

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5989523号  
(P5989523)

(45) 発行日 平成28年9月7日(2016.9.7)

(24) 登録日 平成28年8月19日(2016.8.19)

(51) Int.Cl. F I  
**A 6 1 B 3/10 (2006.01)**  
 A 6 1 B 3/10 R  
 A 6 1 B 3/10 W

請求項の数 36 (全 51 頁)

(21) 出願番号	特願2012-261893 (P2012-261893)	(73) 特許権者	000220343 株式会社トプコン
(22) 出願日	平成24年11月30日(2012.11.30)		東京都板橋区蓮沼町75番1号
(65) 公開番号	特開2013-248376 (P2013-248376A)	(74) 代理人	110000866 特許業務法人三澤特許事務所
(43) 公開日	平成25年12月12日(2013.12.12)		
審査請求日	平成27年8月28日(2015.8.28)	(72) 発明者	藤村 隆 東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社トプコン内
(31) 優先権主張番号	特願2012-104976 (P2012-104976)	(72) 発明者	子川 大策 東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社トプコン内
(32) 優先日	平成24年5月1日(2012.5.1)	(72) 発明者	森嶋 隆一 東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社トプコン内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 眼科装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被検眼を検査するための検査用光学系と、  
 被検者の顔を支持する支持部と、  
 前記検査用光学系と前記支持部とを相対的にかつ3次元的に移動する駆動部と、  
 被検眼の前眼部を異なる方向から実質的に同時に撮影する2以上の撮影部と、  
 前記2以上の撮影部により実質的に同時に得られた2以上の撮影画像を解析することで、  
 被検眼の3次元位置を求める解析部と、  
 前記3次元位置に基づき前記駆動部を制御することで、前記検査用光学系と前記支持部とを相対移動させる制御部と  
 を有する眼科装置。

【請求項2】

前記駆動部は、前記検査用光学系を3次元的に移動する第1駆動部を含み、  
 前記制御部は、前記3次元位置に基づいて、前記検査用光学系の光軸を被検眼の軸に合わせるように、かつ、被検眼に対する前記検査用光学系の距離が所定の作動距離になるように前記第1駆動部を制御することを特徴とする請求項1に記載の眼科装置。

【請求項3】

前記解析部は、  
 前記2以上の撮影画像のそれぞれを解析することで、前眼部の所定の特徴部位に相当す

る当該撮影画像中の特徴位置を特定する特徴位置特定部と、

前記 2 以上の撮影部の位置と前記 2 以上の撮影画像中の前記特徴位置とに基づいて、前記特徴部位の 3 次元位置を前記被検眼の 3 次元位置として算出する 3 次元位置算出部とを含む

ことを特徴とする請求項 2 に記載の眼科装置。

【請求項 4】

光路の一部を前記検査用光学系と共有し、被検眼の前眼部を動画撮影する動画撮影光学系と、

被検眼に対する前記検査用光学系の位置合わせを行うための指標を被検眼に投影する投影光学系と、

操作部と

を有し、

前記制御部は、前記特徴位置特定部により前記特徴位置が特定されなかった場合に、

前記投影光学系を制御して前記指標を被検眼に投影させ、

前記指標が投影された状態の前眼部の動画像を前記動画撮影光学系に取得させ、

取得された前記動画像を表示部に表示させ、

前記操作部を用いた操作に応じて前記第 1 駆動部を制御して前記検査用光学系を移動させる

ことを特徴とする請求項 3 に記載の眼科装置。

【請求項 5】

前記操作部を用いて前記検査用光学系が移動された後に、前記特徴位置特定部は、前記特徴部位に相当する前記動画像中の画像位置を特定し、

前記制御部は、特定された前記画像位置を示す情報を前記動画像に重ねて表示させる

ことを特徴とする請求項 4 に記載の眼科装置。

【請求項 6】

前記特徴部位は、前眼部の瞳孔中心または角膜頂点である

ことを特徴とする請求項 3 に記載の眼科装置。

【請求項 7】

操作部を有し、

前記制御部は、前記 2 以上の撮影画像のうちの少なくとも 1 つを表示部に表示させ、

前記 3 次元位置算出部は、前記特徴位置特定部により前記特徴位置が特定されなかった場合に、前記 2 以上の撮影部の位置と、表示された撮影画像に対して前記操作部を用いて指定された画像位置とに基づいて、前記特徴部位の 3 次元位置の算出を行なう

ことを特徴とする請求項 3 に記載の眼科装置。

【請求項 8】

前記 3 次元位置算出部は、前記 2 以上の撮影画像のうちの 1 つの撮影画像に対して画像位置が指定された場合、

当該指定された画像位置に対応する他の撮影画像中の画像位置を特定し、

前記 2 以上の撮影部の位置と、当該指定された画像位置および当該特定された画像位置とに基づいて、前記特徴部位の 3 次元位置の算出を行なう

ことを特徴とする請求項 7 に記載の眼科装置。

【請求項 9】

前記制御部は、前記 2 以上の撮影画像のそれぞれを解析して当該撮影画像の画質を評価し、画質の評価結果に基づき 1 つの撮影画像を選択して前記表示部に表示させる

ことを特徴とする請求項 7 に記載の眼科装置。

【請求項 10】

操作部を有し、

前記特徴位置特定部は、前記 2 以上の撮影画像のそれぞれを解析することで、前記特徴位置の 1 以上の候補位置を特定し、

前記制御部は、前記 2 以上の撮影画像のうちの少なくとも 1 つと、特定された候補位置

10

20

30

40

50

を示す候補位置情報とを表示部に表示させ、

前記3次元位置算出部は、前記2以上の撮影部の位置と、表示された1以上の候補位置情報のうち前記操作部を用いて指定された候補位置情報に対応する候補位置とに基づいて、前記特徴部位の3次元位置の算出を行なう

ことを特徴とする請求項3に記載の眼科装置。

【請求項11】

前記制御部は、

前記検査用光学系の現在位置を取得する光学系位置取得部を含み、

取得された前記現在位置と前記解析部により求められた前記被検眼の3次元位置とに基づいて、前記第1駆動部に前記検査用光学系を移動させる

ことを特徴とする請求項2に記載の眼科装置。

10

【請求項12】

前記2以上の撮影部は、被検眼の前眼部を異なる方向から並行して動画撮影し、

前記解析部は、前記動画撮影において実質的に同時に得られた2以上のフレームを逐次に解析することで、被検眼の3次元位置を逐次に求め、

前記制御部は、逐次に求められる前記3次元位置に基づき前記第1駆動部を逐次に制御することにより、前記検査用光学系の位置を被検眼の動きに追従させる

ことを特徴とする請求項2に記載の眼科装置。

【請求項13】

前記駆動部は、前記支持部を移動する第2駆動部を含み、

前記制御部は、前記解析部による前記2以上の撮影画像の解析結果に基づいて前記第2駆動部を制御することにより前記支持部を移動させる

ことを特徴とする請求項2に記載の眼科装置。

20

【請求項14】

前記第2駆動部は、少なくとも上下方向に前記支持部を移動する

ことを特徴とする請求項13に記載の眼科装置。

【請求項15】

前記解析部は、前記2以上の撮影画像と前記2以上の撮影部の位置とに基づいて、前記支持部の移動目標位置を決定する移動目標位置決定部を含み、

前記制御部は、前記支持部を前記移動目標位置に移動させるように前記第2駆動部を制御する

ことを特徴とする請求項13に記載の眼科装置。

30

【請求項16】

被検者の変更を示す情報の入力になされたときに、前記制御部は、前記支持部を所定の初期位置に移動させるように前記第2駆動部を制御する

ことを特徴とする請求項13に記載の眼科装置。

【請求項17】

前記支持部に対する被検者の近接を検知する近接検知部を有し、

前記近接が検知されたときに、前記制御部は、前記2以上の撮影部を制御して実質的に同時に撮影を行わせる

ことを特徴とする請求項13に記載の眼科装置。

40

【請求項18】

被検者の識別情報を入力するための入力部と、

検査において適用された前記検査用光学系の位置および/または前記支持部の位置を示す位置情報を、当該被検者の識別情報と関連付けて記憶する第1記憶部と

を有し、

前記制御部は、前記入力部により識別情報が入力されたときに、

当該識別情報に関連付けられた位置情報を前記第1記憶部から取得し、

取得された位置情報が示す位置に前記検査用光学系および/または前記支持部を移動させるように前記第1駆動部および/または前記第2駆動部を制御する

50

ことを特徴とする請求項 1 3 に記載の眼科装置。

【請求項 1 9】

前記支持部に対する被検者の顔の接触を検知する接触検知部を有し、  
前記接触が検知されているとき、前記制御部は、前記第 1 駆動部および前記第 2 駆動部のうち前記第 1 駆動部についてのみ制御を実行可能である

ことを特徴とする請求項 1 3 に記載の眼科装置。

【請求項 2 0】

前記接触が検知されていないとき、前記制御部は、前記第 1 駆動部および前記第 2 駆動部の双方の制御を実行可能である

ことを特徴とする請求項 1 9 に記載の眼科装置。

10

【請求項 2 1】

前記 2 以上の撮影部の少なくとも 1 つにより得られた撮影画像を解析することで、前眼部の画像が当該撮影画像中の所定領域に含まれているか否か判定する判定部を有し、

前記制御部は、

前眼部の画像が前記所定領域に含まれていると判定された場合には前記第 1 駆動部の制御を行い、

前眼部の画像が前記所定領域に含まれていないと判定された場合には前記第 2 駆動部の制御を行う

ことを特徴とする請求項 1 3 に記載の眼科装置。

【請求項 2 2】

前記 2 以上の撮影部のそれぞれは光学系を含み、  
前記 2 以上の撮影部のそれぞれについて、前記光学系により撮影画像に発生する歪曲収差に関する収差情報をあらかじめ記憶した第 2 記憶部を有し、

前記解析部は、

前記 2 以上の撮影画像のそれぞれの歪みを前記収差情報に基づいて補正する補正部を有し、

補正された前記 2 以上の撮影画像に基づいて前記被検眼の 3 次元位置を求める

ことを特徴とする請求項 1 に記載の眼科装置。

20

【請求項 2 3】

前記収差情報は、前記 2 以上の撮影部のそれぞれについて、所定の基準点に対する位置を違えて当該撮影部で前記基準点を撮影して得られた複数の撮影画像を解析することにより生成される

ことを特徴とする請求項 2 2 に記載の眼科装置。

30

【請求項 2 4】

前記 2 以上の撮影部の少なくとも 1 つを移動する撮影移動部と、

前記 2 以上の撮影部の少なくとも 1 つにより得られた撮影画像を解析することで、前眼部の画像が当該撮影画像中の所定領域に含まれているか否か判定する判定部と

を有し、

前記制御部は、前眼部の画像が前記所定領域に含まれていないと判定された場合に、前記撮影移動部を制御して前記 2 以上の撮影部の少なくとも 1 つを前記支持部から離れる方向および / または前記検査用光学系の光軸から離れる方向に移動させ、

前記判定部は、前記 2 以上の撮影部の少なくとも 1 つが移動された後に、前記判定を再度行う

ことを特徴とする請求項 1 に記載の眼科装置。

40

【請求項 2 5】

前記 2 以上の撮影部の少なくとも 1 つにより得られた撮影画像を解析することで、前眼部の画像が当該撮影画像中の所定領域に含まれているか否か判定する判定部を有し、

前記制御部は、前眼部の画像が前記所定領域に含まれていないと判定された場合に、所定の警告情報を出力部に出力させる

ことを特徴とする請求項 1 に記載の眼科装置。

50

## 【請求項 26】

前記 2 以上の撮影画像の合成画像を形成する画像合成部を有することを特徴とする請求項 1 に記載の眼科装置。

## 【請求項 27】

前記制御部は、前記合成画像を表示部に表示させることを特徴とする請求項 26 に記載の眼科装置。

## 【請求項 28】

前記制御部は、前記 2 以上の撮影画像のうちの少なくとも 1 つを表示部に表示させることを特徴とする請求項 1 に記載の眼科装置。

## 【請求項 29】

前記 2 以上の撮影部は、前記検査用光学系の光路外の異なる位置に設けられた 2 つのカメラからなることを特徴とする請求項 1 に記載の眼科装置。

10

## 【請求項 30】

前記 2 以上の撮影部は、前記検査用光学系の光軸よりも下方に設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の眼科装置。

## 【請求項 31】

光路の一部を前記検査用光学系と共有し、被検眼の前眼部を動画撮影する動画撮影光学系と、

被検眼に対する前記検査用光学系の位置合わせを行うための指標を被検眼に投影する投影光学系と、

操作部と

を有し、

前記制御部は、

前記投影光学系を制御して前記指標を被検眼に投影させ、

前記指標が投影された状態の前眼部の動画像を前記動画撮影光学系に取得させ、

取得された前記動画像を表示部に表示させ、

前記解析部により取得された前記 3 次元位置に基づいて、被検眼と前記検査用光学系との相対位置を示す相対位置情報を取得し、

取得された相対位置情報を前記表示部に表示させ、

前記操作部を用いた操作に応じて前記第 1 駆動部を制御して前記検査用光学系を移動させる

20

30

ことを特徴とする請求項 2 に記載の眼科装置。

## 【請求項 32】

前記相対位置情報は、前記検査用光学系の光軸方向、並びに当該光軸方向に直交する水平方向および上下方向のそれぞれにおける前記相対位置を含む

ことを特徴とする請求項 31 に記載の眼科装置。

## 【請求項 33】

前記制御部は、前記光軸方向における前記相対位置を表示色で示す

ことを特徴とする請求項 32 に記載の眼科装置。

40

## 【請求項 34】

あらかじめ取得された被検眼の特性の測定情報を記憶する記憶部を有し、

前記制御部は、前記 3 次元位置と前記測定情報とに基づいて前記相対位置情報を取得する

ことを特徴とする請求項 31 に記載の眼科装置。

## 【請求項 35】

前記 2 以上の撮影部のそれぞれと被検眼との間に、環境照明の波長以外の波長の光を遮断するフィルタが設けられている

ことを特徴とする請求項 1 に記載の眼科装置。

## 【請求項 36】

50

被検眼を検査するための検査用光学系と、  
 前記検査用光学系を3次的に移動する駆動部と、  
 被検眼の前眼部を異なる方向から実質的に同時に撮影する2以上の撮影部と、  
 前記2以上の撮影部により実質的に同時に得られた2以上の撮影画像を解析することで、  
 被検眼の3次元位置を求める解析部と、  
 前記3次元位置に基づいて、前記検査用光学系の光軸を被検眼の軸に合わせるように、  
 かつ、被検眼に対する前記検査用光学系の距離が所定の作動距離になるように前記駆動部  
 を制御する制御部と  
 を有する眼科装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

この発明は、被検眼を光学的に検査する眼科装置に関する。

【背景技術】

【0002】

眼科装置には、被検眼の画像を得るための眼科撮影装置と、被検眼の特性を測定するための眼科測定装置が含まれる。

【0003】

眼科撮影装置の例として、光コヒーレンストモグラフィ(Optical Coherence Tomography、OCT)を用いて断層像を得る光干渉断層計、眼底を  
 写真撮影する眼底カメラ、共焦点光学系を用いたレーザ走査により眼底の画像を得る走査  
 型レーザ検眼鏡(Scanning Laser Ophthalmoscope、SLO)、スリット光を用いて角膜の光切片を切り取ることに  
 により画像を得るスリットランプ  
 などがある。

20

【0004】

また、眼科測定装置の例として、被検眼の屈折特性を測定する眼屈折検査装置(レフラ  
 クトメータ、ケラトメータ)、眼圧計、角膜の特性(角膜厚、細胞分布等)を得るスペキ  
 ュラーマイクロスコープ、ハルトマン-シャックセンサを用いて被検眼の収差情報を得る  
 ウェーブフロントアナライザなどがある。

【0005】

30

これら装置を用いた眼科検査においては、検査の精度や確度の観点から、装置光学系と  
 被検眼との位置合わせが極めて重要である。この位置合わせにはアライメントやトラッキ  
 ングがある。アライメントには、被検眼の軸に対して装置光学系の光軸を一致させる動作  
 (xyアライメント)と、被検眼と装置光学系との間の距離を合わせる動作(zアライメ  
 ント)とが含まれる。トラッキングは、被検眼の動きを検出して装置光学系の位置を被検  
 眼に追従させるものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2009-112664号公報

40

【特許文献2】特許第4136690号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

従来の位置合わせでは、xy方向(光軸に垂直な方向)の位置合わせとz方向(光軸に  
 沿う方向)の位置合わせとを異なる手法で行なっている。つまり、位置合わせを行うた  
 めには被検眼と装置光学系との位置関係を検出する必要があるが、xy方向の位置関係とz  
 方向の位置関係を異なる手法で求めている。それにより双方の位置合わせの間に誤差が  
 生じ、取得された画像や測定値の確度が低下すること、そして検査の再現性の低下など  
 が問題となっていた。また、2系統の位置合わせに対応して異なる2系統の光学系や演算機

50

能を搭載しなければならないなど、装置構成の複雑化も問題視されていた。

【0008】

また、眼科装置には、被検者の顔を保持して被検眼の位置を固定するための顎受けや額当てが用いられる。従来、顎受けや額当ての位置の調整は、検者が操作することによって行われていた。装置光学系の高さ位置の調整についても同様に、検者によって行われていた。これらの作業は撮影や測定の効率を低減させるものであり、被検者や検者への負担となる可能性があった。

【0009】

また、従来の眼科装置では、装置光学系や顎受け等を移動させているときに、被検眼と装置光学系が好適な位置関係に近づいているのか、或いはそれから遠のいているのかを判断することが困難であった。実際、従来の眼科装置では、所望の位置に一旦移動させ、その状態で得られる赤外観察像などを参照して当該判断を行うしか方法がなかった。

10

【0010】

この発明の目的は、被検眼と装置光学系との間の位置合わせを好適に行うことが可能な眼科装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、被検眼を検査するための検査用光学系と、被検者の顔を支持する支持部と、前記検査用光学系と前記支持部とを相対的にかつ3次元的に移動する駆動部と、被検眼の前眼部を異なる方向から実質的に同時に撮影する2以上の撮影部と、前記2以上の撮影部により実質的に同時に得られた2以上の撮影画像を解析することで、被検眼の3次元位置を求める解析部と、前記3次元位置に基づき前記駆動部を制御することで、前記検査用光学系と前記支持部とを相対移動させる制御部とを有する眼科装置である。

20

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の眼科装置であって、前記駆動部は、前記検査用光学系を3次元的に移動する第1駆動部を含み、前記制御部は、前記3次元位置に基づいて、前記検査用光学系の光軸を被検眼の軸に合わせるように、かつ、被検眼に対する前記検査用光学系の距離が所定の作動距離になるように前記第1駆動部を制御することを特徴とする。

請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の眼科装置であって、前記解析部は、前記2以上の撮影画像のそれぞれを解析することで、前眼部の所定の特徴部位に相当する当該撮影画像中の特徴位置を特定する特徴位置特定部と、前記2以上の撮影部の位置と前記2以上の撮影画像中の前記特徴位置とに基づいて、前記特徴部位の3次元位置を前記被検眼の3次元位置として算出する3次元位置算出部とを含むことを特徴とする。

30

請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の眼科装置であって、光路の一部を前記検査用光学系と共有し、被検眼の前眼部を動画撮影する動画撮影光学系と、被検眼に対する前記検査用光学系の位置合わせを行うための指標を被検眼に投影する投影光学系と、操作部とを有し、前記制御部は、前記特徴位置特定部により前記特徴位置が特定されなかった場合に、前記投影光学系を制御して前記指標を被検眼に投影させ、前記指標が投影された状態の前眼部の動画を前記動画撮影光学系に取得させ、取得された前記動画を表示部に表示させ、前記操作部を用いた操作に応じて前記第1駆動部を制御して前記検査用光学系を移動させることを特徴とする。

40

請求項5に記載の発明は、請求項4に記載の眼科装置であって、前記操作部を用いて前記検査用光学系が移動された後に、前記特徴位置特定部は、前記特徴部位に相当する前記動画画像中の画像位置を特定し、前記制御部は、特定された前記画像位置を示す情報を前記動画画像に重ねて表示させることを特徴とする。

請求項6に記載の発明は、請求項3に記載の眼科装置であって、前記特徴部位は前眼部の瞳孔中心または角膜頂点であることを特徴とする。

請求項7に記載の発明は、請求項3に記載の眼科装置であって、操作部を有し、前記制御部は、前記2以上の撮影画像のうちの少なくとも1つを表示部に表示させ、前記3次元

50

位置算出部は、前記特徴位置特定部により前記特徴位置が特定されなかった場合に、前記 2 以上の撮影部の位置と、表示された撮影画像に対して前記操作部を用いて指定された画像位置とに基づいて、前記特徴部位の 3 次元位置の算出を行なうことを特徴とする。

請求項 8 に記載の発明は、請求項 7 に記載の眼科装置であって、前記 3 次元位置算出部は、前記 2 以上の撮影画像のうちの 1 つの撮影画像に対して画像位置が指定された場合、当該指定された画像位置に対応する他の撮影画像中の画像位置を特定し、前記 2 以上の撮影部の位置と、当該指定された画像位置および当該特定された画像位置とに基づいて、前記特徴部位の 3 次元位置の算出を行なうことを特徴とする。

請求項 9 に記載の発明は、請求項 7 に記載の眼科装置であって、前記制御部は、前記 2 以上の撮影画像のそれぞれを解析して当該撮影画像の画質を評価し、画質の評価結果に基づき 1 つの撮影画像を選択して前記表示部に表示させることを特徴とする。

10

請求項 10 に記載の発明は、請求項 3 に記載の眼科装置であって、操作部を有し、前記特徴位置特定部は、前記 2 以上の撮影画像のそれぞれを解析することで、前記特徴位置の 1 以上の候補位置を特定し、前記制御部は、前記 2 以上の撮影画像のうちの少なくとも 1 つと、特定された候補位置を示す候補位置情報とを表示部に表示させ、前記 3 次元位置算出部は、前記 2 以上の撮影部の位置と、表示された 1 以上の候補位置情報のうち前記操作部を用いて指定された候補位置情報に対応する候補位置とに基づいて、前記特徴部位の 3 次元位置の算出を行なうことを特徴とする。

請求項 11 に記載の発明は、請求項 2 に記載の眼科装置であって、前記制御部は、前記検査用光学系の現在位置を取得する光学系位置取得部を含み、取得された前記現在位置と前記解析部により求められた前記被検眼の 3 次元位置とに基づいて、前記第 1 駆動部に前記検査用光学系を移動させることを特徴とする。

