

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3625064号  
(P3625064)

(45) 発行日 平成17年3月2日(2005.3.2)

(24) 登録日 平成16年12月10日(2004.12.10)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F I

<b>A 6 1 B</b>	<b>3/14</b>	A 6 1 B	3/14	J
<b>G 0 6 T</b>	<b>1/00</b>	G 0 6 T	1/00	2 9 0 Z
<b>G 0 6 T</b>	<b>17/40</b>	G 0 6 T	1/00	3 1 5
<b>H 0 4 N</b>	<b>7/18</b>	G 0 6 T	17/40	F
		H 0 4 N	7/18	U

請求項の数 6 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2002-189265 (P2002-189265)  
 (22) 出願日 平成14年6月28日(2002.6.28)  
 (65) 公開番号 特開2004-24739 (P2004-24739A)  
 (43) 公開日 平成16年1月29日(2004.1.29)  
 審査請求日 平成14年6月28日(2002.6.28)

(73) 特許権者 503359821  
 独立行政法人理化学研究所  
 埼玉県和光市広沢2番1号  
 (74) 代理人 100097515  
 弁理士 堀田 実  
 (72) 発明者 横田 秀夫  
 埼玉県和光市広沢2番1号 理化学研究所  
 内  
 (72) 発明者 牧野内 昭武  
 埼玉県和光市広沢2番1号 理化学研究所  
 内  
 (72) 発明者 矢部 比呂夫  
 埼玉県和光市広沢2番1号 理化学研究所  
 内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 眼底の立体表示および座標計測装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被験者の眼球(1)の角膜表面から眼底までの奥行きLと眼底部の複数点の曲率を含む眼底(2)の形状Rを測定する形状測定手段と、測定した奥行きと形状に基づき当該被験者の網膜を含む眼底の3次元座標図である眼球テンプレートを設定する眼球設定手段と、撮影位置を所定量hずらして重複する部分dを含む当該被験者の眼底を撮影する眼底撮影手段と、重複する部分の撮影画像(4)上の位置Hから当該被験者の眼底と撮影画像との位置関係を示す眼球パラメータgを求めるパラメータ設定手段と、複数の撮影画像を眼球パラメータに基づいて眼球テンプレートに貼り付ける画像貼付手段と、眼球テンプレート上の眼底3次元画像(5)を表示装置(16)に表示する3次元画像表示手段とを有することを特徴とする眼底の立体表示および座標計測装置。

【請求項2】

前記眼底撮影手段で得られた撮影画像(4)とその画像に対応する眼球(1)と撮影装置(14)の位置関係とを記憶媒体(15)に記録する画像・位置記録手段を有する、ことを特徴とする請求項1に記載の眼底の立体表示および座標計測装置。

【請求項3】

前記重複する部分d内の対応点(7)に基づいて眼底(2)面内において眼底画像(8)の位置合わせを行う画像位置合わせ手段を有する、ことを特徴とする請求項1に記載の眼底の立体表示および座標計測装置。

【請求項4】

10

20

表示装置(16)に表示された前記眼底3次元画像(5)上の特徴部位(9)を指示する特徴部位指示手段と、指示された特徴部位の3次元座標値(10)を求める3次元座標値化手段と、特徴部位の大きさを計測する特徴部位計測手段と、計測したデータ(11)を記憶媒体(15)に保存するデータ保存手段とを有する、ことを特徴とする請求項1に記載の眼底の立体表示および座標計測装置。

【請求項5】

コンピュータに、被験者の眼球の角膜表面から眼底までの奥行きと眼底部の複数点の曲率を含む眼底の形状を測定する形状測定ステップ(A)と、測定した奥行きと形状に基づき当該被験者の網膜を含む眼底の3次元座標図である眼球テンプレートを設定する眼球設定ステップ(B)と、位置を所定量ずらして重複する部分を含む当該被験者の眼底を撮影する眼底撮影ステップ(C)と、重複する部分の撮影画像上の位置から当該被験者の眼底と撮影画像との位置関係を示す眼球パラメータを求めるパラメータ設定ステップ(D)と、複数の撮影画像を眼球パラメータに基づいて眼球テンプレートに貼り付ける画像貼付ステップ(F)と、眼球テンプレート上の眼底3次元画像を表示する3次元画像表示ステップ(H)と、を実行させるための眼底の立体表示および座標計測プログラム。

