

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6188339号  
(P6188339)

(45) 発行日 平成29年8月30日(2017.8.30)

(24) 登録日 平成29年8月10日(2017.8.10)

(51) Int.Cl.

F 1

A 6 1 B 3/10 (2006.01)

A 6 1 B 3/10

R

請求項の数 18 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2013-17657 (P2013-17657)  
 (22) 出願日 平成25年1月31日(2013.1.31)  
 (65) 公開番号 特開2014-147499 (P2014-147499A)  
 (43) 公開日 平成26年8月21日(2014.8.21)  
 審査請求日 平成28年1月16日(2016.1.16)

(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 100126240  
 弁理士 阿部 琢磨  
 (74) 代理人 100124442  
 弁理士 黒岩 創吾  
 (72) 発明者 小峰 功  
 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 青木 博  
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光断層撮像装置およびその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

測定光を照射した被検眼の前眼部からの戻り光と、該測定光に対応する参照光とを合波した光に基づいて、前記前眼部の断層画像を取得する光断層撮像装置であって、

前記測定光の光路長を変更する測定光光路長変更手段と、

前記断層画像の撮像範囲の大きさを指示する指示手段と、

前記撮像範囲を狭くする指示の場合には、前記測定光の光路長を標準距離に対して短くするように、且つ前記撮像範囲を広くする指示の場合よりも前記測定光の光路長を変更する速度を遅くするように、前記測定光光路長変更手段を制御する制御手段と、

を有することを特徴とする光断層撮像装置。

10

【請求項 2】

前記測定光光路長変更手段は、前記測定光の光路を含む光学部を前記前眼部に対して移動する光学部移動機構を有し、

前記制御手段が、前記撮像範囲を狭くする指示の場合には、前記前眼部に対して前記光学部を近づけるように、且つ前記撮像範囲を広くする指示の場合よりも前記光学部の移動速度を遅くするように、前記光学部移動機構を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の光断層撮像装置。

【請求項 3】

前記撮像範囲の限界の範囲を示す表示形態を表示手段に表示させる表示制御手段を更に有することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光断層撮像装置。

20

## 【請求項 4】

前記表示制御手段が、前記撮像範囲の拡大限界範囲を示す表示形態と前記撮像範囲の縮小限界範囲を示す表示形態とを前記前眼部の画像に重ねた状態で前記表示手段に表示され、

前記拡大限界範囲を示す表示形態は、前記縮小限界範囲を示す表示形態に対して視認性の高い表示形態であることを特徴とする請求項 3 に記載の光断層撮像装置。

## 【請求項 5】

前記表示制御手段が、前記断層画像の撮像範囲の大きさの変更の指示を入力するための表示形態を表示手段に表示させ、

前記指示手段が、操作手段による操作に応じて前記変更を指示することを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の光断層撮像装置。

## 【請求項 6】

前記操作手段は、マウスであることを特徴とする請求項 5 に記載の光断層撮像装置。

## 【請求項 7】

前記表示制御手段が、前記変更の指示を入力するための表示形態における前記撮像範囲の限界の範囲外に前記変更が指示された場合には、警告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 5 または 6 に記載の光断層撮像装置。

## 【請求項 8】

前記参照光の光路長を変更する参照光光路長変更手段を更に有し、

前記制御手段が、前記指示手段による指示に応じて、前記測定光光路長変更手段と前記参照光光路長変更手段とを連動させて制御することを特徴とする請求項 1 乃至 7 の何れか一項に記載の光断層撮像装置。

## 【請求項 9】

前記前眼部に対して前記測定光を合焦する合焦レンズを光路に沿って移動する移動手段を更に有し、

前記制御手段が、前記指示手段による指示に応じて、前記測定光光路長変更手段と前記移動手段とを連動させて制御す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光断層撮像装置。

## 【請求項 10】

前記測定光の光路に設けられる対物レンズを更に有し、

前記測定光光路長変更手段は、前記対物レンズと前記前眼部との距離を変更することにより、前記測定光の光路長を変更することを特徴とする請求項 1 乃至 9 の何れか一項に記載の光断層撮像装置。

## 【請求項 11】

前記測定光の光路に設けられる対物レンズと、

前記前眼部において前記測定光を走査する走査手段と、

前記対物レンズと前記前眼部との距離が長くなると前記前眼部における測定光の走査範囲が広くなり、且つ前記対物レンズと前記前眼部との距離が短くなると前記前眼部における前記測定光の走査範囲が狭くなるように、前記測定光を前記前眼部に照射する照射手段と、

を有することを特徴とする請求項 1 乃至 9 の何れか一項に記載の光断層撮像装置。

## 【請求項 12】

測定光を照射した被検眼の前眼部からの戻り光と、該測定光に対応する参照光とを合波した光に基づいて、前記前眼部の断層画像を取得する光断層撮像装置の制御方法であって、

前記断層画像の撮像範囲の大きさを指示する工程と、

前記撮像範囲を狭くする指示の場合には、前記測定光の光路長を標準距離に対して短くするように、且つ前記撮像範囲を広くする指示の場合よりも前記測定光の光路長を変更する速度を遅くするように、前記測定光の光路長を変更する測定光光路長変更手段を制御する工程と、

10

20

30

40

50

を有することを特徴とする光断層撮像装置の制御方法。

【請求項 1 3】

前記測定光光路長変更手段は、前記測定光の光路を含む光学部を前記前眼部に対して移動する光学部移動機構を有し、

前記制御する工程において、前記撮像範囲を狭くする指示の場合には、前記前眼部に対して前記光学部を近づけるように、且つ前記撮像範囲を広くする指示の場合よりも前記光学部の移動速度を遅くするように、前記光学部移動機構を制御することを特徴とする請求項 1 2 に記載の光断層撮像装置の制御方法。

【請求項 1 4】

前記撮像範囲の限界の範囲を示す表示形態を表示手段に表示させる工程を更に有することを特徴とする請求項 1 2 または 1 3 に記載の光断層撮像装置の制御方法。

10

【請求項 1 5】

前記表示手段に表示させる工程において、前記撮像範囲の拡大限界範囲を示す表示形態と前記撮像範囲の縮小限界範囲を示す表示形態とを前記前眼部の画像に重ねた状態で前記表示手段に表示され、

前記拡大限界範囲を示す表示形態は、前記縮小限界範囲を示す表示形態に対して視認性の高い表示形態であることを特徴とする請求項 1 4 に記載の光断層撮像装置の制御方法。