20

請求項 12 に記載の発明は、請求項 2 に記載の眼科装置であって、前記 2 以上の撮影部は、被検眼の前眼部を異なる方向から並行して動画撮影し、前記解析部は、前記動画撮影において実質的に同時に得られた 2 以上のフレームを逐次に解析することで、被検眼の 3 次元位置を逐次に求め、前記制御部は、逐次に求められる前記 3 次元位置に基づき前記第 1 駆動部を逐次に制御することにより、前記検査用光学系の位置を被検眼の動きに追従させることを特徴とする。

請求項 13 に記載の発明は、請求項 2 に記載の眼科装置であって、前記駆動部は、前記支持部を移動する第 2 駆動部を含み、前記制御部は、前記 2 以上の撮影部により実質的に同時に得られた 2 以上の撮影画像の前記解析部による解析結果に基づいて前記第 2 駆動部を制御することにより前記支持部を移動させることを特徴とする。

30

請求項 14 に記載の発明は、請求項 13 に記載の眼科装置であって、前記第 2 駆動部は少なくとも上下方向に前記支持部を移動させることを特徴とする。

請求項 15 に記載の発明は、請求項 13 に記載の眼科装置であって、前記解析部は、前記 2 以上の撮影画像と前記 2 以上の撮影部の位置とに基づいて、前記支持部の移動目標位置を決定する移動目標位置決定部を含み、前記制御部は、前記支持部を前記移動目標位置に移動させるように前記第 2 駆動部を制御することを特徴とする。

請求項 16 に記載の発明は、請求項 13 に記載の眼科装置であって、被検者の変更を示す情報の入力となされたときに、前記制御部は、前記支持部を所定の初期位置に移動させるように前記第 2 駆動部を制御することを特徴とする。

40

請求項 17 に記載の発明は、請求項 13 に記載の眼科装置であって、前記支持部に対する被検者の近接を検知する近接検知部を有し、前記近接が検知されたときに、前記制御部は、前記 2 以上の撮影部を制御して実質的に同時に撮影を行わせることを特徴とする。

請求項 18 に記載の発明は、請求項 13 に記載の眼科装置であって、被検者の識別情報を入力するための入力部と、検査において適用された前記検査用光学系の位置および/または前記支持部の位置を示す位置情報を、当該被検者の識別情報と関連付けて記憶する第 1 記憶部とを有し、前記制御部は、前記入力部により識別情報が入力されたときに、当該識別情報に関連付けられた位置情報を前記第 1 記憶部から取得し、取得された位置情報が示す位置に前記検査用光学系および/または前記支持部を移動させるように前記第 1 駆動

50



部および/または前記第2駆動部を制御することを特徴とする。

請求項19に記載の発明は、請求項13に記載の眼科装置であって、前記支持部に対する被検者の顔の接触を検知する接触検知部を有し、前記接触が検知されているとき、前記制御部は、前記第1駆動部および前記第2駆動部のうち前記第1駆動部についてのみ制御を実行可能であることを特徴とする。

請求項20に記載の発明は、請求項19に記載の眼科装置であって、前記接触が検知されていないとき、前記制御部は、前記第1駆動部および前記第2駆動部の双方の制御を実行可能であることを特徴とする。

請求項21に記載の発明は、請求項13に記載の眼科装置であって、前記2以上の撮影部の少なくとも1つにより得られた撮影画像を解析することで、前眼部の画像が当該撮影画像中の所定領域に含まれているか否か判定する判定部を有し、前記制御部は、前眼部の画像が前記所定領域に含まれていると判定された場合には前記第1駆動部の制御を行い、前眼部の画像が前記所定領域に含まれていないと判定された場合には前記第2駆動部の制御を行うことを特徴とする。

10

請求項22に記載の発明は、請求項1に記載の眼科装置であって、前記2以上の撮影部のそれぞれは光学系を含み、前記2以上の撮影部のそれぞれについて、前記光学系により撮影画像に発生する歪曲収差に関する収差情報をあらかじめ記憶した第2記憶部を有し、前記解析部は、前記2以上の撮影画像のそれぞれの歪みを前記収差情報に基づいて補正する補正部を有し、補正された前記2以上の撮影画像に基づいて前記被検眼の3次元位置を求めることを特徴とする。

20

請求項23に記載の発明は、請求項22に記載の眼科装置であって、前記収差情報は、前記2以上の撮影部のそれぞれについて、所定の基準点に対する位置を違えて当該撮影部で前記基準点を撮影して得られた複数の撮影画像を解析することにより生成されることを特徴とする。

請求項24に記載の発明は、請求項1に記載の眼科装置であって、前記2以上の撮影部の少なくとも1つを移動する撮影移動部と、前記2以上の撮影部の少なくとも1つにより得られた撮影画像を解析することで、前眼部の画像が当該撮影画像中の所定領域に含まれているか否か判定する判定部とを有し、前記制御部は、前眼部の画像が前記所定領域に含まれていないと判定された場合に、前記撮影移動部を制御して前記2以上の撮影部の少なくとも1つを前記支持部から離れる方向および/または前記検査用光学系の光軸から離れる方向に移動させ、前記判定部は、前記2以上の撮影部の少なくとも1つが移動された後に、前記判定を再度行うことを特徴とする。

30

請求項25に記載の発明は、請求項1に記載の眼科装置であって、前記2以上の撮影部の少なくとも1つにより得られた撮影画像を解析することで、前眼部の画像が当該撮影画像中の所定領域に含まれているか否か判定する判定部を有し、前記制御部は、前眼部の画像が前記所定領域に含まれていないと判定された場合に、所定の警告情報を出力部に出力させることを特徴とする。

請求項26に記載の発明は、請求項1に記載の眼科装置であって、前記2以上の撮影部により実質的に同時に得られた2以上の撮影画像の合成画像を形成する画像合成部を有することを特徴とする。

40

請求項27に記載の発明は、請求項26に記載の眼科装置であって、前記制御部は前記合成画像を表示部に表示させることを特徴とする。

請求項28に記載の発明は、請求項1に記載の眼科装置であって、前記制御部は、前記2以上の撮影部により実質的に同時に得られた2以上の撮影画像の少なくとも1つを表示部に表示させることを特徴とする。

請求項29に記載の発明は、請求項1に記載の眼科装置であって、前記2以上の撮影部は、前記検査用光学系の光路外の異なる位置に設けられた2つのカメラからなることを特徴とする。

請求項30に記載の発明は、請求項1に記載の眼科装置であって、前記2以上の撮影部は、前記検査用光学系の光軸よりも下方に設けられていることを特徴とする。

50

請求項 3 1 に記載の発明は、請求項 2 に記載の眼科装置であって、光路の一部を前記検査用光学系と共有し、被検眼の前眼部を動画撮影する動画撮影光学系と、被検眼に対する前記検査用光学系の位置合わせを行うための指標を被検眼に投影する投影光学系と、操作部とを有し、前記制御部は、前記投影光学系を制御して前記指標を被検眼に投影させ、前記指標が投影された状態の前眼部の動画像を前記動画撮影光学系に取得させ、取得された前記動画像を表示部に表示させ、前記解析部により取得された前記 3 次元位置に基づいて、被検眼と前記検査用光学系との相対位置を示す相対位置情報を取得し、取得された相対位置情報を前記表示部に表示させ、前記操作部を用いた操作に応じて前記第 1 駆動部を制御して前記検査用光学系を移動させることを特徴とする。

請求項 3 2 に記載の発明は、請求項 3 1 に記載の眼科装置であって、前記相対位置情報は、前記検査用光学系の光軸方向、並びに当該光軸方向に直交する水平方向および上下方向のそれぞれにおける前記相対位置を含むことを特徴とする。

請求項 3 3 に記載の発明は、請求項 3 2 に記載の眼科装置であって、前記制御部は、前記光軸方向における前記相対位置を表示色で示すことを特徴とする。

請求項 3 4 に記載の発明は、請求項 3 1 に記載の眼科装置であって、あらかじめ取得された被検眼の特性の測定情報を記憶する記憶部を有し、前記制御部は、前記 3 次元位置と前記測定情報とに基づいて前記相対位置情報を取得することを特徴とする。

請求項 3 5 に記載の発明は、請求項 1 に記載の眼科装置であって、前記 2 以上の撮影部のそれぞれと被検眼との間に、環境照明の波長以外の波長の光を遮断するフィルタが設けられていることを特徴とする。

請求項 3 6 に記載の発明は、被検眼を検査するための検査用光学系と、前記検査用光学系を 3 次元的に移動する駆動部と、被検眼の前眼部を異なる方向から実質的に同時に撮影する 2 以上の撮影部と、前記 2 以上の撮影部により実質的に同時に得られた 2 以上の撮影画像を解析することで、被検眼の 3 次元位置を求める解析部と、前記 3 次元位置に基づいて、前記検査用光学系の光軸を被検眼の軸に合わせるように、かつ、被検眼に対する前記検査用光学系の距離が所定の作動距離になるように前記駆動部を制御する制御部とを有する眼科装置である。

なお、上記した複数の請求項に係る構成を任意に組み合わせることが可能である。

#### 【発明の効果】

#### 【0012】

この発明によれば、被検眼と装置光学系との間の位置合わせを好適に行うことが可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0013】

【図 1】実施形態に係る眼科装置の構成の一例を表す概略図である。

【図 2】実施形態に係る眼科装置の構成の一例を表す概略図である。

【図 3】実施形態に係る眼科装置の構成の一例を表す概略ブロック図である。

【図 4 A】実施形態に係る眼科装置の構成の一例を表す概略図である。

【図 4 B】実施形態に係る眼科装置の構成の一例を表す概略図である。

【図 5 A】実施形態に係る眼科装置が実行する処理を説明するための概略図である。

【図 5 B】実施形態に係る眼科装置が実行する処理を説明するための概略図である。

【図 6】実施形態に係る眼科装置の動作例を表すフローチャートである。

【図 7】実施形態に係る眼科装置の動作例を表すフローチャートである。

【図 8】実施形態に係る眼科装置の動作例を表すフローチャートである。

【図 9】実施形態に係る眼科装置の構成の一例を表す概略ブロック図である。

【図 10】実施形態に係る眼科装置の動作例を表すフローチャートである。

【図 11】実施形態に係る眼科装置の動作例を表すフローチャートである。

【図 12】実施形態に係る眼科装置の動作例を表すフローチャートである。

【図 13】変形例に係る眼科装置の構成の一例を表す概略ブロック図である。

【図 14】実施形態に係る眼科装置の構成の一例を表す概略図である。

【図15】実施形態に係る眼科装置の動作例を表すフローチャートである。

【図16】実施形態に係る眼科装置の動作例を表すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0014】

この発明に係る眼科装置の実施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。この発明に係る眼科装置は被検眼の光学的な検査に用いられる。このような眼科装置には、前述のように、眼科撮影装置と眼科測定装置が含まれる。眼科撮影装置としては、光干渉断層計、眼底カメラ、走査型レーザ検眼鏡スリットランプなどがある。また、眼科測定装置としては、眼屈折検査装置、眼圧計、スペキュラーマイクロスコープ、ウェーブフロントアナライザなどがある。以下の実施形態では、光干渉断層計にこの発明を適用した場合について詳述するが、それ以外の任意の眼科装置にこの発明を適用することが可能である。

10

【0015】

この明細書において、OCTによって取得される画像をOCT画像と総称することがある。また、OCT画像を形成するための計測動作をOCT計測と呼ぶことがある。なお、この明細書に記載された文献の記載内容を、以下の実施形態の内容として適宜援用することが可能である。

【0016】

また、以下の実施形態では、低コヒーレンス光源と分光器が搭載された、いわゆるスペクトラルドメイン(Spectral Domain)タイプのOCTを用いた光干渉断層計について説明するが、スペクトラルドメイン以外のタイプ、たとえばスウェプトソースタイプ、インファスタイプのOCTの手法を用いた光干渉断層計に対してこの発明を適用することも可能である。なお、スウェプトソース(Swept Source)OCTとは、被測定物体に照射される光の波長を走査(波長掃引)し、各波長の光の反射光と参照光とを重ね合わせて得られる干渉光を検出してスペクトル強度分布を取得し、それに対してフーリエ変換を施すことにより被測定物体の形態を画像化する手法である。また、インファス(en-face)OCTとは、所定のビーム径を有する光を被測定物体に照射し、その反射光と参照光とを重ね合わせて得られる干渉光の成分を解析することにより、光の進行方向に直交する断面における被測定物体の画像を形成する手法であり、フルフィールド(full-field)タイプとも呼ばれる。

20

30

【0017】

また、以下の実施形態ではOCT装置と眼底カメラとを組み合わせた装置について説明するが、この発明の適用対象はこのような複合機には限定されず、単体機としての眼科装置(たとえば眼底カメラ単体)にこの発明を適用することも可能である。

【0018】

第1の実施形態

[構成]

図1に示すように、眼科装置1は、眼底カメラユニット2、OCTユニット100および演算制御ユニット200を含んで構成される。眼底カメラユニット2は、従来の眼底カメラとほぼ同様の光学系を有する。OCTユニット100には、眼底のOCT画像を取得するための光学系が設けられている。演算制御ユニット200は、各種の演算処理や制御処理等を実行するコンピュータを具備している。

40

【0019】

[眼底カメラユニット]

図1に示す眼底カメラユニット2には、被検眼Eの眼底Efの表面形態を表す2次元画像(眼底像)を取得するための光学系が設けられている。眼底像には、観察画像や撮影画像などが含まれる。観察画像は、たとえば、近赤外光を用いて所定のフレームレートで形成されるモノクロの動画像である。なお、被検眼Eの前眼部Eaに光学系のピントが合っている場合、眼底カメラユニット2は前眼部Eaの観察画像を取得することができる。前眼部Eaを動画撮影するための光学系は「動画撮影光学系」の一例に相当する。撮影画像

50

は、たとえば、可視光をフラッシュ発光して得られるカラー画像、または近赤外光若しくは可視光を照明光として用いたモノクロの静止画像であってもよい。眼底カメラユニット 2 は、これら以外の画像、たとえばフルオレセイン蛍光画像やインドシアニンググリーン蛍光画像や自発蛍光画像などを取得可能に構成されていてもよい。

#### 【 0 0 2 0 】

眼底カメラユニット 2 には、被検者の顔を支持するための顎受けと額当てが設けられている。顎受けおよび額当ては、図 4 A および図 4 B に示す支持部 4 4 0 に相当する。なお、図 4 A および図 4 B において、符号 4 1 0 は、光学系駆動部 2 A 等の駆動系や、演算制御回路が格納されたベースを示す。また、符号 4 2 0 は、ベース 4 1 0 上に設けられた、光学系が格納された筐体を示す。また、符号 4 3 0 は、筐体 4 2 0 の前面に突出して設けられた、対物レンズ 2 2 が収容されたレンズ収容部を示す。

10

#### 【 0 0 2 1 】

眼底カメラユニット 2 には、照明光学系 1 0 と撮影光学系 3 0 が設けられている。照明光学系 1 0 は眼底 E f に照明光を照射する。撮影光学系 3 0 は、この照明光の眼底反射光を撮像装置 ( C C D イメージセンサ ( 単に C C D と呼ぶことがある ) 3 5 、 3 8 。 ) に導く。また、撮影光学系 3 0 は、O C T ユニット 1 0 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 O C T ユニット 1 0 0 に導く。

#### 【 0 0 2 2 】

照明光学系 1 0 の観察光源 1 1 は、たとえばハロゲンランプにより構成される。観察光源 1 1 から出力された光 ( 観察照明光 ) は、曲面状の反射面を有する反射ミラー 1 2 により反射され、集光レンズ 1 3 を経由し、可視カットフィルタ 1 4 を透過して近赤外光となる。更に、観察照明光は、撮影光源 1 5 の近傍にて一旦集束し、ミラー 1 6 により反射され、リレーレンズ 1 7 、 1 8 、絞り 1 9 およびリレーレンズ 2 0 を経由する。そして、観察照明光は、孔開きミラー 2 1 の周辺部 ( 孔部の周囲の領域 ) にて反射され、ダイクロイックミラー 4 6 を透過し、対物レンズ 2 2 により屈折されて眼底 E f を照明する。なお、観察光源として L E D ( L i g h t E m i t t i n g D i o d e ) を用いることも可能である。

20

#### 【 0 0 2 3 】

観察照明光の眼底反射光は、対物レンズ 2 2 により屈折され、ダイクロイックミラー 4 6 を透過し、孔開きミラー 2 1 の中心領域に形成された孔部を通過し、ダイクロイックミラー 5 5 を透過し、合焦レンズ 3 1 を経由し、ミラー 3 2 により反射される。更に、この眼底反射光は、ハーフミラー 3 9 A を透過し、ダイクロイックミラー 3 3 により反射され、集光レンズ 3 4 により C C D イメージセンサ 3 5 の受光面に結像される。C C D イメージセンサ 3 5 は、たとえば所定のフレームレートで眼底反射光を検出する。表示装置 3 には、C C D イメージセンサ 3 5 により検出された眼底反射光に基づく画像 ( 観察画像 ) が表示される。なお、撮影光学系のピントが前眼部に合わせられている場合、被検眼 E の前眼部の観察画像が表示される。

30

#### 【 0 0 2 4 】

撮影光源 1 5 は、たとえばキセノンランプにより構成される。撮影光源 1 5 から出力された光 ( 撮影照明光 ) は、観察照明光と同様の経路を通過して眼底 E f に照射される。撮影照明光の眼底反射光は、観察照明光のそれと同様の経路を通過してダイクロイックミラー 3 3 まで導かれ、ダイクロイックミラー 3 3 を透過し、ミラー 3 6 により反射され、集光レンズ 3 7 により C C D イメージセンサ 3 8 の受光面に結像される。表示装置 3 には、C C D イメージセンサ 3 8 により検出された眼底反射光に基づく画像 ( 撮影画像 ) が表示される。なお、観察画像を表示する表示装置 3 と撮影画像を表示する表示装置 3 は、同一のものであってもよいし、異なるものであってもよい。また、被検眼 E を赤外光で照明して同様の撮影を行う場合には、赤外の撮影画像が表示される。また、撮影光源として L E D を用いることも可能である。

40

#### 【 0 0 2 5 】

L C D ( L i q u i d C r y s t a l D i s p l a y ) 3 9 は、固視標や視力測定

50

用指標を表示する。固視標は被検眼 E を固視させるための指標であり、眼底撮影時や OCT 計測時などに使用される。

【 0 0 2 6 】

L C D 3 9 から出力された光は、その一部がハーフミラー 3 9 A にて反射され、ミラー 3 2 に反射され、合焦レンズ 3 1 およびダイクロイックミラー 5 5 を経由し、孔開きミラー 2 1 の孔部を通過し、ダイクロイックミラー 4 6 を透過し、対物レンズ 2 2 により屈折されて眼底 E f に投影される。

【 0 0 2 7 】

L C D 3 9 の画面上における固視標の表示位置を変更することにより、被検眼 E の固視位置を変更できる。被検眼 E の固視位置としては、たとえば従来の眼底カメラと同様に、眼底 E f の黄斑部を中心とする画像を取得するための位置や、視神経乳頭を中心とする画像を取得するための位置や、黄斑部と視神経乳頭との間の眼底中心を中心とする画像を取得するための位置などがある。また、固視標の表示位置を任意に変更することも可能である。

10

【 0 0 2 8 】

更に、眼底カメラユニット 2 には、従来の眼底カメラと同様にアライメント光学系 5 0 とフォーカス光学系 6 0 が設けられている。アライメント光学系 5 0 は、被検眼 E に対する装置光学系の位置合わせ（アライメント）を行うための指標（アライメント指標）を生成する。アライメント指標を被検眼 E に投影するための構成は「投影光学系」の一例に相当する。フォーカス光学系 6 0 は、眼底 E f に対してフォーカス（ピント）を合わせるための指標（スプリット指標）を生成する。

20

【 0 0 2 9 】

アライメント光学系 5 0 の L E D 5 1 から出力された光（アライメント光）は、絞り 5 2、5 3 およびリレーレンズ 5 4 を経由してダイクロイックミラー 5 5 により反射され、孔開きミラー 2 1 の孔部を通過し、ダイクロイックミラー 4 6 を透過し、対物レンズ 2 2 により被検眼 E の角膜に投影される。

【 0 0 3 0 】

アライメント光の角膜反射光は、対物レンズ 2 2、ダイクロイックミラー 4 6 および上記孔部を經由し、その一部がダイクロイックミラー 5 5 を透過し、合焦レンズ 3 1 を通過し、ミラー 3 2 により反射され、ハーフミラー 3 9 A を透過し、ダイクロイックミラー 3 3 に反射され、集光レンズ 3 4 により C C D イメージセンサ 3 5 の受光面に投影される。C C D イメージセンサ 3 5 による受光像（アライメント指標）は、観察画像とともに表示装置 3 に表示される。ユーザは、従来の眼底カメラと同様の操作を行ってアライメントを実施する。また、演算制御ユニット 2 0 0 がアライメント指標の位置を解析して光学系を移動させることによりアライメントを行ってもよい（オートアライメント機能）。なお、この実施形態では、後述の前眼部カメラ 3 0 0 を用いてオートアライメントを実行することができるので、アライメント指標を用いたオートアライメントが可能なことは必須な事項ではない。ただし、前眼部カメラ 3 0 0 を用いたオートアライメントが成功しなかったときにアライメント指標を用いたオートアライメントを行えるように構成したり、前眼部カメラ 3 0 0 を用いたオートアライメントとアライメント指標を用いたオートアライメントとを選択的に使用できるように構成したりすることも可能である。

30

40

【 0 0 3 1 】

フォーカス調整を行う際には、照明光学系 1 0 の光路上に反射棒 6 7 の反射面が斜設される。フォーカス光学系 6 0 の L E D 6 1 から出力された光（フォーカス光）は、リレーレンズ 6 2 を通過し、スプリット指標板 6 3 により 2 つの光束に分離され、二孔絞り 6 4 を通過し、ミラー 6 5 に反射され、集光レンズ 6 6 により反射棒 6 7 の反射面に一旦結像されて反射される。更に、フォーカス光は、リレーレンズ 2 0 を経由し、孔開きミラー 2 1 に反射され、ダイクロイックミラー 4 6 を透過し、対物レンズ 2 2 により屈折されて眼底 E f に投影される。

