

(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5月14日(14.05.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/095445 A1

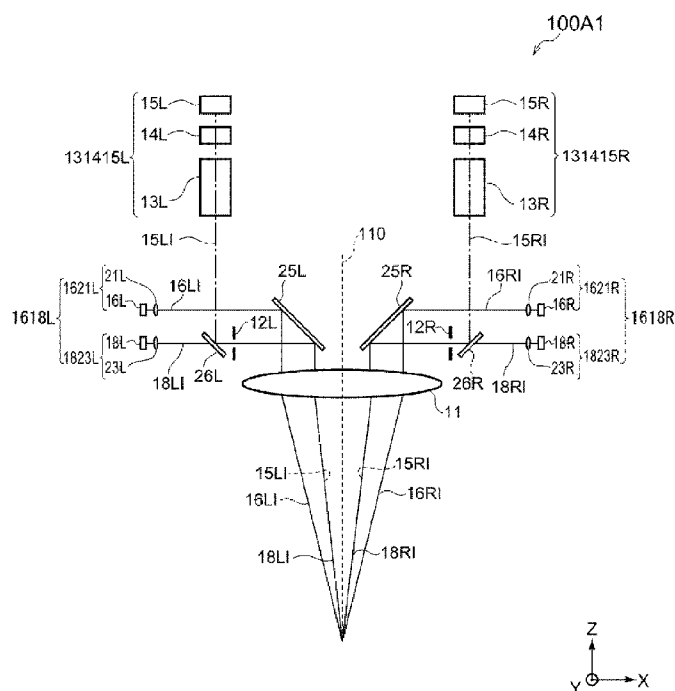
- (51) 国際特許分類:
G02B 21/22 (2006.01) *G02B 21/36* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/041700
- (22) 国際出願日: 2018年11月9日(09.11.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 株式会社ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 左高良一 (SATAKA, Ryoichi); 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 水田

正宏 (MIZUTA, Masahiro); 〒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). 川崎智裕 (KAWASAKI, Tomohiro); 〒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). 上田武彦 (UEDA, Takehiko); 〒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). 石川浩紀 (ISHIKAWA, Hiroki); 〒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: 特許業務法人太陽国際特許事務所 (TAIYO, NAKAJIMA & KATO); 〒1600022 東京都新宿区新宿4丁目3番17号 Tokyo (JP).

(54) Title: MICROSCOPE

(54) 発明の名称: 顕微鏡



(57) Abstract: The present invention increases design flexibility of a microscope. This microscope is provided with: an objective lens; a right observation optical system that focuses right observation light included in observation light from an object onto a right imaging element; a left observation optical system that focuses left observation light included in the observation light from the object onto a left imaging element; a right deflection element that is provided between the objective lens and the right observation optical system, reflects right illumination light illuminating the object, and

(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, 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))

deflects the right observation light generated from the object to the right observation optical system; and a left deflection element that is provided between the objective lens and the left observation optical system, reflects left illumination light illuminating the object, and deflects the left observation light generated from the object to the left observation optical system. The right deflection element is disposed so as to deflect the right observation light in a direction crossing the direction of the optical axis of the objective lens, and the left deflection element is disposed so as to deflect the left observation light in a direction crossing the direction of the optical axis of the objective lens.

(57) 要約: 顕微鏡の設計の自由度を大きくする。顕微鏡は、対物レンズと、対象物からの観察光に含まれる右側観察光を右側撮像素子に結像する右側観察光学系と、前記対象物からの観察光に含まれる左側観察光を左側撮像素子に結像する左側観察光学系と、前記対物レンズと前記右側観察光学系との間に設けられ、前記対象物を照明する右側照明光を反射すると共に、前記対象物から生じる前記右側観察光を前記右側観察光学系へ偏向する右側偏向素子と、前記対物レンズと前記左側観察光学系との間に設けられ、前記対象物を照明する左側照明光を反射すると共に、前記対象物から生じる前記左側観察光を前記左側観察光学系へ偏向する左側偏向素子と、を備え、前記右側偏向素子は、前記右側観察光を、前記対物レンズの光軸の方向に対して交差する方向に偏向するように配置され、前記左側偏向素子は、前記左側観察光を、前記対物レンズの光軸の方向に対して交差する方向に偏向するように配置されている。

明 細 書

発明の名称 : 顕微鏡

技術分野

[0001] 本開示の技術は、顕微鏡に関する。

背景技術

[0002] 手術において、ユーザが観察対象（例、患部）を拡大して視認できるように、該観察対象をディスプレイに表示させる手術顕微鏡が知られている。例えば、特許文献1の手術用顕微鏡では、観察光学系がユーザの右眼用の観察光路と左眼用の観察光路とを備え、ユーザは、それら観察光路を通じて観察対象（この場合、患者の眼）を立体視できる。

[0003] このような、手術顕微鏡では、ユーザが術中において観察対象が表示されたディスプレイ等を見やすいように、ユーザの視界を遮らないことが求められている。特に、眼科手術においては、ユーザが座位状態で手術を行うことが多いため、座位状態においてユーザの視界を遮らない手術顕微鏡が求められる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2018-18039号公報

発明の概要

[0005] 本開示の技術の第1の態様の顕微鏡は、対物レンズと、対象物からの観察光に含まれる右側観察光を右側撮像素子に結像する右側観察光学系と、前記対象物からの観察光に含まれる左側観察光を左側撮像素子に結像する左側観察光学系と、前記対物レンズと前記右側観察光学系との間に設けられ、前記対象物を照明する右側照明光を反射すると共に、前記対象物から生じる前記右側観察光を前記右側観察光学系へ偏向する右側偏向素子と、前記対物レンズと前記左側観察光学系との間に設けられ、前記対象物を照明する左側照明光を反射すると共に、前記対象物から生じる前記左側観察光を前記左側観察

光学系へ偏向する左側偏向素子と、を備え、前記右側偏向素子は、前記右側観察光を、前記対物レンズの光軸の方向に対して交差する方向に偏向するように配置され、前記左側偏向素子は、前記左側観察光を、前記対物レンズの光軸の方向に対して交差する方向に偏向するように配置されている。

[0006] 本開示の技術の第2の態様の顕微鏡は、対物レンズと、対象物からの観察光に含まれる右側観察光を右側撮像素子に結像する右側観察光学系と、前記対象物からの観察光に含まれる左側観察光を左側撮像素子に結像する左側観察光学系と、前記対物レンズと前記右側観察光学系との間に設けられ、前記対象物を照明する右側照明光を反射すると共に、前記対象物から生じる前記右側観察光を前記右側観察光学系へ透過する右側透過素子と、前記対物レンズと前記左側観察光学系との間に設けられ、前記対象物を照明する左側照明光を反射すると共に、前記対象物から生じる前記左側観察光を前記左側観察光学系へ透過する左側透過素子と、を備える。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]第1の実施の形態の手術用顕微鏡100A1の一例を示す図である。

[図2A]本実施の形態の手術用顕微鏡100A1の断面図の一例を示す図である。

[図2B]本実施の形態の左右の斜照明の光軸16L、16Rが、左右の完全同軸照明光の光軸18L、18Rに対し、Y方向にずれていることを示す、Z方向から見下ろした手術用顕微鏡100A1の上面図の一例である。

[図2C]本実施の形態の左右の斜照明の光軸16L、16Rがそれぞれ、第1右側偏向素子25R及び第1左側偏向素子25Lの面における左右の観察光の光軸15L、15Rが位置する点を中心した円の円周上に位置すると、第1右側偏向素子25R及び第1左側偏向素子25Lから眼に向かう斜照明の光軸16L、16Rは、斜照明の方向は変わるが、左右の観察光の光軸（15L、15R）に対して、眼の位置で同じ角度になることを示した図の一例である。

[図2D]本実施の形態の左右の斜照明の光軸16L、16Rがそれぞれ左右の第1偏向素子26L、26Rを透過することを示す図の一例である。

[図3]本実施の形態の右側変倍光学系13Rの構成の一例を示す図である。

[図4]本実施の形態の右側変倍光学系13Rの具体的な構成の一例を示す図である。

[図5]本実施の形態の手術用顕微鏡100A1のブロック図の一例を示す図である。

[図6A]本実施の形態の立体感増加調整プログラムに従ってCPU52（図5参照）が実行する立体感増加調整処理のフローチャートの一例を示す図である。

[図6B]本実施の形態の立体感減少調整プログラムに従ってCPU52（図5参照）が実行する立体感減少調整処理のフローチャートの一例を示す図である。

[図7]本実施の形態の左右の各絞りの絞り径についてズーム倍率ごとに予め定められた最大径を示すグラフの一例である。

[図8]本実施の形態の絞り径調整プログラムに従ってCPU52（図5参照）が実行する、観察光学系の倍率に基づいて左右の絞り径を調整する絞り径調整処理のフローチャートの一例を示す図である。

[図9]本実施の形態の第1右側偏向素子25R（第1左側偏向素子25L）を、対物レンズ11の光軸110から離れる方向に移動させる時の手術用顕微鏡100A1の様子（断面図）の一例を示す図である。

[図10]本実施の形態の第1右側偏向素子25R（及び第1左側偏向素子25L）を、対物レンズ11の光軸110から離れる方向に移動させる時の手術用顕微鏡100A1の他の様子（断面図）の一例を示す図である。

[図11]本実施の形態の右側絞り12Rを配置する位置の5つの例を1つの図面において示す図である。

[図12]本実施の形態の第1右側偏向素子25Rを対物レンズ11の光軸110から離れる方向に移動させる時、5つの例の中の3つの例の各々の右側絞

りも移動させることを示す図の一例である。

[図13]本実施の形態の表示装置100ADと手術用顕微鏡本体100AHとの第1の関係の一例を示す図である。

[図14]本実施の形態の表示装置100ADと手術用顕微鏡本体100AHとの第2の関係の一例を示す図である。

[図15]本実施の形態の右側絞り12Rが、右側観察光の光束の有効面積が極小となる位置に配置されている様子の一例を示す図である。

[図16]本実施の形態の右側絞り12Rを省略し、第1右側偏向素子25Rと第2右側偏向素子26Rの各々の、光を反射する領域（有効径）を調整することにより、右側観察光の光束の有効面積を制限する様子の一例を示す図である。

[図17]第2の実施の形態の手術用顕微鏡100A2の断面図の一例を示す図である。

[図18]第3の実施の形態の手術用顕微鏡100A3の断面図の一例を示す図である。

[図19]第4の実施の形態の手術用顕微鏡100A4の断面図の一例を示す図である。

[図20]本実施の形態の立体感調整の際の手術用顕微鏡100A4の様子（断面図）の一例を示す図である。

[図21]第5の実施の形態の手術用顕微鏡100Bの断面図の一例を示す図である。

[図22]本実施の形態の立体感調整の際の手術用顕微鏡100Bの様子（断面図）の一例を示す図である。

[図23]第6の実施の形態の手術用顕微鏡100Cの断面図の一例を示す図である。

[図24]第7の実施の形態の手術用顕微鏡100Dの断面図の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、図面を参照して本開示の技術の実施の形態を説明する。

先ず、本実施形態において以下の説明で使用される用語の意味について説明する。

また、以下の説明において、CPUとは、“Central Processing Unit”の略称を指す。また、以下の説明において、RAMとは、“Random Access Memory”の略称を指す。また、以下の説明において、ROMとは、“Read Only Memory”の略称を指す。

また、以下の説明において、ASICとは、“Application Specific Integrated Circuit”の略称を指す。また、以下の説明において、FPGAとは、“Field-Programmable Gate Array”の略称を指す。また、以下の説明において、SSDとは、“Solid State Drive”の略称を指す。また、以下の説明において、DVD-ROMとは、“Digital Versatile Disc Read Only Memory”の略称を指す。また、以下の説明において、USBとは、“Universal Serial Bus”の略称を指す。

[0009] また、以下の説明において、「直角」とは、水平線と鉛直線とが交差して得られる角を指す。なお、以下の説明において、「直角」と記載されている角は、必ずしも直角でなくてもよく、許容される誤差内であれば、ずれていてもよい。

[0010] [第1の実施の形態]

[0011] 図1には、ユーザ（例えば、眼科医師）150の前に配置された手術用顕微鏡100A1が示されている。図1に示すように、手術用顕微鏡100A1は、手術用顕微鏡本体100AHと、手術用顕微鏡本体100AHの上に直接的又は間接的に配置され、後述する右側観察光及び左側観察光により得られる各画像を表示する表示装置100ADと、を備えている。対象物（観察対象）である手術対象の眼（例えば、右眼）から生じる観察光（例、可視

光)に含まれる右側観察光及び左側観察光により、眼の視差のある立体視の画像(観察画像、術野画像、表示画像、視差画像)が得られる。

ここで、「右側」は、ユーザ150から手術用顕微鏡100A1を見て右側(例、X軸の正の向き)であり、また、視差画像を生成するための2つの画像を生成するための2つの観察光の一方が対物レンズ11(図2Aも参照)を透過して進む側である。また、「右側」は、視差画像を生成するための2つの画像を生成するために、2つの照明光(右側照明光、左側照明光)の一方が対象物に向かって進む側である。

「左側」は、ユーザから手術用顕微鏡100A1を見て左側(例、X軸の負の向き)であり、また、視差画像を生成するための2つの画像を生成するための2つの観察光の他方が対物レンズ11(図2Aも参照)を透過して進む側である。また、「左側」は、視差画像を生成するための2つの画像を生成するために、2つの照明光(右側照明光、左側照明光)の他方が対象物に向かって進む側である。

「右側観察光」は、視差画像を生成するための2つの画像の一方の画像を生成するための一方の観察光であり、「左側観察光」は、他方の画像を生成するための他方の観察光である。一方の画像は、ユーザの一方の眼用の画像であり、他方の画像は、ユーザの他方の眼用の画像である。例えば、一方の画像は、ユーザの右眼用の画像であり、他方の画像は、ユーザの左眼用の画像を含む。また、一方の画像は、ユーザの左眼用の画像であり、他方の画像は、ユーザの右眼用の画像であってもよい。

また、「右側照明光」は、対象物を右側から照明するために、後述の右側照明光源光学系1618Rから射出される照明光である。「左側照明光」は、対象物を左側から照明するために、後述の左側照明光源光学系1618Lから射出される照明光である。

[0012] 表示装置100ADとしては、液晶ディスプレイ又は有機ELディスプレイ等が挙げられる。表示装置100ADは、本開示の技術の「表示部」の一例である。

[0013] 鉛直方向をZ方向、ユーザ150の中心と手術用顕微鏡本体100AHの中心と、を結ぶ方向でZ方向に直交する方向をY方向、ユーザ150を基準に手術用顕微鏡100A1の左右方向でZ方向に直交する方向をX方向とする。鉛直上方向をZの正の方向とし、鉛直下方向をZの負の方向とする。ユーザ150から手術用顕微鏡100A1に対する奥行き方向をYの正の方向とし、手前方向をYの負の方向とする。ユーザ150を基準に手術用顕微鏡100A1の右方向（例、右側の方向）をXの正の方向とし、左方向（例、左側の方向）をXの負の方向とする。なお、本実施形態において、鉛直方向（例、図2AのZ方向）に直交するX方向及びY方向を含む面を水平面とした場合、その水平面において鉛直方向と直交する方向を水平方向（例、水平面において鉛直方向と交差する方向、X方向及びY方向）とする。

[0014] 図2Aには、手術用顕微鏡100A1の断面図が示されている。図2Aに示すように、手術用顕微鏡100A1は、単一の対物レンズ11、右側変倍光学系13R、右側結像光学系14R、右側撮像素子15R、左側変倍光学系13L、左側結像光学系14L、及び左側撮像素子15Lを備えている。なお、2枚以上のレンズを貼り合わせたレンズ（例、ダブルット）で単一の対物レンズ11を構成するようにしてもよい。

右側変倍光学系13R及び右側結像光学系14Rは、眼からの観察光に含まれる右側観察光を右側撮像素子15Rに結像する。左側変倍光学系13L及び左側結像光学系14Lは、眼からの観察光に含まれる右側観察光を左側撮像素子15Lに結像する。

なお、右側変倍光学系13R、右側結像光学系14R、及び右側撮像素子15Rは、X方向に移動可能な同一の右側撮像光学装置用基板に配置されており、右側撮像光学装置131415Rという。左側変倍光学系13L、左側結像光学系14L、及び左側撮像素子15Lは、X方向に移動可能な同一の左側撮像光学装置用基板に配置されており、左側撮像光学装置131415Lという。本実施形態における対物レンズ11は、右側観察光及び左側観察光が入射する共通の対物レンズで構成される（いわゆるガリレオ型）が、

2つ以上の対物レンズを備えるグリノー型で構成されてもよい。

右側変倍光学系 1 3 R 及び右側結像光学系 1 4 R は、本開示の技術の「右側観察光学系」の一例である。左側変倍光学系 1 3 L 及び左側結像光学系 1 4 L は本開示の技術の「左側観察光学系」の一例である。

[0015] 手術用顕微鏡 1 0 0 A 1 は、斜照明のための右側斜照明光源 1 6 R と、右側斜照明光源 1 6 R により発せられた右側斜照明光（その光軸に 1 6 R I が付されている）を整形する右側斜照明光学系 2 1 R と、を備えている。右側斜照明光源 1 6 R と右側斜照明光学系 2 1 R とにより、右側斜照明光源斜照明光学系 1 6 2 1 R が構成される。

[0016] また、手術用顕微鏡 1 0 0 A 1 は、徹照のための右側完全同軸照明光源 1 8 R と、右側完全同軸照明光源 1 8 R により発せられた右側完全同軸照明光（その光軸に 1 8 R I が付されている）を整形する右側完全同軸照明光学系 2 3 R と、を備えている。右側完全同軸照明光源 1 8 R と右側完全同軸照明光学系 2 3 R とにより、右側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系 1 8 2 3 R が構成される。

[0017] 右側斜照明光源斜照明光学系 1 6 2 1 R 及び右側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系 1 8 2 3 R（右側斜照明光源 1 6 R から右側完全同軸照明光学系 2 3 R）は、X 方向に移動可能な同一の右側照明光源光学系用基板に配置されており、右側照明光源光学系 1 6 1 8 R という。右側照明光源光学系 1 6 1 8 R は、眼を右側から照明する照明光を生成する。

[0018] 右側斜照明光源 1 6 R 及び右側完全同軸照明光源 1 8 R は、出射する右側照明（斜照明及び完全同軸照明）光が、右側変倍光学系 1 3 R 及び右側結像光学系 1 4 R を通らないように、配置されている。

[0019] 更に、手術用顕微鏡 1 0 0 A 1 は、斜照明のための左側斜照明光源 1 6 L と、左側斜照明光源 1 6 L により発せられた左側斜照明光（その光軸に 1 6 L I が付されている）を整形する左側斜照明光学系 2 1 L と、を備えている。左側斜照明光源 1 6 L と左側斜照明光学系 2 1 L とにより、左側斜照明光源斜照明光学系 1 6 2 1 L が構成される。

- [0020] 手術用顕微鏡 100A1 は、徹照のための左側完全同軸照明光源 18L と、左側完全同軸照明光源 18L により発せられた左側完全同軸照明光（その光軸に 18L1 が付されている）を整形する左側完全同軸照明光学系 23L と、を備えている。左側完全同軸照明光源 18L と左側完全同軸照明光学系 23L とにより、左側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系 1823L が構成される。
- [0021] 左側斜照明光源斜照明光学系 1621L 及び左側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系 1823L（左側斜照明光源 16L から左側完全同軸照明光学系 23L）は、X 方向に移動可能な同一の左側照明光源光学系用基板に配置されており、左側照明光源光学系 1618L という。
- [0022] 左側斜照明光源 16L 及び左側完全同軸照明光源 18L は、出射する左側照明（斜照明及び完全同軸照明）光が、左側変倍光学系 13L 及び左側結像光学系 14L を通らないように、配置されている。
- [0023] 右側照明光源光学系 1618R は、本開示の技術の「右側照明光学系」の一例である。左側照明光源光学系 1618L は、本開示の技術の「左側照明光学系」の一例である。
- [0024] 次に、各照明光（光軸 16R1 から 18L1）について説明する。照明には、第 1 の照明と第 2 の照明とがある。第 1 の照明は、徹照用の照明であり、第 2 の照明は、斜照明である。
- [0025] 徹照とは、網膜に光を到達させ、その反射光を二次光源として、バックライト効果（Red reflex）を得る照明方法をいう。例えば、水晶体を明るくするための照明方法である。徹照のための照明には、第 1 の種類として、完全同軸照明と、第 2 の種類として、近同軸照明とがある。
- [0026] 完全同軸照明では、徹照の照明光（完全同軸照明光）の光軸 18R1、18L1 を観察光の光軸 15R1、15L1 と同軸にしている。
- [0027] また、近同軸照明では、徹照の照明光（近同軸照明光）の光軸を観察光の光軸 15R1、15L1 に対して、例えば、2° 前後にする。
- [0028] なお、詳細には後述するが、手術用顕微鏡 100A1 は、完全同軸照明と

近同軸照明とを切り換えたり、各照明を同時に行ったりしてもよい。

[0029] 徹照により、水晶体の混濁の様子が良好に見える。このため、白内障手術時に不可欠な機能となっている。

[0030] また、斜照明とは、観察光の光軸（15 R I、15 L I）に対して斜照明の照明光（斜照明光）の光軸の角度を、近同軸照明よりも大きく取った照明方法をいう。照明光が対象物（この場合、手術対象の眼）に対して斜めに入射する事で、眼の凹凸による陰影が強調されるため、立体感が得られる。

[0031] 第1の実施の形態のように、各照明光（光軸16 R Iから18 L I）のために、異なる光源（16 Rから18 L）を有することに代えて、光源からの光を分岐することにより、各照明光を発生するようにしてもよい。この場合、光源は、1つでも2つでも3つでもよい。例えば、各照明光を発生するため、1つの光源からの光を分岐し、ライトガイドにより、各光軸（16 R I、18 R I、16 L I、18 L I）に導くことにより、1つの光源を、各光源（16 R、18 R、16 L、18 L）として、兼用してもよい。

[0032] このように、完全同軸照明の照明光の光軸18 R I、18 L Iは、観察光の光軸15 R I、15 L Iに対し、対象物の位置における完全同軸照明の照明光の光軸18 R I、18 L I及び観察光の光軸15 R I、15 L Iを含む面において、第1の所定角度の範囲内に位置する。第1の所定角度の範囲は、例えば、0°以上2°以下である。

[0033] 斜照明の照明光の光軸16 R I、16 L Iは、観察光の光軸15 R I、15 L Iに対し、対象物の位置における斜照明の照明光の光軸16 R I、16 L I及び観察光の光軸15 R I、15 L Iを含む面において、第2の所定角度の範囲内に位置し、当該平面において、観察光の光軸（15 R I、15 L I）に対する角度が、完全同軸照明の照明光の光軸18 R I、18 L Iの角度よりも大きい。第2の所定角度の範囲は、例えば、2°以上8°以下である。

[0034] 手術用顕微鏡100 A 1は、対象物と右側撮像光学装置131415 Rとの間の観察光路（右側観察光路）において対物レンズ11と右側観察光学系

(例、右側変倍光学系 1 3 R) との間、かつ右側照明光源光学系 1 6 1 8 R と対象物との間の照明光路 (右側照明光路) において右側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系 1 8 2 3 R (又は右側斜照明光源斜照明光学系 1 6 2 1 R) と対物レンズ 1 1 との間に設けられた第 1 右側偏向素子 2 5 R を備えている。このような構成により、第 1 右側偏向素子 2 5 R は、眼を照明する右側斜照明光及び右側完全同軸照明光を、対物レンズ 1 1 に向かって反射する。第 1 右側偏向素子 2 5 R は、眼から生じて (例、反射して、出射して) 且つ対物レンズ 1 1 を透過して通過した観察光の少なくとも一部 (例、右側観察光) を、右側撮像光学装置 1 3 1 4 1 5 R の光路へ偏向する (例、反射することにより、右側観察光 (その光軸に 1 5 R I が付されている) を形成する。即ち、第 1 右側偏向素子 2 5 R は、眼から反射し且つ対物レンズ 1 1 を透過した観察光の少なくとも一部を、右側観察光として、右側撮像光学装置 1 3 1 4 1 5 R に偏向する。例えば、第 1 右側偏向素子 2 5 R は、上記観察光である右側観察光と左側観察光とのうち右側観察光を右側撮像光学装置 1 3 1 4 1 5 R に偏向する。なお、上記した右側照明光路は、右側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系 1 8 2 3 R と対象物との間の第 1 の右側照明光路と、右側斜照明光源斜照明光学系 1 6 2 1 R と対象物との間の第 2 の右側照明光路とに分けられる。

なお、第 1 右側偏向素子 2 5 R は、右側完全同軸照明光を透過して右側観察光を反射するようにしてもよい。第 2 右側偏向素子移動部 7 0 R は、第 1 右側偏向素子移動部 6 8 R により第 1 右側偏向素子 2 5 R が移動する場合、当該移動の間、右側観察光の光軸 1 5 R I と、右側完全同軸照明光の光軸 1 8 R I と、が眼の位置でなす角度が一定に保たれるように、第 2 右側偏向素子 2 6 R を移動させる。また、上記した通り、右側観察光路と右側照明光路とは第 1 右側偏向素子 2 5 R をそれぞれ通過する光路であり、第 1 右側偏向素子 2 5 R は右側観察光路及び右側照明光路に配置されている。例えば、第 1 右側偏向素子 2 5 R は、少なくとも上記の右側観察光路及び第 1 の右側照明光路に配置される。

右側斜照明光の光軸 1 6 R I 及び右側完全同軸照明光の光軸 1 8 R I は、第 1 右側偏向素子 2 5 R において、直角に屈曲される。右側観察光の光軸 1 5 R I は、第 1 右側偏向素子 2 5 R において、直角に屈曲される。

[0035] また、手術用顕微鏡 1 0 0 A 1 は、対象物と左側撮像光学装置 1 3 1 4 1 5 L との間の観察光路（左側観察光路）において対物レンズ 1 1 と左側観察光学系（例、左側変倍光学系 1 3 L）との間、かつ右側照明光源光学系 1 6 1 8 R と対象物との間の照明光路（左側照明光路）において左側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系 1 8 2 3 L（又は左側斜照明光源斜照明光学系 1 6 2 1 L）と対物レンズ 1 1 との間に設けられた第 1 左側偏向素子 2 5 L を備えている。このような構成により、第 1 左側偏向素子 2 5 L は、眼を照明する左側斜照明光、及び左側完全同軸照明光を、対物レンズ 1 1 に向かって反射する。第 1 左側偏向素子 2 5 L は、眼から生じて（例、反射して、出射して）且つ対物レンズ 1 1 を透過して通過した観察光の少なくとも一部（例、左側観察光）を左側撮像光学装置 1 3 1 4 1 5 L の光路へ偏向する（例、反射する）ことにより、左側観察光（その光軸に 1 5 L I が付されている）を形成する。即ち、第 1 左側偏向素子 2 5 L は、眼から反射し且つ対物レンズ 1 1 を透過した観察光の少なくとも一部を、左側観察光として、左側撮像光学装置 1 3 1 4 1 5 L に偏向する。例えば、第 1 左側偏向素子 2 5 L は、上記観察光である右側観察光と左側観察光とのうち左側観察光を左側撮像光学装置 1 3 1 4 1 5 L に偏向する。なお、上記した左側照明光路は、左側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系 1 8 2 3 L と対象物との間の第 1 の左側照明光路と、左側斜照明光源斜照明光学系 1 6 2 1 L と対象物との間の第 2 の左側照明光路とに分けられる。

なお、詳細には後述するが、第 1 左側偏向素子 2 5 L は、左側完全同軸照明光を透過して左側観察光を反射する場合もある（図 2 3 参照）。第 2 左側偏向素子移動部 7 0 L は、第 1 左側偏向素子移動部 6 8 L により第 1 左側偏向素子 2 5 L が移動する場合、当該移動の間、左側観察光の光軸 1 5 L I と、左側完全同軸照明光の光軸 1 8 L I と、が眼の位置でなす角度が一定に保

たれるように、第2左側偏向素子26Lを移動させる。また、上記した通り、左側観察光路と左側照明光路とは第1左側偏向素子25Lをそれぞれ通過する光路であり、第1左側偏向素子25Lは左側観察光路及び左側照明光路に配置されている。例えば、第1左側偏向素子25Lは、少なくとも上記の左側観察光路及び第1の左側照明光路に配置される。

左側斜照明光の光軸16L1、及び左側完全同軸照明光の光軸18L1は、第1左側偏向素子25Lにおいて、直角に屈曲される。左側観察光の光軸15L1は、第1左側偏向素子25Lにおいて、直角に屈曲される。

[0036] 上記照明光を対象物に照射することにより得られる観察光に含まれる左側観察光及び右側観察光は、対物レンズ11を透過すると略平行光となっている。ただし、左側観察光及び右側観察光が平行光にならないように対物レンズ11を設計してもよい。なお、例えば、右側観察光及び左側観察光は、対象物のほぼ同じ位置（例、同じ視野領域）に対して上記の照明光を照射して生じる観察光である。

[0037] 手術用顕微鏡100A1は、右側完全同軸照明光を透過すると共に、右側観察光を、右側変倍光学系13Rに向かって反射する第2右側偏向素子26Rを備えている。右側斜照明光は、第2右側偏向素子26Rの大きさが比較的小さく、第2右側偏向素子26Rを介さずに第1右側偏向素子25Rに到達する。なお、図2Dに示すように、手術用顕微鏡100A1は、第2右側偏向素子26Rを、右側斜照明光が、第2右側偏向素子26Rを透過して第1右側偏向素子25Rに到達する大きさにしてもよい。

