



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103961057 B

(45) 授权公告日 2016.04.06

(21) 申请号 201410042757.7

JP 特开 2009-160190 A, 2009. 07. 23,

(22) 申请日 2014.01.29

审查员 张雯

(30) 优先权数据

2013-017657 2013.01.31 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 小峰功 青木博 吉田拓史

坂川幸雄 井上宏之

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 康建忠

(51) Int. Cl.

A61B 3/14(2006.01)

(56) 对比文件

US 2011/0170062 A1, 2011. 07. 14.

US 2009/0141237 A1, 2009. 06. 04.

US 5116114 A, 1992. 05. 26.

CN 101234015 A, 2008. 08. 06.

CN 102727174 A, 2012. 10. 17,

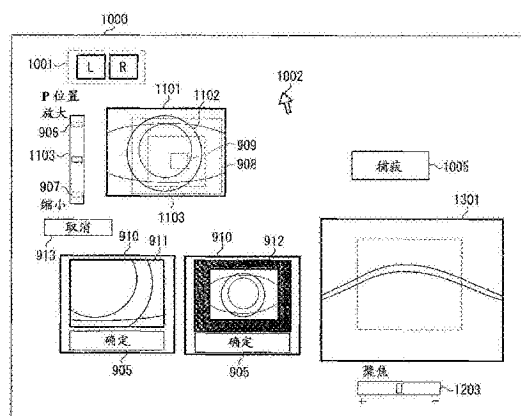
权利要求书2页 说明书10页 附图10页

(54) 发明名称

光学断层成像设备及其控制方法

(57) 摘要

本发明公开了光学断层成像设备及其控制方法。该光学断层成像设备控制单元,被配置用于在用于缩窄成像范围的指令被发出的情况下控制测量光光路长度改变单元以缩小测量光的光路长度,并且使得与用于扩展成像范围的指令被发出的情况相比测量光的光路长度的改变速度更低。



1. 一种光学断层成像设备,所述光学断层成像设备被配置用于基于来自被测量光照射的前眼部的返回光和对应于测量光的参考光组合成的光来获得前眼部的断层图像,所述光学断层成像设备包括:

测量光光路长度改变单元,被配置用于改变测量光的光路长度;

指令单元,被配置用于输入关于断层图像的成像范围的大小的指令;以及

控制单元,被配置用于在用于缩窄成像范围的指令被输入的情况下,控制测量光光路长度改变单元以缩小测量光的光路长度,并且使得与用于加宽成像范围的指令被输入的情况相比测量光的光路长度的改变速度更低。

2. 根据权利要求1所述的光学断层成像设备,其中,测量光光路长度改变单元包括光学单元移动机构,被配置用于相对于前眼部移动包括测量光的光路的光学单元,并且

其中,控制单元被配置用于在用于缩窄成像范围的指令被输入的情况下,控制光学单元移动机构以使得光学单元更接近前眼部,并且使得与用于加宽成像范围的指令被输入的情况相比光学单元的移动速度更低。

3. 根据权利要求1所述的光学断层成像设备,进一步包含显示控制单元,所述显示控制单元被配置用于使得显示单元显示指示成像范围的限度的范围的显示图案。

4. 根据权利要求3所述的光学断层成像设备,

其中,显示控制单元被配置用于使得显示单元显示叠加在前眼部的图像上的、指示成像范围的放大限度范围的显示图案和指示成像范围的缩小限度范围的显示图案,并且,

其中,指示放大限度范围的显示图案是与指示缩小限度范围的显示图案相比具有更高的可见性的显示图案。

5. 根据权利要求3所述的光学断层成像设备,其中,显示控制单元被配置用于使得显示单元显示用于输入关于断层图像的成像范围的大小的改变的指令的显示图案,并且

其中,指令单元被配置用于根据操作单元的操作输入关于所述改变的指令。

6. 根据权利要求5所述的光学断层成像设备,其中,操作单元包括鼠标。

7. 根据权利要求5所述的光学断层成像设备,其中,显示控制单元被配置用于在用于输入关于所述改变的指令的显示图案上成像范围的限度的范围之外输入关于所述改变的指令的情况下,使得显示单元显示指示报警的显示图案。

8. 根据权利要求1所述的光学断层成像设备,进一步包含参考光光路长度改变单元,所述参考光光路长度改变单元被配置用于改变参考光的光路长度,

其中,控制单元被配置用于根据指令单元的指令以联动方式控制测量光光路长度改变单元和参考光光路长度改变单元。

9. 根据权利要求1所述的光学断层成像设备,进一步包含移动单元,所述移动单元被配置用于沿光路移动聚焦透镜,所述聚焦透镜将测量光聚集在前眼部上,

其中,控制单元被配置用于根据指令单元的指令以联动方式控制测量光光路长度改变单元和移动单元。

10. 一种光学断层成像设备的控制方法,所述光学断层成像设备被配置用于基于来自被测量光照射的前眼部的返回光和对应于测量光的参考光组合成的光来获得前眼部的断层图像,所述方法包括:

输入关于断层图像的成像范围的大小的指令;

在用于缩窄成像范围的指令被输入的情况下控制测量光光路长度改变单元以缩小测量光的光路长度,并且使得与用于加宽成像范围的指令被输入的情况相比测量光的光路长度的改变速度更低,所述测量光光路长度改变单元被配置用于改变测量光的光路长度。

11. 根据权利要求 10 所述的方法,其中,测量光光路长度改变单元包括光学单元移动机构,所述光学单元移动机构被配置用于相对于前眼部移动包括测量光的光路的光学单元,并且

其中,所述方法进一步包括在用于缩窄成像范围的指令被输入的情况下,控制光学单元移动机构以使得光学单元更接近物体,并且使得与用于加宽成像范围的指令被输入的情况相比光学单元的移动速度更低。

12. 根据权利要求 10 所述的方法,进一步包含使得显示单元显示指示成像范围的限度的范围的显示图案。

13. 根据权利要求 12 所述的方法,

其中,所述方法进一步包括使得显示单元显示叠加在前眼部的图像上的、指示成像范围的放大限度范围的显示图案和指示成像范围的缩小限度范围的显示图案,并且,

其中,指示放大限度范围的显示图案是与指示缩小限度范围的显示图案相比具有更高的可见性的显示图案。

14. 根据权利要求 12 所述的方法,进一步包括:

使得显示单元显示用于输入关于断层图像的成像范围的大小的改变的指令的显示图案,并且

根据操作单元的操作输入关于所述改变的指令。

15. 根据权利要求 14 所述的方法,其中,操作单元包括鼠标。

16. 根据权利要求 14 所述的方法,进一步包括在用于输入关于所述改变的指令的显示图案上成像范围的限度的范围之外输入关于所述改变的指令的情况下,使得显示单元显示指示报警的显示图案。

17. 根据权利要求 10 所述的方法,进一步包含根据所述指令以联动方式控制测量光光路长度改变单元和参考光光路长度改变单元,参考光光路长度改变单元被配置用于改变参考光的光路长度。

光学断层成像设备及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种光学断层成像设备以及该光学断层成像设备的控制方法。例如，本发明涉及一种用于眼科诊疗的光学断层成像设备以及用于控制该光学断层成像设备的方法。

背景技术

[0002] 近年来，用于通过使用光形成要被测量的物体的表面和 / 或内部的图像的光学图像测量技术正在获得关注。不同于常规的 X 射线计算断层成像(CT)，光学图像测量技术对于人体是非侵略的。期望光学图像测量技术的应用尤其在医学领域中被开发。特别地在眼科领域中已作出显著进步。

[0003] 用于光学图像测量的典型技术之中存在被称为光学相干断层成像(OCT)的方法。该方法使用干涉仪，该干涉仪使得能够进行高分辨率、高灵敏性测量。使用宽带的弱光作为照明光提供了对于被检者高度安全的优点。

[0004] 使用光学干涉的基于 OCT 的光学断层成像设备(下文，被称为 OCT 设备)可获得具有高分辨率的样本的断层图像。特别地，OCT 设备涉及用于形成被检者眼睛的前眼部(anterior eye)的图像的前眼部光学断层成像设备。

[0005] OCT 设备可用作作为测量光的低相干光照射样本，并且通过使用干涉系统或者干涉光学系统以高灵敏度测量来自样本的反向散射光。OCT 设备可用测量光扫描样本以获得高分辨率断层图像。因此，被检者眼睛的前眼部的角膜区域的断层图像可被获得并用于眼科诊断。

[0006] 日本专利申请特开 No. 2011-147612 讨论了一种光学断层成像设备，其可捕获前眼部的断层图像和眼底的断层图像两者。根据成像模式是前眼部成像模式还是眼底成像模式，光学断层成像设备将其干涉光学系统中包含的参考镜移动到与该成像模式对应的位置。

发明内容

[0007] 根据本发明的一个方面，提供了一种光学断层成像设备，该光学断层成像设备被配置用于基于由来自被测量光照射的物体的返回光和对应于该测量光的参考光组合成的光获得物体的断层图像，该光学断层成像设备包括测量光光路长度改变单元，被配置用于改变测量光的光路长度；指令单元，被配置用于发出关于断层图像的成像范围的大小的指令；以及控制单元，被配置用于在缩窄成像范围的指令被发出的情况下，控制测量光光路长度改变单元以缩小测量光的光路长度，并且使得与加宽成像范围的指令被发出的情况相比测量光的光路长度的改变速度较低。

[0008] 参照附图阅读示例性实施例的以下描述，本发明的其它特征将变得清楚。

附图说明

- [0009] 图 1 是示出根据第一示例性实施例的整个光学断层成像设备的示意图。
- [0010] 图 2 是示出根据第一示例性实施例的测量光学系统的配置的示意图。
- [0011] 图 3 是示出根据第一示例性实施例的被检者眼睛的前眼部在 x 方向上被扫描的状态的说明图。
- [0012] 图 4A、4B 和 4C 是示出根据第一示例性实施例的前眼部的成像位置中的扫描范围以及根据扫描范围获得的图像的说明图。
- [0013] 图 5 是示出根据第一示例性实施例的测量操作画面的示例的示意图。
- [0014] 图 6 是示出根据第一示例性实施例的测量操作画面的另一示例的示意图。
- [0015] 图 7 是示出根据第一示例性实施例的测量流程的流程图。
- [0016] 图 8A、8B、8C、8D、8E 和 8F 是示出根据第一示例性实施例的前眼部的断层图像的显示示例以及校正后的图像的显示示例的示意图。
- [0017] 图 9 是示出根据第二至第四示例性实施例的测量操作画面的示例的示意图。

具体实施方式

[0018] 以改变诸如被检者眼睛的物体的断层图像的成像范围的大小的情况为例。一种可能的方法可包括通过相对于物体在光轴方向上移动设备主体来改变测量光的光路长度。通过这样的方法, 操作者不能容易地知晓为了获得具有操作者预期的大小的断层图像, 测量光的光路长度要改变多少。

[0019] 示例性实施例的一个方面涉及通过操作者指定物体的断层图像的成像范围的大小来容易地获得具有预期大小的断层图像。示例性实施例的另一个方面涉及通过有助于操作者确定设备主体是否可能接触被检者眼睛来提高安全性。

[0020] 根据本示例性实施例的光学断层成像设备可在关于断层图像的成像范围的大小的指令被发出的情况下根据该指令改变测量光的光路长度。结果, 操作者可通过发出关于物体的断层图像的成像范围的大小的指令容易地获得具有预期大小的断层图像。在发出要缩窄断层图像的成像范围的指令的情况下, 根据本示例性实施例的光学断层成像设备可控制测量光光路长度改变单元以缩小测量光的光路长度(例如, 使得包含测量光的光路的光学单元更接近物体), 并且使得与要加宽成像范围的指令被发出的情况相比测量光的光路长度的改变速度更低。结果, 操作者可容易地确定设备主体是否可能与被检者眼睛接触。这可提高安全性。

[0021] 成像范围可被缩窄以获得详尽的放大的图像。成像范围可被加宽以在宽范围上获得缩小图像。可例如通过使光头沿被检者眼睛的光轴移动更接近被检者眼睛来缩小测量光的光路长度。这缩小了光头与被检者眼睛之间的距离。

[0022] 以下将参照附图描述根据第一示例性实施例的光学断层成像设备(OCT 设备)。

[0023] [设备的概略配置]

[0024] 将参照图 1 描述根据本示例性实施例的光学断层成像设备的概略配置。图 1 是光学断层成像设备的侧视图。光学断层成像设备 200 包括光头 900, 该光头 900 包括用于捕获前眼部的二维图像以及断层图像的测量光学系统。台架单元 950 是可通过使用未示出的马达来在示图中的 x、y 和 z 方向上移动光头 900 的移动单元。基部单元 951 包括以下要描述的分光器。作为包含测量光的光路的光学单元的示例的光头 900 是测量光学系统的外壳。

台架单元 950 是相对于物体移动的光学单元移动机构的示例。

[0025] 个人计算机 925 构造断层图像。个人计算机 925 还用作台架单元 950 的控制单元并且控制该台架单元 950。硬盘 926 存储用于断层成像的程序。硬盘 926 还用作被检者信息存储单元。监视器 928 用作显示单元。输入单元 929 用于向个人计算机 925 发出指令。具体而言,输入单元 929 包括键盘和鼠标。腮托 323 固定被检者的下巴和前额以提示被检者固定眼睛(被检者眼睛)。外部固视灯 324 被用于使被检者的眼睛固视。外部固视灯 324 和下文要描述的内部固视灯可被切换和使用。

[0026] [测量光学系统和分光器的配置]

[0027] 将参照图 2 描述根据本示例性实施例的测量光学系统和分光计的配置。

[0028] 将描述光头 900 的内部。物镜 101-1 和 101-2 的位置与被检者眼睛 100 相对。反射镜 102 和二向色镜 103 布置在物镜 101-1 和 101-2 的光轴上。通过反射镜 102 和二向色镜 103,来自物镜 101-1 和 101-2 的光被分至光路 L1 和 L2 中,光路 L1 和 L2 具有各自不同的波长带。光路 L1 是 OCT 光学系统的光路。光路 L2 预期用于前眼部观察以及用于内部固视灯。

[0029] 类似上文所述,根据相应的波长带,光路 L2 进一步被第三二向色镜 104 分至去往用于前眼部观察的电荷耦合器件(CCD)105 的光路和去往内部固视灯 106 的光路中。透镜 101-3、107 和 108 被布置在光路 L2 上。未示出的马达驱动透镜 107 以用于预期用于内部固视灯 106 和前眼部观察的聚焦调整。CCD105 对于未示出的前眼部观察照明光的波长是灵敏的。具体而言,CCD105 对于约 780nm 的波长是灵敏的。内部固视灯 106 生成可见光并且提示被检者眼睛固视。

[0030] 如上所述,光路 L1 构成 OCT 光学系统。光路 L1 预期用于捕获被检者眼睛 100 的前眼部 100-1 的断层图像。更具体说,光路 L1 预期获得用于形成断层图像的干涉信号。透镜 101-4、反射镜 113、X 扫描仪 114-1、Y 扫描仪 114-2 和透镜 115 (OCT 聚焦透镜 115) 和 116 被布置在光路 L1 上。X 扫描仪 114-1 和 Y 扫描仪 114-2 预期用光扫描被检者眼睛 100 的前眼部 100-1。来自光源 118 的光从连接到光耦合器 117 的光纤 117-2 发出。未示出的马达驱动透镜 115 以在前眼部 100-1 上聚焦并调整从光纤 117-2 发出的光。通过这样的聚焦调整,来自前眼部 100-1 的光也入射到光纤 117-2 的端部并且形成点状图像。也被称为 OCT 聚焦透镜的透镜 115 是聚焦透镜的示例。

[0031] 将描述来自光源 118 的光路、参考光学系统和分光器的配置。

[0032] 光源 118、参考镜 119、分散补偿玻璃 120、上述的光耦合器 117、与光耦合器 117 成整体地连接的单模光纤 117-1 至 117-4、透镜 121 和分光器 180 构成 Michelson(迈克尔逊)干涉仪。

[0033] 从光源 118 发出的光通过光纤 117-1 并且通过光耦合器 117 被分离成在光纤 117-2 侧的测量光和在光纤 117-3 侧的参考光。测量光通过上述的 OCT 光学系统的光路。要被观察的被检者眼睛 100 的眼底被测量光照射。测量光被视网膜反射和散射,并且通过同一光路以到达光耦合器 117。

[0034] 参考光通过光纤 117-3、透镜 121 和分散(dispersion)补偿玻璃 120 以到达参考镜 119。分散补偿玻璃 120 被插入以将参考光的分散调整为测量光的分散。参考光被参考镜 119 反射并且通过同一光路返回以到达光耦合器 117。光耦合器 117 将测量光和参考光

组合为干涉光。当测量光的光路长度和参考光的光路长度满足预定条件时发生干涉。参考镜 119 被支撑以可被未示出的马达和未示出的驱动机构在光轴方向上调整。测量光的光路长度根据前眼部 100-1 改变。参考镜 119 可将参考光的光路长度调整为测量光的光路长度。干涉光通过光纤 117-4 被引导至分光器 180。

[0035] 分光器 180 包括透镜 181 和 183、衍射光栅 182 和线传感器 184。从光纤 117-4 发出的干涉光通过透镜 181 被转换成大体平行的光。大体平行的光被衍射光栅 182 空间分散, 并且被透镜 183 聚焦于线传感器 184 上。在本示例性实施例中, 线传感器 184 是接收干涉光并且根据干涉光生成且输出输出信号的光接收元件的示例。

[0036] 接下来, 将描述光源 118。光源 118 是超辐射发光二极管 (SLD), 其是典型的低相干光源。光源 118 具有 855nm 的中心波长以及大约 100nm 的波长带宽。带宽是重要参数, 这是因为带宽影响得到的断层图像在光轴方向上的分辨率。尽管 SLD 被选作光源 118, 但是可发射低相干光的任何类型的光源可被使用。示例包括放大自发发射 (ASE) 器件。考虑到眼睛测量, 近红外光具有适当的中心波长。由于中心波长影响得到的断层图像在横向方向上的分辨率, 因此中心波长可尽可能短。出于这两种原因, 采用 855nm 的中心波长。

[0037] 在本示例性实施例中, 使用 Michelson 干涉仪作为干涉仪。作为替代, 可使用 Mach-Zehnder 干涉仪。要使用的干涉仪可根据测量光和参考光之间的光强度的差被确定。如果光强度差大, 则可使用 Mach-Zehnder 干涉仪。如果光强度差相对小, 则可使用 Michelson 干涉仪。

[0038] [获得断层图像的方法]

[0039] 将描述通过使用光学断层成像设备获得断层图像的方法。光学断层成像设备通过控制 X 扫描仪 114-1 和 Y 扫描仪 114-2 可获得被检者眼睛 100 的前眼部 100-1 的希望区域的断层图像。

[0040] 图 3 示出了被检者眼睛 100 被测量光 201 照射并且前眼部 100-1 在 x 方向上被扫描的状态。线传感器 184 从前眼部 100-1 的在 x 方向上的成像范围捕获关于预定数量的图像的信息。对于在 x 方向上的位置获得的线传感器 184 上的亮度分布执行快速傅立叶变换 (FFT)。通过 FFT 获得的线性亮度分布被转换成用于监视显示的密度或颜色信息。这样的密度或颜色信息将被称为 A 扫描图像。根据从用作光接收元件的线传感器 184 所接收到的干涉光获得的输出信号, 光学相干成像设备获得 A 扫描图像。多个 A 扫描图像被布置成将被称为 B 扫描图像的二维图像。在获得用于构成 B 扫描图像的多个 A 扫描图像之后, 光学相干设备在 y 方向上移动扫描位置, 并且再次在 x 方向上执行扫描。这样, 光学相干成像设备获得多个 B 扫描图像。多个 B 扫描图像或由多个 B 扫描图像构成的三维断层图像被显示在监视器 928 上。操作者可使用显示的图像来诊断被检者眼睛 100。

[0041] 用于获得前眼部 100-1 的断层图像的视角或成像范围通常根据下文将描述的图 4A 中所示的 x 方向上的扫描范围 R0 被确定。扫描范围 R0 由 X 扫描仪 114-1 的扫描角 θ 和从物镜 101-1 到被检者眼睛 100 的前眼部 100-1 的成像距离 P0 确定。换句话说, 为了改变成像范围的大小, 扫描角 θ 或成像距离 P0 可被改变。通过改变测量光的光路长度 (诸如通过在 z 轴方向上移动光头 900), 可容易地改变成像距离 P0。在本示例性实施例中, 通过改变光头 900 的测量光的光路长度来改变成像距离 P0。这样的配置将被定义为测量光光路长度改变单元。除了本示例性实施例的配置之外, 存在其它用于改变测量光的光路长度的

配置。根据本示例性实施例的测量光光路长度改变单元被定义为覆盖这样的配置的概念。

[0042] 为了通过组合测量光和参考光来获得希望的干涉,如上所述,测量光的光路长度和参考光的光路长度需要联动以满足预定条件。根据成像距离为 P_0 处的前眼部 100-1 的位置中的测量光的光路长度,因此移动参考镜 119 以改变参考光的光路长度。

[0043] 参考镜 119 和用于移动参考镜 119 的配置是根据本示例性实施例的用于改变参考光的光路长度的参考光光路长度改变单元的示例。如上所述,为了通过组合光获得干涉,参考光的光路长度需要根据测量光的光路长度被改变。例如,在本示例性实施例,个人计算机 925 包括用作控制单元(还被称为“光路长度联动单元”)的模块区域。该控制单元使得参考光光路长度改变单元与测量光光路长度改变单元对测量光的光路长度的改变联动地改变参考光的光路长度。

[0044] 图 4A、4B 和 4C 示出用于说明当成像距离 P_0 改变时前眼部 100-1 的位置的扫描范围以及在各视角中显示的对应断层图像的示图。通过改变成像距离 P_0 并且根据该改变来移动参考镜 119,光学断层成像设备可在不改变扫描角度 θ 的情况下改变前眼部 100-1 的成像范围的大小。图 4B 示出如下情况:成像距离 P_0 改变为 $P_{\max}$ 以增加被检者眼睛 100 和光学断层成像设备之间的距离,并且参考镜 119 被移动至与成像距离 $P_{\max}$ 等同的位置。在这样的情况中,前眼部 100-1 可被以宽的扫描范围(视角) $R_{\max}$ 成像。图 4C 示出如下情况:成像距离 P_0 改变为 $P_{\min}$ 以缩小被检者眼睛 100 和光学断层成像设备之间的距离,并且参考镜 119 被移动至与成像距离 $P_{\min}$ 等同的位置。在这样的情况中,前眼部 100-1 可被以放大式扫描范围 $R_{\min}$ 成像。

[0045] [测量操作画面]

[0046] 将参照图 5 和 6 描述根据本示例性实施例的测量操作画面。图 5 是示出根据本示例性实施例的测量操作画面 1000 的示例的示图。图 6 是示出根据本示例性实施例的测量操作画面 1000 的另一示例的示图。

[0047] 前眼部观察画面 1101 显示通过 CCD105 获得的前眼部图像 1102 以便进行前眼部观察。断层图像显示画面 1301 预期用于检查所获得的断层图像。L 和 R 按钮 1001 预期在被检者的左眼和右眼之间切换。L 和 R 按钮 1001 被按下以将光头 900 分别移动至左眼和右眼的初始位置。当操作者操作输入单元 929 中包含的鼠标时,鼠标光标 1002 的位置移动。此光学断层成像设备被配置用于使得鼠标光标位置检测单元可根据鼠标光标 1002 的位置改变对齐单元。鼠标光标位置检测单元从鼠标光标 1002 在画面上的像素位置计算鼠标光标 1002 的位置。在测量操作画面 1000 上设定范围,并且所设定的范围与对齐驱动之间的对应关系被预先设定。如果鼠标光标 1002 落在设定范围的像素内,对于该设定范围定义的对齐可被执行。通过鼠标执行的对齐操作通过转动鼠标的滚轮来执行。

[0048] 布置在相应图像附近的滑条(slider) 1103 和 1203 预期用于调整。滑条 1103 预期用于指定到被检者眼睛 100 的成像距离 P_0 。当滑条 1103 移动时,前眼部观察画面 1101 中的字符 1003 的大小以联动方式改变。字符 1003 的大小还与前眼部 100-1 的成像范围(视角)的大小的改变联动,由此用于前眼部观察的透镜 107 被移动至预定位置。透镜 107 是根据本示例性实施例的包括用于执行在前眼部 100-1 上的聚焦的聚焦透镜的前眼部观察单元的示例。滑条 1103 的上限对应于上述前眼部 100-1 的成像范围 $R_{\max}$ 。滑条 1103 的下限对应于前眼部 100-1 的成像范围 $R_{\min}$ 。滑条 1203 预期用于执行 OCT 聚焦调整。OCT 聚焦

调整是用于在由图 2 所示的箭头指示的方向上移动透镜 115 以便相对于前眼部 100-1 进行聚焦调整的调整。滑条 1103 和 1203 也配置用于与通过使用鼠标在相应图像中执行的对齐操作联动地移动。更具体而言,个人计算机 925 的控制单元(还被称为“聚焦联动单元”)使得 OCT 聚焦透镜 115 与通过测量光路长度改变单元对测量光的光路长度进行的改变联动地、与通过滑条 1203 进行的 OCT 聚焦调整独立地或者联动地在前眼部 100-1 上执行聚焦。前眼部观察单元在前眼部 100-1 上的聚焦操作需要根据伴随有成像距离 P0 改变的测量光的光路长度的改变被执行。在本示例性实施例中,前述控制单元(还被称为“前眼部聚焦联动单元”)使得前眼部观察单元与测量光光路长度改变单元进行的测量光的光路长度的改变联动地执行在前眼部 100-1 上的聚焦。

[0049] 图 6 示出图 5 中所示的滑条 1103 被成像范围选择按钮 1004 替换的测量操作画面 1000。设定包括标准($R0=6\text{mm}\times 6\text{mm}$),最大($R_{\text{max}}=9\text{mm}\times 9\text{mm}$)以及最小($R_{\text{min}}=3\text{mm}\times 3\text{mm}$)。如果操作者选择成像范围选择按钮 1004 中的任一个,则光学断层成像设备可相应地改变断层图像的成像范围的大小。即使操作者在没有获得前眼部图像 1102 的情况下进行这样的选择,光学断层成像设备仍可改变成像范围的大小。

[0050] [用于获得前眼部的断层图像的流程]

[0051] 将参照图 7 描述根据本示例性实施例的使用 OCT 设备获得前眼部 100-1 的断层图像的流程。图 7 是示出根据本示例性实施例的测量流程的流程图。该流程图示出操作者和个人计算机 925 的操作。

[0052] 在步骤 S101 中,个人计算机 925 开始本测量流程。在步骤 S102,光学断层成像设备根据来自个人计算机 925 的指令获得前眼部图像 1102。被检者眼睛 100 被未示出的前眼部照射光照射。反射光通过物镜 101-1 和 101-2 以及上述的光路 L2 并且在 CCD105 上形成图像。在 CCD105 上形成的前眼部图像 1102 被未示出的 CCD 控制单元读取、放大(amplify)、经受模数(A/D)转换,并且被输入计算单元。输入计算单元的前眼部图像 1102 被取入到个人计算机 925 中。

[0053] 在步骤 S103 中,操作者通过使用输入单元 929 向滑条 1103 发出指令以改变将成像范围的大小改变为所希望的大小,该输入单元 929 向个人计算机 925 发出指令。滑条 1103 的滑块(bar)在画面上移动。根据操作者的指令,用作控制单元的示例的个人计算机 925 使光头 900 在光轴方向上移动至对应于改变的大小的距离。在步骤 S104 中,用作控制单元的示例的个人计算机 925 执行控制以根据光头 900 的移动将参考镜 119 移动至对应于测量光的光路长度改变为的距离的位置。结果,相干门(coherence gate)被调整以使得前眼部断层图像被定位在成像框内。个人计算机 925 可使透镜 107 连同参考镜 119 一起移动。当个人计算机 925 根据指令以联动方式移动光头 900 和参考镜 119 以改变成像范围的大小时,个人计算机 925 也可以联动方式移动 OCT 聚焦透镜 115 以改变聚焦位置。作为以联动方式移动参考镜 119 的替代,个人计算机 925 可以联动方式移动 OCT 聚焦透镜 115。在这样的情况中,下文要描述的步骤 S106 可被省略。个人计算机 925 可同时移动这些部件。个人计算机 925 可在存在时间差的情况下移动这些部件。

[0054] 在步骤 S105 中,用作控制单元的示例的个人计算机 925 根据来自操作者的指令相对于前眼部 100-1 移动光头 900,由此执行光头 900 相对于前眼部 100-1 的对齐。对齐可通过相对于光头 900 移动被检者脸部支撑部来执行。除了操作者的手动操作之外,光头 900

可自动移动。具体而言,个人计算机 925 通过 CCD105 捕获的前眼部图像 1102 的图像处理检测被检者眼睛 100 的瞳孔位置。基于所检测到的瞳孔位置,个人计算机 925 可找到光学断层成像设备与被检者眼睛 100 之间的对齐位置关系。个人计算机 925 可通过使用未示出的 XYZ 支架驱动光头 900,使得检测到的被检者眼睛 100 的瞳孔位置达到理想位置。个人计算机 925 可在捕获断层图像的同时跟踪前眼部 100-1。在这样的情况中,操作者可在方便性提高的情况下继续监视被检者眼睛 100 的前眼部 100-1。

[0055] 在步骤 S106 中,操作者通过使用输入单元 929 向滑条 1203 发出指令以改变前眼部断层图像的聚焦位置。滑条 1203 的滑块在画面上移动。根据操作者的指令,用作控制单元的示例的个人计算机 925 执行控制以移动 OCT 聚焦透镜 115。这样,OCT 聚焦可被调整。在步骤 S107 中,操作者通过使用输入单元 929 按下捕获按钮 1005。根据操作者的指令,用作控制单元的示例的个人计算机 925 执行控制以获得前眼部 100-1 的断层图像。在步骤 S108 中,用作显示控制单元的示例的个人计算机 925 使得监视器 928 显示前眼部 100-1 的断层图像。在步骤 S108 中,个人计算机 925 可校正前眼部 100-1 的断层图像,并且使得监视器 928 显示校正后的断层图像。在步骤 S109 中,个人计算机 925 结束本测量流程。

[0056] 应指出,例如与在相同大小的画面中在标准成像距离 P_0 处获得的断层图像相比,步骤 S107 中获得的断层图像可包括更宽的或更窄的区域范围。如下文将描述的,校正是用于放大或缩小显示范围(视角)以使得这样捕获的图像中包含的区域被以与在成像距离 P_0 处获得的区域的大小相同的大小显示的操作。上述操作由个人计算机 925 的模块区域执行,该模块区域用作用于校正和改变图像的显示模式的图像校正单元。包含在控制单元中的用作显示控制单元的模块区域显示用以发出用于改变显示单元上的成像范围的指令的光标或显示图案。

[0057] 如果成像距离 P_0 大于标准成像距离,则在断层深度没有改变的情况下,前眼部 100-1 的断层图像仅在横向方向上变窄。如果成像距离 P_0 小于标准成像距离,则在断层深度没有改变的情况下,断层图像仅在横向方向上变宽。图 8A、8B、8C、8D、8E 和 8F 示出前眼部 100-1 的断层图像的显示图像被校正的示例。图 8A 示出在横向视场 x_0 对应于成像距离 P_0 的情况下的前眼部 100-1 的断层图像。如果成像距离 P_0 增加至 $P_{\max}$,则如图 8C 中所示,横向视场 x_0 缩小至 x_m 。如图 8D 所示,横向视场 x_m 可被容易地转换成视场 x_0 ,并且被使用已知的图像处理方法显示。如图 8F 所示,对应于成像距离 $P_{\min}$ 的断层图像可被类似地处理和显示。可基于图 8D 和 8F 所示的断层图像执行各种测量。各种测量可通过使用乘以成像距离 P 和横向视场 X 的相应比率的图 8C 和 8E 中所示的原始图像执行。

[0058] 如上所述,根据本示例性实施例的光学断层成像设备可提供如下这样的设备,即通过该设备,操作者可指定各种成像范围并捕获图像。换句话说,具有各种视场和高分辨率的光学断层成像设备可在保持光学系统的性能的情况下被提供。由于被检者眼睛 100 和光学断层成像设备之间的操作距离可被改变,因此,通过根据被检者的条件以增大的操作距离捕获图像,可减轻被检者的负担。

[0059] [当缩小测量光的光路长度时缩小光路长度的改变速度]

[0060] 将参照图 9 描述根据第二示例性实施例的光学断层成像设备(OCT 设备)。在第一示例性实施例中,光头 900 可接近于被检者眼睛 100 以缩小成像距离 P_0 ,由此缩小测量光的光路长度。由于光头 900 接近被检者的眼睛 100,因此光头 900 和被检者眼睛 100 之间

接触的可能性增大。在本示例性实施例中,如果发出缩窄断层图像的成像范围(获得放大的图像)的指令,则用作控制单元的示例的个人计算机 925 控制测量光光路长度改变单元以缩小测量光的光路长度,并且使得测量光的光路长度的改变速度低于在加宽成像范围(获得广角图像)的指令被发出的情况下的改变速度。例如,为了降低光头 900 和被检者眼睛 100 之间接触的可能性,个人计算机 925 使得在光头 900 接近被检者眼睛 100 时光头 900 的移动速度低于在光头 900 移动远离被检者眼睛 100 时光头 900 的移动速度。

[0061] 具体而言,假定用于向个人计算机 925 发出指令的输入单元 929(作为指令单元的示例并且还可被称为操作单元)发出缩窄断层图像的成像范围的指令。在这样的情况中,用作控制单元的示例的个人计算机 925 控制测量光光路长度改变单元以使得测量光的光路长度的改变速度低于在发出加宽成像范围的指令的情况下的改变速度,并且缩小测量光的光路长度。结果,在光头 900 正移动时,操作者可容易地确定光头 900 是否可能与被检者眼睛 100 接触。因此,可提高安全性。

[0062] 如图 9 中所示,取消按钮 913 可在滑条 1103 附近显示,使得如果操作者确定光头 900 和被检者眼睛 100 可能接触,则操作者可取消光头 900 的移动。由于取消按钮 913 位于用于发出缩小滑条 1103 的指令的位置附近,则操作者可立即取消光头 900 的移动。取消按钮 913 可以是用于返回至预定成像距离 P 的按钮。如果光头 900 过于接近被检者眼睛 100,则通过将光头 900 移动至预定位置,可避免接触,在该预定位置光头 900 将不与被检者眼睛 100 接触。

[0063] 作为替代,在缩小测量光的光路长度之前,光学断层成像设备可在测量光的光路长度大的位置,即光学断层成像设备远离被检者眼睛 100 的位置处,一次获得被检者眼睛 100 的宽范围断层图像。然后,操作者可指定窄的详细的成像范围以移动光学断层成像设备更接近被检者眼睛 100。具体而言,在图 7 的步骤 S102 中,个人计算机 925 将成像距离 P0 设定为大于标准成像距离 P0 的距离,即距被检者眼睛 100 更远的位置。光学断层成像设备可在更远离被检者眼睛 100 的位置处捕获图像,以获得前眼部 100-1 的广角图像作为前眼部图像 1102。结果,操作者可检查前眼部 100-1 的宽范围。在步骤 S103 中,操作者指定成像范围。这样,可在更少的步骤中将详细的范围成像。

[0064] [预先显示最大成像范围和最小成像范围]

[0065] 将参照图 9 描述根据第三示例性实施例的光学断层成像设备(OCT 设备)。在第一示例性实施例中,滑条 1103 用于指定距被检者眼睛 100 的成像距离。前眼部观察画面 1101 中的字符 1003 被配置为与滑条 1103 的移动联动地改变大小。换句话说,操作者可从滑条 1103 的位置和 / 或字符 1003 的大小识别成像距离 P。此时,成像范围具有预定设定,例如标准($R0=6\text{mm}\times 6\text{mm}$),最大($R_{\text{max}}=9\text{mm}\times 9\text{mm}$)以及最小($R_{\text{min}}=3\text{mm}\times 3\text{mm}$)。

[0066] 在本示例性实施例中,这样的预定成像范围与滑条 1003 在同一测量操作画面 1000 上显示,例如对应于放大限度范围(enlargement limit range)909 的位置 906 和对应于缩小限度范围(reduction limit range)908 的位置 907。操作者因此可被告知成像范围的大小的限度。大小的限度也可与字符 1003 在同一前眼部观察画面 1101 上显示,类似于缩小限度范围 908 和放大限度范围 909。缩小限度范围 908 是对应于最大成像距离 P_{max} 的成像范围。最大成像距离 P_{max} 基于 OCT 聚焦透镜 115 和参考镜 119 的驱动限度被确定。放大限度范围 909 是对应于最小成像距离 P_{min} 的成像范围。最小成像距离 P_{min} 基于 OCT

聚焦透镜 115 和参考镜 119 的驱动限度以及从光头 900 与被检者眼睛 100 接触的角度看可确保被检者眼睛 100 的安全的距离被确定。缩小限度范围 908 和放大限度范围 909 是指示成像范围的限度范围的显示图案的示例。

[0067] 缩小限度范围 908 和放大限度范围 909 可被使用与滑条 1103 和字符 1003 不同的线类型和 / 或颜色显示。这样的显示可改善操作者的可见性。如上所述,放大限度范围 909 示出光头 900 变得最接近被检体眼睛 100 的状态。从光头 900 和被检者眼睛 100 接触的角度看,放大限度范围 909 可被以红色显示和 / 或以粗线显示,它们具有比缩小限度范围 908 更高的可见性。由于放大和缩小的限度被显示在画面上,因此操作者可预先识别可成像范围。假定在用于发出改变成像范围的大小的指令的显示图案(例如,滑条 1103)上成像范围的限度的范围之外,操作者发出用于改变成像范围的大小的指令。在此情况中,用作控制单元的个人计算机 925 可使得显示单元显示指示报警的显示图案。在成像范围的限度的范围之外的示例包括在对应于放大限度范围 909 的滑条 1103 的位置 906 之上以及在对应于缩小限度范围 908 的滑条 1103 的位置 907 之下。指示报警的显示图案的示例包括指示成像范围的大小不能被改变的消息。

[0068] [在开始移动之前显示预览图像以进行确定]

[0069] 将参照图 9 描述根据第四示例性实施例的光学断层成像设备(OCT 设备)。在第一示例性实施例中,操作者在测量操作画面 1000 上通过使用滑条 1103 或成像范围选择按钮 1004 来确定成像范围。在本示例性实施例中,在图 7 的步骤 S103 中,操作者指定成像范围。个人计算机 925 然后显示预览画面 910 使得操作者可检查预览图像 911 和 912。图 9 中所示的预览图像 911 和 912 分别是放大预览图像和缩小预览图像。在没有改变成像距离 P 的情况下,通过基于已经获得的前眼部观察图像 1102 修整图像数据和 / 或执行用于改变显示倍率的处理,个人计算机 925 生成预览图像 911 和 912。预览图像 911 和 912 的图像质量低于假定要获得的图像的图像质量。在缩小的预览图像 912 之外的区域还没有获得。外部区域可被以黑色显示。原始的前眼部观察图像 1102 可以被模糊并且在外部区域中被显示。

[0070] 如果操作者检查预览画面 910 并且确定成像范围中的任一个是所希望的,则操作者通过使用对应的确定按钮 905 确定要实际放大或缩小成像范围。在确定之后,控制单元移动光头 900 以改变成像距离 P。根据本示例性实施例,由于成像范围的错误指定导致的延迟可被避免。

[0071] 本发明不限于前述示例性实施例,并且可在不背离前述示例性实施例的要旨的情况下作出各种改变和修改。例如,尽管前述示例性实施例已经应对要被测量的物体是眼睛的情况,示例性实施例还可应用于要被测量的物体是眼睛以外的其它物体的情况。示例包括皮肤和器官。在这样的情况中,本发明的示例性实施例可被配置为眼科设备之外的其它医疗设备,诸如内窥镜。上文所述的被检者眼睛因此可被看作物体。

[0072] 本发明的实施例还可由读出和执行被记录在存储介质(例如,非暂态计算机可读存储介质)计算机可执行指令以执行本发明的上述实施例中的一个或更多的功能的系统或设备的计算机来实现,以及由系统或设备的计算机通过例如读出和执行来自存储介质的计算机可执行指令以执行上述实施例中的一个或更多的功能来实现。计算机可包括中央处理单元(CPU)、微处理单元(MPU)或其它电路中的一个或多个,并且可包括分离的计算机或分离的计算机处理器的网络。计算机可执行指令可被例如从网络或存储介质提供给计算

机。存储介质可包括例如硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、分布式计算系统的存储器、光盘(诸如紧致盘(CD)、数字通用盘(DVD)或蓝光盘(BD)TM)、闪存器件、存储卡等中的一个或多个。

[0073] 虽然已参照示例性实施例描述了本发明,但应理解,本发明不限于公开的示例性实施例。以下的权利要求的范围应被赋予最宽的解释以包含所有的变更方式以及等同的结构和功能。

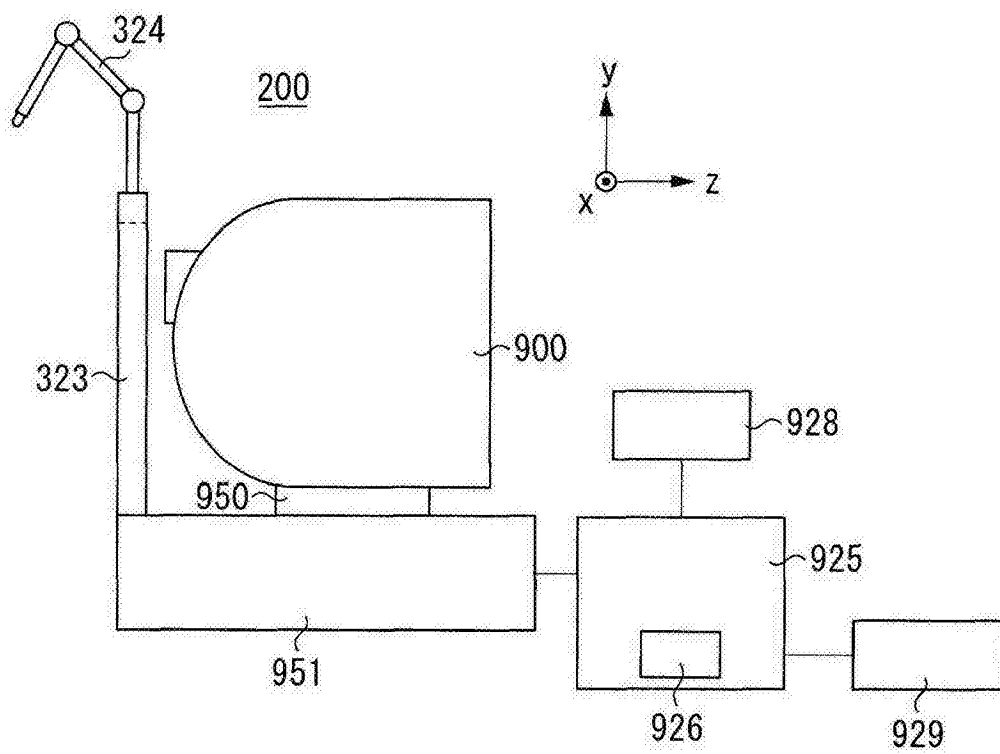


图 1

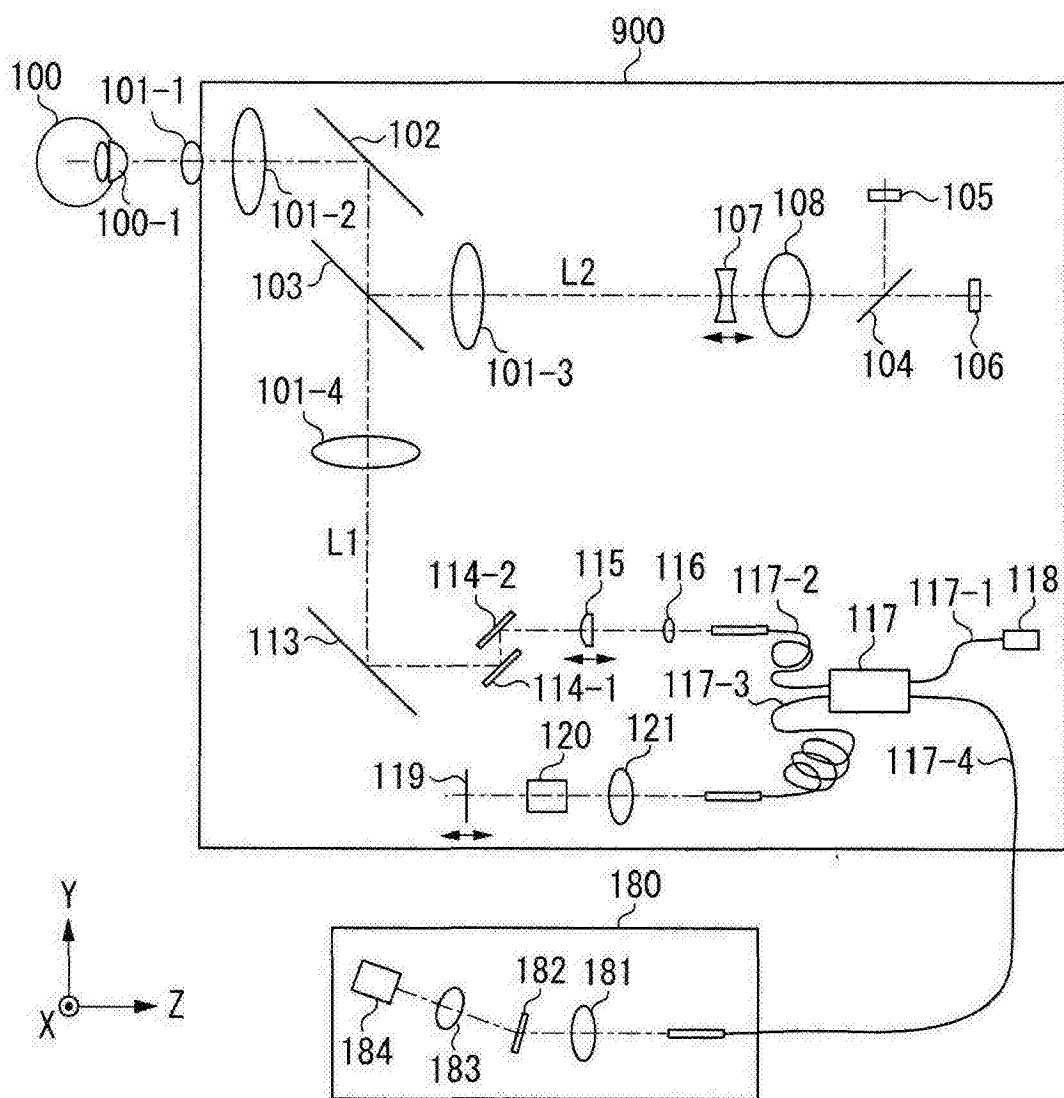


图 2

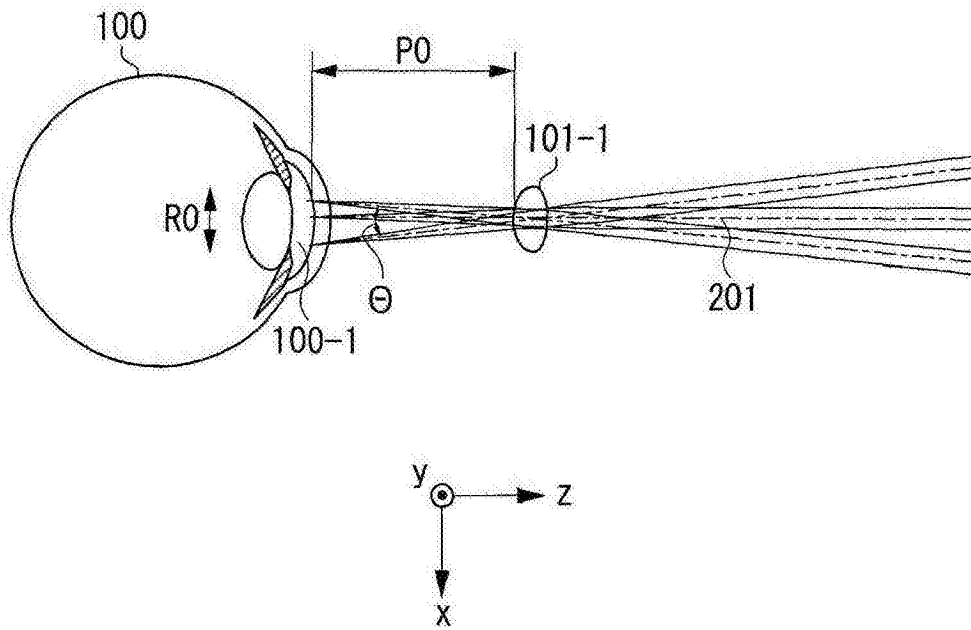


图 3

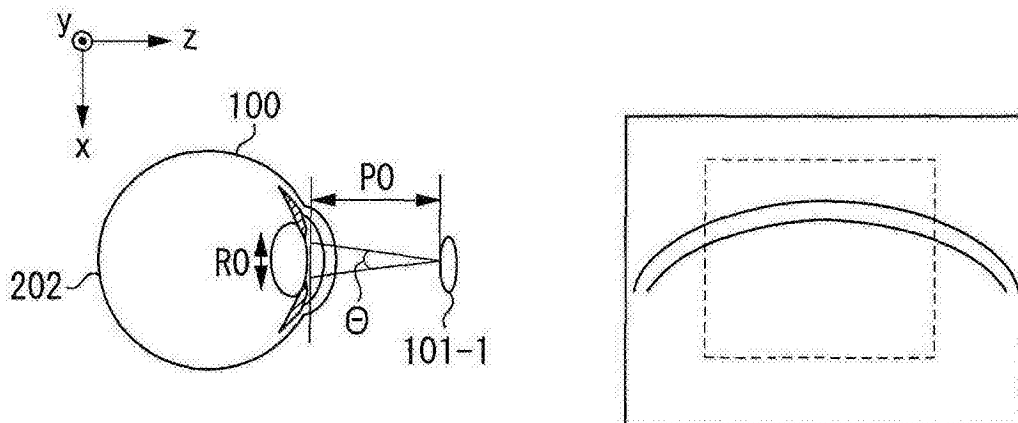


图 4A

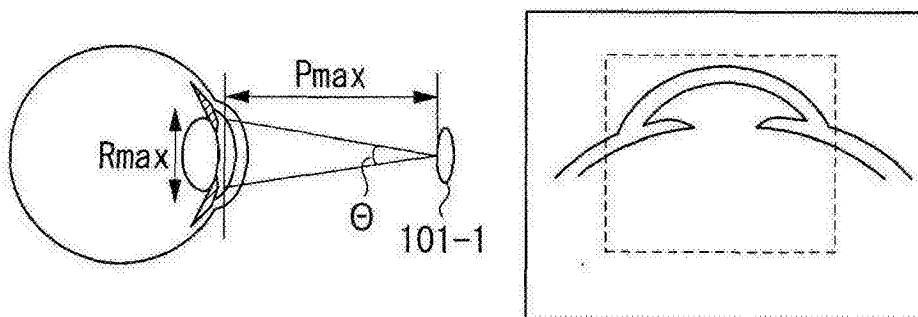


图 4B

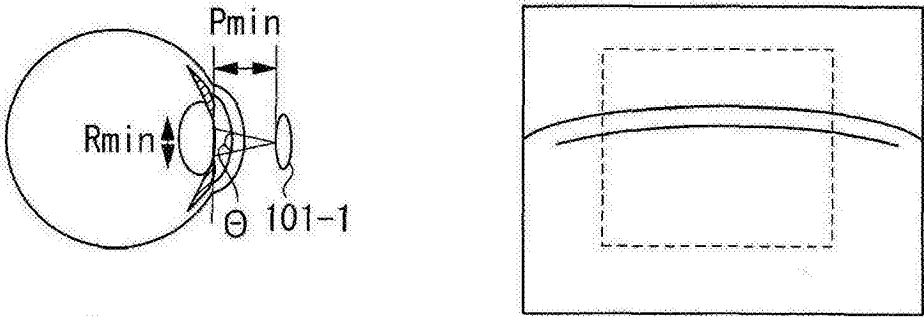


图 4C

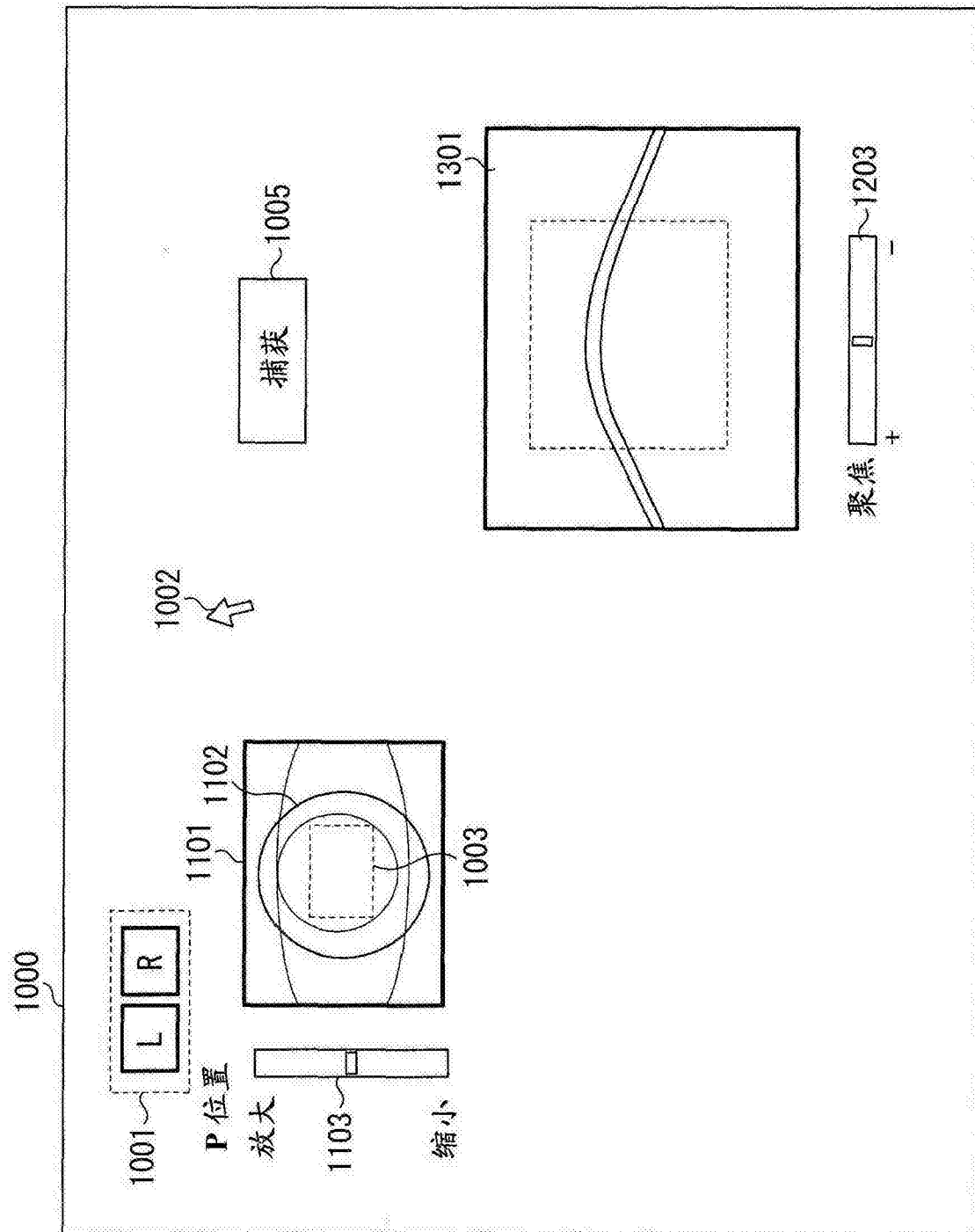


图 5

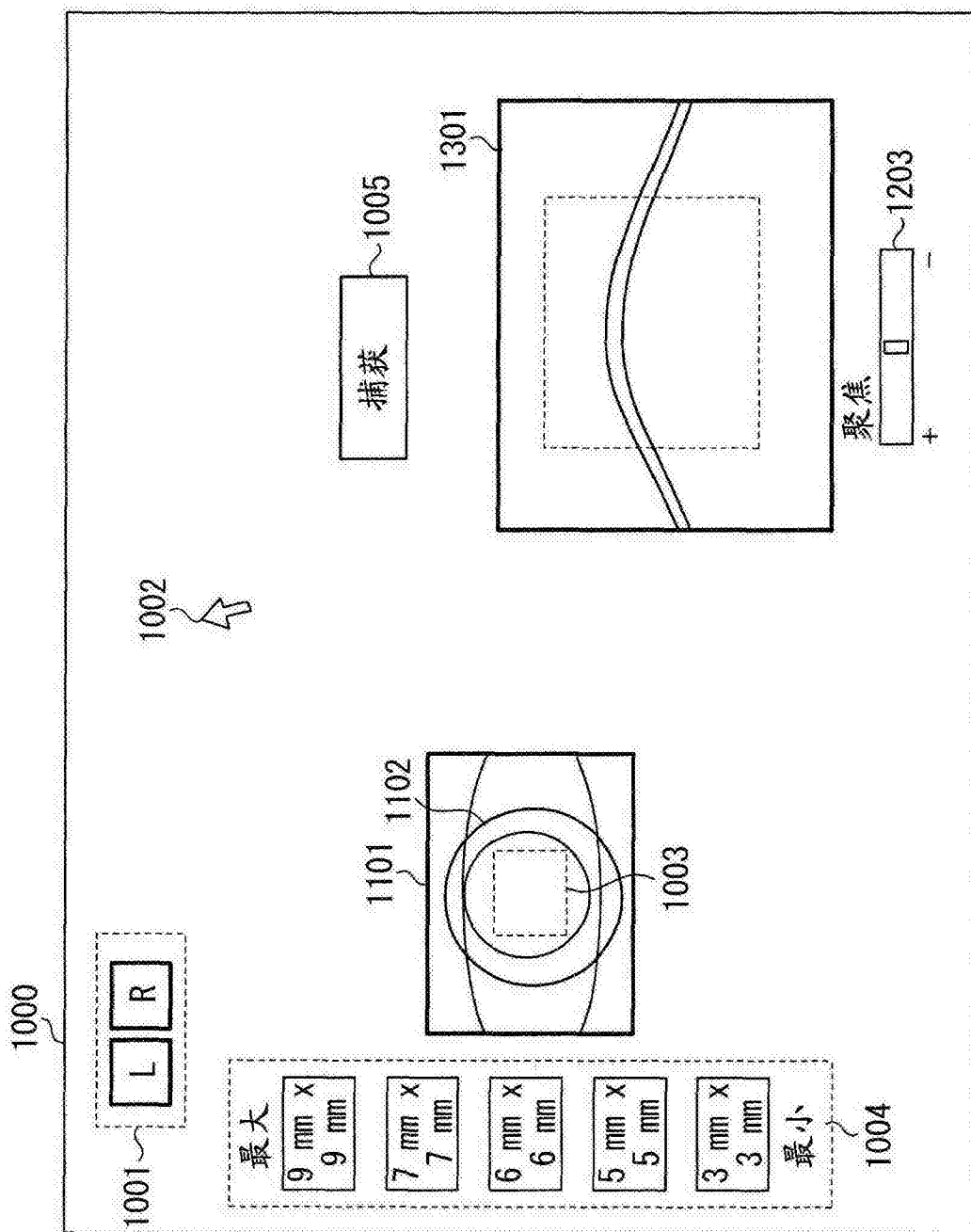


图 6

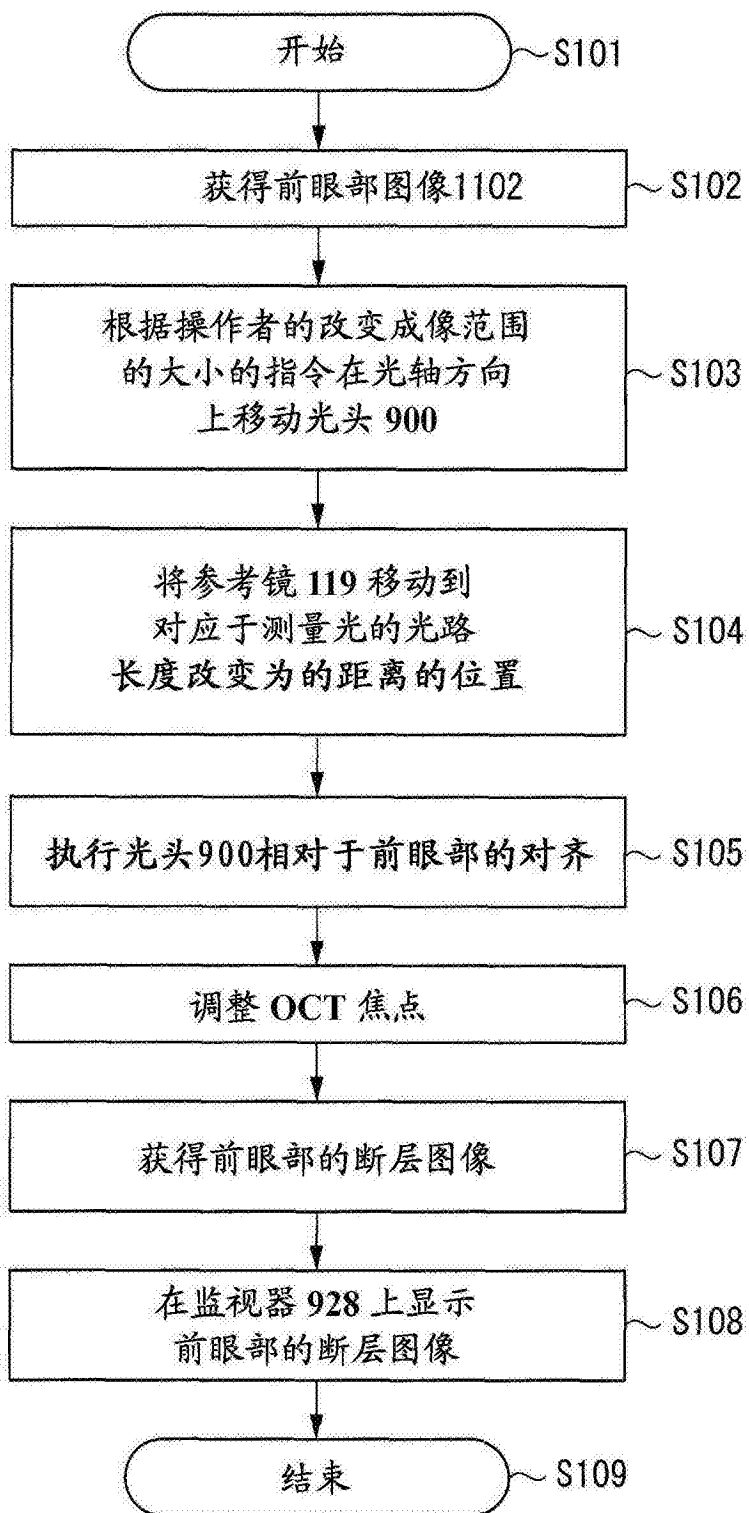


图 7

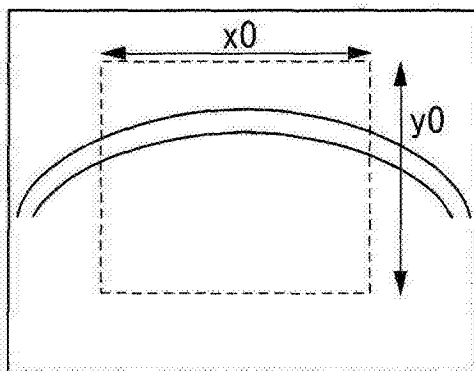


图 8A

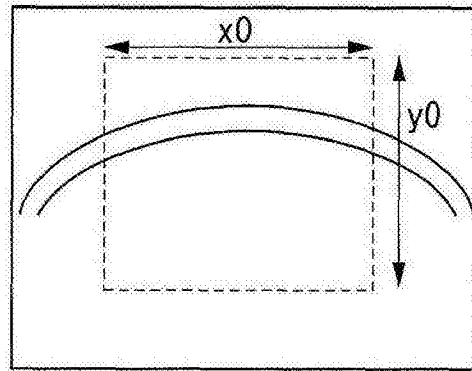


