

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5522629号
(P5522629)

(45) 発行日 平成26年6月18日 (2014. 6. 18)

(24) 登録日 平成26年4月18日 (2014. 4. 18)

(51) Int. Cl.

F 1

A 6 1 B 3/14 (2006.01)

A 6 1 B 3/14 A

A 6 1 B 3/14 H

A 6 1 B 3/14 F

A 6 1 B 3/14 E

請求項の数 4 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2010-83567 (P2010-83567)
 (22) 出願日 平成22年3月31日 (2010. 3. 31)
 (65) 公開番号 特開2011-212241 (P2011-212241A)
 (43) 公開日 平成23年10月27日 (2011. 10. 27)
 審査請求日 平成25年3月28日 (2013. 3. 28)

(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 3 4 番地 1 4
 (72) 発明者 多和田 晃
 愛知県蒲郡市拾石町前浜 3 4 番地 1 4 株
 式会社ニデック拾石工場内

審査官 増淵 俊仁

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】

赤外光を用いて観察を行うための無散瞳用の光学系と、
 可視光を用いて観察を行うための散瞳用の光学系とを有する眼底撮影装置において、
 赤外光によるアライメント指標を被検者眼に投影するアライメント指標投影光学系と、
 被検者眼に投影された前記アライメント指標の受光状態に基づいて被検者眼と装置との
 アライメントを行うためのアライメント制御手段と、
 散瞳型撮影モードと無散瞳型撮影モードとを選択するためのモード選択手段と、
 前記散瞳型撮影モードが選択されている場合に前記アライメント制御手段により所定の
 アライメント状態が得られた後、被検者眼に向けて照射する照明用の光を赤外光から可視
 光に切り換える照明光切換手段と、
 を有することを特徴とする眼底撮影装置。

【請求項 2】

請求項 1 の眼底撮影装置において、
 前記無散瞳用光学系と前記散瞳用光学系の共通の光学系として、可視域及び赤外域の光
 を発する光源を持ち該光源から発せられる光を被検者眼に向けて導光させる光学系を持つ
 照明光学系と、

該照明光学系により照明された被検者眼の眼底を撮像する第 1 撮影手段を持つ眼底観察
 光学系と、前記アライメント指標投影光学系によりアライメント指標が投影された被検者
 眼の前眼部を撮像する第 2 撮影手段を持つ前眼部観察光学系と、

該前眼部観察光学系の光路の一部と前記照明光学系の光路の一部とを同軸とするために前記照明光学系の光路に挿脱可能に配置されるダイクロイックミラーであって、前記アライメント指標を反射させて前記前眼部観察光学系に導光させるとともに前記アライメント指標の波長以外の他の赤外光の少なくとも一部の波長域を透過させるダイクロイックミラーと、を有し、

前記照明光切換手段は前記ダイクロイックミラーを光路から挿脱させることにより赤外光と可視光とを切り換えることを特徴とする眼底撮影装置。

【請求項 3】

請求項 2 の眼底撮影装置は、

可視から赤外域の波長の光を発する第 2 の光源を持ち該第 2 光源からの光をフォーカス指標として被検者眼眼底に向けて投影するためのフォーカス指標投影光学系を備え、

前記フォーカス指標は前記ダイクロイックミラーの挿入時には該ダイクロイックミラーを介することにより赤外域の波長のフォーカス指標として被検者眼眼底に投影され、前記ダイクロイックミラーの離脱時には可視域の波長のフォーカス指標として被検者眼眼底に投影されることを特徴とする眼底撮影装置。

【請求項 4】

請求項 3 の眼底撮影装置において、

前記第 1 撮影手段は可視域から赤外域まで感度を持つ撮像素子であ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、被検者眼の眼底を撮影する眼底撮影装置に関する。

【背景技術】

【0002】

眼底撮影装置による眼底撮影としては、被検者眼に散瞳剤を予め点眼して散瞳させた状態で、可視光で眼底を照明して眼底撮影装置と被検者眼との位置合わせ（以下、アライメント）を行い、可視光にて眼底撮影を行う散瞳型の眼底撮影装置（眼底カメラ）がある。このような散瞳型の眼底撮影装置は被検者眼を散瞳させるため、広い画角にて眼底撮影することができる。一方、被検者の負担を考慮して散瞳剤を使用せず赤外光で眼底撮影装置と被検者眼とのアライメントを行い、撮影のみに可視光を用いる無散瞳型の眼底撮影装置がある。また、散瞳型の眼底撮影と無散瞳型の眼底撮影の両方を行うことができる散瞳・無散瞳撮影の複合型の眼底撮影装置が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 10 - 314120 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、従来の散瞳・無散瞳撮影の複合機においても、被検者眼を散瞳させて使用する場合には可視光によるアライメントが行われるため、被検者にとっては眩しい状態が長く続く事が負担となっていた。

【0005】

本発明は、上記従来技術の問題点に鑑み、散瞳・無散瞳撮影の複合機において、散瞳撮影時に被検者の負担を少なくすることのでき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】

【0006】

上記課題を解決するために、本発明は以下のような構成を備えることを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

(1) 赤外光を用いて観察を行うための無散瞳用の光学系と、可視光を用いて観察を行うための散瞳用の光学系とを有する眼底撮影装置において、赤外光によるアライメント指標を被検者眼に投影するアライメント指標投影光学系と、被検者眼に投影された前記アライメント指標の受光状態に基づいて被検者眼と装置とのアライメントを行うためのアライメント制御手段と、散瞳型撮影モードと無散瞳型撮影モードとを選択するためのモード選択手段と、前記散瞳型撮影モードが選択されている場合に前記アライメント制御手段により所定のアライメント状態が得られた後、被検者眼に向けて照射する照明用の光を赤外光から可視光に切り換える照明光切換手段と、を有することを特徴とする。

