

(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
2016年9月22日(22.09.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/147221 A1

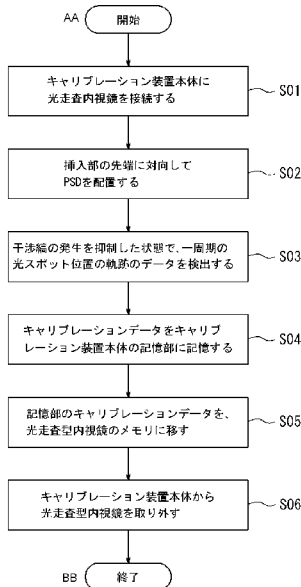
- (51) 国際特許分類:
A61B 1/00 (2006.01) G02B 26/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/001516
- (22) 国際出願日: 2015年3月18日(18.03.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: オリンパス株式会社 (OLYMPUS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 藤原 真人 (FUJIWARA, Masato); 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP). 高田 祐平 (TAKATA, Yuhai); 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス株式会社内 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), ユーロパ (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,

[続葉有]

(54) Title: CALIBRATION DEVICE AND METHOD FOR CALIBRATING OPTICAL SCANNER

(54) 発明の名称: 光走査装置のキャリブレーション方法およびキャリブレーション装置

FIG. 6



- S01 Connect optical scanning endoscope to calibration device body
- S02 Arrange PSD facing distal end of insertion part
- S03 Detect data for path of optical spot position over a single cycle once the incidence of interference fringes has been suppressed
- S04 Store calibration data in storage unit of calibration device body
- S05 Transfer calibration data in storage unit to memory of optical scanning endoscope
- S06 Remove optical scanning endoscope from calibration device body
- AA Start
- BB End

(57) Abstract: A calibration method used in an optical scanner that is provided with an optical fiber having a distal end part supported in an oscillatable manner, and an actuator for driving the distal end part of the optical fiber in the direction orthogonal to the optical axis of the optical fiber, comprises an arrangement step for arranging an optical position detector that detects the position of light exiting the distal end part of the optical fiber (step S02), and a detection step for supplying light to the optical fiber, driving the distal end part of the optical fiber, and detecting the position of the exiting light using the optical position detector (step S03) The detection step (step S03) is executed using an interference fringe suppressing means for suppressing interference fringes that appear on the optical path that reaches the optical position detector.

(57) 要約: 振動可能に支持された先端部を有する光ファイバと、前記光ファイバの先端部を該光ファイバの光軸に垂直な方向に駆動させるアクチュエータとを備える光走査装置に適用されるキャリブレーション方法は、光ファイバの先端部からの出射光の位置を検出する光位置検出器を配置する配置ステップ (ステップS02) と、光ファイバに光を供給するとともに該光ファイバの先端部を駆動して、光位置検出器により出射光の位置を検出する検出ステップ (ステップS03) とを含む。検出ステップ (ステップS03) は、光位置検出器に対し到達する光路上で発生する干渉縞を抑制する干渉縞抑制手段を用いて実行される。

WO 2016/147221 A1

MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 添付公開書類:
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, — 國際調查報告 (條約第 21 條(3))
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称：

光走査装置のキャリブレーション方法およびキャリブレーション装置

技術分野

[0001] 本発明は、光走査装置のためのキャリブレーション方法およびキャリブレーション装置に関するものである。

背景技術

[0002] 光ファイバを周期的に振動させて、対象物上で出射光を走査させる光走査装置が知られている。例えば、光走査型内視鏡では、周期的に振幅が拡大、縮小するスパイラル（螺旋）状の軌道を描くように、光ファイバを振動させて、対象物に照明光を照射する。そして、この照明光の照射により得られる反射光、蛍光等の被検出光を、所定の検出タイミング毎に検出して、検出された信号に画素位置を割り当てて画像を生成している。このため、光走査型内視鏡装置による画像の生成には、光走査の各時点における照明光の照射位置の情報が必要となる。照明光の照射位置は、光ファイバの振動開始からの経過時間に基づいて決定する方法が用いられる。光走査型内視鏡には個体差があるため、この照射位置の情報は装置ごとに必要である。

[0003] 照明光の照射位置を振動開始からの経過時間に対応付けるため、光走査型内視鏡では、光ファイバの先端がどの時間にどの位置にあるのかを、あらかじめ光位置検出器（PSD：Position Sensitive Detector）で取得するキャリブレーションを行う。PSDは、受光面に形成される光スポットの位置を検出するセンサであり、これを用いることにより光スポットの重心位置の時系列データを得ることができる。これによって、光走査装置ごとに照明光の照射される位置と振動開始後の経過時間とを対応づけておくことができる。

[0004] しかし、PSDによる位置検出では、ノイズの影響により検出誤差が生じることが知られている。このため、PSDを用いてキャリブレーションを行っても、演算上のスポット形成位置は、この検出誤差が原因で実際のスポット

ト形成位置から外れてしまう。すなわち、演算上の各スポット形成位置は、滑らかなスパイラル軌跡を描くようには現れずばらつくため、例えば十字線が描かれた被写体の画像を取得した場合、図8に示すように形成される画像に歪みを生じさせる。

[0005] そこで、多項式近似を用いたスポット形成位置（画素位置）の補正を行い、検出誤差による演算上のスポット形成位置のばらつきを抑制し、画像の歪みを軽減する方法が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2012-147831号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、多項式近似を用いてキャリブレーションを行う方法では、比較的小さなノイズを改善することはできるが、多様な走査場面で光走査を行う光走査型内視鏡等においては、近似式での補正では対応できない場合も多い。また、多項式近似を用いる方法では、ノイズを含んだデータに基づいて滑らかな軌跡を算出するが、PSDで発生するノイズそのものを軽減しているわけではないので、根本的な解決策とはなっておらず、大幅な精度向上は難しかった。このような課題は、光走査型内視鏡に限られず、同様に光ファイバを振動させて走査を行う光走査型顕微鏡、光走査型投影装置等においても、同様に発生する。

[0008] 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、光位置検出器（PSD）におけるノイズの発生を抑制し、画像の歪みを改善した光走査装置のキャリブレーション方法およびキャリブレーション装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 上記目的を達成する光走査装置のキャリブレーション方法の発明は、

振動可能に支持された先端部を有する光ファイバと、前記光ファイバの先端部を該光ファイバの光軸に垂直な方向に駆動させるアクチュエータと、を備える光走査装置に適用され、

前記光ファイバの前記先端部からの出射光の位置を検出する光位置検出器を配置する配置ステップと、

前記光ファイバに光を供給するとともに該光ファイバの前記先端部を駆動して、前記光位置検出器により出射光の位置を検出する検出ステップと、を含む光走査装置のキャリブレーション方法において、

