

(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10月1日(01.10.2020)



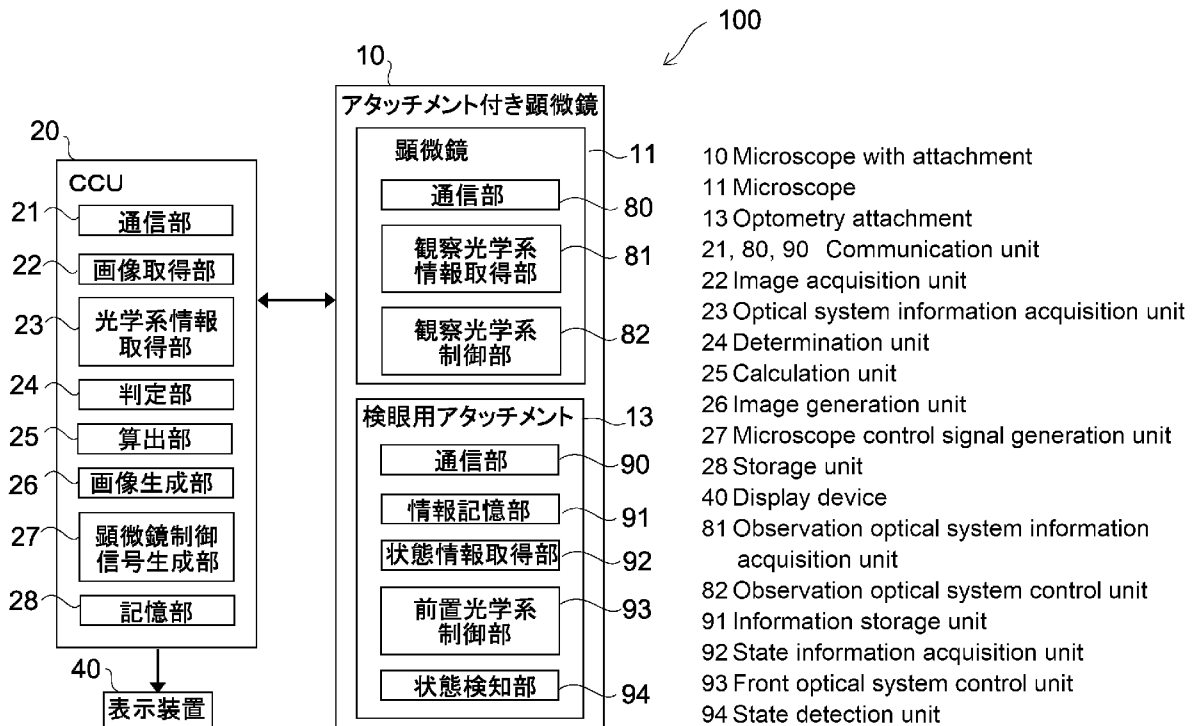
(10) 国際公開番号

WO 2020/195865 A1

- (51) 国際特許分類:
A61F 9/007 (2006.01) A61B 3/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/010690
- (22) 国際出願日: 2020年3月12日(12.03.2020)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2019-058159 2019年3月26日(26.03.2019) JP
- (71) 出願人: ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 相馬 芳男 (SOMA, Yoshio); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニーイメージングプロダクツ&ソリューションズ株式会社内 Tokyo (JP). 大月 知之 (OOTSUKI, Tomoyuki); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニーイメージングプロダクツ&ソリューションズ株式会社内 Tokyo (JP). 榎潤一郎 (ENOKI, Junichiro); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニーイメージングプロダクツ&ソリューションズ株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 大森 純一 (OMORI, Junichi); 〒1070052 東京都港区赤坂7-5-47 U & M 赤坂ビル2F Tokyo (JP).

(54) Title: OPTOMETRY ATTACHMENT, CONTROL DEVICE, AND OPHTHALMIC MICROSCOPE SYSTEM

(54) 発明の名称: 検眼用アタッチメント、制御装置及び眼科用顕微鏡システム



(57) Abstract: [Problem] To provide an optometry attachment, a control device, and an ophthalmic microscope system that can provide an image suitable for observing an eye to be examined. [Solution] An optometry attachment according to the present technology is provided with a junction part, a front optical system, and a communication unit. The junction part can be joined to an ophthalmic microscope. The front optical system includes a front lens that can be disposed in front of the eye to be examined. The communication unit transmits information on the front optical system to an external device.



WO 2020/195865 A1

(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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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))

(57) 要約 : 【課題】被検眼の観察に適した像を提供することができる検眼用アタッチメント、制御装置及び眼科用顕微鏡システムを提供する。【解決手段】本技術に係る検眼用アタッチメントは、接合部と、前置光学系と、通信部を具備する。上記接合部は、眼科用顕微鏡に接合可能である。上記前置光学系は、被検眼の前に配置可能な前置レンズを含む。上記通信部は、上記前置光学系に関する情報を外部機器へ送信する。

明 細 書

発明の名称：

検眼用アタッチメント、制御装置及び眼科用顕微鏡システム

技術分野

[0001] 本技術は、眼科手術等に利用される検眼用アタッチメント、制御装置及び眼科用顕微鏡システムに関する。

背景技術

[0002] 眼科手術において、前置レンズを有する検眼用アタッチメントが眼科手術顕微鏡に追加されて用いられることがある。網膜硝子体手術では広角レンズが、隅角を処置する低侵襲緑内障手術（MIGS：minimally invasive glaucoma surgery）では隅角鏡が、それぞれ前置レンズとして広く使われている。

[0003] 例えば、検眼用アタッチメントである広角レンズを含む広角観察用アタッチメントが追加された眼科手術顕微鏡は、広い範囲の眼底を観察するのに適している。この広角観察用アタッチメントが追加されることにより、広角レンズを介して得られる被検眼の像に歪が生じる。また、広角観察用アタッチメントが追加されることにより顕微鏡内の様々な光学条件が変更される。

[0004] 特許文献1には、検眼用アタッチメントの接合により顕微鏡の像反転用システムがオンに切り替わることが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2008-93433号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 検眼用アタッチメントが追加された際、観察に適した被検眼の像を顕微鏡のユーザに対して提供することが望まれている。

[0007] 以上のような事情に鑑み、本技術の目的は、被検眼の観察に適した像を提

供することができる検眼用アタッチメント、制御装置及び眼科用顕微鏡システムを提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0008] 上記目的を達成するため、本技術の一形態に係る検眼用アタッチメントは、接合部と、前置光学系と、通信部を具備する。
- 上記接合部は、眼科用顕微鏡に接合可能である。
- 上記前置光学系は、被検眼の前に配置可能な前置レンズを含む。
- 上記通信部は、上記前置光学系に関する情報を外部機器へ送信する。
- [0009] この構成によれば、検眼用アタッチメントが有する前置光学系に関する情報を外部機器へ提供することができる。
- [0010] 上記前置光学系に関する情報として上記前置光学系の光学特性情報を記憶する記憶部を更に具備してもよい。
- [0011] 上記前置光学系の光学特性情報は、上記前置レンズの機能的特性情報、上記前置レンズの形状、上記前置レンズの材質のうち少なくとも一つを含んでもよい。
- [0012] 上記機能的特性情報は、上記前置レンズの、焦点距離、歪係数、屈折率、波長特性、偏光特性のうち少なくとも一つを含んでもよい。
- [0013] 上記前置光学系に関する情報として上記光学系の状態情報を取得する状態情報取得部を更に具備してもよい。
- [0014] 上記前置光学系の状態情報は、上記前置レンズの位置情報を含んでもよい。
- [0015] 上記前置光学系は、上記前置レンズと、上記前置レンズと上記眼科用顕微鏡との間に配置される中間レンズを有し、上記前置光学系の状態情報は、上記中間レンズの位置情報、上記中間レンズと上記前置レンズとの距離情報のうち少なくとも一つを更に含んでもよい。
- [0016] 上記前置レンズは取り換え可能に構成され、上記記憶部は、上記前置光学系の光学特性情報が書き込み可能に構成されてもよい。
- [0017] 上記外部機器からの制御信号に基づいて、上記前置光学系を制御する前置

光学系制御部を更に具備してもよい。

[0018] 上記目的を達成するため、本技術の一形態に係る制御装置は、通信部を具備する。

上記通信部は、被検眼の前に配置可能な前置レンズを含む前置光学系を備える検眼用アタッチメントが有する上記前置光学系に関する情報を受信する。

[0019] 上記前置レンズが前に配置された被検眼の撮像画像を取得する画像取得部と、上記前置光学系に関する情報を用いて上記撮像画像に画像処理を行って表示画像を生成する画像生成部を更に具備してもよい。

[0020] 上記検眼用アタッチメントは、上記前置光学系に関する情報として上記前置光学系の光学特性情報を記憶する記憶部を更に備えてもよい。

[0021] 上記前置光学系に関する情報は上記前置レンズの歪係数を含み、
上記画像生成部は、上記歪係数を用いて上記撮像画像に歪曲収差補正を行って上記表示画像を生成してもよい。

[0022] 上記前置光学系に関する情報は上記前置レンズの材質を含み、上記画像生成部は、上記レンズの材質に基づいて最大倍率を制御して上記表示画像を生成してもよい。

[0023] 上記前置光学系に関する情報は上記前置レンズの偏光特性を含み、上記画像生成部は、上記前置レンズの偏光特性に基づいて、上記撮像画像に鏡面反射除去処理を行って上記表示画像を生成してもよい。

[0024] 上記前置光学系に関する情報は上記前置レンズの形状を含み、上記画像生成部は、上記前置レンズの形状情報を用いて、上記撮像画像に色収差補正処理を行って上記表示画像を生成してもよい。

[0025] 上記撮像画像はステレオ画像であり、上記前置光学系に関する情報は上記前置レンズの焦点距離を含み、上記画像生成部は、上記前置レンズの焦点距離を用いて、上記ステレオ画像の視差を制御して上記表示画像を生成してもよい。

[0026] 上記検眼用アタッチメントは、観察光学系を有する眼科用顕微鏡に接合可

能に構成され、上記前置光学系に関する情報を用いて、上記観察光学系、上記前置光学系のうち少なくとも一方を制御する制御信号を生成する顕微鏡制御信号生成部を更に具備してもよい。

[0027] 上記目的を達成するため、本技術の一形態に係る眼科用顕微鏡システムは、眼科用顕微鏡と、検眼用アタッチメントと、制御装置を具備する。

上記検眼用アタッチメントは、上記眼科用顕微鏡に接合する接合部と、被検眼の前に配置可能な前置レンズを含む前置光学系と、上記前置光学系に関する情報を送信する通信部と、を備える。

上記制御装置は、上記前置光学系に関する情報を受信する通信部を備える。

[0028] 上記眼科用顕微鏡は、撮像素子を更に備え、上記制御装置は、上記撮像素子により撮影された上記前置レンズが前に配置された被検眼の撮像画像を取得する画像取得部と、上記前置光学系に関する情報を用いて上記撮像画像を画像処理して表示画像を生成する画像生成部を更に備える。

[0029] 上記眼科用顕微鏡は、観察光学系を更に備え、上記制御装置は、上記前置光学系に関する情報を用いて、上記観察光学系、上記前置光学系のうち少なくとも一つを制御する制御信号を生成する顕微鏡制御信号生成部を更に備える。

図面の簡単な説明

[0030] [図1]本技術の実施形態に係る眼科用顕微鏡システムの模式図である。

[図2]上記眼科用顕微鏡システムの一部を構成する眼科用顕微鏡の構成を示す構成ブロック図である。

[図3]上記眼科用顕微鏡システムの主要機能を示す機能ブロック図である。

[図4]上記眼科用顕微鏡システムの観察対象である眼の手術の様子を示す概略図である。

[図5]上記眼科用顕微鏡システムの観察対象である眼の手術の様子を示す概略図であり、前置レンズが配置された眼を正面方向からみた平面図である。

[図6]眼の断面図である。

[図7]上記眼科用顕微鏡システムを用いた眼の手術の様子を示す模式図である。

[図8]第1の実施形態に係るCCUの動作を示すフローチャートである。

[図9]反転処理及び検眼用アタッチメントの光学系情報を用いた画像補正処理がなされる前、画像補正処理後、反転処理及び画像補正処理の双方が行われた後、それぞれの被検眼の像を説明するための図である。

[図10]本技術の第2の実施形態に係るCCUの動作を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0031] 本技術の実施形態に係る眼科用顕微鏡システムについて説明する。ここでは、顕微鏡に、検眼用アタッチメントとして、広角レンズ（前置レンズ）を含む前置光学系を備えた広角観察用アタッチメントを接合した眼科用顕微鏡を用いて、網膜硝子体手術を行う例をあげて説明する。

[0032] 本実施形態において、医師や補助者等の眼科用顕微鏡のユーザが、顕微鏡をのぞく代わりに撮像素子で撮影された映像を表示装置で見ながら観察や手術を行うことが可能なHUS（Heads Up Surgery）システムに適用した例をあげて説明する。表示装置には、顕微鏡に備えられた撮像素子により撮影された撮像画像に画像処理が施された術野画像となる表示画像が表示される。

[0033] 検眼用アタッチメントは、前置光学系の情報を有しており、本実施形態の眼科用顕微鏡システムでは、前置光学系に関する情報である前置光学系の光学特性情報を用いて撮像画像の画像処理が行われる。

[0034] また、検眼用アタッチメントは、前置光学系の状態情報を取得する状態情報取得部を有しており、本実施形態の眼科用顕微鏡システムでは、前置光学系に関する情報である前置光学系の状態情報を用いて顕微鏡の光学系が制御される。

[0035] [眼科用顕微鏡システムの構成]

図1は本実施形態に係る眼科用顕微鏡システム（以下、顕微鏡システムと称する。）100の構成を示す模式図である。

[0036] 図1に示すように、顕微鏡システム100は、検眼用アタッチメント付き眼科用顕微鏡（以下、アタッチメント付き顕微鏡と称する。）10と、制御装置としてのカメラコントロールユニット（以下、CCU（Camera Control Unit）と称する。）20と、表示装置40と、入力装置41を備える。

[0037] アタッチメント付き顕微鏡10は、眼科分野における診察や手術において被検眼6の拡大像を顕微鏡システム100のユーザが観察するために使用される。図中、符号1はアタッチメント付き顕微鏡10のユーザの眼を示す。ユーザは、表示装置40に表示される表示画像を見ながら、診察や手術を行うことができる。被検眼6は、診察や手術の対象となる患者の眼である。

