



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101040776 B

(45) 授权公告日 2010.09.29

(21) 申请号 200710086621.6

(22) 申请日 2007.03.23

(30) 优先权数据

2006-082124 2006.03.24 JP

(73) 专利权人 株式会社拓普康

地址 日本东京板桥区莲沼町 75 番 1 号

(72) 发明人 塚田央 冈田浩昭 西尾丰

福间康文

(74) 专利代理机构 北京中原华和知识产权代理

有限责任公司 11019

代理人 寿宁 张华辉

(51) Int. Cl.

A61B 3/12(2006.01)

A61B 3/14(2006.01)

G01B 9/02(2006.01)

(56) 对比文件

US 5537162 A, 1996.07.16, 全文.

US 2004/0036838 A1, 2004.02.26, 全文.

CN 1395902 A, 2003.02.12, 全文.

US 5459570 A, 1995.10.17, 全文.

审查员 彭韵

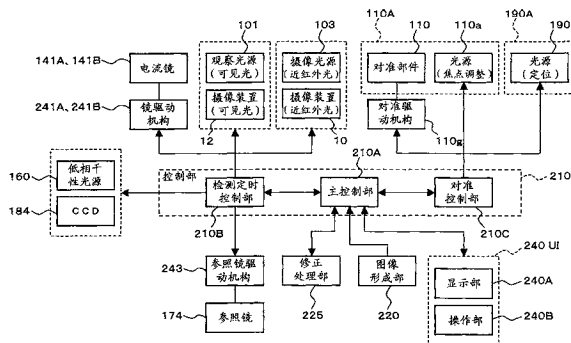
权利要求书 3 页 说明书 28 页 附图 17 页

(54) 发明名称

眼底观察装置

(57) 摘要

本发明提供一种眼底观察装置,其可以取得眼底的表面图像与断层图像,且可以防止对准指标映入图像。图像形成部(220)根据由眼底照相机单元(1A)而获得的照明光的眼底反射光的检测结果,形成表面图像,根据由OCT单元(150)而获得的相干光LC的检测结果,形成断层图像。眼底照相机单元(1A)具备投影对准指标的对准光学系统(110A、190A)。检测定时控制部(210B)使眼底照相机单元(1A)对相干光LC所进行的检测与对照明光所进行的检测大致同时地进行。对准控制部(210C)在大致同时进行相干光LC的检测与照明光的眼底反射光的检测之前,控制对准光学系统(110A、190A)以结束对准指标的投影。修正处理部(225)使用大致同时取得的表面图像,来对断层图像的图像位置进行修正。



1. 一种眼底观察装置,其特征在于包括:

第1图像形成元件,包括对受检眼的眼底照射照明光的照明光学系统、以及利用第1检测元件对经由上述眼底后的照明光进行检测的摄影光学系统,且上述第1图像形成元件根据上述第1检测元件的检测结果,形成上述眼底表面的二维图像;

第2图像形成元件,包括光源、相干光产生元件、以及第2检测元件,且上述第2图像形成元件根据上述第2检测元件的检测结果,形成上述眼底的断层图像,其中上述光源输出具有与上述照明光不同波长的低相干光,上述相干光产生元件将上述输出的低相干光分割为朝向上述眼底的信号光以及朝向参照物体的参照光,且使经由上述眼底后的信号光与经由上述参照物体后的参照光重叠并产生相干光,上述第2检测元件检测上述产生的相干光;

光路合成分离元件,合成由上述摄影光学系统形成的摄影光路以及朝向上述眼底的信号光的光路,使上述信号光经过上述摄影光路照射到上述眼底,并且,分离上述摄影光路与经由上述眼底后的信号光的光路,利用上述相干光产生元件使上述信号光与上述参照光重叠;

对准光学系统,将对准指标投影到上述受检眼,上述对准指标用以事先对装置进行相对于上述受检眼的调整;以及

控制元件,控制上述对准光学系统,以在由上述第1检测元件对上述照明光进行检测前,使对于上述受检眼的上述对准指标的投影结束。

2. 一种眼底观察装置,其特征在于包括:

第1图像形成元件,包括对受检眼的眼底照射照明光的照明光学系统以及利用第1检测元件对经由上述眼底后的照明光进行检测的摄影光学系统,且上述第1图像形成元件根据该第1检测元件的检测结果,形成上述眼底表面的二维图像;

第2图像形成元件,包括光源、相干光产生元件、以及第2检测元件,且上述第2图像形成元件根据上述第2检测元件的检测结果,形成上述眼底的断层图像,其中上述光源输出与上述照明光不同波长的光,上述相干光产生元件将从该光源输出的上述光分割为朝向上述眼底的信号光以及朝向参照物体的参照光,且使经由上述眼底后的信号光与经由上述参照物体后的参照光重叠并产生相干光,上述第2检测元件对上述产生的相干光进行检测;

光路合成分离元件,合成由上述摄影光学系统形成的摄影光路与朝向上述眼底的信号光的光路,使上述信号光经过上述摄影光路照射到上述眼底,并且,分离上述摄影光路与经由上述眼底后的信号光的光路,利用上述相干光产生元件使上述信号光与上述参照光重叠;

对准光学系统,将对准指标投影到上述受检眼,上述对准指标用以事先对装置进行相对于上述受检眼的调整;

检测定时控制元件,在使上述第2检测元件对上述相干光进行检测的大致同时,使上述第1检测元件对上述照明光进行检测;

控制元件,控制上述对准光学系统,以在由上述第1检测元件进行的上述检测之前,使对于上述受检眼的上述对准指标的投影结束,其中上述第1检测元件进行的上述检测与上述第2检测元件进行的上述检测大致同时地进行;以及

修正元件,根据上述眼底表面的二维图像对上述眼底的断层图像的图像位置进行修

正,其中上述眼底的断层图像是根据上述第 2 检测元件的检测结果而形成的,上述眼底表面的二维图像是根据上述第 1 检测元件的检测结果而形成的,且上述第 1 检测元件进行的检测与上述第 2 检测元件进行的上述检测大致同时地进行。

3. 如权利要求 2 所述的眼底观察装置,其特征在于:

上述检测定时控制元件在由上述第 2 检测元件进行的上述相干光的检测的预定时间之前及 / 或之后,使上述第 1 检测元件对上述照明光进行检测,

上述控制元件控制上述对准光学系统,以在上述预定时间之前及 / 或之后使上述第 1 检测元件进行上述检测时,使上述对准指标投影到上述受检眼。

4. 如权利要求 2 所述的眼底观察装置,其特征在于:

上述检测定时控制元件使由上述第 1 检测元件进行的上述照明光的检测定时、与由上述第 2 检测元件进行的上述相干光的检测定时同步。

5. 如权利要求 1 所述的眼底观察装置,其特征在于:

上述对准光学系统包括第 1 对准光学系统,上述第 1 对准光学系统将用以对上述受检眼进行焦点调整的第 1 对准指标投影到上述受检眼。

6. 如权利要求 2 所述的眼底观察装置,其特征在于:

上述对准光学系统包括第 1 对准光学系统,上述第 1 对准光学系统将用以对上述受检眼进行焦点调整的第 1 对准指标投影到上述受检眼。

7. 如权利要求 5 所述的眼底观察装置,其特征在于:

上述第 1 对准光学系统包括第 1 对准光源、分离棱镜、以及第 1 光路合成部件,其中上述第 1 对准光源输出第 1 对准光,上述分离棱镜将上述输出的第 1 对准光分割为 2 个光束,上述第 1 光路合成部件将上述 2 个光束合成到朝向上述眼底的光路上,

上述控制元件通过熄灭上述第 1 对准光源,使上述第 1 对准指标不会投影到上述受检眼。

8. 如权利要求 5 所述的眼底观察装置,其特征在于:

上述第 1 对准光学系统包括第 1 对准光源、分离棱镜、以及第 1 光路合成部件,其中上述第 1 对准光源输出第 1 对准光,上述分离棱镜将该已输出的第 1 对准光分割为 2 个光束,上述第 1 光路合成部件将该 2 个光束合成到朝向上述眼底的光路上,

更包括驱动元件,使上述第 1 光路合成部件插入朝向上述眼底的光路或退出上述光路,

上述控制元件控制上述驱动元件,使上述第 1 光路合成部件退出朝向上述眼底的光路,由此使上述第 1 对准指标不会投影到上述受检眼。

9. 如权利要求 1 或 2 所述的眼底观察装置,其特征在于:

上述对准光学系统包括第 2 对准光学系统,上述第 2 对准光学系统将第 2 对准指标投影到上述受检眼,上述第 2 对准指标用以对装置进行相对于上述受检眼的位置调整。

10. 如权利要求 9 所述的眼底观察装置,其特征在于:

上述第 2 对准光学系统包括第 2 对准光源、导光体、双孔光圈、以及第 2 光路合成部件,其中上述第 2 对准光源输出第 2 对准光,上述导光体对上述输出的第 2 对准光进行引导,上述双孔光圈从由上述导光体的射出端而射出的上述第 2 对准光中产生 2 个光束,上述第 2 光路合成部件将上述 2 个光束合成到朝向上述眼底的光路上,

上述控制元件通过熄灭上述第 2 对准光源,使上述第 2 对准指标不会投影到上述受检眼。

眼底观察装置

技术领域

[0001] 本发明关于用于观察受检眼的眼底状态的眼底观察装置。

背景技术

[0002] 作为眼底观察装置, 先前以来广泛使用眼底相机。图 13 表示先前普通眼底相机的外观结构的一例, 图 14 表示内设在其中的光学系统结构的一例 (例如, 参照日本专利特开 2004-350849 号公报。)。另外, 所谓“观察”, 至少包含观察眼底的拍摄图像的情形 (另外, 也可以包含通过肉眼而进行的眼底观察)。

[0003] 首先, 参照图 13, 对先前的眼底相机 1000 的外观结构进行说明。该眼底相机 1000 具备台架 3, 该台架 3 以可在前后左右方向 (水平方向) 滑动的方式搭载于基座 2 上。在该台架 3 上, 设置有检查者用以进行各种操作的操作面板及操纵杆 4。

[0004] 检查者通过操作操纵杆 4, 而能够使台架 3 在基座 2 上进行三维的自由移动。在操纵杆 4 的顶部, 配置有要求执行眼底拍摄时而按下的操作按钮 4a。

[0005] 在基座 2 上立设有支柱 5, 并且在该支柱 5 上, 设置有用于载置被检查者的颞部的颞托 6、及作为用以发出使受检眼 E 视线固定视的光源的外部视线固定视灯 7。

[0006] 在台架 3 上, 搭载有容置存储眼底相机 1000 的各种光学系统与或控制系统的本体部 8。另外, 控制系统可以设在基座 2 或台架 3 的内部等中, 也可以设在连接于眼底相机 1000 的电脑等的外部装置中。

[0007] 在本体部 8 的受检眼 E 侧 (图 13 的纸面之左方向), 设有与受检眼 E 相对向而配置的物镜部 8a。又, 在本体部 8 的检查者这一侧 (图 13 的纸面之右方向), 设有用肉眼观察受检眼 E 之的眼底的目镜部 8b。

[0008] 而且, 本体部 8 上设置有: 用以拍摄受检眼 E 眼底的静止图像照相机 9; 及用以拍摄眼底的静止图像或动态图像的电视摄像机等摄像装置 10。静止图像照相机 9 及摄像装置 10 可安装或脱离于本体部 8。

[0009] 静止图像照相机 9, 根据检查的目的或拍摄图像的保存方法等各种条件, 可以适当使用搭载有 CCD (Charge Coupled Device, 电荷耦合器件) 或 CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor, 互补金属氧化半导体) 等摄像组件的数码相机 (digital camera)、胶片相机 (film camera)、一次成像相机 (instant camera) 等。在本体部 8 设有安装部 8c, 该安装部 8c 用于以可更换的方式安装这样的静止图像照相机 9。

[0010] 静止图像照像机 9 或摄像装置 10 为数码摄像方式的场合, 可将该些摄影的眼底图像之影像数据, 传送到与眼底相机 1000 连接的计算机等, 在显示器上显示与观察眼底图像。又, 可将图像数据传送到与眼底相机 1000 连接的图像记录装置, 并数据库化, 可用于作为制作电子病历的电子数据。

[0011] 另外, 在本体部 8 的检查者设有触摸屏 11。该触摸屏 11 上显示根据从 (数字方式的) 静止图像照相机 9 或摄像装置 10 输出的图像信号而制作的受检眼 E 的眼底像。而且, 在触摸屏 11 上, 使其画面中央为原点的 xy 坐标系重叠显示在眼底像上。当检查者在画

面上触摸所要的位置时,显示与该触摸位置对应的坐标值。

[0012] 接着,参照图 14,说明眼底相机 1000 的光学系统的结构进行。眼底相机 1000 中设有:照亮受检眼 E 的眼底 Ef 的照明光学系统 100;以及将该照明光的眼底反射光引导向目镜部 8b、静止图像照相机 9、摄像装置 10 的拍摄光学系统 120。

[0013] 照明光学系统 100 包含观察光源 101、聚光镜 102、拍摄光源 103、聚光镜 104、激发滤光片 105 及 106、环形透光板 107、镜片 108、液晶显示器 109、对准部件 110、中继透镜 111、开孔镜片 112、物镜 113 而构成。

[0014] 观察光源 101,例如用卤素灯构成,发出观察眼底用的固定光(连续光)。聚光镜 102 为用以将观察光源发出的固定光(观察照明光)聚光,并使该观察照明光大致均匀地照射到受检眼底的光学组件。

[0015] 拍摄光源 103,例如由氙气灯构成,是在对眼底 Ef 进行拍摄时进行闪光的拍摄光源。聚光镜 104 是用于将拍摄光源 103 所发出的闪光(拍摄照明光)聚光,并使拍摄照明光均匀地照射到眼底 Ef 的光学组件。

[0016] 激发滤光片 105、106 是在对眼底 Ef 的眼底像进行荧光拍摄时所使用的滤光片。激发滤光片 105、106 分别通过螺线管(solenoid)等驱动机构(未图示)而可插拔地设置在光路上。激发滤光片 105 在 FAG(荧光素荧光造影)拍摄时配置在光路上。另一方面,激发滤光片 106 在 ICG(靛青绿荧光造影)拍摄时配置在光路上。另外,在进行彩色拍摄时,激发滤光片 105、106 一同从光路上退出。

[0017] 环形透光板 107 具备环形透光部 107a,该环形透光部 107a 配置在与受检眼 E 的瞳孔共轭的位置上,并以照明光学系统 100 的光轴为中心。镜片 108 使观察光源 101 或拍摄光源 103 所发出的照明光,向拍摄光学系统 120 的光轴方向反射。液晶显示器 109 显示用以进行受检眼 E 的视线固定的视线固定标(未图示)。

[0018] 对准部件 110 是设置成通过手动操作而可插脱于照明光学系统 100。在此对准部件 110 设置有第一对准光学系统 110A,其与照明光学系统 100 的光路垂直。此第一照明光学系统 110A 是一种光学系统,将对眼底 Ef 的视度(焦距)调整中所使用的分离指标投影到受检眼 E(例如参照特开平 5-95906 号公报)。

[0019] 图 15(A)表示第一对准光学系统 110A 的结构的一个例子。图 15(A)是第一对准光学系统 110A 的侧面图,图 15(B)是对准部件 110 的侧面图,图 15(C)是对准部件的上视图。

[0020] 对准部件 110 如图 15(B)、(C)所示,在插入照明光学系统 100 的光路侧的端部具有倾斜面 110s。该倾斜面 110s 作为对来自第 1 对准光学系统 110A 的光进行反射的反射镜(reflecting mirror)而发挥作用。

[0021] 第 1 对准光学系统 110A 如图 15(A)所示,包含该对准部件 110,并且包含光源 110a、狭缝(slit)110b、聚光透镜(collecting lens)110c、分离棱镜(Split Prism)110d、反射镜 110e、以及聚光透镜 110f。光源 110a 是输出例如近红外光(near infrared light)等光(第 1 对准光)的发光二极管(LED, light-emitting diode)等。狭缝 110b 中,形成了例如矩形开口(狭缝)。

[0022] 从光源 110a 输出的第 1 对准光通过狭缝 110b 的开口,由聚光透镜 110c 而聚光后入射到分离棱镜 110d。分离棱镜 110d 将该第 1 对准光分离为 2 个光束。已被分离为 2 个

光束的第 1 对准光分别由反射镜 110e 反射,且由聚光透镜 110f 而成像在对准部件 110 的倾斜面 110s 上。并且,第 1 对准光由倾斜面 100s 而反射后,合成到照明光学系统 100 的光路上,经由中继透镜 (relay lens) 111、开孔镜 112、物镜 113 后入射到受检眼 E。使该 2 个第 1 对准光在焦平面 (focal plane) 上一致。

[0023] 入射到受检眼 E 的第 1 对准光由眼底 Ef 而反射,经由摄影光学系统 120 后被摄像元件 10a 而接收,显示在触摸屏 (touch panel monitor) 11 (或者外部的显示器) 上。图 17(A)、(B) 表示该第 1 对准光的显示形态。

[0024] 图 17(A)、(B) 中的符号 110' 表示对准部件 110 的影子。而且,图 17(A)、(B) 中的符号 L1、L2 表示基于由对准部件 110 的倾斜面 110s 而反射的第 1 对准光的亮线 (对准亮线)。该一对对准亮线 L1、L2 构成上述分离指标。

[0025] 眼底 Ef 与焦平面上不一致时,如图 17(A) 所示,2 个对准亮线 L1、L2 显示为彼此在纸面横方向上错开的状态。另一方面,眼底 Ef 与焦平面一致时,如图 17(B) 所示,对准亮线 L1、L2 显示为彼此在横方向的位置一致的状态。检测者调整焦点,以使对准亮线 L1、L2 的横方向位置一致。

[0026] 开孔镜片 112 是将照明光学系统 100 的光轴与拍摄光学系统 120 的光轴合成的光学组件。在开孔镜片 112 的中心区域开有孔部 112a。照明光学系统 100 的光轴与拍摄光学系统 120 的光轴在该孔部 112a 的大致中心位置交叉。物镜 113 设在本体部 8 的物镜部 8a 内。

[0027] 具有这样的结构的照明光学系统 100,是以下面所述的形态照亮眼底 Ef。首先,在观察眼底时,点亮观察光源 101,输出观察照明光。该观察照明光经过聚光镜 102、104 而照射环形透光板 107,(此时,激发滤光片 105、106 从光路上退出)。通过环状 (ring) 透光板 107 的环状透光部 107a 的光由镜 108 而反射,经由 LCD (liquid crystal display,液晶显示器) 109 及中继透镜 111 后,由开孔镜 112 而反射 (通过手动操作使对准部件 110 预先避开光路)。由开孔镜片 112 反射的观察照明光沿拍摄光学系统 120 的光轴方向进行,经物镜 113 聚焦而射入受检眼 E,照亮眼底 Ef。

[0028] 此时,由于环形透光板 107 配置在与受检眼 E 的瞳孔共轭的位置上,因此在瞳孔上形成射入受检眼 E 的观察照明光的环状像。观察照明光的眼底反射光,通过瞳孔上的环状像的中心暗部而从受检眼 E 射出。如此,可防止射入受检眼 E 的观察照明光,对眼底反射光的影响。

[0029] 另一方面,在拍摄眼底 Ef 时,拍摄光源 103 进行闪光,且拍摄照明光通过同样的路径而照射到眼底 Ef。当进行荧光拍摄时,根据是进行 FAG 拍摄还是进行 ICG 拍摄,而使激发滤光片 105 或 106 选择性地配置在光路上。此外,在进行荧光摄影以外的摄影时或观察时,使激发滤光片 (exciter filter) 105、106 避开光路。

[0030] 其次,说明拍摄光学系统 120,拍摄光学系统 120 包含物镜 113、开孔镜片 112 (的孔部 112a)、拍摄光圈 121、阻挡滤光片 122 及 123、对焦透镜 124、半反射镜 190、中继透镜 125、拍摄透镜 126、快速复原反射镜片 (quick return mirror) 127 及拍摄媒体 9a 而构成。另外,拍摄媒体 9a 是静止图像照相机 9 的拍摄媒体 (CCD、相机胶卷、一次成像胶卷等)。

[0031] 通过瞳孔上的环状像的中心暗部而从受检眼 E 射出的照明光的眼底反射光,通过开孔镜片 112 的孔部 112a 而入射拍摄光圈 121。开孔镜片 112 的是反射照明光的角膜反射

光,并且不使角膜反射光混入到射入拍摄光圈 121 的眼底反射光中。以此,可抑制观察图像或拍摄图像上产生闪烁 (flare)。

[0032] 拍摄光圈 121 是形成有大小不同的多个圆形透光部的板状构件。多个透光部构成光圈值 (F 值) 不同的光圈,通过未图示的驱动机构,选择性地将一个透光部配置在光路上。

