



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102479385 B

(45) 授权公告日 2015. 04. 22

(21) 申请号 201110376563. 7

(22) 申请日 2011. 11. 21

(30) 优先权数据

2010-259519 2010. 11. 19 JP

(73) 专利权人 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 今村裕之 宫狭和大

(74) 专利代理机构 北京魏启学律师事务所

11398

代理人 魏启学

(51) Int. Cl.

G06T 7/00(2006. 01)

A61B 3/10(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101204318 A, 2008. 06. 25, 说明书第 24
页第 4 段至第 25 页第 4 段, 附图 11-13、19.US 2007/0216909 A1, 2007. 09. 20, 摘要, 说
明书第 [0013]、[0079]、[0085] 段, 附图 1-21.CN 1717678 A, 2006. 01. 04, 说明书第 7 页最
后一段至第 8 页第 1 段, 附图 3.

审查员 王晓燕

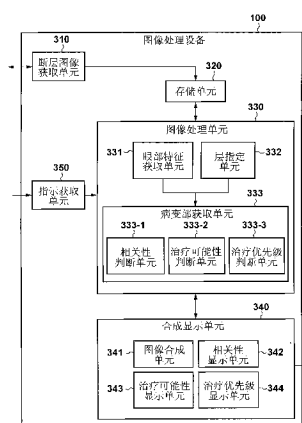
权利要求书2页 说明书13页 附图10页

(54) 发明名称

图像处理设备和图像处理方法

(57) 摘要

本发明涉及一种图像处理设备和图像处理方法。该图像处理设备允许操作员根据疾病容易地识别存在于多个层中的病变部之间的相关性。根据本发明的图像处理设备包括:眼部特征获取单元,用于获取断层图像的作为解剖学特征的眼部特征;层指定单元,用于从所述眼部特征指定的多个层中,指定至少两个层,其中,所述至少两个层是检测与预定类型的疾病相对应的病变部所需的层;病变部获取单元,用于从所述层指定单元指定的所述至少两个层中,分别检测与预定类型的所述疾病相对应的病变部;以及合成显示单元,用于通过将所述病变部获取单元从所述至少两个层分别检测到的病变部投影到预定的二维图像来生成合成图像,并显示所述合成图像。



1. 一种图像处理设备,用于对眼部的断层图像执行图像处理,所述图像处理设备包括:

眼部特征获取部件,用于获取所述断层图像的作为解剖学特征的眼部特征;

指定部件,用于从所述眼部特征获取部件获取到的眼部特征所指定的多个层中,指定至少两个层,其中,所述至少两个层是检测与预定类型的疾病相对应的病变部所需的层;

病变部获取部件,用于从所述指定部件指定的所述至少两个层中,分别检测与所述预定类型的疾病相对应的病变部,

所述图像处理设备的特征在于还包括:

相关性判断部件,用于判断所述病变部获取部件检测到的多个病变部之间的相关性的有无;

生成部件,用于通过将所述病变部获取部件从所述至少两个层分别检测到的病变部投影到预定的二维图像,来生成合成图像;以及

显示部件,用于以能够识别出所述相关性判断部件判断为具有相关性的病变部和判断为没有相关性的病变部的形式来显示所述生成部件所生成的合成图像。

2. 根据权利要求1所述的图像处理设备,其特征在于,当从所述至少两个层分别检测到的病变部之间的距离不大于预定阈值时,所述显示部件显示该病变部。

3. 根据权利要求2所述的图像处理设备,其特征在于,当从所述至少两个层中的第一层检测到的病变部相对于获取到的眼部特征的距离不大于预定距离时,所述显示部件以能够识别出该病变部相对于获取到的眼部特征的距离不大于所述预定距离的形式来显示该病变部。

4. 根据权利要求3所述的图像处理设备,其特征在于,所述显示部件以与从所述至少两个层中的第二层检测到的病变部的大小相对应的形式来显示从所述第二层检测到的该病变部。

5. 根据权利要求4所述的图像处理设备,其特征在于,所述预定类型的疾病是糖尿病视网膜病,并且病变部包括从视网膜内层检测到的微血管瘤和从视网膜外层检测到的囊肿。

6. 根据权利要求1所述的图像处理设备,其特征在于,所述二维图像是表示眼部的神经纤维分布的图像,并且当从所述至少两个层分别检测到的病变部在所述二维图像上存在于同一神经纤维上时,所述显示部件显示该病变部。

7. 根据权利要求6所述的图像处理设备,其特征在于,所述预定类型的疾病是青光眼,并且病变部包括神经纤维层的变薄区域和神经节细胞层的变薄区域。

8. 一种图像处理设备的图像处理方法,用于对眼部的断层图像执行图像处理,所述图像处理方法包括以下步骤:

眼部特征获取步骤,用于控制眼部特征获取部件,以获取所述断层图像的作为解剖学特征的眼部特征;

指定步骤,用于控制指定部件,以从所述眼部特征获取步骤中获取到的眼部特征所指定的多个层中,指定至少两个层,其中,所述至少两个层是检测与预定类型的疾病相对应的病变部所需的层;

病变部获取步骤,用于控制病变部获取部件,以从所述指定步骤中指定的所述至少两

个层中,分别检测与所述预定类型的疾病相对应的病变部,

所述图像处理方法的特征在于还包括以下步骤:

相关性判断步骤,用于判断所述病变部获取步骤中检测到的多个病变部之间的相关性的有无;

生成步骤,用于控制生成部件,以通过将所述病变部获取步骤中从所述至少两个层分别检测到的病变部投影到预定的二维图像,来生成合成图像;以及

显示步骤,用于控制显示部件,从而以能够识别出所述相关性判断步骤中判断为具有相关性的病变部和判断为没有相关性的病变部的形式来显示所述生成步骤中生成的合成图像。

图像处理设备和图像处理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种图像处理设备和图像处理方法。

背景技术

[0002] 传统上,为了早期诊断在生活方式相关的疾病和失明原因之前所出现的疾病,已进行眼部检查。通常,在这种眼部检查中,使用诸如 OCT(光学相干断层成像仪)等的眼部断层图像摄像设备。当使用这种眼部断层图像摄像设备时,由于该眼部断层图像摄像设备允许三维观察视网膜层内部的状态,因此可以给出更加准确的诊断。

[0003] 使用眼部断层图像摄像设备拍摄到的断层图像通常在计算机中经过图像处理以检测视网膜的各个层的边界和血管,然后测量诸如各层的形状和血管的形状等的组织形状。图 14 示出如下的状态:在使用眼部断层图像摄像设备拍摄到的各种断层图像中,检测各层的边界和血管并且测量眼部的组织形状。

[0004] 图 14 的 14a 的例子示出如下的状态:在检测到内界膜 B1、内丛状层边界 B4、光感受器内节和外节之间的边界 B5 以及视网膜色素上皮边界 B6 之后,测量视网膜厚度 T1 和 GCC(Ganglion Cell Complex,神经节细胞复合体)厚度 T2。图 14 的 14c 的例子示出如下的状态:在检测到视网膜血管 V 之后,测量视网膜血管 V 的直径。

[0005] 这样,通过测量眼部的组织形状并比较测量结果(视网膜厚度 T1、GCC 厚度 T2 和视网膜血管 V 的直径等)是否落入正常值范围内,可以检测异常(即,病变部)。

[0006] 在眼部的某些疾病中,彼此的相关性深的病变部(主病变部和关联病变部)可能分别存在于多个层中。在这种疾病的情况下,在进行诊断或实施治疗方案时,识别这些病变部之间的相关性(主病变部和关联病变部之间的距离、关联病变部的有无和大小等)也很重要。

[0007] 例如,以下将说明糖尿病视网膜病。图 14 的 14b 示出患有糖尿病视网膜病的患者的眼部断层图像。如图 14 的 14b 所示,在糖尿病视网膜病的情况下,视网膜内层中的视网膜血管的毛细血管变得肥大,从而形成微血管瘤 MA_i($i = 1, \dots, n_1$)。此外,某些微血管瘤 MA_i 使血浆成分渗出,导致这些血浆成分累积在视网膜外层中。通常,通过使血浆成分块状累积所形成的渗出性病变部被称为囊肿 C_j($j = 1, \dots, n_2$)。

[0008] 在具有这些病变部的糖尿病视网膜病的情况下,在治疗时,指定血浆成分已渗出的微血管瘤 MA_i(主病变部),并利用激光束照射微血管瘤 MA_i,由此阻止渗出。此时,在血浆成分已渗出的微血管瘤 MA_i 附近,如图 14 的 14b 所示,常形成关联囊肿 C_j,并且可以通过测量这些关联囊肿 C_j(关联病变部)的大小来识别血浆成分的渗出量。

[0009] 因此,相邻位置具有较大的囊肿 C_j 的微血管瘤 MA_i 是在实施治疗方案时、进行激光治疗的必要级高的主病变部。然而,利用激光束无法照射对视力的影响大的部位(中央凹 F1)和对视神经的影响大的部位(视神经乳头)。由于该原因,在设计激光治疗时,必须测量这些部位与渗出点之间的距离,从而确认渗出点与这些部位是否充分分离。

[0010] 也就是说,在显示断层图像时,粗略一看就可以识别出囊肿 C_j 的大小和位置以及

囊肿 Cj 与微血管瘤 MAi、中央凹 F1 和视神经乳头之间的距离,由此期望提高执行诊断和治疗方案时的便利性。

[0011] 如上所述,期望显示通过对使用眼部断层图像摄像设备所拍摄的断层图像执行图像处理所获得的处理结果,从而允许操作员针对各疾病容易地识别病变部的相关性。

[0012] 另一方面,传统上已提出了用于显示通过对使用眼部断层图像摄像设备所拍摄的断层图像执行图像处理所检测到的病变部的各种方法。

[0013] 例如,美国专利 7,505,142 的说明书公开了如下结构:通过局限于视网膜内的一部分层来生成单个投影图像,并突出显示视网膜血管。此外,日本特开 2009-89792 公开了如下结构:在沿着视网膜神经纤维走向方向的多个点处对形状异常(变薄)进行比较和显示。

[0014] 然而,美国专利 7,505,142 的说明书所述的结构在一部分层中生成单个投影图像,并且日本特开 2009-89792 所述的结构显示了单个层。即,这些结构并未考虑到分别存在于多个层中的病变部的相关性来显示这些病变部,并且这些结构的显示模式并不适合对存在于多个层中的、必须识别出各自之间的相关性的病变部作出诊断或实施治疗方案。

发明内容

[0015] 考虑到以上问题作出了本发明。

[0016] 根据本发明的图像处理设备包括以下结构。即,一种图像处理设备,用于对眼部的断层图像执行图像处理,所述图像处理设备包括:眼部特征获取部件,用于获取所述断层图像的作为解剖学特征的眼部特征;指定部件,用于从所述眼部特征获取部件获取到的眼部特征所指定的多个层中,指定至少两个层,其中,所述至少两个层是检测与预定类型的疾病相对应的病变部所需的层;病变部获取部件,用于从所述指定部件指定的所述至少两个层中,分别检测与所述预定类型的疾病相对应的病变部;生成部件,用于通过将所述病变部获取部件从所述至少两个层分别检测到的病变部投影到预定的二维图像,来生成合成图像;以及显示部件,用于显示所述生成部件所生成的合成图像。

