

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5061380号
(P5061380)

(45) 発行日 平成24年10月31日 (2012.10.31)

(24) 登録日 平成24年8月17日 (2012.8.17)

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

請求項の数 10 (全 37 頁)

(21) 出願番号	特願2007-77685 (P2007-77685)	(73) 特許権者	000220343
(22) 出願日	平成19年3月23日 (2007.3.23)		株式会社トプコン
(65) 公開番号	特開2008-237237 (P2008-237237A)		東京都板橋区蓮沼町75番1号
(43) 公開日	平成20年10月9日 (2008.10.9)	(74) 代理人	110000866
審査請求日	平成22年3月15日 (2010.3.15)		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	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	宮川 哲伸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 眼底観察装置、眼科画像表示装置及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

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次元画像の部分領域に相当する前記眼底の計測領域に断面位置を有する断層画像を形成する第2の画像形成手段と、
 表示手段と、
 前記被検眼の特性を表す特性情報を含む撮影条件情報を記憶する記憶手段と、
 該記憶された撮影条件情報に基づいて、前記形成された前記2次元画像と、前記計測領域の範囲を表す計測範囲画像との互いの表示サイズを合わせ、該表示サイズが合わせられた前記2次元画像と前記計測範囲画像とを前記表示手段に表示させる制御手段と、
 を備えることを特徴とする眼底観察装置。

【請求項 2】

前記特性情報は、前記被検眼の眼軸長を含んでいる、
 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信号光と参照光とに分割するとともに、信号光路を介して前記眼底に照射された前記信号光の眼底反射光と、参照光路を介して前記参照物体にて反射され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、該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、

10

20

前記信号光路を形成する光学系の前記被検眼に対するアライメントを行うアライメント手段を更に備え、

前記制御手段は、前記信号光路の光路長と、前記参照光路の光路長と、前記アライメントされたときの前記被検眼と前記光学系との間の距離と、前記検出手段により出力された検出信号とに基づいて、前記信号光が前記被検眼に入射した位置と前記信号光が前記眼底にて反射された位置との間の眼内距離を演算する眼内距離演算手段を備え、

前記記憶手段は、該演算された眼内距離を前記眼軸長として記憶する、

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】

前記制御手段は、前記表示サイズが合わせられた前記 2 次元画像及び前記計測範囲画像とともに、前記第 2 の画像形成手段により形成された断層画像を前記表示手段に表示させる、

ことを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか一項に記載の眼底観察装置。

【請求項 5】

被検眼の眼底の表面の 2 次元画像と、該 2 次元画像の部分領域に相当する前記眼底の計測領域に断面位置を有する断層画像とを表示する表示手段と、

前記被検眼の特性を表す特性情報を含む撮影条件情報を記憶する記憶手段と、

該記憶された撮影条件情報に基づいて、前記 2 次元画像と、前記計測領域の範囲を表す計測範囲画像との互いの表示サイズを合わせ、該表示サイズが合わせられた前記 2 次元画像と前記計測範囲画像とを前記表示手段に表示させる制御手段と、

を備えることを特徴とする眼科画像表示装置。

【請求項 6】

前記特性情報は、前記被検眼の眼軸長を含んでいる、

ことを特徴とする請求項 5 に記載の眼科画像表示装置。

【請求項 7】

前記制御手段は、前記表示サイズが合わせられた前記 2 次元画像及び前記計測範囲画像とともに、前記第 2 の画像形成手段により形成された断層画像を前記表示手段に表示させる、

ことを特徴とする請求項 5 又は請求項 6 に記載の眼科画像表示装置。

【請求項 8】

被検眼の眼底の表面の 2 次元画像と、該 2 次元画像の部分領域に相当する前記眼底の計測領域に断面位置を有する断層画像とを表示する表示手段と、前記被検眼の眼軸長を含む撮影条件情報を記憶する記憶手段とを備えるコンピュータを、

前記記憶された撮影条件情報に基づいて、前記 2 次元画像と、前記計測領域の範囲を表す計測範囲画像との互いの表示サイズを合わせるとともに、該表示サイズが合わせられた前記 2 次元画像と前記計測範囲画像とを前記表示手段に表示させる制御手段として機能させる、

ことを特徴とするプログラム。

【請求項 9】

前記制御手段は、前記特性情報としての前記被検眼の眼軸長に基づいて前記 2 次元画像と前記計測範囲画像との前記表示サイズ合わせを行う、

ことを特徴とする請求項 8 に記載のプログラム。

【請求項 10】

前記制御手段は、前記表示サイズが合わせられた前記 2 次元画像及び前記計測範囲画像とともに、前記第 2 の画像形成手段により形成された断層画像を前記表示手段に表示させる、

ことを特徴とする請求項 8 又は請求項 9 に記載のプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

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、眼科画像表示装置及び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15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16は、この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。）。まず、図15を参照しつつ、従来の眼底カメラ1000の外観構成について説明する。この眼底カメラ1000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3aとジョイスティック4

10

【0003】

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押下される操作ボタン4aが配置されている。

【0004】

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。

【0005】

20

架台3上には、眼底カメラ1000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1000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。

【0006】

本体部8の被検眼E側（図15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8aが設けられている。また、本体部8の検者側（図15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8bが設けられている。

【0007】

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、眼底の静止画像や動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。

30

【0008】

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。

40

【0009】

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へ送信し、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。

【0010】

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

50

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。

【0011】

次に、図 16 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 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 8 b、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。

【0012】

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 (Liquid Crystal Display) 109、照明絞り 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。

10

【0013】

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。

【0014】

20

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。

【0015】

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。

30

【0016】

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 107 a 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。LCD 109 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。

【0017】

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 E f の照明領域を調整できるようになっている。

40

【0018】

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 112 a 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 112 a 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 8 a 内に設けられている。

【0019】

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 E f 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

50

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、LCD 109、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 E f を照明する。

【0020】

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。

10

【0021】

一方、眼底 E f 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 E f 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。

【0022】

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。

20

【0023】

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。

30

【0024】

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。

【0025】

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。

40

【0026】

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ようになっている。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。

【0027】

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転軸 127a 周りに回転可能に設けられている。スチルカメラ 9 で眼底 E f 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

50

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。

【0028】

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。

【0029】

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。

【0030】

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。

【0031】

このような眼底カメラ 1000 は、眼底 Ef の表面、すなわち網膜表面の状態を観察するために用いられる装置である。換言すると、眼底カメラ 1000 は、被検眼 E の角膜の側から眼底 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、網膜の表面下には様々な深層組織が存在し、更に深部には脈絡膜や強膜といった組織が存在する。このような深層組織を観察するための技術が従来から望まれていたが、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きている（たとえば特許文献 2、3 参照）。

【0032】

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。

【0033】

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）。

【0034】

また、眼底の 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るデータであり、3 次元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。なお、当該明細書において、光画像計測装置により取得される画像を OCT 画像と呼ぶことがある。

【0035】

10

20

30

40

50

【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/koubou/170627_2/besshi3.pdf

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0036】

眼底の状態（疾患の有無など）を詳細に把握するためには、眼底カメラにより得られる画像と、光画像計測装置による画像の双方を考慮することが望ましい。すなわち、眼底カメラにより得られる眼底表面の画像だけでは、脈絡膜や強膜等の深層組織の詳細な状態を把握することは困難であり、一方、光画像計測装置により得られる眼底画像の観察だけでは、眼底表面の詳細な状態を広範囲に亘って把握することは難しいからである。

【0037】

また、眼底の状態を総合的に判断するためには、眼底表面の状態と深層組織の状態との双方を勘案して病状などを判断することが重要である。つまり、病状等の判断の確度を向上させるためには、より多くの情報を参照できることが望ましいし、また、より多面的な角度からの情報を参照できることが望ましいからである。

【0038】

そのためには、眼底カメラによる眼底画像と光画像計測装置による眼底画像との双方を取得できるような眼底観察装置を用いる必要がある。特に、双方の眼底画像を同時に撮影できる装置を使用すれば、一方の眼底画像の撮影中における他方の眼底画像による眼底の状態を観察できるので、より詳細な診断を実現できると考えられる。

【0039】

眼底カメラと光画像計測装置の双方による画像を表示する場合、双方の画像の位置関係を把握できるような情報を呈示することが望ましい。この情報としては、眼底カメラによる眼底画像上におけるOCT画像の計測範囲を表す画像（計測範囲画像）などが有効であると思われる。計測範囲画像としては、特定サイズの範囲を表す画像（たとえば数mm×数mm程度の範囲を取り囲む枠のような画像）などを用いることが可能である。

【0040】

このような計測範囲画像を表示させる場合、双方の画像の位置関係を高い精度で呈示するために、各被検眼毎の特性に応じて眼底画像と計測範囲画像の互いの表示サイズを合わせ込む必要がある。

【0041】

表示サイズに影響する被検眼の特性としては眼軸長などがある。各被検眼は固有の眼軸長を有している。たとえば、軸性近視の被検眼は健常眼と比較して眼軸長が長く、軸性遠視の被検眼は健常眼と比較して眼軸長が短い。

【0042】

従来の眼底観察装置では、眼底画像と計測範囲画像の互いの表示サイズを合わせることができず、眼底カメラによる画像とOCT画像との位置関係を高い精度で呈示することができなかった。

【0043】

本発明は、以上のような事情に鑑みてなされたものであり、眼底表面の2次元画像とOCT画像との位置関係を高い精度で呈示することが可能な眼底観察装置、眼科画像表示装置及び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】

【0044】

上記目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、被検眼の眼底の表面の2次元画

10

20

30

40

50

像を形成する第1の画像形成手段と、前記2次元画像の部分領域に相当する前記眼底の計測領域に断面位置を有する断層画像を形成する第2の画像形成手段と、表示手段と、前記被検眼の特性を表す特性情報を含む撮影条件情報を記憶する記憶手段と、該記憶された撮影条件情報に基づいて、前記形成された前記2次元画像と、前記計測領域の範囲を表す計測範囲画像との互いの表示サイズを合わせ、該表示サイズが合わせられた前記2次元画像と前記計測範囲画像とを前記表示手段に表示させる制御手段と、を備えることを特徴とする眼底観察装置である。

【0045】

また、請求項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、前記特性情報は、前記被検眼の眼軸長を含んでいる、ことを特徴とする。

