

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-30689

(P2011-30689A)

(43) 公開日 平成23年2月17日(2011.2.17)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 3/14 (2006.01)	A 6 1 B 3/14	F
A 6 1 B 3/10 (2006.01)	A 6 1 B 3/10	W
	A 6 1 B 3/14	A
	A 6 1 B 3/14	J

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2009-178680 (P2009-178680)
 (22) 出願日 平成21年7月31日 (2009.7.31)

(71) 出願人 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 三村 義明
 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

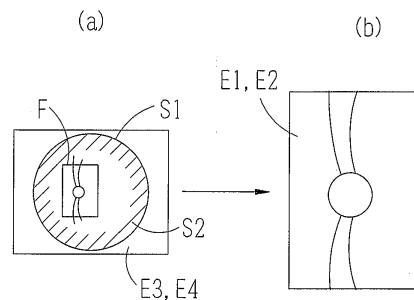
(54) 【発明の名称】 眼底撮影システム及び立体眼底画像処理方法

(57) 【要約】

【課題】 立体感のある眼底画像を容易に取得して好適に観察する。

【解決手段】 同一被検眼に対して視差量が 2 mm より上で 4 mm 以下である 40° 以上の画角を持つ左右一対の眼底画像データを被検者眼に対する撮影部の自動アライメント制御を用いて取得し、これを立体観察用の眼底画像としてメモリに記憶させておく。そして、所定の画像処理ソフトを用いて該眼底画像データに生じているフレアを含まない範囲を設定して切り出して、モニタ上で立体観察可能とする。

【選択図】 図 9



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被検者眼に対する撮影部のアライメントずれを検出するための受光素子を有するアライメント検出光学系と、前記受光素子の受光結果に基づいて前記被検者眼に対する前記撮影部のアライメントずれを検出し、該検出結果に基づいて前記撮影部を駆動させて自動アライメントを行う移動制御部と、を備え、前記撮影部が持つ対物レンズを介して40°以上の画角にて被検者眼眼底を撮影し、撮影された眼底画像を保存、及び画像処理を行う眼底撮影システムにおいて、

標準撮影用の自動アライメントを行う第1アライメントモードと、ステレオ画像撮影用の自動アライメントを行う第2アライメントモードと、を切り換えるモード切換手段と、前記移動制御部は、該モード切換手段によって前記第2アライメントモードに設定された場合、被検眼の角膜上における視差量が2mmより上で4mm以下となるように左右一対のオフセットを加えて前記アライメントずれを検出し、該検出結果に基づき被検眼に対する自動アライメントを作動させて右画像用と左画像の撮影位置に前記撮影部を順次移動させ、

さらに眼底撮影システムは、

該移動制御部の移動制御によって得られた同一被検眼に対して前記視差量を持つ左右一対の眼底画像を記憶する記憶手段と、

該記憶手段に記憶された前記左右一対の眼底画像から同一範囲を切り取る画像処理手段と、

を備えることを特徴とする眼底撮影システム。

【請求項 2】

請求項1の眼底撮影システムにおいて、

前記移動制御部は、第2アライメントモードにおける前記オフセットの量を変更可能であることを特徴とする眼底撮影システム。

【請求項 3】

請求項1の眼底撮影システムにおいて、

被検者眼の眼底を観察するための撮像素子を有する観察光学系と、

撮像素子から出力される眼底観察像を表示する表示モニタと、

前記表示モニタを制御し、立体観察に用いる領域を示すフレームを前記眼底観察像に電子的に重畳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撮影システム。

【請求項 4】

同一被検眼に対して視差量が2mmより上で4mm以下である40°以上の画角を持つ左右一対の眼底画像データに対して、該眼底画像データに生じているフレアを含まない範囲を設定する第一ステップと、

該第一ステップにより設定された範囲を切り出し、立体眼底画像用データとする第二ステップとを有することを特徴とする立体眼底画像処理方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、被検者眼眼底を撮影し、撮影された眼底画像を保存、及び画像処理を行う眼底撮影システム、及び立体眼底画像処理方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

