置と画素データの情報を順次図示しないメモリに記憶し、走査終了後または走査中に補間処理等の必要な処理を行って対象物 100 の画像を生成し、ディスプレイ 40 に表示する。

[0021] 上記の各処理において、制御部 31 は、発光タイミング制御部 32、光検出器 35、駆動制御／共振周波数検出部 38、および、画像処理部 37 を同期制御する。

[0022] 図 2 は、スコープ 20 を概略的に示す概観図である。スコープ 20 は、操作部 22 および挿入部 23 を備える。操作部 22 には、制御装置本体 30 からの照明用光ファイバ 11、検出用光ファイババンドル 12、および、配線ケーブル 13 が、それぞれ接続されている。これら照明用光ファイバ 11、検出用光ファイババンドル 12 および配線ケーブル 13 は挿入部 23 内部を通り、挿入部 23 の先端部 24（図 2 における破線部内の部分）まで導かれている。

[0023] 図 3 は、図 2 のスコープ 20 の挿入部 23 の先端部 24 を拡大して示す断

面図である。先端部 24 は、駆動部 21、投影用レンズ 25 a、25 b、中心部を通る照明用光ファイバ 11 および外周部を通る検出用光ファイババンドル 12 を含んで構成される。

[0024] 駆動部 21 は、取付環 26 によりスコープ 20 の挿入部 23 の内部に固定されたアクチュエータ管 27、並びに、アクチュエータ管 27 内に配置されるファイバ保持部材 29 および圧電素子 28 a～28 d（図 4（a）および（b）参照）を含んで構成される。照明用光ファイバ 11 は、ファイバ保持部材 29 で支持されるとともにファイバ保持部材 29 で支持された固定端 11 a から先端部 11 c までが、揺動可能に支持された揺動部 11 b となっている。一方、検出用光ファイババンドル 12 は挿入部 23 の外周部を通るように配置され、先端部 24 の先端まで延びている。さらに、検出用光ファイババンドル 12 の各ファイバの先端部には図示しない検出用レンズを備える。

[0025] さらに、投影用レンズ 25 a、25 b および検出用レンズは、先端部 24 の最先端に配置される。投影用レンズ 25 a、25 b は、照明用光ファイバ 11 の先端部 11 c から射出されたレーザ光が、対象物 100 上に略集光するように構成されている。また、検出用レンズは、対象物 100 上に集光されたレーザ光が、対象物 100 により反射、散乱、屈折等をした光（対象物 100 と相互作用した光）又は蛍光等を信号光として取り込み、検出用レンズの後に配置された検出用光ファイババンドル 12 に集光、結合させるように配置される。なお、投影用レンズは、二枚構成に限られず、一枚や他の複数枚のレンズにより構成しても良い。

[0026] 図 4（a）は、光走査型内視鏡装置 10 の駆動部 21 の振動駆動機構および照明用光ファイバ 11 の揺動部 11 b を示す図であり、図 4（b）は図 4（a）の A-A 断面図である。照明用光ファイバ 11 は角柱状の形状を有するファイバ保持部材 29 の中央を貫通し、これによってファイバ保持部材 29 によって固定され保持される。ファイバ保持部材 29 の 4 つの側面は、それぞれ +Y 方向および +X 方向並びにこれらの反対方向に向いている。そし

て、ファイバ保持部材 29 の +Y 方向および -Y 方向には Y 方向駆動用の一対の圧電素子 28 a、28 c が固定され +X 方向および -X 方向には X 方向駆動用の一対の圧電素子 28 b、28 d が固定される。

[0027] 各圧電素子 28 a ~ 28 d は、制御装置本体 30 の駆動制御／共振周波数検出部 38 からの配線ケーブル 13 が接続される。

[0028] 図 5 は、駆動制御／共振周波数検出部 38 の概略構成を示すブロック図である。駆動制御／共振周波数検出部 38 は、駆動部 21 の圧電素子 28 a ~ 28 d を駆動するために、DDS（デジタル直接合成発信器）51 x、51 y、DAC（デジタルアナログ変換器）52 x、52 y、増幅器 53 x、53 y を備える。DDS 51 x と DDS 51 y とは、それぞれ制御部 31 からの制御信号を受信して、デジタル駆動信号波形を生成する。この信号は、DAC 52 x、52 y によりアナログ信号に変換され、増幅器 53 x、53 y で増幅され、配線ケーブル 13 を介してスコープ 20 の先端部 24 に位置する圧電素子 28 a ~ 28 d を駆動する。

[0029] なお、実際には X 方向の圧電素子 28 b と 28 d との間には常に正負が反対で大きさの等しい電圧が印加され、同様に、Y 方向の圧電素子 28 a と 28 c との間にも常に反対方向で大きさの等しい電圧が印加される。ファイバ保持部材 29 を挟んで対向配置された圧電素子 28 b、28 d が、互いに一方が伸びるとき他方が縮むことによって、ファイバ保持部材 29 に撓みを生じさせ、これを繰り返すことにより X 方向の振動を生ぜしめる。Y 方向の振動についても同様である。

[0030] 駆動制御／共振周波数検出部 38 は、X 方向駆動用の圧電素子 28 b、28 d と Y 方向駆動用の圧電素子 28 a、28 c とに、同一の周波数の振動電圧を印加し、あるいは、異なる周波数の振動電圧を印加し、振動駆動させることができる。Y 方向駆動用の圧電素子 28 a、28 c と X 方向駆動用の圧電素子 28 b、28 d とをそれぞれ振動駆動させると、図 3、図 4 に示した照明用光ファイバ 11 の揺動部 11 b が振動し、先端部 11 c が偏向するので、先端部 11 c から出射されるレーザ光は対象物 100 の表面を順次走査

する。

[0031] 照明用光ファイバ 11 の揺動部 11 b は、X 方向および Y 方向の双方、または、何れか一方に共振周波数で振動駆動される。しかし、揺動部 11 b の共振周波数は、環境条件や経時的変化により変化するので、駆動制御／共振周波数検出部 38 は、照明用光ファイバ 11 の揺動部 11 b の共振周波数を検出する共振周波数検出機構を有する。共振周波数検出機構は、図 5 に示すように、増幅器 53 x から圧電素子 28 b、28 に向かう回路上に設けられた電流検出回路 55 x および電圧検出回路 56 x と、これらによりそれぞれ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（アナログーデジタル変換器）57、58 と、2つの ADC 57 および ADC 58 の出力信号の位相差から X 方向の振動の共振周波数を検出する共振周波数検出部 59 により構成されている。なお、Y 方向の振動の共振周波数を検出するために、同様に電流検出回路 55 y、電圧検出回路 56 y が設けられ、これらの出力も ADC（図示せず）を介して共振周波数検出部 59 に入力されるように構成されている。