(2) (1) の眼底撮影装置において、前記無散瞳用光学系と前記散瞳用光学系の共通の光学系として、可視域及び赤外域の光を発する光源を持ち該光源から発せられる光を被検者眼に向けて導光させる光学系を持つ照明光学系と、該照明光学系により照明された被検者眼の眼底を撮像する第 1 撮影手段を持つ眼底観察光学系と、前記アライメント指標投影光学系によりアライメント指標が投影された被検者眼の前眼部を撮像する第 2 撮影手段を持つ前眼部観察光学系と、該前眼部観察光学系の光路の一部と前記照明光学系の光路の一部とを同軸とするために前記照明光学系の光路に挿脱可能に配置されるダイクロイックミラーであって、前記アライメント指標を反射させて前記前眼部観察光学系に導光させるとともに前記アライメント指標の波長以外の他の赤外光の少なくとも一部の波長域を透過させるダイクロイックミラーと、を有し、前記照明光切換手段は前記ダイクロイックミラーを光路から挿脱させることにより赤外光と可視光とを切り換えることを特徴とする。

(3) (2) の眼底撮影装置は、可視から赤外域の波長の光を発する第 2 の光源を持ち該第 2 光源からの光をフォーカス指標として被検者眼眼底に向けて投影するためのフォーカス指標投影光学系を備え、前記フォーカス指標は前記ダイクロイックミラーの挿入時には該ダイクロイックミラーを介することにより赤外域の波長のフォーカス指標として被検者眼眼底に投影され、前記ダイクロイックミラーの離脱時には可視域の波長のフォーカス指標として被検者眼眼底に投影されることを特徴とする。

(4) (3) の眼底撮影装置において、前記第 1 撮影手段は可視域から赤外域まで感度を持つ撮像素子であることを特徴とする。

【 発明の効果 】

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、散瞳・無散瞳撮影の複合機において、散瞳撮影時の被検者の負担を少なくすることができる。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 0 9 】

以下、本発明に係る実施形態を図面に基づいて説明する。図 1 は本実施形態に係る眼底撮影装置（以下、眼底カメラと記す）の外観構成図である。眼底カメラは、基台 1 と、基台 1 に対して左右方向（X 方向）及び前後（作動距離）方向（Z 方向）に移動可能な移動台 2 と、移動台 2 に対して 3 次元方向に移動可能に設けられ後述する光学系を収納する撮影部（装置本体）3 と、回転ノブ 4 a と撮影スイッチ 4 b とを備えるジョイスティック 4 と、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 を備える。撮影部 3 は、移動台 2 に設けられた X Y Z 駆動部 6 により、被検者眼 E に対して左右方向、上下方向（Y 方向）及び前後方向に移動される。移動台 2 は、ジョイスティック 4 の操作により基台 1 上を X Z 方向に移動される。また、回転ノブ 4 a を回転操作することにより、X Y Z 駆動部 6 が Y 駆動し、撮影部 3 が Y 方向に移動される。なお、撮影部 3 の検者側には、眼底観察像及び前眼部観察像等を表示するモニタ 8 が設けられている。

【 0 0 1 0 】

図 2 は本実施形態に係る眼底カメラの光学系の概略図である。光学系は、観察・撮影照明光学系 1 0（観察照明光学系 1 0 a、撮影照明光学系 1 0 b）、眼底観察・撮影光学系 3 0（眼底観察光学系 3 0 a、眼底撮影光学系 3 0 b）、フォーカス指標投影光学系 4 0、アライメント指標投影光学系 5 0、前眼部観察光学系 6 0 から大別構成されている。な

お、図2の紙面左上には、アライメント指標投影光学系50を光軸L1方向から見たときの模式図を点線枠にて示している。

【0011】

<照明光学系> 観察照明光学系10aは、ハロゲンランプ等の可視から赤外域までの波長帯域を有する照明光源11、コンデンサレンズ13、リング状の開口を有するリングスリット17、リレーレンズ18、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、対物レンズ25を有する。撮影照明光学系10bは、フラッシュランプ等の可視光による撮影光源14、コンデンサレンズ15、リングスリット17から対物レンズ25までの光学系を有する。また、リングスリット17とコンデンサレンズ15との間にはエキサイタフィルタEXが挿脱機構Aにより光路から挿脱可能に配置されている。エキサイタフィルタEXは、約450nmから520nmの可視照明光を蛍光励起用光とする波長選択特性を有し、通常のカラ撮影時には光路から離脱された状態に置かれ、蛍光撮影時に挿入される。なお、エキサイタフィルタEXは、撮影光源14から穴あきミラー22までの撮影照明光学系10b上に配置することができる。

10

【0012】

<眼底観察・撮影光学系> 眼底観察光学系30aは、対物レンズ25、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、挿脱機構39により光路から挿脱可能に位置された全反射ミラー34、赤外光から可視光までの波長帯域に感度を有する観察・撮影兼用の二次元撮像素子35、ミラー34の反射方向の光路にある全反射ミラー36、可視光にて検者が直接眼底を観察するための直視接眼レンズ38とからなる。

20

【0013】

ミラー34が挿脱機構39により光路から離脱されることで、眼底からの反射光が撮像素子35で受光される。一方、挿脱機構39によりミラー34が光路に挿入されると、ミラー34で反射された可視光が、更にミラー36で反射されて接眼レンズ38に入射される。なお、撮影絞り31は対物レンズ25に関して被検者眼Eの瞳孔と略共役な位置に配置されている。フォーカシングレンズ32は、モータ(ステッピングモータ等)を備える移動機構49により光軸方向に移動される。

