

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-36740

(P2020-36740A)

(43) 公開日 令和2年3月12日(2020.3.12)

(51) Int.Cl.

A61B 3/113 (2006.01)

F I

A61B 3/10

B

テーマコード (参考)

4C316

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2018-165195 (P2018-165195)
 (22) 出願日 平成30年9月4日(2018.9.4)

(71) 出願人 000220343
 株式会社トプコン
 東京都板橋区蓮沼町75番1号
 (74) 代理人 100083116
 弁理士 松浦 憲三
 (74) 代理人 100170069
 弁理士 大原 一樹
 (74) 代理人 100128635
 弁理士 松村 潔
 (74) 代理人 100140992
 弁理士 松浦 憲政
 (72) 発明者 小野 佑介
 東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社
 トプコン内

最終頁に続く

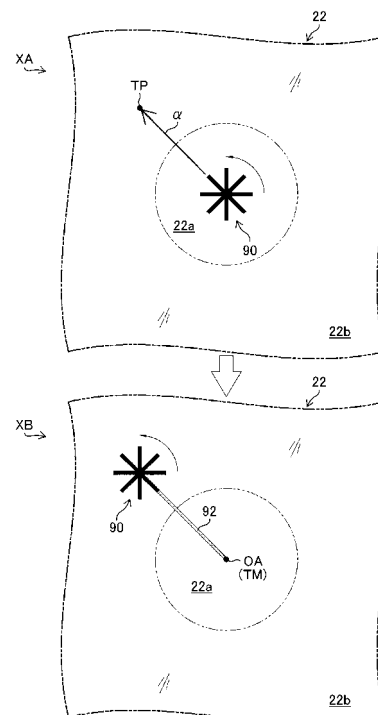
(54) 【発明の名称】眼科装置及びその作動方法

(57) 【要約】

【課題】固視標の光束が対物レンズを通過する位置に対応した最適な方法で被検眼に対して固視標を提示する眼科装置及びその作動方法を提供する。

【解決手段】対物レンズを通して固視標の光束を被検眼に投射する固視標提示部と、固視標提示部を制御して、固視標の光束が対物レンズを通過する位置である視標位置を制御する位置制御部と、を備え、位置制御部は、視標位置の目標位置がレンズ中心部内である場合に、視標位置を目標位置に限定する限定制御を固視標提示部に実行させ、目標位置がレンズ周辺部内である場合に、視標位置をレンズ中心部内の基準位置から目標位置まで移動させる移動制御を固視標提示部に実行させる。

【選択図】図10



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

対物レンズと、

固視標を表示する視標表示部、及び前記対物レンズを通して前記視標表示部に表示された前記固視標の光束を被検眼に投射する光学系を有する固視標提示部と、

前記固視標提示部を制御して、前記固視標の光束が前記対物レンズを通過する位置である視標位置を制御する位置制御部と、

を備え、

前記位置制御部は、前記対物レンズの中で前記対物レンズの光軸を中心とする一定範囲内の領域をレンズ中心部とし且つ前記レンズ中心部の外側の領域をレンズ周辺部とした場合において、前記視標位置の目標位置が前記レンズ中心部内である場合に、前記視標位置を前記目標位置に限定する限定制御を前記固視標提示部に実行させ、前記目標位置が前記レンズ周辺部内である場合に、前記視標位置を前記レンズ中心部内の基準位置から前記目標位置まで移動させる移動制御を前記固視標提示部に実行させる眼科装置。

10

【請求項 2】

前記位置制御部が前記固視標提示部に前記移動制御を実行させる場合に、前記視標位置の軌跡を示す軌跡像の表示を前記視標表示部に実行させる軌跡表示制御部を備え、

前記光学系が、前記対物レンズを通して前記視標表示部に表示された前記軌跡像の光束を前記被検眼に投射する請求項 1 に記載の眼科装置。

20

【請求項 3】

前記対物レンズにおける前記被検眼の視線位置を検出する視線位置検出部を備え、

前記視線位置検出部の検出結果に基づき、前記視線位置を示す視線位置情報を前記視標表示部に表示させる情報表示制御部を備え、

前記光学系が、前記対物レンズを通して前記視標表示部に表示された前記視線位置情報の光束を前記被検眼に投射する請求項 1 又は 2 に記載の眼科装置。

20

【請求項 4】

前記対物レンズにおける前記被検眼の視線位置を検出する視線位置検出部を備え、

前記位置制御部が、前記固視標提示部に前記移動制御を実行させる場合に、前記視線位置検出部の検出結果に基づき、前記視線位置に対する前記視標位置の位置ずれを補正する補正制御を前記固視標提示部に実行させる請求項 1 又は 2 に記載の眼科装置。

30

【請求項 5】

前記位置制御部が、前記補正制御として、前記視標位置の移動速度の制御、又は前記視標位置の位置制御を前記固視標提示部に実行させる請求項 4 に記載の眼科装置。

【請求項 6】

前記視標表示部による前記固視標の表示を制御する視標表示制御部であって、且つ前記視標表示部に表示させる前記固視標の表示態様を時間的に変化させる又は予め定められた特定の画像を前記固視標として前記視標表示部に表示させる視標表示制御部を備える請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の眼科装置。

【請求項 7】

前記基準位置が、前記対物レンズの前記光軸の位置である請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の眼科装置。

40

【請求項 8】

前記目標位置が複数の場合、前記位置制御部が、前記目標位置ごとに順番に前記限定制御又は前記移動制御を前記固視標提示部に実行させ、

前記位置制御部が、前記目標位置を前記レンズ中心部内の位置から前記レンズ周辺部内の位置に切り替える場合に、前記レンズ中心部内の前記目標位置を前記基準位置とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の眼科装置。

【請求項 9】

前記位置制御部が、前記視標位置の制御として、前記視標表示部に表示される前記固視標の表示位置の制御を行う請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の眼科装置。

50

【請求項 10】

対物レンズと、固視標を表示する視標表示部、及び前記対物レンズを通して前記視標表示部に表示された前記固視標の光束を被検眼に投射する光学系を有する固視標提示部と、前記固視標提示部を制御して、前記固視標の光束が前記対物レンズを通過する位置である視標位置を制御する位置制御部と、を備える眼科装置の作動方法において、

前記位置制御部が、前記対物レンズの中で前記対物レンズの光軸を中心とする一定範囲内の領域をレンズ中心部とし且つ前記レンズ中心部の外側の領域をレンズ周辺部とした場合において、前記視標位置の目標位置が前記レンズ中心部内の場合に、前記視標位置を前記目標位置に限定する限定制御を前記固視標提示部の実行させ、前記目標位置が前記レンズ周辺部内の場合に、前記視標位置を前記レンズ中心部内の基準位置から前記目標位置まで移動させる移動制御を前記固視標提示部の実行させる眼科装置の作動方法。

10

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、被検眼に固視標を提示する眼科装置及びその作動方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

眼科装置による眼科検査（検査、測定、撮影等、被検眼のデータを取得するための各種行為を含む）では、被検眼の所望の部位を検査するために固視が行われる。固視は、被検眼に対して固視標を提示し、この固視標を被検眼に注視させることにより実現される。

20

【0003】

固視としては、内部固視が良く知られている（特許文献1又は2参照）。内部固視は、ドットマトリクス液晶ディスプレイ及びマトリクス発光ダイオードなどの視標表示部により表示された固視標（輝点像）の光束を、光学系により対物レンズを通して被検眼に投射（投影）する固視方式である。この内部固視では、被検眼に対する固視標の提示位置を自由に設定することができる。

【0004】

例えば、眼底の黄斑のデータを取得する場合には、視標表示部内の黄斑に対応する表示位置に表示された固視標の光束が、光学系により対物レンズのレンズ中心部を通して被検眼に投射される。この固視標を被検眼が固視（注視）することにより、黄斑が検査（撮影）位置に誘導される。

30

【0005】

また、眼底の眼底周辺部のデータを取得する場合には、視標表示部内の眼底周辺部に対応する表示位置に表示された固視標の光束が、光学系により対物レンズのレンズ周辺部を通して被検眼に投射される。この固視標を被検眼が固視することにより、被検眼が大きく回旋されるため、眼底周辺部が検査位置に誘導される。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0006】**

【特許文献1】特開2018-038687号公報

40

【特許文献2】特開2017-143919号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0007】**

ところで、黄斑の検査のように対物レンズのレンズ中心部を通して固視標を被検眼に提示する場合、固視標が被検者の視野範囲の中央領域に位置するため、被検眼の視線方向を固視標に誘導する固視誘導が容易である。その結果、被検眼は固視標を容易に固視することができる。一方、眼底周辺部等の検査のように対物レンズのレンズ周辺部を通して固視標を被検眼に提示する場合、固視標が被検者の視野範囲の中央領域に存在しないため、被検眼が固視標を見失うおそれがあり、被検眼の固視誘導が困難である。このため、固視標

50

の光束が対物レンズを通過する位置に応じて、被検眼に対する最適な固視標の提示方法が異なるという問題がある。

【 0 0 0 8 】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、固視標の光束が対物レンズを通過する位置に対応した最適な方法で被検眼に対して固視標を提示する眼科装置及びその作動方法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】

【 0 0 0 9 】

本発明の目的を達成するための眼科装置は、対物レンズと、固視標を表示する視標表示部、及び対物レンズを通して視標表示部に表示された固視標の光束を被検眼に投射する光学系を有する固視標提示部と、固視標提示部を制御して、固視標の光束が対物レンズを通過する位置である視標位置を制御する位置制御部と、を備え、位置制御部は、対物レンズの中で対物レンズの光軸を中心とする一定範囲内の領域をレンズ中心部とし且つレンズ中心部の外側の領域をレンズ周辺部とした場合において、視標位置の目標位置がレンズ中心部内である場合に、視標位置を目標位置に限定する限定制御を固視標提示部に実行させ、目標位置がレンズ周辺部内である場合に、視標位置をレンズ中心部内の基準位置から目標位置まで移動させる移動制御を固視標提示部に実行させる。

【 0 0 1 0 】

この眼科装置によれば、目標位置がレンズ中心部内である場合には限定制御を行うことで被検眼の固視位置を目標位置に速やかに誘導し、逆に目標位置がレンズ周辺部内である場合には移動制御を行うことで被検眼の固視位置を基準位置から目標位置に向けて確実に誘導することができる。

【 0 0 1 1 】

本発明の他の態様に係る眼科装置において、位置制御部が固視標提示部に移動制御を実行させる場合に、視標位置の軌跡を示す軌跡像の表示を視標表示部に実行させる軌跡表示制御部を備え、光学系が、対物レンズを通して視標表示部に表示された軌跡像の光束を被検眼に投射する。これにより、被検眼の固視位置を目標位置に向けて確実に誘導することができる。

