

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5545982号
(P5545982)

(45) 発行日 平成26年7月9日 (2014.7.9)

(24) 登録日 平成26年5月23日 (2014.5.23)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 3/14 (2006.01)

F I

A 6 1 B 3/14 A

A 6 1 B 3/14 M

請求項の数 2 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2010-104320 (P2010-104320)	(73) 特許権者	000135184
(22) 出願日	平成22年4月28日 (2010.4.28)		株式会社ニデック
(65) 公開番号	特開2011-229757 (P2011-229757A)		愛知県蒲郡市拾石町前浜 3 4 番地 1 4
(43) 公開日	平成23年11月17日 (2011.11.17)	(72) 発明者	多和田 晃
審査請求日	平成25年4月18日 (2013.4.18)		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	宮川 哲伸
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 眼底カメラ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光軸方向に移動可能なフォーカシングレンズを有し被検者眼の眼底を撮影するための撮影光学系が配置された撮影部と、

被検者眼に対して前記撮影部を相対移動させる移動機構部と、

撮像素子を有し、被検者眼の瞳を含む前眼部観察像を撮影する前眼部撮像光学系と、

前記撮像素子から出力される撮像信号に基づいて被検者眼に対する前記撮影部のアライメント状態を検出するアライメント検出手段と、

被検眼眼底にフォーカス検出用の光束を投影し、その反射光束を受光して被検眼眼底に対する前記撮影光学系のフォーカス状態を検出するフォーカス検出手段と、

表示手段に前記前眼部観察像が表示された状態において、前記アライメント検出手段によって検出されるアライメント状態及び前記フォーカス検出手段によって検出されるフォーカス状態が所定の条件を満たしている場合、前記撮像光学系にて眼底撮影を行うためのトリガ信号を出力可能とする撮影制御手段と、

前記フォーカス検出手段によって検出された、被検眼眼底に対する前記撮影光学系のフォーカス状態を、前記前眼部観察像が表示された観察画面に電子的に表示する表示制御手段と、

を備えることを特徴とする眼底カメラ。

【請求項 2】

光軸方向に移動可能なフォーカシングレンズを有し被検者眼の眼底を撮影するための撮

影光学系が配置された撮影部と、

被検者眼に対して前記撮影部を相対移動させる移動機構部と、

撮像素子を有し、被検者眼の瞳を含む前眼部観察像を撮影する前眼部撮像光学系と、

前記撮像素子から出力される撮像信号に基づいて被検者眼に対する前記撮影部のアライメント状態を検出するアライメント検出手段と、

被検眼眼底にフォーカス検出用の光束を投影し、その反射光束を受光して被検眼眼底に対する前記撮影光学系のフォーカス状態を検出するフォーカス検出手段と、

表示手段の主画面に前記前眼部観察像が表示された状態において、前記アライメント検出手段によって検出されるアライメント状態及び前記フォーカス検出手段によって検出されるフォーカス状態が所定の条件を満たしている場合、前記撮像光学系にて眼底撮影を行うためのトリガ信号を出力可能とする撮影制御手段と、

被検者眼の眼底観察像を撮像する眼底観察光学系とを備え、

前記撮影制御手段は、前記フォーカス検出手段の検出結果に基づいて前記フォーカシングレンズを移動させるオートフォーカスを作動させ、前記表示手段の主画面に前記前眼部観察像が表示された状態において、前記トリガ信号を出力可能とし、

オートフォーカスが適正に作動しなかった場合、前記表示手段の主画面に前記眼底観察像が表示された状態において、前記トリガ信号を出力可能とすることを特徴とする眼底カメラ。

【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像する眼底カメラに関する。

【背景技術】

【0002】

従来の眼底カメラにおいては、はじめに前眼部観察画面にてラフな位置合わせが行われ、次に眼底観察画面にてアライメントの微調整が行われた後、眼底が撮影される（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2005-160549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、従来の場合、前眼部と眼底のそれぞれの画面でのアライメント操作が要求され、検者にとって煩わしい。また、眼底観察画面において、検者は、前眼部の状態を確認できない。このため、瞳孔径が足りない又は瞳が下がった状態のまま撮影が行われることにより、撮影が失敗となる可能性がある。

【0005】

本発明は、上記問題点を鑑み、前眼部像を見ながら容易に良好な眼底像を取得できる眼底カメラ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。

【0007】

(1)

