

(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8月13日(13.08.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/161905 A1

(51) 国際特許分類:

G02B 21/20 (2006.01) **G02B 21/22** (2006.01)
A61F 9/007 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/004676

(22) 国際出願日: 2019年2月8日(08.02.2019)

(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: 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). 左高 良一 (**SATAKA, Ryoichi**); 〒1086290 東京都港区

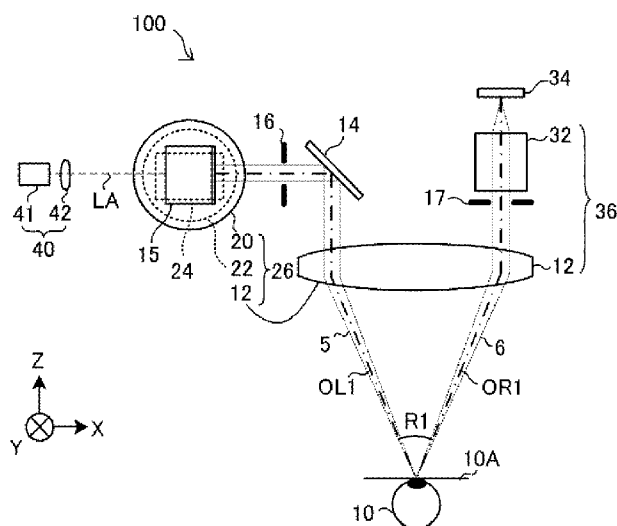
港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 水田 正宏 (**MIZUTA, Masahiro**); 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).

(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).

(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,

(54) **Title:** MICROSCOPE, CONTROL DEVICE FOR MICROSCOPE, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 顕微鏡、顕微鏡用制御装置及びプログラム



(57) **Abstract:** A microscope comprising: a first optical system with a first optical axis that includes a shared objective lens or a first objective lens and a first imaging optical system; a second optical system with a second optical axis that includes a shared objective lens or a second objective lens and a second imaging optical system; a first imaging element that acquires an optical image focused by the first imaging optical system as a first image; a second imaging element that acquires an optical image focused by the second imaging optical system as a second image; and a control unit capable of switching between a first mode for displaying the first image on an image display device and a second mode for displaying the first image and the second image having a resolution different from the first image on the image display device as a three-dimensional display image.

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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 顕微鏡は、共用対物レンズ又は第1対物レンズと第1結像光学系とを含む、第1光軸を有する第1光学系と、共用対物レンズ又は第2対物レンズと第2結像光学系とを含む、第2光軸を有する第2光学系と、第1結像光学系によって結像される光学像を第1画像として取得する第1撮像素子と、第2結像光学系によって結像される光学像を第2画像として取得する第2撮像素子と、第1画像を画像表示装置に表示する第1モードと、前記第1画像と前記第1画像とは解像度が異なる前記第2画像とを3次元表示用画像として前記画像表示装置に表示する第2モードとを切替可能である制御部と、を備える。

明 細 書

発明の名称：顕微鏡、顕微鏡用制御装置及びプログラム

技術分野

[0001] 本開示の技術は、顕微鏡、顕微鏡用制御装置及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 顕微鏡は、その用途に応じてさまざまな機能を有するタイプが知られている。手術用の顕微鏡においても、例えば、観察者の右眼用と左眼用との2つの光学系を有し、2つの光学系の観察対象からの観察光軸に視差角を持たせて立体視を可能とした顕微鏡が知られている。

[0003] このような用途の顕微鏡は、立体視だけでなく、観察対象像を拡大して見るために高解像度でかつ倍率を変えられることが要求されている。一般的には、高解像度とするためには、例えば開口数の大きなレンズを使用し、又は複数のレンズを組み合わせることで収差をできるだけ少なくすること等が必要である。また、倍率を変えるために、複数のレンズを組み合わせたズーム光学系が用いられる。

[0004] また、手術用顕微鏡には、医師が対象を立体観察するための2つの光学系に加えて、第2の医師又は助手が対象を観察可能な光学系を備えるタイプがある。

[0005] 特開2017-23583号公報には、照明系と、一对の主受光系と、一对の主接眼系と、制御部と、光分離素子と、一对の副受光系とを含む眼科用顕微鏡が開示されている。

[0006] 以上のように複数の光学系を有することにより立体視を可能とした顕微鏡は、一般にコストが高く、またサイズも大きい。従って、コスト又はサイズを抑制した顕微鏡が望まれる。

発明の概要

[0007] 本実施形態に係る顕微鏡は、
共用対物レンズ又は第1対物レンズと第1結像光学系とを含む、第1光軸

を有する第1光学系と、

前記共用対物レンズ又は第2対物レンズと第2結像光学系とを含む、第2光軸を有する第2光学系と、

前記第1結像光学系によって結像される光学像を第1画像として取得する第1撮像素子と、

前記第2結像光学系によって結像される光学像を第2画像として取得する第2撮像素子と、

前記第1画像を画像表示装置に表示する第1モードと、前記第1画像と前記第1画像とは解像度が異なる前記第2画像とを3次元表示用画像として前記画像表示装置に表示する第2モードとを切替可能である制御部と、を備える。

[0008] また、本実施形態に係る顕微鏡は、

共用対物レンズ又は第1対物レンズと第1結像光学系とを含む、第1光軸を有する第1光学系と、

前記共用対物レンズ又は第2対物レンズと第2結像光学系とを含む、第2光軸を有する第2光学系と、を備え、

前記第1光学系と前記第2光学系とのうち前記第1光学系のみにズーム光学系を含む。

[0009] また、本実施形態に係る顕微鏡は、

共用対物レンズ又は第1対物レンズと第1結像光学系とを含む、第1光軸を有する第1光学系と、

前記共用対物レンズ又は第2対物レンズと第2結像光学系とを含む、第2光軸を有する第2光学系と、

前記共用対物レンズ又は第3対物レンズと第3結像光学系とを含む、第3光軸を有する第3光学系と、を備え、

前記第1光学系の解像度が前記第2光学系の解像度よりも高く、

前記第3光学系の解像度が前記第2光学系の解像度よりも高い

[0010] 本実施形態に係る顕微鏡用制御装置は、

第1撮像素子により撮像される第1画像と第2撮像素子により撮像される第2画像とを取得する画像取得部と、

前記第1画像を画像表示装置に表示する第1モードと、前記第1画像と前記第1画像とは解像度が異なる前記第2画像とを3次元表示用画像として前記画像表示装置に表示する第2モードとを切替可能である制御部と、
を備える。

[0011] 本実施形態に係るプログラムは、
コンピュータに、

第1撮像素子により撮像される第1画像と第2撮像素子により撮像される第2画像とを取得するステップと、

前記第1画像を画像表示装置に表示する第1モードと、前記第1画像と前記第1画像とは解像度が異なる前記第2画像とを3次元表示用画像として前記画像表示装置に表示する第2モードとを切替えるステップと、
を実行させるためのプログラムである。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]第1実施形態に係る顕微鏡を側面から見た配置の一例を示す概略構成図である。

[図2]第1実施形態に係る顕微鏡を上面から見た配置の一例を示す概略構成図である。

[図3]第1実施形態に係る顕微鏡の電気系のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

[図4]第1実施形態に係る顕微鏡の制御部のコンピュータの構成の一例を示すブロック図である。

[図5]第1光学系のレンズ構成の一例を示す概略図である。

[図6]第1実施形態に係る顕微鏡の実体角を変更可能な構成の一例を示す概略構成図である。

[図7]第1実施形態に係る顕微鏡の画像を第1モードで表示する詳細表示画像である。

[図8]第1実施形態に係る顕微鏡の画像を第2モードで表示する立体表示画像である。

[図9]第1実施形態に係る顕微鏡の画像を第3モードで表示する変倍表示画像である。

[図10]変形例1に係る顕微鏡の側面から見た概略構成図である。

[図11]変形例2に係る顕微鏡の側面から見た概略構成図である。

[図12]変形例3に係る顕微鏡の側面から見た概略構成図である。

[図13]第2実施形態に係る顕微鏡の側面から見た配置の一例を示す概略構成図である。

[図14]第3実施形態に係る顕微鏡の上面から見た配置の一例を示す概略構成図である。

[図15]図14のA-A方向から見た配置の一例を示す概略構成図である。

[図16]図14のB-B方向から見た配置の一例を示す照明系を除く概略構成図である。

[図17]第3実施形態に係る顕微鏡の電気系のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

[図18]第3実施形態に係る顕微鏡の実体角を変更可能な構成の一例を示す概略構成図である。

[図19]本実施形態に係る視差角を変更する場合の第2光学系の移動を示す平面配置図である。

[図20]第3実施形態に係る顕微鏡の各光学系から得られる画像の模式図である。

[図21]本実施形態に係る助手用の第1モード画像の模式図である。

[図22]本実施形態に係る助手用の第2モード画像の模式図である。

[図23]本実施形態に係る助手用の第3モード画像の模式図である。

[図24]本実施形態に係る助手用表示画面に術者用表示画像を表示する第4モードの画像模式図である。

[図25]本実施形態に係る術者用の立体表示画像の模式図である。

[図26]本実施形態に係る記憶媒体から顕微鏡制御プログラムをインストールする模式図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本開示の技術の実施形態の一例を、図面を参照して説明する。

以下の説明において、「CCD」とは、“Charge Coupled Device”の略称を指す。「CMOS」とは、“Complementary Metal-Oxide-Semiconductor”の略称を指す。「OCT」とは、“Optical Coherence Tomography”の略称を指す。

[0014] また、以下の説明において、「CPU」とは、“Central Processing Unit”の略称を指す。「I/F」とは、“Interface”（インターフェース）の略称を指す。「HDD」とは、“Hard Disk Drive”の略称を指す。「ROM」とは、“Read Only Memory”の略称を指す。「RAM」とは、“Random Access Memory”の略称を指す。「CD-ROM」とは、“Compact Disc Read Only Memory”の略称を指す。「ASIC」とは、“Application Specific Integrated Circuit”（特定用途向け集積回路）の略称を指す。「FPGA」とは、“Field-Programmable Gate Array”の略称を指す。「PLD」とは、“Programmable Logic Device”の略称を指す。「SoC」とは、“System on Chip”の略称を指す。「IC」とは、“Integrated Circuit”の略称を指す。「SSD」とは、“Solid State Drive”の略称を指す。「USB」とは、“Universal Serial Bus”の略称を指す。「EEPROM」とは、“Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory”の略称を指す。

[0015] （第1実施形態）

第1実施形態に係る眼科手術用の顕微鏡100について、図面を参照して説明する。以下の図面において、特に記載しない限り、顕微鏡100の後述の光学系などを覆う筐体（又はカバー）の図示は省略する。2つの光学系を備える立体視が可能な顕微鏡100を横方向（側方）から見た概略構成図を図1に示す。この顕微鏡100を上方（例、鉛直方向の上側）から見た平面構成図を図2に示す。図1及び図2では、便宜的に、顕微鏡100を水平に配置したときの高さ方向をZ軸方向とし、横方向をX軸方向とY軸方向とする。なお、図1及び図2は実際の寸法及び縮尺に従ったものではなく、配置関係を示すための概略図である。特に記載しない限り、以下の図面においても同様である。

[0016] 一例として図1及び図2に示すように、顕微鏡100は、共用対物レンズ12と、第1ズーム光学系20と、第1結像光学系22と、を含む第1光学系26を備える。顕微鏡100は、共用対物レンズ12と、第2結像光学系32と、を含む第2光学系36を備える。第2光学系36は、ズーム光学系を備えていない構成である。共用対物レンズ12は、第1光学系26における対物レンズの役割と、第2光学系36における対物レンズの役割とを持ち、第1光学系26と第2光学系36とにおける共用の対物レンズである。また、顕微鏡100は、観察対象10の対象面10Aを照明する第1照明系40を有する。なお、第1ズーム光学系20と第1結像光学系22とを便宜上区別して説明するが、ズーム光学系と結像光学系とが合わさったズーム結像光学系であってもよい。

[0017] 光路において共用対物レンズ12に最も近い第2光学系36のレンズの有効口径は、共用対物レンズ12に最も近い第1光学系26のレンズの有効口径と異なる。例えば、共用対物レンズ12に最も近い第2結像光学系32のレンズの有効口径は、第1ズーム光学系20の最も共用対物レンズ12に近いレンズの有効口径と異なる。第1ズーム光学系20の最も共用対物レンズ12に近いレンズの有効口径を第1光学系26の有効口径とも称する。第2結像光学系32の最も共用対物レンズ12に近いレンズの有効口径を第2光

学系 3 6 の有効口径とも称する。例えば、第 1 光学系 2 6 と第 2 光学系 3 6 との光学倍率が同じ場合、第 2 光学系 3 6 の有効口径は第 1 光学系 2 6 の有効口径よりも小さい。そのため、第 2 光学系 3 6 の実質的な開口数は第 1 光学系 2 6 の実質的な開口数よりも小さい。従って、第 2 光学系 3 6 の解像度は第 1 光学系 2 6 の解像度よりも低い。

[0018] 本明細書では、解像度の高低は、比較する光学系における、開口数、焦点深度、収差、及びレンズの材質のうちの少なくとも 1 つに基づいて判断される。また、解像度の高低は、光学像を画像として取得する撮像素子の画素数又はズーム光学系の有無に基づいて判断してもよい。開口数及び焦点深度は大きいほど解像度が高く、各種収差は小さいほど解像度が高く、レンズの材質は各波長光の透過度が高いほど解像度が高いと判断される。また、撮像素子の画素数は大きいほど解像度が高いと判断される。また、ズーム光学系を有するほうがズーム光学系を有さないほうよりも解像度が高いと判断される。また、例えば、本実施形態において、第 1 光学系 2 6 と第 2 光学系 3 6 とは、上記したような解像度の違いによって、互いに光学系の性能又は撮像素子の性能が異なる構成である。

[0019] 顕微鏡 1 0 0 は、第 1 結像光学系 2 2 によって結像される観察対象の光学像を画像（例、第 1 画像）として取得する第 1 撮像素子 2 4 と、第 2 結像光学系 3 2 によって結像される観察対象の光学像を画像（例、第 2 画像）として取得する第 2 撮像素子 3 4 とを含む。第 1 撮像素子 2 4 及び第 2 撮像素子 3 4 は、例えば CCD センサ又は CMOS センサを用いた撮像素子である。第 1 撮像素子 2 4 は、例えば画素数が 3 8 4 0 画素 × 2 1 6 0 画素の約 8 3 0 万画素から構成される 4 K 撮像素子である。第 2 撮像素子 3 4 は、例えば 1 2 8 0 画素 × 7 2 0 画素の約 9 2 万画素から構成される HD 撮像素子である。

[0020] 本実施形態 1 では、上述のように、第 2 光学系 3 6 と比較して解像度が相対的に高い第 1 光学系 2 6 によって結像される光学像を第 1 画像として取得する第 1 撮像素子 2 4 は、画素数が相対的に多い撮像素子を用いる。一方、

第1光学系26と比較して解像度が相対的に低い第2光学系36によって結像される光学像を第2画像として取得する第2撮像素子34は、画素数が相対的に少ない撮像素子を用いる。しかしこれに限らず、第1撮像素子24及び第2撮像素子34は、同じ画素数の撮像素子を用いてもよい。上記の第1撮像素子24の画素数と第2撮像素子34の画素数は単なる例示であり、本開示の技術においてはそれぞれの具体的な画素数は限定されない。また、本開示の技術における同期は2つ以上の信号や処理等のタイミングが合うことを含み、そのタイミングは一致すること又は許容できる範囲の少しのズレを含む。

[0021] 図1に示すように、対象面10Aから発した第1光束5は、第1光軸OL1に沿ってアフォーカル系の共用対物レンズ12によって平行光に変換されて第1偏向ミラー14に入射する。なお、第1光軸OL1に沿った第1光束5を単に第1光軸OL1の光ともいう。他の光軸に沿った光束も同様である。第1偏向ミラー14は、本開示の技術に係る第1偏向素子の一例である。第1偏向ミラー14に入射した第1光束5は、Z方向からマイナスX方向に偏向され、さらに第1絞り16を通過して第1ハーフミラー15に到達する。第1ハーフミラー15に到達した第1光束5は全量が図2に示すようにY方向に偏向されて第1ズーム光学系20に導かれる。第1ズーム光学系20を通過した第1光束5は第1結像光学系22によって第1撮像素子24の撮像面に結像され、第1撮像素子24によって撮像される。

[0022] 一方、対象面10Aから発した第2光束6は、図1に示すように、第2光軸OR1に沿って共用対物レンズ12によって平行光に変換され、第2絞り17を経由して第2結像光学系32に導かれる。第2光束6は第2結像光学系32によって第2撮像素子34の撮像面に結像され、撮像される。なお、顕微鏡100は、第2光学系36にズーム光学系を有していない。

[0023] アフォーカル系とは、焦点位置にある対象面10Aから発した第1光束5及び第2光束6が、収束も発散もしない平行光となる系である。又は、アフォーカル系とは、第1光軸OL1と第2光軸OR1とが平行となる系である。

