

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6325856号
(P6325856)

(45) 発行日 平成30年5月16日(2018.5.16)

(24) 登録日 平成30年4月20日(2018.4.20)

(51) Int.Cl.

A 61 B 3/10 (2006.01)

F 1

A 61 B 3/10

W

請求項の数 17 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2014-56455 (P2014-56455)
 (22) 出願日 平成26年3月19日 (2014.3.19)
 (65) 公開番号 特開2015-177878 (P2015-177878A)
 (43) 公開日 平成27年10月8日 (2015.10.8)
 審査請求日 平成29年3月17日 (2017.3.17)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100094112
 弁理士 岡部 譲
 (74) 代理人 100101498
 弁理士 越智 隆夫
 (74) 代理人 100106183
 弁理士 吉澤 弘司
 (74) 代理人 100128668
 弁理士 斎藤 正巳
 (72) 発明者 伊藤 宏
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ャノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 眼科装置及び制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検眼の前眼部を照明する複数の前眼部照明光源と、
 前記被検眼からの戻り光に基づいて前眼照明光源像を取得する撮像手段と、
 前記撮像手段により得られる前記前眼照明光源像が一対であるか否かを判定する判定手段と、
 前記判定手段の判定の結果に応じて一方の前記前眼照明光源像に替えて所定の条件を満たす像を選択して他方の前記前眼照明光源像と前記像との相互間距離を算出する算出手段と、
 前記算出の結果に応じて前記撮像手段と前記被検眼とのアライメントを行うアライメント手段と、を有することを特徴とする眼科装置。

【請求項 2】

前記判定手段は、前記前眼部の画像において設定される所定の検出領域内に存在する輝点像を前記前眼照明光源像として判定することを特徴とする請求項 1 に記載の眼科装置。

【請求項 3】

前記判定手段は、前記前眼部の画像における前記前眼照明光源像の候補となる像を検出し、前記候補となる像において少なくとも予め設定された輝度値又は大きさの何れかを有する像を前記前眼照明光源像として判定することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の眼科装置。

【請求項 4】

10

20

前記被検眼の前記前眼部を観察測定する観察測定光学系を更に有し、
前記前眼部照明光源は前記観察測定光学系の光軸に対して水平方向において対称となる位置に配置されることを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載の眼科装置。

【請求項 5】

前記所定の条件を満たす前記像は前記被検眼の瞳孔より得られる像であることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載の眼科装置。

【請求項 6】

前記被検眼の瞳孔を中心として他方の前記前眼照明光源像と対称となる位置に存在する像が所定の輝度値を有する画素を含む場合、前記所定の条件を満たす像であると判定されることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載の眼科装置。 10

【請求項 7】

前記算出手段は、他方の前記前眼照明光源像と前記被検眼の瞳孔より得られる像の中心との相互間距離を算出することを特徴とする請求項 5 に記載の眼科装置。

【請求項 8】

前記前眼照明光源像が取得されないと前記判定手段が判定したことを報知する報知手段を更に有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眼科装置。

【請求項 9】

前眼部照明光源により照明された被検眼の前眼部の反射像である前眼照明光源像を検出して前記前眼照明光源像が複数であるか否かを判断するステップと、

前記前眼照明光源像が複数であった場合に、前記複数の前眼照明光源像をアライメント指標として各々の相互間距離を算出して、前記相互間距離が第一の所定値になるまで撮像手段と前記被検眼との光軸方向の位置合せを行うステップと、 20

前記前眼照明光源像の数が一つであった場合に、前記光軸方向の位置合せを行うステップにかえて、検出された前記前眼照明光源像と前記被検眼の瞳孔中心との相互間距離が第二の所定値になるように前記撮像手段と前記被検眼との前記光軸方向の位置合せを行うステップと、を含むことを特徴とする眼科装置の制御方法。

【請求項 10】

前記前眼部照明光源とは異なる観察光を前記被検眼に照射する第二の光源を設けることとし、

前記前眼照明光源像を用いて前記撮像手段と前記被検眼との前記光軸方向の位置合せを行うステップの後に、前記被検眼による前記第二の光源の反射像を指標として精密な位置合せを行うステップを更に含むことを特徴とする請求項 9 に記載の眼科装置の制御方法。 30

【請求項 11】

検出された複数の前記前眼照明光源像が所定数存在していないと判断された場合に、前記位置合せを行うステップを停止し、検者に報知するステップを更に含むことを特徴とする請求項 9 又は 10 に記載の眼科装置の制御方法。

【請求項 12】

検出された前記前眼照明光源像が複数であるか否かを判断するステップは、前記被検眼の角膜による前記前眼照明光源像の候補を検出し、

前記候補から、少なくとも予め設定された輝度値又は大きさをもつ像の何れかを前記前眼照明光源像であると判断することを特徴とする請求項 9 乃至 11 の何れか一項に記載の眼科装置の制御方法。 40

【請求項 13】

前記前眼部照明光源は、前記第二の光源を有する観察測定光学系の光軸に対して水平方向で対称に配置されていることを特徴とする請求項 10 に記載の眼科装置の制御方法。

【請求項 14】

前記第一の所定値とは前記第二の光源の反射像が検出可能な範囲となる前記相互間距離の値であることを特徴とする請求項 10 又は 13 に記載の眼科装置の制御方法。

【請求項 15】

前記第二の所定値とは前記第一の所定値の 1 / 2 であることを特徴とする請求項 9 乃至

10

20

30

40

50

14の何れか一項に記載の眼科装置の制御方法。

【請求項16】

検出された前記前眼照明光源像が複数であるか否かを判断するステップにおいて、検出した前記候補が少なくとも予め設定された輝度値又は大きさの何れかの条件を満たさない反射像であったために検出された前記前眼照明光源像の数が一個と判断された場合に、

前記条件を満たさない像をアライメント指標として採用して前記光軸方向の位置合せを行うステップを更に含むことを特徴とする請求項12に記載の眼科装置の制御方法。

【請求項17】

請求項9乃至16の何れか一項に記載の眼科装置の制御方法の各工程をコンピュータに実行させることを特徴とするプログラム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、眼科装置に関する。より詳細には、被検眼の眼特性を測定または撮影するアライメント機構を有した眼科装置及びその制御方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、被検眼角膜によるアライメント光束の反射像を指標像として、指標像が所定の位置、形状になるように測定部を制御してアライメントを行う眼科装置が知られている。