【請求項 1 6】

前記表示手段に表示させる工程において、前記断層画像の撮像範囲の大きさの変更の指示を入力するための表示形態を表示手段に表示させ、

20

前記指示する工程において、操作手段による操作に応じて前記変更を指示することを特徴とする請求項 1 4 または 1 5 に記載の光断層撮像装置の制御方法。

【請求項 1 7】

前記表示手段に表示させる工程において、前記変更の指示を入力するための表示形態における前記撮像範囲の限界の範囲外に前記変更が指示された場合には、警告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 6 に記載の光断層撮像装置の制御方法。

【請求項 1 8】

請求項 1 2 乃至 1 7 の何れか一項に記載の光断層撮像装置の制御方法の各工程をコンピュータに実行させることを特徴とするプログラム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光断層撮像装置およびその制御方法に関する。例えば、眼科診療等に用いられる光断層撮像装置およびその制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、光を用いて被測定物体の表面や内部の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、従来からの X 線 CT のような人体への侵襲性を持たないことから、特に医療分野において応用の展開が期待されている。なかでも、眼科分野における応用は進展が著しい。

40

【0003】

光画像計測技術の代表的な手法として、光コヒーレンストモグラフィ（光干渉断層画像化法：OCT）と呼ばれる手法がある。この手法によれば、干渉計を用いているために、高分解能で高感度の計測が可能となる。また、広帯域の微弱な光を照明光として用いることから、被検体に対する安全性が高いという利点もある。

【0004】

光干渉を利用した光コヒーレンストモグラフィ（OCT：Optical Coherence Tomography：以下、これを OCT 装置と記す。）による光断層撮像装置は、試料の断層像を高解像度に得ることができる装置であり、特に被検眼の前眼部

50

の画像を形成する前眼部光断層撮像装置に関する。

【0005】

上記OCT装置によると、低コヒーレント光である測定光を、サンプルに照射し、そのサンプルからの後方散乱光を、干渉系または干渉光学系を用いることで高感度に測定することができる。また、OCT装置は該測定光を、該サンプル上にスキャンすることで、高解像度の断層像を得ることができる。そのため、被検眼の前眼部における角膜部位の断層像が取得され、眼科診断等において利用されている。

【0006】

ここで、前眼部断層像と眼底断層像の双方を撮像可能にした光断層撮像装置が、特許文献1に開示されている。これは、前眼部撮影モードと眼底撮影モードとに応じて、干渉光学系内部の参照ミラーを、撮影モードに対応する位置に移動させている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2011-147612号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

ここで、被検眼等の被検査物の断層画像の撮像範囲の大きさを変更することを考える。このとき、被検査物に対して装置本体を光軸方向に移動すること等によって、測定光の光路長を変更する手法が考えられる。この手法では、検者は、測定光の光路長をどの程度変更すれば、意図した大きさで断層画像を取得できるのか、容易には分らない。

20

【0009】

本発明の目的の一つは、検者が、被検査物の断層画像の撮像範囲の大きさを指示すれば、意図した大きさの断層画像を容易に取得することである。また、本発明の目的の一つは、検者が、装置本体が被検眼に接触するか否かを容易に判断することにより、安全性を高めることである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明に係る光断層撮像装置の一つは、  
測定光を照射した被検眼の前眼部からの戻り光と、該測定光に対応する参照光とを合波した光に基づいて、前記前眼部の断層画像を取得する光断層撮像装置であって、  
前記測定光の光路長を変更する測定光光路長変更手段と、  
前記断層画像の撮像範囲の大きさを指示する指示手段と、  
前記撮像範囲を狭くする指示の場合には、前記測定光の光路長を標準距離に対して短くするように、且つ前記撮像範囲を広くする指示の場合よりも前記測定光の光路長を変更する速度を遅くするように、前記測定光光路長変更手段を制御する制御手段と、を有する。

30

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、断層画像の撮像範囲の大きさを指示すれば、該指示に応じて測定光の光路長を変更することができる。これにより、検者は、被検査物の断層画像の撮像範囲の大きさを指示すれば、意図した大きさの断層画像を容易に取得できる。また、本発明によれば、断層画像の撮像範囲を狭くする指示の場合には、測定光の光路長を短くするように（例えば、被検査物に対して測定光の光路を含む光学部を近づけるように）且つ該撮像範囲を広くする指示の場合よりも該測定光の光路長の変更速度を遅くするように、測定光光路長変更手段を制御することができる。これにより、検者は、装置本体が被検眼に接触するか否かを容易に判断することができるため、安全性を高めることができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】第1の実施形態に係る装置全体について示した図である。

50

【図 2】第 1 の実施形態に係る測定光学系構成を示した図である。

【図 3】第 1 の実施形態に係る被検眼の前眼部を x 方向にスキャンしている様子を示した説明図である。

【図 4】第 1 の実施形態に係る前眼部撮像位置でのスキャン範囲と、該スキャン範囲に応じて得られる画像とを示した説明図である。

【図 5】第 1 の実施形態に係る測定操作画面の一例を示した図である。

【図 6】第 1 の実施形態に係る測定操作画面の他の例を示した図である。

【図 7】第 1 の実施形態に係る測定フローを示した図である。

【図 8】第 1 の実施形態に係る前眼部の断層画像の表示例と、当該画像を補正して表示した例とを示す図である。

10

【図 9】第 2 ～ 4 の実施形態に係る測定操作画面の一例を示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

本実施形態に係る光断層撮像装置は、断層画像の撮像範囲の大きさを指示すれば、該指示に応じて測定光の光路長を変更することができる。これにより、検者は、被検査物の断層画像の撮像範囲の大きさを指示すれば、意図した大きさの断層画像を容易に取得できる。また、本実施形態に係る光断層撮像装置は、断層画像の撮像範囲を狭くする指示の場合には、測定光の光路長を短くするように（例えば、被検査物に対して測定光の光路を含む光学部を近づけるように）且つ該撮像範囲を広くする指示の場合よりも該測定光の光路長の変更速度を遅くするように、測定光光路長変更手段を制御することができる。これにより、検者は、装置本体が被検眼に接触するか否かを容易に判断することができるため、安全性を高めることができる。なお、撮像範囲を狭くすることで、詳細な拡大画像が取得され、また、撮像範囲を広くすることで、広範囲な縮小画像が取得される。また、測定光の光路長を短くすることは、例えば、光学ヘッドを光軸に沿って被検眼に近づけるように移動することで実現できる。このとき、光学ヘッドと被検眼との距離は小さくなる。