。共用対物レンズ 12 から撮像側をアフォーカル系とすることにより、第 1 光学系 26 の第 1 光軸 OL1 の光の折り曲げ設計及びレンズ、偏光素子、ハーフミラー及び／又は絞り等の光学素子の配置設計が容易となる。また、後述するように、第 1 光学系 26 と第 2 光学系 36 との視差角を変更する構成が容易となる。

[0024] 第 1 照明系 40 は、第 1 照明光源 41 と第 1 光源光学系 42 とを含む。第 1 照明光源 41 から射出された照明光は、第 1 光源光学系 42 によってコリメートされ、照明光軸 LA に沿って第 1 ハーフミラー 15 に到達する。第 1 ハーフミラー 15 に到達した照明光は、第 1 ハーフミラー 15 を透過して第 1 光軸 OL1 に沿って第 1 光束 5 の経路を逆に向かって進む。照明光は、第 1 偏向ミラー 14 及び共用対物レンズ 12 を経て対象面 10A に到達して対象面 10A を照明する。第 1 照明光源 41 は、例えば眼球の瞳を介して網膜を照光して反射させ、反射光を照明光として用いる徹照用光源である。この場合、照明される対象面 10A は前眼部である。第 1 照明光源 41 は、例えば光源からの光を搬送する光ファイバを含んでもよい。

[0025] なお、図 1 では第 1 照明系 40 のみを図示しているが、第 1 照明系 40 に加えて、後眼部照明用の図示しない斜照明系を設けてもよい。斜照明系は、徹照用照明よりも外側から瞳を介して後眼部又は眼底部を照明する照明系である。斜照明系を併設する場合、共用対物レンズ 12 よりも観察対象側に前置レンズを挿脱可能に配置して、後眼部に焦点を合わせられるようにする。

[0026] また、光干渉断層計（OCT）のための図示しない近赤外光照射系を設けてもよい。これにより、眼底部を直接観察しながら OCT を用いて眼底部の断層像を取得し、病変部の有無を確認することが可能となる。

[0027] 第 1 光軸 OL1 の方向を変える第 1 ハーフミラー 15 から照明光を導入することで、第 1 光軸 OL1（又は第 1 光軸 OL1 の光路）と照明光軸 LA（又は照明光軸 LA の光路）とを一致させることができ、配置の自由度が向上する。また、後述のように第 1 偏向ミラー 14 は移動可能であるが、第 1 偏向ミラー 14 の移動方向が照明光軸 LA の方向と一致するため、第 1 偏向ミ

ラー 14 が移動しても照明系を移動させる必要がない。なお、顕微鏡 100 は、第 2 光学系 36 を介して対象面 10A を照明する光源は有していない。観察対象 10 である眼は、第 1 照明光源 41 からの照明光だけで照光されるため、眼に与える照明光の影響を少なくすることができる。

[0028] 第 1 撮像素子 24 によって撮像された、第 1 光束 5 に基づく観察対象 10 の第 1 画像は、例えば左眼用の画像として利用される。また、第 2 撮像素子 34 によって撮像された、第 2 光束 6 に基づく観察対象 10 の第 2 画像は、例えば右眼用の画像として利用される。その他の第 1 画像と第 2 画像の利用方法については後述する。

[0029] 一例として図 3 に示すように、顕微鏡 100 は、前述の光学要素と、制御部 90 と、画像送信部 60 と、入力部 140 と、を含む。制御部 90 は、画像処理部 50 と、画像選択部 55 と、出力 I/F 56 と、入力 I/F 57 と、第 1 偏向ミラー駆動部 81 と、第 2 結像光学系駆動部 82 と、第 1 ズーム光学系駆動部 84 と、第 1 照明光源駆動部 86 と、コンピュータ 110 と、外部 I/F 130 とを含む。これらはバスライン 120 に接続されている。

[0030] 第 1 撮像素子 24 によって撮像された第 1 画像と第 2 撮像素子 34 によって撮像された第 2 画像とは、電氣的な画像信号として入力 I/F 57 を介してコンピュータ 110 によって取得され、後述の RAM 114 に記憶される。コンピュータ 110 は、本開示の技術にかかる画像取得部の一例である。画像処理部 50 は、記憶された第 1 画像及び第 2 画像を画像処理する。画像選択部 55 は、画像表示装置 70 に表示する画像を選択する。出力 I/F 56 は、画像送信部 60 と制御部 90 とのインターフェースである。入力 I/F 57 は、入力部 140、第 1 撮像素子 24 及び第 2 撮像素子 34 と制御部 90 とのインターフェースである。第 1 偏向ミラー駆動部 81 は、第 1 偏向ミラー 14 を駆動する。第 2 結像光学系駆動部 82 は、第 2 絞り 17、第 2 結像光学系 32 及び第 2 撮像素子 34 を合わせて駆動する。第 1 ズーム光学系駆動部 84 は、第 1 ズーム光学系 20 のレンズ群を光軸方向に移動させて倍率を変更する。第 1 照明光源駆動部 86 は、第 1 照明光源 41 の点灯、消

灯、光源強度の調整等を行う。外部 I/F 130 は、図示しない外部装置を接続するためのインターフェースである。外部装置としては、例えば、パーソナルコンピュータ、USBメモリ、SSD及びサーバ等が挙げられる。

[0031] 画像選択部55は、観察者つまりユーザによって複数の観察モードから設定された観察モードに従って、画像処理された第1画像及び第2画像の中から、ユーザに観察される左眼用の表示画像と右眼用の表示画像とを選択する。選択された左眼用の表示画像と右眼用の表示画像とは、出力 I/F 56 を介して画像送信部60によって画像表示装置70に送信される。画像表示装置70は、左眼用の表示画像を例えば画面の左側に、右眼用の表示画像を例えば画面の右側に、それぞれ表示する。各画像を表示する位置は画像表示装置70における画面の左側と右側に限らないが、便宜上、左眼用の表示画像を左側画像と、右眼用の表示画像を右側画像とも称する。例えば、各画像を表示する位置は画面にストライプ状に各画像が交互に表示される場合又は画面の上側と下側とに各画像が表示される場合において、便宜上、左眼用の表示画像を左側画像と、右眼用の表示画像を右側画像とも称する。本実施形態では、左側画像として第1画像を、右側画像として第2画像を選択するが、これに限定されるものではない。なお、画像処理部50、第1偏向ミラー駆動部81及び第2結像光学系駆動部82の詳細と、観察モードの詳細については後述する。

[0032] ユーザは、入力部140を用いて、観察対象10の観察に関する各種設定や顕微鏡100の操作を行う。入力部140は、例えばキーボード、各種スイッチ、タッチパネル、音声入力用マイク及び／又はフットペダル等である。例えば、ユーザは観察モードの設定、画像の倍率の調節、光源強度の調節、及び実体角の変更等を入力部140を介して行う。入力された情報は入力 I/F 57 を介してコンピュータ110によって取得される。コンピュータ110は入力された情報に基づいて各部を制御する。

[0033] 一例として図4に示すように、コンピュータ110は、CPU112、RAM114、及びROM116を含み、CPU112、RAM114、及び

ROM 116はバスライン120に接続されている。CPU 112は、顕微鏡100の全体を制御する。RAM 114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揮発性のメモリである。ROM 116は、顕微鏡100の基本的な動作を制御する顕微鏡制御プログラム118及び各種パラメータ等を記憶する不揮発性のメモリである。なお、本第1実施形態では、1つのCPU 112を例示しているが、複数のCPUを用いることも可能である。

[0034] ROM 116は、顕微鏡制御プログラム118を記憶している。顕微鏡制御プログラム118は、本開示の技術に係る「プログラム」の一例である。なお、本第1実施形態では、顕微鏡制御プログラム118がROM 116に記憶されている形態例を挙げているが、本開示の技術はこれに限定されない。例えば、顕微鏡制御プログラム118は、バスライン120に接続されているHDD、EEPROM、又はフラッシュメモリ等（いずれも図示せず）に記憶されていてもよい。

[0035] CPU 112は、ROM 116から顕微鏡制御プログラム118を読み出し、読み出した顕微鏡制御プログラム118をRAM 114に展開する。そして、CPU 112は、顕微鏡制御プログラム118を実行することで、一例として図3に示す画像処理部50、画像選択部55、第1偏向ミラー駆動部81、第2結像光学系駆動部82、第1ズーム光学系駆動部84及び第1照明光源駆動部86として動作する。

[0036] 図1と図2に戻り、第1ズーム光学系20及び第1結像光学系22は、第1偏向ミラー14と第1ハーフミラー15によって偏向される第1光軸OL1の光が入射し、Y軸方向（例、水平方向）に沿って順次配置されている。この構成により、顕微鏡100における第1撮像素子の部分の厚さ方向（例、Z軸方向、鉛直方向）のサイズを小さくすることができる。

[0037] 前述のように、第2光学系36の有効口径は第1光学系26の有効口径よりも小さい。さらに、第2光学系36はズーム光学系を有していない。つまり、第1光学系26と第2光学系36とのうち、第1光学系26にのみズー

ム光学系を備える。このような構成により、第2光学系36のサイズをコンパクトに設計することができる。したがって、顕微鏡100のサイズは、両眼用として第1光学系26を2つ備える顕微鏡に比べてサイズをコンパクトにすることができ、また製造コストを低減することができる。

[0038] 共用対物レンズ12は、図1では1枚のレンズで構成されているように記載されているが、複数のレンズを組み合わせて構成してもよい。同様に、第1ズーム光学系20、第1結像光学系22、第2結像光学系32、第1光源光学系42は、それぞれが1枚又は複数のレンズから構成されている。

[0039] 一例として図5に示すように、第1ズーム光学系20は4枚のレンズから構成される。4枚のレンズは、共用対物レンズ12に近い側から、第1レンズ20A、第2レンズ20B、第3レンズ20C及び第4レンズ20Dである。第1レンズ20Aは、実質的に第1光学系26の開口数を決めるレンズである。矢印で図示するように、第2レンズ20Bと第3レンズ20Cは、これらの位置が連動して変わることによって第1ズーム光学系20の倍率を決定する。第2レンズ20Bは、最も低い倍率から最も高い倍率まで、光軸に沿って一方方向に移動する。第3レンズ20Cは倍率変更の途中で移動方向が反転するようにズームカムが構成されている。

[0040] 図1に示すように、第1光軸OL1と第2光軸OR1とは、観察対象10の位置において実体角R1の視差角をなす。この視差角を有することにより、ユーザが左眼と右眼とでそれぞれ第1画像と第2画像とを同時に見れば立体像として観察される。なお、視差角は、実体角とも称する。上記2つの光学系によって観察対象10の位置において実体角を有する2つの光軸に沿って通過したそれぞれの光束から得られる第1画像と第2画像を視差画像とも称する。例えば、第1光学系26により得られる第1画像と第2光学系36により得られる第2画像とで、視差画像が形成される。換言すれば、視差画像を形成するため、第1光学系26の光軸と第2光学系36の光軸とが視差角を有するように構成される。

[0041] 一例として図6に示すように、第1偏向ミラー14は、第1偏向ミラー駆

動部 81 によって、視差を付けたい視差方向（この場合、X 軸方向）に沿って移動するように駆動される。言い換えれば、第 1 偏向ミラー 14 は、第 1 光軸 OL1 と第 2 光軸 OR1 とが観察対象 10 の位置でなす実体角を変更する方向に移動可能である。

[0042] また、第 2 光学系 36 の少なくとも 1 つの光学素子が、第 1 光軸 OL1 と第 2 光軸 OR1 とが観察対象 10 の位置でなす実体角 R1 を変更する方向に移動可能である。具体的には、第 2 絞り 17、第 2 結像光学系 32 及び第 2 撮像素子 34 は、第 2 結像光学系駆動部 82 によって、視差を付けたい視差方向（この場合、X 軸方向）に沿って一体的に移動するように駆動される。つまり、第 2 絞り 17、第 2 結像光学系 32 及び第 2 撮像素子 34 は、第 1 光軸 OL1 と第 2 光軸 OR1 とが観察対象 10 の位置でなす実体角 R1 を変更する方向に移動可能である。

[0043] 図 6 は、第 1 偏向ミラー 14 が点線の位置から、X 方向に移動して実線の第 1 偏向ミラー 14 に示す位置に移動したことを示す。図 6 では、第 1 絞り 16 は動いていないが、第 1 偏向ミラー 14 に連動して第 1 絞り 16 が移動するように構成してもよい。同様に、第 2 絞り 17、第 2 結像光学系 32 及び第 2 撮像素子 34 が、点線の位置からマイナス X 方向に一体的に移動してそれぞれ実線で示す位置に移動したことを示す。

[0044] 図 6 に示す例では、点線で示す第 1 光軸 OL1 が一点鎖線で示す光軸 OL2 の位置に移動し、点線で示す第 2 光軸 OR1 が一点鎖線で示す光軸 OR2 の位置に移動している。その結果、光軸 OL2 と光軸 OR2 とのなす実体角 R2 は、第 1 偏向ミラー 14、第 2 絞り 17、第 2 結像光学系 32 及び第 2 撮像素子 34 が移動する前の実体角 R1 よりも小さくなる。第 1 偏向ミラー 14、第 2 絞り 17、第 2 結像光学系 32 及び第 2 撮像素子 34 をそれぞれ反対方向へ移動させると、実体角 R2 は大きくなる。

[0045] 所定のタイミング又はユーザごと等において、このように実体角を変更することにより、ユーザが見る観察対象 10 の立体感を変更することができる。この構成により、観察対象 10 の状態、照明条件、又は使用目的等によっ

てユーザが最適な立体感が得られる実体角を調節することができる。

[0046] 画像処理部50は、第1撮像素子24で撮像された第1画像及び第2撮像素子34で撮像された第2画像をユーザが両眼で見たときに、最適な立体画像が得られるように画像処理する。具体的には、画像処理部50は、第1画像の倍率と第2画像の倍率とが揃うように電子ズームの倍率を調整する。「倍率が揃う」とは、同じ程度の倍率ということであるが、倍率が完全に同じ倍率だけでなく、ユーザが第1画像と第2画像を見たときに違和感の生じない程度に揃った倍率を含むことをいう。「倍率が揃う」を「実質的に同じ倍率」であるともいう。上記2つの画像の倍率を揃えることによって、2つの画像は、互いに統合された倍率（統合倍率）に調整される。

[0047] 前述のように、第1画像は、例えば左眼用の画像として利用され、第2画像は、例えば右眼用の画像として利用される。第1光学系26は第1ズーム光学系20を有するが、第2光学系36はズーム光学系を有しない。そのため、第1ズーム光学系20を駆動させて第1画像の倍率を変更した場合、第1画像と第2画像とで画像の光学的倍率が異なる。そこで、画像処理部50によって第2画像を電子的に拡大又は縮小する処理が行われ、第2画像の倍率が光学的に拡大された第1画像の倍率に合わせられる。画像を電子的に拡大又は縮小する処理を電子ズームとも称する。

[0048] 光学ズームの倍率と電子ズームの倍率とを合わせる方法は、光学ズームの倍率と電子ズームの倍率とをそれぞれ個別に設定して合わせることも可能である。しかし、第1画像の光学ズームの倍率がユーザによって設定された場合に、第2画像の電子ズームの倍率が制御部90（又は画像処理部50）によって第1画像の倍率に基づいて調整されることが好ましい。又は、第2画像の電子ズームの倍率は、第1画像の倍率に連動して調整されることが好ましい。第2画像の倍率が第1画像の倍率に基づいて調整されるということは、第1画像の視野範囲と第2画像の視野範囲とを、同程度になるように調整するということを含む。

[0049] 一例として画像処理部50は、第2画像の電子ズームの倍率を、第1ズー

ム光学系20による第1画像の光学的な倍率変化に連動させて調節する。つまり、画像処理部50は、第1ズーム光学系20により達成される光学的な倍率と実質的に同じ倍率となるように電子ズームの倍率を調整する。これにより、倍率を変更した立体像を両眼視で違和感なく観察できる。そのため、第1光学系26と第2光学系36との両方にズーム光学系を設ける場合に比べ、あまり変わらない解像度で立体視が可能となり、かつ製造コストやサイズを低減することが可能となる。

[0050] 画像処理部50は、第1画像を電子的に拡大又は縮小してもよい。これにより、例えば第1画像と第2画像を第1ズーム光学系20の拡大率より大きく拡大することができる。また逆に、第1画像と第2画像を第1ズーム光学系20の最低倍率より小さく縮小することができる。その結果、ユーザは第1ズーム光学系20の倍率範囲を超える範囲の倍率で立体視が可能となる。

[0051] 第1ズーム光学系20による光学的な倍率変化に連動して電子的倍率を変化させる方法は、ユーザによって設定された第1ズーム光学系20の倍率を検出して、電子ズームの倍率を第1ズーム光学系20の倍率に合わせればよい。第1ズーム光学系20の倍率は、ユーザが入力部140を介して入力する。ユーザの倍率入力方法は、キーボード等を用いて数値で入力する方法、予め段階的に設定された倍率を選択する方法、又はレバー又はダイヤル等で連続的に倍率を変化させ、希望の倍率の位置で停止させる方法等がある。