【 0 0 1 2 】

本発明の他の態様に係る眼科装置において、対物レンズにおける被検眼の視線位置を検出する視線位置検出部を備え、視線位置検出部の検出結果に基づき、視線位置を示す視線位置情報を視標表示部に表示させる情報表示制御部を備え、光学系が、対物レンズを通して視標表示部に表示された視線位置情報の光束を被検眼に投射する。これにより、被検者が目標位置と視線位置とのずれ量及びずれ方向を認識することができるので、被検眼の固視位置を目標位置まで確実に誘導させることができる。

【 0 0 1 3 】

本発明の他の態様に係る眼科装置において、対物レンズにおける被検眼の視線位置を検出する視線位置検出部を備え、位置制御部が、固視標提示部に移動制御を実行させる場合に、視線位置検出部の検出結果に基づき、視線位置に対する視標位置の位置ずれを補正する補正制御を固視標提示部に実行させる。これにより、被検眼の固視位置を目標位置まで確実に誘導させることができる。

【 0 0 1 4 】

本発明の他の態様に係る眼科装置において、位置制御部が、補正制御として、視標位置の移動速度の制御、又は視標位置の位置制御を固視標提示部に実行させる。

【 0 0 1 5 】

本発明の他の態様に係る眼科装置において、視標表示部による固視標の表示を制御する視標表示制御部であって、且つ視標表示部に表示させる固視標の表示態様を時間的に変化させる又は予め定められた特定の画像を固視標として視標表示部に表示させる視標表示制御部を備える。これにより、被検者の注意を引くことができるので被検眼を固視標に誘導し易くなる。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 6 】

本発明の他の態様に係る眼科装置において、基準位置が、対物レンズの光軸の位置である。

【 0 0 1 7 】

本発明の他の態様に係る眼科装置において、目標位置が複数の場合、位置制御部が、目標位置ごとに順番に限定制御又は移動制御を固視標提示部に実行させ、位置制御部が、目標位置をレンズ中心部内の位置からレンズ周辺部内の位置に切り替える場合に、レンズ中心部内の目標位置を基準位置とする。これにより、被検眼の固視位置を目標位置まで誘導させる際の誘導時間を短くすることができる。

【 0 0 1 8 】

本発明の他の態様に係る眼科装置において、位置制御部が、視標位置の制御として、視標表示部に表示される固視標の表示位置の制御を行う。

【 0 0 1 9 】

本発明の目的を達成するための眼科装置の作動方法は、対物レンズと、固視標を表示する視標表示部、及び対物レンズを通して視標表示部に表示された固視標の光束を被検眼に投射する光学系を有する固視標提示部と、固視標提示部を制御して、固視標の光束が対物レンズを通過する位置である視標位置を制御する位置制御部と、を備える眼科装置の作動方法において、位置制御部が、対物レンズの中で対物レンズの光軸を中心とする一定範囲内の領域をレンズ中心部とし且つレンズ中心部の外側の領域をレンズ周辺部とした場合において、視標位置の目標位置がレンズ中心部内の場合に、視標位置を目標位置に限定する限定制御を固視標提示部に実行させ、目標位置がレンズ周辺部内の場合に、視標位置をレンズ中心部内の基準位置から目標位置まで移動させる移動制御を固視標提示部に実行させる。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 0 】

本発明は、固視標の光束が対物レンズを通過する位置に対応した最適な方法で被検眼に対して固視標を提示することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 1 】

【 図 1 】 第 1 実施形態の眼科装置の構成の一例を示す概略図である。

【 図 2 】 演算制御ユニットの機能ブロック図である。

【 図 3 】 被検眼に提示される固視標の一例を説明するための説明図である。

【 図 4 】 被検眼に提示される固視標の一例を説明するための説明図である。

【 図 5 】 被検眼に提示される固視標の一例を説明するための説明図である。

【 図 6 】 被検眼に提示される固視標の一例を説明するための説明図である。

【 図 7 】 眼底の検査対象部位と視標表示部の表示面内での固視標の表示位置との関係の一例を示した説明図である。

【 図 8 】 被検者側から見た対物レンズの正面拡大図である。

【 図 9 】 表示制御部による限定制御を説明するための説明図である。

【 図 1 0 】 表示制御部による移動制御を説明するための説明図である。

【 図 1 1 】 表示制御部による移動制御を行う場合の基準位置の変形例を説明するための説明図である。

【 図 1 2 】 眼科装置による被検眼の検査処理、特に被検眼に対する固視標の提示処理の流れを示すフローチャートである。

【 図 1 3 】 第 2 実施形態の眼科装置の構成の一例を示す概略図である。

【 図 1 4 】 第 2 実施形態の演算制御ユニットの機能ブロック図である。

【 図 1 5 】 プルキンエ像を利用する視線位置検出部の視線位置検出方法を説明するための説明図である。

【 図 1 6 】 被検眼の撮像画像データに基づき被検眼 E の視線方向を検出する方法を説明するための説明図である。

10

20

30

40

50

【図 1 7】第 2 実施形態の表示制御部による移動制御を説明するための説明図である。

【図 1 8】第 2 実施形態の表示制御部による補正制御を説明するための説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

[第 1 実施形態の眼科装置]

図 1 は、第 1 実施形態の眼科装置 1 の構成の一例を示す概略図である。眼科装置 1 は、眼底カメラと、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と、を組み合わせた複合機である。

【0023】

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、及び演算制御ユニット 200 等を備える。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 E f 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、各種の演算処理及び制御処理等を実行するパーソナルコンピュータ等の演算処理装置である。

【0024】

[眼底カメラユニット]

眼底カメラユニット 2 は、被検眼 E の眼底 E f 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として、照明光学系 10 及び撮影光学系 30 を備える。照明光学系 10 は眼底 E f に対して照明光を照射する。撮影光学系 30 は、眼底 E f で反射された照明光の眼底反射光を、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 型又は CCD (Charge Coupled Device) 型のイメージセンサ 35、38 に導く。また、撮影光学系 30 は、OCT ユニット 100 から出力された信号光を眼底 E f に導くと共に、眼底 E f を経由した信号光を OCT ユニット 100 に導く。

【0025】

照明光学系 10 は、観察光源 11、反射ミラー 12、集光レンズ 13、可視カットフィルタ 14、撮影光源 15、ミラー 16、リレーレンズ 17、18、絞り 19、リレーレンズ 20、孔開きミラー 21、ダイクロイックミラー 46、及び対物レンズ 22 等を備える。

【0026】

撮影光学系 30 は、既述の対物レンズ 22、ダイクロイックミラー 46、及び孔開きミラー 21 の他に、ダイクロイックミラー 55、合焦レンズ 31、ミラー 32、ハーフミラー 39A、視標表示部 39、ダイクロイックミラー 33、集光レンズ 34、イメージセンサ 35、ミラー 36、集光レンズ 37、及びイメージセンサ 38 等を備える。

【0027】

観察光源 11 は、例えばハロゲンランプ又は LED (Light Emitting Diode) 光源等が用いられ、観察照明光を出射する。観察光源 11 から出射された観察照明光は、反射ミラー 12 により反射され、集光レンズ 13 を経由し、可視カットフィルタ 14 を透過して近赤外光となる。さらに、観察照明光は、撮影光源 15 の近傍にて一旦集束し、ミラー 16 により反射され、リレーレンズ 17、18、絞り 19、及びリレーレンズ 20 を経由する。そして、観察照明光は、孔開きミラー 21 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 46 を透過し、対物レンズ 22 により屈折されて眼底 E f を照明する。

【0028】

観察照明光の眼底反射光は、対物レンズ 22 により屈折され、ダイクロイックミラー 46 を透過し、孔開きミラー 21 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 55 を透過し、合焦レンズ 31 を経由し、ミラー 32 により反射される。さらに、この眼底反射光は、ハーフミラー 39A を透過し、ダイクロイックミラー 33 により反射され、集光レンズ 34 によりイメージセンサ 35 の受光面に結像される。イメージセンサ 35 は、眼底反射光を撮像 (受光) して撮像信号を出力する。表示装置 3 には、イメージセンサ 35 から出力された撮像信号に基づく観察画像が表示される。なお、撮影光学系 30

10

20

30

40

50

のピントが被検眼 E の前眼部 E a に調整されている場合には前眼部 E a の観察画像が表示装置 3 に表示され、撮影光学系 30 のピントが眼底 E f に調整されている場合には眼底 E f の観察画像が表示装置 3 に表示される。

【0029】

撮影光源 15 は、例えばキセノンランプ又は LED 光源等が用いられ、撮影照明光を出射する。撮影光源 15 から出射された撮影照明光は、既述の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、観察照明光の眼底反射光と同様の経路を通過してダイクロイックミラー 33 まで導かれ、ダイクロイックミラー 33 を透過し、ミラー 36 により反射され、集光レンズ 37 によりイメージセンサ 38 の受光面に結像される。

10

【0030】

イメージセンサ 38 は、眼底反射光を撮像（受光）して撮像信号を出力する。表示装置 3 には、イメージセンサ 38 から出力された撮像信号に基づく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 とは、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。

【0031】

視標表示部 39 は、例えば、ドットマトリクス液晶ディスプレイ（LCD：Liquid Crystal Display）及びマトリクス発光ダイオード（LED）などの各種表示装置（デバイス）が用いられる。この視標表示部 39 は固視標 90 を表示する。また、視標表示部 39 は、ドットマトリクス LCD 等であるので、固視標 90 の表示態様（形状等）及び表示位置を任意に設定可能である。なお、視標表示部 39 は、固視標 90 の他に視力測定用視標なども表示可能である。

20

【0032】

視標表示部 39 に表示された固視標 90 の光束は、その一部がハーフミラー 39 A にて反射された後、ミラー 32、合焦レンズ 31、ダイクロイックミラー 55、孔開きミラー 21 の孔部、ダイクロイックミラー 46、及び対物レンズ 22 を経て被検眼 E に投射される。これにより、被検眼 E に対して固視標 90 及び視力測定用視標などを提示することができる。なお、既述のハーフミラー 39 A から対物レンズ 22 までが本発明の光学系に相当する。従って、本実施形態では撮影光学系 30 の一部が本発明の固視標提示部として機能する。

30

【0033】

さらに、眼底カメラユニット 2 は、従来の眼底カメラと同様にアライメント光学系 50 及びフォーカス光学系 60 を備える。アライメント光学系 50 は、被検眼 E に対する眼底カメラユニット 2 の位置合わせ（アライメント）を行うためのアライメント指標を生成する。フォーカス光学系 60 は、眼底 E f に対してフォーカス（ピント）を合わせるためのスプリット指標を生成する。