[0032] 次に、光走査型内視鏡装置 10 の動作について、図 6 および図 7 を用いて説明する。図 6 は、第 1 実施の形態に係る光走査方法を実行するフローチャートである。また、図 7 は、第 1 実施の形態に係る光走査方法を時系列的に説明する図であり、(a) は駆動電圧の振幅 A を、(b) は駆動電圧の周波数 f を、(c) は光源部のレーザ出力 P を、(d) は出力電圧 V_f の波形のイメージを、(e) は各時点での光の走査軌跡のイメージを、それぞれ、時間の経過とともに示している。

[0033] まず、初期状態において照明用光ファイバ 11 の揺動部 11 b の振動を停止した状態とする（ステップ S01）。この状態を図 7 において I の期間として示している。

[0034] 次に、制御部 31 が、共振周波数を検出する共振周波数検出ステップを開始する（ステップ S02）。共振周波数検出ステップは、図 7 の II の期間に対応している。この期間 II において、X 方向の圧電素子 28 b、28 d

およびY方向の圧電素子28a、28cに、振幅Aが所定の振幅 V_{sweep} に等しく、位相がX方向とY方向とで 90° ずれ、周波数fが時間ともに増大する振動電圧が印加される(図7(a)、(b)、(d)参照)。これにより、照明用光ファイバ11の先端部11cの振動周波数を所定の周波数範囲内で掃引させる。所定の周波数範囲は、設計時の共振周波数の前後で共振周波数が変動し得る範囲を予め予測して決定する。このとき、レーザ33R、33G、33Bは未だ点灯していない(図7(c))。これにより、照明用光ファイバ11の先端部11cは円を描くように振動する(図7(e))。

[0035] 駆動電圧の周波数が増加する間、電流検出回路55x、55yおよび電圧検出回路56x、56yによりそれぞれ検出される電流信号及び電圧信号は、共振周波数検出部59によりモニターされる。共振周波数検出部59は、電流信号および電圧信号の位相のズレを検知することにより共振周波数を検出する。一般に、振動回路のインピーダンスおよび電流と電圧との位相ズレの周波数特性は、それぞれ図8(a)、図8(b)のようになることが知られている。図8(a)に示すように、共振周波数で振動するとき、インピーダンスは最小となり、位相ズレは0となる。そこで、共振周波数検出部59は、電流検出回路55x、55yからの電流信号と、電圧検出回路56x、56yからの電圧信号との位相ズレが0となったときの周波数 f_r を共振周波数として識別し、制御部31に出力する。

[0036] 制御部31は、以降の駆動周波数を検出した共振周波数 f_r 付近の周波数に決定する(ステップS03)。すなわち、制御部31は駆動周波数を決定する駆動周波数決定部として機能する。駆動周波数は共振周波数 f_r 付近の周波数で駆動するが、 f_r と完全に一致させる必要はなく、若干ずれた値であっても構わない。この駆動周波数を決定する駆動周波数決定ステップは、期間I1の間に行われる。

[0037] なお、共振周波数検出ステップ(ステップS02)において、共振周波数が検出されなかった場合、共振周波数検出部59から制御部31へは出力がないか、あるいは、異常を検出する信号が送られる。その場合、制御部31

は異常と判断して装置を停止し、ディスプレイ40に異常を知らせる警告を表示する。共振周波数が検出されない場合としては、照明用光ファイバ11の折れや、圧電素子28a~28dの異常などが考えられる。

[0038] 制御部31は、期間I1の終了直前に、レーザ33R、33G、33Bを点灯させる。次いで、走査ステップとして、対象物の光走査を行う（ステップS04）。すなわち、期間I1において、X方向の圧電素子28b、28dおよびY方向の圧電素子28a、28cに印加する電圧の駆動周波数 f を f_r に固定し（図7（b））、駆動電圧の振幅 A を0から最大値 V_{max} まで時間とともに増大させる（図7（a））。これによって、照明用光ファイバ11から出射される光は、時間経過とともに半径が拡大するらせん状の軌跡を描く（図7（e））。

[0039] 次に、駆動電圧の振幅 A が最大値 V_{max} となったところで、レーザ33R、33G、33Bの発振を停止し、照明用光ファイバ11の振動も徐々に停止する（ステップS05）。振動の停止は、駆動電圧の振幅 A を期間I1よりも短い期間IVにおいて急速に減少させることによって行う。以上のらせん状の走査により、対象物100の円形領域が2次元的に走査され、1フレーム分の画像が取得される。制御部31は次のフレームの取得をする場合は、再びステップS02に戻り、ステップS02~ステップS05を繰り返す。

[0040] 以上説明したように、光走査型内視鏡装置10は、対象物100を走査する前に共振周波数 f_r を検出し、この共振周波数 f_r で被検出物の光走査を行い、画像を取得することができる。これによって、装置の個体差や経時的变化による、ファイバの共振周波数のズレによる性能劣化を防止し、駆動周波数を適切に調整することが可能になる。また、常に照明用光ファイバ11の揺動部11bを共振周波数に近い周波数で振動駆動することにより、エネルギー効率の良い走査が可能になる。

[0041] さらに、各画像フレームの取得前に共振周波数の検出を行うので、光走査型内視鏡装置10の稼動中に温度上昇などの要因のために共振周波数が変化

する場合でも、即時に駆動周波数を適切な値に調整することができる。また、常に照明用光ファイバ 11 の先端部 11 c の振動が安定した軌跡を描くので、より安定した画像を取得、表示できることが期待できる。

[0042] さらに、共振周波数検出ステップ（ステップ S 0 2）で、共振周波数が検出できない場合に、装置を停止し警告を発するようにしたので、装置の異常を早期に検出して故障や破損の拡大を防止することが可能になる。

[0043] なお、2回目以降の共振周波数検出および駆動周波数の決定を、期間 I V の走査が停止した後に行うのではなく、期間 I V（ステップ S 0 5）で振動を減少させる間に、振動周波数 f を共振周波数の前後で掃引して、共振周波数を検出することで実行することもできる。その場合、振動停止後直ぐに光走査（ステップ S 0 3）を開始することができるので、フレームレートを高くし、より良好な画像を得ることができる。

[0044] （第2実施の形態）

第2実施の形態は、第1実施の形態において駆動部 21 を、圧電素子ではなく、照明用光ファイバ 11 に固定した永久磁石とこれを駆動する偏向磁場発生用コイル（電磁コイル）を用いて構成したものである。図9は、第2実施の形態に係る光走査型内視鏡装置 10 のスコープ 20 の先端部 24 を示す拡大図であり、図9（a）は同先端部 24 の断面図、図9（b）は図9（a）の駆動部 21 を拡大して示す斜視図であり、図9（c）は、図9（b）の偏向磁場発生用コイル 62 a～62 d および永久磁石 63 を含む部分の照明用光ファイバ 11 の軸に垂直な面による断面図である。