10

【0046】

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信号光と参照光とに分割するとともに、信号光路を介して前記眼底に照射された前記信号光の眼底反射光と、参照光路を介して前記参照物体にて反射され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、該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、前記信号光路を形成する光学系の前記被検眼に対するアライメントを行うアライメント手段を更に備え、前記制御手段は、前記信号光路の光路長と、前記参照光路の光路長と、前記アライメントされたときの前記被検眼と前記光学系との間の距離と、前記検出手段により出力された検出信号とに基づいて、前記信号光が前記被検眼に入射した位置と前記信号光が前記眼底にて反射された位置との間の眼内距離を演算する眼内距離演算手段を備え、前記記憶手段は、該演算された眼内距離を前記眼軸長として記憶する、ことを特徴とする。

20

【0047】

また、請求項4に記載の発明は、請求項1～請求項3のいずれか一項に記載の眼底観察装置であって、前記制御手段は、前記表示サイズが合わせられた前記2次元画像及び前記計測範囲画像とともに、前記第2の画像形成手段により形成された断層画像を前記表示手段に表示させる、ことを特徴とする。

【0048】

また、請求項5に記載の発明は、被検眼の眼底の表面の2次元画像と、該2次元画像の部分領域に相当する前記眼底の計測領域に断面位置を有する断層画像とを表示する表示手段と、前記被検眼の特性を表す特性情報を含む撮影条件情報を記憶する記憶手段と、該記憶された撮影条件情報に基づいて、前記2次元画像と、前記計測領域の範囲を表す計測範囲画像との互いの表示サイズを合わせ、該表示サイズが合わせられた前記2次元画像と前記計測範囲画像とを前記表示手段に表示させる制御手段と、を備えることを特徴とする眼科画像表示装置である。

30

【0049】

また、請求項6に記載の発明は、請求項5に記載の眼科画像表示装置であって、前記特性情報は、前記被検眼の眼軸長を含んでいる、ことを特徴とする。

【0050】

また、請求項7に記載の発明は、請求項5又は請求項6に記載の眼科画像表示装置であって、前記制御手段は、前記表示サイズが合わせられた前記2次元画像及び前記計測範囲画像とともに、前記第2の画像形成手段により形成された断層画像を前記表示手段に表示させる、ことを特徴とする。

40

【0051】

また、請求項8に記載の発明は、被検眼の眼底の表面の2次元画像と、該2次元画像の部分領域に相当する前記眼底の計測領域に断面位置を有する断層画像とを表示する表示手段と、前記被検眼の眼軸長を含む撮影条件情報を記憶する記憶手段とを備えるコンピュータを、前記記憶された撮影条件情報に基づいて、前記2次元画像と、前記計測領域の範囲を表す計測範囲画像との互いの表示サイズを合わせるとともに、該表示サイズが合わせられた前記2次元画像と前記計測範囲画像とを前記表示手段に表示させる制御手段として機

50

能させる、ことを特徴とするプログラムである。

【 0 0 5 2 】

また、請求項 9 に記載の発明は、請求項 8 に記載のプログラムであって、前記制御手段は、前記特性情報としての前記被検眼の眼軸長に基づいて前記 2 次元画像と前記計測範囲画像との前記表示サイズ合わせを行う、ことを特徴とする。

【 0 0 5 3 】

また、請求項 10 に記載の発明は、請求項 8 又は請求項 9 に記載のプログラムであって、前記制御手段は、前記表示サイズが合わせられた前記 2 次元画像及び前記計測範囲画像とともに、前記第 2 の画像形成手段により形成された断層画像を前記表示手段に表示させる、ことを特徴とする。

10

【発明の効果】

【 0 0 5 4 】

本発明によれば、記憶手段に記憶された撮影条件情報に基づいて、眼底表面の 2 次元画像と、断層画像（OCT 画像）の計測領域の範囲を表す計測範囲画像とを、互いの表示サイズを合わせて表示することができるので、眼底表面の 2 次元画像と OCT 画像との位置関係を高い精度で呈示することが可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 5 5 】

本発明に係る眼底観察装置、眼科画像表示装置及び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 15、図 16 と同じ符号を用いて説明することにする。

20

【 0 0 5 6 】

〔眼底観察装置の全体構成〕

図 1 に示す眼底観察装置 1 は、従来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 150 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 200 とを含んで構成されている。

【 0 0 5 7 】

OCT ユニット 150 には、接続線 152 の一端が取り付けられている。接続線 152 の他端には、コネクタ部 151 が取り付けられている。コネクタ部 151 は、図 15 に示した装着部 8 c に装着される。また、接続線 152 の内部には光ファイバが導通されている。OCT ユニット 150 と眼底カメラユニット 1 A は、接続線 152 を介して光学的に接続されている。OCT ユニット 150 の詳細構成については、図 5 を参照しつつ後述する。

30

【 0 0 5 8 】

〔眼底カメラユニットの構成〕

まず、図 1 ～図 4 を参照しつつ眼底カメラユニット 1 A について説明する。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 10、12 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 15 に示した従来の眼底カメラ 1000 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 16 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 100 と、この照明光の眼底反射光を撮像装置 10 に導く撮影光学系 120 とを備えている。

40

【 0 0 5 9 】

なお、詳細は後述するが、本実施形態の撮影光学系 120 における撮像装置 10 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、撮影光学系 120 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 12 が別途設けられている。更に、撮影光学系 120 は、OCT ユニット 150 から入力される信号光を眼底 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 150 に出力するようになっている。

【 0 0 6 0 】

照明光学系 100 は、従来と同様に、観察光源 101、コンデンサレンズ 102、撮影

50

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、照明絞り 110、リレーレンズ 111、孔開きミラー 112、対物レンズ 113 を含んで構成される。

【0061】

観察光源 101 は、約 400 nm ~ 700 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 103 は、約 700 nm ~ 800 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 103 から出力される近赤外光は、OCT ユニット 150 で使用する光の波長（後述）よりも短く設定されている。

【0062】

また、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、ダイクロイックミラー 134、フィールドレンズ（視野レンズ）128、ハーフミラー 135、リレーレンズ 131、ダイクロイックミラー 136、撮影レンズ 133、撮像装置 10（撮像素子 10a）、反射ミラー 137、撮影レンズ 138、撮影装置 12（撮像素子 12a）、レンズ 139 及び LCD 140 を含んで構成される。

10

【0063】

本実施形態に係る撮影光学系 120 においては、図 16 に示した従来の撮影光学系 120 と異なり、ダイクロイックミラー 134、ハーフミラー 135、ダイクロイックミラー 136、反射ミラー 137、撮影レンズ 138、レンズ 139 及び LCD 140 が設けら

20

【0064】

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 400 nm ~ 800 nm 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（約 800 nm ~ 900 nm 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。

【0065】

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 400 nm ~ 700 nm 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 700 nm ~ 800 nm の近赤外光）を反射するように構成されている。

30

【0066】

LCD 140 は、内部固視標等を表示するように作用する。この LCD 140 の表示画面から出力された光は、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 を経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 等を経由して、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。

【0067】

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 等の任意の撮像素子であり、特に、近赤外領域の波長の光を検出するために用いられる（つまり、撮像装置 10 は、近赤外領域の光に感度を有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。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、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。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。

40

【0068】

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

50

S等の任意の撮像素子であり、特に、可視領域の波長の光を検出するために用いられる（つまり、撮像装置12は、可視領域の光に感度を有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。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、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。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。

【0069】

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。）を眼底Ef上において走査する構成を具備している。

【0070】

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。

【0071】

図4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。

【0072】

ガルバノミラー141A、141Bは、それぞれ回転軸141a、141bを中心に回転可能とされている。回転軸141a、141bは、互いに直交するように配設されている。図4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。すなわち、ガルバノミラー141Bは、図4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。なお、ガルバノミラー141A、141Bのそれぞれの回転動作は、後述のミラー駆動機構（図7参照）によって駆動される。

【0073】

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。

【0074】

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。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、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、レンズ142により、端面152bに向けて集束されるようになっている。

【0075】

変倍レンズ124とリレーレンズ125との間の光路上には、ハーフミラー190が斜設されている。ハーフミラー190は、図2(A)に示すアライメント光学系190Aの光路と撮影光学系120の光路（撮影光路）とを合成するように作用する。アライメント光学系190Aは、被検眼Eに対する光学系の位置合わせに用いられるアライメント輝点を被検眼Eに投影するための光学系である。

【0076】

このアライメント輝点は、被検眼Eの角膜頂点を光学系100、120の光軸に一致させるアライメント（図1に示すxy方向のアライメント）と、被検眼Eと光学系100、

10

20

30

40

50

120との間の距離（図1のz方向；ワーキングディスタンス（working distance）；被検眼Eの角膜（頂点）と対物レンズ113との間の距離）のアライメントとの双方に用いられる（たとえば特開平11-4808号公報を参照）。

【0077】

アライメント光学系190Aは、図2（A）に示すように、ハーフミラー190とともに、たとえば近赤外光等の光（アライメント光）を出力するLED等からなるアライメント光源190a、ライトガイド190b、反射ミラー190c、2孔絞り190d及びリレーレンズ190eを含んで構成されている。

【0078】

2孔絞り190dは、図2（B）に示すように、2つの孔部190d1、190d2を有している。孔部190d1、190d2は、たとえば円盤状の2孔絞り190dの中心位置190d3に対して対称な位置に形成されている。2孔絞り190dは、この中心位置190d3がアライメント光学系190Aの光軸上に位置するようにして配設される。

【0079】

ライトガイド190bの射出端190 から射出されたアライメント光は、反射ミラー190cにより反射されて2孔絞り190dに導かれる。2孔絞り190dの孔部190d1、190d2を通過したアライメント光（の一部）は、リレーレンズ190eを経由し、ハーフミラー190により反射されて孔空きミラー112に導かれる。このとき、リレーレンズ190eは、ライトガイド190bの射出端190 の像を孔空きミラー112の孔部112aの中央位置（撮影光学系120の光軸上の位置）に中間結像させる。孔空きミラー112の孔部112aを通過したアライメント光は、対物レンズ113を介して被検眼Eの角膜に投影される。

【0080】

ここで、被検眼Eと眼底カメラユニット1A（対物レンズ113）との位置関係が適正である場合、すなわち、被検眼Eと眼底カメラユニット1Aとの間の距離（ワーキングディスタンス）が適正であり、かつ、眼底カメラユニット1Aの光学系の光軸と被検眼Eの眼軸（角膜頂点位置）とが（ほぼ）一致している場合、2孔絞り190dにより形成される2つの光束（アライメント光束）は、角膜頂点と角膜曲率中心との中間位置においてそれぞれ結像するようにして被検眼Eに投影される。

【0081】

2つのアライメント光束（アライメント光）の角膜反射光は、撮影光学系120を介して撮像素子10aにより受光される。撮像素子10aによる撮影画像は、タッチパネルモニタ11や演算制御装置200のディスプレイ（後述）等の表示デバイスに表示される。このときのアライメント光の表示態様を図3に示す。