【0034】

アライメント光学系 50 は、既述の対物レンズ 22、ダイクロイックミラー 46、孔開きミラー 21、及びダイクロイックミラー 55 の他に、LED 51、絞り 52、53、及びリレーレンズ 54 を備える。また、フォーカス光学系 60 は、既述の対物レンズ 22、ダイクロイックミラー 46、及び孔開きミラー 21 の他に、LED 61、リレーレンズ 62、スプリット指標板 63、二孔絞り 64、ミラー 65、集光レンズ 66、及び反射棒 67 を備える。

40

【0035】

アライメント光学系 50 の LED 51 から出射されたアライメント光は、絞り 52、53 及びリレーレンズ 54 を経由してダイクロイックミラー 55 により反射され、孔開きミラー 21 の孔部を通過し、ダイクロイックミラー 46 を透過し、対物レンズ 22 により被検眼 E の前眼部 E a の角膜に投射される。

【0036】

アライメント光の角膜反射光は、対物レンズ 22、ダイクロイックミラー 46、及び孔

50

開きミラー 2 1 の孔部を経由し、その一部がダイクロイックミラー 5 5 を透過した後、合焦レンズ 3 1、ミラー 3 2、ハーフミラー 3 9 A、ダイクロイックミラー 3 3、及び集光レンズ 3 4 を経てイメージセンサ 3 5 の受光面に入射する。

【 0 0 3 7 】

イメージセンサ 3 5 は、アライメント光の角膜反射光を撮像（受光）して撮像信号を出力する。これにより、表示装置 3 に、既述の前眼部 E a の観察画像と共にアライメント指標が表示される。そして、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（オートアライメント）を行ってもよい。

【 0 0 3 8 】

反射棒 6 7 の反射面は、フォーカス光学系 6 0 によるフォーカス調整が行われる場合に照明光学系 1 0 の光路上にセットされる。LED 6 1 から出射されたフォーカス光は、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た後、二孔絞り 6 4、ミラー 6 5、及び集光レンズ 6 6 を経て反射棒 6 7 の反射面に一旦結像され、この反射面にてリレーレンズ 2 0 に向けて反射される。さらにフォーカス光は、リレーレンズ 2 0、孔開きミラー 2 1、ダイクロイックミラー 4 6、及び対物レンズ 2 2 を経て眼底 E f に投射される。

【 0 0 3 9 】

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イメージセンサ 3 5 により撮像される。イメージセンサ 3 5 は、フォーカス光の眼底反射光を撮像して撮像信号を出力する。これにより、表示装置 3 に観察画像と共にスプリット指標が表示される。後述の演算制御ユニット 2 0 0 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 3 1 等を移動させてピント合わせを自動で行う。また、ユーザがスプリット指標を視認しつつ手動でピント合わせを行ってもよい。

【 0 0 4 0 】

ダイクロイックミラー 4 6 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。ダイクロイックミラー 4 6 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 1 0 0 側から順に、コリメータレンズユニット 4 0 と、光路長変更部 4 1 と、ガルバノスキャナ 4 2 と、合焦レンズ 4 3 と、ミラー 4 4 と、リレーレンズ 4 5 と、が設けられている。

【 0 0 4 1 】

光路長変更部 4 1 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、及び干渉状態の調整などに利用される。光路長変更部 4 1 は、例えばコーナーキューブと、これを移動する機構と、を含む。

【 0 0 4 2 】

ガルバノスキャナ 4 2 は、OCT 計測用の光路を通過する信号光の進行方向を変更する。これにより、眼底 E f を信号光で走査することができる。ガルバノスキャナ 4 2 は、たとえば、信号光を 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む。これにより、信号光を XY 平面上の任意の方向に走査することができる。

【 0 0 4 3 】

眼底カメラユニット 2 には 2 台の前眼部カメラ 3 0 0 が設けられている。各前眼部カメラ 3 0 0 は、前眼部 E a を異なる方向から実質的に同時に撮影する。また、各前眼部カメラ 3 0 0 は、照明光学系 1 0 の光路及び撮影光学系 3 0 の光路から外れた位置に設けられている。そして、各前眼部カメラ 3 0 0 は、被検眼 E が実質的に同じ位置（向き）にある状態での被検眼 E の撮影画像をそれぞれ取得する。各撮影画像は、演算制御ユニット 2 0 0 による被検眼 E の特徴部位の三次元位置の解析に用いられる。

【 0 0 4 4 】

[OCT ユニット]

10

20

30

40

50

ＯＣＴユニット１００は、眼底ＥｆのＯＣＴ画像の取得に用いられる光学系を備える。この光学系は、従来の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。この検出結果（検出信号）は、ＯＣＴユニット１００から演算制御ユニット２００へ出力される。なお、ＯＣＴユニット１００の光学系の具体的な構成については公知技術（例えば上記特許文献１及び２参照）であるので、ここでは具体的な説明は省略する。

【００４５】

[演算制御ユニット]

図２は、演算制御ユニット２００の機能ブロック図である。図２に示すように、演算制御ユニット２００は、統括制御部２０２、記憶部２０４、画像形成部２０６、及びデータ処理部２０８等を備える。なお、本実施形態において演算制御ユニット２００内の「～部」として説明するものは「～回路」、「～装置」、又は「～機器」であってもよい。すなわち、「～部」として説明するものは、ファームウェア、ソフトウェア、及びハードウェアまたはこれらの組み合わせのいずれで構成されても構わない。また、演算制御ユニット２００には、既述の眼底カメラユニット２の各部、表示装置３、及びＯＣＴユニット１００の他に、操作部２１０が接続されている。操作部２１０は、操作レバー、キーボード、マウス、及びタッチパネル式のモニタ等の公知の操作デバイスであり、検者による各種の入力操作を受け付ける。

【００４６】

統括制御部２０２は、検者による操作部２１０への入力操作に応じて、眼底カメラユニット２、表示装置３、及びＯＣＴユニット１００の各部の動作を統括制御する。なお、図２では、統括制御部２０２の各種機能の中で固視標９０の表示制御に係る機能のみを図示し、他の機能については公知技術であるので具体的な図示は省略する。

【００４７】

統括制御部２０２の機能は、各種のプロセッサ（Processor）を用いて実現できる。各種のプロセッサには、ＣＰＵ（Central Processing Unit）、ＧＰＵ（Graphics Processing Unit）、ＡＳＩＣ（Application Specific Integrated Circuit）、及びプログラマブル論理デバイス〔例えばＳＰＬＤ（Simple Programmable Logic Devices）、ＣＰＬＤ（Complex Programmable Logic Device）、及びＦＰＧＡ（Field Programmable Gate Arrays）〕等が含まれる。なお、統括制御部２０２の各種機能は、１つのプロセッサにより実現されてもよいし、同種または異種の複数のプロセッサで実現されてもよい。

【００４８】

記憶部２０４は、統括制御部２０２のプロセッサが実行する制御プログラムの他、ＯＣＴ画像の画像データ、眼底像の画像データ、及び被検眼情報（被検者情報を含む）などを記憶する。また、記憶部２０４は、詳しくは後述する対応情報２１２を記憶している。

【００４９】

画像形成部２０６は、ＯＣＴユニット１００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。なお、ＯＣＴ画像の具体的な形成方法は、従来のＯＣＴ装置と同様である。データ処理部２０８は、画像形成部２０６により形成されたＯＣＴ画像、及び既述の眼底カメラユニット２により取得された画像（眼底像及び前眼部像）に対して画像処理等を施す。

【００５０】

[固視標の提示（表示）制御]

統括制御部２０２は、被検眼Ｅに固視標９０の提示を行う場合、記憶部２０４から読み出した制御プログラムを実行することにより表示制御部２１４として機能する。なお、表示制御部２１４は、本発明の位置制御部、軌跡表示制御部、及び視標表示制御部に相当する。

【００５１】

図３から図６は、表示制御部２１４が視標表示部３９に表示させる固視標９０、すなわ

10

20

30

40

50

ち被検眼 E に提示される固視標 90 の一例を説明するための説明図である。ここでは、表示制御部 214 は本発明の視標表示制御部として機能する。

【0052】

図 3 から図 5 に示すように、表示制御部 214 は、視標表示部 39 に固視標 90 を表示させる場合に固視標 90 の表示態様を時間的に変化させる。例えば、図 3 に示すように、表示制御部 214 は、固視標 90 の中心を基準として回転（自転）する固視標 90 を視標表示部 39 に表示させる。また、図 4 に示すように、表示制御部 214 は、拡大及び縮小を反復する固視標 90 を視標表示部 39 に表示させる。さらに、図 5 に示すように、表示制御部 214 は、自転する数字を含む固視標 90 であって且つ時間経過に応じて数字が入れ替わる表示態様の固視標 90 を視標表示部 39 に表示させる。このように視標表示部 39 に表示される固視標 90 の表示態様を時間変化させることで、被検者の注意を引くことができる。これにより、被検眼 E を固視標 90 に誘導し易くなる。

10

【0053】

図 6 に示すように、表示制御部 214 は、予め定められた特定の画像（動物、乗り物、及びフィクションに登場するキャラクター等）を固視標 90 として視標表示部 39 に表示させてもよい。この場合にも、被検者の注意を引くことができるので被検眼 E を固視標 90 に誘導し易くなる。

【0054】

表示制御部 214 は、検者により操作部 210 に入力された眼底 E f の検査（撮影）対象部位の指定操作に基づき、視標表示部 39 に表示させる固視標 90 の表示位置を制御する。そして、表示制御部 214 は、視標表示部 39 に表示される固視標 90 の表示位置を制御することで、固視標 90 の光束が対物レンズ 22 を通過する位置である視標位置を、対物レンズ 22 の光軸 O A（図 8 参照）に対して垂直方向（X Y 方向：図 1 参照）に制御する。すなわち、表示制御部 214 に被検眼 E に提示する固視標 90 の提示位置を上述の垂直方向に制御する。以下、既述の指定操作に対応した表示位置で視標表示部 39 に表示された固視標 90 の光束が対物レンズ 22 を通過する位置を「目標位置」という。

20

【0055】

図 7 は、眼底 E f の検査対象部位と視標表示部 39 の表示面内での固視標 90 の表示位置との関係の一例を示した説明図である。

【0056】

30

図 7 に示すように、符号「M」は、被検眼 E の両眼の眼底 E f の黄斑に対応した固視標 90 の表示位置である。なお、この表示位置 M は、対物レンズ 22 の光軸 O A（図 8 参照）の位置に対応している。すなわち、表示位置 M で表示された固視標 90 の光束は、対物レンズ 22 の光軸 O A を通る。

