

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4545871号
(P4545871)

(45) 発行日 平成22年9月15日 (2010.9.15)

(24) 登録日 平成22年7月9日 (2010.7.9)

(51) Int. Cl.

F I

A 6 1 B 3/10 (2006.01)
G 0 6 T 1/00 (2006.01)A 6 1 B 3/10 M
A 6 1 B 3/10 H
G 0 6 T 1/00 2 9 0 Z
G 0 6 T 1/00 4 0 0 B

請求項の数 8 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-85633 (P2000-85633)
(22) 出願日 平成12年3月27日 (2000.3.27)
(65) 公開番号 特開2001-269315 (P2001-269315A)
(43) 公開日 平成13年10月2日 (2001.10.2)
審査請求日 平成19年3月9日 (2007.3.9)(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 100096965
弁理士 内尾 裕一
(72) 発明者 梅川 一昭
東京都大田区下丸子三丁目30番2号 キ
ヤノン株式会社内

審査官 島田 保

(56) 参考文献 特開平11-225963 (JP, A)
特開平06-142045 (JP, A)
特開平09-276221 (JP, A)
特開平05-067199 (JP, A)
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】

被検眼の反射光に基づくリング像を撮像光学系を介して取得するリング像取得手段と、
前記撮像光学系の光軸中心を互いに略均等な角度で通る少なくとも3つの線と、前記リ
ング像との交点の座標をそれぞれ演算する交点座標演算手段と、
前記交点の座標を用いて前記リング像を楕円として近似する楕円近似手段と、
前記近似した楕円を用いて前記被検眼の眼屈折力と角膜曲率半径とのいずれかを演算す
る測定値演算手段と、
を有することを特徴とする眼科装置。

【請求項2】

前記少なくとも3つの線のうち1つの線上にある2つの前記交点をそれぞれ含み且つ前
記撮像光学系の光軸中心に対して点对称である2つの多角形からなる領域を、該少なく
とも3つの線に対して設定する領域設定手段を有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】

前記少なくとも3つの線のうち隣り合う線上の前記交点をそれぞれ含む前記領域が接す
ることを特徴とする請求項2に記載の眼科装置。

【請求項4】

前記交点座標演算手段が、前記少なくとも3つの線のうち1つの線に略平行で且つ該1
つの線上の2つの前記交点をそれぞれ含む前記領域を通る複数の線と、前記リング像との

10

20

複数の交点の座標を演算することを特徴とする請求項 2 あるいは 3 に記載の眼科装置。

【請求項 5】

前記交点の座標が、前記線上の画素データに基づき演算される濃度中心演算値であり、
前記楕円の近似は前記濃度中心演算値を最小二乗法による演算によって行うことを特徴
とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の眼科装置。

【請求項 6】

前記リング像取得手段が、
リング状の指標を前記被検眼に投影する投影手段と、
前記被検眼からのリング状の反射光を前記撮像光学系を介して前記リング像として撮像
する撮像手段と、
を有することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の眼科装置。

10

【請求項 7】

前記リング像取得手段が、
指標を前記被検眼に投影する投影手段と、
前記被検眼の反射光を前記撮像光学系のリング絞りを介して前記リング像として撮像す
る撮像手段と、
を有することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の眼科装置。

【請求項 8】

被検眼の反射光に基づくリング像を撮像光学系を介して取得する工程と、
前記撮像光学系の光軸中心を互いに略均等な角度で通る少なくとも 3 つの線と、前記リ
ング像との交点の座標をそれぞれ演算する工程と、
前記交点の座標を用いて前記リング像を楕円として近似する工程と、
前記近似した楕円を用いて前記被検眼の眼屈折力や角膜曲率半径とのいずれかを演算す
る工程と、
を含むことを特徴とする眼科測定方法。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、測定指標の眼底反射像の測定を行い眼屈折力を求めるオートレフラクトメータ
や、測定指標の角膜反射像の測定を行い角膜曲率半径を求めるケラトメータなどの眼科装
置に関するものである。