右側観察光の光軸15R1は、第2右側偏向素子26Rにおいて直角に屈曲される。より具体的には、第2右側偏向素子26Rから右側撮像光学装置131415Rに向かう右側観察光の光軸15R1の方向は、Z方向（正）であるのに対し、第1右側偏向素子25Rから第2右側偏向素子26Rに向かう右側観察光の光軸15R1の方向は、X方向（正）である。

[0038] なお、右側撮像光学装置131415Rの各装置（13R、14R、15R）を、Y方向（正又は負）に配置するようにしてもよい。また、第2右側

偏向素子 26 R は、右側観察光の光軸 15 R I を、Y 方向（正又は負）に屈曲させ、右側観察光が右側撮像光学装置 131415 R に到達するようにしてもよい。

[0039] 手術用顕微鏡 100 A 1 は、左側完全同軸照明光を透過すると共に、左側観察光を、左側変倍光学系 13 L に向かって反射する第 2 左側偏向素子 26 L を備えている。左側斜照明光は、第 2 左側偏向素子 26 L の大きさが比較的小さく、第 2 左側偏向素子 26 L を介さずに第 1 左側偏向素子 25 L に到達する。なお、図 2 D に示すように、手術用顕微鏡 100 A 1 は、第 2 左側偏向素子 26 L を、左側斜照明光を、第 2 左側偏向素子 26 L を透過して第 1 左側偏向素子 25 L に到達する大きさにしてもよい。

左側観察光の光軸 15 L I は、第 2 左側偏向素子 26 L において直角に屈曲される。より具体的には、第 2 左側偏向素子 26 L から左側撮像光学装置 131415 L に向かう左側観察光の光軸 15 L I の方向は、Z 方向（正）であるのに対し、第 1 左側偏向素子 25 L から第 2 左側偏向素子 26 L に向かう左側観察光の光軸 15 L I の方向は、X 方向（負）である。

第 2 右側偏向素子 26 R は、右側観察光の光軸 15 R I を含む右側観察光路及び右側完全同軸照明光の光軸 18 R I を含む右側完全同軸照明光の右側照明光路に配置される。第 2 右側偏向素子 26 R は、右側観察光路及び右側完全同軸照明光の右側照明光路上を移動可能である。

第 2 右側偏向素子 26 R は、右側変倍光学系 13 R 及び右側結像光学系 14 R と第 1 右側偏向素子 25 R との間、右側照明光源光学系 1618 R と第 1 右側偏向素子 25 R との間に配置される。

なお、第 2 右側偏向素子 26 R を、第 1 右側偏向素子 25 R と対物レンズ 11 との間、又は、対物レンズ 11 と眼との間に配置してもよい。

第 2 左側偏向素子 26 L は、左側観察光の光軸 15 L I を含む左側観察光路及び左側完全同軸照明光の光軸 18 L I を含む左側完全同軸照明光の左側照明光路に配置される。第 2 左側偏向素子 26 L は、左側観察光路及び左側完全同軸照明光の左側照明光路上を移動可能である。

第2左側偏向素子26Lは、左側変倍光学系13L及び左側結像光学系14Lと第1左側偏向素子25Lとの間、左側照明光源光学系1618Lと第1左側偏向素子25Lとの間に配置される。

なお、第2左側偏向素子26Lは、第1左側偏向素子25Lと対物レンズ11との間、又は、対物レンズ11と眼との間に配置してもよい。

[0040] なお、左側撮像光学装置131415Lの各装置（13L、14L、15L）を、Y方向（正又は負）に配置するようにしてもよい。また、第2左側偏向素子26Lは、左側観察光の光軸15L1を、Y方向（正又は負）に屈曲させ、左側観察光が左側撮像光学装置131415Lに到達するようにしてもよい。

[0041] 第1右側偏向素子25R及び第1左側偏向素子25Lとしては、受けた光を反射する反射ミラー、ハーフミラー、又は、プリズム（例、プリズムミラー）等が用いられる。第2右側偏向素子26Rとしては、右側完全同軸照明光を透過し、右側観察光を反射する透過反射素子が用いられる。第2左側偏向素子26Lとしては、左側完全同軸照明光を透過し、左側観察光を反射する透過反射素子が用いられる。透過反射素子としては、例えば、ハーフミラー、ビームスプリッタ又は、ダイクロイックミラー等が用いられる。

上記の通り、第1右側偏向素子25R及び第1左側偏向素子25Lは、上記照明光及び上記観察光を所定方向（例、偏向方向、反射方向）に反射して偏向する。第1右側偏向素子25R及び第1左側偏向素子25Lにおける上記偏向について一例を説明する。例えば、第1右側偏向素子25R及び第1左側偏向素子25Lは、右側観察光と左側観察光と互いに近づく方向と異なる方向に偏向する、又は、対物レンズ11の光軸110の方向視において、右側観察光及び左側観察光を互いに離れる方向でかつ異なる方向に反射して偏向するように構成してもよい。また、例えば、第1右側偏向素子25Rは、対物レンズ11の光軸110に垂直な成分を持つように、右側観察光を反射して偏向し、第1左側偏向素子25Lは、対物レンズ11の光軸110に垂直な成分を持つように、第1右側偏向素子25Rにおける右側観察光の

偏向方向（例、反射方向）とは異なる方向に左側観察光を反射して偏向するように構成してもよい。さらに、一例として、第１右側偏向素子２５Ｒは右側観察光を鉛直方向に直交する方向に反射して偏向し、第１左側偏向素子２５Ｌは左側観察光を鉛直方向に直交する方向に反射して偏向するように構成してもよい。また、例えば、第１右側偏向素子２５Ｒ及び第１左側偏向素子２５Ｌは、右側観察光及び左側観察光を、対物レンズ１１の光軸１１０に対して交差する方向を含む平面（例、光軸１１０に直交する面、鉛直方向に直交する水平面、右側観察光が偏向される方向を含む面）に沿って互いに異なる方向に、反射して偏向するように構成してもよい。

第１右側偏向素子２５Ｒは、本開示の技術の「右側偏向素子」の一例である。第１左側偏向素子２５Ｌは、本開示の技術の「左側偏向素子」の一例である。

第２右側偏向素子２６Ｒは、本開示の技術の「右側透過反射素子」の一例である。第２左側偏向素子２６Ｌは、本開示の技術の「左側透過反射素子」の一例である。

[0042] 右側斜照明光学系２１Ｒ、及び右側完全同軸照明光学系２３Ｒと、左側斜照明光学系２１Ｌ、及び左側完全同軸照明光学系２３Ｌとしては、例えば、コリメータレンズが用いられる。また、右側斜照明光学系２１Ｒ、及び右側完全同軸照明光学系２３Ｒと、左側斜照明光学系２１Ｌ、及び左側完全同軸照明光学系２３Ｌとは、各照明光の光束を制限する絞りを含むようにしてもよい。

なお、手術用顕微鏡１００Ａ１は、右側斜照明光学系２１Ｒ、及び右側完全同軸照明光学系２３Ｒと、左側斜照明光学系２１Ｌ、及び左側完全同軸照明光学系２３Ｌとを省略した構成でもよい。

[0043] 第１右側偏向素子２５Ｒ及び第１左側偏向素子２５Ｌは、上記した観察光の光路又は照明光の光路であって、対物レンズ１１の近傍に配置される。図で示す及び後述するように、第１右側偏向素子２５Ｒ及び第１左側偏向素子２５Ｌは、後述の実体角を変更するために、後述する第１右側偏向素子移動

部 6 8 R 及び第 1 左側偏向素子移動部 6 8 L（図 5 参照）によってユーザ 1 5 0 から見た視差方向（例、ユーザが視差をつけたい方向、眼幅方向）に対応した所定方向（移動方向、後述の図中の X 方向、Y 方向、又は Z 方向）にそれぞれ移動可能である。

[0044] 次に、右側変倍光学系 1 3 R、右側結像光学系 1 4 R、及び右側撮像素子 1 5 R と、左側変倍光学系 1 3 L、左側結像光学系 1 4 L、及び左側撮像素子 1 5 L と、を説明する。右側変倍光学系 1 3 R、右側結像光学系 1 4 R、及び右側撮像素子 1 5 R と、左側変倍光学系 1 3 L、左側結像光学系 1 4 L、及び左側撮像素子 1 5 L と、は同様の構成である。よって、右側変倍光学系 1 3 R、右側結像光学系 1 4 R、及び右側撮像素子 1 5 R を説明し、左側変倍光学系 1 3 L、左側結像光学系 1 4 L、及び左側撮像素子 1 5 L の説明を省略する。

[0045] 右側斜照明光の光軸 1 6 R I と右側完全同軸照明光の光軸 1 8 R I とは、右側斜照明光源 1 6 R 及び右側完全同軸照明光源 1 8 R から第 1 右側偏向素子 2 5 R までの間では、X 方向に平行であり、Z 方向に所定距離ずれていたり、また、図 2 B に示すように、Y 方向に一定距離ずれていたりしてもよい。この点、左側斜照明光の光軸 1 6 L I と左側完全同軸照明光の光軸 1 8 L I とは、右側斜照明の光軸 1 6 R I と右側完全同軸照明光の光軸 1 8 R I と同様に、X 方向に平行であり、Z 方向に所定距離ずれていたり、また、図 2 B に示すように、Y 方向に一定距離ずれていたりしてもよい。

[0046] 第 1 右側偏向素子 2 5 R の面における右側完全同軸照明光の光軸 1 8 R I が位置する点と右側斜照明光の光軸 1 6 R I が位置する点とは、図 2 B に示すように X 方向に同一の位置であるが、図 2 C に示すように、X 方向にずれていてもよい。この点、左側完全同軸照明光の光軸 1 8 L I が位置する点と、左側斜照明光の光軸 1 6 L I も同様に、X 方向に同一の位置であっても、図 2 C に示すように、X 方向にずれていてもよい。

[0047] 図 2 C に示すように、左右の斜照明の光軸 1 6 L I、1 6 R I がそれぞれ、第 1 右側偏向素子 2 5 R 及び第 1 左側偏向素子 2 5 L の面における左右の

観察光の光軸 1 5 L I、1 5 R I が位置する点を中心にした円 C L、C R の円周上に位置すると、第 1 左側偏向素子 2 5 L 及び第 1 右側偏向素子 2 5 R から眼に向かう斜照明の光軸 1 6 L I、1 6 R I は、眼の位置で、斜照明が、左右の観察光の光軸（1 5 L I、1 5 R I）に対して、照明される方向は変わるが、角度は同じになる。図 2 C のように、斜照明は眼の位置において任意の方向から照明することが可能であり、その際、観察光の光軸に対する斜照明の光軸は同じ角度で眼に照射されることになる。

[0048] 図 3 に示すように、第 1 の実施の形態の手術用顕微鏡 1 0 0 A 1 では、眼 1 0 A（より正確には、物体面 1 0 A）の側から順に、対物レンズ 1 1 と、絞り 1 2 R と、右側変倍光学系 1 3 R と、右側結像光学系 1 4 R とが配置されている。図 3 では、第 1 右側偏向素子 2 5 R 及び第 2 右側偏向素子 2 6 R の図示が省略されている。

[0049] 眼 1 0 A の各点から発生した光束（観察光）は、対物レンズ 1 1 を介して略平行光束に変換され、右側変倍光学系 1 3 R を介して変倍され、右側結像光学系 1 4 R を介して集光されて、像面 1 0 B に到達する。

[0050] 像面 1 0 B に形成された眼 1 0 A の像を観察するため、像面 1 0 B に右側撮像素子 1 5 R が配置されている。

[0051] 右側変倍光学系 1 3 R は、眼 1 0 A の側から順に、正の屈折力を持つ第 1 レンズ群 G 1 と、負の屈折力を持つ第 2 レンズ群 G 2 と、正の屈折力を持つ第 3 レンズ群 G 3 と、正の屈折力を持つ第 4 レンズ群 G 4 とで構成され、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 とが変倍用のレンズ群である。このため、第 1 レンズ群 G 1 と第 4 レンズ群 G 4 とを固定し、変倍用のレンズ群（G 2、G 3）を光軸方向に沿って移動させることにより、眼 1 0 A の像の観察倍率を任意に変更することができる。観察倍率は、対物レンズ 1 1 の焦点距離と、右側変倍光学系 1 3 R と右側結像光学系 1 4 R とを組み合わせた焦点距離と、の比によって決まる。

[0052] 次に、上記した第 1 の実施の形態の手術用顕微鏡 1 0 0 A 1 のうち、対物レンズ 1 1 と右側変倍光学系 1 3 R と右側結像光学系 1 4 R との構成について

て説明する。

[0053] 右側変倍光学系 13R は、図 4 に示すように、既に説明した 4 つのレンズ群 G1、G2、G3、G4 を有する（図 3 も参照）。さらに、第 1 レンズ群 G1 は、物体（眼）側に凸面を向けたメニスカスレンズ 31 と両凸レンズ 32 との接合レンズ、及び、物体に凸面を向けたメニスカスレンズ 33 を備える。第 2 レンズ群 G2 は、両凹レンズ 34、両凸レンズ 35 と両凹レンズ 36 との接合レンズ、及び、物体側に凹面を向けたメニスカスレンズ 37 を備える。第 3 レンズ群 G3 は、両凸レンズ 38、及び、両凸レンズ 39 と物体側に凹面を向けたメニスカスレンズ 40 との接合レンズを備える。第 4 レンズ群 G4 は、物体側に凹面を向けたメニスカスレンズ 41 と物体側に凹面を向けたメニスカスレンズ 42 との接合レンズを備える。

[0054] 図 3 の右側変倍光学系 13R において、低倍端から高倍端に変倍する際には、第 1 レンズ群 G1 及び第 4 レンズ群 G4 を固定して、第 2 レンズ群 G2 を像側に移動させると共に、第 2 レンズ群 G2 の移動による焦点移動を補正する方向に第 3 レンズ群 G3 を移動させることになる。なお、右側変倍光学系 13R の低倍端から高倍端への変倍に連動して、絞り 12R の絞り径を大きくすることが好ましい。

[0055] 図 4 に示す右側変倍光学系 13R と絞り 12R の諸元値を表 1 に例示する。

[0056]

[表1]

f = 100 ~ 750

Fno = 16.7 ~ 37.5

面番号	r	d	v	n
		d0'		
1	SP	15.0000		1.000000
2	120.1967	2.0000	39.57	1.804400
3	48.7980	3.0000	82.56	1.497820
4	-509.0866	0.5000		1.000000
5	50.4610	3.0000	82.56	1.497820
6	3179.8129	d1		1.000000
7	-108.0082	1.5000	35.71	1.902650
8	25.8194	2.0000		1.000000
9	32.8474	3.5000	23.78	1.846660
10	-19.0003	1.0000	60.29	1.620410
11	31.8448	1.5000		1.000000
12	-25.9839	1.5000	35.71	1.902650
13	228.2515	d2		1.000000
14	838.2380	6.0000	82.56	1.497820
15	-31.9728	0.2000		1.000000
16	136.9685	6.0000	82.56	1.497820
17	-39.2120	2.0000	28.55	1.795040
18	-92.0449	d3		1.000000
19	-339.8016	5.5000	36.24	1.620040
20	-40.8020	1.5000	39.57	1.804400
21	-124.4210	8.5017		1.000000
Fai	6.0000	12.0000	20.0000	
f	100.0000	250.0000	750.0000	
D0	0.0000	0.0000	0.0000	
d1	2.6024	42.4730	60.3676	
d2	22.8372	18.1594	2.5051	
d3	43.3588	8.1659	5.9257	

[0057] 表1において、面番号1は絞り12Rに対応し、面番号2から21は物体側から順に付したレンズ面の番号に対応する。最も物体側のレンズ（メニスカスレンズ31）のレンズ面（2）から絞り12Rまでの距離は15mmで

ある。f は物体面から絞り 1 2 R までの距離 $d_{O'} = \infty$ としたときのレンズ全系の焦点距離を示す。F n o は F ナンバー、F a i は絞り 1 2 R の絞り径を示す。

[0058] 右側変倍光学系 1 3 R は、右側変倍光学系 1 3 R ではなく外、具体的には、右側変倍光学系 1 3 R と対物レンズ 1 1 との間（第 1 の右側範囲）の光路で、右側観察光の光軸 1 5 R I に垂直な右側観察光の光束の有効面積が極小となる位置が存在するように、形成されている。右側観察光の光束の有効面積が極小となる位置は、後述する右側絞り 1 2 R が配置され、右側変倍光学系 1 3 R の瞳の位置である。

ここで、右側観察光の光束の有効面積が極小となる位置での右側観察光の光束の有効面積について説明する。

光軸に垂直な観察光の光束の有効面積は、観察光の中で撮像素子（1 5 R、1 5 L）まで到達して結像される光が、光軸に垂直な平面によって切り取られる光束の断面積である。

右側変倍光学系 1 3 R の最も対物レンズ 1 1 側のレンズ（メニスカスレンズ 3 1）における右側観察光の光束の有効面積を、第 1 の有効面積とし、対物レンズ 1 1 の右側変倍光学系 1 3 R 側の面における右側観察光の光束の有効面積を、第 2 の有効面積とする。右側観察光の光束の有効面積が極小となる位置での右側観察光の光束の有効面積は、第 1 の有効面積及び第 2 の有効面積よりも小さい第 3 の有効面積である。

より詳細に説明すると、右側観察光の光軸 1 5 R I に垂直な右側観察光の光束の有効面積は、例えば、光軸における位置が対物レンズ 1 1 から右側変倍光学系 1 3 R へ光軸に沿って移動すると、第 2 の有効面積から徐々に小さくなる。そして、右側観察光の光束の有効面積は、対物レンズ 1 1 と右側変倍光学系 1 3 R との間の光路において、右側観察光の光束の有効面積が極小となる位置では第 3 の有効面積となる。そこから位置が更に進むと、右側観察光の光束の有効面積は、第 3 の有効面積から徐々に大きくなり、右側変倍光学系 1 3 R において、第 1 の有効面積となる。

なお、上記観察光の光束の有効面積が極小となる光軸上の位置は１点とは限らない。例えば、光軸における位置が対物レンズ１１から右側変倍光学系１３Ｒへ光軸に沿って移動した際に、観察光の光束の有効面積が極小のまま一定値であれば、それらの有効面積（つまり、複数の第３の有効面積）がそれぞれ極小の位置である。

ここでいう光束の有効面積の極小の値は、光路の位置の変化に対して値がしばらく一定になっていてもよい。

[0059] 同様に、左側変倍光学系１３Ｌは、左側変倍光学系１３Ｌの中ではなく外、具体的には、左側変倍光学系１３Ｌと対物レンズ１１との間（第１の左側範囲）の光路で、左側観察光の光軸１５Ｌに垂直な左側観察光の光束の有効面積が極小となるように、形成されている。

[0060] 更に、光束の有効面積が極小となる各位置（左右の観察光学系の瞳の位置）は、右側変倍光学系１３Ｒと第１右側偏向素子２５Ｒとの間及び左側変倍光学系１３Ｌと第１左側偏向素子２５Ｌとの間（第２の右側・左側範囲）となるように、右側変倍光学系１３Ｒ及び左側変倍光学系１３Ｌが形成されている。

[0061] 第１の実施の形態では、上記光束の有効面積が極小となる位置（第３の有効面積の位置、瞳の位置）は、第１右側偏向素子２５Ｒと第２右側偏向素子２６Ｒとの間（第３の右側範囲）及び第１左側偏向素子２５Ｌと第２左側偏向素子２６Ｌとの間（第３の左側範囲）となるように、右側変倍光学系１３Ｒ及び左側変倍光学系１３Ｌが構成されている。

[0062] このように第１の実施の形態では、上記光束の有効面積が極小となる位置（瞳の位置）を、第１右側偏向素子２５Ｒと第２右側偏向素子２６Ｒとの間及び第１左側偏向素子２５Ｌと第２左側偏向素子２６Ｌとの間に位置させる。これにより、第１右側偏向素子２５Ｒと第２右側偏向素子２６Ｒとの間及び第１左側偏向素子２５Ｌと第２左側偏向素子２６Ｌとの間に光束の有効面積が極小となる位置にない時と比べて、第１右側偏向素子２５Ｒ、第２右側偏向素子２６Ｒ、第１左側偏向素子２５Ｌ、及び第２左側偏向素子２６Ｌの

各々の光を反射する領域（有効径）を比較的小さくすることができる。これによって、各素子（例、第１右側偏向素子２５Ｒ、第１左側偏向素子２５Ｌなど）のサイズ（有効径）をより小さくできるため、第１右側偏向素子２５Ｒと第１左側偏向素子２５Ｌとの軸間距離をより短くすることが可能である。手術用顕微鏡１００Ａ１は、第１右側偏向素子２５Ｒと第１左側偏向素子２５Ｌとを相対移動させて、ユーザ１５０が視認する立体感をより小さくすることができる。また、対物レンズ１１の鉛直方向の上側に配置された上記各素子のサイズを小さくできるので、手術用顕微鏡１００Ａ１の大きさ（例、厚さ、幅）やコストも削減できる。

[0063] なお、上記光束の有効面積が極小となる位置（瞳の位置）を、第１右側偏向素子２５Ｒ及び第１左側偏向素子２５Ｌの各々の位置と一致させることにより、第１右側偏向素子２５Ｒ及び第１左側偏向素子２５Ｌの各々の光を反射する領域（有効径）を最も小さくすることができる。

[0064] 右側変倍光学系１３Ｒと対物レンズ１１との間、また、左側変倍光学系１３Ｌと対物レンズ１１との間に、例えば、フィルター等の光学素子を配置してもよい。なお、このように配置されたフィルター等の光学素子は、右側変倍光学系１３Ｒ及び左側変倍光学系１３Ｌには、含まれない。よって、このように配置されたフィルター等の光学素子は、右側観察光学系及び左側観察光学系には、含まれない。

[0065] 手術用顕微鏡１００Ａ１は、右側変倍光学系１３Ｒと対物レンズとの間（第１の右側範囲）に配置され、右側観察光の光軸１５Ｒに垂直な右側観察光の光束の有効面積を制限する右側絞り１２Ｒを備える。また、手術用顕微鏡１００Ａ１は、左側変倍光学系１３Ｌと対物レンズとの間（第１の左側範囲）に配置され、左側観察光の光軸１５Ｌに垂直な左側観察光の光束の有効面積を制限する左側絞り１２Ｌを備えている。

[0066] 右側絞り１２Ｒ及び左側絞り１２Ｌが配置される位置は、右側変倍光学系１３Ｒと第１右側偏向素子２５Ｒとの間（第２の右側範囲）又は左側変倍光学系１３Ｌと第１左側偏向素子２５Ｌとの間（第２の左側範囲）である。

[0067] 本実施形態における右側絞り 1 2 R 及び左側絞り 1 2 L が配置される位置は、更に詳しくは、第 1 右側偏向素子 2 5 R と第 2 右側偏向素子 2 6 R との間（第 3 の右側範囲）又は第 1 左側偏向素子 2 5 L と第 2 左側偏向素子 2 6 L との間（第 3 の左側範囲）である。

[0068] 一例として、第 1 の実施の形態では、右側絞り 1 2 R 及び左側絞り 1 2 L は、上記光束の有効面積が極小となる位置（瞳の位置）に配置されている。

[0069] 図 1 5 には、右側絞り 1 2 R が、右側観察光の上記光束の有効面積が極小となる位置（右側観察光学系の瞳の位置）に配置されている様子が示されている。図 1 5 に示すように、右側変倍光学系 1 3 R と対物レンズ 1 1 との間で、右側観察光の光軸 1 5 R に垂直な右側観察光の光束の有効面積が極小となっている。この点、左側絞り 1 2 L も左側観察光の上記光束の有効面積が極小となる位置（左側観察光学系の瞳の位置）に配置されている。

[0070] 右側絞り 1 2 R 及び左側絞り 1 2 L は、可変絞りである。詳細には後述するが、右側変倍光学系 1 3 R 又は左側変倍光学系 1 3 L の倍率に基づいて右側絞り 1 2 R 又は左側絞り 1 2 L が調整されることにより右側観察光及び左側観察光の光束の有効面積が調整される。

[0071] ここで、第 1 右側偏向素子 2 5 R は、X 方向に移動可能な第 1 右側偏向素子用基板に配置されている。第 1 左側偏向素子 2 5 L は、X 方向に移動可能な第 1 左側偏向素子用基板に配置されている。第 1 右側偏向素子 2 5 R が配置（固定）されている当該第 1 右側偏向素子用基板が X 方向に移動する場合、第 1 右側偏向素子 2 5 R の各照明光及び右側観察光を反射する面と、対物レンズ 1 1 の光軸 1 1 0 と、のなす角度が一定に保たれるように、第 1 右側偏向素子 2 5 R が移動される。第 1 左側偏向素子 2 5 L が配置（固定）されている当該第 1 左側偏向素子用基板が X 方向に移動する場合、第 1 左側偏向素子 2 5 L の各照明光及び左側観察光を反射する面と、対物レンズ 1 1 の光軸 1 1 0 と、のなす角度が一定に保たれるように、第 1 左側偏向素子 2 5 L が移動される。なお、上記各なす角度は、 45° である。

[0072] また、右側絞り 1 2 R は、X 方向に移動可能な右側絞り用基板に配置され

ている。左側絞り 1 2 L は、X 方向に移動可能な左側絞り用基板に配置されている。

[0073] 更に、第 2 右側偏向素子 2 6 R は、X 方向に移動可能な第 2 右側偏向素子用基板に配置されている。第 2 左側偏向素子 2 6 L は、X 方向に移動可能な第 2 左側偏向素子用基板に配置されている。

[0074] なお、右側観察光及び左側観察光の光束の有効面積を制限する手段は、右側絞り（可変絞り）1 2 R 及び左側絞り（可変絞り）1 2 L に限定されない。図 1 6 には、右側絞り 1 2 R を省略し、第 1 右側偏向素子 2 5 R と第 2 右側偏向素子 2 6 R の各々の光を反射する領域（有効径）を調整することにより、右側観察光の光束の有効面積を制限する様子が示されている。図 1 6 に示すように、右側絞り 1 2 R がなくとも、第 1 右側偏向素子 2 5 R と第 2 右側偏向素子 2 6 R との各々の光を反射する領域（有効径）を調整することにより、右側観察光の光束の有効面積を制限することができる。例えば、第 1 右側偏向素子 2 5 R の入射面又は射出面（反射面、偏向面、屈折面）の大きさが、右側観察光の光束の有効面積を規定している。

[0075] 図 1 6 には、右側絞り 1 2 R を省略し、第 1 右側偏向素子 2 5 R と第 2 右側偏向素子 2 6 R の各々の光を反射する領域（有効径）を調整する例が示されているが、左側も同様である。即ち、左側絞り 1 2 L を省略し、第 1 左側偏向素子 2 5 L と第 2 左側偏向素子 2 6 L の各々の光を反射する領域（有効径）を調整する。例えば、第 1 左側偏向素子 2 5 L の入射面又は射出面（反射面、偏向面、屈折面）の大きさが、左側観察光の光束の有効面積を規定している。

[0076] 図 1 6 に示す例では、第 1 右側偏向素子 2 5 R と第 2 右側偏向素子 2 6 R との各々の大きさ（面積）を調整することにより、光を反射する領域（有効径）を調整している。本開示の技術は、これに限定されず、次のようにしてもよい。第 1 右側偏向素子 2 5 R に、右側観察光の光軸に垂直な右側観察光の光束の有効面積が所定の面積になるように、光を吸収して遮光するマスク（遮光マスク）を設置する。同様に、第 1 左側偏向素子 2 5 L に、左側観察

光の光軸に垂直な左側観察光の光束の有効面積が所定の面積になるように、光を吸収して遮光するマスクを設置する。

[0077] 上記で説明した各瞳の位置及び各絞りの位置、また、絞りに代えて偏向素子の有効径を調整する点は、他の実施の形態及び変形例に対しても適用可能である。

[0078] 次に、本実施形態における手術用顕微鏡 100A1 の動作について説明する。図 5 には、手術用顕微鏡 100A1 のブロック図が示されている。図 5 に示すように、手術用顕微鏡 100A1 は、コンピュータ 50 を備えている。

[0079] コンピュータ 50 は、CPU 52、ROM 54、RAM 56、入出力（I/O）ポート 58 を備えている。CPU 52 から入出力（I/O）ポート 58 はバス 60 により相互に接続されている。

[0080] CPU 52 は、手術用顕微鏡 100A1 の全体を制御し、「制御部」の一例である。ROM 54 は、各種プログラム及び各種パラメータ等を予め記憶したメモリである。RAM 56 は、各種プログラムの実行時のワークエリア等として用いられるメモリである。

[0081] 入出力（I/O）ポート 58 には、キーボード等の入力装置 63、2 次記憶装置 62、右側撮像素子 15R、左側撮像素子 15L、表示装置 100AD、立体感増加スイッチ 64、及び立体感減少スイッチ 66 が接続されている。

立体感増加スイッチ 64 は、第 1 右側偏向素子 25R を対物レンズ 11 の光軸 110 から離れる方向（X（正）方向）に移動させること及び当該移動の停止を選択的に指示する。立体感増加スイッチ 64 は、第 1 左側偏向素子 25L を対物レンズ 11 の光軸 110 から離れる方向（X（負）方向）に移動させること及び当該移動の停止を選択的に指示する。

立体感減少スイッチ 66 は、第 1 右側偏向素子 25R を対物レンズ 11 の光軸 110 に近づく方向（X（負）方向）に移動させること及び当該移動の停止を選択的に指示する。立体感減少スイッチ 66 は、第 1 左側偏向素子 2

5 Lを対物レンズ11の光軸110から近づく方向（X（正）方向）に移動させること及び当該移動の停止を選択的に指示する。

CPU52は、立体感増加スイッチ64及び立体感減少スイッチ66により移動が指示された場合、第1右側偏向素子25R及び第1左側偏向素子25Lの少なくとも一方を移動し、立体感増加スイッチ64及び立体感減少スイッチ66により移動の停止が指示された場合、第1右側偏向素子25R及び第1左側偏向素子25Lの移動している素子の移動が停止するように、第1右側偏向素子移動部68R及び第1左側偏向素子移動部68Lを制御する。

入出力（I/O）ポート58には、右側斜照明光源16R、左側斜照明光源16L、右側完全同軸照明光源18R、及び左側完全同軸照明光源18Lが接続されている。

[0082] 入出力（I/O）ポート58には、第1右側偏向素子移動部68R、第1左側偏向素子移動部68L、右側絞り移動部69R、左側絞り移動部69L、第2右側偏向素子移動部70R、及び第2左側偏向素子移動部70Lが接続されている。

入出力（I/O）ポート58には、右側撮像光学装置移動部72、左側撮像光学装置移動部74、右側照明光学系及び光源移動部76、及び左側照明光学系及び光源移動部78が接続されている。

[0083] 入出力（I/O）ポート58には、右側変倍光学系レンズ駆動部80及び左側変倍光学系レンズ駆動部82と、右側絞り径変更部85及び左側絞り径変更部87とが接続されている。

[0084] 各移動部（68Rから77R、68Lから77L）、各駆動部（80、82）、及び各変更部（85、87）は、例えば、モータにより構成される。

[0085] 本実施形態の手術用顕微鏡は、右側撮像光学装置移動部72に代えて個別に、右側変倍光学系移動部、右側結像光学系移動部、及び右側撮像素子移動部を備えるようにしてもよい。本実施形態の手術用顕微鏡は、左側撮像光学装置移動部74に代えて個別に、左側変倍光学系移動部、左側結像光学系移

動部、及び左側撮像素子移動部を備えるようにしてもよい。

また、本実施形態の手術用顕微鏡は、右側照明光学系及び光源移動部 7 6 に代えて個別に、右側斜照明光源移動部、右側斜照明光学系移動部、右側完全同軸照明光源移動部、及び右側完全同軸照明光学系移動部を備えるようにしてもよい。本実施形態の手術用顕微鏡は、左側照明光学系及び光源移動部 7 8 に代えて個別に、左側斜照明光源移動部、左側斜照明光学系移動部、左側完全同軸照明光源移動部、及び左側完全同軸照明光学系移動部を備えるようにしてもよい。

[0086] 右側に関する移動部（6 8 R から 7 0 R、7 2、7 6）は一体で構成してもよい。左側に関する各移動部（6 8 L から 7 0 L、7 4、7 8）は一体で構成してもよい。

[0087] 第 1 右側偏向素子移動部 6 8 R 及び第 1 左側偏向素子移動部 6 8 L は、本開示の技術の「移動部」の一例である。

右側絞り移動部 6 9 R は、本開示の技術の「右側絞り移動部」の一例であり、左側絞り移動部 6 9 L は、本開示の技術の「左側絞り移動部」の一例である。

右側絞り径変更部 8 5 は、本開示の技術の「右側絞り径調整部」の一例である。左側絞り径変更部 8 7 は、本開示の技術の「左側絞り径調整部」の一例である。

[0088] 2 次記憶装置 6 2 は、後述する立体感増加調整プログラム及び立体感減少調整プログラムと、絞り径調整プログラムとが記憶されている。

[0089] C P U 5 2 は、右側斜照明光源 1 6 R、左側斜照明光源 1 6 L、右側完全同軸照明光源 1 8 R、及び左側完全同軸照明光源 1 8 L を点灯させる。これにより、右側斜照明光、左側斜照明光、右側完全同軸照明光、及び左側完全同軸照明光により対象物（例、眼、物体面）を照明する。

[0090] 眼からの右側観察光及び左側観察光は、右側撮像素子 1 5 R 及び左側撮像素子 1 5 L に結像し、右側撮像素子 1 5 R から右側画像信号が、左側撮像素子 1 5 L から左側画像信号がコンピュータ 5 0 に入力される。

[0091] CPU52は、右側画像信号及び左側画像信号に基づいて右眼用画像及び左眼用画像を生成する。CPU52は、必ずしも、右側画像信号に基づいて右眼用画像を作り、また、左側画像信号に基づいて左眼用画像を作るとは限らない。例えば、CPU52は、右側画像信号に基づいて左眼用画像を作り、また、左側画像信号に基づいて右眼用画像を作ったりしてもよい。CPU52は、右側画像信号に基づいて右眼用画像及び左眼用画像の双方を作ったり、左側画像信号に基づいて左眼用画像及び右眼用画像の双方を作ったりしてもよい。CPU52は、右側画像信号及び左側画像信号の双方に基づいて、右眼用画像及び左眼用画像の各々を作成してもよい。

なお、CPU52により制御される画像作成装置を更に備え、CPU52の制御に従って、画像作成装置が、右側画像信号及び左側画像信号に基づいて右眼用画像及び左眼用画像を生成するようにしてもよい。

[0092] CPU52は、表示装置100ADの画面の右眼用表示領域に、右眼用画像を表示させる。表示装置100ADの画面の左眼用表示領域に、左眼用画像を表示させる。上記のように、右側観察光及び左側観察光により、手術対象の眼（例えば、右眼）の視差のある立体視の右眼用画像及び左眼用画像が表示装置100ADの画面に表示される。ユーザ150は、偏光眼鏡を介して立体視の画像を認識し、脳内で、右眼用画像及び左眼用画像を合成する。表示装置100ADは、ラインバイラインで右眼用画像及び左眼用画像を表示する。また、表示装置100ADは、ラインバイラインで右眼用画像及び左眼用画像を表示し、その映像を偏光眼鏡を介して立体視することに代えて、右眼用画像及び左眼用画像を、例えば、1/60秒の時間差で交互に表示し、その映像に同期して右眼及び左眼のシャッターを開閉するシャッター方式の眼鏡を介して立体視するようにしてもよい。更に、眼鏡に代えて、双眼ビューワを用いてもよい。具体的には、表示装置100ADの画面の右眼用領域に、右眼用画像を表示させる。表示装置100ADの画面の左眼用領域に、左眼用画像を表示させる。表示装置100ADの画面の右眼用領域とユーザ150の右眼との間に配置する右光路中の光学系により、右眼用画像を

ユーザ１５０の右眼に導く。同様に、表示装置１００ＡＤの画面の左眼用領域とユーザ１５０の左眼との間に配置する左光路中の光学系により、左眼用画像をユーザ１５０の左眼に導く。

[0093] 表示装置１００ＡＤは、手術用顕微鏡本体１００ＡＨの上に直接又は間接的に配置されているが、本開示の技術は、これに限定されない。

[0094] 図１３に示すように、表示装置１００ＡＤは、ユーザ１５０が手術用顕微鏡の正面側から視認している状態での手術用顕微鏡本体１００ＡＨを対象とした第１の視野領域から外れた領域に画像１００ＡＤ１を表示する。例えば、ユーザ１５０が手術用顕微鏡の正面側から視認している状態において、手術用顕微鏡本体１００ＡＨは、上記第１の視野領域に重ならない位置に配置されている。

[0095] また、図１４に示すように、手術用顕微鏡本体１００ＡＨは、ユーザ１５０が手術用顕微鏡の正面側から視認している状態での表示装置１００ＡＤが空間に表示する画像１００ＡＤ２を対象とした第２の視野領域から外れた領域に配置される。

[0096] 立体感増加スイッチ６４及び立体感減少スイッチ６６は、手術用顕微鏡本体１００ＡＨの鉛直下の床の上に配置し、ユーザ１５０が自身の足で、立体感増加スイッチ６４及び立体感減少スイッチ６６を操作（オン・オフ）する。立体感増加スイッチ６４及び立体感減少スイッチ６６の各々は、フットスイッチである。

[0097] 第１右側偏向素子移動部６８Ｒは、第１右側偏向素子用移動機構を介して、第１右側偏向素子２５ＲをＸ方向に移動する。その際、右側絞り移動部６９Ｒは、第１右側偏向素子２５Ｒの移動に基づいて、具体的には、第１右側偏向素子２５Ｒの移動に連動して、右側絞り１２ＲをＸ方向に移動する。第２右側偏向素子移動部７０Ｒは、第２右側偏向素子２６ＲをＸ方向に移動する。

第１左側偏向素子移動部６８Ｌは、第１左側偏向素子用移動機構を介して、第１左側偏向素子２５ＬをＸ方向に移動する。その際、左側絞り移動部６

9 L は、第 1 左側偏向素子 2 5 L の移動に基づいて、具体的には、第 1 左側偏向素子 2 5 L の移動に連動して、左側絞り 1 2 L を X 方向に移動する。第 2 左側偏向素子移動部 7 0 L は、第 2 左側偏向素子 2 6 L を X 方向に移動する。

第 1 右側偏向素子移動部 6 8 R 及び第 1 左側偏向素子移動部 6 8 L は、右側観察光の光軸 1 5 R I 及び左側観察光の光軸 1 5 L I が眼の位置でなす実体角が連続的に変化するように、第 1 右側偏向素子 2 5 R 及び第 1 左側偏向素子 2 5 L の少なくとも一方を移動させる。

第 1 右側偏向素子移動部 6 8 R は、眼と右側変倍光学系 1 3 R 及び右側結像光学系 1 4 R との間の光路において第 1 右側偏向素子 2 5 R を移動させる。第 1 左側偏向素子移動部 6 8 L は、眼と左側変倍光学系 1 3 L 及び左側結像光学系 1 4 L との間の光路において第 1 左側偏向素子 2 5 L を移動させる。

[0098] 右側撮像光学装置移動部 7 2 は、第 1 右側偏向素子移動部 6 8 R により第 1 右側偏向素子 2 5 R が移動する場合、当該移動の間、右側観察光の光路長が保たれるように、右側撮像光学装置 1 3 1 4 1 5 R を移動させる。左側撮像光学装置移動部 7 4 は、第 1 左側偏向素子移動部 6 8 L により第 1 左側偏向素子 2 5 L が移動する場合、当該移動の間、左側観察光の光路長が保たれるように、左側撮像光学装置 1 3 1 4 1 5 L を移動させる。

右側撮像光学装置移動部 7 2 は、右側撮像光学装置用移動機構を介して、右側撮像光学装置 1 3 1 4 1 5 R を X 方向に移動する。左側撮像光学装置移動部 7 4 は、左側撮像光学装置用移動機構を介して、左側撮像光学装置 1 3 1 4 1 5 L を X 方向に移動する。

[0099] 第 2 右側偏向素子移動部 7 0 R は、第 1 右側偏向素子移動部 6 8 R により第 1 右側偏向素子 2 5 R が移動する場合、当該移動の間、右側観察光の光軸 1 5 R I と、右側完全同軸照明光の光軸 1 8 R I と、が眼の位置でなす角度が一定に保たれるように、第 2 右側偏向素子 2 6 R を移動させる。

なお、右側照明光学系及び光源移動部 7 6 は、第 1 右側偏向素子移動部 6

８Ｒにより第１右側偏向素子２５Ｒが移動する場合、当該移動の間、右側観察光の光軸１５ＲＩと、右側完全同軸照明光の光軸１８ＲＩと、が眼の位置でなす角度が一定に保たれるように、右側照明光源光学系１６１８Ｒを移動させるようにしてもよい。

第２左側偏向素子移動部７０Ｌは、第１左側偏向素子移動部６８Ｌにより第１左側偏向素子２５Ｌが移動する場合、当該移動の間、左側観察光の光軸１５ＬＩと、左側完全同軸照明光の光軸１８ＬＩと、が眼の位置でなす角度が一定に保たれるように、第２左側偏向素子２６Ｌを移動させる。

なお、左照明光学系及び光源移動部７６は、第１左側偏向素子移動部６８Ｌにより第１左側偏向素子２５Ｌが移動する場合、当該移動の間、左側観察光の光軸１５ＬＩと、左側完全同軸照明光の光軸１８ＬＩと、が眼の位置でなす角度が一定に保たれるように、左側照明光源光学系１６１８Ｌを移動させるようにしてもよい。

右側照明光学系及び光源移動部７６は、右側照明光源光学系用移動機構を介して、右側照明光源光学系用基板により右側照明光源光学系１６１８ＲをＸ方向に移動する。左側照明光学系及び光源移動部７８は、左側照明光源光学系用移動機構を介して、左側照明光源光学系用基板により左側照明光源光学系１６１８ＬをＸ方向に移動する。

[0100] なお、上記各移動機構としては、例えば、ラックアンドピニオンを用いることができる。

[0101] 図６Ａには、立体感増加調整プログラムに従ってＣＰＵ５２が実行する立体感増加調整処理のフローチャートが示されている。図６Ｂには、立体感減少調整プログラムに従ってＣＰＵ５２が実行する立体感減少調整処理のフローチャートが示されている。図９には、第１右側偏向素子２５Ｒ及び第１左側偏向素子２５Ｌを、対物レンズ１１の光軸１１０から離れる方向に移動させる時（後述するステップ８４）の手術用顕微鏡１００Ａ１の様子（断面図）が示されている。

[0102] 図６Ａに示す立体感増加調整処理は、立体感増加スイッチ６４がオンされ

たときにスタートし、ステップ84で、CPU52の制御により、図9に示すように、第1右側偏向素子移動部68Rは、第1右側偏向素子用移動機構を介して第1右側偏向素子用基板により、右側観察光の光軸15R1が対象物の位置でなす実体角が大きくなるように、具体的には、第1右側偏向素子25Rを対物レンズ11の光軸110から離れる方向（X（正）方向）に移動させる。その際、右側絞り移動部69Rは、第1右側偏向素子25Rの移動に基づいて、具体的には、第1右側偏向素子25Rと右側絞り12Rとの距離を一定に保つように、右側絞り12RをX（正）方向に移動する。CPU52の制御により、第1左側偏向素子移動部68Lは、第1左側偏向素子用移動機構を介して第1左側偏向素子用基板により第1左側偏向素子25Lを、左側観察光の光軸15L1が対象物の位置でなす実体角が大きくなるように、具体的には、対物レンズ11の光軸110から離れる方向（X（負）方向）に移動させる。その際、左側絞り移動部69L、第1左側偏向素子25Lの移動に基づいて、具体的には、第1左側偏向素子25Lと左側絞り12Lとの距離を一定に保つように、左側絞り12LをX（負）方向に移動する。

[0103] CPU52の制御により、第2右側偏向素子移動部70Rは、第2右側偏向素子をX（正）方向に移動させ、第2左側偏向素子移動部70Lは、第2左側偏向素子をX（負）方向に移動させる。

[0104] 対象物から撮像素子までの観察光の光路長を一定に保つために、CPU52の制御により、右側撮像光学装置移動部72は、右側撮像光学装置用移動機構を介して右側撮像光学装置用基板により右側撮像光学装置131415RをX（正）方向に移動させる。同様に、CPU52の制御により、左側撮像光学装置移動部74は、左側撮像光学装置用移動機構を介して左側撮像光学装置用基板により左側撮像光学装置131415LをX（負）方向に移動させる。

第1右側偏向素子25R及び第1左側偏向素子25Lが移動する場合、光源から対象物までの照明光の光路長を一定に保つために、右側照明光学系及

び光源移動部 7 6 は、右側照明光源光学系用移動機構を介して右側照明光源光学系用基板により右側照明光源光学系 1 6 1 8 R を X（正）方向に移動させる。左側照明光学系及び光源移動部 7 8 は、左側照明光源光学系 1 6 1 8 L を X（負）の方向に移動させる。

なお、図 9 では、右側の各構成（2 5 R、1 2 R、2 6 R、1 3 1 4 1 5 R、1 6 1 8 R）の移動の様子のみが示されているが、左側の各構成（2 5 L、1 2 L、2 6 L、1 3 1 4 1 5 L、1 6 1 8 L）も同様に移動される。

[0105] これにより、右側観察光の光軸 1 5 R I 及び左側観察光の光軸 1 5 L I が対象物の位置でなす実体角を大きくすることができる。よって、右側観察光及び左側観察光の各々により表示装置 1 0 0 A D に表示された右眼用画像と左眼用画像を見たユーザ 1 5 0 の立体感を増すことができる。

[0106] ステップ 8 6 で、CPU 5 2 は、立体感増加スイッチ 6 4 がオフされたか否かを判断する。立体感増加スイッチ 6 4 がオフされなかったと判断された場合には、立体感増加調整処理は、ステップ 8 4 に戻る。よって、上記各構成（2 5 R、1 2 R、2 6 R、1 3 1 4 1 5 R、1 6 1 8 R、2 5 L、1 2 L、2 6 L、1 3 1 4 1 5 L、1 6 1 8 L）が移動され続ける。

[0107] ステップ 8 6 で、立体感増加スイッチ 6 4 がオフされたと判断された場合には、ステップ 8 8 で、CPU 5 2 は、上記各移動部（6 8 R から 7 8）を停止する。これにより、上記各構成（2 5 R、1 2 R、2 6 R、1 3 1 4 1 5 R、1 6 1 8 R、2 5 L、1 2 L、2 6 L、1 3 1 4 1 5 L、1 6 1 8 L）の移動が停止する。ステップ 8 8 が終了すると立体感調整処理は終了する。

[0108] 図 6 B に示す立体感減少調整処理は、立体感減少スイッチ 6 6 がオンされたときにスタートし、ステップ 9 2 で、CPU 5 2 の制御により、第 1 右側偏向素子移動部 6 8 R は、第 1 右側偏向素子用移動機構を介して第 1 右側偏向素子用基板により、右側観察光の光軸 1 5 R I が対象物の位置でなす実体角が小さくなるように、具体的には、第 1 右側偏向素子 2 5 R を対物レンズ 1 1 の光軸 1 1 0 から近づく方向（X（負）方向）に移動させる。その際、

右側絞り移動部 6 9 R は、第 1 右側偏向素子 2 5 R の移動に基づいて、具体的には、第 1 右側偏向素子 2 5 R と右側絞り 1 2 R との距離を一定に保つように、右側絞り 1 2 R を X（負）方向に移動する。CPU 5 2 の制御により、第 1 左側偏向素子移動部 6 8 L は、第 1 左側偏向素子用移動機構を介して第 1 左側偏向素子用基板により第 1 左側偏向素子 2 5 L を、左側観察光の光軸 1 5 L I が対象物の位置でなす実体角が小さくなるように、具体的には、対物レンズ 1 1 の光軸 1 1 0 から近づく方向（X（正）方向）に移動させる。その際、左側絞り移動部 6 9 L は、第 1 左側偏向素子 2 5 L の移動に基づいて、具体的には、第 1 左側偏向素子 2 5 L と左側絞り 1 2 L との距離を一定に保つように、左側絞り 1 2 L を X（正）方向に移動する。

[0109] これにより、右側観察光の光軸 1 5 R I 及び左側観察光の光軸 1 5 L I が対象物の位置でなす実体角を小さくすることができる。よって、右側観察光及び左側観察光の各々により表示装置 1 0 0 A D に表示された右眼用画像と左眼用画像を見たユーザ 1 5 0 の立体感を減らすことができる。

[0110] ステップ 9 4 で、CPU 5 2 は、立体感減少スイッチ 6 6 がオフされたか否かを判断する。立体感減少スイッチ 6 6 がオフされなかったと判断された場合には、立体感減少調整処理はステップ 9 2 に戻る。よって、上記各構成（2 5 R、1 2 R、2 6 R、1 3 1 4 1 5 R、1 6 1 8 R、2 5 L、1 2 L、2 6 L、1 3 1 4 1 5 L、1 6 1 8 L）が移動され続ける。

[0111] ステップ 9 4 で、立体感減少スイッチ 6 6 がオフされたと判断された場合には、ステップ 9 6 で、CPU 5 2 は、上記各移動部（6 8 R から 7 8）を停止する。これにより、上記各構成（2 5 R、1 2 R、2 6 R、1 3 1 4 1 5 R、1 6 1 8 R、2 5 L、1 2 L、2 6 L、1 3 1 4 1 5 L、1 6 1 8 L）の移動が停止する。ステップ 9 6 が終了すると立体感調整処理は終了する。

[0112] ステップ 8 4 及びステップ 9 2 における右側の各構成（2 5 R、1 2 R、2 6 R、1 3 1 4 1 5 R、1 6 1 8 R）の移動と、左側の各構成（2 5 L、1 2 L、2 6 L、1 3 1 4 1 5 L、1 6 1 8 L）の移動とは、対物レンズ 1

1の光軸110を基準に、左右対称の移動である。例えば、上記のように、右側の各構成(25R、12R、26R、1618R)は、X(正)方向に移動し、左側の各構成(25L、12L、26L、1618L)は、X(負)方向に移動に移動する。右側の構成(131415R)及び左側の構成(131415L)は、Z方向(正)に移動する。

ステップ84(図6A)及びステップ92(図6B)で、上記各構成(25R、12R、26R、131415R、1618R、25L、12L、26L、131415L、1618L)が移動する距離は同じである。即ち、ステップ84(図6A)及びステップ92(図6B)で、第1右側偏向素子25R、右側絞り12R、及び第2右側偏向素子26Rと、第1左側偏向素子25L、左側絞り12L、及び第2左側偏向素子26Lとを移動させ続けることに伴い、右側撮像光学装置131415R、左側撮像光学装置131415L、右側照明光源光学系1618R、及び左側照明光源光学系1618Lを移動させ続ける。これは、左右の各照明光及び左右の各観察光の光路長が、第1右側偏向素子25R及び第1左側偏向素子25Lを移動させることに伴い、変わらないようにするためである。

例えば、照明の光路長は、各光源(16R、18R、16L、18L)から眼までの光路長、又はその一部の光路長である。観察光の光路長は、一例として、眼から撮像光学装置(131415R、131415L)までの光路長、又はその一部の光路長である。

このように左右の光の光路長が変わらないので、上記各構成(25R、12R、26R、131415R、1618R、25L、12L、26L、131415L、1618L)の移動中に、左右の観察光が、右側撮像素子15R及び左側撮像素子15Lにおいて結像する際に、収差が悪くならないまま結像し続けるようにすることができる。

[0113] また、ステップ84及びステップ92では、第1右側偏向素子25Rは、第1右側偏向素子25RのX-Y平面に対する角度が一定に保たれるように、移動される。より詳細には、第1右側偏向素子25Rは、第1右側偏向素

子 2 5 R の各照明光及び右側観察光を反射する面と、対物レンズ 1 1 の光軸 1 1 0 と、のなす角度が一定に保たれるように、移動される。上記のように、第 1 右側偏向素子 2 5 R が配置（固定）されている第 1 右側偏向素子用基板が、当該なす角度が一定に保たれるように、X 方向に移動するように構成されているからである。さらに、第 1 右側偏向素子 2 5 R は各右側照明光の光軸と右側観察光の光軸を直角に屈曲させている。よって、第 1 右側偏向素子 2 5 R を移動させた際に、右側照明光源光学系 1 6 1 8 R 及び右側撮像光学装置 1 3 1 4 1 5 R を移動させなくとも、各右側照明光の光軸及び右側観察光の光軸の各々が第 1 右側偏向素子 2 5 R と交わる第 1 右側偏向素子 2 5 R の面上の位置とそれらの光の入射角度とが一定のまま維持される。

[0114] 同様に、ステップ 8 4 及びステップ 9 2 では、第 1 左側偏向素子 2 5 L は、第 1 左側偏向素子 2 5 L の X-Y 平面に対する角度が一定に保たれるように、移動される。より詳細には、第 1 左側偏向素子 2 5 L は、第 1 左側偏向素子 2 5 L の各照明光及び左側観察光を反射する面と、対物レンズ 1 1 の光軸 1 1 0 と、のなす角度が一定に保たれるように、移動される。上記のように、第 1 左側偏向素子 2 5 L が配置（固定）されている第 1 左側偏向素子用基板が、当該なす角度が一定に保たれるように、X 方向に移動するように構成されているからである。さらに、第 1 左側偏向素子 2 5 L は各左側照明光の光軸と左側観察光の光軸を直角に屈曲させている。よって、第 1 左側偏向素子 2 5 L を移動させた際に、左側照明光源光学系 1 6 1 8 L 及び左側撮像光学装置 1 3 1 4 1 5 L を移動させなくとも、各左側照明光の光軸及び左側観察光の光軸の各々が第 1 左側偏向素子 2 5 L と交わる第 1 左側偏向素子 2 5 L の面上の位置とそれらの光の入射角度とが一定のまま維持される。

[0115] 第 1 右側偏向素子 2 5 R の面は、右側観察光を反射又は透過して右側観察光を形成し、第 1 左側偏向素子 2 5 L の面は、左側観察光を反射又は透過して左側観察光を形成する。

[0116] このように第 1 右側偏向素子 2 5 R 及び第 1 左側偏向素子 2 5 L の各々の上記面と、対物レンズ 1 1 の光軸 1 1 0 と、のなす角度が直角のまま保たれ

るので、各観察光の像の中心と撮像素子（１５Ｒ、１５Ｌ）の中心とがずれなくなり、即ち、第１右側偏向素子２５Ｒ及び第１左側偏向素子２５Ｌの各々の上記面上の使われる位置が変わらないので、ずれを補償するための不要な移動機構を排除することができ、さらに偏向素子（２５Ｒ、２５Ｌ）の有効径（サイズ）を小さくすることができる。

[0117] また、ステップ８４及びステップ９２では、第１右側偏向素子２５Ｒ及び第１左側偏向素子２５ＬのＸ方向の移動の際、右側照明光源光学系１６１８Ｒ及び左側照明光源光学系１６１８ＬをＸの方向に移動させる。左右の観察光の光軸（１５ＲＩ、１５ＬＩ）と、照明光の光軸（１６ＲＩ、１６ＬＩ、１８ＲＩ、１８ＬＩ）と、が眼の位置でなす角度が一定に保たれる。

[0118] 次に、第１の実施の形態における変倍に応じた絞り径を調整する絞り径調整処理を説明する。

上記のように、右側絞り１２Ｒ及び左側絞り１２Ｌは、可変絞りである。右側変倍光学系レンズ駆動部８０は、右側変倍光学系１３Ｒのレンズ群Ｇ１、Ｇ２、Ｇ３、Ｇ４の少なくとも１をＺ方向に移動させて、変倍をすることができる。左側変倍光学系レンズ駆動部８２も同様に、左側変倍光学系１３Ｌのレンズ群Ｇ１、Ｇ２、Ｇ３、Ｇ４の少なくとも１をＺ方向に移動させて、変倍をすることができる。

上記変倍により、左側撮像素子１５Ｌと右側撮像素子１５Ｒとに入射し結像する左側観察光と右側観察光との光量が変動する。よって、左側観察光と右側観察光との光量が適正な量で左側撮像素子１５Ｌと右側撮像素子１５Ｒとに結像されるように、絞り径調整処理で、変倍に応じた絞り径を調整する。

[0119] 図７には、左右の各絞りの絞り径についてズーム倍率ごとに予め定められた最大径を示すグラフが示されている。各ズーム倍率で当該最大径を超えて絞り径を大きくすると、観察光学系の設計上意図していない左側観察光と右側観察光とが観察光学系に入ってきてしまうため、左側撮像素子１５Ｌと右側撮像素子１５Ｒとに結像する際に収差の発生が大きくなってしまう可能性

がある。２次記憶装置６２には、図７に示す、各ズーム倍率と、ズーム倍率ごとに予め定められた絞り径の最大値との関係が記憶されている。図７に示すように、当該関係は、ズーム倍率が大きくなるに従って絞り径の最大値も大きくなっている。

[0120] 図８には、絞り径調整プログラムに従ってＣＰＵ５２が実行する絞り径調整処理のフローチャートの一例が示されている。

[0121] 絞り径調整処理は、入力装置６３を介して倍率が入力されたときにスタートする。入力装置６３を介して倍率が入力されると、ＣＰＵ５２は、右側変倍光学系１３Ｒ及び左側変倍光学系１３Ｌの各々のレンズ群Ｇ１、Ｇ２、Ｇ３、Ｇ４の少なくとも１つＺ方向に移動して、入力された倍率になるように、右側変倍光学系レンズ駆動部８０及び左側変倍光学系レンズ駆動部８２を変倍制御する。

[0122] このような変倍制御と共に、絞り径調整処理が実行される。ステップ１０２で、ＣＰＵ５２は、入力された倍率に対応する絞り径の最大値を、２次記憶装置６２に記憶された上記関係から取り込む。ステップ１０３で、ＣＰＵ５２は、現在の絞り径が、ステップ１０２で取り込んだ最大径より大きいかなんかを判断する。右側絞り１２Ｒ及び左側絞り１２Ｌの各々の絞り径を変更する場合、ＣＰＵ５２は、右側絞り径変更部８５及び左側絞り径変更部８７の制御量（現在の絞り径に対応）を２次記憶装置６２に記憶している。ステップ１０３では、右側絞り径変更部８５及び左側絞り径変更部８７の制御量（現在の絞り径に対応）を２次記憶装置６２から読み出し、読み出した右側絞り径変更部８５及び左側絞り径変更部８７の制御量（現在の絞り径に対応）がステップ１０２で取り込んだ最大径より大きいかなんかを判断する。

[0123] 現在の絞り径が最大径より大きいと判断されなかった場合、左側観察光と右側観察光との光量が多すぎるわけではないので、絞り径調整処理は終了する。

[0124] 現在の絞り径が最大径より大きいと判断された場合、ステップ１０４で、ＣＰＵ５２は、右側変倍光学系１３Ｒ及び左側変倍光学系１３Ｌの各々のレ

ンズ群G 1、G 2、G 3、G 4の少なくとも1つZ方向への移動による変倍に連動して、右側絞り1 2 R及び左側絞り1 2 Lの各々の絞り径が変更されるように、右側絞り径変更部8 5及び左側絞り径変更部8 7を制御する。具体的には、CPU 5 2は、倍率が低倍端から高倍端へ変倍するのに連動して、各絞り径が大きくなるように、右側絞り径変更部8 5及び左側絞り径変更部8 7を制御する。この場合、CPU 5 2は、各絞り径が予め定められた最大径以下となるように、右側絞り径変更部8 5及び左側絞り径変更部8 7を制御する。