[0045] 照明用光ファイバ 11 の揺動部 11 b の一部には、照明用光ファイバ 11 の軸方向に着磁され貫通孔を有する永久磁石 63 が、照明用光ファイバ 11 が貫通孔を通った状態で結合されている。また、揺動部 11 b を囲むように、一端部を取付環 26 に固定された角型チューブ 61 が設けられ、永久磁石 63 の一方の極と対向する部分の角型チューブ 61 の各側面には、平型の偏向磁場発生用コイル 62 a～62 d が設けられている。

[0046] Y方向の偏向磁場発生用コイル 62 a と 62 c のペアおよびX方向の偏向

磁場発生用コイル 6 2 b と 6 2 d のペアは、角型チューブ 6 1 のそれぞれ対向する面に配置され、偏向磁場発生用コイル 6 2 a の中心と偏向磁場発生用コイル 6 2 c の中心を結ぶ線と、偏向磁場発生用コイル 6 2 b の中心と偏向磁場発生用コイル 6 2 d の中心を結ぶ線とは、静止時の照明用光ファイバ 1 1 の配置される角型チューブ 6 1 の中心軸線付近で直交する。これらのコイルは、配線ケーブル 1 3 を介して制御装置本体 3 0 の駆動制御／共振周波数検出部 3 8 に接続され、駆動制御／共振周波数検出部 3 8 からの駆動電流によって駆動される。

[0047] 次に、第 2 実施の形態における光走査方法を説明する。図 1 0 は、第 2 実施の形態に係る光走査方法を実行するフローチャートである。図 1 0 における各ステップの内容は、第 1 実施の形態における各ステップとほぼ同じなので、図 6 の各対応するステップの番号に 1 0 を加えて示している。ただし、本実施の形態では、装置の操作を開始した後、一度だけ共振周波数の検出を行い（ステップ S 1 2）、駆動周波数を決定する（ステップ S 1 3）。その後、対象物の光走査（ステップ S 1 4）による画像データの取得を、制御部 3 1 が次のフレームの取得を停止させるまで（ステップ S 1 6）、繰り返し行う。その他の構成及び作用は、第 1 実施の形態と同様であるので、同一または対応する構成要素には同一参照符号を付して説明を省略する。

[0048] 本実施の形態によれば、各操作の開始時に共振周波数を検出できるので、装置の個体差や経時的変化による、ファイバの共振周波数のズレによる性能劣化を防止し、駆動周波数を適切に調整することが可能になる。さらに、一旦共振周波数を検出すると、以後は繰り返し光走査を行い画像フレームを取得することができるので、第 1 実施の形態に比べ、高いフレームレートで内視鏡画像の取得が可能になる。

[0049] なお、本発明は、上記実施の形態にのみ限定されるものではなく、幾多の変形または変更が可能である。光走査の方法は、らせん走査に限られず、ラスタ走査にも適用することができる。その場合、照明用光ファイバを、X Y 方向の走査のうち一方向についてのみ共振周波数で振動させる。さらに、

振動駆動手段は、コイルおよび磁石を用いる方法やピエゾ素子を用いた方法に限られず、他の振動駆動手段を用いても良い。また、共振周波数の検出は、1回の走査ごとや装置の駆動開始時のみならず、種々のタイミングで行うことができ、例えば、複数回の走査毎に一回や毎日一回行うようにする設定や、使用者の指示により共振周波数を検出するようにする設定も可能である。さらに、本発明の光走査方法は内視鏡装置のみならず、顕微鏡、プロジェクタ等他の装置にも適用することができる。

符号の説明

[0050]	1 0	光走査型内視鏡装置
	1 1	照明用光ファイバ
	1 1 a	固定端
	1 1 b	揺動部
	1 1 c	先端部
	1 2	検出用光ファイババンドル
	1 3	配線ケーブル
	2 0	スコープ
	2 1	駆動部
	2 2	操作部
	2 3	挿入部
	2 4	先端部
	2 5 a、2 5 b	投影用レンズ
	2 6	取付環
	2 7	アクチュエータ管
	2 8 a～2 8 d	圧電素子
	2 9	ファイバ保持部材
	3 0	制御装置本体
	3 1	制御部
	3 2	発光タイミング制御部

3 3 R、3 3 G、3 3 B レーザ

3 4 結合器

3 5 光検出器

3 6 A D C

3 7 画像処理部

3 8 駆動制御／共振周波数検出部

4 0 ディスプレイ

5 1 x、5 1 y D D S

5 2 x、5 2 y D A C

5 3 x、5 3 y 増幅器

5 5 x、5 5 y 電流検出回路

5 6 x、5 6 y 電圧検出回路

5 7、5 8 A D C

5 9 共振周波数検出部

6 1 角型チューブ

6 2 a～6 2 d 偏向磁場発生用コイル

6 3 永久磁石

1 0 0 対象物

請求の範囲

- [請求項1] 揺動可能に支持されたファイバの先端部の共振周波数を検出する共振周波数検出ステップと、
- 検出された前記共振周波数に基づいて、前記ファイバの前記先端部の駆動周波数を決定する駆動周波数決定ステップと、
- 前記ファイバの前記先端部から光を射出するとともに、前記駆動周波数により前記ファイバの前記先端部を振動駆動させ、対象物上で前記光を走査する走査ステップと、
- を含む光走査方法。
- [請求項2] 前記共振周波数検出ステップは、前記ファイバの先端部の振動周波数を所定の周波数範囲内で掃引させるステップを含む請求項1に記載の光走査方法。
- [請求項3] 前記走査ステップは、前記光を前記対象物上でらせん走査することを特徴とする請求項1または2に記載の光走査方法。
- [請求項4] 前記共振周波数検出ステップと前記駆動周波数決定ステップとを1回実行した後、前記走査ステップを複数回連続して実行することを特徴とする請求項1～3の何れか一項に記載の光走査方法。
- [請求項5] 前記共振周波数検出ステップと前記駆動周波数決定ステップとは、前記走査ステップを実行する度に該走査ステップの前に実行することを特徴とする請求項1～3の何れか一項に記載の光走査方法。
- [請求項6] 前記共振周波数検出ステップにおいて、共振周波数が検出できない場合は、異常が発生したものとして検知することを特徴とする請求項1～5の何れか一項に記載の光走査方法。
- [請求項7] 光源からの光を導光し、揺動可能に支持された先端部から射出するファイバと、
- 前記ファイバの前記先端部を振動駆動する駆動部と、
- 前記ファイバの前記先端部の振動周波数を所定の周波数範囲内で掃引させ、前記ファイバの前記先端部の共振周波数を検出する共振周波

数検出部と、

検出された前記共振周波数に基づいて、前記対象物を走査する駆動周波数を決定する駆動周波数決定部と、

前記光ファイバから出射した光を対象物に向けて照射するための光学系と、

を備える光走査装置。

[請求項8]

