

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02018/230582

発行日 令和2年4月30日(2020.4.30)

(43) 国際公開日 平成30年12月20日(2018.12.20)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード(参考)
A 6 1 B 3/02 (2006.01) A 6 1 B 3/02 4 C 3 1 6

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 28 頁)

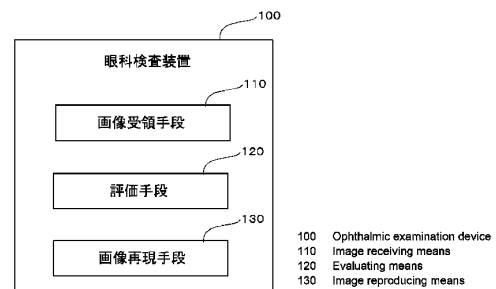
出願番号 特願2019-525467 (P2019-525467)	(71) 出願人 304023994 国立大学法人山梨大学 山梨県甲府市武田四丁目4番37号
(21) 国際出願番号 PCT/JP2018/022492	
(22) 国際出願日 平成30年6月12日(2018.6.12)	
(31) 優先権主張番号 特願2017-118382 (P2017-118382)	(74) 代理人 100107515 弁理士 廣田 浩一
(32) 優先日 平成29年6月16日(2017.6.16)	(74) 代理人 100107733 弁理士 流 良広
(33) 優先権主張国・地域又は機関 日本国(JP)	(74) 代理人 100115347 弁理士 松田 奈緒子
	(72) 発明者 柏木 賢治 日本国 400-8510 山梨県甲府市 武田四丁目4番37号 国立大学法人山梨 大学内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】眼科検査装置及び眼科検査方法

(57) 【要約】

被検者が描画した、固視点を中心とした視野領域に線及び図形の少なくともいずれかを含む画像を受領する画像受領手段と、前記画像受領手段が受領した前記画像に基づき、前記被検者の変視の程度を評価する評価手段と、を有する眼科検査装置を提供する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検者が描画した、固視点を中心とした視野領域に線及び図形の少なくともいずれかを含む画像を受領する画像受領手段と、

前記画像受領手段が受領した前記画像に基づき、前記被検者の変視の程度を評価する評価手段と、

を有することを特徴とする眼科検査装置。

【請求項 2】

前記画像受領手段が、被検者が描画した、固視点を中心とした視野領域に水平方向、斜め方向及び垂直方向の少なくともいずれかにおいて線及び図形の少なくともいずれかを含む画像を受領する請求項 1 に記載の眼科検査装置。

10

【請求項 3】

前記画像が、直線、曲線、円弧、円、楕円、正多角形、及び多角形から選択される少なくとも 1 種を含む請求項 1 又は 2 に記載の眼科検査装置。

【請求項 4】

前記画像受領手段が、前記視野領域中で水平方向又は垂直方向において一定の視角で始点と終点を表示し、前記被検者が前記固視点を固視した状態で、前記被検者が前記始点と前記終点を手書きで結んだ直線又は曲線を描画した画像を受領する請求項 1 から 3 のいずれかに記載の眼科検査装置。

【請求項 5】

前記画像受領手段が、前記視野領域中で水平方向又は垂直方向において一定の視角で一本の線を表示し、前記被検者が前記固視点を固視した状態で、前記被検者が前記一本の線を動かして直線又は曲線を描画した画像を受領する請求項 1 から 3 のいずれかに記載の眼科検査装置。

20

【請求項 6】

前記画像が、格子画像又は同心円画像である請求項 1 から 3 のいずれかに記載の眼科検査装置。

【請求項 7】

前記被検者の変視の程度が、歪みの大きさ、歪みの変位、及び歪みの激しさから選択される少なくとも 1 種である請求項 1 から 6 のいずれかに記載の眼科検査装置。

30

【請求項 8】

前記評価手段で得られた結果を用いてシミュレーションすることにより、前記被検者が実際に見えている画像を再現する画像再現手段を更に有する請求項 1 から 7 のいずれかに記載の眼科検査装置。

【請求項 9】

被検者が描画した、固視点を中心とした視野領域に線及び図形の少なくともいずれかを含む画像を受領する画像受領工程と、

前記画像受領工程が受領した前記画像に基づき、前記被検者の変視の程度を評価する評価工程と、

を含むことを特徴とする眼科検査方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、眼科検査装置及び眼科検査方法に関する。

【背景技術】

【0002】

外部からの情報の 80% は視覚から得られ、視覚障害は生活上大きな問題を生じる。このような視覚障害には様々な種類が存在するが、対象物が歪む変視及び歪視は生活上大き

50

な支障となる。変視及び歪視の主原因として、網膜の中心部に位置する黄斑に異常が生じる網膜前膜、黄斑変性などの疾患がある。これらの疾患は加齢に伴い発症が多くなるため、高齢化社会では大きな課題となる。

【0003】

黄斑に疾患が生じた場合、視細胞又はその外節の規則正しい配列が乱れることにより、外界と視中枢との間で確立していた精密な空間対応に乱れが生じる。その結果、物体の形状が実際よりも変形して見える。このような視覚障害を変視症と呼ぶ。

【0004】

変視症による視野の歪みが激しくなると、両眼の視像のズレが大きくなり、視野に強い違和感が生じる。また、視野の歪みにより物体の形状を正確に認識することができなくなるため、日常生活に不便を感じるが多くなる。このように変視症は視機能の質を左右する重要な要因となる。したがって、視野に歪みの自覚がある場合や黄斑に疾患が生じた場合には、変視症があるか否かを検査により調べる必要がある。

10

【0005】

変視症の有無を検査する簡易的な方法として、例えば、図1に示すような、アムスラーチャート(Amsler Chart)と呼ばれる検査方法がある。このアムスラーチャートは縦横ともに20マスの格子状の検査表であり、各線の間隔は視角1度刻みで描画され、被検者の視野10度以内に生じる視野異常を定性評価する。被検者は検査距離30cmから黒点で描画された検査表の中心を固視し、線が歪み、格子の大きさ、違和感が生じる部分を確認することにより、変視症の有無を定性的に検査できる。このようなアムスラーチャートの変形例が提案されている(例えば、特許文献1参照)。

20

【0006】

また、変視症の進行の程度を定量的に評価する方法として、図2に示すような、M-チャート(M-CHARTS(登録商標))と呼ばれる検査方法がある。M-チャートは、複数本の点線からなるチャートであり、個々の点線ごとに点の間隔が異なっている。このM-チャートを変視症の患者に点間隔が狭い点線から順に見せていくと、狭い点間隔の点線では歪んで見えるが、点間隔が広がるにつれて歪みを知覚しなくなる。変視症の症状が進行するほど、点間隔がより大きくなると歪みの知覚が消えない。この性質によって、変視症の進行度合いを定量的に検査できる。このようなM-チャートの応用例及び変形例が提案されている(例えば、特許文献2参照)。

30

【0007】

変視症は、日常生活ではほとんど気にならないものから、片眼遮蔽が必要なものまで様々な程度がある(例えば、非特許文献1参照)。そのため、単に変視症の有無を検査するのみでは不十分であり、患者の変視の程度を定量的に評価する必要がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2003-265412号公報

【特許文献2】特開2001-149314号公報

【非特許文献】

40

【0009】

【非特許文献1】松本長太、視野検査とその評価、中山書店、2015

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、前述したアムスラーチャートは、変視の歪みの範囲のみを定性的に検査するものであり、変視の程度を定量することができない。変視症治療に患者の主訴を正確に反映させるためには、患者の変視の自覚を正確に検査し、詳細に定量化する必要がある。

また、前述したM-チャートは、視野がどのような形状で歪み、視野のどの位置で歪み

50

が生じているのかという詳細な歪みの情報を定量することができないという問題がある。

【 0 0 1 1 】

本発明は、従来における前述の諸問題を解決し、以下の目的を達成することを課題とする。即ち、本発明は、変視の程度を視野内の各位置で定量的に測定することができ、手術適応の決定や治療効果の正確な評価が可能となる眼科検査装置及び眼科検査方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 2 】

前述の課題を解決するための手段としての本発明の眼科検査装置は、被検者が描画した、固視点を中心とした視野領域に線及び図形の少なくともいずれかを含む画像を受領する画像受領手段と、画像受領手段が受領した画像に基づき、被検者の変視の程度を評価する評価手段と、を有する。

10

【発明の効果】

【 0 0 1 3 】

本発明によると、従来における前述の諸問題を解決し、前述の目的を達成することができ、変視の程度を視野内の各位置で定量的に測定することができ、手術適応の決定や治療効果の正確な評価が可能となる眼科検査装置及び眼科検査方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 4 】

【図 1】図 1 は、アムスラーチャートの一例を示す図である。

20

【図 2】図 2 は、M - チャートの一例を示す図である。

【図 3 A】図 3 A は、手書き線による検査方法での検査画面の一例を示す図である。

【図 3 B】図 3 B は、手書き線による検査方法において被検者が線を描画した検査結果の一例を示す図である。

【図 4】図 4 は、手書き線による検査方法の処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【図 5 A】図 5 A は、ベジェ曲線による線変形を利用した検査方法での検査画面の一例を示す図である。

