

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-150090

(P2016-150090A)

(43) 公開日 平成28年8月22日(2016.8.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 3/10 (2006.01)	A 6 1 B 3/10	R
A 6 1 B 3/14 (2006.01)	A 6 1 B 3/14	A
	A 6 1 B 3/14	M

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2015-28532 (P2015-28532)
 (22) 出願日 平成27年2月17日 (2015.2.17)

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

最終頁に続く

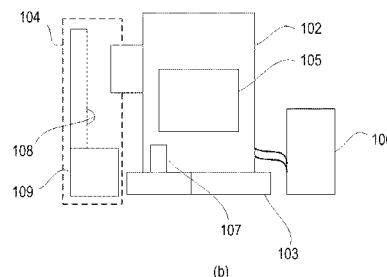
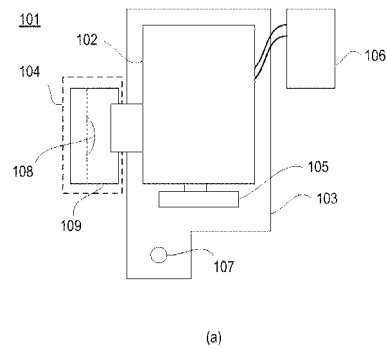
(54) 【発明の名称】 撮像装置及びその制御方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 共焦点画像と非共焦点画像とを撮像可能な撮像装置において、検者の求める画像を容易かつ迅速に提供する。

【解決手段】 被検眼の共焦点画像及び非共焦点画像を撮像する撮像手段と、撮像された共焦点画像及び非共焦点画像の少なくとも一方を表示可能な表示手段105と、を有する撮像装置101において、撮像された共焦点画像及び非共焦点画像を解析する解析手段と、解析手段による解析結果に応じて前記表示手段で表示する表示形態を変更する表示制御手段と、を配する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被検眼の共焦点画像及び非共焦点画像を撮像する撮像手段と、
前記撮像された共焦点画像及び非共焦点画像の少なくとも一方を表示可能な表示手段と

、
前記撮像された共焦点画像及び非共焦点画像を解析する解析手段と、
前記解析手段による解析結果に応じて前記表示手段で表示する表示形態を変更する表示制御手段と、を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記解析手段は、前記撮像された共焦点画像及び非共焦点画像を複数の領域に分割する画像分割手段を有し、

前記解析手段による前記撮像された共焦点画像及び非共焦点画像の解析は、前記撮像された共焦点画像及び非共焦点画像の前記複数の領域に分割された各々の領域に対して実行されることを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 3】

前記表示制御手段は、前記比較結果を被検者に通知する通知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 又は 2 に記載の撮像装置。

【請求項 4】

前記解析手段は、所定の評価項目についての前記撮像された共焦点画像及び非共焦点画像における評価値を算出する評価値算出手段を有し、

前記表示制御手段は前記撮像された共焦点画像及び非共焦点画像において対応する前記評価値の比較結果に応じて前記表示形態を変更することを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載の撮像装置。

【請求項 5】

前記表示制御手段は、前記評価値を比較した際に、前記非共焦点画像の評価値が前記共焦点画像の評価値よりも所定値以上大きい場合に前記共焦点画像を前記非共焦点画像に置き換えることを特徴とする請求項 4 に記載の撮像装置。

【請求項 6】

前記解析手段は、前記評価値を比較した際に、前記非共焦点画像の評価値と前記共焦点画像の評価値との差に応じてランク付けをし、

前記表示制御手段は前記ランクに応じて前記共焦点画像を前記非共焦点画像に置き換える際の態様を変えることを特徴とする請求項 4 に記載の撮像装置。

【請求項 7】

前記解析手段は、前記被検眼の視細胞の状態を解析することを特徴する請求項 1 乃至 6 の何れか一項に記載の撮像装置。

【請求項 8】

被検眼の共焦点画像及び非共焦点画像を撮像する工程と、

前記撮像された共焦点画像及び非共焦点画像の少なくとも一方を表示手段に表示する工程と、

前記撮像された共焦点画像及び非共焦点画像を解析する工程と、

前記解析手段による解析結果に応じて前記表示手段で表示する表示形態を変更する工程と、を有することを特徴とする撮像装置の制御方法。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の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。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、撮像装置及びその制御方法に関し、特に眼科診療等に用いられる撮像装置及びその制御方法に関するものである。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

生活習慣病や失明原因の上位を占める疾病の早期診療を目的として、眼部の検査が広く行われている。眼部の検査装置の一つとして、共焦点レーザー顕微鏡の原理を利用した眼科装置である走査型レーザー検眼鏡（SLO；Scanning Laser Ophthalmalmoscope）が知られている。該走査型レーザー検眼鏡は、測定光であるレーザーを眼底に対してラスタ走査し、その戻り光の強度から平面画像を高分解能かつ高速に得る装置である。ピンホール内を通過した光のみを検出することで、特定の深度位置の戻り光のみを画像化でき、眼底カメラ等に比べてコントラストの高い画像を取得できる。

【0003】

以下、このような平面画像を撮像する装置をSLO装置、該平面画像をSLO画像と記す。

【0004】

SLO装置においては、測定光のビーム径を大きくすることにより、横分解能を向上させた網膜のSLO画像を取得することが可能になってきた。しかし、測定光のビーム径の大径化に伴い、網膜のSLO画像の取得において、被検眼の収差によるSLO画像のS/N比及び分解能の低下が問題になってきた。

【0005】

それを解決するために、被検眼の収差を波面センサでリアルタイムに測定し、被検眼にて発生する測定光やその戻り光の収差を波面補正デバイスで補正する補償光学系を有する補償光学SLO装置が開発された。このような補償光学SLO装置は、高横分解能なSLO画像の取得を可能にしている。

【0006】

また、高横分解能なSLO画像は動画像として取得することができ、たとえば血流動態を非侵襲に観察することができる。このために、各フレームから網膜血管を抽出することで、毛細血管における血球の移動速度などが計測される。また、視細胞を観察することも可能であり、この場合にはフォーカス位置を網膜外層付近に設定してSLO画像を撮影する。

【0007】

しかし、網膜内層を撮影した共焦点画像では神経線維層から反射する光の影響でノイズ信号が強く、血管壁の観察や壁境界の検出が難しい場合があった。そこで、近年は受光部手前にあるピンホールの径や形状、位置を変えることにより散乱光を取得して得られた非共焦点画像を観察する方法が用いられるようになってきている（非特許文献1）。非共焦点画像ではフォーカス深度が大きいために血管のように深度方向に凹凸のある物体の観察がしやすく、また神経線維層からの反射光を直接受光しにくくなるためノイズが低減される。

【0008】

また網膜外層の視細胞を観察する場合でも、これまで共焦点画像では主に視細胞外節が画像化されていたのに対し、非共焦点画像では視細胞内節の凹凸が画像化されることがわかってきている（非特許文献2）。視細胞障害の初期段階で視細胞外節は欠損しているが内節は生存している細胞については、共焦点画像では黒く欠損するのにに対し非共焦点画像では高輝度な領域として観察できる。

【0009】

以上述べたように、補償光学SLO装置を用いて網膜血管の非共焦点画像を取得する技術が非特許文献1に、また補償光学SLO装置を用いて共焦点画像と非共焦点画像を同時に取得する技術が非特許文献2に開示されている。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0010】

【非特許文献1】Sulai, Dubura et al.; "Visualization of retinal vascular structu

10

20

30

40

50

re and perfusion with a nonconfocal adaptive optics scanning light ophthalmoscope”, J. Opt. Soc. Am. A, Vol.31, No.3, pp.569-579, 2014.

