

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4969925号
(P4969925)

(45) 発行日 平成24年7月4日(2012.7.4)

(24) 登録日 平成24年4月13日(2012.4.13)

(51) Int. Cl.	F 1
A 6 1 B 3/12 (2006.01)	A 6 1 B 3/12 E
A 6 1 B 3/14 (2006.01)	A 6 1 B 3/14 A
	A 6 1 B 3/14 H

請求項の数 13 (全 40 頁)

(21) 出願番号	特願2006-178326 (P2006-178326)	(73) 特許権者	000220343
(22) 出願日	平成18年6月28日 (2006.6.28)		株式会社トプコン
(65) 公開番号	特開2008-5987 (P2008-5987A)		東京都板橋区蓮沼町75番1号
(43) 公開日	平成20年1月17日 (2008.1.17)	(74) 代理人	110000866
審査請求日	平成21年6月24日 (2009.6.24)		特許業務法人三澤特許事務所
		(74) 代理人	100081411
			弁理士 三澤 正義
		(72) 発明者	塚田 央
			東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社トプコン内
		(72) 発明者	木川 勉
			東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社トプコン内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 眼底観察装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光学的にデータを取得し、該取得されたデータに基づいて被検眼の眼底の表面の2次元画像を形成する第1の画像形成手段と、前記2次元画像の少なくとも一部に相当する前記眼底の表面の領域を光学的に走査してデータを取得し、該取得されたデータに基づいて前記眼底の断層画像を形成する第2の画像形成手段とを含む画像形成手段と、

該画像形成手段を制御する制御手段と、

前記2次元画像及び前記断層画像の一方の画像が形成されたときの、前記制御手段による前記画像形成手段の制御内容を表す制御情報を記憶する記憶手段と、

を備え、

前記第2の画像形成手段は、

光源と、

該光源から出力された光を前記眼底に向かう信号光と参照物体に向かう参照光とに分割するとともに、前記眼底を経由した前記信号光と前記参照物体を経由した前記参照光とを重畳させて干渉光を生成する干渉光生成手段と、

前記生成された干渉光を受光して検出信号を出力する検出手段と、

を備え、さらに、

前記制御手段により制御されて前記眼底に対する前記信号光の照射位置を走査する走査手段、前記制御手段により制御されて前記被検眼を固視させるための固視標を前記眼底に投影する固視標投影手段、前記参照光の光路上に設けられ前記参照光の光量を減少させる

フィルタ及び前記制御手段により制御されて該フィルタを回転駆動して前記参照光の光量の減少量を変更させるフィルタ駆動機構、前記形成された前記眼底の断層画像における前記被検眼の分散の影響を補正する分散補正手段、並びに、前記信号光の偏光方向と前記参照光の偏光方向とを一致させる偏光補正手段、のうち少なくとも一つを備え、

前記制御情報は、前記断層画像が前記形成されたときの前記走査手段による前記信号光の照射位置の走査形態を表す走査制御情報、前記一方の画像が形成されたときの前記固視標の前記眼底への投影位置を表す投影位置制御情報、前記断層画像が前記形成されたときの前記参照光の光量の減少量を表す参照光量制御情報、前記断層画像に対する前記分散の影響の前記補正に用いられた補正パラメータ、及び、前記偏光方向が一致されたときの前記制御手段による前記偏光補正手段の制御内容のうち少なくとも一つを含み、

10

前記制御手段は、前記眼底の新たな前記一方の画像が形成されるときに、前記記憶手段に記憶された制御情報に基づいて前記画像形成手段を制御して前記新たな前記一方の画像を形成させる、

ことを特徴とする眼底観察装置。

【請求項 2】

前記第 2 の画像形成手段は、

前記走査手段を備え、

前記信号光の照射位置の前記走査に応じて前記出力された検出信号に基づいて前記眼底の断層画像を形成し、

前記制御情報は、前記走査制御情報を含み、

20

前記制御手段は、前記眼底の新たな断層画像が形成されるときに、前記記憶手段に記憶された前記走査制御情報に示す走査形態にしたがって前記信号光の照射位置を走査させるように前記走査手段を制御する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の眼底観察装置。

【請求項 3】

前記走査手段は、所定の主走査方向及び該主走査方向に直交する副走査方向に前記信号光の照射位置を走査し、

前記第 2 の画像形成手段は、前記主走査方向に沿った複数の前記照射位置のそれぞれについて、当該照射位置を経由した前記信号光と前記参照物体を経由した前記参照光とから生成される干渉光を検出した前記検出手段が出力した検出信号に基づいて当該照射位置における前記眼底の深度方向の画像を形成し、前記複数の照射位置のそれぞれについて該形成された深度方向の画像に基づいて前記主走査方向に沿った断層画像を形成することにより、前記副走査方向に沿った 2 以上の位置のそれぞれにおける断層画像を形成する、

30

ことを特徴とする請求項 2 に記載の眼底観察装置。

【請求項 4】

前記走査制御情報は、前記走査手段により前記信号光の照射位置が走査される位置を表す走査位置情報を含み、

前記制御手段は、前記新たな断層画像が形成されるときに、前記記憶された走査位置情報に示す位置に前記信号光の照射位置を走査させるように前記走査手段を制御する、

ことを特徴とする請求項 2 又は請求項 3 に記載の眼底観察装置。

40

【請求項 5】

前記走査制御情報は、前記走査手段による前記信号光の照射位置の走査の軌跡を表す走査軌跡情報を含み、

前記制御手段は、前記新たな断層画像が形成されるときに、前記記憶された走査軌跡情報に示す軌跡に沿って前記信号光の照射位置を走査させるように前記走査手段を制御する、

ことを特徴とする請求項 3 に記載の眼底観察装置。

【請求項 6】

前記走査手段は、前記信号光を反射する反射ミラーと、前記制御手段により制御されて前記反射ミラーの位置を変更するミラー駆動機構とを含むガルバノミラーを備え、

50

前記走査制御情報は、前記断層画像が前記形成されたときの前記反射ミラーの位置を表す情報を含み、

前記制御手段は、前記新たな断層画像が形成されるときに、前記走査制御情報に基づいて前記ミラー駆動機構を制御して前記反射ミラーの位置を変更させることにより前記信号光の照射位置を走査させる、

ことを特徴とする請求項 2 ~ 請求項 5 のいずれか一項に記載の眼底観察装置。

【請求項 7】

前記画像形成手段は、前記固視標投影手段を備え、

前記制御情報は、前記投影位置制御情報を含み、

前記制御手段は、前記眼底の新たな前記一方の画像が形成されるときに、前記記憶手段に記憶された前記投影位置制御情報に示す投影位置に基づいて前記固視標投影手段を制御して前記固視標を前記眼底に投影させる、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の眼底観察装置。

【請求項 8】

前記固視標投影手段は、前記制御手段により制御されて前記固視標を表示する固視標表示手段と、該表示された前記固視標を前記被検眼に投影する投影光学系とを含み、

前記投影位置制御情報は、前記一方の画像が形成されたときの前記固視標表示手段による前記固視標の表示位置を表す情報を含み、

前記制御手段は、前記新たな前記一方の画像が形成されるときに、前記記憶された前記投影位置制御情報に示す前記表示位置に前記固視標を表示させるように前記固視標表示手段を制御する、

ことを特徴とする請求項 7 に記載の眼底観察装置。

【請求項 9】

前記第 2 の画像形成手段は、

前記フィルタと、

前記フィルタ駆動機構と、

を備え、前記検出手段から出力された検出信号に基づいて前記眼底の断層画像を形成し

、前記制御情報は、前記参照光量制御情報を含み、

前記制御手段は、前記眼底の新たな断層画像が形成されるときに、前記記憶手段に記憶された前記参照光量制御情報に示す減少量だけ前記参照光の光量を減少させるように前記フィルタ駆動機構を制御して前記フィルタを回転させる、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の眼底観察装置。

【請求項 10】

前記第 2 の画像形成手段は、前記分散補正手段を備え、

前記制御情報は、前記補正パラメータを含み、

前記制御手段は、前記眼底の新たな断層画像が形成されたときに、前記記憶手段に記憶された前記補正パラメータを用いて前記分散補正手段に当該新たな断層画像に対する前記分散の影響を補正させる、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の眼底観察装置。

【請求項 11】

前記第 2 の画像形成手段は、

前記偏光補正手段と、

前記検出手段と、

を備え、前記検出手段から出力された検出信号に基づいて前記眼底の断層画像を形成し

、前記制御情報は、前記偏光補正手段の制御内容を含み、

前記制御手段は、前記眼底の新たな断層画像が形成されるときに、前記記憶手段に記憶された前記制御情報に基づいて前記偏光補正手段を制御する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の眼底観察装置。

10

20

30

40

50

【請求項 1 2】

患者識別情報を入力する入力手段を更に備え、

前記記憶手段は、前記制御情報を患者識別情報に関連付けて記憶し、

前記制御手段は、前記眼底の新たな前記一方の画像が形成されるときに、前記入力手段により入力された患者識別情報を受けて、該入力された患者識別情報に関連付けられて前記記憶手段に記憶された前記制御情報に基づいて前記画像形成手段を制御する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の眼底観察装置。

【請求項 1 3】

前記記憶手段は、前記画像形成手段により前記一方の画像が形成された日時を表す日時情報に関連付けて前記制御情報を記憶し、

前記制御手段は、前記眼底の新たな前記一方の画像が形成されるときに、前記日時情報に基づいて、前記記憶手段に記憶された前記制御情報のうちの最新の制御情報を選択し、該選択された最新の制御情報に基づいて前記画像形成手段を制御する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の眼底観察装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被検眼の眼底を観察するために用いられる眼底観察装置及びそれを制御するプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

眼底観察装置としては、従来から眼底カメラが広く用いられている。図 1 1 は、従来の一般的な眼底カメラの外観構成の一例を表し、図 1 2 は、眼底カメラに内蔵される光学系の構成の一例を表している（たとえば特許文献 1 参照。）。なお、「観察」とは、眼底の撮影画像を観察する場合を少なくとも含むものとする（その他、肉眼による眼底観察を含んでもよい。）。

【0003】

まず、図 1 1 を参照しつつ、従来眼底カメラ 1 0 0 0 の外観構成について説明する。この眼底カメラ 1 0 0 0 は、ベース 2 上に前後左右方向（水平方向）にスライド可能に搭載された架台 3 を備えている。この架台 3 には、検者が各種操作を行うための操作パネル 3 a とジョイスティック 4 が設置されている。

【0004】

検者は、ジョイスティック 4 を操作することによって、架台 3 をベース 2 上において 3 次元的に移動させることができる。ジョイスティック 4 の頂部には、眼底を撮影するときには押下される操作ボタン 4 a が配置されている。

【0005】

ベース 2 上には支柱 5 が立設されている。この支柱 5 には、被検者の顎部を載置するための顎受け 6 と、被検眼 E を固視させるための光を発する外部固視灯 7 とが設けられている。

【0006】

架台 3 上には、眼底カメラ 1 0 0 0 の各種の光学系や制御系を格納する本体部 8 が搭載されている。なお、制御系は、ベース 2 や架台 3 の内部等に設けられていることもあるし、眼底カメラ 1 0 0 0 に接続されたコンピュータ等の外部装置に設けられていることもある。

【0007】

本体部 8 の被検眼 E 側（図 1 1 の紙面左方向）には、被検眼 E に対峙して配置される対物レンズ部 8 a が設けられている。また、本体部 8 の検者側（図 1 1 の紙面右方向）には、被検眼 E の眼底を肉眼観察するための接眼レンズ部 8 b が設けられている。

【0008】

更に、本体部 8 には、被検眼 E の眼底の静止画像を撮影するためのスチルカメラ 9 と、

10

20

30

40

50

眼底の静止画像や動画画像を撮影するためのテレビカメラ等の撮像装置 10 とが設けられている。このスチルカメラ 9 と撮像装置 10 は、それぞれ本体部 8 に対して着脱可能に形成されている。

【0009】

スチルカメラ 9 としては、検査の目的や撮影画像の保存方法などの各種条件に応じて、CCD (Charge Coupled Device) や CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等の撮像素子を搭載したデジタルカメラや、フィルムカメラや、インスタントカメラなどを適宜に装着して使用することができる。本体部 8 には、このような各種のスチルカメラ 9 を選択的に装着するための装着部 8c が形成されている。

10

【0010】

スチルカメラ 9 や撮像装置 10 がデジタル撮像方式のものである場合、これらにより撮影された眼底画像の画像データを、眼底カメラ 1000 に接続されたコンピュータ等に送信し、その眼底画像をディスプレイに表示させて観察することができる。また、眼底カメラ 1000 に接続された画像記録装置に画像データを送信してデータベース化し、たとえば電子カルテ作成用の電子データとして用いることができる。

【0011】

また、本体部 8 の検者側には、タッチパネルモニタ 11 が設けられている。このタッチパネルモニタ 11 には、(デジタル方式の) スチルカメラ 9 や撮像装置 10 から出力される映像信号に基づいて作成される被検眼 E の眼底画像が表示される。また、このタッチパネルモニタ 11 には、その画面中央を原点とする 2 次元座標系が眼底画像に重ねて表示されるようになっている。検者が画面上の所望の位置に触れると、その触れた位置に対応する座標値が表示されるようになっている。

20

【0012】

次に、図 12 を参照しつつ、眼底カメラ 1000 の光学系の構成について説明する。眼底カメラ 1000 の光学系は、被検眼 E の眼底 E f の撮影を行う前に、眼底 E f に対してアライメントされる(つまり、図 12 に示す x 方向、y 方向、z 方向に光学系を移動させて、撮影に好適な位置に光学系を配置させる。)。この眼底カメラ 1000 の光学系には、被検眼 E の眼底 E f を照明する照明光学系 100 と、この照明光の眼底反射光を接眼レンズ部 8b、スチルカメラ 9、撮像装置 10 に導く撮影光学系 120 とが設けられている。

30

【0013】

照明光学系 100 は、観察光源 101、コンデンサレンズ 102、撮影光源 103、コンデンサレンズ 104、エキサイタフィルタ 105 及び 106、リング透光板 107、ミラー 108、LCD 109、照明絞リ 110、リレーレンズ 111、孔開きミラー 112、対物レンズ 113 を含んで構成されている。

【0014】

観察光源 101 は、たとえばハロゲンランプにより構成され、眼底観察用の定常光(連続光)を出力する。コンデンサレンズ 102 は、観察光源 101 から発せられた定常光(観察照明光)を集光して、観察照明光を眼底にほぼ均等に照明させるための光学素子である。

40

【0015】

撮影光源 103 は、たとえばキセノンランプにより構成され、眼底 E f の撮影を行うときにフラッシュ発光される。コンデンサレンズ 104 は、撮影光源 103 から発せられたフラッシュ光(撮影照明光)を集光して、撮影照明光を眼底 E f に均等に照射させるための光学素子である。

【0016】

エキサイタフィルタ 105、106 は、眼底 E f の眼底画像の蛍光撮影を行うときに使用されるフィルタである。このエキサイタフィルタ 105、106 は、それぞれ、ソレノイド等の駆動機構(図示せず)によって光路上に挿脱可能とされている。エキサイタフィ

50

ルタ105は、FAG（フルオレセイン蛍光造影）撮影時に光路上に配置される。一方、エキサイタフィルタ106は、ICG（インドシアニングリーン蛍光造影）撮影時に光路上に配置される。なお、カラー撮影時には、エキサイタフィルタ105、106はともに光路上から退避される。

【0017】

リング透光板107は、被検眼Eの瞳孔と共役な位置に配置されており、照明光学系100の光軸を中心としたリング透光部107aを備えている。ミラー108は、観察光源101や撮影光源103が発した照明光を撮影光学系120の光軸方向に反射させる。LCD109は、被検眼Eの固視を行うための固視標（図示せず）などを表示する。

【0018】

照明絞り110は、フレア防止等のために照明光の一部を遮断する絞り部材である。この照明絞り110は、照明光学系100の光軸方向に移動可能に構成されており、それにより眼底Efの照明領域を調整できるようになっている。

【0019】

孔開きミラー112は、照明光学系100の光軸と撮影光学系120の光軸とを合成する光学素子である。孔開きミラー112の中心領域には孔部112aが開口されている。照明光学系100の光軸と撮影光学系120の光軸は、この孔部112aの略中心位置にて交差するようになっている。対物レンズ113は、本体部8の対物レンズ部8a内に設けられている。