前記検出ステップは、前記光位置検出器に対し到達する光路上で発生する干渉縞を抑制する干渉縞抑制手段を用いて実行されることを特徴とするものである。

[0010] 好適には、前記干渉縞抑制手段は、前記光位置検出器で発生し得る反射を軽減させることで干渉縞を抑制する。

[0011] 一実施形態において、前記キャリブレーション方法は、前記光位置検出器の受光面に対向して前記受光面の保護用の光透過部材を設け、前記干渉縞抑制手段は、前記光透過部材の少なくとも一方の面を低反射状態とすることができる。

[0012] あるいは、前記光位置検出器の受光面に対向して前記受光面の保護用の光透過部材を設け、前記干渉縞抑制手段は、前記光位置検出器の受光面と前記光透過部材との間に、屈折率が空気よりも前記光透過部材に近い媒質を充填して構成しても良い。

[0013] また、前記干渉縞抑制手段は、前記光ファイバに可干渉性の低い光を供給することで、前記光位置検出器内での干渉縞の発生を抑制しても良い。

[0014] 上記目的を達成する光走査装置のキャリブレーション装置の発明は、振動可能に支持された先端部を有する光ファイバと、前記光ファイバの先端部を該光ファイバの光軸に垂直な方向に駆動させるアクチュエータと、を備える光走査装置のキャリブレーション装置であって、

前記アクチュエータを制御する制御部と、

前記光ファイバの前記先端部からの出射光の位置を検出する光位置検出器と、

前記光位置検出器から出力された出射光の位置情報に基づくキャリブレーションデータを格納する記憶部と、

前記光位置検出器に対し到達する光路上で発生する干渉縞を抑制する干渉縞抑制手段と、

を備えることを特徴とするものである。

[0015] 好適には、前記キャリブレーション装置は、前記光位置検出器の受光面に対向して該受光面の保護用の光透過部材を備え、前記干渉縞抑制手段は、前記光透過部材の少なくとも一方の面に設けられた反射防止膜とすることができる。

[0016] あるいは、前記キャリブレーション装置は、前記光位置検出器の受光面に対向して該受光面の保護用の光透過部材を備え、前記干渉縞抑制手段は、前記光位置検出手段の受光面と前記光透過部材との間に、屈折率が空気よりも前記光透過部材に近い媒質を充填して構成しても良い。

[0017] また、前記キャリブレーション装置は、前記光ファイバに可干渉性の低い光を供給する光源を備え、該光源は前記干渉縞抑制手段として機能するようにしても良い。ここで、好適には、前記可干渉性の低い光源は、SLDまたはLEDである。

[0018] なお、本願において、「キャリブレーション」とは、ファイバを走査振動させて走査を行う光走査装置のファイバ先端、あるいは、ファイバ先端から射出された光の照射スポットが、どの時間にどの位置にあるのかを、予め光位置検出器等を用いて取得することを意味する。また、「光走査装置」とは、振動可能に支持された光ファイバの先端を振動駆動させて、対象物に光を走査する装置であり、光走査型内視鏡、光走査型顕微鏡、光走査型投影装置等が含まれる。さらに、「光位置検出器」とは、検出面上の光スポットの位置を検出する検出器であり、以下においてPSDとも呼ばれる。

[0019] また、「干渉縞抑制手段」とは、PSD内で発生する干渉縞を抑制する構

成要素であり、具体的には、PSDの保護ガラスの表面に形成された反射防止膜または微細構造、PSDの受光面と保護ガラスとの間に充填された高屈折率の媒体、可干渉性の低い光を射出する光源等が含まれる。さらに、「光透過部材」は、キャリブレーションに用いられる照明光を透過させる波長特性を有する部材であり、例えば、ガラスや光透過性の樹脂である。また、「低反射状態」とは、光透過部材の界面で生じる反射を抑制した状態を意味し、具体的には反射防止膜を形成した状態、光の波長オーダの微細構造を形成した状態等が含まれる。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、検出ステップが、前記光位置検出器に対し到達する光路上で発生する干渉縞を抑制する干渉縞抑制手段を用いて実行されるようにしたので、光位置検出器（PSD）におけるノイズの発生を抑制し、画像の歪みを改善した光走査装置のキャリブレーション方法およびキャリブレーション装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1] PSDにおける干渉縞の発生を説明する図である。

[図2]第1実施の形態に係るキャリブレーション装置に光走査型内視鏡を接続した状態を示すブロック図である。

[図3]図2の光走査型内視鏡の先端部の断面図である。

[図4]光走査型内視鏡装置のアクチュエータを照明用光ファイバとともに示す図であり、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2のPSDの断面図である。

[図6]キャリブレーションの手順を示すフローチャートである。

[図7]第2実施の形態に係るキャリブレーション装置のPSDの断面図である。

。

[図8]従来のキャリブレーション方法による画像の歪みの一例を示す図である。

。

発明を実施するための形態

[0022] 図面を用いて本発明の具体的実施の形態について説明する前に、本発明の基礎となった技術的検討内容について説明する。本発明者らは、キャリブレーション時に発生する位置データの誤差の原因を探るために、ガルバノミラー対を用いて光走査を行うレーザ走査型顕微鏡（LSM）を用いて、PSDの位置検出精度について検討を行った。具体的には、レーザ走査型顕微鏡の観察位置の近傍にPSDの受光面を配置して、レーザを走査して顕微鏡画像を取得した。レーザ走査型顕微鏡（LSM）で用いられるガルバノミラーを用いた走査機構は、走査軌跡が正確且つ安定しているので、位置情報が正確な画像が得られる。その結果、PSDの内部で干渉縞が発生し、位置により顕微鏡画像の光量に変化していることが観察された。さらに、観察された干渉縞には、間隔の狭い干渉縞と間隔の広い干渉縞の2種類があることも観察された。

[0023] 図1は、PSDにおける干渉縞の発生を説明する図であって、PSDの受光面を側面から見た断面図である。PSD1の受光面2に対向して、受光面2を保護するための保護ガラス3が設けられている。保護ガラス3は、受光面2に対して製造上の誤差により僅かに傾いている。説明のため、図1では保護ガラス3の傾きを強調して示している。PSD1の受光面2はシリコン面であり、入射光に対して強い反射光を生じさせる。そこで、この反射光に加えて、保護ガラス3の両面3aおよび3bによる反射に由来する干渉縞が発生しているものと考えられる。受光面2と保護ガラスとの間の傾きは、保護ガラス3の両面3a、3b間のそれよりも大きいため、間隔の狭い干渉縞は、受光面2と保護ガラス3との間の傾きによるものであり、間隔の広い干渉縞は保護ガラス3の両面3a、3bが僅かに非平行であることによるものと推定される。

[0024] 上記は、PSD1の受光面を、レーザ走査型顕微鏡（LSM）側から観察した結果であるが、PSD1の受光面2上においても実際に干渉縞が発生していると考えられる。例えば、図1のAで示すように、受光面2に直接入射