[0052] また、第1ズーム光学系20の特定のレンズの位置を検出することにより、倍率（例、第1ズーム光学系20の倍率）を計算し、電子ズームの倍率をそれに合わせてもよい。特定のレンズとは、そのレンズの位置が第1ズーム光学系20の倍率と一義的に対応するレンズであり、例えば図5の第2レンズ20Bが相当する。予めROM116に特定のレンズの位置と第1ズーム光学系20の倍率とを対応付けるテーブル又は関数式を記憶しておき、レンズの位置又は駆動モータの回転数から倍率を計算することができる。

[0053] また、第1ズーム光学系20による光学的な倍率変化に連動して電子的倍率を変化させる方法として、画像解析により倍率を合わせる方法でもよい。

例えば、第1画像と第2画像の倍率が比較的近い場合は、第1画像と第2画像の中から相似形の物体を検出し、その相似形の物体の大きさが等しくなるように第2画像を電子ズームで拡大又は縮小する。第1画像と第2画像の倍率が大きく異なっていて相似形の形状が発見できない場合は、第1画像と第2画像の両方に相似形の形状を検出するまで電子ズームの倍率を変更し、相似形の形状を検出した後、上記の方法で倍率を合わせる。

[0054] 例えば第1実施形態では、第2光学系36の有効口径が第1光学系26の有効口径よりも小さいため、相対的に第1画像が明るく、第2画像が暗い画像となる。このような場合、画像処理部50は、第1画像及び第2画像の輝度調整、ホワイトバランス調整及びRGB補正等を行って第1画像と第2画像との明るさを揃える。また、画像処理部50は、画像表示装置70に表示される2つの画像（例、第1画像、第2画像）の向きを、ユーザに対して所定の向きになるようそれぞれ調整してもよい。

[0055] 画像送信部60は、画像処理部50で処理された第1画像及び第2画像を画像表示装置70に送信する。第1実施形態では、画像送信部60は例えば無線で画像を送信するための画像トランスミッタである。また、有線で画像を送信することも可能であり、その場合は、画像送信部60は画像送信用の出力端子等の出力部を含む。

[0056] 画像表示装置70は、例えば第1画像と第2画像を表示する。特に画像表示装置70は、第1画像と第2画像を立体視ができるように表示可能である。本開示の技術においては、立体観察を可能とする画像表示装置70の種類は限定されず、公知の立体視が可能な表示装置を用いることができる。

[0057] 例えば、画像表示装置70は、頭部又は顔面に装着可能なヘッドマウント型ディスプレイである。ヘッドマウント型ディスプレイは、例えば右眼用と左眼用の独立した2つの表示画面（又は空間に画像が表示される表示画面）を有しており、2つの画面それぞれに右眼用の画像と左眼用の画像を表示する。実体角を有する2つの画像を表示することにより、表示画像に立体感を生じさせることができる。

- [0058] また、画像表示装置 70 は、左眼用のフレーム画像と右眼用のフレーム画像とを交互に表示するヘッドマウント型ディスプレイでもよい。このタイプの表示装置は、左眼用の第 1 画像と右眼用の第 1 画像とを高速で交互に表示し、それぞれの画像の表示に合わせて右眼のシャッタと左眼のシャッタとを交互に開閉する。左眼用の第 1 画像を表示している間は右眼用のシャッタを閉じ、右眼用の第 2 画像を表示している間は左眼用のシャッタを閉じる。この方法によって、ユーザは左眼と右眼とでそれぞれ第 1 画像と第 2 画像を見ることができ、立体視が実現される。
- [0059] また、画像表示装置 70 は 1 つのフラット液晶表示画面を有する表示装置でもよい。この画像表示装置 70 は、例えば走査線ごとに交互に右眼用の画像と左眼用の画像とを表示する。右眼用の画像の走査線と左眼用の画像の走査線の画面上には偏光方向が逆の偏光板がそれぞれ設けられている。ユーザは、右眼用走査線上に設けられた偏光板と同じ偏光方向を持つ偏光フィルタを右側に、左眼用走査線上に設けられた偏光板と同じ偏光面を持つ偏光フィルタを左側にそれぞれ有する眼鏡をかけて画像を観察する。
- [0060] また、画像表示装置 70 は、シリンドリカルレンズを多数配置したレンチキュラレンズを用いた表示装置でもよい。レンチキュラ表示装置は、右眼用の画像と左眼用の画像とを画素ライン毎に表示する。そして表示された右眼用の画像と左眼用の画像とを、画素ライン毎に配置されたシリンドリカルレンズにより、右眼方向と左眼方向に向けて表示する表示装置である。レンチキュラ表示装置を用いる場合は、偏光眼鏡をかける必要がないというメリットがある。また、画像表示装置 70 は、裸眼で立体視が可能な画像表示装置として、パララックスバリア方式の画像表示装置を用いてもよい。パララックスバリア方式とは、観察者の左右両眼に異なる画素が見えるようにする方式である。具体的には、例えば表示画素の手前に左右 2 画素ごとに 1 つの穴、または溝を設けた遮蔽板を配置する。これにより、右眼は右眼用の画像のみを見て、左眼は左眼用の画像のみを見る。右眼用の画像と左眼用の画像は、視差角を有するため、裸眼で両眼視差を作り出すことができる。

- [0061] 画像表示装置 70 がヘッドマウント型ディスプレイの場合は、画像表示装置 70 は顕微鏡 100 とは別体の装置である。しかし、画像表示装置 70 がフラット液晶表示画面を有するタイプの場合、画像表示装置 70 が顕微鏡 100 と一体化されている顕微鏡システムとして構成してもよい。この場合、顕微鏡 100 の Z 軸方向の寸法を小さくし、画像表示装置 70 が第 1 光学系 26 及び第 2 光学系 36 の上部に配置されることが好ましい。これにより、ユーザの正面前方に画像表示装置 70 が配置されるように配置設計することができる。
- [0062] 上記の説明では、画像表示装置 70 は顕微鏡 100 とは独立して制御又は操作されるものとして説明している。しかし、画像表示装置 70 は顕微鏡 100 の制御部 90 により制御されてもよい。
- [0063] 第 1 実施形態に係る制御部は、例えば、第 1 撮像素子により撮像される第 1 画像と第 2 撮像素子により撮像される第 2 画像とを取得する工程と、第 1 画像と第 2 画像とのうち第 1 画像を画像表示装置 70 に表示する第 1 モードと、第 1 画像と第 1 画像とは解像度が異なる第 2 画像とを 3 次元表示用画像（例、立体視できる立体画像、視差画像、など）として画像表示装置 70 に表示する第 2 モードとを切替可能である。
- [0064] 例えば、顕微鏡 100 は、観察モードをユーザが選択して設定することができる。具体的には、ユーザは、詳細観察モードである第 1 モード、立体観察モードである第 2 モード、変倍観察モードである第 3 モードを設定可能である。画像選択部 55 は、ユーザによって設定された観察モードに基づき、第 1 画像と第 2 画像から左眼用画像と右眼用画像とを選択して組み合わせる。
- [0065] 例えば、ユーザが第 1 モードを選択した場合は、画像選択部 55 は、例えば図 7 に示すように、解像度が相対的に高い第 1 画像 72 を、左眼用及び右眼用の画像として選択する。この場合、観察される画像は実体角がないため立体画像にはならないが、ユーザは相対的に高解像度の画像を両眼で見ることができるというメリットがある。これは観察対象 10 を高解像度で拡大し

て見る場合に適している。

[0066] なお、第1モードでは立体視を行わないため、必ずしも左眼用及び右眼用の画像として同じ第1画像72を2つの画像表示面に表示する必要はない。画像表示面に1つの第1画像72を表示してそれを両眼視してもよい。

[0067] また、ユーザが第2モードを選択した場合は、画像選択部55は、例えば図8に示すように、左眼用として第1画像72を、右眼用として第2画像73を選択する。なお、図8では、第2画像73は第1画像72よりも解像度が低い画像として模式的に表している。この場合、ユーザは観察対象10の立体的な画像を見ることができる。この際、ユーザは実体角を調整して立体感を調節することができる。第2モードの場合、制御部90は、第1光学系26により得られる第1画像72と第2光学系36により得られる第2画像73とで視差画像を形成させる。第2モードにおいて、制御部90は、第1画像72の表示のタイミングに同期させて第2画像73を画像表示装置70に表示させる。本実施形態では、第2画像73が第1画像72よりも解像度が低い例を説明しているが、第1画像72が第2画像73よりも解像度が低くてもよい。

[0068] また、ユーザが第3モードを選択した場合は、画像選択部55は、例えば図9に示すように、解像度が相対的に低い第2画像73を右眼用及び左眼用の画像として選択する。この場合、観察される画像の解像度は相対的に低いが、ユーザは電子ズームにより低倍率から高倍率まで画像を素早く変倍して観察することができるというメリットがある。なお、図7から図9では、分かりやすくするため左眼用の画像と右眼用の画像を左右に並べて記載したが、前述のように左眼用の画像と右眼用の画像とは必ずしも画面の左右に同時に表示する必要はない。左眼用の画像と右眼用の画像は、表示装置の方式により適宜表示される。

[0069] なお、第3モードでは立体視を行わないため、必ずしも左眼用及び右眼用の画像として同じ第2画像73を2つの画像表示面に表示する必要はない。画像表示面に1つの第2画像73を表示してそれを両眼視してもよい。

[0070] 以上の構成を有する顕微鏡 100 は、解像度などの構成が異なる 2 つの光学系を有することにより、立体視を可能とし、かつコストとサイズを抑制した顕微鏡が提供される。具体的には、第 2 光学系の有効口径が第 1 光学系 26 の有効口径より小さい。そのため、顕微鏡 100 は立体視が可能でありながらも、2 つの光学系の有効口径が同じ構成と比較して製造コストとサイズを抑制することができる。また、本実施形態の顕微鏡は、2 つの光学系から得られる画像を複数の表示方法（画像表示方法）で表示することができる。

[0071] また、従来技術の顕微鏡は、右眼用の光学系と左眼用の光学系を同じ構成の光学系とし、立体視のために利用するだけであった。それに対して実施形態 1 に係る顕微鏡 100 は、第 1 光学系 26 だけに第 1 ズーム光学系 20 を有しており、第 2 光学系 36 はズーム光学系を有さず、第 1 光学系 26 よりもシンプルな構成である。そして、第 1 画像を左眼用の画像として利用し、第 2 画像を右眼用の画像として立体視に用いるほか、第 1 画像を左眼用と右眼用の画像として利用することができ、又は第 2 画像を左眼用と右眼用の画像として利用することができる。この構成により、ユーザは複数の観察モードを設定することができる。

[0072] このような構成の顕微鏡 100 は、立体視を可能とし、かつ両方にズーム光学系を備える構成よりも製造コストとサイズを抑制することができる。さらに、立体観察モードのほか、詳細観察モード、変倍観察モードのモード選択も可能である。また、第 2 撮像素子 34 として、第 1 撮像素子 24 の画素数より少ない画素数を持つ撮像素子を用いることで、製造コストをさらに低減できる。

[0073] （変形例 1）

上述の第 1 実施形態では、第 1 偏向ミラー 14 及び第 1 ハーフミラー 15 を用いて光軸 OL 1 の光を 2 つの方向（例、X 軸方向と Y 軸方向）に偏向し、第 1 ズーム光学系 20 及び第 1 結像光学系 22 を Y 軸方向に沿って配置している。これにより、顕微鏡 100 の Z 軸方向のサイズ、即ち高さを低減することができる。しかし、図 10 に示す顕微鏡 100A のように、第 1 偏向

ミラー 14 を用いずに、第 1 ズーム光学系 20 及び第 1 結像光学系 22 を第 2 結像光学系 32 と同じ Z 軸方向に揃えて配置してもよい。変形例 1 によれば、顕微鏡 100 の Y 軸方向つまり横方向のサイズを小さくすることができる。なお、第 1 ハーフミラー 15 は、第 1 照明光源 41 からの照明光を第 1 光軸 OL1 に沿って対象面 10A に導くために用いる。その他の構成は第 1 実施形態と同じである。

[0074] また、第 1 ズーム光学系 20 及び第 1 結像光学系 22 を第 2 結像光学系 32 と同じ Z 方向に揃える代わりに、偏向素子を用いて第 2 結像光学系 32 及び第 2 撮像素子 34 を第 1 ズーム光学系 20 及び第 1 結像光学系 22 と同じ Y 方向に揃えて配置してもよい（図示省略）。この変形例では、顕微鏡 100 の Z 軸方向のサイズつまり高さをさらに小さくすることができる。

[0075] （変形例 2）

上述の第 1 実施形態では、第 1 撮像素子 24 及び第 1 撮像素子 34 を用いて対象面 10A の光学像を画像として取得する。そしてユーザは撮像された画像を画像表示装置 70 を用いて観察する。しかし第 1 撮像素子 24 及び第 1 撮像素子 34 を用いずに、光学像を直接観察するようにしてもよい。例えば、図 11 に示す顕微鏡 100B のように、第 1 偏向ミラー 14 を用いずに第 1 ズーム光学系 20 及び第 1 結像光学系 22 を第 2 結像光学系 32 と同じ方向に揃えて配置する。そして第 1 結像光学系 22 に第 1 接眼レンズ 23 を配設し、第 2 結像光学系 32 に第 2 接眼レンズ 33 を配設する。この場合、接眼レンズを介して見た画像が正立するように、正立プリズム等を配置する（図示省略）。この変形例 2 によれば、顕微鏡 100B の Y 軸方向のサイズを小さくすることができる。また、顕微鏡 100B は画像表示装置 70 を備える必要がない。また、器具の交換用アダプタを追加することにより、接眼レンズと撮像素子とを交換可能に構成してもよい。

[0076] （変形例 3）上記の実施形態 1 では、第 1 光学系 26 の対物レンズと第 2 光学系 36 の対物レンズは、両者を兼ねる共用対物レンズ 12 を用いた。しかし、図 12 に示すように、顕微鏡 100C は共用対物レンズ 12 に代えて第

1 光学系 2 6 専用の第 1 対物レンズ 4 5 及び第 2 光学系 3 6 専用の第 2 対物レンズ 4 6 をそれぞれ設けてもよい。つまり、第 1 対物レンズ 4 5、第 1 ズーム光学系 2 0 及び第 1 結像光学系を含めて第 1 光学系 2 6 として構成する。また、第 2 対物レンズ 4 6 及び第 2 結像光学系 3 2 を含めて第 2 光学系 3 6 として構成する。この場合、第 1 光学系 2 6 の有効口径は第 1 対物レンズ 4 5 の有効口径であり、第 2 光学系 3 6 の有効口径は第 2 対物レンズ 4 6 の有効口径である。その他の構成は第 1 実施形態と同じである。

[0077] 変形例 3 によれば、顕微鏡 1 0 0 C は、比較的大型の共用対物レンズ 1 2 を設ける必要がなく、比較的小型の第 1 対物レンズ 4 5 と第 2 対物レンズ 4 6 とを用いることができる。この構成では、例えば第 1 対物レンズ 4 5 から第 1 撮像素子 2 4 までの素子全体を、観察対象 1 0 を中心に矢印 W 1 の方向に移動させる。また、第 2 対物レンズ 4 6 から第 2 撮像素子 3 4 までの素子全体を、観察対象 1 0 を中心に矢印 W 2 の方向に移動させる。こうすることにより、顕微鏡 1 0 0 C は実体角 R 1 を変更することができる。

[0078] (変形例 4)

上述の第 1 実施形態では、第 1 光学系 2 6 の有効口径と第 2 光学系 3 6 の有効口径とが異なる。しかし、本実施形態の顕微鏡は、第 1 光学系 2 6 の有効口径と第 2 光学系 3 6 の有効口径とを同じとしてもよい。第 2 光学系 3 6 がズーム光学系を有しない場合でも、第 2 光学系 3 6 の有効口径が第 1 光学系 2 6 の有効口径が同じ場合は、明るさが揃った画像を得やすくなる。以上説明した各変形例においても、第 1 実施形態で説明した基本的な効果と同等の効果が得られる。

[0079] (第 2 実施形態)

次に、第 2 実施形態について、図面を参照して説明する。なお、第 1 実施形態と同じ要素には同じ番号を付して詳細な説明は省略する。図 1 3 に示すように、眼科手術用の顕微鏡 2 0 0 は、共用対物レンズ 1 2 と、第 1 結像光学系 2 2 2 と、第 1 撮像素子 2 2 4 と、第 2 結像光学系 3 2 と、第 2 撮像素子 3 4 とを含む。また、顕微鏡 2 0 0 は、第 1 ハーフミラー 1 5 と、第 1 絞

り 1 6 と、第 2 絞り 1 7 と、第 1 照明系 4 0 とを含む。

[0080] 共用対物レンズ 1 2 と、第 1 結像光学系 2 2 2 とで第 1 光学系 2 2 6 を構成し、共用対物レンズ 1 2 と、第 2 結像光学系 3 2 とで第 2 光学系 3 6 を構成する。第 1 結像光学系 2 2 2 と第 2 結像光学系 3 2 とは、実質的に同等の光学的な構成を有する。第 1 光学系 2 2 6 及び第 2 光学系 3 6 のいずれにもズーム光学系は有していない。したがって、第 1 光学系 2 2 6 及び第 2 光学系 3 6 の光学的な解像度は同じである。