【0014】

眼底撮影光学系30bは、眼底観察光学系30aの対物レンズ25と撮影絞り31から結像レンズ33までの光学系と、可視域から赤外域までに感度を持つ観察・撮影兼用の二次元撮像素子35を共用する。また、撮影絞り31とフォーカシングレンズ32との間には、バリアフィルタBAが挿脱機構Bにより光路から挿脱可能に配置されている。バリアフィルタBAは、蛍光撮影時に蛍光励起用光によって励起される蛍光のみを透過させ、その他の波長の光束を遮蔽させる特性を持ち、通常のカラ撮影時には光路から離脱された状態に置かれ、蛍光撮影時に挿入される。このような、バリアフィルタBAは眼底撮影光学系30bにおいて、前眼部観察光学系60と照明光学系10と共有の光路を避けた、孔あきミラー22から撮像素子35までの光路上に配置することができる。

30

【0015】

孔あきミラー22の穴周辺には、被検者眼の角膜上に光学アライメント指標(ワーキングドットW1)を形成するための、2つの点光源70が光軸L1を中心に左右対称に配置される。点光源70は例えば光ファイバの出射端にて形成されており、光ファイバは図示なきハロゲンランプからの光を孔あきミラー22まで導光している。点光源70による角膜反射光は、被検者眼Eと撮影部3(装置本体)との作動距離が適切になったとき、眼底と略共役位置に配置された撮像素子35の撮像面上に結像するようになっており、被検者眼の眼底を観察しながらアライメントの微調整を行うための指標投影光学系として用いられる。この場合、眼底観察光学系30aは、点光源70による角膜反射像を撮像素子35に導く役割を兼用する。

40

【0016】

対物レンズ25と孔あきミラー22の間には、光路分岐部材としてのダイクロイックミ

50

ラー（波長選択性ミラー）２４が、ソレノイドとカム等により構成される挿脱機構６６により光路から挿脱可能に斜設されている。ここで、図５にダイクロイックミラー２４の波長透過特性を示す。ダイクロイックミラー２４は、赤外域の波長光（中心波長８８０ｎｍを含む９００ｎｍ以下の赤外光）を透過させ、これ以外の波長帯域の光束（赤外光及び可視光）を反射させる特性を有する。なお、ダイクロイックミラー２４は、観察・撮影照明光学系１０、フォーカス視標投影光学系４０、光源７０の共通の光路上に挿脱可能に設けることができる。

【００１７】

<アライメント指標投影光学系> アライメント用指標光束を投影するアライメント指標投影光学系５０には、図２の紙面の点線枠内の図に示すように、撮影光軸Ｌ１を中心として同心円上に４５度間隔で赤外光源が複数個配置されており、撮影光軸Ｌ１を通る垂直平面を挟んで左右対称に配置された赤外光源５１とコリメーティングレンズ５２を持つ第１指標投影光学系（０度、及び１８０）と、第１指標投影光学系とは異なる位置に配置され６つの赤外光源５３を持つ第２指標投影光学系と、を備える。この場合、第１指標投影光学系は被検眼Ｅの角膜に無限遠の指標を左右方向から投影し、第２指標投影光学系は被検眼Ｅの角膜に有限遠の指標を上下方向もしくは斜め方向から投影する構成となっている。なお、図２の本図には、便宜上、第１指標投影光学系（０度、及び１８０度）と、第２指標投影光学系の一部のみ（４５度、１３５度）が図示されている。

なお、本実施形態では、光源５１及び５３は中心波長９４０ｎｍの赤外光を照射するものが使用される。これにより、光源５１及び５３からの光束はダイクロイックミラー２４で反射されて、撮像素子６５で撮像されるようになる。

【００１８】

<前眼部観察光学系> 前眼部観察光学系６０は、ダイクロイックミラー２４の反射側に、フィールドレンズ６１、ミラー６２、絞り６３、リレーレンズ６４、赤外域の感度を持つ撮影手段としての二次元撮像素子６５を備える。また、二次元撮像素子６５はアライメント指標検出用の撮像手段を兼ね、中心波長９４０ｎｍの赤外光を発する前眼部照明光源５８により照明された前眼部とアライメント指標が撮像される。前眼部照明光源５８により照明された前眼部は、対物レンズ２５、ダイクロイックミラー２４及びフィールドレンズ６１からリレーレンズ６４の光学系を介して二次元撮像素子６５で受光される。また、アライメント指標投影光学系５０が持つ光源の点灯により、前眼部に投影されたアライメント指標が二次元撮像素子６５に受光される。二次元撮像素子６５の出力は制御部８０に入力され、図３に示すようにモニタ８には二次元撮像素子６５に撮像された前眼部像Ｆが表示される。なお、前眼部観察光学系６０は、被検者眼Ｅに対する装置本体のアライメント状態を検出する役割を兼用する。

【００１９】

<フォーカス指標投影光学系> フォーカス指標投影光学系４０は、ハロゲンランプ等の可視から赤外域までの波長帯域の光束を照射する光源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、投影レンズ４７、照明光学系１０の光路に斜設されたスポットミラー４４を備える。スポットミラー４４はレバー４５の先端に固着されていて、通常は光路に斜設されるが、撮影時にはロータリソレノイド４６の軸の回転で、光路外に退避させられる。なお、スポットミラー４４は被検者眼Ｅの眼底と共役な位置に配置される。光源４１、スリット指標板４２、偏角プリズム４３、投影レンズ４７、スポットミラー４４及びレバー４５は、フォーカシングレンズ３２と連動して移動機構４９により光軸方向に移動される。また、フォーカス指標投影光学系４０のスリット指標板４２の光束は、偏角プリズム４３及び投影レンズ４７を介してスポットミラー４４により反射された後、リレーレンズ２１、を介した後、孔あきミラー２２にて反射される。