【図 5 B】図 5 B は、ベジェ曲線による線変形を利用した検査方法において被検者により線を変形させた検査結果の一例を示す図である。

30

【図 6】図 6 は、ベジェ曲線による線変形を利用した検査方法の処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【図 7 A】図 7 A は、放射基底関数による線変形を利用した検査方法での検査画面の一例を示す図である。

【図 7 B】図 7 B は、放射基底関数による線変形を利用した検査方法において被検者により線を変形させた検査結果の一例を示す図である。

【図 8】図 8 は、放射基底関数による線変形を利用した検査方法の処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【図 9 A】図 9 A は、被検者が見えている画像のシミュレーション前の状態を示す写真である。

40

【図 9 B】図 9 B は、被検者が見えている画像のシミュレーション後の状態を示す写真である。

【図 1 0】図 1 0 は、本発明の眼科検査装置の一例を示す構成図である。

【図 1 1】図 1 1 は、実施例で用いた眼科検査装置としてのタッチ式のペンタブレットの一例を示す図である。

【図 1 2 A】図 1 2 A は、手書き線による検査方法での検査結果（水平方向視角 0 度）の一例を示す図である。

【図 1 2 B】図 1 2 B は、手書き線による検査方法での検査結果（水平方向視角 6 度）の一例を示す図である。

【図 1 3 A】図 1 3 A は、放射基底関数による線変形を利用した検査方法での水平方向及

50

び垂直方向における視角0度、2度、4度の検査結果の一例を示す図である。

【図13B】図13Bは、放射基底関数による線変形を利用した検査方法での図13Aの各結果を合成した格子画像の検査結果の一例を示す図である。

【図14A】図14Aは、水平方向視角0度の歪みの大きさの一例を示す図である。

【図14B】図14Bは、中心視野での水平方向視角0度の歪みの大きさの一例を示す図である。

【図15】図15は、視野の位置毎の歪みの変位の結果の一例を示す図である。

【図16A】図16Aは、歪みの激しさの評価における、線の曲がり具合の一例を示す図である。

【図16B】図16Bは、線の歪みが激しい部分を示した一例を示す図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0015】

(眼科検査装置及び眼科検査方法)

本発明の眼科検査装置は、画像受領手段と、評価手段とを有し、画像再現手段を有することが好ましく、更に必要に応じてその他の手段を有する。

本発明の眼科検査方法は、画像受領工程と、評価工程とを含み、画像再現工程を含むことが好ましく、更に必要に応じてその他の工程を含む。

【0016】

本発明の眼科検査方法は、本発明の眼科検査装置により好適に実施することができる。画像受領工程は画像受領手段により行うことができ、評価工程は評価手段により行うことができ、画像再現工程は画像再現手段により行うことができ、その他の工程はその他の手段により行うことができる。

20

【0017】

本発明の眼科検査装置及び眼科検査方法によると、変視の程度を視野内の各位置で定量的に測定することができ、手術適応の決定や治療効果の正確な評価が可能となる。

したがって、本発明の眼科検査装置及び眼科検査方法は、被検者の変視の程度を定量的に検査するものであるため、「変視検査装置」及び「変視検査方法」と称することもある。

【0018】

<画像受領工程及び画像受領手段>

画像受領工程は、被検者が描画した、固視点を中心とした視野領域に線及び図形の少なくともいずれかを含む画像を受領する。画像受領工程は、画像受領手段により実施される。

30

【0019】

固視点とは、目を動かさずに固視(凝視)する一点をいう。ヒトの視覚の感度分布は、固視点近傍で最も高く、周辺に向かうにつれて低下する不均一な分布を有している。これは、網膜において視細胞や網膜神経節細胞の密度が、固視点近傍に高密度に分布するためである。

固視点からの光が当たる部位を黄斑の中心窩という。黄斑とは、網膜の中心にある直径1.5mm~2mm程度の領域である。

40

視野とは、片眼で一点を見つめたときに見える範囲を意味する。視野は、通常、上方約60°、下方70°、耳側100°、鼻側60°である。

視野領域とは、固視点を中心とした視野を含む範囲であり、眼科検査装置における検査画面と同義である。

【0020】

視野領域(検査画面)と黄斑の位置を一意に定めるために、被検者は常に検査画面の中心(固視点)を固視する必要がある。このため、中心固視を考慮したタスクによる検査を実現する必要がある。

そこで、視野領域(検査画面)の中心に固視点を設定し、検査実施者の指示や視線追跡装置による判定により、検査時に固視点を固視していたことを保証する。

50

検査中に被検者が固視点を固視していない場合には、検査実施者が指摘したり、検査画面のパターン全体を消す、又は検査画面全体を黄色に表示する、などにより被検者に警告の通知を行う。

【0021】

被検者が描画した、固視点を中心とした視野領域に線及び図形の少なくともいずれかを含む画像としては、本来の正しい画像と被検者が見えている歪んだ画像との差異を評価できる画像であれば特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。

線としては、直線又は曲線が含まれ、線の大きさ、線の角度、及び線の描画位置の少なくともいずれかが異なるものであれば特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。線の大きさとしては、例えば、線の長さ、線の太さなどが挙げられる。線の角度としては、直線乃至曲線が含まれる種々の角度が挙げられる。線の描画位置としては、例えば、視野領域の水平方向、斜め方向、垂直方向、視野領域の各視角位置などが挙げられる。斜め方向とは、視野領域の水平方向に対して、 $0^\circ < \theta < 90^\circ$ 傾けた方向である限り、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、 θ が 20° 以上 80° 以下であることが好ましい。なお、垂直方向とは、視野領域の水平方向に対して、 90° 傾けた方向である。

図形としては、例えば、円弧、円、楕円、正多角形、多角形などが挙げられる。正多角形としては、例えば、正三角形、正方形、正五角形などが挙げられる。多角形としては、例えば、三角形、四角形、五角形、六角形、七角形、八角形などが挙げられる。三角形としては、例えば、二等辺三角形、直角三角形、直角二等辺三角形などが挙げられる。四角形としては、例えば、長方形、菱形、台形などが挙げられる。

【0022】

具体的には、固視点を中心とした視野領域に水平方向、斜め方向及び垂直方向の少なくともいずれかにおいて線及び図形の少なくともいずれかを含む画像、水平方向、斜め方向及び垂直方向の少なくともいずれかにおいて直線又は曲線を含む画像、水平方向、斜め方向及び垂直方向の少なくともいずれかにおいて1本以上の直線又は曲線を含む画像、水平方向、斜め方向及び垂直方向の少なくともいずれかにおいて2本以上の直線又は曲線を含む画像、複数本の直線又は曲線を格子状に配置した格子画像、複数の円からなる同心円画像などが挙げられる。

これらの中でも、従来定量評価が困難であった歪みなどの視機能（歪視、変視）の程度を高い精度で定量的に測定できる点から、格子画像、同心円画像が好ましい。

また、選択される線及び図形を含む画像は、本来の正しい見え方の座標と被検者が変視症であるため見えている点の座標がずれていることが正確かつ定量的に測定でき、その情報から被検者の見え方が再現できるものが好ましい。このとき、被検者が異常を感じやすい線及び図形としては、水平方向、斜め方向及び垂直方向の少なくともいずれかのみではなく円形などの場合もあるため、場合に応じて適宜選択すればよい。

また、従来定量評価が困難であった歪みなどの視機能（歪視、変視）の程度を高い精度で定量的に測定できる点から、大きさ、角度、描画位置が一意に規定できる線又は図形（上記した直線、曲線、円弧、円、楕円、正多角形、多角形など）を含む画像を選択することが好ましい。

【0023】

画像受領手段により画像を受領する方法としては、被検者が描画した、固視点を中心とした視野領域に線及び図形の少なくともいずれかを含む画像を受領することができれば特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。例えば、被検者が直接描画する方法、スキャナ等で被検者が描画した画像を取り込む方法、デジタルカメラで撮影した被検者が描画した画像を取り込む方法などが挙げられる。

直接描画する方法としては、例えば、手書き線による検査方法、線を動かす（変形する）検査方法などが挙げられる。

【0024】

<<手書き線による検査方法>>

10

20

30

40

50

手書き線による検査方法は、視野領域中で水平方向又は垂直方向において一定の視角で始点と終点を表示し、被検者が固視点を固視した状態で、被検者が始点と終点を手書きで結んだ直線又は曲線を描画する方法である。

一定の視角としては、視角20度×20度の検査画面(視野領域)において、例えば、水平方向及び垂直方向に視角1度～5度などが挙げられる。

【0025】

手書き線による検査方法では、図3Aに示した検査画面に、図3Bに示すように被検者自身が直線に見える線を直接描画する。

検査は検査距離30cmから片眼遮蔽にて行う。被検者は黒点で描画された検査画面の中心(固視点)を固視し、白点で示された始点と終点を被検者自身が直線に見える線で結ぶ。始点と終点の描画位置を順に変えていき、視野の位置毎に検査を実施する。

正常な視野の検査では、各位置に始点から終点まで正確に直線が引かれるため、最終的な結果として歪みのない格子画像の描画が期待される。

【0026】

図4は、手書き線による検査方法の処理の流れの一例を示すフローチャートである。以下、図3A及び図3Bを参照して、手書き線による検査方法の処理の流れについて説明する。