20

【0014】

〔第 1 の実施形態〕

以下、本実施形態に係る光断層撮像装置（OCT 装置）について、図面を用いて説明する。

【0015】

30

（装置の概略構成）

まず、本実施形態に係る光断層撮像装置の概略構成について図 1 を用いて説明する。ここで、図 1 は、光断層撮像装置の側面図である。200 は光断層撮像装置、900 は前眼部の二次元像および断層画像を撮像するための測定光学系である光学ヘッド、950 は光学ヘッドを図中 x y z 方向に不図示のモータを用いて移動可能とした移動部であるステージ部である。951 は後述の分光器を内蔵するベース部である。なお、光学ヘッド 900 は、測定光の光路を含む光学部の一例であり、測定光学系の筐体である。また、ステージ部 950 は、被検査物に対して移動する光学部移動機構の一例である。

【0016】

925 はステージ部の制御部を兼ねるパソコンであり、ステージ部の制御とともに断層画像の構成等を行う。926 は被検者情報記憶部を兼ね、断層撮像用のプログラムなどを記憶するハードディスクである。928 は表示部であるモニタであり、929 はパソコンへの指示を行う入力部であり、具体的にはキーボードとマウスから構成される。323 は顎台であり、被検者の顎と顎とを固定することで、被検者の眼（被検眼）の固定を促す。324 は外部固視灯であり、被検者の眼を固視させるのに使用する。後述する内部固視灯と切り替えての使用が可能となっている。

40

【0017】

（測定光学系および分光器の構成）

本実施形態の測定光学系および分光器の構成について図 2 を用いて説明する。

【0018】

50

まず、光学ヘッド 900 部の内部について説明する。被検眼 100 に対向して対物レンズ 101 - 1、101 - 2 が設置され、その光軸上で反射ミラー 102 およびダイクロイックミラー 103 によって OCT 光学系の光路 L1、前眼部観察と内部固視灯用の光路 L2 とに波長帯域ごとに分岐される。

#### 【0019】

光路 L2 はさらに第 3 ダイクロイックミラー 104 によって前眼部観察用の CCD 105 および内部固視灯 106 への光路へと上記と同じく波長帯域ごとに分岐される。ここで 101 - 3、107、108 はレンズであり、107 は固視灯および前眼部観察用の合焦調整のため不図示のモータによって駆動される。CCD 105 は不図示の前眼部観察用照明光の波長、具体的には 780 nm 付近に感度を持つものである。一方、内部固視灯 106 は可視光を発生して被検者の固視を促すものである。

10

#### 【0020】

光路 L1 は前述の通り OCT 光学系を成しており被検眼 100 の前眼部 100 - 1 の断層画像を撮像するためのものである。より具体的には断層画像を形成するための干渉信号を得るものである。光路 L1 には、レンズ 101 - 4、ミラー 113、光を被検眼 100 の前眼部 100 - 1 上で走査するための X スキャナ 114 - 1、Y スキャナ 114 - 2 が配置されている。さらに、115、116 はレンズであり、そのうちのレンズ 115 は、光カプラー 117 に接続されているファイバー 117 - 2 から出射する光源 118 からの光を前眼部 100 - 1 上に合焦調整をするために不図示のモータによって駆動される。この合焦調整によって前眼部 100 - 1 からの光は同時にファイバー 117 - 2 先端にスポ

20

#### 【0021】

次に、光源 118 からの光路と参照光学系、分光器の構成について説明する。

#### 【0022】

118 は光源、119 はミラー、120 は分散補償用ガラス、117 は前述した光カプラー、117 - 1 ~ 4 は光カプラーに接続されて一体化しているシングルモードの光ファイバー、121 はレンズ、180 は分光器である。

#### 【0023】

これらの構成によってマイケルソン干渉計を構成している。光源 118 から出射された光は光ファイバー 117 - 1 を通じ光カプラー 117 を介して光ファイバー 117 - 2 側の測定光と光ファイバー 117 - 3 参照光とに分割される。測定光は前述の OCT 光学系光路を通じ、観察対象である被検眼 100 の眼底に照射され、網膜による反射や散乱により同じ光路を通じて光カプラー 117 に到達する。

30

#### 【0024】

一方、参照光は光ファイバー 117 - 3、レンズ 121、測定光と参照光の分散を合わせるために挿入された分散補償ガラス 120 を介して参照ミラー 119 に到達し反射される。そして同じ光路を戻り光カプラー 117 に到達する。光カプラー 117 によって、測定光と参照光は合波され干渉光となる。ここで、測定光の光路長と参照光の光路長とが所定の条件を満たす状態となったときに干渉を生じる。参照ミラー 119 は不図示のモータおよび駆動機構によって光軸方向に調整可能に保持され、前眼部 100 - 1 によって変わる測定光の光路長に参照光の光路長を合わせることが可能である。干渉光は光ファイバー 117 - 4 を介して分光器 180 に導かれる。

40

#### 【0025】

分光器 180 はレンズ 181、183、回折格子 182、ラインセンサ 184 から構成される。光ファイバー 117 - 4 から出射された干渉光はレンズ 181 を介して略平行光となった後、回折格子 182 で分光され、レンズ 183 によってラインセンサ 184 に結像される。なお、当該ラインセンサ 184 は、本実施形態において干渉光を受光して該干渉光に応じた出力信号を発生、出力する受光素子の一例として示される。

#### 【0026】

50

次に、光源 118 の周辺について説明する。光源 118 は代表的な低コヒーレント光源である SLD (Super Luminescent Diode) である。中心波長は 855 nm、波長バンド幅は約 100 nm である。ここで、バンド幅は、得られる断層画像の光軸方向の分解能に影響するため、重要なパラメータである。また、光源の種類は、ここでは SLD を選択したが、低コヒーレント光が出射できればよく、ASE (Amplified Spontaneous Emission) 等も用いることができる。中心波長は眼を測定することを鑑みると、近赤外光が適する。また、中心波長は得られる断層画像の横方向の分解能に影響するため、なるべく短波長であることが望ましい。双方の理由から中心波長を 855 nm とした。

【0027】

10

本実施形態では干渉計としてマイケルソン干渉計を用いたが、マッハツェンダー干渉計を用いてもよい。測定光と参照光との光量差に応じて光量差が大きい場合にはマッハツェンダー干渉計を、光量差が比較的小さい場合にはマイケルソン干渉計を用いることが望ましい。

