

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6143447号
(P6143447)

(45) 発行日 平成29年6月7日 (2017.6.7)

(24) 登録日 平成29年5月19日 (2017.5.19)

(51) Int. Cl.

F I

A 6 1 B 3/10 (2006.01)
A 6 1 B 3/107 (2006.01)
A 6 1 B 3/103 (2006.01)
A 6 1 B 3/15 (2006.01)

A 6 1 B 3/10 W
A 6 1 B 3/10 H
A 6 1 B 3/10 M
A 6 1 B 3/14 Z DMF
A 6 1 B 3/10 Z

請求項の数 26 (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2012-267288 (P2012-267288)
(22) 出願日 平成24年12月6日 (2012.12.6)
(65) 公開番号 特開2013-146546 (P2013-146546A)
(43) 公開日 平成25年8月1日 (2013.8.1)
審査請求日 平成27年11月27日 (2015.11.27)
(31) 優先権主張番号 特願2011-279990 (P2011-279990)
(32) 優先日 平成23年12月21日 (2011.12.21)
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)
(31) 優先権主張番号 特願2011-279582 (P2011-279582)
(32) 優先日 平成23年12月21日 (2011.12.21)
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)
(31) 優先権主張番号 特願2011-279586 (P2011-279586)
(32) 優先日 平成23年12月21日 (2011.12.21)
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(74) 代理人 100094112
弁理士 岡部 譲
(74) 代理人 100096943
弁理士 臼井 伸一
(74) 代理人 100101498
弁理士 越智 隆夫
(74) 代理人 100107401
弁理士 高橋 誠一郎
(74) 代理人 100106183
弁理士 吉澤 弘司
(74) 代理人 100128668
弁理士 齋藤 正巳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 眼科装置及び眼測定方法、並びにプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検眼を照明することにより前記被検眼に関する情報を複数回測定する測定手段と、
前記測定手段を駆動する駆動手段と、
前記被検眼の徹照動画像を取得する徹照動画像取得手段と、
前記徹照動画像を表示手段に表示させる表示制御手段と、
前記表示手段に表示される徹照動画像において、前記被検眼と前記測定手段との位置合わせを行う基準位置を変更する変更手段と、
前記複数回測定のうち第1の測定と前記第1の測定の後の第2の測定との間において、
前記変更された基準位置を用いて前記位置合わせを行うように前記駆動手段を制御する制御手段と、
を有することを特徴とする眼科装置。

【請求項 2】

前記制御手段が、前記第1の測定と前記第2の測定との間において、前記変更された基準位置と前記測定手段との位置関係に基づいて前記位置合わせを行うように前記駆動手段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】

前記制御手段が、前記測定手段により前記被検眼に関する情報を複数回測定する毎に、前記変更された基準位置を用いて前記位置合わせを行うように、前記駆動手段を制御することを特徴とする請求項1又は2に記載の眼科装置。

【請求項 4】

前記徹照動画像における輝度が所定値以上である領域を前記被検眼の瞳孔領域として抽出する瞳孔抽出手段を更に有することを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載の眼科装置。

【請求項 5】

前記徹照動画像を取得するために前記被検眼の眼底を照明するための光を発生させる眼底照明光源と、

前記眼底照明光源を点灯させた状態における前記被検眼の前眼部の徹照動画像から、前記眼底照明光源を消灯させた状態における前記前眼部の画像を除去した画像を、前記前眼部の瞳孔領域として抽出する瞳孔抽出手段と、

を更に有することを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載の眼科装置。

【請求項 6】

被検眼を照明することにより前記被検眼に関する情報を測定する測定手段と、

前記測定手段を駆動する駆動手段と、

前記被検眼の眼底を照明するための光を発生させる眼底照明光源を用いて前記被検眼の徹照動画像を取得する徹照動画像取得手段と、

前記徹照動画像を表示手段に表示させる表示制御手段と、

前記眼底照明光源を点灯させた状態における前記被検眼の前眼部の徹照動画像から、前記眼底照明光源を消灯させた状態における前記前眼部の画像を除去した画像を、前記前眼部の瞳孔領域として抽出する瞳孔抽出手段と、

前記表示手段に表示される徹照動画像において、前記被検眼と前記測定手段との位置合わせを行う基準位置を変更する変更手段と、

前記変更された基準位置を用いて前記位置合わせを行うように前記駆動手段を制御する制御手段と、

を有することを特徴とする眼科装置。

【請求項 7】

前記制御手段が、前記瞳孔領域に基づいて前記位置合わせを行うように前記駆動手段を制御した後に、前記変更された基準位置を用いて前記位置合わせを行うように前記駆動手段を制御することを特徴とする請求項 4 乃至 6 の何れか一項に記載の眼科装置。

【請求項 8】

前記変更手段が、前記瞳孔領域に基づいて前記基準位置を変更することを特徴とする請求項 4 乃至 6 の何れか一項に記載の眼科装置。

【請求項 9】

前記測定手段が、前記被検眼を照明することにより前記被検眼に関する情報として前記被検眼の眼底に関する画像を取得し、

前記表示制御手段が、前記眼底に関する画像において前記眼底の情報が一部失われている場合に、前記徹照動画像取得手段により取得された徹照動画像を前記表示手段に表示させることを特徴とする請求項 1 乃至 8 の何れか一項に記載の眼科装置。

【請求項 10】

前記制御手段が、前記測定手段が前記眼底に関する画像を取得できなかった場合、前記眼底に関する画像を再度取得するように前記測定手段を制御することを特徴とする請求項 9 に記載の眼科装置。

【請求項 11】

前記測定手段により測定された前記被検眼に関する情報がエラーである場合に、前記眼底に関する画像において前記眼底の情報が一部失われているか否かを判定する判定手段を更に有することを特徴とする請求項 9 に記載の眼科装置。

【請求項 12】

前記測定手段が、前記被検眼を照明することにより前記被検眼に関する情報として前記被検眼の眼底に関する画像を取得し、

前記制御手段が、前記眼底に関する画像において前記眼底の情報が一部失われている場

10

20

30

40

50

合、前記徹照動画像を取得するように前記徹照動画像取得手段を制御することを特徴とする請求項 1 乃至 8 の何れか 1 項に記載の眼科装置。

【請求項 1 3】

前記制御手段が、前記眼底に関する画像が取得されなかった場合、前記徹照動画像を取得しないように前記徹照動画像取得手段を制御し、前記眼底に関する画像を再度取得するように前記測定手段を制御することを特徴とする請求項 1 2 に記載の眼科装置。

【請求項 1 4】

前記測定手段が、前記眼底に関する画像に基づいて、前記被検眼を光で照明することにより前記被検眼に関する情報を取得することを特徴とする請求項 1 2 又は 1 3 に記載の眼科装置。

10

【請求項 1 5】

前記眼底に関する画像において前記眼底の情報が一部失われているか否かを判定する判定手段を更に有することを特徴とする請求項 1 2 乃至 1 4 の何れか一項に記載の眼科装置。

【請求項 1 6】

前記制御手段が、前記眼底に関する画像において前記眼底の情報が一部失われている場合、前記眼底に関する画像の状態を示す表示形態を前記表示手段に表示させることを特徴とする請求項 1 2 乃至 1 5 の何れか一項に記載の眼科装置。

【請求項 1 7】

前記眼底の情報が一部失われている場合とは、前記眼底からの反射光束により形成されるリング像の一部が欠ける或いはぼやけた状態で結像される場合であることを特徴とする請求項 9 乃至 1 6 の何れか一項に記載の眼科装置。

20

【請求項 1 8】

前記制御手段が、前記変更された基準位置を用いて前記被検眼と前記測定手段の光軸との位置合わせを行うように前記駆動手段を制御することを特徴とする請求項 1 乃至 1 7 の何れか一項に記載の眼科装置。

【請求項 1 9】

前記駆動手段を手動操作する操作手段を更に有し、

前記制御手段が、前記駆動手段により前記測定手段の光軸の位置のオフセットを実行することを特徴とする請求項 1 乃至 1 8 の何れか一項に記載の眼科装置。

30

【請求項 2 0】

被検眼を照明することにより前記被検眼に関する情報を複数回測定する測定手段と、前記被検眼の徹照動画像を表示手段に表示させる表示制御手段と、を有する眼科装置の制御方法であって、

前記表示手段に表示される徹照動画像において、前記測定手段と前記被検眼との位置合わせを行う基準位置を変更する工程と、

前記複数回測定のうち第 1 の測定と前記第 1 の測定の後の第 2 の測定との間において、前記変更された基準位置を用いて前記位置合わせを行う工程と、を含むことを特徴とする眼科装置の制御方法。

【請求項 2 1】

40

前記位置合わせを行う工程において、前記第 1 の測定と前記第 2 の測定との間において、前記変更された基準位置と前記測定手段との位置関係に基づいて前記位置合わせを行うことを特徴とする請求項 2 0 に記載の眼科装置の制御方法。

【請求項 2 2】

前記位置合わせを行う工程において、前記測定手段により前記被検眼に関する情報を複数回測定する毎に、前記変更された基準位置を用いて前記位置合わせを行うことを特徴とする請求項 2 0 又は 2 1 に記載の眼科装置の制御方法。

【請求項 2 3】

被検眼を照明することにより前記被検眼に関する情報を複数回測定する測定手段と、前記被検眼の眼底を照明するための光を発生させる眼底照明光源を用いて得た前記被検眼の

50

徹照動画像を表示手段に表示させる表示制御手段と、を有する眼科装置の制御方法であって、

前記眼底照明光源を点灯させた状態における前記被検眼の前眼部の徹照動画像から、前記眼底照明光源を消灯させた状態における前記前眼部の画像を除去した画像を、前記前眼部の瞳孔領域として抽出する工程と、

前記表示手段に表示される徹照動画像において、前記測定手段と前記被検眼との位置合わせを行う基準位置を変更する工程と、

前記変更された基準位置を用いて前記位置合わせを行う工程と、を含むことを特徴とする眼科装置の制御方法。

【請求項 2 4】

前記被検眼を照明することにより前記被検眼に関する情報として前記被検眼の眼底に関する画像を取得する工程を更に含み、

前記表示制御手段が、前記眼底に関する画像において前記眼底の情報が一部失われている場合に、前記徹照動画像を前記表示手段に表示させることを特徴とする請求項 2 0 乃至 2 3 の何れか一項に記載の眼科装置の制御方法。

【請求項 2 5】

前記被検眼を照明することにより前記被検眼に関する情報として前記被検眼の眼底に関する画像を取得する工程と、

前記眼底に関する画像において前記眼底の情報が一部失われている場合、前記被検眼の徹照動画像を取得する工程と、

を更に含むことを特徴とする請求項 2 0 乃至 2 3 の何れか一項に記載の眼科装置の制御方法。

【請求項 2 6】

請求項 2 0 乃至 2 5 の何れか一項に記載の眼科装置の制御方法の各工程をコンピュータに実行させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被検眼の眼屈折力等の被検眼に関する情報を測定する眼科装置及びその方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、被検眼の眼屈折力等を測定する眼科装置においては、測定エラーが発生した時の対応の一つとして、徹照像を観察する方法が知られている。ここで、徹照像とは、被検眼眼底に照射された徹照観察光の反射により、被検眼内部より照明された瞳孔領域を観察することで得られる画像である。白内障などにより透光体である水晶体に混濁があると、その部分は暗い影となって観察されるため、徹照画像を観察することで測定エラー時の原因究明等に用いられている。

【0003】

特許文献 1 では、徹照観察用の光源を別途必要とせず測定用光源により徹照観察を行える眼科装置が開示されている。測定エラーが発生した際は徹照観察モードに移行し水晶体の混濁を避けながら手動でアライメントを行い、徹照観察を行いながら再度眼屈折力測定を行っている。

【0004】

特許文献 2 では、事前に撮影した徹照静止画像からオートアライメント基準位置を変更し、白内障等による水晶体の混濁部を避けてアライメントをおこなう眼科装置が開示されている。通常、被検眼に対する測定部のアライメント目標位置は瞳孔中心と一致するように設定されているが、水晶体に混濁が存在し眼屈折を測定するために必要なリング像が欠けてしまうと通常のアライメント位置では測定が行えない。そこで特許文献 2 に示された発明では、測定エラー時、事前に撮影した徹照静止画像を見ながら測定用リング像が混濁

