(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
2020年3月19日(19.03.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/054043 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 21/06 (2006.01)　*G02B 6/32* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2018/034084

(22) 国際出願日：　2018年9月13日(13.09.2018)

(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：株式会社ニコン (**NIKON CORPORATION**) [JP/JP]；〒1086290 東京都港区港南二丁目１５番３号 Tokyo (JP).

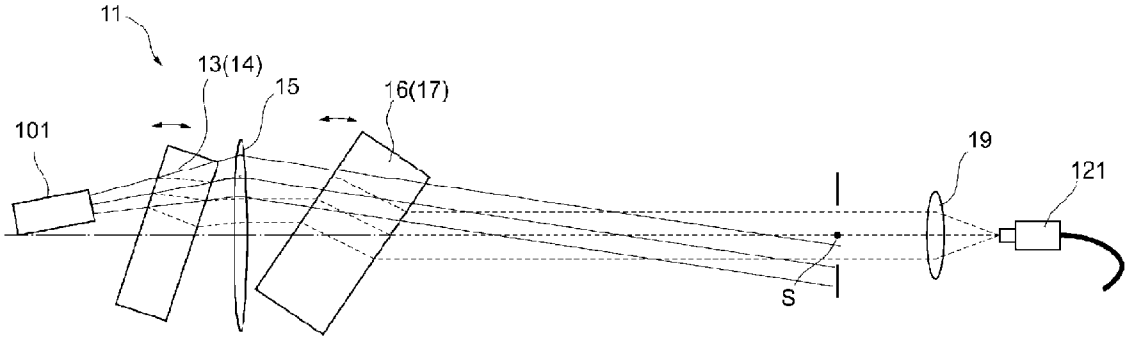
(72) 発明者：吉田　祐樹 (**YOSHIDA, Yuuki**)；〒1086290 東京都港区港南二丁目１５番３号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 荻原 康史 (**OGIHARA, Yasushi**)；〒1086290 東京都港区港南二丁目１５番３号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 村山 達 (**MURAYAMA, Toru**)；〒1086290 東京都港区港南二丁目１５番３号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 松井 理紗子 (**MATSUI, Risako**)；〒1086290 東京都港区港南二丁目１５番３号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).

(74) 代理人：大西 正悟，外 (**OHNISHI, Shogo** et al.)；〒1700013 東京都豊島区東池袋３－２０－３、東池袋ＳＳビル１階 大西国際特許事務所 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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,

(54) **Title:** OPTICAL DEVICE AND MICROSCOPE

(54) 発明の名称： 光学装置および顕微鏡



(57) **Abstract:** This optical device (11) comprises: a collimator lens (15) for converting incident light into parallel light; a condenser lens (19) for condensing light that has passed through the collimator lens (15); a tilt-adjusting parallel plate (14) for adjusting the tilt of the centerline of light, which will be emitted from the collimator lens (15), with respect to the optical axis of the condenser lens (19); and a shift-adjusting parallel plate (17) for adjusting the distance between the centerline of the light and the optical axis of the condenser lens (19). The collimator lens (15) is provided to an optical path between the tilt-adjusting parallel plate (14) and the shift-adjusting parallel plate (17).

(57) 要約：光学装置（１１）が、入射する光を平行光にするコリメーターレンズ（１５）と、コリメーターレンズ（１５）を透過した光を集光する集光レンズ（１９）と、コリメーターレンズ（１５）から出射する光の中心線の集光レンズ（１９）の光軸に対する傾きを調整するチルト調整用平行平板（１４）と、光の中心線と集光レンズ（１９）の光軸との距離を調整するシフト調整用平行平板（１７）とを備え、コリメーターレンズ（１５）は、チルト調整用平行平板（１４）とシフト調整用平行平板（１７）との間の光路に設けられる。

WO 2020/054043 A1

［続葉有］

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).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

明　細　書

発明の名称 ： 光学装置および顕微鏡

技術分野

[0001] 本発明は、レーザー光源から出射したレーザー光（レーザービーム）を光ファイバに入射させる光学装置および、この光学装置を備えた顕微鏡に関する。

背景技術

[0002] レーザー光の光軸を調整する方法として、例えば、レーザー光をその光軸と直交する方向に平行に移動させるシフタと、入射光軸に対して反射面の角度を調整することができるチルトミラーが知られている（特許文献１を参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１３－２０１９３号公報

発明の概要

[0004] 第１の態様に係る光学装置は、入射する光を平行光にするコリメーターレンズと、前記コリメーターレンズを透過した光を集光する集光レンズと、前記コリメーターレンズから出射する光の中心線の前記集光レンズの光軸に対する傾きを調整するチルト調整部材と、前記光の中心線と前記集光レンズの光軸との距離を調整するシフト補正部材とを備え、前記コリメーターレンズは、前記チルト調整部材と前記シフト調整部材との間の光路に設けられる。

[0005] 第２の態様に係る光学装置は、入射する光を平行光にするコリメーターレンズと、前記コリメーターレンズを透過した光を集光する集光レンズと、前記コリメーターレンズから出射する光の中心線の前記集光レンズの光軸に対する傾きを調整するチルト調整部材と、前記光の中心線と前記集光レンズの光軸との距離を調整するシフト補正部材とを備え、前記シフト補正部材は、前記光の中心線が前記集光レンズの前側焦点位置を通るように調整し、前記

チルト調整部材は、前記光の中心線の光軸に対する傾きを前記集光レンズの前側焦点位置を中心に調整する。

[0006] 第３の態様に係る顕微鏡は、光ファイバと、レーザー光源から出射したレーザービームを前記光ファイバに入射させる光学装置とを備え、前記光学装置が上述の光学装置である。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]レーザー光の理想の状態を示す光路図である。

[図2]レーザー光のチルトを示す光路図である。

[図3]レーザー光のシフトを示す光路図である。

[図4]レーザー光のチルトを調整する原理を示す光路図である。

[図5]レーザー光のシフトを調整する原理を示す光路図である。

[図6]第１実施形態に係る光学装置の概略構成図である。

[図7]第２実施形態に係る光学装置の概略構成図である。

[図8]第３実施形態に係る光学装置の概略構成図である。

[図9]光学装置の変形例を示す概略構成図である。

[図10]第４実施形態に係る光学装置の概略構成図である。

[図11]第５実施形態に係る光学装置の概略構成図である。

[図12]第６実施形態に係る光学装置の概略構成図である。

[図13]第７実施形態に係る光学装置の概略構成図である。

[図14]共焦点顕微鏡の概略構成図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、各実施形態に係る光学装置および顕微鏡について図を参照して説明する。まず、光学装置を備えた顕微鏡（共焦点顕微鏡）について図１４を参照して説明する。図１４に示す顕微鏡１００は、レーザー光源１０１と、光ファイバ１２１と、照明用レンズ１２４と、光学装置１１とを有する。また、この顕微鏡１００は、試料Ａ側（物体側）から順に並んだ、対物レンズ１３１と、走査機構（スキャナ）１３２と、ダイクロイックミラー１３３と、集光レンズ１３５と、ピンホール１３６と、バリアフィルタ１３７と、光検

出器１３８とを有する。

[0009] レーザー光源１０１は、所定の波長（例えば、４００～７００ｎｍの波長域から選択した任意の波長）を有するレーザー光（レーザービーム）を出射させる。光学装置１１は、レーザー光源１０１から出射したレーザー光を集光させて光ファイバ１２１の一端に入射させる。光ファイバ１２１の一端に入射したレーザー光は、光ファイバ１２１の他端から出射して照明用レンズ１２４を透過する。照明用レンズ１２４を透過して略平行になったレーザー光は、照明光としてダイクロイックミラー１３３で反射し、走査機構（スキャナ）１３２を通る。走査機構１３２は、２つのミラーを有し、入射するレーザー光を試料Ａ上でｘ方向およびｙ方向に走査する。なお、走査機構１３２は、ミラーとして、ガルバノミラーを有していてもよいし、レゾナントミラーを有していてもよい。

[0010] 走査機構（スキャナ）１３２を通るレーザー光は、対物レンズ１３１を透過して試料Ａに向けて集光する。例えば、試料Ａに蛍光物質が含まれる場合、レーザー光が照射されると蛍光が生じる。試料Ａで生じた光（例えば蛍光）は、対物レンズ１３１を透過して、走査機構１３２を通り、ダイクロイックミラー１３３を透過する。ダイクロイックミラー１３３を透過した光は、集光レンズ１３５を透過してピンホール１３６に向けて集光する。ピンホール１３６は、対物レンズ１３１の焦点位置と共役な関係にあり、試料Ａからの光のうち、対物レンズ１３１の焦点面からの光のみがピンホール１３６を通過する。ピンホール１３６を通過した光は、バリアフィルタ１３７を通って光検出器１３８に達する。

[0011] これにより、光検出器１３８は、試料Ａからの光のうち、ピンホール１３６を通過した光（すなわち、対物レンズ１３１の焦点面からの光）のみを検出してその検出信号をコンピュータ１４１に出力する。コンピュータ１４１は、検出器１３８およびモニタ１４２と電気的に接続されており、所定の画像処理プログラムに基づいて、光検出器１３８から入力される検出信号から試料Ａの画像データを生成し、試料Ａの画像をモニタ１４２に表示すること

が可能である。また、コンピュータ１４１は、走査機構（スキャナ）１３２と電気的に接続されており、所定の制御プログラムに基づいて、走査機構１３２の作動を制御する。なお、顕微鏡１００は、第１実施形態に係る光学装置１１およびレーザー光源１０１に限らず、第２実施形態に係る光学装置２１およびレーザー光源１０２を備えてもよく、第３実施形態に係る光学装置３１およびレーザー光源１０３を備えてもよく、第４実施形態に係る光学装置４１およびレーザー光源１０４を備えてもよい。また、顕微鏡１００は、、第５実施形態に係る光学装置５１およびレーザー光源１０５ａ，１０５ｂを備えてもよく、第６実施形態に係る光学装置６０およびレーザー光源１０６を備えてもよく、第７実施形態に係る光学装置７０およびレーザー光源１０７ａ，１０７ｂを備えてもよい。

[0012] 光学装置１１は、前述したように、レーザー光源１０１から出射したレーザー光を光ファイバ１２１に入射させる光学装置である。このような光学装置では、例えば図１に示すように、レーザー光源１０１から出射したレーザー光がコリメーターレンズ１５および集光レンズ１９を透過して光ファイバ１２１の端部に集光するが、レーザー光の進行軸（主光線）は光学装置の光軸と一致していることが望ましい。ところが、レーザー光源１０１の取り付け誤差等により、レーザー光の進行軸が光軸に対してずれる場合がある。

[0013] 各実施形態において、レーザー光の進行軸（主光線）が集光レンズ１９の前側焦点位置Ｓにおいて光軸に対して傾斜したズレを、レーザー光のチルトと称する。例えば図２に示すように、集光レンズ１９の前側焦点位置Ｓとコリメーターレンズ１５の後側焦点位置とが一致した状態で、レーザー光源１０１が光軸と直角な方向に平行移動してずれると、集光レンズ１９の前側焦点位置Ｓを傾斜中心としたレーザー光のチルトが生じる。レーザー光のチルトが生じると、レーザー光の集光位置が光軸と直角な方向に変位するため、光ファイバ１２１の端部に入射するレーザー光の光量ロスが生じてしまう。

[0014] 各実施形態において、レーザー光の進行軸（主光線）が集光レンズ１９の前側焦点位置Ｓにおいて光軸に対して平行移動したズレを、レーザー光のシ

フトと称する。例えば図３に示すように、レーザー光源１０１がコリメーターレンズ１５の前側焦点位置を中心に傾斜してずれると、レーザー光のシフトが生じる。レーザー光のシフトが生じると、集光レンズ１９を透過して集光するレーザー光の主光線が光軸に対して傾斜するため、光ファイバ１２１の端部に入射するレーザー光の光量ロスが生じてしまう。

[0015] レーザー光のチルトを調整するには、例えば図４の破線で示すように、レーザー光源１０１から出射したレーザー光を光学装置の光軸に対して近づけるように変位させる。言い換えると、レーザー光源１０１から出射したレーザー光の進行軸（主光線）が光学装置の光軸と平行になるように、レーザー光を調整する。レーザー光源１０１から出射したレーザー光の主光線の方向が光軸の方向に近づくほど、レーザー光のチルトが小さくなる。レーザー光源１０１から出射したレーザー光の主光線が光軸と一致すると、レーザー光のチルトが零になる。これにより、光ファイバ１２１の端部に入射するレーザー光の光量ロスが低減される。例えば、チルト調整部１３のチルト調整用平行平板１４を、光学装置の光軸と直角な軸回りに回転変位させることで、レーザー光源１０１から出射したレーザー光を光軸に対して近づけるように変位させることが可能である。

[0016] 図４において、チルト調整用平行平板１４を、図４の紙面と直角な方向に延びる軸回りに回転変位させる例を示したが、実際には、チルト調整用平行平板１４を、光学装置の光軸と直角な軸回りに２軸の回転方向で回転変位させることが可能である。また、図４の紙面と直角な方向に延びる軸回りに回転変位可能な第１のチルト調整用平行平板と、図４の上下方向に延びる軸回りに回転変位可能な第２のチルト調整用平行平板とが、光学装置の光軸に沿って並んで配置されてもよい。なお、２軸の回転軸は、直交していると各回転方向に対する制御量が各軸周りで同じになるので制御が容易になるが、直交させなくても構わない。以下の実施形態でも同様である。

[0017] レーザー光のシフトを調整するには、例えば図５の破線で示すように、コリメーターレンズ１５を透過したレーザー光を光学装置の光軸に対して近づ

けるように変位させる。コリメーターレンズ１５を透過したレーザー光が光軸に対して近づくほど、レーザー光のシフトが小さくなる。コリメーターレンズ１５を透過したレーザー光の進行軸（主光線）が光軸と一致すると、レーザー光のシフトが零になる。これにより、光ファイバ１２１の端部に入射するレーザー光の光量ロスが低減される。例えば、シフト調整部１６のシフト調整用平行平板１７を、光学装置の光軸と直角な軸回りに回転変位させることで、コリメーターレンズ１５を透過したレーザー光を光軸に対して近づけるように変位させることが可能である。

[0018] 図５において、シフト調整用平行平板１７を、図５の紙面と直角な方向に延びる軸回りに回転変位させる例を示したが、実際には、シフト調整用平行平板１７を、光学装置の光軸と直角な軸回りに２軸の回転方向で回転変位させることが可能である。また、図５の紙面と直角な方向に延びる軸回りに回転変位可能な第１のシフト調整用平行平板と、図５の上下方向に延びる軸回りに回転変位可能な第２のシフト調整用平行平板とが、光学装置の光軸に沿って並んで配置されてもよい。

