(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5364385号
(P5364385)
(45)発行日　平成25年12月11日(2013.12.11)　(24)登録日　平成25年9月13日(2013.9.13)

(51)Int.Cl.　　F I
A61B 3/10 (2006.01)　　A61B 3/10 R
G01N 21/17 (2006.01)　　G01N 21/17 625

請求項の数 9　(全 37 頁)

(21)出願番号　特願2009-529(P2009-529)
(22)出願日　平成21年1月6日(2009.1.6)
(65)公開番号　特開2010-158265(P2010-158265A)
(43)公開日　平成22年7月22日(2010.7.22)
審査請求日　平成23年11月9日(2011.11.9)

(73)特許権者　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　110000866
特許業務法人三澤特許事務所
(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　後藤　順也

最終頁に続く

(54)【発明の名称】光画像計測装置及びその制御方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
被測定物体の少なくとも第１の深度帯と第２の深度帯の断層画像をそれぞれ形成する光画像計測装置であって、
光源からの光を信号光と参照光とに分割する分割手段と、
前記参照光の光路長を少なくとも前記第１の深度帯と前記第２の深度帯の何れかに対応した光路長に切り替える切替え手段と、
対物レンズと合焦レンズとを含み、前記第１の深度帯に前記信号光を集光させる光学系と、
前記光学系に挿脱自在に配置され、前記被測定物体と前記対物レンズとを規定の作動距離に位置させた状態で前記光学系に挿入されると、前記第２の深度帯に前記信号光を集光させる深度帯切替えレンズと、
前記切替え手段により前記第２の深度帯に対応する光路長へ切り替えたときに、前記深度帯切替えレンズを前記光学系に挿入させる制御手段と、
前記被測定物体から反射して前記光学系を経た前記信号光と前記切替え手段で切り替えられた光路長の光路を経た前記参照光とを干渉させることで干渉光を生成する干渉光生成手段と、
前記制御手段の制御に応じた前記干渉光のそれぞれを検出する検出手段と、
前記検出手段による検出に基づいて、前記第１の深度帯と前記第２の深度帯の断層画像をそれぞれ形成する画像形成手段と、

を備えること、
を特徴とする光画像計測装置。
【請求項２】
前記被測定物体は生体眼であり、
前記切替え手段は、
前記第１の深度帯としての眼底と前記第２の深度帯としての前眼部の何れかに対応する光路長に切り替え、
前記合焦レンズは、
前記切替え手段により前記第１の深度帯に対応する光路長に切り替えられるときに、前記生体眼のディオプターに応じて配置位置が変更され、
前記制御手段は、
前記切替え手段により前記参照光の光路が前記第２の深度帯に対応する光路長に切り替えられるときに、前記合焦レンズの配置位置を規定位置に変更させること、
を特徴とする請求項１記載の光画像計測装置。
【請求項３】
前記被測定物体は生体眼であり、
前記切替え手段は、
前記第１の深度帯としての眼底と前記第２の深度帯としての前眼部の何れかに対応する光路長に切り替え、
前記光学系は、
前記眼底に前記信号光を集光させ、
前記深度帯切替えレンズは、
前記生体眼と前記対物レンズとが規定の作動距離に位置した状態で前記光学系に挿入されたときに、前記前眼部に前記信号光を集光させ、
前記制御手段は、
前記生体眼と前記対物レンズとの距離が前記作動距離に合わせられた後、前記眼底から反射した信号光に基づき生成された前記干渉光を検出させる第一の制御工程と、
前記第一の制御工程の後、前記参照光の光路を前記前眼部の深度帯に対応する光路長に切り替えさせるとともに、前記作動距離を維持させたまま前記深度帯切替えレンズを前記光学系に挿入させる第二の制御工程と、
前記第二の制御工程の後、前記前眼部から反射した信号光に基づき生成された前記干渉光を検出させる第三の制御工程と、
を経ること、
を特徴とする請求項１記載の光画像計測装置。
【請求項４】
前記第一の制御工程は、
前記生体眼のディオプターに応じて前記合焦レンズの配置位置が変更されるピント調整を更に経た後に行われ、
前記第二の制御工程は、
前記合焦レンズの配置位置を規定位置に変更させる制御工程を含むこと、
を特徴とする請求項３記載の光画像計測装置。
【請求項５】
前記被測定物体は生体眼であり、
前記切替え手段は、
前記第１の深度帯としての眼底と前記第２の深度帯としての前眼部の何れかに対応する光路長に切り替え、
前記光学系は、
前記眼底に前記信号光を集光させ、
前記深度帯切替えレンズは、
前記生体眼と前記対物レンズとが前記規定の作動距離に位置した状態で前記光学系に挿

入されたときに、前記前眼部に前記信号光を集光させ、
前記制御手段は、
前記参照光の光路を前記前眼部に対応する光路長に切り替えさせるとともに、前記深度帯切替えレンズを前記光学系に挿入させる第一の制御工程と、
前記第一の制御工程の後、前記前眼部から反射した信号光に基づく前記干渉光の検出結果を出力させる第二の制御工程と、
前記第二の制御工程による前記検出結果に応じた前記生体眼と前記対物レンズとの距離の前記作動距離への位置合わせの後、前記眼底の深度帯に対応する光路長に切り替えさせるとともに、前記作動距離を維持させたまま前記深度帯切替えレンズを前記光学系から待避させる第三の制御工程と、
前記第三の制御工程の後、前記眼底から反射した信号光に基づき生成された前記干渉光を検出させる第四の制御工程と、
を経ること、
を特徴とする請求項１記載の光画像計測装置。
【請求項６】
前記切替え手段は、
前記光源からの光から分割された参照光を２つに分割するビームスプリッタと、
前記分割された一方の参照光が通り、前記第１の深度帯に対応する光路長を有する第１の光路と、
前記分割された他方の参照光が通り、前記第２の深度帯に対応する光路長を有する第２の光路と、
前記第１及び第２の光路を選択的に遮蔽する遮光板と、
を含み、
前記制御手段は、
前記第１の光路への前記遮光板の挿入に同期して、前記深度帯切替えレンズを挿入させること、
を特徴とする請求項１乃至５の何れかに記載の光画像計測装置。
【請求項７】
光源からの光を信号光と参照光とに分割する分割手段と、対物レンズと合焦レンズとを含み生体眼の眼底に前記信号光を集光させる光学系と、前記生体眼から反射して前記光学系を経た前記信号光と所定の光路長の光路を経た前記参照光とを干渉させることで干渉光を生成する干渉光生成手段と、前記干渉光を検出する検出手段とを有し、前記検出手段の検出信号に基づき断層像を形成する光画像形成装置の制御方法であって、
前記生体眼と対物レンズとの距離を規定の作動距離に合わせるための第一の制御工程と、
予め、前記参照光の光路長を前記眼底の深度帯に対応する第１の光路長に切り替えさせておく第二の制御工程と、
前記第一及び第二の制御工程の後、前記眼底から反射した信号光と前記第１の光路長の光路を経た前記参照光との干渉光を検出させる第三の制御工程と、
前記第三の制御工程の後、前記生体眼の前眼部の深度帯に対応する第２の光路長に前記参照光の光路長を切り替えさせる第四の制御工程と、
前記第四の制御工程と同期して、前記生体眼と前記対物レンズとを前記規定の作動距離に位置させたまま、前記前眼部に前記信号光を集光させる深度帯切替えレンズを前記光学系に挿入させる第五の制御工程と、
前記第四及び第五の制御工程の後、前記前眼部から反射した前記信号光と前記第２の光路長の光路を経た参照光との干渉光を検出させる第六の制御工程と、
前記第三の制御工程と前記第六の制御工程で検出した各干渉光に基づき、前記眼底及び前眼部の断層像を形成させる第七の制御工程と、
を経ること、
を特徴とする光画像計測装置の制御方法。

【請求項８】
前記第一の制御工程には、
前記生体眼のディオプターに応じて前記合焦レンズの配置位置を変更させるための制御工程を含み、
前記第四の制御工程と前記第五の制御工程と同期して、前記合焦レンズを規定の配置位置に変更する第八の制御工程を更に経ること、
を特徴とする請求項７記載の光画像計測装置の制御方法。
【請求項９】
光源からの光を信号光と参照光とに分割する分割手段と、対物レンズと合焦レンズとを含み生体眼の眼底に前記信号光を集光させる光学系と、前記生体眼から反射して前記光学系を経た前記信号光と所定の光路長の光路を経た前記参照光とを干渉させることで干渉光を生成する干渉光生成手段と、前記干渉光を検出する検出手段とを有し、前記検出手段の検出信号に基づき断層像を形成する光画像形成装置の制御方法であって、
前記生体眼の前眼部の深度帯に対応する第１の光路長に前記参照光の光路長を切り替えさせるとともに、前記前眼部に前記信号光を集光させる深度帯切替えレンズを前記光学系に挿入させる第一の制御工程と、
前記前眼部から反射した前記信号光と前記第１の光路長の光路を経た参照光との干渉光を検出させる第二の制御工程と、
前記干渉光の検出結果に基づき、前記生体眼と対物レンズとの距離を規定の作動距離に合わせるための第三の制御工程と、
前記第三の制御工程の後、前記眼底の深度帯に対応する第２の光路長に前記参照光の光路長を切り替えさせる第四の制御工程と、
前記第四の制御工程に同期して、前記深度帯切替えレンズを前記光学系から待避させる第五の制御工程と、
前記第三及び第四の制御工程の後、前記眼底から反射した信号光と前記第２の光路長の光路を経た前記参照光との干渉光を検出する第六の制御工程と、
前記第六の制御工程で検出した干渉光に基づき、前記眼底の断層像を形成させる第七の制御工程と、
を経ること、
を特徴とする光画像計測装置の制御方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
この発明は、光ビームを用いて被測定物体の表面形態や内部形態を表す画像を形成する光画像計測装置及び制御方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、レーザ光源等からの光ビームを用いて被測定物体の表面形態や内部形態を表す画像を形成する光画像計測技術が注目を集めている。光画像計測技術は、Ｘ線ＣＴ装置のような人体に対する侵襲性を持たないことから、医療分野や生物学分野における応用の展開が特に期待されている。
【０００３】
特許文献１には、光画像計測技術を適用した装置が開示されている。この装置は、測定腕がガルバノミラーと呼ばれる回転式転向鏡により物体を走査し、参照腕に参照ミラーが設置されており、その出口に計測腕及び参照腕からの光束の干渉光の強度を分光器で分析する干渉器が設けられている。更に、参照腕は、参照光光束位相を不連続な値で段階的に変えるように構成されている。
【０００４】
特許文献１の装置は、いわゆる「フーリエドメインＯＣＴ（Ｆｏｕｒｉｅｒ　Ｄｏｍａｉｎ　Ｏｐｔｉｃａｌ　Ｃｏｈｅｒｅｎｃｅ　Ｔｏｍｏｇｒａｐｈｙ）」の手法を用いる

ものである。即ち、被測定物体に対して低コヒーレンス光のビームを照射し、その反射光と参照光とを重ね合わせて干渉光を生成し、この干渉光のスペクトル強度分布を取得してフーリエ変換を施すことにより被測定物体の深度方向（ｚ方向）の形態を画像化するものである。

【０００５】

更に、特許文献１に記載の装置は、光ビーム（信号光）を走査するガルバノミラーを備え、それにより被測定物体の所望の測定対象領域の画像を形成するようになっている。この装置においては、ｚ方向に直交する１方向（ｘ方向）にのみ光ビームを走査するように構成されているので、この装置により形成される画像は、光ビームの走査方向（ｘ方向）に沿った深度方向（ｚ方向）の２次元断層画像となる。

【０００６】

特許文献２には、信号光を水平方向及び垂直方向に走査することにより水平方向の２次元断層画像を複数形成し、これら複数の断層画像に基づいて測定範囲の３次元の断層情報を取得して画像化する技術が開示されている。この３次元画像化としては、例えば、複数の断層画像を垂直方向に並べて表示させる方法や（スタックデータなどと呼ばれる）、複数の断層画像にレンダリング処理を施して３次元画像を形成する方法などが考えられる。

【０００７】

特許文献３、４には、他のタイプの光画像計測装置が開示されている。特許文献３には、被測定物体に照射される光の波長を掃引し、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に基づい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光画像計測装置が記載されている。このような光画像計測装置は、スウェプトソース（Ｓｗｅｐｔ　Ｓｏｕｒｃｅ）タイプなどと呼ばれる。

【０００８】

また、特許文献４には、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光画像計測装置が記載されている。このような光画像計測装置は、フルフィールド（ｆｕｌｌ－ｆｉｅｌｄ）タイプ、或いはエンフェイス（ｅｎ－ｆａｃｅ）タイプなどと呼ばれる。

【０００９】

特許文献５には、ＯＣＴ技術を眼科分野に適用した構成が開示されている。なお、光画像計測装置が眼科分野に応用される以前には、眼底カメラ等の眼科撮影装置が利用されていた（例えば特許文献６を参照）。

【００１０】

ＯＣＴ技術を用いた眼底撮影装置は、眼底を前方から撮影するだけの眼底カメラと比較して、眼底の断層画像や３次元画像を取得できるという利点がある。そのため、診断精度の向上や病変の早期発見への寄与が期待されている。更に、このＯＣＴ技術を用いた光画像計測装置は、被検眼の眼軸長や病変部のサイズや隅角などの物理量の計測用途にもその領域を拡げている。

【００１１】

そこで、特許文献７では、角膜反射光と眼底反射光とから眼軸長を測定し、更に角膜に集光した信号光の反射光と参照光とから前眼部のＯＣＴ画像を撮影する光画像計測装置、又は角膜反射光と眼底反射光とから眼軸長を測定し、更に眼底に集光した信号光の反射光と参照光とから眼底のＯＣＴ画像を撮影する光画像計測装置が開示されている。即ち、一台で眼軸長の計測と前眼部又は眼底のＯＣＴ画像の撮影を行うことのできる技術が開示されている。

【００１２】

このように、一台で被検眼の各種の生体情報を得られるようにすることは、検査の効率化の観点から望まれるものであり、特に近年では、一台の光画像計測装置で眼底と前眼部の両方のＯＣＴ画像を撮影することができる技術が待望されている。

【００１３】
しかしながら、光画像計測装置では、鮮明な断層画像を取得しようとすると、その撮影対象となっている深度帯に効率よく信号光を集光させることが必要となる。一般的には、信号光が通過する撮影光学系は、信号光を集光させる位置が一領域に定まっており、それ以外の領域はピントがぼけてしまう。
【００１４】
図１３は、一般的な撮影光学系の一部を示す図である。光ファイバ１５２ａの端面１５２ｂから出射した信号光は、レンズ１４２に入射し、平行光束となる。その後、この平行光束となった信号光は、ガルバノミラー等を有する走査ユニット１４１、撮影レンズ１２６、リレーレンズ１２５、合焦レンズ１２４、及び対物レンズ１１３を介して一領域に集光する。そこで、被検眼Ｅの眼底Ｅｆに信号光が集光するようなワーキングディスタンスＷｄに対物レンズ１１３と角膜頂点Ｅｃとの距離を合わせると、前眼部Ｅａにはピントが合わない。
【００１５】
そのため、図１４（Ｂ）に示す眼底ＥｆのＯＣＴ画像からは、鮮明な断層画像として各種の生体情報が得られるが、図１４（Ａ）に示す前眼部ＥａのＯＣＴ画像からは、角膜頂点Ｅｃからの反射光は強度が高いためにその判別が可能であるが、その他の角膜後面や水晶体の判別は困難であるためそれらの生体情報を得ることはほとんど不可能となる。
【００１６】
そこで、例えば、被検眼Ｅの眼底Ｅｆに信号光が集光するようなワーキングディスタンスＷｄに対物レンズ１１３と角膜頂点Ｅｃとの距離を合わせてから、まず眼底ＥｆのＯＣＴ画像を撮影し、その後、被検眼Ｅの前眼部Ｒａに信号光が集光するようなワーキングディスタンスＷｄに対物レンズ１１３と角膜頂点Ｅｃとの距離を変更してから、前眼部Ｅａの両ＯＣＴ画像を撮影するといった撮影方法が考えられる。
【００１７】
しかし、この撮影方法では、対物レンズ１１３と角膜頂点Ｅｃとの距離の調整を計二回行わなくてはならないため、検査時間が長時間化してしまい、検者及び被検者の双方に多大な負担を負わせてしまう。
【先行技術文献】
【特許文献】
【００１８】
【特許文献１】特開平１１－３２５８４９号公報
【特許文献２】特開２００２－１３９４２１号公報
【特許文献３】特開２００７－２４６７７号公報
【特許文献４】特開２００６－１５３８３８号公報
【特許文献５】特開２００８－７３０９９公報
【特許文献６】特開平９－２７６２３２号公報
【特許文献７】特開２００７－３７９８４号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【００１９】
この発明は、このような問題を解決するためになされたもので、その目的は、一台の光画像計測装置で複数の深度帯のＯＣＴ画像を鮮明に撮影することができるとともに、その撮影時間を短縮化することのできる光画像計測装置及びその制御方法を提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【００２０】
上記目的を達成するために、請求項１に記載の本発明は、被測定物体の少なくとも第１の深度帯と第２の深度帯の断層画像をそれぞれ形成する光画像計測装置であって、光源からの光を信号光と参照光とに分割する分割手段と、前記参照光の光路長を少なくとも前記

