



(12) 发明专利申请



(10) 申请公布号 CN 117280269 A

(43) 申请公布日 2023. 12. 22

(21) 申请号 202280019725.8

(22) 申请日 2022.01.19

(30) 优先权数据

63/139,746 2021.01.20 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.09.07

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2022/013012 2022.01.19

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/159518 EN 2022.07.28

(71) 申请人 董晓青

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 董晓青

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

专利代理师 师玮 徐敏刚

(51) Int.Cl.

G02C 7/02 (2006.01)

权利要求书3页 说明书31页 附图10页

(54) 发明名称

周边抗散焦光学装置

(57) 摘要

一种用于校正周边眼睛散焦的接触镜片或眼镜镜片,所述镜片在中心部分具有用于校正屈光不正的中心区域和与中心区域相邻并从中心区域径向向外延伸的非球面的环形抗散焦区域。抗散焦区域的垂直子午线的非球面性低于抗散焦区域的水平子午线的非球面性,并且水平和垂直子午线与渐进地变化的e值混合以形成平滑的光学表面。

1. 一种用于校正周边眼睛散焦的镜片,所述镜片具有正面和背面,所述镜片包括:
位于所述镜片的中心部分中的中心区域20,所述中心区域具有用于校正屈光不正的镜片焦度;以及

非球面的环形抗散焦 (ADF) 区域21,所述ADF区域邻近所述中心区域20并从所述中心区域20径向向外延伸,

其中,所述镜片是眼镜镜片或接触镜片,并且

其中,所述镜片的正面或背面具有水平子午线和垂直子午线,所述水平子午线和所述垂直子午线各自具有e值,其中,所述ADF区域的垂直子午线的非球面性低于所述ADF区域的水平子午线的非球面性,并且其中,所述镜片的介于所述水平子午线与所述垂直子午线之间的表面的曲率与渐进地变化的e值相混合以形成平滑的光学表面。

2. 根据权利要求1所述的镜片,其中,所述ADF区域21的垂直子午线的e值为零。

3. 根据权利要求1所述的镜片,其中,所述垂直子午线的e值小于所述水平子午线的e值的1/2。

4. 根据权利要求1所述的镜片,其中,所述ADF区域21的垂直子午线是与所述中心区域20具有相同焦度的单视曲线。

5. 根据权利要求1所述的镜片,其中,所述镜片是眼镜镜片,其中,所述水平子午线和所述垂直子午线位于所述镜片的正面上,其中,所述中心区域具有1.5mm至4.0mm之间的直径,并且其中,所述中心区域和所述ADF区域一起具有18mm至28mm之间的直径。

6. 根据权利要求5所述的眼镜镜片,其中,所述ADF区域的水平子午线是非球面的,并且从所述ADF区域的内部边界径向向外具有渐进的正焦度,并且具有+1.00至+20.0屈光度的抗散焦焦度 (ADP),所述ADP被定义为所述ADF区域21的外周边与所述中心区域20的外周边之间的焦度差,其中,所述镜片能够用于治疗远视眼散焦。

7. 根据权利要求5所述的眼镜镜片,其中,所述ADF区域21的水平子午线是非球面的,并且从所述ADF区域的内部边界径向向外具有渐进的负焦度,并且具有-1.00至-20.0屈光度的抗散焦焦度 (ADP),所述ADP被定义为所述ADF区域21的外周边与所述中心区域20的外周边之间的焦度差,其中,所述镜片能够用于治疗近视眼散焦。

8. 根据权利要求1所述的镜片,其中,所述镜片是接触镜片,其中,所述中心区域具有0.5mm至1.0mm之间的直径,其中,所述ADF区域21从所述中心区域径向向外延伸至少3mm至4mm,并且其中,所述中心区域20和环形的ADF区域21一起具有6mm至10mm之间的直径。

9. 根据权利要求8所述的接触镜片,其中,所述中心区域20和所述ADF区域21的正面或背面各自具有e值,其中,所述中心区域和所述ADF区域的e值合并以形成非球面中心-ADF区域20-21,并且其中,所述中心-ADF区域20-21的水平子午线和垂直子午线与旋转渐进的e值合并,以形成具有连续平滑非球面表面的中心-ADF区域。

10. 根据权利要求9所述的接触镜片,其中,沿着所述中心-ADF区域的轴X°的所述旋转渐进e值 E_x 是用下式导出的:

$$E_x = \text{SIGN}(X R_p - R_c) * (\text{ABS}(X R_p^2 - R_c^2))^{1/2} / d \text{ (式2.2)}$$

其中, $X R_p$ 是在沿轴线X°径向向外达距离d的点处的曲率半径,并且其中, $X R_p$ 是从下式导出的:

$$X R_p = H R_p + \sin(X^\circ)^2 * (V R_p - H R_p) \text{ (式2.1)}$$

并且其中:

R_c 是所述接触镜片的中心处的曲率半径;

HR_p 是沿所述水平子午线径向向外达距离 d 的点处的曲率半径;以及

VR_p 是在沿所述垂直子午线径向向外达距离“ d ”的点处的曲率半径。

11. 根据权利要求9所述的接触镜片,其中,所述垂直子午线具有为零的 e 值并且在整个所述中心-ADF区域20-21中具有单视焦度,并且其中,所述水平子午线的 e 值不为零并且介于 $\pm 0.1e$ 至 $\pm 3.0e$ 之间。

12. 根据权利要求11所述的接触镜片,所述接触镜片用于治疗远视眼散焦,其中,所述水平子午线从所述接触镜片的中心部分径向向外具有渐进的正焦度,并且具有 $+1.00$ 至 $+30.0$ 屈光度的抗散焦焦度(ADP),ADP被定义为所述ADF区域21的外周边与所述中心区域20的外周边之间的焦度差,其中,所述水平子午线的正面的 e 值在 $-0.1e$ 至 $-3.0e$ 之间,或者其中,所述水平子午线的背面的 e 值在 $+0.1e$ 至 $+3.0e$ 之间。

13. 根据权利要求11所述的接触镜片,所述接触镜片用于治疗近视眼散焦,其中,所述水平子午线从所述接触镜片的中心部分径向向外具有渐进的负焦度,并且具有 -1.00 至 -30.0 屈光度的抗散焦焦度(ADP),所述ADP被定义为所述ADF区域21的外周边与所述中心区域20的外周边之间的焦度差,其中,所述水平子午线的正面的 e 值在 $+0.1e$ 至 $+3.0e$ 之间,或者其中,所述水平子午线的背面的 e 值在 $-0.1e$ 至 $-3.0e$ 之间。

14. 根据权利要求8所述的接触镜片,所述接触镜片用于进行角膜矫正术,其中,所述水平子午线和所述垂直子午线位于所述镜片的背面上以便实现角膜塑形,并且其中,所述ADF区域的 e 值在 $\pm 0.1e$ 至 $\pm 3.0e$ 之间。

15. 根据权利要求8所述的接触镜片,所述接触镜片还包括:

中间区域24,所述中间区域联接到所述ADF区域21并从所述ADF区域21径向向外延伸,所述中间区域具有 2.0mm 至 5.0mm 的区域宽度;

连接区域26,所述连接区域联接到所述中间区域24并且从所述中间区域径向向外延伸,用于将所述接触镜片支承在角膜上;以及

周边区域28,所述周边区域连接到所述接触镜片的外周边。

16. 根据权利要求8所述的接触镜片,其中,所述镜片是刚性角膜镜片、刚性巩膜镜片或软接触镜片。

17. 一种用于校正受试者的眼睛中的周边眼睛散焦以改善或矫正视觉效率问题的方法,所述方法包括以下步骤:

(a) 确定镜片的抗散焦焦度(ADP),所述镜片在其中心部分中具有中心区域20以及与所述中心区域20相邻并且从所述中心区域20径向向外延伸的抗散焦(ADF)区域21,其中,所述中心区域具有中心焦点以在中心凹视网膜处形成中心图像以用于矫正屈光不正,其中,ADP被定义为所述ADF区域21的外周边与所述中心区域20的外周边之间的焦度差,并且其中,所确定的ADP足以抵消周边眼睛散焦并重新对准所述受试者的眼睛中的周边图像,以改善周边融合和视觉效率;以及

