

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6888403号
(P6888403)

(45) 発行日 令和3年6月16日(2021.6.16)

(24) 登録日 令和3年5月24日(2021.5.24)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 3/028 (2006.01)

F 1

A 6 1 B 3/028

請求項の数 6 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2017-91385 (P2017-91385)	(73) 特許権者	000135184
(22) 出願日	平成29年5月1日(2017.5.1)		株式会社ニデック
(65) 公開番号	特開2018-187037 (P2018-187037A)		愛知県蒲郡市拾石町前浜 3 4 番地 1 4
(43) 公開日	平成30年11月29日(2018.11.29)	(72) 発明者	秋田 純一
審査請求日	令和2年4月9日(2020.4.9)		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	岩田 真也
			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	富永 昌彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 視機能検査装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検眼の眼底の検査部位に刺激光を投光する投光手段と、
 前記刺激光による被検者の視覚反応を取得する反応取得手段と、
 前記眼底の眼底像を取得する眼底像取得手段と、
 前記眼底の血管を検出する血管検出手段と、
 前記検査部位と前記血管が重なっているか否かを判定し、前記判定の結果を前記血管による前記視覚反応への影響の予測とする予測手段と、
 前記予測手段の予測結果を検者に報知する報知手段と、
 を備えることを特徴とする視機能検査装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の視機能検査装置は、
 前記予測手段は前記影響の度合いを判定し、
 前記報知手段は前記度合いを報知する、
 ことを特徴とする視機能検査装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の視機能検査装置は、
 前記予測手段は、前記刺激光のサイズ、又は前記血管の太さを考慮する、
 ことを特徴とする視機能検査装置。

【請求項 4】

10

20

請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の視機能検査装置は、
前記眼底像上に前記刺激光に関する検査情報を重ねた合成画像を生成する合成手段を備え、
前記検査情報は前記眼底像上の前記検査部位の位置に配置され、
前記報知手段は前記予測手段の予測結果に基づき前記検査情報の色調、階調、又は形状を決定する、
ことを特徴とする視機能検査装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の視機能検査装置は、
前記検査情報には閾値が含まれる、ことを特徴とする視機能検査装置。

10

【請求項 6】

請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載の視機能検査装置は、
受光素子を有し、前記受光素子を用いて前記眼底像を取得する撮像光学系と、
前記眼底に前記刺激光を投光する刺激光学系と、
前記眼底像を解析して、前記刺激光の前記眼底上への投光位置を補正する補正手段と、
を備えたことを特徴とする視機能検査装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、被検眼の視機能を検査する視機能検査装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、患者眼に固視標を固視させた状態で検査視標を呈示し、患者が検査視標を認識できたか否かで視機能検査を行う眼底撮影装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2014-23768 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0004】

ところで、被検者眼に検査視標を呈示（つまり、被検者の眼底の検査部位に光刺激を与え）し、被検者の反応にて検査部位の視機能を検査する際に、被検者が健常眼であっても、意図せぬ検査結果が得られる場合があった。例えば、光刺激を与える検査部位に太い血管が配置されているか否かで、被検者の反応（自覚的又は他覚的）が大きく変化する恐れがあった。これにより、健常部位を疾患部位と誤認してしまう恐れがあった。例えば、視機能を、精密又は高精度で検査しようとするほど血管の影響が顕著になり易かった。また、眼底の周辺部は太い血管が配置され易く、つまり、眼底の周辺部の視機能検査では血管の影響を受け易い可能性があった。

【0005】

40

本開示は、上記した問題点を解決するためのものであり、血管の影響を考慮した視機能検査装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

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。

（1）被検眼の眼底の検査部位に刺激光を投光する投光手段と、前記刺激光による被検者の視覚反応を取得する反応取得手段と、前記眼底の眼底像を取得する眼底像取得手段と、前記眼底の血管を検出する血管検出手段と、前記検査部位と前記血管が重なっているか否かを判定し、前記判定の結果を前記血管による前記視覚反応への影響の予測とする予測手段と、前記予測手段の予測結果を検者に報知する報知手段と、を備えることを特徴とする

50

。

【発明の効果】

【0007】

本開示の視機能検査装置によれば、血管の影響を考慮した視機能検査装置を提供できる

。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本実施形態の視機能検査装置の外観構成図である。

【図2】図1の視機能検査装置の光学系及び制御系の説明図である。

10

【図3】基準画像を示す図である。

【図4】検査パターンを示す図である。

【図5】合成画像（検査前）の図である。

【図6】合成画像（検査後）の図である。

【図7】検査部位と血管の位置関係を示す図である。

【図8】変容例の合成画像（検査前）の図である。

【図9】視機能検査の流れに関するフローチャートである。

【図10】合成処理に関するフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0009】

20

<第1実施形態>

以下、本発明の実施形態を図面に基づき説明する。本実施形態では眼科装置の一例として、眼底観察、眼底撮影、及び視野検査を一台で行うことができる視機能検査装置1を説明する。図1は本実施形態の視機能検査装置1の外観構成図である。図2は視機能検査装置1が有する光学系（観察・撮影光学系30、検査光学系70等）と制御系（制御部80等）の説明図である。

【0010】

本実施形態の視機能検査装置1は、基台1aと、基台1aに対して左右方向（X方向）及び前後（作動距離）方向（Z方向）に移動可能に設けられた移動台2と、移動台2に設けられた駆動部6によって被検眼Eに対して左右方向（X方向）、上下方向（Y方向）及び前後方向（Z方向）に移動可能に設けられた撮影部3（光学部）と、被検者の顔を支持するために基台1aに固設された顔支持ユニット5を備える。なお、後述する光学系と制御系は、撮影部3の筐体内に収納されている。