【0057】

符号「C R」は、被検眼 E の右眼の眼底 E f の眼底中心に対応する固視標 90 の表示位置であり、符号「C L」は、被検眼 E の左眼の眼底 E f の眼底中心に対応する固視標 90 の表示位置である。符号「D R」は、被検眼 E の右眼の眼底 E f の視神経乳頭に対応する固視標 90 の表示位置であり、符号「D L」は、被検眼 E の左眼の眼底 E f の視神経乳頭に対応する固視標 90 の表示位置である。符号「P」は、被検眼 E の両眼の眼底 E f の眼底周辺部の 8 個の位置に対応する固視標 90 の表示位置である。

40

【0058】

なお、視標表示部 39 に表示される固視標 90 の表示位置は図 7 に示した位置に限定されるものではなく、適宜変更してもよい。また、他の検査対象部位（例えば黄斑と視神経乳頭との中間位置）に対応する表示位置を追加してもよい。

【0059】

視標表示部 39 に表示された固視標 90 の光束は、既述の通り、ハーフミラー 39 A からダイクロイックミラー 46 を経た後、対物レンズ 22 を通して被検眼 E に投射される。これにより、被検眼 E に固視標 90 を提示して、被検眼 E に固視標 90 を固視させることができる。

50

【 0 0 6 0 】

図 8 は、被検者側から見た対物レンズ 2 2 の正面拡大図である。図 8 及び既述の図 7 に示すように、視標表示部 3 9 の表示位置 M で表示された固視標 9 0 の光束は、対物レンズ 2 2 の後述のレンズ中心部 2 2 a 内の視標位置 T M (光軸 O A に相当) を通って被検眼 E に投射される。これにより、被検眼 E (右眼及び左眼) が視標位置 T M 上の固視標 9 0 を固視することで、O C T ユニット 1 0 0 から出射される信号光の照射位置 (スキャン位置) に眼底 E f の黄斑が移動される。

【 0 0 6 1 】

視標表示部 3 9 の表示位置 C R で表示された固視標 9 0 の光束は、レンズ中心部 2 2 a 内の視標位置 T C R を通って被検眼 E に投射される。また、視標表示部 3 9 の表示位置 C L で表示された固視標 9 0 の光束は、レンズ中心部 2 2 a 内の視標位置 T C L を通って被検眼 E に投射される。これにより、被検眼 E の右眼が視標位置 T C R 上の固視標 9 0 を固視したり、或いは左眼が視標位置 T C L 上の固視標 9 0 を固視したりすることで、眼底 E f の眼底中心が既述の信号光の照射位置に移動される。

【 0 0 6 2 】

視標表示部 3 9 の表示位置 D R で表示された固視標 9 0 の光束は、対物レンズ 2 2 の後述のレンズ周辺部 2 2 b 内の視標位置 T D R を通って被検眼 E に投射される。また、視標表示部 3 9 の表示位置 D L で表示された固視標 9 0 の光束は、レンズ周辺部 2 2 b 内の視標位置 T D L を通って被検眼 E に投射される。これにより、被検眼 E の右眼が視標位置 T D R 上の固視標 9 0 を固視したり、或いは左眼が視標位置 T D L 上の固視標 9 0 を固視したりすることで、眼底 E f の視神経乳頭が既述の信号光の照射位置に移動される。

【 0 0 6 3 】

視標表示部 3 9 の各表示位置 P でそれぞれ表示された固視標 9 0 の光束は、レンズ周辺部 2 2 b 内の各視標位置 T P をそれぞれ通って被検眼 E に投射される。これにより、被検眼 E (右眼及び左眼) が各視標位置 T P のいずれかの視標位置 T P 上の固視標 9 0 を固視することで、眼底 E f の 8 か所の眼底周辺部のいずれかが既述の信号光の照射位置に移動される。

【 0 0 6 4 】

レンズ中心部 2 2 a は、対物レンズ 2 2 の光軸 O A を中心とする一定範囲内の領域であり、本実施形態では既述の視標位置 T M 及び視標位置 T C R , T C L を含む。ここで、対物レンズ 2 2 の視標位置 T M 及び視標位置 T C R , T C L をそれぞれ通過した固視標 9 0 を被検眼 E が固視する場合に、固視標 9 0 は被検者の視野範囲の中央領域に位置するため、被検眼 E を大きく回旋させる必要はない。このため、被検眼 E を容易に固視標 9 0 に誘導することができる。従って、レンズ中心部 2 2 a は、対物レンズ 2 2 の中で被検眼 E を固視標 9 0 に容易に誘導することが可能な領域である。

【 0 0 6 5 】

なお、レンズ中心部 2 2 a は、対物レンズ 2 2 の中で図 4 に示す範囲に限定されるものではなく、視標位置 T M のみを含む範囲であったり、或いは視標位置 T D R , T D L までを含む範囲であったり、眼底 E f の他の検査対象部位 (黄斑と視神経乳頭との中間位置等) に対応する視標位置を含む範囲であったりしてもよい。

【 0 0 6 6 】

レンズ周辺部 2 2 b は、対物レンズ 2 2 の中で既述のレンズ中心部 2 2 a の外側の領域であり、本実施形態では既述の視標位置 T D R , T D L 及び視標位置 T P を含む。ここで、対物レンズ 2 2 の視標位置 T D R , T D L 及び視標位置 T P をそれぞれ通過した固視標 9 0 を被検眼 E が固視する場合に、固視標 9 0 は被検者の視野範囲の中央領域に存在しないので、被検眼 E を大きく回旋させる必要がある。このため、被検眼 E が固視標 9 0 を見失うおそれがあり、被検眼 E を固視標 9 0 に誘導することが困難である。

【 0 0 6 7 】

従って、表示制御部 2 1 4 は、検査対象部位に対応する目標位置 (各視標位置 T P , T C R , ... T P) がレンズ中心部 2 2 a 内及びレンズ周辺部 2 2 b 内のいずれであるかに応

10

20

30

40

50

じて、視標表示部 39 による固視標 90 の表示制御方法を切り替える。これにより、目標位置がレンズ中心部 22 a 内及びレンズ周辺部 22 b 内のいずれであるかに応じて、固視標 90 の視標位置の位置制御方法が異なる。

【0068】

この際に、既述の図 3 に示した記憶部 204 には、複数の検査対象部位と、検査対象部位ごとの視標表示部 39 による固視標 90 の表示制御方法と、の対応関係を示す対応情報 212 が記憶されている。固視標 90 の表示制御方法には、レンズ中心部 22 a 内の目標位置（視標位置 T M , T C R , T C L ）に対応した限定制御と、レンズ周辺部 22 b 内の目標位置（視標位置 T D R , T D L , T P ）に対応した移動制御と、が含まれる。

【0069】

そして、表示制御部 214 は、操作部 210 に対する指定操作で指定された検査対象部位に基づき、記憶部 204 内の対応情報 212 を参照することで、目標位置がレンズ中心部 22 a 内である場合には視標表示部 39 に限定制御を実行させ、目標位置がレンズ周辺部 22 b 内である場合には視標表示部 39 に移動制御を実行させる。

【0070】

図 9 は、表示制御部 214 による限定制御を説明するための説明図である。なお、図 9 に示す例では、検査対象部位として被検眼 E（右眼）の眼底 E f の眼底中心が指定されたものとする。

【0071】

図 9 に示すように、表示制御部 214 は、目標位置が視標位置 T C R である場合、対応情報 212 に基づき、レンズ中心部 22 a 内の視標位置 T C R に対応した限定制御を視標表示部 39 に実行させる。この場合、表示制御部 214 は、固視標 90 の視標位置が目標位置（ここでは視標位置 T C R ）に限定されるように、視標表示部 39 を制御する。具体的に表示制御部 214 は、視標表示部 39 内での固視標 90 の表示位置を表示位置 C R に限定する。これにより、後述の移動制御とは異なり、固視標 90 を被検眼 E に速やかに提示することができる。

【0072】

図 10 は、表示制御部 214 による移動制御を説明するための説明図である。なお、図 10 に示す例では、検査対象部位として被検眼 E（右眼及び左眼のいずれでも可）の眼底 E f の眼底周辺部の 1 箇所が指定されたものとする。この場合に、表示制御部 214 は本発明の位置制御部として機能する。

【0073】

図 10 の符号 X A に示すように、表示制御部 214 は、目標位置が視標位置 T P である場合、対応情報 212 に基づき、レンズ周辺部 22 b 内の視標位置 T P に対応した移動制御を視標表示部 39 に実行させる。最初に表示制御部 214 は、固視標 90 の視標位置がレンズ中心部 22 a 内の所定の基準位置に一致（略一致を含む）するように、視標表示部 39 に固視標 90 を表示させる。ここで本実施形態の基準位置は光軸 O A の位置であり、表示制御部 214 は、視標表示部 39 の表示位置 M に固視標 90 を表示させる。これにより、固視標 90 が被検者の視野範囲の中央領域に位置するので、被検眼 E が固視標 90 を容易に固視することができる。

【0074】

次いで、表示制御部 214 は、図中の矢印 α で示すように、固視標 90 の視標位置が基準位置から指定操作で指定された目標位置（ここでは視標位置 T P ）に向けて移動するように、視標表示部 39 の表示制御を行う。なお、矢印 α は固視標 90 の移動方向を示したものであり、この矢印 α が視標表示部 39 に実際に表示されていないくともよいし或いは表示されていてもよい。

【0075】

具体的に表示制御部 214 は、視標表示部 39 内での固視標 90 の表示位置を表示位置 M から表示位置 P に向けて移動させる。この際に固視標 90 の移動速度は、被検眼 E が固視標 90 を見失わない速度に設定されている。これにより、図 10 の符号 X B に示すように

10

20

30

40

50

、固視標 90 の視標位置が基準位置（光軸 O A ）から目標位置（視標位置 T P ）に向けてゆっくり移動するため、被検眼 E の固視位置を基準位置から目標位置に向けて誘導することができる。

【 0 0 7 6 】

また、表示制御部 2 1 4 は、視標表示部 3 9 に既述の移動制御を実行させる場合に、基準位置に対応する表示位置 M から目標位置に対応する表示位置 P に向けて移動する固視標 90 の軌跡像 9 2 を視標表示部 3 9 に表示させる。この場合、表示制御部 2 1 4 は本発明の軌跡表示制御部として機能する。

【 0 0 7 7 】

視標表示部 3 9 に表示された軌跡像 9 2 の光束は、固視標 90 の光束と共にハーフミラー 3 9 A から対物レンズ 2 2 を通して被検眼 E に投射される。その結果、対物レンズ 2 2 上において基準位置から目標位置（視標位置 T P ）に向けて移動する固視標 90 の視標位置の軌跡を示す軌跡像 9 2 が被検眼 E に提示される。これにより、被検眼 E の固視位置を基準位置から視標位置 T P まで確実に誘導することができる。

