

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5867990号  
(P5867990)

(45) 発行日 平成28年2月24日(2016.2.24)

(24) 登録日 平成28年1月15日(2016.1.15)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 3/14 (2006.01)

A 6 1 B 3/14 Z DMA

請求項の数 26 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2010-194512 (P2010-194512)  
(22) 出願日 平成22年8月31日(2010.8.31)  
(65) 公開番号 特開2012-50570 (P2012-50570A)  
(43) 公開日 平成24年3月15日(2012.3.15)  
審査請求日 平成25年8月26日(2013.8.26)

(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 100090273  
弁理士 國分 孝悦  
(72) 発明者 鎌田 尚平  
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

審査官 九鬼 一慶

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光量制御装置、眼科装置、光量制御方法、眼科方法及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被検者により入力された指示に応じて変更された補正值であって、眼底を観察するための第1の光源の光量の補正值と前記眼底を撮影するための第2の光源の光量の補正值とを取得する取得手段と、

前記第1の光源の照明下での前記眼底からの反射光を測光する測光手段により得られる測光情報と、前記測光手段による測光時における前記第1の光源の光量と、前記第1の光源の光量の前記変更された補正值とに基づいて、前記第1の光源の光量を制御する第1の制御手段と、

前記測光手段により得られる測光情報と、前記測光手段による測光時における前記第1の光源の光量と、前記第2の光源の光量の前記変更された補正值とに基づいて、前記第2の光源の光量を制御する第2の制御手段と、  
を有することを特徴とする光量制御装置。

【請求項2】

前記第1の制御手段は、前記測光手段による測光時における前記第1の光源の光量に対する、前記測光情報により示される前記第1の光源の照明下での前記眼底からの反射光の光量の割合である、前記眼底の反射特性に対応する前記第1の光源の光量を取得し、取得した当該第1の光源の光量と前記第1の光源の光量の前記変更された補正值とに基づいて、前記第1の光源の光量を制御することを特徴とする請求項1に記載の光量制御装置。

【請求項3】

10

20

前記第 2 の制御手段は、前記測光手段による測光時における前記第 1 の光源の光量に対する、前記測光情報により示される前記第 1 の光源の照明下での前記眼底からの反射光の光量の割合である、前記眼底の反射特性に対応する前記第 2 の光源の光量を取得し、取得した当該第 2 の光源の光量と前記第 2 の光源の光量の前記変更された補正值とに基づいて、前記第 2 の光源の光量を制御することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の光量制御装置。

【請求項 4】

自動光量制御のオンとオフとを切り替える切替手段を更に有し、

前記切替手段により自動光量制御がオンに切り替えられた場合、前記第 1 の制御手段及び前記第 2 の制御手段が機能することを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の光量制御装置。

10

【請求項 5】

前記第 1 の光源の光量の補正值に関する入力を受け付ける第 1 の入力手段と、

前記第 2 の光源の光量の補正值に関する入力を受け付ける第 2 の入力手段と、

前記第 1 の入力手段及び前記第 2 の入力手段のうちの何れか一方で受け付けられた入力に応じて、前記第 1 の光源の光量の補正值及び前記第 2 の光源の光量の補正值の両方を連動させて変更する変更手段と、

を更に有することを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の光量制御装置。

【請求項 6】

前記第 1 の光源の照明下での前記眼底からの反射光に基づいて前記眼底を観察するための画像データを出力するとともに、前記第 2 の光源の照明下での前記眼底からの反射光に基づいて前記眼底を撮影するための画像データを出力する撮像手段を更に有し、

20

前記測光手段は、前記第 1 の光源の照明下において前記撮像手段より出力される画像データに基づいて、前記第 1 の光源の照明下での前記眼底からの反射光を測光することを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れか 1 項に記載の光量制御装置。

【請求項 7】

観察光源を用いて照明した被検眼からの戻り光に基づいて取得された前記被検眼の動画像を取得する取得手段と、

操作者により入力された指示に対応する値と前記動画像の強度と前記動画像が取得される際における前記観察光源の光量とに基づいて、前記観察光源の光量及び撮影光源の光量を決定する決定手段と、

30

前記決定された光量に基づいて、前記観察光源及び前記撮影光源を制御する制御手段と、  
を有することを特徴とする光量制御装置。

【請求項 8】

前記決定手段は、操作者により入力された 1 つの指示に応じて、前記観察光源の光量及び前記撮影光源の光量を決定することを特徴とする請求項 7 に記載の光量制御装置。

【請求項 9】

前記決定手段は、操作者により入力された別々の指示に応じて、前記観察光源の光量及び前記撮影光源の光量を決定することを特徴とする請求項 7 に記載の光量制御装置。

40

【請求項 10】

操作者が前記値の増加及び前記値の低減の指示を入力するための独立した複数の入力手段を更に有することを特徴とする請求項 7 乃至 9 の何れか 1 項に記載の光量制御装置。

【請求項 11】

操作者が前記値の増加及び前記値の低減の指示を入力するための共通の入力手段を更に有することを特徴とする請求項 7 乃至 9 の何れか 1 項に記載の光量制御装置。

【請求項 12】

前記制御手段の制御のオンとオフとを切り替える切替手段を更に有し、

前記決定手段は、前記オンとオフとに応じて前記値に対応する光量が異なるように、前記観察光源の光量及び前記撮影光源の光量を決定することを特徴とする請求項 7 乃至 11

50

の何れか 1 項に記載の光量制御装置。

【請求項 1 3】

観察光源を用いて照明した被検眼からの戻り光に基づいて取得された前記被検眼の動画像を取得する取得手段と、

操作者により入力された指示に対応する値と前記動画像の強度と前記動画像が取得される際における前記観察光源の光量とに基づいて、前記観察光源及び撮影光源の光量を制御する制御手段と、

を有することを特徴とする光量制御装置。

【請求項 1 4】

観察光源を用いて照明した被検眼からの戻り光に基づいて取得された前記被検眼の動画像を取得する取得手段と、

操作者により入力された指示に対応する値と前記動画像の強度と前記動画像が取得される際における前記観察光源の光量とに基づいて、撮影光源の光量を決定する決定手段と、

前記決定された光量に基づいて、前記撮影光源を制御する制御手段と、

を有することを特徴とする光量制御装置。

【請求項 1 5】

観察光源を用いて照明した被検眼からの戻り光に基づいて取得された前記被検眼の動画像を取得する取得手段と、

操作者により入力された指示に対応する値と前記動画像の強度と前記動画像が取得される際における前記観察光源の光量とに基づいて、前記観察光源の光量を決定する決定手段と、

