

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5970833号
(P5970833)

(45) 発行日 平成28年8月17日 (2016. 8. 17)

(24) 登録日 平成28年7月22日 (2016. 7. 22)

(51) Int. Cl.	F 1
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 3/12 (2006. 01)	A 6 1 B 3/12 E
	A 6 1 B 3/14 M

請求項の数 5 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2012-19306 (P2012-19306)	(73) 特許権者	000135184
(22) 出願日	平成24年1月31日 (2012. 1. 31)		株式会社ニデック
(65) 公開番号	特開2013-154119 (P2013-154119A)		愛知県蒲郡市拾石町前浜 3 4 番地 1 4
(43) 公開日	平成25年8月15日 (2013. 8. 15)	(72) 発明者	加納 徹哉
審査請求日	平成27年1月23日 (2015. 1. 23)		愛知県蒲郡市拾石町前浜 3 4 番地 1 4 株 式会社ニデック拾石工場内
		(72) 発明者	佐竹 倫全
			愛知県蒲郡市拾石町前浜 3 4 番地 1 4 株 式会社ニデック拾石工場内
		審査官	増淵 俊仁

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 眼科解析装置及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検眼の正面像を取得するための正面像取得手段と、
被検眼から反射された測定光と参照光との干渉を用いて被検眼の断層像を得るための断層像取得手段と、
前記正面像取得手段及び断層像取得手段によって取得された画像を表示するための表示手段と、
操作入力手段と、
前記操作入力手段から入力される操作信号に基づいて正面像上で二次元的に移動可能なポインタを前記表示手段に表示すると共に、被検眼の解析に関する所定のパラメータを算出するための所定部位に関する位置情報を取得するため、前記正面像上でのポインタの位置を基準とした互いに直交する断層像を前記表示手段に表示する演算制御手段と、
を備えることを特徴とする眼科解析装置。

【請求項 2】

請求項 1 のいずれかの眼科解析装置において、
前記演算制御手段は、前記正面像上でのポインタの位置に対応する位置情報を前記断層像上に表示する眼科解析装置。

【請求項 3】

請求項 1 ~ 2 のいずれかの眼科解析装置において、
前記演算制御手段は、

前記正面像上での前記ポインタの移動に同期して、移動されたポインタの位置を基準とした互いに直交する断層像を前記表示手段に表示する眼科解析装置。

【請求項 4】

被検眼の正面像を取得するための正面像取得手段と、

被検眼から反射された測定光と参照光との干渉を用いて被検眼の断層像を得るための断層像取得手段と、

前記正面像取得手段及び断層像取得手段によって取得された画像を表示するための表示手段と、

操作入力手段と、

前記操作入力手段から入力される操作信号に基づいて前記正面像上で二次元的に移動可能なポインタを前記表示手段に表示すると共に、前記正面像上でのポインタの位置を基準とした互いに直交する断層像を前記表示手段に表示する演算制御手段と、を備え、

前記演算制御手段は、前記正面像上での前記ポインタの移動に同期して、移動されたポインタの位置を基準として互いに直交する断層像を前記表示手段に表示することを特徴とする眼科解析装置。

【請求項 5】

正面像取得手段及び断層像取得手段によって取得された画像を表示手段に表示するステップと、

操作入力手段から入力される操作信号に基づいて正面像上で二次元的に移動可能なポインタを前記表示手段に表示すると共に、被検眼の解析に関する所定のパラメータを算出するための所定部位に関する位置情報を取得するため、正面像上でのポインタの位置を基準とした互いに直交する断層像を前記表示手段に表示するステップと、

取得された所定部位に関する位置情報を用いて、被検眼の解析に関する所定のパラメータを算出するステップと、

をコンピュータに実行させることを特徴とする眼科解析プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被検眼を解析する眼科解析装置及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、眼科用光干渉断層計（OCT：optical coherence tomography）、眼底カメラ、レーザ走査検眼鏡（SLO：scanning laser ophthalmoscope）、等の眼科撮影デバイス（眼科撮影装置）によって、被検眼の撮影を行っている。そして、撮影された撮影画像から所定領域を検出し、解析処理を行って、解析結果を取得している。所定領域の検出には、撮影画像中からエッジ検出等によって自動検出をする方法や検者による手動編集（手動検出）をする方法がある。検者はこのようにして得られた解析結果を見て被検眼の視機能障害（異常）等を判断している。

【0003】

例えば、視機能障害の一つに緑内障がある。緑内障の検査としては、眼底像による視神経乳頭部（以下、単に乳頭という）の観察が重要であるといわれている。このような乳頭の計測においては、例えば、眼底カメラによる眼底正面画像から、カップと呼ばれる乳頭の陥凹の外縁の直径と、ディスクと呼ばれる乳頭の外縁の直径（または半径）を検出（算出）し、その比であるC/D比やカップとディスクとの面積比を求め、求めたC/D比（或いは面積比）の値によって被検眼の状態を知る技術が知られている。（例えば、特許文献1参照）カップやディスクの検出は、撮影画像中からエッジ検出等による自動検出や検者による手動編集によって行っている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

10

20

30

40

50

【特許文献1】特開2006-280411号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従来、画像解析において、その位置決定が難しかった。例えば、視神経乳頭の解析に関して、カップやディスクのような領域の境界が判別しづらい部位に関しては、位置決定が難しかった。

【0006】

そこで、本発明は上記従来技術の問題点に鑑み、被検眼の解析を良好に行うことができる眼科解析装置を提供することを技術課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するために、本発明は以下のような構成を備えることを特徴とする。

【0008】

(1) 本開示の第1態様に係る眼科解析装置は、
被検眼の正面像を取得するための正面像取得手段と、
被検眼から反射された測定光と参照光との干渉を用いて被検眼の断層像を得るための断層像取得手段と、