【 0 0 7 8 】

このように表示制御部 2 1 4 は、操作部 2 1 0 に対する指定操作で指定された目標位置がレンズ中心部 2 2 a 内である場合には視標表示部 3 9 に限定制御を実行させ、この目標位置がレンズ周辺部 2 2 b 内である場合には視標表示部 3 9 に移動制御を実行させる。

【 0 0 7 9 】

なお、被検眼 E の O C T 検査では被検眼 E に対して複数の目標位置を順番に提示する場合がある。この場合、表示制御部 2 1 4 は、操作部 2 1 0 に対する指定操作で指定された複数の目標位置ごとに、目標位置がレンズ中心部 2 2 a 内或いはレンズ周辺部 2 2 b 内であるかに応じて、限定制御又は移動制御を視標表示部 3 9 に順番に実行させる。

【 0 0 8 0 】

図 1 1 は、表示制御部 2 1 4 による移動制御を行う場合の基準位置の変形例を説明するための説明図である。ここでは、目標位置をレンズ中心部 2 2 a 内の位置（視標位置 T C R : 符号 X I A 参照）からレンズ周辺部 2 2 b 内の位置（視標位置 T P : 符号 X I B 参照）に切り替える場合を例に挙げて説明を行う。

【 0 0 8 1 】

図 1 1 に示すように、表示制御部 2 1 4 は、1 つ前の目標位置、すなわちレンズ中心部 2 2 a 内の視標位置 T C R を基準位置として、この基準位置から固視標 90 の視標位置を新目標位置に向けて移動させる移動制御を視標表示部 3 9 に実行させる。

【 0 0 8 2 】

このように目標位置をレンズ中心部 2 2 a 内の位置からレンズ周辺部 2 2 b 内の位置に切り替える場合に、先のレンズ中心部 2 2 a 内の目標位置を基準位置とすることで、固視標 90 の視標位置を光軸 O A に合せる必要がなくなる。このため、被検眼 E の固視位置を視標位置 T P まで誘導させる際の誘導時間を短くすることができる。

【 0 0 8 3 】

[眼科装置の作用]

図 1 2 は、上記構成の眼科装置 1 による被検眼 E の検査処理、特に被検眼 E に対する固視標 90 の提示処理の流れ（本発明の眼科装置の作動方法に相当）を示すフローチャートである。

【 0 0 8 4 】

図 1 2 に示すように、眼科装置 1 での所定の検査準備処理が完了した後、検者が操作部 2 1 0 に対して眼底 E f の検査対象部位の指定操作を行う（ステップ S 1 ）。そして、統括制御部 2 0 2 の表示制御部 2 1 4 は、指定操作で指定された検査対象部位に基づき、記憶部 2 0 4 内の対応情報 2 1 2 を参照して、視標表示部 3 9 による固視標 90 の表示制御方法を決定する（ステップ S 2 ）。

【 0 0 8 5 】

表示制御部 2 1 4 は、対応情報 2 1 2 に基づき、目標位置がレンズ中心部 2 2 a 内の視

10

20

30

40

50

標位置 T M , T C R , T C L 等である場合、既述の図 9 で説明したように視標表示部 3 9 に限定制御を開始させる (ステップ S 3)。この場合、視標表示部 3 9 は、固視標 9 0 の表示位置を目標位置に対応する位置 (表示位置 M , C R , C L 等) に限定する。これにより、視標表示部 3 9 で表示された固視標 9 0 の光束が、ハーフミラー 3 9 A から対物レンズ 2 2 を経て被検眼 E に投射される。その結果、被検眼 E に固視標 9 0 が提示される (ステップ S 4)。

【 0 0 8 6 】

目標位置がレンズ中心部 2 2 a 内である場合、固視標 9 0 が被検者の視野範囲の中央領域に位置するので、被検眼 E が固視標 9 0 を容易に固視することができる。また、この場合には、移動制御のような固視標 9 0 の移動は行わないので、被検眼 E の固視位置を速やかに目標位置に誘導することができる。

10

【 0 0 8 7 】

一方、表示制御部 2 1 4 は、対応情報 2 1 2 に基づき、目標位置がレンズ周辺部 2 2 b 内の視標位置 T D R , T D L , T P 等である場合、既述の図 1 0 で説明したように視標表示部 3 9 に移動制御を開始させる (ステップ S 5)。最初に表示制御部 2 1 4 は、視標表示部 3 9 の表示位置 M に固視標 9 0 を表示させる。これにより、視標表示部 3 9 に表示された固視標 9 0 の光束がハーフミラー 3 9 A から対物レンズ 2 2 を経て被検眼 E に投射され、対物レンズ 2 2 の光軸 O A に対応する基準位置にて固視標 9 0 が被検眼 E に提示される (ステップ S 6)。その結果、被検眼 E が固視標 9 0 を容易に固視することができる。

20

【 0 0 8 8 】

次いで、表示制御部 2 1 4 は、視標表示部 3 9 内での固視標 9 0 の表示位置を表示位置 M から目標位置に対応する表示位置 (表示位置 D R , D L , P) に向けて所定速度で移動させる。これにより、固視標 9 0 の視標位置が基準位置から目標位置に向けてゆっくり移動する (ステップ S 7)。これにより、被検眼 E の固視位置を基準位置から目標位置に向けて誘導することができる。

【 0 0 8 9 】

また、同時に表示制御部 2 1 4 は、視標表示部 3 9 を制御して、表示位置 M から目標位置に対応する表示位置に向けて移動する固視標 9 0 の軌跡像 9 2 を表示させる (ステップ S 8)。これにより、軌跡像 9 2 の光束がハーフミラー 3 9 A から対物レンズ 2 2 を経て被検眼 E に投射される。その結果、目標位置に向けて移動する固視標 9 0 の視標位置の軌跡像 9 2 が被検眼 E に提示されるので、被検眼 E の固視位置を目標位置に向けて確実に誘導することができる。

30

【 0 0 9 0 】

以下、固視標 9 0 の視標位置が目標位置に到達するまで、既述のステップ S 7 , S 8 の処理が繰り返し実行される (ステップ S 9)。これにより、被検眼 E の固視位置が目標位置に誘導される。

【 0 0 9 1 】

また、既述のステップ S 2 からステップ S 9 までの処理と並行して或いは前後して、統括制御部 2 0 2 は、照明光学系 1 0 の照明光の光量の設定と、撮影光学系 3 0 の観察照明光の光量の設定を行う (ステップ S 1 0)。なお、各光量の設定方法については公知技術であるので、ここでは具体的な説明は省略する。

40

【 0 0 9 2 】

次いで、前眼部 E a に対する眼底カメラユニット 2 のアライメントと、眼底 E f に対する眼底カメラユニット 2 のフォーカス調整とが、統括制御部 2 0 2 の制御の下において自動で実行、或いは操作部 2 1 0 に対する操作入力により手動で実行される (ステップ S 1 1)。そして、眼底カメラユニット 2 及び O C T ユニット 1 0 0 等による眼底 E f の撮影画像及び O C T 画像の撮影が実行される (ステップ S 1 2)。なお、ステップ S 1 1 , S 1 2 の各処理についても公知技術であるので、ここでは具体的な説明は省略する。

【 0 0 9 3 】

以下、検査対象部位を変更する場合には、上述のステップ S 1 からステップ S 1 2 まで

50

の処理が繰り返し実行される（ステップ S 1 3）。なお、既述の図 1 1 で説明したように、1 つ前の目標位置がレンズ中心部 2 2 a 内の視標位置 T M, T C R, T C L である場合、表示制御部 2 1 4 は、既述の図 1 2 に示したステップ S 6 において、先の目標位置を基準位置として、視標表示部 3 9 に固視標 9 0 を表示させる。これにより、被検眼 E の固視位置を目標位置まで誘導させる際の誘導時間を短くすることができる。

【 0 0 9 4 】

〔本実施形態の効果〕

以上のように本実施形態では、検査対象部位に対応する目標位置がレンズ中心部 2 2 a 内である場合には視標表示部 3 9 に限定制御を実行させ、且つ目標位置がレンズ周辺部 2 2 b 内である場合には視標表示部 3 9 に移動制御を実行させることができる。これにより、目標位置がレンズ中心部 2 2 a 内である場合には被検眼 E の固視位置を目標位置に速やかに誘導し、逆に目標位置がレンズ周辺部 2 2 b 内である場合には被検眼 E の固視位置を基準位置から目標位置に向けて確実に誘導することができる。その結果、固視標 9 0 の光束が対物レンズ 2 2 を通過する位置に対応した最適な方法で被検眼 E に対して固視標 9 0 を提示することができる。

【 0 0 9 5 】

〔第 2 実施形態の眼科装置〕

図 1 3 は、第 2 実施形態の眼科装置 1 の構成の一例を示す概略図である。この第 2 実施形態の眼科装置 1 は、既述の移動制御時において被検眼 E が注視している対物レンズ 2 2 上の視線位置を検出し、この視線位置の検出結果を既述の移動制御に反映する。

【 0 0 9 6 】

図 1 3 に示すように、第 2 実施形態の眼科装置 1 は、眼底カメラユニット 2 がさらに視線位置検出光学系 7 0 を備える点を除けば上記第 1 実施形態の眼科装置 1 と基本的に同じ構成である。このため、上記第 1 実施形態と機能又は構成上同一のものについては、同一符号を付してその説明は省略する。

【 0 0 9 7 】

視線位置検出光学系 7 0 は、ミラー 7 1 と、赤外 L E D 7 2 と、ピンホール 7 3 と、集光レンズ 7 4 と、ミラー 7 5 と、結像レンズ 7 6 と、ミラー 7 7 と、イメージセンサ 7 8 と、半導体位置検出素子（Position Sensitive Detector）である P S D 7 9 と、を備える。

【 0 0 9 8 】

ミラー 7 1 は、既述のダイクロイックミラー 4 6 と対物レンズ 2 2 との間に配置されており、例えばダイクロイックミラーが用いられる。このミラー 7 1 は、既述の照明光、観察照明光、及び信号光等（その反射光を含む）を透過させる。また、ミラー 7 1 は、後述のミラー 7 5 から入射した近赤外光を対物レンズ 2 2 に向けて反射すると共に、対物レンズ 2 2 から入射した近赤外光の反射光をミラー 7 5 に向けて反射する。

【 0 0 9 9 】

赤外 L E D 7 2 は、近赤外光をピンホール 7 3 に向けて出射する。ピンホール 7 3 は、赤外 L E D 7 2 から入射した近赤外光を点光源とした後、この点光源の近赤外光を集光レンズ 7 4 に向けて出射する。集光レンズ 7 4 は、ピンホール 7 3 から入射した近赤外光をミラー 7 5 に向けて出射する。

【 0 1 0 0 】

ミラー 7 5 は、例えばハーフミラーが用いられる。このミラー 7 5 は、集光レンズ 7 4 から入射した近赤外光の一部をミラー 7 1 に向けてそのまま透過させる。これにより、ミラー 7 5 を透過した近赤外光は、ミラー 7 1 により対物レンズ 2 2 に向けて反射され、この対物レンズ 2 2 を通して被検眼 E に入射する。そして、被検眼 E にて反射された近赤外光の反射光が、対物レンズ 2 2 を通してミラー 7 1 に入射し、このミラー 7 1 によりミラー 7 5 に向けて反射される。ミラー 7 5 は、ミラー 7 1 から入射した反射光の一部を結像レンズ 7 6 に向けて反射する。

【 0 1 0 1 】

10

20

30

40

50

結像レンズ 76 は、ミラー 75 から入射した反射光をミラー 77 に向けて出射する。ミラー 77 は、結像レンズ 76 から入射した反射光の一部をイメージセンサ 78 に向けて反射すると共に、結像レンズ 76 から入射した反射光の残りをそのまま透過させて PSD 79 に向けて出射する。

【0102】

イメージセンサ 78 は、CMOS 型又は CCD 型であり、その撮像面にはミラー 77 によって反射された反射光が被検眼 E の像として結像する。イメージセンサ 78 は、撮像面に結像された被検眼 E の像を撮像して、その撮像画像データ 150 (図 15 参照) を統括制御部 202 (図 14 参照) へ出力する。

【0103】

PSD 79 の受光面には、ミラー 77 から入射した反射光が入射する。PSD 79 は、その受光面における反射光の受光位置を検出可能なセンサであり、受光位置を示す受光信号を統括制御部 202 (図 14 参照) へ出力する。なお、PSD 79 の代わりにラインセンサを用いてもよい。

【0104】

図 14 は、第 2 実施形態の演算制御ユニット 200 の機能ブロック図である。図 14 に示すように、第 2 実施形態の演算制御ユニット 200 は、統括制御部 202 が表示制御部 214 の他に視線位置検出部 216 として機能する点を除けば、第 1 実施形態の演算制御ユニット 200 の同じ構成である。

【0105】

視線位置検出部 216 は、既述の視線位置検出光学系 70 と共に本発明の視線位置検出部を構成する。視線位置検出部 216 は、既述の図 12 に示した移動制御開始 (ステップ S5) に合わせて赤外 LED 72 を点灯させると共に、イメージセンサ 78 から入力される被検眼 E の撮像画像データ 150 (図 15 参照) 及び PSD 79 から入力される受光信号に基づき、対物レンズ 22 上で被検眼 E が注視している視線位置を検出する。

【0106】

図 15 は、プルキンエ像 151 を利用する視線位置検出部 216 の視線位置検出方法 (角膜検出方式) を説明するための説明図である。図 15 の符号 XVA に示すように、被検眼 E の角膜表面上には、点光源の近赤外光の入射により、近赤外光の反射像であるプルキンエ像 151 が生じる。このプルキンエ像 151 の位置は、被検眼 E の視線方向の変化に応じて変化する。

【0107】

従って、図 15 の符号 XVB に示すように、視線位置検出部 216 は、イメージセンサ 78 から入力される被検眼 E の撮像画像データ 150 と、PSD 79 から入力される受光信号とに基づき、被検眼 E におけるプルキンエ像 151 の位置座標 C1 を検出する。そして、視線位置検出部 216 は、位置座標 C1 が示すプルキンエ像 151 の位置と瞳孔中心との相対位置に基づいて、被検眼 E の視線方向を検出する。なお、プルキンエ像 151 を利用した視線方向の検出方法は公知技術であり、その詳細な説明は省略する。また、本実施形態では PSD 79 を用いているが、PSD 79 を省略して、イメージセンサ 78 から入力される撮像画像データ 150 のみに基づいてプルキンエ像 151 の位置座標 C1 を検出してよい。

【0108】

図 16 は、被検眼 E の撮像画像データ 150 に基づき被検眼 E の視線方向を検出する方法 (強膜反射方式、暗瞳孔法) を説明するための説明図である。なお、この方法では被検眼 E への点光源の近赤外光の入射は省略することができる。視線位置検出部 216 は、図 16 の符号 XVIA に示すようにイメージセンサ 78 から被検眼 E の撮像画像データ 150 を取得した後、図 16 の符号 XVB に示すように、被検眼 E の撮像画像データ 150 を所定の輝度しきい値で二値化する。被検眼 E の瞳孔はその周囲の領域と比較して低輝度であるので、撮像画像データ 150 を二値化すると、被検眼 E の瞳孔に対応する領域が黒画素領域となり、瞳孔の周囲の領域が白画素領域となる。これにより、被検眼 E の撮像画像データ

10

20

30

40

50

150から被検眼Eの瞳孔領域を特定することができる。

【0109】

そして、図16の符号XVICに示すように、視線位置検出部216は、二値化された被検眼Eの撮像画像データ150から、被検眼Eの瞳孔領域（黒画素領域）の中心座標C2を求め、求めた中心座標C2と既知の眼球の幾何学的構造とに基づいて、被検眼Eの視線方向を検出する。なお、強膜反射方式（暗瞳孔法）による視線方向の検出は公知技術であるので、その詳細な説明は省略する。

【0110】

図14に戻って、視線位置検出部216は、検出した被検眼Eの視線方向と、既知の撮影光学系30の撮影倍率とに基づき、被検眼Eが注視している対物レンズ22上の視線位置（注視点）の位置座標を検出し、この視線位置の位置座標の検出結果を表示制御部214へ出力する。そして、視線位置検出部216は、被検眼Eの視線位置の検出を一定時間ごとに繰り返し実行し、新たな視線位置の位置座標の検出結果を表示制御部214へ逐次出力する。

【0111】

図17は、第2実施形態の表示制御部214による移動制御を説明するための説明図である。図17の符号XVIIAに示すように、第2実施形態の表示制御部214は、既述の第1実施形態と同様に視標表示部39を制御して、固視標90の視標位置の基準位置から目標位置への移動と、被検眼Eへの軌跡像92の投射とを実行する。

【0112】

さらに、第2実施形態の表示制御部214は、視線位置検出部216の検出結果に基づき、視標表示部39に既述の視線位置を示す視線位置情報94を表示させる。この場合、表示制御部214は本発明の情報表示制御部として機能する。そして、視標表示部39に表示された視線位置情報94の光束は、既述の固視標90及び軌跡像92の光束と共に、ハーフミラー39Aから対物レンズ22を経て被検眼Eに投射される。これにより、被検眼Eに固視標90、軌跡像92、及び視線位置情報94が提示される。

【0113】

視線位置情報94は、例えば目標位置を示す矢印等の記号が用いられる。これにより、被検者は、目標位置と視線位置とのずれ量及びずれ方向を認識することができる。

【0114】

そして、表示制御部214には、視線位置検出部216から新たな視線位置の検出結果が逐次入力される。このため、図17の符号XVII Bに示すように、対物レンズ22上での被検眼Eの視線位置が目標位置に向けて移動すると、これに応じて被検眼Eに提示される視線位置情報94の位置も更新される。これにより、被検者は、視線位置が目標位置に近づいていることを認識することができる。その結果、被検眼Eの固視位置を目標位置まで確実に誘導させることができる。

【0115】

また、表示制御部214は、視線位置検出部216の検出結果に基づき、対物レンズ22上での固視標90の視標位置と対物レンズ22上での視線位置との位置ずれを補正する補正制御を、視標表示部39に実行させてもよい。

【0116】

図18は、第2実施形態の表示制御部214による補正制御を説明するための説明図である。図18の符号XVIII A及び符号XVIII Bに示すように、表示制御部214は、移動制御時において視標表示部39を制御することで、固視標90の視標位置を基準位置から目標位置に向けて移動させ、且つ被検眼Eへの軌跡像92及び視線位置情報94の投射を実行させる。

【0117】

この際に、表示制御部214は、視線位置検出部216の検出結果に基づき、対物レンズ22上での固視標90の視標位置と視線位置との間に位置ずれが生じている場合に、視標表示部39上での固視標90の移動速度（対物レンズ22上での視標位置の移動速度）

10

20

30

40

50

を減速させる補正制御を実行する。なお、表示制御部 214 は、視標位置と視線位置との位置ずれ量の増加に応じて、固視標 90 の移動速度の減速量を増加させる。これにより、目標位置に向けて移動する固視標 90 に対して被検眼 E の視線位置を確実に追従させることができるので、被検眼 E の固視位置を目標位置まで確実に誘導させることができる。

【0118】

図 18 の符号 XVIII C に示すように、表示制御部 214 は、固視標 90 の移動速度を遅くさせる代わりに或いは遅くさせるのに加えて、視線位置検出部 216 の検出結果に基づき、対物レンズ 22 上での固視標 90 の視標位置と視線位置とを一致させるように、視標表示部 39 を補正制御してもよい。

【0119】

具体的に表示制御部 214 は、視線位置検出部 216 の検出結果に基づき、対物レンズ 22 上での固視標 90 の視標位置と視線位置との間に位置ずれが生じている場合、図中の矢印 β で示すように、視標表示部 39 内での固視標 90 の表示位置を視線位置情報 94 に一致させる位置制御を行う。これにより、対物レンズ 22 上での固視標 90 の視標位置と視線位置とを一致させることができる。このため被検眼 E が固視標 90 を見失った場合でも再び固視標 90 を固視することができる。

【0120】

次いで、表示制御部 214 は、視標表示部 39 を制御して、固視標 90 の視標位置を再び目標位置に向けて移動させる（矢印 α 参照）。以下、表示制御部 214 は、移動制御が完了するまでの間、上述の位置ずれが生じる毎に視標表示部 39 の補正制御を繰り返し実行する。これにより、目標位置に向けて移動する固視標 90 に対して被検眼 E の視線位置を確実に追従させることができるので、被検眼 E の固視位置を目標位置まで確実に誘導させることができる。

【0121】

〔その他〕

上記各実施形態の移動制御では、視標表示部 39 に表示される固視標 90 の表示位置を移動させることにより、固視標 90 の視標位置を基準位置から目標位置に移動させているが、光スキャナを用いて固視標 90 の光束を走査することにより固視標 90 の視標位置を基準位置から目標位置に移動させてもよい。この場合の光スキャナとしては、既述のガルバノスキャナ 42 の他に、共振型スキャナ（レゾナントスキャナ）及び MEMS（Micro Electro Mechanical Systems）スキャナ等が用いられる。