【0027】

ステップS101では、被検者が、眼科検査装置100のディスプレイに対して決まった距離、及び高さで座ると、処理をS102に移行する。

【0028】

ステップS102では、あらかじめ定義した始点及び終点の組から、眼科検査装置100又は検査実施者が1組の始点及び終点を選択すると、処理をS103に移行する。

【0029】

ステップS103では、眼科検査装置100が、選択された始点及び終点を提示すると、処理をS104に移行する。

【0030】

ステップS104では、被検者は、当該被検者にとって直線に見える線を手書きで入力すると、処理をS105に移行する。

【0031】

ステップS105では、被検者は、入力した線が直線に見えるようになったか否かを判定する。被検者が、直線に見えるようになったと判定すると、処理をS106に移行する。被検者が、直線に見えないと判定すると、処理をS104に戻す。

【0032】

ステップS106では、眼科検査装置100は、1つの始点及び終点の組に対する線を確定すると、処理をS107に移行する。

【0033】

ステップS107では、眼科検査装置100は、十分な数の確定した線が得られたと判定すると、本処理を終了する。一方、眼科検査装置100は、十分な数の確定した線が得られていないと判定すると、処理をS102に戻す。

ここで、十分な数の確定した線とは、変視の程度の評価を行うのに足りる数の線を意味する。

【0034】

<<線を動かす検査方法>>

線を動かす検査方法としては、視野領域中で水平方向又は垂直方向において一定の視角で一本の線を表示し、被検者が固視点を固視した状態で、被検者が一本の線を動かして直線又は曲線を描画する方法である。

一定の視角としては、視角20度×20度の検査画面(視野領域)において、例えば、水平方向及び垂直方向に視角1度～5度などが挙げられる。

線を動かす検査方法としては、例えば、ベジェ曲線による線変形を利用した検査方法、

10

20

30

40

50

放射基底関数による線変形を利用した検査方法などが挙げられる。

【 0 0 3 5 】

- ベジエ曲線による線変形を利用した検査方法 -

ベジエ曲線による線変形を利用した検査方法は、視野領域中で水平方向又は垂直方向において一本の線を表示し、当該一本の線上に複数の制御点を設定し、被検者が固視点を固視した状態で、被検者が直線に見えるように一本の線上の制御点を動かしてベジエ曲線による線変形を行う方法である。

【 0 0 3 6 】

ベジエ曲線による線変形を利用した検査方法では、図 5 A に示した検査画面に提示された直線を、図 5 B に示すように被検者自身にとって直線に見える形状に変形する。

検査は検査距離 30 cm から片眼遮蔽にて行う。被検者は検査画面の中心（固視点）を固視し、提示線上に円で描画された操作点をドラッグすることで線を動かす（変形する）。提示線の位置を順に変えていき、視野の位置毎に検査を実施する。

線の描画にはベジエ曲線を利用した。2つの端点と2つの制御点からなる三次ベジエ曲線を利用することで、操作点の変化に伴う線の変形を行う。始点（端点） $P_1(x_1, y_1)$ 、終点（端点） $P_4(x_4, y_4)$ 、制御点 $P_2(x_2, y_2)$ 、 $P_3(x_3, y_3)$ と定義した場合、三次ベジエ曲線上の点の座標 (x, y) は、下記の数式 1 によって定義される。

【 0 0 3 7 】

[数式 1]

【 数 1 】

$$x = (1-t)^3 x_1 + 3t(1-t)^2 x_2 + 3t^2(1-t)x_3 + t^3 x_4$$

$$y = (1-t)^3 y_1 + 3t(1-t)^2 y_2 + 3t^2(1-t)y_3 + t^3 y_4$$

$$0 \leq t \leq 1$$

【 0 0 3 8 】

本検査では、この三次ベジエ曲線を4つ接続することにより、細かい線の変形を実現することができる。ベジエ曲線における制御点の数は、被検者の能力などに応じて適宜調整することができる。

本検査の初期提示線が直線であることから、正常な視野の検査では提示線を変形する必要がない。視野の各位置で提示線の大きな変形はないと考えられる。そのため、最終的な結果として歪みのない格子画像の描画が期待される。

【 0 0 3 9 】

図 6 は、ベジエ曲線による線変形を利用した検査方法の処理の流れの一例を示すフローチャートである。以下、図 5 A 及び図 5 B を参照して、ベジエ曲線による線変形を利用した検査方法の処理の流れについて説明する。

【 0 0 4 0 】

ステップ S 2 0 1 では、被検者は、眼科検査装置 1 0 0 のディスプレイに対して決まった距離、及び高さで座ると、処理を S 2 0 2 に移行する。

【 0 0 4 1 】

ステップ S 2 0 2 では、あらかじめ定義した始点及び終点の組から、眼科検査装置 1 0 0 又は検査実施者が1組の始点及び終点を選択すると、処理を S 2 0 3 に移行する。

【 0 0 4 2 】

ステップ S 2 0 3 では、眼科検査装置 1 0 0 は、選択された始点及び終点を結ぶ線を提示すると、処理を S 2 0 4 に移行する。

【 0 0 4 3 】

10

20

30

40

50

ステップ S 2 0 4 では、眼科検査装置 1 0 0 は、被検者にとって直線に見えるように、ベジェ曲線による線変形を行うと、処理を S 2 0 5 に移行する。

【 0 0 4 4 】

ステップ S 2 0 5 では、被検者は、変形した線を直線に見えるようになったか否かを判定する。被検者が、変形した線を直線に見えるようになったと判定すると、処理を S 2 0 6 に移行する。被検者が、変形した線を直線に見えないと判定すると、処理を S 2 0 4 に戻す。

【 0 0 4 5 】

ステップ S 2 0 6 では、眼科検査装置 1 0 0 は、1つの始点及び終点の組に対する線を確定すると、処理を S 2 0 7 に移行する。

【 0 0 4 6 】

ステップ S 2 0 7 では、眼科検査装置 1 0 0 は、十分な数の確定した線が得られたか否かを判定する。眼科検査装置 1 0 0 は、十分な数の確定した線が得られていないと判定すると、処理を S 2 0 2 に戻す。眼科検査装置 1 0 0 は、十分な数の確定した線が得られたと判定すると、本処理を終了する。

ここで、十分な数の確定した線とは、変視の程度の評価を行うのに足りる数の線を意味する。

【 0 0 4 7 】

- 放射基底関数による線変形を利用した検査方法 -

放射基底関数による線変形を利用した検査方法は、視野領域中で水平方向又は垂直方向において一定の視角で一本の線を表示し、被検者が固視点を固視した状態で、被検者が直線に見えるように、一本の線に対して放射基底関数による線変形を行う方法である。

【 0 0 4 8 】

放射基底関数による線変形を利用した検査方法では、図 7 A に示した検査画面に提示された直線を、図 7 B に示すように被検者自身にとって直線に見える形状に変形する。

検査画面は視角 2 0 度 × 2 0 度、提示線は水平方向及び垂直方向に視角 2 度刻みで描画され、被検者の視野 1 0 度内の線の見え方を検査する。

検査は検査距離 3 0 c m から片眼遮蔽にて行う。被検者は円で描画された検査画面の中心を固視し、提示線が黒い点で示された端点を結ぶ直線に見えるように、提示線上の歪んで見える部分をドラッグし、線を変形する。提示線の位置を順に変えていき、視野の位置

毎での線の見え方を検査する。
線の描画には放射基底関数を利用した。被検者がドラッグした線上の点を操作点としたとき、操作点からの距離に応じて線上の点に操作点の変位を伝播することで、線を滑らかに変形する。

操作点の変位 a を操作点から x 離れた線上の点に伝播する場合、その点の変位 d は下記の数式 2 に示すガウス関数によって定義される。

【 0 0 4 9 】

[数式 2]

【 数 2 】

$$\vec{d} = \vec{a} \exp\left(-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right)$$

ただし、前記数式 2 において、 σ は基底関数の広がりを表す。そのため、 σ の値を増加することにより操作点の変位が線の広範囲に伝播され、線は滑らかな形状になる。

変視症は、視野の一部の狭い範囲で急激に歪むものや広い範囲で歪むものなど様々な症状が考えられるため、被検者の主訴に適した σ の値を設定することで、より正確に視野の歪みを検査できる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 0 】

図 8 は、放射基底関数による線変形を利用した検査方法の処理の流れの一例を示すフローチャートである。以下、図 7 A 及び図 7 B を参照して、放射基底関数による線変形を利用した検査方法の処理の流れについて説明する。

【 0 0 5 1 】

ステップ S 3 0 1 では、被検者は、眼科検査装置 1 0 0 のディスプレイに対して決まった距離、及び高さで座ると、処理を S 3 0 2 に移行する。

【 0 0 5 2 】

ステップ S 3 0 2 では、あらかじめ定義した始点及び終点の組から、眼科検査装置 1 0 0 又は検査実施者が 1 組の始点及び終点を選択すると、処理を S 3 0 3 に移行する。