【0003】

例えば、特許文献1に於いては、観察光軸外に配置され、被検眼に投影される複数の指標光の反射光を用いてアライメントを行う装置が開示されている。具体的には、撮像素子で撮像された画像を複数の光検出領域に分割して、角膜からの反射光による平均光量値を、光検出領域ごとに算出・比較している。そして、算出された平均光量値が他より低い検出領域の平均光量値が高くなる方向に測定部を移動させるアライメント制御を行っている。

20

【0004】

特許文献2に於いては、二種のアライメント制御を組み合わせて行う例が開示されている。一方のアライメント制御では観察光軸外に配置された第一の光源の角膜による反射像を指標像として用い、他方では観察光軸と同軸に照射された第二の光源の角膜による指標像を用いている。第一の光源の指標像でアライメントを行う方法では、より詳細には被検眼瞳孔中心と第一の光源の指標像との距離が所定値になるように制御している。また、当該文献では、別例として複数の光源反射像である指標像間の距離が所定値になるようにアライメントしてもよいことも開示されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2007-175352号公報

【特許文献2】特許4769365号公開公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

観察光軸外に配置された光源からの光束について、角膜により反射された反射像を得てこれを指標として測定光学系との位置合せを行う技術が従来より知られている。当該構成の場合、例えば蛍光灯などによる外乱光が被検眼の瞼の縁部や被検眼下縁部などにたまつた涙液を照明して、その反射光が撮像手段によって撮像される可能性がある。このような反射光が生じた場合、本来の角膜によるアライメント光束反射像とこの反射光束による像とが混同される可能性がある。

40

【0007】

まず図1に外乱光のない健常眼を撮像した場合を示す。図1において、Pは被検眼にお

50

ける瞳であり、Iは虹彩、A1及びA2は各々観察光軸外に配置された二個の光源の角膜による反射像である。この反射像A1、A2をアライメント指標として用い、測定部と被検眼とのアライメントを行う。

【0008】

この場合、光源の発光波長は近赤外であるため、撮像画像上では虹彩Iは濃いグレー(輝度値が低い)で表示され、指標像A1、A2は白(輝度値が高い)で表示される。即ちこれら像間でのコントラストが高いため、指標像を精度よく検出することが可能である。図2には外乱光による反射像Gが写り込んでいる場合を例示する。反射像Gは輝度が高いため、指標像A1、A2を検出する際に反射像Gを指標像として誤検出する可能性がある。

10

【0009】

また、被検眼の状態がよくない場合にも、指標像A1、A2が検出出来ないことがある。その一例として、図3に被検者が翼状片を患っている場合の被検眼の画像を示す。翼状片とは、白目の表面を覆っている半透明の膜である結膜が、目頭の方から瞳に入り込んでくる疾病である。

【0010】

図示した例のように、翼状片P_tと指標像A2が重なってしまうと、翼状片P_tは虹彩Iと比較すると輝度値が高いためコントラストが悪くなり、指標像A2が検出出来なくなる。また、図3のように一部が重なる場合には指標像A2として検出される輝点の形状(面積)が正しくないため、誤検出の可能性が高くなる。

20

【0011】

これらの問題に対処するため、例えば、特許文献1に開示される発明では、指標光以外の外乱光による影響を除去するための対策が講じられている。具体的には、撮像手段を複数のエリアに区切りその各領域内の光量平均値を算出して比較する、指標光を点滅させて点灯時と消灯時の画像の差をとる、或いは検出のためのシュレッショルドを設定する、などである。しかしながら、当該発明では、疾病眼で撮像された領域で光量が変わってしまう場合の対処については考慮されていない。

【0012】

特許文献2に開示される発明では、指標像と瞳孔中心、または指標像だけでアライメントすることが開示されている。しかし、この二つの方法は置き換えることができると開示しているのみで、どちらの方法をとるか判断する判断手段については示されていない。また、外乱光や疾病眼の場合の対処についても開示されていない。

30

【0013】

本発明の目的は、前記問題点を解消し、外乱光や被検眼の状態によらず、アライメントを続けることが可能な眼科装置及びその制御方法の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記課題を解決するために、本発明に係る眼科装置は、被検眼の前眼部を照明する複数の前眼部照明光源と、

前記被検眼からの戻り光に基づいて前眼照明光源像を取得する撮像手段と、

40

前記撮像手段により得られる前記前眼照明光源像が一対であるか否かを判定する判定手段と、

前記判定手段の判定の結果に応じて一方の前記前眼照明光源像に替えて所定の条件を満たす像を選択して他方の前記前眼照明光源像と前記像との相互間距離を算出する算出手段と、

前記算出の結果に応じて前記撮像手段と前記被検眼とのアライメントを行うアライメント手段と、を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、被検眼の眼測定に際して、外乱光や被検眼の状態によらず、アライメ

50

ントを続けることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】外乱光のない健常眼の観察画像を説明した説明図である。

【図2】外乱光による反射像が写り込んだ健常眼の観察画像を説明した説明図である。

【図3】翼状片のある被検眼の観察画像を説明した説明図である。

【図4】本発明の第一の実施例に係る眼科装置の構成を示した説明図である。

【図5】第一の実施例の眼科装置のアライメントプリズム絞りの詳細な説明図である。

【図6】アライメント完了時の観察画像の解析の説明図である。

【図7】第一の実施例におけるアライメント動作のフローチャートである。 10

【図8】アライメント動作開始時の観察画像の説明図である。

【図9】瞳孔中心と光軸の位置合せ完了時の観察画像の説明図である。

【図10】前眼照明光源像の検出領域についての説明図である。

【図11】前眼照明光源像によるアライメント完了時の観察画像を説明した説明図である

。

【図12】翼状片のある被検眼の観察画像の説明図である。

【図13】瞳孔中心と前眼照明光源像の中心間距離とを説明した説明図である。

【図14】瞳孔と前眼照明光源像によるアライメント完了時の観察画像を説明した説明図である。

【図15】観察画像において、まつ毛の影が瞳孔に重なった様子を説明した説明図である 20

。

【図16】アライメント動作の第二の実施例のフローチャートである。

【図17】翼状片がある場合の観察画像における輝点間距離を説明した説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下に、本発明の実施の形態について添付の図面に基づいて詳細に説明する。

【0018】

[第一の実施例]

