

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6499416号
(P6499416)

(45) 発行日 平成31年4月10日(2019.4.10)

(24) 登録日 平成31年3月22日(2019.3.22)

(51) Int.Cl.

A 61 B 3/14 (2006.01)

F 1

A 61 B 3/14 Z DMA
A 61 B 3/14 E

請求項の数 19 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2014-208722 (P2014-208722)
 (22) 出願日 平成26年10月10日 (2014.10.10)
 (65) 公開番号 特開2016-77337 (P2016-77337A)
 (43) 公開日 平成28年5月16日 (2016.5.16)
 審査請求日 平成29年9月22日 (2017.9.22)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100094112
 弁理士 岡部 譲
 (74) 代理人 100101498
 弁理士 越智 隆夫
 (74) 代理人 100106183
 弁理士 吉澤 弘司
 (74) 代理人 100128668
 弁理士 斎藤 正巳
 (72) 発明者 土橋 康浩
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ヤノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 眼科装置および眼科装置の制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検眼の眼底を撮影するための撮影光学系と、
 前記撮影光学系の光路上に配置される合焦手段と、
 前記合焦手段が前記光路上の第1の位置に自動的に動かされた後に前記眼底を撮影して得た眼底画像と、複数の写損原因を示す表示形態とを表示手段に表示させる表示制御手段と、

ユーザーの操作による指示であって、前記表示された複数の写損原因を示す表示形態に対する指示に応じて、前記眼底画像における写損の原因を選択する選択手段と、

前記眼底の再撮影により前記選択された原因に対応する写損が低減された眼底画像が得られるように、前記合焦手段の前記光路上の第2の位置を自動的に決定する決定手段と、

前記合焦手段が前記第1の位置から前記第2の位置に自動的に動かされた後に、前記眼底を前記撮影光学系により自動的に再撮影させる制御手段と、

を備えることを特徴とする眼科装置。

【請求項 2】

前記決定手段は、前記眼底画像が前記表示手段に表示された後に、ユーザーの操作に応じて前記眼科装置を手動制御させて前記眼底を再撮影するか、前記眼科装置を自動制御させて前記眼底を再撮影するかを、ユーザーの操作に応じて決定することを特徴とする請求項1に記載の眼科装置。

【請求項 3】

10

20

前記表示された眼底画像を保存するか否かを入力する入力手段を更に備え、前記決定手段は、前記表示された眼底画像を保存しないと入力された場合に、前記合焦手段および前記撮影光学系を含む撮影部の少なくとも何れかを駆動する駆動部を自動制御した後に前記眼底を再撮影させるか、前記駆動部を手動制御した後に前記眼底を再撮影させるか、を決定することを特徴とする請求項1又は2に記載の眼科装置。

【請求項4】

前記表示制御手段は、前記合焦手段および前記撮影部の少なくとも何れかを駆動する前記駆動部を自動制御して前記眼底を再撮影することが選択された場合に、前記複数の写損原因を示す表示形態である写損原因リストを前記表示手段に表示させ、

前記決定手段は、前記表示された写損原因リストより前記選択された原因に応じて前記駆動部を自動制御することを特徴とする請求項3に記載の眼科装置。 10

【請求項5】

前記駆動部を自動制御する際に、前記選択された原因がフレアの場合は前記眼底を再撮影する時において前記駆動部による前記撮影部の駆動を自動制御し、前記選択された原因が合焦ズレの場合は前記駆動部による前記合焦手段の駆動を自動制御することを特徴とする請求項4に記載の眼科装置。

【請求項6】

前記駆動部を自動制御する際に、写損を有した前記眼底画像の周辺部の前記フレアの幅から前記駆動部によって前記撮影部を駆動する駆動量を算出し、前記被検眼と前記撮影部との相対間隔を前記フレアの色が赤い場合は広げる方向の駆動量で、青い場合は近づける方向の駆動量で前記駆動部を自動制御することを特徴とする請求項5に記載の眼科装置。 20

【請求項7】

前記駆動部を自動制御する際に、前記選択された原因が合焦ズレの場合は、再撮影時における合焦ズレの量から前記被検眼の視度を取得し、前記視度に応じて前記駆動部は前記合焦手段の駆動を自動制御することを特徴とする請求項4乃至6の何れか1項に記載の眼科装置。

【請求項8】

前記眼底画像を保存するか否かを入力する入力手段を更に備え、

前記決定手段は、前記眼底画像を保存しないと入力された場合に、前記撮影光学系を含む撮影部を用いて前記眼底を手動撮影するか、前記眼底が撮影された際の前記撮影部の駆動制御の条件で前記眼底を再撮影するか、の何れかを決定することを特徴とする請求項1又は2に記載の眼科装置。 30

【請求項9】

前記制御手段は、前記撮影部の駆動制御の条件において、前記撮影部と前記被検眼とのアライメントの状態と、前記眼底に対する前記合焦手段の合焦の状態との少なくとも何れかを変更する前記撮影部の駆動制御の条件で、前記眼底を再撮影させることが可能であることを特徴とする請求項8に記載の眼科装置。

【請求項10】

前記駆動制御の条件は、前記撮影部と前記被検眼とのアライメントの状態および前記合焦手段の前記被検眼に対する合焦の状態を含むことを特徴とする請求項8に記載の眼科装置。 40

【請求項11】

前記決定手段は、前記眼底画像を解析することにより、前記第2の位置を自動的に決定することを特徴とする請求項1乃至10の何れか1項に記載の眼科装置。

【請求項12】

前記原因が前記眼底画像の周辺部に生じた合焦ズレの場合、

前記第2の位置は前記眼底画像の周辺部に生じた合焦ズレを低減するように決定されることを特徴とする請求項1乃至11の何れか1項に記載の眼科装置。

【請求項13】

前記原因が選択されずに前記眼底が自動的に再撮影された場合に、前記写損と同じ写損

を有する眼底画像が撮影されることを特徴とする請求項 1 乃至 1_2 の何れか 1 項に記載の眼科装置。

【請求項 1 4】

前記写損が生じる原因是、白内障、極端な軸性近視、及び極端な軸性遠視を含むことを特徴とする請求項 1 乃至 1_3 の何れか 1 項に記載の眼科装置。

【請求項 1 5】

前記決定手段は、前記原因を解決するための撮像条件として、前記第 2 の位置を決定することを特徴とする請求項 1 乃至 1_4 の何れか 1 項に記載の眼科装置。

【請求項 1 6】

被検眼の眼底を撮影するための撮影光学系と、

10

前記撮影光学系の光路上に配置される合焦手段と、

前記合焦手段が前記光路上の第 1 の位置に自動的に動かされた後に前記眼底を撮影して得た眼底画像と、複数の撮影条件を示す表示形態とを表示手段に表示させる表示制御手段と、

ユーザーの操作による指示であって、前記表示された複数の撮影条件を示す表示形態に対する指示に応じて、前記眼底画像における写損が低減された眼底画像を得るために撮影条件を選択する選択手段と、

前記選択された撮影条件で前記眼底を再撮影することにより前記眼底画像における写損が低減された眼底画像が得られるように、前記合焦手段の前記光路上の第 2 の位置を自動的に決定する決定手段と、