【 0 0 3 2 】

50

フォーカス光の眼底反射光は、アライメント光の角膜反射光と同様の経路を通過してCCDイメージセンサ35により検出される。CCDイメージセンサ35による受光像（スプリット指標）は、観察画像とともに表示装置3に表示される。演算制御ユニット200は、従来と同様に、スプリット指標の位置を解析して合焦レンズ31およびフォーカス光学系60を移動させてピント合わせを行う（オートフォーカス機能）。また、スプリット指標を視認しつつ手でピント合わせを行ってもよい。

【0033】

ダイクロミックミラー46は、眼底撮影用の光路からOCT計測用の光路を分岐させている。ダイクロミックミラー46は、OCT計測に用いられる波長帯の光を反射し、眼底撮影用の光を透過させる。このOCT計測用の光路には、OCTユニット100側から順に、コリメータレンズユニット40と、光路長変更部41と、ガルバノスキャナ42と、合焦レンズ43と、ミラー44と、リレーレンズ45とが設けられている。

10

【0034】

光路長変更部41は、図1に示す矢印の方向に移動可能とされ、OCT計測用の光路の光路長を変更する。この光路長の変更は、被検眼Eの眼軸長に応じた光路長の補正や、干渉状態の調整などに利用される。光路長変更部41は、たとえばコーナーキューブと、これを移動する機構とを含んで構成される。

【0035】

ガルバノスキャナ42は、OCT計測用の光路を通過する光（信号光LS）の進行方向を変更する。それにより、眼底Efを信号光LSで走査することができる。ガルバノスキャナ42は、たとえば、信号光LSをx方向に走査するガルバノミラーと、y方向に走査するガルバノミラーと、これらを独立に駆動する機構とを含んで構成される。それにより、信号光LSをxy平面上の任意の方向に走査することができる。

20

【0036】

眼底カメラユニット2には前眼部カメラ300が設けられている。前眼部カメラ300は、前眼部Eaを異なる方向から実質的に同時に撮影する。この実施形態では、眼底カメラユニット2の被検者側の面に2台のカメラが設けられている（図4Aに示す前眼部カメラ300A、300Bを参照）。また、前眼部カメラ300Aおよび300Bはそれぞれ、図1および図4Aに示すように、照明光学系10の光路および撮影光学系30の光路から外れた位置に設けられている。以下、2台の前眼部カメラ300Aおよび300Bをまとめて符号300で表すことがある。

30

【0037】

この実施形態では、2台の前眼部カメラ300Aおよび300Bが設けられているが、この発明における前眼部カメラの個数は2以上の任意の個数である。しかし、後述の演算処理を考慮すると、異なる2方向から実質的に同時に前眼部を撮影可能な構成であれば十分である。また、この実施形態では、照明光学系10および撮影光学系30とは別個に前眼部カメラ300を設けているが、少なくとも撮影光学系30を用いて同様の前眼部撮影を行うことができる。つまり、2以上の前眼部カメラのうちの1つを撮影光学系30を含む構成によって担うようにしてもよい。いずれにしても、この実施形態は、異なる2（以上の）方向から実質的に同時に前眼部を撮影可能に構成されていればよい。

40

【0038】

なお、「実質的に同時」とは、2以上の前眼部カメラによる撮影において、眼球運動を無視できる程度の撮影タイミングのズレを許容することを示す。それにより、被検眼Eが実質的に同じ位置（向き）にあるときの画像を2以上の前眼部カメラによって取得することができる。

【0039】

また、2以上の前眼部カメラによる撮影は動画撮影でも静止画撮影でもよいが、この実施形態では動画撮影を行う場合について特に詳しく説明する。動画撮影の場合、撮影開始タイミングを合わせるよう制御したり、フレームレートや各フレームの撮影タイミングを制御したりすることにより、上記した実質的に同時の前眼部撮影を実現することができる

50

。一方、静止画撮影の場合、撮影タイミングを合わせるよう制御することにより、これを実現することができる。

【0040】

〔OCTユニット〕

図2を参照しつつOCTユニット100の構成の一例を説明する。OCTユニット100には、眼底EfのOCT画像を取得するための光学系が設けられている。この光学系は、従来のスペクトラルドメインタイプのOCT装置と同様の構成を有する。すなわち、この光学系は、低コヒーレンス光を参照光と信号光に分割し、眼底Efを経由した信号光と参照光路を経由した参照光とを干渉させて干渉光を生成し、この干渉光のスペクトル成分を検出するように構成されている。この検出結果（検出信号）は演算制御ユニット200

10

【0041】

なお、スウェプトソースタイプのOCT装置の場合には、低コヒーレンス光源を出力する光源の代わりに波長掃引光源が設けられるとともに、干渉光をスペクトル分解する光学部材が設けられない。一般に、OCTユニット100の構成については、OCTのタイプに応じた公知の技術を任意に適用することができる。

【0042】

光源ユニット101は広帯域の低コヒーレンス光L0を出力する。低コヒーレンス光L0は、たとえば、近赤外領域の波長帯（約800nm～900nm程度）を含み、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。なお、人眼では視認できない波長帯、たとえば1040～1060nm程度の中心波長を有する近赤外光を低コヒーレンス光L0として用いてもよい。

20

【0043】

光源ユニット101は、スーパーluminescentダイオード（Super Luminescent Diode：SLD）や、LEDや、SOA（Semiconductor Optical Amplifier）等の光出力デバイスを含んで構成される。

【0044】

光源ユニット101から出力された低コヒーレンス光L0は、光ファイバ102によりファイバカプラ103に導かれて信号光LSと参照光LRに分割される。

【0045】

参照光LRは、光ファイバ104により導かれて光減衰器（アッテネータ）105に到達する。光減衰器105は、公知の技術を用いて、演算制御ユニット200の制御の下、光ファイバ104に導かれる参照光LRの光量を自動で調整する。光減衰器105により光量が調整された参照光LRは、光ファイバ104により導かれて偏波調整器（偏波コントローラ）106に到達する。偏波調整器106は、たとえば、ループ状にされた光ファイバ104に対して外部から応力を与えることで、光ファイバ104内を導かれる参照光LRの偏光状態を調整する装置である。なお、偏波調整器106の構成はこれに限定されるものではなく、任意の公知技術を用いることが可能である。偏波調整器106により偏光状態が調整された参照光LRは、ファイバカプラ109に到達する。

30

【0046】

ファイバカプラ103により生成された信号光LSは、光ファイバ107により導かれ、コリメータレンズユニット40により平行光束とされる。更に、信号光LSは、光路長変更部41、ガルバノスキャナ42、合焦レンズ43、ミラー44、およびリレーレンズ45を経由してダイクロイックミラー46に到達する。そして、信号光LSは、ダイクロイックミラー46により反射され、対物レンズ22により屈折されて眼底Efに照射される。信号光LSは、眼底Efの様々な深さ位置において散乱（反射を含む）される。眼底Efによる信号光LSの後方散乱光は、往路と同じ経路を逆向きに進行してファイバカプラ103に導かれ、光ファイバ108を経由してファイバカプラ109に到達する。

40

【0047】

ファイバカプラ109は、信号光LSの後方散乱光と、光ファイバ104を経由した参

50

照光LRとを干渉させる。これにより生成された干渉光LCは、光ファイバ110により導かれて出射端111から出射される。更に、干渉光LCは、コリメータレンズ112により平行光束とされ、回折格子113により分光(スペクトル分解)され、集光レンズ114により集光されてCCDイメージセンサ115の受光面に投影される。なお、図2に示す回折格子113は透過型であるが、たとえば反射型の回折格子など、他の形態の分光素子を用いることも可能である。

【0048】

CCDイメージセンサ115は、たとえばラインセンサであり、分光された干渉光LCの各スペクトル成分を検出して電荷に変換する。CCDイメージセンサ115は、この電荷を蓄積して検出信号を生成し、これを演算制御ユニット200に送る。

10

【0049】

この実施形態ではマイケルソン型の干渉計を採用しているが、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。また、CCDイメージセンサに代えて、他の形態のイメージセンサ、たとえばCMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)イメージセンサなどを用いることが可能である。

【0050】

〔演算制御ユニット〕

演算制御ユニット200の構成について説明する。演算制御ユニット200は、CCDイメージセンサ115から入力される検出信号を解析して眼底EfのOCT画像を形成する。そのための演算処理は、従来のスペクトラルドメインタイプのOCT装置と同様である。

20

【0051】

また、演算制御ユニット200は、眼底カメラユニット2、表示装置3およびOCTユニット100の各部を制御する。たとえば演算制御ユニット200は、眼底EfのOCT画像を表示装置3に表示させる。

【0052】

また、眼底カメラユニット2の制御として、演算制御ユニット200は、観察光源11、撮影光源15およびLED51、61の動作制御、LCD39の動作制御、合焦レンズ31、43の移動制御、反射棒67の移動制御、フォーカス光学系60の移動制御、光路長変更部41の移動制御、ガルバノスキャナ42の動作制御、前眼部カメラ300の動作制御などを行う。

30

【0053】

また、OCTユニット100の制御として、演算制御ユニット200は、光源ユニット101の動作制御、光減衰器105の動作制御、偏波調整器106の動作制御、CCDイメージセンサ115の動作制御などを行う。

【0054】

演算制御ユニット200は、たとえば、従来のコンピュータと同様に、マイクロプロセッサ、RAM、ROM、ハードディスクドライブ、通信インターフェイスなどを含んで構成される。ハードディスクドライブ等の記憶装置には、眼科装置1を制御するためのコンピュータプログラムが記憶されている。演算制御ユニット200は、各種の回路基板、たとえばOCT画像を形成するための回路基板を備えていてもよい。また、演算制御ユニット200は、キーボードやマウス等の操作デバイス(入力デバイス)や、LCD等の表示デバイスを備えていてもよい。

40

【0055】

眼底カメラユニット2、表示装置3、OCTユニット100および演算制御ユニット200は、一体的に(つまり単一の筐体内に)構成されていてもよいし、2つ以上の筐体に別れて構成されていてもよい。

【0056】

〔制御系〕

50



眼科装置 1 の制御系の構成について図 3 を参照しつつ説明する。

【 0 0 5 7 】

(制御部)

眼科装置 1 の制御系は、制御部 2 1 0 を中心に構成される。制御部 2 1 0 は、たとえば、前述のマイクロプロセッサ、RAM、ROM、ハードディスクドライブ、通信インターフェイス等を含んで構成される。制御部 2 1 0 には、主制御部 2 1 1 と、記憶部 2 1 2 と、光学系位置取得部 2 1 3 とが設けられている。

【 0 0 5 8 】

(主制御部)

主制御部 2 1 1 は前述した各種の動作制御を行う。なお、合焦レンズ 3 1 の移動制御は、図示しない合焦駆動部を制御して合焦レンズ 3 1 を光軸方向に移動させるものである。それにより、撮影光学系 3 0 の合焦位置が変更される。また、主制御部 2 1 1 は、光学系駆動部 2 A を制御して、眼底カメラユニット 2 に設けられた光学系を 3 次元的に移動させることができる。

10

【 0 0 5 9 】

この制御は、オートアライメントやトラッキングにおいて実行される。ここで、トラッキングとは、被検眼 E の眼球運動に合わせて装置光学系を移動させるものである。トラッキングは、たとえばアライメントよりも後の段階で実行される(場合によってはピント合わせも事前に実行される)。トラッキングは、装置光学系の位置を眼球運動に追従させることにより、アライメント(およびピント)が合った好適な位置関係を維持する機能である。

20

【 0 0 6 0 】

なお、この実施形態の光学系駆動部 2 A は眼底カメラユニット 2 に搭載された光学系を移動させるものであるが、光学系駆動部 2 A によって眼底カメラユニット 2 に搭載された光学系および OCT ユニット 1 0 0 に搭載された光学系を移動させるように構成されていてもよい。光学系駆動部 2 A は「第 1 駆動部」の一例である。

【 0 0 6 1 】

また、この実施形態の前眼部カメラ 3 0 0 は眼底カメラユニット 2 の筐体に設けられているので、光学系駆動部 2 A を制御することにより前眼部カメラ 3 0 0 を移動させることができる。このような光学系駆動部 2 A は「撮影移動部」の一例として機能するものである。また、2 以上の前眼部カメラ 3 0 0 をそれぞれ独立に移動させることが可能な撮影移動部を設けることができる。具体的には、撮影移動部は、各前眼部カメラ 3 0 0 に対して設けた駆動機構(アクチュエータ、動力伝達機構等)を含む構成であってもよい。また、撮影移動部は、単一のアクチュエータにより発生された動力を前眼部カメラ 3 0 0 ごとに設けられた動力伝達機構によって伝達することにより、2 以上の前眼部カメラ 3 0 0 を移動させるように構成されていてもよい。

30

【 0 0 6 2 】

また、主制御部 2 1 1 は、記憶部 2 1 2 にデータを書き込む処理や、記憶部 2 1 2 からデータを読み出す処理を行う。

【 0 0 6 3 】

(記憶部)

記憶部 2 1 2 は、各種のデータを記憶する。記憶部 2 1 2 に記憶されるデータとしては、たとえば、OCT 画像の画像データ、眼底像の画像データ、被検眼情報などがある。被検眼情報は、患者 ID や氏名などの被検者に関する情報や、左眼/右眼の識別情報などの被検眼に関する情報を含む。また、記憶部 2 1 2 には、眼科装置 1 を動作させるための各種プログラムやデータが記憶されている。

40

【 0 0 6 4 】

特に、記憶部 2 1 2 には収差情報 2 1 2 a があらかじめ記憶されている。収差情報 2 1 2 a には、各前眼部カメラ 3 0 0 について、それに搭載された光学系の影響により撮影画像に発生する歪曲収差に関する情報が記録されている。ここで、前眼部カメラ 3 0 0 に搭

50

載された光学系には、たとえばレンズ等の歪曲収差を発生させる光学素子が含まれている。収差情報 2 1 2 a は、これらの光学素子が撮影画像に与える歪みを定量化したパラメータと言える。

【 0 0 6 5 】

収差情報 2 1 2 a の生成方法の例を説明する。前眼部カメラ 3 0 0 の器差（歪曲収差の差異）を考慮して各前眼部カメラ 3 0 0 について次のような測定が行われる。作業者は、所定の基準点を準備する。基準点とは、歪曲収差の検出に用いられる撮影ターゲットである。作業者は、基準点と前眼部カメラ 3 0 0 との相対位置を変更しつつ複数回の撮影を行う。それにより、異なる方向から撮影された基準点の複数の撮影画像が得られる。作業者は、取得された複数の撮影画像をコンピュータで解析することにより、この前眼部カメラ 3 0 0 の収差情報 2 1 2 a を生成する。なお、この解析処理を行うコンピュータは、画像処理部 2 3 0 であってもよいし、それ以外の任意のコンピュータ（製品出荷前の検査用コンピュータ、メンテナンス用コンピュータ等）のであってもよい。

10

【 0 0 6 6 】

収差情報 2 1 2 a を生成するための解析処理には、たとえば以下の工程が含まれる：  
各撮影画像から基準点に相当する画像領域を抽出する抽出工程；  
各撮影画像における基準点に相当する画像領域の分布状態（座標）を算出する分布状態算出工程；  
得られた分布状態に基づいて歪曲収差を表すパラメータを算出する歪曲収差算出工程；  
得られたパラメータに基づいて歪曲収差を補正するための係数を算出する補正係数算出工程。

20

【 0 0 6 7 】

なお、光学系が画像に与える歪曲収差に関連するパラメータとしては、主点距離、主点位置（縦方向、横方向）、レンズのディストーション（放射方向、接線方向）などがある。収差情報 2 1 2 a は、各前眼部カメラ 3 0 0 の識別情報と、これに対応する補正係数とを関連付けた情報（たとえばテーブル情報）として構成される。このようにして生成された収差情報 2 1 2 a は、主制御部 2 1 1 によって記憶部 2 1 2 に格納される。このような収差情報 2 1 2 a の生成およびこれに基づく収差補正は、カメラのキャリブレーション（Calibration）などと呼ばれる。

【 0 0 6 8 】

（光学系位置取得部）

光学系位置取得部 2 1 3 は、眼科装置 1 に搭載された検査用光学系の現在位置を取得する。検査用光学系とは、被検眼 E を光学的に検査するために用いられる光学系である。この実施形態の眼科装置 1（眼底カメラと OCT 装置の複合機）における検査用光学系は、被検眼の画像を得るための光学系である。

30

【 0 0 6 9 】

光学系位置取得部 2 1 3 は、たとえば、主制御部 2 1 1 による光学系駆動部 2 A の移動制御の内容を表す情報を受けて、光学系駆動部 2 A により移動される検査用光学系の現在位置を取得する。この処理の具体例を説明する。主制御部 2 1 1 は、所定のタイミング（装置起動時、患者情報入力時など）で光学系駆動部 2 A を制御して、検査用光学系を所定の初期位置に移動させる。それ以降、主制御部 2 1 1 は、光学系駆動部 2 A が制御される度に、その制御内容を記録する。それにより、制御内容の履歴が得られる。光学系位置取得部 2 1 3 は、この履歴を参照して現在までの制御内容を取得し、この制御内容に基づいて検査用光学系の現在位置を求める。

40

【 0 0 7 0 】

また、主制御部 2 1 1 が光学系駆動部 2 A を制御する度にその制御内容を光学系位置取得部 2 1 3 に送信し、光学系位置取得部 2 1 3 が当該制御内容を受ける度に検査用光学系の現在位置を逐次求めるようにしてもよい。

【 0 0 7 1 】

他の構成例として、検査用光学系の位置を検知する位置センサを光学系位置取得部 2 1

50

3に設けるようにしてもよい。

【0072】

以上のようにして光学系位置取得部213により検査用光学系の現在位置が取得された場合、主制御部211は、取得された現在位置と、後述の解析部231により求められた被検眼Eの3次元位置とに基づいて、光学系駆動部2Aに検査用光学系を移動させることができる。具体的には、主制御部211は、光学系位置取得部213による取得結果によって検査用光学系の現在位置を認識し、解析部231による解析結果によって被検眼Eの3次元位置を認識する。そして、主制御部211は、被検眼Eの3次元位置に対する検査用光学系の位置が所定の位置関係になるように、検査用光学系の現在位置を起点としてその位置を変更する。この所定の位置関係は、x方向およびy方向の位置がそれぞれ一致し、かつ、z方向の距離が所定の作動距離になるようなものである。

10

【0073】

(画像形成部)

画像形成部220は、CCDイメージセンサ115からの検出信号に基づいて、眼底Efの断層像の画像データを形成する。この処理には、従来のスペクトラルドメインタイプの光コヒーレントトモグラフィと同様に、ノイズ除去(ノイズ低減)、フィルタ処理、FFT(Fast Fourier Transform)などの処理が含まれている。他のタイプのOCT装置の場合、画像形成部220は、そのタイプに応じた公知の処理を実行する。

【0074】

画像形成部220は、たとえば、前述の回路基板を含んで構成される。なお、この明細書では、「画像データ」と、それに基づく「画像」とを同一視することがある。

20

【0075】

(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に対して各種の画像処理や解析処理を施す。たとえば、画像処理部230は、画像の輝度補正や分散補正等の各種補正処理を実行する。また、画像処理部230は、眼底カメラユニット2により得られた画像(眼底像、前眼部像等)に対して各種の画像処理や解析処理を施す。

【0076】

画像処理部230は、断層像の間の画素を補間する補間処理などの公知の画像処理を実行して、眼底Efの3次元画像の画像データを形成する。なお、3次元画像の画像データとは、3次元座標系により画素の位置が定義された画像データを意味する。3次元画像の画像データとしては、3次的に配列されたボクセルからなる画像データがある。この画像データは、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。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。表示部240Aには、この擬似的な3次元画像が表示される。

30

【0077】

また、3次元画像の画像データとして、複数の断層像のスタックデータを形成することも可能である。スタックデータは、複数の走査線に沿って得られた複数の断層像を、走査線の位置関係に基づいて3次的に配列させることで得られる画像データである。すなわち、スタックデータは、元々個別の2次元座標系により定義されていた複数の断層像を、1つの3次元座標系により表現する(つまり1つの3次元空間に埋め込む)ことにより得られる画像データである。

40

【0078】

更に、画像処理部230には、解析部231と、画像判定部232と、画像合成部233とが設けられている。

【0079】

50

## (解析部)

解析部 2 3 1 は、2 以上の前眼部カメラ 3 0 0 により実質的に同時に得られた 2 以上の撮影画像を解析することで、被検眼 E の 3 次元位置を求める。この処理を実行するための構成の一例として、解析部 2 3 1 には、画像補正部 2 3 1 1 と、特徴位置特定部 2 3 1 2 と、3 次元位置算出部 2 3 1 3 が設けられている。

## 【 0 0 8 0 】

## (画像補正部)

画像補正部 2 3 1 1 は、前眼部カメラ 3 0 0 により得られた各撮影画像の歪みを、記憶部 2 1 2 に記憶されている収差情報 2 1 2 a に基づいて補正する。この処理は、たとえば、歪曲収差を補正するための補正係数に基づく公知の画像処理技術によって実行される。画像補正部 2 3 1 1 は「補正部」の一例である。なお、前眼部カメラ 3 0 0 の光学系が撮影画像に与える歪曲収差が十分に小さい場合などには、収差情報 2 1 2 a および画像補正部 2 3 1 1 を設けなくてもよい。

10

## 【 0 0 8 1 】

## (特徴位置特定部)

特徴位置特定部 2 3 1 2 は、(画像補正部 2 3 1 1 により歪曲収差が補正された)各撮影画像を解析することで、前眼部 E a の所定の特徴部位に相当する当該撮影画像中の位置(特徴位置と呼ぶ)を特定する。所定の特徴部位としては、たとえば被検眼 E の瞳孔中心または角膜頂点が用いられる。以下、瞳孔中心を特定する処理の具体例を説明する。

## 【 0 0 8 2 】

20

まず、特徴位置特定部 2 3 1 2 は、撮影画像の画素値(輝度値など)の分布に基づいて、被検眼 E の瞳孔に相当する画像領域(瞳孔領域)を特定する。一般に瞳孔は他の部位よりも低い輝度で描画されるので、低輝度の画像領域を探索することによって瞳孔領域を特定することができる。このとき、瞳孔の形状を考慮して瞳孔領域を特定するようにしてもよい。つまり、略円形かつ低輝度の画像領域を探索することによって瞳孔領域を特定するように構成することができる。

## 【 0 0 8 3 】

次に、特徴位置特定部 2 3 1 2 は、特定された瞳孔領域の中心位置を特定する。上記のように瞳孔は略円形であるので、瞳孔領域の輪郭を特定し、この輪郭(の近似円または近似楕円)の中心位置を特定し、これを瞳孔中心とすることができる。また、瞳孔領域の重心を求め、この重心位置を瞳孔中心としてもよい。

