

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5787060号
(P5787060)

(45) 発行日 平成27年9月30日(2015.9.30)

(24) 登録日 平成27年8月7日(2015.8.7)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 3/14 (2006.01)

F 1

A 6 1 B 3/14

E

請求項の数 3 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2011-59693 (P2011-59693)
(22) 出願日 平成23年3月17日(2011.3.17)
(65) 公開番号 特開2012-192095 (P2012-192095A)
(43) 公開日 平成24年10月11日(2012.10.11)
審査請求日 平成26年3月13日(2014.3.13)

(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 安藤 悠祐
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 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】

被検者眼の眼底を照明するための眼底照明光学系と、
前記眼底に対して一対の光学的なスプリット指標を投影するスプリット指標投影光学系と、

駆動機構により光軸方向に移動可能なフォーカシングレンズが光路中に配置され、前記スプリット指標投影光学系により前記眼底に投影されたスプリット指標像と眼底像とが撮像される撮像素子を備える眼底撮影光学系と、

前記撮像素子の出力信号から前記スプリット指標像の分離状態を検出し、前記検出した結果に基づき前記駆動機構を駆動させてフォーカシングレンズを光軸方向に移動させることで前記眼底のフォーカス合わせを行う制御手段と、
を備える眼底撮影装置において、

前記スプリット指標像の検出のために用いられる前記撮像素子上の局所領域を、前記フォーカシングレンズの位置に対応付けた検出範囲位置情報として記憶する記憶部を備え、

前記制御手段は、前記フォーカシングレンズの位置と前記記憶部に記憶された前記検出範囲位置情報とに基づき、前記撮像素子上での前記スプリット指標像の検出範囲を設定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、

前記検出範囲位置情報は、正視眼の被検者眼に対して前記フォーカシングレンズの位置

10

20

を光軸上で移動させたときの前記被検者眼に対する画角変化に基づく前記スプリット指標像の投影位置の移動量に基づき決定されることを特徴とする眼底撮影装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の眼底撮影装置は、

光源から出射された赤外光で照明された前眼部からの反射光を受光して前眼部観察像を得るための前眼部観察光学系を有し、

前記制御手段は、モニタに前記前眼部観察像を表示する状態では、前記眼底照明光学系による眼底への照明を行わない、又は減衰させた状態で前記スプリット指標投影光学系による前記スプリット指標像の投影を行って前記撮像素子上での前記スプリット指標像の受光位置を求めることにより前記検出範囲を設定することを特徴とする眼底撮影装置。

10

【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ための眼底撮影装置に関する。

【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、眼底に投影された一対のスプリット指標が合致するように、フォーカシングレンズを光軸方向に移動させて眼底に対するフォーカス合わせを行っている。また、撮影で検出された一対のスプリット指標が合致するように、フォーカシングレンズを光軸上で移動させることで、眼底のフォーカス合わせが自動的に行われる（オートフォーカスを行う）装置が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2009 - 183496 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

眼底のフォーカス合わせを行うためのスプリット指標は、対物レンズにより生じる有害光の影響を避けるために、撮影光軸を避けた眼底上の位置に投影されている（例えば、撮影光軸に対して上下方向にずれた位置に投影される）。その為、被検者眼のフォーカスを合わせるためにフォーカシングレンズが光軸上で移動されると、撮像画像の画角が変わることによって眼底上でのスプリット指標の投影位置が光軸に対して（例えば、上下方向に）変わることになる。

30

【0005】

一方、眼底全体を赤外域の観察光で照明した状態ではスプリット指標を検出し難い。このため精度良くフォーカス合わせを行うためには、スプリット指標像を撮像する撮像素子の検出範囲を予め狭く設定しておくことが好ましい。しかし、撮像素子上のスプリット指標像の検出範囲を狭く設定するほどフォーカシングレンズの光軸上での移動による画角変化の影響によってスプリット指標像が検出範囲から外れてしまう可能性が高くなってしま

40

【0006】

本発明は、上記従来技術の問題点に鑑み、撮像素子上におけるスプリット指標像の検出範囲を狭く設定するとともに、フォーカシングレンズの位置に応じた画角変化によらずスプリット指標を好適に検出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】

【0007】

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。

50

【 0 0 0 8 】

(1) 被検者眼の眼底を照明するための眼底照明光学系と、前記眼底に対して一对の光学的なスプリット指標を投影するスプリット指標投影光学系と、駆動機構により光軸方向に移動可能なフォーカシングレンズが光路中に配置され、前記スプリット指標投影光学系により前記眼底に投影されたスプリット指標像と眼底像とが撮像される撮像素子を備える眼底撮影光学系と、前記撮像素子の出力信号から前記スプリット指標像の分離状態を検出し、前記検出した結果に基づき前記駆動機構を駆動させてフォーカシングレンズを光軸方向に移動させることで前記眼底のフォーカス合わせを行う制御手段と、を備える眼底撮影装置において、前記スプリット指標像の検出のために用いられる前記撮像素子上の局所領域を、前記フォーカシングレンズの位置に対応付けた検出範囲位置情報として記憶する記憶部を備え、前記制御手段は、前記フォーカシングレンズの位置と前記記憶部に記憶された前記検出範囲位置情報とに基づき、前記撮像素子上での前記スプリット指標像の検出範囲を設定することを特徴とする。