[0017] 此外,根据本发明的图像处理方法包括以下结构。即,一种图像处理设备的图像处理方法,用于对眼部的断层图像执行图像处理,所述图像处理方法包括以下步骤:眼部特征获取步骤,用于控制眼部特征获取部件,以获取所述断层图像的作为解剖学特征的眼部特征;指定步骤,用于控制指定部件,以从所述眼部特征获取步骤中获取到的眼部特征所指定的多个层中,指定至少两个层,其中,所述至少两个层是检测与预定类型的疾病相对应的病变部所需的层;病变部获取步骤,用于控制病变部获取部件,以从所述指定步骤中指定的所述至少两个层中,分别检测与所述预定类型的疾病相对应的病变部;生成步骤,用于控制生成部件,以通过将所述病变部获取步骤中从所述至少两个层分别检测到的病变部投影到预定的二维图像,来生成合成图像;以及显示步骤,用于控制显示部件,以显示所述生成步骤中生成的合成图像。

[0018] 根据本发明,对断层图像执行图像处理的图像处理设备允许操作员容易地识别存在于多个层中的病变部之间的相关性。

[0019] 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

[0020] 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。

[0021] 图 1 是示出包括根据本发明第一实施例的图像处理设备 100 的图像处理系统的示例的框图;

[0022] 图 2 是示出图像处理设备 100 的硬件结构的框图;

[0023] 图 3 是示出图像处理设备 100 的功能结构的框图;

[0024] 图 4 示出在执行图像处理设备 100 的图像处理功能时使用的眼部断层图像的示例;

[0025] 图 5 是示出图像处理设备 100 中的图像处理的序列的流程图;

[0026] 图 6 是示出图像处理设备 100 中的病变部获取处理的序列的流程图;

[0027] 图 7 是示出图像处理设备 100 中的合成图像生成处理的序列的流程图;

[0028] 图 8 示出通过图像处理设备 100 中的合成图像生成处理所生成的合成图像的示例;

[0029] 图 9 是示出根据本发明第二实施例的图像处理设备 900 的功能结构的框图;

[0030] 图 10 示出在执行图像处理设备 900 的图像处理功能时使用的眼部断层图像的示例;

[0031] 图 11 是示出图像处理设备 900 中的病变部获取处理的序列的流程图;

[0032] 图 12 是示出图像处理设备 900 中的合成图像生成处理的序列的流程图;

[0033] 图 13 示出通过图像处理设备 900 中的合成图像生成处理所生成的合成图像的示例;以及

[0034] 图 14 示出在使用眼部断层图像摄像设备所拍摄的各种断层图像中检测到各个层的边界和血管并测量眼部的组织形状的状态。

具体实施方式

[0035] 现在将根据附图来详细说明本发明的实施例。

[0036] 第一实施例

[0037] 首先将说明根据本实施例的图像处理设备的概述。根据本实施例的图像处理设备的特征在于:在患有糖尿病视网膜病的患者的眼部断层图像中,指定对与该疾病(糖尿病视网膜病)相对应的病变部进行检测所需的层(视网膜内层和视网膜外层)。

[0038] 该图像处理设备的特征还在于:从指定层中的视网膜内层检测到微血管瘤作为主病变部,从视网膜外层检测到囊肿作为关联病变部,并将这些病变部连同眼部特征一起投影到预定眼底图像上,由此将它们显示为合成图像。

[0039] 利用该结构,操作员可以容易地识别有无来自微血管瘤的血浆成分的渗出、可否对主病变部进行治疗、以及针对主病变部的治疗的优先级等。以下将详细说明具有这些典型特征的本实施例。

[0040] 注意,在解剖学上,将从内界膜 B1 到内颗粒层(未示出)的这些层定义为视网膜内层,并且将从外丛状层(未示出)到视网膜色素上皮层 B 的这些层定义为视网膜外层。然而,在实际的眼部断层图像上,由于可以更加准确地检测到相对于外丛状层稍偏内层侧的

内丛状层边界B4,因此在本实施例的视网膜中,将从内界膜B1到内丛状层边界B4的这些层描述为视网膜内层,并且将视网膜外层描述为除视网膜内层以外的其它区域。当然,还可以(在检测到外丛状层边界(未示出)之后)通过根据解剖学上的定义对视网膜内层和视网膜外层进行定义来实施本实施例。

[0041] 1. 图像处理系统的结构

[0042] 图1是示出包括根据本实施例的图像处理设备100的图像处理系统的示例的框图。

[0043] 如图1所示,图像处理设备100和眼部断层图像摄像设备102经由光纤以及诸如USB或IEEE 1394等的接口相连接。数据服务器101经由诸如以太网(Ethernet®)等的LAN(局域网)103连接至图像处理设备100和眼部断层图像摄像设备102。注意,这些设备可以经由诸如因特网等的外部网络相连接。

[0044] 眼部断层图像摄像设备102是用于拍摄眼部断层图像的设备,并且例如是时域或傅立叶域OCT。眼部断层图像摄像设备102响应于操作员(未示出)的操作来三维拍摄被检眼(未示出)的断层图像。将所拍摄断层图像发送至图像处理设备100。

[0045] 数据服务器101保持被检眼的断层图像、被检眼的眼部特征(从眼部断层图像获取到的解剖学特征)以及眼部特征的正常值数据等。数据服务器101保持从眼部断层图像摄像设备102输出的被检眼的断层图像以及从图像处理设备100输出的眼部特征。此外,响应于来自图像处理设备100的请求,数据服务器101将与被检眼相关联的数据(断层图像和眼部特征)以及眼部特征的正常值数据发送至图像处理设备100。

[0046] 2. 图像处理设备100的硬件结构

[0047] 以下将参考图2来说明图像处理设备100的硬件结构。参考图2,附图标记201表示中央处理单元(CPU);附图标记202表示存储器(RAM);附图标记203表示控制存储器(ROM);附图标记204表示外部存储装置;附图标记205表示监视器;附图标记206表示键盘;附图标记207表示鼠标;并且附图标记208表示接口。外部存储装置204存储实现根据本实施例的图像处理功能所需的控制程序以及执行该控制程序时所使用的数据。在CPU 201的控制下将该控制程序和数据经由总线209载入RAM 202,并且由CPU 201执行该控制程序和数据。

[0048] 3. 图像处理设备100的功能结构

[0049] 以下将参考图3和4来说明实现根据本实施例的图像处理功能所需的图像处理设备100的功能结构。图3示出与图像处理设备100的图像处理功能相关联的功能结构,并且图4示出在执行图像处理设备100的图像处理功能时所使用的眼部断层图像的示例。

[0050] 如图3所示,图像处理设备100包括断层图像获取单元310、存储单元320、图像处理单元330、合成显示单元340和指示获取单元350。

[0051] 图像处理单元330进一步包括眼部特征获取单元331、层指定单元332和病变部获取单元333。病变部获取单元333进一步包括相关性判断单元333-1、治疗可能性判断单元333-2和治疗优先级判断单元333-3。

[0052] 合成显示单元340进一步包括图像合成单元341、相关性显示单元342、治疗可能性显示单元343和治疗优先级显示单元344。

[0053] 以下将详细说明构成图像处理设备100的各个功能块。

[0054] (1) 断层图像获取单元 310

[0055] 断层图像获取单元 310 将断层图像获取请求发送至眼部断层图像摄像设备 102。断层图像获取单元 310 经由 LAN 103 接收响应于该获取请求从眼部断层图像摄像设备 102 发送来的断层图像,并将该断层图像存储在存储单元 320 中。

[0056] (2) 眼部特征获取单元 331

[0057] 眼部特征获取单元 331 从存储在存储单元 320 中的断层图像中提取内界膜、视神经纤维层边界、神经节细胞层边界、内丛状层边界、外丛状层边界、光感受器内节和外节之间的边界、视网膜色素上皮边界、视神经乳头和中央凹,作为眼部特征。然后,如图 4 所示,眼部特征获取单元 331 从提取出的眼部特征中获取内界膜 B1、内丛状层边界 B4、光感受器内节和外节之间的边界 B5、视网膜色素上皮边界 B6 和中央凹 F1。此外,眼部特征获取单元 331 将获取到的眼部特征存储在存储单元 320 中。

[0058] 以下将具体说明眼部特征获取单元 331 所进行的眼部特征提取序列。首先将说明用于提取层边界的提取序列。注意,将要处理的三维断层图像当作一组二维断层图像(B 扫描图像),并且对各个二维断层图像应用以下的处理。

[0059] 关注的二维断层图像经过平滑化处理以去除噪声成分。接着,从该二维断层图像检测边缘成分,并基于线段的连结性提取一些线段作为层边界的候选。

[0060] 然后,从提取出的候选,提取最上方的线段作为内界膜 B1,提取从最上方起的第二条线段作为神经纤维层边界 B2,并且提取从最上方起的第三条线段作为内丛状层边界 B4。此外,提取位于内界膜 B1 的外层侧(图 4 的 4a 中 z 坐标较大的一侧)且具有最大对比度的线段作为光感受器内节和外节之间的边界 B5。此外,提取层边界候选中的最下方的线段作为视网膜色素上皮边界 B6。

[0061] 注意,可以通过应用诸如思内克斯(Snakes)或水平集(level-set)方法等的使这些线段作为初始值的可变形模型来精确地提取层边界。此外,可以通过图形切割法来检测层边界。

[0062] 注意,可以对三维断层图像三维执行利用可变形模型或图形切割法的边界提取,或者可以对各个二维断层图像二维执行利用可变形模型或图形切割法的边界提取。此外,可以使用任意的层边界提取方法,只要这些层边界提取方法可以从眼部断层图像中提取层边界即可。

[0063] 在从眼部断层图像提取出层边界之后,按凹陷深度的降序从提取出的内界膜 B1 的形状进一步检测两个凹陷部,由此提取出视神经乳头(未示出)和中央凹 F1。在这种情况下,提取较浅的凹陷部作为中央凹 F1,并且提取较深的凹陷部作为视神经乳头。

[0064] (3) 层指定单元 332

[0065] 层指定单元 332 对为了从眼部断层图像检测与预定疾病相对应的主病变部和关联病变部所指定的层的类型进行确定。为了检测主病变部所指定的层的类型是根据要诊断的疾病的类型而确定的。在本实施例的情况下,由于要诊断的疾病是糖尿病视网膜病,主病变部是微血管瘤且关联病变部是囊肿,因此将包括视网膜血管 V 的视网膜内层(图 4 的 4a 中的 P1)指定为检测微血管瘤 MA_i 所需的层的类型。此外,作为检测囊肿 C_j 所需的层的类型,指定了已累积渗出的血浆成分的视网膜外层(图 4 的 4b 中的 P2)。假定包括视网膜内层 P1 和视网膜外层 P2 的层是基于眼部特征获取单元 331 获取到的眼部特征而预先确定

