



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 209611102 U

(45)授权公告日 2019.11.12

(21)申请号 201820812343.1

(22)申请日 2018.05.29

(30)优先权数据

15/669,210 2017.08.04 US

(73)专利权人 黎浩桦

地址 中国香港新界深井青山公路33号碧堤
半岛3座52楼D室

(72)发明人 黎浩桦

(74)专利代理机构 北京易光知识产权代理有限公司 11596

代理人 崔晓光

(51)Int.Cl.

A61B 3/12(2006.01)

A61B 3/14(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

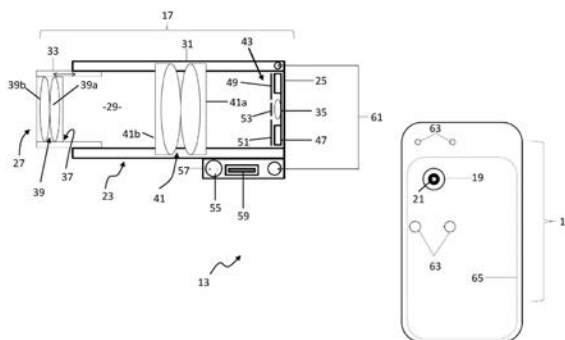
权利要求书2页 说明书12页 附图19页

(54)实用新型名称

适配器和包含适配器的眼底照相系统

(57)摘要

本实用新型涉及适配器和包含适配器的眼底照相系统。一种用于附接至图像获取装置的适配器，该图像获取装置具有一个或多个相机孔径以用于使能够捕获经由该一个或多个相机孔径而进入该图像获取装置的一个或多个图像。该适配器具有：壳体，其限定光波可行进所沿着的通道；物镜配置，其在该通道内；辅助镜头配置，其在该通道内，该辅助镜头配置被定位成使得当该适配器附接至图像获取装置时，该辅助镜头配置沿着该物镜配置与一个或多个相机孔径之间的可能光路径。该等镜头设备被一起配置成放大接近于一个或多个相机孔径的平面的眼睛的瞳孔的图像，并且将来自光源的光波聚焦在该适配器外部且从该物镜的光轴偏移的点处。



1. 一种用于附接至图像获取装置的适配器,所述适配器被配置成引导光波从眼睛进入所述图像获取装置的一个或多个相机孔径,所述适配器包括:

壳体,其限定通道,所述通道具有位于所述图像获取装置的近端的第一端和被配置成被引导朝向所述眼睛的瞳孔的第二端,所述壳体被配置成允许光波从所述第二端进入所述通道并从所述第一端离开而进入所述图像获取装置的一个或多个相机孔径,

物镜配置,其位于所述通道内并具有光轴、前焦点和后焦点,

辅助镜头配置,其位于所述通道内并具有光轴、前焦点和后焦点,所述辅助镜头配置位于所述物镜配置和所述适配器的第一端之间,其中所述辅助镜头配置的直径大于或等于所述物镜配置的直径,

其中所述物镜配置和所述辅助镜头配置被一起配置成当眼睛的瞳孔平面与所述物镜配置的所述前焦点基本上重合时,产生一放大的瞳孔影像于所述辅助镜头配置的后焦点处,以使得所述眼睛的所述瞳孔影像与所述图像获取装置上的一个或多个相机孔径中的至少一个基本上重合,

其中所述物镜配置和所述辅助镜头配置被一起配置成聚焦来自照明光源的光波,该光波从以下位置朝向所述辅助镜头配置被引导到所述通道中,该位置接近于一个或多个相机孔径、从所述辅助镜头配置的所述光轴偏移且在经放大的所述瞳孔影像的直径内,所述光波聚焦于在所述适配器的外部的且自所述物镜配置的所述光轴偏移的点处。

2. 根据权利要求1所述的适配器,进一步包括所述照明光源。

3. 根据权利要求1所述的适配器,其中,所述照明光源与所述适配器分离,并且所述适配器被配置成允许来自所述照明光源的光进入所述适配器。

4. 根据权利要求2或权利要求3所述的适配器,其中,所述照明光源包括一个或多个发光二极管。

5. 根据权利要求1所述的适配器,进一步包括:一个或多个偏振器,其与所述照明光源相关联以偏振来自所述照明光源的光;以及一个或多个其它偏振器,其被配置成当所述适配器附接至所述图像获取装置时,过滤从所述通道进入一个或多个所述相机孔径的光。

6. 根据权利要求5所述的适配器,其中,与所述照明光源相关联的所述一个或多个偏振器,跟所述一个或多个其它偏振器以不同的方式来使光偏振,以使得来自所述照明光源的偏振光被所述一个或多个其它偏振器滤除。

7. 根据权利要求1所述的适配器,其中,所述物镜配置相比于所述辅助镜头配置具有较短焦距。

8. 根据权利要求1所述的适配器,其中,所述物镜配置相对于所述辅助镜头配置而定位,使得所述物镜配置的所述后焦点与所述辅助镜头配置的所述前焦点至少基本上重合。

9. 根据权利要求1所述的适配器,其中,所述物镜配置相对于所述辅助镜头配置可移动,以使得所述物镜配置的所述后焦点的位置相对于所述辅助镜头配置的所述前焦点的位置可调整。

10. 根据权利要求1所述的适配器,其中,所述物镜配置和所述辅助镜头配置各自包括聚光镜头。

11. 根据权利要求10所述的适配器,其中,所述物镜配置的所述聚光镜头和所述辅助镜头配置的所述聚光镜头各自包括一对聚光镜头,对于每一对,所述聚光镜头被布置成使得

它们的更凸侧面朝向彼此。

12. 根据权利要求1所述的适配器,进一步包括用于将所述适配器附接至所述图像获取装置的构件。

13. 一种眼底照相系统,包括图像获取装置和根据权利要求1所述的适配器。

适配器和包含适配器的眼底照相系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种用于眼底照相的图像捕获装置的适配器,并且特别地但非排他地涉及一种用于智能手机以使智能手机能够捕获眼睛的眼底的图像的适配器,该图像在没有该适配器的情况下将无法被智能手机捕获到。

背景技术

[0002] 图1示出人眼1的基本结构,其包括角膜3、瞳孔5、晶状体7和视网膜9。视网膜 9是眼睛1后部处的内部光敏感层并且主要负责视力。来自远距离的物体或光源11的在近平行路径中行进的光穿过瞳孔5而进入眼睛,并且通过角膜3和晶状体7的屈光力而聚焦在视网膜9上的点处。聚焦在视网膜9上的光被视网膜9的感光细胞检测到,并且被转换为电信号。视网膜神经节细胞将电信号穿过眼睛1的视神经而传送至大脑中以供进行视觉处理。这通常是人类可如何看见外界的方式。

[0003] 与角膜3不同,视网膜9目前是不可更换的。目前没有人造视网膜或其它取代物可在视网膜出故障的情况下提供足够的视觉功能。不幸的是,视网膜9很容易受到各种问题和疾病的伤害,并且因此会出故障。因此,应注意确保视网膜的健康。另外,由于视网膜是从人体外部可见的中枢神经系统的唯一部分,故对视网膜的检视可使能够检测诸如糖尿病的其它健康问题。因此,对视网膜9的检查是眼睛检查的最重要的方面之一,这是因为它使能够检测和预防可导致不可逆视觉损失或其它健康相关问题的病理状况。

[0004] 眼睛检查传统上由通常被称为眼科专家的专家眼科医生实行,眼科专家使用检眼镜来视觉上检视眼睛的眼底。检眼镜的一个限制在于它不能够同时记录眼底的视觉细节,这意味着要求眼科专家随后以文本或图式形式记载他对视网膜的视觉检视的观测数据。准确地记录或记载眼底的图像会需要通常被称为视网膜相机或眼底相机的另一仪器。对视网膜拍照的过程被称为眼底照相。眼底照相提供视网膜的照相记载,并且促进记载、监测、病例讨论、群集筛选,乃至远程医疗。

[0005] 常规的眼底相机通常是大型机器,其必须安装在工作台上并且连接至台式计算机系统以进行图像存储和组织。此类常规的相机无助于对卧床患者、婴儿和儿童或不易移动或配合的其它患者进行相对于相机的准确定位。另外,此类相机将检查限于诊所或医院。因此,用此类眼底相机进行外展筛选是非常困难的。

[0006] 最近,已开发了许多便携式眼底相机来处理这些移动性问题。这些便携式眼底相机已极大地扩展了进行眼底镜检查或检眼镜检查的能力。然而,便携式眼底相机仍需要相对复杂地连接至计算机系统以进行照片存储、处理和组织。在用此类相机的情况下有可能进行自动分析和远程医疗,但是自动分析和远程医疗仍限于具有用于评估的专用设施和计算机系统的专家中心。

[0007] 随着智能手机和其它便携式图像获取装置的出现,用智能手机进行视网膜成像越来越流行。使用智能手机进行视网膜成像的一个优点是不需要连接至远程计算机系统。智能手机还允许对眼底照片进行即时图像捕获、评审、分析、组织和共享。随着智能手机在健

康护理专业人员当中的流行,用智能手机和适当适配器的每个合格健康护理专业人员均具有必要的技术来执行眼底照相。

[0008] 除了易于使用之外,使用智能手机和适配器以对眼底拍照还有许多额外优点。随着智能手机相机技术的不断改进,眼底照片的分辨率将会相应地改进。第三方还可开发各种智能手机软件来进一步改进诊断性能并且促进患者护理。由于现代智能手机相机可提供高光敏感度,故智能手机相比于传统的检眼镜检查器械可用于在较低的照明水平下对眼底拍照。

[0009] 市场上有许多此类适配器。然而,它们中的大多数提供有限的视场(视域最多为大约50度)。这种有限的视场只能示出视网膜的中心部分。为了更全面地筛选视网膜,需要宽得多的视场。另一方面,适配器应小巧且轻便以促进便携式临床使用。

[0010] 本实用新型的目的是提供一种具有较宽视场的用于眼底照相的便携式图像获取装置的改进式适配器。

实用新型内容

[0011] 本实用新型的第一方面提供一种用于附接至图像获取装置的适配器,该适配器被配置成引导光波从眼睛进入该图像获取装置的一个或多个相机孔径,该适配器包括:壳体,其限定通道,该通道具有位于该图像获取装置的近端的第一端和被配置成被引导朝向该眼睛的瞳孔的第二端,该壳体被配置成允许光波从该第二端进入该通道并从该第一端离开而进入该图像获取装置的一个或多个相机孔径,物镜配置,其位于该通道内并具有光轴、前焦点和后焦点,辅助镜头配置,其位于该通道内并具有光轴、前焦点和后焦点,该辅助镜头配置位于该物镜配置和该适配器的第一端之间,其中该辅助镜头配置的直径大于或等于该物镜配置的直径,其中该物镜配置和该辅助镜头配置被一起配置成当眼睛的瞳孔平面与该物镜配置的该前焦点基本上重合时,产生一放大的瞳孔影像于该辅助镜头配置的后焦点处,以使得该眼睛的该瞳孔影像与该图像获取装置上的一个或多个相机孔径中的至少一个基本上重合,

[0012] 其中该物镜配置和该辅助镜头配置被一起配置成聚焦来自照明光源的光波,该光波从以下位置被引导到该通道中并朝向该辅助镜头配置,该位置接近于一个或多个相机孔径、从该辅助镜头配置的该光轴偏移且在经放大的该瞳孔影像的直径内,该光波聚焦于该适配器的外部的且从该物镜配置的该光轴偏移的点处。

[0013] 优选地,该适配器进一步包括该照明光源。

[0014] 优选地,该照明光源与该适配器分离,并且该适配器被配置成允许来自该照明光源的光进入该适配器。

[0015] 优选地,该照明光源包括一个或多个发光二极管。

[0016] 优选地,该适配器进一步包括:一个或多个偏振器,其与该照明光源相关联以偏振来自该照明光源的光;以及一个或多个其它偏振器,其被配置成当该适配器附接至该图像获取装置时过滤从该通道进入一个或多个该相机孔径的光。

[0017] 优选地,与该照明光源相关联的该一个或多个偏振器,跟该一个或多个其它偏振器以不同的方式来使光偏振,以使得来自该照明光源的偏振光被该一个或多个其它偏振器滤除。

