

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5745864号
(P5745864)

(45) 発行日 平成27年7月8日(2015.7.8)

(24) 登録日 平成27年5月15日(2015.5.15)

(51) Int.Cl.

F 1

A 6 1 B 3/14 (2006.01)

A 6 1 B 3/14

E

A 6 1 B 3/15 (2006.01)

A 6 1 B 3/14

F

請求項の数 2 (全 13 頁)

(21) 出願番号

特願2011-1530 (P2011-1530)

(22) 出願日

平成23年1月6日(2011.1.6)

(65) 公開番号

特開2012-143270 (P2012-143270A)

(43) 公開日

平成24年8月2日(2012.8.2)

審査請求日

平成25年12月26日(2013.12.26)

(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 多和田 晃

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 後藤 順也

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】

被検者眼の眼底を撮影する眼底撮影装置において、
 被検者眼の眼底像を取得する撮像素子を有する撮像手段と、
 被検者眼と前記撮像手段とのアライメントずれ量を検出するアライメント検出手段と、
 被験者眼の眼底に視標を投影する指標投影手段と、
 被験者眼に対する前記撮像手段のアライメントずれ量と、前記撮像手段が撮像した前記視標とに基づいて、被検者眼の眼底と前記撮像素子とのフォーカスずれ量を検出するフォーカス検出手段と、
 を備えることを特徴とする眼底撮影装置。

10

【請求項 2】

被験者眼の眼底を撮影する眼底撮影装置において、
 被験者眼の眼底像を取得する撮像素子を有する撮像手段と、
 被験者眼と前記撮像手段とのアライメントずれ量を検出するアライメント検出手段と、
 被験者眼の眼底と前記撮像素子とのフォーカスを調整するための視標を、被験者眼の眼底に投影する視標投影手段と、
 前記フォーカスが合った場合に前記撮像手段によって撮像される前記視標の分離状態を、
 被験者眼と前記撮像手段とのアライメントずれ量に応じて取得する取得手段とを備え、
 前記撮像手段によって撮像された前記視標が、前記取得手段によって取得された前記分離状態となったか否かによって、前記フォーカスの調整が完了したか否かが判定されるこ

20

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像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、被検者眼の眼底を撮影する眼底撮像装置は、撮影部と眼底とのフォーカス合わせをするためのフォーカス光学系を有しており、眼底と撮影部とのフォーカス状態を示す周知のスプリット指標の合致状態に基づき、フォーカシングレンズを手動又は自動（オートフォーカス）で光軸方向に移動することで、眼底と撮影部とのフォーカス合わせを行っている。しかし、被検者眼が小瞳孔である場合や、眼底の周辺位置の撮影（周辺撮影）を行う場合には、虹彩等によって撮影光束の一部が遮光される（ケラレル）可能性が高くなり、眼底に投影されるスプリット指標の一方が欠けてしまうことで、光学的に検出されたスプリット指標を用いた合焦操作が出来なくなってしまう場合がある。このようなスプリット視標の欠落の問題を解決するために、瞳孔径に対応してアライメントマークを基準位置からオフセットした位置に表示させる制御を行う眼底カメラが知られている（特許文献1参照）。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2008-278914号公報

20

【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、オフセットした位置にアライメントマークを表示させて装置を位置合わせする場合、実際にはフォーカスが合っていてもアライメント基準位置からのずれ（オフセット）によって一対のスプリット指標が合致せず、ずれた状態で表示されてしまう場合があり、フォーカス状態が判り難いという問題が生じ易い。また、周辺撮影においてオフセットを行い自動アライメント・フォーカス制御を行った場合でも、フォーカスが合っている状態でありますながらスプリット指標が合致していない状態で確認されてしまうこととなり、フォーカス状態が把握し難い。

【0005】

本発明は、上記従来技術の問題点に鑑み、撮影条件や被検者眼の状態に関わらず眼底に対するフォーカス状態を好適に把握することのできる眼科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。

30

【0007】

（1）被検者眼の眼底を撮影する眼底撮影装置において、被検者眼の眼底像を取得する撮像素子を有する撮像手段と、被検者眼と前記撮像手段とのアライメントずれ量を検出するアライメント検出手段と、被験者眼の眼底に視標を投影する指標投影手段と、被験者眼に対する前記撮像手段のアライメントずれ量と、前記撮像手段が撮像した前記視標に基づいて、被検者眼の眼底と前記撮像素子とのフォーカスずれ量を検出するフォーカス検出手段と、を備えることを特徴とする。

（2）被験者眼の眼底を撮影する眼底撮影装置において、被験者眼の眼底像を取得する撮像素子を有する撮像手段と、被験者眼と前記撮像手段とのアライメントずれ量を検出するアライメント検出手段と、被験者眼の眼底と前記撮像素子とのフォーカスを調整する