的。

[0066] (4) 病变部获取单元 333

[0067] 病变部获取单元 333 基于眼部特征获取单元 331 获取到的眼部特征的位置信息以及层指定单元 332 所指定的层的类型的信息来检测主病变部和关联病变部。

[0068] 更具体地,病变部获取单元 333 从层指定单元 332 所指定的视网膜内层检测视网膜血管 V,并将检测到的视网膜血管 V 的直径与正常值进行比较,由此检测作为主病变部的微血管瘤 MAi。此外,病变部获取单元 333 从层指定单元 332 所指定的视网膜外层检测作为关联病变部的囊肿 Cj。

[0069] 此外,病变部获取单元 333 的相关性判断单元 333-1 基于检测到的微血管瘤 MAi 和囊肿 Cj 之间的距离,判断这些病变部之间的相关性,由此判断治疗必要级。此外,病变部获取单元 333 的治疗可能性判断单元 333-2 基于微血管瘤 MAi 和中央凹 F1 之间的距离,判断可否对微血管瘤 MAi 进行治疗。此外,病变部获取单元 333 的治疗优先级判断单元 333-3 基于相对于相应的微血管瘤 MAi 的距离最短的各囊肿 Cj 的大小,对各个微血管瘤 MAi 设置治疗优先级值。注意,后面将说明病变部获取单元 333 所进行的这些处理的详细内容。

[0070] (5) 合成显示单元 340

[0071] 合成显示单元 340 使用病变部获取单元 333 检测到的视网膜血管 V 和微血管瘤 MAi 的分布、囊肿 Cj 的分布、治疗必要级信息、可否进行治疗的信息和治疗优先级值,生成针对断层图像的合成图像。注意,后面将说明合成图像生成处理的详细内容。

[0072] (6) 指示获取单元 350

[0073] 指示获取单元 350 获取如下指示:图像处理设备 100 中的图像处理开始指示;将被检眼的图像处理结果保存在数据服务器 101 中所需的保存指示;以及结束图像处理设备 100 所进行的图像处理所需的结束指示。操作员经由例如键盘 206 和鼠标 207 输入这些指示。

[0074] 注意,当发出保存指示时,图像处理单元 330 和合成显示单元 340 将检查日期和时间、识别被检眼所需的信息、断层图像、眼部特征和合成图像彼此相关联地发送至数据服务器 101。

[0075] 4. 图像处理设备 100 中的图像处理的序列

[0076] 以下将参考图 5~7 来说明图像处理设备 100 中的图像处理的序列。当指示获取单元 350 获取到图像处理开始指示时,图像处理设备 100 开始图 5 所示的图像处理。

[0077] (1) 整体图像处理的序列(图 5)

[0078] 在步骤 S501 中,断层图像获取单元 310 向眼部断层图像摄像设备 102 发出断层图像获取请求以获取断层图像,并将获取到的断层图像存储在存储单元 320 中。在步骤 S502 中,眼部特征获取单元 331 从存储在存储单元 320 中的断层图像中获取眼部特征(内界膜 B1、内丛状层边界 B4、光感受器内节和外节之间的边界 B5、视网膜色素上皮边界 B6 和中央凹 F1)的位置信息。

[0079] 在步骤 S503 中,层指定单元 332 指定与要诊断的疾病类型相对应的层的类型。在步骤 S504 中,病变部获取单元 333 基于在步骤 S502 中眼部特征获取单元 331 获取到的眼部特征的位置信息和在步骤 S503 中层指定单元 332 所指定的层的类型,来检测主病变部和关联病变部。

[0080] 在步骤 S505 中,合成显示单元 340 使用在步骤 S504 中检测到的主病变部和关联病变部生成和显示合成图像。在步骤 S506 中,指示获取单元 350 判断是否获取到将图像处理结果保存在数据服务器 101 中所需的保存指示。如果判断为获取到保存指示,则该处理进入步骤 S507。

[0081] 在步骤 S507 中,图像处理单元 330 和合成显示单元 340 将图像处理结果发送至数据服务器 101,并且该处理进入步骤 S508。另一方面,如果在步骤 S506 中判断为没有获取到保存指示,则该处理跳至步骤 S508。

[0082] 在步骤 S508 中,指示获取单元 350 判断是否获取到图像处理结束指示。如果判断为没有获取到结束指示,则该处理返回至步骤 S501 以执行针对下一被检眼的图像处理(或针对同一被检眼的再次图像处理)。另一方面,如果在步骤 S508 中判断为获取到图像处理结束指示,则该图像处理结束。

[0083] (2) 病变部获取处理的序列(图 6)

[0084] 以下将参考图 6 来详细说明病变部获取单元 333 所执行的病变部获取处理(步骤 S504)的详细内容。

[0085] 在步骤 S601 中,病变部获取单元 333 从层指定单元 332 所指定的层中的视网膜内层 P1 检测视网膜血管 V。更具体地,病变部获取单元 333 通过在限定于视网膜内层 P1 的情况下沿着深度方向累积像素值来生成投影图像,并且使用任意已知的线增强滤波器从所生成的投影图像中检测视网膜血管 V。

[0086] 注意,已说明了从二维投影图像检测视网膜血管 V 的方法。然而,血管检测方法不限于此。例如,在视网膜内层 P1 上设置了关注区域(ROI)之后,可以使用非专利文献(K.Lee et al.;“3-D segmentation of retinal blood Vessels in spectral-domain OCT volumes of the optic nerve head”,Proceedings of SPIE Medical Imaging 2010, Vol. 7626, 76260V, 2010)所述的方法,在不生成任何投影图像的情况下三维检测视网膜血管 V。

[0087] 在步骤 S602 中,病变部获取单元 333 测量在步骤 S601 中检测到的视网膜血管的直径。更具体地,病变部获取单元 333 测量如下方向上的距离作为视网膜血管 V 的直径,其中所述方向与通过将视网膜血管区域转换成细线所获得的血管的中心轴垂直。

[0088] 在步骤 S603 中,病变部获取单元 333 将在步骤 S602 中测量出的视网膜血管 V 的直径与预先从存储单元 320 读出的视网膜血管的直径的正常值进行比较。如果测量出的各视网膜血管 V 的直径比正常值大了 $Tvd\%$ 以上,则病变部获取单元 333 将该视网膜血管判断为微血管瘤 $MA_i (i = 1, 2, \dots, n1)$,并将该微血管瘤的生成位置 (x_i, y_i) 和视网膜血管 V 的直径 Td_i 存储在存储单元 320 中。注意,视网膜血管 V 的直径测量方法不限于上述方法,并且可以使用任意已知的测量方法。

[0089] 在步骤 S604 中,病变部获取单元 333 从步骤 S503 中指定的视网膜外层 P2 检测囊肿 $C_j (j = 1, 2, \dots, n2)$ 。更具体地,病变部获取单元 333 通过在限定于视网膜外层 P2 的情况下沿着深度方向累积像素值来生成投影图像。然后,病变部获取单元 333 根据所生成的投影图像来标记亮度值为 T_g 以下的像素,并且将面积为 T_a 以上并且圆形度为 T_c 以上的低亮度区域检测为囊肿 C_j 。

[0090] 在步骤 S604 中,病变部获取单元 333 进一步检测所检测到的囊肿 C_j 的面积 T_{aj} ,

作为表示关联病变部的大小的信息。

[0091] 注意, 囊肿 Cj 的检测方法不限于上述方法。例如, 在视网膜外层 P2 上设置了关注区域 (ROI) 之后, 可以在不生成任何投影图像的情况下标记亮度值为 T_g 以下的像素, 并且可以将体积为 T_v 以上并且球形度为 T_s 以上的低亮度区域检测为囊肿 Cj。在这种情况下, 测量出体积 T_{vj} 作为表示囊肿 Cj 的大小的信息。

[0092] 返回参考图 6, 在步骤 S605 中, 相关性判断单元 333-1 测量步骤 S603 中获取到的微血管瘤 MA_i 和步骤 S604 中检测到的囊肿 Cj 之间的距离 LD_i (病变部之间的距离)。此外, 相关性判断单元 333-1 将具有等于或小于阈值 (阈值 = T_{min}) 的最短距离 $\min LD_i$ 的组合 (MA_i, C_j) 判断为主病变部和关联病变部的组合。在这种情况下, 将不具有相应的关联病变部的微血管瘤 MA_i 的最短距离设置为 0。

[0093] 在步骤 S606 中, 治疗可能性判断单元 333-2 计算微血管瘤 MA_i 和中央凹 F1 之间的距离 FD_i , 并且对距离 FD_i 等于或小于预定距离 (阈值 = T_f) 的微血管瘤 MA_i 的可治疗标志 Li 设置“0”。在这种情况下, 当微血管瘤 MA_i 存在于允许进行治疗 (激光照射) 的区域内时, 对 Li 设置“1”; 当微血管瘤 MA_i 存在于不允许进行治疗 (激光照射) 的区域内时, 对 Li 设置“0”。设 n_3 是可治疗标志 Li 设置为“1”的微血管瘤 MA_i 的总数。

[0094] 此外, 在步骤 S606 中, 治疗优先级判断单元 333-3 对可治疗标志 Li 设置为“1”的微血管瘤 MA_i 计算治疗优先级 P_i ($1 \leq i \leq n_3$)。更具体地, 治疗优先级判断单元 333-3 基于步骤 S604 中计算出的囊肿 Cj 的面积 T_{aj} (或体积 T_{vj}) 对这些囊肿 Cj 进行排序, 从而使得 T_{aj} (T_{vj}) 越大, 设置的治疗优先级 P_i 越高。

[0095] (3) 合成图像生成处理的序列 (图 7)

[0096] 以下将参考图 7 来说明合成显示单元 340 所执行的合成图像生成处理 (步骤 S505) 的详细内容。

[0097] 在步骤 S701 中, 合成显示单元 340 从图像处理单元 330 获取中央凹 F1 的位置、视网膜血管 V 和微血管瘤 MA_i 的分布、囊肿 Cj 的分布、以及针对微血管瘤 MA_i 的可治疗标志 Li 和治疗优先级 P_i 的值。

[0098] 在步骤 S702 中, 图像合成单元 341 将步骤 S701 中获取到的视网膜血管 V、微血管瘤 MA_i 和囊肿 Cj 的分布、中央凹 F1 的位置以及可治疗范围的边界 (以中央凹 F1 为中心的直径为 1mm 的圆) 叠加在根据断层图像所生成的预定眼底图像上。此外, 合成显示单元 340 显示所生成的合成图像。

[0099] 此外, 相关性显示单元 342 在可识别各微血管瘤 MA_i 相对于相应的囊肿 Cj 的相关性的模式下, 显示步骤 S605 中判断为具有相关性的主病变部 (微血管瘤 MA_i) 和关联病变部 (囊肿 Cj) 的组合。在本实施例中, 在步骤 S702 中生成的合成图像上的微血管瘤 MA_i 和囊肿 Cj 之间显示箭头。