【0082】

図3中の符号Sは括弧形状を有するスケールを表し、符号P1、P2は2つのアライメント光束の受光像（アライメント輝点）を表している。なお、スケールSは、その中心位置が撮影光学系120の光軸に一致するようにしてタッチパネルモニタ11に表示される。

【0083】

被検眼Eの位置と眼底カメラユニット1Aの位置とが上下方向（y方向）や左右方向（x方向）にずれている場合、図3（A）に示すように、アライメント輝点P1、P2は、スケールSに対して上下方向や左右方向にずれた位置に表示される。また、ワーキングディスタンスが適正でない場合には、アライメント輝点P1、P2は、それぞれ別々の位置に表示される。

【0084】

一方、被検眼Eと眼底カメラユニット1Aとのxy方向の位置が一致しており、かつ、ワーキングディスタンスが適正である場合、アライメント輝点P1、P2は、図3（B）に示すように、互いに重なった状態でスケールS内に表示される。検者は、アライメント輝点P1、P2が互いに重なるように、かつ、それらがスケールS内に表示されるように

、被検眼 E と眼底カメラユニット 1 A との位置関係を調整することにより、アライメントを実施する。

【 0 0 8 5 】

〔 O C T ユニットの構成 〕

次に、図 5 を参照しつつ O C T ユニット 1 5 0 の構成について説明する。同図に示す O C T ユニット 1 5 0 は、光学的な走査により取得されるデータ（後述の C C D 1 8 4 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り、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し、参照物体を経由した参照光と被測定物体（眼底 E f ）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た結果としての信号を演算制御装置 2 0 0 に向けて出力する手段とを具備している。演算制御装置 2 0 0 は、この信号を解析して被測定物体（眼底 E f ）の画像を形成する。

10

【 0 0 8 6 】

低コヒーレンス光源 1 6 0 は、低コヒーレンス光 L 0 を出力するスーパーluminescentダイオード（S L D ）や発光ダイオード（L E D ）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 L 0 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。この低コヒーレンス光源 1 6 0 から出力される低コヒーレンス光 L 0 は、眼底カメラユニット 1 A の照明光（波長約 4 0 0 n m ~ 8 0 0 n m ）よりも長い波長、たとえば約 8 0 0 n m ~ 9 0 0 n m の範囲に含まれる波長を有している。

20

【 0 0 8 7 】

低コヒーレンス光源 1 6 0 から出力された低コヒーレンス光 L 0 は、たとえばシングルモードファイバないしは P M ファイバ（P o l a r i z a t i o n m a i n t a i n i n g f i b e r ；偏波面保持ファイバ）からなる光ファイバ 1 6 1 を通じて光カプラ（c o u p l e r ）1 6 2 に導かれる。光カプラ 1 6 2 は、低コヒーレンス光 L 0 を参照光 L R と信号光 L S とに分割する。

【 0 0 8 8 】

なお、光カプラ 1 6 2 は、光を分割する手段（スプリッタ；s p l i t t e r ）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。

30

【 0 0 8 9 】

光カプラ 1 6 2 により生成された参照光 L R は、シングルモードファイバ等からなる光ファイバ 1 6 3 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 L R は、コリメータレンズ 1 7 1 により平行光束とされた後、ガラスブロック 1 7 2 及び濃度フィルタ 1 7 3 を経由し、参照ミラー 1 7 4 （参照物体）によって反射される。

【 0 0 9 0 】

参照ミラー 1 7 4 により反射された参照光 L R は、再び濃度フィルタ 1 7 3 及びガラスブロック 1 7 2 を経由し、コリメータレンズ 1 7 1 によって光ファイバ 1 6 3 のファイバ端面に集光される。集光された参照光 L R は、光ファイバ 1 6 3 を通じて光カプラ 1 6 2 に導かれる。

40

【 0 0 9 1 】

なお、ガラスブロック 1 7 2 と濃度フィルタ 1 7 3 は、参照光 L R と信号光 L S 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 L R と信号光 L S の分散特性を合わせるための手段として作用している。

【 0 0 9 2 】

また、参照ミラー 1 7 4 は、参照光 L R の進行方向（図 5 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 L R の光路長を確保するようになっている。なお、この参照ミラー 1 7 4 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 2 4 3 ；図 7 参照）によって行われる。

50

【 0 0 9 3 】

一方、光カプラ 1 6 2 により生成された信号光 L S は、シングルモードファイバ等からなる光ファイバ 1 6 4 により接続線 1 5 2 の端部まで導光される。接続線 1 5 2 の内部には光ファイバ 1 5 2 a が導通されている。ここで、光ファイバ 1 6 4 と光ファイバ 1 5 2 a 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 1 6 4、1 5 2 a は、眼底カメラユニット 1 A と OCT ユニット 1 5 0 との間で、信号光 L S を伝送可能に構成されていれば十分である。

【 0 0 9 4 】

信号光 L S は、接続線 1 5 2 内部を導光されて眼底カメラユニット 1 A に案内される。そして、レンズ 1 4 2、走査ユニット 1 4 1、ダイクロミックミラー 1 3 4、撮影レンズ 1 2 6、リレーレンズ 1 2 5、変倍レンズ 1 2 4、撮影絞り 1 2 1、孔開きミラー 1 1 2 の孔部 1 1 2 a、対物レンズ 1 1 3 を経由して、被検眼 E に入射する（このとき、バリアフィルタ 1 2 2、1 2 3 は、それぞれ光路から退避されている。）。

10

【 0 0 9 5 】

被検眼 E に入射した信号光 L S 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 L S 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 L S は、眼底 E f の表面形態を反映する情報と、眼底 E f の深層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 L S の眼底反射光」と呼ぶことがある。

20

【 0 0 9 6 】

信号光 L S の眼底反射光は、上記経路を逆向きに進行して光ファイバ 1 5 2 a の端面 1 5 2 b に集光され、光ファイバ 1 5 2 を通じて OCT ユニット 1 5 0 に入射し、光ファイバ 1 6 4 を通じて光カプラ 1 6 2 に戻ってくる。光カプラ 1 6 2 は、この信号光 L S と、参照ミラー 1 7 4 にて反射された参照光 L R とを重畳して干渉光 L C を生成する。生成された干渉光 L C は、シングルモードファイバ等からなる光ファイバ 1 6 5 を通じてスペクトロメータ 1 8 0 に導光される。

【 0 0 9 7 】

スペクトロメータ（分光計）1 8 0 は、コリメータレンズ 1 8 1、回折格子 1 8 2、結像レンズ 1 8 3、CCD 1 8 4 を含んで構成される。本実施形態の回折格子 1 8 2 は、透過型回折格子であるが、反射型回折格子を用いることも可能である。また、CCD 1 8 4 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。

30

【 0 0 9 8 】

スペクトロメータ 1 8 0 に入射した干渉光 L C は、コリメータレンズ 1 8 1 により平行光束とされた後、回折格子 1 8 2 によって分光（スペクトル分解）される。分光された干渉光 L C は、結像レンズ 1 8 3 によって CCD 1 8 4 の撮像面上に結像される。CCD 1 8 4 は、この干渉光 L C を受光して電気的な検出信号に変換し、この検出信号を演算制御装置 2 0 0 に出力する。

【 0 0 9 9 】

〔 演算制御装置の構成 〕

次に、演算制御装置 2 0 0 の構成について説明する。演算制御装置 2 0 0 は、OCT ユニット 1 5 0 のスペクトロメータ 1 8 0 の CCD 1 8 4 から入力される検出信号を解析して、被検眼 E の眼底 E f 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 の手法と同じである。

40

【 0 1 0 0 】

また、演算制御装置 2 0 0 は、眼底カメラユニット 1 A の撮像装置 1 0、1 2 から出力される映像信号に基づいて眼底 E f 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。

【 0 1 0 1 】

50

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。

【0102】

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、LCD 140 等の表示動作の制御、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、アライメント光源 190a の点灯/消灯動作の制御、走査ユニット 141 内のガルバノミラー 141A、141B の回動動作の制御などを行う。

【0103】

一方、OCT ユニット 150 の制御としては、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、CCD 184 の蓄積時間の制御などを行う。

【0104】

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 6 を参照しつつ説明する。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）、RAM 202、ROM 203、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。これら各部は、バス 200a を介して接続されている。

【0105】

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 RAM 202 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。なお、制御プログラム 204a は、本発明に係る「プログラム」の一例に相当するものである。

【0106】

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。

【0107】

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機能する。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。

【0108】

ディスプレイ 207 は、LCD や CRT（Cathode Ray Tube）等の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。

【0109】

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。

【0110】

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。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。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 1 】

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。

【 0 1 1 2 】

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 CCD 184 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。

【 0 1 1 3 】

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。

10

【 0 1 1 4 】

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 CCD 184 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、CCD 184 からの検出信号を OCT 画像形成ボード 208b に入力するように動作する。

20

【 0 1 1 5 】

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、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ることにより、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して本発明に係る処理を実行させるようにしてもよい。

【 0 1 1 6 】

〔 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 7 ~ 図 9 を参照しつつ説明する。図 7 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、本実施形態に特徴的な動作や処理に関わる部分が特に記載されている。図 8 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 9 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。

30

【 0 1 1 7 】

(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、RAM 202、ROM 203、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。

40

【 0 1 1 8 】

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 により、前述の制御処理を実行する。特に、ガルバノミラー 141A、141B をそれぞれ独立に動作させるための眼底カメラユニット 1A のミラー駆動機構 241、242 の制御や、参照光 LR の進行方向に参照ミラー 174 を移動させるための参照ミラー駆動機構 243 の制御や、アライメント光源 190a の動作 (点灯 / 消灯) の制御などを実行する。

【 0 1 1 9 】

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 による眼底 Ef の表面の 2 次元画像 (眼底画像 Ef) と、OCT ユ

50

ニット150により得られた検出信号を基に形成される眼底Efの断層画像（ないし、断層画像に基づいて形成される3次元画像）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9を参照しつつ後述する。

【0120】

（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ある。

10

【0121】

（画像処理部）

画像処理部230は、画像形成部220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150からの検出信号に基づく眼底Efの断層画像に基づいて眼底Efの3次元画像の画像データを形成する処理や、画像の輝度調整等の各種補正処理などを実行するものである。

20

【0122】

ここで、3次元画像の画像データとは、3次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、ボクセルデータ等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230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207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。

【0123】

（ユーザインターフェイス）

ユーザインターフェイス（UI）240は、図9に示すように、ディスプレイ207等の表示デバイスからなる表示部240Aと、キーボード205やマウス206などの入力デバイスや操作デバイスからなる操作部240Bとを備えている。