10

20

30

40

50

部を避けるようにアライメントの目標位置を移動させることで、測定エラーの軽減を狙っている。新しいアライメント位置が決まった後は、再び測定画面に移行し測定を再開する。

【 0 0 0 5 】

また、被検眼の眼屈折力を測定する従来の眼科装置においては、白内障等の疾患により眼屈折力測定が正しく行われなかった時の対策として、眼屈折力値の測定後に徹照画像を表示させることが知られている。特許文献 2 に開示される発明では、まず、角膜反射像からアライメントを行い、予備測定または雲霧動作中に徹照観察用の光源を眼底に照射・撮影、静止画像として保存している。そして、屈折力測定エラーが発生した際に、保存されている静止画像としての徹照像を拡大表示している。

10

【 0 0 0 6 】

また、従来から眼科装置においては、取得部で眼屈折力、眼底像、眼底血流量などの被検眼の固有情報を得る前に、被検眼に対する取得部のアライメント（位置合わせ）を行っている。アライメントとしては、被検眼角膜にアライメント指標光束を投影し、被検眼角膜による反射像を光電的に検出し、その検出情報を基に取得部を 3 軸方向に駆動して、被検眼と取得部のアライメントを自動的に行う装置が知られている。

【 0 0 0 7 】

更に、個人差或いは病的要因によって異なるが、殆どの人眼の被検眼は瞳孔中心に対して角膜頂点は偏心していることを勘案し、被検眼瞳孔を加味したアライメント（位置合わせ）を行う装置が知られる。特許文献 3 では、瞳孔部は他の部分より暗いことを利用して瞳孔位置を検出し、角膜反射による指標像によるアライメント位置と、瞳孔の中心位置との差がある場合に、瞳孔中心位置でのアライメントを行う装置が提案されている。

20

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 8 】

【 特許文献 1 】 特許第 3 2 4 4 8 7 3 号公報

【 特許文献 2 】 特許第 4 4 6 9 2 0 5 号公報

【 特許文献 3 】 特許第 4 4 8 1 4 2 0 号公報

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

30

【 0 0 0 9 】

しかしながら、特許文献 1 に記載されているような眼科装置では、徹照像観察中のアライメントは手動で行う必要があり、測定を行いながら被検眼との位置関係を保つことが難しく操作が困難であった。特許文献 2 に記載の眼科装置では、眼屈折率測定時のアライメント位置の変更を徹照静止画像の情報を元に行っている。そのため、眼屈折率測定時と徹照画像を取得した時の被検眼の固視の位置が異なると所望のアライメント精度が得られないという課題があった。また、測定エラーの度に徹照画像を呼び出しアライメント位置の修正を行うため、測定時間が長くなるという課題、更には屈折力測定エラー発生と無関係に徹照像を静止画像として表示させるものであるため、屈折力測定エラーが発生した時点での徹照観察ができないという課題があった。

40

【 0 0 1 0 】

また、特許文献 3 に記載されているような暗い部分を瞳孔と認識する眼科装置では、まつ毛などが暗い部分である瞳孔にかかっていると、瞳孔領域を誤って判断してしまう場合があり、所望のアライメント精度が得られないという課題があった。

【 0 0 1 1 】

本発明の目的は、徹照観察時の操作性向上と測定時間の短縮を可能とした眼科装置及びその方法を提供することである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 2 】

本発明に係る眼科装置は、

50

被検眼を照明することにより前記被検眼に関する情報を複数回測定する測定手段と、
 前記測定手段を駆動する駆動手段と、
 前記被検眼の徹照動画像を取得する徹照動画像取得手段と、
 前記徹照動画像を表示手段に表示させる表示制御手段と、
 前記表示手段に表示される徹照動画像において、前記被検眼と前記測定手段との位置合わせを行う基準位置を変更する変更手段と、
前記複数回測定のうち第１の測定と前記第１の測定の後の第２の測定との間において、
 前記変更された基準位置を用いて前記位置合わせを行うように前記駆動手段を制御する制御手段と、
 を有する。

10

【発明の効果】

【００１３】

本発明では、徹照観察像を直接確認しながらオートアライメントのアライメント目標位置のオフセット調整ができるため、被検眼の固視微動による影響を受けづらく、測定ポイントの微調整も容易に行うことが可能である。また、測定エラーのたびに徹照静止画像を表示する必要がないため測定時間の短縮が図れ、使い勝手の良好な眼科装置及びその方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１４】

【図１】眼屈折力計の外観図である。

20

【図２】測定部の光学系の配置図である。

【図３】アライメントプリズム絞りの斜視図である。

【図４】通常観察時と徹照観察時の表示画像の比較図である。

【図５】眼屈折力計のシステムブロック図である。

【図６】水晶体に混濁がある場合の徹照像（ａ）と撮像されるリング像（ｂ）の例である。

【図７】本発明の第一の実施形態を説明したフローチャートである。

【図８】第一の実施形態を実装した場合のアライメント位置の移動例

【図９】本発明の第二の実施形態を説明したフローチャートである。

【図１０】第二の実施形態を実装した場合のアライメント位置の移動例

30

【図１１】（ａ）は水晶体に混濁がある場合の徹照像、（ｂ）は撮像されるリング像の説明図である。

【図１２】本発明の第三の実施形態に係る眼屈折力計のフローチャートである。

【図１３】測定エラーの種類を考慮したフローチャートである。

【図１４】（ａ）乃至（ｉ）は本発明の第１の実施形態に係る眼科装置の位置合わせフローに対応した被検眼前眼部における表示される像を示す図である。

【図１５】本発明の第四の実施形態に係る眼科装置の位置合わせに関するフローチャートである。

【図１６】本発明の第五の実施形態に係る眼科装置の位置合わせに関するフローチャートである。

40

【図１７】（ａ）はオートアライメント完了状態の前眼部像を示す図、（ｂ）は徹照観察に切り替わった状態の前眼部像を示す図である。

【図１８】本発明の第六の実施形態に係る眼科装置の位置合わせに関し、（ａ）は徹照観察状態の前眼部像の図、（ｂ）は（ａ）における中心部水平１ラインの輝度分布を示す図、（ｃ）は眼底照明光を消灯した前眼部像の図、（ｄ）は（ｃ）における中心部水平１ラインの輝度分布を示す図、（ｅ）は（ａ）の前眼部像から（ｃ）の前眼部像を引き算した画像を示す図、（ｆ）は（ｅ）における中心部水平１ラインの輝度分布を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１５】

< 第一の実施形態 >

50

本発明を図示の実施形態に基づいて詳細に説明する。

図１は本発明に係る眼科装置として、被検眼を照明することにより被検眼に関する情報（例えば、眼屈折情報である。以下、被検眼の固有情報とも言う。）を取得する取得部を備えた例である眼屈折力計の概略構成図を示している。

【００１６】

本発明において被検眼を測定する測定部である測定ユニット１１０は、フレーム１０２、および後に詳述するＸ、Ｙ、およびＺ軸方向の駆動機構を介してベース１００により支持される。ベース１００に対してフレーム１０２は左右方向（以下、Ｘ軸方向）に移動可能である。なお、本発明において該測定ユニット１１０は被検眼を照明することにより該被検眼に関する情報を測定する測定手段に対応し、該測定ユニット１１０をベース１００ 10
に対して駆動する後述する構成は測定手段を駆動する駆動手段に対応する。

【００１７】

Ｘ軸方向の駆動機構は、ベース１００上に固定されたＸ軸駆動モータ１０３と、モータ出力軸に連結された送りねじ（不図示）と、送りねじ上をＸ軸方向に移動可能でフレーム１０２に固定されたナット（不図示）で構成されている。モータ１０３の回転により、送りねじ、ナットを介してフレーム１０２がＸ軸方向に移動する。フレーム１０２に対してフレーム１０６は上下方向（以下、Ｙ軸方向）に移動可能である。

【００１８】

Ｙ軸方向の駆動機構は、フレーム１０２上に固定されたＹ軸駆動モータ１０４と、モータ出力軸に連結された送りねじ１０５と、送りねじ上をＹ軸方向に移動可能でフレーム１ 20
０６に固定されたナット１１４で構成されている。

モータ１０４の回転により、送りねじ、ナットを介してフレーム１０６がＹ軸方向に移動する。

【００１９】

フレーム１０６に対してフレーム１０７は前後方向（以下、Ｚ軸方向）に移動可能である。Ｚ軸方向の駆動機構は、フレーム１０７上に固定されたＺ軸駆動モータ１０８と、モータ出力軸に連結された送りねじ１０９と、送りねじ上をＺ軸方向に移動可能でフレーム１０６に固定されたナット１１５で構成されている。

【００２０】

モータ１０８の回転により、送りねじ１０９、ナットを介してフレーム１０７がＺ軸方向に移動する。フレーム１０７上には測定を行うための測定ユニット１１０が固定されている。 30

【００２１】

測定ユニット１１０をベース１００に対してＸ、Ｙ、およびＺ軸方向に駆動する上述した駆動系は、本発明において測定ユニット１１０を左右・上下・前後方向に例示される各方向に電動式に駆動する電動駆動手段を構成する。

測定ユニット１１０の被検者側端部には、アライメントを行うための光源（不図示）や角膜曲率を測定するための光源ユニット１１１が設けられている。光源ユニット１１１には、更に角膜曲率を測定するための光源などを設けても良い。

【００２２】 40

また、フレーム１００には、被検眼Ｅに対して測定ユニット１１０を位置合わせするための操作部材であるジョイスティック１０１が設けられており、測定時にはジョイスティックを傾倒させることで、手動操作により測定ユニット１１０の位置制御を行うことができる。

【００２３】

屈折力の測定を行う際には、被検者は顎受け１１２上に顎を乗せ、かつフレーム１００に固定されている顔受けフレーム（不図示）の顎受け部分に顎を押し当てることで被検眼の位置を固定させることができる。

また、顎受け１１２は、被検者の顔のサイズに応じて顎受け駆動機構１１３によりＹ軸方向に調整可能である。 50

【 0 0 2 4 】

測定ユニット 1 1 0 の検者側端部には、被検眼 E を観察するための表示部材である LCD モニタ 1 1 6 が設けられており、測定結果等を表示することができる。なお、測定結果等を表示させるモニタは、測定ユニットとは別に設けられた外部モニタでも良い。

【 0 0 2 5 】

図 2 は、被検眼の固有情報としての眼屈折力を取得する取得部としての測定ユニット 1 1 0 の内部に設けられる光学系の配置図である。

波長 8 8 0 n m の光を照射する眼屈折力測定用光源 2 0 1 から被検眼 E に至る光路 0 1 上には、レンズ 2 0 2、被検眼 E の瞳孔 E p とほぼ共役な絞り 2 0 3、孔あきミラー 2 0 4、挿脱可能な拡散板 2 2 2、レンズ 2 0 5、被検眼 E 側から可視光を全反射し波長 8 8 0 n m の光束を一部反射するダイクロイックミラー 2 0 6 が順次に配置されている。眼屈折力測定用光源 2 0 1 は、本発明において被検眼の眼底を照明する眼底照明光源として機能する。

10

【 0 0 2 6 】

孔あきミラー 2 0 4 の反射方向の光路 0 2 上には、瞳孔 E p とほぼ共役で円環状のスリットを備えた絞り 2 0 7、光束分光プリズム 2 0 8、レンズ 2 0 9、撮像素子 2 1 0 が順次に配列されている。

【 0 0 2 7 】

眼屈折力測定時、半透明の拡散板 2 2 2 は不図示（図 5 参照）の拡散板挿脱ソレノイド 5 1 0 により光路外に配置されている。測定光源 2 0 1 から発せられた光束は、絞り 2 0 3 で光束が絞られつつ、レンズ 2 0 2 によりレンズ 2 0 5 の手前で 1 次結像され、レンズ 2 0 5、ダイクロイックミラー 2 0 6 を透過して被検眼 E の瞳中心に投光される。