30

【0011】

本実施形態では、撮影部3の検者側に、ジョイスティック4、コントロール部7a、及びモニタ8が設けられている。ジョイスティック4は被検眼Eに対して撮影部3を相対移動させるために用いられる。ジョイスティック4が傾倒されると摺動機構によって移動台2が基台1a上をXZ方向に摺動される。ジョイスティック4は、側面に回転ノブ4aが配置され、頂部にスイッチ4bが配置されている。回転ノブ4aが回転操作されると、駆動部6が駆動されて、撮影部3がY方向に移動される。スイッチ4bが操作されると、眼底像の撮影動作等が行われる。

40

【0012】

コントロール部7aは、各種撮影・検査条件等を設定するための入力手段である。本実施形態のコントロール部7aはタッチパネルであり、モニタ8に組み付けられている。コントロール部7aを、マウス、キーボード等に置き換えてもよい。モニタ8（表示手段）には、被検眼Eの観察像、撮影像、各種検査結果等が表示される。本実施形態の視機能検査装置1は、眼（網膜）の視機能検査時などに患者が応答信号を入力するための応答ボタン7bを備える。つまり、本実施形態の応答ボタン7bは、光刺激を受けた被検者の反応を取得するための反射取得手段と言える。撮影部3の被検者側には、被検者が装置内部を覗き込むための撮影窓9、及び応答ボタン7bが設けられている。

50

【0013】

本実施形態の視機能検査装置1の光学系は、被検眼Eの眼底Erを照明するための照明光学系10、眼底Erを撮像（観察又は撮影）するための観察・撮影光学系30、及び被検眼Eの網膜に光刺激（以降では刺激光又は刺激と称する場合がある）を与えるための検査光学系70を有する。なお、本実施形態の検査光学系70は、被検眼Eに固視標を呈示できる。

【0014】

<照明光学系>

本実施形態の照明光学系10は、撮影照明光学系と観察照明光学系を有する。本実施形態の撮影照明光学系は、眼底Erを可視光（撮影照明光）で照明するための撮影光源14、リング状の開口を有するリングスリット17、孔あきミラー22、対物レンズ25等を有する。また、本実施形態の観察照明光学系は、リングスリット17から対物レンズ25までの光学部材を撮影照明光学系と共用する。本実施形態の観察照明光学系は、眼底Erを赤外光（観察照明光）で照明するための照明光源11、ダイクロイックミラー16等を備える。

【0015】

<観察・撮影光学系>

本実施形態の観察・撮影光学系30（撮像光学系）は、眼底観察光学系と眼底撮影光学系を有する。本実施形態の観察・撮影光学系30は、受光素子を有し、受光素子を用いて眼底像を取得する撮像光学系であり、眼底Erの眼底像を取得するための眼底像取得手段と言える。本実施形態の眼底観察光学系は、対物レンズ25、撮影絞り31、フォーカシングレンズ32、結像レンズ33、及び跳ね上げミラー34を備える。撮影絞り31は、被検眼Eの瞳孔と共役な位置に配置されている。移動機構49はモータを備える。フォーカシングレンズ32は移動機構49により光軸L1に沿って移動できる。挿脱機構39は跳ね上げミラー34に接続されている。跳ね上げミラー34は、眼底Erの観察時は光路内に挿入され、眼底Erの撮影時は光路外に退避される。例えば、跳ね上げミラー34と挿脱機構39の組み合わせの代わりにダイクロイックミラー等を固設してもよい。

【0016】

跳ね上げミラー34の反射方向の光路には、ダイクロイックミラー37、リレーレンズ36、撮像素子38（観察用）の順で配置されている。本実施形態のダイクロイックミラー37は、赤外光（観察光）を反射し、可視光（刺激光）を透過する特性を有する。本実施形態の眼底撮影光学系は、対物レンズ25から結像レンズ33までの光路を眼底観察光学系と共用する。眼底撮影光学系は撮像素子35（撮影用）を備える。撮像素子38は赤外域の感度を有し、撮像素子35は可視域の感度を有する。本実施形態の撮像素子38と撮像素子35は二次元撮像素子である。撮像素子38と撮像素子35は、眼底Erと共役な位置に配置されている。

【0017】

本実施形態の眼底観察光学系は、赤外光で照明された眼底Erを動画又は静止画として撮像できる。眼底Erの観察時には、照明光源11を発した光は対物レンズ25により被検眼Eの瞳孔付近で一旦収束された後、拡散しつつ眼底Erを照明する。眼底Erからの反射光（赤外光）は、対物レンズ25、孔あきミラー22の開口部、撮影絞り31、フォーカシングレンズ32、結像レンズ33、跳ね上げミラー34、ダイクロイックミラー37、リレーレンズ36の順で介して進んで、撮像素子38に集光（結像）される。本実施形態の眼底撮影光学系は、可視光で照明された眼底Erを静止画として撮像できる。眼底Erの撮影時には、撮影光源14から発せられた光で照明された眼底Erからの反射光は、対物レンズ25、孔あきミラー22の開口部、撮影絞り31、フォーカシングレンズ32、結像レンズ33の順で介して進んで、撮像素子35に集光（結像）される。

【0018】

本実施形態では、撮像素子38が撮像した観察像（静止画又は動画）、及び撮像素子35が撮像した撮影像（静止画）は、モニタ8に表示される。なお、本実施形態では、眼底

10

20

30

40

50

観察光学系と眼底観察光学系の組み合わせ（第１撮像手段）で被検眼 E を赤外光で撮像し、眼底撮影光学系と眼底撮影光学系の組み合わせ（第２撮像手段）で被検眼 E を可視光で撮像する。しかし視機能検査装置がいずれか一方の撮像手段のみを備えてもよい。なお、本実施形態は一例であり、眼底 E r を撮像できればよい。例えば、眼底 E r 上でレーザ光を走査して、被検眼 E の眼底像を取得できてもよい。

