



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102469937 B

(45) 授权公告日 2015. 03. 25

(21) 申请号 201080035928. 3

GO1N 21/17(2006. 01)

(22) 申请日 2010. 07. 23

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

2009-186779 2009. 08. 11 JP

US 2008/0100612 A1, 2008. 05. 01,

CN 101209199 A, 2008. 07. 02,

CN 101234015 A, 2008. 08. 06,

CN 1939208 A, 2007. 04. 04,

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 02. 13

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2010/062968 2010. 07. 23

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/018950 EN 2011. 02. 17

(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

审查员 涂燕君

(72) 发明人 宫狭和大 片山昭宏

(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.

A61B 3/10(2006. 01)

A61B 3/12(2006. 01)

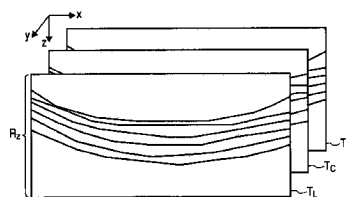
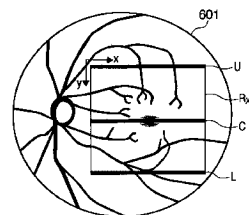
权利要求书3页 说明书12页 附图14页

(54) 发明名称

断层图像摄像设备及其控制方法

(57) 摘要

在利用光学相干断层成像仪拍摄眼底的断层图像的断层图像摄像设备中,当在眼底上设置要拍摄断层图像的测量区域时,利用该光学相干断层成像仪,在所设置的测量区域内的、数量少于进行诊断用摄像的情况下的位置的数量的多个预定位置处获取断层图像。然后,将所获取到的断层图像实时排列显示在显示设备的画面上。



1. 一种断层图像摄像设备的控制方法,所述断层图像摄像设备用于利用光学相干断层成像仪拍摄眼底的断层图像,所述控制方法包括以下步骤:

设置步骤,用于在眼底上设置要拍摄断层图像的测量区域;

获取步骤,用于利用所述光学相干断层成像仪,在所述测量区域内的、数量比进行诊断用摄像的情况下的位置的数量少的多个预定位置处获取断层图像;以及

提取步骤,用于从所获取到的各个断层图像中提取视网膜层,

所述控制方法的特征在于还包括以下步骤:

检测步骤,用于针对各个断层图像,检测所提取的视网膜层是否相对于该断层图像的深度方向而突出到摄像区域外;以及

显示控制步骤,用于将所述获取步骤所获取到的断层图像实时排列显示在显示设备的画面上,

其中,将视网膜层已被检测为相对于断层图像的深度方向而突出到摄像区域外的该断层图像与表示该视网膜层相对于该断层图像的深度方向而突出到摄像区域外的信息一起显示在所述显示设备的画面上。

2. 根据权利要求1所述的控制方法,其特征在于,在所述显示控制步骤中,以相同的大小显示断层图像。

3. 根据权利要求1所述的控制方法,其特征在于,还包括以下步骤:

调整步骤,用于基于所述提取步骤所提取的视网膜层在断层图像中的深度方向的位置,调整所述光学相干断层成像仪所使用的参考镜的位置,以使得视网膜层在深度方向上没有突出到摄像区域外。

4. 根据权利要求3所述的控制方法,其特征在于,在所述调整步骤中,

针对各个断层图像,判断所提取的视网膜层是否在深度方向上突出到摄像区域外,

在判断为视网膜层突出到摄像区域外的情况下,通过对视网膜层的轮廓进行外插来估计视网膜层所突出的量,以及

基于估计出的突出量来调整所述参考镜的位置。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的控制方法,其特征在于,获取断层图像的位置是中央部和端部。

6. 一种断层图像摄像设备,用于利用光学相干断层成像仪拍摄眼底的断层图像,所述断层图像摄像设备包括:

设置单元,用于在眼底上设置要拍摄断层图像的测量区域;

获取单元,用于利用所述光学相干断层成像仪,在所述测量区域内的、数量比进行诊断用摄像的情况下的位置的数量少的多个预定位置处获取断层图像;以及

提取单元,用于从所述获取单元所获取到的各个断层图像中提取视网膜层,

所述断层图像摄像设备的特征在于还包括:

检测单元,用于针对各个断层图像,检测所述提取单元所提取的视网膜层是否相对于该断层图像的深度方向而突出到摄像区域外;以及

显示控制单元,用于将所述获取单元所获取到的断层图像实时排列显示在显示设备的画面上,

其中,所述显示控制单元将所述检测单元已检测到视网膜层相对于断层图像的深度方

向而突出到摄像区域外的该断层图像与表示该视网膜层相对于该断层图像的深度方向而突出到摄像区域外的信息一起显示在所述显示设备的画面上。

7. 根据权利要求6所述的断层图像摄像设备,其特征在于,还包括:

调整单元,用于基于所述提取单元所提取的视网膜层在断层图像中的深度方向的位置,调整所述光学相干断层成像仪所使用的参考镜的位置,以使得视网膜层在深度方向上没有突出到摄像区域外。

8. 一种断层图像摄像设备,用于通过使从眼底返回的光与从参考镜返回的光进行光学干涉来拍摄所述眼底的断层图像,所述断层图像摄像设备包括:

获取部件,用于从拍摄诊断用断层图像的区域中获取断层图像;以及

提取部件,用于从所述获取部件所获取到的断层图像中提取视网膜层,

所述断层图像摄像设备的特征在于还包括:

检测部件,用于检测所述提取部件所提取的视网膜层是否相对于断层图像的深度方向而突出到摄像区域外;以及

显示控制部件,用于在所述检测部件已检测到视网膜层相对于断层图像的深度方向而突出到摄像区域外的情况下,将该断层图像和表示该视网膜层相对于该断层图像的深度方向而突出到摄像区域外的信息一起进行显示。

9. 根据权利要求8所述的断层图像摄像设备,其特征在于,还包括:

用于在所述显示控制部件显示断层图像之后、根据用户的指示来改变断层图像的摄像位置的部件。

10. 根据权利要求8所述的断层图像摄像设备,其特征在于,所述诊断用断层图像是在所述显示控制部件显示断层图像之后所拍摄的。

11. 根据权利要求9所述的断层图像摄像设备,其特征在于,用于改变所述摄像位置的部件对所述参考镜的位置进行改变。

12. 根据权利要求8至11中任一项所述的断层图像摄像设备,其特征在于,所述获取部件基于拍摄诊断用断层图像的区域中央位置来获取断层图像。

13. 一种断层图像摄像设备,包括:

低相干光源;

光学构件,用于使来自所述低相干光源的低相干光分割成向着被检眼的眼底侧的低相干光以及向着参考镜侧的低相干光;

第二光学构件,用于通过利用所述光学构件分割得到的低相干光照射所述被检眼的眼底来扫描所述眼底;

重构单元,用于通过使从所述被检眼的眼底返回的低相干光与从所述参考镜返回的低相干光进行光学干涉来获取断层图像;

驱动单元,用于驱动所述第二光学构件,以从利用低相干光进行扫描的二维扫描区域中获取至少一个断层图像;以及

提取单元,用于从所述重构单元所获取到的断层图像中提取视网膜层,

所述断层图像摄像设备的特征在于还包括:

检测单元,用于检测所述提取单元所提取的视网膜层是否相对于断层图像的深度方向而突出到摄像区域外;以及

显示控制单元,用于显示所述至少一个断层图像,

其中,所述显示控制单元将所述检测单元已检测到视网膜层相对于断层图像的深度方向而突出到摄像区域外的该断层图像与表示该视网膜层相对于该断层图像的深度方向而突出到摄像区域外的信息一起进行显示。

断层图像摄像设备及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及断层图像摄像设备及其控制方法,尤其涉及眼科诊疗等所使用的断层图像摄像设备及其控制方法。

背景技术

[0002] 近年来,采用 OCT(光学相干断层成像仪)等的眼部断层图像摄像设备由于能够三维观察视网膜层内部的状态并且对于更加精确地诊断疾病而言有用,因此已受到关注。

[0003] 图 5A 和 5B 是分别示出眼底上的 OCT 测量区域和相应的视网膜断层图像的例示图。在图 5A 中,501 表示眼底图像,并且 R_{xy} 表示眼底平面(x 轴为水平方向,并且 y 轴为垂直方向)上的二维 OCT 测量区域。在图 5A 的例子中, R_{xy} 是矩形区域。此外,图 5B 所示的 $T_1 \sim T_n$ 是通过在视网膜的深度方向上对测量区域 R_{xy} 进行摄像所获得的黄斑部的二维断层图像(B 扫描图像)。各个断层图像由在视网膜的深度方向上进行扫描的多个扫描线(以下称为“A 扫描线”)构成。z 轴表示该 A 扫描方向,并且 R_z 表示沿着 z 轴方向的深度方向上的一维 OCT 测量区域。在采用 OCT 进行摄像的情况下,对设置在眼底上的测量区域 R_{xy} 顺次进行光栅扫描(将 x 轴方向上的扫描称为“主扫描”,并且将 y 轴方向上的扫描称为“副扫描”),由此针对断层图像群一次获取三维数据。此外,M 表示中央凹,A 表示内界膜,并且 B 表示视网膜色素上皮边界。由于在内界膜 A 和视网膜色素上皮边界 B 之间的视网膜层的区域内出现了作为失明的主要原因的诸如青光眼和年龄相关性黄斑变性等的疾病的解剖学特征,因此该区域在利用 OCT 断层图像进行诊断时非常有用。由于该原因,当拍摄断层图像时,以该区域在断层图像的深度方向的上端或下端没有被截除的方式进行摄像是至关重要的。

[0004] 在利用一般的 OCT 设备拍摄三维数据之前观察被检眼时,实时获取和显示仅穿过测量区域 R_{xy} 的中心的一个或多个断层图像。进行该操作使得能够从视觉上检查视网膜层的整体区域是否容纳于断层图像内,并且对摄像位置进行适当调整。此外,日本特开 2008-154939 公开了如下的技术:对在观察被检眼时获取到的一个断层图像进行分析,并且判断视网膜层是否出现在该断层图像内,由此对摄像位置进行自动调整以使得视网膜层出现在该断层图像内。

[0005] 然而,利用前述技术,拍摄者或计算机仅观察穿过测量区域 R_{xy} 的中心的几个断层图像,因此在观察被检眼期间无法判断所有的视网膜层是否将会适当地容纳于随后要拍摄的三维数据内。特别地,在对视网膜层急剧弯曲的近视眼进行摄像的情况下,即使在观察被检眼期间,所有的视网膜层均容纳于穿过测量区域 R_{xy} 的中心的断层图像内,也存在所有这些视网膜层没有适当地容纳于远离中心的位置处的断层图像内的可能性。在这种情况下,摄像将会失败,由此导致需要重新拍摄断层图像。

发明内容

[0006] 本发明是考虑到前述问题而作出的,并且根据本发明的典型实施例,在采用光学

相干断层成像仪的摄像设备中,可以在已设置的测量区域中容易且适当地设置断层图像的
深度方向的摄像位置。

[0007] 根据本发明的一个方面,提供一种断层图像摄像设备的控制方法,所述断层图像
摄像设备用于利用光学相干断层成像仪拍摄眼底的断层图像,所述控制方法包括以下步
骤:设置步骤,用于在眼底上设置要拍摄断层图像的测量区域;获取步骤,用于利用所述光
学相干断层成像仪,在所述测量区域内的、数量比进行诊断用摄像的情况下的位置的数
量少的多个预定位置处获取断层图像;以及显示控制步骤,用于将所述获取步骤所获取到
的断层图像实时排列显示在显示设备的画面上。

[0008] 根据本发明的另一方面,提供一种断层图像摄像设备的控制方法,所述断层图像
摄像设备用于利用光学相干断层成像仪拍摄眼底的断层图像,所述控制方法包括以下步
骤:设置步骤,用于在眼底上设置要拍摄断层图像的测量区域;获取步骤,用于利用所述光
学相干断层成像仪,在所述测量区域内的、数量比进行诊断用摄像的情况下的位置的数
量少的多个预定位置处获取断层图像;提取步骤,用于从所述获取步骤所获取到的各个断
层图像中提取视网膜层;以及调整步骤,用于基于所述提取步骤所提取的视网膜层在断
层图像中的深度方向的位置,调整所述光学相干断层成像仪所使用的参考镜的位置,以
使得视网膜层在深度方向上没有突出到摄像区域外。

[0009] 根据本发明的又一方面,提供一种断层图像摄像设备,用于利用光学相干断层成
像仪拍摄眼底的断层图像,所述断层图像摄像设备包括:设置单元,用于在眼底上设置要
拍摄断层图像的测量区域;获取单元,用于利用所述光学相干断层成像仪,在所述测量区
域内的、数量比进行诊断用摄像的情况下的位置的量少的多个预定位置处获取断层图
像;以及显示控制单元,用于将所述获取单元所获取到的断层图像实时排列显示在显示
设备的画面上。

