



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102858230 A

(43) 申请公布日 2013. 01. 02

(21) 申请号 201180020382. 9

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011. 03. 09

A61B 3/10 (2006. 01)

(30) 优先权数据

A61B 3/12 (2006. 01)

2010-099066 2010. 04. 22 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 10. 22

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2011/056136 2011. 03. 09

(87) PCT申请的公布数据

W02011/132478 EN 2011. 10. 27

(71) 申请人 佳能株式会社

地址 日本东京都大田区下丸子 3 丁目 30 番
2 号

(72) 发明人 米泽惠子

(74) 专利代理机构 北京魏启学律师事务所

11398

代理人 魏启学

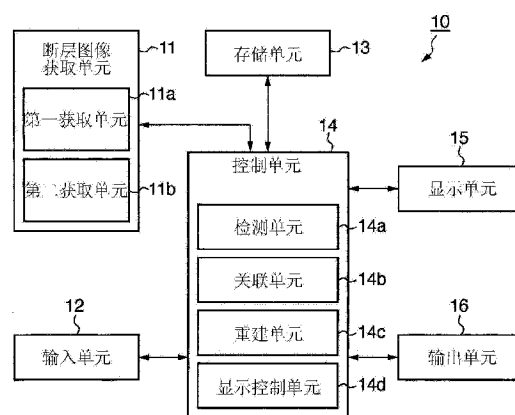
权利要求书 1 页 说明书 10 页 附图 6 页
按照条约第19条修改的权利要求书 2 页

(54) 发明名称

断层图像观察设备、处理方法和非瞬态计算机可读存储介质

(57) 摘要

一种断层图像观察设备,包括:检测部件,用于检测视神经从被检眼的视网膜层向着所述被检眼的外部延伸的区域;以及生成部件,用于基于所述区域的位置来生成所述被检眼的视神经乳头周围的部位的二维断层图像。



1. 一种断层图像观察设备,包括:

检测部件,用于检测视神经从被检眼的视网膜层延伸至所述被检眼的外部的区域;以及

生成部件,用于基于所述区域的位置来生成所述被检眼的视神经乳头周围的部位的二维断层图像。

2. 根据权利要求1所述的断层图像观察设备,其中,所述检测部件基于所述被检眼的视网膜层的断层图像中的视网膜色素上皮和巩膜层之间的至少部分层区域的端部的信息,来检测所述区域的信息。

3. 一种断层图像观察设备,包括:

生成部件,用于生成被检眼的视网膜层周围的部位的第一二维断层图像和第二二维断层图像;

对准部件,用于通过使所述被检眼的视网膜色素上皮和巩膜层之间的视网膜的层结构的至少部分区域相关联,来使所述第一二维断层图像与所述第二二维断层图像对准;以及

显示控制部件,用于使显示部件显示彼此对准的所述第一二维断层图像和所述第二二维断层图像。

4. 一种断层图像观察设备的处理方法,包括以下步骤:

用于检测视神经从被检眼的视网膜层延伸至所述被检眼的外部的区域的步骤;以及
用于基于所述区域来生成所述被检眼的视神经乳头周围的部位的二维断层图像的步骤。

5. 一种存储有计算机程序的非瞬态计算机可读存储介质,所述计算机程序用于使在断层图像观察设备中包括的计算机用作如下:

检测部件,用于检测视神经从被检眼的视网膜层延伸至所述被检眼的外部的区域;以及

生成部件,用于基于所述区域来生成所述被检眼的视神经乳头周围的部位的二维断层图像。

断层图像观察设备、处理方法和非瞬态计算机可读存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及一种断层图像观察设备、处理方法和非瞬态计算机可读存储介质。

背景技术

[0002] 近来,眼科部门已采用用于获取视网膜断层图像的被称为光学相干断层成像仪(OCT)的设备。获得视网膜断层图像使得可以定量地获取伴随着疾病的进展的各层的变化。因此,期望该技术使得能够以更高精度掌握疾病的进展程度并对医学治疗效果进行评价。

[0003] 在青光眼诊断中,掌握视网膜层厚度的细微变化是很重要的。传统上,已利用被称为C/D比(杯/盘比)和R/D比(缘/盘比)的与视神经乳头周围的部位有关的指标来掌握这些变化(日本特开2008-154951)。

[0004] 与此相对地,OCT使用被称为圆扫描的方法,其中该圆扫描沿着距离乳头中心约为几mm的同心圆来获取断层图像。这种方法使得可以对被视为更加准确地表示青光眼发展期间的变化的神经纤维层厚度进行评价。

[0005] 还已知有代替针对圆进行扫描而根据OCT体数据来沿着圆扫描的位置重建断层图像的方法。已知有使断层图像与眼底图像对准并重建在该眼底图像上指定的任意位置的断层图像、由此呈现该断层图像的其它方法(日本特开2008-73099)。

[0006] 在随访观察中,为了评价层厚度的变化,期望在同一位置处精确地评价断层图像。三维(3D)断层图像包含大量信息。另一方面,即使切割出的二维切片之间存在细微差异也会得到展现出不同方面的断层图像。由于该原因,随时间的经过的变化可能与由于切片之间的偏移所引起的变化混淆。这会妨碍定量的随访观察。

[0007] 在上述的圆扫描中,难以对与过去图像上的位置相同的位置进行扫描。假定要在圆扫描的位置处重建断层图像。在这种情况下,如果在检测乳头中心时已发生偏移或者通过OCT进行摄像时的摄像方向彼此不同,则难以获取与视网膜的同一部位相对应的断层图像。

发明内容

[0008] 本发明提供通过使用示出视网膜的三维形状的断层图像内的特定部位(伴随着疾病的进展而展现出小的变化的解剖学结构)来生成断层图像的技术。

[0009] 根据本发明的第一方面,提供一种断层图像观察设备,包括:检测部件,用于检测视神经从被检眼的视网膜层延伸至所述被检眼的外部的区域;以及生成部件,用于基于所述区域的位置来生成所述被检眼的视神经乳头周围的部位的二维断层图像。

[0010] 根据本发明的第二方面,提供一种断层图像观察设备,包括:生成部件,用于生成被检眼的视网膜层周围的部位的第一二维断层图像和第二二维断层图像;对准部件,用于通过使所述被检眼的视网膜色素上皮和巩膜层之间的视网膜的层结构的至少部分区域相关联,来使所述第一二维断层图像与所述第二二维断层图像对准;以及显示控制部件,用于

使显示部件显示彼此对准的所述第一二维断层图像和所述第二二维断层图像。

[0011] 根据本发明的第三方面,提供一种断层图像观察设备的处理方法,包括以下步骤:用于检测视神经从被检眼的视网膜层延伸至所述被检眼的外部的区域的步骤;以及用于基于所述区域来生成所述被检眼的视神经乳头周围的部位的二维断层图像的步骤。

[0012] 根据本发明的第四方面,提供一种存储有计算机程序的非瞬态计算机可读存储介质,所述计算机程序用于使在断层图像观察设备中包括的计算机用作如下:检测部件,用于检测视神经从被检眼的视网膜层延伸至所述被检眼的外部的区域;以及生成部件,用于基于所述区域来生成所述被检眼的视神经乳头周围的部位的二维断层图像。

[0013] 通过以下(参考附图)对典型实施例的说明,本发明的其它特征将变得明显。

附图说明

[0014] 包含在说明书中并构成说明书一部分的附图示出了本发明的实施例,并和说明书一起用来解释本发明的原理。

[0015] 图 1 是示出根据本发明实施例的诊断支持系统的整体结构的示例的图;

[0016] 图 2 是示出图 1 所示的诊断支持设备 10 的功能结构的示例的框图;

[0017] 图 3A 和 3B 是示出图 2 中的检测单元 14a 对特定部位进行检测的方式的概述的图;

[0018] 图 4 是示出图 1 所示的诊断支持设备 10 中的处理过程的示例的流程图;

[0019] 图 5 是示出图 4 的步骤 S 104 中的处理过程的示例的流程图;