【００１９】

<検査光学系>

本実施形態の検査光学系 ７０は、対物レンズ ２５からダイクロイックミラー ３７までの光路を観察・撮影光学系 ３０と共用する。本実施形態の検査光学系 ７０は、レンズ ７３と表示器 ７２を備える。表示器 ７２は、眼底 E r と共役な位置に配置されている。本実施形態の表示器 ７２は検査視標を表示できる。本実施形態では、表示器 ７２に表示された検査視標は、被検眼 E の網膜への刺激として用いられる。本実施形態の検査光学系 ７０は、眼底 E r に刺激光を投光する刺激光学系であり、被検眼 E の眼底 E r の検査部位に刺激光を投光するための投光手段と言える。なお、本実施形態の表示器 ７２は固視標を表示できる。詳細には、表示器 ７２は、固視標と検査視標を同時に表示できる。表示器 ７２に表示された固視標は、被検眼 E の視線を誘導するために用いられる。

10

【００２０】

本実施形態の制御部 ８０は、表示器 ７２を制御して、眼底 E r に投影する視標（検査視標又は固視標）の大きさ、形状、色調（有彩色／無彩色）、階調を任意に変更できる。また制御部 ８０は、表示器 ７２に表示させる視標の表示位置を変更することで、眼底 E r への視標の投影位置を変更できる。本実施形態の表示器 ７２はプロジェクターであり、白色光を発する光源、LCD（液晶ディスプレイ）等を備える。なお、被検眼 E への視標の呈示方法（換言するなら網膜の刺激方法）はこれに限るものではない。例えば、眼底 E r 上でレーザ光を走査して、眼底 E r 上（網膜上）に各種視標を形成してもよい。

20

【００２１】

詳細は後述するが、本実施形態の視機能検査装置 １は、被検眼 E に固視標を凝視させた状態で眼底 E r の検査部位に検査視標を投影（換言するなら網膜に刺激を付与）し、被検者が指標を見えたか否かで検査部位の視機能を検査できる。なお本実施形態では、検査視標が見える明るさと、検査視標が見えない明るさとの境界を閾値と呼ぶ。本実施形態の視機能検査装置 １は、検査視標の明るさを変化させて、検査部位の閾値を検査できる。また、本実施形態の視機能検査装置 １は、検査視標の投影位置（換言するなら検査部位）を変更して、被検眼 E の眼底 E r の閾値分布を取得できる。

30

【００２２】

なお、本実施形態の視機能検査装置 １は、例えば、石原式色覚異常検査表や特定波長の色（例えば赤、青、緑）を用いた検査視標（換言するなら視機能検査視標）を被検者に呈示できる。これにより、例えば、被検眼 E の色覚異常の有無、異常のある錐体（特定の色に対する色覚異常）等を特定できる。視機能検査方法はこれに限るものではなく、例えば、本実施形態の視機能検査装置 １は被検眼 E の視野を検査できる（視野検査については特開 ２０１４－２３７６８号公報を参照されたし）。

【００２３】

<制御系>

本実施形態の制御部 ８０を説明する。制御部 ８０は CPU 等を含む。制御部 ８０にはメモリ ８３が接続されている。CPU は視機能検査装置 １の各部の制御を司る。本実施形態のメモリ ８３には、各種プログラム、種類が異なる複数の検査パターン、初期値等が記憶されている。メモリ ８３は、各種情報を一時的に記憶できる。本実施形態の制御部 ８０は、メモリ ８３に記憶されているプログラムを読み出して、視機能検査装置 １の各種制御を行なう。本実施形態の制御部 ８０には、撮像素子 ３８、表示器 ７２、撮像素子 ３５、駆動部 ６、ジョイスティック ４、移動機構 ４９、照明光源 １１、撮影光源 １４、メモリ ８３、モニタ ８、コントロール部 ７ a、応答ボタン ７ b 等が接続されている。

40

【００２４】

50

本実施形態の制御部 80 は表示制御手段としての機能を有し、モニタ 8 の表示を制御できる。本実施形態の制御部 80 は、受光素子（撮像素子 35 又は撮像素子 38）を用いて取得した眼底像をモニタ 8 に表示できる。なお、本実施形態の制御部 80 とモニタ 8 の部分を、視機能検査装置 1 に接続された情報処理端末（例えば PC：パーソナル・コンピュータ）が担ってもよい。つまり、視機能検査装置と情報処理端末を組み合わせた眼科検査システムであってもよい。なお、後述する合成処理（図 5，図 6 参照）を情報処理端末で行ってもよい。例えば、情報処理端末で合成画像 COMa が作成され、合成画像 COMa に係わるデータが視機能検査装置 1 に転送され、視機能検査装置 1 は受信したデータに基づき視機能検査を行う態様でもよい。

【0025】

<視機能検査>

次いで、図 3～図 9 を併用して、本実施形態の視機能検査装置 1 を用いた視機能検査の流れを説明する。図 9 は、制御部 80 が実行する視機能検査の流れを示すフローチャートである。検者は先ず、被検者の顔を顔支持ユニット 5 の顎台に載せる。次いで検者は、モニタ 8 に表示される観察像（動画）を観察しながら、ジョイスティック 4 を操作して、被検眼 E に撮影部 3 を近付ける。なお、表示器 72 には、被検眼 E の視線を誘導するための固視標が表示されている。制御部 80 は、被検眼 E に対する撮影部 3 のアライメント、及び眼底 Er に対する撮影部 3 のフォーカシングを行う（ステップ S101 参照）。本実施形態の制御部 80 は、観察像を解析して、解析結果に基づき駆動部 6 又はフォーカシングレンズ 32 を駆動する。