(b) 向所述受试者提供所述镜片。

18. 根据权利要求17所述的方法,其中,确定所述抗散焦焦度(ADP)还包括以下步骤:

(i) 检查所述受试者的基线视觉效率数据;

(ii) 基于所述受试者经历的视觉效率问题的类型,选择ADF测试镜片;

(iii) 通过从较低ADP到较高ADP渐进地引入所述ADF测试镜片,直到确定实现视觉效率数据的最大归一化的最佳ADP来测试原始眼睛散焦强度;以及

(iv) 向所述受试者提供具有最佳ADP的一对ADF眼镜镜片或接触镜片。

19. 根据权利要求18所述的方法,所述方法还包括以下步骤:

在所述受试者已佩戴所提供的眼镜镜片或接触镜片达预定时间段之后,重复步骤(i)至(iv)。

20. 根据权利要求17所述的方法,其中,所述ADF区域21的水平子午线是非球面的,并且从所述ADF区域的内部边界径向向外具有渐进的正焦度,其中,所述ADF区域具有+1.00至+20.0屈光度的ADP,并且其中,所述镜片用于矫正双目效率问题或用于在具有远视眼散焦的情况下的近视控制。

21. 根据权利要求17所述的方法,其中,所述ADF区域的水平子午线是非球面的,并且从所述ADF区域的内部边界径向向外具有渐进的负焦度,其中,所述ADF区域具有-1.00至-20.0屈光度的ADP,并且其中,所述镜片用于治疗近视眼散焦。

22. 根据权利要求17所述的方法,所述方法还包括以下步骤:在所述受试者的眼睛中引发ADP效应,所述ADP效应在周边焦点中相对向前(更近视)或向后(更远视)具有最小0.50屈光度,所述ADP效应是在相对于所述受试者的中心凹视网膜的每一侧(N10和T10)的10度处测量的。

23. 根据权利要求17所述的方法,所述方法还包括以下步骤:在所述受试者的眼睛中引发ADP效应,所述ADP效应在周边焦点中相对向前(更近视)或向后(更远视)具有最小2.00屈光度,所述ADP效应是在相对于所述受试者的中心凹视网膜的每一侧(N10和T10)的20度处测量的。

24. 根据权利要求17的方法,其中,从由眼球运动功能障碍、调节功能障碍、聚散功能障碍和异常感觉适应构成的组中选择的视觉效率问题被治疗。

周边抗散焦光学装置

背景技术

[0001] 由于许多可能的情况,许多人的视觉遇到困难。最常见的视力问题之一是称为近视或近视眼的病症。近视是眼睛不能聚焦在远处物体上的常见病症,因为眼睛的角膜弯曲太陡峭(即,角膜的曲率半径小于正常值)或者轴向长度太长而不能在眼睛的视网膜上提供足够的聚焦。另一种情况称为远视或远视眼。对于远视,眼睛不能聚焦在远处物体和近处物体上,因为眼睛的角膜的曲率太平坦(即,角膜的曲率半径大于正常值)或轴向长度太短而不能在眼睛的视网膜上提供足够的聚焦。另一种形式的视觉问题是散光,其中,角膜的一个或多个折射表面的不相等的曲率防止光线清晰地聚焦在视网膜上的一点,导致视力模糊。老花眼是由于晶状体老化和硬化而在40岁及以上的成年人中最常见的视力问题。老花眼症状可能发生在年纪较轻的成年人或儿童中,不具有作为视觉效率问题的一部分的晶状体硬化,并且被称为调节灵活度欠缺或不足。

[0002] 除了视觉敏锐度问题之外,正常的人类视觉还需要用于远近任务的有效的眼睛协同(eye teaming)和视觉效率技能。人眼的视觉效率技能包括三个部分,即,聚焦的调节、双目对准的聚散以及代码或物体的固定和跟踪的眼球运动控制。完整的视觉敏锐度和视觉效率技能对于由人眼接收的消息在大脑中的有效信息处理是必要的。在三种视觉效率技巧的每一种中也有细分技巧。训练有素的眼科医生或ECP(眼睛护理从业者)可以执行全面的视觉效率检查以发现和管理任何缺陷。用于视觉效率的众所周知的传统检查之一是OEP-21点功能测试。OEP是位于美国加利福尼亚州的视力计扩展程序基础的缩写。可通过NSUCO、SCCO、DEMTM和ReadAlyzer/Visagraph测试等测试对眼球运动控制的评价进行分析。越来越多的证据表明视觉效率与学习困难之间的关系,例如ADHD/ADD(具有/不具有活动过度的注意力缺陷障碍)和诵读困难。

[0003] 矫正视力或视敏度的方法可包括佩戴眼镜、佩戴接触镜片、Lasik手术和角膜矫正术。传统的提高视觉效率的方法通常是通过VT(视觉训练),VT是操作性条件反射训练,用于教导患者如何控制他们的眼睛以进行眼睛协同。VT过程可以用球面镜片补充以减轻聚焦/调节应力,或者用棱镜眼镜补充以补充由于过大偏差角而产生的聚散需求。VT通常需要连续几个月或甚至一年的办公室和家庭训练,以提高操作性条件反射技能的自动化程度,这可能会退化并需要频繁的强化以保持技能的正常运转。在困难的情况下,补充的球形或棱柱形装置可以帮助初始VT,而眼睛协同可以适应所提供的补充的光学装置的新的聚焦或聚散需求,并且随着症状的短暂缓解而再次恶化。一些视觉效率问题(诸如会聚不足(CI)、会聚过度(CE)和调节不足(AI))可能引起眼疲劳并加速近视进展。提高视觉效率可显著减慢或停止近视进展。

[0004] 尽管有上述情况,但是仍然需要能够更好地提高视觉效率的装置或过程。

发明内容

[0005] 在一个实施方式中,本发明通过使用用于校正周边眼睛散焦的抗散焦镜片,例如眼镜镜片或接触镜片(contact lens),提供了改进的视觉效率。所述镜片具有位于镜片的

中心部分的中心区域20 (该中心区域具有用于校正屈光不正的镜片焦度 (lens power)) 以及邻近中心区域20并从中心区域20径向向外延伸的非球面环形抗散焦 (ADF) 区域21。镜片的正面或背面具有水平子午线和垂直子午线, 每个子午线具有e值, 并且在ADF区域中, ADF区域的垂直子午线的非球面性小于ADF区域的水平子午线的非球面性。ADF区域21的垂直子午线可具有例如零e值, 和/或垂直子午线的e值可小于水平子午线的e值的1/2。镜片表面在水平子午线与垂直子午线之间的曲率与渐进变化的e值混合, 以形成平滑的光学表面。在一个实施方式中, ADF区域21的垂直子午线可以是具有与中心区域20相同焦度的单视觉曲线。

[0006] 当镜片是眼镜镜片时, 水平子午线和垂直子午线可以在镜片的正面或背面上, 优选地在背面上。中心区域优选具有1.5mm至4.0mm的直径, 中心区域和ADF区域一起优选具有18mm至28mm的直径。这样的眼镜镜片可以具有这样的ADF区域, 即, 该ADF区域具有水平子午线, 该水平子午线是非球面的并且从ADF区域的内部边界径向向外具有渐进的正焦度, 并且可以具有+1.00至+20.0屈光度的抗散焦焦度 (ADP), ADP被定义为ADF区域21的外周边与中心区域20的外周边之间的焦度差。这种镜片可用于远视眼散焦的治疗。在近视眼散焦的治疗中有用的眼镜镜片可以配备有具有水平子午线的ADF区域21, 该水平子午线是非球面的并且从该ADF区域的内部边界径向向外具有渐进的负焦度, 并且该水平子午线具有-1.00至-20.0屈光度的抗散焦焦度 (ADP)。