前記決定された光量に基づいて、前記観察光源を制御する制御手段と、

を有することを特徴とする光量制御装置。

【請求項 1 6】

光量制御装置によって実行される光量制御方法であって、

被検者により入力された指示に応じて変更された補正值であって、眼底を観察するための第 1 の光源の光量の補正值と前記眼底を撮影するための第 2 の光源の光量の補正值とを取得する取得ステップと、

前記第 1 の光源の照明下での前記眼底からの反射光を測光する測光ステップと、

前記測光ステップにより得られる測光情報と、前記測光ステップによる測光時における前記第 1 の光源の光量と、前記第 1 の光源の光量の前記変更された補正值とに基づいて、前記第 1 の光源の光量を制御する第 1 の制御ステップと、

前記測光ステップにより得られる測光情報と、前記測光ステップによる測光時における前記第 1 の光源の光量と、前記第 2 の光源の光量の前記変更された補正值とに基づいて、前記第 2 の光源の光量を制御する第 2 の制御ステップと、

を含むことを特徴とする光量制御方法。

【請求項 1 7】

観察光源を用いて照明した被検眼からの戻り光に基づいて取得された前記被検眼の動画像を取得するステップと、

操作者により入力された指示に対応する値と前記動画像の強度と前記動画像が取得される際における前記観察光源の光量とに基づいて、前記観察光源の光量及び撮影光源の光量を決定するステップと、

前記決定された光量に基づいて、前記観察光源及び前記撮影光源を制御するステップと、  
を含むことを特徴とする光量制御方法。

【請求項 1 8】

観察光源を用いて照明した被検眼からの戻り光に基づいて取得された前記被検眼の動画像を取得するステップと、

操作者により入力された指示に対応する値と前記動画像の強度と前記動画像が取得される際における前記観察光源の光量とに基づいて、前記観察光源及び撮影光源の光量を制御

10

20

30

40

50

するステップと、  
を含むことを特徴とする光量制御方法。

【請求項 19】

観察光源を用いて照明した被検眼からの戻り光に基づいて取得された前記被検眼の動画像を取得するステップと、

操作者により入力された指示に対応する値と前記動画像の強度と前記動画像が取得される際における前記観察光源の光量とに基づいて、撮影光源の光量を決定するステップと、

前記決定された光量に基づいて、前記撮影光源を制御するステップと、  
を含むことを特徴とする光量制御方法。

【請求項 20】

観察光源を用いて照明した被検眼からの戻り光に基づいて取得された前記被検眼の動画像を取得するステップと、

操作者により入力された指示に対応する値と前記動画像の強度と前記動画像が取得される際における前記観察光源の光量とに基づいて、前記観察光源の光量を決定するステップと、

前記決定された光量に基づいて、前記観察光源を制御するステップと、  
を含むことを特徴とする光量制御方法。

【請求項 21】

請求項 16 乃至 20 の何れか 1 項に記載の光量制御方法の各工程をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項 22】

被検眼を観察するための観察光源と、

前記被検眼を撮影するための撮影光源と、

被検者により入力された指示に応じて変更された補正值であって、前記観察光源の光量の補正值と前記撮影光源の光量の補正值とを取得する取得手段と、

前記観察光源を用いて照明した前記被検眼からの戻り光を測光する測光手段と、

前記測光手段により得られる測光情報と前記測光手段による測光時における前記観察光源の光量と前記観察光源の光量の前記変更された補正值とに基づいて、前記観察光源の光量を制御し、前記測光手段により得られる測光情報と前記測光手段による測光時における前記観察光源の光量と前記撮影光源の光量の前記変更された補正值とに基づいて、前記撮影光源の光量を制御する制御手段と、  
を有することを特徴とする眼科装置。

【請求項 23】

前記被検眼の眼底の視神経乳頭の明るさに基づいて前記撮影光源の光量の補正值を設定する設定手段を有することを特徴とする請求項 22 に記載の眼科装置。

【請求項 24】

前記観察光に基づく前記被検眼の眼底の眼底像の明るさとアライメント指標の明るさとに基づいて前記観察光源の光量の補正值を設定する設定手段を更に有することを特徴とする請求項 23 に記載の眼科装置。

【請求項 25】

被検眼を観察するための観察光源と、前記被検眼を撮影するための撮影光源とを有する眼科装置によって実行される眼科方法であって、

被検者により入力された指示に応じて変更された補正值であって、前記観察光源の光量の補正值と前記撮影光源の光量の補正值とを取得する取得ステップと、

前記観察光源を用いて照明した前記被検眼からの戻り光を測光する測光ステップと、

前記測光ステップにおいて得られる測光情報と前記測光ステップの測光時における前記観察光源の光量と前記観察光源の光量の前記変更された補正值とに基づいて、前記観察光源の光量を制御し、前記測光ステップにおいて得られる測光情報と前記測光ステップの測光時における前記観察光源の光量と前記撮影光源の光量の前記変更された補正值とに基づいて、前記撮影光源の光量を制御する制御ステップと、

10

20

30

40

50

を含むことを特徴とする眼科方法。

【請求項 26】

請求項 25 に記載の眼科方法をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、眼底像の観察時、撮影時における光源の光量を制御する技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、被検眼の眼底に定常光である観察光を照射し、眼底からの反射光を受光して得られる観察光下の眼底像を観察しつつ位置合わせを行った後、パルス光である撮影光を照射し、撮影光下の眼底像を静止画像として得る眼科撮影装置が知られている。この眼底における光の反射率は個体差や病変等によって被検眼毎に異なるため、撮像素子が受光する撮影光の光量を適切に制御する技術が必要である。

【0003】

このような技術の例として、特許文献 1 において、被検眼に観察光を照射し眼底で反射された観察光から撮影光の光量を決定する技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開平 04 - 150831 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献 1 に開示される技術は、光量適正制御の対象は撮影光源のみである。眼科撮影装置においては、観察光下での眼底観察においても、その光量を適正に制御する必要性がある。これに対し、特許文献 1 に開示される技術では、眼底観察時には眼底像を観察、位置合わせを行いながら、撮影者は観察光源の光量をマニュアルで適正なものに合わせるという作業を行わなくてはならない。