[0100] 注意, 相关性显示方法不限于此, 并且可以使用任意方法, 只要该方法可以识别出病变部具有相关性即可。例如, 可以显示围绕被判断为具有相关性的微血管瘤 MA_i 和囊肿 Cj 的框。可选地, 仅当操作员将鼠标光标移动至微血管瘤 MA_i 附近时, 才可以显示表示相关性的信息。

[0101] 在步骤 S703 中, 治疗可能性显示单元 343 基于步骤 S606 中计算出的微血管瘤 MA_i 的可治疗标志 Li , 使具有可治疗标志 $Li = 0$ 的微血管瘤 MA_i 在不同于剩余微血管瘤的模式

(颜色)下进行显示。在本实施例中,以红色显示视网膜血管 V 和具有 $Li = 1$ 的微血管瘤 MAi,并且以灰色显示具有 $Li = 0$ 的微血管瘤 MAi。

[0102] 注意,治疗可能性显示模式不限于此。例如,可以在具有可治疗标记 $Li = 0$ 的微血管瘤 MAi 附近显示 X 标志。可选地,仅当操作员将鼠标光标移动至微血管瘤 MAi 附近时,才可以显示表示治疗可能性的信息。可选地,由于需要对位于可治疗范围的边界附近的微血管瘤 MAi 进行认真检查,因此突出显示这些微血管瘤 MAi,并且可以将相对于中央凹 F 1 的距离显示在这些微血管瘤 MAi 附近。

[0103] 在步骤 S704 中,治疗优先级显示单元 344 将步骤 S606 中计算出的治疗优先级 Pi 显示在合成图像上。在本实施例中,将治疗优先级 Pi 的值显示在微血管瘤 MAi 附近。

[0104] 注意,治疗优先级 Pi 的显示模式不限于此。例如,可以将治疗优先级与色带相关联,并且可以以表示治疗优先级的颜色来显示合成图像中的微血管瘤 MAi。可选地,仅当操作员将鼠标光标移动至微血管瘤 MAi 附近时,才可以显示表示治疗优先级的信息。可选地,可以仅将高于预定值 Tp 的治疗优先级显示在合成图像上作为表示治疗优先级的信息。

[0105] 5. 合成图像的例子

[0106] 以下将说明通过图像处理设备 100 中的合成图像生成处理所生成的合成图像。图 8 示出通过图像处理设备 100 中的合成图像生成处理所生成的合成图像的示例。

[0107] 如图 8 所示,图像处理设备 100 所生成的合成图像合成并显示了从视网膜内层 P 1 检测到的主病变部以及从视网膜外层 P2 检测到的关联病变部。利用该图像,操作员可以容易地识别来自微血管瘤的血浆成分的渗出的有无以及针对主病变部的治疗的优先级等。

[0108] 此外,由于同时显示了中央凹 F1 的位置,因此操作员可以容易地识别各微血管瘤 MAi 是否位于激光可治疗范围内(可否对主病变部进行治疗)。

[0109] 如通过以上说明可以看出,本实施例的图像处理设备 100 允许操作员容易地识别存在于多个层中的病变部之间的相关性。

[0110] 第二实施例

[0111] 第一实施例已说明了如下的结构:当要诊断的疾病是糖尿病视网膜病,主病变部是微血管瘤,并且关联病变部是囊肿时,针对预定的断层图像生成合成图像。然而,本发明不限于此。

[0112] 例如,当如同青光眼一样,病变部存在于分布在多个层中的细胞的不同部位(细胞核和轴突)时,允许操作员容易地识别这些病变部之间的相关性很重要。

[0113] 在本实施例中,考虑到诸如青光眼等的疾病的这种特性,显示对如下图像进行合成的合成图像:表示包括神经节细胞的细胞核的层的厚度的图像、表示包括轴突的层的厚度的图像以及表示神经纤维分布的图像。利用该配置,操作员可以容易地识别相同的细胞或组织是否生成存在于不同层的病变部。

[0114] 将以青光眼为例进行具体说明。在青光眼的情况下,由于通常神经节细胞的细胞核存在于神经节细胞层 L2 中并且轴突存在于神经纤维层 L1 中,因此在疾病的早期阶段,神经节细胞的细胞核的异常先于轴突的异常而发生。由于该原因,例如,当检测到神经纤维层 L1 的变薄区域时,包括分布在该变薄区域内的神经节细胞的细胞核的区域(神经节细胞层 L2)也发生异常(变薄)。

[0115] 因而,在本实施例中,当通过根据眼部断层图像测量诸如层厚度等的组织形状来

检测异常时,显示对如下图像进行叠加的合成图像:表示黄斑区的神经节细胞层厚度分布的图像、表示视神经乳头的神经纤维层厚度分布的图像以及表示眼底内的神经纤维分布的图像。利用该结构,操作员可以容易地确认分布在存在于神经纤维层 L1 中的病变部(层的变薄)的神经纤维是否穿过神经节细胞层 L2 中的病变部(层的变薄)。结果,操作员可以容易地判断是否检测到神经节细胞的细胞核的异常或者是否误检测到噪声成分等,由此提高病变部检测结果的可靠性。

[0116] 以下将关注于与根据第一实施例的图像处理设备 100 的不同之处来说明根据本实施例的图像处理设备 900。

[0117] 注意,以下将说明要诊断的疾病是青光眼的情况。

[0118] 此外,在以下说明中,假定使用神经节细胞层 L2 的层厚度或者与这些层厚度和正常值之间的差相关联的统计值(偏差)作为表示神经节细胞的细胞核的异常(变薄病变部)的程度的值。然而,本发明不限于此,并且可以使用 GCC(神经节细胞复合体)层厚度或者这些层厚度的偏差。

[0119] 1. 图像处理设备 900 的功能结构

[0120] 以下将参考图 9 和 10 来说明根据本实施例的图像处理设备 900 的功能结构。图 9 是示出根据本实施例的图像处理设备 900 的功能结构的框图。图 10 示出在执行图像处理设备 900 的图像处理功能时所使用的眼部断层图像的示例。

[0121] (1) 断层图像获取单元 310

[0122] 断层图像获取单元 310 向眼部断层图像摄像设备 102 发送断层图像获取请求。注意,本实施例中要获取的断层图像是包括黄斑区和视神经乳头的断层图像。将获取到的断层图像存储在存储单元 320 中。

[0123] (2) 眼部特征获取单元 931

[0124] 眼部特征获取单元 931 从存储在存储单元 320 中的断层图像中提取内界膜 B1、神经纤维层边界 B2、神经节细胞层边界 B3、内丛状层边界 B4、光感受器内节和外节之间的边界 B5、视网膜色素上皮边界 B6 和中央凹 F1,作为眼部特征(参见图 10)。

[0125] 此外,眼部特征获取单元 931 提取视神经乳头 D1 的中心位置和该视神经乳头中的视网膜色素上皮边界 B6 的端部(RPE 末端)的位置。注意,针对各个 B 扫描图像计算视网膜色素上皮边界 B6 的端部的位置。

[0126] 注意,各个层边界 B1、B2 和 B4 ~ B6、中央凹 F1 以及视神经乳头 D1 的提取方法与第一实施例所述的提取方法相同。因而,以下将说明神经节细胞层边界 B3 的提取方法。

[0127] 也就是说,在获取到神经纤维层边界 B2 和内丛状层边界 B4 之后,在这些边界所围绕的区域内的各个点(x, y)处设置局部区域以计算像素值的方差。然后,判断为层边界存在于方差最大的局部区域内,并且将这些边界位置在 x 轴方向和 y 轴方向上相连接,由此提取出神经节细胞层边界 B3(参见图 10)。注意,将这样提取出的眼部特征存储在存储单元 320 中。

[0128] 此外,眼部特征获取单元 931 从存储单元 320 中获取表示神经节细胞在眼底内的分布(投影到图 10 中的 x-y 平面上的神经节细胞的分布)的信息 $N_k(k = 1, 2, \dots, n)$ 。可以例如从 SLO(扫描激光检眼镜)的无红色(red-Free)模式下所拍摄的 SLO 图像中获取神经节细胞在眼底内的分布信息。在本实施例中,假定将表示如下平均神经纤维分布的曲线

$N_k(k = 1, 2, \dots, n)$ 预先保存在存储单元 320 中, 其中所述平均神经纤维分布是基于通过无红色模式下拍摄多个健康眼睛所获得的 SLO 图像而生成的。

[0129] 注意, 神经纤维分布信息获取方法不限于此。例如, 可以将表面图像获取单元 (未示出) 包括在图像处理设备 900 中, 可以从该表面图像获取单元获取与眼部断层图像相同的患者的 SLO 图像 (无红色模式), 并且可以将该 SLO 图像存储在存储单元 320 中。然后, 可以获取所存储的 SLO 图像。

[0130] (3) 层指定单元 932

[0131] 层指定单元 932 指定神经纤维层 L1 作为第一层并指定神经节细胞层 L2 作为第二层。注意, 通过使神经节细胞层 L2 的轴突聚拢来形成神经纤维层 L1, 并且通过使神经节细胞的细胞核聚拢来形成神经节细胞层 L2。

[0132] (4) 病变部获取单元 933

[0133] 病变部获取单元 933 基于眼部特征获取单元 931 获取到的眼部特征来测量神经纤维层厚度和神经节细胞层厚度。此外, 病变部获取单元 933 通过将测量出的神经纤维层厚度和神经节细胞层厚度与各自的正常值进行比较来检测变薄区域。此外, 相关性判断单元 933-1 判断检测到的变薄区域和眼部特征获取单元 931 获取到的组织结构 (神经纤维分布) 信息之间的相关性。注意, 后面将说明病变部获取单元 933 所进行的这些处理的详细内容。

[0134] (5) 合成显示单元 940

[0135] 合成显示单元 940 从病变部获取单元 933 获取组织结构 (神经纤维分布) 信息、神经纤维层 L1 的层厚度分布以及神经节细胞层 L2 的层厚度分布。此外, 合成显示单元 940 获取作为神经纤维层 L1 的病变部的变薄区域 NFi 、作为神经节细胞层 L2 的病变部的变薄区域 GCj 以及各个变薄区域的检测可靠度 DRi 。然后, 合成显示单元 940 使用这些信息, 针对 SLO 图像生成合成图像。注意, 后面将说明合成图像生成处理的详细内容。

[0136] 2. 图像处理设备 900 中的图像处理的序列

[0137] (1) 病变部获取处理的序列 (图 11)

[0138] 以下将参考图 11 来说明病变部获取单元 933 所执行的病变部获取处理 (步骤 S504) 的详细内容。

[0139] 在步骤 S1101 中, 病变部获取单元 933 获取如下信息: 由眼部特征获取单元 931 获取到的层边界、中央凹 F1 和视神经乳头 D1 的位置以及组织结构 (神经纤维分布) 信息; 以及存储在存储单元 320 中的与各个层厚度相关联的正常值。