本発明の第一の実施例について図面に基づいて詳細に説明する。

【0019】

図4は、本発明に係る眼科装置の一例である眼屈折力計における光学ヘッドを含んだ測定部の概略構成図を示している。 30

【0020】

光源201から被検眼Eに至る光路01上には、該光現201より、レンズ202、絞り203、孔あきミラー204、拡散板222、レンズ205、及びダイクロイックミラー206が順次配置される。これらは測定光投影光学系を構成する。光源201は、波長880nmの光を被検眼に照射して眼屈折力測定用及びアライメント指標用の光源として用いられる。絞り203は、被検眼Eの瞳孔E_pとほぼ共役に配置される。ダイクロイックミラー206は、被検眼E側から波長880nm以下の赤外および可視光を全反射し波長880nm以上の光束を一部反射する。 40

【0021】

孔あきミラー204の反射方向の光路02上には、絞り207、光束分光プリズム208、レンズ209、撮像手段210が順次に配列され、測定光受光光学系を構成している。絞り207は、瞳孔E_pとほぼ共役に配置され、円環状の開口を備えた二つの絞りである。

【0022】

上述した光学系は眼屈折力測定用であり、光源201から発せられた光束は、絞り203で光束が絞られつつ、レンズ202によりレンズ205の手前で1次結像される。当該光束は、更にレンズ205、及びダイクロイックミラー206を透過して被検眼Eの瞳中心に投光される。投光された光束は眼底で反射し、眼底反射光は瞳中心を通って再びレン 50

ズ205に入射される。入射された光束はレンズ205を透過後に、孔あきミラー204の周辺で反射される。反射された光束は被検眼瞳孔Epと略共役な絞り207および円錐形をしたプリズム208で瞳分離され、撮像手段210の受光面にリング像として投影される。

【0023】

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

【0024】

被検眼Eに乱視がある場合はリング像が橈円になり、水平軸と橈円のなす角度が乱視軸角度となる。この橈円の係数を基に屈折力を求める。

10

【0025】

拡散板222は測定光投影光学系と測定光受光光学系と共に位置で、光路内に挿脱可能に設けられている。

【0026】

一方、ダイクロイックミラー206の反射方向には、固視標投影光学系（光路03）と、被検眼の前眼部観察とアライメント検出が共用されるアライメント受光光学系（光路04）とが配置されている。

【0027】

固視標投影光学系の光路03上には、レンズ211、ダイクロイックミラー212、レンズ213、折り返しミラー214、レンズ215、固視標216、及び固視標照明用光源217が順次に配列されている。

20

【0028】

固視誘導時に、点灯された固視標照明用光源217からの投影光束は、固視標216を裏側から照明し、レンズ215、折り返しミラー214、レンズ213、ダイクロイックミラー212、及びレンズ211を介して被検眼Eの眼底Erに投影される。なお、レンズ215は被検眼Eの視度誘導を行い、雲霧状態を実現するために、固視誘導モータ224により光軸方向に移動できるようになっている。

【0029】

また、ダイクロイックミラー212の反射方向の光路04上には、光路から挿脱されるアライメントプリズム絞り223、レンズ218、及び撮像手段220が順次に配列されている。アライメントプリズム絞り223は実際には紙面と垂直方向に配置されている。撮像手段220の出力信号は、制御手段251に繋がっている。制御手段251は被検眼瞳孔やアライメント指標の位置によって、図示しない測定部駆動機構を制御してアライメント動作を行う。撮像手段220は、本発明において前眼部から得られるいつまでも前眼照明光源像を取得する手段として機能する。

30

【0030】

本実施例では、アライメントプリズム絞り223の挿脱を可能としている。これにより、アライメントプリズム絞り223が光路04上にある時にはアライメントを、光路から退避しているときは前眼部観察または徹照観察を行うことができる。

【0031】

40

ここで、図5にアライメントプリズム絞り223の形状を示す。円盤状の絞り板に3つの開口部223a、223b、223cが設けられる。両側の開口部223a、223bのダイクロイックミラー212側には、波長880nm付近のみの光束を透過するアライメントプリズム301a、301bが貼付されている。

【0032】

また図4に戻ると、光軸外で、被検眼Eの前眼部の斜め前方には、780nm程度の波長を有する前眼部照明光源221a、221bが配置されている。前眼部照明光源221a、221bは被検眼Eの前眼部を照明する。なお、これら前眼部照明光学系と、光源201から被検眼Eに測定光束を導く等、前眼部の観察測定を行う観察測定光学系との関係において、前眼部照明光源は観察測定光学系の光軸01に対して水平方向において対称と

50

なる位置に配置されることが好ましい。撮像手段 220 の画角において、測定光束を遮るまつ毛や瞼等は該光軸 01 に対して垂直方向（図 4 における紙面上下方向）に張り出すことがほとんどである。よって、これら前眼部照明光源 221a、221b を光軸 01 に対して水平方向で対称となる位置に配置することにより、これらの影響を排除して前眼照明光源像の検出率を高めることが可能となる。

【0033】

図 6 に図示しない LCD モニタに表示されるアライメント完了時の観察画像を示す。

【0034】

前眼部照明光源 221a、221b によって照明された被検眼 E の前眼部像の光束は、ダイクロイックミラー 206、レンズ 211、ダイクロイックミラー 212、及びアライメントプリズム絞りの中央開口部 223a を介して撮像手段 220 の受光センサ面に結像する。

【0035】

前述したようにアライメント検出のための光源は、眼屈折力測定用の測定光源 201 と兼用されている。アライメント時には、半透明の拡散板 222 が光路 01 上に挿入される。拡散板 222 が挿入される位置は、前述の測定光源 201 の投影レンズ 202 による略一次結像位置であり、かつレンズ 205 の焦点位置に挿入される。これにより、測定光源 201 の像が拡散板 222 上に一旦結像して、それが二次光源となりレンズ 205 から被検眼 E に向かって太い光束の平行光束として投影される。

【0036】

この平行光束が被検眼角膜 E c で反射されて輝点像を形成し、その光束は再びダイクロイックミラー 206 でその一部が反射される。反射された光束は、レンズ 211 を介してダイクロイックミラー 212 で反射し、アライメントプリズム絞り 223 に至る。当該光束は、更にアライメントプリズム絞りの開口部 223a 及びアライメントプリズム 301a、301b を透過し、レンズ 218 に収斂されて撮像手段 220 に輝点像 T、T1、T2 として結像される。アライメントが完了しているため、輝点像 T は光軸 01 と一致した位置に存在し、且つ三つの輝点像 T、T1、T2 は一列に並んでいる。