- [0018] 优选地,该物镜配置相比于该辅助镜头配置具有较短焦距。
- [0019] 优选地,该物镜配置相对于该辅助镜头配置而定位,使得该物镜配置的该后焦点与该辅助镜头配置的该前焦点至少基本上重合。
- [0020] 优选地,该物镜配置相对于该辅助镜头配置可移动,以使得该物镜配置的该后焦点的位置相对于该辅助镜头配置的该前焦点的位置可调整。
- [0021] 优选地,该物镜配置和该辅助镜头配置各自包括聚光镜头。
- [0022] 优选地,该物镜配置的该聚光镜头和该辅助镜头配置的该聚光镜头各自包括一对聚光镜头,对于每一对,该聚光镜头被布置成使得它们的更凸侧面朝向彼此。
- [0023] 优选地,该适配器进一步包括用于将该适配器附接至该图像获取装置的构件。
- [0024] 本实用新型的第二方面提供一种眼底照相系统,包括图像获取装置和本实用新型的第一方面所提供的适配器。
- [0025] 本实用新型的第三方面提供一种用于附接至图像获取装置的适配器,图像获取装置具有一个或多个相机孔径以用于使能够捕获经由一个或多个相机孔径而进入图像获取装置的一个或多个图像,适配器包括:壳体,其限定通道,壳体被配置成允许光波经由通道而从适配器外部进入图像获取装置的一个或多个相机孔径,并且允许光波离开通道而到达适配器外部,物镜配置,其在通道内,物镜配置具有光轴、前焦点和后焦点,辅助镜头配置,其在通道内,辅助镜头配置具有光轴、前焦点和后焦点,辅助镜头配置定位在通道中,使得当适配器附接至图像获取装置时,辅助镜头配置沿着物镜配置与图像获取装置的一个或多个相机孔径之间的可能光路径,其中辅助镜头配置的直径大于或等于物镜配置的直径,其中物镜配置和辅助镜头配置被一起配置成当眼睛的瞳孔被定位成使得瞳孔平面与物镜的前焦点基本上重合时,放大接近于图像获取装置的一个或多个相机孔径的平面的眼睛的瞳孔的图像,瞳孔的经放大图像的直径取决于物镜和辅助镜头的相应焦距和相对间距,当适配器附接至图像获取装置时,一个或多个相机孔径中的至少一个定位在放大图像的直径内,并且其中物镜配置和辅助镜头配置被一起配置成聚焦来自光源的光波,该光波从以下位置朝向所述辅助镜头而被引导到通道中,该位置接近于一个或多个相机孔径、从辅助镜头的光轴偏移且在瞳孔的经放大图像的直径内,该等光波聚焦于适配器外部且从物镜的光轴偏移的点处。
- [0026] 有利地,根据本实用新型的适配器可附接至诸如具有图像捕获能力的智能手机的图像获取装置,以使智能手机能够以宽视场捕获被定位成极接近于智能手机的物体的图像。因此,当适配器附接至具有图像捕获能力的智能手机时,智能手机可用于在眼睛极接近于适配器和智能手机时捕获眼睛的视网膜的宽视场的图像。归因于适配器的光学系统相对于适当定位的光源而配置,适配器可被定位成使得当适配器的光轴与眼睛的晶状体的光轴对准时,照明光在瞳孔的外围进入瞳孔,使得有利地最小化瞳孔平面处归因于来自适配器的照明光的后向散射。因此,本实用新型的适配器允许智能手机捕获视网膜的具有宽视场的图像,而适配器的照明光基本上不会干扰用于使光波离开眼睛且进入适配器以供智能手机捕获的观察路径。
- [0027] 适配器可进一步包括光源。另外或替代地,光源可与适配器分离,并且适配器可被配置成允许来自光源的光进入通道。光源可包括一个或多个发光二极管。
- [0028] 适配器可进一步包括:一个或多个偏振器,其与光源相关联以偏振来自光源的光;

以及一个或多个其它偏振器,其被布置成当适配器附接至图像获取装置时过滤从通道进入一个或多个相机孔径的光。一个或多个偏振器可与光源相关联,与一个或多个其它偏振器不同地偏振光,使得来自光源的偏振光被一个或多个其它偏振器滤除。

[0029] 辅助镜头配置可被定位成使得当适配器附接至图像获取装置时,辅助镜头的后焦点被定位成接近于图像获取装置的一个或多个相机孔径的平面,以使得图像获取装置可聚焦从适配器的通道接收的光波并且捕获一个或多个图像。

[0030] 物镜配置相比于辅助镜头配置可具有较短焦距。

[0031] 物镜配置可相对于辅助镜头配置而定位,使得物镜配置的后焦点与辅助镜头配置的前焦点至少基本上重合。

[0032] 物镜相对于辅助镜头可移动,以使得物镜的后焦点的位置可相对于辅助镜头的前焦点的位置进行调整。

[0033] 物镜配置和辅助镜头配置可各自包括聚光镜头。物镜聚光镜头和辅助聚光镜头可各自包括一对双合镜头,对于每一对,双合镜头被布置成使得它们的更凸侧面朝向彼此。

[0034] 适配器可进一步包括用于将适配器附接至图像获取装置的构件。

[0035] 预期要附接适配器的图像获取装置可以是智能手机或平板电脑。

[0036] 本实用新型的第四方面提供一种眼底照相系统,其包括图像获取装置和根据第三方面的适配器。图像获取装置可与安装装置相关联,安装装置包括用于将适配器附接至安装装置以将适配器保持在相对于图像获取装置的位置中的构件,在该位置处,适配器的光轴与图像获取装置的相机孔径的光轴至少基本上对准。安装装置可包括用于附接至图像获取装置的保护罩。附接构件可包括一个或多个磁体。

附图说明

[0037] 下文将通过实例方式并且参考附图来进一步详细地阐释本实用新型的优选实施例,其中:-

[0038] 图1示出从光源接收光的眼睛的横截面;

[0039] 图2示出包含附接构件的适配器以及适配器与智能手机和智能手机套的关系的示意图;

[0040] 图3示出图2所示出的适配器的部分结合从上方观察的智能手机的示意性横截面;

[0041] 图4示出图2所示出的适配器的部分以及其与智能手机的镜头的预期位置关系;

[0042] 图5示出关于图像位置的观察路径相对于图2所示出的适配器的部分以及眼睛的射线图;

[0043] 图6示出关于视场的观察路径相对于图2所示出的适配器的部分以及眼睛的射线图;

[0044] 图7示出照明路径相对于图2所示出的适配器的部分以及眼睛的射线图;

[0045] 图8示出照明路径和观察路径相对于图2所示出的适配器的部分以及眼睛的完整射线图;

[0046] 图9示出指示孔径光阑与图2所示出的适配器的部分之间的关系的射线图;

[0047] 图10示出表明瞳孔直径与观察路径之间的关系的射线图;

[0048] 图11示出表明瞳孔尺寸与照明路径之间的关系相对于图2所示出的适配器的部分

的射线图；

[0049] 图12示出表明当相机的孔径以及光源布置在同一光学位置处时照明路径与观察路径之间的关系的关系的射线图；

[0050] 图13示出表明当光源的光学位置从镜头的光学位置偏移时照明路径与观察路径之间的关系的关系的射线图；

[0051] 图14示出比较正常视力人员的图像路径与远视人员并且表明智能手机相机的聚焦能力的射线图；

[0052] 图15示出瞳孔与角膜之间的前房以及沿着照明路径行进的光与沿着观察路径穿过前房行进的光之间的关系示意图；

[0053] 图16示出表明远视人员的眼睛的屈光不正相对于适配器的光学系统的效应的射线图；

[0054] 图17示出表明近视人员的眼睛的屈光不正相对于适配器的光学系统的效应的射线图；

[0055] 图18示出表明对适配器的物镜相对于辅助镜头的位置进行调整以解决近视人员的屈光不正以便使用智能手机来捕获聚焦图像的射线图；以及

[0056] 图19示出适配器以及其与瞳孔尺寸的关系的替代实施例的部分。

具体实施方式

[0057] 参看图2,示出用于眼底照相的系统13,其包括智能手机15和适配器17,适配器 17用于附接至智能手机15并且与智能手机15一起使用以使智能手机15能够捕获人眼 1的眼底的图像。

[0058] 智能手机15包括具有相机孔径19、镜头21和呈CMOS芯片形式的图像传感器(未示出)的图像捕获系统,CMOS芯片被配置成经由相机孔径和镜头21而从智能手机外部接收光波,并且将接收到的光波转换成电信号以供智能手机15进一步处理。智能手机 15进一步包括用于照明物体以进行图像采集的光源(未示出)、处理器(未示出)、存储器(未示出)以及显示屏(未示出),显示屏用于与智能手机15交互并且观察由图像捕获系统捕获的图像或视频画面。虽然在本实施例中描述了智能手机15,但是对于本领域技术人员来说将显而易见,其它移动图像捕获装置(诸如平板电脑)可与适配器一起使用以用于使图像捕获装置能够捕获人眼的眼底的图像。

[0059] 适配器17包括壳体23,壳体23具有:第一端25,其用于附接至智能手机15;以及第二端27,其远离于第一端25并且被配置成指向人眼1的瞳孔5以用于从人眼1内部接收光波。壳体界定通道或管路29,光波可沿着通道或管路29而在第一端25与第二端27之间行进。管路29包括:基底管路部分31,其从壳体23的第一端25延伸;以及管路延伸部33部分,其布置在壳体23的第二端27处并且与基底管路部分31可滑动地接合,使得管路延伸部分33可相对于基底管路部分31而移动。基底管路部分31包括在壳体23的第一端25处的基底孔径35,并且管路延伸部分33在壳体23的第二端27 处限定管路延伸孔径37,以使光波能够进入和离开管路29并且在壳体23的第一端25 与第二端27之间行进。

[0060] 管路延伸部分33包括物镜配置39,物镜配置39被配置成经由管路延伸孔径37而重新引导第二端27处进入和离开壳体23的光。基底管路部分31包括辅助镜头配置41,辅助镜

头配置41被配置成重新引导沿着管路29行进的光波。在所示的实施例中,物镜 39是相对高倍率的复合聚光镜头,并且辅助镜头41也是相比于物镜39具有相对较低会聚倍率的复合聚光镜头。物镜聚光镜头39和辅助聚光镜头41两者均包括一对正消色差双合镜头39a、39b、41a、41b,并且被平行地布置,使得它们共享与基底孔径35和管路延伸孔径37的中心基本上对准的公共光轴。物镜39具有在物镜39的任一侧等距的前焦点OFP和后焦点OBP。同样地,辅助镜头具有在辅助镜头41的任一侧等距的前焦点 SFP和后焦点SBP。之所以选择此光学系统是因为其可以最小的失真和像差捕获眼睛的视网膜的宽区域。然而,对于本领域技术人员来说将显而易见,包括具有足够的会聚倍率但像差最小的聚光镜头的其它光学系统是可能的。

[0061] 物镜39的双合镜头39a、39b彼此基本上等同,并且被布置成使得双合镜头39a、39b的更凸侧面朝向彼此。同样地,辅助镜头41的双合镜头41a、41b彼此基本上等同,并且被布置成使得它们的更凸侧面对彼此。辅助镜头41的直径被选择为大于或等于物镜39的直径。在所示的实施例中,物镜39的双合镜头39a、39b在物镜配置的每一侧上分别具有约20mm的直径和约10mm的有效焦距。辅助镜头41的双合镜头41a、41b 在辅助镜头41的每一侧上分别具有约25mm的直径和约30mm的有效焦距。

[0062] 辅助镜头41在基底管路部分31内原位固定在与第一端相隔约30mm的位置处,使得当适配器17附接至智能手机15时,后焦点基本上落在基底孔径35的平面与相机孔径19平面之间的区内。物镜39原位固定在管路延伸部33部分内,并且可相对于基底管路部分31且因此相对于辅助镜头41而与管路延伸部分33一起移动。因此,可调整物镜39的位置,使得物镜39的后焦点OBP与辅助镜头41的前焦点SFP基本上重合。

[0063] 结合图3和图4而参看图2,适配器17进一步包括光模块43,光模块43包括一对发光二极管(LED) 45、47,LED 45、47布置在基底孔径35的任一侧并且被配置成将光波朝向辅助镜头41引导至管路29中。LED 45、47的内缘之间的距离表示由光模块43 发射的光的内边界,并且LED 45、47的外缘之间的距离表示LED 45、47的外边界。基底孔径35被定尺寸和定位成使得当适配器17正确地附接至智能手机15并且与智能手机15对准时,基底孔径35与相机孔径19对准并且围绕相机孔径19,使得光波可经由管路29而从适配器17外部进入相机孔径19。

[0064] 线性偏振器49、51定位于每个LED 45、47前方,使得仅允许由每个LED 45、47 发射的特定偏振的光波进入管路29,以便减少来自光滑表面的非想要的反射。包括板状线性偏振器的分析器53跨越基底孔径35而定位,使得仅允许特定偏振的光波从管路29 进入相机孔径19。LED偏振器49、51的偏振轴与分析器的偏振轴分离90度的角度,使得来自LED45、47的偏振光被分析器53滤除,并且不会进入相机孔径19和干扰由智能手机15经由适配器17而接收的图像的质量。

[0065] 虽然本实施例中示出了一对LED 45、47,但是对于本领域技术人员来说将显而易见,关于LED的数量以及光的色温、波长和强度(其全部均可根据成像条件和要求而变化),其它组合是可能的。举例来说,适配器可仅包括单个LED或环绕基底孔径的LED环。另外,虽然本实施例中使用线性偏振器,但是可使用任何合适类型的偏振器,前提是分析器的偏振定向与LED偏振器的偏振定向不同,使得来自LED的可能在管路内部被反射的光被滤除,并且不会干扰由智能手机相机接收的图像。举例来说,可使用圆形偏振滤光器以代替一个或

多个线性偏振器。

[0066] 适配器17进一步包括呈电池(cell battery)形式的电源55,其容纳在与管路29分离的壳体23的隔室57内。电池55电连接至光模块43以在要求光模块43操作时向光模块43供电。布置在壳体23上且可在“接通”位置与“关断”位置之间操作的开关59促进用户对光模块43的激活,在该“接通”位置中,向LED 45、47供电以发射光,并且在该“关断”位置中,不向LED 45、47供电。在替代实施例中,适配器17可被配置成通过直接电接触或无线电力传送而从智能手机电池中汲取电力。