40

50

ための視標を、被験者眼の眼底に投影する視標投影手段と、前記フォーカスが合った場合に前記撮像手段によって撮像される前記視標の分離状態を、被験者眼と前記撮像手段とのアライメントずれ量に応じて取得する取得手段とを備え、前記撮像手段によって撮像された前記視標が、前記取得手段によって取得された前記分離状態となったか否かによって、前記フォーカスの調整が完了したか否かが判定されることを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、撮影条件や被検者眼の状態に関わらず眼底に対するフォーカス状態を好適に把握することのできる眼科撮影装置を提供できる。

10

【発明を実施するための形態】

【0009】

本発明に係る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構成の説明図である。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、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、後述する光学系が収納された撮影部(装置本体)3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。

【0010】

撮影部3は、移動台2に設けられたパルスモータ等からなる駆動部6によって、被検者眼Eに対し三次元(XYZ)方向に移動される。また、移動台2はジョイスティック4の操作で基台1上をXZ方向に移動される。また、回転ノブ4aの回転操作によって駆動部6が駆動されることで撮影部3がY方向に移動される。なお、撮影部3の検者側には、被検者眼の前眼部像、眼底観察像又は眼底撮影像を表示する表示部(モニタ)8が設けられている。

20

【0011】

図2は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、被検者眼の眼底の観察・撮影を行う眼底観察・撮影光学系30、被検者眼の眼底にスプリット指標(フォーカス指標)を投影するためのスプリット指標投影光学系40、被検者眼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指標投影光学系50、被検者眼の前眼部を撮影する前眼部観察光学系60、被検者眼の視線を誘導するための固視標呈示光学系70から構成されている。

30

【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する。撮影照明光学系は、フラッシュランプ、LED等の撮影光源14、コンデンサレンズ15、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。

【0013】

観察照明光学系は、ハロゲンランプ等の観察光源11、波長750nm以上の近赤外光を透過する赤外フィルタ12、コンデンサレンズ13、コンデンサレンズ13とリングスリット17との間に配置されたダイクロイックミラー16、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。ダイクロイックミラー16は、赤外光を反射し可視光を透過する特性を持つ。

40

【0014】

<眼底観察・撮影光学系> 眼底観察・撮影光学系30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、眼底撮影時には挿脱機構39により光路から挿脱可能な跳ね上げミラー34を備え、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に用する。また、眼底からの反射光は可視域に感度を有する撮影用二次元撮像素子35で撮像される。なお、撮影絞り31は対物レンズ25に関して被検者眼

50

E の瞳孔と略共役な位置に配置される。フォーカシングレンズ 3 2 は、モータを備える移動機構 4 9 にて光軸方向に移動される。

また、跳ね上げミラー 3 4 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 3 7、リレーレンズ 3 6、赤外域に感度を有する観察用の二次元撮像素子 3 8 が配置されている。

【 0 0 1 5 】

観察光源 1 1 を発した光束は、赤外フィルタ 1 2 で赤外光束とされ、コンデンサレンズ 1 3、ダイクロイックミラー 1 6 により反射されてリングスリット 1 7 を照明する。リングスリット 1 7 を透過した光は、リレーレンズ 1 8、ミラー 1 9、黒点板 2 0、リレーレンズ 2 1 を経て孔あきミラー 2 2 に達する。孔あきミラー 2 2 で反射された光は、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 の眼底を照明する。

【 0 0 1 6 】

一方、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、孔あきミラー 2 2 の開口部、撮影絞り 3 1、フォーカシングレンズ 3 2、結像レンズ 3 3、跳ね上げミラー 3 4、ダイクロイックミラー 3 7、リレーレンズ 3 6 を介して撮像素子 3 8 に結像する。また、撮影光源 1 4 の発光により眼底が可視光で照明されることにより、眼底からの反射光が、対物レンズ 2 5、孔あきミラー 2 2 の開口部、撮影絞り 3 1、フォーカシングレンズ 3 2、結像レンズ 3 3 を経て、二次元撮像素子 3 5 に結像する。

【 0 0 1 7 】

<スプリット指標投影光学系> スプリット指標投影光学系 4 0 は、赤外光源 4 1、スリット指標板 4 2、スリット指標板 4 2 に取り付けられた 2 つの偏角プリズム 4 3、投影レンズ 4 7、照明光学系 1 0 の光路に斜設されたスポットミラー 4 4 を備える。スポットミラー 4 4 はレバー 4 5 の先端に固着されていて、通常は光軸に斜設されるが、撮影時にはロータリーソレノイド 4 6 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 4 4 は被検者眼 E の眼底と共に位置に配置される。光源 4 1、スリット指標板 4 2、偏角プリズム 4 3、投影レンズ 4 7、スポットミラー 4 4 及びレバー 4 5 は、フォーカシングレンズ 3 2 と連動して移動機構 4 9 により光軸方向に移動される。