10

【 発明の効果 】

【 0 0 0 9 】

本発明によれば、撮像素子上におけるスプリット指標像の検出範囲を狭く設定するとともに、フォーカシングレンズの位置に応じた画角変化によらずスプリット指標を好適に検出することのでき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 】

20

【 0 0 1 0 】

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、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。

【 0 0 1 1 】

< 照明光学系 > 照明光学系 10 は、撮影照明光学系と観察照明光学系を有する。撮影照明光学系は、可視光束を照射する撮影光源 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。観察照明光学系は、近赤外光の光束を照射する照明光源 11、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 から孔あきミラー 22 までの光学系と、光路分岐部材としてのダイクロイックミラー（波長選択ミラー） 24、対物レンズ 25 を有する。なお、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。また、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の光束を透過し、後述するアライメント指標投影光学系 50 からの赤外光を反射する波長特性を有する。また、ダイクロイックミラー 24 は、観察照明光学系を用いた眼底の観察時にはソレノイドとカム等により構成される挿脱機構 66 により光路に斜設され、撮影照明光学系による眼底の撮影時には挿脱機構 66 により光路から外される。

30

40

【 0 0 1 2 】

< 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、眼底撮影時には挿脱機構 39 により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

50

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。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 に関して被検者眼 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。

【0013】

眼底の観察時には、照明光源 11 を発した光束がダイクロイックミラー 24 を透過し、対物レンズ 25 によって被検者眼 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。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。眼底の撮影時には、撮影光源 14 で照明された眼底からの反射光が、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。

【0014】

<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。なお、スポットミラー 44 はレバー 45 の先端に固着されており、通常の状態では、スポットミラー 44 が光軸上を避けた位置となるように、レバー 45 が光軸上に置かれる。撮影時にはロータリーソレノイド 46 の軸の回転でレバー 45 が光路外に退避されるようになっている。これにより、スポットミラー 44 からの反射光が眼底上の光軸 L1 を避けた位置に投影されるようになっている。また、スポットミラー 44 は被検者眼 E の眼底と共役な位置に置かれる。以上の光源 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。

【0015】

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 で反射された後、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 を経て被検者眼 E の眼底に投影される。ここでは、スリット指標板 42 の光束は光軸 L1 の位置から若干紙面上側にずれた位置に投影されているものとしている（図 4 参照）。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）は眼底と共役関係になっていないため分離して投影される。一方、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 は眼底と共役関係になっているため、一致して投影される。被検者眼 E の眼底上に投影されたスプリット指標 S1、S2 は、撮像素子 38 によって眼底像と共に撮像される。

【0016】

なお、本実施形態において、少なくとも眼底を観察している状態で、眼底に投影されているスプリット指標像（スプリット指標 S1、S2）を検出する場合には、撮像素子 38 の撮像面全体からスプリット指標像を検出しようとするのではなく、スプリット指標が撮像素子 38 上に投影されているとされる位置を中心として、その撮像素子 38 上に局所的に設定される検出領域 D を定めている。このように撮像素子 38 上に設定されたスプリット指標の検出範囲 D からの信号に基づき、眼底のフォーカスが合わせられるようになっている。また、撮像素子 38 上でのスプリット指標の検出範囲 D をできるだけ狭く設定することで、眼底像に含まれるノイズ光や照明光等の視標検出に不必要な反射光の影響を抑制することができ、スプリット指標が精度良く検出されるようにしている。また、スプリット指標を効率よく検出することで画像処理速度が早くなることも期待される。なお、検出範囲 D の設定方法についての詳細な説明は後述する。

【0017】

ここで、図 2 に、本実施形態のスプリット指標で示される眼底のフォーカス状態の説明図を示す。図 2 (a) に示すように、スプリット指標 S 1 , S 2 が分離された状態で、上側のスプリット指標 S 1 が、フォーカスの合致位置である基準線 D 1 (撮像素子 3 8 上の対応するライン上に予め設定されている) よりも紙面右側 (スプリット指標 S 2 が基準線 D 1 よりも紙面左側) にある場合には、フォーカシングレンズ 3 2 が合致位置よりもマイナス側にある。一方、図 2 (b) に示すように、スプリット指標 S 1 , S 2 が分離された状態で、スプリット指標 S 1 が基準線 D 1 よりも紙面左側 (スプリット指標 S 2 が紙面右側) にある場合は、フォーカシングレンズ 3 2 が合致位置よりもプラス側にある。また、図 2 (c) のようにスプリット指標 S 1 , S 2 の両方が基準線 D 1 上に一直線にある場合には、フォーカシングレンズ 3 2 が合致位置にある。つまり、スプリット指標の合致の有無に加えて、スプリット指標の分離方向が検出されることで、フォーカシングレンズ 3 2 の移動量と移動方向が決定されるようになる。