光軸方向に移動可能なフォーカシングレンズを有し被検者眼の眼底を撮影するための撮影光学系が配置された撮影部と、

被検者眼に対して前記撮影部を相対移動させる移動機構部と、

撮像素子を有し、被検者眼の瞳を含む前眼部観察像を撮影する前眼部撮像光学系と、

10

20

30

40

50

前記撮像素子から出力される撮像信号に基づいて被検者眼に対する前記撮影部のアライメント状態を検出するアライメント検出手段と、

被検眼眼底にフォーカス検出用の光束を投影し、その反射光束を受光して被検眼眼底に対する前記撮影光学系のフォーカス状態を検出するフォーカス検出手段と、

表示手段に前記前眼部観察像が表示された状態において、前記アライメント検出手段によって検出されるアライメント状態及び前記フォーカス検出手段によって検出されるフォーカス状態が所定の条件を満たしている場合、前記撮像光学系にて眼底撮影を行うためのトリガ信号を出力可能とする撮影制御手段と、

前記フォーカス検出手段によって検出された、被検眼眼底に対する前記撮影光学系のフォーカス状態を、前記前眼部観察像が表示された観察画面に電子的に表示する表示制御手段と、

を備えることを特徴とする。

(2)

光軸方向に移動可能なフォーカシングレンズを有し被検者眼の眼底を撮影するための撮影光学系が配置された撮影部と、

被検者眼に対して前記撮影部を相対移動させる移動機構部と、

撮像素子を有し、被検者眼の瞳を含む前眼部観察像を撮影する前眼部撮像光学系と、

前記撮像素子から出力される撮像信号に基づいて被検者眼に対する前記撮影部のアライメント状態を検出するアライメント検出手段と、

被検眼眼底にフォーカス検出用の光束を投影し、その反射光束を受光して被検眼眼底に対する前記撮影光学系のフォーカス状態を検出するフォーカス検出手段と、

表示手段の主画面に前記前眼部観察像が表示された状態において、前記アライメント検出手段によって検出されるアライメント状態及び前記フォーカス検出手段によって検出されるフォーカス状態が所定の条件を満たしている場合、前記撮像光学系にて眼底撮影を行うためのトリガ信号を出力可能とする撮影制御手段と、

被検者眼の眼底観察像を撮像する眼底観察光学系とを備え、

前記撮影制御手段は、前記フォーカス検出手段の検出結果に基づいて前記フォーカシングレンズを移動させるオートフォーカスを作動させ、前記表示手段の主画面に前記前眼部観察像が表示された状態において、前記トリガ信号を出力可能とし、

オートフォーカスが適正に作動しなかった場合、前記表示手段の主画面に前記眼底観察像が表示された状態において、前記トリガ信号を出力可能とすることを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、前眼部像を見ながら容易に良好な眼底像を取得できる。

【発明を実施するための形態】

【0009】

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カメラの外観構成図である。

【0010】

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装置本体(撮影部)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。撮影部3は、移動台2に設けられたXYZ駆動部6により、被検眼Eに対して左右方向、上下方向(Y方向)及び前後方向に相対的に移動される。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XZ方向に移動される。また、回転ノブ4aを回転操作することにより、XYZ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、眼底撮影像、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。

【0011】

図2は、撮影部3に収納される光学系及び制御系の概略構成図である。光学系は、照明

10

20

30

40

50

光学系 10、被検眼の眼底像を撮影する眼底観察・撮影光学系 30、フォーカス指標投影光学系 40、アライメント指標投影光学系 50、前眼部観察光学系 60、固視標呈示光学系 70 から大別構成されている。

【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、フラッシュランプ等の撮影光源 14、コンデンサレンズ 15、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】

また、観察照明光学系は、ハロゲンランプ等の光源 11、波長 750 nm 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、光源 11 からの光を反射し撮影光源 14 からの光を透過する特性を持つ。

【0014】

< 眼底観察・眼底撮影光学系 > 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、撮影光学系と眼底観察光学系は対物レンズ 25 と撮影絞り 31 から結像レンズ 33 までの光学系を共用する。撮影絞り 31 は対物レンズ 25 に関して被検眼 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、モータを備える移動機構 49 により光軸方向に移動される。35 は可視域に感度を有する撮影用二次元撮像素子である。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二次元撮像素子 38 が配置されている。

【0015】

また、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挿脱可能なダイクロイックミラー（波長選択性ミラー）24 が斜設されている。ダイクロイックミラー 24 は、アライメント指標投影光学系 50 及び前眼部照明光源 58 の波長光（中心波長 940 nm）を反射し、眼底観察用照明の波長光の光源波長（中心波長 880 nm）を含む波長 900 nm 以下を透過する特性を有する。撮影時には、ダイクロイックミラー 24 は挿脱機構 66 により連動して跳ね上げられ、光路外に退避する。挿脱機構 66 は、ソレノイドとカム等により構成することができる。