[0140] 在步骤 S1102 中, 病变部获取单元 933 基于步骤 S1101 中获取到的层边界, 在眼底内的各个点 (x, y) 处测量神经纤维层厚度和神经节细胞层厚度。在这种情况下, 病变部获取单元 933 在以中央凹 F1 为中心的直径为 1mm 的范围内以及在视神经乳头的盘边界的内部, 不测量神经纤维层厚度和神经节细胞层厚度。

[0141] 注意, 在本实施例中, 按照如下设置盘边界的位置。即, 对通过在各个 B 扫描图像 (图像编号 i) 内连接获取到的视网膜色素上皮边界 B6 的端部所获得的线 Ai 进行计算。针对各个 B 扫描图像, 计算内界膜 B1 和在与线 Ai 垂直的方向上向着内层侧移动了阈值 Th 的线 Ai' 之间的交点 $E1i$ 和 $E2i$ 。在 $x-y$ 平面内平滑地连接所获得的交点的集合 $\{E1i, E2i\}$, 以获得盘边界。

[0142] 返回参考图 11, 在步骤 S1103 中, 病变部获取单元 933 将神经纤维层厚度和神经节细胞层厚度与各自的正常值 (具有给定范围的值) 进行比较。当这些厚度小于各自的正常值时, 将相应的区域判断并检测为神经纤维层 L1 的变薄区域 NF_i 和神经节细胞层 L2 的变薄区域 GC_j。

[0143] 在步骤 S1104 中, 相关性判断单元 933-1 基于眼部特征获取单元 931 获取到的组织结构 (神经纤维分布) 信息, 判断病变部获取单元 933 获取到的变薄区域 NF_i 和 GC_j 之间的相关性。即, 相关性判断单元 933-1 判断神经纤维层 L1 的变薄区域 NF_i 以及神经节细胞层 L2 的变薄区域 GC_j 是否存在于同一神经纤维上 (N_k 上)。

[0144] 在进行判断时, 按照如下使组织结构 (神经纤维分布) 信息 N_k(x, y) 的坐标系与病变部分布 NF_i(x, y) 和 GC_j(x, y) 的坐标系对准。即, 由于在各个坐标系上已计算出中央凹 F1 的位置和视神经乳头 D1 的位置, 因此计算针对合成位置对准的平移 (x, y) 和转动参数, 以使得这两个点被设置在相同位置处。注意, 在本实施例中, 由于在获取 SLO 图像和断层图像时采用一致的摄像条件, 因此组织结构信息和病变部分布被预先设置得具有相同的像素大小。

[0145] 此外, 病变部获取单元 933 基于作为位置对准的结果所获得的位置对准参数值, 叠加组织结构 (神经纤维分布) 信息和病变部分布。

[0146] 此外, 病变部获取单元 933 计算存在于各个神经纤维 N_k 上的神经纤维层 L1 的变薄区域 NF_i。当变薄区域 NF_i 存在于神经纤维 N_k 上时, 病变部获取单元 933 检查变薄区域 GC_j 是否存在于同一神经纤维 N_k 上。如果神经纤维层 L1 的变薄区域 NF_i 和神经节细胞层 L2 的变薄区域 GC_j 存在于同一神经纤维 N_k 上, 则同一神经节细胞受到损害的可能性更高。由于该原因, 病变部获取单元 933 向神经纤维层 L1 的该变薄区域 NF_i 的检测可靠度 DR_i 设置“1”。

[0147] 注意, 神经纤维层 L1 的各变薄区域 NF_i 的检测可靠度 DR_i 的设置方法不限于此。例如, 代替如上所述由二值数据 (0 或 1) 来定义可靠度 DR_i, 还可以由多值数据来定义可靠度 DR_i, 从而与穿过这两个变薄区域 NF_i 和 GC_j 的 N_k 的密度成比例地将可靠度 DR_i 设置得较高。

[0148] (2) 合成图像生成处理的序列 (图 12)

[0149] 以下将参考图 12 来说明合成显示单元 940 所执行的合成图像生成处理 (步骤 S505) 的详细内容。

[0150] 在步骤 S1201 中, 合成显示单元 940 从图像处理单元 930 中获取步骤 S1101 中获取到的组织结构 (神经纤维分布) 信息以及步骤 S1102 中获取到的神经纤维层 L1 的层厚度分布和神经节细胞层 L2 的层厚度分布。此外, 合成显示单元 940 从图像处理单元 930 中获取步骤 S1103 中获取到的神经纤维层 L1 的变薄区域 NF_i 和神经节细胞层 L2 的变薄区域 GC_j 以及步骤 S1104 中获取到的变薄区域 NF_i 的检测可靠度 DR_i。

[0151] 在步骤 S1202 中, 组织结构显示单元 943 将步骤 S1201 中获取到的组织结构 (神经纤维分布) 信息显示在监视器 205 上。

[0152] 在步骤 S1203 中, 图像合成单元 341 针对步骤 S1202 中所显示的组织结构 (神经纤维分布) 信息, 显示以下的信息。即, 图像合成单元 341 将神经纤维层厚度的偏差映射和神经纤维层的变薄区域 NF_i 半透明地合成并显示在以视神经乳头 D1 作为中心的直径为 R1

的区域上。此外,图像合成单元 341 将神经节细胞层厚度的偏差映射和神经节细胞层的变薄区域 GCj 半透明地合成并显示在剩余区域上。此外,图像合成单元 341 将视神经乳头的标准神经纤维层厚度测量位置(以视神经乳头 D1 作为中心的直径为 3.45mm 的圆周上的位置 M1)作为参考进行显示。

[0153] 注意,合成显示模式不限于此。例如,可以将步骤 S1104 中获取到的变薄区域 NF_i 的检测可靠度 DR_i 显示在所显示的合成图像上的变薄区域 NF_i 附近。可选地,代替将组织结构(神经纤维分布)信息显示在合成图像的整个表面上,可以仅显示穿过变薄区域 NF_i 或 GCj 的神经纤维 N_k。可选地,代替总是显示组织结构信息和检测可靠度 DR_i,可以仅在鼠标光标所指定的位置处显示这两者。

[0154] 3. 合成图像的例子

[0155] 以下将说明通过图像处理设备 900 中的合成图像生成处理所生成的合成图像。图 13 示出通过图像处理设备 900 中的合成图像生成处理所生成的合成图像的示例。

[0156] 如图 13 所示,在图像处理设备 900 所生成的合成图像中,将黄斑区的神经节细胞层 L2 的变薄区域和视神经乳头的神经纤维层 L 1 的变薄区域合成并显示在表示神经纤维分布的信息上。利用该显示,操作员可以容易地识别作为存在于不同层中的青光眼的病变部的变薄区域是否对应于同一细胞或组织。