20

前記合焦手段が前記第 1 の位置から前記第 2 の位置に自動的に動かされた後に、前記眼底を前記撮影光学系により自動的に再撮影させる制御手段と、
を備えることを特徴とする眼科装置。

【請求項 1 7】

被検眼の眼底を撮影するための撮影光学系と、前記撮影光学系の光路上に配置される合焦手段と、を備えた眼科装置の制御方法において、

前記合焦手段が前記光路上の第 1 の位置に自動的に動かされた後に前記眼底を撮影して得た眼底画像と、複数の写損原因を示す表示形態とを表示手段に表示させる表示制御工程と、

30

ユーザーの操作による指示であって、前記表示された複数の写損原因を示す表示形態に対する指示に応じて、前記眼底画像における写損の原因を選択する選択工程と、

前記眼底の再撮影により前記選択された原因に対応する写損が低減された眼底画像が得られるように、前記合焦手段の前記光路上の第 2 の位置を自動的に決定する決定工程と、

前記合焦手段が前記第 1 の位置から前記第 2 の位置に自動的に動かされた後に、前記眼底を前記撮影光学系により自動的に再撮影させる工程と、
を含むことを特徴とする眼科装置の制御方法。

【請求項 1 8】

被検眼の眼底を撮影するための撮影光学系と、前記撮影光学系の光路上に配置される合焦手段と、を備えた眼科装置の制御方法において、

前記合焦手段が前記光路上の第 1 の位置に自動的に動かされた後に前記眼底を撮影して得た眼底画像と、複数の撮影条件を示す表示形態とを表示手段に表示させる表示制御工程と、

40

ユーザーの操作による指示であって、前記表示された複数の撮影条件を示す表示形態に対する指示に応じて、前記被検眼の眼底画像における写損が低減された眼底画像を得るために撮影条件を選択する選択工程と、

前記選択された撮影条件で前記眼底を再撮影することにより前記眼底画像における写損が低減された眼底画像が得られるように、前記合焦手段の前記光路上の第 2 の位置を自動的に決定する決定工程と、

前記合焦手段が前記第 1 の位置から前記第 2 の位置に自動的に動かされた後に、前記眼底を前記撮影光学系により自動的に再撮影させる工程と、

50

を含むことを特徴とする眼科装置の制御方法。

【請求項 1 9】

請求項1 7又は1 8に記載の眼科装置の制御方法の各工程をコンピュータに実行させることを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、眼科病院等で被検眼の眼底を観察、撮影を行うために使用される眼底カメラ等に代表される眼科装置及びその制御方法に関する。

【背景技術】

10

【0 0 0 2】

従来から、集団健診によるスクリーニングや眼科疾患の診断を目的として、アライメントに赤外光を用いた無散瞳眼底カメラによる眼底撮影が広く普及している。

【0 0 0 3】

一般的に眼底カメラの設計では様々な被検眼モデルを想定し、それに対し十分なマージンを持った設計が行われている。しかし実際の被検眼においては、疾病等の影響によりモデルとした眼にたいして想定以上のバラツキを有している事がある。この場合、通常の撮影方法では診断に十分な眼底画像を得られない可能性がある。更に、無散瞳眼底カメラでは、被検眼の縮瞳を防ぐ必要がある。このため、眼底写真を撮るための可視光とは波長が異なる赤外光での観察や、赤外光でのカメラと被検眼とのアライメントを行っている。

20

【0 0 0 4】

ここで、眼底カメラによる撮影では、操作者が撮影スイッチを押してから撮影光源が閃光を発生するまでの間には時間的ななずれがある。被検者がその間にまばたきすると、そのまばたきによって眼底からの光束が遮られ、前眼部からの過大な反射光が得られることがある。また、撮影の瞬間に被検眼が適切なアライメント位置から移動すると、眼底画像の周辺部にフレアが発生する。このとき、被検者の瞬きやフレアに対応する過大な反射光の検出結果により、画像の成否を判断し、瞬きやフレアによる写損であると判断された場合に自動的に再撮影を行う方法が、特許文献1に開示されている。このとき、写損の原因が、操作者が撮影スイッチを押す前にアライメントが適切でなかったとしても、再度同じ条件で自動撮影してしまうため、再撮影時にも最初の撮影と同様の写損画像しか得られない可能性がある。

30

【0 0 0 5】

また、操作者の代わりに被検眼の位置合わせ（アライメント）や合焦（フォーカス）を自動的に行う自動（オート）機能を備えた眼科撮影装置が、特許文献2に開示されている。このとき、被検眼へ照射した指標の反射光を指標像として観測することにより、自動アライメントや自動合焦を行っている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 6】

【特許文献1】特開平05-015494号公報

40

【特許文献2】特開平08-275921号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 7】

ここで、被検眼の眼底や角膜の曲率が予め想定されていた値（機器の想定）よりも大きいあるいは小さい被検眼の場合、装置の自動機能を利用すると、何度撮影しても同様のフレアやピンボケを含む写損画像が取得される可能性が有る。このように、写損により再撮影を行う場合に、再度同じ条件で自動撮影したくない場合がある。

【0 0 0 8】

本発明の目的の一つは、写損により再撮影を行う場合に、再度の写損の発生を低減する

50

ことである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するために、本発明に係る眼科装置の一つは、
被検眼の眼底を撮影するための撮影光学系と、
前記撮影光学系の光路上に配置される合焦手段と、
前記合焦手段が前記光路上の第1の位置に自動的に動かされた後に前記眼底を撮影して得た眼底画像と、複数の写損原因を示す表示形態とを表示手段に表示させる表示制御手段と、
ユーザーの操作による指示であって、前記表示された複数の写損原因を示す表示形態に対する指示に応じて、前記眼底画像における写損の原因を選択する選択手段と、
前記眼底の再撮影により前記選択された原因に対応する写損が低減された眼底画像が得られるように、前記合焦手段の前記光路上の第2の位置を自動的に決定する決定手段と、
前記合焦手段が前記第1の位置から前記第2の位置に自動的に動かされた後に、前記眼底を前記撮影光学系により自動的に再撮影させる制御手段と、
を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、写損により再撮影を行う場合に、異なる条件で撮影することができるため、再度の写損の発生を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】実施例1に係る眼底カメラの概略構成を示す図である。

【図2】実施例1に係る眼底カメラの光学構成を模式的に示す図である。

【図3】実施例1におけるプリズムを用いた位置合わせを説明する概要図である。

【図4】フォーカス合わせの内容を説明する概要図である。

【図5】実施例1に係る眼底撮影の工程を説明するフローチャートである。

【図6】実施例1で用いる撮影後の画面表示例である。

【図7】実施例2に係る眼底撮影の工程を説明するフローチャートである。

【図8】実施例2で用いる撮影後の画面表示例である。

【図9】アライメント補正に利用するフレア発生の仕組みを説明する模式図である。

【図10】フォーカス補正に利用するピンボケ発生の仕組みを説明する模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下に、本発明の実施例について、添付の図面に基づいて詳細に説明する。