【0037】

アライメントプリズム絞り 223 の中央の開口部 223a は、前眼部照明光源 221a、221b の波長 780 nm 以上の光束が通るようになっている。このため、前眼部照明光源 221a、221b により照明された前眼部像の反射光束は、角膜 E c の反射光束の経路と同様に観察光学系を辿る。アライメントプリズム絞り 223 に至った反射光束は、アライメントプリズム絞り 223 の開口部 223a を介して、結像レンズ 218 により撮像手段 220 上にて輝点像 221a'、221b' として結像される。

【0038】

輝点像 221a' と輝点像 221b' との間隔 d は、所定値 D になるように光軸方向に位置合わせされる。しかし、実際には被検眼角膜の曲率半径によってアライメント完了時の間隔 d は所定値 D とは若干となる間隔になる。これら絞りを介した光束の位置関係により被検眼 E のアライメントを行うことができる。

アライメント輝点像の検出について図 7 のフローチャートに沿って詳述する。

【0039】

アライメントの開始時では、例えば図 8 に観察画像を示すように、被検眼と撮像素子 220 を含む測定部としての光学ヘッドの光軸とずれている。このようにアライメントがついていない状態で検者が測定スイッチを ON することにより測定が開始される（S1）。ON 操作に伴い、制御手段 251 に包含されるアライメント手段として機能するモジュール領域は、観察画像に対して二値化処理を行う。アライメント手段は当該処理を経た画像から被検眼の瞳孔 P を検出し、更に瞳孔 P の中心が光軸 01 と同軸になるように不図示の測定部駆動機構を制御する（S2 の粗アライメント）。

【0040】

図 9 は瞳孔中心と光軸 01 とを合わせた状態での観察画像ある（S3 における Yes 判

10

20

30

40

50

定後）。ただ、この段階では、光軸方向の測定部と被検眼との位置関係が適正でないため、指標像（輝点像） $221a'$ 、 $221b'$ の間隔 d' は予め設定されている間隔 D とは異なる。

【0041】

次に、制御手段251を動作させ、指標像として用いる外眼照明光源像（輝点像）を検出する（S4）。外眼照明光源像の検出の方法は例えれば以下の方法による。

【0042】

即ち、制御手段251は、

- ・撮像手段である撮像素子220によって撮像された画像を取得する。
- ・所得した画像に対し、前眼照明光源像検出領域SA1、SA2を設定する（図10参照）。

【0043】

S3までの操作で、被検眼に対するXY偏心（光軸と垂直方向に延在する面内での）アライメントは完了している。よって、この検出領域SA1、SA2の設定範囲は、被検眼の角膜曲率半径による外眼照明光源像の出来る位置として、XY偏心アライメント誤差を考慮して設定されている。即ち、本実施例では、前眼部の画像において設定される所定の検出領域であるSA1、SA2内に存在する輝点像が、前眼照明光源像であるとして判定され、後述するアライメント処理に用いられる。

【0044】

このように指標像の検出領域を予め設定しておくことにより、図2に例示した瞼や眼の下縁にたまつた涙による反射像Gを誤検出する可能性を低減することが可能となる。また、続けて設定された検出領域内より、

- ・各画素の輝度値を読み、例えは輝度値200以上の明るさをもつ画素を抽出し、その明るさをもつ画素が連続している面積（画素数）を求める。

【0045】

その際に、前眼照明光源像の大きさは推定出来るので、例えは各検出領域SA1、SA2の面積の10%以下であって、各検出領域で複数の前眼照明光源像候補があった場合には最も面積の大きい候補を選択する、という条件を本実施例では予め設定してある。即ち、前眼部の画像における前眼照明光源像の候補となる像の検出において、候補となる像において少なくとも予め設定された輝度値又は大きさの何れかを有する像を前眼照明光現像として判定し、これをアライメント処理に用いることとする。これにより、強膜や角膜の小さな傷による反射光が検出領域SA1、SA2内にあってもこれら反射光により輝点像中心が誤検出される可能性が低くなる。

【0046】

以上 の方法により前眼照明光源像 $221a'$ 、 $221b'$ 、或いはその一方の検出等が実行される。

【0047】

次に、前眼照明光源像 $221a'$ 、 $221b'$ に関して、各検出領域で検出された輝点像が各一個、合計二個であるか否かについて判断する（S5）。当該判断は、制御手段251において、撮像手段220に撮影された前眼照明光源像が一対であるか否か、或いは複数であるか否かを判定する判定手段として機能するモジュール領域により実行される。また、この判定手段は、上述した輝点像の検出に関する諸判断も実行する。

【0048】

検出された輝点像が二個であるの場合、フローはS6に進む。制御手段251は検出した輝点像の面積或いはその中心位置と間隔 d とを算出する。更に、中心の間隔 d が所定値 D （第一の所定値）になるように光学ヘッド部を光軸方向に移動させる（S6のZ方向の粗アライメント）。

【0049】

中心の間隔 d が所定値 D になった状態を図11に示す。同図において、瞳孔中心と前眼照明光源像による粗アライメントが完了したので、精密なアライメント用のアライメント

10

20

30

40

50

輝点 T 1、T 2 が現れている。図 1 1 にあるアライメント輝点 T 1、T 2 が縦一列（アライメント完了位置）でないのは、被検眼の実際の角膜曲率半径が設計角膜曲率半径値と異なるからである。仮に設計角膜曲率半径値と同じであれば、精密なアライメント用アライメント輝点 T 1、T 2 は縦一列に並んだ状態となっている。即ち、第一の所定値 D は、このアライメント輝点の検出可能な範囲となる相互間距離の値に対応する。

【0050】

制御手段 251 は精密なアライメント輝点 T 1、T 2 を検出し（S7）、XYZ 方向の高精度アライメント動作を行う（S8）。即ち、当該アライメント輝点 T 1、T 2 は、前眼部照明光源とは異なる第二の光源（光源 201）から発せられる観察光による。また、精密なアライメント（位置合わせ）は当該第二の光源による反射像であるアライメント輝点を指標として行われる。

10

【0051】

この高精度アライメントが終了すると、図 6 に示したように輝点像 T 1、T 2 が縦に並び且つ輝点像 T が光軸 01 の中心に一致した状態になる。尚、前眼照明光源像 221a'、221b' の中心間隔は D から d になっている。これは被検眼角膜曲率半径が設計角膜曲率半径値と異なるからである。