【0020】

このような構成を有する照明光学系100は、以下のような態様で眼底Efを照明する。まず、眼底観察時には観察光源101が点灯されて観察照明光が出力される。この観察照明光は、コンデンサレンズ102、104を介してリング透光板107を照射する（エキサイタフィルタ105、106は光路上から退避されている。）。リング透光板107のリング透光部107aを通過した光は、ミラー108により反射され、LCD109、照明絞り110及びリレーレンズ111を経由して孔開きミラー112により反射される。孔開きミラー112により反射された観察照明光は、撮影光学系120の光軸方向に進行し、対物レンズ113により集束されて被検眼Eに入射して眼底Efを照明する。

【0021】

このとき、リング透光板107が被検眼Eの瞳孔に共役な位置に配置されていることから、瞳孔上には、被検眼Eに入射する観察照明光のリング状の像が形成される。観察照明光の眼底反射光は、この瞳孔上のリング状の像の中心暗部を通じて被検眼Eから出射するようになっている。このようにして、観察照明光の眼底反射光に対する、被検眼Eに入射してくる観察照明光の影響を防止するようになっている。

【0022】

一方、眼底Efを撮影するときには、撮影光源103がフラッシュ発光され、撮影照明光が同様の経路を通じて眼底Efに照射される。なお、蛍光撮影の場合には、FAG撮影かICG撮影かに応じて、エキサイタフィルタ105又は106が選択的に光路上に配置される。

【0023】

次に、撮影光学系120について説明する。撮影光学系120は、対物レンズ113、孔開きミラー112（の孔部112a）、撮影絞り121、バリアフィルタ122及び123、変倍レンズ124、リレーレンズ125、撮影レンズ126、クイックリターンミラー127及び撮影媒体9aを含んで構成される。ここで、撮影媒体9aは、スチルカメラ9に用いられる任意の撮影媒体（CCD等の撮像素子、カメラフィルム、インスタントフィルムなど）である。

【0024】

瞳孔上のリング状の像の中心暗部を通じて被検眼Eから出射した照明光の眼底反射光は、孔開きミラー112の孔部112aを通じて撮影絞り121に入射する。孔開きミラー112は、照明光の角膜反射光を反射して、撮影絞り121に入射する眼底反射光に角膜

10

20

30

40

50

反射光を混入させないように作用する。それにより、観察画像や撮影画像におけるフレアの発生を抑止するようになっている。

【0025】

撮影絞り121は、大きさの異なる複数の円形の透光部が形成された板状の部材である。複数の透光部は、絞り値(F値)の異なる絞りを構成し、図示しない駆動機構によって、透光部が択一的に光路上に配置されるようになっている。

【0026】

バリアフィルタ122、123は、それぞれ、ソレノイド等の駆動機構(図示せず)によって光路上に挿脱可能とされている。FAG撮影を行うときにはバリアフィルタ122が光路上に配置され、ICG撮影を行うときにはバリアフィルタ123が光路上に配置される。また、カラー撮影を行うときには、バリアフィルタ122、123は、光路上からともに退避される。

10

【0027】

変倍レンズ124は、図示しない駆動機構によって撮影光学系120の光軸方向に移動可能とされている。それにより、観察倍率や撮影倍率の変更、眼底画像のフォーカスなどを行うことができる。撮影レンズ126は、被検眼Eからの眼底反射光を撮影媒体9a上に結像させるレンズである。

【0028】

クイックリターンミラー127は、図示しない駆動機構によって回動軸127a周りに回動可能に設けられている。スチルカメラ9で眼底Efの撮影を行う場合には、光路上に斜設されているクイックリターンミラー127を上方に跳ね上げて、眼底反射光を撮影媒体9aに導くようになっている。一方、撮像装置10による眼底撮影時や、検者の肉眼による眼底観察時には、クイックリターンミラー127を光路上に斜設配置させた状態で、眼底反射光を上方に向けて反射するようになっている。

20

【0029】

撮影光学系120には、更に、クイックリターンミラー127により反射された眼底反射光を案内するための、フィールドレンズ(視野レンズ)128、切換ミラー129、接眼レンズ130、リレーレンズ131、反射ミラー132、撮影レンズ133及び撮像素子10aが設けられている。撮像素子10aは、撮像装置10に内蔵されたCCD等の撮像素子である。タッチパネルモニタ11には、撮像素子10aにより撮影された眼底画像Efが表示される。

30

【0030】

切換ミラー129は、クイックリターンミラー127と同様に、回動軸129a周りに回動可能とされている。この切換ミラー129は、肉眼による観察時には光路上に斜設された状態で眼底反射光を接眼レンズ130に向けて反射する。

【0031】

また、撮像装置10を用いて眼底画像を撮影するときには、切換ミラー129を光路上から退避して、眼底反射光を撮像素子10aに向けて導く。その場合、眼底反射光は、リレーレンズ131を経由してミラー132により反射され、撮影レンズ133によって撮像素子10aに結像される。

40

【0032】

このような眼底カメラ1000は、眼底Efの表面、すなわち網膜の状態を観察するために用いられる眼底観察装置である。換言すると、眼底カメラ1000は、被検眼Eの角膜の方向から眼底Efを見たときの2次元的な眼底画像を得るための装置である。一方、網膜の深層には脈絡膜や強膜といった組織が存在し、これらの組織の状態を観察するための技術が望まれていたが、近年、これら深層組織を観察するための装置の実用化が進んでいる(たとえば特許文献2、3参照)。

【0033】

特許文献2、3に開示された眼底観察装置は、いわゆるOCT(Optical Coherence Tomography)技術を応用した装置(光画像計測装置、光コヒ

50

ーレンストモグラフィ装置などと呼ばれる。)である。この眼底観察装置は、低コヒーレンス光を二分して、その一方(信号光)を眼底に導き、他方(参照光)を所定の参照物体に導くとともに、眼底を経由した信号光と参照物体を経由した参照光とを重畳して得られる干渉光を検出して解析することにより、眼底の表面ないし深層組織の断層画像を形成する装置である。また、光画像計測装置は、複数の断層画像に基づいて、眼底の3次元画像を形成することが可能である。なお、特許文献2に記載の光画像計測装置は、一般に、フーリエドメイン(Fourier Domain)OCTなどと呼ばれている。

【0034】

フーリエドメインOCTは、信号光をスキャンして眼底に照射することにより、その走査線に沿った深度方向(図12に示すz方向)の断面を有する断層画像を形成するようになっている。このような信号光のスキャンは、Bスキャンなどと呼ばれている(たとえば非特許文献1参照)。

10

【0035】

3次元画像を形成する場合、複数の走査線に沿ってBスキャンを実行し、それにより得られる複数の断層画像に補間処理を施すなどして3次元画像データを生成する。この3次元画像データは、X線CT装置等の医用画像診断装置と同様に、ボリュームデータ或いはボクセルデータなどと呼ばれ、3次的に配列された各ボクセルに画素データ(明るさ、濃淡、色等のデータ。輝度値やRGB値など)が割り当てられた形態の画像データである。3次元画像は、ボリュームデータをレンダリングして得られる所定の視線方向から見た擬似的な3次元画像として表示される。

20

【0036】

【特許文献1】特開2004-350849号公報

【特許文献2】特開2003-543号公報

【特許文献3】特開2005-241464号公報

【非特許文献1】NEDOワークショップ「人体の“窓”、眼底から体内を見る(診る)」-最新光学技術を駆使した生活習慣病の超早期診断機器開発-(開催日:2005年4月25日)、インターネット URL:http://www.nedo.go.jp/informations/koubo/170627_2/besshi3.pdf

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0037】

眼科に限らず医療分野一般において、たとえば治療の経過観察や術前術後観察のように、患者の同一部位を複数回にわたって観察すること(以下、「経過観察等」と呼ぶことがある。)が行われている。

【0038】

眼底の経過観察等では、たとえば黄斑部、視神経乳頭、網膜の剥離部位など眼底上の注目部位を複数回にわたって観察するために、各回の観察において、その注目部位の位置を特定して画像を取得する必要がある。

【0039】

しかし、たとえば視神経乳頭のように眼底上のランドマークとなる部位については、その位置を特定することは容易であるが、画像を観察しただけでは位置の特定が困難な注目部位も存在する。特に、注目部位が眼底の深層(たとえば脈絡膜や強膜等)に存在する場合には、眼底表面に存在する場合と比較して、注目部位の位置を特定することが困難になる。

40

【0040】

また、経過観察等においては、各回の画像撮影を同じ条件で行うことが望ましい。たとえば、光画像計測装置においては、被検眼の固視位置や信号光のスキャン(スキャン位置やスキャンパターン等)などの各種条件が同じであることが望ましい。

【0041】

しかし、撮影の度毎に注目部位の位置を特定したり、各種条件を手入力したりすること

50

は、非常に手間が掛かるものであった。また、注目部位の位置や撮影条件などを記録しておくのを忘れて、位置や条件の設定を誤ったりするなどの人為的なミスが介在するおそれもあった。

【0042】

本発明は、以上のような問題を解決するためになされたものであり、眼底の経過観察等の簡便化を図ることが可能な眼底観察装置及びそれを制御するプログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0043】

上記目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、光学的にデータを取得し、該取得されたデータに基づいて被検眼の眼底の表面の2次元画像を形成する第1の画像形成手段と、前記2次元画像の少なくとも一部に相当する前記眼底の表面の領域を光学的に走査してデータを取得し、該取得されたデータに基づいて前記眼底の断層画像を形成する第2の画像形成手段とを含む画像形成手段と、該画像形成手段を制御する制御手段と、前記2次元画像及び前記断層画像の一方の画像が形成されたときの、前記制御手段による前記画像形成手段の制御内容を表す制御情報を記憶する記憶手段と、を備え、前記第2の画像形成手段は、光源と、該光源から出力された光を前記眼底に向かう信号光と参照物体に向かう参照光とに分割するとともに、前記眼底を経由した前記信号光と前記参照物体を経由した前記参照光とを重畳させて干渉光を生成する干渉光生成手段と、前記生成された干渉光を受光して検出信号を出力する検出手段と、を備え、さらに、前記制御手段により制御されて前記眼底に対する前記信号光の照射位置を走査する走査手段、前記制御手段により制御されて前記被検眼を固視させるための固視標を前記眼底に投影する固視標投影手段、前記参照光の光路上に設けられ前記参照光の光量を減少させるフィルタ及び前記制御手段により制御されて該フィルタを回転駆動して前記参照光の光量の減少量を変更させるフィルタ駆動機構、前記形成された前記眼底の断層画像における前記被検眼の分散の影響を補正する分散補正手段、並びに、前記信号光の偏光方向と前記参照光の偏光方向とを一致させる偏光補正手段、のうち少なくとも一つを備え、前記制御情報は、前記断層画像が前記形成されたときの前記走査手段による前記信号光の照射位置の走査形態を表す走査制御情報、前記一方の画像が形成されたときの前記固視標の前記眼底への投影位置を表す投影位置制御情報、前記断層画像が前記形成されたときの前記参照光の光量の減少量を表す参照光量制御情報、前記断層画像に対する前記分散の影響の前記補正に用いられた補正パラメータ、及び、前記偏光方向が一致されたときの前記制御手段による前記偏光補正手段の制御内容のうち少なくとも一つを含み、前記制御手段は、前記眼底の新たな前記一方の画像が形成されるときに、前記記憶手段に記憶された制御情報に基づいて前記画像形成手段を制御して前記新たな前記一方の画像を形成させる、ことを特徴とする眼底観察装置である。

【0044】

また、請求項2に記載の発明は、前記第2の画像形成手段は、前記走査手段を備え、前記信号光の照射位置の前記走査に応じて前記出力された検出信号に基づいて前記眼底の断層画像を形成し、前記制御情報は、前記走査制御情報を含み、前記制御手段は、前記眼底の新たな断層画像が形成されるときに、前記記憶手段に記憶された前記走査制御情報に示す走査形態にしたがって前記信号光の照射位置を走査させるように前記走査手段を制御する、ことを特徴とする。

【0045】

また、請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の眼底観察装置であって、前記走査手段は、所定の主走査方向及び該主走査方向に直交する副走査方向に前記信号光の照射位置を走査し、前記第2の画像形成手段は、前記主走査方向に沿った複数の前記照射位置のそれぞれについて、当該照射位置を経由した前記信号光と前記参照物体を経由した前記参照光とから生成される干渉光を検出した前記検出手段が出力した検出信号に基づいて当該照射位置における前記眼底の深度方向の画像を形成し、前記複数の照射位置のそれぞれについて該形成された深度方向の画像に基づいて前記主走査方向に沿った断層画像を形成する

ことにより、前記副走査方向に沿った 2 以上の位置のそれぞれにおける断層画像を形成する、ことを特徴とする。

【 0 0 4 6 】

また、請求項 4 に記載の発明は、請求項 2 又は請求項 3 に記載の眼底観察装置であって、前記走査制御情報は、前記走査手段により前記信号光の照射位置が走査される位置を表す走査位置情報を含み、前記制御手段は、前記新たな断層画像が形成されるときに、前記記憶された走査位置情報に示す位置に前記信号光の照射位置を走査させるように前記走査手段を制御する、ことを特徴とする。

【 0 0 4 7 】

また、請求項 5 に記載の発明は、請求項 3 に記載の眼底観察装置であって、前記走査制御情報は、前記走査手段による前記信号光の照射位置の走査の軌跡を表す走査軌跡情報を含み、前記制御手段は、前記新たな断層画像が形成されるときに、前記記憶された走査軌跡情報に示す軌跡に沿って前記信号光の照射位置を走査させるように前記走査手段を制御する、ことを特徴とする。

10

【 0 0 4 8 】

また、請求項 6 に記載の発明は、請求項 2 ~ 請求項 5 のいずれか一項に記載の眼底観察装置であって、前記走査手段は、前記信号光を反射する反射ミラーと、前記制御手段により制御されて前記反射ミラーの位置を変更するミラー駆動機構とを含むガルバノミラーを備え、前記走査制御情報は、前記断層画像が前記形成されたときの前記反射ミラーの位置を表す情報を含み、前記制御手段は、前記新たな断層画像が形成されるときに、前記走査制御情報に基づいて前記ミラー駆動機構を制御して前記反射ミラーの位置を変更させることにより前記信号光の照射位置を走査させる、ことを特徴とする。

20

【 0 0 4 9 】

また、請求項 7 に記載の発明は、請求項 1 に記載の眼底観察装置であって、前記画像形成手段は、前記固視標投影手段を備え、前記制御情報は、前記投影位置制御情報を含み、前記制御手段は、前記眼底の新たな前記一方の画像が形成されるときに、前記記憶手段に記憶された前記投影位置制御情報に示す投影位置に基づいて前記固視標投影手段を制御して前記固視標を前記眼底に投影させる、ことを特徴とする。

【 0 0 5 0 】

また、請求項 8 に記載の発明は、請求項 7 に記載の眼底観察装置であって、前記固視標投影手段は、前記制御手段により制御されて前記固視標を表示する固視標表示手段と、該表示された前記固視標を前記被検眼に投影する投影光学系とを含み、前記投影位置制御情報は、前記一方の画像が形成されたときの前記固視標表示手段による前記固視標の表示位置を表す情報を含み、前記制御手段は、前記新たな前記一方の画像が形成されるときに、前記記憶された前記投影位置制御情報に示す前記表示位置に前記固視標を表示させるように前記固視標表示手段を制御する、ことを特徴とする。

30

【 0 0 5 1 】

また、請求項 9 に記載の発明は、請求項 1 に記載の眼底観察装置であって、前記第 2 の画像形成手段は、前記フィルタと、前記フィルタ駆動機構と、を備え、前記検出手段から出力された検出信号に基づいて前記眼底の断層画像を形成し、前記制御情報は、前記参照光量制御情報を含み、前記制御手段は、前記眼底の新たな断層画像が形成されるときに、前記記憶手段に記憶された前記参照光量制御情報に示す減少量だけ前記参照光の光量を減少させるように前記フィルタ駆動機構を制御して前記フィルタを回転させる、ことを特徴とする。

40

【 0 0 5 2 】

また、請求項 10 に記載の発明は、請求項 1 に記載の眼底観察装置であって、前記第 2 の画像形成手段は、前記分散補正手段を備え、前記制御情報は、前記補正パラメータを含み、前記制御手段は、前記眼底の新たな断層画像が形成されたときに、前記記憶手段に記憶された前記補正パラメータを用いて前記分散補正手段に当該新たな断層画像に対する前記分散の影響を補正させる、ことを特徴とする。

50

【 0 0 5 3 】

また、請求項 1 1 に記載の発明は、請求項 1 に記載の眼底観察装置であって、前記第 2 の画像形成手段は、前記偏光補正手段と、前記検出手段と、を備え、前記検出手段から出力された検出信号に基づいて前記眼底の断層画像を形成し、前記制御情報は、前記偏光補正手段の制御内容を含み、前記制御手段は、前記眼底の新たな断層画像が形成されるときに、前記記憶手段に記憶された前記制御情報に基づいて前記偏光補正手段を制御する、ことを特徴とする。

