



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103799973 A

(43) 申请公布日 2014. 05. 21

(21) 申请号 201310553109. 3

(22) 申请日 2013. 11. 08

(30) 优先权数据

2012-247753 2012. 11. 09 JP

(71) 申请人 佳能株式会社

地址 日本东京都大田区下丸子 3-30-2

(72) 发明人 嵯峨野治 川濑大辅

(74) 专利代理机构 北京怡丰知识产权代理有限公司

11293

代理人 迟军 李艳丽

(51) Int. Cl.

A61B 3/15(2006. 01)

A61B 3/12(2006. 01)

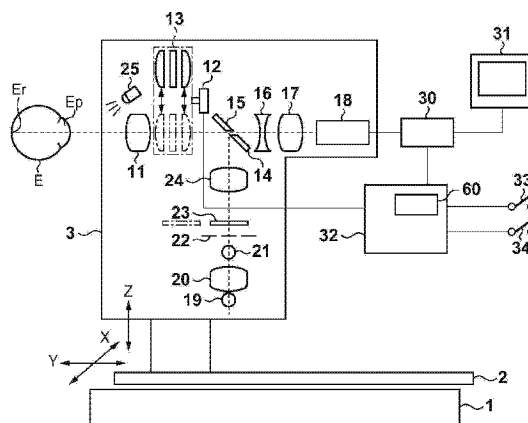
权利要求书3页 说明书10页 附图12页

(54) 发明名称

眼科装置及对准确定方法

(57) 摘要

本发明提供一种眼科装置及对准确定方法。该眼科装置使用通过分割棱镜获得的被检眼的前眼部的观察图像确定与所述被检眼的对准是否完成,该眼科装置基于所述观察图像中的、瞳孔图像在与所述分割棱镜的边界平行并且距所述边界等距的线对中的各线上的位置,确定对准是成功还是失败。该眼科装置针对距所述边界距离不同的多个线对确定对准是成功还是失败,并基于所获得的确定结果确定所述对准是否完成。



1. 一种眼科装置的对准确定方法,所述眼科装置使用通过分割棱镜获得的被检眼的前眼部的观察图像确定与所述被检眼的对准是否完成,所述对准确定方法包括:

判定步骤,基于所述观察图像中的、瞳孔图像在与所述分割棱镜的边界平行并且距所述边界等距的线对中的各线上的位置,确定对准是成功还是失败;以及

确定步骤,基于通过针对距所述边界距离不同的多个线对执行所述判定步骤而获得的确定结果,确定所述对准是否完成。

2. 根据权利要求1所述的对准确定方法,其中,在所述确定步骤中,以从距离所述边界最近的所述线对开始的顺序执行所述判定步骤,当获得的确定结果为成功时确定所述对准完成,并且不针对剩余的线对执行所述判定步骤。

3. 根据权利要求1所述的对准确定方法,其中,在所述确定步骤中,在通过针对所述多个线对的全部执行所述判定步骤而获得的多个确定结果中的至少一个为成功的情况下,确定所述对准完成。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的对准确定方法,其中,在所述确定步骤中,在针对所述多个线对的全部确定所述对准不成功的情况下,确定所述对准未完成。

5. 根据权利要求1至3中任一项所述的对准确定方法,其中,在所述多个线对中,线对中的线到相邻线对中的线的距离大于由前眼部照明产生的反射图像的估计尺寸。

6. 根据权利要求1至3中任一项所述的对准确定方法,其中,在所述判定步骤中,基于瞳孔图像呈现在所述观察图像的所述线对中的各线上的边缘位置以及所述观察图像中分割中心的位置,确定对准是成功还是失败。

7. 根据权利要求1至3中任一项所述的对准确定方法,所述对准确定方法还包括:

在从所述观察图像中检测到的由前眼部照明产生的两个反射图像的位置相对于所述分割中心为非对称的情况下,确定所述对准未完成的步骤。

8. 根据权利要求1至3中任一项所述的对准确定方法,所述对准确定方法还包括:

基于所述观察图像中的瞳孔图像的尺寸,确定所述对准是否完成的步骤。

9. 一种眼科装置的对准确定方法,所述眼科装置使用通过分割棱镜获得的被检眼的前眼部的观察图像确定与所述被检眼的对准是否完成,所述对准确定方法包括:

检测步骤,从所述观察图像中检测由前眼部照明产生的反射图像;

设置步骤,在所述观察图像中,以与所述反射图像不交叠的方式设置线与所述分割棱镜的边界平行且距所述边界等距的线对;以及

判定步骤,基于所述观察图像中的、瞳孔图像在所述设置步骤中设置的所述线对中的各线上的位置,确定所述对准是否完成。

10. 根据权利要求9所述的对准确定方法,其中,在所述设置步骤中,从预先准备的并且距所述边界距离不同的多个不同线对中选择单个线对。

11. 根据权利要求10所述的对准确定方法,其中,在所述多个线对中,线对中的线到相邻线对中的线的距离大于由前眼部照明产生的反射图像的估计尺寸。

12. 根据权利要求10所述的对准确定方法,其中,在所述判定步骤中,基于瞳孔图像呈现在所述观察图像的所述线对中的各线上的边缘位置以及所述观察图像中分割中心的位置,确定对准是成功还是失败。

13. 根据权利要求10所述的对准确定方法,所述对准确定方法还包括:

在从所述观察图像中检测到的由前眼部照明产生的两个反射图像的位置相对于所述分割中心为非对称的情况下,确定所述对准未完成的步骤。

14. 根据权利要求 10 所述的对准确定方法,所述对准确定方法还包括:

基于所述观察图像中的瞳孔图像的尺寸,确定所述对准是否完成的步骤。

15. 一种眼科装置的对准确定方法,所述眼科装置使用通过分割棱镜获得的被检眼的前眼部的观察图像确定与所述被检眼的对准是否完成,所述对准确定方法包括:

计算步骤,计算所述观察图像中的瞳孔图像的、由所述分割棱镜的边界分离的两个瞳孔区域的各重心;以及

判定步骤,基于所述观察图像中的、在所述计算步骤中计算出的两个重心的位置以及所述观察图像中分割中心的位置,确定所述对准是否完成。

16. 根据权利要求 15 所述的对准确定方法,其中,在所述计算步骤中,使用所述观察图像中的、瞳孔图像呈现在由与所述分割棱镜的边界平行并且距所述边界等距的一组线包围的范围中的区域,计算所述两个重心。

17. 根据权利要求 15 或 16 所述的对准确定方法,所述对准确定方法还包括:

检测步骤,从所述观察图像中检测由前眼部照明产生的反射图像,

其中,在所述检测步骤中检测到所述反射图像的情况下执行所述计算步骤和所述判定步骤,而在所述检测步骤中未检测到所述反射图像的情况下,基于所述观察图像中的、瞳孔图像在与所述分割棱镜的边界平行并且距所述边界等距的线对中的各线上的位置,确定对准是成功还是失败。

18. 根据权利要求 15 或 16 所述的对准确定方法,所述对准确定方法还包括:

在从所述观察图像中检测到的由前眼部照明产生的两个反射图像的位置相对于所述分割中心为非对称的情况下,确定所述对准未完成的步骤。

19. 根据权利要求 15 或 16 所述的对准确定方法,所述对准确定方法还包括:

基于所述观察图像中的瞳孔图像的尺寸,确定所述对准是否完成的步骤。

20. 一种眼科装置,该眼科装置使用通过分割棱镜获得的被检眼的前眼部的观察图像确定与所述被检眼的对准是否完成,所述眼科装置包括:

判定单元,其被配置为基于所述观察图像中的、瞳孔图像在与所述分割棱镜的边界平行并且距所述边界等距的线对中的各线上的位置,确定对准是成功还是失败;以及

确定单元,其被配置为基于所述判定单元针对距所述边界距离不同的多个线对的确定结果,确定所述对准是否完成。

21. 根据权利要求 20 所述的眼科装置,所述眼科装置还包括:

被配置为在从所述观察图像中检测到的由前眼部照明产生的两个反射图像的位置相对于所述分割中心为非对称的情况下,确定所述对准未完成的单元。

22. 一种眼科装置,该眼科装置使用通过分割棱镜获得的被检眼的前眼部的观察图像来确定与所述被检眼的对准是否完成,所述眼科装置包括:

检测单元,其被配置为从所述观察图像中检测由前眼部照明产生的反射图像;

设置单元,其被配置为在所述观察图像中,以与所述反射图像不交叠的方式设置线与所述分割棱镜的边界平行且距所述边界等距的线对;以及

判定单元,其被配置为基于所述观察图像中的、瞳孔图像在由所述设置单元设置的所

述线对中的各线上的位置,确定所述对准是否完成。

23. 根据权利要求 22 所述的眼科装置,所述眼科装置还包括:

被配置为在从所述观察图像中检测到的由前眼部照明产生的两个反射图像的位置相对于所述分割中心为非对称的情况下,确定所述对准未完成的单元。

24. 一种眼科装置,该眼科装置使用通过分割棱镜获得的被检眼的前眼部的观察图像来确定与所述被检眼的对准是否完成,所述眼科装置包括:

计算单元,其被配置为计算所述观察图像中的瞳孔图像的、由所述分割棱镜的边界分离的两个瞳孔区域的重心;以及

判定单元,其被配置为基于所述观察图像中的、由所述计算单元计算出的两个重心的位置以及所述观察图像中分割中心的位置,确定与所述被检眼的对准是否完成。

25. 根据权利要求 24 所述的眼科装置,所述眼科装置还包括:

检测单元,其被配置为从所述观察图像中检测由前眼部照明产生的反射图像,

其中,在所述检测单元检测到所述反射图像的情况下,所述计算单元和所述判定单元确定对准是否完成,而在所述检测单元未检测到所述反射图像的情况下,基于所述观察图像中的、瞳孔图像在与所述分割棱镜的边界平行并且距所述边界等距的线对中的各线上的位置,确定对准是成功还是失败。

26. 根据权利要求 24 或 25 所述的眼科装置,所述眼科装置还包括:

被配置为在从所述观察图像中检测到的由前眼部照明产生的两个反射图像的位置相对于所述分割中心为非对称的情况下,确定所述对准未完成的单元。

眼科装置及对准确定方法

技术领域

[0001] 本发明涉及在眼科医院等使用的眼科装置及其对准确定方法。

背景技术

[0002] 通常,当使用眼底照相机观察被检眼的前眼部时,将辅助透镜光学系统插入到光路中,并且执行包括针对瞳孔调整摄像光轴、调整物镜与被检眼之间的工作距离的对准等。当确定对准完成时,将辅助透镜光学系统从光路中撤出,然后对眼底进行观察、聚焦以及摄像。通常,当观察前眼部时,用作辅助透镜光学系统的图像分离棱镜(分割棱镜)被插入到观察光学系统的光路中,并且观察前眼部图像(前眼分割图像)的用户确定被检眼与装置的光学系统之间的对准是成功还是失败(日本特开 2003-245253 号公报)。还提出了在观察前眼部时对前眼部进行摄像,并且在基于得到的图像信号完成对准时自动检测。

