



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103118585 B

(45) 授权公告日 2015. 12. 16

(21) 申请号 201180044406. 4

(22) 申请日 2011. 09. 13

(30) 优先权数据  
12/885, 193 2010. 09. 17 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2013. 03. 15

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2011/051466 2011. 09. 13

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02012/037169 EN 2012. 03. 22

(73) 专利权人 爱尔康手术激光股份有限公司  
地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 T·约哈兹 G·霍兰德 F·拉克西

(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 张阳

(51) Int. Cl.  
A61B 3/10(2006. 01)  
A61B 3/14(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2005286019 A1, 2005. 12. 29, 说明书第 [0033], [0038] 段, 附图 2.

US 6045227 A, 2000. 04. 04, 说明书第 4 栏第 53-67 行, 第 5 栏第 1-2 行.

CN 1433287 A, 2003. 07. 30, 全文.

CN 101588842 A, 2009. 11. 25, 全文.

JP 2002345758 A, 2002. 12. 03, 全文.

US 2006077346 A1, 2006. 04. 13, 全文.

CN 1989894 A, 2007. 07. 04, 说明书第 2 页 第 1 段, 第 3 页第 21-34 行, 第 4 页第 1-4 段, 第 8 段 - 第 5 页第 2 段 - 第 6 页第 2 段, 第 7 页第 2-5 段, 附图 1, 2, 4-8.

审查员 谈泉

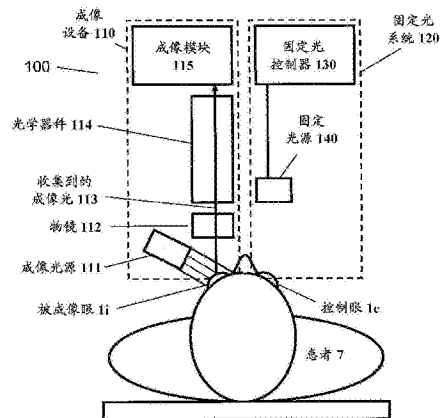
权利要求书2页 说明书11页 附图16页

(54) 发明名称

用于眼科成像系统的电子控制的固定光

(57) 摘要

描述了一种用于眼科系统的电子控制固定光系统。眼科系统可以包括:生成被成像眼的一部分的图像的眼科成像设备;固定光控制器,其包括被配置成接收与眼科成像设备生成的图像相关的输入的输入模块以及响应于接收到的输入生成固定光控制信号的控制信号发生器,以及被配置成接收固定光控制信号并根据接收到的固定光控制信号来生成固定光的固定光源。外科医生可以使用成像设备来对眼的一部分进行成像,基于图像确定被成像眼相对于成像设备的未对准,以及使用电子控制信号来控制固定光,从而减小所确定的未对准。



1. 一种眼科系统,包括:

眼对接系统,包括具有患者接口的对接顶端,该患者接口能够通过真空抽吸与眼对接;

结合辅助 OCT 成像系统并被配置成生成患者的被成像眼的前面部分的图像和 OCT 图像的眼科成像设备,所述眼科成像设备包括 OCT 成像模块,该 OCT 成像模块被配置成

计算机生成并在被成像眼的前部的图像上显示与所述眼科成像设备的对接顶端相关的参考图案,以及

指示被成像眼与所述参考图案的未对准,所述未对准是通过分析由 OCT 成像模块显示的 OCT 图像来确定的;

固定光控制器,包括:

输入模块,被配置成从系统操作员接收与所指示的未对准相关的输入,以及

控制信号发生器,响应于接收到的输入生成固定光控制信号;以及

固定光源,被配置成

接收固定光控制信号,以及

根据接收到的固定光控制信号来生成经调节的固定光。

2. 根据权利要求 1 所述的眼科系统,其中:

眼科成像设备被配置成基本光学地生成图像,该眼科成像设备包括以下的至少一项:  
显微镜、眼科显微镜和立体显微镜。

3. 根据权利要求 1 所述的眼科系统,其中:

眼科成像设备被配置成至少部分电子地生成图像,

该眼科成像设备包括:

感测从被成像眼收集到的成像光的电子感测系统,包括以下的至少一项:

电荷耦合器件 (CCD) 阵列、互补金属氧化物半导体 (CMOS) 阵列、像素阵列以及电子传感器阵列;以及

显示与感测到的收集到的成像光相关的被成像眼的一部分的图像的电子显示系统,包括以下的至少一项:

发光二极管 (LED) 显示器、等离子屏、电子显示器、计算机显示器、液晶显示 (LCD) 屏、阴极射线管 (CRT) 显示器、视频模块、视频显微镜显示器、立体视频显微镜显示器、高清 (HD) 视频显微镜、基于处理器的图像系统、以及光机械投影仪。

4. 根据权利要求 1 所述的眼科系统,所述眼科成像设备包括:

图像处理器,被配置成:

分析被成像眼的所述部分的 OCT 图像和参考图案;以及

确定被成像眼与成像设备的对接顶端的未对准的度量;以及

所述 OCT 成像模块被配置成显示对由图像处理器所确定的未对准的度量的指示。

5. 根据权利要求 1 所述的眼科系统,其中:

输入模块被配置为接收电子、机械、光学或感测输入。

6. 根据权利要求 1 所述的眼科系统,所述输入模块包括:

触摸板、触摸屏、摇杆、机电传感器、位置传感器、光学传感器、语音提示致动器、或机电控制器。

7. 根据权利要求 1 所述的眼科系统,固定光源包括以下的至少一种:  
LED 阵列、等离子屏、电子显示器、计算机显示器、LCD 屏、视频模块、光机械投影仪、CRT 显示器、裂隙灯、基于处理器的图像系统、以及可由机电致动器移动的光源。
8. 根据权利要求 1 所述的眼科系统,其中:  
固定光源被配置成:  
显示用于患者的非成像眼的固定光;以及  
根据接收到的固定光控制信号移动所显示的固定光,从而帮助减小被成像眼与眼科系统的对接顶端之间的未对准。
9. 根据权利要求 1 所述的眼科系统,其中:  
固定光源被配置成  
生成用于患者的被成像眼的固定光;以及  
根据接收到的固定光控制信号来调节所生成的固定光,从而帮助减小被成像眼与眼科系统的对接顶端之间的未对准。
10. 根据权利要求 1 所述的眼科系统,其中:  
所述参考图案是与所述固定光分别生成的。
11. 根据权利要求 1 所述的眼科系统,其中:  
所述参考图案的位置或显示是相对于所述眼科成像设备的对接顶端而固定的。

## 用于眼科成像系统的电子控制的固定光

### 技术领域

[0001] 本专利文档涉及的是用于眼科成像的系统和技术。更详细的说,本专利文献涉及的是通过提供电子控制的固定光来提升将眼科成像系统对接到患者眼的精度的系统和方法。

### 背景技术

[0002] 对于眼科成像、诊断和手术而言,多年来业已研发了多种先进的成像设备。对于一些应用来说,这些成像系统在其光轴与被成像眼光轴对准的时候的性能是最佳的。一旦将眼置于与成像设备光轴对准的位置,那么一些设备会保持眼基本固定在这个与眼对接系统的患者接口对准的位置,以便增强成像精度。光轴对准通常是通过对准眼进行定向、以使其光轴与成像系统光轴平行以及随后将患者接口以同心的方式对接于眼来实现的。因此,随着成像设备精度的提升,对于提供更精确的对准的眼对接系统的需要也在增长。

[0003] 然而,由于在没有反馈和引导系统的情况下,患者模块往往会在偏离中心的位置与眼对接,并且眼光轴相对于成像系统光轴而言是倾斜的,因此,实现良好的对准是很有挑战性的。

[0004] 在一些系统中,成像系统的操作人员可以通过在对接处理过程中调节成像系统、患者眼或是所有这二者来改进对准。操作人员可以通过口头指导患者、手动定向眼球或是调节物镜或机架之类的成像设备部分来迭代地指导对接。然而,这些方法的不精确性可能会使对接处理非常耗时并且令人生成挫败感。

[0005] 在一些系统、例如在使用准分子激光器的一些手术系统中,固定光为对准提供了帮助。所述固定光可以以成像系统光轴为中心。患者可被指示在固定光上训练其眼,由此对准患者眼。然而,即便这些固定光系统同样也是存在限制的。

### 发明内容

[0006] 本专利文档公开的是功能改善的固定光控制器系统。在一些系统中,固定光简单地以成像设备的光轴为中心。在此类系统中,在被成像眼中心偏离成像设备光轴的典型情况下,即使患者看着固定光,他或她的眼也不会与设备的光轴正确对准。

[0007] 在包含了一些 YAG 激光器和裂隙灯的一些系统中,固定光并未被固定,由此是可以手动调节的。然而,由于这种调节是采用机械方式的,因此其精度通常是不足的。此外,由于精度有限,因此,这种机械调节仍旧可能会很耗时并且令人生成挫败感。所描述的包括眼科手术成像和诊断系统在内的一些系统的精度不足可能会对这些设备的性能生成不利影响。

[0008] 本专利文档公开的是提供了关于上述问题的解决方案的固定光控制器系统。所公开的示例和实施方式可以通过非机械的控制系统来控制用于眼科成像系统的固定光。例如,一种眼科系统可以包括:生成被成像眼的一部分的图像的眼科成像设备,固定光控制器,其包括被配置成接收与眼科成像设备生成的图像相关的输入模块以及响应于接

收到的输入来生成固定光控制信号的控制信号发生器,以及固定光源,其被配置成接收固定光控制信号以及根据接收到的固定光控制信号来生成固定光。

[0009] 在一些实现中,眼科成像设备被配置成基本以光学的方式来生成图像,该眼科成像设备可以包括显微镜、眼科显微镜或立体显微镜。在眼科成像设备被配置成至少部分以电子方式来生成图像的一些实施方式中,眼科成像设备可以包括对从被成像眼收集到的成像光进行感测的电子感测系统,其包括电荷耦合器件(CCD)阵列、互补金属氧化物半导体(CMOS)阵列、像素阵列以及电子传感器阵列中的至少一个。该眼科成像设备还可以包括显示与感测到的收集成像光相关的被成像眼的一部分的图像的电子显示系统,其包括发光二极管(LED)显示器、等离子屏、电子显示器、计算机显示器、液晶显示(LCD)屏、阴极射线管(CRT)显示器、视频模块、视频显微镜显示器、立体视频显微镜显示器、高清(HD)视频显微镜、基于处理器的图像系统以及光机械投影仪中的至少一种。在一些实现中,眼科成像设备可以包括光学相干断层扫描(OCT)成像系统。

[0010] 在一些实现中,眼科成像设备可以包括被配置成指示被成像眼与眼科成像设备的参考组件未对准的成像模块。在一些实现中,成像设备的参考组件可以是物镜、患者模块、对接顶端、接口、接触透镜、瞳孔、取景框、参照系或是眼科系统的内部透镜。成像模块可以被配置成显示与参考组件相关的参考图案,其中所述参考图案可以帮助系统操作人员估计被成像眼与成像设备参考组件的未对准。

[0011] 在一些实现中,眼科成像设备可以包括被配置成分析被成像眼部分的图像和参考图案并且确定被成像眼与成像设备的参考组件未对准的图像处理器,以及图像模块被配置成显示对由图像处理器所确定的未对准的指示。

[0012] 在一些实现中,输入模块被配置成接收电子、机械、光学或感测输入。所述输入模块可以包括触摸板、触摸屏、摇杆、机电传感器、位置传感器、光学传感器、语音提示致动器或机电控制器。在一些实现中,固定光源可以包括以下的至少一种:LED阵列、等离子屏、电子显示器、计算机显示器、LCD屏幕、视频模块、光机械投影仪、CRT显示器、裂隙灯、基于处理器的图像系统以及可以由机电致动器移动的光源。