【 0 0 1 8 】

また、スプリット指標投影光学系 4 0 のスリット指標板 4 2 の光束は、偏角プリズム 4 3 及び投影レンズ 4 7 を介してスポットミラー 4 4 により反射された後、リレーレンズ 2 1、孔あきミラー 2 2、ダイクロイックミラー 2 4、対物レンズ 2 5 を経て被検者眼 E の眼底に投影される。眼底のフォーカスが合っていないとき、スリット指標板 4 2 の指標像は分離され、フォーカスが合っているときに一致して投影される。そして、被検者眼 E の眼底上に投影されたスプリット指標像（後述するスプリット指標像 S 1, S 2 ）は、眼底観察用の撮像素子 3 8 によって眼底像と共に撮像される。

【 0 0 1 9 】

<アライメント指標投影光学系> アライメント指標投影光学系 5 0 は、図 2 (b) の点線内の図に示すように、撮影光軸 L 1 を中心とした同心円上に複数個の赤外光源が配置されており、撮影光軸 L 1 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 5 1 とコリメーティングレンズ 5 2 を持つ第 1 指標投影光学系（0 度、及び 180 度）と、第 2 指標投影光学系とは異なる位置に配置され 6 つの赤外光源 5 3 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者眼 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者眼 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。なお、図 2 (a) 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（45 度、135 度）のみが図示されている。

【 0 0 2 0 】

<前眼部観察光学系> 前眼部観察光学系 6 0 は、ダイクロイックミラー 2 4 の反射側に、フィールドレンズ 6 1、ミラー 6 2、絞り 6 3、リレーレンズ 6 4、赤外域の感度を

10

20

30

40

50

持つ二次元撮像素子 6 5 を備える。また、二次元撮像素子 6 5 はアライメント指標検出用の撮像手段を兼ね、中心波長 940 nm の赤外光を発する前眼部照明光源 5 8 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。なお、二次元撮像素子 6 5 で撮像された前眼部像からは被検者眼の瞳孔形状が得られる。前眼部照明光源 5 8 により照明された前眼部は、対物レンズ 2 5 、ダイクロイックミラー 2 4 及びフィールドレンズ 6 1 からリレーレンズ 6 4 までの光学系を介して二次元撮像素子 6 5 で受光される。また、アライメント指標投影光学系 5 0 が持つ光源の点灯により、アライメント用光束による角膜反射光が二次元撮像素子 6 5 で検出される。二次元撮像素子 6 5 の出力が制御部 8 0 に入力されると、モニタ 8 には前眼部像 F が表示される（図 4 参照）。なお、前眼部観察光学系 6 0 は、被検者眼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している。 10

【 0 0 2 1 】

＜固視標呈示光学系＞ 固視標呈示光学系 7 0 は、赤色の可視光源 7 4 、開口穴が形成された 8 個の遮光板を持つ遮光板 7 1 、リレーレンズ 7 5 を備え、ダイクロイックミラー 3 7 を介して跳ね上げミラー 3 4 から対物レンズ 2 5 までの観察光学系 3 0 の光路を共用する。各遮光板 7 1 には開口穴 7 1 a ~ 7 1 h が形成されている。ディスク板 7 2 はパルスモータ 7 3 で回転駆動され、各遮光板 7 1 が選択的に光源 7 4 の前に配置されると、開口穴 7 1 a ~ 7 1 h の形成位置に対応して、光軸 L 2 に対し 8 個の位置に固視標が呈示される。なお、図 3 は固視標呈示光学系によって呈示される固視標の呈示位置についての説明図である。固視標の光束は、リレーレンズ 7 5 、ダイクロイックミラー 3 7 、跳ね上げミラー 3 4 、結像レンズ 3 3 、フォーカシングレンズ 3 2 、孔あきミラー 2 2 、ダイクロイックミラー 2 4 、対物レンズ 2 5 を通過して眼底に集光する。これにより、被検者は所定の開口穴 7 1 a ~ 7 1 h のいずれかからの光束により固視標を視認する。 20

【 0 0 2 2 】

なお、固視標呈示光学系 7 0 は、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が変更される構成となっている。例えば、開口穴 7 1 b に対応する固視標位置 9 1 R は、右眼の黄斑、視神経乳頭をバランスよく含む眼底後極部付近を中心に撮影するときに使用され、この固視標位置 9 1 R が右眼撮影時の標準位置とされる。一方、開口穴 7 1 a に対応する固視標位置 9 1 L は左眼の黄斑、視神経乳頭をバランスよく含む眼底後極部付近を中心に撮影するときに使用され、この固視標位置 9 1 L が左眼撮影時の標準位置とされる。そして、開口穴 7 1 c ~ 7 1 h に対応する固視標の位置 9 2 ~ 9 7 が周辺撮影用とされる。 30

【 0 0 2 3 】

＜制御系＞ 二次元撮像素子 3 5 、 3 8 、 6 5 の出力は制御部 8 0 に接続される。制御部 8 0 は二次元撮像素子 6 5 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と共に、瞳孔形状を検出してその中心位置（瞳孔中心）を求める。また、二次元撮像素子 3 8 で撮像された眼底画像からスプリット指標像を検出処理する。なお、前眼部観察の撮像素子 6 5 と眼底観察用の撮像素子 3 8 とが個別に設けられているため、制御部 8 0 には撮像素子 6 5 と撮像素子 3 8 からの信号が同時に入力され、撮像素子 6 5 を用いたアライメントと撮像素子 3 8 を用いたフォーカス調節とが順次に行われている。 40

【 0 0 2 4 】

また、制御部 8 0 は二次元撮像素子 6 5 で撮像された前眼部像又は二次元撮像素子 3 8 で撮影された眼底観察像をモニタ 8 に表示させる。なお、本実施形態では、制御部 8 0 は上述のアライメントとフォーカス調節とが完了していない状態では、モニタ 8 に前眼部像を表示させ、両方の処理が完了した状態でモニタ 8 の表示を眼底像 F に切換える処理を行うものとしている。

【 0 0 2 5 】

制御部 8 0 には、他に、駆動部 6 、移動機構 4 9 、挿脱機構 3 9 、挿脱機構 6 6 、パルスモータ 7 3 、回転ノブ 4 a 、撮影スイッチ 4 b 、各種のスイッチを持つスイッチ部 8 4 、記憶手段としてのメモリ 8 5 、各光源等が接続されている。なお、スイッチ部 8 4 には、眼底像 F のフォーカス調整を行うためのフォーカス調整スイッチ 8 4 a 、被検者眼に対

10

20

30

40

50

する固視標の表示位置を変更するための固視標表示スイッチ 84b 等が配置されている。

【0026】

また、制御部 80 は、撮像素子 65 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役割を有する。更に、制御部 80 は、被検者眼 E の前眼部像 A_E が表示されたモニタ 8 の画面上（図 4 参照）において、レチクル L_T を電子的に形成して表示させると共に、検出されたアライメント偏位量に応じて表示位置が移動されるアライメント指標 A_1 を電子的に形成して合成表示させる。

【0027】

また、制御部 80 は、被検者眼 E の眼底像 F がモニタ 8 に表示されるときに、撮像素子 38 による撮像で光学的に検出されたスプリット指標像の分離状態に基づき、電子的なスプリット指標（後述する電子スプリット指標 S11, S21 に対応）を生成して表示させる（表示制御手段）。また、制御部 80 は眼底像 F がモニタ 8 に表示される際にスプリット指標呈示光学系 40 によるスプリット指標像の検出を停止させる。

10

【0028】

更に、制御部 80 は周辺部の撮影（周辺撮影）の時に、光学的に検出されたスプリット指標像の一方がケラレてしまう場合には、被検者眼 E に対する撮影部 3 の位置をアライメント許容範囲内で微動させる（オフセットさせる）ことで一対のスプリット指標像が検出されるようにする。そして、眼底像 F がモニタ 8 に表示される時に、撮影部 3 の移動により生じたスプリット指標像の分離状態の光学的なずれを、撮影部 3 の移動量（例えば、パルスモータの回転量）に基づき取得して、これに基づき電子スプリット指標を生成してモニタ 8 に表示させるようにする。なお、周辺撮影時の撮影位置の調節及び電子スプリット指標の生成方法についての詳細な説明は後述する。

20

【0029】

以上のような構成を備える眼底カメラの動作について、眼底の中央位置（後極部位）を撮影する場合（標準撮影）と眼底の周辺位置（周辺部位）を撮影する場合（周辺撮影）の場合に分けて説明する。なお、以下の説明では、フォーカス合わせにオートフォーカスモードが選択され、被検者眼の右眼を撮影する場合を例に挙げて説明する。

【0030】

はじめに、標準撮影の場合を説明する。まず、被検者の顔を顔支持ユニット 5 により支持した状態で、ジョイスティック 4 の操作で撮影部 3 が被検者眼 E に近づくように移動台 2 を移動させる。なお、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、パルスモータ 73 の回転によって遮光版 71 の開口穴 71b が光源 74 の前に配置される。これにより被検者眼には固視標位置 91R の固視標が投影されて、固視が行われるようになる。

30

【0031】

制御部 80 には、撮像素子 65 及び撮像素子 38 からの撮像信号が同時に入力されている。制御部 80 は、アライメントとフォーカスが完了していない状態では、撮像素子 65 で撮像された前眼部像 A_E がモニタ 8 に表示されるようにする。一方、検者は前眼部像 A_E がモニタ 8 に表示されるように、ジョイスティック 4 の操作で撮影部 3 を三次元方向に移動させる。前眼部像 A_E 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。

40

【0032】

図 4 はモニタ 8 に表示される前眼部像 A_E の例であり、図 4 (a) にはアライメントが合っていない状態、図 4 (b) にはアライメントが合ったときの状態が示されている。被検者眼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、撮像素子 65 からの撮像信号に基づいて被検者眼に対する撮影部 3 のアライメント偏位量を検出する。より具体的には、制御部 80 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 A_1 を表示させる、また、予め撮像素子 65 上に設定された X_Y 方向の基準となる位置（例えば、撮像素子 65 の撮像面と撮影光軸 L_1 と

50

の交点)に基づきレチクルLTを表示させるとともに、アライメント指標A1とレチクルLTとの偏位量を求める。そして、無限遠の指標像Ma, Meの間隔と、有限遠の指標像Mh, Mfの間隔とを比較することでZ方向のアライメント偏位量を求める。

【0033】

本実施形態では、制御部80は、レチクルLT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撮影部3を移動させ、三次元方向のアライメントの合致状態を判定する。なお、差動距離方向のアライメントはインジケータGの本数の増減により確認することができる。検者は、図4(b)に示すように、インジケータGの本数が1本となるようにジョイスティック4の操作で作動距離方向の位置合わせを行う。

10

【0034】

以上のようにして、アライメント状態の検出が完了したら、制御部80はスプリット指標投影光学系40から投影され、撮像素子38で検出されたスプリット指標像の情報に基づき、眼底に対するフォーカス調節(オートフォーカス)を行う。なお、図5は撮像素子38による撮像で得られる眼底像F及びスプリット指標像S1, S2についての説明図であり、図5(a)にフォーカスが合っていない状態(スプリット指標S1, S2が分離されている状態)、図5(b)にフォーカスが合っている状態(スプリット指標S1, S2が合致している状態)が示されている。

【0035】

眼底後極部付近を中心に投影されたスプリット指標像S1, S2が撮像素子38で撮像されると、制御部80はその分離状態を検出してスプリット指標S1, S2が合致するように、移動機構39を駆動させて、フォーカシングレンズ32を光軸上で移動させる。これにより眼底のフォーカスが合わせられる。

20

【0036】

そして、制御部80は眼底のフォーカス状態が合ったときに、モニタ8の表示を前眼部像AEから撮像素子38で撮像される眼底像Fに切換える。そして、制御部80は、撮像素子38で検出された光学的なスプリット指標S1, S2の位置に対応させて、電子的に生成したスプリット指標像(以下、電子スプリット指標)S11, S21を、モニタ8の眼底像F上に重ねて表示させる。これにより、電子スプリット指標S11, S21を用いたフォーカスの合致状態を好適に把握できるようになる。

30

【0037】

なお、この時(電子スプリット指標の表示時)、制御部80にてスプリット指標投影光学系40の光源41が消灯される(減光される)ようにして、光学的なスプリット指標によるフォーカス検出を停止する(オートフォーカスを終了する)ようにしても良い。この場合、電子スプリット指標S11, S21が表示された状態で、マニュアルでのフォーカス調節が行われるようになる。具体的には、制御部80は、フォーカス調節スイッチ84aからの入力信号によって移動機構49を駆動制御して、フォーカシングレンズ32を光軸上で移動させる。この時、制御部80は移動機構49の移動量を検出して、モニタ8上の電子スプリット指標S11, S21の表示位置(分離状態)を調節する。これにより、スプリット指標投影光学系40による光学的な検出が行われない状態で、眼底のフォーカス調節が行われるようになる。

40

【0038】

次に、周辺撮影の場合を説明する。検者は、スイッチ84bの操作で固視標の呈示位置を眼底周辺用の任意の呈示位置に設定する。周辺撮影の場合、周辺撮影用の固視標の方向に視線が誘導される。固視標により被検者眼の視線が誘導された状態で、前述と同様な方法で、制御部80によるアライメントとフォーカス調整とが行われる。まず、制御部80は撮像素子65からの撮像信号に基づき、レチクルLTとアライメント指標A1とが合致するように、撮影部3の上下左右方向の移動制御を行う。またインジケータGの表示が一本になるように差動距離方向の調節を行う。

【0039】

50

なお、周辺撮影ではアライメント指標 A 1 は被検者眼の瞳孔中心と一致しない角膜位置に形成されるようになる。その為、撮影光束が被検者眼の虹彩によってケラレ易くなっていると共に、スプリット指標投影光学系 4 0 から投影されるスプリット指標像 S 1 , S 2 も虹彩によってケラレてしまう場合がある。特に被検者眼の瞳孔径が小さい小瞳孔径の場合にはスプリット指標像 S 1 , S 2 の一方がケラレてしまう可能性が高くなる。

【 0 0 4 0 】

そこで、本実施形態では、周辺撮影でスプリット指標像 S 1 , S 2 の一方がケラレる場合には、制御部 8 0 は撮影光軸 L 1 が被検者眼の瞳孔中心側へと移動するように撮影部 3 を移動させるようにする。そして、撮像素子 6 5 で撮影された前眼部像 A E から検出される被検者眼の瞳孔径から瞳孔中心の位置を求め、駆動部 6 による装置本体 3 の駆動制御で、撮影光軸 L 1 が瞳孔中心に近づくように移動させる。これにより、撮像素子 3 8 によってスプリット指標像 S 1 , S 2 の両方が検出されるようになる。なお、本実施形態では瞳孔中心を求めて、撮影光軸 L 1 が瞳孔中心に近づく方向に撮影部 3 を移動させることによりスプリット指標像 S 1 , S 2 の両方が検出されるようになるものとしたが、これに限るものではない。撮影時のフレア発生を抑えつつ、一方のスプリット指標像のケラレが解消される程度に撮影部 3 が微動されればよい。例えば、周辺撮影時の固視標の呈示位置に基づいて撮影部 3 の移動方向や移動量が予め定まっていても良い。

【 0 0 4 1 】

また、スプリット指標像のケラレ解消のため撮影部 3 を移動させる場合、制御部 8 0 は撮影部 3 の移動量に基づき、アライメント基準位置をオフセットさせた状態で、再度アライメントを実行するようにしても良い。このようにすると、より精度良く眼底撮影が行われるようになる。

【 0 0 4 2 】

ところで、撮影部 3 を移動することにより、スプリット指標像 S 1 , S 2 の両方が撮像素子 3 8 で受光されるようになる。しかし、撮影部 3 がアライメント基準位置から若干ずれた状態である場合、スプリット指標像 S 1 , S 2 の合致位置と、眼底のフォーカスが合った状態との間に光学的なずれが生じてしまうことになる。つまり、撮影部 3 がアライメント基準位置から若干ずれると、スプリット指標像 S 1 , S 2 の通過する角膜の位置が変わることで収差（屈折力）の影響を受けることになる。これにより、光学的なスプリット指標 S 1 , S 2 は分離状態（合致状態）が変わってしまう事になる。なお、撮影部 3 がスプリット指標像 S 1 , S 2 の分離方向（移動方向）と同じ方向に移動されると、合致状態における両指標像のずれが大きくなり易く、スプリット指標像 S 1 , S 2 を用いたフォーカス状態の正確な判断ができなくなる可能性がある。

【 0 0 4 3 】

そこで、本実施形態では、撮影者が実際のフォーカス状態がどのようにになっているかを把握しやすくするために、撮影部 3 の移動量に応じて電子的なスプリット指標 S 1 1 , S 2 1 の合致状態を補正して表示する。つまり、制御部 8 0 は、装置本体 3 を移動させたときの駆動部（パルスモータ）6 の回転数とその方向（スプリット指標像 S 1 , S 2 の分離方向に対する方向）とから、スプリット指標 S 1 , S 2 に生じる分離量（ずれ量）を求める。なお、この分離量は、装置本体 3 の移動方向毎にパルスモータの回転数と、それによって生じるスプリット指標 S 1 , S 2 の分離量とを、予め関連付けてメモリ 8 5 に記憶することで求められるようになっている。そして、制御部 8 0 は、検出されるスプリット指標像 S 1 , S 2 が、求められたずれ量に対応した分離状態となつたときに、フォーカス調節が完了したと判定する。

【 0 0 4 4 】

以上のようにして、アライメントとフォーカス調整（オートフォーカス）が完了すると、制御部 8 0 はモニタ 8 の表示を眼底像 F に切換えると共に、スプリット指標投影光学系 4 0 による光学的なスプリット指標像の検出を停止させる。また、制御部 8 0 は、上述のように表示位置が調節された（合致した）電子スプリット指標 S 1 1 , S 2 1 を生成してモニタ 8 上の眼底像 F 上に重ねて表示させる。

10

20

30

40

50

【0045】

ここで、図6にフォーカスが合っている状態での電子スプリット指標と光学スプリット指標像との関係の説明図を示す。つまり、周辺撮影において一方のスプリット指標像がケラレているときに、これを解消するために撮影部3の位置が調節（移動）された場合、フォーカスが合致した状態であっても、光学的に検出されるスプリット指標S1, S2はその合致位置にずれが生じることになる。しかしながら、本実施形態では、そのずれ量が補正され、合致状態とされた電子スプリット指標S11, S21がモニタ8に表示されることでフォーカスの合致状態を検者（撮影者）に正しく示すことができるようになる。

【0046】

また、周辺撮影の場合にもフォーカス調節スイッチ84aの操作によって電子スプリット指標S11, S21を用いたフォーカスの微調節を行うことができる。

10

以上のようにすることで、被検者眼の周辺撮影を行う場合に虹彩等によってスプリット指標の一方がけられたとしても、電子的に生成されたスプリット指標を用いて正しいフォーカス状態を把握することができるようになる。

【0047】

なお、上記では撮影部をアライメント基準位置から微動させたあとで、検出されるスプリット指標像の受光結果に基づいてフォーカス状態を判定するものとしているが、これに限るものではない。例えば、微動させる前の状態で、ケラレていない一方のスプリット指標像のみが撮像素子で検出されているときに、その一方のスプリット指標像がフォーカス完了とされる撮像素子上の基準位置に達したことが検出されたときにフォーカスを完了させる。そして、フォーカス完了後により好適な撮影を行う目的で装置を微動させる場合にも本発明が適用されるようにしても良い。なお、この場合、微動後の被検者眼に対する撮影部の移動により、フォーカスは合っているがスプリット指標像がずれた状態となる。そこで、このようなずれを補正したスプリット指標をモニタに電子的に合成表示するようになる。

20

【0048】

なお、上記では、撮像素子65で検出された前眼部像AEから、駆動部6による装置本体3の移動方向、移動量を決定するものとしているが、これに限られるものではない。例えば、スプリット指標S1, S2の一方がケラレる可能性の高い周辺撮影の場合に、固視標呈示光学系70による固視標の呈示位置に応じて、予め装置本体3を所定量移動させることで、スプリット指標S1, S2の両方が表示されるようにする補正モードが予め用意されていても良い。この場合、固視標の呈示位置に関連付けられた装置本体3（駆動部6）の移動量と移動方向とがメモリ85に記憶される。そして、検者は必要に応じて補正モードを選択するようにすれば良い。

30

【0049】

更に、上記では自動的にフォーカス調整が行われる場合について説明したが、手動でフォーカス調節が行われる場合（マニュアルフォーカス）にも本発明が適用されることで、より精度良く眼底のフォーカス調節を行うことができるようになる。マニュアルフォーカスで周辺撮影を行う場合にも、光学的に検出されたスプリット指標S1, S2の一方がケラレる場合には、検者は図示を略す操作部材及び回転ノブ4aの操作による駆動部6の駆動で撮影部3を移動させて、モニタ8にスプリット指標S1, S2の両方が表示されるようになる（撮像素子38で検出されるようにする）。

40

【0050】

この時、図7に示すようにモニタ8に眼底像Fと共に前眼部像AEが表示されるようにしても良い（本実施形態では、制御部80によって撮像素子38による眼底像Fと撮像素子65による前眼部像AEとが同時に検出される）。この場合、検者はより簡単に撮影部3を被検者眼の瞳孔側へと移動させることができるようにになる。また、光学的なスプリット指標S1, S2の両方が検出されたことを撮像素子38からの入力信号に基づき制御部80が検者に知らせるようにしても良い（例えば、モニタ8に所定のメッセージを表示させる等）。

50

【0051】

以上のようにして、光学的なスプリット指標 S1, S2 が検出されたら、制御部 80 はアライメント基準位置からの駆動部 6 の駆動量（ずれ量）と、光学的な電子スプリット指標 S1, S2 の表示位置（合致状態）に基づき、電子スプリット指標 S11, S21 の表示位置を求める処理を行う。これにより、モニタ 8 にフォーカス状態が正しく反映されている電子スプリット指標 S11, S21 が表示されるようになり、検者は電子スプリット指標 S11, S21 を用いて眼底のフォーカス調節を好適に行うことができるようになる。なお、電子スプリット指標表示後のフォーカス調整では、フォーカシングレンズの移動量に基づいて電子スプリットの合致状態を適宜変更させればよい。さらに、電子スプリット指標 S11, S21 がの表示時には前述同様に光学的な電子スプリット指標 S1, S2 は消灯させて（又は、減光させて）目立たないように表示させるようにしても良い。10

【0052】

なお、上記では、オートフォーカスを行う場合に撮影部 3 を所定量だけ移動させるものとしているが、これに限られるものではない。例えば、撮影光軸 L1 が瞳孔中心に近づくように撮影部 3 を移動させていく間に、撮像素子 38 でスプリット指標 S1, S2 が検出されれば、撮影部 3 の移動を停止させるようにしても良い。このようにすると、撮影部 3 の移動量が少なくて済むようになる。

【図面の簡単な説明】

【0053】

【図1】眼底カメラの外観構成の説明図である。

20

【図2】眼底カメラの光学系及び制御系の概略構成図である。

【図3】固視標呈示光学系による固視標の呈示位置についての説明図である

【図4】モニタに表示される前眼部像の例である。

【図5】眼底像及びスプリット指標像の説明図である。

【図6】電子スプリット指標と光学スプリット指標像との関係の説明図である。

【図7】第2実施形態のモニタの表示画面の説明図である。

【符号の説明】

【0054】

3 撮影部

30

8 モニタ

10 照明光学系

30 眼底観察・撮影光学系

32 フォーカシングレンズ

35、38、65 二次元撮像素子

40 スプリット指標投影光学系

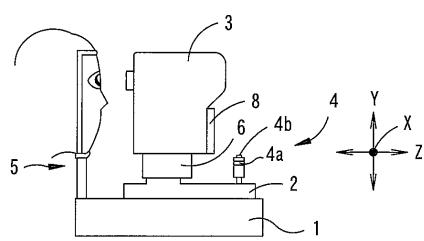
50 アライメント指標投影光学系

60 前眼部観察光学系

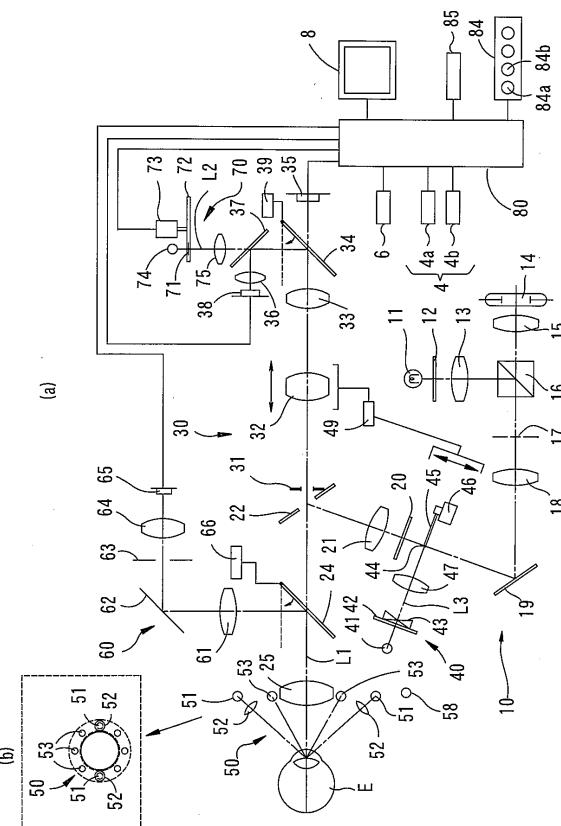
70 固視標呈示光学系

80 制御部

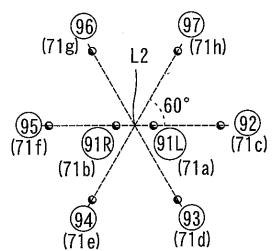
【 図 1 】



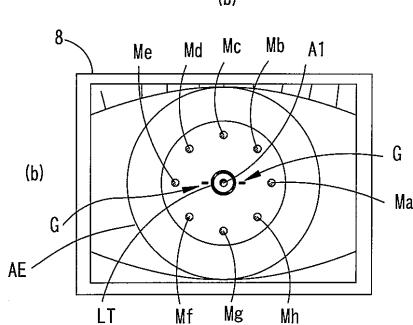
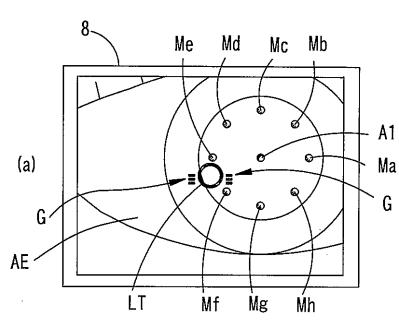
【図2】



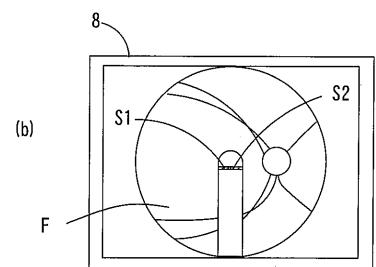
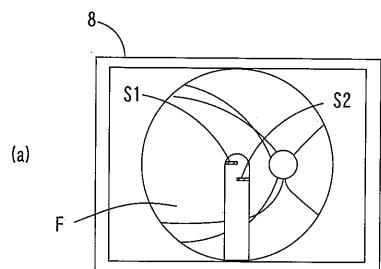
【図3】



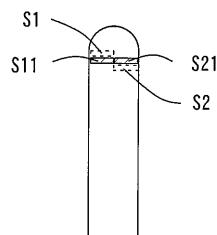
【 図 4 】



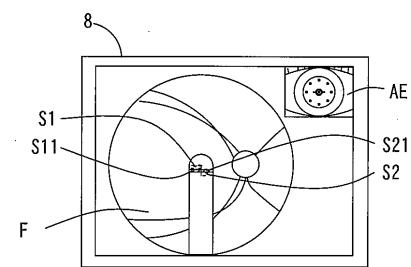
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009-183496 (JP, A)
特開2007-202724 (JP, A)
特開2010-194345 (JP, A)
特開2006-149981 (JP, A)
特開2008-110156 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 61 B 3 / 00 - 3 / 18