【００２０】

以上のような構成によって、ダイクロイックミラー２４とミラー３４が光軸上で挿脱されることで、赤外光による眼底観察と可視光による眼底観察とを簡単に切換えることがで

10

20

30

40

50

きるようになる。つまり、赤外光での眼底観察では、ダイクロイックミラー 24 が光路に挿入され、ミラー 34 を光路から退避される。これにより、観察照明光学系 10a の光源 11 から発せられる可視域及び赤外域の光束のうち、所定の赤外域の波長光のみがダイクロイックミラー 24 を透過して、被検者眼 E の眼底を照明する。また、同様に、フォーカス視標投影光学系 40 の光源 41 から発せられる可視域及び赤外域の光束のうち、所定の赤外域の波長光のみがダイクロイックミラー 24 を透過して、眼底上に赤外光によるフォーカス指標であるスプリット指標 S1・S2 が形成される（図 4 参照）。なお、スプリット指標 S1・S2 を含む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 等を通して撮像素子 35 で結像される。

【0021】

一方、可視光での眼底観察では、ダイクロイックミラー 24 が光路から退避され、ミラー 34 が光路に挿入される。これにより、光源 11 からの発せられる可視光（赤外域を含む）にて被検者眼 E の眼底が照明される。また、光源 41 からの可視光（赤外域を含む）によるスプリット指標 S1・S2 が眼底上に形成される。そして、スプリット指標 S1・S2 を含む眼底からの反射光は、対物レンズ 25 等を通して、ミラー 34、36 で反射されて接眼レンズ 38 へと入射される。

【0022】

ところで、赤外光での眼底観察と可視光での眼底観察とを切換えるためにダイクロイックミラー 24 が光路上に挿脱されると、光路長（フォーカス状態）が変わってしまう。その為、眼底での位置合わせを可視光にて行う散瞳撮影と、赤外光で行う無散瞳撮影とでは光路長が変わるために、スプリット指標の合致点に光学的なずれが生じることになる。

【0023】

そこで、本実施形態では、ダイクロイックミラー 24 が離脱しておりスプリット指標 S1・S2 を検者が肉眼で確認する散瞳撮影（可視光）の眼底観察のときに、スプリット指標 S1・S2 の合致点とフォーカス視標光学系 40 のフォーカスが合った状態とが一致されるようにする。一方、無散瞳撮影（赤外光）の眼底観察では、ダイクロイックミラー 24 が光路上に挿入されているため、散瞳撮影に対してフォーカスの合致点に光学的なずれが生じることになる。そこで、ダイクロイックミラー 24 が離脱しているときにフォーカスが合った（スプリット指標が合致する）状態で、ダイクロイックミラー 24 が挿入されることによるスプリット指標 S1・S2 の分離（ずれ）量を予め合致基準情報としてメモリ 85 に記憶させておき、ダイクロイックミラー 24 が挿入された状態でフォーカス調整を行う場合に、メモリ 85 に記憶された合致基準情報に基づいてフォーカス調整の完了を判断できるようにする。

【0024】

具体的には、フォーカシングレンズ 32 を光軸方向に移動させて自動的なフォーカス調整を行う場合に、逐次得られる撮像素子 35 上に結像されるスプリット指標（像）S1・S2 の分離量がメモリ 85 に記憶されている合致基準情報（分離量）と一致したときのフォーカシングレンズ 32 の位置をフォーカス完了位置とする。また、手動にてフォーカス調整を行う場合には、メモリ 85 に記憶された合致基準情報を考慮して形成されたスプリット指標 S11・S22 をモニタ 8 に表示される赤外の眼底画像上に電子的に合成させ表示する。電子的に表示されるスプリット指標 S11・S22 は、撮像素子 35 上に結像されるスプリット指標（像）S1・S2 の分離量がメモリに記憶されている合致基準情報（分離量）と一致したときに合致するように電子的に表示制御される。

【0025】

なお、本実施形態ではモニタに電子的にスプリット指標を表示させる例を示したが、これに限るものではなく、例えばインジケータ等のようにフォーカス調整が完了したか否かをモニタにて判断できるような指標を電子的に形成させることもできる。なお、ダイクロイックミラーを挿入することによるフォーカスのずれ（スプリット指標のずれ）量は、既知の度数（0D 等）を持つ模型眼を用いて予め求めておくことができる。

【0026】

なお、本実施形態では、散瞳撮影と無散瞳撮影の複合型の眼底撮影装置の場合に、電子的なスプリット指標 $S11 \cdot S22$ をモニター 8 に合成表示させる例を説明しているが、これに限られるものではない。例えば、被検者眼の位置合わせを赤外光で行い、可視光にて眼底撮影を行う無散瞳撮影用の眼底撮影装置において、観察用と撮影用の二次元撮像素子が共有されている場合に、電子的なスプリット指標 $S11 \cdot S22$ が使用されることで、より精度の高いフォーカス合わせができるようになる。