[0010] 根据本发明的还一方面,提供一种断层图像摄像设备,用于利用光学相干断层成
像仪拍摄眼底的断层图像,所述断层图像摄像设备包括:设置单元,用于在眼底上设置要
拍摄断层图像的测量区域;获取单元,用于利用所述光学相干断层成像仪,在所述测量区
域内的、数量比进行诊断用摄像的情况下的位置的量少的多个预定位置处获取断层图
像;提取单元,用于从所述获取单元所获取到的各个断层图像中提取视网膜层;以及调
整单元,用于基于所述提取单元所提取的视网膜层在断层图像中的深度方向的位置,调
整所述光学相干断层成像仪所使用的参考镜的位置,以使得视网膜层在深度方向上没
有突出到摄像区域外。

[0011] 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

[0012] 图 1 是示出根据实施例的断层图像摄像设备的功能结构的图。

[0013] 图 2 是示出断层图像获取单元 103 的装置结构和功能结构的图。

[0014] 图 3 是示出根据实施例的处理过程的流程图。

[0015] 图 4 是示出步骤 S311 的处理过程的流程图。

[0016] 图 5A 和 5B 是分别示出眼底上的 OCT 测量区域和已拍摄到的三维数据的图。

[0017] 图 6A 是示出断层图像获取位置的图。

- [0018] 图 6B 是示出已获取到的断层图像的图。
- [0019] 图 7 是示出用于（无截除地）排列显示断层图像的图像数据的显示方法的示例的图。
- [0020] 图 8 是示出用于（无截除地）排列显示断层图像的图像数据的显示方法的示例的图。
- [0021] 图 9 是示出在内界膜已被截除的情况下进行的警告显示的图。
- [0022] 图 10 是示出在视网膜色素上皮边界已被截除的情况下进行的警告显示的图。
- [0023] 图 11A 和 11B 是示出断层图像和已被截除的视网膜层的估计线之间的位置关系的图。
- [0024] 图 12 是示出根据本实施例的断层图像摄像设备的装置结构的图。
- [0025] 图 13A ~ 13F 是示出与测量区域相对应的中央位置和端部位置的图。
- [0026] 图 14A 和 14B 是用于说明视网膜层的截除的图。

具体实施方式

[0027] 实施例 1

[0028] 在本实施例中,当利用光学相干断层成像仪(以下称为“OCT”)拍摄被检眼的断层图像时,在测量区域内重复扫描多个部位的情况下显示断层图像,由此使得能够进行调整,以使得整体测量对象容纳于要拍摄的图像内。更具体地,利用根据本实施例的断层图像摄像设备,在利用 OCT 拍摄诊断用的三维数据之前观察被检眼时,在被检眼的测量区域 R_{xy} 的中央位置和端部位置处获取断层图像,并将所获取到的断层图像实时排列显示在确认画面上。这里,由于视网膜的三维形状可以近似为椭圆柱体,因此存在如下的属性:随着相对于测量区域 R_{xy} 的中心向着外侧的距离的增加,中心和视网膜的深度(z轴)方向上的位置之间的差单调增大。根据该属性,可以观察测量区域 R_{xy} 的中央位置和端部位置的断层图像的状态,这使得总是允许拍摄者能够意识到所有的视网膜层是否将会容纳于随后要拍摄的三维数据内。这里所指的测量区域 R_{xy} 的中央位置和端部位置分别是穿过测量区域 R_{xy} 的中心的位置以及包括测量区域 R_{xy} 的最外端的区域的位置。以下将说明几个具体例子。

[0029] 图 13A ~ 13F 是示出与测量区域 R_{xy} 相对应的中央位置和端部位置的图。图 13A 和 13B 是示出测量区域 R_{xy} 是矩形的情况下的中央位置和端部位置的两种类型的图。图 13C 和 13D 是示出测量区域 R_{xy} 是平行四边形的情况下的中央位置和端部位置的两种类型的图。图 13E 和 13F 是示出测量区域 R_{xy} 是圆形的情况下的中央位置和端部位置的两种类型的图。在图 13A ~ 13F 中,1301 表示眼底图像,并且 R_{xy} 表示二维测量区域。此外,1302、1306、1310、1314、1318 和 1321 表示测量区域 R_{xy} 的中央位置。另外,1303 和 1304、1307 和 1308、1311 和 1312、1315 和 1316 以及 1319 和 1322 表示端部位置。此外,在图 13C 和 13D 中, P_1 、 P_2 、 P_3 和 P_4 表示测量区域 R_{xy} 的四个顶点。

[0030] 这里,这些图中的中央位置和端部位置都是满足前述定义的位置。在测量区域 R_{xy} 是矩形的情况下,中央位置和端部位置可以是如图 13A 所示的与 x 轴平行的线段或者可以是如图 13B 所示的与 y 轴平行的线段。在测量区域 R_{xy} 是平行四边形的情况下,中央位置和端部位置可以是如图 13C 所示的与边 P_1P_4 平行的线段或者可以是如图 13D 所示的与边 P_1P_2 平行的线段。

[0031] 在测量区域 R_{xy} 是圆形的情况下,测量区域 R_{xy} 的中央位置可以是如图 13E 所示的与 x 轴平行的线段或者可以是如图 13F 所示的与 y 轴平行的线段。这里,端部位置是与测量区域 R_{xy} 的圆周相对应的位置。换言之,使用通过圆形扫描所获得的断层图像。尽管以下采用图 13A 所示的情况的具体例子来说明本实施例,但测量区域的形状以及中央位置和端部位置不限于该例子。

[0032] 通过实时显示中央位置和两个端部位置的断层图像,用户 可以容易地判断视网膜层是否突出到深度方向上的测量区域外(相对于深度方向是否已被截除)。此外,由于可以使 OCT 参考镜在观看实时显示的中央位置和两个端部位置的断层图像的情况下进行移动,因此用户可以容易地将该参考镜设置到适当位置。此外,进行如下检测:在断层图像中,视网膜层在测量区域的深度方向上是否已被截除,并且如果视网膜层已被截除,则呈现表达该含义的警告,由此有助于使拍摄者意识到视网膜层已被截除。这里,通过例如判断视网膜层与断层图像的上边或下边是否接触或相交来检测视网膜层的深度方向上的截除。此外,能够检测视网膜层在断层图像中的位置,并且自动调整 z 轴方向上的测量深度,以使得视网膜层在断层图像中没有被截除,由此减轻拍摄者的负担,并进一步防止摄像错误。以下将说明具体例子。

[0033] 图 14A 和 14B 是用于说明视网膜层的截除的图。图 14A 和 14B 是分别示出视网膜层在断层图像的上边和下边已被截除的例子的图。这里,图 14A 和 14B 分别示出的 1401 和 1402 表示视网膜层在这些情况下所示的图像内已被截除的断层图像。在这些图中, x 轴是主扫描方向,并且 z 轴是 A 扫描方向。如这些图所示,断层图像中的坐标的范围是 $0 \leq x \leq x_{\max}$ 和 $0 \leq z \leq z_{\max}$ 。在图 14A 中,A 表示眼底的内界膜。在图 14A 中,内界膜 A 与 $z = 0$ 处的直线(断层图像的上边)相交,因此图 14A 示出内界膜 A 已被截除的状态。在图 14B 中,B 表示视网膜色素上皮边界。在图 14B 中,视网膜色素上皮边界 B 与 $z = z_{\max}$ 处的直线(断层图像的下边)相交,因此图 14B 示出视网膜色素上皮边界 B 已被截除的状态。这样,在本实施例中,视网膜层的截除具体是指内界膜或视网膜色素上皮边界的截除。

[0034] 接着,参考图 1 的框图和图 3 的流程图来说明根据本实施例 的断层图像摄像设备 10 的结构和断层图像摄像设备 10 所执行的具体处理过程。

[0035] 在步骤 S301 中,测量区域获取单元 101 从指示获取单元 100 获取来自操作员的用于在被检体的眼底上设置二维测量区域 R_{xy} 的指示信息,并指定该测量区域 R_{xy} 。该指示信息是操作员经由断层图像摄像设备 10 所配备的键盘或鼠标(未示出)而输入的。作为与眼底上的测量区域 R_{xy} 有关的指示的一个例子,测量区域获取单元 101 获取诸如指定作为断层图像获取对象的眼底上的部位或位置等的指示(被定义为指示 1)。然后,测量区域获取单元 101 基于该指示 1 的内容指定作为矩形的测量区域 R_{xy} 。将所指定的测量区域 R_{xy} 发送至断层图像获取位置设置单元 102。

[0036] 在步骤 S302 中,断层图像获取位置设置单元 102 从测量区域获取单元 101 获取测量区域 R_{xy} ,并且在该测量区域内设置要获取断层图像的位置(以下称为断层图像获取位置 P)。将预定数量的位置设置为断层图像获取位置 P,并且该数量小于在进行诊断用摄像的情况下的数量。在该步骤中,例如,将测量区域 R_{xy} 的中央位置和端部位置设置为断层图像获取位置 P。当然,断层图像获取位置 P 不限于该组合。例如,可以通过在该中央部和这两个端部中的每一个端部之间添加获取位置来设置 5 个断层图像获取位置 P。

[0037] 图 6A 是示出测量区域 R_{xy} 中的断层图像获取位置 P 的图。这里, 601 表示眼底图像, 并且眼底图像 601 中的 R_{xy} 表示二维测量区域。此外, 测量区域 R_{xy} 中的 C 表示穿过测量区域 R_{xy} 的中心并且与该图中的 x 轴平行的线段 (以下称为中央部), U 表示测量区域 R_{xy} 的上边 (以下称为上端部), 并且 L 表示测量区域 R_{xy} 的下边 (以下称为下端部)。在本实施例中, 应用测量区域 R_{xy} 的中央部 C、上端部 U 和下端部 L 这三个位置作为表示测量区域 R_{xy} 的中央部和两个端部的位置。这些位置与图 13A (1302 ~ 1304) 相对应。当如后面所述获取断层图像时, 针对中央部 C、上端部 U 和下端部 L 这几个位置, 沿着 z 轴方向对测量区域 R_z 的区域进行扫描, 以获取断层图像。然而, 如前面所述, 测量区域 R_{xy} 的中央部和端部的位置不限于上述位置, 并且这些位置可以是如图 13B ~ 13F 所示的位置等的位置。将以这样的方式设置的断层图像获取位置 P (中央部 C、上端部 U 和下端部 L) 发送至断层图像获取单元 103。

[0038] 在步骤 S303 中, 移动量设置单元 109 从指示获取单元 100 获取来自操作员的用于手动设置视网膜的深度方向上的测量位置的指示信息。该指示是操作员利用未示出的用户界面所输入的。作为用于设置测量位置的指示的一个例子, 移动量设置单元 109 获取测量位置在深度方向 (z 轴方向) 上要移动的移动量 (以下称为深度方向移动量 D)。然后, 将所设置的深度方向移动量 D 发送至断层图像获取单元 103。

[0039] 在步骤 S304 中, 断层图像获取单元 103 基于从断层图像获取位置设置单元 102 获取到的断层图像获取位置 P 和从移动量设置单元 109 获取到的深度方向移动量 D 来拍摄被检眼的断层图像。

[0040] 在本实施例中, 断层图像获取单元 103 采用傅立叶域方式的 OCT。图 2 示出断层图像获取单元 103 的功能结构和装置结构的例子。断层图像获取单元 103 根据断层图像获取位置 P 来控制检电镜驱动机构 203, 由此对检电镜 204 进行驱动。检电镜驱动机构 203 驱动检电镜 204, 从而在主扫描方向和副扫描方向 (图 6A 的 x 轴方向和 y 轴方向) 上扫描信号光。这里, 由于在图 6A 的中央部 C、上端部 U 和下端部 L 这三个位置处实时拍摄断层图像, 因此进行控制, 以使得在一次主扫描期间同时扫描这三个位置。具体地, 进行控制, 以使得通过在副扫描方向上在中央部 C、上端部 U 和下端部 L 之间高速切换扫描位置, 按照作为以副扫描位置固定的状态进行主扫描的情况下的采样间隔的 1/3 的采样间隔来进行主扫描方向上的扫描。此外, 断层图像获取单元 103 根据深度方向移动量 D 来控制参考镜驱动机构 209, 由此对参考镜 202 进行驱动。

[0041] 来自低相干光源 200 的光束被半透半反镜 201 分割成经由物镜 210 传送至被测物体 211 的信号光和传送至参考镜 202 的参考光。接着, 通过使已由被测物体 211 和参考镜 202 分别反射的信号光和参考光进行叠加来生成干涉光。该干涉光由衍射光栅 205 分光成波长为 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ 的波长成分, 并且通过一维光学传感器阵列 206 检测各波长成分。一维光学传感器阵列 206 由如下的光学传感器构成, 其中, 这些光学传感器将表示所检测到的波长成分的光强度的检测信号输出至图像重构单元 208。