30

## 【 0 0 8 4 】

なお、他の特徴部位に対応する特徴位置を特定する場合であっても、上記と同様に撮影画像の画素値の分布に基づいて当該特徴位置を特定することが可能である。

## 【 0 0 8 5 】

## (3次元位置算出部)

3次元位置算出部 2 3 1 3 は、2 以上の前眼部カメラ 3 0 0 の位置と、特徴位置特定部 2 3 1 2 により特定された 2 以上の撮影画像中の特徴位置とに基づいて、被検眼 E の特徴部位の 3 次元位置を算出する。この処理について図 5 A および図 5 B を参照しつつ説明する。

40

## 【 0 0 8 6 】

図 5 A は、被検眼 E と前眼部カメラ 3 0 0 A および 3 0 0 B との間の位置関係を示す上面図である。図 5 B は、被検眼 E と前眼部カメラ 3 0 0 A および 3 0 0 B との間の位置関係を示す側面図である。2 つの前眼部カメラ 3 0 0 A および 3 0 0 B の間の距離(基線長)を「B」で表す。2 つの前眼部カメラ 3 0 0 A および 3 0 0 B の基線と、被検眼 E の特徴部位 P との間の距離(撮影距離)を「H」で表す。各前眼部カメラ 3 0 0 A および 3 0 0 B と、その画面平面との間の距離(画面距離)を「f」で表す。

## 【 0 0 8 7 】

このような配置状態において、前眼部カメラ 3 0 0 A および 3 0 0 B による撮影画像の分解能は次式で表される。ここで、 $p$  は画素分解能を表す。

50

## 【 0 0 8 8 】

x y 方向の分解能（平面分解能）： $x y = H \times p / f$

z 方向の分解能（奥行き分解能）： $z = H \times H \times p / (B \times f)$

## 【 0 0 8 9 】

3次元位置算出部2313は、2つの前眼部カメラ300Aおよび300Bの位置（既知である）と、2つの撮影画像において特徴部位Pに相当する特徴位置とに対して、図5Aおよび図5Bに示す配置関係を考慮した公知の三角法を適用することにより、特徴部位Pの3次元位置、つまり被検眼Eの3次元位置を算出する。

## 【 0 0 9 0 】

3次元位置算出部2313により算出された被検眼Eの3次元位置は制御部210に送られる。制御部210は、この3次元位置の算出結果に基づいて、検査用光学系の光軸を被検眼Eの軸に合わせるように、かつ、被検眼Eに対する検査用光学系の距離が所定の作動距離になるように光学系駆動部2Aを制御する。ここで、作動距離とは、ワーキングディスタンスとも呼ばれる既定値であり、検査用光学系を用いた検査時における被検眼Eと検査用光学系との間の距離を意味する。

10

## 【 0 0 9 1 】

また、前眼部カメラ300が前眼部Eaを異なる方向から並行して動画撮影する場合、たとえば次のような処理（1）および（2）を行うことにより、被検眼Eの動きに対する検査用光学系のトラッキングを実行することが可能である。

（1）解析部231が、2以上の前眼部カメラ300による動画撮影において実質的に同時に得られた2以上のフレームを逐次に解析することで、被検眼Eの3次元位置を逐次に求める。

20

（2）制御部210が、解析部231により逐次に求められる被検眼Eの3次元位置に基づき光学系駆動部2Aを逐次に制御することにより、検査用光学系の位置を被検眼Eの動きに追従させる。

## 【 0 0 9 2 】

（画像判定部）

画像判定部232は、2以上の前眼部カメラ300のうちの少なくとも1つにより得られた撮影画像を解析することで、前眼部Eaの画像が当該撮影画像中の所定領域に含まれているか否か判定する。

30

## 【 0 0 9 3 】

この所定領域は、前眼部カメラ300による撮影範囲内においてあらかじめ設定され、たとえば当該撮影範囲の中心を含む領域として設定される。ここで、前眼部カメラ300による撮影条件（前眼部カメラ300の位置、撮影倍率等）に応じて当該所定領域の範囲を変化させることができる。また、後述の特徴点の設定に応じて当該所定領域の範囲を決定することができる。また、被検者の顔を支持する支持部440（顎受け、額当て等。図4Aおよび図4Bを参照。）の位置またはその近傍位置に相当するように当該所定領域を設定することができる。画像判定部232は「判定部」の一例に相当する。

## 【 0 0 9 4 】

画像判定部232が実行する処理の具体例を説明する。まず、画像判定部232は、前眼部Eaの所定の特徴点に相当する画像領域を撮影画像中から特定する。この特徴点としては、瞳孔中心、瞳孔輪郭、虹彩中心、虹彩輪郭、角膜頂点などがある。特徴点に相当する画像領域の特定処理は、たとえば特徴位置特定部2312が実行する処理と同様である。なお、特徴点と特徴部位とが同一の場合には、特徴位置特定部2312による特定結果を画像判定部232が行う処理に利用することができる。

40

## 【 0 0 9 5 】

次に、画像判定部232は、特定された特徴点が撮影画像（のフレーム）中の所定領域に含まれているか否か判定する。この処理は、所定領域に相当する座標と特徴点の座標とを比較することによって行われる。

## 【 0 0 9 6 】

50

画像判定部 232 は、この判定結果を制御部 210 に送る。制御部 210 は、前眼部 E a の画像が所定領域に含まれていないと判定された場合に、光学系駆動部 2A (撮影移動部) を制御して前眼部カメラ 300 を支持部 440 (つまり被検者の顔) から離れる方向および/または支持部 440 の外側方向に移動させる。支持部 440 から離れる方向とは、図 1 等に示す座標系における -z 方向である。また、支持部 440 の外側方向とは、前眼部カメラ 300 が検査用光学系の光軸から離れる方向である。検査用光学系から離れる方向については、水平方向 ( $\pm x$  方向) および/または垂直方向 ( $\pm y$  方向) において定義することが可能である。つまり、xy 平面内の任意の方向において、検査用光学系から離れる方向を定義することが可能である。

【0097】

10

また、前眼部カメラ 300 の移動方向および/または移動距離については、たとえば、移動前における前眼部カメラ 300 と支持部 440 との位置関係に基づいて設定することができる。また、画像判定部 232 による判定処理と、前眼部カメラ 300 の移動処理とを交互に行うことにより、前眼部カメラ 300 を好適な位置に追い込んでいくように制御を行うことも可能である。また、特徴点に相当する画像領域と所定領域との間の距離 (ピクセル数) に応じて前眼部カメラ 300 の移動方向および/または移動距離を決定するように構成してもよい。また、特徴点に相当する画像領域と所定領域内の所定位置 (たとえば中心位置) との間の距離に応じて前眼部カメラ 300 の移動方向および/または移動距離を決定するように構成することも可能である。

【0098】

20

画像判定部 232 による判定結果に基づく他の動作例を説明する。制御部 210 は、前眼部 E a の画像が所定領域に含まれていないと判定された場合に、所定の警告情報を出力部に出力させる。この出力部としては、表示部 240A、図示しない音声出力部などがある。表示部 240A を出力部として用いる場合、制御部 210 は、所定の文字列情報、画像情報、ポップアップウィンドウ等からなる警告メッセージを表示部 240A に表示させる。音声出力部を出力部として用いる場合、制御部 210 は、所定の音声情報、警告音等を音声出力部に出力させる。

【0099】

このような警告情報によりユーザは前眼部 E a の画像が所定領域に含まれていないことを認識する。そして、ユーザは、操作部 240B を用いて前眼部カメラ 300 を 3 次元的に移動させる。なお、制御部 210 が、前眼部カメラ 300 の移動方向および/または移動距離を表す情報 (移動情報) を警告情報とともに出力させるようにしてもよい。この移動情報は、たとえば、画像判定部 232 により得られる特徴点に相当する画像領域と所定領域との間の位置関係に基づいて生成される。ユーザによる手動での移動が完了したら、画像判定部 232 による判定処理を再度行うように構成してもよい。

30

【0100】

(画像合成部)

画像合成部 233 は、2 以上の前眼部カメラ 300 により実質的に同時に得られた 2 以上の撮影画像の合成画像を形成する。この合成画像の例として、2 以上の撮影画像に基づく立体画像や視点変換により得られる画像 (視点変換画像) がある。視点変換画像の視点は、たとえば検査用光学系の光軸上に設定される。これらの合成画像は公知の画像合成処理を用いることにより得られる。

40

【0101】

以上のように機能する画像処理部 230 は、たとえば、前述のマイクロプロセッサ、RAM、ROM、ハードディスクドライブ、回路基板等を含んで構成される。ハードディスクドライブ等の記憶装置には、上記機能をマイクロプロセッサに実行させるコンピュータプログラムがあらかじめ格納されている。

【0102】

(ユーザインターフェイス)

ユーザインターフェイス 240 には、表示部 240A と操作部 240B とが含まれる。

50

表示部 240A は、前述した演算制御ユニット 200 の表示デバイスや表示装置 3 を含んで構成される。操作部 240B は、前述した演算制御ユニット 200 の操作デバイスを含んで構成される。操作部 240B には、眼科装置 1 の筐体や外部に設けられた各種のボタンやキーが含まれていてもよい。たとえば眼底カメラユニット 2 が従来の眼底カメラと同様の筐体を有する場合、操作部 240B は、この筐体に設けられたジョイスティックや操作パネル等を含んでいてもよい。また、表示部 240A は、眼底カメラユニット 2 の筐体に設けられたタッチパネルなどの各種表示デバイスを含んでいてもよい。

#### 【0103】

なお、表示部 240A と操作部 240B は、それぞれ個別のデバイスとして構成される必要はない。たとえばタッチパネルのように、表示機能と操作機能とが一体化されたデバイスを用いることも可能である。その場合、操作部 240B は、このタッチパネルとコンピュータプログラムとを含んで構成される。操作部 240B に対する操作内容は、電気信号として制御部 210 に入力される。また、表示部 240A に表示されたグラフィカルユーザインターフェイス (GUI) と、操作部 240B とを用いて、操作や情報入力を行うようにしてもよい。

#### 【0104】

##### [動作]

眼科装置 1 の動作について説明する。眼科装置 1 の動作例を図 6 ~ 図 8 に示す。なお、これら動作例のうちの任意の 2 つ以上を組み合わせることが可能である。

#### 【0105】

##### [第 1 の動作例]

図 6 を参照しつつ第 1 の動作例を説明する。第 1 の動作例は、眼科装置 1 によるオートアライメントの基本的な流れと、前眼部 E a の特徴部位 (ここでは瞳孔中心) の特定が不調であった場合や前眼部 E a の画像が撮影画像中の所定領域に含まれていない場合に実行される処理とを説明するものである。

#### 【0106】

##### (S1: 患者登録)

まず、ユーザは、ユーザインターフェイス 240 を用いて被検者の患者情報を入力する。患者情報としては、患者 ID、患者氏名などがある。

#### 【0107】

##### (S2: 撮影種別の選択)

次に、ユーザは、ユーザインターフェイス 240 を用いて、被検者に対して実施される撮影の種別を選択入力する。この撮影種別の項目としては、撮影部位 (視神経乳頭、黄斑、双方等)、撮影眼 (左眼、右眼、両眼)、画像撮影パターン (眼底像のみ、OCT 画像のみ、双方)、OCT スキャンパターン (ラインスキャン、十字スキャン、ラジアルスキャン、円スキャン、3次元スキャン等) などがある。

#### 【0108】

##### (S3: オートアライメント開始)

撮影種別の選択が完了したらオートアライメントの開始指示がなされる。この開始指示は、ステップ 2 に示す撮影種別の選択を受けて制御部 210 が自動で行うものであってもよいし、操作部 240B を用いてユーザが手動で行うものであってもよい。

#### 【0109】

##### (S4: 前眼部の撮影開始)

オートアライメントの開始指示がなされると、制御部 210 は前眼部カメラ 300A および 300B による前眼部 E a の撮影をそれぞれ開始させる。この撮影は、前眼部 E a を撮影対象とする動画撮影である。各前眼部カメラ 300A および 300B は所定のフレームレートで動画撮影を行う。ここで、前眼部カメラ 300A および 300B による撮影タイミングが制御部 210 によって同期されていてもよい。各前眼部カメラ 300A および 300B は、取得されたフレームをリアルタイムで順次に制御部 210 に送る。制御部 210 は、双方の前眼部カメラ 300A および 300B により得られたフレームを、撮影タ

10

20

30

40

50

イミングに応じて対応付ける。つまり、制御部 210 は、双方の前眼部カメラ 300A および 300B により実質的に同時に取得されたフレーム同士を対応付ける。この対応付けは、たとえば、上記の同期制御に基づいて、または、前眼部カメラ 300A および 300B からのフレームの入力タイミングに基づいて実行される。制御部 210 は、対応付けられた一対のフレームを解析部 231 に送る。

【0110】

(S5: 瞳孔中心の特定)

画像補正部 2311 は、制御部 210 から送られた各フレームの歪みを、記憶部 212 に記憶されている収差情報 212a に基づいて補正する。この補正処理は前述の要領で実行される。歪みが補正された一対のフレームは、特徴位置特定部 2312 に送られる。

10

【0111】

特徴位置特定部 2312 は、画像補正部 2311 から送られた各フレームを解析することで、前眼部 E a の瞳孔中心に相当する当該フレーム中の特徴位置を特定するための処理を実行する。

【0112】

(S6: 瞳孔中心の特定に成功したか?)

瞳孔中心に相当する特徴位置の特定に失敗した場合 (S6: NO)、特徴位置特定部 2312 は、その旨を示す情報を制御部 210 に送り、ステップ 7 に移行する。一方、特徴位置の特定に成功した場合 (S6: YES)、ステップ 8 に移行する。

20

【0113】

(S7: 前眼部カメラの移動)

特徴位置の特定に失敗した場合において (S6: NO)、制御部 210 は、特徴位置特定部 2312 からの情報を受けたことに対応し、前述の撮影移動部を制御して、前眼部カメラ 300A および 300B を支持部 440 から離れる方向および / または支持部 440 の外側方向に移動させる。

【0114】

支持部 440 から離れる方向に前眼部カメラ 300A および 300B を移動させる場合、前眼部カメラ 300A および 300B と被検者 (被検眼 E) との間の距離が大きくなるので、被検者の顔面のより広い範囲を撮影することが可能となり、前眼部カメラ 300A および 300B による好適な撮影可能範囲に被検眼 E が配置される可能性が高まる。また、支持部 440 の外側方向に前眼部カメラ 300A および 300B を移動させる場合、被検者の耳側の方向に前眼部カメラ 300A および 300B が移動するので、好適な撮影可能範囲に被検眼 E が配置される可能性が高まる。また、これら 2 方向への移動を組み合わせることにより、好適な撮影可能範囲に被検眼 E が配置される可能性が更に高まる。

30

【0115】

この動作例では、前眼部カメラ 300A および 300B の移動中および移動後においても前眼部 E a の動画撮影は継続されているものとする。これに対し、前眼部カメラ 300A および 300B の移動に際して動画撮影を停止し、移動の完了後に自動または手動で動画撮影を再開するようにしてもよい。

【0116】

ステップ 7 における前眼部カメラ 300A および 300B の移動の完了後には、前眼部カメラ 300A および 300B による動画撮影、瞳孔中心の特定 (ステップ 5)、特定成功の判定 (ステップ 6) が再度実行される。なお、このルーチンが所定回数繰り返された場合に、手動でのアライメントに移行するように構成することができる。

40

【0117】

(S8: 前眼部の画像がフレームの所定領域内に位置するか?)

瞳孔中心に相当する特徴位置の特定に成功した場合 (S6: YES)、画像判定部 232 は、前眼部 E a に相当する画像がフレームの所定領域内に位置しているか判定する。この動作例では、ステップ 6 で特定された特徴位置を用いて当該判定処理を実行する。なお、他の情報を用いて判定処理を行う場合には、ステップ 5 および 6 とステップ 8 との順序

50



は任意である。

【 0 1 1 8 】

前眼部 E a の画像がフレームの所定領域内に位置していないと判定された場合 ( S 8 : N O )、ステップ 7 に移行して前述の処理が実行される。一方、前眼部 E a の画像がフレームの所定領域内に位置していると判定された場合 ( S 8 : Y E S )、ステップ 9 に移行する。

【 0 1 1 9 】

( S 9 : 被検眼の 3 次元位置の算出 )

3 次元位置算出部 2 3 1 3 は、前眼部カメラ 3 0 0 A および 3 0 0 B の位置と、特徴位置特定部 2 3 1 2 により一对のフレームについて特定された特徴位置とに基づいて、被検眼 E の瞳孔中心の 3 次元位置を算出する。この処理は前述の要領で実行される。

【 0 1 2 0 】

( S 1 0 : 検査用光学系の移動 )

制御部 2 1 0 は、ステップ 9 で算出された瞳孔中心の 3 次元位置に基づいて、検査用光学系の光軸を被検眼 E の軸に合わせるように、かつ、被検眼 E に対する検査用光学系の距離が所定の作動距離になるように光学系駆動部 2 A を制御する。

【 0 1 2 1 】

( S 1 1 : 位置は収束 ? )

ステップ 1 0 による検査用光学系の移動がなされると、制御部 2 1 0 は、検査用光学系の位置が収束したか判定を行う。この判定処理は、たとえばアライメント指標を利用して行う。アライメント指標は、アライメントの状態に応じてその観察状態が変化する。具体的には、アライメントが好適な状態においてはアライメント指標の 2 つの像がほぼ同じ位置に観察され、アライメント状態が悪化するほど 2 つの像の位置が離れて観察される。制御部 2 1 0 は、CCD イメージセンサ 3 5 により撮影された 2 つの像の間の距離を求め、この距離が所定閾値以下であるか判断する。この距離が所定閾値以下であると判断された場合 ( S 1 1 : Y E S )、検査用光学系の位置は収束したものと判定して処理は終了となる。これに対し、この距離が所定閾値を超えると判断された場合 ( S 1 1 : N O )、検査用光学系の位置は収束していないと判定してステップ 9 に戻る。ステップ 9 ~ ステップ 1 1 の処理は、たとえばステップ 1 1 において所定回数「 N O 」と判定されるまで繰り返される。ステップ 1 1 における「 N O 」の判定が所定回数繰り返された場合、制御部 2 1 0 は、たとえば所定の警告情報を出力させる。また、ステップ 1 1 における「 N O 」の判定が所定回数繰り返されたことに対応して、手動でのアライメントを行う動作モード、またはアライメント指標を用いたオートアライメントを行う動作モードに移行するように制御部 2 1 0 が制御を行うことも可能である。なお、位置収束判定処理はこれに限定されるものではなく、検査用光学系の位置が適切に収束しているか否かを判定可能な処理であればその手法は任意である。

【 0 1 2 2 】

以上で、この動作例によるアライメントの説明は終了である。なお、ステップ 4 ( 動画撮影 ) ~ ステップ 1 1 ( 位置収束判定 ) を繰り返し実行することにより、被検眼 E に対する検査用光学系のトラッキングが可能である。なお、ステップ 1 1 の説明において、検査用光学系の位置が収束しない場合に ( S 1 1 : N O )、ステップ 9 に戻るように記載しているが、ステップ 5 ( 瞳孔中心の特定 ) に戻るように構成することが可能である。すなわち、ステップ 4 において前眼部の撮影が開始された後、所定の時間間隔でフレームが順次に得られるが、ステップ 5 以降の処理は各フレーム ( または、間引きして得られた各フレーム ) に対して実行される。ステップ 1 1 の位置収束判定を再度行う場合には、新たに取得されたフレームに対してステップ 5 ~ ステップ 1 0 の処理を実行し、それを受けて位置判定処理が再度実行されることとなる。

【 0 1 2 3 】

[ 第 2 の動作例 ]

図 7 を参照しつつ第 2 の動作例を説明する。第 2 の動作例は、前眼部 E a の特徴部位 (

10

20

30

40

50

ここでは瞳孔中心)の特定が不調であった場合や前眼部E aの画像が撮影画像中の所定領域に含まれていない場合に警告情報を出力するものである。

【0124】

(S21～S25：患者登録～瞳孔中心の特定)

ステップ21～ステップ25は、第1の動作例のステップ1～ステップ5と同様に実行される。

【0125】

(S26：瞳孔中心の特定に成功したか?)

瞳孔中心に相当する特徴位置の特定に失敗した場合(S26：NO)、特徴位置特定部2312は、その旨を示す情報を制御部210に送り、ステップ27に移行する。一方、特徴位置の特定に成功した場合(S26：YES)、ステップ29に移行する。

10

【0126】

(S27：警告情報の出力)

特徴位置の特定に失敗した場合において(S26：NO)、制御部210は、特徴位置特定部2312からの情報を受けたことに対応し、前述の警告情報を出力させる。

【0127】

(S28：前眼部カメラの移動操作)

警告情報を認識したユーザは、操作部240Bを用いて前眼部カメラ300Aおよび300Bを移動させる。このとき、制御部210が前眼部カメラ300Aおよび300Bによる撮影画像を表示部240Aに表示させることができる。ユーザはこの表示画像を参照しつつ前眼部カメラ300Aおよび300Bの移動操作を行うことができる。

20

【0128】

ステップ28における前眼部カメラ300Aおよび300Bの移動操作の完了後には、前眼部カメラ300Aおよび300Bによる動画撮影、瞳孔中心の特定(ステップ25)、特定成功の判定(ステップ26)が再度実行される。なお、このルーチンが所定回数繰り返された場合に、手動でのアライメントに移行するように構成することができる。

【0129】

(S29：前眼部の画像がフレームの所定領域内に位置するか?)

瞳孔中心に相当する特徴位置の特定に成功した場合(S26：YES)、画像判定部232は、第1の動作例と同様に、前眼部E aに相当する画像がフレームの所定領域内に位置しているか判定する。

30

【0130】

前眼部E aの画像がフレームの所定領域内に位置していないと判定された場合(S29：NO)、ステップ27に移行して警告情報の出力が実行され、更にステップ28に移行して前眼部カメラ300Aおよび300Bの移動操作が行われる。一方、前眼部E aの画像がフレームの所定領域内に位置していると判定された場合(S29：YES)、ステップ30に移行する。

【0131】

(S30：被検眼の3次元位置の算出)

3次元位置算出部2313は、第1の動作例と同様に、前眼部カメラ300Aおよび300Bの位置と、特徴位置特定部2312により一対のフレームについて特定された特徴位置とに基づいて、被検眼Eの瞳孔中心の3次元位置を算出する。

40

【0132】

(S31：検査用光学系の移動)

制御部210は、ステップ30で算出された瞳孔中心の3次元位置に基づいて、検査用光学系の光軸を被検眼Eの軸に合わせるように、かつ、被検眼Eに対する検査用光学系の距離が所定の作動距離になるように光学系駆動部2Aを制御する。この処理は第1の動作例のステップ10と同様にして実行される。

【0133】

(S32：位置は収束?)