30

【0002】

【従来の技術】

従来、測定用の指標にリング指標を用い、被検眼の眼底や角膜にその指標を投影し、その
反射像をセンサで撮像する場合に、撮像されたリング像の形状を求めるためには、中心か
ら放射状に走査を行いリング位置を検出するのが理想であるが、現実にはサンプリングさ
れたマトリックス状の離散データとして処理されるため、水平及び垂直方向に走査を行い
、その演算データから楕円に近似し被検眼の眼屈折力や角膜曲率半径を求めている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

40

しかしながら上述の従来例においては、リング像の走査方向に対して、斜め方向のリング
位置の検出の精度が悪いという問題がある。そのため、水平や垂直に近い部分の信頼性の
高いデータが、被検眼周辺の睫毛等の影響により、リング像が欠けてしまい検出できな
かった場合に、演算結果の信頼性が低くなってしまうことがある。

【0004】

本発明の目的は、上述の問題点を解消し、眼屈折力や角膜曲率半径を精度良く求めること
が可能で眼科装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するための本発明に係る眼科装置は、指標を被検眼に投影する投影手段

50

と、前記指標の被検眼からリング絞りを介して得られたリング像を撮像する撮像手段と、該撮像手段で撮像した前記リング像を複数のマスクに分けるマスク手段と、前記マスクの長辺に対して垂直方向の線上の画素データに基づいて濃度中心を演算する演算手段と、該演算手段の結果により得られた前記各マスクから得た濃度中心演算値を楕円近似する演算手段とを有することを特徴とする。

【 0 0 0 6 】

【発明の実施の形態】

本発明を図示の実施例に基づいて詳細に説明する。

図 1 は第 1 の実施例の構成図である。被検眼 E に対向してダイクロイックミラー 1 が配置されており、その反射方向には前眼部観察用対物レンズ 2、ダイクロイックミラー 3 が配置され、ダイクロイックミラー 3 の反射方向の光路 O 1 上には結像レンズ 4、被検眼 E の前眼部付近と略共役な位置に C C D カメラなどから成る撮像素子 5 が配置されている。被検眼前眼部を照明するための近赤外光を発する L E D などの前眼部照明光源 6 が被検眼とダイクロイックミラー 1 との間の光軸外の位置に配置されている。そして、前眼部観察用対物レンズ 2 から撮像素子 5 によって前眼部観察光学系が構成されている。

10

【 0 0 0 7 】

また、被検眼 E の角膜 E c に角膜形状測定用のリング指標を投影するための近赤外光を発する L E D などのリング光源 7 が被検眼 E とダイクロイックミラー 1 との間の光軸外の位置に配置されている。なお、角膜形状測定光学系は前眼部観察光学系に含まれている。

【 0 0 0 8 】

20

ダイクロイックミラー 3 の透過方向の光路 O 2 上にはミラー 8 が配置され、このミラー 8 の反射方向には図示しない被検眼が固視するための固視標投影光学系が配置されている。

【 0 0 0 9 】

一方、ダイクロイックミラー 1 の透過方向の光路 O 3 上には、眼屈折力測定用対物レンズ 9、孔あきミラー 1 0、投影絞り 1 1、投影レンズ 1 2、指標板 1 3、前眼部照明光源 6 よりも数 1 0 n m 波長が長い近赤外光を発する眼屈折力測定光源 1 4 が配置されており、これらの眼屈折力測定用対物レンズ 9 から眼屈折力測定光源 1 4 により眼屈折力測定光投影光学系が構成されている。

【 0 0 1 0 】

また、孔あきミラー 1 0 の反射方向には光軸外にリング絞り 1 5 が設けられ、その後方には円錐プリズム 1 6、リレーレンズ 1 7、C C D カメラなどから成る撮像素子 1 8 が配置されており、眼屈折力測定用対物レンズ 9 から撮像素子 1 8 により眼屈折力測定受光光学系が構成されている。