第１の深度帯と前記第２の深度帯の何れかに対応した光路長に切り替える切替え手段と、対物レンズと合焦レンズとを含み、前記第１の深度帯に前記信号光を集光させる光学系と、前記光学系に挿脱自在に配置され、前記被測定物体と前記対物レンズとを規定の作動距離に位置させた状態で前記光学系に挿入されると、前記第２の深度帯に前記信号光を集光させる深度帯切替えレンズと、前記切替え手段により前記第２の深度帯に対応する光路長へ切り替えたときに、前記深度帯切替えレンズを前記光学系に挿入させる制御手段と、前記被測定物体から反射して前記光学系を経た前記信号光と前記切替え手段で切り替えられた光路長の光路を経た前記参照光とを干渉させることで干渉光を生成する干渉光生成手段と、前記制御手段の制御に応じた前記干渉光のそれぞれを検出する検出手段と、前記検出手段による検出に基づいて、前記第１の深度帯と前記第２の深度帯の断層画像をそれぞれ形成する画像形成手段と、を備えること、を特徴とする。

【００２１】

前記被測定物体は生体眼であり、前記切替え手段は、前記第１の深度帯としての眼底と前記第２の深度帯としての前眼部の何れかに対応する光路長に切り替え、前記合焦レンズは、前記切替え手段により前記第１の深度帯に対応する光路長に切り替えられるときに、前記生体眼のディオプターに応じて配置位置が変更され、前記制御手段は、前記切替え手段により前記参照光の光路が前記第２の深度帯に対応する光路長に切り替えられるときに、前記合焦レンズの配置位置を規定位置に変更させるようにしてもよい（請求項２記載の発明に相当）。

【００２２】

前記被測定物体は生体眼であり、前記切替え手段は、前記第１の深度帯としての眼底と前記第２の深度帯としての前眼部の何れかに対応する光路長に切り替え、前記光学系は、前記眼底に前記信号光を集光させ、前記深度帯切替えレンズは、前記生体眼と前記対物レンズとが規定の作動距離に位置した状態で前記光学系に挿入されたときに、前記前眼部に前記信号光を集光させ、前記制御手段は、前記生体眼と前記対物レンズとの距離が前記作動距離に合わせられた後、前記眼底から反射した信号光に基づき生成された前記干渉光を検出させる第一の制御工程と、前記第一の制御工程の後、前記参照光の光路を前記前眼部の深度帯に対応する光路長に切り替えさせるとともに、前記作動距離を維持させたまま前記深度帯切替えレンズを前記光学系に挿入させる第二の制御工程と、前記第二の制御工程の後、前記前眼部から反射した信号光に基づき生成された前記干渉光を検出させる第三の制御工程と、を経るようにしてもよい（請求項３記載の発明に相当）。

【００２３】

前記第一の制御工程は、前記生体眼のディオプターに応じて前記合焦レンズの配置位置が変更されるピント調整を更に経た後に行われ、前記第二の制御工程は、前記合焦レンズの配置位置を規定位置に変更させる制御工程を含むようにしてもよい（請求項４記載の発明に相当）。

【００２４】

前記被測定物体は生体眼であり、前記切替え手段は、前記第１の深度帯としての眼底と前記第２の深度帯としての前眼部の何れかに対応する光路長に切り替え、前記光学系は、前記眼底に前記信号光を集光させ、前記深度帯切替えレンズは、前記生体眼と前記対物レンズとが前記規定の作動距離に位置した状態で前記光学系に挿入されたときに、前記前眼部に前記信号光を集光させ、前記制御手段は、前記参照光の光路を前記前眼部に対応する光路長に切り替えさせるとともに、前記深度帯切替えレンズを前記光学系に挿入させる第一の制御工程と、前記第一の制御工程の後、前記前眼部から反射した信号光に基づく前記干渉光の検出結果を出力させる第二の制御工程と、前記第二の制御工程による前記検出結果に応じた前記生体眼と前記対物レンズとの距離の前記作動距離への位置合わせの後、前記眼底の深度帯に対応する光路長に切り替えさせるとともに、前記作動距離を維持させたまま前記深度帯切替えレンズを前記光学系から待避させる第三の制御工程と、前記第三の制御工程の後、前記眼底から反射した信号光に基づき生成された前記干渉光を検出させる第四の制御工程と、を経るようにしてもよい（請求項５記載の発明に相当）。

【００２５】
前記切替え手段は、前記光源からの光から分割された参照光を２つに分割するビームスプリッタと、前記分割された一方の参照光が通り、前記第１の深度帯に対応する光路長を有する第１の光路と、前記分割された他方の参照光が通り、前記第２の深度帯に対応する光路長を有する第２の光路と、前記第１及び第２の光路を選択的に遮蔽する遮光板と、を含み、前記制御手段は、前記第１の光路への前記遮光板の挿入に同期して、前記深度帯切替えレンズを挿入させるようにしてもよい（請求項６記載の発明に相当）。
【００２６】
また、上記目的を達成するために、請求項７に記載の本発明は、光源からの光を信号光と参照光とに分割する分割手段と、対物レンズと合焦レンズとを含み生体眼の眼底に前記信号光を集光させる光学系と、前記生体眼から反射して前記光学系を経た前記信号光と所定の光路長の光路を経た前記参照光とを干渉させることで干渉光を生成する干渉光生成手段と、前記干渉光を検出する検出手段とを有し、前記検出手段の検出信号に基づき断層像を形成する光画像形成装置の制御方法であって、前記生体眼と対物レンズとの距離を規定の作動距離に合わせるための第一の制御工程と、予め、前記参照光の光路長を前記眼底の深度帯に対応する第１の光路長に切り替えさせておく第二の制御工程と、前記第一及び第二の制御工程の後、前記眼底から反射した信号光と前記第１の光路長の光路を経た前記参照光との干渉光を検出させる第三の制御工程と、前記第三の制御工程の後、前記生体眼の前眼部の深度帯に対応する第２の光路長に前記参照光の光路長を切り替えさせる第四の制御工程と、前記第四の制御工程と同期して、前記生体眼と前記対物レンズとを前記規定の作動距離に位置させたまま、前記前眼部に前記信号光を集光させる深度帯切替えレンズを前記光学系に挿入させる第五の制御工程と、前記第四及び第五の制御工程の後、前記前眼部から反射した前記信号光と前記第２の光路長の光路を経た参照光との干渉光を検出させる第六の制御工程と、前記第三の制御工程と前記第六の制御工程で検出した各干渉光に基づき、前記眼底及び前眼部の断層像を形成させる第七の制御工程と、を経ること、を特徴とする。
【００２７】
前記第一の制御工程には、前記生体眼のディオプターに応じて前記合焦レンズの配置位置を変更させるための制御工程を含み、前記第４の制御工程と前記第５の制御工程と同期して、前記合焦レンズを規定の配置位置に変更する第８の制御工程を更に経るようにしてもよい（請求項８記載の発明に相当）。
【００２８】
また、上記目的を達成するために、請求項９に記載の本発明は、光源からの光を信号光と参照光とに分割する分割手段と、対物レンズと合焦レンズとを含み生体眼の眼底に前記信号光を集光させる光学系と、前記生体眼から反射して前記光学系を経た前記信号光と所定の光路長の光路を経た前記参照光とを干渉させることで干渉光を生成する干渉光生成手段と、前記干渉光を検出する検出手段とを有し、前記検出手段の検出信号に基づき断層像を形成する光画像形成装置の制御方法であって、前記生体眼の前眼部の深度帯に対応する第１の光路長に前記参照光の光路長を切り替えさせるとともに、前記前眼部に前記信号光を集光させる深度帯切替えレンズを前記光学系に挿入させる第一の制御工程と、前記前眼部から反射した前記信号光と前記第１の光路長の光路を経た参照光との干渉光を検出させる第二の制御工程と、前記干渉光の検出結果に基づき、前記生体眼と対物レンズとの距離を規定の作動距離に合わせるための第三の制御工程と、前記第三の制御工程の後、前記眼底の深度帯に対応する第２の光路長に前記参照光の光路長を切り替えさせる第四の制御工程と、前記第四の制御工程に同期して、前記深度帯切替えレンズを前記光学系から待避させる第五の制御工程と、前記第三及び第四の制御工程の後、前記眼底から反射した信号光と前記第２の光路長の光路を経た前記参照光との干渉光を検出する第六の制御工程と、前記第六の制御工程で検出した干渉光に基づき、前記眼底の断層像を形成させる第七の制御工程と、を経ること、を特徴とする。
【発明の効果】

【００２９】
本発明によれば、第１の深度帯に信号光を集光させる光学系を有していても、深度帯切替えレンズを挿入し、且つ切替え手段によって参照光の光路を第２の深度帯に対応する光路長に切り替えることにより、その深度帯とは異なる第２の深度帯で反射する信号光を効率よく収集することができる。そのため、このような第１の深度帯の撮影を主とする光学系を有する光画像計測装置であっても、第２の深度帯の各深度位置の情報を詳細に収集でき、この第２の深度帯全体を鮮明に撮影することができる。
【００３０】
例えば、第１の深度帯を眼底として、第２の深度帯を前眼部とした場合、この光画像計測装置は、深度帯切替えレンズを挿入することで、眼底のＯＣＴ画像に限らず、前眼部のＯＣＴ画像を鮮明に撮影することができる。この光画像計測装置で撮影された前眼部のＯＣＴ画像は、角膜の表面に限らず、前眼部の各断層位置が鮮明となる。
【図面の簡単な説明】
【００３１】
【図１】本実施形態に係る光画像計測装置の構成を示す図である。
【図２】本実施形態に係る光画像計測装置が有するＯＣＴユニットの光学系を示す図である。
【図３】本実施形態に係る光画像計測装置が有するアライメント光学系を示す図である。
【図４】本実施形態に係る光画像計測装置が有するピント指標投影光学系を示す図である。
【図５】本実施形態に係る光画像計測装置が有する演算制御装置の構成を示す図である。
【図６Ａ】本実施形態に係る光画像計測装置の第１の動作の前半を示すフローチャートである。
【図６Ｂ】本実施形態に係る光画像計測装置の第１の動作の後半を示すフローチャートである。
【図７】本実施形態に係る光画像計測装置の動作中の第１態様を示す図である。
【図８】本実施形態に係る光画像計測装置のアライメント及びピント調整の表示態様を示す図である。
【図９】本実施形態に係る光画像計測装置の動作中の第２態様を示す図である。
【図１０Ａ】本実施形態に係る光画像計測装置の第２の動作の前半を示すフローチャートである。
【図１０Ｂ】本実施形態に係る光画像計測装置の第２の動作の後半を示すフローチャートである。
【図１１】本実施形態に係る光画像計測装置のワーキングディスタンスに合わせる調整の表示態様を示す図である。
【図１２】本実施形態に係る光画像計測装置が形成する眼底と前眼部のＯＣＴ画像を示す模式図である。
【図１３】従来に係る光画像計測装置のピントを説明する図である。
【図１４】従来に係る光画像計測装置が形成する眼底と前眼部のＯＣＴ画像を示す模式図である。
【発明を実施するための形態】
【００３２】
この発明に係る光画像計測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。
【００３３】
図１は、本実施形態に係る光画像計測装置１の構成を示す図である。また、図２は、光画像計測装置１が有するＯＣＴユニット１５０の光学系を示す図である。
【００３４】
この実施形態に係る光画像計測装置１は、眼科分野において使用され、被検眼ＥのＯＣＴ画像を取得する装置である。ＯＣＴ画像は、被検眼Ｅの断層画像又は３次元画像をいう

。なお、生体眼以外の被測定物体のＯＣＴ画像を取得する場合についても、同様の構成により同様の効果を得ることが可能である。

【００３５】

また、この光画像計測装置１は、フーリエドメインタイプの手法を適用する構成を有する。特に、この実施形態では、特許文献５に開示された装置とほぼ同様の構成を具備する。但し、他の構成を適用する場合においても、この実施形態と同様の構成を適用することで同様の作用及び効果が得られる。例えば、スウェプトソースタイプのように信号光を走査して計測を行う任意のタイプのＯＣＴ技術に対して、この実施形態に係る構成を適用することが可能である。また、フルフィールドタイプのように信号光をスキャンしないタイプのＯＣＴ技術に対して、この実施形態に係る構成を適用することも可能である。

【００３６】

この光画像計測装置１は、図１に示すように、眼底カメラユニット１Ａ、ＯＣＴユニット１５０、及び演算制御装置２００を含んで構成される。

【００３７】

眼底カメラユニット１Ａは、眼底Ｅｆの表面を撮影してその２次元画像を取得する装置である。この眼底カメラユニット１Ａは、眼底血管の形態の撮影に利用される。眼底Ｅｆの表面の２次元画像には、眼底表面を撮影したカラー画像やモノクロ画像、更には蛍光画像などが含まれる。蛍光画像には、フルオレセイン蛍光画像、インドシアニングリーン蛍光画像等が含まれる。

【００３８】

また、眼底カメラユニット１Ａは、ＯＣＴユニット１５０に対して被検眼Ｅに至る光学系の一部を提供している。

【００３９】

ＯＣＴユニット１５０は、被検眼ＥのＯＣＴ画像を取得するための光学系を格納している。このＯＣＴユニット１５０には、接続線１５２の一端が取り付けられている。接続線１５２には、後述する光ファイバ１５２ａが内包されている。接続線１５２の他端には、接続線１５２を眼底カメラユニット１Ａに接続するコネクタ部１５１が取り付けられている。ＯＣＴユニット１５０と眼底カメラユニット１Ａは、接続線１５２を介して光学的に接続されている。

【００４０】

眼底カメラユニット１ＡとＯＣＴユニット１５０とは、撮影対象とする深度帯を異なる範囲に切り替えて各々撮影可能な光学系の配置関係を有している。深度帯は、角膜頂点Ｅｃを基準として前眼部Ｅａから眼底Ｅｆへの方向に規定した深さ（ｚ方向）の幅で表わされる範囲である。前眼部Ｅａの深度帯は、例えば角膜頂点Ｅｃからその端部や水晶体の深さまでの連続した領域を指し、眼底Ｅｆの深度帯は、網膜が拡がる深さの領域を指す。

【００４１】

演算制御装置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。この演算制御装置２００は、眼底カメラユニット１Ａ及びＯＣＴユニット１５０のそれぞれと、電気信号を伝達する通信線を介して接続されている。