【実施例1】

【0013】

本発明を図示の実施例に基づいて詳細に説明する。

【0014】

図1は眼科装置である本実施例に係る眼底カメラの構成図を示している。眼底カメラCは、基台C1、撮影部C2およびジョイスティックC3を備える。撮影部C2には、基台C1に対して左右方向(X方向)及び前後(作動距離、Z方向)及び上下(Y方向)に移動可能な光学系が収納されている。

【0015】

撮影部C2は、基台C1に設けられたパルスモータ等からなる駆動部によって、被検眼E(図2参照)に対し三次元(XYZ)方向に移動されるようになっている。また、ジョイスティックC3の操作によって、基台C1に対して撮影部C2をXYZ方向に移動可能となっている。

【0016】

次に、眼底カメラCの撮影部C2内に配置されている光学系について図2を用いて説明

する。当該光学系は、被検眼を観察・撮像、或いは撮影する撮影光学系に対応する。なお、当該光学系の構成について、光学要素が各種配置される複数の光軸 L 1 ~ L 5 に分け、その各々について順に説明する。

【0017】

光軸 L 1 は、眼底の撮影或いは観察のための光を発する光源及び関連する構成が配置され、光源から射出された光の光路に沿って配置される。光軸 L 1 上には、ハロゲンランプ等の定常光を発する観察用光源 1 から順に、コンデンサレンズ 2 、赤外光を透過し可視光を遮断するフィルタ 3 、ストロボ等の撮影用光源 4 、レンズ 5 、およびミラー 6 が配置される。ミラー 6 の反射方向の光軸 L 2 上には、該ミラー 6 から順に、リング状開口を有するリング絞り 7 、水晶体バッフル 3 1 、リレーレンズ 8 、角膜バッフル 3 2 、および中央部開口を有する穴あきミラー 9 が順次に配列されている。

【0018】

また、穴あきミラー 9 の反射方向の光軸 L 3 上には、ダイクロイックミラー 2 4 と被検眼 E に対向して対物レンズ 1 0 とが、この順で配置されている。ダイクロイックミラー 2 4 は、光軸 L 3 に対して挿脱可能となっている。穴あきミラー 9 の穴部には撮影絞り 1 1 が配置され、更にその後方には光軸 L 3 上の位置を移動することによりピントを調整するフォーカスレンズ 1 2 、撮影レンズ 1 3 、およびハーフミラー 1 0 0 が順次配列されている。ハーフミラー 1 0 0 の先には、動画観察と静止画撮影を兼ねた撮像素子 1 4 が配列され、ハーフミラー 1 0 0 の反射方向である光軸 L 4 の先には内部固視灯 1 0 1 が配列されている。

10

【0019】

撮像素子 1 4 の出力画像は、画像処理部 1 7 を通して予め用意されたキャラクタ画像と合成されモニタ 1 5 に表示される。また、画像処理部 1 7 はシステム制御部 1 8 にも接続されており、画像処理部 1 7 から送られた眼底画像を解析することが可能な構成となっている。

20

【0020】

システム制御部 1 8 は装置全ての制御を司り、各撮像素子からの出力画像を解析し後述する自動位置制御および合焦制御が可能である。さらにシステム制御部 1 8 には検者が操作可能な操作入力手段 2 1 が接続されており、検者からの信号入力により次動作を決定する。この操作入力手段 2 1 は、後述するジョイスティック C 3 による入力手段、撮影開始鈎および選択鈎等により構成される。また、システム制御部には撮影された静止画を保存するために保存用メモリ 4 1 が接続されている。

30

【0021】

ここで、位置合わせ（アライメント）と合焦（フォーカス）とに用いられる光学系の構成について説明する。

【0022】

まず、アライメントのための前眼部観察光学系の構成について説明する。

【0023】

ダイクロイックミラー 2 4 の反射方向の光軸 L 5 上には、レンズ 6 1 、絞り 6 2 、プリズム 6 3 、レンズ 6 4 、及び赤外域の感度を持つ二次元撮像素子 6 5 がこの順で配置される。これら構成によって、前眼部の観察を行うための前眼部観察光学系を形成している。ここで、プリズム 6 3 に入射した光は、該プリズム 6 3 の上半分と下半分で相反する左右方向に屈折して分離される。そのため、被検眼 E と撮影部 C 2 との距離が適正作動距離よりも長い場合は、前眼部の観察像はレンズ 6 1 によってプリズム 6 3 よりもレンズ 6 1 に近い側に結像し、観察像の上半分は右側に、下半分は左側にずれて撮像される。被検眼 E と撮影部 C 2 との距離が適正作動距離よりも短い場合には、観察像は上下が逆にずれて撮像される。

40

【0024】

また、被検眼 E の前眼部は可視光を遮断するフィルタ 3 を透過する波長とは異なる赤外域の前眼部観察用光源 1 0 5 により照明される。以上の前眼部観察光学系によって、被検

50

眼 E の前眼部とのアライメント状態の検出が可能になっている。なお、以上の構成よりアライメントのズレ量が求められる。当該構成と、前述した基台 C 1 に配されて撮影部 C 2 を三軸方向に駆動する駆動部とにより、本実施例において撮影光学系の被検眼に対するアライメントの制御を行うアライメント手段が構成される。

【 0 0 2 5 】

次に、フォーカス光学系の構成について説明する。

【 0 0 2 6 】

光軸 L 2 上のリング絞り 7 とリレーレンズ 8 との間には、フォーカス指標投影部 2 2 が配置されている。このフォーカス指標投影部 2 2 は、被検眼 E の瞳 E p 上に、分割されたスプリット指標を投影するためのものである。そして、フォーカス指標投影部 2 2 とフォーカスレンズ 1 2 とは、システム制御部 1 8 からの制御に基づいて、それぞれ光軸 L 2 、光軸 L 3 方向に連動して移動するようになっている。このとき、フォーカス指標投影部 2 2 と、撮像素子 1 4 が光学的に共役関係になっている。これらのフォーカス光学系によって、被検眼 E の眼底 E r のフォーカス状態が検出可能となっている。

10

【 0 0 2 7 】

なお、以上の構成より、被検眼に対する撮影光学系の合焦ズレが求められる。当該構成は本実施形態において、被検眼に対する撮影光学系の合焦状態を得る合焦手段を構成する。また、前述した駆動部は、本実施形態では、当該合焦手段における合焦部（フォーカスレンズ）の駆動も担う構成である。

20

【 0 0 2 8 】

以上、位置合わせ（アライメント）と合焦（フォーカス）を行うための各々の光学系の構成について説明したが、次に、その動作について、図 3 と図 4 を用いてより詳細に説明する。なお、以下に述べる手動制御は、操作入力部 2 1 として例えばジョイスティックの傾き角度や傾き方向によって、ユーザーが撮影部の駆動等を制御することに対応する。また、手動撮影は、前述したジョイスティックを例とすれば、該ジョイスティックに設けられた撮影釦の押下げによって被検眼の撮影を手動にて行う操作に対応する。

【 0 0 2 9 】

図 3 は、図 2 で説明した前眼部観察光学系の二次元撮像素子 6 5 上の観察像を示している。図 2 中の前眼部観察用光源 1 0 5 により照明された被検眼 E の前眼部は、プリズム 6 3 により上下に分割され、二次元撮像素子 6 5 上で図 3 (a) のように観察されている。同図に示すように、瞳孔部以外の部分は前眼部観察用光源 1 0 5 の反射光が多く反射して入ってくるために白く映る。一方、瞳孔部 P は反射光が入らないので黒く映る。従って、このコントラスト差から瞳孔部 P を抽出可能であり、この瞳孔部 P の検出位置に基づいて瞳孔位置を決定することができる。図 3 (a) では、上下に分割された瞳孔部 P のうち、下部の瞳孔部 P から、瞳孔中心 P O を検出している。こうして検出した瞳孔中心 P O が、図 3 (b) に示している二次元撮像素子 6 5 の画像中心 O に位置するように、基台 C 1 に設けられた駆動部を動かす。この操作によって、被検眼 E の前眼部と撮影部 C 2 とのアライメントである前眼部アライメントを自動的に行なうことが可能となっている。なお、撮像素子 6 5 の観察画像は、システム制御部 1 8 を介しそのままモニタ 1 5 にも表示可能である。

30

【 0 0 3 0 】

次に、図 4 は、図 2 で説明した動画観察と静止画撮影を兼ねた撮像素子 1 4 上の観察像を示している。スプリット指標 2 2 a および 2 2 b は、フォーカス光学系のフォーカス指標投影部 2 2 によって被検眼 E の瞳上に投影された分割された指標を示している。

40

【 0 0 3 1 】

図 3 (b) の状態となるように、被検眼 E の前眼部に自動的にアライメントを行っている状態では、撮像素子 1 4 では図 4 (a) に示す画像が観察される。前述したように、フォーカス指標投影部 2 2 とフォーカスレンズ 1 2 とは、システム制御部 1 8 からの制御に基づいて、光軸 L 2 、光軸 L 3 方向に連動して移動する。また、撮像素子 1 4 は、フォーカス指標投影部 2 2 と光学的に共役関係となっている。そのため、フォーカス指標投影部

50

22を光軸L2方向に移動させることで、スプリット指標22aと22bが撮像素子14上の観察像として移動するとともに、フォーカスレンズ12が光軸L3方向に連動して移動する。このスプリット指標22aと22bを、撮像素子14上で図4(a)の状態から図4(b)の状態(一直線)になるように制御することで、被検眼Eの眼底Erに対するフォーカスを自動的に行うことが可能となる。以上に述べた被検眼に対する撮影光学系の合焦状態を得るための構成は、合焦手段を構築する。

【0032】

以上説明したように、本実施例による眼底カメラは、アライメント(位置合わせ)とフォーカス(合焦)の操作をすべて自動的に実行可能となっている。また、位置合わせ操作と合焦操作とが終了したことを検出したのち、システム制御部18は撮影用光源4を発光させ、撮像素子14による眼底の撮影動作を実行する。つまり、操作者は、操作入力部21中の不図示の撮影開始スイッチを押すことにより、眼底カメラCにより眼底を自動撮影することが可能である。ここで、位置合わせ操作と合焦操作とが終了とする判断基準としては、モデルとした複数の被検眼を用いたアライメント位置および合焦精度に基づいて設定される。即ち、最適となるアライメント位置と合焦精度とが確保される状態から指標等が所定の許容範囲内のずれとなることで当該操作が終了するよう設定されている。

【0033】

さらに撮影された眼底静止画像は、画像処理部17によりキャラクタ画像と合成され、画像表示手段であるモニタ15に表示される。

【0034】

次に、被検眼に対する自動撮影を行う際の基本的な撮影シーケンスを、図5のフローチャートを用いて説明する。

【0035】

ステップs101では、検者は操作手段21に構成される各種入力手段を用いて、被検者と装置の大まかな位置合わせおよび撮影動作の開始を行う。その際、検者は、被検者に顎受け(不図示)に顎を乗せさせ、被検眼のY軸方向の位置が所定の高さになるように顎受け駆動機構(不図示)により調整する。モニタ15に映されている被検眼Eの瞳孔が表示される位置までジョイスティックC3により撮影部C2を駆動し、駆動終了後に撮影開始釦(不図示)を押下する。撮影開始釦が押下されると、システム制御部18はオートアライメントの操作を開始するために、フローはステップs102に移行する。

【0036】

続くステップs102では、図3で説明した位置合わせ操作を実行して前眼部と撮影部C2とのアライメントを行う。システム制御部18は、プリズム63により分割された前眼部観察像より、撮影部C2における前後方向のアライメント状態を判定する。図3(a)のように観察像の上半分と下半分がずれて結像している場合は、図3(b)に示すように観察像の上半分と下半分とがずれていない像が得られる方向に、システム制御部18が不図示の本体駆動モータを動かす。また、上下左右方向のアライメントは、前眼部観察像から瞳孔中心P0を検出し、撮像素子65の画像中心Oにこれが位置するように、システム制御部18が不図示の本体駆動モータを動かす。前眼部観察像の上下および中心位置と画像中心とが一致し、或いは一致状態から所定の範囲内のずれ状態が得られ、アライメントが完了したと判定されたら、フローはステップs103に進む。なお、撮像素子65と撮像素子14とはそれぞれ独立して画像解析が可能なため、ステップs103以降においても、ここで述べた自動アライメントの操作は継続されている。

【0037】

ステップs103では、図4で説明した合焦操作を実行してフォーカス合わせを行う。ステップs102でアライメントが終了した後、システム制御部18は撮像素子14からの出力信号の解析を開始する。通常アライメントのみ終了した状態ではフォーカス合わせが最適ではないため、撮像素子14には、図4(a)のようにスプリット指標22a、23bが不一致状態の眼底画像が撮像される。そこで、システム制御部18は、図4(b)に示すように、撮像素子14に撮像されるスプリット指標22a、23bが、一直線にな

10

20

30

40

50

るようフォーカスレンズ12を駆動制御する。

【0038】

アライメントおよびフォーカス合わせが完了状態と判定されると、フローはs104に進む。ステップs104において、システム制御装置部18はフォーカス指標投影部22を不図示のモータにより光軸L2上から退避させ、退避が完了した後撮影光源4を発光させて被検眼Eの眼底Erの撮影を行う。撮影後に、フローはステップs105に移行し、該ステップにおいて撮影された静止画像と検者選択用手段であるアイコンとを合わせて、表示モニタ15に表示させる。

【0039】

図6は、本実施例の特徴であるモニタ15に表示される画面表示を示している。画面上には、撮影された静止画像601、検者選択入力手段である「保存」選択アイコン602、および再撮影選択アイコン603が表示されている。さらに、再撮影選択アイコンの中には、再撮影時の撮影条件を決定する、「自動」選択アイコン603aおよび「手動」選択アイコン603bが表示されている。ステップs106では、検者に対して静止画像の良否判断を促す。検者は表示された静止画像601が保存するに値すると判断した場合は、「保存」アイコン602を選択する。ここで、検者による選択は画面上にタッチパネルセンサを配置しアイコンを押させてても良いし、別途専用釦を用意し押させてても良い。検者により保存が選択された場合は、フローはステップs107に進み、当該ステップにおいて画像を保存用メモリ41に保存し、撮影を終了する。なお、撮影光学系により得た被検眼の眼底画像、およびここで述べたアイコン等の表示は、システム制御部18においてこれら画像を表示手段たるモニタ15に表示させる表示制御手段として機能するモジュールにより実行される。

【0040】

また、ステップs106で検者により再撮影枠内のアイコンが選択されるとフローはステップs108に進み、該ステップで再撮影枠内の何れのアイコンが選択されたかが判定される。この判定結果に従って、再撮影時の撮影条件が決定される。

【0041】

ステップs108で「手動」アイコンが選択されると、システム制御部18はフローをステップs109に移行させ、再撮影時の撮影条件を自動から手動に変更させてフローを終了する。また、ステップs108で「自動」アイコンが選択された場合は、ステップs110において、自動撮影を行い、その後フローを終了する。

【0042】

ここで、システム制御部18は撮像素子14により常時前眼部の観察を行っているため、再撮影可否の自動判定が可能である。そのため、検者により「自動」アイコンが選択された場合、被検眼が撮影されるに十分な散瞳状態である、あるいは散瞳剤を点眼されている事が既知である場合など、すぐに撮影可能状態であれば自動でステップs104に移行することも可能である。また、被検眼が縮瞳状態の場合は、一度被検者を休ませた後に散瞳状態を確認してから、フローがステップs102に戻る等、再度自動撮影を行うこととしてもよい。

【0043】

以上説明したように、ステップs106において表示手段たるモニタ15に表示された眼底画像を保存するか否かの入力は、アイコン或いは釦等を含めた入力手段として機能する構成によって実行される。また、システム制御部18は、本実施例において前述した合焦手段およびアライメント手段を自動制御する自動駆動手段を構成する。また、当該構成は、自動制御される駆動部としても認識可能であり、この場合駆動部は、撮影光学系に設けられた合焦手段における合焦部、該撮影光学系を含む撮影部、の少なくとも何れかを駆動する。この場合、駆動部はフォーカスレンズ等の合焦部の駆動を行うステージとして解することも可能である。更に、モニタ15に表示される再撮影選択アイコン603に例示される再撮影等の入力は、例えば釦等も含めた、合焦手段およびアライメント手段の少なくとも何れかを自動駆動手段により自動制御して被検眼の再撮影を実行するか、これらを

10

20

30

40

50

手動で制御して再撮影を実行するか、を選択する選択手段を構成する。また、該選択手段は、眼底画像を保存しない場合に、眼底を手動で撮影するか、眼底画像が撮影された撮影光学系の駆動制御の条件で再撮影するか、の何れかを選択する態様としても良い。

【0044】

以上に説明したように、本発明では撮影された撮影画像の良否判断および再撮影時の撮影条件を検者に判断させている。これは、装置の自動化に伴い従来のように撮影画像の異常光量の有無やフレア判断だけでは写損かどうかの自動判断が難しくなったことによる。

【0045】

装置の自動化に伴う写損理由としては、ピンボケ、フレア、瞬き（睫毛）、白内障等による眼底不明瞭等、上げればきりがないため装置の自動判断は難しく、誤診を招く恐れがある。逆に言えば、写損の自動判断は検者にとって無用のものとなるケースが多い。そのため、本実施例のフローチャートを有する装置を用いれば、誤診を防止し再撮影の成功確率を上げることが可能である。10

【0046】

例えば、瞬きや睫毛等による写損理由の場合、撮影のタイミングが写損の原因であるため、再度自動アライメントおよび自動合焦制御を行えば良好な眼底画像が得られる。このような場合、検者は再撮影時の条件として再度「自動」撮影を選択すればよい。また、ピンボケやフレアが見られた場合は、装置の自動アライメントおよび合焦の機能に対し、被検眼事態の条件が合致していない可能性が高い。そのため、再度「自動」で撮影を行った場合、同じ写損画像しか得られないことが考えられる。これに対して、本形態では検者は「手動」撮影を選択するだけでよい。即ち、再撮影時には自動撮影機能を停止する等、複雑な写損原因の判定のため等の追加の自動操作を付加することなく、手動にて眼底画像の撮影を行うことが可能となる。20

【0047】

また、白内障等の疾病眼の場合では、得られる画像自体が元から不明瞭であり、撮影条件を変えても明瞭性が大きく向上することは難しい。従って、この場合、検者が「自動」あるいは「手動」に関わらず、再撮影による画像改善が見られないと判断すれば、そのまま「保存」を選択すればよい。これにより、不要な再撮影が行われることが避けられる。

【0048】

以上のように、本発明によれば再撮影時の撮影条件をユーザーに提示することで、実際の撮影フローに即した最適な眼底カメラが提供可能となる。その結果、写損時においても検者の不要な操作を軽減することが可能となる。30

【実施例2】

【0049】

実施例1では、フレアやピンボケが写損原因の場合、再撮影時の撮影条件として検者に手動操作を選択させる構成となっていた。そこで本実施例では、写損原因としてもっとも多い上記フレアおよびピンボケに対しても、眼底画像から得られた情報を基に、装置が被検眼に最適な制御パラメータの補正を行う事で、自動で再撮影が可能なシステムを提供する。

【0050】

なお、本実施例に係る装置構成については実施例1のものと同様であるためここでの説明は割愛する。本実施例に係る撮影シーケンスについて、図7のフローチャートおよび図8の表示画面を用いて説明を行う。なお、本シーケンスにおいて、ステップs100～s104まで行われる制御は実施例1と同等であるため、ここでの説明はやはり省略する。40

【0051】

ステップs105において、システム制御部18は撮影された眼底画像と検者選択用のアイコンとを合成しモニタ15に表示する。図8は、本実施例の特徴であるモニタ15に表示される画面表示を示している。画面上には、撮影された静止画像601、検者選択入力手段である「保存」選択アイコン602、および写損原因選択アイコン801が表示さ50

れている。さらに、写損原因選択アイコン 801の中には、写損原因のリストが各々アイコンとして表示されている。本実施例では写損原因として、「瞬き、睫毛」アイコン 801a、「フレア」アイコン 801b、「ピンボケ」アイコン 801c、「その他」アイコン 801d が表示されている。当然、写損原因として考えられる要因は上記のみでは無いため、他の写損原因リストを追加しても良い。

【0052】

次にステップ s106で、写損原因枠内の「その他」アイコン 801d が選択された場合の制御について説明を続ける。写損原因リスト内の「その他」アイコンが選択された時の制御は実施例 1 で「手動」アイコンが選択された場合と同様である。写損原因がリストに無い場合、装置は自動撮影あるいは後述する補正された自動撮影が出来ないと判断する。そのため、ステップ s109 では、再撮影時におけるアライメントおよび合焦制御について、検者の操作に任せることが最適だと判断し装置の設定を自動制御から手動制御に変更する。次に、写損原因リスト内の「その他」アイコン以外が選択された時の制御について説明を行う。