光源からの光を対象物上に走査して該対象物の画像を取得する光走査型観察装置において、

前記光源からの光を導光し、揺動可能に支持された先端部から射出するファイバと、

前記ファイバの前記先端部を振動駆動する駆動部と、

前記ファイバの前記先端部の振動周波数を所定の周波数範囲内で掃引させ、前記ファイバの前記先端部の共振周波数を検出する共振周波数検出部と、

検出された前記共振周波数に基づいて、前記対象物を走査する駆動周波数を決定する駆動周波数決定部と、

前記光ファイバから出射した光を対象物に向けて照射するための光学系と、

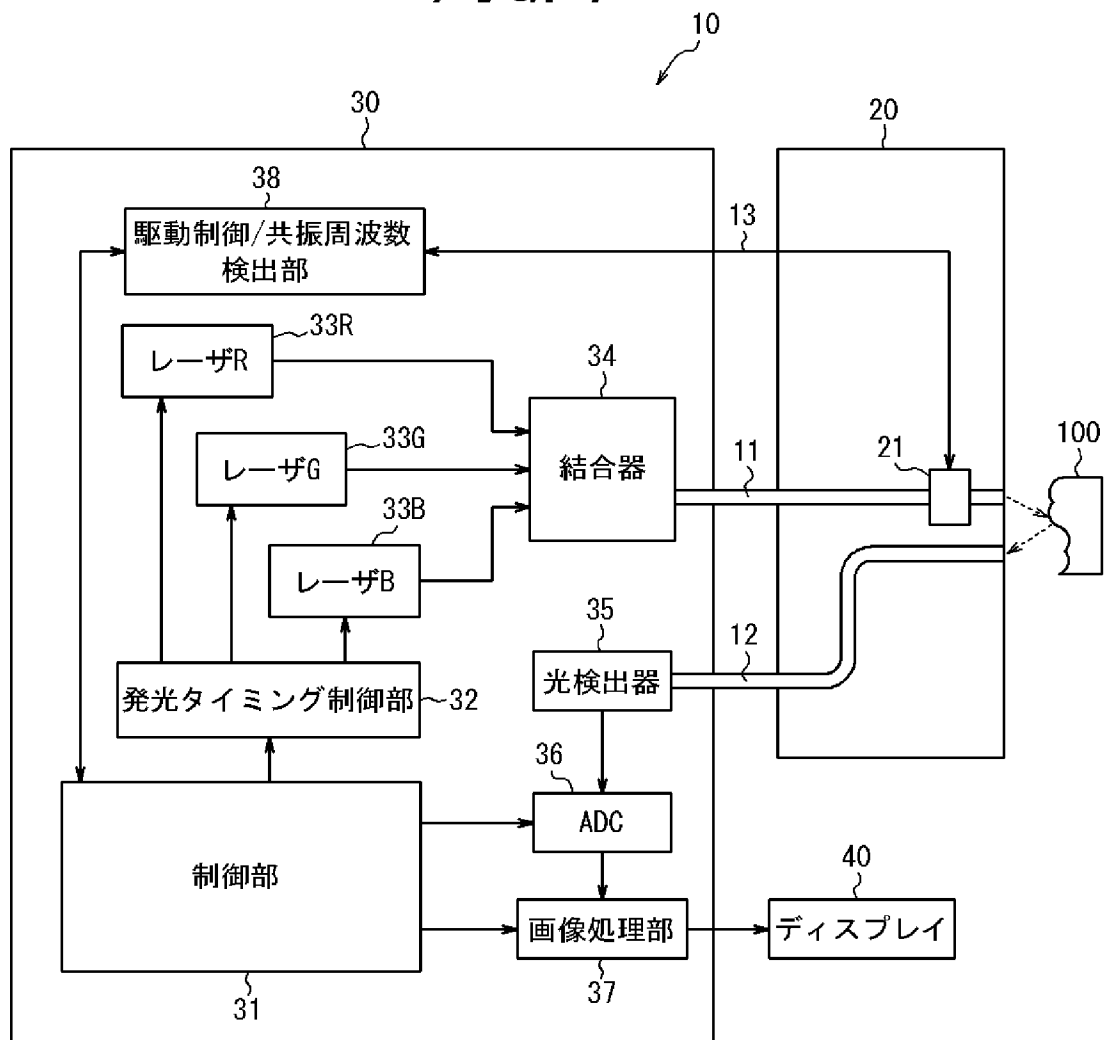
前記光の照射により前記対象物から得られる光を検出し電気信号に変換する光検出部と、

前記光検出部により出力された電気信号に基づいて画像を生成する画像処理部と

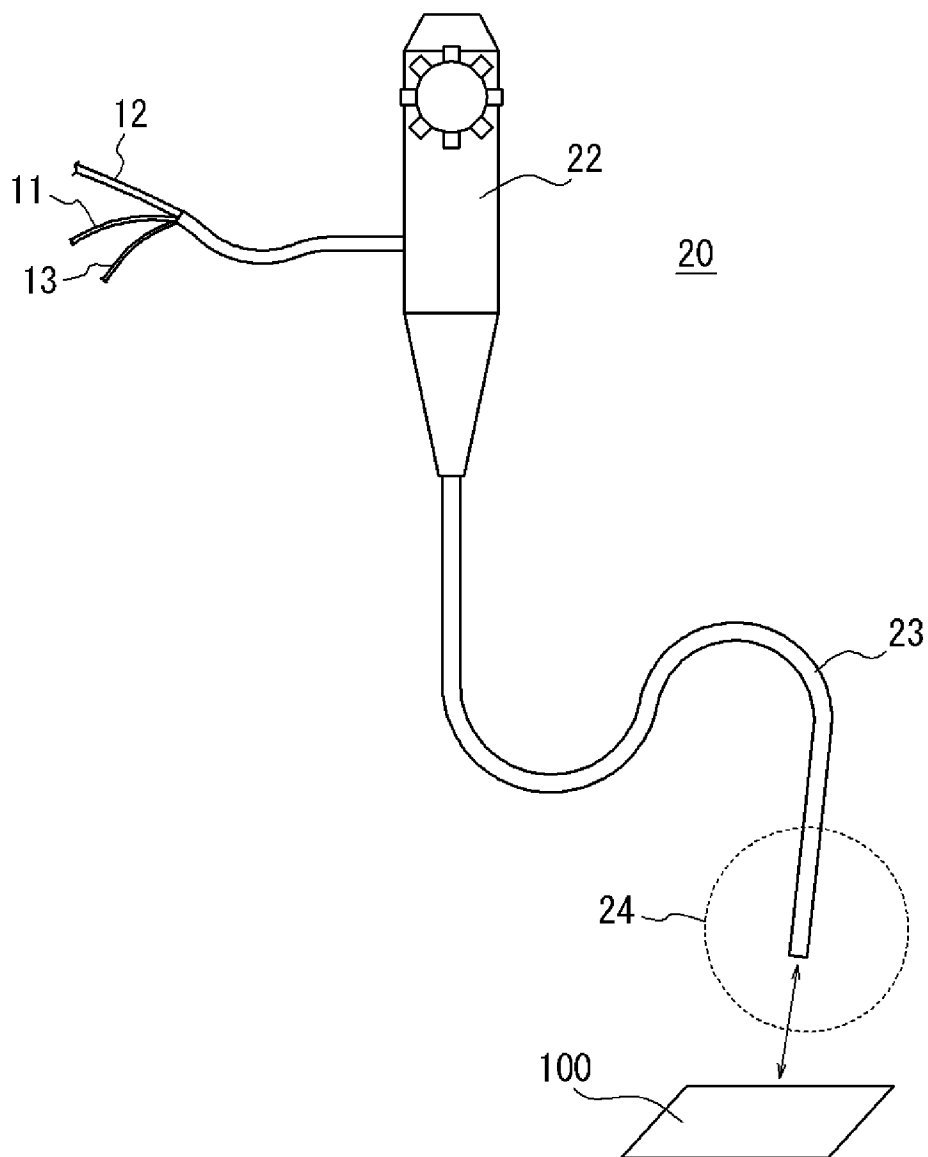
を備える光走査型観察装置。

[図1]