【００４２】

図１に基づき、眼底カメラユニット１Ａについて更に詳細に説明する。

【００４３】

眼底カメラユニット１Ａは、従来の眼底カメラと同様に、照明光学系１００と撮影光学系１２０が設けられている。照明光学系１００は、眼底Ｅｆに照明光を照射する。撮影光学系１２０は、この照明光の眼底反射光を撮像装置１０、１２に導く。眼底反射光は、眼底Ｅｆで反射した反射光である。また、撮影光学系１２０は、ＯＣＴユニット１５０からの信号光ＬＳを被検眼Ｅに導くとともに、被検眼Ｅで反射した信号光ＬＳをＯＣＴユニット１５０に導く。即ち、撮影光学系１２０の一部は、ＯＣＴユニット１５０の光学系の一部を兼ね備える。

【００４４】

照明光学系１００は、従来の眼底カメラと同様に、観察光源１０１、コンデンサレンズ１０２、撮影光源１０３、コンデンサレンズ１０４、エキサイタフィルタ１０５及び１０６、リング透光板１０７、ミラー１０８、ＬＣＤ（Ｌｉｑｕｉｄ Ｃｒｙｓｔａｌ Ｄｉｓｐｌａｙ）１０９、照明絞り１１０、リレーレンズ１１１、孔開きミラー１１２、及び対物レンズ１１３を含んで構成される。

【００４５】

観察光源１０１は、例えば約７００ｎｍ～８００ｎｍの範囲の近赤外領域の波長を含む照明光を出力する。コンデンサレンズ１０２は、観察光源１０１から発せられた照明光を集光して、照明光を眼底Ｅｆにほぼ均等に照明させるための光学素子である。

【００４６】

撮影光源１０３は、例えば約４００ｎｍ～７００ｎｍの範囲の可視領域の波長を含む照明光をフラッシュ発光する。この近赤外光は、ＯＣＴユニット１５０で使用する光の波長よりも短く設定されている。コンデンサレンズ１０４は、撮影光源１０３から発せられた照明光を集光して、撮影照明光を眼底Ｅｆに均等に照射させるための光学素子である。

【００４７】

エキサイタフィルタ１０５、１０６は、眼底Ｅｆの眼底画像Ｅｆ’の蛍光撮影を行うときに使用されるフィルタである。このエキサイタフィルタ１０５、１０６は、それぞれ、ソレノイド等の駆動機構によって光路上に挿脱可能とされている。エキサイタフィルタ１０５は、ＦＡＧ（フルオレセイン蛍光造影）撮影時に光路上に配置される。エキサイタフィルタ１０６は、ＩＣＧ（インドシアニングリーン蛍光造影）撮影時に光路上に配置される。なお、カラー撮影時には、エキサイタフィルタ１０５、１０６はともに光路上から退避される。

【００４８】

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

【００４９】

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

【００５０】

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

【００５１】

このような照明光学系１００において、観察光源１０１から出力された照明光は、コンデンサレンズ１０２と１０４を介して、リング透光板１０７に照射される。リング透光板１０７のリング透光部１０７ａを通過した光は、ミラー１０８により反射され、ＬＣＤ１０９、照明絞り１１０及びリレーレンズ１１１を経由して孔開きミラー１１２により反射される。孔開きミラー１１２により反射された照明光は、撮影光学系１２０の光軸方向に進行し、対物レンズ１１３により集束されて被検眼Ｅに入射して眼底Ｅｆを照明する。

【００５２】

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

【００５３】

眼底Ｅｆを撮影するときには、撮影光源１０３から照明光がフラッシュ発光される。撮

影光源１０３から出力された照明光は、コンデンサレンズ１０４から対物レンズ１１３までを観察光源１０１の照明光と同様に経由して被検眼Ｅに入射して眼底Ｅｆに照射される。この照明光は、エキサイタフィルタ１０５又は１０６を介することもある。エキサイタフィルタ１０５又は１０６は、蛍光撮影の場合にＦＡＧ撮影かＩＣＧ撮影かに応じて選択的に光路上に配置される。

【００５４】

撮影光学系１２０は、対物レンズ１１３、孔部１１２ａを有する孔開きミラー１１２、撮影絞り１２１、バリアフィルタ１２２及び１２３、合焦レンズ１２４、リレーレンズ１２５、撮影レンズ１２６、ダイクロイックミラー１３４、フィールドレンズ１２８、ハーフミラー１３５、リレーレンズ１３１、ダイクロイックミラー１３６、撮影レンズ１３３、撮像装置１０、反射ミラー１３７、撮影レンズ１３８、撮像装置１２、レンズ１３９、及びＬＣＤ１４０を含んで構成される。更に、撮影光学系１２０は、バリアフィルタ１２２及び１２３と合焦レンズ１２４との間に、光路から挿脱可能な深度帯切替えレンズ１２７を含んで構成される。

【００５５】

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

【００５６】

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

【００５７】

合焦レンズ１２４は、スライダ等によって撮影光学系１２０の光軸方向に移動可能とされている。この合焦レンズ１２４は、眼底Ｅｆへのピントの微調整に用いられる。撮影光学系１２０は、被検眼Ｅと対物レンズ１１３との間の距離を規定の作動距離（以下、既定の作動距離をワーキングディスタンスＷｄ（ｗｏｒｋｉｎｇ　ｄｉｓｔａｎｃｅ）という）に合わせると、眼底Ｅｆにピントが合うように設計されている。眼底Ｅｆの撮影のためのワーキングディスタンスＷｄは、例えば角膜頂点Ｅｃと対物レンズ１１３との間の距離が４０．７ｍｍ等のように規定されている。但し、ピントは、被検眼Ｅのディオプターによりズレが生じるため、この合焦レンズ１２４の移動により微調整を行う。

【００５８】

即ち、合焦レンズ１２４は、被検眼Ｅのディオプターに合わせて、その配置位置が撮影光学系１２０の光軸方向に沿って調整されることにより、眼底Ｅｆと光ファイバ１５２ａの端面１５２ｂとを共役にする。その共役の時は、ＯＣＴユニット１５０から出力されて対物レンズ１１３を通った信号光ＬＳは、眼底Ｅｆに集光する。また眼底反射光を後方散乱光も含めて効率よく光ファイバ１５２ａの端面１５２ｂに導く。換言すると、合焦レンズ１２４は、ＯＣＴユニット１５０から出力されて対物レンズ１１３を通った信号光ＬＳを眼底Ｅｆに集光させ、眼底反射光を後方散乱光も含めて効率よく光ファイバ１５２ａの端面１５２ｂに導く。

【００５９】

深度帯切替えレンズ１２７は、いわゆるリレーレンズであり、ソレノイド等の駆動機構によって撮影光学系１２０に対して挿脱自在となっている。この深度帯切替えレンズ１２７は、ピントを眼底Ｅｆの深度帯から前眼部Ｅａの深度帯に遷移させる。

【００６０】

即ち、深度帯切替えレンズ１２７は、撮影光学系１２０の光路上に挿入されることにより、前眼部Ｅａと光ファイバ１５２ａの端面１５２ｂとを共役にする。換言すると、深度帯切替えレンズ１２７は、ＯＣＴユニット１５０から出力されて光ファイバ１５２ａの端

面１５２ｂから出射した信号光ＬＳを、対物レンズ１１３を介して前眼部Ｅａに集光させる。また、深度帯切替えレンズ１２７は、対物レンズ１１３に前眼部Ｅａからの反射光を後方散乱光を含めて収集させる。後述するように、この深度帯切替えレンズ１２７は、眼底カメラユニット１ＡとＯＣＴユニット１５０により前眼部Ｅａを撮影する際にも用いられる。

【００６１】

ダイクロイックミラー１３４は、照明光学系１００から出力された照明光の眼底反射光を反射する。この眼底反射光は、約４００ｎｍ～８００ｎｍの範囲に含まれる波長を有する。また、ダイクロイックミラー１３４は、ＯＣＴユニット１５０からの信号光ＬＳを透過させる。この信号光ＬＳは、例えば約８００ｎｍ～９００ｎｍの範囲に含まれる波長を有する。

【００６２】

ダイクロイックミラー１３６は、観察光源１０１からの照明光の眼底反射光を反射させる。また、ダイクロイックミラー１３６は、撮影光源１０３からの照明光の眼底光を透過する。

【００６３】

ＬＣＤ１４０は、被検眼Ｅを固視させるための内部固視標を表示する。ＬＣＤ１４０からの光は、レンズ１３９により集光され、ハーフミラー１３５により反射され、フィールドレンズ１２８を経由してダイクロイックミラー１３６に反射される。更に、この光は、撮影レンズ１２６、リレーレンズ１２５、合焦レンズ１２４、孔開きミラー１１２の孔部１１２ａ、対物レンズ１１３等を経由して被検眼Ｅに入射する。それにより、眼底Ｅｆに内部固視標が投影される。

【００６４】

ＬＣＤ１４０による内部固視標の表示位置を変更することにより、被検眼Ｅの固視方向を変更することができる。被検眼Ｅの固視方向としては、例えば従来の眼底カメラと同様に、眼底Ｅｆの黄斑部を中心とする画像を取得するための固視方向や、視神経乳頭を中心とする画像を取得するための固視方向や、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固視方向などがある。

【００６５】

撮像装置１０には、撮像素子１０ａが内蔵されている。撮像装置１０は、特に近赤外領域の波長の光を検出可能である。つまり、撮像装置１０は、近赤外光を検出する赤外線テレビカメラとして機能する。撮像装置１０は、近赤外光を検出して映像信号を出力する。撮像素子１０ａは、例えば、ＣＣＤ（Ｃｈａｒｇｅ Ｃｏｕｐｌｅｄ Ｄｅｖｉｃｅｓ）やＣＭＯＳ（Ｃｏｍｐｌｅｍｅｎｔａｒｙ Ｍｅｔａｌ Ｏｘｉｄｅ Ｓｅｍｉｃｏｎｄｕｃｔｏｒ）等の任意の撮像素子（エリアセンサ）である。

【００６６】

撮像装置１２には、撮像素子１２ａが内蔵されている。撮像装置１２は、特に可視領域の波長の光を検出可能である。つまり、撮像装置１２は、可視光を検出するテレビカメラとして機能する。撮像装置１２は、可視光を検出して映像信号を出力する。撮像素子１２ａは、撮像素子１０ａと同様に、任意の撮像素子（エリアセンサ）により構成される。

【００６７】

タッチパネルモニタ１１は、各撮像素子１０ａ、１２ａからの映像信号に基づいて眼底画像Ｅｆ′を表示する。また、この映像信号は演算制御装置２００に送られる。

【００６８】

眼底カメラユニット１Ａには、走査ユニット１４１とレンズ１４２とが設けられている。また、コネクタ１５２ｂには、コリメータレンズ１５２ｃが配設されている。コリメータレンズ１５２ｃは、光ファイバ１５２ａの端面１５２ｂを出射した信号光ＬＳを平行光束とする。レンズ１４２は、平行光束として走査ユニット１４１を通過した信号光ＬＳを眼底カメラユニット１Ａの撮影光学系１２０における眼底撮影面たる眼底共役面Ａに結像する。また、このコリメータレンズ１５２ｃは、撮影光学系１２０を戻り、平行光束とな

って導かれた信号光ＬＳを光ファイバ１５２ａの端面１５２ｂに信号光ＬＳを集光する。
【００６９】
走査ユニット１４１は、ＯＣＴユニット１５０から出力される信号光ＬＳの被検眼Ｅに対する照射位置を走査する。この走査ユニット１４１は、図１に示すｘｙ平面上において信号光ＬＳを走査する。そのために、走査ユニット１４１には、例えば、ｘ方向への走査用のガルバノミラーと、ｙ方向への走査用のガルバノミラーとが設けられている。
【００７０】
次に、図２に基づき、ＯＣＴユニット１５０について詳細に説明する。
【００７１】
ＯＣＴユニット１５０は、従来のフーリエドメインタイプの光画像計測装置と同様の光学系を備えている。即ち、ＯＣＴユニット１５０は、低コヒーレンス光Ｌ０を参照光ＬＲと信号光ＬＳに分割し、被検眼Ｅで反射した信号光ＬＳと参照物体で反射した参照光ＬＲとを干渉させて干渉光ＬＣを生成する光学系と、この干渉光ＬＣを検出する検出手段とを備えている。干渉光ＬＣの検出結果は、演算制御装置２００に送られる。
【００７２】
低コヒーレンス光源１６０は、広帯域の低コヒーレンス光Ｌ０を出力する広帯域光源である。この広帯域光源としては、例えば、スーパールミネセントダイオード（Ｓｕｐｅｒ Ｌｕｍｉｎｅｓｃｅｎｔ Ｄｉｏｄｅ：ＳＬＤ）や、発光ダイオード（Ｌｉｇｈｔ Ｅｍｉｔｔｉｎｇ Ｄｉｏｄｅ：ＬＥＤ）などを用いることができる。
【００７３】
低コヒーレンス光Ｌ０は、例えば、近赤外領域の波長の光を含み、かつ、数十マイクロメートル程度の時間的コヒーレンス長を有する。低コヒーレンス光Ｌ０は、眼底カメラユニット１Ａの照明光の波長約４００ｎｍ～８００ｎｍよりも長い波長、例えば約８００ｎｍ～９００ｎｍの範囲の波長を含んでいる。
【００７４】
低コヒーレンス光源１６０から出力された低コヒーレンス光Ｌ０は、光ファイバ１６１を通じて光カプラ１６２に導かれる。光ファイバ１６１は、例えばシングルモードファイバやＰＭファイバ（Ｐｏｌａｒｉｚａｔｉｏｎ ｍａｉｎｔａｉｎｉｎｇ ｆｉｂｅｒ；偏波面保持ファイバ）等により構成される。
【００７５】
光カプラ１６２は、１本の光ファイバ１６１を通過する低コヒーレンス光Ｌ０を２本の光ファイバ１６３及び１６４に分岐させるスプリッタ（ｓｐｌｉｔｔｅｒ）であり、また２本の光ファイバ１６３及び１６４の参照光ＬＲと信号光ＬＳとを重畳するカプラ（ｃｏｕｐｌｅｒ）である。
【００７６】
光カプラ１６２により生成された参照光ＬＲは、シングルモードファイバ等からなる光ファイバ１６３により導光されてそのファイバ端面から出射される。更に、参照光ＬＲは、コリメータレンズ１７１により平行光束とされ、ガラスブロック１７２及び濃度フィルタ１７３を経由する。
【００７７】
ガラスブロック１７２及び濃度フィルタ１７３以降には、参照光ＬＲが通過する光路を複数の深度帯の何れかに対応した光路長に切り替える切替え手段が設けられている。
【００７８】
この切替え手段は、ビームスプリッタ１７５と、二つの参照ミラー１７４ａ、１７４ｂと、これら参照ミラー１７４ａと１７４ｂと対になった遮光板１７６ａと１７６ｂとを有する。
【００７９】
濃度フィルタ１７３を透過した参照光ＬＲは、ビームスプリッタ１７５により第１の参照光ＬＲａと第２の参照光ＬＲｂに分割される。ビームスプリッタ１７５は、例えばハーフミラーにより構成される。

