

(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
2018年11月15日(15.11.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/207356 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 26/10 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/018056

(22) 国際出願日: 2017年5月12日(12.05.2017)

(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]; 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 Tokyo (JP).

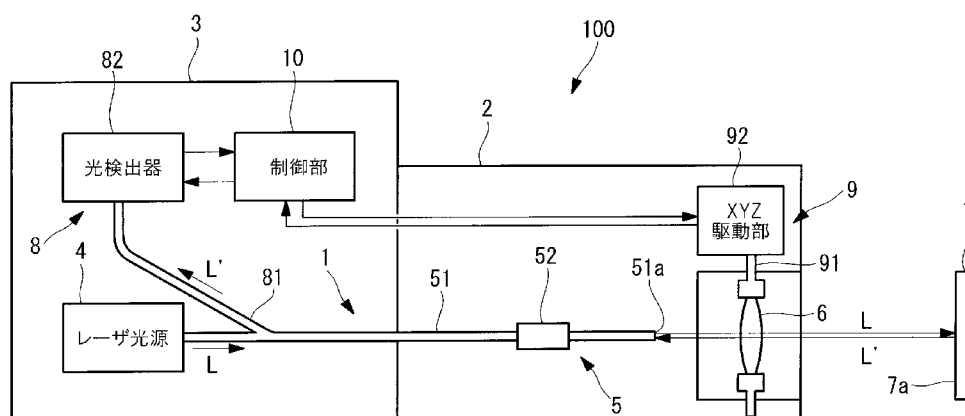
(72) 発明者: 三木 健寛 (MIKI, Takehiro); 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 上田 邦生, 外 (UEDA, Kunio et al.); 〒2208137 神奈川県横浜市西区みなとみらい2-2-1 横浜ランドマークタワー37F Kanagawa (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, DJ, 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, KH, KN, KP, KR, KW, 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,

(54) Title: OPTICAL SCANNING DEVICE

(54) 発明の名称: 光走査装置



4 Laser light source
10 Control unit
82 Photodetector
92 XYZ drive unit

(57) Abstract: An optical scanning device (1) comprises: a lighting system (6); a scanning module (5) for scanning illumination light that enters the lighting system (6) from a light source (4); a reflector (7) that reflects, in a direction parallel to the optical axis, the illumination light emitted in a direction parallel to the optical axis from the lighting system (6); a light receiving unit (8) that receives the illumination light reflected by the reflector (7) via the optical path for the illumination light in the lighting system (6); a position adjusting unit (9) that adjusts the relative position between the

[続葉有]



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).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))

scanning module (5) and the lighting system (6) along the directions parallel to and perpendicular to the optical axis of the lighting system (6); and a control unit (10) that controls the position adjusting unit (9) on the basis of the amount of light received by the light receiving unit (8).

(57) 要約: 光走査装置(1)は、照明光学系(6)と、光源(4)から照明光学系(6)に入射する照明光を走査する走査部(5)と、照明光学系(6)から光軸に平行に射出された照明光を光軸に平行な方向に反射する反射部(7)と、反射部(7)によって反射された照明光を照明光学系(6)における照明光の光路を介して受光する受光部(8)と、照明光学系(6)の光軸に対して平行および垂直な方向における走査部(5)および照明光学系(6)の相対位置を調整する位置調整部(9)と、受光部(8)による受光量に基づいて位置調整部(9)を制御する制御部(10)とを備える。

明 細 書

発明の名称： 光走査装置

技術分野

[0001] 本発明は、光走査装置に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、光ファイバの先端を振動させることで光ファイバの先端から被写体に照射される励起光を走査し、照明光の照射位置からの蛍光を受光して画像化する光走査型内視鏡が知られている（例えば、特許文献 1 参照。）。特許文献 1 では、光ファイバの先端の前方に対物光学系を設けることで、共焦点蛍光画像を取得している。すなわち、対物光学系の前側焦点に光ファイバの先端が配置されており、光ファイバの先端と光学的に共役な位置の蛍光のみが対物光学系および光ファイバを介して検出されるようになっている。

[0003] また、特許文献 1 には、画像の歪みや解像度を評価するためのキャリブレーション用にチャートの画像を取得することが開示されている。鮮明なチャートの画像を取得するためには、対物光学系の焦点がチャートに合っている必要がある。特許文献 1 では、光ファイバの前方に配置されたチャートに背後から平行光を照射し、チャートを透過した光を光ファイバを介して受光し、受光量が最大となる位置を対物光学系の焦点がチャートに合う位置として検出している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献 1：特開 2015-20032 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 対物光学系を介して被写体に照射される光のスポット径を制御するためには、光ファイバと対物光学系との相対位置を正確に調整する必要がある。特許文献 1 に開示されている移動機構は、対物光学系の位置を光軸方向に調整

することはできるが、光軸に交差する方向における光ファイバと対物光学系との相対位置の調整を行うことができない。

[0006] また、特許文献1においては、外部に光源が設けられているため、光ファイバと対物光学系との相対位置が理想の位置から光軸方向にずれている場合であっても、対物光学系から光ファイバに光が入射しやすい。そのため、光ファイバと対物光学系との相対位置の光軸方向の変化量に対する受光量の変化量が小さくなる。したがって、光ファイバと対物光学系との光軸方向の相対位置を受光量に基づいて正確に検出することが困難であり、高い精度で位置調整を行うことが難しいという問題がある。

[0007] 本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであって、照明光学系および走査部の光軸に交差する方向の相対位置の調整を行うことができるとともに、光軸方向の相対位置の調整を高い精度で行うことができる光走査装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記目的を達成するため、本発明は以下の手段を提供する。

本発明の第1の態様は、光源からの照明光を被写体にスポット状に照射する照明光学系と、前記光源から前記照明光学系に入射する照明光を前記照明光学系の光軸に交差する方向に走査する走査部と、前記照明光学系と対向して配置され、該照明光学系から前記光軸に平行に射出された前記照明光を前記照明光学系に向かって前記光軸に平行な方向に反射する反射部と、該反射部によって反射された前記照明光を前記照明光学系における前記照明光の光路を介して受光する受光部と、前記照明光学系の前記光軸に対して平行な方向および垂直な方向における前記走査部および前記照明光学系の相対位置を調整する位置調整部と、前記受光部によって受光された前記照明光の受光量に基づいて前記位置調整部を制御する制御部とを備える光走査装置である。

[0009] 上記第1の態様によれば、照明光学系から射出された照明光は、反射部によって反射され、照明光学系から反射部までの照明光の光路と同一の光路を辿って照明光学系まで戻った照明光が受光部によって受光される。

ここで、照明光学系から射出される照明光の射出方向は、走査部と照明光学系との光軸に交差する方向（X Y 方向）の相対位置に応じて変化し、照明光学系から射出される照明光の発散角（または収束角）は、走査部と照明光学系との光軸方向（Z 方向）の相対位置に応じて変化する。また、反射部は、照明光学系の光軸に平行な光線を 180° 折り返し、光軸に傾斜する光線を光軸に傾斜する方向に反射するようになっている。

[0010] このように、走査部と照明光学系との X Y 方向および Z 方向の相対位置に応じて照明光学系から反射部に照射される照明光の方向および発散角（または収束角）が変動し、反射部によって反射された照明光の方向および発散角（収束角）も変動する。そのため、照明光学系から射出された照明光が、反射部を経由し、照明光学系から反射部までの光路と同一の光路を辿って照明光学系まで戻る効率は、走査部と照明光学系との X Y 方向の相対位置のみならず Z 方向の相対位置の変化に対しても敏感に変動する。したがって、制御部は、受光部によって受光された照明光の受光量に基づいて走査部と照明光学系との正確な相対位置を検出し、走査部と照明光学系との相対位置を、X Y 方向のみならず Z 方向にも位置調整部によって高い精度で調整することができる。

[0011] 本発明の第 2 の態様は、光源からの照明光を被写体にスポット状に照射する照明光学系と、前記光源から前記照明光学系に入射する照明光を前記照明光学系の光軸に交差する方向に走査する走査部と、前記照明光学系と対向して配置され、該照明光学系から前記光軸に平行に射出された前記照明光を前記照明光学系に向かって前記光軸に平行な方向に反射する反射部と、該反射部によって反射された前記照明光を前記照明光学系の近傍において受光する受光部と、前記照明光学系の前記光軸に対して平行な方向および垂直な方向における前記走査部および前記照明光学系の相対位置を調整する位置調整部と、前記受光部によって受光された前記照明光の受光量に基づいて前記位置調整部を制御する制御部とを備える光走査装置である。