图 8B

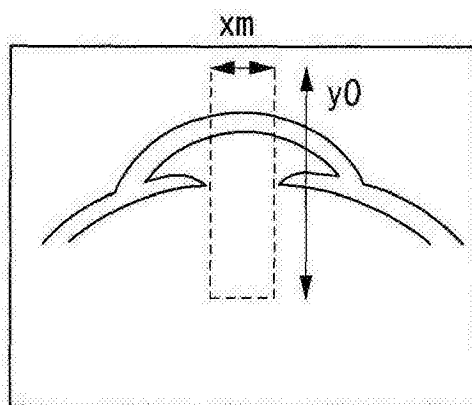


图 8C

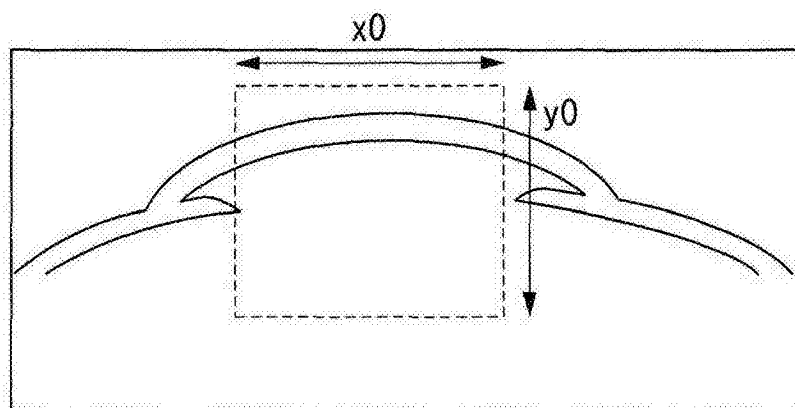


图 8D

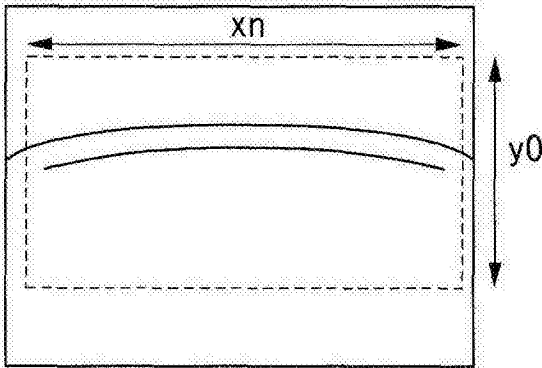


图 8E

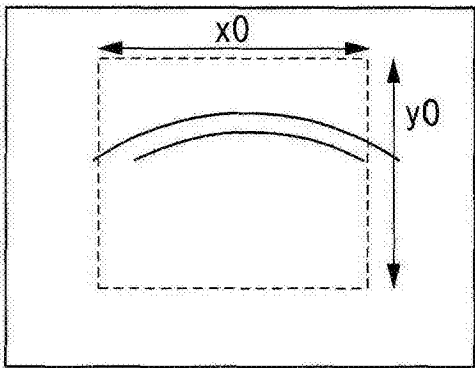


图 8F

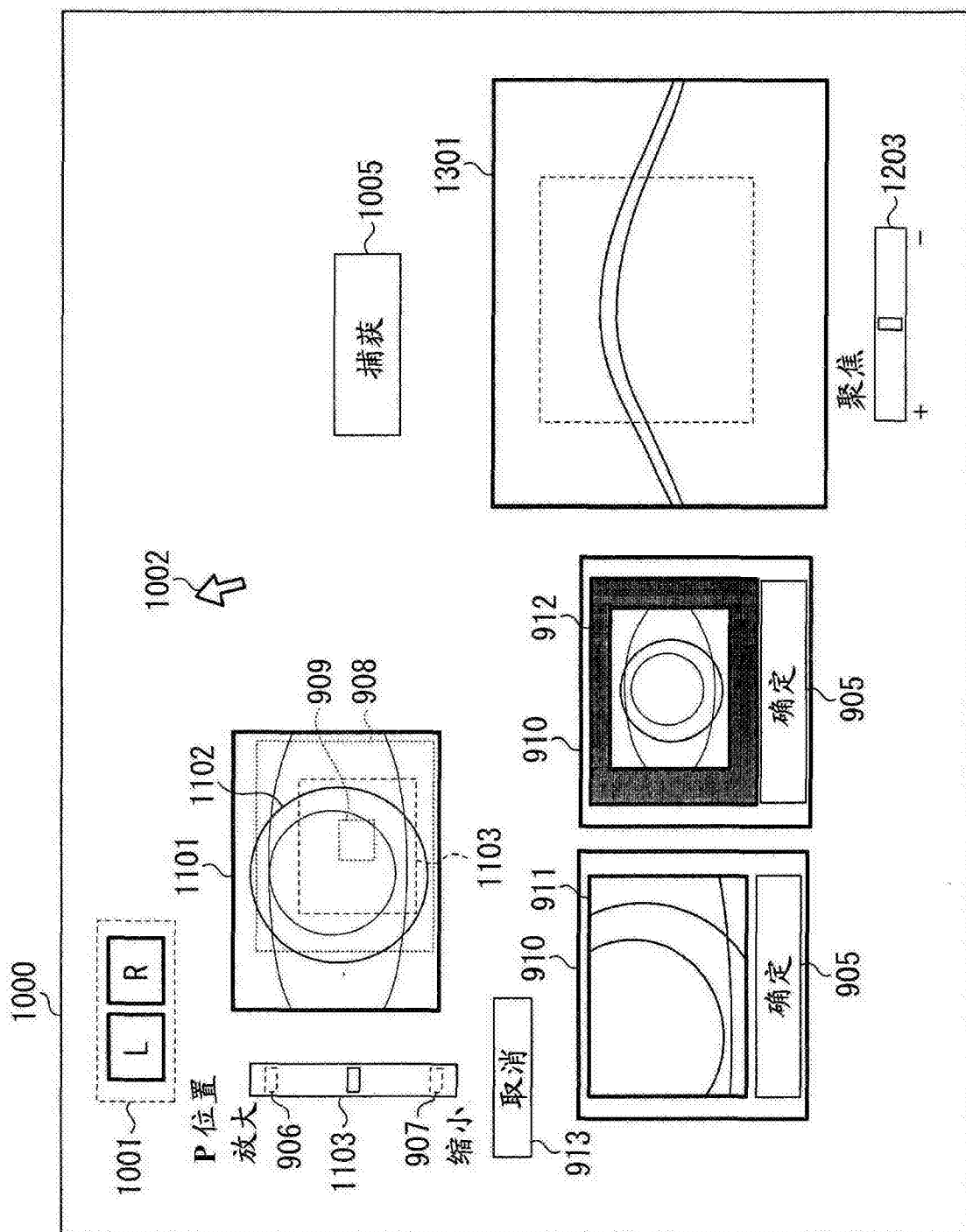


图 9