10

【 0 0 1 8 】

< 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、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 1 8 0) と、第 1 指標投影光学系とは異なる位置に配置された複数の赤外光源 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。

20

【 0 0 1 9 】

< 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 の反射側のフィールドレンズ 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 6 5 を備える。前眼部照明光源 5 8 で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 の光源の点灯によるアライメント用光束の角膜からの反射光が、二次元撮像素子 6 5 で検出される。これにより、二次元撮像素子 6 5 で撮像された前眼部像から被検者眼の瞳孔形状が得られると共に、アライメント指標の撮影により装置と被検者眼とのアライメント状態が検出される。

30

【 0 0 2 0 】

< 固視標呈示光学系 > 固視標呈示光学系 7 0 は、可視光源 7 1 と、光軸 L 2 に対する開口部の形成位置が切換えられる固視標切換部材 7 2、リレーレンズ 7 3 とを有し、ダイクロイックミラー 3 7 と、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。固視標切換部材 7 2 の開口部が可視光源 7 1 の前に選択的に配置されることで、光軸 L 2 に対して異なる位置に固視標が呈示され、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。固視標切換部材 7 2 を通過した光束は、リレーレンズ 7 3、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 E に投影されて、被検者眼の固視が行われる。

40

【 0 0 2 1 】

< 制御系 > 制御部 8 0 は、眼底撮影装置の各種動作制御を行う。制御部 8 0 には、上述した各二次元撮像素子、挿脱機構、移動機構、各光源等が接続される。また、眼底撮影装置本体を被検者眼に対して手動で前後左右方向に移動させるためのジョイスティック 4、上述した光学系及び制御系が内部に設けられた撮影部を被検者眼に対して三次元方向に移動させるための駆動部 6、前眼部像及び眼底観察 (撮影) 像が表示されるモニタ 8、撮影開始のトリガ信号を入力するための撮影スイッチ 8 3、各種条件設定を行うための入力スイッチ 8 4、記憶部としてのメモリ 8 5 等が接続される。なお、メモリ 8 5 には、撮像素子 3 8 に設定されるスプリット指標の検出範囲の位置情報、フォーカシングレンズ 3 2

50

の光軸 L 1 上での位置に応じで撮像素子 3 8 の検出範囲の位置を決定するための位置情報等が記憶されている。

【 0 0 2 2 】

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と瞳孔形状 P を検出する。また、制御部 8 0 は、撮像素子 6 5 からの撮影信号に基づき、被検者眼に対する撮影部のアライメント偏位量を求める。また、制御部 8 0 は、二次元撮像素子 3 8 で撮像された眼底画像をモニタ 8 に表示させると共に、撮像素子 3 8 に設定された検出範囲から求められるスプリット指標の分離状態に基づき眼底 E のフォーカス合わせを行うと共に、フォーカシングレンズ 3 2 の移動に伴い、撮像素子 3 8 上に定められる検出範囲の位置を随時決定する処理を行う。

10

【 0 0 2 3 】

次に、以上のような構成を備える眼底カメラの動作を説明する。まず、検者は固視標呈示光学系 7 0 の光源 7 1 を点灯させて被検者眼を固視させた状態で、ジョイスティック 4 の操作で図示を略す撮影部を被検者眼 E に近づけ、前眼部像 A E とアライメント指標像とがモニタ 8 に表示されるようにする。

【 0 0 2 4 】

図 3 にモニタ 8 に表示された前眼部像 A E の例を示す。ここでは、アライメントが合っている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 6 5 で検出されると、制御部 8 0 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 を電子的に表示させる、また、制御部 8 0 は予め撮像素子 6 5 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 6 5 の撮像面と撮影光軸 L 1 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 A 2 を電子的に表示させる。また、制御部 8 0 は、マーク A 2 の表示位置を中心として、所要瞳孔径を示すレチクル L T をモニタ 8 上に表示させる。

20

【 0 0 2 5 】

制御部 8 0 は、マーク A 2 とアライメント指標 A 1 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。

30

【 0 0 2 6 】

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 4 にモニタ 8 に表示される眼底像の例を示す。なお、図 4 (a) には眼底のフォーカスが合っていない状態が示されており、図 4 (b) には、モニタ 8 のスプリット指標 S 1 , S 2 の表示位置付近の拡大図が示されている。なお、図 4 には、便宜上、撮像素子 3 8 上に設定されたスプリット指標 S 1 , S 2 の検出範囲 D を示している（実際のモニタ 8 上には検出範囲 D は表示されない）。

【 0 0 2 7 】

40

なお、本実施形態の検出範囲 D は、スプリット指標 S 1 , S 2 の合致位置を定めるための基準線 D 1 と、スプリット指標 S 1 , S 2 の境界位置を定める境界線 D 2 と、基準線 D 1 に対する各スプリット指標 S 1 , S 2 の移動範囲に合わせて設定された検出範囲 D 3 , D 4 とから構成されている。なお、検出範囲 D 3 , D 4 は、フォーカシングレンズ 3 2 を光軸 L 1 上での移動可能な範囲で移動させたときに、スプリット指標 S 1 , S 2 が検出される範囲が含まれるように設定されている。制御部 8 0 は、検出範囲 D 3 , D 4 に対応する撮像素子 3 8 上の撮像範囲の輝度分布に基づき、スプリット指標 S 1 , S 2 の位置を特定する。そして、基準線 D 1 からの各スプリット指標 S 1 , S 2 の距離を求めることで（又は、各スプリット指標間の距離を求めることで）、スプリット指標 S 1 , S 2 の分離状態を求めて、フォーカス合わせを行う。なお、スプリット指標 S 1 , S 2 の一方がけられ

50

る場合には、制御部 80 は検出される側のスプリット指標と基準線 D1 との距離に基づき、フォーカス合わせを行うようにしても良い。

【0028】

ところで、スプリット指標は、対物レンズによる有害光の影響を避けるために、光軸 L1 を避けた眼底上に投影されている。一方、フォーカスを合わせのためにフォーカシングレンズ 32 が光軸 L1 上で移動されると、撮像素子 38 上の眼底像の画角（倍率）が変わる。その為、予め撮像素子 38 上に設定されている検出範囲 D に対して、スプリット指標 S1, S2 の撮像素子上への投影位置が次第にずれてしまうことになる。ここで、図 5 に検出範囲 D の位置補正が無い場合における検出範囲 D とスプリット指標 S1, S2 との位置関係を示した概略図を示す。また、図 6 に検出範囲 D の位置補正がある場合における検出範囲 D とスプリット指標 S2, S2 との位置関係を示した概略図を示す。

10

【0029】

例えば、フォーカシングレンズ 32 が光軸 L1 上で基準位置からプラス側に移動されると、スプリット指標 S1, S2 の投影位置は、図 5 (a) に示すように検出範囲 D に対して上側に移動してしまう。一方、フォーカシングレンズ 32 が次第にマイナス側に移動されると、検出範囲 D に対するスプリット指標 S1, S2 の投影位置が次第に下側に移動してしまう。そして、図 5 (b) に示すように、本来、検出範囲 D3 で検出されるべきスプリット指標 S1 が、境界線 D2 を超えて検出範囲 D4 に掛かかる状態となると、制御部 80 は、検出範囲 D4 で検出されるスプリット指標 S1 をスプリット指標 S2 であると誤検出してしまう可能性が高くなる。なお、スプリット指標 S1 は基準線 D1 に対してスプリット指標 S2 とは反対方向にあるため、光軸 L1 上のフォーカシングレンズ 32 の位置が誤って判断されてしまうことになり、眼底のフォーカス合わせが正しく行われなくなる可能性が高くなる。

20

【0030】

そこで、本実施形態ではフォーカシングレンズ 32 の位置に対するスプリット指標 S1, S2 の投影位置を予測することで、撮像素子 38 上に定められる検出範囲 D の位置を適宜補正する。ここで、検出範囲 D の設定方法を詳しく説明する。図 7 に本実施形態のフォーカス合わせの動作手順を説明するためのフローチャートを示す。なお、ここでは、図 5 の場合と同じ被検者眼のフォーカス合わせを行う場合を説明する。

【0031】

まず、初期設定として、フォーカシングレンズ 32 の光軸 L1 上の位置に対する撮像素子 38 の検出範囲 D の位置情報がメモリ 85 に記憶される。なお、検出範囲 D の位置情報は、正視眼 (OD) に対してフォーカシングレンズ 32 を光軸 L1 上で移動させたときの、スプリット指標 S1, S2 の投影位置（例えば、S2）の移動量（ピクセル数）に基づき決定される。例えば、本実施形態では、フォーカシングレンズ 32 の移動に伴い、スプリット指標 S1, S2 が基準線 D1 に沿って上下方向に移動される。その為、撮像素子 38 上の検出範囲 D もこれに合わせて基準線 D1 に沿って上下方向に移動されるように設定される。制御部 80 はメモリ 85 の位置情報に基づき、撮像素子 38 上の検出範囲 D の位置補正を行う。なお、このような検出範囲 D の位置補正は、規準となる検出範囲の位置のみメモリ 85 に記憶させておき、フォーカシングレンズ 32 の移動量によって変化する撮影画角や変化した撮影画角によってずれるスプリット指標 S1, S2 の投影位置を演算により求め、この演算結果によって必要とされる検出範囲 D の位置補正量を求めることもできる。

30

40

【0032】

まず、ステップ S101 で、制御部 80 は、被検者眼のアライメントが完了した状態で、フォーカシングレンズ 32 の光軸 L1 上の位置を求める。なお、アライメント完了時点のフォーカシングレンズ 32 の位置は、装置に予め設定されている初期位置又は前回撮影された被検者眼のフォーカスの合致位置にある。次に、ステップ S102 で、制御部 80 は、フォーカシングレンズ 32 の光軸 L1 上の位置及びメモリ 85 に記憶されている位置情報に基づき、撮像素子 38 上に検出範囲 D を設定する。これにより、図 6 (a) に示す

50

ように、スプリット指標 S 1 , S 2 の投影位置に合わせて検出範囲 D が設定されるようになる。

【 0 0 3 3 】

次に、ステップ S 1 0 3 で、制御部 8 0 は検出範囲 D からの情報に基づきスプリット指標 S 1 , S 2 の合致状態の検出を行う。そして、スプリット指標 S 1 , S 2 が分離されている場合にはステップ S 1 0 4 に移る。一方、スプリット指標 S 1 , S 2 が合致している場合にはステップ S 1 0 5 に移りフォーカス合わせを完了させる。

【 0 0 3 4 】

ステップ S 1 0 4 では、制御部 8 0 はスプリット指標 S 1 , S 2 が合致するようにフォーカシングレンズ 3 2 を光軸 L 1 上で移動させた後、ステップ S 1 0 1 に戻る。なお、フォーカシングレンズ 3 2 が光軸 L 1 上で移動されることにより、図 6 (b) に示すように、スプリット指標 S 1 , S 2 の投影位置が下側にずれるようになる。また、ステップ S 1 0 1 において、フォーカシングレンズ 3 2 の移動後での光軸 L 1 上の位置が求められると、ステップ S 1 0 2 で、撮像素子 3 8 の検出範囲 D の再設定が行われる。これにより、図 6 (b) に示されるように、フォーカシングレンズ 3 2 の移動に伴いスプリット指標 S 1 , S 2 の投影位置が変わったとしても、スプリット指標 S 1 , S 2 の投影位置に合わせて検出範囲 D が設定されるので、オートフォーカスが精度良く継続されるようになる。同様に、ステップ S 1 0 3 でスプリット指標 S 1 , S 2 の合致状態の検出が行われる。そして、図 6 (c) に示すように、スプリット指標 S 1 , S 2 が合致していると判断されるまで、制御部 8 0 はステップ S 1 0 1 から S 1 0 4 までの処理を所定の時間間隔で繰り返し行う。同時に、制御部 8 0 は、フォーカシングレンズ 3 2 の移動に伴い変化するスプリット指標 S 1 , S 2 の投影位置に合わせて検出範囲 D の位置を随時、或いは所定の間隔 (時間またはフォーカシングレンズ位置) で補正していく。これにより、スプリット指標 S 1 , S 2 が合致した状態となるまで、好適にスプリット指標 S 1 , S 2 の検出が繰り返し行われるようになる。

【 0 0 3 5 】

以上のように、フォーカシングレンズ 3 2 の移動に伴い生じる画角変化によって、その投影位置が変化されるスプリット指標 S 1 , S 2 に合わせて、検出範囲 D が設定されることで、制御部 8 0 は投影位置が移動されるスプリット指標 S 1 , S 2 を追従できるようになり、フォーカス合わせを精度良く行えるようになる。

【 0 0 3 6 】

つまり、図 5 の検出範囲 D の位置補正が無い場合では、フォーカス合わせによりスプリット指標 S 1 , S 2 の投影位置が上下方向に移動されてしまうと、スプリット指標の投影位置が検出範囲 D からはずれてしまうために、正確なフォーカス合わせが出来なくなる。一方、図 6 の検出範囲 D の位置補正がある場合では、フォーカス合わせによりスプリット指標 S 1 , S 2 の投影位置が上下方向に移動したとしても、スプリット指標 S 1 , S 2 の投影位置に追従して検出範囲 D が再設定される為、制御部 8 0 は撮像素子 3 8 からの情報に基づきフォーカスを精度良く行えるようになる。

【 0 0 3 7 】

そして、フォーカスが合った状態で、撮影スイッチ 8 3 が押されると、制御部 8 0 はそのトリガ信号によって、挿脱機構 3 9 と挿脱機構 6 6 の駆動により、ダイクロイックミラー 2 4 と跳ね上げミラー 3 4 とを撮影光軸 L 1 から外すと共に、眼底撮影光学系の可視光源を点灯させる。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、二次元撮像素子 3 5 で受光される。制御部 8 0 は、二次元撮像素子 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。また、制御部 8 0 は眼底撮影終了後、ダイクロイックミラー 2 4 と跳ね上げミラー 3 4 とを光路中に挿入し、モニタ 8 に前眼部像を表示させる。

【 0 0 3 8 】

なお、本発明の構成はこれに限られるものではない。フォーカシングレンズの移動に伴い投影位置が変化されるスプリット指標の位置に合わせて、撮像素子 3 8 に設定される検

10

20

30

40

50

出範囲Dの設定位置が適宜補正されるような構成であれば良い。

例えば、モニタ8に前眼部観察光学系60で撮像された前眼部が表示されている状態（アライメントが行われる状態）で、眼底の観察照明光学系の光源11の輝度を落とした状態で（又は消灯した状態で）、撮像素子38によるスプリット指標の撮影を行う。この時、眼底の輝度は低く設定されている（暗くなっている）ので、眼底からの反射光の影響が少ない（無い）状態となっている。その為、検出範囲Dを広く設定する又は、撮像素子38全体をスプリット指標の検出に用いることにより、スプリット指標の検出を行うことができる。また、前述同様に狭い検出範囲Dを用いてスプリット指標の検出を行えることは言うまでもない。なお、このとき、制御部80によりスプリット指標を点滅させる等の制御を行うことで、スプリット指標の位置をより検知されやすくしても良い。