[0125] 例えば、入力された倍率がM bであった場合、CPU 5 2は、2次記憶装置6 2に記憶された上記関係から、絞り径の最大値としてA bを取り込む（ステップ1 0 2）。現在の絞り径がA bより小さいA aの場合には、ステップ1 0 3が否定判定となり、絞り径調整処理は終了する。現在の絞り径がA bであり、倍率としてM aが入力された場合、現在の絞り径A bは、M aに対する最大値A aより大きい（ステップ1 0 3が肯定判定）。ステップ1 0 4で、右側絞り1 2 R及び左側絞り1 2 Lの各々の絞り径が最大値A aに制御される。

よって、右側絞り1 2 R及び左側絞り1 2 Lの各々の絞り径を、倍率に応じた最大値に制御できる。倍率に基づいて各絞り径を調整することができる。

図7に示す上記関係は、ズーム倍率が大きくなるに従って絞り径の最大値が大きくなっている。従って、低倍端から高倍端に変倍するのに連動して、右側絞り1 2 R及び左側絞り1 2 Lの各々の絞り径を大きくすることができる。

[0126] なお、フットスイッチに倍率を上げる上昇ボタンと下降ボタンを用意し、上昇ボタン／下降ボタンが押され続けている間、倍率が上がり／下がり続けるようにしてもよい。そして、最大径を超えた場合は、逐一最大径に、設定するようにしてもよい。

なお、絞り径の調整は、変倍に連動せず、右側絞り1 2 R及び左側絞り1

2 L の各々絞り径が左右対称になるように、行うようにしてもよい。

[0127] 図 7 に示す上記関係を記憶する点、及び図 8 に示す絞り径調整処理は、他の実施の形態及び変形例も同様である。

[0128] 従来の顕微鏡では、ユーザの正面に、顕微鏡で得られた画像を表示するモニタを配置すると、顕微鏡が比較的大型であるので、顕微鏡がユーザの視線を邪魔するので、ユーザの正面にモニタを配置することはできなかった。

これに対し、本実施の形態の顕微鏡では、顕微鏡を比較的小型化し、ユーザの正面にモニタを配置しても顕微鏡がユーザの視線を邪魔しないので、ユーザの正面にモニタを配置することができる。これは、特に、眼科手術時のように、ユーザが座位状態で手術することが多い場合には有用である。顕微鏡を比較的小型化するため、上記のように本実施の形態では、対物レンズの直上（例、鉛直上方）に徹照の光路（例、第 1 の右側照明光路、第 1 の左側照明光路）と観察光路（例、右側観察光路、左側観察光路）とが共用する第 1 右側偏向素子 2 5 R 及び第 1 左側偏向素子 2 5 L を設け、第 1 右側偏向素子 2 5 R 及び第 1 左側偏向素子 2 5 L の近辺に、右側変倍光学系 1 3 R 及び左側変倍光学系 1 3 L の瞳を設けている。このような場合、第 1 右側偏向素子 2 5 R 及び第 1 左側偏向素子 2 5 L は、共通の第 1 右側偏向素子及び共通の第 1 左側偏向素子であり、対物レンズ 1 1 の光軸 1 1 0 の方向視（例、Z 方向）において少なくとも一部が対物レンズ 1 1 と重なる位置に配置されている。

[0129] 第 1 の実施の形態では、手術用顕微鏡 1 0 0 A 1 は、第 1 右側偏向素子 2 5 R の移動及び第 1 左側偏向素子 2 5 L の移動によって右側観察光の光軸 1 5 R I 及び左側観察光の光軸 1 5 L I が対象物の位置でなす実体角を所定の角度ごとに連続的に大きくしたり小さくしたりする。例えば、手術用顕微鏡 1 0 0 A 1 は、手術中（手術用顕微鏡 1 0 0 A 1 の稼働中（使用中））において上記対象物の位置でなす実体角が互いに異なる第 1 の実体角、第 2 の実体角、及び第 3 の実体角に連続的に変化するように、第 1 右側偏向素子 2 5 R と第 1 左側偏向素子 2 5 L との少なくとも一方の素子を、対応する第 1 右

側偏向素子移動部 68 R と第 1 左側偏向素子移動部 68 L との少なくとも一方の移動部によって連続的に移動させる。よって、右側観察光及び左側観察光の各々により表示装置 100 A D に表示された右眼用画像と左眼用画像とを見たユーザ 150 の立体感を増したり減らしたりすることができる。

[0130] また、本実施形態の第 1 右側偏向素子移動部 68 R は、対象物と右側観察光学系（右側変倍光学系 13 R 及び右側結像光学系 14 R）との間の光路において第 1 右側偏向素子 25 R を移動させ、又は、第 1 左側偏向素子移動部 68 L は、対象物と左側観察光学系（左側変倍光学系 13 L 及び左側結像光学系 14 L）との間の光路において第 1 左側偏向素子 25 L を移動させる。例えば、第 1 右側偏向素子移動部 68 R 又は第 1 左側偏向素子移動部 68 L は、対物レンズ 11 と観察光学系（右側観察光学系、左側観察光学系）との間の光路、対象物と対物レンズ 11 との間の光路、又は観察光（右側観察光、左側観察光）の光路において第 1 右側偏向素子 25 R 又は第 1 左側偏向素子 25 L を視差方向に対応した所定方向に移動させる。

[0131] 第 1 の実施の形態は、手術中において画像（例、視差画像）を視認しながら、ユーザ 150 が立体感を連続的に調整することができる。例えば、観察物を立体視させる手術用実体顕微鏡の左右像をカメラで撮影して 3 D モニタ（ビューワー）などに表示して見ると、通常の接眼で見るとより立体感が過剰につきすぎたり、逆に不足したりする場合がある。これは、輻輳による立体視が顕微鏡の左右観察光路の軸間距離、像倍率、被写界深度だけでなく、モニタの大きさ、モニタの視距離、立体視における個人差などにも影響を受けて変化してしまうためである。

このような場合、手術用顕微鏡では、3 D モニタの大きさ、モニタの視距離、立体視における個人差、及び手術のシーンなどによって、必要とされる立体の飛び出し量（立体角）の微妙な調整が必要となる。

本実施の形態では、ユーザ 150 は、手術中において立体感増加スイッチ 64 や立体感減少スイッチ 66 を選択的に操作して、上記の実体角を連続的に（もしくは段階的に）変化させることによって表示される画像の立体感を

最適に調整することができる。このように、ユーザ150は、環境や手術のシーン等に合わせて立体感を個別にかつ簡単に調整することができる。なお、本実施形態において、上記の実体角は、上記の第1右側偏向素子及び第1左側偏向素子や対応する各移動部などによって、円滑に変化すること、又は段階的に変化することを含む連続的に変化する。

[0132] 第1の実施の形態では、各観察光学系の瞳の位置を、第1右側偏向素子25Rと第2右側偏向素子26Rとの間及び第1左側偏向素子25Lと第2左側偏向素子26Lとの間に各々位置させる。このように、瞳の位置を考慮して第1右側偏向素子25R及び第1左側偏向素子25Lを光路に配置させることによって、第1右側偏向素子25R及び第1左側偏向素子25Lの各々の光を反射する領域（有効径）を比較的小さくすることができる。したがって、第1右側偏向素子25R及び第1左側偏向素子25Lのサイズをできるだけ小さくすることができるため、本実施形態の手術顕微鏡では、立体感を減少するために第1右側偏向素子25Rと第1左側偏向素子25Lとを互いに接近させる際に、第1右側偏向素子25Rと第1左側偏向素子25Lとが干渉することを防止することができる。

例えば、表示される対象物の画像の立体感を増やしたり減らしたりする場合、右側変倍光学系13Rと左側変倍光学系13Lとを実体角が変わるように移動させればよいが、該立体感を減少させる場合、それら変倍光学系のレンズ径による干渉の影響を考えると、該立体感を大きく減少させることは難しい。しかしながら、本実施形態における手術用顕微鏡は、第1右側偏向素子25Rと第1左側偏向素子25Lとを用いて立体感を調整するため、該立体感第1右側偏向素子25Rと第1左側偏向素子25Lとの軸間距離に依存する。上記した通り、第1右側偏向素子25Rと第1左側偏向素子25Lとは、光を反射する有効径を観察光学系（例、左右側の変倍光学系13R、13L）のレンズ径より小さくすることができるため、第1右側偏向素子25Rと第1左側偏向素子25Lとの軸間距離を狭めることによって実体角を小さくでき立体感を大きく減少させることができる。第1右側偏向素子25R

と第1左側偏向素子25Lとの軸間距離は、第1右側偏向素子25Rにおいて右側観察光の光軸15R1が最初に偏向される位置と、第1左側偏向素子25Lにおいて左側観察光の光軸15L1が最初に偏向される位置との視差方向（例、Y方向視でのX方向）における距離を含む。なお、第1右側偏向素子25Rと第1左側偏向素子25Lとの軸間距離は、第1右側偏向素子25Rにおいて右側観察光が入射する有効径の中心、と第1左側偏向素子25Lにおいて左側観察光が入射する有効径の中心との視差方向（例、Y方向視でのX方向）における距離を含む。また、例えば、対物レンズ11を透過した観察光がほぼ平行光として射出される場合、上記の軸間距離は、第1右側偏向素子25Rにおいて右側観察光が偏向される偏向面（例、反射面）における右側観察光の光軸と、第1左側偏向素子25Lにおいて左側観察光が偏向される偏向面における左側観察光の光軸との視差方向（例、Y方向視でのX方向）における距離を含む。

[0133] 上記各効果は、他の実施の形態も同様である。

[0134] [第1の実施の形態の変形例]

次に、第1の実施の形態の変形例を説明する。

（第1の実施の形態の第1の変形例）

第1の実施の形態の第1の変形例を説明する。第1の実施の形態の第1の変形例の構成は第1の実施の形態と略同様であるので、主として異なる部分のみを説明する。

第1の実施の形態の第1の変形例では、第2右側偏向素子26R及び第2左側偏向素子26Lは、移動できないように固定されている。第1の実施の形態の第1の変形例では、第2右側偏向素子移動部70R及び第2左側偏向素子移動部70Lは省略されている。右側撮像光学装置移動部72は、右側撮像光学装置131415RをZ方向に移動する。左側撮像光学装置移動部74は、左側撮像光学装置131415LをZ方向に移動する。

[0135] 第1の実施の形態の第1の変形例の作用は第1の実施の形態と略同様であるので、主として異なる部分のみを説明する。

[0136] 第1の実施の形態では、ステップ84では、図9に示すように、第2右側偏向素子26R及び右側撮像光学装置131415Rと、第2左側偏向素子26L及び左側撮像光学装置移動部74とをそれぞれ、X（正）方向とX（負）方向とに移動させる。

これに対し、第1の変形例では、ステップ84では、図10に示すように、第2右側偏向素子26R及び第2左側偏向素子26Lは移動させず、右側撮像光学装置移動部72及び左側撮像光学装置移動部74はそれぞれ、右側撮像光学装置131415R及び左側撮像光学装置131415LをZ（正）方向に移動させる。なお、右側撮像光学装置131415RをZ（正）方向に移動させる距離は、第1右側偏向素子25R及び右側絞り12Rを移動させる距離に対応する。照明光及び観察光の各々の上記光路長を維持するためである。なお、左側撮像光学装置131415LをZ（正）方向に移動させる距離も同様である。

[0137] 第1の実施の形態では、ステップ92では、第2右側偏向素子26R及び右側撮像光学装置131415Rと、第2左側偏向素子26L及び左側撮像光学装置移動部74とをそれぞれ、X（負）方向とX（正）方向とに移動させる。

これに対し、第1の変形例では、ステップ92では、第2右側偏向素子26R及び第2左側偏向素子26Lは移動させず、右側撮像光学装置移動部72及び左側撮像光学装置移動部74はそれぞれ、右側撮像光学装置131415R及び左側撮像光学装置131415LをZ（負）方向に移動させる。なお、右側撮像光学装置131415RをZ（負）方向に移動させる距離は、第1右側偏向素子25R及び右側絞り12Rを移動させる距離に対応する。照明光及び観察光の各々の上記光路長を維持するためである。なお、左側撮像光学装置131415LをZ（正）方向に移動させる距離も同様である。

[0138] （第1の実施の形態の第2の変形例）

第1の実施の形態の第2の変形例を説明する。第1の実施の形態の第2の

変形例の構成及び作用は第１の実施の形態と略同様であるので、異なる部分のみを説明する。

第１の実施の形態では、立体感増加スイッチ６４又は立体感減少スイッチ６６がオンされた場合、第１右側偏向素子２５Ｒ及び右側絞り１２Ｒ、第１左側偏向素子２５Ｌ及び左側絞り１２Ｌ、右側撮像光学装置１３１４１５Ｒ、左側撮像光学装置１３１４１５Ｌ、右側照明光源光学系１６１８Ｒ、左側照明光源光学系１６１８Ｌを移動している。第２の変形例では、例えば、立体感増加スイッチ６４及び立体感減少スイッチ６６を、左右用の各々用に設け、各スイッチに応じて右側又は左側のみの立体感を調整する。具体的には、右側立体感増加スイッチ、右側立体感減少スイッチ、左側立体感増加スイッチ、及び左側立体感減少スイッチを設ける。例えば、右側立体感増加スイッチがオンされた場合、第１右側偏向素子２５Ｒ及び右側絞り１２Ｒ、右側撮像光学装置１３１４１５Ｒ、及び右側照明光源光学系１６１８Ｒのみを、実体角が大きくなるように、移動する。また、例えば、左側立体感減少スイッチがオンされた場合、第１左側偏向素子２５Ｌ及び左側絞り１２Ｌ、左側撮像光学装置１３１４１５Ｌ、及び左側照明光源光学系１６１８Ｌのみを、実体角が小さくなるように、移動する。

[0139] （第１の実施の形態の第３の変形例）

次に、第１の実施の形態の第３の変形例を説明する。第１の実施の形態の第３の変形例の構成は第１の実施の形態と略同様であるので、異なる部分のみを説明する。

第１の実施の形態では、図２Ａに示すように、右側絞り１２Ｒが配置される位置は、第１右側偏向素子２５Ｒと第２右側偏向素子２６Ｒとの間の光路であり、左側絞り１２Ｌが配置される位置は、第１左側偏向素子２５Ｌと第２左側偏向素子２６Ｌとの間の光路である。

[0140] これに対し、第３の変形例の第１の態様では、図１１に示すように、右側絞り１２Ｒ１が配置される位置は、右側変倍光学系１３Ｒと第２右側偏向素子２６Ｒとの間の光路である。左側絞りが配置される位置も、右側絞り１２

R 1 に対応して、左側変倍光学系 1 3 L と第 2 左側偏向素子 2 6 L との間の光路である。

第 3 の変形例の第 2 の態様では、右側絞り 1 2 R 2 が配置される位置は、第 2 右側偏向素子 2 6 R の第 1 右側偏向素子 2 5 R に向かう側の面である。具体的には、第 2 右側偏向素子 2 6 R の右側観察光が入射する入射面、当該右側観察光が反射する反射面、第 2 右側偏向素子 2 6 R における右側の完全同軸照明光の射出面である。左側絞りが配置される位置も、右側絞り 1 2 R 2 に対応して、第 2 左側偏向素子 2 6 L の第 1 左側偏向素子 2 5 L に向かう側の面である。具体的には、第 2 左側偏向素子 2 6 L の左側観察光が入射する入射面、当該左側観察光が反射する反射面、第 2 左側偏向素子 2 6 L における左側の完全同軸照明光の射出面である。

この場合、左右の各絞りは、開口部と遮光部とを有するマスクとして機能する。

第 3 の変形例の第 3 の態様では、右側絞り 1 2 R 3 が配置される位置は、第 1 右側偏向素子 2 5 R の第 2 右側偏向素子 2 6 R に向かう側の面である。具体的には、第 1 右側偏向素子 2 5 R の右側観察光が入射する入射面及び反射面、第 1 右側偏向素子 2 5 R における右側の完全同軸照明光の入射面及び反射面である。左側絞りが配置される位置も、右側絞り 1 2 R 3 に対応して、第 1 左側偏向素子 2 5 L の第 2 左側偏向素子 2 6 L に向かう側の面である。具体的には、第 1 左側偏向素子 2 5 L の左側観察光が入射する入射面及び反射面、第 1 左側偏向素子 2 5 L における左側の完全同軸照明光の入射面及び反射面である。この場合、左右の各絞りは、開口部と遮光部とを有するマスクとして機能する。

第 3 の変形例の第 4 の態様では、右側絞り 1 2 R 4 が配置される位置は、第 1 右側偏向素子 2 5 R と対物レンズ 1 1 との間の光路である。左側絞りが配置される位置も、右側絞り 1 2 R 4 に対応して、第 1 左側偏向素子 2 5 L と対物レンズ 1 1 との間の光路である。

なお、右側絞り及び左側絞りの配置位置は、第１の態様から第４の態様の各位置ではなく、それらの何れかの位置である。

ステップ８４では、図１２に示すように、右側絞り（１２Ｒ、１２Ｒ１、１２Ｒ４）は、第１右側偏向素子２５Ｒ及び第１左側偏向素子２５Ｌの移動と共に、移動される。なお、左側絞りも同様に移動される。

[0141]（第１の実施の形態の第４の変形例）

次に、第１の実施の形態の第４の変形例を説明する。第１の実施の形態の第４の変形例の構成は第１の実施の形態と略同様であるので、異なる部分のみを説明する。

第１の実施の形態の第４の変形例は、完全同軸照明と近同軸照明とを切り換える例である。

[0142] 第１の実施の形態の第４の変形例では、右側照明光学系及び光源移動部７６及び左側照明光学系及び光源移動部７８に代えて、次の移動部を備えている。具体的には、第１の実施の形態の第４の変形例は、右側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系１８２３Ｒを、Ｚ方向に移動させる右側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系移動部を備える。第１の実施の形態の第４の変形例は、左側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系１８２３Ｌを、Ｚ方向に移動させる左側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系移動部を備える。

[0143] 具体的には、入力装置６３により、完全同軸照明から近同軸照明に切り換える切り換え指示信号が入力された場合、ＣＰＵ５２の制御により右側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系移動部は、右側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系１８２３ＲをＺ（正又は負）方向に、所定距離だけ移動させることにより、右側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系１８２３Ｒを、完全同軸照明から近同軸照明に切り換える。同様に、左側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系移動部は、左側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系１８２３ＬをＺ（正又は負）方向に移動させることにより、左側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系１８２３Ｌを、完全同軸照明から近同軸照明に切り換える。

[0144] また、入力装置 63 により、近同軸照明から完全同軸照明に切り換える切り換え指示信号が入力された場合、CPU 52 の制御により右側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系移動部は、右側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系 1823R を、図 2A に示す位置に戻すことにより、右側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系 1823R を、近同軸照明から完全同軸照明に切り換える。同様に、左側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系移動部は、左側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系 1823L を、図 2A に示す位置に戻すことにより、左側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系 1823L を、近同軸照明から完全同軸照明に切り換える。

[0145] また、完全同軸照明から近同軸照明への切り換え指示信号が入力されている間、右側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系移動部は、右側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系 1823R を Z 方向（正又は負）に移動し続け、左側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系移動部は、左側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系 1823L を Z 方向（正又は負）に移動し続けるようにしてもよい。近同軸照明から完全同軸照明への切り換え指示信号が入力された場合には、右側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系 1823R 及び左側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系 1823L は、図 2A に示す位置に戻される。

[0146] ところで、第 4 の変形例では、右側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系 1823R 及び左側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系 1823L は、Z 方向に移動されるようにしているが、本開示の技術はこれに限定されない。右側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系 1823R 及び左側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系 1823L の移動方向は、Y 方向でもよく、Z 方向及び Y 方向の双方に成分をもつ方向でもよい。具体的には、X 軸に垂直な断面方向でもよい。上記光学系（1823R 及び 1823L を X 軸に垂直な断面方向に動かせば、完全同軸 = 0° だったものを、左右の観察光の光軸に対して、例えば、 2° の角度に、左右の照明光の角度を変えることになる。つまり、例えば、右側について説明すると、X 方向から見た時に、右観察光の

光軸 1 5 R I から照明光軸が半径 r 離れていたとすると、その r が照明角度に変換されるので、一致している（即ち、 $r = 0$ ）場合、完全同軸、離れているとその距離に従って例えば 2° 等の近同軸照明にする。

[0147] 第 1 の実施の形態の第 4 の変形例は、完全同軸照明から近同軸照明に、及び、近同軸照明から完全同軸照明に切り換えることができる。

[0148] 更に、完全同軸照明から、近同軸照明を超えて、斜照明にしてもよい。即ち、右観察光の光軸 1 5 R I から照明光軸が半径 r 離れていたとすると、その距離に従って例えば 6° 等の斜照明にしてもよい。Y 軸から見た断面で、右斜照明の光軸 1 6 R I と右完全同軸照明の光軸 1 8 R I は重なっていてもよい。

[0149] （第 1 の実施の形態の第 5 の変形例）

次に、第 1 の実施の形態の第 5 の変形例を説明する。第 1 の実施の形態の第 5 の変形例の構成は第 1 の実施の形態と略同様であるので、異なる部分のみを説明する。

第 1 の実施の形態では、図 2 A に示すように、右側撮像光学装置 1 3 1 4 1 5 R 及び左側撮像光学装置 1 3 1 4 1 5 L を、対物レンズ 1 1 の Z（正）方向側に配置している。

これに対し、第 5 の変形例では、右側撮像光学装置 1 3 1 4 1 5 R 及び左側撮像光学装置 1 3 1 4 1 5 L を、対物レンズ 1 1 の Y（正又は負）方向側に配置する。第 2 右側偏向素子 2 6 R は、右側観察光を、右側変倍光学系 1 3 R に向かって Y（正又は負）方向に反射する。第 2 左側偏向素子 2 6 L は、左側観察光を、左側変倍光学系 1 3 L に向かって Y（正又は負）方向に反射する。

[0150] [第 2 の実施の形態]

[0151] 次に、本開示の技術の第 2 の実施の形態を説明する。

[0152] 第 2 の実施の形態の手術用顕微鏡 1 0 0 A 2 の構成は、第 1 の実施の形態の手術用顕微鏡 1 0 0 A 1（図 2）と略同様であるので、主として異なる部分を説明する。

[0153] 図 17 には、第 2 の実施の形態の手術用顕微鏡 100A2 の断面図が示されている。

[0154] 第 1 の実施の形態の手術用顕微鏡 100A1（図 2A）では、眼の表面を照明し、眼の表面からの右側観察光（光軸 15R | 参照）及び左側観察光（光軸 15L | 参照）はそれぞれ右側撮像素子 15R 及び左側撮像素子 15L に結像する。

[0155] これに対し、第 2 の実施の形態の手術用顕微鏡 100A2 は、眼の直近に、手動又は自動で配置される前置レンズ 132 を備える。前置レンズ 132 は、非接触タイプと、眼の上に直接設置するコンタクトタイプとがある。前置レンズ 132 は、凸レンズでも凹レンズでもよい。以下、凸レンズの前置レンズ 132 を例にとり説明する。

各照明光（光軸 16R |、16L |、18R |、18L | 参照）は、焦点（物体面）を超え、前置レンズ 132 により、略平行光となり、眼 130 により眼底に結像する。眼 130 の眼底からの右側観察光及び左側観察光は、前置レンズ 132 を介して第 1 右側偏向素子 25R 及び第 1 左側偏向素子 25L に到達する。

[0156] 第 2 の実施の形態は第 1 の実施の形態と同様の効果を有するが、更に、前置レンズ 132 により、眼底の広い範囲を観察することができる。

上記のように、本実施の形態の顕微鏡では、対物レンズ直上に徹照の光路と観察光路とが共用する第 1 右側偏向素子 25R 及び第 1 左側偏向素子 25L を設け、第 1 右側偏向素子 25R 及び第 1 左側偏向素子 25L の近辺に、右側変倍光学系 13R 及び左側変倍光学系 13L の瞳を設けている。これにより、顕微鏡を比較的小型化し、ユーザの正面にモニタを配置することができる。

[0157] [第 3 の実施の形態]

[0158] 次に、本開示の技術の第 3 の実施の形態を説明する。第 3 の実施の形態の手術用顕微鏡の構成は、第 2 の実施の形態の手術用顕微鏡 100A2 と略同様の構成であるので、主として異なる部分を説明する。

[0159] 図18には、第3の実施の形態の手術用顕微鏡100A3の断面図が示されている。手術用顕微鏡100A3は、眼内を照明するファイバ140を備えている。

[0160] 第3の実施の形態は第2の実施の形態と同様の効果を有するが、更に、徹照及び斜照明に加えて、ファイバ140により、眼内を直接照明することができるという効果を有する。

[0161] [第4の実施の形態]

[0162] 次に、本開示の技術の第4の実施の形態を説明する。

[0163] 第4の実施の形態の手術用顕微鏡の構成は、第1の実施の形態の手術用顕微鏡100A1と略同様であるので、主として異なる部分のみを説明する。

[0164] 図19には、第4の実施の形態の手術用顕微鏡100A4の断面図が示されている。図20は、立体感調整（ステップ84）の際の手術用顕微鏡100A4の様子（断面図）を示す。

[0165] 図19に示すように、手術用顕微鏡100A4は、第1の実施の形態における第1右側偏向素子25R及び第1左側偏向素子25Lに代えて、第1右側偏向素子25R1及び右側斜照明光偏向素子25R2と、第1左側偏向素子25L1及び左側斜照明光偏向素子25L2とを備えている。

[0166] 第1右側偏向素子25R1は、本開示の技術の「右側偏向素子」の一例であり、第1左側偏向素子25L1は、本開示の技術の「左側偏向素子」の一例である。

右側斜照明光偏向素子25R2は、本開示の技術の「右側反射偏向素子」の一例であり、左側斜照明光偏向素子25L2は、本開示の技術の「左側反射偏向素子」の一例である。

[0167] 右側斜照明光偏向素子25R2は、右側斜照明光（光軸16R参照）を、対物レンズ11に向かって反射する。また、第1右側偏向素子25R1は、第2右側偏向素子26Rを透過した右側完全同軸照明光（光軸18R参照）を対物レンズ11に向かって反射する。

第1右側偏向素子25R1は、眼から反射し対物レンズ11を透過した反

射光である観察光の少なくとも一部（光軸 1 5 R | 参照）を、第 2 右側偏向素子 2 6 R を介して、右側撮像光学装置 1 3 1 4 1 5 R の光路へ偏向することにより、右側観察光を形成する。

[0168] 左側斜照明光偏向素子 2 5 L 2 は、左側斜照明光（光軸 1 6 L | 参照）を、対物レンズ 1 1 に向かって反射する。また、第 1 左側偏向素子 2 5 L 1 は、第 2 左側偏向素子 2 6 L を透過した左側完全同軸照明光（光軸 1 8 L | 参照）を対物レンズ 1 1 に向かって反射する。

第 1 左側偏向素子 2 5 L 1 は、眼から反射し対物レンズ 1 1 を透過した反射光である観察光の少なくとも一部（光軸 1 5 L | 参照）を、第 2 左側偏向素子 2 6 L を介して、左側撮像光学装置 1 3 1 4 1 5 L の光路へ偏向することにより、左側観察光を形成する。

[0169] 図 2 0 に示すように、ステップ 8 4 では、第 2 右側偏向素子 2 6 R は固定され、第 1 右側偏向素子 2 5 R 1、右側斜照明光偏向素子 2 5 R 2、及び右側絞り 1 2 R が、X（正）方向に移動される。さらに、右側照明光源光学系 1 6 1 8 R が X（正）方向に移動され、右側撮像光学装置 1 3 1 4 1 5 R が Z（正）方向に移動される。

同様に、ステップ 8 4 では、第 2 左側偏向素子 2 6 L は固定され、第 1 左側偏向素子 2 5 L 1、左側斜照明光偏向素子 2 5 L 2、及び左側絞り 1 2 L が、X（負）方向に移動される。さらに、左側照明光源光学系 1 6 1 8 L が X（負）方向に移動され、左側撮像光学装置 1 3 1 4 1 5 L が Z（正）方向に移動される。

そして、ステップ 9 2 では、第 1 右側偏向素子 2 5 R 1、右側斜照明光偏向素子 2 5 R 2、及び右側絞り 1 2 R が、X（負）方向に移動される。さらに、右側照明光源光学系 1 6 1 8 R が X（負）方向に移動され、右側撮像光学装置 1 3 1 4 1 5 R が Z（負）方向に移動される。

同様に、ステップ 9 2 では、第 1 左側偏向素子 2 5 L 1、左側斜照明光偏向素子 2 5 L 2、左側絞り 1 2 L が、X（正）方向に移動される。さらに、左側照明光源光学系 1 6 1 8 L が X（正）方向に移動され、左側撮像光学装

置 1 3 1 4 1 5 L が Z（負）方向に移動される。

[0170] なお、第 4 の実施の形態では、第 1 右側偏向素子移動部 6 8 R は、第 1 右側偏向素子 2 5 R 1 を移動させ、第 1 左側偏向素子移動部 6 8 L は、第 1 左側偏向素子 2 5 L 1 を移動させる。第 4 の実施の形態では、第 2 右側偏向素子移動部 7 0 R は、右側斜照明光偏向素子 2 5 R 2 を移動させ、第 2 左側偏向素子移動部 7 0 L は、左側斜照明光偏向素子 2 5 L 2 を移動させる。

[0171] なお、図 20 に示す例とは異なり、ステップ 8 4 では、第 2 右側偏向素子 2 6 R を X（正）方向に移動され、右側撮像光学装置 1 3 1 4 1 5 R も、X（正）方向に移動されるようにしてもよい。ステップ 8 4 では、第 2 左側偏向素子 2 6 L を、X（負）方向に移動され、左側撮像光学装置 1 3 1 4 1 5 L が、X（負）方向に移動されるようにしてもよい。