30

【0124】

（操作パネル）

眼底カメラユニット1Aの操作パネル3aについて説明する。この撮影パネル3aは、たとえば、図15に示すように、眼底カメラユニット1Aの架台3上に配設されている。本実施形態における操作パネル3aは、[背景技術]の項における従来の構成とは異なり、眼底Efの表面の2次元画像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Ef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（従来は前者の操作部のみ）。それにより、従来の眼底カメラを操作するときと同じ要領でOCT画像の取得に関わる操作も行えるようになっている。

40

【0125】

本実施形態における操作パネル3aには、図8に示すように、メニュースイッチ301、スプリットスイッチ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。

【0126】

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

50

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。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。

【0127】

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。)。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。

【0128】

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。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。

【0129】

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。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。

【0130】

顎受けスイッチ305は、図15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チ(下向き三角形)とが設けられている。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。

【0131】

撮影スイッチ306は、眼底Efの表面の2次元画像或いは眼底Ef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。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Efの表面の2次元画像を表示させる。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

10

20

30

40

50

２２０（及び画像処理部２３０）が形成した眼底Ｅｆ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。

【０１３２】

ズームスイッチ３０７は、眼底Ｅｆ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。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。

【０１３３】

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Ｅｆ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Ｅｆ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。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。

【０１３４】

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Ｅｆ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」と、「黄斑の周辺領域の画像を取得するための固視位置」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」との間で巡回的に切り替えられるようになっている。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されているか、或いは、当該被検眼Ｅ（眼底Ｅｆの画像）ごとに事前に設定されている。

【０１３５】

固視標位置調整スイッチ３１０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３１０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。制御部２１０は、これら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ＬＣＤ１４０を制御して内部固視標の表示位置を移動させる。

【０１３６】

固視標サイズ切替スイッチ３１１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３１１が操作されると、その操作信号を受けた制御部２１０は、ＬＣＤ１４０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Ｅｆ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２１０は、固視標サイズ切替スイッチ３１１からの操作信号を受けると、この操作信号に応じてＬＣＤ１４０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。

【０１３７】

モード切替ノブ３１２は、各種の撮影モード（眼底Ｅｆの２次元画像を撮影するための眼底撮影モード、信号光ＬＳのＢスキャンを行うためのＢスキャンモード、信号光ＬＳ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

10

20

30

40

50

されるノブである。また、このモード切替ノブ312は、取得された眼底Ef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LSのスキヤ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。これらの各モードを実行するための装置の動作制御は、制御部210が実行する。

【0138】

以下、制御部210による信号光LS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220及び画像処理部230によるOCTユニット150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1Aからの映像信号に対する画像形成部220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。

10

【0139】

〔信号光の走査について〕

信号光LSの走査は、前述のように、眼底カメラユニット1Aの走査ユニット141のガルバノミラー141A、141Bの反射面の向きを変更することにより行われる。制御部210は、ミラー駆動機構241、242をそれぞれ制御することで、ガルバノミラー141A、141Bの反射面の向きをそれぞれ変更し、信号光LSを眼底Ef上において走査する。

【0140】

ガルバノミラー141Aの反射面の向きが変更されると、信号光LSは、眼底Ef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141Aの反射面の向きが変更されると、信号光LSは、眼底Ef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141A、141B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LSを走査することができる。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、xy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。

20

【0141】

図10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10(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10(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)の配列態様の一例を表す。

30

【0142】

図10(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~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。

【0143】

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。

40

【0144】

各走査線Ri上には、図10(B)に示すように、複数(n個)の走査点Ri1~Rinがあらかじめ設定されている。

【0145】

図10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

50

に信号光 $L S$ を入射させる。CCD 184 は、この信号光 $L S$ の走査開始位置 $R S$ における眼底反射光に基づく干渉光 $L C$ を受光し、検出信号を制御部 210 に出力する。

【0146】

次に、制御部 210 は、ガルバノミラー 141A を制御して、信号光 $L S$ を主走査方向に走査して、その入射目標を走査点 $R 12$ に設定し、低コヒーレンス光 $L 0$ をフラッシュ発光させて走査点 $R 12$ に信号光 $L S$ を入射させる。CCD 184 は、この信号光 $L S$ の走査点 $R 12$ における眼底反射光に基づく干渉光 $L C$ を受光し、検出信号を制御部 210 に出力する。

【0147】

制御部 210 は、同様にして、信号光 $L S$ の入射目標を走査点 $R 13$ 、 $R 14$ 、 \dots 、 $R 1(n-1)$ 、 $R 1n$ 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 $L 0$ 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 $L C$ に対応して CCD 184 から出力される検出信号を取得する。

【0148】

第 1 の走査線 $R 1$ の最後の走査点 $R 1n$ 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 $L S$ の入射目標を、線換え走査 r に沿って第 2 の走査線 $R 2$ の最初の走査点 $R 21$ まで移動させる。そして、この第 2 の走査線 $R 2$ の各走査点 $R 2j$ ($j = 1 \sim n$) について前述の計測を行うことで、各走査点 $R 2j$ に対応する検出信号をそれぞれ取得する。

【0149】

同様に、第 3 の走査線 $R 3$ 、 \dots 、第 $m-1$ の走査線 $R(m-1)$ 、第 m の走査線 $R m$ 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 $R m$ 上の符号 $R E$ は、走査点 $R mn$ に対応する走査終了位置である。

【0150】

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。

【0151】

以上のような走査点の移動と低コヒーレンス光 $L 0$ 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。

【0152】

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（走査位置情報）は、従来と同様に画像形成処理において用いられる。

【0153】

〔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 画像に関する処理の一例を説明する。

【0154】

画像形成部 220 は、各走査線 $R i$ （主走査方向）に沿った眼底 $E f$ 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 $E f$ の 3 次元画像の形成処理などを実行する。

【0155】

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 $E f$ の深度方向（図 1 に示す z 方向）の画像を形成する。

10

20

30

40

50

【 0 1 5 6 】

図 1 1 は、画像形成部 2 2 0 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 E_f の断層画像 G_i を形成する。このとき、画像形成部 2 2 0 は、各走査点 $R_{i1} \sim R_{in}$ の位置情報（前述の走査位置情報）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。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。これらの断層画像 $G_1 \sim G_m$ のそれぞれの画像データが、図 9 に示す断層画像の画像データ G_a 等に相当する（後述）。

10

【 0 1 5 7 】

次に、画像処理部 2 3 0 による眼底 E_f の 3 次元画像の形成処理について説明する。眼底 E_f 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 2 3 0 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 E_f の 3 次元画像を形成する。

【 0 1 5 8 】

このとき、画像処理部 2 3 0 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て、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（前述の走査位置情報）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。

20

【 0 1 5 9 】

また、画像処理部 2 3 0 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 E_f の断層画像を形成することができる。断面が指定されると、画像処理部 2 3 0 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。

【 0 1 6 0 】

なお、図 1 1 に示す画像 G_{mj} は、走査線 R_m 上の走査点 R_{mj} 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_{ij} における深度方向の画像を、「画像 G_{ij} 」と表す。

30

【 0 1 6 1 】

〔演算制御装置の詳細構成〕

演算制御装置 2 0 0 の制御部 2 1 0 の構成の詳細について、図 9 を参照しつつ説明する。制御部 2 1 0 には、主制御部 2 1 1、画像記憶部 2 1 2、情報記憶部 2 1 3、眼内距離演算部 2 1 4 及び表示サイズ調整部 2 1 5 が設けられている。

【 0 1 6 2 】

（主制御部）

主制御部 2 1 1 は、マイクロプロセッサ 2 0 1 等を含んで構成され、眼底観察装置 1 の各部の制御を行う（前述）。

40

【 0 1 6 3 】

（画像記憶部）

画像記憶部 2 1 2 は、画像形成部 2 2 0 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 ）の画像データや、断層画像の画像データを記憶する。なお、断層画像の画像データの基になるデータを記憶するようにしてもよい。このデータは、CCD 1 8 4 から入力される検出信号（干渉光 LC のスペクトルデータ）をフーリエ変換して得られるものであり、眼底 E_f の深度に対応する信号強度を表すデータである。この深度毎の信号強度のデータ（信号強度データ）を画像化することにより、断層画像の画像データが形成される。

【 0 1 6 4 】

50

画像記憶部 2 1 2 への画像データの記憶処理と、画像記憶部 2 1 2 からの画像データの読み出し処理は、主制御部 2 1 1 によって実行される。主制御部 2 1 1 は、画像形成部 2 2 0 等により形成された画像データを、あらかじめ入力された被検者の識別情報（患者 ID や患者氏名等）に関連付けて画像記憶部 2 1 2 に記憶させる。画像記憶部 2 1 2 は、ハードディスクドライブ 2 0 4 等の記憶装置を含んで構成される。

【 0 1 6 5 】

（情報記憶部）

情報記憶部 2 1 3 は、演算制御装置 2 0 0 による演算処理や制御処理に供される各種の情報を記憶するものであり、ハードディスクドライブ等の記憶装置を含んで構成されている。本実施形態の情報記憶部 2 1 3 には、信号光路長情報 2 1 3 a、参照光路長情報 2 1 3 b、アライメント位置情報 2 1 3 c 及び撮影条件情報 2 1 3 d が記憶される。

【 0 1 6 6 】

信号光路長情報 2 1 3 a は、信号光 L S の光路（信号光路）の長さを表す情報である。すなわち、OCT ユニット 1 5 0 の光カプラ 1 6 2 から、光ファイバ 1 6 4、接続線 1 5 2 内の光ファイバ 1 5 2 a、レンズ 1 4 2、走査ユニット 1 4 1、ダイクロイックミラー 1 3 4、撮影レンズ 1 2 6、リレーレンズ 1 2 5、ハーフミラー 1 9 0、変倍レンズ 1 2 4、撮影絞り 1 2 1、孔開きミラー 1 1 2 の孔部 1 1 2 a を経由して対物レンズ 1 1 3 に至るまでの光路の長さを表している。この信号光 L S の光路長は、眼底観察装置 1 の光学系の設計に応じて決定される。信号光路長情報 2 1 3 a は、情報記憶部 2 1 3 にあらかじめ記憶されている。

【 0 1 6 7 】

参照光路長情報 2 1 3 b は、参照光 L R の光路（参照光路）の長さを表す情報である。参照ミラー 1 7 4 は、主制御部 2 1 1 の制御によって移動される。より具体的には、主制御部 2 1 1 は、参照ミラー駆動機構 2 4 3 に対し、目的の移動距離に応じた数の駆動パルスを送信する。参照ミラー駆動機構 2 4 3 は、この駆動パルスに基づいて参照ミラーを移動させる。