[0042] 基于与从一维光学传感器阵列 206 输出的干涉光的波长成分有关的检测信号, 图像重构单元 208 获得干涉光的波长和光强度之间的关系、即干涉光的光强度分布 (波长频谱)。对所获得的干涉光的波长频谱进行逆傅立叶变换, 并且重构视网膜的断层图像。

[0043] 图 6B 是示出在中央部 C、上端部 U 和下端部 L 处获取到的断层图像的图。这里, 与

图 5B 相同, R_z 表示 z 轴方向上的一维测量区域。测量区域 R_z 是断层图像的深度方向上的范围, 并且是基于参考镜 202 根据控制而移动至的位置所确定的。在图 6B 中, T_c 表示与图 6A 的中央部 C 相对应的断层图像 (以下称为中央部断层图像), T_u 表示与图 6A 的上端部 U 相对应的断层图像 (以下称为上端部断层图像), 并且 T_L 表示与图 6A 的下端部 L 相对应的断层图像 (以下称为下端部断层图像)。将所拍摄的断层图像的图像数据发送至存储单元 104。

[0044] 接着, 在步骤 S305 中, 显示方法设置单元 105 获取存储在存储单元 104 中的断层图像的图像数据, 并且设置用于同时排列显示断层图像的图像数据的显示方法 (被定义为显示方法 1)。

[0045] 图 7 示出根据显示方法 1 的显示的示例。这里, T_u 表示上端部断层图像, T_c 表示中央部断层图像, 并且 T_L 表示下端部断层图像。同样, 与图 5B 相同, 在各断层图像内, A 表示内界膜, 并且 B 表示视网膜色素上皮边界。如图 7 所示, 本实施例中应用的方法是上端部断层图像 T_u 、中央部断层图像 T_c 和下端部断层图像 T_L 按该顺序从上自下排列显示的方法。然而, 断层图像显示方法不限于此, 并且可以是使得能够在排列状态下同时检查各断层图像的任意方法。例如, 这些断层图像可以水平地或对角地排列显示。此外, 图 8 示出视网膜层已被截除的情况下的根据显示方法 1 的显示的示例。与图 7 相同, 图 8 中的 T_u 、 T_c 、 T_L 、A 和 B 分别表示上端部断层图像、中央部断层图像、下端部断层图像、内界膜和视网膜色素上皮边界。在图 8 中, 在上端部断层图像 T_u 和下端部断层图像 T_L 中, 内界膜 A 在上边处被截除。断层图像排列的方向与图 7 相同。

[0046] 这样, 通过排列显示中央部和端部的断层图像, 用户可以检查视网膜层在断层图像中是否已被截除, 由此使得用户能够判断视网膜层在摄像之后所获得的三维数据中是否会被截除。将与已设置的显示方法 1 有关的数据以及要显示的断层图像的图像数据发送至显示单元 106。

[0047] 接着, 步骤 S306 ~ S308 的处理是如下处理: 在断层图像中检测视网膜层的截除, 并且通过使检测到截除的断层图像的显示形式与其它断层图像的显示形式不同来显示警告。首先, 在步骤 S306 中, 视网膜层提取单元 107 获取存储在存储单元 104 中的断层图像的图像数据, 并且通过图像分析从各个断层图像提取视网膜层。

[0048] 在该步骤中, 提取图 7 的内界膜 A 和视网膜色素上皮边界 B 这两个层作为视网膜层。内界膜 A 是夹持于图像中作为低亮度区域所提取的上侧的玻璃体区域与作为高亮度区域所提取的下侧的神经纤维层之间的边界, 因此内界膜 A 具有亮度梯度高的属性。鉴于此, 在本实施例中, 在一个 A 扫描线中, 从图像的上端起沿着 z 轴正方向依次扫描关注像素, 并且检测图像内的关注像素附近的梯度超过特定阈值 T_A 的位置, 由此提取所检测到的位置处的像素作为与内界膜 A 相对应的像素。对所有的 A 扫描线重复该操作, 由此从断层图像提取内界膜。

[0049] 此外, 提取夹持于视网膜色素上皮边界 B 和作为一个上侧边界的光感受器内节 / 外节接合部 (IS/OS) 之间的区域 (视网膜色素上皮层) 作为视网膜层内的亮度特别高的区域。由于 IS/OS 上侧的区域与该区域相比较具有相对低的亮度, 因此该 IS/OS 具有图像中的亮度梯度高的属性。鉴于此, 在本实施例中, 在一个 A 扫描线中, 使用所提取的内界膜 A 的位置作为原点沿着 z 轴正方向扫描关注像素, 并且检测图像内的关注像素附近的梯度超

过特定阈值 T_I 的位置,由此提取所检测到的位置处的像素作为与 IS/OS 相对应的像素。对所有的 A 扫描线重复该操作,由此从断层图像提取 IS/OS 层。

[0050] 然后,在一个 A 扫描线中,使用 IS/OS 作为原点沿着 z 轴正方向进一步扫描关注像素,并且检测亮度值低于特定阈值 T_B 的位置,由此提取所检测到的位置处的像素作为与视网膜色素上皮边界 B 相对应的像素。对所有的 A 扫描线重复该操作,由此提取视网膜色素上皮边界 B 的层。然后,将断层图像的图像数据 以及所提取的视网膜层数据 (针对内界膜、IS/OS 和视网膜色素上皮边界的三个边界数据) 发送至视网膜层截除检测单元 108。

[0051] 在步骤 S307 中,视网膜层截除检测单元 108 基于从视网膜层提取单元 107 获取到的断层图像的图像数据和视网膜层数据来检测视网膜层的截除,并且生成已检测到视网膜层的截除的视网膜层数据。将该数据定义为视网膜层截除检测数据。如果存在截除、即已检测到视网膜层突出到深度方向上的测量范围外这一事实,则将表示视网膜层已被截除的标志设置为真 (True),并且如果没有检测到截除,则将该标志设置为假 (False)。将该标志定义为截除检测标志 E。然后,如果截除检测标志 E 为真,则将截除检测标志 E 的值和视网膜层截除检测数据发送至存储单元 104,并且该过程进入步骤 S308。如果截除检测标志 E 为假,则仅将截除检测标志 E 的值发送至存储单元 104,并且该过程进入步骤 S312。

[0052] 在该步骤中,通过以下方法来检测视网膜层的截除。首先说明用于检测图 8 所示的断层图像中的内界膜 A 的截除的方法。在一个 A 扫描线中,将在步骤 S306 中检测到的内界膜 A 上的点设置为 p_A 。这里,将点 p_A 上侧 (z 轴负方向上) 的特定区域 (例如,约三个像素) 定义为参考区域 X。然后,如果参考区域 X 的亮度值落入基于原本存在于内界膜 A 上侧的玻璃体区域的亮度值的特定范围内,则判断为没有发生截除,并且如果这些亮度值没有落入该范围内,则判断为已发生截除。该条件表达式按照如下所述。

$$[0053] \quad V_{\text{Corpus}} - T_A \leq V_X \leq V_{\text{Corpus}} + T_A \quad \cdots (1)$$

[0054] 在表达式 (1) 中, V_X 是参考区域 X 的平均亮度值, V_{Corpus} 是玻璃体区域的平均亮度值,并且 T_A 是表示特定的亮度值的大小的正的常数。这样,如果不满足表达式 (1),则被检测为点 p_A 的点与玻璃体区域不邻接,因此认为内界膜 A 没有出现在 A 扫描线上,并且该内界膜 A 在断层图像的上边处被截除。此外,如果在点 p_A 上侧不存在像素,则点 p_A 位于断层图像的上边处,因此判断为已发生截除。

[0055] 接着说明用于检测视网膜色素上皮边界 B 的截除的方法。在一个 A 扫描线中,将步骤 S306 中检测到的视网膜色素上皮边界 B 上的点设置为 p_B ,并将所检测到的 IS/OS 上的点设置为 p_I 。这里,将夹持于点 p_I 和 p_B 之间的区域定义为参考区域 Y。然后,如果参考区域 Y 的亮度值落入基于原本夹持于 IS/OS 和视网膜色素上皮边界之间的视网膜色素上皮区域的亮度值的特定范围内,则判断为没有发生截除,并且如果这些亮度值没有落入该范围内,则判断为已发生截除。该条件表达式按照如下所示。

$$[0056] \quad V_{\text{RPE}} - T_B \leq V_Y \leq V_{\text{RPE}} + T_B \quad \cdots (2)$$

[0057] 在表达式 (2) 中, V_Y 是参考区域 Y 的平均亮度值, V_{RPE} 是视网膜色素上皮层的平均亮度值,并且 T_B 是表示特定的亮度值的大小的正的常数。这样,如果不满足表达式 (2),则作为点 p_B 和 p_I 所检测到的点与视网膜色素上皮区域不邻接,因此认为视网膜色素上皮层没有出现在 A 扫描线上,并且该视网膜色素上皮层在断层图像的下边处被截除。此外,即使满足了表达式 (2),但如果在点 p_B 下侧不存在像素,则点 p_B 位于断层图像的下边处,因此判断

为已发生截除。

[0058] 将如上所述已对各 A 扫描线进行了与截除有关的判断的视网膜层数据（内界膜 A 或视网膜色素上皮边界 B）与断层图像的图像数据进行合成，并且该合成数据是视网膜层截除检测数据。

[0059] 接着，在步骤 S308 中，显示方法设置单元 105 从存储单元 104 获取表示截除检测标志 E 为真的数据以及视网膜层截除检测数据，并将显示方法设置为用于显示警告的方法（被定义为显示方法 2）。如以下将说明的，利用显示方法 2，使检测到视网膜层突出到深度方向上的测量范围外的断层图像的显示形式不同于其它断层图像的显示形式（视网膜层没有突出到测量范围外的断层图像的显示形式）。

[0060] 作为根据显示方法 2 的显示的例子，图 9 是示出在内界膜已被截除的情况下进行的警告显示的图。该显示方法适用于视网膜层截除检测数据是内界膜数据的情况。图 9 的显示方法 2 与图 8 的显示方法 1 的各部分为了进行警告显示而进行了改变的显示相对应。在图 9 中， T_U 表示上端部断层图像， T_C 表示中央部断层图像，并且 T_L 表示下端部断层图像。此外，901 表示使用语句来表达内界膜已被截除这一事实的警告显示，并且 902 表示示出已发生截除的内界膜的端点的位置的箭头。此外，使用粗线来强调显示断层图像内的已被截除的内界膜 A。在图 9 中，放大显示内界膜已被截除的断层图像 T_U 和 T_L ，并且缩小显示没有发生截除的断层图像 T_C 。

[0061] 此外，作为根据显示方法 2 的显示的例子，图 10 是示出在视网膜色素上皮边界已被截除的情况下显示的警告显示的图。该显示方法适用于视网膜层截除检测数据是视网膜色素上皮边界数据的情况。在图 10 中， T_U 表示上端部断层图像， T_C 表示中央部断层图像，并且 T_L 表示下端部断层图像。此外，1001 表示使用语句来表达视网膜色素上皮边界已被截除这一事实的警告显示，并且 1002 表示示出已发生截除的视网膜色素上皮边界的端点的位置的箭头。此外，使用粗线来强调显示断层图像内的已被截除的视网膜色素上皮边界 B。在图 10 中，放大显示视网膜色素上皮边界已被截除的断层图像 T_U 和 T_L ，并且缩小显示没有发生截除的断层图像 T_C 。

[0062] 这样，视网膜层已被截除这一事实是通过显示语句、显示截除部位、以强调方式显示该层以及放大显示断层图像而进行显示的，由此有助于使观察者意识到视网膜层已被截除。然后，将与显示方法 2 有关的数据发送至显示单元 106。之后，在步骤 S309 中，显示单元 106 从显示方法设置单元 105 获取与显示方法 2 有关的数据，并进行显示控制从而将所获取到的数据显示在未示出的监视器上。

[0063] 接着，在步骤 S310 中，如果截除检测标志 E 为真，则移动量设置单元 109 判断是否已从指示获取单元 100 获取到来自操作员的用于指示要进行的测量深度的自动调整的输入。该指示是操作员使用未示出的用户界面所输入的。这里，如果移动量设置单元 109 已获取到指示要进行的自动调整的输入，则该过程进入步骤 S311。如果没有获取到这种输入，则该过程返回至步骤 S303。

[0064] 在步骤 S311 中，移动量设置单元 109 基于步骤 S307 中获取到的视网膜层截除检测数据，来设置用于自动调整相对于视网膜在深度方向上的测量深度的移动量。接着，断层图像获取单元 103 基于所设置的移动量来获取断层图像的图像数据。之后，显示方法设置单元 105 将所获取到的断层图像的显示方法设置为显示方法 1。然后，将与已设置的显示方