前記正面像取得手段及び断層像取得手段によって取得された画像を表示するための表示手段と、

操作入力手段と、

前記操作入力手段から入力される操作信号に基づいて正面像上で二次元的に移動可能なポイントを前記表示手段に表示すると共に、被検眼の解析に関する所定のパラメータを算出するための所定部位に関する位置情報を取得するため、前記正面像上でのポイントの位置を基準とした互いに直交する断層像を前記表示手段に表示する演算制御手段と、

を備えることを特徴とする。

(2) 本開示の第2態様に係る眼科解析装置は、
被検眼の正面像を取得するための正面像取得手段と、
被検眼から反射された測定光と参照光との干渉を用いて被検眼の断層像を得るための断層像取得手段と、

前記正面像取得手段及び断層像取得手段によって取得された画像を表示するための表示手段と、

操作入力手段と、

前記操作入力手段から入力される操作信号に基づいて前記正面像上で二次元的に移動可能なポイントを前記表示手段に表示すると共に、前記正面像上でのポイントの位置を基準とした互いに直交する断層像を前記表示手段に表示する演算制御手段と、を備え、

前記演算制御手段は、前記正面像上での前記ポイントの移動に同期して、移動されたポイントの位置を基準として互いに直交する断層像を前記表示手段に表示することを特徴とする。

(3) 本開示の第3態様に係る眼科解析プログラムは、

正面像取得手段及び断層像取得手段によって取得された画像を表示手段に表示するステップと、

操作入力手段から入力される操作信号に基づいて正面像上で二次元的に移動可能なポイントを前記表示手段に表示すると共に、被検眼の解析に関する所定のパラメータを算出するための所定部位に関する位置情報を取得するため、正面像上でのポイントの位置を基準とした互いに直交する断層像を前記表示手段に表示するステップと、

取得された所定部位に関する位置情報を用いて、被検眼の解析に関する所定のパラメータを算出するステップと、

をコンピュータに実行させることを特徴とする。

10

20

30

40

50

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、被検眼の解析を良好に行うことができる。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本発明に係る装置を実施するための形態を図面に基づいて説明する。図1～図6は本実施形態に係る装置、プログラムについて説明するための図である。

【0011】

本装置は、正面像取得器及び断層像取得器によって取得された画像を表示し、操作入力部から入力される操作信号に基づいて正面像20上で移動可能なポインタ21を表示すると共に、被検眼の解析に関する所定のパラメータを算出するための所定部位に関する位置情報を取得するため、正面像上でのポインタ21の位置に対応する断層像30、40を表示する。

10

【0012】

被検眼の解析に関する所定のパラメータとしては、例えば、眼底解析に関する所定のパラメータ（（乳頭に関するC（カップ）/D（ディスク）比、R/D比）、黄斑のサイズ、病変部の長さ、面積、体積、層厚の厚い又は薄い領域の面積や体積、等）が考えられる。また、前眼部解析に関する所定のパラメータ（瞳孔径、角膜径）が考えられる。

【0013】

本装置は、好ましくは、正面像上でのポインタの位置に対応する位置情報31、41を断層像上に表示すると有利である。

20

【0014】

正面像取得器としては、赤外正面画像又は可視正面画像を取得する。例えば、眼底カメラ、光走査型レーザ検眼鏡、光コヒーレンストモグラフィーが挙げられる。断層像取得器としては、光コヒーレンストモグラフィーが代表的である。

【0015】

本装置は、正面像20上でのポインタ21の位置を基準として切断面が互いに直交する断層像30、40を表示すると有利である。

【0016】

本装置は、正面像上でのポインタ21の移動に同期して、移動されたポインタ21の位置に対応する断層像を表示すると有利である。

30

【0017】

また、本装置は、正面像取得器及び断層像取得器によって取得された画像を表示し、操作入力部から入力される操作信号に基づいて正面像20上で移動可能なポインタ21を表示すると共に、正面像20上でのポインタ21の位置に対応する断層像を表示する。そして、本装置は、正面像20上でのポインタ21の移動に同期して、移動されたポインタ21の位置に対応する断層像30、40を表示する。

【0018】

<概要>

本実施形態に関わる眼科撮影装置（光コヒーレンストモグラフィーデバイス）10は、干渉光学系100と、正面像観察光学系200と、表示制御手段（制御部）70と、を備える。

40

【0019】

干渉光学系（OCT光学系）100は、光源102、光スキャナ108と、検出器120と、を有し、被検眼Eの眼底領域の三次元画像を得るために用いられる。例えば、被検眼Eの視神経乳頭部を含んだ3次元画像が取得される。光スキャナ108は、測定光源から発せられた光を被検眼眼底Ef上で走査するために用いられる。検出器120は、測定光源102から発せられた測定光と参照光との干渉状態を検出するために用いられる。光コヒーレンストモグラフィーデバイス10には、さらに、操作入力手段（操作部）74が設けられている。操作部74は、検者によって操作される。

50

【 0 0 2 0 】

正面像観察光学系 2 0 0 は、被検眼眼底の正面像を取得するために用いられる。正面像観察光学系 2 0 0 としては、S L O や眼底カメラが挙げられる。また、正面像観察光学系 2 0 0 として干渉光学系 1 0 0 が用いられてもよい。この場合、干渉光学系 1 0 0 によって取得された三次元画像に基づいて、被検眼眼底正面像が取得される。また、縦ライン、横ライン、サークルライン、等によってそのラインに対応する切断位置（切断面）での断層像が得られる。なお、三次元画像を得るための走査パターンとしては、例えば、ラスタースキャン、ラジアルスキャン、同心円スキャン（複数のサイズの異なるサークルスキャン）等が挙げられる。