[0067] 适配器17进一步包括一系列磁体61,磁体61绕壳体23的第一端25隔开,并被配置成附接至智能手机罩65的对应定位的磁体63。智能手机罩65被定尺寸和配置成连接至智能手机15以保护智能手机15,并且允许适配器17相对于智能手机15的相机孔径19准确地定位。智能手机罩65的磁体63和适配器17的对应磁体61被定位成使得当适配器17附接至组合的智能手机15和智能手机罩65时,基底孔径35与相机孔径19对准并且绕相机孔径19,使得物镜39和辅助镜头41的光轴与智能手机15的镜头21的光轴基本上对准。对于本领域技术人员来说将显而易见,其它合适的附接构件是可能的,诸如滑动接合、扣件和夹子。

[0068] 参考图5,适配器17被配置成将来自眼睛1内部的光波沿着第一路径重新引导并且重新引导至智能手机15的相机孔径19中。从眼睛至相机的此路径可被称为观察路径。当适配器17的光轴与眼睛1的晶状体7的光轴对准时,从视网膜9的某个点发出的光波锥穿过眼睛1的瞳孔5并且被眼睛1的角膜3准直,以使得其经由适配器17的第二端27而被引导朝向物镜39。物镜39用于将光波聚焦在后焦点OBP上,由此在物镜39与辅助镜头41之间的中间图像平面处形成实像。当物镜39相对于辅助镜头41的位置使得物镜39的后焦点OBP与辅助镜头41的前焦点SFP基本上重合时,与实像相关的光波被辅助镜头41准直,以产生穿过基底孔径35而被引导朝向相机孔径19的平行光波。智能手机镜头21将平行光波聚焦至智能手机传感器上以用于图像捕获。由于进入智能手机相机孔径的光波平行,故智能手机会在无穷远感知视网膜的图像。

[0069] 参看图6,适配器17能够将来自视网膜的大区域的光波朝向相机孔径19重新引导,使得穿过适配器17可看见大的视场(视网膜9的大圆圈)。出于说明性目的而仅示出了来自视网膜9的主光波。适配器17可实现的真实视场主要是由物镜的数值孔径确定,该数值孔径是如由以下方程式所定义:数值孔径= $n\sin\theta$ (其中n是成像介质的折射率,对于空气,折射率为1.0)。由于较高的数值孔径会转化成较大的真实视场,故数值孔径应尽可能大(例如1.0),以使适配器17能够实现大的真实视场。从眼睛1进入适配器17的主光波被物镜39准直,由此朝向辅助镜头41发送平行光波,辅助镜头41将准直光波聚焦在辅助镜头的后焦点SBP处。由于辅助镜头41与后孔径35隔开以使得后焦点与接近于相机孔径19的后孔径35重合,故所有主光波均被智能手机相机接收并且落在传感器上。理想地,落在传感器上的图像的尺寸应等于传感器面积以实现最大的图像分辨率。

[0070] 由于辅助镜头41的直径大于或等于物镜39的直径,故由主光波界定的光锥内的所有光波均被智能手机15接收。否则,如果辅助镜头直径小于物镜直径,那么来自视网膜的外围部分的光波可能会在辅助镜头41外围损失,并且可能会在图像的边缘处导致渐晕。

[0071] 可如下计算光学系统的视场:

[0072] 对于真实视场(TFOV),

[0073] (1) $\tan(\text{TFOV}/2) = \text{物镜的直径} / (2 \times \text{物镜的焦距})$

[0074] 对于智能手机相机处的表观视场(AFOV):

[0075] (2) $\tan(\text{AFOV}/2) = \text{物镜的直径} / (2 \times \text{辅助镜头的焦距})$

[0076] 因此,在所示的实施例中,如下计算TFOV和AFOV:

[0077] 视网膜的实际视场 $= 2 \times \tan^{-1}(20/20) = 90$ 度

[0078] 相机侧处的表观视场 $= 2 \times \tan^{-1}(20/60) = 36.9$ 度

[0079] 因此,智能手机显示器上可见的视网膜图像尺寸将表现为36.9度的弧形。

[0080] 参考图7,适配器17被配置成将来自光模块43的光沿着与第一路径不同的第二路径引导。从光模块43至眼睛1的此第二路径可被称为照明路径。来自光模块43的LED 45、47的光波穿过偏振器49、51,并且被引导至辅助镜头41,辅助镜头41将光波朝向物镜 39重新引导。出于说明性目的,示出了从LED 45、47的内缘发出的光波的光路径。可看出,从一个LED 45的内缘发出的光波锥被辅助镜头41重新引导,以使得光波作为平行光束以斜角朝向物镜39前进。此斜角是基于LED 45的内缘与基底孔径的中心之间的距离以及如沿着与主轴平行的线所测量的从LED 45至辅助镜头平面的距离予以计算。同样地,从另一LED 47的内缘发出的光锥作为平行光束以斜角朝向物镜39重新引导。该斜角是由以下方程式确定:

[0081] (3) $\theta_{\text{oblique}} = \tan^{-1}(\text{从内缘至基底孔径中心的距离} / \text{从LED至辅助镜头平面的距离})$

[0082] 当适配器17相对于眼睛1适当地定位,以使得瞳孔5的中心与适配器17的主轴对准并且瞳孔5与适配器17的端相距工作距离时,两个光束均被物镜39朝向在眼睛1的瞳孔平面上但从主轴偏移的相应点聚焦。光模块43、辅助镜头41和物镜39被一起配置成使得来自光模块的每个光束均聚焦在瞳孔边缘附近、远离于瞳孔中心的点处。因此,光束在穿过瞳孔5后就发散以覆盖并且因此照明视网膜9的宽区域。

[0083] 参考图8,示出完整射线图,其包括从两个LED 45、47的内缘发出的光锥的照明路径(以点线示出)、从视网膜9朝向适配器17反射的主光线(以粗线示出),以及从视网膜9的中心点朝向适配器17反射的实例边缘射线(以细实线示出)。可看出,照明路径与主射线和边缘射线的观察路径不同,以使得沿着照明路径行进的光在瞳孔5的外围区处进入眼睛,该外围区不会干扰离开瞳孔5的观察路径的区。

[0084] 当构造适配器17和内部光学系统时,必须考虑由眼睛的虹膜界定的瞳孔5形成的孔径光阑,这是因为此孔径光阑会影响光源相对于后孔径35和相机孔径19的位置。一般人的瞳孔5的直径可在约2mm的最小直径与约8mm的最大直径之间进行调整。参考示出仅包括用于重新聚焦来自眼睛1内部的光的物镜39的简化系统的图9,瞳孔5的图像被投影至无穷远,如由发散点线所示出。在将辅助镜头41引入至光学系统中的情况下,如图10所示出,瞳孔5的图像被重新聚焦在辅助镜头41的后焦点SBP处。瞳孔图像的放大率取决于物镜和辅助镜头的相应焦距并且由以下方程式给出:

[0085] (4) $M = \text{辅助镜头的焦距} / \text{物镜的焦距}$ 。

[0086] 在本实施例中,假设人眼的平均瞳孔直径(在经受扩张性滴眼剂之后)为8mm,并且物镜的有效焦距为10mm且辅助镜头的有效焦距为30mm,那么瞳孔的放大图像的直径为 $8 \times 30/10 = 24$ mm。因此,如果光源可被配置成从以相机孔径19为中心且直径为24mm的区域内的位置发射光,那么有可能使用根据本实施例的适配器17来同时照明和观察眼睛1的眼底。由于现代智能手机相机的孔径光阑为大约2mm至3mm,并且由于现代LED单元的尺寸可小到1mm

宽,故相机孔径和光源可在小于24mm宽的小区域内组合在一起,而不会有太多的困难。对于本领域技术人员来说将显而易见,一个或多个LED单元可定位于此区域外部而与一个或多个光缆组合,以将光从此24mm直径内的位置引导至管路29中。

[0087] 参考图11来进一步说明瞳孔尺寸对适配器的设计考虑的影响,图11示出适配器17的最小和最佳照明路径。可看出,示出了从光模块的LED 45、47的相应内缘和外缘发出的光的照明路径。来自LED 45、47的内缘67和外缘69两者的光波穿过辅助镜头41 和物镜39被投影,并且被重新引导以形成被引导朝向眼睛1的瞳孔平面71的平行射线。由内边界形成的图像73界定为允许光波进入以用于照明眼睛内部所需要的最小瞳孔直径。由外边界75形成的图像界定最佳瞳孔尺寸,使得来自LED 45、47的所有光均可进入眼睛内部。因此,为了最佳照明和成像性能,应将瞳孔扩张至其最大程度。然而,可看出,即使瞳孔尺寸小,但如果瞳孔的直径大于由LED 45、47的内缘67形成的图像73 的直径,那么眼睛内部的照明和眼底的成像仍是可能的。

[0088] 光源相对于相机孔径的位置与瞳孔尺寸之间的几何关系是由下式给出:

[0089] (5) 最佳瞳孔尺寸/物镜的焦距=LED的外缘之间的距离/辅助镜头的焦距

[0090] (6) 最小瞳孔尺寸/物镜的焦距=LED的内缘之间的距离/辅助镜头的焦距

[0091] 因此,对于所描述的实施例,假设最低可能瞳孔直径为2mm并且最大可能瞳孔直径为8mm,那么LED 45、47的内缘之间的最小距离和LED 45、47的外缘之间的最大距离分别如下:

[0092] 内缘之间的最小距离 = $(2 \times 30) / 10 = 6\text{mm}$

[0093] 外缘之间的最大距离 = $(8 \times 30) / 10 = 24\text{mm}$

[0094] 因此,在所示的实施例中,光源被布置成将光从以下点或区朝向辅助镜头41引导至管路29中,该点或区定位于在后孔径35上且因此在相机孔径19上居中(当后孔径 35和相机孔径19沿着主轴对准时的)最大直径为24mm与最小直径为6mm之间(即,与后孔径中心相距介于12mm与3mm之间)的区域中的。因此,照明光将由适配器17 聚焦在适配器17前方的空间点中,在该空间点处,适当定位的眼睛1将经由瞳孔而将照明光接收至眼睛内部。如果眼睛1被定位成使得瞳孔5的光轴与主轴对准,那么照明光被聚焦在瞳孔5的外围区处的瞳孔平面处或周围且从主轴偏移的位置处。

[0095] 当尝试优化眼底照相时,将照明光聚焦在瞳孔平面的外围区处是特别重要的,这是因为其减少了由患者的角膜3和晶状体7造成的光的后向散射。参看图12,如果后孔径 35和光源被放置在同一光学位置处,那么来自光源的光波将被适配器17沿着照明路径引导,该照明路径经过当光波沿观察路径行进时的相同的角膜3和晶状体7的区域。因为角膜3和晶状体7是产生相对强的后向散射效应的光学致密介质,所以观察路径被此类后向散射严重地污染,由此致使视网膜的图像几乎不可被观察。

[0096] 因此,根据本实用新型的适配器17已被配置成使得当眼睛1相对于适配器和智能手机系统适当地定位时,照明路径和观察路径主要在视网膜9处而非在角膜3和晶状体 7的中心区处相交,由此产生视网膜9的相对无眩光的图像。参考图13,这是通过以下方式而实现:将LED 45、47相对于后孔径35近轴地定位并且与后孔径35或相机孔径 19基本上共面,使得LED的整个照明光束倾斜地移位。这确保了LED 45、47的图像聚焦在瞳孔5的边缘处,由此避免了照明路径与观察路径在晶状体7和瞳孔平面71处交叉。在角膜平面处,照明路径与

观察路径的交叉是不可避免的,但是可管理的,这是由于该等路径的交叉区跨越较宽区域而分散。结果,归因于中心角膜处的照明光的后向散射效应相对温和,并且因此可获得的视网膜图像具有可接受的质量并且有利地可具有宽视场。

[0097] 虽然优选的是使光源45、47与后孔径35或相机孔径19共面或在其间的某处,但是如果光源稍微轴向地(沿着主轴)偏离,使得光源45、47的图像的最终位置也将稍微轴向地偏离(例如,稍微超出瞳孔平面或在瞳孔平面之前),那么适配器17仍将相对有效地工作。然而,大于几毫米的光源轴向偏离将导致光源的图像相对于眼睛1的瞳孔5的对应偏离(例如,进入眼球中间),使得仅可实现视网膜照明的窄场,由此限制了适配器17的有效性以及系统可捕获的视场。

[0098] 可以修改适配器17以使得由观察路径占据的角膜中心部分绝对不交叉并且没有照明光,使得照明光不会造成可能会干扰视网膜9的捕获图像的后向散射。这可能通过以下方式而完成:沿着辅助镜头41与物镜39之间的照明路径将物理孔径(未示出)定位在管路29内,使得原本将会与角膜中心部分交叉的光被阻挡。图15中示出照明路径与观察路径的不交叉,图15示出来自两个LED的照明光锥(以点线示出)进入角膜3与瞳孔5之间的前房并且在从瞳孔中心偏移的瞳孔5外围聚焦在瞳孔平面上。沿着观察路径经由瞳孔而离开眼睛的光波以实线示出,并且保持与穿过前房的照明路径不交叉。然而,在这种情况下,可被同时照明和观察的视网膜区域将较小,这是因为阻挡入射照明光波的物理孔径还具有阻挡来自眼睛内部的光波沿着观察路径行进的效应,由此限制了最大视场。这种布置中的最大视场是由以下方程式给出:

[0099] (7) $\theta_{\text{viewing}} = 2 * \tan^{-1}(\text{瞳孔直径} / (4 * \text{前房深度}))$

[0100] 对于所假设的8mm的最大瞳孔直径和4mm的典型前房深度,针对完全不交叉布置可得到的最大观察角为53.1度。因此,虽然可用适配器17内的适当定位的物理孔径来消除后向散射,但是最大视场显著地小于在没有物理孔径的情况下用上述实施例可得到的90度的最大视场。

[0101] 由于物镜39相对于辅助镜头41可移动,以使得可调整物镜39的后焦点OBP的位置,故适配器17能够捕获具有不同屈光不正的眼睛中的眼底照片。参考图14,对于远视(hypermopia)(即,远视(far sighted)或远视(long sighted))人员,从眼睛内部穿过瞳孔5的光波是发散的,使得视网膜9的图像被物镜39聚焦为较远离于物镜39且较靠近于辅助镜头41(如由虚线所示)。因此,此图像的光波将作为发散射线从辅助镜头41中离开,而非被当作分别穿过基底孔径35和相机孔径19的平行光。通过调整物镜39相对于辅助镜头41的位置,有可能将实像的中间平面定位成使得其与辅助镜头41的前焦点SFP重合,以使得光波被辅助镜头41聚焦穿过基底孔径35和相机孔径19以对聚焦图像进行捕获。

[0102] 虽然本实施例中的物镜39相对于辅助镜头41可移动,但是归因于智能手机相机技术的进步,对于屈光不正的患者,在某些情况下,可能没有必要使物镜39相对于辅助镜头41而移动,使得它们的相应前焦点和后焦点重合。这是因为即使当经由适配器17而接收到未聚焦的光波,智能手机相机自动聚焦也可获得清晰图像。可通过针对给定屈光不正确由物镜39聚焦的中间图像的位置(如使用薄镜头方程式所计算)来估计相机自动聚焦是否有能力解决人眼屈光不正并且产生清晰图像:

[0103] (8) $1/\text{焦距} = 1/\text{物距} + 1/\text{像距}$

[0104] 以屈光度为单位测量人眼屈光不正, 屈光度是眼睛晶状体7的焦距的倒数(以米为单位)。此数字是指被要求放置在眼睛前方以便将平行光线聚焦在视网膜9上的单个光点上的镜头的倍率(以屈光度为单位)。通常, 人眼屈光不正很少超过-20屈光度(近视) 至+20屈光度(远视)的范围。

[0105] 进一步参考图14并且还参考图16, 在导致发散光波进入智能手机相机镜头21的远视人员的情况下, 智能手机15的作用就如同将实物放置在智能手机相机前方一样。图 16示出针对远视为+20屈光度的远视极端的患者的射线图。对于此类患者, 来自视网膜 9上的某个点的光波从眼睛1中出现, 就如同源自位于角膜平面后方50mm的物体/点一样。假设角膜3在瞳孔5前方4mm处, 那么当焦距为10mm的物镜39被定位成使得前焦点在瞳孔平面处或周围时, 物镜39在角膜3前方约6mm处。因此, 在此位置中, 光从视网膜9上的某个点到达物镜39等效于物体位于物镜39左侧56mm处。

[0106] 在使用薄镜头方程式($1/10=1/56+1/\text{像距}$)的情况下, 由物镜39形成的视网膜9的中间图像位于物镜39右侧12.2mm处。因此, 中间图像形成在辅助镜头前焦点 SFP右侧约2.2mm处。这导致视网膜图像的光波在穿过辅助镜头41之后保持稍微发散, 由此在辅助镜头41左侧约379mm处形成虚像。因此, 在包含从辅助镜头41至相机镜头21的约30mm距离的情况下, 智能手机相机感知视网膜9的图像, 就如同视网膜9 与镜头21相距409mm一样。这种感知距离很容易在现代智能手机的自动聚焦能力之内。

[0107] 参看图17, 对于-20屈光度近视(极近视)患者, 视网膜9的图像作为聚焦在与角膜3右侧相距50mm的点处的会聚射线而从眼睛1中出现。再次, 假设适配器17被布置成使得物镜39被定位成与瞳孔5相距10mm并且与角膜3相距6mm, 那么视网膜9 的图像表现为与物镜39右侧相距44mm的实像。在应用薄镜头方程式($1/10=-1/44+ 1/\text{像距}$)的情况下, 中间图像位于与物镜39右侧相距约8.1mm处。因此, 中间图像形成在与辅助镜头41的前焦点SFP左侧相距约1.9mm处。因此, 与此图像相关的光线在穿过辅助镜头41后就作为会聚射线而出现, 并且继续作为会聚射线而进入智能手机镜头21。由于镜头21不能够将会聚射线聚焦在传感器处, 故难以或没有可能使智能手机相机调整其镜头来捕获视网膜9的清晰图像。因此, 对于近视人员, 可能需要对物镜39 相对于辅助镜头41的位置进行微小调整以使中间图像处于与辅助镜头41的SFP基本上重合的位置。因此, 在此特定实例中, 如图18所示, 物镜39的位置可被移位约2mm 而较靠近于辅助镜头41, 以使用智能手机相机获得视网膜9的较清晰图像。

[0108] 在使用时, 将智能手机罩65附接至智能手机15, 并且使用磁体61、63准确地定位适配器17, 使得适配器17的主轴与智能手机15的相机孔径19和镜头21的光轴对准。用开关59激活光模块43以提供照明, 并且开启智能手机的相机。执业医师将组合式眼底相机操纵成接近于患者的眼睛1, 使得物镜的焦点与瞳孔平面基本上重合, 并且使得管路延伸部33指向患者的瞳孔5。来自光模块43的光波经由瞳孔5的外围而被引导至眼睛1中, 由此照明眼睛内部, 并且致使光被视网膜9经由瞳孔5而从眼睛内部反射出。从瞳孔5发出的反射光经由管路延伸孔径37而被适配器17接收, 其中该反射光被物镜 39朝向辅助镜头41重新引导并且进一步朝向相机孔径19聚焦且聚焦至传感器上。落在传感器上的患者视网膜的图像很容易被智能手机相机以实时模式捕获。有利地, 不需要闪光灯。另外, 装置与患者的眼睛之间不需要直接物理接触, 由此避免潜在地损伤眼睛或使感染扩散。接着可用适当的智能手机软件处理由智能手机15捕获的图像以供存储、分析和共享。随着型式识别技术的出现, 未来有可

能会用此类装置进行自动捕获。

[0109] 虽然在上述实施例中不需要闪光灯,但是在替代实施例中,可以设想的是,光源可由智能手机闪光灯而非专用光模块提供。举例来说,壳体可被调适成使得第一孔径或额外孔径允许来自智能手机闪光灯的光进入适配器的管路。在此类实施例中,偏振器布置在壳体上以跨越光从闪光灯进入管路的区而延伸,以便偏振从闪光灯进入管路的光。在此实施例中,由于不需要专用光模块并且因此不需要单独电源,故此类实施例相比于第一所描述实施例可在制造方面更简单且更便宜。

[0110] 可以设想的是,适配器17可与其它图像获取装置一起使用,或合并至被特定地设计用于眼底照相的图像获取装置中。举例来说,适配器17可形成在眼科手术期间使用的更专业设备的部分。

[0111] 还可以设想的是,适配器17可与包括多于一个相机孔径的图像获取装置一起使用。举例来说,参考图19,适配器17可与能够捕获三维图像和视频的图像获取装置一起使用。如果相机孔径和一个或多个光源被配置成位于接近于相机孔径的瞳孔的放大图像的直径内,那么适配器17应能够照明适当定位的眼睛的视网膜并且能够启用图像获取装置来捕获视网膜的三维图像。在此类实施例中,光源可布置在两个相机孔径之间,所有相机孔径均被布置成位于相机孔径的平面处或周围的放大瞳孔图像的直径内。举例来说,适配器17可被修改为包括布置在位于中心的光源45的任一侧的两个基底孔径35。基底孔径35的相对定位可使得当适配器17附接至能够进行立体图像采集的相机时,基底孔径35与图像获取装置的一对相机孔径基本上对准,使得光可经由适配器17而进入相机孔径35。

[0112] 就此类实施例来说,立体图像获取装置和适配器将能够捕获眼底的两个不同图像,该等图像可被组合以形成立体图像。相机孔径之间的间隔越大,所采集的图像将越不同。

[0113] 可以设想的是,适配器可被修改为容纳采集装置的更多相机孔径,这取决于期望被附接适配器的采集装置的类型。适配器还可被修改为包含或容纳任何数量的光源以增强成像和诊断能力。如上,主要要求是将光源和相机孔径布置成容纳在由适配器的光学系统在相机孔径的平面处或周围产生的瞳孔的放大图像内。

[0114] 虽然光源可放置在接近于相机孔径的任何地方,但是它们应优选地被放置成尽可能远离于相机孔径,但是仍放置在一个或多个相机孔径处或周围的放大瞳孔图像的界限内,以使可能会在瞳孔平面或角膜平面处出现且原本将会干扰观察路径的后向散射和眩光最小化。

[0115] 另外,虽然相机孔径应理想地与适配器17的光学系统的主轴对准以用于捕获最清楚的图像,但是即使当相机孔径稍微从主轴偏移,它们仍应能够在从眼睛1沿着观察路径行进的接收光中捕获到视网膜的图像。然而,在这种稍微偏移的布置中,所捕获的图像可能会在距相机孔径最远的瞳孔图像侧处遭受一定程度的模糊,但是这对于三维图像捕获来说实际上可能是有利的。