【0026】

制御部 80 は、被検眼 E に対する撮影部 3 のアライメント、及び眼底 Er に対する撮影部 3 のフォーカシングが完了すると、基準画像 STD の取得を行う（ステップ S102 参照）。本実施形態の基準画像 STD は静止画である。なお、本実施形態の基準画像 STD は、被検眼 E を赤外光で撮像したモノクロ画像（眼底像）であるが、例えば、可視光で撮像されたカラー画像、被検眼 E の蛍光反応を撮像した蛍光画像（自発蛍光画像，FAG 蛍光画像，ICG 蛍光画像）等であってもよい。例えば、視機能検査装置 1 に接続された情報処理端末から、基準画像 STD を取得してもよい。なお本実施形態では、被検眼 E に対する撮影部 3 のアライメント、及び眼底 Er に対する撮影部 3 のフォーカシングは、モニタ 8 に視機能検査結果が表示されるまで継続される。

【0027】

制御部 80 は、取得した基準画像 STD をモニタ 8 に表示する。検者は、コントロール部 7a を操作して、検査部位を設定する（ステップ S103 参照）。本実施形態の検査部位とは、光刺激を与えて視機能を検査する網膜部位である。本実施形態では、検査部位を設定する際に検査パターン P（図 4 参照）が用いられる。検者は検査パターン P を選択し、且つ、選択した検査パターン P を基準画像 STD 上の任意領域に配置する。

【0028】

図 4 は本実施形態の検査パターン P である。検査パターン P は、複数の検査視標を放射状に並べたパターンである。本実施形態の検査パターン P は、25 個の検査視標（検査視標 D1，D2 等）を含む。本実施形態では、検査パターン P の各検査視標は選択的に表示器 72 に表示される。図 5 は、検者が基準画像 STD 上に検査パターン P を配置した一例を示す。なお、詳細は後述するが、本実施形態の視機能検査装置 1 は、視機能を検査した際に血管の影響を受ける恐れがある検査部位を検者に報知する。図 5 では、検査視標 D1 に対応する検査部位 F1 の位置は血管の影響を受ける恐れがある。従って、検査部位 F1（ハッチング無し）は、他の検査部位（例えば検査部位 F2（ハッチング有り））とは異なる態様で検者に呈示（報知）されている。

【0029】

次いで検者は、コントロール部 7a を操作して、視機能検査を開始する（ステップ S104 参照）。制御部 80 は、コントロール部 7a の操作信号（検査開始信号）を入力すると、検査パターン P に含まれる 25 個の検査視標のうちの 1 つを表示器 72 に所定の明る

10

20

30

40

50

さで表示する。なお、本実施形態の制御部 80 は、眼底観察光学系を用いた眼底像の取得と、眼底像の解析とを視機能検査中に繰り返し行い、基準画像 STD を併用した解析結果に基づき、表示器 72 に表示する検査視標の位置を補正する。このように、本実施形態の制御部 80 は、被検眼 E が動いたとしても、ステップ S103 で設定した眼底部位に刺激が与えられるように、検査視標の表示位置を補正する。つまり、本実施形態の視機能検査装置 1 は、眼底像を解析して、刺激光の眼底 E r 上への投光位置を補正する補正手段を備えている。これにより、例えば、本実施形態の視機能検査装置 1 は、視機能検査を精密且つ高精度で行い易い。

【0030】

被検者は、視野の中央に呈示される固視標を凝視しつつ、視野の周辺に検査視標を感じたら応答ボタン 7b を押す。制御部 80 は、応答ボタン 7b が押されたことを検出、又はタイムアウトにて、次の検査視標の表示に移行する。なお、本実施形態では光刺激に対する被検者の反応の取得に応答ボタン 7b を用いる。つまり、視機能検査は自覚的に行われる。しかし、視機能検査が他覚的に行われてもよい。例えば、視機能検査装置 1 が検査視標の呈示前後の眼底像を取得し、眼底像の変化から被検眼 E の反応を取得してもよい。制御部 80 は、検査部位（検査指標の表示位置）、刺激強度（検査指標の明るさ）、及び被検者の応答有無をメモリ 83 に関連付けて記憶する。制御部 80 は、検査視標の表示位置の変更と検査視標の明るさの変更とを繰り返す。制御部 80 は、検査パターン P の各検査視標に対応する閾値を取得すると、視機能検査を終了する。取得された閾値は、検査視標の表示位置と関連付けてメモリ 83 に記憶される。

【0031】

次いで制御部 80 は、カラー眼底像の取得を行う（ステップ S105 参照）。制御部 80 は、撮影光源 14 を点灯すると共に、撮像素子 35 の出力信号を用いて撮影画像 PHO を生成する。次いで制御部 80 は、視機能検査結果をモニタ 8 に表示する（ステップ S106 参照）。本実施形態では、撮影画像 PHO と閾値マップ R が合成された合成画像 COMb が視機能検査結果としてモニタ 8 に表示される（図 6 参照）。詳細には、本実施形態の制御部 80 は、基準画像 STD の各部位と撮影画像 PHO の各部位とが略一致するように、撮影画像 PHO に対してレジストレーション処理（拡大縮小、回転等）を行い、更に、検査パターン P の各検査視標に対応する眼底像上の検査部位の箇所に、閾値に関する情報を重ねる。

【0032】

図 6 で示すように、本実施形態では、閾値マップ R の各部位（部位 M1, M2 等）に、検査部位を示すマーク（四角形）と当該部位の閾値（数字）とが検者に呈示されている。前述した図 5 と同様に、血管の影響を受ける恐れがある検査部位の箇所は、他の検査部位とは異なる態様で検者に呈示されている。詳細には、部位 M1 はハッチング無しで呈示され、部位 M2 はハッチング有りで呈示されている。以上のように、本実施形態では、視機能検査装置 1 を用いた視機能検査と視機能検査結果の呈示とが行われる。なお、本実施形態の視機能検査結果は一例であり、例えば、基準画像 STD と閾値マップ R を合成した合成画像が、視機能検査結果として検者に呈示されてもよい。