被検眼の眼底を撮影する眼底カメラ（例えば、特許文献1参照）においては、良好な眼底を撮影するために、フレアの入らないように撮影を行うのが一般的である。また、装置本体を左右に移動させて立体観察用の眼底画像を得る場合においても、フレアの影響を考慮して、眼底画像にフレアがでないように撮影をしている。

【先行技術文献】**【特許文献】**

10

20

30

40

50

【 0 0 0 3 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 7 - 2 0 2 7 2 4 号 公 報

【 発 明 の 概 要 】

【 発 明 が 解 決 し よ う と す る 課 題 】

【 0 0 0 4 】

しかしながら、フレアの発生を考慮して立体観察を行う場合、中央位置に対して装置本体をずらす量が少なく、視差量が小さくなるため、立体感のある眼底画像を撮影できない。

【 0 0 0 5 】

本発明は、上記問題点を鑑み、立体感のある眼底画像を容易に取得して好適に観察可能な眼底撮影システム及び立体眼底画像処理方法を提供することを技術課題とする。

10

【 課 題 を 解 決 す る た め の 手 段 】

【 0 0 0 6 】

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) 被検者眼に対する撮影部のアライメントずれを検出するための受光素子を有するアライメント検出光学系と、前記受光素子の受光結果に基づいて前記被検者眼に対する前記撮影部のアライメントずれを検出し、該検出結果に基づいて前記撮影部を駆動させて自動アライメントを行う移動制御部と、を備え、前記撮影部が持つ対物レンズを介して 40°以上の画角にて被検者眼眼底を撮影し、撮影された眼底画像を保存、及び画像処理を行う眼底撮影システムにおいて、

20

標準撮影用の自動アライメントを行う第 1 アライメントモードと、ステレオ画像撮影用の自動アライメントを行う第 2 アライメントモードと、を切り換えるモード切換手段と、前記移動制御部は、該モード切換手段によって前記第 2 アライメントモードに設定された場合、被検眼の角膜上における視差量が 2 mm より上で 4 mm 以下となるように左右一対のオフセットを加えて前記アライメントずれを検出し、該検出結果に基づき被検眼に対する自動アライメントを作動させて右画像用と左画像の撮影位置に前記撮影部を順次移動させ、

さらに眼底撮影システムは、

該移動制御部の移動制御によって得られた同一被検眼に対して前記視差量を持つ左右一対の眼底画像を記憶する記憶手段と、

30

該記憶手段に記憶された前記左右一対の眼底画像から同一範囲を切り取る画像処理手段と、

を備えることを特徴とする。

(2) (1) の眼底カメラにおいて、

前記移動制御部は、第 2 アライメントモードにおける前記オフセットの量を変更可能であることを特徴とする。

(3) (1) の眼底カメラにおいて、

被検者眼の眼底を観察するための撮像素子を有する観察光学系と、

撮像素子から出力される眼底観察像を表示する表示モニタと、

40

前記表示モニタを制御し、立体観察に用いる領域を示すフレームを前記眼底観察像に電子的に重畳表示する表示制御手段と、を備えることを特徴とする。

(4) 同一被検眼に対して視差量が 2 mm より上で 4 mm 以下である 40°以上の画角を持つ左右一対の眼底画像データに対して、該眼底画像データに生じているフレアを含まない範囲を設定する第一ステップと、

該第一ステップにより設定された範囲を切り出し、立体眼底画像用データとする第二ステップとを有す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、立体感のある眼底画像を容易に取得して好適に観察できる。

50

【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撮影システムを構成す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。また、本装置には、電動機を有し被検者眼に対して撮影部3を相対移動させる自動移動機構が設けられている。より具体的には、撮影部3は、移動台2に設けられた電動駆動のXYZ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。

10

【0011】

また、本装置には、操作部材(ジョイスティック4)の操作によって被検者眼に対して撮影部3を相対的に移動させる手動移動機構が設けられている。より具体的には、基台1上で移動台2をXZ方向に摺動させる図示無き摺動機構が設けられており、ジョイスティック4が操作されると、移動台2が基台1上をXZ方向に摺動される。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。