[0013] 在一些实现中,固定光源被配置成显示用于患者的非成像眼的固定光,以及根据接收到的固定光控制信号来移动所显示的固定光,从而帮助减小被成像眼与眼科系统参考组件之间的未对准。在一些实现中,固定光源被配置成生成用于被成像眼的固定光,以及根据接收到的固定光控制信号来调节所生成的固定光,从而帮助减小被成像眼与眼科系统参考组件之间的未对准。

[0014] 在一些实现中,一种用于将眼与眼科系统对准的方法可以包括:提供成像设备及可电子调节的固定光系统,定位成像设备的组件和患者的被成像眼,以便生成被成像眼的一部分的图像,对被成像眼的一部分进行成像,基于该图像来确定被成像眼相对于成像设备的未对准,以及根据所确定的未对准使用电子控制信号控制固定光系统的固定光。

[0015] 在一些实现中,提供成像设备可以包括提供显微镜、眼科显微镜、立体显微镜、视频显微镜、发光二极管(LED)显示器、等离子屏、电子显示器、计算机显示器、液晶显示(LCD)屏、阴极射线管(CRT)显示器、视频模块、视频显微镜显示器、立体视频显微镜显示器、高清(HD)视频显微镜、基于处理器的图像系统或是光机械投影仪。在一些实现中,提供成像设备可以包括提供光学相干断层扫描(OCT)系统。

[0016] 在一些实现中,定位成像设备的组件可以包括定位以下的至少一项:对象、患者模块、对接顶端、接触透镜、瞳孔、取景框、参照系以及在空间上与适合成像的被成像眼结构相关的眼科系统的内部透镜。在一些实现中,确定未对准可以包括确定横向未对准和旋转未对准中的至少一种。

[0017] 在一些实现中,确定未对准可以包括:在成像设备的被动协助下确定所述未对准,其中该成像设备显示的是被成像眼的一部分的图像以及参考图案。在一些实现中,确定未对准可以包括:在成像设备的主动协助的情况下确定未对准,其中所述成像设备显示的是被成像眼的一部分的图像,参考图案以及未对准指示符。

[0018] 在一些实现中,控制固定光可以包括:使用固定光控制器来生成电子控制信号,其中固定光控制器可以包括触摸板、触摸屏、摇杆、机电传感器、位置传感器、光学传感器、语音提示致动器或机电控制器。在一些实现中,生成电子控制信号可以包括:通过生成电子控制信号来促使固定光源生成固定光,从而引导患者以减小所确定的未对准。

[0019] 在一些实现中,固定光源可以是 LED 阵列、等离子屏、电子显示器、计算机显示器、LCD 显示器、CRT 显示器、视频模块、裂隙灯、基于处理器的图像系统或是可以由机电致动器移动的光源。在一些实现中,生成电子控制信号可以包括生成用于被成像眼和非成像眼中的至少一个的电子控制信号。在一些实现中,确定未对准和控制固定光的处理可以迭代地重复。

[0020] 在一些实现中,一种将眼与眼科系统对准的方法可以包括:由眼科成像设备对患者程序眼的一部分进行成像,由成像模块显示程序眼的图像,显示与被显示图像相关的参考图案,以便指示被成像眼与眼科系统的参考部件未对准,固定光控制器接收固定光控制命令,以及固定光源响应于固定光控制命令来显示固定光,以便帮助患者减小未对准。

[0021] 在一些实现中,接收固定光控制命令可以包括:通过以下的至少一种来接收固定光控制命令:触摸板、触摸屏、摇杆、机电传感器、位置传感器、光学传感器、语音提示致动器以及机电控制器。在一些实现中,显示固定光可以包括由以下的至少一种来显示固定光:LED 阵列、等离子屏、电子显示器、计算机显示器、LCD 屏幕、视频模块、光机械投影仪、裂隙灯、基于处理器的图像系统以及可以由机电致动器移动的光源。在一些实现中,显示固定光可以包括:显示用于程序眼或非程序眼之一的固定光。

## 附图说明

[0022] 图 1 例示了人眼。

[0023] 图 2 例示了眼科成像设备。

[0024] 图 3A-C 例示了眼与物镜的各种未对准。

[0025] 图 4A 例示了具有固定光系统 120 的眼科系统 100。

[0026] 图 4B 例示了患者看到的眼科成像设备 110 以及固定光系统 120 的视图。

[0027] 图 5A-C 例示了成像模块 115 的成像界面、固定光控制器 130 以及固定光源 140。

[0028] 图 6 例示了固定光系统的操作方法 200。

[0029] 图 7A-D 例示了图 6 方法的一个实现。

[0030] 图 8 例示了将眼与眼科成像系统对准的方法 300。

[0031] 图 9A-B 例示了眼科手术系统 100' 的单光路径实现。

[0032] 图 10 例示了具有眼科手术设备的眼科系统及具有辅助成像系统的固定光系统的一个实现 100”。

[0033] 图 11A-D 例示了图 10 的眼科系统 100”的操作。

### 具体实施方式

[0034] 图 1 以一定的详细程度例示了人眼 1。眼 1 包括接收并折射射入光的角膜 2、虹膜 3、提供可供光线进入眼内部的开口的瞳孔 4，以及将光线聚焦在视网膜 6 上的晶状体 5。

[0035] 本专利文档中的各实现和实施例提供了一种用于眼科成像设备的固定光系统，以便提升被成像眼以及成像设备的对准精度。

[0036] 图 2 例示了眼科成像系统 10 及其操作。患者 7 可以躺在支承床上。成像光源 11 可以将成像光投向被成像眼 1i。被成像眼 1i 反射的成像光的一部分可以由物镜 12 收集，并且可以作为收集到的成像光 13 而被引导至光学仪器或光学系统 14。光学仪器 14 可以将收集到的成像光 13 引导至成像模块 15。外科医生或医学专家可以对成像模块 15 提供的图像进行分析，并且可以指令患者移动被成像眼 1i，以便改善其与成像系统 10 的光轴的对准。在其他情况下，外科医生可以通过手动操作被成像眼 1i 来改善对准。通过实践这些步骤，可以预备被成像眼 1i 与患者接口进行对接。该患者接口可以用于简单地对眼 1i 进行成像，或是用于执行眼科手术程序。在其他系统中，在对准之后可以执行无接触的成像程序。此外，在另一些系统中，在对准之后可以执行诊断程序。然而，由于所提供的对准仅仅是近似的并因此限制了其精度，使得眼科成像系统 10 无法为外科医生提供精度足够高的图像。

[0037] 图 3A-B 例示了在使用这种精度有限的眼科成像系统 10 之后可能保留在眼 1 与眼科成像系统 10 之间的残留未对准。详细地说，眼科系统 10 的远端 20 可以是物镜 12、接触模块、对接单元、远侧顶端、接口或扁平化模块。在这其中的任一设计中，远端 20 都可以包括支撑远端透镜 22 的壳体 21。眼科成像系统 10 的光轴 28 通常共享远侧透镜 22 的光轴，即便在执行了以上的精度有限的对接程序之后，所述光轴也有可能未对准。

[0038] 如图 3A 所示，未对准可以由眼光轴 8 与物镜 12 的光轴 28 之间的矢量 ( $\Delta x$ ,  $\Delta y$ ) 表征的横向未对准，其中所述未对准大致处于与光轴 28 垂直的横向平面上。

[0039] 如图 3B 所示，该未对准还可以是旋转未对准。通常，旋转未对准可以由眼光轴 8 与物镜 12 的光轴 28 之间的 ( $\theta$ ,  $\phi$ ) 欧拉角表征。在很多情况下，未对准有可能是横向和旋转未对准的组合。

[0040] 如图 3C 所示，在成像模块 15 的成像界面中，任一未对准都可以呈现为虹膜 3 和瞳孔 4 相对于靶向图案 17 的位移，其中所述靶向图案可以是靶圈。外科医生既可以口头命令患者移动被成像眼 1i，也可以基于所显示的位移来手动操纵眼 1i。

[0041] 然而，对已经丧失方向感的患者来说，口头指示有可能会不清楚，并且操纵眼可能会是麻烦且不精确的。此外，患者有可能没有完成或是抵制外科医生或技术人员的动作。

[0042] 一些眼科系统可以使用固定光来为患者提供引导。然而如上所述，固定光设备同样存在缺陷。作为改进，一些设备提供了可调节的固定光。然而，即便在此类系统中，固定光的位置通常也是手动调整的，由此仍然导致精度有限的调节过程。

[0043] 图 4-5 例示了可用于以提升的精度来对准被成像眼 1i 与眼科系统 100 的眼科成像系统 100。该眼科系统 100 可以包括眼科成像设备 110 以及固定光系统 120。

[0044] 图 4A 例示了可以生成被成像眼 1i 的一部分的图像的眼科成像设备 110。该眼科成像设备 110 可以包括为被成像眼 1i 提供成像光的成像光源 111。所述成像光源 111 既可以是单道光,也可以是具有 4、6 或 8 道光的环,还可以是具有连续环的光源。物镜 112 可以收集由被成像眼 1i 返回的成像光的一小部分,并且将其作为收集到的成像光 113 引导至光学器件 114。光学器件 114 可以将收集到的成像光 113 引导到成像模块 115。通常,所述光学器件 114 有可能会很复杂,并且其中包含了大量的透镜和反射镜。此外,所述光学器件还可以是多功能的,例如被配置成将手术激光束引导至被成像眼 1i。成像模块 115 可以经由成像界面来为成像系统 100 的操作人员提供图像。

[0045] 在一些实现中,眼科成像设备 110 可以基本光学地生成图像。例如,眼科成像设备 110 可以包括显微镜、眼科显微镜或立体显微镜。这些显微镜的成像接口可以包括这些显微镜的目镜。

[0046] 在一些实现中,眼科成像设备 110 可以至少部分电子地生成图像。例如,眼科成像设备 110 可以包括感测收集到的成像光 113 的电子感测系统。该电子感测系统可以包括电荷耦合器件 (CCD) 阵列、互补金属氧化物半导体 (CMOS) 阵列、像素阵列或电子传感器阵列,以便感测收集到的成像光 113。

[0047] 在这些电子成像系统中,成像模块 115 可以包括作为成像界面的电子显示系统。该电子显示器可以基于感测到的光 113 来显示被成像眼 1i 的一部分的电子图像。例如,这一电子显示器或成像界面可以是发光二极管 (LED) 显示器、等离子屏、电子显示器、计算机显示器、液晶显示 (LCD) 屏、阴极射线管 (CRT) 显示器、视频模块、视频显微镜显示器、立体视频显微镜显示器、高清 (HD) 视频显微镜、基于处理器的图像系统、光机械投影仪或是可由机电致动器移动的光源。在一些实现中,可以组合光学和电子成像系统的各个元件。

[0048] 在一些实现中,眼科成像设备可以包括结合图 9-10 描述的光学相干断层扫描 (OCT) 成像系统。

[0049] 如图 5A 所示,成像模块 115 可以经由其成像界面同时显示被成像眼 1i 的图像部分以及靶圈之类的参考或靶向图案 117,以便指示被成像眼 1i 与眼科成像设备 110 的参考组件的未对准。

[0050] 成像设备 110 的参考组件可以是物镜、患者模块、对接顶端、接口、接触透镜、瞳孔、取景框、参照系、眼科系统的内部透镜或任何等效物。

[0051] 靶向图案 117 的位置或显示可以固定于参考组件,以便有效指示参考组件的位置。由此,通过由成像模块 115 同时显示被成像眼 1i 的图像部分以及靶向图案 117,可以有效地帮助确定被成像眼 1i 的未对准。

[0052] 这种帮助可以是被动的,其中成像模块 115 只显示被成像眼 1i 的图像部分以及参考图案 117,使得系统操作人员可以确定被成像眼 1i 与眼科系统 100 的参考组件的未对准程度。

