(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7091627号
(P7091627)

(45)発行日　令和4年6月28日(2022.6.28)

(24)登録日　令和4年6月20日(2022.6.20)

(51)国際特許分類
Ａ６１Ｂ　3/117(2006.01)

ＦＩ
Ａ６１Ｂ　3/117

請求項の数　3　（全23頁）

(21)出願番号　特願2017-187997(P2017-187997)
(22)出願日　平成29年9月28日(2017.9.28)
(65)公開番号　特開2018-89356(P2018-89356A)
(43)公開日　平成30年6月14日(2018.6.14)
審査請求日　令和2年8月25日(2020.8.25)
(31)優先権主張番号　特願2016-235510(P2016-235510)
(32)優先日　平成28年12月5日(2016.12.5)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)

(73)特許権者　000135184
株式会社ニデック
愛知県蒲郡市拾石町前浜３４番地１４
(72)発明者　鈴木 啓太
愛知県蒲郡市拾石町前浜３４番地１４
株式会社ニデック拾石工場内
(72)発明者　杉本 善彦
愛知県蒲郡市拾石町前浜３４番地１４
株式会社ニデック拾石工場内
審査官　▲高▼原 悠佑

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　眼科装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
被検眼の隅角領域へ光を投光する投光光学系、および、前記隅角領域からの反射光を受光する受光素子を有する受光光学系、を持つ撮影光学系と、
前記受光素子からの信号に基づいて隅角画像を生成する撮像処理手段と、
前記隅角画像から前記被検眼の隅角における特徴部を検出する検出手段と、
前記被検眼と前記撮影光学系との位置関係を変更させるアライメント駆動手段と、
前記隅角画像における前記特徴部の位置に応じて前記位置関係を調整させるアライメント制御手段と、を備え、
前記撮影光学系は、固視光軸に対して傾斜した撮影光軸であって、前記被検眼の隅角へ向かう撮影光軸を有し、
前記アライメント制御手段は、前記隅角画像における前記特徴部の位置であって、前記固視光軸を中心とする半径方向、に関する位置に応じて、前記位置関係を調整させる眼科装置。
【請求項２】
被検眼の隅角領域へ光を投光する投光光学系、および、前記隅角領域からの反射光を受光する受光素子を有する受光光学系、を持つ撮影光学系と、
前記受光素子からの信号に基づいて隅角画像を生成する撮像処理手段と、
前記隅角画像から前記被検眼の隅角における特徴部を検出する検出手段と、
前記被検眼と前記撮影光学系との位置関係を変更させるアライメント駆動手段と、

前記隅角画像における前記特徴部の位置に応じて前記位置関係を調整させるアライメント制御手段と、を備え、
前記アライメント制御手段は、線維柱帯を前記特徴部として検出する眼科装置。
【請求項３】
被検眼の隅角領域へ光を投光する投光光学系、および、前記隅角領域からの反射光を受光する受光素子を有する受光光学系、を持つ撮影光学系と、
前記受光素子からの信号に基づいて隅角画像を生成する撮像処理手段と、
前記隅角画像から前記被検眼の隅角における特徴部を検出する検出手段と、
前記隅角画像はカラー画像であり、
前記検出手段は、前記被検眼における虹彩の色に応じた検出処理にて、前記特徴部を検出する眼科装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、被検眼の隅角画像を得る眼科装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
緑内障診断において、被検眼の隅角を観察することが有用である。隅角の観察は、従来、隅角鏡を介して検者が目視で行っていたが、近年では、隅角を撮影する種々の装置が提案されている。
【０００３】
例えば、特許文献１には、被検眼の隅角に照明光を照射し、隅角からの反射光に基づいて、隅角の反射画像を得る装置が開示されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【文献】国際公開２０１５／１８０９２３号
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
しかしながら、従来は、装置の光学系と被検眼とのアライメントを行う手法について、十分な検討がなされていなかった。
【０００６】
本開示は、従来技術の問題点に鑑み、被検眼の隅角画像を得るうえで、被検眼と光学系とのアライメントを良好に行うことができる眼科装置を提供すること、を解決課題とするものである。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
本開示の第一態様係る眼科装置は、被検眼の隅角領域へ光を投光する投光光学系、および、前記隅角領域からの反射光を受光する受光素子を有する受光光学系、を持つ撮影光学系と、前記受光素子からの信号に基づいて隅角画像を生成する撮像処理手段と、前記隅角画像から前記被検眼の隅角における特徴部を検出する検出手段と、前記被検眼と前記撮影光学系との位置関係を変更させるアライメント駆動手段と、前記隅角画像における前記特徴部の位置に応じて前記位置関係を調整させるアライメント制御手段と、を備え、前記撮影光学系は、固視光軸に対して傾斜した撮影光軸であって、前記被検眼の隅角へ向かう撮影光軸を有し、前記アライメント制御手段は、前記隅角画像における前記特徴部の位置であって、前記固視光軸を中心とする半径方向、に関する位置に応じて、前記位置関係を調整させる。
本開示の第二態様係る眼科装置は、被検眼の隅角領域へ光を投光する投光光学系、および、前記隅角領域からの反射光を受光する受光素子を有する受光光学系、を持つ撮影光学系

と、前記受光素子からの信号に基づいて隅角画像を生成する撮像処理手段と、前記隅角画像から前記被検眼の隅角における特徴部を検出する検出手段と、前記被検眼と前記撮影光学系との位置関係を変更させるアライメント駆動手段と、前記隅角画像における前記特徴部の位置に応じて前記位置関係を調整させるアライメント制御手段と、を備え、前記アライメント制御手段は、線維柱帯を前記特徴部として検出する。
本開示の第三態様係る眼科装置は、被検眼の隅角領域へ光を投光する投光光学系、および、前記隅角領域からの反射光を受光する受光素子を有する受光光学系、を持つ撮影光学系と、前記受光素子からの信号に基づいて隅角画像を生成する撮像処理手段と、前記隅角画像から前記被検眼の隅角における特徴部を検出する検出手段と、前記隅角画像はカラー画像であり、前記検出手段は、前記被検眼における虹彩の色に応じた検出処理にて、前記特徴部を検出する。
【発明の効果】
【０００８】
本開示によれば、被検眼の隅角画像を得るうえで、被検眼と光学系とのアライメントを良好に行うことができる。
【図面の簡単な説明】
【０００９】
【図１】実施例の眼科装置によって撮影される隅角画像を示した図である。
【図２】実施例の眼科装置の概略構成を示した模式図である。
【図３】撮影光学系の一例を示した模式図である。
【図４】制御系の一例を示したブロック図である。
【図５】装置の動作を示したフローチャートである。
【図６】アライメント動作を示したフローチャートである。
【図７】アライメント時の画面の一表示態様を示した図である。
【図８】線維柱帯の検出方法、および、フォーカス状態の検出方法を、説明するための図である。
【図９】撮影動作を示したフローチャートである。
【図１０】隅角画像の一表示態様を示した図である。
【図１１】選択画面の一表示態様を示した図である。
【発明を実施するための形態】
【００１０】
「概要」
以下、実施形態に基づいて、本開示の眼科装置を説明する。
【００１１】
＜特徴部の検出処理＞
眼科装置は、隅角画像から被検眼の隅角における特徴部を検出する。隅角画像は、被検眼の隅角領域からの反射光に基づいて形成（撮像）された反射画像（図１参照）であってもよい。隅角領域は、被検眼の隅角、および、その近傍を含む領域であってもよい。
【００１２】
特徴部は、例えば、線維柱帯であってもよい。また、特徴部として、Ｓｃｈｗａｌｂｅ（シュワルベ）線、強膜岬、毛様体帯、虹彩、等のいずれかが検出されてもよい。また、被検眼が落屑症候群である場合に、Ｓｃｈｗａｌｂｅ線の前方に現れる可能性がある色素沈着線（Ｓａｍｐａｏｌｅｓｉ線）が、特徴部として検出されてもよい。
【００１３】
特徴部は、隅角画像に対する画像処理によって検出されてもよい。この画像処理は、装置全体の制御動作を司るプロセッサによって実行されてもよいし、そのプロセッサとは別体の画像処理プロセッサによって実行されてもよい。画像処理によって特徴部が検出される場合、特徴部が持つ画像的な特徴を利用して、特徴部の検出が行われる。隅角画像におけるコントラスト、輝度、明暗のパターン、等の各種の画像情報を用いた検出手法の中から、隅角画像および特徴部の画像的な特徴に応じた検出手法が、適宜採用されてもよい。