【0016】

観察用の光源 11 を発した光束は、赤外フィルタ 12 により赤外光束とされ、コンデンサレンズ 13、ダイクロイックミラー 16 により反射されてリングスリット 17 を照明する。そして、リングスリット 17 を透過した光は、リレーレンズ 18、ミラー 19、黒点板 20、リレーレンズ 21 を経て孔あきミラー 22 に達する。孔あきミラー 22 で反射された光は、ダイクロイックミラー 24 を透過し、対物レンズ 25 により被検眼 E の瞳孔付近で一旦収束した後、拡散して被検眼眼底部を照明する。

【0017】

また、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。なお、撮像素子 38 の出力は制御部 80 に入力され、図 4 に示すようにモニタ 8 には、撮像素子 38 によって撮像される被検眼の眼底観察像が表示される。

【0018】

また、撮影光源 14 から発した光束は、コンデンサレンズ 15 を介して、ダイクロイックミラー 16 を透過した後、眼底観察用の照明光と同様の光路を経て、眼底は可視光により照明される。そして、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

10

20

30

40

50

、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 9 】

<フォーカス指標投影光学系> フォーカス指標投影光学系 4 0 は、赤外光源 4 1、スリット指標板 4 2、このスリット指標板 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、撮影前の所定のタイミングで、ロータリソレノイド 4 6 の軸の回転により、光路外に退避させられる。なお、スポットミラー 4 4 は被検眼の眼底と共役な位置に配置される。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。また、フォーカス指標投影光学系 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 を経て被検眼 E の眼底に投影される。眼底へのフォーカスが合っていないとき、指標像 S 1・S 2 は、ずれ方向及びずれ量に応じて分離された状態で眼底上に投影される。一方、フォーカスが合っているときには、指標像 S 1・S 2 は、合致した状態で眼底上に投影される（図 4 参照）。そして、指標像 S 1・S 2 は、撮像素子 3 8 によって眼底像と共に撮像される。

10

【 0 0 2 0 】

なお、上記投影光学系 4 0 及び観察光学系 3 0 は、眼底にフォーカス検出用の光束を投影し、その反射光束を受光して眼底に対するフォーカス状態を検出する検出光学系として用いられる。

20

【 0 0 2 1 】

<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 5 0 には、図 2 の左上の点線内の図に示すように、撮影光軸 L 1 を中心として同心円上に 4 5 度間隔で赤外光源が複数個配置されており、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 1 8 0 度）と、第 1 指標投影光学系とは異なる位置に配置された 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 1 8 0 度）と、第 2 指標投影光学系の一部のみ（4 5 度、1 3 5 度）が図示されている。

30

【 0 0 2 2 】

<前眼部観察光学系> 被検眼の前眼部を撮像する前眼部観察（撮影）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、赤外域の感度を持つ二次元撮像素子（受光素子）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 9 4 0 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。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 の光学系を介して二次元撮像素子 6 5 により受光される。また、アライメント指標投影光学系 5 0 が持つ光源から発せられたアライメント光束は被検眼角膜に投影され、その角膜反射像は対物レンズ 2 5 ~ リレーレンズ 6 4 を介して二次元撮像素子 6 5 に受光（投影）される。

40

【 0 0 2 3 】

二次元撮像素子 6 5 の出力は制御部 8 0 に入力され、図 3 及び図 4 に示すようにモニタ 8 には、二次元撮像素子 6 5 によって撮像された前眼部像が表示される。なお、前眼部観察光学系 6 0 は、被検眼に対する装置本体のアライメント状態を検出するための検出光学系を兼用する。

【 0 0 2 4 】

50

< 作動距離検出用指標投影光学系 >

また、孔あきミラー 22 の穴周辺には、被検眼の角膜上に光学アライメント指標（ワーキングドット W）を形成するための 2 つの赤外光源 55（中心波長 880 nm）が光軸 L1 を中心に左右対称に配置される。ここで、被検眼 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、光源 55 による前眼部からの反射像が、眼底と略共役位置に配置された撮像素子 38 の撮像面上に結像する。上記の構成は、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。また、眼底観察光学系 30 は、光源 55 による角膜反射像を撮像素子 38 に導く。

【0025】

< 固視標呈示光学系 > 被検眼を固視させるための固視標を呈示する固視標呈示光学系 70 は、可視光を発する光源 74、リレーレンズ 75 を備え、ダイクロイックミラー 37 を介して跳ね上げミラー 34 から対物レンズ 25 までの観察光学系 30 の光路を共用する。なお、固視標呈示光学系 70 について、周辺撮影を行うため、固視位置が変更できる構成が好ましい。例えば、LED などの可視光源が二次元的に配置されたディスプレイが用いられる。また、外部固視灯を設けるようにしてもよい。