[0003] 然而,当使用如上所述的眼底照相机观察前眼部的同时处理前眼部的图像信号时,存在如下情况:由于前眼部照明产生的反射光的影响,瞳孔的检测或对准完成的检测(即,对准确定)失败。在这种情况下,眼底照相机无法自动从前眼部观察状态转变到眼底观察状态,使得操作者需要亲自确定前眼对准,并从前眼部观察状态手动地切换到眼底观察状态。这阻碍了眼底照相机的平稳操作。

发明内容

[0004] 本实施例提供一种能够自动且确实地确定前眼部对准是否完成的眼底照相机。

[0005] 根据本发明的一个方面,提供一种眼科装置的对准确定方法,所述眼科装置使用通过分割棱镜获得的被检眼的前眼部的观察图像来确定与所述被检眼的对准是否完成,所述对准确定方法包括:判定步骤,基于所述观察图像中的、瞳孔图像在与所述分割棱镜的边界平行并且距所述边界等距的线对各线上的位置,确定对准是成功还是失败;以及确定步骤,基于通过针对距所述边界距离不同的多个线对执行所述判定步骤而获得的确定结果,确定所述对准是否完成。

[0006] 此外,根据本发明的另一方面,提供一种眼科装置的对准确定方法,所述眼科装置使用通过分割棱镜获得的被检眼的前眼部的观察图像来确定与所述被检眼的对准是否完成,所述对准确定方法包括:检测步骤,从所述观察图像中检测由前眼部照明产生的反射图像;设置步骤,在所述观察图像中,以与所述反射图像不交叠的方式设置线与所述分割棱镜的边界平行且距所述边界等距的线对;以及判定步骤,基于所述观察图像中的、瞳孔图像在所述设置步骤中设置的所述线对中的各线上的位置,确定所述对准是否完成。

[0007] 此外,根据本发明的再一方面,提供一种眼科装置的对准确定方法,所述眼科装置使用通过分割棱镜获得的被检眼的前眼部的观察图像来确定与所述被检眼的对准是否完成,所述对准确定方法包括:计算步骤,计算所述观察图像中的瞳孔图像的、由所述分割棱镜的边界分离的两个瞳孔区域的重心;以及判定步骤,基于所述观察图像中在所述计算步骤中计算出的两个重心的位置以及所述观察图像中分割中心的位置,确定所述对准是否

完成。

[0008] 此外,根据本发明的又一方面,提供一种眼科装置,该眼科装置使用通过分割棱镜获得的被检眼的前眼部的观察图像来确定与所述被检眼的对准是否完成,所述眼科装置包括:判定单元,其被配置为基于所述观察图像中的、瞳孔图像在与所述分割棱镜的边界平行并且距所述边界等距的线对各线上的位置,确定对准是成功还是失败;以及确定单元,其被配置为基于所述判定单元针对距所述边界距离不同的多个线对的确定结果,确定所述对准是否完成。

[0009] 此外,根据本发明的又一方面,提供一种眼科装置,该眼科装置使用通过分割棱镜获得的被检眼的前眼部的观察图像来确定与所述被检眼的对准是否完成,所述眼科装置包括:检测单元,其被配置为从所述观察图像中检测由前眼部照明产生的反射图像;设置单元,其被配置为在所述观察图像中,以与所述反射图像不交叠的方式设置线与所述分割棱镜的边界平行且距所述边界等距的线对;以及判定单元,其被配置为基于所述观察图像中的、瞳孔图像在由所述设置单元设置的所述线对中的各线上的位置,确定所述对准是否完成。

[0010] 此外,根据本发明的又一方面,提供一种眼科装置,该眼科装置使用通过分割棱镜获得的被检眼的前眼部的观察图像来确定与所述被检眼的对准是否完成,所述眼科装置包括:计算单元,其被配置为计算所述观察图像中的瞳孔图像的、由所述分割棱镜的边界分离的两个瞳孔区域的各重心;以及判定单元,其被配置为基于所述观察图像中由所述计算单元计算出的两个重心的位置以及所述观察图像中分割中心的位置,确定与所述被检眼的对准是否完成。

[0011] 通过以下参照附图对示例性实施例的描述,本发明的其他特征将变得清楚。

附图说明

[0012] 图 1 是例示根据实施例的眼底照相机的配置的示例的图。

[0013] 图 2 是前眼部分割棱镜的主视图。

[0014] 图 3 是前眼部图像被投影到的监视器的主视图。

[0015] 图 4A 至图 4D 是示出前眼观察期间的瞳孔位置以及对准状态的图。

[0016] 图 5 是例示根据第一实施例的前眼部对准确定处理的流程图。

[0017] 图 6 是例示根据第一实施例的前眼部对准确定处理的流程图。

[0018] 图 7 是例示根据第一实施例的对准确定的图。

[0019] 图 8 是例示根据第二实施例的前眼部对准确定处理的流程图。

[0020] 图 9A 和图 9B 是例示根据第二实施例的对准确定的图。

[0021] 图 10 是例示根据第三实施例的对准确定的图。

[0022] 图 11 是例示根据第三实施例的前眼部对准确定处理的流程图。

[0023] 图 12 是例示根据第四实施例的前眼部对准确定处理的流程图。

[0024] 图 13 是例示根据第五实施例的前眼部对准确定处理的流程图。

[0025] 图 14 是例示根据第五实施例的对准确定的图。

具体实施方式

[0026] 下面将详细描述本发明的实施例。虽然下面的实施例以眼底照相机为例进行描述,但本发明不特别限于此,并且可以应用于使用通过分割棱镜获得的被检眼的前眼部的观察图像来确定对准是否完成的任何眼科装置。例如,本发明显然可应用于诸如 OCT(光学相干断层成像术)装置、眼压计等的眼科摄像装置 / 测量设备。

[0027] 第一实施例

[0028] 图 1 是例示根据第一实施例的眼底照相机的配置的示例的图。在基座 1 上安装能够前后左右(X-Y 方向)移动的水平部移动台 2,并且光学系统本体 3 被配设在水平部移动台 2 上以能够上下移动(Z 方向)。

[0029] 在光学系统本体 3 中,在与被检眼 E 相对的物镜 11 的光轴上布置有能够由驱动单元 12 移入或移出光路的辅助透镜光学系统 13 以及穿孔镜 14。此外,在物镜 11 的光轴上布置有配设在穿孔镜 14 的孔中的摄像光阑 15、能够沿光轴移动的聚焦透镜 16、摄像透镜 17 以及摄像单元 18。

[0030] 在照明被检眼 E 的照明光学系统的光路上布置有观察光源 19、聚光透镜 20、发射闪光的摄像光源 21、具有环状开口的光阑 22、被布置为可插入 / 可撤出并且遮挡红外光的红外光截止滤光器 23 以及中继透镜 24。由从发射固定红外光的观察光源 19 到穿孔镜 14 的这些光学组件的阵列构成摄像光学系统。此外,用于照明被检眼的前眼部的红外光源 25 配设在物镜 11 附近,并且作为结果构成前眼部照明单元。注意,红外光源 25 例如由发射红外光的红外 LED 等构成。

[0031] 摄像单元 18 的输出连接至具有存储图像数据、进行计算控制等功能的图像控制单元 30。图像控制单元 30 的输出连接到监视器 31,此外,操作 / 显示控制单元 32 的输出连接到图像控制单元 30。操作 / 显示控制单元 32 包括用于基于从摄像单元 18 获得的观察图像自动确定与被检眼的对准是成功还是失败的对准确定单元 60。在对准确定单元 60 确定对准成功的情况下,操作 / 显示控制单元 32 识别出对准完成。操作 / 显示控制单元 32 使用驱动单元 12 来使辅助透镜光学系统 13 从物镜 11 的光轴撤出,并将观察状态从前眼部观察状态自动地改变到眼底观察状态。假定操作 / 显示控制单元 32 包括 CPU(未示出)并且通过 CPU 执行预定程序来实现对准确定单元 60;然而,本实施例不限于此,并且例如可以采用 FPGA 来替代该配置。经由发光控制单元(未示出)使摄像光源 21 发光的摄像开关 33、前眼 / 眼底切换开关 34 以及驱动单元 12 连接到操作 / 显示控制单元 32。

[0032] 如图 2 所示,辅助透镜光学系统 13 配设有在中心区域的上半部 40a 与下半部 40b 之间斜率不同的分割棱镜 40,并且该分割棱镜 40 被配置为将左右光线分别偏转。对准标记 40c 被形成在分割棱镜 40 的背面。在摄像期间,操作者令被检者坐在眼底照相机的前面,并在使用红外光观察前眼部的同时首先粗略地定位(对准)被检眼 E 与眼底照相机。因此,紧接开启电源之后,操作 / 显示控制单元 32 自动驱动驱动单元 12 以将辅助透镜光学系统 13 插入到光路中,并且还开启用于照明前眼部的红外光源 25。这将眼底照相机设置为前眼部观察状态。

[0033] 接下来,操作者使用操作单元(未示出)调整聚焦透镜 16,使得分割棱镜 40 上的对准标记 40c 完全聚焦到监视器 31 上。这里,通过将聚焦透镜 16 配置为在前眼部观察状态下自动移动到预定位置能够进一步提高可用性。

[0034] 在前眼部观察状态下,红外光截止滤光器 23 被撤出到光路外部。图 3 例示了由摄

像单元 18 拍摄的前眼部观察图像 Ef' 。在被检眼与光学系统之间的工作距离因分割棱镜 40 的影响而不正确的情况下,瞳孔的上半部的图像 40a' 与瞳孔的下半部的图像 40b' 将会水平偏移(skew)。然后,操作者将被检眼与眼底照相机在垂直和水平方向上对准,使得瞳孔的中心与分割中心 O 相匹配。虽然本实施例描述了由操作者进行实际对准操作的示例,但应当注意本发明不限于此。例如,眼底照相机可以通过处理由摄像单元 18 获得的前眼部观察图像来自动执行对准。

[0035] 图 4A 至图 4D 是例示瞳孔位置与对准状态的图,并且仅例示了图 3 所示的瞳孔区域。从图 4A 可以看出上下瞳孔区域水平偏移,并且工作距离的调整不充分。在图 4B 中,工作距离正确,但是瞳孔中心从分割中心 O 向左偏移。在图 4C 中,工作距离以及水平对准正确,但瞳孔中心从分割中心 O 向下偏移。图 4D 例示了瞳孔中心位于分割中心并且分割棱镜 40 未引起偏移的状态,因此对准正确(即,对准完成)。