【００１４】
ここで、隅角画像における特徴部の輝度またはコントラストは、虹彩の色によって、被検眼毎に異なることが考えられる。そこで、例えば、眼科装置は、虹彩の色に応じた検出処理にて、特徴部の検出を行ってもよい。例えば、閾値を用いて特徴部の検出が行われる場合であれば、被検眼の虹彩の色に応じた閾値が設定されてもよい。また、例えば、隅角画像が、３色（例えば、ＲＧＢの３色）の色成分を持つカラー画像である場合、被検眼の虹彩の色に応じて、隅角画像におけるＲＧＢのバランスを調整し、調整された画像から特徴部検出を行ってもよいし、ＲＧＢの各成分のうち、虹彩の色に応じたいずれかを選択し、選択した成分の画像から特徴部検出を行ってもよい。
【００１５】
この場合、被検眼における虹彩の色は、隅角画像がカラー画像である場合、隅角画像から自動的に検出されることで、装置が取得してもよい。また、眼科装置の入力インターフェイスに対する操作によって、虹彩の色が装置に入力されてもよい。また、被検者の電子カルテ等に予め登録されたデータとして、虹彩の色が取得されてもよい。
【００１６】
隅角画像における特徴部の検出結果は、例えば、眼科装置における撮影条件を調整するために利用されてもよい。また、例えば、隅角画像から検者が所見を得るうえでの参考情報を得るために、特徴部の検出結果は利用されてもよい。勿論、その他の用途に、隅角画像における特徴部の検出結果は利用されてもよい。
【００１７】
＜撮影光学系＞
眼科装置は、隅角画像を撮像するために、撮影光学系を有していてもよい。
【００１８】
撮影光学系は、撮影光軸に沿って、隅角領域への光の投光、および、隅角領域からの戻り光の受光を行う。
【００１９】
撮影光学系は、隅角の表面組織における撮影範囲の全体に対して光を照射し、撮影範囲からの戻り光を受光素子によって受光する構成であってもよい。この場合、受光素子は、二次元受光素子であってもよい。二次元受光素子は、受光面に結像される隅角の像を、隅角画像として撮像する。但し、撮影光学系は、必ずしもこれに限られるものではない。例えば、撮影光学系は、ラインスキャン、または、二次元スキャンタイプの光学系であってもよい。この場合、撮影範囲に対して光をスキャン（ラインスキャンまたは二次元スキャン）することにより、スキャン毎の戻り光の受光結果として、隅角画像が画像処理部によって生成される。
【００２０】
撮影光学系は、投光光学系と、受光光学系と、を少なくとも有する。投光光学系は、被検眼の隅角領域へ、光を投光する。投光光学系から投光される光は、可視光であってもよいし、不可視光（例えば、赤外光）であってもよい。また、単色光であってもよいし、多色の光であってもよい。受光光学系は、隅角領域からの反射光を受光する受光素子を、少なくとも有する。
【００２１】
撮影光学系は、固視光軸に対して、傾斜し、且つ、隅角領域へ向かう、撮影光軸を有してもよい。この撮影光軸を介して、隅角領域に対する光が投受光される。固視光軸は、例えば、被検眼に対する固視標の投影光軸である。固視標が投影される場合、眼科装置は、固視標を投影するための固視光学系を、更に有していてもよい。
【００２２】
撮影光学系には、次のような対物光学系が設けられていてもよい。即ち、光源からの光を折り曲げることにより、撮影光軸を固視光軸に対して傾斜させて被検眼の隅角領域に導く、対物光学系が設けられていてもよい。撮影光学系における対物光学系は、反射系であってもよい。つまり、対物光学系には、ミラー、または、プリズム等の光を反射する部材が

含まれていてもよい。対物光学系は、撮影光学系において、最も被検眼側に配置されてもよい。対物光学系によって、光源からの光であって装置の内部から外部に向かう光が、固視光軸に向けて折り曲げられる（例えば、反射される）。これによって、固視光軸に対して傾斜した撮影光軸が形成されてもよい。なお、対物光学系は、必ずしも反射系に限定されるものではなく、一部、または、全体が、屈折系（例えば、レンズ系）によって形成されていてもよい。

【００２３】

＜撮像処理部＞

撮像処理部は、受光素子から出力される信号に基づいて、隅角画像を生成する。撮像処理部としては、例えば、眼科装置の動作を司るプロセッサが利用されてもよいし、専用の画像処理ＩＣが利用されてもよい。なお、画像処理ＩＣは、受光素子と一体化されていてもよい。

【００２４】

撮像処理部は、隅角画像を、静止画像として、少なくとも生成する。撮像処理部によって生成された隅角画像は、モニタへ表示されてもよいし、不揮発性のメモリに記憶されてもよい。また、撮像処理部は、受光素子から逐次出力される信号に基づいて、時系列に撮像された隅角画像を生成してもよい。この場合、時系列に撮像された隅角画像は、例えば、ライブ画像（リアルタイムな動画像）として、モニタへ表示されてもよい。時系列に撮像された隅角画像は、検者による隅角領域の観察の他、後述のフォーカス調整、および、アライメント調整の少なくともいずれかに利用されてもよい。

【００２５】

＜隅角画像の撮像位置の切換＞

眼科装置は、隅角の全周に対する撮影光学系における撮像位置を変位させる切換部を、更に有してもよい。切換部が設けられていることで、隅角の全周における複数の撮像位置にて、隅角画像を撮影することができる。

【００２６】

撮影光軸が固視光軸に対して傾斜している場合、切換部は、例えば、撮影光軸を、固視光軸周りに回転させるユニットであってもよい。切換部は、撮影光学系の一部、または、全体を、固視光軸の周りに回転させることで、撮影光軸を固視光軸周りに回転させてもよい。この場合、切換部は、モーターなどの駆動源を有していてもよい。

【００２７】

なお、切換部は必ずしもこれに限られるものでない。例えば、固視光軸に対して傾斜された撮影光軸を固視光軸周りに回転させるのではなく、切換部は、被検眼の視線の向きが大きく変位されるように、固視を誘導する構成であってもよいし、被検眼と装置との３次元的な位置関係を調整する構成であってもよいし、これらを組み合わせた構成であってもよい。

【００２８】

＜フォーカス変更部＞

眼科装置は、フォーカス変更部を、更に有していてもよい。フォーカス変更部は、撮影光学系の一部を駆動して、受光素子における反射光のフォーカス状態を変化させる。フォーカス変更部は、撮影光学系の光路中に配置された光学部材（つまり、撮影光学系の一部）を変位させることによって、隅角領域の共役面の位置を光路に沿って変位させる。フォーカス変更部において変位される光学部材は、例えば、フォーカスレンズであってもよいし、可変焦点レンズ（例えば、液晶レンズ、液体レンズ等）であってもよいし、その他の光学部材であってもよい。なお、フォーカス状態は、手動で調整されてもよいし、制御部によって自動的に調整されてもよい。

【００２９】

＜フォーカスに関する動作＞

眼科装置は、フォーカス状態の評価情報を、隅角画像の画像情報に基づいて得る画像処理部を有していてもよい。隅角画像の画像情報は、隅角画像の一部または全体についての画

像情報であってもよい。隅角画像において、フォーカス状態の評価情報を得るために処理される領域は、撮影光学系の被写界深度が許容する範囲で、適宜設定可能である。例えば、隅角表面に高低差があっても、被写界深度が大きなほど、処理される領域は広く設定可能となる。

【００３０】

ここで、画像情報は、画素毎の輝度情報を含む情報であってもよい。画像処理部によって取得されるフォーカス状態の評価情報は、例えば、コントラスト、ヒストグラム、微分ヒストグラム、画像エッジ強度、等であってもよい。例えば、ある領域における、コントラストが高いほど、当該領域に対し、ピントが合っている状態となる。なお、一定領域における画像情報から、上記の評価情報を得る手法には、種々の画像処理手法が知られており、それらのいずれかが適用されてもよい。

【００３１】

以下では、隅角画像の一部に基づいてフォーカス状態の評価情報を得る手法の一例として、隅角画像の特徴部に関する画像情報に基づいてフォーカス状態の評価情報を得る手法を説明する。特徴部に関する画像情報には、特徴部の近傍領域の画像情報が含まれてもよい。

【００３２】

隅角画像に含まれる隅角の特徴部（線維柱帯、Ｓｃｈｗａｌｂｅ線、強膜岬、毛様体帯、虹彩、色素沈着線等）は、隅角に関する所見を得るうえで有用な観察対象である。そこで、評価情報を利用して、特徴部に合焦された隅角画像を取得する手法を、以下に例示する。

【００３３】

＜評価情報に基づくフォーカス変更部の駆動制御＞

眼科装置は、画像処理部によって取得されたフォーカス状態の評価情報に基づいて、フォーカス変更部を駆動する制御部を、更に有してもよい。この場合、制御部は、特徴部に対して合焦されるように、フォーカス変更部を駆動させてもよい。以下に駆動制御の一例を示す。制御部は、フォーカス変更部を駆動してフォーカス状態を変化させると共に、フォーカス状態が変化する間に撮像された、複数の隅角画像における評価情報の差分から、特徴部への合焦に近づく方向へフォーカス状態が変化されているか、それとも、合焦から遠ざかる方向へフォーカス状態が変化されているかを、判定する。合焦から遠ざかる方向へフォーカス状態が変化されている場合は、合焦に近づく方向へフォーカス状態が変化されるよう、フォーカス変更部の駆動制御を切換る。そして、合焦に近づく方向へフォーカス変更部を駆動させていき、合焦から遠ざかる方向へフォーカス状態が変化されるようになったところ（評価情報の差分の変曲点）で、フォーカス変更部の駆動制御を停止する。これにより、撮影光学系が、特徴部に対して合焦される。但し、特徴部との合焦を得るためのフォーカス変更部の駆動は、必ずしもこれに限られるものではない。

【００３４】

特徴部に対する合焦が得られた状態で、改めて、隅角画像の静止画が撮影されてもよい。その際得られた隅角画像は、所見を得るために利用される画像（撮影画像）として、不揮発性のメモリへ記憶されてもよい。眼科装置は、このようなフォーカス調整を実行することによって、特徴部に対する合焦が得られた隅角画像を撮影してもよい。