10

【請求項6】

コンピュータに、被験者の眼球の角膜表面から眼底までの奥行きと眼底部の複数点の曲率を含む眼底の形状を測定する形状測定ステップ(A)と、測定した奥行きと形状に基づき当該被験者の網膜を含む眼底の3次元座標図である眼球テンプレートを設定する眼球設定ステップ(B)と、位置を所定量ずらして重複する部分を含む当該被験者の眼底を撮影する眼底撮影ステップ(C)と、重複する部分の撮影画像上の位置から当該被験者の眼底と撮影画像との位置関係を示す眼球パラメータを求めるパラメータ設定ステップ(D)と、複数の撮影画像を眼球パラメータに基づいて眼球テンプレートに貼り付ける画像貼付ステップ(F)と、眼球テンプレート上の眼底3次元画像を表示する3次元画像表示ステップ(H)と、を実行させるための眼底の立体表示および座標計測プログラムを記憶したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、眼底写真から眼底の立体表示および座標計測を行う装置に関する。

30

【0002】

【従来の技術】

眼底とは眼球の内面部のことであり、そこは血管や神経が直接見られる人体内では数少ない部分の一つである。この眼底を観察し、血管の異常、網膜剥離、腫瘍の有無などを診断するために、従来から専用の眼底カメラが用いられている。

眼底カメラは、患者の瞳を通して眼の内部を照明し、同時に眼底の一部を銀塩フィルムやCCDに撮像するものである。しかし、眼底カメラの視野角は50度程度と狭く、1枚の写真で正確な診断をするのは専門の医者であっても困難である。

【0003】

そこで、従来から複数の眼底写真を繋ぎ合わせることが行われている。すなわち、眼底カメラの撮影範囲は狭いことから、中心、上下、左右の複数の方向から撮影した画像を繋ぎ合わせて眼底全体を把握している。この繋ぎ合わせは、手作業で行なわれるばかりでなく、画像処理により半自動的に接続することも行われている。また、電子カルテへの対応のために、コンピュータと接続した眼底カメラが開発され、画像のファイリングを行うことも可能となっている。

40

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、眼底は球面状であり、これを撮像した眼底写真はその一部を平面上に展開したものであるため、繋ぎ合わせた眼底写真は球面の内側の3次元情報を2次元に撮影していることから、画像同士の連続性はなく、正確に繋ぎ合わせることはできなかった。

50

また、このように繋ぎ合わせた眼底写真は眼底を平面に展開した形になっていることから、眼球の構造を習熟している専門医師にしか正確に判断することは困難であり、専門外の医師や患者がその画像を理解することは困難であった。

さらに、眼底の血管の異常、網膜剥離、腫瘍の有無などを専門医師が判断できても、眼底写真上の画像は既に変形されているため、血管や剥離領域などの大きさや位置を定量的にデータ化し、患者の時系列データや疫学的データベースとして役立てることは出来なかった。

#### 【0005】

上述した問題点を解決するために、「多方向から撮影した眼底画像の重合せによる眼底3次元パターンの復元法及び装置」(特開2002-34925号)が既に提案されている

10

。この手段は、生体眼のレンズを単レンズでモデル化し、眼底の形状がほぼ球面であるとみなすと、単レンズによる球面の像は2次曲面となり、カメラはこの2次曲面を様々な方向から撮影したものとみなせることから、図14に模式的に示すように、複数の眼底画像に共通に含まれている特徴点を、2次曲面上で重ね合わせることにより、2次曲面の形状と各画像を撮影した時のカメラのそれぞれの位置・姿勢を推定し、2次曲面の形状から単レンズのパラメータを求め、眼底の形状を復元することを可能にするものである。

#### 【0006】

しかし、実際の眼球の大きさや形状は個人差があり、特に強度の近視や遠視の場合には、眼球は正確な球面から変形していることが知られている。そのため、生体眼のレンズを単

20

レンズでモデル化し、眼底の形状がほぼ球面であるとみなすと、眼球が変形している場合に、復元された眼底は実際の眼底と相違しており、正確な診断や眼底データのデータベース化には適用できない問題点があった。

また上述した方法では、眼球の変形が大きい場合、疑似的な2次曲面上での重ね合わせ自体ができなくなり、その結果、各画像を撮影した時のカメラの位置・姿勢の推定もできなくなり、単レンズのパラメータも求められず、眼底の形状を復元することさえできないおそれがあった。