20

【0012】

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。撮影部3には、被検者眼の眼底を撮影するための撮影光学系と、撮像素子を有し眼底を観察するための観察光学系と、が配置される。なお、図2において、光学系は、照明光学系10、被検者眼の眼底像を撮影する眼底観察・撮影光学系30、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。

【0013】

<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。

30

【0014】

また、観察照明光学系は、ハロゲンランプ等の光源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。

【0015】

<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。なお、撮影光学系30は、対物レンズ25を介して40°以上の撮影画角(例えば、45°)にて眼底を撮影する光学系となっている。

40

50

【 0 0 1 6 】

また、対物レンズ 2 5 と孔あきミラー 2 2 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） 2 4 が斜設されている。ダイクロイックミラー 2 4 は、アライメント指標投影光学系 5 0 及び前眼部照明光源 5 8 の波長光（中心波長 9 4 0 n m）を反射し、眼底観察用照明の波長光の光源波長（中心波長 8 8 0 n m）を含む波長 9 0 0 n m 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 2 4 は挿脱機構 6 6 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 6 6 は、ソレノイドとカム等により構成することができる。

【 0 0 1 7 】

観察用の光源 1 1 を発した光束は、赤外フィルタ 1 2 により赤外光束とされ、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。そして、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、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、拡散して被検者眼眼底部を照明する。

10

【 0 0 1 8 】

また、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。なお、撮像素子 3 8 の出力は制御部 8 0 に入力され、図 5 に示すようにモニタ 8 には、撮像素子 3 8 によって撮像される被検者眼の眼底観察像が表示される。

20

【 0 0 1 9 】

また、撮影光源 1 4 から発した光束は、コンデンサレンズ 1 5 を介して、ダイクロイックミラー 1 6 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 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 2 0 】

なお、制御部 8 0 は、撮影開始のトリガ信号が発せられると、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。

30

【 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 A 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）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 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。

40

【 0 0 2 2 】

<前眼部観察光学系> 被検者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 n m 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

50

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者眼角膜に投影され、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。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 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、被検者眼に対する撮影部 3 のアライメントずれを検出（検知）するための受光素子（二次元撮像素子 6 5）を有するアライメント検出光学系を兼用する。

【 0 0 2 3 】

< 固視標呈示光学系 > 被検者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 7 0 は、赤色の光源 7 4、開口穴が形成された遮光板 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。なお、固視標呈示光学系 7 0 は、固視標の呈示位置が可変な構成（図示略）となっており、被検者眼を所定の視線方向に誘導させることができる（例えば、特開 2 0 0 5 - 9 5 4 5 0 号公報参照）。よって、周辺撮影を行うことも可能である。

【 0 0 2 4 】

この場合、光源 7 4 により遮光板 7 1 が背後から照明されることにより固視標（固視灯）となる。そして、固視標からの光束は、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 を通過して被検者眼眼底に集光し、被検者は開口穴 7 1 からの光束を固視標として視認する。

【 0 0 2 5 】

< 制御系 > 二次元撮像素子 6 5、3 8、3 5 は制御部 8 0 に接続されている。制御部 8 0 は二次元撮像素子 6 5 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 8 0 はモニタ 8 に接続され、その表示画像を制御する（例えば、撮像素子 3 8 からの出力信号を処理して眼底の観察画像をモニタ 8 上に表示させる）。また、制御部 8 0 には、他に、XYZ 駆動部 6、移動機構 4 9、挿脱機構 3 9、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、標準撮影用の自動アライメントを行う第 1 アライメントモードと、ステレオ画像撮影用の自動アライメントを行う第 2 アライメントモードと、を切り換えるモード切替スイッチ 8 4 a が設けられている。なお、第 1 アライメントモードと第 2 アライメントモードを連続的に実行するモードを設け、第 1 アライメントモードと第 2 アライメントモードが制御部 8 0 により自動的に切り換えられるようにしてもよい。