[0081] 対象面 1 0 A から発した左眼用の観察光は、第 1 光軸 O L 1 に沿って共用対物レンズ 1 2 によって平行光に変換されて絞り 1 6 を通過し、第 1 ハーフミラー 1 5 に入射する。第 1 ハーフミラー 1 5 に入射した観察光は第 1 ハーフミラー 1 5 を透過し、次いで第 1 結像光学系 2 2 2 によって第 1 撮像素子 2 2 4 の撮像面に結像され、対象面 1 0 A の光学像が第 1 撮像素子 2 2 4 により取得される。

[0082] 一方、対象面 1 0 A から発した右眼用の観察光は、第 2 光軸 O R 1 に沿って共用対物レンズ 1 2 によって平行光に変換され、第 2 絞り 1 7 を経由して第 2 結像光学系 3 2 に導かれる。そして観察光は第 2 結像光学系 3 2 によって第 2 撮像素子 3 4 の撮像面に結像され、対象面 1 0 A の光学像が第 2 撮像素子 3 4 により取得される。

[0083] ここで、第 1 撮像素子 2 2 4 の画素数は、3 8 4 0 画素×2 1 6 0 画素の約 8 3 0 万画素、第 2 撮像素子 3 4 の画素数は、1 2 8 0 画素×7 2 0 画素の約 9 2 万画素である。このように、第 2 実施形態では、第 1 撮像素子 2 2 4 の画素数と第 2 撮像素子 3 4 の画素数とが異なる。なお、上記の第 1 撮像素子 2 2 4 の画素数と第 2 撮像素子 3 4 の画素数は例示であり、両者の画素数が異なっていればよく、本開示の技術においては、それぞれの具体的な画素数は限定されない。

[0084] 画素数の多い第 1 撮像素子 2 2 4 によって取得される第 1 画像は第 2 画像と比較して相対的に高解像度であり、画素数の少ない第 2 撮像素子 3 4 によって取得される第 2 画像は第 1 画像と比較して相対的に低解像度である。画

像処理部 50 は、第 1 画像と第 2 画像を電子ズームによりそれぞれ拡大、縮小することが可能である。ただし、第 1 画像と第 2 画像とで倍率が揃うように第 1 画像と第 2 画像とで倍率を連動させて拡大、縮小することが好ましい。

[0085] 第 1 照明系 40 は、第 1 実施形態と同じである。第 1 照明光源 41 から射出された照明光は、第 1 光源光学系 42 によってコリメートされ、照明光軸 LA に沿って第 1 ハーフミラー 15 に入射する。第 1 ハーフミラー 15 に入射した照明光は、第 1 ハーフミラー 15 によって偏向され、第 1 光軸 OL1 に沿って共用対物レンズ 12 を経て対象面 10A に入射する。

[0086] 顕微鏡 200 は、第 2 光学系 36 の少なくとも 1 つの光学素子が、第 1 光軸 OL1 と第 2 光軸 OR1 とが観察対象 10 の位置でなす実体角 R1 を変更する方向（視差方向）に移動可能である。具体的には、第 2 絞り 17、第 2 結像光学系 32 及び第 2 撮像素子 34 は、一体となって第 2 結像光学系駆動部 82 によって X 軸に沿って移動するように駆動される。つまり、第 2 絞り 17、第 2 結像光学系 32 及び第 2 撮像素子 34 は、第 1 光軸 OL1 と第 2 光軸 OR1 とが観察対象 10 の位置でなす実体角 R1 を変更する方向に移動可能である。実体角 R1 を変更可能とすることで、ユーザが最も適切な立体感を得られるように実体角 R1 を調節することができる。

[0087] 顕微鏡 200 の制御部は、第 1 偏向ミラー駆動部 81 及び第 1 ズーム光学系駆動部 84 を有しないほかは、図 3 に示す第 1 実施形態の制御部 90 と同等の構成を有する。画像表示装置 70 の構成も第 1 実施形態と同様である。

[0088] 顕微鏡 200 は、ユーザが設定した上述の観察モードに基づいて、第 1 画像と第 2 画像を組み合わせる画像表示装置 70 に表示させることができる。例えば、ユーザが詳細観察モードである第 1 モードに設定した場合は、画像選択部 55 は、第 1 画像を左右両眼用の画像として選択する。表示される画像は立体画像ではないが、ユーザは高解像度の画像を見ることができる。

[0089] また、ユーザが立体観察モードである第 2 モードに設定した場合は、画像選択部 55 は、第 1 画像と第 2 画像を左眼用と右眼用の画像として選択する

。ユーザはこれを両眼視することで立体画像として対象を観察可能である。つまり、第2モードの場合、第1光学系226により得られる第1画像72と第2光学系36により得られる第2画像73とで視差画像が形成される。

[0090] また、ユーザが変倍観察モードである第3モードに設定した場合は、画像選択部55は、第2画像を左右両眼用の画像として選択する。ユーザは低解像度の画像ではあるが低倍率から高倍率までの画像を電子ズームにより素早く変倍して見ることができる。

[0091] 以上のような構成を有する第2実施形態の顕微鏡200によれば、第1撮像素子224の画素数が約830万画素、第2撮像素子34の画素数は約92万画素である。そのため、第1撮像素子224と第2撮像素子34の両方に例えば約830万画素の撮像素子を用いる場合に比べて製造コストを抑制することができる。

[0092] また、ユーザは画像表示装置に表示された第1画像と第2画像を両眼視することにより立体画像を観察可能である。さらに、第1画像を両眼用の画像として利用し、又は第2画像を両眼用の画像として利用することができる。この構成により、複数の観察モードを設定することができる。

[0093] (変形例5)

第2実施形態における顕微鏡200においても、第1実施形態で説明した変形例又は代替構成を適用することが可能である。例えば、上記の顕微鏡200では、第1光学系及び第2光学系はズーム光学系を有していない。しかし、顕微鏡200は第1光学系に図示しないズーム光学系を備えてもよい。この構成により、顕微鏡200は第1光学系の光学的解像度をより高めることができる。即ち、顕微鏡200の光学的解像度を実質的に高めることができる。

[0094] (変形例6)

また、上記の顕微鏡200の例では、第1光学系226及び第2光学系36はZ軸方向に沿って配置されている。しかし、本開示の技術においては、第1光学系226及び第2光学系36の配置の向きは限定されない。2つの

光学系は、それぞれ図示しない偏向素子を用いてY軸方向に沿って配置してもよい。この場合、顕微鏡200は、顕微鏡200のZ軸方向のサイズを小さくすることができる。

[0095] (変形例7)

また、上記の顕微鏡200の例では、第2絞り17、第2結像光学系32及び第2撮像素子34を移動させて実体角R1を変更する。これに代えて、又は加えて、顕微鏡200は第1光学系226の光軸OL1を移動させて実体角R1を変更可能としてもよい。例えば、図6に示すように、第1偏向ミラー14と第1ハーフミラー15とを組み合わせ第1光軸OL1の光を偏向し、第1偏向ミラー14を移動させることで実体角R1を変更することができる。あるいは、顕微鏡200は第1ハーフミラー15、第1絞り16、第1結像光学系222及び第1撮像素子224を一体で移動させて実体角R1を変更可能なように構成してもよい。

[0096] (第3実施形態)

次に、第3実施形態に係る眼科手術用の顕微鏡300について図面を参照して説明する。一例として図14から図16に示すように、顕微鏡300は、第1実施形態の顕微鏡100にもう1つの観察光学系を加えた構造を備える。顕微鏡300は、術者（医師）と助手とがそれぞれ観察対象10を立体視可能な顕微鏡である。図14に示すように、術者は矢印DAの方向から観察し、助手は矢印DBの方向から観察する。

[0097] 具体的には、顕微鏡300は、共用対物レンズ12と、第1ズーム光学系20と、第1結像光学系22と、を含む第1光学系26を備える。顕微鏡300は、共用対物レンズ12と、第2結像光学系32と、を含む第2光学系36を備える。顕微鏡300は、共用対物レンズ12と、第3ズーム光学系320と、第3結像光学系322と、を含む第3光学系326を備える。つまり、共用対物レンズ12は、第1光学系26の対物レンズと、第2光学系36の対物レンズと、第3光学系326の対物レンズとを兼ねている。

[0098] 第1光学系26の有効口径は、第3光学系326の有効口径と同じ程度で

ある。第2光学系36の有効口径は、第1光学系26又は第3光学系326の有効口径とは異なる。具体的には、光学系の光学倍率が同じ場合、第2光学系36の有効口径は、第1光学系26又は第3光学系326の有効口径よりも小さい。つまり、第2光学系36の実質的な開口数は第1光学系26及び第3光学系326の実質的な開口数よりも小さい。なお、第1光学系26と第3光学系326の実質的な開口数とが異なるように構成してもよい。その場合でも、第1光学系26と第3光学系326の実質的な開口数が第2光学系36の実質的な開口数よりも大きいことが好ましい。

[0099] 顕微鏡300は、第1結像光学系22によって結像される観察対象の光学像を第1画像として取得する第1撮像素子24と、第2結像光学系32によって結像される観察対象の光学像を第2画像として取得する第2撮像素子34と、第3結像光学系322によって結像される観察対象の光学像を第3画像として取得する第3撮像素子324と、を含む。また、顕微鏡300は、観察対象10の対象面10Aを照明する第1照明系40を備える。

[0100] 図15に示すように、対象面10Aから発した第1光束5は、第1光軸OL1に沿って共用対物レンズ12によって平行光に変換されて第1偏向ミラー14に入射する。第1偏向ミラー14に入射した第1光束5は、Z方向からマイナスY方向に偏向され、さらに第1絞り16を通過して第1ハーフミラー15に入射する。図14に示すように、第1ハーフミラー15に入射した第1光束5は、全量がマイナスX方向に偏向されて第1ズーム光学系20に導かれる。第1ズーム光学系20を通過した第1光束5は第1結像光学系22によって第1撮像素子24の撮像面に結像され、対象面10Aの光学像が取得される。

[0101] 一方、対象面10Aから発した第3光束307は、第3光軸OR3に沿って共用対物レンズ12によって平行光に変換されて第3偏向ミラー314に入射する。第3偏向ミラー314は、本開示の技術に係る第3偏向素子の一例である。第3偏向ミラー314に入射した第3光束307は、Z方向からY方向に偏向され、さらに第3絞り316を通過して第3ハーフミラー31

5に入射する。図14に示すように、第3ハーフミラー315に入射した第3光束307は、マイナスX方向に偏向されて第3ズーム光学系320に導かれる。第3ズーム光学系320を通過した第3光束307は第3結像光学系322によって第3撮像素子324の撮像面に結像され、対象面10Aの光学像が取得される。

[0102] 図16に示すように、対象面10Aから発した第2光束6は、第2光軸OR1に沿って共用対物レンズ12によって平行光に変換され、第2絞り17を經由して第2結像光学系32に導かれる。第2光束6は第2結像光学系32によって第2撮像素子34の撮像面に結像され、対象面10Aの光学像が取得される。なお、顕微鏡300は、第2光学系36にズーム光学系を有していない。また、顕微鏡300は、第1光学系26、第2光学系36、及び第3光学系326のうちの第1光学系26及び第3光学系326のみにズーム光学系を含む。

[0103] 図15に示すように、第1光軸OL1と第3光軸OR3とは観察対象10の位置において実体角R3をなす。また図16に示すように、第1光軸OL1と第2光軸OR1とは観察対象10の位置において実体角R1をなす。

[0104] 第1撮像素子24によって取得される第1画像は、術者の左眼用の画像に供される。第3撮像素子324によって取得される第3画像は、術者の右眼用の画像に供される。第1画像と第3画像とは実体角R3を有しているため、術者は第1画像と第3画像とを両眼視することで立体画像を見ることができる。

[0105] また、第1画像は、助手の左眼用の画像にも供され、第2撮像素子34によって取得される第2画像は、例えば助手の右眼用の画像に供される。この場合、第1画像と第2画像とは実体角R1を有しているため、助手は第1画像と第2画像とを両眼視することで立体画像を見ることができる。

[0106] 第1撮像素子24、第2撮像素子34及び第3撮像素子324は、例えばCCDセンサ又はCMOSセンサを用いた撮像素子である。第1撮像素子24と第3撮像素子324は、それぞれ3840画素×2160画素の約83

0万画素から構成される4K撮像素子である。第2撮像素子34は、第1撮像素子24と異なり、1280画素×720画素の約92万画素から構成されるHD撮像素子である。なお、上記の画素数は例示であり、それぞれの具体的な画素数は限定されない。

[0107] 顕微鏡300は、一例として図17に示すように、上述の光学要素のほかに、画像送信部60と、制御部91と、入力部140と、を備える。制御部91は、画像処理部50と、画像選択部55と、出力I/F56と、入力I/F57と、第1偏向ミラー駆動部81と、第2結像光学系駆動部82と、第3偏向ミラー駆動部83と、第1ズーム光学系駆動部84と、第3ズーム光学系駆動部85と、第1照明光源駆動部86と、コンピュータ110と、外部I/F130と、を含む。これらはいずれもバスライン120に接続されている。

[0108] 第1撮像素子24によって撮像された第1画像と、第2撮像素子34によって撮像された第2画像と、第3撮像素子324によって撮像された第3画像とは、電氣的な画像信号として、入力I/F57を介してコンピュータ110によって取得され、RAM114に記憶される。画像処理部50は、記憶された第1画像、第2画像、及び第3画像を画像処理する。画像選択部55は、画像表示装置370に表示する画像を選択する。出力I/F56は、画像送信部60と制御部91とのインターフェースである。入力I/F57は、入力部140、第1撮像素子24、第2撮像素子34及び第3撮像素子324と制御部91とのインターフェースである。第3偏向ミラー駆動部83は、第3偏向ミラー314を駆動する。第3ズーム光学系駆動部85は、第3ズーム光学系320のレンズ群を移動させて倍率を変更する。その他の構成は、第1実施形態の制御部90で説明した構成と同じである。

[0109] ユーザは、入力部140を用いて、観察に関する各種設定や顕微鏡300の操作を行う。入力部140は、例えばキーボード、各種スイッチ、タッチパネル、音声入力用マイク及び／又はフットペダル等である。ユーザは観察モードの設定、画像の倍率の調節、光源強度の調節及び実体角の変更等を入

力部 140 を介して行う。入力された情報は入力 I / F 57 を介してコンピュータ 110 によって取得される。コンピュータ 110 は入力された情報に基づいて各部を制御する。

[0110] 顕微鏡 300 は、基本的には、第 1 画像と第 2 画像とが助手用の観察画像として用いられる。また、第 1 画像と第 3 画像とが術者用の観察画像として用いられる。ただし、助手用の観察画像は、後述のように複数の観察モードで選択可能である。

[0111] 第 1 画像は、第 1 ズーム光学系 20 によって光学的に倍率に変更され、第 3 画像は、第 3 ズーム光学系 320 によって光学的に倍率に変更される。一方、第 2 画像は、第 1 画像と組み合わせて観察される場合は、第 1 画像の第 1 ズーム光学系 20 による倍率の変更に連動して、第 1 ズーム光学系 20 の倍率に揃うように画像処理部 50 によって電子ズームの倍率が調整される。光学ズームと電子ズームの倍率を連動させて調整する方法は、第 1 実施形態で説明したとおりである。なお、画像処理部 50 は、第 1 画像と第 3 画像を電子ズームとして拡大又は縮小することが可能である。この場合でも、第 1 画像、第 2 画像及び第 3 画像のうちから選択される、術者又は助手が観察する 2 つの画像は、光学ズームと組み合わせた倍率、即ち視野範囲が同程度に調整されていることが好ましい。

[0112] 画像選択部 55 は、術者及び助手によって設定された上述の観察モードに従って、画像処理部 50 によって画像処理された第 1 画像、第 2 画像、及び第 3 画像の中から、左眼用表示画像と右目用表示画像とを選択する。選択された左眼用表示画像と右目用表示画像は、出力 I / F 56 を介して画像送信部 60 によって画像表示装置 370 に送信される。画像表示装置 370 は、左眼用表示画像と右目用表示画像を表示する。画像表示装置 370 は、助手用の第 1 表示部 371 と、術者用の第 2 表示部 372 とを含む。第 1 表示部 371 は、第 1 画像、第 2 画像、及び第 3 画像のいずれか 2 つを表示する。第 2 表示部 372 は、第 1 画像、第 2 画像、及び第 3 画像のいずれか 2 つを表示する。第 1 表示部 371 と第 2 表示部 372 は、それぞれ本開示の第 1