[0019] 説明容易化のため、レーザー光のチルトのみが生じる場合と、レーザー光のシフトのみが生じる場合について説明したが、実際には、詳細は後述する図６に示すように、レーザー光のチルトとレーザー光のシフトが両方生じる場合もある。この場合、例えば、チルト調整用平行平板１４を光学装置の光軸と直角な軸回りに回転変位させることで、コリメーターレンズ１５を透過したレーザー光のチルトがなくなるように（または、小さくなるように）調整する。そして、シフト調整用平行平板１７を光軸と直角な軸回りに回転変位させることで、コリメーターレンズ１５を透過したレーザー光の進行軸（主光線）が集光レンズ１９の前側焦点位置Ｓを通るように調整する。これにより、レーザー光源１０１から出射したレーザー光を、集光レンズ１９の後側焦点位置に配置された光ファイバ１２１の端部へ高精度に集光させることが可能になり、光ファイバ１２１の端部に入射するレーザー光の光量ロスを低減させることができる。

[0020] なお、レーザー光の進行軸を調整する従来の方法として、例えば、レーザー光を反射させるミラーを回転させることで、レーザー光のチルトを調整する方法がある。この方法では、ミラーの回転角度の２倍の角度だけレーザー光が傾動するため、レーザー光のチルトを調整する効き目が強く、レーザー光のチルトの微調整が難しい。また、レーザー光のチルトを調整する効き目が強いため、温度変化や外部からの衝撃に弱く、アライメントが狂いやすい。また、本明細書において、コリメーターレンズから出射する光の中心線とは、コリメーターレンズから出射する光束の強度分布の中心となる光線である。この中心線は、以下の実施形態におけるレーザー光の主光線と一致する。

[0021] 次に、光学装置の第１実施形態について説明する。第１実施形態に係る光学装置１１は、図６に示すように、コリメーターレンズ１５と、集光レンズ１９と、チルト調整部１３と、シフト調整部１６とを有する。コリメーターレンズ１５は、凸レンズから構成され、レーザー光源１０１からのレーザー光（レーザービーム）を透過させる。第１実施形態に係るレーザー光源１０１は、発散するレーザー光を出射させ、出射した（発散する）レーザー光がコリメーターレンズ１５を透過すると略平行な光束となるように調整されている。

[0022] 集光レンズ１９は、凸レンズから構成され、コリメーターレンズ１５を透過したレーザー光を光ファイバ１２１の端部に集光させる。なお、集光レンズ１９の後側焦点位置に、光ファイバ１２１の端部が配置される。集光レンズ１９の前側焦点位置Ｓとコリメーターレンズ１５の後側焦点位置とが同じ位置になるように、コリメーターレンズ１５と集光レンズ１９とが配置される。この配置によって、コリメーターレンズ１５で略平行光束とされたレーザー光が集光レンズ１９に入射し、光ファイバ１２１の端部に集光される。

[0023] チルト調整部１３は、コリメーターレンズ１５とレーザー光源１０１との間に配設されたチルト調整用平行平板１４を有して構成される。チルト調整用平行平板１４は、不図示のチルト調整用回転保持機構に回転可能に保持さ

れる。チルト調整用平行平板１４は、このチルト調整用回転保持機構により、光学装置１１の光軸に対して直交する位置から、光軸と直角な軸回りに２軸の回転方向で回転変位することができる。図６においては、チルト調整用平行平板１４を、チルト調整用平行平板１４の中心軸（光軸）を通って図６の紙面と直角な方向に延びる軸回りに回転変位させる例を示す。

[0024] シフト調整部１６は、コリメーターレンズ１５と集光レンズ１９の前側焦点位置Ｓとの間に配設されたシフト調整用平行平板１７を有して構成される。シフト調整用平行平板１７は、不図示のシフト調整用回転保持機構に回転可能に保持される。シフト調整用平行平板１７は、このシフト調整用回転保持機構により、光学装置１１の光軸に対して直交する位置から、光軸と直角な軸回りに２軸の回転方向で回転変位することができる。図６においては、シフト調整用平行平板１７を、シフト調整用平行平板１７の中心軸（光軸）を通って図６の紙面と直角な方向に延びる軸回りに回転変位させる例を示す。

[0025] 第１実施形態に係る光学装置１１において、レーザー光源１０１から出射したレーザー光は、チルト調整用平行平板１４と、コリメーターレンズ１５と、シフト調整用平行平板１７と、集光レンズ１９とを透過して光ファイバ１２１の端部に入射（集光）する。第１実施形態では、一例として、レーザー光源１０１が光学装置１１の光軸に対して図６の上方にずれて傾斜することにより、レーザー光のチルトおよびシフトが生じている場合の調整方法について説明する。この場合、レーザー光源１０１から出射したレーザー光がチルト調整用平行平板１４に対して斜め方向に入射するように、チルト調整用平行平板１４を光軸と直角な軸回りに回転変位させる。このとき、レーザー光源１０１から出射したレーザー光の進行軸（主光線）が光軸と平行になって、レーザー光のチルトがなくなるように、チルト調整用平行平板１４の回転変位量を調整する。これにより、レーザー光源１０１から出射したレーザー光のチルトが補正される。チルト調整用平行平板１４を透過したレーザー光は、チルトが補正されているため、コリメーターレンズ１５を透過した

レーザー光のチルトはなくなる（または、調整前よりも小さくなる）。

[0026] コリメーターレンズ１５を透過したレーザー光は、レーザー光源１０１の傾斜の影響により、集光レンズ１９の前側焦点位置Ｓに対して図６の上方にシフトする。そこで、コリメーターレンズ１５を透過したレーザー光がシフト調整用平行平板１７に対して斜め方向に入射するように、シフト調整用平行平板１７を光軸と直角な軸回りに回転変位させる。このとき、シフト調整用平行平板１７を透過したレーザー光の進行軸（主光線）が集光レンズ１９の前側焦点位置Ｓを通るように、シフト調整用平行平板１７の回転変位量を調整する。これにより、コリメーターレンズ１５を透過したレーザー光は、シフト調整用平行平板１７に対して斜め方向に入射し、光軸上の位置または調整前よりも光軸に近い（図６における下方の）位置から出射する。シフト調整用平行平板１７を透過したレーザー光は、集光レンズ１９の前側焦点位置Ｓを通って集光レンズ１９に入射し、集光レンズ１９を透過する。そして、集光レンズ１９を透過したレーザー光は、集光レンズ１９の後側焦点位置（またはその近傍）で集光し、光ファイバ１２１の端部に入射（集光）する。

[0027] 第１実施形態によれば、チルト調整部１３によりレーザー光のチルトをシフトと独立して調整することができ、シフト調整部１６によりレーザー光のシフトをチルトと独立して調整することができるため、レーザー光源１０１から出射したレーザー光を、集光レンズ１９の後側焦点位置に配置された光ファイバ１２１の端部へ高精度に集光させることが可能になる。これにより、光ファイバ１２１の端部に入射するレーザー光の光量ロスが低減される。

[0028] また、チルト調整部１３は、チルト調整用平行平板１４を光軸と直角な軸回りに回転変位させることで、レーザー光のチルトを調整する。これにより、平行平板を用いた簡便な構成で、レーザー光のチルトを調整することができる。

[0029] 集光レンズ１９の前側焦点位置Ｓとコリメーターレンズ１５の後側焦点位置とが同じ位置になるように、コリメーターレンズ１５と集光レンズ１９と

が配置される。これにより、集光レンズ１９の前側焦点位置Ｓを傾斜中心として、レーザー光のチルトを調整することができ、チルト調整用平行平板１４を光軸と直角な軸回りに回転変位させることで、レーザー光のチルトのみを独立して調整することが可能になる。なお、シフトの調整が行われていない場合で、レーザー光のシフトが生じている場合、傾斜中心はずれるが実質的に同様な原理で調整が行われる。

[0030] シフト調整部１６は、シフト調整用平行平板１７を光軸と直角な軸回りに回転変位させることで、レーザー光のシフトを調整する。これにより、平行平板を用いた簡便な構成で、レーザー光のチルトを変えずにシフトを調整することができる。なお、レーザー光のシフトとチルトの調整は、レーザー光のシフト量が大きくない場合にはチルトの調整を最初に行うと光ファイバへの光の導入が容易となるが、シフトの調整を最初に行ってもよいし、交互に繰り返して調整を行ってもよい。

[0031] 次に、光学装置の第２実施形態について説明する。第２実施形態に係る光学装置２１は、図７に示すように、発散レンズ２２と、コリメーターレンズ１５と、集光レンズ１９と、チルト調整部１３と、シフト調整部１６とを有する。第２実施形態において、コリメーターレンズ１５、集光レンズ１９、チルト調整部１３、およびシフト調整部１６は、第１実施形態と同様の構成であるため、第１実施形態と同一の符号を付して詳細な説明を省略する。発散レンズ２２は、凹レンズから構成され、レーザー光源１０２から出射したレーザー光（レーザービーム）を発散させる。第２実施形態に係るレーザー光源１０２から出射されるレーザー光は、収束光または平行光であり、発散レンズ２２により発散するレーザー光がコリメーターレンズ１５を透過すると略平行な光束となるように調整されている。

[0032] 第２実施形態に係る光学装置２１において、レーザー光源１０２から出射したレーザー光は、発散レンズ２２と、チルト調整用平行平板１４と、コリメーターレンズ１５と、シフト調整用平行平板１７と、集光レンズ１９とを透過して光ファイバ１２１の端部に入射（集光）する。第２実施形態では、

第１実施形態と同様に、レーザー光源１０２が光学装置２１の光軸に対して図７の上方にずれて傾斜することにより、レーザー光のチルトおよびシフトが生じている場合の調整方法について説明する。第２実施形態において、レーザー光源１０２から出射したレーザー光が、発散レンズ２２により発散してチルト調整用平行平板１４に入射する構成であるが、コリメーターレンズ１５、集光レンズ１９、チルト調整部１３、およびシフト調整部１６は、第１実施形態と同様の構成である。なお、図７ではレーザー光源１０２から出射するレーザー光は収束しているが、平行光であっても構わない。そのため、第１実施形態と同様にして、チルト調整用平行平板１４を光軸と直角な軸回りに回転変位させることで、レーザー光源１０２から出射するレーザー光のチルトを調整することができる。また、第１実施形態と同様にして、シフト調整用平行平板１７を光軸と直角な軸回りに回転変位させることで、レーザー光源１０２から出射するレーザー光のシフトを調整することができる。

[0033] このように、第２実施形態によれば、第１実施形態と同様の効果を得ることができる。また、レーザー光源１０２から出射したレーザー光を発散させる発散レンズ２２を備えることで、レーザー光源１０２から出射されるレーザー光が収束光または平行光である場合でも、チルト調整用平行平板１４を光軸と直角な軸回りに回転変位させることで、平行平板を用いた簡便な構成で、レーザー光のチルトを調整することができる。

[0034] 次に、光学装置の第３実施形態について説明する。第３実施形態に係る光学装置３１は、図８に示すように、コリメーターレンズ１５と、集光レンズ１９と、チルト調整部１３と、シフト調整部１６とを有する。第３実施形態において、コリメーターレンズ１５、集光レンズ１９、チルト調整部１３、およびシフト調整部１６は、第１実施形態と同様の構成であるため、第１実施形態と同一の符号を付して詳細な説明を省略する。第３実施形態に係るレーザー光源１０３は、光ファイバからレーザー光（レーザービーム）を出射させるように構成される。第３実施形態に係るレーザー光源１０３は、発散するレーザー光を出射させ、出射した（発散する）レーザー光がコリメータ

ーレンズ１５を透過すると略平行な光束となるように調整されている。

[0035] 第３実施形態に係る光学装置３１において、レーザー光源１０３から出射したレーザー光は、チルト調整用平行平板１４と、コリメーターレンズ１５と、シフト調整用平行平板１７と、集光レンズ１９とを透過して光ファイバ１２１の端部に入射（集光）する。第３実施形態では、第１実施形態と同様に、レーザー光源１０３が光学装置３１の光軸に対して図８の上方にずれて傾斜することにより、レーザー光のチルトおよびシフトが生じている場合の調整方法について説明する。第３実施形態において、コリメーターレンズ１５、集光レンズ１９、チルト調整部１３、およびシフト調整部１６は、第１実施形態と同様の構成である。そのため、第１実施形態と同様にして、チルト調整用平行平板１４を光軸と直角な軸回りに回転変位させることで、レーザー光源１０３から出射するレーザー光のチルトを調整することができる。また、第１実施形態と同様にして、シフト調整用平行平板１７を光軸と直角な軸回りに回転変位させることで、レーザー光源１０３から出射するレーザー光のシフトを調整することができる。このように、第３実施形態によれば、第１実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0036] 上述の第１～第３実施形態において、コリメーターレンズ１５とレーザー光源１０１～１０３との間に、１枚のチルト調整用平行平板１４が配設されているが、これに限られるものではなく、複数のチルト調整用平行平板（図示せず）が配設されるようにしてもよい。複数のチルト調整用平行平板は、互いに異なる板厚を有し、光学装置の光軸に沿って並ぶように配置される。複数のチルト調整用平行平板のうち、板厚の大きいチルト調整用平行平板を光軸と直角な軸回りに回転変位させることで、板厚の大きいチルト調整用平行平板を透過する際のレーザー光の変位量は相対的に大きいため、レーザー光のチルトを大幅に調整することができる。一方、複数のチルト調整用平行平板のうち、板厚の小さいチルト調整用平行平板を光軸と直角な軸回りに回転変位させることで、板厚の小さいチルト調整用平行平板を透過する際のレーザー光の変位量は相対的に小さいため、レーザー光のチルトを細かく調整

することができる。このように、互いに異なる板厚を有するチルト調整用平行平板をそれぞれ光軸と直角な軸回りに回転変位させることで、レーザー光のチルトを大幅に且つ細かく調整することが可能である。

[0037] 上述の第１～第３実施形態において、コリメーターレンズ１５と集光レンズ１９の前側焦点位置Ｓとの間に、１枚のシフト調整用平行平板１７が配設されているが、これに限られるものではなく、複数のシフト調整用平行平板（図示せず）が配設されるようにしてもよい。複数のシフト調整用平行平板は、互いに異なる板厚を有し、光学装置の光軸に沿って並ぶように配置される。複数のシフト調整用平行平板のうち、板厚の大きいシフト調整用平行平板を光軸と直角な軸回りに回転変位させることで、板厚の大きいシフト調整用平行平板を透過する際のレーザー光の変位量は相対的に大きいため、レーザー光のシフトを大幅に調整することができる。一方、複数のシフト調整用平行平板のうち、板厚の小さいシフト調整用平行平板を光軸と直角な軸回りに回転変位させることで、板厚の小さいシフト調整用平行平板を透過する際のレーザー光の変位量は相対的に小さいため、レーザー光のシフトを細かく調整することができる。このように、互いに異なる板厚を有するシフト調整用平行平板をそれぞれ光軸と直角な軸回りに回転変位させることで、レーザー光のシフトを大幅に且つ細かく調整することが可能である。