【 0 1 6 8 】

ここで、参照ミラー 1 7 4 は、たとえば電源投入時に所定のデフォルト位置に移動されるものとする。また、一つの駆動パルスによる参照ミラー 1 7 4 の移動量は等しいものとする。また、情報記憶部 2 1 3 には、光カプラ 1 6 2 から、光ファイバ 1 6 3、コリメータレンズ 1 7 1、ガラスブロック 1 7 2 及び濃度フィルタ 1 7 3 を経由して、デフォルト位置の参照ミラー 1 7 4 に至るまでの参照光 L R の光路長の情報（デフォルト光路長情報；図示せず）があらかじめ記憶されているものとする。

【 0 1 6 9 】

主制御部 2 1 1 は、参照ミラー駆動機構 2 4 3 に送信された駆動パルスのパルス数に基づいて、上記デフォルト位置からの参照ミラー 1 7 4 の変位を演算するとともに、この演算された変位の値とデフォルト光路長情報とに基づいて、参照ミラー 1 7 4 が移動された後の参照光 L R の光路長を演算する。この演算結果が、参照光路長情報 2 1 3 b として情報記憶部 2 1 3 に記憶される。この参照光路長情報 2 1 3 b は、参照ミラー 1 7 4 の位置を移動させる度毎に生成される。

【 0 1 7 0 】

なお、参照ミラー 1 7 4 の位置を検出する位置センサを OCT ユニット 1 5 0 内に設け、検出された参照ミラー 1 7 4 の位置に基づいて参照光路長情報 2 1 3 b を生成するように構成することも可能である。

【 0 1 7 1 】

アライメント位置情報 2 1 3 c は、眼底カメラユニット 1 A 内の光学系 1 0 0、1 2 0 の被検眼 E に対するアライメント結果を表す情報である。光学系 1 0 0、1 2 0 が被検眼 E に対して適正な位置にアライメントされると、被検眼 E の角膜（頂点）と対物レンズ 1 1 3 との間の距離（ワーキングディスタンス）が、アライメント位置情報 2 1 3 c として情報記憶部 2 1 3 に記憶される。

【 0 1 7 2 】

被検眼 E の角膜と対物レンズ 1 1 3 との間のワーキングディスタンスは、常に一定であってもよいし、アライメントを実施する度毎に取得するようにしてもよい。前者の場合、アライメント位置情報 2 1 3 c は、常に一定であり、あらかじめ情報記憶部 2 1 3 に記憶される。また、後者の場合、ワーキングディスタンスは、たとえば、アライメントにおいて、ベース 2 上をスライドされた架台 3 の移動量に基づいて制御部 2 1 0 により演算される。

【 0 1 7 3 】

撮影条件情報 2 1 3 d は、被検眼 E の眼底画像 E f や断層画像 G i を形成するための光学的な計測（撮影）を行ったときの計測条件（撮影条件）の情報である。撮影条件情報 2 1 3 d には、被検眼 E の特性を表す特性情報が含まれている。この特性情報としては、たとえば各種の眼科検査の検査結果が含まれている。特に、特性情報には、撮影照明光や信号光 L S 等の計測用の光に対して影響を与える被検眼 E の特性（たとえば眼軸長や屈折率等）の情報が含まれている。

10

【 0 1 7 4 】

被検眼 E の特性情報は、眼底観察装置 1 や他の眼科装置によって事前に取得するようになっている。たとえば眼軸長については、後述のように、眼内距離演算部 2 1 4 による演算結果を利用することができる。また、臨床データから導かれる一般的な値（平均値等）を特性情報として用いることも可能である。

【 0 1 7 5 】

20

また、撮影条件情報 2 1 3 d には、光学的な計測時における眼底カメラユニット 1 A や OCT ユニット 1 5 0 内の光学系の状態を表す情報（光学系情報）が含まれていてもよい。この光学系情報としては、たとえば撮影倍率などがある。この撮影倍率は、変倍レンズ 1 2 4 を光軸方向に移動させることにより変更することができる。

【 0 1 7 6 】

撮影条件情報 2 1 3 d は、被検眼 E の識別情報に関連付けられて記憶される。この識別情報としては、たとえば、被検者の患者 I D や患者氏名、被検眼 E の左右の別（左眼 / 右眼）を表す情報などを用いることができる。

【 0 1 7 7 】

（眼内距離演算部）

30

眼内距離演算部 2 1 4 は、信号光路長情報 2 1 3 a と、参照光路長情報 2 1 3 b と、アライメント位置情報 2 1 3 c と、干渉光 L C の検出に対応して C C D 1 8 4 から入力される検出信号（ないしそれに基づく信号強度データ）に基づいて、信号光 L S が被検眼 E に入射した位置と、信号光 L S が眼底 E f にて反射された位置との間の距離（眼内距離）を演算する。この眼内距離演算部 2 1 4 は、本発明の「眼内距離演算手段」の一例に相当するものである。

【 0 1 7 8 】

眼内距離演算部 2 1 4 の処理についてより具体的に説明する。信号光 L S と参照光 L R は、低コヒーレンス光 L 0 に基づいて生成される。したがって、干渉光 L C に含まれる成分のうち信号強度が最大となる成分は、参照ミラー 1 7 4 の位置に対応する眼底 E f の位置（深度）において反射された信号光 L S に基づく成分である。

40

【 0 1 7 9 】

この実施形態では、眼底 E f の表面上の所定位置が、参照ミラー 1 7 4 の位置に対応する眼底 E f の位置になるように、参照ミラー 1 7 4 の位置が設定されているものとする。それにより、信号強度データの成分（眼底 E f の深度に対応する成分）のうち、眼底 E f の表面にて反射された信号光 L S に基づく成分の強度が最大となっている。

【 0 1 8 0 】

以上の考察及び図 1、図 5 から分かるように、信号光路の光路長 l_s と、参照光路の光路長 l_r と、ワーキングディスタンス w と、信号光 L S が被検眼 E に入射した位置から眼底 E f における信号光 L S の反射位置（参照ミラー 1 7 4 の位置に対応する位置）までの

50

眼内距離 d との間には、次のような関係がある： $l_r = l_s + w + d$ 。したがって、眼内距離 d は、演算式 $d = l_r - l_s - w$ によって求めることができる。

【0181】

眼内距離演算部 214 は、検出信号（ないし信号強度データ）に基づく信号光 L_S の反射位置について、信号光路長情報 213 a に示す光路長 l_s と、参照光路長情報 213 b に示す光路長 l_r と、アライメント位置情報 213 c に示すワーキングディスタンス w とを上記演算式に代入することにより、当該反射位置に対応する眼内距離 d を演算する。

【0182】

なお、眼底カメラユニット 1 A の光学系 100、120 の被検眼 E に対するアライメントにおいて、光学系 100、120 の光軸が角膜頂点に（ほぼ）一致されており、かつ、参照ミラー 174 の位置に対応する信号光 L_S の反射位置が眼底 E f の表面に（ほぼ）一致されているときには、眼内距離演算部 214 により演算される眼内距離 d は、被検眼 E の眼軸長に（ほぼ）等しくなる。

【0183】

（表示サイズ調整部）

表示サイズ調整部 215 は、眼底 E f の眼底画像 E f と、断層画像 G i を取得するための計測領域（走査領域 R）の範囲を表す計測範囲画像の表示サイズを調整する処理を行う。走査領域 R は、一般に、眼底画像 E f の部分領域に相当する眼底 E f の領域とされる。計測範囲画像は、眼底画像 E f 上における計測領域の位置を表す画像であり、たとえば計測領域を囲む枠のような画像とされる。計測範囲画像は、あらかじめ設定された形態の画像である。計測範囲画像の具体的な表示態様については後述する。

【0184】

表示サイズ調整部 215 が実行する処理の具体例を説明する。表示サイズ調整部 215 は、情報記憶部 213 に記憶されている撮影条件情報 213 d に基づいて、眼底画像 E f と計測範囲画像との表示サイズの調整を行う。この処理は、たとえば、公知の眼球光学補正式を適用することで実行できる。

【0185】

〔使用形態〕

以上のような構成を有する眼底観察装置 1 の使用形態について説明する。図 12 に示すフローチャートは、この眼底観察装置 1 の使用形態の一例を表している。図 12 に示す使用形態は、被検眼 E の眼軸長を測定し、その測定結果を利用して眼底画像 E f と計測範囲画像との表示サイズの調整を行うものである。

【0186】

まず、被検眼 E に対する眼底カメラユニット 1 A の光学系 100、120 のアライメントを行う（S1）。このアライメントは、アライメント光源 190 a を点灯して被検眼 E にアライメント輝点を投影することによって行う（前述）。主制御部 211 は、このアライメントにより決定されたワーキングディスタンス w を、アライメント位置情報 213 c として情報記憶部 213 に記憶させる（S2）。

【0187】

次に、眼底 E f の表面に対応する位置に参照ミラー 174 を配置させる（S3）。そのために、たとえば OCT ユニット 150 を駆動して実際に眼底 E f の断層画像を表示部 240 A に表示させ、眼底 E f の表面に相当する画像領域の強度（輝度）が最大になるように参照ミラー 174 の位置を調整する。また、OCT ユニット 150 を駆動して信号強度データを取得し、この信号強度データの強度最大の深度成分が眼底 E f の表面の位置に一致するように参照ミラー 174 の位置を調整するようにしてもよい。

【0188】

主制御部 211 は、調整された参照ミラー 174 の位置に対応する参照光路の光路長 l_r を演算し（S4）、この演算結果を参照光路長情報 213 b として情報記憶部 213 に記憶させる（S5）。

【0189】

10

20

30

40

50

続いて、眼内距離演算部 2 1 4 は、信号光路長情報 2 1 3 a に示す信号光路 1 s の光路長と、参照光路長情報 2 1 3 b に示す参照光路の光路長 1 r と、アライメント位置情報 2 1 3 c に示すワーキングディスタンス w とを前述の演算式に代入して、ステップ S 3 により配置された参照ミラー 1 7 4 の位置に対応する眼内距離 d を演算する (S 6)。

【 0 1 9 0 】

演算された眼内距離 d は、主制御部 2 1 1 により被検眼 E の眼軸長 (特性情報、撮影条件情報 2 1 3 d) として情報記憶部 2 1 3 に記憶される。ここで、この眼軸長 d の値を表示部 2 4 0 A に表示させるようにしてもよい。