【 0 0 5 4 】

また、請求項 1 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の眼底観察装置であって、患者識別情報を入力する入力手段を更に備え、前記記憶手段は、前記制御情報を患者識別情報に關連付けて記憶し、前記制御手段は、前記眼底の新たな前記一方の画像が形成されるときに、前記入力手段により入力された患者識別情報を受けて、該入力された患者識別情報に關連付けられて前記記憶手段に記憶された前記制御情報に基づいて前記画像形成手段を制御する、ことを特徴とする。

10

【 0 0 5 5 】

また、請求項 1 3 に記載の発明は、請求項 1 に記載の眼底観察装置であって、前記記憶手段は、前記画像形成手段により前記一方の画像が形成された日時を表す日時情報に關連付けて前記制御情報を記憶し、前記制御手段は、前記眼底の新たな前記一方の画像が形成されるときに、前記日時情報に基づいて、前記記憶手段に記憶された前記制御情報のうちの最新の制御情報を選択し、該選択された最新の制御情報に基づいて前記画像形成手段を制御する、ことを特徴とする。

20

【 発明の効果 】

【 0 0 5 7 】

本発明によれば、眼底の 2 次元画像及び断層画像の一方の画像が形成されたときの画像形成手段の制御内容を表す制御情報を記憶するとともに、画像形成手段により新たな上記一方の画像が形成されるときに、記憶されている制御情報に基づいて画像形成手段を制御するように構成されているので、経過観察等の 2 回目以降の検査を行うときに、画像形成手段を制御するための入力操作等の手作業を再度行う必要がなく、眼底の経過観察等の簡便化を図ることが可能になる。

【 0 0 5 8 】

また、本発明によれば、経過観察等の 2 回目以降の検査を行うときに、過去の画像形成手段の制御内容が自動的に再現されるので、手作業で入力等を行う場合に起こりうる人為的ミスを防止することができる。

30

【 0 0 5 9 】

更に、本発明によれば、経過観察等の各回の画像撮影を同じ制御内容にて行うことができるので、経過観察等における画像の比較を好適に行うことができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 6 0 】

本発明に係る眼底観察装置及びそれを制御するプログラムの好適な実施の形態の一例について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、従来と同様の構成部分については、図 1 1、図 1 2 と同じ符号を用いることにする。

40

【 0 0 6 1 】

まず、図 1 ~ 図 7 を参照して、本実施形態に係る眼底観察装置の構成について説明する。図 1 は、本実施形態に係る眼底観察装置 1 の全体構成の一例を表している。図 2 は、眼底カメラユニット 1 A 内の走査ユニット 1 4 1 の構成の一例を表している。図 3 は、OCT ユニット 1 5 0 の構成の一例を表している。図 4 は、演算制御装置 2 0 0 のハードウェア構成の一例を表している。図 5 は、眼底観察装置 1 の制御系の構成の一例を表している。図 6 は、眼底カメラユニット 1 A に設けられた操作パネル 3 a の構成の一例を表している。図 7 は、演算制御装置 2 0 0 の制御系の構成の一例を表している。

【 0 0 6 2 】

50

〔全体構成〕

本実施形態に係る眼底観察装置 1 は、図 1 に示すように、図 1 1、Y の眼底カメラと同様に機能する眼底カメラユニット 1 A と、光画像計測装置（OCT 装置）の光学系を格納した OCT ユニット 1 5 0 と、各種の演算処理や制御処理等を実行する演算制御装置 2 0 0 とを含んで構成されている。

【0063】

OCT ユニット 1 5 0 には、接続線 1 5 2 の一端が取り付けられている。この接続線 1 5 2 の他端には、コネクタ部 1 5 1 が取り付けられている。このコネクタ部 1 5 1 は、図 1 1 に示した装着部 8 c に装着される。また、接続線 1 5 2 の内部には光ファイバが導通されている。OCT ユニット 1 5 0 と眼底カメラユニット 1 A は、接続線 1 5 2 を介して光学的に接続されている。OCT ユニット 1 5 0 の詳細構成については、図 3 を参照しつつ後述することにする。

10

【0064】

〔眼底カメラユニットの構成〕

眼底カメラユニット 1 A は、光学的に取得されるデータ（撮像装置 1 0、1 2 により検出されるデータ）に基づいて被検眼の眼底の表面の 2 次元画像を形成する装置であり、図 1 1 に示した従来の眼底カメラ 1 0 0 0 とほぼ同様の外観構成を有している。また、眼底カメラユニット 1 A は、図 1 2 に示した従来の光学系と同様に、被検眼 E の眼底 E f を照明する照明光学系 1 0 0 と、この照明光の眼底反射光を撮像装置 1 0 に導く撮影光学系 1 2 0 とを備えている。

20

【0065】

なお、詳細は後述するが、本実施形態の撮影光学系 1 2 0 における撮像装置 1 0 は、近赤外領域の波長を有する照明光を検出するものである。また、この撮影光学系 1 2 0 には、可視領域の波長を有する照明光を検出する撮像装置 1 2 が別途設けられている。更に、この撮影光学系 1 2 0 は、OCT ユニット 1 5 0 からの信号光を眼底 E f に導くとともに、眼底 E f を経由した信号光を OCT ユニット 1 5 0 に導くようになっている。

【0066】

さて、照明光学系 1 0 0 は、従来と同様に、観察光源 1 0 1、コンデンサレンズ 1 0 2、撮影光源 1 0 3、コンデンサレンズ 1 0 4、エキサイタフィルタ 1 0 5 及び 1 0 6、リング透光板 1 0 7、ミラー 1 0 8、LCD 1 0 9、照明絞り 1 1 0、リレーレンズ 1 1 1、孔開きミラー 1 1 2、対物レンズ 1 1 3 を含んで構成される。

30

【0067】

観察光源 1 0 1 は、たとえば約 4 0 0 nm ~ 7 0 0 nm の範囲に含まれる可視領域の波長の照明光を出力する。また、撮影光源 1 0 3 は、たとえば約 7 0 0 nm ~ 8 0 0 nm の範囲に含まれる近赤外領域の波長の照明光を出力する。この撮影光源 1 0 3 から出力される近赤外光は、OCT ユニット 1 5 0 で使用する光の波長よりも短く設定されている（後述）。

【0068】

また、撮影光学系 1 2 0 は、対物レンズ 1 1 3、孔開きミラー 1 1 2（の孔部 1 1 2 a）、撮影絞り 1 2 1、パリアフィルタ 1 2 2 及び 1 2 3、変倍レンズ 1 2 4、リレーレンズ 1 2 5、撮影レンズ 1 2 6、ダイクロイックミラー 1 3 4、フィールドレンズ（視野レンズ）1 2 8、ハーフミラー 1 3 5、リレーレンズ 1 3 1、ダイクロイックミラー 1 3 6、撮影レンズ 1 3 3、撮像装置 1 0（撮像素子 1 0 a）、反射ミラー 1 3 7、撮影レンズ 1 3 8、撮影装置 1 2（撮像素子 1 2 a）、レンズ 1 3 9 及び LCD（Liquid Crystal Display）1 4 0 を含んで構成される。

40

【0069】

本実施形態に係る撮影光学系 1 2 0 においては、図 1 2 に示した従来の撮影光学系 1 2 0 と異なり、ダイクロイックミラー 1 3 4、ハーフミラー 1 3 5、ダイクロイックミラー 1 3 6、反射ミラー 1 3 7、撮影レンズ 1 3 8、レンズ 1 3 9 及び LCD 1 4 0 が設けられている。

50

【0070】

ダイクロイックミラー134は、照明光学系100からの照明光の眼底反射光（約400nm～800nmの範囲に含まれる波長を有する）を反射するとともに、OCTユニット150からの信号光LS（たとえば約800nm～900nmの範囲に含まれる波長を有する；後述）を透過させるように構成されている。

【0071】

また、ダイクロイックミラー136は、照明光学系100からの可視領域の波長を有する照明光（観察光源101から出力される波長約400nm～700nmの可視光）を透過させるとともに、近赤外領域の波長を有する照明光（撮影光源103から出力される波長約700nm～800nmの近赤外光）を反射するように構成されている。

10

【0072】

LCD140には、被検眼Eを固視させるための固視標（内部固視標）などが表示される。このLCD140からの光は、レンズ139により集光された後に、ハーフミラー135により反射され、フィールドレンズ128を經由してダイクロイックミラー136に反射される。そして、撮影レンズ126、リレーレンズ125、変倍レンズ124、孔開きミラー112（の孔部112a）、対物レンズ113等を經由して、被検眼Eに入射する。それにより、被検眼Eの眼底Efに内部固視標等が投影される。

【0073】

LCD140は、本発明の「固視標表示手段」の一例として機能する。また、表示された固視標を被検眼Eに投影する上記の光学素子群は、本発明の「投影光学系」の一例として機能する。また、LCD140及び上記光学素子群は、本発明の「固視標投影手段」の一例に相当するものである。

20

【0074】

撮像素子10aは、テレビカメラ等の撮像装置10に内蔵されたCCDやCMOS等の撮像素子であり、特に、近赤外領域の波長の光を検出するものである（つまり、撮像装置10は、近赤外光を検出する赤外線テレビカメラである。）。撮像装置10は、近赤外光を検出した結果として映像信号を出力する。

【0075】

タッチパネルモニタ11は、この映像信号に基づいて、眼底Efの表面の2次元画像（眼底画像Ef）を表示する。また、この映像信号は演算制御装置200に送られ、そのディスプレイ（後述）に眼底画像が表示されるようになっている。

30

【0076】

なお、撮像装置10による眼底撮影時には、たとえば照明光学系100の撮影光源103から出力される近赤外領域の波長を有する照明光が用いられる。

【0077】

一方、撮像素子12aは、テレビカメラ等の撮像装置12に内蔵されたCCDやCMOS等の撮像素子であり、特に、可視領域の波長の光を検出するものである（つまり、撮像装置12は、可視光を検出するテレビカメラである。）。撮像装置12は、可視光を検出した結果として映像信号を出力する。

【0078】

タッチパネルモニタ11は、この映像信号に基づいて、眼底Efの表面の2次元画像（眼底画像Ef）を表示する。また、この映像信号は演算制御装置200に送られ、そのディスプレイ（後述）に眼底画像が表示されるようになっている。

40

【0079】

なお、撮像装置12による眼底撮影時には、たとえば照明光学系100の観察光源101から出力される可視領域の波長を有する照明光が用いられる。

【0080】

本実施形態の撮影光学系120には、走査ユニット141と、レンズ142とが設けられている。走査ユニット141は、OCTユニット150から出力される光（信号光LS；後述する。）の眼底Efに対する照射位置を走査するための構成を具備し、本発明の「

50

走査手段」の一例として作用するものである。

【0081】

レンズ142は、OCTユニット150から接続線152を通じて導光された信号光LSを平行な光束にして走査ユニット141に入射させる。また、レンズ142は、走査ユニット141を経由してきた信号光LSの眼底反射光を集束させるように作用する。

【0082】

図2に、走査ユニット141の具体的構成の一例を示す。走査ユニット141には、ガルバノミラー141A、141Bと、反射ミラー141C、141Dとを含んで構成されている。

【0083】

ガルバノミラー141A、141Bは、それぞれ回転軸141a、141bを中心に回転可能に配設された反射ミラーである。各ガルバノミラー141A、141Bは、後述の駆動機構(図5に示すミラー駆動機構241、242)によって回転軸141a、141bを中心にそれぞれ回転されて、その反射面(信号光LSを反射する面)の向き、すなわちガルバノミラー141A、141Bの位置がそれぞれ変更されるようになっている。なお、本発明の「ガルバノミラー」は、ガルバノミラー141A、141B(反射ミラー)と、ミラー駆動機構241、242とを含んで構成されている。

【0084】

回転軸141a、141bは、互いに直交するように配設されている。図2においては、ガルバノミラー141Aの回転軸141aは、同図の紙面に対して平行方向に配設されており、ガルバノミラー141Bの回転軸141bは、同図の紙面に対して直交する方向に配設されている。

【0085】

すなわち、ガルバノミラー141Bは、図2中の両側矢印に示す方向に回転可能に構成され、ガルバノミラー141Aは、当該両側矢印に対して直交する方向に回転可能に構成されている。それにより、この一対のガルバノミラー141A、141Bは、信号光LSの反射方向を互いに直交する方向に変更するようにそれぞれ作用する。図1、図2から分かるように、ガルバノミラー141Aを回転させると信号光LSはx方向に走査され、ガルバノミラー141Bを回転させると信号光LSはy方向に走査されることになる。

【0086】

ガルバノミラー141A、141Bにより反射された信号光LSは、反射ミラー141C、141Dにより反射され、ガルバノミラー141Aに入射したときと同一の向きに進行するようになっている。

【0087】

なお、前述のように、接続線152の内部には光ファイバ152aが導通されており、この光ファイバ152aの端面152bは、レンズ142に対峙して配設される。この端面152bから出射した信号光LSは、レンズ142に向かってビーム径を拡大しつつ進行するが、このレンズ142によって平行な光束とされる。逆に、眼底Efを経由した信号光LSは、このレンズ142により、端面152bに向けて集束されて光ファイバ152aに導かれるようになっている。

【0088】

(OCTユニットの構成)

次に、図3を参照しつつOCTユニット150の構成について説明する。同図に示すOCTユニット150は、光学的な走査により取得されるデータ(後述のCCD184により検出されるデータ)に基づいて眼底の断層画像を形成するための装置である。

【0089】

このOCTユニット150は、従来の光画像計測装置とほぼ同様の光学系、すなわち、光源から出力された光を参照光と信号光とに分割するとともに、参照物体を経由した参照光と被測定物体(眼底Ef)を経由した信号光とを重畳して干渉光を生成する干渉計と、この干渉光を検出し、その検出結果としての信号(検出信号)を演算制御装置200に向

10

20

30

40

50

けて出力する手段とを具備している。演算制御装置 200 は、この信号を解析することにより被測定物体（眼底 E f）の断層画像を形成する。

【0090】

低コヒーレンス光源 160 は、低コヒーレンス光 L0 を出力するスーパーluminescentダイオード（SLD）や発光ダイオード（LED）等の広帯域光源により構成されている。この低コヒーレンス光 L0 は、たとえば、近赤外領域の波長を有し、かつ、数十マイクロメートル程度の時間的コヒーレンス長を有する光とされる。

【0091】

低コヒーレンス光源 160 から出力される低コヒーレンス光 L0 は、眼底カメラユニット 1A の照明光（波長約 400 nm ~ 800 nm）よりも長い波長、たとえば約 800 nm ~ 900 nm の範囲に含まれる波長を有している。この低コヒーレンス光源 160 は、本発明の「光源」の一例に相当するものである。

10

【0092】

低コヒーレンス光源 160 から出力された低コヒーレンス光 L0 は、たとえばシングルモードファイバないしは PM ファイバ（Polarization maintaining fiber；偏波面保持ファイバ）からなる光ファイバ 161 を通じて光カプラ（coupler）162 に導かれる。光カプラ 162 は、この低コヒーレンス光 L0 を参照光 LR と信号光 LS とに分割する。

【0093】

なお、光カプラ 162 は、光を分割する手段（スプリッタ；splitter）、及び、光を重畳する手段（カプラ）の双方の作用を有するが、ここでは慣用的に「光カプラ」と称することにする。

20

【0094】

光カプラ 162 により生成された参照光 LR は、シングルモードファイバ等からなる光ファイバ 163 により導光されてファイバ端面から出射される。出射された参照光 LR は、コリメータレンズ 171 により平行光束とされた後、ガラスブロック 172 及び濃度フィルタ 173 を経由し、参照ミラー 174（参照物体）によって反射される。

【0095】

参照ミラー 174 により反射された参照光 LR は、再び濃度フィルタ 173 及びガラスブロック 172 を経由し、コリメータレンズ 171 によって光ファイバ 163 のファイバ端面に集光される。集光された参照光 LR は、光ファイバ 163 を通じて光カプラ 162 に導かれる。

30

【0096】

ここで、ガラスブロック 172 と濃度フィルタ 173 は、参照光 LR と信号光 LS の光路長（光学距離）を合わせるための遅延手段として、また参照光 LR と信号光 LS の分散特性を合わせるための分散補償手段として作用している。

【0097】

また、濃度フィルタ 173 は、参照光の光量を減少させる減光フィルタとしても作用するものであり、たとえば回転型の ND（Neutral Density）フィルタによって構成される。この濃度フィルタ 173 は、モータ等の駆動装置を含んで構成される駆動機構（後述の濃度フィルタ駆動機構 244；図 5 参照）によって回転駆動されることにより、参照光 LR の光量の減少量を変更させるように作用する。それにより、干渉光 LC の生成に寄与する参照光 LR の光量を変更させることができる。