【 0 0 2 6 】

ここで、制御部 8 0 は、撮像素子（受光素子）6 5 から出力される受光信号（受光素子 6 5 の受光結果）に基づいて被検者眼に対する撮影部 3 のアライメントずれを検出し、その検出結果に基づいて XYZ 駆動部 6 に駆動信号を出力する。また、本実施形態では、被検者眼の前眼部像を取得可能な二次元受光素子（撮像素子 6 5）を用いているため、そのアライメント可能範囲は、眼底像を撮像することによってアライメントずれを検知する場合に比して広く設定されている。もちろん眼底観察用の撮像素子 3 8 の受光結果を用いてもよい。例えば、ホールミラー 2 2 の近傍にアライメント光源を設け、撮像素子 3 8 によって眼底像と共に検出されたアライメント輝点の位置からアライメントずれを検出してよい。

【 0 0 2 7 】

標準撮影（中央撮影）時における自動アライメントの具体例について、以下に説明しておく。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 XY 座標を略角膜頂点位置 M o として検出し、撮影部 3 と被検者眼を所定の

10

20

30

40

50

位置関係にするために予め撮像素子 65 上に設定された X Y 方向のアライメント基準位置 O 1 (0, 0) (例えば、撮像素子 65 の撮像面と撮影光軸 L 1 との交点) と角膜頂点位置 M o との偏位量 d を求める (図 4 参照) 。なお、アライメント基準位置 O 1 は、標準撮影に用いるアライメント基準位置である。

【 0 0 2 8 】

そして、制御部 80 は、この偏位量 d がアライメント完了の許容範囲 A 1 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 1 に入り、その時間が一定時間 (例えば、画像処理の 10 フレーム分又は 0.3 秒間等) 継続しているかにより、X Y 方向のアライメントの適否を判定する。

10

【 0 0 2 9 】

また、制御部 80 は、前述のように検出される無限遠の指標像 M a , M e の像間隔 a と有限遠の指標像 M h , M f の像間隔 b との像比率 (a / b) を比較することにより Z 方向のアライメント偏位量 d を求める。この場合、制御部 80 は、撮影部 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、被検者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) 。

【 0 0 3 0 】

また、制御部 80 は、Z 方向についても、X Y 方向と同様に、Z 方向のアライメント基準位置に対する偏位量 d を求め、その偏位量 d が Z 方向のアライメント許容範囲 A 1 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。そして、Z 方向の偏位量 d がアライメント完了の許容範囲 A 1 に一定時間入っているかにより、Z 方向のアライメントの適否を判定する。

20

【 0 0 3 1 】

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 80 は、偏位量 d を随時検出しており、撮影完了前に、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 80 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。

30

【 0 0 3 2 】

また、制御部 80 は、図 3 の前眼部像観察画面及び図 5 の眼底観察画面に示すように、アライメント基準となるレチクル (アライメントマーク) L T 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とともに、検知される X Y 方向のアライメントずれに基づいてアライメント指標 A L とレチクル L T との相対距離が変化されるようにアライメント指標 A L を表示モニタ 8 の画面上に電子的に形成して表示させる。ここで、制御部 80 は、アライメント基準位置 O 1 に対応する表示位置にレチクル L T を表示する (表示位置は固定) 。また、制御部 80 は、Z 方向におけるアライメントずれを示すインジケータ G を表示し、検知される Z 方向のアライメントずれに基づいてインジケータ G の本数を増減させる。

40

【 0 0 3 3 】

以上のような構成を備える眼底カメラにおいて、自動アライメントを利用して立体撮影を行う場合について説明する。なお、固視標位置は、標準位置 (略中央位置) に設定してある。ここで、制御部 80 は、予め設定された視差量に対応する左右一対 (鼻側、耳側で一対) のアライメント基準位置を用いて自動アライメントを作動させ、右画像用と左画像の撮影位置に撮影部 3 を順次移動させる。

【 0 0 3 4 】

なお、立体撮影は、通常、被検眼に対する標準撮影後に行われる。この場合、被検眼 (標準撮影の位置) に対して装置本体を右側もしくは左側に (鼻側もしくは耳側) ずらして撮影することになる。そこで、被検眼に対して装置本体を右側にずらして眼底像を撮影す