【 0 0 2 1 】

制御部 7 0 は、モニタ 7 5 上に正面像 2 0、第 1 断層像 3 0、第 2 断層像 4 0 をモニタ 7 5 上に表示する。制御部 7 0 は、操作入力手段 7 4 からの操作信号に基づいてモニタ 7 5 上で随時移動可能なポインタ 2 1 をモニタ 7 5 上に表示する。制御部 7 0 は、ポインタ（例えば、十字マーク、ドットマーク、ペンマーク等）2 1 を正面像 2 0 上に重畳して表示する。

【 0 0 2 2 】

ポインタ 2 1 は、正面像 2 0 において縦方向と横方向の切断位置の交点を示す。制御部 7 0 は、干渉光学系 1 0 0 によって取得された三次元画像データから、ポインタ 2 1 の縦切断位置に対応する第 1 断層像 3 0 を抽出する。制御部 7 0 は、干渉光学系 1 0 0 によって取得された三次元画像データから、ポインタ 2 1 の横切断位置に対応する第 2 断層像 4 0 を抽出する。制御部 7 0 は、抽出された第 1 断層像 3 0 と第 2 断層像 4 0 を正面像観察光学系 2 0 0 によって取得された正面像 2 0 とともにモニタ 7 5 上に同時に表示する。

【 0 0 2 3 】

制御部 7 0 は、ポインタ 2 1 の横切断位置に対応する横ライン（例えば、ライン表示や矢印表示等）3 1 を第 1 断層像 3 0 上に重畳して表示する。また、制御部 7 0 は、ポインタ 2 1 の横切断位置に対応する横ライン（例えば、ライン表示や矢印表示等）4 1 を第 2 断層像 4 0 上に重畳して表示する。

【 0 0 2 4 】

なお、正面像観察光学系 2 0 0 が S L O や眼底カメラの場合、制御部 7 0 は、正面像観察光学系 2 0 0 によって取得された眼底正面像と、干渉光学系 1 0 0 によって取得された眼底正面像（例えば、三次元画像データに基づく O C T 正面像（例えば、積算画像））との位置合わせ（マッチング）する。これにより、第 1 断層像 3 0 及び第 2 断層像 4 0 と、正面像観察光学系 2 0 0 によって取得された眼底正面像との対応付けが行われる。

【 0 0 2 5 】

検者によって操作部 7 4 が操作されると、制御部 7 0 は、操作部 7 4 から入力される操作信号に基づいて正面像 2 0 上においてポインタ 2 1 の表示位置を変更する。制御部 7 0 は、ポインタ 2 1 の移動に同期して、ポインタ 2 1 の切断位置に対応する断層像（例えば、第 1 断層像 3 0、第 2 断層像 4 0）をモニタ 7 5 上に表示する。例えば、ポインタ 2 1 の移動に同期して、これに対応する断層像がリアルタイムで随時更新される。また、制御部 7 0 は、ポインタ 2 1 の移動に同期して、ポインタ 2 1 の切断位置に対応する横ライン 3 1、横ライン 4 1 をモニタ 7 5 上に表示する。

【 0 0 2 6 】

さらに、例えば、操作部 7 4 でのドラッグ操作等により、第 1 断層像 3 0、第 2 断層像 4 0 の画像上で横ライン 3 1、縦ライン 4 1 のいずれかが移動されるようにしてもよい。制御部 7 0 は、横ライン 3 1、縦ライン 4 1 の移動に同期して、ポインタ 2 1 を移動させると共に、移動されたポインタ 2 1 の切断位置に対応する断層像（例えば、第 1 断層像 3 0、第 2 断層像 4 0）をモニタ 7 5 上に表示する。

【 0 0 2 7 】

これによって、眼底正面像と眼底正面像上における所定位置での断層像を同時に観察でき、正面方向と断面方向から眼底部位の形状を確認することができる。このため、正面方

10

20

30

40

50

向の観察からだけでは、判別しづらい部位に対しても、断面方向の観察により、眼底形状の把握が容易となる。さらに、ポインタ21の移動に連動して断層像が随時更新されることにより、余計な操作なく、スムーズに画像が確認される。

【0028】

光コヒーレンストモグラフィデバイス10は、さらに、情報検出手段(制御部)70が備えられている。制御部70は、眼底上でポインタ21によって指定された所定位置によって囲まれる選択領域の領域情報を検出する。例えば、検者によって、操作部74が操作され、操作部74から入力される操作信号に基づいて、眼底上の所定位置が指定される。制御部70は、指定された所定位置を結ぶことにより形成される選択領域の領域情報を検出する。

10

【0029】

選択領域としては、例えば、視神経乳頭部のディスクやカップが挙げられる。検者は、操作部74を操作し、ディスクに対応する所定位置を指定していき、指定された所定位置を結ぶことによりディスクライン(ディスクの外縁部)23を形成させる。また、検者は、操作部74を操作し、カップに対応する所定位置を指定していき、指定された所定位置を結ぶことによりカップライン(カップの外縁部)25を形成させる。検者によって、操作部74が操作され、視神経乳頭部のディスクライン23とカップライン25が指定されると、制御部70は、ディスクライン23とカップライン25の領域情報を検出する。このように、視神経乳頭部の正面像と断層像を同時に観察できることにより、カップやディスクのような領域の境界が判別しづらい部位に関しても、精度良く部位の検出を行うことができる。

20

【0030】

領域情報は、例えば、視神経乳頭部のディスクライン23とカップライン25のC/D比が挙げられる。なお、本実施形態でいうC/D比とは、乳頭の内側に形成される乳頭陥凹(カップ)の外縁を構成するカップライン25の半径を、乳頭(ディスク)の外縁を構成するディスクライン23の半径で、除算した値(比)として求められる。