40

【0098】

この濃度フィルタ 173 は、本発明の「フィルタ」の一例として機能するものである。また、濃度フィルタ駆動機構 244 は、本発明の「フィルタ駆動機構」の一例として機能するものである。

【0099】

また、参照ミラー 174 は、参照光 LR の進行方向（図 3 に示す矢印方向）に移動されるように構成されている。それにより、被検眼 E の眼軸長などに応じた参照光 LR の光路

50

長を確保するようになっている。なお、この参照ミラー 174 の移動は、モータ等の駆動装置を含んで構成される駆動機構（後述の参照ミラー駆動機構 243；図 5 参照）によって行われる。

【0100】

一方、光カブラ 162 により生成された信号光 LS は、シングルモードファイバ等からなる光ファイバ 164 により接続線 152 の端部まで導光される。接続線 152 の内部には光ファイバ 152a が導通されている。ここで、光ファイバ 164 と光ファイバ 152a とは、単一の光ファイバにより構成されていてもよいし、また、各々の端面同士を接合するなどして一体的に形成されたものであってもよい。いずれにしても、光ファイバ 164、152a は、眼底カメラユニット 1A と OCT ユニット 150 との間で、信号光 LS

10

【0101】

信号光 LS は、接続線 152 内部を導光されて眼底カメラユニット 1A に案内される。そして、レンズ 142、走査ユニット 141、ダイクロイックミラー 134、撮影レンズ 126、リレーレンズ 125、変倍レンズ 124、撮影絞り 121、孔開きミラー 112 の孔部 112a、対物レンズ 113 を経由して、被検眼 E に入射するようになっている（なお、信号光 LS を被検眼 E に入射させるときには、バリアフィルタ 122、123 は、それぞれ光路から退避されるようになっている。）。

【0102】

被検眼 E に入射した信号光 LS は、眼底（網膜）E f 上にて結像し反射される。このとき、信号光 LS は、眼底 E f の表面で反射されるだけでなく、眼底 E f の深部領域にも到達して屈折率境界において散乱される。したがって、眼底 E f を経由した信号光 LS は、眼底 E f の表面形態を反映する情報と、眼底深部組織の屈折率境界における後方散乱の状態を反映する情報とを含んだ光となる。この光を単に「信号光 LS の眼底反射光」と呼ぶことがある。

20

【0103】

信号光 LS の眼底反射光は、眼底カメラユニット 1A 内の上記経路を逆向きに進行して光ファイバ 152a の端面 152b に集光され、この光ファイバ 152a を通じて OCT ユニット 150 に入射し、光ファイバ 164 を通じて光カブラ 162 に戻ってくる。

【0104】

光カブラ 162 は、眼底 E f を経由して戻ってきた信号光 LS と、参照ミラー 174 にて反射された参照光 LR とを重畳して干渉光 LC を生成する。生成された干渉光 LC は、シングルモードファイバ等からなる光ファイバ 165 を通じてスペクトロメータ 180 に導光される。

30

【0105】

ここで、本発明の「干渉光生成手段」は、少なくとも、光カブラ 162、光ファイバ 163、164、参照ミラー 174 を含む干渉計によって構成される。なお、本実施形態ではマイケルソン型の干渉計を採用したが、たとえばマッハツェンダー型など任意のタイプの干渉計を適宜に採用することが可能である。

【0106】

スペクトロメータ（分光計）180 は、コリメータレンズ 181、回折格子 182、結像レンズ 183、CCD 184 を含んで構成される。本実施形態の回折格子 182 は、光を透過させる透過型の回折格子であるが、もちろん光を反射する反射型の回折格子を用いることも可能である。また、CCD 184 に代えて、その他の光検出素子を適用することももちろん可能である。このような光検出素子は、本発明の「検出手段」の一例に相当するものである。

40

【0107】

スペクトロメータ 180 に入射した干渉光 LC は、コリメータレンズ 181 により平行光束とされた後、回折格子 182 によって分光（スペクトル分解）される。分光された干渉光 LC は、結像レンズ 183 によって CCD 184 の撮像面上に結像される。CCD 1

50

84は、この干渉光LCを受光して電氣的な検出信号に変換し、この検出信号を演算制御装置200に出力する。

【0108】

〔演算制御装置の構成〕

次に、演算制御装置200の構成について説明する。この演算制御装置200は、本発明の「コンピュータ」の一例に相当するものである。

【0109】

演算制御装置200は、OCTユニット150のスペクトロメータ180のCCD184から入力される検出信号を解析して、被検眼Eの眼底Efの断層画像を形成する処理を行う。このときの解析手法は、従来のフーリエドメインOCTの手法と同様である。

10

【0110】

また、演算制御装置200は、眼底カメラユニット1Aの撮像装置10、12から出力される映像信号に基づいて眼底Efの表面（網膜）の形態を示す2次元画像（の画像データ）を形成する処理を行う。

【0111】

更に、演算制御装置200は、眼底カメラユニット1A及びOCTユニット150の各部の制御を実行する。

【0112】

眼底カメラユニット1Aの制御としては、たとえば、観察光源101や撮影光源103による照明光の出力制御、エキサイタフィルタ105、106やバリアフィルタ122、123の光路上への挿入/退避動作の制御、LCD140等の表示装置の動作の制御、照明絞り110の移動制御（絞り値の制御）、撮影絞り121の絞り値の制御、変倍レンズ124の移動制御（倍率の制御）などを行う。また、演算制御装置200は、走査ユニット141内のガルバノミラー141A、141Bの回動動作（反射面の向きの変更動作）の制御を行う。

20

【0113】

また、OCTユニット150の制御としては、たとえば、低コヒーレンス光源160による低コヒーレンス光の出力制御、参照ミラー174の移動制御、濃度フィルタ173の回転動作（参照光LRの光量の減少量の変更動作）の制御、CCD184の蓄積時間の制御などを行う。

30

【0114】

以上のように作用する演算制御装置200のハードウェア構成の一例について、図4を参照しつつ説明する。

【0115】

この演算制御装置200は、従来のコンピュータと同様のハードウェア構成を備えている。具体的には、マイクロプロセッサ201（CPU、MPU等）、RAM202、ROM203、ハードディスクドライブ（HDD）204、キーボード205、マウス206、ディスプレイ207、画像形成ボード208及び通信インターフェイス（I/F）209を含んで構成されている。以上の各部は、バス200aを介して接続されている。

40

【0116】

また、演算制御装置200は、患者ID等の患者識別情報を含む患者情報を記録した患者カードの記録内容を読み取るカードリーダ等の読取装置を備えていてもよい。このカードリーダは、たとえば、演算制御装置200を形成するコンピュータの図示しないUSB（Universal Serial Bus）ポートなどのコネクタに接続されて用いられる。患者識別情報を読み取って演算制御装置200に入力するこのような読取装置は、本発明の「入力手段」の一例として機能するものである。

【0117】

マイクロプロセッサ201は、ハードディスクドライブ204に格納された制御プログラム204aをRAM202上に展開することにより、本実施形態に特徴的な動作を実行する。この制御プログラム204aは、本発明の「眼底観察装置を制御するプログラム」

50

の一例に相当するものである。

【0118】

また、マイクロプロセッサ201は、前述した装置各部の制御や、各種の演算処理などを実行する。また、キーボード205やマウス206からの操作信号に対応する装置各部の制御、ディスプレイ207による表示処理の制御、通信インターフェイス209による各種のデータや制御信号等の送受信処理の制御などを実行する。また、マイクロプロセッサ201は、通常のように、日付情報や時刻情報等の日時情報を提供する機能を備えている。

【0119】

キーボード205、マウス206及びディスプレイ207は、眼底観察装置1のユーザインターフェイスとして使用される。キーボード205は、たとえば文字や数字等をタイピング入力するためのデバイスとして用いられる。マウス206は、ディスプレイ207の表示画面に対する各種入力操作を行うためのデバイスとして用いられる。

10

【0120】

また、ディスプレイ207は、たとえばLCDやCRT(Cathode Ray Tube)等からなる任意の表示デバイスであり、眼底観察装置1により形成された眼底Efの画像を表示したり、各種の操作画面や設定画面などを表示したりする。

【0121】

また、所定の入力画面をディスプレイ207に表示させるとともに、キーボード205やマウス206を操作して、この入力画面に患者識別情報を入力できるように構成することができる。この場合、当該ユーザインターフェイスは、本発明の「入力手段」の一例として用いられる。

20

【0122】

なお、眼底観察装置1のユーザインターフェイスは、このような構成に限定されるものではなく、たとえばトラックボール、ジョイスティック、タッチパネル式のLCD、眼科検査用のコントロールパネルなど、各種情報を表示出力する機能と、各種情報を入力する機能とを具備する任意のユーザインターフェイス手段を用いて構成することが可能である。

【0123】

画像形成ボード208は、被検眼Eの眼底Efの画像(画像データ)を形成する処理を行う専用の電子回路である。この画像形成ボード208には、眼底画像形成ボード208aとOCT画像形成ボード208bとが設けられている。

30

【0124】

眼底画像形成ボード208aは、眼底カメラユニット1Aの撮像装置10や撮像装置12からの映像信号に基づいて眼底画像の画像データを形成するように動作する、専用の電子回路である。

【0125】

また、OCT画像形成ボード208bは、OCTユニット150のスペクトロメータ180のCCD184からの検出信号に基づいて眼底Efの断層画像の画像データを形成するように動作する、専用の電子回路である。

40

【0126】

このような画像形成ボード208を設けることにより、眼底画像や断層画像の画像データを形成する処理の処理速度を向上させることができる。

【0127】

通信インターフェイス209は、マイクロプロセッサ201からの制御信号を、眼底カメラユニット1AやOCTユニット150に送信する処理を行う。また、通信インターフェイス209は、眼底カメラユニット1Aの撮像装置10、12からの映像信号や、OCTユニット150のCCD184からの検出信号を受信して、画像形成ボード208に入力する処理などを行う。このとき、通信インターフェイス209は、撮像装置10、12からの映像信号を眼底画像形成ボード208aに入力し、CCD184からの検出信号を

50

OCT画像形成ボード208bに入力するように動作する。

【0128】

また、演算制御装置200がLAN(Local Area Network)やインターネット等のネットワークに接続されている場合には、通信インターフェイス209に、LANカード等のネットワークアダプタやモデム等の通信機器を具備させて、当該ネットワーク経由のデータ通信を行えるように構成することが可能である。その場合、制御プログラム204aを格納するサーバを当該ネットワーク上に設置するとともに、演算制御装置200を当該サーバのクライアント端末として構成することにより、本発明に係る動作を眼底観察装置1に実行させることができる。

【0129】

(制御系の構成)

以上のような構成を有する眼底観察装置1の制御系の構成について、図5～図7を参照しつつ説明する。図5に示すブロック図には、眼底観察装置1が具備する構成のうち、本発明に係る動作や処理に関わる部分が特に記載されている。図6には、眼底カメラユニット1Aに設けられた操作パネル3aの構成の一例が記載されている。図7に示すブロック図には、演算制御装置200の詳細構成が記載されている。

【0130】

(制御部)

眼底観察装置1の制御系は、演算制御装置200の制御部210を中心に構成される。制御部210は、マイクロプロセッサ201、RAM202、ROM203、ハードディスクドライブ204(制御プログラム204a)、通信インターフェイス209等を含んで構成される。

【0131】

制御部210は、制御プログラム204aに基づいて動作するマイクロプロセッサ201によって、前述の制御処理を実行する。特に、眼底カメラユニット1Aについては、ガルバノミラー141A、141Bの位置を変更させるミラー駆動機構241、242の制御や、LCD140による内部固視標の表示動作の制御などを行う。また、OCTユニット150については、低コヒーレンス光源160やCCD184の制御、濃度フィルタ173を回転させる濃度フィルタ駆動機構244の制御、参照光LRの進行方向に参照ミラー174を移動させる参照ミラー駆動機構243の制御などを実行する。

【0132】

また、制御部210は、眼底観察装置1により撮影される2種類の画像、すなわち眼底カメラユニット1Aにより得られる眼底Efの表面の2次元画像(眼底画像Ef)と、OCTユニット150により得られる検出信号から形成される眼底Efの断層画像とを、ユーザインターフェイス240のディスプレイ207に表示させるための制御を行う。これらの画像は、それぞれ別々にディスプレイ207にさせることもできるし、それらを並べて同時に表示させることもできる。なお、制御部210の構成の詳細については、図7に基づいて後述する。

【0133】

(画像形成部)

画像形成部220は、眼底カメラユニット1Aの撮像装置10、12からの映像信号に基づいて眼底画像の画像データを形成する処理と、OCTユニット150のCCD184からの検出信号に基づいて眼底Efの断層画像の画像データを形成する処理とを行う。この画像形成部220は、画像形成ボード208や通信インターフェイス209等を含んで構成される。なお、本明細書において、「画像」と、それに対応する「画像データ」とを同一視することができる。

【0134】

ここで、本発明の「第1の画像形成手段」は、たとえば、眼底Efの表面の2次元画像を取得するための眼底カメラユニット1Aの各部と、画像形成部220(眼底画像形成ボード208a)とを含んで構成される。また、本発明の「第2の画像形成手段」は、たと

10

20

30

40

50

えば、眼底E fの断層画像を取得するための眼底カメラユニット1 Aの各部と、OCTユニット1 5 0と、画像形成部2 2 0（OCT画像形成ボード2 0 8 b）と、画像処理部2 3 0とを含んで構成される。また、本発明の「画像形成手段」は、たとえば、第1の画像形成手段を構成する上記各部と、第2の画像形成手段を構成する上記各部とを含んで構成される。

【0135】

（画像処理部）

画像処理部2 3 0は、画像形成部2 2 0により形成された画像の画像データに対して各種の画像処理を施すものである。たとえば、OCTユニット1 5 0からの検出信号に基づく眼底E fの断層画像に基づいて眼底E fの3次元画像の画像データを形成する処理や、
10 画像の輝度補正や分散補正等の各種補正処理などを実行するものである。

【0136】

なお、3次元画像の画像データとは、3次元的に配列された複数のボクセルのそれぞれに画素値を付与して成る画像データであり、ボリュームデータやボクセルデータなどと呼ばれるものである。ボリュームデータに基づく画像を表示させる場合、画像処理部2 3 0は、このボリュームデータに対してレンダリング処理（ボリュームレンダリングやMIP（Maximum Intensity Projection：最大値投影）など）を施して、特定の視線方向から見たときの擬似的な3次元画像の画像データを形成するように作用する。ディスプレイ2 0 7等の表示デバイスには、この画像データに基づく擬似的な3次元画像が表示されることになる。
20

【0137】

また、画像処理部2 3 0は、従来と同様に、眼底E fの断層画像に含まれる各種の層（網膜等）に相当する画像領域や、層と層との境界に相当する画像領域を抽出する処理を実行する。更に、この抽出結果に基づいて層の厚さを演算する処理を実行する。

【0138】

以上のような処理を行う画像処理部2 3 0は、マイクロプロセッサ2 0 1、RAM2 0 2、ROM2 0 3、ハードディスクドライブ2 0 4（制御プログラム2 0 4 a）等を含んで構成される。

【0139】

（ユーザインターフェイス）

ユーザインターフェイス（UI）2 4 0は、図7に示すように、ディスプレイ2 0 7等の表示デバイスからなる表示部2 4 0 Aと、キーボード2 0 5やマウス2 0 6などの入力デバイスや操作デバイスからなる操作部2 4 0 Bとを備えている。操作部2 4 0 Bは、前述のカードリーダー等の読取装置と同様に、本発明の「入力手段」の一例として機能するものである。
30

【0140】

（操作パネル）

眼底カメラユニット1 Aの操作パネル3 aについて説明する。この撮影パネル3 aは、たとえば、図11に示すように、眼底カメラユニット1 Aの架台3上に配設されている。

【0141】

本実施形態における操作パネル3 aは、[背景技術]の項で説明した従来の構成とは異なり、眼底E fの表面の2次元画像（眼底画像E f）を取得するための操作要求の入力に使用される操作部と、眼底E fの断層画像を取得するための操作入力に使用される操作部とが設けられている（従来の構成では前者の操作部のみ設けられている。）。
40

【0142】

本実施形態では、このような操作パネル3 aを設けることにより、従来の眼底カメラを操作するときと同じ要領で、眼底画像E fの取得のための操作と断層画像の取得のための操作とを行えるようになっている。

【0143】

この操作パネル3 aには、たとえば、図6に示すように、メニュースイッチ3 0 1、ス
50

プリットスイッチ302、撮影光量スイッチ303、観察光量スイッチ304、顎受けスイッチ305、撮影スイッチ306、ズームスイッチ307、画像切替スイッチ308、固視標切替スイッチ309、固視標位置調整スイッチ310、固視標サイズ切替スイッチ311及びモード切替ノブ312が設けられている。