【００８０】
各参照ミラー１７４ａ、１７４ｂは、鏡面を光路に直交して配されている。この参照ミラー１７４ａは第１の参照光ＬＲａの光路にあって、この第１の参照光ＬＲａを反射させて元の光路に戻す。参照ミラー１７４ｂは、第２の参照光ＬＲｂの光路にあって、この第２の参照光ＬＲｂを反射させて元の光路に戻す。
【００８１】
この参照ミラー１７４ａ、１７４ｂは、それぞれ第１、第２の参照光ＬＲｂ、ＬＲｂの進行方向に移動可能される。それにより、被検眼Ｅの眼軸長やワーキングディスタンスなどに応じて、第１及び第２の参照光ＬＲｂ、ＬＲｂの光路長を確保できる。また、各参照ミラー１７４ａ、１７４ｂを移動させることにより、被検眼Ｅの様々な深度位置の計測が可能になる。
【００８２】
参照ミラー１７４ａを介する光路を第１の光路と呼び、参照ミラー１７４ｂを介する光路を第２の光路と呼ぶ。参照ミラー１７４ａ、１７４ｂは、第１の光路の光路長と第２の光路の光路長とが異なるように配置される。即ち、参照ミラー１７４ａ、１７４ｂは、ビームスプリッタ１７５に対する距離が互いに異なるように配置される。
【００８３】
例えば、参照ミラー１７４ａは、第１の光路が網膜を含む眼底Ｅｆに至る信号光ＬＳの光路長とほぼ等しくなるように配置される。参照ミラー１７４ｂは、第２の光路が角膜を含む前眼部Ｅａに至る信号光ＬＳの光路長とほぼ等しくなるように配置される。この配置位置は、ワーキングディスタンスに対応して予め定められている。
【００８４】
即ち、参照ミラー１７４ａを介する第１の光路は、眼底Ｅｆを第１の深度帯としてＯＣＴ画像を撮影するために、参照光ＬＲの光路長を調整する光路である。参照ミラー１７４ｂを介する第２の光路は、前眼部Ｅａを第２の深度帯としてＯＣＴ画像を撮影するために、参照光ＬＲの光路長を調整する光路である。
【００８５】
遮光板１７６ａと１７６ｂは、黒体等の無反射終端であり、光を遮蔽する遮光部材である。遮光板１７６ａと１７６ｂは、それぞれソレノイド等の駆動装置によって対応する光路上に挿脱自在となっている。遮光板１７６ａは、参照ミラー１７４ａと対となり、第１の光路上に挿脱自在となっている。遮光板１７６ｂは、参照ミラー１７４ｂと対となり、第２の光路上に挿脱自在となっている。
【００８６】
これら遮光板１７６ａと１７６ｂは、何れか一方が対応する光路上に立ち塞がり、その光路を通過する第１の参照光ＬＲａ又は第２の参照光ＬＲｂの何れかを遮光する。眼底Ｅｆを第１の深度帯として撮影する際には、遮光板１７６ｂが第２の光路上に挿入されて第２の参照光ＬＲｂが遮光される。前眼部Ｅａを第２の深度帯として撮影する際には、遮光板１７６ａが第１の光路上に挿入されて第１の参照光ＬＲａが遮光される。
【００８７】
この切替え手段において、ビームスプリッタ１７５により生成された第１の参照光ＬＲａは、遮光板１７６ａが挿入されていなければ、参照ミラー１７４ａにより反射されてビームスプリッタ１７５に戻ってくる。他方、ビームスプリッタ１７５により生成された第２の参照光ＬＲｂは、遮光板１７６ｂが挿入されていなければ、参照ミラー１７４ｂにより反射されてビームスプリッタ１７５に戻ってくる。遮光板１７６ａと１７６ｂは、何れか一方が光路上に挿入されているため、第１の参照光ＬＲａと第２の参照光ＬＲｂの何れか一方のみがビームスプリッタ１７５に戻ってくる。
【００８８】
ビームスプリッタ１７５に戻ってきた第１の参照光ＬＲａと第２の参照光ＬＲｂの何れかは、再び濃度フィルタ１７３及びガラスブロック１７２を経由し、コリメータレンズ１７１によって光ファイバ１６３の端面に集光され、光ファイバ１６３を通じて光カプラ１

６２に導かれる。
【００８９】
なお、ガラスブロック１７２と濃度フィルタ１７３は、参照光ＬＲと信号光ＬＳの光路長を合わせるための遅延手段として作用する。また、ガラスブロック１７２と濃度フィルタ１７３は、参照光ＬＲと信号光ＬＳの分散特性を合わせるための分散補償手段として作用する。
【００９０】
また、濃度フィルタ１７３は、参照光ＬＲの光量を減少させる減光フィルタとして作用する。濃度フィルタ１７３は、例えば、回転型のＮＤ（Ｎｅｕｔｒａｌ Ｄｅｎｓｉｔｙ）フィルタにより構成される。濃度フィルタ１７３は、図示しない駆動機構によって回転駆動されて、干渉光ＬＣの生成に寄与する参照光ＬＲの光量を変更する。
【００９１】
他方、光カプラ１６２により生成された信号光ＬＳは、シングルモードファイバ等からなる光ファイバ１６４により接続線１５２の端部まで導光される。ここで、光ファイバ１６４と光ファイバ１５２ａは、単一の光ファイバから形成されていてもよいし、各々の端面同士を接合するなどして一体的に形成されていてもよい。
【００９２】
信号光ＬＳは、光ファイバ１５２ａにより導光されて端面１５２ｂより出射し、眼底カメラユニット１Ａに案内される。光ファイバ１５２ａの端面１５２ｂより出射した信号光ＬＳは、コリメータレンズ１５２ｃにより平行光束となり走査ユニット１４１を通ってレンズ１４２により眼底共役面Ａに集光する。更に、この信号光ＬＳは、ダイクロイックミラー１３４、撮影レンズ１２６、リレーレンズ１２５、ハーフミラー１９０、合焦レンズ１２４、撮影絞り１２１、孔開きミラー１１２の孔部１１２ａ、対物レンズ１１３を経由して被検眼Ｅに照射される。角膜を含む前眼部Ｅａに信号光ＬＳを照射させる際、換言すると第２の深度帯に信号光ＬＳを照射させる際には、事前に深度帯切替えレンズ１２７が光路に挿入される。また、信号光ＬＳを被検眼Ｅに照射させる際には、バリアフィルタ１２２、１２３は事前に光路から退避される。ハーフミラー１９０も光路から退避させてもよい。
【００９３】
被検眼Ｅで反射した信号光ＬＳは、被検眼Ｅに向かう信号光ＬＳと同じ経路を逆方向に案内され、レンズ１４２にて平行光束として出射していれば光ファイバ１５２ａの端面１５２ｂに集光される。更に、この信号光ＬＳは、光ファイバ１５２ａを通じてＯＣＴユニット１５０に入射し、光ファイバ１６４を通じて光カプラ１６２に戻ってくる。
【００９４】
ここで、被検眼Ｅに入射した信号光ＬＳは、被検眼Ｅの様々な部位にて反射される。例えば、信号光ＬＳは、角膜、水晶体、網膜等の前眼部Ｅａや眼底Ｅｆなどにおいて反射される。このとき、信号光ＬＳは、前眼部Ｅａや眼底Ｅｆの前面で反射されるだけでなく、その深部の屈折率境界において散乱される。例えば、信号光ＬＳは、角膜の前面だけでなく、角膜の後面や角膜細胞の層の境界などにおいても反射される。また、信号光ＬＳは、眼底Ｅｆの網膜表面だけでなく、網膜を構成する細胞層の境界や、網膜と脈絡膜との境界などにおいても反射される。また、信号光ＬＳは、水晶体の前面だけでなく後面においても反射される。従って、被検眼Ｅで反射した信号光ＬＳは、被検眼Ｅの様々な部位の前面や後面の形態を反映する情報と、その深層組織の屈折率境界における後方散乱の状態を反映する情報とを含んでいる。
【００９５】
但し、後述するアライメント光学系１９０Ａ及びピント指標投影光学系１９１を用いて、角膜頂点Ｅｃと対物レンズ１１３との距離をワーキングディスタンスＷｄに合わせ、且つ合焦レンズ１２４の配置位置を調整したときには、ＯＣＴユニット１５０から出射した信号光ＬＳは、眼底共役面Ａで集光し、撮影レンズ１２６、リレーレンズ１２５、合焦レンズ１２４、及び対物レンズ１１３にて眼底Ｅｆに集光する。

【００９６】
また、角膜頂点Ｅｃと対物レンズ１１３との距離をワーキングディスタンスＷｄに合わせ、合焦レンズ１２４を規定の位置に戻し、深度帯切替えレンズ１２７を光路に挿入したときには、撮影レンズ１２６に入射してリレーレンズ１２５を経た信号光ＬＳは、合焦レンズ１２４と深度帯切替えレンズ１２７と対物レンズ１１３とにより光路が調整され、前眼部Ｅａに集光する。また、このとき、前眼部Ｅａで反射した信号光ＬＳは、対物レンズ１１３と深度帯切替えレンズ１２７と合焦レンズ１２４とにより光路が調整され、リレーレンズ１２５と撮影レンズ１２６を経てレンズ１４２に入射し、平行光束となった後、コリメータレンズ１５２ｃで光ファイバ１５２ａの端面１５２ｂに集光する。即ち、このときの信号光ＬＳは、前眼部Ｅａの屈折率境界における後方散乱光が主体となる。

【００９７】
光カプラ１６２は、被検眼Ｅで反射して戻ってきた信号光ＬＳと、参照ミラー１７４ａ又は１７４ｂにより反射されて戻ってきた参照光ＬＲとを重畳する。信号光ＬＳと参照光ＬＲとは、光カプラ１６２の重畳により干渉して干渉光ＬＣが生成される。干渉光ＬＣは、シングルモードファイバ等からなる光ファイバ１６５を通じてスペクトロメータ１８０に導かれる。

【００９８】
スペクトロメータ１８０は、分光計であり、干渉光ＬＣのスペクトル成分を検出する。スペクトロメータ１８０は、コリメータレンズ１８１、回折格子１８２、結像レンズ１８３、ラインＣＣＤ１８４（以下、単にＣＣＤ１８４という）を含んで構成される。回折格子１８２は、透過型でも反射型でもよい。また、ＣＣＤ１８４に代えて、ＣＭＯＳ等の他の光検出素子（エリアセンサ）を用いることも可能である。

【００９９】
スペクトロメータ１８０に入射した干渉光ＬＣは、コリメータレンズ１８１により平行光束とされ、回折格子１８２によって分光される。分光された干渉光ＬＣは、結像レンズ１８３によってＣＣＤ１８４の撮像面上に結像される。ＣＣＤ１８４は、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。ＣＣＤ１８４は、この電荷を蓄積して検出信号を生成する。更に、ＣＣＤ１８４は、この検出信号を演算制御装置２００に送る。

【０１００】
なお、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、例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。

【０１０１】
このような光画像計測装置１においては、所望する深度帯の鮮明なＯＣＴ画像を取得するために、まずアライメント調整やピント調整を行うことが重要である。図３は、光画像計測装置１が備えるアライメント光学系１９０Ａを示す図であり、図４は、光画像計測装置１が備えるピント指標投影光学系１９１を示す図である。

【０１０２】
まず、図３に基づき、アライメント光学系１９０Ａについて説明する。

【０１０３】
合焦レンズ１２４とリレーレンズ１２５との間の光路上には、ハーフミラー１９０が斜設されている。ハーフミラー１９０は、図３（Ａ）に示すアライメント光学系１９０Ａの光路と撮影光学系１２０の光路とを合成するように作用する。アライメント光学系１９０Ａは、被検眼Ｅの眼底Ｅｆの撮影時に眼底Ｅｆに対する光学系の位置合わせするための光学系である。

【０１０４】
このアライメント輝点は、ｘｙ方向のアライメントとｚ方向のアライメントの双方に用いられる。ｘｙ方向のアライメント調整は、被検眼Ｅの角膜頂点Ｅｃと、照明光学系１００及び撮影光学系１２０の光軸との位置合わせである。ｚ方向のアライメント調整は、被検眼Ｅと対物レンズ１１３との間の距離をワーキングディスタンスＷｄに合わせる調整で

ある。
【０１０５】
アライメント光学系１９０Ａは、図３（Ａ）に示すように、ハーフミラー１９０とともに、アライメント光源１９０ａ、ライトガイド１９０ｂ、反射ミラー１９０ｃ、２孔絞り１９０ｄ及びリレーレンズ１９０ｅを含んで構成されている。アライメント光源１９０ａは、例えば、アライメント光を出力するＬＥＤ等の光源を含んで構成される。アライメント光は、近赤外領域の光である。
【０１０６】
２孔絞り１９０ｄは、図３（Ｂ）に示すように、二つの孔部１９０ｄ１、１９０ｄ２を有している。孔部１９０ｄ１、１９０ｄ２は、例えば円盤状の２孔絞り１９０ｄの中心位置１９０ｄ３に対して対称な位置に形成されている。２孔絞り１９０ｄは、その中心位置１９０ｄ３がアライメント光学系１９０Ａの光軸上に位置するようにして配設される。
【０１０７】
ライトガイド１９０ｂの射出端１９０βから出射したアライメント光は、反射ミラー１９０ｃにより反射されて２孔絞り１９０ｄに導かれる。２孔絞り１９０ｄの孔部１９０ｄ１、１９０ｄ２を通過したアライメント光は、リレーレンズ１９０ｅを経由し、ハーフミラー１９０により反射されて孔開きミラー１１２に導かれる。このとき、リレーレンズ１９０ｅは、ライトガイド１９０ｂの射出端１９０βの像を孔空きミラー１１２の孔部１１２ａの中央位置に中間結像させる。中央位置は、撮影光学系１２０の光軸上の位置に相当する。孔開きミラー１１２の孔部１１２ａを通過したアライメント光は、対物レンズ１１３を介して被検眼Ｅの角膜に投影される。
【０１０８】
ここで、角膜頂点Ｅｃと対物レンズ１１３との位置関係がワーキングディスタンスＷｄと一致しており、かつ、眼底カメラユニット１Ａの光学系の光軸と被検眼Ｅの眼軸とが一致している場合、２孔絞り１９０ｄにより形成される二つのアライメント光束は、角膜頂点Ｅｃと角膜曲率中心との中間位置においてそれぞれ結像するようにして被検眼Ｅに投影される。
【０１０９】
次に、図４に基づき、ピント指標投影光学系１９１について説明する。
【０１１０】
照明光学系１００の光路には、ピント指標投影光学系１９１の一部を構成する棒ミラー１９１ａが被検眼Ｅの眼底Ｅｆと光学的に共役な位置に挿脱可能に配設されている。ピント指標投影光学系１９１は、ピントの調整に用いられる。棒ミラー１９１ａは、いわゆる視標棒である。
【０１１１】
このピント指標投影光学系１９１は、視標投影光源１９１ｂ、ピンホール板１９１ｃ、レンズ１９１ｄ、プリズム１９１ｅ、ピント指標板１９１ｆ、２孔絞り板１９１ｇ、及びレンズ１９１ｈをこの順に有する。そして、視標投影光源１９１ｂからの視標光は、ピンホール板１９１ｃとレンズ１９１ｄを通過して、プリズム１９１ｅに至り、プリズム１９１ｅからピント指標板１９１ｆ、２孔絞り板１９１ｇ、及びレンズ１９１ｈを通過して、棒ミラー１９１ａの反射面１９１ａ１に至り、リレーレンズ１１１、孔開きミラー１１２、及び対物レンズ１１３を通過して被検眼Ｅの眼底Ｅｆに投影される。
【０１１２】
棒ミラー１９１ａの反射面１９１ａ１とピント指標板１９１ｆとは、共役となっている。しかも、視標投影光源１９１ｂからの視標光は、プリズム１９１ｅ、２孔絞り板１９１ｇ等の作用により２つに分離されており、被検眼Ｅの眼底Ｅｆと棒ミラー１９１ａの反射面１９１ａ１が共役になっていないと、後述するピント指標像１９１ｋ，１９１ｂは左右に２つに分離して見える。
【０１１３】
この棒ミラー１９１ａは、反射面１９１ａ１を光路に介在させるように照明光学系１０

０の光路に挿脱可能に設けられている。また、ピント指標投影光学系１９１は、ピント指標板１９１ｆと眼底Ｅｆとが光学的に共役となるように、照明光学系１００の光軸方向に移動するようになっている。

【０１１４】

また、このピント指標投影光学系１９１は、合焦レンズ１２４と連動して移動する。ピント指標投影光学系１９１と合焦レンズ１２４とは、眼底Ｅｆと棒ミラー１９１ａの反射面１９１ａ１と撮像素子１０ａや１２ａと光ファイバ１５２ａの端面１５２ｂとが常に光学的に共役になるように連動して移動する。例えば、ピント指標投影光学系１９１と合焦レンズ１２４の連動機構としては、ギアを用いた歯車連動機構を用いてもよい。従って、ピント指標をターゲットとして合焦レンズ１２４を移動させることにより簡便にピント合わせを行うことができる。