【0031】

例えば、C/D比を算出する場合、ディスクライン23の内側がディスク領域として設定され、ディスク領域の重心位置が中心Oとして設定される。制御部70は、中心Oを通る垂直方向及び水平方向のディスクの長さ及びカップの長さを算出し、水平方向及び垂直方向のC/D比を領域情報として表示する。なお、中心Oの設定は上記に限定されない。例えば、演算により乳頭の縁(ディスクライン)23に外接する四角形(長方形)の中心Oを乳頭中心として算出してよい。

30

【0032】

なお、領域情報は、C/D比に限定されない。検出した領域に関する情報であればよい。例えば、視神経乳頭部のディスクライン23とカップライン25のC/D比を経線方向に対して360°分検出し、その最大値/最小値を領域情報として表示してもよい。また、選択領域の面積情報、長さ情報、R/D比でもよい。R/D比とは、乳頭の外縁と乳頭陥凹の外縁との間の領域として定義されるリム領域の幅と、乳頭中心を通過する乳頭径の比として求められる。ここでのR/D比は中心Oから乳頭の外縁までの線分と、中心Oから乳頭陥凹の外縁までの線分を基準として算出されるものとする。

40

【0033】

なお、本実施形態では、被検眼の視神経乳頭部を含んだ解析を例に挙げているがこれに限定されない。病変部や層厚の解析に対しても本発明は適用できる。病変部や層厚の解析としては、病変部領域や層厚の厚い又は薄い領域において、その面積や体積を求めることが挙げられる。なお、上記実施形態の技術は、眼底に限定されず、眼であれば適用される(例えば、前眼部の正面像と3次元画像との対応付けに利用されうる)。さらに、眼に限定されず、生体や被検物であっても適用される。

【0034】

なお、本実施形態においては、上記実施形態に記載したデバイスに限定されない。例え

50

ば、上記実施形態の機能を行う眼科解析ソフトウェア（プログラム）をネットワークや各種記憶媒体を介して、システムあるいは装置に供給する。そして、システムあるいは装置のコンピュータ（例えば、CPU等）がプログラムを読み出し、実行することも可能である。

【0035】

<実施例>

以下、本発明に係る実施例を図面に基づいて説明する。図1は本実施例に係る眼科撮影装置の構成について説明する概略構成図である。なお、本実施例においては、被検者眼（眼E）の軸方向をZ方向、水平方向をX方向、鉛直方向をY方向として説明する。眼底の表面方向をXY方向として考えても良い。

10

【0036】

装置構成の概略を説明する。本装置は、被検者眼Eの眼底Efの断層像を撮影するための光コヒーレンストモグラフィデバイス（OCTデバイス）10である。OCTデバイス10は、干渉光学系（OCT光学系）100と、正面観察光学系200と、固視標投影ユニット300と、演算制御部（CPU）70と、を含む。

【0037】

OCT光学系100は、眼底に測定光を照射する。OCT光学系100は、眼底から反射された測定光と、参照光との干渉状態を受光素子（検出器120）によって検出する。OCT光学系100は、眼底Ef上の撮像位置を変更するため、眼底Ef上における測定光の照射位置を変更する照射位置変更ユニット（例えば、光スキャナ108、固視標投影ユニット300）を備える。制御部70は、設定された撮像位置情報に基づいて照射位置変更ユニットの動作を制御し、検出器120からの受光信号に基づいて断層像を取得する。

20

【0038】

<OCT光学系>

OCT光学系100は、いわゆる眼科用光断層干渉計（OCT：Optical coherence tomography）の装置構成を持ち、眼Eの断層像を撮像する。OCT光学系100は、測定光源102から出射された光をカップラー（光分割器）104によって測定光（試料光）と参照光に分割する。そして、OCT光学系100は、測定光学系106によって測定光を眼Eの眼底Efに導き、また、参照光を参照光学系110に導く。その後、眼底Efによって反射された測定光と、参照光との合成による干渉光を検出器（受光素子）120に受光させる。

30

【0039】

検出器120は、測定光と参照光との干渉状態を検出する。フーリエドメインOCTの場合では、干渉光のスペクトル強度が検出器120によって検出され、スペクトル強度データに対するフーリエ変換によって所定範囲における深さプロファイル（Aスキャン信号）が取得される。例えば、Spectral-domain OCT（SD-OCT）、Swept-source OCT（SS-OCT）が挙げられる。また、Time-domain OCT（TD-OCT）であってもよい。

【0040】

光スキャナ108は、測定光源から発せられた光を被検眼眼底上で走査させる。例えば、光スキャナ108は、眼底上で二次元的（XY方向（横断方向））に測定光を走査させる。光スキャナ108は、瞳孔と略共役な位置に配置される。光スキャナ108は、例えば、2つのガルバノミラーであり、その反射角度が駆動機構50によって任意に調整される。

40

【0041】

これにより、光源102から出射された光束はその反射（進行）方向が変化され、眼底上で任意の方向に走査される。これにより、眼底Ef上における撮像位置が変更される。光スキャナ108としては、光を偏向させる構成であればよい。例えば、反射ミラー（ガルバノミラー、ポリゴンミラー、レゾナントスキャナ）の他、光の進行（偏向）方向を変

50

化させる音響光学素子 (AOM) 等が用いられる。

【0042】

参照光学系 110 は、眼底 Ef での測定光の反射によって取得される反射光と合成される参照光を生成する。参照光学系 110 は、マイケルソンタイプであってもよいし、マツハツェンダタイプであってもよい。参照光学系 110 は、例えば、反射光学系 (例えば、参照ミラー) によって形成され、カップラー 104 からの光を反射光学系により反射することにより再度カップラー 104 に戻し、検出器 120 に導く。他の例としては、参照光学系 110 は、透過光学系 (例えば、光ファイバー) によって形成され、カップラー 104 からの光を戻さず透過させることにより検出器 120 へと導く。

【0043】

参照光学系 110 は、参照光路中の光学部材を移動させることにより、測定光と参照光との光路長差を変更する構成を有する。例えば、参照ミラーが光軸方向に移動される。光路長差を変更するための構成は、測定光学系 106 の測定光路中に配置されてもよい。