【００３５】

このように、眼科装置が切換部を有し、隅角の全周に対する撮影光学系における撮像位置が切換部によって変位可能である場合、眼科装置の制御部は、切換部によって撮像位置を切換え、更に、互いに異なる複数の撮像位置において、フォーカス状態を制御してもよい。

【００３６】

＜複数の隅角画像から特徴部に対して合焦された画像の抽出＞

特徴部に対する合焦が得られた隅角画像の取得は、評価情報に基づくフォーカス変更部の駆動制御とは、異なる手段によって実現されてもよい。

【００３７】

例えば、事前に撮像された複数枚の隅角画像であって、互いにフォーカス状態が異なる隅角画像の中から、特徴部に対する合焦が得られた隅角画像を選択（抽出）する手法が利用

されてもよい。画像処理部は、フォーカス状態が異なる複数枚の隅角画像の各々から、フォーカス状態の評価情報を取得する。そして、眼科装置における選択部が、複数枚の隅角画像の中から、特徴部に対して合焦された隅角画像を、各々の隅角画像の評価情報に基づいて選択する。この場合、選択部は、例えば、画像処理部、または、眼科装置の動作を司るプロセッサのいずれかによって兼用されてもよい。

【００３８】

互いにフォーカス状態が異なる複数枚の隅角画像は、撮像位置毎に取得されてもよい。この場合、切換部によって撮像位置を切換え、更に、互いに異なる複数の撮像位置において、フォーカス状態を制御した結果として、各撮像位置で隅角画像が取得される。

【００３９】

＜手動でのフォーカス状態の調整＞

また、撮影光学系におけるフォーカス状態は、隅角画像から得られたフォーカス状態の評価情報に基づいて、検者によって手動で調整されてもよい。

【００４０】

この場合、例えば、隅角画像のライブ画像と共に、その隅角画像の特徴部についてのフォーカス状態の評価情報が、モニタ上に表示される。また、フォーカス変更部におけるフォーカス状態の調整量を、入力インターフェイスに対する操作に基づいて、任意の調整量に設定可能となっている。この場合において、評価情報は、モニタ上の特徴部と、対応づけて表示されてもよい。検者は、モニタ上の評価情報を参考にして、フォーカス変更部に対する操作を行うことで、特徴部に対して合焦が得られた状態へ、適正に調整できる。

【００４１】

＜アライメント駆動部＞

眼科装置は、更に、アライメント駆動部を有していてもよい。アライメント駆動部は、被検眼と撮影光学系との位置関係を変更する。この場合、被検眼と撮影光学系とを相対的に移動させることによって、アライメント調整を行う。アライメント駆動部は、前後方向、左右方向、および、上下方向のいずれの方向に関する位置関係を変更してもよい。

【００４２】

例えば、アライメント駆動部は、撮影光学系を被検眼に対して移動させるユニットであってもよい。アライメント駆動部は、メカニカルな機構であってもよいし、電動アクチュエータにより撮影光学系を移動させる機構であってもよいし、両者を含む機構であってもよい。アライメント駆動部は、例えば、操作部（例えば、ジョイスティック等）の操作に応じて手動で駆動されてもよいし、例えば、隅角画像に基づいて自動的に駆動されてもよい。

【００４３】

＜アライメントに関する動作＞

眼科装置は、隅角画像から被検眼の隅角における特徴部を検出し、被検眼と撮影光学系との位置関係を、隅角画像における特徴部の位置に応じて調整させる制御部（アライメント制御部）を、更に有していてもよい。つまり、制御部は、隅角における特徴部を基準として、撮像位置を調整させてもよい。

【００４４】

制御部は、アライメント駆動部を駆動制御することにより、アライメント駆動部に、被検眼と撮影光学系との位置関係を変更させてもよい。また、制御部は、操作部の操作を案内する情報を、モニタ等へ出力することによって、被検眼と撮影光学系との位置関係を手動で変更させてもよい。

【００４５】

まず、アライメント駆動部の駆動制御によって、装置がアライメントを自動的に行う手法を説明する。この場合、制御部は、例えば、隅角画像において予め定められた目標位置と、隅角画像から検出された特徴部の位置と、のズレ量（変位量）を求め、ズレ量に基づいて、アライメント駆動部を駆動してもよい。

【００４６】

ここで、一例として、撮影光学系が次のような撮影光軸を有し、更に、撮像処理部によっ

て隅角の反射画像が生成される場合における動作手法を示す。この場合における撮影光軸は、固視光軸に対して傾斜し、且つ、隅角領域へ向かっている。

【００４７】

制御部は、隅角画像における特徴部の位置であって、固視光軸Ｌ１を中心とする半径方向に関する位置に応じて、アライメント駆動部を駆動制御し、これにより、被検眼と撮影光学系との位置関係を調整する。例えば、特徴部と目標位置との半径方向に関するズレ量に基づいて、アライメント駆動部が駆動される。より具体的には、特徴部と目標位置との半径方向に関するズレ量が解消されるような駆動量にて、アライメント駆動部が、制御部によって駆動される。ここで、被検眼と撮影光学系との位置関係が、前後方向に変化した場合、および、半径方向に変化した場合、のそれぞれの場合で、隅角画像における特徴部の半径方向に関する位置は変化する。故に、制御部は、被検眼と撮影光学系との位置関係を、前後方向、および、半径方向の一方または両方に関して調整する。

【００４８】

また、更に、撮像位置の切換部を駆動することで、固視光軸に対して対称な２つの撮像位置にて２枚の隅角画像が撮像可能である場合、その２枚の隅角画像における特徴部が、半径方向に関して同じ位置に配置されるように、被検眼と撮影光学系との位置関係を、制御部は制御してもよい。このとき、制御部は、被検眼と撮影光学系との位置関係を、２枚の隅角画像における半径方向に関して、少なくとも調整することによって、その２枚の隅角画像における特徴部を、半径方向に関して同じ位置に配置させ得る。

【００４９】

この２枚の隅角画像（第１，第２の隅角画像）を撮影した撮像位置とは別の撮像位置であって、固視光軸に対して対称な２つの撮像位置にて、更に２枚の隅角画像（第３，第４の隅角画像）を撮像し、被検眼と撮影光学系との位置関係を、同様に調整してもよい。このようなアライメント調整の結果として、例えば、切換部の駆動により撮像位置を変更した場合に、各撮像位置で特徴部が良好に撮像されるようになる。

【００５０】

更に、作動距離方向（前後方向、固視光軸に沿う方向）に関して、被検眼と撮影光学系との位置関係が調整されてもよい。例えば、第１，第２の隅角画像における特徴部の半径方向に関する位置と、第３，第４の隅角画像における特徴部の半径方向に関する位置と、の両者のうちいずれかが、前述の目標位置に配置されるように、作動距離方向に関する位置関係が調整されてもよい。また、例えば、両者の位置の中間（例えば、平均の位置）が、前述の目標位置に配置されるように、作動距離方向に関する位置関係が調整されてもよい。

【００５１】

＜手動でのアライメント調整＞

また、被検眼に対する撮影光学系のアライメントは、隅角画像おける特徴部の位置に基づいて、検者によって手動で調整されてもよい。この場合、検者によって操作部が操作されることにより、被検眼と撮影光学系との位置関係が、操作に応じて調整される。また、制御部（アライメント制御部）は、隅角画像における特徴部の位置に基づいて、操作部の操作を案内する情報（案内情報と称す）を出力する。案内情報は、例えば、撮影光学系を移動させるべき方向を案内する情報であってもよく、例えば、矢印等のグラフィック、または、「上」「下」等のテキストとして、モニタへ表示されてもよい。勿論、案内情報は、モニタへ出力される情報に限られるものでなく、音声であってもよいし、眼科装置に設けられた他の出力デバイスからの出力情報であってもよい。

【００５２】

＜自動的なアライメント調整と、手動でのアライメント調整の組合せ＞

上下左右方向および作動距離方向のアライメント調整のうち、上下左右方向については、制御部によって自動的に行われ、作動距離方向については検者の操作に基づいて手動で行われてもよい。これにより、検者の意に反して、装置が被検眼に接近しすぎてしまうことが軽減される。この場合、制御部８０は、特徴部の位置に基づいてアライメント駆動部を駆動することで、上下左右方向のアライメント調整を行うと共に、手動による作動距離方