【0006】

また、特許文献 1 に開示される技術は、眼底撮影を適切な光量で行うことを目的としている。しかしながら、眼底撮影において適切といえる光量は、撮影の目的、眼底像判読者の好み等の様々な要因で変化する。特許文献 1 に開示される技術では、そのような必要性に対して柔軟に光量制御を行うことはできない。観察光量についても同様のことがいえる。観察時の眼底像の明るさについて、例えば一般的に眼底像が暗い方が位置合わせ用に被検眼に投影される位置合わせ指標が見やすく、操作が容易であるため、観察光量を下げる必要がある。しかし、逆に観察光下での眼底像を観察する場合は、眼底像は明るい方が観察を行いやすいと考えられる。従って、観察光量の自動制御を行う際においても、眼底像露出の適正值に柔軟性を持たせる必要がある。

【0007】

そこで、本発明の目的は、眼底像の観察及び撮影時において個別に目的及び用途に応じた露出となるよう、光源の光量を制御することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の光量制御装置は、被検者により入力された指示に応じて変更された補正值であって、眼底を観察するための第 1 の光源の光量の補正值と前記眼底を撮影するための第 2 の光源の光量の補正值とを取得する取得手段と、前記第 1 の光源の照明下での前記眼底からの反射光を測光する測光手段により得られる測光情報と、前記測光手段による測光時における前記第 1 の光源の光量と、前記第 1 の光源の光量の前記変更された補正值とに基づ

10

20

30

40

50

いて、前記第１の光源の光量を制御する第１の制御手段と、前記測光手段により得られる測光情報と、前記測光手段による測光時における前記第１の光源の光量と、前記第２の光源の光量の前記変更された補正值とに基づいて、前記第２の光源の光量を制御する第２の制御手段と、を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【０００９】

本発明によれば、眼底像の観察及び撮影時において個別に目的及び用途に応じた露出となるよう、光源の光量を制御することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【００１０】

10

【図１】本発明の実施形態に係る眼底カメラの構成を示す図である。

【図２】操作部の一例を示す図である。

【図３】本発明の実施形態に係る眼底カメラの処理を示すフローチャートである。

【図４】撮影光量補正值、観察光量補正值の変更処理を示すフローチャートである。

【図５】撮影光源で眼底を撮影した場合の、各眼底部位における反射強度の一例を示す図である。

【図６】観察光下での眼底像を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１１】

以下、本発明を適用した好適な実施形態を、添付図面を参照しながら詳細に説明する。

20

【００１２】

先ず、本発明の実施形態について説明する。図１は、本発明の実施形態に係る眼底カメラ１００の構成を示す図である。図１において、観察撮影光学系は、被検眼Ｅに対向して配置される対物レンズ１、対物レンズ１の光軸Ｌ１上に設けられた撮影絞り２、フォーカスレンズ３、結像レンズ４からなり、眼底での反射光を撮像素子５に導く。観察光を照射する際には、観察撮影光学系はその観察光の眼底からの反射光を撮像素子５に導き、撮影光を照射する際には、観察撮影光学系はその撮影光の眼底からの反射光を撮像素子５に導く。なお、眼底カメラ１００は、光量制御装置の適用例となる構成である。

【００１３】

撮像部２２は、撮影光と観察光とに感度を有する撮像素子５、Ａ／Ｄ変換素子１７、メモリ１８、測光値算出部１９、モニタ２０、撮像制御部２１により構成され、眼底カメラ光学部の筐体と図示のないマウント部で着脱可能に固定されている。この観察撮影光学系と撮像部２２とで眼底を照明しつつ眼底像を撮像する。

30

【００１４】

眼底照明光学系は、対物レンズ１、穴あきミラー６、レンズ７、レンズ８、リング絞り９、ダイクロイックミラー１０、コンデンサレンズ１１、コンデンサレンズ１３により構成され、観察光及び撮影光を被検眼Ｅに導く。穴あきミラー６は撮影絞り２の付近に斜設され、穴あきミラー６の反射方向の光軸Ｌ２上にはレンズ７、レンズ８が配置される。また、穴あきミラー６上には、被検眼Ｅの角膜Ｅｐへアライメント指標を投影するためのＷＤ光源１５がファイバ１６を介して接続されている。ＷＤ光源１５は７００ｎｍの実質的な単波長若しくは極めて狭い波長帯域の光源である。なお、これ以外の波長帯域を有する光源を利用してもよい。

40

【００１５】

リング状の開口を有するリング絞り９は光軸中心に遮光部を有し、レンズ７とレンズ８とより被検眼Ｅの瞳孔Ｅｐと光学的に略共役な位置に配設している。ダイクロイックミラー１０は観察光の波長帯を透過し撮影光の波長帯を反射する特性を有しており、リング絞り９とともに光軸Ｌ２上に配置されている。ダイクロイックミラー１０の反射方向の光軸Ｌ３上には、コンデンサレンズ１１、撮影光源１２が配置されている。ダイクロイックミラー１０の透過方向の光軸Ｌ４上には、コンデンサレンズ１３、観察光源１４が配置されている。

50

## 【 0 0 1 6 】

撮影光源 1 2 は、撮影のパルス光を被検眼 E に照射する光源である。撮影光源 1 2 は撮影光源制御部 2 4 により制御される。観察光源 1 4 は L E D が複数個配置され、定常光を被検眼 E に照射する観察光源であり、観察光源制御部 2 5 により制御される。ここで、撮影光源とは、目的とする眼底像を撮像するために眼底を照明する光源を指し、観察光源とは目的の眼底像の撮影前に、眼底カメラ 1 0 0 と被検眼 E との位置合わせ等の撮影準備を行うために被検眼 E に照射する光源を指す。撮影光を照射して行う本撮影の前に観察光を照射して得られる眼底像の動画によって検査者は眼底を観察し、位置調整やピント合わせその他の撮影条件の調節を行う。本実施形態において撮影光源 1 2 は 4 2 0 ~ 7 5 0 n m の広帯域波長光源であり、観察光源 1 4 は 8 5 0 n m の実質的な単波長若しくは極めて狭い波長帯域の光源である。観察光源 1 4 を赤外波長光源とすることで、観察時の縮瞳を抑えている。眼底照明光学系、撮影光源 1 2 及び観察光源 1 4 により、被検眼 E に観察光及び撮影光を照射して眼底を照明する。なお、観察光源 1 4 は第 1 の光源の適用例であり、撮影光源 1 2 は第 2 の光源の適用例である。また、観察光源制御部 2 5 は、第 1 の制御手段の適用例であり、撮影光源制御部 2 4 は、第 2 の制御手段の適用例である。

10

## 【 0 0 1 7 】

上記構成は、一つの筐体に保持され、眼底カメラ光学部を構成している。そして、眼底カメラ光学部は不図示の摺動台に載せられており、被検眼 E との位置合わせができるようになっている。