【0052】

アライメントの操作が完了したのでアライメント動作は終了し（S9）、被検眼の測定、或いは撮影に移行する。

【0053】

20

次に、例えば図 12 に示すように翼状片 Pt が虹彩 I に重なるようにある被検眼の場合について説明する。このような場合のアライメント輝点像の検出について説明する。

【0054】

なお、本実施例において S3 までの工程は先に述べた工程と同じであるが、S4 における結果が異なる。即ち、検出領域 SA1 では、前述のように前眼照明光源像 221a' を検出出来る。しかし、検出領域 SA2 では、翼状片 Pt が虹彩 I と重なり、且つその反射率が高い（輝度値が高い）ため、輝度値 200 以上となる面積（画素数）が大きくなる。従って、前眼照明光源像として候補にはなるが、面積の条件に合致せず前眼照明光源像は検出されないと、判定される。

【0055】

30

このため、S5 では検出された前眼照明光源像は一個であるので、フローは S10 に進む。S10 では、更に検出個数がゼロか一個かの判断がなされるが、この場合一個検出されているのでフローは S11 へ進む。S11 では、領域 SA2 の輝点像に換えて、瞳孔 P の中心と、検出された前眼照明光源像 221a' の中心との距離 d'a を算出する（図 13 参照）。制御手段 251 は、距離 d'a が予め設定されている距離 Da（距離 D の半分の距離、1/2 に設定されている第二の所定値）になるように光学ヘッド部を光軸方向に移動させる。当該操作による Z 方向のアライメントが終了する、観察画像は図 14 に示す状態となる。この後、フローは S7 へ遷移する。以降の工程は、前述した S7 以降の工程と同様である。以上の工程において、相互間距離の算出では、検出できなかった一方の前眼照明光源像に替えて所定の条件を満たす像として瞳孔より得られる像を選択する。そして、これと他方の前眼照明光源像とを用いて相互間距離の算出を実行している。

40

【0056】

仮に、S4 において、何らかの問題により前眼照明光源像をひとつも検出出来なかった時には、フローは S10 から S12 へ遷移する。即ち、制御手段 251 はアライメント動作を中止して、これまで述べたオートアライメントのモードより検者にアライメント操作を行わせるマニュアルモードへ装置状態を遷移させる。また、同時に報知手段 252 によってアライメント動作が停止されたことを検者に報知し、オートアライメント動作は終了する（S9）。報知手段 252 は、判定手段により前眼照明光源像が取得されないと判定したことを検者に報知する。

【0057】

50

尚、本実施例では、光軸方向のアライメントについて「前眼照明光源像によるアライメント(S6)」を「前眼照明光源像と瞳孔中心によるアライメント(S11)」より優先している。これは、前者の様式の方が、アライメント精度が高いからである。即ち、前眼照明光源像は角膜頂点を中心にして対称な位置に現れるのに対し、角膜頂点と瞳孔中心は被検眼によっては偏心をしているので被検眼によって光軸方向の位置合せ精度が低くなる。

【0058】

更に、図15に示すように、観察画像の取得に際して、まつ毛などの影が瞳孔Pに重なることがある。この場合、瞳孔P検出時の二値化処理では瞳孔Pとまつ毛の影の分離は出来ないので、結果として図中×印で示した中心位置Cが瞳孔Pの中心位置と異なってしまう、瞳孔Pが偏心した位置にあるとしてアライメント操作が為されてしまう。また、まつ毛の影によっては垂直方向だけでなく、水平方向にも偏心してしまう場合がある。そうなると検出した前眼照明光源像(例えば221a')と中心位置Cとの距離は本来あるべき距離d'aと異なった距離となる。よって、S7に於いて精密なアライメント用輝点の位置が偏心した位置なるので精密なアライメントに時間がかかるてしまう。

【0059】

[第二の実施例]

次に本発明の第二の実施例について述べる。なお、本実施例の説明は先の述べた第一の実施例と異なる点のみについて行う。

【0060】

図16に本実施例におけるアライメント操作のフローチャートを示す。なお第一の実施例で述べた工程同じ操作を為す工程には、同じステップ名を記して詳細な説明を省略している。

【0061】

第一の実施例ではS5に於いて検出した前眼照明光源像の数が二個であれば前眼照明光源像による光軸方向のアライメントを行い(S6)、一個の場合には瞳孔中心と検出した前眼照明光源像による光軸方向のアライメントを行う(S11)ようになっていた。これに対して、第二の実施例は検出された前眼照明光源像が一個である場合の処理に変更を加えたものである。

【0062】

図12に於いて、前述のようにS4で検出来た前眼照明光源像が一つであるのでフローはS5及びS10を経てS13へ遷移する。この場合、S4に於いて、検出領域SA2では虹彩Iより翼状片Ptの反射率が高いことから輝度値200以上の面積が大きくなり、前眼照明光源像として候補にはなるが面積の条件に合致しない。よって、前眼照明光源像は検出されないとしていた。S13では、光源像として検出するための条件の内、面積に関する条件をなくして光源像の候補の存在の有無を確認している。この候補輝点像を前眼照明光源像として仮に用いることにより、検出領域SA2でも前眼照明光源像自体ではないが、翼状片Ptを含んだ面積についてアライメント用の像が検出される。

【0063】

S14では、制御手段251は検出領域SA1、SA2で検出された輝点像の面積の中心を求める。

【0064】

なお、翼状片Ptがなければ、前眼照明光源像221a'、221b'は正しく検出されて中心間距離はd'になる。しかし、ここで示す場合には翼状片Ptがあるために求められた中心位置は実際とはずれてしまい図17に示すCの位置になる。従って中心間距離はd"となってしまい、d'とd"の差が光軸方向のアライメントの誤差になってしまいが、まつ毛の影などの影響による瞳孔Pの中心位置ずれに比較すれば誤差は少なくて済む。

【0065】

即ち、本実施例では、所定の条件を満たす像は、被検眼の瞳孔を中心として他方の前眼

10

20

30

40

50

照明光源像と対象となる位置に存在する所定の輝度値を有する画素を含む像として判定される。また、検出された前眼照明光源像が複数であると判断するステップに於いて、検出した候補が少なくとも予め設定された輝度値又は大きさの何れかの条件を満たさない反射像であったために検出された前眼照明光源像の数が一個と判断された場合に、この条件を満たさない像をアライメント指標として採用して光軸方向の位置合せを行うこととしている。