[0036] 对准确定单元 60 通过分析作为由摄像单元 18 经由分割棱镜 40 拍摄的前眼部观察图像的前眼分割图像,来针对前眼部观察图像 Ef' 确定前眼部对准是成功还是失败。接下来,将描述由对准确定单元 60 进行的、用于确定前眼部对准是成功还是失败的方法。图 5 是例示根据本实施例的前眼部对准确定方法的流程图。

[0037] 对准确定单元 60 从摄像单元 18 获得前眼部的观察图像(S501),并确定瞳孔中心是否位于分割中心(或位于距分割中心预定范围内)(S502)。在确定瞳孔中心不位于分割中心的情况下,假定确定失败并且处理结束(步骤 S502 中“否”;S507)。另一方面,在确定瞳孔中心位于分割中心的情况下,对准确定单元 60 从观察图像中检测瞳孔(步骤 S502 “是”;S503)。当检测到瞳孔时,对准确定单元 60 将观察图像二值化。虽然可以使用预定阈值来执行二值化,但也可以计算诸如观察图像的平均值、直方图等图像信息,然后可以基于这些信息来设置二值化的阈值。

[0038] 接下来,确定从二值化观察图像中检测到的瞳孔的尺寸,并且确定观察图像中的瞳孔是否为小瞳孔(S504)。在观察图像中的瞳孔的尺寸小于预定尺寸的情况下,假定确定失败并结束处理(步骤 S504 中“NG”;S507)。虽然可以通过计算二值化瞳孔区域的表面积来实现该确定,但也可以如下执行该确定。首先,获得以下内容:

[0039] (1) 上部分割图像中的瞳孔的水平宽度的最大值;

[0040] (2) 上部分割图像中瞳孔距离分割中心的高度;

[0041] (3) 下部分割图像中的瞳孔的水平宽度的最大值;以及

[0042] (4) 下部分割图像中瞳孔距离分割中心的高度。

[0043] 然后确定(1)和(3)中的任何一者、以及(2)与(4)的和是否大于给定的瞳孔直径。在瞳孔的尺寸小于给定瞳孔直径的情况下,假定确定失败并结束处理(步骤 S504 中“NG”;S507)。请注意,例如,最大值、高度以及瞳孔直径可以被表示为像素值。

[0044] 在观察图像(分割图像)中的瞳孔的尺寸大于或等于预定尺寸的情况下,对准确定单元 60 进行对准确定(步骤 S504 中“OK”;S505)。接下来,将参照图 6 中的流程图详细描述在步骤 S505 中执行的对准确定。

[0045] 如图 7 所示,在根据第一实施例的对准确定中,在前眼部观察图像中设置线对 [11, 12] 以及线对 [13, 14],线对 [11, 12] 以及线对 [13, 14] 与分割棱镜的边界(前眼分割位置 71) 平行并且这些线对各线距边界等距。请注意,线对 [11, 12] 距边界的距离不同

于线对 [13, 14] 距边界的距离, 并且与线对 [13, 14] 相比, 线对 [[11, 12] 距边界更近。基于瞳孔图像在线对各线中的位置确定对准是成功还是失败。请注意, 基于瞳孔图像的边缘在线中的位置来检测瞳孔图像在该线中的位置, 如下详述。接下来, 将参照图 6 中的流程图来描述基于线对中的瞳孔边缘位置来确定对准是成功还是失败。

[0046] 首先, 对准确定单元 60 设置如图 7 中指示的线对 [11, 12] (S601)。接下来, 对准确定单元 60 根据针对线对各线切出的二值化图像数据, 在线上检测瞳孔的边缘, 并且基于检测到的位置计算评价值 (S602)。更具体地, 如下执行。

[0047] 如图 7 所示, 瞳孔在线 11 上的边缘位置取为 P1 和 P2, 瞳孔在线 12 上的边缘位置取为 P3 和 P4。这里, 点 P_i 的坐标取为 (x_i, y_i) 。此外, 在设计上, 作为前眼部分割图像的中心位置的分割中心被设置为点 0 (x_0, y_0)。基于瞳孔在线 11 和线 12 上的边缘位置, 通过下面的公式 1-6 计算评价值。

[0048] 瞳孔长度(下): $a_1 = x_4 - x_3$ (公式 1)

[0049] 水平方向上的偏移量 1: $a_2 = x_3 - x_1$ (公式 2)

[0050] 水平方向上的偏移量 2: $a_3 = x_4 - x_2$ (公式 3)

[0051] 瞳孔长度(上): $a_4 = x_2 - x_1$ (公式 4)

[0052] 距中心的偏移量: $a_5 = x_0 - (x_1 + x_2) / 2$ (公式 5)

[0053] 距中心的偏移量: $a_6 = (x_3 + x_4) / 2 - x_0$ (公式 6)

[0054] 接下来, 对准确定单元 60 使用评价值 a_1 至 a_6 确定是否满足由下面的公式 7-11 所指示的所有条件 (S603), 并且在满足所有条件的情况下确定对准成功 (步骤 S603 中“是”; S608)。

[0055] $-1 \leq a_2 \leq +1$ [像素] (公式 7)

[0056] $-1 \leq a_3 \leq +1$ [像素] (公式 8)

[0057] $-1 \leq a_5 \leq +1$ [像素] (公式 9)

[0058] $-1 \leq a_6 \leq +1$ [像素] (公式 10)

[0059] $-1 \leq a_4 - a_1 \leq +1$ [像素] (公式 11)

[0060] 另一方面, 在不满足由公式 7-11 所指示的条件中的任一者的情况下, 确定结果指示失败, 并且对准确定单元 60 使用其他线对 [13, 14] 进行相同的评价计算和确定处理 (步骤 S603 “否”; S604、S605、S606)。在满足由公式 7-11 所指示的所有条件的情况下, 确定对准成功 (步骤 S606 中“是”; S608)。另一方面, 在使用线对 [13, 14] 不满足由公式 7-11 所指示的条件中的任一者的情况下 (即, 在失败的情况下), 对准确定单元 60 确定对准不正确 (步骤 S606 “否”; S607)。请注意, 在本实施例中, 在针对线对 [11, 12] 的确定失败的情况下, 使用线对 [13, 14] 再执行一次确定。结果, 即使例如由前眼部照明产生的反射图像呈现在线对 [11, 12] 上, 并且错误地检测到瞳孔区域的边缘位置 P1 和 P2, 然后还使用其他线对执行确定, 这使得能够不受到前眼部照明的影响进行确定。

[0061] 期望相邻的线对之间的间隔, 换言之, 11 与 13 之间的距离以及 12 与 14 之间的距离略大于在图像上出现前眼部照明的情况下的估计的光斑 (spot) 尺寸 (即, 反射图像的尺寸)。这使得线对 [11, 12] 和线对 [13, 14] 中的一者能够避免受到反射图像的影响, 因此仅需设置两个线对。然而, 如果从分割棱镜的边界到线对的距离太大, 则瞳孔呈圆形, 并且检测到 P1 和 P4 的位置将极易受其曲率因素的影响而变化。因此, 优选地, 从分割棱镜的边界

到线对的距离不过于大。

[0062] 虽然上面说明了设置两个线对的示例,但也可以设置三个或更多个线对。在这种情况下,虽然相邻线对的间隔能够被设置为小于反射图像的尺寸,但至少距边界最近的线对与距离边界最远的线对之间的间隔被设置为大于反射图像的尺寸。此外,在这种情况下,鉴于上述瞳孔曲率因素的影响,优选地,以距分割棱镜的边界最近的线对开始确定对准是成功还是失败。使用所设置的线对依次确定对准是成功还是失败,并且当获得了指示成功的确定结果时,确定对准完成;因此,不对剩余的线对进行确定。在即使使用所有线对确定了对准是成功还是失败之后也未获得指示成功的确定结果的情况下,确定对准未完成。

[0063] 虽然在本实施例中在使用第一线对执行的确定指示失败的情况下使用第二线对执行确定,但也可以针对两个线对计算出的评价值并使用这些评价值来执行确定。同样在这种情况下,线对的数量也不限于两个,可以使用三个或更多个线对计算评价值,并且基于这些评价值执行对准确定。在对准成功或失败的确定中的任一者指示了成功对准的情况下,操作/显示控制单元 32 确定对准完成。相反,在所有确定结果指示了失败的情况下,操作/显示控制单元 32 确定对准未完成。

[0064] 在图 5 例示的流程图中,当对准确定结果指示成功时,操作/显示控制单元 32 确定对准完成并且将观察状态从前眼部切换到眼底(步骤 S505 “OK”;S506)。更具体地,驱动单元 12 将辅助透镜光学系统 13 从光路撤出并将眼底照相机切换到眼底观察状态。另一方面,在对准确定结果指示失败的情况下,操作/显示控制单元 32 确定对准未完成,并维持前眼部观察状态(步骤 S505 “NG”;S507)。

[0065] 请注意,在眼底观察状态下(S506),操作/显示控制单元 32 关闭用于前眼部照明的红外光源 25,开启发射用于眼底照明的红外光的观察光源 19。此时,红外光截止滤光器 23 撤出到光路外部。由观察光源 19 发射的红外光被聚光透镜 20 聚焦,穿过摄像光源 21 以及具有环状开口的光阑 22 的开口,通过中继透镜 24,并且由穿孔镜 14 的外围反射镜部分向左反射。由穿孔镜 14 反射的红外光通过物镜 11 以及被检眼 E 的瞳孔 Ep,并且照明眼底 Er。

[0066] 以这种方式由红外光照明的眼底的图像再次通过物镜 11、摄像光阑 15、聚焦透镜 16 以及摄像透镜 17,并在摄像单元 18 上成像,并且被转换为电信号。该信号然后被输入到图像控制单元 30,并被显示在监视器 31 上。接下来,操作者在观看显示在监视器 31 上的图像的同时,通过使用操作单元(未示出)移动聚焦透镜 16,来进行聚焦操作并确认摄像范围,然后在聚焦以及摄像范围正确的情况下操作摄像开关 33。以这种方式执行眼底摄像。

[0067] 检测到摄像开关 33 的输入后,操作/显示控制单元 32 将红外光截止滤光器 23 插入到光路中并使摄像光源 21 发射光。从摄像光源 21 发射的光穿过光阑 22 的开口,之后,红外光截止滤光器 23 仅允许可见光通过;该光通过中继透镜 24 并由穿孔镜 14 的外围反射镜部分向左反射。由穿孔镜 14 反射的可见光通过物镜 11 以及瞳孔 Ep,并照明眼底 Er。以这种方式照明的眼底的图像再次通过物镜 11、摄像光阑 15、聚焦透镜 16 以及摄像透镜 17,在摄像单元 18 上成像并被转换为电信号,显示在监视器 31 上。

[0068] 根据上述第一实施例,即使在前眼部观察图像中出现前眼部照明的情况下,对准确定也不会失败,因此能够确实地执行确定。除了使得能够正确地执行对准确定以外,提供对准确定单元 60 还实现了大大提高可操作性的效果。

[0069] 第二实施例

[0070] 图 8 是例示由根据第二实施例的对准确定单元 60 进行的操作的流程图。在第二实施例中,在获得前眼部观察图像之后,检测在前眼部照明中是否存在反射亮点;然后,在前眼部照明呈现在水平线对上的情况下,在改变水平线对的位置之后执行确定。下面将使用图 8 的流程图进行描述。

[0071] 首先,获得在步骤 S501 中获得的前眼部观察图像(在步骤 S503 的二值化之前的前眼部观察图像)。接下来,为了检测由前眼部照明产生的反射图像,对图像进行二值化(S801)。前眼部照明区域是亮度非常高的区域,并且在图像数据方面经常被饱和到最大值。因此,如果使用比给定阈值更大的值执行二值化,则能够检测到由前眼部照明产生的反射图像。在本实施例中,假定例如 8 位图像信号(最大值为 255)中亮度值大于 240 的区域对应于前眼部照明,并且因此在步骤 S801 中进行的二值化的阈值为 240,对前眼部观察图像进行二值化。

[0072] 接下来,对准确定单元 60 确定由前眼部照明产生的反射图像是否呈现在线对 [11, 12] 中的至少一条线上。图 9A 和图 9B 示意性例示了该状态。在反射图像不呈现在线 11 和线 12 中的任一者的情况下,使用线对 [11, 12] 确定对准是成功还是失败(步骤 S802“否”; S804)。请注意,此时使用的确定公式与第一实施例相同,并且用于检测瞳孔边缘位置的图像是步骤 S503 中获得的二值图像。

[0073] 另一方面,如图 9A 所示,在由前眼部照明产生的反射图像呈现在线 11 上的情况下,不使用线对 [11, 12] 确定对准是成功还是失败;相反,如图 9B 所示,使用由前眼部照明产生的反射图像不呈现在其上的线对 [13, 14] 来确定对准是成功还是失败(步骤 S802“是”; S803)。这里,如果线对 [11, 12] 与线对 [13, 14] 之间的间隔被设置为大于由反射产生的图像的估计尺寸,则由反射产生的图像不会呈现在两个线对中的至少一个上,因此准备上述两个线对即可。

[0074] 不必说,与第一实施例相同,在第二实施例中可以使用三个或更多个线对。同样地,与第一实施例相同,在使用三个或更多个线对的情况下,鉴于瞳孔图像曲率因素的影响,应当从距分割棱镜的边界最近的线对开始的顺序来选择线对。

[0075] 此外,不是从多个线对中选择避免由反射产生的图像的线对,而可以在避免包含由反射产生的图像的的区域的位置设置线对,然后可以使用设置的线对确定对准是成功还是失败。

[0076] 如上所述,根据第二实施例,能够防止由于来自出现在前眼部观察图像中的前眼部照明的反射导致的误确定,并且能够确实地执行对准确定。

[0077] 第三实施例

[0078] 在上述第一和第二实施例中,通过基于线对中的瞳孔边缘位置检测观察图像中的瞳孔位置来确定对准是成功还是失败;然而,在第三实施例中,通过得出瞳孔的部分的表面积并计算其重心来确定对准是成功还是失败。图 10 是例示根据第三实施例的重心计算的图,图 11 是例示根据第三实施例的对准确定单元 60 确定对准是成功还是失败的处理的流程图。

[0079] 对准确定单元 60,在与通过步骤 S503 中进行的二值化而获得的二值图像中与瞳孔相对应的区域中,如图 10 所示通过计算分割图像(观察图像)中的瞳孔图像的部分 A 和

B 的重心来计算评价价值(S1101)。如下设置部分 A 和部分 B。首先,设置与分割边界线 1001 (分割棱镜的边界)平行并且距分割边界线 1001 相同距离的线对(线 m 与线 m')。部分 A 对应于由分割边界线 1001 与线 m 包围的瞳孔的表面积,而部分 B 对应于由分割边界线 1001 与线 m' 包围的瞳孔的表面积。

[0080] 接下来,对准确定单元 60 使用部分 A 的重心 P5 (x5, y5)、部分 B 的重心 P6 (x6, y6)以及分割中心 O (x0, y0),通过下面的公式 15 至 17 计算评价价值,然后使用由公式 18 至 20 指示的确定公式确定对准是成功还是失败。

[0081] 深度方向确定公式 : $a7=x6-x5$ (公式 15)

[0082] 垂直方向确定公式 : $a8=(y5+y6)/2-y0$ (公式 16)

[0083] 水平方向确定公式 : $a9=(x5+x6)/2-x0$ (公式 17)

[0084] 接下来,对准确定单元 60 确定上述评价价值 a7 至 a9 是否满足由下面的公式 18 至 20 所指示的所有条件(S1102)。在评价价值 a7 至 a9 满足由公式 18 至 20 所指示的所有条件的情况下,确定对准成功(步骤 S1102 “是”;S1103),而在不满足条件的情况下,确定对准不成功(步骤 S1102 “否”;S1104)。

[0085] $-1 \leq a7 \leq +1$ [单位:像素] (公式 18)

[0086] $-1 \leq a8 \leq +1$ [单位:像素] (公式 19)

[0087] $-1 \leq a9 \leq +1$ [单位:像素] (公式 20)

[0088] 通过以这种方式使用重心的计算来确定对准是成功还是失败,即使在例如部分 A 和部分 B 中出现前眼部照明的情况下,通过将用于计算瞳孔部分的表面积的尺寸设置为充分大于光斑尺寸(即,由前眼部照明产生的反射图像的尺寸)也能够减少错误。此外,如同第二实施例,也可以检测由前眼部照明产生的反射图像,并且可以设置平行线对 m、m',使得由反射产生的图像不呈现在部分 A 和部分 B 中。通过以使得不呈现由反射产生的图像的方式设置平行线对 m、m',能够提高精度。

[0089] 虽然在第三实施例中基于瞳孔在由分割边界线 1001 与线 m 包围的区域以及由分割边界线 1001 与线 m' 包括的区域中的表面积来进行确定,但作为替代也可以使用位于分割边界线 1001 之上与之下的瞳孔部分的整个表面积。然而,根据被检眼,瞳孔的上侧区域可能被眼皮覆盖,并且因此可能无法正确计算表面积。因此,通过使用平行线对 m、m' 设置部分 A 和部分 B,并且排除瞳孔的上侧区域中可能被眼皮覆盖的位置以及瞳孔的下侧区域中的相应位置,能够实现期望的效果。

[0090] 根据上述第三实施例,即使在前眼部观察图像中出现前眼部照明时,也能够确实且不失败地执行确定。

[0091] 第四实施例

[0092] 第四实施例与上述第一至第三实施例的不同在于:在对准确定中,检测由前眼部照明产生的反射图像,并且在检测到反射图像的情况下,基于重心执行确定,而在尚未检测到反射图像的情况下基于水平线执行确定。这里,重心确定对应于在第三实施例中描述的对准确定,而水平线确定对应于在第一或第二实施例中描述的对准确定。这使得能够避免仅依赖于处理集中的重心确定,反过来能够减轻执行计算的对准确定单元 60(CPU)的负担。

[0093] 下面将使用图 12 所示的流程图描述根据第四实施例的对准是成功还是失败的确定。图 12 中的流程图例示了在图 5 所示的步骤 S505 的对准确定处理中执行的用于确定是

成功还是失败的处理。因此,在执行对准确定处理之前执行步骤 S501 至 S504 的处理(关于瞳孔是否位于中心的确定以及小瞳孔确定)。在关于瞳孔是否位于中心的确定中(S502),在存在大幅度未对准且瞳孔不位于中心的情况下,后续处理可以被省略,这能够减轻 CPU 的负担。此外,在瞳孔非常小的情况下,存在评价具有较大误差以及前眼部照明的影响变大等情形。因此,在确定小瞳孔的情况下,存在如下情形:优选不自动切换到眼底观察,以及优选避免这种自动切换以使操作者意识到小瞳孔等;因此,不执行对准确定(S504)。对准确定单元 60 从前眼部观察图像中检测前眼部照明(S1201)。请注意,前眼部照明检测如步骤 S801 中所述。对准确定单元 60 然后确定由前眼部照明产生的反射图像是否呈现在观察图像中(S1202)。在由前眼部照明产生的反射图像呈现在观察图像中的情况下,执行第三实施例中描述的重心确定(步骤 S1202 “是”;S1204)。另一方面,在观察图像中没有检测到由前眼部照明产生的反射图像的情况下,执行在第一实施例中描述的使用水平线的对准确定(步骤 S1202 “否”;S1203)。

[0094] 请注意,在本实施例中,可以准备单个线对 [11, 12]。在步骤 S1203 或 S1204 中执行的准确定指示对准成功的情况下,获得指示成功的准确定结果,并且处理进行到步骤 S506 (步骤 S1203 “OK”或步骤 S1204 “OK”;S1205)。另一方面,在执行的准确定指示对准未成功的情况下,获得指示失败的准确定结果,并且处理进行到步骤 S507 (步骤 S1203 “NG”或步骤 S1204 “NG”;S1206)。虽然在步骤 S1202 中确定反射图像是否呈现在观察图像上,但是作为替代也可以确定反射图像是否呈现在线对上。在这种情况下,在反射图像不呈现在线上的情况下,使用线对执行准确定,而在反射图像呈现在线上的情况下,使用重心执行准确定。

[0095] 根据上述第四实施例,即使在前眼部观察图像中出现前眼部照明时,也能够确实且不失败地执行准确定。

[0096] 第五实施例

[0097] 根据第五实施例由对准确定单元 60 进行的准确定方法对第二实施例中描述的准确定方法增加了改进。通常,眼底照相机被设计为使得由前眼部照明产生的反射图像出现在 X 方向上的位置相对于分割中心的 X 坐标(即, x_0) 相对称;鉴于此,在本实施例中,增加基于由前眼部照明产生的反射图像的位置和分割中心的位置的确定。下面将参照图 13 中的流程图进行描述。

[0098] 图 13 是与第二实施例中使用的图 8 相对应的流程图,其例示了根据本实施例的准确定;这里,与图 8 中相同的处理被赋予与图 8 相同的步骤编号。在图 13 中,在执行用于检测由前眼部照明产生的反射图像的二值化以及用于检测前眼部照明的处理(S801)之后,增加用于确定由前眼部照明产生的两个反射图像的位置相对于分割中心是对称还是不对称的处理(S1301)。

[0099] 如图 14 所示,执行步骤 S1301 中的前眼部照明位置的确定。首先,对准确定单元 60 基于前眼部照明位置与分割中心之间的位置关系,得出图 14 所示的评价值 a_{10} 和 a_{11} 。接下来,通过比较评价值 a_{10} 和 a_{11} ,使用下面的公式 21 来确定由前眼部照明产生的反射图像的位置间的对称性(S1301)。

[0100] $-1 \leq a_{11} - a_{10} \leq +1$ [单位:像素] (公式 21)

[0101] 在评价值不满足公式 21 的条件(即,在确定未成功的情况下),被检眼

与光学系统的位置在水平方向上偏移,因此确定对准不成功并且对准确定处理结束(步骤 S1301 “NG”;S807)。另一方面,在评价值满足公式 21 的条件(即,在确定成功的情况下),执行使用水平线对的对准确定(S802 至 S807)。请注意,在未检测到前眼部照明的情况下,处理从步骤 S1301 进行到步骤 S802。

[0102] 通过以这种方式确定反射图像位置的对称性,在与被检眼未对准的情况下,反射图像位置被检测为非对称,因此能够快速确定对准是成功还是失败。结果,能够实现良好的效果,诸如减轻了进行确定的 CPU 的负担,使得可以使用低规格的 CPU 等。此外,即使在前眼部观察图像中出现前眼部照明的情况下,也能够确实且无失败地进行确定。

[0103] 虽然第五实施例描述了在反射图像位置被确认为对称的情况下执行第二实施例中描述的对准确定,但本实施例不限于此,作为替代也可以应用第一至第四实施例中描述的对准确定。

[0104] 如上所述,根据第一至第五实施例中描述的眼科装置,在前眼部观察状态下能够自动进行对准,能够减少由于前眼部照明光被反射的影响等而导致的瞳孔检测失败,并且能够大幅减少误检测的可能性。

[0105] 本发明的各方面还可以通过读出并执行记录在存储设备上的用于执行上述实施例的功能的程序的系统或装置的计算机(或诸如 CPU 或 MPU 的设备)来实现,以及通过由系统或装置的计算机通过例如读出并执行记录在存储设备上的用于执行上述实施例的功能的程序来执行各步骤的方法来实现。鉴于此,例如经由网络或者从用作存储设备的各种类型的记录介质(例如计算机可读存储介质)向计算机提供程序。

[0106] 虽然参照示例性实施例对本发明进行了描述,但是应当理解,本发明并不限于所公开的示例性实施例。应当对所附权利要求的范围给予最宽的解释,以使其涵盖所有这些变型例以及等同的结构和功能。

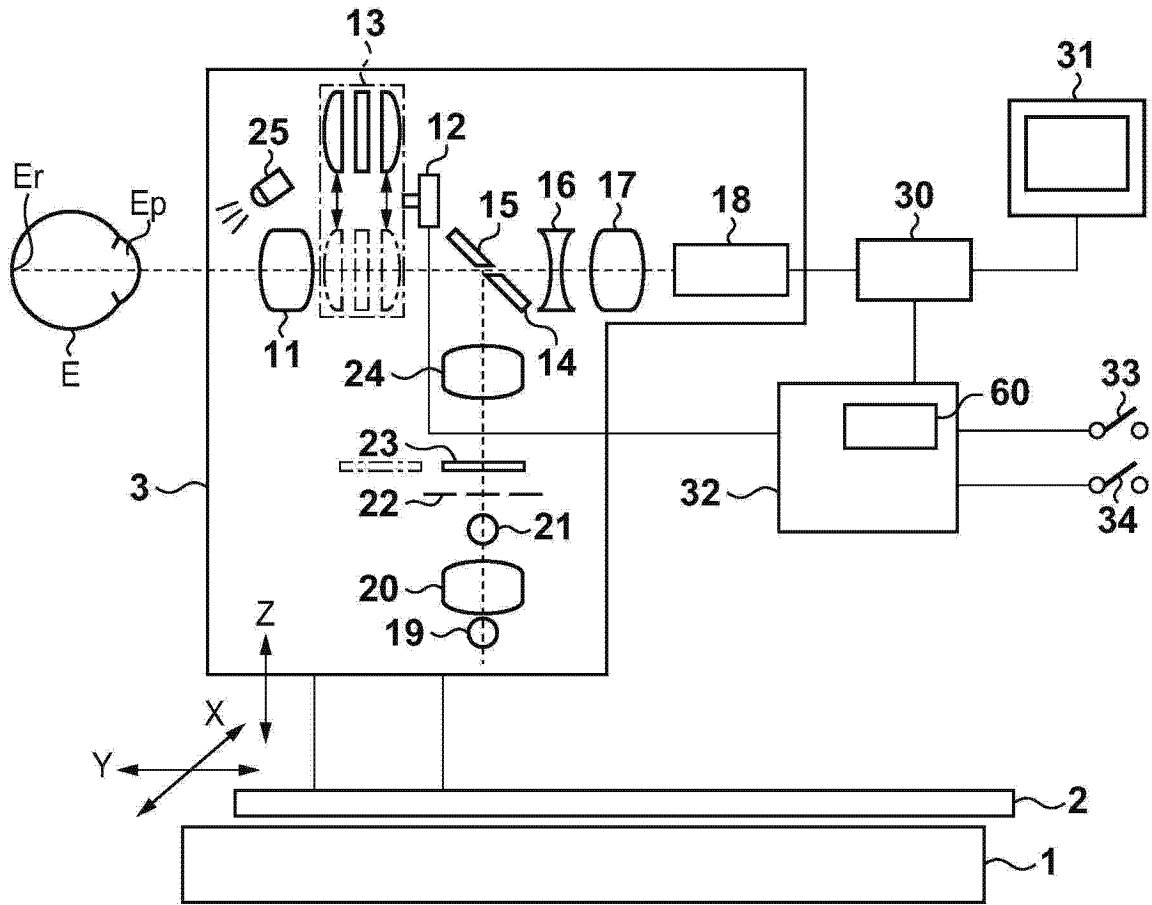


图 1

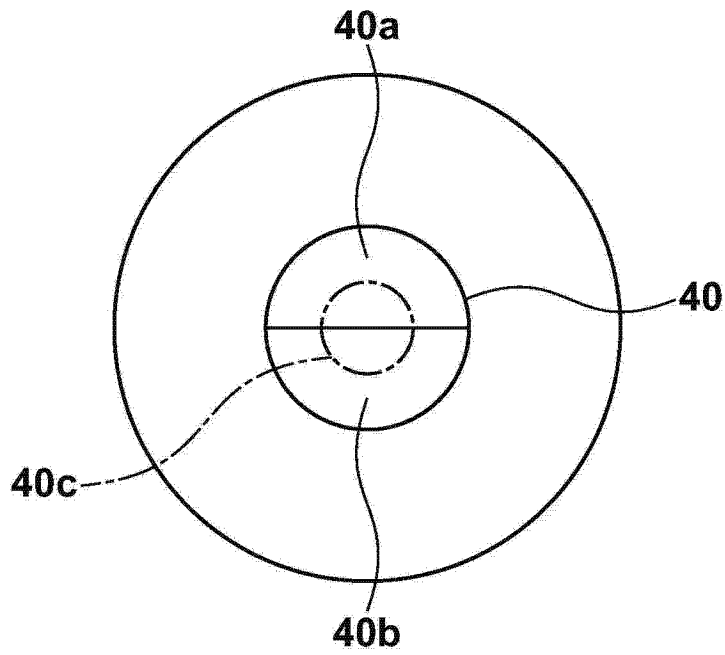


图 2

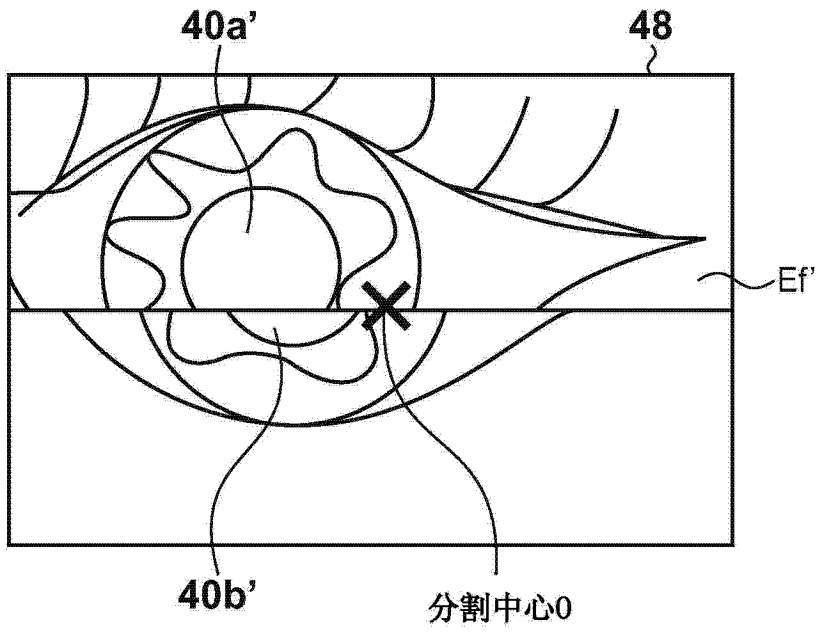


图 3

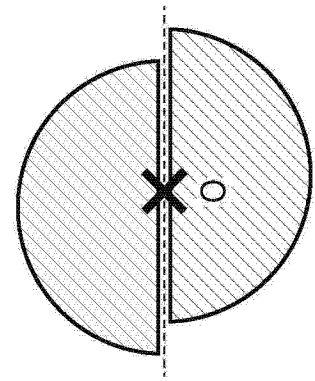


图 4A

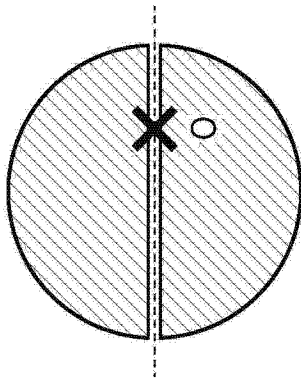


图 4B

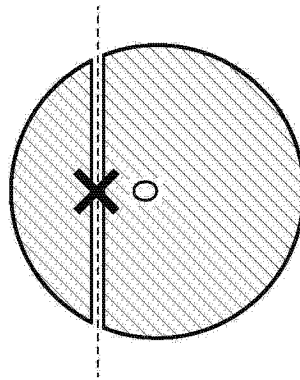


图 4C

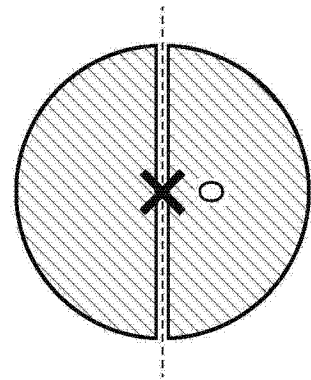


图 4D

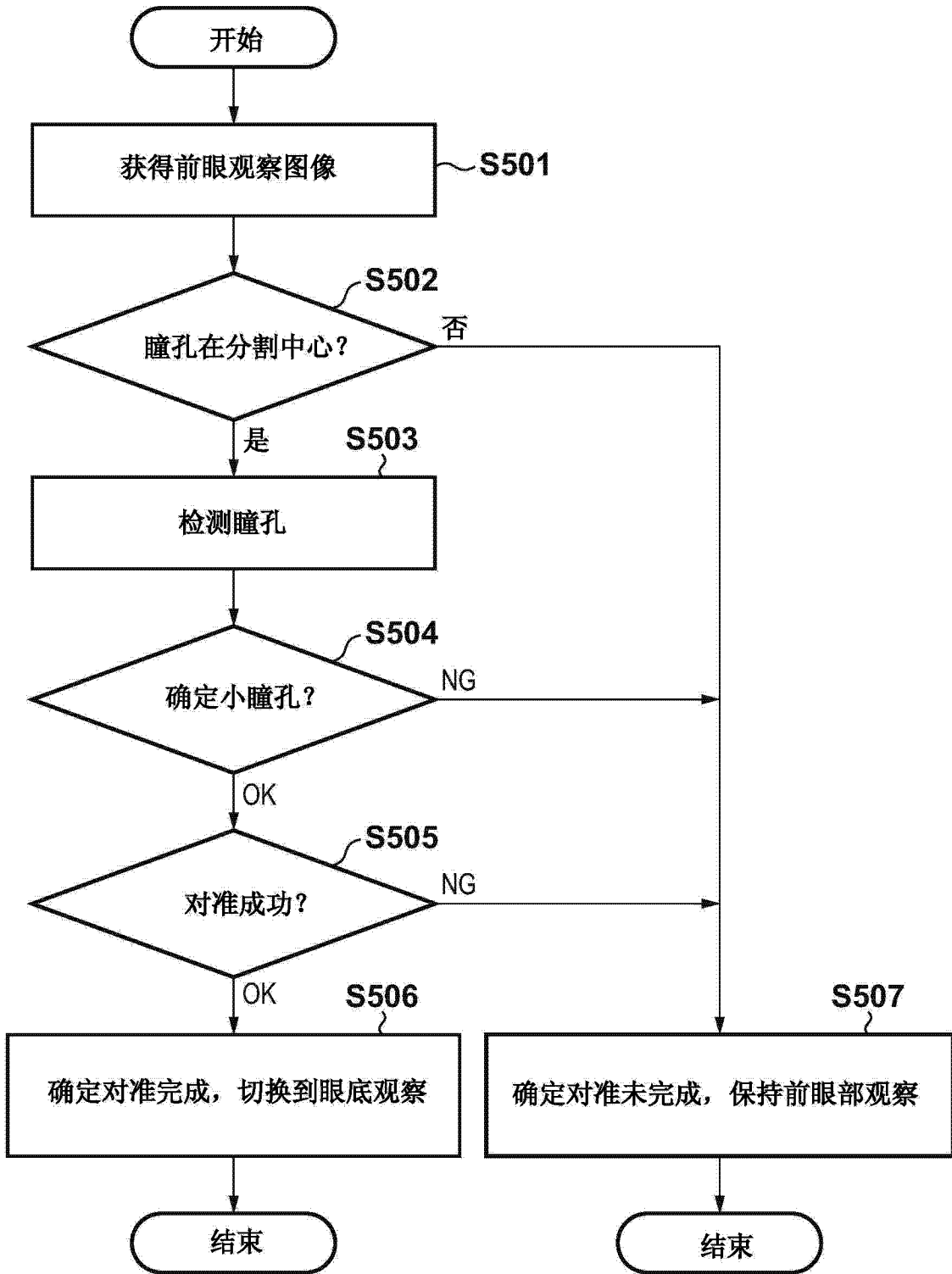


图 5

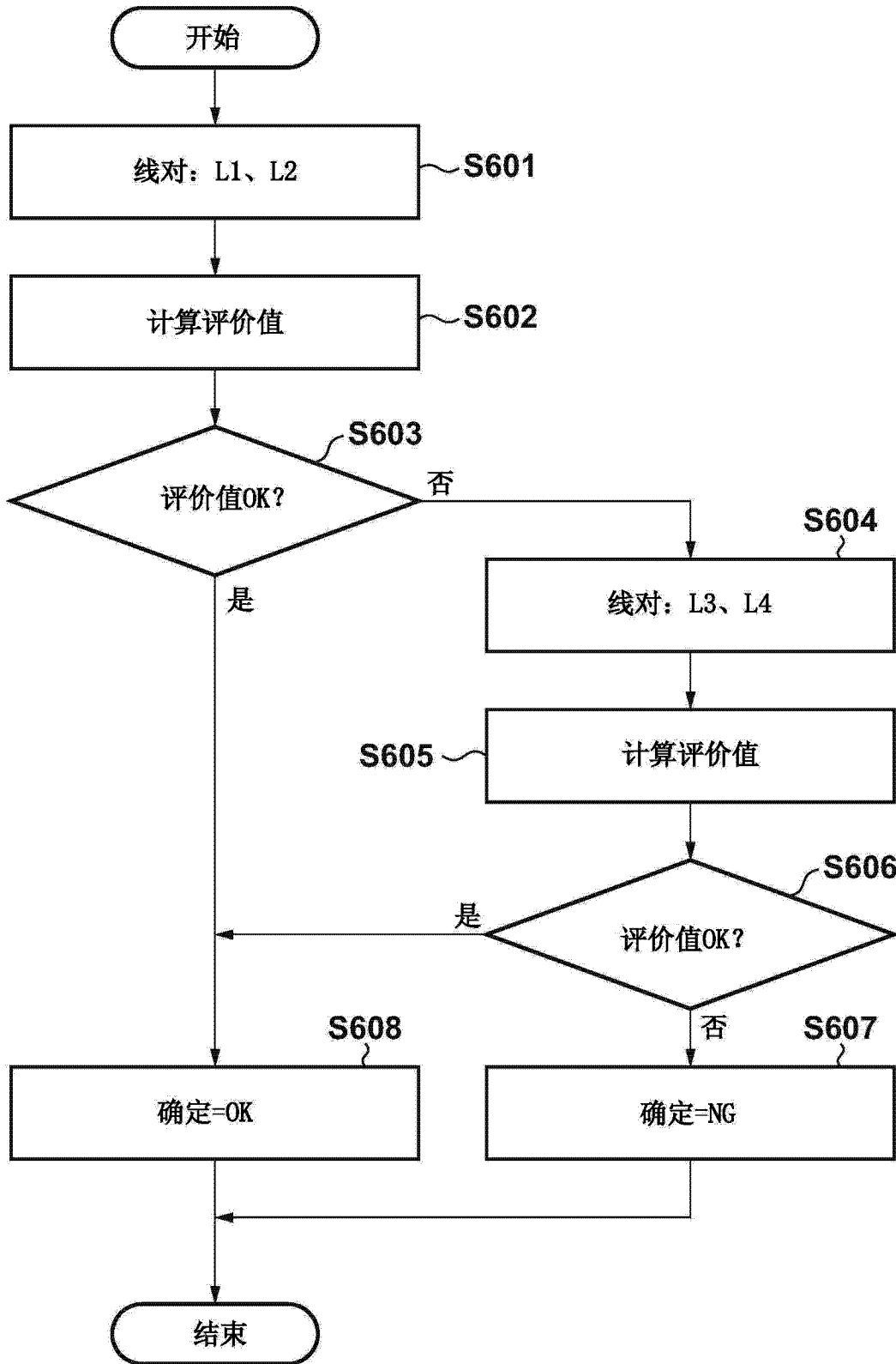


图 6

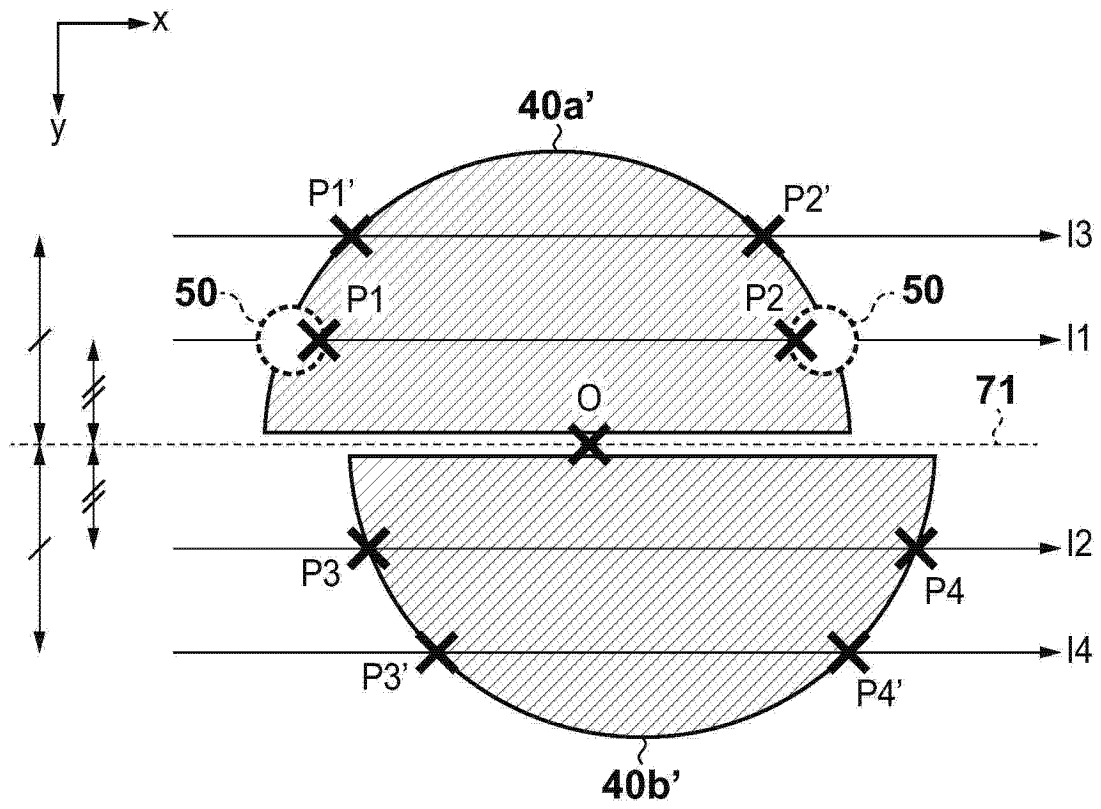


图 7

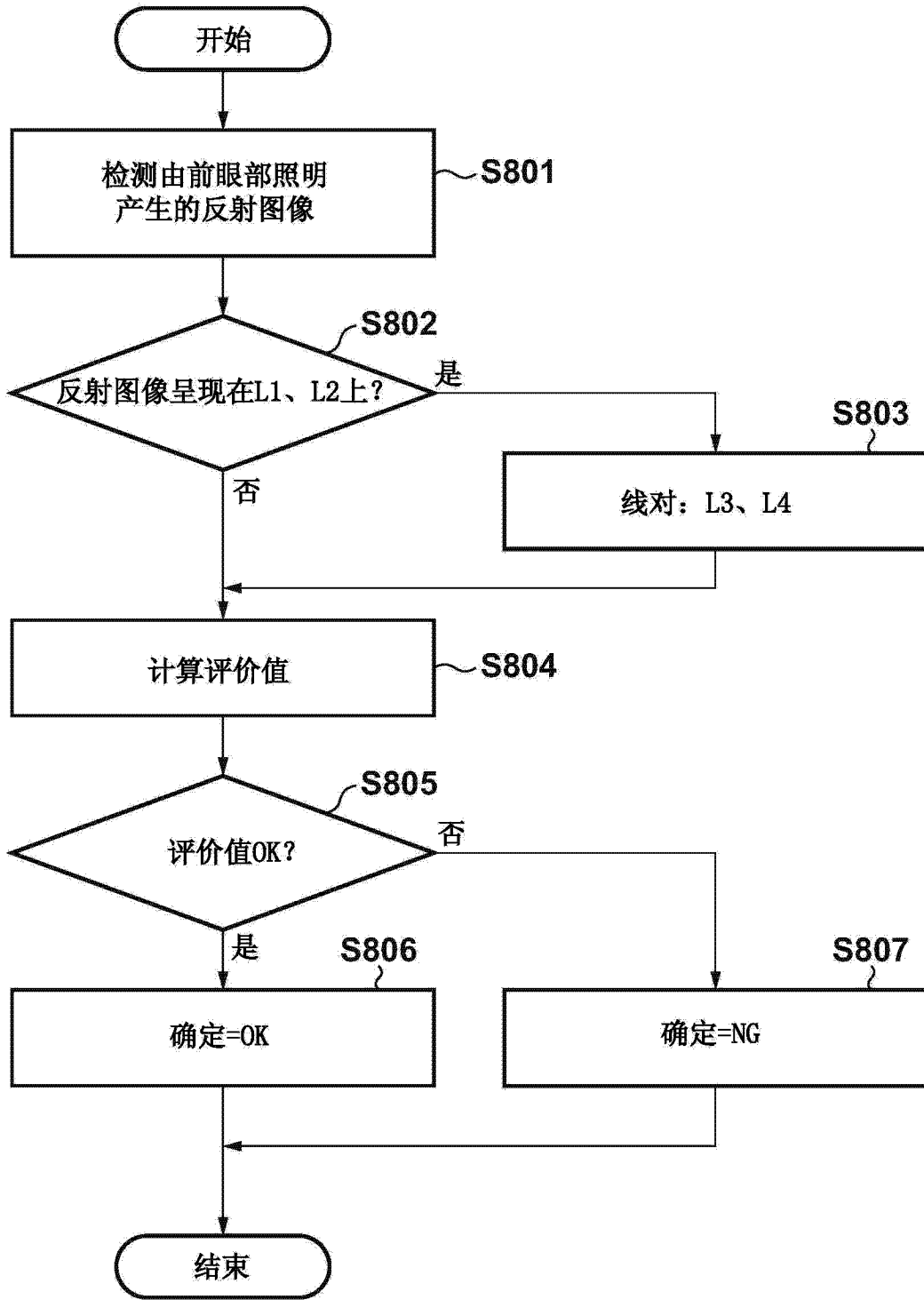


图 8

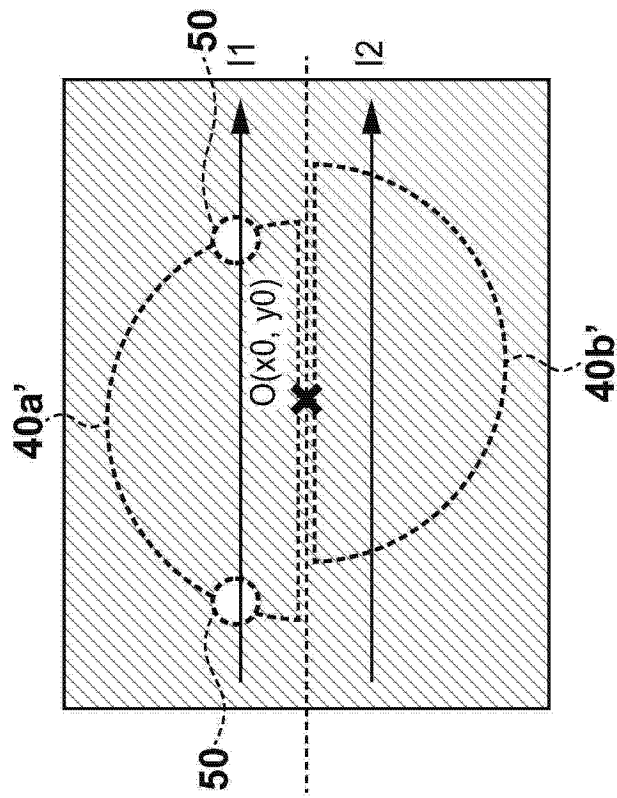


图 9A

