

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5987356号
(P5987356)

(45) 発行日 平成28年9月7日(2016.9.7)

(24) 登録日 平成28年8月19日(2016.8.19)

(51) Int.Cl.

F 1

A61B 3/15 (2006.01)

A 61 B 3/14 (2006.01)

F
A
C

A 61 B 3/14

A 61 B 3/14

請求項の数 3 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2012-44250 (P2012-44250)
 (22) 出願日 平成24年2月29日 (2012.2.29)
 (65) 公開番号 特開2013-179978 (P2013-179978A)
 (43) 公開日 平成25年9月12日 (2013.9.12)
 審査請求日 平成27年2月25日 (2015.2.25)

(73) 特許権者 000135184
 株式会社ニデック
 愛知県蒲郡市拾石町前浜34番地14
 (72) 発明者 芳野 雅幸
 愛知県蒲郡市拾石町前浜34番地14 株式会社ニデック拾石工場内
 審査官 宮川 哲伸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】眼底撮影装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検者眼に向けて照明光を照射するための照明光学系と、
 前記照明光の眼底からの反射光を対物レンズを介して受光し被検者眼の眼底を撮影するための眼底撮影光学系と、

被検者眼の前眼部を観察するための撮像素子を持つ前眼部観察光学系と、
 前記前眼部観察光学系の光路に設けられ、前記対物レンズを介して被検者眼に対してアライメント指標を投影するためのアライメント用光源と、を備え、

該アライメント用光源からの光束によって被検者眼に形成されるアライメント指標を被検者眼の前眼部と共に前記前眼部観察光学系により撮影することを特徴とする眼底撮影装置。

10

【請求項 2】

請求項1の眼底撮影装置において、
 前記前眼部観察光学系は前記アライメント用光源の配置位置よりも被検者側に設けられている光学部材からの反射光を前記撮像素子に受光させないための絞りを少なくとも1つ持つことを特徴とする眼底撮影装置。

【請求項 3】

請求項2の眼底撮影装置において、
 前記絞りは前記前眼部観察光学系が持つフィールドレンズからの反射光を前記撮像素子に受光させないための第1の絞りと、該第1絞りよりも被検者側に置かれる絞りであって

20

前記アライメント用光源から出射される光束の通過領域を規制するための第2の絞りと、
を含み、

前記アライメント用光源は前記第1絞りの被検者側近傍に配置されることを特徴とする
眼底撮影装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被検者眼の眼底撮影を行う眼底撮影装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、眼底撮影装置においては、アライメント用光源を対物レンズの周囲（外側）に配置したものが知られている。このような眼底撮影装置においては、前眼部観察時には光源の点灯で照射されたアライメント指標用の光束が眼の瞳孔に対し所定の入射角度で斜め方向から照射される。そしてその反射光が検出されることで、アライメント指標を用いた眼と装置との位置合わせ（いわゆるアライメント）が行われる（特許文献1参照）。

【0003】

なお、アライメント指標の形成位置は、アライメント指標用の光束の入射角度で決定され、被検者眼への光束の入射角度が大きいと輝点は角膜頂点から離れた位置に形成されやすくなり、光束の入射角度が小さいと輝点は角膜頂点に近い位置に形成されやすくなる。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2001-17394号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、アライメント時にアライメント指標が角膜頂点から離れた位置に形成されている場合、瞼や瞼によってアライメント指標が検出され難くなりアライメント動作がうまく継続されなくなるおそれがある。これを避けるためには、アライメント視標は出来るだけ瞳孔の中心付近（角膜頂点付近）に形成されることが好ましいが、従来技術の構成ではアライメント指標用の光源は対物レンズの外側に配置されているため、光束の入射角度を小さくするためには制限があった。

【0006】

本発明は、上記従来技術の問題点に鑑み被検者眼に形成されるアライメント指標を好適に検出することができアライメント動作が好適に行われる眼底撮影装置を提供することを技術課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するために、本発明は以下のよう構成を備えることを特徴とする。

【0008】

40

（1）被検者眼に向けて照明光を照射するための照明光学系と、前記照明光の眼底からの反射光を対物レンズを介して受光し被検者眼の眼底を撮影するための眼底撮影光学系と、被検者眼の前眼部を観察するための撮像素子を持つ前眼部観察光学系と、前記前眼部観察光学系の光路に設けられ、前記対物レンズを介して被検者眼に対してアライメント指標を投影するためのアライメント用光源と、を備え、該アライメント用光源からの光束によって被検者眼に形成されるアライメント指標を被検者眼の前眼部と共に前記前眼部観察光学系により撮影することを特徴とする眼底撮影装置。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、被検者眼に形成されるアライメント指標を好適に検出することができ