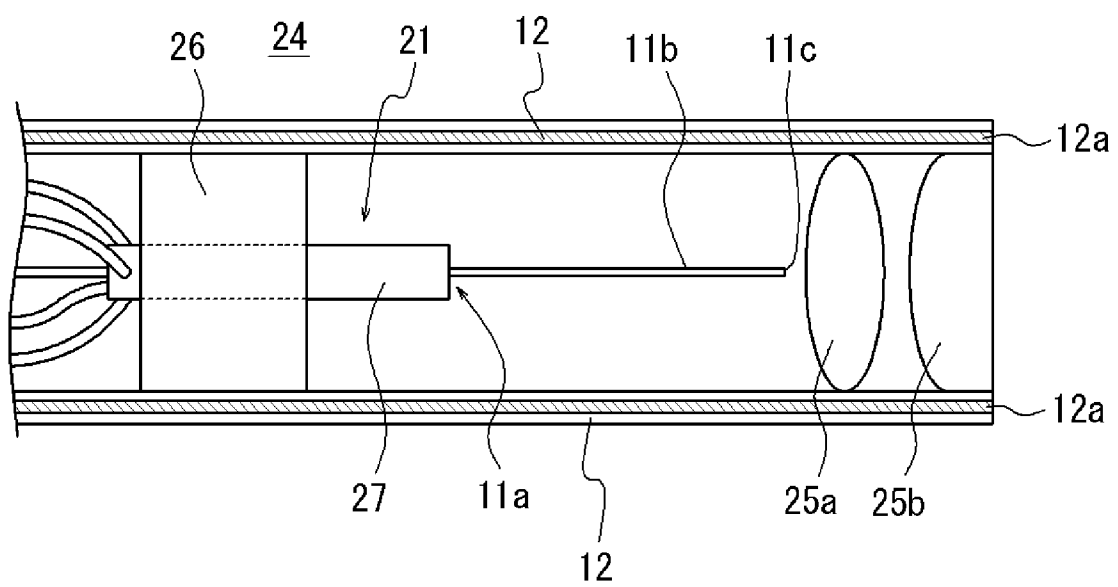
FIG. 1



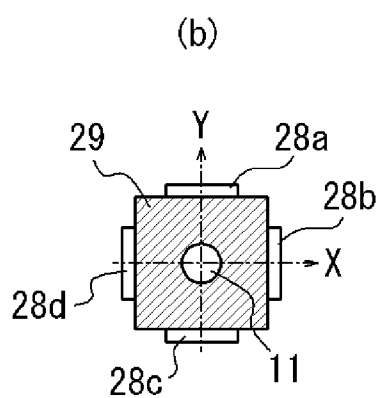
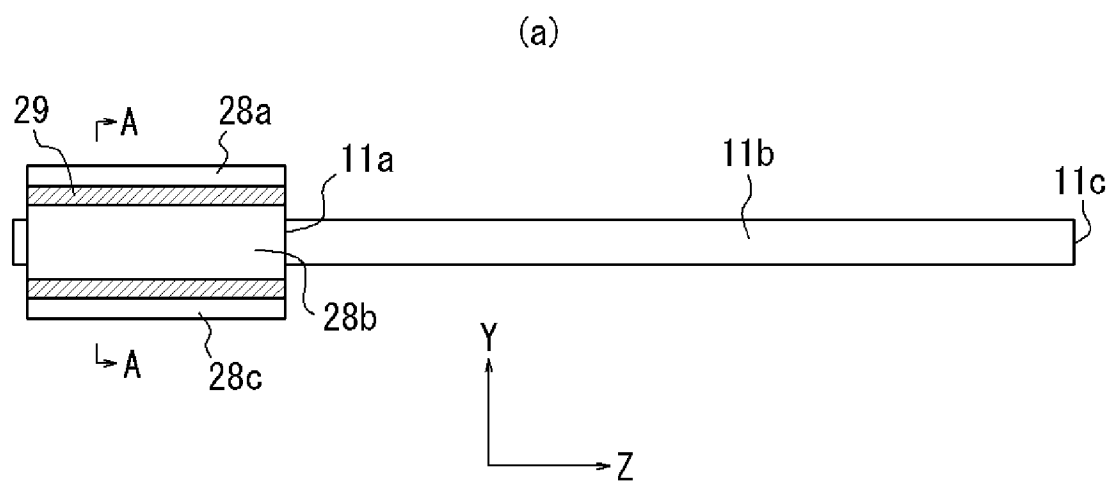
[図2]