50

ステップ 3 1 による検査用光学系の移動がなされると、制御部 2 1 0 は、第 1 の動作例のステップ 1 1 と同様の位置収束判定処理を行う。検査用光学系の位置が収束したと判定された場合 ( S 3 2 : Y E S )、処理は終了となる。一方、検査用光学系の位置が収束していないと判定された場合 ( S 3 2 : N O )、ステップ 3 0 に戻る。ステップ 3 0 ~ ステップ 3 2 の処理の反復や警告については、第 1 の動作例と同様である。以上で、この動作例の説明は終了である。

【 0 1 3 4 】

〔 第 3 の動作例 〕

図 8 を参照しつつ第 3 の動作例を説明する。第 3 の動作例は、前眼部 E a の特徴部位 (ここでは瞳孔中心) の特定が不調であった場合や前眼部 E a の画像が撮影画像中の所定領域に含まれていない場合に手動でのアライメントに移行するものである。

10

【 0 1 3 5 】

( S 4 1 ~ S 4 5 : 患者登録 ~ 瞳孔中心の特定 )

ステップ 4 1 ~ ステップ 4 5 は、第 1 の動作例のステップ 1 ~ ステップ 5 と同様に実行される。

【 0 1 3 6 】

( S 4 6 : 瞳孔中心の特定に成功したか ? )

瞳孔中心に相当する特徴位置の特定に失敗した場合 ( S 4 6 : N O )、特徴位置特定部 2 3 1 2 は、その旨を示す情報を制御部 2 1 0 に送り、ステップ 4 7 に移行する。一方、特徴位置の特定に成功した場合 ( S 4 6 : Y E S )、ステップ 4 9 に移行する。

20

【 0 1 3 7 】

( S 4 7 : アライメント指標の投影 )

特徴位置の特定に失敗した場合において ( S 4 6 : N O )、制御部 2 1 0 は、特徴位置特定部 2 3 1 2 からの情報を受けたことに対応し、アライメント光学系 5 0 を制御して被検眼 E にアライメント指標を投影させる。また、制御部 2 1 0 は、眼底カメラユニット 2 および表示部 2 4 0 A を制御して、アライメント指標が投影された状態の前眼部 E a の観察画像 ( 動画像 ) を表示させる。

【 0 1 3 8 】

( S 4 8 : 手動アライメントの実行 )

ユーザは、表示された観察画像を参照しつつ操作部 2 4 0 B を用いて手動アライメントを実行する。この場合の処理は以上で終了となる。前眼部カメラ 3 0 0 A および 3 0 0 B による動画撮影、瞳孔中心の特定 ( ステップ 4 5 )、特定成功の判定 ( ステップ 4 6 ) のルーチンが所定回数繰り返された場合に、手動アライメントに移行するようにしてもよい。

30

【 0 1 3 9 】

( S 4 9 : 前眼部の画像がフレームの所定領域内に位置するか ? )

瞳孔中心に相当する特徴位置の特定に成功した場合 ( S 4 6 : Y E S )、画像判定部 2 3 2 は、第 1 の動作例と同様に、前眼部 E a に相当する画像がフレームの所定領域内に位置しているか判定する。

【 0 1 4 0 】

前眼部 E a の画像がフレームの所定領域内に位置していないと判定された場合 ( S 4 9 : N O )、ステップ 4 7 に移行して被検眼 E にアライメント指標が投影され、更にステップ 4 8 に移行して手動アライメントが行われる。一方、前眼部 E a の画像がフレームの所定領域内に位置していると判定された場合 ( S 4 9 : Y E S )、ステップ 5 0 に移行する。

40

【 0 1 4 1 】

( S 5 0 : 被検眼の 3 次元位置の算出 )

3 次元位置算出部 2 3 1 3 は、第 1 の動作例と同様に、前眼部カメラ 3 0 0 A および 3 0 0 B の位置と、特徴位置特定部 2 3 1 2 により一対のフレームについて特定された特徴位置とに基づいて、被検眼 E の瞳孔中心の 3 次元位置を算出する。

50

## 【 0 1 4 2 】

( S 5 1 : 検査用光学系の移動 )

制御部 2 1 0 は、ステップ 5 0 で算出された瞳孔中心の 3 次元位置に基づいて、検査用光学系の光軸を被検眼 E の軸に合わせるように、かつ、被検眼 E に対する検査用光学系の距離が所定の作動距離になるように光学系駆動部 2 A を制御する。この処理は第 1 の動作例のステップ 1 0 と同様にして実行される。

## 【 0 1 4 3 】

なお、ステップ 4 8 の手動アライメントが実行された後に、この手動アライメントの結果に基づき特定された前眼部 E a の特徴部位を示す情報を表示させることができる。この処理は、たとえば、特徴位置特定部 2 3 1 2 が、特徴部位に相当する観察画像（のフレーム）中の画像位置を特定し、更に、制御部 2 1 0 が、特定された画像位置を示す情報を観察画像に重ねて表示させることにより実行される。

10

## 【 0 1 4 4 】

( S 5 2 : 位置は収束？ )

ステップ 5 1 による検査用光学系の移動がなされると、制御部 2 1 0 は、第 1 の動作例のステップ 1 1 と同様の位置収束判定処理を行う。検査用光学系の位置が収束したと判定された場合 ( S 5 2 : Y E S )、処理は終了となる。一方、検査用光学系の位置が収束していないと判定された場合 ( S 5 2 : N O )、ステップ 5 0 に戻る。ステップ 5 0 ~ ステップ 5 2 の処理の反復や警告については、第 1 の動作例と同様である。以上で、この動作例の説明は終了である。

20

## 【 0 1 4 5 】

〔 第 4 の動作例 〕

第 4 の動作例は、第 1 ~ 第 3 の動作例を含むこの実施形態の任意の動作態様に組み合わせて適用可能なものである。

## 【 0 1 4 6 】

第 4 の動作例は画像合成部 2 3 3 を用いて実行される。すなわち、制御部 2 1 0 は、画像合成部 2 3 3 を制御して、2 以上の前眼部カメラ 3 0 0 A および 3 0 0 B により実質的に同時に得られた 2 つの撮影画像の合成画像を形成させる。この合成画像は、たとえば前述の立体画像や視点変換画像である。なお、この動作例の処理を実行されるタイミングは、2 つの撮影画像が得られた後の任意のタイミングであってよい。

30

## 【 0 1 4 7 】

〔 作用・効果 〕

眼科装置 1 の作用および効果について説明する。

## 【 0 1 4 8 】

眼科装置 1 は、眼底カメラ光学系および O C T 光学系（検査用光学系）と、支持部 4 4 0 と、光学系駆動部 2 A（駆動部、第 1 駆動部）と、2 つの前眼部カメラ 3 0 0 A および 3 0 0 B（撮影部）と、解析部 2 3 1 と、制御部 2 1 0 とを有する。

## 【 0 1 4 9 】

検査用光学系は、被検眼 E を検査するための光学系であり、この実施形態では被検眼の画像を得るために用いられる。

40

## 【 0 1 5 0 】

光学系駆動部 2 A は、検査用光学系を 3 次元的に移動する。それにより、検査用光学系と支持部 4 4 0 とが相対的にかつ 3 次元的に移動される。

## 【 0 1 5 1 】

前眼部カメラ 3 0 0 A および 3 0 0 B は、被検眼 E の前眼部 E a を異なる方向から実質的に同時に撮影する。なお、この実施形態では撮影部が 2 つ設けられているが、2 以上の任意の個数であってよい。ただし、撮影部により得られる画像の使用目的を鑑みると 2 つで十分である。なお、撮影範囲が異なる 3 つ以上の撮影部を使用し、実質的に同時に得られた 3 つ以上の画像のうち好適なもの（たとえば前眼部 E a が好適に描写されているもの）を選択して後段の処理に供するように構成することも可能である。

50

## 【 0 1 5 2 】

解析部 2 3 1 は、2 つの前眼部カメラ 3 0 0 A および 3 0 0 B により実質的に同時に得られた 2 つの撮影画像を解析することで、被検眼 E の 3 次元位置を求める。

## 【 0 1 5 3 】

制御部 2 1 0 は、解析部 2 3 1 により求められた被検眼 E の 3 次元位置に基づき光学系駆動部 2 A を制御することにより、検査用光学系と支持部 4 4 0 とを相対移動させる。つまり、この実施形態の制御部 2 1 0 は、解析部 2 3 1 により求められた被検眼 E の 3 次元位置に基づいて、検査用光学系の光軸を被検眼 E の軸に合わせるように、かつ、被検眼 E に対する検査用光学系の距離が所定の作動距離になるように光学系駆動部 2 A を制御する。ここで、被検眼 E の軸とは、被検眼 E の角膜側から網膜側に向かう方向に定義された任意の軸であり、その例として眼軸や視軸がある。また、被検眼 E の軸は、許容できる範囲（測定誤差、器差等）のずれを含んでいてもよい。たとえば、この実施形態では画像を解析して前眼部 E a の特徴部位（瞳孔中心、角膜頂点等）を求めているが、前方から見た場合において瞳孔中心と角膜頂点とは一般には一致しない。被検眼 E の軸は、このような事項を考慮した範囲の誤差を含んでいてもよい。なお、この実施形態に係るアライメントやトラッキングの後には、検査用光学系を用いた検査（眼底撮影、OCT 計測等）が実行されるので、被検眼 E の軸の誤差は、後段の検査に悪影響を与えない程度において許容されるものである。

10

## 【 0 1 5 4 】

解析部 2 3 1 は、特徴位置特定部 2 3 1 2 と 3 次元位置算出部 2 3 1 3 とを含んでいてもよい。特徴位置特定部 2 3 1 2 は、2 つの前眼部カメラ 3 0 0 A および 3 0 0 B により実質的に同時に得られた 2 つの撮影画像のそれぞれを解析することで、前眼部 E a の所定の特徴部位に相当する当該撮影画像中の特徴位置を特定する。この特徴部位は、たとえば瞳孔中心または角膜頂点である。3 次元位置算出部 2 3 1 3 は、2 つの前眼部カメラ 3 0 0 A および 3 0 0 B の位置と上記 2 つの撮影画像中の特徴位置とに基づいて特徴部位の 3 次元位置を求める。この特徴部位の 3 次元位置が被検眼 E の 3 次元位置として用いられる。

20

## 【 0 1 5 5 】

また、検査用光学系の現在位置を取得する光学系位置取得部 2 1 3 を制御部 2 1 0 に設けることができる。その場合、制御部 2 1 0 は、光学系位置取得部 2 1 3 により取得された現在位置と解析部 2 3 1 により求められた被検眼 E の 3 次元位置とに基づいて光学系駆動部 2 A に検査用光学系を移動させるように構成される。

30

## 【 0 1 5 6 】

このような眼科装置 1 によれば、従来のように x y 方向（光軸に垂直な方向）の位置合わせと z 方向（光軸に沿う方向）の位置合わせとを異なる手法で行なうのではなく、実質的に同時に取得された 2 以上の撮影画像に基づいて被検眼 E と検査用光学系との間の 3 次元的位置関係を求めることが可能である。したがって、被検眼 E と眼科装置 1 の光学系との間の 3 次元的位置合わせを高い確度で行うことが可能である。

## 【 0 1 5 7 】

眼科装置 1 は、動画撮影光学系と、アライメント光学系 5 0（投影光学系）と、表示部 2 4 0 A と、操作部 2 4 0 B とを有していてもよい。動画撮影光学系は、光路の一部を検査用光学系と共有し、被検眼 E の前眼部 E a を動画撮影する。この実施形態では、眼底カメラ光学系において観察画像を取得するための構成部分が動画撮影光学系として用いられている。また、この動画撮影光学系は、OCT 光学系との間において、光路の一部（対物レンズ 2 2 からダイクロイックミラー 4 6 までの間）を共有している。アライメント光学系 5 0 は、被検眼 E に対する検査用光学系の位置合わせを行うための指標（アライメント指標）を被検眼 E に投影する。制御部 2 1 0 は、特徴位置特定部 2 3 1 2 により前眼部 E a の特徴位置が特定されなかった場合に、動作モードを手動アライメントモードに切り替える。具体的には、制御部 2 1 0 は、前眼部 E a の特徴部位が特定されなかった場合に、次の動作を実行させる：（1）アライメント光学系 5 0 を制御してアライメント指標を被

40

50

検眼 E に投影させる；(2) アライメント指標が投影された状態の前眼部 E a の動画像を動画撮影光学系に取得させる；(3) 動画撮影光学系により取得された前眼部 E a の動画像を表示部 240A に表示させる；(4) 表示された動画像を参照しつつユーザが操作部 240B を用いて行った操作に応じて光学系駆動部 2A を制御して検査用光学系を移動させる。このような動作モードの切り替えを行うことにより、2以上の撮影画像に基づくオートアライメントに成功しなかった場合にスムーズに手動でのアライメントに移行することが可能となる。それにより、検査時間の短縮を図ることができ、患者や検査者への負担の軽減を図ることが可能となる。

#### 【0158】

上記動作モードの切り替えに基づく手動アライメントが終了した後に、特徴位置特定部 2312 が上記特徴部位に相当する動画像中の画像位置を特定し、この特定された画像位置を示す情報を制御部 210 が動画像に重ねて表示させるように構成することができる。この構成によれば、手動アライメントの結果に基づき特定された特徴位置を動画像に基づきリアルタイムで把握することができる。なお、当該動作において、特徴位置特定部 2312 は、手動アライメントの終了後に順次に得られるフレームのそれぞれについて上記画像位置を特定し、制御部 210 は、各フレームに当該画像位置を示す情報を重畳して表示させることができる。それにより、フレーム内における当該画像位置の位置が被検眼 E の動きに応じて変化する動画像が得られる。

#### 【0159】

次のような構成を適用することにより、上記のオートアライメントと同様のトラッキングを実行することが可能である。そのために、2以上の撮影部は、被検眼 E の前眼部 E a を異なる方向から並行して動画撮影する。解析部 231 は、この動画撮影において実質的に同時に得られた2以上のフレームを逐次に解析することで、被検眼 E の3次元位置を逐次に求める。更に、制御部 210 は、解析部 231 により逐次に求められる3次元位置に基づき光学系駆動部 2A を逐次に制御することにより、検査用光学系の位置を被検眼 E の動きに従わせる。このような構成によれば、高確度のトラッキングを実現することが可能である。

#### 【0160】

解析部 231 による被検眼 E の3次元位置を求める処理を次のようにして行うことが可能である。この構成において、眼科装置 1 は、各撮影部の収差情報 212a をあらかじめ記憶した記憶部 212 (第2記憶部) を有する。収差情報 212a は、撮影部の光学系によりその撮影画像に発生する歪曲収差に関する情報である。収差情報 212a は、所定の基準点に対する位置を違えて当該撮影部で前記基準点を撮影して得られた複数の撮影画像を解析することにより生成される。解析部 231 は、各撮影画像の歪みを当該撮影部に対応する収差情報 212a に基づいて補正する画像補正部 2311 を有する。そして、解析部 231 は、画像補正部 2311 によりそれぞれ補正された2以上の撮影画像に基づいて被検眼 E の3次元位置を求める処理を行う。このような構成によれば、各撮影部の光学系に起因する歪曲収差を考慮することができるので、より高確度でのアライメントやトラッキングが可能となる。

#### 【0161】

検査の実施が可能な位置に被検眼 E が位置していない場合に、撮影部を好適な位置に移動させることができる。これを実現するために、眼科装置 1 は、撮影移動部と、支持部 440 と、画像判定部 232 (判定部) とを更に有する。撮影移動部は、2以上の撮影部の少なくとも1つを移動する。支持部 440 は、被検者の顔を支持する。画像判定部 232 は、2以上の撮影部の少なくとも1つにより得られた撮影画像を解析することで、前眼部 E a の画像が当該撮影画像中の所定領域に含まれているか否かを判定する。制御部 210 は、前眼部 E a の画像が上記所定領域に含まれていないと判定された場合に、撮影移動部を制御して2以上の撮影部の少なくとも1つを支持部 440 から離れる方向および/または検査用光学系の光軸から離れる方向に移動させる。その後、画像判定部 232 は、上記判定処理を再度実行する。このような構成によれば、検査を行えない位置に被検眼 E が位置

10

20

30

40

50

している場合に、被検眼 E の撮影に好適と考えられる方向に撮影部を移動させて再度判定処理を行うことができる。なお、この処理の態様の例として、撮影部を所定距離だけ移動させて段階的に判定処理を行う方法、所定速度で移動させながらリアルタイムで判定処理を行う方法などがある。また、上記判定処理において前眼部 E a の画像が撮影画像中の所定領域に含まれていると判定された場合、制御部 210 は、撮影部を移動させるためのルーチンから離脱して、後段の処理を実行させるための制御に移行する。

#### 【0162】

眼科装置 1 は、2 以上の撮影部により実質的に同時に得られた 2 以上の撮影画像の合成画像を形成する画像合成部 233 を有していてもよい。その場合、制御部 210 は、画像合成部 233 により形成された合成画像を表示部 240 A に表示させる。合成画像は、たとえば前述の立体画像や視点変換画像である。このような構成によれば、被検眼 E の多様な観察態様（立体的な画像、異なる視点での観察等）が実現される。

10

#### 【0163】

##### 第 2 の実施形態

上記した第 1 の実施形態では、検査用光学系を移動させることにより、検査用光学系と支持部 440 との間の相対移動を実現している。この実施形態では、支持部 440 の移動が可能な構成を適用することにより当該相対移動を実現する場合について説明する。以下、第 1 の実施形態と同様の構成要素については同じ符号を用いることとする。また、この実施形態の眼科装置を符号 1000 で示す。

#### 【0164】

##### [構成]

眼科装置 1000 は、たとえば第 1 の実施形態の眼科装置 1 とほぼ同様のハードウェア構成を有する（図 1 および図 2 を参照）。眼科装置 1000 の制御系の構成例を図 9 に示す。図 3 に示す第 1 の実施形態の制御系との相違点は、解析部 231 に移動目標位置決定部 2314 が設けられていること、そして顎受け駆動部 440 A および近接検知部 500 が設けられていることである。なお、図示は省略されているが、ユーザインターフェイス 240 には、第 1 の実施形態と同様に、表示部 240 A と操作部 240 B とが設けられている。また、第 1 の実施形態と共通の構成要素に関する説明は省略するが、眼科装置 1000 は、これら共通の構成要素を用いて第 1 の実施形態と同様の処理を実行することが可能である。以下、第 1 の実施形態と異なる部分を重点的に説明する。

20

30

#### 【0165】

##### （顎受け駆動部）

顎受け駆動部 440 A は、主制御部 211 の制御を受けて支持部 440 を移動する。顎受け駆動部 440 A は、少なくとも上下方向に支持部 440 を移動する。つまり、顎受け駆動部 440 A は、上下方向にのみ支持部 440 を移動させるように構成されていてもよいし、上下方向に加えて左右方向および／または前後方向に支持部 440 を移動させるように構成されていてもよい。顎受け駆動部 440 A は「第 2 駆動部」の一例である。

#### 【0166】

なお、この実施形態の第 2 駆動部は、被検者の顔を支持する複数の部材（顎受け、額当て等）を一体的に移動させるように機能するが、各部材を個別に移動させるように構成されていてもよい。たとえば、顎受けを移動させる駆動機構と額当てを移動させる駆動機構とを別々に設けるようにしてもよい。

40

#### 【0167】

##### （移動目標位置決定部）

移動目標位置決定部 2314 は、前眼部カメラ 300 A および 300 B により実質的に同時に得られた 2 つの撮影画像と、前眼部カメラ 300 A および 300 B の位置とに基づいて、支持部 440 の移動目標位置を決定する。移動目標位置とは、後段の処理において支持部 440 が移動される位置を意味する。また、移動目標位置は、顎受け駆動部 440 A による支持部 440 の移動可能方向における位置を示す。たとえば支持部 440 が上下方向にのみ移動可能とされている場合、移動目標位置は上下方向における位置（つまり高

50

さ位置)を示す。

【0168】

移動目標位置決定部2314が実行する処理の例を説明する。前提として、第1の実施形態と同様に、この実施形態の眼科装置1000は、前眼部カメラ300Aおよび300Bを用いて実質的に同時に撮影を行なうことにより、視点の異なる2つの画像を取得する。移動目標位置決定部2314は、2つの撮影画像に対して公知の画像処理(たとえばパターンマッチング、閾値処理など)を施すことにより、2つの撮影画像の双方に描画されている所定の対象物に相当する画像領域を特定する。この対象物は、たとえば被検者の顔の部位(眼など)である。

【0169】

更に、移動目標位置決定部2314は、前眼部カメラ300Aおよび300Bの位置から得られる2つの撮影画像の視差に基づいて、特定された画像領域に相当する3次元位置を取得する。この処理は、たとえば第1の実施形態で説明した被検眼Eの3次元位置を求める処理と同様にして実行することが可能である(図5A、図5Bを参照)。

【0170】

なお、移動目標位置決定部2314は、後述の動作例で説明するように、被検眼Eの前眼部を撮影して得られた画像に基づいて移動目標位置を決定することも可能である。また、検査用光学系の位置と支持部440の位置とは相対的なものであるから、移動目標位置決定部2314は、上記と同様の処理を行うことにより、検査用光学系(眼底カメラユニット2)の移動目標位置を決定することも可能である。

【0171】

(近接検知部)

近接検知部500は、支持部440に対する被検者の近接を検知する。近接検知部500は、たとえば近接センサを含んで構成される。近接センサは、近接スイッチなどとも呼ばれ、検出対象の移動情報や存在情報を電気信号に変換するデバイスである。近接センサに適用される検出方式としては、赤外線方式、静電容量方式、超音波方式などがある。また、明るさを検知する照度センサを近接センサとして用いることも可能である。

【0172】

上記のようなセンサを用いずに被検者の近接を検知する方法の例を説明する。まず、前眼部カメラ300Aおよび300Bの少なくとも一方を用いて動画撮影を開始する。被検者が支持部440に近づいてくると、被検者(の顔)がフレームに入ってくる。画像処理部230は、当該動画撮影の各フレームを解析することで、被検者がフレームに入ってきたことを検出する。更に、画像処理部230は、逐次に入力されるフレームを解析することで、被検者の顔(の所定部位)の描画サイズの時系列変化を求める。そして、画像処理部230は、この描画サイズが所定値以上となったときに、被検者が支持部440に近接したと判定する。なお、描画サイズを示すパラメータは、たとえば、フレームのサイズや、描画されたオブジェクト(支持部440等)のサイズを基準として算出される。この例が適用される場合、前眼部カメラ300Aおよび300Bの少なくとも一方と、画像処理部230が、近接検知部500として機能する。