法 1 有关的数据发送至显示单元 106。后面将参考图 4 所示的流程图来说明该步骤的处理的详细内容。

[0065] 在步骤 S312 中,显示单元 106 从显示方法设置单元 105 获取与显示方法 1 有关的数据,并且进行显示控制从而将断层图像显示在未示出的监视器上。然后,在步骤 S313 中,指示获取单元 100 从外部获取表示是否结束断层图像摄像设备 10 所进行的用于分析和显示断层图像的处理的指示。该指示是操作员使用未示出的用户界面所输入的。如果所获取到的指示不是用于结束处理而是指定眼底图像上的关注位置,则该过程返回至步骤 S303。如果已获取到用于结束处理的指示,则断层图像摄像设备 10 结束该处理。注意,如果这里已获取到用于改变测量范围的用户指示,则该过程从步骤 S313 返回至 S301。

[0066] 这样,图 3 所示的处理结束,并且在适当地设置了测量深度之后执行诊断用摄像,由此使得拍摄者能够更加精确地获得适当的断层图像。

[0067] 接着参考图 4 来说明步骤 S311 的用于自动调整测量深度的处理。

[0068] 在步骤 S401 中,移动量设置单元 109 从视网膜层截除检测单元 108 获取视网膜层截除检测数据,分析该视网膜层截除检测数据,并设置所需的移动量(被定义为深度方向移动量 D')。当拍摄断层图像时,参考镜 202 仅移动了深度方向移动量 D ,因此在测量区域 R_z 内获取断层图像。此外,当设置深度方向移动量 D' 时,在拍摄断层图像时参考镜 202 所移动的深度方向移动量 D 的移动开始位置仅偏移了 D' ,因而测量区域 R_z 仅偏移了 D' 。在该步骤中,如果视网膜层截除检测数据是表示内界膜的截除的数据,则视网膜层的上侧已被截除,因此测量区域 R_z 在 z 轴负方向上移动(深度方向移动量 D' 为负值)。另一方面,如果视网膜层截除检测数据是表示视网膜色素上皮边界的数据,则视网膜层的下侧已被截除,因此测量区域 R_z 在 z 轴正方向上移动(深度方向移动量 D' 为正值)。

[0069] 首先说明用于设置内界膜已被截除的情况(深度方向移动量 D' 为负值的情况)下的深度方向移动量 D' 的方法。在本实施例中,可以采用 d_c 为正的常数并且进行设置以使得深度方向移动量 D' 为 $-d_c$ 的结构,并且还可以采用计算用于防止视网膜层的截除所需的距离 d_x (正的值)并且进行设置以使得深度方向移动量 D' 为 $-d_x$ 的结构。以下将说明用于设置 d_x 的方法。

[0070] 图 11A 是示出断层图像和已被截除的内界膜的估计线之间的位置关系的图。这里,1101 表示端部断层图像(上端部断层图像或下端部断层图像),并且 A 表示内界膜。此外, A' 表示通过对内界膜 A 的轮廓进行外插所估计出的已被截除的内界膜的估计线。此外, d_1 表示估计线 A' 和断层图像的上边的左端之间的距离,并且 d_2 表示估计线 A' 和断层图像的上边的右端之间的距离。

[0071] 作为对估计线 A' 进行估计的方法,利用视网膜的三维形状可以近似为椭圆柱这一事实,应用通过例如针对已检测到的内界膜 A 拟合椭圆形状所获得的曲线作为估计线 A' 。该方法不限于此,并且可以使用考虑到视网膜的形状的其它估计方法。

[0072] 然后,应用距离 d_1 和距离 d_2 中值最大的距离作为距离 d_x 。在图 11A 的例子中, $d_1 > d_2$,因而 $d_x = d_1$ 。因此,可以将断层图像的上边到距离断层图像的上边最远的估计线 A' 上的位置的距离设置为距离 d_x 。因此,使测量区域 R_z 在 z 轴负方向上仅移动了距离 d_x ,这使得能够使内界膜 A 整体容纳于断层图像内。

[0073] 接着说明用于设置视网膜色素上皮边界已被截除的情况下的深度方向移动量 D'

的方法。在这种情况下,与内界膜已被截除的情况下的附图标记相对比,可以进行设置,使得 D' 是 d_c ,或者使得 D' 是 d_x 。以下说明用于设置 d_x 的方法。

[0074] 图 11B 是示出断层图像和已被截除的视网膜色素上皮边界的估计线之间的位置关系的图。这里,1102 表示端部断层图像(上端部断层图像或下端部断层图像),并且 B 表示视网膜色素上皮边界。此外, B' 表示通过对已被截除的视网膜色素上皮边界的轮廓进行外插所获得的估计线,并且 d_3 表示断层图像的下边和估计线 B' 上的 z 坐标最大的位置之间的距离。由于视网膜色素上皮边界也是视网膜的一部分,因此还可以使用与估计线 A' 相同的方法来获得估计线 B' 。然后,设置距离 $d_x = d_3$,并且使测量区域 R_z 在 z 轴正方向仅移动了 d_x ,这使得能够使视网膜色素上皮边界 B 整体容纳于断层图像内。将这样设置的深度方向移动量 D' 的值发送至断层图像获取单元 103。

[0075] 在步骤 S402 中,断层图像获取单元 103 基于从移动量设置单元 109 所获取到的深度方向移动量 D' 和步骤 S302 中由断层图像获取位置设置单元 102 所设置的断层图像获取位置 P 来拍摄被检眼的断层图像。该处理的详细内容由于与步骤 S303 相同而被省略。将所拍摄到的断层图像的图像数据发送至存储单元 104。

[0076] 在步骤 S403 中,视网膜层提取单元 107 获取存储在存储单元 104 中的断层图像的图像数据,并且通过图像分析来提取视网膜层。该处理的详细内容由于与步骤 S306 相同而被省略。将断层图像的图像数据和已提取的视网膜层数据发送至视网膜层截除检测单元 108。然后,在步骤 S404 中,视网膜层截除检测单元 108 基于已从视网膜层提取单元 107 获取到的断层图像的图像数据和所提取的视网膜层数据来检测视网膜层的截除。该处理的详细内容由于与步骤 S307 相同而被省略。如果截除检测标志 E 为真,则将截除检测标志 E 的值和视网膜层截除检测数据发送至存储单元 104,并且该过程进入步骤 S401。如果截除检测标志 E 为假,则仅将截除检测标志 E 的值发送至存储单元 104,并且该过程进入步骤 S405。

[0077] 在步骤 S405 中,显示方法设置单元 105 获取存储在存储单元 104 中的断层图像的图像数据和表示截除检测标志 E 为假的值,并且设置用于同时排列显示断层图像的图像数据的显示方法、即设置显示方法 1。该处理的详细内容由于与步骤 S305 相同而被省略。将与已设置的显示方法 1 有关的数据和要显示的断层图像的图像数据发送至显示单元 106。

[0078] 根据上述过程,自动调整测量深度。应当注意,如果在步骤 S401 中已将深度方向移动量 D' 设置为 $-d_c$ (内界膜已被截除),则在步骤 S402 中,在使参考镜仅移动了特定量之后,获取断层图像。因此,使用于进行该处理然后在步骤 S404 中检查视网膜层是否被截除的过程(步骤 S401 ~ S404)重复进行,然后当不再检测到视网膜层的截除时,该过程进入下一处理。

[0079] 另一方面,如果在步骤 S401 中已将深度方向移动量 D' 设置为 $-d_x$,则在步骤 S402 中,在使参考镜仅移动了防止截除发生所需的距离之后,拍摄断层图像。因此,在步骤 S404 中检查一次视网膜层的截除之后,该过程进入下一处理。可选地,在这种情况下,使参考镜仅移动所需的距离,因此可以省略通过步骤 S403 和 S404 所进行的检查处理。

[0080] 根据上述结构,由于视网膜的三维形状可以近似为椭圆柱体,因此可以实时观察被检眼的测量区域 R_{xy} 的中央部和端部的断层图像,这使得能够在观察被检眼期间判断所有的视网膜层是否将会容纳于要在摄像之后所获得的三维数据内。然后,如果已检测到视网

膜层的截除,则呈现表示该含义的警告,由此有助于使拍摄者意识到视网膜层已被截除。此外,如果已检测到视网膜层的截除,则根据来自拍摄者的指示对视网膜层的截除的状态进行分析,并且自动调整视网膜的深度方向上的测量深度以使得视网膜层在断层图像中不会被截除,由此减轻拍摄者对于进行位置调整的负担,并进一步防止摄像的错误。

[0081] 另一方面,如果检测到视网膜层的截除、但拍摄者未给出 自动调整指示,则可以通过手动输入来获取测量深度。根据该结构,拍摄者可以在观察表示视网膜层的截除的警告显示的情况下手动确定测量深度的位置(确定参考镜 202 的位置)。这里,根据显示方法 2 来实时显示确定参考镜 202 的位置的结果,并且在视网膜层的截除已消除时进行根据显示方法 1 的显示。

[0082] 此外,通过省略图 1 中的视网膜层提取单元 107 和视网膜层截除检测单元 108 以及显示方法设置单元 105 中所进行的显示方法 2 有关的处理,可以实现在显示方法设置单元 105 中仅应用显示方法 1 并且利用显示单元 106 实时显示断层图像的结构。在这种情况下,没有检测视网膜层的截除,因此仅将来自拍摄者的手动测量深度指示输入至移动量设置单元 109。因此,拍摄者可以在实时观察测量区域 R_{xy} 的中央位置和两个端部位置的未经调整的断层图像的情况下手动校准测量深度。在这种情况下,重复执行图 3 的 S303 ~ S305。

[0083] 另外,在进行自动调整的情况下,用户无需检查断层图像。因此,可以将显示方法设置单元 105 中的显示方法设置为仅显示位于中央部的一个断层图像的方法。这样,可以采用如下的结构:不显示位于两个端部的断层图像,也不显示与视网膜层的截除有关的警告,并且在视网膜层已被截除的情况下移动量设置单元 109 自动调整测量深度。在这种情况下,不向拍摄者呈现两个端部的断层图像的状态,因此拍摄者可以在无需意识到端部的断层图像的状态的情况下,基于计算机已自动调整后的位置来获取不存在摄像错误的三维数据。利用该结构,如果已发生视网膜层的截除,则可以使用除断层图像的呈现以外的某种通知方式(例如,音频通知)来向拍摄者通知已发生截除,然后可以从拍摄者获取指示,并且可以进行自动调整,或者可选地,可以在无需通知拍摄者的情况下进行自动调整。

[0084] 其它实施例

[0085] 在上述实施例中,本发明被实现为摄像设备。然而,本发明的实施例不仅仅局限于摄像设备。在本实施例中,说明了将本发明实现为运行在计算机上的软件的结构。图 12 是示出用于利用软件实现断层图像摄像设备 10 的各单元的功能的计算机的基本结构的图。

[0086] CPU 1201 利用存储在 RAM 1202 和 ROM 1203 中的计算机程序和数据来进行计算机的整体控制。此外,CPU 1201 通过控制与断层图像摄像设备 10 的各单元相对应的软件的执行来实现各单元的功能。RAM 1202 配置有用于临时存储已从外部存储设备 1204 载入的计算机程序和数据区域,并且还配置有 CPU 1201 进行各种处理所需的工作区域。存储单元 104 的功能由 RAM 1202 来实现。ROM 1203 通常存储计算机 BIOS 和设置数据等。外部存储设备 1204 是用作诸如硬盘驱动器的大容量信息存储设备的设备,并且外部存储设备 1204 存储操作系统和 CPU 1201 所执行的计算机程序等。此外,外部存储设备 1204 存储通过本实施例的说明而成为已知的信息,并且根据需要将这种信息载入 RAM 1202。监视器 1205 由液晶显示器等构成。监视器 1205 例如可以显示由显示单元 106 所输出的内容。键盘 1206 和鼠标 1207 是输入装置,并且可以由操作员所使用以向断层图像摄像设备 10 给

出各种指示。接口 1208 是用于与断层图像获取单元 103 交换数据的接口。注意,由 IEEE 1394、USB 或以太网 (Ethernet, 注册商标) 端口等构成的接口可以是为了与外部装置交换各种数据所设置的。将经由接口 1208 所获取到的数据载入 RAM 1202。上述构成元件经由总线 1209 相互连接。

[0087] 注意,在本实施例中,断层图像摄像设备 10 的各单元的功能是通过 CPU 1201 执行用于实现各单元的功能的计算机程序 并对计算机进行整体控制而实现的。此外,假定与以上实施例所述的流程图相对应的程序代码例如已从外部存储设备 1204 载入 RAM 1202。

[0088] 如上所述,根据上述实施例,实时排列显示位于被检眼的测量区域内的中央位置和端部位置的断层图像,由此使得能够在观察被检眼时判断所有的视网膜层是否将会容纳于随后要拍摄到的三维数据内。可选地,自动调整深度方向上的摄像区域,以使得在断层图像内视网膜层没有突出到深度方向上的摄像区域外。这使得能够防止视网膜层在拍摄三维数据之后所获得的断层图像中已被截除的摄像错误。