【非特許文献2】Scoles, Dubura et al.; “In vivo Imaging of Human Cone Photoreceptor Inner Segment”, IOVS, Vol.55, No.7, pp.4244-4251, 2014.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

共焦点画像及び非共焦点画像を取得可能なSLO装置においては、共焦点信号の信号強度の方がはるかに大きい。このために、撮像した眼底画像を表示する場合には、共焦点画像を表示することが一般的である。しかし、視細胞密度等を観察する場合には、非共焦点画像を用いる方が視細胞の状態を正確に観察できる場合がある。そのため、共焦点画像と非共焦点画像を取得する装置においては、検者が得たい情報を考慮して適宜共焦点画像と非共焦点画像とを切り替えることを要する。しかし、これら画像を見比べて求める画像を選択する必要があり、実際の検査においては煩雑さが生じる。

【0012】

本発明は、このような状況に鑑みて為されたものであって、撮像した被検者の画像を表示する際に、共焦点画像と被共焦点画像との切り替えを好適に行い、検者の求める画像を容易かつ迅速に提供する撮像装置及び撮像方法の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記課題を解決するために、本発明に係る撮像装置は、被検眼の共焦点画像及び非共焦点画像を撮像する撮像手段と、

前記撮像された共焦点画像及び非共焦点画像の少なくとも一方を表示可能な表示手段と、

前記撮像された共焦点画像及び非共焦点画像を解析する解析手段と、

前記解析手段による解析結果に応じて前記表示手段で表示する表示形態を変更する表示制御手段と、を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、撮像した非検者の眼底画像を表示する際、必要に応じて共焦点画像と非共焦点画像を切り替えるなど、表示形態を変更することにより、検者が求めている画像を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の一実施例におけるSLO装置の全体の構成について説明する模式図であって、その平面図と側面図とである。

【図2】本発明の一実施例におけるSLO装置の光学系の概略構成を説明する図、及び該SLO装置を制御する制御系の構成を模式的に示す図である。

【図3】本発明の一実施例におけるSLO装置の受光部の構成を説明する図である。

【図4】本発明の一実施例におけるSLO装置の第二の分岐部の構成を説明する図である。

【図5】本発明の一実施例におけるSLO装置の第一の分岐部の構成を説明する図である。

【図6】本発明の一実施例における固視灯を説明する図である。

【図7】本発明の一実施例におけるSLO装置の測定光等の被検眼に導かれる光各々の波長分布を説明する図である。

【図8】本発明の一実施例におけるSLO装置による撮像手順を説明するフローチャートである。

【図9】本発明の一実施例におけるSLO装置の画像閲覧ソフトの画面の構成を説明する図である。

10

20

30

40

50

【図10】本発明の実施例1におけるAOSLOモニターに表示されるAOSLO画像を説明する図である。

【図11】本発明の実施例3におけるAOSLOモニターに表示されるAOSLO画像を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

本発明を実施するための形態について、図面を参照して以下の実施例により説明する。なお、以下の実施例は特許請求の範囲に関わる本発明を限定するものではなく、また、本実施例で説明されている特徴の組み合わせの全てが本発明の解決手段に必須のものとは限らない。

【実施例1】

【0017】

実施例1においては、光画像撮像装置として、本発明を適用したAOSLO装置について説明する。該AOSLO装置は、補償光学系を備え、眼底の高横分解能の平面画像(AOSLO像)の撮像を行う装置である。また、AOSLO像の取得を補助する目的で、広画角の平面画像(WFSLO像)の撮像を行うWFSLO装置、測定光の入射位置を把握するための前眼部観察装置、および撮像箇所を調整するために視線を誘導する固視灯表示装置が付随している。

【0018】

本実施例では、空間光変調器を用いて、被検眼による光学収差を補正して平面画像を取得するAOSLO装置が構成されている。該AOSLO装置では、被検眼の視度や、被検眼による光学収差によらず良好な平面画像が得られるようにされている。

【0019】

なお、本実施例では、高横分解能の平面画像を撮像するために、補償光学系を備えているが、高解像度を実現できる光学系の構成であれば、補償光学系を備えていなくてもよい。

【0020】

<装置全体構成>

最初に、図1を用いて、本実施例におけるAOSLO装置101の概略構成について具体的に説明する。

【0021】

AOSLO装置101は、大まかには、ヘッド部102、ステージ部103、顔受け部104、表示部105、及び制御部106を有する。ヘッド部102は、該AOSLO装置101における主要な光学系を内蔵する。ステージ部103は、ヘッド部102を水平垂直方向に移動させる。顔受け部104は、被検者の顔を乗せ位置を調整する。表示部105は本実施例では液晶モニターからなり、操作画面を表示する。パーソナルコンピュータ(PC)からなる制御部106は、AOSLO装置101全体を制御する。

【0022】

ヘッド部102は、ステージ部103上に設置され、同じくステージ部103上に配置されたジョイスティック107を倒すことによって水平方向に、また回転させることによって垂直方向に移動できる。顔受け部104は、顎を乗せる顎受け108と電動ステージによって顎受け108を移動させる顎受け駆動部109とからなる。

【0023】

<光学系の構成>

次に、図2を用いて、ヘッド部102に内蔵される光学系について具体的に説明する。図2(a)に示すように、該ヘッド部102内には、AOSLO像を得るためのAOSLO部、WFSLO像を得るためのWFSLO部、AOSLOにおける波面収差を行うビーコン部、前眼部観察画像を得るための前眼観察部、及び被検眼の固視を促すための光学系である固視灯部を有する。AOSLO部は、本実施例において被検眼の共焦点画像及び非共焦点画像を撮像する撮像手段を構成する。

10

20

30

40

50

【0024】

なお、本実施例では、光学系の全体を主にレンズを用いた屈折光学系を用いて構成しているが、レンズの代わりに球面ミラーを用いた反射光学系によっても構成することができる。

【0025】

また、本実施例では、収差補正デバイスとして反射型の空間光変調器を用いたが、透過型の空間光変調器や、可変形状ミラーを用いても構成することができる。

【0026】

< AOSLO部の光源 >

つぎに、光源201-1の周辺について説明する。光源201-1には、代表的な低コヒーレント光源であるSLD (Super Luminescent Diode) を用いている。該SLDより得られる光の波長は840nmバンド幅50nmである。ここでは、スペckルノイズの少ない平面画像を取得するために低コヒーレント光源を選択している。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。

10

【0027】

また、波長は眼を測定することを鑑みると、近赤外光が適する。さらに、波長は得られる平面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く、ここでは840nmとする。観察対象の測定部位によっては他の波長を選んでも良い。

20

【0028】

光源201-1から出射された光は、シングルモードファイバー230-1と光カプラー231とを介して、参照光205と測定光206-1とに90:10の割合で分割される。

【0029】

< AOSLO部の参照光路 >

次に、参照光205の光路について説明する。

光カプラー231によって分割された参照光205は、光ファイバー230-2を介して、光量測定装置264に入射される。光量測定装置264は参照光205の光量を測定し、測定光206-1の光量をモニターする用途に用いられる。光ファイバー230-2には偏光コントローラ253-2が配されており、これにより参照光205の偏光が制御される。