50

アライメント動作が好適に行われる眼底撮影装置を提供できる。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の実施形態を図面に基づき説明する。図1は眼底カメラの外観図である。眼底カメラは、基台1、基台1に対して左右(X)方向及び前後(作動距離、Z)方向に移動可能な移動台2、後述する光学系が収納され移動台2に対して3次元方向に移動可能に設けられた撮影部(装置本体)3、撮影部3を被検者眼Eに対して三次元(XYZ)方向に移動させる駆動部6、撮影部3の三次元方向の位置調節のための信号を入力するジョイスティック4、各種信号を入力する複数のスイッチ等が設けられた操作パネル7、被検者の顔を支持するために基台1に固設された顔支持ユニット5、撮影部3の被検者側に配置され後述する対物レンズ25が組み込まれた鏡筒部3a、撮影部3の検者側に傾斜可能に設けられた表示部(モニタ)8から構成される。モニタ8には眼Eの前眼部像及び眼底観察(撮影)像などが表示される。10

【0011】

図2は眼底撮影装置(眼底カメラ)の光学系及び制御系の概略構成図である。光学系は、照明光学系10、眼Eの眼底観察・撮影を行う眼底観察・撮影光学系30、眼Eの眼底にスプリット指標(フォーカス指標)を投影するスプリット指標投影光学系40、眼Eの前眼部にアライメント用指標光束を投影するアライメント検出光学系50、眼Eの前眼部を撮影する前眼部観察光学系60、眼Eの視線を誘導する固視標呈示光学系70から構成される。20

【0012】

<照明光学系> 照明光学系10は、観察照明光学系と撮影照明光学系を有し、光軸L1上には、観察照明光である近赤外光の光束を照射する照明光源11、撮影照明光である可視光束を照射する撮影光源12、穴あき球面ミラー13、球面ミラー14、拡散板15、リング状の開口を有するリングスリット16、コンデンサレンズ17、ミラー19、中心部に黒点を有する黒点板20、リレーレンズ21、孔あきミラー22、光路分岐部材であるダイクロイックミラー24、対物レンズ25が配置されている。

【0013】

ダイクロイックミラー24は、観察照明光学系の赤外光源11からの近赤外光の波長光束を透過し、後述するアライメント検出光学系50及び前眼部観察光学系60からの赤外光を反射する波長特性を持つ。また、ダイクロイックミラー24はソレノイドとカム等で構成される挿脱機構66で観察照明光学系を用いた眼底の観察時には光路に斜設され、撮影照明光学系による眼底の撮影時に挿脱機構66で光路から外される。30

【0014】

照明光源11にはLED、ハロゲンランプ等の周知の赤外光源が用いられる。撮影光源12にはLED、キセノンフラッシュランプ等の周知の可視光源が用いられる。なお光源にLEDが用いられると装置の小型化により有利な構成となる。

【0015】

穴あき球面ミラー13の光軸L1上には、光源11, 12からの光束を通過させる開口部13aが形成されている。なお開口部13aと光源11, 12の形状を一致させると光源11, 12からの光束がより効率よく通過される。球面ミラー14は、光源11, 12からの光束を反射して穴あきミラー13のミラー部分に導く曲面に決定される。穴あきミラー13のミラー部分は球面ミラー14からの反射光を平行光とする曲面に決定されている。これ以外にも穴あきミラー13のミラー部分は光源11, 12からの光束を拡散板15に導く曲面に形成されれば良い。拡散板15は前眼部(瞳孔又は角膜)と共に位置に置かれ、光源11又は12からの光束が拡散板15で拡散されることで、拡散板15が二次光源となり眼底を照明する。40

以上のように、球面ミラー13、14を用いて照明光学系を構成することで光学系がよりコンパクトになる。

【0016】

10

20

30

40

50

ところで光源はその種類に関わらず形状の差異や精度のばらつきがある為、眼底観察及び撮影時に撮影画像の撮影斑となり、例えば撮影画像の中央部又は周辺部に部分的な光量低下を引き起こす場合があった。一方、本発明では、拡散板15を用いて光源11、12からの照射光のばらつきを抑える為、光源11、12の特性のばらつきによる照明斑の発生を抑えて眼底像が精度良く撮影される。

【0017】

図4は照明光学系10の光源11、12付近の拡大図である。なおここでは説明の便宜上光源12を点線で示している。眼底観察時に光源11の点灯で照射された赤外光束は、穴あき球面ミラー13の開口部13aを通して球面ミラー14に入射される。球面ミラー14で反射された光束は球面ミラー13のミラー部分で反射されることでここでは平行光とされ、拡散板15に入射される。眼底観察時に、光源11からの光束が眼底と共に位置にある拡散板15で拡散されることで眼底が均一な赤外光で照明される。一方、眼底撮影時に、光源12からの光束が拡散板15で拡散されることで、眼底が均一な可視光で照明される。