[0038] アタッチメント付き顕微鏡10は、眼科用顕微鏡（以下、顕微鏡と称する。）11と、検眼用アタッチメント13とを備える。

顕微鏡11は、観察用鏡筒111を有する鏡筒本体112と、眼外用照明光源としての顕微鏡照明光源161と、眼内用照明器19を備える。

[0039] 顕微鏡11は、一般的構成を有する光学顕微鏡とすることができる。観察用鏡筒111は、左右両眼用に二つ設けられているが、これに限定されない。

アタッチメント付き顕微鏡10の詳細については後述する。

[0040] CCU20は、後述する検眼用アタッチメント13の前置光学系130の情報を用いて、顕微鏡11にマウントされている後述する撮像素子181により取得された撮像画像の画像処理を行って表示画像を生成する。

CCU20の詳細については後述する。

[0041] 表示装置40は、撮像素子181で取得された撮像画像を基にCCU20で画像処理が施されてなる表示画像を表示する。表示装置40は一般的なディスプレイやヘッドマウントディスプレイである。また、表示装置40は複数のディスプレイであってもよく、例えば執刀する医師用のディスプレイと補助者用のディスプレイとすることができる。

[0042] 入力装置41は、顕微鏡システム100に対する入力インターフェースである。ユーザは、入力装置41を介して、患者の身体情報や、手術に関する

各種の情報等を入力することができる。また、例えば、ユーザは、入力装置 4 1 を介して、状況に応じた顕微鏡に係る各種設定を変更する旨の指示等を入力することができる。

[0043] 入力装置 4 1 の種類は限定されず、入力装置 4 1 は各種の公知の入力装置であってよい。入力装置 4 1 としては、例えば、マウス、キーボード、タッチパネル、スイッチ、フットスイッチ、レバー等が適用され得る。入力装置 4 1 としてタッチパネルが用いられる場合には、当該タッチパネルは表示装置 4 0 の表示面上に設けられてもよい。

[0044] また、入力装置 4 1 は、ユーザの声を集音可能なマイクロフォンを含み、当該マイクロフォンを介して音声によって各種の入力が行われてもよい。このように、入力装置 4 1 が非接触で各種の情報を入力可能に構成されることにより、特に清潔域に属するユーザが、不潔域に属する機器を非接触で操作することが可能となる。また、ユーザは、所持している術具から手を離すことなく機器を操作することが可能となるため、ユーザの利便性が向上する。

[0045] 図 4 及び図 5 は、顕微鏡システム 1 0 0 での網膜硝子体手術の様子を示す概略図である。図 4 及び図 5 には眼の手術に用いられる術具 T を示す。図 4 は被検眼 6 の眼球の概略斜視図であり、眼内用照明器 1 9 及び術具 T が眼内に挿入された様子を示し、前置レンズの図示は省略している。図 5 は、前置レンズとしての広角レンズ 1 3 2 a 又は拡大レンズ 1 3 2 b が前に配置された被検眼 6 を正面方向からみた図に相当し、眼内用照明器 1 9 及び術具 T が挿入される前の様子を示す。

図 6 は、被検眼 6 の部分断面図である。

[0046] 術具 T には、その時の処置に適したものが使用される。例えば、術具 T としては、硝子体カッター、鉗子、バックフラッシュニードル、ILM (internal limiting membrane : 内境界膜) 鑷子、網膜光凝固用のレーザ装置等ある。

[0047] 図 5 及び図 6 に示すように、被検眼 6 は、虹彩 6 1、水晶体 6 5 及び角膜 6 6 等の組織で構成されている。水晶体 6 5 の表面において虹彩 6 1 の間が

瞳孔64であり、角膜66の周縁には隅角62が位置する。硝子体68は、水晶体65の後方から網膜69に達するまでの眼球の大部分を占めるゼリー状の組織である。図5において、符号671は眼底67の血管を示す。

[0048] 図4に示すように、網膜硝子体手術では、眼底67の観察を必要とするため、眼内用照明器19が被検眼6の内部に挿入されて眼内が照射された状態で、術具Tが眼内に挿入されて手術が行われる。手術を行う際、眼内用照明器19、硝子体を切除、吸引する硝子体カッター、術中に眼球の形態を保つための灌流液を注入するための管（図示せず）を出し入れするためのガイドとなる筒状のトロッカ50が被検眼6上に配置される。

[0049] 図5に示すように、広角レンズ132a（又は拡大レンズ132b）は、被検眼6の前に配置した際、黒目に対応して設けられる。広角レンズ132aを用いた広角観察では、眼底67を観察するため、瞳孔64は広角レンズ132a（又は拡大レンズ132b）の縁にかなり近づいた状態で観察される。

[0050] [検眼用アタッチメント付き眼科用顕微鏡の構成]

次に、アタッチメント付き顕微鏡10について説明する。

図2は、図1に示すアタッチメント付き顕微鏡10の構成を示す構成ブロック図である。

図2に示すように、アタッチメント付き顕微鏡10は、顕微鏡11と、検眼用アタッチメント13を備える。

[0051] (眼科用顕微鏡の構成)

顕微鏡11は、接眼レンズユニット12と、倒立像補正用インバータ14と、対物レンズ15と、顕微鏡照明光学系16と、観察光学系17と、撮影系18と、眼内用照明器19を備える。

[0052] 接眼レンズユニット12は、観察光学系17でつくられた像を眼で観察するために更に拡大する。ユーザは、接眼レンズユニット12を伝送した像を、観察用鏡筒111により接眼観察することができる。以下、接眼観察により観察される像を観察像と称する。

[0053] 鏡筒本体 1 1 2 は、倒立像補正用インバータ 1 4 と、対物レンズ 1 5 と、顕微鏡照明光学系 1 6 の一部と、観察光学系 1 7 と、撮影系 1 8 を収容する。

[0054] 倒立像補正用インバータ 1 4 は、広角レンズ 1 3 2 a（又は拡大レンズ 1 3 2 b）により反転した倒立像を正像に戻す反転処理を行うものである。

倒立像補正用インバータ 1 4 は、例えば、顕微鏡 1 1 と検眼用アタッチメント 1 3 との接合の検知結果に基づいて、オン、オフが制御される。

[0055] 顕微鏡照明光学系 1 6 は、対物レンズ 1 5 を介して、被検眼 6 を照明する。

顕微鏡照明光学系 1 6 は、ユーザの左眼用の顕微鏡照明光学系と右眼用の顕微鏡照明光学系に分かれている。以下の説明で、特に右眼用、左眼用とで区別する必要がない場合は顕微鏡照明光学系 1 6 と称して説明する。

[0056] 図 1 及び図 2 に示すように、顕微鏡照明光学系 1 6 は、鏡筒本体 1 1 2 外に配置される顕微鏡照明光源 1 6 1 及び光ファイバ 1 6 2 と、鏡筒本体 1 1 2 内に収容され、それぞれ図示しない集光レンズ、コリメートレンズ、反射ミラーを有する。

[0057] 顕微鏡照明光源 1 6 1 は、診察や手術時等に被検眼 6 の外側から被検眼 6 を照明するための照明光を発する。

光ファイバ 1 6 2 の一端は顕微鏡照明光源 1 6 1 に接続され、他端は鏡筒本体 1 1 2 に接続される。

顕微鏡照明光源 1 6 1 から出力された照明光（眼外用照明光）は、光ファイバ 1 6 2 により導光されて集光レンズに入射し、コリメートレンズにより平行光束となる。平行光束化された照明光は反射ミラーで対物レンズ 1 5 に向けて反射し、対物レンズ 1 5 を透過して被検眼 6 を照射する。被検眼 6 に照射された照明光は、角膜 6 6 や網膜 6 9 等の被検眼 6 の組織で反射、散乱される。

その反射、散乱した戻り光は、検眼用アタッチメント 1 3 が観察光路上に位置しない場合は、対物レンズ 1 5 を透過して、観察光学系 1 7 に入射する

。一方、検眼用アタッチメント 13 が観察光路上に位置する場合、戻り光は、後述する広角レンズ 132 a（又は拡大レンズ 132 b）、中間レンズとしてのリダクションレンズ 131、対物レンズ 15 を透過して、観察光学系 17 に入射する。

[0058] 眼内用照明器 19 は、鏡筒本体 112 の外部に設けられ、被検眼 6 の内部を照明する。

眼内用照明器 19 は、眼内用照明光源 191 と光ファイバ 192 とを有する。

眼内用照明光源 191 は、例えば広い範囲の眼底の観察を必要とする網膜硝子体手術等の被検眼 6 の内部を照射するための照明光（眼内用照明光）を発生する。

光ファイバ 192 の一端は眼内用照明光源 191 に接続され、他端は被検眼 6 の内部に挿入され得る。

[0059] 図 4 に示すように、被検眼 6 の眼底 67 を観察する場合、眼内用照明光源 191 から出力された照明光は、光ファイバ 192 で導光され、光ファイバ 192 の他端から被検眼 6 の内部へ出射される。

[0060] 図 2 に示すように、観察光学系 17 は、顕微鏡照明光学系 16 や眼内用照明器 19 により照明されている被検眼 6 を、対物レンズ 15 を介して観察するためのものである。観察光学系 17 は、被検眼 6 の投影像をユーザの眼 1 或いは後述する撮像素子 181 に伝送する。

[0061] 検眼用アタッチメント 13 が接合された状態のアタッチメント付き顕微鏡 10 では、被検眼 6 の組織で反射、散乱された戻り光（被検眼の像）は、後述する検眼用アタッチメント 13 の前置光学系 130、対物レンズ 15、観察光学系 17 を介して撮像素子 181 に結像、又は、接眼レンズユニット 12 に入射する。

より詳細には、戻り光は、広角レンズ 132 a（又は拡大レンズ 132 b）、中間レンズとしてのリダクションレンズ 131、対物レンズ 15、観察光学系 17 を伝送して、撮像素子 181 に結像、又は、接眼レンズユニット

12に入射する。

[0062] 一方、検眼用アタッチメント13が接合されていない状態のアタッチメント付き顕微鏡10では、被検眼6からの戻り光（被検眼の像）は、対物レンズ15、観察光学系17を介して撮像素子181に結像、又は、接眼レンズユニット12に入射する。

[0063] 観察光学系17は、ユーザの左眼用の観察光学系と右眼用の観察光学系に分かれており、それぞれに観察光路を有している。特に右眼用、左眼用とで区別する必要がない場合は観察光学系17と称して説明する。

[0064] 観察光学系17は、フォーカシング装置171と、複数のズームレンズを含む変倍レンズ系172と、結像レンズ（図示せず）と、可変絞り173と、ビームスプリッタ（図示せず）を有する。

[0065] フォーカシング装置171により、アタッチメント付き顕微鏡10を上下動させることができる。これにより、対物レンズ15と患者の被検眼6との間の動作間隔を調整することができ、アタッチメント付き顕微鏡10は被検眼6の診察対象領域にフォーカシングされる。したがって、フォーカシング装置171を制御することにより、被検眼6からの戻り光（被検眼の像）が撮像素子181に結像するまでに通過する光学系の焦点位置を制御することができる。

[0066] 変倍レンズ系172の複数のズームレンズは、観察光学系の光軸に沿って移動可能となっている。複数のズームレンズの移動により、被検眼6の撮像画像における拡大倍率が変更される。したがって、変倍レンズ系172を制御することにより、被検眼6からの戻り光（被検眼の像）が撮像素子181に結像するまでに通過する光学系の倍率を制御することができ、撮像画像、表示画像の画角、観察像の画角を制御することができる。

[0067] 被検眼6からの戻り光（被検眼の像）が撮像素子181に結像するまでに通過する光学系の被写界深度は、レンズの焦点距離、絞り値、撮影距離に依存する。したがって、フォーカシング装置171及び可変絞り173を制御することにより被検眼6からの戻り光（被検眼の像）が撮像素子181に結

像するまでに通過する光学系の被写界深度を制御することができる。

- [0068] 観察光学系 17 に入射した戻り光は、変倍レンズ系 172 で倍率が制御され、結像レンズ、可変絞り 173 を透過し、ビームスプリッタに入射する。ビームスプリッタは、戻り光の一部を撮影系 18 に案内し、戻り光の他の部分を接眼レンズユニット 12 に案内する。接眼レンズユニット 12 に入射する戻り光により接眼観察することができる。
- [0069] 撮影系 18 は、結像レンズ（図示せず）、撮像素子 181 等を有する。撮像素子 181 は、例えば CCD (Charge Coupled Devices) や CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) といったイメージセンサ等から構成される。撮像素子 181 の受光面は対物レンズ 15 の焦点位置と光学的に共役な位置に配置される。
- [0070] 撮影系 18 は左右双方の観察光学系 17 に対応してあってもよいし、左右のいずれか一方の観察光学系 17 に対応してあってもよい。撮影系 18 が左右双方の観察光学系 17 に対応してある場合、撮像素子 181 は 2 つ設けられ、これによりステレオ画像の撮像画像を得ることができる。
- [0071] 撮像素子 181 は、アタッチメント付き顕微鏡 10 にマウントされ、前置光学系 130 及び観察光学系 17 を介して被検眼 6 を撮影することが可能となっている。撮像素子 181 により撮影された撮像画像は、CCU 20 へ出力される。
- [0072] (検眼用アタッチメントの構成)
- 検眼用アタッチメント 13 は、顕微鏡 11 に取り外し可能に配置される。
- 図 1 に示すように、検眼用アタッチメント 13 は、対物レンズ 15 と被検眼 6 との間に設置される。
- [0073] 図 1 及び図 2 に示すように、検眼用アタッチメント 13 は、接合部 133 と、前置光学系 130 と、アーム 134 と、保持板 132c と、アーム駆動部 135 とを有する。
- [0074] 接合部 133 は、顕微鏡 11 に検眼用アタッチメント 13 を着脱可能に接合する部分である。検眼用アタッチメント 13 と顕微鏡 11 とが接する部分

に配設された接点の通電により、検眼用アタッチメント 13 の顕微鏡 11 への取り付けが検知可能となっている。

このように、接合の検知は通電されたか否かにより行ってもよいし、接合状態切り替えスイッチを設け、検眼用アタッチメント 13 と顕微鏡 11 との接合の有無をスイッチによってユーザが切り替えるように構成してもよい。