30

【0030】

< AOSLO部の測定光路 >

次に、測定光206-1の光路について説明する。

光カプラー231によって分割された測定光206-1は、シングルモードファイバー230-4を介してレンズ235-1に導かれ、ビーム径4mmの平行光になるよう調整される。ファイバー230-4には偏光コントローラ253-4が配されており、測定光206-1の偏光が制御される。該測定光の光路には、レンズ235-1より順に、第三のビームスプリッタ258-3、第一のビームスプリッタ258-1、空間光変調器259、AOSLOXYスキャナ291-1、AOSLO合焦レンズ235-10、及び第一のダイクロイックミラー270-1が配置される。また、これら光学要素の間には、適宜複数のレンズ235-5~9の各々が配置される。

40

【0031】

レンズ235-1を経て平行光とされた測定光206-1は、第三のビームスプリッタ258-3、第一のビームスプリッタ258-1、及びレンズ235-5~6を通過し、空間光変調器259に入射される。

【0032】

ここで、空間光変調器259は、制御部106からドライバ部281内の空間光変調器駆動ドライバ288を介して制御される。図2(b)は、制御部106及びドライバ部2

50

8 1 に内蔵される関連するモジュール部を模式的に示すブロック図である。

【 0 0 3 3 】

次に、測定光 2 0 6 - 1 は、空間光変調器 2 5 9 にて変調された後、レンズ 2 3 5 - 7 ~ 8 を通過し、A O S L O X Y スキャナ 2 1 9 - 1 のミラーに入射される。ここでは、図を簡略化するため、A O S L O X Y スキャナ 2 1 9 - 1 は一つのミラーとして記したが、実際には X スキャナと Y スキャナとの 2 枚のミラーが近接して配置される。これら X スキャナ及び Y スキャナ各々は、網膜 2 2 7 上を光軸に垂直な方向にラスタースキャンするために用いられる。また、測定光 2 0 6 - 1 の中心は、X Y スキャナ 2 1 9 - 1 のミラーの回転中心と一致するように調整されている。

【 0 0 3 4 】

X スキャナは測定光 2 0 6 - 1 を紙面に平行な方向に走査するスキャナであり、ここでは共振型スキャナを用いている。駆動周波数は約 7 . 9 k H z である。また Y スキャナは、測定光 2 0 6 - 1 を紙面に垂直な方向に走査するスキャナであり、ここではガルバノスキャナを用いている。駆動波形はのこぎり波であり、周波数は 3 2 H z 、デューティ比は 8 4 % である。Y スキャナの駆動周波数は、A O S L O 像の撮像のフレームレートを決定する重要なパラメータである。A O S L O X Y スキャナ 2 1 9 - 1 は、制御部 1 0 6 からドライバ部 2 8 1 内の光スキャナ駆動ドライバ 2 8 2 を介して制御される。

【 0 0 3 5 】

レンズ 2 3 5 - 9 及び A O S L O 合焦レンズ 2 3 5 - 1 0 は、網膜 2 2 7 を深さ方向において走査するための光学系であり、測定光 2 0 6 - 1 を被検眼 2 0 7 の瞳孔中心を支点として、網膜 2 2 7 をスキャンする役割がある。なお、本実施例では、測定光 2 0 6 - 1 のビーム径は 4 m m としているが、より高分解能な光画像を取得するためにビーム径はより大径化してもよい。

【 0 0 3 6 】

また、A O S L O 合焦レンズ 2 3 5 - 1 0 を支持する A O S L O 電動ステージ 2 1 7 - 1 は、矢印で図示している方向に移動することができ、A O S L O 合焦レンズ 2 3 5 - 1 0 の位置を動かし、フォーカスを調整することができる。電動ステージ 2 1 7 - 1 は、制御部 1 0 6 からドライバ部 2 8 1 内の電動ステージ駆動ドライバ 2 8 3 を介して制御される。

【 0 0 3 7 】

A O S L O 合焦レンズ 2 3 5 - 1 0 の位置を調整することで、被検眼 2 0 7 の網膜 2 2 7 の所定の層に、測定光 2 0 6 - 1 を合焦し観察することが可能になる。また、被検眼 2 0 7 が屈折異常を有している場合にも対応できる。

【 0 0 3 8 】

測定光 2 0 6 - 1 は、被検眼 2 0 7 に入射すると、網膜 2 2 7 からの反射や散乱により、戻り光 2 0 8 となり受光部 7 0 0 へ入射する。受光部 7 0 0 は、後述するように図 3 に示す構成からなる。該受光部 7 0 0 に入射した戻り光 2 0 8 は、分岐部によって分光されてディテクター 7 0 4 - 1 ~ 5 にそれぞれ到達する。ディテクター 7 0 4 - 1 ~ 5 は、例えば高速・高感度な光センサである A P D (A v a l a n c h e P h o t o D i o d e) や P M T (P h o t o m u l t i p l i e r T u b e) が用いられる。

【 0 0 3 9 】

< A O S L O 部 受 光 部 >

次に、図 3 を用いて受光部 7 0 0 の概略構成について説明する。受光部 7 0 0 は、前述したディテクター 7 0 4 - 1 ~ 5 、遮光部 7 1 1 、四角錐プリズム 7 0 6 、及び集光用の複数のレンズを有する。図 4 を用いて遮光部 7 1 1 の説明を行う。遮光部 7 1 1 は透過領域 7 1 2 、遮光領域 7 1 3 、反射領域 7 1 4 で形成され、中心は戻り光 2 0 8 の光軸中心に位置するように配置される。遮光部 7 1 1 は戻り光 2 0 8 の光軸に対して斜めに配置されたときに、光軸方向から見て円形になるような楕円形状のパターンを持っている。

【 0 0 4 0 】

戻り光 2 0 8 は、結像面に配置された遮光部 7 1 1 にまず入射する。入射した共焦点に

10

20

30

40

50

集光される一部光は、反射領域 714 で反射して、集光後にディテクター 704 - 1 へ入射する。ここで、遮光部 711 で分割された光 708 は、結像面に配置された形状可変な不図示のピンホールを通過して 704 - 1 に入射する。

【0041】

遮光部 711 の透過領域 712 を通過した光 709 は、結像面に配置された四角錐プリズム 706 によって分割され、図 5 に示すように、ディテクター 704 - 2、704 - 3、704 - 4、及び 704 - 5 へそれぞれ入射する。ディテクター 704 - 2、704 - 3 は、AOSLO スキャナ 219 - 1 による測定光走査時の X 方向と同軸上に配置される。また、ディテクター 704 - 4、704 - 5 は、AOSLO スキャナ 219 - 1 による測定光走査時の Y 方向と同軸上に配置される。

10

【0042】

各ディテクターで得られた電圧信号は、制御部 106 内の AD ボード 276 - 1 にてデジタル値に変換され、制御部 106 に入力される。

【0043】

< WFSLO 部全体 >

次に、WFSLO 部について説明する。

WFSLO 部は基本的に AOSLO 部と同様の構成となっている。重複する部分については説明を省略する。

【0044】

WFSLO 部は、WFSLO 光源 201 - 2、第二のビームスプリッタ 258 - 2、WFSLO XY スキャナ 219 - 2、WFSLO 合焦レンズ 235 - 14、及び WFSLO ディテクター 238 - 2 を主要構成として有する。また、これら光学要素の間には、適宜複数のレンズ 235 - 2、11 ~ 14 の各々が配置される。