【0066】

以上に述べた実施例では、観察測定光学系の光軸外に設けた第一の光源である前眼照明光源からの光束の被検者角膜による反射像を指標として光軸方向の位置合せを行う。その際に、例えば翼状片を患った患眼で反射像を所定数検出することが出来ない場合であっても瞳孔を用いることによって位置合せが出来る。これにより、制御手段による位置合せが完了できる確率を高めることができるので、検者がマニュアルにより位置合せを行うことが少くなり負担を低減することが出来る。また、アライメント輝点である指標が所定数検出出来なかった場合であってもアライメント制御を中止することなく、アライメント方法を変更してアライメント動作を続けることが可能となる。

10

【0067】

また、上述した実施例では、観察測定光学系と同軸から被検眼に照射する第二の光源としてアライメント指標用光源201を設けている。その反射像を指標として位置合せ動作を行うステップを設けることによって、被検眼と眼科装置との位置合せをより精密に合せることができる。

20

【0068】

更に、上述した実施例では、前眼部照明光源像が検出されなかった場合には位置合せ制御を停止し、報知手段によって検者に知らせることとしている。これにより、検者はアライメント動作が停止したことを探ることが出来、マニュアル操作をすぐに開始することができる。

【0069】

更に、上述した実施例では、前眼部照明光源像を検出する条件として、撮像された画像から少なくとも予め設定された輝度値又は大きさをもつ反射像を該前眼部照明光源像であると判断している。これを指標として用いることにより、輝度の高い外乱光などがあっても誤検出することがなく精度良く前眼部照明光源像を検出することが出来る。また、精度良く前眼部照明光源像が検出できることにより光軸方向の位置合せの精度も高くなる。

30

【0070】

更に、上述した実施例では、一対の前眼部照明光源は観察光学系光軸に対して各々水平方向略対称に配置されている。これにより、前眼部照明光源から照射された光束が被検者のまつ毛や瞼によって遮られることがなくなるので第一の前眼照明光源像の検出率を高めることが出来る。

【0071】

ここで、アライメント指標用光源の反射像の検出範囲は前眼照明光源像の検出範囲と比較して狭い。しかし、上述した実施例では、この前眼照明光源像による位置合せ方法とより精度の高い位置合せ方法と組み合わせ、前眼照明光源像間の所定値Dをアライメント輝点像が検出可能となる相互間距離の値としている。これより、制御手段による位置合せが停止することなくアライメント指標用光源を用いた高精度アライメントによる位置合せまで連続して実行することが出来る。

40

【0072】

更に、上述した実施例では、前眼照明光源像の一方が検出されない場合に用いる第二の所定値を第一の所定値Dの1/2としている。角膜頂点と瞳孔中心とは一致していない場合が多い。このため、この場合には、前眼照明光源像のみによる光軸方向位置合せほどの精度を求めることが出来ない。しかし、検出された前眼照明光源像が一個であった場合でも、制御手段による位置合せを停止させることなくアライメントを完了させができる。

50

【0073】

更に、上述した実施例では、検出された前眼照明光源像が複数であると判断するステップに於いて、検出した反射像候補が少なくとも予め設定された輝度値又は大きさの条件を満たさない場合も考慮している。この場合に、得られた反射像をアライメント指標として光軸方向の位置合せを行うステップを設けている。これにより、瞳孔にまつ毛の影が重なるなどして検出した瞳孔中心の位置が瞳孔中心と異なるときであっても、光軸方向の位置合せを従来より精度よく行うことが出来る。

【0074】

(その他の実施例)

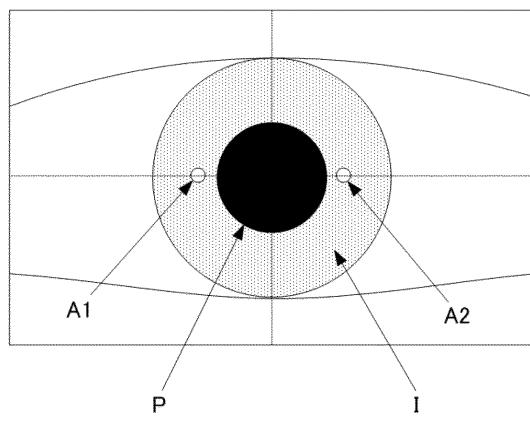
また、本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。即ち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェア（プログラム）を、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ（またはCPUやMPU等）がプログラムを読み出して実行する処理である。10

【符号の説明】

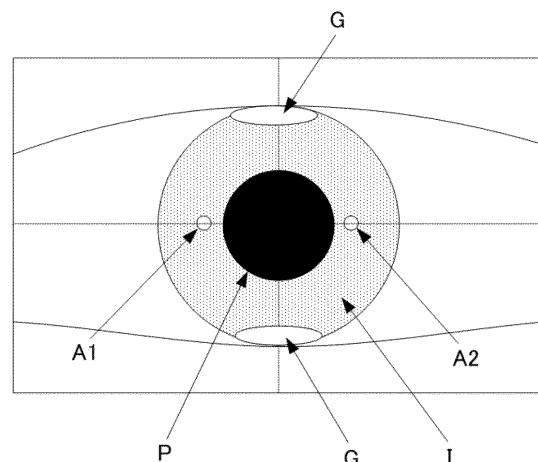
【0075】

E：被検眼、201：眼屈折力測定及びアライメント指標用光源、220：撮像手段、
221a、221b：前眼照明光源、251：制御手段、252：報知手段、
223：アライメントプリズム絞り、SA1、SA2：前眼照明光源像検出領域