[0012] 上記第 2 の態様によれば、照明光学系から射出された照明光は、反射部に

よって反射され、照明光学系から反射部までの照明光の光路と略同一の光路を辿って受光部に到達した照明光が受光部によって受光される。照明光学系から射出された照明光が、反射部を経由し、照明光学系から反射部までの光路と略同一の光路を辿って受光部まで到達する効率は、走査部と照明光学系とのX Y方向の相対位置のみならずZ方向の相対位置の変化に対しても敏感に変動する。したがって、制御部は、受光部によって受光された照明光の受光量に基づいて走査部と照明光学系との正確な相対位置を検出し、走査部と照明光学系との相対位置を、X Y方向のみならずZ方向にも位置調整部によって高い精度で調整することができる。

[0013] 上記第1および第2の態様においては、前記照明光学系が、発散光束として入射する前記照明光を平行光束に変換する正の屈折力を有し、前記制御部が、前記受光部によって受光される前記照明光の受光量が最大となる位置に前記照明光学系を配置するように前記位置調整部を制御してもよい。

このようにすることで、照明光学系から照明光が平行光束として射出されるように、照明光学系と走査部との相対位置が調整される。これにより、照明光学系から遠い被写体にも小さなスポット径の照明光を照射することができる。

[0014] 上記第1および第2の態様においては、前記走査部が、最も前記照明光学系側にレンズ系を備えていてもよい。

このように、走査部をレンズ系を介して照明光学系と光学的に結合することで、走査部と照明光学系との間にスペースを確保することができる。また、走査部に設けられたレンズ系によって照明光学系の収差を補正することができる。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、照明光学系および走査部の光軸に交差する方向の相対位置の調整を行うことができるとともに、光軸方向の相対位置の調整を高い精度で行うことができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の第1の実施形態に係る光走査装置および光走査型内視鏡の全体構成図である。

[図2A]図1の光走査装置における反射部の構成例を示す図である。

[図2B]図1の光走査装置における反射部の他の構成例を示す図である。

[図2C]図1の光走査装置における反射部の他の構成例を示す図である。

[図2D]図1の光走査装置における反射部の他の構成例を示す図である。

[図3]図1の光走査装置における走査部および照明光学系の位置調整方法を示すフローチャートである。

[図4]図3のステップS2で取得される反射レーザ光のX Y方向の受光量分布である。

[図5]走査部および照明光学系のX Y方向の相対位置と、照明用の光ファイバの先端に入射する反射レーザ光の光量との関係を説明する図である。

[図6]図3のステップS4で取得される反射レーザ光のZ方向の受光量分布である。

[図7]走査部および照明光学系のZ方向の相対位置と、照明用の光ファイバの先端に入射する反射レーザ光の光量との関係を説明する図である。

[図8]本発明の第2の実施形態に係る光走査装置および光走査型内視鏡の全体構成図である。

[図9]照明光学系と反射面との位置関係を説明する図である。

[図10]第1および第2の実施形態に係る光走査装置における位置調整部の変形例の構成図である。

[図11]第1および第2の実施形態に係る光走査装置における走査部の変形例の構成図である。

発明を実施するための形態

[0017] (第1の実施形態)

本発明の第1の実施形態に係る光走査装置1およびこれを備える光走査型内視鏡100について図1から図7を参照して説明する。

本実施形態に係る光走査型内視鏡100は、図1に示されるように、体内

に挿入可能な長尺の挿入部 2 と、挿入部 2 の基端に接続された筐体 3 と、挿入部 2 の先端からレーザ光（照明光）L を射出するとともにレーザ光 L を走査する光走査装置 1 とを備えている。

光走査型内視鏡 100 は、挿入部 2 の先端と対向する被写体上でレーザ光 L を走査し、レーザ光 L の照射によって被写体で生じる観察光（例えば、レーザ光 L の反射光またはレーザ光 L によって励起された蛍光）を観察するようになっている。

[0018] 光走査装置 1 は、レーザ光源（光源）4 と、レーザ光源 4 から出力されたレーザ光 L を走査する走査部 5 と、走査部 5 によって走査されるレーザ光 L を挿入部 2 の先端と対向する被写体に向けて射出するとともに被写体からの光を集める照明光学系 6 と、照明光学系 6 と対向して配置されレーザ光 L を反射する反射部 7 と、照明光学系 6 によって集められた光を照明光学系 6 および走査部 5 におけるレーザ光 L の光路を介して受光する受光部 8 と、照明光学系 6 の位置を調整する位置調整部 9 と、受光部 8 によって受光された光の受光量に基づいて位置調整部 9 を制御する制御部 10 とを備えている。

[0019] レーザ光源 4 は、LD（レーザダイオード）のような半導体光源であり、筐体 3 内に設けられている。

走査部 5 は、挿入部 2 内に長手方向に沿って配置されレーザ光源 4 から挿入部 2 の先端部までレーザ光 L を導光する照明用の光ファイバ 51 と、光ファイバ 51 の先端 51a を光ファイバ 51 の径方向に振動させるアクチュエータ 52 とを備えている。

光ファイバ 51 の基端はレーザ光源 4 に接続され、光ファイバ 51 の先端 51a は照明光学系 6 よりも基端側に配置されている。

[0020] アクチュエータ 52 は、例えば、光ファイバ 51 の外周面に固定された圧電素子を備え、圧電素子を光ファイバ 51 の長手方向に伸縮させることで先端 51a を振動させる圧電式である。あるいは、アクチュエータ 52 は、光ファイバ 51 の外周面に固定された磁性体と、電磁コイルとを備え、光ファイバ 51 の径方向の磁場を電磁コイルから磁性体に作用させることで先端 5

1 a を振動させる電磁式であってもよい。

[0021] 照明光学系 6 は、全体として正の屈折力を有し、挿入部 2 の先端に設けられている。図 1 では、照明光学系 6 が 1 枚のレンズとして示されているが、照明光学系 6 は複数枚のレンズから構成されていてもよい。照明光学系 6 は、挿入部 2 の先端面に形成された凹部内に配置され、後述する位置調整部 9 の保持部材 9 1 によって、光軸に平行な方向および直交する方向に移動可能に支持されている。照明光学系 6 は、静止している状態の光ファイバ 5 1 の先端 5 1 a またはその近傍に照明光学系 6 の前側焦点が位置するように、光ファイバ 5 1 の先端 5 1 a に対して大まかに位置合わせされている。照明光学系 6 は、光ファイバ 5 1 の先端 5 1 a と対向する凹部の底面に、光を透過させる平板等を含んでいてもよい。

[0022] 照明光学系 6 の前側焦点 F の位置が光ファイバ 5 1 の先端 5 1 a の位置と一致しているとき（図 7 の下図参照。）、光ファイバ 5 1 の先端 5 1 a から発散光束として射出されるレーザ光 L は照明光学系 6 によって平行光束に変換され、平行光束が照明光学系 6 から射出される。この状態において、照明光学系 6 は無限遠に焦点が合った状態となり、照明光学系 6 から被写体にレーザ光 L がスポット状に照射される。また、挿入部 2 の先端からの距離が遠い被写体にも小さいスポット径のレーザ光 L が照射されるので、高い解像力を得ることができる。また、この状態において、後述するように、反射部 7 によって反射されたレーザ光 L（反射レーザ光 L'）が照明光学系 6 に戻って光ファイバ 5 1 の先端 5 1 a に入射し、光ファイバ 5 1 をレーザ光 L とは逆方向に導光するようになっている。

[0023] 反射部 7 は、照明光学系 6 の前側焦点 F の位置が光ファイバ 5 1 の先端 5 1 a の位置と一致するように走査部 5 と照明光学系 6 との相対位置の調整を実施するときに使用される。反射部 7 は、レーザ光 L を反射する反射面 7 a を有し、反射面 7 a が照明光学系 6 と対向するように、挿入部 2 の先端前方に配置される。反射部 7 は、例えば、挿入部 2 の先端部に着脱可能に構成され、挿入部 2 の先端部に装着された状態で、照明光学系 6 から射出されたレ

ーザ光 L のうち光軸に平行な光線を反射面 $7a$ が 180° 折り返すようになっている。

[0024] 図2Aから図2Dは、反射部7の構成例を示している。

図2Aの反射部7は、筐体3に形成され挿入部2の先端部が長手方向に嵌合する柱状の凹部3aの底面に設けられている。反射面 $7a$ は、凹部3aの長手方向に垂直な平坦面であり、凹部3a内に嵌合された挿入部2の先端から照明光学系6の光軸方向に間隔を置いた位置に配置される。凹部3aと挿入部2の先端部との嵌合によって、照明光学系6の光軸と反射面 $7a$ との垂直関係が確保されるようになっている。