10

【0018】

また光源11と光源12が同一光軸上に配置される構成では、一方の光源からの光束が他方の光源を通過する際にも光束のばらつきが生じるおそれがある。ここでは光源11からの光束が光源12を通過する際に光束がばらつくおそれがある。一方、本発明は各光源から照射された光束が共通の拡散板15で拡散されるので、これにより光源を通過する際に生じた光束のばらつきの影響が抑えられる。

20

以上のように眼底観察及び撮影時に眼底が均一に照明されることで、後述する眼底観察・撮影光学系による撮影で眼底像が精度良く得られるようになる。

【0019】

<眼底観察・撮影光学系> 眼底観察・撮影光学系30は、眼底観察光学系と眼底撮影光学系を有する。眼底観察光学系は、対物レンズ25、ダイクロイックミラー24、孔あきミラー22の開口近傍に位置する撮影絞り31、光軸方向に移動可能なフォーカシングレンズ32、結像レンズ33、眼底撮影時に挿脱機構39によって光路から外される跳ね上げミラー34を備える。跳ね上げミラー34の反射方向の光路には、赤外光反射・可視光透過の特性を有するダイクロイックミラー37、リレーレンズ36、赤外域に感度を有する観察用の二次元撮像素子38が配置されており、赤外光源で照明された眼底像が撮影される。

30

【0020】

眼底撮影光学系は、対物レンズ25と、撮影絞り31から結像レンズ33までの光学系を眼底観察光学系と共用する。眼底撮影光学系は、可視域に感度を有する撮影用の二次元撮像素子35を備え、可視光源で照明された眼底像が撮影される。なお、撮影絞り31は対物レンズ25に関して眼Eの瞳孔と略共役な位置に配置される。また、フォーカシングレンズ32は、モータを備える移動機構49にて光軸方向に移動される。

【0021】

眼底の観察時に、照明光源11を発した光束はダイクロイックミラー24を透過し、対物レンズ25で眼Eの瞳孔付近で一旦収束された後、拡散して眼Eの眼底を一様に照明する。眼底からの反射光は、対物レンズ25、ダイクロイックミラー24、孔あきミラー22の開口部、撮影絞り31、フォーカシングレンズ32、結像レンズ33、跳ね上げミラー34、ダイクロイックミラー37、リレーレンズ36を介して撮像素子38に結像する。眼底の撮影時に、撮影光源12を発した光束は眼Eの瞳孔付近で一旦収束された後、拡散して眼Eの眼底を一様に照明する。眼底からの反射光は、対物レンズ25、孔あきミラー22の開口部、撮影絞り31、フォーカシングレンズ32、結像レンズ33を経て、二次元撮像素子35に結像する。

40

【0022】

<スプリット指標投影光学系> スプリット指標投影光学系40は、赤外光源41、スリット指標板42、スリット指標板42に取り付けられた2つの偏角プリズム43、投影

50

レンズ47、照明光学系10の光路に斜設され眼底と共に位置に置かれるスポットミラー44を備える。なお、スポットミラー44はレバー45の先端に固着され、眼底観察時に光路上に置かれ、眼底撮影時にロータリーソレノイド46の軸回転で光路外に退避される。

【0023】

スリット指標板42の光束は、偏角プリズム43で分離された後、投影レンズ47を介してスポットミラー44で反射され、リレーレンズ21、孔あきミラー22、ダイクロイックミラー24、対物レンズ25を経て眼底に投影される。眼底のフォーカスが合っていないとき、スリット指標板42の指標像（スプリット指標S1, S2）は眼底と共に役関係ではないため分離して投影される。眼底のフォーカスが合っているとき、スプリット指標S1, S2は眼底と共に役関係となり一致して投影される。眼Eの眼底上に投影されたスプリット指標S1, S2は、像素子38により眼底像と共に撮像される。

以上のような構成のスプリット指標投影光学系40は移動機構49の駆動でフォーカシングレンズ32と連動して光軸方向に移動される。

【0024】

<前眼部観察光学系> 前眼部観察光学系60は、前眼部を照明する赤外光源58、対物レンズ25、ダイクロイックミラー24の反射側の光軸L2上に置かれたフィールドレンズ61、ミラー62、第2絞り67、第1絞り63、リレーレンズ64、赤外域に感度を持つ二次元像素子65を備える。光源58で照明された前眼部からの反射光は、対物レンズ25を通過し、ダイクロイックミラー24で光軸L1と光軸L2が同軸とされ、フィールドレンズ61からリレーレンズ64までを介して像素子65で受光される。