する光と、受光面 2 で 1 回反射された後保護ガラス 3 の内側面 3 b で反射されて受光面 2 に入射する光との間で、間隔の狭い干渉縞が発生する。また、図 1 の B のように、受光面 2 に直接入射する光と、保護ガラス 3 の内側面 3 a および外側面 3 b で 1 回ずつ反射されて受光面 2 に入射する光の間では、間隔の広い干渉縞が発生する。PSD 1 には、正しい測定を行うために適正な光量の範囲があるため、観察中の光量が大きく変動すると、正しい光スポット位置を出力しなくなる。よって、本発明者らは、PSD 1 の検出誤差の原因は、受光面と保護ガラスでの反射光による干渉縞である可能性が高いと確信し、以下の実施の形態で説明するように干渉縞を抑制する手段を講じたものである。

[0025] 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。

[0026] (第 1 実施の形態)

図 2 は、本発明の第 1 実施の形態に係るキャリブレーション装置に光走査型内視鏡 30 を接続した状態を示すブロック図である。キャリブレーション装置は、キャリブレーション装置本体 10 と PSD 20 とを備える。また、キャリブレーション装置本体 10 には、必要に応じて、ディスプレイ等の表示装置 18 や、キーボード、マウス、および／またはタッチパネル等の入力装置 19 が接続されている。光走査型内視鏡 30 は、接続部 31 によりキャリブレーション装置本体 10 に対して接続される。

[0027] キャリブレーションの対象となる光走査型内視鏡 30 は、内視鏡装置の所謂スコープ部分であり、光走査型内視鏡 30 の内部を挿通された照明用光ファイバ 33 と、照明用光ファイバ 33 の先端部 33 a を駆動させるアクチュエータ 34 と、アクチュエータ 34 に駆動信号を伝達する駆動信号線 35 と、光走査型内視鏡 30 の内部（例えば、接続部 31）に内蔵されるメモリ 36 を備える。また、光走査型内視鏡 30 には、照明光の照射による反射光や蛍光等の被検出光を受光して伝達する受光用光ファイバ 37（図 3 参照）が挿通されている。

[0028] 内視鏡観察時の状態では、光走査型内視鏡 30 は、接続部 31 により光走

査型内視鏡装置の図示しない制御装置本体に接続され、内視鏡画像の生成に使用される。光走査型内視鏡装置本体は、光走査型内視鏡 30 に光を供給する光源部、アクチュエータ 34 を駆動するための駆動回路、光走査型内視鏡 30 で受光した画素データから画像を生成する画像処理回路等を備える。このような光走査型内視鏡装置は、例えば、日本国特許出願公開特開 2014-44265 号公報、特開 2014-145941 号公報等に開示されている。光走査型内視鏡 30 は、通常、制御装置本体とは別に流通しており、本発明のキャリブレーション装置は、主に製品出荷時において光走査型内視鏡 30 のキャリブレーションを行うためのものである。

[0029] キャリブレーション装置本体 10 は、内視鏡観察時の制御装置本体と同様に光走査型内視鏡 30 の接続部 31 に接続可能に構成されている。キャリブレーション装置本体 10 は、キャリブレーション装置本体 10 全体を制御する制御部 11 と、光走査型内視鏡 30 に対してキャリブレーション用の照明光を供給する光源部 12 と、光走査型内視鏡 30 のアクチュエータ 34 を駆動する駆動回路 13 と、PSD 20 からの出力を受けこれを処理する演算回路 14 と、演算回路 14 から出力されたキャリブレーションデータを記憶する記憶部 15 とを備える。

[0030] 光源部 12 は、例えば、レーザダイオード、DPSS レーザ（半導体励起個体レーザ）等のキャリブレーション用光源を備える。光走査型内視鏡 30 で内視鏡観察を行う場合は、カラー画像を得るために波長の異なる光を射出する複数の光源を使用する場合があるが、キャリブレーション装置本体 10 では、キャリブレーション用に最低限単一の光源があれば良い。光源部 12 の発光タイミングは、制御部 11 によって制御される。光源部 12 から射出される光は、照明用光ファイバ 16 に入射され、接続部 31 で光走査型内視鏡 30 の照明用光ファイバ 33 に結合されている。照明用光ファイバ 16, 33 としては、シングルモード光ファイバを用いることができる。

[0031] 駆動回路 13 は、光走査型内視鏡 30 のアクチュエータ 34 に、内視鏡観察時と同様の駆動信号を供給する。後述するように、照明用光ファイバ 33

の先端部が圧電素子により駆動される場合は、駆動回路 13 は、圧電素子の駆動電圧を供給する。駆動回路 13 の出力は駆動信号線 17 に供給される。駆動信号線 17 は、接続部 31 で光走査型内視鏡 30 の駆動信号線 35 に接続される。駆動回路 13 もまた、制御部 11 により駆動開始のタイミングを制御される。

[0032] 演算回路 14 は、PSD 20 から出力される照明光の受光面上の照射位置に対応する検出信号を、検出信号線 21 を介して取得し、この信号を照射位置の座標値 (x, y) に変換する。さらに、演算回路 14 は、変換した座標値 (x, y) を、制御部 11 による駆動回路 13 の駆動開始からの経過時間と対応付ける。また、必要な場合は、演算回路 14 において照明光の座標位置の誤差を、多項式近似等を用いて平滑化しても良い。演算回路 14 で算出された、経過時間と対応付けられた照明光の照射位置情報は、キャリブレーションデータとして記憶部 15 に格納されるように構成される。

[0033] 次に、光走査型内視鏡 30 の駆動機構について説明する。図 3 は、図 2 の光走査型内視鏡 30 の挿入部 32 の先端部 32a (波線で示した部分) の断面図である。光走査型内視鏡 30 の挿入部 32 の先端部 32a は、アクチュエータ 34、投影用レンズ 38a、38b、中心部を通る照明用光ファイバ 33 および外周部を通る複数の受光用光ファイバ 37 を含んで構成される。受光用光ファイバ 37 は、内視鏡観察時に被検出光の検出用に使用されるものであり、キャリブレーションには使用されない。アクチュエータ 34 は、取付環 39 により挿入部 32 の内部に固定されたアクチュエータ管 40、並びに、アクチュエータ管 40 内に配置されるファイバ保持部材 41 および圧電素子 42a~42d (図 4 (a) および (b) 参照) を含んで構成される。

[0034] 照明用光ファイバ 33 は、ファイバ保持部材 41 で支持されるとともにファイバ保持部材 41 から先端部 33a までが、振動可能に支持された揺動部 33b となっている。また、投影用レンズ 38a、38b は、挿入部 32 の最先端に配置される。投影用レンズ 38a、38b は、照明用光ファイバ 3

3の先端部33aから射出されたレーザ光を、観察対象物上に略集光するように構成されている。したがって、PSD20は、受光面がこの集光位置に一致するように位置決めされる。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される場合もある。