向のアライメントに関する操作を案内する、案内情報を出力してもよい。
【００５３】
「実施例」
以下、図面を参照して、本開示に係る眼科装置の実施例を示す。実施例に係る眼科装置１は、隅角撮影装置である。眼科装置１は、被検眼の隅角の反射画像（図１参照）を撮影する。
【００５４】
＜装置構成＞
図２を参照して、眼科装置１における概略的な装置構成を説明する。なお、以下の説明では、図２に示すＸ方向を左右方向、Ｙ方向を上下方向、Ｚ方向を前後方向として説明する。
【００５５】
眼科装置１は、被検眼Ｅの視軸に対して、斜め方向に照明光を照射する。そして、眼科装置１は、撮影光軸に沿って、隅角領域からの反射光の受光を行い、これにより、被検眼の隅角領域における反射画像を、隅角画像として撮像する。
【００５６】
図１に示すように、眼科装置１は、基台３、アライメント機構４，５ａ，５ｂ、顔支持ユニット６、ジョイスティック７、モニタ８、および、光学ユニット１０等、を有する。
【００５７】
光学ユニット１０は、隅角の反射像の撮影に利用される主要な光学系を有する。光学系の詳細は、図３を参照して後述する。実施例において、光学ユニット１０は、カバー１０ａ内に収容される。但し、先端部１１については、カバー１０ａの外に露出される。
【００５８】
基台３は、アライメント機構４，５ａ，５ｂ、および、顔支持ユニット６を、支持する。
【００５９】
本実施例におけるアライメント機構４，５ａ，５ｂは、移動台４と、ＸＹＺ駆動部５ａ，５ｂとに大別される。このうち、移動台４は、メカニカルな機構によって作動され、ＸＹＺ駆動部５ａ，５ｂは、電動式のアクチュエータによって作動される。
【００６０】
移動台４は、基台３の上に配置され、基台３との間に、メカニカルな移動機構を有する。この移動機構は、ＸＺ方向に移動台４を移動させ、その結果、ＸＺ方向に関する被検眼Ｅと光学ユニット１０との位置関係を調整する。検者は、ジョイスティック７を操作することによって、移動台４を基台３に対して移動させる。
【００６１】
本実施例におけるＸＹＺ駆動部５ａ，５ｂは、移動台４の上に更に積載されている。ＸＹＺ駆動部５ａ，５ｂは、眼科装置１の制御部８０（図４参照）からの制御信号に基づいて、光学ユニット１０をＸＹＺの各方向に移動させる。結果、ＸＹＺの各方向に関して、被検眼Ｅと光学ユニット１０との位置関係が調整される。
【００６２】
モニタ８は、検者側の筐体側面に配置されている。モニタ８は、光学ユニット１０を介して撮影された隅角画像を表示する表示部であってもよい。
【００６３】
＜光学系＞
次に、図３を参照して、光学ユニット１０に設けられた光学系を説明する。光学ユニット１０は、撮影光学系３０を少なくとも有している。また、本実施例では、更に、固視光学系７０を有している。
【００６４】
便宜上、まず、固視光学系７０を説明する。固視光学系７０は、少なくとも、固視光源（固視標）７１を、有する。また、図３において、固視光学系７０は、更に、アパーチャ７２、レンズ７３、および、ミラー７４、を有する。光源７１から出射された光は、アパーチャ７２を介して、レンズ７３を通過することで、所定の光束径でコリメートされる。コ

リメートされた光が、ミラー７４によって折り曲げられて、被検眼Ｅに対して投影される。図３では、固視光学系７０の光軸（より詳細には、固視光学系７０の光軸のうち、ミラー７４から被検眼Ｅまでの範囲）を、Ｌ１の符号で表す。また、Ｌ１を、固視光軸と称する。図３に示す撮影光学系３０の各部材は、固視光軸を基準として配置されている。

【００６５】

撮影光学系３０は、投光光学系４０と、受光光学系６０と、を有する。また、撮影光学系３０は、撮影光軸Ｌ２を有する。撮影光軸Ｌ２は、固視光軸Ｌ１に対して傾斜配置され、且つ、被検眼Ｅの隅角へ向かう。

【００６６】

投光光学系４０は、対物反射部５０と、光偏心部４８と、を、少なくとも有する。また、実施例において、投光光学系４０は、光源４１、レンズ４２、アパーチャ４３、レンズ４４、ミラー４５、リングアパーチャ４６、穴開きミラー４７、レンズ４９、を、有している。

【００６７】

光源４１は、隅角に照射される照明光の光源である。本実施例において、光源４１は、可視光を出射する。以下の説明では、隅角画像をカラー画像として得るために、波長域が異なる複数色の光（例えば、白色光）を、少なくとも出射可能であるものとする。

【００６８】

光源４１からの光（照明光）は、レンズ４２、アパーチャ４３、レンズ４４、ミラー４５、リングアパーチャ４６、および、穴開きミラー４７、を経由して、光偏心部４８に入射される。

【００６９】

ここで、リングアパーチャ４６は、撮影光学系３０の内部での反射による迷光を抑制するために設けられている。例えば、レンズ４８ｃ，レンズ４９等の光源４１側の表面による反射が、リングアパーチャ４６によって抑制される。

【００７０】

また、穴開きミラー４７は、投光光学系４０と、受光光学系６０との光路を分岐させる光路分岐部の一例である。穴開きミラー４７に代えて、ハーフミラー等の他のビームスプリッタが適用されてもよい。本実施例では、光源４１からの光は、穴開きミラー４７の鏡面によって、光偏心部４８に向かうように反射される。

【００７１】

なお、本実施例では、穴開きミラー４７で反射された照明光の光路中心が、固視光軸Ｌ１と同軸となっている。

【００７２】

光偏心部４８は、照明光の光路を、固視光軸Ｌ１に対して偏心させる。本実施例では、平行に配置された２枚のミラー４８ａ，４８ｂを用いて照明光の光路中心を、固視光軸Ｌ１に対して所定間隔だけ、シフトする。シフトされた照明光は、レンズ４８ｃを通過して、光偏心部４８から外に照射される。

【００７３】

レンズ４９、および、対物反射部５０は、それぞれの光軸が、光偏心部４８によって偏心された照明光の光路中心から離れた位置に配置されている。本実施例において、レンズ４９、および、対物反射部５０における、それぞれの光軸は、固視光軸Ｌ１と同軸に配置されている。

【００７４】

レンズ４９は、マイナスパワーを持つレンズであり、光偏心部４９から、固視光軸Ｌ１と略平行に出射される照明光を、固視光軸Ｌ１から離れる向きに折り曲げて、対物反射部５０に入射させる。

【００７５】

対物反射部５０は、照明光を、固視光軸Ｌ１側に折り曲げる反射面を持つ。反射面によって反射された照明光の光軸を、固視光軸Ｌ１に対して大きく傾斜するように折り曲げて、

装置外部に導く。このとき、装置外部へ導かれる光軸が、本実施例における撮影光軸Ｌ２として利用される。装置からの照明光は、撮影光軸Ｌ２に沿って、被検眼Ｅの隅角領域へ照射される。

【００７６】

本実施例において、対物反射部５０には、複数枚の反射面が、光軸周りに並べられて配置されている。対物反射部５０の具体例として、本実施例では、例えば、正多角形を底面に持つ、錐台形状のプリズムが利用されるものとする。より詳細には、底面は、正１６角形であり、１６枚の側面を有するプリズムが利用される。本実施形態では、被検眼Ｅからみて、０°、２２．５°、４５°、６７．５°、９０°・・・（中略）…３３７．５°の各方向に、固視光軸Ｌ１に向けられた反射面が配置されている。なお、各々の角度は、固視光軸Ｌ１を基準とした角度である。また、説明の便宜上、０°は、水平面上とする。

【００７７】

但し、反射面は、複数枚に分かれている必要は、必ずしもなく、一連の曲面で形成されていてもよい。また、対物反射部５０は、必ずしもプリズムである必要はなく、例えば、反射鏡であってもよい。反射鏡の場合、光軸側に反射面を持つ、筒状の多面鏡または曲面鏡であってもよい。

【００７８】

ここで、本実施例の眼科装置１は、光偏心部４８を、固視光軸Ｌ１の周りに回転させる駆動部４８ｄ（図４参照）を有する。光偏心部４８の回転に応じて、レンズ４９および対物反射部５０に対する照明光の入射位置が、固視光軸Ｌ１の周りに回転される。その結果、撮影光軸Ｌ２が固視光軸Ｌ１の周りに回転され、結果として、隅角の全周における照明光の照射位置が、変位される。

【００７９】

本実施例では、対物反射部５０（プリズム）と、角膜と、の間に、ジェルＧが介在される。ジェルＧは、照明光の角膜反射を抑制するために、角膜へ塗布等される。なお、ジェルＧは、図示なき保持容器に充填された状態で、角膜および対物反射部５０の先端の両方に、接していてもよい（詳細は、本出願人による「特開２００２－１７６８０号公報」等を参照）。

【００８０】

投光光学系４０が照射した照明光は、隅角領域で反射され、撮影光軸Ｌ２を辿って装置内部の受光光学系６０へ導かれる。

【００８１】

本実施例において、受光光学系６０は、撮像素子（受光素子の一例）６２を、少なくとも有する。また、受光光学系６０は、対物反射部５０、および、穴開きミラー（ビームスプリッタ）４７を、投光光学系４０と少なくとも共用する。更に、光偏心部４８、レンズ４９、等を、を投光光学系４０と共用していてもよい。また、受光光学系６０は、フォーカスレンズ６１を有する。フォーカスレンズ６１は、本実施例の撮影光学系３０におけるフォーカス変更部の一部である。フォーカスレンズ６１を光軸に沿って移動させる駆動部６１ａが、眼科装置１には設けられている。駆動部６１ａは、例えば直動アクチュエータを含んでいてもよい。

【００８２】

隅角領域からの反射光は、対物反射部５０、レンズ４９、および、光偏心部４８を介して、穴開きミラー４７へ照射される。その後、反射光は、穴開きミラー４７の開口、および、フォーカスレンズ６１、をそれぞれ通過して、撮像素子６２において結像される。結果、隅角の全周において照明光が照射された部位を撮像位置とする、隅角画像が、撮像素子６２からの受光信号に基づいて得られる。

【００８３】

また、光偏心部４８を回転させ、撮影光軸Ｌ２を固視光軸Ｌ１の周りに回転させることにより、隅角の全周における撮像位置を切換えることができる。前述したように、本実施例では、対物反射部５０が、１６枚の反射面を有するので、隅角の全周を１６分割してその