【0025】

第1絞り63はここでは対物レンズ25と略共役位置に置かれ、前眼部で反射された光束（撮影光）を透過させると共に、フィールドレンズ61で生じる反射光を遮り受光像素子65で受光されないようにする。第2絞り67は第1絞り63よりも被検者側に置かれ、前眼部の反射光（撮影光）を透過させると共に、対物レンズ25で生じる反射光を第1絞り63に通過させないようにするため、光源（アライメント用光源）51からの光束（アライメント指標光束）の通過領域を規制して対物レンズ25の周縁のみに照射させる役割を有する。

【0026】

フィールドレンズ61は少なくとも後面が凹面になっており、フィールドレンズ61による反射光が第1絞り63の外側へと反射されるようにしている。具体的には、フィールドレンズ61の前面R1と後面R2の曲率半径は、その曲率中心位置に光源51が位置される値に決定されている。つまりフィールドレンズ61の後面R2で反射された光束は第1絞り63の位置に一致され、一旦フィールドレンズ61の後面を通過して前面で反射された光束も第1絞り63の位置に一致されるように各曲率半径が決定されている。このようになると各光源51からの光束による反射光が対向する光源51に向けて照射されるようになり、反射光が開口を通過しないようにできる。なお前面R1と後面R2の曲率中心位置は光源51よりも外側となるように決定されても良い。

【0027】

このようなフィールドレンズ61には、凹面を備えるメニスカスレンズ、凹面レンズ等が用いられる。これ以外にもフィールドレンズ61は第1絞り63を通過した光束を、第1絞りの開口の外側へと反射できる形状に形成されれば良く、例えば反射面（少なくとも後面）が平面になっていても良い。

【0028】

像素子65は眼Eの瞳孔と（略）共役位置に置かれ、光源58で照明された前眼像を撮像する他、後述するアライメント検出光学系50の光源の点灯で照明された前眼部（角膜）からの反射光を受光して眼Eと装置とのアライメント状態を検出する。

【0029】

<アライメント検出光学系>

10

20

30

40

50

アライメント検出光学系 50 は、前眼部観察光学系 60 の光路を共有し、更に眼 E の前眼部にアライメント指標を投影するための赤外のアライメント用光源 51 (51a、51b) と、第 2 紋り 67 を有する。図 3 は光軸 L 2 方向からアライメント指標光学系 50 を見たときの説明図である。

【 0 0 3 0 】

光源 51 はフィールドレンズ 61 の曲率中心位置に置かれ、眼 E の前眼部（角膜）に無限遠の視標を左右方向から投影する第 1 指標投影光源 51a と、眼 E の角膜に有限遠の視標を斜め方向から投影する第 2 指標投影光源 51b が光軸 L 2 を中心として同心円状に複数個配置されている。

10

【 0 0 3 1 】

光源 51a からのアライメント指標光束は図示を略すコリメーティングレンズで平行光とされ、前眼部に無限遠のアライメント指標を投影する。光源 51b からのアライメント指標光束は一旦対物レンズ 25 の付近で結像されて二次光源を形成し、前眼部に有限光のアライメント指標を投影する。

【 0 0 3 2 】

ここで本実施形態のアライメント検出光学系の構成を詳しく説明する。図 5 はアライメント検出光学系 50 の構成の説明図であり、図 5 (a)、(b) に本発明の構成、図 5 (c) に参考情報として従来技術のアライメント検出光学系の構成例を示す。

20

【 0 0 3 3 】

図 5 (a)において、前眼部観察時に角膜（前眼部）にアライメント指標を投影する光源 51 は、光源 51 からのアライメント指標光束が第 1 紋り 63 を介して直接撮像素子 65 に入射されないように、第 1 紋り 63 の被検者側近傍の光軸 L 2 上に置かれることが好み。また光源 51 は、光軸 L 2 に対する垂直方向の位置が第 1 紋り 63 の開口よりも外側であって、光源 51 から照射されたアライメント指標光束が対物レンズ 25 を通過できる位置に置かれる。

【 0 0 3 4 】

このようにすると、従来技術のように光源 51 が対物レンズ 25 の外側に置かれ、光源 51 からのアライメント指標光束が対物レンズ 25 を通過しない場合と比べて、眼 E に入射される光束の入射角度（光軸 L 1 に対する角度）を小さくできる。その為、従来技術と比べてアライメント指標がより角膜頂点の中心付近に形成されやすくなり、瞳孔の大きさ、瞬き、撮影条件等の影響による視標のケラレの発生が抑えられるようになる。

30

【 0 0 3 5 】

また光源 51 が撮影部 3 内（ここでは前眼部観察光学系 60 の光路中）置かれることで、従来よりも対物レンズ 25 の鏡筒部 3a を小さくできる。これにより装置を小型にでき、装置と被検者眼の間隔が取り易くなり、術者の開眼操作もしやすくなる。また眼と装置の位置合わせを行う際に鏡筒部 3a と被検者との干渉も好適に回避されるようになる。