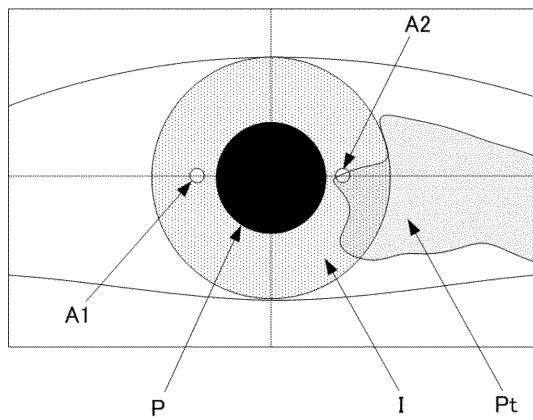
【図1】



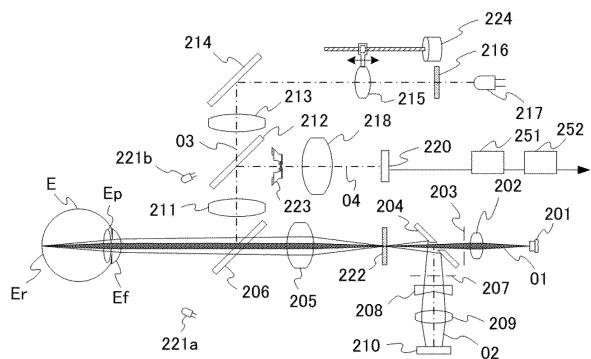
【図2】



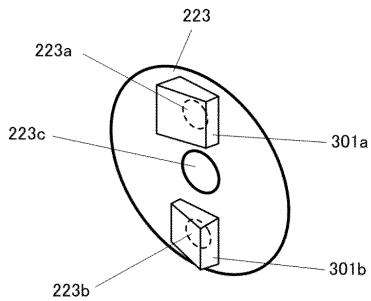
【図3】



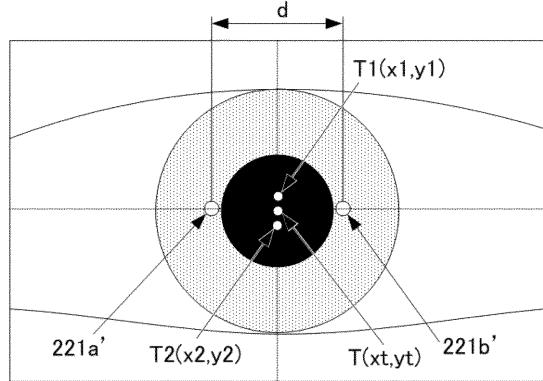
【図4】



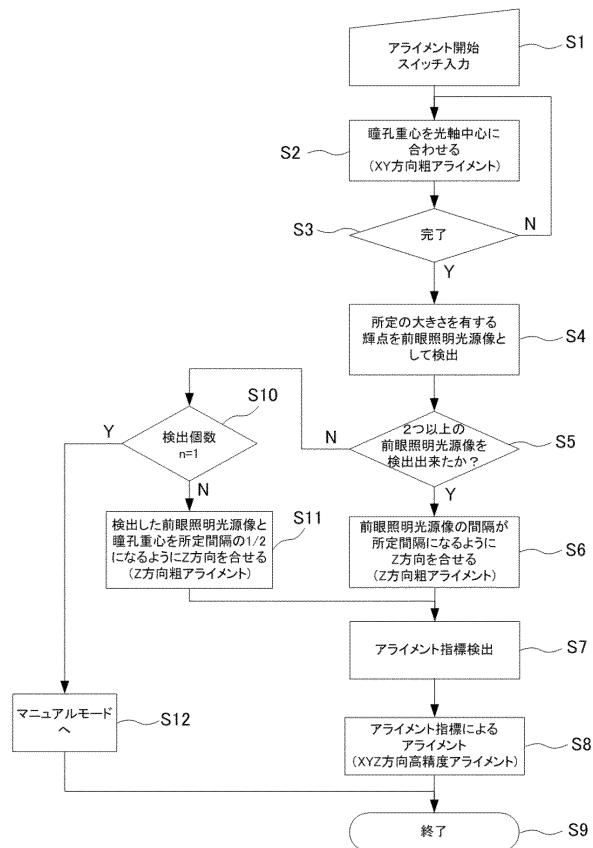
【図5】



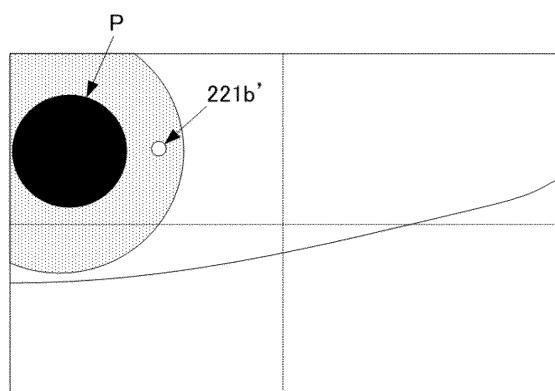
【図6】



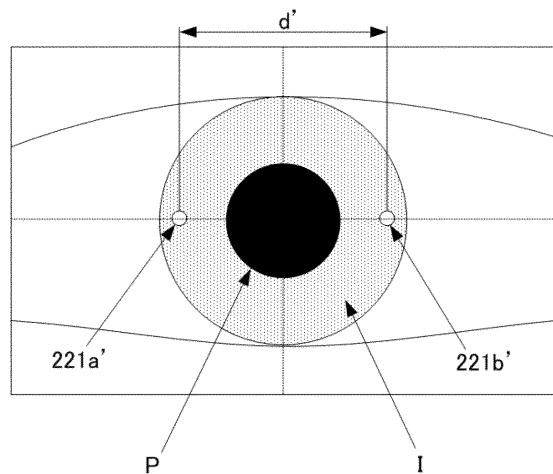
【図7】



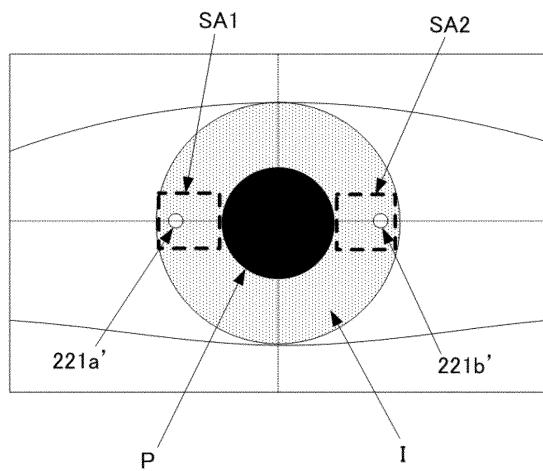
【図8】



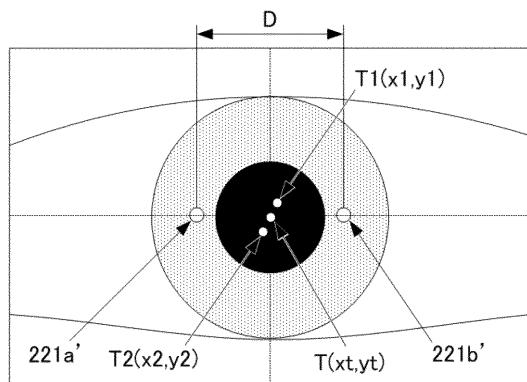
【図9】



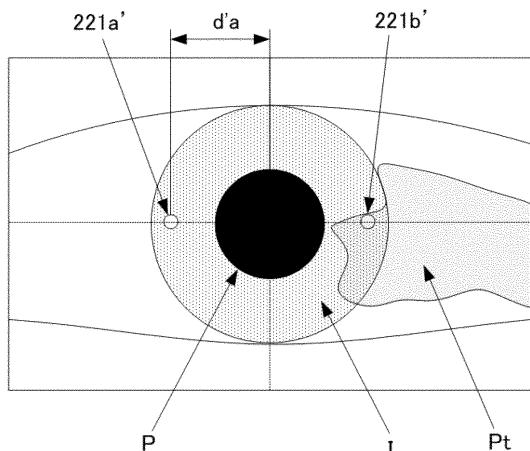