[0035] 図4は、光走査型内視鏡30のアクチュエータ34を照明用光ファイバ33とともに示す図であり、図4(a)は側面図、図4(b)は図4(a)のA-A断面図である。照明用光ファイバ33は角柱状の形状を有するファイバ保持部材41の中央を貫通し、これによってファイバ保持部材41によって固定され保持される。ファイバ保持部材41の4つの側面は、それぞれ光ファイバの光軸方向である+Z方向に垂直な、+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41の+Y方向および-Y方向にはY方向駆動用の一对の圧電素子42a、42cが固定され+X方向および-X方向にはX方向駆動用の一对の圧電素子42b、42dが固定される。ファイバ保持部材41を挟んで対向配置された圧電素子42b、42d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41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。

[0036] 駆動回路13は、X方向駆動用の圧電素子42b、42dとY方向駆動用の圧電素子42a、42c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42a、42cとX方向駆動用の圧電素子42b、42d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33の揺動部33bが振動し、先端部33aが振動、偏向するので、先端部33aから出射されるレーザ光はPSD20の受光面22(図5参照)を走査する。スパイラル走査の場合は、X方向とY方向に同一周波数で互いに位相がおおよそ90°異なり振幅が0と最大値との間で変化する振動電圧を印加する。

[0037] 次に、本実施の形態において用いられるPSD20について説明する。図

5は、図2のPSD20の断面図であって、受光面22に沿う方向（受光面22の中心に入射する入射光の光路に略垂直な方向）から見た図である。図5において、照明用光ファイバ33から射出された照明光は、上方から入射する。すなわち、図2のPSD20は、図5のPSD20の受光面22を左側に向けて配置したものである。PSD20は、受光面22と受光面22に対向して離間して配置された保護ガラス23を備える。受光面22は、シリコン基板上に形成され通常高い反射率を有する。受光面22と保護ガラス23との間は、空気層24となっている。受光面22と保護ガラス23とを正確に平行状態に配置することは難しく、保護ガラス23は受光面22に対して不所望な傾きを有する（図5では傾きを強調して示している。）。また、保護ガラス23自身にも僅かなくさび角があり、照明用光ファイバ33の先端部32aに対向する外側面23aおよびPSD20の受光面22に対向する内側面23bは、完全に平行ではない。

[0038] 保護ガラス23には、外側面23aおよび内側面23bの少なくとも何れか一方に、反射防止膜（ARコート）が形成される。好適には、内側面23aと外側面23bの双方に反射防止膜が形成される。反射防止膜は、保護ガラス23の少なくとも一方の面23a, 23bで反射された光が、受光面22上で直接入射した照明光と干渉することを抑制する。

すなわち、反射防止膜は、PSD20に対し到達する光路上で発生する干渉縞を抑制する干渉縞抑制手段として機能する。

[0039] 次に、図6に示すフローチャートを用いて、キャリブレーションの手順を説明する。まず、キャリブレーションを行う本キャリブレーション装置の使用人は、図1に示すように、光走査型内視鏡30の接続部31をキャリブレーション装置本体10に接続する（ステップS01）。これによって、キャリブレーション装置本体10の照明用光ファイバ16および駆動信号線17が、それぞれ、光走査型内視鏡30の照明用光ファイバ33および駆動信号線35と接続される。

[0040] 次に、使用人は、光走査型内視鏡30の挿入部32の先端部32aを固定

し、先端部32aから照射される照明光がスポットを形成する集光面上に、PSD20の受光面22が一致するように、PSD20を配置する（ステップS02）。ここで、PSD20の検出信号線21は、キャリブレーション装置本体10の演算回路14に接続されている。

[0041] その後、使用者は、キャリブレーション装置本体10を起動する。さらに使用者は、入力装置19を介して、制御部11に対してキャリブレーションの開始を指示する。制御部11は、光源部12により照明光を射出しながら、駆動回路13によりアクチュエータ34を起動してスパイラル走査を開始する。PSD20は、スパイラル走査の少なくとも一周期に渡って、照明光のスポット位置の軌跡を順次検出する（ステップS03）。

[0042] ここで、PSD20の保護ガラス23の少なくとも外側面23aおよび内側面23bの何れか一方には、反射防止膜が形成されているので、受光面22における干渉縞の発生が抑制される。これにより、PSDに入射する照明光量が走査位置によって変動することがなく、正確に照明光のスポット位置を検出することが可能になる。

[0043] PSD20は、検出した光スポット位置に対応する検出信号（例えば、スポット位置に対応する電圧値）を、順次演算回路14に出力する。演算回路14は、制御部11から駆動回路13の起動後の経過時間の情報を受け取り、検出信号から算出したスポット位置の座標情報と時間情報とを関連付けてキャリブレーションデータとする。さらに、場合によっては、PSD20の検出誤差の補正や、検出された軌跡の平滑化、データの異常値の検出等の処理を行う。演算回路14が算出したキャリブレーションデータは、キャリブレーション装置本体10内の記憶部15に格納される（ステップS04）。記憶部15は、キャリブレーション装置本体10内部の記憶装置とすることができる。あるいは、記憶部15は、キャリブレーション装置本体10に着脱可能な、可搬型の記憶媒体（メモリカード等）であっても良い。

[0044] 次に、キャリブレーションデータの記憶部15への格納が終了すると、記憶部15のキャリブレーションデータは、光走査型内視鏡30内部のメモリ

36へ出力される（ステップS05）。なお、記憶部15が可搬型の記憶媒体の場合は、使用者がキャリブレーション装置本体10からこれを取り外して、光走査型内視鏡30の所定の場所にメモリ36として挿入する。その場合、この可搬型の記憶媒体の着脱作業は、次のステップS06の終了後に行っても良い。

[0045] キャリブレーションデータが光走査型内視鏡30内部のメモリ36へ出力された後、使用者は、光走査型内視鏡30の接続部31をキャリブレーション装置本体10から取り外す（ステップS06）。

[0046] 以上のようにして、光走査型内視鏡30は、メモリ36にキャリブレーションデータを保持する。光走査型内視鏡30を用いて内視鏡観察を行う際には、光走査型内視鏡30は光源および駆動回路、画像処理部を有する制御装置本体に接続される。制御装置本体は、光走査型内視鏡30のメモリ36からキャリブレーションデータを読み出し、このキャリブレーションデータに基づいて、取得される画素値と画素位置を対応付けて画像生成を行う。

[0047] 本発明によれば、上記キャリブレーション装置を用いて上記キャリブレーション手順によりキャリブレーションを行うことによって、精度の高いキャリブレーションデータが、光走査型内視鏡30に格納される。特に、保護ガラス23の外側面23aおよび内側面23bの少なくとも一方に反射防止膜を形成したので、受光面22上に干渉縞が発生してPSD20の出力が不正確になることを抑制することができる。これにより、この光走査型内視鏡30を用いて内視鏡観察を行う際には、より歪みの少ない画像を生成することが可能になる。これによって、光走査型内視鏡30を用いた診断精度も向上するものと期待できる。