ステップ 9 2 では、第 2 右側偏向素子 2 6 R を X（負）方向に移動され、右側撮像光学装置 1 3 1 4 1 5 R も、X（負）方向に移動されるようにしてもよい。ステップ 9 2 では、第 2 左側偏向素子 2 6 L を、X（正）方向に移動され、左側撮像光学装置 1 3 1 4 1 5 L が、X（正）方向に移動されるようにしてもよい。

[0172] 第 4 の実施の形態では、第 1 右側偏向素子 2 5 R 1 は、右側完全同軸照明光（光軸 1 8 R | 参照）と右側観察光（光軸 1 5 R | 参照）とのための共用の偏向素子として機能する。第 1 左側偏向素子 2 5 L 1 は、左側完全同軸照明光（光軸 1 8 L | 参照）と左側観察光（光軸 1 5 L | 参照）とのための共用の偏向素子として機能する。

第 4 の実施の形態では、第 1 右側偏向素子 2 5 R 1 及び第 1 左側偏向素子 2 5 L 1 は、眼から反射し且つ対物レンズ 1 1 を透過した反射光を反射することにより、右側観察光及び左側観察光を形成する。第 2 右側偏向素子 2 6 R 及び第 2 左側偏向素子 2 6 L は、右側観察光及び左側観察光を、右側撮像光学装置 1 3 1 4 1 5 R 及び左側撮像光学装置 1 3 1 4 1 5 L に向かって反射する。よって、右側観察光及び左側観察光のルート（例、光路）の光学設計の自由度が大きい。

[0173] [第4の実施の形態の変形例]

[0174] 次に、本開示の技術の第4の実施の形態の変形例を説明する。

[0175] (第1の変形例)

第1の変形例の手術用顕微鏡の構成は、第4の実施の形態の手術用顕微鏡100A4(図19)と略同様であるので、主として異なる部分を説明する。

[0176] 第4の実施の形態の手術用顕微鏡100A4(図19)では、眼の表面を照明し、眼の表面からの右側観察光及び左側観察光はそれぞれ右側撮像素子15R及び左側撮像素子15Lに結像する。

[0177] これに対し、第1の変形例の手術用顕微鏡100A5は、前置レンズ132(図17参照)を備える。

第1の変形例の形態は第4の実施の形態と同様の効果、及び、前置レンズ132により、眼底の広い範囲を観察することができるという効果を有する。

[0178] (第2の変形例)

[0179] 次に、本開示の技術の第2の変形例を説明する。第2の変形例の手術用顕微鏡の構成は、第3の実施の形態の手術用顕微鏡100A3と略同様の構成であるので、主として異なる部分を説明する。

第2の変形例は、眼内を照明するファイバ140(図18参照)を備えている。

[0180] 第2の変形例は、第4の実施の形態と同様の効果を有するが、更に、徹照及び斜照明に加えて、ファイバ140により、眼内を直接照明することができるという効果を有する。

[0181] [第5の実施の形態]

[0182] 次に、本開示の技術の第5の実施の形態を説明する。

[0183] 第5の実施の形態の手術用顕微鏡の構成は、第4の実施の形態の手術用顕微鏡100A4と略同様であるので、主として異なる部分のみを説明する。

[0184] 図21には、第5の実施の形態の手術用顕微鏡100Bの断面図が示され

ている。図 22 には、立体感調整の際の手術用顕微鏡 100B の様子（断面図）が示されている。

図 21 に示すように、手術用顕微鏡 100B は、第 1 の実施の形態における第 1 右側偏向素子 25R 及び第 1 左側偏向素子 25L に代えて、第 1 右側偏向素子 125R1 及び右側斜照明光偏向素子 125R2 と、第 1 左側偏向素子 125L1 及び左側斜照明光偏向素子 125L2 とを備えている。

[0185] 第 1 右側偏向素子 125R1 は、本開示の技術の「右側偏向素子」の一例であり、第 1 左側偏向素子 125L1 は、本開示の技術の「左側偏向素子」の一例である。右側斜照明光偏向素子 125R2 は、本開示の技術の「右側反射偏向素子」の一例であり、左側斜照明光偏向素子 125L2 は、本開示の技術の「左側反射偏向素子」の一例である。

[0186] 右側斜照明光偏向素子 125R2 は、右側斜照明光を、対物レンズ 11 に向かって反射する。第 1 右側偏向素子 125R1 は、第 2 右側偏向素子 26R を透過した右側完全同軸照明光を対物レンズ 11 に向かって反射する。

第 1 右側偏向素子 125R1 は、眼から反射し対物レンズ 11 を透過した反射光である観察光の少なくとも一部を、第 2 右側偏向素子 26R を介して、右側撮像光学装置 131415R の光路へ偏向することにより、右側観察光を形成する。

[0187] 左側斜照明光偏向素子 125L2 は、左側斜照明光を、対物レンズ 11 に向かって反射する。第 1 左側偏向素子 125L1 は、第 2 左側偏向素子 26L を透過した左側完全同軸照明光を対物レンズ 11 に向かって反射する。

第 1 左側偏向素子 125L1 は、眼から反射し対物レンズ 11 を透過した反射光である観察光の少なくとも一部を、第 2 左側偏向素子 26L を介して、左側撮像光学装置 131415L の光路へ偏向することにより、左側観察光を形成する。

[0188] 図 22 に示すように、ステップ 84 では、第 2 右側偏向素子 26R は固定され、第 1 右側偏向素子 125R1、右側斜照明光偏向素子 125R2、及び右側絞り 12R が、X（正）方向に移動される。右側照明光源光学系 16

1 8 R が、X（正）方向に移動される。右側撮像光学装置 1 3 1 4 1 5 R が、Z（正）方向に移動される。

ステップ 8 4 では、第 2 左側偏向素子 2 6 L は固定され、第 1 左側偏向素子 1 2 5 L 1、左側斜照明光偏向素子 1 2 5 L 2、及び左側絞り 1 2 L が、X（負）方向に移動される。左側照明光源光学系 1 6 1 8 L が、X（負）方向に移動される。左側撮像光学装置 1 3 1 4 1 5 L が、Z（正）方向に移動される。

ステップ 9 2 では、第 1 右側偏向素子 1 2 5 R 1、右側斜照明光偏向素子 1 2 5 R 2、及び右側絞り 1 2 R が、X（負）方向に移動される。右側照明光源光学系 1 6 1 8 R が、X（負）方向に移動される。右側撮像光学装置 1 3 1 4 1 5 R が、Z（負）方向に移動される。

ステップ 9 2 では、第 1 左側偏向素子 1 2 5 L 1、左側斜照明光偏向素子 1 2 5 L 2、左側絞り 1 2 L が、X（正）方向に移動される。左側照明光源光学系 1 6 1 8 L が、X（正）方向に移動される。左側撮像光学装置 1 3 1 4 1 5 L が、Z（負）方向に移動される。

[0189] なお、第 5 の実施の形態では、第 1 右側偏向素子移動部 6 8 R は、第 1 右側偏向素子 1 2 5 R 1 を移動させ、第 1 左側偏向素子移動部 6 8 L は、第 1 左側偏向素子 1 2 5 L 1 を移動させる。また、第 5 の実施の形態では、第 2 右側偏向素子移動部 7 0 R は、右側斜照明光偏向素子 1 2 5 R 2 を移動させ、第 2 左側偏向素子移動部 7 0 L は、左側斜照明光偏向素子 1 2 5 L 2 を移動させる。

[0190] なお、図 2 2 に示す例とは異なり、ステップ 8 4 では、第 2 右側偏向素子 2 6 R を X（正）方向に移動され、右側撮像光学装置 1 3 1 4 1 5 R も、X（正）方向に移動されるようにしてもよい。同様に、ステップ 8 4 では、第 2 左側偏向素子 2 6 L を、X（負）方向に移動され、左側撮像光学装置 1 3 1 4 1 5 L が、X（負）方向に移動されるようにしてもよい。

さらに、ステップ 9 2 では、第 2 右側偏向素子 2 6 R を X（負）方向に移動され、右側撮像光学装置 1 3 1 4 1 5 R も、X（負）方向に移動されるよ

うにしてもよい。ステップ92では、第2左側偏向素子26Lを、X（正）方向に移動され、左側撮像光学装置131415Lが、X（正）方向に移動されるようにしてもよい。

[0191] 第5の実施の形態は第4の実施の形態と同様の効果を有する。

[0192] [第5の実施の形態の変形例]

[0193] 次に、本開示の技術の第5の実施の形態の変形例を説明する。

[0194] （第1の変形例）

第1の変形例は、ステップ84では、右側斜照明光偏向素子125R2及び右側斜照明光源斜照明光学系1621Rを固定し、第1右側偏向素子125R1、右側絞り12R、右側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系1823Rが、X（正）方向に移動される。右側撮像光学装置131415Rが、Z（正）方向に移動される。

ステップ84では、左側斜照明光偏向素子125L2及び左側斜照明光源斜照明光学系1621Lを固定し、第1左側偏向素子125L1、左側絞り12L、左側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系1823Lが、X（負）方向に移動される。左側撮像光学装置131415Lが、Z（正）方向に移動される。

ステップ92では、右側斜照明光偏向素子125R2及び右側斜照明光源斜照明光学系1621Rを固定し、第1右側偏向素子125R1、右側絞り12R、右側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系1823Rが、X（負）方向に移動される。右側撮像光学装置131415Rが、Z（負正）方向に移動される。

ステップ92では、左側斜照明光偏向素子125L2及び左側斜照明光源斜照明光学系1621Lを固定し、第1左側偏向素子125L1、左側絞り12L、左側完全同軸照明光源完全同軸照明光学系1823Lが、X（正）方向に移動される。左側撮像光学装置131415Lが、Z（負）方向に移動される。

[0195] （第2の変形例）

第2の変形例は、前置レンズ132（図17参照）を備える。

[0196]（第3の変形例）

第3の変形例は、ファイバ140を備えている。

[0197] [第6の実施の形態]

[0198] 次に、本開示の技術の第6の実施の形態を説明する。

[0199] 第6の実施の形態の手術用顕微鏡の構成は、第1の実施の形態の手術用顕微鏡100A1と略同様の構成であるので、主として異なる部分を説明する。

[0200] 図23には、第6の実施の形態の手術用顕微鏡100Cの断面図が示されている。

[0201] 手術用顕微鏡100Cは、第1右側偏向素子125R及び第1左側偏向素子125Lを備えている。

第1右側偏向素子125Rは、本開示の技術の「右側偏向素子」の一例であり、第1左側偏向素子125Lは、本開示の技術の「左側偏向素子」の一例である。

[0202] 右側斜照明光源16R及び右側斜照明光学系21Rは、右側斜照明光源16Rから発せられた右側斜照明光が、Z（負）方向に発せられ、対物レンズ11に直接到達するように、配置されている。

[0203] 右側完全同軸照明光源18R及び右側完全同軸照明光学系23Rは、右側完全同軸照明光源18Rにより発せられた右側完全同軸照明光が第1右側偏向素子125Rを透過して対物レンズ11に到達するように、配置されている。

[0204] 左側斜照明光源16L及び左側斜照明光学系21Lは、左側斜照明光源16Lから発せられた左側斜照明光が、Z（負）方向に発せられ、対物レンズ11に直接到達するように、配置されている。

[0205] 左側完全同軸照明光源18L及び左側完全同軸照明光学系23Lは、左側完全同軸照明光源18Lにより発せられた左側完全同軸照明光が第1左側偏向素子125Lを透過して対物レンズ11に到達するように、配置されてい

る。

[0206] ステップ84では、第2右側偏向素子26Rは固定され、第1右側偏向素子125R、及び右側絞り12Rが、X（正）方向に移動される。右側照明光源光学系1618Rが、X（正）方向に移動される。右側撮像光学装置131415Rが、Z（正）方向に移動される。

ステップ84では、第2左側偏向素子26Lは固定され、第1左側偏向素子125L、及び左側絞り12Lが、X（負）方向に移動される。左側照明光源光学系1618Lが、X（負）方向に移動される。左側撮像光学装置131415Lが、Z（正）方向に移動される。

ステップ92では、第1右側偏向素子125R、及び右側絞り12Rが、X（負）方向に移動される。右側照明光源光学系1618Rが、X（負）方向に移動される。右側撮像光学装置131415Rが、Z（負）方向に移動される。

ステップ92では、第1左側偏向素子125L、左側絞り12Lが、X（正）方向に移動される。左側照明光源光学系1618Lが、X（正）方向に移動される。左側撮像光学装置131415Lが、Z（負）方向に移動される。

[0207] 第6の実施の形態は第1の実施の形態と同様の効果を有する。

第6の実施の形態は、前置レンズ132（図17参照）を備えたり、ファイバ140（図18参照）を備えたりしてもよい。

[0208] [第7の実施の形態]

[0209] 次に、本開示の技術の第7の実施の形態を説明する。

[0210] 第7の実施の形態の手術用顕微鏡の構成は、第5の実施の形態の手術用顕微鏡100Bと略同様の構成であるので、主として異なる部分を説明する。

[0211] 図24には、第7の実施の形態の手術用顕微鏡100Dの断面図が示されている。

[0212] 図24に示すように、第7の実施の形態の手術用顕微鏡100Dは、第5の実施の形態の手術用顕微鏡100B（図21参照）の第1右側偏向素子1

25R1及び第1左側偏向素子125L1の代わりに、右側透過反射素子125R11及び左側透過反射素子125L11を備えている。

[0213] 手術用顕微鏡100Dでは、第5の実施の形態の手術用顕微鏡100Bの第2右側偏向素子26R及び第2左側偏向素子26Lが省略されている。

[0214] 右側透過反射素子125R11には、右側完全同軸照明光が直接到達し、右側透過反射素子125R11は、右側完全同軸照明光を対物レンズ11に向かって反射し、眼からの反射光を透過する。右側透過反射素子125R11を透過した眼からの反射光である右側観察光は、右側変倍光学系13Rに入射する。右側透過反射素子125R11と右側変倍光学系13Rとの間に、右側絞り12Rが配置されている。

[0215] 左側透過反射素子125L11には、左側完全同軸照明光が直接到達し、左側透過反射素子125L11は、左側完全同軸照明光を対物レンズ11に向かって反射し、眼からの反射光を透過する。左側透過反射素子125L11を透過した眼からの反射光である左側観察光は、左側変倍光学系13Lに入射する。左側透過反射素子125L11と左側変倍光学系13Lとの間に、左側絞り12Lが配置されている。

右側斜照明光偏向素子125R2は、右側斜照明光を、対物レンズ11に向かって反射する。左側斜照明光偏向素子125L2は、左側斜照明光を、対物レンズ11に向かって反射する。

右側透過反射素子125R11は、本開示の技術の「右側透過素子」の一例である。

左側透過反射素子125L11は、本開示の技術の「左側透過素子」の一例である。右側斜照明光偏向素子125R2は、本開示の技術の「右側反射偏向素子」の一例である。左側斜照明光偏向素子125L2は、本開示の技術の「左側反射偏向素子」の一例である。

[0216] 右側の各要素は同一の第1の移動基板に配置されており、左側の各要素は同一の第2の移動基板に配置されている。

[0217] 立体感調整（ステップ84、ステップ92）のため、移動機構を介して第

1の移動基板が移動され、移動機構を介して第2の移動基板が移動される。

[0218] 第7の実施の形態は第5の実施の形態と同様の効果を有する。

第7の実施の形態は、前置レンズ132（図17参照）を備えたり、ファイバ140（図18参照）を備えたりしてもよい。

[0219] [変形例]

[0220] 第1の実施の形態から第7の実施の形態では、コンピュータを利用したソフトウェア構成により制御処理が実現される形態例を示したが、本開示の技術はこれに限定されるものではない。例えば、コンピュータを利用したソフトウェア構成に代えて、FPGA又はASIC等のハードウェア構成のみによって、制御処理が実行されるようにしてもよい。制御処理がソフトウェア構成とハードウェア構成との組み合わせた構成によって実行されるようにしてもよい。また、本実施形態に記載の手術顕微鏡は、用途に応じて、対象物から生じる蛍光、りん光、又は赤外光を観察光として受光する構成にしてもよい。

[0221] 本明細書に記載された全ての文献、特許出願及び技術規格は、個々の文献、特許出願及び技術規格が参照により取り込まれることが具体的かつ個々に記された場合と同程度に、本明細書中に参照により取り込まれる。

[0222] 以上の実施の形態に関し、更に以下の付記を開示する。

[0223] （付記1）

対物レンズと、

各々前記対物レンズと変倍光学系との間に設けられ且つ各々の照明光を、前記対物レンズを介して対象物に向かって反射すると共に、前記対象物から反射し且つ前記対物レンズを透過した反射光を各々反射することにより、右側観察光を形成する右側偏向素子及び左側観察光を形成する左側偏向素子と、

を備え、

前記右側偏向素子及び前記左側偏向素子は、前記反射光を反射した場合、前記反射光を、前記右側観察光と前記左側観察光とが互いに近づく方向と異

なる方向に反射する、

顕微鏡。

付記 1 の発明は、右側偏向素子及び左側偏向素子の各々は、照明光を、前記対物レンズを介して対象物に向かって反射すると共に、前記対象物から反射し且つ前記対物レンズを透過した反射光を反射することにより、上記の照明光路と観察光路とを共用し、右側偏向素子及び左側偏向素子の各々は、対象物から反射し且つ対物レンズを透過した反射光を反射するので、薄型に寄与できる。

符号の説明

- [0224] 1 1 対物レンズ
- 1 2 R 右側絞り
- 1 2 L 左側絞り
- 1 3 L 左側変倍光学系
- 1 3 R 右側変倍光学系
- 1 4 L 左側結像光学系
- 1 4 R 右側結像光学系
- 1 5 L 左側撮像素子
- 1 5 R 右側撮像素子
- 1 6 L 左側斜照明光源
- 1 6 R 右側斜照明光源
- 1 8 L 左側完全同軸照明光源
- 1 8 R 右側完全同軸照明光源
- 2 1 L 左側斜照明光学系
- 2 1 R 右側斜照明光学系
- 2 3 L 左側完全同軸照明光学系
- 2 3 R 右側完全同軸照明光学系
- 2 5 R 第 1 右側偏向素子
- 2 5 L 第 1 左側偏向素子

2 6 R 第2右側偏向素子
2 6 L 第2左側偏向素子
6 4 立体感増加スイッチ
6 6 立体感減少スイッチ
6 8 R 第1右側偏向素子移動部
6 8 L 第1左側偏向素子移動部
6 9 R 右側絞り移動部
6 9 L 左側絞り移動部
8 5 右側絞り径変更部
8 7 左側絞り径変更部
1 0 0 A D 表示装置
1 6 1 8 R 右側照明光源光学系
1 6 1 8 L 左側照明光源光学系
2 5 R 1 第1右側偏向素子
2 5 L 1 第1左側偏向素子
2 5 R 2 右側斜照明光偏向素子
2 5 L 2 左側斜照明光偏向素子
1 2 5 R 第1右側偏向素子
1 2 5 L 第1左側偏向素子
1 2 5 R 1 第1右側偏向素子
1 2 5 L 1 第1左側偏向素子
1 2 5 R 2 右側斜照明光偏向素子
1 2 5 L 2 左側斜照明光偏向素子
1 2 5 R 1 1 右側透過反射素子
1 2 5 L 1 1 左側透過反射素子

請求の範囲

- [請求項1] 対物レンズと、
対象物からの観察光に含まれる右側観察光を右側撮像素子に結像する右側観察光学系と、
前記対象物からの観察光に含まれる左側観察光を左側撮像素子に結像する左側観察光学系と、
前記対物レンズと前記右側観察光学系との間に設けられ、前記対象物を照明する右側照明光を反射すると共に、前記対象物から生じる前記右側観察光を前記右側観察光学系へ偏向する右側偏向素子と、
前記対物レンズと前記左側観察光学系との間に設けられ、前記対象物を照明する左側照明光を反射すると共に、前記対象物から生じる前記左側観察光を前記左側観察光学系へ偏向する左側偏向素子と、
を備え、
前記右側偏向素子は、前記右側観察光を、前記対物レンズの光軸の方向に対して交差する方向に偏向するように配置され、
前記左側偏向素子は、前記左側観察光を、前記対物レンズの光軸の方向に対して交差する方向に偏向するように配置されている、
顕微鏡。
- [請求項2] 前記右側偏向素子及び前記左側偏向素子は、前記右側観察光と前記左側観察光とが互いに近づく方向と異なる方向に偏向する、請求項1に記載の顕微鏡。
- [請求項3] 前記右側偏向素子及び前記左側偏向素子は、前記対物レンズの光軸の方向視において、前記右側観察光及び前記左側観察光を互いに異なる方向に反射する
請求項1又は請求項2に記載の顕微鏡。
- [請求項4] 前記右側偏向素子は、前記対物レンズの光軸に垂直な方向の成分を持つように、前記右側観察光を反射し、
前記左側偏向素子は、前記右側偏向素子における前記右側観察光の

偏向方向とは異なる方向に前記左側観察光を反射する、

請求項 1 から請求項 3 の何れか 1 項に記載の顕微鏡。

[請求項5] 前記右側偏向素子は、前記右側観察光を鉛直方向に直交する方向に偏向する

前記左側偏向素子は、前記左側観察光を鉛直方向に直交する方向に偏向する

請求項 1 から請求項 4 の何れか 1 項に記載の顕微鏡。

[請求項6] 前記右側偏向素子及び前記左側偏向素子は、前記右側観察光及び前記左側観察光を、前記対物レンズの光軸に対して交差する方向を含む平面に沿って互いに異なる方向に、反射する

請求項 1 から請求項 5 の何れか 1 項に記載の顕微鏡。

[請求項7] 前記右側照明光を生成する右側照明光学系と、
前記左側照明光を生成する左側照明光学系と、
を更に備える請求項 1 から請求項 6 の何れか 1 項に記載の顕微鏡。

[請求項8] 前記右側照明光には、種類が異なる第 1 の右側照明光と第 2 の右側照明光との少なくとも一方が含まれ、

前記左側照明光には、種類が異なる第 1 の左側照明光と第 2 の左側照明光との少なくとも一方が含まれる、

請求項 1 から請求項 7 の何れか 1 項に記載の顕微鏡。

[請求項9] 前記右側観察光の光軸に対する前記第 2 の右側照明光の光軸の角度は、前記右側観察光の光軸に対する前記第 1 の右側照明光の光軸の角度よりも大きく、

前記左側観察光の光軸に対する前記第 2 の左側照明光の光軸の角度は、前記左側観察光の光軸に対する前記第 1 の左側照明光の光軸の角度よりも大きい、

請求項 8 に記載の顕微鏡。

[請求項10] 光軸が前記右側観察光の光軸および前記左側観察光の光軸の少なくとも一方と一致する完全同軸照明光と、

光軸が前記右側観察光の光軸および前記左側観察光の光軸の少なくとも一方と所定角度ずれている近同軸照明光と、

の少なくとも一方が含まれる、

請求項 8 又は請求項 9 の何れか 1 項に記載の顕微鏡。

[請求項11] 前記右側照明光及び前記左側照明光の各々は、徹照用の照明光と斜照明用の照明光とを含む、

請求項 8 から請求項 10 の何れか 1 項に記載の顕微鏡。

[請求項12] 前記右側偏向素子は、前記第 1 の右側照明光及び前記第 2 の右側照明光を反射し、

前記左側偏向素子は、前記第 1 の左側照明光及び前記第 2 の左側照明光を反射する、

請求項 8 から請求項 11 の何れか 1 項に記載の顕微鏡。

[請求項13] 前記右側偏向素子は、前記第 1 の右側照明光及び前記第 2 の右側照明光の一方のみを反射又は透過し、

前記左側偏向素子は、前記第 1 の左側照明光及び前記第 2 の左側照明光の一方のみを反射又は透過し、

請求項 8 から請求項 11 の何れか 1 項に記載の顕微鏡。

[請求項14] 前記右側偏向素子は、前記第 1 の右側照明光及び前記第 2 の右側照明光の一方のみを反射し、

前記左側偏向素子は、前記第 1 の左側照明光及び前記第 2 の左側照明光の一方のみを反射し、

前記第 1 の右側照明光及び前記第 2 の右側照明光の他方のみを前記対象物に向かって反射する右側反射偏向素子と、

前記第 1 の左側照明光及び前記第 2 の左側照明光の他方のみを前記対象物に向かって反射する左側反射偏向素子と、

を更に備える、

請求項 13 に記載の顕微鏡。

[請求項15] 前記右側観察光学系と前記右側偏向素子との間に配置され、前記右

側偏向素子への照明光及び前記右側偏向素子からの前記右側観察光の一方を透過し且つ他方を反射する右側透過反射素子と、

前記左側観察光学系と前記左側偏向素子との間に配置され、前記左側偏向素子への照明光及び前記左側偏向素子からの前記左側観察光の一方を透過し且つ他方を反射する左側透過反射素子と、

を更に備える、請求項 1 から請求項 12 の何れか 1 項に記載の顕微鏡。

[請求項16] 前記右側照明光及び前記左側照明光は、徹照用の照明光である、請求項 1 から請求項 7 の何れか 1 項に記載の顕微鏡。

[請求項17] 前記右側観察光の光軸および前記左側観察光の光軸が前記対象物の位置でなす実体角が連続的に変化するように、前記右側偏向素子および前記左側偏向素子の少なくとも一方を移動させる移動部を更に備える、

請求項 1 から請求項 16 の何れか 1 項に記載の顕微鏡。

[請求項18] 前記移動部は、前記右側偏向素子および前記左側偏向素子の各々を左右対称に移動させる、

請求項 17 に記載の顕微鏡。

[請求項19] 前記右側観察光学系は、前記右側観察光学系と前記対物レンズとの間に、前記右側観察光の光軸に垂直な前記右側観察光の光束の有効面積が、前記右側観察光学系の前記対物レンズに最も近い位置における有効面積および前記対物レンズの前記右側観察光学系に最も近い位置における有効面積よりも小さい極小となる位置が存在するように、形成され、

前記左側観察光学系は、前記左側観察光学系と前記対物レンズとの間に、前記左側観察光の光軸に垂直な前記左側観察光の光束の有効面積が、前記左側観察光学系の前記対物レンズに最も近い位置における有効面積および前記対物レンズの前記左側観察光学系に最も近い位置における有効面積よりも小さい極小となる位置が存在するように、形

成されている、

請求項 1 から請求項 18 の何れか 1 項に記載の顕微鏡。

[請求項20]

前記右側観察光の光軸に垂直な前記右側観察光の光束の有効面積が極小となる位置は、前記右側観察光学系の瞳の位置であり、

前記左側観察光の光軸に垂直な前記左側観察光の光束の有効面積が最小となる位置は、前記左側観察光学系の瞳の位置である、

請求項 19 に記載の顕微鏡。

[請求項21]

前記右側観察光学系と前記対物レンズとの間に配置され、前記右側観察光の光軸に垂直な前記右側観察光の光束の有効面積を制限する右側絞りと、

前記左側観察光学系と前記対物レンズとの間に配置され、前記左側観察光の光軸に垂直な前記左側観察光の光束の有効面積を制限する左側絞りと、

を更に備える、請求項 1 から請求項 20 の何れか 1 項に記載の顕微鏡。

[請求項22]

前記右側観察光学系には、右側変倍光学系が含まれ、

前記左側観察光学系には、左側変倍光学系が含まれ、

前記右側絞りおよび前記左側絞りの各々は、可変絞りであり、

前記右側観察光学系の倍率に基づいて前記右側絞りが調整されることにより、前記右側観察光における前記有効面積が調整され、

前記左側観察光学系の倍率に基づいて前記左側絞りが調整されることにより、前記左側観察光における前記有効面積が調整される、

請求項 21 に記載の顕微鏡。

[請求項23]

前記右側観察光学系の倍率が低倍端から高倍端に変倍するのに連動して、前記右側絞りの絞り径が大きくなるように、前記右側絞りを制御する右側絞り径調整部と、

前記左側観察光学系の倍率が低倍端から高倍端に変倍するのに連動して、前記左側絞りの絞り径が大きくなるように、前記左側絞りを制

御する左側絞り径調整部と、

を更に備える、請求項 2 2 に記載の顕微鏡。

[請求項24] 前記右側絞り径調整部は、前記右側絞りの絞り径がズーム倍率ごとに予め定められた最大径以下となるように、前記右側絞りを調整し、
前記左側絞り径調整部は、前記左側絞りの絞り径がズーム倍率ごとに予め定められた最大径以下となるように、前記左側絞りを調整する、

請求項 2 3 に記載の顕微鏡。

[請求項25] 前記右側偏向素子の移動に基づいて前記右側絞りを移動させる右側絞り移動部と、前記左側偏向素子の移動に基づいて前記左側絞りを移動させる左側絞り移動部とを備える、