[0116] 仅通过实例方式而描述了上述实施例。在不脱离如所附权利要求书中所限定的本实用新型的范围的情况下,有可能进行许多变化。

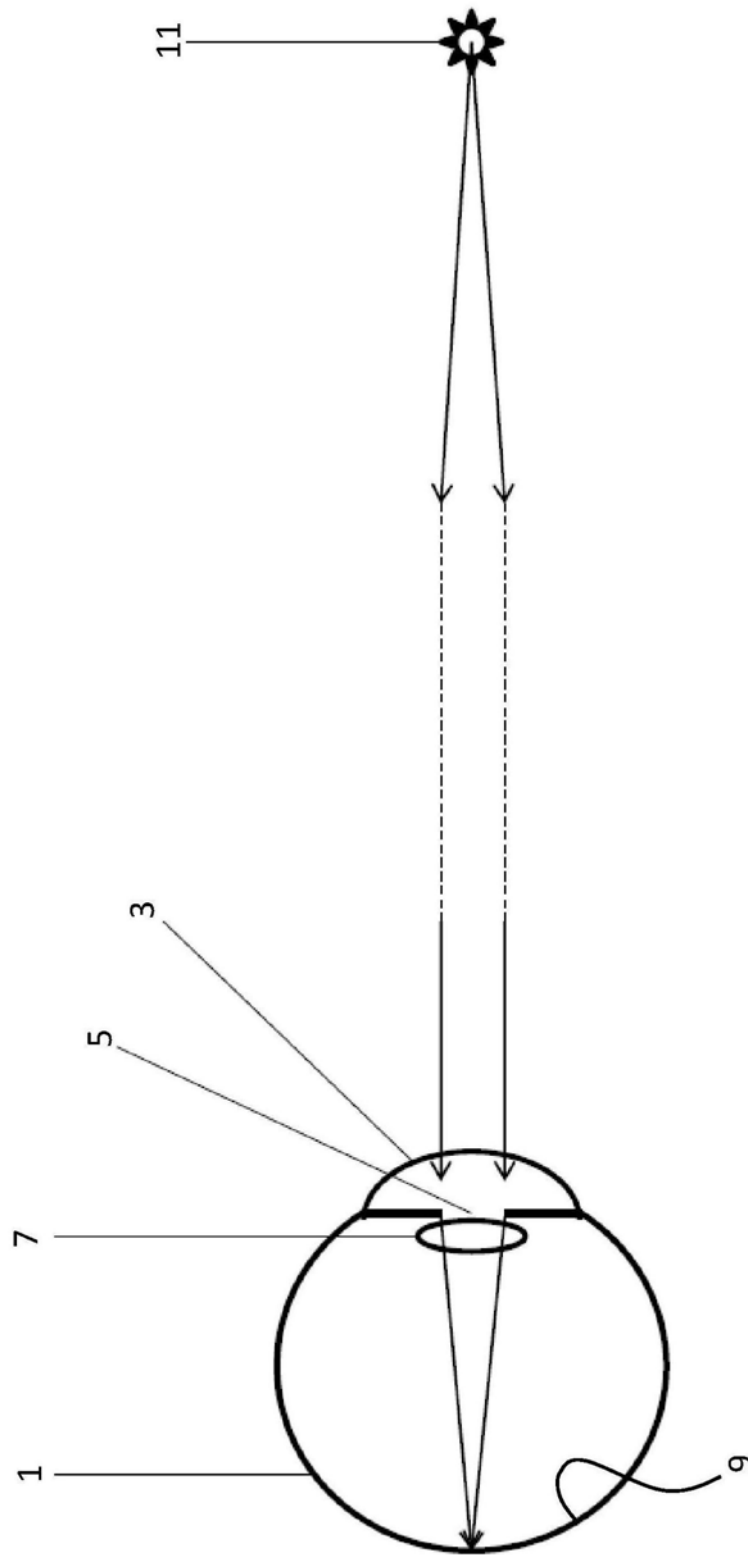


图1

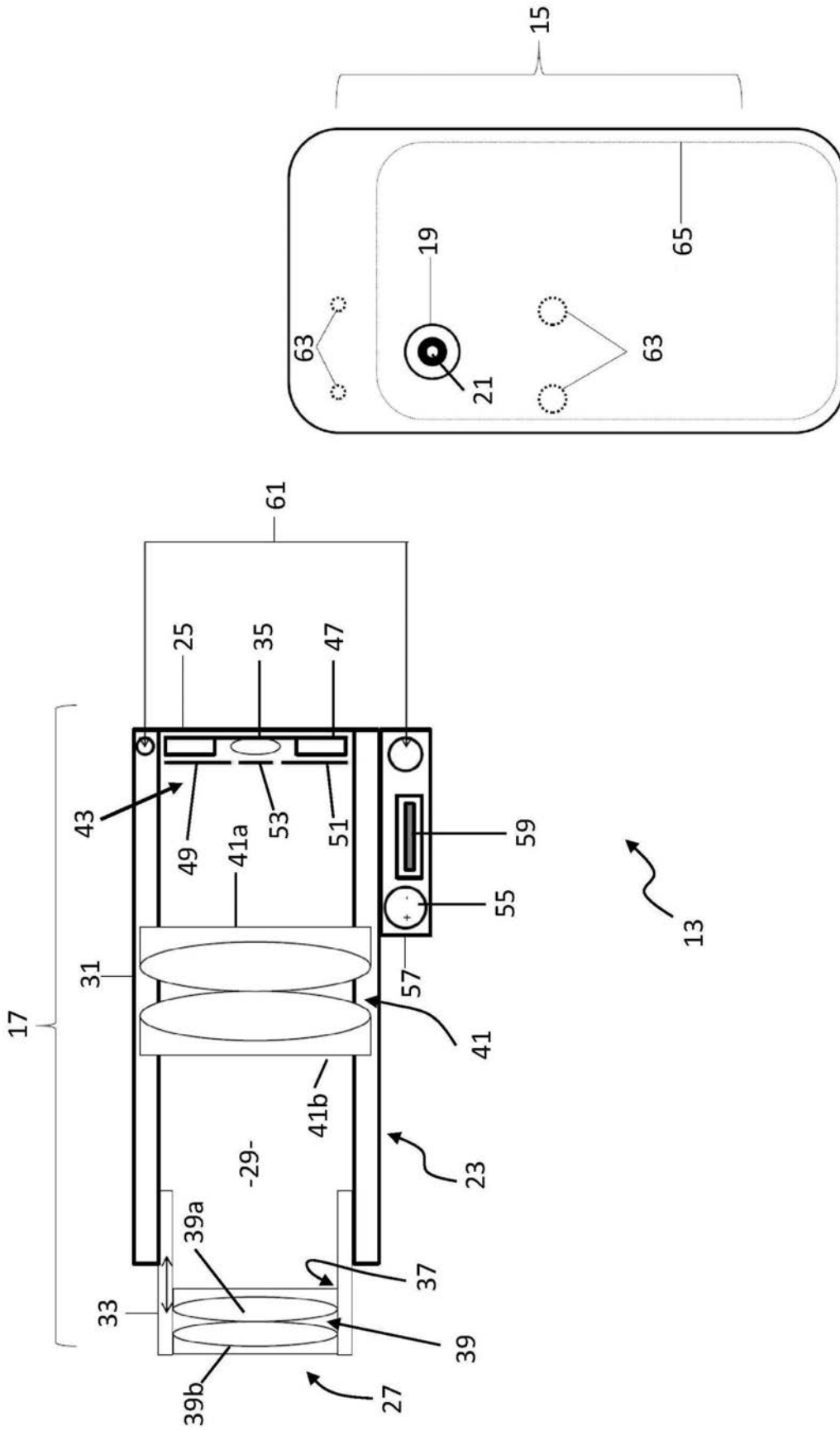


图2

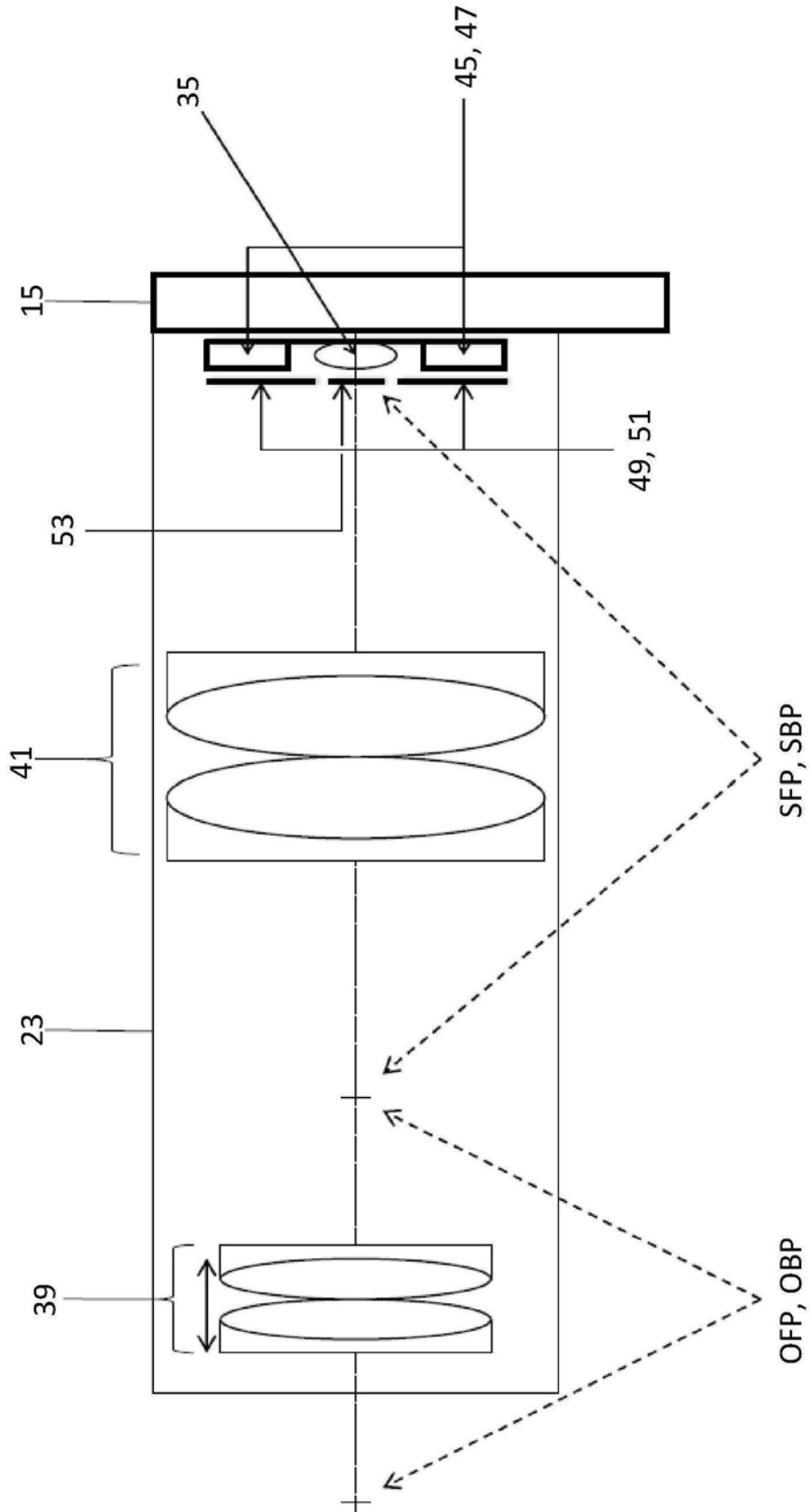


图3

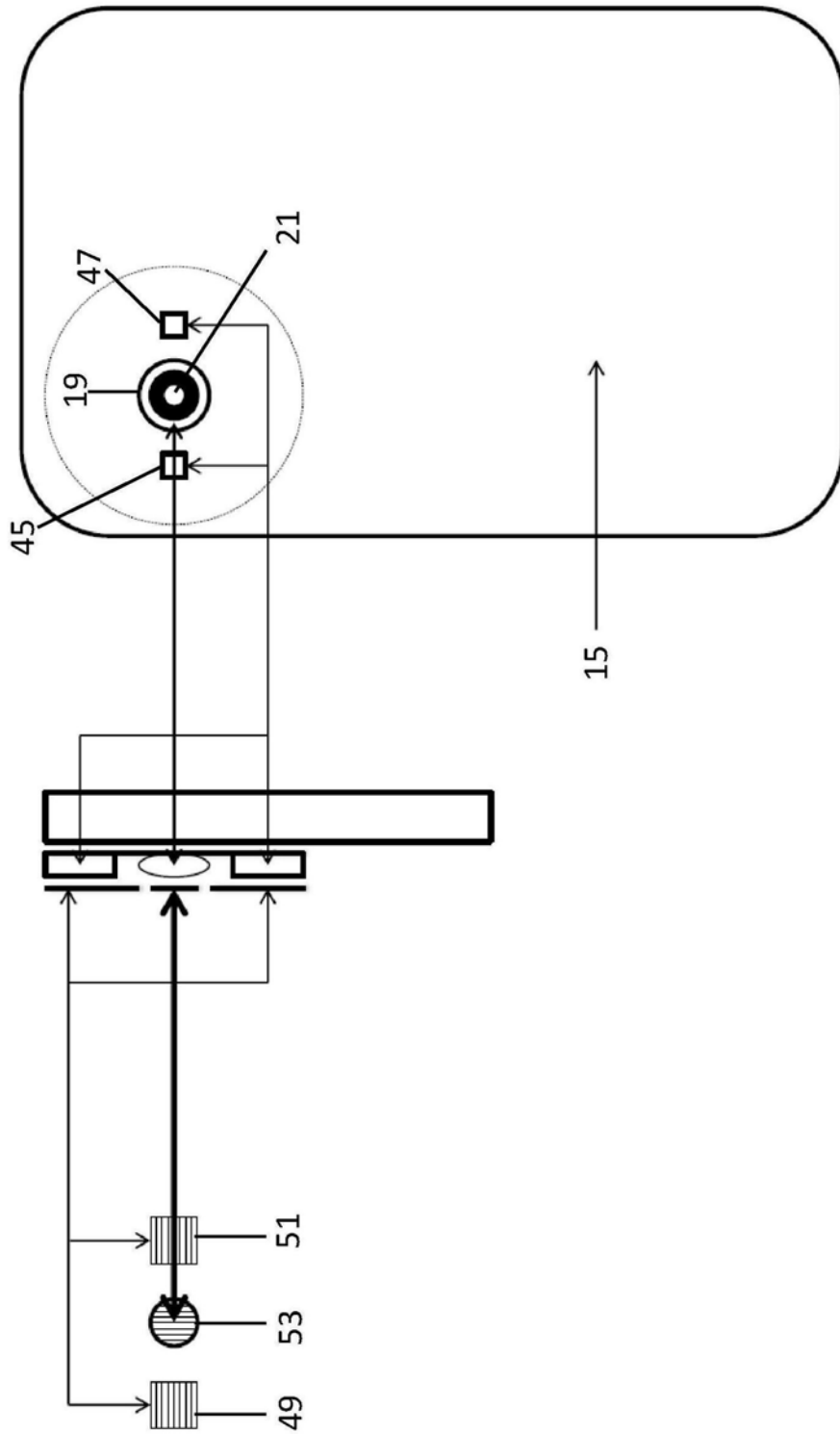