【0173】

[動作]

眼科装置1000の動作について説明する。眼科装置1000の動作例を図10~図12に示す。なお、これら動作例のうちの任意の2つ以上を組み合わせることが可能である。また、これら動作例のうちの任意の1つ以上と、第1の実施形態で説明した動作例のうちの任意の1つ以上とを組み合わせることも可能である。

【0174】

[第1の動作例]

図10を参照しつつ第1の動作例を説明する。なお、第1の実施形態の図6に示すステップ1(患者登録)およびステップ2(撮影種別の選択)については、図10に示す処理の前または途中の任意のタイミングで行うことが可能である。

10

20

30

40

50



## 【 0 1 7 5 】

( S 6 1 : 被検者の近接を検知する )

まず、主制御部 2 1 1 が、近接検知部 5 0 0 の動作を開始させる。近接検知部 5 0 0 は、少なくとも支持部 4 4 0 に対する被検者の近接を検知するまで、検知動作を継続する ( S 6 1 : N O )。

## 【 0 1 7 6 】

( S 6 2 : 前眼部撮影・画像表示を開始する )

近接検知部 5 0 0 が支持部 4 4 0 に対する被検者の近接を検知すると ( S 6 1 : Y E S )、主制御部 2 1 1 は、前眼部カメラ 3 0 0 A および 3 0 0 B カメラを制御して被検眼 E の前眼部撮影を開始させる。更に、主制御部 2 1 1 は、この前眼部撮影において前眼部カメラ 3 0 0 A および 3 0 0 B の一方または双方により得られる画像を、リアルタイムで 4 表示部 2 4 0 A に表示させる。双方の画像を表示させる場合、その表示画像は前述の合成画像 ( 立体画像、視点変換画像等 ) であってよい。また、このステップの処理態様は、たとえば前眼部の動画撮影および動画表示である。

10

## 【 0 1 7 7 】

( S 6 3 : 前眼部の画像がフレームの所定領域内に位置するか? )

解析部 2 3 1 および画像判定部 2 3 2 は、ステップ 6 2 で得られた画像を解析することにより、前眼部の画像がフレームの所定領域内に位置するか判定する。この処理は、第 1 の実施形態の図 6 のステップ 5 ~ ステップ 8 と同様にして行うことが可能である。また、この処理は、ステップ 6 2 で開始された前眼部撮影において時系列的に得られる画像に対して逐次に行なうことが可能である。

20

## 【 0 1 7 8 】

前眼部の画像が所定領域内に位置すると判定された場合 ( S 6 3 : Y E S )、処理は、ステップ 6 6 のオートアライメント ( 検査用光学系の移動 ) に移行する。他方、前眼部の画像が所定領域内に位置しないと判定された場合 ( S 6 3 : N O )、処理は、ステップ 6 4 およびステップ 6 5 ( 支持部 4 4 0 の移動 ) に移行する。

## 【 0 1 7 9 】

( S 6 4 : 移動目標位置を決定する )

前眼部の画像が所定領域内に位置しない場合 ( S 6 3 : N O )、移動目標位置決定部 2 3 1 4 は、ステップ 6 2 の前眼部撮影において実質的に同時に得られた 2 つの撮影画像と、前眼部カメラ 3 0 0 A および 3 0 0 B の位置とに基づいて、支持部 4 4 0 の移動目標位置を決定する。

30

## 【 0 1 8 0 】

( S 6 5 : 支持部を移動する )

主制御部 2 1 1 は、ステップ 6 4 で決定された移動目標位置に支持部 4 4 0 を移動させるように、顎受け駆動部 4 4 0 A を制御する。支持部 4 4 0 の移動が完了したら、処理は、ステップ 6 3 の判定処理に戻る。すなわち、ステップ 6 3 において「 Y E S ( 前眼部の画像が所定領域内に位置する ) 」と判定されるまで、ステップ 6 3 ~ ステップ 6 5 が繰り返される。

## 【 0 1 8 1 】

この反復処理において、その反復回数が所定回数に達した場合、または処理が所定時間だけ継続された場合などに、当該反復処理を停止するとともに報知処理を行うことができる。この報知処理は、たとえば、支持部 4 4 0 の位置合わせを手動で行うことを促す情報を出力するものである。

40

## 【 0 1 8 2 】

( S 6 6 : 検査用光学系を移動しつつオートアライメントを行う )

ステップ 6 3 において「 Y E S 」と判定された場合、主制御部 2 1 1 は、たとえば第 1 の実施形態の図 6 ( 特にステップ 9 ~ ステップ 1 1 ) に示すオートアライメントを行う。それにより、被検眼 E と検査用光学系との相対位置が、検査を実施可能な位置関係に導かれる。

50

## 【 0 1 8 3 】

## 〔 第 2 の 動 作 例 〕

図 1 1 を参照しつつ第 2 の動作例を説明する。この動作例に係る処理は、被検者の変更に伴って実行されるものである。

## 【 0 1 8 4 】

## ( S 7 1 : 被 検 者 変 更 情 報 の 入 力 )

まず、被検者の変更を示す情報（被検者変更情報）が主制御部 2 1 1 に入力される。この情報入力は、たとえば、一の被検者の検査を終了するタイミングで、または新たな被検者の検査を開始するタイミングで行われる。前者の例として、一の被検者の検査を終了する旨の操作が行われたタイミングや、一の被検者の検査で取得された情報を保存する処理を行うタイミングなどがある。後者の例として、新たな被検者の検査を開始する旨の操作が行われたタイミングや、第 1 の実施形態の図 6 のステップ 1 に示す患者登録が行われたタイミングなどがある。このような操作や処理が実行されたことを示す情報が被検者変更情報である。なお、所定の操作が行われたことを示す被検者変更情報は、操作部 2 4 0 B から主制御部 2 1 1 に入力される。また、所定の処理が実行されたことは主制御部 2 1 1 自身が認識しているので、この場合の被検者変更情報は主制御部 2 1 1 から主制御部 2 1 1 自身に入力されると考えることができる。

## 【 0 1 8 5 】

## ( S 7 2 : 支 持 部 を 初 期 位 置 に 移 動 す る )

被検者変更情報の入力を受けて、主制御部 2 1 1 は、支持部 4 4 0 を所定の初期位置に移動させるように顎受け駆動部 4 4 0 A を制御する。この初期位置は事前に設定される。たとえば、身体を測定して得られる情報（身長、座高等）の標準値に基づき算出された高さ位置を初期位置とすることができる。また、被検者が腰掛ける椅子の高さを調整可能であり、かつ椅子の高さ情報を取得可能である場合には、椅子の高さを考慮して初期位置を決定することができる。たとえば、椅子の高さと上記標準値とに基づいて初期位置を決定することが可能である。また、患者登録が既になされている場合には、当該被検者の年齢や身長、座高等に基づいて初期位置を決定することができる。また、健康診断のように特定の年齢層（大人、小人等）や性別の被検者群に対して検査を行う場合には、その年齢層や性別に応じてあらかじめ設定された複数の初期位置を選択的に適用するように構成することが可能である。

## 【 0 1 8 6 】

## ( S 7 3 : 検 査 用 光 学 系 と 支 持 部 の 位 置 合 わ せ を 行 う )

支持部 4 4 0 が初期位置に移動されたら、検査用光学系と支持部 4 4 0 との相対位置を合わせるための位置合わせが実行される。この位置合わせ処理は、たとえば第 1 の実施形態または第 2 の実施形態で説明した任意の動作例である。

## 【 0 1 8 7 】

## 〔 第 3 の 動 作 例 〕

図 1 2 を参照しつつ第 3 の動作例を説明する。この動作例は、当該被検者に対して過去に実施された検査で適用された位置に、検査用光学系や支持部 4 4 0 を移動させるものである。

## 【 0 1 8 8 】

この動作例の前提として、眼科装置 1 0 0 0 は、検査において適用された検査用光学系の位置および/または支持部 4 4 0 の位置を示す位置情報を、当該被検者の識別情報（患者 ID 等）と関連付けて記憶する機能を有する。この処理は、たとえば、患者登録において入力された患者 ID と、実際の検査における位置情報とを関連付けて記憶するものである。その具体例として、各患者の電子カルテに、位置情報を記録させるための領域を設けることができる。患者 ID と位置情報は、眼科装置 1 0 0 0 に搭載された記憶装置（記憶部 2 1 2）や、外部装置（電子カルテシステム）の記憶装置に記憶される。前者の場合、記憶部 2 1 2 が「第 1 記憶部」として機能する。後者の場合についても、眼科装置 1 0 0 0 にて生成された位置情報を記憶部 2 1 2 に少なくとも一時的に記憶させた後に患者 ID

10

20

30

40

50

と関連付けて外部装置に送る処理と、過去に記憶された位置情報を外部装置から取得して患者IDと関連付けて記憶部212に少なくとも一時的に記憶させる処理が実行されるので、第1記憶部には少なくとも記憶部212が含まれると考えることができる。

【0189】

(S81:患者登録)

まず、患者登録を行う。患者登録は、たとえば第1の実施形態と同様に、ユーザがユーザインターフェイス240を用いて被検者の患者情報(被検者の識別情報を含む)を入力することにより行われる。

【0190】

(S82:位置情報を取得する)

主制御部211は、ステップ81で入力された識別情報に関連付けられた位置情報を取得する。この処理は、たとえば、入力された識別情報を検索クエリとして、記憶部212(または外部装置の記憶装置)内を検索することにより行われる。

【0191】

なお、入力された識別情報に関連付けられた位置情報が取得されない場合も考えられる。その場合、目的の位置情報が取得されなかった旨や、以下の処理の代わりに所定の代替処理を行うよう促す旨の報知処理を実行するように構成することが可能である。この代替処理としては、手動での位置合わせや、第1の実施形態または第2の実施形態で説明した任意の処理がある。

【0192】

(S83:位置情報が示す位置に検査用光学系・支持部を移動する)

主制御部211は、ステップ82で取得された位置情報が示す位置に検査用光学系および/または支持部440を移動させるように、光学系駆動部2Aおよび/または顎受け駆動部440Aを制御する。この処理において、検査用光学系と支持部440の双方の位置が位置情報に含まれる場合には、双方またはいずれか一方を移動可能である。また、検査用光学系と支持部440のいずれか一方のみの位置が位置情報に含まれる場合には、その一方を移動可能である。

【0193】

(S84:検査用光学系と支持部の位置合わせを行う)

位置情報が示す位置に検査用光学系および/または支持部440を移動されたら、検査用光学系と支持部440との相対位置を合わせるための位置合わせが実行される。この位置合わせ処理は、たとえば第1の実施形態または第2の実施形態で説明した任意の動作例である。

【0194】

なお、ステップ84の位置合わせ処理を行うのは、一般に、ステップ83の処理だけでは、被検眼Eと検査用光学系とを最適な位置関係に配置できないからである。その理由は、支持部440に対する顔の当接位置が微妙に異なること、被検眼Eの検査には非常に精密な位置合わせが必要であること、などである。

【0195】

[変形例]

この実施形態の変形例について説明する。この変形例に係る眼科装置の例を図13に示す。この眼科装置1100は接触検知部600を有している。なお、図13には近接検知部500が記載されていないが、眼科装置1100は近接検知部500を有していてもよい。

【0196】

接触検知部600は、支持部440に対する被検者の顔の接触を検知する。接触検知部600は、たとえば、支持部440において被検者の顔が接触する位置(顎受けの中央位置、額当ての中央位置等)に設けられている。接触検知部600は、接触を検知可能な任意の構成を有する。たとえば、接触検知部600は、接点の電氣的な接続/非接続の切り替えにより接触状態であるか非接触状態であるかを判定可能なマイクロスイッチを含んで

10

20

30

40

50

構成される。

【 0 1 9 7 】

接触検知部 6 0 0 による検出結果が接触状態を示しているとき、つまり支持部 4 4 0 に対して顔が接触しているとき、主制御部 2 1 1 は、顎受け駆動部 4 4 0 A の制御は行わず、光学系駆動部 2 A についてのみ制御を行う。たとえば、接触状態であるときに支持部 4 4 0 の移動要求が入力された場合、主制御部 2 1 1 は、この移動要求に応じた支持部 4 4 0 の移動を実行しない。このとき、支持部 4 4 0 の移動を受け付けられない旨の報知を行うことができる。また、接触状態であるときに検査用光学系の移動要求が入力された場合、主制御部 2 1 1 は、この移動要求に基づき光学系駆動部 2 A を制御して検査用光学系を移動させることが可能である。

10

【 0 1 9 8 】

一方、接触検知部 6 0 0 による検出結果が非接触状態を示しているとき、つまり支持部 4 4 0 に対して顔が接触していないとき、主制御部 2 1 1 は、光学系駆動部 2 A および顎受け駆動部 4 4 0 A の双方の制御を実行することが可能である。

【 0 1 9 9 】

[ 作用・効果 ]

この実施形態に係る眼科装置（眼科装置 1 0 0 0 および 1 1 0 0 ）の作用および効果について説明する。なお、第 1 の実施形態と共通する構成が奏する作用および効果は第 1 の実施形態と同様であるから、再度の説明は省略する。

【 0 2 0 0 】

この実施形態に係る眼科装置は、支持部 4 4 0 を移動する顎受け駆動部 4 4 0 A （第 2 駆動部）を含む。解析部 2 3 1 は、前眼部カメラ 3 0 0 A および 3 0 0 B により実質的に同時に得られた 2 つの撮影画像を解析する。主制御部 2 1 1 （制御部）は、解析部 2 3 1 による解析結果に基づいて顎受け駆動部 4 4 0 A を制御することにより支持部 4 4 0 を移動させる。このような眼科装置によれば、支持部 4 4 0 （および検査用光学系）を相対的に移動させることができるので、支持部 4 4 0 により顔を支持された被検者の被検眼 E と検査用光学系との間の位置合わせを好適に行うことが可能である。

20

【 0 2 0 1 】

解析部 2 3 1 は、前眼部カメラ 3 0 0 A および 3 0 0 B により取得された撮影画像と、前眼部カメラ 3 0 0 A および 3 0 0 B の位置とに基づいて、支持部 4 4 0 の移動目標位置を決定する移動目標位置決定部 2 3 1 4 を含んでいてもよい。その場合、主制御部 2 1 1 は、決定された移動目標位置に支持部 4 4 0 を移動させるように顎受け駆動部 4 4 0 A を制御することができる。それにより、支持部 4 4 0 の移動動作を自動で行うことが可能となる。

30

【 0 2 0 2 】

被検者の変更を示す情報の入力になされたときに、主制御部 2 1 1 は、支持部 4 4 0 を所定の初期位置に移動させるように顎受け駆動部 4 4 0 A を制御することができる。それにより、支持部 4 4 0 の移動を所定位置から行うことができるので、被検眼 E と検査用光学系との間の位置合わせを迅速に行うことができる。

【 0 2 0 3 】

この実施形態に係る眼科装置は、支持部 4 4 0 に対する被検者の近接を検知する近接検知部 5 0 0 を有していてもよい。その場合、近接が検知されたときに、主制御部 2 1 1 は、実質的に同時に撮影を行うように前眼部カメラ 3 0 0 A および 3 0 0 B を制御することができる。それにより、前眼部の撮影およびそれを受けて実行される処理を、好適なタイミングで、かつ自動で行うことが可能となる。

40

【 0 2 0 4 】

この実施形態に係る眼科装置は、入力部と、第 1 記憶部とを有していてもよい。入力部は、被検者の識別情報を入力するためのものであり、前述したように操作部 2 4 0 B や主制御部 2 1 1 により構成される。第 1 記憶部は、検査において適用された検査用光学系の位置および / または支持部 4 4 0 の位置を示す位置情報を、当該被検者の識別情報と関連

50

付けて記憶するものであり、記憶部 2 1 2 を含んで構成される。このような構成が適用される場合において、主制御部 2 1 1 は、入力部により識別情報が入力されたときに、この識別情報に関連付けられた位置情報を第 1 記憶部から取得し、更に、この位置情報が示す位置に検査用光学系および / または支持部 4 4 0 を移動させるように、光学系駆動部 2 A および / または顎受け駆動部 4 4 0 A を制御することができる。それにより、過去の検査において適用された検査用光学系や支持部 4 4 0 の位置を再現することができる。したがって、被検眼 E と検査用光学系との間の位置合わせを迅速に行うことが可能である。

#### 【 0 2 0 5 】

この実施形態に係る眼科装置は、支持部 4 4 0 に対する被検者の顔の接触を検知する接触検知部 6 0 0 を有していてもよい。その場合、接触検知部 6 0 0 により接触が検知されているときに、光学系駆動部 2 A および顎受け駆動部 4 4 0 A のうち光学系駆動部 2 A についてのみ制御を実行可能であるように、主制御部 2 1 1 を構成することが可能である。一方、支持部 4 4 0 に対する顔の接触が検知されていないときには、光学系駆動部 2 A および顎受け駆動部 4 4 0 A の双方の制御を実行可能であるように、主制御部 2 1 1 を構成することが可能である。このような構成によれば、支持部 4 4 0 に顔を接触させた状態で支持部 4 4 0 が移動することを防止できる。

#### 【 0 2 0 6 】

この実施形態に係る眼科装置は、前眼部カメラ 3 0 0 A および 3 0 0 B の少なくとも 1 つにより得られた撮影画像を解析することで、前眼部の画像が撮影画像 ( フレーム ) 中の所定領域に含まれているか否か判定する画像判定部 2 3 2 ( 判定部 ) を有していてもよい。その場合、前眼部の画像が所定領域に含まれていると判定された場合には光学系駆動部 2 A の制御を行い、前眼部の画像が所定領域に含まれていないと判定された場合には顎受け駆動部 4 4 0 A の制御を行うように、主制御部 2 1 1 を構成することが可能である。このような構成によれば、撮影画像に基づいて駆動制御を好適に使い分けることができる。たとえば前者の場合には検査用光学系の位置の微調整を行うことができ、後者の場合には支持部 4 4 0 の位置の粗調整を行うことができる。

#### 【 0 2 0 7 】

##### 第 3 の実施形態

この実施形態に係る眼科装置は、撮影部の配置を特徴とする。この実施形態に係る眼科装置の構成例を図 1 4 に示す。

#### 【 0 2 0 8 】

第 1 の実施形態の図 4 A と同様に、符号 4 1 0 はベースを示し、符号 4 2 0 は筐体を示し、符号 4 3 0 は対物レンズ 2 2 が収容されたレンズ収容部を示し、符号 4 4 0 は支持部 4 4 0 を示す。

#### 【 0 2 0 9 】

この実施形態では、前眼部カメラ 3 0 0 A および 3 0 0 B が、対物レンズ 2 2 のレンズ中心 2 2 a よりも下方 ( - y 方向 ) に配置されている。レンズ中心 2 2 a は、眼科装置の検査用光学系の光軸が通過する位置に相当する。y 方向におけるレンズ中心 2 2 a と前眼部カメラ 3 0 0 A および 3 0 0 B との変位は、後述の作用効果を考慮して任意に設定される。各前眼部カメラ 3 0 0 A および 3 0 0 B は、その光軸を上方に向けて ( 検査時には被検眼 E の方向に向けて ) 傾けた状態で配置されている。この傾き角度 ( 仰角 ) についても任意に設定される。

#### 【 0 2 1 0 】

また、「撮影部が検査用光学系の光軸よりも下方に設けられる」とは、撮影部全体が光軸よりも下方に位置する場合だけでなく、撮影部の一部が光軸と同じ高さ位置である場合や光軸よりも上方に位置する場合も含むものとする。たとえば、撮影部の外形が大きい場合に、その一部が検査用光学系の光軸よりも上方に位置することがありうる。なお、いずれの場合においても、撮影部の光軸が、検査用光学系の光軸を含む水平面に下方から交差するように、撮影部と検査用光学系との相対位置が設定されていればよい。

#### 【 0 2 1 1 】

この実施形態によれば、前眼部カメラ300Aおよび300B（撮影部）により取得される撮影画像に被検者の瞼や睫毛が映り込む可能性を低減できる。また、眼の窪み（眼窩）が深い被検者であっても、好適に前眼部撮影を行うことができる。

#### 【0212】

##### 第4の実施形態

撮影部により取得された撮影画像から前眼部の特徴部位（瞳孔中心、角膜頂点等）を検出できない場合がある。たとえば、睫毛が撮影画像に映り込んだ場合や、瞼が十分に開いていない状態で撮影が行われた場合に、このようなことが起こりうる。また、被検者の鼻が高い場合や眼の窪みが深い場合に、撮影視野が遮られて好適な撮影画像が得られないときにも、前眼部の特徴部位を検出できないことがある。また、化粧（アイシャドウ、マスカラなど）の影響によって好適な撮影画像が得られない場合もある。この実施形態では、撮影部により取得された撮影画像から前眼部の特徴部位を検出できない場合に適用可能な処理の例を説明する。

10

#### 【0213】

この実施形態に係る眼科装置は、たとえば第1の実施形態と同様の構成を有する（特に、図3を参照する）。この実施形態に係る眼窩装置の動作例を図15に示す。なお、患者登録、撮影種別の選択、およびオートアライメント開始操作は、既になされているものとする。

#### 【0214】

（S91：前眼部の撮影を開始する）

20

制御部210は、前眼部カメラ300Aおよび300Bを制御して前眼部Eaの撮影を開始させる。この撮影は、前眼部Eaを撮影対象とする動画撮影である。制御部210は、時系列的に取得される画像を表示部240Aに動画表示させる。

#### 【0215】

（S92：瞳孔中心の特定処理を行う）

画像補正部2311は、制御部210から送られた各フレームの歪みを、記憶部212に記憶されている収差情報212aに基づいて補正する。歪みが補正された一対のフレームは、特徴位置特定部2312に送られる。

#### 【0216】

特徴位置特定部2312は、画像補正部2311から送られた各フレームを解析することで、前眼部Eaの特徴部位（瞳孔中心とする）に相当する当該フレーム中の特徴位置を特定するための処理を実行する。

30

#### 【0217】

（S93：特定成功？）

瞳孔中心に相当する特徴位置の特定に成功した場合（S93：YES）、特徴位置特定部2312は、その旨を示す情報を制御部210に送り、ステップ94に移行する。一方、特徴位置の特定に失敗した場合（S93：NO）、特徴位置特定部2312は、その旨を示す情報を制御部210に送り、ステップ95に移行する。