#### 【0007】

本発明は、かかる問題点を解決するために創案されたものである。すなわち、本発明の目的は、眼球が正確な球面から変形している場合でも、眼底の3次元画像を正確に作成

30

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明によれば、被験者の眼球(1)の角膜表面から眼底までの奥行き $L$ と眼底部の複数点の曲率を含む眼底(2)の形状 $R$ を測定する形状測定手段と、測定した奥行きと形状に基づき当該被験者の網膜を含む眼底の3次元座標図である眼球テンプレートを設定する眼球設定手段と、撮影位置を所定量 $h$ ずらして重複する部分 $d$ を含む眼底を撮影する眼底撮影手段と、重複する部分の撮影画像(4)上の位置 $H$ から当該被験者の眼底と撮影画像との位置関係を示す眼球パラメータ $g$ を求めるパラメータ設定手段と、複数の撮影画像を眼球パラメータに基づいて眼球テンプレートに貼り付ける画像貼付手段と、眼球テンプレート上の眼底3次元画像(5)を表示装置(16)に表示する3次元画像表示手段とを有することを特徴とする眼底の立体表示および座標計測装置が提供される。

40

#### 【0009】

上記本発明の装置によれば、形状測定手段で、被験者の眼球(1)の大きさ $L$ (角膜表面から眼底までの奥行き)と眼底(2)の形状 $R$ (眼底部の複数点の曲率)を測定するので、被験者の眼球が正確な球面から変形している場合でも、眼球設定手段で正確な眼球テンプレート(3)を設定することができる。

また、眼底撮影手段で、撮影位置を所定量 $h$ ずらして重複する部分 $d$ を含む当該被験者の

50

眼底を撮影することにより、当該被験者の眼球(1)と撮影装置(14)との位置関係から、パラメータ設定手段で、重複する部分の撮影画像(4)上の位置Hから当該被験者の眼底と撮影画像(例えば撮影装置のCCD)との位置関係を示す眼球パラメータgを求めることができる。

さらに、眼底撮影手段で、撮影位置を所定量hずらして重複する部分dを含む眼底を複数撮影し、得られた複数の撮影画像を画像貼付手段で、眼球パラメータgに基づいて当該被験者の網膜を含む眼底の3次元座標図である眼球テンプレートに貼り付けることにより、当該被験者の眼底の3次元画像を正確に作成することができ、これを3次元画像表示手段で、表示装置(16)に表示し、専門医師以外の医師や患者の理解に役立てることができる。

10

#### 【0010】

本発明の好ましい実施形態によれば、前記眼底撮影手段で得られた撮影画像(4)とその画像に対応する眼球(1)と撮影装置(14)の位置関係とを記憶媒体(15)に記録する画像・位置記録手段を有する。

この構成により、記憶媒体(15)を活用して、患者の時系列データや疫学的データベースとして役立てることができる。

#### 【0011】

前記重複する部分d内の対応点(7)に基づいて眼底(2)面内において眼底画像(8)の位置合わせを行う画像位置合わせ手段を有する。

対応点(7)として、眼底の乳頭、血管、神経等を用いることにより、眼底画像(8)の精密な位置合わせを行うことができる。

20

#### 【0012】

本発明の好ましい実施形態によれば、表示装置(16)に表示された前記眼底3次元画像(5)上において特徴部位(9)を指示する特徴部位指示手段と、指示された特徴部位の3次元座標値(10)を求める3次元座標値化手段と、特徴部位の大きさを計測する特徴部位計測手段と、計測したデータ(11)を記憶媒体(15)に保存するデータ保存手段とを有する。

特徴部位指示手段で、表示装置(16)に表示された眼底3次元画像(5)上の特徴部位(9)を指示することにより、3次元座標値化手段で、指示された特徴部位の3次元座標値(10)を求めることができ、さらに特徴部位計測手段で特徴部位の大きさを計測することができ、3次元画像を基に血管の異常、網膜剥離、腫瘍などの部位の大きさや位置を定量的にデータ化することができる。

30

また、データ保存手段で、計測したデータ(11)を記憶媒体(15)に保存することにより、患者の時系列データや疫病のデータベースとして役立てることができる。

#### 【0013】

本発明によれば、上述した手段をコンピュータに実行させるためのプログラムと、このプログラムを記憶したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体が提供される。

このプログラム及び記憶媒体により、コンピュータを用いて上記手段を実施することができる。

#### 【0014】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明を図面を参照して説明する。なお、各図において共通する部分には同一の符号を付し、重複した説明を省略する。

#### 【0015】

図1は、眼球1と撮影装置14の位置関係を示す図である。この図において、(A)は、撮影装置14の光学系を含む図であり、(B)は撮影装置14の光学系を省略した模式図である。この図を用いて、本発明の原理を説明する。