【0026】

この場合、光源 74 から発せられた可視光は、リレーレンズ 75、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 を通過して被検眼眼底に集光し、被検者は可視光束を固視標として視認する。

【0027】

< 制御系 > 二次元撮像素子 65、38、35 は制御部 80 に接続されている。制御部 80 は二次元撮像素子 65 に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。また、制御部 80 はモニタ 8 に接続され、その表示画像を制御する。制御部 80 には、他に、XYZ 駆動部 6、移動機構 49、挿脱機構 39、挿脱機構 66、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 84、記憶手段としてのメモリ 85、各光源等が接続されている。制御部 80 は、撮像素子 65 の撮影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を検出する。

【0028】

なお、スイッチ部 84 には、被検眼に対する装置本体 3（撮影光学系 30）の位置を所定の位置関係とするためのアライメント調整を装置で自動的に行う自動アライメントモードと手動にて行う手動アライメントモードとを選択するスイッチ 84a、眼底のフォーカス状態の調整を装置で自動的に行うオートフォーカスモードと手動にて行う手動フォーカスモードとを選択するスイッチ 84b、撮影可能条件が充足したら自動的に撮影が実行される自動撮影モードと検者が撮影スイッチ 4b を押して撮影を実行する手動撮影モードとを選択するスイッチ 84c、眼底観察状態で眼底が撮影される眼底観察 / 眼底撮影モードと、前眼部観察状態で眼底が撮影される前眼部観察 / 眼底撮影モードと、を選択するモード選択スイッチ 84d、手動にてフォーカス調整を行うためのフォーカススイッチ 84e、が設けられている。そして、制御部 80 は、スイッチ部 84 からの操作信号に基づいて各種モード切換信号、各種駆動信号を出力する。

【0029】

また、制御部 80 は、図 3 の前眼部像観察画面（図 4 の眼底観察画面に表示させてもよい）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 8 の画面上の所定位置に電子的に形成して表示させる。また、制御部 80 は、検出されたアライメント偏位量に基づいてレチクル LT との相対距離が変化されるようにアライメント指標 A1 の表示を制御する。

【0030】

以上のような構成を備える眼底カメラの動作について説明する。ここでは、スイッチ 84a ~ 84d により自動アライメントモード、オートフォーカスモード、及び自動撮影モード、前眼部観察 / 眼底撮影モードを選択した場合について説明する。

【 0 0 3 1 】

まず、被検者の顔を顔支持ユニット 5 により支持する。初期段階では、ダイクロイックミラー 2 4 は撮影光学系 3 0 の光路に挿入されており、二次元撮像素子 6 5 に撮像された前眼部像がモニタ 8 に表示される。検者は、ジョイスティック 4 を操作し、前眼部像がモニタ 8 に現れるように撮影部 3 を左右上下に移動させる。前眼部像がモニタ 8 に現われるようになると、図 3 に示すように、8 つの指標像（第 1 のアライメント指標像）M a ~ M h が現われるようになる。この場合、撮像素子 6 5 による撮像範囲としては、アライメント完了時点において、前眼部の瞳孔、虹彩、睫が含まれる程度の範囲が好ましい。

【 0 0 3 2 】

< アライメント検出及び X Y Z 方向に関する自動アライメント >

10

アライメント指標像 M a ~ M h が二次元撮像素子 6 5 に検出されると、制御部 8 0 は、自動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 から出力される撮像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 5 参照）。なお、画像処理により瞳孔中心を検出し、その座標位置と基準位置 O 1 との偏位量によりアライメントずれが検出されるようにしてもよい。

【 0 0 3 3 】

20

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 A 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。偏位量 d がアライメント完了の許容範囲 A に入り、その時間が一定時間（例えば、画像処理の 1 0 フレーム分又は 0 . 3 秒間等）継続しているか（アライメント条件 A を満足しているか）により、X Y 方向のアライメントの適否を判定する。

【 0 0 3 4 】

また、制御部 8 0 は、前述のように検出される無限遠の指標像 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）。

30

【 0 0 3 5 】

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。Z 方向の偏位量がアライメント完了の許容範囲に一定時間入っているか（アライメント条件を満足しているか）により、Z 方向のアライメントの適否を判定する。

【 0 0 3 6 】

前述したアライメント動作によって、X Y Z 方向のアライメント状態がアライメント完了の条件を満たしたら、制御部 8 0 は X Y Z 方向のアライメントが合致したと判定し、次のステップに移行する。