【0044】

< 正面観察光学系 >

正面観察光学系 (正面像観察デバイス) 200 は、眼底 Ef の正面画像を得るために設けられている。観察光学系 200 は、例えば、光源から発せられた測定光 (例えば、赤外光) を眼底上で二次元的に走査させる光スキャナと、眼底と略共役位置に配置された共焦点開口を介して眼底反射光を受光する第 2 の受光素子と、を備え、いわゆる眼科用走査型レーザ検眼鏡 (SLO) の装置構成を持つ。

【0045】

なお、観察光学系 200 の構成としては、いわゆる眼底カメラタイプの構成であってもよい。また、OCT 光学系 100 は、観察光学系 200 を兼用してもよい。すなわち、正面画像は、二次元的に得られた断層像を形成するデータを用いて取得されるようにしてもよい (例えば、三次元画像の深さ方向への積算画像、XY 各位置でのスペクトルデータの積算値、ある一定の深さ方向における XY 各位置での輝度データ、網膜表層画像、等)。

【0046】

< 固視標投影ユニット >

固視標投影ユニット 300 は、眼 E の視線方向を誘導するための光学系を有する。投影ユニット 300 は、眼 E に呈示する固視標を有し、複数の方向に眼 E を誘導できる。

【0047】

例えば、固視標投影ユニット 300 は、可視光を発する可視光源を有し、視標の呈示位置を二次元的に変更させる。これにより、視線方向が変更され、結果的に撮像部位が変更される。例えば、撮影光軸と同方向から固視標が呈示されると、眼底の中心部が撮像部位として設定される。また、撮影光軸に対して固視標が上方に呈示されると、眼底の上部が撮像部位として設定される。すなわち、撮影光軸に対する視標の位置に応じて撮影部位が変更される。

【0048】

固視標投影ユニット 300 としては、例えば、マトリクス状に配列された LED の点灯位置により固視位置を調整する構成、光源からの光を光スキャナを用いて走査させ、光源の点灯制御により固視位置を調整する構成、等、種々の構成が考えられる。また、投影ユニット 300 は、内部固視灯タイプであってもよいし、外部固視灯タイプであってもよい。

【0049】

< 制御部 >

制御部 70 は、各構成 100 ~ 300 の各部材など、装置全体を制御する。また、制御部 70 は、取得された画像を処理する画像処理部、取得された画像を解析する画像解析部、などを兼用する。制御部 70 は、一般的な CPU (Central Processing Unit) 等で実現される。制御部 70 は、以下に示すように、断層像に基づいて眼底 Ef を解析する。

【0050】

10

20

30

40

50

制御部70は、OCT光学系100の検出器120から出力される受光信号に基づいて画像処理により断層像を取得すると共に、正面観察光学系200の受光素子から出力される受光信号に基づいて正面像を取得する。また、制御部70は、固視標投影ユニット300を制御して固視位置を変更する。

【0051】

メモリ(記憶部)72、表示モニタ75、コントロール部(操作部)74は、それぞれ制御部70と電氣的に接続されている。制御部70は、モニタ75の表示画面を制御する。取得された眼底像は、モニタ75に静止画又は動画として出力される他、メモリ72に記憶される。メモリ72は、例えば、撮影された断層像(例えば、三次元画像)、正面画像、各断層像の撮影位置情報等の撮影に係る各種情報を記録する。また、メモリ72には、取得した断層像を解析するための各種解析プログラムが記憶されている。例えば、解析プログラムとして、眼底の黄斑部を解析するための黄斑解析プログラム、眼底の乳頭部を解析するための乳頭解析プログラム、眼底の病変部を解析するための病変解析プログラム等が記憶されている。制御部70は、コントロール部74から出力される操作信号に基づいて、OCT光学系100、正面観察光学系200、固視標投影ユニット300の各部材を制御する。操作部74は、検者によって操作される操作部材としてマウス74aが接続されている。

10

【0052】

モニタ75は、装置本体に搭載された表示モニタであってもよいし、パーソナルコンピュータの表示モニタであってもよいし、これらの組み合わせであってもよい。

20

【0053】

なお、本実施形態においては、OCT光学系100が観察光学系200を兼ねる場合を例として説明する。制御部70は、光スキャナ108を制御して測定光を二次元に走査し、検出器120から出力される受光信号に基づいて断層像と正面像を動画として得る。そして、取得された断層像と正面像をモニタ75に表示する。

【0054】

以上のような構成を備える装置において、その制御動作について説明する。検者は、固視標投影ユニット300の固視標を注視するように被検者に指示した後、図示無き前眼部観察用カメラで撮影される前眼部観察像をモニタ75で見ながら、被検眼の瞳孔中心に測定光軸がくるように、図示無きジョイスティックを用いて、アライメント操作を行う。

30

【0055】

そして、制御部70は、光スキャナ108の駆動を制御し、眼底上で測定光を所定方向に関して走査させ、走査中に検出器120から出力される出力信号から所定の走査領域に対応する受光信号を取得して眼底像を形成する。

【0056】

以下、本実施形態に係る眼底断層像(以下、断層像と記載する)及び眼底正面像(以下、正面像と記載する)の取得手法の一例を示す。制御部70は、検出器120によって検出されたスペクトルデータを処理し、画像処理により断層像及び正面像を形成させる。断層像と正面像は、同時に取得されてもよいし、交互に取得されてもよいし、順次取得されてもよい。すなわち、スペクトルデータは、断層像及び正面像の少なくともいずれかの取得に用いられる。なお、取得された断層像及び正面像は、モニタ75に表示される。

40

【0057】

検者は、所望の位置にて、図無き撮影スイッチを操作することによって、モニタ75上に表示されている正面像及び断層像の三次元画像の取得を開始し、静止画として、メモリ72に記憶される。