【0144】

メニュースイッチ301は、各種のメニュー（眼底Efの表面の2次元画像や断層画像等を撮影するときの撮影メニュー、各種の設定入力を行うための設定メニューなど）をユーザが選択指定するための所定のメニュー画面を表示させるために操作されるスイッチである。

【0145】

このメニュースイッチ301が操作されると、その操作信号が制御部210に入力される。制御部210は、この操作信号の入力に対応し、タッチパネルモニタ11或いは表示部240Aにメニュー画面を表示させる。なお、眼底カメラユニット1Aに制御部（図示せず）を設け、この制御部がメニュー画面をタッチパネルモニタ11に表示させるようにしてもよい。

【0146】

スプリットスイッチ302は、ピント合わせ用のスプリット輝線（たとえば特開平9-66031等を参照。スプリット視標、スプリットマークなどとも呼ばれる。）の点灯と消灯とを切り替えるために操作されるスイッチである。なお、このスプリット輝線を被検眼Eに投影させるための構成（スプリット輝線投影部）は、たとえば眼底カメラユニット1A内に格納されている（図1において省略されている。）。

【0147】

このスプリットスイッチ302が操作されると、その操作信号が制御部210（又は眼底カメラユニット1A内の上記制御部；以下同様）に入力される。制御部210は、この操作信号の入力に対応し、スプリット輝線投影部を制御して被検眼Eにスプリット輝線を投影させる。

【0148】

撮影光量スイッチ303は、被検眼Eの状態（たとえば水晶体の濁り度合い等）などに応じて撮影光源103の出力光量（撮影光量）を調整するために操作されるスイッチである。この撮影光量スイッチ303には、たとえば、撮影光量を増大させるための撮影光量増大スイッチ「+」と、撮影光量を減少させるための撮影光量減少スイッチ「-」と、撮影光量を所定の初期値（デフォルト値）に設定するためのリセットスイッチ（中央のボタン）とが設けられている。

【0149】

この撮影光量スイッチ303の一つが操作されると、その操作信号が制御部210に入力される。制御部210は、入力された操作信号に応じて撮影光源103を制御して撮影光量を調整する。

【0150】

観察光量スイッチ304は、観察光源101の出力光量（観察光量）を調整するために操作されるスイッチである。この観察光量スイッチ304には、たとえば、観察光量を増大させるための観察光量増大スイッチ「+」と、観察光量を減少させるための撮影光量減少スイッチ「-」とが設けられている。

【0151】

この観察光量スイッチ304の一つが操作されると、その操作信号が制御部210に入力される。制御部210は、入力された操作信号に応じて観察光源101を制御して観察光量を調整する。

【0152】

顎受けスイッチ305は、図11に示す顎受け6の位置を移動させるためのスイッチである。この顎受けスイッチ305には、たとえば、顎受け6を上方に移動させるための上方移動スイッチ（上向き三角形）と、顎受け6を下方に移動させるための下方移動スイッ

10

20

30

40

50

チ（下向き三角形）とが設けられている。

【0153】

この顎受けスイッチ305の一つが操作されると、その操作信号が制御部210に入力される。制御部210は、入力された操作信号に応じて顎受け移動機構（図示せず）を制御して、顎受け6を上方又は下方に移動させる。

【0154】

撮影スイッチ306は、眼底E fの表面の2次元画像或いは眼底E fの断層画像を取得するためのトリガスイッチとして使用されるスイッチである。

【0155】

2次元画像を撮影するメニューが選択されているときに撮影スイッチ306が操作されると、その操作信号を受けた制御部210は、撮影光源103を制御して撮影照明光を出力させるとともに、その眼底反射光を検出した撮像装置10から出力される映像信号に基づいて、表示部240Aやタッチパネルモニタ11に眼底E fの表面の2次元画像を表示させる。

10

【0156】

一方、断層画像を取得するメニューが選択されているときに撮影スイッチ306が操作されると、その操作信号を受けた制御部210は、低コヒーレンス光源160を制御して低コヒーレンス光L0を出力させ、ガルバノミラー141A、141Bを制御して信号光LSを走査させるとともに、干渉光LCを検出したCCD184から出力される検出信号に基づいて画像形成部220（及び画像処理部230）が形成した眼底E fの断層画像を表示部240A或いはタッチパネルモニタ11に表示させる。

20

【0157】

ズームスイッチ307は、眼底E fの撮影時の画角（ズーム倍率）を変更するために操作されるスイッチである。このズームスイッチ307を操作する度毎に、たとえば撮影画角45度と22.5度とが交互に設定されるようになっている。

【0158】

このズームスイッチ307が操作されると、その操作信号を受けた制御部210は、図示しない変倍レンズ駆動機構を制御し、変倍レンズ124を光軸方向に移動させて撮影画角を変更する。

【0159】

画像切替スイッチ308は、表示画像を切り替えるために操作されるスイッチである。表示部240A或いはタッチパネルモニタ11に眼底観察画像（撮像装置12からの映像信号に基づく眼底E fの表面の2次元画像）が表示されているときに画像切替スイッチ308が操作されると、その操作信号を受けた制御部210は、眼底E fの断層画像を表示部240A或いはタッチパネルモニタ11に表示させる。

30

【0160】

一方、眼底の断層画像が表示部240A或いはタッチパネルモニタ11に表示されているときに画像切替スイッチ308が操作されると、その操作信号を受けた制御部210は、眼底観察画像を表示部240A或いはタッチパネルモニタ11に表示させる。

【0161】

固視標切替スイッチ309は、LCD140による内部固視標の表示位置（つまり眼底E fにおける内部固視標の投影位置）を切り替えるために操作されるスイッチである。この固視標切替スイッチ309を操作することにより、内部固視標の表示位置が、たとえば、内部固視標の表示位置を「眼底中心の周辺領域の画像を取得するための固視位置（眼底中心撮影用固視位置）」と、「黄斑の周辺領域の画像を取得するための固視位置（黄斑撮影用固視位置）」と、「視神経乳頭の周辺領域の画像を取得するための固視位置（視神経乳頭撮影用固視位置）」との間で巡回的に切り替えられるようになっている。

40

【0162】

制御部210は、固視標切替スイッチ309からの操作信号に対応し、LCD140の表示面上の異なる位置に内部固視標を表示させる。なお、上記3つの固視位置に対応する

50

内部固視標の表示位置は、たとえば臨床データに基づいてあらかじめ設定することもできるし、或いは、当該被検眼 E（眼底 E f の画像）ごとに事前に設定することもできる。

【 0 1 6 3 】

固視標位置調整スイッチ 3 1 0 は、内部固視標の表示位置を調整するために操作されるスイッチである。この固視標位置調整スイッチ 3 1 0 には、たとえば、内部固視標の表示位置を上方に移動させるための上方移動スイッチと、下方に移動させるための下方移動スイッチと、左方に移動させるための左方移動スイッチと、右方に移動させるための右方移動スイッチと、所定の初期位置（デフォルト位置）に移動させるためのリセットスイッチとが設けられている。

【 0 1 6 4 】

制御部 2 1 0 は、固視標位置調整スイッチ 3 1 0 のいずれかのスイッチからの操作信号を受けると、この操作信号に応じて LCD 1 4 0 を制御することにより内部固視標の表示位置を移動させる。

【 0 1 6 5 】

固視標サイズ切替スイッチ 3 1 1 は、内部固視標のサイズを変更するために操作されるスイッチである。この固視標サイズ切替スイッチ 3 1 1 が操作されると、その操作信号を受けた制御部 2 1 0 は、LCD 1 4 0 に表示させる内部固視標の表示サイズを変更する。内部固視標の表示サイズは、たとえば「通常サイズ」と「拡大サイズ」とに交互に切り替えられるようになっている。それにより、眼底 E f に投影される固視標の投影像のサイズが変更される。制御部 2 1 0 は、固視標サイズ切替スイッチ 3 1 1 からの操作信号を受けると、この操作信号に応じて LCD 1 4 0 を制御することにより内部固視標の表示サイズを変更させる。

【 0 1 6 6 】

モード切替ノブ 3 1 2 は、各種の撮影モード（眼底 E f の 2 次元画像を撮影するための眼底撮影モード、信号光 L S の B スキャンを行うための B スキャンモード、信号光 L S を 3 次元的にスキャンさせるための 3 次元スキャンモードなど）を選択するために回転操作されるノブである。また、このモード切替ノブ 3 1 2 は、取得された眼底 E f の 2 次元画像や断層画像を再生表示させるための再生モードを選択できるようになっていてもよい。また、信号光 L S のスキャンの直後に眼底撮影を行うように制御する撮影モードを選択できるようにしてもよい。これらの各モードに対応する動作を眼底観察装置 1 に実行させるための装置各部の制御は、制御部 2 1 0 が行う。

【 0 1 6 7 】

以下、制御部 2 1 0 による信号光 L S の走査の制御態様について説明するとともに、画像形成部 2 2 0 及び画像処理部 2 3 0 による OCT ユニット 1 5 0 からの検出信号に対する処理の態様について説明する。なお、眼底カメラユニット 1 A からの映像信号に対する画像形成部 2 2 0 等の処理については、従来と同様に実行されるので説明は省略することにする。

【 0 1 6 8 】

〔信号光の走査について〕

信号光 L S の走査は、前述のように、眼底カメラユニット 1 A の走査ユニット 1 4 1 のガルバノミラー 1 4 1 A、1 4 1 B の反射面の向き（位置）を変更することにより行われる。制御部 2 1 0 は、ミラー駆動機構 2 4 1、2 4 2 をそれぞれ制御することで、ガルバノミラー 1 4 1 A、1 4 1 B の反射面の向きをそれぞれ変更し、信号光 L S を眼底 E f 上において走査する。

【 0 1 6 9 】

ガルバノミラー 1 4 1 A の反射面の向きが変更されると、信号光 L S は、眼底 E f 上において水平方向（図 1 の x 方向）に走査される。一方、ガルバノミラー 1 4 1 A の反射面の向きが変更されると、信号光 L S は、眼底 E f 上において垂直方向（図 1 の y 方向）に走査される。また、ガルバノミラー 1 4 1 A、1 4 1 B の双方の反射面の向きを同時に変更させることにより、x 方向と y 方向とを合成した方向に信号光 L S を走査することがで

10

20

30

40

50

きる。すなわち、これら2つのガルバノミラー141A、141Bを制御することにより、 x y 平面上の任意の方向に信号光LSを走査することができる。

【0170】

図8は、眼底Efの画像を形成するための信号光LSの走査態様の一例を表している。図8(A)は、信号光LSが被検眼Eに入射する方向から眼底Efを見た(つまり図1の $-z$ 方向から $+z$ 方向を見た)ときの、信号光LSの走査態様の一例を表す。また、図8(B)は、眼底Ef上の各走査線における走査点(画像計測を行う位置;信号光LSの照射位置)の配列態様の一例を表す。

【0171】

図8(A)に示すように、信号光LSは、あらかじめ設定された矩形の走査領域R内を走査される。この走査領域R内には、 x 方向に複数(m 本)の走査線R1~Rmが設定されている。各走査線Ri($i=1\sim m$)に沿って信号光LSが走査されるときに、干渉光LCの検出信号が生成されるようになっている。

【0172】

ここで、各走査線Riの方向を「主走査方向」と呼び、それに直交する方向を「副走査方向」と呼ぶことにする。したがって、信号光LSの主走査方向への走査は、ガルバノミラー141Aの反射面の向きを変更することにより実行され、副走査方向への走査は、ガルバノミラー141Bの反射面の向きを変更することによって実行される。

【0173】

各走査線Ri上には、図8(B)に示すように、複数(n 個)の走査点Ri1~Rin

【0174】

図8に示す走査を実行するために、制御部210は、まず、ガルバノミラー141A、141Bを制御し、眼底Efに対する信号光LSの入射目標を第1の走査線R1上の走査開始位置RS(走査点R11)に設定する。続いて、制御部210は、低コヒーレンス光源160を制御し、低コヒーレンス光L0をフラッシュ発光させて、走査開始位置RSに信号光LSを入射させる。CCD184は、この信号光LSの走査開始位置RSにおける眼底反射光に基づく干渉光LCを受光し、検出信号を制御部210に出力する。

【0175】

次に、制御部210は、ガルバノミラー141Aを制御することにより、信号光LSを主走査方向に走査して、その入射目標を走査点R12に設定し、低コヒーレンス光L0をフラッシュ発光させて走査点R12に信号光LSを入射させる。CCD184は、この信号光LSの走査点R12における眼底反射光に基づく干渉光LCを受光し、検出信号を制御部210に出力する。

【0176】

制御部210は、同様にして、信号光LSの入射目標を走査点R13、R14、・・・、R1($n-1$)、R1nと順次移動させつつ、各走査点において低コヒーレンス光L0をフラッシュ発光させることにより、各走査点ごとの干渉光LCに対応してCCD184から出力される検出信号を取得する。

【0177】

第1の走査線R1の最後の走査点R1nにおける計測が終了したら、制御部210は、ガルバノミラー141A、141Bを同時に制御して、信号光LSの入射目標を、線換え走査rに沿って第2の走査線R2の最初の走査点R21まで移動させる。そして、この第2の走査線R2の各走査点R2j($j=1\sim n$)について前述の計測を行うことで、各走査点R2jに対応する検出信号をそれぞれ取得する。

【0178】

同様に、第3の走査線R3、・・・、第 $m-1$ の走査線R($m-1$)、第 m の走査線Rmのそれぞれについて計測を行い、各走査点に対応する検出信号を取得する。なお、走査線Rm上の符号REは、走査点Rmnに対応する走査終了位置である。

【0179】

10

20

30

40

50

それにより、制御部 210 は、走査領域 R 内の $m \times n$ 個の走査点 R_{ij} ($i = 1 \sim m$ 、 $j = 1 \sim n$) に対応する $m \times n$ 個の検出信号を取得する。以下、走査点 R_{ij} に対応する検出信号を D_{ij} と表すことがある。

【0180】

以上のような走査点の移動と低コヒーレンス光 L0 の出力との連動制御は、たとえば、ミラー駆動機構 241、242 に対する制御信号の送信タイミングと、低コヒーレンス光源 160 に対する制御信号（出力要求信号）の送信タイミングとを互いに同期させることによって実現することができる。

【0181】

制御部 210 は、上述のように各ガルバノミラー 141A、141B を動作させるときに、その動作内容を示す情報として各走査線 R_i の位置や各走査点 R_{ij} の位置（ x y 座標系における座標）を記憶しておくようになっている。この記憶内容（走査点座標情報）は、従来と同様に画像形成処理において用いられる。

【0182】

〔画像処理について〕

次に、画像形成部 220 及び画像処理部 230 による OCT 画像（眼底 Ef の断層画像）に関する処理の一例を説明する。

【0183】

画像形成部 220 は、各走査線 R_i （主走査方向）に沿った眼底 Ef の断層画像の形成処理を実行する。また、画像処理部 230 は、画像形成部 220 により形成された断層画像に基づく眼底 Ef の 3 次元画像の形成処理などを実行する。

【0184】

画像形成部 220 による断層画像の形成処理は、従来と同様に、2 段階の演算処理を含んで構成される。第 1 段階の演算処理においては、各走査点 R_{ij} に対応する検出信号 D_{ij} に基づいて、その走査点 R_{ij} における眼底 Ef の深度方向（図 1 に示す z 方向）の画像を形成する。

【0185】

図 9 は、画像形成部 220 により形成される断層画像（群）の態様を表している。第 2 段階の演算処理においては、各走査線 R_i について、その上の n 個の走査点 $R_{i1} \sim R_{in}$ における深度方向の画像に基づき、この走査線 R_i に沿った眼底 Ef の断層画像 G_i を形成する。このとき、画像形成部 220 は、各走査点 $R_{i1} \sim R_{in}$ の位置情報（前述の走査点座標情報）を参照して各走査点 $R_{i1} \sim R_{in}$ の配列及び間隔を決定して、この走査線 R_i を形成するようになっている。

【0186】

以上の処理により、副走査方向（ y 方向）の異なる位置における m 個の断層画像（断層画像群） $G_1 \sim G_m$ が得られる。これら m 個の断層画像 $G_1 \sim G_m$ の画像データが、図 7 に示す断層画像の画像データ G_a に相当する（後述）。

【0187】

次に、画像処理部 230 による眼底 Ef の 3 次元画像の形成処理について説明する。眼底 Ef の 3 次元画像は、上記の演算処理により得られた m 個の断層画像に基づいて形成される。画像処理部 230 は、隣接する断層画像 G_i 、 $G_{(i+1)}$ の間の画像を補間する公知の補間処理を行うなどして、眼底 Ef の 3 次元画像を形成するようになっている。