【 0 1 9 1 】

以上で、被検眼 E の眼軸長の測定は終了となり、眼底画像 E f と計測範囲画像の表示処理に移行する。

【 0 1 9 2 】

眼底観察装置 1 は、たとえば検者の指示に応じて、被検眼 E の眼底画像 E f を撮影する (S 7)。また、眼底観察装置 1 は、たとえば検者の指示に応じて、眼底画像 E f の部分領域に相当する眼底 E f の計測領域に断面位置を有する断層画像 G i を取得する (S 8)。ここで、眼底画像 E f の取得前に断層画像 G i を取得するようにしてもよい。主制御部 2 1 1 は、取得された眼底画像 E f 及び断層画像 G i の画像データを画像記憶部 2 1 2 に記憶させる。

【 0 1 9 3 】

主制御部 2 1 1 は、画像記憶部 2 1 2 から眼底画像 E f の画像データを読み出すとともに、情報記憶部 2 1 3 から撮影条件情報 2 1 3 d を読み出す。そして、主制御部 2 1 1 は、読み出した眼底画像 E f の画像データと撮影条件情報 2 1 3 d を表示サイズ調整部 2 1 5 に送る。

【 0 1 9 4 】

表示サイズ調整部 2 1 5 は、撮影条件情報 2 1 3 d (特に眼軸長) に基づいて、眼底画像 E f の表示サイズと計測範囲画像の表示サイズとの合わせ込みを行う (S 9)。

【 0 1 9 5 】

ここで、計測範囲画像は、前述のようにあらかじめ設定された形態 (たとえば矩形の枠形状) の画像であり、表示サイズ調整部 2 1 5 は、この矩形の枠形状の計測範囲画像の x 方向の長さ及び y 方向の長さを、撮影条件情報 2 1 3 d に応じてそれぞれ調整する。なお、眼底画像 E f の表示サイズを調整して表示サイズの合わせ込みを行ってもよいし、双方の画像の表示サイズを調整して表示サイズの合わせ込みを行ってもよい。

【 0 1 9 6 】

主制御部 2 1 1 は、表示サイズ調整部 2 1 5 により表示サイズの合わせ込みが施された眼底画像 E f と計測範囲画像とを表示部 2 4 0 A に表示させる (S 10)。このとき、眼底画像 E f 及び計測範囲画像とともに、ステップ S 8 にて取得された眼底 E f の断層画像 G i も表示させるようにしてもよい。

【 0 1 9 7 】

[表示態様]

眼底画像 E f と計測範囲画像の表示態様の一例を図 1 3 に示す。同図に示す眼底観察画面 4 0 0 には、断層画像表示部 4 0 1、眼底画像表示部 4 0 2、眼底厚グラフ表示部 4 0 3、設定操作部 4 0 4 及び情報表示部 4 0 5 が設けられている。

【 0 1 9 8 】

断層画像表示部 4 0 1 には、ステップ S 8 にて取得された断層画像 G i のうちの一つである断層画像 G が表示される。眼底画像表示部 4 0 2 には、ステップ S 7 にて撮影された眼底画像 E f が表示される。この眼底画像 E f 上には、断層画像 G i を取得したときの走査領域 R を表す計測範囲画像 R が重畳表示される。計測範囲画像 R と眼底画像 E f とは、ステップ S 9 において表示サイズが合わせられている。

【 0 1 9 9 】

眼底画像 E f 上に重畳表示された断面位置画像 T は、断層画像表示部 4 0 1 に表示さ

10

20

30

40

50

れた断層画像 G の断面位置を表している。

【 0 2 0 0 】

眼底厚グラフ表示部 4 0 3 には、眼底厚グラフ情報 R T が表示される。この眼底厚グラフ情報 R T は、眼底 E f の深度方向 (z 方向) に直交する方向における距離 (又は基準位置からの画素数) を定義域とし、この定義域の各位置における眼底 E f の所定部位の厚さ (深度方向における距離) を値域とするグラフである。眼底厚グラフ情報 R T は、たとえば本出願人による特願 2 0 0 6 - 2 5 2 9 5 3 の明細書に記載された方法により作成することができる。

【 0 2 0 1 】

設定操作部 4 0 4 には、眼底画像 E f や断層画像 G の表示態様に関わる設定操作に用いられる各種のソフトキーが配設されている。情報表示部 4 0 5 には、眼底観察画面 4 0 0 に表示されている画像に関する各種の情報が表示される。たとえば、情報表示部 4 0 5 には、患者 I D、患者氏名、患者生年月日、患者性別等の患者に関する情報 (患者情報) や、被検眼 E の左右の別 (左眼 / 右眼) や、断層画像 G i を形成するときのスキャン方法などの情報が表示される。

【 0 2 0 2 】

[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。

【 0 2 0 3 】

この眼底観察装置 1 は、眼底 E f の表面の 2 次元画像 (眼底画像 E f) と、この眼底画像 E f の部分領域に相当する眼底 E f の計測領域に断面位置を有する断層画像 G i とを取得可能な装置である。更に、眼底観察装置 1 は、被検眼 E の特性を表す眼軸長等の特性情報を含む撮影条件情報 2 1 3 d を記憶しており、この撮影条件情報 2 1 3 d に基づいて眼底画像 E f と計測範囲画像 R との互いの表示サイズを合わせて表示するように作用する。

【 0 2 0 4 】

このような眼底観察装置 1 によれば、被検眼 E の特性に基づいて眼底画像 E f と計測範囲画像 R との表示サイズを合わせて表示することができるので、眼底表面の画像と O C T 画像との位置関係を高い精度で呈示することが可能である。

【 0 2 0 5 】

また、本実施形態に係る眼底観察装置 1 によれば、被検眼 E の眼軸長を計測し、その計測結果を用いて眼底画像 E f と計測範囲画像 R との表示サイズ調整を行うことができるので、当該被検眼 E の眼軸長を過去に計測していなくても表示サイズ調整が可能である。

【 0 2 0 6 】

また、本実施形態に係る眼底観察装置 1 によれば、眼底画像 E f や計測範囲画像 R とともに断層画像 G を表示することができるので、眼底 E f の状態を詳細に観察することができる。

【 0 2 0 7 】

[変形例]

以上に詳述した本実施形態に係る構成は、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。以下、このような変形例のいくつかを説明する。

【 0 2 0 8 】

上記の実施形態においては、眼底 E f の表面に対応する位置に参照ミラー 1 7 4 を配置させて、信号光 L S の入射位置から眼底 E f の表面における反射位置までの眼内距離 (眼軸長など) を測定しているが、これに限定されるものではない。たとえば、眼底 E f の表面から所定深度の位置に対応する位置に参照ミラー 1 7 4 を配置させる場合には、上記実施形態と同様の処理を行うことにより、信号光 L S の入射位置から当該所定深度の位置までの間の眼内距離を測定することが可能である。

10

20

30

40

50

【 0 2 0 9 】

図 1 4 は、本発明に係る眼底観察装置による眼内距離（眼軸長）の他の測定態様の一例を表している。同図に示す測定態様を実施する場合、被検眼 E の角膜 E c の曲率半径 R（及び曲率中心 C）は平均的な初期値を設定して測定することができる。また、曲率半径 R は、あらかじめ取得されていてもよく、たとえばケラトメータ等の角膜の曲率半径を測定可能な任意の装置によって取得される。ここで、本発明の眼底観察装置は、曲率半径 R を測定する構成を具備していてもよい。取得された角膜曲率半径 R（曲率中心 C）の情報は、情報記憶部 2 1 3 に記憶される。なお、図 1 4 中の符号 O は、光学系 1 0 0、1 2 0 の光軸を表している。

【 0 2 1 0 】

10

図 1 4 に示す例では、アライメント光学系 1 9 0 A を用いて被検眼 E に対する装置光学系のアライメントを行うときに、角膜 E c の表面ではなく、角膜 E c の曲率中心 C から曲率半径 R の $1/2$ だけ離れた位置 P にアライメント光（束）A L が投影される（すなわち、アライメント輝点（アライメント指標）は、この位置 P に投影される。）。この場合、ワーキングディスタンスの実測値 W D は、対物レンズ 1 1 3 の前面位置と位置 P との間の距離として取得される。

【 0 2 1 1 】

このとき、信号光路の光路長 l_s と、参照光路の光路長 l_r と、ワーキングディスタンスの実測値 W D と、眼軸長 d との間には、次のような関係がある： $l_r = l_s + W D + d - R/2$ 。したがって、眼軸長 d は、演算式 $d = l_r - l_s - W D + R/2$ により求めることができる。すなわち、眼内距離演算部 2 1 4 は、C C D 1 8 4 からの検出信号に含まれる成分のうち眼底 E f の表面にて反射された信号光 L S の一部に対応する成分の強度が最大とされている場合において、信号光路の光路長 l_s とアライメントされた距離（ワーキングディスタンスの実測値）W D とを参照光路の光路長 l_r からそれぞれ減算するとともに、この減算結果に曲率半径 R の $1/2$ の距離を加算して、被検眼 E の眼軸長 d を演算するように作用する。

20

【 0 2 1 2 】

このような眼軸長演算処理を行うことにより、アライメント指標の投影位置を考慮した精度の高い眼軸長測定を行うことができる。

【 0 2 1 3 】

30

また、眼内距離（眼軸長）には、一般的に角膜頂点（図 1 4 中の符号 E c t）と眼球後極（符号 E f c）との間の距離を示す外眼軸長と、角膜頂点（符号 E f c）と中心窩の網膜面（図示せず）との間の距離を示す内眼軸長とがある。本発明に係る眼底観察装置においては、眼底の奥行方向に解像力を持った断層画像を取得可能であることから、外眼軸長を測定するための強膜の情報や、内眼軸長を測定するための中心窩の網膜面の情報を取得でき、更には、眼底の任意の層（視細胞層、網膜色素上皮層など）の情報を取得することができる。そのため、眼内距離（眼軸長）測定に際し、眼底の任意の層を基準として眼内距離を測定することが可能であり、更に精度の高い眼内距離測定を行うことが可能である。

【 0 2 1 4 】

40

眼底の任意の層や位置を基準として眼内距離（眼軸長）を測定するために、2次元又は3次元の眼底の画像に示す層や位置を指定するための指定手段を設けることができる。この指定手段としては、たとえば、マウス等のポインティングデバイスを用いることができる。

【 0 2 1 5 】

それにより、目的に応じて外眼軸長と内眼軸長とを選択的に（又は双方を）測定することができる。また、指定された層や位置を基準とする眼内距離を高精度で測定することが可能になる。なお、眼底の断層画像によれば、中心窩の位置を把握することができるので、一般的に用いられる外眼軸長や内眼軸長の測定の際に中心窩の網膜面に対応する位置を精度良くかつ容易に指定することが可能となる。

50

【 0 2 1 6 】

また、眼底の断層画像を解析して、眼底の所定の層（あらかじめ設定されている）の位置を検出し、その層を基準として眼内距離（眼軸長）を求めるように構成することも可能である。