30

【 0 0 1 1 】

ここで、ダイクロイックミラー 1 は眼屈折力測定光源 1 4 から発せられる波長光の大部分を透過し、一部分を反射して前眼部照明光源 6 から発せられた波長光を反射する特性を有しており、ダイクロイックミラー 3 は可視光を透過し近赤外光を反射する特性を有している。

【 0 0 1 2 】

また、前述の観察光学系、固視標投影光学系、眼屈折力測定光投影光学系、眼屈折力測定受光光学系などにより被検眼検査部が構成されており、この被検眼検査部は図示しない 3 軸方向に移動することのできる架台の上に載置され、検者が操作桿を操作することにより、被検眼検査部を自在に移動することができ、これらの架台及び操作桿などにより位置合わせ手段が構成されている。

40

【 0 0 1 3 】

図 2 はブロック回路構成図である。図 1 の撮像素子 5 及び 1 8 の出力はそれぞれ A / D コンバータ 2 0 及び 2 1 に接続され、それらの出力はそれぞれ画像メモリ 2 2 及び 2 3 に接続されていると共に、装置の全ゆる制御を行う演算処理部 2 4 に接続されている。演算処理部 2 4 には、この他に眼屈折力測定光源 1 4 及び被検眼検査部の操作を行う操作部 2 5 が接続されている。更に、演算処理部 2 4 には D / A コンバータ 2 6 を介してテレビモニ

50

タ 27 が順次に接続されている。

【0014】

眼屈折力測定光源 14 からスポット像を被検眼 E の眼底 E_r に投影し、その反射光をリング絞り 15、円錐プリズム 16 を用いてリング状にし、そのリング像を撮像素子 18 により撮像を行う。図 3 はこの撮像されたリング像 R を示しており、このリング像 R を楕円近似することにより被検眼 E の眼屈折力を求める。撮像された画像データは、A/D コンバータ 21 によって撮像素子 18 の画素のそれぞれのデータとして画像メモリ 23 に転送され記憶される。楕円近似の方法として、図 3 に示すように水平方向 H、垂直方向 V に画素に対応した座標をとり、この二次元座標の中心を (H_c, V_c) とする。

【0015】

図 4 及び図 5 はリング像 R に対するマスクと処理の流れを示している。入力画像を $a_1 \sim d_2$ の 8 つのマスクに分ける。前述のように、マスク形状の長辺に対して垂直方向の線上のデータを用いて重心計算を行う。上述のマスク演算により求められた重心位置のデータを用いて、最小二乗法を使い楕円近似を行う。これにより求められた楕円から測定値である被検眼の屈折力、乱視、乱視軸角度が決定される。

【0016】

最初に、マスク a_1 、 a_2 の演算を行う。図 3 に示すようにマスク形状の長辺に対して垂直方向の線上のデータを用いる。そこで、中心 (H_c, V_c) の点から H_c に 1 ずつ加算し、矢印に示すように走査を行うと図 6 の結果が得られる。

任意の閾値 TL を定め、閾値 TL よりも大きい走査線上のデータを用いて重心計算を行い、その線上の濃度中心を求め、濃度中心演算値の座標を楕円近似に用いる。今度は、 H_c を 1 ずつ減算し、走査を行い同様の処理を行う。

【0017】

次に、 V_c に任意のステップ S を加算し、 $(1 - H_c, V_c + S)$ の点から同様に走査を行い、上述と同様の処理を行う。更に、 $(H_c, V_c + 2S)$ 、 $(H - H_c, V_c + 3S)$ 、 $(H_c, V_c + 4S)$ 、 \dots 、と処理を行い、設定 $(H_c, V_c + aS)$ まで進むと、次は V_c に S を減算した点 $(H_c, V_c - S)$ から水平方向に走査し処理を行う。同様に、設定 $(H_c, V_c - aS)$ まで処理を行う。ここで、 aS 、 $-aS$ は図 3 に示されているで決定される。本実施例では、リング像 R を 8 つのマスクで分割しているため $= 45^\circ$ に設定されており、データの精度については十分に保証されている。