【0028】

(断層画像の取得方法)

光断層撮像装置を用いた断層画像の取得方法について説明する。光断層撮像装置は、X スキャナ 114 - 1、Y スキャナ 114 - 2 を制御することで、被検眼 100 の前眼部 100 - 1 における所望部位の断層画像を取得することができる。

【0029】

20

図 3 は、被検眼 100 に測定光 201 を照射し、前眼部 100 - 1 を x 方向にスキャンを行っている様子を示している。前眼部 100 - 1 における x 方向の撮像範囲から所定の撮像本数の情報をラインセンサ 184 で撮像する。x 方向のある位置で得られるラインセンサ 184 上の輝度分布を高速フーリエ変換 (FFT) し、該 FFT で得られた線状の輝度分布をモニタに示すために濃度あるいはカラー情報に変換したものを A スキャン画像と呼ぶ。即ち、受光素子たるラインセンサ 184 において受光された干渉光により得られた出力信号に応じて、A スキャン画像としての画像取得が為される。この複数の A スキャン画像を並べた 2 次元の画像を B スキャン画像と呼ぶ。1 つの B スキャン画像を構築するための複数の A スキャン画像を取得した後、y 方向のスキャン位置を移動させて再び x 方向のスキャンを行うことにより、複数の B スキャン画像を得る。複数の B スキャン画像、あるいは複数の B スキャン画像から構築した 3 次元断層画像をモニタに表示することで検者が被検眼の診断に用いることができる。

30

【0030】

ここで、前眼部の断層画像を得る際の撮像範囲である画角は、後述する図 4 に示される x 方向のスキャン範囲 R0 に応じて通常は決定される。またこのスキャン範囲 R0 は、スキャナのスキャン角度と対物レンズ 101 - 1 から被検眼前眼部までの撮影距離 P0 とにより決定される。即ち、撮像領域の大きさを変えたい場合には、スキャン角度 或いは撮影距離 P0 を変更するが、撮影距離 P0 の変更は光学ヘッド 900 を Z 軸方向に移動する等、測定光の光路長を変更することにより容易に実行できる。このため、本実施形態では光学ヘッド 900 を測定光の光路長を変更することにより撮影距離 P0 を変更することとし、これら構成を測定光光路長変更手段として定義する。なお、測定光の光路長を変更する構成は例示した本実施形態以外にも存在するが、本実施形態では測定光路長変更手段としてこれらを包括する概念として定義する。

40

【0031】

測定光と参照光とを合波させて所望の干渉を得るためには、前述したようにこれら測定光の光路長と参照光の光路長とが所定の条件を満たすように連動することを要する。従って、撮影距離 P0 となる前眼部位置での測定光の光路長に応じて、参照光の光路長を変更するように参照ミラー 119 の移動が行われる。

【0032】

当該参照ミラー 119 及びこれを移動させる構成は、本実施形態における参照光の光路

50

長を変更する参照光光路長変更手段の一例として示される。また、先にも述べたように、合波光より干渉を得るために、参照光の光路長は測定光の光路長に応じて変更されることを要する。本実施形態においては、一例としてパソコン 925 において制御手段（「光路長連動手段」ともいう）として機能するモジュール領域により、測定光光路長変更手段による測定光の光路長の変更に連動させて、参照光光路長変更手段に参照光の光路長の変更を実行させることとしている。

#### 【0033】

図4は、撮影距離  $P_0$  を変化させた時の前眼部撮像位置でのスキャン範囲を示した図と、その際の画角内に表示される断層画像を各々対応させて示している。撮影距離  $P_0$  を変化させ且つこの変化に応じて参照ミラー 119 を移動させることにより、スキャン角度を  
10  
変えることなく前眼部の撮像範囲の大きさを変える事ができる。図4(b)のように被検眼と装置の距離を遠ざけるように撮影距離を  $P_{max}$  まで変更し、且つ参照ミラー 119 を当該撮影距離  $P_{max}$  相当位置まで移動することにより、前眼部を広いスキャン範囲  $R_{max}$  (画角) で撮像できる。また、図4(c)のように被検眼と装置の距離を近づけるように撮影距離を  $P_{min}$  まで変更し、且つ参照ミラー 119 を当該撮影距離  $P_{min}$  相当位置まで移動することで、前眼部を拡大するようなスキャン範囲  $R_{min}$  で撮像できる。

#### 【0034】

(測定操作画面)

次に、本実施形態に係る測定操作画面について、図5と図6を用いて説明する。ここで、図5は、本実施形態に係る測定操作画面 1000 の一例を示した図である。また、図6は、本実施形態に係る測定操作画面 1000 の他の例を示した図である。  
20

#### 【0035】

まず、1101は前眼観察用CCD105によって得られた前眼観察画面、1301は取得された断層画像を確認するための断層画像表示画面である。また、1001は被検眼の左右眼を切り替えるボタンであり、L、Rボタンを押すことにより、左右眼の初期位置に光学ヘッド900を移動する。1002はマウスカーソルであり、検者が入力部929に含まれるマウスを操作することによりこのマウスカーソル位置を動かす。本測定装置において、マウスカーソルの位置検出手段により、マウスカーソルの位置に応じてアライメント手段が変更できるように構成されている。マウスカーソルの位置検出手段は、マウス  
30  
カーソルの表示画面上の画素位置からその位置を算出する。測定画面中には範囲を設けておき、設けた範囲とアライメント駆動の対応づけを予め設定しておく。それにより、設定した範囲の画素内にマウスカーソルがあるときには、その設定した範囲で定めたアライメントを行うことができる。またマウスによるアライメント操作は、マウスのホイールを回転させることにより行う。

#### 【0036】

また、それぞれの画像の近傍に配置されているスライダは、調整を行うためのものである。スライダ1103は被検眼に対する撮影距離を指定するものでスライダを動かすのと連動して前眼観察画面内のキャラクタ1003の大きさが変わっている。更に、キャラクタ1003の大きさは、前眼部の撮像範囲(画角)の大きさの変更と連動して  
40  
おり、前眼部観察用フォーカスレンズ107を所定位置へ移動する。当該フォーカスレンズ107は、本実施形態において前眼部に対する焦点合わせを実行するフォーカスレンズを含む前眼部観察手段の一例として示される。スライダ上限が前述した前眼部撮像範囲  $R_{max}$  に、スライダ下限が前眼部撮像範囲  $R_{min}$  に各々対応している。スライダ1203はOCTフォーカス調整を行うものである。OCTフォーカス調整は、前眼部に対する合焦調整を行うために、レンズ115を図示の方向に移動する調整である。また、これらのスライダは、それぞれの画像中においてマウスによるアライメント操作の際にも連動して動くようになっている。即ち、スライダ1203によるOCTフォーカス調整とは独立  
50  
或いは連動し、更にパソコン925における制御手段（「合焦連動手段」ともいう）は、測定光光路長変更手段による測定光の光路長の変更に連動させて、前眼部に対する焦点合