[0053] 在诸如电子成像模块 115 之类的一些实现中,成像模块 115 可以主动协助确定被成像眼 1i 与眼科成像系统 100 的参考组件的未对准。这种主动实施例可以包括分析被成像眼 1i 的图像部分及靶向图案 117 并计算未对准的图像处理。图像模块 115 于是可以显示对算出的未对准的指示,例如以箭头 233 (如图 7A 所示)、数字指示、口头提出的命令或是任何等效方案的形式。



[0054] 除了眼科成像设备 110 之外,眼科成像系统 100 还可以包括电子控制的固定光系统 120。所述电子控制的固定光系统 120 可以包括固定光控制器 130 以及固定光源 140。

[0055] 如图 5B 所示,固定光控制器 130 可以包括输入模块 135,所述输入模块可以接收来自系统操作人员且与成像模块 115 生成的图像相关的输入。例如,光学成像模块 115 的立体眼科显微镜可以在立体显微镜的目镜中呈现被成像眼 1i 的虹膜 3 的图像,并且可以在其上重叠靶向十字准线 117。在另一实现中,电子成像模块 115 的视频显示器可以同时显示瞳孔 4 的图像以及靶圈图案 117,由此甚至可以主动显示指示未对准的箭头。在任一实施例中,成像系统 100 的操作人员都可以分析被成像眼 1i 的图像部分以及重叠的靶向图案 117,以便确定被成像眼 1i 与眼科系统 100 的未对准程度。

[0056] 响应于所确定的未对准,成像系统 100 的操作人员可以通过固定光控制器 130 的输入模块 135 来生成用于固定光系统 120 的输入或命令。该输入可以代表关于应该如何采用下述方式移动被成像眼 1i 以减小未对准的命令。在一个示例中,如果操作人员从成像模块 115 的图像中确定被成像眼的中心朝着物镜 112 中心右偏 2 毫米,那么操作人员可以通过输入模块 135 输入命令以促使患者将被成像眼左移 2 毫米,以便改善对准。

[0057] 输入模块 135 可以是电子、机械、光学或感测输入模块。例如,输入模块 135 可以是触摸板、触摸屏、摇杆、机电传感器、位置传感器、光学传感器、语音提示致动器或机电控制器。

[0058] 图 5B 例示了输入模块 135 的触摸板实施例,其中输入命令是通过系统操作人员的手指 9 的接触和移动输入的。手指 9 的移动可以代表要求患者如何移动被成像眼 1i 以减小与眼科系统 100 的未对准的命令。

[0059] 一旦向输入模块 135 输入命令,则输入模块 135 的控制信号发生器可以响应于接收到的命令来生成固定光控制信号。很多众所周知的电子信号发生器均可用于该功能。

[0060] 如图 5C 所示,固定光控制器 130 可以向固定光源 140 发送所生成的固定光控制信号。所述固定光源可以接收固定光控制信号,并且根据接收到的固定光控制信号来生成或显示固定光 145。

[0061] 固定光源 140 可以包括 LED 阵列、等离子屏、电子显示器、计算机显示器、LCD 屏、视频模块、光机械投影仪、裂隙灯、基于处理器的图像系统或是可由机电致动器移动的光源。

[0062] 如图 4B 所示,在一些实现中,固定光源 140 可以生成并显示用于患者 7 的非成像或非控制眼 1c 的固定光 145。所述固定光源 140 首先可以生成并显示固定光 145,然后可以根据接收到的固定光控制信号来移动所显示的固定光 145。由于控制眼 1c 和被成像眼 1i 的移动彼此是紧密追踪的,因此,在患者依照所显示的固定光 145 移动控制眼 1c 时,被成像眼 1i 会以相关联的方式移动。由于被成像眼 1i 与控制眼 1c 的移动具有这种相关性,因此,固定光系统 120 有助于减小被成像眼 1i 相对于眼科成像系统 110 的未对准。

[0063] 其他实施例可以根据光控制信号而仅仅将固定光 145 显示在固定光源 140 上的某个位置,而不是移动所述固定光。在任一实施例中均可指示患者用控制眼 1c 跟随固定光 145。

[0064] 图 4B 示出了一些实施例中针对患者 7 的眼科系统 100 的外观。左侧面板显示出被成像眼 1i 可以看到物镜 112,其中举例来说,该物镜是被六个成像光源 111 包围的。右侧面板显示出非成像/控制眼 1c 可以看到在固定光源 140 上显示的固定光 145。在该实施例

中,固定光源 140 可以是 LCD 屏或等效物,固定光 145 可以是在黑色 LCD 屏 140 上显示的亮点。

[0065] 为了促成在双眼上进行的程序,一些实施例可以包括两个固定光源 140,物镜 112 的每侧一个。

[0066] 图 6 例示了一种用于操作眼科成像系统 100 的方法 200。该方法 200 可以包括:提供一个成像设备 -210a,以及可电子调节固定光系统 -210b;定位成像设备的组件以及患者的被成像眼,以便进行成像 -220;成像所述被成像眼的一部分 -230;确定被成像眼与成像设备组件未对准 -240;以及根据所确定的未对准电子地控制固定光 -250。

[0067] 提供成像设备 210a 的处理可以包括:提供显微镜、眼科显微镜、立体显微镜、视频显微镜、发光二极管(LED)显示器、等离子屏、电子显示器、计算机显示器、液晶显示(LCD)屏、阴极射线管(CRT)显示器、视频模块、视频显微镜显示器、立体视频显微镜显示屏、高清 HD 视频显微镜、基于处理器的图像系统、光机械投影仪或是光学相干断层扫描(OCT)系统。在这其中的一些成像设备 110 中,物镜 112 可以捕捉由被成像眼 1i 返回的所收集的成像光 113。光学器件 114 可以将收集到的成像光 113 引导至成像模块 115,并且可以通过成像模块 115 的成像界面显示成像光。

[0068] 提供可电子调节的固定光系统 210b 可以包括:提供固定光控制器 130 以及固定光源 140。

[0069] 定位 220 可以包括:对物镜 112、患者模块、对接顶端、接触透镜、瞳孔、取景框、参照系或是与被成像眼 1i 的结构处于一条直线的眼科系统内部透镜中的至少一个进行定位。定位 220 还可以包括:将被成像眼 1i 移动到适合成像所述被成像眼 1i 的位置。此外,定位还可以包括:将眼科成像设备 100 的物镜 112 以及被成像眼 1i 全都移动到适合成像所述被成像眼 1i 的位置。

[0070] 在一些实现中,在定位 220 之后,被成像眼 1i 和成像设备 110 可以彼此接近,但尚未物理接触。在其他实现中,局部的物理接触是有可能存在的,但是这种接触仍旧允许患者或外科医生移动被成像眼 1i。

[0071] 成像所述被成像眼的一部分 230 可以包括:由外科医生使用显微镜、眼科立体显微镜、视频显微镜、立体视频显微镜、高清(HD)视频显微镜或是光学相干断层扫描(OCT)系统中的至少一个来成像所述被成像眼 1i 的一部分。

[0072] 如图 7A 所示,在一些实现中,确定未对准 240 可以包括确定在定位 220 之后仍旧存在的横向未对准的方向和幅度或是旋转未对准的旋转角度中的至少一项。

[0073] 确定未对准的处理 240 可以由眼科成像系统 100 的操作人员执行,例如由外科医生执行。在此类实施方式中,成像设备 110 可以同时用成像模块 115 的成像界面来显示被成像眼 1i 的被成像部分以及靶向图案 117,以便被动协助所述确定 240。图 7A 示出了这样一个示例,其中在被成像眼 1i 的虹膜 3 和瞳孔 4 的图像上重叠显示了靶向圈 117。外壳医生可以通过分析这两个重叠图像来确定未对准。

[0074] 在一些实现中,成像设备 110 可以用成像模块 115 的成像界面来显示被成像眼 1i 的被成像部分、参考或靶向图案 117 以及算出的未对准指示符 233,从而主动协助所述确定 240。图 7A 示出了同时显示被成像眼 1i 的虹膜 3 和瞳孔 4 的图像以及靶向圈 117 的示例。此外,眼科成像系统 100 还可以确定未对准幅度,并且可以通过显示未对准指示符箭头 233

来对此进行指示。例如,如图像处理协议所确定的那样,未对准箭头 233 可以从靶向圈 117 指向瞳孔 4 的中心或角膜缘的中心。

[0075] 控制固定光 250 可以包括:根据所确定的未对准来生成电子控制信号。在一些实现中,电子控制信号可以是通过操作触摸板、触摸屏、摇杆、机电传感器、位置传感器、光学传感器、语音提示致动器或机电致动器中的至少一个生成的。

[0076] 控制固定光 250 还可以包括:生成促使固定光源 140 显示固定光 145 的电子控制信号,以便引导患者减小被成像眼 1i 与眼科成像系统 110 之间的未对准。

[0077] 如图 7B 所示,在一个示例中,外科医生可以对成像模块 115 上的被成像眼 1i 的图像以及靶向图案 117 进行分析,并且可以使用成像模块 115 的成像界面作为参考来确定被成像眼 1i 的瞳孔相对于靶向图像 117 而言在左上角方向上存在未对准。未对准指示符 233 可以帮助外科医生做出这种判定。

[0078] 作为响应,外科医生可以确定应该通过固定光源 140 来朝着右下方调节或移动固定光 145,以便引导患者减小和补偿这种未对准。相应地,外科医生可以创建固定光控制命令或输入,以表示固定光 145 的补偿调节。在该示例中,外科医生可以在固定光控制器 130 的触摸板 135 上的右下方向上移动手指 9。通过输入这一固定光控制命令,可以导致固定光控制器 130 生成电子控制信号以促使固定光源 140 在 LCD 屏的右下方向上移动固定光 145。在其他实施例中,外科医生手指的其他类型的移动可以表示必要的补偿调节处理,例如左上方向上的移动。

[0079] 如图 7C 所示,在以上的示例中,如果沿着右下方向移动外科医生手指 9,则可以使得相应地调节固定光 145 在固定光源 140 的 LCD 屏的右下方向上的显示。患者可被指示使用非成像眼 1c 来跟随固定光 145 的这一调节。控制眼 1c 的移动是由被成像眼 1i 的移动跟随或追踪。由此,方法 200 可以减小被成像眼 1i 与眼科成像设备 110 的未对准。

[0080] 图 7D 例示了未对准减小的一些方面。在各个实现中,物镜 112 可以包含不同元件。在一些示例中,物镜 112 可以包括用于支撑远侧透镜 112-2 的壳体 112-1。该远侧透镜 112-2 可以是眼科系统 100 的施加顶端,并且在一些情况中会直接与眼接触。在这些实施例中,以上的系统 100 和方法 200 可用于将远侧透镜 112-2 与被成像眼 1i 对准。

[0081] 在其他示例中,附着于物镜 112 的可以是一次性患者接口 112-3。该患者接口 112-3 可以包括接触透镜或扁平化板 112-4,以及真空裙边或吸力密封 112-5。在这些实施例中,以上的系统 100 和方法 200 可用于将接触透镜 112-4 或远侧透镜 112-2 与被成像眼 1i 对准。

[0082] 如图 7D 所示,在以上的任一实施例中,外科医生都可以将未对准补偿控制命令输入固定光控制器 130,从而生成促使固定光源 140 调节固定光 145 的电子控制信号。患者可以用控制眼 1c 跟随被调节的固定光 145,以使被成像眼 1i 进行相应移动。通常,外科医生输入促使患者移动被成像眼 1i 的控制命令,以便减小与眼科成像设备 110 的未对准。

[0083] 横向未对准可以是通过由患者跟随被调节的固定光 145 并且由此将被成像眼 1i 横向移动  $\Delta$  或是一般地表示为未对准矢量  $(\Delta x, \Delta y)$  来进行补偿。在其他实现中,横向未对准还可以是由外科医生将物镜 112 横向移动调节量  $\Delta'$  或者一般地表示为移动  $(\Delta' x, \Delta' y)$  来补偿。在一些情况中,被成像眼 1i 和物镜 112 都是可以调节的,由此共同补偿横向未对准。