[0089] 注意,尽管如上所述的本发明的实施例中的说明给出了根据本发明的优选图像处理设备的例子,但本发明不限于此。

[0090] 根据上述实施例,在采用光学相干断层成像仪的摄像设备中,可以在已设置的测量区域中容易且适当地设置断层图像的深度方向上的摄像位置。

[0091] 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。

[0092] 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。

[0093] 本申请要求 2009 年 8 月 11 日提交的日本专利申请 2009-186779 的优先权,在此通过引用包含其全部内容。

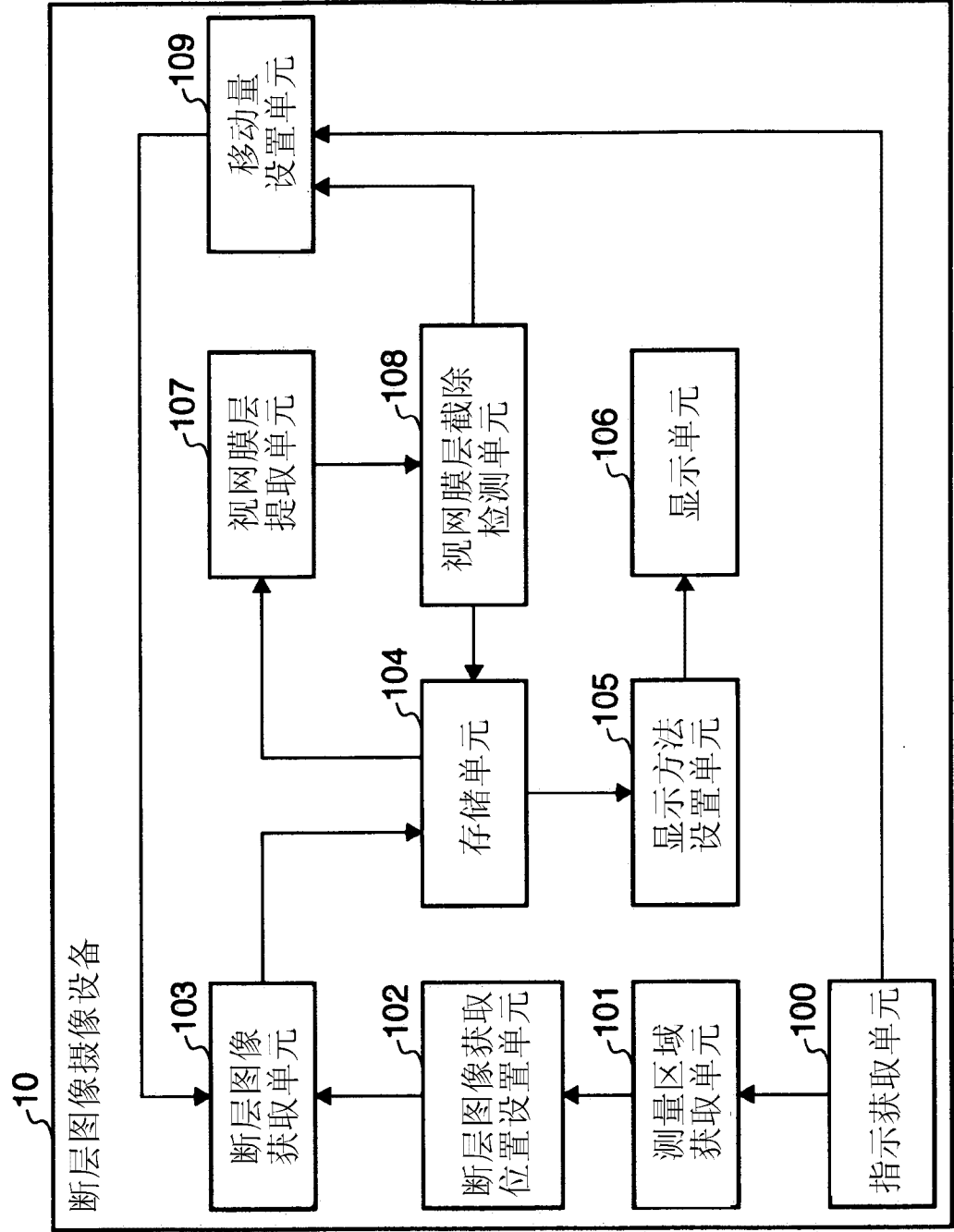