わせをOCTフォーカスレンズ115に実行させる。なお、前眼部観察手段による前眼部に対する合焦操作は、撮影距離の変更を伴う測定光の光路長の変更に応じて為されることを要する。本実施形態では、前述した制御手段（「前眼部用合焦連動手段」ともいう）が、測定光光路長変更手段による測定光の光路長の変更に連動させて、前眼部観察手段による前眼部に対する焦点合わせを実行させることとしている。

#### 【0037】

また、図6は、図5に対して、スライダ1103を撮像範囲選択ボタン1004に置き換えたものである。このとき、標準（ $R0 = 6\text{ mm} \times 6\text{ mm}$ ）、最大（ $R_{\text{max}} = 9\text{ mm} \times 9\text{ mm}$ ）、最小（ $R_{\text{min}} = 3\text{ mm} \times 3\text{ mm}$ ）が、各々設定されている。このとき、検者による撮像範囲選択ボタン1004のいずれかの選択に応じて、断層画像の撮像範囲の大きさを変更することができる。なお、前眼部画像1102が取得されていない状態で、検者が上記選択を行っても、上記撮像範囲の大きさを変更することができる。

10

#### 【0038】

（前眼部の断層画像を取得するフロー）

次に、本実施形態に係るOCT装置を用いて前眼部の断層画像を取得するフローについて、図7を用いて説明する。ここで、図7は、本実施形態に係る測定フローを示した図であり、検者及びパソコン925の動作を示すフローチャートである。

#### 【0039】

まず、ステップS101において、パソコン925は、本フローを開始する。次に、ステップS102において、パソコン925による指示に応じて、前眼部画像1102を取得する。このとき、不図示の前眼部照明光は、被検眼100を照明した後、反射光は対物レンズ101-1、101-2を通過し、前述した光路L2を通過して、CCD105に結像される。CCD105に結像された前眼部画像は、図示しないCCD制御部で読み出し、増幅、A/D変換されて、演算部に入力される。演算部に入力された前眼像は、パソコン925に取り込まれる。

20

#### 【0040】

また、ステップS103において、検者は、パソコン925への指示を行う入力部929を用いて、所望の撮像範囲の大きさに変更する指示をスライダ1103に行う。このとき、スライダ1103のバーは画面上で移動する。この検者による指示に応じて、制御手段の一例であるパソコン925は、変更された大きさに対応する距離となるように、光学ヘッド900を光軸方向に移動する。また、ステップS104において、制御手段の一例であるパソコン925は、光学ヘッド900の移動に応じて、該測定光の光路長が変更した距離に対応する位置に参照ミラー119を移動する制御を行う。これにより、前眼部断層画像1301が撮影フレーム内に配置されるように、コヒーレンスゲートが調整される。なお、参照ミラー119の移動と一緒に、前眼部フォーカスレンズ107を移動しても良い。また、撮像範囲の大きさの変更の指示に応じて、光学ヘッド900の移動および参照ミラー119の移動を連動して実行するが、このとき、合焦位置を変更するためにOCTフォーカスレンズ115の移動を連動して実行しても良い。また、参照ミラー119の移動を連動させる代わりに、OCTフォーカスレンズ115の移動を連動させても良い。このとき、後述するステップ106を省略することができる。また、各部材を同時に移動しても良いし、各部材の移動タイミングに時間差があっても良い。

30

40

#### 【0041】

また、ステップS105において、検者の指示に応じて、制御手段の一例であるパソコン925は、前眼部に対して光学ヘッド900を移動して、前眼部に対する光学ヘッド900の位置合わせ（アライメント）を行う。なお、光学ヘッド900に対して被検者の顔受け部等を移動することにより、上記位置合わせを行っても良い。また、検者の手動による操作以外に、光学ヘッド900が自動で移動しても良い。具体的には、CCD105により撮像された前眼画像から画像処理により被検眼100の瞳孔位置を検出する。これにより、該検出された瞳孔位置に基づいて光断層撮像装置と被検眼100とのアライメント位置関係を知ることができる。そして、検出した被検眼100の瞳孔位置が理想位置とな

50

るように、光学ヘッド 900 を不図示の XYZ ステージを駆動することができる。また、このとき、断層画像撮影中に前眼部をトラッキングすることで、検者は常に被検眼 100 の前眼部を監視できるため、利便性を向上することができる。

#### 【0042】

また、ステップ 106 において、検者は、入力部 929 を用いて、前眼部断層画像 1301 の合焦位置を変更する指示をスライダ 1203 に行う。このとき、スライダ 1203 のバーは画面上で移動する。この検者による指示に応じて、制御手段の一例であるパソコン 925 は、OCT フォーカスレンズ 115 が移動する制御を行う。これにより、OCT フォーカスを調整することができる。また、ステップ 107 において、検者は、入力部 929 を用いて、撮像ボタン 1005 を押す。この検者による指示に応じて、制御手段の一例であるパソコン 925 は、前眼部の断層画像を取得する制御を行う。また、ステップ 108 において、表示制御手段の一例であるパソコン 925 は、前眼部の断層画像をモニター 928 に表示させる。なお、ステップ 108 において、パソコン 925 は、前眼部の断層画像を補正し、該補正された画像をモニター 928 に表示させても良い。そして、ステップ 109 において、本フローを終了する。

#### 【0043】

ここで、ステップ 108 において取得された断層画像は、例えば、標準とした撮影距離 P0 の場合に得られる断層画像に対し、同一広さ画面内においてより広範囲な部位の画像、或いは狭い範囲の部位の画像となっている場合がある。後述するように、当該補正は、撮像されたこれらの画像における部位が撮影距離 P0 で得られる部位と同じ大きさで表示されるように、表示範囲（画角）を拡大或いは縮小する操作となる。以上の操作はパソコン 925 において画像の表示様式を補正、変更する画像補正手段として機能するモジュール領域により実行される。また、表示手段上において撮影範囲の大きさの変更を指示するためのカーソル等の表示或いはその表示形態は、制御手段に包含される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。