40

【 0 0 3 7 】

ここで、X Y Z 方向におけるアライメント偏位量 d が許容範囲 A 1 に入ったら、駆動部 6 の駆動を停止させると共に、アライメント完了信号を出力する。なお、アライメント完了後においても、制御部 8 0 は、偏位量 d を随時検出しており、偏位量 d が許容範囲 A 1 を超えた場合、自動アライメントを再開する。すなわち、制御部 8 0 は、偏位量 d が許容範囲 A 1 を満たすように被検者眼に対して撮影部 3 を追尾させる制御（トラッキング）を行う。

【 0 0 3 8 】

50

< 瞳孔径の判定 >

アライメント完了後、制御部 80 は、被検眼の瞳孔状態の適否の判定を開始する。この場合、瞳孔径の適否は、撮像素子 65 による前眼部像から検出される瞳孔エッジが、所定の瞳孔判定エリアから外れているか否かで判定される。瞳孔判定エリアの大きさは、画像中心（撮影光軸中心）を基準に、眼底照明光束が通過可能な径（例えば、直径 4 mm）として設定されているものである。簡易的には、画像中心を基準に左右方向及び上下方向で検出される 4 点の瞳孔エッジを使用する。瞳孔エッジの点が瞳孔判定エリアよりも外にあれば、撮影時の照明光量が十分に確保される（詳しくは、本出願人による特開 2005-160549 号公報を参考にされたい）。なお、瞳孔径の適否判定は、撮影が実行されるまで継続され、その判定結果がモニタ 8 上に表示される。

10

【0039】

< ワーキングドットを用いたアライメント状態の検出 >

撮像素子 65 を用いたアライメントが完了されると、光源 55 によるワーキングドット（第 2 アライメント指標）W が撮像素子 38 上に受光される。ここで、アライメント完了信号を出力されると、制御部 80 は、撮像素子 38 から出力される撮像画像におけるワーキングドット W を画像処理により検出し、ワーキングドット W のフォーカス状態を検出する。そして、制御部 80 は、検出された合焦状態から Z 方向の細かいアライメント状態を検出する。

【0040】

Z 方向のアライメントずれがある場合、ワーキングドット W がぼけ、ワーキングドット W の輝度レベルが低下し、その指標サイズが大きくなる。一方、Z 方向のアライメントが適正である場合、撮像素子 38 上のワーキングドット W が鮮明となり、ワーキングドット W の輝度レベルが高くなり、その指標サイズが相対的に小さくなる。

20

【0041】

そして、制御部 80 は、前述のような指標像 W の変化を利用してワーキングドット W の合焦状態を検出し、合焦状態が適正と判定されるように撮影部 3 を Z 方向に移動させる。例えば、ワーキングドット W の輝度レベル又はサイズの変化に基づいて合焦状態が検出される。この場合、Z 方向に撮影部 3 を移動させたときのワーキングドット W の変化から移動すべき方向が特定され、制御部 80 は、ワーキングドット W が所定の状態（例えば、所定の指標サイズ、輝度レベル、等）となるまで撮影部 3 を移動させる。

30

【0042】

< フォーカス状態の検出 / オートフォーカス >

また、撮像素子 65 を用いたアライメントが完了されると、制御部 80 は、被検眼の眼底に対するオートフォーカスを行う。図 4 は、撮像素子 38 で撮像される眼底像の例であり、眼底像の中心にフォーカス視標投影光学系 40 によるフォーカス指標像 S1、S2 が投影されている。ここで、フォーカス指標像 S1、S2 は、フォーカスが合っていないときには分離され、フォーカスが合っているときに一致して投影される。制御部 80 は、指標像 S1、S2 を画像処理により検出し、その分離情報を得る。そして、制御部 80 は、指標像 S1、S2 の分離情報を基に移動機構 39 の駆動を制御し、眼底に対するピントが合うようにレンズ 32 を移動させる。

40

【0043】

< 眼底像の撮影 >

以上のようにして、アライメント条件、フォーカス条件、瞳孔径が適正であると判定されると、制御部 80 は、撮影開始のトリガ信号を自動的に発する。この場合、撮影スイッチ 4b から出力されるリリース信号に基づいて撮影のトリガを発するようにしてもよい。

【0044】

すなわち、制御部 80 は、モニタ 8 の主画面に前眼部観察像が表示された状態において、アライメント状態及びフォーカス状態が所定の条件（他の条件を含めてもよい）を満たしている場合、制御部 80 は、撮像光学系 30 にて眼底撮影を行うためのトリガ信号を出力可能とする。