[0084] 在其他实施例中,旋转未对准可以由患者跟随被调节的固定光 145 以使得被成像眼旋转角度  $\alpha$  或者一般地表示为旋转欧拉角  $(\theta, \phi)$  来减小。

[0085] 最后,在一些情况下,在被成像眼 1i 与眼科系统 100 之间可能同时存在横向和旋转未对准。在这种情况下,在通过移动物镜 112 来补偿横向未对准的同时,外科医生可以通过调节固定光 145 以及通过指示患者跟随所述固定光来引导补偿旋转未对准。

[0086] 由于第一固定光控制命令通常只会减小而不是消除未对准,因此,在患者对被调节的固定光 145 作为反应之后,外科医生可以重复对剩余未对准的确定 240 以及使用控制信号 25 的对固定光的控制,从而迭代地减小未对准。这种迭代处理可以持续进行,直至未对准以预期精度被补偿。

[0087] 与先前一样,固定光源 140 可以包括 LED 阵列、等离子屏、电子显示器、计算机显示器、LCD 屏、视频模块、光机械投影仪、裂隙灯、基于处理器的图像系统或是可由机电致动器移动的光源。

[0088] 图 8 例示了对系统操作进行描述的眼科成像系统 100 的操作方法 300。

[0089] 用于将被成像眼 1i 与眼科系统 100 相对准的方法 300 可以包括:由眼科成像设备来对患者的程序眼的一部分进行成像 -310;由成像模块来显示程序眼的图像 -320;显示与被显示图像相关的参考图案,以便指示被成像眼与眼科系统的参考组件的未对准 -330;由固定光控制器接收固定光控制命令 -340;以及由固定光源响应于固定光控制命令来显示固定光,以便帮助患者减小未对准 -350。

[0090] 先前已经从诸如外科医生之类的眼科系统 100 的操作人员的角度详细描述了操作 310-330。接收固定光控制命令的处理 340 可以包括:通过触摸板、触摸屏、摇杆、机电传感器、位置传感器、光学传感器、语音提示致动器或是机电致动器中的至少一个来接收固定光控制命令。

[0091] 显示固定光 350 可以包括由 LED 阵列、等离子屏、电子显示器、计算机显示器、LCD 屏幕、视频模块、光机械投影仪、裂隙灯、基于处理器的图像系统或是可由机电致动器移动的光源中的至少一个来显示固定光。

[0092] 显示固定光 350 可以包括:为程序眼或非程序眼之一显示固定光。

[0093] 图 9A-B 例示了眼科系统 100' 的另一实现。元件 110-145 的前述功能可以表征部件 110-145' 的当前实现,并且在这里不再对此进行重复。

[0094] 此外,元件 110-145' 可以具有与如下特征相关的功能,即在成像系统 100 的这一实现中,固定光 145' 并非经由用于控制眼 1c 的独立固定光显示器或源 140 显示的。取而代之的是,固定光控制器 130' 可以向固定光源 140' 应用电子固定光控制信号',以使固定光源 140' 将被投射的固定光 145' 投射至成像设备 110 的光学路径。由此,成像设备 110 和固定光系统 120' 共享虚线所示的一些元件。在一些实现中,被投射的固定光 145' 可以耦合至光学器件 114,所述光学器件包含了附加的可调节反射镜,以便调节被投射的固定光 145' 的光路。如所示,该耦合可以在光学器件 114 与成像模块 115 之间发生,也可以在沿着光学器件 114 的某个位置发生,例如由分束器 BS 实现。在其他实施例中,被投射的固定光 145' 可以具有独立的光具座或路径,以便调整其光路并能恰好在物镜 - 投影仪 112' 之前耦合至成像设备 110 的光学路径。

[0095] 如图 9B 所示,在这些实现中,被投射的固定光 145' 可以由接物镜 - 投影仪 112'

投射至被成像眼 1i。在这些实施例中,患者可被指示直接用被成像眼 1i 跟随被投射的固定光 145',以减小未对准。

[0096] 图 10 例示了眼科系统 100”的另一实现。元件 110”-145 的前述功能同样可以表征部件 110”-145 的当前实现,并且在这里不再对此进行重复。

[0097] 此外,部件 110”-145 可以具有与如下特征相关的功能,即眼科系统 100”可以包括辅助成像设备 150。例如,该辅助成像设备 150 可以是光学相干断层扫描(OCT)系统。有很多 OCT 成像系统都是已知的,这其中包括具有光谱计或扫频源的时域 OCT 系统及频域 OCT 系统。这其中的多种 OCT 系统都可以在眼科系统 100”中使用,以便实现各种益处。用于辅助成像设备 150 的成像光束可以经由分束器 BS1 耦合至主光学路径。

[0098] 眼科系统 100”的一些实施方式还可以包括用于各眼科手术程序的程序激光器 160。更进一步,一些实施例可以包括患者接口 170,以便在被成像眼 1i 与眼科成像设备 110 之间提供更牢固的连接,例如通过应用真空抽吸来提供。所述患者接口 170 可以类似于图 7D 中的患者接口 112-3。

[0099] 在眼科系统 100”的一些实施方式中,成像可由成像模块 115 执行,在这种情况下,系统 100”及其操作在很大程度上与先前描述的实施例相似。

[0100] 然而,在其他实施例中,辅助/OCT 成像系统 150 可以用于成像被成像眼 1i。对于成像眼科显微镜不可见的结构而言,OCT 成像是非常有益的。这其中的一个示例是对晶状体 5 进行成像。由于具有柔软的支撑结构,晶状体 5 通常不与瞳孔 4 之类的可视结构同心。更进一步,由于物镜 112 的重量通过接口 170 对眼生成了压力,因此有可能会使晶状体 5 发生位移和倾斜。同时,在可以通过此类对准来改进晶状体囊切开术及其他程序的质量的白内障手术期间,尤其重要的是将眼科系统 100”与晶状体 5 而非瞳孔 4 或角膜缘相对对准。

[0101] 图 11A-D 例示了眼科系统 100”的这一实现的操作。

[0102] 如图 11A 所示,OCT 成像系统 150 可以执行快速单维(1D)扫描,例如行扫描 181。当由于无法被视频显微镜直接看到而用虚线显示的晶状体 4 不与瞳孔 4 同中心时,OCT 扫描的中心 182 通常不会与晶状体 5 的中心 183 重合。

[0103] 如图 11B 所示,在这种偏心的情况下,晶状体 5 在沿着行 181 显示 1D 扫描的 OCT 成像模块 155 上的 OCT 图像能够呈现角膜的局部图像 2c、前囊表面图像 5a 以及后囊表面图像 5p。囊表面 5a 和 5p 的倾斜及偏心位置可以指示晶状体 5 的中心 183 偏离成像系统 100 的光轴 28,并且指示晶状体 5 的光轴 8 相对于光轴 28 而言是倾斜的。其他 OCT 实现可以通过对晶状体 5 执行光栅扫描来生成和显示二维(2D)图像。

[0104] 如图 11C-D 所示,外科医生可以通过分析 OCT 成像模块 155 示出的 OCT 图像来确定成像系统 110 的参考组件与被成像晶状体 5 的未对准,然后可以采用与方法 200 相似的方式继续执行处理。更具体地,外科医生可以根据所确定的未对准并通过固定光控制器 130 的输入模块 135 来输入固定光控制命令。该命令可以生成供固定光源 140 调节固定光 145 的电子控制信号,以使被调节的光线引导患者移动其眼,从而减小未对准。

[0105] 虽然本说明书包含了很多细节,但是这些细节不应被看作是对本发明的范围或是请求保护的内容进行限制,而是对特定实施例所特有的特征进行的描述。在本说明书的各自独立实施例的上下文中描述的某些特征同样可以结合和单个实施例来实施。相反地,在单

个实施例中描述的不同特征也可以在独立的多个实施例或是任何适当的子组合中实施。此外,虽然在上文中将这些特征描述成是以某种组合的方式发挥作用的,甚至最初就是这么请求保护的,但在一些情况中,来自被请求保护的组合的一个或多个特征是可以从所述组合中去除的,并且被请求保护的组合可被引导至子组合或子组合变体。