[0007] 当镜片是接触镜片时, 中心区域的直径优选为0.5mm至1.0mm, ADF区域21优选从中心区域径向向外延伸至少3mm至4mm, 中心区域20和环形ADF区域21一起的直径优选为6mm至10mm。镜片可以是例如刚性角膜晶体、刚性巩膜镜或柔软的接触镜片。这种接触镜片还可以进一步包括中间区域24, 该中间区域24联接到ADF区域21并从ADF区域21径向向外延伸, 优选地具有2.0mm至5.0mm的区域宽度; 连接区域26, 该连接区域联接到中间区域24并且从该中间区域径向向外延伸, 用于将接触镜片承载在角膜上; 以及周边区域28, 其联接到所述接触镜片的周边。在进行角膜矫正术中使用的接触镜片的实施方式中, 水平子午线和垂直子午线在镜片的背面上, 以便实现角膜模制。

[0008] 接触镜实施方式的中心区域20和ADF区域21的正面或背面的e值可以合并以形成非球面中心-ADF区域20-21, 并且这种中心-ADF区域20-21的水平子午线和垂直子午线可以与旋转渐进e值合并以形成具有连续平滑非球面表面的中心-ADF区域。在该实施方式中, 垂直子午线可以具有零的e值, 并且可以在整个中心-ADF区域20-21中具有单视焦度。该实施方式中的水平子午线的e值优选不为零, 并且可以在 $\pm 0.1e$ 至 $\pm 3.0e$ 之间。沿着中心-ADF区域的轴线 X^0 的旋转渐进e值 E_x 可以用下式导出:

[0009] $E_x = \text{SIGN}(X R_p - R_c) * (\text{ABS}(X R_p^2 - R_c^2))^{1/2} / d$ (等式2.2),

[0010] 其中, $X R_p$ 是在沿轴线 X^0 径向向外达距离d的点处的曲率半径, 并且 $X R_p$ 从下式导出:

[0011] $X R_p = H R_p + \sin(X^0)^2 * (V R_p - H R_p)$ (等式2.1),

[0012] 其中, R_c 是接触镜片的中心处的曲率半径, 并且 $H R_p$ 是沿水平子午线径向向外达距离d的点处的曲率半径, 其中 $V R_p$ 是沿垂直子午线径向向外达距离“1d”的点处的曲率半径。

[0013] 在治疗远视眼散焦中使用的接触镜片实施方式中, 水平子午线从镜片的中心部分径向向外具有渐进的正焦度, 并且具有+1.00至+30.0屈光度的抗散焦焦度 (ADP)。这种镜片的水平子午线的正面优选地具有-0.1e至-3.0e之间的e值, 或者水平子午线的背面优选地具有+0.1e至+3.0e之间的e值。

[0014] 在治疗近视眼散焦中使用的接触镜片实施方式中,水平子午线从镜片的中心部分径向向外具有渐进的负焦度,并且具有-1.00至-30.0屈光度的抗散焦焦度(ADP)。这种镜片的水平子午线的正面优选地具有+0.1e至+3.0e之间的e值,或者水平子午线的背面优选地具有-0.1e至-3.0e之间的e值。

[0015] 本发明还提供了一种用于改善或矫正上述镜片的视觉效率问题的方法,该方法校正受试者眼睛中的周边眼睛散焦。视觉效率问题可以是例如眼球运动功能障碍、调节功能障碍、聚散功能障碍或异常感觉适应。该方法可以包括确定镜片的抗散焦焦度(ADP),该镜片在其中心部分具有中心区域20和与中心区域20相邻并从中心区域20径向向外延伸的抗散焦区域21。中心区域具有中心焦点,以在视网膜中心凹处形成中心图像以用于校正屈光不正,并且所确定的ADP足以抵消周边眼睛散焦并重新对准受试者眼睛中的周边图像,以便改善周边融合和视觉效率。该方法中确定抗散焦焦度(ADP)还可以包括检查受试者的基线视觉效率数据;基于对象所经历的视觉效率问题的类型来选择ADF测试镜片;以及通过从较低的ADP到较高的ADP渐进引入所选择的ADF测试镜片直到确定实现视觉效率数据的最大归一化的最佳ADP来测试原始眼睛散焦强度。然后,可以向受试者提供具有最佳ADP的一副眼镜或接触镜片。用于确定最佳ADP的步骤可以在受试者佩戴了所提供的眼镜或接触镜片达预定时间段之后重复。为了矫正双目效率问题或为了在具有远视眼散焦的情况下控制近视,ADF区域21的水平子午线是非球面的,并且从ADF区域的内部边界径向向外具有渐进的正焦度,其优选具有+1.00至+20.0屈光度的ADP。对于近视眼散焦的治疗,ADF区域21的水平子午线是非球面的,并且从ADF区域的内部边界径向向外具有渐进的负焦度,其优选地具有-1.00至-20.0屈光度的ADP。在一个实施方案中,在受试者的眼睛中诱发显著的抗散焦作用,外周焦点相对向前(更近视)或向后(更远视)至少0.50屈光度,在受试者的视网膜中心凹的每一侧(N10和T10)的10度测量。在另一个实施方案中,在受试者的眼睛中诱发显著的抗散焦作用,外周焦点相对向前(更近视)或向后(更远视)至少2.00屈光度,在与受试者的视网膜中心凹的每一侧(N20和T20)的20度测量。

附图说明

[0016] 图1是在眼睛上形成轴上图像的示意图。

[0017] 图2是在眼睛上形成对位轴图像的示意图。

[0018] 图3是本发明装置的抗散焦(ADF)接触镜片实施方式沿图4的线3-3的截面图。

[0019] 图4是图3的接触镜片的上侧(正面)的平面图。

[0020] 图5是图3的接触镜片的下侧(背面)的平面图。

[0021] 图6是本发明装置的近视抗散焦(M-ADF)角膜矫正术接触镜实施方式沿图7的线6-6的截面图。

[0022] 图7是图6的接触镜片的平面图。

[0023] 图8是本发明的远视抗散焦(H-ADF)角膜矫正术接触镜实施方式沿图9的线8-8的截面图。

[0024] 图9是图8的接触镜片的平面图。

[0025] 图10是本装置的眼镜镜片实施方式的正视图。

[0026] 图11是帕努姆融合区域的图示。

[0027] 附图中的附图标记表示以下特征：

[0028]

组成部分	附图标记
接触镜片	10
眼镜镜片	11
角膜	12
眼睛	14
光学区域	20
光学区域正面	20a
光学区域背面	20b
光学区域外周边	20c
ADF 区域	21
ADF 区域正面	21a
ADF 区域背面	21b
ADF 区域外周边	21c
外周边内边界	22
中间区域	24
连接区域	26

[0029]

周边区域	28
光学区域曲线	30
光学区域曲线（正面）	30a
光学区域基础曲线（背面）	30b
ADF 区域曲线	31
ADF 区域曲线（正面）	31a
ADF 区域基础曲线（背面）	31b
子午线	50
水平子午线	51
垂直子午线	52
双眼单视界	60
水平双眼单视界	62
水平双眼单视界上的点	63
帕努姆融合区域	64

具体实施方式

[0030] 定义

[0031] 如本文所用,以下术语及其变体具有以下给出的含义,除非使用此类术语的上下文清楚地意指不同的含义。

[0032] “AC/A比率”是指调节会聚AC(以棱镜屈光度计)与刺激调节A(以屈光度计)的比率。确定该比率的最常见方法是按照梯度法(或梯度测试),其中,在改变调节之后用放置在两只眼睛前面的球面镜片(通常+1.00D或-1.00D)测量近处的隐斜视。表示为: $AC/A = (\alpha - \alpha')/F$,其中, α 是近处的隐斜视, α' 是在相同距离处但通过焦度为F的镜片的隐斜视。偏差以棱镜屈光度测量,其中+表示内隐斜视,-表示外隐斜视。