【0033】

<合成処理>

次いで図 10 を併用して、基準画像 STD（眼底像）と検査パターン P（検査情報）とを合成する合成処理の詳細を説明する。なお、図 10 のステップ S201 は前述したステップ S102（図 9 参照）に対応し、図 10 のステップ S202 は前述したステップ S103（図 9 参照）に対応する。制御部 80 は、ステップ S201 で基準画像 STD を取得し、ステップ S202 で検査情報（検査部位、刺激サイズ等）を取得する。次いでステップ S203 にて制御部 80 は、基準画像 STD から血管を検出する。なお、本実施形態の血管検出では、血管の太さ（幅）も検出される。つまり、本実施形態の制御部 80 は、眼底 E r の血管を検出するための血管検出手段と言える。

【0034】

次いでステップS204にて制御部80は、検査部位と血管の重なりを判定する。図7は、図5の検査部位F1を中心として拡大した図であり、検査部位と血管の重なりを示す一例である。本実施形態の制御部80は、第1予測として、検査部位の基準位置U1を中心とした所定範囲C内に血管が存在するか否かを判定する。つまり、基準位置U1の近傍に血管が存在するか否が判定される。なお、本実施形態の基準位置U1は検査視標の重心位置に対応する。また、本実施形態の所定範囲Cは刺激サイズに基づく。なお、刺激サイズは検査視標のサイズに対応する。第1予測の際に、予測に係わる血管の太さ（幅）、又は刺激サイズと血管の太さの関係が考慮されてもよい。制御部80は、検査部位と血管が重なると判定するとステップS205に進み、検査部位と血管が重なっていないと判定するとステップS206に進む。

10

【0035】

ステップS205にて制御部80は、検査部位と血管の重畳量が所定量以上か否かを判定する。つまり、本実施形態の制御部80は、第2の判定として、検査部位と血管との重畳度合いを判定する。詳細には、所定範囲C内における血管の領域と血管以外の領域との比率が検出される。基準となる比率値はメモリ83に予め記憶されている。検出した比率と基準となる比率値とが比較される。第2の判定の際に、判定に係わる血管の太さ（幅）、又は刺激サイズと血管の太さの関係が考慮されてもよい。制御部80は、重畳量が所定量以上と判定するとステップS208に進み、重畳量が所定量未満と判定するとステップS207に進む。

20

【0036】

本実施形態の制御部80は、基準画像STD上に配置する各検査部位の態様を、血管の影響を考慮して変化させる。詳細には、光刺激を用いて被検眼Eの視機能を検査する際に、光刺激と血管が重なると被検眼Eの光刺激に対する反応が変化する恐れがある。従って、本実施形態の視機能検査装置1は、血管により被検者反応の影響が予測される検査部位を術者に報知する。

【0037】

制御部80は、検査部位と血管が重畳していない（換言するなら血管による影響は無視できる程）と判定すると、該当する検査部位を通常色に設定する（ステップS206参照）。また制御部80は、検査部位と血管の重畳が少ないと判定すると、該当する検査部位を第2報知色に設定する（ステップS207参照）。また制御部80は、検査部位と血管の重畳が多いと判定すると、該当する検査部位を第1報知色に設定する（ステップS208参照）。本実施形態では、通常色は青色、第2報知色はオレンジ色、及び第1報知色は赤色に設定される。つまり、本実施形態の視機能検査装置1は、検査部位と血管の位置関係に基づき、血管による視覚反応への影響を予測する予測手段を備えている。なお、本実施形態の予測手段は、血管による視覚反応への影響を段階的に予測する。

30

【0038】

次いでステップS209にて制御部80は、ステップS206～S208で設定された色に基づき、基準画像STDと検査パターンPを合成する（図5参照）。つまり、本実施形態の視機能検査装置1は、眼底像上に光刺激に関する検査情報を重ねた合成画像を生成する合成手段を備えている。本実施形態の制御部80は、検査情報を眼底像上の検査部位の位置に配置し、且つ、予測結果に基づき検査情報の色調を決定する。また、本実施形態の視機能検査装置1は、予測結果（血管による視覚反応への影響）を検者に報知する報知手段を備えている。なお、図5では、血管による影響が大きいと予測された検査部位F1にはハッチングがされず、血管による影響が少ないと予測された検査部位（例えば検査部位F2）にはハッチングがされている。

40

【0039】

このように、本実施形態の視機能検査装置1は、検査部位と血管が重なり、視機能検査結果への影響が予測される検査部位を、表示色を異ならせて術者に報知する。また、影響の度合いに応じて表示色を変化させて検者に報知する。なお検者への報知方法は表示色の色調に限るものではなく、表示色の階調で報知してもよい。また、例えば、検査部位マー

50

クを点滅させて検者に報知してもよい。また、検査部位マークの形状を他と異ならせて検者に報知してもよい。なお、血管影響の検者への報知方法は視機能検査前に限るものではない。図6を用いて前述したように、視機能検査結果を表示（出力）する際に、血管の影響が検者に報知されてもよい。図6では、眼底像に重畳させる検査情報として閾値が含まれている。なお、本実施形態では合成画像COMbをモニタ8に表示（出力）するが、合成画像COMbの出力方法はこれに限らない。例えば、視機能検査装置1に接続された情報処理端末に、合成画像COMbが転送されてもよい。なお、本実施形態では複数の検査部位が含まれる検査パターンを用いるが、検査部位が1つのみの検査パターンであってもよい。血管による影響が予測される検査部位が報知されればよい。