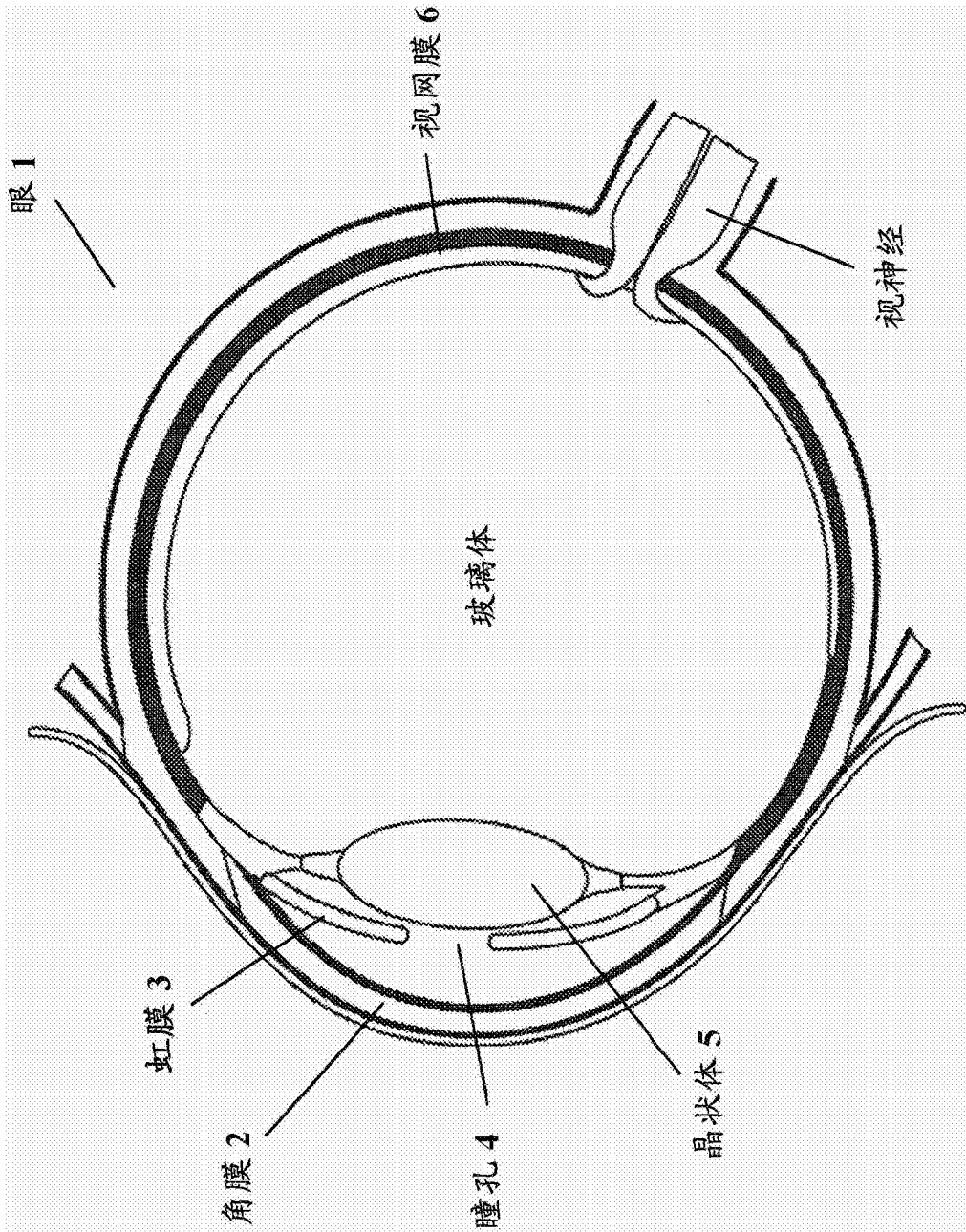


图 1

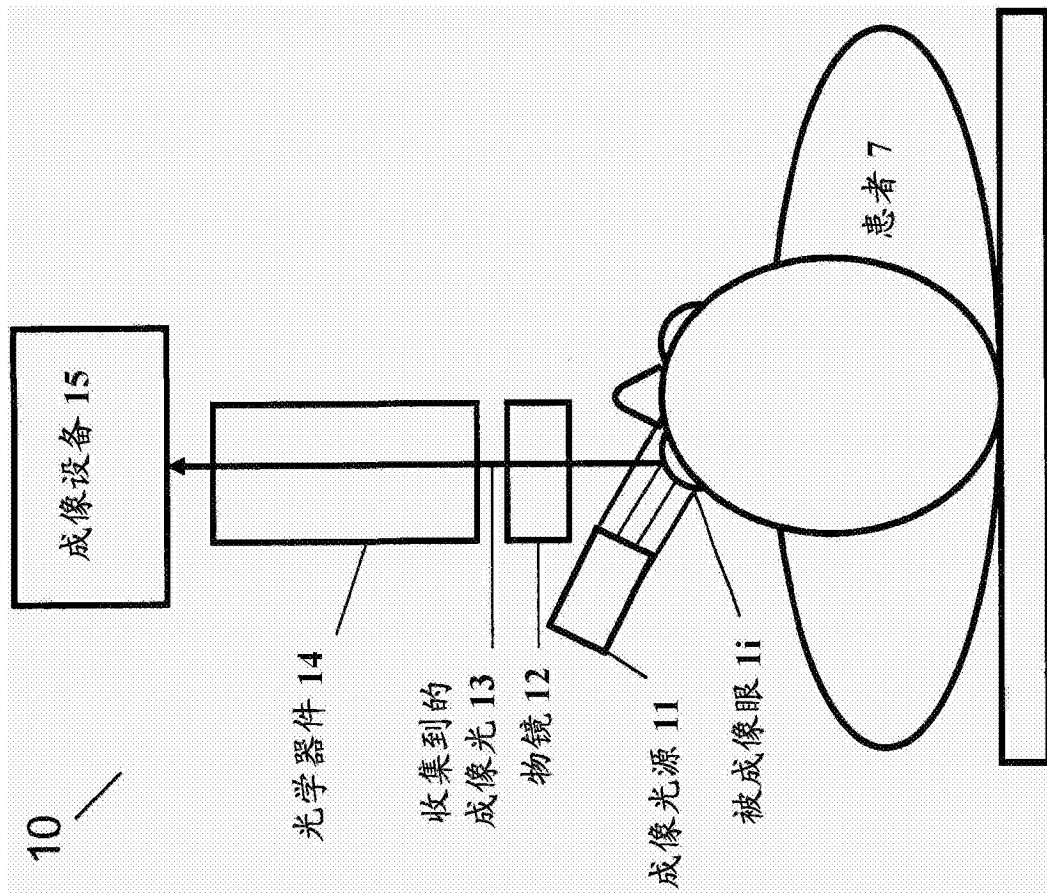


图 2



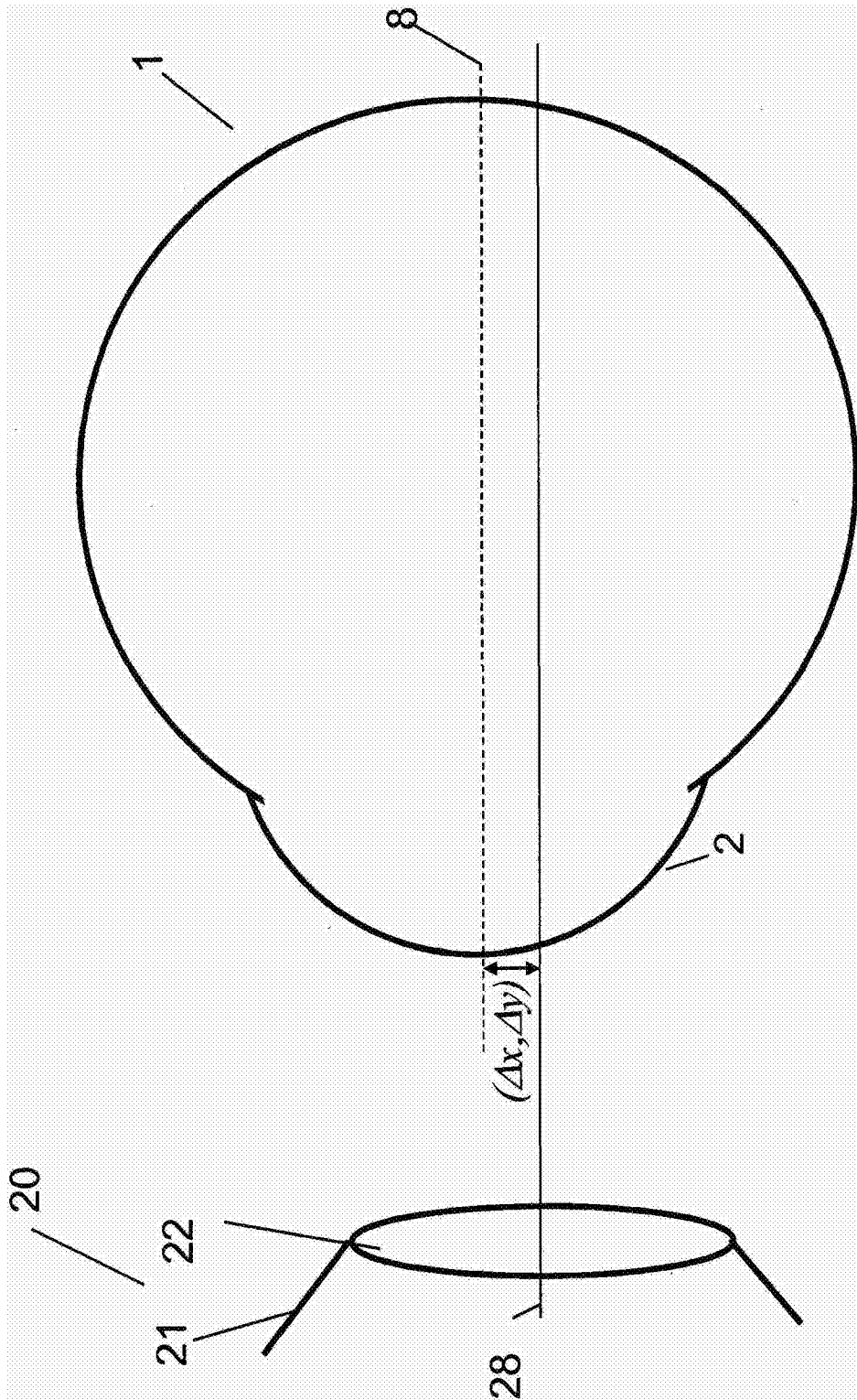


图 3A

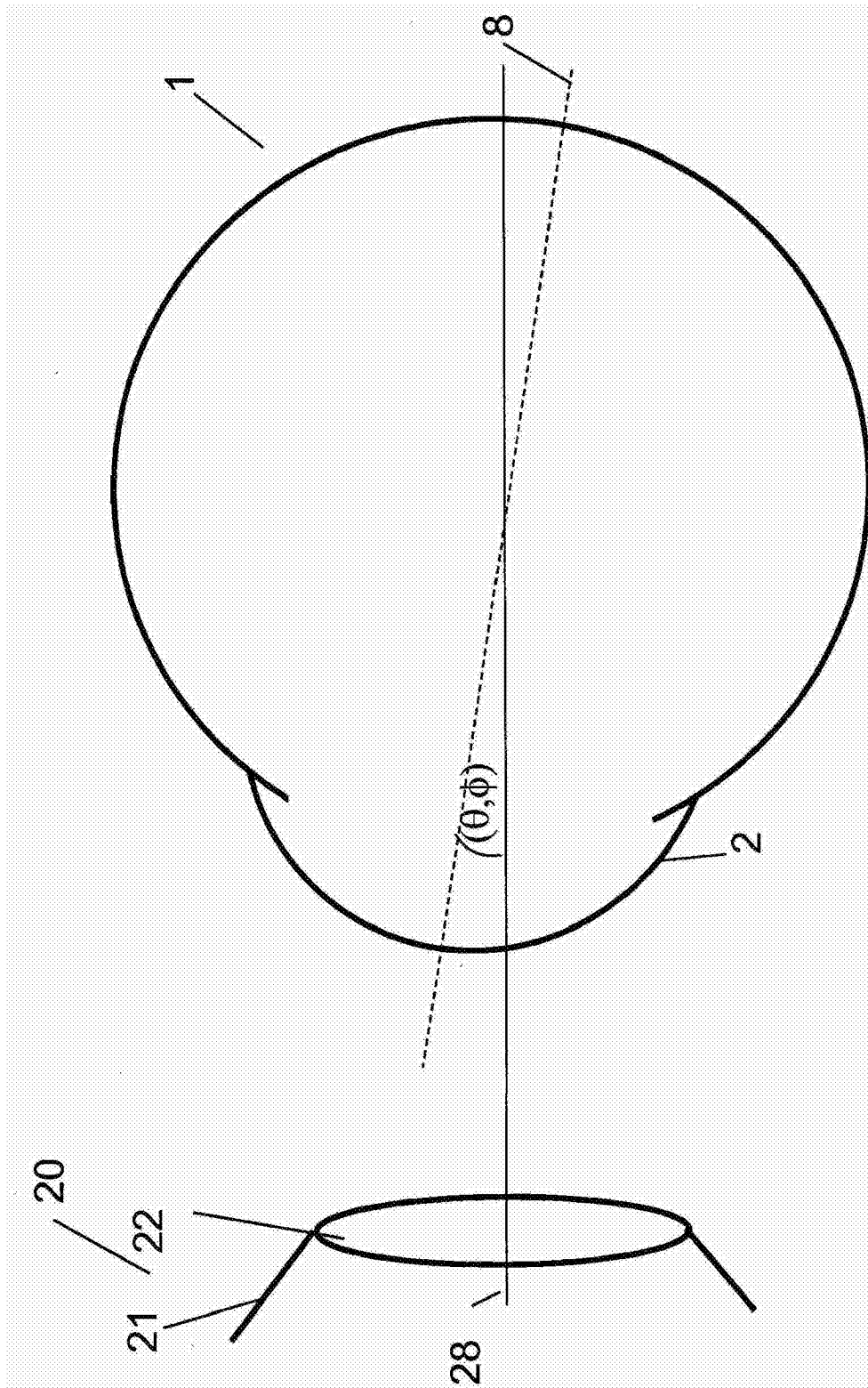


图 3B