#### 【0044】

実際には、前眼部断層像は、標準距離より撮影距離が遠ければ断層深さが変化せず左右方向のみ狭くなり、標準距離より撮影距離が狭ければ左右方向のみ広がる。図 8 は、前眼部断層像の表示画像を補正した例である。図 8 (1a) にて撮影距離 P0 に対応した左右方向の視野  $x_0$  が、撮影距離 Pmax と遠くなると左右方向の視野  $x_m$  へと狭くなる。図 8 (2b) のように左右方向の視野  $x_m$  を視野  $x_0$  へ変換して表示する事は既知の画像処理方法により容易に可能である。撮影距離 Pmin についても、図 8 (3b) のように画像を処理して表示できる。更に、図 8 (2b) 及び図 8 (3b) の画像を元に各種計測を行っても良いし、撮影距離 P と左右方向の視野  $x$  との比率をかける事により図 8 (2a)、図 8 (3a) の元図を使用して各種計測を行っても良い。

#### 【0045】

以上説明したように、本実施形態の光断層撮像装置においては、検者が様々な撮像範囲を指定し撮像可能な装置を提供することができる。即ち、光学系の性能を保ったまま様々な視野かつ高解像度の光断層撮像装置を提供することができる。また同時に、被検眼と装置の作動距離を変える事ができるので、被検者の状況に応じて作動距離を長くして撮影する事で被検者の負担を和らげる事ができる。

#### 【0046】

[ 第 2 の実施形態：測定光の光路長を短くする場合には光路長の変更速度を遅くする ]

次に、第 2 の実施形態に係る光断層撮像装置（OCT 装置）について、図 9 を用いて説明する。第 1 の実施形態では、光学ヘッド 900 を被検眼に近づけることで撮影距離 P0 を小さくして、測定光の光路長を短くすることができる。この場合、光学ヘッド 900 が被検眼により近づくため、光学ヘッド 900 と被検眼が接触する可能性が増す。そこで、本実施形態では、制御手段の一例であるパソコン 925 が、断層画像の撮像範囲を狭くする（拡大画像を取得する）指示の場合には、測定光の光路長を短くするように且つ該撮像範囲を広くする（広角画像を取得する）指示の場合よりも該測定光の光路長の変更速度を

遅くするように、測定光光路長変更手段を制御する。例えば、光学ヘッド 900 と被検眼が接触する可能性を減らすため、光学ヘッド 900 が被検眼に対して近づく場合、移動速度を遠ざける場合よりも、光学ヘッド 900 の移動速度を遅くする。

#### 【0047】

具体的には、制御手段の一例であるパソコン 925 が、パソコン 925 への指示を行う入力部 929（指示手段の一例であり、操作部とも呼ぶ）により断層画像の撮像範囲を狭くする指示の場合には、撮像範囲を広くする指示の場合よりも、測定光の光路長の変更速度を遅くして測定光の光路長を短くするように測定光光路長変更手段を制御する。これにより、検者は、光学ヘッド 900 が移動しているときに、光学ヘッド 900 が被検眼に接触するか否かを容易に判断することができるため、安全性を高めることができる。

10

#### 【0048】

また、検者によって、光学ヘッド 900 と被検眼とが接触する可能性があると判断された場合には、光学ヘッド 900 の移動をキャンセルできるように、図 9 のようなキャンセルボタン 913 をスライダ 1103 付近に表示させても良い。スライダ 1103 の縮小を指示する位置に近いことで、直ちに光学ヘッド 900 の移動をキャンセルすることができる。これにより、光学ヘッド 900 と被検眼の接触を回避することができる。また、キャンセルボタン 913 は、所定の撮影距離 P に戻るためのボタンとしてもよい。光学ヘッド 900 が被検眼に近づきすぎた場合には、接触を回避するため、光学ヘッド 900 を被検眼と接触しない所定位置まで移動することもできる。

#### 【0049】

20

なお、測定光の光路長を短くする前に、測定光の光路長が長いところ、すなわち、被検眼から装置が遠いところで、一旦、被検眼の広範囲の断層画像を取得してから、ユーザが狭い詳細な撮像範囲を指示し、装置を被検眼に近づけていく手法でも良い。具体的には、図 7 のステップ 102 において、撮影距離 P は、標準とした撮影距離 P0 よりも長い距離、すなわち、被検眼から遠い位置とする。被検眼から遠い位置で撮影することで、前眼部画像 1102 では前眼部の広角画像を得ることができる。これにより、検者は前眼部の広い範囲を確認することができる。その後、ステップ 103 の撮影範囲の指定を行うことで、詳細な範囲の撮影を少ないステップによって、実行することができる。

#### 【0050】

〔第 3 の実施形態：最大の撮像範囲と最小の撮像範囲とを予め表示〕

30

次に、第 3 の実施形態に係る光断層撮像装置（OCT 装置）について、図 9 を用いて説明する。第 1 の実施形態では、スライダ 1103 は被検眼に対する撮影距離を指定するものであり、スライダを動かすのと連動して前眼観察画面内のキャラクタ 1003 の大きさが変わるようになっている。つまり、撮影距離 P は、スライダ 1103 の位置や、キャラクタ 1003 の大きさによって認識することができる。一方で撮像範囲は、標準（ $R0 = 6\text{ mm}$ ）、最大（ $R_{\text{max}} = 9\text{ mm}$ ）、最小（ $R_{\text{min}} = 3\text{ mm}$ ）とあらかじめ決められている。

#### 【0051】

本実施形態では、これらの予め決められている撮影範囲を、拡大限界範囲 909 に対応する位置 906 や縮小限界範囲 908 に対応する位置 907 のように、スライダ 1103 と同じ画面上に表示しておくことで、検者は撮影範囲の大きさの限界を知ることができる。また、縮小限界範囲 908 や拡大限界範囲 909 のように、キャラクタ 1003 と同じ観察画面 1101 上に表示するもできる。ここで、縮小限界範囲 908 は、最大撮影距離  $P_{\text{max}}$  に対応する撮像範囲である。最大撮影距離  $P_{\text{max}}$  は、OCT フォーカスレンズ 115 や参照ミラー 119 の駆動限界等により決定される。一方、拡大限界範囲 909 は、最小撮影距離  $P_{\text{min}}$  に対応する撮像範囲である。最小撮影距離  $P_{\text{min}}$  は、OCT フォーカスレンズ 115 や参照ミラー 119 の駆動限界に加えて、被検眼に対して光学ヘッド 900 が接触する観点から、被検眼に対する安全性を確保可能な距離によっても決定される。なお、縮小限界範囲 908 や拡大限界範囲 909 は、撮像範囲の限界の範囲を示す表示形態の一例である。