[0157] 如通过以上说明可以看出,根据本实施例的图像处理设备 900 允许操作员容易地识别存在于多个层中的病变部之间的相关性。

[0158] 其它实施例

[0159] 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,计算机可读介质)将该程序提供给计算机。

[0160] 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。

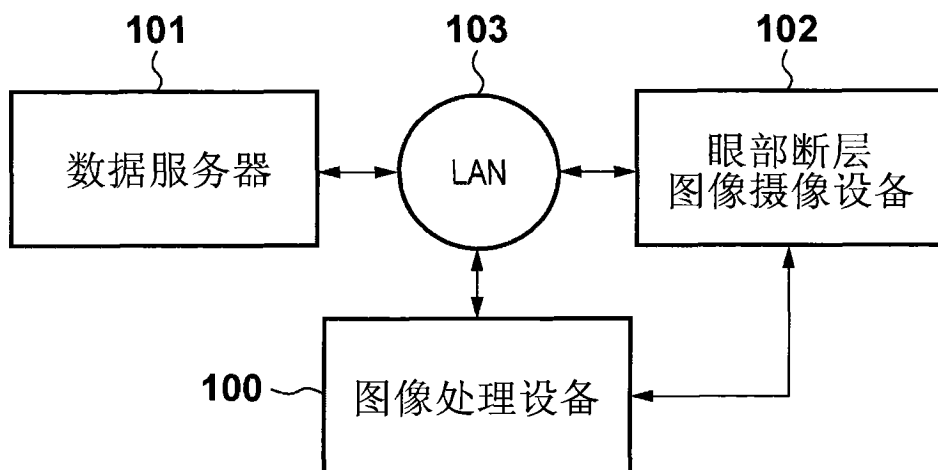


图 1

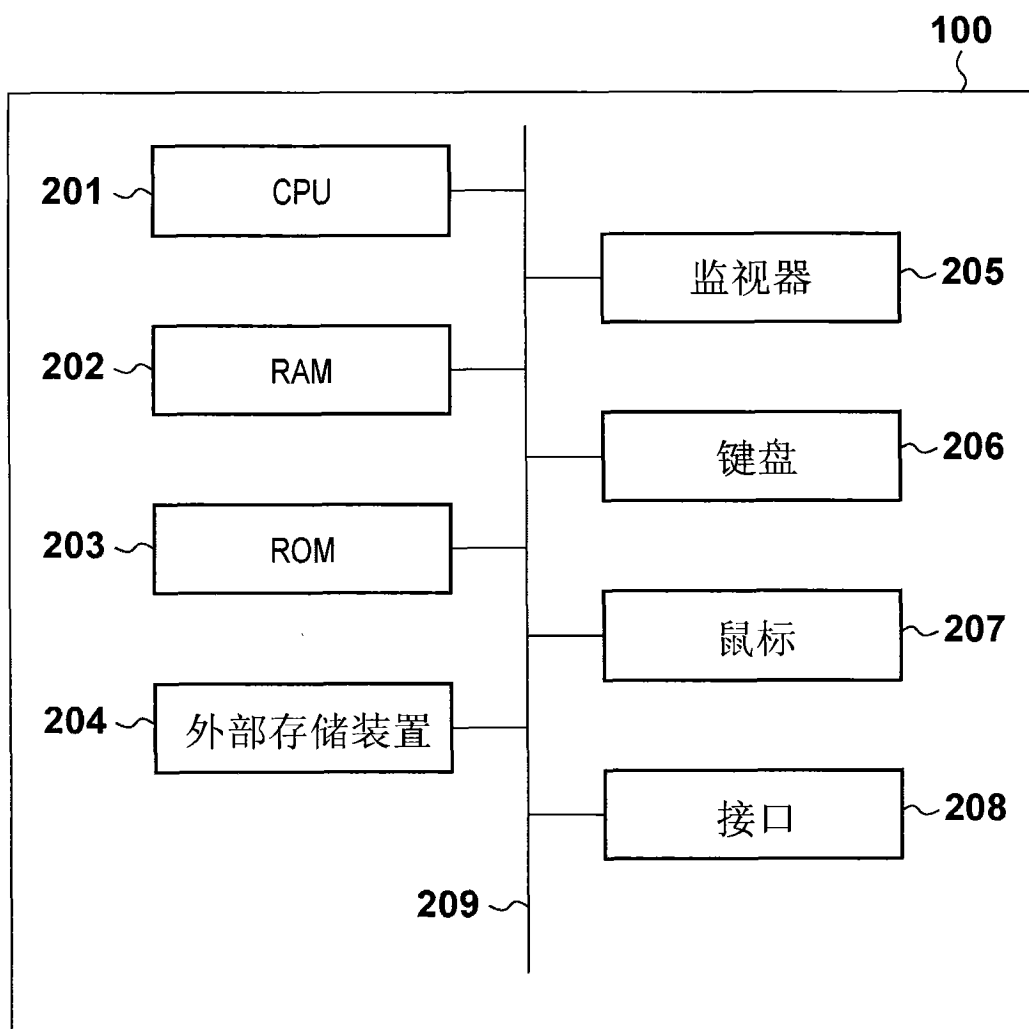


图 2

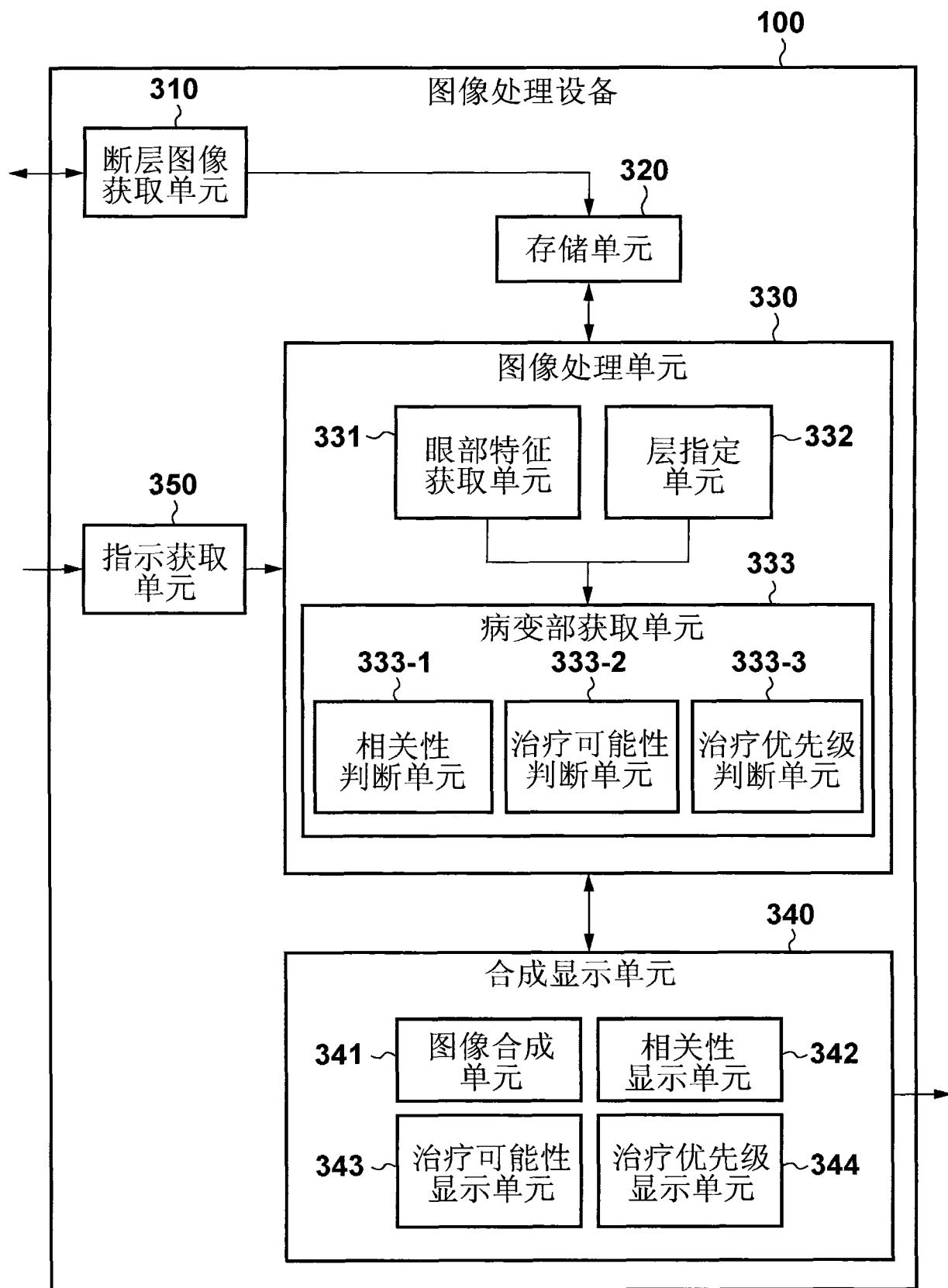


图 3

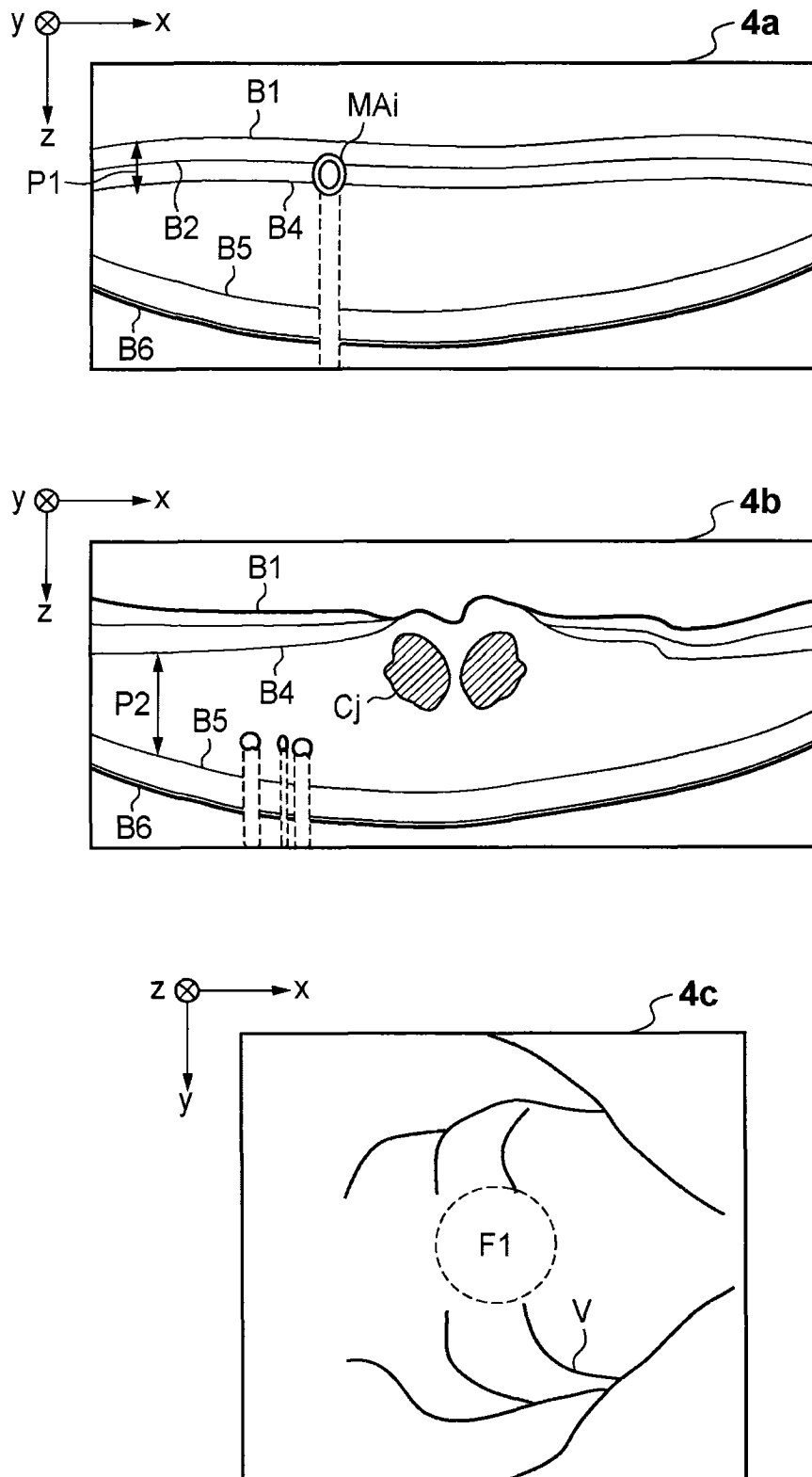


图 4

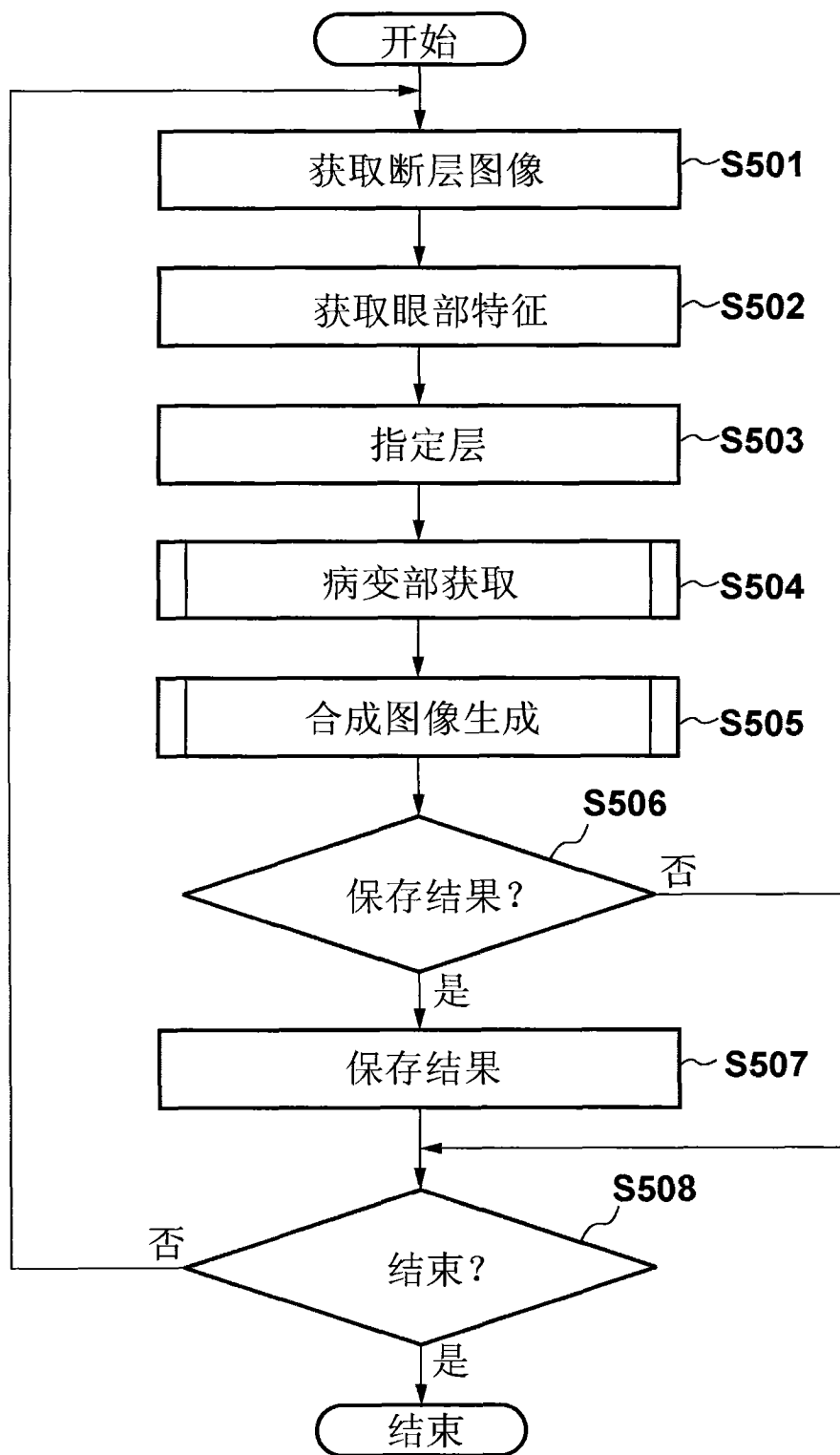


图 5

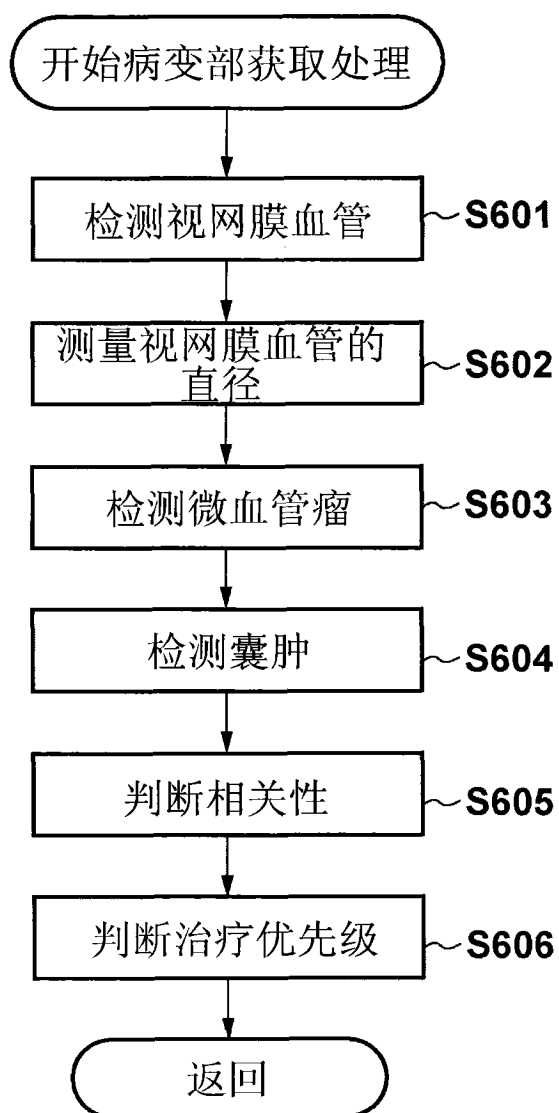


图 6

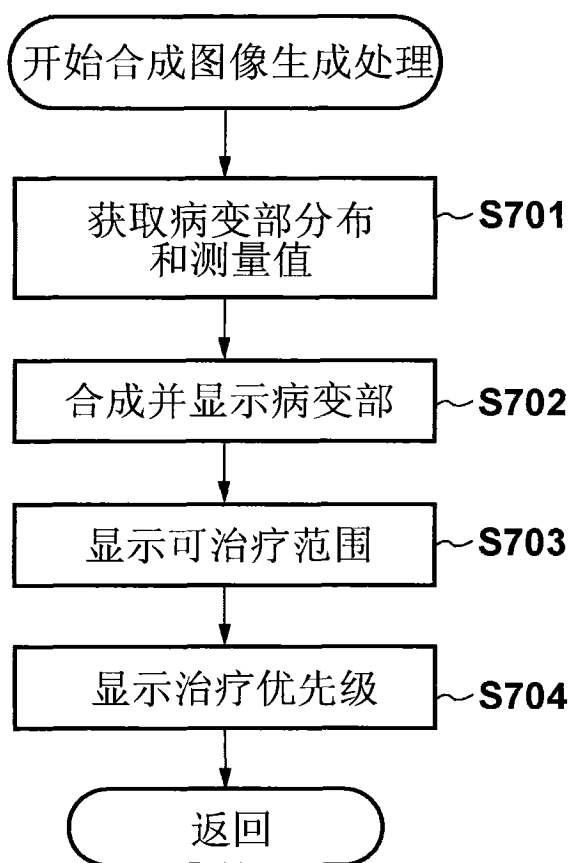


图 7

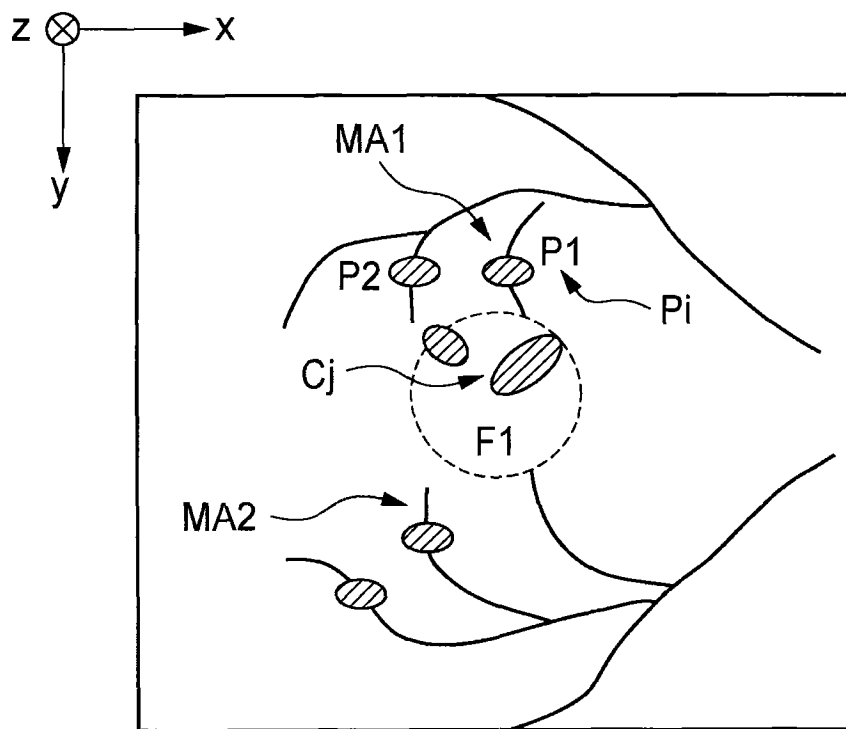