[0033] “调节功能障碍”是调节系统中因为眼睛在其距离变化时改变光焦度,保持清晰的图像或聚焦在物体上的问题。存在几种类型的调节功能障碍,涉及一种或更多种以下诊断:(1)调节不足;(2)调节灵活度不足;和(3)调节过度。

[0034] “附加焦度”(ADD:Additional power)是镜片的远屈光力与近屈光力之间的屈光力差。对于眼镜而言,在前角膜表面前面12mm的平面上测量ADD。对于具有更接近或更远离前角膜表面的轨迹的任何其它装置,对于具有顶点校正公式 $F_c = F/(1 - xF)$ 的距离,分别增加或减小ADD,其中, F_c 是对顶点距离校正的焦度,F是原始镜片焦度,并且x是以米为单位的顶点距离的变化。

[0035] “抗散焦(ADF:Anti-defocus)装置”是指光学装置,例如一副眼镜、软接触镜、刚性接触镜、角膜塑形镜或人工晶体,ADF装置具有用于校正眼睛的屈光不正并在视网膜中心凹

处形成中心焦点的中心光学区域20以及邻近中心光学区域20并从中心光学区域20向外的周边抗散焦区域21,用于引出向后(较长)或向前(较短)周边焦点以校正周边眼睛散焦。近视抗散焦(M-ADF)装置被设置用于引出向后(较长)的周边焦点以抵消近视眼睛散焦,并且远视抗散焦(H-ADF)装置被设置用于引出向前(较短)的周边焦点以抵消远视眼散焦。

[0036] ADF装置的“抗散焦焦度”(ADP:Anti-defocus power)是(A)ADF区域21的最外部分(周边)21c与(B)中心区域20(相当于ADF区域21的内部边界22)的最外部分(周边)20c之间的焦度差,即 $ADP=A-B$ 。ADP对于H-ADF装置是正焦度,而对于M-ADF装置是负焦度。

[0037] “ADP效应”是在将ADF装置戴在人眼上时的基本抗散焦效应,其可以用明场折射计(open field refractometer)或Shack-Hartmann系统来测量,以将具有ADF装置的周边折射与不具有ADF装置的基线周边折射进行比较。 $ADP效应=相对于中心凹的一定偏离角度处的A-B$ 。用于测量ADP的偏离角度通常被设定为相对于中心凹视网膜的每一侧(鼻侧和颞侧)水平 10° 、 20° 、 25° 、 30° (度)。

[0038] “相连性隐斜视(associated phoria)”被定义为将固视差异(fixation disparity)减小到零所需的棱镜的量。

[0039] 镜片的“背面”是指光以其正常和预期用途离开镜片的表面。例如,对于接触镜片,背面是当被受试者佩戴时与受试者的眼睛接触的表面。

[0040] “基弧”是指接触镜的背面的曲率。

[0041] “双目融合(binocular fusion)”是一种允许两只眼睛能够感知一个人的周围环境的单个双目图像的视觉。双目融合仅发生在眼睛正在固视的视觉空间的一小部分中。穿过水平面中的固视点的是被称为经验水平双眼单视界(horopter)62的曲线。还存在经验垂直双眼单视界,其在固视点上方从眼睛倾斜,并且在固视点下方朝向眼睛。水平和垂直双眼单视界60标记视力单一容积的中心。在这个薄、弯曲的容积内,比双眼单视界近和远的对象被看作是单个对象。该容积被称为帕努姆融合区域64(见图11)。在帕努姆融合区域外,出现复视。

[0042] “会聚”是眼睛向内旋转以聚焦在对象上的现象,并且眼睛旋转的程度向大脑指示对象有多近或多远,较近的对象需要比离面部较远的对象更大的向内旋转程度。为了会聚,出现近三联动(near triad),眼睛会聚,调节被激活并且瞳孔收缩。

[0043] “接触镜片(contact lens)”是被置于受试者眼睛的外表面上的镜片。

[0044] 镜片的“曲率”或“曲率半径”通常以毫米(mm)为单位测量并以屈光度或mm表示。当以屈光度表示时,用适当的折射率确定曲率。例如,对于接触镜片,当以屈光度表示时,在确定曲率时,空气和眼泪的折射率与镜片材料的折射率一起被考虑,而对于眼镜,只需要使用空气和镜片材料的折射率。对于其它镜片(例如较厚的镜片或人工晶体(intraocular lens),可以使用本领域技术人员已知的合适的配方和折射率。曲率可以使用适当的索引信息由地形仪设备或半径范围来确定。

[0045] “散焦(defocus)”是指焦点沿着光轴远离检测表面(例如视网膜表面)的平移。通常,散焦降低了图像的清晰度和对比度。场景中应当是锐利的高对比度边缘变成渐变的,并且场景中的精细细节是模糊的或者甚至变得不可见。

[0046] “DEMTM测试”是发育性眼球运动测试,其结合了在垂直阵列中的数字呼叫的子测试,并提供了用水平阵列中的数字评估眼球运动功能的手段。DEMTM测试由Dr. Jack Richman

OD和Dr.Ralph Garzia OD开发。

[0047] “屈光度”(D)是指等于给定镜片或镜片的一部分的焦距(以米为单位)的倒数的屈光力单位。

[0048] “发散”是会聚的对立,并且是向外转动受试者的两只眼睛以观察远处对象的能力。这种技术对于远程活动是需要的,诸如在学校看黑板、开车和看电视。为了发散,必须出现与近三联动相反的情况,即眼睛发散,调节被抑制,并且瞳孔稍微扩张。

[0049] “e值”是指角膜偏心率的量度,零值表示完美的球形角膜。负e值表示具有陡峭的中间周边的平坦中心区域(扁圆表面(oblate surface)),而正e值表示径向向外变平的陡峭中心区域(扁长表面(prolate surface))。

[0050] “固视差异(fixation disparity)”是眼睛沿隐斜视方向漂移的趋势。隐斜视或隐斜视被定义为处于主要位置或处于其运动中的眼睛仅在压力下保持在固视点上的状况,并且是指无融合聚散状态。固视差异指的是小的未对准,其中图像从相应的点稍微漂移,但是在正常融合和双目视觉情况下仍然处于中心凹内。未对准可以是垂直的、水平的或两者。虽然斜视阻止了双目视觉,但固视差异保持了双目视觉,尽管它可能降低患者的立体视觉水平并导致视疲劳。

[0051] “焦点”是源自物体或方向的光线例如通过折射会聚的点。

[0052] “中心凹”是眼睛的一部分,位于视网膜黄斑区的中心。中心凹负责清晰的中心视觉,这在人类阅读、观看电视或电影、驾驶以及视觉细节至关重要的任何活动中是必需的。人类的中心凹具有约1.2mm至1.5mm的直径并且对着约4-5度的视角(光轴或视轴的每一侧 2° 至 2.5°)。最佳可矫正视力(BCVA)约为20/20。

[0053] 镜片的“正面”是指光以其正常和预期用途进入镜片的表面。例如,对于接触镜片,正面是当佩戴在受试者的眼睛上时与空气接触的面向外的表面。

[0054] “双眼单视界(horopter)”是空间中与固视具有相同差异的点的轨迹。这在理论上可以被定义为空间中的投影在受试者的两个视网膜中的对应点上(即投影在解剖学上相同的点上)的点。“理论双眼单视界”或“Veith-Muller圆”是指穿过两只眼睛的光学中心的理论几何圆,通过该理论几何圆,位于该圆上的与固视点相邻的点理论上落在相应的视网膜点上。理论双眼单视界必须是通过两个眼睛的固视点和节点的圆。“经验双眼单视界”是通过两个眼睛的光学中心的实验确定的椭圆,通过该椭圆,位于椭圆上的与固视点相邻的点被感知为刺激相应的视网膜点。经验双眼视界的形状偏离理论双眼视界。