10

【0039】

そして、制御部80は、撮像素子38で検出されたスプリット指標の投影位置に対応させて撮像素子38での検出範囲Dの設定を行うと共に、スプリット指標の合致位置を予め予想して、スプリットが合致状態となるために必要となるフォーカシングレンズ32の駆動量を求める。また、フォーカシングレンズ32を移動させるための駆動機構49の駆動量と撮像素子38上での検出範囲Dの画素の移動量とを予め対応付けるようにする。このようにすると、スプリット指標S1、S2の投影位置に対応して検出範囲Dが設定されるようになり、精度良くフォーカス合わせが行われるようになる。

【0040】

なお、上記では眼底のフォーカス合わせを自動的に行う場合（オートフォーカス）を例に挙げて説明したが、検者が手動でフォーカス合わせを行う場合にも本発明の構成が適用されると良い。例えば、光学的なスプリット指標の検知状態に基づき、電子的なフォーカス指標をモニタに表示させる場合において、撮像素子38上にスプリット指標を検知するための局所的な検知範囲を設定すると共に、フォーカシングレンズ32の位置に応じて検知範囲の位置を補正するようにする。このようにすると、スプリット指標が精度良く検出されて、電子的なフォーカス指標が好適にモニタ上に好適に表示されるようになる。

20

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】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2】眼底のフォーカス状態の説明図である。

30

【図3】モニタに表示される前眼部像の例である。

【図4】モニタに表示される眼底像の例である。

【図5】位置補正が無い場合の検出範囲とスプリット指標との関係の説明図である。

【図6】位置補正が有る場合の検出範囲とスプリット指標との関係の説明図である。

【図7】フォーカス合わせの動作手順を説明するためのフローチャートである。

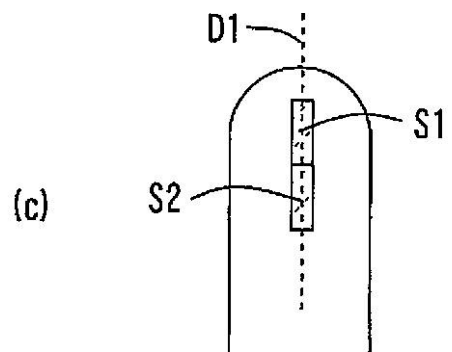
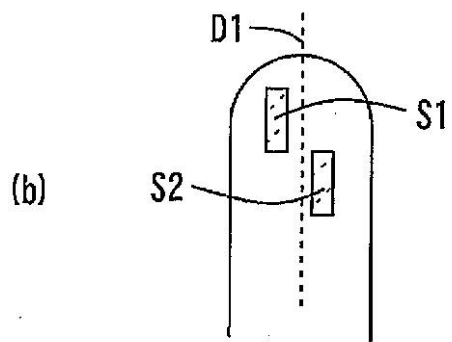
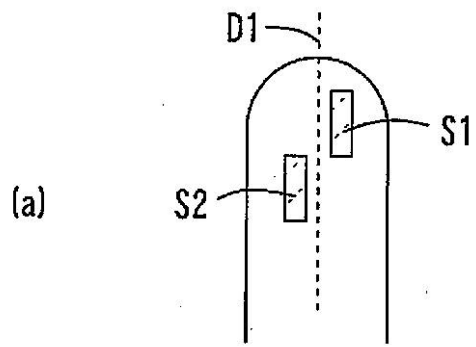
【符号の説明】

【0042】

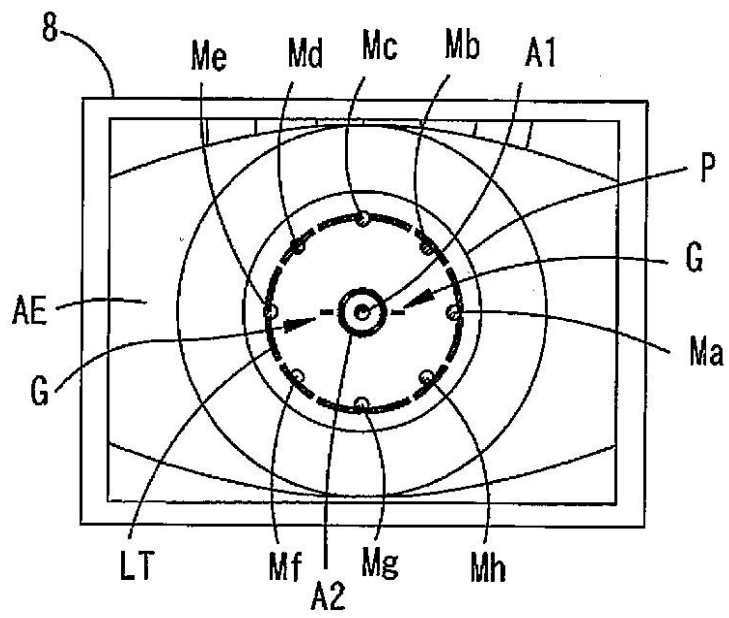
- 10 照明光学系
- 30 眼底観察・撮影光学系
- 32 フォーカシングレンズ
- 35、38、65 二次元撮像素子
- 40 スプリット指標投影光学系
- 41 光源
- 49 駆動機構
- 50 アライメント指標投影光学系
- 60 前眼部観察光学系
- 70 固視標呈示光学系
- 80 制御部
- 85 メモリ

40

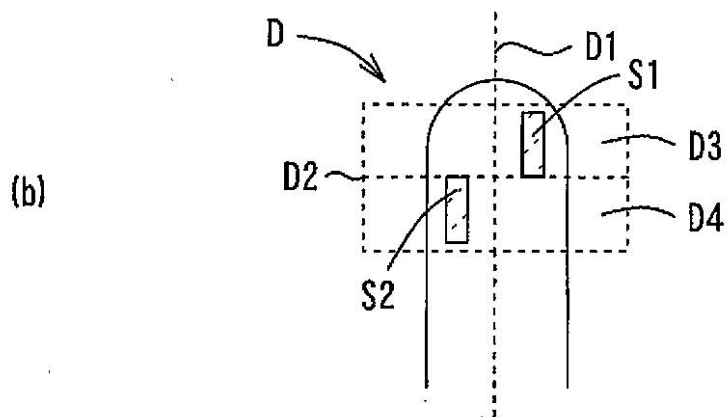
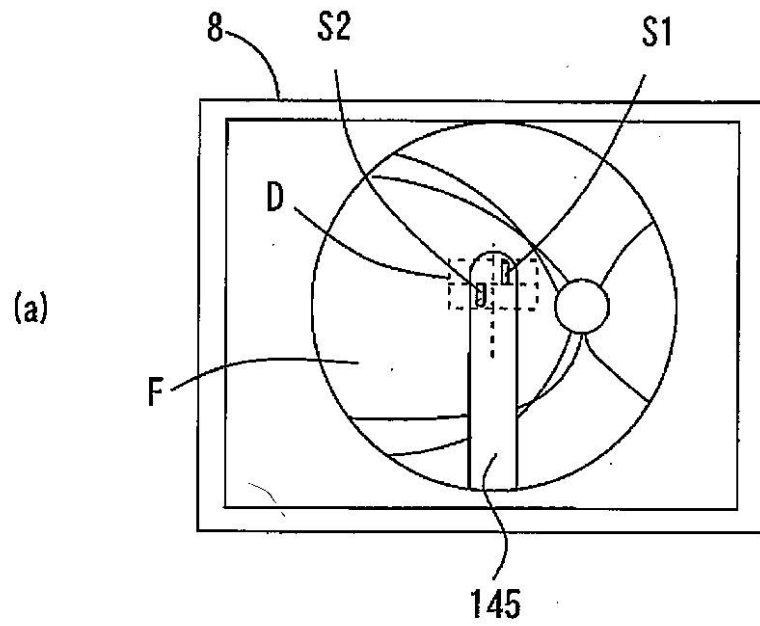
【図 2】