20

【 0 0 2 8 】

その光束は眼底 E r で結像され、その反射光は瞳中心を通過して再びレンズ 2 0 5 に入射される。入射された光束はレンズ 2 0 5 を透過後に、孔あきミラー 2 0 4 の周辺で反射される。

反射された光束は被検眼瞳孔 E p と略共役な絞り 2 0 7、光束分離プリズム 2 0 8 で瞳分離され、撮像素子 2 1 0 の受光面にリング像として投影される。

【 0 0 2 9 】

被検眼 E が正視眼であれば、このリング像は所定の円になり、近視眼では正視眼に対して円が小さく、遠視眼では正視眼に対して円が大きくなり投影される。

30

被検眼 E に乱視がある場合、リング像は楕円になり、水平軸と楕円の長軸あるいは短軸でなす角度が乱視軸角度となる。この楕円の係数を基に屈折力を求める。

【 0 0 3 0 】

一方、ダイクロイックミラー 2 0 6 の反射方向には、固視標投影光学系と、被検眼の前眼部観察およびアライメント検出とに共用されるアライメント受光光学系と、が配置されている。

【 0 0 3 1 】

固視標投影光学系の光路 0 3 上には、レンズ 2 1 1、ダイクロイックミラー 2 1 2、レンズ 2 1 3、折り返しミラー 2 1 4、レンズ 2 1 5、固視標 2 1 6、固視標照明用光源 2 1 7 が順次に配列されている。

40

固視誘導時に、点灯された固視標照明用光源 2 1 7 の投影光束は、固視標 2 1 6 を裏側から照明し、レンズ 2 1 5、折り返しミラー 2 1 4、レンズ 2 1 3、ダイクロイックミラー 2 1 2、レンズ 2 1 1 を介して被検眼 E の眼底 E r に投影される。

なお、レンズ 2 1 5 は被検眼 E の雲霧状態を実現するため、視度誘導制御を行う固視誘導モータ 2 2 4 により、光軸方向に移動できるようになっている。

固視標 2 1 6 を所定の基準位置に配置して予備測定（第 1 回目の測定）を行い、求められた眼屈折力値から、その屈折力値に相当する位置まで、モータ駆動回路 4 1 3 を介して固視標誘導モータ 2 2 4 を駆動し、レンズ 2 1 5 を移動させる。これにより、被検眼 E の屈折度に相当する屈折度で固視標 2 1 6 を被検眼 E に呈示する。その後、レンズ 2 1 5 を

50

所定量だけ遠方に移動し、固視標 2 1 6 を雲霧させ、再び測定光源を点灯し屈折力を測定する。このように、屈折力の測定、固視標 2 1 6 による雲霧、屈折力の測定を繰り返し、屈折力が安定する最終の測定値を得ることができる。

【 0 0 3 2 】

ダイクロイックミラー 2 1 2 の反射方向の光路 0 4 上には、不図示（図 5 参照）のアライメントプリズム絞り挿脱ソレノイド 5 1 1 により挿脱可能なアライメントプリズム絞り 2 2 3、レンズ 2 1 8、撮像素子 2 2 0 が順次に配列されている。

また、装置測定部近傍或いは前眼部の斜め前方に設置された前眼部照明光源 2 2 1 a、2 2 1 b は、7 8 0 n m 程度の波長を有する被検眼 E の前眼部用の照明光源である。この前眼部照明光源 2 2 1 a、2 2 1 b によって照明された被検眼 E の前眼部像の光束は、ダイクロイックミラー 2 0 6、レンズ 2 1 1、ダイクロイックミラー 2 1 2、アライメントプリズム絞りの中央開口部 2 2 3 a を経る前眼部反射光光路 0 4 を通り撮像素子 2 2 0 へ結像される。

【 0 0 3 3 】

なお、理解を助けるために、同図において紙面に平行な方向（被検眼に対して略鉛直方向）に並んでこれら前眼部照明光源 2 2 1 a、2 2 1 b は示されているが、実際には紙面に対して垂直な方向（被検眼に対して略水平方向）に配置されている。

【 0 0 3 4 】

図 3 はアライメントプリズム絞り 2 2 3 の形状を示しており、何れの向きで光路に設けられても良い。円盤状の絞り板に 3 つの開口部 2 2 3 a、2 2 3 b、2 2 3 c が設けられ、両側の開口部 2 2 3 a、2 2 3 b のダイクロイックミラー 2 1 2 側には波長 8 8 0 n m 付近の光束を透過するアライメントプリズム 3 0 1 a、3 0 1 b が貼付されている。

本装置は、前述の拡散板 2 2 2 およびアライメントプリズム絞り 2 2 3 の挿脱組み合わせにより、被検眼のアライメント用輝点検出および徹照像の観察を行うことが可能である。

【 0 0 3 5 】

本装置では、前述の拡散板 2 2 2 およびアライメントプリズム絞り 2 2 3 の挿脱組み合わせにより、アライメント用輝点による位置合わせおよび被検眼瞳孔の徹照動画像による位置合わせが可能となっている。殆どの人眼の被検眼において瞳孔中心に対して角膜頂点が偏心していることに鑑みて、本装置では、アライメント用輝点による位置合わせを行った後に、徹照動画像による位置合わせを行うことができる。

また、アライメント用輝点により位置合わせされた状態での被検眼の固有情報の取得にエラーが発生する場合（固有情報が所定の条件を満たさない場合）に限って、徹照動画像による位置合わせに切り替えて徹照動画像により位置合わせを行うこともできる。

【 0 0 3 6 】

アライメント用輝点の検出時には、アライメントプリズム絞り 2 2 3 および拡散板 2 2 2 はそれぞれの挿脱機構により光路上に挿入される。アライメント検出のための光源は、前述の眼屈折力測定用の測定光源 2 0 1 と兼用されている。また、拡散板 2 2 2 が挿入される位置は、測定光源 2 0 1 の投影レンズ 2 0 2 による一次結像位置であり、かつレンズ 2 0 5 の略焦点位置である。これにより、測定光源 2 0 1 の像が拡散板 2 2 2 上に一旦結像して、それが二次光源となりレンズ 2 0 5 から被検眼 E に向かって太い光束の平行光束として投影される（これは、被検眼に対する位置合わせのための指標光束投影手段として機能する）。

【 0 0 3 7 】

この平行光束が被検眼角膜 E f で反射され、その光束はアライメントプリズム絞りの中央開口部 2 2 3 a およびアライメントプリズム 3 0 1 a、3 0 1 b を透過しレンズ 2 1 8 により収束される。また、前眼部からの光束は中央開口部 2 2 3 a を介して撮像素子 2 2 0 の受光センサ面に集光する。撮像素子 2 2 0 上に収束された輝点は、前述の前眼部像に重畳され、瞳孔領域内の 3 つのアライメント輝点として結像される。アライメントプリズム 3 0 1 a を透過した光束は図中右方向に屈折され、アライメントプリズム 3 0 1 b を透

過した光束は図中左方向に屈折される。即ち各々の光束は水平に並ぶように屈折される。これら絞りを介した光束の位置関係により被検眼Eのアライメントを行うことができる。以上の光学系および輝点が重畳された前眼部像の取得にいたる構成は、本発明において被検眼の瞳孔領域を観察・撮影する前眼部観察・撮影手段を構成する。

【0038】

このようにして、撮像素子220上に集光された輝点は前眼部像に重畳され、具体的には図4(a)に示すように瞳孔領域内の3つのアライメント輝点となる。なお、図3のアライメントプリズム301aを透過した光束が左方向に屈折される一方、アライメントプリズム301bを透過した光束が右方向に屈折されることで、3つのアライメント輝点を取得することができる。ここで、前後方向に位置合わせ不良の場合、図4(a)のように、3つのアライメント輝点は斜め方向に位置する。

10

【0039】

そして、前後方向に位置合わせされた場合には、3つのアライメント輝点は瞳孔領域内で左右方向に並ぶことになる。なお、アライメントプリズム絞り223は、図3のように光路上に各絞りが縦方向に並ぶように配置されているが、各絞りが横方向に並ぶように配置されても良い。このとき、光束はそれぞれのプリズムにより上下方向に屈折され、前後方向に位置合わせされた場合、3つのアライメント輝点は上下方向に並ぶことになる。

なお、本形態では、収斂された輝点が水平方向に整列する態様を例示したが、アライメントプリズムによる屈折方向を上下方向となるように該アライメントプリズムを配置してこれら輝点が垂直方向に整列する、更には任意の方向に整列する態様としても良い。

20

【0040】

また、アライメントプリズム絞り223が受光光路上に挿入されると、前眼部像の光束は中央開口部223cを介して撮像素子220の受光センサ面に結像する。そのため、アライメントプリズム絞り223が光路上から外れている場合に比べ、撮像素子220へ結像する光束が少なくなる。そこで、本装置では最適な輝度の前眼部像を得るため、アライメントプリズム絞り223の挿脱に同期し、前眼部照明光源221の光量を変化させている。アライメントプリズム絞り223が光路上に挿入する場合には、光量が増大するようにしている。逆に、アライメントプリズム絞り223が光路から離脱する場合には、挿入時より前眼部照明光源の光量を低くすることが好ましい。

【0041】

30

図4(a)は、アライメント時にLCD116に表示される前眼部観察像を表している。被検眼Eとその周辺部は外眼照明光源221a、221bによって照明され、さらに被検眼Eの虹彩上には、外眼照明光源221の反射像が外眼輝点像221a'、221b'として撮像されている。

即ち、前眼部輝点像221a'、221b'は光源像検出手段としての撮像素子220で撮像され、LCDモニタ116に表示されている。また、上述した瞳孔領域内の3つのアライメント輝点(指標光束の角膜反射像としての角膜輝点)が反射像検出手段としての撮像素子220で撮像され、LCDモニタ116に表示されている。

【0042】

また、角膜Efによって反射された測定光の角膜反射光束から得られる角膜輝点は、アライメントプリズム絞り223の開口部223a、223b、223cおよびプリズム301a、301bにより分割され、撮像素子220で指標像Ta、Tb、Tcとして撮像されている。図4に示されたC1、C2、C3は白内障等の疾患により水晶体に存在する混濁であるが、図4(a)では瞳孔内が暗いため、白濁の位置や大きさなどが分かりづらいことが見て取れる。

40

【0043】

次に徹照像観察時の、拡散板222およびアライメントプリズム絞り223の挿脱組み合わせについて説明を行う。徹照像観察時、アライメントプリズム絞り223および拡散板222はそれぞれの挿脱機構により光路から外される。拡散板222が光路から外れているとき、測定光源201の光束は拡散されずに眼底Erへ照射される。その反射光は眼

50

底からの２次光源となり、瞳孔を被検眼内側から照明することが可能である。そこで、アライメントプリズム絞り２２３を光路０４から退避させた状態で前眼部像の観察を行うと、瞳孔部が明るく照明され状態の前眼部像を観察することが出来る。一般的に、この状態を徹照観察と呼んでいる。ここで、アライメントプリズム絞り２２３を光路上に挿入した状態でも徹照観察は可能である。ただし、アライメントプリズム２２３を光路に挿入した場合、前述の通り３つの角膜反射像輝点Ｔａ、Ｔｂ、Ｔｃが徹照像上に重畳して結像されてしまう。角膜反射像は、徹照像よりも明るいいため所望の徹照画像が得られない等のデメリットが大きいため、通常はアライメントプリズム２２３を光路外に配置し徹照観察を行っている。

【００４４】

10

被検眼眼底からの反射光束により照明された瞳孔領域（徹照像）を観察する徹照観察モードでは、測定光源２０１が点灯され、前眼部照明光源２２１ａ、２２１ｂが消灯される。そして、拡散板２２２およびアライメントプリズム絞り２２３を光路から退避させた状態となる。即ち、測定光源２０１から眼底Ｅｒに投影され、眼底Ｅｒから反射した光束により瞳孔領域が照明され、瞳孔領域の光束の一部がダイクロイックミラー２０６で反射されて、レンズ２１１を介してダイクロイックミラー２１２で反射される。そして、レンズ２１８により撮像素子２２０に瞳孔領域が投影される。