[0038] 上述の第１～第３実施形態において、光ファイバ１２１の一端が光学装置の光軸上に配置されているが、これに限られるものではなく、光ファイバ１２１の一端が光学装置の光軸とずれて配置されてもよい。例えば、図９に示すように、第１実施形態と同様にして、チルト調整用平行平板１４を光軸と直角な軸回りに回転変位させることで、レーザー光源１０１から出射するレーザー光のチルトを調整し、シフト調整用平行平板１７を光軸と直角な軸回りに回転変位させることで、レーザー光源１０１から出射するレーザー光のシフトを調整することにより、光ファイバ１２１の位置に応じて、レーザー光のシフトおよびチルトを調整する。

[0039] 上述の第１～第３実施形態において、コリメーターレンズ１５の後側焦点

位置と集光レンズ１９の前側焦点位置Ｓとが一致している方が望ましいが、必ずしも一致しなくてもよい。例えば、図９に示すように、コリメーターレンズ１５の位置が実線で示す理想位置から二点鎖線で示す位置にずれてしまった場合、コリメーターレンズ１５の後側焦点位置Ｃと集光レンズ１９の前側焦点位置Ｓとがずれるが、コリメーターレンズ１５の後側焦点位置Ｃと集光レンズ１９の前側焦点位置Ｓとのズレ量は、コリメーターレンズ１５の焦点距離の２０％以下であることが好ましい。コリメーターレンズ１５の後側焦点位置Ｃと集光レンズ１９の前側焦点位置Ｓとのズレ量が、コリメーターレンズ１５の焦点距離の２０％より大きくなると、光ファイバ１２１に対するカップリング効率（光ファイバ１２１の端部に入射するレーザー光の光量ロス）が許容できない程度に低下するからである。図９において、後側焦点位置が集光レンズ１９の前側焦点位置Ｓと一致しているコリメーターレンズ１５を実線で示し、後側焦点位置Ｃが集光レンズ１９の前側焦点位置Ｓに対してずれているコリメーターレンズ１５を二点鎖線で示す。

[0040] 例えば、コリメーターレンズ１５の焦点距離を５００［ｍｍ］とし、集光レンズ１９の焦点距離を５［ｍｍ］とし、光ファイバ１２１（シングルモードファイバ）のコアの直径を３［μｍ］とする。また、図９に示すように、光ファイバ１２１の一端（中心軸）が、光学装置の光軸に対して、コアの直径（３［μｍ］）の範囲内で光軸と直角な方向にずれているものとする。このような場合、集光レンズ１９によるレーザー光の集光位置を、コアの直径（３［μｍ］）の分だけ光軸と直角な方向にシフトさせることが想定される。集光レンズ１９によるレーザー光の集光位置を、光学装置の光軸に対して３［μｍ］だけシフトさせるには、０．６［ｍｒａｄ］だけレーザー光のチルトを生じさせる必要がある。コリメーターレンズ１５の後側焦点位置Ｃと集光レンズ１９の前側焦点位置Ｓとのズレ量が、コリメーターレンズ１５の焦点距離の２０％である１００［ｍｍ］の場合、レーザー光のチルトの中心は１００［ｍｍ］だけずれるため、集光レンズ１９に対するレーザー光の入射位置は、理想的な入射位置よりも０．０６［ｍｍ］だけずれることになる

。レーザー光の入射位置がこれより大きくずれると、光ファイバ１２１に対するカップリング効率（光ファイバ１２１の端部に入射するレーザー光の光量ロス）が許容できない程度に低下する。そのため、コリメーターレンズ１５の後側焦点位置Ｃと集光レンズ１９の前側焦点位置Ｓとのズレ量は、コリメーターレンズ１５の焦点距離の２０％以下であることが好ましい。

[0041] 次に、光学装置の第４実施形態について説明する。第４実施形態に係る光学装置４１は、図１０に示すように、発散レンズ４２と、コリメーターレンズ４５と、集光レンズ４９と、チルト調整部４３と、シフト調整部４６とを有する。発散レンズ４２は、凹レンズから構成され、レーザー光源１０４から出射したレーザー光（レーザービーム）を発散させる。コリメーターレンズ４５は、凸レンズから構成され、発散レンズ４２からのレーザー光を透過させる。第４実施形態に係るレーザー光源１０４から出射されるレーザー光は、収束光または平行光であり、発散レンズ４２により発散するレーザー光がコリメーターレンズ４５を透過すると略平行な光束となるように調整されている。

[0042] 集光レンズ４９は、凸レンズから構成され、コリメーターレンズ４５からのレーザー光を光ファイバ１２１の端部に集光させる。なお、集光レンズ４９の後側焦点位置に、光ファイバ１２１の端部が配置される。集光レンズ４９の前側焦点位置Ｓとコリメーターレンズ４５とが略共役の位置関係になるように、集光レンズ４９の前側焦点位置Ｓとコリメーターレンズ４５との間に、第１リレーレンズ４８ａおよび第２リレーレンズ４８ｂが配設される。

[0043] チルト調整部４３は、コリメーターレンズ４５を光軸と直角な方向に２次元的に移動させることが可能なレンズ駆動部（図示せず）を有して構成される。チルト調整部４３は、コリメーターレンズ４５を光軸と直角な方向に平行移動させて、コリメーターレンズ４５に対するレーザー光の（光軸と直角な方向の）入射位置を変位させることにより、レーザー光のチルトを調整する。図１０においては、コリメーターレンズ４５を図１０の上下方向に平行移動させる例を示す。

[0044] シフト調整部４６は、コリメーターレンズ４５と第１リレーレンズ４８ａとの間に配設されたシフト調整用平行平板４７を有して構成される。シフト調整用平行平板４７は、不図示のシフト調整用回転保持機構に回転可能に保持される。シフト調整用平行平板４７は、このシフト調整用回転保持機構により、光学装置４１の光軸に対して直交する位置から、光軸と直角な軸回りに２軸の回転方向で回転変位することができる。図１０においては、シフト調整用平行平板４７を、シフト調整用平行平板４７の中心軸（光軸）を通って図１０の紙面と直角な方向に延びる軸回りに回転変位させる例を示す。

[0045] 第４実施形態に係る光学装置４１において、レーザー光源１０４から出射したレーザー光は、コリメーターレンズ４５と、シフト調整用平行平板４７と、第１リレーレンズ４８ａおよび第２リレーレンズ４８ｂと、集光レンズ４９とを透過して光ファイバ１２１の端部に入射（集光）する。第４実施形態では、一例として、レーザー光源１０４が光学装置４１の光軸に対して図１０の下方にずれて傾斜することにより、レーザー光のチルトおよびシフトが生じている場合の調整方法について説明する。この場合、チルト調整部４３により、コリメーターレンズ４５を光軸と直角な方向に（図１０の下方に）移動させる。このとき、レーザー光源１０４から出射したレーザー光の進行軸（主光線）が光軸と平行になって、レーザー光のチルトがなくなるように、コリメーターレンズ４５の移動量を調整する。これにより、レーザー光源１０４から出射したレーザー光のチルトが補正される。コリメーターレンズ４５を透過したレーザー光は、チルトが補正されているため、コリメーターレンズ４５を透過したレーザー光のチルトはなくなる（または、調整前よりも小さくなる）。

[0046] コリメーターレンズ４５を透過したレーザー光は、レーザー光源１０４の傾斜の影響により、集光レンズ４９の前側焦点位置Ｓに対して図１０の下方にシフトする。そこで、コリメーターレンズ４５を透過したレーザー光がシフト調整用平行平板４７に対して斜め方向に入射するように、シフト調整用平行平板４７を光軸と直角な軸回りに回転変位させる。このとき、シフト調

整用平行平板４７を透過したレーザー光の進行軸（主光線）が集光レンズ４９の前側焦点位置Ｓを通るように、シフト調整用平行平板４７の回転変位量を調整する。これにより、コリメーターレンズ４５を透過したレーザー光は、シフト調整用平行平板４７に対して斜め方向に入射し、光軸上の位置または調整前よりも光軸に近い（図１０における上方の）位置から出射する。シフト調整用平行平板４７を透過したレーザー光は、第１リレーレンズ４８ａおよび第２リレーレンズ４８ｂを透過し、集光レンズ４９の前側焦点位置Ｓを通って集光レンズ４９に入射し、集光レンズ４９を透過する。そして、集光レンズ４９を透過したレーザー光は、集光レンズ４９の後側焦点位置（またはその近傍）で集光し、光ファイバ１２１の端部に入射（集光）する。

[0047] 第４実施形態によれば、チルト調整部４３によりレーザー光のチルトをシフトと独立して調整することができ、シフト調整部４６によりレーザー光のシフトをチルトと独立して調整することができるため、レーザー光源１０４から出射したレーザー光を、集光レンズ４９の後側焦点位置に配置された光ファイバ１２１の端部へ高精度に集光させることが可能になる。これにより、光ファイバ１２１の端部に入射するレーザー光の光量ロスが低減される。

[0048] また、チルト調整部４３は、コリメーターレンズ４５を光軸と直角な方向に移動させることで、レーザー光のチルトを調整する。これにより、コリメーターレンズ４５を移動させるだけの簡便な構成で、レーザー光のチルトを調整することができる。

[0049] 集光レンズ４９の前側焦点位置Ｓとコリメーターレンズ４５との間に、第１リレーレンズ４８ａおよび第２リレーレンズ４８ｂが配設される。これにより、集光レンズ４９の前側焦点位置Ｓを傾斜中心として、レーザー光のチルトを調整することができ、コリメーターレンズ４５を光軸と直角な方向に移動させることで、レーザー光のチルトのみを独立して調整することが可能になる。

[0050] シフト調整部４６は、シフト調整用平行平板４７を光軸と直角な軸回りに回転変位させることで、レーザー光のシフトを調整する。これにより、平行

平板を用いた簡便な構成で、レーザー光のチルトを変えずにシフトを調整することができる。

[0051] 上述の第４実施形態において、発散レンズ４２が設けられているが、これに限られるものではない。例えば、レーザー光源が発散するレーザー光を出射させる場合、発散レンズ４２が設けられていなくてもよい。なおこの場合、レーザー光源から出射した（発散する）レーザー光がコリメーターレンズ４５を透過すると略平行な光束となるように調整される。このようにしても、第４実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0052] 上述の第４実施形態において、コリメーターレンズ４５と第１リレーレンズ４８ａとの間に、１枚のシフト調整用平行平板４７が配設されているが、これに限られるものではなく、複数のシフト調整用平行平板（図示せず）が配設されるようにしてもよい。複数のシフト調整用平行平板は、互いに異なる板厚を有し、光学装置の光軸に沿って並ぶように配置される。複数のシフト調整用平行平板のうち、板厚の大きいシフト調整用平行平板を光軸と直角な軸回りに回転変位させることで、板厚の大きいシフト調整用平行平板を透過する際のレーザー光の変位量は相対的に大きいため、レーザー光のシフトを大幅に調整することができる。一方、複数のシフト調整用平行平板のうち、板厚の小さいシフト調整用平行平板を光軸と直角な軸回りに回転変位させることで、板厚の小さいシフト調整用平行平板を透過する際のレーザー光の変位量は相対的に小さいため、レーザー光のシフトを細かく調整することができる。このように、互いに異なる板厚を有するシフト調整用平行平板をそれぞれ光軸と直角な軸回りに回転変位させることで、レーザー光のシフトを大幅に且つ細かく調整することが可能である。

[0053] 上述の第４実施形態において、光ファイバ１２１の一端が光学装置４１の光軸上に配置されているが、これに限られるものではなく、光ファイバ１２１の一端が光学装置４１の光軸とずれて配置されてもよい。なおこの場合、第１～第３実施形態の場合で述べたように、第４実施形態と同様にして、光ファイバ１２１の位置に応じて、レーザー光のシフトおよびチルトを調整す

る。

[0054] 上述の第４実施形態において、コリメーターレンズ４５を移動させる前の初期位置におけるコリメーターレンズ４５の後側焦点位置と集光レンズ４９の前側焦点位置Ｓとが一致している方が望ましいが、必ずしも一致しなくてもよい。第１～第３実施形態の場合と同様に、コリメーターレンズ４５の初期位置が理想位置からずれてしまった場合、初期位置におけるコリメーターレンズ４５の後側焦点位置と集光レンズ４９の前側焦点位置Ｓとがずれるが、初期位置におけるコリメーターレンズ４５の後側焦点位置と集光レンズ４９の前側焦点位置Ｓとのズレ量は、コリメーターレンズ４５の焦点距離の２０％以下であることが好ましい。

[0055] 次に、光学装置の第５実施形態について説明する。第５実施形態に係る光学装置５１は、図１１に示すように、第１コリメーターレンズ５５ａと、第２コリメーターレンズ５５ｂと、集光レンズ５９と、チルト調整部５３と、シフト調整部５６と、光源側ミラー６１と、ダイクロイックミラー６２とを有する。第５実施形態に係る光学装置５１は、第１レーザー光源１０５ａもしくは第２レーザー光源１０５ｂから出射したレーザー光（レーザービーム）を光ファイバ１２１に入射させる。第１レーザー光源１０５ａと第２レーザー光源１０５ｂとは、同様の構成であり、例えば、互いに異なる波長のレーザー光を出射させる。

[0056] 第１コリメーターレンズ５５ａは、第１実施形態に係るコリメーターレンズ１５と同様に構成され、第１レーザー光源１０５ａからのレーザー光を透過させる。第１レーザー光源１０５ａは、発散するレーザー光を出射させ、出射した（発散する）レーザー光が第１コリメーターレンズ５５ａを透過すると略平行な光束となるように調整されている。第２コリメーターレンズ５５ｂは、第１コリメーターレンズ５５ａと同様に構成され、第２レーザー光源１０５ｂからのレーザー光を透過させる。第２レーザー光源１０５ｂは、発散するレーザー光を出射させ、出射した（発散する）レーザー光が第２コリメーターレンズ５５ｂを透過すると略平行な光束となるように調整されて

いる。

[0057] 集光レンズ５９は、第１実施形態に係る集光レンズ１９と同様に構成され、第１コリメーターレンズ５５ａを透過したレーザー光を光ファイバ１２１の端部に集光させる。なお、集光レンズ５９の後側焦点位置に、光ファイバ１２１の端部が配置される。集光レンズ５９の前側焦点位置Ｓと第１コリメーターレンズ５５ａの後側焦点位置とが同じ位置になるように、第１コリメーターレンズ５５ａと集光レンズ５９とが配置される。また、集光レンズ５９の前側焦点位置Ｓと第２コリメーターレンズ５５ｂの後側焦点位置とが同じ位置になるように、第２コリメーターレンズ５５ｂと集光レンズ５９とが配置される。