10

【0053】

ステップ s106 にて、写損原因枠内のアイコンが選択された、かつ「その他」アイコン 801d では無い場合、ステップ s209 に進む。ステップ s209 に進んだ場合、システム制御部は、再撮影時に自動でアライメントおよび合焦制御を行う。ここで、「瞬き、睫毛」アイコン 801a が選択された場合は、実施例 1 で「自動」アイコンが選択された際と同様にフローはそのままステップ s110 に移行する。そして、上述したステップ s110 で行われた処理と同様に同じアライメント条件および合焦条件、即ち駆動制御の条件にて再撮影を行う。また、「フレア」アイコン 801b および「ピンボケ」801c が選択されると、従来の自動制御に対して、それぞれ後述する「フレア補正」および「フォーカス補正」が適用される。ステップ s209 で、補正パラメータが決定された後、スローはステップ s110 に移行し、ここで再撮影が行われる。

20

【0054】

本実施例では、再撮影の実行が選択された場合に、写損原因選択アイコン 801 により写損原因リストとして写損原因が検者に対し提示される。即ち該写損原因選択アイコン 801 は、本実施例における提示手段を構成する。また、同時に該写損原因選択アイコン 801 に例示される構成は、前述した再撮影時に自動駆動手段を制御する様式を定めるために写損原因を選択する選択手段としても機能する。なお、選択手段の態様は、該アイコンに限定されず先にも述べように釦等の形式とすることも可能である。また、本実施形態における該選択手段は、撮影光学系の制御条件における撮影光学系と被検眼とのアライメントの制御条件と、撮影光学系の眼底に対する合焦手段の制御条件と、の少なくとも何れかを変更する撮影光学系の制御条件で再撮影をする場合も選択可能とする態様となる。

30

【0055】

まず初めにフレア補正について説明を始める。図 9 は写損原因であるフレア発生の仕組みを説明する模式図である。図 9 は、上述した撮影部 C2 に対応する眼底カメラ筐体と被検眼 E との距離である作動距離（以下 WD と記す）が変化した際の照明光束（図 9 斜線部）、及び、撮影光束（図 9 鎮線部）を示した図とその時の眼底画像とを其々示している。

40

【0056】

WD が適切な距離にある場合の光束図をみると、リングスリット 7、水晶体バッフル 31、および角膜バッフル 32 を通過した照明光束は、各部材の共役面において結像され、図 9 に示す光束を形成する。このため、被検眼 E の角膜から水晶体までの間において撮影光束と重なることがなく、フレアは発生しない。

【0057】

しかし、WD が近くなると照明光束と撮影光束が重なってしまう領域に角膜が入ってきてしまう。このとき、照明光の一部が角膜によって反射てしまい、この反射光が撮影光束に入り込んでしまうため、角膜フレアが発生してしまう。即ち、WD が近くなると照明光束の長波長側が撮影光束と重なってしまうため、フレアの色が赤くなる。

50

【0058】

また、WDが遠くなった場合も同様に、照明光束と撮影光束が重なってしまう領域に水晶体後面が入り込んでしまう。よって、照明光の一部が水晶体後面によって反射してしまい、この反射光が撮影光束に入り込んでしまうため、水晶体フレアが発生してしまう。即ち、WDが遠くなると照明光束の短波長側が撮影光束と重なってしまうため、フレアの色が青くなる。

【0059】

このように、撮影された眼底画像のフレアの色情報から被検眼との光軸方向のアライメントのズレ方向を判定することができる。また、本実施例で紹介する眼底カメラでは設計基準となる被検眼に対して、フレアが入らないように一定量のマージンを持って設計を行っている。すなわち、最適なWDに対して角膜側へのマージンを「DC」、水晶体側へのマージンを「DL」とすると、フレアが入らない領域の合計は、DC + DLで表す事が出来る。

10

【0060】

以上を基に本実施例で行うフレア補正制御について説明を続ける。ステップs106で写損原因として「フレア」アイコン801bが選択された場合、WDが設計最適距離に対して近すぎるあるいは遠すぎていることが考えられる。そのため、同じ被検眼を同じアライメント条件で撮影すると同じようにフレアが入ってしまうため、自動アライメントの補正が必要となる。図3の説明で述べたとおり、被検眼と装置の位置合わせはプリズム63により上下に分割された前眼部像が一致することをアライメント終了の判断条件としている。そこで、写損が発生した被検眼に対しては、この判断条件に対する補正を行うことで写損の無い自動アライメントを可能にすることができる。

20

【0061】

例えば、撮影された眼底画像に青色のフレアが入っていた場合、上述のように装置と被検眼のWDが遠すぎることを意味している。そこで、再撮影時にはWDを設計最適値よりも短くすればよいことになる。当然フレアが赤い場合は、WDを設計最適に対して一定距離長くすれば良い。本実施例では、この補正する距離をフレアの入らない設計マージンの半分と規定する。すなわち、理想的な被検眼の場合の最適アライメント距離をWD1、フレア補正後の最適アライメント位置をWD2とすると、フレア補正後のアライメント最適位置は以下の式で表せる。

30

【0062】

フレアが青い場合 : $WD2 = WD1 - (DC + DL) / 2$

フレアが赤い場合 : $WD2 = WD1 + (DC + DL) / 2$

プリズム63は、WD = WD1の時に上下画像が一致されるよう設計されている。また、WDの変化量と分割された被検眼像のズレ量は光学設計により一意に導ける。すなわち、 $(DC + DL) / 2$ に対応する前眼部上の上下画像ズレ量は設計値として算出でき、その量は一定値DPとなる。言い換えれば、ステップs209でフレア補正が設定されると、再撮影時のアライメント完了の判断条件は、上下画像の一一致状態からフレアの色によって左右にDP分にずれた位置に変更される。

40

【0063】

即ち、選択手段によって選択された写損原因がフレアの場合には、アライメント手段を自動制御する自動駆動手段は、写損した眼底画像の周辺部のフレアの幅から被検眼と撮影光学系とのアライメントのズレ量を算出して、自動制御時の撮影部の駆動量を算出する。被検眼と撮影光学系との間隔であるアライメントの修正、即ち駆動量については、被検眼と撮影光学系との相対間隔をフレアの色が赤い場合は広げる、青い場合は近づける方向にアライメント手段を自動制御が行われる。

【0064】

次にフォーカス補正について説明する。図10は、写損原因であるピンボケ発生の仕組みを説明する模式図である。図10はそれぞれ、理想的な正常眼(a)、眼軸長が長い眼(b)、眼軸長が短い眼(c)の断層模式図である。また、太線は眼底の断面形状、細線

50

は眼底中心部光束、一点鎖線は眼底周辺部光束を表している。また、図10(b)、図10(c)で描かれる点線は、図10(a)に示す正常眼の眼底断面形状を参考として表している。眼底カメラの光学系は、図10(a)の細線および一点鎖線のように、眼底後極中心部および眼底周辺部においても最適にピントが合うように設計されている。そのため、図10(b)に示す極度の軸性近視眼や図10(c)に示す軸性遠視眼の場合、眼底の曲率が設計許容値を逸脱してしまい、眼底後極中心および周辺部共にピントを合わすことが出来ない。