図1(A)において、14aは撮影装置14(眼底カメラ)のレンズであり、14bは画像を記録するCCDである。撮影装置14が眼底を撮影する際には、眼球1の存在を無視すると、次の関係式(1)が成り立つことが知られている。

40

50

$$a^{-1} + b^{-1} = f^{-1} \cdots (1)$$

ここで  $f$  はレンズ 1 4  $a$  の焦点距離である。

また、眼球 1 はほぼ一定の屈折率  $n$  を有することから、眼球 1 の大きさ  $L$  (角膜表面から眼底までの奥行き) が明らかであれば、関係式 (1) において、 $b$  を眼球 1 の大きさ  $L$  と屈折率  $n$  で補正した  $b'$  に置き換えた関係式 (2) が成り立つ。

$$a^{-1} + b'^{-1} = f^{-1} \cdots (2)$$

【0016】

関係式 (2) から、被写体 (眼底) の大きさと CCD 上の画像 4 の大きさの比率は、(3) 式で示される。

$$\text{被写体 : 画像} = b' : a \cdots (3)$$

この場合、被写体は、眼底 2 であり、一般的には球である。また、CCD 上の画像 4 は平面である。また、強度の近視や遠視の場合には、眼球 1 は正確な球面から変形しているが、眼球 1 の大きさ  $L$  (角膜表面から眼底までの奥行き) と眼底 2 の形状  $R$  (眼底部の複数点の曲率) は測定装置 1 2 で測定することができる。

従って、撮影画像 4 と、その画像に対応する眼球 1 と撮影装置 1 4 の位置関係 (上述した  $a, b, L, R$ ) が正確に分かっていれば、これを計測した眼球の眼底に貼り付けることにより、眼底 3 次元画像 (5) をコンピュータの表示装置に表示させることができる。

なお、図 8 に示すように、水晶体を考慮する場合には、レンズの形状を考慮した関数を設定することにより上記関係式 (2) (3) を補正するのがよい。

【0017】

図 2 は本発明の装置で実行する方法を示すフロー図であり、図 3 は本発明装置で実行する方法を示す別のフロー図である。

図 2 に示すように、本発明の装置で実行する方法は、形状測定ステップ (A)、眼球設定ステップ (B)、眼底撮影ステップ (C)、パラメータ設定ステップ (D)、画像・位置記録ステップ (E)、画像貼付ステップ (F)、画像位置合わせステップ (G) および 3 次元画像表示ステップ (H) を有する。

【0018】

形状測定ステップ (A) では、眼球 1 の大きさ  $L$  (角膜表面から眼底までの奥行き) と眼底 2 の形状  $R$  (眼底部の複数点の曲率) を形状測定手段、すなわち測定装置 1 2 で測定する。眼球 1 の大きさ  $L$  は、少なくとも角膜表面から眼底までの奥行きを含む。また眼底 2 の形状  $R$  は、少なくとも眼底部の複数点の曲率を含む。測定装置 1 2 は、例えば超音波センサであり、1眼底画像当たり最低でも 3 点の位置、または超音波をビーム状にスキャンし、眼球 1 全体および眼底 2 の大きさおよび形状を精密に計測する。

【0019】

眼球設定ステップ (B) では、眼球設定手段で、測定した大きさ  $L$  と形状  $R$  に基づき眼球テンプレート 3 を設定する。この設定はコンピュータ内で仮想的に行う。すなわち、図 4 に示すように網膜を含む眼底 2 の座標図を 3 次元的に作成する。

【0020】

眼底撮影ステップ (C) では、図 1 及び図 7 に示すように、眼底撮影手段、すなわち撮影装置 1 4 (眼底カメラ) で、眼底 2 の撮影位置を所定量  $h$  ずらして重複する部分  $d$  を含む眼底を複数撮影する。

この撮影は、先ずわずかにずらした位置の複数の画像を撮影し、この複数の画像のズレ量から、パラメータ設定ステップ (D) において、パラメータ設定手段で、重複する部分の撮影画像 4 上の位置  $H$  から眼底と撮影画像との位置関係を示す眼球パラメータ  $g$  を求める。例えば、図 1 (B) に示すように、正面のある 2 点  $T, T'$  を凝視したときの眼底 2 の特定点  $A$  が撮影画像 4 上で  $H$  ずれたとすれば、2 点  $T, T'$  が明らかであれば、眼底と撮影画像との位置関係を示す眼球パラメータ  $g$  を上記関係式 (1) ~ (3) から求めることができる。