图 8

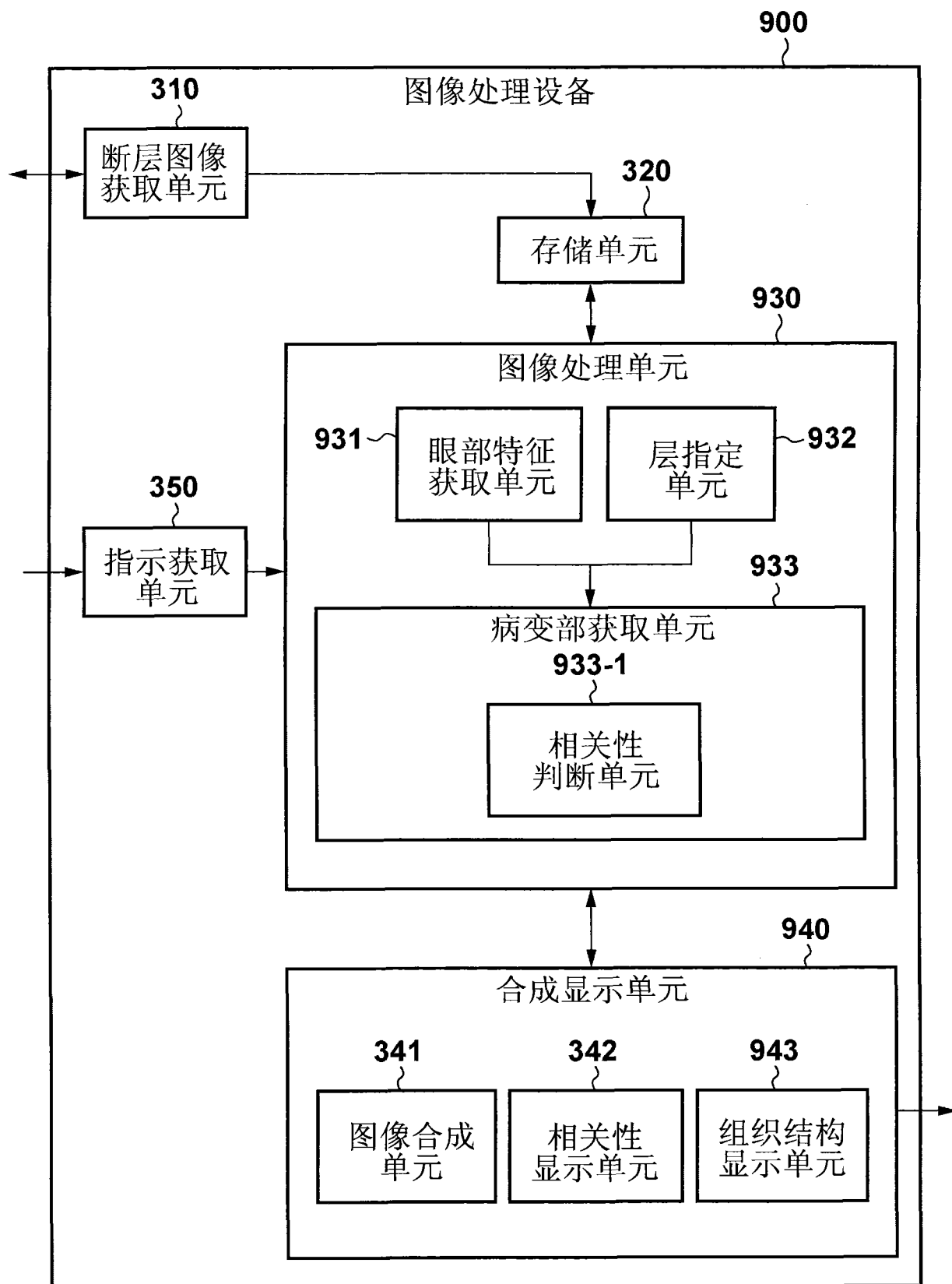


图 9

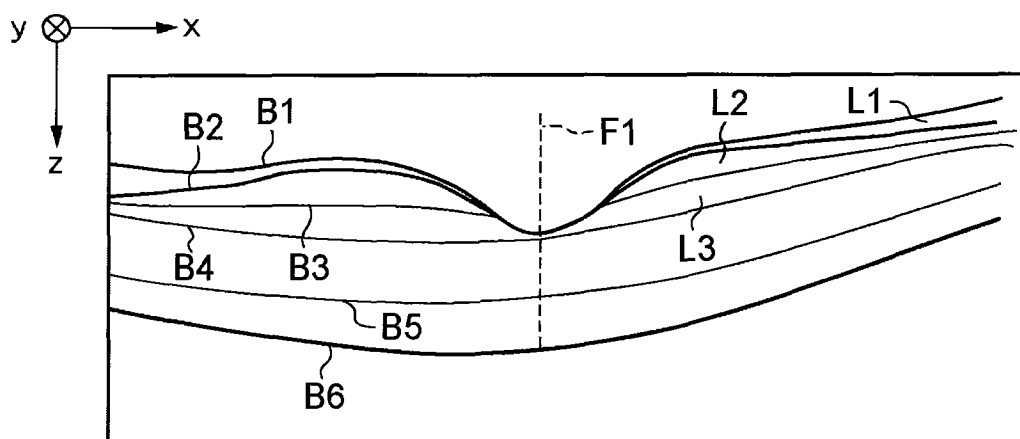


图 10

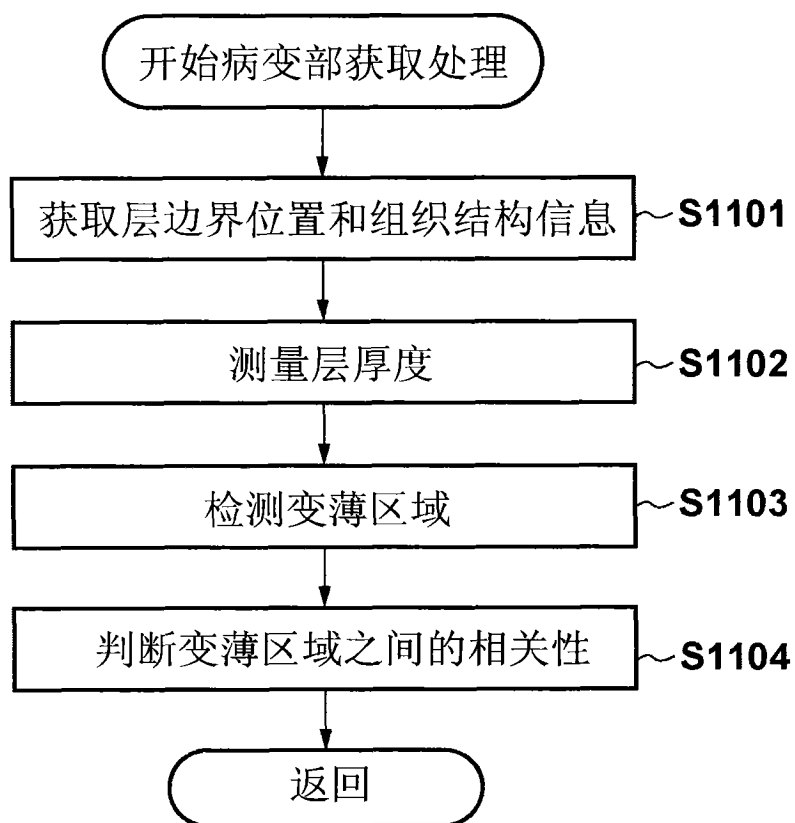


图 11

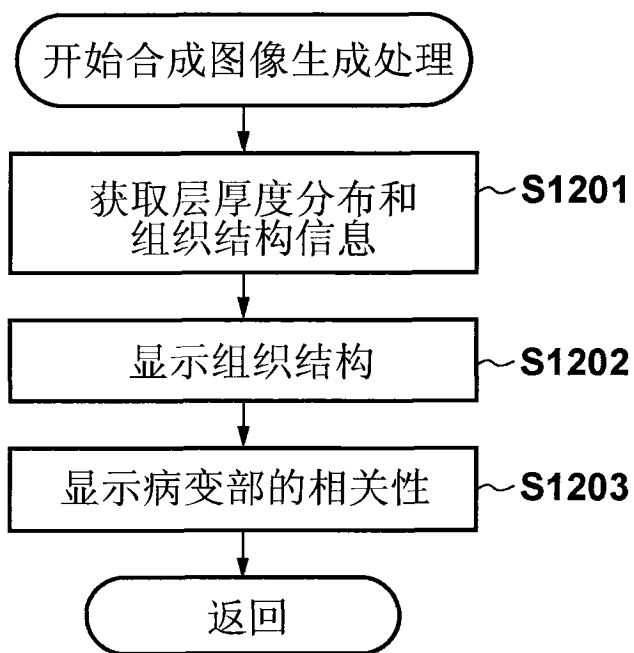


图 12

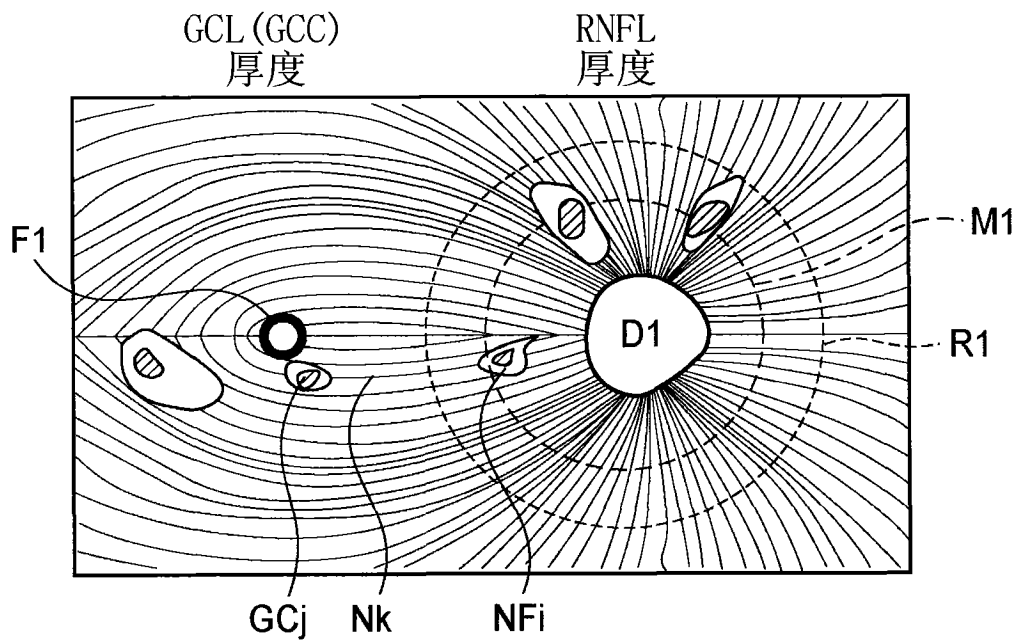


图 13

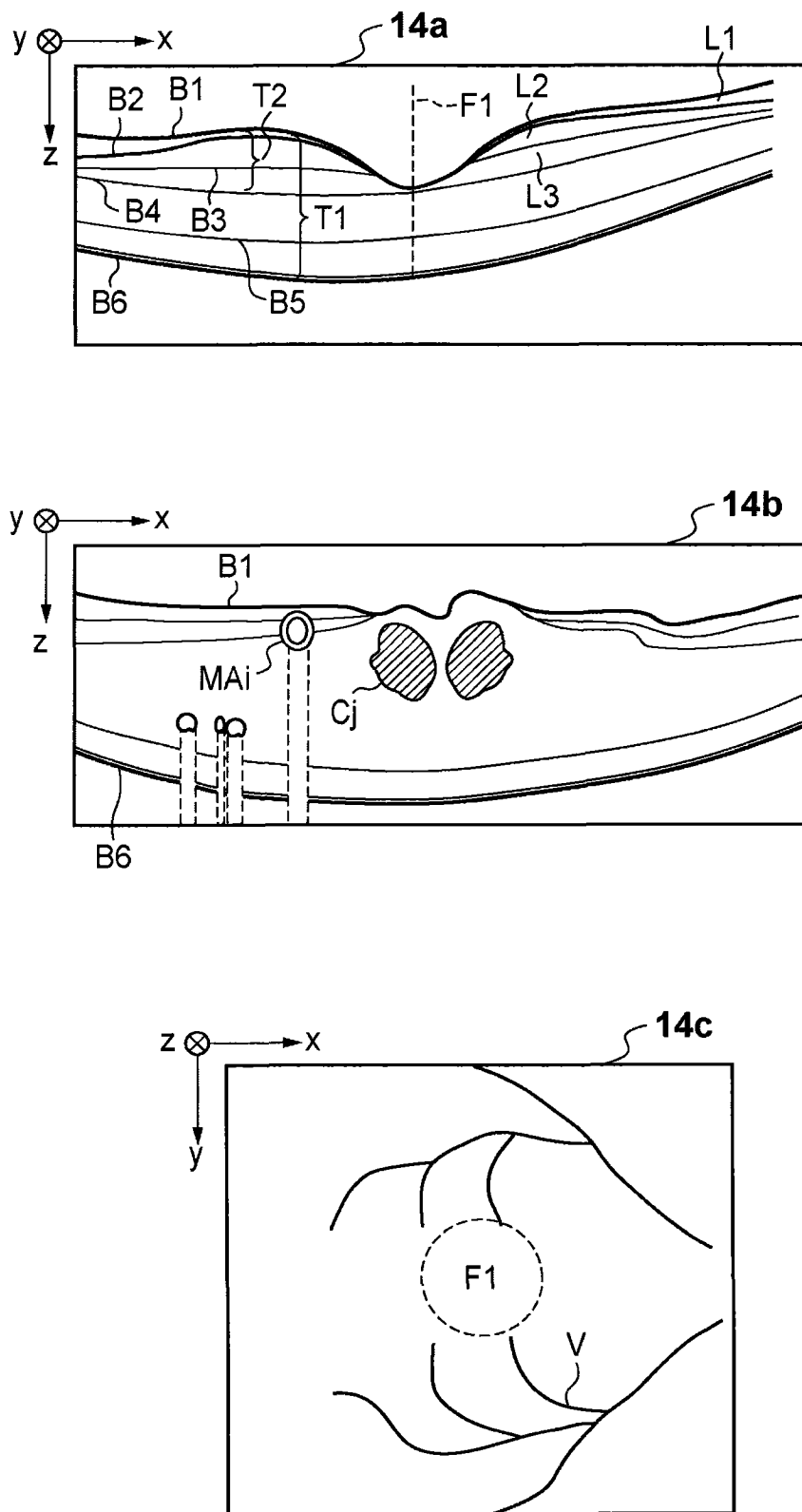


图 14