[0020] 图 6A~6D 是示出关联处理的概述的示例的图;

[0021] 图 7 是示出关联处理的概述的示例的图;以及

[0022] 图 8A~8C 是各自示出显示形式的示例的图。

具体实施方式

[0023] 现在将参考附图来详细说明本发明的典型实施例。应当注意,除非另外特别说明,在这些实施例中陈述的组件的相对布置、数字表达式和数值并不限制本发明的范围。

[0024] 第一实施例

[0025] 图 1 是示出根据本发明实施例的诊断支持系统的整体结构的示例的图。注意,本实施例将示例青光眼的随访观察所用的诊断支持。

[0026] 在该诊断支持系统中,诊断支持设备 10、断层图像获取设备 20 和数据服务器 30 经由 LAN(局域网)等所构成的网络 40 彼此连接。注意,各设备无需总是经由网络 40 彼此连接,只要这些设备可以彼此进行通信即可。例如,这些设备可以经由 USB(通用串行总线)或 IEEE1394 等彼此连接,或者可以经由 WAN(广域网)彼此连接。

[0027] 在这种情况下,断层图像获取设备 20 由时域 OCT 或傅里叶域 OCT 来实现,并且具有获得示出视网膜的三维形状的断层图像的功能。断层图像获取设备 20 根据操作员(医生或技师)所进行的操作来对被检眼摄像。然后,该设备将通过摄像所获得的图像发送至诊断支持设备 10 或数据服务器 30。

[0028] 数据服务器 30 具有存储各种数据的功能。数据服务器 30 例如存储通过利用 OCT 获得黄斑区域和视神经乳头的断层图像所获得的三维(3D)断层图像、利用视野计的视野

灵敏度的测量结果、以及被检眼的眼压、角度、视力和眼轴长度的值。

[0029] 诊断支持设备 10 用作操作员（医生）进行青光眼的随访观察的诊断所使用的断层图像观察设备。诊断支持设备 10 通过使用几乎不受青光眼的进展所影响的特定部位（视神经乳头外缘的形状或视网膜色素上皮的结构）的解剖学结构，来使在不同时间所获得的三维断层图像相关联。然后，该设备向操作员显示（呈现）包括视神经乳头周围的神经纤维层的层结构的二维（2D）断层图像。二维断层图像是评价青光眼的进展程度所用的重要指标。这使得医生可以容易地评价青光眼的进展并进行精确的随访观察。

[0030] 注意，上述的诊断支持设备 10、断层图像获取设备 20 和数据服务器 30 包含计算机。各计算机包括诸如 CPU 等的主控制单元以及诸如 ROM（只读存储器）、RAM（随机存取存储器）和 HDD（硬盘驱动器）等的存储单元。该计算机还包括诸如键盘、鼠标、显示器、按钮和触摸面板等的输入 / 输出单元。这些构成单元经由总线彼此连接。主控制单元通过执行存储在存储单元中的程序来控制这些构成单元。

[0031] 接着，将参考图 2 来说明图 1 所示的诊断支持设备 10 的功能结构的示例。

[0032] 诊断支持设备 10 的功能结构包括断层图像获取单元 11、输入单元 12、存储单元 13、控制单元 14、显示单元 15 和输出单元 16。

[0033] 断层图像获取单元 11 具有获取被检眼的断层图像的功能并且包括第一获取单元 11a 和第二获取单元 11b。第一获取单元 11a 获取作为诊断对象的被检眼的断层图像（以下称为第一断层图像）。第二获取单元 11b 获取作为第一断层图像的比较对象的被检眼的断层图像（以下称为第二断层图像）。第一获取单元 11a 和第二获取单元 11b 基于操作员所输入的与被检眼有关的信息（例如，患者的姓名、年龄和性别）来从断层图像获取设备 20 或数据服务器 30 获取断层图像。假定在这种情况下，第一获取单元 11a 和第二获取单元 11b 所获取的断层图像是在不同时间所拍摄的同一被检眼的断层图像。即，第一断层图像和第二断层图像是针对同一被检眼的随访观察所获取的。

[0034] 输入单元 12 将来自操作员（医生或技师）的指示输入至该设备。存储单元 13 存储各种信息。存储单元 13 除了存储与被检眼有关的信息、三维断层图像和从输入单元 12 所获得的信息以外，例如还存储二维断层图像等。

[0035] 显示单元 15 例如是诸如监视器的显示装置，并且向医生等显示各种信息。注意，显示单元 15 可以设置在诊断支持设备 10 的外部。输出单元 16 将各种信息输出至数据服务器 30 等。控制单元 14 全面控制诊断支持设备 10。在这种情况下，控制单元 14 包括检测单元 14a、关联单元 14b、重建单元 14c 和显示控制单元 14d。

[0036] 检测单元 14a 从第一获取单元 11a 和第二获取单元 11b 所获取的各个断层图像检测特定部位。这种情况下，特定部位是用于使第一断层图像与第二断层图像相关联的部位。假定在本实施例中，特定部位是视神经乳头区域的外缘部（以下还称为乳头外缘）。尽管后面会详细进行说明，但检测单元 14a 检测视网膜色素上皮的边界，并基于所检测到的边界来检测乳头外缘。注意，特定部位并未特别局限于这种部位，只要该部位是几乎不受青光眼的进展所影响的部位即可。

[0037] 通常，尽管视网膜神经纤维层的厚度伴随着青光眼的进展而变小，但视神经乳头外缘部的形状或视网膜色素上皮（RPE）的结构相对稳定。由于该原因，本实施例通过使用几乎不受疾病的进展所影响的这些结构来使三维断层图像彼此相关联。这样使得可以在使

通过在不同时间对同一被检眼进行摄像所获得的三维断层图像的位置和角度相匹配的情况下重建二维断层图像。

[0038] 在这种情况下,将乳头外缘定义为根据青光眼性视盘和视网膜神经纤维层变化判断指南、通过检眼镜观察到的乳头周围的白色巩膜环(Elschnig的巩膜环(巩膜层))的内侧。作为从OCT所获得的三维断层图像检测乳头外缘的方法,已知有检测视网膜色素上皮的端点的技术。该技术使用视网膜色素上皮的终端与乳头外缘几乎重叠这一事实,并被视为除了观察到视盘旁萎缩弧(parapapillary atrophy, PPA)的情况以外的、用于检测乳头外缘的有效技术。

[0039] 注意,本实施例例示出检测视网膜色素上皮的端点、并基于该检测结果来检测乳头外缘的情况。然而,要使用的方法不限于此,并且可以使用检测乳头外缘的其它方法。例如,可以使用通过检测布 Bruch 膜来检测乳头部分的开口(BMO:Bruch膜开口)的方法。

[0040] 关联单元14b通过使用检测单元14a所检测到的特定部位(乳头外缘)来使三维断层图像相关联(对准)。更具体地,关联单元14b使乳头外缘的各部彼此相关联以使第一断层图像和第二断层图像彼此相关联。

[0041] 注意,通过使用特定部位来使断层图像相关联,这是因为如下可能性:由于第一断层图像和第二断层图像是在不同时间获得的,因此伴随着青光眼的进展的变化剧烈的特征可能已大幅改变。即使通过使用整体图像来使断层图像彼此相关联,所获得的结果也可能不适合进行两个图像的比较。由于该原因,本实施例通过使用伴随着青光眼的进展所展现出的变化小的特征来使断层图像彼此相关联,由此使得可以比较所展现出的变化大的特征。

[0042] 重建单元14c在彼此相关联的各三维断层图像上的预定位置(适合进行比较的位置)处生成(重建)二维断层图像。即,重建单元14c沿着预定方向在二维断层图像上的相应位置处切割二维切片。利用该操作,重建单元14c生成二维断层图像。

[0043] 显示控制单元14d生成各种画面并使显示单元15显示该画面。显示控制单元14d使显示单元15显示例如二维断层图像。以上已说明了诊断支持设备10的功能结构的示例。

[0044] 接着,将参考图3A和3B来说明图2所示的检测单元14a对特定部位进行检测的方式的概述。图3A和3B分别示出OCT所拍摄的视神经乳头的断层图像和投影图像的示例。

[0045] 图3A示出OCT所拍摄的视神经乳头的断层图像。附图标记T1~Tn表示视神经乳头的二维断层图像(B扫描图像)。附图标记52表示内界膜;并且附图标记51表示视网膜色素上皮的边界。图3B示出通过在深度方向(z方向)上对断层图像的亮度值进行积分所生成的投影图像。附图标记53表示视神经乳头外缘(盘);并且附图标记54表示凹陷的外缘(杯)。

[0046] 在检测特定部位时,检测单元14a使图3A所示的断层图像(断层图像T1~Tn)对准。检测单元14a通过使用用于获得相邻断层图像之间的相似度的评价函数来进行该对准。检测单元14a改变图像的相对位置,从而使通过使用该评价函数所计算出的值满足预定条件。

[0047] 然后,检测单元14a从对准后的三维断层图像检测视网膜色素上皮的边界51。视网膜色素上皮的边界51是高亮度区域,因而可以通过使用Hessian滤波器或边缘检测滤波器来进行检测。

[0048] 这样,检测单元 14a 检测视网膜色素上皮的边界 51,并从该视网膜色素上皮的边界 51 检测视神经乳头附近的视网膜色素上皮的端部。然后,使所检测到的视网膜色素上皮的端部在三维区域内相连接,由此获得视神经乳头外缘(盘)53。检测单元 14a 将该检测结果存储在存储单元 13 中。利用该操作,该设备终止检测单元 14a 所进行的检测处理。

[0049] 接着,将参考图 4 来说明图 1 所示的诊断支持设备 10 中的处理过程的示例。

[0050] 诊断支持设备 10 使第一获取单元 11a 从断层图像获取设备 20 或数据服务器 30 获取作为诊断对象的被检眼的三维断层图像(第一断层图像)(S 101)。诊断支持设备 10 还使第二获取单元 11b 从数据服务器 30 获取作为比较对象的被检眼的三维断层图像(第二断层图像)(S 102)。注意,该设备基于用于识别被检眼的识别信息(例如,被检体识别编号)来获取被检眼的断层图像。

[0051] 随后,诊断支持设备 10 使检测单元 14a 从第一断层图像和第二断层图像检测特定部位(S103)。换句话说,检测单元 14a 检测视网膜色素上皮的边界,并基于该检测结果来检测乳头外缘。诊断支持设备 10 使关联单元 14b 通过使用所检测到的乳头外缘来使第一断层图像和第二断层图像相关联(S104)。

[0052] 以下将参考图 5 来说明步骤 S104 中的关联处理。

[0053] 当开始关联处理时,关联单元 14b 将乳头边界的内侧和外侧的几个像素~几十个像素的区域作为视网膜色素上皮的边界不存在的区域进行掩蔽。然后,关联单元 14b 通过使用其余区域来对视网膜色素上皮的边界进行抛物面近似(S201)。在这种情况下,乳头边界的外侧部分的要进行掩蔽的区域的大小依赖于乳头的大小,并且例如被设置为乳头的长的直径的 1/10。

[0054] 在三维空间内进行抛物面近似的情况下,要使用的参数包括原点的坐标(x_0, y_0, z_0)、转动(Θ, Φ, Ψ)和表示抛物面的曲率的(k_1, k_2)。如上所述,由于第一断层图像和第二断层图像是在不同时间所拍摄的,因此原点的坐标和转动由于摄像参数之间的差异和眼睛的运动等的影响而有可能彼此不同。与此相对地,曲率在第一断层图像和第二断层图像上保持几乎相同的值,这是因为眼球的结构伴随着青光眼的进展不会大幅改变。

[0055] 因此,首先,关联单元 14b 对第一断层图像(作为诊断对象的被检眼的断层图像)进行抛物面近似,然后通过近似来获得第二断层图像(作为比较对象的被检眼的断层图像)的原点坐标和转动。假设曲率是与从第一断层图像所获得的值相同的值。注意,没有特别限制处理的顺序。例如,可以从第二断层图像(比较眼)获得曲率,然后从第一断层图像(对象眼)仅获得原点坐标和转动。另外,计算近似曲面的方式不限于该技术。例如,可以通过使用薄板样条来近似更加复杂的形状。

[0056] 然后,关联单元 14b 基于步骤 S201 中所获得的抛物面,使三维断层图像变形从而使视网膜色素上皮的边界呈水平(S202)。可以通过利用仿射变换将抛物面(步骤 S201 中所获得的近似视网膜色素上皮的边界)的顶点变换成原点并使转动轴与 z 轴一致来进行该变形。为了便于说明,将基于摄像时第一断层图像的放大率和分辨率与第二断层图像的放大率和分辨率相同这一假设来说明本实施例。然而,摄像时两个断层图像的设置可能彼此不同。在这种情况下,可以考虑到两个断层图像的放大率和分辨率之间的差异来进行坐标变换。关于绕转动轴的转动 ψ ,将断层图像的摄像方向设置为 x 轴(参见图 6A~6C)。

[0057] 然后,关联单元 14b 使抛物面在 z 方向上移动从而将该抛物面的位置设置在 x-y

平面上。这样使视网膜色素上皮的边界 51 的近似抛物面变形以使其呈水平（参见图 6D）。

[0058] 更具体地，可以通过以下来表示处于图 6C 所示的状态的近似抛物面。

$$[0059] \quad z=f(x, y)=ax^2+bxy+cy^2 \quad \dots (1)$$

[0060] 然后，如以下所示改变各像素的值。

$$[0061] \quad I(x, y, z)=I_{\text{ORG}}(x, y, z+f(x, y)) \quad \dots (2)$$

[0062] 这样使得近似抛物面上的各像素在 x-y 平面上移动。结果，所有像素值都在 z 方向上移动。这样使得可以获得图 6D 所示的断层图像。

[0063] 随后，关联单元 14b 基于步骤 S202 中所获得的变形图像来使第一断层图像（对象眼）和第二断层图像（比较眼）彼此叠加。更具体地，关联单元 104b 将乳头外缘投影在 x-y 平面上并将在三维空间内检测到的乳头外缘变换成二维平面上的形状。如图 7 所示，关联单元 14b 使第二断层图像（比较眼）以原点 (x_0, y_0, z_0) 为中心在 x-y 平面内转动。利用该操作，关联单元 14b 将这些断层图像叠加，使得投影在 x-y 平面上的各投影图像的乳头外缘的形状满足预定条件（彼此几乎一致）。

[0064] 在该叠加处理中，在投影于 x-y 平面上的第一断层图像和第二断层图像的乳头外缘上按预定间隔设置控制点。关联单元 14b 获得与第一断层图像和第二断层图像相对应的控制点之间的距离的总和（平方和）。在这种情况下，关联单元 14b 在使第二断层图像（比较眼）相对于第一断层图像（对象眼）在 x-y 平面上转动的同时，获得使相应控制点之间的距离的平方和最小的转动角度。这样，关联单元 14b 使第一断层图像（对象眼）的乳头外缘与第二断层图像（比较眼）的乳头外缘相关联。

[0065] 注意，控制点是基于所检测到的乳头外缘部的形状来设置的。更具体地，在作为乳头外缘部的封闭曲线上选择两点间距离最大的两个点，将这两个点中相对于另一个点位于上部（面部的上部）的一个点设置为开始点（C1），并且按预定间隔设置了 N 个点（C1~CN）。在这种情况下，如果认为在第一断层图像和第二断层图像之间乳头外缘部的形状不存在大的变化，则编号彼此一致的控制点被视为相应的控制点。还可利用在乳头外缘部具有特征形状的情况下、检测相应点并将该相应点设置为开始点（C1）的其它方法。同样，在这种情况下，相应的控制点是编号彼此一致的控制点。

[0066] 在完成了叠加处理时，关联单元 14b 对关联结果进行评价（S204）。更具体地，如果在步骤 S203 的处理中设置在乳头外缘上的控制点之间的距离的平方和（的最小值）超过预定值（阈值），则关联单元 14b 判断为该关联处理已失败。如果控制点之间的距离的平方和落在阈值的范围内，则关联单元 14b 判断为该关联处理已成功。在这种情况下，阈值根据图像的分辨率等而改变。由于通过将控制点之间的距离的平方和除以控制点的数量所获得的值优选约为等于或大于 10，因此可以基于该情况来设置阈值。换句话说，如果每像素的分辨率约为 $10 \mu\text{m}$ 的图像上的相应控制点之间的距离的平均值约为等于或大于 10 个像素，则关联单元 14b 判断为该关联处理已失败。

[0067] 这样，关联单元 14b 使从第一断层图像（对象眼）和第二断层图像（比较眼）检测到的乳头外缘彼此相关联并对该关联结果进行评价。然后，关联单元 14b 终止该关联处理（图 5 所示的处理）。注意，作为该关联结果，存储单元 13 存储诸如表示视网膜神经纤维层边界的近似抛物面的参数、彼此相关联的乳头外缘以及设置在各断层图像的乳头外缘上的控制点之间的对应关系等的信息。

[0068] 返回参考图 4, 在完成了关联处理时, 诊断支持设备 10 使关联单元 14b 判断上述关联处理是否已成功。换句话说, 关联单元 14b 判断表示关联结果的值 (相应控制点之间的距离的平方和) 是否落在预定值 (阈值) 的范围内。

[0069] 在判断为关联处理已失败的情况下 (步骤 S105 中为“否”), 诊断支持设备 10 使显示控制单元 14d 将相应信息显示在显示单元 15 上 (S108)。在关联处理已失败的情况下, 极有可能乳头外缘的形状在第一断层图像和第二断层图像之间已大幅改变。由于该原因, 该设备可以显示与视网膜疾病的进展有关的警告。例如, 该设备显示提示有可能同时发生除青光眼以外的疾病的警告。

[0070] 在判断为关联处理已成功的情况下 (步骤 S105 中为“是”), 诊断支持设备 10 使重建单元 14c 确定要重建各断层图像的方向, 并沿着该方向生成二维断层图像。更具体地, 重建单元 14c 在从三维断层图像内的乳头外缘到图 5 的步骤 S201 中所获得的近似抛物面的转动轴的方向上生成 (重建) 各二维断层图像。利用该操作, 该设备生成基于第一断层图像的二维断层图像和基于第二断层图像的二维断层图像。注意, 在生成断层图像时, 对于位于摄像时没有获取到的坐标处的图像, 该设备可以基于例如双三次法来进行图像插值。

[0071] 在完成了二维断层图像的重建时, 诊断支持设备 10 使显示控制单元 14d 基于重建后的二维图像来生成显示图像 (S106)。在这种情况下, 操作员 (医生) 需要生成显示图像, 从而容易地掌握伴随着青光眼的进展而大幅改变的特征。

[0072] 随后, 诊断支持设备 10 使显示控制单元 14d 基于所生成的显示图像来将并排排列有二维断层图像的显示画面显示在显示单元 15 上 (S107)。注意, 将该重建结果等存储在存储单元 13 中, 或者利用输出单元 16 存储在数据服务器 30 中。

[0073] 接着, 将参考图 8A~8C 来说明图 4 的步骤 S107 中要显示的画面的示例。

[0074] 如图 8A 所示, 作为显示画面的示例, 显示单元 15 并排显示基于第一断层图像所重建的二维断层图像和基于第二断层图像所重建的二维断层图像。此时, 通过使用设置在三维断层图像的乳头外缘上的控制点 65 进行关联处理 (图 4 的步骤 S104) 来使各二维断层图像彼此相关联。即, 使二维断层图像上的乳头外缘的各部彼此相关联。使图 8A 中横方向 (乳头外缘) 上的相应控制点的位置彼此一致, 这可以使这些断层图像之间已发生改变的特征变得明显。

[0075] 已知乳头的大小因个体而明显不同。诊断时要注意的发现物因乳头之间的大小差异而改变。由于该原因, 例如, 各二维断层图像的显示区域的宽度可以根据乳头外缘的圆周长度而改变。这使得可以允许操作员 (医生) 在诊断时直观地得知乳头之间的大小差异。

[0076] 另外, 各乳头外缘由近似于围绕乳头的圆的连续封闭曲线构成。图 8A 是沿着该封闭曲线的圆周所截取的截面图。由于该原因, 该设备可被配置为使得操作员可以通过操作员指定 (鼠标操作) 来在该封闭曲线上指定特定位置作为开始点 (图 8A 的左端)。例如, 当操作员在点击鼠标的状态下向右滚动时, 如图 8B 所示, 该设备可以使二维断层图像的显示向右滑动。

[0077] 为了掌握青光眼的进展, 掌握视网膜层结构的变化是很重要的。为了向操作员明确呈现该变化, 该设备可以通过排除视网膜色素上皮的下方 (脉络膜侧) 的图像来仅显示视网膜信息。

[0078] 为此, 如图 8C 所示, 该设备可以仅显示视网膜色素上皮的上部从而使这两者彼此

相对。在这种情况下,在使图 8A 所示的视网膜色素上皮的边界直线化之后,这些图像的其中一个被垂直翻转。这样可以向操作员(医生)更加清楚地呈现视网膜层的变化。

[0079] 如上所述,第一实施例通过使用各断层图像内的特定部位(伴随着疾病的进展所展现出的变化小的解剖学结构)来使第一断层图像和第二断层图像相关联。然后,该设备在相关联的两个断层图像中的同一位置(相应位置)处沿着预定方向重建二维断层图像,并向操作员显示重建断层图像。这样使得医生(操作员)能够精确地掌握乳头周围的视网膜神经纤维层的减少程度。

[0080] 注意,在上述图 5 的步骤 S203 的关联处理中,该设备将第一断层图像和第二断层图像中的乳头外缘投影在二维平面上,并基于投影图像中的乳头外缘上所设置的控制点来使这些断层图像彼此相关联。然而,该设备可以使用除此以外的方法。

[0081] 例如,在 z 轴方向上获得来自变形图像的各像素的积分值,从而可以在 x-y 平面上生成投影图像。在这种情况下,该设备获得第一断层图像和第二断层图像的投影图像以(最高)高相似度彼此叠加的相对位置,并使这两个断层图像的乳头外缘彼此相关联。注意,在该方法中,需要使值要进行积分的像素数统一。由于该原因,在生成变形图像时像素落在摄像区域外的情况下,可以在包括仅由有效像素构成的 x-y 平面的长方体中获得像素的积分值。可以通过使用常用方法来计算相似度。例如,可利用对图像进行二值化、并使这些图像重叠从而使值彼此一致的像素数最大的方法。在这种情况下,使位于视网膜色素上皮的上侧(内界膜侧)的诸如血管等的特征彼此一致。然而,注意,如果投影图像的积分方向大大不同于三维图像的 z 轴,则摄像时所形成的血管的阴影可能影响其它部分。这造成了叠加时的误差。然而,可以通过预先提取血管区域并且在对投影图像内受血管的阴影所影响的区域进行掩蔽时对相似度进行评价来降低血管阴影的影响。

[0082] 由于视网膜层伴随着青光眼的进展而减少,因而预期位于视网膜色素上皮的上方的特征量相对于过去所拍摄的图像可能会大幅改变。该倾向在视神经乳头附近特别明显。为了抑制这些变化对关联处理所产生的影响,可以通过使用仅存在于视网膜色素上皮附近和下方的特征量来获得第一断层图像和第二断层图像以最高相似度彼此叠加的相对位置。在这种情况下,可以通过以上述方式生成投影图像或者通过毫无改变地使用三维容量来在二维平面上评价相似度。另外,为了去除所展现出的变化大的区域,可以对位于从乳头的外侧起向着内侧的几像素到几十像素的距离的区域进行掩蔽,并且还可以对投影图像内受血管所影响的区域进行掩蔽。这样使得可以进行精确叠加。

[0083] 此外,使用除上述技术以外的技术的关联处理例如包括突出地使视神经乳头边界相关联的方法和根据乳头边界上的检测点来近似获得投影面的方法。注意,即使第一断层图像和第二断层图像中的视神经乳头的位置和方向彼此大幅不同,上述根据本实施例的技术也是比这些技术更为有效的方式。

[0084] 第二实施例

[0085] 接着将说明第二实施例。第一实施例已例示了在随访观察时对不同时间所拍摄的同—被检眼的图像进行比较的情况。作为对比,第二实施例将例示对同一被检体的左眼和右眼相互进行比较的情况。这是因为同一被检体的左眼和右眼在视神经乳头的大小方面所展现出的偏差小。已知视神经乳头的大小因个体而大幅改变。作为对比,同一人物的左眼和右眼在视神经乳头的大小方面所展现出的偏差小(据报告,99% 的人的左右乳头之间的

大小差落在 1mm~2mm 内)。

[0086] 在这种情况下,第二实施例在关注乳头边界的形状的情况下使断层图像彼此相关联。第二实施例与第一实施例的不同之处在于图 4 的步骤 S 104 中的关联处理。由于除该关联处理以外的设备结构和处理都与第一实施例相同,因此将省略针对这两者的说明。

[0087] 乳头外缘具有近似为垂直上比水平上长的椭圆的形状。在如第一实施例中的图 4 的步骤 S103 那样、该设备从三维断层图像(第一断层图像和第二断层图像)检测乳头外缘的情况下,各乳头外缘的形状为三维空间内的封闭曲线。考虑到左右乳头在大小上并无大幅改变,从两个眼中检测乳头外缘作为具有相同形状的封闭曲线。在这种情况下,所检测到的乳头外缘中的大部分在三维空间内在位置和方向上不同。在这种情况下,考虑到眼睛的运动和摄像参数的差异而认为所检测到的乳头外缘中的大部分在位置和方向上不同。

[0088] 如果所检测到的乳头外缘可以通过二维封闭曲线来近似,则优选在相应平面上形成投影图像。然后,该设备获得各乳头外缘的近似平面,从而使左眼和右眼的各乳头外缘上的检测点相对于该近似平面的距离的总和最小。该设备在这样所获得的近似平面上生成三维断层图像的投影图像,并使投影后的乳头外缘彼此对准。这样使得可以进行关联。

[0089] 该设备可以使用更为简单的方法,即从所检测到的乳头外缘上的检测点中选择几个检测点,并且通过使用与连接这些检测点的线段正交的直线作为法线向量来使这些检测点彼此相关联。更具体地,该设备获得两点间距离最大的检测点 A 和 B、以及位于与连接这两个检测点 A 和 B 的线段几乎正交的位置处的其它两个检测点 C 和 D。然后,该设备获得与向量 AB 和向量 CD 均正交的向量作为法线向量。可以通过沿着该向量进行投影来获得投影图像。

[0090] 在这种情况下,可以选择任意方向作为重建二维断层图像的方向。例如,在二维平面上进行对准的情况下,可以根据三维断层图像来生成二维断层图像时的投射方向设置为重建方向。另外,例如,在三维空间内进行对准的情况下,可以将与对应于乳头外缘的近似封闭曲线正交的方向设置为重建方向。

[0091] 如上所述,根据第二实施例,该设备使通过对同一人物的左眼和右眼进行摄像所获得的三维断层图像相关联并且重建这两个断层图像上的相应位置的二维断层图像。这在仅一只眼已发生青光眼、或者左眼内的青光眼的进展不同于右眼的情况下,可以清楚地向操作员(医生)呈现左眼和右眼之间的差异。

[0092] 第三实施例

[0093] 接着将说明第三实施例。第三实施例将例示对要比较的断层图像进行处理以明确这些断层图像之间的差异并向操作员呈现这些差异的情况。更具体地,在显示要比较的断层图像时,该设备执行差异处理以向操作员显示两个断层图像之间的差异。本实施例与第一实施例和第二实施例的不同之处在于图 4 的步骤 S107 所示的显示控制处理。由于除该显示控制处理以外的设备结构和处理都与第一实施例和第二实施例相同,因此将省略针对这两者的说明。

[0094] 在这种情况下,例如,可以通过从第一断层图像的各像素的亮度值中减去第二断层图像的相应像素的亮度值来生成差异图像。与此相对地,例如,还可以通过从第二断层图像中的各像素的亮度值中减去第一断层图像的相应像素的亮度值来生成差异图像。

[0095] 以下将说明差异图像的显示形式的示例。例如,可以以图图 8A 所示的形式进行显

示。例如,该设备在上侧区域中显示作为诊断对象的断层图像(基于第一断层图像的二维断层图像),并且在下侧区域中显示差异图像。注意,要使用的显示形式不限于此。没有特别限制要使用的方法,只要该方法可以将作为诊断对象的断层图像和差异图像显示在同一画面上并容易地比较这两个图像即可。

[0096] 如上所述,第三实施例获得第一断层图像和第二断层图像之间的差异并向操作员显示这两个断层图像之间的差异。同样,在这种情况下,获得了与上述效果相同的效果。

[0097] 以上已说明了本发明的代表实施例。然而,本发明不限于上述以及附图所示的这些实施例,并且可以根据需要来在本发明的精神和范围内进行修改并执行。

[0098] 例如,上述实施例已例示了如下情况:通过使用特定部位来使第一断层图像(作为诊断对象的被检眼的断层图像)和第二断层图像(作为比较对象的被检眼的断层图像)彼此相关联,并且显示这些二维断层图像。然而,本发明不限于此。例如,可以从任何断层图像检测特定部位并基于该特定部位生成二维断层图像。换句话说,无需使多个断层图像(第一断层图像和第二断层图像)相关联。同样,在这种情况下,由于二维断层图像是基于特定部位(的位置)来生成的,因此即使存在不同时间所拍摄的多个断层图像,也获得了同一位置的二维断层图像。

[0099] 其它实施例

[0100] 还可以通过读出并执行记录在存储器装置上的程序以进行上述实施例的功能的系统或设备的计算机(或者CPU或MPU等装置)和通过下面的方法来实现本发明的各方面,其中,系统或设备的计算机通过例如读出并执行记录在存储器装置上的程序以进行上述实施例的功能来进行上述方法的各步骤。由于该原因,例如经由网络或者通过用作存储器装置的各种类型的记录介质(例如,计算机可读存储介质)将该程序提供给计算机。

[0101] 尽管已经参考典型实施例说明了本发明,但是应该理解,本发明不限于所公开的典型实施例。所附权利要求书的范围符合最宽的解释,以包含所有这类修改、等同结构和功能。

[0102] 本申请要求2010年4月22日提交的日本专利申请2010-099066的优先权,在此通过引用包含其全部内容。

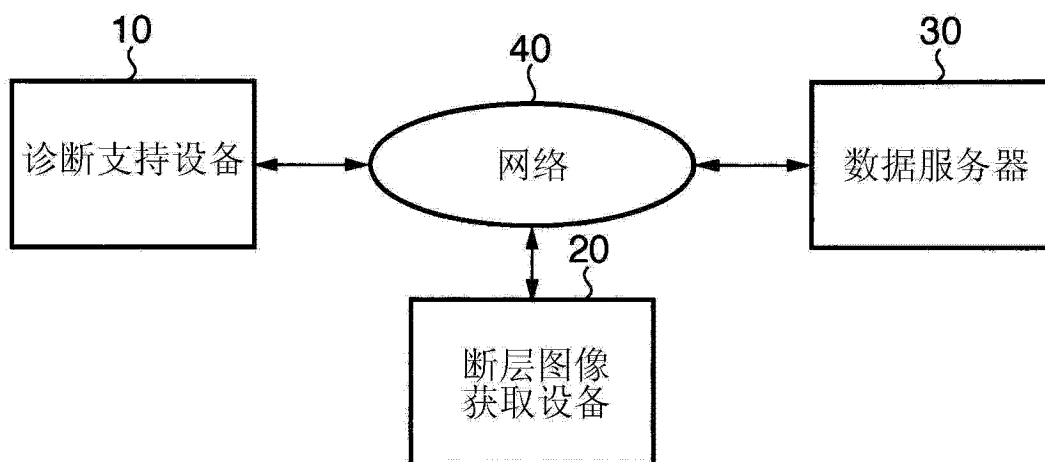


图 1

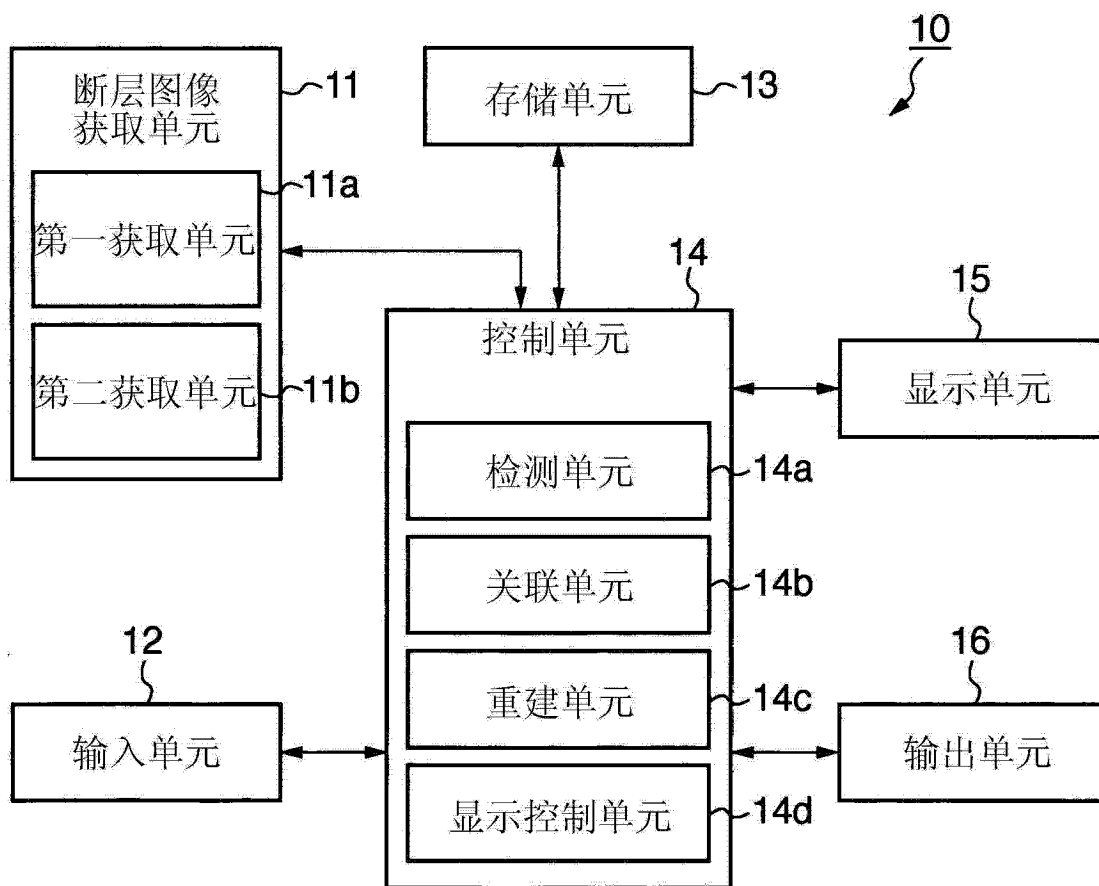


图 2

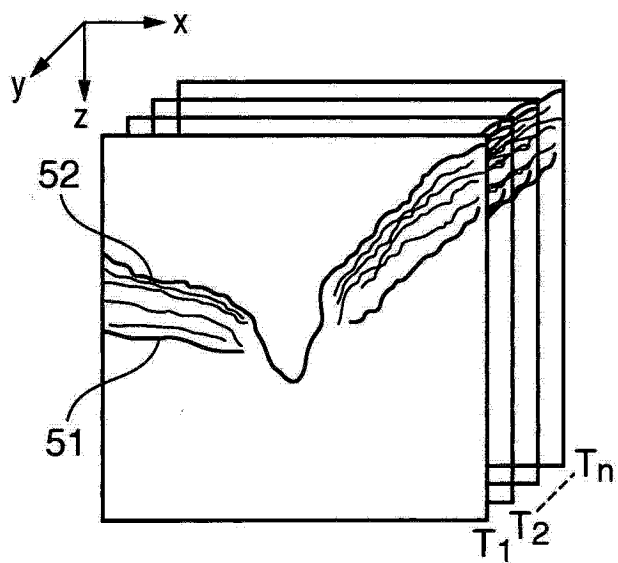


图 3A

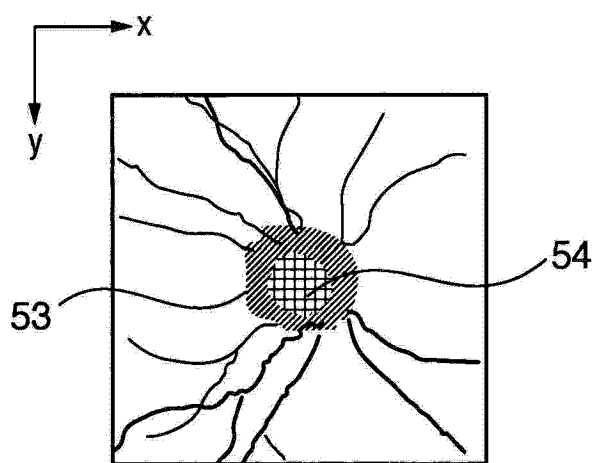


图 3B

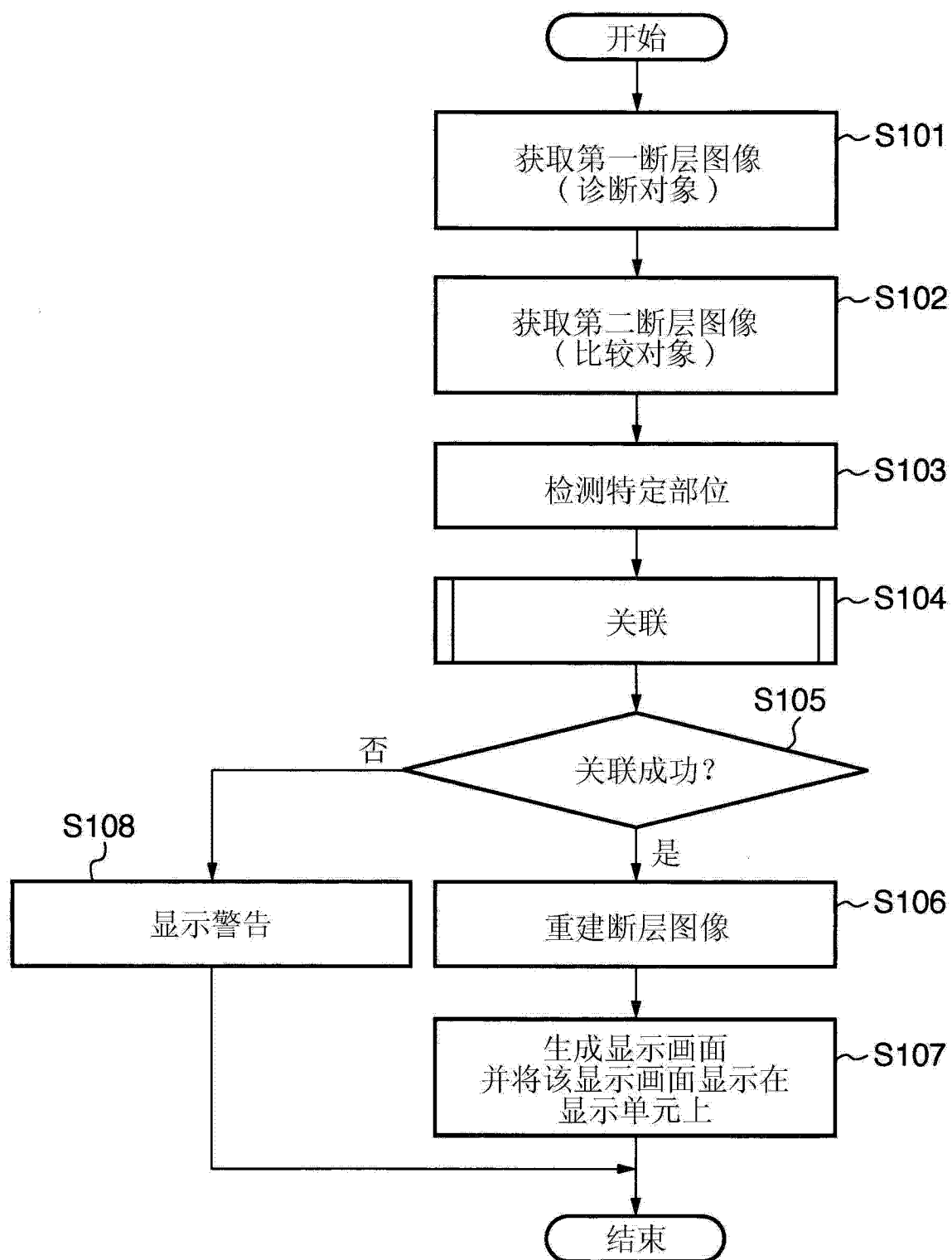


图 4

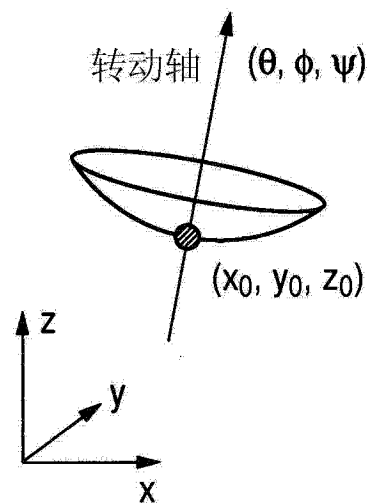
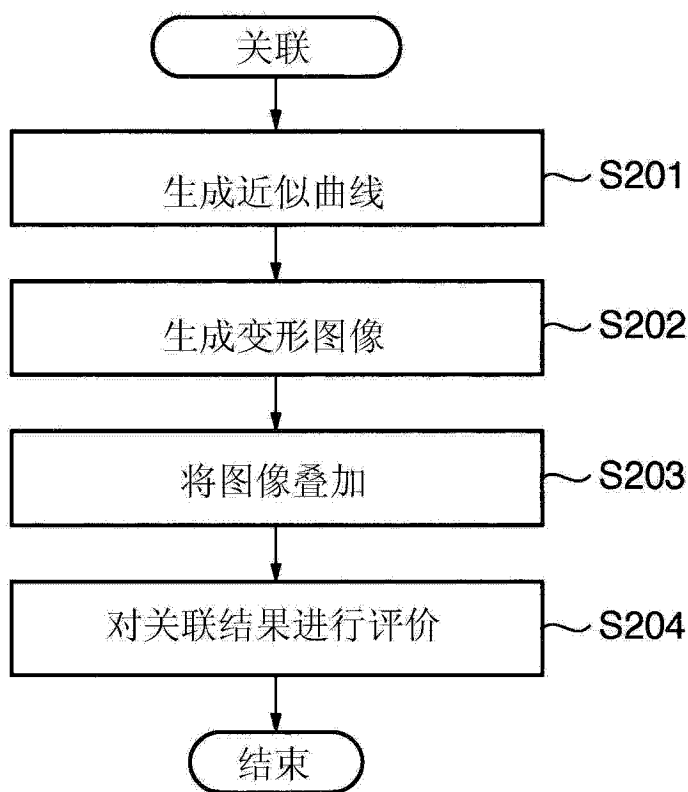