40

50

## 【 0 0 5 2 】

また、縮小限界範囲 9 0 8 と拡大限界範囲 9 0 9 は、スライダ 1 1 0 3 やキャラクタ 1 0 0 3 とは異なる線種や色で表示することにより、検者の視認性を向上させることができる。なお、拡大限界範囲 9 0 9 は、上述したように、光学ヘッド 9 0 0 が被検眼に最も近付いた状態を示している。このため、光学ヘッド 9 0 0 と検者との接触の観点から、縮小限界範囲 9 0 8 に比べて視認性の高い赤色や太線で表示させることが好ましい。このように、拡大や縮小できる限界を画面表示させておくことにより、検者は撮影可能な範囲を予め認識することができる。なお、表示手段の一例であるパソコン 9 2 5 は、撮像範囲の大きさの変更を指示する表示形態（例えば、スライダ 1 1 0 3 ）における撮像範囲の限界の範囲外に撮像範囲の大きさの変更が指示された場合には、警告を示す表示形態を表示手段

10

## 【 0 0 5 3 】

〔第 4 の実施形態：プレビュー画像を表示して決定後に移動開始〕

次に、第 4 の実施形態に係る光断層撮像装置（OCT 装置）について、図 9 を用いて説明する。第 1 の実施形態では、測定画面のスライダ 1 1 0 3 や撮像範囲選択ボタン 1 0 0 4 を用いて、撮影範囲を決めている。本実施形態では、図 7 の S 1 0 3 において撮影範囲を指定したら、まず、プレビュー画面 9 1 0 を表示し、プレビュー画像 9 1 1、9 1 2 を確認できるようにする。図 9 のプレビュー画像 9 1 1、9 1 2 はそれぞれ、拡大させたときのプレビュー画像、縮小させたときのプレビュー画像である。このとき、撮影距離 P は変更せずに、すでに得られている観察画像を基にして、画像データをトリミングや表示倍率の変更処理することによって作成する。したがってプレビュー画像は、本来得られる画像よりも画質が劣る。また、縮小させたときのプレビュー画像 9 1 2 の外側は、得られていない。したがって、外側は、黒表示にしたり、元画像をぼやかしたりして表示させてもよい。

20

## 【 0 0 5 4 】

また、プレビュー画面 9 1 0 の確認により、撮影範囲が所望の範囲であると判断された場合には、決定ボタン 9 0 5 によって、撮像範囲の拡大や縮小を実際に行うことを決定する。決定された後、制御部は光学ヘッドを移動させ、撮影距離 P の変更を実行する。本実施形態によれば、撮像範囲の指定を間違えた場合の遅延を防止することができる。

30

## 【 0 0 5 5 】

〔その他の実施形態〕

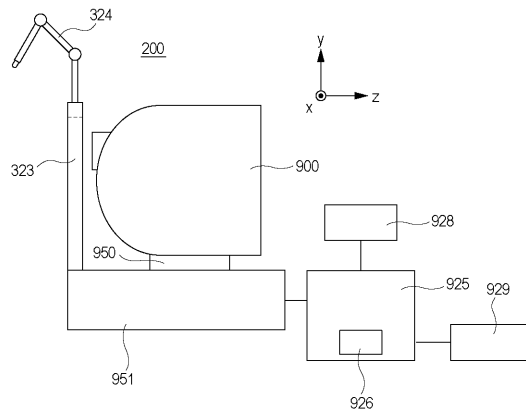
また、本実施形態は、以下の処理を実行することによっても実現される。即ち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェア（プログラム）を、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ（または CPU や MPU 等）がプログラムを読み出して実行する処理である。

## 【 0 0 5 6 】

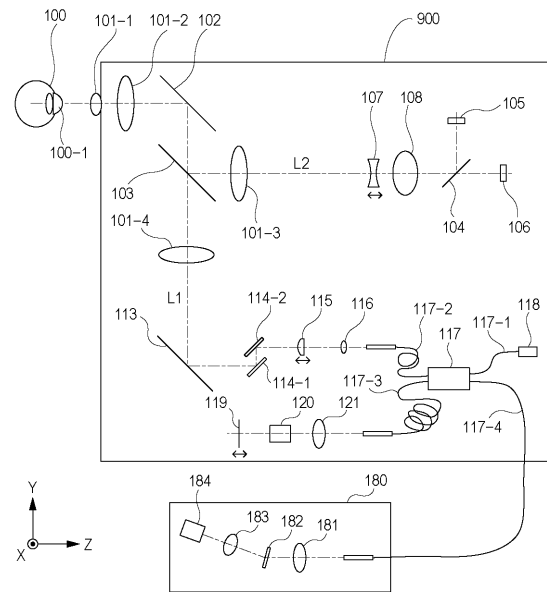
なお、本発明は、上記の実施形態に限定されるものではなく、本実施形態の趣旨を逸脱しない範囲内において、種々の変形、変更して実施することができる。例えば、上記の実施例では、被測定物が眼の場合について述べているが、眼以外の皮膚や臓器等の被測定物に本実施形態を適用することも可能である。この場合、本発明は、眼科装置以外の、例えば内視鏡等の医療機器としての態様を有する。従って上述した被検眼は被検査物として理解されることが好ましい。