【００４５】

徹照像を取得する徹照像取得手段或いは徹照動画像を取得する徹照動画像取得手段としての撮像素子２２０に投影された瞳孔領域は、ＬＣＤモニタ１１６に表示され、瞳孔領域に混濁箇所があるか否かを観察できる。なお、該徹照動画像等の各取得手段により得られた画像の表示手段たるＬＣＤモニタ１１６への表示は、システム制御部５０１において表示制御手段として機能するモジュール領域により実行される。眼屈折力情報検出手段による眼屈折力情報検出モードから徹照観察手段による徹照観察モードへの移行は、以下に詳述するように所定の判断がされる場合に自動的に行われる。この場合、測定光源２０１の光量増加、拡散板２２２およびアライメントプリズム絞り２２３の光路外への退避、前眼部照明光源２２１ａ、２２１ｂの消灯が、徹照観察モードへの自動移行として具体的に行われる。

20

【００４６】

図４（ｂ）は、徹照観察時にＬＣＤ１１６に表示されている前眼部像を示している。徹照時は瞳孔領域が眼底反射光によって裏側から照明されている状態のため、図４（ａ）で示される通常の前眼観察像では識別が難しかった水晶体内部の混濁Ｃもはっきりと判別可能な状態であることが分かる。この場合、通常の前眼部観察像（瞳孔領域が暗い部分）とは異なり、瞳孔領域を明るい部分として観察される。これにより、明るい部分としての瞳孔抽出（徹照像の輝度が所定値以上である領域を瞳孔領域として抽出すること）が可能となる。また、瞳孔領域以外の部位に関しては、外眼照明光源２２１の光量調整により、ほぼ同じ輝度状態で観察することが可能である。また図４（ａ）、（ｂ）どちらの観察画像にも外眼照明光源２２１の反射像である２２１ａ'、２２１ｂ'が見られる。

30

【００４７】

図５はシステムブロック図である。システム全体を制御しているシステム制御部５０１は、プログラム格納部、眼屈折力値を補正するためのデータが格納されたデータ格納部、各種デバイスとの入出力を制御する入出力制御部、各種デバイスから得られたデータを演算する演算処理部を有している。

40

【００４８】

システム制御部５０１には、測定部１１０の被検眼Ｅへの位置合わせおよび測定の開始を行うジョイスティック１０１が接続されている。ジョイスティック１０１上には、前後左右に傾けたときの傾倒角度検出機構５０２、回転させたときのエンコーダ入力機構５０３、測定開始ボタンの押下により起動する測定開始スイッチ５０４が配置されている。また、ベース１００上の不図示の操作パネル５０５には、印字釦や顎受上下釦などが配置されており、釦入力時にシステム制御部に信号が通知される。アライメント用輝点による位

50

置合わせおよび被検眼瞳孔の徹照動画像による位置合わせにおける撮像素子 220 で撮像された被検眼 E の前眼部像は、メモリ 508 に格納される。アライメント用輝点による位置合わせでは、システム制御部 501 は、メモリ 508 に格納された画像から被検眼 E の瞳孔と角膜反射像を抽出し、アライメント制御を行う。被検眼瞳孔の徹照動画像による位置合わせでは、システム制御部 501 は、メモリ 508 に格納された画像から被検眼 E の明るい部分としての瞳孔を抽出し、アライメント制御を行う。このように、徹照動画像を用いて瞳孔領域を抽出することにより、まつ毛を暗い部分として検知する一方、瞳孔領域を明るい部分として検知でき、検知誤差の発生を防ぐことができる。

【0049】

撮像素子 220 で撮像された被検眼 E の前眼部像は、メモリ 508 に格納される。なお、この前眼部像の格納時に、後述するアライメント位置、アライメント位置のオフセット量、等、撮像時に行った操作に関するデータも同時に格納することが望ましい。メモリ 508 に格納された画像から被検眼 E の瞳孔と角膜反射像を抽出しアライメント検出を行う。また、撮像素子 220 で撮像された被検眼 E の前眼部像は、文字、図形データと合成され、LCD モニタ 116 上に前眼部像や測定値などが表示される。更にその際、前述したアライメント位置等の格納データも同時に表示されることが好ましい。

【0050】

撮像素子 210 で撮影された眼屈折力算出用リング像はメモリ 508 に格納される。

そして、眼屈折力測定値は、撮像素子 220 で撮像された被検眼 E の前眼部像や、文字、図形データなどと合成され、LCD モニタ 116 上に表示される。測定用光源 201、前眼部照明光源 221a、221b、固視標光源 217 は、光源駆動回路 513 を介して、システム制御部 501 からの指令により点灯、消灯、光量変更を制御される。

【0051】

拡散板挿抜ソレノイド 510、およびアライメントプリズム絞り挿抜ソレノイド 511 の各ソレノイドは、ソレノイド駆動回路 509 を介して、システム制御部 501 からの指令により駆動制御される。また、X 軸モータ 103、Y 軸モータ 104、Z 軸モータ 108、顎受モータ 113、および固視誘導モータ 224 は、モータ駆動回路 514 を介して、システム制御部 501 からの指令により駆動される。

測定用光源 201、外眼照明光源 221a、221b、固視標光源 217 は、光源駆動回路 513 を介して、システム制御部 501 からの指令により点灯、消灯、光量変更を制御する。

【0052】

次に、オートアライメント制御から眼屈折力測定までの、システム制御部 501 の動きについて説明する。

【0053】

検者は LCD 116 上に被検眼瞳孔の一部が表示されるまで、ジョイスティック 101 を操作し、測定ユニット 110 を動作させる。瞳孔の一部が LCD 116 上に表示されたのち測定開始スイッチ 504 を押すことで、システム制御部 501 によりオートアライメント制御が開始される。このオートアライメント制御は、システム制御部 501 において測定ユニット 110 と被検眼とのアライメントを自動で行うオートアライメント手段として機能するモジュール領域において実行される。

【0054】

システム制御部 501 は、瞳孔中心或いは瞳孔位置検出手段として機能するモジュール領域により、撮像素子 220 により得られた前眼部像を解析し、被検眼の瞳孔を検出する。当該瞳孔位置検出手段は、眼底照明光源によって照明された被検眼眼底から得られる拡散光により照明された瞳孔領域の前眼部徹照画像からの瞳孔位置の検出を実行する。瞳孔が検出されると、瞳孔中心軸と測定ユニット 110 の光軸 01 が一致する方向に、モータ駆動回路 514 により X Y 各軸のモータ制御を行う。被検眼 E の瞳孔中心軸と測定ユニット 110 の光軸 01 が概一致すると、前眼部上に外眼照明 221 の反射光である 221a、および 221b が現れるため、システム制御部 501 は、予め設定された所定の位置

および大きさになるようXYZ各軸のモータ制御を行う。221a'および221b'が所定の位置・大きさにになると瞳孔領域内に前述のアライメント検出用輝点Ta, Tb, Tcが現れる。

【0055】

3つの輝点Ta、Tb、Tcが検出できると、システム制御部501はモータ駆動回路514を制御し、中心の輝点Taと測定ユニット110の光軸01が一致するように測定部110を上下左右方向に駆動させる。次にシステム制御部501は輝点Ta、Tbが輝点Tcに対して鉛直方向に並ぶようさらに測定部110を前後方向に駆動させ、3つの角膜輝点Ta、Tb、Tcが上下方向に1列に並んだ状態でアライメントを完了する。

【0056】

次に眼屈折力を測定するため、システム制御部501はオートアライメントのために光路01に挿入していた拡散板222を光路01から退避させる。測定光源201の光量を調整し、被検眼Eの眼底Erに測定光束を投影する。

【0057】

眼底からの反射光は光路02を辿り、撮像素子210で受光される。撮像された眼底像は被検眼の屈折力により、リング絞り207により、リング状に撮像される。このリング像はメモリ508に格納される。次に、メモリ508に格納されたリング像の重心座標を算出し、周知の方法により楕円の方程式を求める。求められた楕円の直径、短径および長径軸の傾きを算出して、被検眼Eの眼屈折力を算出する。なお、求められた楕円の直径、短径に相当する眼屈折力値および撮像素子210の受光面上での楕円軸の角度と乱視軸との関係は、予め装置の製造工程において矯正されている。

【0058】

一方、ダイクロイックミラー206の反射方向には、固視標投影光学系と、後述する被検眼の前眼部観察（ラフアライメント）とアライメント検出（ファインアライメント）が共用されるアライメント受光光学系が配置されている。固視標投影光学系の光路03上には、レンズ211、ダイクロイックミラー212、レンズ213、折り返しミラー214、レンズ215、固視標216、固視標照明用光源217が順次に配列されている。

【0059】

固視誘導時に、点灯された固視標照明用光源217の投影光束は、固視標216を裏側から照明し、レンズ215、折り返しミラー214、レンズ213、ダイクロイックミラー212、レンズ211を介して被検眼Eの眼底Erに投影される。

【0060】

眼屈折力が得られるとその屈折力値に相当する位置まで、モータ駆動回路514は固視標誘導モータ224によりレンズ215を被検眼Eの屈折度に相当する位置へ移動させる。

その後、レンズ215を所定量だけ遠方に移動し、固視標216を雲霧させ、再び測定光源を点灯し屈折力を測定する。

このように、屈折力の測定 固視標216による雲霧 屈折力の測定手順を測定値が安定するまで繰り返すことで、眼屈折力の真値を得ることができる。

【0061】

通常では、以上で眼屈折力の測定を終了する。しかし、水晶体に混濁を持った被検眼では、測定光源201の投影光束が混濁によって眼底Erに届かない、あるいは混濁により反射光束の一部が遮られるなど、所望のリング像が撮像素子210で撮像されず測定自体ができないことがある。

【0062】

また、図6(a)は眼底に照射する測定光601と測定に用いるリング光束602が通る場所を示した模式図である。実際には、測定光601は眼底Erで全方向に反射し、瞳孔全体を裏側から照明するため、図6(a)のようなリング像にはならない。瞳孔からの反射光は、絞り207で瞳分離されることでリング像となり、撮像素子210の受光面に投影される。図6(b)はリング光束602が混濁により一部遮られた時の、撮像素子2

10

20

30

40

50

10に結像されるリング像を表している。

【0063】

混濁を持った被検眼では、投影光束は眼底Erに届いたとしても反射光が図6(a)に示すように混濁により遮られると、屈折力算出のためのリング像602が一部欠けたり、ぼやけたりし、信頼度の低い測定結果しか得られない。

そのため、白内障等の疾患により混濁を有する被検眼にたいしては、徹照観察状態で混濁の位置を避けながら眼屈折力測定を行う必要がある。

【0064】

以上に述べた構成からなる眼科装置を用いて行われる本発明の一実施形態に係る眼測定方法について詳述する。

ここで徹照観察時における本発明の特徴的な制御について、図7のフローチャートを用いて説明する。

検者により徹照観察への切り替えが指示されると、システム制御部501はステップs100において、徹照観察時のオートアライメントを開始する。ここで徹照観察時のオートアライメントは本発明の趣旨ではないため、以下の一例をもって簡単に説明する。

【0065】

初めに、システム制御部501はXY軸のアライメントを行うため、瞳孔の検出を開始する。繰り返しになるが、徹照観察時の瞳孔部は測定光の眼底Erの反射により照明され明るい領域として検出される。一般的に徹照観察時の瞳孔は、まつ毛や虹彩に比べ十分明るいいため、容易に検出が可能である。次に、検出された瞳孔の円近似を行い、瞳孔中心位置を算出する。瞳孔中心が算出されると、システム制御部501では測定ユニット110の光軸01が瞳孔中心と一致するよう、XY軸方向のアライメントを行う。

【0066】

次に、Z軸方向のアライメントについて説明を行う。Z軸方向のアライメントは外眼照明輝点221a'および221b'を用いて行う。図4に示すように、外眼照明輝点221a'および221b'は、通常観察時および徹照観察時の両観察で表示される。そこで、システム制御部501は、Ta, Tb, Tcによる三点輝点アライメント完了時の前眼部像と外眼照明反射輝点221a'および221b'の位置や大きさ等の情報をメモリ508に記憶している。徹照観察時は、メモリ508に記憶された外眼照明反射輝点221a'および221b'の情報を元にZ軸方向のアライメントを行うことが可能である。また、本実施例では、外眼照明反射輝点221'を用いてZ軸アライメントを行ったが別にZ軸アライメント用の光源および受光用センサ等の別光学系を用いても良い。