請求項 2 2 から請求項 2 4 の何れか 1 項に記載の顕微鏡。

[請求項26] 前記右側偏向素子は、前記対物レンズと前記右側変倍光学系との間に配置され、

前記左側偏向素子は、前記対物レンズと前記左側変倍光学系との間に配置されている

請求項 2 2 から請求項 2 5 の何れか 1 項に記載の顕微鏡。

[請求項27] 前記右側偏向素子の大きさが、前記右側観察光の光軸に垂直な前記右側観察光の光束の有効面積が所定の面積になるように定められ、

前記左側偏向素子の大きさが、前記左側観察光の光軸に垂直な前記左側観察光の光束の有効面積が所定の面積になるように定められている、

請求項 1 から請求項 2 1 の何れか 1 項に記載の顕微鏡。

[請求項28] 前記右側偏向素子に、前記右側観察光の光軸に垂直な前記右側観察光の光束の有効面積が所定の面積になるように、光を遮光するマスクが設置され、

前記左側偏向素子に、前記左側観察光の光軸に垂直な前記左側観察光の光束の有効面積が所定の面積になるように、光を遮光するマスク

が設置されている、

請求項 1 から請求項 2 1 の何れか 1 項に記載の顕微鏡。

[請求項29] 前記右側観察光および前記左側観察光により得られる画像を表示する表示部を更に備え、

前記表示部は、ユーザが前記顕微鏡の正面側から視認している状態での前記顕微鏡の本体を対象とした第 1 の視野領域から外れた領域に前記画像を表示し、

または、

前記顕微鏡の本体は、ユーザが前記顕微鏡の正面側から視認している状態での前記画像を対象とした第 2 の視野領域から外れた領域に配置される、

請求項 1 から請求項 2 8 の何れか 1 項に記載の顕微鏡。

[請求項30] 対物レンズと、

対象物からの観察光に含まれる右側観察光を右側撮像素子に結像する右側観察光学系と、

前記対象物からの観察光に含まれる左側観察光を左側撮像素子に結像する左側観察光学系と、

前記対物レンズと前記右側観察光学系との間に設けられ、前記対象物を照明する右側照明光を反射すると共に、前記対象物から生じる前記右側観察光を前記右側観察光学系へ透過する右側透過素子と、

前記対物レンズと前記左側観察光学系との間に設けられ、前記対象物を照明する左側照明光を反射すると共に、前記対象物から生じる前記左側観察光を前記左側観察光学系へ透過する左側透過素子と、

を備える、顕微鏡。

[請求項31] 前記右側照明光を生成する右側照明光学系と、

前記左側照明光を生成する左側照明光学系と、

を更に備える請求項 3 0 に記載の顕微鏡。

[請求項32] 前記右側照明光及び前記左側照明光の各々には、種類が異なる第 1

の照明光と第2の照明光との少なくとも一方が含まれる、

請求項31に記載の顕微鏡。

[請求項33] 前記右側透過素子は、前記右側照明光の前記第1の照明光及び前記第2の照明光の一方のみを反射し、

前記左側透過素子は、前記左側照明光の前記第1の照明光及び前記第2の照明光の一方のみを反射し、

請求項32に記載の顕微鏡。

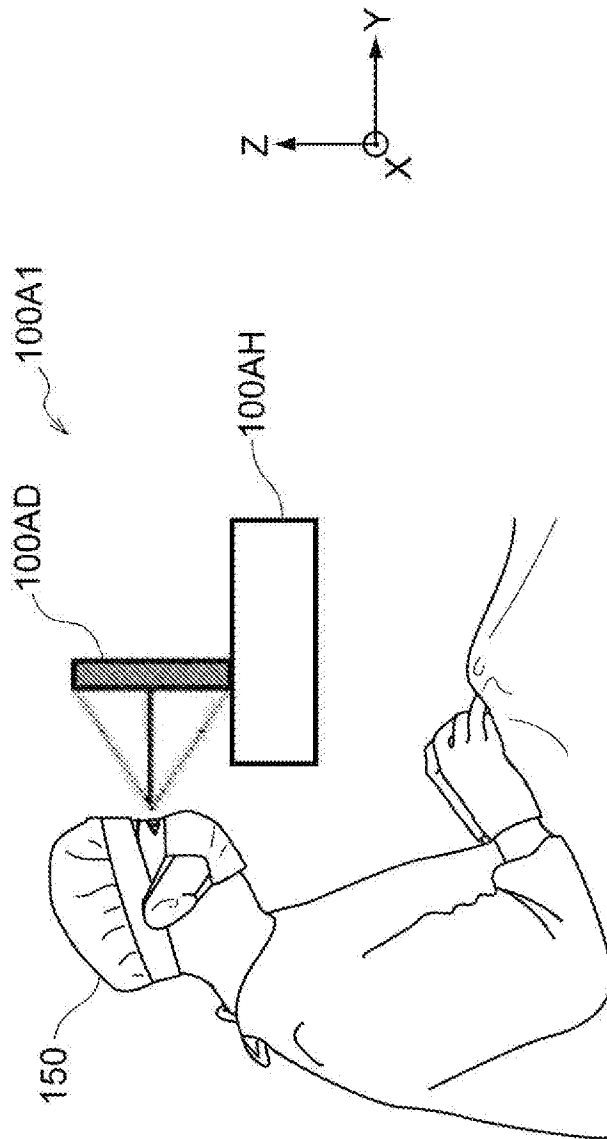
[請求項34] 前記右側照明光の前記第1の照明光及び前記第2の照明光の他方のみを前記対象物に向かって反射する右側反射偏向素子と、

前記左側照明光の前記第1の照明光及び前記第2の照明光の他方のみを前記対象物に向かって反射する左側反射偏向素子と、

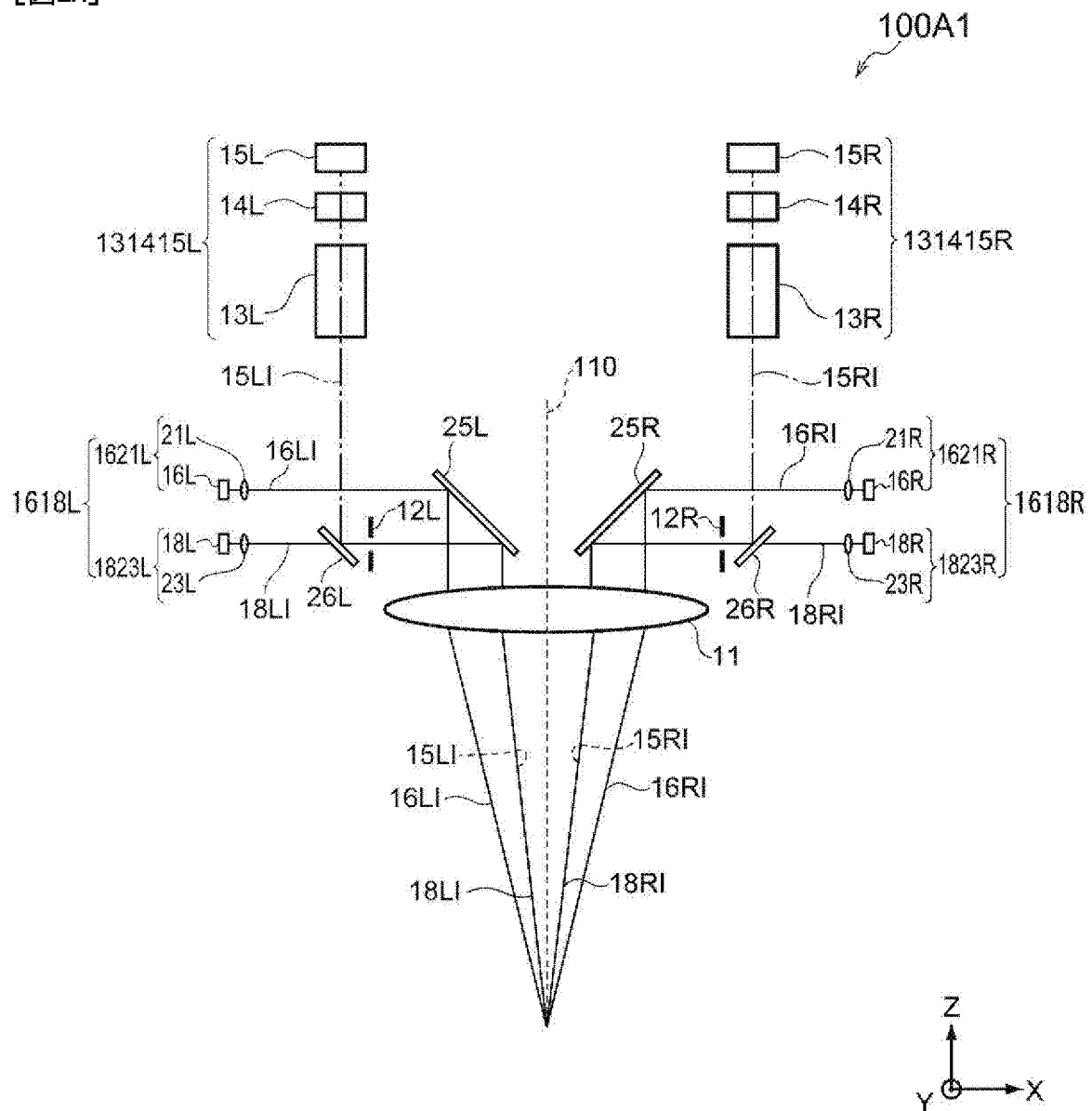
を更に備える、

請求項33に記載の顕微鏡。

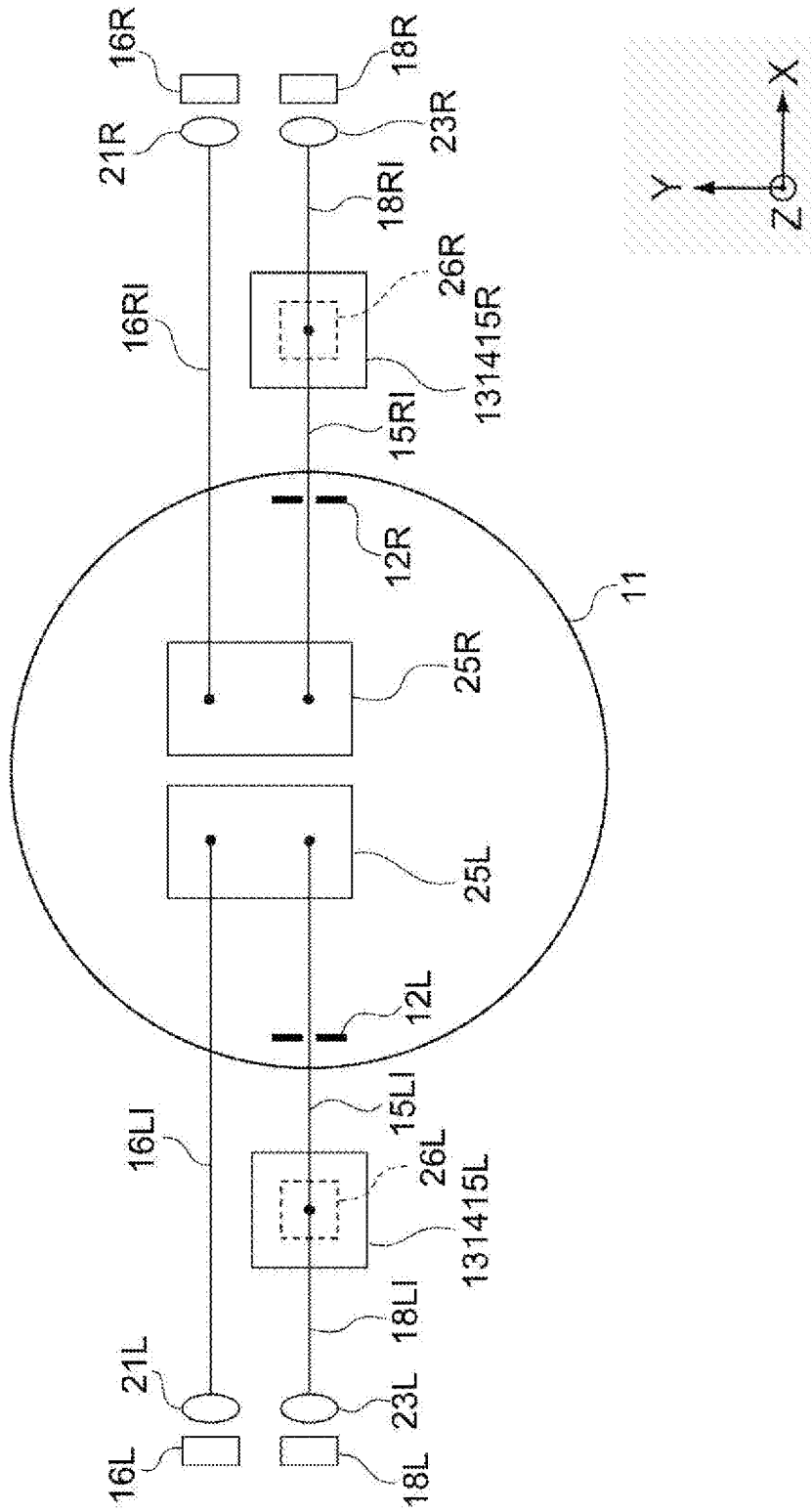
[図1]



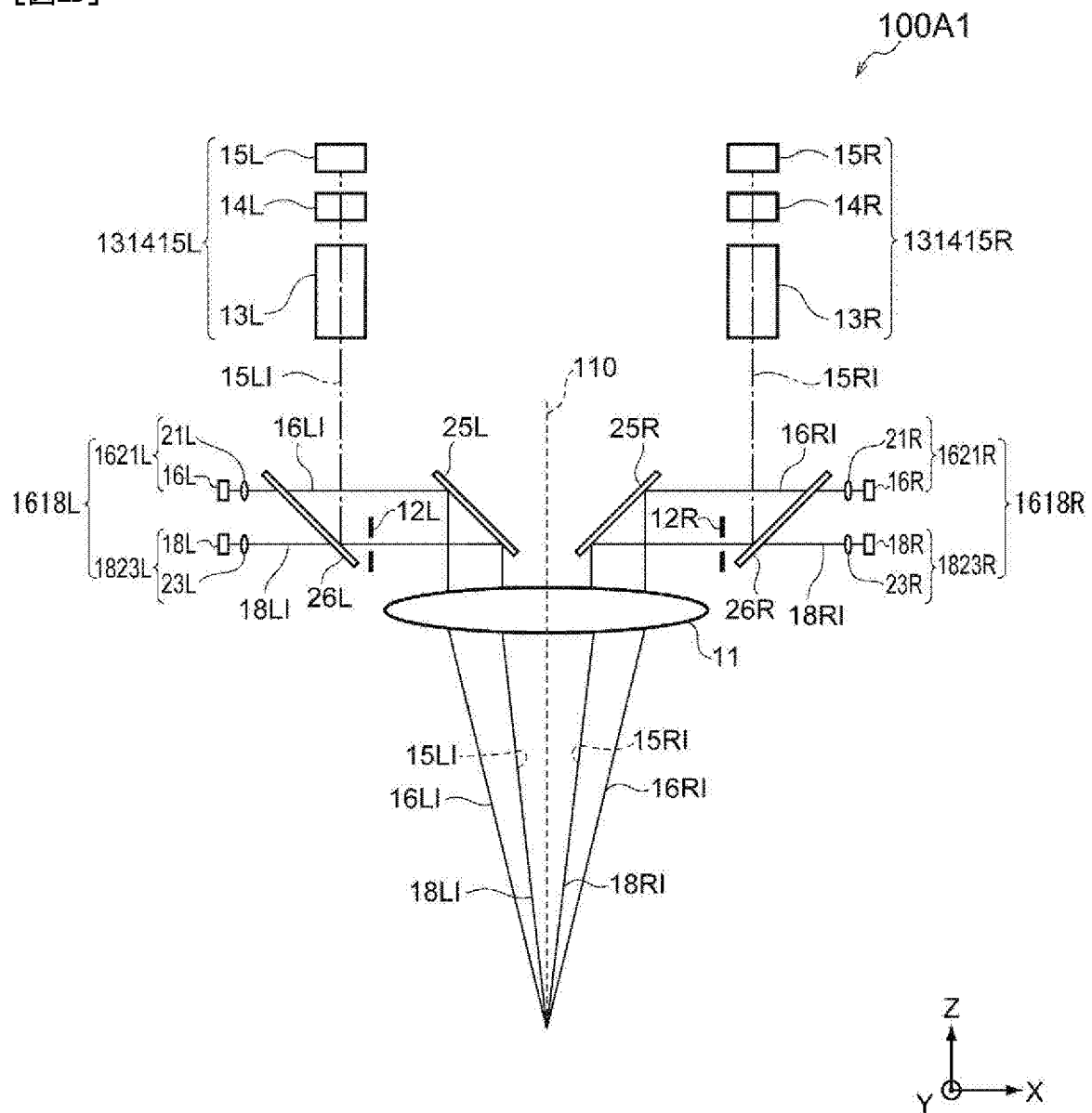
[図2A]

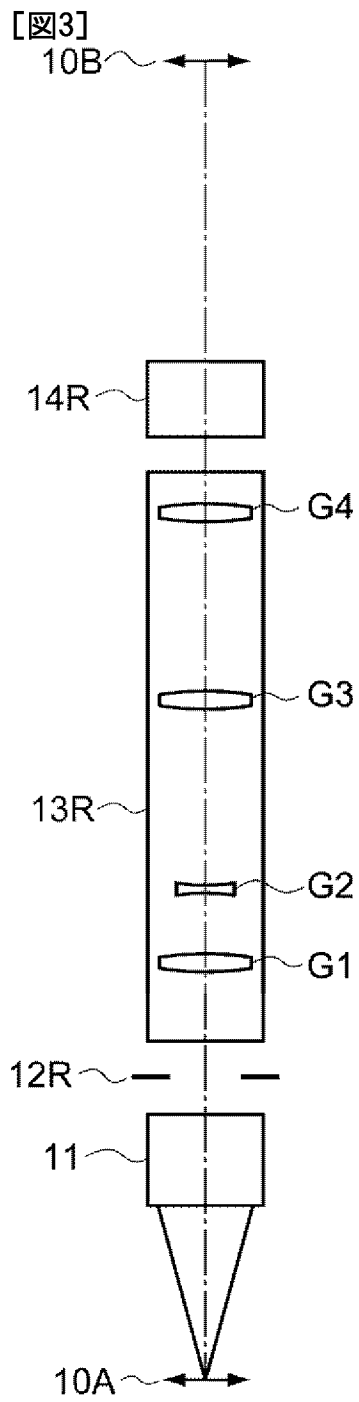


[図2B]

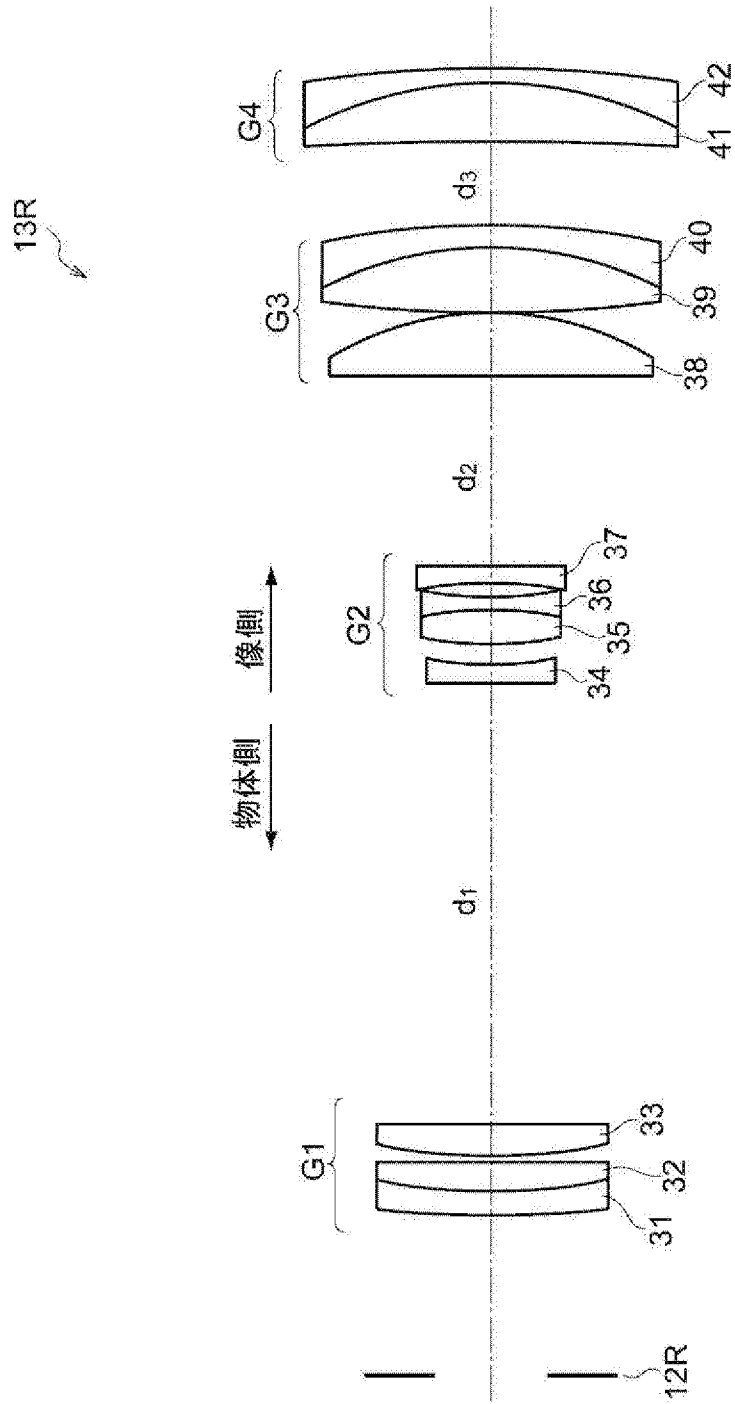


[図2D]

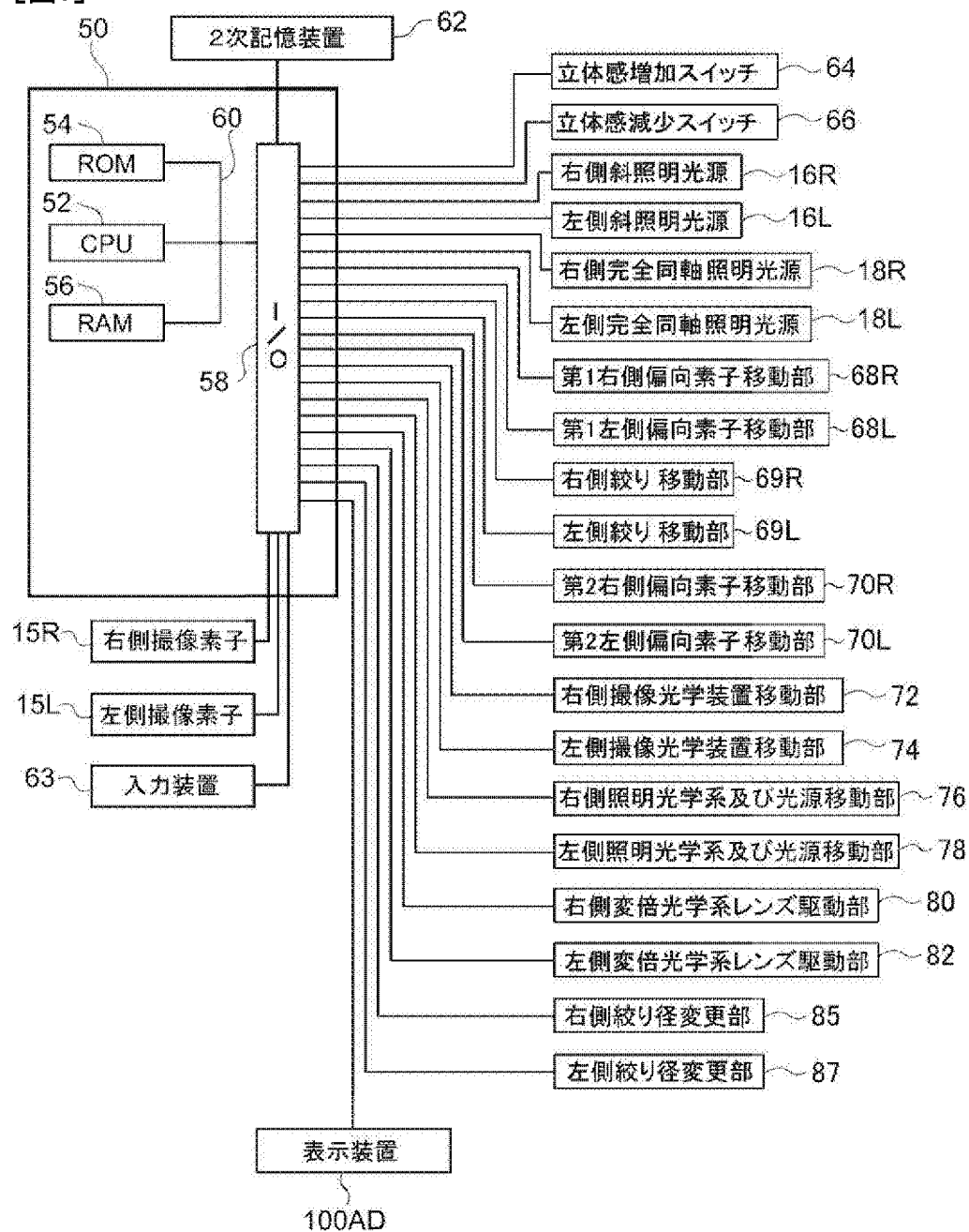




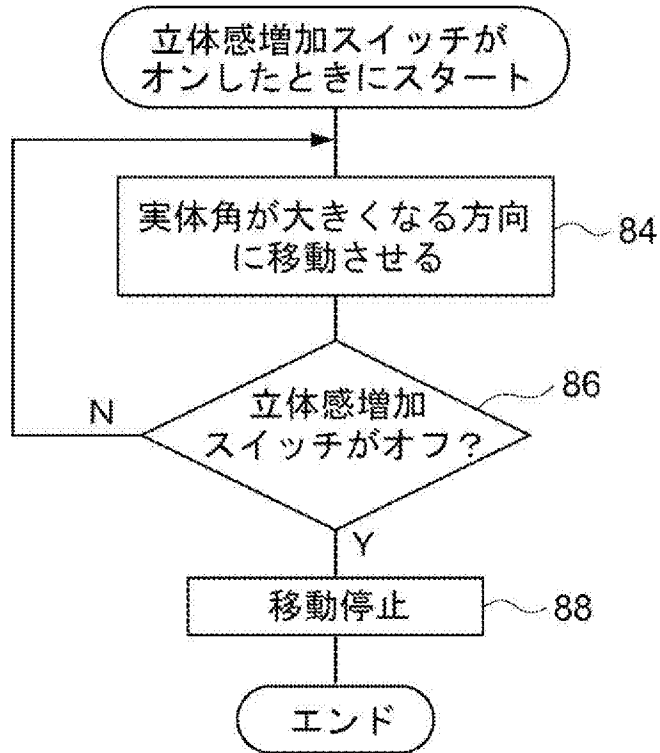
[図4]



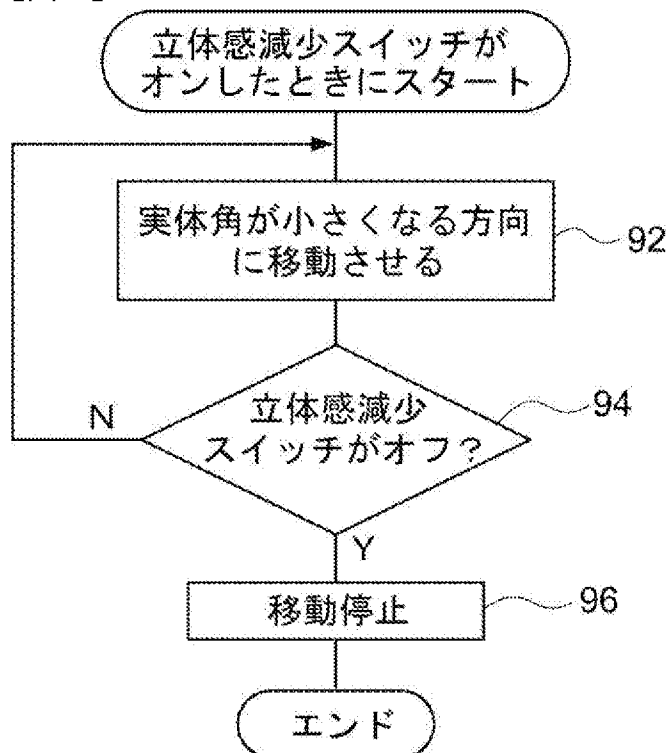
[図5]



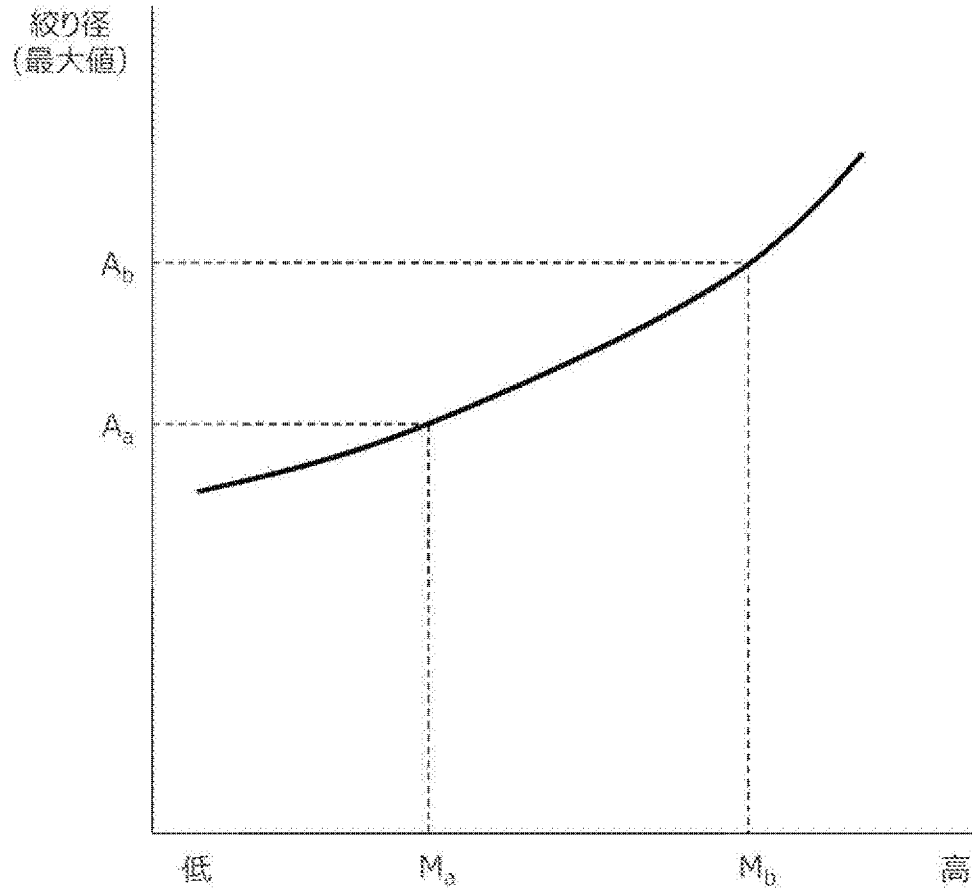
[図6A]