40

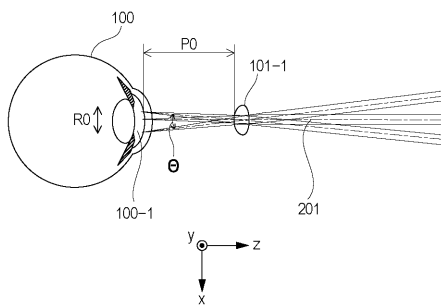
【図 1】



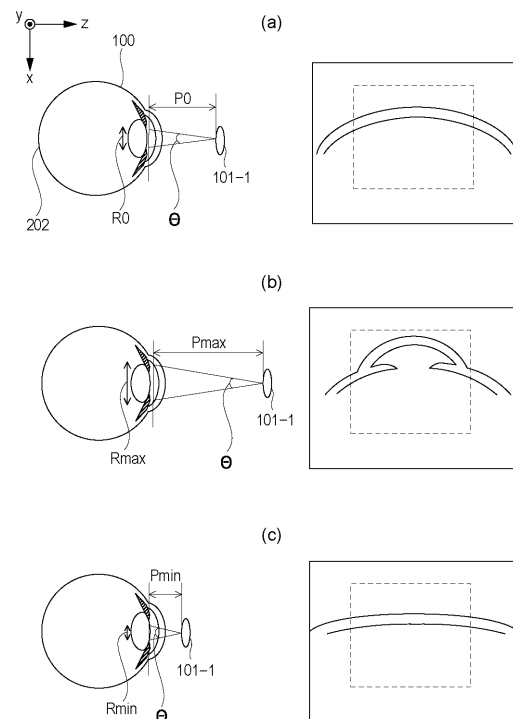
【図 2】



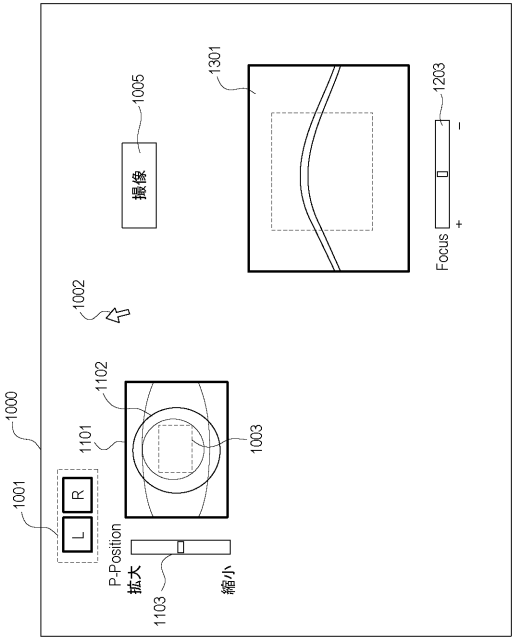
【図 3】



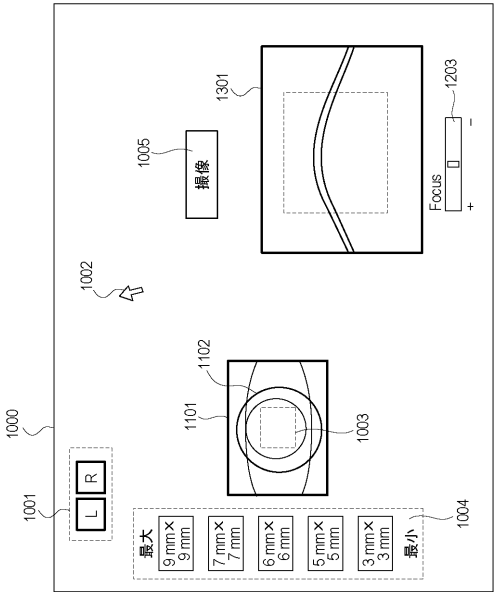
【図 4】



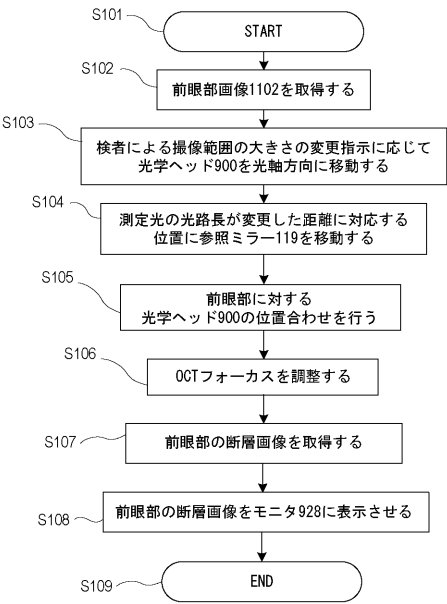
【図 5】



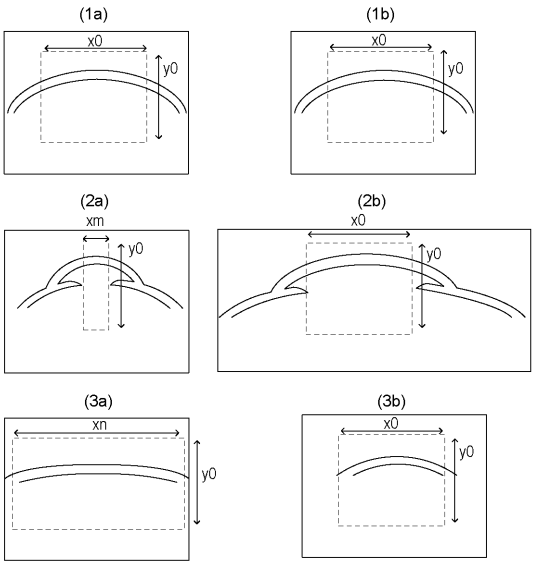
【図 6】



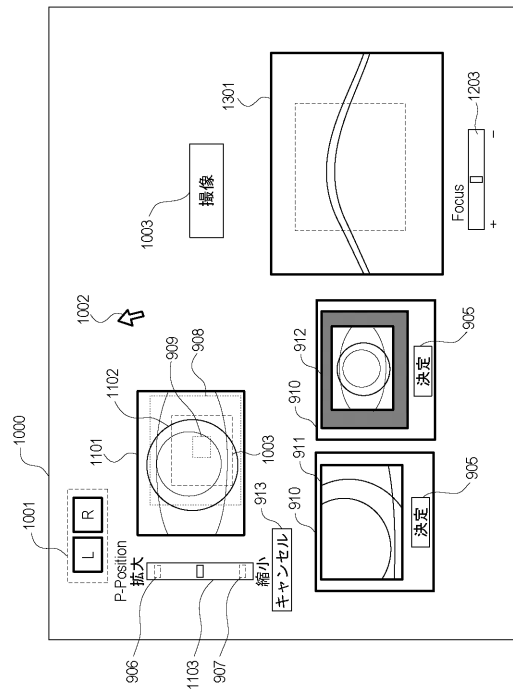
【図 7】



【図 8】



【図 9】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 吉田 拓史  
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 坂川 幸雄  
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 井上 宏之  
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 九鬼 一慶

(56)参考文献 特開2009-011381(JP,A)

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