[0033] 阻挡滤光片 122、123 通过螺线管等的驱动机构 (未图示) 而可插拔地设置在光路上。在进行 FAG 拍摄时,使阻挡滤光片 122 配置在光路上,在进行 ICG 拍摄时,使阻挡滤光片 123 插在光路上。而且,在进行荧光摄像以外的摄像或观察时,阻挡滤光片 122、123 一同从光路上退出。

[0034] 对焦透镜 124 可以通过未图示的驱动机构而在拍摄光学系统 120 的光轴方向上移动。通过使该对焦透镜 124 移动,可以进行眼底图像的聚焦 (焦点调整),且可以变更观察倍率或摄影倍率。拍摄透镜 126 是使来自受检眼 E 的眼底反射光在拍摄媒体 9a 上成像的透镜。

[0035] 快速复原反射镜片 127 设置成可以通过未图示的驱动机构而绕着旋转轴 127a 进行旋转。当以静止图像照相机 9 进行眼底 Ef 的拍摄时,将斜设在光路上的快速复原反射镜片 127 向上方掀起,从而将眼底反射光引导向拍摄媒体 9a。另一方面,当通过摄像装置 10 进行眼底拍摄时或通过检查者的肉眼进行眼底观察时,快速复原反射镜片 127 斜设配置在光路上,从而使眼底反射光朝向上方反射。

[0036] 拍摄光学系统 120 中更设有用以对由快速复原反射镜片 127 所反射的眼底反射光进行导向的向场透镜 (视场透镜) 128、切换镜片 129、目镜 130、中继透镜 131、反射镜片 132、拍摄透镜 133 及摄像组件 10a。摄像组件 10a 是内设于摄像装置 10 中的 CCD 等摄像组件。在触摸屏 11 上,显示由摄像组件 10a 所拍摄的眼底图像 Ef'。

[0037] 切换镜片 129 与快速复原反射镜片 127 同样,能够以旋转轴 129a 为中心而旋转。该切换镜片 129 在通过肉眼进行观察时斜设在光路上,从而反射眼底反射光而将其引导向接目镜 130。

[0038] 另外,在使用摄像装置 10 拍摄眼底图像时,切换镜片 129 从光路退出,将眼底反射光导向摄像组件 10a。在此场合,眼底反射光经过中继透镜 131 从镜片 132 反射,由拍摄透镜 133 在摄像组件 10a 上成像。

[0039] 在对焦透镜 124 与中继透镜 125 之间的光路上,倾斜设置了半反射镜 (half mirror) 190。该半反射镜 190 用于合成图 16(A) 所示的第 2 对准光学系统 190A 的光路与摄影光学系统 120 的光路 (摄影光路)。该第 2 对准光学系统 190A 是用以将亮点 (对准亮点) 投影到受检眼 E 的光学系统,上述亮点 (对准亮点) 用于相对于受检眼 E 的光学系统的定位 (尤其,焦点距离 (working distance) 的调整) (例如参照特开平 11-4808 号公报)。

[0040] 第 2 对准光学系统 190A 包含该半反射镜 190,并且包含光源 190a、光导管 (light guide) 190b、反射镜 190c、双孔光圈 190d、以及中继透镜 190e,上述光源 190a 由输出例如近红外光等光 (第 2 对准光) 的 LED 等而构成。

[0041] 双孔光圈 190d 如图 16(B) 所示,具有 2 个孔部 190d1、190d2。孔部 190d1、190d2 形成在与例如圆形双孔光圈 190d 的中心位置 190d3 对称的位置上。双孔光圈 190d 以该中心位置 190d3 位于第 2 对准光学系统 190A 的光轴上的方式而设置。

[0042] 从光导管 190b 的射出端 190 β 射出的第 2 对准光由反射镜 190c 反射后,分别导入双孔光圈 190d 的孔部 190d1、190d2。通过孔部 190d1、190d2 后的对准光经由中继透镜 190e,由半反射镜 190 反射后,导入开孔镜 112。此时,中继透镜 190e 使光导管 190b 的射出端 190 β 的像中间成像在开孔镜 112 的孔部 112a 的中央位置(摄影光学系统 120 的光轴上的位置)。通过开孔镜 112 的孔部 112a 的第 2 对准光通过物镜 113 后,投影到受检眼 E 的角膜。

[0043] 此处,当受检眼 E 与眼底照相机 1000(物镜 130)的位置关系适当时,即,从受检眼 E 到眼底照相机 1000 的距离(焦点距离)适当,且,当眼底照相机 1000 的光学系统的光轴与受检眼 E 的眼轴(角膜顶点位置)(大致)一致时,由双孔光圈 190d 而形成的 2 个光束(对准光束)以分别成像在角膜顶点与角膜曲率中心的中间位置的方式投影到受检眼 E。而且,当从受检眼 E 到装置主体的焦点距离 W 不适当时,2 个对准光束各自分离后投影到受检眼 E。

[0044] 2 个对准光束(第 2 对准光)的角膜反射光通过摄影光学系统 120 后被摄像元件 10a 接收。由摄像元件 10a 而形成的摄影图像显示在触摸屏 11(或者外部的显示器)上。图 17(A)、(B) 表示该第 2 对准光的显示形态。

[0045] 图 17(A)、(B) 的符号 S 表示具有括弧形状的尺标(scale),符号 P1、P2 表示 2 个对准光束的受光像(对准亮点)。此外,尺标 S 以其中心位置与摄影光学系统 120 的光轴一致的方式而显示在触摸屏 11 上。

[0046] 当受检眼 E 与眼底照相机 1000 的位置关系不适当时,对准亮点 P1、P2 如图 17(A) 所示,显示为彼此分离的状态。尤其,当受检眼 E 的位置与眼底照相机 1000 的位置在上下方向或左右方向错开时,对准亮点 P1、P2 显示于相对于尺标 S 而在上下方向或左右方向错开的位置。

[0047] 而且,当受检眼 E 与眼底照相机 1000 的位置关系适当时,对准亮点 P1、P2 如图 17(B) 所示,以彼此重叠的状态显示在尺标 S 内。检测者实施受检眼 E 与眼底照相机 1000 的位置关系的调整,以使对准亮点 P1、P2 彼此重叠,且,使对准亮点 P1、P2 显示在尺标 S 内。

[0048] 此种眼底相机 1000,是用以观察眼底 Ef 的表面,即观察视网膜的状态的眼底观察装置。换言之,眼底相机 1000,为从受检眼 E 的角膜方向所见的眼底 Ef 的二维眼底像的拍摄装置。另一方面,在视网膜的深层存在称为脉络膜或巩膜的组织,希望有观察该些深层组织的状态的技术,而近来观察该些深层组织的装置之实用化已有进步(例如参照日本专利特开 2003-543 号公报,特开 2005-241464 号公报)。

[0049] 在日本专利特开 2003-543 号公报、特开 2005-241464 号公报中所揭示的眼底观察装置,是应用了所谓的 OCT(Optical Coherence Tomography,光学相干断层成像)技术的光图像计测装置(也称为光学相干断层成像装置等)。这样的眼底观察装置是将低相干光分成两部分,将其中一部分(信号光)引导向眼底,将另一部分(参照光)引导向预定的参照物体,并且,对将经过眼底的信号光与由参照物体所反射的参照光重叠而获得的干涉光进行检测并解析,借此可以形成眼底表面乃至深层组织的断层图像。另外,也可以基于多数个断层图像,形成眼底的三维图像。

[0050] 在上述光图像测量装置中,也必须使用与上述眼底照相机 1000 相同的对准亮线或对准亮点等对准指标,来实施相对于受检眼的光图像测量装置的焦点调整或定位。

[0051] 而且,本案申请人提出了可以取得眼底表面的图像与断层图像两者的眼底观察装置(例如参照日本专利特愿 2006-3065、日本专利特愿 2006-3878),但存在如下问题:如果在取得眼底表面的图像时对准指标被投影到受检眼,则无法观察该投影部分的图像。尤其,有可能如日本专利特愿 2006-3878 中所记载的构成般,在为了对断层图像的位置进行修正而使用眼底表面的图像时,如果使用映入了对准指标的眼底表面的图像,则无法进行准确的修正。

发明内容

[0052] 本发明是为了解决上述问题点而开发的,其目的在于提供一种眼底观察装置,该眼底观察装置可以取得眼底表面的图像与眼底的断层图像两者,且,可以防止对准指标映入眼底的图像。

[0053] 尤其,本发明的目的在于提供一种可以防止对准指标映入眼底表面的图像的技术,上述眼底表面的图像用以对眼底的断层图像的位置进行修正。

[0054] 为了达成上述目的,本发明第一特征是一种眼底观察装置,其特征在于包括:第 1 图像形成元件,包括照明光学系统、以及摄影光学系统,且上述第 1 图像形成元件根据该第 1 检测元件的检测结果,形成上述眼底表面的二维图像,其中上述照明光学系统对受检眼的眼底照射照明光,上述摄影光学系统利用第 1 检测元件对经由上述眼底后的照明光进行检测;第 2 图像形成元件,包括光源、相干光产生元件、以及第 2 检测元件,且上述第 2 图像形成元件根据该第 2 检测元件的检测结果,形成上述眼底的断层图像,其中上述光源输出具有与上述照明光不同波长的低相干光,上述相干光产生元件将该已输出的低相干光分割为朝向上述眼底的信号光以及朝向参照物体的参照光,且使经由上述眼底后的信号光与经由上述参照物体后的参照光重叠并产生相干光,上述第 2 检测元件检测该已产生的相干光;光路合成分离元件,合成由上述摄影光学系统形成的摄影光路以及朝向上述眼底的信号光的光路,使该信号光经过上述摄影光路照射到上述眼底,并且,分离上述摄影光路与经由上述眼底后的信号光的光路,利用上述相干光产生元件使该信号光与上述参照光重叠;对准光学系统,将对准指标投影到上述受检眼,上述对准指标用以事先对装置进行相对于上述受检眼的调整;以及控制元件,控制上述对准光学系统,以在由上述第 1 检测元件对上述照明光进行检测前,使对于上述受检眼的上述对准指标的投影结束。

[0055] 而且,本发明第二特征是一种眼底观察装置,其特征在于包括:第 1 图像形成元件,包括照明光学系统、以及摄影光学系统,且上述第 1 图像形成元件根据该第 1 检测元件的检测结果,形成上述眼底表面的二维图像,其中上述照明光学系统对受检眼的眼底照射照明光,上述摄影光学系统利用第 1 检测元件对经由上述眼底后的照明光进行检测;第 2 图像形成元件,包括光源、相干光产生元件、以及第 2 检测元件,且上述第 2 图像形成元件根据该第 2 检测元件的检测结果,形成上述眼底的断层图像,其中上述光源输出与上述照明光不同波长的光,上述相干光产生元件将从该光源输出的上述光分割为朝向上述眼底的信号光以及朝向参照物体的参照光,且使经由上述眼底后的信号光与经由上述参照物体后的参照光重叠并产生相干光,上述第 2 检测元件对该已产生的相干光进行检测;光路合成分离元件,合成利用上述摄影光学系统形成的摄影光路与朝向上述眼底的信号光的光路,使该信号光经过上述摄影光路而照射到上述眼底,并且,分离上述摄影光路与经由上述眼底后

的信号光的光路,利用上述相干光产生元件使该信号光与上述参照光重叠;对准光学系统,将对准指标投影到上述受检眼,上述对准指标用以事先对装置进行相对于上述受检眼的调整;检测定时控制元件,在使上述第2检测元件对上述相干光进行检测的大致同时,使上述第1检测元件对上述照明光进行检测;控制元件,控制上述对准光学系统,以在由上述第1检测元件进行的上述检测前,使对于上述受检眼的上述对准指标的投影结束,其中上述第1检测元件进行的上述检测与上述第2检测元件进行的上述检测大致同时地进行;以及修正元件,根据上述眼底表面的二维图像对上述眼底的断层图像的图像位置进行修正,其中上述眼底的断层图像是根据上述第2检测元件的检测结果而形成的,上述眼底表面的二维图像是根据上述第1检测元件的检测结果而形成的,且上述第1检测元件行的检测与上述第2检测元件进行的上述检测大致同时地进行。

[0056] 本发明的眼底观察装置设有第一图像形成元件,其可形成眼底的二维图像,以及第二图像形成元件,其形成眼底的断层图像。第一图像形成元件的拍摄光学系统形成拍摄光路。第二图像形成元件将通过眼底的信号光与参照光重叠以发生干涉光,并依据该干涉光形成断层图像。

[0057] 光路合成分离元件的作用是将射向眼底的信号光的光路与拍摄光路进行合成。该信号光经过该拍摄光路,照射眼底。又该光路合成分离元件的作用是将通过眼底的信号光与拍摄光路进行分离。该分离的信号光与参照光重叠,以发生干涉光。

[0058] 藉由设置如上述的光路合成分离元件,能够取得眼底表面的二维图像与眼底的断层图像两者。特别是在同时进行第一图像形成元件的照明光照射与第二图像形成元件的信号光照射的场合,可将通过眼底的各别的光用光路合成分离元件分离,检测各别的光形成图像。因此,依本发明的眼底观察装置,能够同时取得眼底表面的二维图像及眼底的断层图像。

[0059] 根据本发明的第1项所述的眼底观察装置,其具备对准光学系统、以及控制元件,因此,可以防止对准指标映入眼底的图像,其中上述对准光学系统将对准指标投影到上述受检眼,上述控制元件控制对准光学系统,以在利用第1检测元件对照明光进行检测之前,使对于受检眼的对准指标的投影结束。

[0060] 而且,根据本发明第2项所述的眼底观察装置,其具备对准光学系统、检测定时控制元件、控制元件、以及修正元件,因此,可以防止对准指标映入用以对眼底的断层图像的位置进行修正的眼底表面的图像,其中上述对准光学系统将对准指标投影到受检眼,上述检测定时控制元件在使第2检测元件对相干光进行检测的大致同时,使第1检测元件对照明光进行检测,上述控制元件控制对准光学系统,以在由第1检测元件进行的检测之前使对于受检眼的对准指标的投影结束,且上述第1检测元件进行的检测与第2检测元件进行的检测大致同时地进行,上述修正元件根据眼底表面的二维图像对眼底的断层图像的图像位置进行修正,上述眼底的断层图像是根据第2检测元件的检测结果而形成的,上述眼底表面的二维图像是根据第1检测元件的检测结果而形成的,且上述第1检测元件进行的检测与第2检测元件进行的上述检测大致同时地进行。

[0061] 而且,如本发明第3项所述的眼底观察装置,检测定时控制元件运行,以在第2检测元件进行相干光的检测的规定时间之前及/或之后,使第1检测元件对照明光进行检测,并且控制元件运行,以在该规定时间之前及/或之后使第1检测元件进行检测时,使对准指

标投影到受检眼。因此,在该规定时间之前及 / 或之后所取得的眼底表面的图像中,映入了对准指标。检测者通过目视该对准指标,可以在取得断层图像时,把握装置相对于受检眼的调整状态(例如焦点的状态或装置的位置状态)。

附图说明

[0062] 图 1 是表示本发明的眼底观察装置较佳的实施形态的整体结构的一例的概略结构图。

[0063] 图 2 是表示本发明的眼底观察装置较佳的实施形态中内设在眼底相机单元内的扫描单元的结构的一例的概略结构图。

[0064] 图 3 是表示本发明的眼底观察装置较佳的实施形态中 OCT 单元的结构的一例的概略结构图。

[0065] 图 4 是表示本发明的眼底观察装置较佳的实施形态中演算控制装置的硬件结构的一例的概略方块图。

[0066] 图 5 是表示本发明的眼底观察装置较佳的实施形态的控制系统结构的一例的概略方块图。

[0067] 图 6 是表示本发明的眼底观察装置的较佳实施形态的控制系统的一例的示意方块图。

[0068] 图 7 是表示本发明的眼底观察装置较佳的实施形态的信号光的扫描形态的一例的概略图。图 7(A) 表示从信号光相对于受检眼的入射侧观察眼底时的信号光的扫描形态的一例。而且,图 7(B) 表示各扫描线上扫描点的排列形态的一例。

[0069] 图 8 是表示本发明的眼底观察装置较佳的实施形态的信号光的扫描形态、以及沿着各扫描线而形成的断层图像形态的一例的概略图。

[0070] 图 9 是表示本发明的眼底观察装置较佳的实施形态的使用顺序的一例的流程图。

[0071] 图 10 是表示本发明的眼底观察装置较佳的实施形态的使用顺序的一例的流程图。

[0072] 图 11 是用以说明本发明的眼底观察装置的较佳实施形态的对眼底断层图像的图像位置进行修正的处理的示意说明图。

[0073] 图 12 是表示本发明的眼底观察装置的较佳实施形态的变形例的动作定时的一例的图。

[0074] 图 13 是表示先前的眼底观察装置(眼底相机)的外观结构的一例的概略侧面图。

[0075] 图 14 是表示先前的眼底观察装置(眼底相机)的内部结构(光学系统的结构)的一例的概略图。

[0076] 图 15 是表示先前的眼底观察装置(眼底照相机)的对准光学系统的构成的一例的示意图。图 15(A) 是表示光学系统的构成的一例的侧视图,上述光学系统用以将用于焦点调整的分光镜投影到受检眼。图 15(B) 是表示对准部件的构成的一例的侧视图。图 15(C) 是表示对准部件的构成的一例的顶视图。

[0077] 图 16 是表示先前的眼底观察装置(眼底照相机)的对准光学系统的构成的一例的示意图。图 16(A) 是表示将一对对准亮点投影到受检眼的光学系统的构成的一例的侧视图,上述一对对准亮点用于对装置进行相对于受检眼的位置调整。图 16(B) 是表示双孔光

圈的构成的一例的顶视图。

[0078] 图 17 是表示先前的眼底观察装置（眼底照相机）的对准指标的显示形态的一例的示意图。图 17(A) 表示焦点未对准状态时的分离指标的显示形态、以及装置相对于受检眼位置未对准状态时的对准亮点及尺标的显示形态。图 17(B) 表示焦点对准状态时的分离指标的显示形态、以及装置相对于受检眼定位状态时的对准亮点及尺标的显示形态。

具体实施方式

[0079] 以下参照图式对本发明实施形态的一例的眼底观察装置详细说明。又，对于与先前同样的构成部分，用与图 13、图 14 同样符号。

[0080] 本发明中，所谓“对准指标”是指为了进行相对于受检眼的眼底观察装置的调整操作而投影到受检眼的指标，上述相对于受检眼的眼底观察装置的调整操作是在进行眼底表面的二维图像的摄影或断层图像的计测前实施的。作为该对准指标，有例如，相对于受检眼的焦点调整操作中所使用的分离指标（对准亮线）、或相对于受检眼的装置的操作（使受检眼的眼轴（角膜顶点位置）与光学系统的光轴相对准的操作）中所使用的对准亮点等（上述）。

[0081] 首先，参照图 1～图 6，对本实施形态的眼底观察装置进行说明。图 1 表示本实施形态的眼底观察装置 1 的整体结构。图 2 表示眼底相机单元 1A 内的扫描单元 141 的结构。图 3 表示 OCT 单元 150 的结构。图 4 表示演算控制装置 200 的硬件结构。图 5、图 6 表示眼底观察装置 1 的控制系统的结构。

[0082] 整体结构

[0083] 如图 1 所示，眼底观察装置 1 包含作为眼底相机而发挥功能的眼底相机单元 1A、存储光图像计测装置（OCT 装置）的光学系统的 OCT 单元 150、执行各种控制处理等的电脑 200 而构成。

[0084] 该眼底相机单元 1A，与演算控制装置 200 共同构成本发明的“第一图像形成元件”的一例。又 OCT 单元 150 与演算控制装置 200 共同构成本发明的“第二图像形成元件”的一例。又该“第二图像形成元件”中，也包含设在眼底相机单元 1A 的扫描单元 141 等、信号光经过的各种光学构件。

[0085] 连接线 152 的一端安装在 OCT 单元 150 上。该连接线 152 的另一端上安装有连接部 151。该连接部 151 安装在图 13 所示的安装部 8c。而且，在连接线 152 的内部导通有光纤。OCT 单元 150 与眼底相机单元 1A 经过连接线 152 而光学性连接。对于 OCT 单元 150 的详细结构，以下一边参照图 3 一边进行说明。

[0086] 眼底相机单元的结构

[0087] 眼底相机单元 1A 具有与图 13 所示先前的眼底相机 1000 大致相同的外观结构。而且，眼底相机单元 1A 与图 14 所示先前的光学系统同样具备：照明光学系统 100，对受检眼 E 的眼底 E_f 进行照明；以及拍摄光学系统 120，将该照明光的眼底反射光引导向摄像装置 10。

[0088] 另外，在后面会详述，但是在本实施形态的拍摄光学系统 120 的摄像装置 10，为检测具有近红外区域的波长的照明光。在该拍摄光学系统 120 中，另外设有照明光摄像装置 12，用以检测具有可视光区域的波长的照明光。而且，该拍摄光学系统 120 将由 OCT 单元 150 发出的信号光引导到眼底 E_f ，并且将经过眼底 E_f 的信号光引导到 OCT 单元。

[0089] 照明光学系统 100 与先前同样,包含观察光源 101、聚光镜 102、拍摄光源 103、聚光镜 104、激发滤光片 105 及 106、环形透光板 107、镜片 108、液晶显示器 109、对准部件 110、中继透镜 111、开孔镜片 112、物镜 113 而构成。

[0090] 观察光源 101 输出包含例如波长约 400nm ~ 700nm 的范围的可视区域的照明光。另外,该拍摄光源 103 输出包含例如波长约 700nm ~ 800nm 的范围的近红外区域的照明光。该拍摄光源 103 输出的近红外光,设定成较在 OCT 单元 150 使用的光的波长短(后面再述)。

[0091] 对准部件 110 如图 15(B)、图 15(C) 所示,在插入照明光学系统 100 的光路侧的端部具有倾斜面 110s。该倾斜面 110s 作为反射镜而发挥作用,上述反射镜反射来自图 15(A) 所示的第 1 对准光学系统 110A 的光(第 1 对准光)。此外,倾斜面 110s 相对于该插入位置处的照明光的剖面,具有足够小的面积。而且,插入在光路上的对准部件 110 是配置成使倾斜面 110s 的中心位置位于照明光学系统 100 的光轴上。

[0092] 该第 1 对准光学系统 110A 是如下光学系统,即,用以将分离指标(对准亮线 L1、L2;参照图 17(A)、(B))投影到受检眼 E,上述分离指标用于相对于眼底 Ef 的焦点调整。

[0093] 第 1 对准光学系统 110A 如图 15(A) 所示,包含对准部件 110、输出第 1 对准光(例如波长为约 700nm ~ 800nm 的近红外光)的光源 110a、狭缝 110b、聚光透镜 110c、分离棱镜 110d、反射镜 110e、以及聚光透镜 110f。

[0094] 分离指标(以符号“L1、L2”表示)是相当于本发明的“第 1 对准指标”的一例的指标。而且,光源 110a 相当于本发明的“第 1 对准光源”的一例,对准部件 110(的倾斜面 110s)相当于本发明的“第 1 光路合成部件”的一例。

[0095] 对准部件 110 利用下述对准驱动机构 110g 而移动,由此来插入和退出光路。作为对准部件 110 的移动形态,例如,可以在与光路正交的方向等上平行移动,以倾斜面 110s 的相反侧的端部等为中心而旋转移动亦可。此外,也可以将对准光学系统 110A 一体地构成为单元,且以通过使该单元移动来将对准部件 110 插入和退出光路的方式而构成亦可。

[0096] 拍摄光学系统 120 包含物镜 113、开孔镜片 112(的孔部 112a)、拍摄光圈 121、阻挡滤光片 122 及 123、对焦透镜 124、半反射镜 190、中继透镜 125、拍摄透镜 126、分色镜 134、向场透镜(视场透镜)128、半反射镜 135、中继透镜 131、分色镜 136、拍摄透镜 133、摄像装置 10(摄像组件 10a)、反射镜片 137、拍摄透镜 138、摄像装置 12(摄像组件 12a)、透镜 139、及 LCD(Liquid Crystal Display,液晶显示器)而构成。

[0097] 对焦透镜 124 根据对例如设置在眼底照相机单元 1A 的框架上的旋钮(knob)(聚焦旋钮)等聚焦操作部的操作,在摄影光学系统 120 的光轴方向上移动。此外,用以使对焦透镜 124 移动的机构可以是仅由齿轮(gear)等机械式的机构而构成,也可以是添加马达(motor)等电气部件的构成。

[0098] 半反射镜 190 以合成图 16(A) 所示的第 2 对准光学系统 190A 的光路与摄影光学系统 120 的光路(摄影光路)的方式而发挥作用。该第 2 对准光学系统 190A 包含半反射镜 190、输出第 2 对准光(例如波长为约 700nm ~ 800nm 的近红外光)的光源 190a、导光体 190b、反射镜 190c、双孔光圈 190d、以及中继透镜 190e。双孔光圈 190d 如图 16(B) 所示,具有 2 个孔部 190d1、190d2。

[0099] 该第 2 对准光学系统 190A 是将一对对准亮点 P1、P2(参照图 17(A)、(B))投影到受检眼 E 的光学系统,上述一对对准亮点 P1、P2 是在相对于受检眼 E 的装置位置的调整操

作,即,使照明光学系统 100 及摄影光学系统 120 的光轴与受检眼 E 的眼轴(角膜顶点位置)相对准的操作中所使用的。

[0100] 对准亮点 P1、P2 是相当于本发明的“第 2 对准指标”的一例的指标。而且,光源 190a 相当于本发明的“第 2 对准光源”的一例,半反射镜 190 相当于本发明的“第 2 光路合成部件”的一例。

[0101] 在本实施形态的拍摄光学系统 120,与图 10 所示的先前的拍摄光学系统 120 不同,设有分色镜 134、半反射镜片 125、分色镜 136、反射镜片 137、拍摄透镜 139 及 LCD140。

[0102] 分色镜 134 为用以反射照明光学系统 100 发出的照明光的眼底反射光(包含波长约 400nm~800nm 的范围),并且为可供由 OCT 单元的信号光(包含波长约 800nm~900nm 范围,后述)透过的构造。该分色镜 134 为本发明的“光路合成分离机构”的一例。

[0103] 另外,分色镜 136,可透过由照明光学系统 100 输出的具有可视区域的波长的照明光(由观察光源 101 输出的波长约 400nm~700nm 的可视光),并可反射具有近红外区域的波长的照明光(由拍摄光源 103 输出的波长约 700nm~800nm 的近红外光)。因此,可视区域的波长的照明光被导入摄像装置 12,近红外区域的波长的照明光被导入摄像装置 10。

[0104] 此外,经由受检眼 E 后的第 1、第 2 对准光被分色镜(dichroic mirror)134 反射,并且,被分色镜 136 反射后,导入摄像装置 10。

[0105] 在 LCD 140 有显示内部视线固定标等。由该 LCD 140 发出的光经透镜 139 聚光的后,由半反射镜 135 反射,通过向场透镜 128 反射到分色镜 136。然后,通过拍摄透镜 126、中继透镜 125、半反射镜 190、对焦透镜 124、开孔镜片 112(的孔部 112a)、物镜 113 等,射入受检眼 E。由此,该视线固定标等投影到受检眼 E 的眼底 Ef。

[0106] 摄像组件 10a 为内藏在电视相机等的摄像装置 10 的 CCD 或 CMOS 等的摄像组件,特别是检测近红外区域的波长的光(即摄像装置 10 为检测近红外光的红外线电视相机)。该摄像装置 10 输出图像讯号,作为检测近红外光的结果。触摸屏 11 依据该图像讯号显示眼底 Ef 的表面的二维图像(眼底图像 Ef')。另外,该图像讯号被送到演算控制装置 200,在其显示器(后述)显示眼底图像。又,使用该摄像装置 10 拍摄眼底时,可利用由照明光学系统 100 的拍摄光源 103 输出的近红外区域波长的照明光。该摄像装置 10(的摄像组件 10a)相当于本发明的“第一检测机构”的一例。

[0107] 另一方面,摄像组件 12a 为内藏在电视相机等摄像装置 12 的 CCD 或 MOS 等的摄像组件,特别是检测可视光区域波长的光(即摄像装置 12 为检测可见光的电视相机)。该摄像装置 12 输出图像讯号,作为检测可视光的结果。该触摸屏 11 依据该图像讯号显示眼底 Ef 的表面的二维图像(眼底图像 Ef')。另外,该图像讯号被送到演算控制装置 200,在其显示器(后述)显示眼底图像。又,使用该摄像装置 12 拍摄眼底时,可利用从照明光系统 100 的观察光源 101 输出的可视光区域波长的照明光。该摄像装置 12(的摄像组件 12a)相当于本发明的“第一检测机构”的一例。

[0108] 本实施形态中的拍摄光学系统 120 中设有扫描单元 141 及透镜 142。扫描单元 141 具备如下结构,即,在眼底 Ef 上扫描从 OCT 单元 150 所输出的光(信号光 LS,后述)。

[0109] 透镜 142 使来自 OCT 单元 150 的信号光 LS 通过连接线 152,引导成为平行光束,并将其射入扫描单元 141。而且,透镜 142 的作用为使经过扫描单元 141 而来的信号光 LS 的眼底反射光聚焦。

[0110] 图 2 中表示扫描单元 141 的具体结构的一例。扫描单元 141 包含检流计镜 (galvanometer mirror) 141A、141B 以及反射镜片 141C、141D 而构成。

[0111] 检流计镜 141A、141B 设为可以分别以旋转轴 141a、141b 为中心而旋转。旋转轴 141a、141b 以相互正交的方式而配设。在图 2 中, 检流计镜 141A 的旋转轴 141a 配设为平行于该图的纸面, 且检流计镜 141B 的旋转轴 141b 配设为垂直于该图的纸面。即, 检流计镜 141B 可以向图 2 中的两侧箭头所示方向旋转, 检流计镜 141A 可以向正交于该两侧箭头的方向旋转。以此, 该一对检流计镜 141A、141B 分别发挥作用, 使信号光 LS 的反射方向变更为相互正交的方向。另外, 检流计镜 141A、141B 的各个旋转动作是通过下述镜驱动机构 (参考图 5) 而驱动。

[0112] 由检流计镜 141A、141B 所反射的信号光 LS, 向与由反射镜片 141C、141D 所反射而入射至检流计镜 141A 时相同的方向行进。

[0113] 另外, 如上所述, 连接线 152 的内部导通有光纤 152a, 该光纤 152a 的端面 152b 是与透镜 142 相对而配设。从该端面 152b 所射出的信号光 LS 朝向透镜 142 使束径逐渐放大而行进, 但通过该透镜 142 而成为平行光束。相反, 信号光 LS 的眼底反射光通过该透镜 142 而朝向端面 152b 聚焦。

[0114] OCT 单元的结构

[0115] 以下, 参照图 3, 对 OCT 单元 150 的结构进行说明。该图所示的 OCT 单元 150 具有与先前的光图像计测装置大致相同的光学系统, 且具备干涉仪, 该干涉仪将从光源所输出的光分割为参照光与信号光, 并使经过参照物体的参照光、与经过被测定物体 (眼底 Ef) 的信号光重叠而产生干涉光, 并且, 对该干涉光的检测结果进行解析而形成被测定物体的图像。

[0116] 低相干光源 160 是由输出低相干光 L0 的超级发光二极管 (SLD, superluminescent diode) 或发光二极管 (LED, light-emitting diode) 等的宽带光源所构成。该低相干光 L0 例如具有近红外区域的波长, 并且具有数十微米左右的时延性相干长度的光。从该低相干光源 160 输出的低相干光 L0, 具有比眼底相机单元 1A 的照明光 (波长约 400nm ~ 800nm) 更长的波长, 例如含有约 800nm ~ 900nm 范围的波长。该低相干光源 160 相当于本发明的“光源”的一例。

[0117] 从低相干光源 160 所输出的低相干光 L0, 例如通过由单模光缆 (single-mode fiber) 或极化保持光纤 (polarization maintaining fiber) 所构成的光纤 161, 被引导向光耦合器 (coupler) 162, 由该光耦合器 162 将该低相干光源 L0 分割为参照光 LR 与信号光 LS。

[0118] 另外, 光耦合器 162 具有光分割元件 (分光器) 及光重叠的元件 (耦合器) 双方的功能, 但惯用名叫“光耦合器”。

[0119] 从光耦合器 162 发生的参照光 LR, 被由单模光纤等构成的光纤 163 引导, 从光纤端面射出, 所射出的参照光 LR 通过准直透镜 171, 成为平行光束后, 经过玻璃块 172 及密度滤光片 173, 并由参照镜片 174 (参照物体) 而反射。

[0120] 由参照镜片 174 所反射的参照光 LR 再次经过密度滤光片 173 及玻璃块 172, 并通过准直透镜 171 而在光纤 163 的光纤端面上聚光。所聚光的参照光 LR 通过光纤 163 而被引导向光耦合器 162。

[0121] 另外,玻璃块 172 及密度滤光片 173,是作为用以使参照光 LR 与信号光 LS 的光路长度(光学距离)一致的延迟元件而发挥作用,而且作为用以使参照光 LR 与信号光 LS 的色散特性一致的元件而发挥作用。

[0122] 又,参照镜 174 为可沿参照光 LR 的进行方向移动的构造。因此,能够对应受检眼 E 的眼轴长度,确保参照光 LR 的光路长度。另外,参照镜 174 的移动可利用含有电动等的驱动装置的驱动机构进行。

[0123] 另一方面,从光耦合器 162 发生的信号光 LS,由单模光纤等构成的光纤 164 引导至连接线 152 的端部。在连接线 152 的内部导通有光纤 152a。此处,光纤 164 与光纤 152a 可以由单一的光纤而构成,而且,也可以是将各个端面接合而一体形成的光纤。总的,光纤 164、152a 只要可以在眼底相机单元 1A 与 OCT 单元 150 的间传送信号光 LS 即可。

[0124] 信号光 LS 在连接线 152 内部被引导而被导向眼底相机单元 1A。而且,信号光 LS 经过透镜 142、扫描单元 141、分色镜 134、拍摄透镜 126、中继透镜 125、半反射镜 190、对焦透镜 124、拍摄光圈 121、开孔镜片 112 的孔部 112a 与物镜 113,而入射受检眼 E(此时,如下所述,阻挡滤光片 122、123 分别从光路中退出)。

[0125] 入射受检眼 E 的信号光 LS 在眼底(视网膜)Ef 上成像并反射。此时,信号光 LS 不仅被眼底 Ef 的表面反射,也到达眼底 Ef 的深部区域并在折射率边界上产生散射。以此,信号光 LS 的眼底反射光成为包含反映眼底 Ef 的表面形态的信息、及反映在深部组织的折射率边界的背后散射(backscattering)的状态的信息的光。将该光简称为“信号光 LS 的眼底反射光”。

[0126] 信号光 LS 的眼底反射光向上述路径的相反方向行进,在光纤 152a 的端面 152b 上聚光,通过该光纤 152 而入射至 OCT 单元 150,并通过光纤 164 而返回到光耦合器 162。光耦合器 162 使该信号光 LS 与由参照镜片 174 所反射的参照光 LR 重叠,生成干涉光 LC。所生成的干涉光 LC 通过单摸光纤等构成的光纤 165,被引导向分光仪 180。

[0127] 此处,本发明的“干涉光产生元件”由至少包含光耦合器 162、光纤 163、164 与参照镜片 174 的干涉仪所构成。另外,本实施形态中是采用了迈克尔逊型干涉仪(Michelson interferometer),但也可以适当采用例如马赫-曾德(Mach-Zehnder)型等任意类型的干涉仪。

[0128] 分光仪(spectrometer)180 包含准直透镜 181、衍射光栅 182、成像透镜 183 与 CCD(Charge Coupled Device,电荷耦合器件)184 而构成。本实施形态的衍射光栅 182 是透过型衍射光栅,但当然也可以使用反射型衍射光栅。另外,可以使用例如 CMOS(Complementary Metal-Oxide-Semiconductor,互补金属氧化物半导体)等任意形态的光检测元件,来取代 CCD 184。进行相干光 LC 的检测的上述光检测组件为相当本发明的“第二检测元件”的一例。。

[0129] 入射至分光仪 180 的干涉光 LC 通过准直透镜 181 而成为平行光束之后,被衍射光栅 182 分光(光谱分解)。所分光的干涉光 LC 通过成像透镜 183 而在 CCD184 的摄像面上成像。CCD184 接收该干涉光 LC 并将其转换为电气检测信号,且将该检测信号输出到演算控制装置 200 中。

[0130] 演算控制装置的构造

[0131] 其次,参照图 4、图 5、图 6,说明演算控制装置 200 的构造。演算控制装置 200 进行

以下处理:分析由 OCT 单元 150 的分光仪 180 的 CCD184 输入的检测信号,形成受检眼 E 的眼底 Ef 的断层图像。此时的分析与先前的傅立叶区域 OCT 的方法相同。

[0132] 另外,演算控制装置 200 进行以下处理:依据由眼底相机单元 1A 的摄像装置 10、12 输出的图像信号,形成眼底 Ef 的表面(网膜)形态的二维图像。

[0133] 而且,演算控制装置 200 执行眼底相机单元 1A 的各部分的控制、以及 OCT 单元 150 的各部分的控制。

[0134] 作为眼底照相机单元 1A 所执行的控制,有例如,由观察光源 101 或摄影光源 103 而发出的照明光的输出控制,摄像装置 10、12 的眼底图像的摄影定时的控制,对激发滤光片 105、106 或阻挡滤片(barrier filter)122、123 的光路的插入/退出动作的控制,LCD 140 的显示动作的控制,摄影光圈 121 的光圈值的控制,对焦透镜 124 的移动控制(焦点调整动作的控制、摄影倍率的控制),扫描单元 141 内的电流镜(galvanic mirror)141A、141B 的转动动作的控制,第 1 对准光学系统 110A 的光源 110a 的第 1 对准光的输出控制,对照明光学系统 100 的光路的对准部件 110 的插入/退出动作的控制,以及第 2 对准光学系统 190A 的光源 190a 的第 2 对准光的输出控制等。

[0135] 另一方面,OCT 单元 150 的控制,是进行低相干光源 160 的低相干光的输出控制、参照镜 174 的移动控制、CCD184 的蓄积时间的控制等。

[0136] 参照图 4,对如上所述发挥作用的演算控制装置 200 的硬件结构进行说明。演算控制装置 200 具备与先前的电脑同样的硬件结构。具体而言,包含微处理器 201(CPU, MPU 等)、RAM 202、ROM 203、硬盘驱动器(HDD, HardDisk Driver)204、键盘 205、鼠标 206、显示器 207、图像形成板 208 及通信界面(I/F)209。这些各个部分是通过总线 200a 而连接。

[0137] 微处理器 201 将存储在硬盘驱动器 204 中的控制程序 204a 展开到 RAM202 上,以此在本发明中执行特征性动作。

[0138] 而且,CPU201 执行上述装置各部分的控制、或各种运算处理等。而且,执行与来自键盘 205 或鼠标 206 的操作信号对应的装置各个部分的控制、显示器 207 的显示处理的控制、通信界面 208 的各种数据或控制信号等的发送接收处理的控制等。

[0139] 键盘 205、鼠标 206 及显示器 207 是作为眼底观察装置 1 的用户界面而使用的。键盘 205 是作为用以键入字符或数字等的设备而使用。鼠标 206 是作为用以对显示器 207 的显示画面进行各种输入操作的设备。

[0140] 而且,显示器 207 是 LCD(Liquid Crystal Display,液晶显示器)或 CRT(Cathode Ray Tube,阴极射线管)等任意的显示设备,其显示由眼底观察装置 1 所形成的眼底 Ef 的图像,或显示各种操作画面或设定画面等。

[0141] 另外,眼底观察装置 1 的用户界面并不限于这样的结构,也可以使用例如轨迹球(track ball)、操纵杆、触摸面板式 LCD、用于眼科检查的控制面板等具备显示输出各种信息的功能以及输入各种信息的功能的任意用户界面元件而构成。

[0142] 图像形成板 208 为处理受检眼 E 的眼底 Ef 的图像的专用电子电路。在该图像形成板 208 设有眼底图像形成板 208a 及 OCT 图像形成板 208b。眼底图像形成板 208a 的动作,为依据眼底相机单元 1A 的摄像装置 10,或摄像装置 12 的图像信号形成眼底图像的专用电子电路。又,OCT 图像形成板 208b 的动作为依据 OCT 单元 150 的分光仪 180 的 CCD184 的检测信号形成眼底图像(断层图像)的专用电子电路。此外,也可以利用 OCT(optical

coherencetomography, 光学相干层析) 图像形成板 (board) 208b 来形成眼底 Ef 的三维图像。因设有上述的图像形成板 208, 可提高眼底图像形成处理的处理速度。

[0143] 通信界面 209 进行以下处理: 将来自微处理器 201 的控制信号发送到眼底相机单元 1A 或 OCT 单元 150。另外, 通信界面 209 进行以下处理: 接收由眼底相机单元 1A 的摄像装置 10、12 输出的图像信号, 或从 OCT 单元 150 的 CCD 184 输出的检测信号, 进行对图像形成板 208 的输入等。此时, 通信界面 209 的动作为将从摄像装置 10、12 的图像信号输入眼底图像形成板 208a, 将从 CCD184 的检测信号输入 OCT 图像形成板 208b。

[0144] 而且, 当演算控制装置 200 连接于 LAN (Local Area Network, 局域网) 或互联网等网络时, 在通信界面 209 中可以具备局域网卡等网络适配器 (network adapter) 或调制解调器 (modem) 等通信设备, 并能够经过该网络而进行数据通信。此时, 可以设置用于存储控制程序 204a 的服务器, 并且, 将演算控制装置 200 构成为该服务器的客户终端。

[0145] 控制系统的构成

[0146] 接着, 参照图 5、图 6 来说明眼底观察装置 1 的控制系统的构成。图 5 表示控制系统的整体构成, 图 6 表示控制系统的一部分的详细构成。此外, 上述各图中选择性地记载了眼底观察装置 1 所具备的构成中、尤其关于本发明的运行或处理的部分。

[0147] 眼底观察装置 1 的控制系统是以演算控制装置 200 的控制部 210 为中心而构成的。控制部 210 包含 CPU 201、RAM 202、ROM 203、硬盘驱动器 204 (控制程序 204a)、通信界面 209 而构成。

[0148] 利用根据控制程序 204a 而运行的微处理器 (microprocessor) 201, 执行各种控制处理。尤其, 控制部 210 控制利用眼底照相机 (fundus camera) 单元 1A 的摄像装置 10、12 而进行的眼底图像的拍摄时序, 即照明光的眼底反射光的检测时序。同样, 控制部 210 控制利用 OCT 单元 150 的分光计 (spectrometer) 180 的 CCD184 而进行的眼底图像的拍摄时序, 即干涉光 LC 的检测时序。

[0149] 控制部 210 如图 6 所示, 包含主控制部 210A、检测定时控制部 210B、以及对准控制部 210C。检测定时控制部 210B 作为本发明的“检测定时控制元件”的一例而发挥作用。而且, 对准控制部 210C 作为本发明的“控制元件”的一例而发挥作用。

[0150] 主控制部 210A 作为控制部 210 的中枢而发挥功能, 且对装置各部进行控制。例如, 主控制部 210A 进行控制, 以将如下图像显示在用户接口 (user interface) 240 的显示部 240A (显示器 207) 中, 上述图像是利用眼底观察装置 1 而拍摄的 2 种图像, 即, 由眼底照相机单元 1A 而获得的眼底 Ef 表面的二维图像 (眼底图像 Ef'), 以及根据利用 OCT (optical coherencetomography, 光学相干断层图像) 单元 150 而获得的检测信号而形成的眼底 Ef 的图像 (断层图像或三维图像)。上述各眼底图像可以被分别独立地显示在显示部 240A 中, 也可以是两者的图像被全部同时显示。而且, 当对准亮点 P1、P2 被显示在显示部 240A 中时, 主控制部 210A 使图 17(A)、(B) 所示的尺标 S 显示在显示部 240A 中。

[0151] 检测定时控制部 210B 对眼底照相机单元 1A 或 OCT 单元 150 的眼底图像的摄影定时进行控制。更具体而言, 检测定时控制部 210B 例如与先前相同, 通过对摄像元件 10a、12a 或 CCD 184 的累积时间进行控制或对电子快门 (electronic shutter) 进行控制, 来控制摄像装置 10、12 或 CCD184 的帧率 (frame rate)。

[0152] 而且, 检测定时控制部 210B 通过对电源的供给定时等进行控制, 来对由上述各光

源而发出的光的输出定时进行控制,上述电源是对观察光源 101、摄影光源 103、以及低相干性 (coherence) 光源 160 进行供给的。

[0153] 尤其,检测定时控制部 210B 以如下方式而发挥作用,即,分别对摄影光源 103 及摄像装置 10(或者观察光源 101 及摄像装置 12)、低相干性光源 160 及 CCD 184 进行控制,而使眼底 Ef 表面的二维图像的摄影定时、与眼底 Ef 的断层图像的摄影定时同步。此时,也同步地控制使电流镜 141A、141B 的方向变更。检测定时控制部 210B 进行控制,以使摄像装置 10(或者摄像装置 12)的帧率、与 CCD 184 的帧率的比为例如 10 : 1 ~ 1 : 1 左右。

[0154] 而且,检测定时控制部 210B 分别对眼底照相机单元 1A 的镜驱动机构 241、242 进行控制,而使电流镜 141A、141B 分别独立地运行,以此来进行信号光 LS 的扫描的控制。进而,检测定时控制部 210B 对参照镜驱动机构 243 进行控制,来使参照镜 174 在参照光 LR 的行进方向(光路方向)上移动。

[0155] 对准控制部 210C 进行如下控制,即,由第 1 对准光学系统 110A 而进行的将分离指标 L1、L2 投影到受检眼 E 的投影定时的控制、由第 2 对准光学系统 190A 而进行的将对准亮点 P1、P2 投影到受检眼 E 的投影定时的控制。

[0156] 使分离指标 L1、L2 投影时,对准控制部 210C 控制对准驱动机构 110g,使对准部件 110 的倾斜面 110s 插入光路,并且,使光源 110a 点亮。而且,当使分离指标的投影结束时,控制对准驱动机构 110g,使对准部件 110 的倾斜面 110s 退出光路,并且,使光源 110a 熄灭。此外,也可以仅通过使对准部件 110 的倾斜面 110s 插入和退出光路,而对分离指标的投影定时进行控制。而且,也可以仅通过使光源 110a 点亮 / 熄灭,而对分离指标的投影定时进行控制。

[0157] 使对准亮点 P1、P2 投影时,对准控制部 210C 使光源 190a 点亮。而且,当使对准亮点 P1、P2 的投影结束时,对准控制部 210C 使光源 190a 熄灭。此外,也可以与对准部件 110 相同,通过以使半反射镜 190 可以插入和退出光路的方式而构成,来控制对准亮点 P1、P2 的投影定时。

[0158] 影像形成部 220 为进行依据眼底相机单元 1A 的摄像装置 10、12 的图像信号,形成眼底图像的处理,以及依据 OCT 单元 150 的 CCD 184 的检测信号,形成眼底图像的处理,故其构成含有图像形成板 208。

[0159] 图像处理部 230 对利用图像形成部 220 而形成的眼底图像实施各种图像处理。例如,执行根据基于来自 OCT 单元 150 的检测信号的眼底 Ef 的断层图像来形成眼底 Ef 的三维图像的处理、或眼底图像的亮度调整等各种修正处理等。该图像处理部 230 可以包含微处理器 (microprocessor) 201,也可以包含 OCT 图像形成板 208b。

[0160] 而且,图像处理部 230 进行分析处理,该分析处理即抽出眼底 Ef 的断层图像中的层(视网膜层、脉络膜、巩膜等)的处理、对层的厚度进行计测的处理、作出层的厚度的分布的处理、以及计算出层的厚度的差分的处理等。

[0161] 修正处理部 225 进行如下处理:根据眼底 Ef 表面的二维图像,来修正基于 OCT 单元 150 的 CCD 184 的相干光 LC 的检测结果而形成的眼底 Ef 的断层图像的图像位置,上述眼底 Ef 表面的二维图像是基于眼底照相机单元 1A 的摄像装置 10(或摄像装置 12)的照明光的眼底反射光的检测结果而形成的。该修正处理部 225 相当于本发明的“修正元件”的一例,包含微处理器 201 等。

[0162] 更具体地说明修正处理部 225 所执行的断层图像的图像位置的修正处理。修正处理部 225 中设置了未图示的抽出处理部。该抽出处理部分析基于摄像装置 10 (或摄像装置 12) 的检测结果而形成的眼底 Ef 的表面的二维图像, 抽出该二维图像中的特征部位。作为抽出对象, 即特征部位, 有例如, 视神经乳头 (discus nervi optici)、黄斑部 (macular area)、特定的血管或血管的分岔部等。抽出处理部分析例如眼底 Ef 的二维图像的亮度及颜色, 以此抽出作为抽出对象的特征部位。该抽出处理部相当于本发明的“抽出元件”的一例。

[0163] 修正处理部 225 取得由抽出处理部而抽出的特征部位的图像位置。该坐标位置利用例如如图 1 等所表示的 xy 坐标系来表示。此外, 该 xy 坐标系事先与在摄像装置 10 的摄像元件 10a (或摄像装置 12 的摄像元件 12a) 的检测面上所定义的二维坐标系相关联。修正处理部 225 利用使该检测面上的二维坐标系所表示的特征部位的图像位置变为该 xy 坐标系的图像位置, 来取得特征部位的图像位置。

[0164] 修正处理部 225 使用如此而取得的特征部位的图像位置, 来修正眼底 Ef 的断层图像的图像位置。有关该修正处理的详细情况, 于后叙述。

[0165] 用户接口 (UI, user interface) 240 具备: 显示部 240A, 由显示器 207 等显示装置构成; 以及操作部 240B, 由键盘 (key board) 205 或鼠标 (mouse) 206 等操作装置或输入装置构成。此外, 显示部 240A 也可以包含设置在眼底照相机单元 1A 中的触摸屏 11 等任意的显示装置。而且, 操作部 240B 也可以包含设置在眼底照相机单元 1A 上的操纵杆 (joystick) 4、操作按钮 4a 或除此以外的未图示的按钮或键等任意操作装置。

[0166] 以下, 分别说明利用控制部 210 所进行的信号光 LS 的扫描的控制形态, 以及利用图像形成部 220 与图像处理部 230 对 OCT 单元 150 的检测信号的处理状态。另外, 对眼底照相机单元 1A 的图像信号的图像形成部 220 等的处理, 与先前的处理相同, 故省略。

[0167] 关于信号光的扫描

[0168] 信号光 LS 的扫描如上所述, 是通过变更眼底照相机单元 1A 的扫描单元 141 的检流计镜 141A、141B 的反射面的朝向而进行。控制部 210 分别控制镜片驱动机构 241、242, 以此分别变更检流计镜 141A、141B 的反射面的朝向, 从而在眼底 Ef 上扫描信号光 LS。

[0169] 当变更检流计镜 141A 的反射面的朝向时, 在眼底 Ef 的水平方向上 (图 1 的 x 方向) 扫描信号光 LS。另一方面, 当变更检流计镜 141B 的反射面的朝向时, 在眼底 Ef 的垂直方向 (图 1 的 y 方向) 上扫描信号光 LS。而且, 同时变更检流计镜 141A、141B 两者的反射面的朝向, 以此可以在将 x 方向与 y 方向合成的方向上扫描信号光 LS。即, 通过控制这两个检流计镜 141A、141B, 可以在 xy 平面上的任意方向上扫描信号光 LS。

[0170] 图 7 表示用以形成眼底 Ef 的图像的信号光 LS 的扫描形态的一例。图 7(A) 表示从信号光 LS 入射受检眼 E 的方向观察眼底 Ef (也就是从图 1 的 -z 方向观察 +z 方向) 时, 信号光 LS 的扫描形态的一例。而且, 图 7(B) 表示眼底 Ef 上的各扫描线上扫描点的排列形态的一例。

[0171] 如图 7(A) 所示, 在预先设定的矩形扫描区域 R 内扫描信号光 LS。在该扫描区域 R 内, 在 x 方向上设定有多条 (m 条) 扫描线 R1 ~ Rm。当沿着各扫描线 Ri (i = 1 ~ m) 扫描信号光 LS 时, 产生干涉光 LC 的检测信号。

[0172] 此处, 将各扫描线 Ri 的方向称为“主扫描方向”, 将与该方向正交的方向称为“副

扫描方向”。因此,在主扫描方向上扫描信号光 LS 是通过变更检流计镜 141A 的反射面的朝向而进行,在副扫描方向上的扫描是通过变更检流计镜 141B 的反射面的朝向而进行。

[0173] 在各扫描线 R_i 上,如图 7(B) 所示,预先设定有多个 (n 个) 扫描点 $R_{i1} \sim R_{in}$ 。

[0174] 为了执行图 7 所示的扫描,控制部 210 首先控制检流计镜 141A、141B,将对眼底 E_f 的信号光 LS 的入射目标设定为第 1 扫描线 R_1 上的扫描开始位置 RS(扫描点 R_{11})。接着,控制部 210 控制低相干光源 160,使低相干光 L_0 闪光,并使信号光 LS 入射于扫描开始位置 RS。CCD 184 接收该信号光 LS 的扫描开始位置 RS 上因眼底反射光而来的干涉光 LC,并将检测信号输出至控制部 210。

[0175] 接着,控制部 210 控制检流计镜 141A,并在主扫描方向上扫描信号光 LS,将该入射目标设定为扫描点 R_{12} ,使低相干光 L_0 闪光而使信号光 LS 入射到扫描点 R_{12} 。CCD 184 接收该信号光 LS 的扫描点 R_{12} 上因眼底反射光而来的干涉光 LC,并将检测信号输出至控制部 210。

[0176] 控制部 210 同样,一边将信号光 LS 的入射目标依次移动为扫描点 R_{13} 、 R_{14} 、...、 $R_{1(n-1)}$ 、 R_{1n} ,一边在各扫描点上使低相干光 L_0 闪光,以此获取与各扫描点的干涉光 LC 相对应地从 CCD184 所输出的检测信号。

[0177] 当第 1 扫描线 R_1 的最后的扫描点 R_{1n} 上的计测结束时,控制部 210 同时控制检流计镜 141A、141B,使信号光 LS 的入射目标沿着换线扫描 r 而移动到第 2 扫描线 R_2 最初的扫描点 R_{21} 为止。而且,对该第 2 扫描线 R_2 的各扫描点 R_{2j} ($j = 1 \sim n$) 进行上述计测,以此分别获取对应于各扫描点 R_{2j} 的检测信号。

[0178] 同样,分别对第 3 扫描线 R_3 、...、第 $m-1$ 扫描线 $R_{(m-1)}$ 、第 m 扫描线 R_m 进行计测,从而获取对应于各扫描点的检测信号。另外,扫描线 R_m 上的符号 RE 是对应于扫描点 R_{mn} 的扫描结束位置。

[0179] 以此,控制部 210 获取对应于扫描区域 R 内的 $m \times n$ 个扫描点 R_{ij} ($i = 1 \sim m, j = 1 \sim n$) 的 $m \times n$ 个检测信号。以下,将对应于扫描点 R_{ij} 的检测信号表示为 D_{ij} 。

[0180] 如上所述的扫描点的移动与低相干光 L_0 的输出的连动控制,例如,可以通过使控制信号相对于镜片驱动机构 241、242 的发送时序 (timing)、与控制信号 (输出要求信号) 相对于低相干光源 160 的发送时序互相同步而实现。

[0181] 当控制部 210 如上所述使各检流计镜 141A、141B 动作时,存储有各扫描线 R_i 的位置或各扫描点 R_{ij} 的位置 (xy 坐标系中的坐标),作为表示其动作内容的信息。该存储内容 (扫描位置信息) 与先前同样用于图像形成处理中。

[0182] 关于图像形成处理

[0183] 以下,针对图像处理部 220 及图像形成处理部 230 的 OCT 图像有关的处理,说明其中之一例。于此,仅说明眼底 E_f 的断层图像的形成处理、及基于断层图像的三维图像的形成处理,有关包含利用运算控制装置 200 的修正处理部 240 对断层图像的图像位置进行修正的处理的三维图像的形成处理于后叙述。

[0184] 图像处理部 220 执行沿着各扫描线 R_i (主扫描方向) 的眼底 E_f 的断层图像形成处理。另外,图像处理部 230 进行基于图像形成部 220 形成的断层图像的眼底 E_f 的三维图像的形成处理等。

[0185] 图像形成部 220 的断层图像的形成处理与先前同样,包含两阶段的运算处理。在

第 1 阶段的运算处理,根据对应于各扫描点 R_{ij} 的检测信号 D_{ij} ,形成在该扫描点 R_{ij} 的眼底 E_f 的深度方向(图 1 所示 z 方向)的图像。

[0186] 图 7 表示由图像处理部 220 所形成的断层图像的形态。在第 2 阶段的运算处理,对于各扫描线 R_i ,根据其上的 n 个扫描点 $R_{i1} \sim R_{in}$ 上的深度方向的图像,形成沿着该扫描线 R_i 的眼底 E_f 的断层图像 G_i 。此时,图像形成部 220 参照各扫描点 $R_{i1} \sim R_{in}$ 的位置信息(上述扫描位置信息),决定各扫描点 $R_{i1} \sim R_{in}$ 的排列及间隔,并形成该扫描线 R_i 。经过以上的处理,可获得副扫描方向(y 方向)上不同位置上的 m 个断层图像 $G_1 \sim G_m$ 。

[0187] 以下,分别说明利用控制部 210 所进行的信号光 LS 的扫描的控制形态,以及利用图像形成部 220 与图像处理部 230 对 OCT 单元 150 的检测信号的处理状态。另外,对眼底相机单元 1A 的图像信号的图像形成部 220 等的处理,与先前的处理相同,故省略。

[0188] 关于信号光的扫描

[0189] 信号光 LS 的扫描如上所述,是通过变更眼底相机单元 1A 的扫描单元 141 的检流计镜 141A、141B 的反射面的朝向而进行。控制部 210 分别控制镜片驱动机构 241、242,以此分别变更检流计镜 141A、141B 的反射面的朝向,从而在眼底 E_f 上扫描信号光 LS 。

[0190] 当变更检流计镜 141A 的反射面的朝向时,在眼底 E_f 的水平方向上(图 1 的 x 方向)扫描信号光 LS 。另一方面,当变更检流计镜 141B 的反射面的朝向时,在眼底 E_f 的垂直方向(图 1 的 y 方向)上扫描信号光 LS 。而且,同时变更检流计镜 141A、141B 两者的反射面的朝向,以此可以在将 x 方向与 y 方向合成的方向上扫描信号光 LS 。即,通过控制这两个检流计镜 141A、141B,可以在 xy 平面上的任意方向上扫描信号光 LS 。

[0191] 图 6 表示用以形成眼底 E_f 的图像的信号光 LS 的扫描形态的一例。图 6(A) 表示从信号光 LS 入射受检眼 E 的方向观察眼底 E_f (也就是从图 1 的 $-z$ 方向观察 $+z$ 方向)时,信号光 LS 的扫描形态的一例。而且,图 6(B) 表示眼底 E_f 上的各扫描线上扫描点的排列形态的一例。

[0192] 如图 6(A) 所示,在预先设定的矩形扫描区域 R 内扫描信号光 LS 。在该扫描区域 R 内,在 x 方向上设定有多条(m 条)扫描线 $R_1 \sim R_m$ 。当沿着各扫描线 R_i ($i = 1 \sim m$) 扫描信号光 LS 时,产生干涉光 LC 的检测信号。

[0193] 此处,将各扫描线 R_i 的方向称为“主扫描方向”,将与该方向正交的方向称为“副扫描方向”。因此,在主扫描方向上扫描信号光 LS 是通过变更检流计镜 141A 的反射面的朝向而进行,在副扫描方向上的扫描是通过变更检流计镜 141B 的反射面的朝向而进行。

[0194] 在各扫描线 R_i 上,如图 6(B) 所示,预先设定有多个(n 个)扫描点 $R_{i1} \sim R_{in}$ 。

[0195] 为了执行图 6 所示的扫描,控制部 210 首先控制检流计镜 141A、141B,将对眼底 E_f 的信号光 LS 的入射目标设定为第 1 扫描线 R_1 上的扫描开始位置 RS (扫描点 R_{11})。接着,控制部 210 控制低相干光源 160,使低相干光 L_0 闪光,并使信号光 LS 入射于扫描开始位置 RS 。CCD 184 接收该信号光 LS 的扫描开始位置 RS 上因眼底反射光而来的干涉光 LC ,并将检测信号输出至控制部 210。

[0196] 接着,控制部 210 控制检流计镜 141A,并在主扫描方向上扫描信号光 LS ,将该入射目标设定为扫描点 R_{12} ,使低相干光 L_0 闪光而使信号光 LS 入射到扫描点 R_{12} 。CCD 184 接收该信号光 LS 的扫描点 R_{12} 上因眼底反射光而来的干涉光 LC ,并将检测信号输出至控制部 210。

[0197] 控制部 210 同样,一边将信号光 LS 的入射目标依次移动为扫描点 R13、R14、...、R1(n-1)、R1n,一边在各扫描点上使低相干光 L0 闪光,以此获取与各扫描点的干涉光 LC 相对应地从 CCD 184 所输出的检测信号。

[0198] 当第 1 扫描线 R1 的最后的扫描点 R1n 上的计测结束时,控制部 210 同时控制检流计镜 141A、141B,使信号光 LS 的入射目标沿着换线扫描 r 而移动到第 2 扫描线 R2 最初的扫描点 R21 为止。而且,对该第 2 扫描线 R2 的各扫描点 R2j(j = 1 ~ n) 进行上述计测,以此分别获取对应于各扫描点 R2j 的检测信号。

[0199] 同样,分别对第 3 扫描线 R3、...、第 m-1 扫描线 R(m-1)、第 m 扫描线 Rm 进行计测,从而获取对应于各扫描点的检测信号。另外,扫描线 Rm 上的符号 RE 是对应于扫描点 Rmn 的扫描结束位置。

[0200] 以此,控制部 210 获取对应于扫描区域 R 内的 $m \times n$ 个扫描点 $R_{ij}(i = 1 \sim m, j = 1 \sim n)$ 的 $m \times n$ 个检测信号。以下,将对应于扫描点 R_{ij} 的检测信号表示为 D_{ij} 。

[0201] 如上所述的扫描点的移动与低相干光 L0 的输出的连动控制,例如,可以通过使控制信号相对于镜片驱动机构 241、242 的发送时序(timing)、与控制信号(输出要求信号)相对于低相干光源 160 的发送时序互相同步而实现。

[0202] 当控制部 210 如上所述使各检流计镜 141A、141B 动作时,存储有各扫描线 R_i 的位置或各扫描点 R_{ij} 的位置(xy 坐标系中的坐标),作为表示其动作内容的信息。该存储内容(扫描位置信息)与先前同样用于图像形成处理中。

[0203] 关于图像形成处理

[0204] 以下,针对图像处理部 220 及图像形成处理部 230 的 OCT 图像有关的处理,说明其中之一例。于此,仅说明眼底 E_f 的断层图像的形成处理、及基于断层图像的三维图像的形成处理,有关包含利用运算控制装置 200 的修正处理部 240 对断层图像的图像位置进行修正的处理的三维图像的形成处理于后叙述。

[0205] 图像处理部 220 执行沿着各扫描线 R_i (主扫描方向)的眼底 E_f 的断层图像形成处理。另外,图像处理部 230 进行基于图像形成部 220 形成的断层图像的眼底 E_f 的三维图像的形成处理等。

[0206] 图像形成部 220 的断层图像的形成处理与先前同样,包含两阶段的运算处理。在第 1 阶段的运算处理,根据对应于各扫描点 R_{ij} 的检测信号 D_{ij} ,形成在该扫描点 R_{ij} 的眼底 E_f 的深度方向(图 1 所示 z 方向)的图像。

[0207] 图 7 表示由图像处理部 220 所形成的断层图像的形态。在第 2 阶段的运算处理,对于各扫描线 R_i ,根据其上的 n 个扫描点 $R_{i1} \sim R_{in}$ 上的深度方向的图像,形成沿着该扫描线 R_i 的眼底 E_f 的断层图像 G_i 。此时,图像形成部 220 参照各扫描点 $R_{i1} \sim R_{in}$ 的位置信息(上述扫描位置信息),决定各扫描点 $R_{i1} \sim R_{in}$ 的排列及间隔,并形成该扫描线 R_i 。经过以上的处理,可获得副扫描方向(y 方向)上不同位置上的 m 个断层图像 $G_1 \sim G_m$ 。

[0208] 眼底 E_f 的三维图像是基于利用修正处理部 225 对图像位置进行修正的 m 个的断层画像(中至少多个断层图像)而形成。图像处理部 220 进行在邻接的断层图像 G_i 、 $G_{(i+1)}$ 之间内插图像的众所周知的内插处理等,从而形成眼底 E_f 的三维图像。

[0209] 此时,图像处理部 230 参照各扫描线 R_i 的位置信息而决定各扫描线 R_i 的排列及间隔,从而形成该三维图像。该三维图像中,根据各扫描点 R_{ij} 的位置信息(上述扫描位置

信息)与深度方向的图像的 z 坐标,设定三维坐标系(x 、 y 、 z)。

[0210] 而且,图像处理部 230 根据该三维图像,可以形成主扫描方向(x 方向)以外的任意方向的剖面上眼底 Ef 的断层图像。当指定剖面时,图像处理部 230 确定该指定剖面上的各扫描点(及/或所内插的深度方向的图像)的位置,并从三维图像中抽取各确定位置上深度方向的图像(及/或所内插的深度方向的图像),且通过将所抽取的多个深度方向的图像进行排列而形成该指定剖面上眼底 Ef 的断层图像。

[0211] 另外,图 8 所示的图像 Gmj 表示扫描线 Rm 上的扫描点 Rmj 上深度方向(z 方向)的图像。同样,可用“图像 Gij”表示在上述第 1 阶段的运算处理中所形成的、各扫描线 Ri 上的各扫描点 Rij 上深度方向的图像。

[0212] 此外,于此所说明的眼底 Ef 的三维图像的形成处理,是预想在如下情况下进行的: m 个断层图像 G1 ~ Gm 在 xy 方向没有位移的情况,即,断层图像 G1 ~ Gm 的图像测量中,未产生受检眼 E 的眼球运动的情况。以下的“动作”项中,说明用以在断层图像 G1 ~ Gm 的图像计测中,即使受检眼 E 产生眼球运动时,也能较佳地形成三维图像的眼底观察装置 1 的动作。

[0213] 动作

[0214] 接着,说明本实施形态的眼底观察装置 1 的动作。图 9、图 10 所示的流程图表示眼底观察装置 1 的使用顺序的一例。图 11 是用以说明该图像位置修正处理的示意说明图。

[0215] 此外,在以下说明的眼底观察装置 1 的动作中,说明眼底照相机单元 1A 检测照明光的眼底反射光时的帧率、与 OCT 单元 150 检测相干光 LC 时的帧率的比为 2 : 1 的情况。但是,即使该帧率的比为 2 : 1 以外时,也可以执行相同的处理。

[0216] (接通电源时;步骤 S1 ~ S4)

[0217] 首先,检测者使受检者的下颚放置在颞托台 6 上,使受检眼 E 配置在规定的检查位置(S1),并且,操作未图示的电源开关等,接通眼底观察装置 1 的电源(S2)。

[0218] 主控制部 210A 被接通电源,进行装置的初始化(initialize)(S3)。作为该初始化处理,执行例如对存储器(memory)(图 4 的 RAM(random access memory, 随机存取存储器)202)进行清除的处理、以及使电流镜 141A、141B、参照镜 174 等可以移动的光学元件移动到规定的初始位置的处理等。此外,也可以参照有关受检眼 E 的信息,使光学元件移动到与该受检眼 E 对应的初始位置。

[0219] 其次,检测定时控制部 210B 对观察光源 101 与摄像装置 12 进行控制,来拍摄眼底 Ef 表面的图像。主控制部 210A 使该摄影图像(眼底观察像)显示在显示部 240A 中(S4)。

[0220] (对准,焦点调整;步骤 S5 ~ S13)

[0221] 接着,进行相对于受检眼 E 的装置的位置调整(对准)与焦点调整。因此,首先,对准控制部 210C 使第 2 对准光学系统 190A 的光源 190a 点亮,将对准亮点 P1、P2 投影到受检眼 E(S5)。而且,主控制部 210A 使图 17(A)、(B)的尺标 S 显示在显示部 240A 中(S6)。由此,显示部 240A 中,同时显示眼底观察像,对准亮点 P1、P2,以及尺标 S。

[0222] 检测者操作图 1 所示的操纵杆 4 来调整装置的位置,以使对准亮点 P1、P2 进入尺标 S 内,从而对装置进行相对于受检眼 E 的定位(S7)。

[0223] 如果装置的位置结束,则对准控制部 210C 使光源 190a 熄灭,从而使相对于受检眼 E 的对准亮点 P1、P2 的投影结束(S8),主控制部 210A 使尺标 S 的显示结束(S9)。

[0224] 此外,定位的结束可以根据手动操作来检测,且可以自动地进行检测。作为手动检测的一例,当定位结束时,检测者进行规定的操作(例如按下操纵杆4的顶部的操作按钮4a等),来对定位的结束进行检测。另一方面,作为自动检测的一例,对显示画面上的像素值(亮度值)进行解析后,检测对准亮点P1、P2的坐标(显示位置),判断对准亮点P1、P2是否位于尺标S内,如果判断为位于尺标S内,则据此对定位的结束进行检测。此处,较理想的是,当在尺标S内对准亮点P1、P2的位置未以规定时间移动时,判断为定位已结束。

[0225] 其次,对准控制部210控制对准驱动机构110g,将对准部件110插入光路(S10),并且,使第1对准光学系统110A的光源110a点亮(S11),将分离指标L1、L2投影到受检眼E。由此,显示部240A中,显示眼底观察像与分离指标L1、L2。

[0226] 检测者操作上述聚焦旋钮进行焦点对准,以使分离指标L1、L2的横方向位置一致(S12)。焦点对准结束时,对准控制部210C使光源110a熄灭,并且,使对准部件110退出光路,从而使相对于受检眼E的分离指标L1、L2的投影结束(S13)。

[0227] (固定视线位置调整;步骤S14、S15)

[0228] 接着,为了观察眼底Ef的注视部位,使受检眼E固定视线在规定方向上。因此,主控制部210A对LCD140进行控制,从而使未图示的内部固定视线标显示。由此,使内部固定视线标呈现在受检眼E中(S14)。该内部固定视线标是例如显示在LCD140中的视标(亮点等),且该内部固定视线标以变更该显示位置来诱导受检眼E的视线方向的方式而发挥作用。

[0229] 检测者对操作部240B进行操作,来规定内部固视标的呈现位置,即,受检眼E的固视位置,以使作为眼底Ef的观察对象的区域的图像显示在显示部240A中(S15)。主控制部210A使有关已决定的固定视线位置的信息显示在显示部240A中。

[0230] (干涉位置调整;步骤S16、S17)

[0231] 其次,规定取得眼底Ef的剖面图像时的参照镜174的位置。因此,检测定时控制部210B对参照镜驱动机构243进行控制来使参照镜174移动,并且一面对镜驱动机构241A、241B进行控制来变更电流镜141A、141B的方向,一面使低相干性光源160输出低相干性光L0,且使CCD184以规定的帧率(例如5~15(frame/second,帧/秒)左右)对相干光LC进行检测。

[0232] 此时,电流镜141A、141B的方向的变更定时、低相干性光L0的输出定时、以及由CCD184进行的相干光LC的检测定时彼此同步。而且,参照镜174的移动控制可以根据检测者的手动操作来进行,也可以自动进行。

[0233] 主控制部210A根据从CCD184输入的检测信号,以上述帧率使眼底Ef的断层图像显示在显示部240A中(S16)。由此,显示部240A中显示眼底观察像与断层图像。

[0234] 检测者决定参照镜174的位置,以使断层图像变为预期的显示状态(预期的深度(z位置)、图像的精度等)(S17)。此时,如有必要,对低相干性光L0、信号光LS、参照光LR、相干光LC的偏振光轴(polarizing axis)的方向进行修正。从而,用以取得眼底Ef的断层图像的准备结束。以下,说明断层图像的取得动作。

[0235] (相干光的检测;步骤S18、S19)

[0236] 如果检测定时控制部210B接受要求开始取得断层图像的规定的操作(按下操作按钮4a等),则使观察光源101点亮,并且,控制摄像装置12以帧率f1(frame/second)对

来自该观察光源 101 的照明光的眼底反射光进行检测 (S18), 且控制低相干性光源 160 与 CCD 184, 从而使 CCD 184 以帧率 f_2 (frame/second) 对相干光 LC 进行检测 (S19)。此时, 利用控制部 210 使摄像装置 12 的帧率 f_1 与 OCT 单元 150 的帧率 f_2 彼此同步。

[0237] (表面图像、断层图像的形成; 步骤 S20、S21)

[0238] 图像形成部 220, 根据从摄像装置 12 依次输出的影像信号, 依次形成眼底的表面图像 (S20), 并且根据从 CCD184 依次输入的检测信号, 依次形成眼底 Ef 的断层图像 (S21)。

[0239] 图 11 表示在步骤 S20、S21 中形成的眼底 Ef 的表面图像与断层图像的形态的一例。该图表示在摄像装置 12 的帧率 f_1 与 CCD 184 的帧率的比为 $f_1 : f_2 = 2 : 1$ 时, 利用图像形成部 220 依次形成眼底 Ef 的表面图像与断层图像。

[0240] 图 11(A)、(B)、(C)、(D) 分别表示根据在时刻 $t = t_1, t_2, t_3, t_4$ 时所检测的照明光的眼底反射光或相干光 LC 而形成的图像。此外, 上述各图像仅表示在一连串的图像形成处理中而形成的图像的一部分。而且, 检测时刻的间隔 $t_{(k+1)} - t_k (k = 1, 2, 3, \dots) = \Delta t$ 是固定的。

[0241] 在时刻 $t = t_1$ 时, 控制摄像装置 12 与 CCD184 两者均检测光, 根据各个检测结果, 形成眼底 Ef 的表面图像 $Ef1'$ 与断层图像 $G1$ (参照图 7、图 8) (参照图 11(A))。

[0242] 在时刻 $t = t_2$ 时, 仅使摄像装置 12 检测光, 根据该检测结果, 形成眼底 Ef 的表面图像 $Ef2'$ (参照图 11(B))。

[0243] 在时刻 $t = t_3$ 时, 与时刻 t_1 时相同, 控制摄像装置 12 与 CCD 184 两者来检测光, 根据各个检测结果, 形成眼底 Ef 的表面图像 $Ef3'$ 与断层图像 $G2$ (参照图 7、图 8) (参照图 11(C))。

[0244] 在时刻 $t = t_4$ 时, 与时刻 t_2 时相同, 仅摄像装置 12 检测光, 根据该检测结果, 形成眼底 Ef 的表面图像 $Ef4'$ (参照图 11(D))。

[0245] 以下, 在 $t = t_5, t_6, t_7, \dots$ 时, 也同样形成眼底图像。即, 当摄像装置 12 的帧率 f_1 与 CCD184 的帧率 f_2 的比为 $2 : 1$ 时, 在时刻 $t = t_k (k = \text{奇数})$ 时, 使摄像装置 12 与 CCD 184 两者检测光, 而取得眼底 Ef 的表面图像 Efk' 与断层图像 $G((k+1)/2)$, 在时刻 $t = t_k (k = \text{偶数})$ 时, 仅使摄像装置 12 检测光, 而仅取得眼底 Ef 的表面图像 Efk' 。

[0246] 图 11 所示的眼底 Ef 的表面图像 $Ef1' \sim Ef4'$ 表示如下情况, 即, 帧中的视神经乳头及血管的图像位置不同, 在检查中产生了受检眼 E 的眼球运动。以下, 说明用以在上述状况中较佳地形成三维图像的处理。

[0247] (断层图像的图像位置修正; 步骤 S22 ~ S25)

[0248] 修正处理部 225 的抽出处理部 (上述) 抽出与断层图像同时被拍摄的各表面图像的特征部位 (S22)。图 11 所示的示例中, 修正处理部 225 解析各表面图像 Efk' ($k = \text{奇数}$), 抽出具有大致同等亮度值的略圆形图像区域, 以此抽出相当于眼底 Ef 的视神经乳头的图像区域。

[0249] 修正处理部 225 求出所抽出的特征部位的坐标值 (S23)。作为该处理的一例, 修正处理部 225 求出已在步骤 S22 中抽出的视神经乳头的图像区域中的规定位置的坐标值 (x 坐标, y 坐标), 例如具有最大亮度值的像素 (pixel) 的坐标值。

[0250] 其次, 修正处理部 225 计算出, 根据其他表面图像 Efk' ($k = \text{奇数}$) 而形成的特征部位的坐标值相对于根据表面图像 Efk' ($k = \text{奇数}$) 中的一个而获得的特征部位的坐

标值的位移 (S24)。例如,计算出各表面图像 Efk' ($k = 3, 5, 7, \dots$) 的特征部位的坐标值 (x_k, y_k) 相对于表面图像 $Ef1'$ 的特征部位的坐标值 (x_1, y_1) 的位移 ($\Delta x_k = x_k - x_1, \Delta y_k = y_k - y_1$)。即,修正处理部 225 计算出所抽出的多个特征部位的图像位置的相对的位移。

[0251] 进而,修正处理部 225 使用步骤 S24 中所计算出的特征部位的坐标值的位移,修正断层图像的图像位置 (S25)。上述示例中,关于各 $k = 3, 5, 7, \dots$ (奇数),以使断层图像 $G((k+1)/2)$ 的图像位置移动 $(-\Delta x_k, -\Delta y_k)$ 来符合断层图像 $G1$ 的图像位置的方式而修正。

[0252] (三维图像的形成;步骤 S26 ~ S29)

[0253] 接着,进行眼底 Ef 的三维图像的形成处理。因此,图像处理部 230 选择不适当的断层图像,该不适当的断层图像即,已修正了图像位置的多个断层图像中受检眼 E 眨眼时所取得的图像、或图像位置的偏移大于规定值的图像等 (S26)。该选择处理可以在对断层图像的像素 (pixel) 值进行分析后执行,或者,可以根据图像位置的修正量等而执行。此外,也可以使用先前的检测眨眼的方法。

[0254] 主控制部 210A 使多个断层图像的小图示 (thumbnail) 全部显示在显示部 240A 中,并且,使可以识别在步骤 S26 中已选择的断层图像的识别信息显示 (S27)。可以使用表示不适当的断层图像的符号 (例如“ \times ”等)、或者不适当的断层图像的列表 (list) 来作为该识别信息。

[0255] 检测者一面参照识别信息,一面操作操作部 240B,指定不在三维图像的形成处理之列的断层图像 (S28)。

[0256] 图像处理部 230 根据已由步骤 S28 而指定的断层图像,形成眼底 Ef 的三维图像 (S29)。以上,由该眼底观察装置 1 而进行的眼底 Ef 的三维图像形成处理结束。

[0257] (数据的保存;步骤 S30)

[0258] 眼底 Ef 的断层图像或三维图像的取得结束时,主控制部 210A 将上述各图像的图像数据与眼底 Ef 的表面图像 (眼底摄影像) 的图像数据存储于硬磁盘驱动器 (hard disk drive) 204 或外部的存储装置 (数据库 (data base) 等) 中 (S30)。此外,眼底摄影像是如下图像,即,在取得例如断层图像 (步骤 S21) 后等,立即使摄影光源 103 闪烁 (flash) 发光后由摄像装置 10 拍摄而获得的图像。此外,较理想的是,保存眼底 Ef 的图像的图像数据,并且保存受检者的姓名或患者 ID (identification, 身份) 等患者信息、及取得图像时的相关信息 (例如检查日期和时间、固定视线位置、干涉位置等)。

[0259] (图像的分析;步骤 S31)

[0260] 检测者 (医生) 进行规定的操作,读出已保存的眼底 Ef 的图像,与诊断目的相对应,使图像处理部 230 执行眼底 Ef 的断层图像中的层的抽出、层的厚度的计测、层的厚度的分布图像的制作、层的厚度差的计算、以及三维图像的任意剖面图像的制作等的图像解析 (S31)。并且,参照该分析结果,进行该受检眼 E 的诊断。

[0261] 作用与效果

[0262] 以下,说明上述构造的本施形态的眼底观察装置 1 的作用及效果。

[0263] 该眼底观察装置 1 包括:眼底相机单元 1A,用以获得表示眼底 Ef 的表面状态的二维图像的眼底相机;以及 OCT 单元 150,用以获得眼底 Ef 的断层图像 (及三维图像) 的光学图像计测装置。

[0264] 用 OCT 单元 150 形成图像使用的信号光的光路,被眼底相机单元 1A 的拍摄光学系

统 120 形成的光路（拍摄光路）合成，引导至受检眼 E。该光路的合成由分色镜 134 进行。

[0265] 又，信号光 LS 的眼底反射光沿拍摄光路被引导到分色镜 134，并且由该分色镜 134 从该拍摄光路分离射向 OCT 单元 150。

[0266] 如此，因设有分色镜 134（光路分离合成元件）将眼底相机单元 1A 的拍摄光路与信号光 LS 的光路进行合成、分离，能够获取的眼底 Ef 的表面的二维图像以及眼底 Ef 的断层图像（及三维图像）两者。

[0267] 尤其是，即使在眼底相机单元 1A 的照明光与 OCT 单元 150 的信号光 LS 同时对受检眼 E 照射时，亦可用分色镜 134 将各别的眼底反射光分离，能够各别检测形成图像。故能够同时拍摄眼底 Ef 的表面的二维图像以及眼底 Ef 的断层图像两者。

[0268] 此时，从 OCT 单元 150 的信号光 LS 及同时照射的照明光，可用由拍摄光源 103 发出的近红外光，也可用由观察光源射出的可见光。

[0269] 而且，根据本实施形态的眼底观察装置 1，其为如下构成：在使对准亮点 P1、P2 或分离指标 L1、L2（对准指标）向受检眼 E 的投影自动结束后，取得眼底 Ef 的断层图像或表面图像，因此可以防止对准指标映入眼底 Ef 的图像。

[0270] 尤其，可以防止对准指标映入眼底表面的图像（眼底观察像），因此可以准确地进行图像位置的修正，其中上述眼底表面的图像用以对眼底的断层图像的位置进行修正。因此，在进行眼底 Ef 的断层图像的测量时，即使受检眼 E 移动，也可以使用眼底 Ef 的表面图像，对断层图像的图像位置进行修正，且可以根据进行该图像位置的修正后的断层图像，形成准确度高的三维图像，其中上述眼底 Ef 的表面图像的摄影与基于断层图像的相干光 LC 的检测（大致）同时地进行。

[0271] 此外，在本实施形态中，在对准及焦点调整结束后，立即使对准指标的投影结束，但投影结束的时间点并不限于于此。即，对准指标的投影结束时间点可以从对准等结束后不久到即将取得眼底 Ef 的图像（步骤 S18）之间的任意时间点。

[0272] 而且，在应用如本实施形态般可以投影多种对准指标的构成时，可以个别地结束各对准指标的投影，也可以同时结束 2 种或 2 种以上的对准指标的投影。

[0273] 而且，本实施形态的眼底观察装置 1 的构成为，可以将对准亮点 P1、P2 与分离指标 L1、L2 两者投影到受检眼 E，但也可以仅投影任一者（即，可以构成为仅设置第 1 对准光学系统 110A 与第 2 对准光学系统 190A 中的任一个）。

[0274] 可以将呈现内部固定视线标后不久（步骤 S14）、规定固视位置后不久（步骤 S15）、显示眼底 Ef 的断层图像后不久（步骤 S16）、决定参照镜 174 的位置后不久（S17）等作为结束对准指标的投影的时间点的一例。但是，为了获得以下所说明的效果，较理想的是在对准结束后、或焦点调整结束后立即结束投影。

[0275] 即，根据眼底观察装置 1，在使对准指标的投影自动结束后，进行固定视线位置的调整或参照镜 174 的位置决定，因此，对准指标不映入眼底观察像或断层图像，就可以容易且准确地进行固定视线位置调整操作或参照镜位置决定操作。

[0276] 此外，本实施形态中，使用了对准亮点 P1、P2 以及分离指标两者，但也可以采用仅使用上述两者中的其中一个的构成，其中上述对准亮点 P1、P2 用于对装置进行相对于受检眼 E 的位置调整，上述分离指标用于焦点调整。而且，也可以使用该等以外的任意形态的对准指标。此时，以如下定时结束上述对准指标向受检眼 E 的投影，更理想的是在使用上述对

准指标后立即结束上述对准指标向受检眼 E 的投影,从而达到与本实施形态相同的效果,其中上述定时是从使用上述对准指标后不久到取得眼底 Ef 的图像之间的任意定时。

[0277] 变形例

[0278] 以上详述的构造,只不过是本发明的眼底观察装置的一个较好的实施例。因此,在本发明的要旨的范围内,可适宜地实施任意的变形。

[0279] 图 12 表示本发明的眼底观察装置的动作定时的一例。图 12 中,记载了 OCT 单元 150 的断层图像的取得定时、观察光源 101 及摄像装置 12 的眼底观察像的取得定时、摄影光源 103 及摄像装置 10 的眼底摄影像的取得定时、以及相对于受检眼 E 的对准指标的投影定时。

[0280] 此外,图像的取得定时的控制由检测定时控制部 210B 进行,对准指标的投影定时的控制由对准控制部 210C 进行。而且,图像的取得定时与对准指标的投影定时的联系(同步)由主控制部 210A 进行。

[0281] 而且,将对准亮点 P1、P2 投影到受检眼 E,作为对准指标。当投影对准亮点 P1、P2 时,主控制部 210A 也可以使尺标 S 显示。

[0282] 图 12 中,记载了取得 4 张断层图像的情况,但断层图像的取得张数是任意的。

[0283] 如果执行要求取得眼底 Ef 的断层图像的操作,则首先,在时刻 $T = T1$ 时,执行眼底 Ef 的断层图像(图 8 的断层图像 G1)的取得、以及眼底观察像 G1' 的取得。

[0284] 其次,在时刻 $T = T2$ 时,将对准亮点 P1、P2 投影到受检眼 E,并且取得眼底观察像 G2'。

[0285] 其次,在时刻 $T = T3$ 时,执行眼底 Ef 的断层图像 G2 的取得、以及眼底观察像 G3' 的取得。

[0286] 其次,在时刻 $T = T4$ 时,将对准亮点 P1、P2 投影到受检眼 E,并且取得眼底观察像 G4'。

[0287] 其次,在时刻 $T = T5$ 时,执行眼底 Ef 的断层图像 G3 的取得、以及眼底观察像 G5' 的取得。

[0288] 其次,在时刻 $T = T6$ 时,将对准亮点 P1、P2 投影到受检眼 E,并且取得眼底观察像 G6'。

[0289] 其次,在时刻 $T = T7$ 时,执行眼底 Ef 的断层图像 G4 的取得、以及眼底观察像 G7' 的取得。

[0290] 其次,在时刻 $T = T8$ 时,将对准亮点 P1、P2 投影到受检眼 E,并且取得眼底观察像 G8'。

[0291] 最后,在时刻 $T = T9$ 时,取得眼底摄影像 G'。

[0292] 修正处理部 225 根据与取得各断层图像 G1、G2、G3、G4 同时所取得的眼底观察像 G1'、G3'、G5'、G7',分别执行各断层图像 G1、G2、G3、G4 的图像位置的修正。如此,使用同时取得的眼底观察像来对断层图像的图像位置进行修正,由此可以提高修正精度,且可以形成准确度高的三维图像。

[0293] 在取得各断层图像 G1、G2、G3、G4 后不久而取得的眼底观察像 G2'、G4'、G6'、G8' 中,分别映入了对准亮点 P1、P2。各眼底观察像 G2'、G4'、G6'、G8' 是在进行图 7 所示的逐线扫描 r 时取得的。显示部 240A 在取得图像后等(例如图 11 的步骤 S 31 的图

像解析时)、且使断层图像 G1、G2、G3、G4 显示时等,使眼底观察像 G2'、G4'、G6'、G8' 与尺标 S 显示。

[0294] 此外,可以构成为:在即将取得各断层图像 G1 ~ G4 时,投影对准亮点 P1、P2,来取得眼底观察像。此处,取得断层图像的时刻、与取得映入着对准亮点 P1、P2 的眼底观察像的时刻的时间间隔 (T2-T1 等) 相当于本发明的“预定时间”。

[0295] 检测者可以通过目视例如眼底观察像 G6' 中的尺标 S 与对准亮点 P1、P2 的位置关系,来判断在取得断层图像 G3 时受检眼 E 的位置是否偏移。

[0296] 眼底摄影像 G' 也可以在断层图像的取得前或取得过程中被拍摄,但有可能由于来自摄影光源 103 的闪光的投影使受检眼 E 的瞳孔缩小,因此较理想的是如上所述,在最后进行拍摄。该眼底摄影像 G' 和断层图像 G1 ~ G4 一起被保存,用作诊断材料。

[0297] 上述实施形态中,是使用与基于断层图像的相干光 LC 的检测同时拍摄的眼底 Ef 的表面图像,来修正断层图像的图像位置,但并非限于此。例如,若相干光 LC 的检测时刻与表面图像的拍摄时刻的误差相对于受检眼 E 的移动为可以忽略的程度,则可以使用该表面图像来进行该断层图像的图像位置修正。

[0298] 例如,图 11 中,使用表面图像 Ef4' 来进行断层图像 G2 的图像位置修正等,可以使用在该断层图像的前后帧所拍摄的表面图像来修正该断层图像的图像位置。

[0299] 而且,关于眼底 Ef 的表面图像的拍摄定时、与相干光 LC 的检测定时,并非必须一致。例如,相对于受检眼 E 的移动为可以忽略的程度的定时的偏差是容许的。在本发明中,将上述容许范围内的定时偏差称为“大致同时”。其中,如上述实施形态般,同时进行表面图像的拍摄与相干光 LC 的检测,以此,可以使基于该相干光 LC 的断层图像的修正精度提高。

[0300] 而且,上述实施形态中,将眼底照相机单元 1A 侧的帧率、与 OCT 单元 150 侧的帧率的比设定为 1 : 1 ~ 10 : 1 左右,但并非限定在该范围。其中,较理想的是,为了确保用以进行所有断层图像的图像位置修正的表面图像,而将眼底照相机单元 1A 侧的帧率设定为大于等于 OCT 单元 150 侧的帧率。尤其,将帧率的比设为 1 : 1,使表面图像的拍摄定时与相干光 LC 的检测定时一致,以此,可以进行有效果且有效率的修正处理。

[0301] 此外,上述实施形态中,使眼底 Ef 的表面图像的摄影定时、与相干光 LC 的检测定时同步,但本发明并非限于此。例如,将多个眼底 Ef 的表面图像与其取得时刻一起保存在存储器等存储装置中,并且,将由 CCD 184 获得的相干光 LC 的检测数据与其检测定时(检测时刻)一起保存在存储装置中,其中上述多个眼底 Ef 的表面图像是以眼底照相机单元 1A 侧的摄像元件 12a 的帧率而依次取得的。并且,关于各相干光 LC 的检测数据,可以从存储装置中启用与该检测定时相对应的取得时刻的表面图像,来进行基于该相干光 LC 的断层图像的修正。此处,如下取得时刻的表面图像作为“与相干光 LC 的检测定时相对应的取得时刻的表面图像”,即,多个眼底 Ef 的表面图像中与上述检测定时最接近的取得时刻的表面图像。该变形例并未直接使表面图像的摄影定时与相干光 LC 的检测定时同步,但可以利用与断层图像大致同时被取得的表面图像来进行该断层图像的修正,因此,可以达到与上述实施形态相同的效果。

[0302] 例如在上述的实施形态中,使用波长约 800nm ~ 900nm 的近红外光作为低相干光 L0,但为进行眼底 Ef 的更深区域的图像检测,可备更用波长更长的光,例如约 900nm ~ 1000nm 的波长的近红外光,或使用波长约 1000nm ~ 1100nm 的近红外光。

[0303] 另外,在使用波长约 900nm ~ 1000nm 的低相干光 LO 的场合,可使用例如波长约 700nm ~ 900nm 的近红外光为眼底相机单元 1A 的照明光。又在使用波长约 1000nm ~ 1100nm 的近红外光为低相干光 LO 的场合,可使用例如波长约 850nm ~ 1000nm 的近红外光为眼底相机单元 1A 的照明光。此处,在任一种场合,都希望将低相干光 LO 的波长设定成较眼底相机单元 1A 的照明光的波长更长,但是也可以应用到波长的长短关系相反的构造。

[0304] 又,本发明的眼底观察装置的第一图像形成机构,不限定使用于眼底相机(单元),任何可形成眼底表面的二维图像的眼科装置皆可以应用。例如缝隙灯(slit lamp, 缝隙灯显微镜装置)等亦可当做第一图像形成机构使用。

[0305] 另外,在上述的实施形态,用图像形成部 220(图像形成板 208)进行眼底图像的形成处理,再用控制部 210(微处理器 201 等)进行各种控制处理。但亦可用将该双方的处理用一台或多数台的计算机处理的构造。

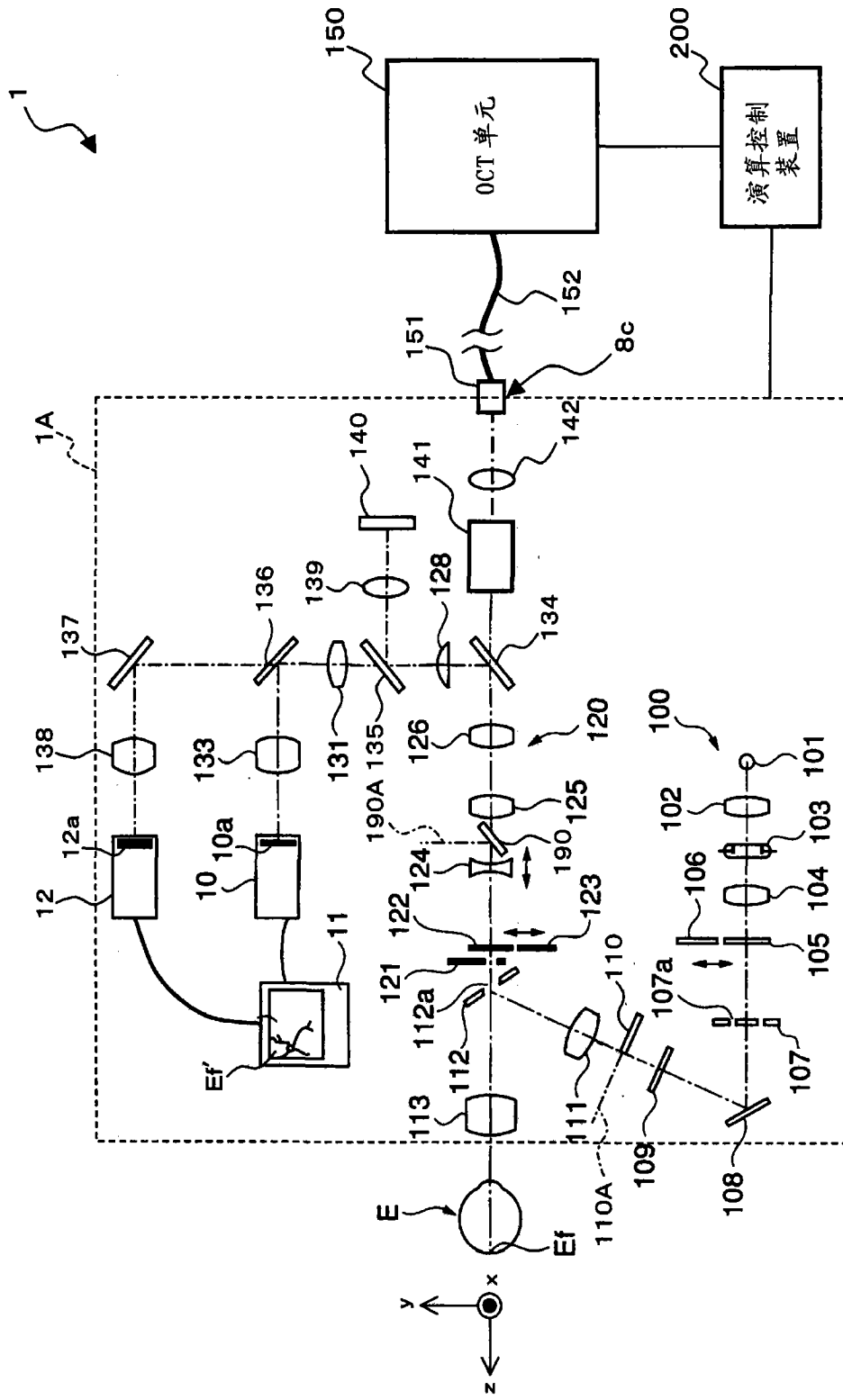


图 1

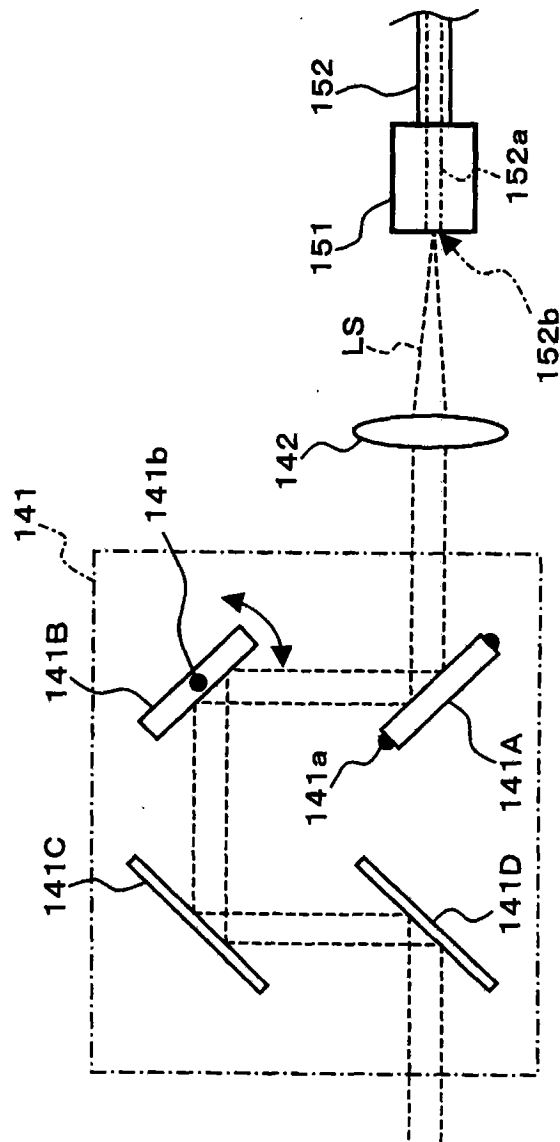


图 2

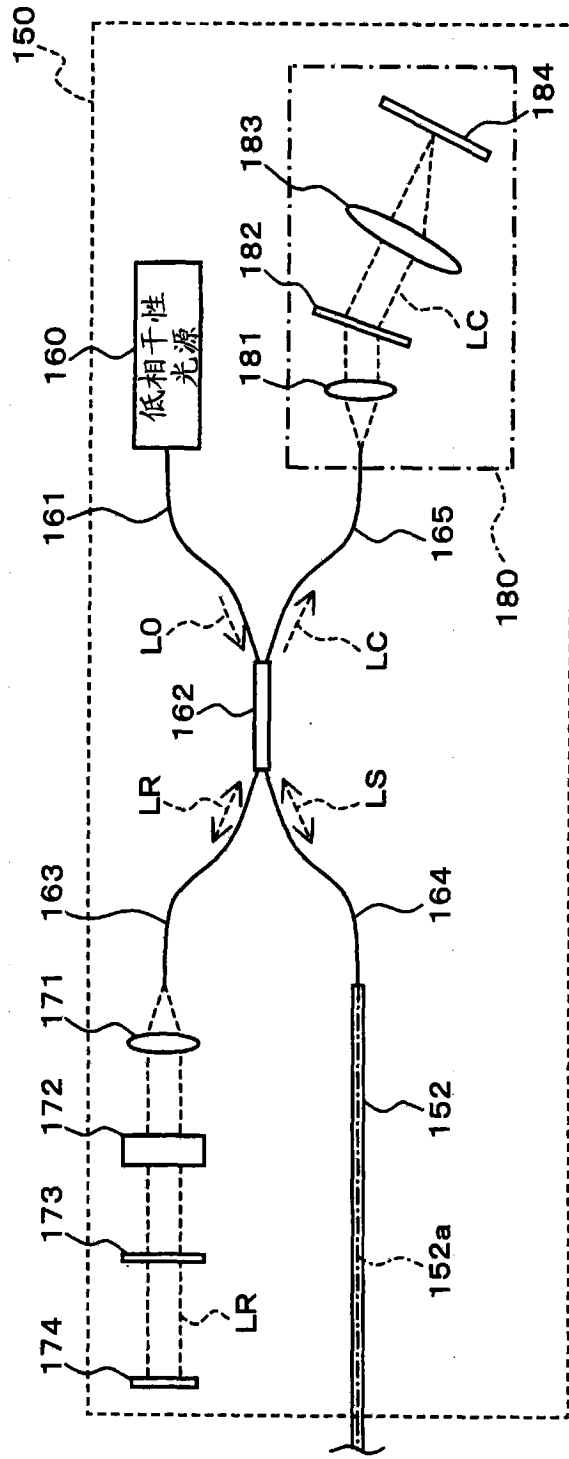


图 3

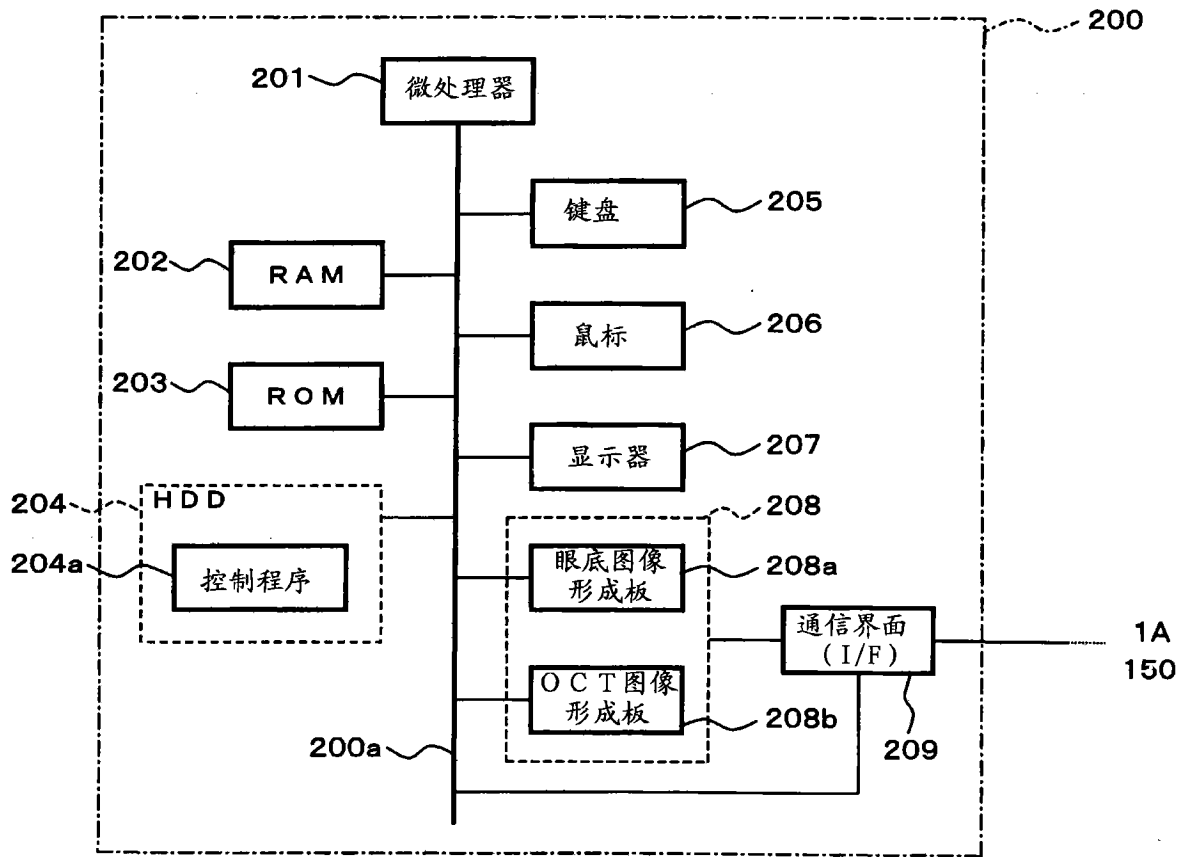


图 4

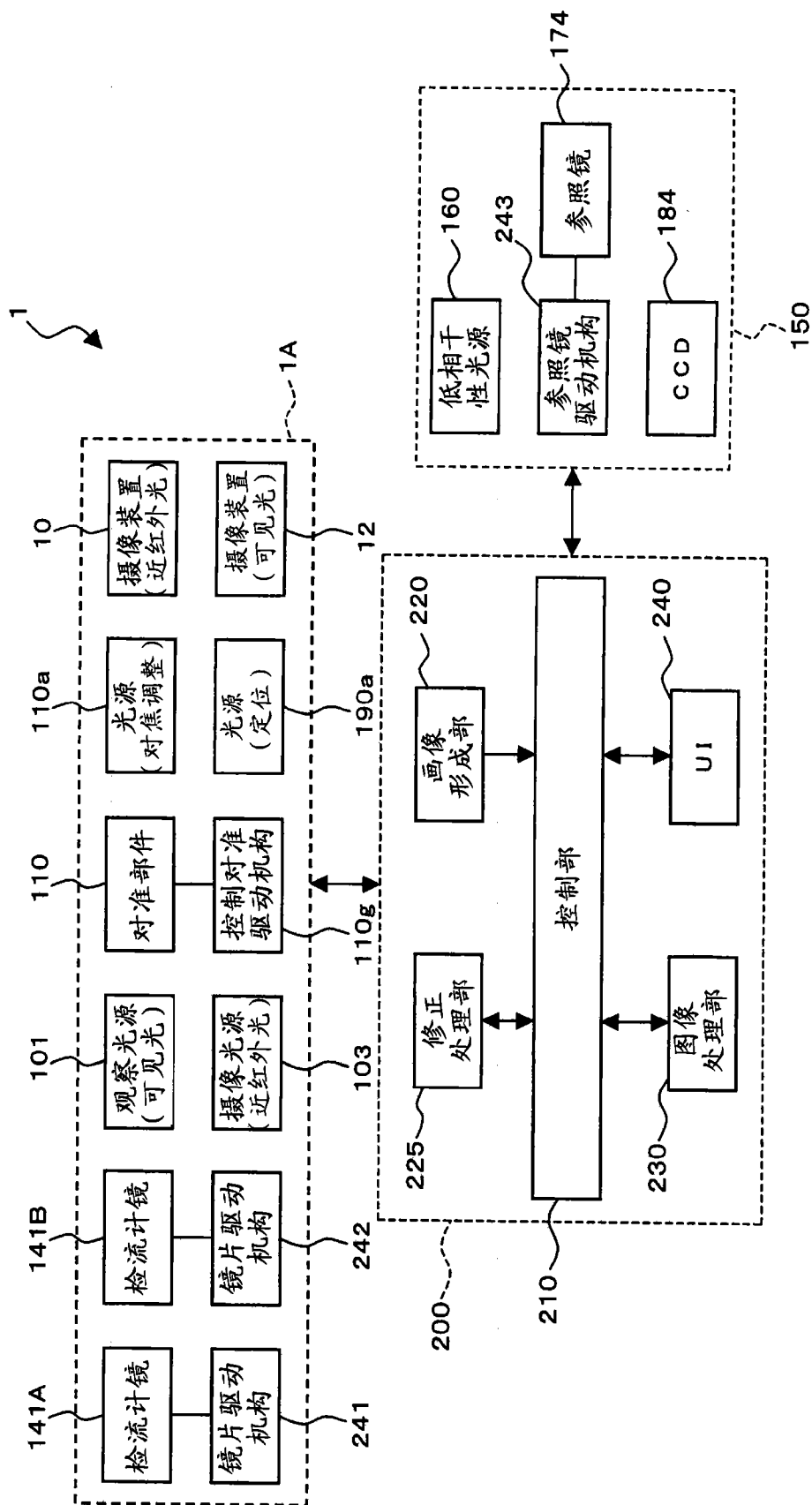


图 5

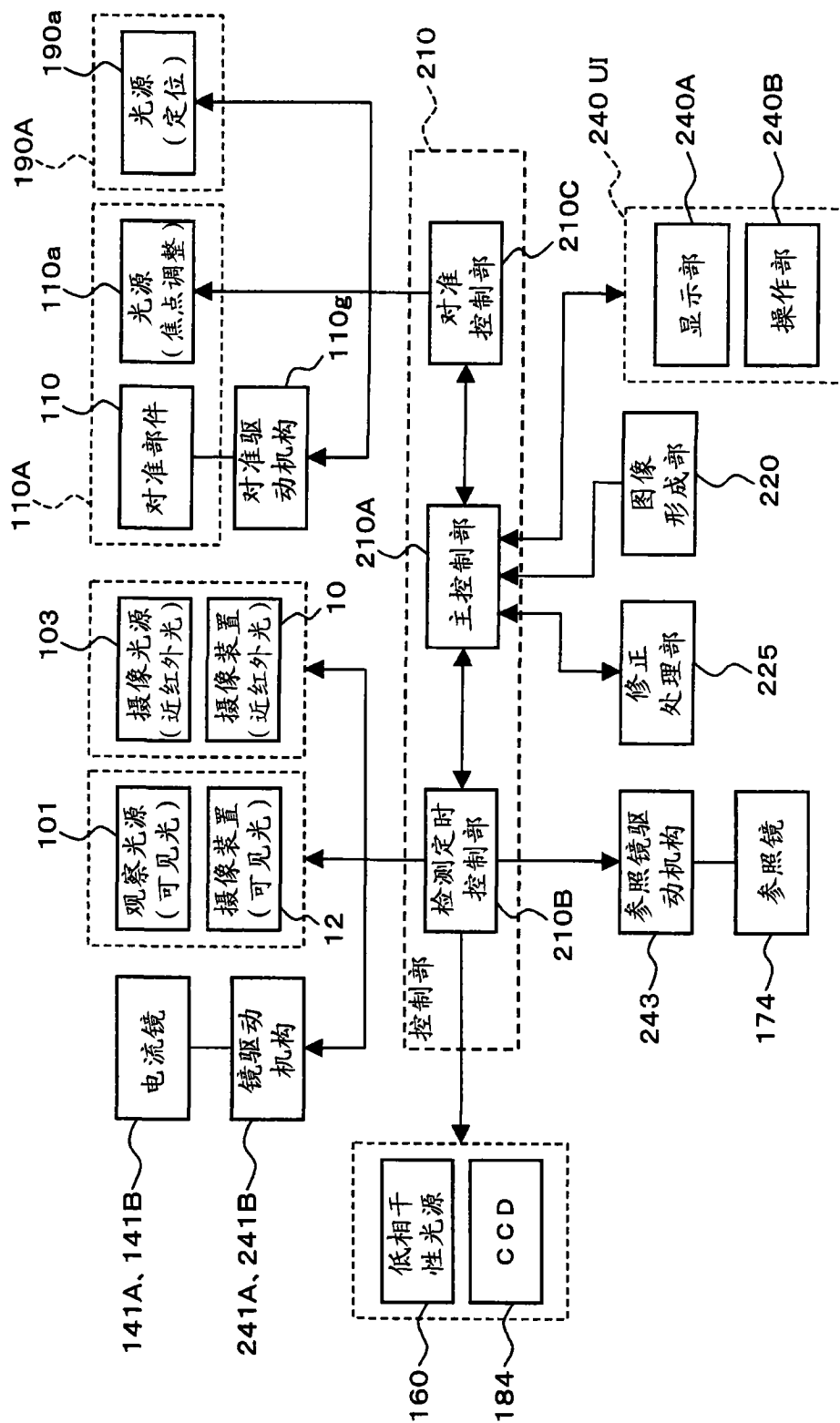


图 6

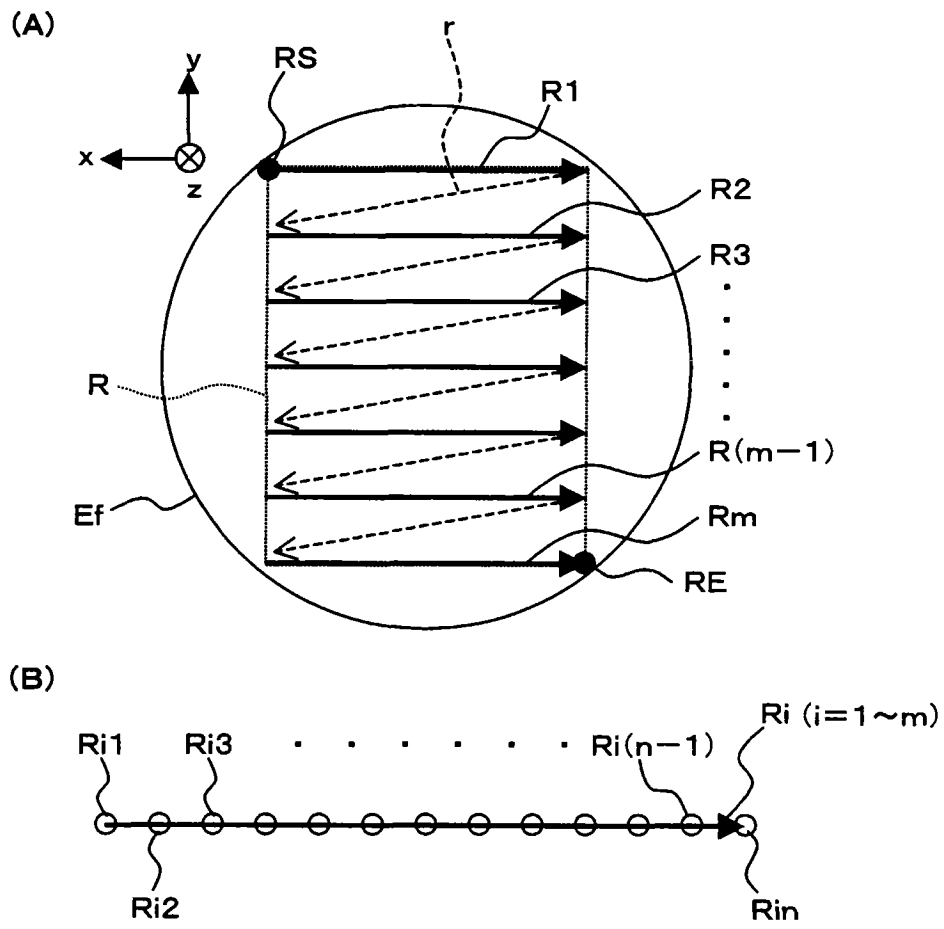


图 7

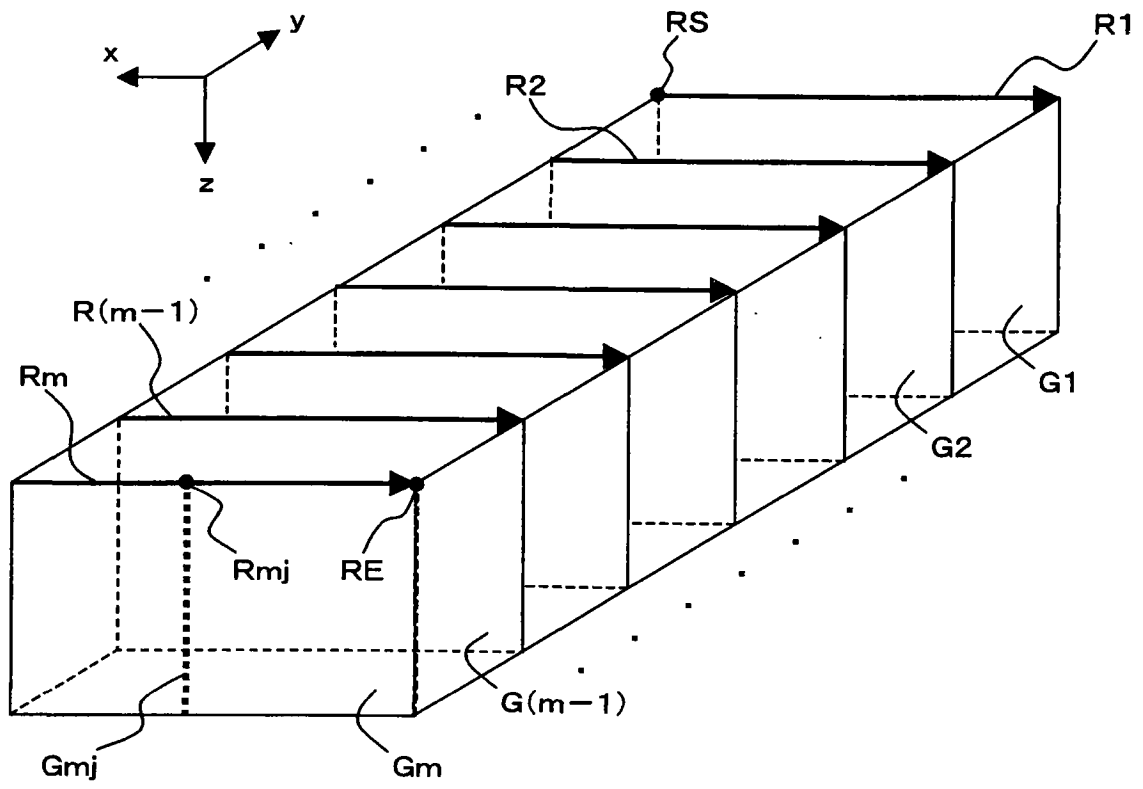


图 8

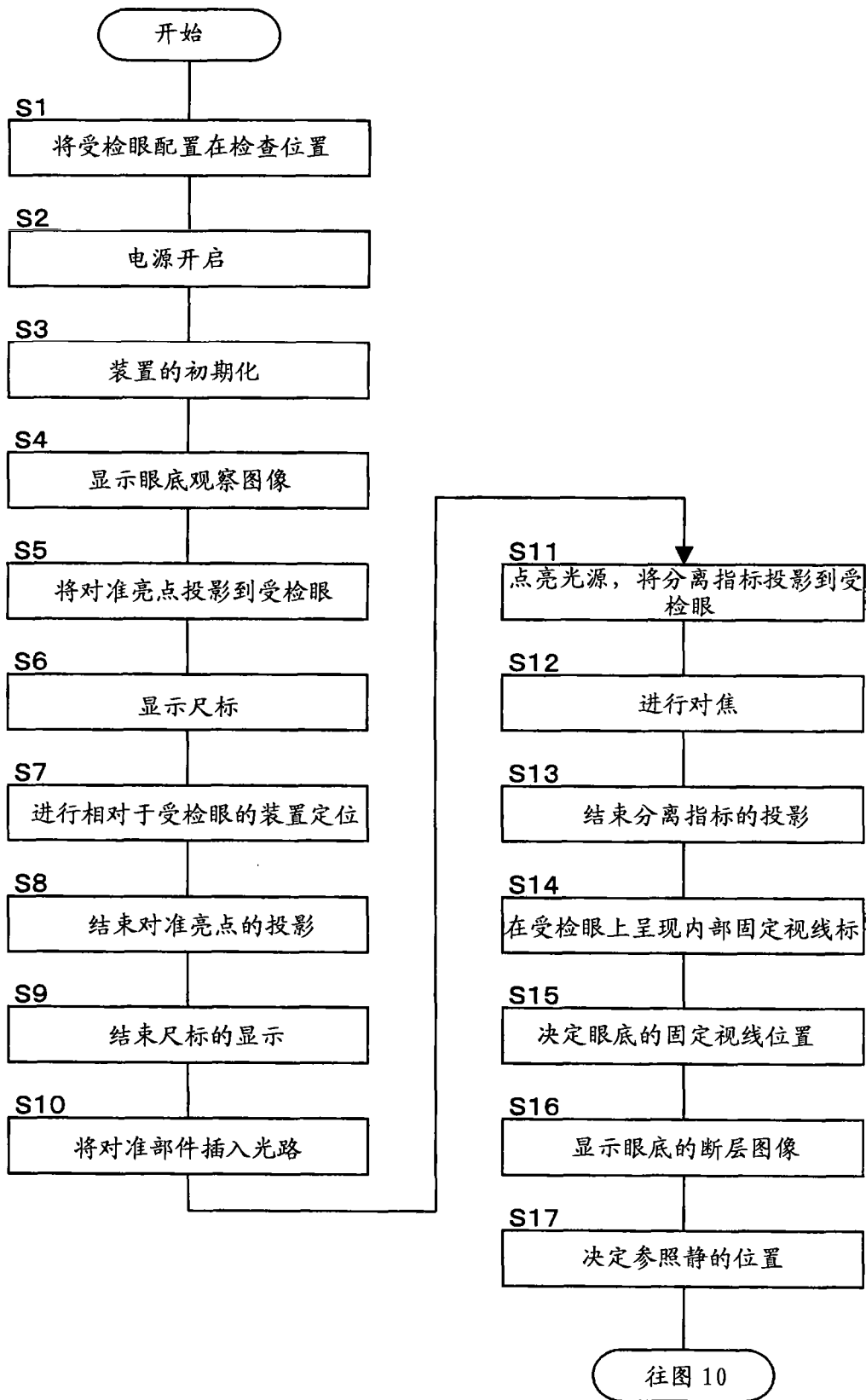


图 9

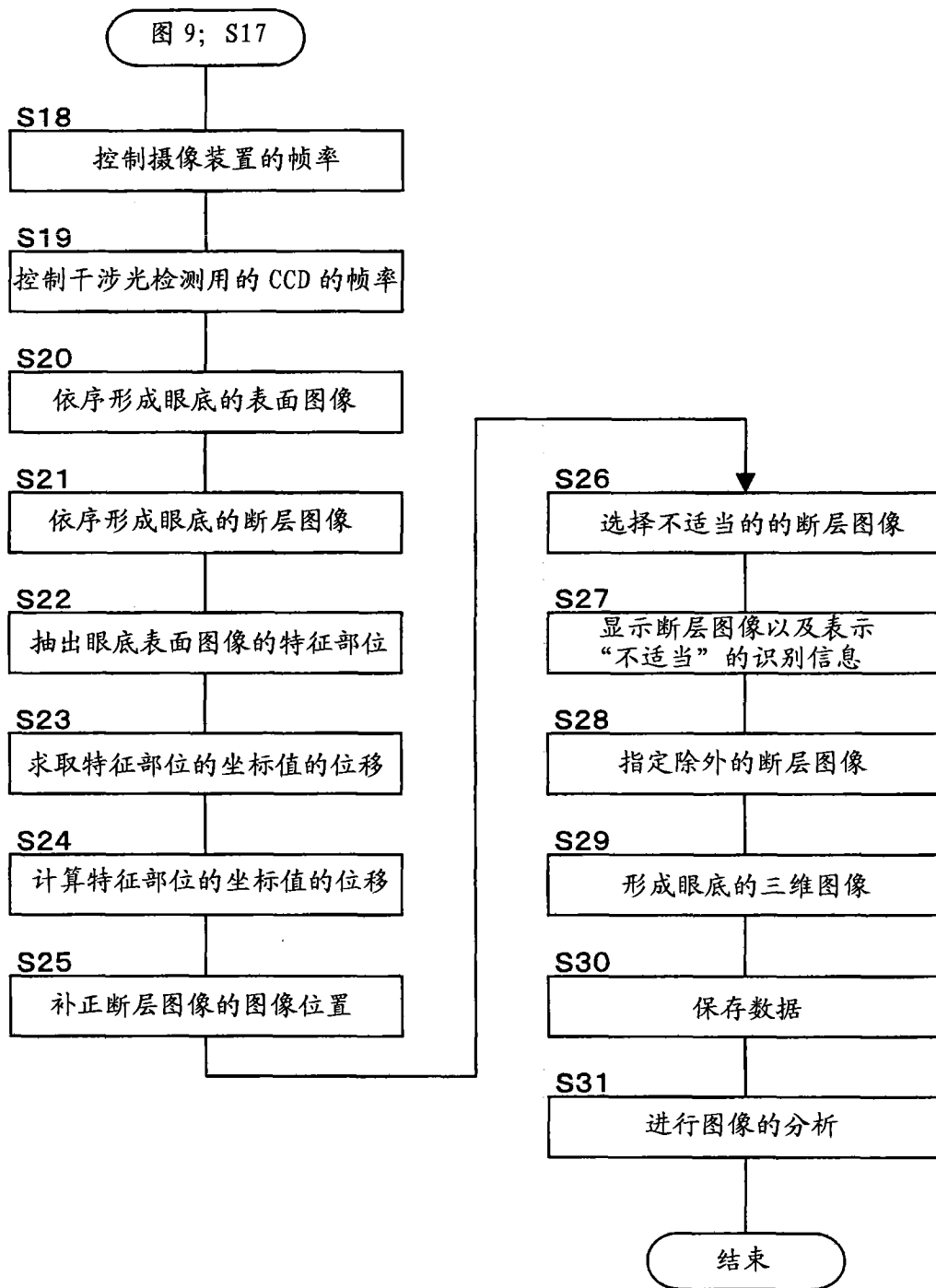
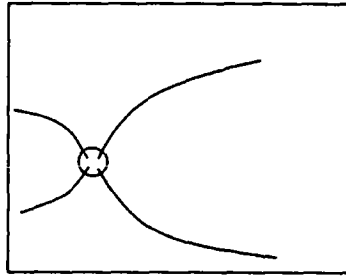