[0055] “图像外壳(image shell)”是指由佩戴矫正镜片(接触镜片或眼镜)的眼折射系统产生的清晰焦点的大致凹形区域。

[0056] “人工晶体(intraocular lens)”(IOL)是植入眼睛中的晶体,其可以代替眼睛的晶体或与其共存。

[0057] “调节的滞后或调节滞后”是调节刺激(在40cm靶处+2.50D)与调节反应(聚焦)之间的差异,即刺激比反应近。调节滞后=(调节刺激-调节反应),该值为正值。

[0058] “调节的导联或调节导联(accommodative lead)”是调节刺激与调节反应之间的差异,其中反应比刺激近。调节导联=(调节刺激-调节反应),该值为负值。

[0059] “镜片”是指使光会聚或发散的光学元件,特别是指不是受试者的组织或器官的装置。

[0060] “黄斑保护(macular sparing)”是在视野中心保持视力的视野丧失,也称为黄斑。它出现在视觉皮层的一个半球有损害的人中,并且与双侧同侧偏盲(homonymous hemianopia)或同侧象限盲(homonymous quadrantanopia)同时发生。可以用视野测试来确定黄斑保护。黄斑被定义为视野中心周围约 $\pm 8^\circ$ 的区域。对于被认为具有黄斑保护的患者,必须保持大于 3° 的区域中的视力,因为在 1° 至 2° 内存在不自主的眼运动。

[0061] “黄斑分裂(macular splitting)”是“黄斑保护”的相反效果,其中,视场中心的一半中的视力丧失。

[0062] “子午线(meridian)”通常是指沿着镜片的弯曲表面延伸的假想线。“水平子午线”是当镜片的使用者佩戴镜片时穿过平行于支撑所述使用者的表面(例如地板或地面)的平面延伸的线。“垂直子午线”是延伸穿过垂直于水平子午线的平面且大体上平行于佩戴镜片的用户的矢状平面的线。

[0063] “NSUC0眼球运动测试”是由有经验的临床医生通过NSUC0(诺瓦东南大学视光学院)开发的评估精细视觉运动技能测试的方法。这个试验仅需要最少的设备。

[0064] “眼散焦(ocular defocus)”是指眼球的图像焦点从旁中心凹(Para-fovea)中心向外渐进地向前散焦(较短的焦点,即近视眼散焦)或向后散焦(较长的焦点,即远视眼散焦)到视网膜的周边部分。向前(近视)或向后(远视)散焦是光学系统和眼球形状的组合。具有较短周边视网膜壳的远视眼散焦在近视眼中更常见。具有较长外周视网膜壳的近视眼睛散焦在远视眼中更常见。

[0065] “眼球运动功能障碍”是眼球运动系统中的一个问题,具有固视、扫视眼运动和/或追踪眼运动的一个或更多个问题。这种功能障碍妨碍了有效的阅读技能,并且还可以限制或减少阅读理解。

[0066] 当涉及通过镜片的光时,“轴上”是指基本上平行于镜片光轴的方向。当来自对象的光从基本上位于或平行于光轴的方向进入镜片时,该对象被称为中心对象,并且由镜片形成的图像被称为中心图像。在眼睛视觉系统中,轴上图像与视网膜的中心凹部分共轭(如图1所示)。

[0067] 当涉及通过镜片的光时,“离轴”是指基本上不平行于镜片光轴的方向,使得进入镜片的入射光以大于零的角度偏离光轴。在眼视觉系统中,离轴图像被共轭到视网膜中心凹部分之外的视网膜区域,特别是旁中心凹或近中心凹区域(如图2所示)。如果入射光以超过 2° 且在 10° 内的角度偏离系统的光轴而进入光学装置,则离轴可进一步定义为“对轴(para-axis)”。

[0068] 光学装置(例如镜片)中的“光轴”是指沿其存在一定程度的旋转对称的线,使得该装置围绕该线径向对称。

[0069] “p值”(p)是通过等式 $p = 1 - \text{SIGN}(e) * e^2$ 从e值(e)导出的量,其中,SIGN表示与e值相同的正或负值,即,如果 $e < 0$,则 $\text{SIGN}(e) = -1$,并且如果 $e > 0$,则 $\text{SIGN}(e) = +1$ 。扁长角膜表面的p值小于1.0,并且扁圆角膜的p值大于1.0。完美球形角膜的p值为1。

[0070] “帕努姆融合区域”是指在存在双眼单一视觉的双眼视界的前面或后面的区域。其在固视点处最窄并且在周边变得较宽(参见图11)。在包括双眼视界的帕努姆区域内,通过功能正常的眼睛可以看到单个图像,而在帕努姆区域外,在前面或后面可以看到双图像。帕努姆区域外的所有对象都产生复视(双视)。

[0071] “旁中心凹 (parafovea)”是径向向外至每侧0.5mm距离并围绕中心凹的中间区域,其中,神经节细胞层由多于五排细胞以及最高密度的视锥组成。最外面的旁中心凹区对着约8-10度的视角(光轴或视轴的每一侧4°至5°)。该区域中的最佳可校正视力(BCVA)可以是20/50(0.4logMAR)直到小于20/20(0logMAR)。

[0072] “近中心凹(perifovea)”是在每侧1.5mm处发现并围绕旁中心凹的黄斑的最外区域,其中,神经节细胞层包含两到四排细胞,并且是视敏度低于最佳值的区域。最周边的近中心凹区域对着约18-20度的视角(光轴或视轴的每一侧9°至10°)。该区域中的最佳可矫正视力(BCVA)在20/50(0.4logMAR)和20/100(0.7logMAR)之间。

[0073] 眼睛的“周边折射”可以用宽视野(或旷场)折射计(诸如Shin-Nippon NVision-K5001或Grand Seiko WR-5100K)来测量,其具有宽视野窗口并允许受试者在测量过程中放松,这是通过用双眼自然地观察窗口并在任何距离和方向上固视来实现的。

[0074] “隐斜视(Phoria)”是仅当双目观看被打破并且两只眼睛不再观看同一对象时出现的眼睛的未对准。当人疲倦时,眼睛的未对准开始出现,因此不在所有时间都存在。可通过进行遮盖/遮盖测试来诊断隐斜视。

[0075] “Readalyzer/Visagraph”是一硬件和软件包。它包括精确地适配到患者面部上的护目镜,这些护目镜用于扫描眼睛的微小移动,因为它们瞄准测试页面上的不同视觉信号。护目镜连接到运行软件的计算机,所述软件提供数据分析、显示和存储。

[0076] “屈光力”或“焦度(power)”是镜片会聚(或发散)光的程度。镜片的焦度等于其焦距(单位为米)的倒数,或者 $D=1/f$,其中, D 是焦度(单位为屈光度), f 是焦距(单位为米)。“正焦度”是指用镜片使近对象被聚焦的光的会聚程度,而“负焦度”是指使远对象被聚焦的光的发散程度。

[0077] “视网膜对应性”是正常视网膜对应性(NRC)或异常视网膜对应性(ARC)。NRC是双目状况,其中两个中心凹作为相应的视网膜点一起工作,结果图像被融合在大脑的枕骨皮质中。ARC是用于补偿斜视的双目感觉适应。非偏离眼睛的中心凹和偏离眼睛的非中心凹(通常为旁中心凹)点一起工作,允许双目融合的单一视觉。

[0078] “刚性接触镜”是指当放置在眼睛上时其表面不改变形状以呈现角膜表面的轮廓的镜片。刚性接触镜通常由PMMA[聚(甲基丙烯酸甲酯)]或由气体可渗透材料(诸如硅酮丙烯酸酯、氟/硅酮丙烯酸酯和乙酸丁酸纤维素)制成,其主要聚合物分子通常不吸收或吸引水。

[0079] “SCCO动眼测试”是由经验丰富的临床医生进行的,由SCCO(南加利福尼亚视觉学院)开发的评估精细动眼技能的方法。针对固视维持、追赶和扫视使测试得到+1至+4的分数。