## 【 0 0 1 8 】

20

中央制御部 2 3 は C P U 等からなり、眼底カメラ 1 0 0 全体の制御を行う。中央制御部 2 3 は撮影光量演算部 2 6、観察光量演算部 2 7 を兼ねており、測光値算出部 1 9、画像メモリ 2 8、光量メモリ 2 9、操作部 3 0、撮影スイッチ 3 1 等と接続されている。

## 【 0 0 1 9 】

撮影光量演算部 2 6 及び観察光量演算部 2 7 は、それぞれ後述の撮影光量補正部 3 2 及び観察光量補正部 3 3 により撮影者が入力する撮影光量補正值  $F_f$  及び観察光量補正值  $F_o$ 、測光値算出部 1 9 より出力される測光情報である測光値  $S$ 、観察光源 1 4 が被検眼 E に照射した観察光量の情報を基に撮影光源 1 2、観察光源 1 4 の光量を決定する。ここで光量とは、単位面積当たり一定時間内に照射される放射エネルギーのことをいい、光束の、ある与えられた時間  $t$  にわたる時間積分である。本実施形態に係る眼底カメラ 1 0 0 では、観察光源 1 4、撮影光源 1 2 の照射前から照射後に至るまで不図示のシャッタを開いた状態とし、観察光源 1 4 は、その光強度を調整することでセンサが受光する撮影光の光量を調節する。また撮影光源 1 2 は、撮影光を射出する時間を調整することでセンサが受光する撮影光の光量を調節する。

30

## 【 0 0 2 0 】

操作部 3 0 は、検査者からの指示を入力するために設けられたものであり、少なくとも撮影光量補正部 3 2、観察光量補正部 3 3、光量制御切替部 3 4 を含む。操作部 3 0 は例えばジョイスティック、ダイヤル、スイッチ等で構成される。図 2 は、操作部 3 0 の一例を示す図である。図 2 の例において、撮影光量補正部 3 2、観察光量補正部 3 3、光量制御切替部 3 4 は撮影者が押下可能なスイッチである。撮影光量補正部 3 2 は、自動撮影光量制御における光量補正、もしくはマニュアル光量制御における光量設定に使用するため、光量のプラス補正、マイナス補正ができるよう独立した 2 つのスイッチで構成されている。観察光量補正部 3 3 も同様の構成である。また、その他の操作部に関しては、不図示のジョイスティックにより、検査者側から見て前後左右に倒すことで被検眼 E と眼底カメラ 1 0 0 本体との前後左右方向の位置関係を調整可能である。さらにダイヤルを回すことで被検眼 E と眼底カメラ本体との上下方向の位置関係を調整可能である。なお、観察光量補正部 3 3 は、第 1 の入力手段の適用例であり、撮影光量補正部 3 2 は、第 2 の入力手段の適用例であり、光量制御切替部 3 4 は、切替手段の適用例である。

40

## 【 0 0 2 1 】

次に、本実施形態に係る眼底カメラ 1 0 0 の処理について説明する。図 3 は、本実施形

50

態に係る眼底カメラ 100 の処理を示すフローチャートである。

【0022】

ステップ S101 において、観察光源 14 は観察光を射出する。観察光源 14 が射出した観察光は、被検眼 E の眼底 E<sub>r</sub> を照明する。定常光を発する観察光源 14 から照射された光により照明される眼底 E<sub>r</sub> からの反射散乱した光束は、瞳孔 E<sub>p</sub> から被検眼 E を出て撮像素子 5 に達する。撮像素子 5 を含む撮像部 22 は、撮像素子 5 に達した光を受光して眼底像を撮像する（ステップ S102）。この処理では、撮像素子 5 の各画素は観察光を受光し、夫々受光量に応じた電気信号を出力する。各画素からの出力は A/D 変換素子 17 により A/D 変換され、眼底画像データとしてメモリ 18 に格納される。また、デジタル信号化された撮像素子 5 からの出力は、撮像制御部 21 を介してモニタ 20 に出力される。なお、メモリ 18 に格納された眼底画像データをモニタ 20 で表示してもよい。これにより、眼底像がモニタ 20 に映し出される。観察光源 14 の受光量は、モニタ 20 に映出された眼底像が適当な明るさとなるよう、眼底カメラ 100 による自動制御、もしくは操作者が操作部 30 を操作することにより調整される。また、WD 光源 15 はファイバ 16 を介して、アライメント指標を被検眼 E の角膜 E<sub>p</sub> に投影する。操作者は図示のないジョイスティックを使い、投影されたアライメント指標を参照し、被検眼 E と眼底カメラ光学部との位置合わせを行う。さらに、フォーカスレンズ 3 の光軸方向の位置を図示のないフォーカスノブを操作することによって調整し、映し出された眼底像のピント調整を行う。

10

【0023】

ステップ S103 にて、測光値算出部 19 は、メモリ 18 に保存された眼底画像データから、眼底全体の平均画素値を測光値 S として算出する。算出された測光値 S は、撮影光量演算部 26 及び観察光量演算部 27 に出力される。

20

【0024】

次に、観察光量、撮影光量を定める方法について説明する。実際に撮影を行う光量である制御撮影光量 P<sub>f</sub> は、被検眼 E の眼底反射特性から自動的に定められる標準撮影光量 P<sub>f s</sub> と撮影光量補正值 F<sub>f</sub> との加算により算出される。また、実際に観察を行う光量である制御観察光量 P<sub>o</sub> は、被検眼 E の眼底反射特性から自動的に定められる標準観察光量 P<sub>o s</sub> と観察光量補正值 F<sub>o</sub> との加算により算出される。

【0025】

撮影光量、観察光量を定める要素である撮影光量補正值 F<sub>f</sub>、観察光量補正值 F<sub>o</sub> は、操作者が操作可能な撮影光量補正部 32 及び観察光量補正部 33 の入力に応じて値が変更される。また、光量制御切替部 34 の操作によっても変更される。

30

【0026】

図 3 の S104 以降の説明を行うためには、先ず撮影光量補正值 F<sub>f</sub>、観察光量補正值 F<sub>o</sub> の値がどのように変更されるかを説明することが不可欠なため、一度説明の対象を図 4 に移し、撮影光量補正值 F<sub>f</sub>、観察光量補正值 F<sub>o</sub> の変更処理について説明する。なお、説明の都合上、図 3 のステップ S103 の説明の後に、図 4 に示す撮影光量補正值 F<sub>f</sub>、観察光量補正值 F<sub>o</sub> の変更処理を説明するが、実際には、図 4 に示す処理は、図 3 のステップ S101 から S109 移行前までの間に、図 3 の処理とは非同期で処理が行われている。

40

【0027】

以下、図 4 に示すフローチャートについて説明する。ステップ S200 について、上述の通り、撮影光量補正值 F<sub>f</sub>、観察光量補正值 F<sub>o</sub> の変更処理は、図 3 のステップ S101 から S109 移行前までの間に繰り返して行われる。

【0028】

ステップ S201 にて、中央制御部 23 は、光量制御切替部 34 の入力による、自動光量制御オン/オフの切り替えを検知したか否かを判定する。自動光量制御オン/オフの切り替えを検知した場合、ステップ S202 にて、中央制御部 23 は、撮影光量補正值 F<sub>f</sub>、観察光量補正值 F<sub>o</sub> を初期化する。

50



## 【 0 0 2 9 】

以降の処理については条件によって分岐するため、先ず、本実施形態においてデフォルトの設定となっている観察光量、撮影光量を個別補正且つ自動光量制御する場合の処理について説明する。この一連の処理では、撮影光量補正值  $F_f$  は撮影光量補正部 32 で増減させることが可能であり、観察光量補正值  $F_o$  は観察光量補正部 33 で増減させることが可能である。

## 【 0 0 3 0 】

ここで、操作者が撮影光量補正值  $F_f$ 、観察光量補正值  $F_o$  を増減させる目的について説明する。先ず、撮影光量補正值  $F_f$  を増減させる目的について説明する。図 5 は、撮影光源 12 で眼底を撮影した場合の、各眼底部位における反射強度の一例を示す図である。眼底像を  $XY$  平面で示し、反射強度を  $Z$  軸方向で示している。図 5 に示す通り、一般に撮影光源 12 に用いられるような波長域の光源で眼底を照明すると、視神経乳頭部といわれる眼底部位が突出して高い反射を示す。そのため、撮影光量によっては視神経乳頭部が露出過多となる可能性がある。従って、操作者が視神経乳頭部を露出過多にさせたくない場合においては、撮影光量補正值  $F_f$  を低く設定することで光量過多を防ぐことが可能となる。これに対し、撮影光源 12 の光量を大きくすれば、より良好な  $SN$  比の画像を得ることができる、例えば操作者が視神経乳頭部の情報をそれほど必要としないのであれば、撮影光量補正值  $F_f$  を高めに設定して撮影すればよい。また、上記以外の理由でも、例えば被検眼  $E$  の疾患等により光量の微調整を行いたい場合には、撮影光量補正值  $F_f$  を調整することで対応可能となる。

## 【 0 0 3 1 】

次に、観察光量補正值  $F_o$  を増減させる目的について説明する。先ず操作者は、観察光下で大きく二つのことを行う。一つ目は観察光下での眼底観察である。撮影光下で得られる撮影像が静止画であるのに対し、観察像は動画である等の理由から、観察光下での眼底観察を行う場合がある。二つ目は位置合わせである、操作者は  $WD$  光源 15 から射出され、角膜  $E_p$  に投影されたアライメント指標を参照し、被検眼  $E$  と眼底カメラ光学部との位置合わせを行う。

## 【 0 0 3 2 】

図 6 は、観察光下での眼底像を示す図であり、眼底像及びアライメント指標が示されている。図 6 ( a ) は観察光が明るい場合の眼底像を示しており、図 6 ( b ) は観察光が暗い場合の眼底像を示している。例えば操作者が観察光下での眼底像を観察したいのであれば、観察光量補正值  $F_o$  を高めに設定し、図 6 ( a ) に示すように明るい眼底像を得ればよい。また、例えば位置合わせを行う場合には、一定光量であるアライメント指標がはっきり見えるように観察光量補正值  $F_o$  を低く設定し、図 6 ( b ) に示すように暗い眼底像を得ればよい。

## 【 0 0 3 3 】

上記の通り、撮影光量を補正する理由と観察光量を補正する理由とが異なるため、本実施形態では、撮影光量補正部 32 と観察光量補正部 33 とを別々に設け、個別に光量補正を行うことができるように構成している。

## 【 0 0 3 4 】

以下、観察光量、撮影光量の個別補正時の処理をステップ毎に説明する。ステップ  $S203$  にて、中央制御部 23 は、自動光量制御のオン/オフを判定する。自動光量制御のオン/オフは光量制御切替部 34 で切り替えられる。自動光量制御  $ON$  の場合はステップ  $S204$  に移行し、 $OFF$  の場合はステップ  $S207$  に移行する。先ずは自動光量制御  $ON$  の場合について説明する。

## 【 0 0 3 5 】

ステップ  $S204$  にて、中央制御部 23 は、自動光量制御の操作者が行う光量補正が観察光量、撮影光量で個別変更可能な設定となっているか、もしくは観察光量、撮影光量が連動して変更される設定となっているかを判別する。個別変更可能な設定とするか、連動して変更される設定とするかは、操作者が撮影前に図示のない設定部により設定可能であ

る。個別変更可能な設定となっている場合はステップS 2 0 5に移行し、連動して変更される設定となっている場合はステップS 2 0 6に移行する。先ず、本実施形態におけるデフォルトの設定である、個別変更可能な設定である場合について説明する。

#### 【 0 0 3 6 】

ステップS 2 0 5にて、中央制御部2 3は、撮影光量補正部3 2及び観察光量補正部3 3の入力検知を行う。入力なしの場合、中央制御部2 3は何もしない。撮影光量補正部3 2からの入力を検知した場合、中央制御部2 3は、ステップS 2 0 8に移行し、撮影光量補正部3 2からの入力に応じて撮影光量補正值 $F_f$ を増減する。一方、観察光量補正部3 3からの入力を検知した場合、中央制御部2 3は、ステップS 2 0 9に移行し、観察光量補正部3 3からの入力に応じて観察光量補正值 $F_o$ を増減する。

10

#### 【 0 0 3 7 】

即ち、ステップS 2 0 8にて、中央制御部2 3は、撮影光量補正部3 2からプラス補正の入力があれば撮影光量補正值 $F_f$ を補正単位である $S_{fa}$ 分増加させ、マイナス補正の入力があれば撮影光量補正值 $F_f$ を補正単位である $S_{fa}$ 分減少させる。撮影光量補正值 $F_f$ は、撮影光量補正值下限 $F_{f_{min}}$ から撮影光量補正值上限 $F_{f_{max}}$ の範囲で入力に応じて増減するが、例えば上限である $F_f = F_{f_{max}}$ の際にプラス補正の入力があっても撮影光量補正值 $F_f$ の増減は行われない。本処理に関しては説明の簡単のため、図4では省略している。

#### 【 0 0 3 8 】

ステップS 2 0 9にて、中央制御部2 3は、撮影光量補正值 $F_f$ と同様に、観察光量補正部3 3からのプラス補正入力に応じて、観察光量補正值 $F_o$ を補正単位 $S_{oa}$ 分増加させ、マイナス補正入力に応じて補正単位 $S_{oa}$ 分減少させる。観察光量補正值 $F_o$ についても、観察光量補正值下限 $F_{o_{min}}$ から観察光量補正值上限 $F_{o_{max}}$ の範囲で入力に応じて増減が行われる。本処理に関しても説明の簡単のため、図4では省略している。

20

#### 【 0 0 3 9 】

次に、ステップS 2 0 4で分岐する、観察光量、撮影光量が連動して変更される設定時における処理について説明する。この一連の処理では、例えば撮影光量補正部3 2と観察光量補正部3 3との何れかが操作されれば、撮影光量補正值 $F_f$ 及び観察光量補正值 $F_o$ の両方が連動して変更される。

#### 【 0 0 4 0 】

本処理では、操作者が撮影光量補正值 $F_f$ 、観察光量補正值 $F_o$ を連動して増減させることが可能である。従って、個別変更可能な設定である場合と比較し、光量補正の自由度は制限されるものの、例えば、観察像を明るくすると撮影画像も明るく撮影されるため、操作者が簡便な操作で且つ直感的に光量補正を行うことができる。

30

#### 【 0 0 4 1 】

観察光量、撮影光量が連動して変更される設定時では、処理はステップS 2 0 4からステップS 2 0 6に移行する。ステップS 2 0 6にて、中央制御部2 3は、撮影光量補正部3 2及び観察光量補正部3 3の入力検知を行う。入力なしの場合、中央制御部2 3は何もしない。一方、中央制御部2 3は、撮影光量補正部3 2、観察光量補正部3 3のうちの何れかの入力を検知した場合、処理はステップS 2 1 0に移行し、撮影光量補正值 $F_f$ 、観察光量補正值 $F_o$ の両方を連動させて増減する。

40

#### 【 0 0 4 2 】

即ち、ステップS 2 1 0にて、中央制御部2 3は、撮影光量補正部3 2又は観察光量補正部3 3のどちらかでプラス補正の入力であった場合、撮影光量補正值 $F_f$ を補正単位である $S_{fa}$ 分増加させ、且つ観察光量補正值 $F_o$ を補正単位である $S_{oa}$ 分増加させる。一方、撮影光量補正部3 2又は観察光量補正部3 3のどちらかでマイナス補正の入力であった場合、中央制御部2 3は、撮影光量補正值 $F_f$ を補正単位である $S_{fa}$ 分減少させ、且つ観察光量補正值 $F_o$ を補正単位である $S_{oa}$ 分減少させる。補正単位 $S_{fa}$ 、 $S_{oa}$ の値及び撮影光量補正值 $F_f$ 、観察光量補正值 $F_o$ の設定範囲は、ステップS 2 0 8、ステップS 2 0 9の個別変更可能な設定時と同様である。

50

## 【 0 0 4 3 】

次に、ステップ S 2 0 3 で分岐する、マニュアル光量制御を行う場合の処理について説明する。この一連の処理では、撮影光量補正值  $F_f$  は撮影光量補正部 3 2 で増減させることが可能であり、観察光量補正值  $F_o$  は観察光量補正部 3 3 で増減させることが可能である。また、自動光量制御を行わないため、制御撮影光量  $P_f = F_f$ 、制御観察光量  $P_o = F_o$  となる。

## 【 0 0 4 4 】

自動光量制御 OFF であり、マニュアル光量制御を行う場合、処理はステップ S 2 0 3 からステップ S 2 0 7 に移行する。ステップ S 2 0 7 にて、中央制御部 2 3 は、撮影光量補正部 3 2 及び観察光量補正部 3 3 の入力検知を行う。入力なしの場合、中央制御部 2 3 は何もしない。撮影光量補正部 3 2 からの入力があった場合、中央制御部 2 3 は、ステップ S 2 1 1 に移行し、撮影光量補正值  $F_f$  を増減する。また、観察光量補正部 3 3 からの入力があった場合、中央制御部 2 3 は、ステップ S 2 1 2 に移行し、観察光量補正值  $F_o$  を増減する。

10

## 【 0 0 4 5 】

なお、マニュアル光量制御時と自動光量制御時との違いは、撮影光量補正值  $F_f$  の設定範囲であり、マニュアル光量制御時には撮影光量補正值  $F_f$  の設定範囲は制御撮影光量値  $P_f$  の設定範囲と同範囲となっている。また、設定範囲が変更になることに伴って補正単位も自動光量制御時と異なり、中央制御部 2 3 は、撮影光量補正部 3 2 からの入力に応じて  $S_{fm}$  単位で撮影光量を増減する。

20

## 【 0 0 4 6 】

ステップ S 2 1 2 にて、中央制御部 2 3 は、観察光量補正部 3 3 からの入力に応じて観察光量補正值  $F_o$  を増減する。観察光量補正值  $F_o$  の設定範囲が制御観察光量値  $P_o$  の設定範囲と同範囲となり、観察光量の補正単位が  $S_{om}$  となる以外はステップ S 2 0 9 と同様である。

## 【 0 0 4 7 】

再び、図 3 に示すフローチャートの説明に戻る。ステップ S 1 0 4 にて、中央制御部 2 3 は自動光量制御オン/オフの判定を行う。上述した通り、自動光量制御オン/オフは光量制御切替部 3 4 で行われる。自動光量制御 ON の場合、処理はステップ S 1 0 5 に移行し、自動光量制御 OFF の場合、処理はステップ S 1 0 6 に移行する。

30

## 【 0 0 4 8 】

ステップ S 1 0 5 にて、撮影光量演算部 2 6 は、測光値算出部 1 9 で得られた観察光の測光値  $S$  と観察光源制御部 2 5 が観察光源 1 4 に照射させた観察光の光量値とから、被検眼 E の眼底反射率  $R$  を求める。眼底反射率  $R$  とは、被検眼 E に照射された観察光の光量に対する眼底からの反射光の光量の割合である。撮影光量演算部 2 6 には、眼底反射率  $R$  と、眼底が適正な露出で撮影できる撮影光量とが対応付けられたテーブルが格納されている。撮影光量演算部 2 6 は、眼底反射率  $R$  について上記テーブルを参照することにより、眼底が適正露出で撮影できる標準撮影光量  $P_{fs}$  を取得する。

## 【 0 0 4 9 】

また、ステップ S 1 0 5 においては、撮影光量演算部 2 6 は、ステップ S 2 0 1 ~ ステップ S 2 0 8、又はステップ S 2 0 1 ~ ステップ S 2 1 0 にて増減された撮影光量補正值  $F_f$  と、標準撮影光量  $P_{fs}$  の値とを加算し、制御撮影光量  $P_f$  を算出する。なお、ステップ S 1 0 5 において、観察光量演算部 2 7 は、ステップ S 2 0 1 ~ ステップ S 2 0 9、又はステップ S 2 0 1 ~ ステップ S 2 1 0 にて増減される観察光量補正值  $F_o$  と標準観察光量  $P_{os}$  の値とを加算し、制御観察光量  $P_o$  を算出する。なお、観察光量演算部 2 7 には、眼底反射率  $R$  と眼底が適正な露出で観察できる観察光量とが対応付けられたテーブルが格納されている。観察光量演算部 2 7 は、眼底反射率  $R$  について上記テーブルを参照することにより、眼底が適正な露出で観察できる標準観察光量  $P_{os}$  を取得する。

40

## 【 0 0 5 0 】

ステップ S 1 0 6 にて、撮影光量演算部 2 6 は、ステップ S 2 0 1 ~ ステップ S 2 1 1

50

で増減された撮影光量補正值  $F_f$  を制御撮影光量  $P_f$  に代入する。またステップ  $S106$  では、観察光量演算部  $27$  は、ステップ  $S201 \sim$  ステップ  $S212$  で増減された観察光量補正值  $F_o$  を制御観察光量  $P_o$  に代入する。

【0051】

処理は、ステップ  $S105$  又はステップ  $S106$  を経てステップ  $S107$  に移行する。ステップ  $S107$  にて、中央制御部  $22$  は、撮影光量演算部  $26$  により算出された制御撮影光量  $P_f$  を光量メモリ  $29$  に格納する。また、ステップ  $S107$  において、観察光量光源制御部  $25$  は、観察光量演算部  $27$  で算出された制御観察光量  $P_o$  となるよう観察光源  $14$  を制御する。観察光源  $14$  は制御に応じた光量で観察光を被検眼  $E$  に照射する。

【0052】

検査者は、位置合わせとピント調整とが完了すると、撮影スイッチ  $31$  を押す。中央制御部  $22$  は、撮影スイッチ  $31$  が押されたか否かを判定する（ステップ  $S108$ ）。撮影スイッチ  $31$  が押されていない場合、処理はステップ  $S102$  に戻る。一方、撮影スイッチ  $31$  が押された場合、処理はステップ  $S109$  に移行する。

【0053】

ステップ  $S109$  にて、撮影光源制御部  $24$  は、光量メモリ  $29$  に格納された制御撮影光量  $P_f$  で撮影光を射出するように撮影光源  $12$  を制御する。撮影光源  $12$  は制御に応じた光量で撮影光を被検眼  $E$  に照射する。撮影光源  $12$  から発した光束は被検眼  $E$  の眼底  $E_r$  を照明する。

【0054】

ステップ  $S110$  にて、撮像部  $22$  は撮影光を受光して眼底像を撮像する。撮影光源  $12$  から発した光束により照明された眼底  $E_r$  からの反射散乱した光束は、瞳孔  $E_p$  から被検眼  $E$  を射出し、撮像素子  $5$  に達する。撮像素子  $5$  はこの撮影光を受光して電子信号を生成する。A/D変換素子  $17$  は、生成された電子信号をデジタル信号化し、中央制御部  $23$  はデジタル信号を静止画像データとして画像メモリ  $28$  に保存する。

【0055】

以上のように、本実施形態では、眼底からの反射光の測光を行うことで被検眼  $E$  の眼底反射率  $R$  を求め、適正な露出で撮影、観察可能な撮影光量及び観察光量を算出する。これに加えて、本実施形態は、操作者がその目的、用途等に応じて観察光源、撮影光源を個別に調整を行うことを可能としている。即ち、本実施形態は、眼底反射率  $R$  により算出される標準撮影光量  $P_{fs}$ 、標準観察光量  $P_{os}$  を操作者によって入力された補正值で自動的に補正することができる。従って、操作者が撮影、観察の目的、用途等に応じて補正值を入力すれば、その目的等に合致した適切な光量に観察光、撮影光が自動制御され、良好な眼底検査を行うことができる。

【0056】

次に、本発明の他の実施形態について説明する。上記実施形態では、撮影光源  $12$  は  $420 \sim 750 \text{ nm}$  の広帯域波長光源、観察光源  $14$  は  $850 \text{ nm}$  の実質的な単波長若しくは極めて狭い波長帯域の光源としているが、これら以外の波長帯域を有する光源を利用してもよい。また、撮影光源  $12$  と観察光源  $14$  との波長帯域が大きく重複する場合においては、両光源を同一光軸上に設ける構成でもよい。

【0057】

また、上記実施形態では、観察光源  $14$ 、撮影光源  $12$  の照射前から照射後に至るまでシャッタを開いた状態とし、観察光源  $14$  は光強度を調整することで撮像素子  $5$  が受光する撮影光の光量を調節している。また、上記実施形態では、観察光源  $14$ 、撮影光源  $12$  の照射前から照射後に至るまでシャッタを開いた状態とし、撮影光源  $12$  は撮影光を射出する時間を調整することで撮像素子  $5$  が受光する撮影光の光量を調節している。しかし、これに限らず、所望の露出に対応させて、光路に遮蔽物やフィルタの挿脱を行うことでセンサが受光する光量を調整してもよい。また、撮影光源  $12$  のセンサ到達光量の調整については、光強度の調整、シャッタを開いた時間（シャッタスピード）の調整により行ってもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 8 】

また、上記実施形態において、撮影光量補正部 3 2 は、プラス補正、マイナス補正の入力に対応するために独立した 2 つのスイッチから構成されているが、スライドスイッチやシーソースイッチ等の形状をとり、1 つのスイッチでプラス補正、マイナス補正ができるようにしてもよい。なお、観察光量補正部 3 3 についても同様である。

## 【 0 0 5 9 】

また、上記実施形態における操作部 3 0 が果たす機能について、中央制御部 2 3 による制御によって変更するようにしても、機能毎に別々のダイヤル、ボタン等を設けてもよい。また、ジョイスティック、ダイヤルにより行われる眼底カメラ本体部の位置調整は、中央制御部 2 3 により自動的に行ってもよい。さらに、撮影光量補正值  $F_f$ 、観察光量補正值  $F_o$  の初期値は操作者が設定手段により設定できるようにしてもよい。

10

## 【 0 0 6 0 】

上記実施形態では、観察光量、撮影光量で個別変更可能な設定と、観察光量、撮影光量が連動して変更される設定との切り替えは、図示のない設定部により行っているが、この設定を行うための部材を操作部 3 0 にスイッチ等として設けてもよい。

## 【 0 0 6 1 】

上記実施形態において、中央制御部 2 3、画像メモリ 2 8、撮影光量演算部 2 6、観察光量演算部 2 7、操作部 3 0、撮影光量補正部 3 2、観察光量補正部 3 3、光量制御切替部 3 4 は、眼底カメラ 1 0 0 内部に構成されている。しかし、上記構成のうちの一部もしくは全部を、眼底カメラ 1 0 0 と接続された外部コンピュータが担う構成としてもよい。

20

## 【 0 0 6 2 】

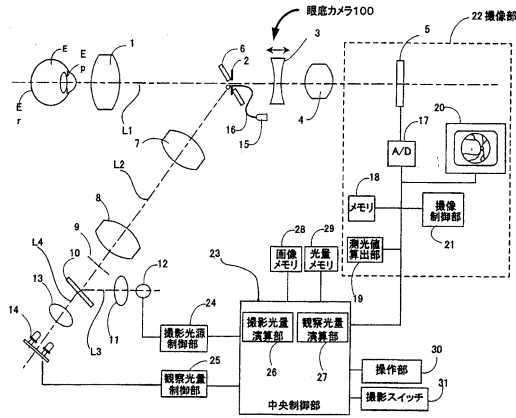
また、本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。即ち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェア（プログラム）を、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ（または CPU や MPU 等）がプログラムを読み出して実行する処理である。

## 【 符号の説明 】

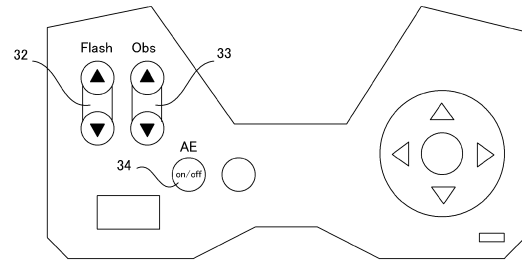
## 【 0 0 6 3 】

1 9 : 測光算出部、2 3 : 中央演算部、2 4 : 撮影光量制御部、2 5 : 観察光量制御部、2 6 : 撮影光量演算部、2 7 : 観察光量演算部、1 0 0 : 眼底カメラ

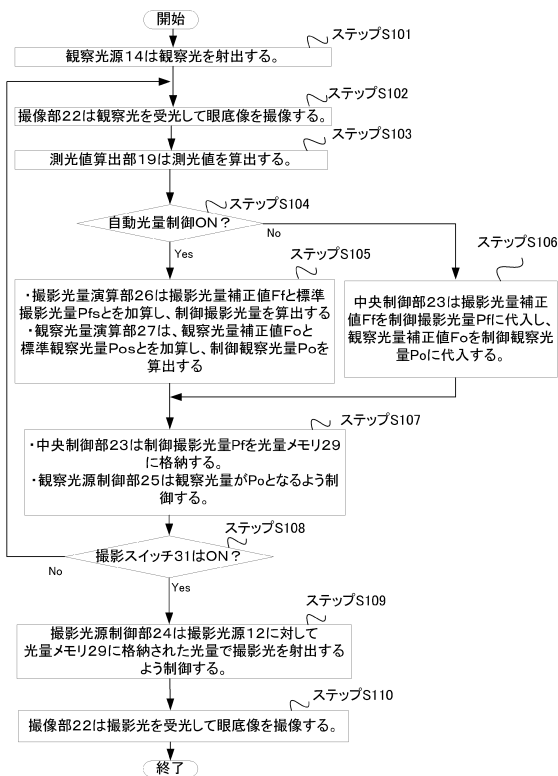
【図 1】



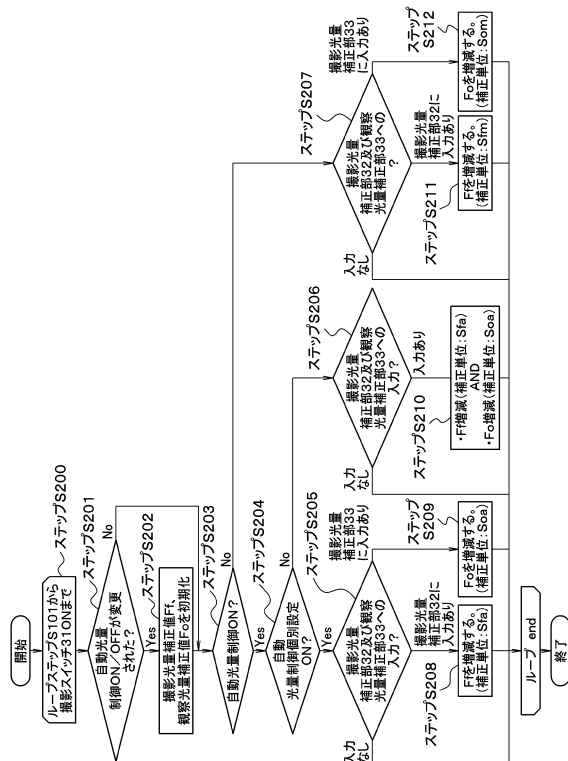
【図 2】



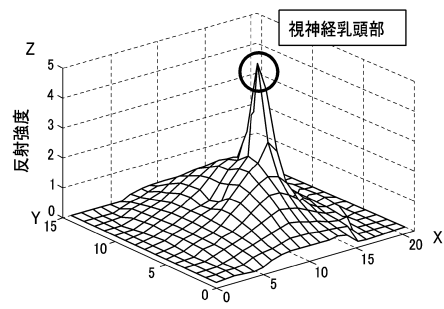
【図 3】



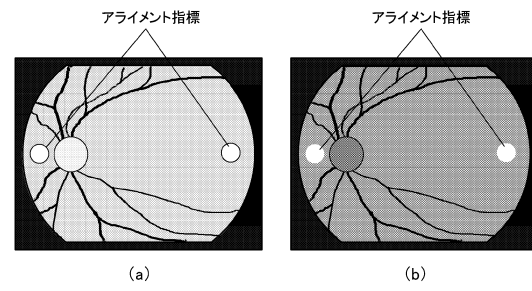
【図 4】



【図 5】



【図 6】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009-066109(JP,A)  
特開2004-267616(JP,A)  
特開平03-198830(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
A61B 3/00 - 3/18