【 0 2 1 7 】

なお、図 1 4 に示す例では、アライメント用の光束 A L が角膜の曲率中心から曲率半径の $1/2$ だけ離れた位置に映って得られる虚像によりアライメントを行うようになっているが、この際に、光軸 O を挟んだ複数の方向からのアライメント光束 A L の角膜反射光を用いて、角膜 E c の曲率半径 R を求めるように構成することができる。

【 0 2 1 8 】

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）などの任意の眼底観察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。

【 0 2 1 9 】

また、上記の実施形態では、画像形成部 2 2 0（画像形成ボード 2 0 8）によって眼底 E f 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 2 1 0（マイクロプロセッサ 2 0 1 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。

【 0 2 2 0 】

上記の実施形態では、フーリエドメイン方式の光画像計測装置を具備した眼底観察装置について説明したが、本発明に係る眼底観察装置は、タイムドメイン方式やスウェプトソース方式等の他の方式の光画像計測装置を具備したものであってもよい。

【 0 2 2 1 】

[眼底画像表示装置について]

この発明に係る眼底画像表示装置について説明する。なお、上記の実施形態においては、演算制御装置 2 0 0 が眼底画像表示装置として用いられている。

【 0 2 2 2 】

本発明に係る眼底画像表示装置は、表示手段、記憶手段及び制御手段を備えている。表示手段は、被検眼の眼底の表面の 2 次元画像（眼底画像）と、この 2 次元画像の部分領域に相当する眼底の計測領域に断面位置を有する断層画像とを表示する。記憶手段は、被検眼の特性を表す特性情報を含む撮影条件情報を記憶する。制御手段は、記憶手段に記憶された撮影条件情報に基づいて、2 次元画像と計測範囲画像との互いの表示サイズを合わせて、これらの画像を表示手段に表示させる。

【 0 2 2 3 】

このような眼底画像表示装置によれば、被検眼の特性に基づいて眼底画像と計測範囲画像との表示サイズを合わせて表示することができるので、眼底表面の画像と OCT 画像との位置関係を高い精度で呈示することが可能である。

【 0 2 2 4 】

また、本発明に係る眼底画像表示装置は、眼底画像や計測範囲画像とともに断層画像（OCT 画像）を表示するように構成することができる。それにより、眼底の状態を詳細に観察することが可能になる。

【 0 2 2 5 】

なお、この発明に係る眼底画像表示装置は、上記の実施形態の演算制御装置 2 0 0 の任意の機能を搭載していてもよい。

【 0 2 2 6 】

[プログラムについて]

この発明に係るプログラムについて説明する。上記の実施形態においては、制御プログラム 2 0 4 a が「プログラム」に相当している。

【 0 2 2 7 】

この発明に係るプログラムは、表示手段と記憶手段とを備えるコンピュータを、上記の眼底画像表示装置として機能させるコンピュータプログラムである（その機能については上記「眼底画像表示装置について」の記載を参照）。

【0228】

この発明に係るプログラムは、コンピュータのドライブ装置によって読み取り可能な任意の記録媒体に記録させることができる。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）などの記録媒体を用いることが可能である。また、ハードディスクドライブやメモリ等の記憶装置に記憶させることも可能である。更に、インターネットやLAN等のネットワークを通じてこのプログラムを送信することも可能である。

10

【図面の簡単な説明】

【0229】

【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たアライメント光学系の構成の一例を表す概略構成図である。

【図3】本発明に係る眼底観察装置の好適な実施形態によるアライメント動作の一例を説明するための概略図である。

【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。

20

【図5】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7】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8】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9】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構成の一例を表す概略ブロック図である。

30

【図10】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10(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10(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11】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12】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13】本発明に係る眼底観察装置の好適な実施形態による眼底画像及び計測範囲画像の表示態様の一例を表す概略図である。

40

【図14】本発明に係る眼底観察装置の好適な実施形態の変形例による眼内距離の演算態様を説明するための概略説明図である。

【図15】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。

【図16】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】

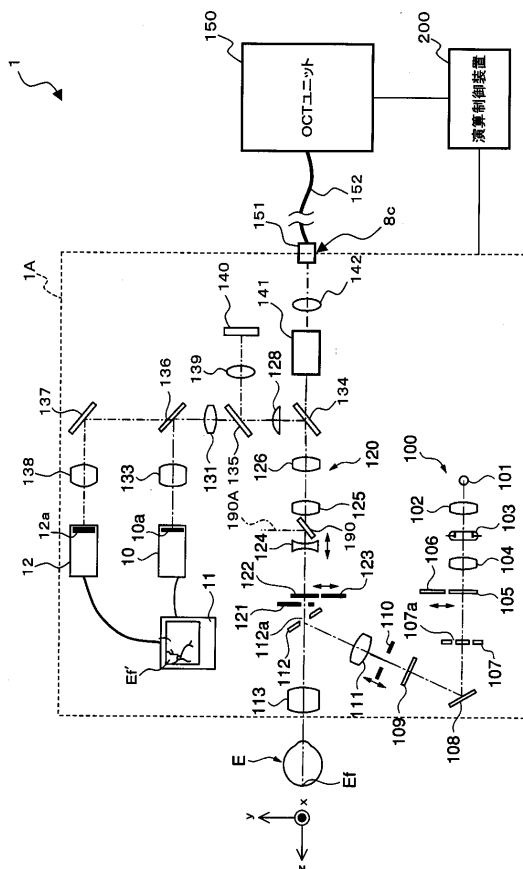
【0230】

1 A	眼底カメラユニット	
8 c	装着部	
1 0、1 2	撮像装置	
1 0 0	照明光学系	
1 0 1	観察光源	
1 0 3	撮影光源	
1 2 0	撮影光学系	
1 3 4、1 3 6	ダイクロイックミラー	
1 4 0	L C D	
1 4 1	走査ユニット	10
1 4 1 A、1 4 1 B	ガルバノミラー	
1 4 2	レンズ	
1 5 0	O C Tユニット	
1 5 1	コネクタ部	
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 4	参照ミラー	
1 8 0	スペクトロメータ	20
1 8 4	C C D	
1 9 0	ハーフミラー	
1 9 0 A	アライメント光学系	
1 9 0 a	アライメント光源	
1 9 0 b	ライトガイド	
1 9 0 c	反射ミラー	
1 9 0 d	2 孔絞り	
1 9 0 e	リレーレンズ	
2 0 0	演算制御装置	
2 0 1	マイクロプロセッサ	30
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 3	情報記憶部	
2 1 3 a	信号光路長情報	
2 1 3 b	参照光路長情報	
2 1 3 c	アライメント位置情報	40
2 1 4	眼内距離演算部	
2 1 5	表示サイズ調整部	
2 2 0	画像形成部	
2 3 0	画像処理部	
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	
4 0 0	眼底観察画面	50

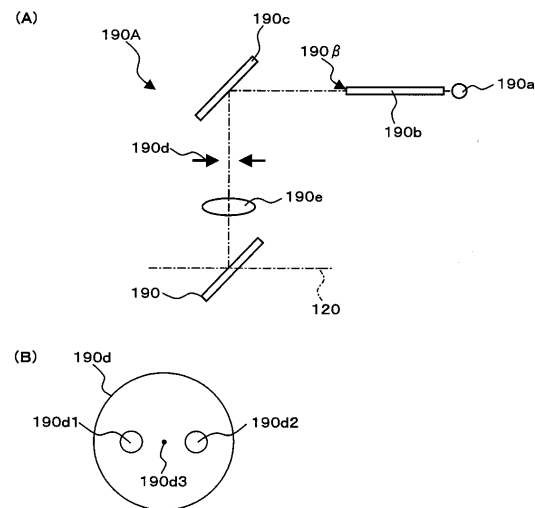
401 断層画像表示部
 402 眼底画像表示部
 L0 低コヒーレンス光
 LR 参照光
 LS 信号光
 LC 干渉光
 R 走査領域
 R 計測範囲画像
 R1 ~ Rm 走査線
 Rij ($i = 1 \sim m$, $j = 1 \sim n$) 走査点
 G、G1 ~ Gm、Ga、Gb 断層画像 (の画像データ)
 Gij ($i = 1 \sim m$, $j = 1 \sim n$) 深度方向の画像
 E 被検眼
 Ef 眼底
 Ef 眼底画像 (眼底の表面の2次元画像)
 Ec 角膜