图4

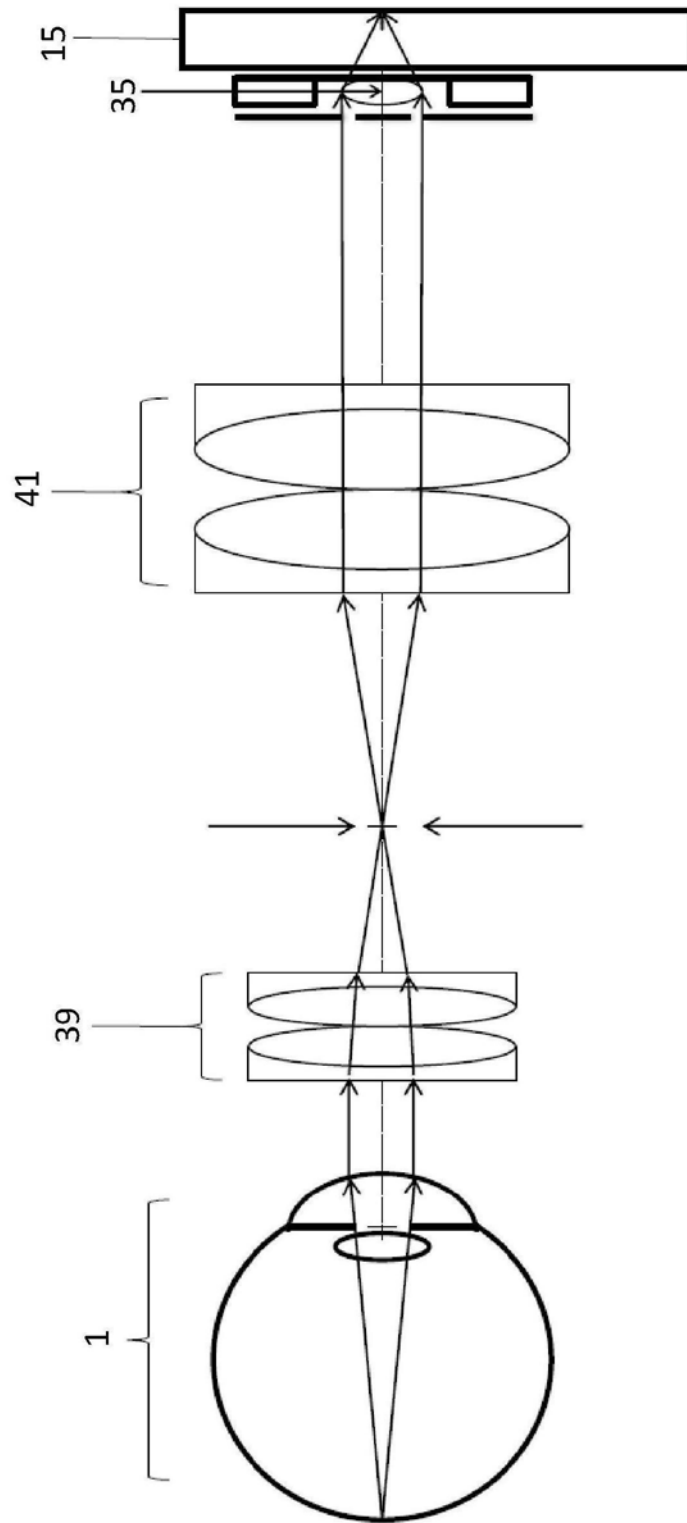


图5

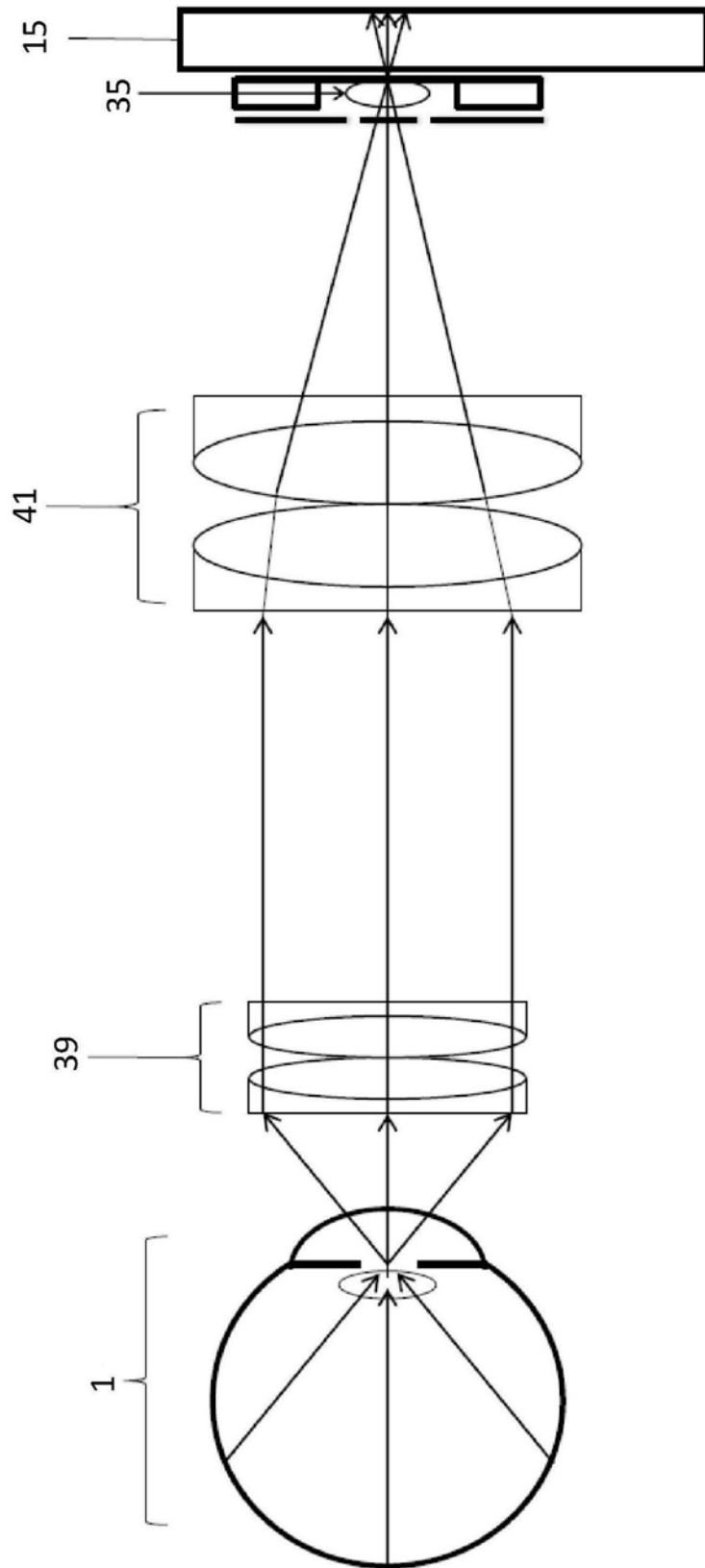


图6

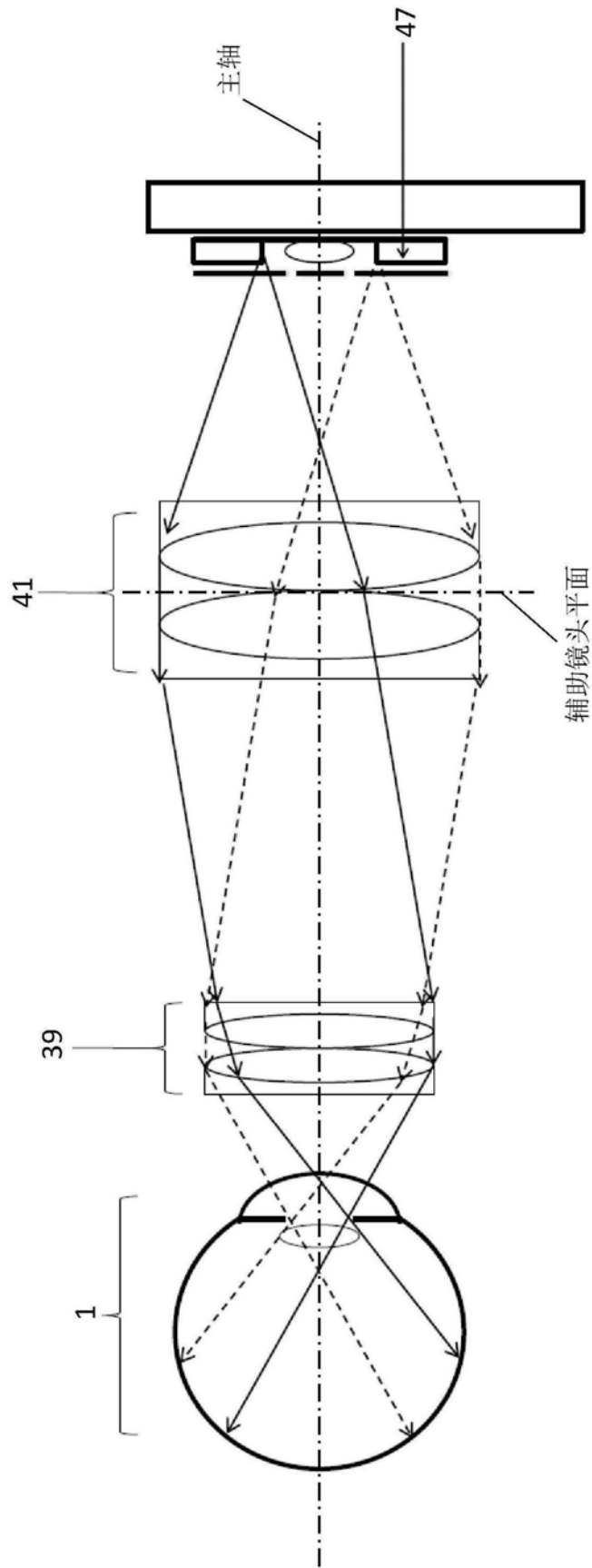


图7

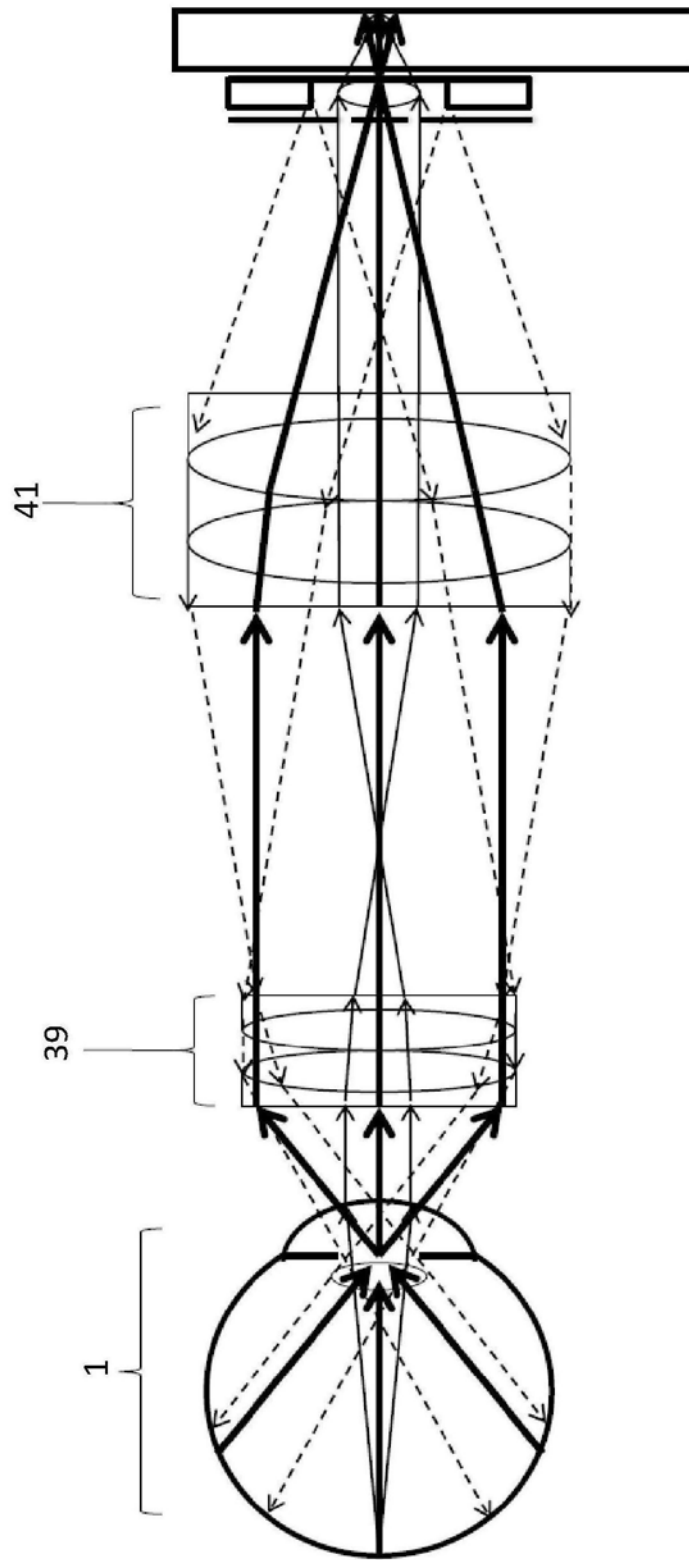


图8

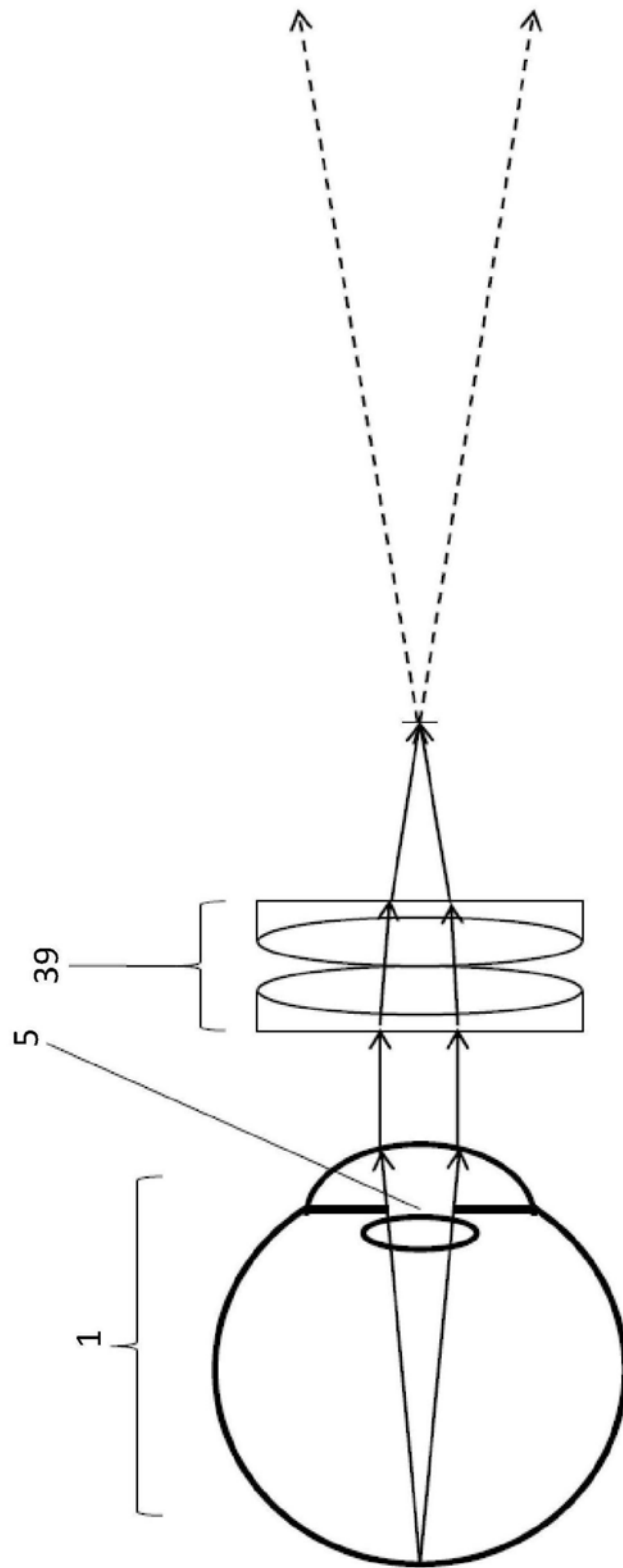