[0058] チルト調整部５３は、第１コリメーターレンズ５５ａと第１レーザー光源１０５ａとの間に配設された第１チルト調整用平行平板５４ａと、第２コリメーターレンズ５５ｂと第２レーザー光源１０５ｂとの間に配設された第２チルト調整用平行平板５４ｂとを有して構成される。第１チルト調整用平行平板５４ａは、第１実施形態に係るチルト調整用平行平板１４と同様に構成される。第２チルト調整用平行平板５４ｂは、第１チルト調整用平行平板５４ａと同様に構成される。

[0059] シフト調整部５６は、第１コリメーターレンズ５５ａと集光レンズ５９の前側焦点位置Ｓとの間に配設された第１シフト調整用平行平板５７ａと、第２コリメーターレンズ５５ｂと集光レンズ５９の前側焦点位置Ｓとの間に配設された第２シフト調整用平行平板５７ｂとを有して構成される。第１シフト調整用平行平板５７ａは、第１実施形態に係るシフト調整用平行平板１７と同様に構成される。第２シフト調整用平行平板５７ｂは、第１シフト調整用平行平板５７ａと同様に構成される。

[0060] なお、光源側ミラー６１は、第２シフト調整用平行平板５７ｂを透過したレーザー光をダイクロイックミラー６２に向けて反射させる。ダイクロイックミラー６２は、第１シフト調整用平行平板５７ａと集光レンズ５９の前側焦点位置Ｓとの間に配設され、第１シフト調整用平行平板５７ａを透過した

第１レーザー光源１０５ａからの光を集光レンズ５９の方へ透過させ、光源側ミラー６１で反射した第２レーザー光源１０５ｂからの光を集光レンズ５９の方へ反射させる。

[0061] 第５実施形態に係る光学装置５１において、第１レーザー光源１０５ａから出射したレーザー光は、第１チルト調整用平行平板５４ａと、第１コリメーターレンズ５５ａと、第１シフト調整用平行平板５７ａと、ダイクロイックミラー６２とを透過する。ダイクロイックミラー６２を透過したレーザー光は、集光レンズ５９により光ファイバ１２１の端部に集光される。第２レーザー光源１０５ｂから出射したレーザー光は、第２チルト調整用平行平板５４ｂと、第２コリメーターレンズ５５ｂと、第２シフト調整用平行平板５７ｂとを透過し、光源側ミラー６１およびダイクロイックミラー６２で反射する。ダイクロイックミラー６２で反射したレーザー光は、集光レンズ５９により光ファイバ１２１の端部に集光される。これにより、第１レーザー光源１０５ａと第２レーザー光源１０５ｂとを切り替えて作動させることにより、例えば、異なる波長のレーザー光を選択的に光ファイバ１２１の端部に入射させることができる。

[0062] 第５実施形態では、第１実施形態と同様に、第１レーザー光源１０５ａおよび第２レーザー光源１０５ｂが光学装置５１の光軸に対して図１１の上方にずれて傾斜することにより、レーザー光のチルトおよびシフトが生じている場合の調整方法について説明する。第１チルト調整用平行平板５４ａ、第１コリメーターレンズ５５ａ、および第１シフト調整用平行平板５７ａは、第１実施形態に係るチルト調整用平行平板１４、コリメーターレンズ１５、およびシフト調整用平行平板１７と同様に構成されている。そのため、第１実施形態と同様にして、第１チルト調整用平行平板５４ａを光軸と直角な軸回りに回転変位させることで、第１レーザー光源１０５ａから出射するレーザー光のチルトを調整することができる。また、第１実施形態と同様にして、第１シフト調整用平行平板５７ａを光軸と直角な軸回りに回転変位させることで、第１レーザー光源１０５ａから出射するレーザー光のシフトを調整

することができる。

[0063] 第２チルト調整用平行平板５４ｂ、第２コリメーターレンズ５５ｂ、および第２シフト調整用平行平板５７ｂも、第１実施形態に係るチルト調整用平行平板１４、コリメーターレンズ１５、およびシフト調整用平行平板１７と同様に構成されている。そのため、第１実施形態と同様にして、第２チルト調整用平行平板５４ｂを光軸と直角な軸回りに回転変位させることで、第２レーザー光源１０５ｂから出射するレーザー光のチルトを調整することができる。また、第１実施形態と同様にして、第２シフト調整用平行平板５７ｂを光軸と直角な軸回りに回転変位させることで、第２レーザー光源１０５ｂから出射するレーザー光のシフトを調整することができる。

[0064] 第５実施形態によれば、第１実施形態と同様の効果を得ることができる。また、第１チルト調整用平行平板５４ａ、第１コリメーターレンズ５５ａ、および第１シフト調整用平行平板５７ａと、第２チルト調整用平行平板５４ｂ、第２コリメーターレンズ５５ｂ、および第２シフト調整用平行平板５７ｂとを備えることで、異なる波長のレーザー光を選択的に光ファイバ１２１の端部に入射させることができる。

[0065] 上述の第５実施形態において、光学装置５１は、第１実施形態に係る光学装置１１を利用して構成されているが、これに限られるものではなく、第２～第４実施形態のうちいずれかの実施形態に係る光学装置を利用して構成されてもよい。

[0066] 上述の第５実施形態において、光ファイバ１２１の一端が光学装置５１の光軸上に配置されているが、これに限られるものではなく、光ファイバ１２１の一端が光学装置５１の光軸とずれて配置されてもよい。なおこの場合、第１～第３実施形態の場合で述べたように、第５実施形態と同様にして、光ファイバ１２１の位置に応じて、レーザー光のシフトおよびチルトを調整する。

[0067] 上述の第５実施形態において、第１コリメーターレンズ５５ａおよび第２コリメーターレンズ５５ｂの後側焦点位置と集光レンズ５９の前側焦点位置

Ｓとが一致している方が望ましいが、必ずしも一致しなくてもよい。第１～第３実施形態の場合と同様に、第１コリメーターレンズ５５ａおよび第２コリメーターレンズ５５ｂの位置が理想位置からずれてしまった場合、第１コリメーターレンズ５５ａおよび第２コリメーターレンズ５５ｂの後側焦点位置と集光レンズ５９の前側焦点位置Ｓとがずれるが、第１コリメーターレンズ５５ａおよび第２コリメーターレンズ５５ｂの後側焦点位置と集光レンズ５９の前側焦点位置Ｓとのズレ量は、第１コリメーターレンズ５５ａおよび第２コリメーターレンズ５５ｂの焦点距離の２０％以下であることが好ましい。

[0068] 次に、光学装置の第６実施形態について説明する。第６実施形態に係る光学装置６０は、図１２に示すように、コリメーターレンズ１５と、集光レンズ１９と、チルト調整部１３と、シフト調整部１６と、第１ハーフミラー６３と、第２ハーフミラー６４と、検出側ミラー６５と、検出用集光レンズ６６と、チルト検出器６７と、シフト検出器６８とを有する。第６実施形態において、コリメーターレンズ１５、集光レンズ１９、チルト調整部１３、およびシフト調整部１６は、第１実施形態と同様の構成であるため、第１実施形態と同一の符号を付して詳細な説明を省略する。第６実施形態に係るレーザー光源１０６は、発散するレーザー光（レーザービーム）を出射させ、出射した（発散する）レーザー光がコリメーターレンズ１５を透過すると略平行な光束となるように調整されている。

[0069] 検出用集光レンズ６６は、凸レンズから構成され、第２ハーフミラー６４で反射したレーザー光源１０６からのレーザー光をチルト検出器６７に集光させる。なお、検出用集光レンズ６６の後側焦点位置に、チルト検出器６７が配置されるが、チルト検出用のビームは完全に集光されていなくても測定できるため、チルト検出器６７の位置は厳密に後側焦点位置ではなくてもよい。検出用集光レンズ６６は、第１ハーフミラー６３および第２ハーフミラー６４を介して、集光レンズ１９の前側焦点位置Ｓと検出用集光レンズ６６の前側焦点位置Ｓ´とが共役もしくは略共役な位置関係となるように配設さ

れる。

[0070] チルト検出器６７は、位置検出素子（ＰＳＤ：Position Sensitive Detector）を用いて構成される。チルト検出器６７は、検出用集光レンズ６６を透過して集光したレーザー光を受光し、光学装置６０の光軸に対するレーザー光の進行軸（主光線）のズレ量を検出する。集光レンズ１９の前側焦点位置Ｓと検出用集光レンズ６６の前側焦点位置Ｓ´とが共役もしくは略共役な位置関係であるため、チルト検出器６７で検出されるレーザー光の進行軸のズレ量に基づいて、レーザー光のチルトを検知することが可能である。チルト検出器６７の検出面と光ファイバ１２１の光入射端面は、略共役な位置に設定されている。

[0071] シフト検出器６８は、チルト検出器６７と同様に位置検出素子を用いて構成される。シフト検出器６８は、検出側ミラー６５で反射したレーザー光源１０６からのレーザー光を受光し、光学装置６０の光軸に対するレーザー光の進行軸（主光線）のズレ量を検出する。シフト検出器６８は、第１ハーフミラー６３、第２ハーフミラー６４、および検出側ミラー６５を介して、集光レンズ１９の前側焦点位置Ｓと共役もしくは略共役な位置に配設される。そのため、シフト検出器６８で検出されるレーザー光の進行軸のズレ量に基づいて、レーザー光のシフトを検知することが可能である。

[0072] なお、第１ハーフミラー６３は、シフト調整部１６のシフト調整用平行平板１７と集光レンズ１９の前側焦点位置Ｓとの間に配設され、シフト調整用平行平板１７を透過したレーザー光の一部を集光レンズ１９の方へ透過させ、シフト調整用平行平板１７を透過したレーザー光の他の一部を第２ハーフミラー６４の方へ反射させる。第２ハーフミラー６４は、第１ハーフミラー６３からのレーザー光の一部を検出用集光レンズ６６の方へ反射させ、第１ハーフミラー６３からのレーザー光の他の一部を検出側ミラー６５の方へ透過させる。検出側ミラー６５は、第２ハーフミラー６４からのレーザー光をシフト検出器６８の方へ反射させる。チルト検出器６７およびシフト検出器６８により検出されるレーザー光の光量は、光ファイバ１２１の端部に集光

されるレーザー光の光量よりも小さくて構わない。そのため、第１ハーフミラー６３の反射率は、５０％より低くてもよく、例えば１％に設定されてもよい。第２ハーフミラー６４の反射率は、５０％に設定される。

[0073] 第６実施形態に係る光学装置６０において、レーザー光源１０６から出射したレーザー光は、チルト調整部１３のチルト調整用平行平板１４と、コリメーターレンズ１５と、シフト調整部１６のシフト調整用平行平板１７とを透過する。シフト調整用平行平板１７を透過したレーザー光の一部は、第１ハーフミラー６３を透過し、集光レンズ１９により光ファイバ１２１の端部に集光される。シフト調整用平行平板１７を透過したレーザー光の他の一部は、第１ハーフミラー６３で反射する。第１ハーフミラー６３で反射したレーザー光の一部は、第２ハーフミラー６４で反射し、検出用集光レンズ６６を透過してチルト検出器６７に達する。第１ハーフミラー６３で反射したレーザー光の他の一部は、第２ハーフミラー６４を透過する。第２ハーフミラー６４を透過したレーザー光は、検出側ミラー６５で反射してシフト検出器６８に達する。

[0074] 第６実施形態では、第１実施形態と同様に、レーザー光源１０６が光学装置６０の光軸に対して図１２の上方にずれて傾斜することにより、レーザー光のチルトおよびシフトが生じている場合の調整方法について説明する。コリメーターレンズ１５、集光レンズ１９、チルト調整部１３、およびシフト調整部１６は、第１実施形態と同様の構成である。そのため、第１実施形態と同様にして、チルト調整用平行平板１４を光軸と直角な軸回りに回転変位させることで、レーザー光源１０６から出射するレーザー光のチルトを調整することができる。また、第１実施形態と同様にして、シフト調整用平行平板１７を光軸と直角な軸回りに回転変位させることで、レーザー光源１０６から出射するレーザー光のシフトを調整することができる。

[0075] このとき、チルト検出器６７で検出されるレーザー光の進行軸（主光線）のズレ量と、シフト検出器６８で検出されるレーザー光の進行軸のズレ量を、不図示の記憶装置に記憶しておく。これにより、例えば、レーザー光源１

０６を他のものと交換した場合に、チルト検出器６７で検出されるレーザー光の進行軸（主光線）のズレ量と、シフト検出器６８で検出されるレーザー光の進行軸のズレ量が、記憶装置に記憶された、交換前のレーザー光源１０６から出射するレーザー光のチルトおよびシフトを調整したときの各ズレ量と同じになるように調整することができる。このようにすれば、交換前のレーザー光源１０６から出射するレーザー光のチルトおよびシフトを調整した状態を参考に、交換後のレーザー光源１０６から出射するレーザー光のチルトおよびシフトを容易に調整することが可能である。

[0076] 第６実施形態によれば、第１実施形態と同様の効果を得ることができる。また、チルト検出器６７およびシフト検出器６８を備えることで、或る一つのレーザー光源（例えば、交換前のレーザー光源１０６）から出射するレーザー光のチルトおよびシフトの調整結果を利用して、他のレーザー光源（例えば、交換後のレーザー光源１０６）から出射するレーザー光のチルトおよびシフトを容易に調整することが可能になる。

[0077] 上述の第６実施形態において、光学装置６０は、第１実施形態に係る光学装置１１を利用して構成されているが、これに限られるものではなく、第２～第４実施形態のうちいずれかの実施形態に係る光学装置を利用して構成されてもよい。

[0078] 上述の第６実施形態において、光ファイバ１２１の一端が光学装置６０の光軸上に配置されているが、これに限られるものではなく、光ファイバ１２１の一端が光学装置６０の光軸とずれて配置されてもよい。なおこの場合、第１～第３実施形態の場合で述べたように、第６実施形態と同様にして、光ファイバ１２１の位置に応じて、レーザー光のシフトおよびチルトを調整する。

[0079] 上述の第６実施形態において、コリメーターレンズ１５の後側焦点位置と集光レンズ１９の前側焦点位置Ｓとが一致している方が望ましいが、必ずしも一致しなくてもよい。第１～第３実施形態の場合と同様に、コリメーターレンズ１５の位置が理想位置からずれてしまった場合、コリメーターレンズ

１５の後側焦点位置と集光レンズ１９の前側焦点位置Ｓとがずれるが、コリメーターレンズ１５の後側焦点位置と集光レンズ１９の前側焦点位置Ｓとのズレ量は、コリメーターレンズ１５の焦点距離の２０％以下であることが好ましい。