【図10】



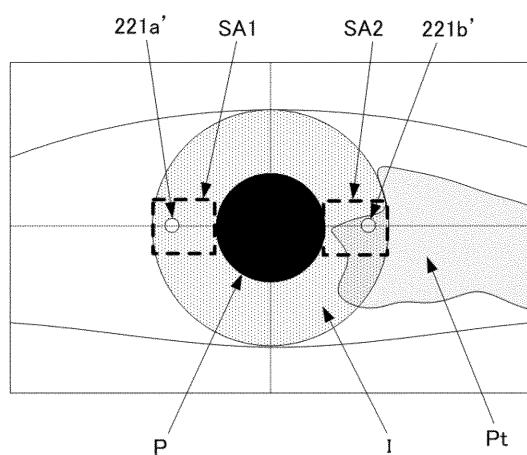
【図11】



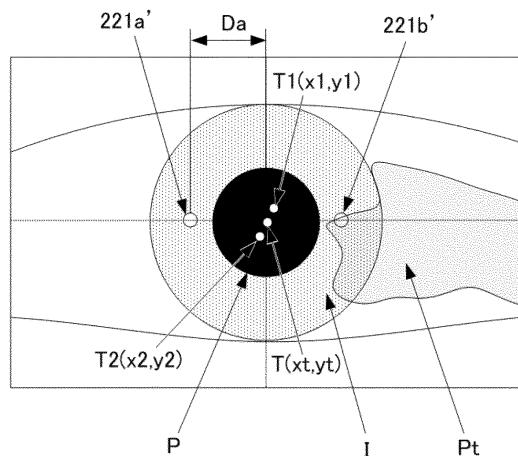
【図13】



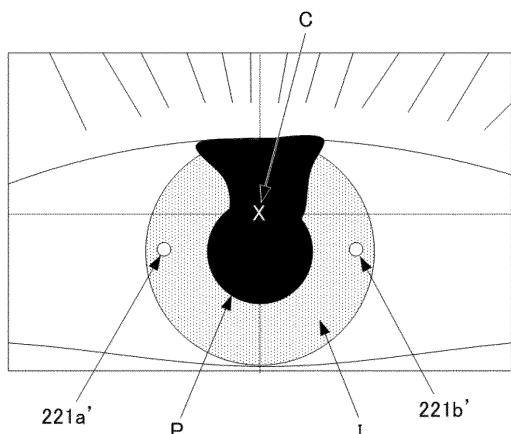
【図12】



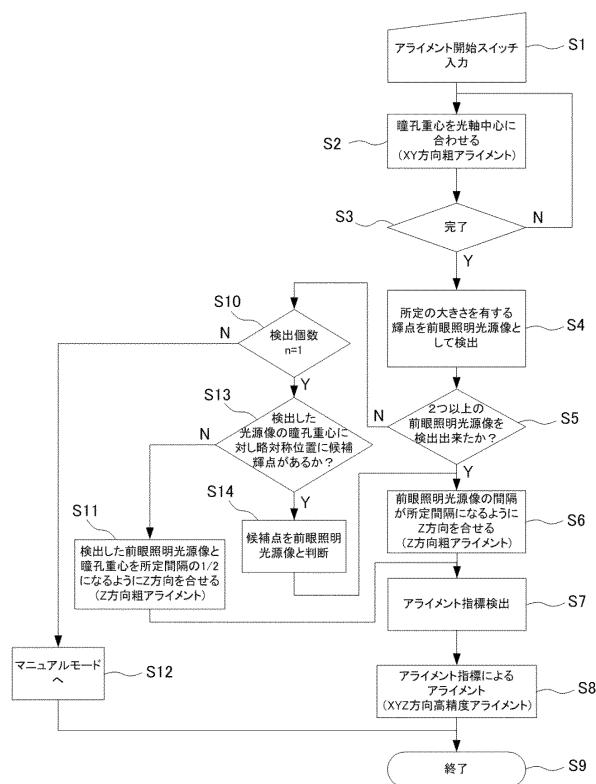
【図14】



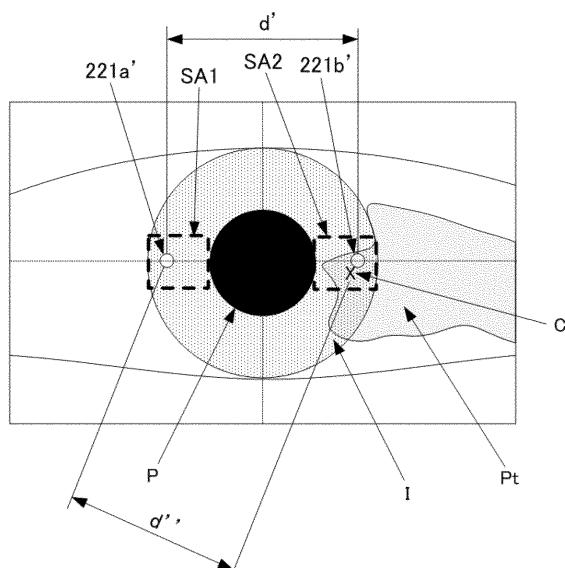
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

審査官 九鬼 一慶

(56)参考文献 特許第4769365 (JP, B2)
欧州特許出願公開第01245182 (EP, A1)
特開2012-147836 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 61 B 3 / 00 - 3 / 18