[0075] 前置光学系 130 は、リダクションレンズ 131 と、前置レンズとしての広角レンズ 132a 及び拡大レンズ 132b とを有する。検眼用アタッチメント 13 が接合されたアタッチメント付き顕微鏡 10 において、前置レンズを介して被検眼 6 を観察する場合、観察光学路上には、広角レンズ 132a (又は拡大レンズ 132b)、リダクションレンズ 131、対物レンズ 15、観察光学系 17 が位置する。

[0076] リダクションレンズ 131 は、対物レンズ 15 の屈折力を増幅させる。

図 7 は、検眼用アタッチメント 13 が接合されたアタッチメント付き顕微鏡 10 を用いた眼の手術の様子を示す模式図である。図 7 では、被検眼 6 の前に広角レンズ 132a が配置された状態を示す。

図 7 に示すように、リダクションレンズ 131 は、アタッチメント付き顕微鏡 10 の観察光路の合焦面を変位させて中間像面 70 と一致させる。

リダクションレンズ 131 は、顕微鏡の光学系によっては必ずしも必要ではないが、前置レンズとして広角レンズを用いる場合、典型的には、検眼用アタッチメントは、広角レンズの他、リダクションレンズも備える。

[0077] 広角レンズ 132a は、被検眼 6 の眼底 67 の観察を可能とするものである。広角レンズ 132a が観察光路に配置されることにより、被検眼 6 の眼底 67 の観察が可能となる。

図 7 に示すように、広角レンズ 132a は、眼底 67 を反転させた中間像を中間像面 70 に生じさせる。

拡大レンズ 132b は、被検眼 6 を拡大して観察するためのものである。

[0078] 広角レンズ 132a 及び拡大レンズ 132b は、それぞれアーム 134 の先端に接続される保持板 132c によって保持されている。広角レンズ 13

2 a 及び拡大レンズ 1 3 2 b は、長手方向を有する保持板 1 3 2 c の両端にそれぞれ固定配置される。保持板 1 3 2 c は、その中央部がアーム 1 3 4 の先端に回転可能に接続される。ユーザは、状況に応じて、保持板 1 3 2 c を回転させることにより、被検眼 6 の前に配置するレンズを、広角レンズ 1 3 2 a とするか拡大レンズ 1 3 2 b とするかを選択することができる。保持板 1 3 2 c の回転移動による広角レンズ 1 3 2 a と拡大レンズ 1 3 2 b の切り替えは、手動で行われてもよいし、自動的に行われるように構成してもよい。

[0079] 図 1 及び図 7 に示すように、アーム 1 3 4 は、前置光学系 1 3 0 を支持する。

アーム 1 3 4 は、第 1 のリンク 1 3 4 a と、第 2 のリンク 1 3 4 c と、関節部 1 3 4 b を有し、アーム 1 3 4 は折り畳み可能となっている。

[0080] 第 1 のリンク 1 3 4 a と第 2 のリンク 1 3 4 c は、関節部 1 3 4 b を介して接続され、関節部 1 3 4 b により位置関係が可変するように構成される。

第 1 のリンク 1 3 4 a の関節部 1 3 4 b が位置する端部と反対側の端部は接合部 1 3 3 に接合され、第 1 のリンク 1 3 4 a は接合部 1 3 3 に対して位置関係が可変するように構成されている。

第 2 のリンク 1 3 4 c の関節部 1 3 4 b が位置する端部と反対側の端部はアーム 1 3 4 の先端に相当し、保持板 1 3 2 c が接続されている。第 2 のリンク 1 3 4 c と保持板 1 3 2 c との位置関係が可変するように構成される。

[0081] アーム 1 3 4 の移動により、リダクションレンズ 1 3 1、広角レンズ 1 3 2 a 及び拡大レンズ 1 3 2 b の位置を変更することができる。アーム 1 3 4 の移動により、広角レンズ 1 3 2 a (又は拡大レンズ 1 3 2 b) を観察光路上に位置させたり外したりすることができる。

[0082] このように、アーム 1 3 4 及び保持板 1 3 2 c の移動により、リダクションレンズ 1 3 1、広角レンズ 1 3 2 a、拡大レンズ 1 3 2 b の位置を変更することができる。

[0083] アーム駆動部 1 3 5 は、関節部 1 3 4 b に設けられるアクチュエータから

構成され、アーム 134 を駆動する。アーム駆動部 135 は、CCU20 で生成された顕微鏡制御信号に基づいて制御される。

[0084] [眼科用顕微鏡システムの主要機能]

次に、図 3 に示す顕微鏡システム 100 の主要機能ブロック図を用いて、顕微鏡システム 100 の主要機能について説明する。

[0085] (顕微鏡の主要機能)

図 3 に示すように、顕微鏡 11 は、通信部 80 と、観察光学系情報取得部 81 と、観察光学系 17 を制御する観察光学系制御部 82 とを有する。

[0086] 通信部 80 は、CCU20 等の外部機器と無線又は有線で通信を行う。

通信部 80 は、撮像素子 181 で撮影された撮像画像を CCU20 へ送信する。また、通信部 80 は、CCU20 で生成された顕微鏡制御信号を受信する。

[0087] 観察光学系情報取得部 81 は、観察光学系 17 の状態情報を取得する。

観察光学系 17 の状態情報には、フォーカシング装置 171 の位置により変化する焦点位置情報、複数のズームレンズを含む変倍レンズ系 172 における各レンズの位置により変化する倍率（画角）情報、レンズから入る光の量を調整する可変絞り 173 の開口状態により変化する絞り値情報等がある。焦点位置情報は、フォーカシング装置 171 の位置情報ともいえる。倍率（画角）情報は、変倍レンズ系 172 における各レンズの位置情報ともいえる。絞り値情報は、可変絞り 173 の開口状態情報ともいえる。

[0088] 観察光学系制御部 82 は、観察光学系 17 を制御する。

より具体的には、観察光学系制御部 82 は、CCU20 が前置光学系 130 に関する情報を基に生成した顕微鏡制御信号に基づいて、フォーカシング装置 171、変倍レンズ系、可変絞り 173 を制御する。

[0089] (検眼用アタッチメントの主要機能)

検眼用アタッチメント 13 は、通信部 90 と、情報記憶部 91 と、状態情報取得部 92 と、前置光学系制御部 93 と、状態検知部 94 を有する。

[0090] 通信部 90 は、CCU20 等の外部機器と無線又は有線で通信を行う。

通信部 90 は、情報記憶部 91 に記憶されている前置光学系 130 の光学特性情報を CCU 20 に送信する。また、通信部 90 は、CCU 20 で生成された顕微鏡制御信号を受信する。また、通信部 90 は、顕微鏡 11 と検眼用アタッチメント 13 との接合が検知された場合、CCU 20 へ接合状態であるという情報を送信する。

[0091] 尚、本実施形態では、検眼用アタッチメント 13 の通信部 90 と、後述する CCU 20 の通信部 21 とが直接通信する構成を例にあげて説明するが、これに限定されない。例えば、検眼用アタッチメント 13 の通信部 90 と顕微鏡 11 の通信部 80 とを通信可能とし、顕微鏡 11 の通信部 80 を介して、検眼用アタッチメント 13 の通信部 90 と CCU 20 の通信部 21 とが通信する構成であってもよい。

[0092] 情報記憶部 91 は、前置光学系 130 の光学特性情報を予め記憶する。

前置光学系 130 の光学特性情報には、前置レンズ（広角レンズ 132 a、拡大レンズ 132 b）の機能的特性情報、前置レンズの形状、前置レンズの材質のうち少なくとも一つが含まれる。

上記機能的特性情報には、前置レンズとしての広角レンズ 132 a、拡大レンズ 132 b それぞれの焦点距離、歪係数、屈折率、波長特性、偏光特性、NA (Numerical Aperture)、被写界深度のうち少なくとも一つが含まれる。

[0093] 本実施形態においては、情報記憶部 91 が前置光学系 130 の具体的な光学特性情報を記憶している例をあげたが、これに限定されない。

[0094] 例えば、異なる種類の前置光学系毎に異なる ID (identification) を付し、情報記憶部 91 がこの ID を光学特性情報として記憶していてもよい。この場合、図示しない外部機器であるサーバ上のデータベースに、前置光学系の ID と当該 ID に紐づけされた前置光学系の具体的な光学特性情報を格納しておく。CCU 20 は、通信部 21 を介して、アタッチメント付き顕微鏡 10 から ID を取得した後、サーバ上のデータベースから当該 ID に対応する前置光学系の具体的な光学特性情報を取得する。

[0095] 或いは、サーバ上のデータベースではなく、後述するCCU20の記憶部28に、予め異なる種類の前置光学系にそれぞれ付されるIDと当該IDに紐づけされた具体的な光学特性情報が格納されていてもよい。CCU20は、アタッチメント付き顕微鏡10から取得したIDに基づいて、記憶部28からIDに対応する前置光学系の舞台的な光学特性情報を取得する。

[0096] このように、前置光学系の種類毎に異なるIDを付し、このIDを用いて、外部機器から或いはCCUで前置光学系の具体的な光学特性情報を取得するように構成してもよい。

[0097] 状態情報取得部92は、前置光学系130の状態情報を取得する。

状態情報は、リダクションレンズ131、広角レンズ132a、拡大レンズ132b、それぞれのレンズの位置情報を含む。各レンズの位置情報は、例えば図示しないエンコーダを用いて検出することができる。状態情報は、レンズ間の距離情報、広角レンズ132aと拡大レンズ132bの切り替えによる各レンズの向き情報等を含んでもよい。状態情報は、アーム134や保持板132cの移動により変動する情報である。

レンズ間距離情報は、例えば、広角レンズ132a又は拡大レンズ132bと、リダクションレンズ131との距離である。尚、各レンズの位置情報を用いてレンズ間距離を算出してもよい。

レンズの向き情報は、被検眼6の前に配置され得る広角レンズ132aと拡大レンズ132bの切り替え情報であり、被検眼6に対するレンズの向きに係る情報である。例えば、被検眼6の前に広角レンズ132aが配置される場合は、広角レンズ132aは被検眼6の前に位置し、拡大レンズ132bは被検眼6の前に位置していないように向いているという向き情報となる。レンズの切り替え情報は、換言すると、保持板132cの回転情報ともいえる。

[0098] 前置光学系制御部93は、前置光学系130を制御する。より具体的には、前置光学系制御部93は、CCU20が前置光学系130に関する情報を基に生成した顕微鏡制御信号に基づいて、アーム駆動部135を制御する。

これにより、アーム 134 が駆動し、リダクションレンズ 131、広角レンズ 132 a、拡大レンズ 132 b の位置を変化することができ、リダクションレンズ 131 と広角レンズ 132 a（又は拡大レンズ 132 b）の距離を変化させることができる。

[0099] 状態検知部 94 は、検眼用アタッチメント 13 と顕微鏡 11 とが接する部分に配設された接点の通電の有無により、検眼用アタッチメント 13 と顕微鏡 11 との接続の有無を検知する。

また、状態検知部 94 は、前置光学系 130 における機械的な変化、例えばアーム 134 の移動や保持板 132 c の移動を検知する。

状態検知部 94 で検知された情報は、CCU 20 に送信される。

[0100] (CCU の主要機能)

CCU 20 は、通信部 21 と、画像取得部 22 と、光学系情報取得部 23 と、判定部 24 と、算出部 25 と、画像生成部 26 と、顕微鏡制御信号生成部 27 と、記憶部 28 を有する。

[0101] 通信部 21 は、表示装置 40、アタッチメント付き顕微鏡 10 の顕微鏡 11、検眼用アタッチメント 13 等といった外部機器と無線又は有線で通信を行う。

[0102] 通信部 21 は、例えば、検眼用アタッチメント 13 から前置光学系 130 に関する情報を受信する。

[0103] また、通信部 21 は、検眼用アタッチメント 13 から状態検知部 94 で検知された情報を受信する。状態検知部 94 で検知された情報には、顕微鏡 11 と検眼用アタッチメント 13 とが接合状態であるという情報や前置光学系 130 における機械的な変化の有無の情報を受信する。

[0104] 通信部 21 は、顕微鏡 11 から観察光学系 17 の状態情報を受信する。また、通信部 21 は、顕微鏡 11 から撮像画像を受信する。

[0105] 通信部 21 は、前置光学系 130 の情報を用いて生成された顕微鏡制御信号を顕微鏡 11、検眼用アタッチメント 13 に送信する。

[0106] 通信部 21、通信部 80、通信部 90 は、それぞれ、例えば通信ケーブル

を介して有線通信を行う構成であってもよいし、Wifi、Bluetooth（登録商標）、近距離無線通信方式（NFC（Near Field Communication））等の無線通信を行う構成であってもよい。

[0107] 画像取得部22は、通信部21を介して、顕微鏡11から、撮像素子181で撮影された撮像画像を取得する。

[0108] 光学系情報取得部23は、通信部21を介して、アタッチメント付き顕微鏡10の光学系に関する情報を取得する。

アタッチメント付き顕微鏡10の光学系に関する情報には、前置光学系130の光学特性情報と、被検眼6からの戻り光（被検眼の像）が撮像素子181に結像するまでに通過する光学系に関する情報が含まれる。

戻り光が撮像素子181に結像するまでに通過する光学系に関する情報には、前置光学系130の状態情報と観察光学系17の状態情報が含まれる。

[0109] 前置光学系130に関する情報である、前置光学系130の光学特性情報と状態情報とは、検眼用アタッチメント13から取得される。

前置光学系130の光学特性情報は、検眼用アタッチメント13の情報記憶部137に予め記憶されている情報である。光学系情報取得部23は、情報記憶部137に記憶されている前置光学系130の光学特性情報を取得する。

前置光学系130の状態情報は、検眼用アタッチメント13の状態情報取得部92により取得された情報である。光学系情報取得部23は、状態情報取得部92で取得された前置光学系130の状態情報を取得する。

[0110] 光学系情報取得部23は、顕微鏡11の観察光学系情報取得部81により取得された観察光学系17の状態情報を取得する。

[0111] 判定部24は、状態検知部94の検知結果に基づいて検眼用アタッチメント13と顕微鏡11との接合の有無を判定する。判定部24は、通信部21が、顕微鏡11と検眼用アタッチメント13との接合を状態検知部94が検知したという検知結果を受信している場合、検眼用アタッチメント13と顕微鏡11とが接合していると判定し、受信していない場合、接合していない

と判定する。

[0112] 更に、判定部 24 は、状態検知部 94 の検知結果に基づいて前置光学系 130 の状態が変化したか否かを判定する。判定部 24 は、通信部 21 が、前置光学系 130 の状態変化を状態検知部 94 が検知したという検知結果を受信している場合、前置光学系 130 の状態変化があると判定し、受信していない場合、状態変化がないと判定する。

このように、検眼用アタッチメント 13 内の物理的な動きの変化に基づいて、前置光学系 130 の状態変化の有無を判定してもよいし、撮影された撮像画像を用いて画像認識により、前置光学系 130 の状態変化の有無を判定してもよい。

[0113] 前置光学系 130 の状態変化としては、例えば、保持板 132c の回転移動による広角レンズ 132a と拡大レンズ 132b との切り替えがある。他には、アーム 134 の移動による観察光路上に位置するリダクションレンズ 131 と広角レンズ 132a（又は拡大レンズ 132b）との距離の変化等がある。

[0114] 尚、ここでは、状態検知部 94 によるアーム 134 の移動や保持板 132c の移動の検知結果に基づいて、判定部 24 が、前置光学系 130 の状態が変化したか否かを判定する例をあげたが、これに限定されない。

例えば、リダクションレンズ 131、広角レンズ 132a、拡大レンズ 132b それぞれのエンコーダにより検出される位置情報の変化があった場合、前置光学系 130 の状態変化があったと判定してもよい。

[0115] 算出部 25 は、光学系情報取得部 23 で取得したアタッチメント付き顕微鏡 10 の光学系に関する情報を用いて、撮像画像を補正する補正パラメータ、アタッチメント付き顕微鏡 10 の被検眼 6 からの戻り光が撮像素子 181 に結像するまでの光学系の焦点位置の算出を行う。また、表示画像に適した倍率を算出する。

[0116] 例えば、検眼用アタッチメント 13 が顕微鏡 11 に接合され、広角レンズ 132a や拡大レンズ 132b といった前置レンズが被検眼 6 の前に位置し

ている状態において、算出部 25 は、次のように補正パラメータを算出する。

すなわち、算出部 25 は、例えば、前置光学系 130 の光学特性情報として広角レンズ 132 a の歪係数を用いて、広角レンズ 132 a が配置されることによる撮像画像の歪が補正されるように歪曲収差補正パラメータを算出する。

[0117] また、検眼用アタッチメント 13 が顕微鏡 11 に接合され、広角レンズ 132 a や拡大レンズ 132 b といった前置レンズが被検眼 6 の前に位置している状態において、算出部 25 は、次のように焦点位置、倍率の算出を行う。

すなわち、算出部 25 は、前置レンズ（広角レンズ 132 a 又は拡大レンズ 132 b）の後ろ側焦点の位置と対物レンズ 15 の前側焦点の位置とが一致し、かつ、眼底 67 にピントがあうように対物レンズ 15、前置レンズ（広角レンズ 132 a 又は拡大レンズ 132 b）、被検眼 6 との相対位置関係を調整するように焦点位置の算出を行い、また、倍率の算出を行う。

[0118] 画像生成部 26 は、算出部 25 で算出された補正パラメータを基に撮像画像を補正し、また、必要に応じて色強調などの画像処理を行って表示画像を生成し、通信部 21 を介して表示装置 40 へ出力する。

[0119] 顕微鏡制御信号生成部 27 は、算出部 25 で算出された倍率、焦点位置の算出結果に基づき、顕微鏡制御信号を生成し、通信部 21 を介してアタッチメント付き顕微鏡 10 へ出力する。顕微鏡制御信号には、顕微鏡 11 の観察光学系 17 の制御に係る制御信号と、検眼用アタッチメント 13 の前置光学系 130 の制御に係る制御信号のうち少なくとも一方が含まれる。

[0120] 記憶部 28 は、光学系情報取得部 23 により取得された情報を時系列に記憶する。また、記憶部 28 は、算出部 25 により算出された歪曲収差補正パラメータ、焦点位置、倍率を記憶する。

[0121] [CCU の動作]

次に、上述の顕微鏡システム 100 の CCU 20 の動作について説明する

。

以下、第1の実施形態では、広角レンズ132aが観察光路上に位置し、前置光学系130の光学特性情報である広角レンズの歪係数を用いて画像補正を行って表示画像を生成する例をあげて説明する。

第2の実施形態では、前置光学系130の状態情報を用いて顕微鏡制御信号を生成する例を説明する。

[0122] <第1の実施形態>

図8は、CCU20の動作を示すフロー図である。

図9は、前置光学系130の光学特性情報を用いた画像補正処理を説明するための図である。

図9(A)は、反転処理及び歪曲収差補正処理が施されていない被検眼の撮像画像を示す模式図である。

図9(B)は、反転処理は施されておらず、歪曲収差補正処理が施されている表示画像を示す模式図である。

図9(C)は、反転処理及び歪曲収差補正処理が施されている表示画像を示す模式図である。

[0123] 以下、図8のフローに従って、必要に応じて図9を用いて説明する。

[0124] 図8に示すように、通信部21は、アタッチメント付き顕微鏡10から、撮像素子181で撮影された撮像画像と、状態検知部94で検知された検知結果を取得する(S t 1)。撮像画像は画像取得部22に出力される。検知結果は判定部24に出力される。

[0125] ここで、図9(A)を用いて撮像画像Gについて説明する。図9(A)に示すように、撮像画像Gにおいて、広角レンズ132aが被検眼6の前に配置されることにより、広角レンズ132aの周縁Sより内側の領域は像が反転する反転領域R1となる。反転領域R1は、前置レンズとしての広角レンズ132aにより像が結像している領域である。図9において、像が反転しない領域を非反転領域R2として示す。

また、図9(A)に示すように、撮像画像Gにおいて、反転領域R1では

、広角レンズ132aにより歪曲収差が生じ、実物が直線状である術具Tが湾曲した画像となっている。

[0126] 次に、判定部24により、通信部21で受信した検知結果に基づいて、検眼用アタッチメント13と顕微鏡11との接合の有無、又は、既に検眼用アタッチメント13が接合されている場合は前置光学系130の状態変化の有無が判定される（St2）。

[0127] 検眼用アタッチメント13と顕微鏡11とが接合されている、又は、前置光学系130の状態変化があると判定された場合（YES）、St3に進む。

一方、検眼用アタッチメント13と顕微鏡11とは接合されていない、又は、前置光学系130の状態変化がないと判定された場合（NO）、St1に戻り、処理が繰り返される。

[0128] St3では、光学系情報取得部23により、前置光学系130に関する情報及び観察光学系17の状態情報が取得される。

本実施形態では、前置光学系130に関する情報として、前置レンズとしての広角レンズ132a（又は拡大レンズ132b）の歪係数（前置光学系の光学特性情報）と、前置光学系130の状態情報が取得される。観察光学系17の状態情報として、観察光学系17の倍率（画角）情報が取得される。

光学系情報取得部23により取得された情報は時系列に記憶部28により記憶される。

[0129] 次に、算出部25により、広角レンズ132a（又は拡大レンズ132b）の歪係数、前置光学系130の状態情報、観察光学系17の倍率（画角）情報を用いて、広角レンズ132aを用いることによる撮像画像上の歪を補正するための歪曲収差補正パラメータが算出される（St4）。観察光学系17の倍率情報は、撮像画像における歪曲収差補正を適用する範囲の算出に利用する。

ここで、前置光学系130の状態変化があると判定された場合においても

、歪曲収差補正パラメータは再度算出しなおされる。

算出された歪曲収差補正パラメータは、記憶部 28 に記憶される。

[0130] 次に、画像生成部 26 により、算出部 25 で算出された歪曲収差補正パラメータを用いて、撮像画像の歪曲収差補正処理が行われ、また、強調処理等の補正処理が行われてもよく、画像処理により生成された表示画像が表示装置 40 へ出力される (St 5)。

[0131] 表示装置 40 では、画像生成部 26 により生成された表示画像が表示される。

[0132] 歪曲収差補正処理により補正された画像では、図 9 (B) に示すように、反転領域 R1 の領域の歪曲収差が低減されて、画像における術具 T の形状が現物と同様に直線的となる。

[0133] 更に、倒立像補正用インバータ 14 により、反転領域 R1 の倒立像を正像とする反転処理が行われる。

倒立像補正用インバータ 14 による反転処理により、広角レンズが存在することによって倒立像となった反転領域 R1 が正像となる一方、広角レンズが存在せず倒立像となっていない領域である非反転領域 R2 では画像が反転する。この倒立像補正用インバータ 14 により画像が反転した非反転領域 R2 は、画像生成部 26 により、正像となるように反転補正処理が行われる。

次に、画像生成部 26 により、倒立像補正用インバータ 14 の反転処理により正像となった反転領域 R1 と、反転補正処理が行われた非反転領域 R2 とが合成され、図 9 (C) に示すように、ユーザにとって違和感のない表示画像が生成される。

倒立像補正用インバータ 14 による反転処理は、例えば、状態検知部 94 が検眼用アタッチメント 13 と顕微鏡 11 との接合を検知した場合、倒立像補正用インバータ 14 による反転処理を行うように構成してもよい。

尚、ここでは、歪曲収差補正処理後に反転処理を行う例をあげたが、この順番は限定されず、反転処理後に歪曲収差補正処理が行われてもよいし、同時に行われてもよく、限定されない。

[0134] このように、図8に示す処理が繰り返される。

本実施形態においては、前置光学系130の状態が変更された場合においても、その時のアタッチメント付き顕微鏡10の光学系の状態に適した歪曲収差補正処理が撮像画像に対して行われるのでユーザは、常に適切な表示画像を観察しながら手術を行うことができる。

[0135] また、本実施形態では、前置光学系130の光学特性情報として前置レンズの歪係数を用いて、撮像画像に歪曲収差補正処理を行って表示画像を生成する例をあげたが、これに限定されない。

[0136] 例えば、前置光学系130の光学特性情報として前置レンズの材質情報を用いて、デジタルズームの最大倍率を制御し、表示画像を生成してもよい。

ここで、表示画像をズームするには、観察光学系17を制御して光学的にズームする方法と、撮像画像の画像処理によりズームする方法（デジタルズーム）がある。

前置レンズは例えばプラスチックやガラス等から構成される。前置レンズの材質によってMTF（Modulation Transfer Function）などのレンズの分解能が異なるので、前置レンズの分解能以上の拡大ができないように、前置レンズの材質によってデジタルズームの最大倍率を制御してもよい。

[0137] また、前置光学系130の光学特性情報として前置光学系130が偏光特性を有するという情報に基づいて、撮像素子で撮影された偏光画像（撮像画像）から、既知の方法で鏡面反射成分を除去する鏡面反射除去処理を行って表示画像を生成しても良い。鏡面反射除去処理により、レンズに映り込んだ部屋の照明等が除去され、ユーザに対して適切な表示画像を提示することができ、鏡面反射の抑えられた画像によるより安全な処置が期待できる。

[0138] また、前置光学系130の光学特性情報として前置光学系130を構成するレンズの形状情報を用いて、撮像画像に対して色収差補正処理を行って表示画像を生成してもよい。

[0139] また、ステレオ画像が得られる構成の場合、前置光学系130の光学特性情報として前置光学系130の焦点距離を用いてステレオ画像の視差を制御

して表示画像を生成してもよい。

[0140] このように、前置光学系130の光学特性情報を用いて撮像画像に対して画像処理を行って表示画像を得ることができる。尚、このような前置光学系130の光学特性情報を用いた画像処理は少なくとも1つ行われればよい。

[0141] また、上述では、歪係数を用いて自動的に歪曲収差補正処理が行われる例をあげたが、歪曲収差補正処理を行うか否かをユーザが選択できるように構成してもよい。

[0142] 例えば、表示装置40の表示面上に入力装置41としてタッチパネルを設け、検眼用アタッチメント13と顕微鏡11が接合されている場合に、表示面に歪曲収差補正処理を行うか否かを選択するメニューボタンを表示させて、ユーザが歪曲収差補正処理の有無を選択できるようにしてもよい。

更に他の例として、前置光学系130が偏光特性を有する場合、表示面に鏡面反射除去処理を施すか否かを選択するメニューボタンを表示させて、ユーザが鏡面反射除去処理の有無を選択できるようにしてもよい。

[0143] 以上のように、顕微鏡システム100では、検眼用アタッチメント13は前置光学系の光学特性情報を予め有しているので、この光学特性情報を用いて、状況に適した表示画像をユーザに提供することができる。

[0144] また、顕微鏡システム100では、前置光学系130の状態変化、例えばアーム134や保持板132cの移動による前置レンズ、リダクションレンズの位置変化があっても、アタッチメント付き顕微鏡10の光学系に関する情報を用いて画像処理が行われ、状況に適した表示画像や観察像を常にユーザに提供することができる。

[0145] <第2の実施形態>

次に、顕微鏡システム100において、前置光学系130の光学特性情報を用いて顕微鏡制御信号を生成し、この顕微鏡制御信号を用いてアタッチメント付き顕微鏡10を制御する例について説明する。

[0146] ここで、検眼用アタッチメント13を顕微鏡11に接合することにより、像を結ぶ位置が変化するため、アタッチメント付き顕微鏡10の光学系の調

整が必要となる。

本実施形態では、前置光学系 130 の光学特性情報を用いて、アタッチメント付き顕微鏡 10 の光学系、より具体的には、被検眼 6 からの戻り光が撮像素子 181 に結像するまでに通過する光学系を制御する顕微鏡制御信号が生成され、この顕微鏡制御信号に基づいて自動的にアタッチメント付き顕微鏡 10 の光学系が調整される。

以下、図 10 を用いて説明する。

[0147] 図 10 は、CCU 20 の動作を示すフロー図である。

図 10 に示すように、通信部 21 は、アタッチメント付き顕微鏡 10 から、撮像素子 181 で撮影された撮像画像と、状態検知部 94 で検知された検知結果を取得する (St 21)。撮像画像は画像取得部 22 に出力される。検知結果は判定部 24 に出力される。

[0148] 次に、判定部 24 により、通信部 21 で受信した検知結果に基づいて、検眼用アタッチメント 13 と顕微鏡 11 との接合の有無、又は、既に検眼用アタッチメント 13 が接合されている場合は前置光学系 130 の状態変化の有無が判定される (St 22)。