[0025] 図2Bの反射部7は、挿入部2の先端部に被せられる円筒状のキャップ12の一端に設けられている。キャップ12は他端において開口しており、キャップ12と他端の開口からキャップ12内に挿入された挿入部2の先端部とが相互に嵌合するようになっている。反射面 $7a$ は、キャップ12の長手方向に垂直な平坦面であり、キャップ12内に嵌合された挿入部2の先端から照明光学系6の光軸方向に間隔を置いた位置に配置される。キャップ12と挿入部2の先端部との嵌合によって、照明光学系6の光軸と反射面 $7a$ との垂直関係が確保されるようになっている。

[0026] 図2Aおよび図2Bの反射面 $7a$ は、平坦面であり、照明光学系6から間隔を置いた位置に配置されるが、反射面 $7a$ は、図2Cおよび図2Dに示されるように、照明光学系6との間に間隔を置かずに配置されてもよく、非平坦面であってもよい。

図2Cの反射部7は、挿入部2の先端面に隣接して配置される部材であり、照明光学系6の先端面と相補的な凹球面形状を有し照明光学系6の先端面と接触して配置される反射面 $7a$ を有している。

図2Dの反射部7は、照明光学系6の先端面からなる。すなわち、照明光学系6の先端面が反射面 $7a$ の役割を担っている。

[0027] 受光部8は、光ファイバ51を介して反射レーザ光 L' を受光する光ファイバ81と、光ファイバ81によって受光された反射レーザ光 L' を検出す

る光検出器 8 2 とを備えている。

光ファイバ 8 1 は、レーザ光源 4 とアクチュエータ 5 2 との間において光ファイバ 5 1 から分岐し、光ファイバ 5 1 内を導光する反射レーザ光 L' をレーザ光 L から分離して光検出器 8 2 へ導光する。

光検出器 8 2 は、光ファイバ 8 1 から入射した反射レーザ光 L' を光電変換することで反射レーザ光 L' の受光量に相当する電気信号を生成し、電気信号を受光量情報として制御部 1 0 に送信する。

[0028] 位置調整部 9 は、照明光学系 6 を保持する保持部材 9 1 と、保持部材 9 1 を X、Y、Z 方向に移動させる 3 軸モータのような X Y Z 駆動部 9 2 とを備えている。X 方向および Y 方向は、照明光学系 6 の光軸にそれぞれ直交するとともに相互に直交する方向であり、Z 方向は照明光学系 6 の光軸に平行な方向である。X Y Z 駆動部 9 2 は、照明光学系 6 の X、Y および Z 位置を制御部 1 0 に送信するとともに、制御部 1 0 からの制御信号に従って照明光学系 6 を X、Y および Z 方向に移動させる。

[0029] 制御部 1 0 は、受光部 8 によって受光される反射レーザ光 L' の受光量が最大となるように、照明光学系 6 の X Y 方向の位置調整と Z 方向の位置調整とを順番に位置調整部 9 に実行させる。

なお、本発明において、照明光学系 6 の X Y 方向の位置が Z 方向の調整に影響するため、X Y 方向の位置調整を実行した後に Z 方向の位置調整を実行する。調整の精度を高めるために、X Y 方向の位置調整の後に Z 方向の位置調整を実行し、その後に、同じ順番で X Y 方向の位置調整と Z 方向の位置調整とを複数回繰り返してもよい。

[0030] 次に、制御部 1 0 による照明光学系 6 の位置調整処理について説明する。位置調整処理は、被写体の代わりに反射部 7 を使用して、光ファイバ 5 1 の先端 5 a を静止させた状態で実行される。位置調整処理は、例えば、光走査型内視鏡 1 0 0 による被写体の観察を開始する前に実行される。

制御部 1 0 は、図 3 に示されるように、レーザ光源 4 からレーザ光 L の出力を開始させる（ステップ S 1）。

[0031] 次に、制御部 10 は、照明光学系 6 を X 方向および Y 方向に 2 次元的に移動させるように位置調整部 9 を制御するとともに、照明光学系 6 の移動中に、反射レーザ光 L' の検出および受光量情報の送信を光検出器 82 に繰り返し実行させる。これにより、制御部 10 は、図 4 に示されるように、X Y 方向における反射レーザ光 L' の受光量分布を取得する（ステップ S 2）。

次に、制御部 10 は、X Y 方向の受光量分布において受光量が最大である X Y 位置に照明光学系 6 を移動させるように位置調整部 9 を制御する（ステップ S 3）。

[0032] 図 4 に示されるように、照明光学系 6 の光軸 A と光ファイバ 51 の光軸とが一直線に並ぶときに反射レーザ光 L' の受光量が最大となり、照明光学系 6 の光軸 A と光ファイバ 51 の光軸との X Y 方向のずれ量が多い程、反射レーザ光 L' の受光量が少なくなる。これは、図 5 によって説明される。すなわち、照明光学系 6 の光軸 A と光ファイバ 51 の光軸とが一直線に並んでいるとき（図 5 の下図参照。）には、反射面 7a からの反射レーザ光 L' が、光軸 A に沿って光ファイバ 51 の先端 5a まで戻る。一方、照明光学系 6 の光軸 A と光ファイバ 51 の光軸とが X Y 方向にずれているとき（図 5 の上図参照。）には、光ファイバ 51 の光軸に対して斜め方向に照明光学系 6 からレーザ光 L が射出されることで、光ファイバ 51 の先端 51a の外側を通る反射レーザ光 L' が増大する。

[0033] したがって、X Y 方向の受光量分布において受光量が最大である X Y 位置に照明光学系 6 を配置することで、照明光学系 6 の光軸 A が光ファイバ 51 の光軸と一直線に並ぶように、走査部 5 と照明光学系 6 との位置合わせを行うことができる。これにより、照明光学系 6 の X Y 方向の位置調整が完了する。

[0034] 次に、制御部 10 は、照明光学系 6 を Z 方向に 1 次元的に移動させるように位置調整部 9 を制御するとともに、照明光学系 6 の移動中に、反射レーザ光 L' の検出および受光量情報の送信を光検出器 82 に繰り返し実行させる。これにより、制御部 10 は、図 6 に示されるように、Z 方向における反射

レーザ光 L' の受光量分布を取得する（ステップS4）。

次に、制御部10は、Z方向の受光量分布において受光量が最大であるZ位置に照明光学系6を移動させるように位置調整部9を制御する（ステップS5）。

[0035] 図6に実線で示されるように、照明光学系6の前側焦点Fが光ファイバ51の先端51aと一致しているときに反射レーザ光 L' の受光量が最大となり、照明光学系6の前側焦点Fと光ファイバ51の先端51aとのZ方向のずれ量が多い程、反射レーザ光 L' の受光量が少なくなる。これは、図7に示されるように、照明光学系6の前側焦点Fの位置と光ファイバ51の先端51aの位置とが一致しているとき（図7の下図参照。）には、反射面7aからの反射レーザ光 L' の全部が光軸Aに沿って光ファイバ51の先端51aまで戻るのに対し、照明光学系6の前側焦点Fの位置と光ファイバ51の先端51aの位置とがZ方向にずれているとき（図7の上図参照。）には、照明光学系6から射出されるレーザ光Lが発散角または収束角を有することで、光ファイバ51の先端51aの外側を通る反射レーザ光 L' が増大するからである。

なお、図6の破線は、特許文献1のように照明光学系6の前方から当該照明光学系6に平行光を入射させたときの、受光量の変化を示している。

[0036] したがって、Z方向の受光量分布において受光量が最大であるZ位置に照明光学系6を配置することで、照明光学系6の前側焦点Fの位置が光ファイバ51の先端51aの位置に一致するように、走査部5と照明光学系6との位置合わせを行うことができる。これにより、照明光学系6のZ方向の位置調整が完了する。

[0037] なお、このような制御部10は、例えば、コンピュータによって実行される制御プログラムとして実現される。具体的には、筐体3に、中央演算処理装置（CPU）のようなプロセッサと、RAMのような主記憶装置と、ハードディスクドライブのような補助記憶装置が内蔵されている。補助記憶装置には、制御部10の上述の位置調整処理をプロセッサに実行させるための制

御プログラムが記憶されている。制御プログラムが補助記憶装置から主記憶装置にロードされ、制御プログラムに従ってプロセッサが処理を実行することで、制御部１０の機能が実現されるようになっている。

[0038] このように、本実施形態によれば、光ファイバ５１の先端５１ａから射出されたレーザ光Ｌが、反射面７ａを経由し、レーザ光Ｌと同一の光路を辿って先端５１ａまで戻る効率は、光ファイバ５１の先端５１ａと照明光学系６の前側焦点Ｆとの相対位置の変化に対して敏感に変化し、光ファイバ５１の先端５１ａの位置と照明光学系６の前側焦点Ｆの位置とのずれに対して反射レーザ光Ｌ'の受光量が急峻に変化する。したがって、反射レーザ光Ｌ'の受光量に基づいて、光ファイバ５１の先端５１ａの位置と照明光学系６の前側焦点Ｆの位置とが正確に一致するように、走査部５と照明光学系６との相対位置を高精度に調整することができるという利点がある。