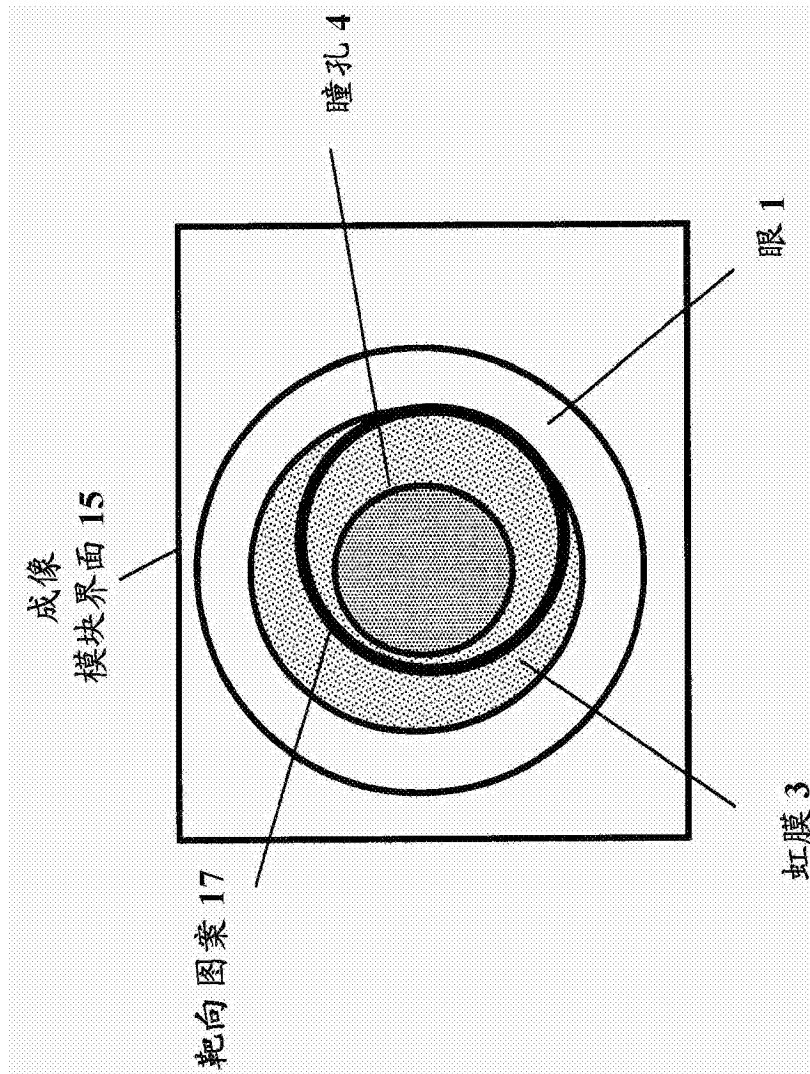


图 3C

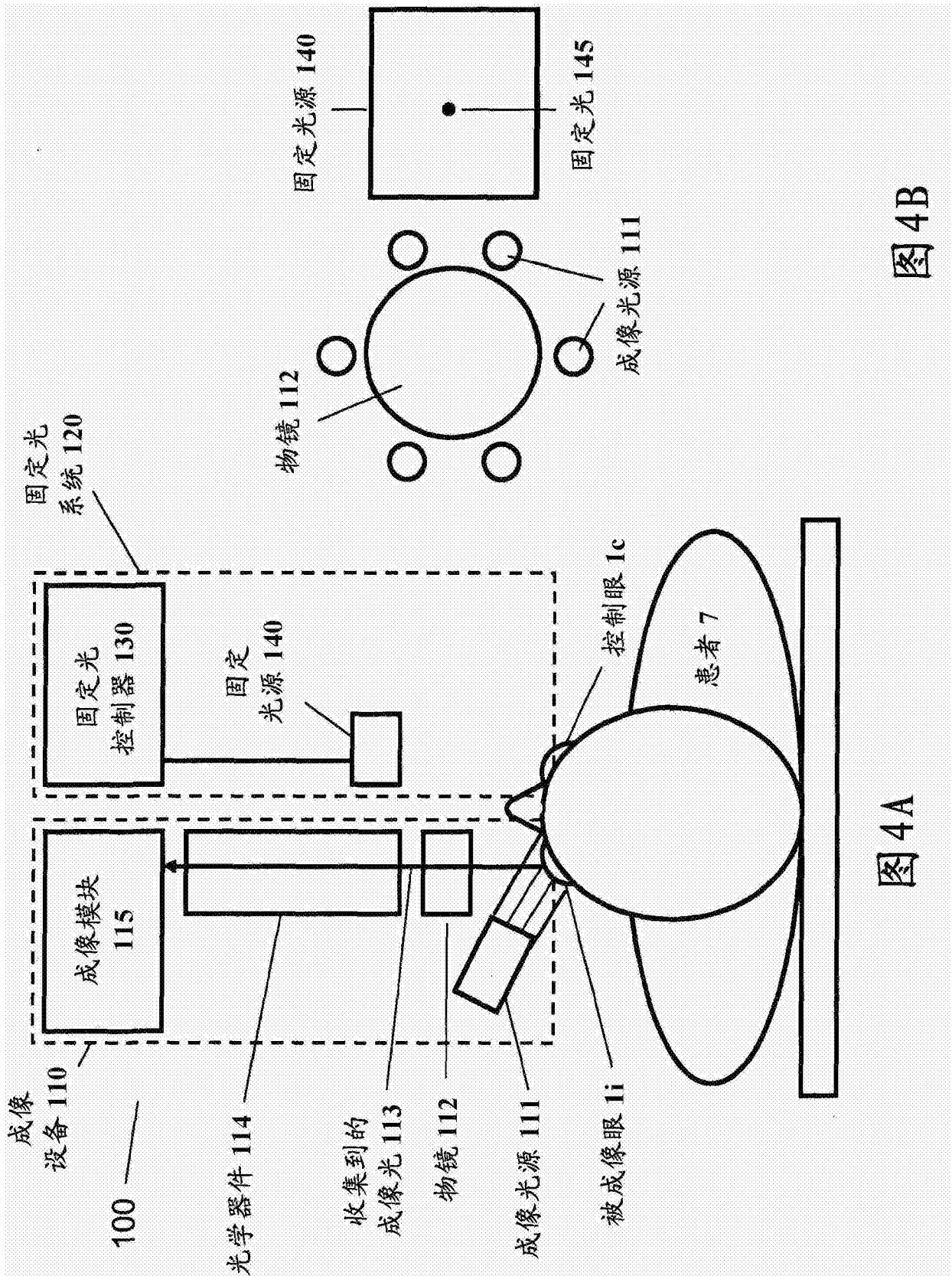


图4A

图4B

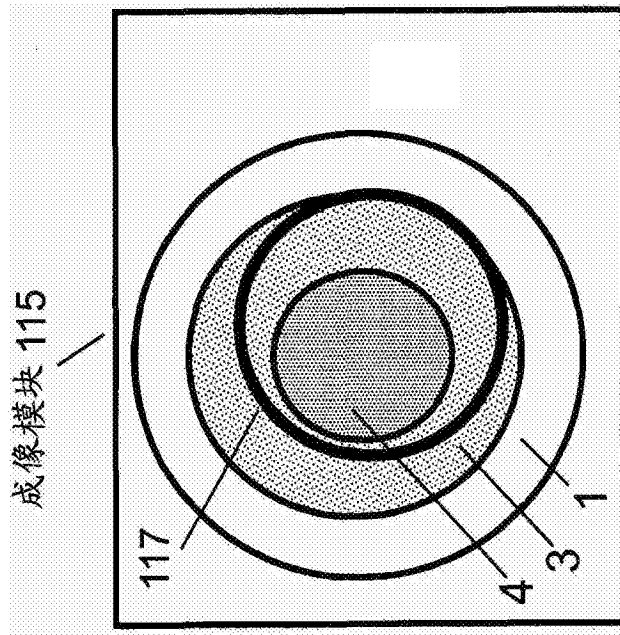


图 5A

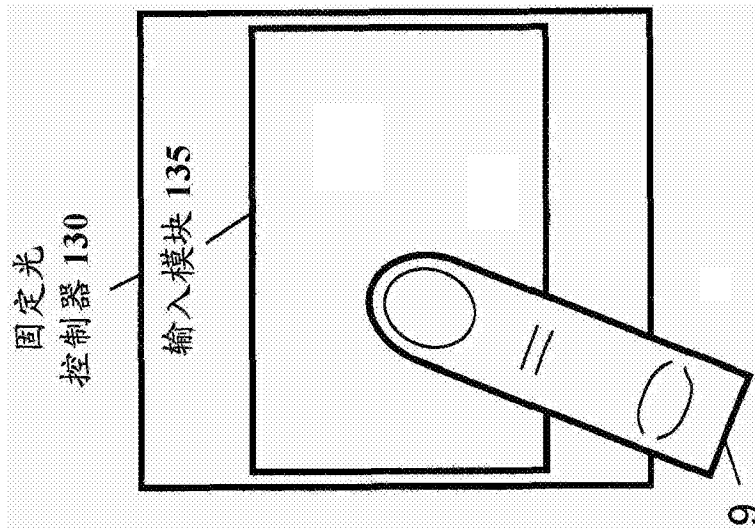


图 5B