各々を、選択的に撮像できる。
【００８４】
＜制御系＞
次に、図４を参照して、眼科装置１の制御系を説明する。眼科装置１は、制御部（プロセッサ）８０を備える。制御部８０によって、装置全体の制御処理および各種演算処理が実行される。
【００８５】
制御部８０は、ＣＰＵ、ＲＯＭ、ＲＡＭ等を含んでいてもよい。ＲＡＭには、例えば、撮影および測定に用いる一時データが格納される。
【００８６】
制御部８０は、例えば、バス等を介して、アライメント機構５ａ，５ｂ、モニタ８、光源４１、駆動部４８ｄ、駆動部６１ａ、受光素子６２、光源７１、記憶装置８１、操作部８５、等と接続される。
【００８７】
記憶装置８１は、書き換え可能な不揮発性の記憶装置である。記憶装置８１としては、ハードディスク、フラッシュメモリ、ＵＳＢメモリ等の種々の記憶装置が適用可能である。また、記憶装置８１には、例えば、眼科装置１に撮影動作等の各種動作を実行させるためのプログラムが、少なくとも格納されていてもよい。
【００８８】
眼科装置１によって撮像される隅角画像は、記憶装置８１に保存されてもよい。また、モニタ８において表示されてもよい。
【００８９】
操作部８５は、眼科装置１における入力インターフェイスである。操作部８５が検者によって操作されることによって、操作に応じた指示が、制御部８０に入力される。操作部８５としては、例えば、マウス、および、タッチパネル等のポインティングデバイスであってもよいし、キーボードであってもよい。また、眼科装置１において、アライメントのために操作されるジョイスティック７が、操作部８５の１つとして利用されてもよい。
【００９０】
＜動作説明＞
以上のような構成を持つ、眼科装置１における隅角画像の撮影動作を、図５のフローチャートを参照して説明する。
【００９１】
撮影に際し、まず、制御部８０は、光源７１を点灯し、固視標の投影を開始する（Ｓ１）。これにより、被検眼Ｅの視線が誘導される。
【００９２】
そして、検者は、ジョイスティック７等を操作して、対物反射部５０の先端が、被検眼Ｅの角膜から数ミリ程度の距離となるように、撮影光学系３０を被検眼Ｅへと接近させる（第１のアライメント（Ｓ２））。その際、併せて、被検眼Ｅと対物反射部５０との間に、ジェルＧを介在させる。
【００９３】
第１のアライメントが完了した後、第２のアライメントが実行される（Ｓ３）。例えば、第１のアライメント完了を、装置が自動で検出して、第２のアライメントが開始してもよいし、操作部８５に対する所定の操作の入力をトリガとして、第２のアライメントが開始されてもよい。
【００９４】
ここで、第１のアライメント完了を、自動的に検出する場合の一例を示す。例えば、制御部８０は、予め定められた複数の撮像位置で隅角画像を、検者によってジョイスティック７等が操作される間、繰り返し撮像する。そして、各々の隅角画像を処理して、その隅角画像において隅角の特徴部が含まれているか否かを検出する。より詳細には、各々の隅角画像の中に、隅角の特徴部を示す画像的な特徴が含まれているか否かを確認する。各撮像

位置での隅角画像において隅角の特徴部が検出される場合に、第１のアライメントを完了してもよい。第１のアライメント完了を判定する際に利用される特徴部は、後述の第２のアライメントに利用される特徴部と同一であってもよい。

【００９５】

第２のアライメントでは、隅角全周の中心に、対物反射部５０の光軸が略合致するように、被検眼Ｅと撮影光学系３０との位置関係が調整される。より詳細には、光偏心部４８の回転によって互いに異なる撮像位置で隅角画像を得た際に、それぞれの隅角画像において所定の特徴部が良好に含まれるように、調整が行われる。

【００９６】

ここで、図６～図８を参照して、第２のアライメントの詳細を説明する。

【００９７】

まず、光偏心部４８を回転させ、所定の撮像位置における隅角画像を撮影する（Ｓ１１）。制御部８０は、光偏心部４８を、０°の位置から、１／４周分ずつ（つまり、９０°ずつ）回転させる。つまり、１／４周分の回転毎に、回転を一時停止させる。

【００９８】

また、１／４周分の回転毎に投光光学系４０から照明光を照射して、隅角画像を撮像する。隅角画像の撮像は、回転が停止している間に行われてもよい。

【００９９】

その結果、光偏心部４８が１周回転される毎に、隅角の全周における０°、９０°、１８０°、２７０°の位置を撮影部位とする隅角画像が、少なくとも１枚ずつ得られる。アライメントの間、制御部８０は、光偏心部４８を繰り返し回転させると共に、隅角画像の撮像を繰り返す。

【０１００】

このとき、図７に示すように、各位置で撮影された隅角画像は、同時にモニタ８上に表示させる表示制御が行われてもよい。この場合、それぞれの隅角画像は、時系列に切換えられて表示されてもよい。これにより、アライメント状態を、検者が把握できる。

【０１０１】

図７において、モニタ８上に表示される各隅角画像の位置関係は、各々の隅角画像の間における撮影部位の位置関係と対応している。つまり、本実施例では、０°、９０°、１８０°、２７０°を撮影部位とする、４枚の隅角画像のそれぞれが、モニタ上の１点と基準として、０°、９０°、１８０°、２７０°の位置に表示される。

【０１０２】

また、本実施例では、Ｘ，Ｙ，Ｚの各方向におけるアライメント目標位置に対するズレが制御部８０によって検出される。そして、検出されたズレ（つまり、アライメント状態）を表す指標等（符号１００，１０１，１１０，１１１で示す）が、各部位の隅角画像と共に（同時に）表示される。このような指標が表示されることで、検者においてアライメント状態を把握が、いっそう容易になる。指標等の詳細については、後述する。また、本実施例は、指標等によって示されるアライメント状態は、Ｘ，Ｙ，Ｚの各方向についてであるが、必ずしもこれに限られるものではない。一部のアライメント状態だけが上記のような指標によって示されてもよい。

【０１０３】

随時撮影される撮影部位毎の隅角画像から、制御部８０は、特徴部を検出する（Ｓ１２）。そして、検出された特徴部の位置に応じて、アライメント機構５ａ，５ｂを駆動制御する（Ｓ１３）。以下、本実施例では、特徴部として、線維柱帯が検出されるものとする。

【０１０４】

ここで、図８を参照して、隅角画像から線維柱帯を検出する手法の一例を示す。制御部８０は、線維柱帯を、隅角画像における輝度情報を利用して検出する。

【０１０５】

図８に示す隅角画像において、矢印Ａの方向が、固視光軸Ｌ１を中心とする半径方向を示している。隅角画像は、矢印Ａ方向に沿って、撮像された部位の違いに応じた輝度の変化

を持っている。
【０１０６】
線維柱帯は、虹彩と角膜の間にある。角膜の方が虹彩に比べ、可視光を反射しやすいので、隅角画像において矢印Ａ方向に沿う各画素列には、線維柱帯の近傍に、大きな輝度の変化が確認される。
【０１０７】
そこで、隅角画像から、矢印Ａ方向に沿う画素列を、１本以上抽出し、抽出した画素列における輝度情報に基づいて、矢印Ａ方向に関する線維柱帯の位置を検出する。１枚の隅角画像から、画素列は、複数本抽出されることが好ましい。この場合、抽出さえる画素列のそれぞれは、抽出される他の画素列に対して離れた位置にある（つまり、固視光軸Ｌ２を中心とする回転方向（矢印Ａと交差する方向）に関して離れた入りにある）ことが好ましい。
【０１０８】
この場合、抽出した画素列において、矢印Ａ方向に関する輝度の微分（差分）情報を求め、所定の輝度変化が微分（差分）情報に基づいて検出される位置を、線維柱帯の位置として検出してもよい。
【０１０９】
ある画素についての微分（差分）情報は、そのある画素と、そのある画素から、矢印Ａ方向に関する位置が一定量異なる画素と、の輝度差（コントラスト）を算出することで得られる。例えば、隣接画素間の輝度差が算出されてもよい。輝度差の算出を、画素列内の他の画素についても行うことで、１つの画素列における輝度の微分（差分）情報が得られる。
【０１１０】
例えば、画素列における微分（差分）情報を、矢印Ａ方向に沿って（固視光軸Ｌ１側から遠位側へ）見たときに、予め定められた閾値以上の微分（差分）情報を持つ位置が、線維柱帯の位置として、検出してもよい。また、例えば、微分情報を更に微分して輝度情報の変曲点を求め、矢印Ａ方向に沿って見たときに最初に現れる変曲点を線維柱帯の位置として検出してもよい。
【０１１１】
なお、線維柱帯の位置での輝度変化は、被検者の虹彩の色に応じて異なる。そこで、例えば、閾値に基づいて線維柱帯の位置を検出する場合、閾値が被検者の虹彩の色に応じて変更可能であってもよい。
【０１１２】
複数の抽出画素列において線維柱帯の位置を検出することで、隅角画像における線維柱帯の位置を適正に検出できる。なお、ある画素列において検出された線維柱帯の位置が、他の画素列における線維柱帯の検出位置から大きく異なっている場合は、その画素列に関しては、誤検出の可能性があるので、その画素列の検出結果については無視し、他の画素列の検出結果に基づいて、隅角画像全体における線維柱帯の位置を特定（検出）してもよい。
【０１１３】
図６，図７に戻って、アライメント機構５ａ，５ｂの駆動制御に関する説明を続ける。
【０１１４】
まず、ＸＹ方向のアライメントについて説明する。
【０１１５】
例えば、０°、９０°、１８０°、２７０°の位置を撮影部位とする４枚の隅角画像が得られた場合、４枚のうち、０°の位置と、１８０°の位置と、の２枚の隅角画像に基づいて、制御部８０は、Ｘ方向（水平方向）のアライメントを行う。より詳細には、０°の位置と、１８０°の位置と、の２枚の隅角画像の間で、線維柱帯の半径方向（この場合、水平方向）に関する位置が略同じ（略対称）となるように、制御部８０は、アライメント機構５ａ，５ｂを駆動させる。これにより、被検眼Ｅと撮影光学系３０とのＸ方向（水平方向）に関する位置関係が調整される。
【０１１６】

また、制御部８０は、４枚のうち、９０°の位置と、２７０°の位置と、の２枚の隅角画像に基づいて、Ｙ方向（上下方向）のアライメントを行う。より詳細には、９０°の位置と、２７０°の位置と、の２枚の隅角画像の間で、線維柱帯の半径方向（この場合、垂直方向）に関する位置が略同じ（略対称）となるように、制御部８０は、アライメント機構５ａ，５ｂを駆動させる。これにより、被検眼Ｅと撮影光学系３０とのＹ方向（垂直方向）に関する位置関係が調整される。

【０１１７】

次に、Ｚ方向のアライメントについて説明する。

【０１１８】

例えば、作動距離（被検眼Ｅと対物反射部５０との距離）が近いほど、線維柱帯は隅角画像において固視光軸Ｌ１に対する遠位側に生じ、作動距離が遠いほど、隅角画像において固視光軸Ｌ１側に生じる。

【０１１９】

そこで、例えば、ＸＹ方向に関するアライメント後、固視光軸Ｌ１に対して対称な撮像位置で撮像された２枚の隅角画像において、各々の隅角画像における線維柱帯が、隅角画像において予め定められた目標位置にあるか否かを判定する。この場合、目標位置は、隅角画像の中ほどに設定されていることが好ましい。

【０１２０】

そして、線維柱帯が目標位置よりも固視光軸Ｌ１側にあると判定される場合は、被検眼Ｅへ撮影光学系３０が近付く方向に、アライメント機構５ａをＺ方向に関して駆動させる。一方、線維柱帯が目標位置よりも固視光軸Ｌ１に対する遠位側にあると判定される場合は、被検眼Ｅから撮影光学系３０が遠ざかる方向に、アライメント機構５ａをＺ方向に関して駆動させる。これらの各場合において、ＸＹ方向に関しても適宜アライメント機構５ａの駆動制御が実行されてもよい。

【０１２１】

但し、隅角の全周は必ずしも円形ではなく、非円形になっている場合が考えられる。このため、例えば、０°の位置と、１８０°の位置と、の２枚の隅角画像に基づいて、Ｚ方向のアライメントが適正に行われた状態では、９０°の位置と、２７０°の位置と、の２枚の隅角画像に関しては、線維柱帯を撮影するうえで、作動距離が短すぎる／長すぎる場合が考えらえる。勿論、この逆も考えられる。

【０１２２】

そこで、例えば、０°の位置と、１８０°の位置と、の２枚の隅角画像における線維柱帯の半径方向に関する位置と、９０°の位置と、２７０°の位置と、の２枚の隅角画像における線維柱帯の半径方向に関する位置と、の平均を求め、その平均が目標位置となるように、アライメント機構５ａをＺ方向に関して駆動させてもよい。

【０１２３】

モニタ８上に、アライメント状態を示す指標１００，１０１およびガイド情報１１０，１１１が表示される場合、図７において、ＸＹ方向のアライメント状態は、指標１０１，１１０および第１ガイド情報１１０によって示される。

【０１２４】

また、図７において、Ｚ方向に関するアライメント状態は、指標１００，１０１および第２ガイド情報１１１によって示される。

【０１２５】

図７において、隅角画像上に重畳される点状の指標１００は、隅角の特徴部（ここでは線維柱帯）の検出位置を示している。また、図７において矩形のレチクル１０１は、アライメント目標位置を示している。また、レチクル１０１は電子的な指標である。また、図７に示すように、目標位置は、適正なマージンを有して設定されてもよい。レチクル１０１によって示される目標位置（目標領域）に指標１００（特徴部）が含まれるか否かによって、Ｘ，Ｙ，Ｚ方向のアライメント状態を、検者において把握できる。

【０１２６】

但し、指標１００およびレチクル１０１は、４枚の隅角画像上に分散しているので同時に確認し難く、不慣れな検者では、アライメント状態を直感的に把握しにくいことが考えられる。そこで、本実施例では、更に、第１，第２ガイド情報１１０，１１１が、表示される。第１，第２ガイド情報１１０，１１１は、４枚の隅角画像が占める面積に対し、十分コンパクトな面積で表示されてもよい。例えば、隅角画像１枚あたりの面積以下のスペースに、表示されてもよい。

【０１２７】

図７に示すように、本実施例では、撮像位置と対応した位置関係で表示される、複数の隅角画像の中間に、第１，第２ガイド情報１１０，１１１が表示される。これにより、第１，第２ガイド情報１１０，１１１で全体的なアライメント状態を把握しつつ、各々の隅角画像に対して検者が視線を写すことが容易となる。

【０１２８】

第１ガイド情報１１０は、手動でアライメント調整する場合のジョイスティック７の操作方向を示している。中心の丸印がジョイスティックを示している。その上下左右の４方向に表れる同心円弧状のシンボルが、アライメント目標位置に対して必要な、ジョイスティックの操作量（換言すれば、アライメントのズレ量）を示している。

【０１２９】

第２ガイド情報１１１は、第１ガイド情報１１０と隣接して表示される。図７では、第２ガイド情報１１１を構成する複数の線のうち、幅広の線が、Ｚ方向の適正位置を示しており、Ｚ方向のアライメントズレの程度に応じて、幅広の線の上下に幅狭の線が追加される。装置が被検眼Ｅに近すぎている場合は、下側に幅狭の線が表示され、遠すぎる場合は、上側に幅狭の線が表示される。

【０１３０】

Ｘ，Ｙ，Ｚ方向のアライメント状態が適正アライメント状態となった場合、指標１００，１０１およびガイド情報１１０，１１１の表示態様が切換ってもよい。例えば、適正アライメント状態とそれ以外とで、指標１００，１０１およびガイド情報１１０，１１１の色が変更されてもよい。

【０１３１】

以上のような、ＸＹ方向のアライメント制御、および、Ｚ方向のアライメント制御は、交互に、複数回繰り返し行われてもよい。本実施例では、所定のアライメント完了条件を満たしたと、隅角画像に基づいて判定される場合、或いは、操作部８５に対する操作によってアライメント完了信号が入力された場合に、第２アライメントに関する処理を終了させ（Ｓ１４：Ｙｅｓ）、それ以外の場合は、Ｓ１１に戻って、アライメント動作を繰りかえし実行する（Ｓ１４：Ｎｏ）。

【０１３２】

以上のようなアライメント動作（第２のアライメント）の結果として、被検眼の隅角全周に対する中心と、対物反射部５０の光軸と、が略合致される。また、更に、光偏心部４８を回転させて、隅角の全周における各撮像位置で隅角画像を撮像した際に、各々の隅角画像において、線維柱帯が、良好に含まれるようになる。

【０１３３】

図５に戻って、説明を続ける。アライメントが完了した後は、撮影動作が実行される（Ｓ４）。

【０１３４】

本実施例では、撮影動作の結果として、線維柱帯に対して合焦された隅角画像を、撮影画像として取得する。

【０１３５】

一例として、図８を参照し、隅角の全周を１６分割した１６箇所の撮像位置にて隅角画像を続けて撮影するときの撮影動作を示す。

【０１３６】

撮像位置の初期設定を行う（Ｓ２１）。例えば、０°の撮像位置が、初期位置として、予

め定められていてもよい。制御部８０は、初期設定位置が撮像されるように、駆動部４８ｄを駆動制御する。このとき、フォーカシングレンズ６１が、可動範囲の端部に、配置されるように、駆動部６１ａを駆動させる。

【０１３７】

１つの撮像位置で隅角画像を撮影する場合、制御部８０は、フォーカスレンズ６１を、可動範囲の一端から他端まで、一方向に変位させる。このとき、制御部８０は、フォーカスレンズが一端または他端の何れであるかに応じて、フォーカスレンズの移動方向を決定してもよい（Ｓ２２～Ｓ２４）。また、フォーカスレンズが移動される間に、複数枚の隅角画像を撮像する（Ｓ２５）。例えば、一定時間ごとに、隅角画像を撮像する。結果、線維柱帯へのフォーカス状態が互いに異なる複数枚の隅角画像が得られる。

【０１３８】

次に、各々の隅角画像における線維柱帯を検出する（Ｓ２６）。検出手法は、第２のアライメントのときと、同様であってもよい。そして、線維柱帯を含む領域であって線維柱帯の近傍領域を、各々の隅角画像において設定する（Ｓ２７）。近傍領域の大きさ、形状は、予め定められていてもよい。例えば、本実施例では、図８に示すように、矩形形状の近傍領域が設定される。