FIG. 2

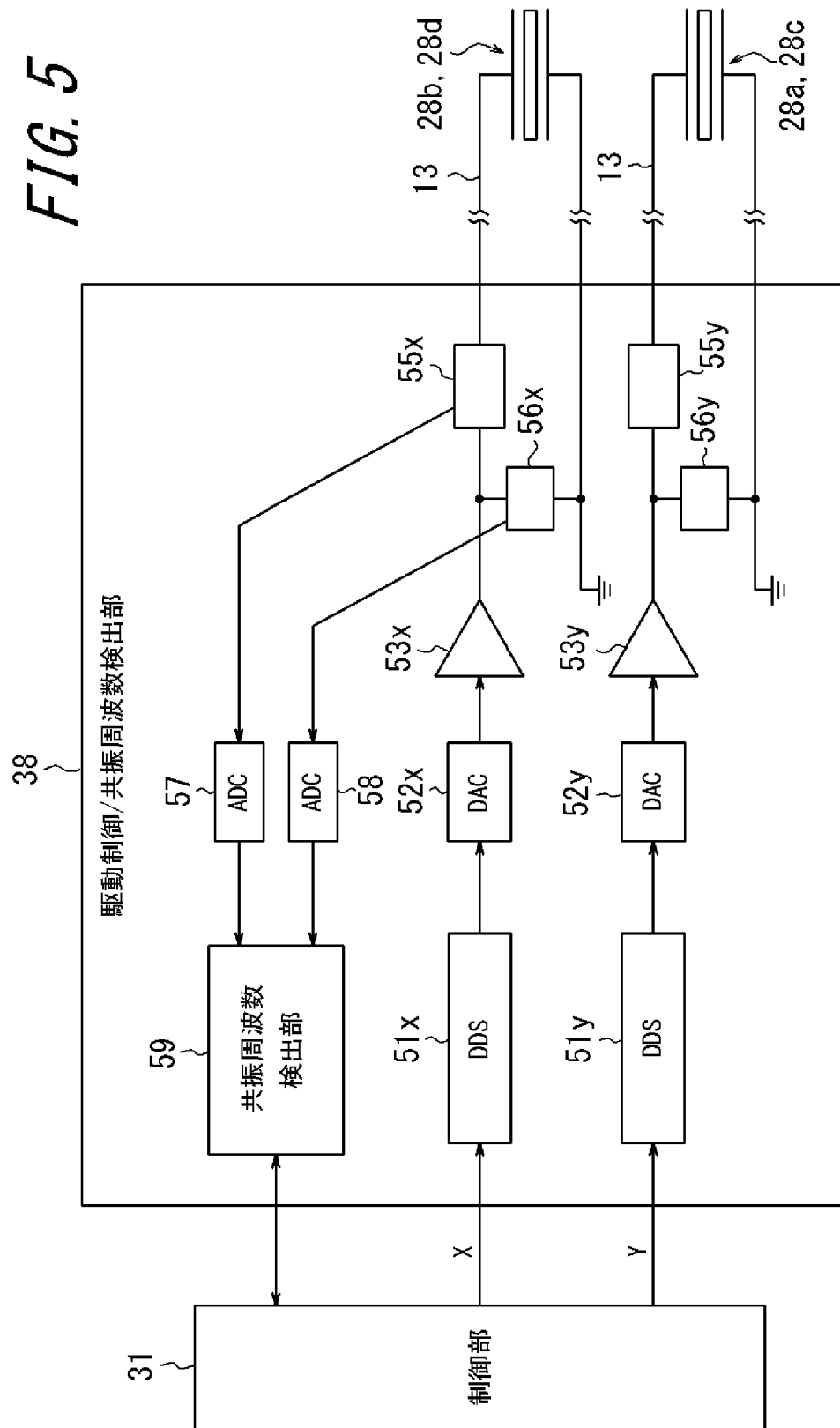
[図3]

FIG. 3

[図4]

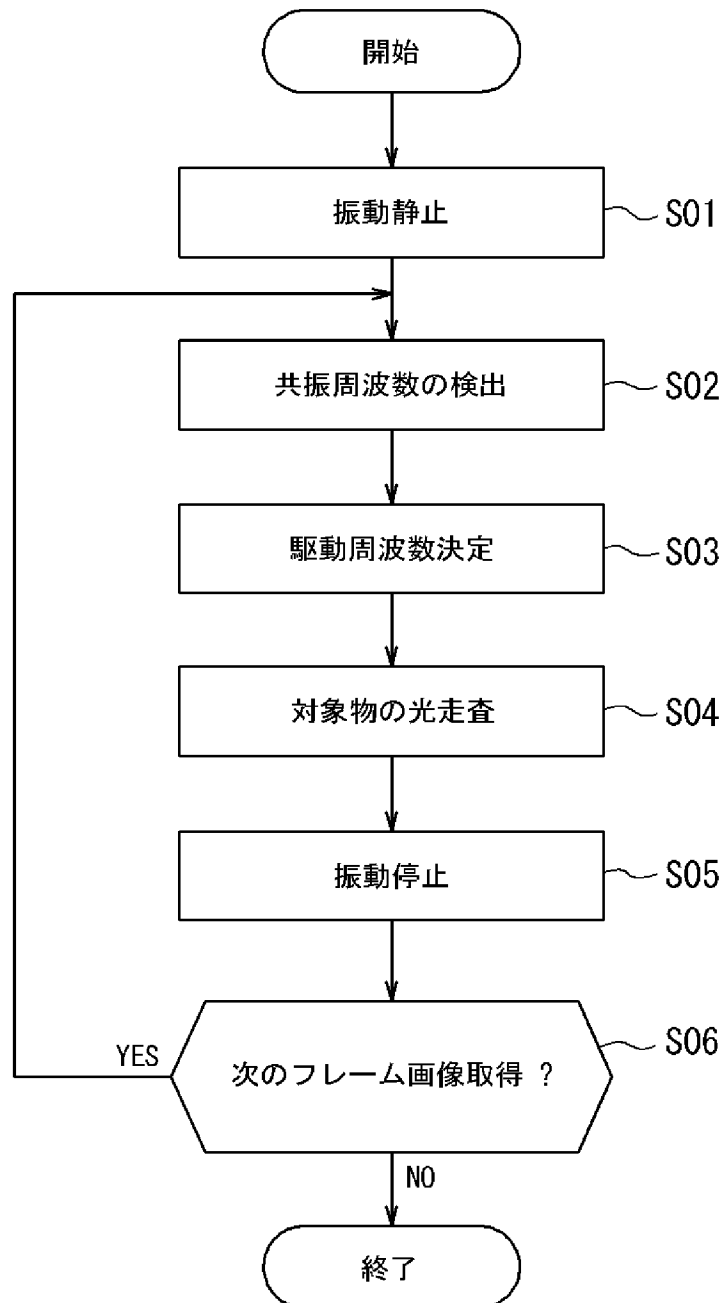
FIG. 4

[図5]