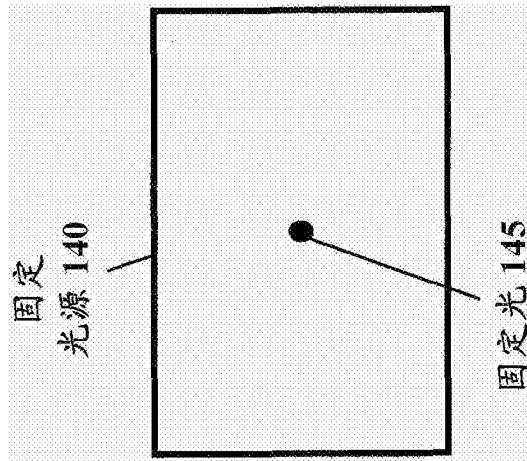


图 5C

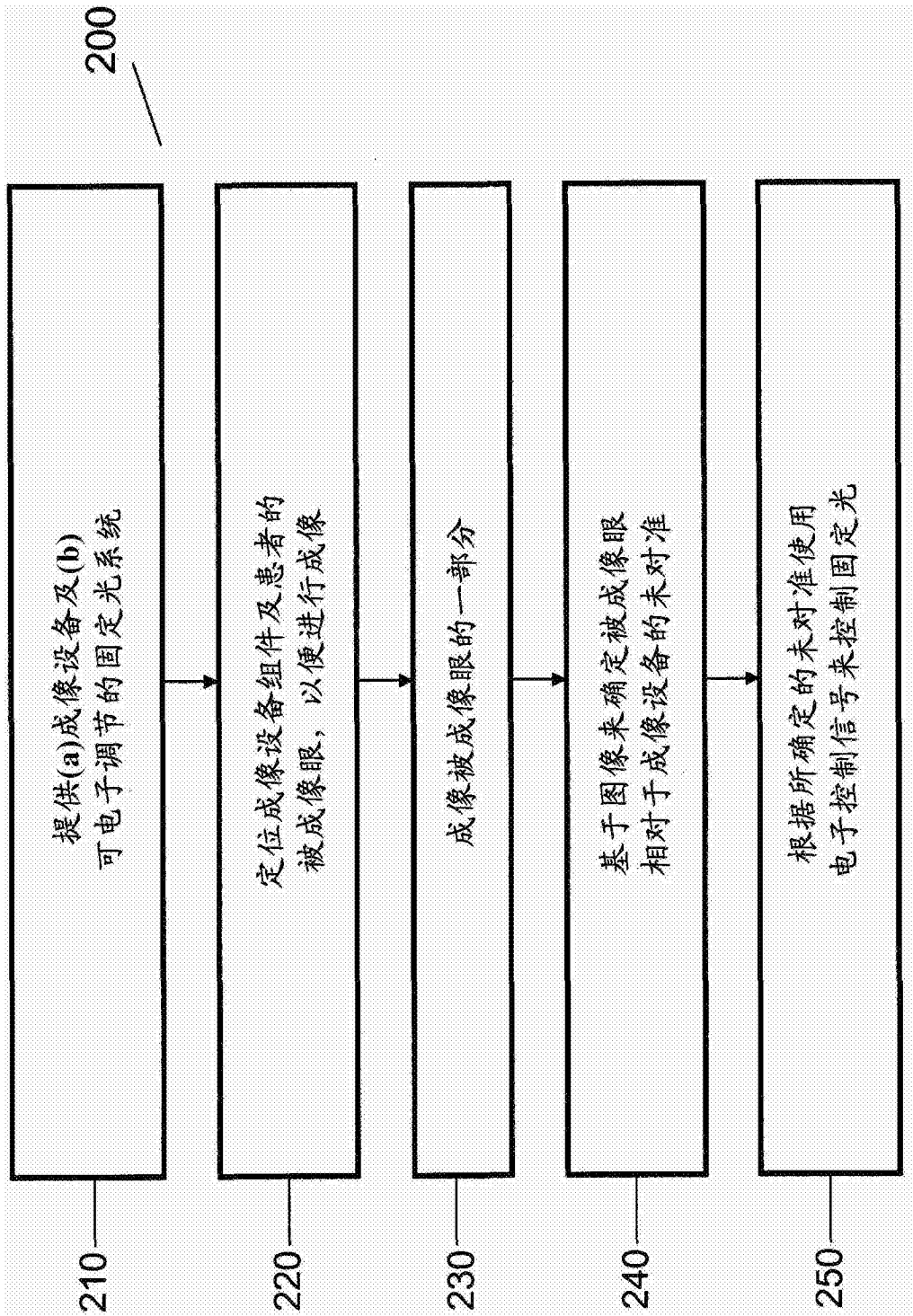


图 6

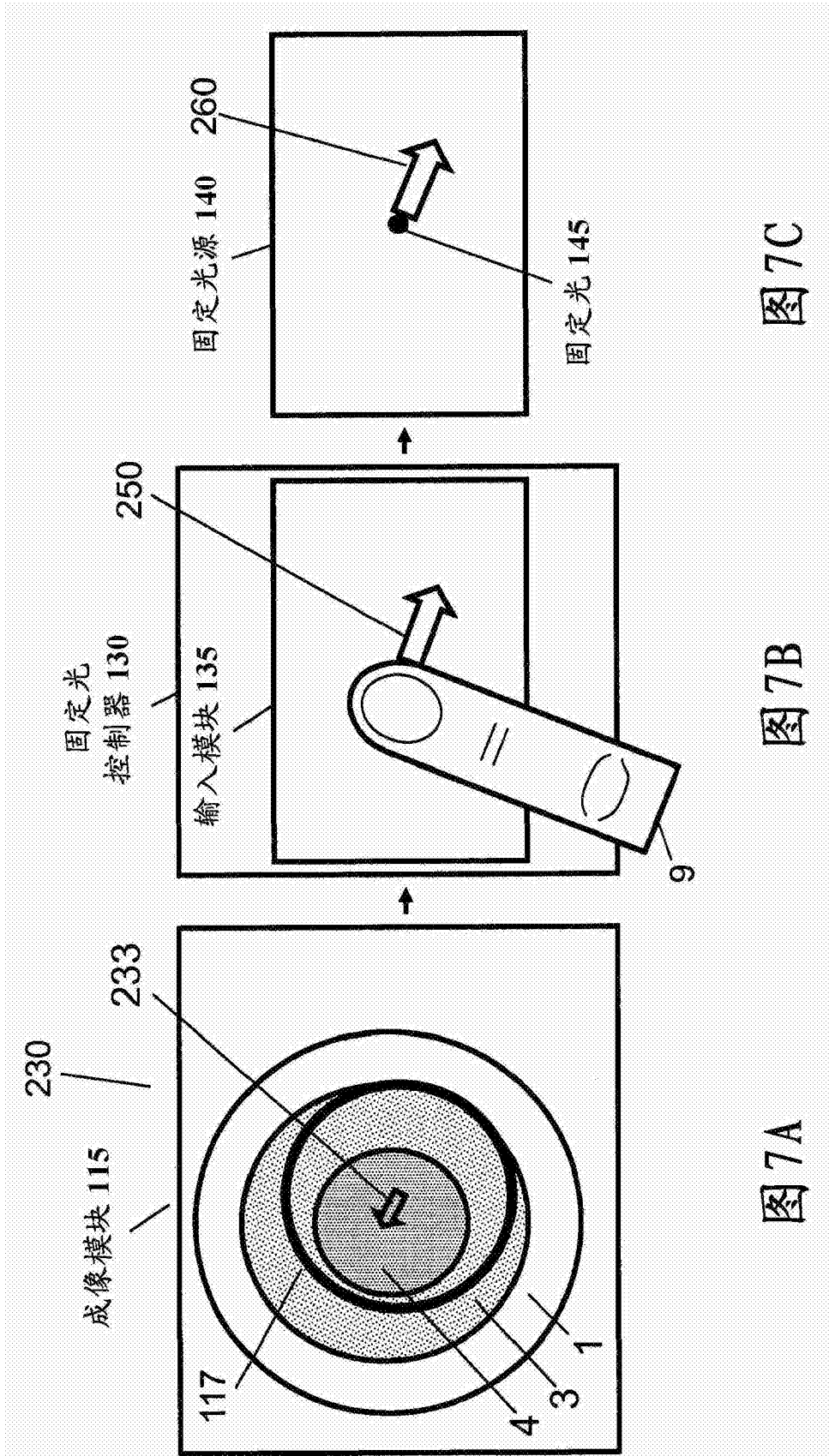


图7C

图7B

图7A



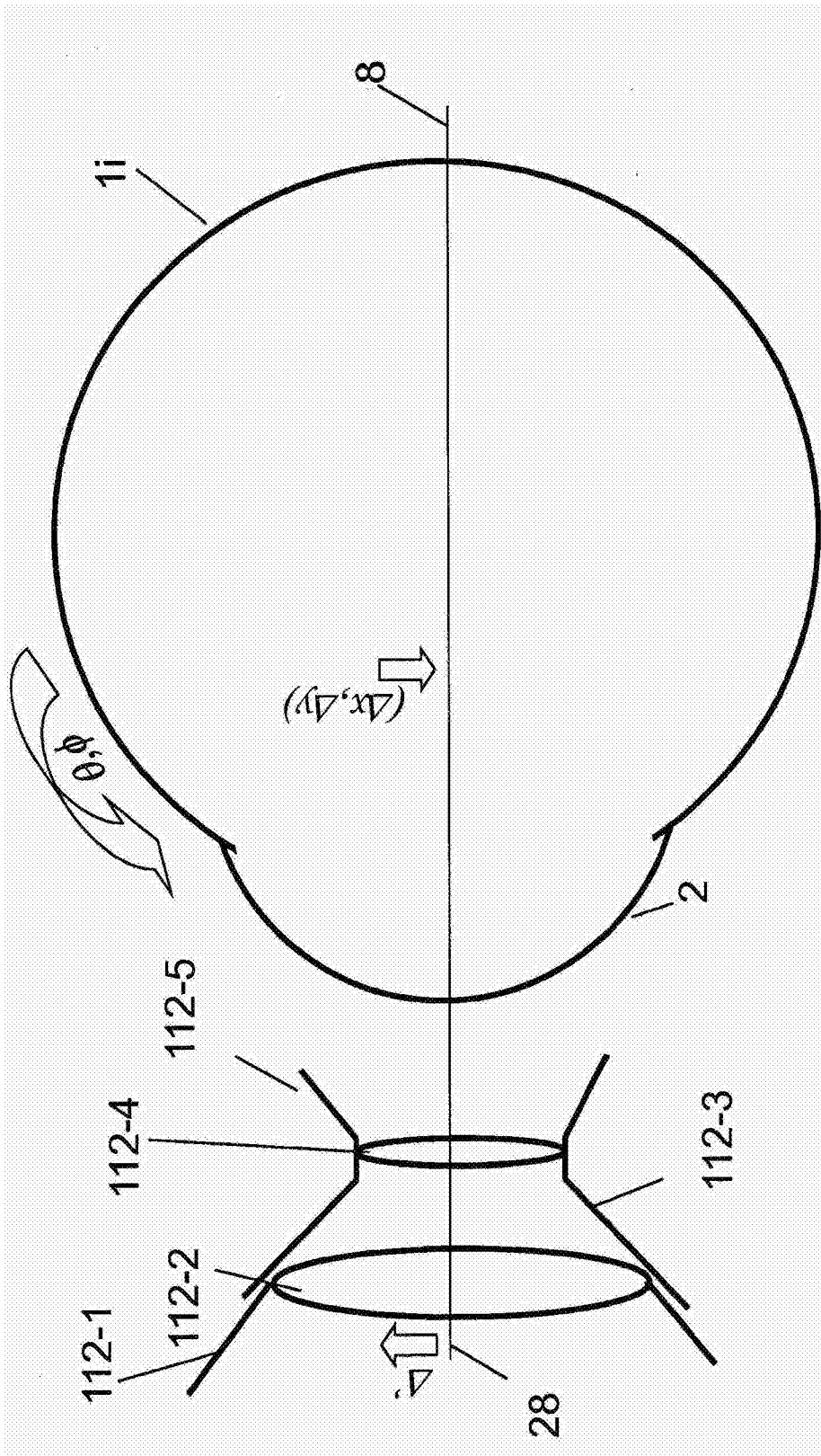


图 7D