【０１３９】

次に、制御部８０は、線維柱帯に対するフォーカス状態の評価情報を、各々の画像について求める（Ｓ２７）。まず、近傍領域におけるコントラスト（フォーカス状態の評価情報の一例）を、近傍領域における輝度分布に基づいて求める。複数の隅角画像のうち、線維柱帯に対して最も好適に合焦されている画像は、近傍領域におけるコントラストが最も高い画像であると考えられる。そこで、近傍領域におけるコントラストが最も高い隅角画像を、撮影画像として、選択する（Ｓ２８）。選択された隅角画像は、例えば、メモリ８１に記憶される。

【０１４０】

その後、１６箇所の撮像位置の中に、未撮影の撮像位置が残っている場合は（Ｓ２９：Ｙｅｓ）、制御部８０は、光偏心部４８を所定角度回転させ（Ｓ３０）、次の撮像位置にて同様の撮影動作を行う（Ｓ２２～Ｓ２８）。新たな撮像位置で複数枚の隅角画像を撮像する際には、制御部８０は、フォーカスレンズ６１を、直前の撮像位置とは、反対方向に駆動させる。このように、本実施例では、互いに異なる２つの撮像位置における隅角画像を、続けて撮像する場合において、第１の撮像位置では、制御部８０は、フォーカスレンズ６１を所定範囲で一方向に移動させつつ複数枚の隅角画像を撮像する。また、続けて撮像される第２の撮像位置では、制御部８０は、フォーカスレンズ６１を一方向に対する反対方向に移動させつつ複数枚の隅角画像を撮像する。これにより、複数部位を続けて撮影する場合において、撮影時間を短縮することができる。

【０１４１】

撮像位置を切換えて繰り返し撮影を行い、全ての撮像位置について撮影が完了したら（Ｓ２９：Ｎｏ）、図９に示す撮影動作は終了される。各撮像位置に対し、上記撮影動作が行われた結果として、各撮像位置における線維柱帯に対して合焦された複数（ここでは、１６枚）の隅角画像を（撮影画像として）得ることができる。

【０１４２】

このようにして撮影された隅角画像を、制御部８０は、モニタ８へ表示させてもよい（Ｓ５）。この場合、図１０に示すレイアウトで、１６枚の隅角画像を並べて表示させてもよい。即ち、各々の隅角画像を撮影部位の位置と対応させつつ、円環状に並べて配置させる。これにより、隅角の全周における線維柱帯の状態を、検者に容易に確認させることができる。

【０１４３】

勿論、各撮像位置の隅角画像が同時に表示される必要はなく、何れかの撮像位置の画像が、選択的にモニタに表示されてもよい。

【０１４４】

＜変形例＞
以上、実施形態に基づいて本開示を説明したが、本開示は、上記形態に限定されるものではなく、種々の変容が可能である。
【０１４５】
例えば、上記実施例における第２のアライメントでは、制御部８０によって自動的なアライメント機構５ａ，５ｂの駆動制御が行われた。しかし、必ずしもこれに限られるものではなく、検者による操作部８５またはジョイスティック７の操作に基づいて、手動でアライメント調整が行われてもよい。この場合において、図７に示すようなアライメント状態を示す指標等が、モニタ８上に表示されてもよい。この場合、指標等は、隅角画像における特徴部の位置に基づいて操作部の操作を案内する情報（すなわち、案内情報）の一種である。
【０１４６】
また、手動アライメントと、自動アライメントとのいずれか一方が、選択可能であってもよい。この場合、アライメントの手法（自動または手動）は、操作部の操作に基づいて、アライメントの事前に選択されてもよい。また、アライメントの途中で、所定の操作に基づき、アライメントの手法が切換えられてもよい。
【０１４７】
また、例えば、上記実施例では、複数の撮像位置でそれぞれ、フォーカス状態が互いに異なる複数枚の隅角画像を撮影が撮影された。このため、一人の患者につき、大量の隅角画像が撮影によって取得される。大量に取得された隅角画像のうち、少なくともメモリに保存するものを選択するために、或いは、再撮影を行う撮像位置を確認するために、図１１の確認画面が、モニタ８に表示されてもよい。例えば、図９のフローチャートにおいて、全ての撮像位置について撮影が完了したら（Ｓ２９：Ｎｏ）、制御部８０は、確認画面を立ち上げ、表示してもよい。
【０１４８】
図９の確認画面は、拡大表示エリア２００、第１選択エリア２１０、第２選択エリア２２０、の３つのエリアに大別される。
【０１４９】
第１選択エリア２１０は、拡大表示エリア２００，および，第２選択エリア２２０に表示する画像の撮像位置を選択するためのエリアである。第１選択エリア２１０には、それぞれの撮像位置を代表する隅角画像のサムネイルが並べられる。このとき、サムネイルは、撮像位置に関連づけて（例えば、ある位置から時計回りの順に）並べられてもよい。
【０１５０】
図１１の確認画面は、第１選択エリア２１０に表示されるウィジェット２１１は、サムネイル以外の手法で撮像位置を選択するものであってもよい。或いは、スペースの都合上、全ての撮像位置と対応するサムネイルを第１選択エリア２１０に表示することができない場合に、第１選択エリア２１０に表示されるサムネイルを切換えるために利用されるものであってもよい。
【０１５１】
拡大表示エリア２００には、図１１の例では、撮像位置毎に１枚ずつ、隅角画像のサムネイルが並んで表示される。ポインティングデバイス（操作部の一例）を用いて、いずれかのサムネイルが選択される。そして、選択されたサムネイルと同じ撮像位置で撮影された他の画像が、第２選択エリア２２０に並べて配置される。第２選択エリア２２０に表示される画像もまた、サムネイルであってもよい。第２選択エリア２２０におけるサムネイルは、各サムネイルと対応する隅角画像を撮影した際のフォーカスに関連づけて、並べられていてもよい。これにより、所期するフォーカス状態の隅角画像を、第２選択エリア２２０のサムネイルの中から選択することが容易になる。
【０１５２】
拡大表示エリア２００には、第２選択エリア２２０のサムネイルと対応する撮像位置の複数の隅角画像のうち、いずれか１枚が表示される。第２選択エリア２２０において何れか

のサムネイルが選択されることにより、拡大表示エリア２００に表示される隅角画像が、選択されたサムネイルと対応するものに切換る。

【０１５３】

図１１の確認画面は、更に３つのウィジェット２３１～２３３が表示される。即ち、[Accept]ボタン２３１，[Retake]ボタン２３２，[Abort]ボタン２３３の３つが表示される。

【０１５４】

[Accept]ボタン２３１は、メモリに保存する画像を選択するために利用される。[Accept]ボタン２３１が操作された場合、拡大表示エリア２００に表示された隅角画像がメモリに表示される。これに代えて、第２選択エリア２２０の複数のサムネイルと対応する全てまたは一部の隅角画像が、メモリに保存されてもよい。いずれの隅角画像を保存するかについては、事前に設定可能であってもよい。

【０１５５】

[Retake]ボタン２３２は、再撮影を実行するために利用される。[Retake]ボタン２３２が選択された場合、拡大表示エリア２００に表示される隅角画像と対応する撮像位置（つまり、第１選択エリア２１０で選択されている撮像位置）についての再撮影が、制御部８０によって実行される。再撮影実行後、再撮影した撮像位置が予め選択された状態で、図１１の確認画面が再度立ち上がってもよい。これにより、再撮影の結果を直ちに確認できる。

【０１５６】

[Abort]ボタン２３３は、選択された撮像位置における隅角画像を消去するために利用される。[Abort]ボタン２３３が操作されることで、選択された撮像位置における隅角画像は、全て消去されてもよい。また、一部ずつ消去されてもよい。

【０１５７】

以上のような確認画面を介して隅角画像の選択が行われた結果として、不適当な隅角画像が、保存および表示されることを、良好に低減できる。

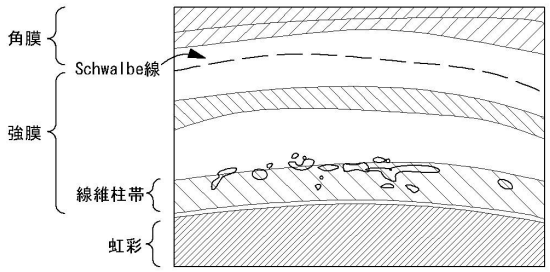
【符号の説明】

【０１５８】

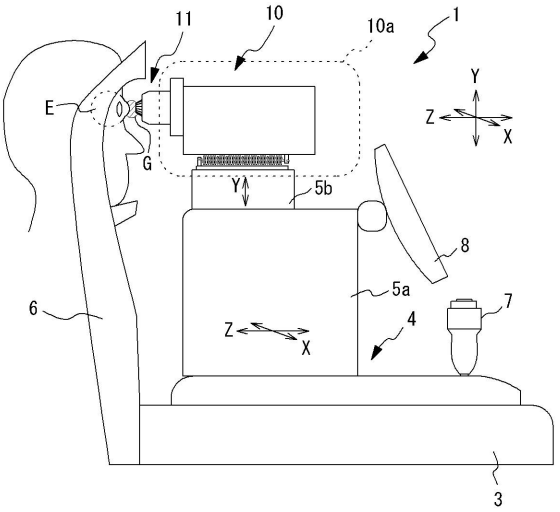
１　　眼科装置
４，５ａ，５ｂ　アライメント機構
３０　撮影光学系
４０　投光光学系
４８　光偏心部
４８ｄ　駆動部
５０　対物光学系
６０　受光光学系
６１　フォーカシングレンズ
６１ａ　駆動部
８０　制御部