【0018】

続いて、マスク b_1 、 b_2 の演算を行う。図 7 に示すようにマスクの長辺に対して垂直方向の線上のデータを用いる。中心 (H_c, V_c) の点から、 V_c に 1 ずつ加算及び減算し矢印方向に走査を行い、水平方向の走査と同様に走査線上のデータから重心座標を求める。 H_c に任意のステップ S を加算し、 $(H_c + S, V_c)$ 、 $(H_c + 2S, V_c)$ 、 $(H_c + 3S, V_c)$ 、 \dots 、 $(H - H_c + aS, V_c)$ の点から垂直方向に走査し、重心座標を求める処理を行う。 $(H_c - S, V_c)$ 、 $(H_c - 2S, V_c)$ 、 $(H_c - 3S, V_c)$ 、 \dots 、 $(H_c - aS, V_c)$ の点においても同様の処理を行う。

【0019】

更に、マスク c_1 、 c_2 、 d_1 、 d_2 の演算を行う。これは図 8 及び図 9 に示される。図 8 に示すように、 c_1 、 c_2 のマスク形状の長辺に対して垂直方向の線上のデータを用いる。中心 (H_c, V_c) の点から H_c に 1 ずつ加算し、 V_c に 1 ずつ減算し走査を行う。また、 H_c に 1 ずつ減算し、 V_c に 1 ずつ加算し矢印方向に走査し、その走査線上のデータから重心座標を求める。また、 H_c 及び V_c に任意のステップ S を加算し、 $(H_c + S, V_c + S)$ 、 $(H_c + 2S, V_c + 2S)$ 、 $(H_c + 3S, V_c + 3S)$ 、 \dots 、 $(H_c + aS, V_c + aS)$ の点から斜め方向に走査し、重心座標を求める処理を行い、 $(H_c - S, V_c - S)$ 、 $(H_c - 2S, V_c - 2S)$ 、 $(H_c - 3S, V_c - 3S)$ 、 \dots 、 $(H_c - aS, V_c - aS)$ の点においても同様の処理を行う。

【0020】

次に、図 9 に示すように d_1 、 d_2 のマスク形状の長辺に対して垂直方向の線上のデータ

10

20

30

40

50

を用いる。中心 (H_c, V_c) の点から、 H_c 及び V_c にそれぞれ 1 ずつ加算し矢印方向に走査を行う。また、 H_c 及び V_c にそれぞれ 1 ずつ減算し走査し、その走査線上のデータから重心座標を求める。また、 H_c に任意のステップ S を加算、 V_c に任意のステップ S を減算し、($H_c + S, V_c - S$)、($H_c + 2S, V_c - 2S$)、($H_c + 3S, V_c - 3S$)、 \dots 、($H_c + aS, V_c - aS$) の点から斜め方向に走査し、重心座標を求める処理を行い、 H_c に任意のステップ S を減算、 V_c に任意のステップ S を加算し、($H_c - S, V_c + S$)、($H_c - 2S, V_c + 2S$)、($H_c - 3S, V_c + 3S$)、 \dots 、($H_c - aS, V_c + aS$) の点においても同様の処理を行う。

【0021】

このように、リング像 R に特定のマスクを用いることにより、リング像 R の走査方向に対して、斜め方向のリング位置のデータについても十分に信頼性のある演算結果を得ることができ、測定精度を向上させることができる。また、被検眼周辺部の睫毛等の影響により測定用の指標像であるリング像 R が欠けた場合でも、測定精度を向上することができる。なお、本実施例ではリング像に対して 8 角形のマスクを用いたが、他の多角形を用いることもできる。