50

【 0 0 4 5 】

ここで、撮影開始のトリガ信号が発せられると、制御部 8 0 は、挿脱機構 3 9 を駆動させることにより跳ね上げミラー 3 4 を光路から離脱させ、挿脱機構 6 6 を駆動することによりダイクロイックミラー 2 4 を光路から離脱させると共に、撮影光源 1 4 を発光する。このとき、二次元撮像素子 3 5 によって眼底像が撮影され、メモリ 8 5 に撮影された画像データが記憶される。そして、制御部 8 0 は、モニタ 8 の表示画面を二次元撮像素子 3 5 で撮影されたカラーの眼底画像に切替える。

【 0 0 4 6 】

上記のような構成とすれば、前眼部を観察した状態で眼底像を撮影できるため、眼底像の撮影をスムーズに行うことが可能となる。また、検者は、被検者眼の瞼・睫、瞳孔径、等の状態を確認しながら撮影できるため、撮影エラーの回避が容易となる。

10

【 0 0 4 7 】

< 眼底観察 / 眼底撮影モード >

なお、眼底観察 / 眼底撮影モードが選択された場合、撮像素子 6 5 を用いたアライメントが完了されると、制御部 8 0 は、モニタ 8 の観察画面を前眼部像から眼底観察像（図 4 参照）に切り替える。そして、眼底像を見ながら、撮影位置の調整を行った後、眼底像を撮影する。

【 0 0 4 8 】

< ワーキングドットを用いたアライメント検出結果の前眼部観察画面への反映 >

上記構成において、制御部 8 0 は、ワーキングドット W によるアライメント検出結果をモニタ 8 上に電子的に表示するようにしてもよい（図 3（b）参照）。例えば、制御部 8 0 は、Z 方向におけるシビアなアライメントずれを示す第 2 インジケータ G 2 を表示し、アライメントずれの方向に応じて第 2 インジケータ G 2 の本数を増減させる。

20

【 0 0 4 9 】

なお、上記構成において、ワーキングドット W の合焦状態を前眼部画面に表示する場合、制御部 8 0 は、撮像素子 3 8 上のワーキングドット W を画像処理により抽出し、前眼部観察像にワーキングドット W を重合して表示するようにしてもよい（図 6）。なお、レチクル L T W は、電子的に表示され、ワーキングドット W に対するアライメント基準として用いられる。

【 0 0 5 0 】

また、制御部 8 0 は、フォーカス用の光源 4 1、ワーキングドット用の光源 5 5 を点灯させ、眼底観察用の光源 1 1 を消灯させた状態において撮像素子 3 8 の撮像画像を取得し、得られた撮像画像を前眼部観察像に重合して表示するようにしてもよい。この場合、前眼部像上に、フォーカス指標、ワーキングドット W が表示されるので、フォーカス・アライメントの調整が容易となる。

30

【 0 0 5 1 】

< フォーカス状態検出結果の前眼部観察画面への反映 >

なお、前述のオートフォーカス制御において、オートフォーカスが適正に作動しなかった場合（小瞳孔眼、白内障眼などの場合）、検者によるマニュアルフォーカスに切り換えるようにしてもよい。

40

【 0 0 5 2 】

ここで、制御部 8 0 は、前眼部観察画面において、眼底に対するフォーカス状態の検出結果をモニタ 8 上に電子的に表示するようにしてもよい（図 3 参照）。制御部 8 0 は、撮像画像におけるフォーカス指標像 S 1、S 2 が一致している状態を基準として、フォーカス指標像 S 1・S 2 の分離方向と分離量を検出することにより、被検眼眼底に対するフォーカスのずれ量及びずれ方向を検出し、眼底に対するフォーカス状態を電子的に表示する。例えば、制御部 8 0 は、フォーカス指標像 S 1・S 2 の分離状態に基づいてフォーカスバー E F を移動させる。この場合、フォーカスバー E F の分離量は、フォーカスのずれ量に比例する。なお、フォーカスバーが前眼部観察像に重合して表示されるようにしてもよい。

50

【 0 0 5 3 】

これにより、検者は、前眼部像を見ながらマニュアルフォーカスを簡単に行うことができる。そして、制御部 8 0 は、検者によって操作されるフォーカススイッチ 8 4 d から出力される操作信号に基づいて移動機構 4 9 を駆動させる。

【 0 0 5 4 】

< フォーカス時の眼底観察画面への切換 >

また、前述の前眼部観察 / 眼底撮影モードにおいて、制御部 8 0 は、オートフォーカス作動中については一次的に眼底観察画面へと切り換え、オートフォーカス完了後に前眼部観察画面に戻すようにしてもよい。このようにすれば、検者は、眼底像に対するフォーカス動作を直接的に確認できるとともに、眼底観察像の状態を一度確認できる。