#### 【0218】

（S94：オートアライメントを実行する）

40

ステップ93において特徴位置の特定に成功した場合（S93：YES）、制御部210は、装置各部を制御してオートアライメントを実行させる。このオートアライメント動作は、たとえば、第1の実施形態の図6のステップ8～ステップ11に示す動作を含む。この場合におけるアライメント動作は、これで終了となる。

#### 【0219】

（S95：撮影画像・指定マークを表示する）

ステップ93において特徴位置の特定に失敗した場合（S93：NO）、制御部210は、前眼部カメラ300Aおよび300Bの一方または双方による撮影画像を表示部240Aに表示させる。また、制御部210は、ユーザによる画像位置の指定操作を補助するための指定マークを表示部240Aに表示させる。

50

## 【 0 2 2 0 】

指定マークについて説明する。指定マークは、撮影画像中の位置を示す画像であり、所定の形状（点状、十字状、矢印状など）を有する。指定マークは、常時表示されていてもよいし、後段のステップ 9 6 においてユーザが画像位置を指定したことに対応して表示されてもよい。

## 【 0 2 2 1 】

撮影画像の表示について説明する。ステップ 9 5 に移行する段階では、ステップ 9 1 で開始された動画表示が行われている。ステップ 9 5 における撮影画像の表示は、この動画表示を継続させるものであってよい。また、この動画表示から他の表示モードに切り替えてもよい。その一例として、この動画表示に用いられている 1 つのフレームを表示させることができる。つまり、静止画像表示に切り替えることができる。表示されるフレームは、たとえば、ステップ 9 5 への移行タイミングで表示されたフレームである。

10

## 【 0 2 2 2 】

表示モードの切り替えの他の例を説明する。制御部 2 1 0 は、2 つの前眼部カメラ 3 0 0 A および 3 0 0 B によりそれぞれ取得される撮影画像の一方を選択的に表示させることができる。この処理は、たとえば次のようにして実行される。

## 【 0 2 2 3 】

まず、制御部 2 1 0 は、前眼部カメラ 3 0 0 A および 3 0 0 B により取得される撮影画像をそれぞれ解析し、その撮影画像の画質を評価する。この画質評価処理は、たとえば、フレアの有無や程度の評価、睫毛等の映り込みの評価、黒目の像の形態（形状、サイズ）の評価などがある。この「画質の評価」は、観察に適しているか否か、或いは観察にどの程度適しているかを示す、所定の要素を評価するものである。

20

## 【 0 2 2 4 】

画質評価処理は、適用されている要素に応じた処理内容を含む。たとえばフレアの評価では、画素値（輝度値）が所定閾値以上の画像領域が存在するか否かを判定する処理や、所定閾値に対する画素値の差を算出する処理や、当該判定結果や当該算出結果に基づいて画質を評価する処理などが実行される。また、睫毛等の映り込みの評価では、画素値に基づいて睫毛等（前眼部 E a 以外の物体）に相当する画像領域を特定する処理や、その睫毛等の画像領域と前眼部 E a の画像領域との重なり状態を特定する処理や、特定された重なり状態に基づいて画質を評価する処理などが実行される。また、黒目の像の形態の評価では、黒目に相当する画像領域を特定する処理や、この画像領域の形態を求める処理や、求められた形態に基づいて画質を評価する処理などが実行される。

30

## 【 0 2 2 5 】

制御部 2 1 0 は、画質の評価結果に基づいて、前眼部カメラ 3 0 0 A および 3 0 0 B により取得された撮影画像のうちから、1 つの撮影画像を選択する。選択される撮影画像は、静止画像でも動画画像でもよい。制御部 2 1 0 は、選択された撮影画像を表示部 2 4 0 A に表示させる。

## 【 0 2 2 6 】

（ S 9 6 : 撮影画像中の位置を指定する ）

ユーザは、ステップ 9 5 で表示された撮影画像を観察し、特徴部位（瞳孔中心）に相当する画像位置を指定する。この指定操作は操作部 2 4 0 B を用いて行われる。指定操作の一例として、指定マーカを所望の位置に移動させる操作を、操作部 2 4 0 B を用いて行うことができる。指定操作の他の例として、表示部 2 4 0 A がタッチパネルである場合（つまり表示部 2 4 0 A と操作部 2 4 0 B が一体構成である場合）、ユーザは、表示されている撮影画像中の所望の位置にタッチする。撮影画像中の画像位置を指定したら、ユーザは、その指定結果を確定する操作を操作部 2 4 0 B を用いて行う。制御部 2 1 0 は、指定された画像位置を示す位置情報を取得する。この位置情報は、たとえば、撮影画像が定義されている座標系における座標である。

40

## 【 0 2 2 7 】

なお、上記のように 1 つの撮影画像を表示させて画像位置を指定する代わりに、前眼部

50

カメラ300Aおよび300Bにより取得された一対の撮影画像を表示させ、双方の撮影画像に対して画像位置を指定するように構成してもよい。その場合、2つの指定位置のたとえば平均位置、つまり2つの指定位置の座標の中間の座標を指定結果として位置情報を作成することができる。

【0228】

(S97:被検眼の3次元位置を算出する)

3次元位置算出部2313は、前眼部カメラ300Aおよび300Bの位置と、ステップ96で指定された画像位置とに基づいて、前眼部Eaの特徴部位(瞳孔中心)の3次元位置を算出する。この処理は、たとえば第1の実施形態の図6のステップ9において、特徴位置特定部2312により特定された特徴位置の代わりに、ステップ96で指定された画像位置を用いて同様の処理を行うものである。ここで、上記位置情報は撮影画像が定義されている座標系における座標であるから、この代替適用を行うことは容易である。

10

【0229】

ステップ96において、前眼部カメラ300Aおよび300Bの一方により取得された撮影画像に対してのみ画像位置の指定がなされた場合、3次元位置算出部2313は、他方により取得された撮影画像における対応位置を特定する処理を行う。この処理の例を説明する。まず、3次元位置算出部2313は、双方の撮影画像に対して画像位置合わせ処理を行って、双方の撮影画像の座標系を対応付ける(つまり双方の座標系の間座標変換を求める)。3次元位置算出部2313は、この座標変換に基づいて、一方の撮影画像に対する指定位置に対応する、他方の撮影画像の画像位置を特定する。3次元位置算出部2313は、前眼部カメラ300Aおよび300Bの位置と、一方の撮影画像に対して指定された画像位置と、他の撮影画像について特定された画像位置とに基づいて、前眼部Eaの特徴部位の3次元位置を算出する。

20

【0230】

(S98:アライメントを行う)

制御部210は、ステップ97で算出された瞳孔中心の3次元位置に基づいて、被検眼Eに対する検査用光学系のアライメントを行う。このアライメントは、たとえば、第1の実施形態の図6のステップ10(検査用光学系の移動処理)およびステップ11(位置の収束判定処理)と同様にして実行される。

【0231】

この実施形態によれば、撮影画像から前眼部の特徴部位(瞳孔中心、角膜頂点等)を検出できない場合に、ユーザが指定した位置を用いてアライメントを行うことができる。したがって、特徴部位を検出できない場合であっても、円滑かつ迅速にアライメントを行うことができる。

30

【0232】

[変形例]

特徴位置特定部2312により特定される画像位置を、前眼部Eaの特徴部位に相当する特徴位置の候補として扱うことができる。その場合の動作の例を説明する。

【0233】

特徴位置特定部2312は、第1の実施形態と同様の処理を実行することで、特徴部位に相当する特徴位置の候補位置を特定する。特定される候補位置の数は1つまたは2つ以上である。

40

【0234】

制御部210は、表示部240Aに撮影画像を表示させるとともに、特徴位置特定部2312により特定された各候補位置を示す情報(候補位置情報)を表示させる。候補位置情報は、たとえば、候補位置に相当する撮影画像中の位置(座標)を示す画像であり、所定の形状(点状、十字状、矢印状など)を有する。

【0235】

ユーザは、表示されている候補位置情報のうち所望のものを指定する。この指定操作は操作部240Bを用いて行われる。3次元位置算出部2313は、指定された候補位置情

50



報の座標と、前眼部カメラ300Aおよび300Bの位置とに基づいて、前眼部Eaの特徴部位の3次元位置を算出する。

【0236】

なお、一方の撮影画像に対してのみ候補位置の指定がなされた場合などの処理については、上記実施形態と同様である。また、上記実施形態と同じ要領で、表示されている候補位置情報を任意に移動できるように構成することも可能である。

【0237】

この変形例において、候補位置情報が1つだけ表示される場合、ユーザが行う指定操作は、その候補位置を容認するか否かを判断することに相当する。容認しない場合、ユーザは所定の操作を行う。この操作を受けた制御部210は、動作モードを上記実施形態の処理(図15)に切り替えることができる。

10

【0238】

一方、2つ以上の候補位置情報が表示される場合、ユーザが行う指定操作は、候補位置を選択することに相当する。いずれの候補位置も選択しない場合、ユーザは所定の操作を行う。この操作を受けた制御部210は、動作モードを上記実施形態の処理(図15)に切り替えることができる。

【0239】

この変形例によれば、前眼部Eaの特徴部位に相当する特徴位置の候補をユーザが選択することができるので、アライメントの確度向上や円滑化などを図ることが可能である。

【0240】

20

第5の実施形態

上記実施形態で説明したように、前眼部の撮影条件によってアライメントを好適に行えない場合がある。たとえば、被検眼の個人差(角膜形状、角膜-水晶体間の距離など)により、前眼部の撮影画像にフレアが混入することがある。このような問題を解決できない場合には、手動でアライメントを行うこととなる。手動アライメントは、ユーザが被検眼の画像を観察しつつ好適なアライメント位置を探索することにより行われる。しかし、このような手動アライメントは、ユーザの経験や熟練度に大きく依存する。よって、アライメントの再現性が低く、スキルによるばらつきも大きくなってしまふ。この実施形態では、このような事情に着目してなされた眼科装置について説明する。

【0241】

30

この実施形態の眼科装置は上記実施形態と同様の構成を有する(特に、図3を参照する)。特に、この実施形態の眼科装置は、アライメント指標を被検眼Eに投影するアライメント光学系50を有する。この実施形態に係る眼窩装置の動作例を図16に示す。なお、患者登録や撮影種別の選択は、既になされているものとする。また、上記実施形態で説明したアライメントモードが好適に行われなかったことに対応して、図16に示す動作モードを行うことができる。また、図16に示す動作モードを検査当初から実行するようにしてもよい。

【0242】

(S101:観察画像を表示する)

まず、制御部210は、眼底カメラユニット2に被検眼Eの観察画像(動画像)を取得させ、時系列的に取得される観察画像をリアルタイムで表示部240Aに動画表示させる。

40

【0243】

(S102:アライメント指標を投影する)

制御部210は、アライメント光学系50を制御して、被検眼Eにアライメント指標を投影させる。なお、ステップ101およびステップ102の実行タイミングは任意である。ステップ101およびステップ102が実行されると、表示される観察画像にはアライメント指標の像が描出されている。また、制御部210は、アライメントを行うための補助となる情報を、観察画像とともに表示させる。この情報の例として、検査用光学系の移動に伴い表示位置が移動するアライメント指標の誘導目標位置を示す画像がある。

50

## 【 0 2 4 4 】

( S 1 0 3 : 被検眼の 3 次元位置を求める )

制御部 2 1 0 は、前眼部カメラ 3 0 0 A および 3 0 0 B を制御して撮影画像を取得させる。解析部 2 3 1 は、取得された撮影画像に基づいて被検眼 E の 3 次元位置を求める。この処理は、たとえば第 1 の実施形態と同様にして実行される。

## 【 0 2 4 5 】

( S 1 0 4 : 相対位置情報を取得する )

制御部 2 1 0 は、ステップ 1 0 3 で取得された被検眼 E の 3 次元位置に基づいて、被検眼 E と検査用光学系との相対位置を示す相対位置情報を取得する。この処理は、たとえば次のようにして実行される。まず、制御部 2 1 0 は、検査用光学系の現在位置を取得する。この現在位置は、たとえば、眼底カメラユニット 2 を移動させる光学系駆動部 2 A に対する制御履歴から取得される。また、眼底カメラユニット 2 の位置を検出する位置センサを設け、この位置センサによる検出結果から現在位置を取得することもできる。なお、ステップ 1 0 3 で取得される被検眼 E の 3 次元位置 ( 座標 ) を定義する座標系と、検査用光学系の現在位置 ( 座標 ) を定義する座標系は共通であるとする。或いは、双方の座標系間の座標変換は既知であるとする。

10

## 【 0 2 4 6 】

相対位置情報について説明する。相対位置情報は、上記のように、被検眼 E と検査用光学系との相対位置を示す情報である。この相対位置の例として、被検眼 E および検査用光学系の一方に対する他方の位置、所定の基準位置に対する被検眼 E の位置と検査用光学系の位置との差 ( ベクトル差、座標の差 ) などがある。

20

## 【 0 2 4 7 】

また、これらと同値であるが、この実施形態では、アライメント目標位置に対する検査用光学系の変位を相対位置情報とする。アライメント目標位置は、被検眼 E の検査を行うための好適な検査用光学系の位置であり、x 方向 ( 左右方向 ) および y 方向 ( 上下方向 ) においては被検眼 E の軸と検査用光学系の光軸とが一致し、z 方向 ( 前後方向、光軸方向 ) においては被検眼 E から所定の作動距離だけ離れた位置である。作動距離は既知であり、ステップ 1 0 3 で被検眼 E の 3 次元位置が取得されているので、たとえば上記の共通の座標系におけるアライメント目標位置の座標を求めることは容易である。このような相対位置情報は、検査用光学系の光軸方向、並びにこの光軸方向に直交する水平方向および上下方向のそれぞれにおける相対位置を含むものである。

30

## 【 0 2 4 8 】

( S 1 0 5 : 相対位置情報を表示する )

制御部 2 1 0 は、ステップ 1 0 4 で取得された相対位置情報を表示部 2 4 0 A に表示させる。相対位置情報の表示態様の例を以下に説明する。

## 【 0 2 4 9 】

第 1 の例として、制御部 2 1 0 は、x 方向、y 方向および z 方向のそれぞれの変位を示す数値を表示させることができる。その場合、制御部 2 1 0 は、たとえば、観察画像の表示領域内または表示領域外にあらかじめ設けられた 3 つの表示スペースに数値を表示させることができる。

40

## 【 0 2 5 0 】

同様に、変位を示す文字列情報を表示させることができる。たとえば、x 方向の変位がアライメント目標位置の左側に存在する場合には、その旨を示す文字列を表示させることができる。

## 【 0 2 5 1 】

第 2 の例として、制御部 2 1 0 は、x 方向、y 方向および z 方向のそれぞれの変位を示す画像を表示させることができる。その場合、制御部 2 1 0 は、たとえば、アライメント目標位置を示す画像を表示させるとともに、このアライメント目標位置に対する各方向の変位を示す画像を、その変位に応じた位置に表示させることができる。たとえば、検査用光学系の現在位置がアライメント目標位置の左上に位置する場合、x 方向および y 方向の

50

変位を示す画像（たとえば点状の画像）を、アライメント目標位置を示す画像の左上に表示させることができる。このとき、双方の画像の表示位置の間の距離はx y平面における変位に基づき決定される。

【0252】

第2の例において、観察画像は被検眼Eを正面から撮影した画像であるから、x方向およびy方向については変位を直感的に認識できるように表示させることは容易である。一方、z方向（光軸方向）については、変位を直感的に認識できるように工夫する必要がある。その一例として、制御部210は、z方向における変位（相対位置）を表示色で示すことができる。具体的には、たとえば、アライメント目標位置を含む所定の許容範囲内にz方向の変位が存在する場合にはz方向の変位を示す画像を緑色で表示させ、変位が許容範囲の最小値よりも小さい場合には画像を赤色で表示させ、変位が許容範囲の最大値よりも大きい場合には画像を黄色で表示させる。また、変位の方向だけでなく変位の量も示すために、z方向の変位を示す画像の表示色の濃度を変化させたり、第1の例の数値や画像をz方向の変位を示す画像とともに表示させたりすることが可能である。

10

【0253】

第3の例として、検査用光学系を移動させるべき方向や量を示す情報（文字列情報、画像）を表示させることができる。文字列情報の例として、アライメント目標位置に対して検査用光学系の光軸が右に1cmだけ変位している場合に、この変位を打ち消すための検査用光学系の移動方向および移動量を示す情報「左：1cm」を表示させることができる。画像の例としては、同様のケースにおいて、検査用光学系の移動方向を示す矢印（左を指す矢印）を表示させることができる。このとき、たとえば矢印の長さによって移動量を示すことが可能である。

20

【0254】

（S106：手動アライメントを行う）

ユーザは、表示されている観察画像および相対位置情報を参照しつつ、操作部240Bを用いた所定の操作を行なうことで、検査用光学系を移動させる。

【0255】

このとき、制御部210は、検査用光学系の移動内容に応じて相対位置情報の表示を変更することができる。たとえば、制御部210は、検査用光学系の移動内容に応じて相対位置情報をリアルタイムで再度取得し、この新たな相対位置情報をリアルタイムで表示させる。それにより、上記の数値や文字列、画像の表示がリアルタイムで更新される。具体例として、ユーザの操作により検査用光学系のz方向の位置が徐々にアライメント目標位置（作動距離）に近づく場合、z方向の変位を示す画像の表示色が黄色から緑色に変化する。

30

【0256】

この実施形態に係る眼科装置によれば、前眼部カメラ300Aおよび300Bにより取得された撮影画像から算出される被検眼Eの高精度な3次元位置に基づいて、被検眼Eに対する検査用光学系の相対位置、つまりアライメント目標位置に対する検査用光学系の位置ずれを呈示することが可能である。よって、ユーザの経験や熟練度に依存することなく、定量的な情報に基づいてアライメントを行うことが可能である。それにより、アライメントの再現性の向上や、スキルによるばらつきを防止を図ることができる。

40

【0257】

なお、被検眼情報を参照することにより、手動アライメントの確度の更なる向上を図ることが可能である。被検眼情報は、たとえば、被検眼Eに対してあらかじめ実施された検査により取得された、被検眼の特性を示す測定情報である。この測定情報は、当該眼科装置により取得されたものでも、他の眼科装置により取得されたものでもよい。測定情報は、たとえば患者ID等に関連付けられて記憶部212に事前に記憶される。

【0258】

制御部210は、患者ID等に基づいて被検眼Eに対応する測定情報を選択する。更に、制御部210は、選択された測定情報と、解析部231により取得された被検眼Eの3

50

次元位置に基づいて、相対位置情報を生成する。この処理の例として、角膜形状の偏りに基づいて、x方向およびy方向の相対位置を補正することができる。また、眼軸長に基づいて、z方向の相対位置を補正することができる。後者は、眼底を検査する場合に特に有効である。

【0259】

このように被検眼Eの測定情報を考慮して相対位置情報を生成することにより、被検眼の個人差に応じたより高精度の相対位置情報を取得し呈示することが可能となる。

【0260】

第6の実施形態

従来の眼科装置によるアライメントは、アライメント指標を角膜に投影し、その投影像が所定位置に配置されるように検査用光学系を移動させることにより行われていた。これに対し、この発明の実施形態では、2以上の撮影部により実質的に同時に得られた2以上の撮影画像を解析して被検眼の3次元位置を求め、この3次元位置に基づき検査用光学系や支持部を移動させることにより、アライメントを行う。

10

【0261】

ここで、被検眼の3次元位置を求めるための解析処理は、各撮影画像に描出されている虹彩や瞳孔に基づいて行われる。よって、アライメントは、従来のように角膜を基準とするのではなく、虹彩（または虹彩がなす開口である瞳孔）を基準としてなされることが望ましい。この実施形態では、虹彩（瞳孔）を基準とする（z方向の）アライメントの精度向上を図る技術について説明する。以下、第1の実施形態の構成を示す図3を参照して説明を行う。

20

【0262】

記憶部212には、角膜と虹彩（瞳孔）との間の距離を示す距離情報があらかじめ記憶されている。距離情報に示す距離は任意の方法で取得されたものである。たとえば、模型眼（グルストランド模型眼など）に基づく標準的な距離、複数の被検眼の測定結果に基づく統計的な距離、当該被検眼について過去に測定された個別的な距離などがある。

【0263】

なお、角膜と虹彩との間の距離の測定は、たとえば次のようにして実行できる。まず、被検眼の前眼部をOCT計測して前眼部断層像を取得する。次に、この前眼部断層像を解析して、角膜に相当する画像領域（角膜領域）と、虹彩に相当する画像（虹彩領域）をそれぞれ抽出する。続いて、角膜領域（の角膜後面領域）と虹彩領域（の虹彩前面領域）との間の画素数をカウントするなどして、角膜と虹彩との間の距離を求める。ここで、この距離は、z方向に沿った距離である。このような測定は、眼科装置1自身で行ってもよいし、他の装置で行なってもよい。

30

【0264】

解析部231の特徴位置特定部2312は、第1の実施形態と同様に、前眼部カメラ300Aおよび300Bのそれぞれの撮影画像から、虹彩（瞳孔）に相当する特徴位置を特定する。

【0265】

3次元位置算出部2313は、前眼部カメラ300Aおよび300Bの位置と、特徴位置特定部2312により特定された特徴位置とに基づいて、この特徴部位の3次元位置を算出する。この処理において、記憶部212に記憶された距離情報を参照することができる。たとえば、被検眼Eの角膜（頂点）と検査用光学系との間の距離を取得可能な場合、この距離と、距離情報に示す距離とを加算することで、検査用光学系と虹彩との間の距離を高精度で取得できる。なお、角膜と検査用光学系との間の距離は、図1に示すアライメント光学系50を用いた従来のアライメントによって取得できる。

40

【0266】

また、第1の実施形態のようにして取得された虹彩（瞳孔）と検査用光学系との間の距離から、距離情報に示す距離を減算することで、検査用光学系と角膜（頂点）との間の距離が得られる。そして、この得られた距離を用いてz方向のアライメントを行うことが可

50

能である。

【0267】

変形例

以上に説明した構成は、この発明を好適に実施するための一例に過ぎない。よって、この発明の要旨の範囲内における任意の変形（省略、置換、付加等）を適宜に施すことが可能である。

【0268】

上記実施形態において、主制御部211は、画像合成部233により形成された合成画像を表示部240Aに表示させることが可能である。それにより、前眼部の立体的な形態を観察することが可能である。