[0039] （第２の実施形態）

次に、本発明の第２の実施形態に係る光走査装置２０および光走査型内視鏡１０１について図８および図９を参照して説明する。

本実施形態においては、第１の実施形態と異なる構成について説明し、第１の実施形態と共通する構成については同一の符号を付して説明を省略する。

本実施形態に係る光走査装置２０および光走査型内視鏡１０１は、受光部８０の構成および配置において第１の実施形態と異なっている。

[0040] 本実施形態に係る光走査型内視鏡１０１は、図８に示されるように、挿入部２と、筐体３と、光走査装置２０とを備えている。

光走査装置２０は、レーザ光源４と、走査部５と、照明光学系６と、反射部７と、反射部７からの反射レーザ光Ｌ'を受光する受光部８０と、位置調整部９と、制御部１０とを備えている。

[0041] 受光部８０は、照明光学系６の周囲に配置された受光用の光ファイバ８３と、光検出器８２とを備えている。

光ファイバ８３は、挿入部２内に挿入部２の長手方向に沿って配置され、

光ファイバ83の先端は照明光学系6の近傍に位置するように挿入部2の先端に配置され、光ファイバ83の基端は光検出器82に接続されている。反射面7aからの反射レーザ光L'は、光ファイバ83の先端に入射し、光ファイバ83によって光検出器82まで導光され、光検出器82によって検出される。光ファイバ83は1つのみでもよいが、複数の光ファイバ83が照明光学系6の周方向に配列されるとともに共通の光検出器82に接続され、複数の光ファイバ83によって受光された反射レーザ光L'が光検出器82によって検出されるように構成されていてもよい。

[0042] 図9は、制御部10による位置調整処理の際の、照明光学系6に対する反射面7aの配置を示している。反射面7aは、照明光学系6に対して下式(1)を満足する位置に配置される。

$$D \geq f(H + P) / 2P \quad \dots (1)$$

[0043] 式(1)において、Dは、Z方向における照明光学系6の先端面と反射面7aとの距離であり、Hは、照明光学系6の光軸Aに直交する方向における照明光学系6の光軸Aと受光用の光ファイバ83の先端における光軸との距離であり、fは、照明光学系6の焦点距離であり、Pは、XY方向における照明光学系6の光軸Aと照明用の光ファイバ51の光軸との許容される最大ずれ量である。Δpが大きい程、照明光学系6から被写体に照射されるレーザ光Lのスポット径が大きくなり、解像力が低下する。したがって、被写体を観察する際の照明光学系6と被写体との間の照明距離を考慮して被写体上におけるレーザ光Lのスポット径が実用に適ったサイズとなるように、最大ずれ量Pは、例えば実験的にまたはシミュレーションに基づいて、設定される。

制御部10による照明光学系6の位置調整処理は、第1の実施形態と同一である。

[0044] レーザ光Lの射出および反射レーザ光L'の受光が同一の光路を介して行われる第1の実施形態とは異なり、本実施形態では、レーザ光Lを射出する照明光学系6の光軸Aと反射レーザ光L'を受光する光ファイバ83の光軸

とがXY方向にずれている。そのため、ステップS1～S5に従って照明光学系6の位置調整を行った結果、図9に示されるように、光ファイバ51の先端51aと照明光学系6の前側焦点FとがXY方向に Δp だけずれた位置に、走査部5および照明光学系6の相対位置が調整される。

なお、上述のステップS1～S5では照明光学系6を移動させているが、図9には、走査部5を移動させた場合を示している。

[0045] Δp は、図9に示される幾何学的関係から以下のように表される。

$$\Delta p + H = 2 \Delta p D / f \quad \dots (2)$$

式(2)から、ずれ量 Δp が、XY方向の位置調整で許容される最大ずれ量P以下であるためには、下式(3)を満足すればよい。

$$P \geq \Delta p = f H / (2 D - f)$$

式(3)を変形することにより、式(1)が導かれる。

[0046] 本実施形態によれば、光ファイバ51の先端51aから射出されたレーザー光Lが、反射面7aを経由して、レーザー光Lと略同一の光路を辿って照明光学系6の近傍の受光用の光ファイバ83まで到達する効率は、第1の実施形態と同様に、光ファイバ51の先端51aと照明光学系6の前側焦点Fとの相対位置の変化に対して敏感に変化し、光ファイバ51の先端51aの位置と照明光学系6の前側焦点Fの位置とのずれに対して受光用の光ファイバ83による反射レーザー光L'の受光量が急峻に変化する。したがって、反射レーザー光L'の受光量に基づいて、光ファイバ51の先端51aの位置と照明光学系6の前側焦点Fの位置とが正確に一致するように、走査部5と照明光学系6との相対位置を調整することができるという利点がある。

[0047] また、レーザー光Lの照射によって被写体で生じる観察光の検出に受光部80を使用することができる。すなわち、走査部5と照明光学系6との相対位置調整のための反射レーザー光L'の検出および観察光の検出に、共通の受光部80を使用することができ、光走査型内視鏡101の構成を簡素化することができるという利点がある。

[0048] 上述した第1および第2の実施形態においては、位置調整部9が、照明光

学系 6 を移動させることとしたが、これに代えて、位置調整部 9 は、走査部 5 のみ、または走査部 5 および照明光学系 6 の両方を移動させることで、光ファイバ 5 1 の先端 5 1 a と照明光学系 6 との相対位置を調整してもよい。

図 1 0 には、照明光学系 6 の位置が固定されており、走査部 5 のみを移動させる例が示されている。

[0049] 上述した第 1 および第 2 の実施形態においては、光ファイバ 5 1 の先端 5 1 a から照明光学系 6 へレーザ光 L を直接入射させることとしたが、これに代えて、走査部 5 が、図 1 1 に示されるように、最も照明光学系 6 側に、少なくとも 1 枚のレンズを含むレンズ系 5 3 をさらに備えていてもよい。

[0050] このように、光ファイバ 5 1 の先端 5 1 a と照明光学系 6 との間にレンズ系 5 3 を設けることで、光ファイバ 5 1 の先端 5 1 a と照明光学系 6 との間により大きなスペースを確保することができ、これは走査部 5 の組み立て作業等において有利である。また、レンズ系 5 3 によって、照明光学系 6 で発生する収差を補正することができる。

符号の説明

[0051] 1 0 0, 1 0 1 光走査型内視鏡

1, 2 0 光走査装置

2 挿入部

3 筐体

4 レーザ光源（光源）

5 走査部

5 1 光ファイバ

5 2 アクチュエータ

5 3 レンズ系

6 照明光学系

7 反射部

7 a 反射面

8, 8 0 受光部

8 1, 8 3 光ファイバ

8 2 光検出器

9 位置調整部

9 1 保持部材

9 2 X Y Z 駆動部

1 0 制御部

L レーザ光（照明光）

L' 反射レーザ光

請求の範囲

[請求項1]

光源からの照明光を被写体にスポット状に照射する照明光学系と、
前記光源から前記照明光学系に入射する照明光を前記照明光学系の
光軸に交差する方向に走査する走査部と、

前記照明光学系と対向して配置され、該照明光学系から前記光軸に
平行に射出された前記照明光を前記照明光学系に向かって前記光軸に
平行な方向に反射する反射部と、

該反射部によって反射された前記照明光を前記照明光学系における
前記照明光の光路を介して受光する受光部と、

前記照明光学系の前記光軸に対して平行な方向および垂直な方向に
おける前記走査部および前記照明光学系の相対位置を調整する位置調
整部と、

前記受光部によって受光された前記照明光の受光量に基づいて前記
位置調整部を制御する制御部とを備える光走査装置。

[請求項2]

光源からの照明光を被写体にスポット状に照射する照明光学系と、
前記光源から前記照明光学系に入射する照明光を前記照明光学系の
光軸に交差する方向に走査する走査部と、

前記照明光学系と対向して配置され、該照明光学系から前記光軸に
平行に射出された前記照明光を前記照明光学系に向かって前記光軸に
平行な方向に反射する反射部と、

該反射部によって反射された前記照明光を前記照明光学系の近傍に
おいて受光する受光部と、

前記照明光学系の前記光軸に対して平行な方向および垂直な方向に
おける前記走査部および前記照明光学系の相対位置を調整する位置調
整部と、

前記受光部によって受光された前記照明光の受光量に基づいて前記
位置調整部を制御する制御部とを備える光走査装置。

[請求項3]

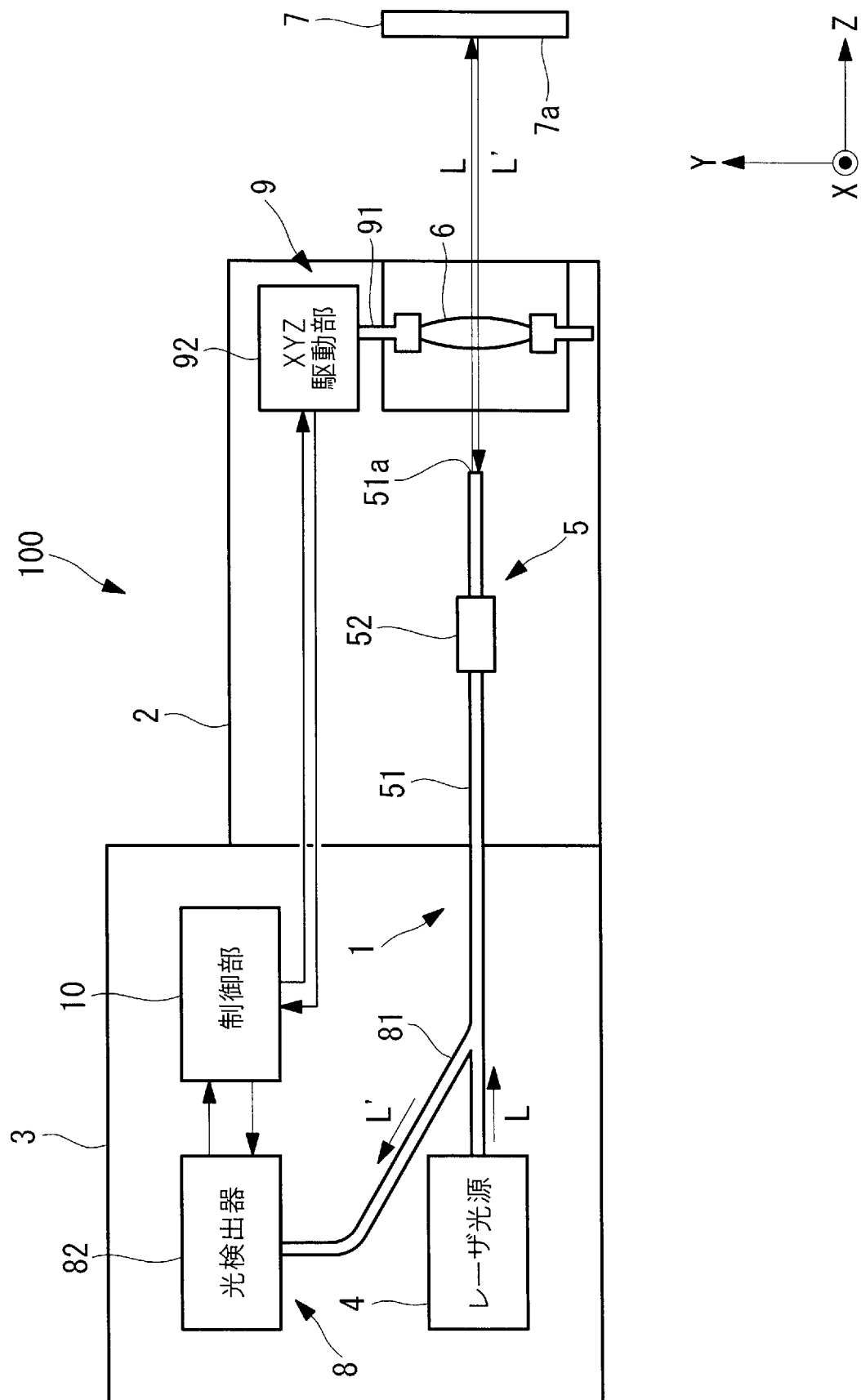
前記照明光学系が、発散光束として入射する前記照明光を平行光束

に変換する正の屈折力を有し、

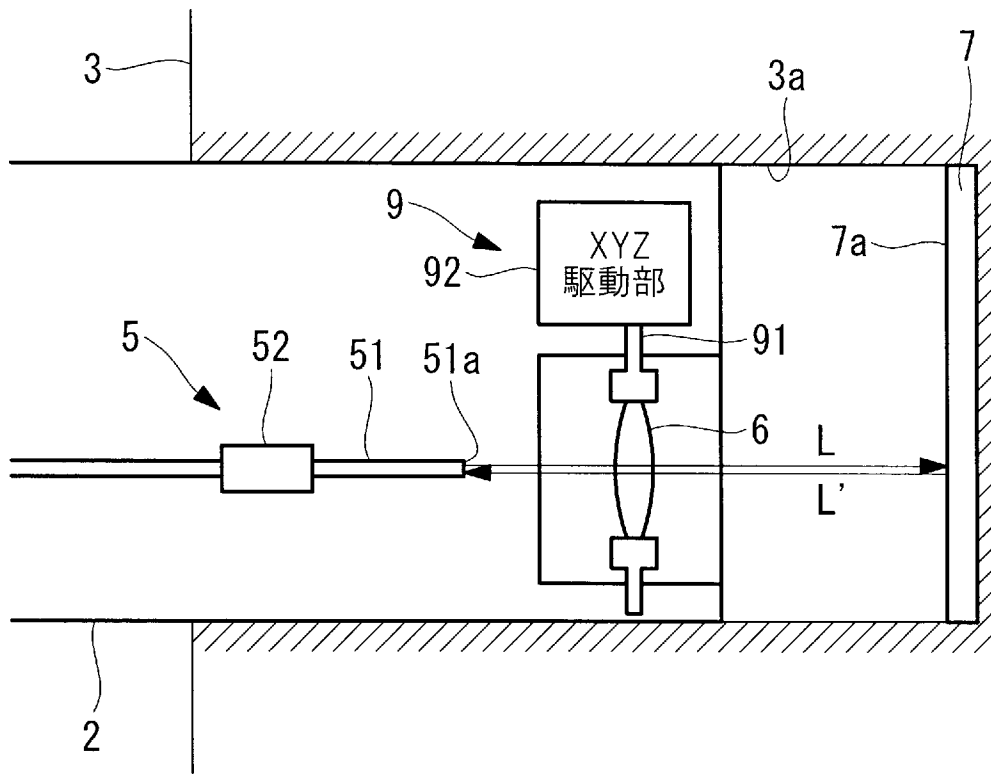
前記制御部が、前記受光部によって受光される前記照明光の受光量が最大となる位置に前記照明光学系を配置するように前記位置調整部を制御する請求項 1 または請求項 2 に記載の光走査装置。

[請求項4] 前記走査部が、最も前記照明光学系側にレンズ系を備える請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の光走査装置。

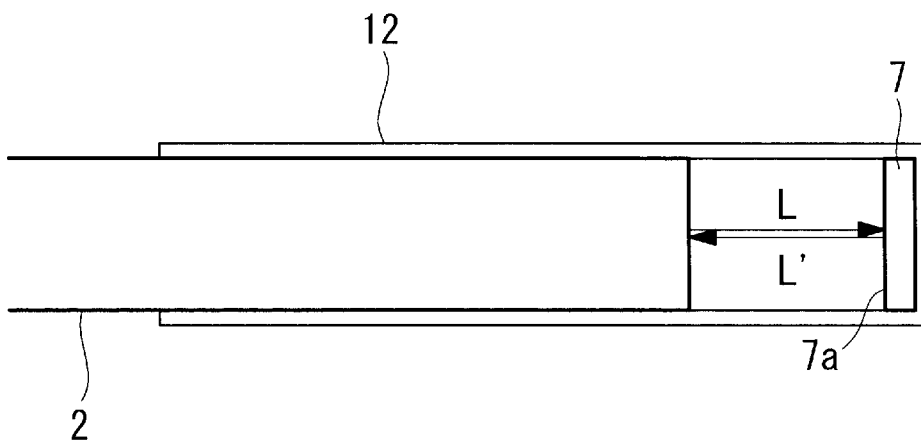
[図1]



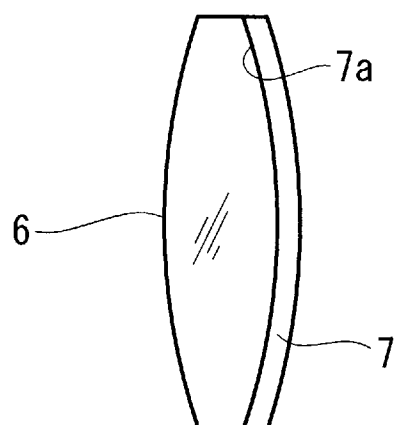
[図2A]



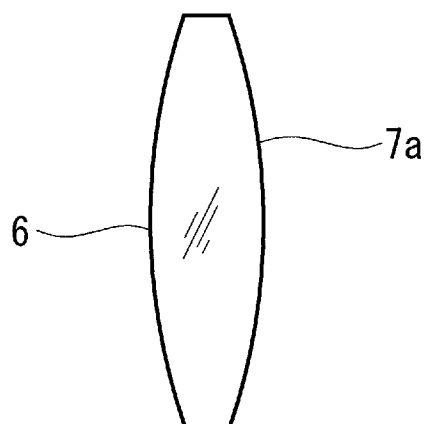
[図2B]



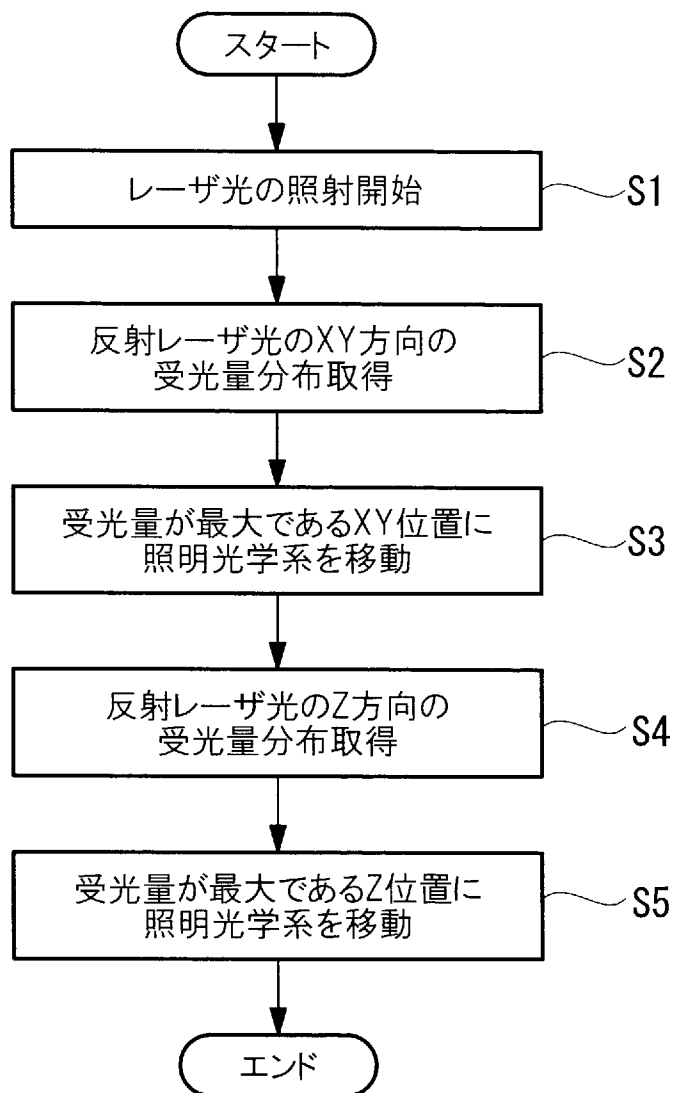
[図2C]



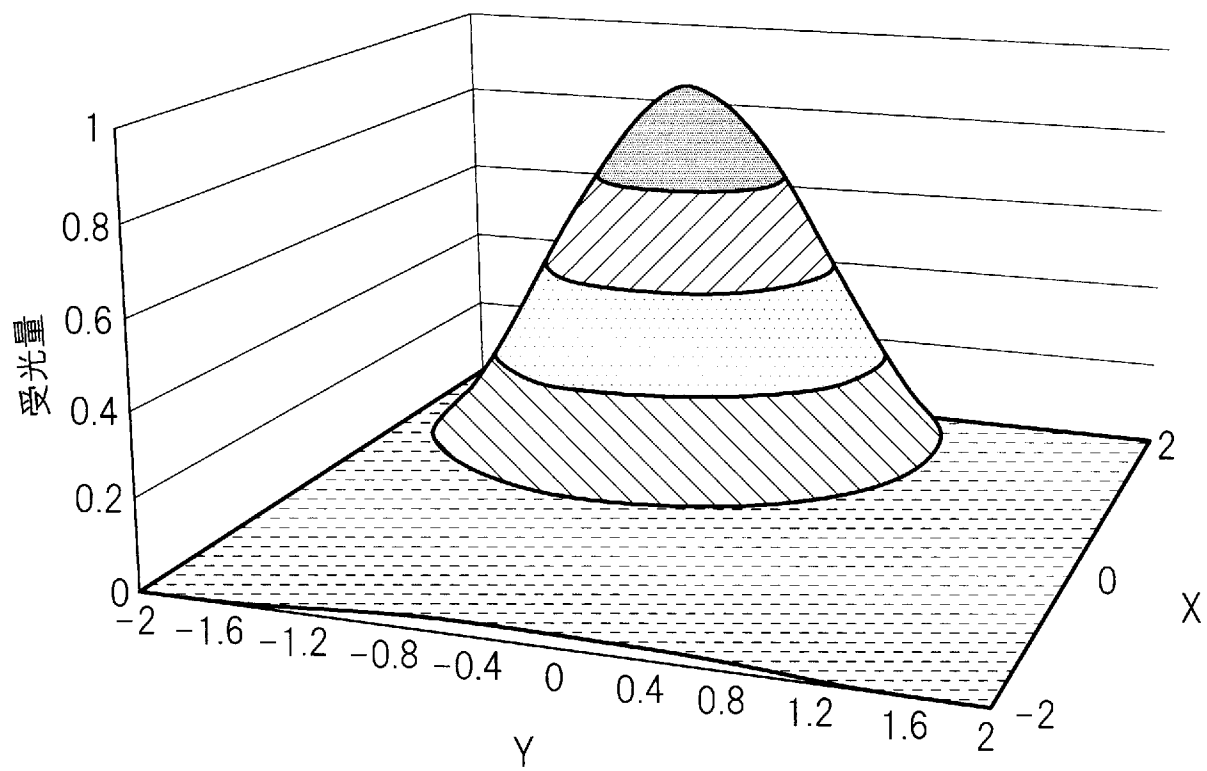
[図2D]



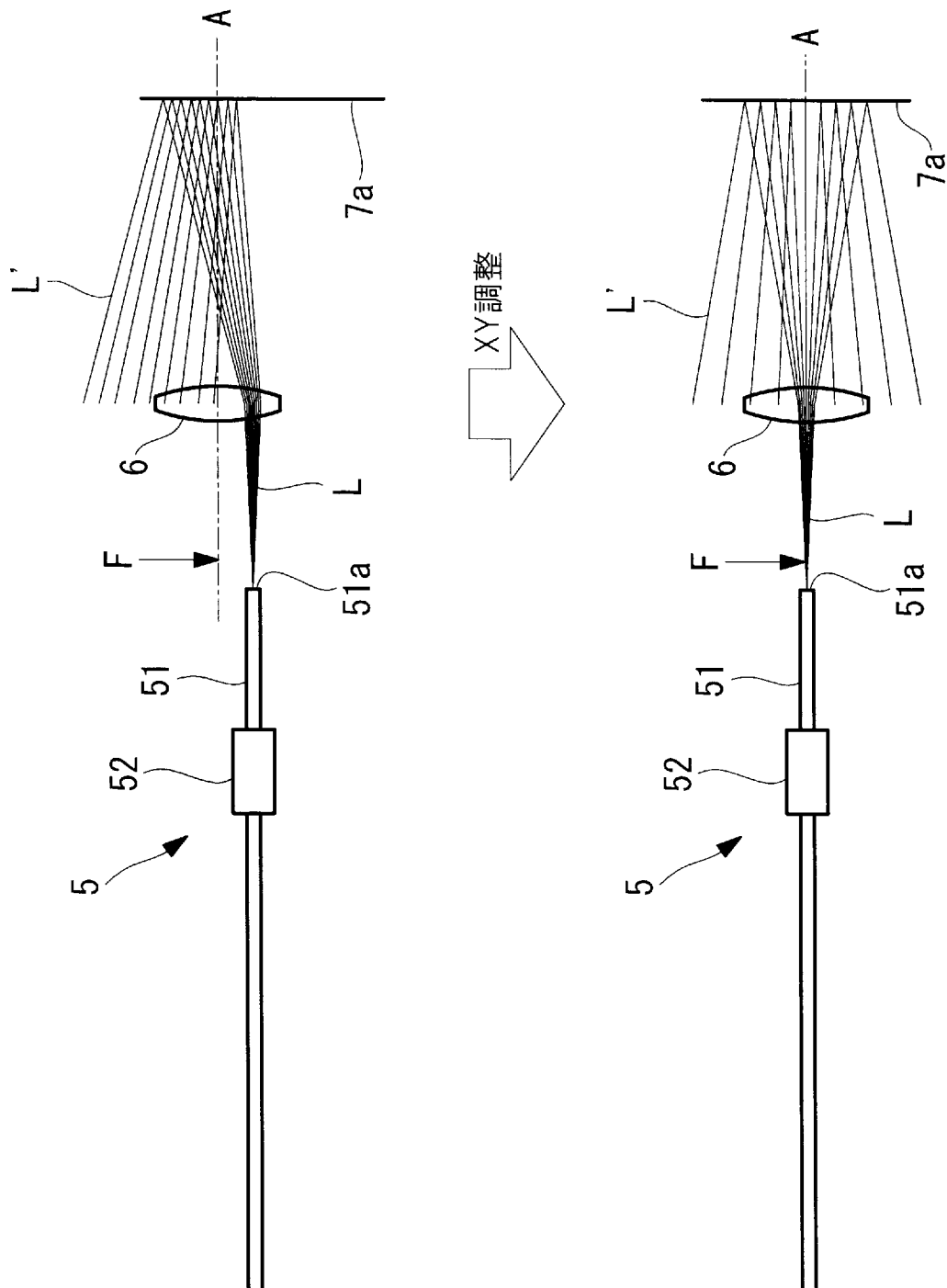
[図3]



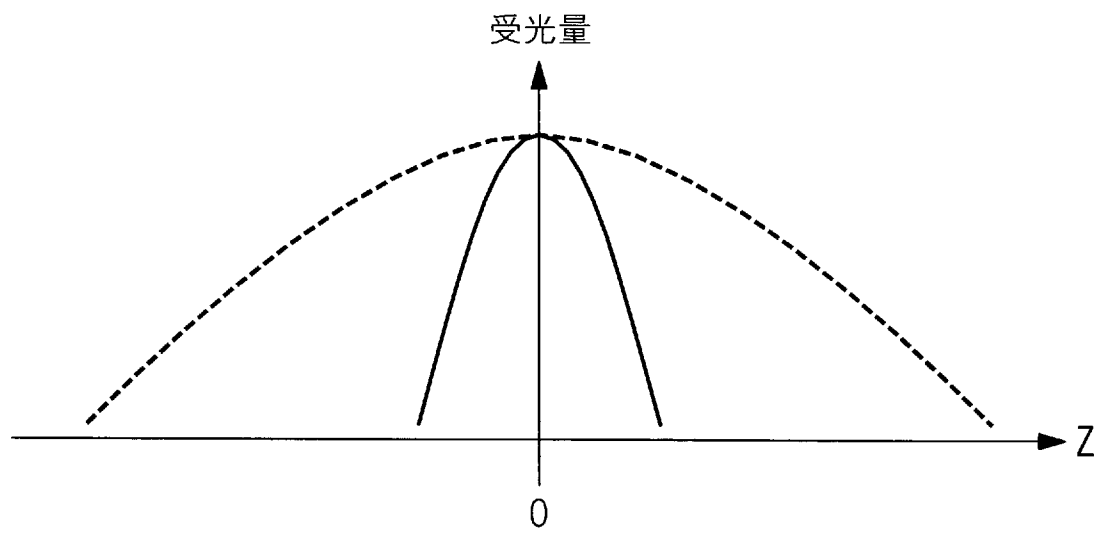
[図4]



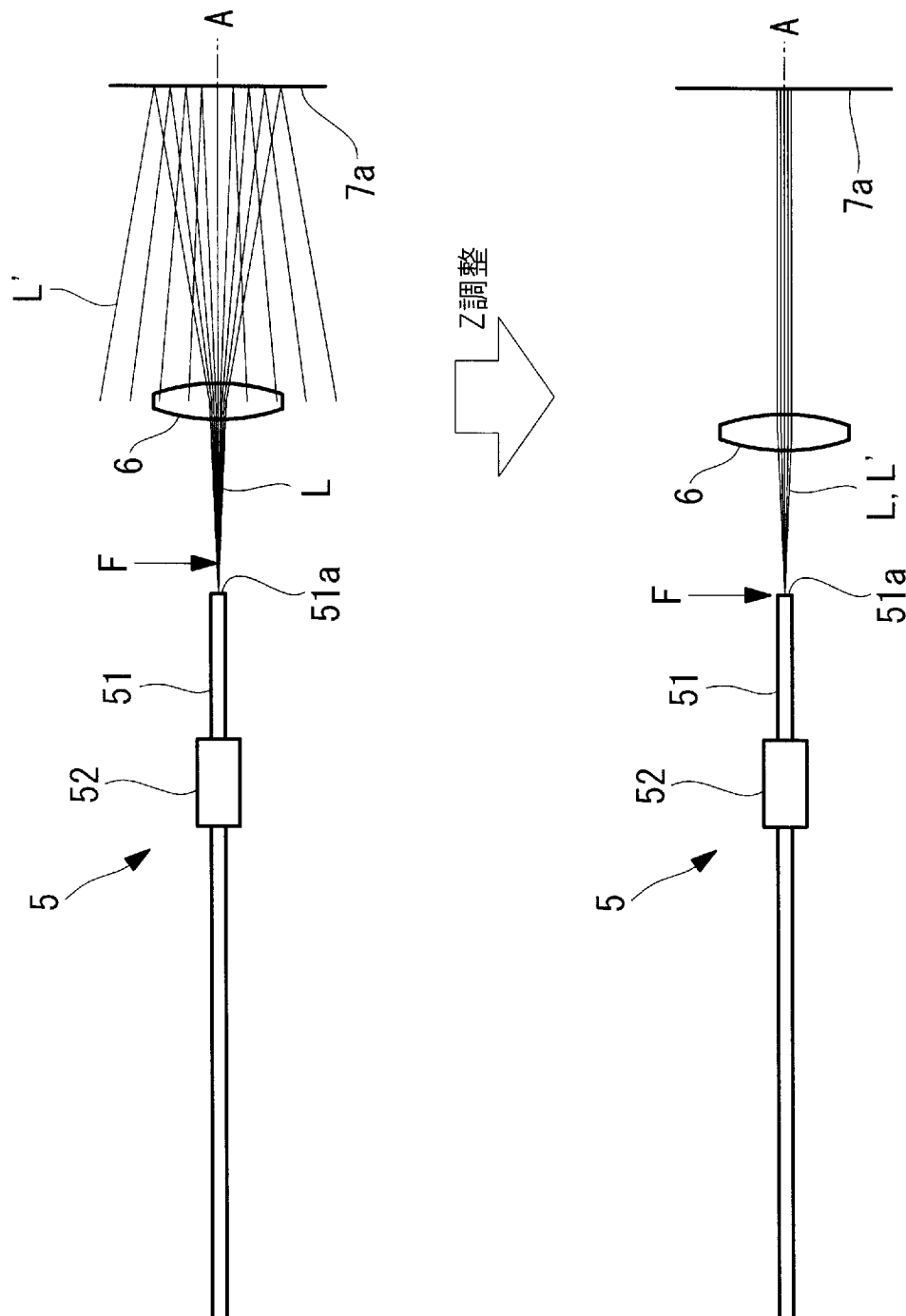
[図5]



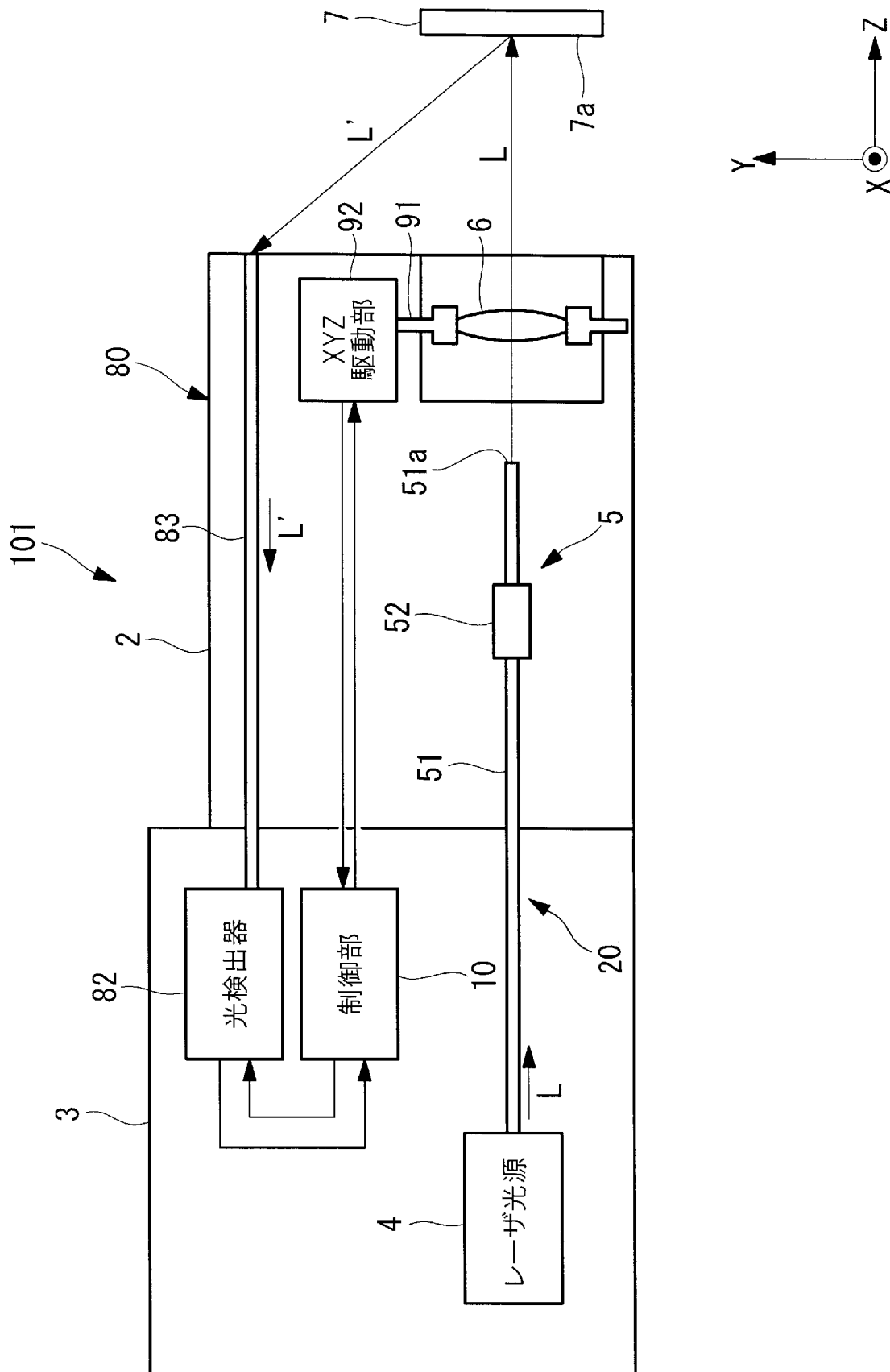
[図6]



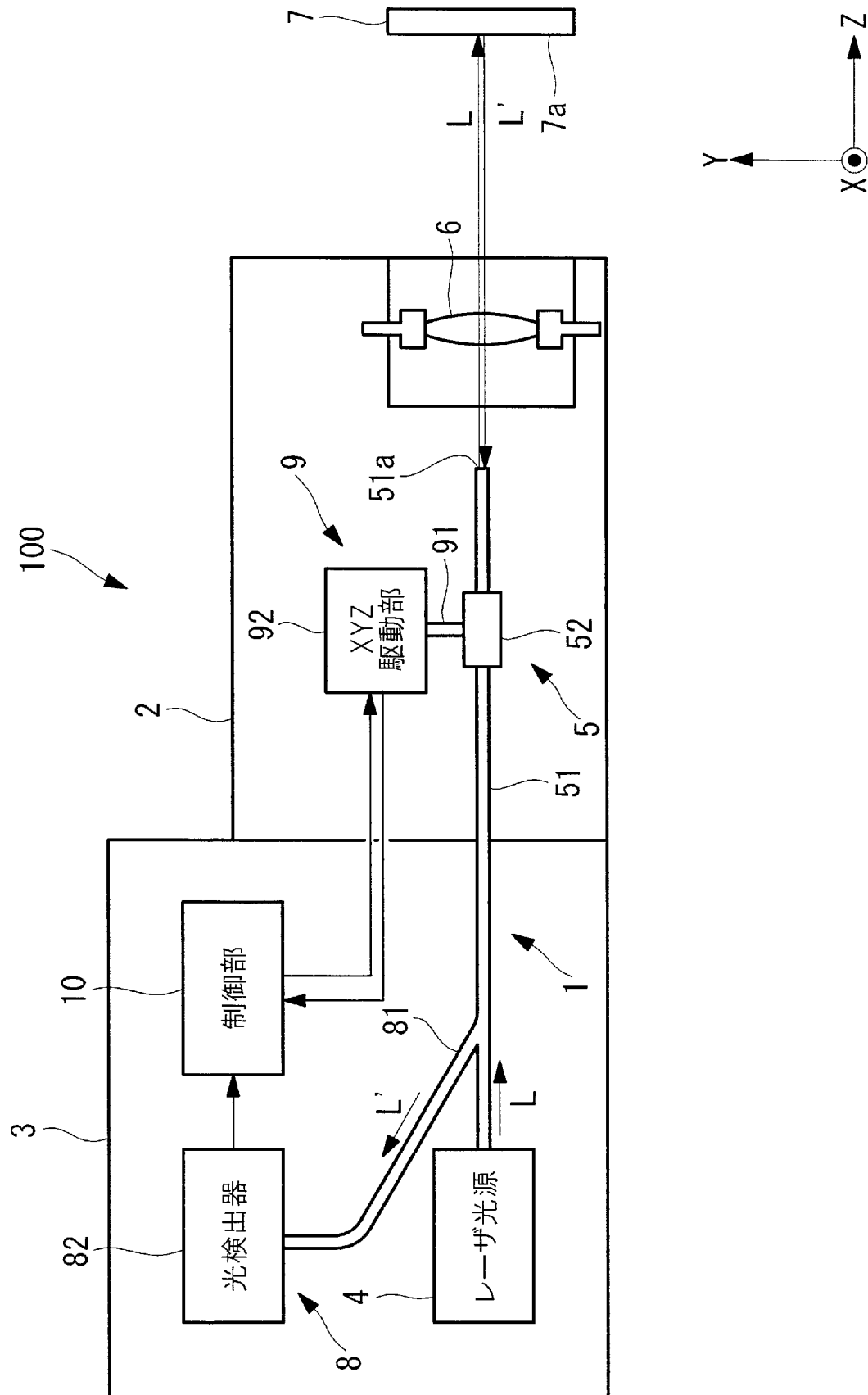
[図7]



[図8]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/018056

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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)

G02B26/10, A61B1/00, 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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
A	JP 2014-149354 A (Hoya Corp.), 21 August 2014 (21.08.2014), paragraphs [0043] to [0084]; fig. 6 (Family: none)	1-4
A	JP 2016-106726 A (Olympus Corp.), 20 June 2016 (20.06.2016), paragraphs [0008] to [0056]; fig. 1 (Family: none)	1-4
A	JP 2009-080132 A (Olympus Corp.), 16 April 2009 (16.04.2009), paragraphs [0194] to [0205]; fig. 51 & US 2004/0181148 A1 paragraphs [0334] to [0348]; fig. 51 & WO 2003/038410 A1 & EP 1441215 A1	1-4

☒ 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
20 July 2017 (20.07.17)

Date of mailing of the international search report
01 August 2017 (01.08.17)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/018056

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-231910 A (Olympus Corp.), 29 November 2012 (29.11.2012), paragraphs [0018] to [0052]; fig. 1, 3, 9 (Family: none)	1-4
A	JP 2008-504557 A (University of Washington), 14 February 2008 (14.02.2008), paragraphs [0077] to [0089]; fig. 13 & US 2004/0254474 A1 paragraphs [0082] to [0088]; fig. 13 & WO 2006/004743 A2	1-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. 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. G02B26/10, A61B1/00, 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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
A	JP 2014-149354 A (HOYA株式会社) 2014.08.21, 段落【0043】-【0084】, 図6 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2016-106726 A (オリンパス株式会社) 2016.06.20, 段落【0008】-【0056】, 図1 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2009-080132 A (オリンパス株式会社) 2009.04.16, 段落【0194】-【0205】, 図51 & US 2004/0181148 A1, 段落[0334]-[0348], 図51 & WO 2003/038410 A1 & EP 1441215 A1	1-4

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

20.07.2017

国際調査報告の発送日

01.08.2017

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)

山本 貴一

2 L

4086

電話番号 03-3581-1101 内線 3295

C (続き) . 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
A	JP 2012-231910 A (オリンパス株式会社) 2012.11.29, 段落【0018】 - 【0052】, 図 1, 3, 9 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2008-504557 A (ユニヴァーシティ オブ ワシントン) 2008.02.14, 段落【0077】 - 【0089】, 図 13 & US 2004/0254474 A1, 段落[0082]-[0088], 図 13 & WO 2006/004743 A2	1-4