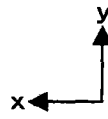
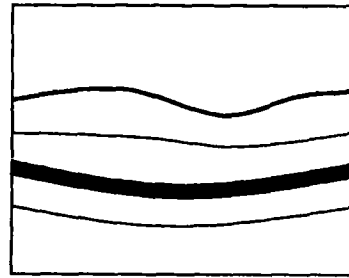
图 10

(A) $t = t_1$ 时的眼底表面图像与断层图像

眼底的表面图像 Ef1'

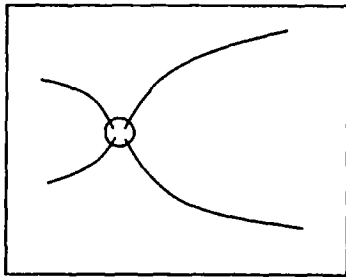


眼底的断层图像 G1

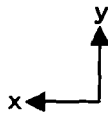


(B) $t = t_2$ 时的眼底表面图像与断层图像

眼底的表面图像 Ef2'

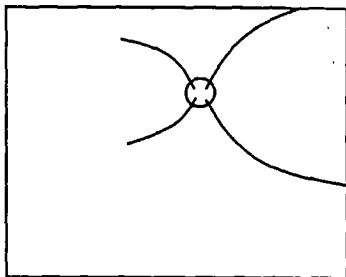


无眼底的断层图像

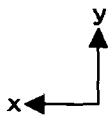
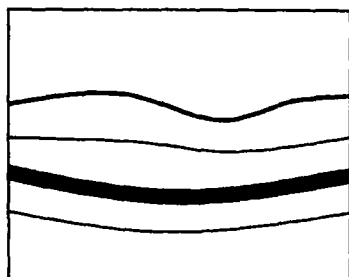


(C) $t = t_3$ 时的眼底表面图像与断层图像

眼底的表面图像 Ef3'

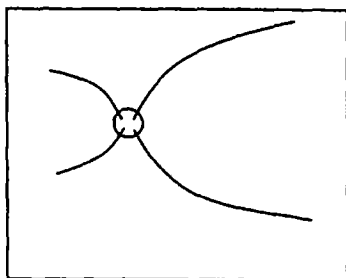


眼底的断层图像 G2



(D) $t = t_4$ 时的眼底表面图像与断层图像

眼底的表面图像 Ef4'



无眼底的断层图像

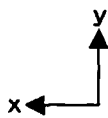


图 11

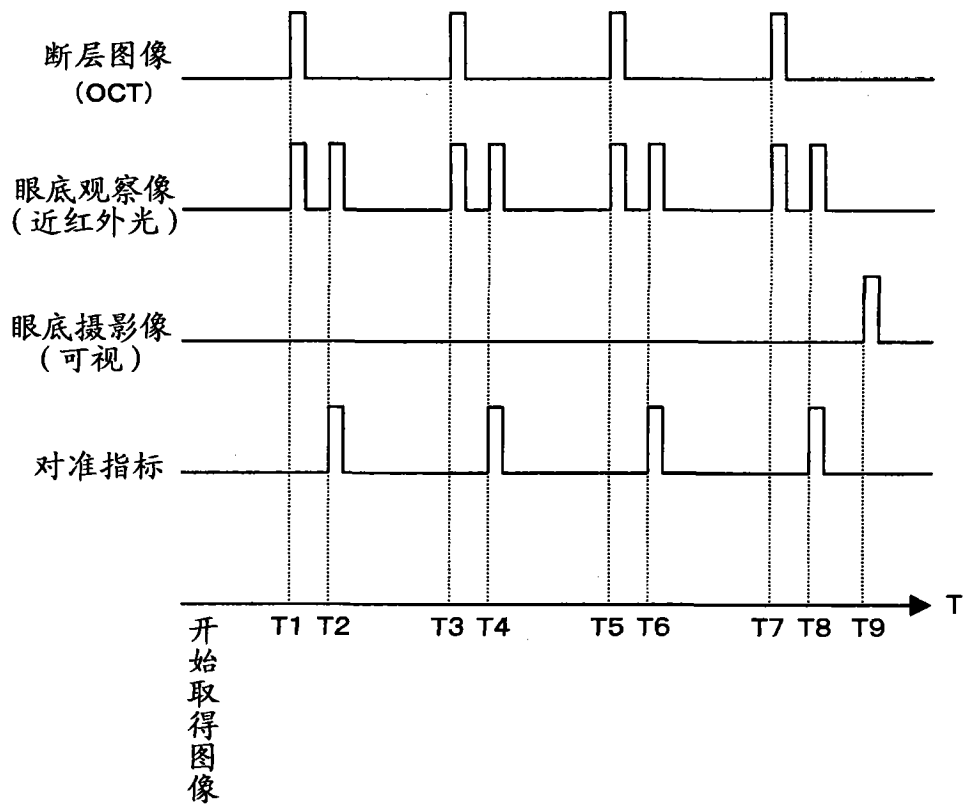


图 12

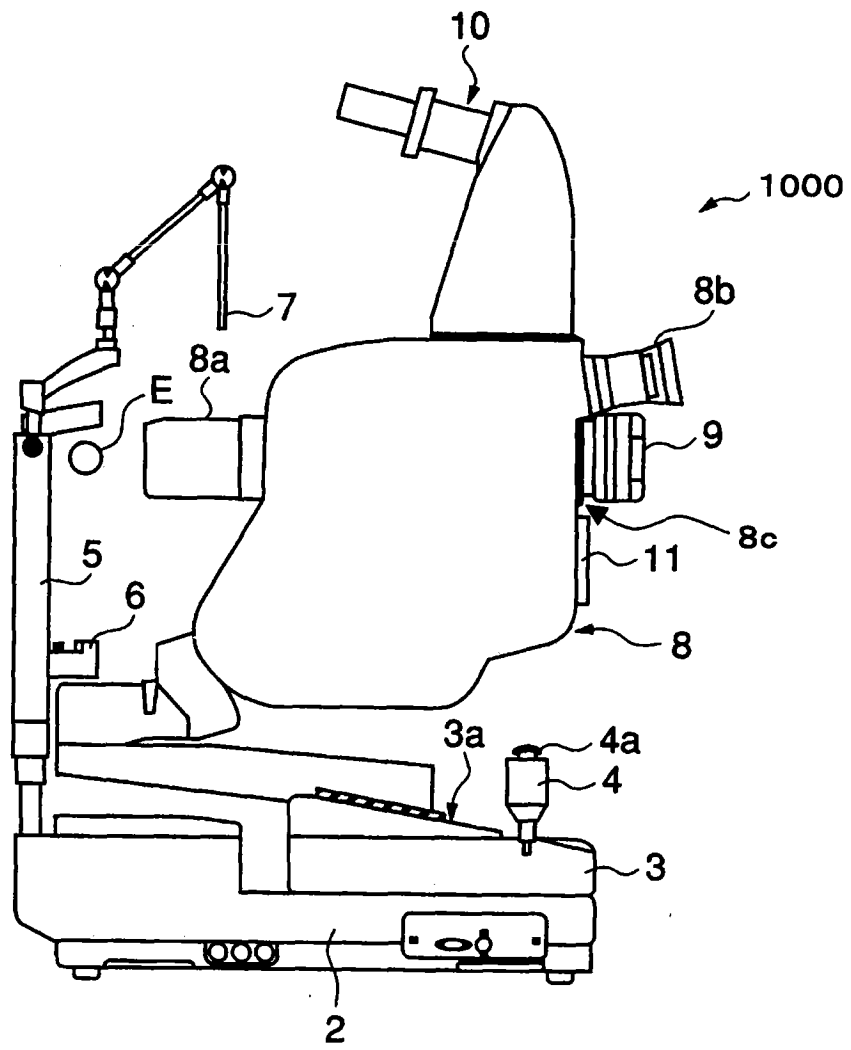


图 13

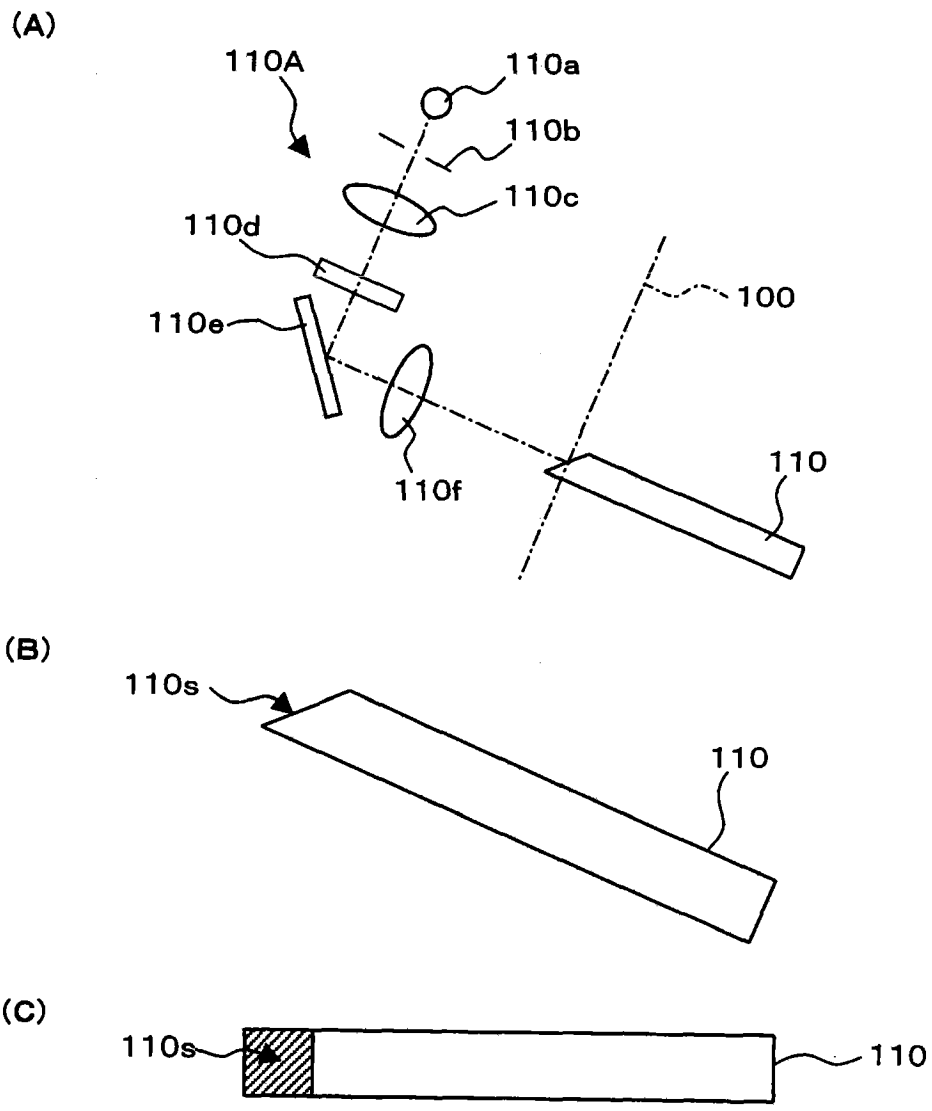


图 15

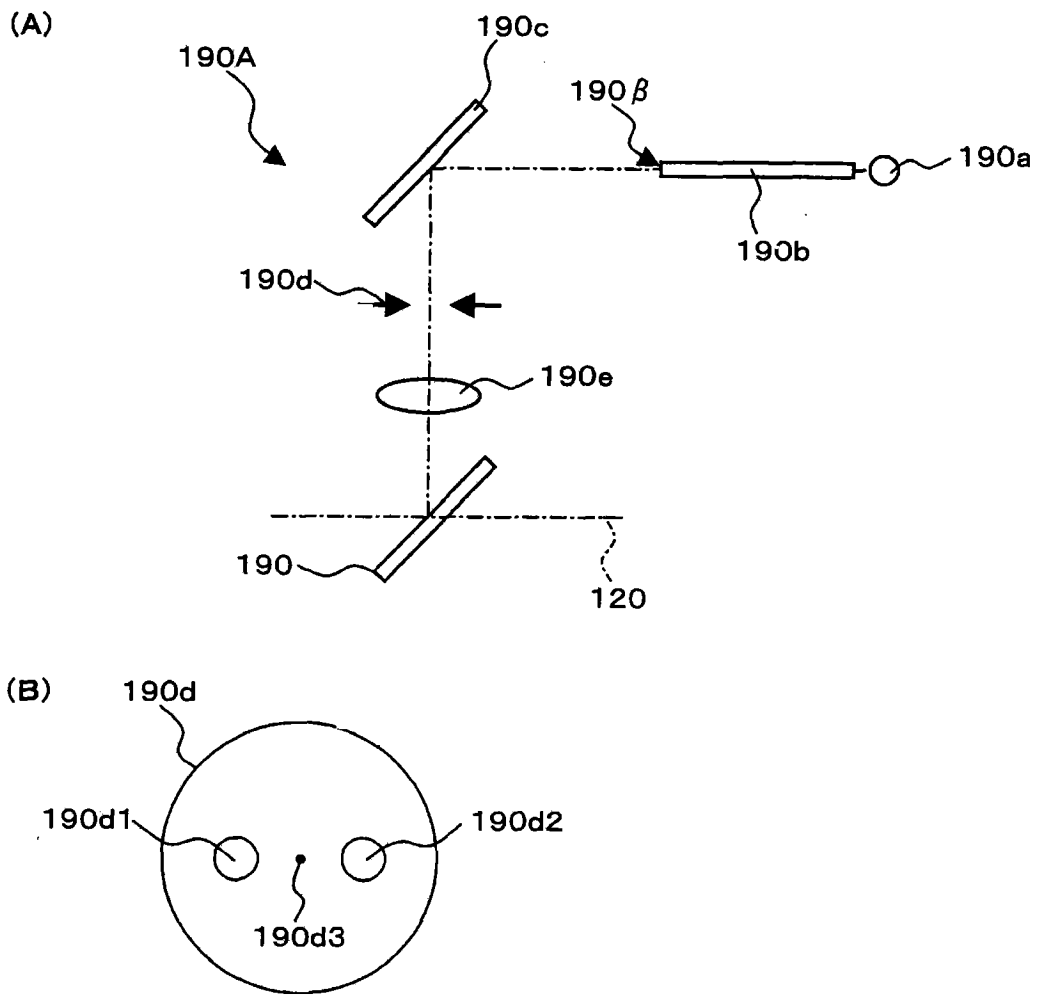


图 16

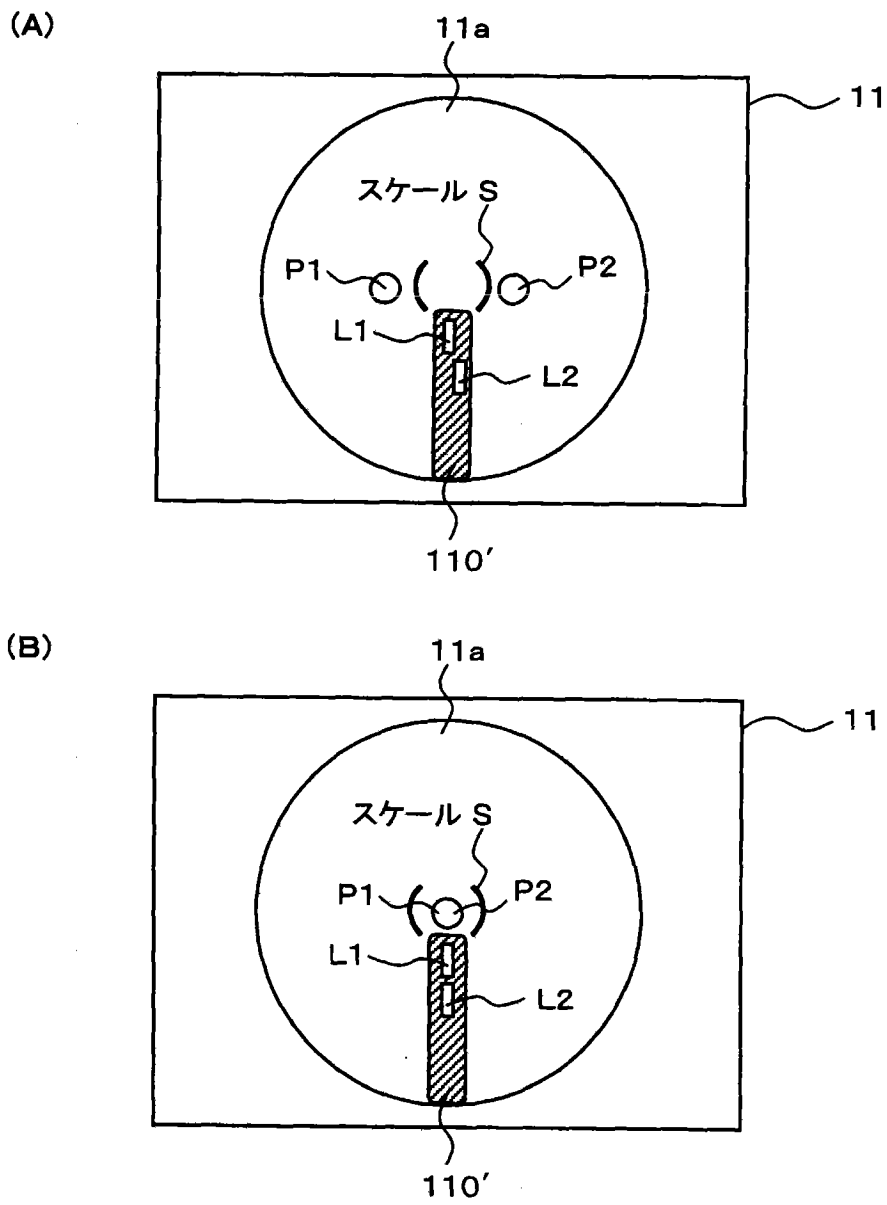


图 17