【０１１５】

このような眼底カメラユニット１Ａ及びＯＣＴユニット１５０は、演算制御装置２００によりその動作が制御される。図５は、演算制御装置２００の構成を示すブロック図である。

【０１１６】

図５に基づき、演算制御装置２００について更に詳細に説明する。

【０１１７】

演算制御装置２００は、制御部２１０、画像形成部２２０、画像処理部２３０、表示部２４０、及び操作部２５０を備える。

【０１１８】

制御部２１０と画像形成部２２０と画像処理部２３０とは、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。制御部２１０のハードディスクドライブには、光画像計測装置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。画像形成部２２０は、ＣＣＤ１８４からの検出信号に基づいてＯＣＴ画像を形成する専用の回路基板を備えていてもよい。

【０１１９】

表示部２４０は、ＣＲＴディスプレイや液晶ディスプレイ等のモニタである。この表示部２４０は、制御部２１０から画像の走査信号をうけて、その画像を映像化する。操作部２５０は、キーボード、マウス、及びジョイスティック等のマンマシン入力インターフェイスである。この操作部２５０は、起動ボタン、開始ボタン、モード選択ボタン等のボタンを配し、これらボタンの押下に応じた操作信号を制御部２１０に向けて出力する。

【０１２０】

制御部２１０は、操作部２５０に設けられた起動ボタンや開始ボタンの押下を契機として、光画像計測装置１を制御し、選択されたモードに応じた順に各深度帯のＯＣＴ画像を撮影させる。選択可能なモードとしては、眼底ＥｆのＯＣＴ画像の撮影に続けて前眼部ＥａのＯＣＴ画像を撮影させる眼底前眼部モード、前眼部ＥａのＯＣＴ画像の撮影に続けて眼底ＥｆのＯＣＴ画像を撮影させる前眼部眼底モードとが用意されている。

【０１２１】

眼底カメラユニット１Ａに対する制御としては、制御部２１０は、観察光源１０１や撮影光源１０３による照明光の出力制御、エキサイタフィルタ１０５、１０６やバリアフィルタ１２２、１２３、深度帯切替えレンズ１２７の光路上への挿入と退避の制御、ＬＣＤ１４０等の表示装置の動作制御、アライメント光源１９０ａの点灯と消灯の制御、角膜頂点Ｅｃと対物レンズ１１３との距離をワーキングディスタンスＷｄに合わせるアライメント調整の制御、照明絞り１１０の移動による絞り値の制御、撮影絞り１２１の絞り値の制御、合焦レンズ１２４の移動による屈折力補正の制御などを行う。更に、演算制御装置２００は、走査ユニット１４１を制御して信号光ＬＳを走査させる。

【０１２２】

また、ＯＣＴユニット１５０に対する制御としては、制御部２１０は、演算制御装置２

００は、低コヒーレンス光源１６０による低コヒーレンス光Ｌ０の出力制御、遮光板１７６ａ、１７６ｂの選択的な挿脱による参照光ＬＲの光路長の切り替え、各参照ミラー１７４ａ、１７４ｂの移動制御、濃度フィルタ１７３の回転動作（参照光ＬＲの光量の減少量の変更動作）の制御、ＣＣＤ１８４による電荷蓄積時間や電荷蓄積タイミングや信号送信タイミングの制御などを行う。

【０１２３】

尚、制御部２１０は、深度帯切替えレンズ１２７の光路上への挿入又は退避と遮光板１７６ａ、１７６ｂの選択的な挿脱による参照光ＬＲの光路長の切り替えについては、同期して行う。

【０１２４】

制御部２１０の制御態様としては、低コヒーレンス光源１６０、光路長切替え機構１７７ａ、１７７ｂ、レンズ挿脱機構１２９、参照ミラー駆動機構１７８ａ、１７８ｂ、走査ユニット１４１等に駆動信号を出力して制御を行う。

【０１２５】

具体的には、光画像計測装置１には、光路長切替え機構１７７ａ及び１７７ｂが設けられている。光路長切替え機構１７７ａは、遮光板１７６ａを光路上に挿脱させるソレノイド等のアクチュエータを含んで構成される。光路長切替え機構１７７ｂは、遮光板１７６ｂを光路上に挿入させるソレノイド等のアクチュエータを含んで構成される。光路長切替え機構１７７ａ及び１７７ｂがソレノイドで構成される場合、遮光板１７６ａと１７６ｂとは、それぞれソレノイドの可動鉄心に直接又は伝達機構を介して接続されており、可動鉄心の突出又は埋没によって光路上に挿脱される。

【０１２６】

制御部２１０は、眼底ＥｆのＯＣＴ画像を撮影させる際、光路長切替え機構１７７ｂに駆動信号を出力し、遮光板１７６ｂの一方を第２の光路上に挿入させる。他方の遮光板１７６ａが光路上に挿入されている場合には、光路長切替え機構１７７ａに駆動信号を出力して、挿入されている遮光板１７６ａを第１の光路上から待避させる。

【０１２７】

また、制御部２１０は、前眼部ＥａのＯＣＴ画像を撮影させる際、光路長切替え機構１７７ａに駆動信号を出力し、遮光板１７６ａを第１の光路上に挿入させる。他方の遮光板１７６ｂが第２の光路上に挿入されている場合には、光路長切替え機構１７７ｂに駆動信号を出力して、挿入されている遮光板１７６ｂを第２の光路上から待避させる。

【０１２８】

眼底ＥｆのＯＣＴ画像の撮影に引き続き前眼部ＥａのＯＣＴ画像を撮影する場合、又はその逆の場合には、制御部２１０は、光路上への挿入する遮光板１７６ａ又は１７６ｂの上述の交代制御を行う。

【０１２９】

また、光画像計測装置１には、レンズ挿脱機構１２９が設けられている。レンズ挿脱機構１２９は、深度帯切替えレンズ１２７を光路上に挿脱させるソレノイド等のアクチュエータを含んで構成される。レンズ挿脱機構１２９がソレノイドの場合には、深度帯切替えレンズ１２７は、ソレノイドの可動鉄心に直接又は伝達機構を介して接続されており、可動鉄心の突出又は埋没によって光路上に挿脱される。

【０１３０】

制御部２１０は、眼底ＥｆのＯＣＴ画像を撮影させる際、深度帯切替えレンズ１２７が光路に挿入されていれば、レンズ挿脱機構１２９に駆動信号を出力し、深度帯切替えレンズ１２７を光路上から待避させる。また、制御部２１０は、前眼部ＥａのＯＣＴ画像を撮影させる際、レンズ挿脱機構１２９に駆動信号を出力し、深度帯切替えレンズ１２７を光路上に挿入させる。

【０１３１】

眼底ＥｆのＯＣＴ画像の撮影に引き続き前眼部ＥａのＯＣＴ画像を撮影する場合、制御部２１０は、深度帯切替えレンズ１２７を光路上から脱した状態でＯＣＴ画像を撮影させ

、その撮影が終了すると、深度帯切替えレンズ１２７を光路上に挿入させ、その状態でＯＣＴ画像を撮影させる。一方、前眼部ＥａのＯＣＴ画像の撮影に引き続き眼底ＥｆのＯＣＴ画像を撮影する場合、制御部２１０は、深度帯切替えレンズ１２７を光路上に挿入させ、その状態でＯＣＴ画像を撮影させ、その撮影が終了すると、深度帯切替えレンズ１２７を光路上から待避させ、その状態でＯＣＴ画像を撮影させる。

【０１３２】

また、光画像計測装置１には参照ミラー駆動機構１７８ａ、１７８ｂが設けられている。参照ミラー駆動機構１７８ａは、第１の参照光ＬＲａの進行方向に沿って参照ミラー１７４ａを移動させる。参照ミラー駆動機構１７８ｂは、第２の参照光ＬＲｂの進行方向に沿って参照ミラー１７４ｂを移動させる。

【０１３３】

各参照ミラー駆動機構１７８ａ、１７８ｂは、アクチュエータと伝達機構とを含んで構成される。アクチュエータは、例えばパルスモータにより構成され、制御部２１０からのパルス信号を受けて、そのパルス数に応じた駆動力を発生する。伝達機構は、例えばギア等を含んで構成され、アクチュエータにより発生された駆動力を参照ミラー１７４ａ、１７４ｂに伝達する。

【０１３４】

また、制御部２１０は、走査ユニット１４１の信号光ＬＳによる走査を制御する。

【０１３５】

光画像計測装置１による信号光ＬＳの走査態様としては、例えば、水平スキャン、垂直スキャン、十字スキャン、放射スキャン、円スキャン、同心円スキャン、螺旋スキャンなどがある。これらの走査態様は、眼底Ｅｆや前眼部Ｅａ等の観察部位、網膜厚等の解析項目、走査に要する時間、走査の精密さなどを考慮して適宜に選択的に使用される。

【０１３６】

水平スキャンは、信号光ＬＳを水平方向（ｘ方向）に走査させるものである。水平スキャンには、垂直方向（ｙ方向）に配列された複数の水平方向に延びる走査線に沿って信号光ＬＳを走査させる態様も含まれる。この態様においては、走査線の間隔を任意に設定することが可能である。走査線の間隔を十分に狭くすることにより、前述の３次元画像を形成することができる（３次元スキャン）。垂直スキャンについても同様である。

【０１３７】

十字スキャンは、互いに直交する２本の直線状の軌跡（直線軌跡）からなる十字型の軌跡に沿って信号光ＬＳを走査するものである。放射スキャンは、所定の角度を介して配列された複数の直線軌跡からなる放射状の軌跡に沿って信号光ＬＳを走査するものである。なお、十字スキャンは放射スキャンの一例である。

【０１３８】

円スキャンは、円形状の軌跡に沿って信号光ＬＳを走査させるものである。同心円スキャンは、所定の中心位置の周りに同心円状に配列された複数の円形状の軌跡に沿って信号光ＬＳを走査させるものである。円スキャンは同心円スキャンの特殊例と考えられる。螺旋スキャンは、螺旋状の軌跡に沿って信号光ＬＳを走査するものである。

【０１３９】

走査ユニット１４１は、前述のような構成により、信号光ＬＳをｘ方向及びｙ方向にそれぞれ独立に走査できるので、ｘｙ面上の任意の軌跡に沿って信号光ＬＳを走査することが可能である。それにより、上記のような各種の走査態様を実現できる。

【０１４０】

上記のような態様で信号光ＬＳを走査することにより、走査線（走査軌跡）に沿った深度方向の断層画像を形成することができる。また、特に走査線の間隔が狭い場合には、前述の３次元画像を形成することができる。

【０１４１】

画像形成部２２０は、ＣＣＤ１８４から入力される検出信号を解析して被検眼ＥのＯＣＴ画像を形成する。

【０１４２】
特に、画像形成部２２０は、眼底Ｅｆに相当する第１の深度帯にピントが合わせられ、切替え手段により参照光ＬＲの光路長がこの第１の深度帯で反射した信号光ＬＳの光路長に対応させて切り替えられているときには、眼底ＥｆのＯＣＴ画像を形成する。また、演算制御装置２００は、角膜を含む前眼部Ｅａに相当する第２の深度帯にピントが合わせられ、切替え手段により参照光ＬＲの光路長がこの第２の深度帯で反射した信号光ＬＳの光路長に対応させて切り替えられているときには、前眼部ＥａのＯＣＴ画像を形成する。
【０１４３】
ＯＣＴ画像を形成するための演算処理は、眼底ＥｆのＯＣＴ画像であっても前眼部ＥａのＯＣＴ画像であっても従来のフーリエドメインタイプの光画像計測装置と同様である。この演算処理には、従来のフーリエドメインタイプのＯＣＴ技術と同様に、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。
【０１４４】
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。例えば、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などを実行する。また、画像処理部２３０は、画像形成部２２０により形成された断層画像の間の画素を補間する補間処理等を実行することにより、眼底Ｅｆや前眼部Ｅａの３次元画像の画像データを形成する。
【０１４５】
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次元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ボリュームレンダリングやＭＩＰ（Ｍａｘｉｍｕｍ　Ｉｎｔｅｎｓｉｔｙ　Ｐｒｏｊｅｃｔｉｏｎ：最大値投影）処理などのレンダリング処理を施して、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２４０等の表示デバイスには、この擬似的な３次元画像が表示される。
【０１４６】
また、３次元画像の画像データとして、複数の断層画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画像を、走査線の位置関係に基づいて３次元的に配列させることで得られる画像データである。即ち、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画像を、一つの３次元座標系により表現することにより得られる画像データである。
【０１４７】
このような光画像計測装置１の各種の動作例について説明する。
【０１４８】
図６Ａ及び図６Ｂに示すフローチャートは、眼底Ｅｆを光画像計測技術を用いて計測した後、続けて前眼部Ｅａを光画像計測技術を用いて計測する眼底前眼部モードの場合の光画像計測装置１の第１の動作の一例を表す。
【０１４９】
まず、制御部２１０は、操作部２５０に配されたモード選択ボタンの押下により眼底前眼部モードの選択操作を受け付ける（Ｓ０１）。この眼底前眼部モードの選択を契機として、制御部２１０は、レンズ挿脱機構１２９に駆動信号を出力し、図７（Ａ）に示すように、深度帯切替えレンズ１２７を撮影光学系１２０の光路から待避させておく（Ｓ０２）。
【０１５０】
それから、制御部２１０は、被検眼Ｅに対する光学系のアライメントの制御を行う（Ｓ０３）。
【０１５１】

アライメントを行うための制御では、制御部２１０は、アライメント光学系１９０Ａのアライメント光源１９０ａを点灯させる。２孔絞り１９０ｄを通過した二つのアライメント光束は、対物レンズ１１３を介して角膜に投影される。角膜から反射した角膜反射光は、撮影光学系１２０を介して、例えば撮像素子１０ａにより受光される。撮像素子１０ａによる撮影画像は、タッチパネルモニタ１１や表示部２４０に表示される。このときのアライメント光の表示態様を図８に示す。

【０１５２】

アライメントは、図８に示すように、アライメント輝点Ｐ１、Ｐ２を被検眼Ｅに投影してその状態を観察しつつ眼底カメラユニット１Ａの位置を調整することにより行う。

【０１５３】

タッチパネルモニタ１１や表示部２４０には、括弧形状を有するスケールＳが予め表示されている。スケールＳは、その中心位置が撮影光学系１２０の光軸に一致するようにしてディスプレイ等に表示される。この表示中に、アライメント輝点Ｐ１、Ｐ２が表示される。アライメント輝点Ｐ１、Ｐ２は、二つのアライメント光束の受光像である。

【０１５４】

図８（Ａ）に示すように、アライメント輝点Ｐ１、Ｐ２は、スケールＳに対して上下方向や左右方向にずれた位置に表示されている場合には、被検眼Ｅの位置と眼底カメラユニット１Ａの位置とがｙ軸方向ｘ方向にずれている。表示中の上下方向は、ｙ軸方向に対応し、左右方向は、ｘ軸方向に対応する。一方、被検眼Ｅと眼底カメラユニット１Ａとのｘｙ方向の位置が一致している場合には、アライメント輝点Ｐ１、Ｐ２は、図８（Ｂ）に示すように、スケールＳ内に表示される。

【０１５５】

また、アライメント輝点Ｐ１、Ｐ２がそれぞれ別々の位置に表示されている場合には、角膜頂点Ｅｃと対物レンズ１１３との距離がワーキングディスタンスＷｄと異なっている。一方、アライメント輝点Ｐ１、Ｐ２が互いに重なるように表示されている場合には、角膜頂点Ｅｃと対物レンズ１１３との距離がワーキングディスタンスＷｄと一致している。