10

【 0 0 5 3 】

ステップ S 3 0 3 では、眼科検査装置 1 0 0 は、選択された始点及び終点を結ぶ線を提示すると、処理を S 3 0 4 に移行する。

【 0 0 5 4 】

ステップ S 3 0 4 では、眼科検査装置 1 0 0 は、被検者にとって直線に見えるように、放射基底関数による線変形を行うと、処理を S 3 0 5 に移行する。

【 0 0 5 5 】

ステップ S 3 0 5 では、被検者は、変形した線を直線に見えるようになったか否かを判定する。被検者が、変形した線を直線に見えるようになったと判定すると、処理を S 3 0 6 に移行する。被検者が、変形した線を直線に見えないと判定すると、処理を S 3 0 4 に戻す。

20

【 0 0 5 6 】

ステップ S 3 0 6 では、眼科検査装置 1 0 0 は、1 つの始点及び終点の組に対する線を確定すると、処理を S 3 0 7 に移行する。

【 0 0 5 7 】

ステップ S 3 0 7 では、眼科検査装置 1 0 0 は、十分な数の確定した線が得られたか否かを判定する。眼科検査装置 1 0 0 は、十分な数の確定した線が得られていないと判定すると、処理を S 3 0 2 に戻す。眼科検査装置 1 0 0 は、十分な数の確定した線が得られたと判定すると、本処理を終了する。

ここで、十分な数の確定した線とは、変視の程度の評価を行うのに足りる数の線を意味する。

30

【 0 0 5 8 】

< 評価工程及び評価手段 >

評価工程は、画像受領工程が受領した画像に基づき、被検者の変視の程度を評価する。評価工程は、評価手段により実施される。

被検者の変視の程度の評価方法としては、被検者の変視の程度を評価できるものであれば特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、手術適応の決定や治療効果の正確な評価の点から、定量的に評価することが好ましい。

被検者の変視の程度としては、「歪みの大きさ」、「歪みの変位」、及び「歪みの激しさ」から選択される少なくとも 1 種であることが好ましい。

40

「歪みの大きさ」は、基準直線となす面積、即ち、被検者が描いた線又は変形させた線と、実際の直線（基準直線）の間の面積で表したものである。

「歪みの変位」は、基準となる格子点からのズレ、即ち、視野の位置毎に被検者が描いた各線又は変形した各線と、実際の直線（基準直線）による格子とのズレをベクトルで表したものである。

「歪みの激しさ」は、曲率が極大となる点、即ち、被検者が描いた線又は変形させた線の曲がり具合を、図 1 6 A に示すように、点 P_i から a 離れた線上の点 P_{i-a} と点 P_{i+a} を通る直線と点 P_i との距離 d で表したものである。

各評価項目の評価結果は、後述する実施例の評価基準に基づき、数値化及び画像化され、眼科検査装置のディスプレイに表示、又はプリンタで出力することができる。

50

【 0 0 5 9 】

評価工程は、例えば、各種画像処理ソフトウェアやプログラムなどを内蔵したコンピュータにより実行される。コンピュータとしては、記憶、演算、制御などの装置を備えた機器であれば特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、パーソナルコンピュータなどが挙げられる。

【 0 0 6 0 】

< 画像再現工程及び画像再現手段 >

画像再現工程は、評価工程で得られた結果を用いてシミュレーションすることにより、被検者が実際に見えている画像を再現する。画像再現工程は、画像再現手段により実施される。

10

評価工程で得られた結果としては、例えば、「歪みの大きさ」、「歪みの変位」、「歪みの激しさ」、被検者が描画した線及び図形の少なくともいずれかを含む画像などが挙げられる。

【 0 0 6 1 】

被検者が実際に見えている画像とは、被検者が変視症の患者である場合に、実際にはどのように歪んで見えているのかを確認できるように再現した画像である。

シミュレーションとしては、例えば、画像処理ライブラリOpenCVが提供する関数Thin Plate Spline Shape Transformerに対して、「歪みの大きさ」、「歪みの変位」、及び「歪みの激しさ」から選択される少なくとも1種の評価結果を与えることで、上記の画像を得ることができる。Thin Plate Splineは、下記の文献[1]で報告されている技術である。

20

文献[1]: Definition of the transformation occupied in the paper "Principal Warps: Thin-Plate Splines and Decomposition of Deformations", by F. L. Bookstein (PAMI 1989).

画像再現工程は、例えば、各種画像処理ソフトウェアやプログラムなどを内蔵したコンピュータにより実行される。コンピュータとしては、記憶、演算、制御などの装置を備えた機器であれば特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、パーソナルコンピュータなどが挙げられる。

30

【 0 0 6 2 】

ここで、図9Aは、被検者が見えている画像のシミュレーション前の状態を示す写真である。図9Bは、被検者が見えている画像のシミュレーション後の状態を示す写真である。図9Bでは、図9Aと比べて、人物及び背景に歪みが生じており、被検者が見えている画像が再現できている。

本発明の画像検査装置は、画像再現手段を有することにより、被検者が見えている画像の歪み状態を医師等が具体的に認識することが可能となる。また、医師が、被検者や被検者の家族に対して症状を説明する際にも有効であり、被検者の肉体的な疾患に加えて精神的な苦痛も共有することができるので、肉体的な疾患に起因する精神的な不安等についてもケアすることが可能になると考えられる。

40

【 0 0 6 3 】

< その他の工程及びその他の手段 >

その他の工程としては、例えば、制御工程、記憶工程などを含む。

その他の手段としては、例えば、制御手段、記憶手段などを有する。

制御工程は、眼科検査装置全体の動作を制御する。制御工程は、制御手段により実施される。

記憶工程は、例えば、被検者の情報、受領した画像や評価結果などを記憶する。記憶工程は、記憶手段により実施される。

【 0 0 6 4 】

ここで、図10は、本発明の眼科検査装置の一例を示す図である。この図10の眼科検

50

査装置 100 は、画像受領手段 110 と、評価手段 120 と、画像再現手段 130 とを有する。

画像受領手段 110 は、被検者が描画した、固視点を中心とした視野領域に線及び図形の少なくともいずれかを含む画像を受領する。画像受領手段としては、例えば、ペンタブレットとタブレットペン、タッチパネルと指、スキャナ、デジタルカメラなどが挙げられる。

評価手段 120 は、画像受領手段 110 が受領した画像から、被検者の変視の程度を評価する。評価手段 120 としては、例えば、各種画像処理ソフトウェアやプログラムなどを備えたコンピュータなどが挙げられる。

画像再現手段 130 は、評価手段 120 で得られた結果を用いてシミュレーションすることにより、被検者が実際に見えている画像を再現する。画像再現手段 130 としては、例えば、各種画像処理ソフトウェアやプログラムなどを備えたコンピュータなどが挙げられる。

なお、眼科検査装置 100 は、評価結果を表示するディスプレイやプリンタなどの出力手段も備えていてもよい。

【実施例】

【0065】

以下、本発明の実施例を説明するが、本発明は、これらの実施例に何ら限定されるものではない。

【0066】

<眼科検査装置>

網膜黄斑部は加齢によって変性していくため、変視症患者の多くが高齢者となる。眼科検査装置としては、高齢者でも扱いやすいものとする必要があるため、眼科検査装置として図 11 に示すようなタッチ式のペンタブレットを用いた。

【0067】

変視症は高齢者が行える簡単なタスクで検査する必要がある。この点を考慮して、手書き線による検査方法、ベジェ曲線による線変形を利用した検査方法、及び放射基底関数による線変形を利用した検査方法について検討した。

実際に変視症患者を検査した結果及び眼科医の専門的な意見を参考にして、各検査方法が変視症を適切に検査できるか否かを評価した。

【0068】

<手書き線による検査方法の結果>

図 4 に示すフローチャートに従って、80 代の変視症患者を手書き線による検査方法で実際に検査した結果を図 12A 及び図 12B に示す。

図 12A では、被検者は、比較的正確に、白点で示された始点と終点を線で結ぶことができている。これに対して、図 12B では、線は始点から検査画面の中心方向に描かれている。これは検査を行う際に検査画面の黒点で示された中心点（固視点）を固視することによって、被検者が線を描く際に固視点を強く意識してしまったことが原因であると考えられる。

以上の結果から、手書き線による検査方法では、変視症の症状が軽度の患者の場合には、問題なく変視症の検査を行うことができた。また、変視症の症状が進行している患者の場合でも、水平方向又は垂直方向に一本の線であれば問題なく描画することができ、変視症の検査を行うことができた。

したがって、手書き線による検査方法は、変視症の症状を考慮しつつ行えば、変視症を検査する方法としてほぼ適切であるといえる。

【0069】

<ベジェ曲線による線変形を利用した検査方法の結果>

図 6 に示すフローチャートに従って、変視症患者がベジェ曲線による線変形を利用した検査方法で検査を行った。その結果、患者の変視症の程度に関わらず、格子画像を描くことができ、問題なく検査を行うことができた。

10

20

30

40

50

ベジェ曲線による線変形を利用した検査では、制御点を操作することで線の形状を変化させるが、ベジェ曲線の性質上、基本的に線は制御点上を通ることがない。そのため、どの制御点をどの方向にどの程度動かせば、線のどの部分がどの程度変形するのかを把握することが困難となる場合がある。