[0080] 次に、光学装置の第７実施形態について説明する。第７実施形態に係る光学装置７０は、図１３に示すように、第１コリメーターレンズ５５ａと、第２コリメーターレンズ５５ｂと、集光レンズ５９と、チルト調整部５３と、シフト調整部５６と、光源側ミラー７１と、ダイクロイックミラー７２と、第１ハーフミラー７３と、第２ハーフミラー７４と、検出側ミラー７５と、検出用集光レンズ６６と、チルト検出器６７と、シフト検出器６８とを有する。第７実施形態に係る光学装置７０は、第１レーザー光源１０７ａもしくは第２レーザー光源１０７ｂから出射したレーザー光（レーザービーム）を光ファイバ１２１に入射させる。第７実施形態において、第１コリメーターレンズ５５ａ、第２コリメーターレンズ５５ｂ、集光レンズ５９、チルト調整部５３、およびシフト調整部５６は、第５実施形態と同様の構成であるため、第５実施形態と同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

[0081] 第１レーザー光源１０７ａと第２レーザー光源１０７ｂとは、同様の構成であり、例えば、互いに異なる波長のレーザー光を出射させる。第１レーザー光源１０７ａは、発散するレーザー光を出射させ、出射した（発散する）レーザー光が第１コリメーターレンズ５５ａを透過すると略平行な光束となるように調整されている。第２レーザー光源１０７ｂは、発散するレーザー光を出射させ、出射した（発散する）レーザー光が第２コリメーターレンズ５５ｂを透過すると略平行な光束となるように調整されている。

[0082] また、第７実施形態において、検出用集光レンズ６６、チルト検出器６７、およびシフト検出器６８は、第６実施形態と同様の構成であるため、第６実施形態と同一の符号を付して詳細な説明を省略する。なお、検出用集光レンズ６６は、第１ハーフミラー７３および第２ハーフミラー７４を介して、集光レンズ５９の前側焦点位置Ｓと検出用集光レンズ６６の前側焦点位置Ｓ

´とが共役もしくは略共役な位置関係となるように配設される。シフト検出器６８は、第１ハーフミラー７３、第２ハーフミラー７４、および検出側ミラー７５を介して、集光レンズ５９の前側焦点位置Ｓと共役もしくは略共役な位置に配設される。

[0083] 光源側ミラー７１は、第２シフト調整用平行平板５７ｂを透過したレーザー光をダイクロイックミラー７２に向けて反射させる。ダイクロイックミラー７２は、第１シフト調整用平行平板５７ａと集光レンズ５９の前側焦点位置Ｓとの間に配設され、第１シフト調整用平行平板５７ａを透過した第１レーザー光源１０７ａからの光を集光レンズ５９の方へ透過させ、光源側ミラー７１で反射した第２レーザー光源１０７ｂからの光を集光レンズ５９の方へ反射させる。

[0084] 第１ハーフミラー７３は、ダイクロイックミラー７２と集光レンズ５９の前側焦点位置Ｓとの間に配設され、ダイクロイックミラー７２からのレーザー光の一部を集光レンズ５９の方へ透過させ、ダイクロイックミラー７２からのレーザー光の他の一部を第２ハーフミラー７４の方へ反射させる。第２ハーフミラー７４は、第１ハーフミラー７３からのレーザー光の一部を検出用集光レンズ６６の方へ反射させ、第１ハーフミラー７３からのレーザー光の他の一部を検出側ミラー７５の方へ透過させる。検出側ミラー７５は、第２ハーフミラー７４からのレーザー光をシフト検出器６８の方へ反射させる。チルト検出器６７およびシフト検出器６８により検出されるレーザー光の光量は、光ファイバ１２１の端部に集光されるレーザー光の光量よりも小さくて構わない。そのため、第１ハーフミラー７３の反射率は、５０％より低くてもよく、例えば１％に設定されてもよい。第２ハーフミラー７４の反射率は、５０％に設定される。

[0085] 第７実施形態に係る光学装置７０において、第１レーザー光源１０７ａから出射したレーザー光は、第１チルト調整用平行平板５４ａと、第１コリメーターレンズ５５ａと、第１シフト調整用平行平板５７ａと、ダイクロイックミラー７２とを透過する。ダイクロイックミラー７２を透過したレーザー

光の一部は、第１ハーフミラー７３を透過し、集光レンズ５９により光ファイバ１２１の端部に集光される。第２レーザー光源１０７ｂから出射したレーザー光は、第２チルト調整用平行平板５４ｂと、第２コリメーターレンズ５５ｂと、第２シフト調整用平行平板５７ｂとを透過し、光源側ミラー７１およびダイクロイックミラー７２で反射する。ダイクロイックミラー７２で反射したレーザー光の一部は、第１ハーフミラー７３を透過し、集光レンズ５９により光ファイバ１２１の端部に集光される。

[0086] これにより、第１レーザー光源１０７ａと第２レーザー光源１０７ｂとを切り替えて作動させることにより、例えば、異なる波長のレーザー光を選択的に光ファイバ１２１の端部に入射させることができる。なお、ダイクロイックミラー７２で透過もしくは反射したレーザー光の他の一部は、第１ハーフミラー７３で反射する。第１ハーフミラー７３で反射したレーザー光の一部は、第２ハーフミラー７４で反射し、検出用集光レンズ６６を透過してチルト検出器６７に達する。第１ハーフミラー７３で反射したレーザー光の他の一部は、第２ハーフミラー７４を透過する。第２ハーフミラー７４を透過したレーザー光は、検出側ミラー７５で反射してシフト検出器６８に達する。

[0087] 第７実施形態では、第１実施形態と同様に、第１レーザー光源１０７ａおよび第２レーザー光源１０７ｂが光学装置７０の光軸に対して図１３の上方にずれて傾斜することにより、レーザー光のチルトおよびシフトが生じている場合の調整方法について説明する。第１チルト調整用平行平板５４ａ、第１コリメーターレンズ５５ａ、および第１シフト調整用平行平板５７ａは、第１実施形態に係るチルト調整用平行平板１４、コリメーターレンズ１５、およびシフト調整用平行平板１７と同様に構成されている。そのため、第１実施形態と同様にして、第１チルト調整用平行平板５４ａを光軸と直角な軸回りに回転変位させることで、第１レーザー光源１０７ａから出射するレーザー光のチルトを調整することができる。また、第１実施形態と同様にして、第１シフト調整用平行平板５７ａを光軸と直角な軸回りに回転変位させる

ことで、第１レーザー光源１０７ａから出射するレーザー光のシフトを調整することができる。このとき、チルト検出器６７で検出されるレーザー光の進行軸（主光線）のズレ量と、シフト検出器６８で検出されるレーザー光の進行軸のズレ量を、不図示の記憶装置に記憶しておく。

[0088] 第２チルト調整用平行平板５４ｂ、第２コリメーターレンズ５５ｂ、および第２シフト調整用平行平板５７ｂも、第１実施形態に係るチルト調整用平行平板１４、コリメーターレンズ１５、およびシフト調整用平行平板１７と同様に構成されている。そのため、第１実施形態と同様にして、第２チルト調整用平行平板５４ｂを光軸と直角な軸回りに回転変位させることで、第２レーザー光源１０７ｂから出射するレーザー光のチルトを調整することができる。また、第１実施形態と同様にして、第２シフト調整用平行平板５７ｂを光軸と直角な軸回りに回転変位させることで、第２レーザー光源１０７ｂから出射するレーザー光のシフトを調整することができる。このとき、チルト検出器６７で検出されるレーザー光の進行軸（主光線）のズレ量と、シフト検出器６８で検出されるレーザー光の進行軸のズレ量が、記憶装置に記憶された、第１レーザー光源１０７ａから出射するレーザー光のチルトおよびシフトを調整したときの各ズレ量と同じになるように調整を行う。このようにすれば、第１レーザー光源１０７ａから出射するレーザー光のチルトおよびシフトを調整した状態を参考に、第２レーザー光源１０７ｂから出射するレーザー光のチルトおよびシフトを容易に調整することが可能である。

[0089] 第７実施形態によれば、第１実施形態と同様の効果を得ることができる。また、チルト検出器６７およびシフト検出器６８を備えることで、複数のレーザー光源１０７ａ，１０７ｂのうち、一のレーザー光源（第１レーザー光源１０７ａ）から出射するレーザー光のチルトおよびシフトの調整結果を利用して、他のレーザー光源（第２レーザー光源１０７ｂ）から出射するレーザー光のチルトおよびシフトを容易に調整することが可能になる。

[0090] 上述の第７実施形態において、光学装置７０は、第１実施形態に係る光学装置１１を利用して構成されているが、これに限られるものではなく、第２

～第４実施形態のうちいずれかの実施形態に係る光学装置を利用して構成されてもよい。

[0091] 上述の第７実施形態において、光ファイバ１２１の一端が光学装置７０の光軸上に配置されているが、これに限られるものではなく、光ファイバ１２１の一端が光学装置７０の光軸とずれて配置されてもよい。なおこの場合、第１～第３実施形態の場合で述べたように、第７実施形態と同様にして、光ファイバ１２１の位置に応じて、レーザー光のシフトおよびチルトを調整する。

[0092] 上述の第７実施形態において、第１コリメーターレンズ５５ａおよび第２コリメーターレンズ５５ｂの後側焦点位置と集光レンズ５９の前側焦点位置Ｓとが一致している方が望ましいが、必ずしも一致しなくてもよい。第１～第３実施形態の場合と同様に、第１コリメーターレンズ５５ａおよび第２コリメーターレンズ５５ｂの位置が理想位置からずれてしまった場合、第１コリメーターレンズ５５ａおよび第２コリメーターレンズ５５ｂの後側焦点位置と集光レンズ５９の前側焦点位置Ｓとがずれるが、第１コリメーターレンズ５５ａおよび第２コリメーターレンズ５５ｂの後側焦点位置と集光レンズ５９の前側焦点位置Ｓとのズレ量は、第１コリメーターレンズ５５ａおよび第２コリメーターレンズ５５ｂの焦点距離の２０％以下であることが好ましい。

[0093] 上述の第１～第７実施形態において、コリメーターレンズの焦点距離は、２５０ｍｍ～１０００ｍｍ（例えば、５００ｍｍ）であることが好ましい。このようにすれば、チルト調整用平行平板やシフト調整用平行平板等の他の光学素子の配置が容易になる。

[0094] 上述の第１～第７実施形態において、チルト調整用平行平板やシフト調整用平行平板を、光軸と直角な軸回りに回転変位させているが、これに限られるものではなく、光学装置において制御可能な範囲であれば厳密な直角でなくてもよく、光軸と略直角な軸回りに回転変位させてもよい。

符号の説明

[0095] １１　光学装置（第１実施形態）

１３　チルト調整部　１４　チルト調整用平行平板

１５　コリメーターレンズ

１６　シフト調整部　１７　シフト調整用平行平板

１９　集光レンズ

２１　光学装置（第２実施形態）

２２　発散レンズ

３１　光学装置（第３実施形態）

４１　光学装置（第４実施形態）

４２　発散レンズ

４３　チルト調整部

４５　コリメーターレンズ

４６　シフト調整部　４７　シフト調整用平行平板

４８ａ　第１リレーレンズ　４８ｂ　第２リレーレンズ

４９　集光レンズ

５１　光学装置（第５実施形態）

５３　チルト調整部

５４ａ　第１チルト調整用平行平板　５４ｂ　第２チルト調整用平行平板

５５ａ　第１コリメーターレンズ　５５ｂ　第２コリメーターレンズ

５６　シフト調整部

５７ａ　第１シフト調整用平行平板　５７ｂ　第２シフト調整用平行平板

５９　集光レンズ

６０　光学装置（第６実施形態）

７０　光学装置（第７実施形態）

１００　顕微鏡

１０１　レーザー光源（第１実施形態）　　１０２　レーザー光源（第２実施形態）

１０３　レーザー光源（第３実施形態）　　１０４　レーザー光源（第４実施形態）

１０５ａ　第１レーザー光源（第５実施形態）

１０５ｂ　第２レーザー光源

１０６　レーザー光源（第６実施形態）

１０７ａ　第１レーザー光源（第７実施形態）

１０７ｂ　第２レーザー光源

１２１　光ファイバ

請求の範囲

[請求項1] 入射する光を平行光にするコリメーターレンズと、

前記コリメーターレンズを透過した光を集光する集光レンズと、

前記コリメーターレンズから出射する光の中心線の前記集光レンズの光軸に対する傾きを調整するチルト調整部材と、

前記光の中心線と前記集光レンズの光軸との距離を調整するシフト補正部材とを備え、

前記コリメーターレンズは、前記チルト調整部材と前記シフト調整部材との間の光路に設けられる光学装置。

[請求項2] 前記集光レンズは、光ファイバの端部に集光させる請求項１に記載の光学装置。

[請求項3] 前記チルト調整部材は、光源と前記コリメーターレンズとの間の光路に設けられる請求項１又は２に記載の光学装置。

[請求項4] 前記シフト調整部材は、前記コリメーターレンズと前記集光レンズとの間の光路に設けられる請求項１～３のいずれか１項に記載の光学装置。

[請求項5] 前記コリメーターレンズの後側焦点位置と前記集光レンズの前側焦点位置とが略一致するように、前記コリメーターレンズおよび前記集光レンズが配置される請求項１～４のいずれか１項に記載の光学装置。

[請求項6] 前記集光レンズの前側焦点位置は、前記コリメーターレンズの後側焦点位置から前記コリメーターレンズの焦点距離の２０％の範囲内に位置する請求項１～５のいずれか１項に記載の光学装置。

[請求項7] 前記チルト調整部材は、前記光が発散光となる位置に設けられる請求項１～６のいずれか１項に記載の光学装置。

[請求項8] 前記シフト補正部材は、前記光が発散光となる位置に設けられる請求項１～７のいずれか１項に記載の光学装置。

[請求項9] 前記チルト調整部材は、平行平板により構成される請求項１～８の

いずれか１項に記載の光学装置。

[請求項10] 前記チルト調整部材は、光軸と略直角な軸回りに回転することにより、前記光の中心線の光軸に対する傾きを補正する請求項１～９のいずれか１項に記載の光学装置。

[請求項11] 前記シフト補正部材は、平行平板により構成される請求項１～１０のいずれか１項に記載の光学装置。

[請求項12] 前記シフト補正部材は、光軸と略直角な軸回りに回転することにより、前記光の中心線と光軸との距離を補正する請求項１～１１のいずれか１項に記載の光学装置。