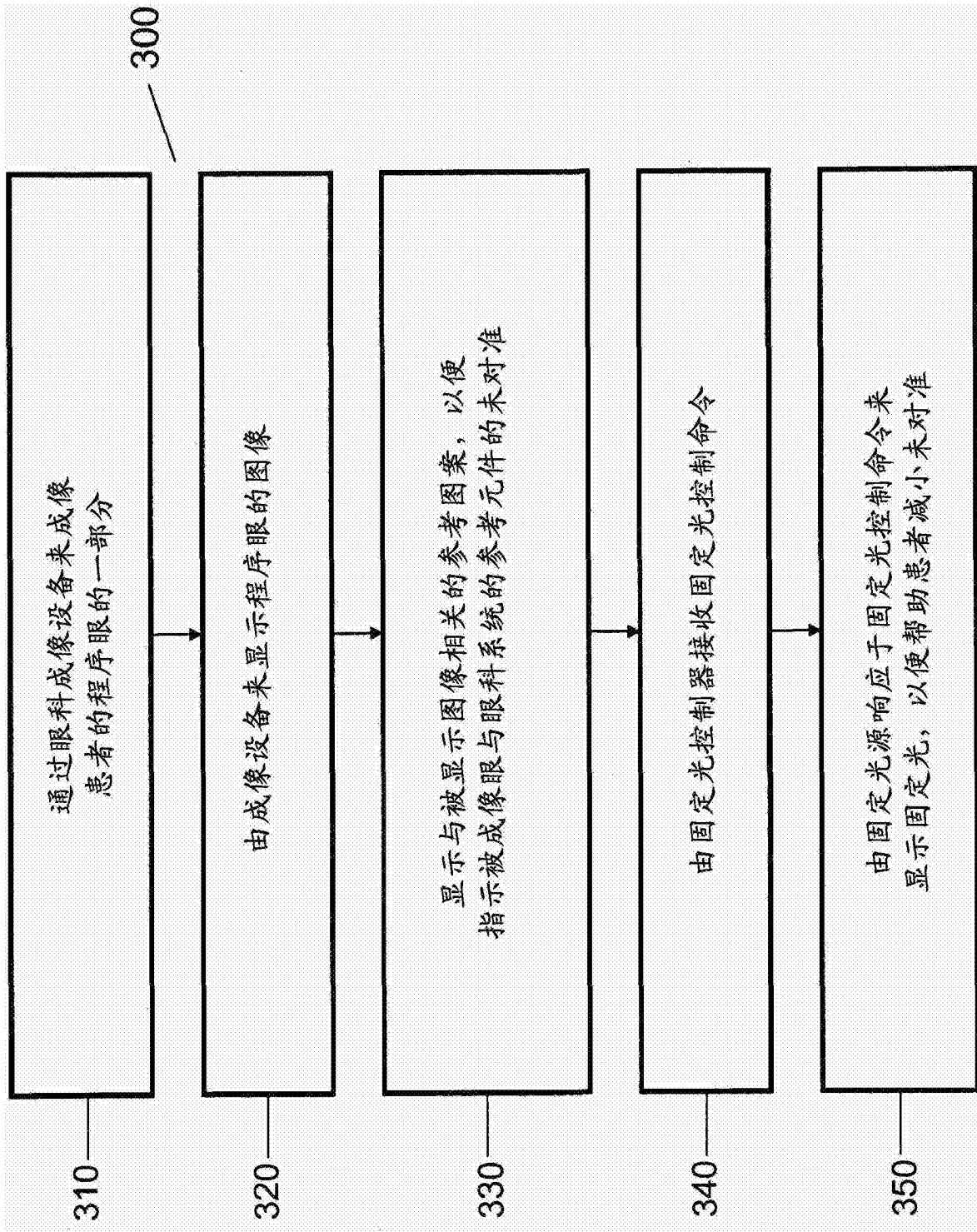


图 8

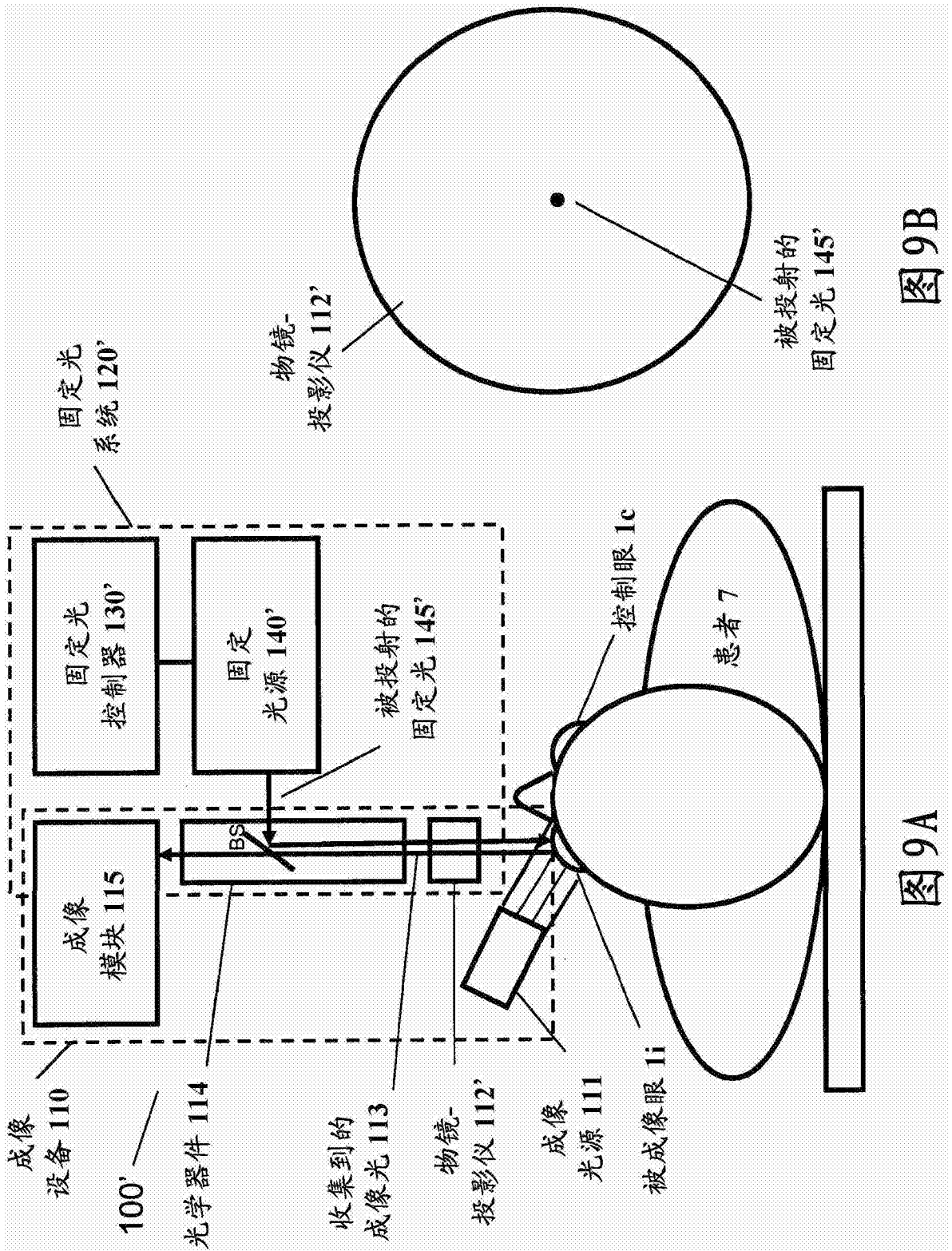


图9B

图9A

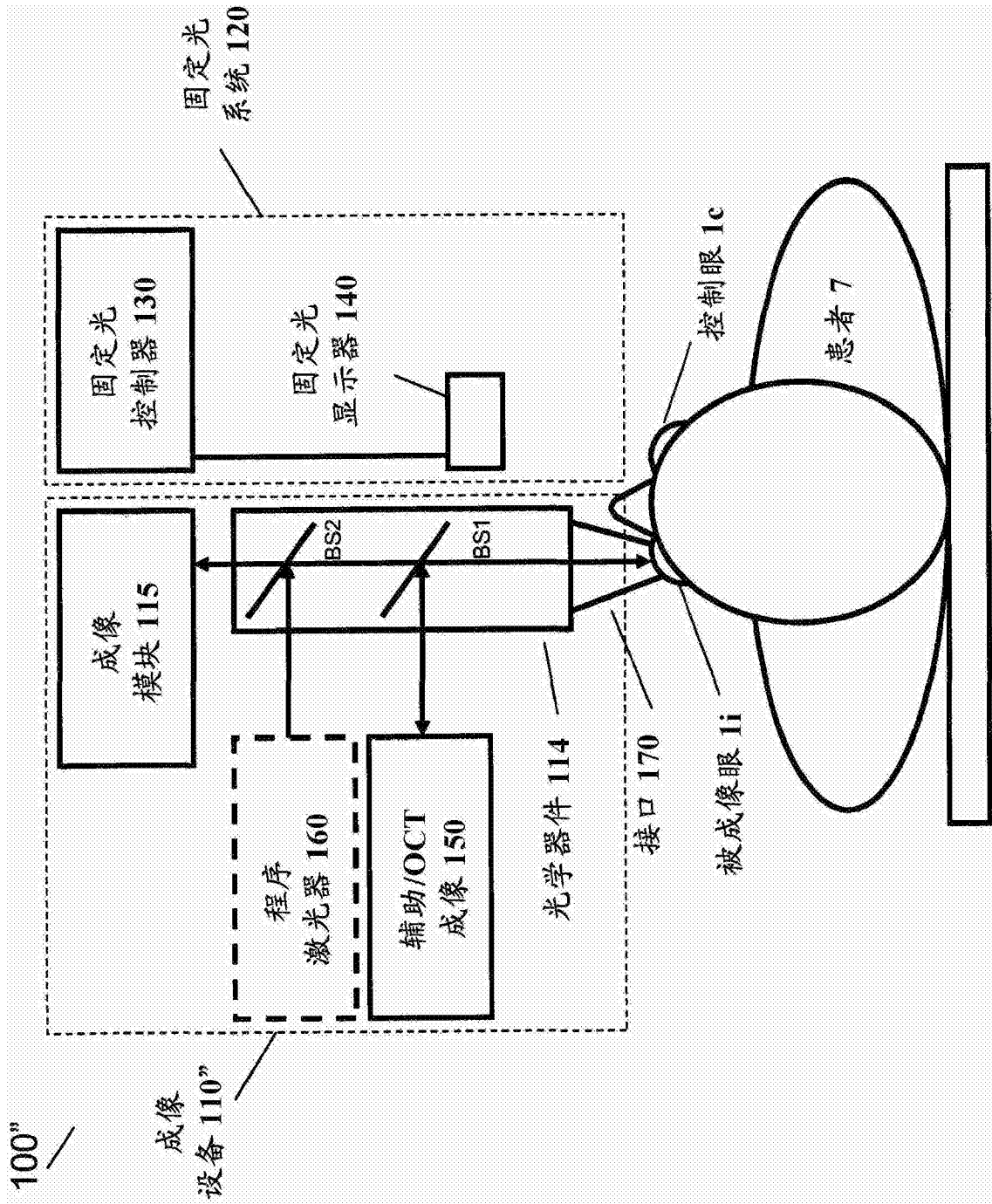
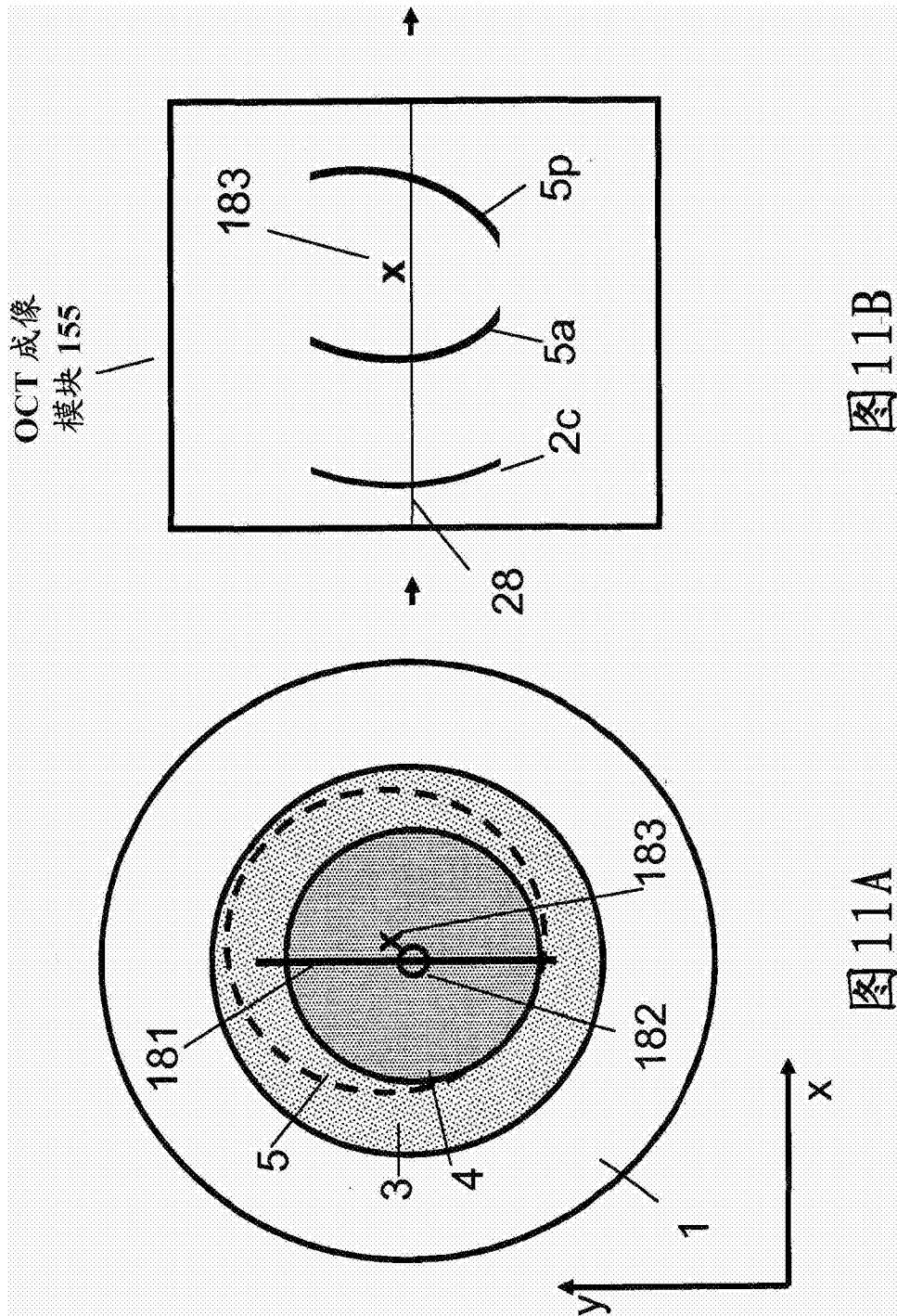


图 10



OCT 成像  
模块 155