50

る際の上下左右方向におけるアライメント基準位置と、被検眼に対して装置本体を左側にずらして眼底像を撮影する際の上下左右方向におけるアライメント基準位置をそれぞれメモリ 85 に記憶させておく。言い換えれば、制御部 80 は、角膜上における視差量が所定の視差量となるように左右一対のオフセットを加えてアライメント偏位量を検出し、その検出結果に基づき自動アライメントを作動させる。ここで、標準位置に対するアライメント基準位置のシフト量 P がオフセット量に対応する (図 6 参照)。そして、制御部 80 は、アライメント基準位置 $O1$ と頂点位置 $M0$ とのアライメント偏位量に対し、シフト量 P が差し引かれるようにオフセットを掛けた上で、アライメント偏位量 d を検出する。

【0035】

図 6 は立体撮影時のアライメントズレの検出手法について説明する図である。被検眼に対して装置本体を右側にずらす (右画像の撮影位置) 際のアライメント基準位置は、標準撮影の際のアライメント基準位置に対して左方向にシフトする (図 6 (a) 参照)。また、被検眼に対して装置本体を左側にずらす (左画像での撮影位置) 際のアライメント基準位置は、標準撮影の際のアライメント基準位置に対して右方向にシフトする (図 6 (b) 参照)。

【0036】

検者によってモード切換スイッチ 84 a が押され、第 2 アライメントモードに設定されると、制御部 80 は、モニタ 8 を制御して、立体撮影時の視差量 (移動量) を表示する。ここで、検者は、視差量変更スイッチとして用いられる回転ノブ 4 a (もちろん他のスイッチを利用可能) を回すことにより所望する視差量を選択できる (撮影部 3 の上下動は禁止)。そして、制御部 80 は、回転ノブ 4 a からの操作信号に基づいて視差量 (シフト量 P 、オフセット量) を変更する。

【0037】

視差量は、拡大画像での立体観察を想定した第 1 の視差量と、広範囲での立体観察を想定した第 2 の視差量と、で選択可能である。第 1 の視差量としては、被検眼の角膜における距離 (視差量) が 2 mm より上で 4 mm 以下の間に設定される。なお、撮影画角が 45° の撮影光学系の場合、2.3 mm ~ 3.0 mm の間に設定されるのが好ましい。また、第 2 の視差量としては、2 mm 以下の距離にて設定される。この場合、第 1 又は第 2 の視差量の中で、さらに所望の視差量を選択できる構成であってもよい。

【0038】

例えば、第 1 及び第 2 の視差量に対応するべく、角膜上の距離が 2.0 mm ~ 2.5 mm、それに対する輻輳角が $6.8^\circ \sim 8.4^\circ$ の間で選択可能とする。上記の輻輳角値は $X = A \times \tan$ の式にて計算した X を 2 倍したものであり、 X は角膜上距離の半値、 A は眼軸長、 θ は輻輳角の半値である。

【0039】

図 6 (a) に示すように、アライメント基準位置 OR は、立体撮影用の右側の眼底画像を撮影するために設定された基準位置であり、前述のように選択される視差量に応じて変更される。右方向の基準位置 OR は、標準撮影時のアライメント基準位置 $O1$ から P 左方向にずれた位置に設定される。視差量と P の関係は予めメモリ 85 に記憶されており、視差量が大きいほど P が大きくなり、視差量が小さいほど P が小さくなる。

【0040】

検者が所望する視差量を選択され、撮影スイッチ (レリーズスイッチ) 4 b が押される (撮影開始動作は禁止) と、制御部 80 は、アライメント基準位置 $O1$ を、前述のように選択された視差量に対応するアライメント基準位置 OR に変更し、自動アライメントを作動させる。この場合、制御部 80 は、変更されたアライメント基準位置 OR を用いてアライメントズレを検知し、その検知結果に基づいて XYZ 駆動部 6 に駆動信号を出力する。

【0041】

より具体的には、制御部 80 は、偏位量 d が許容範囲 $A2$ に入るように撮影部 3 を移動させる。その後も d が許容範囲をはずれた場合には、再度撮影部 3 をさせ、調整をす