【0188】

このとき、画像処理部 230 は、各走査線 R_i の位置情報を参照して各走査線 R_i の配列及び間隔を決定し、この 3 次元画像を形成するようになっている。この 3 次元画像には、各走査点 R_{ij} の位置情報（前述の走査点座標情報）と、深度方向の画像における z 座標とに基づいて、3 次元座標系（ x 、 y 、 z ）が設定される。

【0189】

また、画像処理部 230 は、この 3 次元画像に基づいて、主走査方向（ x 方向）以外の任意方向の断面における眼底 Ef の断層画像を形成することができる。断面が指定される

10

20

30

40

50

と、画像処理部 230 は、この指定断面上の各走査点（及び / 又は補間された深度方向の画像）の位置を特定し、各特定位置における深度方向の画像（及び / 又は補間された深度方向の画像）を 3 次元画像から抽出し、抽出された複数の深度方向の画像を配列させることにより当該指定断面における眼底 E f の断層画像を形成する。

【0190】

なお、図 9 に示す画像 G m j は、走査線 R m 上の走査点 R m j における深度方向（z 方向）の画像を表している。同様に、前述の第 1 段階の演算処理において形成される、各走査線 R i 上の各走査点 R i j における深度方向の画像を、「画像 G i j」と表す。

【0191】

〔演算制御装置の詳細構成〕

演算制御装置 200 の詳細な構成について、図 7 を参照しつつ説明する。ここでは、演算制御装置 200 の制御部 210 及び画像処理部 230 について特に詳しく説明する。

【0192】

制御部 210 には、主制御部 211、画像記憶部 212、情報記憶部 213 及び制御情報生成部 214 が設けられている。また、画像処理部 230 には、分散補正部 231 が設けられている。以下、制御部 210 及び画像処理部 230 を構成する各部についてそれぞれ説明する。

【0193】

（分散補正部）

まず、画像処理部 230 の分散補正部 231 について説明する。信号光 L S は、被検眼 E の内部（水晶体や硝子体）を通過しているときに、その組織による分散の影響を受ける。この分散の影響は、干渉光 L C にも反映される。分散補正部 231 は、眼底画像 E f や断層画像 G a における被検眼 E の分散の影響を補正する処理を行うものである。この分散補正処理には、公知の分散補正アルゴリズムを任意に適用することが可能である。

【0194】

分散補正部 231 は、一般的な分散補正処理と同様に、眼底画像 E f や断層画像 G a （補正対象画像）の画像データに対して、所定の補正パラメータを用いた上記分散補正アルゴリズムを適用することにより、当該補正対象画像における分散の影響を補正する処理を行う。この分散補正部 231 は、本発明の「分散補正手段」の一例として機能するものである。

【0195】

（主制御部）

続いて、制御部 210 の構成について説明する。まず、主制御部 211 は、前述した眼底観察装置 1 の各部の制御を実行するものであり、制御プログラム 204 a にしたがって処理を行うマイクロプロセッサ 201 等を含んで構成される。

【0196】

また、主制御部 211 は、眼底 E f の検査（眼底画像 E f や断層画像 G a の取得）が実施された日時を示す日時情報を生成する。この日時情報は、少なくとも当該検査の日付を含むものとする（検査を実施した時刻は、必ずしも含まれていなくてよい。）。この主制御部 211 は、本発明の「制御手段」の一例として機能するものである。

【0197】

（画像記憶部）

画像記憶部 212 は、画像形成部 220 により形成された眼底 E f の表面の 2 次元画像（眼底画像 E f ）の画像データ 212 a や、断層画像（の画像データ）G a を記憶する。画像記憶部 212 に対する画像データの記憶処理と、画像記憶部 212 からの画像データの読み出し処理は、主制御部 211 が実行する。画像記憶部 212 は、ハードディスクドライブ 204 等の記憶装置を含んで構成される。

【0198】

（情報記憶部）

情報記憶部 213 は、眼底画像 E f や断層画像 G a が形成されたときの装置各部の主

10

20

30

40

50

制御部 2 1 1 による制御内容を表す制御情報 2 1 3 a を記憶する。制御情報 2 1 3 a は、後述のように、眼底画像 E f や断層画像 G a 等が撮影された患者の患者識別情報等の患者情報や、撮影を行った日時情報など、当該画像を取得した検査に関連する検査情報とともに（検査情報に関連付けられて）、情報記憶部 2 1 3 に記憶される。

【 0 1 9 9 】

制御情報 2 1 3 a について、より詳しく説明する。この制御情報 2 1 3 a には、たとえば、信号光 L S の走査に関する走査制御情報、内部固視標の眼底 E f への投影位置に関する投影位置制御情報、濃度フィルタ 1 7 3 による参照光 L R の光量減少に関する参照光量制御情報、眼底画像 E f や断層画像 G a の分散補正処理における分散補正パラメータなどの情報が含まれている。以下、制御情報 2 1 3 a に含まれるこれらの情報についてそれぞれ説明する。

10

【 0 2 0 0 】

（走査制御情報）

まず、走査制御情報について説明する。この走査制御情報は、眼底 E f の断層画像 G a が形成されたときの、走査ユニット 1 4 1（ガルバノミラー 1 4 1 A、1 4 1 B、ミラー駆動機構 2 4 1、2 4 2）による信号光 L S の眼底 E f への照射位置の走査態様を表す情報である。ここで、「走査態様」には、少なくとも、眼底 E f に対する信号光 L S の照射位置の配列、間隔、軌跡等に関する態様が含まれている。

【 0 2 0 1 】

信号光 L S が図 8 に示すように走査された場合を例にとりて説明する。同図に示す走査例においては、信号光 L S は、最初に、走査開始位置 R S（走査点 R 1 1）に向けて照射される。次に、 $-x$ 方向に所定距離（ $= \text{一定} = x$ と表す）だけ離れた走査点 R 1 2 に照射位置が移動されて信号光 L S が照射される。同様に、信号光 L S の照射位置を $-x$ 方向に x ずつ順次に移動させつつ各走査点 R 1 j に信号光 L S を照射して走査線 R 1 に沿った走査を終了する。

20

【 0 2 0 2 】

走査線 R 1 上の最後の走査点 R 1 n に信号光 L S が照射されると、第 2 の走査線 R 2 上の最初の走査点 R 2 1 に照射位置を移動させて信号光 L S を照射する。ここで、隣接する走査線 R i、R (i + 1) の（ y 方向における）間隔を y と表す。続いて、第 1 の走査線 R 1 上の走査と同様に、走査線 R 2 上の各走査点 R 2 j の走査を行う。この要領で、最後（第 m）の走査線 R m 上の最後の走査点 R m n まで順次に照射位置を移動させつつ信号光 L S を照射する。

30

【 0 2 0 3 】

この走査例に対応する走査制御情報は、たとえば次のようになる。前述のように、信号光 L S の x 方向への走査は、ガルバノミラー 1 4 1 A を制御することにより実行され、 y 方向への走査は、ガルバノミラー 1 4 1 B を制御することにより実行される。

【 0 2 0 4 】

このときの走査制御情報には、たとえば次の 5 つの情報が含まれる：

(i) 走査開始位置 R S（走査点 R 1 1）に信号光 L S を照射したときのガルバノミラー 1 4 1 A、1 4 1 B の位置を表す情報（走査開始位置情報）；

40

(ii) 走査線 R i 方向（ x 方向）に隣接する走査点 R i j、R i (j + 1) の間隔 x に相当するガルバノミラー 1 4 1 A の位置（反射面の向き）の変位 x の情報（ x 方向走査間隔情報）；

(iii) 隣接する走査線 R i、R (i + 1) の間隔 y に相当するガルバノミラー 1 4 1 B の位置（反射面の向き）の変位 y （ y 方向走査間隔情報）；

(iv) 走査線 R 1 ~ R m の個数（ m 個）を示す走査線数情報；

(v) 各走査線 R i における走査点 R i 1 ~ R i n の個数を示す走査点数情報とが含まれている。

【 0 2 0 5 】

これら (i) ~ (v) の情報は、図 8 に示す信号光 L S の走査における各走査点 R i j

50

の位置を表す情報、すなわち、各走査点 R_{ij} に信号光 LS を照射させるように走査を行うためのガルバノミラー 141A、141B の位置を表す情報である（前述した照射位置の配列及び間隔を表す情報である）。これら (i) ~ (v) の情報は、走査点 R_{ij} の位置や個数、更には隣接する走査点の間隔など、信号光 LS の走査位置を表す情報であり、本発明の「走査位置情報」の一例に相当するものである。

【0206】

ここで、走査制御情報は、走査点の配列の形態を表す情報（配列情報）のみを含むように構成することもできるし、隣接する走査点の間隔（ x 方向の間隔及び / 又は y 方向の間隔）のみを含むように構成することもできる。

【0207】

更に、走査制御情報には、信号光 LS の照射位置の軌跡を表す情報（走査軌跡情報）を含めることができる。この走査軌跡情報は、複数の走査点に信号光 LS の照射位置を順次に照射するときの、信号光 LS の照射順序を表す情報である。

【0208】

たとえば図 8 に示す m 行 n 列に配列された走査点 $R_{11} \sim R_{mn}$ の走査においては、まず、第 1 の行（走査線 R_1 ）の走査点 $R_{11} \sim R_{1n}$ に対して $-x$ 方向に順次に照射位置を走査し、次に、第 2 の行（走査線 R_2 ）の第 1 番目の走査点 R_{21} に照射位置を走査し（線換え走査 r ）、続いて、この第 2 の行の走査点 $R_{21} \sim R_{2n}$ に対して $-x$ 方向に順次に照射位置を走査する。このような走査を最後の行（走査線 R_m ）の最後の走査点 R_{mn} まで行う。

【0209】

この場合、 m 行 n 列に配列された走査点 $R_{11} \sim R_{mn}$ の走査軌跡情報として、照射順序「 $R_{11} R_{12} \dots R_{1n} R_{21} R_{22} \dots R_{mn}$ 」が得られる。走査点の配列情報（ m 行 n 列）が走査制御情報に含まれているとすると、この走査軌跡情報は、図 8 (A) に示すように、平行な走査線 $R_1 \sim R_m$ を順次に $-x$ 方向に移動していく、ジグザグ状の信号光 LS の走査軌跡を表す情報となる。

【0210】

なお、走査点の配列が同じであっても、2 以上の異なる走査軌跡を定義できることは明らかである。たとえば、図 8 に示す m 行 n 列の配列であっても、奇数番目の行を $-x$ 方向に走査し、偶数番目の行を $+x$ 方向に走査するような走査軌跡を適用することもできるし、 y 方向に沿った n 個の走査線に沿って走査を行うような走査軌跡を適用することもできる。

【0211】

また、本発明の発明者らによる特願 2005 - 337628 に開示されているように、複数の走査線のそれぞれに交差する方向（主走査方向に交差する方向）にも走査（断層画像の位置補正用の走査；斜め走査）を行う場合には、この斜め走査の軌跡を表す情報を走査軌跡情報に含めることができる。

【0212】

また、前述した B スキャンを行う場合や、複数の走査点を螺旋状の軌跡に沿って走査する場合や、同心円状の軌跡に沿って走査する場合には、その軌跡を表す情報を走査軌跡情報に含めることができる。もちろん、その他の形状の軌跡に沿って走査を行う場合であっても、その軌跡を表す情報を走査軌跡情報に含めることができる。

【0213】

また、複数の走査点の配列情報や間隔情報が含まれない場合においても、走査軌跡情報を形成することができる。たとえば、ジグザグ状、斜め走査、螺旋状、同心円状などの走査のパターン（種類）を表す走査軌跡情報を形成することが可能である。

【0214】

（投影位置制御情報）

投影位置制御情報は、内部固視標の眼底 E_f への投影位置を表す情報である。内部固視標は、前述のように、LCD 140 に表示される画像を眼底 E_f に導いて投影するように

10

20

30

40

50

なっている。投影位置制御情報は、たとえば、眼底画像 E f や断層画像 G a が取得されたときの内部固視標（の画像）の L C D 1 4 0 における表示位置を表す情報を含んでいる。

【 0 2 1 5 】

一般に、L C D 等の表示デバイスの表示画面には画素（ピクセル）が2次的に配列されており、各画素には2次元座標系の座標値があらかじめ割り当てられている。内部固視標を L C D 1 4 0 に表示させる場合、主制御部 2 1 1 は、内部固視標の画像を形成する画素を指定することにより、表示画面の所定の位置に画像を表示させる。このとき、主制御部 2 1 1 は、前述した操作パネル 3 a の固視標切替スイッチ 3 0 9 や固視標位置調整スイッチ 3 1 0 に対する操作に応じて内部固視標の画像の表示位置を決定するようになっている。

10

【 0 2 1 6 】

（参照光量制御情報）

参照光量制御情報は、断層画像 G a が取得されたときの、濃度フィルタ 1 7 3 による参照光 L R の光量の減少量を表す情報である。濃度フィルタ 1 7 3 は、前述のように、濃度フィルタ駆動機構 2 4 4 により回転されることにより、参照光 L R の光量の減少量を変更するようになっている。

【 0 2 1 7 】

このとき、主制御部 2 1 1 は、たとえば操作部 2 4 0 B に対する操作に応じて濃度フィルタ駆動機構 2 4 4 を制御して濃度フィルタ 1 7 3 を回転させる。それにより、濃度フィルタ 1 7 3 は、当該操作により指定された減少量だけ参照光 L R の光量を減少させる状態で参照光 L R の光路上に配置されることになる。

20

【 0 2 1 8 】

参照光量制御情報は、このときの濃度フィルタ 1 7 3 の配置状態を表す情報を含む。この情報は、たとえば、濃度フィルタ 1 7 3 の回転における基準位置（あらかじめ設定されている）からの回転角度として表すことができる。

【 0 2 1 9 】

（分散補正パラメータ）

分散補正パラメータは、前述した分散補正部 2 3 1 による眼底画像 E f や断層画像 G a の分散補正処理に用いられるパラメータである。

30

【 0 2 2 0 】

（制御情報生成部）

制御情報生成部 2 1 4 は、眼底画像 E f や断層画像 G a が取得されたときの、主制御部 2 1 1 による装置各部の制御内容に基づいて制御情報 2 1 3 a を生成する処理を行う。より具体的に説明すると、制御情報生成部 2 1 4 は、たとえば、操作パネル 3 a 或いは操作部 2 4 0 B 等を用いてユーザが設定した設定内容に応じた装置各部の制御内容に基づいて制御情報 2 1 4 a を生成する。

【 0 2 2 1 】

走査制御情報の生成処理の一例を説明する。走査制御情報は、前述のように、断層画像 G a が取得されたときの信号光 L S の照射位置の走査態様を表す情報である。制御情報生成部 2 1 4 は、主制御部 2 1 1 によるミラー駆動機構 2 4 1、2 4 2 の制御内容（つまり、ミラー駆動機構 2 4 1、2 4 2 によるガルバノミラー 1 4 1 A、1 4 1 B の反射面の向きの変更態様）を主制御部 2 1 1 から取得して走査制御情報を生成する。

40

【 0 2 2 2 】

たとえば図 8 に示す信号光 L S の走査が実行される場合、主制御部 2 1 1 がミラー駆動機構 2 4 1、2 4 2 を制御することにより、m 行 n 列の走査点 R m n に順次に信号光 L S が照射される。主制御部 2 1 1 は、ミラー駆動機構 2 4 1、2 4 2 に送信した制御信号の内容（走査制御情報；ガルバノミラー 1 4 1 A、1 4 1 B の回転角度。たとえばミラー駆動機構 2 4 1、2 4 2 に送った制御パルス数により表される。）を制御情報生成部 2 1 4 に送る。

50

【 0 2 2 3 】

制御情報生成部 2 1 4 は、この走査制御情報に基づいて、前述の走査開始位置情報、x 方向走査間隔情報、y 方向走査間隔情報、走査線数情報、走査点数情報及び走査軌跡情報をそれぞれ生成して制御情報 2 1 3 a の走査制御情報とする。

【 0 2 2 4 】

次に、投影位置制御情報の生成処理の一例を説明する。投影位置制御情報は、前述のように、内部固視標の眼底 E f への投影位置を表す情報である。たとえば、主制御部 2 1 1 は、内部固視標の画像を L C D 1 4 0 に表示させたときに、当該画像の画素の座標値（投影制御情報；前述の 2 次元座標系における座標値）の情報を制御情報生成部 2 1 4 に送る。

10

【 0 2 2 5 】

制御情報生成部 2 1 4 は、この投影制御情報に示す内部固視標の画素の座標値、すなわち、L C D 1 4 0 の表示画面における内部固視標の画像の表示位置の情報を制御情報 2 1 3 a の投影位置制御情報とする。