【 0 0 3 6 】

なお、以上のように光源 51 が装置内に置かれる構成では、光源 51 からのアライメント指標光束は、眼 E に到達するまでの間に、フィールドレンズ 61、対物レンズ 25 等の光学部材を通過する。このとき光学部材で光束の一部が反射され、反射光が撮像素子 65 に入射されてしまうとノイズ光となり画質の低下、コントラストの低下等を招くおそれがある。

40

【 0 0 3 7 】

そこで図 5 (b) に示されるように、フィールドレンズ 61 の前後面で生じる反射光が第 1 紋り 63 の開口を通過しないようにするために、フィールドレンズ 61 を凹面形状として、反射光が第 1 紋り 63 の開口の外側に放射されるようにしている。これにより反射光は第 1 紋り 63 の開口を通過せず、フィールドレンズ 61 による反射光の撮影画像への写り込みが抑えられる。

【 0 0 3 8 】

50

また対物レンズ 25 の前後面で生じる反射光を撮像素子 65 に入射させないため、光軸 L2 上に第 1 紋り 63 を通過した光束を制限する第 2 紋り 67 を設けて、光源 51 からのアライメント指標光束の通過領域を規制して対物レンズ 25 の周縁（光軸 L2 を避けた位置）のみに入射されるようにする。これにより対物レンズ 25 の前後面で生じた反射光は、第 2 紋り 67 と第 1 紋り 63 の開口の外側へと反射され、対物レンズ 25 による反射光の撮影画像への写り込みが抑えられる。

【0039】

なお、本発明は以上の構成に限られるものではない。光源 51 から照射されたアライメント指標光束が、眼 E に入射されるまでの間に各光学部材を通過したときに発生する反射光が、第 1 紋り 63 の外側に放射されることで撮像素子 65 に受光されない構成であれば良い。つまり、前眼部観察光学系 60 を構成する各光学素子に対して上述のような紋りを配置して撮像素子 65 への反射光の入射を抑える。又は、上述のように反射光が第 1 紋り 63 の開口の外側を通過するように、レンズの曲面形状を決定して、反射光が撮像素子 65 に入射されないようにすれば良い。

10

【0040】

< 固視標呈示光学系 > 固視標呈示光学系 70 は、跳ね上げミラー 34 から対物レンズ 25 までを眼底観察光学系 30 と共有し、更に、可視光源 71、固視標切換部材 72、リレーレンズ 73 を有する。

固視標切換部材 72 は、光源 71 からの光束の一部を透過しその他の光束を遮光することで、光軸 L1 に対して異なる位置に固視標を呈示する。これにより眼底中心部を撮影する標準撮影と眼底周辺部を撮影する周辺撮影とで固視標の呈示位置を切換える。固視標切換部材 72 としては、例えばLCD、光軸 L2 に対して異なる位置に複数の開口が形成されたディスク板等、周知の構成が使用される。

20

固視標切換部材 72 を通過した光束は、リレーレンズ 73、ダイクロイックミラー 37、跳ね上げミラー 34、結像レンズ 33、フォーカシングレンズ 32、孔あきミラー 22、ダイクロイックミラー 24、対物レンズ 25 を通過して眼底に投影され眼 E の固視が行われる。

【0041】

< 制御系 > 制御部 80 には、上述した各二次元撮像素子、挿脱機構、移動機構、各光源等、駆動部、ジョイスティック 4、駆動部 6、操作パネル 7、モニタ 8 等の他、記憶部であるメモリ 95 が接続されており、制御部 80 はメモリ 95 に予め記憶されているプログラムに基づき、ジョイスティック 4、操作パネル 7 等からの入力信号をトリガとして各種動作制御を開始する。

30

また制御部 80 は、眼 E と装置とのアライメント時に、二次元撮像素子 65 で撮像された前眼部像からアライメント指標を検出処理し、眼 E に対する撮影部のアライメント偏位量を求める。

また眼底の撮影時に、撮像素子 38 で撮影された眼底像からスプリット指標を検出し、その検出結果に基づきフォーカシングレンズ 32 を光軸 L1 上で移動させて、眼底のフォーカス合わせを行う。

さらに制御部 80 は、各二次元撮像素子で得られる各種撮影画像や操作パネル 7 等で入力された患者情報や検者情報等をメモリ 95 に記憶させる。

40

【0042】

次に、眼底撮影装置の動作説明をする。ここでは固視標の呈示位置を光軸 L2 に一致させて眼底の標準撮影を行う例を説明する。

まず、検者は固視標呈示光学系 70 の光源 71 を点灯させて眼 E を固視させ、ジョイスティック 4 の操作で図示を略す撮影部を眼 E に近づけると、前眼部像 A-E とアライメント指標像が共に撮像素子 65 で撮像されてモニタ 8 に表示される。なお本実施形態では拡散板 15 で光束が拡散されることで眼底が一様な赤外光で照明される。

【0043】

図 6 はモニタ 8 に表示される前眼部像 A-E の例であり、図 6 (a) はアライメントが合

50

つていらない状態、図6(b)はアライメントが合っている状態である。

眼Eの角膜上に投影されたアライメント指標像が撮像素子65で検出されると、制御部80は、リング状に投影された指標像Ma~Mhによって形成されるリング形状の中心のXY座標を略角膜頂点(アライメント基準位置)として検出してアライメント指標A1を電子的に表示させる、また、制御部80は予め撮像素子65上に設定されたXY方向の基準位置(例えば、撮像素子65の撮像面と撮影光軸L1との交点)に対応するモニタ8上にアライメントの照準となるマークA2を電子的に表示させる。また、制御部80はマークA2の表示位置を中心として所要瞳孔径を示すレチクルLTをモニタ8に表示させる。

【0044】

制御部80は、マークA2とアライメント指標A1が合致するように、三次元方向のアライメント偏位量が所定のアライメント許容範囲を満たすように駆動部6を駆動させる。なお、作動距離方向のアライメントは、モニタ8に表示されるインジケータGで確認され、インジケータGの本数が1本の時に作動距離方向のアライメントが合った状態が確認される。

【0045】

ところで従来技術では、眼Eの瞳孔径が小さい場合等に光軸L2を中心として投影されたアライメント指標A1の一部が瞳孔でケラレてしまうおそれがあり、アライメント動作の継続が困難になる場合があった。また観察中に眼が瞬きをすると、瞼又は睫がアライメント指標A1に掛かってしまうため、同様にアライメント動作をスムーズに継続できなくなる場合があった。

【0046】

一方、本発明ではアライメント指標A1を投影するための光源51は前眼部観察光学系60の光路中に配置されており、光源51によるアライメント指標光束は対物レンズ25を介して眼に投影される。その為、アライメント指標A1の入射角度は対物レンズ25の大きさによって制限されず、アライメント指標A1はより角膜頂点に近い位置に形成される(眼Eに対して小さい入射角度でアライメント指標が投影される)。これにより眼Eの瞳孔径のサイズ又は眼の瞬き等によるアライメント指標A1のケラレが生じにくくなり、アライメント動作がスムーズに継続されるようになる。

【0047】

また、対物レンズ25の大きさでアライメント指標A1の入射角度が制限される従来技術では、撮影画角を大きくするために対物レンズ25の径(サイズ)を大きくすると、更に眼Eに対するアライメント指標A1の入射角度を大きくしなければならず、アライメント視標A1がよりケラレ易くなってしまう。一方、本発明ではアライメント指標の入射角度は対物レンズ25の大きさの制約を受けないため、撮影画角に関わらずアライメント指標の入射角度を小さくできる。

【0048】

つまり撮影画角を大きくするために対物レンズ25の径(サイズ)を大きくしたとしても、眼に投影されるアライメント指標A1の入射角度を小さくでき、アライメント指標A1が角膜頂点の中心付近に投影される。その為、撮像素子65による撮影画角を大きくした場合にもアライメント動作が好適に継続されるようになる。

【0049】

なお、アライメントを検者の手動で行うマニュアルモードに選択されている場合には、検者はモニタ8に表示された前眼部像AEを観察しながら、ジョイスティック4の操作でマークA2とアライメント指標A1とが一致するように撮影部の位置合わせをする。この時、制御部80はアライメント指標A1とマークA2との比較でXY方向の変位量を求め、無限遠の指標像Ma,Meの間隔と有限遠の指標像Mh,Mfの間隔とを比較してZ方向のアライメント偏位量を求める。そしてマークA2とアライメント指標A1が合致するように三次元方向のアライメント偏位量が所定のアライメント許容範囲を満たすかを求める。また検者はジョイスティック4の操作で作動距離方向の位置合わせを行いモニタ8に表示されるインジケータGの本数が1本となるようにする。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 0 】

この時、眼 E が瞬きをしても瞳又は瞼がアライメント指標 A 1 に掛かりにくいため、検者はアライメント指標 A 1 を確認しながら位置合わせをスムーズに行える。また眼 E の瞳孔径が小さくてもアライメント指標 A 1 がケラレずに投影されて、検者は眼 E の状態に関わらずアライメント操作を容易に行えるようになる。

【 0 0 5 1 】

一方、アライメントが制御部 8 0 による制御で自動的に行われるオートアライメントに設定されている場合には、制御部 8 0 は撮像素子 6 5 で撮像された前眼部と共に検出されるアライメント指標 A 1 の検出結果に基づき、駆動部 6 の駆動制御で撮影部 3 を移動させる。この時アライメント指標 A 1 の一部がケラレると、アライメント動作が停止してしまうおそれがある。一方、本発明ではアライメント指標 A 1 がより角膜頂点の中心付近に投影されるので、制御部 8 0 によるアライメント動作が好適に継続される。10

【 0 0 5 2 】

そして図 6 (b) に示されるように、アライメント指標 A 1 とマーク A 2 が一致して左右方向のアライメントが完了し、インジケータ G の本数が 1 本となり作動距離方向のアライメントが完了すると、制御部 8 0 はモニタ 8 の表示を前眼部像から撮像素子 3 8 で撮像された眼底像に切換えて、スプリット指標投影光学系 4 0 を用いた眼底のフォーカス合わせを行う。図 7 はモニタ 8 に表示される眼底像の例であり、スプリット指標 S 1 、 S 2 が合致して眼底のフォーカスが合った状態が示されている。なおスプリット指標 S 1 、 S 2 が分離されているとき、制御部 8 0 は検出結果に基づき、スプリット指標 S 1 、 S 2 が合致されるようにフォーカシングレンズ 3 2 を光軸 L 1 上で移動させる。20

【 0 0 5 3 】

フォーカスが合った状態で、図示を略す撮影スイッチが押されると、制御部 8 0 は挿脱機構 3 9 と挿脱機構 6 6 を駆動させ、ダイクロイックミラー 2 4 と跳ね上げミラー 3 4 を光軸 L 1 から外し可視光源 1 4 を点灯させる。可視光束で照明された眼底 E からの反射光は対物レンズ 2 5 、撮影絞り 3 1 から結像レンズ 3 3 までの光学系を介して、撮像素子 3 5 で受光される。制御部 8 0 は撮像素子 3 5 による撮像で得られた撮影画像をメモリ 8 5 に記憶させる。なお本実施形態では拡散板 1 5 による拡散によって眼底が均一な可視光で照明される。

【 0 0 5 4 】

なお上記では眼底の標準撮影の例を示したが、眼底の周辺撮影では、固視標による誘導で、眼 E の視軸に対して撮影光軸 L 1 を傾けて撮影が行われるため、瞳孔（虹彩）によってアライメント指標 A 1 がケラレ易い状態となっている。しかし本発明は、アライメント指標 A 1 がより角膜頂点の中心付近に投影されるので、瞳孔（虹彩）によるアライメント指標 A 1 のケラレの発生を抑え、上述と同様に手動又は自動に関わらずアライメント動作を継続されるようになる。30

【 0 0 5 5 】

なお上記ではアライメント検出光学系の光源 5 1 として、無限光を照射する第 1 指標投影光源 5 1 a と有限光を照射する第 2 指標投影光源 5 1 b の両方を用いてアライメント動作を行う例を示した。これ以外にも、アライメント指標を投影する光源 5 1 は有限光と、無限光の少なくとも一方の種類が設けられていれば良い。この場合、光源 5 1 で照射された角膜からの反射光のピントが合うようにアライメントが調節されれば良い。40

【 0 0 5 6 】

またアライメント用光源 5 1 は対物レンズ 2 5 を介して眼にアライメント指標を投影出来る位置に設けられれば良く、前眼部観察光学系 6 0 以外の光路中に置かれても良い。例えば撮影光学系や照明光学系の光路中に置かれても良い。なお光源 5 1 が撮影光学系や照明光学系に置かれる場合、例えば図 2 のダイクロイックミラー 2 4 に変えてハーフミラーを用いる。これによりアライメント指標がハーフミラーと対物レンズ 2 5 を介して前眼部に投影され、その反射光が対物レンズ 2 5 とハーフミラーを介して前眼部観察光学系 6 0 に導かれるようになる。50

【0057】

更に、対物レンズ25を介して眼にアライメント指標を投影出来る構成であれば、光源51は各光学系の光路外に置かれても良い。この場合、光路外に置かれた光源51からの光束と、各光学系（前眼部観察光学系、照明光学系、撮影光学系）の光路とを同軸とするためのミラー等を設ければ良い。

【0058】

更に、上記では眼底撮影装置の一種である眼底カメラを例に挙げて説明した。これ以外にも被検者眼の前眼部にアライメント指標を投影して、手動または自動で眼と装置の位置合わせを行う装置に本発明の構成を適用できる。

例えば、眼球や皮膚などの生体の断層像を撮影する光断層像撮影装置に本発明の構成が適用されることで、アライメント動作がスムーズに行われるようになる。なお光断層撮影装置としては、光源から出射された光束を測定光束と参照光束に分割し、測定光束を被検物に導き、参照光束を参照光学系に導いた後、被検物で反射した測定光束と参照光束との合成により得られる干渉光を受光素子に受光させる干渉光学系を持ち、被検物の断層像を撮影する構成のOCT（Optical Coherence Tomography等が挙げられる。

更には被検者眼の波面収差を補償する収差補償光学系を備え、被検者眼の眼底を細胞レベル等の高倍率で撮影できる眼底撮影装置の場合にも、本発明の構成の適用により好適にアライメント動作が継続される。

【図面の簡単な説明】

【0059】

【図1】眼底撮影装置の外観図である。

【図2】眼底撮影装置の光学系及び制御系の概略構成図である。

【図3】光軸方向からアライメント指標光学系を見たときの構成図である。

【図4】照明光学系の光源付近の拡大図である。

【図5】アライメント検出光学系の構成の説明図である。

【図6】モニタに表示される前眼部像の例である。

【図7】モニタに表示される眼底像の例である。

【符号の説明】

【0060】

10 10 照明光学系

11 照明光源

12 撮影光源

15 拡散板

25 対物レンズ

30 30 眼底観察光学系

40 40 スプリット指標投影光学系

50 50 アライメント検出光学系

51 51 アライメント用光源

60 60 前眼部観察光学系

61 61 フィールドレンズ

63 63 第1絞り

67 67 第2絞り

70 70 固視標呈示光学系

80 80 制御部

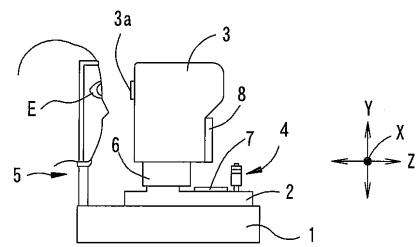
10

20

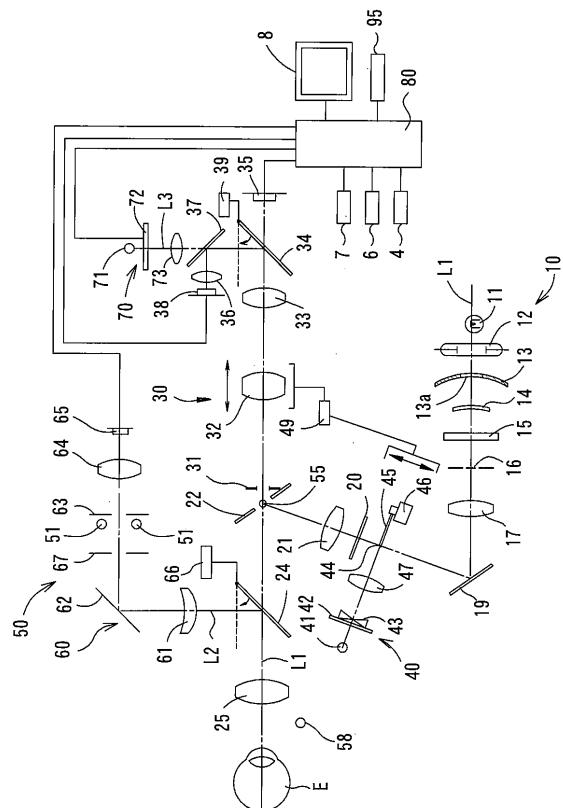
30

40

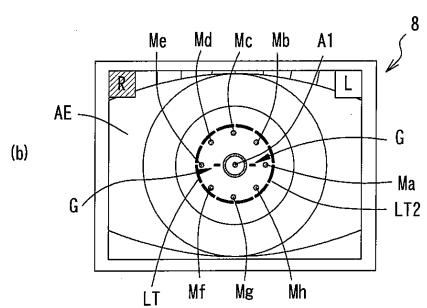
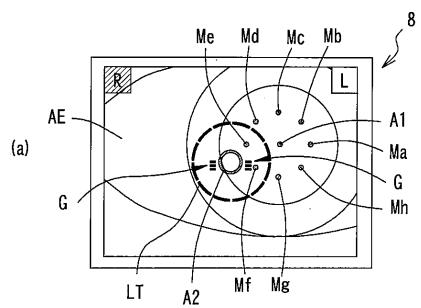
【図1】



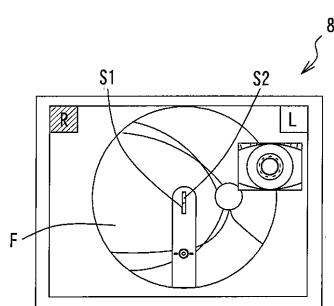
【図2】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2001-340297(JP,A)
特開2011-045553(JP,A)
特開2002-219107(JP,A)
特開2010-269015(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 6 1 B	3 / 0 0	-	3 / 1 8
G 0 1 N	2 1 / 0 0	-	2 1 / 0 1
G 0 1 N	2 1 / 1 7	-	2 1 / 6 1