10

20

30

40

50

る。この場合、撮影部 3 が標準位置から右方向に移動されていき、撮影部 3 が右画像での撮影位置に達したことが検知されると、アライメント完了信号が出力される。検者は、アライメント指標（電子ワーキングドット）AL がレチクル LT の中心にあることを確認し、検者は、リリーススイッチ 4 b を押して撮影を行う。これをトリガとして、制御部 8 0 は、撮影動作を開始し、撮影された眼底画像を立体観察用の右画像としてメモリ 7 5 に記憶させる。

【 0 0 4 2 】

そして、右画像が取得されると、制御部 8 0 は、右画像撮影用のアライメント基準位置 OR を左画像撮影用のアライメント基準位置 OL に変更し、自動アライメントを作動させる（図 6（b）参照）。この場合、基準位置 OL は、基準位置 O 1 を挟んで基準位置 OR と左右対称な位置に設定される。

10

【 0 0 4 3 】

より具体的には、制御部 8 0 は、偏位量 d が許容範囲 $A 3$ に入るように移動させる。その後も d が許容範囲をはずれた場合には、再度移動をさせ、調整をする。この場合、撮影部 3 が右画像の撮影位置から左方向に移動されていき、撮影部 3 が左画像での撮影位置に達したことが検知されると、アライメント完了信号が出力される。検者は、アライメント指標（電子ワーキングドット）AL がレチクル LT の中心にあることを確認し、検者は、リリーススイッチ 4 b を押して撮影を行う。これをトリガとして、制御部 8 0 は、撮影動作を開始し、撮影された眼底画像を立体観察用の左画像としてメモリ 7 5 に記憶（保存）させる。これにより、制御部 8 0 の移動制御によって得られた同一被検眼に対して所定の視差量を持つ左右一对の眼底画像が記憶される。

20

【 0 0 4 4 】

なお、上記、立体画像撮影において、第 1 の視差量が選択されると、図 9（a）に示すように、撮影した眼底画像のマスク S 1 内にフレアが入ることにより、マスク S 1 の全領域に対して良好に観察できる部分が S 2 マスクまで狭くなってしまう。ただし、後々に立体観察画像として拡大抽出する領域 F には、フレアは入っていない。このような画像は、所望する眼底部位（例えば、乳頭部）を拡大させ、より立体的に観察したい場合に有効である。

【 0 0 4 5 】

一方、第 2 の視差量が選択されると、図 1 0（a）に示すように、フレアが入りにくいいため、撮影した眼底画像は、マスク S 1 内のほぼすべての領域を良好に観察することができる。このような画像は、眼底画像を広範囲で立体観察したい場合に有効である。

30

【 0 0 4 6 】

立体画像の観察手法の一例を以下に示す。上記で撮影した画像は、所定の画像ファイリングソフトに転送され、画像処理を経てパソコンのモニタ上で立体観察される。なお、パソコンとしての機能を前述の眼底カメラ本体（制御部 8 0、モニタ 8、メモリ 8 5、スイッチ部 8 4）に搭載しても良いし、外部のパソコンを利用してもよい。

【 0 0 4 7 】

図 7 に示すように、画像ファイリングソフトがパソコン上で起動されると、画面上に転送された画像が表示される。表示された画像において、基準位置を左方向においた左拡大画像 E 1 と基準位置を右方向においた右拡大画像 E 2 が表示されており、各々の左上に眼底画像の左全体画像 E 3、左全体画像 E 4 が表示されている。左拡大画像 E 1、右拡大画像 E 2 は、左上の全体画像におけるフレーム（F）の枠内にある画像領域を拡大表示したものである。左上にある全体画像のフレーム F と拡大画像のフレームは対応しており、例えば、パソコンに接続されたマウスを使って拡大画像をドラッグし、右に移動させると全体画像のフレーム F も右に移動する。また、フレーム枠内の画像領域は、倍率を変化させることが可能であり、図 8 に示すように、マウスを用いて、拡大画像を左クリックすると、図 8（a）から図 8（b）のように拡大画像の倍率が高くなる。また、全体画像におけるフレーム F がそれに対応し小さくなる。また、マウスを用いて、拡大画像を右クリックすると、図 8（a）から図 8（c）のように拡大画像の倍率が小さくなると共に、全体画