【0040】

眼底トラッキングのない視野計では被検眼Eの固視ズレに応じて網膜上への刺激位置がずれる場合があった。これに対して本実施形態の視機能検査装置1のように眼底像を取得しながらトラッキングをするマイクロペリメトリ（網膜局所の感度を直視下に測定する眼底視野計）では、被検眼Eの任意の位置への刺激を正確に行える。しかし、刺激を正確に行えるが故、血管上に刺激を配置したペリメトリパターンでは網膜感度は正常であっても局所的に閾値感度結果が悪く表示されることがあった。これに対して本実施形態の視機能検査装置1は、結果表示の際に血管上への刺激点に対しては明示的にユーザーにわかるように表示する（色を変える、形状を変える等）。また、検査開始前にパターンを眼底上に配置する際に血管上に刺激光が重なった場合にアラートを出す。本実施形態では検者へのアラート（報知）として色を変更するが、モニタ8にメッセージが表示されてもよいし、報知音が発生されてもよい。なお、血管と刺激サイズの関係性によって明示させる基準を変えても良い。従来は太い血管上への刺激時に局所的に閾値結果が悪くなってしまうことがあり、意図しない診断につながる恐れがあった。しかし本実施形態の視機能検査装置1は、被検眼Eの閾値を好適に取得又は判断し易い。また、血管上への配置による局所的な感度相違が分かり易くなる。

【0041】

<まとめ>

以上説明したように、第1実施形態の視機能検査装置1は、被検眼Eの眼底Erの検査部位に刺激光を投光する投光手段と、刺激光による被検者の反応を取得する反応取得手段と、眼底Erの眼底像を取得する眼底像取得手段と、眼底Erの血管を検出する血管検出手段と、検査部位と血管の位置関係に基づき、血管による被検者反応への影響を予測する予測手段と、予測手段の予測結果を検者に報知する報知手段を備える。これにより、血管の影響を考慮した視機能検査を行い易い。例えば、正常部位が異常部位と誤認され難い。

【0042】

また第1実施形態の判定手段は血管影響の度合いを判定し、報知手段は血管影響の度合いを報知する。これにより、血管影響の有無のみならず、血管影響の程度をも考慮した視機能検査を行い易い。また、第1実施形態の判定手段は、光刺激のサイズ、又は血管の太さを考慮する。これにより、血管影響をより正確に考慮し易くなる。また、第1実施形態の視機能検査装置1は、眼底像上に光刺激に関する検査情報を重ねた合成画像を生成する合成手段を備える。検査情報は眼底像上の検査部位の位置に配置され、報知手段は予測手段の予測結果に基づき検査情報の色調、階調、又は形状を決定する。これにより、例えば、検者はモニタ8に表示される検査部位の色を見るだけで血管影響を判断できる。視機能検査又は視機能検査結果の判断を速やかに行い易い。

【0043】

また第1実施形態の検査情報には閾値が含まれる。これにより、視機能検査結果の判断を速やかに行える。また本実施形態の視機能検査装置1は、受光素子を有し、受光素子を用いて眼底像を取得する撮像光学系と、眼底Erに刺激光を投光する刺激光学系と、眼底像を解析して、刺激光の眼底上への投光位置を補正する補正手段を備えている。これにより、例えば、血管影響を考慮した、精密な視機能検査を行い易い。

【0044】

<第2実施形態>

次いで、第2実施形態を説明する。第2実施形態の視機能検査装置は、例えば、第1実施形態の構成に加えて、他の検査装置との接続手段（通信手段）とレジストレーション手段を有する。前述した第1実施形態の視機能検査装置1は、観察・撮影光学系30で撮像した眼底像を用いて検査部位を設定する。これに対し、第2実施形態の視機能検査装置では、他の検査装置（眼科装置）で取得した眼底情報に基づいて網膜上の正常部位と異常部位が特定される。例えば、第2実施形態の視機能検査装置は、蛍光造影デバイス（FA、ICG等の蛍光造影撮影のできるSLO）、自発蛍光デバイス（FAF機能を持つSLO、眼底カメラ等）、眼底撮影デバイス（眼底カメラやPS-OCT）、眼底血流量測定デバイス（レーザースペックルフローグラフィ、ドップラーOCT、又はOCT-angiography）の少なくともいずれかの検査装置が取得した眼底情報を取得する。ここで、第2実施形態の視機能検査装置は、前述した検査装置経由で取得した眼底情報に基づき、網膜上の正常部位と異常部位を特定する。なお、前述した他の検査装置の構成と本実施形態の視機能検査装置1の構成とが合体されたコンボ型の検査装置の態様であってもよい。

10

【0045】

なお、他の検査装置が出力する眼情報と視機能検査部位とのレジストレーションがDB上で行われてもよい。他の検査装置で得られた眼底情報（画像）上での正常部位／異常部位の特定は、検者等のユーザーが手動で特定しても良いし、画像診断や正常眼DB（データベース）との差異から自動検出されても良い。特定された部位は、正常／異常の二値化のみならず、異常度や懸念度に応じた段階的な情報でも良い。第2実施形態の視機能検査装置は、特定された部位を踏まえ、図8で示す様に検査パターン（視野刺激パターン）を配置する。

20

【0046】

図8（a）は、検者が手動で設定した領域Q1を考慮して、制御部80が検査パターンPを自動配置した一例である。つまり、第2実施形態の視機能検査装置は、眼底像上の所定領域を指定する領域指定手段と、眼底像上に前記検査部位を配置するための配置手段を備えている。なお、本実施形態のメモリ83（記憶手段）には、種類が異なる複数の検査パターンが予め記憶されている。また、本実施形態の制御部80は、記憶手段に記憶されている複数の検査パターンからいずれか1つを選択するための選択手段としての機能と、選択した検査パターンを自動配置する自動配置手段としての機能とを有する。第1実施形態で説明した図5と同じ符号箇所の説明は省略する。図8（a）では、異常部位の可能性が高い検査部位（例えば検査部位F3）を縦横縞のハッチングで表し、正常部位且つ血管（太い血管）と重ならない検査部位（例えば検査部位F2）を斜めのハッチングで表し、正常部位且つ血管と重なる検査部位（例えば検査部位F1）をハッチング無しで表している。なお図8では、血管と重なる検査部位F1の形状を四角形のマークで検者に報知している。

30

【0047】

本実施形態では、異常部位の可能性が高い検査部位（縦横縞のハッチング）のみ視機能検査が行われる。より詳細には、検査パターンPと指定領域（領域Q1の範囲内）とが重なる領域のみ検査が行われる。つまり、第2実施形態の視機能検査装置は、所定領域外に配置された検査部位への刺激光の投光を禁止する禁止手段を備えている。なお、図8（b）も、検者が手動で設定した領域Q2を考慮して、制御部80が検査パターンPを自動配置した一例である。図8（a）と同じ符号箇所の説明は省略する。図8（b）でも、異常部位の可能性が高い検査部位（縦横縞のハッチング箇所：検査部位F4等）のみ視機能検査が行われる。このように、第2実施形態では、検者が手動で設定（特定）した領域（Q1、Q2）が考慮されて、デフォルトパターンである検査パターンPから不要なパターンが削除された検査パターンで視機能検査が行われる。なお、本実施形態では複数の検査部位が含まれる検査パターンを用いるが、検査部位が1つのみの検査パターンであってもよい。所定領域外に配置された検査部位への刺激光の投光が抑制されればよい。

40

50

【0048】

<まとめ>

第2実施形態の視機能検査装置は、被検眼Eの眼底E_rの検査部位に刺激光を投光する投光手段と、刺激光による被検者の反応を取得する反応取得手段と、眼底E_rの眼底像を取得する眼底像取得手段と、眼底像上の所定領域を指定する領域指定手段と、眼底像上に検査部位を配置するための配置手段と、所定領域外に配置された検査部位への刺激光の投光を禁止する禁止手段を備えている。従って、例えば、検査時間が短縮され、観察したい点のみのフォローアップを行い易い。また更に、第2実施形態の視機能検査装置は、複数の検査部位の配置を定義する検査パターンと、配置が異なる複数の検査パターンを記憶する記憶手段と、記憶手段から検査パターンを選択するための選択手段を備えており、配置手段は選択手段で選択された検査パターンを眼底像上に配置し、禁止手段は検査パターンを補正して、所定領域外に配置される検査部位への刺激光の投光を禁止する。従って、例えば、検査部位が多くても、短時間で検査し易い。

10

【0049】

なお、正常部位のみへの刺激と異常部位のみへの刺激とを切り替え可能であってもよい。段階的な情報に対してはその階層に応じて刺激の有無が切り替えられても良い。また検査パターンは変えず（一部の検査部位を削除せず）、開始輝度や刺激サイズのみが変更され、検査時間が短縮されても良い。また更に、正常部位／異常部位に対して偽陽性や偽陰性刺激を設定できても良い。これら作業が検者等のユーザーによる手動で行われても良いし、自動で行われても良い。また、これら作業が、視機能検査装置上（又は視野測定装置上）、他の検査機器上、またはデータベース上で行われても良い。また更に、本開示の適用は、レジストリを正確に行い易いマイクロペリメトリ型の視機能検査装置（視野測定装置）が好ましいが、スクリーンに視標を投影するクラシカルな視野計（例えばドーム形状の内面に視標を投影する視野計）に適用しても良い。

20

【0050】

従来の問題点の1つとして、病変部または病変が疑われる領域のみに限定した測定ができておらず、不要な領域に検査時間を大きく取られる問題があった。ここで、OCTの層厚情報のみから領域を限定する方法が考えられるが、OCTで異常と出た際に視野異常であるとは限らない。本開示の技術では、例えば、OCT情報だけでは判断し得ない病変部に特化した不要な検査領域を省略し易い。また、閾値結果（視野閾値結果）を予想し初期刺激輝度を閾値付近に設定することで検査時間の短縮を行い易い。また、例えば、被検眼Eの視機能を容易かつ精密に検査し易い。なお、第1実施形態に第2実施形態の技術を適用してもよいことは言うまでもない。

30

【0051】

今回開示された実施形態はすべての点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した説明ではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲及びこれと均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【符号の説明】