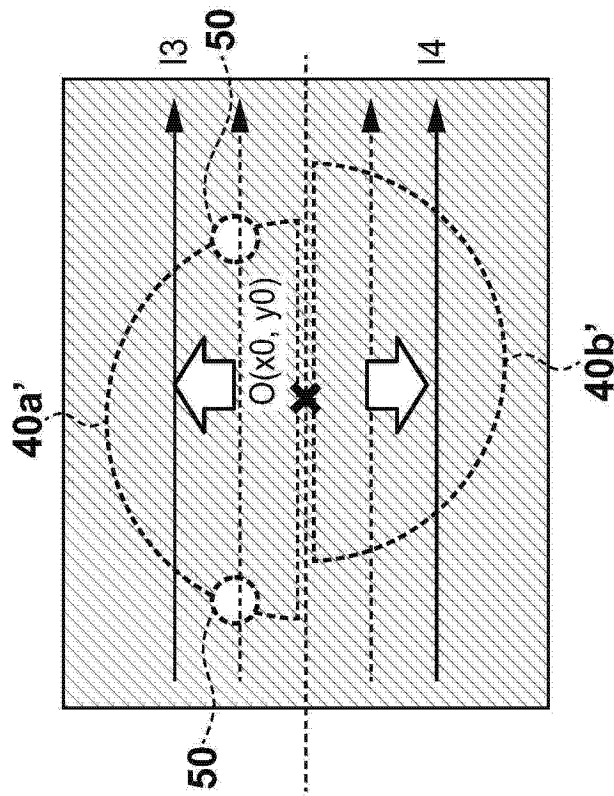


图 9B

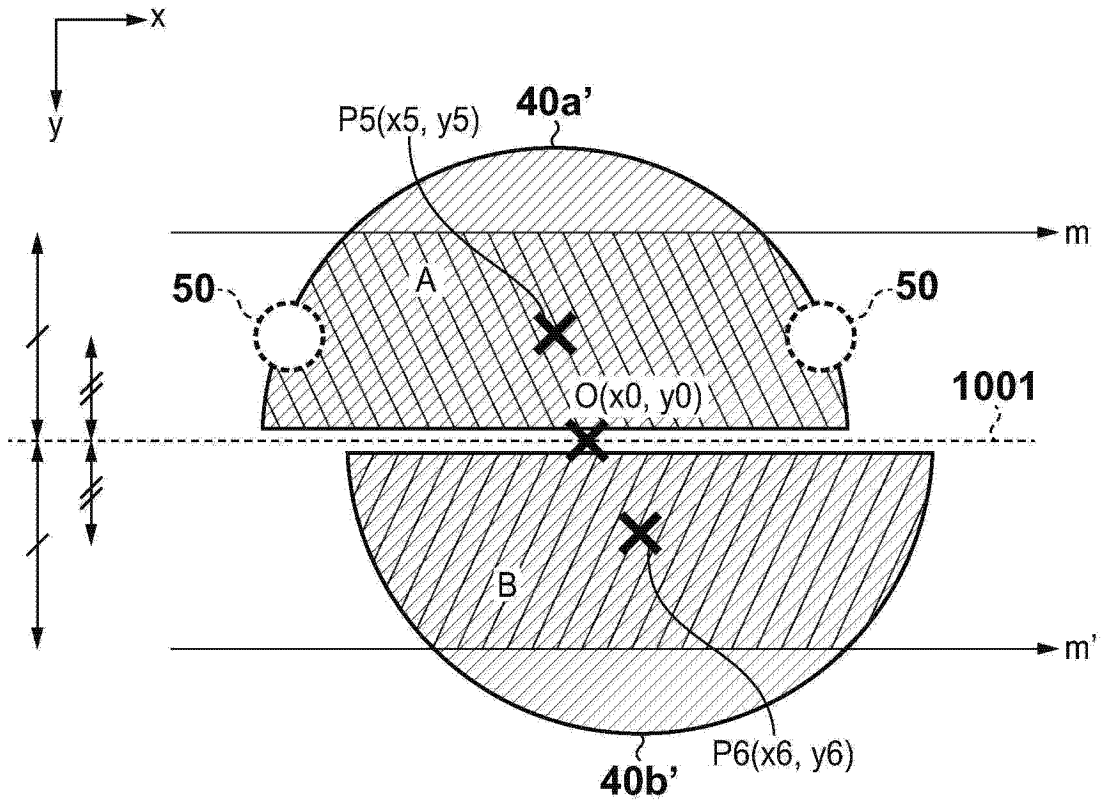


图 10

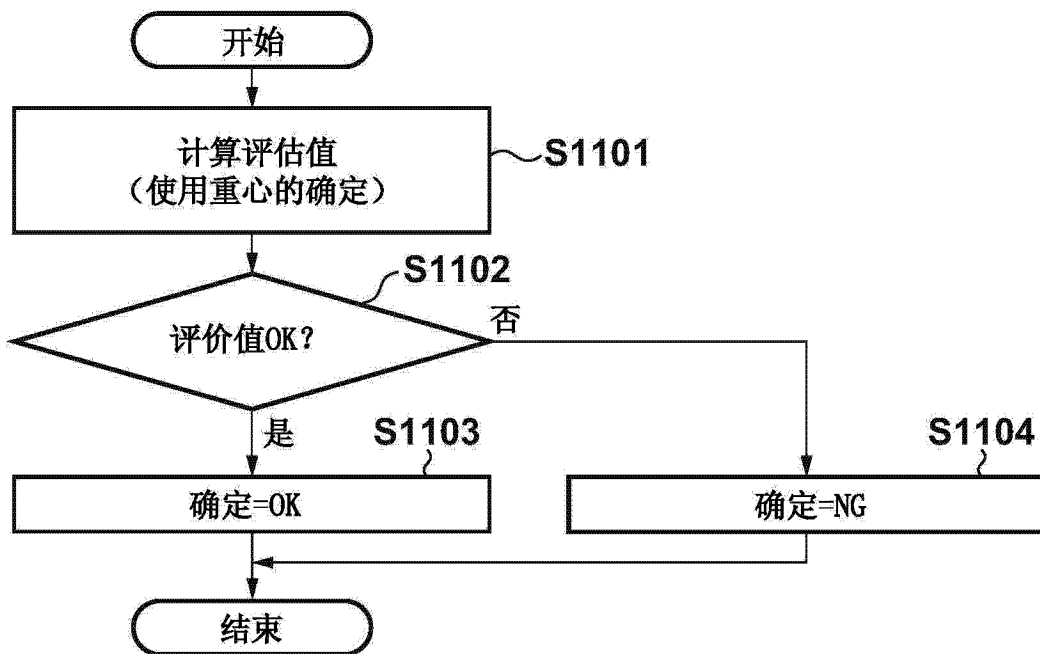


图 11

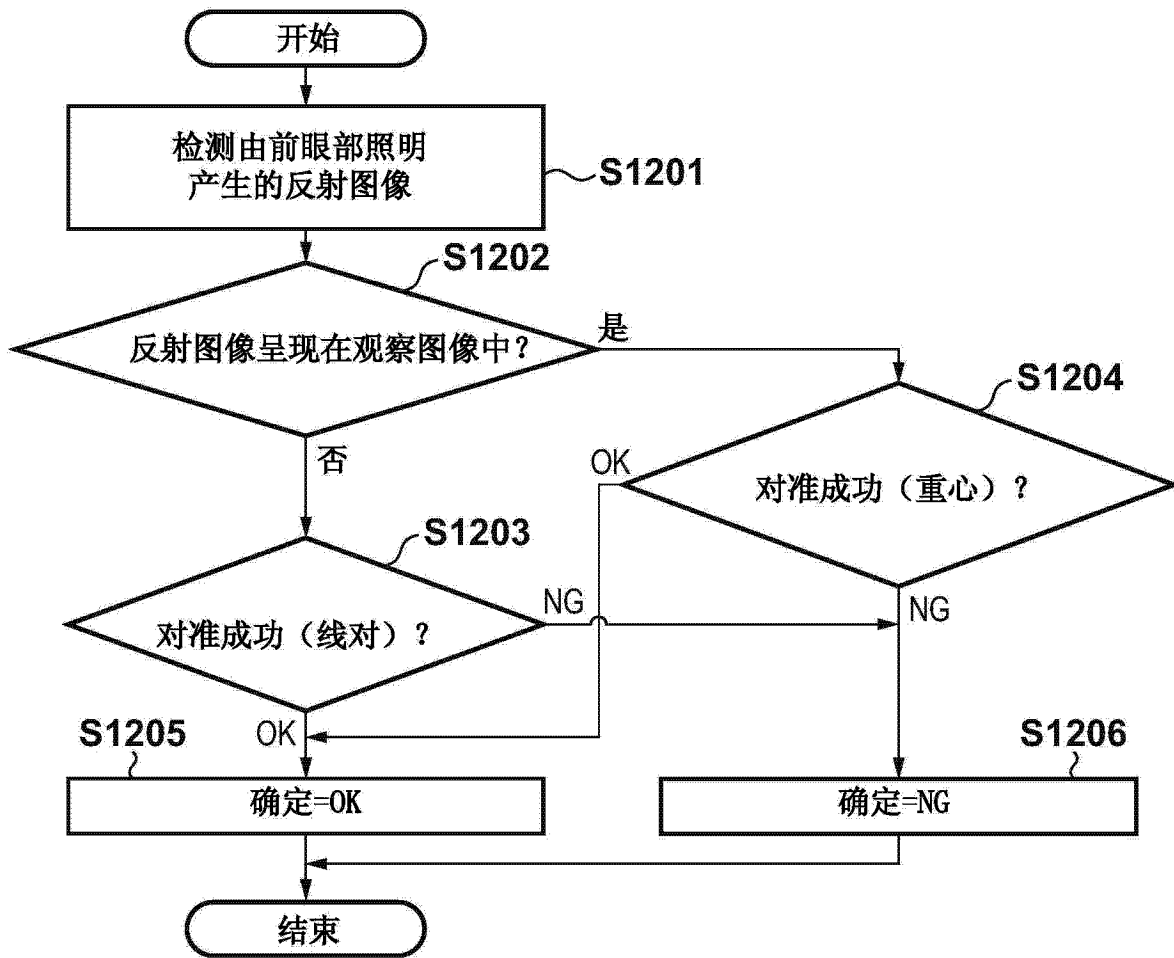


图 12

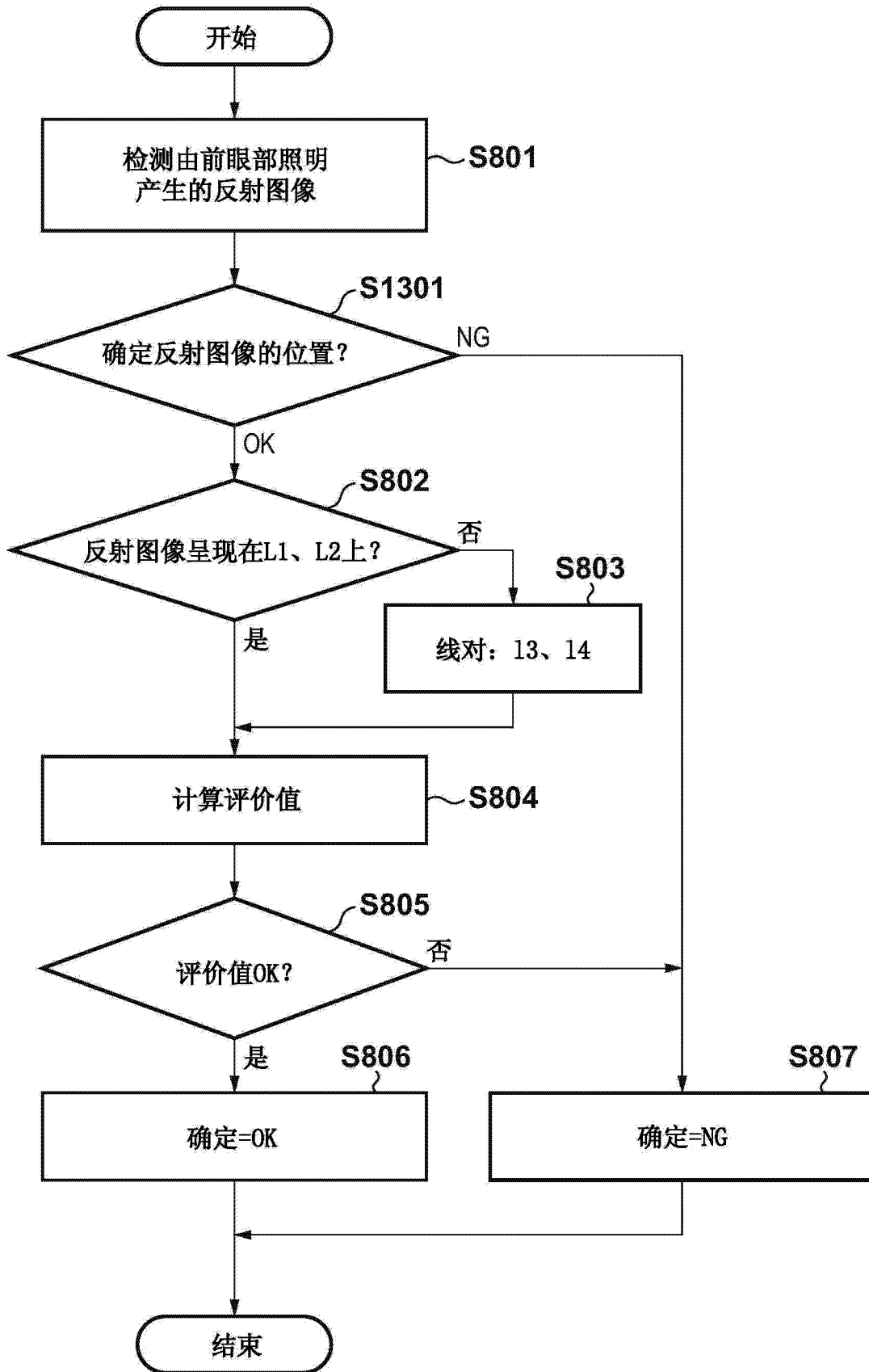


图 13

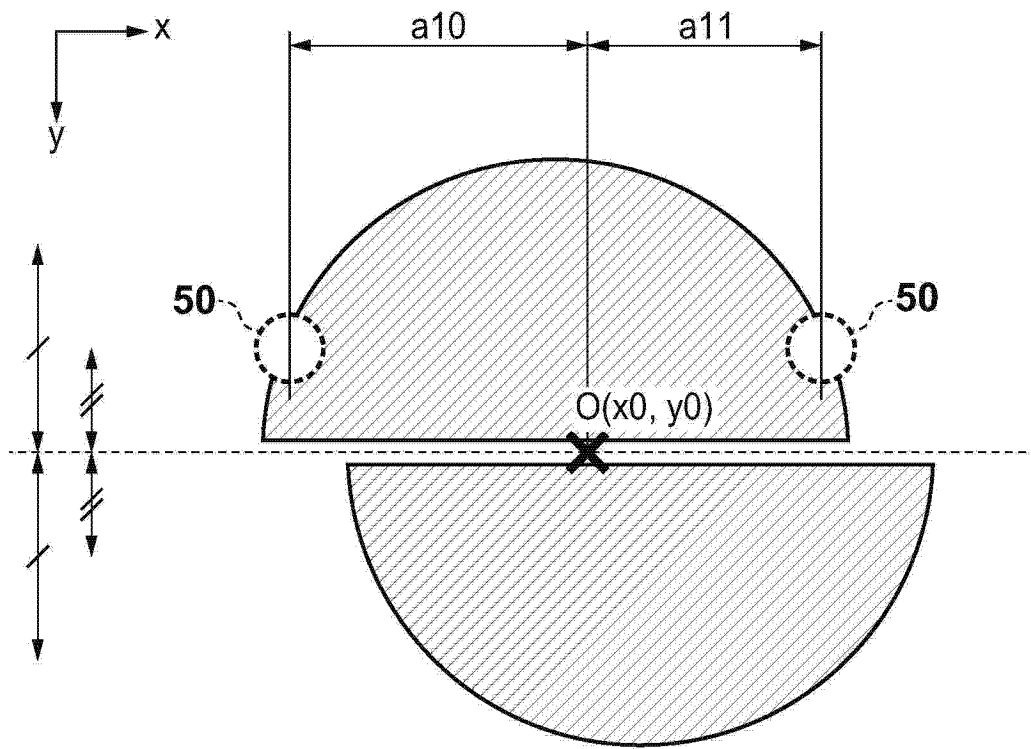


图 14