10

【0269】

上記実施形態において、主制御部211は、前眼部カメラ300Aおよび300Bにより実質的に同時に得られた2つの撮影画像の少なくとも1つを表示部240Aに表示させることが可能である。それにより、前眼部の形態を異なる視点（撮影位置）から観察することができる。

【0270】

眼科装置1が検査に用いる光が前眼部カメラ300による撮影画像に映り込むと、撮影画像に対する画像処理に影響を与えるおそれがある。たとえば眼科装置1に搭載されたLEDやSLDからの光は比較的強度が高く、これが撮影画像に映り込むと画像処理を好適に行えない可能性がある。この問題を解決するために、上記実施形態において、前眼部カメラ300（2以上の撮影部）のそれぞれと被検眼Eとの間に、環境照明の波長以外の波長の光を遮断するフィルタを設けることが可能である。環境照明とは、眼科装置1が配置されている環境において使用されている照明を意味し、たとえば眼科装置1が設置されている部屋に設置されている照明がこれに該当する。また、環境照明は太陽光を含んでもよい。なお、当該構成の目的を考慮すると、フィルタは、環境照明に含まれる波長のうち、前眼部カメラ300による撮影に影響を与える波長を遮断するように構成されていてもよい。たとえば、環境照明に含まれる波長のうち、眼科装置1が検査に用いる波長成分（上記LEDやSLDの出力波長など）を遮断するように構成することが可能である。フィルタの具体例として、900nm以下の波長を遮断するフィルタを用いることができる。このような構成を適用することで、前眼部カメラ300による撮影に対する外乱の影響を回避して、前眼部の特徴部位（瞳孔など）が鮮明に描画された撮影画像が得られる。それにより、撮影画像から特徴位置（瞳孔中心など）を特定する解析処理を好適に行うことが可能となる。

20

30

【0271】

上記の実施形態においては、光路長変更部41の位置を変更することにより、信号光LSの光路と参照光LRの光路との光路長差を変更しているが、この光路長差を変更する手法はこれに限定されるものではない。たとえば、参照光の光路に反射ミラー（参照ミラー）を配置し、この参照ミラーを参照光の進行方向に移動させて参照光の光路長を変更することによって、当該光路長差を変更することが可能である。また、被検眼Eに対して眼底カメラユニット2やOCTユニット100を移動させて信号光LSの光路長を変更することにより当該光路長差を変更するようにしてもよい。また、特に被測定物体が生体部位でない場合などには、被測定物体を深度方向（Z方向）に移動させることにより光路長差を変更することも可能である。

40

【0272】

上記の実施形態を実現するためのコンピュータプログラムを、コンピュータによって読み取り可能な任意の記録媒体に記憶させることができる。この記録媒体としては、たとえば、半導体メモリ、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）などを用いることが可能である。

【0273】

50

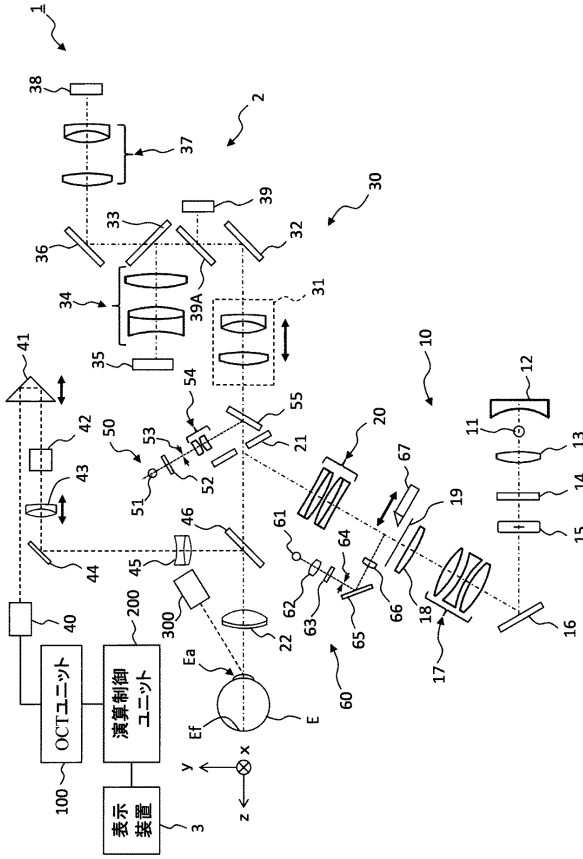
また、インターネットやLAN等のネットワークを通じてこのプログラムを送受信することも可能である。

【符号の説明】

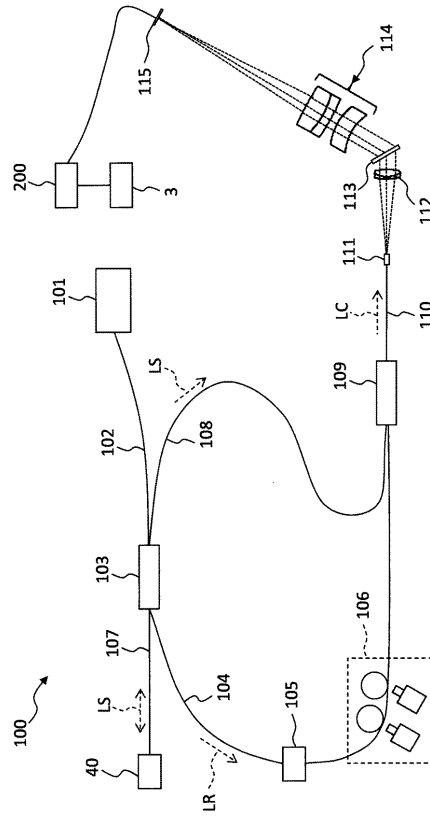
【0274】

1、1000、1100	眼科装置	
2	眼底カメラユニット	
2A	光学系駆動部	
10	照明光学系	
30	撮影光学系	
31	合焦レンズ	10
41	光路長変更部	
42	ガルバノスキャナ	
50	アライメント光学系	
60	フォーカス光学系	
100	OCTユニット	
101	光源ユニット	
105	光減衰器	
106	偏波調整器	
115	CCDイメージセンサ	
200	演算制御ユニット	20
210	制御部	
211	主制御部	
212	記憶部	
212a	収差情報	
213	光学系位置取得部	
220	画像形成部	
230	画像処理部	
231	解析部	
2311	画像補正部	
2312	特徴位置特定部	30
2313	3次元位置算出部	
2314	移動目標位置決定部	
232	画像判定部	
233	画像合成部	
240A	表示部	
240B	操作部	
300、300A、300B	前眼部カメラ	
410	ベース	
420	筐体	
430	レンズ収容部	40
440	支持部	
440A	顎受け駆動部	
500	近接検知部	
600	接触検知部	
E	被検眼	
Ea	前眼部	
Ef	眼底	
LS	信号光	
LR	参照光	
LC	干渉光	50

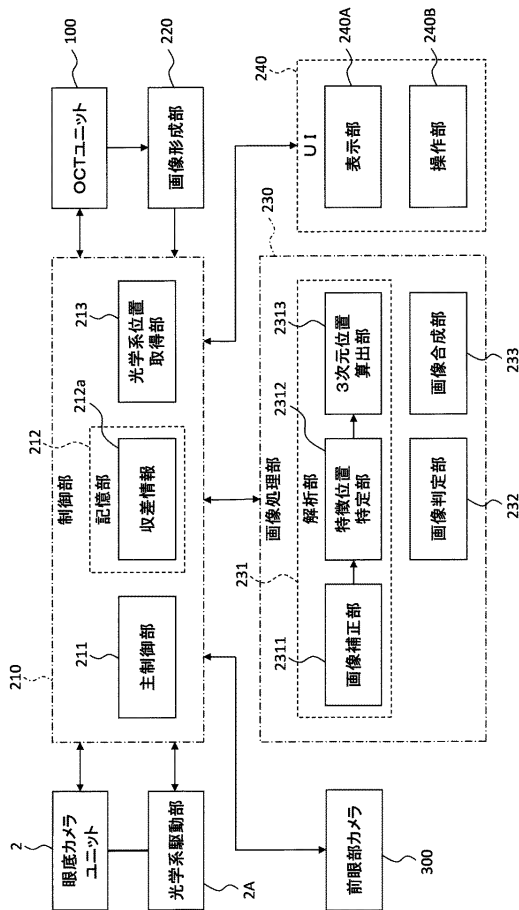
【図1】



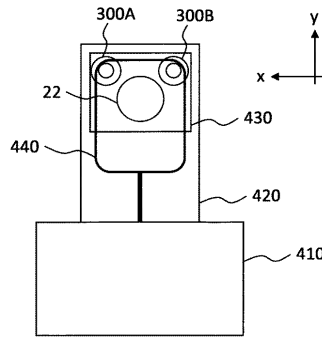
【図2】



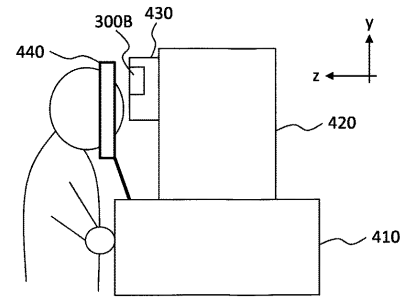
【図3】



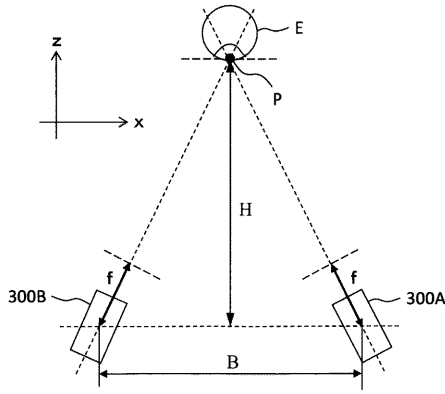
【図4A】



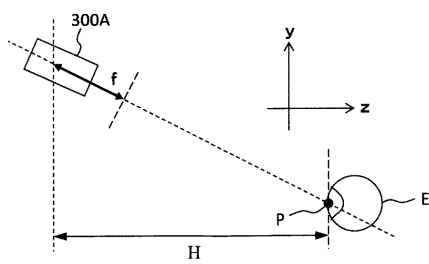
【図4B】



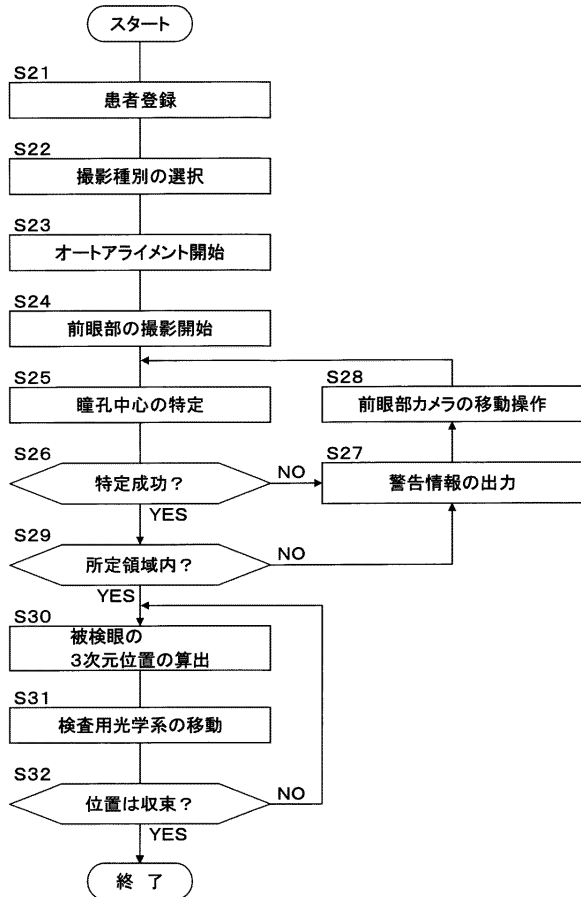
【図5A】



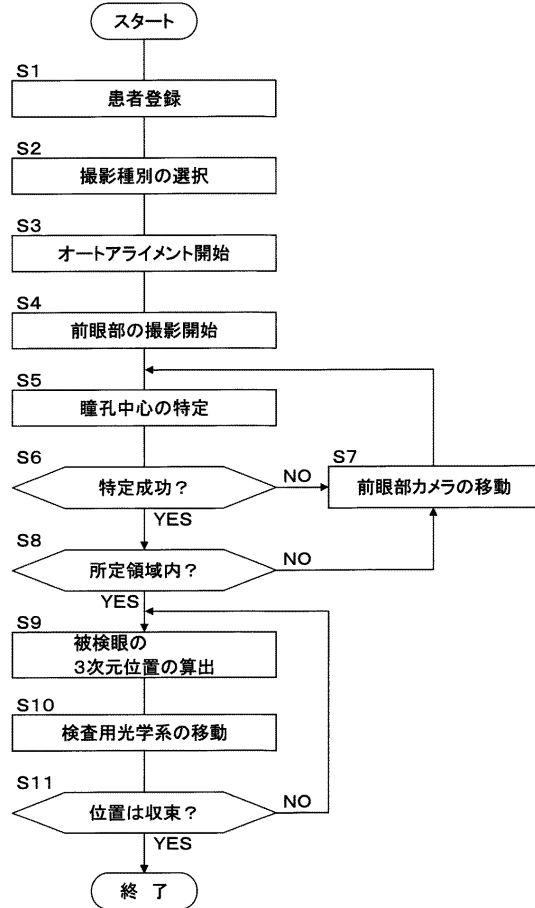
【図5B】



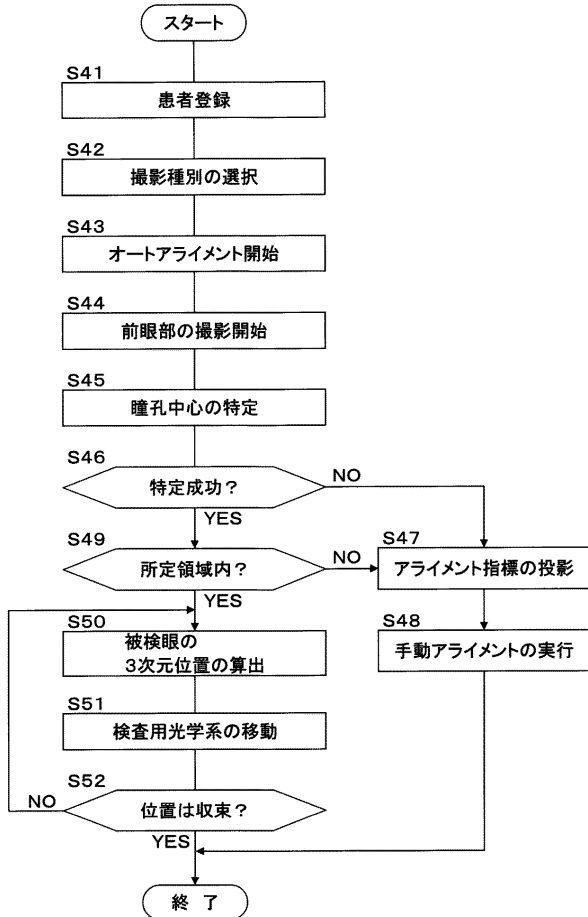
【図7】



【図6】

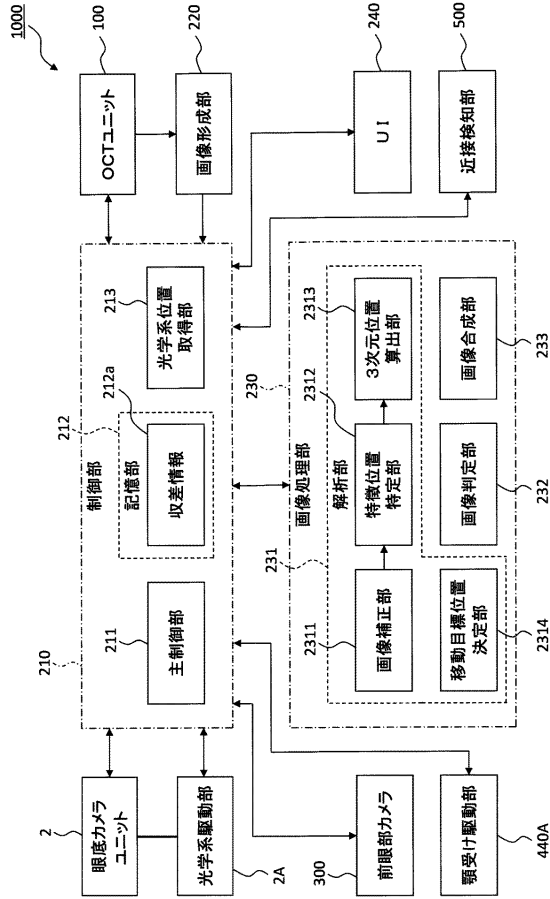


【図8】

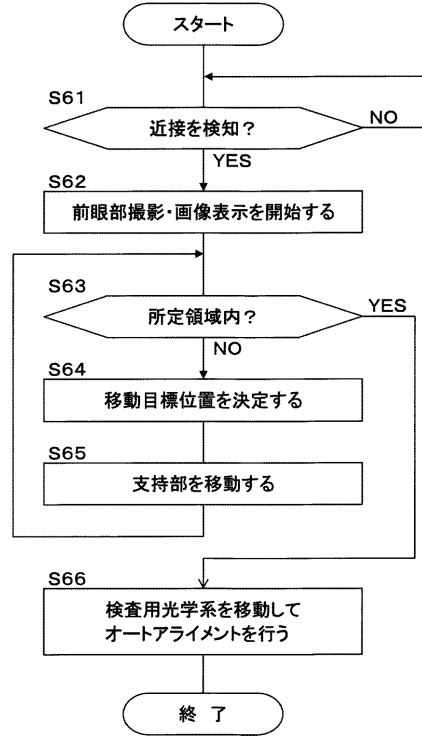




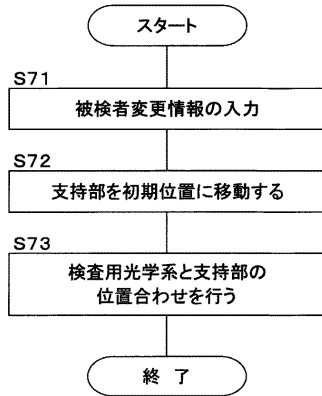
【図9】



【図10】



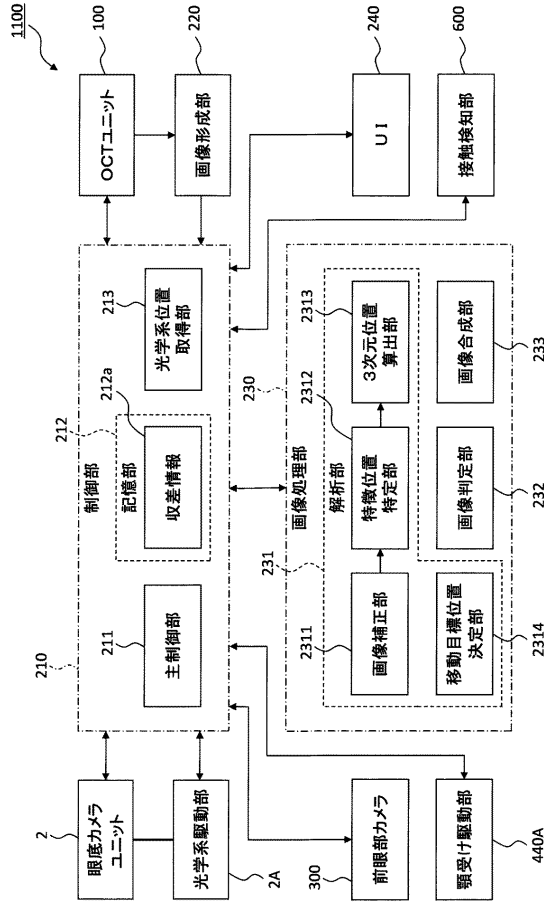
【図11】



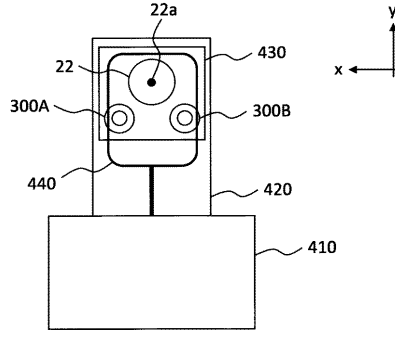
【図12】



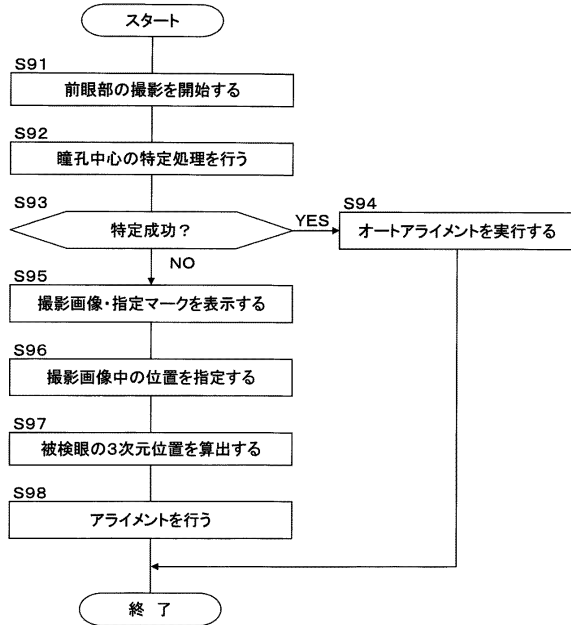
【図13】



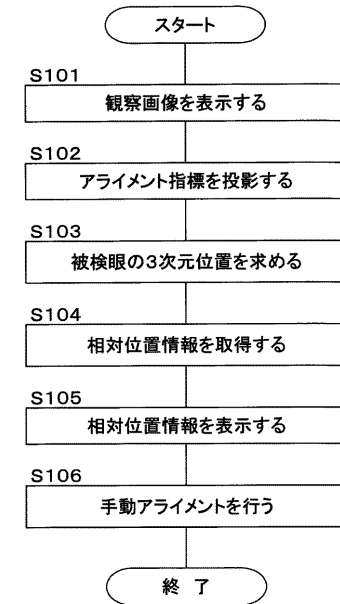
【図14】



【図15】



【図16】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 岡田 浩昭  
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 林 健史  
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

- (56)参考文献 特開2010-12109(JP,A)  
特開平5-56927(JP,A)  
特開2005-287782(JP,A)  
米国特許出願公開第2010/0165293(US,A1)

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