[0149] 検眼用アタッチメント 13 と顕微鏡 11 とが接合されている、又は、前置光学系 130 の状態変化があると判定された場合 (YES)、St 23 に進む。

一方、検眼用アタッチメント 13 と顕微鏡 11 とは接合されていない、又は、前置光学系 130 の状態変化がないと判定された場合 (NO)、St 21 に戻り、処理が繰り返される。

[0150] St 23 では、光学系情報取得部 23 により、光学系情報として、前置光学系 130 に関する情報及び観察光学系 17 の状態情報が取得される。

本実施形態では、前置光学系 130 に関する情報として、前置レンズとしての広角レンズ 132 a (又は拡大レンズ 132 b) の焦点距離 (光学特性情報) と、前置光学系 130 の状態情報が取得される。前置光学系 130 の状態情報は、各レンズの位置情報である。

また、観察光学系 17 の状態情報として、観察光学系 17 の倍率（画角）、焦点位置、絞り値等の情報が取得される。

光学系情報取得部 23 により取得された情報は時系列に記憶部 28 により記憶される。

[0151] 次に、算出部 25 により、前置光学系 130 の状態情報、観察光学系 17 の状態情報、及び広角レンズ 132 a（又は拡大レンズ 132 b）の焦点距離を用いて、被検眼 6 からの戻り光が撮像素子 181 に結像するまでに通過する光学系の焦点位置、倍率が算出される。

すなわち、算出部 25 は、前置レンズ（広角レンズ 132 a 又は拡大レンズ 132 b）の後ろ側焦点の位置と対物レンズ 15 の前側焦点の位置とが一致し、かつ、眼底 67 にピントがあうように対物レンズ 15、前置レンズ（広角レンズ 132 a 又は拡大レンズ 132 b）、被検眼 6 との相対位置関係を調整するように、焦点位置の算出を行う。また、表示画像に適した倍率を算出する。

算出された焦点位置、倍率は、記憶部 28 に記憶される。

[0152] 次に、顕微鏡制御信号生成部 27 により、算出された焦点位置、倍率に基づいて、顕微鏡 11 のフォーカシング装置 171、変倍レンズ系 172、それぞれを制御するための顕微鏡制御信号が生成され、アタッチメント付き顕微鏡 10 へ出力される（S t 25）。

このように、図 10 に示す処理が繰り返される。

[0153] 顕微鏡 11 では、観察光学系制御部 82 が、CCU 20 により生成された顕微鏡制御信号に基づいてフォーカシング装置 171、変倍レンズ系 172 の駆動を制御する。

[0154] これにより、検眼用アタッチメント 13 が接合されたアタッチメント付き顕微鏡 10 の光学系の焦点位置、倍率が自動的に調整され、前置レンズを介して観察する被検眼 6 の像を適切な表示画像で観察することができる。

[0155] 尚、ここでは、観察光学系 17 を制御する例をあげたが、前置光学系 130 を制御して、倍率、焦点位置が調整されるように構成してもよい。この場

合、S t 25で、検眼用アタッチメント13のアーム駆動部135を駆動するための顕微鏡制御信号が生成され、出力される。

また、観察光学系17と前置光学系130の双方を制御するように構成してもよい。この場合、S t 25で、フォーカシング装置171及び変倍レンズ系172の駆動を制御する顕微鏡制御信号と、アーム駆動部135を駆動するための顕微鏡制御信号が生成され、出力される。

[0156] 前置光学系130を構成するリダクションレンズ131、前置レンズ（広角レンズ132aや拡大レンズ132b）に、電磁アクチュエータで圧力を加える等の電氣的な制御によりレンズ形状（例えばレンズの曲率）が変化するチューナブルレンズ（焦点可変レンズ）を用いてもよい。

[0157] チューナブルレンズを用いる場合、チューナブルレンズの光学特性情報（前置光学系の光学特性情報）と、アタッチメント付き顕微鏡10から取得した前置光学系130の状態情報、観察光学系17の状態情報を用いて、顕微鏡制御信号が生成される。この顕微鏡制御信号は、前置レンズの後ろ側焦点の位置と対物レンズ15の前側焦点の位置とが一致し、かつ、眼底67にピントがあうように、チューナブルレンズからなるリダクションレンズ、前置レンズのレンズ形状を変化させるための信号である。また、チューナブルレンズの光学特性情報には、チューナブルレンズが取り得る、互いに紐づけされた焦点距離範囲、レンズの歪係数、形状等が含まれる。

[0158] また、焦点位置、倍率（画角）の制御に加え、前置光学系130の光学特性情報として、前置光学系のNA（Numerical Aperture）や被写界深度の情報を用いて、観察光学系17の可変絞り173を制御するように構成してもよい。

例えば、前置光学系130の被写界深度が浅いときは、観察光学系17の被写界深度が深くなるように、可変絞り173を制御する。

[0159] 本実施形態のように、前置光学系に関する情報を用いて顕微鏡の光学系を自動的に調整する場合、必ずしも表示装置や撮像素子は必要ではなく、本技術を、表示装置を用いないユーザによる顕微鏡の接眼観察によって観察や手

術を行う眼科用顕微鏡システムに適用することも可能である。このシステムにおいても、ユーザは前置レンズを介して観察する被検眼6の像を適切な観察像で観察することができる。

[0160] 以上のように、検眼用アタッチメント13が予め有している前置光学系の光学特性情報を用いて、被検眼6からの戻り光が撮像素子181に結像するまでに通過する光学系を制御することにより、焦点位置が調整された状況に適した被検眼6の表示画像や観察像をユーザに提供することができる。

[0161] また、本実施形態においては、ユーザは、検眼用アタッチメント13の接合によるアタッチメント付き顕微鏡10の光学系の調整に手を煩わされることがない。このように、本実施形態の顕微鏡システム100では、前置光学系130を有する検眼用アタッチメント13が、前置光学系130の光学特性情報を有しているので、ユーザの顕微鏡の設定作業を補助することができる。

[0162] また、本実施形態の顕微鏡システム100では、前置光学系130の状態変化、例えばアーム134や保持板132cの移動による前置レンズ、リダクションレンズの位置変化があっても、アタッチメント付き顕微鏡10の光学系に関する情報を用いて顕微鏡が制御され、焦点位置があった、状況に適した表示画像や観察像を常にユーザに提供することができる。

[0163] 本技術の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本技術の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

[0164] 例えば、上述の実施形態では、説明をわかりやすくするために、前置光学系の光学特性情報を用いた画像補正処理と顕微鏡制御信号生成処理をそれぞれ異なる実施形態で説明したが、双方の処理を行ってもよい。

[0165] また、例えば、上述の実施形態において、反転処理は、倒立像補正用インバータ14を用いて行う例をあげたが、これに限定されず、撮像素子181で取得された撮像画像を画像処理することによって反転処理を行ってもよく、図9を用いて説明する。

[0166] 図9(A)は、反転処理及び歪曲収差補正処理が施されていない被検眼の

画像を示す模式図である。

図9 (C) は、反転処理及び歪曲収差補正処理が施されている表示画像を示す模式図である。

[0167] 図9 (A) に示すように、歪曲収差補正処理が施されていない撮像画像では、広角レンズ132 aを介することにより、術具Tがかなり湾曲した形態で映し出される。

[0168] 上述と同様に、前置光学系の光学特性情報である広角レンズ132 aの歪係数を用いて撮像画像Gの歪曲収差補正が行われ、更に、画像処理によって反転処理が行われることにより、図9 (C) に示すように、術具Tの画像が直線的となり、更に、反転領域R1が反転処理された表示画像が得られる。

[0169] 画像処理による反転処理では、まずCCU20が備える図示しない反転領域検出部により、撮像画像Gにおける反転領域R1の検出が行なわれる。

[0170] 反転領域R1の検出は物体認識を利用して検出することができる。また、前置レンズ（広角レンズ132 aや拡大レンズ132 b）の外側は強膜に相当する領域（白目63）である一方、前置レンズの内側は虹彩及び瞳孔のように白目とは色やテクスチャの様子が異なる領域（黒目）であることを利用して反転領域R1を検出することもできる。

[0171] また、撮像画像において前置レンズの周縁Sには明確なエッジが存在するため、エッジ検出処理を行い、検出されたエッジの内側の領域を反転領域R1として検出することも可能である。

以上の検出方法は1つの撮像画像から反転領域R1を検出するものである。

[0172] また、アタッチメント付き顕微鏡10に左右それぞれに撮像素子181を搭載する場合、左眼用と右眼用の両方の撮像画像を得ることができる。この二つの撮像画像の視差情報から奥行情報を抽出し、前置レンズは眼の手前にあることを利用して反転領域R1を検出することもできる。

[0173] また、複数の撮像画像を利用して反転領域R1を検出することもできる。具体的には、前置レンズが装着されていない時の撮像画像を保持しておき、

その撮像画像と前置レンズが含まれる撮像画像を比較し、差分が大きい領域を反転領域 R 1 として検出してもよい。

[0174] 検出された反転領域 R 1 の範囲は画像生成部 2 6 に供給される。

[0175] 画像生成部 2 6 は、撮像素子 1 8 1 から出力された撮像画像 G に含まれる反転領域 R 1 を、反転領域 R 1 の中心を中心点として点対称となるように反転させる。さらに、画像生成部 2 6 は、反転させた反転領域 R 1 の外周と非反転領域 R 2 の内周を一致させることによって反転領域 R 1 と非反転領域 R 2 とを合成する。

[0176] これにより、画像生成部 2 6 は、図 9 (C) に示すように、反転が解消された表示画像を生成することができる。画像生成部 2 6 は、生成した表示画像を表示装置 4 0 に出力し、表示装置 4 0 に表示させる。

[0177] 以上のように、画像処理により反転処理を行って、表示画像を生成してもよく、ユーザは表示装置 4 0 に表示される表示画像をみながら、被検眼 6 の観察、処置を行うことができる。

[0178] また、例えば、上述の実施形態では、眼底を観察するための広角レンズを例にあげて説明したが、隅角鏡であってもよい。隅角鏡を用いることにより隅角を観察することができる。隅角鏡を用いる場合、隅角鏡は被検眼 6 に接触して用いられる。隅角観察の場合は、眼内照明、リダクションレンズは不要となる。

[0179] また、例えば、上述の実施形態では、検眼用アタッチメント 1 3 は、広角レンズ 1 3 2 a と拡大レンズ 1 3 2 b の 2 つの前置レンズを備える構成としたが、1 つの前置レンズを備える構成としてもよい。

[0180] また、例えば、上述の実施形態において、広角レンズ 1 3 2 a、拡大レンズ 1 3 2 b は、それぞれ保持板 1 3 2 c に対し着脱可能に構成されていてもよく、用いる前置レンズの種類を任意のものに変更することができる。

又は、保持板 1 3 2 c がアーム 1 3 4 に対し着脱可能に構成されていてもよく、同様に前置レンズを任意のものに変更することができる。

[0181] このように前置レンズを着脱可能とする場合、例えば、異なる前置レンズ

を新たに搭載した際に、検眼用アタッチメント 13 の情報記憶部 91 は、新たに搭載した前置レンズの光学特性情報や ID の書き込みが可能ないように構成されてもよい。これにより、顕微鏡 11 に変更を加える必要がなく、カスタマイズ性、拡張性に優れた検眼用アタッチメントとすることができる。

[0182] なお、本技術は以下のような構成もとることができる。

[0183] (1)

眼科用顕微鏡に接合可能な接合部と、
被検眼の前に配置可能な前置レンズを含む前置光学系と、
上記前置光学系に関する情報を外部機器へ送信する通信部
を具備する検眼用アタッチメント。

[0184] (2)

上記(1)に記載の検眼用アタッチメントであって、
上記前置光学系に関する情報として上記前置光学系の光学特性情報を記憶
する記憶部
を更に具備する検眼用アタッチメント。

[0185] (3)

上記(2)に記載の検眼用アタッチメントであって、
上記前置光学系の光学特性情報は、上記前置レンズの機能的特性情報、上
記前置レンズの形状、上記前置レンズの材質のうち少なくとも一つを含む
検眼用アタッチメント。

[0186] (4)

上記(3)に記載の検眼用アタッチメントであって、
上記機能的特性情報は、上記前置レンズの、焦点距離、歪係数、屈折率、
波長特性、偏光特性のうち少なくとも一つを含む
検眼用アタッチメント。

[0187] (5)

上記(1)～(4)のいずれか1つに記載の検眼用アタッチメントであつて、

上記前置光学系に関する情報として上記光学系の状態情報を取得する状態
情報取得部

を更に具備する検眼用アタッチメント。

[0188] (6)

上記(5)に記載の検眼用アタッチメントであって、
上記前置光学系の状態情報は、上記前置レンズの位置情報を含む
検眼用アタッチメント。

[0189] (7)

上記(6)に記載の検眼用アタッチメントであって、
上記前置光学系は、上記前置レンズと、上記前置レンズと上記眼科用顕微
鏡との間に配置される中間レンズを有し、
上記前置光学系の状態情報は、上記中間レンズの位置情報、上記中間レン
ズと上記前置レンズとの距離情報のうち少なくとも一つを更に含む
検眼用アタッチメント。

[0190] (8)

上記(2)に記載の検眼用アタッチメントであって、
上記前置レンズは取り換え可能に構成され、
上記記憶部は、上記前置光学系の光学特性情報が書き込み可能に構成され
る
検眼用アタッチメント。

[0191] (9)

上記(1)～(8)のいずれか1つに記載の検眼用アタッチメントであっ
て、
上記外部機器からの制御信号に基づいて、上記前置光学系を制御する前置
光学系制御部
を更に具備する検眼用アタッチメント。

[0192] (10)

被検眼の前に配置可能な前置レンズを含む前置光学系を備える検眼用アタ

タッチメントが有する上記前置光学系に関する情報を受信する通信部を具備する制御装置。

[0193] (11)

上記(10)に記載の制御装置であって、
上記前置レンズが前に配置された被検眼の撮像画像を取得する画像取得部と、
上記前置光学系に関する情報を用いて上記撮像画像に画像処理を行って表示画像を生成する画像生成部
を更に具備する制御装置。

[0194] (12)

上記(11)に記載の制御装置であって、
上記検眼用アタッチメントは、上記前置光学系に関する情報として上記前置光学系の光学特性情報を記憶する記憶部を更に備える
制御装置。

[0195] (13)

上記(11)又は(12)に記載の制御装置であって、
上記前置光学系に関する情報は上記前置レンズの歪係数を含み、
上記画像生成部は、上記歪係数を用いて上記撮像画像に歪曲収差補正を行って上記表示画像を生成する
制御装置。

[0196] (14)

上記(11)又は(12)に記載の制御装置であって、
上記前置光学系に関する情報は上記前置レンズの材質を含み、
上記画像生成部は、上記レンズの材質に基づいて最大倍率を制御して上記表示画像を生成する
制御装置。

[0197] (15)

上記(11)又は(12)に記載の制御装置であって、

上記前置光学系に関する情報は上記前置レンズの偏光特性を含み、
上記画像生成部は、上記前置レンズの偏光特性に基づいて、上記撮像画像に鏡面反射除去処理を行って上記表示画像を生成する
制御装置。

[0198] (16)

上記(11)又は(12)に記載の制御装置であって、
上記前置光学系に関する情報は上記前置レンズの形状を含み、
上記画像生成部は、上記前置レンズの形状情報を用いて、上記撮像画像に色収差補正処理を行って上記表示画像を生成する
制御装置。

[0199] (17)

上記(11)又は(12)に記載の制御装置であって、
上記撮像画像はステレオ画像であり、
上記前置光学系に関する情報は上記前置レンズの焦点距離を含み、
上記画像生成部は、上記前置レンズの焦点距離を用いて、上記ステレオ画像の視差を制御して上記表示画像を生成する
制御装置。

[0200] (18)

上記(10)～(17)のいずれか1つに記載の制御装置であって、
上記検眼用アタッチメントは、観察光学系を有する眼科用顕微鏡に接合可能に構成され、
上記前置光学系に関する情報を用いて、上記観察光学系、上記前置光学系のうち少なくとも一方を制御する制御信号を生成する顕微鏡制御信号生成部を更に具備する制御装置。

[0201] (19)

眼科用顕微鏡と、
上記眼科用顕微鏡に接合する接合部と、
被検眼の前に配置可能な前置レンズを含む前置光学系と、

上記前置光学系に関する情報を送信する通信部と、を備える
検眼用アタッチメントと、

上記前置光学系に関する情報を受信する通信部を備える
制御装置
を具備する眼科用顕微鏡システム。

[0202] (20)

上記(19)に記載の眼科用顕微鏡システムであって、
上記眼科用顕微鏡は、撮像素子を更に備え、

上記制御装置は、上記撮像素子により撮影された上記前置レンズが前に配
置された被検眼の撮像画像を取得する画像取得部と、上記前置光学系に関す
る情報を用いて上記撮像画像を画像処理して表示画像を生成する画像生成部
を更に備える

眼科用顕微鏡システム。

[0203] (21)

上記(19)又は(20)に記載の眼科用顕微鏡システムであって、
上記眼科用顕微鏡は、観察光学系を更に備え、

上記制御装置は、上記前置光学系に関する情報を用いて、上記観察光学系
、上記前置光学系のうち少なくとも一つを制御する制御信号を生成する顕微
鏡制御信号生成部を更に備える

眼科用顕微鏡システム。

符号の説明

- [0204] 6…被検眼
11…眼科用顕微鏡
13…検眼用アタッチメント
17…観察光学系
20…CCU(制御装置、外部機器)
21…通信部
22…画像取得部

- 2 6 …画像生成部
- 2 7 …顕微鏡制御信号生成部
- 9 0 …通信部
- 9 1 …情報記憶部（記憶部）
- 9 3 …前置光学系制御部
- 1 0 0 …眼科用顕微鏡システム
- 1 3 0 …前置光学系
- 1 3 1 …リダクションレンズ（中間レンズ）
- 1 3 2 a …広角レンズ（前置レンズ）
- 1 3 2 b …拡大レンズ（前置レンズ）
- 1 3 3 …接合部
- 1 8 1 …撮像素子

請求の範囲

- [請求項1] 眼科用顕微鏡に接合可能な接合部と、
被検眼の前に配置可能な前置レンズを含む前置光学系と、
前記前置光学系に関する情報を外部機器へ送信する通信部
を具備する検眼用アタッチメント。
- [請求項2] 請求項1に記載の検眼用アタッチメントであって、
前記前置光学系に関する情報として前記前置光学系の光学特性情報
を記憶する記憶部
を更に具備する検眼用アタッチメント。
- [請求項3] 請求項2に記載の検眼用アタッチメントであって、
前記前置光学系の光学特性情報は、前記前置レンズの機能的特性情報、
前記前置レンズの形状、前記前置レンズの材質のうち少なくとも
一つを含む
検眼用アタッチメント。
- [請求項4] 請求項3に記載の検眼用アタッチメントであって、
前記機能的特性情報は、前記前置レンズの、焦点距離、歪係数、屈
折率、波長特性、偏光特性のうち少なくとも一つを含む
検眼用アタッチメント。
- [請求項5] 請求項1に記載の検眼用アタッチメントであって、
前記前置光学系に関する情報として前記光学系の状態情報を取得す
る状態情報取得部
を更に具備する検眼用アタッチメント。
- [請求項6] 請求項5に記載の検眼用アタッチメントであって、
前記前置光学系の状態情報は、前記前置レンズの位置情報を含む
検眼用アタッチメント。
- [請求項7] 請求項6に記載の検眼用アタッチメントであって、
前記前置光学系は、前記前置レンズと、前記前置レンズと前記眼科
用顕微鏡との間に配置される中間レンズを有し、

前記前置光学系の状態情報は、前記中間レンズの位置情報、前記中間レンズと前記前置レンズとの距離情報のうち少なくとも一つを更に含む

検眼用アタッチメント。

[請求項8]

請求項2に記載の検眼用アタッチメントであって、

前記前置レンズは取り換え可能に構成され、

前記記憶部は、前記前置光学系の光学特性情報が書き込み可能に構成される

検眼用アタッチメント。

[請求項9]

請求項1に記載の検眼用アタッチメントであって、

前記外部機器からの制御信号に基づいて、前記前置光学系を制御する前置光学系制御部

を更に具備する検眼用アタッチメント。

[請求項10]

被検眼の前に配置可能な前置レンズを含む前置光学系を備える検眼用アタッチメントが有する前記前置光学系に関する情報を受信する通信部

を具備する制御装置。

[請求項11]

請求項10に記載の制御装置であって、

前記前置レンズが前に配置された被検眼の撮像画像を取得する画像取得部と、

前記前置光学系に関する情報を用いて前記撮像画像に画像処理を行って表示画像を生成する画像生成部

を更に具備する制御装置。

[請求項12]

請求項11に記載の制御装置であって、

前記検眼用アタッチメントは、前記前置光学系に関する情報として前記前置光学系の光学特性情報を記憶する記憶部を更に備える

制御装置。

[請求項13]

請求項12に記載の制御装置であって、

前記前置光学系に関する情報は前記前置レンズの歪係数を含み、
前記画像生成部は、前記歪係数を用いて前記撮像画像に歪曲収差補正を行って前記表示画像を生成する
制御装置。

[請求項14] 請求項12に記載の制御装置であって、
前記前置光学系に関する情報は前記前置レンズの材質を含み、
前記画像生成部は、前記レンズの材質に基づいて最大倍率を制御して前記表示画像を生成する
制御装置。

[請求項15] 請求項12に記載の制御装置であって、
前記前置光学系に関する情報は前記前置レンズの偏光特性を含み、
前記画像生成部は、前記前置レンズの偏光特性に基づいて、前記撮像画像に鏡面反射除去処理を行って前記表示画像を生成する
制御装置。

[請求項16] 請求項12に記載の制御装置であって、
前記前置光学系に関する情報は前記前置レンズの形状を含み、
前記画像生成部は、前記前置レンズの形状情報を用いて、前記撮像画像に色収差補正処理を行って前記表示画像を生成する
制御装置。

[請求項17] 請求項12に記載の制御装置であって、
前記撮像画像はステレオ画像であり、
前記前置光学系に関する情報は前記前置レンズの焦点距離を含み、
前記画像生成部は、前記前置レンズの焦点距離を用いて、前記ステレオ画像の視差を制御して前記表示画像を生成する
制御装置。

[請求項18] 請求項10に記載の制御装置であって、
前記検眼用アタッチメントは、観察光学系を有する眼科用顕微鏡に接合可能に構成され、

前記前置光学系に関する情報を用いて、前記観察光学系、前記前置光学系のうち少なくとも一方を制御する制御信号を生成する顕微鏡制御信号生成部

を更に具備する制御装置。

[請求項19]

眼科用顕微鏡と、

前記眼科用顕微鏡に接合する接合部と、

被検眼の前に配置可能な前置レンズを含む前置光学系と、

前記前置光学系に関する情報を送信する通信部と、を備える
検眼用アタッチメントと、

前記前置光学系に関する情報を受信する通信部を備える
制御装置

を具備する眼科用顕微鏡システム。

[請求項20]

請求項19に記載の眼科用顕微鏡システムであって、

前記眼科用顕微鏡は、撮像素子を更に備え、

前記制御装置は、前記撮像素子により撮影された、前記前置レンズが前に配置された被検眼の撮像画像を取得する画像取得部と、前記前置光学系に関する情報を用いて前記撮像画像を画像処理して表示画像を生成する画像生成部を更に備える

眼科用顕微鏡システム。

[請求項21]

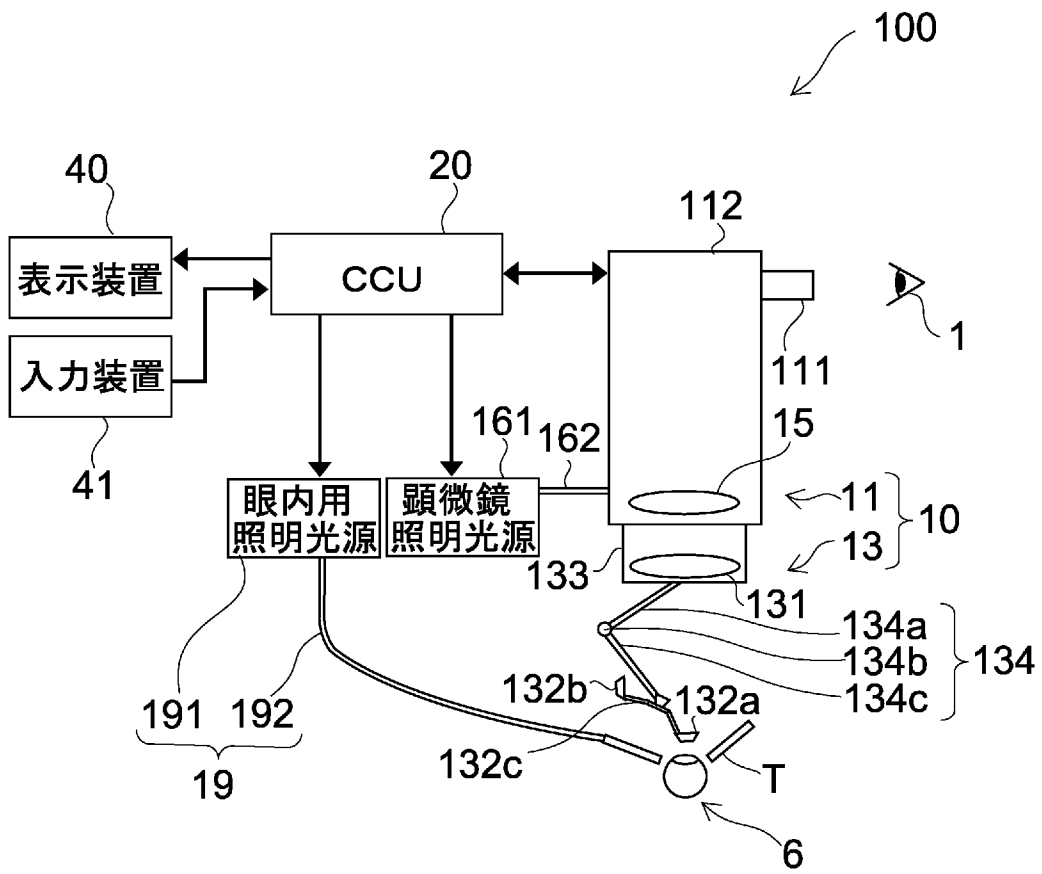
請求項19に記載の眼科用顕微鏡システムであって、

前記眼科用顕微鏡は、観察光学系を更に備え、

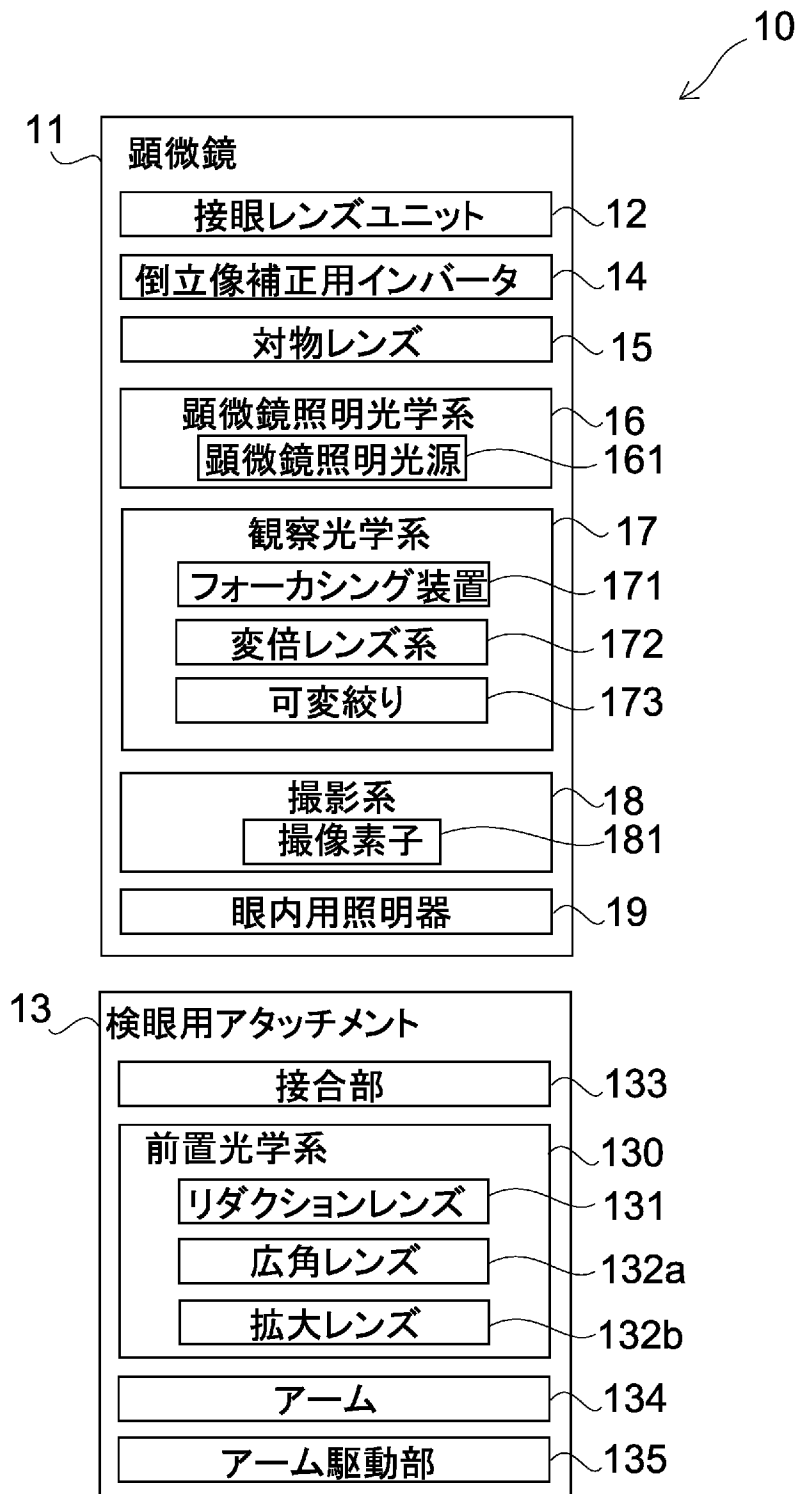
前記制御装置は、前記前置光学系に関する情報を用いて、前記観察光学系、前記前置光学系のうち少なくとも一つを制御する制御信号を生成する顕微鏡制御信号生成部を更に備える

眼科用顕微鏡システム。

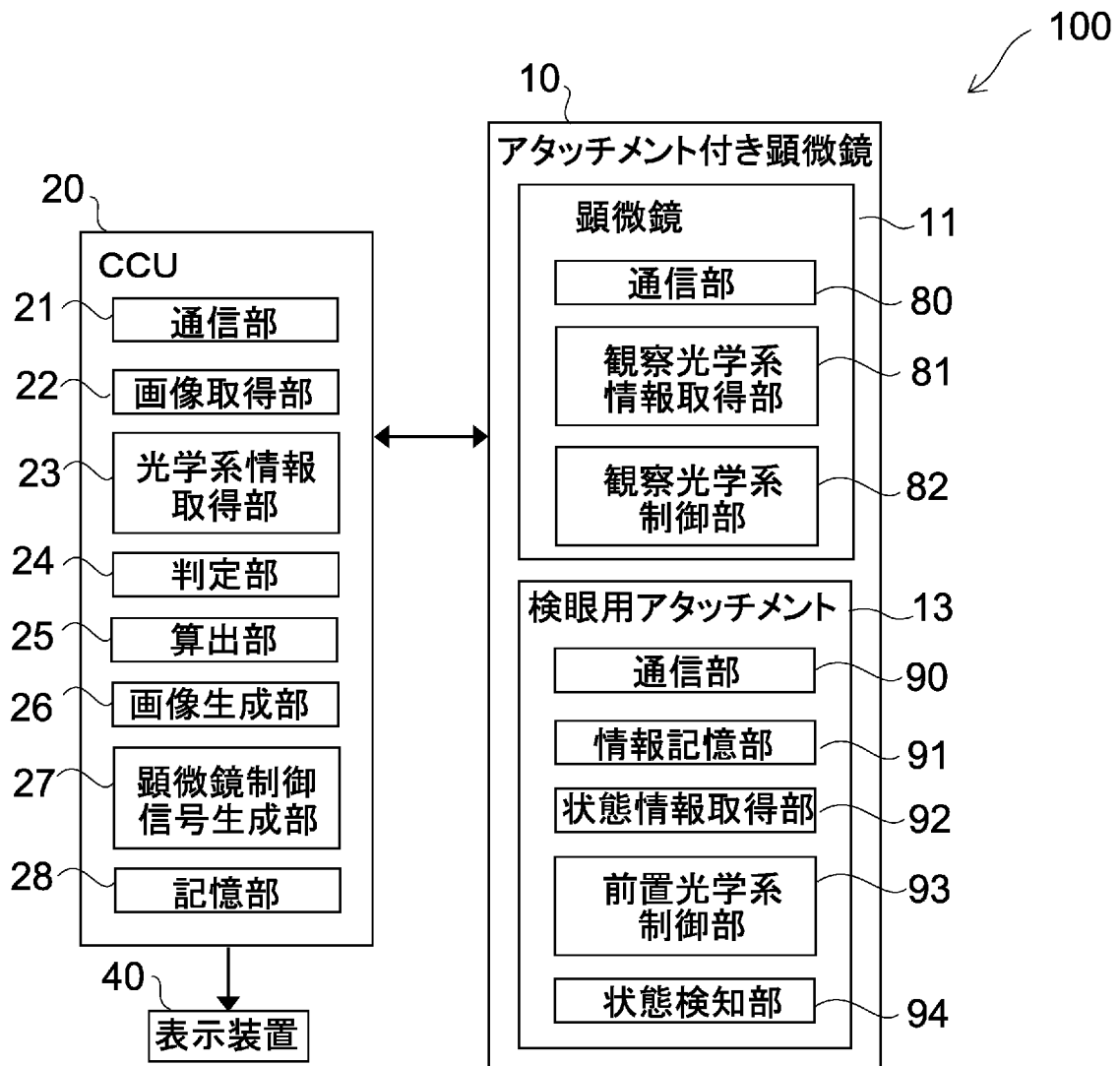
[図1]



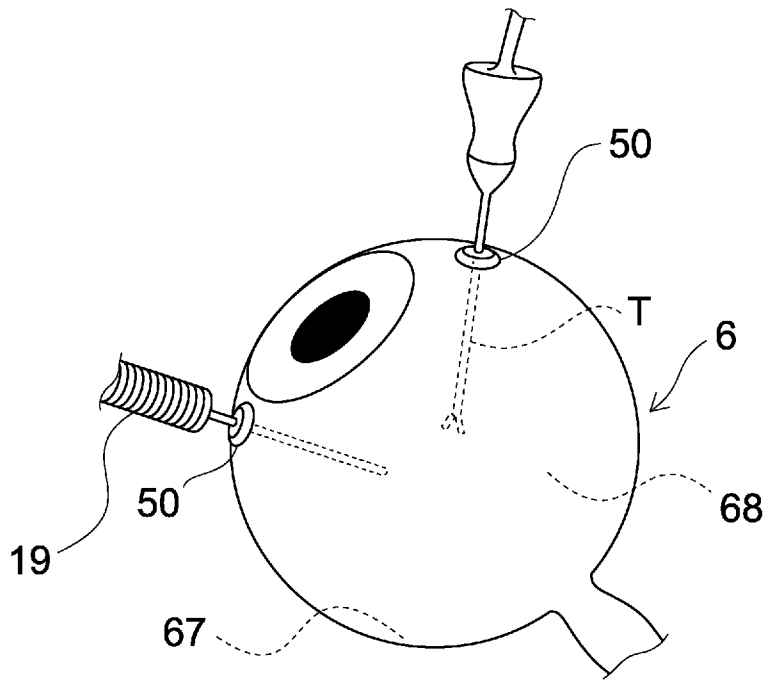
[図2]



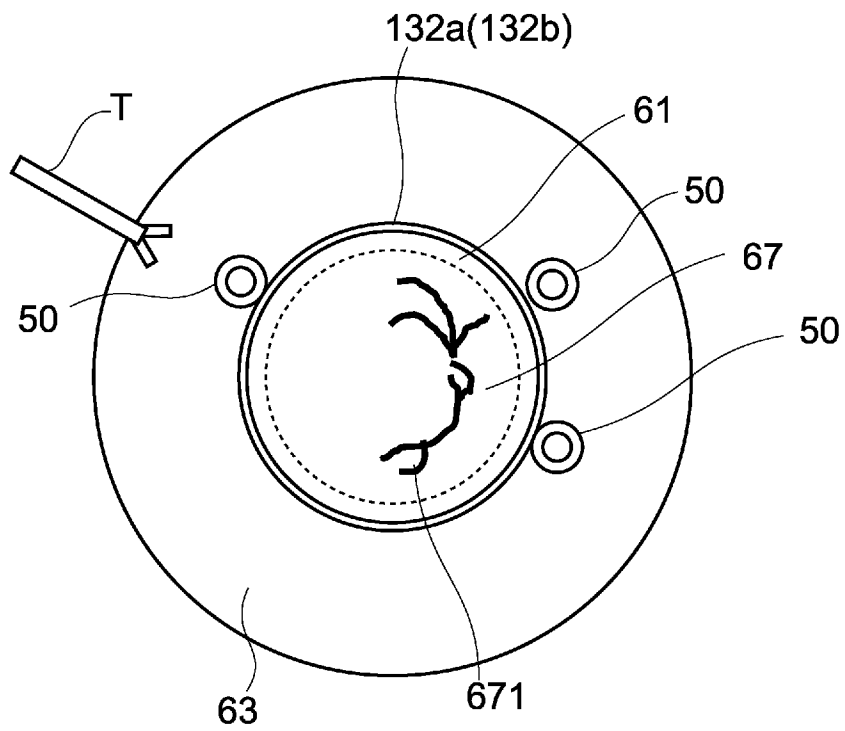
[図3]



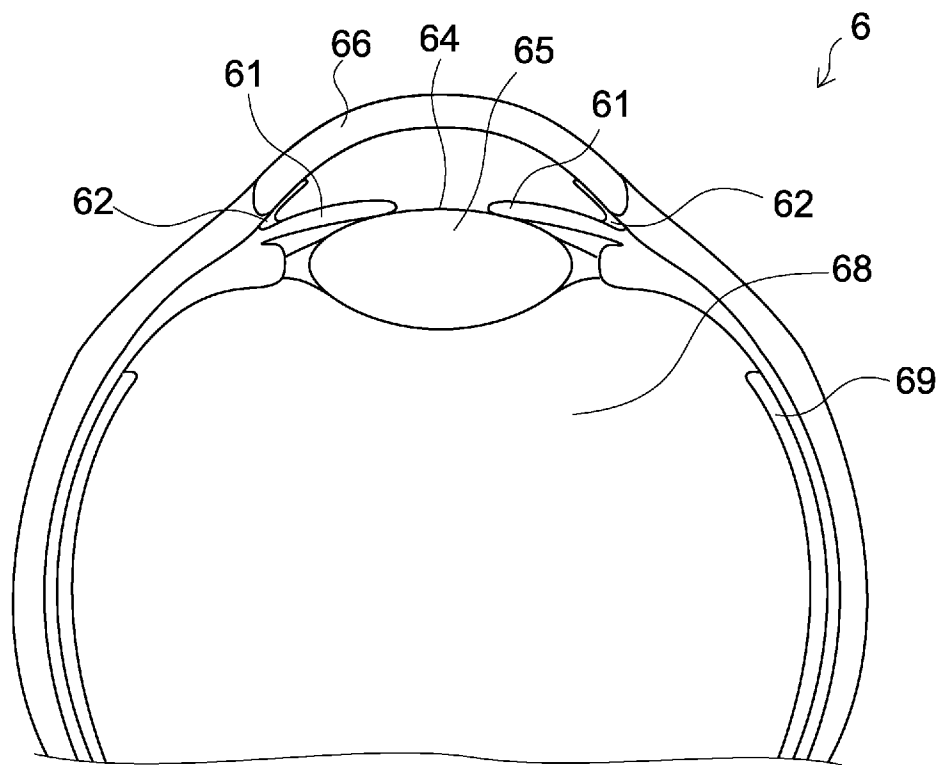
[図4]



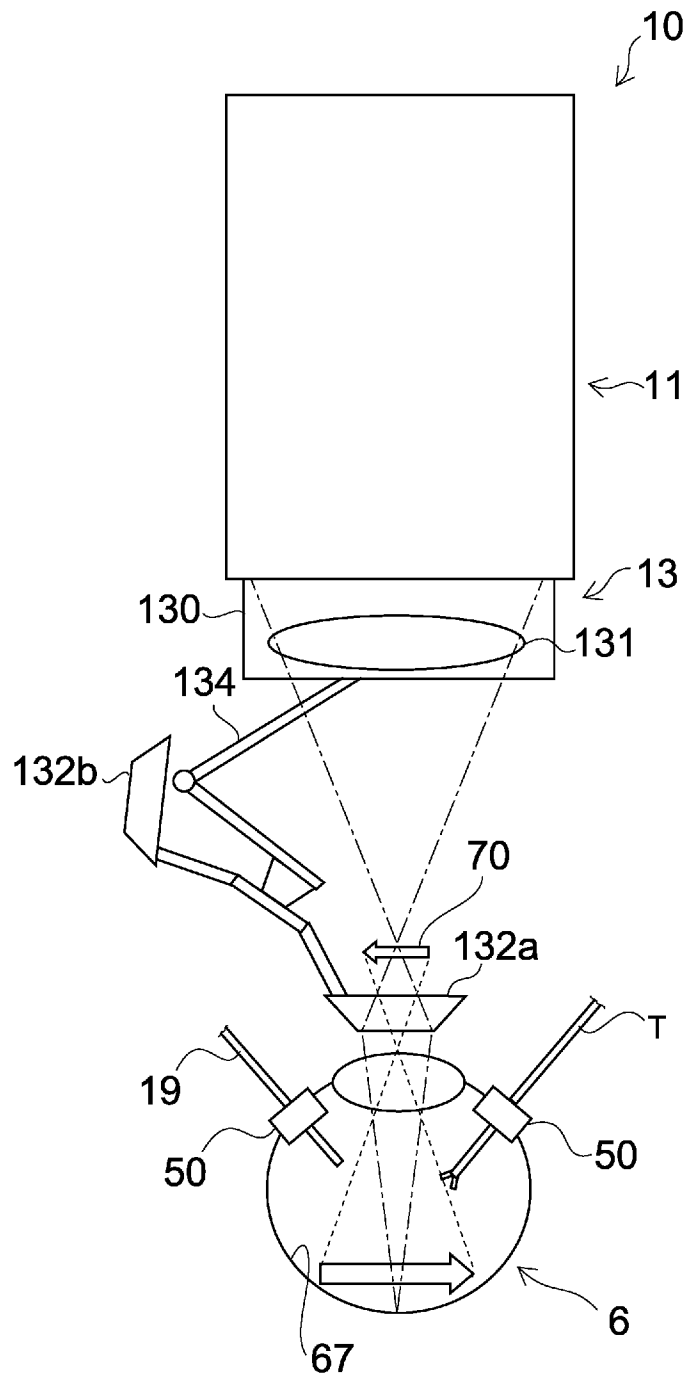
[図5]



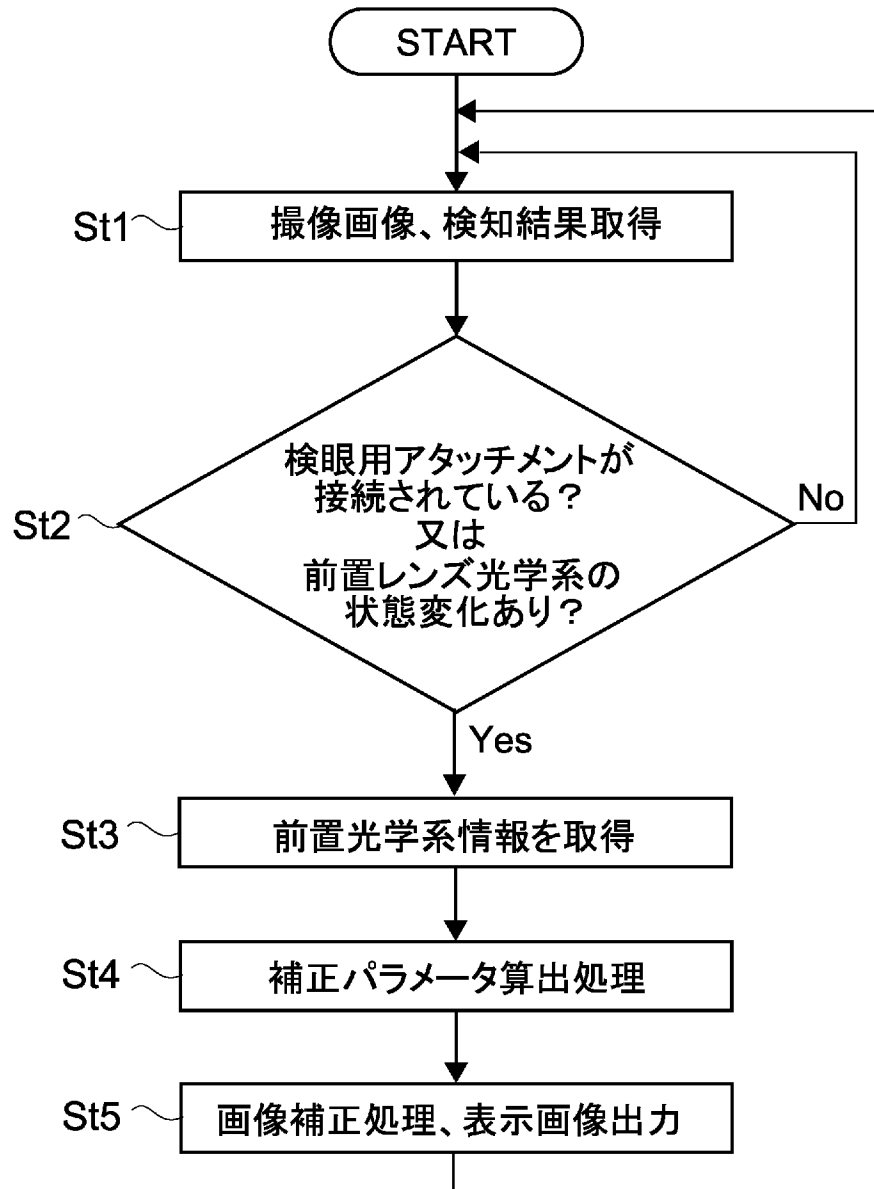
[図6]



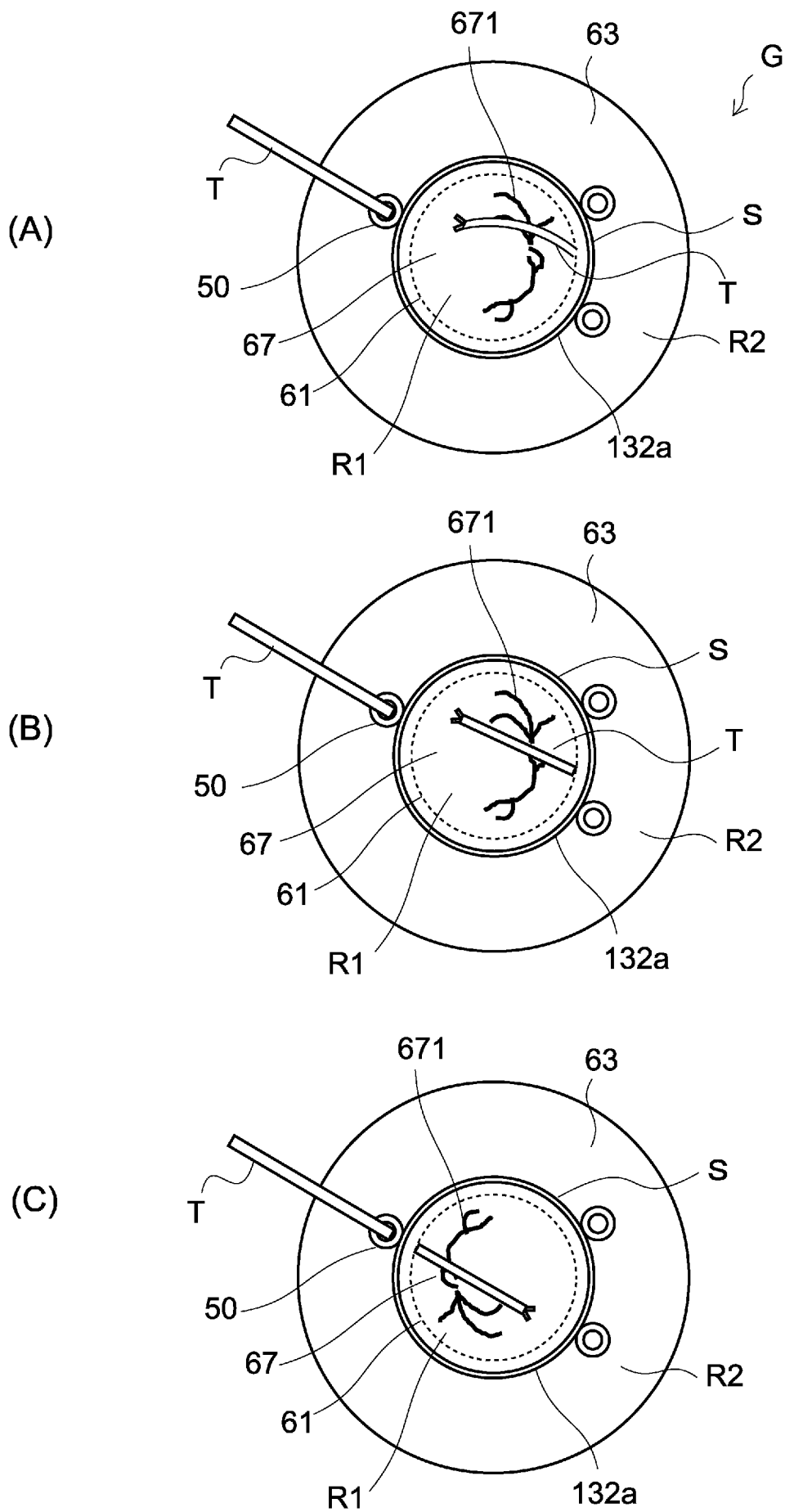
[図7]



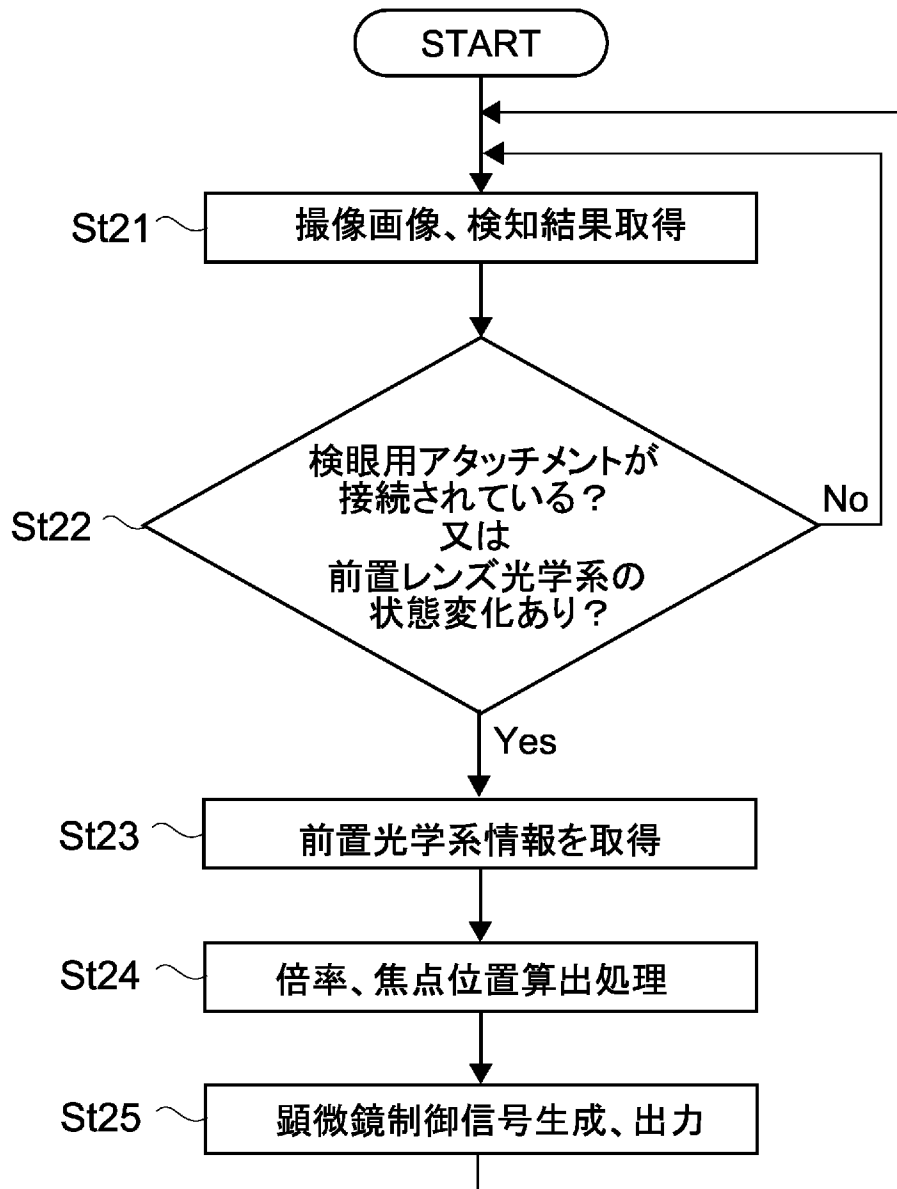
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/010690

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. A61F9/007(2006.01) i, A61B3/05(2006.01) i
FI: A61B3/08, A61F9/007 200C

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. A61F9/007, A61B3/08

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 1971-2020
Registered utility model specifications of Japan 1996-2020
Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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 2017-522112 A (NOVARTIS AG) 10 August 2017, paragraphs [0012]-[0044]	1-21
Y	US 2019/0038135 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 07 February 2019, paragraphs [0079]-[0261]	1-21
Y	JP 2017-124204 A (TOPCON CORP.) 20 July 2017, paragraph [0112]	13
Y	US 2019/0076019 A1 (FARBEROV, Arkadiy) 14 March 2019, paragraphs [0012]-[0074]	14, 16
Y	US 5216456 A (VOLK, Donald A.) 01 June 1993, paragraph [0031]	15

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
18.05.2020

Date of mailing of the international search report
26.05.2020

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
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/010690

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2017-522112 A	10.08.2017	US 2016/0008169 A1 paragraphs [0026]- [0057] CA 2949393 A1 KR 10-2017-0009996 A	
US 2019/0038135 A1	07.02.2019	WO 2017/135564 A1 KR 10-2017-0093645 A	
JP 2017-124204 A	20.07.2017	(Family: none)	
US 2019/0076019 A1	14.03.2019	(Family: none)	
US 5216456 A	01.06.1993	US 5424789 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） A61F 9/007(2006.01)i; A61B 3/08(2006.01)i FI: A61B3/08; A61F9/007 200C		
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）） A61F9/007; A61B3/08 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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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 2017-522112 A (ノバルティス アーゲー) 10.08.2017 (2017-08-10) 段落 [0012]-[0044]	1-21
Y	US 2019/0038135 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 07.02.2019 (2019-02-07) 段落 [0079]-[0261]	1-21
Y	JP 2017-124204 A (株式会社トプコン) 20.07.2017 (2017-07-20) 段落 [0112]	13
Y	US 2019/0076019 A1 (FARBEROV Arkadiy) 14.03.2019 (2019-03-14) 段落 [0012]-[0074]	14, 16
Y	US 5216456 A (VOLK, Donald A.) 01.06.1993 (1993-06-01) 段落 [0031]	15
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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抵触するものではなく、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 18.05.2020	国際調査報告の発送日 26.05.2020	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 牧尾 尚能 2Q 8357 電話番号 03-3581-1101 内線 3292	

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/010690

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2017-522112 A	10.08.2017	US 2016/0008169 A1 段落 [0026]-[0057] CA 2949393 A1 KR 10-2017-0009996 A	
US 2019/0038135 A1	07.02.2019	WO 2017/135564 A1 KR 10-2017-0093645 A	
JP 2017-124204 A	20.07.2017	(ファミリーなし)	
US 2019/0076019 A1	14.03.2019	(ファミリーなし)	
US 5216456 A	01.06.1993	US 5424789 A	