图9

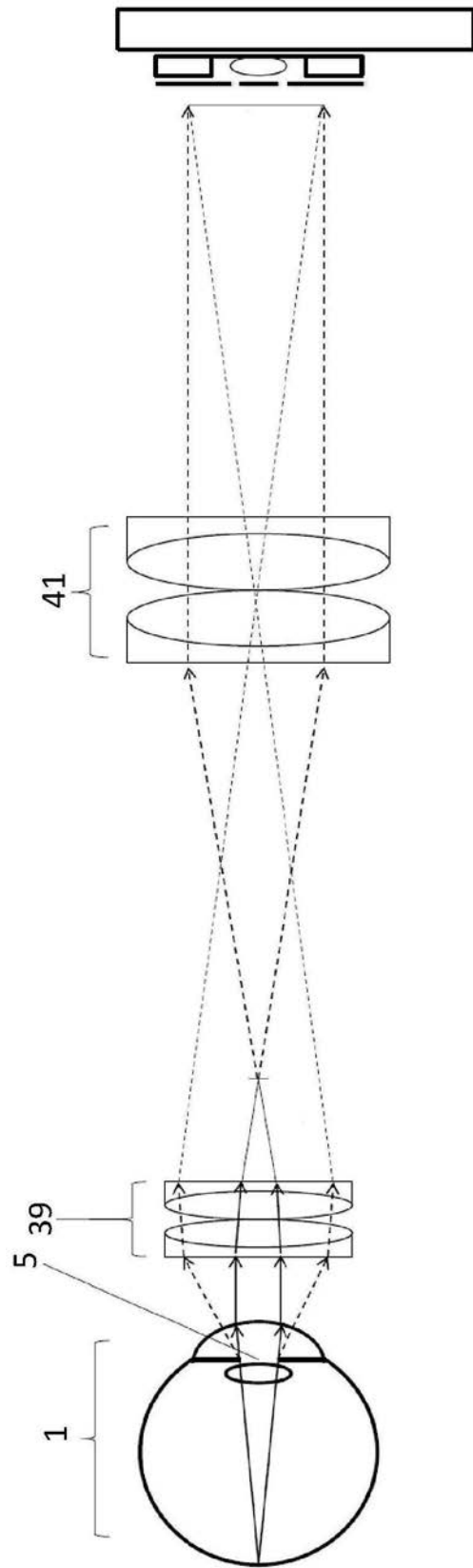


图10

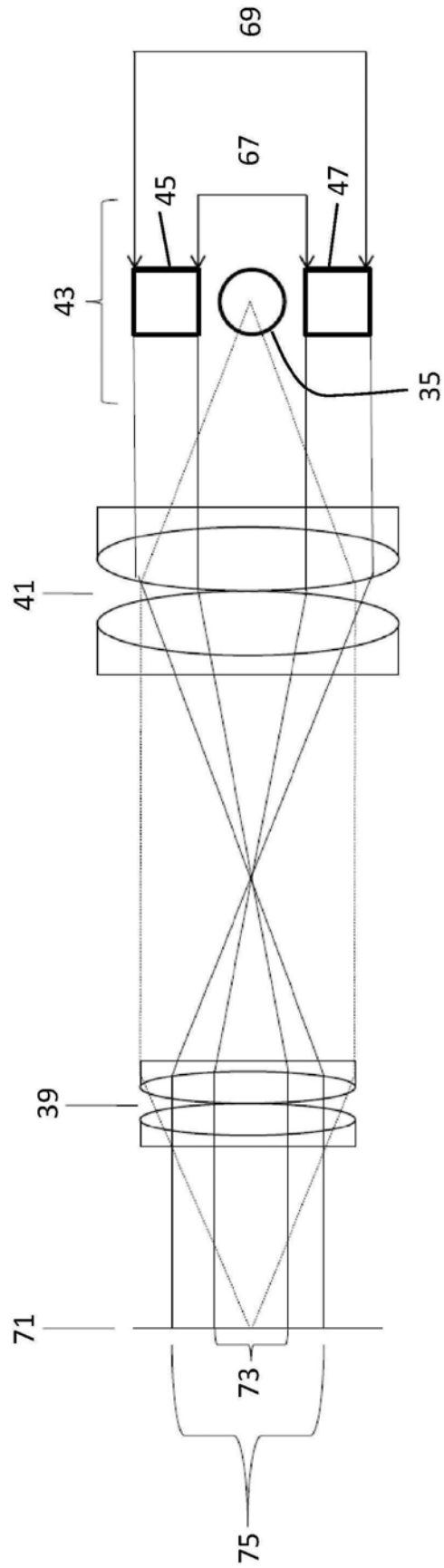


图11

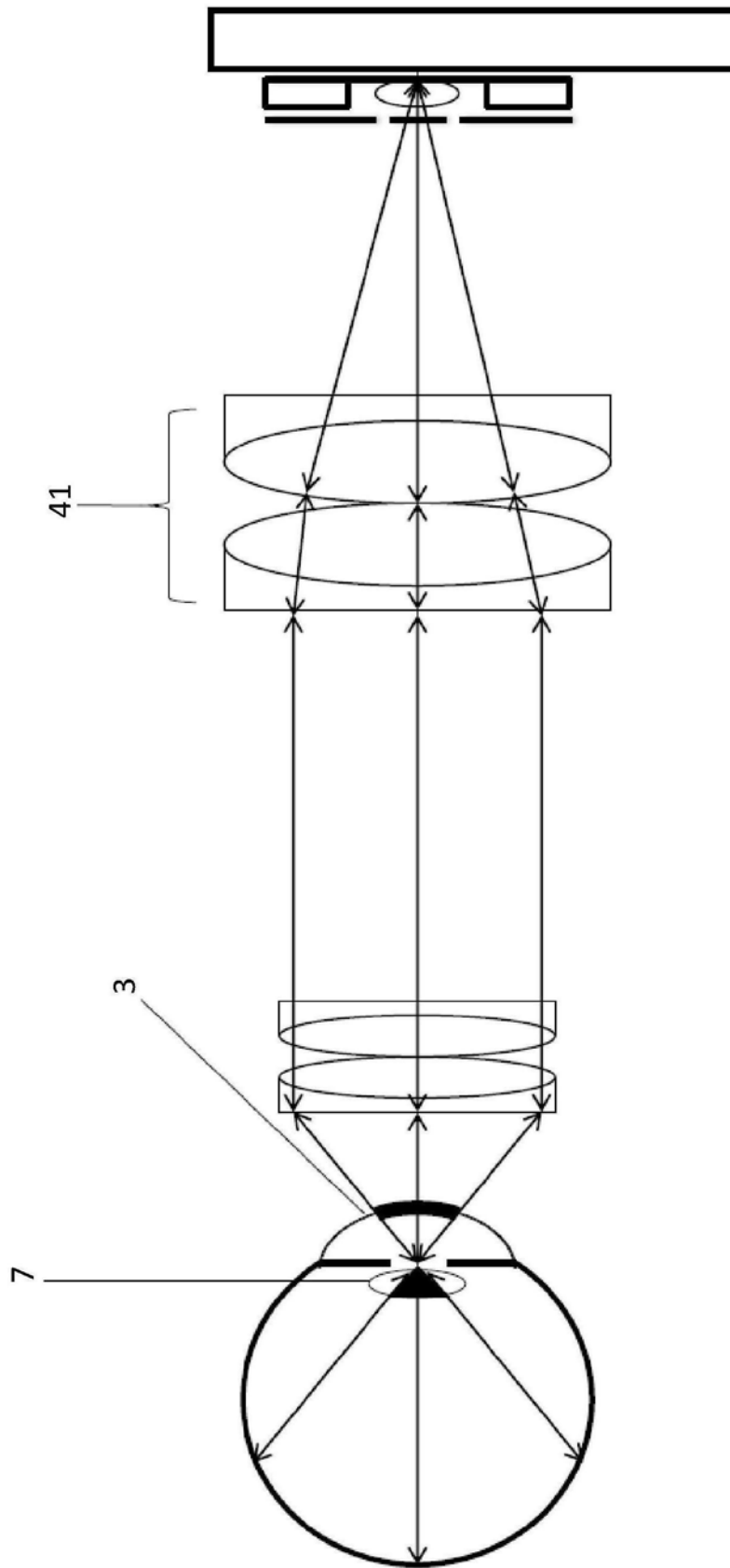


图12

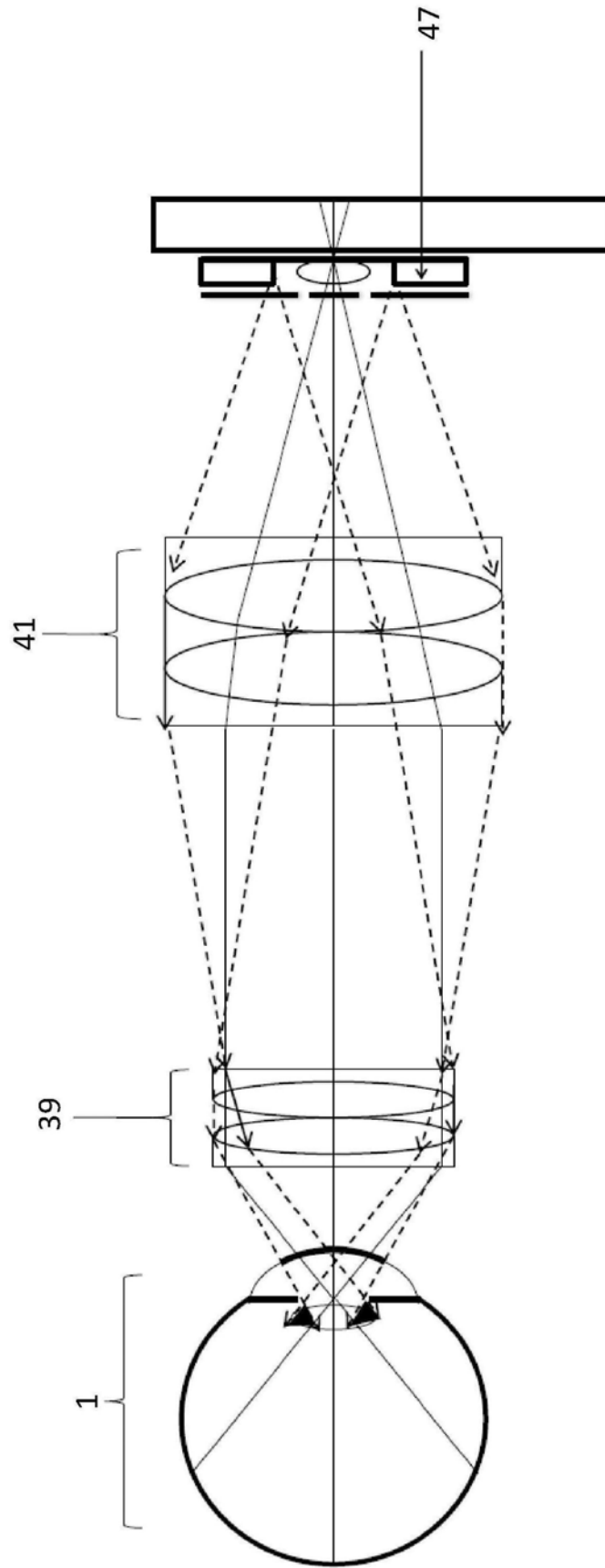


图13

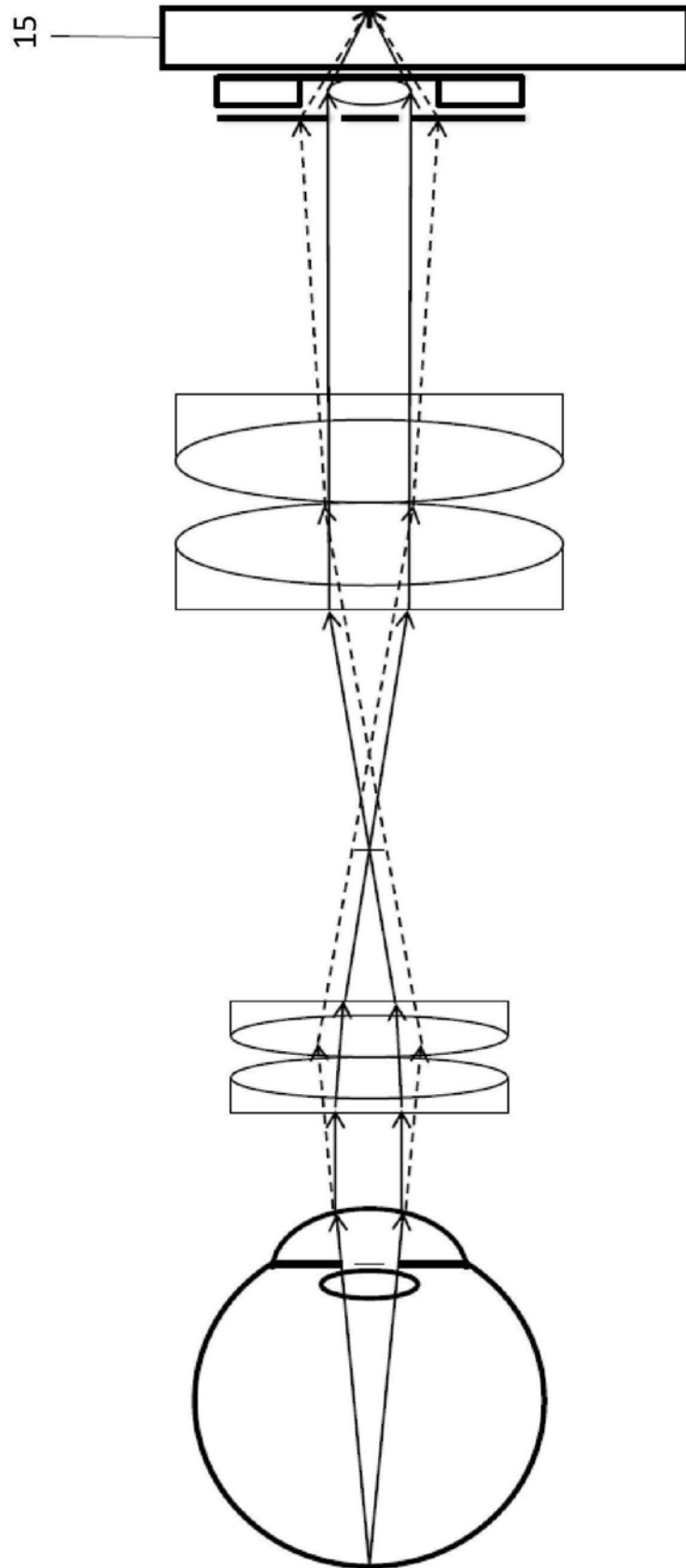