また、本検査では、ベジェ曲線を4つ接続したものをを用いたが、ベジェ曲線の接続数を4つにただけでは変視症による視野の歪みを十分に表現しきれないことがある。このため、ベジェ曲線の接続数を更に増加させることが考えられる。ベジェ曲線の接続数を増加させることで表現できる線の形状も多様になるが、同時に制御点数も増加するため、高齢者にとっては直感的な操作がやや困難になるおそれがある。

以上の結果から、ベジェ曲線による線変形を利用した検査方法は、操作性については若干の改善の余地はあるものの、変視症を検査する方法として適切であるといえる。

【0070】

<放射基底関数による線変形を利用した検査方法の結果>

図8に示すフローチャートに従って、変視症患者を放射基底関数による線変形を利用した検査方法で実際に検査した結果を図13A及び図13Bに示す。

被検者は手術前の60代後半の女性であり、視野に黄斑円孔による変視症が生じている。検査は図11に示すタッチ式のペンタブレットを用いて実施した。

図13Aは、被検者の左眼について、水平方向及び垂直方向における視角0度、2度、4度で検査した結果であり、図13Bは、図13Aの各図の検査結果を合成した格子画像を示す。

図13A及び図13Bの検査結果から、高齢の被検者でも十分に検査を実施できることがわかった。また、本検査方法であれば、検査位置が検査画面の中心部から離れた場合でも、適切な線変形を行うことができる。

眼科医によれば、黄斑円孔では変視症が生じるが、視野の歪み自体はそこまで激しくないものが多い。図13Bから被検者の視野全体の歪みが激しくないことがわかるため、本検査で被検者の視野の歪みを適切に検査できていることがわかる。

これらのことから、放射基底関数による線変形を利用した検査は変視症を検査する方法として適切であるといえる。

【0071】

次に、以上の検査結果から被検者の変視症の程度を定量化した。眼科医が患者の主訴と相関が大きいと考える、「歪みの大きさ」、「歪みの変位」、及び「歪みの激しさ」を評価項目として設定した。

【0072】

[歪みの大きさ]

変視症による視野の「歪みの大きさ」を表す評価指標として、検査によって被検者が描いた線、又は変形した線と実際の直線との面積を設定した。

図14Aでは、塗りつぶされた部分にあたる面積から、被検者の視野毎に線がどの程度歪んでいるのかを定量化する。

図14Aは水平方向視角0度での歪みの大きさを表している。眼科医によれば変視症による歪みは視野の中心部でより強く知覚される。このことから、図14Bに示すように検査画面の視角4度内の面積Sを、被検者の中心視野での歪みの大きさとして定量化し、歪みを強く知覚する中心視野に対する変視症の定量評価指標とする。

「歪みの大きさ」は、Processing言語環境において、curveVertex関数によって定義した曲線と、始点及び終点を結んだ直線とで囲われる領域を塗りつぶすことができる。領域を塗りつぶすためにはfill関数で塗りつぶす色を指定する。

Processingには、曲線など複雑な図形を描くための関数が用意されている。そのひとつが、頂点を指定すると、その間を曲線としてつなぐcurveVertex関数である。

なお、「歪みの大きさ」については、https://processing.org/reference/curveVertex_.htmlに記載されている。

10

20

30

40

50

眼科検査装置が、塗りつぶされた画素の数を数えることにより、面積 S を計算し、下記基準で歪みの大きさを評価した。図 1 4 B の面積 S は 1 1 , 8 6 4 画素であり、「歪みの大きさ」の評価は B であった。

- 評価基準 -

A : 面積 S が 5 , 0 0 0 画素未満であり、歪みがない

B : 面積 S が 5 , 0 0 0 画素以上 1 5 , 0 0 0 画素未満であり、歪みがややある

C : 面積 S が 1 5 , 0 0 0 画素以上であり、歪みがかなりある

【 0 0 7 3 】

なお、「歪みの大きさ」の評価としては、塗りつぶされた画素の数を数えることにより、面積 S を計算し、検査画面全体（外枠）に対する面積割合 r を求め、下記基準で「歪みの大きさ」を評価することもできる。図 1 4 B の面積割合 r は 4 . 7 5 % であり、「歪みの大きさ」の評価は B であった。

10

- 評価基準 -

A : 面積割合 r が 3 % 未満であり、歪みがない

B : 面積割合 r が 3 % 以上 6 % 未満であり、歪みがややある

C : 面積割合 r が 6 % 以上であり、歪みがかなりある

【 0 0 7 4 】

[歪みの変位]

変視症による視野の「歪みの変位」を表す評価指標として、検査によって視野の位置毎に被検者が描いた線又は変形した線と実際の直線による格子のズレを表すベクトルを設定する。

20

図 1 5 の格子画像における各矢印が視野の位置毎の変位を表している。左の矢印 L は、視野の水平方向視角 4 度、垂直方向視角 0 度の位置である。右の矢印 R は、視野の水平方向視角 4 度、垂直方向視角 4 度の位置で歪みがどの方向にどの程度生じているのかを表している。

本検査方法は、「歪みの変位」の評価指標を設定することにより、既存の検査方法では困難だった視野の位置毎の歪みがどのようなものかを評価することが可能になる。

また、本検査方法は、数値として導出される「歪みの変位」を、図 1 5 に示したように検査結果上に矢印で提示することにより、視野のどこでどのような歪みが生じているのかを視覚的に捉えることができる。

30

具体的には、図 1 5 に示すように、「歪みの変位」は、縦横の 2 本の基準直線が与える交点 P を求める。被検者がこの 2 本の基準直線となるように描いた、又は変形した 2 本の曲線の交点 P' を求め、ベクトル PP' を算出する。ベクトル PP' が点 P における歪みの変位を示す。この歪みの変位を、格子点毎に求め、ベクトル PP' の平均値を算出する。

図 1 5 のベクトル PP' の平均値は 3 7 . 0 画素であり、下記基準で評価した「歪みの変位」の評価は C であった。

- 評価基準 -

A : ベクトル PP' の平均値が 2 0 画素未満であり、歪みの変位がない

B : ベクトル PP' の平均値が 2 0 画素以上 3 0 画素未満であり、歪みの変位がややある

40

C : ベクトル PP' の平均値が 3 0 画素以上であり、歪みの変位がかなりある

【 0 0 7 5 】

なお、「歪みの変位」の評価としては、ベクトル PP' を格子点毎に求め、ベクトル PP' の平均値を算出し、ベクトル PP' の検査画面全体（外枠）の 1 辺に対する割合の平均値を求め、下記基準で「歪みの変位」を評価することもできる。図 1 5 のベクトル PP' の割合の平均値は 7 . 4 % であり、「歪みの変位」の評価は C であった。

- 評価基準 -

A : ベクトル PP' の割合の平均値が 3 % 未満であり、歪みの変位がない

B : ベクトル PP' の割合の平均値が 3 % 以上 5 % 未満であり、歪みの変位がややあ

50

る

C : ベクトル PP' の割合の平均値が 5 % 以上であり、歪みの変位がかなりある

【 0 0 7 6 】

[歪みの激しさ]

変視症による視野の歪みが激しい位置を表す評価指標として、検査によって被検者が描いた線又は変形した線の曲がり具合を設定する。

被検者が描いた線又は変形した線上の点 P_i での線の曲がり具合は、図 1 6 A に示すように、点 P_i から a 離れた線上の点 P_{i-a} と点 P_{i+a} を通る直線と点 P_i との距離 d によって近似する。点 P_i での線の曲がり具合が大きくなるに従って、距離 d も大きくなる。

10

また、図 1 6 B に示すように、検査結果上で線の曲がり具合が大きい位置を丸で囲んでハイライト表示することにより、視野のどこに強い歪みが生じているのかを視覚的に捉えることができる。

図 1 6 A の距離 d は 1 0 6 . 2 画素であり、下記基準による「歪みの激しさ」の評価は B であった。

- 評価基準 -

A : 距離 d が 1 0 0 画素未満であり、歪みがない

B : 距離 d が 1 0 0 画素以上 1 5 0 画素未満であり、歪みがやや激しい

C : 距離 d が 1 5 0 画素以上であり、歪みがかなり激しい

【 0 0 7 7 】

20

なお、「歪みの激しさ」の評価については、図 1 6 A の距離 d の外枠の 1 辺に対する割合を求め、下記基準により評価することもできる。図 1 6 A の距離 d の検査画面全体（外枠）の 1 辺に対する割合は 2 . 1 % であり、「歪みの激しさ」の評価は B であった。

- 評価基準 -

A : 距離 d の割合が 2 % 未満であり、歪みがない

B : 距離 d の割合が 2 % 以上 4 % 未満であり、歪みがやや激しい

C : 距離 d の割合が 4 % 以上であり、歪みがかなり激しい

【 0 0 7 8 】

以上説明したように、本発明においては、高齢者でも実施できる簡便な方法により、従来の検査方法では困難であった視野内の各位置での変視の程度を定量的に測定することができ、手術適応の決定や治療効果の正確な評価が可能となる。