【0058】

制御部70は、OCT光学系100を制御し、設定された領域に対応する三次元画像を取得する。そして、制御部70は、OCT光学系100によって三次元画像を随時取得する。なお、三次元画像には、XY方向に関して二次元的にAスキャン信号を並べた画像データ、三次元グラフィック画像、などが含まれる。

50

【 0 0 5 9 】

三次元画像を得るとき、制御部 7 0 は、光スキャナ 1 0 8 の動作を制御し、撮像領域に対応する走査範囲において測定光を X Y 方向に二次元的に走査させることにより三次元画像を取得する。三次元画像を得るための走査パターンとしては、例えば、ラスタースキャン、ラジアルスキャン、同心円スキャン（複数のサイズの異なるサークルスキャン）等が考えられる。

【 0 0 6 0 】

< 解析プログラム >

以下、OCT デバイス 1 0 によって取得された三次元画像を解析する解析プログラムについて説明する。なお、本実施例においては、眼底の視神経乳頭部分を解析する乳頭解析プログラムについて説明する。

10

【 0 0 6 1 】

検者によって、操作部 7 4 が操作され、乳頭解析プログラムが起動されると、制御部 7 0 は、正面像観察光学系 2 0 0 によって取得された眼底正面像及び OCT 光学系 1 0 0 によって取得された眼底断層像を表示させる。また、制御部 7 0 は、眼底正面像上及び眼底断層像上に眼底領域の所定位置を示す対応表示を重畳表示させる（詳細は後述する）。

【 0 0 6 2 】

図 2 は、乳頭解析プログラム起動時のモニタ表示の一例を示す図である。モニタ 7 5 には、眼底正面像 2 0、第 1 対応表示としてのポインタ 2 1、第 1 眼底断層像（第 1 断層像）3 0、第 2 対応表示としての同期ライン（横ライン）3 1、第 2 眼底断層像（第 2 断層像）4 0、第 3 対応表示としての同期ライン（縦ライン）4 1、が表示される。

20

【 0 0 6 3 】

眼底正面像 2 0 は、正面像観察光学系 2 0 0 によって取得された眼底正面像である。ポインタ 2 1 は、眼底正面像 2 0 上で所定位置（例えば、ディスク外周線やカップの外周線）を指定するためのポインタである。ポインタ 2 1 は、操作部 7 4 の操作によって移動される。

【 0 0 6 4 】

第 1 断層像 3 0 及び第 2 断層像 4 0 は、OCT 光学系 1 0 0 によって予め取得された三次元画像より抽出した断層像であり、ポインタ 2 1 が位置する眼底部位の断層像に対応する。

【 0 0 6 5 】

例えば、第 1 断層像 3 0 は、ポインタ 2 1 の中心 2 1 a を縦方向（Y 方向）に通過する切断位置にて取得される断層像を示している。第 2 断層像 4 0 は、ポインタ 2 1 の中心 2 1 a を横方向（X 方向）に通過する切断位置にて取得される断層像を示している。すなわち、ポインタ 2 1 の中心 2 1 a は、モニタ 7 5 に表示された眼底正面像 2 0 上における縦方切断位置及び横切断位置の交点を示す。

30

【 0 0 6 6 】

横ライン 3 1 は、第 1 断層像 3 0 上に表示される。横ライン 3 1 は、第 1 断層像 3 0 上において、第 2 断層像 4 0 に対応する切断位置を示す。横ライン 3 1 は、第 1 断層像 3 0 上におけるポインタ 2 1 の X 方向の切断位置を示している。縦ライン 4 1 は、第 2 断層像 4 0 上に表示される。縦ライン 4 1 は、第 2 断層像 4 0 上において、第 1 断層像 3 0 に対応する切断位置を示す。縦ライン 4 1 は、第 2 断層像 4 0 上におけるポインタ 2 1 の Y 方向の切断位置を示している。横ライン 3 1 及び縦ライン 4 1 は、各断層像上で所定位置（例えば、ディスク外周線やカップの外周線）を指定するためのポインタとしても用いることができる。横ライン 3 1 及び縦ライン 4 1 は、操作部 7 4 の操作によって移動されうる。

40

【 0 0 6 7 】

ここで、各対応表示の動作について説明する。例えば、検者によって操作部 7 4 のマウス 7 4 a が操作され、制御部 7 0 に操作信号が入力されると、制御部 7 0 は、入力された操作信号に同期して、眼底正面像 2 0 中のポインタ 2 1 の位置を変更させる。制御部 7 0 は、ポインタ 2 1 の位置を移動させるとともに、モニタ 7 5 に表示させる第 1 断層像 3 0

50

及び第2断層像40を変更する。制御部70は、移動後のポインタ21(中心21a)の位置に対応する断層像を、メモリ72に記憶された三次元画像より抽出して、モニタ75の画面上に表示する。また、それに伴って、制御部70は、各断層像上に表示された横ライン31及び縦ライン41を移動させる。

【0068】

なお、ポインタ21及び各断層像は、それぞれリンクしているため、これらのいずれかが変更されるにともなって他の表示も変更される。また、横ライン31は、ポインタ21及び断層像40とリンクしており、これらのいずれかが変更されるにともなって他の表示も変更される。また、縦ライン41は、ポインタ21及び断層像30とリンクしており、これらのいずれかが変更されるにともなって他の表示も変更される。このため、検者は、マウス74aを用いて、これらのいずれかを操作することによって、各断層像の表示や各対応表示を変更することができる

例えば、検者は、第1断層像30上の横ライン31を操作することによって、モニタ75に表示される第2断層像40が変更され、それに伴って、眼底正面像20上のポインタ21がY方向に移動される。また、検者は、第2断層像40上の縦ライン41を操作することによって、モニタ75に表示される第1断層像30が変更され、それに伴って、眼底正面像20上のポインタ21がX方向に移動される。