【０１５６】

検者は、被検眼Ｅと眼底カメラユニット１Ａとの位置関係を調整することにより、アライメントを実施する。ここで、被検眼Ｅと眼底カメラユニット１Ａとの位置関係の調整は、例えば従来の眼底カメラと同様に、操作部２５０として用意されたジョイスティックを傾倒させる等によって、眼底カメラユニット１Ａの光学系を可動テーブル上にて移動させることにより行われる。

【０１５７】

このアライメント調整により、信号光ＬＳが眼底Ｅｆに集光し、また眼底Ｅｆからの反射光及び後方散乱光が光ファイバ１５２ａの端面１５２ｂに集光する。

【０１５８】

次に、制御部２１０は、被検眼Ｅに対するピント合わせの制御を行う（Ｓ０４）。

【０１５９】

制御部２１０は、ピント指標投影光学系１９１の棒ミラー１９１ａを照明光学系１００の光路途中に挿入するとともに、視標投影光源１９１ｂを点灯させる。光路の途中に介在した棒ミラー１９１ａは、照明光学系１００の照明光により眼底Ｅｆに影となって投影される。また、視標投影光源１９１ｂを出射してピント指標板１９１ｆを通過した光束は、２孔絞り１９１ｇの作用により２つの光束に分離し、棒ミラー１９１ａの反射面１９１ａ１で一度結像して、対物レンズ１１３等を介して眼底Ｅｆにピント視標光束として投影される。

【０１６０】

この眼底Ｅｆに投影されたピント指標光束と棒ミラー１９１ａの影は、撮影光学系１２０を介して、例えば撮像素子１０ａにより受光される。撮像素子１０ａによる撮影画像は、タッチパネルモニタ１１や表示部２４０に表示される。このときのピント指標光束の表示態様を図８に示す。

【０１６１】
図８（Ａ）に示すように、被検眼Ｅの眼底Ｅｆと棒ミラー１９１ａの反射面１９１ａ１が共役になっていないと、ピント指標光束によるピント指標像１９１ｋ，１９１ｂは左右に２つに分離して見える。棒ミラー１９１ａの反射面１９１ａ１とピント指標板１９１ｆは共役に配置されているからである。このとき、被検眼Ｅの眼底Ｅｆと棒ミラー１９１ａの反射面１９１ａ１とが共役となる位置に棒ミラー１９１ａが存在していないときには、合焦レンズ１２４も、被検眼Ｅの眼底Ｅｆと撮像素子１０ａ等や光ファイバ１５２ａの端面１５２ｂとが共役になる位置に存在していないため、眼底Ｅｆにピントが合っていない。

【０１６２】
図８（Ｂ）に示すように、被検眼Ｅの眼底Ｅｆと棒ミラー１９１ａの反射面１９１ａ１が共役になっていると、ピント指標光束によるピント指標像１９１ｋとは１９１ｂは一致して見える。このとき、合焦レンズ１２４は、被検眼Ｅの眼底Ｅｆと撮像素子１０ａ等や光ファイバ１５２ａの端面１５２ｂとが共役にする位置に存在する。

【０１６３】
検者は、ジョイスティック等の操作部２５０を操作して、ピント指標投影光学系１９１を光路に沿って移動させ、タッチパネルモニタ１１や表示部２４０に表示されるピント指標像１９１ｋと１９１ｂとを一致させる。合焦レンズ１２４は、ピント指標投影光学系１９１と歯車連動機構により撮影光学系１２０の光路に沿って移動し、被検眼Ｅの眼底Ｅｆと撮像素子１０ａ等や光ファイバ１５２ａの端面１５２ｂとが共役にする。

【０１６４】
このピント調整により、被検眼Ｅのディオプターに合わせてピントが補正され、図７（Ａ）に示すように、信号光ＬＳが眼底Ｅｆに集光し、また眼底Ｅｆからの反射光及び後方散乱光が光ファイバ１５２ａの端面１５２ｂに集光する。

【０１６５】
アライメント調整及びピント調整が終了すると、検者は、操作部２５０の開始ボタンを押下し、光画像計測装置１に撮影を開始させる（Ｓ０５）。

【０１６６】
この開始ボタンの押下を契機として、制御部２１０は、参照ミラー駆動機構１７８ａに駆動信号を出力し、参照ミラー１７４ａを眼底Ｅｆに対応する位置に配置させる（Ｓ０６）。更に、制御部２１０は、光路長切替え機構１７７ｂに駆動信号を出力し、図７（Ｂ）に示すように、参照ミラー１７４ｂに至る第２の光路上に遮光板１７６ｂを挿入させる（Ｓ０７）。

【０１６７】
この参照ミラー１７４ａの配置により、参照光ＬＲの光路長は、眼底Ｅｆの深度帯に至る光路長と対応する距離となる。この配置位置は、予め規定された位置であり、センサ等により当該位置に参照ミラー１７４ａがこの位置に移動してきたことを検知すると、駆動信号の出力を終了するようにしてもよい。また、前眼部Ｅａの深度帯に至る光路長を有する第２の光路を遮蔽する遮光板１７６ｂを移動させる光路長切替え機構１７７ｂに駆動信号を出力し、第２の光路を閉じることで、光画像計測装置１は、眼底ＥｆのＯＣＴ画像を計測する態勢となる。

【０１６８】
そして、制御部２１０は、低コヒーレンス光源１６０、走査ユニット１４１、ＣＣＤ１８４等を制御し、眼底Ｅｆの計測を実行させる（Ｓ０８）。なお、この計測の際には、必要に応じて、内部固視標により被検眼Ｅを固視させる。画像形成部２２０は、ＣＣＤ１８４から出力される眼底成分の検出信号を収集し（Ｓ０９）、この検出信号に基づいて眼底Ｅｆの断層画像を形成する（Ｓ１０）。この断層画像の形成は、いわゆるフーリエドメインＯＣＴの手法を用いるものであり、回折格子１８２で分光することで得られた干渉光のスペクトル強度分布をフーリエ変換することで被検眼Ｅの深度方向（ｚ方向）の形態を画像化する。

【０１６９】
眼底成分の検出信号の収集が終了すると、制御部２１０は、レンズ挿脱機構１２９に駆動信号を出力し、図９（Ａ）に示すように、深度帯切替えレンズ１２７を撮影光学系１２０の光路に挿入させる（Ｓ１１）。また、制御部２１０は、合焦レンズ１２４の配置位置を規定の位置に移動させる（Ｓ１２）。
【０１７０】
この深度帯切替えレンズ１２７の挿入により、図９（Ａ）に示すように、角膜を主とする前眼部Ｅａに信号光ＬＳが集光する。換言すると、この深度帯切替えレンズ１２７が前眼部Ｅａと光ファイバ１５２ａの端面１５２ｂ、前眼部Ｅａと撮像素子１０ａや１２ａとを共役にすることで、前眼部Ｅａにピントが合わせられる。また、合焦レンズ１２４を規定の位置に移動させることでこの共役関係がより厳密となり、前眼部Ｅａがより鮮明になる。
【０１７１】
更に、制御部２１０は、参照ミラー駆動機構１７８ｂに駆動信号を出力し、参照ミラー１７４ｂを前眼部Ｅａに対応する位置に配置させる（Ｓ１３）。また、制御部２１０は、光路長切替え機構１７７ａ及び１７７ｂに駆動信号を出力し、図９（Ｂ）に示すように、参照ミラー１７４ｂに至る第２の光路上から遮光板１７６ｂを待避させるとともに（Ｓ１４）、参照ミラー１７４ａに至る第１の光路上に遮光板１７６ａを挿入させる（Ｓ１５）。
【０１７２】
この参照ミラー１７４ｂの配置により、参照光ＬＲの光路長は、前眼部Ｅａの深度帯に至る光路長と対応する距離となる。この配置位置は、予め規定された位置であり、センサ等により当該位置に参照ミラー１７４ｂがこの位置に移動してきたことを検知すると、駆動信号の出力を終了するようにしてもよい。また、眼底Ｅｆの深度帯に至る光路長を有する第１の光路を遮光板１７６ａで遮蔽することで、光画像計測装置１は、前眼部ＥａのＯＣＴ画像を計測する態勢となる。
【０１７３】
そして、制御部２１０は、低コヒーレンス光源１６０、走査ユニット１４１、ＣＣＤ１８４等を制御し、前眼部Ｅａの計測を実行させる（Ｓ１６）。なお、この計測の際には、必要に応じて、内部固視標により被検眼Ｅを固視させる。画像形成部２２０は、ＣＣＤ１８４から出力される前眼部成分の検出信号を収集し（Ｓ１７）、この検出信号に基づいて前眼部Ｅａの断層画像を形成する（Ｓ１８）。
【０１７４】
次に、図１０Ａ及び図１０Ｂに示すフローチャートは、前眼部Ｅａを光画像計測技術を用いて計測した後、続けて眼底Ｅｆを光画像計測技術を用いて計測する前眼部眼底モードの場合の光画像計測装置１の動作の一例を表す。
【０１７５】
まず、制御部２１０は、操作部２５０に配されたモード選択ボタンの押下により前眼部眼底モードの選択操作を受け付ける（Ｓ２１）。この眼底前眼部モードの選択を契機として、制御部２１０は、レンズ挿脱機構１２９に駆動信号を出力し、図９（Ａ）に示すように、深度帯切替えレンズ１２７を撮影光学系１２０の光路に挿入させる（Ｓ２２）。また、制御部２１０は、合焦レンズ１２４を規定の位置に移動させる（Ｓ２３）。
【０１７６】
更に、制御部２１０は、参照ミラー駆動機構１７８ｂに駆動信号を出力し、参照ミラー１７４ｂを前眼部Ｅａへの光路長に対応する位置に配置させる（Ｓ２４）。また、制御部２１０は、光路長切替え機構１７７ａに駆動信号を出力し、図９（Ｂ）に示すように、参照ミラー１７４ａに至る第１の光路上に遮光板１７６ａを挿入させる（Ｓ２５）。
【０１７７】
Ｓ２１～Ｓ２５の後、制御部２１０は、被検眼Ｅに対する光学系のアライメントの制御を行う。具体的には、制御部２１０は、低コヒーレンス光源１６０、走査ユニット１４１

、ＣＣＤ１８４等を制御し、信号光ＬＳと参照光ＬＲとの干渉光ＬＣを検出させる（Ｓ２６）。そして、制御部２１０は、ＣＣＤ１８４が出力する干渉像を表示部２４０に表示させる（Ｓ２７）。

【０１７８】

干渉像は、フーリエドメインＯＣＴの手法を用いて画像化して結果である。角膜頂点Ｅｃと対物レンズ１１３との間の距離がワーキングディスタンスＷｄに合っていない場合、図１１（Ａ）に示すように、角膜を含む前眼部Ｅａから反射した信号光ＬＳと参照光ＬＲとの干渉の結果である干渉像Ｉｍは、前眼部Ｅａの深さが画像化される範囲の外となり、干渉像の画像上では視認できない。または、角膜頂点Ｅｃと対物レンズ１１３との間の距離がワーキングディスタンスＷｄに合っていない場合、図１１（Ｂ）に示すように、角膜を含む前眼部Ｅａから反射した信号光ＬＳと参照光ＬＲとの干渉の結果である干渉像Ｉｍは、ワーキングディスタンスＷｄと一致しているときとは異なる位置に視認される。

【０１７９】

従って、検者は、図１１（Ｃ）に示すように、表示部２４０の決まった位置に干渉像Ｉｍが表示されるように、被検眼Ｅと眼底カメラユニット１Ａとの位置関係を調整する。表示部２４０が表示する画像内には、決まった位置を示すマーカＭが表示されるようにしてもよい。検者は、このマーカＭに干渉像Ｉｍが重なるように被検眼Ｅと眼底カメラユニット１Ａとの位置関係を調整する。

【０１８０】

尚、制御部２１０は、アライメント光学系１９０Ａのアライメント光源１９０ａを点灯させてもよい。検者は、アライメント輝点Ｐ１、Ｐ２を被検眼Ｅに投影してその状態を観察しつつ行う眼底カメラユニット１Ａの位置調整も併用することでワーキングディスタンスＷｄに合わせる調整精度は更に向上する。

【０１８１】

アライメント調整が終了すると、検者は、操作部２５０の開始ボタンを押下し、光画像計測装置１に撮影を開始させる（Ｓ２８）。この開始ボタンの押下を契機として、制御部２１０は、ＣＣＤ１８４から出力される前眼部成分の検出信号を画像形成部２２０に収集させて（Ｓ２９）、画像形成部２２０に前眼部Ｅａの断層画像を形成させる（Ｓ３０）。

【０１８２】

前眼部成分の検出信号の収集が終了すると、制御部２１０は、レンズ挿脱機構１２９に駆動信号を出力し、図７（Ａ）に示すように、深度帯切替えレンズ１２７を撮影光学系１２０の光路から待避させる（Ｓ３１）。そして、制御部２１０は、視標投影光源１９１ｂを点灯させ、被検眼Ｅに対するピント合わせが可能な状態とする（Ｓ３２）。ピント合わせが終了すると、検者は、操作部２５０の開始ボタンを再度押下し、光画像計測装置１に撮影を開始させる（Ｓ３３）。

【０１８３】

この開始ボタンの押下を契機として、制御部２１０は、参照ミラー駆動機構１７８ａに駆動信号を出力し、参照ミラー１７４ａを眼底Ｅｆの光路長に対応する位置に配置させる（Ｓ３４）。また、制御部２１０は、光路長切替え機構１７７ａ及び１７７ｂに駆動信号を出力し、図７（Ｂ）に示すように、参照ミラー１７４ａに至る第１の光路上から遮光板１７６ａを待避させるとともに（Ｓ３５）、参照ミラー１７４ｂに至る第２の光路上に遮光板１７６ｂを挿入させる（Ｓ３６）。

【０１８４】

低コヒーレンス光源１６０、走査ユニット１４１、ＣＣＤ１８４等を制御し、眼底Ｅｆの計測を実行させる（Ｓ３７）。なお、この計測の際には、必要に応じて、内部固視標により被検眼Ｅを固視させる。画像形成部２２０は、ＣＣＤ１８４から出力される眼底成分の検出信号を収集し（Ｓ３８）、この検出信号に基づいて眼底Ｅｆの断層画像を形成する（Ｓ３９）。