[請求項13] 前記チルト調整部材は、複数設けられる請求項１～１２のいずれか１項に記載の光学装置。

[請求項14] 前記シフト補正部材は、複数設けられる請求項１～１３のいずれか１項に記載の光学装置。

[請求項15] 入射する光を平行光にするコリメーターレンズと、

前記コリメーターレンズを透過した光を集光する集光レンズと、

前記コリメーターレンズから出射する光の中心線の前記集光レンズの光軸に対する傾きを調整するチルト調整部材と、

前記光の中心線と前記集光レンズの光軸との距離を調整するシフト補正部材とを備え、

前記シフト補正部材は、前記光の中心線が前記集光レンズの前側焦点位置を通るように調整し、

前記チルト調整部材は、前記光の中心線の光軸に対する傾きを前記集光レンズの前側焦点位置を中心に調整する光学装置。

[請求項16] 前記集光レンズは、光ファイバの端部に集光させる請求項１５に記載の光学装置。

[請求項17] 前記チルト調整部材は、光源と前記コリメーターレンズとの間の光路に設けられる請求項１５又は１６に記載の光学装置。

[請求項18] 前記シフト調整部材は、前記コリメーターレンズと前記集光レンズ

との間の光路に設けられる請求項１５～１７のいずれか１項に記載の光学装置。

[請求項19] 前記コリメーターレンズの後側焦点位置と前記集光レンズの前側焦点位置とが略一致するように、前記コリメーターレンズおよび前記集光レンズが配置される請求項１５～１８のいずれか１項に記載の光学装置。

[請求項20] 前記集光レンズの前側焦点位置は、前記コリメーターレンズの後側焦点位置から前記コリメーターレンズの焦点距離の２０％の範囲内に位置する請求項１５～１９のいずれか１項に記載の光学装置。

[請求項21] 前記チルト調整部材は、前記光が発散光となる位置に設けられる請求項１５～２０のいずれか１項に記載の光学装置。

[請求項22] 前記シフト補正部材は、前記光が発散光となる位置に設けられる請求項１５～２１のいずれか１項に記載の光学装置。

[請求項23] 前記チルト調整部材は、平行平板により構成される請求項１５～２２のいずれか１項に記載の光学装置。

[請求項24] 前記チルト調整部材は、光軸と略直角な軸回りに回転することにより、前記光の中心線の光軸に対する傾きを補正する請求項１５～２３のいずれか１項に記載の光学装置。

[請求項25] 前記シフト補正部材は、平行平板により構成される請求項１５～２４のいずれか１項に記載の光学装置。

[請求項26] 前記シフト補正部材は、光軸と略直角な軸回りに回転することにより、前記光の中心線と光軸との距離を補正する請求項１５～２５のいずれか１項に記載の光学装置。

[請求項27] 前記チルト調整部材は、複数設けられる請求項１５～２６のいずれか１項に記載の光学装置。

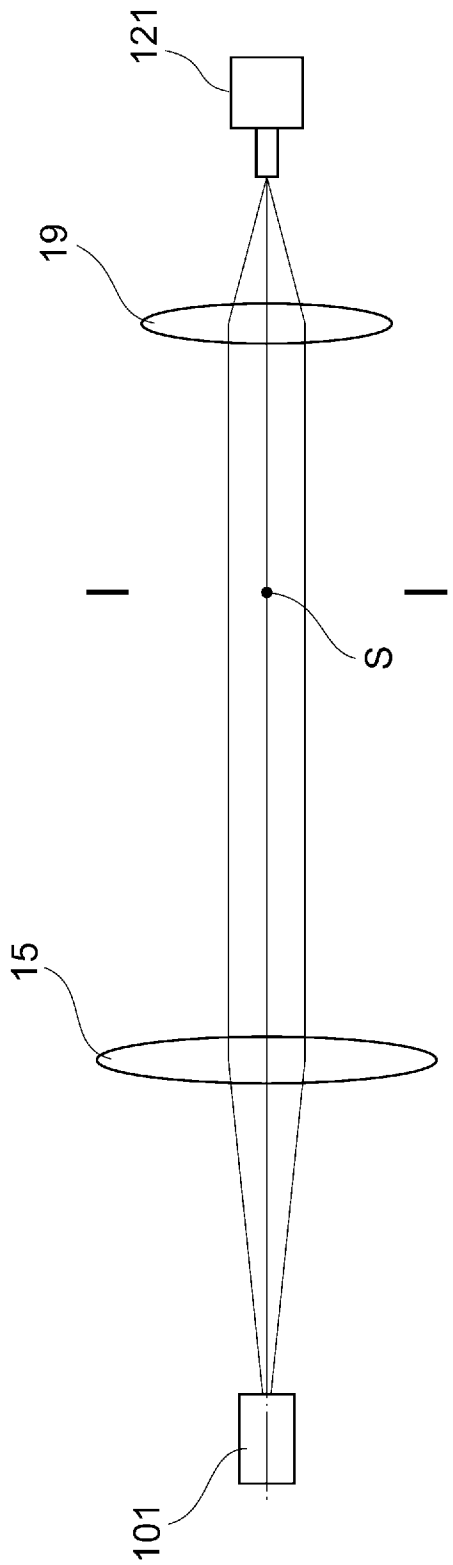
[請求項28] 前記シフト補正部材は、複数設けられる請求項１５～２７のいずれか１項に記載の光学装置。

[請求項29] 光ファイバと、

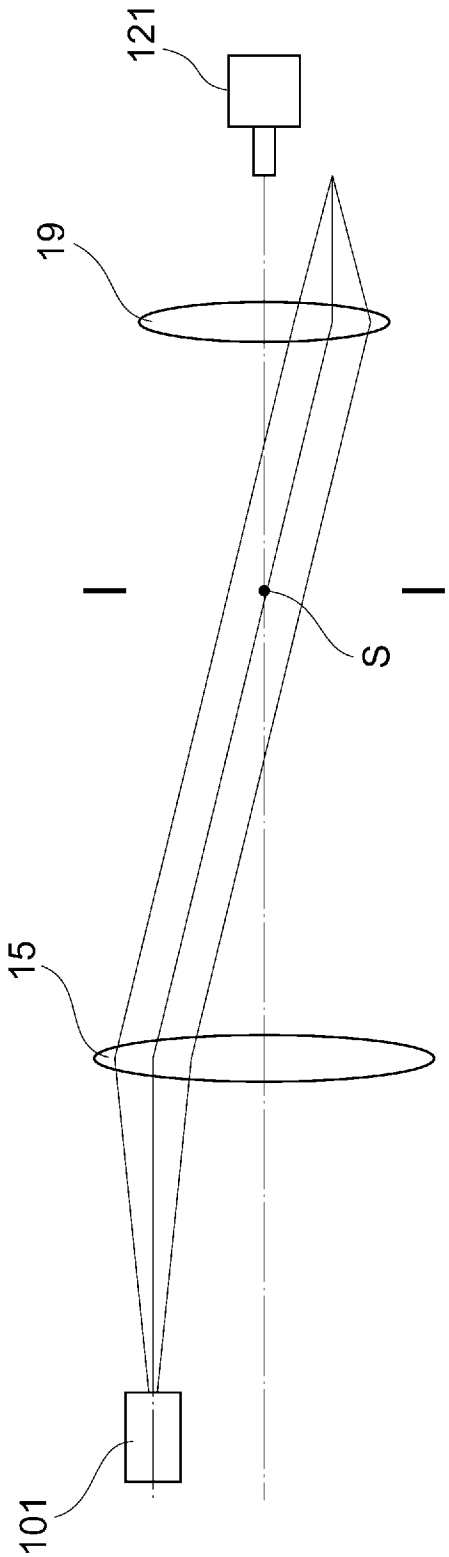
レーザー光源から出射したレーザービームを前記光ファイバに入射させる光学装置とを備え、

前記光学装置が請求項１～２８のいずれかに記載の光学装置である顕微鏡。

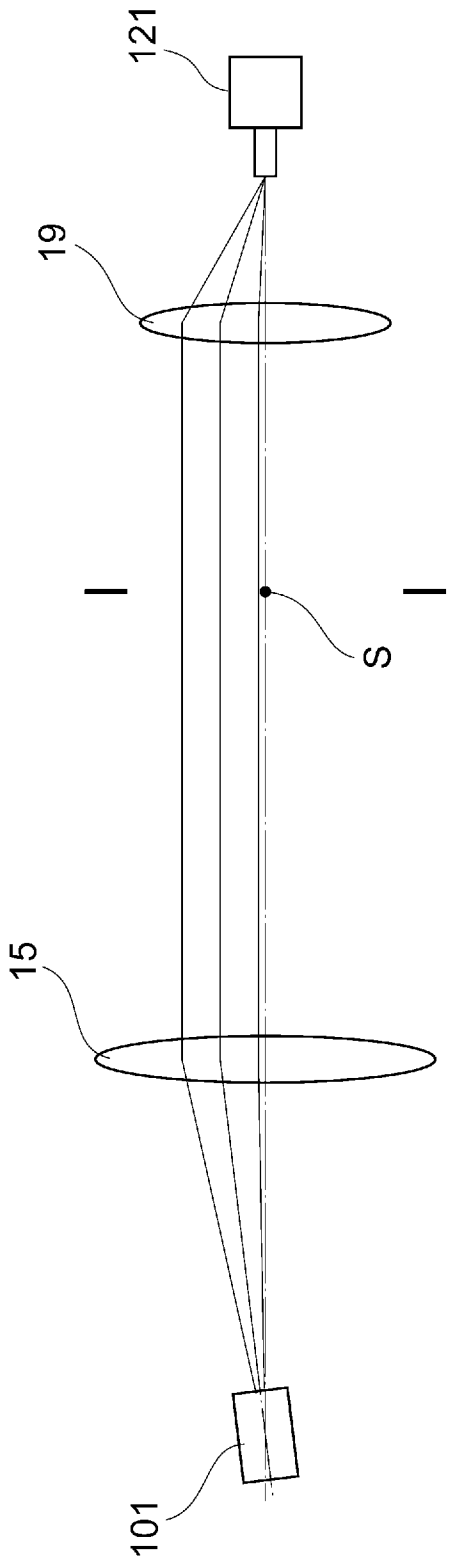
[図1]



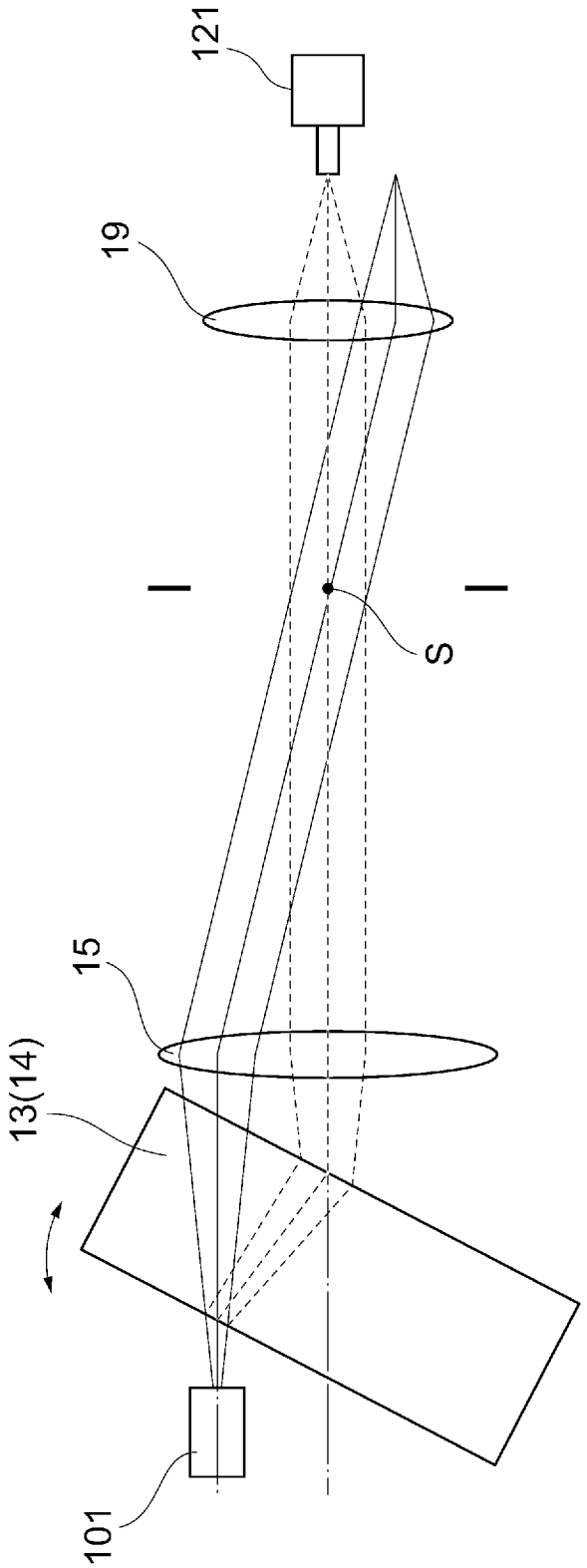
[図2]



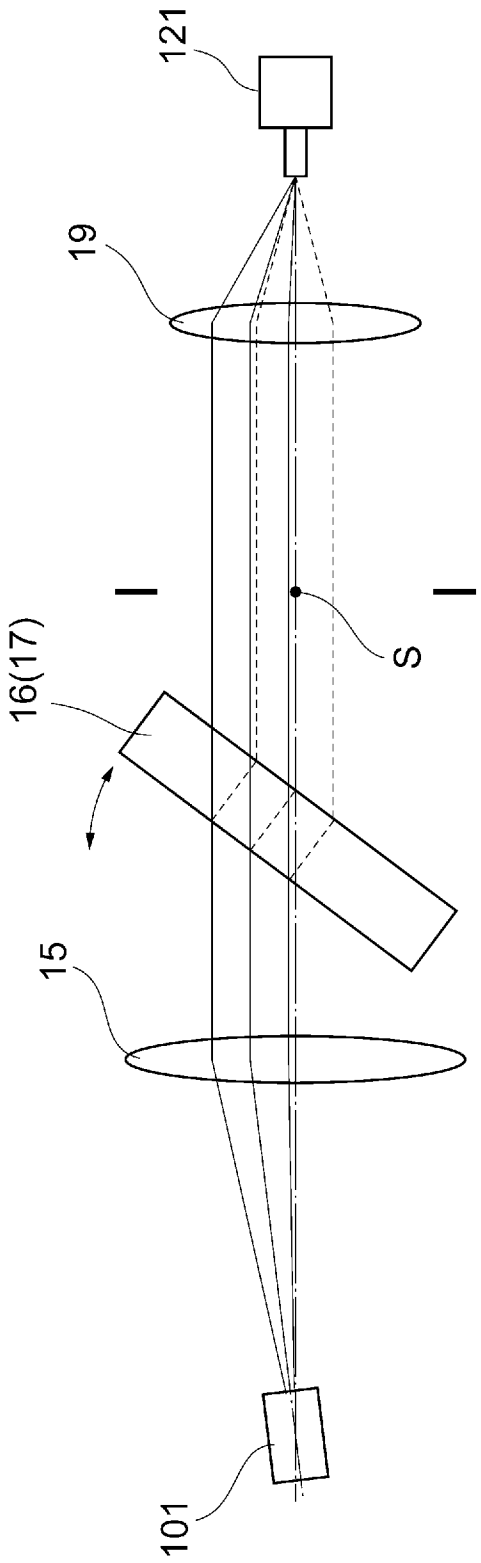
[図3]