【0027】

<制御系> 二次元撮像素子 65、35 の出力は、制御部 80 に入力される。制御部 80 は二次元撮像素子 65 で撮像された前眼部画像からアライメント指標を検出処理する。これにより、制御部 80 は、撮像素子 65 からの撮影信号に基づいて被検者眼に対する装置本体 3 のアライメント偏位量を検出する。また、制御部 80 は、二次元撮像素子 35 で撮像された眼底画像からフォーカス指標であるスプリット指標 $S1 \cdot S2$ を検知し、撮像素子 35 からの撮影信号に基づいて装置本体のフォーカス状態の検出を行う。なお、アライメント偏位量の検出方法の詳細な説明は後述する。制御部 80 にはこれ以外にも、XYZ 駆動部 6、モニター 8、移動機構 49、挿脱機構 39、挿脱機構 66、挿脱機構 A、B、回転ノブ 4a、撮影スイッチ 4b、各種のスイッチを持つスイッチ部 90、合致基準情報等の各種情報が記憶される記憶手段としてのメモリ 85、上記に示す各光源等が接続されている。

【0028】

また、制御部 80 は、図 3 の前眼部像観察画面示すように、アライメント基準となるレチクル LT を表示モニター 8 の画面上の所定位置に電子的に形成して表示させるとともに、制御部 80 にて検出されたアライメント偏位量に基づいてレチクル LT との相対距離を変化させるようにアライメント指標 A1 をモニター 8 の画面上に電子的に形成して表示させる。また、制御部 80 は、図 4 の眼底観察画面に示すように、ワーキングドット W1 を用いて XY 方向のアライメントの微調整を行なうためのレチクル M1 を表示させる。

【0029】

スイッチ部 90 には、被検者眼を無散瞳の状態で眼底観察を行う無散瞳モードと、被検者眼に散瞳剤を点眼して散瞳させた状態で眼底観察を行う散瞳撮影（散瞳モード）とを切替えるための無散瞳・散瞳切替スイッチ 91 と、前眼部のアライメントと眼底のフォーカスを自動的に調整するオートアライメント・フォーカスモードと、前眼部のアライメントと眼底のフォーカスを手動で調節する手動アライメント・フォーカスモードとを選択するスイッチ 92、スイッチ 91 で散瞳モードが設定されたときに、眼底のカラー撮影を行うカラー撮影モードと眼底の蛍光撮影を行う蛍光撮影モードとを選択する切替スイッチ 93、撮影可能条件が満たされたときに自動的に眼底撮影が行われる自動撮影モードと検者が撮影スイッチ 4b を押す度に眼底撮影が行われる手動撮影モードとを選択するスイッチ 94 等が含まれる。

【0030】

次に、以上のような構成を備える散瞳撮影・無散瞳撮影の複合型の眼底撮影装置において、無散瞳モードで眼底撮影を行う場合と、散瞳モードで蛍光撮影を行う場合の動作を説明する。始めに、無散瞳モードでの眼底撮影の動作を説明する。検者は被検者の顔を顔支持ユニット 5 で支持して、図示なき固視灯を固視させる（例えば、固視灯は被検者眼の眼前に配置される）。次に検者はスイッチ部 90 で撮影条件を設定する。ここでは、切替スイッチ 91 で無散瞳モードが選択され、スイッチ 92 でオートアライメント・フォーカスモード、スイッチ 94 で手動撮影モードが選択されるとする。

【0031】

制御部 80 はスイッチ 91 からの入力信号に基づき、挿脱機構 66 の駆動でダイクロイックミラー 24 を光路に挿入させ、挿脱機構 39 の駆動でミラー 34 を光路から退避させると共に、各光源を点灯させる。光源 58 で照明された被検者眼 E の前眼部からの反射光はダイクロイックミラー 24 で反射されて、二次元撮像素子 65 で撮像されてモニター 8 に表示される。なお、前眼部像がモニター 8 に現れていないときは、ジョイスティック 4 の操

10

20

30

40

50

作で撮影部 3 を上下左右に移動させることでモニタ 8 に前眼部像を表示させれば良い。図 3 に示すように、前眼部像がモニタ 8 に現れるようになると、8 つの指標像 M a ~ M h が現れるようになる。

【 0 0 3 2 】

前述のように被検者眼の角膜上に投影されたアライメント指標像は、二次元撮像素子 6 5 に検出されると、制御部 8 0 は、オートアライメント制御を開始する。制御部 8 0 は、二次元撮像素子 6 5 からの信号に基づいて被検眼に対する装置本体 3 のアライメント偏位量 d を検出する。より具体的には、リング状に投影された指標像 M a ~ M h によって形成されるリング形状の中心の X Y 座標を略角膜中心として検出し、予め撮像素子 6 5 上に設定された X Y 方向のアライメント基準位置 O 1 (例えば、撮像素子 6 5 の撮像面と撮影光軸 L 1 との交点) と角膜中心座標との偏位量 d を求める (図 6 参照)。そして、制御部 8 0 は、この偏位量 d がアライメント完了の許容範囲に入るように、X Y Z 駆動部 6 の駆動制御による自動アライメントを作動する。

10

【 0 0 3 3 】

また、制御部 8 0 は、無限遠の指標像 M a , M e の間隔と有限遠の指標像 M h , M f の間隔とを比較することにより Z 方向のアライメント偏位量を求める。この場合、制御部 8 0 は、装置本体 3 が作動距離方向にずれた場合に、前述の無限遠指標 M a , M e の間隔がほとんど変化しないのに対して、指標像 M h , M f の像間隔が変化するという特性を利用して、被検眼に対する作動距離方向のアライメント偏位量を求める (詳しくは、特開平 6 - 4 6 9 9 9 号参照)。