【０１８５】

以上のような光画像計測装置１の作用及び効果について説明する。

【０１８６】
光画像計測装置１は、次のように作用する。まず、光画像計測装置１は、第１の深度帯に信号光ＬＳを集光させる撮影光学系１２０を有する。更に、光画像計測装置１は、被検眼Ｅと対物レンズ１１３との距離がワーキングディスタンスＷｄに位置しているときに前記第１の深度帯とは異なる第２の深度帯に信号光ＬＳを集光させる深度帯切替えレンズ１２７を撮影光学系１２０に挿脱可能に有している。また、参照光ＬＲの光路をこの第１の深度帯と第２の深度帯に対応する光路長に切り替える切替え手段を有している。
【０１８７】
従って、この光画像計測装置１では、第１の深度帯に信号光ＬＳを集光させる撮影光学系１２０を有していても、深度帯切替えレンズ１２７を挿入し、且つ切替え手段によって参照光ＬＲの光路を第２の深度帯に対応する光路長に切り替えることにより、その深度帯とは異なる第２の深度帯で反射した信号光ＬＳを効率よく収集することができる。そのため、このような第１の深度帯の撮影を主とする撮影光学系１２０を有する光画像計測装置１であっても、第２の深度帯の各深度位置の情報を詳細に収集でき、この第２の深度帯全体を鮮明に撮影することができる。
【０１８８】
例えば、本実施形態で説明したように、第１の深度帯を眼底Ｅｆとして、第２の深度帯を前眼部Ｅａとした場合、この光画像計測装置１は、深度帯切替えレンズ１２７を挿入することで、図１２（Ｂ）に示す眼底ＥｆのＯＣＴ画像に限らず、図１２（Ａ）に示すように前眼部ＥａのＯＣＴ画像を鮮明に撮影することができる。この光画像計測装置１で撮影された前眼部ＥａのＯＣＴ画像は、角膜の表面に限らず、前眼部Ｅａの各断層位置が鮮明となる。
【０１８９】
また、このような光画像計測装置１において、その制御を行う制御部２１０は、アライメント調整、ピント調整、及び参照光ＬＲの光路を第１の深度帯に対応する光路長に切り替える制御の後、第１の深度帯のＯＣＴ画像の撮影を行わせ、次に、深度帯切替えレンズ１２７を撮影光学系１２０に挿入させる制御と、参照光ＬＲの光路を第２の深度帯に対応する光路長に切り替える制御の後、第２の深度帯のＯＣＴ画像の撮影を行わせる。
【０１９０】
従って、最初のアライメント調整とピント調整の後は、検者の操作を介することなく第１の深度帯のＯＣＴ画像と第２の深度帯のＯＣＴ画像を連続的に撮影することができ、検者と被検者の負担が軽減するとともに、撮影時間の短縮を図ることができる。
【０１９１】
また、このような光画像計測装置１において、その制御を行う制御部２１０は、深度帯切替えレンズ１２７を挿入させる制御と、参照光ＬＲの光路を前眼部Ｅａに対応する光路長に切り替える制御の後、低コヒーレンス光Ｌ０を出射させて参照光ＬＲと信号光ＬＳの干渉光ＬＣを検出させる。
【０１９２】
ワーキングディスタンスＷｄは、一般的に角膜頂点Ｅｃと対物レンズ１１３との間の距離で規定される。そのため、前眼部Ｅａで反射した信号光ＬＳと参照光ＬＲの干渉光ＬＣが検出できれば、角膜頂点Ｅｃと対物レンズ１１３との距離はワーキングディスタンスＷｄと一致していることとなる。
【０１９３】
従って、このような光画像計測装置１の制御部２１０は、更に、この干渉光ＬＣの検出及び干渉像の規定位置への表示に基づくワーキングディスタンスＷｄに合わせる調整が行われた後、前眼部ＥａのＯＣＴ画像の撮影を行わせ、次に、深度帯切替えレンズ１２７を撮影光学系１２０から待避させる制御と、参照光ＬＲの光路を眼底Ｅｆに対応する光路長に切り替える制御の後、眼底ＥｆのＯＣＴ画像の撮影を行わせる。
【０１９４】
このため、角膜頂点Ｅｃと対物レンズ１１３との距離をワーキングディスタンスＷｄに

一致させる精度が向上する。

【０１９５】

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。この発明を実施しようとする者は、この発明の要旨の範囲内における任意の変形を適宜に施すことが可能である。

【０１９６】

上記実施形態では、参照光ＬＲの光路を第１の深度帯と第２の深度帯に対応する光路長に切り替えるようにしたが、この光路長を更に異なる深度帯に対応するように切り替えるようにしてもよい。その場合、その更に異なる深度帯に信号光ＬＳを集光させる別の深度帯切替えレンズ１２７も更に挿脱可能に備え、この更に異なる深度帯のＯＣＴ画像を撮影するときには、この別の深度帯切替えレンズ１２７を挿入するようにする。

【０１９７】

参照光ＬＲの光路の光路長を切り替える手段としては、上記実施形態に限らず、各種の態様を適用することが可能である。例えば、参照光ＬＲの光路上に一つの参照ミラーのみを配置し、その参照ミラーの光路に沿った移動により各種の深度帯に対応する光路長を実現してもよい。第１の深度帯のＯＣＴ画像を撮影する際には、参照光ＬＲの光路長が第１の深度帯に対応する位置に参照ミラーを移動させる。第２の深度帯のＯＣＴ画像を撮影する際には、参照光ＬＲの光路長が第２の深度帯に対応する位置に参照ミラーを移動させる。

【０１９８】

また、上記の実施形態におけるコンピュータプログラムを、コンピュータのドライブ装置によって読み取り可能な任意の記録媒体に記憶させることができる。この記録媒体としては、例えば、光ディスク、光磁気ディスク（ＣＤ－ＲＯＭ／ＤＶＤ－ＲＡＭ／ＤＶＤ－ＲＯＭ／ＭＯ等）、磁気記憶媒体（ハードディスク／フロッピー（登録商標）ディスク／ＺＩＰ等）などを用いることが可能である。また、ハードディスクドライブやメモリ等の記憶装置に記憶させることも可能である。更に、インターネットやＬＡＮ等のネットワークを通じてこのプログラムを送受信することも可能である。

【符号の説明】

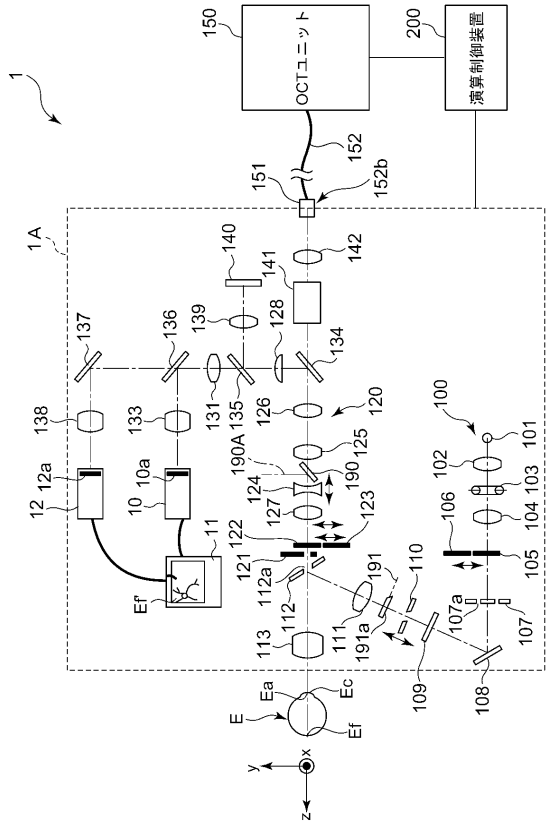
【０１９９】

１　光画像計測装置
１Ａ　眼底カメラユニット
１０　撮像装置
１０ａ　撮像素子
１１　タッチパネルモニタ
１２　撮像装置
１２ａ　撮像素子
１００　照明光学系
１０１　観察光源
１０２　コンデンサレンズ
１０３　撮影光源
１０４　コンデンサレンズ
１０５　エキサイタフィルタ
１０６　エキサイタフィルタ
１０７　リング透光板
１０７ａ　リング透光部
１０８　ミラー
１０９　ＬＣＤ
１１０　照明絞り
１１１　リレーレンズ
１１２　ミラー

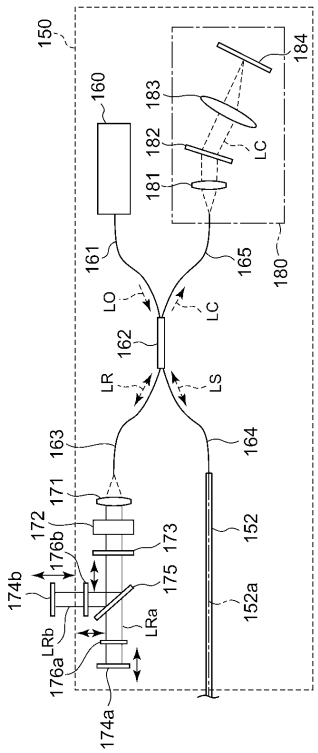
１１２ａ　孔部
１１３　対物レンズ
１２０　撮影光学系
１２１　撮影絞り
１２２　バリアフィルタ
１２３　バリアフィルタ
１２４　合焦レンズ
１２５　リレーレンズ
１２６　撮影レンズ
１２７　深度帯切替えレンズ
１２８　フィールドレンズ
１２９　レンズ挿脱機構
１３１　リレーレンズ
１３３　撮影レンズ
１３４　ダイクロイックミラー
１３５　ハーフミラー
１３６　ダイクロイックミラー
１３７　反射ミラー
１３８　撮影レンズ
１３９　レンズ
１４０　ＬＣＤ
１４１　走査ユニット
１４２　レンズ
１５０　ＯＣＴユニット
１５１　コネクタ部
１５２　接続線
１５２ａ　光ファイバ
１５２ｂ　端面
１５２ｃ　コリメータレンズ
１６０　低コヒーレンス光源
１６１　光ファイバ
１６２　光カプラ
１６３　光ファイバ
１６４　光ファイバ
１６５　光ファイバ
１７１　コリメータレンズ
１７２　ガラスブロック
１７３　濃度フィルタ
１７４ａ　参照ミラー
１７４ｂ　参照ミラー
１７５　ビームスプリッタ
１７６ａ　遮光板
１７６ｂ　遮光板
１７７ａ　光路長切替え機構
１７７ｂ　光路長切替え機構
１７８ａ　参照ミラー駆動機構
１７８ｂ　参照ミラー駆動機構
１８０　スペクトロメータ
１８１　コリメータレンズ
１８２　回折格子

１８３　結像レンズ
１８４　ＣＣＤ
１９０　ハーフミラー
１９０Ａ　アライメント光学系
１９０ａ　アライメント光源
１９０ｂ　ライトガイド
１９０ｃ　反射ミラー
１９０ｄ　２孔絞り
１９０ｄ１　孔部
１９０ｄ２　孔部
１９０ｄ３　中心位置
１９０ｅ　リレーレンズ
１９０β　射出端
１９１　ピント指標投影光学系
１９１ａ　棒ミラー
１９１ａ１　反射面
１９１ｂ　視標投影光源
１９１ｃ　ピンホール板
１９１ｄ　レンズ
１９１ｅ　プリズム
１９１ｆ　ピント指標板
１９１ｇ　２孔絞り板
１９１ｈ　レンズ
１９１ｋ　ピント指標像
２００　演算制御装置
２１０　制御部
２２０　画像形成部
２３０　画像処理部
２４０　表示部
２５０　操作部
Ａ　眼底共役面
Ｅ　被検眼
Ｅａ　前眼部
Ｅｃ　角膜頂点
Ｅｆ　眼底
Ｅｆ′　眼底画像
Ｌ０　低コヒーレンス光
ＬＣ　干渉光
ＬＲ　参照光
ＬＲａ　第１の参照光
ＬＲｂ　第２の参照光
ＬＳ　信号光
Ｉｍ　干渉像
Ｍ　マーカ
Ｐ１　アライメント輝点
Ｐ２　アライメント輝点
Ｓ　スケール
Ｗ　ワーキングディスタンス

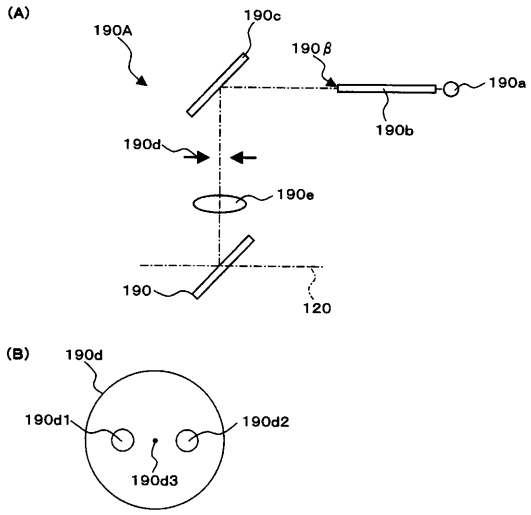
【図１】


1
150
OCTユニット
200
演算制御装置
152
151
152b
1A
140
141
142
137
136
139
128
134
138
133
131
135
126
120
100
101
12
12a
10
10a
190A
125
102
103
124
190
106
104
127
123
11
122
105
121
112a
191
110
Ef
112
111
191a
107a
107
113
109
108
Ea
Ec
E
Ef
y
x
z

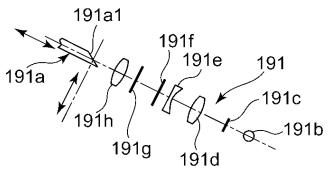
【図２】


150
184
160
183
182
LC
181
161
165
180
LO
LC
162
LR
LS
163
164
171
172
152
176b
173
174b
175
152a
LRb
LRa
176a
174a

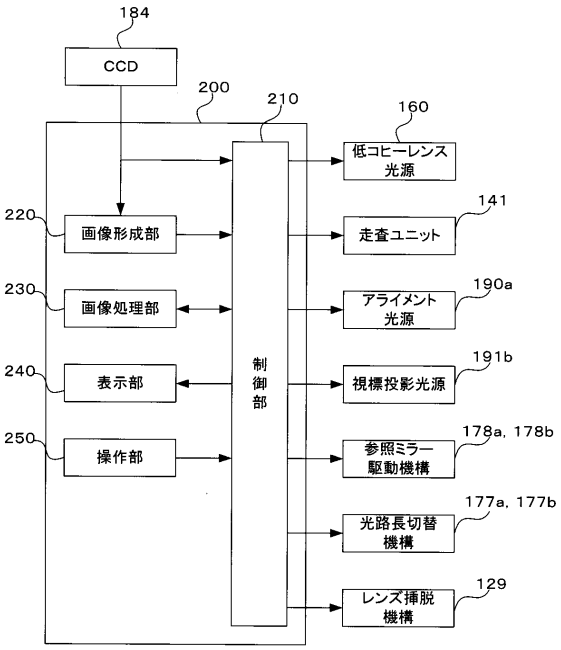
【図３】


(A)
190A
190c
190β
190a
190b
190d
190e
190
120
(B)
190d
190d1
190d2
190d3

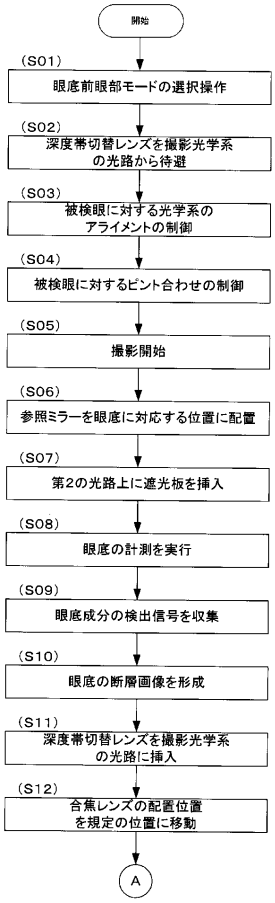
【図４】


191a1
191f
191a
191e
191
191c
191h
191b
191g
191d

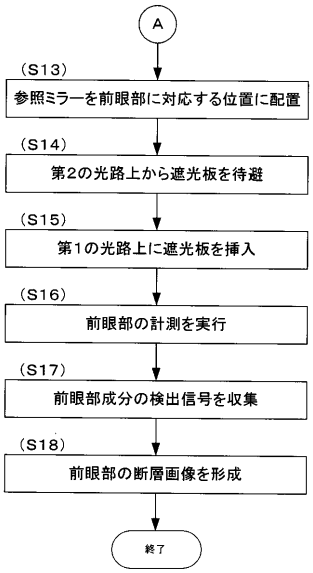
【図５】


184
CCD
200
210
160
低コヒーレンス光源
220
画像形成部
141
走査ユニット
230
画像処理部
190a
アライメント光源
240
表示部
制御部
191b
視標投影光源
250
操作部
178a, 178b
参照ミラー駆動機構
177a, 177b
光路長切替機構
129
レンズ挿脱機構