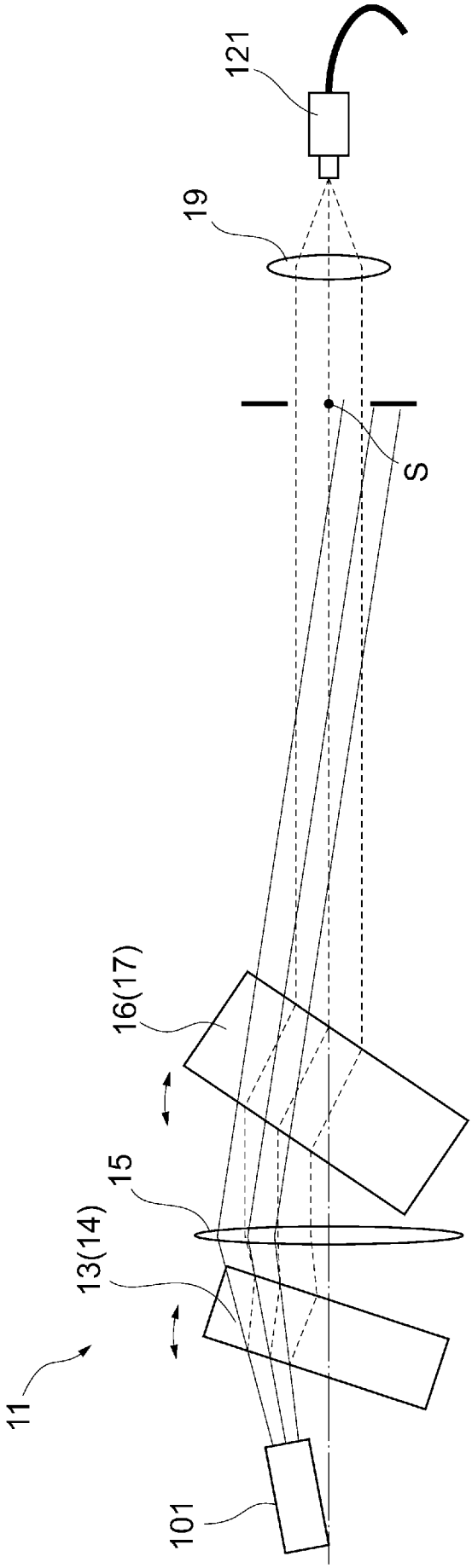
[図4]



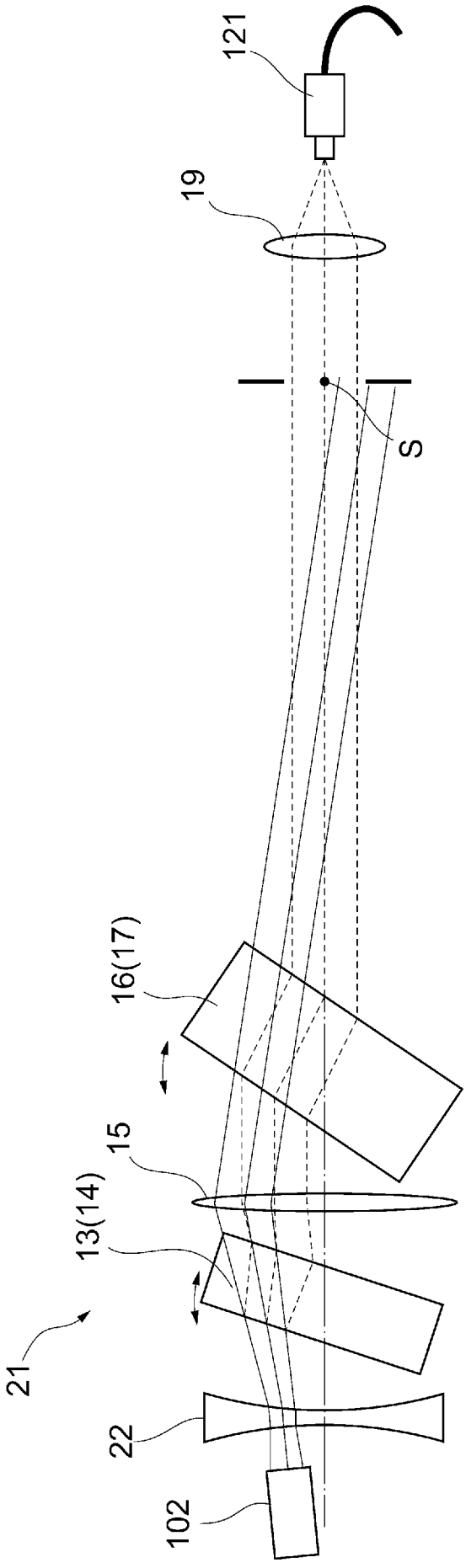
[図5]



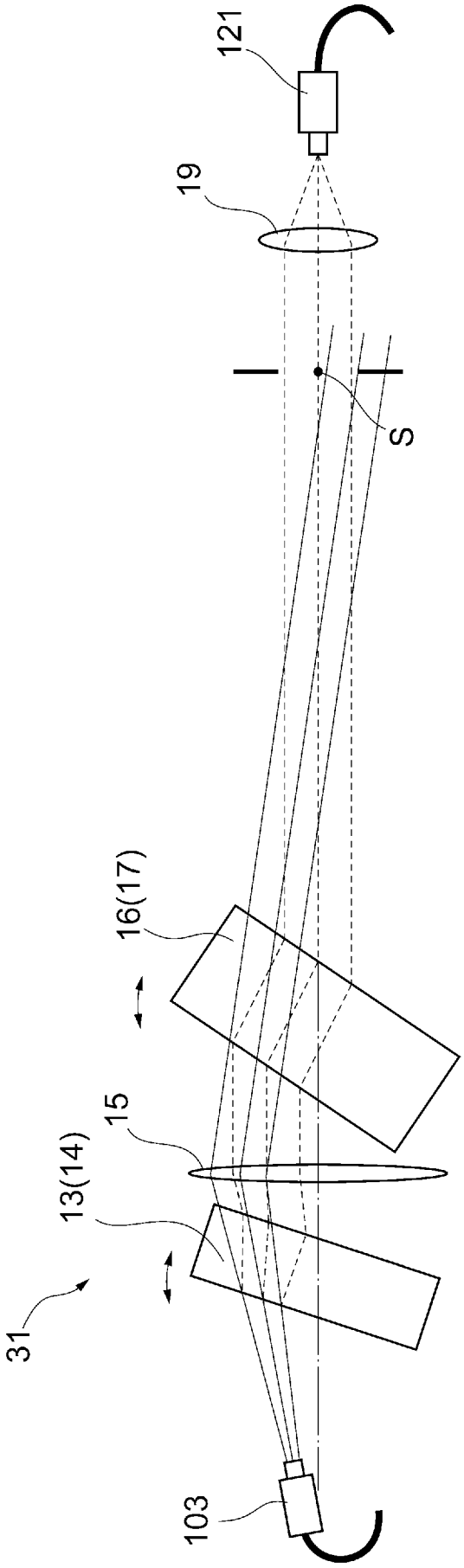
[図6]



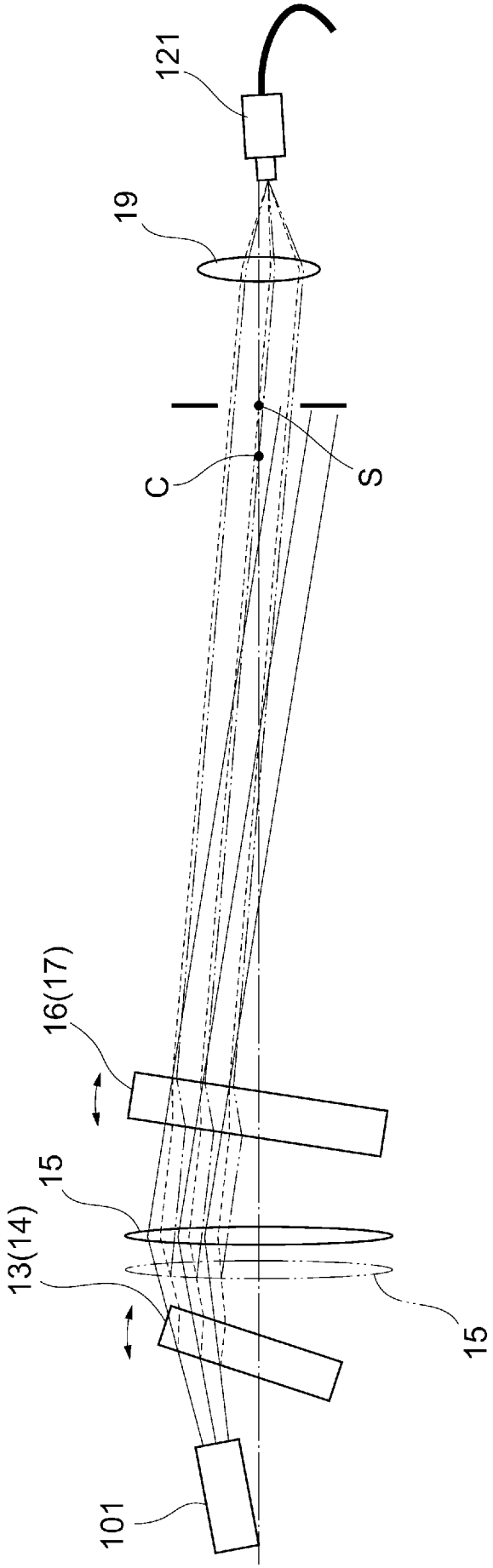
[図7]



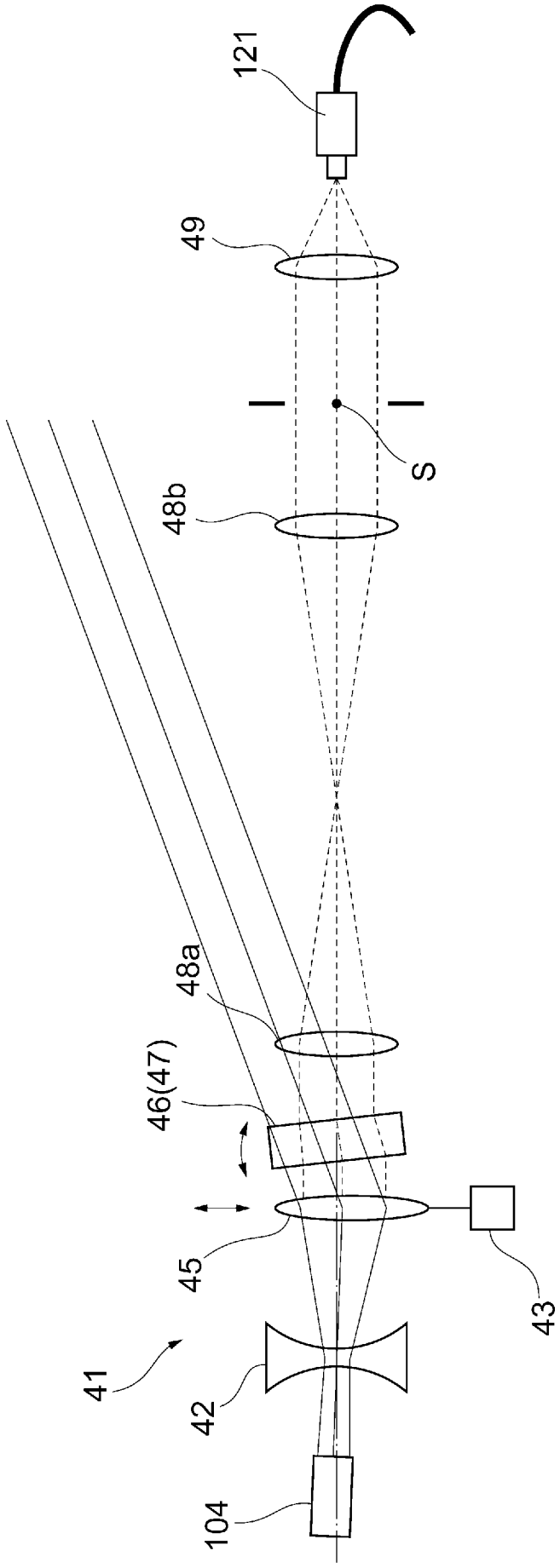
[図8]



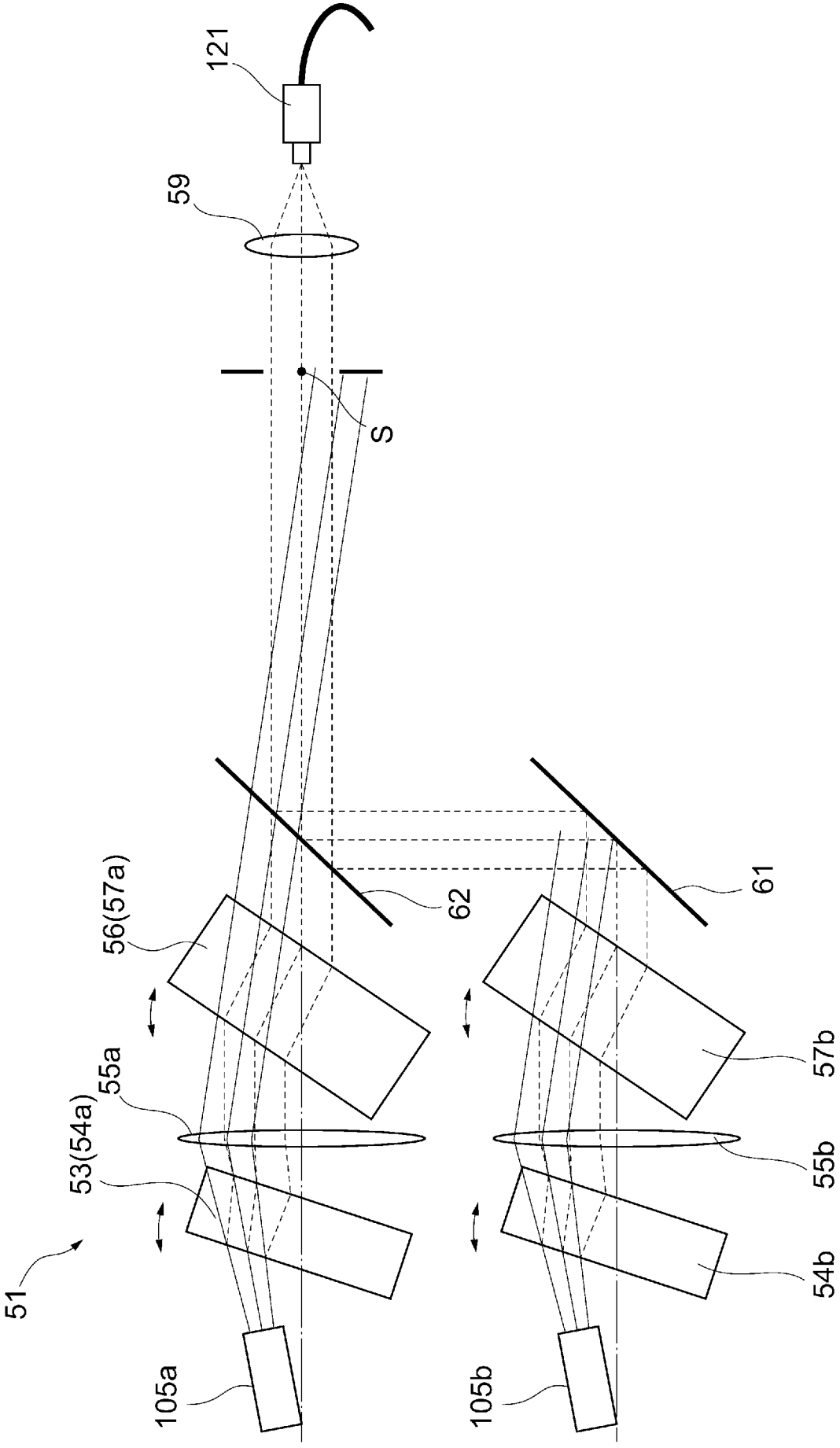
[図9]