【0022】

実際の測定を行う時には、雲霧などの予備測定と測定値を求める本測定がある。予備測定時には、処理時間の短縮のため、 a_1 、 a_2 、 b_1 、 b_2 のマスクの演算だけを行い、本測定時には、 $a_1 \sim d_2$ の全てのマスクについての演算を行うことも可能である。

【0023】

実施例においては、被検眼 E の眼屈折力の測定の説明を行ったが、同様の方法を角膜曲率半径の測定にも用いることができる。角膜形状測定リング光源 7 からのリング像を被検眼 E の角膜 E_c に投影し、その反射光であるリング像 R を撮像素子 5 により撮像を行う。このリング像 R を楕円近似することにより、被検眼 E の角膜曲率半径を求める。撮像された画像データは、A/D コンバータ 20 によって撮像素子 5 の画素のそれぞれのデータとして、画像メモリ 22 に転送され記憶される。楕円近似の方法は前述と同様の方法を用いることにより、角膜曲率半径の測定精度も向上させることができる。

【0024】

【発明の効果】

以上説明したように本発明に係る眼科装置は、被検眼周辺部の睫毛等の影響により測定用の指標像であるリング像が欠けた場合でも、リング像全周の精度保証が可能になり、被検眼の眼屈折力や角膜曲率半径等を精度良く求めることができる。

【0025】

また、このような分散処理を行うことにより、特定の角度にしか走査することができないが、角度を指定し走査を行う場合に比べて、処理を簡単にすることができ、処理時間の短縮にもつながる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本実施例の光学系の構成図である。

【図 2】ブロック回路構成図である。

【図 3】水平方向の走査の説明図である。

【図 4】リング像に対するマスクの説明図である。

【図 5】楕円近似までの処理の説明図である。

【図 6】走査線上のリング像の光量分布図である。

【図 7】垂直方向の走査の説明図である。

【図 8】第 1 斜め方向の走査の説明図である。

【図 9】第 2 斜め方向の走査の説明図である。

【符号の説明】

2 前眼部観察用対物レンズ

5、18 撮像素子

6 前眼部照明光源

10

20

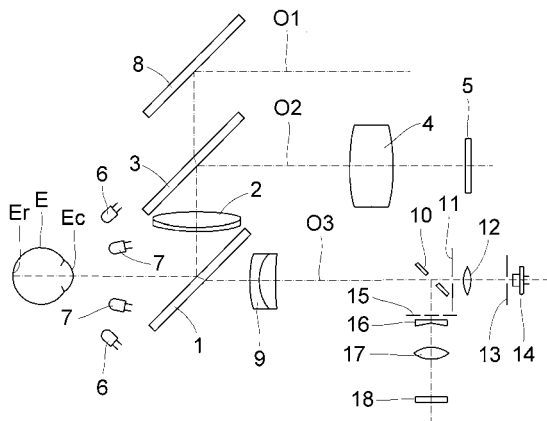
30

40

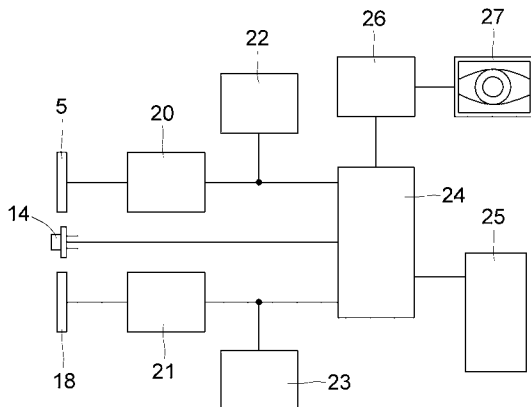
50

- 7 角膜形状測定リング光源
 10 孔あきミラー
 14 眼屈折力測定光源
 22、23 画像メモリ
 24 演算処理部
 27 テレビモニタ
 R 測定リング像