40

50

像におけるフレーム F がそれに対応し大きくなる。

【 0 0 4 8 】

上記のように、パソコンの CPU は、ファイリングソフト（パソコンの記憶装置）上に記憶された左右一对の眼底画像から同一範囲を切り取る画像処理を行う。そして、切り取った眼底画像を立体眼底画像用データとしてモニタに表示する。ここで、視差量を大きくして取得した画像（第 1 の視差量にて取得された画像）を立体観察する場合、図 9（ a ）のように、所望する部位（例えば乳頭）が表示され且つフレア S 2 の入らないように拡大画像の表示領域を調整し、図 9（ b ）のようにフレーム F の枠内の画像領域を拡大すれば、フレアを除くことができ、特に観察したい部位を、より大きな立体感を出させて観察することが可能である。

10

【 0 0 4 9 】

すなわち、同一被検眼に対して視差量が 2 mm より上で 4 mm 以下である 4 0 ° 以上の画角を持つ左右一对の眼底画像データに対して、眼底画像データに生じているフレアを含まない範囲を設定する第一ステップと、第一ステップにより設定された範囲を切り出し、立体眼底画像用データとする第二ステップとを有する立体眼底画像処理方法により、立体感のある眼底画像をフレア無く観察できる。

【 0 0 5 0 】

また、図 1 0（ a ）のように、視差量を小さくして取得した立体画像（第 2 の視差量にて取得された画像）については、フレアが入りにくいために、観察領域を広くし、図 1 0（ b ）のようにフレーム F 枠内の画像領域を縮小して広く観察することが可能である。

20

【 0 0 5 1 】

なお、上記構成において、モニタ 8 上に眼底観察像を表示する場合、制御部 8 0 は、図 5 に示すように、上記立体観察に用いる領域を示すフレーム F を眼底観察像に対して電子的に重畳表示するようにしてもよい。これにより、立体観察に用いる領域にフレアが入っているかどうかを確認できるため、無駄な撮影を回避できる。

【 0 0 5 2 】

なお、上記のように立体観察に用いる領域が可変の場合、標準的に使用される領域に対応するフレームを電子的に表示してもよいし、検者がよく利用する領域に対応するフレームを電子的に表示するようにしてもよい。

【 図面の簡単な説明 】

30

【 0 0 5 3 】

【 図 1 】 本実施形態に係る眼底撮影システムを構成す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 】 前眼部観察画面を示す図である。

【 図 4 】 標準撮影におけるアライメントずれの検出手法について説明する図である。

【 図 5 】 眼底観察画面を示す図である。

【 図 6 】 立体撮影におけるアライメントずれの検出手法について説明する図である。

【 図 7 】 立体観察観察時の画面を示す図である。

【 図 8 】 立体観察画像の拡大・縮小について説明する図である。

【 図 9 】 第 1 の視差量にて取得された画像を用いて立体観察を行う場合の図である。

40

【 図 1 0 】 第 2 の視差量にて取得された画像を用いて立体観察を行う場合の図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 4 】