图 1

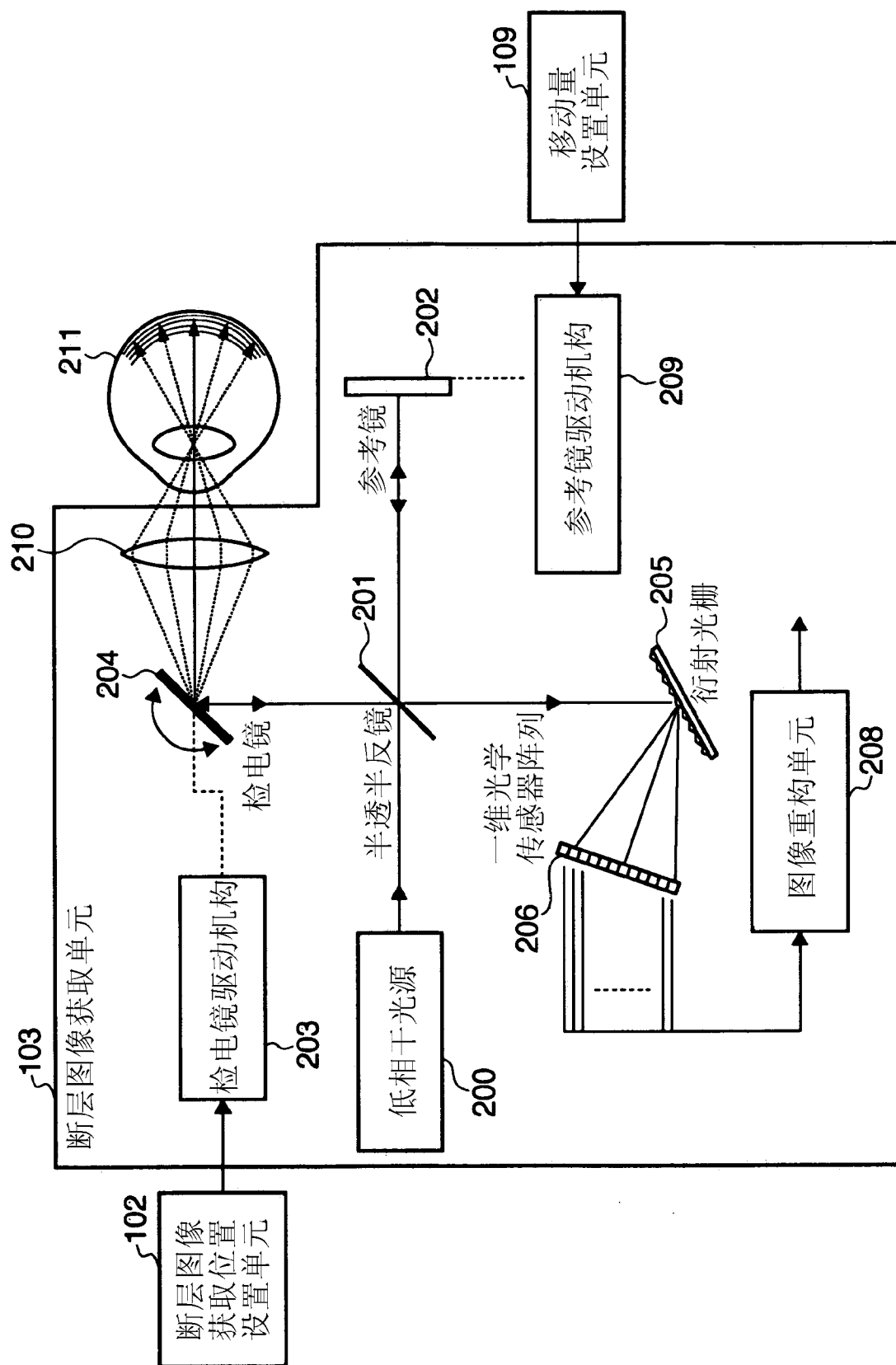


图 2

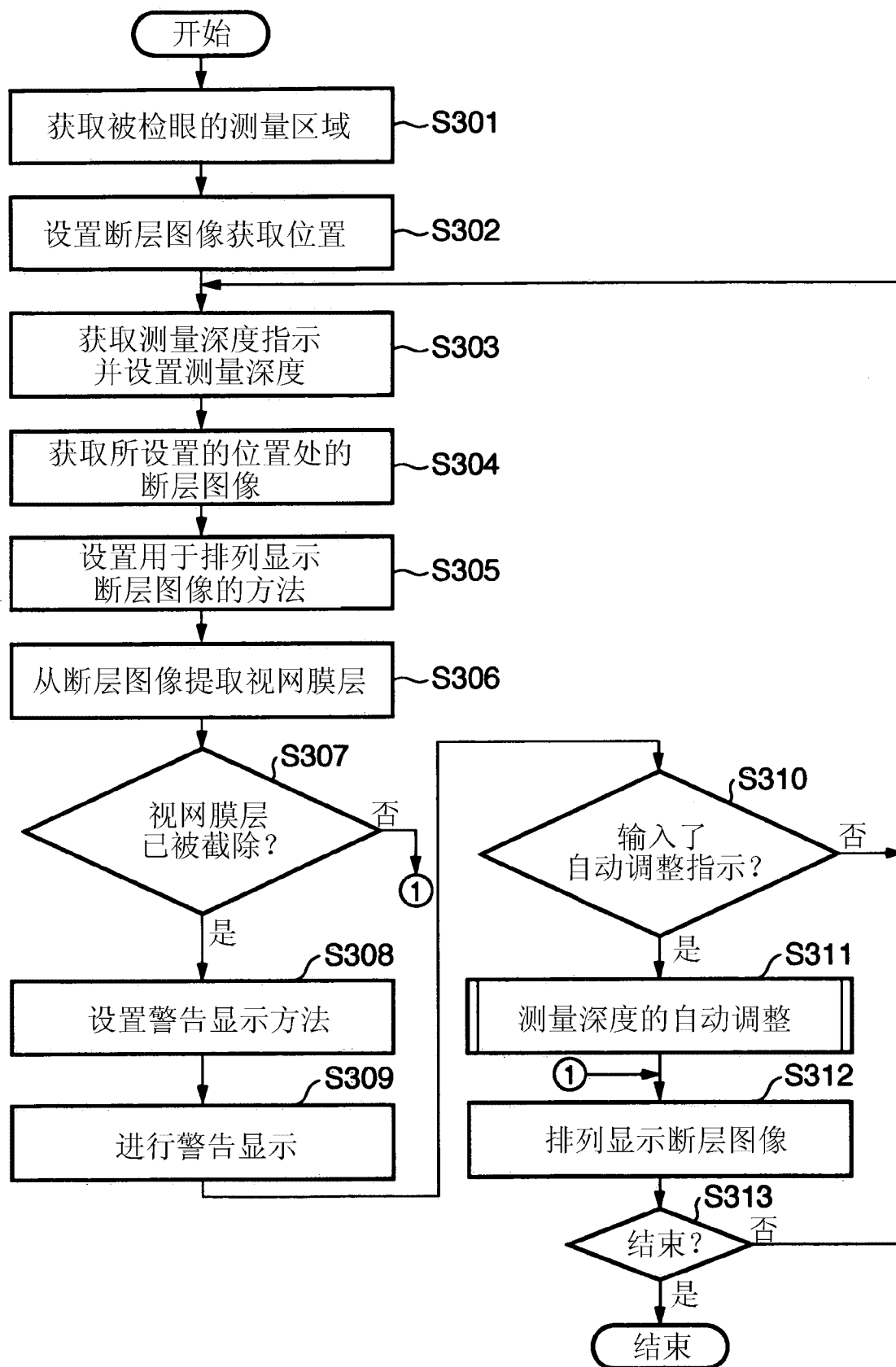


图 3

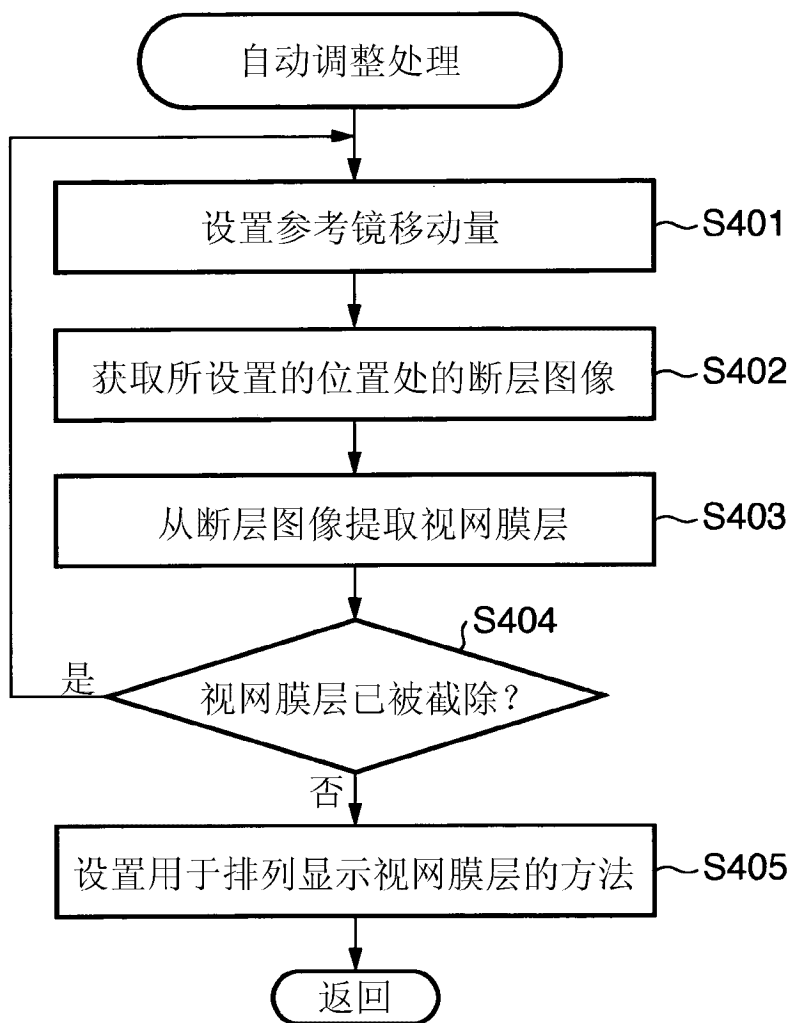


图 4

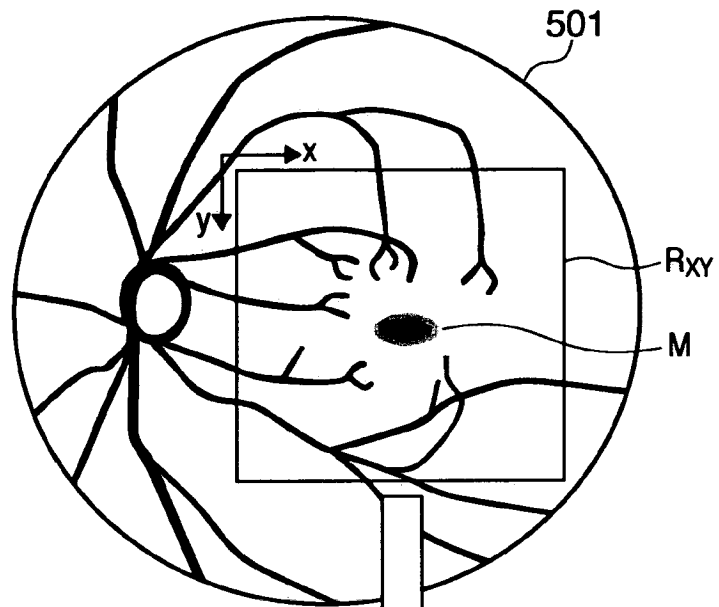


图 5A

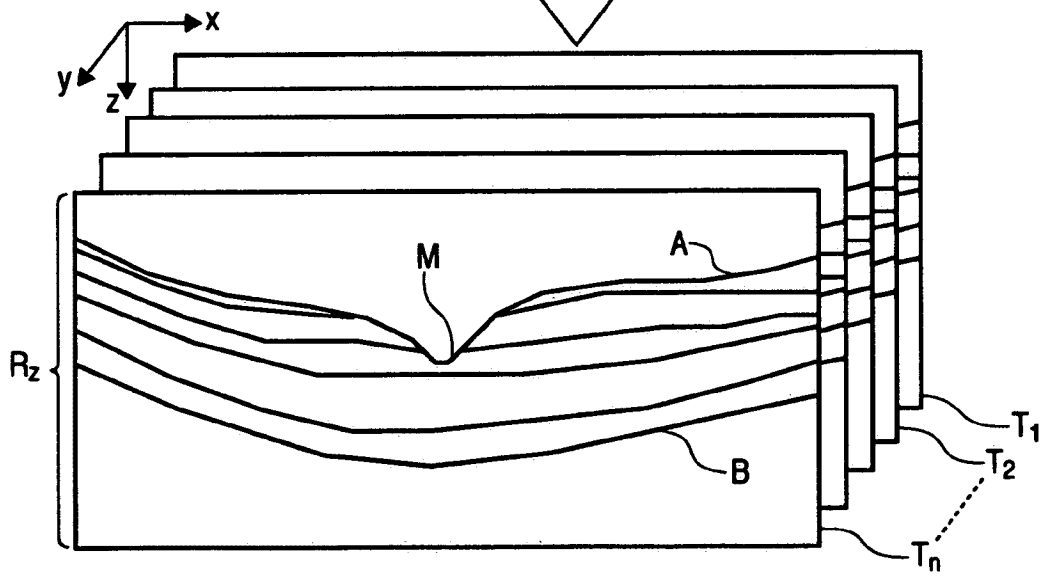


图 5B

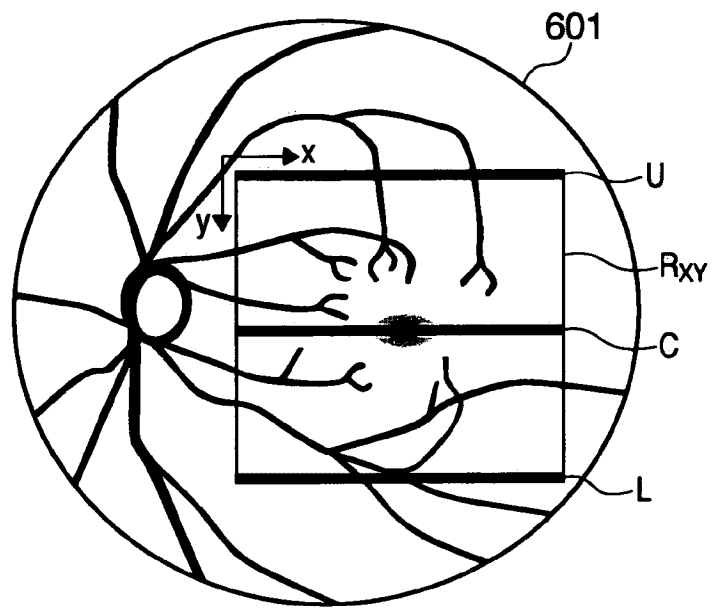


图 6A

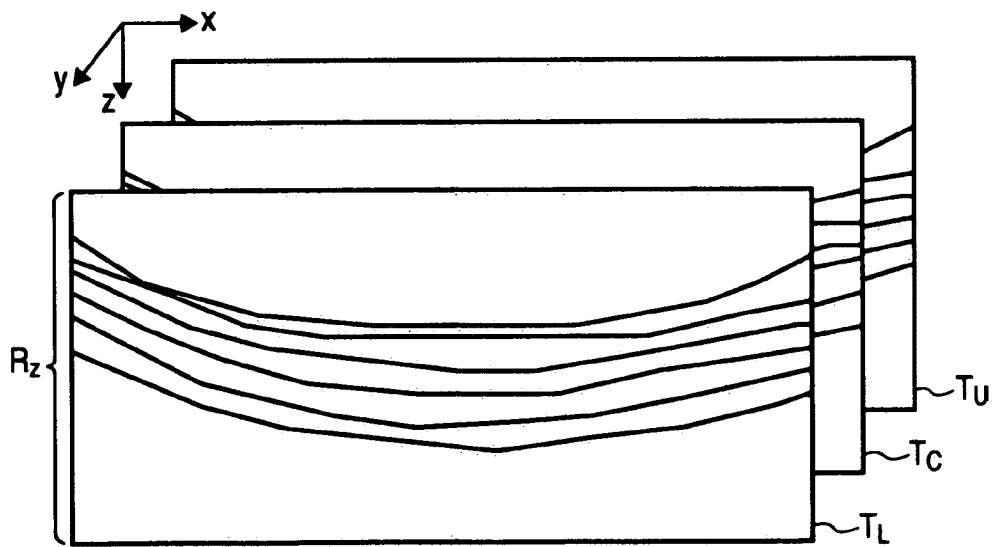


图 6B