30

【 0 0 7 9 】

本発明の態様は、例えば、以下のとおりである。

< 1 > 被検者が描画した、固視点を中心とした視野領域に線及び図形の少なくともいづれかを含む画像を受領する画像受領手段と、

前記画像受領手段が受領した前記画像に基づき、前記被検者の変視の程度を評価する評価手段と、

を有することを特徴とする眼科検査装置である。

< 2 > 前記画像受領手段が、被検者が描画した、固視点を中心とした視野領域に水平方向、斜め方向及び垂直方向の少なくともいづれかにおいて線及び図形の少なくともいづれかを含む画像を受領する前記< 1 >に記載の眼科検査装置である。

40

< 3 > 前記画像が、直線、曲線、円弧、円、楕円、正多角形、及び多角形から選択される少なくとも 1 種を含む前記< 1 >又は< 2 >に記載の眼科検査装置である。

< 4 > 前記画像受領手段が、前記視野領域中で水平方向又は垂直方向において一定の視角で始点と終点を表示し、前記被検者が前記固視点を固視した状態で、前記被検者が前記始点と前記終点を手書きで結んだ直線又は曲線を描画した画像を受領する前記< 1 >から< 3 >のいづれかに記載の眼科検査装置である。

< 5 > 前記画像受領手段が、前記視野領域中で水平方向又は垂直方向において一定の視角で一本の線を表示し、前記被検者が前記固視点を固視した状態で、前記被検者が前記一本の線を動かして直線又は曲線を描画した画像を受領する前記< 1 >から< 3 >のいづ

50

れかに記載の眼科検査装置である。

< 6 > 前記画像が、格子画像又は同心円画像である前記< 1 >から< 3 >のいずれかに記載の眼科検査装置である。

< 7 > 前記被検者の変視の程度が、歪みの大きさ、歪みの変位、及び歪みの激しさから選択される少なくとも1種である前記< 1 >から< 6 >のいずれかに記載の眼科検査装置である。

< 8 > 前記評価手段で得られた結果を用いてシミュレーションすることにより、前記被検者が実際に見えている画像を再現する画像再現手段を更に有する前記< 1 >から< 7 >のいずれかに記載の眼科検査装置である。

< 9 > 被検者が描画した、固視点を中心とした視野領域に線及び図形の少なくともい

10

ずれかを含む画像を受領する画像受領工程と、
前記画像受領工程が受領した前記画像に基づき、前記被検者の変視の程度を評価する評価工程と、

を含むことを特徴とする眼科検査方法である。

< 10 > 前記画像受領工程が、被検者が描画した、固視点を中心とした視野領域に水平方向、斜め方向及び垂直方向の少なくともいずれかにおいて線及び図形の少なくともいずれかを含む画像を受領する前記< 9 >に記載の眼科検査方法である。

< 11 > 前記画像が、直線、曲線、円弧、円、楕円、正多角形、及び多角形から選択される少なくとも1種を含む前記< 9 >又は< 10 >に記載の眼科検査方法である。

< 12 > 前記画像受領工程が、前記視野領域中で水平方向又は垂直方向において一定の視角で始点と終点を表示し、前記被検者が前記固視点を固視した状態で、前記被検者が前記始点と前記終点を手書きで結んだ直線又は曲線を描画した画像を受領する前記< 9 >から< 11 >のいずれかに記載の眼科検査方法である。

20

< 13 > 前記画像受領工程が、前記視野領域中で水平方向又は垂直方向において一定の視角で一本の線を表示し、前記被検者が前記固視点を固視した状態で、前記被検者が前記一本の線を動かして直線又は曲線を描画した画像を受領する前記< 9 >から< 11 >のいずれかに記載の眼科検査方法である。

< 14 > 前記画像が、格子画像又は同心円画像である前記< 9 >から< 11 >のいずれかに記載の眼科検査方法である。

< 15 > 前記被検者の変視の程度が、歪みの大きさ、歪みの変位、及び歪みの激しさから選択される少なくとも1種である前記< 9 >から< 14 >のいずれかに記載の眼科検査方法である。

30

< 16 > 前記評価工程で得られた結果を用いてシミュレーションすることにより、前記被検者が実際に見えている画像を再現する画像再現工程を更に含む前記< 9 >から< 15 >のいずれかに記載の眼科検査方法である。

【0080】

前記< 1 >から< 8 >のいずれかに記載の眼科検査装置、及び前記< 9 >から< 16 >のいずれかに記載の眼科検査方法によると、従来における前記諸問題を解決し、前記本発明の目的を達成することができる。

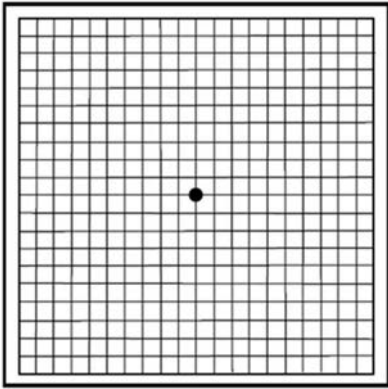
【符号の説明】

40

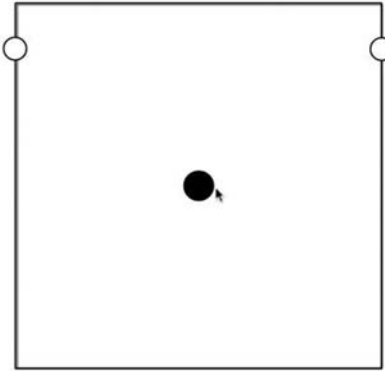
【0081】

- | | |
|-----|--------|
| 100 | 眼科検査装置 |
| 110 | 画像受領手段 |
| 120 | 評価手段 |
| 130 | 画像再現手段 |

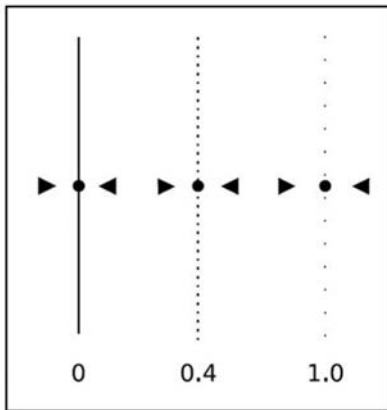
【 図 1 】



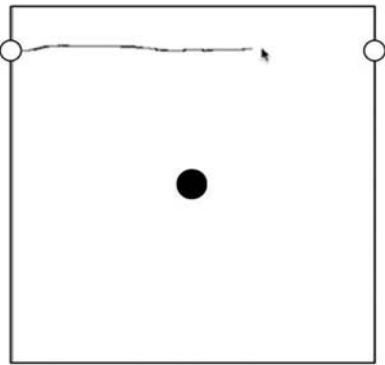
【 図 3 A 】



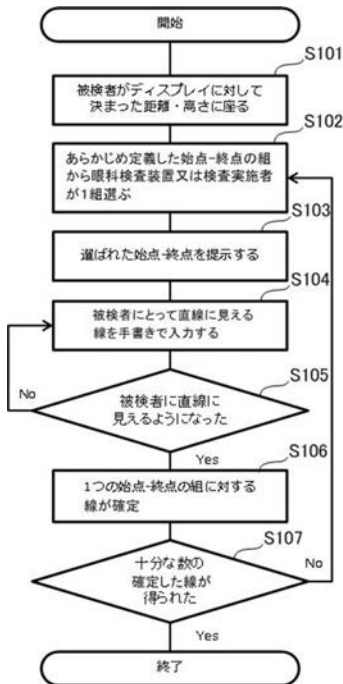
【 図 2 】



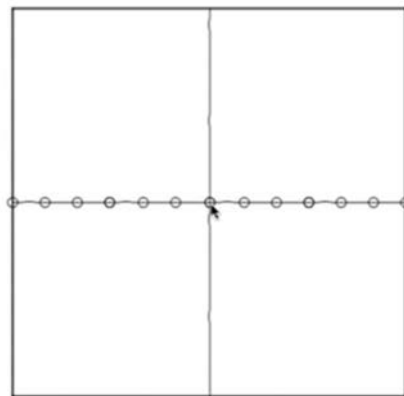
【 図 3 B 】



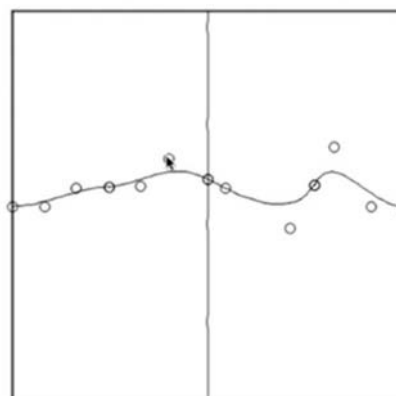
【 図 4 】



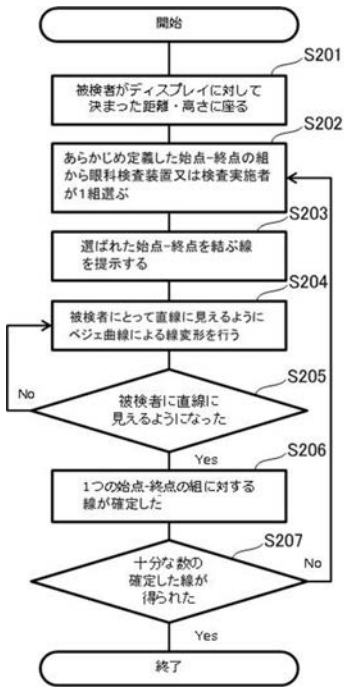
【 図 5 A 】



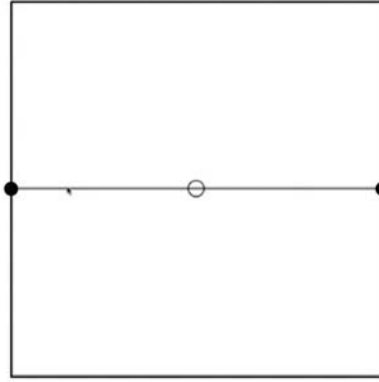
【 図 5 B 】



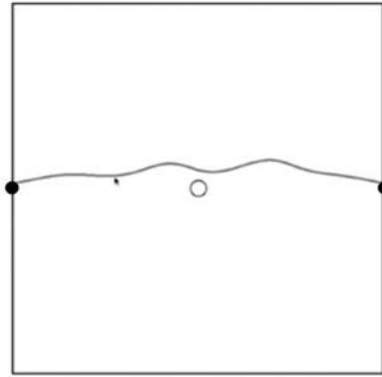
【 図 6 】



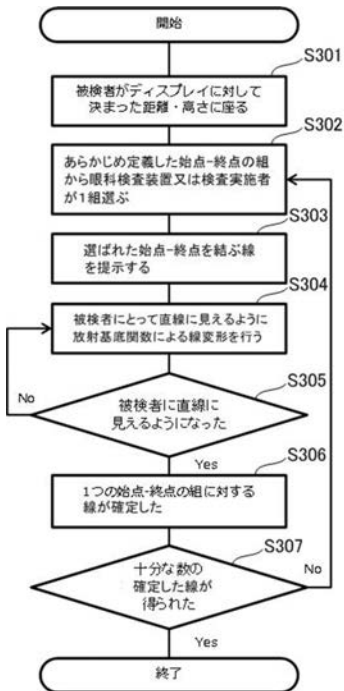
【 図 7 A 】



【 図 7 B 】



【 図 8 】



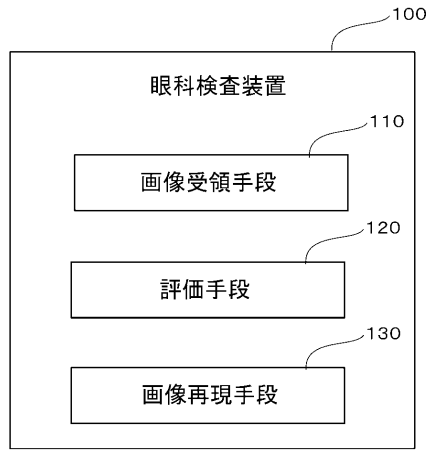
【 図 9 A 】



【図 9 B】



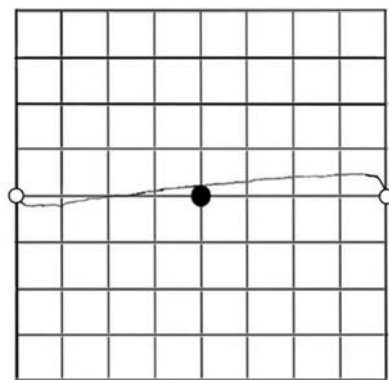
【図 1 0】



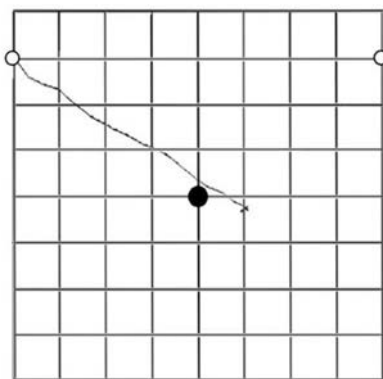
【図 1 1】



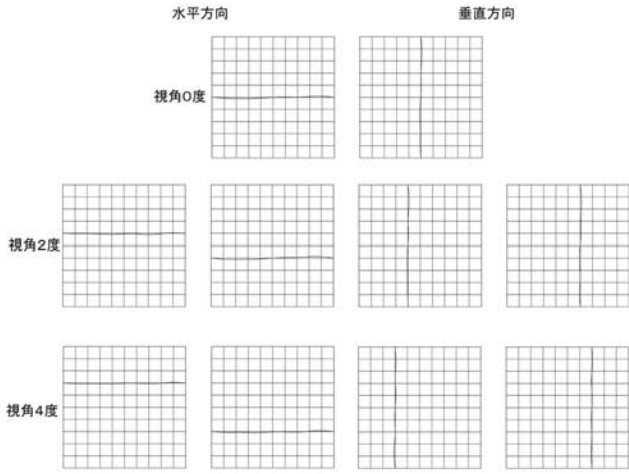
【図 1 2 A】



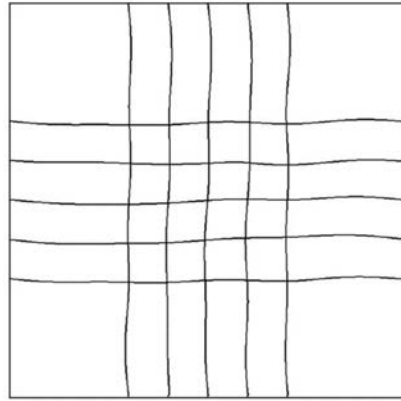
【図 1 2 B】



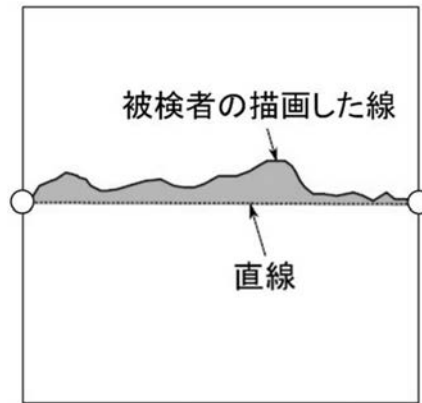
【図 1 3 A】



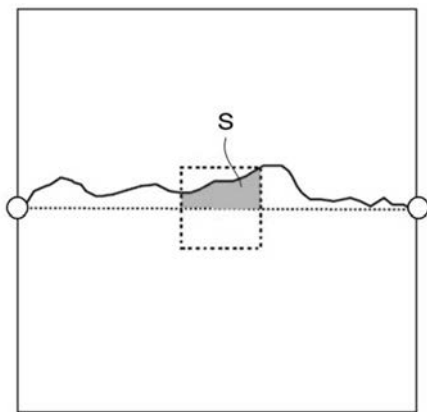
【図 1 3 B】



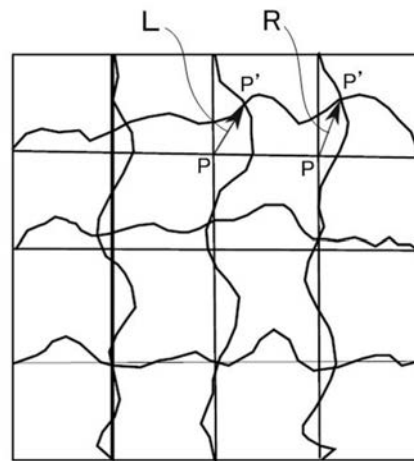
【図 1 4 A】



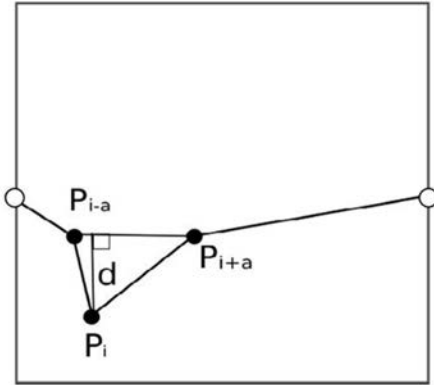
【図 1 4 B】



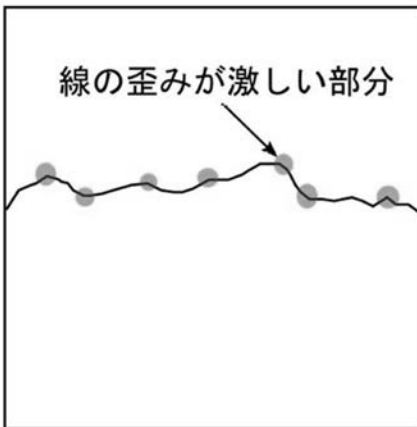
【図 1 5】



【図 1 6 A】



【図 1 6 B】



【手続補正書】

【提出日】平成31年4月25日(2019.4.25)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検者が固視点を固視した状態で描画した、前記固視点を中心とした視野領域に線及び図形の少なくともいずれかを含む画像を受領する画像受領手段と、

前記画像受領手段が受領した、前記視野領域中で水平方向又は垂直方向において一定の視角で始点と終点を表示し、前記被検者が前記固視点を固視した状態で、前記被検者が前記始点と前記終点を手書きで結んだ直線又は曲線を描画した画像、及び、