[図6B]

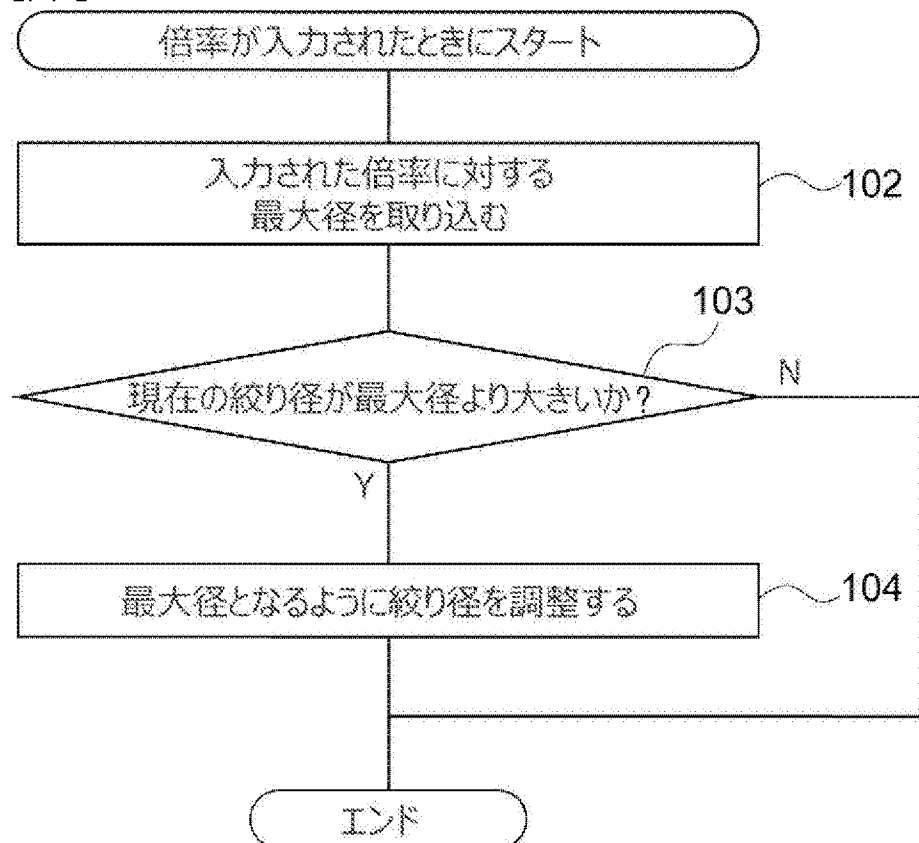


[図7]

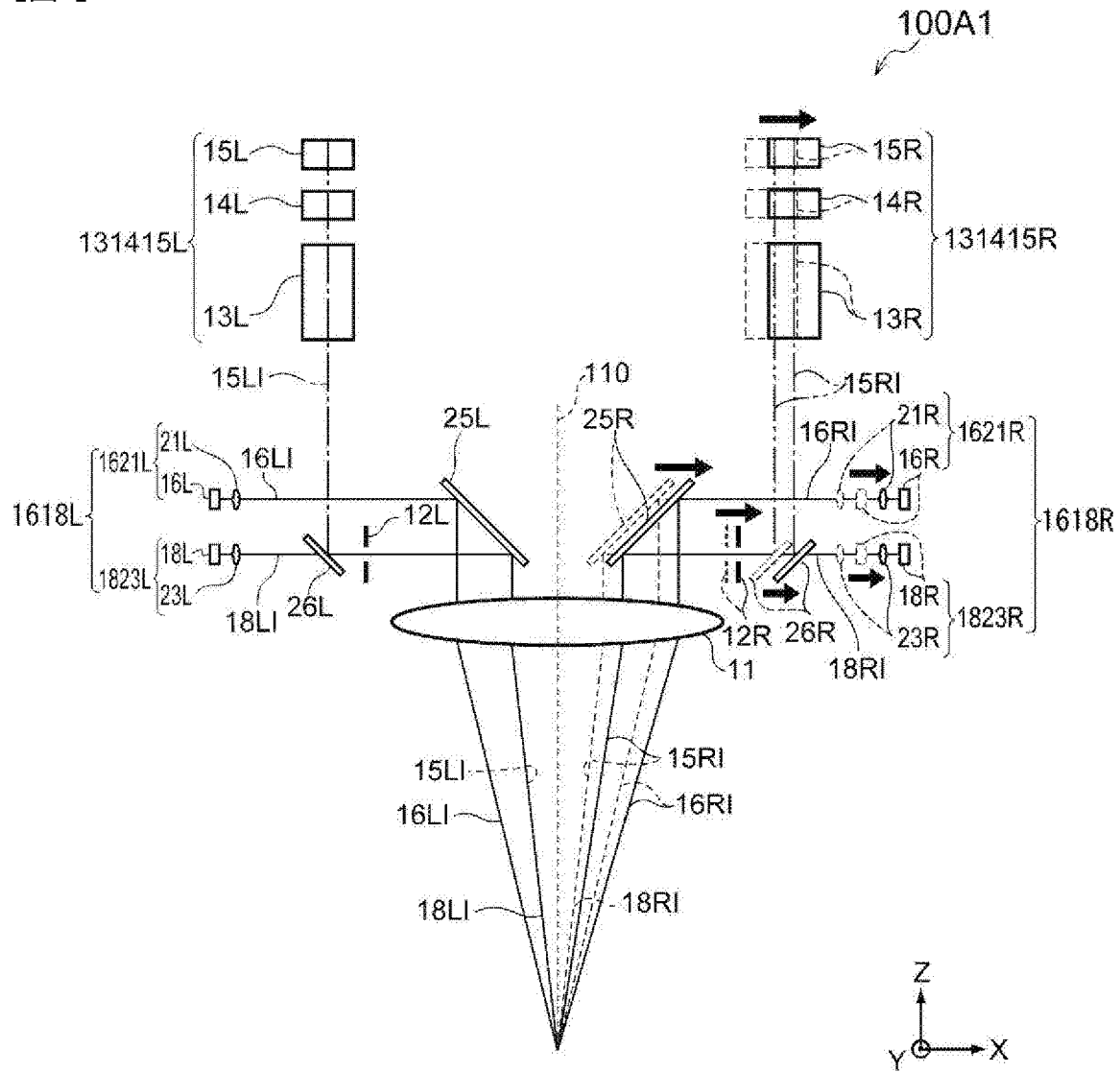


倍率

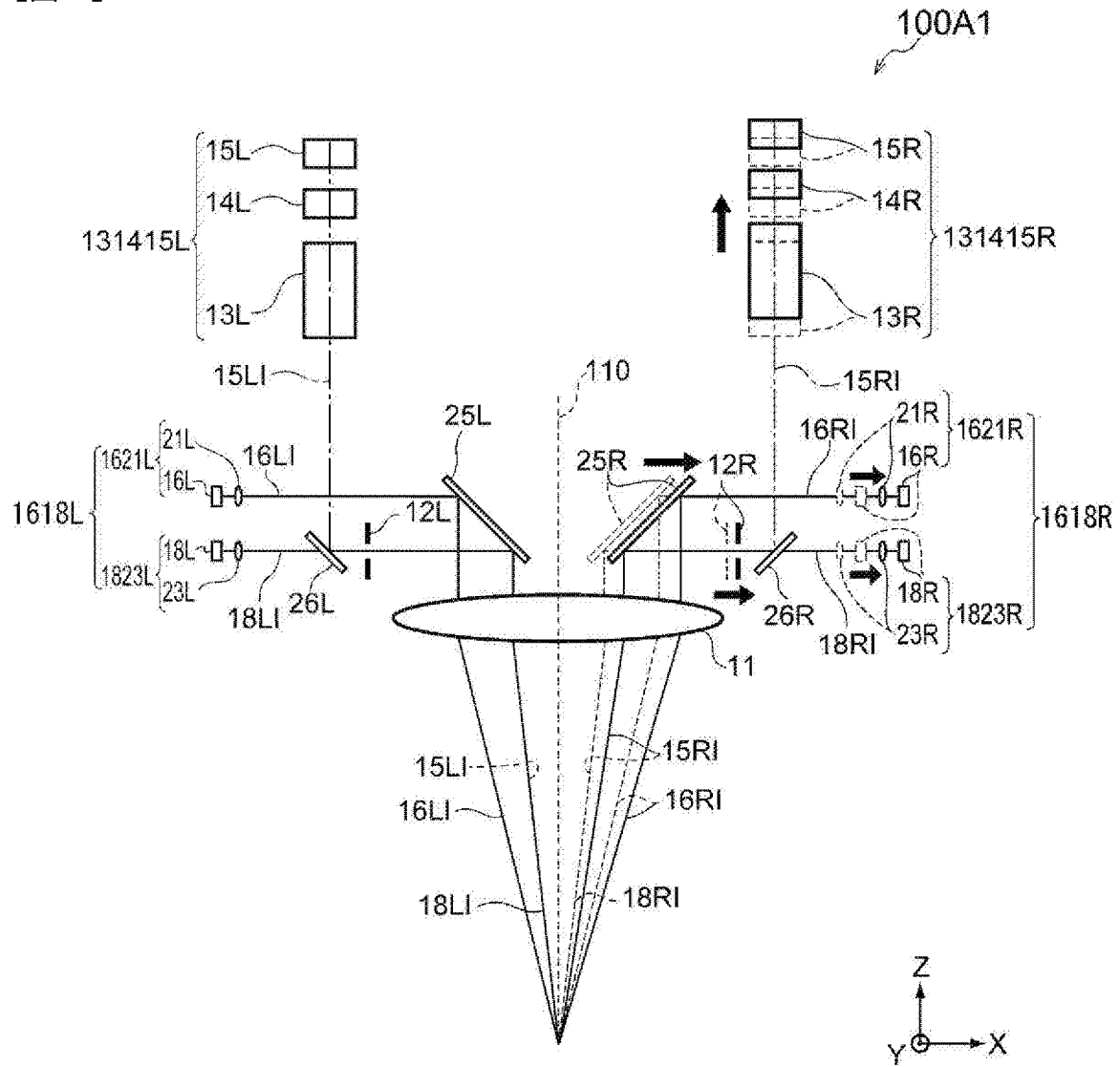
[図8]



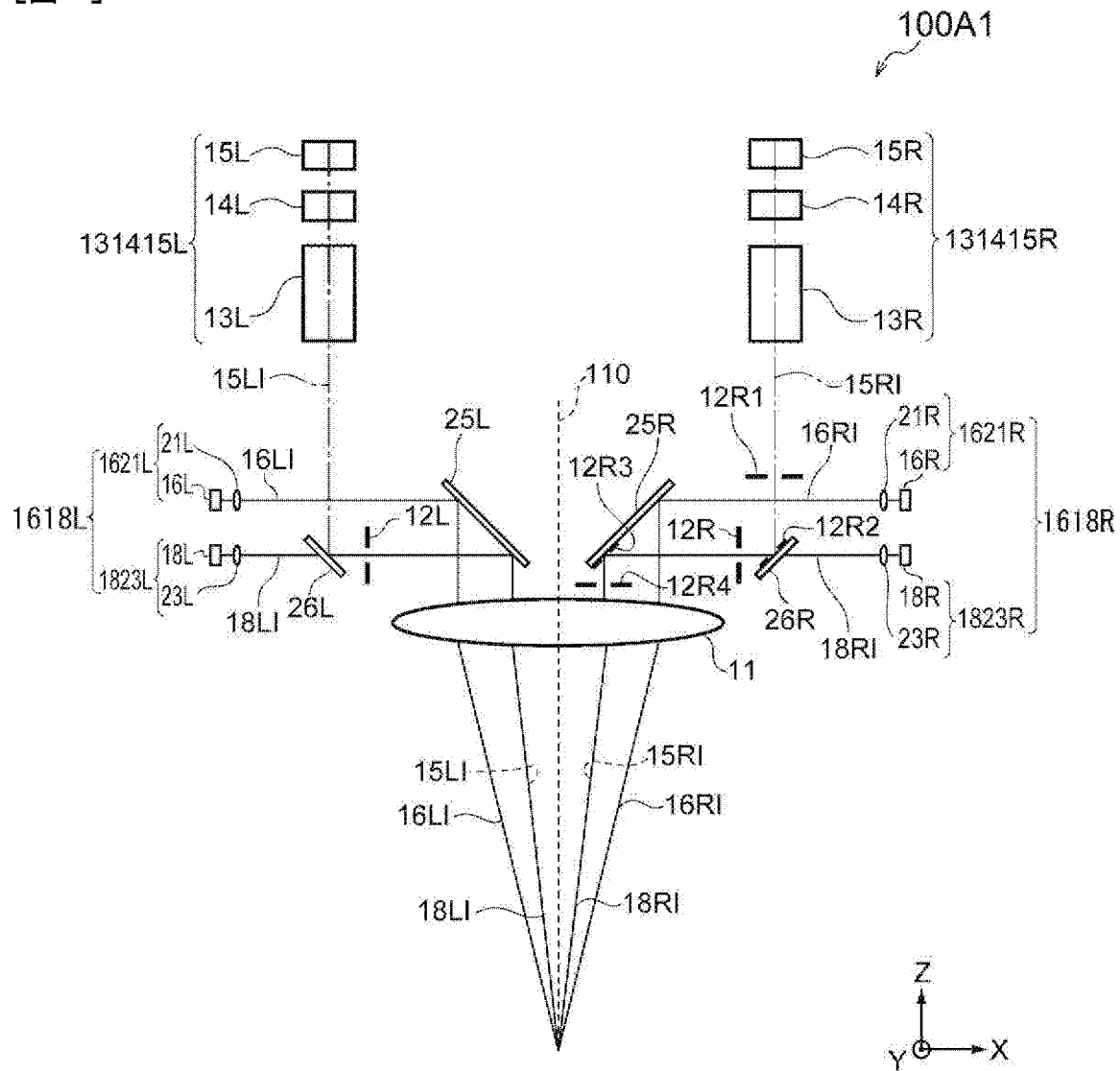
[図9]



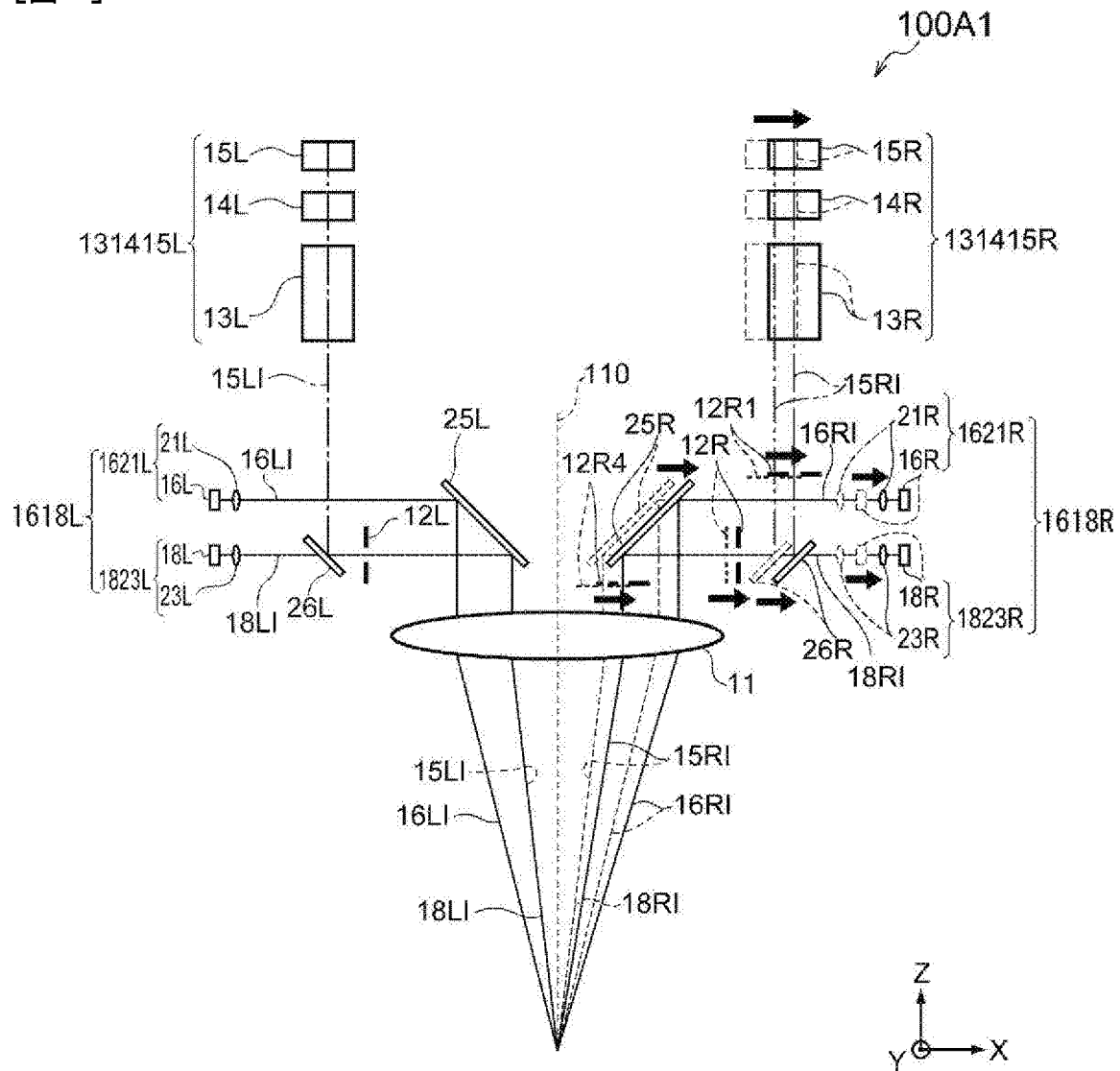
[図10]



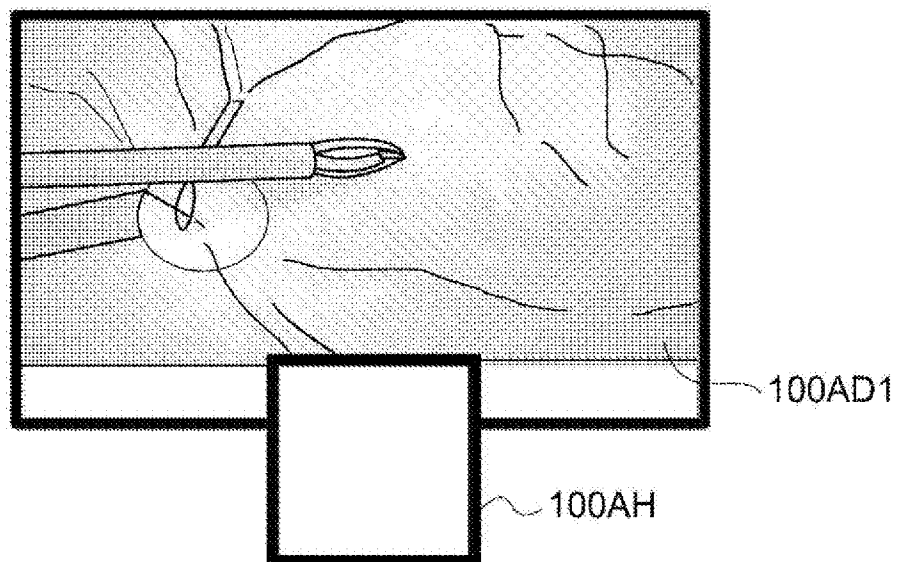
[図11]



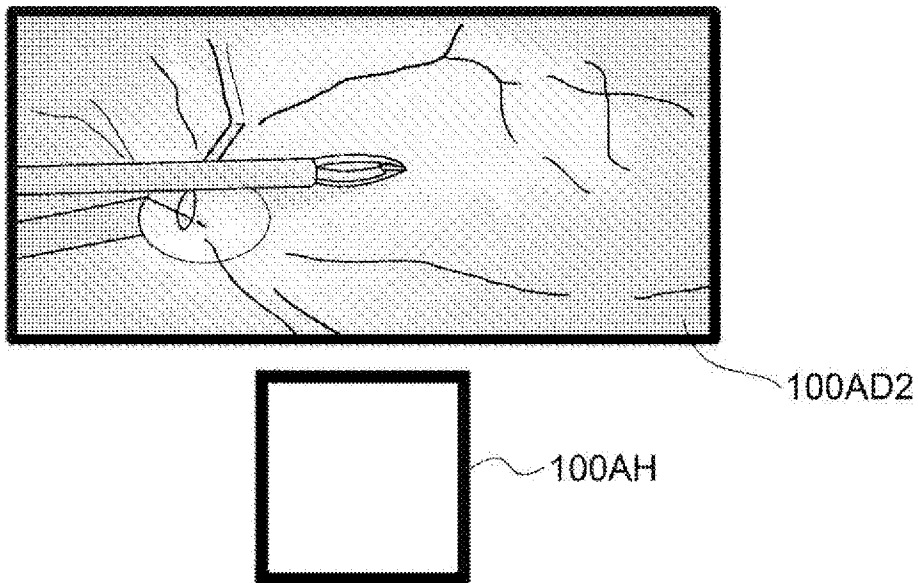
[図12]



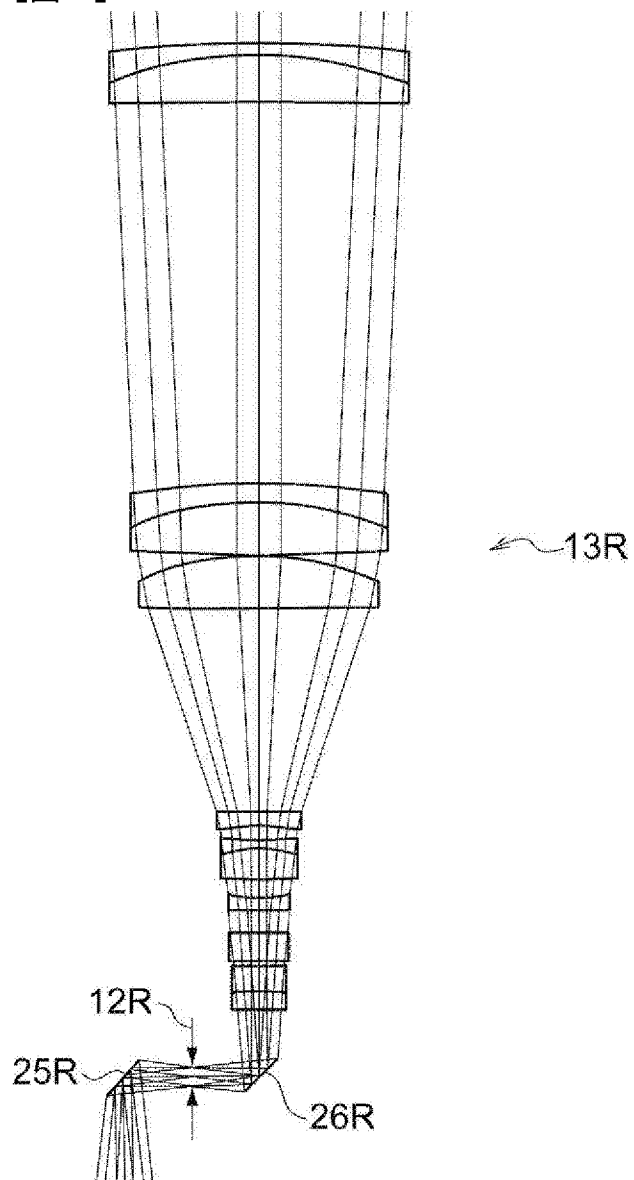
[図13]



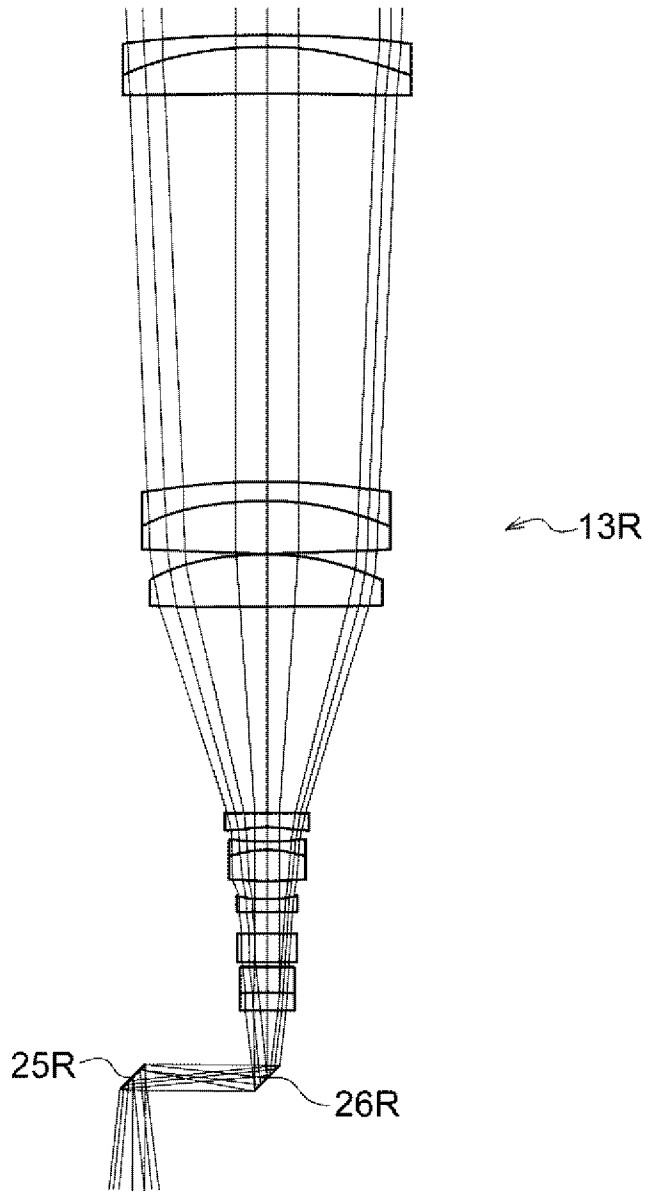
[図14]



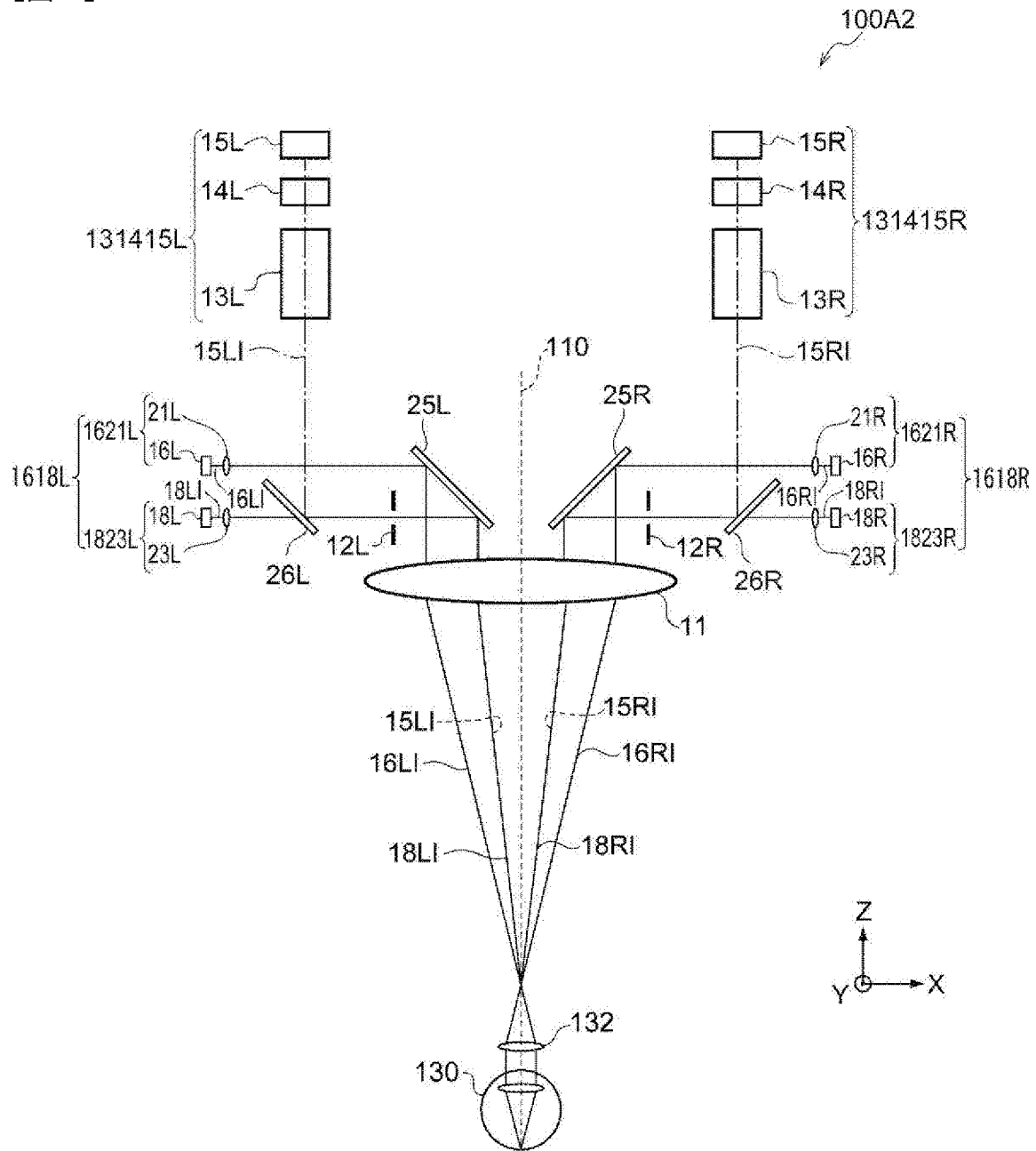
[図15]