【0069】

以下、乳頭解析プログラムにおける動作について説明する。検者は、乳頭解析プログラムにおいて、モニタ75の画面上に表示されたが眼底正面像及び断層像を観察し、ディスク領域及びカップ領域を指定する。例えば、モニタ75上には、図示無きディスク領域設定アイコンとカップ領域設定アイコンがそれぞれ表示されている。検者は、各領域の設定時に各アイコンを選択し、領域の設定を行う。

【0070】

ディスク領域及びカップ領域の指定は次のようにする。例えば、ディスク領域を設定する場合、検者はマウス74aを操作し、ディスク領域設定アイコンを指定し、ディスク領域の設定を行う。検者は、モニタ75の眼底正面像20上に表示されたポインタ21をマウス74aの操作によって移動させて、クイック操作によりディスク外周(RPE層が途切れず部分)となる所定位置(ポイント)を多数指定していく。

【0071】

このようにして、検者は、眼底正面像20だけでなく、第1断層像30及び第2断層像40を観察しながら、ポイントの指定を行うことができる。例えば、検者は、ポインタ21だけでなく、各断層像における特徴的部位(例えば、ディスク、カップに対応する部位)と、横ライン31、縦ライン41の位置関係を確認しながら、ポイントを指定する。

【0072】

これによって、乳頭を正面方向と断面方向の双方から観察して、ポイントの指定を行うことができるため、ディスクの位置把握が容易となるため、ディスク領域の指定が精度良く行える。指定されたポイントの位置(座標)は、メモリ72に記憶される。

【0073】

図3は、領域設定時のモニタ75における表示画面の一例を示す図である。指定されたポイントは、モニタ75上に指定点(ポイント)22として表示される(図3(a)参照)。もちろん、選択したポイント22を変更することや削除することは、可能である。

【0074】

ディスク外周の指定ができたなら、検者は、マウス74aの操作によって、制御部70にディスク外周形成の実行を指令する。制御部70は、指定された各ポイント22がスプライン曲線による滑らかな曲線で接続されるように、ディスクライン(ディスク外周線(ディスク外縁部))23を演算し、眼底正面像20上に重ねて表示させる。各ポイント22をスプライン曲線で接続することで、歪な形状のディスク領域であっても、ディスクライン23をより実際の境界線に近似させた形状にすることができる。制御部70は、その内側をディスク領域とし、その重心位置を求める。重心位置は、その後C/D比を求める

10

20

30

40

50

際の中心位置として用いる。

【0075】

なお、ここでは各ポイント22をスプライン曲線で接続することとしたが、これ以外にも、周知の平滑化処理演算によりディスクライン23を決定するようにしても良い。なお、上記の演算によってディスクライン23が正しく演算されるためには、ディスクの境界線上に少なくとも4点以上のポイントが選択されるようにする。更には、タッチパネルを有するモニタ75が使用される場合には、モニタ75へのタッチ操作によってディスクライン23が直接描かれるようにしても良い（後述のカップライン25についても同様に直接描かれるようにしても良い。）

次に、検者は、ディスク外周内に存在するカップ領域を求める。例えば、カップ領域を設定する場合、検者はマウス74aを操作し、カップ領域設定アイコンを指定し、カップ領域の設定を行う。ディスク領域設定時と同様に、検者は、モニタ75の眼底正面像20上に表示されたポイント21をマウス74aの操作によって移動させて、クイック操作によりカップ縁となる所定位置（ポイント）を多数指定していく。カップ縁を設定するためには、図3（b）に示すように、眼底正面像20のディスク内における血管が屈曲している位置を所定位置（ポイント）として指定する。指定されたポイントは、ディスク領域設定時と同様に指定点（ポイント）24として表示される。

【0076】

このとき、眼底正面像20のみの観察では、血管が屈曲している位置（血管屈曲位置）の判別が困難であり、ポイント21を移動させて、精度良く指定を行うことができない。しかしながら、第1断層像30及び第2断層像40から血管が屈曲している位置を観察することができるため、各断層像の観察を行うことで、血管屈曲位置Tの判別が容易である。このため、第1断層像30上及び第2断層像40上で横ライン31及び縦ライン41を移動させることによって、血管屈曲位置Tを精度良く指定することが可能となる。これによって、カップ縁の各ポイント21bの指定を精度良く行うことができる。指定されたポイントの位置（座標）は、メモリ72に記憶される。

【0077】

複数のポイント24によりカップ縁の指定ができたなら、検者は、マウス74aの操作によって、制御部70にカップ縁の形成の実行を指令する。制御部70は、指定された各ポイント24がスプライン曲線による滑らかな曲線で接続されるように、カップライン（カップ縁線（カップ外縁部））25を演算し、眼底正面像20上に重ねて表示させる。以上のようにして、モニタ75上に表示されている眼底正面像20上にディスクライン23とカップライン25とが形成される。

【0078】

次いで、制御部70は、ディスクライン23とカップライン25の算出データに基づいて、領域情報を検出する。例えば、領域情報としては、C/D比に関する情報が算出される。以下、C/D比の算出方法について説明する。図4は、ディスクライン23とカップライン25のC/D比を算出するための模式図である。図4に示すように、制御部70は、得られたディスクライン23より重心位置Oを求め、重心位置Oを通る垂直方向及び水平方向のディスクの長さ（ D_x 及び D_y ）を算出する。また、制御部70は、同様に、重心位置Oを通る垂直方向及び水平方向のカップの長さ（ C_x 及び C_y ）を算出する。制御部70は、得られたディスクの長さ（ D_x 及び D_y ）及びカップの長さ（ C_x 及び C_y ）より、垂直方向及び水平方向のC/D比を求める。制御部70は、算出したC/D比をモニタ75上に表示する（図5参照）。

【0079】

以上のように、眼底正面像と断層像を同時に観察でき、所定領域の指定を行えることによって、カップやディスクのような領域の境界が判別しづらい部位に関しても、精度良く部位の検出を行うことができる。また、カラーコントラストを備えていない他の眼科撮影装置で取得した眼底正面像であってもカップとディスクを精度よく検出することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 0 】

なお、本実施例において、算出したC/D比と正常眼でのC/D比を比較し、比較結果を表示してもよい。これによって、検者は、撮影した被検眼がどのくらいの割合で正常眼又は有病眼でなのかを知ることができ、自身による診断等を行い易くなる。

【 0 0 8 1 】

なお、本実施例においては、カップラインを演算する際に、画像の観察をしながら複数のポイントを指定する構成としたがこれに限定されない。ディスク（ディスクライン）を選択すると自動的にカップラインが設定されるようにしてもよい。図6は、カップ位置の設定について説明する図である。この場合、例えば、ディスクラインが設定されると、ディスクラインを形成しているディスク位置D1とディスク位置D2を結ぶラインDLを150 μ m上側に平行移動した位置にラインCLを引く。そして、ラインCLとILM（網膜色素上皮）の交点をカップ位置C1、C2として設定していくことによって、カップラインを設定する。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 8 2 】

【 図 1 】 本実施例に係る眼科撮影装置の構成について説明する概略構成図である。

【 図 2 】 乳頭解析プログラム起動時のモニタ表示の一例を示す図である。

【 図 3 】 領域設定時のモニタにおける表示画面の一例を示す図である。

【 図 4 】 ディスクラインとカップラインのC/D比を算出するための模式図である。

【 図 5 】 モニタ上に算出したC/D比を表示した際の表示画面の一例を示す図である。

20

【 図 6 】 カップ位置の設定について説明する図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 3 】

10 光コヒーレンストモグラフィデバイス（OCTデバイス）

21 ポインタ

31 横ライン

41 縦ライン

70 演算制御部

72 メモリ

74 操作部

75 モニタ

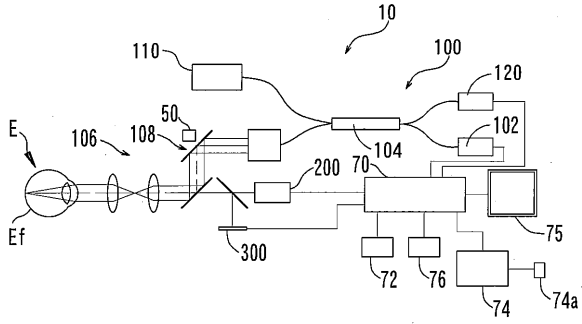
100 干渉光学系（OCT光学系）

200 正面観察光学系

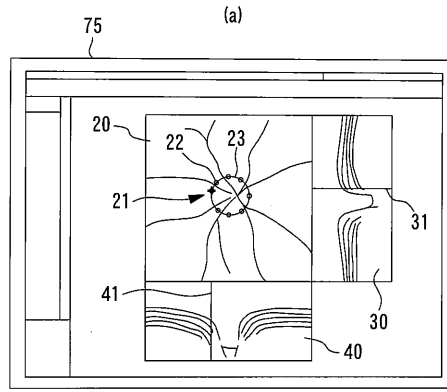
300 固視標投影ユニット

30

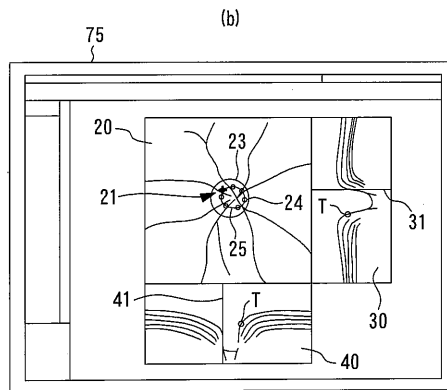
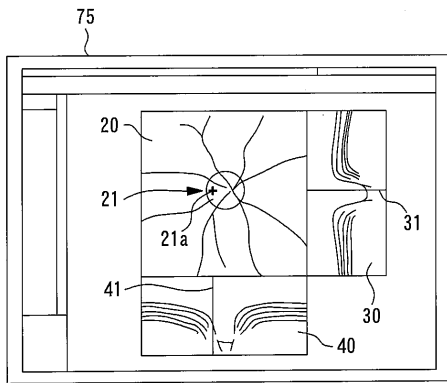
【図1】



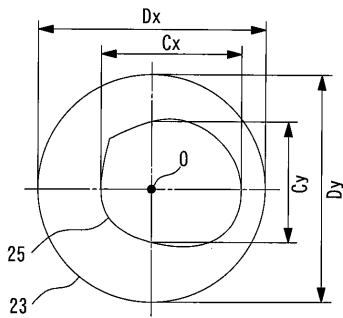
【図3】



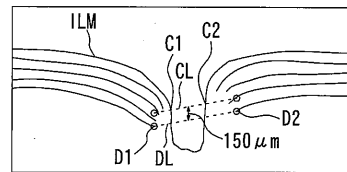
【図2】



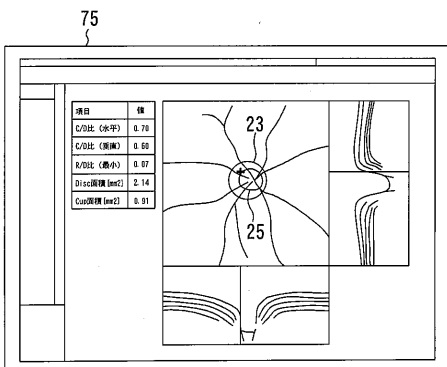
【図4】



【図6】



【図5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特表2009-523563(JP,A)
特開2008-086670(JP,A)

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