10

【 0 0 5 5 】

この場合、例えば、制御部 8 0 は、撮像素子 6 5 を用いたアライメントの完了信号に基づいて前眼部画面から眼底画面へと切換え、オートフォーカスを作動させる。そして、制御部 8 0 は、オートフォーカスの完了信号に基づいて眼底画面から前眼部画面に戻し、その後、アライメント状態が所定の条件を満たしている場合、眼底撮影を実行する。

【 0 0 5 6 】

また、制御部 8 0 は、フォーカススイッチ 8 4 e から操作信号が出力された場合、レンズ 3 2 を移動させると共に、前眼部画面から眼底画面へと切り換えるようにしてもよい。そして、制御部 8 0 は、フォーカススイッチ 8 4 e からの操作信号の出力が終了した場合（終了した数秒後でもよい）、眼底画面から前眼部画面に戻し、その後、アライメント状態が所定の条件を満たしている場合、眼底撮影を実行する。

20

【 0 0 5 7 】

また、手動フォーカスモードに設定されている場合、制御部 8 0 は、撮像素子 6 5 を用いたアライメントの完了信号に基づいて前眼部画面から眼底画面へと切換え、フォーカススイッチ 8 4 e からの操作信号に基づいてレンズ 3 2 を移動させる。そして、スイッチ部 8 4 に設けられた所定のスイッチ（例えば、フォーカス完了スイッチが設けられる）から出力されるフォーカス完了信号に基づいて眼底画面から前眼部画面に戻した後、アライメント状態が所定の条件を満たしている場合、眼底撮影を実行する。

【 0 0 5 8 】

< 眼底観察 / 眼底撮影モードへの自動切換 >

30

なお、制御部 8 0 は、オートフォーカスが適正に作動しなかったことを示すエラー信号が出力された場合、前眼部観察 / 眼底撮影モードから眼底観察 / 眼底撮影モードへの切換信号を発するようにしてもよい。

【 0 0 5 9 】

例えば、制御部 8 0 は、指標像 S 1 ・ S 2 の少なくともどちらかが検出されなかった場合、指標 S 1 ・ S 2 が合致しなかった場合、前述の瞳孔判定において指標 S 1 ・ S 2 の光束が虹彩によって遮断される程度の小瞳孔眼の場合、エラー信号を出力し、モード切換信号を発する。そして、制御部 8 0 は、アライメント完了信号に基づいて、前眼部画面から眼底画面に切り換える。

【 0 0 6 0 】

40

これにより、検者は、モニタ 8 上の眼底像を見ながら、手動にてフォーカス調整が可能な状態となる。よって、検者は、指標像 S 1 ・ S 2 のいずれかがモニタ 8 上に表示されていれば、そのフォーカス指標のピントが合って見えるように、フォーカススイッチ 8 4 d を操作する。

【 0 0 6 1 】

なお、眼底画面への切換後、制御部 8 0 は、自動アライメントの許容範囲 A（第 1 の許容範囲）よりも広い許容範囲 B（第 2 の許容範囲）にて自動アライメントを行うようにしてもよい。この場合、Z 方向における自動アライメント制御においても、同様に、アライメント許容範囲を広くするのが好ましい。

【 0 0 6 2 】

50

また、以上の説明において、眼底観察画面と前眼部観察画面を同一画面上に表示するようにしてもよい。例えば、制御部 80 は、上記動作において、眼底画面を表示するタイミングにおいては、眼底画面を主画面とし、前眼部画面を子画面表示にする。また、前眼部画面を表示するタイミングにおいては、前眼部画面を主画面とし、眼底画面を子画面表示にする。