[0048] また、従来は内視鏡画像に歪みが発生した場合、それがPSD内部のノイズによるものか、レンズやPSDに付着したゴミなどの異物に起因するものか判別することが困難であった。しかし、本発明のキャリブレーションを行った後は、PSD内部の干渉縞を抑制したことによって、レンズやPSDに付着した異物を判別しやすくなるという効果もある。さらに、本発明による

キャリブレーション方法を実行すると、近似式で補正することが難しい広範囲に発生する画像の歪みを取り除くことができる。このため、上記のゴミなどにより局所的な歪みが発生した場合には、近似式による補正の精度が向上するという効果もある。

[0049] 光走査型内視鏡30では、光走査を行う挿入部32の先端部32aは非常に小さく、照明用光ファイバ33の先端部33aの位置を検出するセンサ等を先端部に配置することが困難である。このため、本発明のキャリブレーション方法は、光走査型内視鏡30に適用した時に特に好適である。

[0050] (第2実施の形態)

図7は、第2実施の形態に係るキャリブレーション装置のPSD20の断面図である。第2実施の形態では、保護ガラス23に反射防止膜を形成することに代えて、PSD20の受光面22と保護ガラス23との間に、屈折率が空気よりも保護ガラスの屈折率に近いゲル等の媒質25を充填する。これにより、保護ガラス23と媒質25との屈折率差を、保護ガラス23と空気との屈折率差より小さくして、反射光の発生を軽減したものである。媒質25の屈折率は、保護ガラス23の屈折率により近いことが好ましい。特に、媒質25の屈折率を保護ガラス23の屈折率と一致させることによって、保護ガラス23と媒質25との間の界面での反射を抑止することができる。その他の構成は、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。

[0051] 本実施の形態によれば、保護ガラス23と媒質25との間の反射が低減されることによって、受光面22上での干渉縞の発生が低減される。これによって、第1実施の形態と同様に、この光走査型内視鏡30を用いて内視鏡観察を行う際には、より歪みの少ない画像を生成することが可能になる。

[0052] (第3実施の形態)

本発明の第3実施の形態は、第1実施の形態のPSD20に代えて図1に示した反射防止膜を有さないPSD1と同様のPSDを用い、さらに、図2の光源部12にSLD (Super Luminescent Diode)、LED等の可干渉性の

低い光源を使用する。その他の構成は、第1実施の形態と同様とし、説明を省略する。

[0053] 本実施の形態によれば、照明光として可干渉性の低い光を使用したので、PSD20において干渉縞を生じにくくなる。これによって、第1実施の形態と同様に、この光走査型内視鏡30を用いて内視鏡観察を行う際には、より歪みの少ない画像を生成することが可能になる。

[0054] また、PSDとして反射防止膜を有さないものを使用するとしたが、PSD20と同様に反射防止膜を有するものを使用しても良い。その場合は、反射防止膜と低可干渉性の光源との双方の効果によって、より干渉縞を抑制することができるので、より高い効果が得られる。

[0055] なお、本発明は、上記各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。たとえば、光走査装置の走査軌道はスパイラル走査に限られない。例えば、ラスタ走査やリサージュ走査を行う場合にも、本発明を適用することが可能である。また、光走査装置の光ファイバを駆動する方法としては圧電素子を用いる方法に限られず、電磁コイルと永久磁石とを用いた電磁的な駆動方法により光ファイバ先端部のアクチュエータを構成することもできる。その場合、駆動回路はアクチュエータに印加する電圧を制御するものに代えて、電流を制御するようにする。

[0056] さらに、上記実施の形態において、制御部、光源部、駆動回路、演算回路および記憶部を同一のキャリブレーション装置本体に内蔵されるものとしたが、これらは、別体のハードウェアとしても良い。PSDの受光面を保護する部材はガラスとしたが、これに限られず光透過性の樹脂等を用いることもできる。また、上記実施の形態は、光走査装置の出荷前のキャリブレーションに適用するものとしたが、これに限られず、使用開始後の光走査装置をキャリブレーションするために適用することもできる。さらに、上記実施の形態では、観察用の制御装置本体とは別に、キャリブレーション専用のキャリブレーション装置本体を設けたが、キャリブレーション装置本体の機能を観察用の制御装置本体に内蔵させて、使用者が随時キャリブレーションを行え

るようにしても良い。

[0057] また、光走査装置は光走査型内視鏡に限られず、ファイバを走査する光走査型顕微鏡や光走査型投影装置（プロジェクタ）に適用することも可能である。また、上記実施の形態では、光走査装置である光走査型内視鏡は、光源および駆動回路を備えていなかったが、これらを内蔵する光走査装置に対しても本発明を適用することができる。その場合、キャリブレーション装置は、少なくとも光走査装置に接続されるキャリブレーション装置本体の制御部と、干渉縞の発生を抑制したPSDと、PSDが検出した位置情報を格納する記憶装置を含み、制御部の制御のもと光走査装置を駆動してファイバを走査させ、光スポットの位置をPSDにより検出して、タイミング情報と関連付けて記憶装置に格納すれば良い。その他、キャリブレーション装置の構成としては、種々の変形形態が可能である。

[0058] さらに、上記実施の形態では、キャリブレーション装置本体に記憶部を設けて、キャリブレーションデータを一旦格納する構成としたが、キャリブレーション装置本体には記憶部を設けず、演算回路で算出されたキャリブレーションデータを、光走査装置のメモリに直接出力するようにしても良い。

産業上の利用可能性

[0059] 本発明に係るキャリブレーション装置およびキャリブレーション方法は、光走査装置のキャリブレーションに使用することができ、特に製品出荷前のキャリブレーション等に好適に使用することができる。

符号の説明

[0060] 10 キャリブレーション装置本体
11 制御部
12 光源部
13 駆動回路
14 演算回路
15 記憶部
16 照明用光ファイバ

- 1 7 駆動信号線
- 1 8 表示装置
- 1 9 入力装置
- 2 0 P S D
- 2 1 検出信号線
- 2 2 受光面
- 2 3 保護ガラス
 - 2 3 a 外側面
 - 2 3 b 内側面
- 2 4 空気層
- 2 5 媒質
- 3 0 光走査型内視鏡
- 3 1 接続部
- 3 2 挿入部
 - 3 2 a 先端部
- 3 3 照明用光ファイバ
 - 3 3 a 先端部
 - 3 3 b 揺動部
- 3 4 アクチュエータ
- 3 5 駆動信号線
- 3 6 メモリ
- 3 7 受光用光ファイバ
 - 3 7 a 先端部
- 3 8 a, 3 8 b 投影用レンズ
- 3 9 取付環
- 4 0 アクチュエータ管
- 4 1 ファイバ保持部材
- 4 2 a, 4 2 b, 4 2 c, 4 2 d 圧電素子

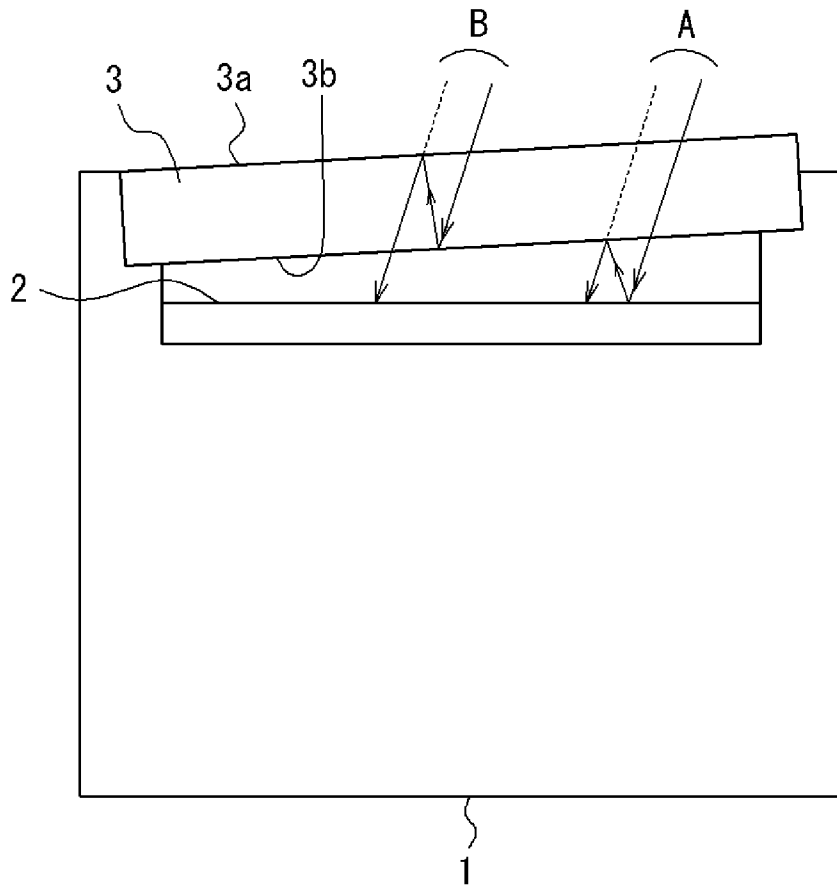
請求の範囲

- [請求項1] 振動可能に支持された先端部を有する光ファイバと、前記光ファイバの先端部を該光ファイバの光軸に垂直な方向に駆動させるアクチュエータと、を備える光走査装置に適用され、
- 前記光ファイバの前記先端部からの出射光の位置を検出する光位置検出器を配置する配置ステップと、
- 前記光ファイバに光を供給するとともに該光ファイバの前記先端部を駆動して、前記光位置検出器により出射光の位置を検出する検出ステップと、
- を含む光走査装置のキャリブレーション方法において、
- 前記検出ステップは、前記光位置検出器に対し到達する光路上で発生する干渉縞を抑制する干渉縞抑制手段を用いて実行されることを特徴とするキャリブレーション方法。
- [請求項2] 前記干渉縞抑制手段は、前記光位置検出器で発生し得る反射を軽減させることで干渉縞を抑制することを特徴とする、請求項1に記載のキャリブレーション方法。
- [請求項3] 前記光位置検出器の受光面に対向して前記受光面の保護用の光透過部材を設け、前記干渉縞抑制手段は、前記光透過部材の少なくとも一方の面を低反射状態としたものである、請求項2に記載のキャリブレーション方法。
- [請求項4] 前記光位置検出器の受光面に対向して前記受光面の保護用の光透過部材を設け、前記干渉縞抑制手段は、前記光位置検出器の受光面と前記光透過部材との間に、屈折率が空気よりも前記光透過部材に近い媒質を充填して構成されることを特徴とする請求項2に記載のキャリブレーション方法。
- [請求項5] 前記干渉縞抑制手段は、前記光ファイバに可干渉性の低い光を供給することで、前記光位置検出器内での干渉縞の発生を抑制することを特徴とする、請求項1から4の何れか一項に記載のキャリブレーション方法。

ン方法。

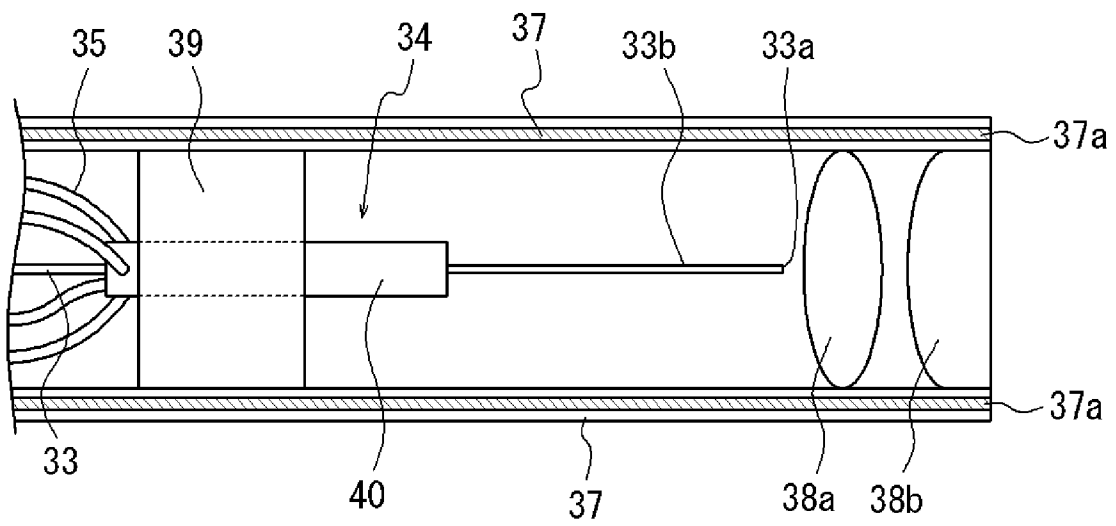
- [請求項6] 振動可能に支持された先端部を有する光ファイバと、前記光ファイバの先端部を該光ファイバの光軸に垂直な方向に駆動させるアクチュエータと、を備える光走査装置のキャリブレーション装置であって、
前記アクチュエータを制御する制御部と、
前記光ファイバの前記先端部からの出射光の位置を検出する光位置検出器と、
前記光位置検出器から出力された出射光の位置情報に基づくキャリブレーションデータを格納する記憶部と、
前記光位置検出器に対し到達する光路上で発生する干渉縞を抑制する干渉縞抑制手段と、
を備えることを特徴とするキャリブレーション装置。
- [請求項7] 前記光位置検出器の受光面に対向して該受光面の保護用の光透過部材を備え、前記干渉縞抑制手段は、前記光透過部材の少なくとも一方の面に設けられた反射防止膜であることを特徴とする請求項6に記載のキャリブレーション装置。
- [請求項8] 前記光位置検出器の受光面に対向して該受光面の保護用の光透過部材を備え、前記干渉縞抑制手段は、前記光位置検出手段の受光面と前記光透過部材との間に、屈折率が空気よりも前記光透過部材に近い媒質を充填して構成されることを特徴とする請求項6に記載のキャリブレーション装置。
- [請求項9] 前記光ファイバに可干渉性の低い光を供給する光源を備え、該光源は前記干渉縞抑制手段として機能することを特徴とする請求項6から8の何れか一項に記載のキャリブレーション装置。
- [請求項10] 前記可干渉性の低い光源は、SLDまたはLEDであることを特徴とする請求項9に記載のキャリブレーション装置。

[図1]

FIG. 1

[図3]

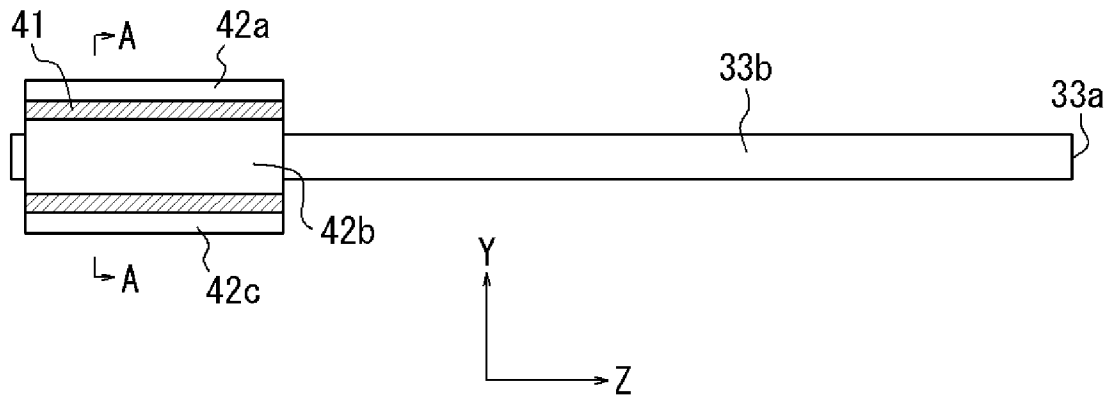
FIG. 3



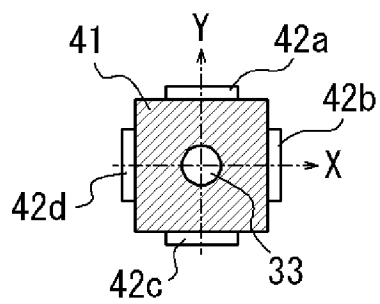
[図4]

FIG. 4

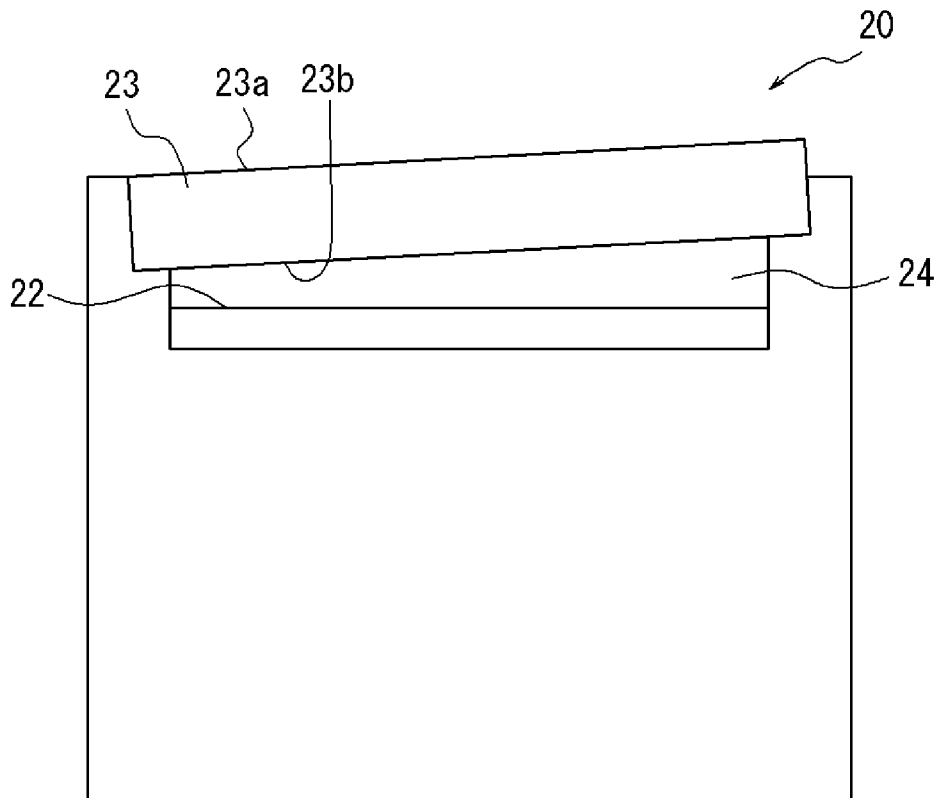
(a)



(b)

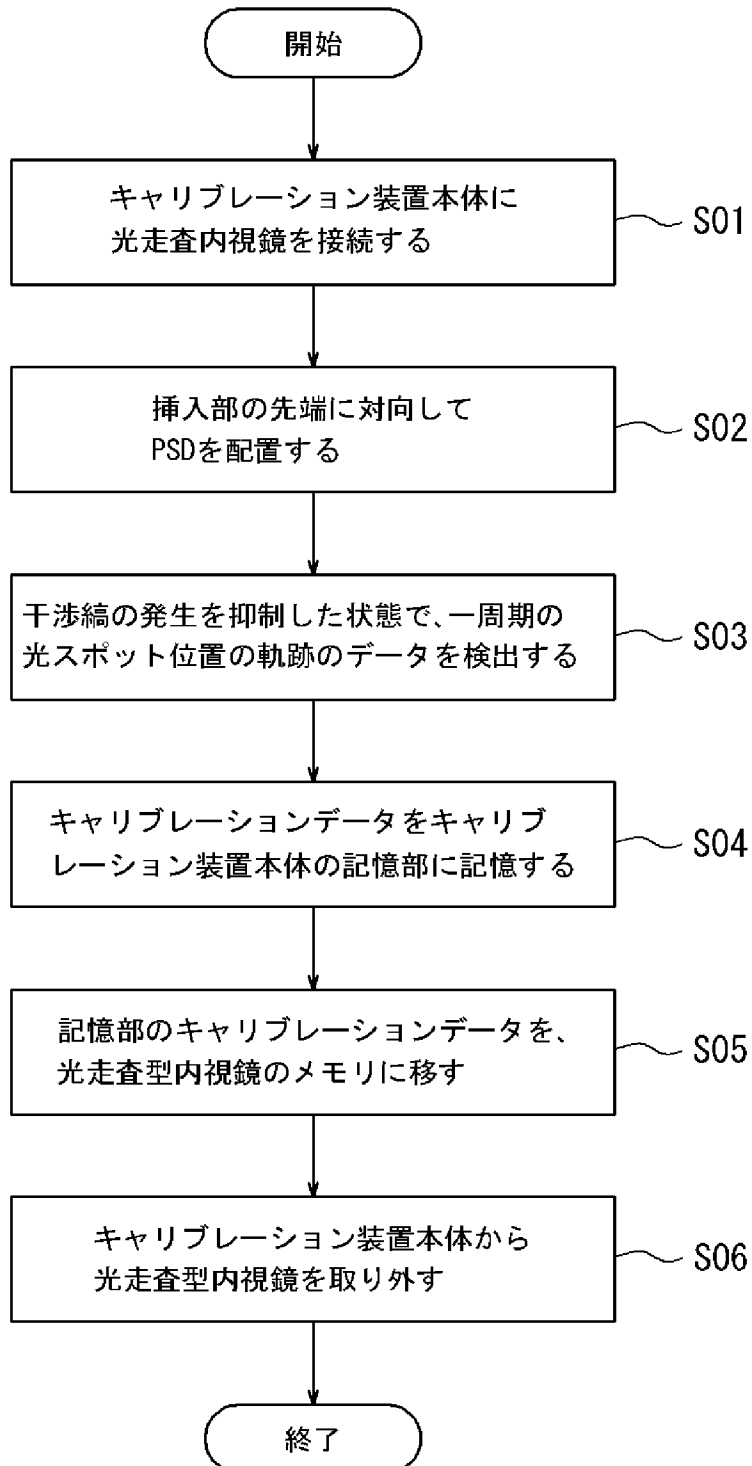


[図5]

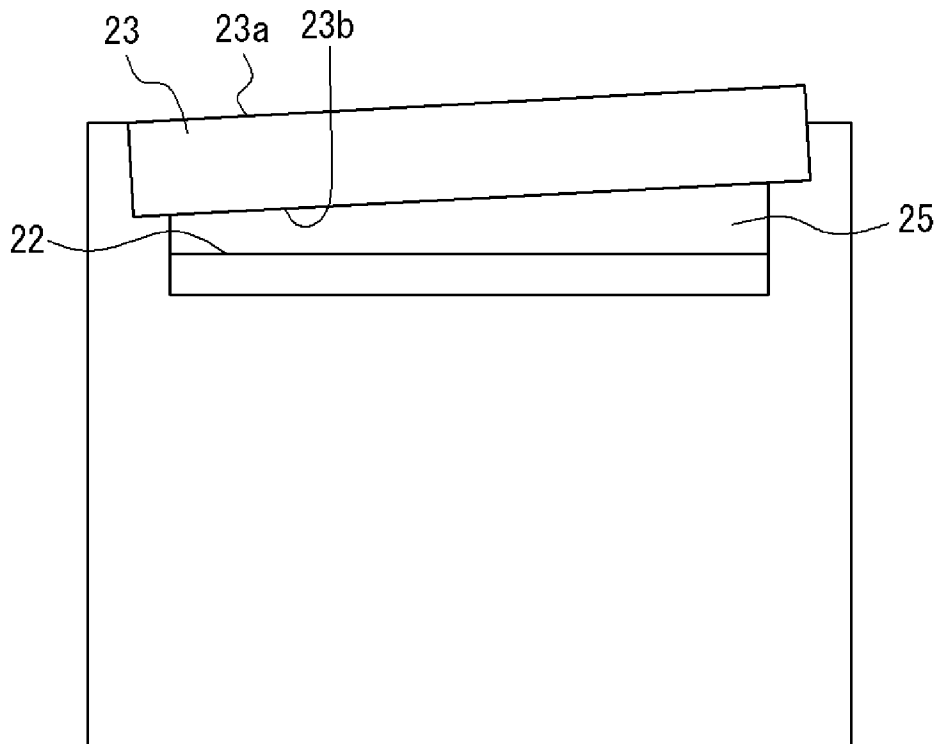
FIG. 5

[図6]

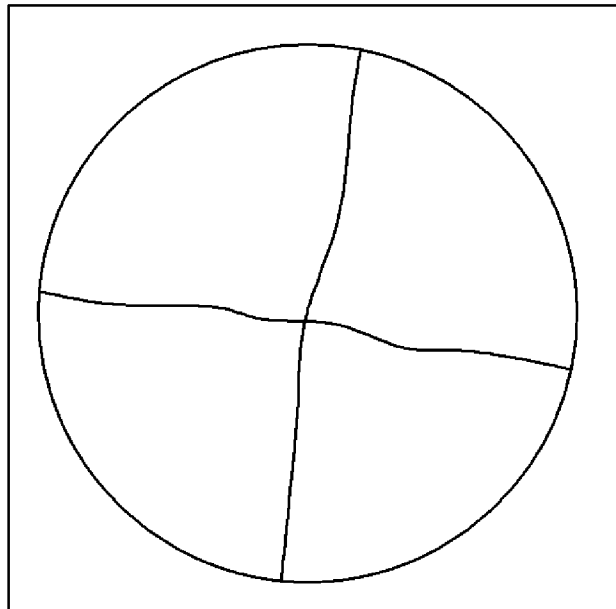
FIG. 6



[図7]

FIG. 7

[図8]

FIG. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/001516

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
A61B1/00(2006.01)i, G02B26/10(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)
A61B1/00-1/317, G02B26/10, G02B23/24-23/26, G02B21/06, G01J1/00-1/60

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 A	JP 2012-147831 A (Hoya Corp.), 09 August 2012 (09.08.2012), paragraphs [0002] to [0006] (Family: none)	1-3, 5-7, 9-10 4, 8

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 05 June 2015 (05.06.15)	Date of mailing of the international search report 16 June 2015 (16.06.15)
--	---

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 (IPC))

Int.Cl. A61B1/00(2006.01)i, G02B26/10(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. A61B1/00-1/317, G02B26/10, G02B23/24-23/26, G02B21/06, G01J1/00-1/60

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	1971-2015年
日本国実用新案登録公報	1996-2015年
日本国登録実用新案公報	1994-2015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 A	JP 2012-147831 A (HOYA株式会社) 2012. 08. 09, 【0002】 - 【0006】 (ファミリーなし)	1-3, 5-7, 9-10 4, 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

05. 06. 2015

国際調査報告の発送日

16. 06. 2015

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)

門田 宏

2 Q

9 2 2 4

電話番号 03-3581-1101 内線 3292