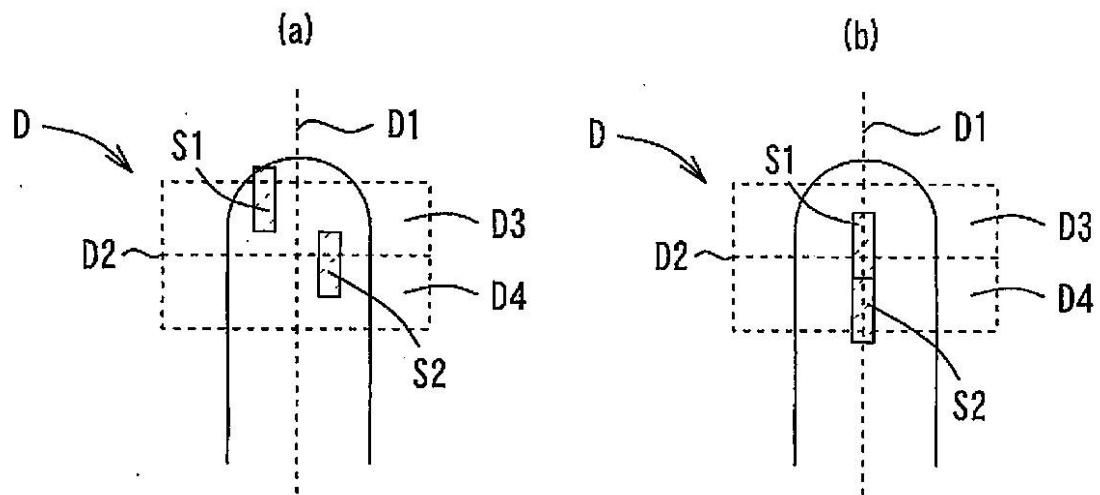
【図3】



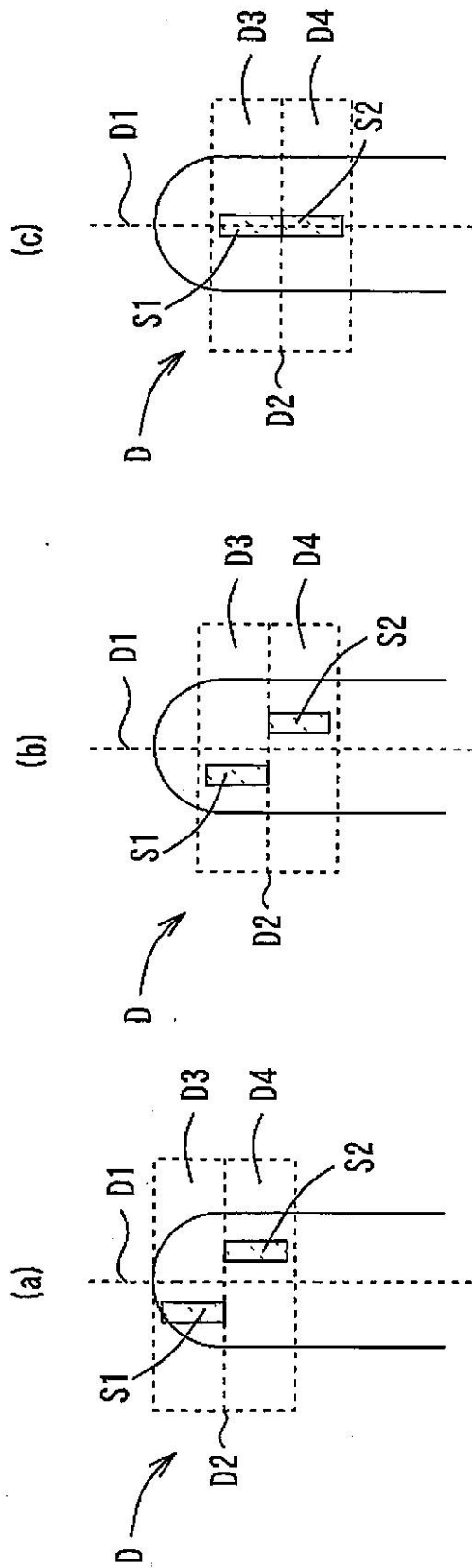
【図4】



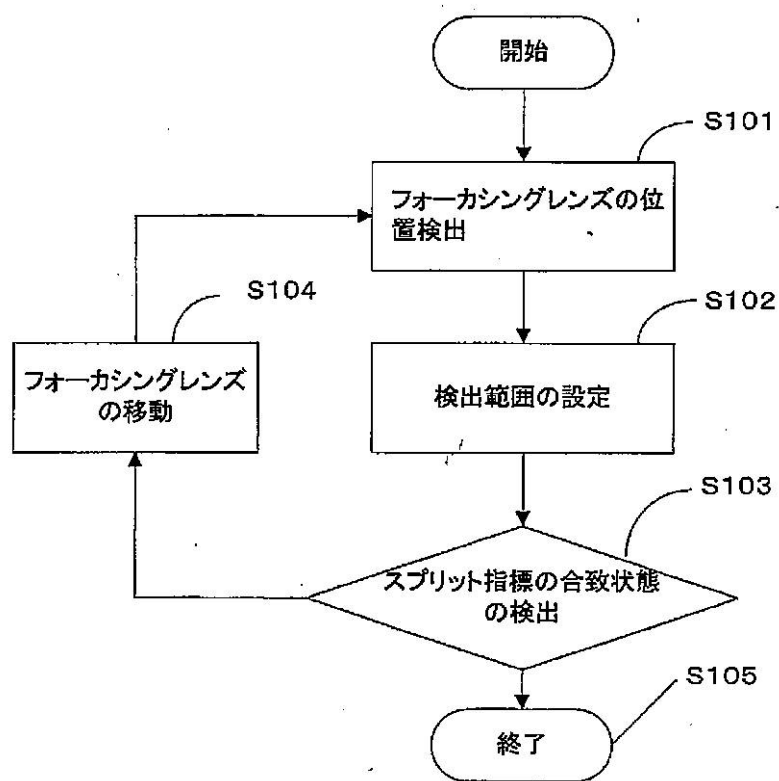
【図5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 1 0 - 1 3 6 7 8 1 (J P , A)
特開平 0 6 - 1 8 1 8 8 9 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 2 5 8 8 4 8 (J P , A)
国際公開第 2 0 0 9 / 0 9 3 6 4 1 (W O , A 1)
特開 2 0 0 9 - 1 7 2 1 5 8 (J P , A)
特開平 0 9 - 2 9 9 3 3 4 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 1 4 3 6 7 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
A 6 1 B 3 / 0 0 - 3 / 1 8