10

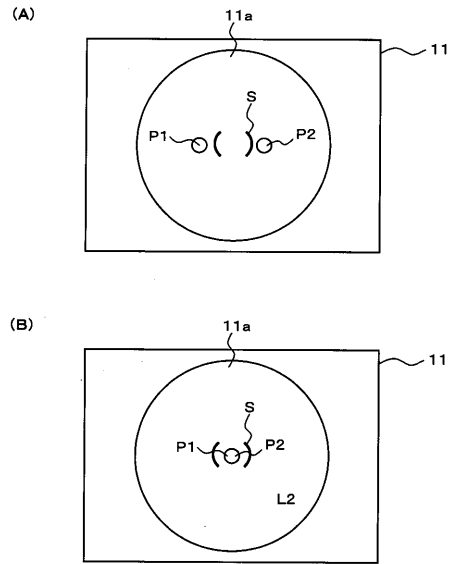
【図1】



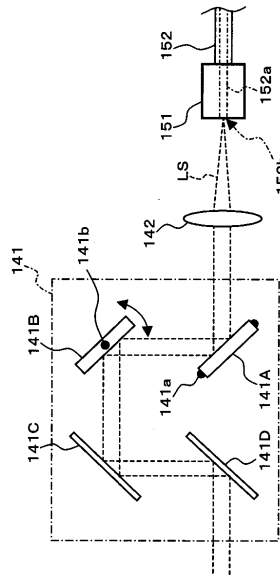
【図2】



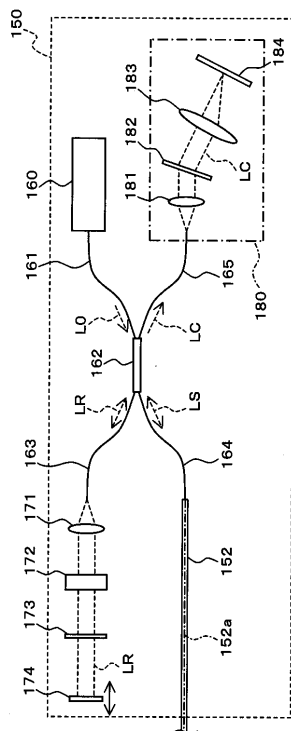
【図 3】



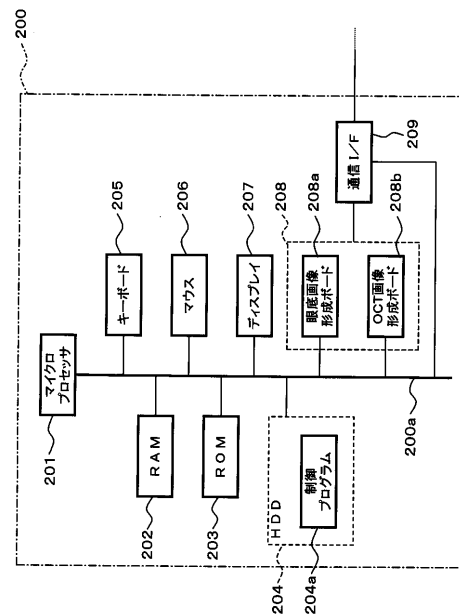
【図 4】



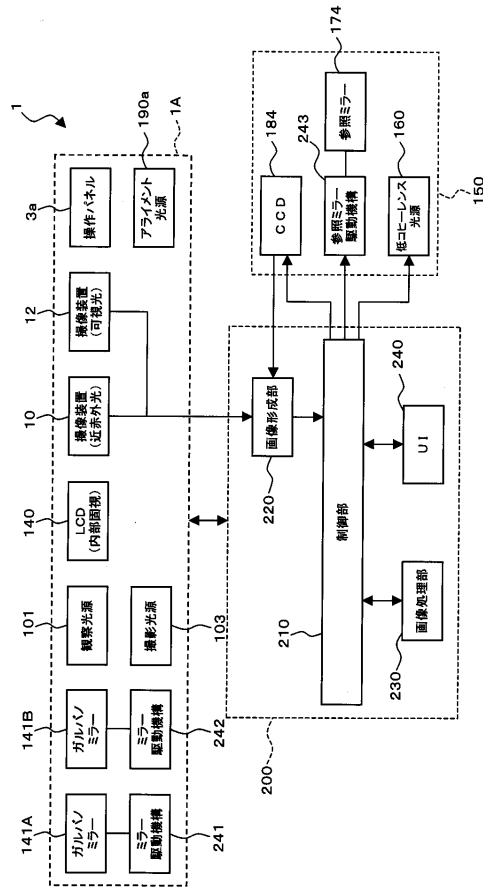
【図 5】



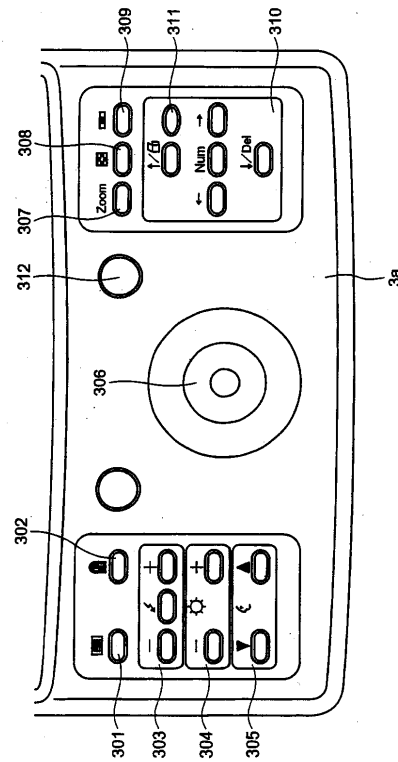
【図 6】



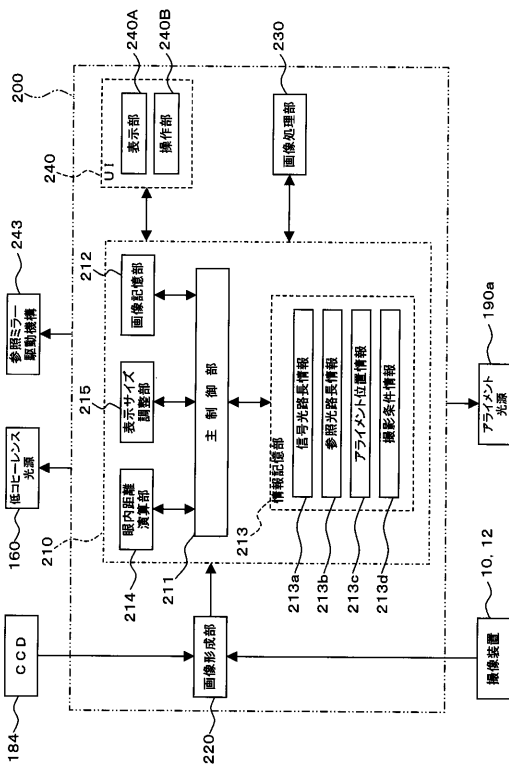
【図 7】



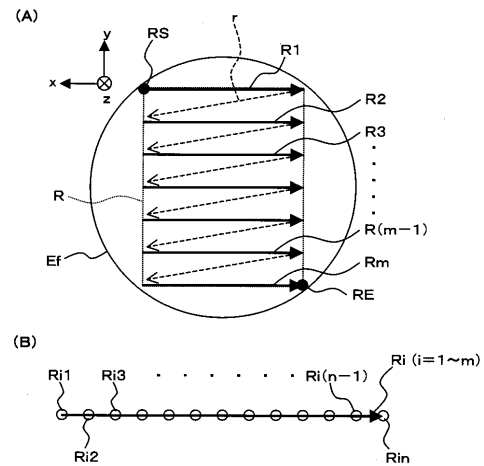
【図 8】



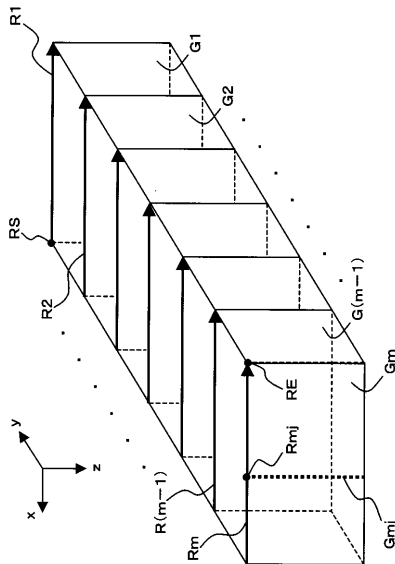
【図 9】



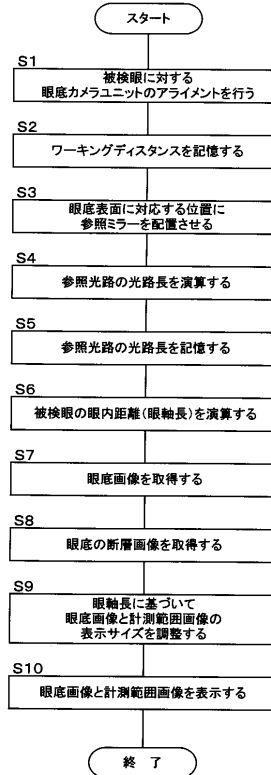
【図 10】



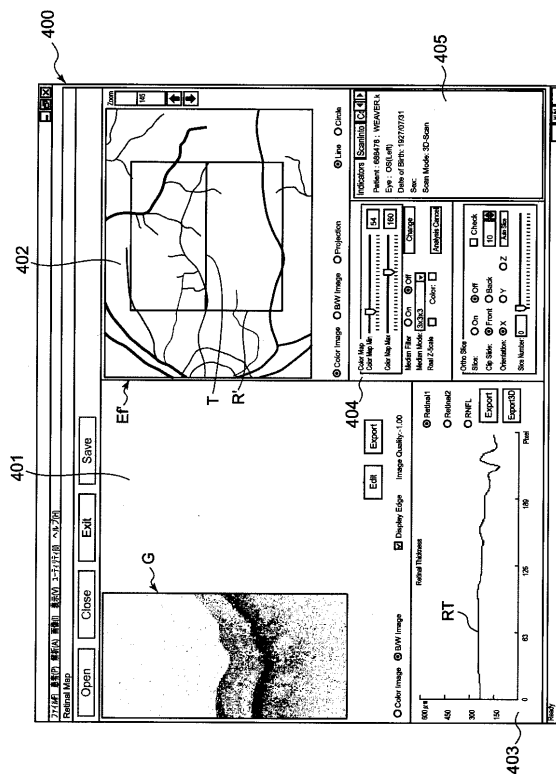
【 図 1 1 】



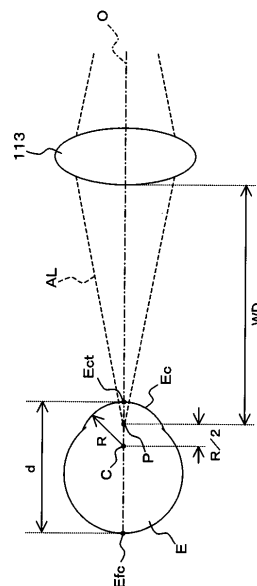
【 図 1 2 】



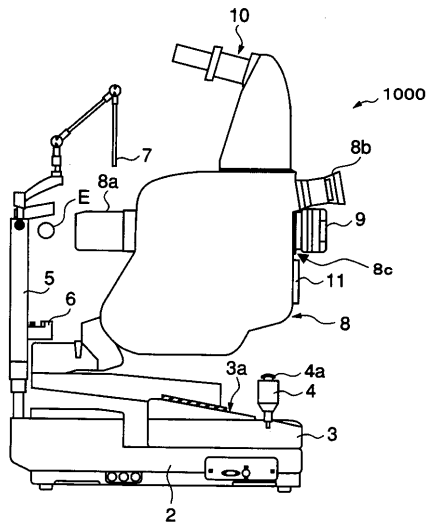
【 図 1 3 】



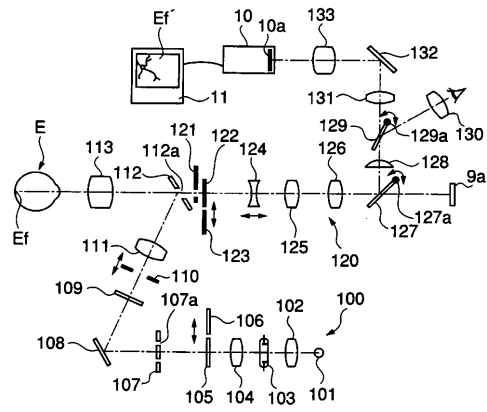
【 図 1 4 】



【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2006/022045(WO, A1)

特開平10-33484(JP, A)

特開2006-334044(JP, A)

特開平8-308800(JP, A)

特開2001-212086(JP, A)

特開平9-313437(JP, A)

特開2008-86670(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 3/00 - 3/18