图 6A

图 5

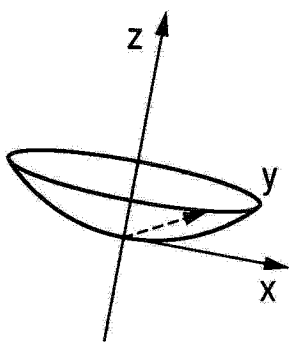


图 6B

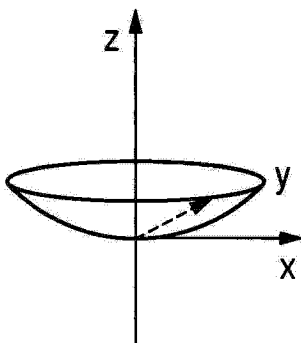


图 6C

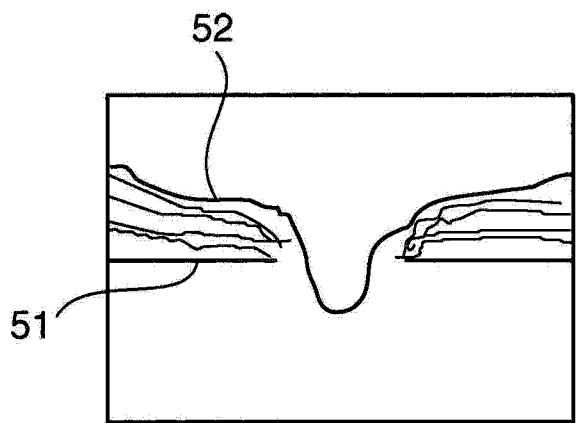


图 6D

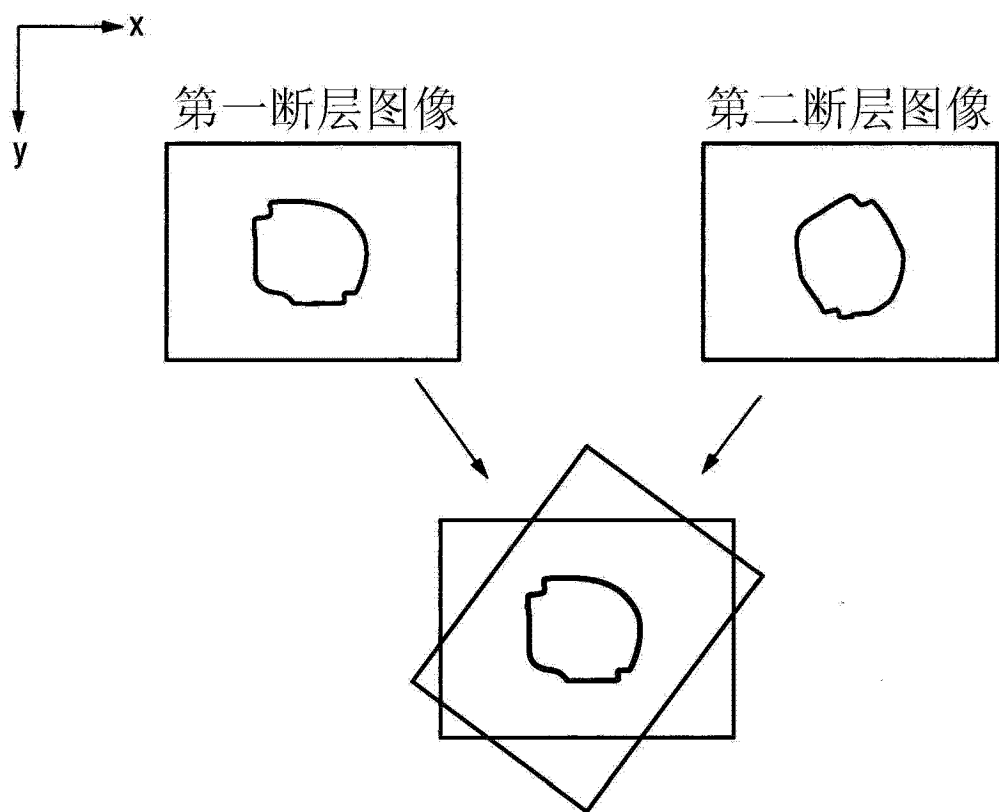


图 7

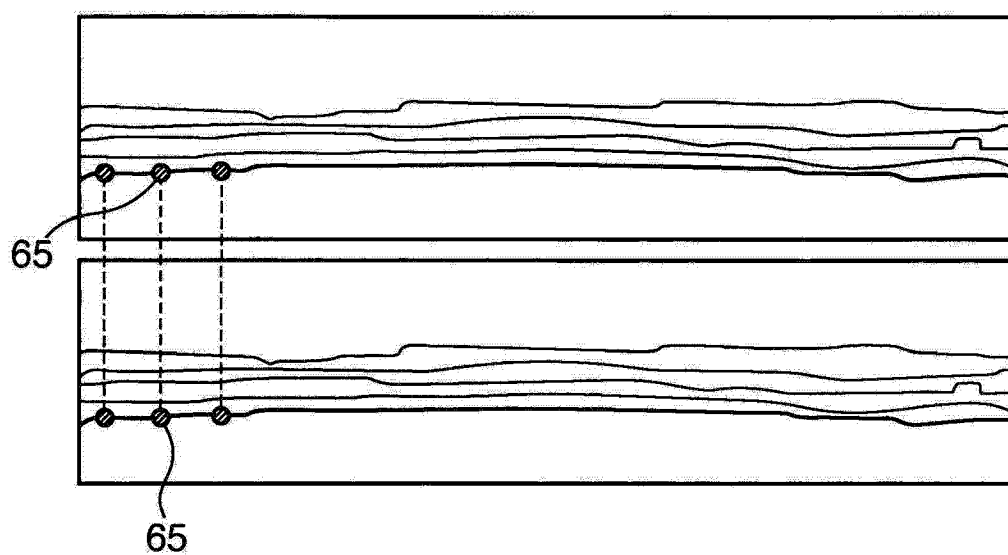


图 8A

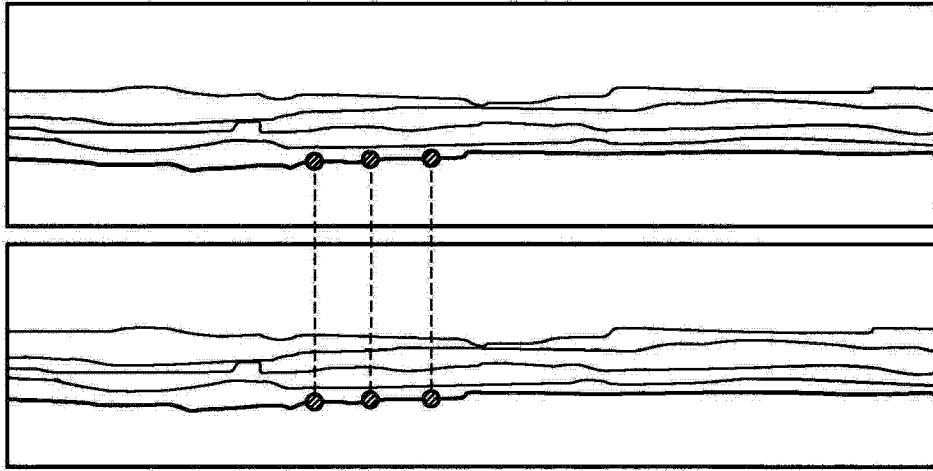


图 8B

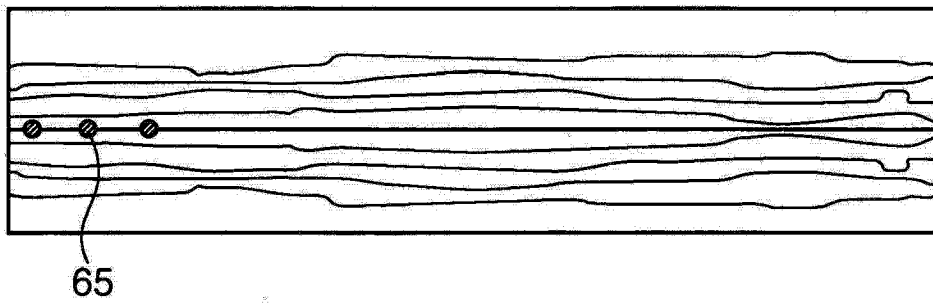


图 8C

1. (删除)

2. (删除)

3. (修改) 一种断层图像观察设备, 包括:

获取部件, 用于获取被检眼的视网膜层周围的部位的第一三维断层图像和第二三维断层图像;

对准部件, 用于通过使所述被检眼的视网膜色素上皮和巩膜层之间的视网膜的层结构的至少部分区域相关联, 来使所述第一三维断层图像与所述第二三维断层图像对准;

生成部件, 用于生成第一二维断层图像和第二二维断层图像, 作为彼此对准的所述第一三维断层图像和所述第二三维断层图像上的相应位置处的二维断层图像; 以及

显示控制部件, 用于使显示部件显示所述第一二维断层图像和所述第二二维断层图像。

4. (删除)

5. (删除)

6. (新增) 根据权利要求3所述的断层图像观察设备, 其中, 还包括检测部件, 所述检测部件用于检测视网膜色素上皮的边界并且基于所检测到的边界来检测视网膜的层结构的所述至少部分区域。

7. (新增) 根据权利要求3所述的断层图像观察设备, 其中, 所述对准部件包括:

设置部件, 用于将从所述第一三维断层图像和所述第二三维断层图像所检测到的视网膜的层结构的所述至少部分区域分别投影在二维平面上, 并且在投影在所述二维平面上的各投影图像的所述至少部分区域上按预定间隔设置控制点;

计算部件, 用于计算基于所述第一三维断层图像的投影图像和基于所述第二三维断层图像的投影图像上的相应控制点之间的距离的平方和; 以及

判断部件, 用于在所计算出的平方和的最小值落在预定阈值的范围内的情况下判断为所述对准部件所进行的关联处理成功, 并且在所计算出的平方和的最小值超过所述预定阈值的情况下判断为所述对准部件所进行的关联处理失败。

8. (新增) 根据权利要求7所述的断层图像观察设备, 其中, 在所述判断部件判断为所述对准部件所进行的关联处理失败的情况下, 所述显示控制部件使所述显示部件显示与视网膜疾病的进展有关的警告。

9. (新增) 根据权利要求3所述的断层图像观察设备, 其中, 所述显示控制部件使用所述第一二维断层图像和所述第二二维断层图像来执行差异处理, 并使所述显示部件显示通过所述差异处理所获得的差异图像。

10. (新增) 一种断层图像观察设备的处理方法, 包括以下步骤:

用于获取被检眼的视网膜层周围的部位的第一三维断层图像和第二三维断层图像的步骤;

用于通过使所述被检眼的视网膜色素上皮和巩膜层之间的视网膜的层结构的至少部分区域相关联, 来使所述第一三维断层图像与所述第二三维断层图像对准的步骤;

用于生成第一二维断层图像和第二二维断层图像, 作为彼此对准的所述第一三维断层图像和所述第二三维断层图像上的相应位置处的二维断层图像的步骤; 以及

使显示部件显示所述第一二维断层图像和所述第二二维断层图像的步骤。

11. (新增) 一种存储有计算机程序的非瞬态计算机可读存储介质, 所述计算机程序用于使在断层图像观察设备中包括的计算机用作以下:

获取部件, 用于获取被检眼的视网膜层周围的部位的第一三维断层图像和第二三维断层图像;

对准部件, 用于通过使所述被检眼的视网膜色素上皮和巩膜层之间的视网膜的层结构的至少部分区域相关联, 来使所述第一三维断层图像与所述第二三维断层图像对准;

生成部件, 用于生成第一二维断层图像和第二二维断层图像, 作为彼此对准的所述第一三维断层图像和所述第二三维断层图像上的相应位置处的二维断层图像; 以及

显示控制部件, 用于使显示部件显示所述第一二维断层图像和所述第二二维断层图像。