【0122】

上記各実施形態では、被検眼 E に対して軌跡像 92 の提示を行っているが、この軌跡像 92 の提示は省略してもよい。

【0123】

上記第 2 実施形態の視線位置検出部 216 による視線位置検出方法は、既述の図 15 及び図 16 で説明した方法に限定されるものではない。例えば、検者の目頭等の基準点と被検眼 E の虹彩等の動点との位置関係を用いる方法、及び眼電位センサを用いて被検眼 E の動きを検出する方法などの公知の視線位置検出方法を用いることができる。

【0124】

上記各実施形態では表示制御部 214 による移動制御を実行する場合に、固視標 90 の視標位置を基準位置から目標位置に向けて直線状（最短距離）の経路で移動させているが、曲線状等の各種の非直線状の経路で移動させてもよい。

【0125】

上記各実施形態では、眼科装置 1 として光干渉断層計と眼底カメラとの複合機を例に挙げて説明を行ったが、光干渉断層計、眼底カメラ、走査型レーザ検眼鏡、レーザ治療装置（光凝固装置）、及び視野計などの被検眼 E に固視標 90 を提示する各種眼科装置に本発明を適用することができる。

【符号の説明】

【0126】

10

20

30

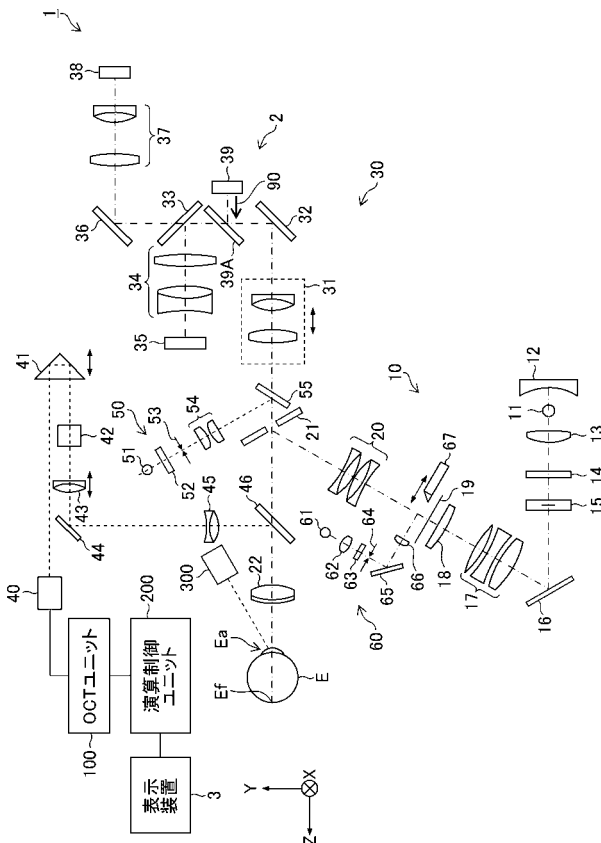
40

50

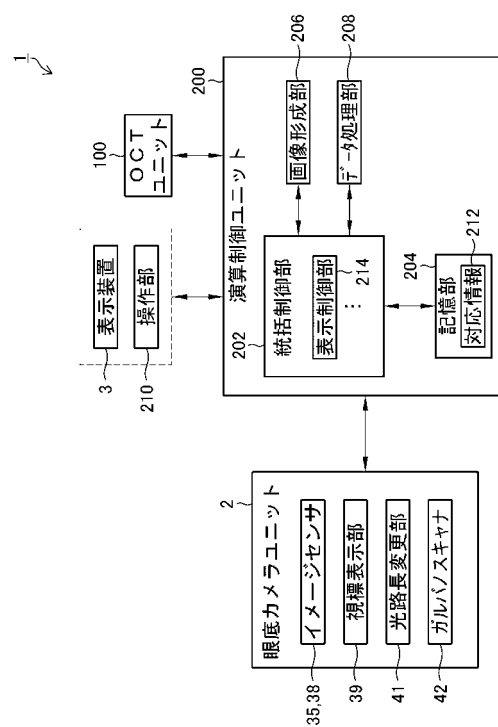
- 1 ... 眼科装置，
- 2 ... 眼底カメラユニット，
- 1 0 ... 照明光学系，
- 2 2 ... 対物レンズ，
- 2 2 a ... レンズ中心部，
- 2 2 b ... レンズ周辺部，
- 3 0 ... 撮影光学系，
- 3 9 ... 視標表示部，
- 7 0 ... 視線位置検出光学系，
- 9 0 ... 固視標，
- 9 2 ... 軌跡像，
- 9 4 ... 視線位置情報，
- 2 0 0 ... 演算制御ユニット，
- 2 0 2 ... 統括制御部，
- 2 1 0 ... 操作部，
- 2 1 2 ... 対応情報，
- 2 1 4 ... 表示制御部，
- 2 1 6 ... 視線位置検出部