[0080] “Shack-Hartmann系统”可用于测量眼睛晶体像差。高分辨率视觉显示器显示用户通过小镜片阵列观看的光点。然后,用户手动移动所显示的光点(即,所产生的波前),直到光点对准。该偏离的幅度提供数据以估计一阶参数,诸如曲率半径以及因此由周边散焦和球面像差引起的误差。

[0081] “软接触镜”是由被放置在角膜上时其表面通常呈现角膜表面轮廓的材料形成的镜片。软接触镜片通常由诸如HEMA(hydroxyethylmethacrylate)或硅酮水凝胶聚合物的材料制成,其含有约20-70%的水。

[0082] “眼镜(spectacles)”或“眼镜(eyeglasses)”是指佩戴在眼睛前面的具有镜片的镜架。该镜架通常被支撑在鼻梁上并由放置在耳朵上的臂支撑。

[0083] “球面像差”是指一装置或其一部分与将所有入射光线聚焦到光轴上的点的理想镜片的焦点的偏差。

[0084] “立体视觉”是指在来源于两只眼睛的视觉信息的基础上感知深度。人眼位于头部上的不同横向位置,导致两个稍微不同的图像,主要差异是在对象的被投影到眼睛的中心凹的相对水平位置。位置差异被称为图像差异,并且在视觉皮层中被处理以产生深度感知。立体视觉需要双目融合,但反之则不然。

[0085] 本文所用的“抑制”是指产生由两只眼睛观察到的两个单目图像之一的全部或部分消除的抑制机制。该机制的适应性价值在于避免混淆或复视。“间歇性中心抑制(ICS)”是正常双眼视觉中的缺陷,其导致视觉的中心区域中的视觉感觉的重复间歇性损失,其中任一只眼睛的中心视觉“打开和关闭”,同时维持外周融合。双目融合期间的单目抑制的特征在于被限于中心2-3度的短暂抑制循环。单眼抑制可持续约2-3秒,随后双眼融合2-3秒,并且可抑制同一只眼或另一只眼2-3秒。ICS可以作为恒定ICS在一只眼睛中发生,或者作为交替ICS在两只眼睛中交替发生。

[0086] “平移”双焦点或多焦点接触镜是具有至少两个分别用于远视和近视的分离区域或区的镜片。

[0087] “斜眼(tropia)”是总是存在的眼睛的未对准。即使当眼睛睁开并且试图一起工作时,大的角度未对准也是明显的。斜眼是眼睛在被遮盖时或在由于重复地和交替地遮盖每个眼睛而使得融合被打破时通过而前往的静止位置。

[0088] “视敏度(visual acuity)”是指由特定光学系统(例如,镜片和/或眼睛的角膜)提供的焦点清晰度。

[0089] “视角”是光相对于视轴或光轴对向的角度,优选从主平面测量。

[0090] “视轴”是指从被观察对象通过受试者瞳孔中心延伸到人眼中的视网膜的中心凹区域的直线。

[0091] “视觉效率”是眼睛快速跟踪、会聚和聚焦的能力。视觉效率技能的评价由四个系统组成,包括眼球运动系统、调节系统、聚散系统和感觉系统。视觉信息的正确视觉处理需要视觉效率。在该区域中具有困难通常被称为视觉效率问题。

[0092] “聚散功能障碍”是聚散系统的一个问题,对于双眼在相反方向上的同时运动,当对象的距离变化时,获得或保持单个双眼视觉。存在几种类型的聚散功能障碍,涉及以下诊断之一:(1)融合聚散功能障碍;(2)会聚不足(CI);(3)基底性外隐斜视;(4)发散过度;(5)会聚过度(CE), (6)基底性内隐斜视;以及(7)发散不充分。

[0093] “视觉信息处理技能”是指大脑使用和解释来自一个人的周围世界的视觉信息的能力的术语。将光能转换成有意义的图像的过程是由许多脑结构和高级认知过程促进的复杂过程。

[0094] 术语“包括”和该术语的变体,例如“包含”和“包括”,不旨在排除其他添加物、组成部分、要件或步骤。本文使用的术语“一(a)”、“一(an)”和“所述(the)”以及类似的事务应被解释为涵盖单数和复数,除非它们在上下文中的使用另有指示。

[0095] 等式

[0096] 可以使用下式来确定镜片的水平子午线和垂直子午线的e值:

[0097] 1. R_p 是在周边距离“d”处的曲率半径; R_c 是中心的曲率半径;d是周边点到镜片中心的距离。E是偏心率;p是p值。

[0098] (等式1.1)

[0099] $E = \text{SIGN}(R_p - R_c) * \text{SQRT}(\text{ABS}(R_p^2 - R_c^2)) / d$

[0100] (等式1.2)

[0101] $p = 1 - \text{SIGN}(E) * E^2$

[0102] (等式1.3)

[0103] $R_p = \text{SQRT}(R_c + \text{SIGN}(E) * d^2 e^2)$

[0104] 2. 沿着轴线 X° 的不均匀旋转非球面ADF区域可以用公式表示为:

[0105] E_h 是预定水平(0-180度)e值; E_v 是预定垂直(90-270度)e值; HR_p 是在沿水平轴线径向向外达距离“d”的点处的曲率半径; VR_p 是沿垂直轴线径向向外达距离“d”的点处的曲率半径; XR_p 是沿轴线 X° 径向向外达距离“d”的点处的曲率半径; E_x 是轴 X° 的e值;

[0106] 应用等式1.3计算 HR_p 和 VR_p :

[0107] $HR_p = \text{SQRT}(R_c + \text{SIGN}(E_h) * d^2 E_h^2)$

[0108] $VR_p = \text{SQRT}(R_c + \text{SIGN}(E_v) * d^2 E_v^2)$

[0109] (等式2.1) $XR_p = HR_p + \sin(X^\circ)^2 * (VR_p - HR_p)$

[0110] 应用等式1.1以推导 E_x :

[0111] (等式2.2) $E_x = \text{SIGN}(XR_p - R_c) * (\text{ABS}(XR_p^2 - R_c^2))^{1/2} / d$

[0112] 视觉效率

[0113] 视觉效率是眼睛快速跟踪、会聚和聚焦的能力。视觉信息的正确视觉处理需要视觉效率。视敏度、屈光不正、眼能动性、调节和双眼视力一起全部是视觉效率的重要贡献者。上述一种或更多种功能中的异常或功能障碍可影响视觉注意力并诱发与学习有关的视觉问题。视觉效率问题(尤其是双眼功能障碍,如调节不充分(AI)或会聚不足(CI))可引起眼疲劳或视疲劳,这可能是快速近视进展的原因之一。

[0114] 关于视觉效率与阅读-学习表现之间的关系已经有了大量的研究。针对视觉效率的最著名的案例分析系统是验光扩展程序(OEP-21点)分析,其测试按数字代码分类。提出了一些其他分析和临床标准以帮助做出决策。OEP分析在近距离和远距离测试折射、隐斜视、聚散系统和调节系统。综合评价还应包括检查眼球运动和感觉系统。

[0115] 测量视觉效率的技术对于训练有素的眼睛护理从业者(ECP),尤其是行为验光师或眼科医生(OD/OMD)是公知的。人类视觉效率的最重要目标是保持两眼对准和聚焦的空间关系,以在所有距离(近处和远处)形成单个融合的清晰图像。视觉效率异常或功能障碍的诊断和分类通常通过将测得的功能数据与相应项目的标准临床数据进行比较来进行。一些测量项目中的相对大小或范围还需要与从OEP-21点的图形分析演变而来的临床标准进行交叉检查,以帮助快速评估是否存在聚散(vergence)失调或调节失调。公认的规范性临床数据和视觉效率交叉检查标准(包括但不限于Sheard标准和Pervical标准)对于熟练的ECP是公知的。

[0116] 除了检查调节和聚散数据以评估是否存在可能的视觉效率问题之外,感觉系统的评估可以更直接地衡量双目视觉的质量。临床上,眼睛护理专业人员通常通过检查双目融