【0067】

ステップs101において、システム制御部501はLCD116の画面表示部にアライメント指標をキャラクタ601として表示する。この指標は測定ユニット110の光軸01を示しており、徹照観察開始時、オートアライメント時の指標は瞳孔中心と一致している。また、アライメント指標は、測定ユニット110の光軸01だけではなく、図6中の602に示した眼屈折力測定用の仮想的なリング像602を併せて表示させてもよい。

【0068】

ステップs102において、システム制御部501は、ジョイスティック101からの入力に対する制御方法を、マニュアル制御手段からアライメント位置変更手段へと切り替えを行う。

【0069】

ジョイスティック101の入力がマニュアル制御手段に設定されている時、ジョイスティック101を前後左右に傾倒させると、その傾倒角度に応じ測定ユニット110が前後(Z軸)左右(X軸)方向に動作し、同軸に配置されたエンコーダを左右に回転させることで、上下(Y軸)方向に動作していた。また、その移動量はジョイスティック101の入力と1対1に対応している。

【0070】

一方、本実施例の特徴的な制御であるアライメント位置変更手段時の制御に切り替わった

10

20

30

40

50

後、ジョイスティック 101 からの入力装置の光軸 01 と瞳孔中心とのオフセット量（ずらし量或いは求められるアライメント位置の動かし量）を示している。この時、ジョイスティック 101 からは、左右方向への傾倒動作と、エンコーダによる上下指示のみ入力可能となる。

【0071】

ステップ s103 検者により、ジョイスティック 101 が操作されると、ステップ s104 でシステム制御部 501 はオートアライメント状態を維持したまま、その入力量に応じて光軸中心位置のからの移動量を計算し、アライメントの目標位置を変更する。即ち、被検眼と測定ユニット 110 との位置合わせのためのアライメント目標位置として基準位置が当初設定されており、表示手段に表示された動画像に基づいてこの基準位置の変更が 10
為される。当該変更はシステム制御部 501 において鉛鉾手段として機能するモジュール領域により実行される。アライメント目標位置が変更されると、装置は新アライメント位置に対しての追従を開始する。装置の追従スピードは人の感覚に比べ十分早いため、上記の制御を行うとジョイスティック 101 の操作方向と反対の方向に前眼部像が移動するように観察される。

【0072】

任意の位置までアライメント位置を変更した後、測定開始ボタンが押されると、システム制御部 501 は設定されたオフセット量を有効とする前述の追従操作を実行し、ステップ s105 で眼屈折力測定を開始する。即ち、変更された基準位置を用いて位置合わせを実行するように制御手段たるシステム制御部 501 による駆動手段の制御が開始される。 20

この、瞳孔中心に対して測定ユニット 110 の光軸の中心位置を任意の位置にオフセットする或いは動かすというアライメント位置の変更は、システム制御部 501 におけるアライメント位置変更手段として機能するモジュール領域により実行される。この光軸の中心位置の位置合わせは先に変更された基準位置に基づいてシステム制御部 501 が測定ユニット 110 を駆動することにより実行される。

【0073】

測定ユニット 110 を用いた被検眼に関する情報の測定は複数回為され、その測定にあわせて変更された基準位置に基づいたアライメント操作が為される。本例では、システム制御部 501 はステップ s106 で測定終了条件の判定を行い、所望の測定結果あるいは測定回数を満足するまで、ステップ s103 ~ s105 の制御を繰り返し行う。 30

【0074】

測定条件が満足されるとステップ s107 でジョイスティック 101 の入力を、アライメント位置変更手段からマニュアル操作手段に戻し、ステップ s108 でアライメント位置変更手段からの入力情報をリセットし、オートアライメント徹照観察を終了する。本例では、ここで述べたように不図示の操作手段を用いた駆動手段の手動操作が可能である。また、先述したシステム制御部 501 は、駆動手段を用いて測定ユニット 110 の光軸のオフセットも実行可能である。

【0075】

この制御の切り替えにより、検者は徹照観察を行いながらオートアライメント目標位置を変更することが可能であり混濁部をよけて眼屈折力測定を行うことが可能となる。本発明は、徹照静止画像でのオフセット量を設定し、通常観察にてアライメント位置を変更する従来の制御に比べ、被検眼の固視微動に強いという特徴を持っている。さらに混濁位置を避けながら、複数のポイントで測定を行う場合も、静止画表示と通常観察画面の状態遷移がないため、測定が容易におこなう事が可能である。 40

【0076】

最後に、アライメント位置変更手段による入力にたいする装置の具体的な動作について、図 8 を用いて説明を行う。

徹照観察に移行した時点では、図 8 (a) に示すように装置の光軸 01 は瞳孔中心軸と一致しており、被検眼の動きに対し、外眼照明反射輝点 221a' および 221b' によってワーキングディスタンスを一定にしながら、XY 軸オートアライメントを行っている 50

。

【0077】

なお、このワーキングディスタンスは、前述した輝点を用いて測定ユニット110と被検眼との光軸方向の距離を検出するワーキングディスタンス検出手段により予め検出されている。システム制御部501はワーキングディスタンス検出手段として機能するモジュール領域においてこの検出操作を実行し、オートアライメント時には当該検出操作からの検出結果を加味したアライメント操作が実行される。

【0078】

図8のC1～C3は水晶体の混濁を表しており、リング像602上に存在している。この混濁を避けるためには、オートアライメントの中心位置が被検眼右上部にあれば良い事が容易に分かる。そこで、検者はジョイスティック101を右方向へ傾倒させエンコーダを回転させることで、所望の場所へアライメントの中心位置を変更させることが出来る。

【0079】

図8(b)はアライメント位置変更後のオートアライメント状態を表している。光軸中心像601およびリング像602上に重なる混濁がないため、良好な測定が可能である。ここで、外眼照明反射輝点221a'および221b'は図8(a)の時と同様に虹彩上に輝点として確認出来、オフセット状態でもZ軸方向のアライメントが可能である。なお、図8(b)に示す表示状態において、操作者が本来のアライメント中心を確認しなければ当該画像がアライメント位置変更後の像であるか否かが判別できない可能性もある。従って、図8(b)の表示状態において、本来のアライメント中心及びオフセット量等を同時に表示することが望ましい。前述したようにこれらオフセット量に関連するデータは画像と共に好ましくは格納されており、画像表示時に該格納データも合わせて表示されることが望ましい。

以上により実施例1における、制御方法についての説明は終了する。

【0080】

<第二の実施形態>

本発明を図示の実施形態に基づいて説明する。なお、以下に述べる実施形態において、基本となる装置構成は同一であることから構成に関する詳細な説明は省略する。

また、徹照観察開始までの説明は第一の実施形態と同等のため割愛する。

図9のフローチャートおよび図10の指標移動図を用いて第二の実施形態の制御について説明を行う。ステップs100～s103までの制御は第一の実施形態と同等である。

【0081】

ステップs103でジョイスティック101が操作されると、ステップs204において、システム制御部501はその操作量に応じて、図10(a)に示すようにアライメント指標601および602をLCD116上で移動させる。このとき、装置のアライメント位置は指標を動かす前の状態を維持している。徹照観察開始直後であれば、測定ユニット110の光軸01と瞳孔中心が一致するようオートアライメント制御を行っている。

【0082】

ジョイスティック110の操作により、アライメント指標が混濁によって遮断されない位置あるいは検者が測定を所望する位置にまで移動されると、アライメント開始釦が押される。ステップs205では、アライメント開始釦が押された位置を新しいアライメントの目標位置と決定する。ステップs206では、システム制御部は新しいアライメント目標位置に対するアライメントを開始する(ステップs207)。

【0083】

以上の制御を測定が終了するまで行う。測定終了時の処理あるいは測定終了条件については、実施例1と同様のため割愛する。

以上により実施例2における、制御方法についての説明は終了する。

【0084】

<第一の変形例>

本実施形態では、徹照観察に移行するタイミングで自動的にオートアライメント制御を

10

20

30

40

50

行っている。これは、通常観察から徹照観察への切り替えで、検者に対し操作の連続性を提供するために行っている。ただし、装置の構成により徹照観察時の操作についてオートアライメント制御あるいはマニュアルアライメント制御を検者に選択させても良い。

【0085】

さらに測定終了後、ステップs106においてジョイスティック110の入力に対する制御方法を、アライメント位置変更手段からマニュアル操作手段へと切り替えを行っている。このタイミングは任意に変更可能である。例えば、測定終了前に左右眼の切り替えを行う場合、あるいは被検者の入れ替えがあった場合、前眼部徹照画像を取得するモードから他の画像を取得する或いは他の測定を実行する測定モードに切り替わった場合等も、含まれる。また、この場合にアラインメント位置変更手段の動作から自動的にオートアライメント手段の動作へと切り替えを実施する形態も含まれる。

10

また、上述した実施形態においては、眼屈折力計について説明したが、眼底カメラ、眼底血流計、近赤外レーザーの光干渉による眼底断層像の撮像装置（OCT）など他の眼科装置であっても、本発明を同様に適用できる。

【0086】

< 第三の実施形態 >

次に本発明の第三の実施形態について述べる。

尚、実施形態の詳述に際し、本発明において考慮する測定エラーについて先述べる。

【0087】

（測定エラーと徹照観察）

20

測定エラーが発生した場合、測定エラーの種類に拘らず、眼屈折力情報測定モードから徹照観察モード（徹照像を動画像として取得）へ自動移行させるように制御することができ、本発明はこの形態を包含するものである。この形態に対し、以下に述べる本実施形態においては、測定結果の信頼性を評価する機能と共に、測定エラーの種類を判別する判別手段としての機能を備える信頼性評価手段を備える。

【0088】

そして、測定エラーの種類についての判別結果に基づいて、徹照像を動画像として取得するように徹照像取得手段を制御するか否かを決定し、徹照観察が必要とされる種類の場合に限り、徹照観察モード（徹照像を動画像として取得）へ自動移行させる。この場合、測定エラーの種類を示す表示形態を表示部に表示させることが好ましい。表示部の表示が徹照像の動画像に切り替わった場合に、ユーザーがこの理由を知ることができるため、利便性が向上する。このとき、ユーザーは、上記表示の切り替わった際に、この理由を知ることができれば良いので、一定時間経過したら測定エラーの種類を示す表示形態が消えるように構成しても良い。

30

【0089】

一方、徹照観察が必要とされる種類ではない場合は、徹照観察モード（徹照像を動画像として取得）へ自動移行させず、再度眼屈折力情報を測定するように制御する。

【0090】

即ち、以下に述べるように、被検眼に異物が付着したり、瞬きが発生して屈折力測定エラーが発生する場合など、再度測定すれば測定可能となる場合は徹照観察モードに自動移行させず、再度眼屈折力情報を測定する。

40

【0091】

（信頼性評価および測定エラーの種類）

1) 信頼性が低い場合に測定エラー

通常では、このようにして眼屈折力の測定を終了するが、以下に述べる場合には、撮像素子210で被検眼眼底からの反射光が好ましいリング像として撮像されず、信頼性評価手段300は信頼性が低い場合として測定エラーとする。そして、信頼性評価手段300は、眼屈折力情報の信頼度を判定すると共に、信頼度が低い場合(固有情報の取得結果の信頼度が所定値未満である場合)は測定エラー（取得エラー）とし、更に測定エラーの種類を判別する。

50

【 0 0 9 2 】

2) 水晶体混濁による測定エラー

図 1 1 (a) に示す水晶体混濁を持った被検眼 6 0 3 では投影光束は眼底 E r に届いたとしても反射光が混濁により遮られ、図 1 1 (b) に示すように屈折力算出のためのリング像 6 0 2 が一部欠けたり、ぼやけたりし、信頼度の低い測定結果しか得られなくなる。この場合、信頼性評価手段 3 0 0 において、測定エラーとなる判断基準は、前記眼屈折力情報測定手段による眼底からの反射光束の欠け、ぼやけることの有無となる。そして、信頼性評価手段 3 0 0 で、水晶体混濁による測定エラーであると測定エラーの種類が判別される場合には、徹照観察モードへの移行（自動移行）を行なう。