3 撮影部

6 駆動部

8 モニタ

3 0 眼底観察光学系

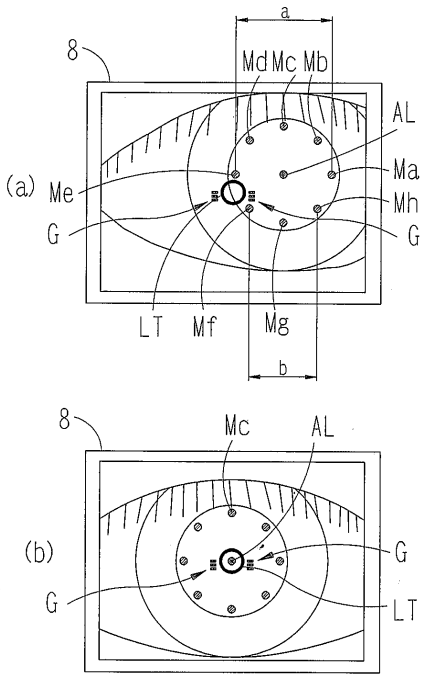
6 0 前眼部観察光学系

8 0 制御部

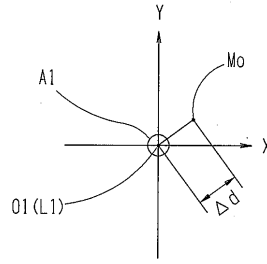
8 4 a モード切換スイッチ

50

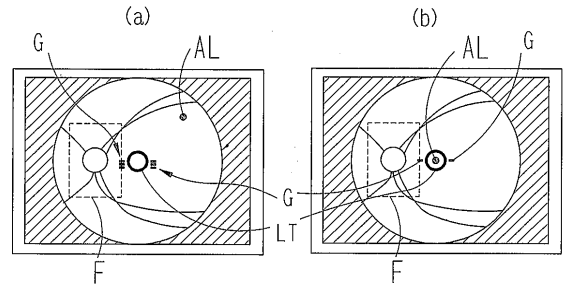
【 図 3 】



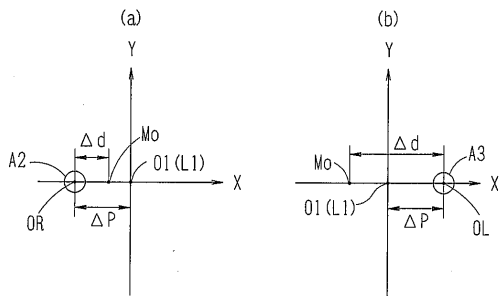
【 図 4 】



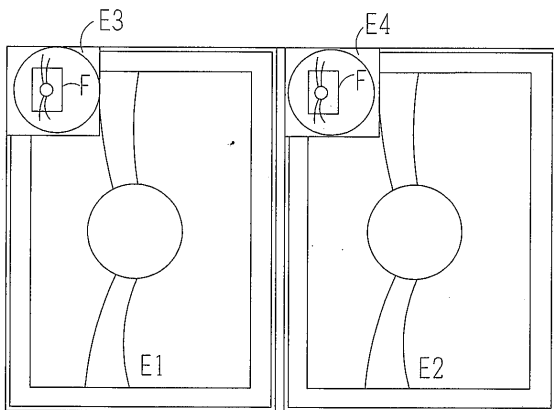
【 図 5 】



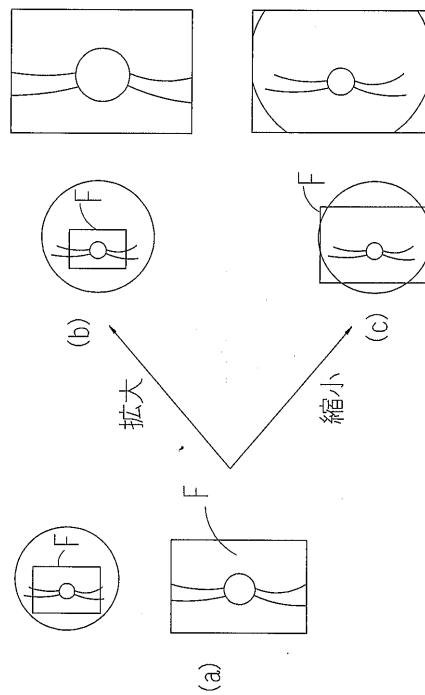
【 図 6 】



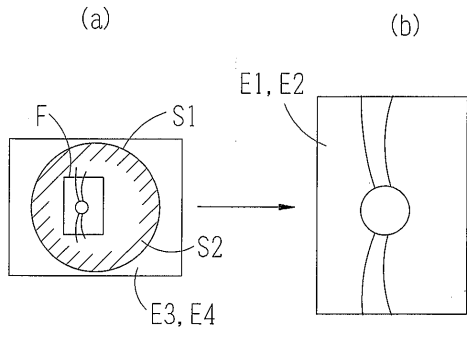
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】