合、固视差异、视网膜对应 (ARC或NRC)、抑制、间歇性中枢抑制 (ICS) 和三维立体视觉来评估感觉系统。

[0117] 斜视 (tropia) 或斜视 (strabismus) 是在看向物体时眼睛彼此不正确对准的状况。该状况可以间歇地或持续地存在。固视在对象上的眼睛可以在眼睛之间交替,或者可以在一只眼睛中保持不变。偏差可以间歇地或持续地存在。斜视是显著的双眼异常,但通常不显示显著的视觉效率问题。斜视的感觉系统通常通过抑制或ARC来适应以消除混乱以不对阅读任务产生干扰或仅有很少干扰。

[0118] 另一方面,非斜视视觉效率问题在没有显著的眼偏差的情况下是非显而易见的,但是它们会深刻地损害阅读理解和学校表现。非明显的双眼功能障碍通常被忽视或误诊为注意力缺陷障碍 (ADD/ADHD) 或诵读困难,并错过早期检测和矫正的机会。

[0119] 经验丰富的ECP可以通过进行全面的视觉检查来诊断非斜视视觉效率问题,所述全面的视觉检查包括用屈光检查眼睛健康和视觉敏锐度,以及对眼球运动系统、调节系统、聚散系统和感觉系统的视觉效率技能的评估。对于一些发育迟缓的儿童,可以探究他们的视觉处理技能以发现感知技能不足。如果发现非斜视视觉效率问题,儿童可能需要咨询行为验光师或眼科专家进行进一步管理。治疗策略可包括开出一副眼镜或接触镜片,用于矫正屈光不正、调节问题和/或补偿斜视偏离角。屈光不正和调节问题可能需要正或负球面焦度来校正或补偿缺陷,同时可以用球面镜或棱镜来辅助或补偿斜视偏离角或聚散功能障碍。专业人员可以通过操纵测量的斜视角、调节能力、聚散范围和最重要的在综合检查中确定的视觉效率问题的类型来确定球面焦度或棱镜焦度。所确定的用于补偿的球面或棱镜焦度可以仅临时有效或在有限距离内有效,例如仅针对臂的长度。这是因为补偿所提供的焦度通常用于减轻视觉压力而不是改善或矫正效率问题。对于远距离和近距离,所需的补偿球面焦度或棱镜焦度通常是不同的。由于在补偿眼镜的帮助下调节或聚散焦度的需求较小,眼睛可以适应新的偏离角度,并且功能障碍随时间推移而恶化。

[0120] 视觉治疗 (视觉训练或“VT”) 是由于视觉效率问题,特别是那些相关的阅读/学习困难和行为问题而被识别为注意力不集中的患者的治疗选择。该治疗可以被定义为利用行为修改和生物反馈,所述行为修改和生物反馈被设计为重新安排条件,允许新见解和促进高效的、有效的和轻松的眼睛学习的替代方法。VT将需要办公室和家庭培训课程。改善通常需要至少3个月。在完成初始培训课程后,学习的技能可能会衰退并需要定期加强培训。

[0121] 补偿性球面或棱镜眼镜或接触镜可以通过改善双目图像清晰度来帮助视觉效率,以在视网膜的中心凹区域更好地进行中心融合,该中心凹区域被认为是感觉系统的主要区域,以具有融合的清晰双目视觉。常常加上正的球面焦度来帮助调节系统在臂距处使近视力更清晰,例如老花眼或调节不足 (AI) 的近视力。所加的负或正球面焦度还可以通过改变调节会聚来改变聚散系统,以改善偏离角和双目融合范围。如果在眼镜中增加球面焦度以改善视觉效率问题,佩戴者可能需要两副眼镜,一副用于近距离,一副用于远距离。或者,患者可使用用于日常工作或学校的一副双焦点或多焦点眼镜或接触镜片。

[0122] 补偿棱镜通常被结合到眼镜中,以辅助聚散系统在远距离或近距离处具有过大的偏离角度,例如融合聚散功能障碍或会聚不足 (CI)。棱镜焦度不被规定为改善聚散系统或使眼睛变直,相反,它被添加为将整个图像水平地或垂直地移动到双目图像的偏离眼睛的视网膜的中心凹中,以轻松地促进融合。所需的缓解棱镜焦度通常在远距离和近距离是不

同的,使得患者在以不同距离查看时可能需要更换眼镜。这对于日常生活是非常不方便的,尤其是在学校中。该缓解棱镜既不能弥补该斜视偏离,也不能改善聚散系统,但能满足感觉系统,以在某些距离处实现更好的中心融合。斜视角可能随着对增加的棱镜的渐进地适应而增大,并且可能发生功能障碍和视疲劳的复发,需要更多的棱镜来缓解症状。

[0123] 可以结合球面和棱镜眼镜以改进感觉系统并允许中心凹图像更容易地融合。而视觉训练(VT)可扩展眼外肌的融合范围以维持中心融合而不破坏图像。换句话说,VT用于训练眼外肌和大脑控制以补偿斜视角度,以便更好地维持双眼中心凹融合,就像棱镜一样,而VT通常不改善斜视角度。成功的VT后的改善的调节在不定期加强的情况下可能退化,并且感觉系统可能通过某种形式的抑制而自我在异常情况下适应,以缓解眼疲劳和混乱。

[0124] 如果没有被正确地发现和解决,具有视觉效率问题的患者可以通过几种方式适应功能障碍。对具有视觉效率问题的儿童最常见的适应是避免近近距离任务,这可以被认为是学校中的注意力缺陷(ADD/ADHD)或诵读困难。另一种适应是抑制一只眼睛并且一次用一只眼睛观看。该现象是非自愿的,并且可以在一只眼睛中持续抑制或在两只眼睛之间交替。

[0125] 随着对视觉效率问题的适应,近视也可能更快速地进展,因为较高的近视可以针对近近距离任务减轻手臂距离处的繁重的会聚和/或调节要求。如果抑制在一只眼睛中持续发生,则用于近近距离任务的观视眼(非抑制眼)中的近视可能比另一只眼进展得更快并且变得屈光参差。如果更近视的眼睛在进行近近距离任务时比另一只眼睛看得更清楚,则在涉及视觉效率问题的情况下发展屈光参差可以避免复视。因此,近视和屈光参差可能是对视觉效率问题的适应。如果我们忽略根本的视觉效率问题并且仅补偿诸如近视或屈光参差的诱发出的误差,则诱发出的误差将迅速恶化,从而降低新适应的补偿力。具有会聚不足(CI)的近视可能快速进展并不少见,因为儿童不能避免学校中繁重的近距离任务。近视是对AI或CI情况的繁重的会聚和调节需求的适应,而用于远视的一副新眼镜打破了适应,然后近视必须进一步进展以在手臂距离处建立用于较不繁重的视觉需求的新适应。对于CI情况的相同状况导致对屈光参差的适应,其中较近视的眼睛通常用于近距离任务,并且对于较不繁重的会聚需求,仅用一只眼睛完成阅读。如果在不矫正CI的情况下指定一副眼镜来完全矫正屈光参差,则屈光参差可能增大以实现单眼视力的新适应,这对于CI患者在手臂距离处的阅读和工作需要较少的努力。对于那些CI病例,如果根本的视觉效率问题没有被正确地发现和纠正,则近视和屈光参差可以随着较重的近距离工作而快速进展。

[0126] 目前,通过用球面和/或棱镜镜片挑战调节系统和聚散系统来分析双目功能障碍,以确定焦度范围并用球面和/或棱镜镜片补偿缺陷。视觉训练是一种调理训练(VT),用于教导患者感知一种刺激并发出适当反应发生的信号。我们仍然不知道可以直接矫正以永久治愈大多数视觉效率问题的生理或解剖学来源。最常见的聚散系统问题是会聚不足(CI),其患病率为2-17%,平均为13%,具有低AC/A比,近距离处高的外隐斜视,减小的正(会聚)聚散范围和可能的调节不足(AI)。当为CI患者开出眼镜处方时,为了帮助近视力而增加附加的焦度以补偿调节滞后可以向外驱动眼睛并增加近距离的外隐斜视。CI的AC/A比通常低于正常(3/1-6/1)。