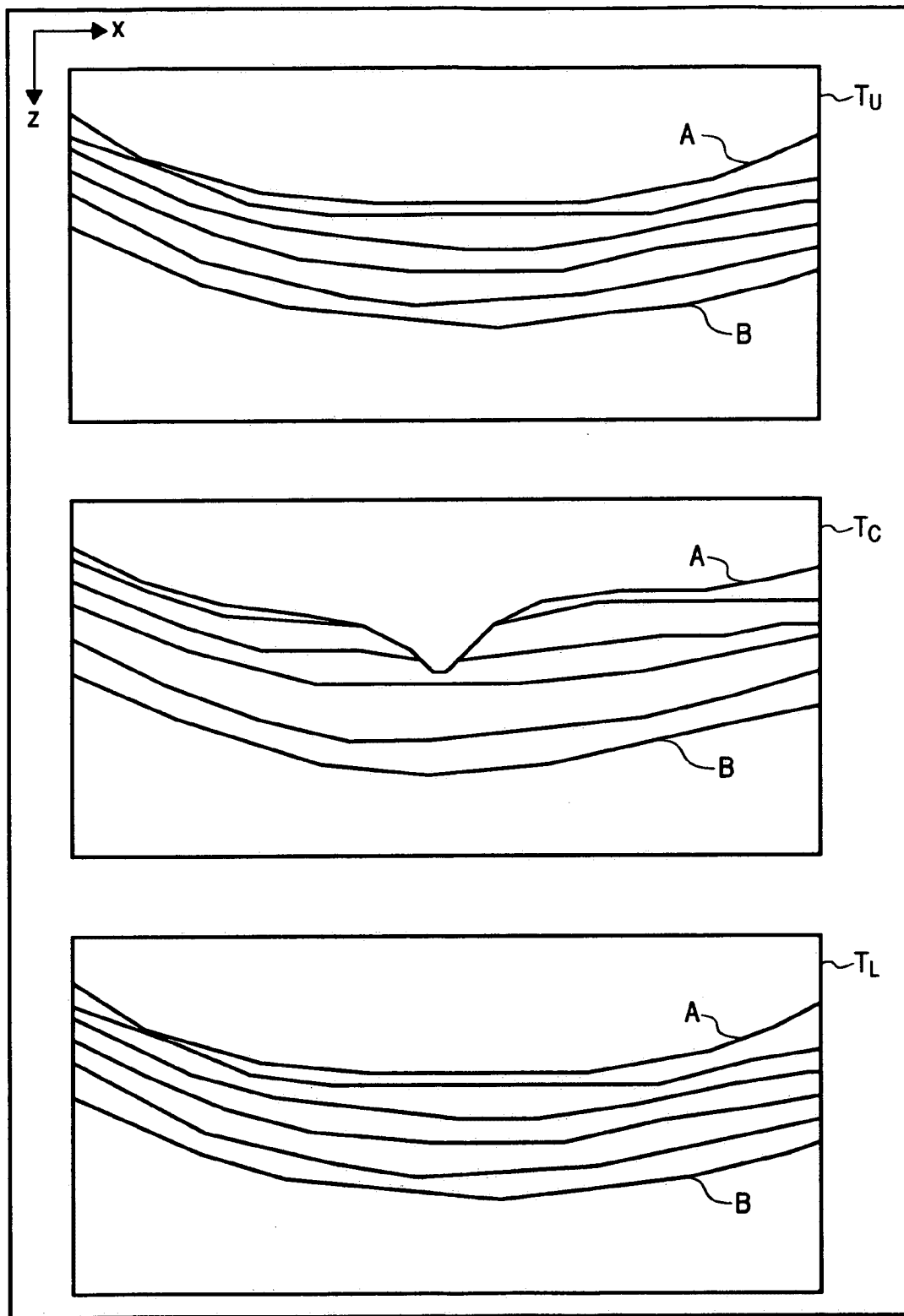


图 7

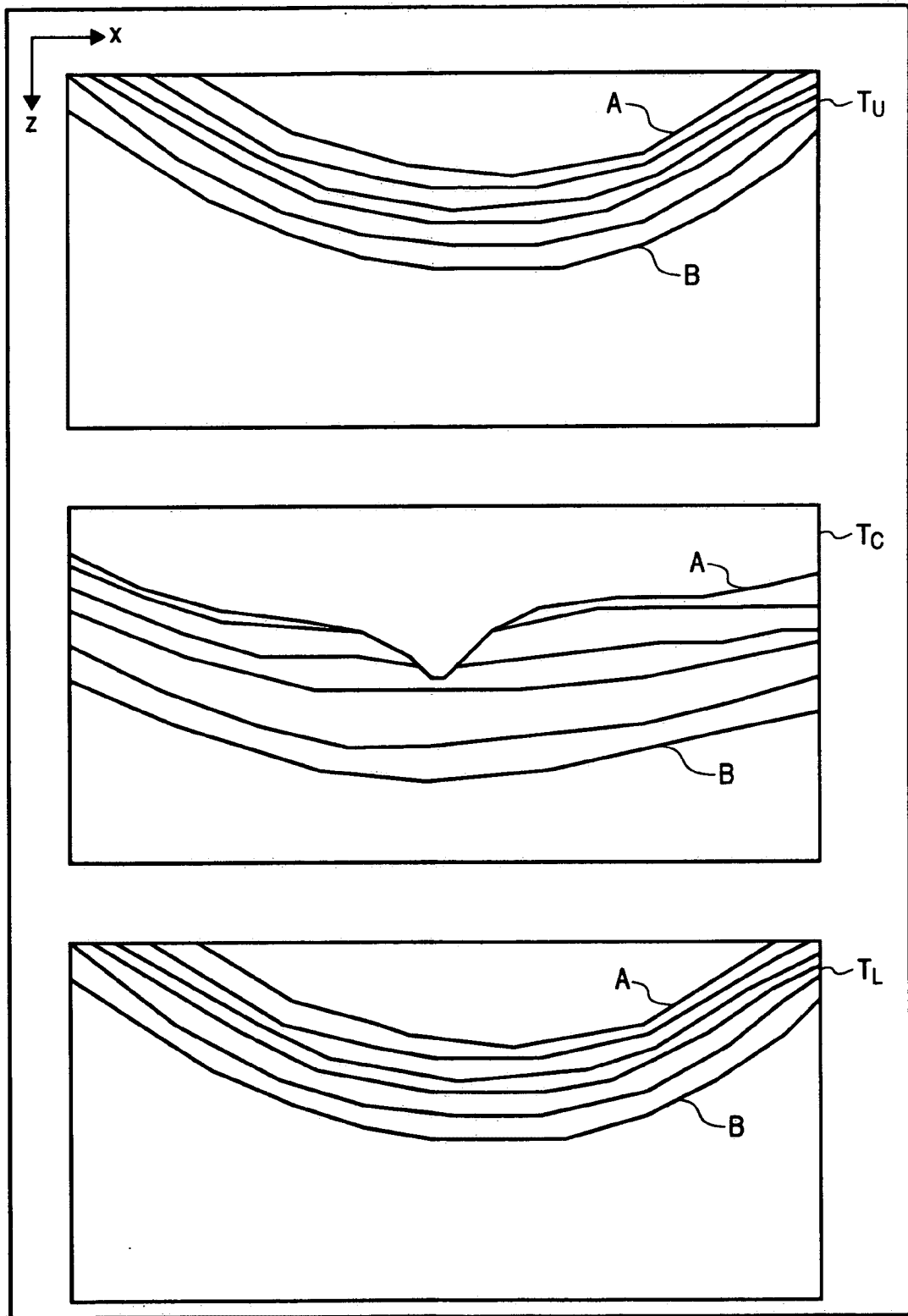


图 8

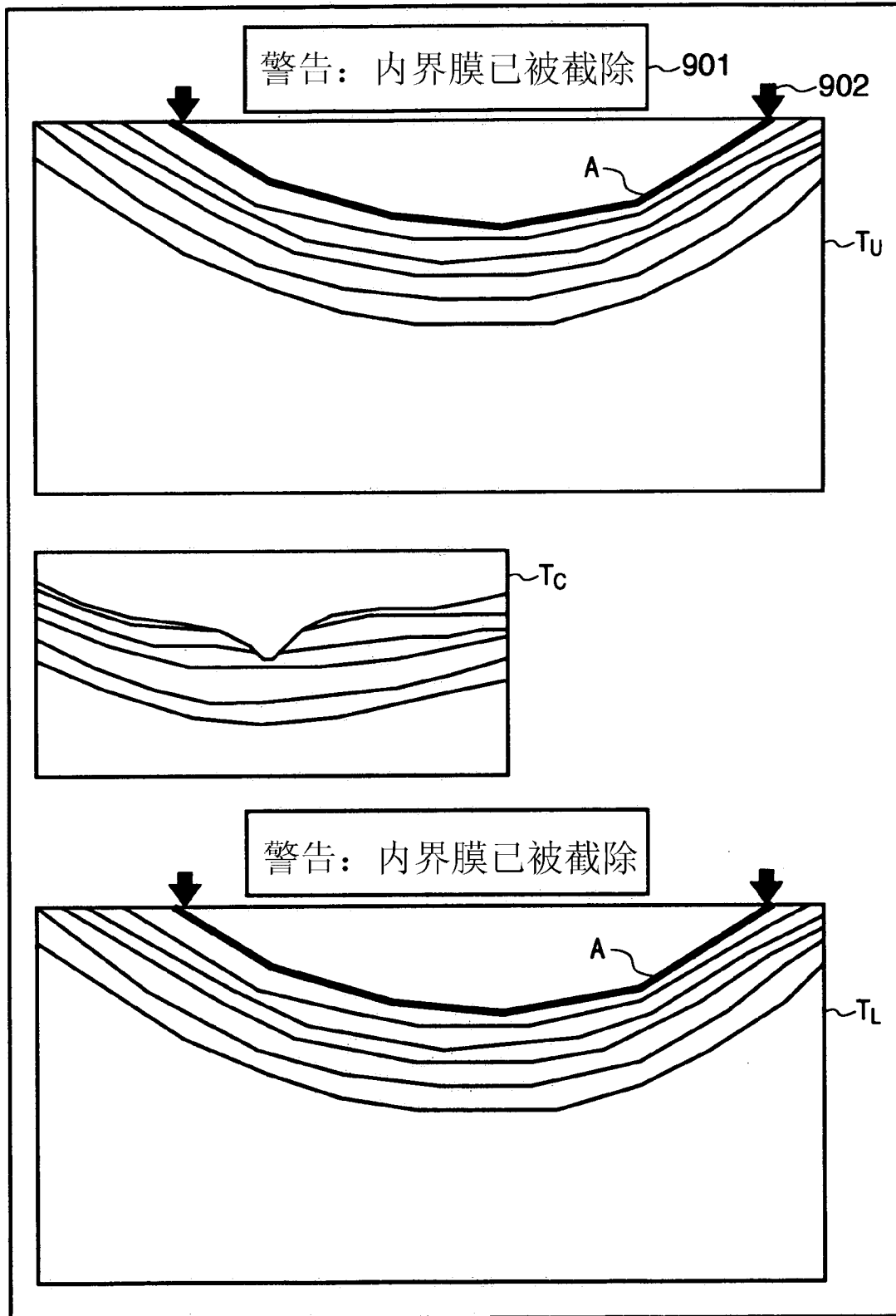


图 9

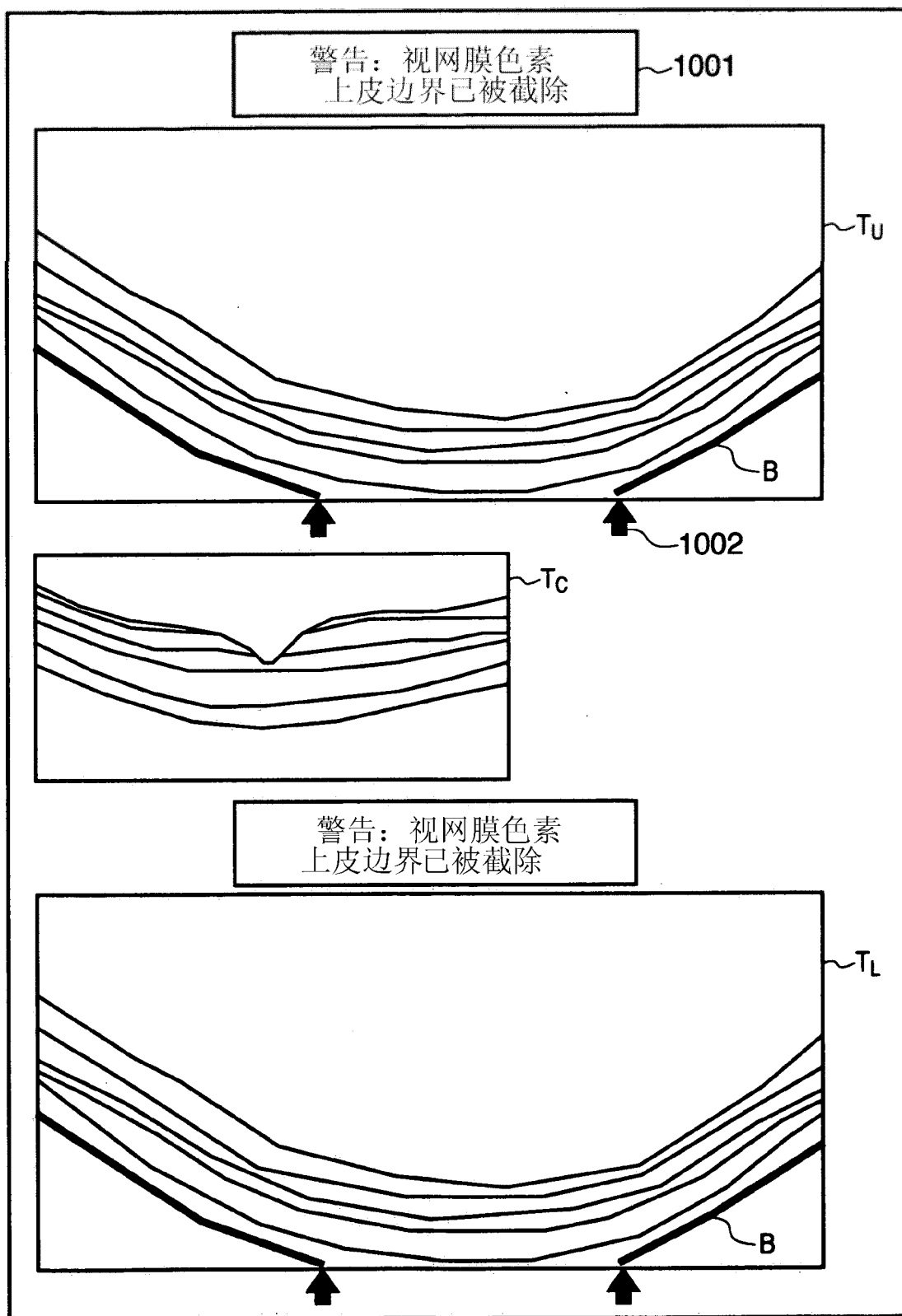


图 10

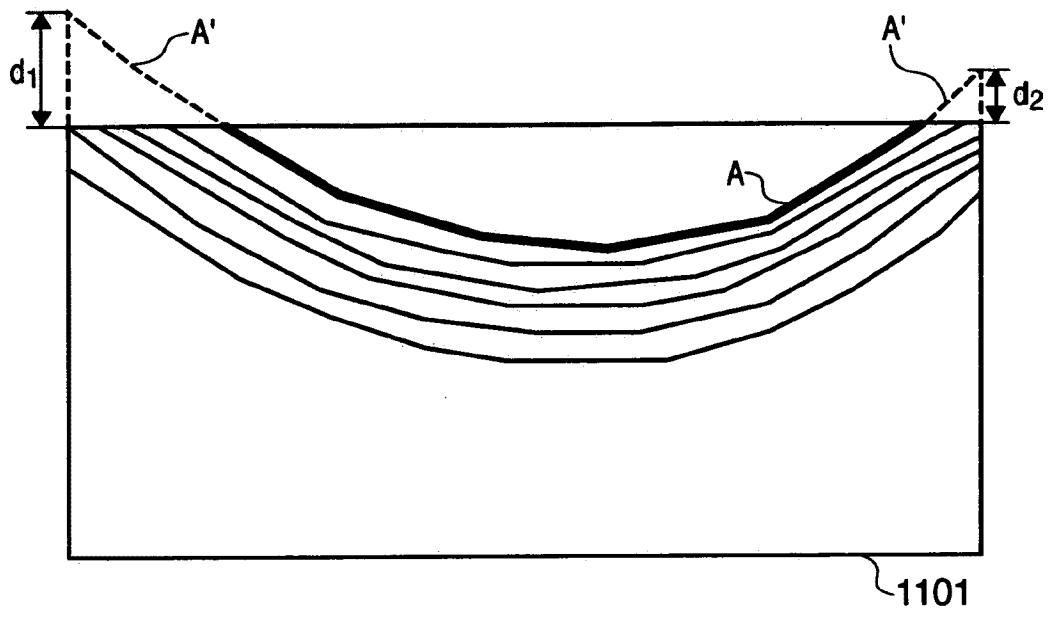


图 11A

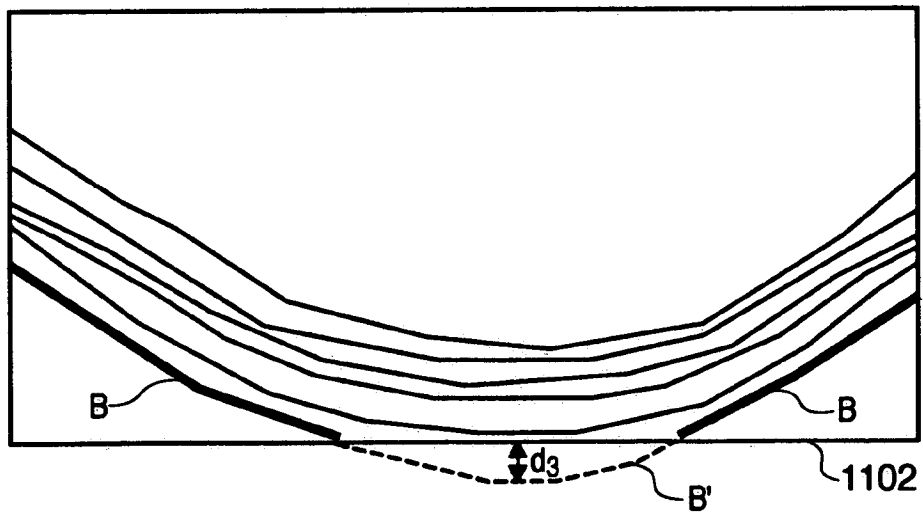


图 11B

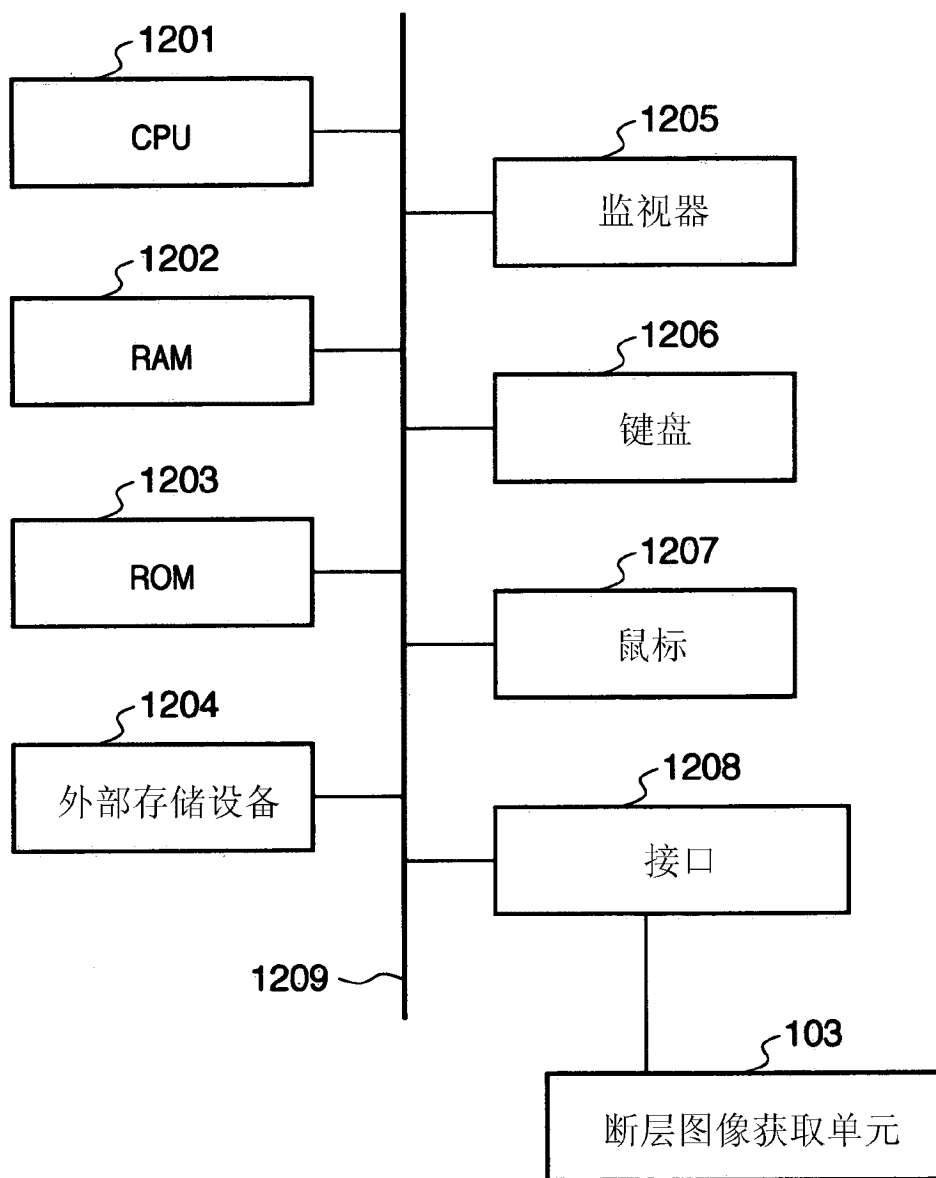


图 12

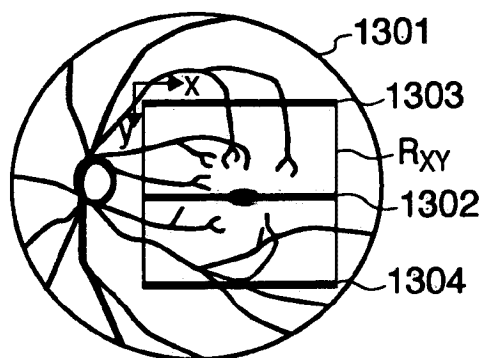