20

【0045】

WFSLO 光源 201 - 2 から出射した光は、前述した光学要素を経た後、更にダイクロミックミラー 270 - 1 ~ 3 等を介して観察対象である被検眼 207 に導かれる。WFSLO 光源 201 - 2 は、AOSLO 部と同様に SLD である。得られる光の波長は 920 nm、バンド幅 20 nm である。

【0046】

< WFSLO 部の測定光路 >

次に、測定光 206 - 2 の光路について説明する。

WFSLO 光源 201 - 2 から射出された測定光 206 - 2 は、レンズ 235 - 2、レンズ 235 - 11 ~ 14、WFSLO XY スキャナ 219 - 2、及びダイクロミックミラー 270 - 1 等を介して観察対象である被検眼 207 に導かれる。

30

【0047】

WFSLO XY スキャナ 219 - 2 の構成要素である X スキャナは、測定光 206 - 2 を紙面に平行な方向に走査するスキャナであり、ここでは共振型スキャナを用いている。駆動周波数は約 3.9 kHz である。また、Y スキャナは測定光 206 - 2 を紙面に垂直な方向に走査するスキャナであり、ここでは、ガルバノスキャナを用いている。駆動波形はのこぎり波であり、周波数は 15 Hz、デューティ比は 84% である。Y スキャナの駆動周波数は、WFSLO 像のフレームレートを決定する重要なパラメータである。測定光 206 - 2 のビーム径は 1 mm であるが、より高分解能な光画像を取得するために、ビーム径はより大径化してもよい。

40

【0048】

測定光 206 - 2 は、被検眼 207 に入射すると網膜 227 からの反射や散乱により戻り光 208 - 2 となる。戻り光 208 - 2 は、測定光 206 - 2 とは逆に、ダイクロミックミラー 270 - 1 ~ 3、レンズ 235 - 13、WFSLO 合焦レンズ 235 - 14、レンズ 235 - 2 ~ 4、及び XY スキャナ 219 - 2 等を経てビームスプリッタ 258 - 2 に至る。ビームスプリッタ 258 - 2 にて戻り光 208 - 2 は測定光 206 - 2 の光路より分岐され、WFSLO ディテクター 238 - 2 に到達する。WFSLO 合焦レンズ 23

50

5 - 14 は W F S L O 電動ステージ 2 1 7 - 2 に支持され、光軸方向に移動して測定光 2 0 6 - 2 の眼底 2 2 7 への合焦を可能とする。

【 0 0 4 9 】

< ビーコン部の説明 >

次に、被検眼 2 0 7 にて発生する収差を測定するためのビーコン部について説明する。

光源 2 0 1 - 3 から射出された測定光 2 0 6 - 3 は、レンズ 2 3 5 - 1 5、ビーコン合焦レンズ 2 3 5 - 1 6、第四のダイクロイックミラー 2 7 0 - 4 等を介して観察対象である被検眼 2 0 7 に導かれる。ここで、測定光 2 0 6 - 3 は、角膜 2 2 6 からの反射を避けるために、被検眼 2 0 7 の中心から偏心して入射される。ビーコン合焦レンズ 2 3 5 - 1 6 はビーコン用電動ステージ 2 1 7 - 3 に支持され、光軸方向に移動して眼底 2 2 7 に対する測定光 2 0 6 - 3 の合焦を可能とする。

10

【 0 0 5 0 】

被検眼からの戻り光の一部は、戻り光 2 0 8 として A O S L O 部の測定光の光路を逆に戻り、第一のダイクロイックミラー 2 5 8 - 1 に至る。第一のダイクロイックミラー 2 5 8 - 1 により測定光路より分岐された戻り光は、ピンホール 2 9 8 を介して波面センサ 2 5 5 に入射される。波面センサ 2 5 5 では、被検眼 2 0 7 で発生する戻り光 2 0 8 の収差が測定される。ここで、ピンホール 2 9 8 は、戻り光 2 0 8 以外の不要光を遮蔽する目的で設置されている。波面センサ 2 5 5 は、制御部 1 0 6 に電氣的に接続されている。

【 0 0 5 1 】

波面センサ 2 5 5 は、シャックハルトマン方式の波面センサであり、測定レンジは - 1 0 D ~ + 5 D となっている。得られた収差は、ツェルニケ多項式を用いて表現され、これは被検眼 2 0 7 による収差を示している。ツェルニケ多項式はチルト（傾き）の項、デフォーカスの項、アスティグマ（非点収差）の項、コマの項、トリフォイルの項等からなる。なお、光源 2 0 1 - 3 の中心波長は 7 6 0 nm、波長幅は 2 0 nm である。

20

【 0 0 5 2 】

ここで、角膜 2 2 6 と A O S L O X Y スキャナ 2 1 9 - 1 と波面センサ 2 5 5 と空間光変調器 2 5 9 とは光学的に共役になるようレンズ 2 3 5 - 5 ~ 1 0 等が配置されている。そのため、波面センサ 2 5 5 は、被検眼 2 0 7 による収差を測定することが可能になっている。また、空間光変調器 2 5 9 は、波面センサ 2 5 5 が制御部 1 0 6 に送った収差に関する情報に基づいて、該制御部 1 0 6 からの指示に応じて被検眼 2 0 7 による収差を補正

30

【 0 0 5 3 】

< 固視灯部 >

固視灯 2 5 6 は、発光型のディスプレイモジュールからなり表示面（ $27 \times 27 \text{ mm}^2$ 、 128×128 画素）を X Y 平面に有する。ここでは、液晶、有機 E L、L E D アレイ等を用いることができる。被検眼 2 0 7 が、固視灯 2 5 6 からの光束 2 5 7 を注視することで、被検眼 2 0 7 の固視あるいは回旋が促される。固視灯 2 5 6 の表示面には、例えば図 6 に示すように、任意の点灯位置 2 6 5 に十字のパターンが点滅して表示される。

【 0 0 5 4 】

固視灯 2 5 6 からの光束 2 5 7 は、固視灯用合焦レンズ 2 3 5 - 1 7、レンズ 2 3 5 - 1 8、及び第一～第三のダイクロイックミラー 2 7 0 - 1 ~ 3 を介して網膜 2 2 7 に導かれる。また、固視灯用合焦レンズ 2 3 5 - 1 7 及びレンズ 2 3 5 - 1 8 は、固視灯 2 5 6 の表示面と網膜 2 2 7 とが光学的に共役になるよう配置される。固視灯用合焦レンズ 2 3 5 - 1 7 は固視灯用電動ステージ 2 1 7 - 4 に支持され、光軸方向に移動して被検眼に対して明瞭な像の提示を可能とする。また、固視灯 2 5 6 は、制御部 1 0 6 からドライバ部 2 8 1 内の固視灯駆動ドライバ 2 8 4 を介して制御される。

40

【 0 0 5 5 】

< 前眼部観察部 >

次に、前眼部観察部について説明する。

前眼部照明光源 2 0 1 - 4 から照射された光は、被検眼 2 0 7 を照明する。被検眼 2 0

50

7からの反射光は、第一のダイクロイックミラー270-1、第二のダイクロイックミラー270-2、第四のダイクロイックミラー270-4、及びレンズ235-19、20を介してCCDカメラ260に入射する。光源201-4は中心波長740nmのLEDである。

【0056】

<フォーカス、シャッター、乱視補正>

以上のように、ヘッド部102に内蔵される光学系は、AOSLO部、WFSLO部、ビーコン部、固視灯部、前眼部観察部からなる。この中でAOSLO部、WFSLO部、ビーコン部、固視灯部はそれぞれ個別に前述した合焦用の電動ステージ217-1~4を持ち、4つの電動ステージを連動させて動かすことにより各々が支持する合焦レンズのフォーカスを調整している。ただし、個別にフォーカス位置を調整したい場合には、個別に電動ステージを動かすことも可能である。

10

【0057】

また、AOSLO部、WFSLO部、ビーコン部はそれぞれシャッター（不図示）を備え、シャッターの開閉により測定光を個別に被検眼207に入射させるか否かを制御できる。なお、ここではシャッターを用いたが、光源201-1~3を直接ON/OFFすることにより、制御することもできる。同様に、前眼部観察部、固視灯部についても、光源201-4および固視灯256のON/OFFにより制御可能である。

【0058】

また、合焦レンズ235-10は交換可能になっており、被検眼207による収差（屈折異常）に合わせて球面レンズやシリンドリカルレンズを用いることができる。また1個のレンズに限らず、複数のレンズを組み合わせて設置することも可能である。

20

【0059】

<波長>

AOSLO部、WFSLO部、ビーコン部、固視灯部、前眼部観察部に用いられている光源から発せられる光の波長分布を図7に示す。それぞれの光をダイクロイックミラー270-1~4で分けるために、それぞれ異なる波長帯になるようにしている。なお、図7は各光の波長の違いを示すものであり、その強度およびスペクトル形状を規定するものではない。

【0060】

<画像化>

次に、撮像画像の構成方法について説明する。

ディテクター704-1~5において入射された光は、各ディテクターで光電変換され、制御部106内のADボード276-1にてデジタル値に変換される。制御部106において更に、AOSLOXYスキャナ219-1の動作や駆動周波数と同期したデータ処理が行われ、AOSLO画像が形成される。

30

【0061】

ディテクター704-1に入射された光、即ちピンホールに相当する遮光部711の反射領域714で反射された光に基づき形成されたAOSLO画像は共焦点画像である。また、ディテクター704-2~5に入射された光、即ちピンホールに相当する遮光部711の反射領域714近辺の透過領域712を透過した散乱光に基づき形成されたAOSLO画像は非共焦点画像である。

40

【0062】

また、ディテクター704-2、704-3、704-4、及び704-5に入射したある時点の光各々から得たデジタル値をそれぞれI_a、I_b、I_c、I_dとすると、下記式からX方向およびY方向の微分値I'、I''を取得することが出来る。

$$I' = (I_a I_b) / (I_a + I_b)$$

$$I'' = (I_c - I_d) / (I_c + I_d)$$

【0063】

X方向およびY方向の微分値I'、I''によって生成した画像を用いて、輪郭強調した

50

ような像を取得することが出来る。また、受光部の構成としてここではディテクターの数を4つとしてI a、I b、I c、I dを取得する構成を挙げたが、別な構成としても考えられる。例えば、四角錐プリズムの分岐点に対して線対称に配置されたディテクターを二つ配置し、四角錐プリズムの分岐方向とディテクター2つについて、分岐点を中心に回転する駆動部を設ける構成である。この構成の場合、四角錐プリズムとディテクターを光709の光軸に対して回転させることで、I'の値と回転角度の情報を取得することができる。

【0064】

また同様に、WF S L O部において、ディテクター238-2で得られた電圧信号は、制御部106内のADボード276-2にてデジタル値に変換され、WF S L O画像が形成される。

10

【0065】

< 撮像手順 >

次に、本実施例のA O S L O装置における撮像手順について図8、9及び10を用いて説明する。

【0066】

図8に撮像手順についてのフローチャートを示す。以下に、各工程について詳しく述べる。

【0067】

(工程1 : S 8 0 1) 装置を立ち上げ各種確認を行う。

20

検者が制御部106及びA O S L O装置の電源を入れる。次に、測定用の制御ソフトを起動すると、図9に示す制御ソフト画面が表示部105に表示される。ここで被検者に顔を顔受け部104にセットしてもらう。

【0068】

(工程2 : S 8 0 2) 前眼部画像を取得する。

制御ソフト画面の実行ボタン501を押すと、前眼部モニター512に前眼部の画像が表示される。画面中央に瞳孔の中心が正しく表示されていない場合は、まずジョイスティック107を用いてヘッド部102を略正しい位置に動かす。さらに調整が必要な場合は、制御画面上の電動ステージボタン503を押し、顎受け駆動部109を微動させる。

【0069】

30

(工程3 : S 8 0 3) W F S L O像を取得する。

ここでは、W F S L O X Yスキャナ219-2のスキャン幅を調整し、被検者の眼底を8mm×6mmのサイズで撮像することとする。略正しい状態で前眼部画像が表示された場合、W F S L O像がW F S L Oモニター515に表示される。固視灯位置モニター513で固視灯を中央位置に設定し、被検眼207の視線を中心に誘導する。

【0070】

次に、W F S L O強度モニター516を見ながら、フォーカス調整ボタン504を調整して、W F S L O強度が大きくなるように調整する。ここで、W F S L O強度モニター516には横軸時間、縦軸信号強度でW F S L O部で検出された信号強度が時系列に表示されている。ここで、フォーカス調整ボタン504を調整することで、合焦レンズ235-10、14、16、18の位置が同時に調整される。

40

【0071】

W F S L O像が鮮明に表示された場合、W F S L O撮影ボタン505を押してW F S L O像を取得する。得られた像に問題がない場合には、W F S L O記録ボタン517を押して、当該画像のW F S L Oデータを保存する。

【0072】

(工程4 : S 8 0 4) A O S L O像取得位置を決定する。

表示されたW F S L O像を確認し、A O S L O像を取得したい位置を後述の手段を用いて決める。次に、その位置がW F S L Oモニター515の中央にくるように被検眼207の視線を誘導する。

50

【 0 0 7 3 】

A O S L O 像を取得する位置を決める手段は二通りあり、一つは固視灯位置モニター 5 1 3 において固視灯の位置を指示する方法、もう一つは W F S L O モニター 5 1 5 において所望の位置をクリックする方法である。W F S L O モニター 5 1 5 上の画素と固視灯の位置を関連付けており、固視灯の位置が自動的に移動し、視線を所望の位置に誘導することができる。

【 0 0 7 4 】

A O S L O 像を取得したい位置が W F S L O モニター 5 1 5 上中央に移動したのを確認して、次の工程に移る。

【 0 0 7 5 】

(工程 5 : S 8 0 5) 収差補正を行う。

収差測定ボタン 5 0 6 を押すと、W F S L O 測定光である測定光 2 0 6 - 2 が遮断され、ビーコン光のシャッターが開いてビーコン光である測定光 2 0 6 - 3 が被検眼 2 0 7 に照射される。波面センサモニター 5 1 4 に波面センサ 2 5 5 で検出されたハルトマン像が表示される。このハルトマン像から計算された収差が収差補正モニター 5 1 1 に表示される。収差はデフォーカス (d e f o c u s) 成分 (μm 単位) と、全ての収差量 (μm R M S 単位) に分けて表示される。ここで、工程 3 において、A O S L O 測定光とビーコン光のフォーカスレンズであるレンズ 2 3 5 - 1 0、1 6 の位置が調整されているため、この工程で収差測定の準備が整っている。具体的には、測定光 2 0 6 - 3 に対する戻り光 2 0 8 が、ピンホール 2 9 8 をけられることなく通過し、波面センサ 2 5 5 に到達する状態になっている。

【 0 0 7 6 】

ここで自動フォーカスボタン 5 2 1 を押すと、デフォーカスの値が小さくなるようにレンズ 2 3 5 - 1 0、1 4、1 6、1 8 の位置が自動的に調整される。

【 0 0 7 7 】

次に収差補正ボタン 5 2 2 を押すと、収差量が小さくなる方向に自動的に空間光変調器 2 5 9 が調整され、リアルタイムに収差量の値が表示される。ここで、収差量の値が事前に決めておいた閾値 ($0.03 \mu\text{m}$ R M S) 以下になると自動的に A O S L O 測定ボタン 5 0 7 が押され、次の工程に移動する。ここで、収差量の閾値は任意に設定できる。また、閾値以下にならない場合には、収差補正一時停止ボタン 5 0 8 を押し、収差補正を停止したのち、A O S L O 測定ボタン 5 0 7 を押すことにより次の工程に移動する。

【 0 0 7 8 】

ここでは、W F S L O X Y スキャナ 2 1 9 - 2 のスキャン幅を調整し、被検者の眼底を $200 \mu\text{m} \times 200 \mu\text{m}$ のサイズを 400 画素 \times 400 画素の解像度で撮像することとする。

【 0 0 7 9 】

(工程 6 : S 8 0 6) A O S L O 像を取得する。

A O S L O 測定ボタン 5 0 7 が押されると、ビーコン光である測定光 2 0 6 - 3 が遮断され、A O S L O 測定光 2 0 6 - 1 のシャッターが開いて測定光 2 0 6 - 1 が被検眼 2 0 7 に照射される。A O S L O モニター 5 1 8 に収差補正済みの A O S L O 像が表示される。ここで表示される A O S L O 画像は、後述する A O S L O 共焦点画像である。また、A O S L O 強度モニター 5 1 9 に、W F S L O 強度モニター 5 1 6 と同様に、A O S L O 部で検出された信号強度が時系列に表示される。

【 0 0 8 0 】

信号強度が不十分な場合には、A O S L O 強度モニター 5 1 9 を見ながらフォーカス、顎受け位置を調整し、信号強度が大きくなるように調整する。

【 0 0 8 1 】

また、撮像条件設定ボタン 5 2 3 によって、撮像画角、フレームレート、撮像時間を指定することができる。

【 0 0 8 2 】

10

20

30

40

50

また、深さ調整ボタン524を調整して、AOSLO合焦レンズ235-10を移動させ、被検眼207の深さ方向の撮像範囲を調整することができる。具体的には、視細胞層や神経線維層や色素上皮層等の所望の層の像を取得することができる。

【0083】

AOSLO像が鮮明に表示された場合、AOSLO記録ボタン520を押して、AOSLOデータを保存する。その後、測定光206-1は遮断される。ここで、制御部106内では、ディテクター704-1に入射された光に基づきAOSLO共焦点画像とディテクター704-2~5に入射された光に基づき形成されたAOSLO非共焦点画像を形成する。ここでは、画像化の項目で説明したX方向の微分値 I' を用いてAOSLO非共焦点画像を形成する。形成された非共焦点画像は、ここでは、図9に示す制御ソフト画面上には表示されない。

10

【0084】

図10は形成されたAOSLO画像を説明する図である。図10(a)がAOSLO共焦点画像101であり、図10(b)がAOSLO非共焦点画像102である。AOSLO共焦点画像101、及びAOSLO非共焦点画像102は、例えばX方向、Y方向にそれぞれ1~3、A~Cに均等に分割され、9個の領域で構成される。

【0085】

(工程7:S807)AOSLO画像の視細胞の状態の解析を行う。

次に、視細胞解析ボタン525が押されると、AOSLOの共焦点画像101とAOSLO非共焦点画像102に対して公知である画像処理に基づき視細胞の検出が行われる。視細胞の検出及び後のS808の視細胞密度の比較は、ADボード276-1に配された共焦点画像及び非共焦点画像を解析する解析手段として機能するモジュールによって実行される。

20

【0086】

なお、該解析手段は、解析実行時に行われる画像の複数の領域への分割を行う画像分割手段として機能するモジュールも包含する。また、本実施例における視細胞密度は眼底検査時に複数考慮される所定の検査或いは評価項目の一つであって、視細胞密度の算出はその評価値の算出に対応する。この視細胞密度の算出は、該解析手段に包含される、評価値算出手段によって実行される。

【0087】

30

(工程8:S808)視細胞密度を比較する。

次に、検出された視細胞の密度をAOSLO共焦点画像101、及びAOSLO非共焦点画像102の9分割された領域毎において比較する。その際、AOSLO非共焦点画像102において検出された視細胞密度がAOSLO共焦点画像101において検出された視細胞密度よりも所定値以上大きい領域Xを検出する。ここでは、領域2-A、3-A、3-B、及び3-Cが領域Xとして検出された。検出された領域Xは、図10(c)に示すように領域を囲む枠線が太く表示され、検者に対してAOSLOモニター518に表示されたAOSLO共焦点画像101よりも、AOSLO非共焦点画像102の方が視細胞が観測しやすいことが通知される。この通知は、表示手段105に対して表示する画像の表示形態を解析結果に応じて変更する表示制御手段によって、文字の付記、枠の付記、等の種々の通知形態を介して実行される。該表示制御手段は、制御部106に含まれるADボード276-1において表示制御手段として機能するモジュールによって構成される。

40

【0088】

(工程9:S809)AOSLO非共焦点画像を表示する。

次に、共焦点画像/非共焦点画像切り替えボタン526を押すことにより、AOSLOモニター518の領域2-A、3-A、3-B、及び3-CにAOSLO非共焦点画像102を表示し、視細胞の観測を行う。共焦点画像/非共焦点画像切り替えボタン526は、押すごとに共焦点画像と非共焦点画像が切り替わる(図10(c)と図10(d)が切り替わる)ため、検者は所望のAOSLO画像を表示させる。なお、領域X全体を切り替わる例について説明したが、1領域毎切替える構成としても良い、更にマウス等のポイン

50

ティングデバイスで指示された場合に非共焦点画像を表示するようにしても良い。

【0089】

即ち、AOSLOモニター518に表示される画像は、前述した評価値の比較結果に応じて変更される。この解析結果である比較結果に応じた表示形態の変更は、前述した表示制御手段として機能するモジュールによって実行される。

【0090】

(工程10：S810)領域表示の終了を確認する。

共焦点画像の非共焦点画像への切り替えの要否は表示されている分割領域の全てにおいて検討されたか否かを表示し、終了していれば最後に一連の動作を終了する。終了していなければ、フローはS808に移行して未検討領域についての切り替えの要否の検討を実行する。

10

【0091】

以上の工程を実行することによって、診断に好適な眼底のAOSLO画像を容易かつ迅速に得ることが可能となり、検者が求めている画像を提供することが可能となる。なお、上述した実施例では表示手段105には共焦点画像を表示することとしているが、表示手段105は共焦点画像及び非共焦点画像の少なくとも一方が表示可能であればよい。一方の画像を表示し、解析結果に応じて他方の画像による置き換えを行えばよい。

【実施例2】

【0092】

実施例1では、共焦点画像/非共焦点画像切り替えボタン526を押すことにより、AOSLOモニター518にAOSLO共焦点画像101とAOSLO非共焦点画像102を順次表示する方法を説明した。しかしながら、分割された領域中の対応する領域各々においてAOSLO非共焦点画像102における視細胞密度がAOSLO共焦点画像101の視細胞密度よりも所定値以上大きい領域XのみAOSLO非共焦点画像102に置き換えて表示することも可能である。図10(d)は、AOSLO共焦点画像101に対して、領域Xとして検出された領域2-A、3-A、3-B、及び3-Cに対してAOSLO非共焦点画像102をはめ込んで表示したものである。

20

【実施例3】

【0093】

実施例1では、AOSLO共焦点画像101の視細胞密度とAOSLO非共焦点画像102の視細胞密度を9分割した領域毎に比較し、表示する方法を説明した。実施例3では、AOSLO画像をより細かい領域に分割し、AOSLO共焦点画像101の視細胞密度とAOSLO非共焦点画像102の視細胞密度を比較し、比較結果を表示する方法について説明する。

30

【0094】

実施例3では、実施例1の工程8において、AOSLO共焦点画像101の視細胞密度とAOSLO非共焦点画像102の視細胞密度を微細な領域、例えば $15\mu\text{m} \times 15\mu\text{m}$ の領域毎に比較する。比較結果を例えば4段階に分けられるように、AOSLO共焦点画像101の視細胞密度CとAOSLO非共焦点画像102の視細胞密度Sの比Tを算出する。ここで比 $T = \text{AOSLO非共焦点画像の視細胞密度} : S / \text{AOSLO共焦点画像の視細胞密度} : C$ より求める。更に得られた比Tに対し、

40

A : 3 T

B : 2 T < 3

C : 1 T < 2

D : T < 1

なる算出結果に応じた四種類のランクに基づき、AOSLO共焦点画像101を分割する。

【0095】

図11は、AOSLO共焦点画像101に、AOSLO共焦点画像101に対して、算出されたTに応じた領域を重ねて表示した画像である。ここで、A領域は1101、B領

50

域は1102、C領域は1103、D領域は表記なしとして、4つの領域に分割された状態を示している。検者は、図11に示すAOSLO共焦点画像101を観察することにより、AOSLO共焦点画像101の視細胞密度CとAOSLO非共焦点画像102の視細胞密度Sの比Tが大きい領域を把握することができる。

【0096】

このことにより、検者は必要に応じて、共焦点画像/非共焦点画像切り替えボタン526を押すことにより、AOSLOモニター518にAOSLO非共焦点画像102を表示し、視細胞の観測を行うことが可能となる。

【0097】

また、A～C領域を表示するためには、図11に示すように枠線の太さで表記するだけでなく、色枠を使用する、更には視細胞密度の比Tの値に応じて透過率を変更した半透明が画像を表示する等の方法を用いてもよい。即ち、本実施例では両画像の対応する位置での評価値の差に応じて該位置或いは領域のランク付けをし、該ランクに応じて画像の置き換える際の態様を変えることとする。

10

【0098】

また、実施例3従来例では、微細領域毎に視細胞密度の比Tを比較する方法について説明したが、例えば近接する微細領域を3×3の領域でまとめて視細胞密度の比Tを比較する方法も有効である。

【0099】

(その他の実施例)

以上の実施例では、視細胞に関する画像情報を得る場合について述べているが、本発明が対象とする画像情報はこれに限定されない。例えば網膜血管等、眼底より画像を介して収集可能な各種画像として解析可能な種々の構成物に対しても上述した解析方法を適用することが可能である。

20

【0100】

また、本件は上記の実施例に限定されるものではなく、本発明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、被検査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発明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、本発明は眼科診療用の装置に例示される撮像装置として把握され、被検眼は被検査物の一態様として把握されることが望ましい。

30

【0101】

また、本発明は、上述した実施例の機能(例えば、上記の各部の処理を各工程に対応させたフローチャートにより示される処理)を実現するソフトウェアのプログラムコードを記録した記憶媒体を、システム或いは装置に供給することによっても実現できる。この場合、そのシステム或いは装置のコンピュータ(又はCPUやMPU)が、コンピュータが読み取り可能に記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出し実行することにより、上述した実施例の機能を実現する。

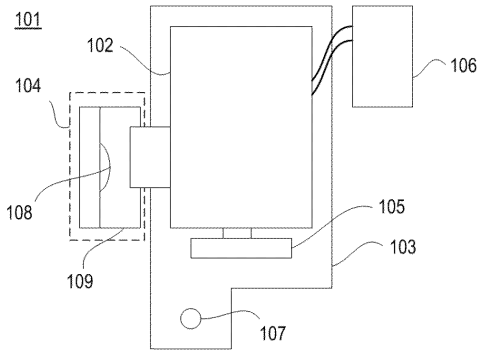
【符号の説明】

【0102】

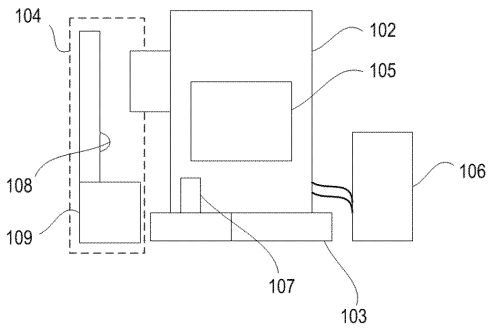
- 101：AOSLO装置
- 102：ヘッド部
- 103：ステージ部
- 104：顔受け部
- 105：表示部
- 106：制御部

40

【 図 1 】

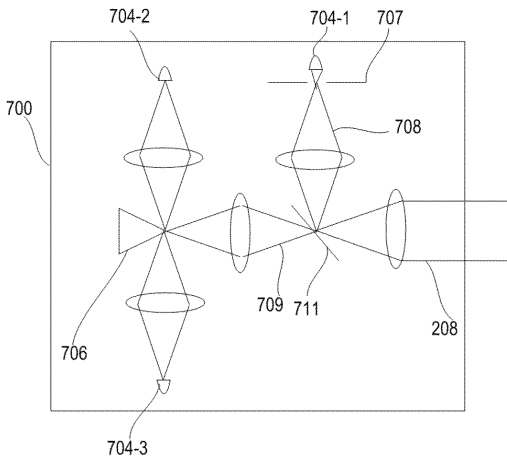


(a)

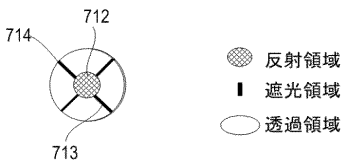


(b)

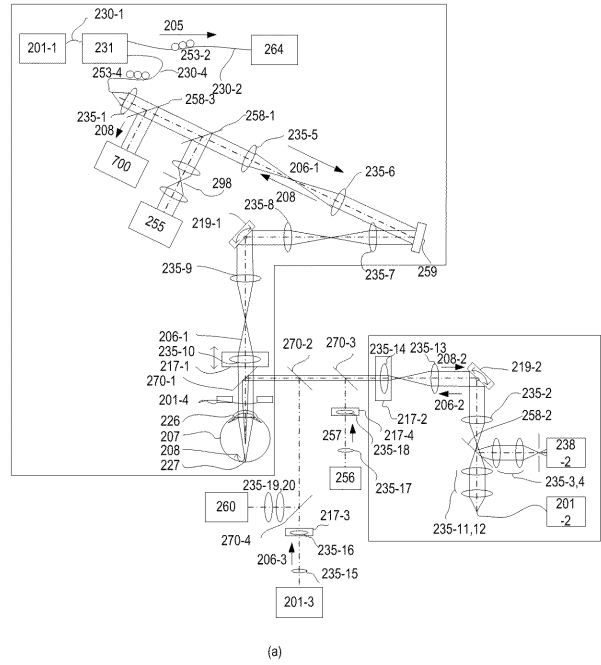
【 図 3 】



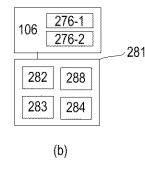
【 図 4 】



【 図 2 】

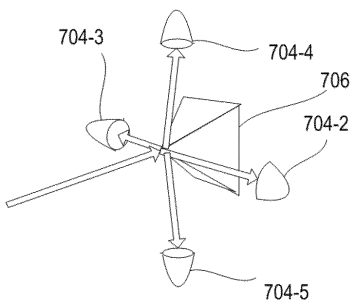


(a)

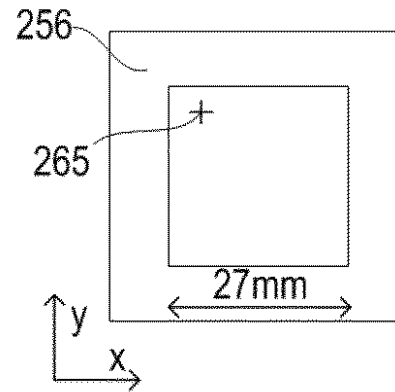


(b)

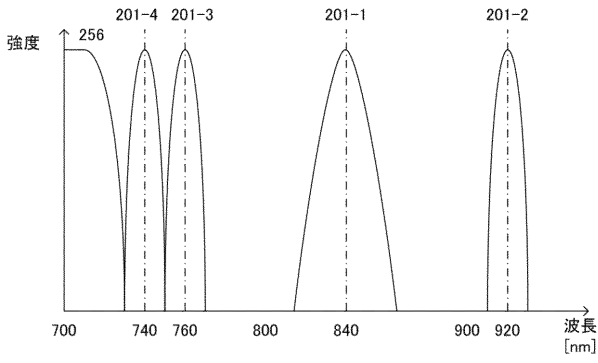
【 図 5 】



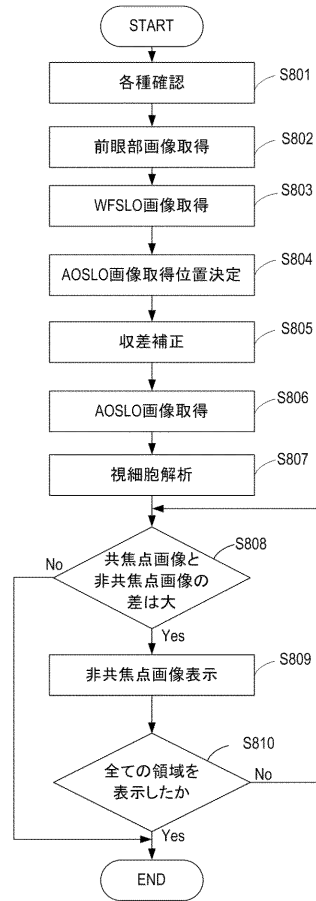
【 図 6 】



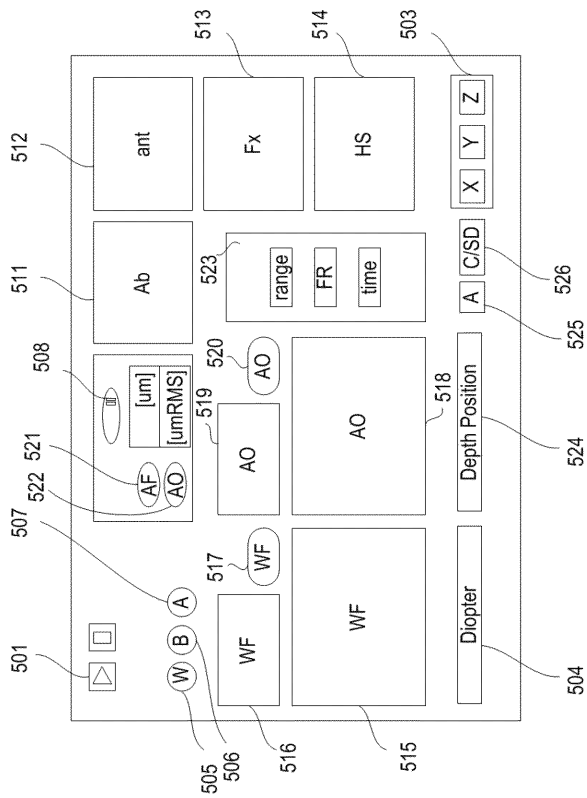
【図7】



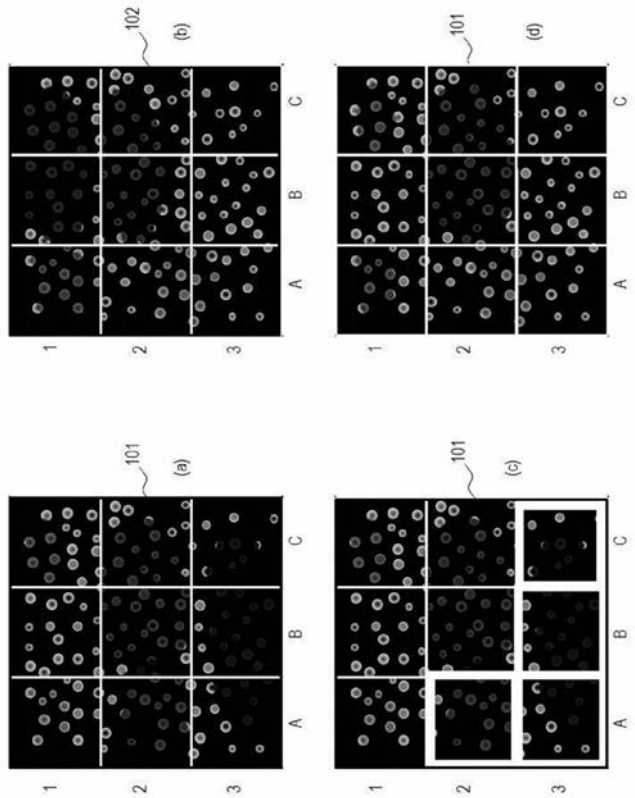
【図8】



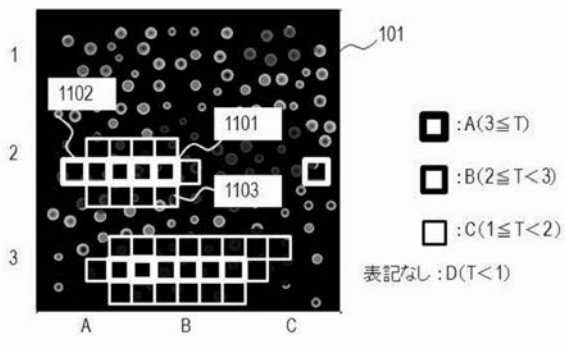
【図9】



【図10】



【 図 1 1 】



フロントページの続き

(74)代理人 100134393

弁理士 木村 克彦

(74)代理人 100174230

弁理士 田中 尚文

(72)発明者 歌川 勉

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 今村 裕之

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