【 0 0 9 3 】

徹照観察へ迅速に自動移行することは、眼屈折力測定においてアライメントが完了していることを利用できる。即ち、時間を要する移行の場合（手動でのアライメントを含む）と異なり、アライメントのし直し（徹照観察でのアライメントは困難）が必要なく、実用上非常に優れた形態となる。

【 0 0 9 4 】

3) 異物（目やに等）の被検眼への付着による測定エラー

異物が被検眼に付着した場合は、測定光束が撮像されない状態となるが、複数回の測定（予備測定後の本測定）が試行されれば瞬きにより異物が取り除かれることで、測定光束が撮像される状態となる。この場合、信頼性評価手段 3 0 0 において、測定エラーとなる判断基準は、測定光束が撮像されない状態の有無となる。そして、信頼性評価手段 3 0 0 で、異物の被検眼への付着による測定エラーであると測定エラーの種類が判別される場合には、徹照観察モードへの移行（自動移行）を行わない。

【 0 0 9 5 】

4) 瞬きによる測定エラー

測定の際に瞬きが発生した場合は、測定光束が撮像されない状態となるが、再度測定が試行されれば、測定光束が撮像される状態となる。この場合、信頼性評価手段 3 0 0 において、測定エラーとなる判断基準は、測定光束が撮像されない状態の有無となる。ここで、眼屈折力測定用リング像を撮像すると同時に前眼部像も撮像し、前眼部像から瞬きをしたかどうかを判断する構成を付加しておく。そして、信頼性評価手段 3 0 0 で、瞬きによる測定エラーであると測定エラーの種類が判別される場合には、徹照観察モードへの移行（自動移行）を行わない。

【 0 0 9 6 】

(測定フロー)

図 1 2 は、本発明の第三の実施形態に係る眼測定のフローチャートである。測定フローについて説明する。ステップ S 1 では、検者は被検者に顎受け 1 1 2 に顎を乗せさせ、被検眼の Y 軸方向を所定の高さになるように駆動機構 1 1 3 により調整する。LCD モニタ 1 1 6 に映されている被検眼 E の角膜反射像が表示される位置までジョイスティック 1 0 1 を操作し、測定開始釦を押下する。

【 0 0 9 7 】

測定開始釦が押下されると、ステップ S 2 のオートアライメントを開始する。メモリ 4 0 8 に格納された被検眼 E の前眼部像から、角膜反射像を抽出し、前述のアライメント方法でアライメントを行う。

【 0 0 9 8 】

アライメントが完了したら、ステップ S 3 の測定を行う。前述の眼屈折力測定方法で測定を行い、リング像と測定値をメモリ 4 0 8 に格納する。また、リング像撮像前の被検眼 E の前眼部像を撮像し、メモリ 4 0 8 に格納する。ステップ 4 では、複数回の連続測定が完了したかどうかを判断する。例えば、3 回連続測定を行うことを完了条件としているときは、3 回測定が完了していない場合はステップ S 2 に戻り、再び測定を行い、3 回測定が完了した時点でステップ S 5 に進む。

【 0 0 9 9 】

ステップS5では、測定エラーが発生したかを判断し、測定エラーが発生したと判断した場合はステップS6に進む。なお、本例では、前述したリング像が被検眼の照明により得られる眼底に関する画像であり、当該画像は測定ユニット110により取得される。該リング像の一部が欠けている場合には、測定エラーが発生したと判断されて表示制御手段による徹照動画像のLCDモニタ116への表示が為される。測定エラーが発生しない場合は測定結果をLCDモニタ116に表示し測定終了となる。なお、本例ではリング像の一部が欠けている例を示しているが、本発明の適用例はこれに限定されない。具体的には取得された眼底に関する画像において、眼底の情報が一部失われている場合に、これを測定エラーが生じていると判断すれば良い。

【0100】

ステップS6では、測定エラーの種類を判断する。図12では総合して徹照観察の必要性和図示したが、さらに細かく判断すると、図13のように瞬きを検知したか、リング自体が撮影されていないのか、リングに欠けがあるか、リングがぼやけているのかなど、測定エラーの原因になり得るものが当てはまる。なお、このようなエラー原因の特定は、システム制御部501において、リング像の一部が欠けているか否かを判定する判定手段として機能するモジュール領域により実行される。ステップS6にて測定エラーが判断され、水晶体の混濁の可能性があると判断された場合、自動で眼屈折力測定モードから徹照観察モードへ切り替わる。或いは、リング像が取得できなかった場合には、システム制御部501によって再度のリング像の取得が実行されても良い。この場合、システム制御部501により徹照像の動画像としての取得を一時的に停止するように徹照像取得手段或いは徹照動画像取得手段を制御する。

【0101】

測定エラーの種類判断は、複数回測定したデータから統計処理を行い、リング像の解析結果からの信頼性判断をすると、なお好ましい。また、徹照観察に移行する条件としてのエラー判断回数を設定しても良い。

【0102】

また、測定エラーの発生および/または発生した測定エラーの種類を、LCDモニタ116に表示させると、操作性が向上し検者にとって好ましいものとなる。

【0103】

<第二の変形例>

なお、被検眼の固有情報を取得する固有情報取得手段として、実施形態においては眼屈折力測定手段について説明したが、本発明はこれに限られない。即ち、眼底カメラにおける眼底観察・撮影手段、眼底血流計における血流測定手段、近赤外レーザーの光干渉による眼底断層像の撮像装置(OCCT)における撮像手段などであっても、本発明を同様に適用できる。また、撮像素子はエリアセンサでもラインセンサでもどちらでもよい。また、本実施形態で示した以外の測定原理を用いた眼屈折力測定装置であってもよい。

【0104】

<第三の変形例>

上述した実施形態では、被検眼瞳孔の中心より被検眼眼底へ光束を投影し、円環状のスリットを備えた絞りを介して被検眼瞳孔の周辺部より被検眼眼底からの反射光束を受光する構成を述べたが、逆の構成としても良い。即ち、円環状のスリットを備えた絞りを介して被検眼瞳孔の周辺部より被検眼眼底へ光束を投影し、被検眼瞳孔の中心より被検眼眼底からの反射光束を受光するようにしても良い。

【0105】

<第四の変形例>

また、本発明は、更に眼科制御方法として、被検眼の固有情報取得ステップと、被検眼の徹照像取得ステップと、前記固有情報が所定の条件を満たさない場合、前記徹照像を動画像として取得するように徹照像取得手段を制御する制御ステップと、を有する。

【0106】

<第四の実施形態>

次に本発明の第四の実施形態について述べる。

【0107】

(位置合わせに関するフローチャートおよび被検眼前眼部における表示される像)

以下、本装置における位置合わせの制御を、図15のフローチャートおよび図14の前眼部における表示される像を用いて説明する。検者は、LCD116上に被検眼瞳孔の一部が表示されるまで、ジョイスティック101を操作し、測定ユニット110を動作させる。図14(a)は、検者が、被検眼瞳孔の一部が表示されるように、ジョイスティック101を操作した状態の前眼部像である。瞳孔の一部がLCD116上に表示されたのち測定開始スイッチ504を押すことで、システム制御部501によりオートアライメント制御が開始される。

10

【0108】

システム制御部501は、図15のステップS100において、撮像素子220により得られた前眼部像を解析し、瞳孔部が他の部分より暗いことを利用して被検眼瞳孔位置を検出する。瞳孔位置が検出されると、システム制御部501は、ステップS101において、瞳孔中心軸と測定ユニット110の光軸01が一致する方向に、モータ駆動回路514によりXY各軸のモータ制御を行う。図14(b)は、被検眼Eの瞳孔中心軸と測定ユニット110の光軸01が概一致した状態の前眼部像である。

【0109】

以下、角膜輝点を用いた位置合わせ制御と、徹照像を用いた位置合わせ制御について説明する。

20

【0110】

1) 角膜輝点を用いた位置合わせ制御

図14(b)の状態にて、前眼部上に前眼部照明221の反射光である221a'および221b'が現れる。システム制御部501は、ステップS102にて、撮像素子220により得られた前眼部像を解析する。前眼部照明221の反射光である221a'および221b'が検出されると、システム制御部501は、ステップS103において、221a'および221b'が予め設定された所定の位置および大きさになるようにXYZ各軸のモータ制御を行う。図14(c)は、221a'および221b'が所定の位置・大きさになった状態の前眼部像である。

【0111】

30

図14(c)の状態、前述のアライメント検出用輝点Ta、Tb、Tcが現れる。システム制御部501は、ステップS104にて、撮像素子220により得られた前眼部像を解析する。3つの輝点Ta、Tb、Tcが検出できると、システム制御部501はステップS105にて、モータ駆動回路514を制御し、中心の輝点Taと測定ユニット110の光軸01が一致するように測定部110を上下左右方向に駆動させる。

【0112】

次にシステム制御部501は輝点Ta、Tbが輝点Tcに対して鉛直方向に並ぶようなら測定部110を前後方向に駆動させ、3つの角膜輝点Ta、Tb、Tcが上下方向に1列に並んだ状態になるように、XYZ各軸制御を行う。図14(d)は、3つの角膜輝点Ta、Tb、Tcが上下方向に1列に並んだ状態の前眼部像である。

40

【0113】

なお、個人差或いは病的要因によって異なるが、殆どの人眼の被検眼は瞳孔中心に対して角膜頂点は偏心していることが知られていて、偏心量によっては、眼底の反射光が瞳孔によりけられてしまい、測定エラーとなることがある。このため、測定部の光軸を瞳孔中心に合わせることが望ましい。図14(e)は、角膜輝点Ta、Tb、Tcと瞳孔中心がずれている状態の前眼部像である。

【0114】

2) 徹照像を用いた位置合わせ制御

システム制御部501は、ステップS106にて、前述の徹照観察に切り替える。図14(f)は、徹照観察に切り替わった状態の前眼部像である。システム制御部501は、

50

図7のステップS107において、撮像素子220により得られた前眼部像を解析し、瞳孔部が他の部分より明るいことを利用して被検眼瞳孔位置を検出する。即ち、得られた得前眼部像における明るい部分の輝度が所定値以上である領域を被検眼の瞳孔領域として抽出する。この抽出の操作は、システム制御部501において瞳孔抽出手段として機能するモジュール領域により実行される。図14(g)は、瞳孔を二値化して明るい部分として抽出した状態の前眼部像である。

【0115】

本実施形態では、この二値化された明るい部分の重心位置を瞳孔中心として検出する。瞳孔位置が検出されると、システム制御部501は、ステップS108において、瞳孔中心軸と測定ユニット110の光軸01が一致する方向に、モータ駆動回路514によりX

10

【0116】

即ち、前述した変更手段は、抽出された瞳孔領域に基づいて基準位置の変更を行う。図14(h)は、被検眼Eの瞳孔中心軸と測定ユニット110の光軸01が一致した状態となり、アライメントを完了する。

【0117】

なお、図14(i)は、ステップ100での瞳孔位置検知(1)において、撮像素子220により得られた前眼部像を解析する際、瞳孔部が他の部分より暗いことを利用して二

20

【0118】

アライメントが完了すると、システム制御部501はステップS109において、眼屈折力を測定する。システム制御部501はステップS110にて、所定回数の測定など、測定終了条件を判断し、その条件を満たすまで、S106のステップに戻り動作を繰り返す。終了条件を満たした段階で、測定結果(固有情報の取得結果)をLCDモニタ116

30

【0119】

<第五の実施形態>

本実施形態を図16のフローチャートおよび、図17の撮像された前眼部像を用いて説明する。第1の実施形態と異なり、本実施形態では徹照像を用いた位置合わせ制御において左右方向(X方向)、上下方向(Y方向)のみならず前後方向(Z方向)の位置合わせ制御を行う。アライメント開始からステップS105までは第1の実施形態と同等であるため、説明を割愛する。

【0120】

システム制御部501は、ステップS105にてXYZ各軸制御を行い、図17(a)のように、3つの角膜輝点Ta、Tb、Tcが上下方向に1列に並んだ状態の前眼部像の状態となっている。次に、システム制御部501は、ステップS200にて図17(a)の状態の角膜輝点Ta、Tb、Tcが上下方向に1列に並んだオートアライメント完了時の、前眼部照明221の反射光である221a'と221b'の輝点間距離801を記憶する。そして、システム制御部501は、ステップS201にて、前述の徹照観察に切り替える。

40

【0121】

システム制御部501は、ステップS202において、第1の実施形態のステップS107と同様に明るい部分としての被検眼瞳孔位置を抽出し、この時の前眼部照明221の反射光である221a'と221b'の間隔801'を検出する。図17(b)は、徹照

50

観察に切り替わった状態の前眼部像である。瞳孔位置が抽出されると、システム制御部 501 は、ステップ S203 において、瞳孔中心軸と測定ユニット 110 の光軸 01 が一致する方向に、モータ駆動回路 514 により X Y 各軸のモータ制御を行う。

【0122】

次に、システム制御部 501 は、ステップ S204 において、前眼部照明 221 の反射光である 221a' と 221b' の輝点間距離 801' がステップ S200 で記憶された輝点間距離 801 と等しくなるようにする。即ち、モータ駆動回路 514 により、Z 軸のモータ制御を行い、アライメントが完了する。以下、眼屈折力の測定を行い、所定の条件により測定を終了することは、第四の実施形態と同様である。

【0123】

10

< 第六の実施形態 >

第四の実施形態の図 15 のステップ S107、および第五の実施形態の図 16 のステップ 202 において、瞳孔部が他の部分より明るいことを利用して被検眼瞳孔位置を抽出したが、本実施形態では、このステップでのより正確な瞳孔の抽出を行うものである。図 18(a) は、徹照観察状態の前眼部像、図 18(b) は、図 18(a) における中心部水平 1 ラインの輝度分布を表わしている。たとえば、外光などが強い場合、前眼部照明光を調整したとしても、瞳孔部よりもが周辺の方が明るくなり、瞳孔部だけを抽出することができなくなることがある。

【0124】

本実施形態では、図 18(a) の眼底照明光源の点灯時の前眼部像である徹照観察像を記憶した直後に、眼底照明光を消灯し、通常の前眼部像も記憶する。図 18(c) は、眼底照明光源の消灯時の前眼部像、図 18(d) は、図 18(c) における中心部水平 1 ラインの輝度分布を表わしている。システム制御部 501 は、瞳孔部の検知の際、記憶された図 18(a) の前眼部像から、図 18(c) の前眼部像を引き算することにより、外光などの影響を受けずに、確実に瞳孔部を検出することが可能となる。即ち、本形態では徹照動画像を取得するために被検眼の眼底を照明するための光を発生させる眼底照明光源を用い、前述した瞳孔抽出手段は、眼底照明光源を点灯させた状態における被検眼の前眼部の徹照動画像から、眼底照明光源を消灯させた状態における前眼部の画像を除去した画像を前眼部の瞳孔領域として抽出する。

20

【0125】

30

図 18(e) は、記憶された図 18(a) の前眼部像から、図 18(c) の前眼部像を引き算した画像、図 18(f) は、図 18(e) における中心部水平 1 ラインの輝度分布を表わしている。なお、瞳孔検出ステップ以外の説明は、第四の実施形態と同様である。

【0126】

< 第五の変形例 >

上述した実施形態においては、瞳孔部の検知の際、二値化処理にて、その重心部の検出を行っているが、本発明はこれに限らず、例えば、瞳孔の輪郭を検出し、円などで近似を行い中心を求めても良い。

【0127】

< 第六の変形例 >

40

また、上述した実施形態においては、眼屈折力計について説明したが、眼底カメラ、眼底血流計、近赤外レーザーの光干渉による眼底断層像の撮像装置 (OCT) など他の眼科装置であっても、本発明を同様に適用できる。

【0128】

< その他の変形例 >

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

本発明によれば、測定エラーの場合に徹照観察モード (徹照像を動画像として取得) へ

50

自動移行させる眼科装置が提供される。

【 0 1 2 9 】

また、本発明によれば、瞳孔位置を正確に検出し、正確なアライメントを行うことができる眼科装置が提供される。即ち、徹照像を用いることで瞳孔位置を正確に検出することができるため、正確なアライメントを行うことができる。

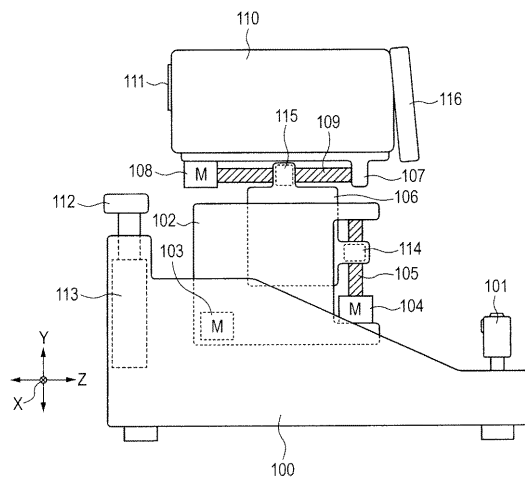
【 符号の説明 】

【 0 1 3 0 】

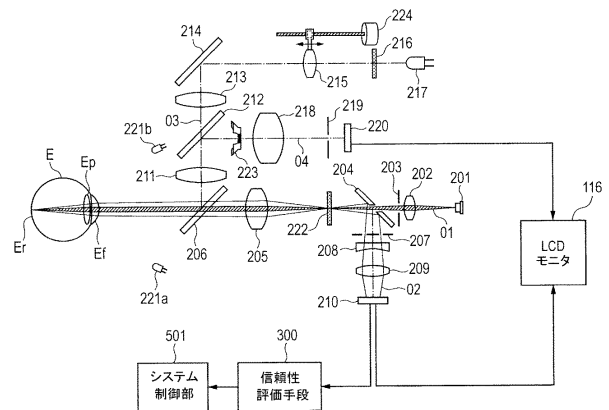
- 1 0 1 : ジョイスティック
- 1 1 0 : 測定ユニット
- 1 1 6 : L C D
- 2 0 1 : 測定用光源
- 2 2 0 : 撮像素子
- 2 2 1 : 外眼照明光源
- 5 0 1 : システム制御部
- 5 0 4 : 測定開始スイッチ
- 5 0 5 : 操作パネル