【図面の簡単な説明】

【0063】

【図 1】本実施形態に係る眼底カメラの外観構成図である。

【図 2】撮影部に収納される光学系及び制御系の概略構成図である。

【図 3】二次元撮像素子に撮像された前眼部像がモニタに表示されたときの画面例である

10

【図 4】二次元撮像素子に撮像された眼底像がモニタに表示されたときの画面例である。

【図 5】被検眼に対するアライメント検出について説明する図である。

【図 6】前眼部観察像にワーキングドットを重合して表示した場合の図である。

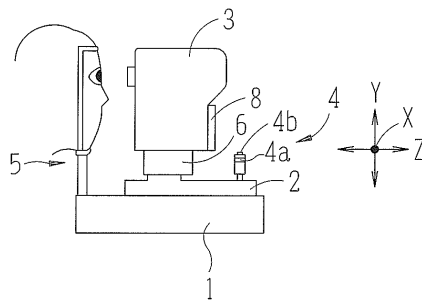
【符号の説明】

【0064】

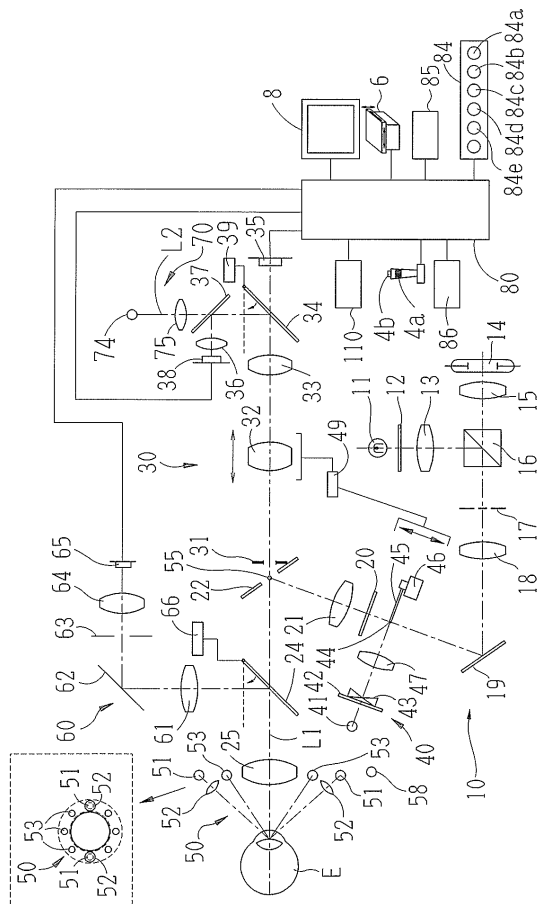
- 3 撮影部
- 6 X Y Z 駆動部
- 8 モニタ
- 30 眼底観察・撮影光学系
- 32 フォーカシングレンズ
- 40 フォーカス指標投影光学系
- 49 移動機構
- 60 前眼部観察光学系
- 80 制御部

20

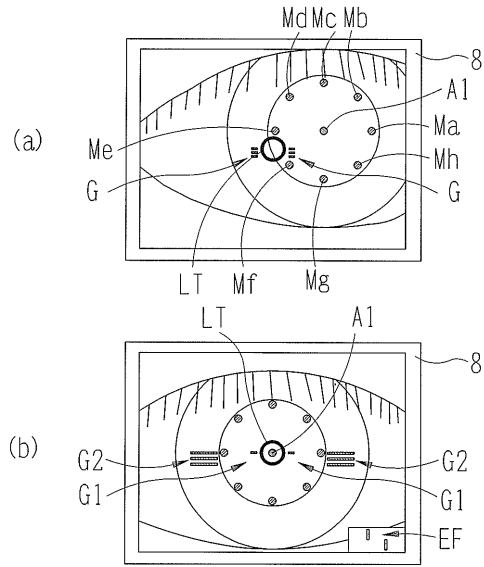
【図 1】



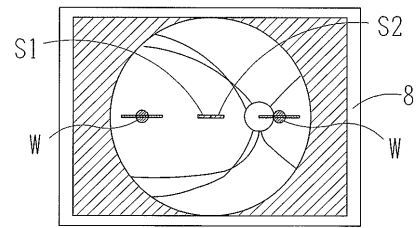
【図 2】



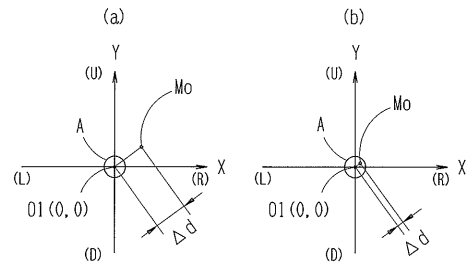
【図 3】



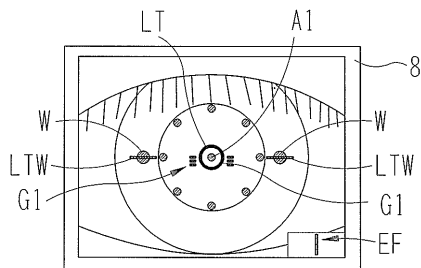
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009-131591(JP,A)
特開2009-112665(JP,A)
特開2009-112664(JP,A)
特開2005-279305(JP,A)
特開2002-102169(JP,A)
特開2005-160549(JP,A)
特開2007-143746(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 3/00 - 3/18