画像表示部と第2画像表示部の一例である。以下「術者及び／又は助手」を「ユーザ」とも称する。

[0113] 画像処理部50によって画像処理された第1画像、第2画像及び第3画像から、画像選択部55によって左眼用の表示画像と右目用の表示画像とが選択される。選択された表示画像は、出力I/F56を介して画像送信部60によって画像表示装置370に送信される。画像表示装置370の第1表示部371は、助手が観察対象10を観察するための例えば第1画像と第2画像とを表示する。画像表示装置370の第2表示部372は、術者が観察対象10を観察するための例えば第1画像と第3画像とを表示する。

[0114] 第1表示部371と第2表示部372は、例えばそれぞれが第1実施形態で説明した型式の表示装置である。例えば、第1表示部371が助手用のヘッドマウント型ディスプレイであり、第2表示部372が術者用のヘッドマウント型ディスプレイであってもよい。また、画像表示装置370は、第1フラット液晶表示部371と第2フラット液晶表示部372とを有する表示装置でもよい。フラット液晶型の画像表示装置370は、例えば第1光学系26、第2光学系36、及び第3光学系326の上部に配置される。この場合は、第1実施形態で説明したように、助手が偏向眼鏡をかける等して第1フラット液晶表示部371を見て、術者が偏向眼鏡をかける等して第2フラット液晶表示部372を見る。

[0115] 顕微鏡300は、第1偏向ミラー14と第3偏向ミラー314との少なくとも一方が、第1光軸OL1と第3光軸OR3とが観察対象の位置でなす実体角R3を変更する方向に移動可能である。一例として図18に示すように、第1偏向ミラー14は、第1偏向ミラー駆動部81によってY軸方向に駆動される。また第3偏向ミラー314は、第3偏向ミラー駆動部83によってY軸方向に駆動される。

[0116] 図18は、第1偏向ミラー14が点線で示す位置から実線で示す位置にY方向に駆動され、第3偏向ミラー314が点線で示す位置から実線で示す位置にマイナスY方向に駆動された図である。第1偏向ミラー14が移動した

後の光軸OL3と、第3偏向ミラー314が移動した後の光軸OR4とがなす実体角R4は、移動する前の実体角R3よりも小さい。第1偏向ミラー14と第3偏向ミラー314とをそれぞれ逆方向に移動させると、実体角は大きくなる。

[0117] 第1偏向ミラー14が移動すると、図18に示すように第1光軸OL1が光軸OL3に移動する。助手が図16に示すように第1光軸OL1からの第1画像と第2光軸OR1からの第2画像を見ている状態で、第1画像の第1光軸OL1だけが光軸OL3に移動すると、実体角R1の方向と角度が変わり、助手が見る立体画像に違和感が生じる。この違和感が生じないようにするため、第2光学系36に含まれる少なくとも1つの光学素子が、第1偏向ミラー14の動きと連動して同じ方向へ移動可能である。一例として図19に示すように、第2絞り17、第2結像光学系32及び第2撮像素子34が一体となって、第1偏向ミラー14の移動に連動して同じ方向に移動するように構成してもよい。これにより、助手が見る立体画像に違和感が生じないようにすることができる。

[0118] 顕微鏡300は、ユーザが助手用の観察モードを選択して設定することができる。具体的には、ユーザは、詳細観察モードである第1モード、立体観察モードである第2モード、変倍観察モードである第3モードを設定可能である。画像選択部55は、ユーザによって設定された観察モードに基づき、第1画像、第2画像及び第3画像から左眼用画像と右眼用画像とを選択する。

[0119] 一例として、図14に示す矢印DA、つまり術者から見て第1撮像素子24で取得される第1画像72、第2撮像素子34で取得される第2画像73、及び第3撮像素子324で取得される第3画像74が図20に示すような画像である場合を想定する。術者は第1画像72と第3画像74を見、助手は基本的に第1画像72と第2画像73を見ることになる。

[0120] 助手が第1モードを選択した場合は、画像選択部55は、解像度が相対的に高い第1画像72を、左眼用及び右眼用の画像として選択し、選択された

画像は例えば図 2 1 に示すように第 1 表示部 3 7 1 に表示される。ここで、助手は図 2 0 の D B 方向から見るため、表示する画像は反時計回りに 9 0 度回転されている。この場合、観察される画像は実体角がないため立体画像にはならないが、助手は相対的に高解像度の画像を両眼で見ることができるというメリットがある。これは細かい対象面 1 0 A を高解像度で拡大して見る場合に適している。

[0121] また、助手が第 2 モードを選択した場合は、画像選択部 5 5 は、左眼用として第 1 画像 7 2 を、右眼用として第 2 画像 7 3 を選択する。この場合、選択された画像は例えば図 2 2 に示すように第 1 表示部 3 7 1 に表示され、助手は矢印 D B から見た立体画像を見ることができる。つまり、制御部 9 1 は、第 1 光学系 2 6 により得られる第 1 画像 7 2 と第 2 光学系 3 6 により得られる第 2 画像 7 3 とで視差画像を形成させる。第 2 モードにおいて、制御部 9 1 は、第 1 画像 7 2 の表示のタイミングに同期させて第 2 画像 7 3 を第 1 表示部 3 7 1 に表示させる。第 2 モードでは、第 1 画像 7 2 及び第 3 画像 7 4 よりも解像度の低い第 2 画像 7 3 を用いるため、術者が見る画像よりも解像度が低い、立体視が可能である。本実施形態では、第 2 画像 7 3 が第 1 画像 7 2 よりも解像度が低い例を説明しているが、第 1 画像 7 2 が第 2 画像 7 3 よりも解像度が低くてもよい。

[0122] また、助手が第 3 モードを選択した場合は、画像選択部 5 5 は、解像度が相対的に低い第 2 画像 7 3 を右眼用及び左眼用の画像として選択する。この場合、選択された画像は例えば図 2 3 に示すように第 1 表示部 3 7 1 に表示される。観察される画像は立体ではなく、その解像度は相対的に低い、助手は電子ズームにより低倍率から高倍率まで画像を素早く変倍して観察することができるというメリットがある。

[0123] さらに助手は、術者が見る画像と同じ画像（例、高解像度の画像、視差画像）を第 1 表示部 3 7 1 に表示させる、第 4 モードを設定することができる。第 4 モードに設定された場合、画像選択部 5 5 は、第 1 表示部 3 7 1 に表示される左眼用の表示画像として第 1 画像 7 2 を選択し、右眼用の表示画像

として第3画像74を選択する。つまり第4モードにおいて、制御部91は、第1画像72と第3画像74とを用いて視差画像を形成させる。この場合、画像処理部50は、例えば図24に示すようにDA方向から見た第1画像72と第3画像74を表示することができる。このように表示することで、術者が見る方向の高解像度の立体画像を助手も同時に見ることができる。つまり、第1光学系26により得られる第1画像72と第3光学系326により得られる第3画像74とで視差画像が形成される。なお、助手が見るための第1画像72と第3画像74の向きは、助手が位置する場所から見た、予め定められた画像の向きに設定することができる。

[0124] 一方、術者が術者用立体観察モードを設定すると、画像選択部55は、術者用の表示画像として、例えば図25に示すように、第2表示部372に表示する左眼用画像として第1画像72と、右眼用画像として第3画像74を選択する。これにより、術者はDA方向から見た高解像度の立体画像を見ることができる。このモードは術者用の通常モードである。

[0125] なお、図21から図25では、分かりやすくするため左眼用の画像と右眼用の画像を左右に並べて記載したが、前述のように左眼用の画像と右眼用の画像とは必ずしも画像表示面（例、画面）の左右に同時に表示する必要はない。第1実施形態で説明したように、表示装置の型式により適宜表示される。

[0126] また、術者用の観察モードとして、通常モード以外のモードを選択できるようにしてもよい。例えば、第2画像73を左眼用画像として術者用の第2表示部372に表示させ、第3画像74を右眼用画像として第2表示部372に表示させる第5モードを術者が選択できるようにしてもよい。第2画像73は、第3画像74よりも解像度が低い、デジタルズームで変倍が容易である。

[0127] さらに、術者と助手とで、それぞれが選択できるモードの組み合わせは任意である。例えば、基本的には術者が第1画像72と第3画像74を術者用の第2表示部372に表示させる通常モードを選択し、助手が第1画像72

と第2画像73を助手用の第1表示部371に表示させる第2モードを選択する。しかし術者と助手の観察モードの組み合わせはこれに限定されない。

[0128] 例えば、術者が通常モードを選択している場合に、助手は第1モードから第4モードのいずれでも選択できる。また、制御部91は、術者用の第2表示部372に第2画像73と第3画像74を表示させ（第5モード）、助手用の第1表示部371に第1画像72と第2画像73を表示させる（第2モード）ことができる。また、制御部91は、術者用の第2表示部372に第2画像73と第3画像74を表示させ（第5モード）、助手用の第1表示部371に第1画像72と第3画像74を表示させる（第4モード）ことができる。あるいは、制御部91は、術者用に第4モードで表示させ、助手用に第5モードで表示させることもできる。

[0129] 以上の構成を有する第3実施形態によれば、第2光学系36の実質的な開口数は第1光学系26及び第3光学系326の実質的な開口数よりも小さい。さらに第2光学系36はズーム光学系を有していない。従って、第2光学系36が第1光学系26及び第3光学系326と同等の開口数を有し、ズーム光学系を有する場合に比較して、製造コストとサイズを低減することができる。一方で、術者及び助手は、それぞれが立体画像を見ることができる。

[0130] また、第3実施形態によれば、術者と助手の双方が立体画像を観察可能である。さらに、助手は複数の観察モードを設定することができ、また、術者が見る観察画像を助手が見るモードも設定可能である。第3実施形態によれば、複数の解像度が異なる光学系を十分に活用することができる。また、第2光学系36が第1光学系26及び第3光学系326と同等の開口数を有する場合と実質的に同等の観察を助手が行うことができる。

[0131] （変形例8）

第3実施形態における顕微鏡300においても、第1実施形態又は第2実施形態で説明した変形例又は代替構成を適用することが可能である。例えば、本開示の技術においては第1光学系26と第3光学系326との配置の向きは図14に示す向きに限定されない。偏光ミラーの向きや数を変えて各光

光学系の向きを自由に変えることができる。また、第3実施形態では、第3光学系326に第3ズーム光学系320を設けているが、第3光学系326に第3ズーム光学系を有していなくてもよい。

[0132] (変形例9)

第3実施形態では、第1光学系26、第2光学系36及び第3光学系326の対物レンズとして、共用対物レンズ12を用いた。しかし、顕微鏡300は、第1光学系26に専用の第1対物レンズを、第2光学系36に専用の第2対物レンズを、第3光学系326に専用の第3対物レンズを、それぞれ設けてもよい。変形例9では、顕微鏡300は、比較的大型の共用対物レンズ12の代わりに、比較的小型の専用対物レンズを設けるため、サイズを低減することができる。

[0133] (変形例10)

第3実施形態では第1光軸OL1と第3光軸OR3とがなす実体角R3を変更可能であるが、さらに第2光学系36に含まれる少なくとも1つの光学素子が、第1光軸OL1と第2光軸OR1とが観察対象の位置でなす実体角R1を変更する方向に移動可能に構成してもよい。例えば、顕微鏡300は、第2絞り17、第2結像光学系32及び第2撮像素子34を、図6に示すように実体角R1を変更する方向に移動可能に構成してもよい。変形例10では、顕微鏡300は、助手用の画像についても立体感を調節することができる。

[0134] (変形例11)

実体角R3を変更可能な構成として、顕微鏡300は、第1偏向ミラー14は移動せず、第3偏向ミラー314だけが移動するように構成してもよい。変形例11は、第1偏向ミラー駆動部81が不要となる。また、図19に示すような、第2絞り17、第2結像光学系32及び第2撮像素子34を第1偏向ミラー14の移動に連動して移動させるといった必要がないというメリットがある。さらに、助手が見る画像の実体角R1を変更するために、第2絞り17、第2結像光学系32及び第2撮像素子34を一方向だけに移動

させればよい。そのため、実体角 R 1 と実体角 R 3 の両方を変更可能とする構成が容易となる。

[0135] 上記の各実施形態では、顕微鏡制御プログラム 118 を ROM 116 から読み出す場合を例示したが、必ずしも最初から ROM 116 に記憶させておく必要はない。例えば、図 26 に示すように、SSD、USB メモリ、又は CD-ROM 等の任意の可搬型の記憶媒体 400 に顕微鏡制御プログラム 118 を記憶させておいてもよい。この場合、記憶媒体 400 の顕微鏡制御プログラム 118 がコンピュータ 110 の RAM 114 にインストールされ、インストールされた顕微鏡制御プログラム 118 が CPU 112 によって実行される。

[0136] また、図示しない通信網を介して顕微鏡 100, 200, 300 に接続される他のコンピュータ又はサーバ装置等の記憶部に顕微鏡制御プログラム 118 を記憶させておき、顕微鏡制御プログラム 118 が顕微鏡 100, 200, 300 の要求に応じてダウンロードされるようにしてもよい。この場合、ダウンロードされた顕微鏡制御プログラム 118 が CPU 112 によって実行される。

[0137] 上記実施形態において、例えば、画像処理部及び画像選択部といった各種の処理を実行する処理部のハードウェア的な構造としては、ソフトウェア（プログラム）を実行して各種の処理部として機能する汎用的なプロセッサである CPU に加えて、FPGA などの製造後に回路構成を変更可能なプロセッサである PLD（プログラマブルロジックデバイス）、ASIC などの特定の処理を実行させるために専用に設計された回路構成を有するプロセッサである専用電気回路などが含まれる。

[0138] 1 つの処理部は、これらの各種のプロセッサのうちの 1 つで構成されてもよいし、同種または異種の 2 つ以上のプロセッサの組み合わせ（例えば、複数の FPGA の組み合わせや、CPU と FPGA との組み合わせ）で構成されてもよい。また、複数の処理部を 1 つのプロセッサで構成してもよい。

[0139] 複数の処理部を 1 つのプロセッサで構成する例としては、第 1 に、クライ

アント及びサーバなどのコンピュータに代表されるように、1つ以上のCPUとソフトウェアの組み合わせで1つのプロセッサを構成し、このプロセッサが複数の処理部として機能する形態がある。第2に、SoC（システムオンチップ）などに代表されるように、複数の処理部を含むシステム全体の機能を1つのICチップで実現するプロセッサを使用する形態がある。このように、各種の処理部は、ハードウェア的な構造として、上記各種のプロセッサの1つ以上を用いて構成される。

[0140] さらに、これらの各種のプロセッサのハードウェア的な構造としては、より具体的には、半導体素子などの回路素子を組み合わせた電気回路を用いることができる。

[0141] 本明細書において、「A及び／又はB」は、「A及びBのうちの少なくとも1つ」と同義である。つまり、「A及び／又はB」は、Aだけであってもよいし、Bだけであってもよいし、A及びBの組み合わせであってもよい、という意味である。また、本明細書において、3つ以上の事柄を「及び／又は」で結び付けて表現する場合も、「A及び／又はB」と同様の考え方が適用される。

[0142] 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。

請求の範囲

- [請求項1] 共用対物レンズ又は第1対物レンズと第1結像光学系とを含む、第1光軸を有する第1光学系と、
 前記共用対物レンズ又は第2対物レンズと第2結像光学系とを含む、第2光軸を有する第2光学系と、
 前記第1結像光学系によって結像される光学像を第1画像として取得する第1撮像素子と、
 前記第2結像光学系によって結像される光学像を第2画像として取得する第2撮像素子と、
 前記第1画像を画像表示装置に表示する第1モードと、前記第1画像と前記第1画像とは解像度が異なる前記第2画像とを3次元表示用画像として前記画像表示装置に表示する第2モードとを切替可能である制御部と、を備える顕微鏡。
- [請求項2] 前記第2モードにおいて、前記制御部は、前記第1光学系により得られる前記第1画像と前記第2光学系により得られる前記第2画像とで視差画像を形成させる、請求項1に記載の顕微鏡。
- [請求項3] 前記制御部は、前記第2画像を前記画像表示装置に表示する第3モードに切替可能である、請求項1又は請求項2に記載の顕微鏡。
- [請求項4] 前記第1光学系と前記第2光学系とのうち前記第1光学系のみにズーム光学系を含む、請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の顕微鏡。
- [請求項5] 前記第2画像の倍率を電子的に変更可能な画像処理部を備え、前記画像処理部は、前記ズーム光学系によって拡大又は縮小された前記第1画像に基づいて前記第2画像の倍率を調整する、請求項4に記載の顕微鏡。
- [請求項6] 前記画像処理部は、前記第1画像と前記第2画像との視野範囲を調整する、請求項5に記載の顕微鏡。
- [請求項7] 前記第2光学系に含まれる少なくとも1つの光学素子が、前記第1

光軸と前記第2光軸とが観察対象の位置でなす実体角を変更する方向に移動可能である、請求項1から請求項6のいずれか一項に記載の顕微鏡。

[請求項8] 前記第1撮像素子の画素数と前記第2撮像素子の画素数とが異なる請求項1から請求項7のいずれか一項に記載の顕微鏡。

[請求項9] 前記第1光学系の有効口径と前記第2光学系の有効口径とが異なる、請求項1から請求項8のいずれか一項に記載の顕微鏡。

[請求項10] 前記共用対物レンズ又は第3対物レンズと第3結像光学系とを含む、第3光軸を有する第3光学系と、前記第3結像光学系によって結像される光学像を第3画像として取得する第3撮像素子とを備える、請求項1から請求項9のいずれか一項に記載の顕微鏡。