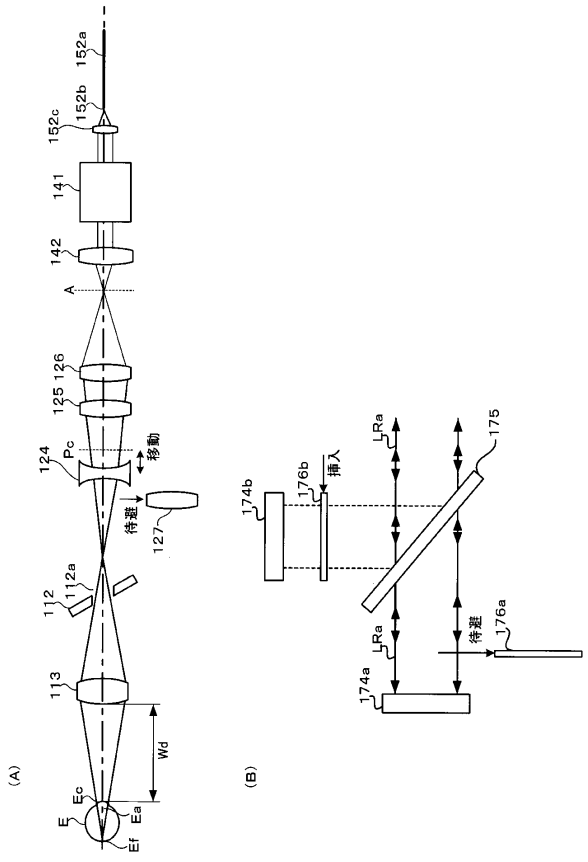
【図６Ａ】


開始
(S01)
眼底前眼部モードの選択操作
(S02)
深度帯切替レンズを撮影光学系の光路から待避
(S03)
被検眼に対する光学系のアライメントの制御
(S04)
被検眼に対するピント合わせの制御
(S05)
撮影開始
(S06)
参照ミラーを眼底に対応する位置に配置
(S07)
第2の光路上に遮光板を挿入
(S08)
眼底の計測を実行
(S09)
眼底成分の検出信号を収集
(S10)
眼底の断層画像を形成
(S11)
深度帯切替レンズを撮影光学系の光路に挿入
(S12)
合焦レンズの配置位置を規定の位置に移動
A

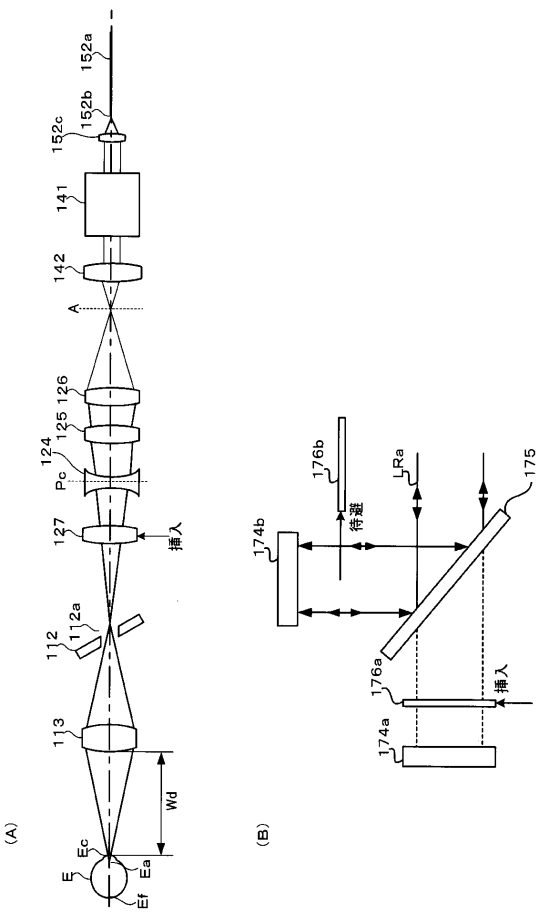
【図６Ｂ】


A
(S13)
参照ミラーを前眼部に対応する位置に配置
(S14)
第2の光路上から遮光板を待避
(S15)
第1の光路上に遮光板を挿入
(S16)
前眼部の計測を実行
(S17)
前眼部成分の検出信号を収集
(S18)
前眼部の断層画像を形成
終了

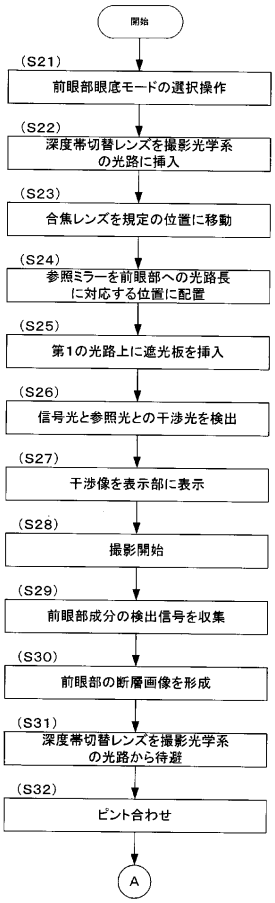
【図７】


152a
152b
152c
141
142
A
125
126
124
Pc
移動
待避
127
112
112a
113
Wd
Ec
Ea
Ef
(A)
(B)
174b
176b
挿入
LRa
175
176a
174a

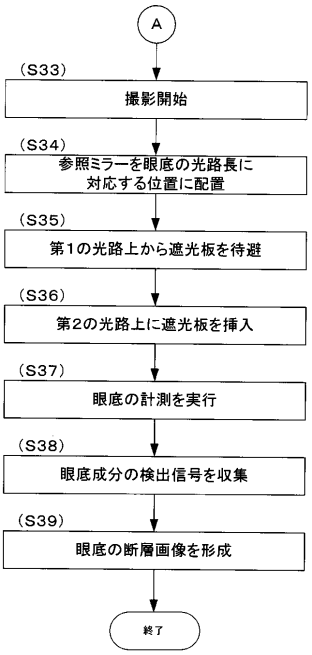
【図９】


152a
152b
152c
141
142
A
125
126
124
Pc
127
挿入
112
112a
113
Wd
Ec
Ea
Ef
(A)
(B)
176b
待避
LRa
175
174b
176a
174a

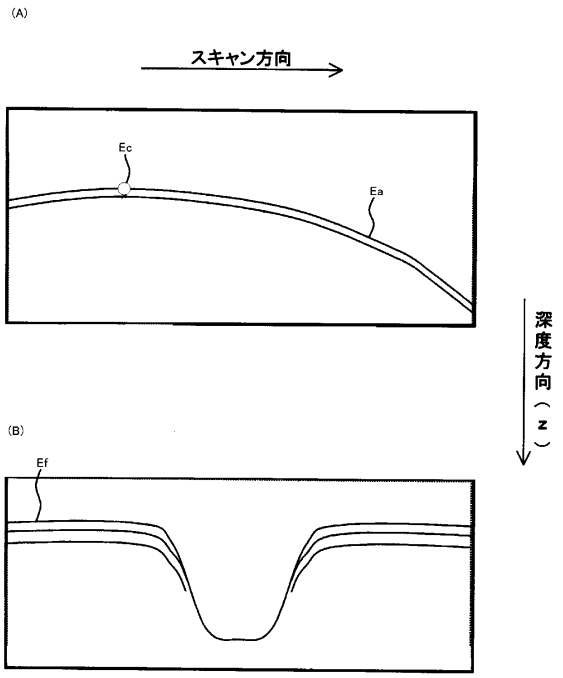
【図１０Ａ】



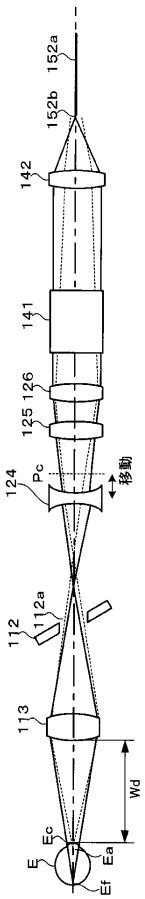

【図１０Ｂ】



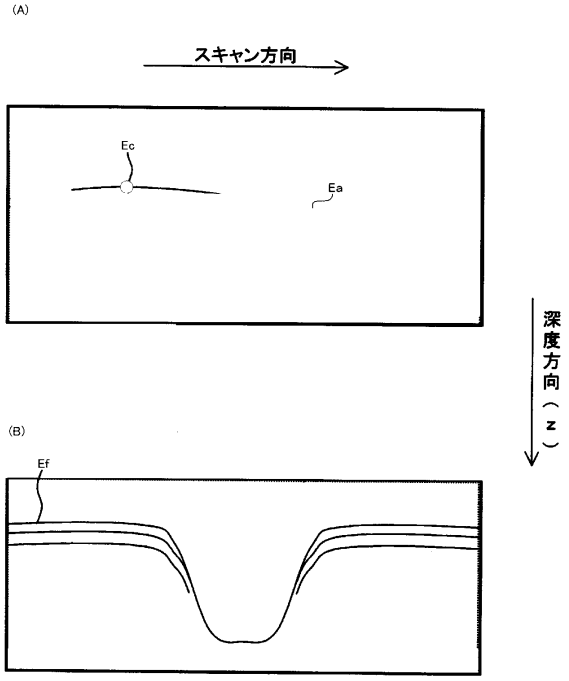

【図１２】




【図１３】

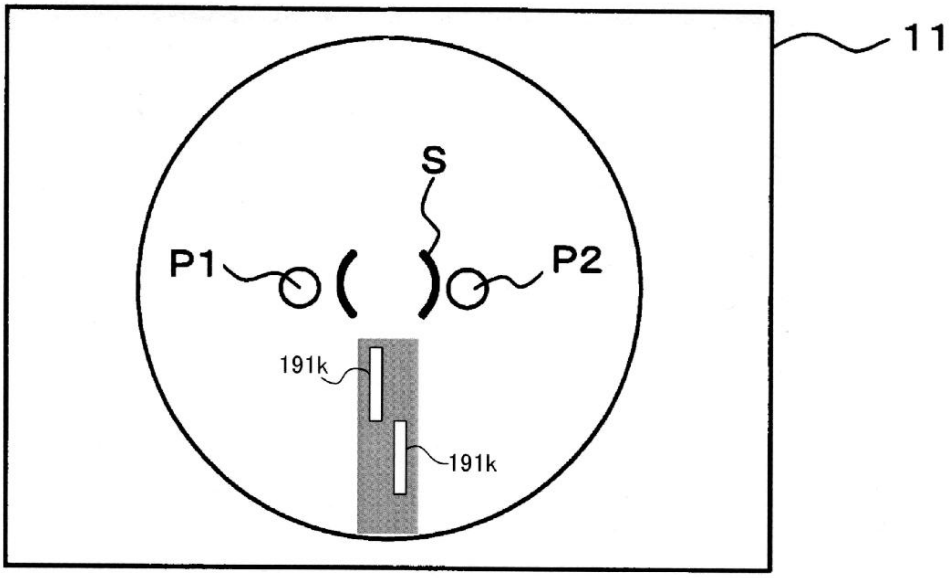


【図１４】

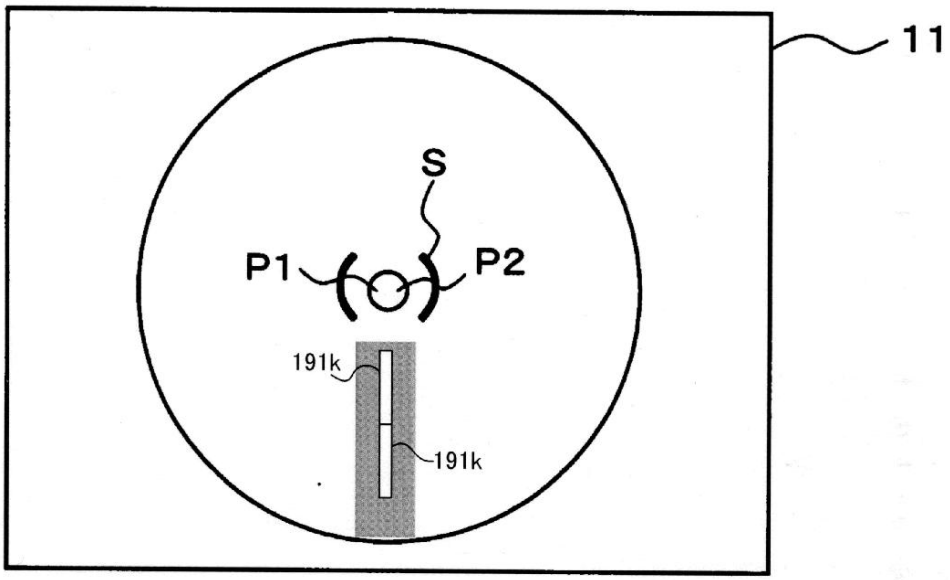


【図８】

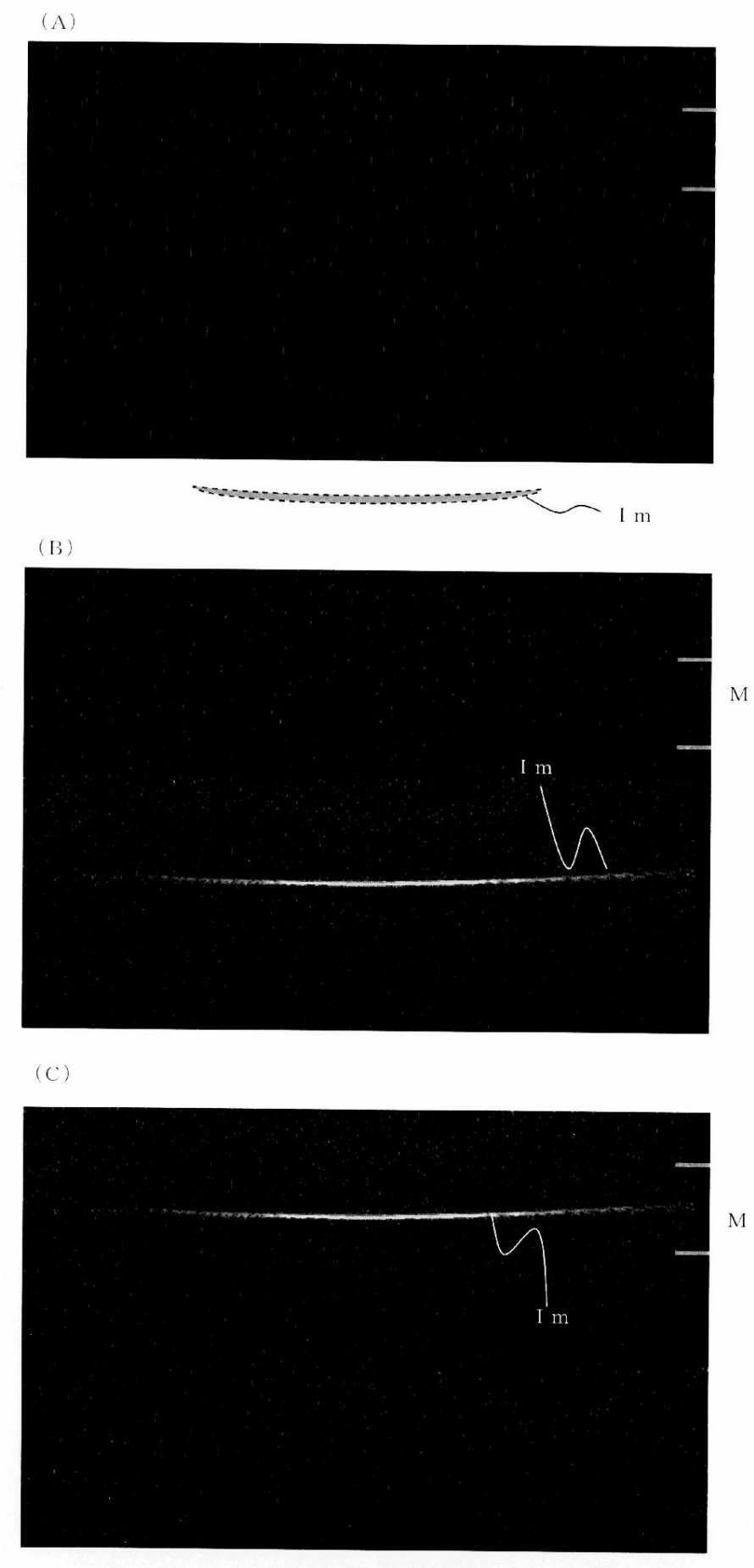
(A)




(B)



【図１１】



フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第２００７／０６５６７０（WO，Ａ２）
特開平１０－２６７６１０（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－０３７９８４（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－２７２２５６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ａ６１Ｂ　　３／１０