20

【 0 0 3 4 】

また、制御部 8 0 は、Z 方向についても、Z 方向のアライメント基準位置に対する偏位量を求め、その偏位量がアライメントが完了したとされるアライメント許容範囲に入るように、X Y Z 駆動部 6 の駆動制御による自動アライメントを作動する。被検者眼に対する自動アライメントが行われると、モニタ 8 上におけるアライメント基準位置近傍 (レチクル L T の中心) に被検眼の角膜頂点 (又は瞳孔中心) が位置された状態になる。

【 0 0 3 5 】

また、観察撮影光学系 1 0 a の照明光源 1 1 の点灯により、光源 1 1 から照射された光束がダイクロイックミラー 2 4 に入射される。この時、光束に含まれる中心波長 8 8 0 n m を含む 9 0 0 n m 以下の赤外光成分は、ダイクロイックミラー 2 4 を透過して、対物レンズ 2 5 により被検者眼 E の瞳孔付近で一旦収束した後、拡散して被検者眼 E の眼底部を照明する。この赤外光による眼底からの反射光は、対物レンズ 2 5、ダイクロイックミラー 2 4 を透過して、穴あきミラー 2 2 の開口部を通過し、撮影絞り 3 1、フォーカシングレンズ 2 3、撮像レンズ 3 3 を介して、撮像素子 3 5 に結像される。一方、照明光源 1 1 からの可視光を含む上記の波長成分以外の光束はダイクロイックミラー 2 4 により光路外へと反射される。

30

【 0 0 3 6 】

更に、フォーカス指標投影光学系 4 0 光源 4 1 の点灯により、中心波長 8 8 0 n m を含む 9 0 0 n m 以下の赤外光がダイクロイックミラー 2 4 を透過して、被検者眼 E の眼底にスプリット指標 S 1・S 2 を投影する。スプリット指標 S 1・S 2 の反射光は再びダイクロイックミラー 2 4 を透過して撮像素子 3 5 で結像される。撮像素子 3 5 で光学的なスプリット指標 S 1・S 2 が検出されると、制御部 8 0 は、スプリット指標像 S 1・S 2 の分離状態とメモリ 8 5 に記憶されている合致基準情報とを比較することによりフォーカス状態を得る。そして制御部 8 0 はスプリット指標 S 1・S 2 のずれ量が合致基準情報と同じずれ量となるように移動機構 4 9 の駆動によりフォーカシングレンズ 3 2 を光軸 L 1 上で移動させて、フォーカス調整を自動的に行う。

40

【 0 0 3 7 】

図 4 (a) は撮像素子 3 5 で撮像された眼底像 (眼底の観察像) のモニタ 8 での表示例であり、図 4 (b) は遮光領域 1 4 5 の先端付近の拡大図である。眼底像上には、光源 7 0 からの光束のうち、図 5 に示される赤外光の波長成分がダイクロイックミラー 2 4 を透

50

過することで、角膜反射光（赤外光）による２つのワーキングドットW 1 が眼底観察画像に重畳して現れる。また、眼底像上には、観察・撮影照明光学系 10 の光路に挿入されたレバー 45 によって観察光束が遮光されることで形成される遮光領域 145 が表示される。また、本実施形態では、遮光領域 145 上には、上述したスプリット指標 S 11・S 22 が表示される。この電子的に形成されたスプリット指標 S 11・S 22 は、手動によるフォーカス調整に用いられることとなる。なお、制御部 80 は、光学的に検出されたスプリット指標像 S 1・S 2 にレバー 45 の遮光領域 145 と表示状態（色合い等）を一致させる画像処理を行うことで、モニタ 8 上で視認されにくくしている。

【0038】

検者は、モニタ 8 を確認しながら、必要であれば、ジョイスティック 4 にて、ワーキングドット W 1 が表示モニタ 8 の画面の中心に対して左右対称に電子的（電氣的）に形成されたレチクル M 1 に一致するように、X Y 方向のアライメントの微調整を行うと共に、ワーキングドット W 1 のピントが合うように Z 方向の微調整を行う。また、図示を略すフォーカスノブの操作で、スプリット指標 S 11・S 22 が一致するように調整する。なお、本実施形態では、光源 70 により光学的に検知されるワーキングドット W 1 に基づき Z 方向（作動距離方向）の微調整を行っているが、これ以外にも、前眼部観察光学系 60 で検出されたアライメント情報に基づき電子的なスプリット指標を表示させることで、Z 方向の微調整が行われるようにしても良い。

【0039】

以上のように、眼底を観察しながらの被検者眼 E と撮影部 3 とのアライメント及びフォーカスの微調整の完了後、制御部 80 は撮影スイッチ 4 b からのトリガ信号に基づき眼底撮影を行う。なお、スイッチ 9 4 で自動撮影モードが設定されている場合には自動的に眼底撮影が行われる。

【0040】

撮影開始信号の入力により、制御部 80 は、撮影光源 14 を発光させる。また、制御部 80 は撮影光源 14 の発光に連動させて、挿脱機構 66 の駆動によりダイクロイックミラー 24 を光路から退避させると共に、光源 41 等の撮影に不必要な光源を消灯させる。これにより、被検者眼 E の眼底が可視光により照明され、眼底からの反射光が撮像素子 35 で撮像される。

【0041】

次に、散瞳モードでの蛍光撮影について説明する。ここでは、検者によりスイッチ 9 1 で散瞳モード、スイッチ 9 2 でオートアライメント・フォーカスモード、スイッチ 9 3 で蛍光撮影モード、スイッチ 9 4 で手動撮影モードが選択されたとする。制御部 80 はスイッチ部 90 からの入力信号に基づき、無散瞳モードの場合と同様に、挿脱機構 66 によりダイクロイックミラー 24 を眼底観察・撮影光学系 30 の光路に挿入すると共に、挿脱機構 39 によりミラー 34 を光路から退避させる。そして、各光源を点灯させる。これにより、散瞳撮影でも赤外光を用いたオート又は手動による、アライメント及びフォーカス調整が出来るようになる。

【0042】

被検者眼に散瞳剤を点眼して十分に散瞳させた後、検者は被検者に蛍光剤（例えば、フルオレセインナトリウム）を静注する。その後、被検者の顔を顔支持ユニット 5 により支持し、図示なき固視灯を固視させる（例えば、固視灯は被検者眼の眼前に配置される）。この時、ダイクロイックミラー 24 は撮影光学系 30 の光路に挿入されており、光源 58 で照明された前眼部像が二次元撮像素子 65 で撮像されてモニタ 8 に表示され、アライメント指標像 M a ~ M h も現れるようになる（図 3 参照）。

【0043】

また、照明光源 11 及び光源 41 の点灯により、図 5 に示す波長の赤外光がダイクロイックミラー 24 を透過して眼底に入射される。そして、眼底からの反射光が撮像素子 35 で受光されることで、赤外光にて眼底像及びスプリット指標 S 1・S 2 が検出された状態となる。制御部 80 は撮像素子 65 によるアライメント指標の検出結果に基づいて被検者

10

20

30

40

50

眼に対して眼底撮影光学系 30b の位置を自動的に調整するオートアライメントを開始すると共に、撮像素子 35 によるフォーカス視標の検出結果に基づきオートフォーカスを開始する。

【0044】

なお、前述した無散瞳モードでの眼底撮影の場合と同様に、オートアライメントが完了され、オートフォーカスが合致基準情報を満たす状態となったら、制御部 80 は挿脱機構 66 によりダイクロイックミラー 24 を光路から退避させると共に、挿脱機構 39 の駆動でミラー 34 を光路に挿入させる。これにより、被検者眼の眼底が可視光で照明され、接眼レンズ 38 を介して直接眼底観察を行うことができるようになる。また、制御部 80 は、ダイクロイックミラー 24 の退避と連動させて、前眼部観察光学系 60 によるオートアライメントと、フォーカス指標投影光学系 40 によるオートフォーカスを停止させる。

10

【0045】

眼底からの可視光による反射光は、対物レンズ 25 を通過し、ミラー 34、36 で反射されて、接眼レンズ 38 へと入射される。このとき、可視光のスプリット視標 S1・S2 と、ワーキングドット W1 とが接眼レンズ 38 を介して確認されるので、検者は可視で見易い状態のスプリット視標 S1・S2 によるフォーカスの微調整と、ワーキングドット W1 による作動距離方向の微調整を行うことができる。

【0046】

なお、ここでは、上記の無散瞳モードと同様に、アライメントとフォーカスの調整が制御部 80 により自動的に行われる場合を例に挙げて説明しているが、これに限られるものではない。前眼部観察光学系 60 によるアライメントと、眼底観察光学系 40 によるフォーカス調整とを手動で行う場合には、例えば、検者はジョイスティック 4 の操作で手動にてアライメント調整を行い、図示を略すフォーカスノブで手動にてフォーカス調整を完了させる。そして、図示を略すスイッチの操作により、ダイクロイックミラー 24 を光路から挿脱させるようにすれば良い。

20

【0047】

撮影スイッチ 4 が押されると、制御部 80 は、エキサイタフィルタ EX 及びバリアフィルタ BA をそれぞれ光路上に挿入させる。そして、撮影光源 14 を発光させる。撮影光源 14 からの可視光はエキサイタフィルタ EX により蛍光励起光である青色光に制限され、前述の光路を辿って被検者眼の眼底を照明する。励起光による眼底からの反射光自体はバリアフィルタ BA により完全に遮断される。眼底血管に循環した蛍光剤が励起光により励起され、520nm を超える帯域（可視光）の蛍光が発せられる。この蛍光光束は対物レンズ 25、穴あきミラー 22、絞り 31 を通過してバリアフィルタ BA を通過する。その後、フォーカシングレンズ 33 を介して、二次元撮像素子 35 の撮像面上に結像され、これにより、蛍光光束による眼底血管造影が撮像される。撮像された眼底血管造影画像（蛍光画像）はメモリ 85 に記憶されるとともに、モニタ 8 に表示される。

30

【0048】

なお、蛍光撮影は、蛍光剤投与から眼底に蛍光剤が現れるまでの期間（約 8 ～ 15 秒後）、蛍光剤が最初に一巡され、脈絡膜・網膜血管が良く観察される期間（約 20 ～ 30 秒後）、蛍光剤が再び眼底に出現され、蛍光画像により機能（血液網膜関門）異常をよく観察できる期間（約 10 ～ 40 分後）で行われ、撮影スイッチ 4 を押すことで、連続的に眼底画像を得ることができる。なお、撮像された眼底画像はモニタ 8 に更新表示されるので、連続撮影中の蛍光画像の変化を容易に確認できる。

40

【0049】

以上のような構成にすることで、散瞳撮影と無散瞳撮影の両方で赤外光によるアライメントを行うことができるようになり、散瞳モードの場合に被検者眼に可視光が長時間照射されることによる負担を少なくすることができる。

【0050】

また、散瞳モードと無散瞳モードのアライメントが前眼部観察光学系を用いた赤外光によるアライメントに統一されるので、簡単な構成で操作性のよい眼底撮影装置を提供する

50

ことができるようになる。

【 0 0 5 1 】

また、散瞳撮影と無散瞳撮影の複合機で、光学部材の挿脱により散瞳撮影と無散瞳撮影とを切換える場合に、フォーカシングレンズの位置に合わせて電子的に補正したスプリット指標を用いることで、フォーカス視標を用いてより精度の高いフォーカス合わせをすることができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 2 】