10

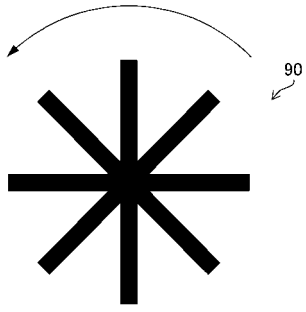
【 図 1 】



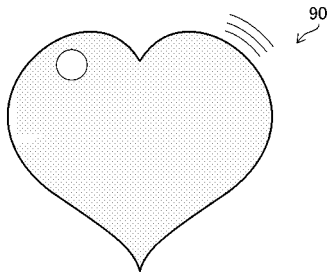
【 図 2 】



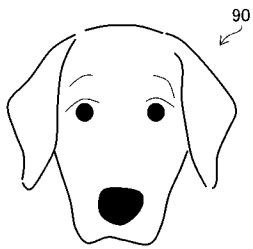
【図 3】



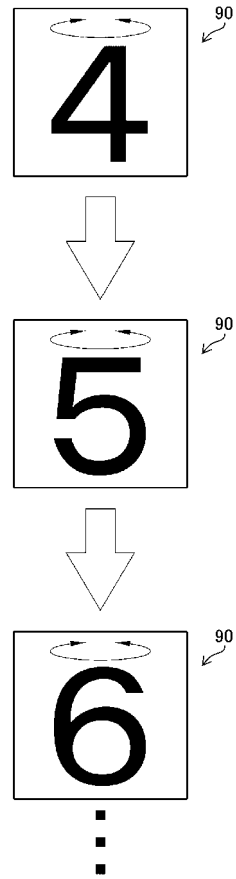
【図 4】



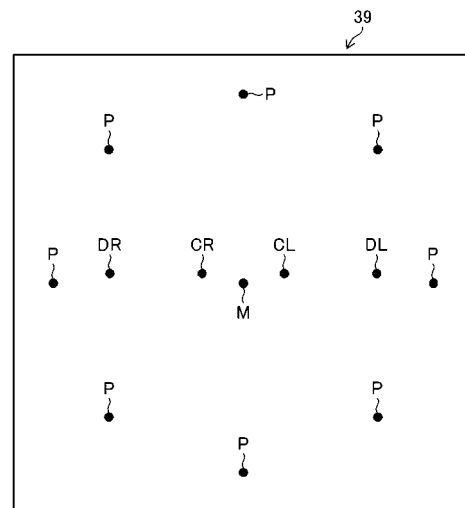
【図 6】



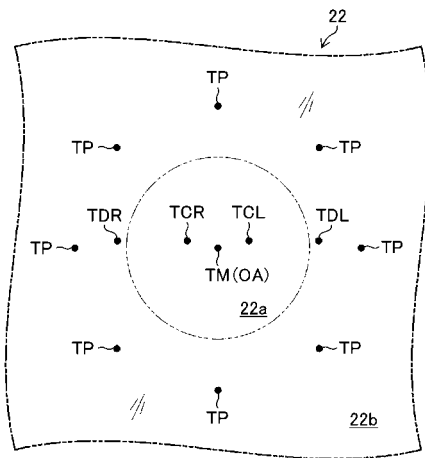
【図 5】



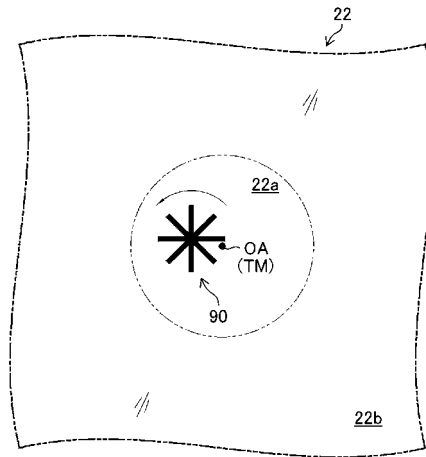
【図 7】



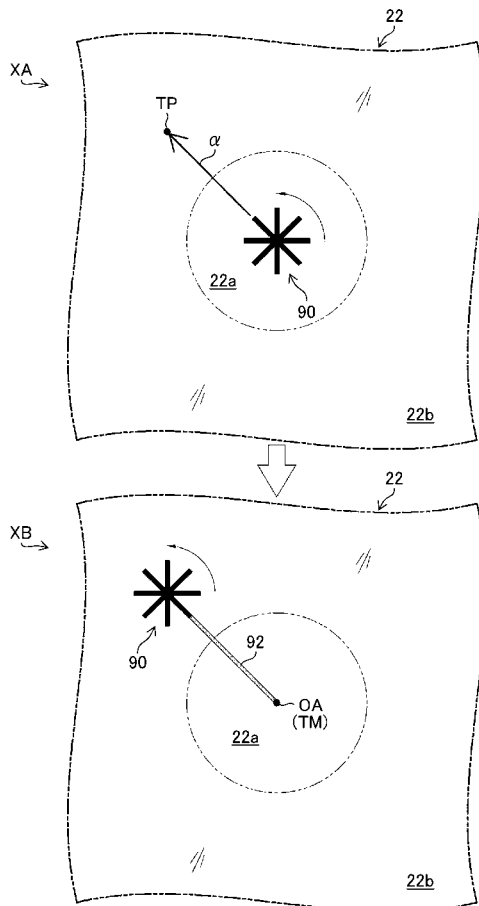
【図 8】



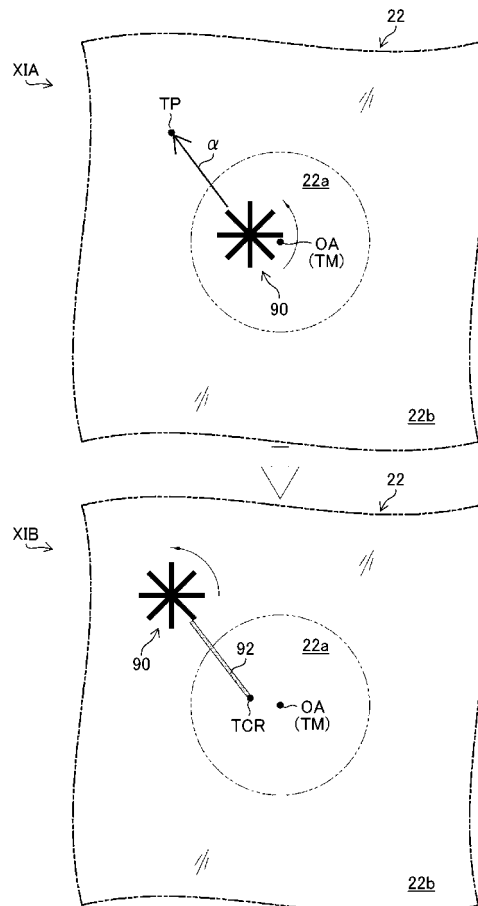
【図 9】



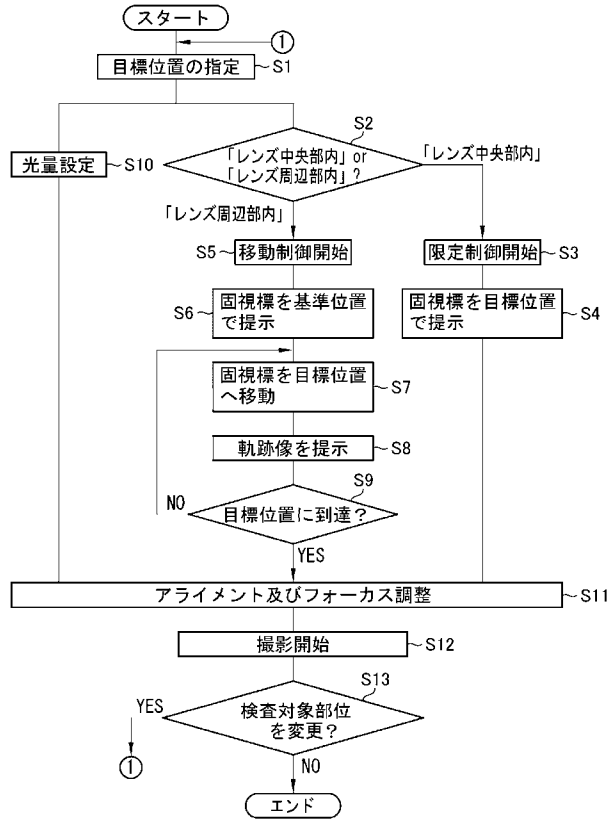
【図 10】



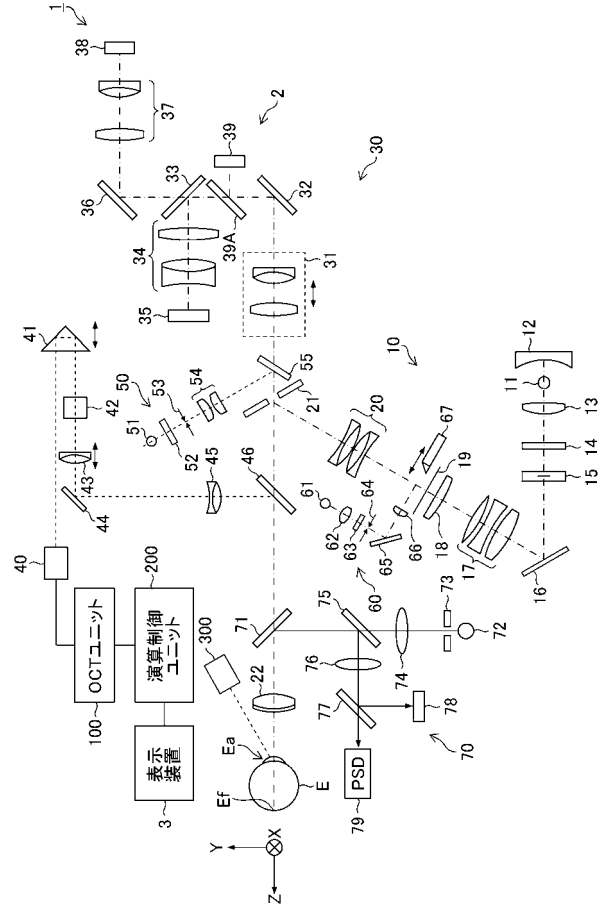
【図 11】



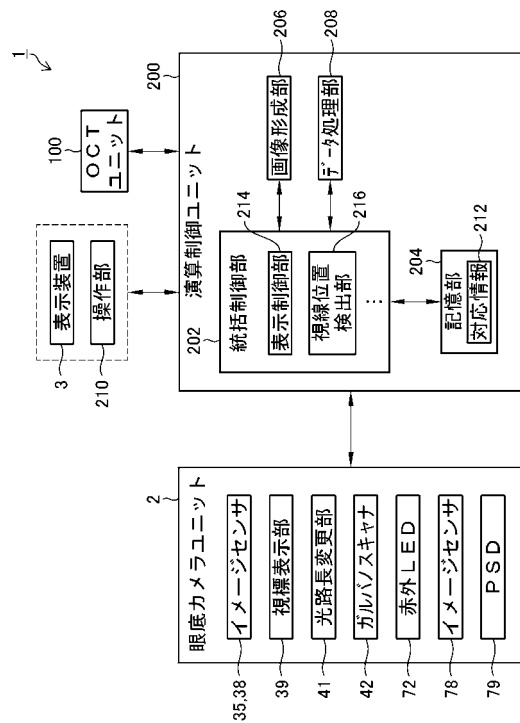
【図 1 2】



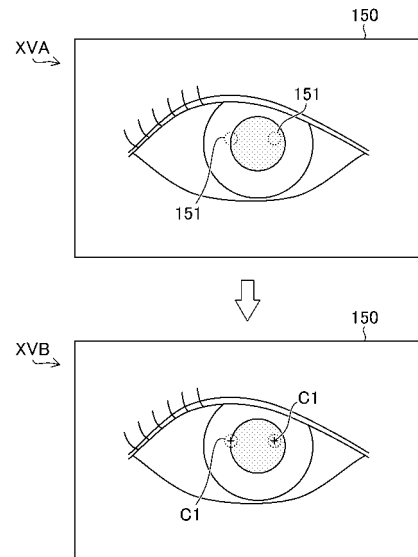
【図 1 3】



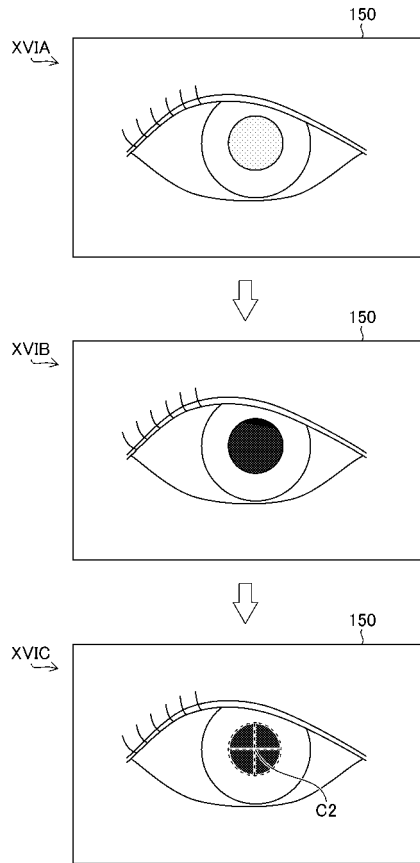
【図 1 4】



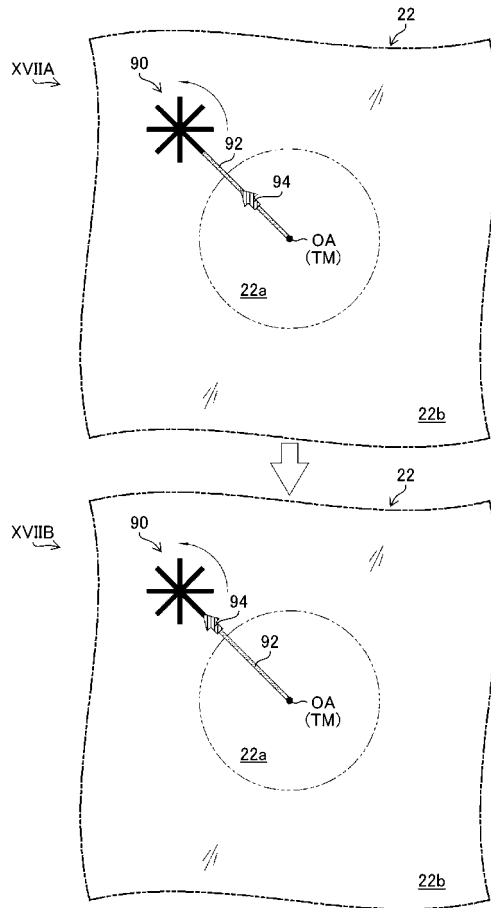
【図 1 5】



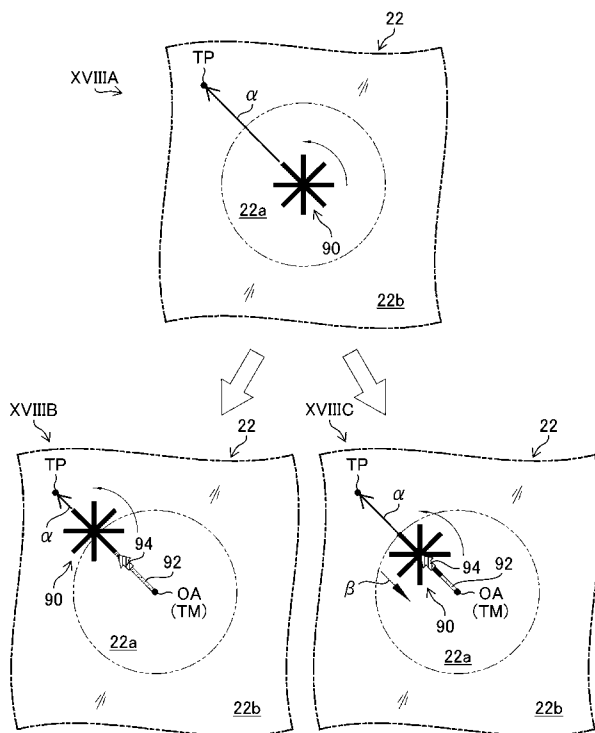
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

(72)発明者 伊藤 将行

東京都板橋区蓮沼町 7 5 番 1 号 株式会社トプコン内

F ターム(参考) 4C316 AA01 AA21 AB02 AB11 AB16 FA04 FY01 FZ01