[請求項11] 前記第3光学系の解像度が前記第2光学系の解像度よりも高い、又は前記第3撮像素子の画素数が前記第2撮像素子の画素数よりも多い、請求項10に記載の顕微鏡。

[請求項12] 共用対物レンズ又は第1対物レンズと第1結像光学系とを含む、第1光軸を有する第1光学系と、
前記共用対物レンズ又は第2対物レンズと第2結像光学系とを含む、第2光軸を有する第2光学系と、を備え、
前記第1光学系と前記第2光学系とのうち前記第1光学系のみにズーム光学系を含む、顕微鏡。

[請求項13] 前記第1結像光学系によって結像される光学像を第1画像として取得する第1撮像素子と、
前記第2結像光学系によって結像される光学像を第2画像として取得する第2撮像素子と、を備え、
前記第1撮像素子の画素数と前記第2撮像素子の画素数とが異なる請求項12に記載の顕微鏡。

[請求項14] 前記第2画像の倍率を電子的に変更可能な画像処理部を備え、前記画像処理部は、前記ズーム光学系によって拡大又は縮小された前記第

1 画像に基づいて前記第 2 画像の倍率を調整する、請求項 1 3 に記載の顕微鏡。

[請求項15] 前記画像処理部は、前記第 1 画像と前記第 2 画像との視野範囲を調整する、請求項 1 4 に記載の顕微鏡。

[請求項16] 前記第 1 画像を画像表示装置に表示する第 1 モードと、前記第 1 画像と前記第 2 画像とを 3 次元表示用画像として前記画像表示装置に表示する第 2 モードと、前記第 2 画像を前記画像表示装置に表示する第 3 モードと、を切替可能である制御部を備える、請求項 1 3 から請求項 1 5 の何れか一項に記載の顕微鏡。

[請求項17] 前記第 2 モードにおいて、前記制御部は、前記第 1 光学系により得られる前記第 1 画像と前記第 2 光学系により得られる前記第 2 画像とで視差画像を形成させる、請求項 1 6 に記載の顕微鏡。

[請求項18] 前記第 2 光学系に含まれる少なくとも 1 つの光学素子が、前記第 1 光軸と前記第 2 光軸とが観察対象の位置でなす実体角を変更する方向に移動可能である、請求項 1 2 から請求項 1 7 のいずれか一項に記載の顕微鏡。

[請求項19] 前記共用対物レンズ又は第 3 対物レンズと第 3 結像光学系とを含む、第 3 光軸を有する第 3 光学系と、前記第 3 結像光学系によって結像される光学像を第 3 画像として取得する第 3 撮像素子と、を備える、請求項 1 2 から請求項 1 8 のいずれか一項に記載の顕微鏡。

[請求項20] 前記第 3 光学系の解像度が前記第 2 光学系の解像度よりも高い、請求項 1 9 に記載の顕微鏡。

[請求項21] 共用対物レンズ又は第 1 対物レンズと第 1 結像光学系とを含む、第 1 光軸を有する第 1 光学系と、
前記共用対物レンズ又は第 2 対物レンズと第 2 結像光学系とを含む、第 2 光軸を有する第 2 光学系と、
前記共用対物レンズ又は第 3 対物レンズと第 3 結像光学系とを含む、第 3 光軸を有する第 3 光学系と、を備え、

前記第 1 光学系の解像度が前記第 2 光学系の解像度よりも高く、
前記第 3 光学系の解像度が前記第 2 光学系の解像度よりも高い顕微鏡。

[請求項22] 前記第 1 光学系、前記第 2 光学系、及び前記第 3 光学系のうちの前記第 1 光学系及び前記第 3 光学系のみズーム光学系を含む、請求項 2 1 に記載の顕微鏡。

[請求項23] 前記第 1 結像光学系によって結像される光学像を第 1 画像として取得する第 1 撮像素子と、

前記第 2 結像光学系によって結像される光学像を第 2 画像として取得する第 2 撮像素子と、

前記第 3 結像光学系によって結像される光学像を第 3 画像として取得する第 3 撮像素子と、を備え、

前記第 1 撮像素子の画素数と前記第 2 撮像素子の画素数とが異なる請求項 2 1 又は請求項 2 2 に記載の顕微鏡。

[請求項24] 前記第 1 画像、前記第 2 画像、及び前記第 3 画像を電子的に拡大及び縮小可能な画像処理部を備える、請求項 2 3 に記載の顕微鏡。

[請求項25] 前記画像処理部は、前記第 1 画像、前記第 2 画像、及び前記第 3 画像のうちから、倍率が調整された 2 つの画像を生成する請求項 2 4 に記載の顕微鏡。

[請求項26] 前記画像処理部は、前記第 1 画像、前記第 2 画像、及び前記第 3 画像のうちから、視野範囲が調整された 2 つの画像を生成する請求項 2 4 又は請求項 2 5 に記載の顕微鏡。

[請求項27] 前記第 1 画像を画像表示装置に表示する第 1 モードと、前記第 1 画像と前記第 2 画像とを 3 次元表示用画像として前記画像表示装置に表示する第 2 モードと、前記第 2 画像を前記画像表示装置に表示する第 3 モードと、を切替可能である制御部を備える、請求項 2 4 から請求項 2 6 の何れか一項に記載の顕微鏡。

[請求項28] 前記第 2 モードにおいて、前記制御部は、前記第 1 光学系により得

られる前記第1画像と前記第2光学系により得られる前記第2画像とで視差画像を形成させる、請求項27に記載の顕微鏡。

[請求項29] 前記制御部は、前記第1画像を左側画像とし、前記第3画像を右側画像として前記画像表示装置に表示する第4モードに切替可能である、請求項27又は請求項28に記載の顕微鏡。

[請求項30] 前記第4モードにおいて、前記制御部は、前記第1光学系により得られる前記第1画像と前記第3光学系により得られる前記第3画像とで視差画像を形成させる、請求項29に記載の顕微鏡。

[請求項31] 前記画像処理部は、前記第1画像及び前記第3画像の向きを、予め定められた向きに合わせる請求項29又は請求項30に記載の顕微鏡。

[請求項32] 前記画像表示装置は、前記第1画像、前記第2画像、及び前記第3画像のいずれか2つを表示する第1画像表示部と、前記第1画像、前記第2画像及び前記第3画像のいずれか2つを表示する第2画像表示部と、を備える、請求項27から請求項31のいずれか一項に記載の顕微鏡。

[請求項33] 前記制御部は、前記第1画像と前記第2画像とを用いて視差画像を形成させる前記第2モードで前記第1画像表示部に表示させ、前記第2画像と前記第3画像とを用いて視差画像を形成させる第5モードで前記第2画像表示部に表示させる、請求項32に記載の顕微鏡。

[請求項34] 前記制御部は、前記第2画像と前記第3画像とを用いて視差画像を形成させる第5モードで前記第1画像表示部に表示させ、前記第1画像と前記第3画像とを用いて視差画像を形成させる第4モードで前記第2画像表示部に表示させる、請求項32に記載の顕微鏡。

[請求項35] 前記制御部は、前記第2モードにおいて、前記第1画像の表示に同期させて前記第2画像を前記画像表示装置に表示させる、請求項27から請求項32のいずれか一項に記載の顕微鏡。

[請求項36] 前記第1光軸の光を偏向する第1偏向素子と、前記第3光軸の光を

偏向する第3偏向素子とを備え、前記第1偏向素子と前記第3偏向素子との少なくとも一方が、前記第1光軸と前記第3光軸とが観察対象の位置でなす実体角を変更する方向に移動可能である、請求項21から請求項35のいずれか一項に記載の顕微鏡。

[請求項37] 前記第2光学系に含まれる少なくとも1つの光学素子が、前記第1偏向素子の動きと連動して同じ方向へ移動可能である、請求項36に記載の顕微鏡。

[請求項38] 前記第1偏向素子と前記第3偏向素子とのうち、前記第3偏向素子のみが、前記第1光軸と前記第3光軸とが観察対象の位置でなす実体角を変更する方向に移動可能である、請求項36に記載の顕微鏡。

[請求項39] 前記第2光学系に含まれる少なくとも1つの光学素子が、前記第1光軸と前記第2光軸とが観察対象の位置でなす実体角を変更する方向に移動可能である、請求項21から請求項38のいずれか一項に記載の顕微鏡。

[請求項40] 前記第3光学系の解像度は、前記第1光学系の解像度に相当する解像度である、請求項21から請求項39のいずれか一項に記載の顕微鏡。

[請求項41] 前記第1光学系、前記第2光学系及び前記第3光学系のそれぞれの解像度の高低は、前記第1光学系、前記第2光学系及び前記第3光学系についての、開口数、焦点深度、収差、レンズの材質、及びズーム光学系の有無のうちの少なくとも1つに基づいて判断される、請求項21から請求項40のいずれか一項に記載の顕微鏡。

[請求項42] 第1撮像素子により撮像される第1画像と第2撮像素子により撮像される第2画像とを取得する画像取得部と、

前記第1画像を画像表示装置に表示する第1モードと、前記第1画像と前記第1画像とは解像度が異なる前記第2画像とを3次元表示用画像として前記画像表示装置に表示する第2モードとを切替可能である制御部と、

を備える顕微鏡用制御装置。

[請求項43]

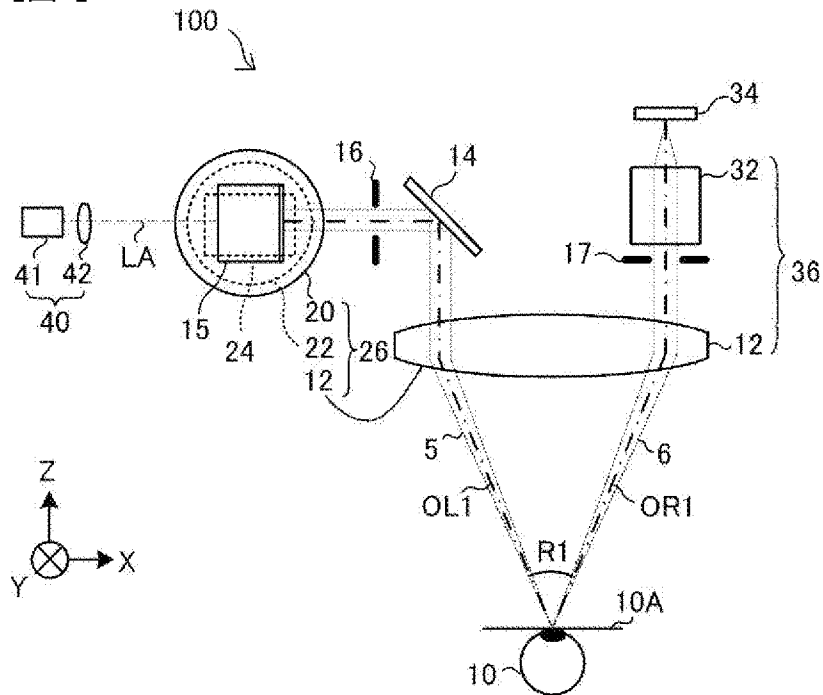
コンピュータに、

第1撮像素子により撮像される第1画像と第2撮像素子により撮像される第2画像とを取得するステップと、

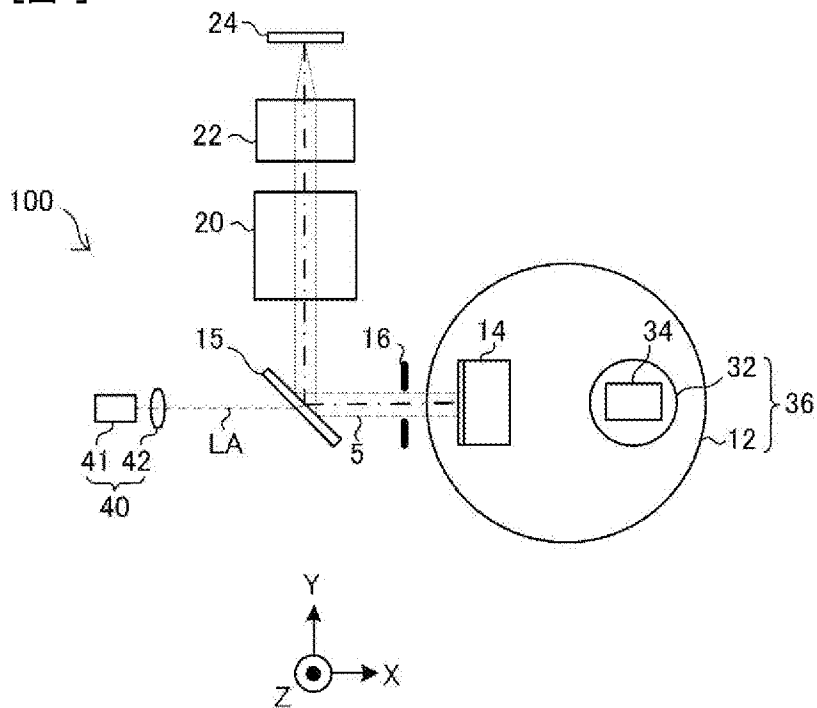
前記第1画像を画像表示装置に表示する第1モードと、前記第1画像と前記第1画像とは解像度が異なる前記第2画像とを3次元表示用画像として前記画像表示装置に表示する選択する第2モードとを切替えるステップと、

を実行させるためのプログラム。

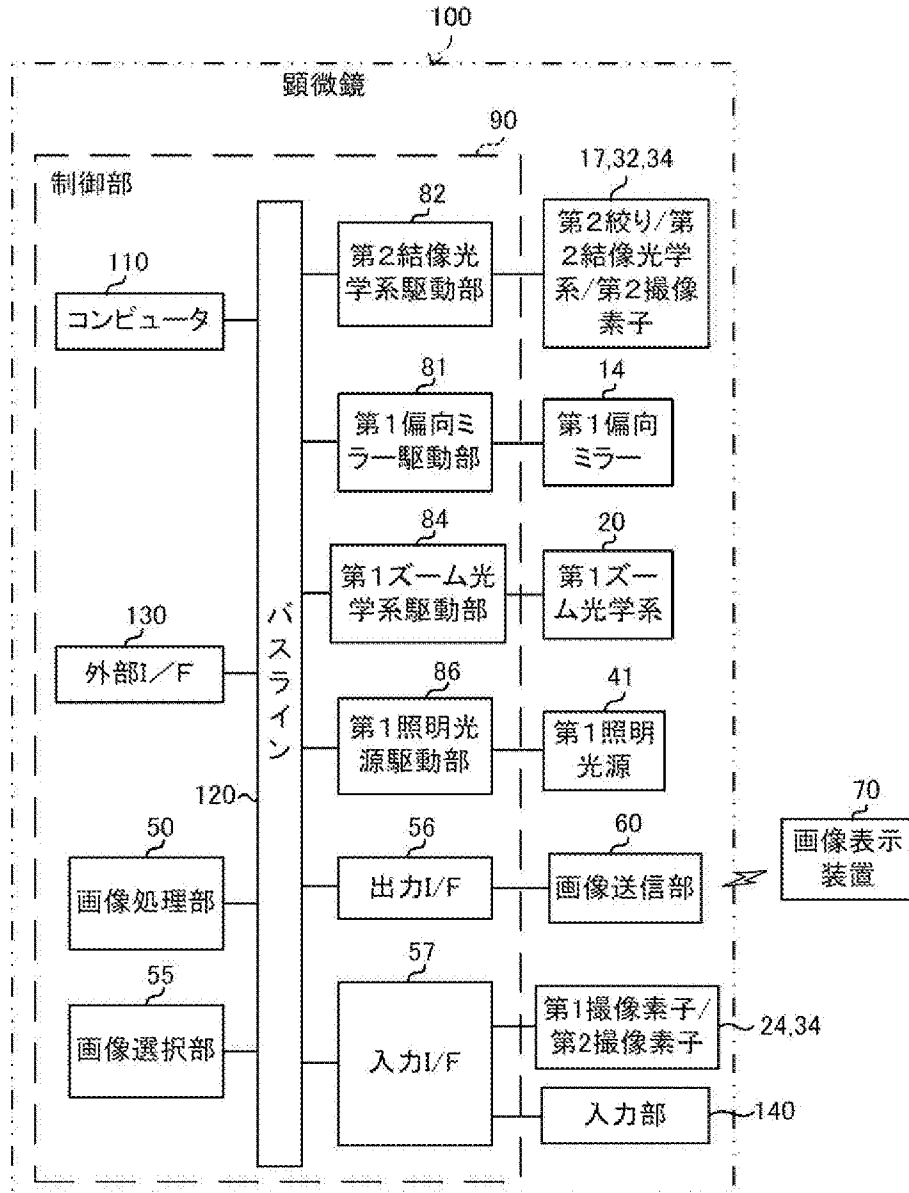
[図1]