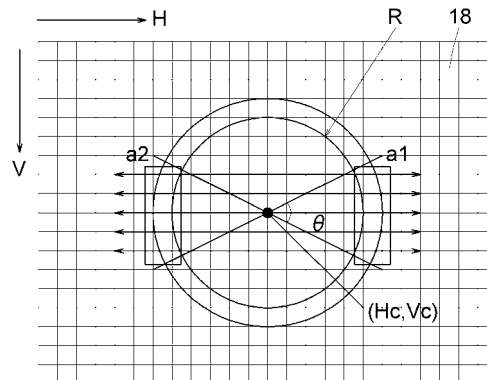
【図1】



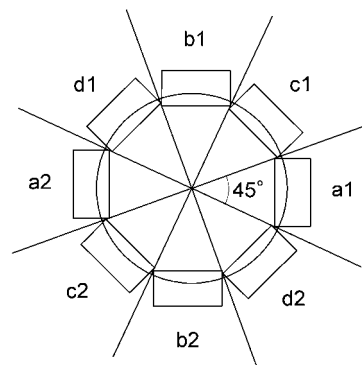
【図2】



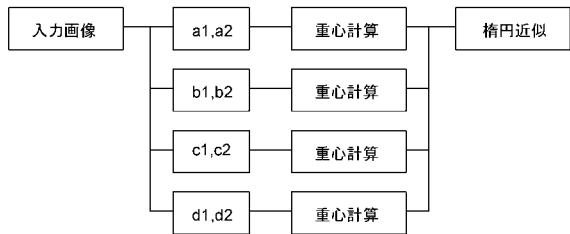
【図3】



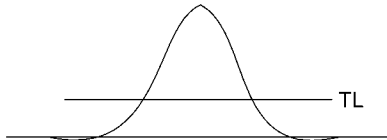
【図4】



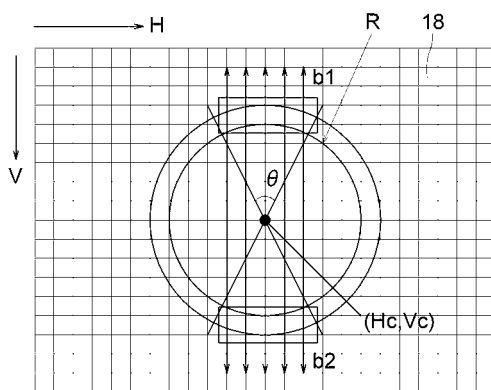
【図 5】



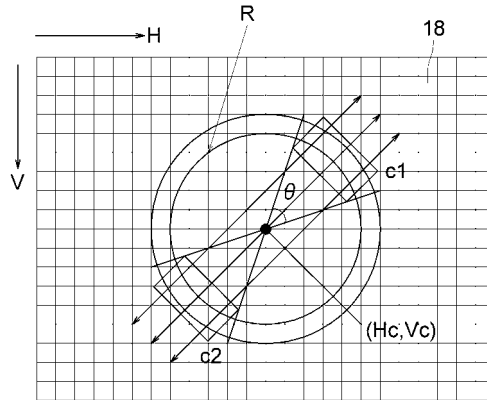
【図 6】



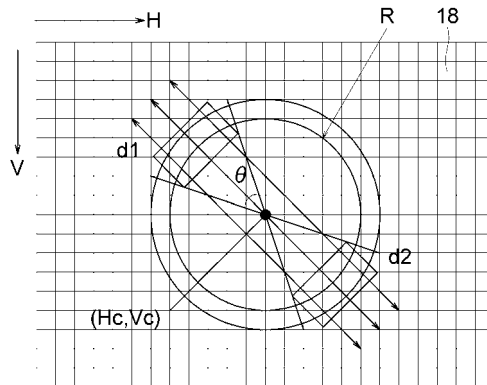
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

A61B 3/10

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamII)