



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106461970 A

(43)申请公布日 2017.02.22

(21)申请号 201580007393.1

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限
公司 31100

(22)申请日 2015.02.02

代理人 侯颖嫒

(30)优先权数据

61/935,621 2014.02.04 US

(51)Int.Cl.

G02C 7/04(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.08.04

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2015/014049 2015.02.02

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/119883 EN 2015.08.13

(71)申请人 CRT技术股份有限公司

地址 美国亚利桑那州

(72)发明人 W·E·梅耶斯 J·A·莱格顿

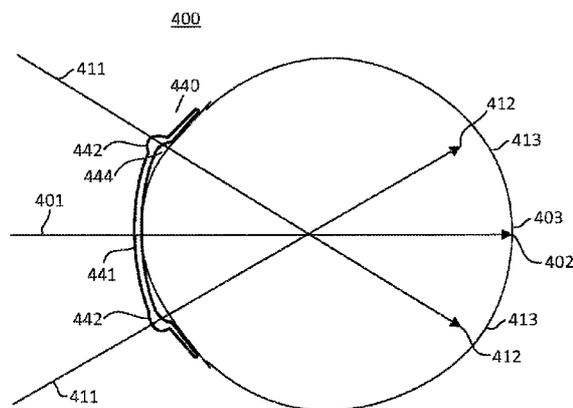
权利要求书2页 说明书12页 附图3页

(54)发明名称

多功能隐形眼镜

(57)摘要

本公开涉及治疗用光学装置,其配置为提供用于对眼睛的屈光不正进行矫正的角膜重塑,并且提供作用于轴上和/或离轴光线的周边屈光效应,以提供对眼睛中的屈光不正发展进行调节。还提供了用于设计治疗用光学装置和利用多功能治疗用光学装置来治疗眼睛的相关方法。



1. 一种多功能治疗用光学装置,包括:

具有后表面轮廓的中心光学区域,所述中心光学区域配置为向眼睛的中心角膜赋予改变的形状;

包括后表面和前表面的周边光学区域,所述周边光学区域配置为提供周边光学区域屈光效应,所述周边光学区域屈光效应适于将入射至所述周边光学区域的轴上和/或离轴光线聚焦在相对于所述眼睛的周边视网膜的目标焦点处;以及

周边停放区域,配置为接触周边眼表面。

2. 如权利要求1所述的装置,其中所述装置的所述中心光学区域配置为提供大约为零的中心光学区域屈光度。

3. 如权利要求1所述的装置,其中向所述眼睛的所述中心角膜赋予的改变的形状适于产生具有相对于中心视网膜的第一焦点的中心屈光。

4. 如权利要求3所述的装置,其中所述中心光学区域的所述后表面轮廓向所述眼睛的中心角膜赋予增加的曲率半径、减少的曲率半径或者部分球形的几何形状中的一个。

5. 如权利要求1所述的装置,其中所述周边光学区域配置为向所述眼睛的中周角膜产生相对正度数的屈光效应,并且其中所述目标焦点位于所述周边视网膜的前面或者在所述周边视网膜上两者之一的位置处。

6. 如权利要求1所述的装置,其中所述周边光学区域配置为相对于所述眼睛的中周角膜产生负度数的屈光效应,并且其中所述目标焦点位于所述周边视网膜的后面或者在所述周边视网膜上两者之一的位置处。

7. 如权利要求1所述的装置,其中所述周边光学区域配置为提供所述周边光学区域屈光效应,所述周边光学区域屈光效应具有周边光学区域屈光度、所述眼睛的中周角膜几何形状,以及位于所述眼睛上的所述装置的周边光学区域下方的泪镜中的至少一个。

8. 如权利要求7所述的装置,其中向所述眼睛的所述中心角膜赋予的改变的形状影响所述眼睛的中周角膜几何形状。

9. 如权利要求8所述的装置,其中所述周边光学区域不配置为重塑所述眼睛的中周角膜几何形状。

10. 如权利要求7所述的装置,其中所述中心光学区域、所述周边光学区域以及所述停放区域中的一个配置为重塑所述中周角膜几何形状。

11. 如权利要求1所述的装置,其中所述周边光学区域配置为在所述眼睛的第一主子午线中提供第一周边光学区域屈光效应并且在所述眼睛的第二主子午线中提供第二周边光学区域屈光效应。

12. 一种设计用于在眼睛中矫正屈光不正并调节屈光不正发展的治疗用光学装置的方法,所述方法包括:

评估中心角膜几何形状;

确定适于提供中心角膜屈光矫正的改变的角膜形状;

评估所述眼睛的中周角膜几何形状,其中所述眼睛具有改变的角膜形状;

配置所述治疗用光学装置的后表面轮廓,所述治疗用光学装置包括中心光学区域、周边光学区域以及周边停放区域,其中所述中心光学区域的后表面轮廓配置为将改变的角膜形状至少赋予所述眼睛的角膜,并且其中,所述周边光学区域的后表面轮廓配置

为在所述眼睛上提供具有泪镜屈光度的泪镜；

配置所述治疗用光学装置的前表面几何形状,其中,中心光学区域前表面几何形状提供中心光学区域屈光度,并且其中,周边光学区域前表面几何形状配置为提供周边光学区域屈光度;

其中所述装置被配置为使得:中周角膜几何形状、所述泪镜屈光度和所述周边光学区域屈光度致使周边图像场在至少一个半子午线中被聚焦在相对于所述眼睛的中周视网膜的目标焦平面处。

13. 如权利要求12所述的方法,其中所述周边图像场的所述目标焦平面相对于所述眼睛的中周视网膜位于期望的玻璃体腔深度变化的方向上。

14. 如权利要求12所述的方法,其中评估眼睛的中周角膜几何形状是通过测量所述眼睛的角膜地形图来执行的。

15. 如权利要求12所述的方法,其中评估眼睛的中周角膜几何形状是通过以下步骤来执行的:基于来自于受治疗的患者的已知的适配的眼镜的几何形状以及适配前和适配后的角膜几何形状轮廓的数据来预测所述眼睛的所述中周角膜几何形状。

16. 如权利要求12所述的方法,其中所述装置被配置为使得所述周边图像场被聚焦在所述中周视网膜上。

17. 如权利要求12所述的方法,其中所述装置被配置为使得所述目标焦平面是以下情况中的一种:在至少一个半子午线中处于所述周边视网膜的前面或后面。

18. 如权利要求12所述的方法,其中所述目标焦平面被选择以产生所述眼睛的屈光正常。

19. 如权利要求12所述的方法,其中所述中心光学区域和所述周边光学区域中的一个的后表面轮廓配置为在至少一个半子午线中重塑所述眼睛的中周角膜几何形状。

20. 如权利要求12所述的方法,其中所述治疗用光学装置的后表面轮廓配置为不对所述眼睛的所述中周角膜几何形状进行重塑。

多功能隐形眼镜

背景

技术领域

[0001] 本公开总体上涉及提供各种屈光不正 (refractive error) 的改进的矫正的装置和方法,其通过提供中心角膜重塑以及中周 (mid-peripheral) 角膜屈光效应来调节眼睛中的屈光不正的发展来实现。

背景技术

[0002] 用于矫正眼睛屈光不正 (诸如近视,远视和散光) 的隐形眼镜 (contact lens) 的使用通常取决于两种方法中的一种。第一种方法是传统的屈光矫正以调节眼睛的焦距以便将聚焦的图像设置在视网膜的中央凹上。这种调节是通过将具有预定屈光度的隐形眼镜设置在光路中来实现的。第二种方法是应用隐形眼镜以重塑角膜的表面几何形状,从而使得重塑的角膜的屈光度将图像带到视网膜的中央凹上的适当的焦点处。第二种方法通常称之为角膜屈光治疗、角膜重塑或者角膜矫正术。

[0003] 使用角膜重塑隐形眼镜的屈光不正矫正非常有吸引力,因为在相对短的时间段内佩戴重塑眼镜,诸如,在睡觉期间,当佩戴者处于非活动状态时。经由角膜重塑的屈光不正矫正与在白天或者其他活跃使用视力的时间段期间完全依赖矫正隐形眼镜相比更加安全且更令人满意。现代的整晚角膜重塑眼镜已经成功地用于暂时矫正诸如近视、远视和散光的屈光不正。但是,由重塑所获得的矫正效果不是永久的,为了保持矫正的角膜形状,使用者必须有规律地佩戴重塑眼镜。

[0004] 虽然各种屈光不正矫正的方法可以提供聚焦的视力,但是无论所采取的矫正措施,对眼睛的结构上的改变会导致进一步的屈光不正的逐渐发展。角膜的中周部分的折射与随着各种屈光不正的进展而相对于周边视网膜所产生的焦距之间的关系的重要性已经被意识到。例如,通过模拟眼睛的轴向伸长,已经发现在周边视网膜处的远视性离焦会影响近视的发展。意识到这种效应,一些眼镜设计者已经生产出白天使用的具有中心近视矫正区域 (将轴向光线聚焦在视网膜的中央凹上) 和产生近视周边视网膜离焦的中周屈光区域的隐形眼镜。这些眼镜产生对近视进展的适度调节,但为了矫正屈光不正需要白天连续使用。因此,仅仅在白天使用时得到这些矫正眼镜在调节近视进展上的有用性,它们不具有角膜重塑的益处。另一方面,整晚佩戴用于近视矫正的角膜重塑眼镜不会提供类似于上面所描述的在睁眼 (open-eye) 的白天活动时佩戴而对于近视进展进行调节的益处。当然,这样的眼镜可能引起白天佩戴时的不期望的远视性离焦,从而会产生与近视进展的调节所需的效果相反的效果。

[0005] 因而在本领域中存在对多功能治疗用光学装置的需求,该装置能够提供通过获得期望的角膜重塑来矫正屈光不正,以及通过产生预定的周边视网膜聚焦或离焦来调节屈光不正发展。

发明内容

[0006] 本公开提供用于利用多功能治疗用光学装置来提供通过角膜屈光治疗进行屈光不正矫正以及屈光不正进展的调节的装置和方法。在各种实施方式中,多功能隐形眼镜经由眼睛的中心角膜组织的重塑提供矫正的中心视力和/或通过中周角膜的重塑提供修改的中周光学度数,诸如通过规律地整晚佩戴多功能眼镜。此外,可进一步在视力使用的时间段期间佩戴同一眼镜,以在不妨碍中心视力屈光不正矫正的情况下提供适用于对屈光不正进展进行调节的周边屈光效应。

[0007] 本文所公开的装置和方法提供一种多功能隐形眼镜,其具有中心光学区域以及周边光学区域,所述中心光学区域配置为向眼睛的中心角膜赋予改变的形状且适于在佩戴眼镜期间并且在摘除眼镜之后向中心视力提供暂时的屈光不正矫正,所述周边光学区域配置为在睁眼使用眼镜期间提供屈光不正进展的调节。周边光学区域可在睁眼使用期间提供周边光学区域屈光效应,其能够将轴上和离轴光线相对于利用多功能眼镜进行治疗的眼睛的周边视网膜聚焦在目标焦点或焦平面处。周边光学区域屈光效应在相同的轴上和/或离轴光线上相对于未经治疗的眼睛的中周角膜的屈光效应可以是正度数或负度数,目标焦点能够提供相对于中周视网膜的近视性离焦、远视性离焦或者视网膜上聚焦,从而提供对屈光不正发展和进展进行调节所需的任何期望的周边视网膜刺激。周边光学区域效应还可通过由多功能眼镜的周边光学区域产生的波前调制来提供,例如,利用各种散射或折射光学效应。此外,周边光学区域屈光效应在眼睛的不同半子午线中可以是不同的。眼镜的周边光学区域屈光效应配置为考虑中心角膜重塑之后的中周角膜几何形状以及形成在多功能隐形眼镜与位于眼镜的周边光学区域下面的角膜表面之间的泪镜。根据多种实施方式,可以由多功能隐形眼镜来重塑中周角膜或可以不由多功能隐形眼镜来重塑中周角膜。

附图说明

[0008] 附图用于提供对本公开的进一步的理解,并被引入和作为本说明书的一部分,附图示出本公开的实施方式,并结合说明书以解释本公开的原理。

[0009] 图1示出根据本公开的近视眼的光学图示;

[0010] 图2示出根据本公开的应用于眼睛的现有技术光学装置的光学图示;

[0011] 图3示出根据本公开的应用于眼睛的治疗用光学装置的光学图示;

[0012] 图4示出根据本公开的应用于眼睛的治疗用光学装置的光学图示;

[0013] 图5示出根据本公开的设计治疗用光学装置的方法。

具体实施方式

[0014] 本公开涉及用于各种屈光不正状况的矫正以及屈光不正发展的调节的装置和方法。本领域技术人员很容易理解的是,本公开的各个方面可以通过配置为执行预期的功能的多种装置和方法来实现。换句话说,其他装置方法可以在此被采用以执行预设的功能。还应该注意,这里提及的附图形状不全是按比例绘制,而是可被夸大以示出本发明的多种方面,就此而言,附图形状不应被理解为限制。最后,尽管本公开可结合各种原理和公理进行描述,但是本公开不应该被理论所限制。

[0015] 应用隐形眼镜以重塑佩戴者的角膜的表面,通常称之为角膜屈光治疗或者角膜矫正术,其已成功地用于治疗各种屈光不正,诸如近视,远视和散光。由于美学,舒适和安全的原因,接受角膜屈光治疗的具有屈光不正状况的个人经常被这种方法所吸引。通常在使用者不活跃使用视力时的夜间应用眼镜来进行角膜重塑。使用者在活跃使用视力的时间段期间不必考虑矫正眼镜而可以享受自由,且能够参与运动和其他体育活动而不会有矫正装置的刺激或者安全顾虑。

[0016] 尽管对最初的屈光不正状况进行矫正,但一些诸如小孩子中的进展性近视的屈光不正状况会由于眼睛的生理学和解剖学变化而在严重程度持续增加。此外,只进行中心矫正实际上会加剧进展。虽然每日佩戴的多焦点软性隐形眼镜能够提供适于部分调节屈光不正进展的周边屈光效应,但是,这些眼镜不能提供许多消费者所期望的角膜重塑的益处。一种为中心视力屈光不正矫正和中央凹聚焦提供角膜重塑,和/或为周边视网膜相对离焦提供中周重塑,以及提供适于在活跃视力使用期间睁眼佩戴的时间段期间调节屈光不正进展的周边屈光效应的多功能隐形眼镜在本公开中被首次呈现。

[0017] 根据各种实施方式,多种光学因素会影响入射至角膜的轴上或离轴光线的折射以及周边图像相对于中周视网膜的最终聚焦和离焦。这些元素可包括:1)中周角膜的区域中眼睛的几何形状;2)在由角膜重塑眼镜治疗后的中周角膜的几何形状;3)角膜重塑眼镜的周边光学区的后表面的几何形状;4)由上面第2项和第3项的关系所产生的泪镜;5)角膜重塑眼镜的周边光学区域的前表面的几何形状。如下面更详细地描述,根据本公开的眼镜可考虑相对于眼睛的屈光状态的这些光学元素。

[0018] 现在参考图1,示出未经校正的近视眼100的光学图像。如图中所示,轴上光线101聚焦在位于中心视网膜103前面的点102处。离轴光线111可被聚焦得更接近视网膜在周边视网膜113处,或者在某些情况下,可被聚焦在位于视网膜113的后面的点112处,也称之为远视性离焦。如本文中所使用的,术语“离焦”指的是没有落在被治疗的或参考眼睛的视网膜上,而是位于被治疗的或参考眼睛的视网膜前面(即,近视性离焦)或后面(即,远视性离焦)的一定距离处的像平面或者焦点。本领域技术人员理解的是远视性离焦可刺激眼睛的靠近远视性离焦的区域轴向伸长,相反地,近视性离焦则抑制眼睛的靠近近视性离焦的区域轴向伸长。

[0019] 现在参考图2,示出利用现有技术中的光学装置220进行矫正的近视眼200的光学图示。这种现有技术中的用于矫正的光学装置可包括,例如,传统的隐形眼睛或者角膜矫正眼镜。诸如光学装置220的角膜矫正眼镜可被用于对近视眼睛的角膜组织进行重塑。如图2中所示,这样的眼镜可具有一种眼镜几何形状,其在对中心角膜组织赋予改变的曲率时,相对于中心角膜治疗区域221中的轴向光线201提供接近零的眼镜度数,从而在治疗眼镜在位时以及摘除治疗眼镜后的临时时间段内,提供适合于恢复具有焦点202在中心视网膜203处的聚焦的中心视力的屈光矫正。

[0020] 但是,传统角膜矫正眼镜位于中周区域222中的前表面的曲率与用于眼镜的后表面的相反的曲率结合经常会对穿过眼镜的中周区域的离轴光线211产生负屈光效应。这样的负屈光效应给予远视性离焦效应,具有位于周边视网膜213后面的焦点212并且与最佳视力矫正和/或屈光不正进展的调节所希望的反相。当只在睡觉的时候佩戴这些眼镜时这种负效应是无关紧要的。当在活跃的视力活动期间佩戴这些眼镜时,显著的相对远视性离焦

的潜在有害效应会发生。虽然设计为白天使用的传统眼镜可设计为对入射到中心角膜的轴向光线以及进入中周视网膜的轴上或离轴光线提供屈光矫正,但是,传统眼镜不提供角膜重塑的优势,屈光不正矫正需要在视力使用的时间段期间连续应用。角膜重塑和传统的眼镜各自都没有表现出获得使得近视进展减少大于大约50%的能力。

[0021] 在本公开的各种实施方式中,提供了一种治疗用光学装置。根据本公开的各种实施方式,治疗用光学装置可以是多功能治疗用光学装置,诸如多功能隐形眼镜。多功能治疗用光学装置可配置为经由下面的角膜组织重塑来提供眼睛的屈光不正矫正。此外,如下面更加详细描述,多功能治疗用光学装置可配置为提供当眼镜应用于眼睛时的由与眼睛的下层组织的任何结构上的改变分开的和/或除了眼睛的下层组织的任何结构上的改变以外的眼镜的各方面所赋予的屈光效应。

[0022] 一般而言,术语“治疗用光学装置”应该广义地解释为包括适于产生屈光不正矫正的任何结构或方法。如在本文中所使用的,治疗用光学装置可包括经由角膜重塑产生屈光不正矫正的、经由眼镜本身的或者应用于眼睛的眼镜产生屈光不正矫正的、或者上述任意组合的任何装置。在应用于眼睛时,与眼睛的结构变化分开的治疗用光学装置所赋予的屈光效应可包括,例如,眼镜本身或其任意部分的屈光效应,因眼镜应用于眼睛所产生的泪镜(也称之为“泪液池”,“泪液层”,或“泪液膜”)的屈光效应,由于眼镜应用于眼睛时所产生的界面(即,空气/眼镜界面或者泪液/眼镜界面)的屈光效应,等等。

[0023] 如本文中所使用的,“屈光不正矫正”可用于指代任何屈光变化或效应,而不管该变化或效应是否会导致相对于眼睛的视网膜将折射光线聚焦(诸如通过在视网膜上放置折射的像平面),或者该变化或效应是否会产生相对于眼睛的视网膜的期望离焦。屈光不正矫正可包括任何屈光效应或者这些效应的组合,通过这些效应在眼睛的相同或不同的半子午线(semi-meridian)中产生不同的屈光不正矫正。例如,中心视网膜图像场在一个或多个半子午线或者所有子午线中可被聚焦在视网膜上,而周边图像场在至少一个半子午线中不可被聚焦在视网膜上。

[0024] 如本文中所使用的,术语“正度数”和“负度数”指的是屈光度分别大于或小于被治疗的眼睛的相关部分的屈光度。例如,眼镜的正度数周边光学区域是提供正度数大于或者负度数小于位于眼镜的周边光学区域下面的中周角膜的屈光度的屈光度或效应的区域。

[0025] 在各种实施方式中,多功能治疗用光学装置可配置为直接和/或间接接触眼睛的视觉组织。例如,根据各种实施方式,治疗用光学装置配置为搁置在角膜的部分上。在各种实施方式中,治疗用光学装置可配置为搁置在眼睛的角膜的部分和/或巩膜的部分上。

[0026] 根据各种实施方式,多功能治疗用光学装置包括气体可渗透的,或者以其他方式生物相容的材料中的一种或多种。例如,治疗用光学装置可包括氟硅丙烯酸酯,硅丙烯酸酯,聚甲基丙烯酸甲酯,硅水凝胶,或者其他合适的材料中的一种或多种。在各种实施方式中,给定的治疗用光学装置的不同部分可包括相同或不同的材料。

[0027] 在各种实施方式中,现在参考图3,多功能治疗用光学装置可包括多功能隐形眼镜330,其具有中心光学区域331,周边光学区域332和周边停放区域333。根据各种实施方式,中心光学区域331是中心角膜重塑区域并且包括眼镜的轴线中心,周边光学区域332与中心光学区域331同心并位于其外侧,周边停放区域333与周边光学区域332同心并位于其外侧。在各种实施方式中,周边光学区域332可在至少一个半子午线中拱起于中周角膜,而中心光

学区域331则与角膜接触,周边停放区域333在相同的半子午线中与角膜和/或巩膜接触。

[0028] 在各种实施方式中,如在接下来的部分中将要更加详细描述,中心光学区域331具有后表面,其配置为在至少一个半子午线中将改变的曲率赋予眼睛的中心角膜,而周边光学区域332具有后表面,其不会改变下层中周角膜的曲率或者以其他方式对角膜组织进行重塑或影响中心光学区域331在相同的半子午线中对眼睛的中心角膜进行重塑的能力。在各种其他实施方式中,多功能隐形眼镜的中心光学区域,周边光学区域,和/或任何其他区域可对眼睛的中周角膜的至少一部分进行重塑。

[0029] 根据各种实施方式,中心光学区域包括多功能隐形眼镜的轴向中心。在不同的实施方式中,中心光学区域的直径大约为从0.1mm至大约14mm,优选地,从大约3mm至大约12mm。

[0030] 在各种实施方式中,多功能隐形眼镜可在结构上或者在材料上配置为提供旋转稳定性、对准和/或定心中的至少一种,如下面详细讨论的。

[0031] 根据各种实施方式,多功能隐形眼镜的中心光学区域配置为对眼睛的中心角膜的至少一个部分给予改变的形状或者曲率半径。对眼睛的中心角膜给予的改变的形状或者曲率相对于中央凹或者中心视网膜可产生具有第一焦点的中心角膜屈光。在各种实施方式中,第一焦点可位于中央凹或者中心视网膜上。在其他实施方式中,第一焦点可相对于中央凹或者中心视网膜产生所需要的离焦。

[0032] 例如,再次参考图3,多功能隐形眼镜330的中心光学区域331可包括具有比眼睛300的角膜(诸如图1中示出的近视眼100)增加的曲率半径(即,扁平的或较低的偏心曲率)的后表面轮廓。根据各种实施方式,作为结果,眼睛300的中心角膜可通过利用多功能隐形眼镜330的治疗来进行重塑,以使得中心角膜具有减小的屈光度,从而将未矫正的眼睛中的先前近视离焦的轴向光线301聚焦在眼睛的中心视网膜303或者中央凹上。类似地,在各种实施方式中,多功能隐形眼镜的中心光学区域的后表面轮廓可配置为:例如,对眼睛的中心角膜给予减小的曲率半径,以提供用于远视视力矫正的增加的屈光度。

[0033] 在各种实施方式中,多功能隐形眼镜的中心光学区域被配置为提供基本上为零的中心光学区域屈光度;即,眼镜的中心光学区域可被配置成使得除了眼镜给予眼睛的改变的角膜几何形状之外,它不会提供有关于眼镜本身的光学性质的屈光效应或者屈光度。例如,中心光学区域的前表面和后表面的几何形状基本上彼此平行,或者被配置成使得中心光学区域不会提供与中心光学区域的前表面和后表面的几何形状的组合有关的中心光学区域屈光度。

[0034] 如上所描述的,在各种实施方式中,多功能隐形眼镜可通过在所有子午线中重塑眼睛的中心角膜组织来提供屈光不正矫正。在其他实施方式中,中心光学区域可配置为在一个或多个子午线或者半子午线中重塑中心角膜。在各种实施方式中,角膜重塑可在彼此临近的、正交的和/或交替的半子午线之间变化。换句话说,中心光学区域以是旋转不对称的,从而以旋转不对称的方式影响中心角膜的形状(例如,轴向的,近赤道的,中周的和/或远周的)。

[0035] 在各种实施方式中,中心光学区域的前表面和/或后表面可配置为具有部分球形的几何形状,而在其他实施方式中,如上所描述的,其可具有非球面、环面、多焦点或者旋转非对称几何形状,取决于要被调节的屈光不正和/或要适配的眼组织。可例如利用角膜散光

计、角膜地形图、光学相干断层成像、Scheimpflug成像或者其他目前已知的或者下文中所给出的生物计量仪器,对要适配的眼组织和/或要被调节的屈光不正进行测量。如这里所使用的,术语“几何形状”不应该解释为限制,其可用于描述任何两种或三种空间形状或结构,无论其是否可通过欧几里德的、椭圆的、双曲线的或其他任意的几何函数进行描述。根据各种实施方式,用于屈光不正矫正或调节的眼镜或表面的理想的几何形状配置不会被描述为球形或圆锥曲线。

[0036] 当不希望被理论限制时,可与由眼镜和角膜之间的预定的相互作用所产生的压力梯度有关地发生角膜重塑。例如,再次参考图3,在各种实施方式中,中心光学区域331相对于中心角膜的较低的离心率可在正好位于周边光学区域332中间的中心光学区域331的周边下面的中心角膜组织上产生降低的中心光学区域压力的圆环面。在闭眼佩戴期间以及归因于推压在中心光学区域331上的盖合力,作为对于眼睛上的眼镜的压力的反应,该降低的压力的圆环面使得正好位于周边光学区域332中间的角膜厚度开始增加并且促使上皮细胞与细胞内的和基质内的液体转移至位于中心光学区域331的周边下面的中心角膜中。

[0037] 根据各种实施方式,当应用于眼睛,并在用于近视的角膜重塑的计划中佩戴时(例如,夜晚角膜重塑),多功能隐形眼镜330将会使得眼睛300的中心角膜降低相对于轴向光线的光学度数(例如,增加中心角膜的曲率半径以产生较长的焦距,从而使得轴向光线301被聚焦在中心视网膜303上的焦点302处,而不是聚焦在重塑之前的位于中心视网膜的前面的焦点处)。在各种实施方式中,通过治疗,中周角膜保持基本上相同的角膜散光计的曲率和度数。在其他实施方式中,通过治疗,不论是因为中心角膜组织重塑还是上皮细胞与细胞内的和基质内的液体转移至中周角膜区域中的效应,或者由于周边光学区域的至少一部分中的眼镜的后表面轮廓的重塑效应,均可改变中周角膜的几何形状。

[0038] 根据各种实施方式,在摘除多功能隐形眼镜之后,对眼睛角膜给予改变的形状还可持续一段时间,从而在眼睛没有佩戴眼镜的时间段期间,向眼睛提供所需的屈光不正矫正。例如,根据各种实施方式,多功能隐形眼镜可应用于眼睛,并在不使用视力的时间段期间(诸如夜晚或者佩戴者睡觉期间)佩戴。根据多种实施方式,多功能隐形眼镜周期性应用于眼睛可以重塑和保持眼睛角膜的至少一个部分的改变的表面几何形状。当多功能隐形眼镜没有位于眼睛的适当位置时,由多功能隐形眼镜所赋予的改变的表面几何形状可提供例如适于将图像引至视网膜的中央凹上的适当焦点处的屈光不正矫正,并持续一段时间,诸如,一天或数天。

[0039] 在各种实施方式中,多功能隐形眼镜还可包括周边光学区域。根据各种实施方式,多功能隐形眼镜的周边光学区域可配置为相对于眼睛的中周视网膜,提供适于将至少一个半子午线中的周边图像场聚焦在目标焦点处的屈光效应。在各种实施方式中,周边光学区域可提供与周边光学区域中的眼镜的光学性质有关的屈光效应。这些光学性质可包括由周边光学区域中的眼镜的前表面和/或后表面的几何形状所赋予的屈光效应,以及诸如可由眼镜本身所赋予的衍射或折射光学效应的波前调制。例如,多功能隐形眼镜的周边光学区域可包括具有可极化的键的介质,其被取向为经由双折射效应产生波前调制。

[0040] 在各种实施方式中,周边光学区域具有与下面的中周角膜基本上相同的宽度。在各种实施方式中,周边光学区域的宽度为从大约0.25mm至大约4mm,或者更优选地,从大约0.75mm至大约3mm,或者最优选地,大约1.75mm。周边光学区域宽度可具有沿其长度可变化

的宽度(即,沿着定义周边光学区域的圆周的线的长度)。

[0041] 在各种实施方式中,例如,周边光学区域的后表面可通过具有比下面的中周角膜短的半径来拱起于中周角膜,而不接触沿着所有或者部分的周边光学区域的后表面的角膜组织。各种其他的方法也是可能的并且可被使用以使得周边光学区域拱起于中周角膜。例如,周边光学区域的后表面轮廓可以是球形的、非球形的、由多项式定义的、非曲线的、由角度定义的、由样条数学定义的、或者由S形曲线描述的。根据各种实施方式,周边光学区域的后表面轮廓可配置为调节由中心光学区域对中心角膜的重塑和/或提供泪镜的形成,如下面要详细描述。在各种实施方式中,周边光学区域的所有或部分的后表面可接触和/或有助于下面的中周角膜的重塑。

[0042] 根据各种实施方式,再次参考图3,多功能隐形眼镜330的周边光学区域332可配置为提供适于将入射至周边光学区域的轴上和/或离轴光线311相对于眼睛300的周边视网膜313聚焦在目标焦点312处的周边光学区域屈光效应。在各种实施方式中,周边光学区域332配置为依靠眼镜330的周边光学区域332的光学特征或者屈光效应(即周边光学区域屈光度)提供周边光学区域屈光效应。在各种实施方式中,周边光学区域332进一步配置为:当多功能隐形眼镜330应用于眼睛300时,提供包括形成在位于周边光学区域332下面的区域中的泪镜334的光学特征或屈光效应的周边光学区域屈光效应。在各种实施方式中,如所示出的,入射至周边光学区域332并穿过泪镜334以及位于周边光学区域332下方的中周角膜组织的轴上和/或离轴光线311的目标焦点312可位于中周视网膜313上,具有前面提及的特征的组合屈光效应,其有助于轴上和/或离轴光线以及相对于中周视网膜的焦点或焦平面的总体屈光(即,周边光学区域屈光效应)。

[0043] 在其他实施方式中,现在参考图4,多功能眼镜440的周边光学区域442可配置为提供适于将入射至周边光学区域的轴上和/或离轴光线411聚焦在位于眼睛400的中周视网膜413(即,近视性离焦)前面的目标焦点412处的周边光学区域屈光效应,而中心光学区域441配置为重塑中心角膜,以便于将轴向光线401聚焦在中心视网膜403上的焦点402处。如上所述,周边光学区域442以及泪镜444和位于周边光学区域下面的中周角膜组织的组合屈光效应可有助于轴上和/或离轴光线411的总体屈光。在各种实施方式中,对比于多功能眼镜330(图3)的周边光学区域332,其中图3和4中的眼睛和眼镜的其他所有特征相同,周边光学区域442的较高的屈光度可提供入射至周边光学区域442的轴向光线411的近视性离焦,其具有位于中周视网膜413前方的焦点412。

[0044] 在各种实施方式中,周边光学区域光学(optics)可以在彼此临近、正交和/或交替的子午线之间变化。换句话说,周边光学区域可以是旋转不对称的,从而以旋转不对称的方式影响眼球的局部眼球生长和形状(例如,轴向的,近赤道的,中周的和/或远周的)。此外,周边光学区域光学可沿着单一半子午线径向地变化。

[0045] 总体而言,本领域技术人员将会理解的是,可以采取多种方法实现选择中周视网膜聚焦(或者离焦),本文构想到所有的这些方法。例如,选择中周视网膜聚焦可以利用折射、双折射或者散射光学元件来实现。

[0046] 在各种实施方式中,选择中周视网膜聚焦是利用周边光学区域实现的,周边光学区域具有不同于由中心光学区域的重塑和光学性质所赋予的屈光度的屈光度,从而使得,沿着半子午线的轴上和/或离轴光线的所有或部分聚焦在沿着另一个半子午线的轴上和/

或离轴光线的前方或后方(以视网膜为基准)。

[0047] 在其他实施方式中,选择中周视网膜聚焦是利用由双折射材料组成的周边光学区域来实现的,该双折射材料具有被选择以使得沿着半子午线的轴上和/或离轴光线的所有或部分聚焦在沿着另一个半子午线的轴上和/或离轴光线的前方或后方(以视网膜为基准)的性质,例如,以类似于在名称为“System and Method to Treat and Prevent Loss of Visual Acuity (治疗和防止视力敏锐缺失的系统和方法)”的美国专利号7905595中描述的方式进行。

[0048] 在其他实施方式中,选择中周视网膜聚焦是通过具有散射光学元件的周边光学区域来实现的。更具体地,在示例性实施例中,散射光学元件被用于将沿着半子午线的所有或部分的周边光线聚焦在沿着另一个半子午线的轴上和/或离轴光线的前面或后面(以视网膜为基准)的性质。

[0049] 根据各种实施方式,周边光学区域可提供任何适合的屈光效应以实现入射至周边光学区域的离轴光线相对于眼睛的周边视网膜的聚焦或离焦。

[0050] 在各种实施方式中,多功能隐形眼镜包括周边停放区域。周边停放区域可提供在位于周边停放区域的后表面上的相切的点处与眼表面的接触。相切的点可提供在周边角膜处或角膜之外的眼镜与眼睛之间的接触。在各种实施方式中,相切的点可位于巩膜上,例如,位于覆盖眼睛的巩膜的球结膜上。在各种实施方式中,周边停放区域的后表面轮廓可以是非曲线的且由角度定义,从而使得周边停放区域的后表面在周边停放区域的最中心或周边处不与周边角膜或者巩膜接触,但是在沿着周边停放区域的后表面的长度的相切的点处与周边角膜或巩膜接触,诸如,在周边停放区域的中点。

[0051] 虽然在一些实施方式中设想周边停放区域可以是曲线的和/或由多项式定义,但是,在各种实施方式中,周边区域是非曲线的并由角度定义。该角度可以以多种方式定义。例如,在各种实施方式中,可以在垂直于眼镜的穿过周边光学区域和周边停放区域之间的交叉点的中心轴的弦与从顶点到角膜或巩膜上的相切的点的线之间定义该角度。在示例性实施方式中,相切的点大致位于它的最中心侧和最外侧之间的中间。

[0052] 在各种实施方式中,多功能隐形眼镜的周边停放区域可终止在平滑地连接眼镜的前表面和后表面的凸椭圆边缘。

[0053] 根据本公开,各种治疗用光学装置结构可以与一种或多种配置为提供旋转稳定性、对准和/或定心的结构或材料设计元件结合使用。

[0054] 例如,应用配置为搁置在角膜或巩膜上的本公开的多种实施方式,一些实施方式可包括棱镜压载(prism ballasting)、双层状剥落(slab off)以及前面厚度变化中的一个或多个以辅助旋转稳定性、对准和/或定心。在各种实施方式中,旋转稳定性、对准和/或定心可通过将后结构表面与一个或多个角膜或者巩膜的局部地形变化相匹配来进行改善。

[0055] 任何配置为向本公开的治疗用光学结构提供旋转稳定性、对准和/或定心的方法或者结构或者材料设计元件均在本公开的范围之内。

[0056] 在各种实施方式中,提供了一种设计治疗用光学装置的方法。设计治疗用光学装置的方法可包括以下步骤:评估眼睛的中心角膜几何形状;确定适于提供屈光不正矫正(诸如提供聚焦的中心视力)的变化的中心角膜几何形状;以及评估眼睛的中周角膜几何形状。设计治疗用光学装置的方法可进一步包括配置该装置的后表面。该装置的后表面可配置为

给出在之前的步骤中所确定的变化的中心角膜几何形状,并且可进一步配置为提供泪镜和/或改变中周角膜区域中的角膜几何形状。设计治疗用光学装置的方法可进一步包括配置该装置的前表面。在各种实施方式中,设计治疗用光学装置的方法可进一步包括配置该装置的前表面。该前表面可配置为提供中心光学区域屈光度和周边光学区域屈光度。根据各种实施方式,治疗用光学装置可进一步配置为在一个或多个区域内提供波前调制。

[0057] 在各种实施方式中且如图5中所示,设计治疗用光学装置的方法可包括方法500以用于设计适于提供屈光不正矫正和屈光不正发展的调节的多功能隐形眼镜。

[0058] 根据各种实施方式,设计多功能隐形眼镜的方法500包括评估眼睛550的中心角膜几何形状。如上所述,中心角膜几何形状可利用任何用于获得眼睛组织的测量结果的适当的技术来评估。

[0059] 根据各种实施方式,设计多功能隐形眼镜的方法500还包括确定眼睛560的适于提供中心角膜屈光矫正的变化的中心角膜形状。在各种实施方式中,该改变的角膜形状可预先确定,诸如通过建模软件或者基于被治疗的患者的已知的适配的眼镜和/或已知的适配前和适配后的角膜几何形状轮廓的数据。在其他实施方式中,该改变的角膜形状可根据经验进行确定,诸如通过应用角膜重塑眼镜,之后进行适配后的(post-fitting)角膜几何形状评估。在各种实施方式中,预期的和根据经验的信息的组合可用于确定所期望的由多功能隐形眼镜赋予的变化的中心角膜形状或几何形状。

[0060] 根据各种实施方式,设计多功能隐形眼镜的方法500包括评价眼睛570的中周角膜几何形状。在各种实施方式中,眼睛可包括其中中心角膜已经被重塑(例如,为了赋予从未经治疗的状态变化来的中心角膜形状)的眼睛。改变的角膜形状可包括所有中心角膜,或者可包括中心角膜的一部分或者半子午线。可通过与本文所公开的方法500的主题的眼镜不同的研究来赋予眼睛的中心角膜形状,或者可通过如本文所公开的设计的眼镜来赋予中心角膜形状。根据各种实施方式,相对于中周角膜几何形状而评估的眼睛在中心角膜处被重塑以赋予适于相对于视网膜将轴向光线聚焦在第一焦平面内的变化的中心角膜形状。

[0061] 根据各种实施方式,设计多功能隐形眼镜的方法还包括配置多功能隐形眼镜580的后表面轮廓。在各种实施方式中,如上所述,多功能隐形眼镜包括中心光学区域、周边光学区域,以及周边停放区域。后表面轮廓以及它与眼睛的表面的关系在眼镜的每一个区域中可被不同地配置,其中每一个区域具有不同的光学和/或结构功能。具有附加区域的多功能隐形眼镜可根据本公开的不同实施方式进行设计。

[0062] 在各种实施方式中,中心光学区域的后表面轮廓可配置为在眼睛的中心角膜的至少一个半子午线中赋予和/或维持变化的中心角膜形状。赋予和/或维持眼睛的变化的中心角膜形状所需的中心光学区域的后表面轮廓可基于用于赋予变化的中心角膜形状的已知的适配的眼镜的几何形状和眼睛的已知的预处理的几何形状来进行预测,或者眼睛的变化的中心角膜曲率可被测量,诸如通过使用角膜地形图仪器,其测量被用于确定中心光学区域中的多功能隐形眼镜的适当的后表面轮廓。相似地,中心光学区域的后表面轮廓可基于改变的或未改变的中心角膜的预期的和测量的地形图的组合来进行配置。

[0063] 在各种实施方式中,周边光学区域中的多功能隐形眼镜的后表面轮廓配置为:当应用于眼睛时,提供在至少一个半子午线中的具有泪镜屈光度的泪镜。根据各种实施方式,应用于眼睛的多功能隐形眼镜的泪镜至少与以下相互作用有关:1) 经过中心角膜重塑的眼

睛的中周角膜(即,位于眼镜的周边光学区域下面的角膜的区域)的地形图几何形状,2)周边光学区域中的眼镜的后表面轮廓。根据各种实施方式,由多功能隐形眼镜所形成的泪镜将有助于应用于眼睛的眼镜在眼镜的周边光学区域和/或中周角膜处的屈光度。在各种实施方式中,位于多功能隐形眼镜的周边光学区域下面的区域中的泪镜的屈光度可基于眼睛的已知的或预测的表面地形图以及多功能隐形眼镜的几何形状和后表面轮廓来进行预测。位于多功能隐形眼镜的周边光学区域下面的区域中的泪镜的屈光度也可利用本领域技术人员已知的各种方法来进行测量。这些方法包括,例如,利用周边折射透镜(refractor)或者波前像差计。

[0064] 多功能隐形眼镜的周边光学区域的后表面轮廓可用各种轮廓进行配置,这些轮廓的示例在上面已描述过。任何适用于考虑(即,不影响)在临近中心角膜区域中所需的重塑并且在多功能隐形眼镜的周边光学区域下方的区域中在至少一个半子午线中提供已知的或预测的泪镜的后表面轮廓都在本公开的范围之内。

[0065] 根据各种实施方式,多功能隐形眼镜的周边停放区域的后表面轮廓可配置为提供多功能隐形眼镜与周边角膜或巩膜之间的接触。在各种实施方式中,周边停放区域的后表面轮廓可以是平面的并且配置为在眼镜的期望直径处(即,在沿着周边停放区域的后表面的径向长度的期望的距离处,诸如周边停放区域的后表面的中点)相切地接触眼睛的周边角膜或巩膜。根据各种实施方式,周边停放区域的后表面轮廓配置为从角膜或巩膜的表面中间和/或周边偏离至该点以相切地接触角膜或巩膜,而不考虑后表面轮廓是否是平的、曲线的或具有任何其他轮廓。在各种实施方式中,多功能隐形眼镜在周边停放区域的周面处的后表面终止于平滑地连接眼镜的前表面和后表面的凸的椭圆边缘末端或轮廓。

[0066] 根据各种实施方式,设计多功能隐形眼镜的方法包括配置多功能隐形眼镜590的前表面几何形状。在各种实施方式中,配置前表面几何形状可包括在多功能隐形眼镜的不同区域(诸如,中心光学区域、周边光学区域,以及周边停放区域)中配置前表面几何形状,如下面详细描述。

[0067] 在各种实施方式中,可在中心光学区域中配置多功能隐形眼镜的前表面轮廓以提供任何必要的光学度数。在各种实施方式中,多功能隐形眼镜的中心光学区域可配置为在相同的区域中具有基本上平行于眼镜的后表面轮廓的前表面轮廓,从而使得中心光学区域不会提供归因于眼镜本身的光学的光学度数或者屈光不正矫正。相反地,多功能隐形眼镜的屈光不正矫正可通过在下方的中心角膜组织上的眼镜的重塑功能来实现。在各种其他的实施方式中,多功能隐形眼镜的中心光学区域可配置具有提供期望的光学度数的前表面轮廓,诸如矫正剩余的屈光不正所需的光学度数,该剩余的屈光不正未经多功能隐形眼镜的后表面轮廓赋予中心角膜组织(即,重塑的中心角膜组织)的光学效应矫正。在各种其他的实施方式中,多功能隐形眼镜的中心光学区域可配置具有提供较高阶的像差矫正以矫正剩余的较高阶不正或者以赋予期望的治疗用像差结构(诸如预先确定的球差)的前表面轮廓。

[0068] 在各种实施方式中,多功能隐形眼镜的周边光学区域可配置具有提供设计的中周光学区域屈光度的前表面轮廓,或者该周边光学区域可配置为提供波前调制。在各种实施方式中,设计的中周光学区域屈光度可适合于使得周边图像场相对于中周视网膜在至少一个半子午线中聚焦在目标焦平面处。前表面轮廓或者设计的中周光学区域屈光度或者波前调制效应可考虑以下各者来进行选择:多功能隐形眼镜、眼睛的其他特征以及两者之间的

相互作用,诸如,周边光学区域的后表面轮廓,当多功能隐形眼镜应用于眼睛时位于周边光学区域下面的区域中形成的或预期形成的泪镜,中周角膜地形图,以及中周视网膜区域中的眼睛的几何形状。根据各种实施方式,多功能隐形眼镜的前表面轮廓可被配置为例如提供适于使得周边图像场被聚焦至位于中周视网膜前方的目标位置的度数屈光效应。根据各种实施方式,多功能隐形眼镜可被设计以提供周边视网膜近视性离焦以调节近视性屈光不正的进展。相似地,在各种实施方式中,多功能隐形眼镜的前表面轮廓可配置为提供负度数屈光效应。根据各种实施方式,多功能隐形眼镜可被设计以提供周边视网膜远视性离焦以调节远视性屈光不正。在各种实施方式中,多功能隐形眼镜可设计成在周边光学区域中具有适合于提供任何期望的周边光学区域屈光度的前表面轮廓,或者周边光学区域可配置以提供波前调制,从而提供相对于周边视网膜的任何合成的目标焦平面。

[0069] 根据各种实施方式,提供了一种利用多功能治疗用光学装置来治疗眼睛的方法。在各种实施方式中,利用多功能治疗用光学装置来治疗眼睛包括利用多功能隐形眼镜来治疗眼睛,该多功能隐形眼镜适于重塑眼睛的中心角膜并且提供作用于入射至隐形眼镜的周边光学区域的轴上和/或离轴光线的眼镜-眼睛屈光效应。在各种实施方式中,重塑中心角膜并且提供中周眼镜-眼睛屈光效应通过单一的多功能隐形眼镜来提供。

[0070] 在各种实施方式中,中周眼镜-眼睛屈光效应(下文中可互换地称之为“中周屈光效应”)是通过多功能隐形眼镜的周边光学区域和/或位于应用于眼睛的多功能隐形眼镜的周边光学区域下面的泪镜的光学性质来提供的。在各种实施方式中,中周屈光效应不是通过眼睛的中周角膜附近的角膜重塑产生的。在其他实施方式中,眼睛的中周角膜几何形状可通过应用多功能眼镜来改变,例如,通过在中心角膜区域中的重塑的效应。在各种实施方式中,眼睛的中周角膜几何形状可通过多功能隐形眼镜的周边光学区域的重塑功能来改变。在各种实施方式中,发生在中周角膜区域中的角膜重塑可有助于或者考虑到由多功能隐形眼镜所提供的中周屈光效应。

[0071] 在各种实施方式中,利用多功能隐形眼镜来治疗眼睛的方法包括在应用期间应用眼镜以重塑眼睛的至少中心角膜组织。根据各种实施方式,重塑的角膜组织的几何形状可持续多功能隐形眼镜摘除后的时间段的至少一部分时间。在各种实施方式中,入射至根据各种实施方式治疗的眼睛的中心角膜的轴向光线可在其中眼镜被应用于眼睛的应用时间段期间和/或在其中多功能眼镜被摘除的时间段期间被聚焦在相对于眼睛的中心角膜的第一焦点处。例如,多功能隐形眼镜可重塑眼睛的中心角膜以提供产生聚焦的中心视力的中心角膜屈光,其中眼镜的中心光学区域不提供光学度数,从而使得入射至中心角膜的轴向光线被聚焦在中心视网膜上,而不考虑眼镜是否在位或被摘除。

[0072] 在各种实施方式中,不连续地提供中周屈光效应,仅在应用多功能隐形眼镜期间提供。根据各种实施方式,由多功能隐形眼镜所产生的眼睛的中周角膜组织的任何重塑不足以提供相对于周边视网膜的期望的中周屈光效应以及期望的焦点(即,第二焦点)。

[0073] 根据各种实施方式,利用多功能隐形眼镜来治疗眼睛的方法需要在活跃视力使用的时间段期间应用眼镜一段时间,以相对于周边视网膜在期望的焦点(诸如促进屈光正常的焦点)处提供期望的中周屈光效应。在各种实施方式中,可促进屈光正常(emmetropization),例如通过相对于近视眼的周边视网膜的轴上和/或离轴光线的近视性离焦,或者通过相对于远视眼的周边视网膜的轴上和/或离轴光线的远视性离焦。根据各种

实施方式,可利用具有周边光学区域屈光效应的多功能隐形眼镜来治疗眼睛,所述周边光学区域屈光效应适合于在相对于中周视网膜位于期望的玻璃体腔深度变化的方向上的目标焦平面处产生周边图像场。在各种实施方式中,为了促进屈光正常的作用在轴上和/或离轴光线上的充分的中周屈光效应可在活跃视力使用期间利用有限的佩戴时间段来获得。例如,在利用多功能隐形眼镜来治疗眼睛的各种实施方式中,眼镜可被佩戴达到4小时的活跃视力使用的时间段,或者达到2小时或达到1小时或达到30分钟的活跃视力使用的时间段以促进屈光正常。

[0074] 对于本领域技术人员来说显而易见的是,本公开中所做的各种修改和改变都没有偏离本公开的精神或范围。例如,虽然本公开主要是参考隐形眼镜进行描述的,但是本公开可被应用于各种其他医学或非医学设备。同样地,已经相对于近视的调节描述的本公开的各种实施例和原理可被本领域技术人员适用于其他屈光不正的调节,诸如,远视或散光。此外,公知的是,巩膜生长上的离焦效应在眼睛中是区域性的,不需要完整的光学神经。作为结果,这里所描述的各种原理可应用于隐形眼镜或者其他治疗用光学装置的特定区域,从而向视网膜的预定的区域提供针对性的屈光不正矫正和/或其他屈光效应。因此,本公开意在覆盖在所附权利要求书和其等价物的范围内的本公开的修改和改变。

[0075] 同样地,在之前的描述中已经提出了数种特性和优势,包括与装置和/或方法的结构和功能的细节一起的各种改变。本公开仅仅作为说明,因此不意在是排他性的。对于本领域技术人员来说显而易见的是,可进行各种修改,尤其与结构、材料、元件、组件、形状、尺寸和部件的布置有关的修改,包括位于本发明原理内的组合,达到由其中表达所附权利要求的术语的广义和通常的含义所指示的完整的范围。这些多种修改不背离所附权利要求书的精神和范围的程度,这些修改意在包括在所附权利要求书内。

100

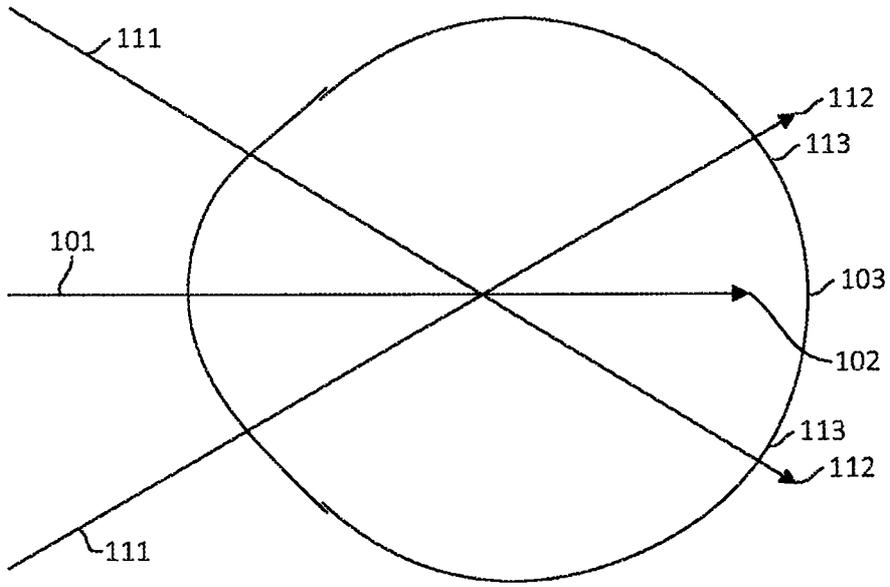


图1

200

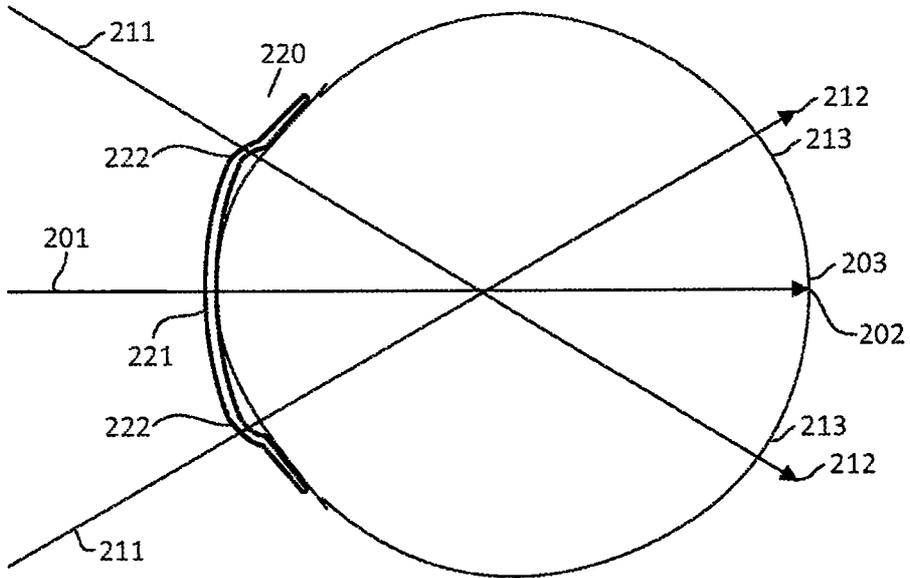


图2

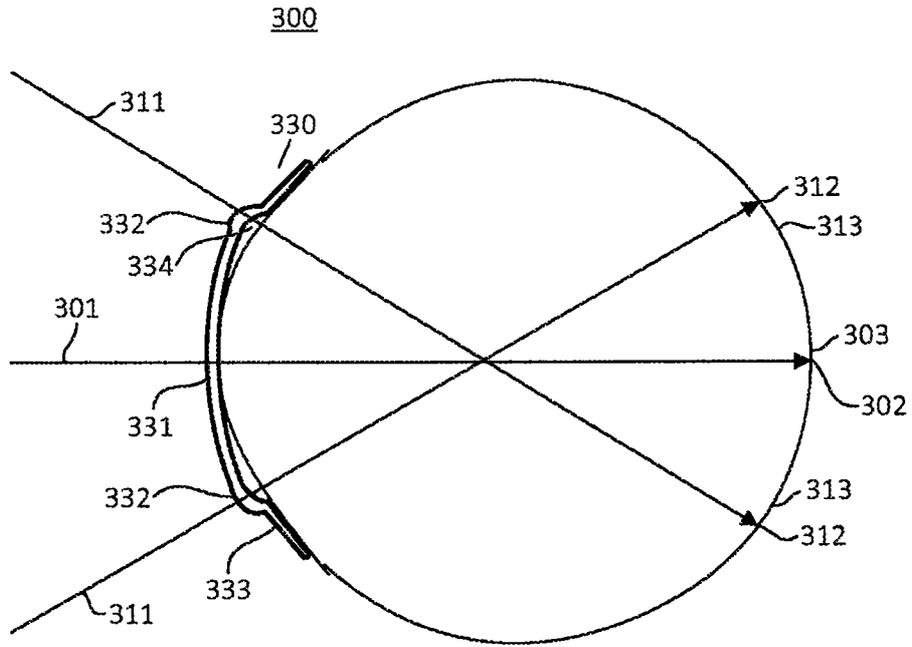


图3

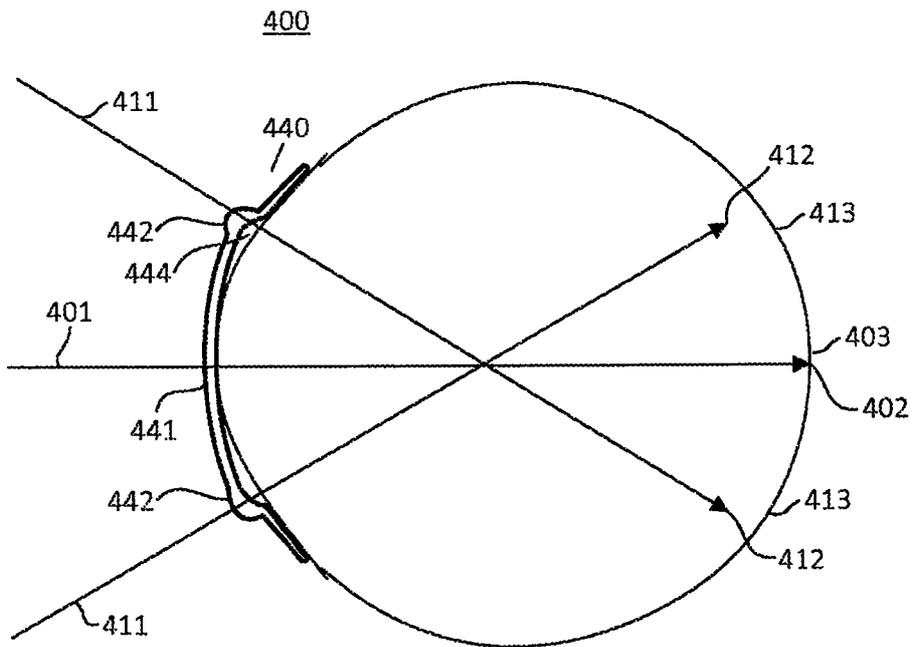


图4

500

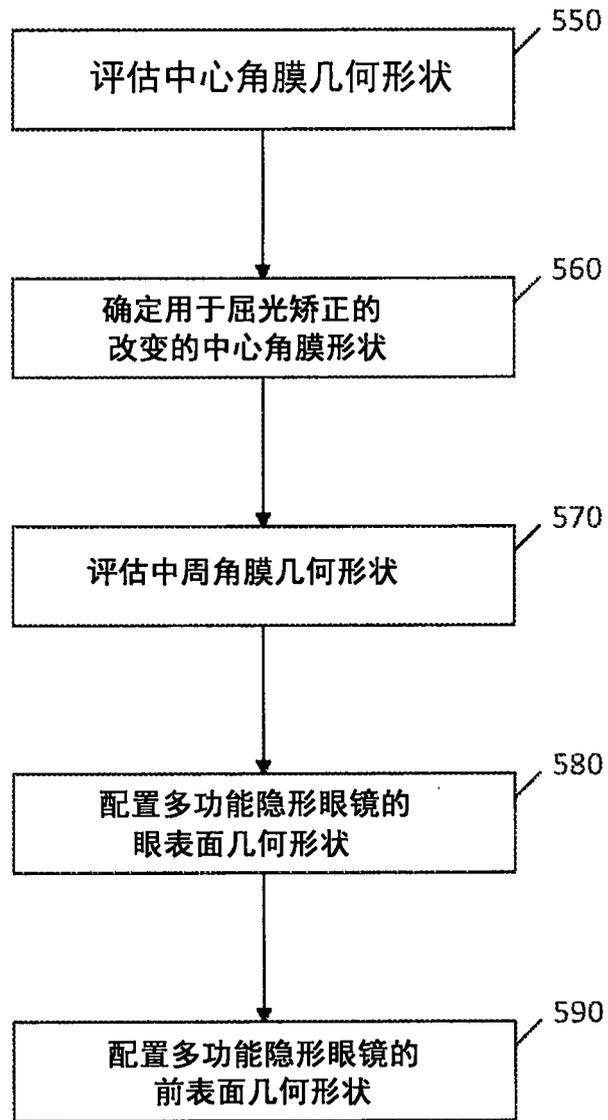


图5