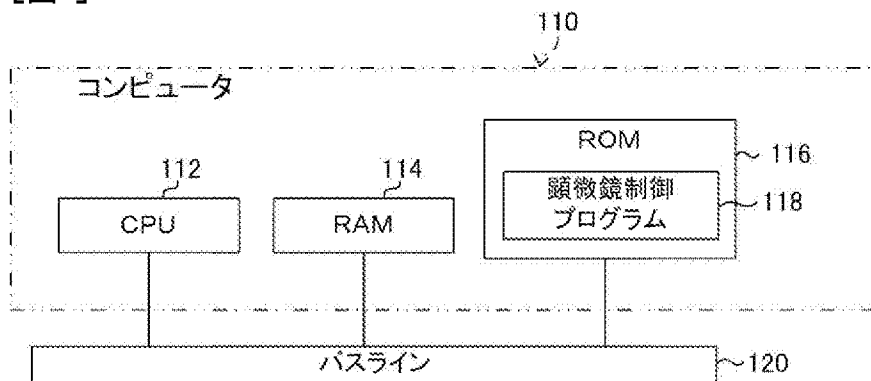
[図2]



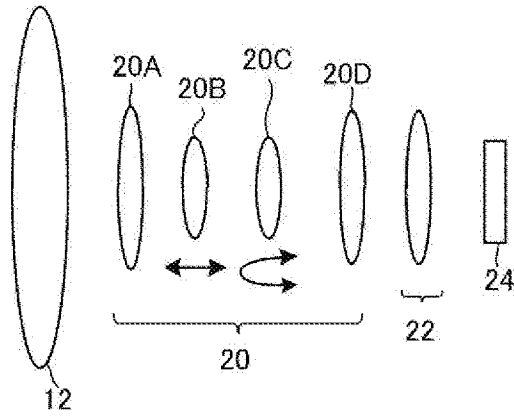
[図3]



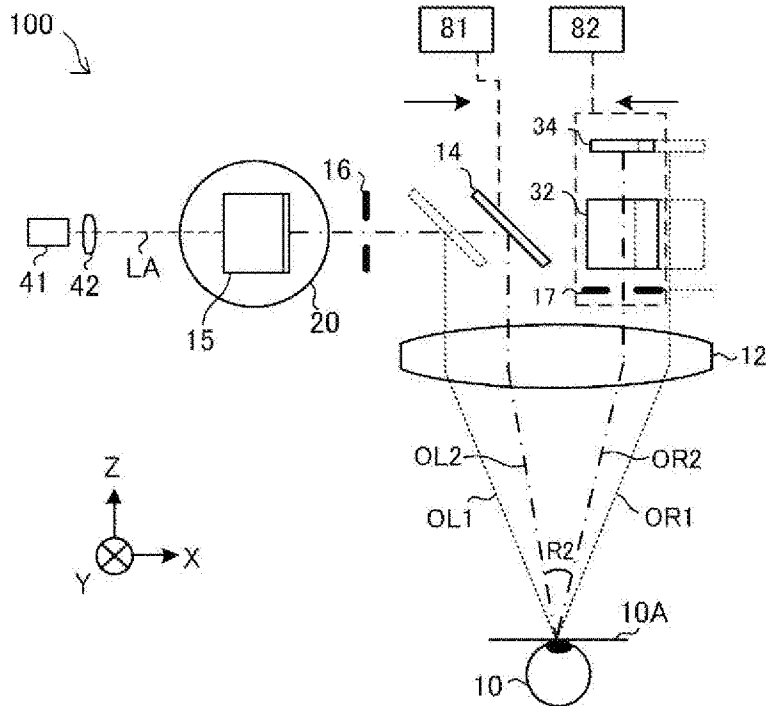
[図4]



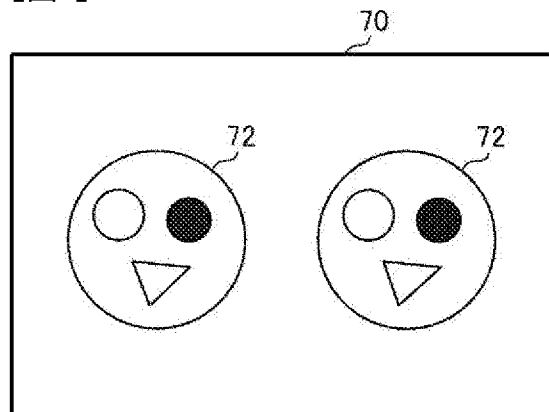
[図5]



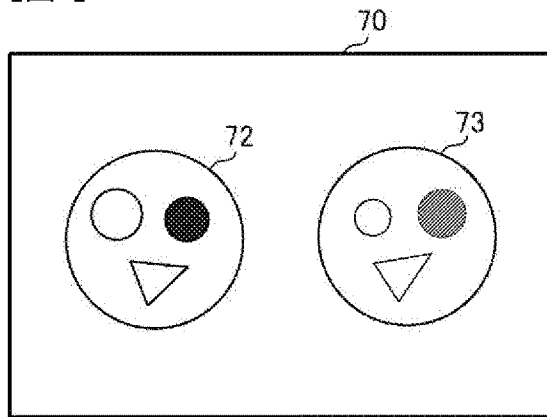
[図6]



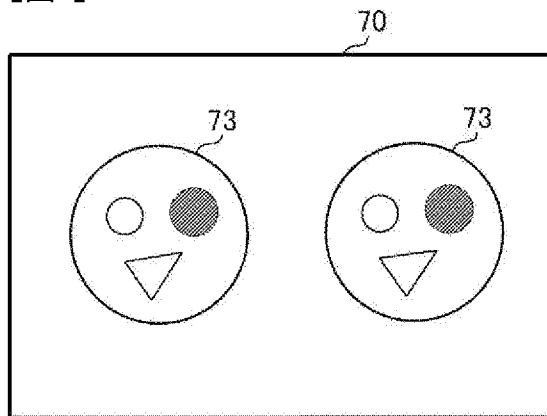
[図7]



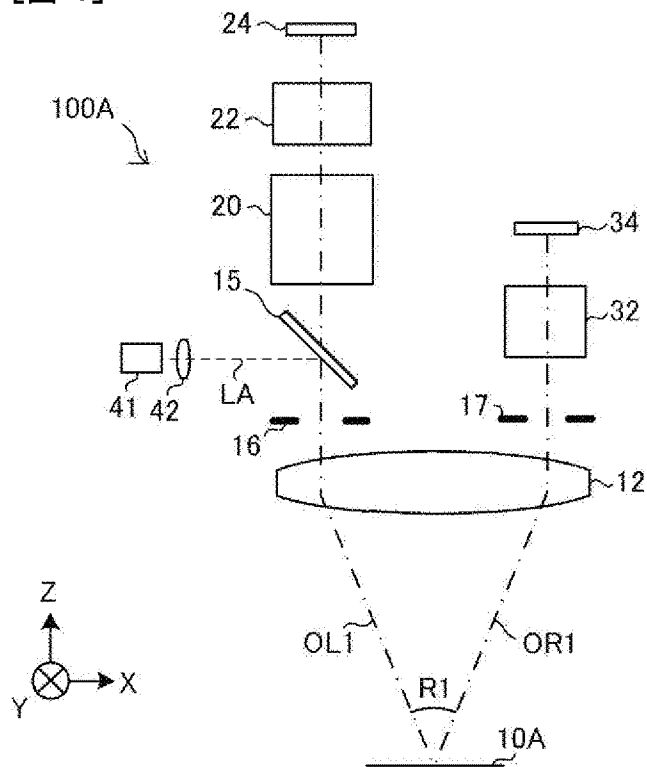
[図8]



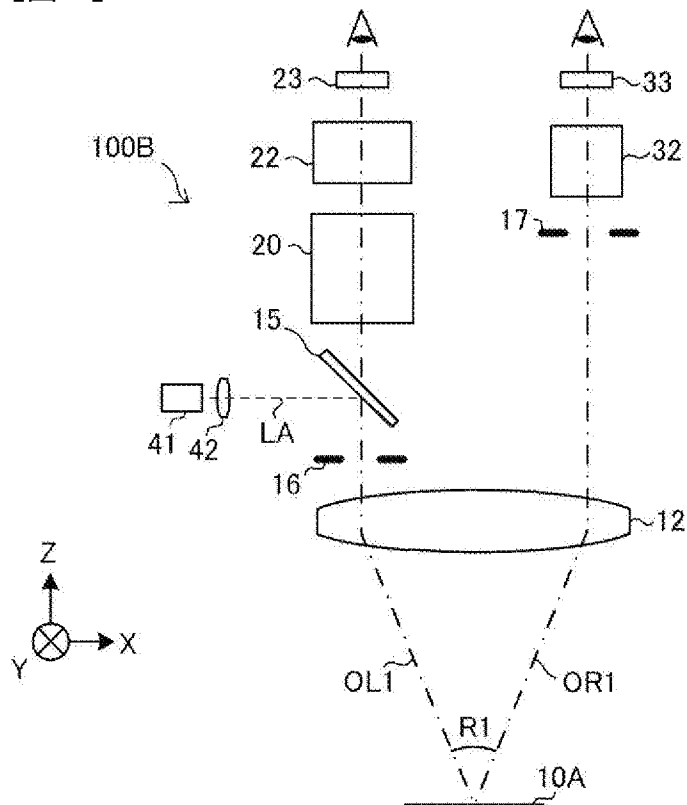
[図9]



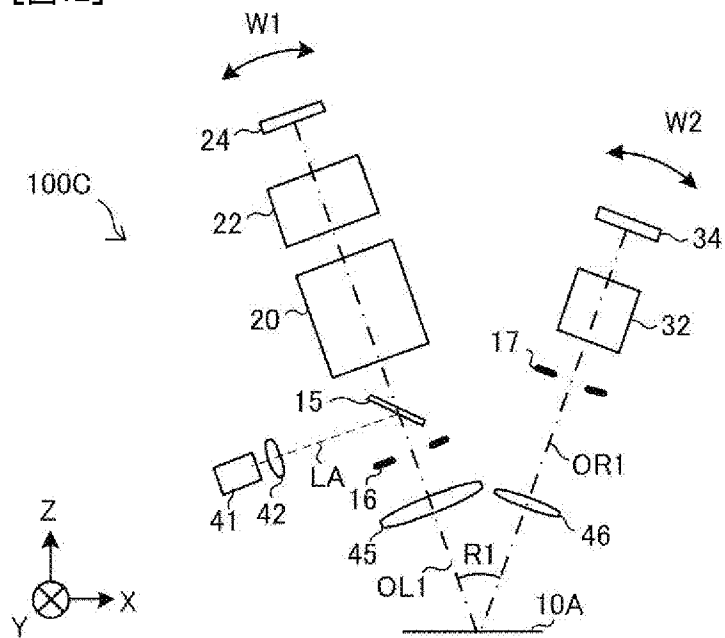
[図10]



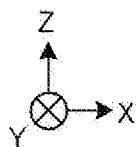
[図11]



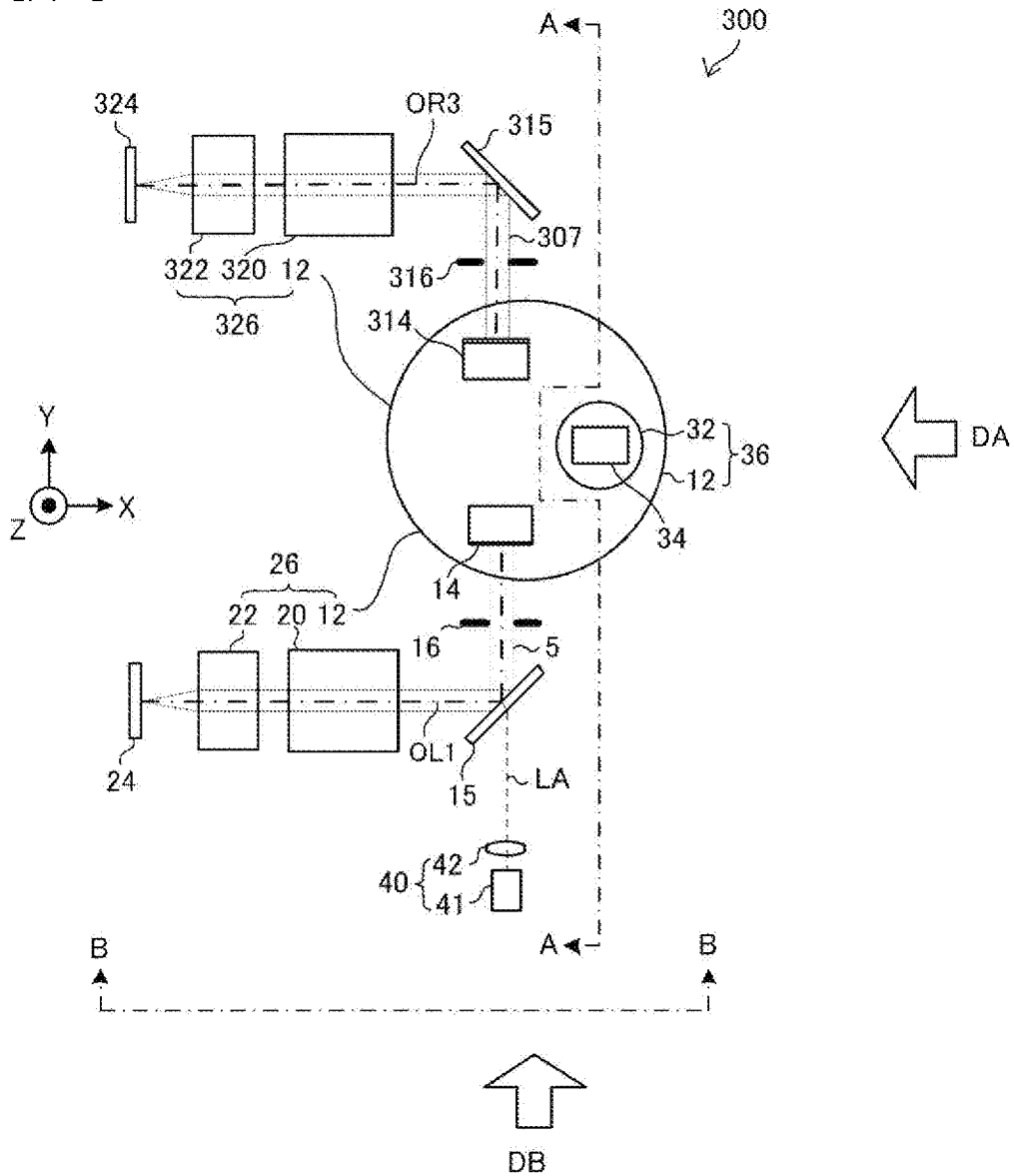
[図12]