前記視野領域中で水平方向又は垂直方向において一定の視角で一本の線を表示し、前記被検者が前記固視点を固視した状態で、前記被検者が前記一本の線を動かして直線又は曲線を描画した画像、

の少なくともいずれかに基づき、前記被検者の変視の程度を定量的に評価する評価手段と、

を有することを特徴とする眼科検査装置。

【請求項 2】

前記画像受領手段が、被検者が描画した、固視点を中心とした視野領域に水平方向、斜め方向及び垂直方向の少なくともいずれかにおいて線及び図形の少なくともいずれかを含む画像を受領する請求項 1 に記載の眼科検査装置。

【請求項 3】

前記画像が、直線、曲線、円弧、円、楕円、正多角形、及び多角形から選択される少なくとも1種を含む請求項1又は2に記載の眼科検査装置。

【請求項4】

(削除)

【請求項5】

(削除)

【請求項6】

前記画像が、格子画像又は同心円画像である請求項1から3のいずれかに記載の眼科検査装置。

【請求項7】

前記被検者の変視の程度の定量的な評価が、歪みの大きさ、歪みの変位、及び歪みの激しさから選択される少なくとも1種である請求項1から3、及び6のいずれかに記載の眼科検査装置。

【請求項8】

前記評価手段で得られた結果を用いてシミュレーションすることにより、前記被検者が実際に見えている画像を再現する画像再現手段を更に有する請求項1から3、及び6から7のいずれかに記載の眼科検査装置。

【請求項9】

被検者が固視点を固視した状態で描画した、前記固視点を中心とした視野領域に線及び図形の少なくともいずれかを含む画像を受領する画像受領工程と、

前記画像受領工程が受領した、前記視野領域中で水平方向又は垂直方向において一定の視角で始点と終点を表示し、前記被検者が前記固視点を固視した状態で、前記被検者が前記始点と前記終点を手書きで結んだ直線又は曲線を描画した画像、及び、

前記視野領域中で水平方向又は垂直方向において一定の視角で一本の線を表示し、前記被検者が前記固視点を固視した状態で、前記被検者が前記一本の線を動かして直線又は曲線を描画した画像、

の少なくともいずれかに基づき、前記被検者の変視の程度を定量的に評価する評価工程と、

を含むことを特徴とする眼科検査方法。

【手続補正書】

【提出日】令和1年10月17日(2019.10.17)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

被検者が固視点を固視した状態で描画した、前記固視点を中心とした視野領域に線及び図形の少なくともいずれかを含む画像を受領する画像受領手段と、

前記画像受領手段が受領した、前記視野領域中で水平方向又は垂直方向において一定の視角で始点と終点を表示し、前記被検者が前記固視点を固視した状態で、前記被検者が前記始点と前記終点を手書きで結んだ直線又は曲線を描画した画像、及び、

前記視野領域中で水平方向又は垂直方向において一定の視角で一本の線を表示し、前記被検者が前記固視点を固視した状態で、前記被検者が前記一本の線を動かして直線又は曲線を描画した画像、

の少なくともいずれかに基づき、前記被検者の変視の程度を定量的に評価する評価手段と、

を有することを特徴とする眼科検査装置。

【請求項2】

前記画像受領手段が、被検者が描画した、固視点を中心とした視野領域に水平方向、斜め方向及び垂直方向の少なくともいずれかにおいて線及び図形の少なくともいずれかを含む画像を受領する請求項 1 に記載の眼科検査装置。

【請求項 3】

前記画像が、直線、曲線、円弧、円、楕円、正多角形、及び多角形から選択される少なくとも 1 種を含む請求項 1 又は 2 に記載の眼科検査装置。

【請求項 4】

前記画像が、格子画像又は同心円画像である請求項 1 から 3 のいずれかに記載の眼科検査装置。

【請求項 5】

前記被検者の変視の程度の定量的な評価が、歪みの大きさ、歪みの変位、及び歪みの激しさから選択される少なくとも 1 種である請求項 1 から 4 のいずれかに記載の眼科検査装置。

【請求項 6】

前記評価手段で得られた結果を用いてシミュレーションすることにより、前記被検者が実際に見えている画像を再現する画像再現手段を更に有する請求項 1 から 5 のいずれかに記載の眼科検査装置。

【請求項 7】

被検者が固視点を固視した状態で描画した、前記固視点を中心とした視野領域に線及び図形の少なくともいずれかを含む画像を受領する画像受領工程と、

前記画像受領工程において受領した、前記視野領域中で水平方向又は垂直方向において一定の視角で始点と終点を表示し、前記被検者が前記固視点を固視した状態で、前記被検者が前記始点と前記終点を手書きで結んだ直線又は曲線を描画した画像、及び、

前記視野領域中で水平方向又は垂直方向において一定の視角で一本の線を表示し、前記被検者が前記固視点を固視した状態で、前記被検者が前記一本の線を動かして直線又は曲線を描画した画像、

の少なくともいずれかに基づき、前記被検者の変視の程度を定量的に評価する評価工程と、

を含むことを特徴とする眼科検査方法。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2018/022492
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. A61B3/02 (2006.01) i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl. A61B3/02 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018 Registered utility model specifications of Japan 1996-2018 Published registered utility model applications of Japan 1994-2018 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	US 5892570 A (STATE OF OREGON ACTING BY AND THROUGH THE STATE BOARD OF HIGHER EDUCATION ON BEHALF OF THE UNIVERSITY OF OREGON) 06 April 1999, column 6, lines 7-10, column 7, lines 10-27, 45-52, fig. 2 & WO 1999/026524 A1	1-3, 6-7, 9 8 4-5
Y A	WO 2010/061547 A1 (NIHON UNIVERSITY) 03 June 2010, paragraphs [0010], [0034] & US 2011/0228219 A1, paragraphs [0012], [0050]	8 4-5
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 15.08.2018		Date of mailing of the international search report 28.08.2018
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/022492

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	篠田啓、石田晋、川島晋一、松崎忠幸、山田恭子、桂弘、黄斑部網膜上膜患者における変視症の定量化、日本眼科学会雑誌、10 November 1999, vol. 103, no. 11, pp. 806-810, ISBN 0029-0203, particularly, p. 807, left column, l. 18 to right column, l. 7, (SHINODA, Kei, ISHIDA, Susumu, KAWASHIMA, Shinichi, MATSUZAKI, Tadayuki, YAMADA, Kyoko, KATSURA, Hiroshi, A new method for quantification of metamorphopsia in patients with epiretinal membrane, Journal of Japanese Ophthalmological Society)	9 1-3, 6-8 4-5

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 8 / 0 2 2 4 9 2													
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B3/02(2006.01)i															
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B3/02															
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2018年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2018年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2018年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2018年	日本国実用新案登録公報	1996-2018年	日本国登録実用新案公報	1994-2018年				
日本国実用新案公報	1922-1996年														
日本国公開実用新案公報	1971-2018年														
日本国実用新案登録公報	1996-2018年														
日本国登録実用新案公報	1994-2018年														
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)															
C. 関連すると認められる文献															
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号													
X Y A	US 5892570 A (STATE OF OREGON ACTING BY AND THROUGH THE STATE BOARD OF HIGHER EDUCATION ON BEHALF OF THE UNIVERSITY OF OREGON) 1999.04.06, 第6欄第7行目-第6欄第10行目, 第7欄第10行目-第7欄第27行目, 第7欄第45行目-第7欄第52行目, 図2 & WO 1999/026524 A1	1-3, 6-7, 9 8 4-5													
Y A	WO 2010/061547 A1 (学校法人日本大学) 2010.06.03, [0010], [0034] & US 2011/0228219 A1, [0012], [0050]	8 4-5													
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。															
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>の日の後に公表された文献</td> </tr> <tr> <td>「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</td> <td>「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)</td> <td>「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td>「&」 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</td> <td></td> </tr> </table>				* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献	「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献	「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	
* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献														
「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの														
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの														
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの														
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献														
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願															
国際調査を完了した日 15.08.2018		国際調査報告の発送日 28.08.2018													
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 増渕 俊仁	2Q 4747												
		電話番号 03-3581-1101 内線 3292													

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2018/022492
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	篠田啓、石田晋、川島晋一、松崎忠幸、山田恭子、桂弘、黄斑部網 膜上膜患者における変視症の定量化、日本眼科学会雑誌、 1999.11.10, 第103巻第11号, 806-810, ISBN 0029-0203, 特に、 第807頁左欄第18行目-第807頁右欄第7行目	9 1-3, 6-8 4-5

フロントページの続き

(81)指定国・地域 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT

(72)発明者 茅 暁陽

日本国 400 - 8510 山梨県甲府市武田四丁目4番37号 国立大学法人山梨大学内

(72)発明者 豊浦 正広

日本国 400 - 8510 山梨県甲府市武田四丁目4番37号 国立大学法人山梨大学内

(72)発明者 赤澤 和也

日本国 400 - 8510 山梨県甲府市武田四丁目4番37号 国立大学法人山梨大学内

Fターム(参考) 4C316 AA09 FA01 FA04 FB12

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。