图14

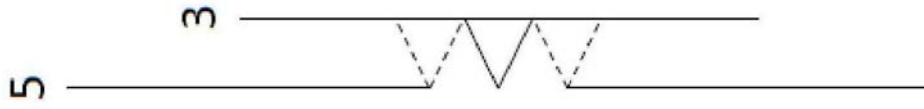


图15

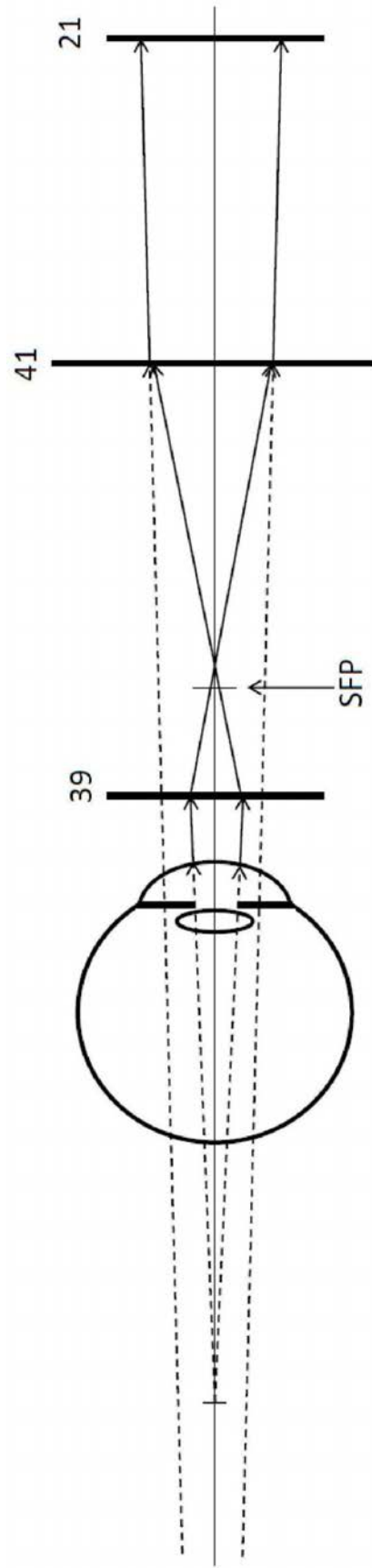


图16

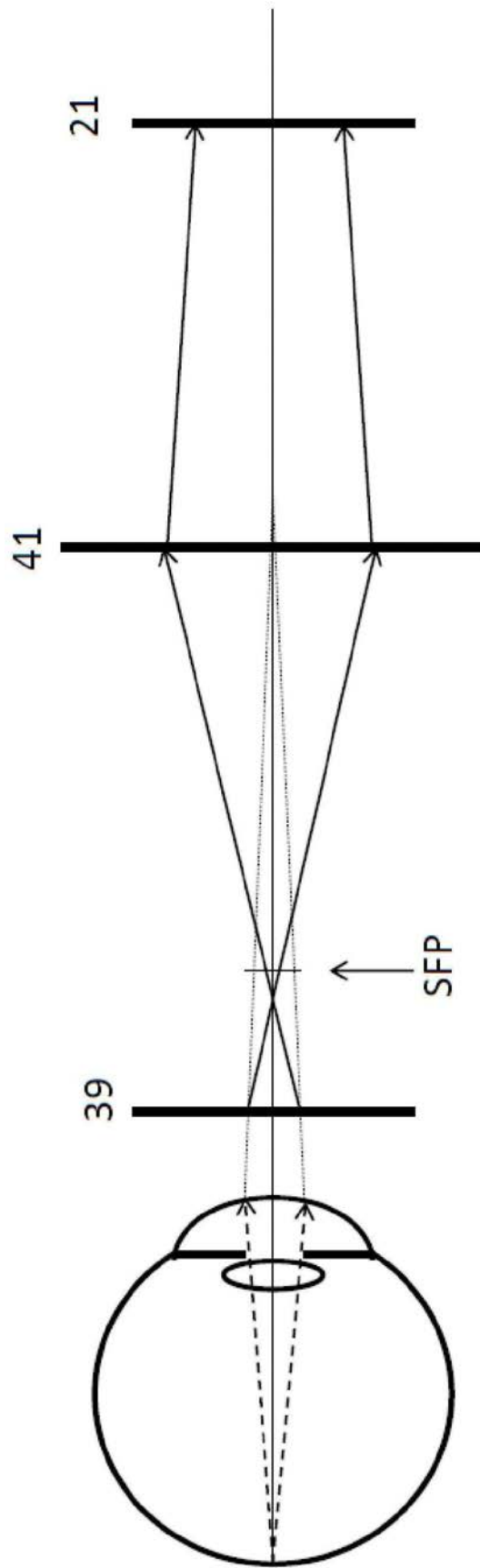


图17

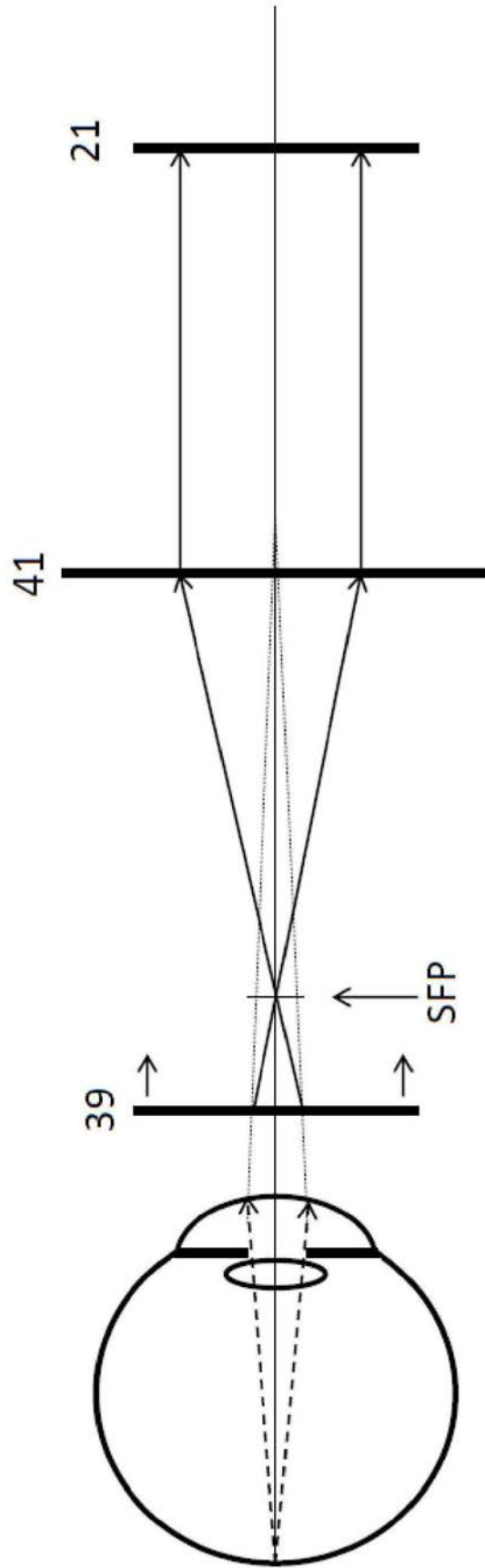


图18

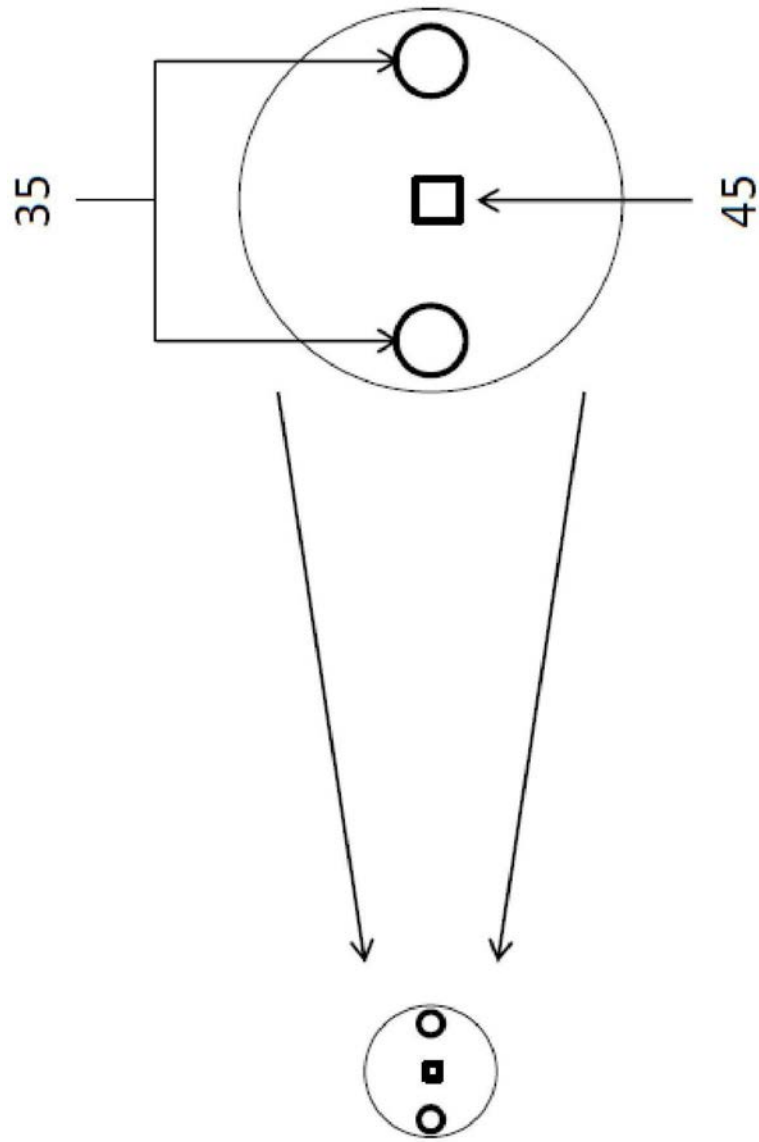


图19