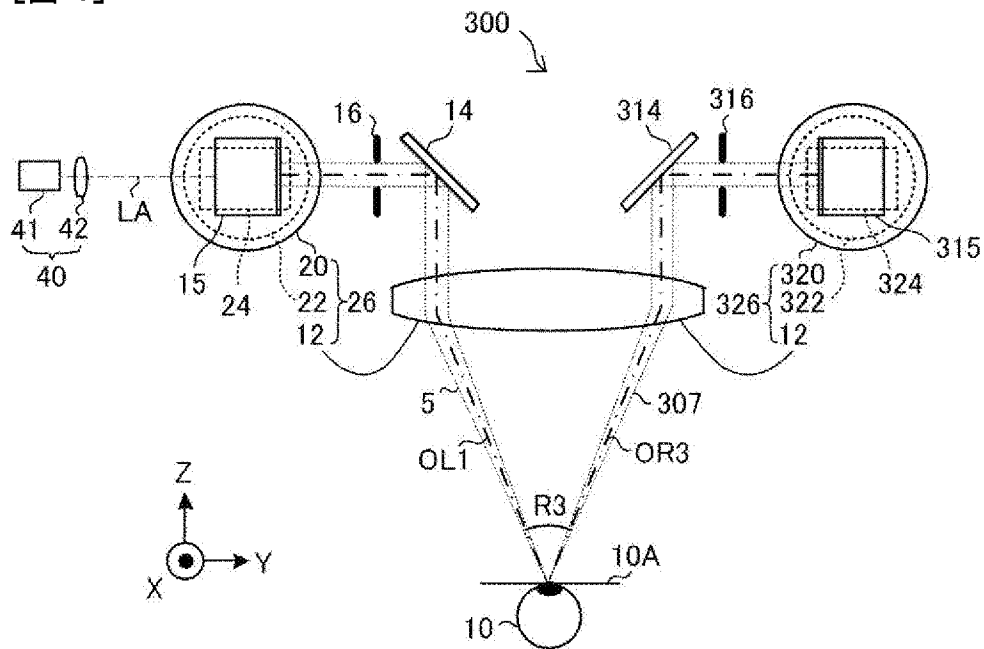
200



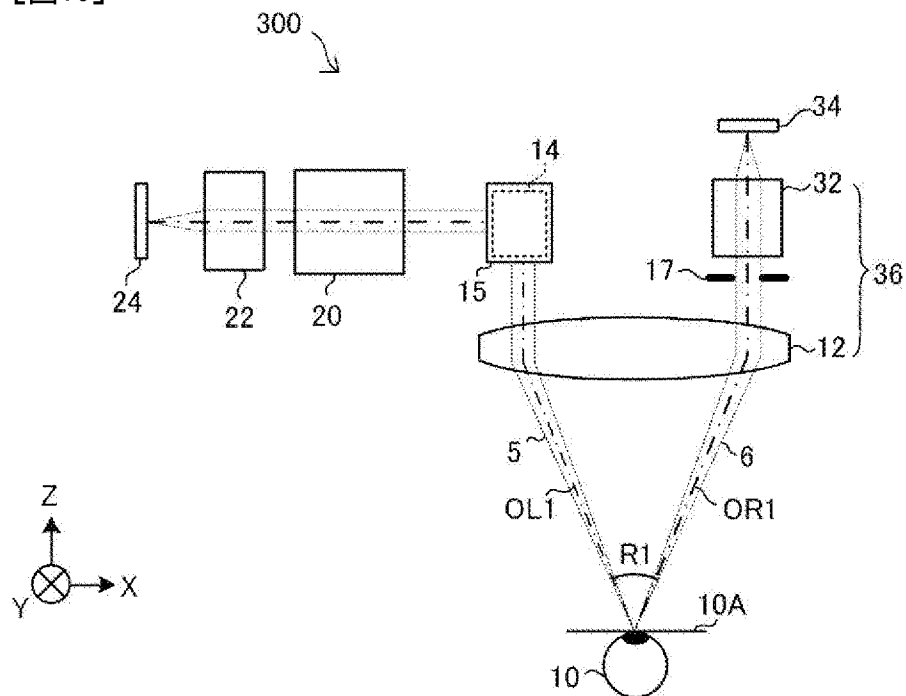
300



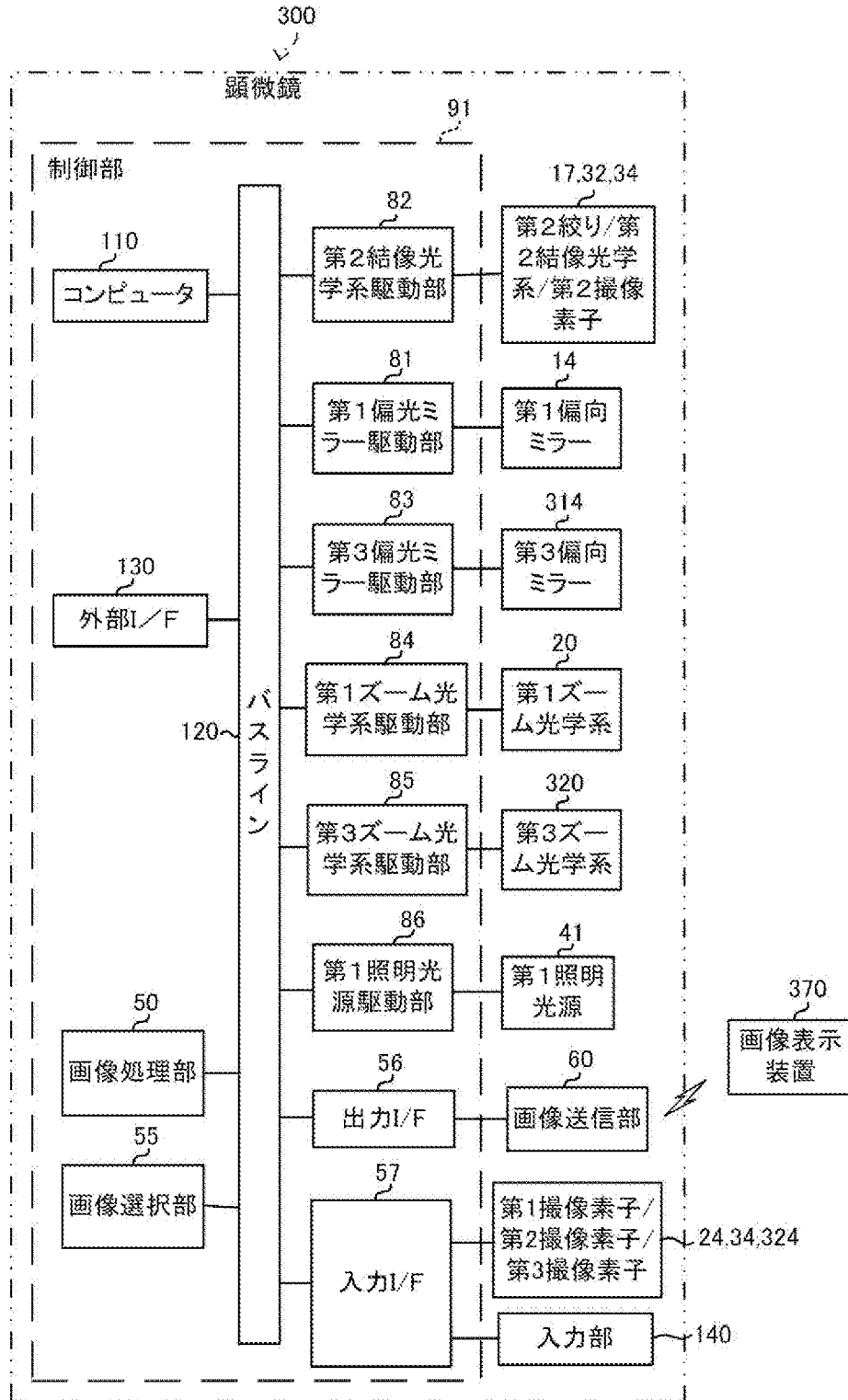
[図15]



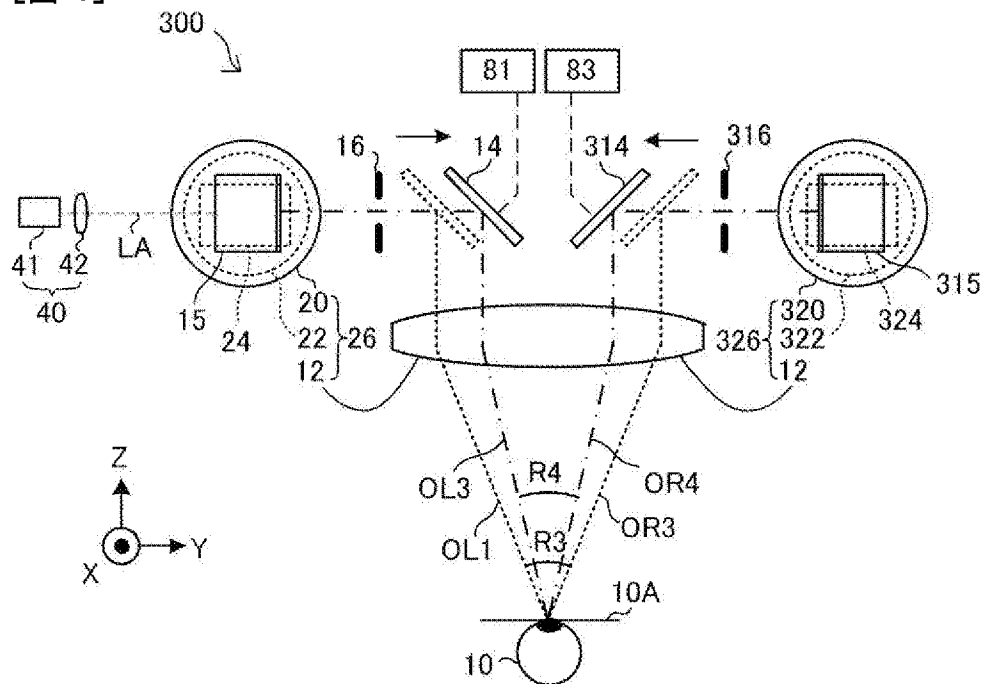
[図16]



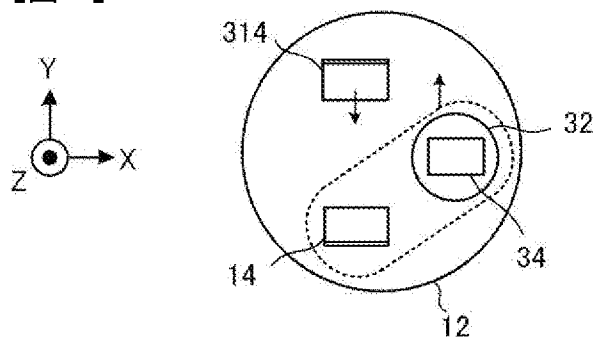
[図17]



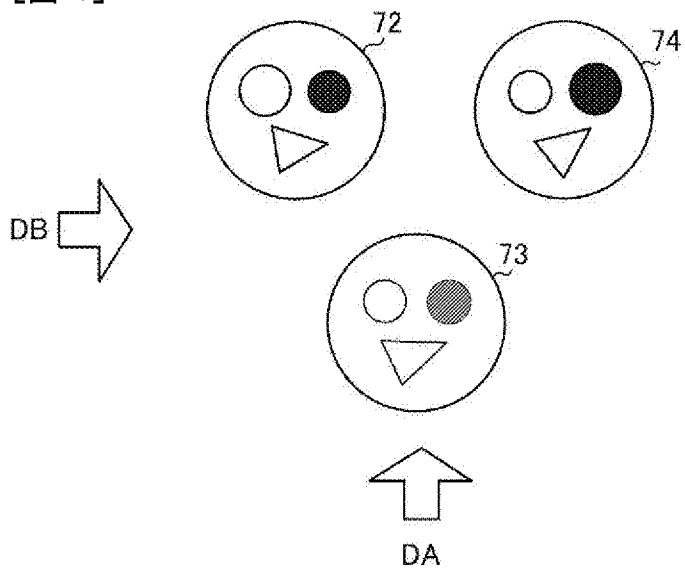
[図18]



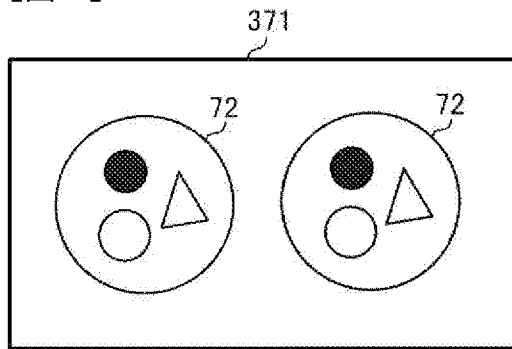
[図19]



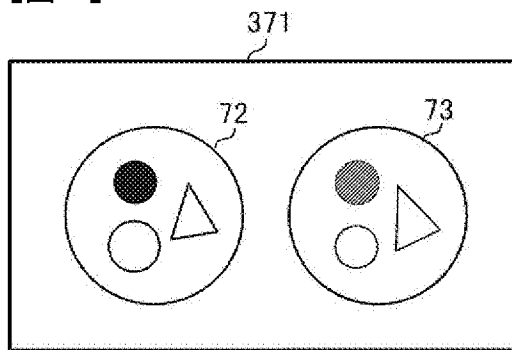
[図20]



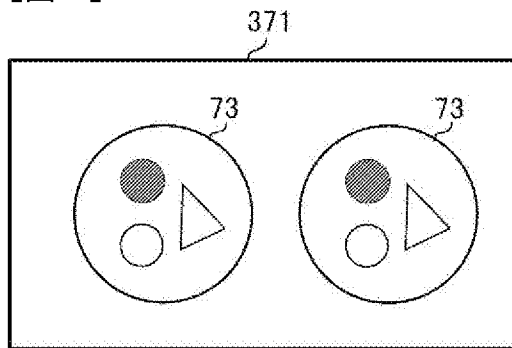
[図21]



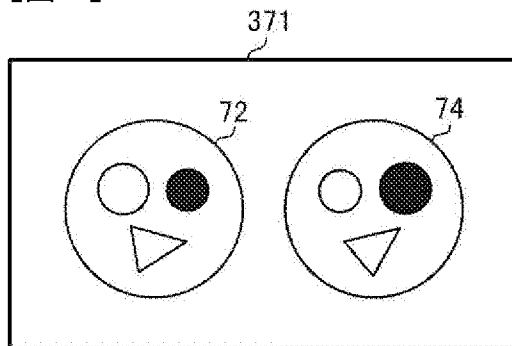
[図22]



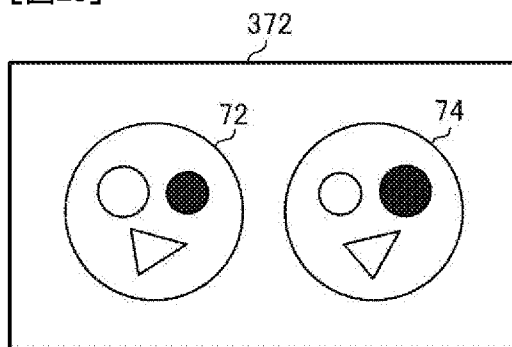
[図23]



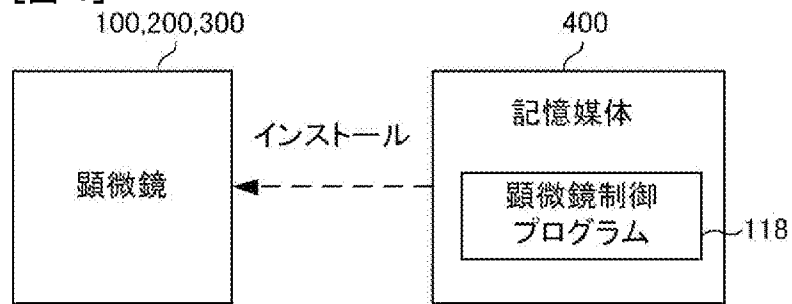
[図24]



[図25]



[図26]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/004676

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G02B21/20 (2006.01) i, A61F9/007 (2006.01) i, G02B21/22 (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. G02B21/20, A61F9/007, G02B21/22

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 1971-2019

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 2007-133064 A (OLYMPUS MEDICAL SYSTEMS CORP.) 31 May 2007, paragraphs [0012]-[0019], [0025]-[0031], [0049], [0050], fig. 1, 2, 4, 6, 14 (Family: none)	1-36, 38-43
Y	JP 2003-344779 A (OLYMPUS OPTICAL CO., LTD.) 03 December 2003, paragraphs [0014]-[0029], fig. 1 (Family: none)	1-11, 20-36, 38-43
Y	JP 2005-210217 A (OLYMPUS CORPORATION) 04 August 2005, paragraphs [0026]-[0057], fig. 1-7 (Family: none)	4-20, 22-36, 38-41
Y	JP 2012-42774 A (NIKON CORPORATION) 01 March 2012, paragraphs [0020]-[0022], fig. 3, 4 (Family: none)	7-11, 18-20



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
28.03.2019

Date of mailing of the international search report
09.04.2019

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/JP2019/004676

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 61-61118 A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 28 March 1986, page 2, upper left column, line 19 to lower right column, line 3, fig. 1, 2 & US 4674845 A, column 3, line 29 to column 4, line 2, fig. 9, 10 & DE 3530928 A1	7-11, 18-20, 36, 38-41
Y	JP 5-323199 A (OLYMPUS OPTICAL CO., LTD.) 07 December 1993, paragraphs [0008]-[0024], fig. 1, 9 & US 5552929 A, column 5, line 18 to column 8, line 45, fig. 7, 15 & DE 4212924 A1	10, 11, 19, 20

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G02B21/20(2006.01)i, A61F9/007(2006.01)i, G02B21/22(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. G02B21/20, A61F9/007, G02B21/22

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 2007-133064 A（オリンパスメディカルシステムズ株式会社） 2007.05.31, 段落[0012]-[0019], [0025]-[0031], [0049]-[0050]. 図 1, 2, 4, 6, 14（ファミリーなし）	1-36, 38-43
Y	JP 2003-344779 A（オリンパス光学工業株式会社）2003.12.03, 段 落[0014]-[0029], 図1（ファミリーなし）	1-11, 20-36, 3 8-43
Y	JP 2005-210217 A（オリンパス株式会社）2005.08.04, 段落 [0026]-[0057], 図1-7（ファミリーなし）	4-20, 22-36, 3 8-41
Y	JP 2012-42774 A（株式会社ニコン）2012.03.01, 段落 [0020]-[0022], 図3, 4（ファミリーなし）	7-11, 18-20

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

28.03.2019

国際調査報告の発送日

09.04.2019

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）

岡田 弘

2 V

8 3 6 1

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 61-61118 A (キヤノン株式会社) 1986. 03. 28, 第 2 頁左上欄第 19 行-右下欄第 3 行, 第 1, 2 図 & US 4674845 A, 第 3 欄第 29 行-第 4 欄第 2 行, 図 9, 10 & DE 3530928 A1	7-11, 18-20, 36, 38-41
Y	JP 5-323199 A (オリンパス光学工業株式会社) 1993. 12. 07, 段落 [0008] - [0024], 図 1, 9 & US 5552929 A, 第 5 欄第 18 行-第 8 欄第 45 行, 図 7, 15 & DE 4212924 A1	10, 11, 19, 20