【図 1】眼底撮影装置の外観構成図である。

【図 2】眼底撮影装置の光学系の概略図である。

10

【図 3】前眼部像のモニタでの表示例である。

【図 4】眼底像のモニタでの表示例である。

【図 5】ダイクロイックミラーの波長透過特性である。

【図 6】アライメント偏位量の算出についての説明図である。

【符号の説明】

【 0 0 5 3 】

8 モニタ

1 0 観察・撮影照明光学系

1 1、1 4、4 1、5 1、5 3、5 8、7 0 光源

2 4 ダイクロイックミラー

20

3 0 眼底観察・撮影光学系

3 5、6 5 撮像素子

3 8 接眼レンズ

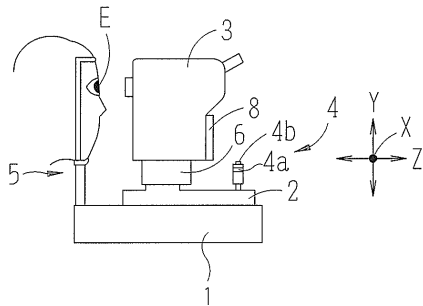
4 0 フォーカス指標投影光学系

5 0 アライメント指標投影光学系

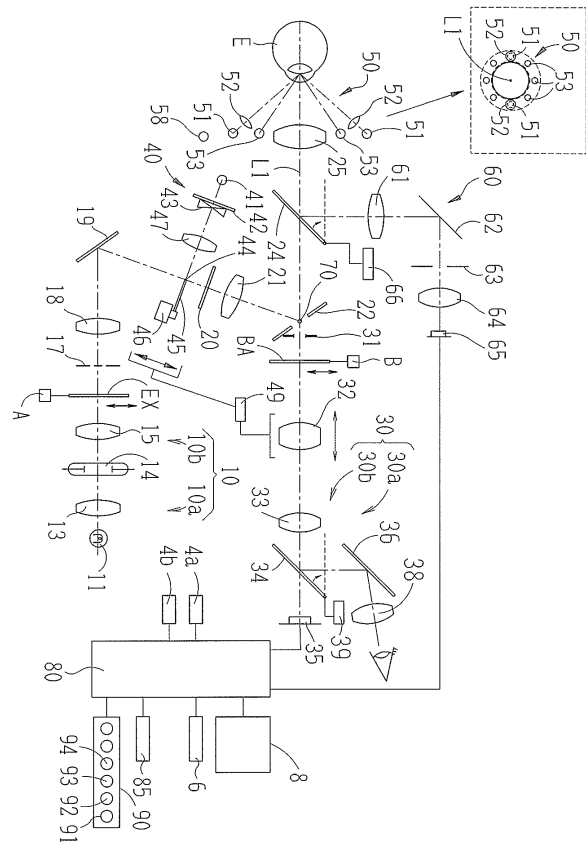
6 0 前眼部観察光学系

8 0 制御部

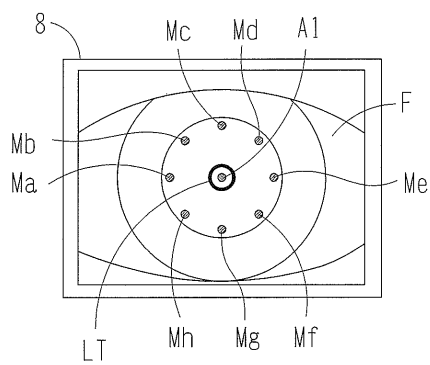
【図 1】



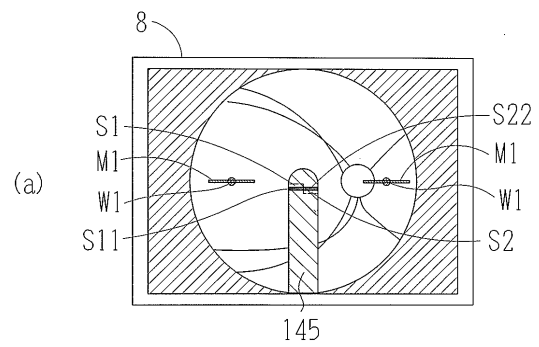
【図 2】



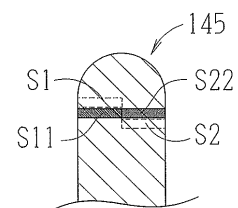
【図 3】



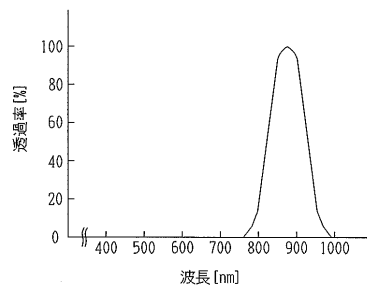
【図 4】



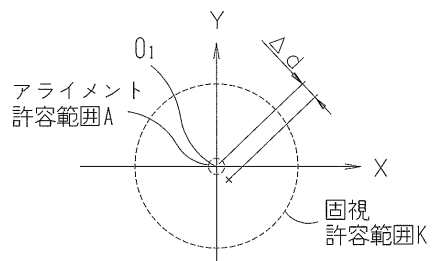
(b)



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2005-021316(JP,A)
特開2006-116089(JP,A)
特開2006-116090(JP,A)
特開2009-261438(JP,A)
特開平10-314120(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 3/00 - 3/18