图 13A

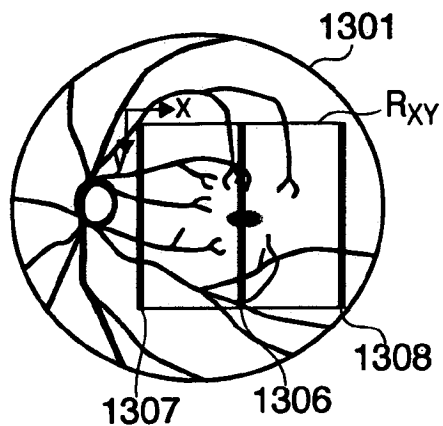


图 13B

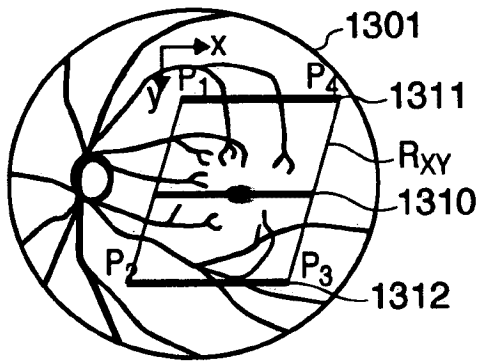


图 13C

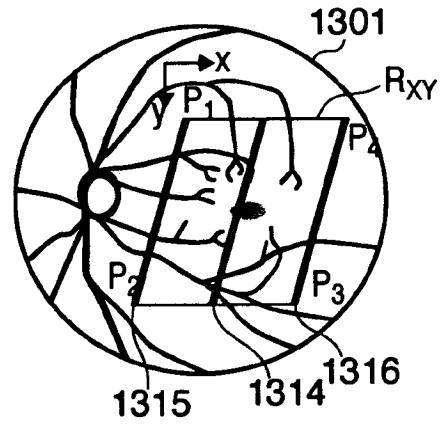


图 13D

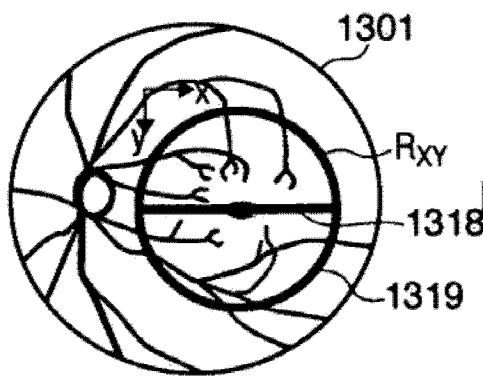


图 13E

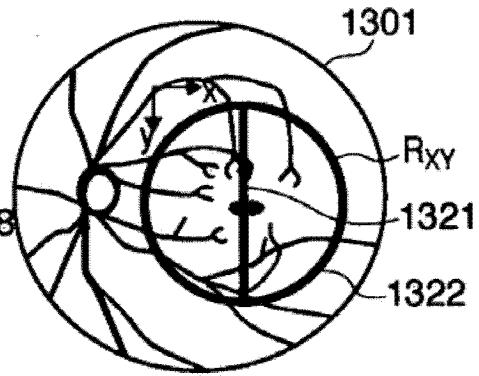


图 13F

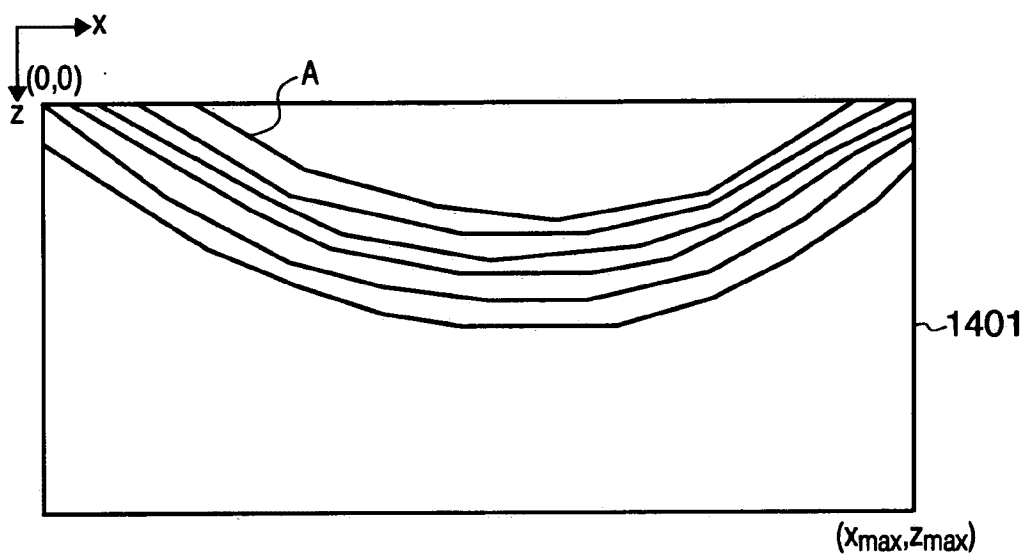


图 14A

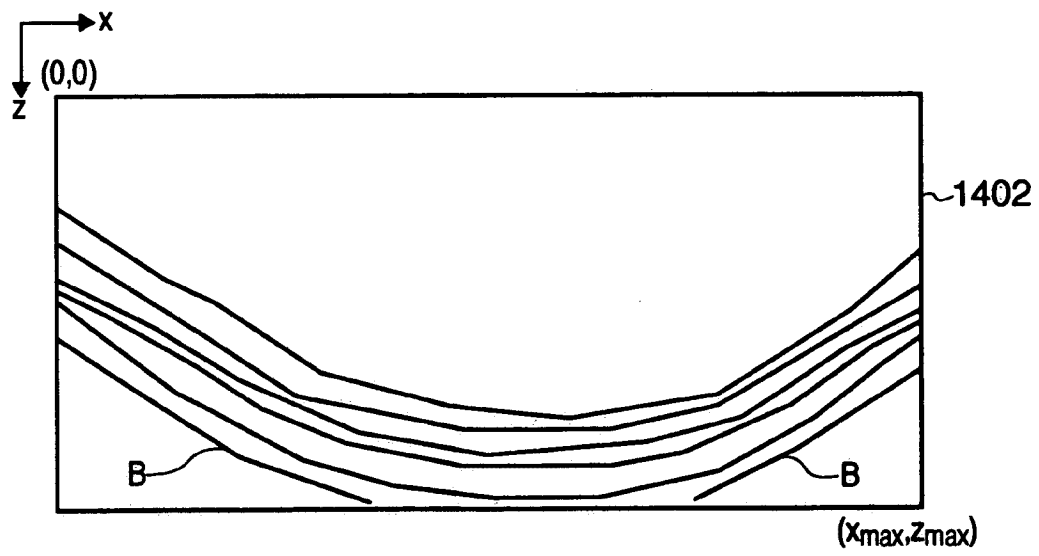


图 14B