【0065】

また、図4で説明したフォーカス機構の場合、スプリット指標22a、22bは眼底後極中心に投影される。そのため、各スプリット指標が直線になるようフォーカスレンズ12を制御すると、眼底後極部にのみピントのあった眼底画像になり、検者が必要とする眼底周辺部がピンボケとなってしまっていた(図10(b)、図10(c)の で囲んだ部分においてピントが合っていない)。

10

【0066】

図4の説明で述べたとおり、スプリット指標像22a、22bは眼底からの反射像である。そのため、スプリット指標像22aが22bよりも上側に位置する場合は眼底手前、下側に位置する場合は眼底奥側で像を結び、各スプリット指標22が一直線に並ぶと眼底上でピントが合う光学設計となっている。

【0067】

図10(b)の場合のように眼軸長が長い被検眼では、眼底周辺部にピントを合わせためにはスプリット指標像は、眼底後極の手前で像を結ぶ必要がある。また、図10(c)の場合は逆に、眼底奥でスプリット指標の像を結ぶ必要がある。しかし、撮影された眼底画像からは、眼軸長が長いか短いかの判断は難しい。そこで、本実施例ではフォーカスレンズ12の位置より被検眼のディオプタDを計測し、眼軸長の推測を行う。

20

【0068】

一般的に近視の要因として、大部分が軸性近視であることが知られている。そのため、マイナスディオプタの被検眼でピンボケの場合、図10(b)の状態が発生していると考えられる。逆にプラスディオプタの場合は、図10(c)の状態となっていると考えられる。

【0069】

30

以上を基に本実施例で行うフォーカス補正制御について説明を続ける。ステップs209で写損原因として「ピンボケ」アイコン801cが選択された場合、被検眼に対してフォーカスレンズ12の位置が最適でないことを意味している。従って、同じ被検眼を再度同じフォーカス条件で撮影すると同じようにピンボケとなってしまう。そのため、システム制御部18は、ステップ110において、自動合焦機構に対してフォーカスの補正を行う。フォーカス補正是写損画像が撮影された際のフォーカスレンズ12の位置から被検眼が近視か遠視かを判断する。即ち、フォーカスレンズ12の位置より得られたディオプタD値に応じて、フォーカスの結像位置の補正を行う。例えば、被検眼のディオプタが-5Dの場合、0.2D手前に像を結ぶように制御を行う。フォーカス指標22の結像位置が決定されると、そのズレ量も設計値として一意にもとめることが可能である。例えば、上記0.2D手前に結像が必要であれば、フォーカス指標22の幅の1/4だけ補正すれば良いことが分かる。すなわち、ステップs110でフォーカス補正が設定されると、再撮影時の合焦完了の判断条件は、スプリット指標22が直線上にならんだ状態から、補正分ずれた位置に変更される。

40

【0070】

即ち、選択手段によって選択された写損原因がピンボケ等の合焦ズレの場合には、合焦手段を自動制御する自動駆動手段は、再撮影時において合焦ズレの量から被検眼の視度を取得し、該視度に応じて合焦手段を自動制御する。

【0071】

以上のように、本発明によれば写損原因リストをユーザーに提示し、かつ選択させこと

50

で、再撮影時において写損の少ない画像を提供することが可能である。即ち、本発明によれば、自動撮影失敗後の再撮影条件を検者が任意に決めることができる。また写損理由から被検眼ごとに自動制御パラメータが最適に設定される。従って、再自動撮影時の写損確率が下がり再撮影による検者及び被検者の負担を軽減することができる。

【0072】

(その他の実施例)

また、本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。即ち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェア（プログラム）を、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ（またはCPUやMPU等）がプログラムを読み出して実行する処理である。

10

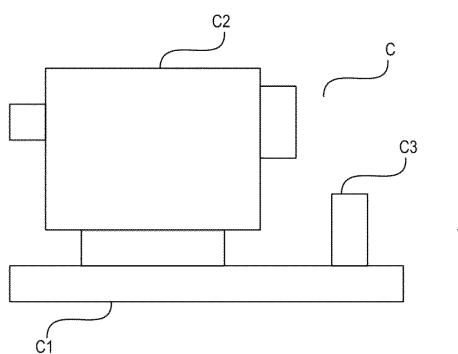
【符号の説明】

【0073】

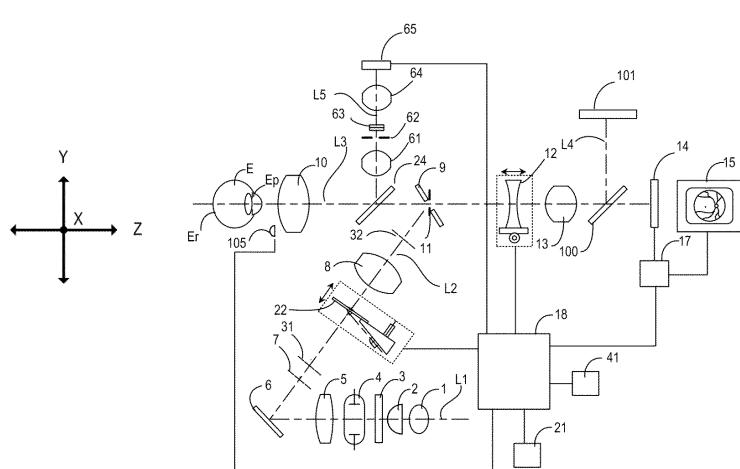
E ... 被検眼

18 ... システム制御部

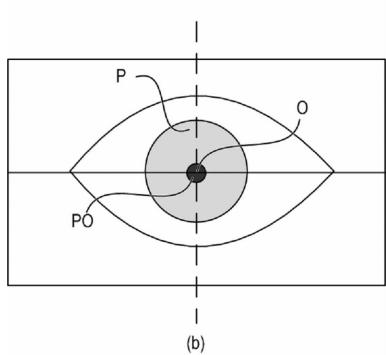
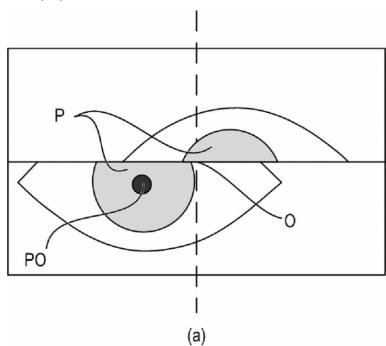
【図1】