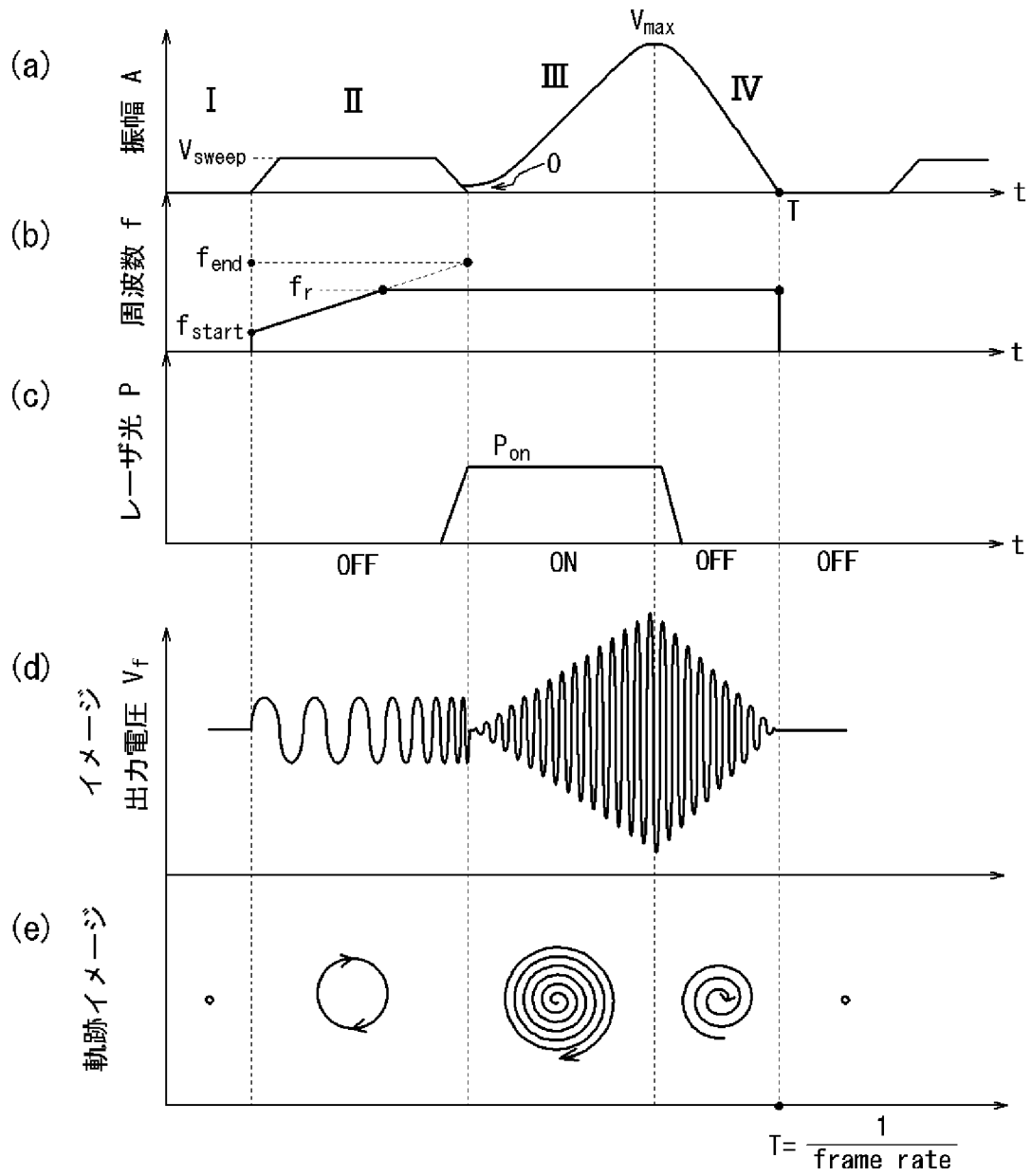
[図6]

FIG. 6

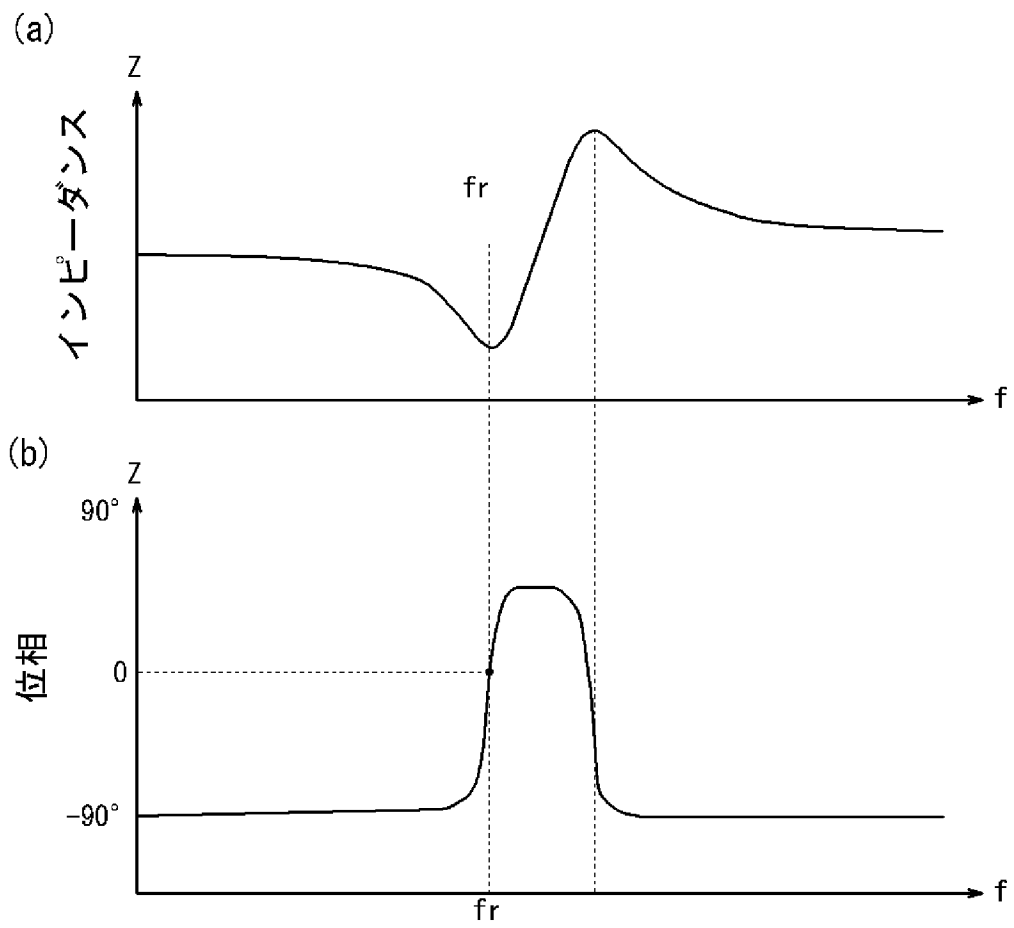


[図7]