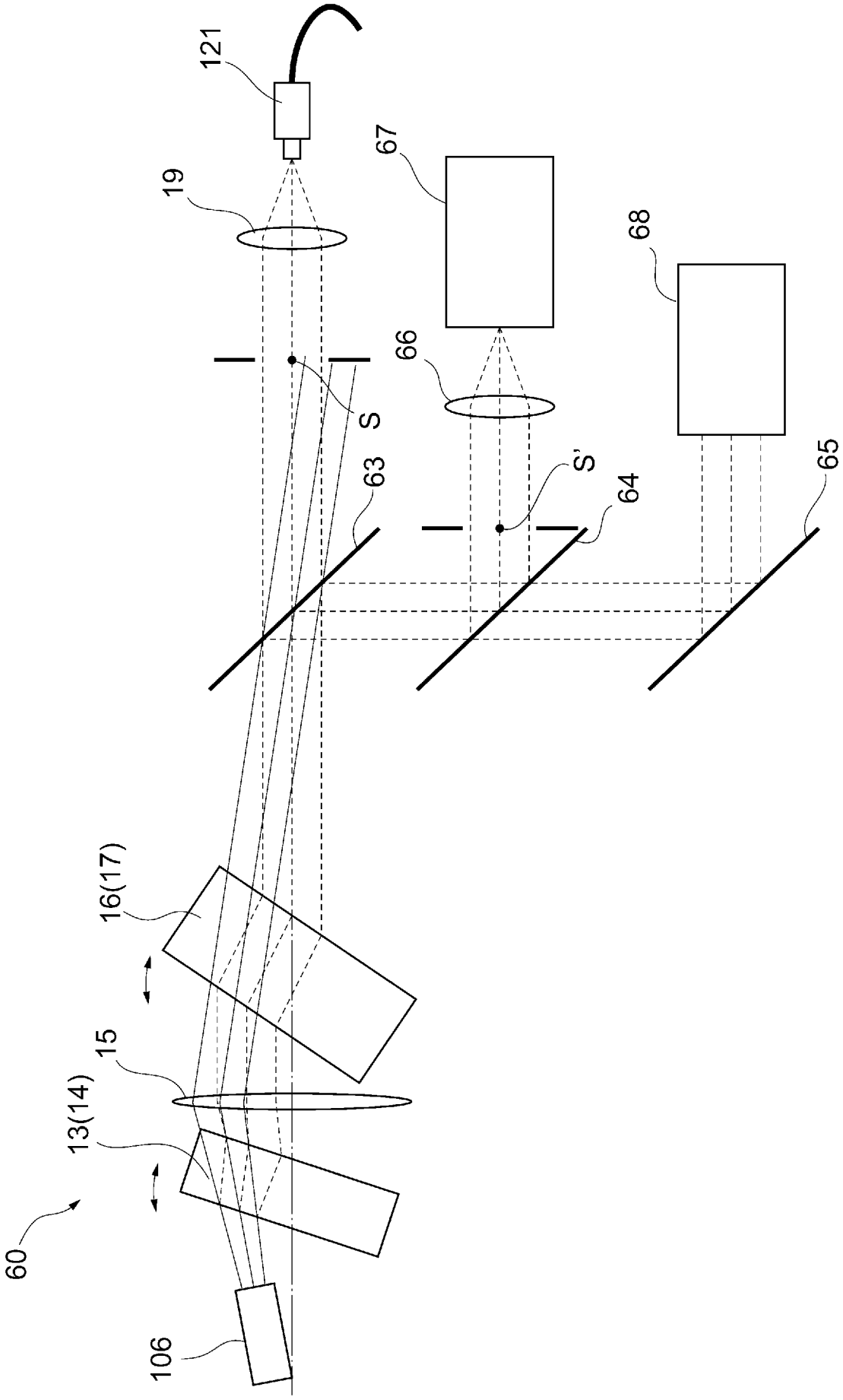
[図10]



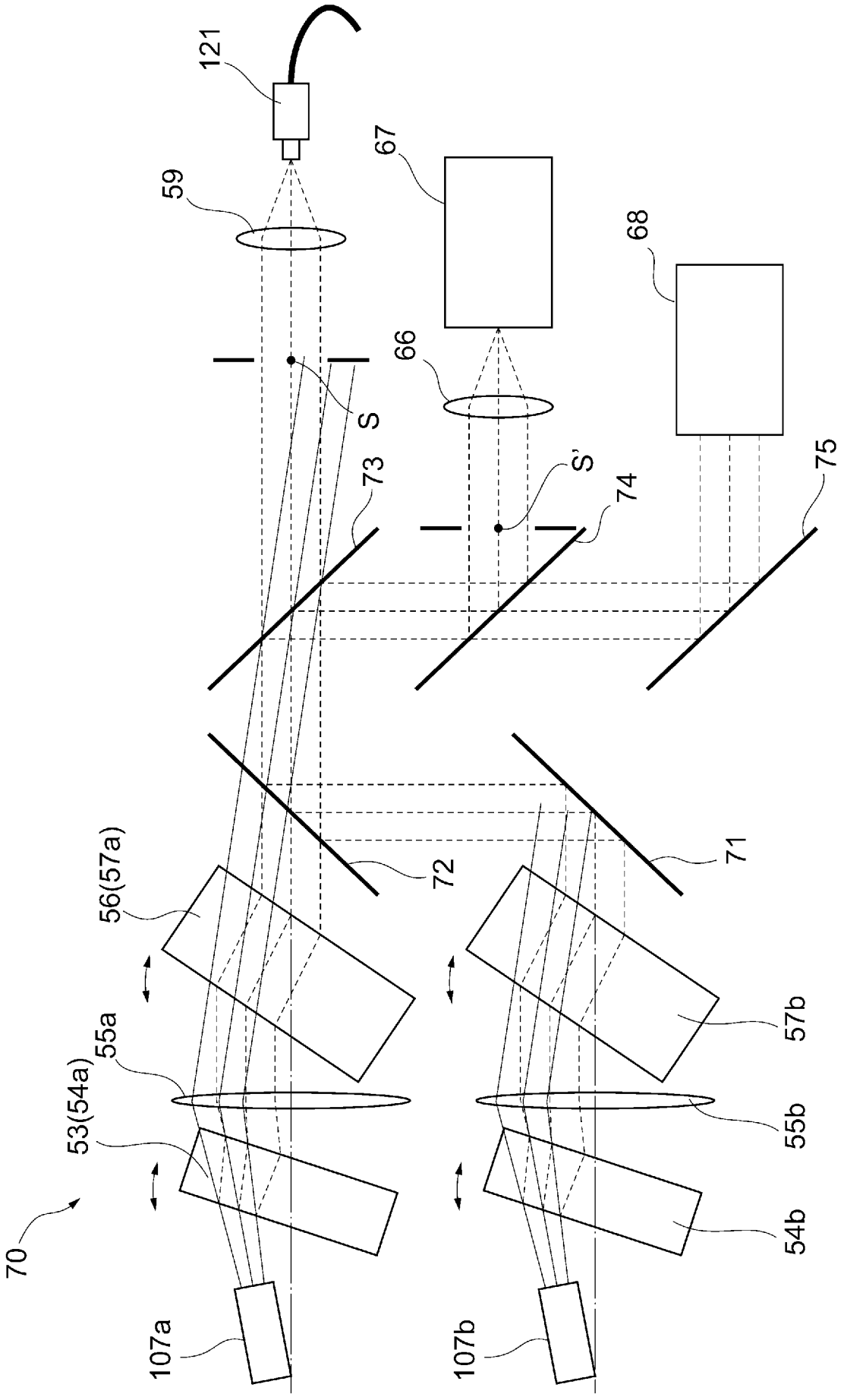
[図11]



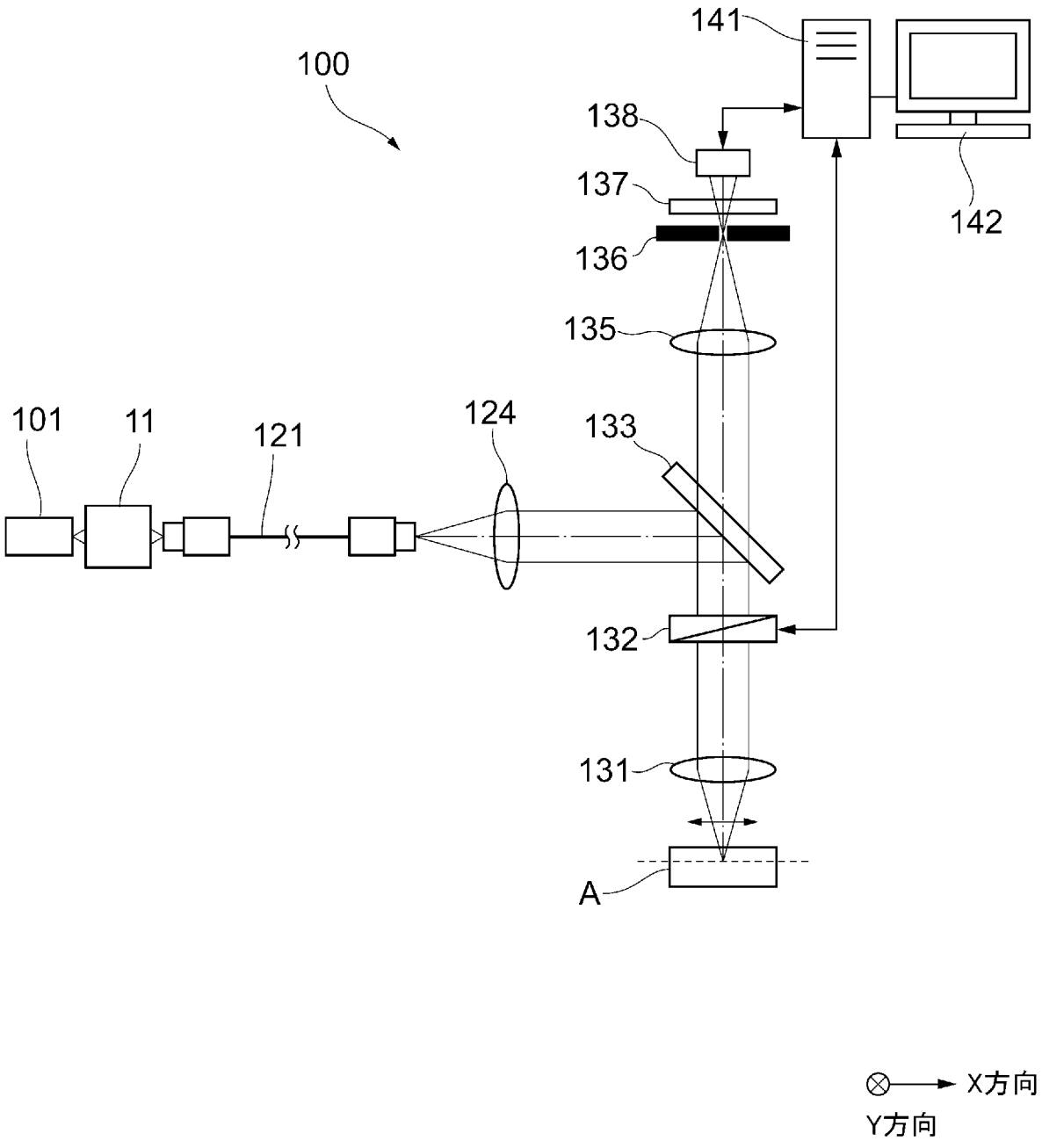
[図12]



[図13]


121
59
67
68
66
S
73
S'
74
75
72
71
56(57a)
55a
53(54a)
70
107a
107b
57b
55b
54b

[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/034084

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. G02B21/06(2006.01)i, G02B6/32(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)
Int. Cl. G02B21/06, G02B6/32

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018
Registered utility model specifications of Japan 1996-2018
Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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 Y	JP 2004-272143 A (OYOKODEN LAB CO., LTD.) 30 September 2004, claims, paragraphs [0013]-[0016], fig. 1-3 (Family: none)	1-28 29
Y	JP 2013-20193 A (OLYMPUS CORP.) 31 January 2013, examples 1-4 (Family: none)	29
A	JP 8-167754 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 25 June 1996, entire text, all drawings & US 5815626 A & GB 2294126 A & GB 2318882 A & DE 19539558 A1	1-29
A	JP 2004-93926 A (ALNAIR LABS KK) 25 March 2004, entire text, all drawings (Family: none)	1-29

☐ 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	Date of mailing of the international search report
05.12.2018	18.12.2018
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／ＪＰ２０１８／０３４０８４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G02B21/06(2006.01)i, G02B6/32(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.　G02B21/06, G02B6/32

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	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８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 Y	JP 2004-272143 A (株式会社応用光電研究室) 2004.09.30, 特許請求の範囲,[0013]-[0016],図 1-3 (ファミリーなし)	1-28 29
Y	JP 2013-20193 A (オリンパス株式会社) 2013.01.31, 実施例 1-4 (ファミリーなし)	29
A	JP 8-167754 A (三菱電機株式会社) 1996.06.25, 全文全図 & US 5815626 A & GB 2294126 A & GB 2318882 A & DE 19539558 A1	1-29

☑　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	国際調査報告の発送日
０５．１２．２０１８	１８．１２．２０１８

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　２Ｖ　３７１３
堀井　康司
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２７１

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 2004-93926 A（株式会社アルネアラボラトリ）2004.03.25, 全文全図（ファミリーなし）	1-29