10

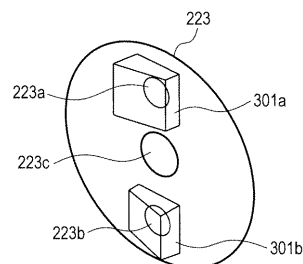
【 図 1 】



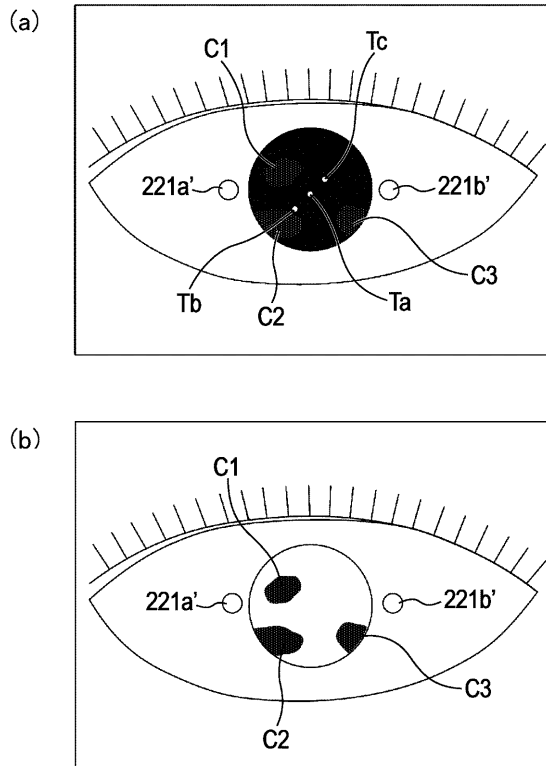
【 図 2 】



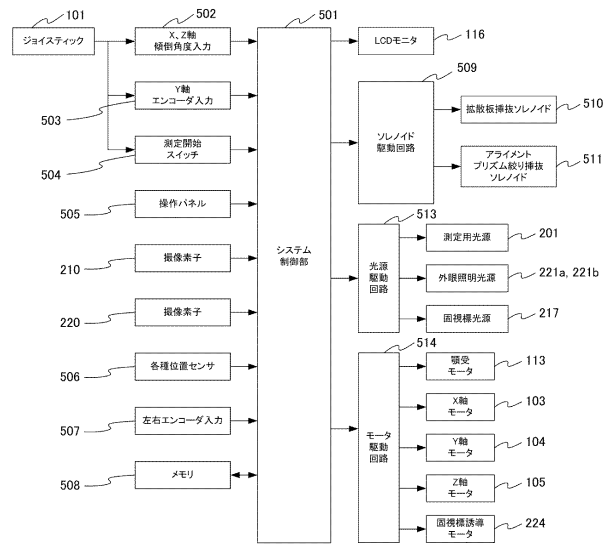
【 図 3 】



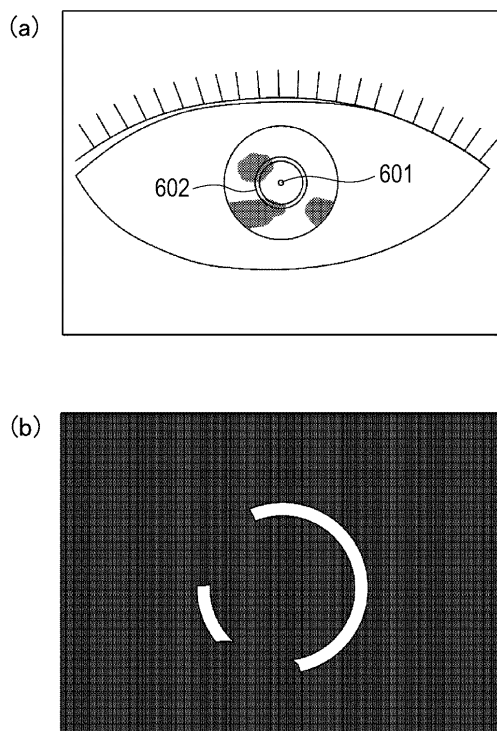
【図4】



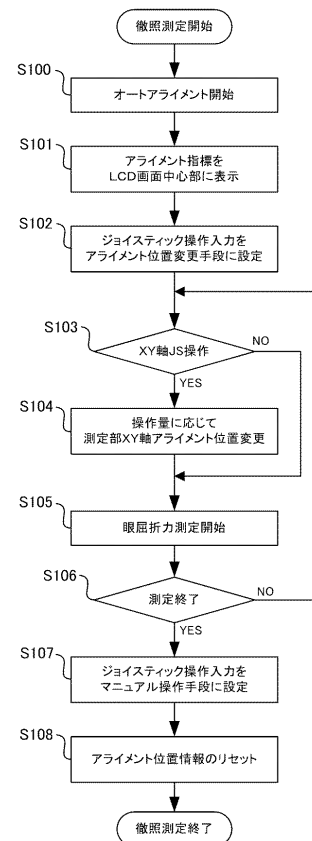
【図5】



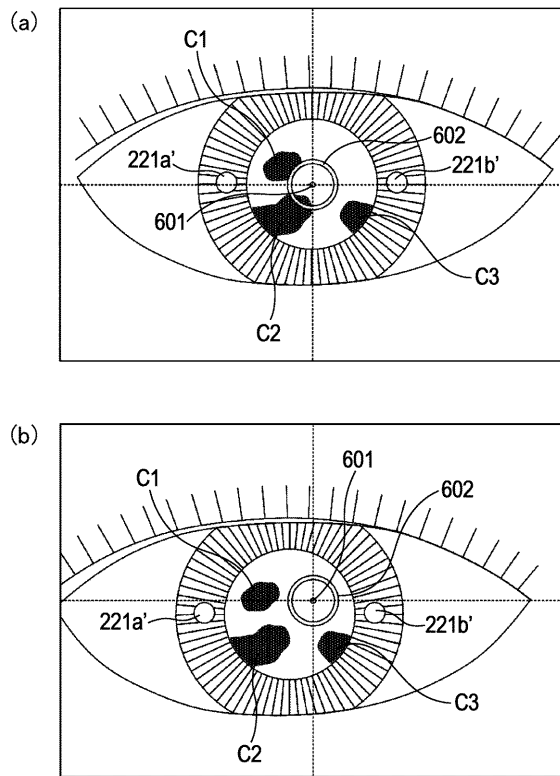
【図6】



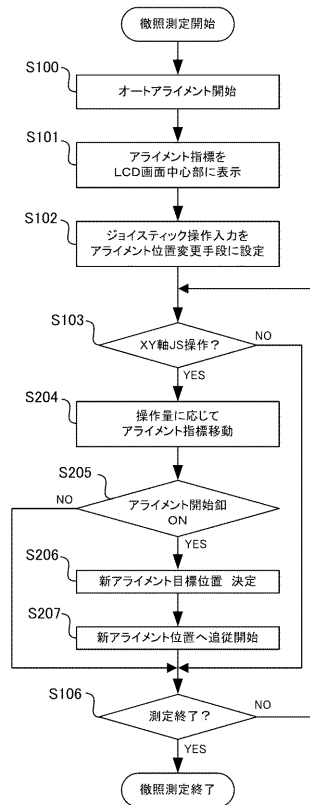
【図7】



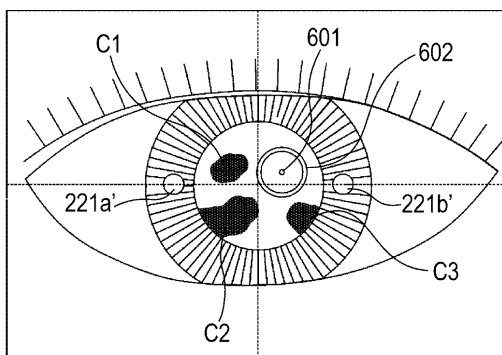
【図 8】



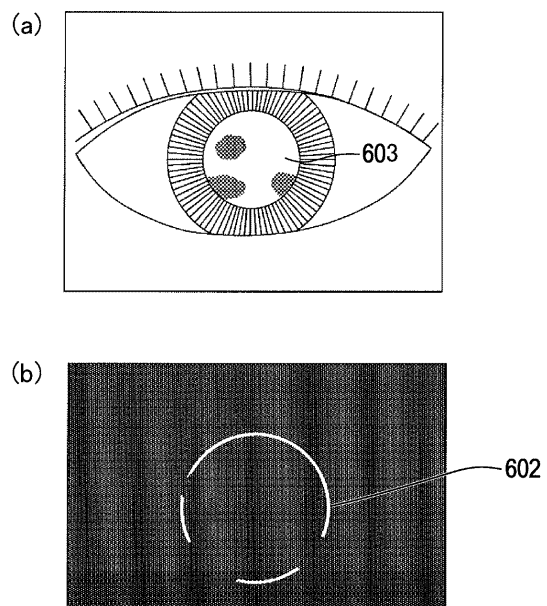
【図 9】



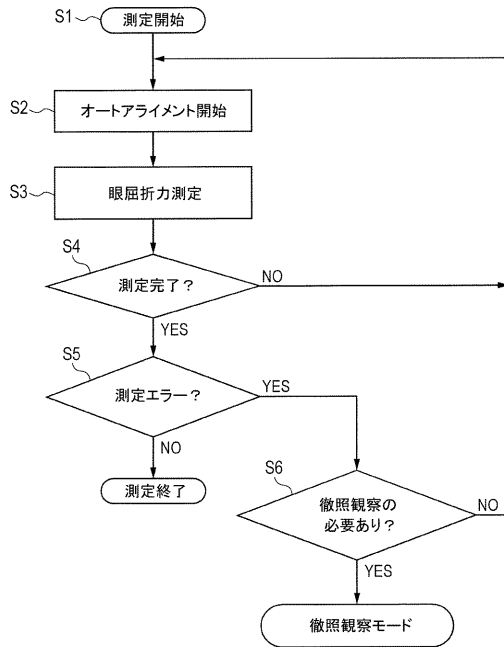
【図 10】



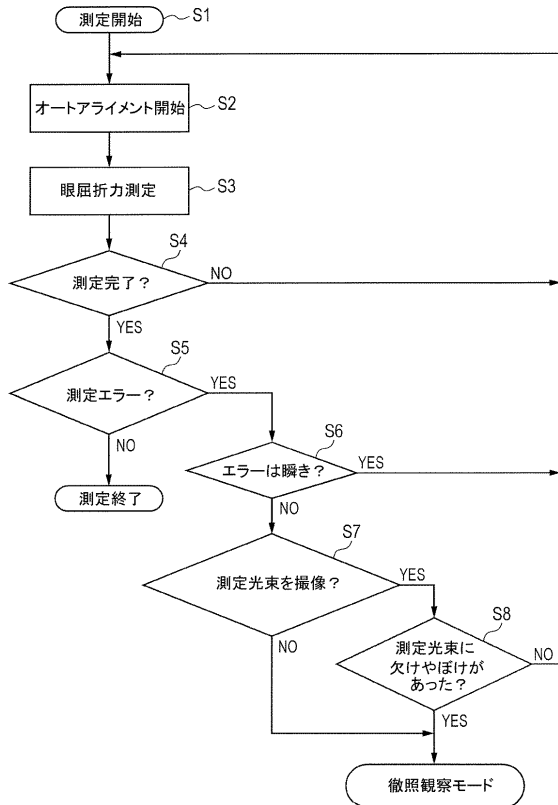
【図 11】



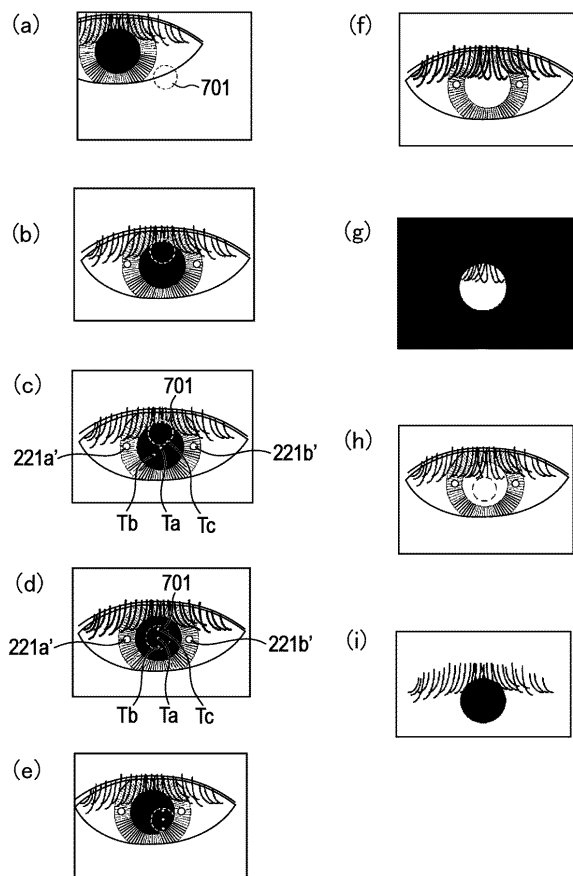
【図 1 2】



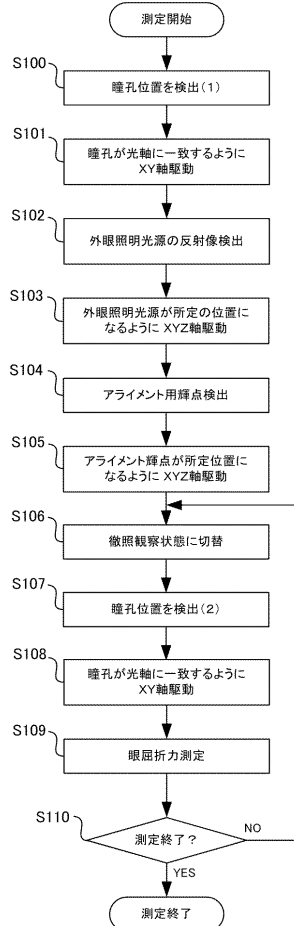
【図 1 3】



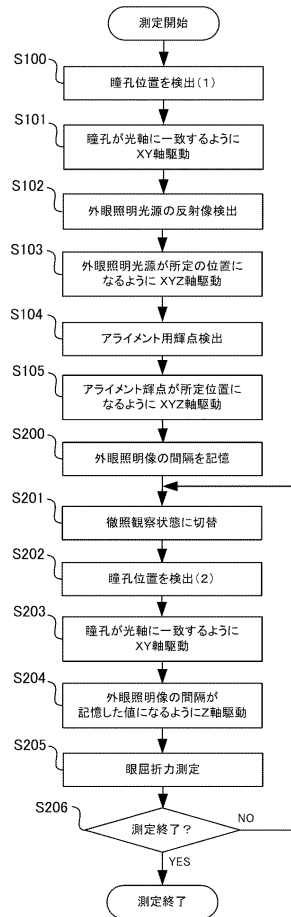
【図 1 4】



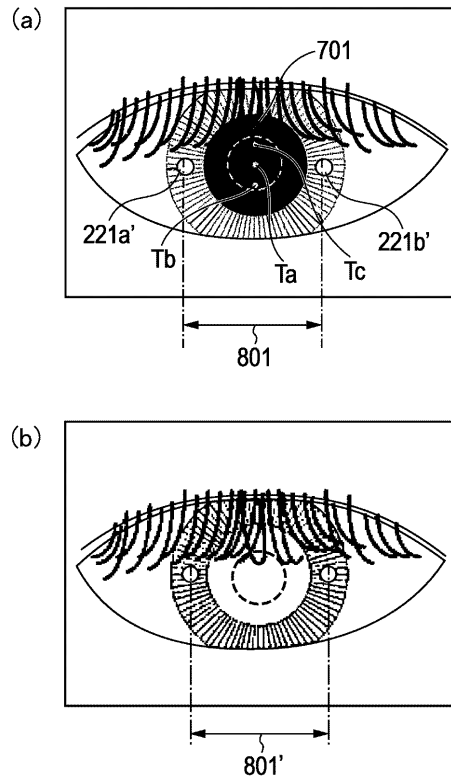
【図 1 5】



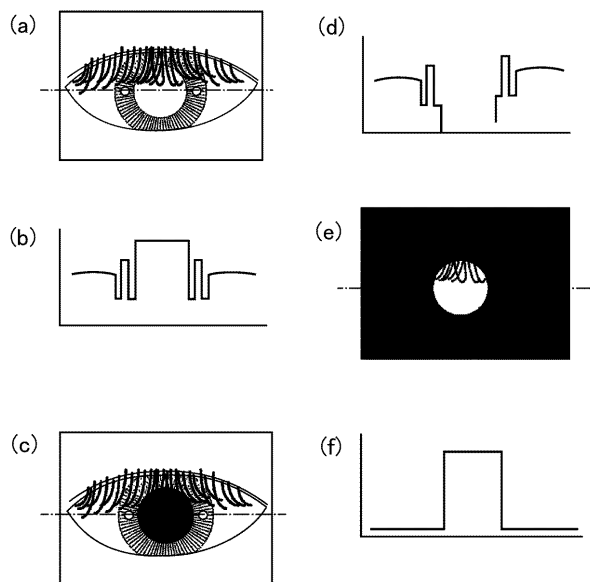
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

- (74)代理人 100134393
弁理士 木村 克彦
- (74)代理人 100174230
弁理士 田中 尚文
- (72)発明者 太田 幸一
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 土橋 康浩
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 奥村 淑明
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 増淵 俊仁

- (56)参考文献 特開平10-192334(JP,A)
特開2006-122411(JP,A)
特開平06-142044(JP,A)
特開2005-074036(JP,A)
特開2005-312501(JP,A)
特開2008-080065(JP,A)
特開平09-187427(JP,A)
特開2007-089715(JP,A)
特開2001-269317(JP,A)
特開2000-245698(JP,A)
特開2003-093345(JP,A)
米国特許出願公開第2009/0316111(US,A1)
米国特許第04200362(US,A)
米国特許出願公開第2005/0094102(US,A1)

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