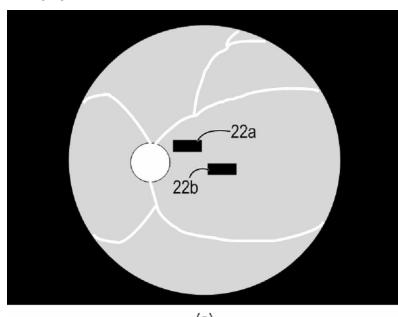
【図2】



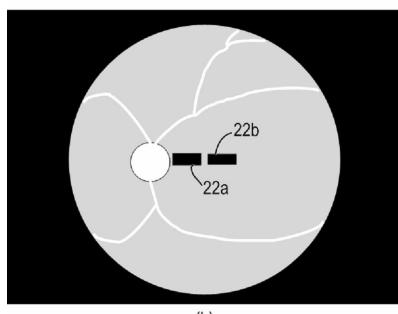
【図3】



【図4】

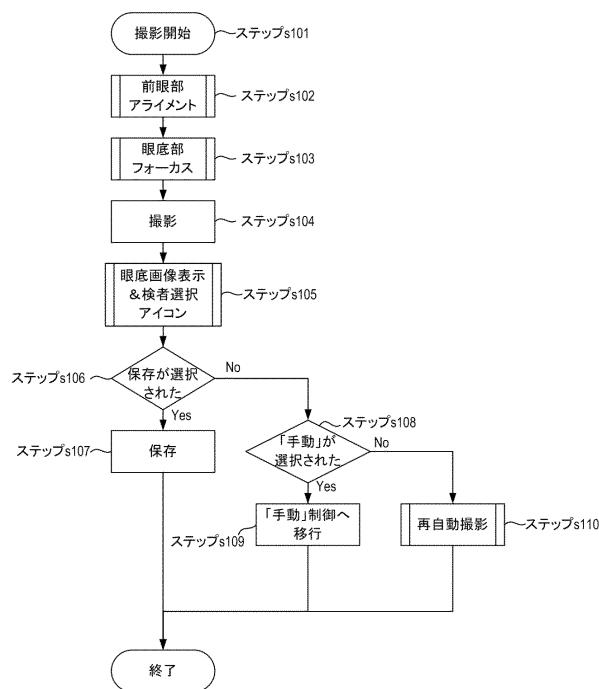


(a)

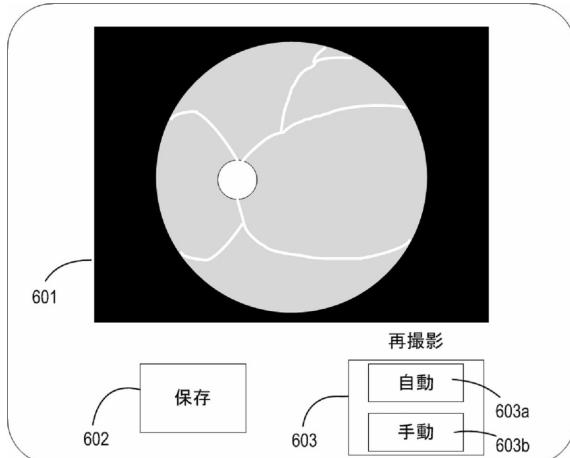


(b)

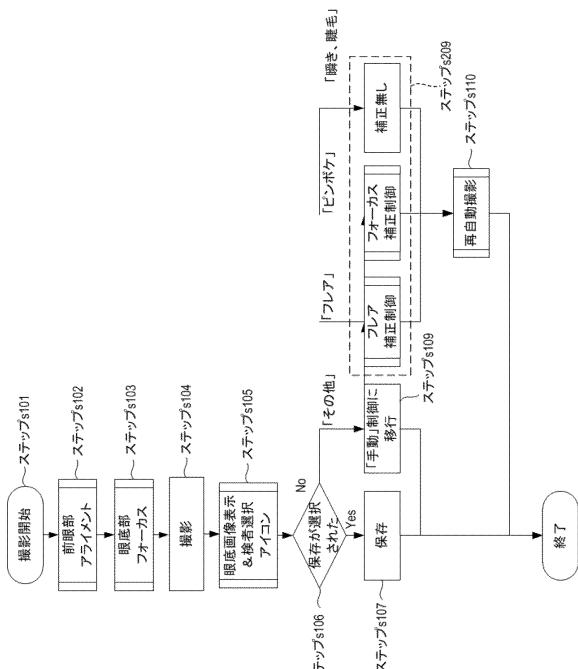
【図5】



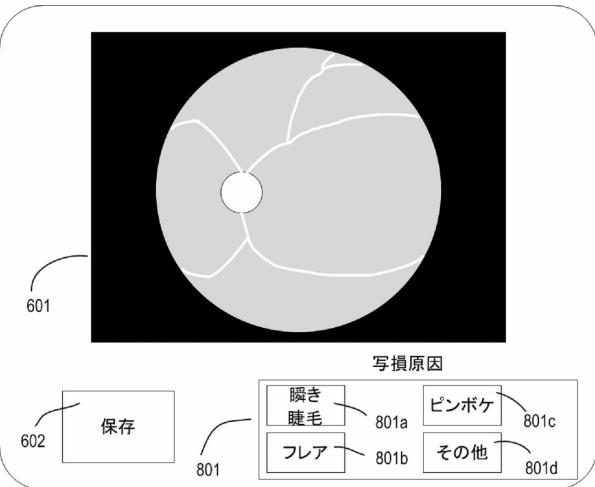
【図6】



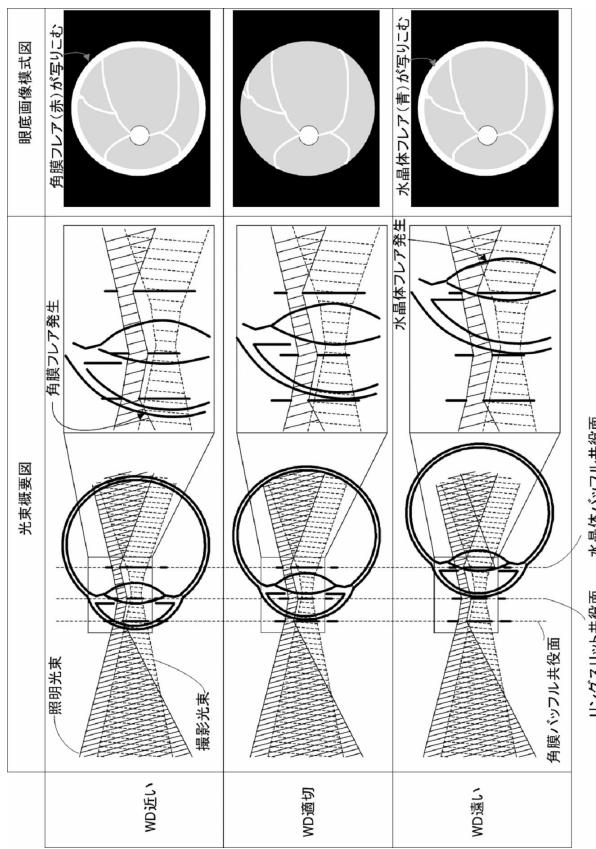
【図7】



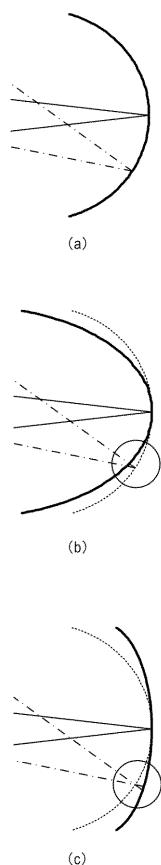
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

審査官 九鬼 一慶

(56)参考文献 特開2013-248255(JP,A)
米国特許出願公開第2007/0030451(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A 61 B 3 / 00 - 3 / 18