【0021】

画像・位置記録ステップ (E) では、画像・位置記録手段で、眼底撮影ステップ (C) に

10

20

30

40

50

において得られた撮影画像 4 とその画像に対応する眼球 1 と撮影装置 1 4 の位置関係とを記憶媒体 1 5 に記録する。

【 0 0 2 2 】

眼底撮影ステップ ( C ) では、引き続き図 7 に示すように、眼底撮影手段、すなわち撮影装置 1 4 ( 眼底カメラ ) で、眼底 2 の撮影位置を所定量  $h$  ずらして重複する部分  $d$  を含む眼底を複数撮影する。次いで、図 5 に示すように、画像貼付ステップ ( F ) において、画像貼付手段で、複数の撮影画像を眼球パラメータ  $g$  に基づいて眼球テンプレート 3 に貼り付ける。なおこの際、図 6 に示すように、投影画像内のテンプレートは眼球設定ステップ ( B ) で設定した眼球テンプレート 3 に変更するのがよい。

【 0 0 2 3 】

画像位置合わせステップ ( G ) では、画像位置合わせ手段で、重複する部分  $d$  内の対応点 7 ( 眼底の乳頭、血管、神経等 ) に基づいて眼底 2 の面内において眼底画像 8 の位置合わせを行う。

3 次元画像表示ステップ ( H ) では、眼球テンプレート 3 上の眼底 3 次元画像 5 を 3 次元画像表示手段、すなわち表示装置 1 6 ( 例えば C R T ) に表示する。表示 3 D ディスプレーや C A V E 等の没入型 V R 機器 ( パーチャルリアリティ機器 ) 等を利用することも可能である。出来上がった 3 次元モデルは、 V R M L 等の形式に変換したりして P C 上で容易に 3 D 可視化できる。

【 0 0 2 4 】

上述した本発明の構成によれば、形状測定ステップ ( A ) において、形状測定手段、すなわち測定装置 1 2 で眼球 1 の大きさ  $L$  ( 角膜表面から眼底までの奥行き ) と眼底 2 の形状  $R$  ( 眼底部の複数点の曲率 ) を測定するので、眼球が正確な球面から変形している場合でも、眼球設定ステップ ( B ) において眼球設定手段で正確な眼球テンプレート 3 を設定することができる。

また、眼底撮影ステップ ( C ) において、眼底撮影手段、すなわち撮影装置 1 4 ( 眼底カメラ ) で、撮影位置を所定量  $h$  ずらして重複する部分  $d$  を含む眼底を撮影することにより、眼球 1 と撮影装置 1 4 との位置関係から、パラメータ設定ステップ ( D ) において、パラメータ設定手段で、重複する部分の撮影画像 4 上の位置  $H$  から眼底と撮影画像 ( 例えば撮影装置の C C D ) との位置関係を示す眼球パラメータ  $g$  を求めることができる。

【 0 0 2 5 】

さらに、眼底撮影手段で、撮影位置を所定量  $h$  ずらして重複する部分  $d$  を含む眼底を複数撮影し、得られた複数の撮影画像を画像貼付手段で、眼球パラメータ  $g$  に基づいて眼球テンプレートに貼り付けることにより、眼底の 3 次元画像を正確に作成することができ、これを 3 次元画像表示ステップ ( H ) において、表示装置 1 6 に表示し、専門医師以外の医師や患者の理解に役立てることができる。

【 0 0 2 6 】

図 3 に示すように、本発明の装置で実行する方法は、さらに、3 次元画像表示ステップ ( I )、特徴部位指示ステップ ( J )、3 次元座標値化ステップ ( K )、特徴部位計測ステップ ( L ) およびデータ保存ステップ ( M ) を有する。

【 0 0 2 7 】

3 次元画像表示ステップ ( I ) は、3 次元画像表示ステップ ( H ) と実質的に同一であり、眼底の 3 次元画像を 3 次元画像表示手段、すなわち表示装置 1 6 に表示する。

特徴部位指示ステップ ( J ) では、表示装置 1 6 ( C R T 等 ) に表示された眼底 3 次元画像 5 上の特徴部位 9 を指示する。この指示は、図 9 に示すように、特徴部位指示手段、例えばマウス等の入力装置を用いて、C R T 等の 2 次元デバイス上において特徴部位 9 を囲むことで行う。