【 0 2 2 6 】

次に、参照光量制御情報の生成処理について説明する。参照光量制御情報は、前述のように、濃度フィルタ 1 7 3 による参照光 L R の光量の減少量を表す情報である。制御情報生成部 2 1 4 は、主制御部 2 1 1 による濃度フィルタ駆動機構 2 4 4 の制御内容、すなわち、濃度フィルタ駆動機構 2 4 4 による濃度フィルタ 1 7 3 の回転角度の情報（光量制御情報）を主制御部 2 1 1 から受けて制御情報 2 1 3 a の参照光量制御情報とする。

20

【 0 2 2 7 】

ここで、光量制御情報は、前述の基準位置からの回転角度（たとえば、濃度フィルタ駆動機構 2 4 4 に送った制御パルス数により表される。）を含む情報である。

【 0 2 2 8 】

次に、分散補正パラメータの生成処理について説明する。分散補正部 2 3 1 は、断層画像 G a に対する分散補正処理を実行すると、この処理において用いた分散補正パラメータを主制御部 2 1 1 に送る。主制御部 2 1 1 は、この分散補正パラメータを制御情報生成部 2 1 4 に送る。制御情報生成部 2 1 4 は、この分散補正パラメータを含む制御情報 2 1 3 a を生成する。

【 0 2 2 9 】

なお、たとえば、あらかじめ記憶された複数の分散補正パラメータが択一的に使用される場合、各分散補正パラメータに識別情報をあらかじめ付与しておくとともに、この識別情報を含む制御情報 2 1 3 a を生成するようにしてもよい。

30

【 0 2 3 0 】

主制御部 2 1 1 は、制御情報生成部 2 1 4 により生成された制御情報 2 1 3 a を情報記憶部 2 1 3 に記憶させる処理を行う。このとき、主制御部 2 1 1 は、眼底画像 E f や断層画像 G a の取得日時を示す日時情報と、前述の読取装置やユーザインターフェイス 2 4 0 により入力された患者識別情報とを、それぞれ制御情報 2 1 3 a に関連付けて情報記憶部 2 1 3 に記憶させる。なお、検査日時を示す日時情報と、検査の対象患者の患者識別情報とをまとめて検査情報と呼ぶことがある。

40

【 0 2 3 1 】

[動作]

以上のような構成を有する眼底観察装置 1 の動作について説明する。図 1 0 は、眼底観察装置 1 の使用形態の一例を表すフローチャートである。

【 0 2 3 2 】

まず前提として、情報記憶部 2 1 3 には、過去に実施された検査（眼底画像 E f や断層画像 G a の取得）に対応する制御情報 2 1 3 a が記憶されているものとする。制御情報 2 1 3 a は、対応する検査情報に関連付けて記憶されており、患者識別情報と日時情報とに基づいて、各患者毎かつ各検査ごとに記憶されている。

【 0 2 3 3 】

50

以下、経過観察等における再診の患者に対して検査（画像の取得）を行う場合について説明する。なお、初診の患者に対して検査を行う場合には、従来と同様に、眼底観察装置 1 の各部の設定を手作業等で行うことになる。

【0234】

最初に、カードリーダー等の読取装置やユーザインターフェイス 240 を用いて、患者識別情報の入力を行う（S1）。主制御部 211 は、入力された患者識別情報に関連付けられた制御情報 213 a を情報記憶部 213 から検索する（S2）。検索された制御情報 213 a が複数ある場合（S3；Y）、主制御部 211 は、各制御情報 213 a に関連付けられた日時情報を参照し、最新の制御情報 213 a を選択する（S4）。この最新の制御情報 213 a は、前回の診察時における制御情報である。

10

【0235】

ユーザ（検者）は、患者（被検者）の顎を顎受け 6 に載置させ、眼底カメラユニット 1 A を被検眼 E にアライメントする（S5）。

【0236】

主制御部 211 は、制御情報 213 a に含まれる投影位置制御情報に基づいて、内部固視標（の画像）を LCD 140 に表示させる（S6）。それにより、前回の診察時と同じ LCD 140 の表示位置に内部固視標が表示され、前回の診察時とほぼ同じ眼底 E f 上の位置に内部固視標が投影される。ここで、ステップ S5 のアライメントにおいて、前回の診察時と微小な誤差が介在する場合があるため、前回の診察時と「ほぼ」同じ位置に内部固視標が投影されることになる。

20

【0237】

ここで、たとえば観察光源 101 を点灯して眼底 E f の観察画像をタッチパネルモニタ 11 や表示部 240 A に表示させる。そして、この観察画像を観察しつつ、必要に応じて、固視標位置調整スイッチ 310 を操作して被検眼 E の固視位置を調整する。

【0238】

次に、主制御部 211 は、制御情報 213 a に含まれる参照光減少情報に基づいて、濃度フィルタ駆動機構 244 を制御して濃度フィルタ 173 を回転させる（S7）。それにより、前回の診察時と同じ参照光 L R の光量の減少量が設定される。

【0239】

また、主制御部 211 は、制御情報 213 a に含まれる分散補正パラメータを分散補正部 231 に送る（S8）。

30

【0240】

その他、眼底 E f の画像撮影を行うために必要な各種の設定を適宜に行う。

【0241】

装置各部の設定が終了したら、ユーザは、撮影スイッチ 306 を操作して、被検眼 E の眼底画像 E f の撮影を行う（S9）。撮影された眼底画像 E f の画像データ 212 a は、主制御部 211 により画像記憶部 212 に保存される。

【0242】

続いて、主制御部 211 は、制御情報 213 a に含まれる走査制御情報にしたがってミラー駆動機構 241、242 を制御して信号光 L S の照射位置（照射ターゲット位置）を走査させつつ、各走査点（R i j）に照射位置が走査されたタイミングで低コヒーレンス光源 160 を点灯させる（すなわち、断層画像を取得するための計測を行う）（S10）。

40

【0243】

各走査点に照射された信号光 L S は、参照光 L R と重畳されて干渉光 L C を生成する。生成された干渉光 L C は、スペクトロメータ 180 の CCD 184 によって検出される。

【0244】

画像形成部 220 は、干渉光 L C を検出した CCD 184 からの検出信号に基づいて、眼底 E f の断層画像の画像データ G a を形成する（S11）。

【0245】

50

主制御部 2 1 1 は、形成された断層画像の画像データ G a を画像処理部 2 3 0 の分散補正部 2 3 1 に送る。分散補正部 2 3 1 は、ステップ S 8 で受けた分散補正パラメータを用いて、断層画像の画像データ G a に対する分散補正処理を実行する (S 1 2)。分散補正がなされた画像データ G a は、主制御部 2 1 1 に送られて画像記憶部 2 1 2 に保存される。

【 0 2 4 6 】

主制御部 2 1 1 は、今回の検査 (画像取得) において装置各部を制御したときの制御内容を示す情報を制御情報生成部 2 1 4 に送る (S 1 3)。この制御内容を示す情報としては、たとえば、ステップ S 6 における内部固視標の表示位置 (調整された場合は、その調整後の表示位置) を示す情報、ステップ S 7 にて設定された参照光 L R の光量の減少量を示す情報、ステップ S 1 0 における信号光 L S の走査態様を示す情報、ステップ S 1 2 の分散補正処理で適用された分散補正パラメータなどがある。

10

【 0 2 4 7 】

また、主制御部 2 1 1 は、今回の検査の日時情報と、ステップ S 1 で入力された患者識別情報 (検査情報) を、制御情報生成部 2 1 4 に送る (S 1 4)。

【 0 2 4 8 】

制御情報生成部 2 1 4 は、ステップ S 1 3 にて受けた情報に基づいて、今回の検査の制御情報 2 1 3 a を生成するとともに、この制御情報 2 1 3 a にステップ S 1 4 にて受けた情報 (検査情報) を関連付ける (S 1 5)。主制御部 2 1 1 が、今回の検査の制御情報 2 1 3 a と検査情報を情報記憶部 2 1 3 a に記憶させる (S 1 6)。

20

【 0 2 4 9 】

以上で今回の検査は終了となる。次回の検査においては、ステップ S 1 6 で記憶された今回の検査の制御情報 2 1 3 a が参照されることになる。

【 0 2 5 0 】

[作用・効果]

以上のような眼底観察装置 1 の作用及び効果について説明する。この眼底観察装置 1 は、眼底 E f の眼底画像 E f と断層画像 G a を形成するものであって、眼底画像 E f や断層画像 G a が形成されたときの装置各部の制御内容を表す制御情報 2 1 3 a を記憶しておくとともに、新たな画像が形成するときに、記憶されている制御情報 2 1 3 a に基づいて装置各部を制御するように作用する。

30

【 0 2 5 1 】

ここで、制御情報 2 1 3 a に含まれる情報としては、信号光 L S の走査に関する走査制御情報、内部固視標の眼底 E f への投影位置に関する投影位置制御情報、濃度フィルタ 1 7 3 による参照光 L R の光量減少に関する参照光量制御情報、断層画像 G a の分散補正処理における分散補正パラメータなどがある。

【 0 2 5 2 】

このような眼底観察装置 1 によれば、経過観察等における 2 回目以降の検査を行う場合に、過去の検査において適用された装置各部の制御内容が自動的に再現されるので、ユーザは、当該制御を行うための入力操作等の手作業を再度行う必要がない。したがって、眼底の経過観察等を簡便に行うことが可能になる。また、手作業を行うによる人為的なミス

40

【 0 2 5 3 】

また、過去の検査と同じ制御形態で検査を行うことができるので、過去の検査で得られた画像と今回の検査で得られた画像とを比較するときに、(ほぼ) 同じ条件下で取得された画像間の比較を行うことができる。それにより、経過観察等の精度が向上するなどの効果も期待できる。

【 0 2 5 4 】

また、本実施形態の眼底観察装置 1 によれば、各患者毎に制御情報 2 1 3 a を記憶し、入力された患者識別情報に対応する患者の制御情報 2 1 3 a を選択的に読み出して過去の検査の装置状態を再現することができるので、運用上便利である。

50

【0255】

また、本実施形態の眼底観察装置1によれば、或る患者について複数の制御情報213aが記憶されている場合に、最新(前回の検査)の制御情報213aを選択的に用いて装置状態を再現するようになっている。実際の経過観察等においては、一般に、前回の検査結果と今回の検査結果とを比較することが最も多い。したがって、本実施形態は運用上便利である。

【0256】

[変形例]

以上に詳述した構成は、本発明に係る眼底観察装置を好適に実施するための一例に過ぎないものである。したがって、本発明の要旨の範囲内における任意の変形を適宜に施すことが可能である。

10

【0257】

たとえば、上記の実施形態では、眼底画像の取得と断層画像の取得とを一連の流れとして行っているが(図10のステップS9~S11参照)、眼底画像の取得と断層画像の取得とをそれぞれ別々に行う場合もある。その場合、眼底画像を取得するときの装置各部の制御内容と、断層画像を取得するときの装置各部の制御内容とが異なることがある。

【0258】

そのような場合、眼底画像を取得したときの装置各部の制御内容を示す情報(眼底画像用制御情報)と、断層画像を取得したときの装置各部の制御内容を示す情報(断層画像用制御情報)の双方を含む制御情報を生成して記憶するように構成する。

20

【0259】

そして、新たな眼底画像を取得するときには、この制御情報のうちの眼底画像用制御情報に基づいて装置各部を制御して新たな眼底画像の取得を行う。他方、新たな断層画像を取得するときには、この制御情報のうちの断層画像用制御情報に基づいて装置各部を制御して新たな断層画像の取得を行う。

【0260】

このように構成すれば、新たな眼底画像を取得するときに、過去に眼底画像を取得したときの装置各部の制御内容が再現されるので、経過観察等における眼底画像の取得を簡便に行うことができ、また、眼底画像を取得する際の人為的なミスの発生を防止できる。また、過去と同じ制御形態で眼底画像を取得できるので、眼底画像間の比較を好適に行うことができる。

30

【0261】

同様に、新たな断層画像を取得するときに、過去に断層画像を取得したときの装置各部の制御内容が再現されるので、経過観察等における断層画像の取得を簡便に行うことができ、また、断層画像を取得する際の人為的なミスの発生を防止することができる。また、過去と同じ制御形態で断層画像を取得できるので、断層画像間の比較を好適に行うことができる。

【0262】

上記の実施形態においては、走査制御情報、投影位置制御情報、参照光量制御情報及び分散補正パラメータが制御情報213aに含まれているが、本発明においては、これら情報のうちの少なくとも一つが含まれていればよい。

40

【0263】

また、これら情報以外の制御内容を表す情報を含む制御情報213aを用いることも可能である。

【0264】

たとえば、被検眼Eの影響により信号光LSの偏光方向(偏光角)が変位して参照光LRの偏光方向と合わなくなることがある。そうすると、この信号光LSと参照光LRから生成される干渉光LCの強度が低下し、明瞭な眼底画像が得られないという問題が生じる。

【0265】

50

この問題を解消するために、信号光 L S の偏光方向と参照光 L R の偏光方向とを一致させるように作用する光学部材（偏光補正手段）を眼底観察装置に設けることがある。この偏光補正手段としては、たとえばファラデー・ローテータ（Faraday rotator；ファラデー旋光器）などを用いることができる。

【0266】

このような偏光補正手段を有する眼底観察装置について、断層画像を取得するときに偏光補正手段を用いて信号光 L S の偏光方向と参照光 L R の偏光方向とを一致させたときの、偏光補正手段による補正状態（たとえばファラデー・ローテータにおいては、印可する磁場の強度）を示す情報を制御情報 213a に含めて情報記憶部 213 に記憶する。

【0267】

同じ被検眼に対して新たな断層画像を取得する際には、記憶されている制御情報 213a に含まれる補正状態を示す情報に基づいて偏光補正手段を制御することにより、過去の補正状態を再現する（ファラデー・ローテータにおいては、過去の検査における磁場の強度を再現して偏光方向を補正する。）。

【0268】

このような構成を適用することにより、新たな断層画像を取得するときに、過去に断層画像を取得したときの信号光 L S と参照光 L R の偏光方向の補正状態が再現されるので、経過観察等において明瞭な断層画像を簡便に取得することができ、また、断層画像を取得する際の人為的なミスの発生を防止できる。また、過去と同じ補正状態で断層画像を取得できるので、断層画像間の比較を好適に行うことができる。

【0269】

また、一人の患者について、眼底の異なる 2 以上の部位についてそれぞれ経過観察等を行う場合などには、各部位ごとに走査制御情報等の制御情報をそれぞれ記憶するように構成することができる。その場合、各部位を示す部位識別情報を制御情報に関連付けて記憶するとともに、新たな検査を行う際に入力された部位識別情報に関連付けられた制御情報に基づいて装置各部の制御を行うように構成する。それにより、検査の対象部位ごとに装置各部の制御内容を再現することが可能になる。

【0270】

また、一人の患者の 2 以上の傷病についてそれぞれ経過観察等を行う場合などには、各傷病ごとの制御情報を傷病識別情報に関連付けて記憶するとともに、新たな検査を行う際に入力された傷病識別情報に関連付けられた制御情報に基づいて装置各部を制御して制御内容を再現するように構成することができる。

【0271】

また、上記の実施形態においては、最新（前回の検査）の制御情報 213a を選択的に用いて装置各部を制御するようになっているが、過去のいずれの検査における制御情報 213a を用いるように構成してもよい。また、過去の検査の制御情報 213a をユーザが選択指定できるように構成し（たとえば過去の検査日時をリスト表示するなど）、選択指定された制御情報 213a に基づいて装置各部を制御することにより制御内容を再現するようによい。

【0272】

本発明に係る眼底観察装置は、眼底表面の 2 次元画像の形成する装置として眼底カメラ（ユニット）を有しているが、たとえばスリットランプ（細隙灯顕微鏡装置）などの任意の眼科装置を用いて眼底表面の 2 次元画像を形成するように構成することも可能である。

【0273】

また、上記の実施形態では、画像形成部 220（画像形成ボード 208）によって眼底 Ef の表面の 2 次元画像や断層画像の形成処理を行うとともに、制御部 210（マイクロプロセッサ 201 等）によって各種制御処理を行うようになっているが、これら双方の処理を 1 台若しくは複数台のコンピュータによって行うように構成することができる。

【0274】

また、本発明に係るプログラム（制御プログラム 204a）は、コンピュータによって

10

20

30

40

50

読み取りが可能な任意の記憶媒体に記憶させることができる。このような記憶媒体としては、たとえば、光ディスク、光磁気ディスク（ＣＤ－ＲＯＭ／ＤＶＤ－ＲＡＭ／ＤＶＤ－ＲＯＭ／ＭＯ等）、磁気記憶媒体（ハードディスク／フロッピー（登録商標）ディスク／ＺＩＰ等）、半導体メモリなどがある。