【図面】

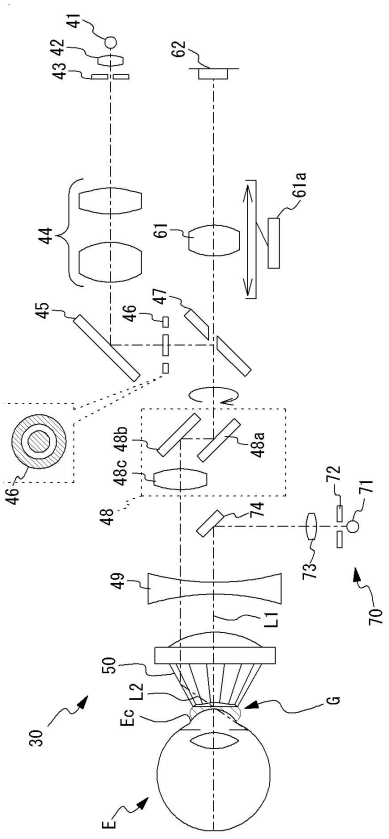
【図１】


角膜
Schwalbe線
強膜
線維柱帯
虹彩

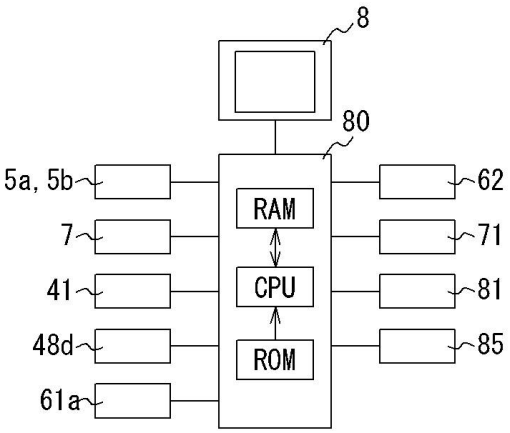
【図２】


11
10
10a
1
E
G
Y
Z
X
5b
8
5a
6
7
4
3

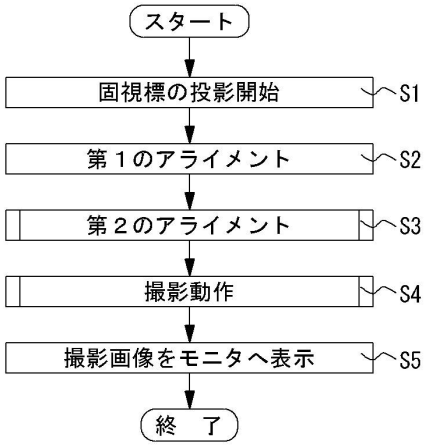
【図３】


41
42
43
62
61a
44
61
45
46
47
48b
48a
48c
48
72
71
74
73
49
L1
70
50
L2
Ec
G
30
E

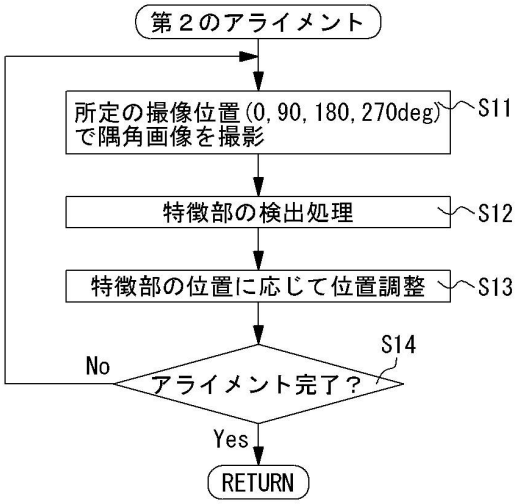
【図４】


8
80
5a, 5b
7
41
48d
61a
RAM
CPU
ROM
62
71
81
85

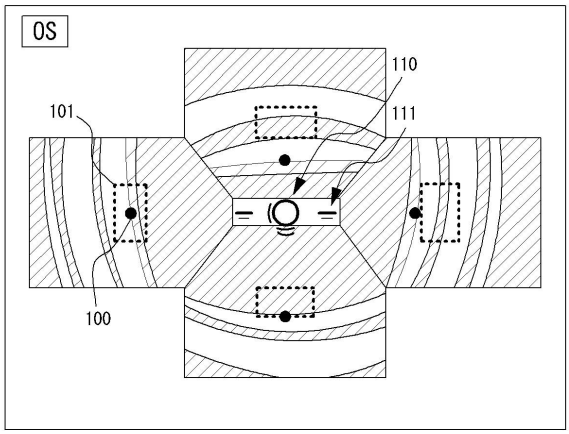
【図５】


スタート
固視標の投影開始
S1
第１のアライメント
S2
第２のアライメント
S3
撮影動作
S4
撮影画像をモニタへ表示
S5
終　了

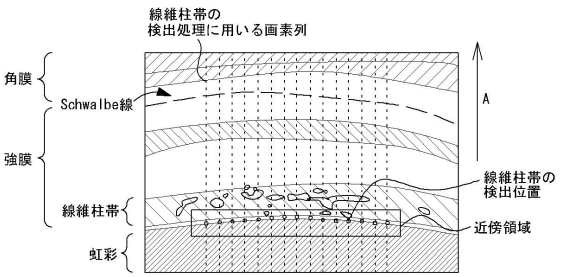
【図６】


第２のアライメント
所定の撮像位置(0, 90, 180, 270deg)で隅角画像を撮影
S11
特徴部の検出処理
S12
特徴部の位置に応じて位置調整
S13
S14
No
アライメント完了？
Yes
RETURN

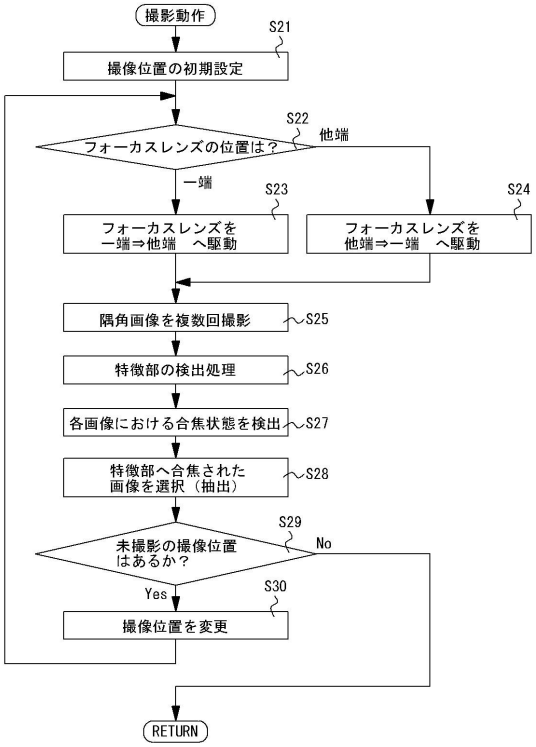
【図７】


OS
110
101
111
100

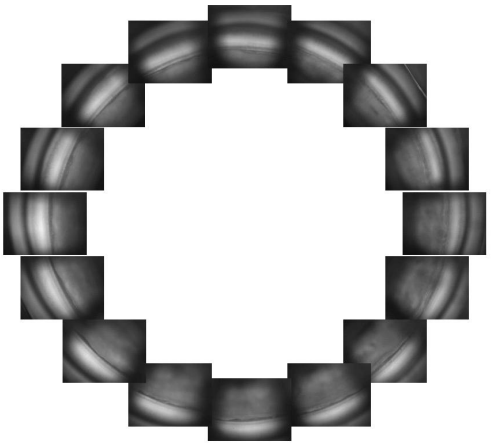
【図８】


線維柱帯の
検出処理に用いる画素列
角膜
Schwalbe線
強膜
線維柱帯
虹彩
A
線維柱帯の
検出位置
近傍領域

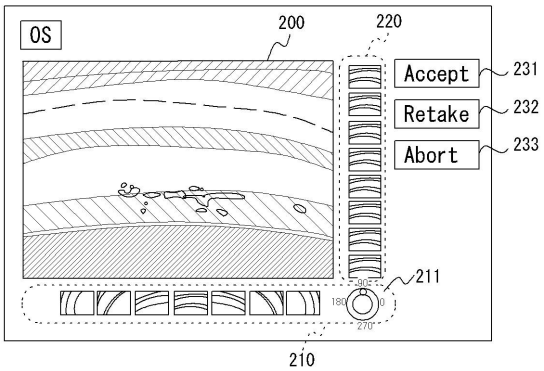
【図９】


撮影動作
S21
撮像位置の初期設定
S22
フォーカスレンズの位置は？
他端
一端
S23
フォーカスレンズを
一端⇒他端　へ駆動
S24
フォーカスレンズを
他端⇒一端　へ駆動
隅角画像を複数回撮影
S25
特徴部の検出処理
S26
各画像における合焦状態を検出
S27
特徴部へ合焦された
画像を選択（抽出）
S28
S29
未撮影の撮像位置
はあるか？
No
Yes
S30
撮像位置を変更
RETURN

【図１０】



【図１１】


OS
200
220
Accept
231
Retake
232
Abort
233
211
210

フロントページの続き

(56)参考文献 特開２０１６－０５９７２６（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１５／１８０９２３（WO，Ａ１）
特開２０１５－０６６０８４（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１５／０９１７９６（WO，Ａ２）
特開２００９－２９１５１７（ＪＰ，Ａ）
特開２０１４－１８６５０５（ＪＰ，Ａ）

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