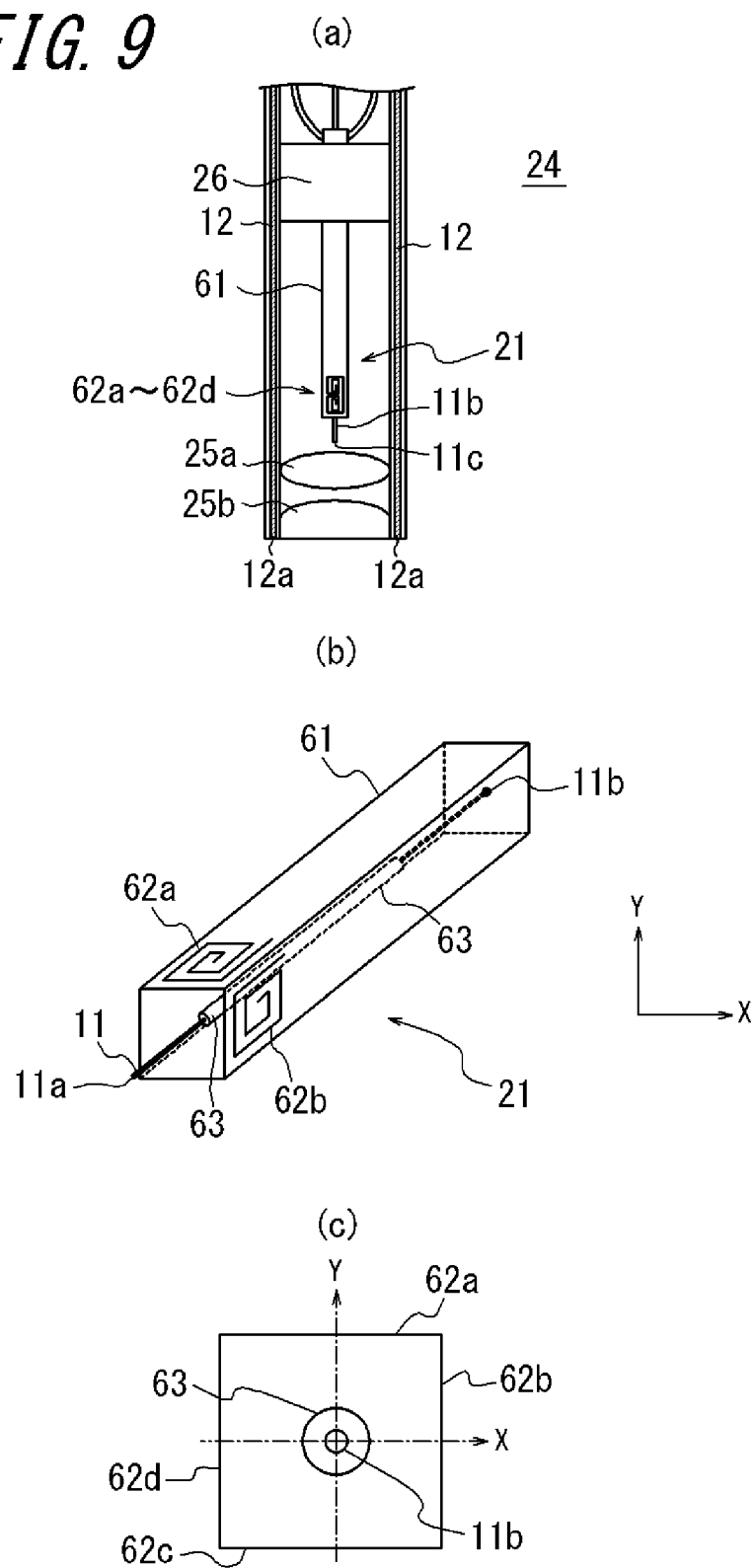
FIG. 7



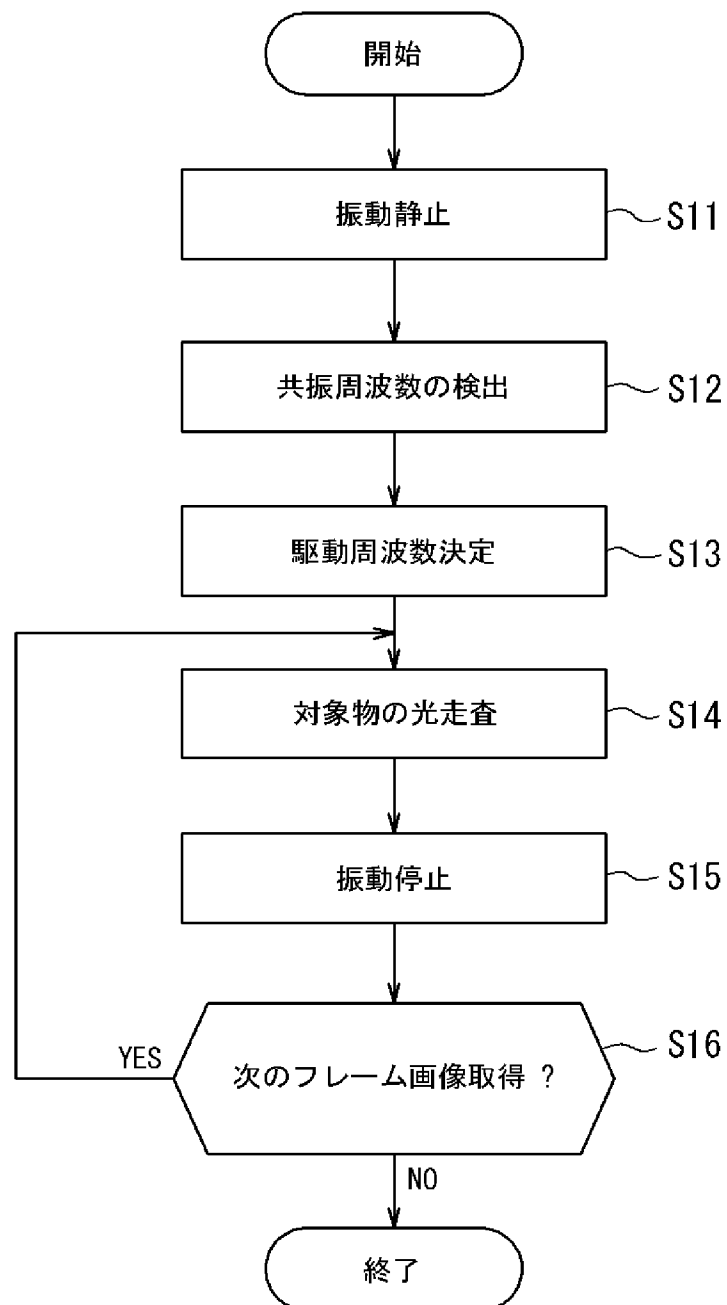
[図8]

FIG. 8

[図9]

FIG. 9

[図10]

FIG. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/004088

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B26/10(2006.01)i, G02B23/24(2006.01)i, G02B23/26(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)

G02B26/10, G02B23/24, G02B23/26

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
X	JP 2015-75685 A (Olympus Corp.), 20 April 2015 (20.04.2015), entire text; all drawings (particularly, claims; fig. 6) (Family: none)	1-8
A	WO 2006/071216 A1 (UNIVERSITY OF WASHINGTON), 06 July 2006 (06.07.2006), entire text; all drawings & JP 2008-525844 A & EP 1851673 A1	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ 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
06 October 2015 (06.10.15)

Date of mailing of the international search report
20 October 2015 (20.10.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B26/10(2006.01)i, G02B23/24(2006.01)i, G02B23/26(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（I P C））

Int.Cl. G02B26/10, G02B23/24, G02B23/26

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
X	JP 2015-75685 A（オリンパス株式会社）2015.04.20, 全文, 全図（特に、特許請求の範囲、図6） （ファミリーなし）	1-8
A	WO 2006/071216 A1（UNIVERSITY OF WASHINGTON）2006.07.06, 全文, 全図 & JP 2008-525844 A & EP 1851673 A1	1-8

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ 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

0 6 . 1 0 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 0 . 1 0 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

河原 正

2 L

9 0 1 7

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 5