【図面の簡単な説明】

【０２７５】

【図１】本発明に係る眼底観察装置の好適な実施形態の全体構成の一例を表す概略構成図である。

【図２】本発明に係る眼底観察装置の好適な実施形態における眼底カメラユニットに内蔵される走査ユニットの構成の一例を表す概略構成図である。

10

【図３】本発明に係る眼底観察装置の好適な実施形態におけるＯＣＴユニットの構成の一例を表す概略構成図である。

【図４】本発明に係る眼底観察装置の好適な実施形態における演算制御装置のハードウェア構成の一例を表す概略ブロック図である。

【図５】本発明に係る眼底観察装置の好適な実施形態の制御系の構成の一例を表す概略ブロック図である。

【図６】本発明に係る眼底観察装置の好適な実施形態における操作パネルの外観構成の一例を表す概略図である。

【図７】本発明に係る眼底観察装置の好適な実施形態における演算制御装置の機能的な構成の一例を表す概略ブロック図である。

20

【図８】本発明に係る眼底観察装置の好適な実施形態による信号光の走査態様の一例を表す概略図である。図８（Ａ）は、被検眼に対する信号光の入射側から眼底を見たときの信号光の走査態様の一例を表している。また、図８（Ｂ）は、各走査線上の走査点の配列態様の一例を表している。

【図９】本発明に係る眼底観察装置の好適な実施形態による信号光の走査態様、及び、各走査線に沿って形成される断層画像の態様の一例を表す概略図である。

【図１０】本発明に係る眼底観察装置の好適な実施形態の使用形態の一例を表すフローチャートである。

【図１１】従来における眼底観察装置（眼底カメラ）の外観構成の一例を表す概略側面図である。

30

【図１２】従来における眼底観察装置（眼底カメラ）の内部構成（光学系の構成）の一例を表す概略図である。

【符号の説明】

【０２７６】

１ 眼底観察装置

１Ａ 眼底カメラユニット

３ａ 操作パネル

８ｃ 装着部

１０、１２ 撮像装置

１００ 照明光学系

40

１０１ 観察光源

１０３ 撮影光源

１２０ 撮影光学系

１３４、１３６ ダイクロイックミラー

１４０ ＬＣＤ

１４１ 走査ユニット

１４１Ａ、１４１Ｂ ガルバノミラー

１４２ レンズ

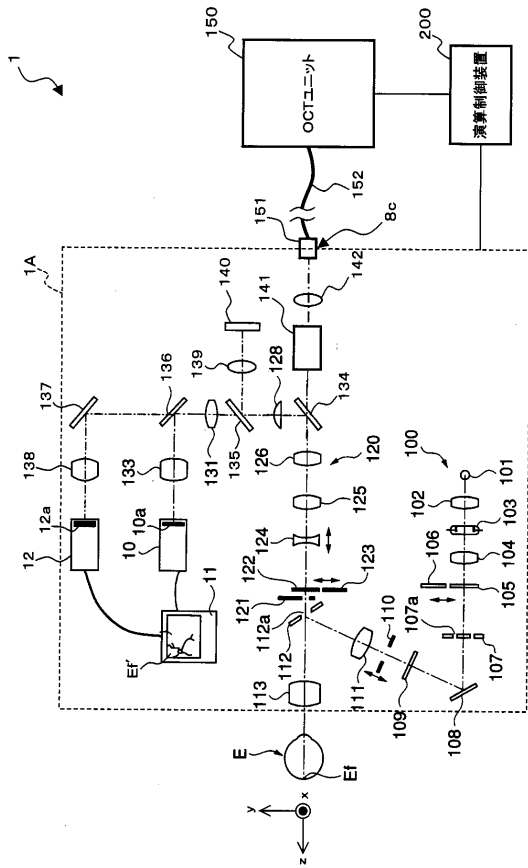
１５０ ＯＣＴユニット

１５１ コネクタ部

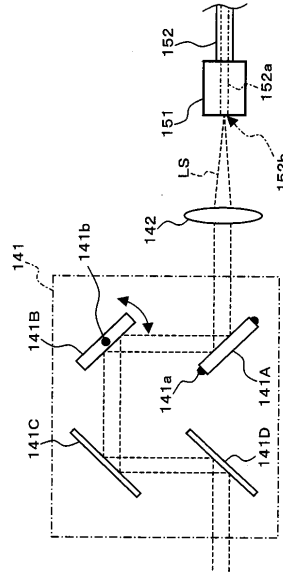
50

1 5 2	接続線	
1 5 2 a、1 6 1、1 6 3、1 6 4、1 6 5	光ファイバ	
1 6 0	低コヒーレンス光源	
1 6 2	光カプラ	
1 7 3	濃度フィルタ	
1 7 4	参照ミラー	
1 8 0	スペクトロメータ	
1 8 4	C C D	
2 0 0	演算制御装置	
2 0 1	マイクロプロセッサ	10
2 0 4 a	制御プログラム	
2 0 8	画像形成ボード	
2 0 8 a	眼底画像形成ボード	
2 0 8 b	O C T画像形成ボード	
2 1 0	制御部	
2 1 1	主制御部	
2 1 2	画像記憶部	
2 1 2 a	眼底画像の画像データ	
2 1 3	情報記憶部	
2 1 3 a	制御情報	20
2 1 4	制御情報生成部	
2 2 0	画像形成部	
2 3 0	画像処理部	
2 3 1	分散補正部	
2 4 0	ユーザインターフェイス	
2 4 0 A	表示部	
2 4 0 B	操作部	
2 4 1、2 4 2	ミラー駆動機構	
2 4 3	参照ミラー駆動機構	
2 4 4	濃度フィルタ駆動機構	30
L 0	低コヒーレンス光	
L R	参照光	
L S	信号光	
L C	干渉光	
R	走査領域	
R 1 ~ R m	走査線	
R i j (i = 1 ~ m、j = 1 ~ n)	走査点	
G、G 1 ~ G m、G a	断層画像 (の画像データ)	
G i j (i = 1 ~ m、j = 1 ~ n)	深度方向の画像	
E	被検眼	40
E f	眼底	
E f	眼底画像 (眼底の表面の 2 次元画像)	

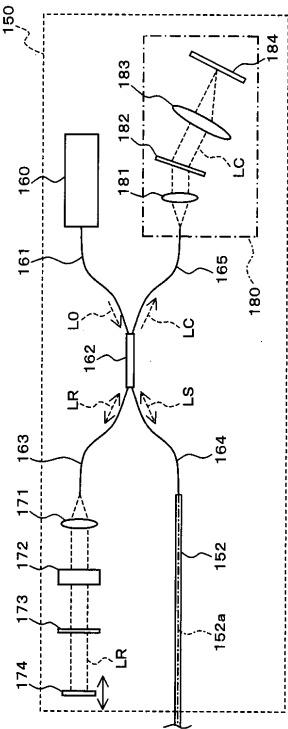
【図 1】



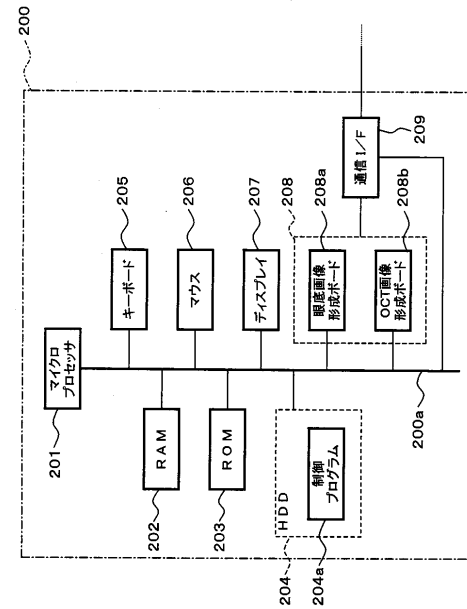
【図 2】



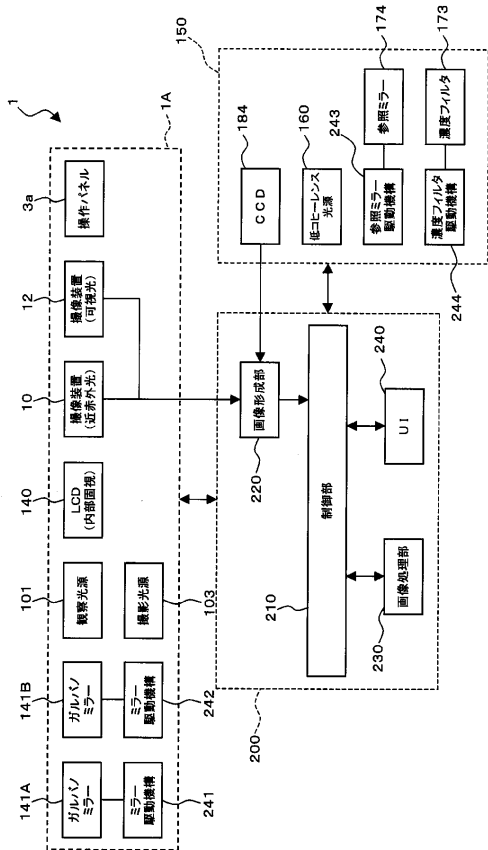
【図 3】



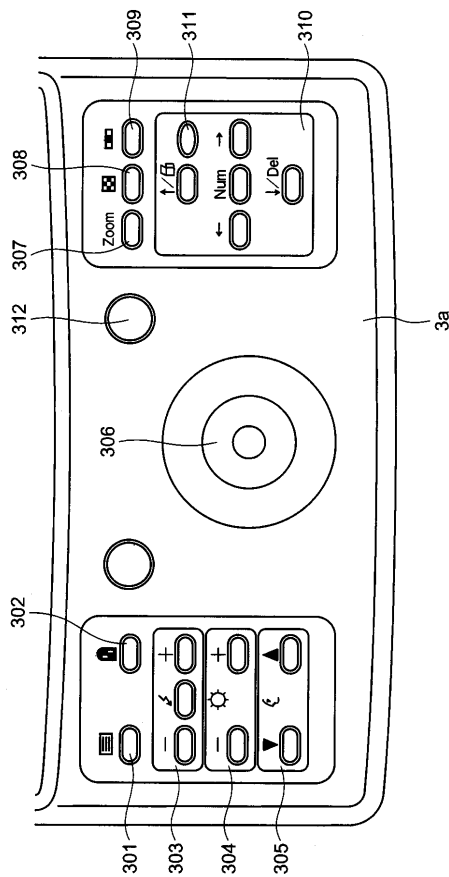
【図 4】



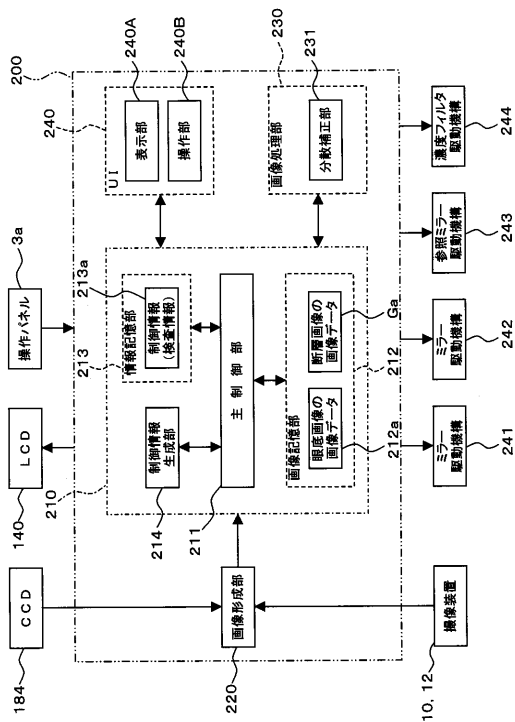
【図5】



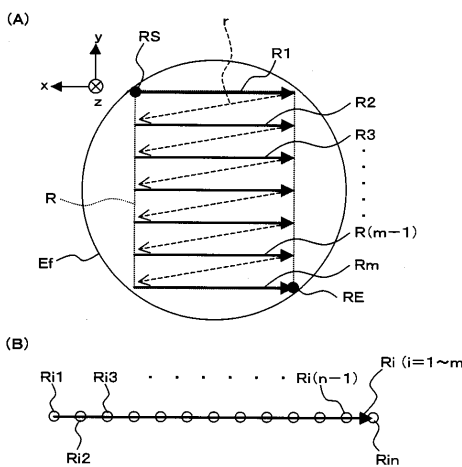
【図6】



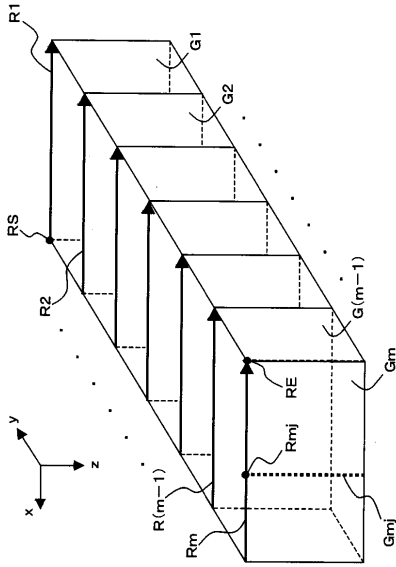
【図7】



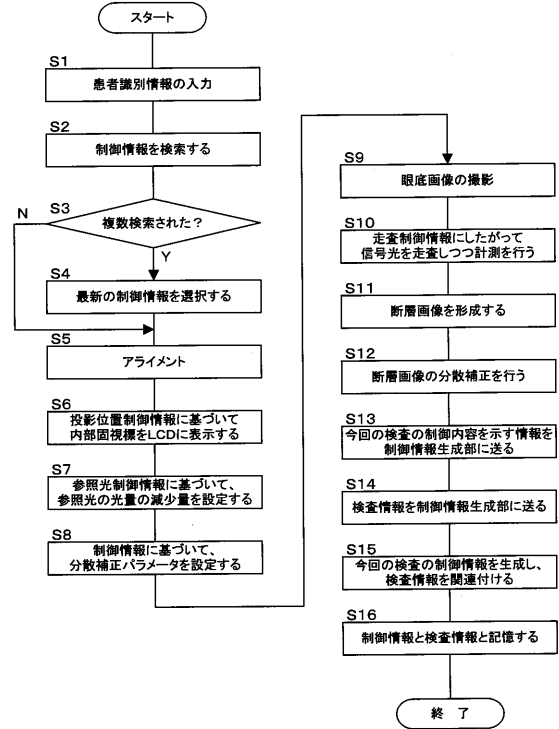
【図8】



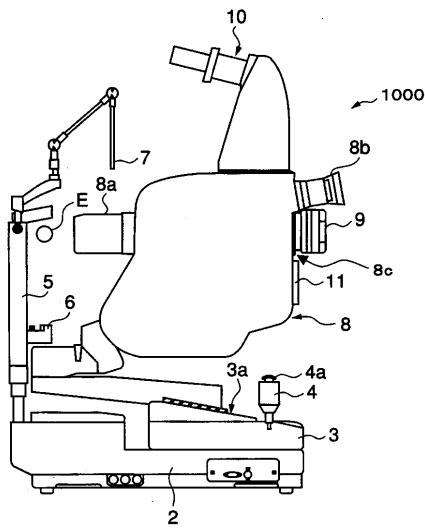
【図9】



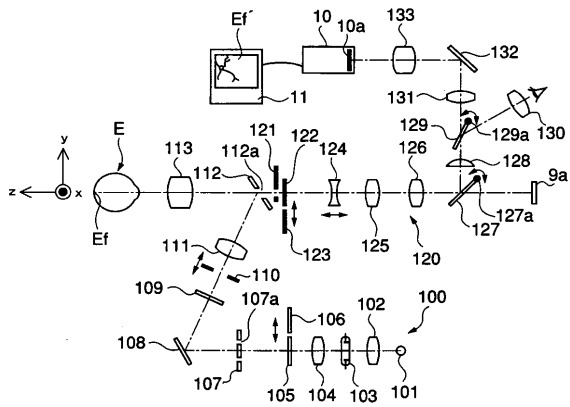
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 福間 康文
東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社トプコン内

審査官 樋口 宗彦

(56)参考文献 特開2006-112864(JP,A)
特開平11-253403(JP,A)
再公表特許第2006/022045(JP,A1)
特開平10-033484(JP,A)
特開平08-098813(JP,A)
特表2008-518740(JP,A)
特開平11-056751(JP,A)
特開2001-275980(JP,A)
特開平09-192106(JP,A)
再公表特許第2005/084526(JP,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 3/00 - 3/16