【 0 0 2 8 】

3 次元座標値化ステップ ( K ) では、3 次元座標値化手段で、指示された特徴部位の指示した 2 次元座標より 3 次元座標値 1 0 を求め、特徴部位計測ステップ ( L ) では、特徴部位計測手段で、特徴部位の大きさを計測する。このステップ K , L はコンピュータ内で自

10

20

30

40

50

動的に行う。

【0029】

データ保存ステップ(M)では、計測したデータ11(3次元座標値10と特徴部位の大きさ)をデータ保存手段、すなわち記憶媒体15に保存する。記憶媒体15には、テープ、ドラム、ハードディスク、CD、その他の周知の記憶装置を用いることができる。

【0030】

上述した構成により、特徴部位指示ステップ(J)において、特徴部位指示手段で、指示された特徴部位の3次元座標値10を求めることができ、さらに特徴部位の大きさを計測することができる、3次元画像を基に血管の異常、網膜剥離、腫瘍などの部位の大きさや位置を定量的にデータ化することができる。

10

また、計測したデータ11を記憶媒体15に保存することにより、患者の時系列データや疫病のデータベースとして役立てることができる。

【0031】

さらに、上述した方法をコンピュータに実行させるためのプログラムと、このプログラムを記憶したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体により、コンピュータを用いて上記方法を実施することができる。

【0032】

【実施例】

以下、本発明の実施例を説明する。

図10は、眼球テンプレートの実施例を示すディスプレイ上の中間調画像である。この例は、正常な眼球の例であり、眼球は球面であるとみなすことができる。また、実際の眼球の大きさや形状は個人差があり、特に強度の近視や遠視の場合には、眼球は正確な球面から変形していることが知られている。本発明では、形状測定ステップ(A)において形状測定手段で測定した眼球1の大きさLと眼底2の形状Rに基づき、図6に示したように、眼球設定ステップ(B)において眼球設定手段で、正確な眼球テンプレート3を設定する点に特徴がある。

20

【0033】

図11は、眼底写真の例を示すディスプレイ上の中間調画像である。この図に示すように眼底写真は、視野角が50度程度と狭く、1枚の写真で正確な診断をするのは専門の医者であっても困難であることがわかる。

30

【0034】

図12と図13は、眼底3次元画像を例示するディスプレイ上の中間調画像である。図12は、画像貼付ステップ(F)において、画像貼付手段で、複数(この例では9枚)の眼底写真を眼球テンプレートに貼り付けた眼底3次元画像5であり、実際にはコンピュータのCRT上で眼底の内側から任意の角度に視角を変化させて、眼底を立体表示させることができる。

また、図13は、画像位置合わせステップ(G)において、画像位置合わせ手段で、により眼底画像8の位置合わせを更に精密に行ったものであり、同様にコンピュータのCRT上で眼底の内側から任意の角度に視角を変化させて、眼底を立体表示させることができる。

40

【0035】

上述したように、本発明では、眼球の眼底撮影時に3次元構造を持つ眼底の情報を2次元情報である画像に変換する。またこの画像のみでは眼底の3次元モデルを構築することが出来ないが、眼底画像の特徴を利用することにより3次元モデルの構築を行う。

具体的には、被験者の眼底画像と被験者の眼球の大きさを基に、画像を眼球に投影することにより、2次元画像に深さ方向のもう1次元の情報を加えて3次元モデルを構築する。

【0036】

構築した3次元モデルは、コンピュータグラフィック(CG)を利用して立体的に可視化することができる。CGを利用した可視化では特別な知識なしに眼底の構造を理解できることからインフォームドコンセントに役立たせることができる。

50

また、構築した3次元モデルは計測することが可能であり、この3次元モデルを基に医師、技師または自動判別により血管、網膜剥離の範囲、腫瘍などの部位を指定して3次元座標を求めることができる。この設定には可視化した2次元に投影した(モニター上)の画像から2次元の位置をマウスなどで指定した情報を基に3次元座標を算出することが容易である。

#### 【0037】

求めた3次元座標から血管、網膜剥離部位などの体積、網膜上での面積などの数値データや形状を得ることが可能である。従来の眼底カメラの画像では画像の周囲と中心で尺度が異なることから測定することは困難であったが本発明の方法では、3次元モデルを構築することから数値化は容易である。この面積等の数値データを個人の患者の時系列に当てはめると疾病の進行などの判断基準を提示することが可能である。また、多数の患者のデータを収集してデータベースを構築することにより、疾病等の疫学データ(多発部位、年齢との関連)を提示することが可能となる。さらに、今後進むであろう疾病のコンピュータシミュレーション解析の基データを構築することが可能である。

10

#### 【0038】

なお、本発明は上述した実施形態及び実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変更できることは勿論である。

#### 【0039】

##### 【発明の効果】

上述したように、本発明の眼底の立体表示および座標計測装置は、眼球が球面から変形している場合でも、眼底の3次元画像を正確に作成することができ、かつこの3次元画像を基に血管の異常、網膜剥離、腫瘍などの部位の大きさや位置を定量的にデータ化し、患者の時系列データや疫学的データベースとして役立てることができる、等の優れた効果を有する。

20

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】眼球1と撮影装置14の位置関係を示す図である。

【図2】本発明の装置で実行する方法を示すフロー図である。

【図3】本発明の装置で実行する方法を示す別のフロー図である。

【図4】眼底(網膜)の座標図である。

【図5】平面画像から眼底への投影を示す模式図である。

30

【図6】投影画像内でのテンプレートの変更を示す図である。

【図7】異なる角度からの撮影例を示す図である。

【図8】水晶体を考慮した例を示す図である。

【図9】特定領域の指定例を示すディスプレイ上の中間調画像とその断面図である。

【図10】眼球テンプレートの実施例を示すディスプレイ上の中間調画像である。

【図11】眼底写真の例を示すディスプレイ上の中間調画像である。

【図12】眼底3次元画像を例示するディスプレイ上の中間調画像である。

【図13】別の眼底3次元画像を例示するディスプレイ上の中間調画像である。

【図14】先行技術の眼底画像の重合せ方法を示す模式図である。

##### 【符号の説明】

40

1 眼球、2 眼底、3 眼球テンプレート、

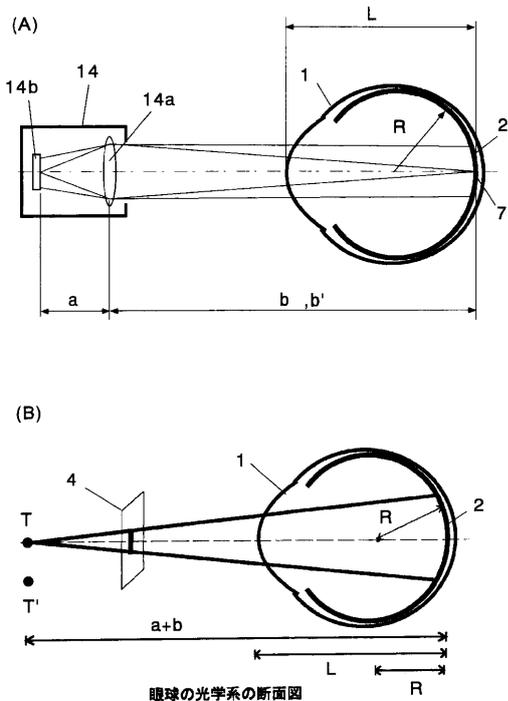
4 撮影画像、5 眼底3次元画像、7 対応点、

8 眼底画像、9 特徴部位、10 3次元座標値、

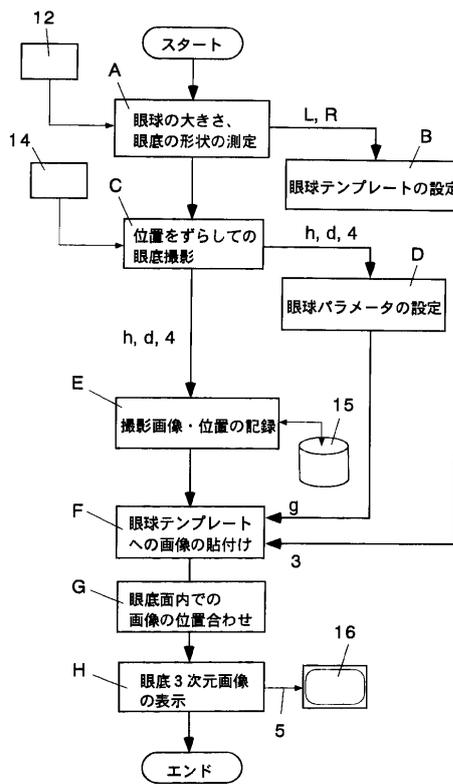
11 計測データ、12 測定装置(超音波センサ等)、

14 撮影装置(眼底カメラ)、15 記憶媒体、16 表示装置、

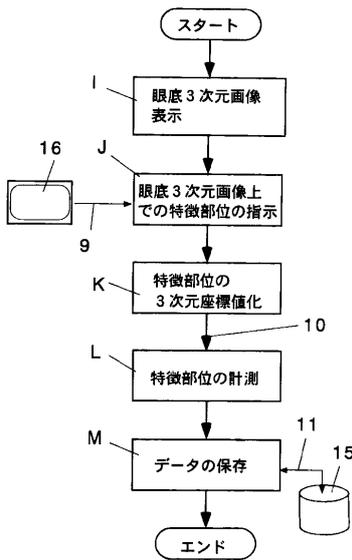
【図1】



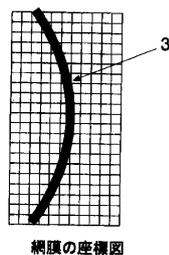
【図2】



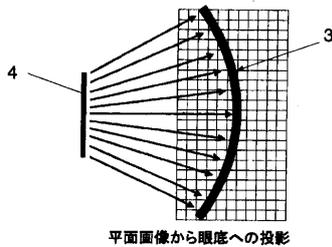
【図3】



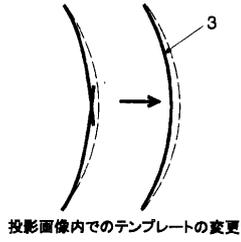
【図4】



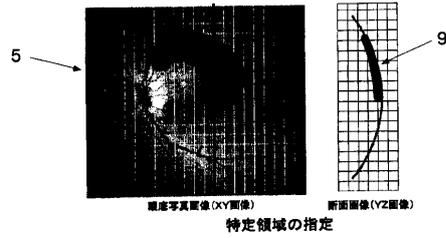
【図5】



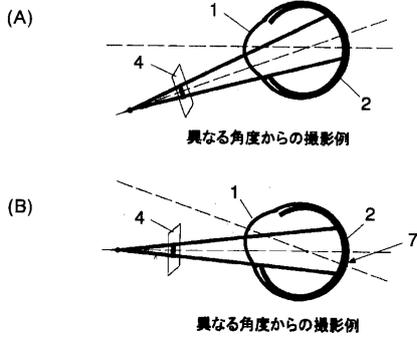
【 図 6 】



【 図 9 】



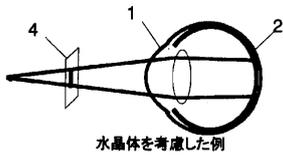
【 図 7 】



【 図 10 】



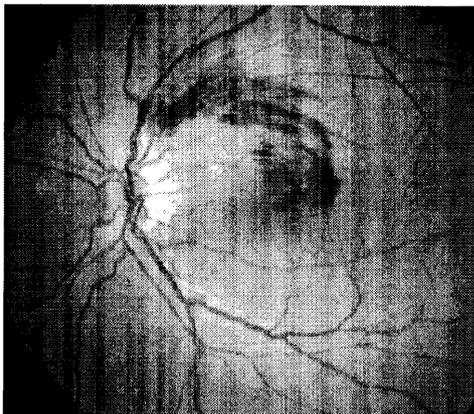
【 図 8 】



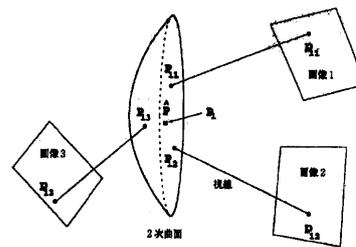
【 図 13 】



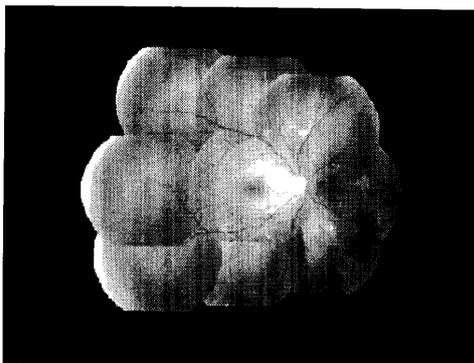
【 図 11 】



【 図 14 】



【 図 12 】



---

フロントページの続き

審査官 安田 明央

- (56)参考文献 特開2002-034925(JP,A)  
特開2000-210260(JP,A)  
特開2002-034924(JP,A)  
特開平10-179517(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)  
A61B 3/00-3/16