【0052】

7b：応答ボタン

70：検査光学系

80：制御部

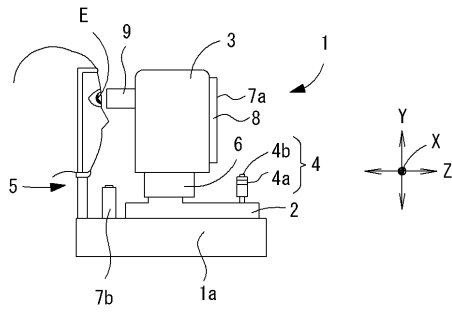
E：被検眼

E_r：眼底

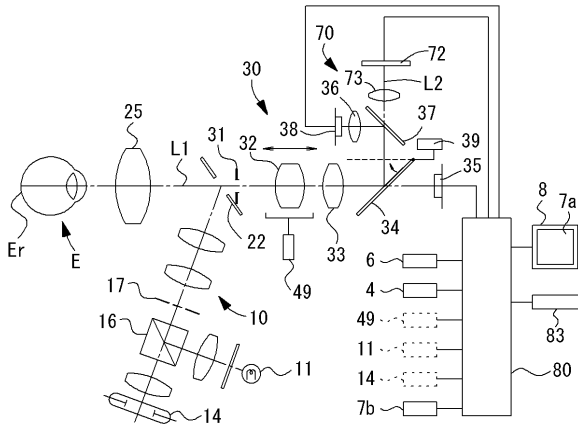
STD：基準画像

40

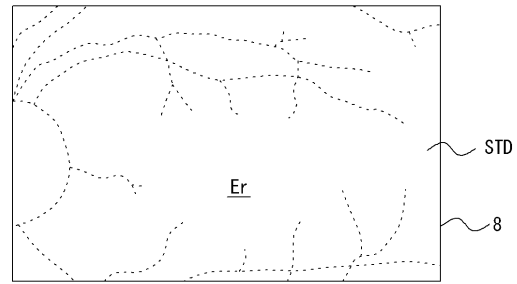
【図 1】



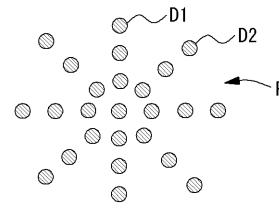
【図 2】



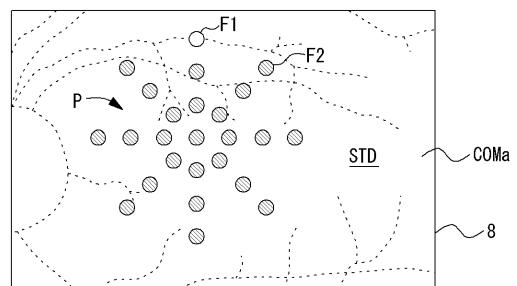
【図 3】



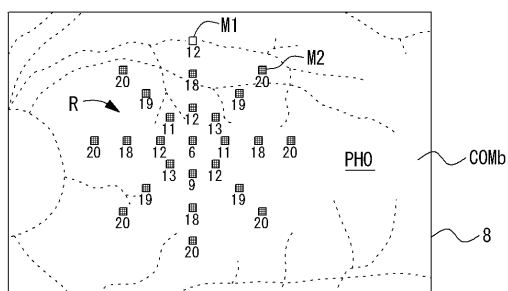
【図 4】



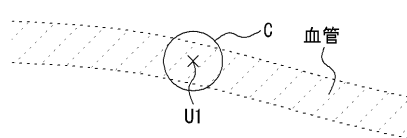
【図 5】



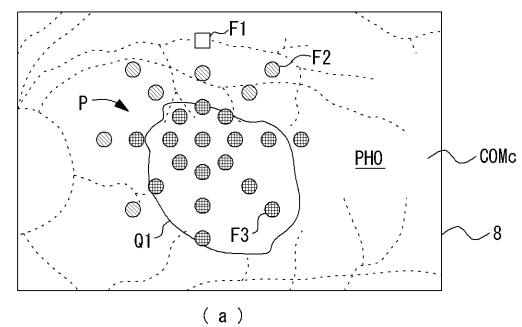
【図 6】



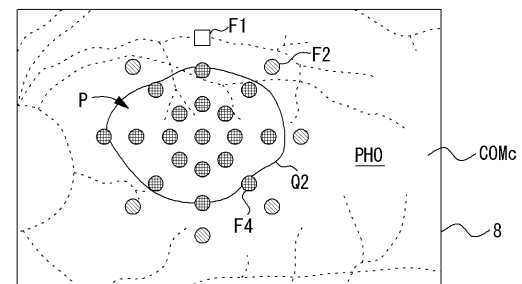
【図 7】



【図 8】

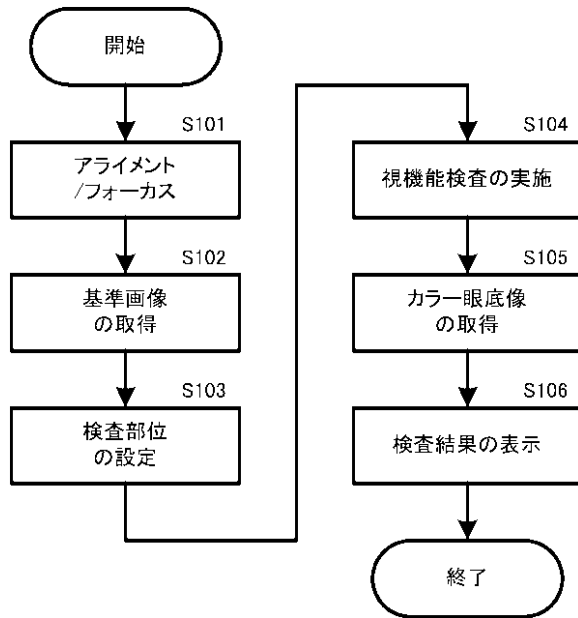


(a)

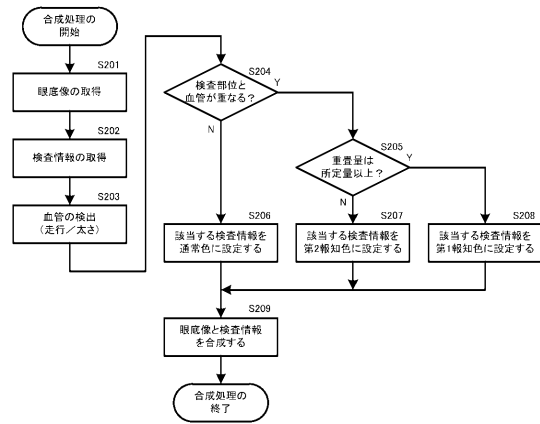


(b)

【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2013-132502 (JP, A)
特開2014-023768 (JP, A)
特開2003-010130 (JP, A)
特開2012-011146 (JP, A)
米国特許出願公開第2012/0002167 (US, A1)

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