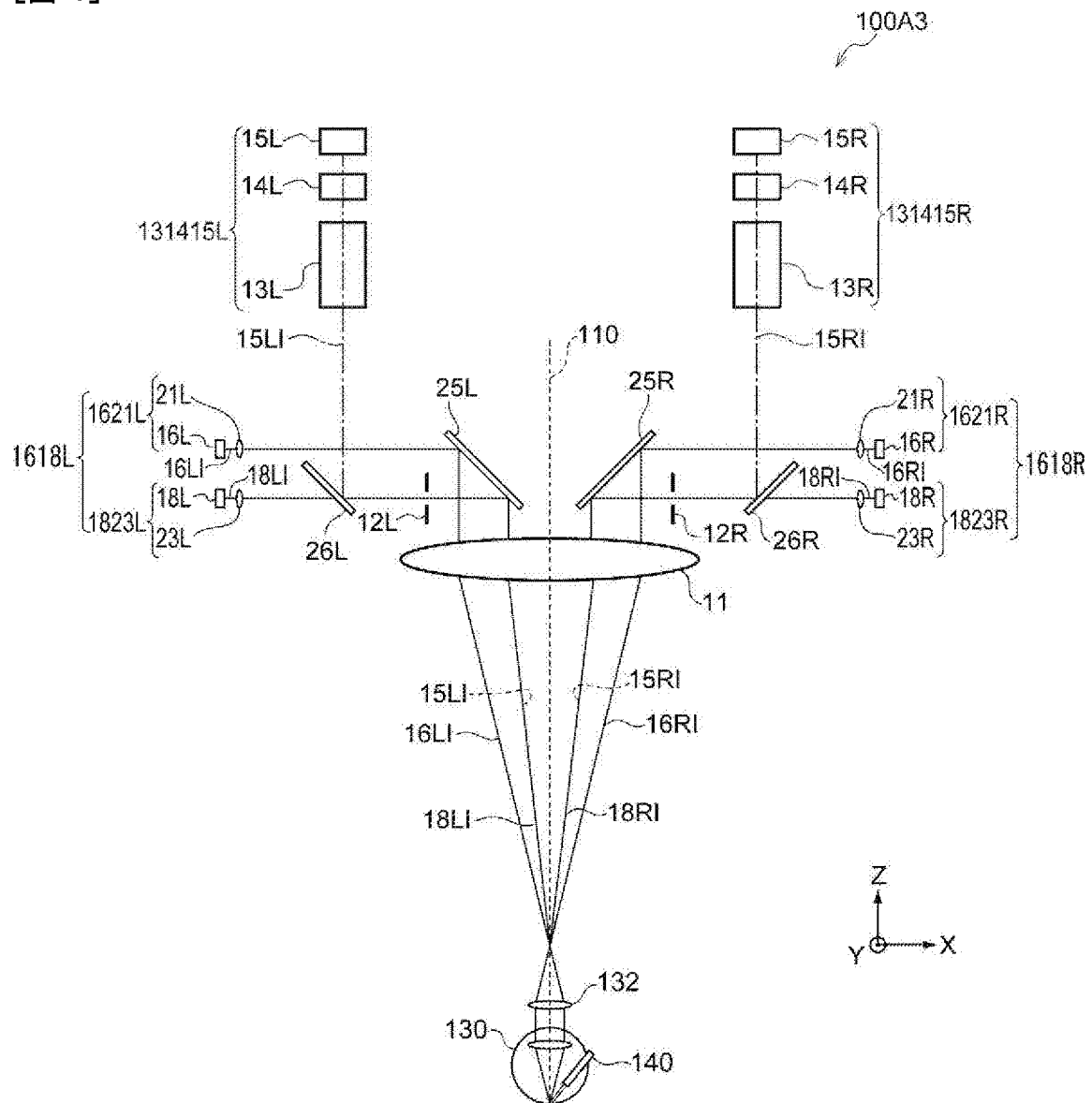
[図16]



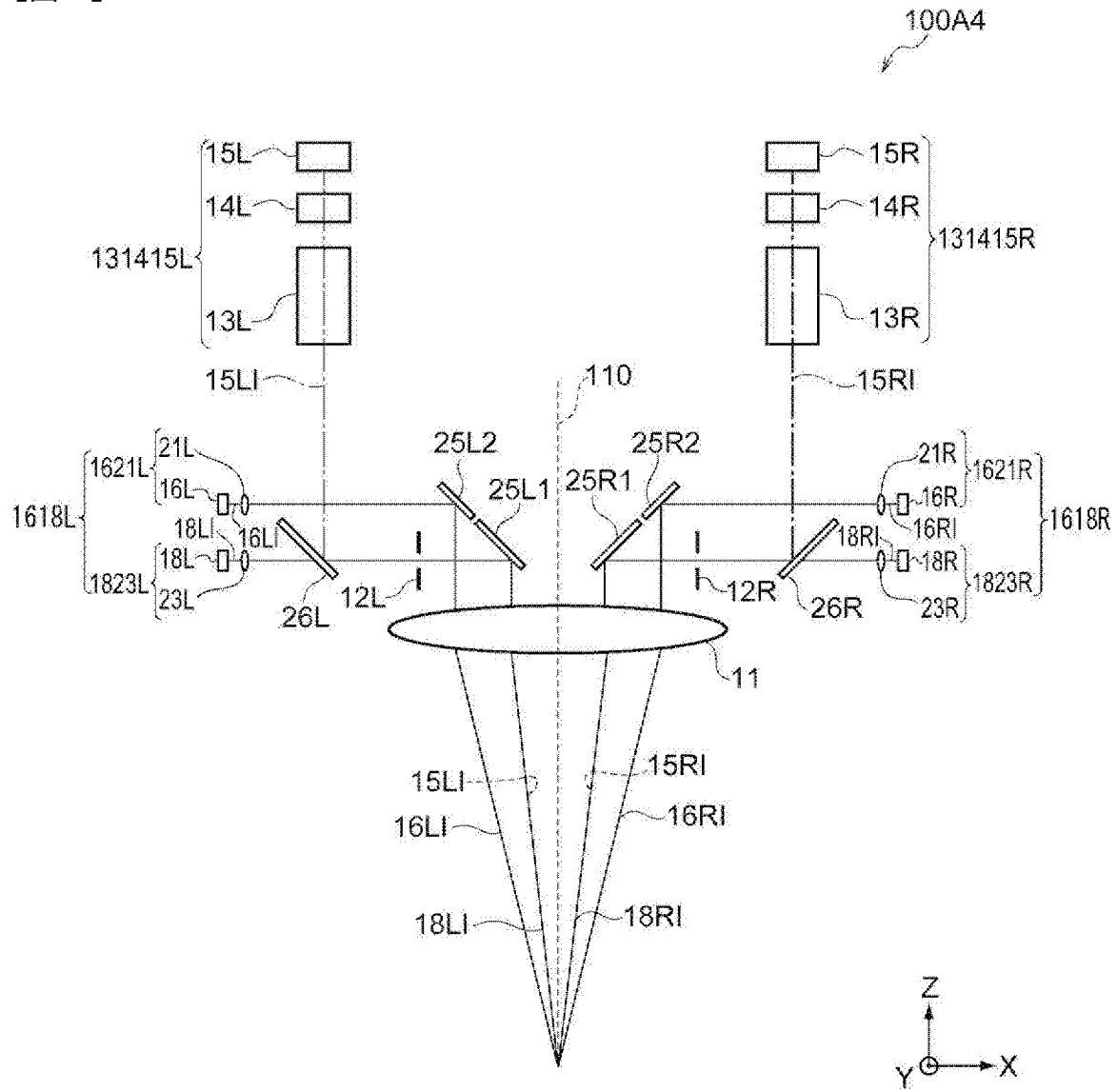
[図17]



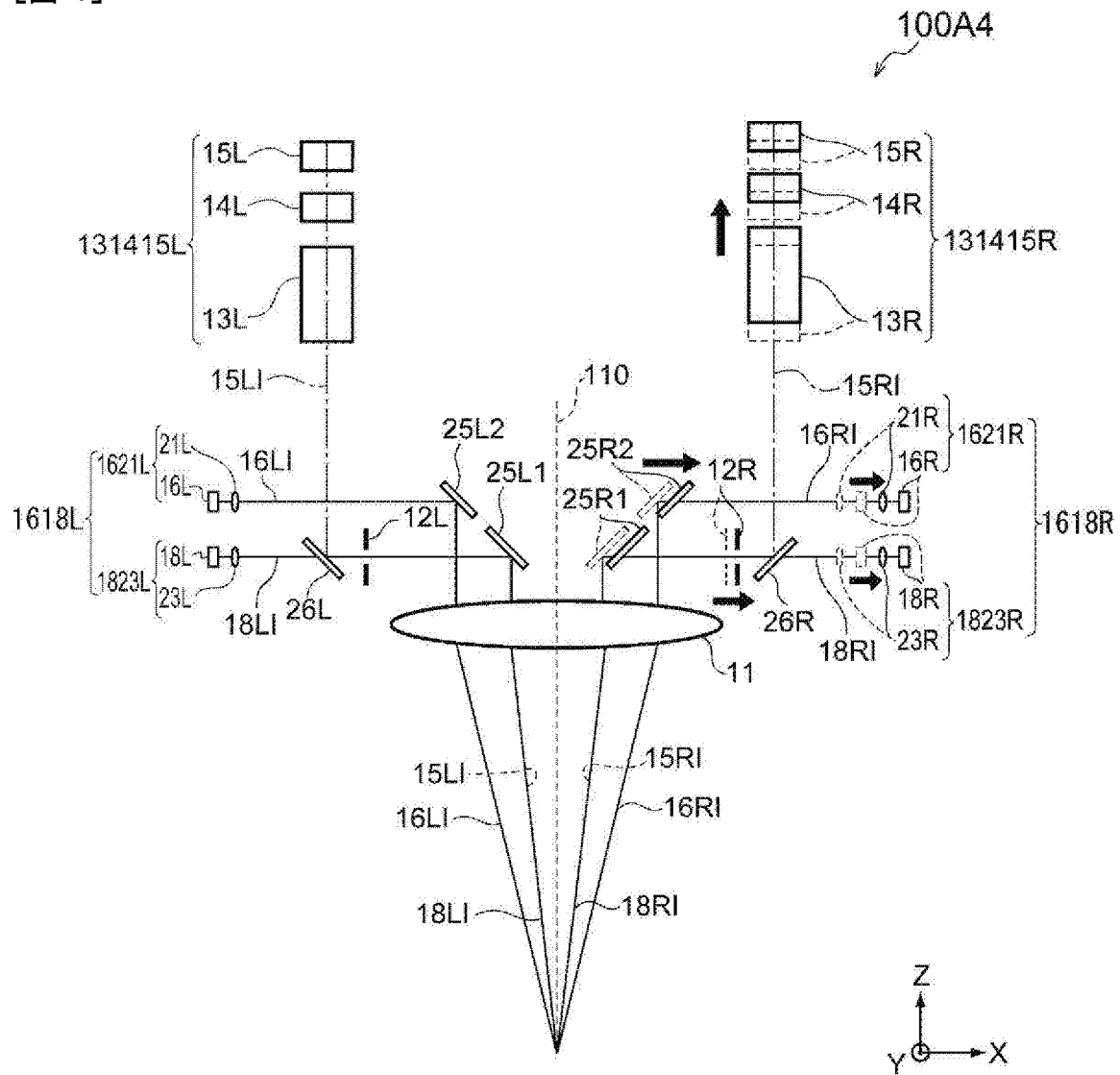
[図18]



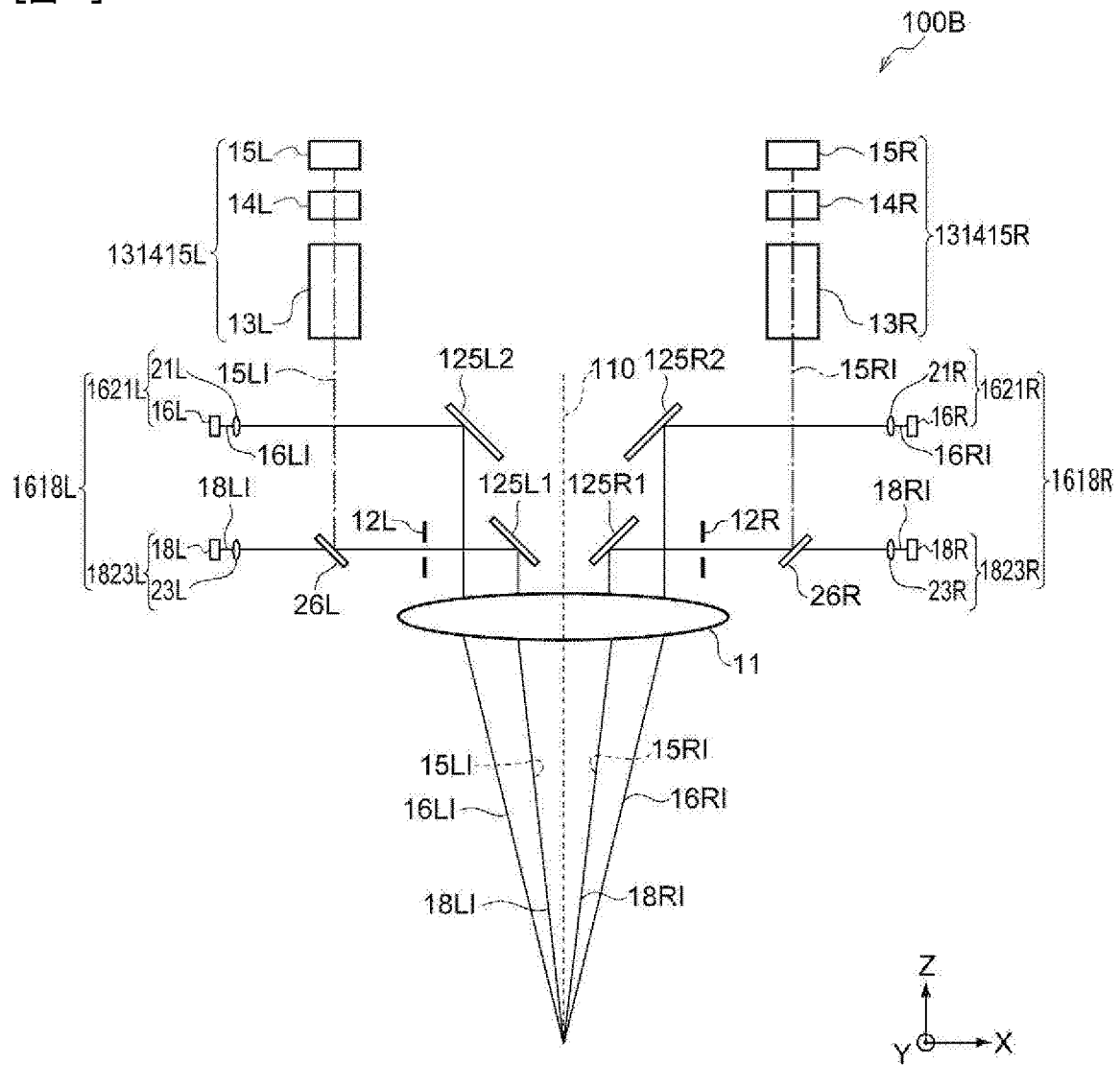
[図19]



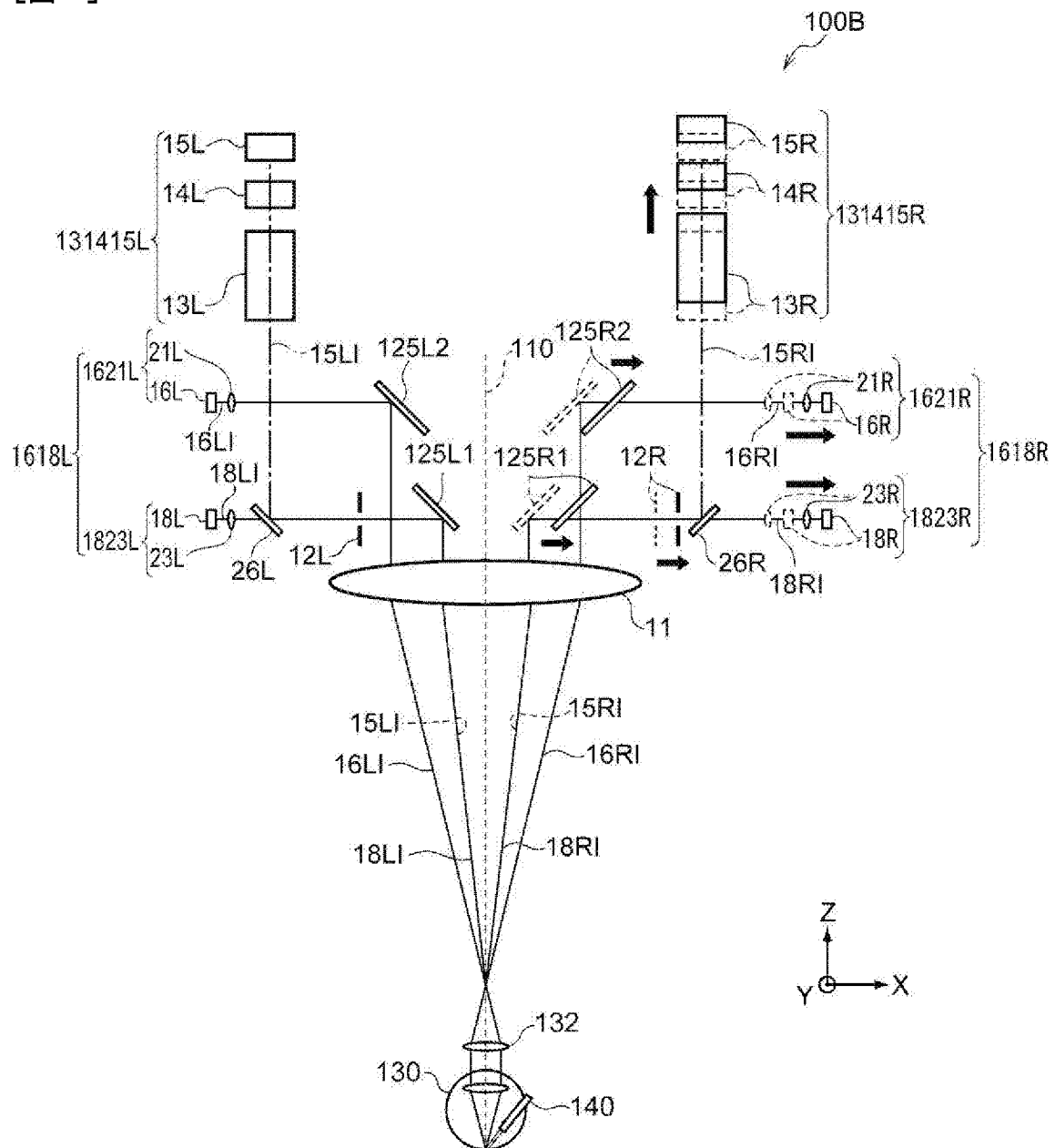
[図20]



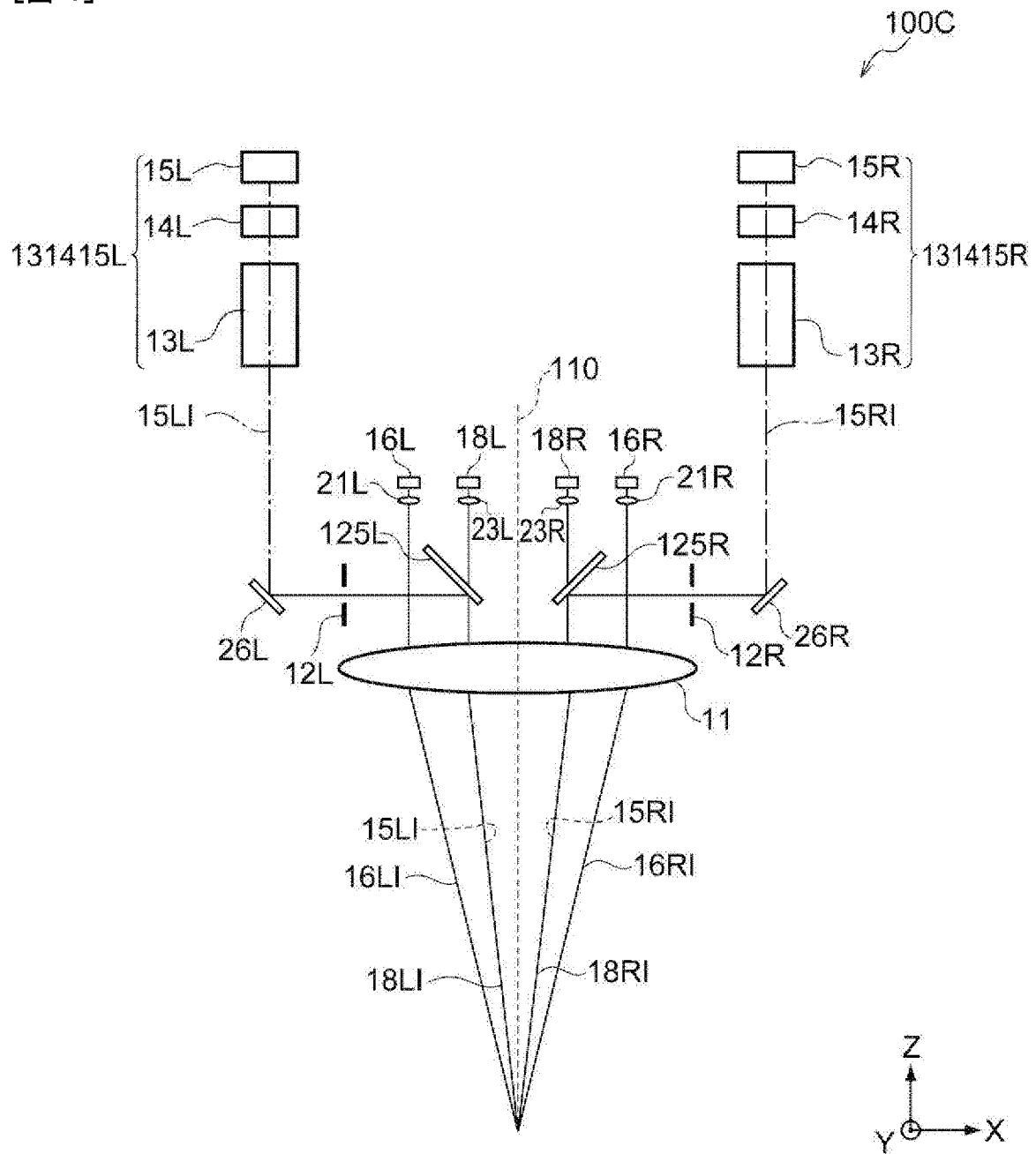
[図21]



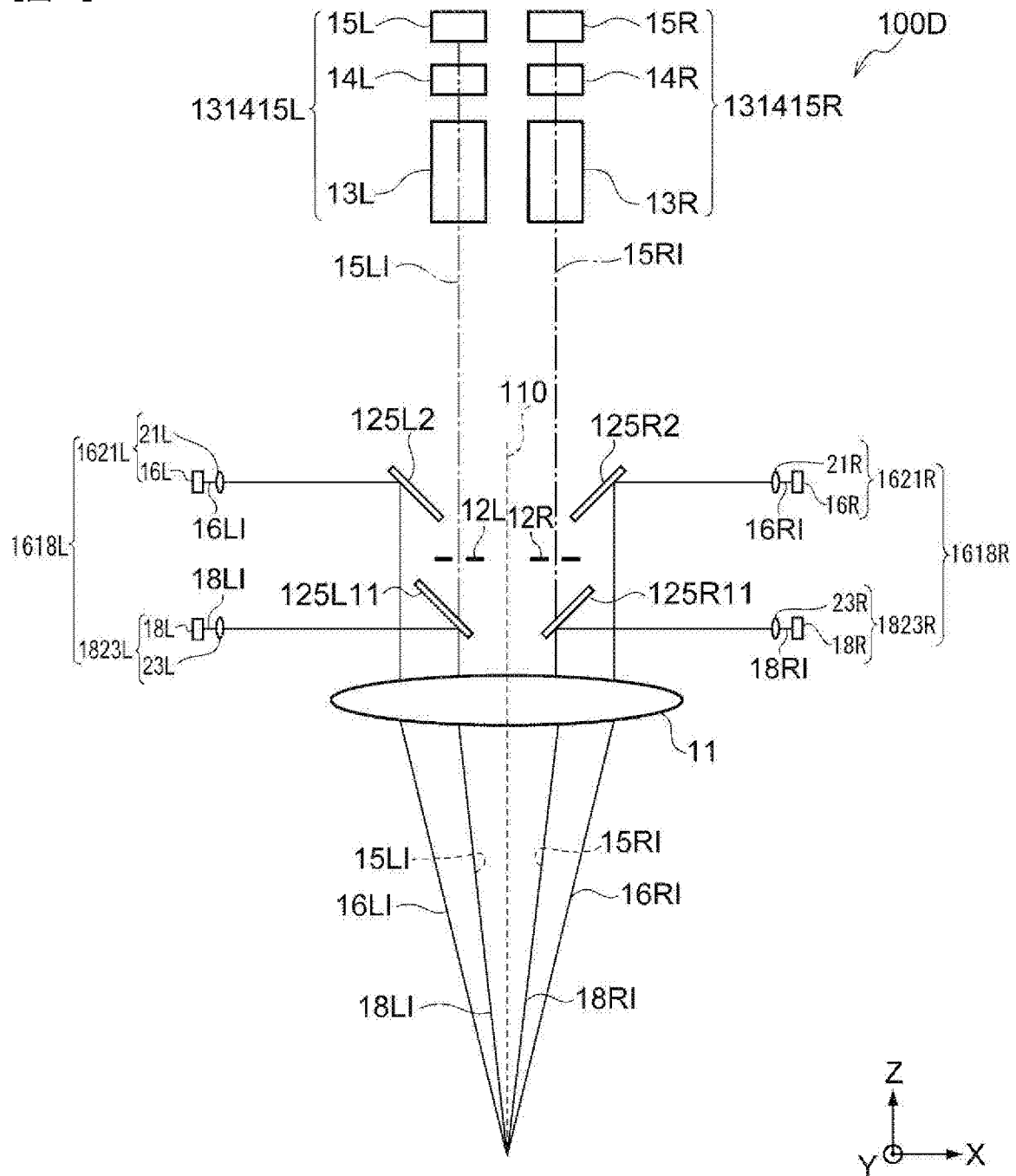
[図22]



[図23]



[図24]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/041700

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G02B21/22 (2006.01) i, G02B21/36 (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. G02B21/22, G02B21/36

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 1971-1919

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 8-257037 A (NIKON CORPORATION) 08 October 1996, paragraphs [0018]-[0036], fig. 1 & DE 19611044 A1	1-34
Y	JP 2006-301523 A (OLYMPUS MEDICAL SYSTEMS CORPORATION) 02 November 2006, paragraphs [0002], [0011], fig. 2 (Family: none)	8-14, 30-34



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

30.01.2019

Date of mailing of the international search report

12.02.2019

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/JP2018/041700

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2013-544539 A (SIFI MEDTECH S.R.L.) 19 December 2013, fig. 2 & US 2013/0293841 A1, fig. 2 & WO 2012/041909 A1 & EP 2621332 A1 & ES 2673475 T	1-29
Y	US 5760952 A (KOETKE) 02 June 1998, column 3, lines 37-56, fig. 2 & DE 19650773 A & DE 29601263 U1	17, 18
Y	JP 2008-102535 A (OLYMPUS CORPORATION) 01 May 2008, paragraphs [0020], [0021], fig. 1, 2 (Family: none)	21-29

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G02B21/22(2006.01)i, G02B21/36(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. G02B21/22, G02B21/36

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 8-257037 A（株式会社ニコン）1996.10.08, 段落0018～0036、図1 & DE 19611044 A1	1-34
Y	JP 2006-301523 A（オリンパスメディカルシステムズ株式会社）2006.11.02, 段落0002, 0011, 図2（ファミリーなし）	8-14, 30-34

☒ 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

30.01.2019

国際調査報告の発送日

12.02.2019

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）

金高 敏康

2 V

9712

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
Y	JP 2013-544539 A (サイファイ メドテック エッセ. エッレ. エッレ.) 2013.12.19, 図 2 & US 2013/0293841 A1 FIG. 2 & WO 2012/041909 A1 & EP 2621332 A1 & ES 2673475 T	1-29
Y	US 5760952 A (KOETKE) 1998.06.02, 第 3 欄第 37-56 行、FIG. 2 & DE 19650773 A & DE 29601263 U1	17, 18
Y	JP 2008-102535 A (オリンパス株式会社) 2008.05.01, 段落 0020, 0021, 図 1, 2 (ファミリーなし)	21-29