[0127] 前述的双目评估、补偿镜片和用于视觉效率问题的VT都旨在校正中心凹图像的融合或运动范围。新的发现是仅针对接触镜片的周边部分增加的正焦度可立即且显著地减少近距离处的外隐斜视,同时还减少近距离处的调节滞后,而不损害远视力。也就是说,我们

可以证明所有距离的空间关系是合理的,以通过操纵图像的周边眼睛散焦来矫正视觉效率问题,这在关于眼睛协作的传统概念中从未被教导过。

[0128] 另一个发现是将以上提及的接触镜片用于会聚过度(CE)状况,以改善近距离处的隐斜视(向内偏离)。CE的特征在于具有较高的AC/A、较高的内隐斜视和降低的负(散发)融合范围,这与传统的诊断和修复分类中的CI情况几乎相反。同样的中心远距(CD)多焦点镜片也可以立即恢复CE患者的空间关系,这与CI患者一样有效。在CI和CE两种状况下,感觉系统可以显著改善,减少或消除固视差异和相关的隐斜视,以减少或不需要双目融合所需的棱镜焦度。

[0129] 为了使用CD多焦点镜片来治疗CI和CE状况,我们需要知道多焦点镜片如何改变用于双眼周边部分处的双目融合的感觉系统。为了理解双目融合,我们需要知道由理论双眼单视界和经验双眼单视界定义的帕努姆的单视融合区域。双目融合仅发生在眼睛固视处周围的视觉空间的一小部分中。穿过水平面中的固视点的是被称为经验水平双眼视界的曲线。还存在经验性的垂直双眼单视界,其在固视点上方从眼睛倾斜,并且在固视点下方朝向眼睛。水平双眼单视界和垂直双眼视界标记视觉单一容积的中心。在该这个薄和弯曲的容积内,比双眼单视界近和远的对象被看作是单个物体。该容积被称为帕努姆融合区,在帕努姆融合区外,出现复视。

[0130] 传统的视觉敏锐度和双目融合被定义用于中心凹视网膜,其对于双目融合和立体视觉具有最佳的可矫正视力。事实上,如果人具有斜视并且不能融合双目中心图像,则将存在归因于中心凹区域的复视、单目中心抑制或弱视,以用于诊断和管理。周边视网膜的分辨率通常低得多,具有差得多的可矫正视力。对周边双目融合进行定性或定量也是困难的,因此周边视野通常被忽略并被认为是对于双目融合是不重要的。然而,尽管中心视野具有非常锐利的20/20或更好的锐度,但中心视野仅为总视野的1%,使得周边99%视野及其融合可在维持双目融合以进行眼睛协作中起重要作用。双眼视界和帕努姆融合区域的模型为周边融合的重要性提供了最佳支持。帕努姆的面积在固视点(中心凹)处较窄,并且向周边(周边视网膜)渐进地变宽。当我们在中心固视目标并融合双目中心图像时,为了更好的视觉效率,我们还需要双目周边视场尽可能宽地融合。帕努姆融合区域的安排是一种便于周边视网膜较低分辨率的周边融合的适应。周边视野中的倾斜光线进入角膜的周边部分以在视网膜的周边部分形成图像。进入角膜周边部分的倾斜光线将引起倾斜散光,其与水平子午线(J_0)中的规则(ATR)散光和垂直子午线(J_{90})中的规则散光相反。这就是周边视网膜如何感知用于双目融合的周边图像。因此,视网膜的周边部分处的图像感知和双目融合的特性与中心凹的图像感知和双目融合的特性非常不同,并且更加难以用检测中心融合的技术来检测周边融合。

[0131] 用于有效感觉系统的高质量融合应优选地在中心凹中具有最清晰的中心视野,以及在周边视网膜中具有较模糊的复曲面(toric)周边视野,并且两者都落入用于双目融合的帕努姆融合区域内。水平经验双眼单视界是双目融合的关键。根据Hering-Hillebrand偏离,水平经验双眼单视界在较短的固视距离处比理论双眼单视界更平坦,并且对于更远的固视距离变成凸的。在较短的固视距离处,水平经验双眼视界是比圆形更平的凹抛物线。在某个给定的距离,称为衰减距离(abathic distance),经验双眼单视界变成直线。最后,对于比离衰减距离远的固视距离,经验双眼单视界是凸抛物线。换句话说,帕努姆融合区域的

形状在不同的固视平面上是凹的、直的或凸的。

[0132] 帕努姆融合区域的研究通常采用几何学方法,包括视轴和空间角度的三角学分析。而调节或聚焦系统不应被忽视,因为空间中的双眼单视界平面由会聚系统和调节系统一起确定,以在双眼单视界空间中形成整个视网膜的清晰图像。帕努姆融合区域的宽度也被称为调节的混乱,其对应于两个眼球的会聚角。当固视更近的点时,帕努姆的融合区域将变得更宽,在视网膜上具有更大的图像差异。也就是说,如果周边图像外壳对于周边图像太模糊而不能在帕努姆融合区域内融合,尽管中心融合是完整的,但是双目融合可以容易地被中断或损害。更近的观看距离将导致更大的视差,更难以保持融合。

[0133] 基本上是中心 $4-5^{\circ}$ 中心凹区域的黄斑区突出到大脑的视觉皮层中的不同区域,其不同于周边视网膜的区域,并且是引起视觉皮层损伤的黄斑保护的原因。该现象也告诉我们中心图像和周边图像可以被认为是用于融合的两个分离的图像外壳。当使用立体图像测试运动融合时,我们可以意识到中心图像保持与立体视觉融合,而外框中的周边图像在中心图像破裂之前破裂。中心图像外壳对于需要精确调节、感觉融合和运动融合的清晰双目视觉和立体视觉是必要的。而黄斑以外的周边视网膜区域形成周边图像外壳,这在双目中心融合的分配和稳定中是重要的。

[0134] 眼球的形状、包括角膜和晶体的光学系统以及用于形成图像的视网膜壳在一般人群中是不同的。眼球的形状可以随着年轻人(通常在7-9岁之前)的生理生长而改变,其中生理眼球生长在前后以及赤道尺寸上几乎相等地扩展。而近视伸长通常沿前-后轴线扩展(轴向伸长),对视网膜的周边部分的伸长越来越小,而在赤道处没有或几乎没有伸长。伴随近视进展的轴向伸长可更深刻地改变周边视网膜中的周边图像聚焦。近视的轴向伸长将以相对远视的眼睛散焦结束,如果用常规单视眼镜或接触镜片矫正近视,则向外渐进地增加到视网膜的周边部分。可以使用市售的自动验光仪(例如,Shin-Nippon NVision-K 5001或Grand Seiko WR-5100K,COAS Shack-Hartmann像差仪)来客观地检测人眼上的周边眼睛散焦,以将焦点映射到期望的轴上和离轴视角。利用MRI(磁共振成像)的研究还发现,随着近视的进展,周边远视散焦与视网膜壳变形相关。高度近视的眼睛中的视网膜曲率的变化在水平子午线中比在垂直子午线中更明显,特别是在颞叶视网膜中,这可以解释图像外壳中显著的远视周边散焦。

[0135] 如果对象落在人的固视点的帕努姆融合区域之外,则对象的图像将加倍并且不能融合,这被称为生理性复视并且可能发生在中心或周边视野处。帕努姆的融合区域在中心处较窄,并且在周边视野处变得较宽,这对应于较低的分辨率,并且与视网膜周边部分处的规则散光图像相反。周边视网膜已适于融合由进入角膜周边部分的倾斜光线形成的模糊和失真图像。当我们在用于阅读的近点处双目固视时,中心凹($4-5^{\circ}$)用于固视和感知代码,而旁中心凹、近中心凹和周边视网膜将有助于在扫视眼运动中的重新定位和双目融合。扫视眼运动是快速和共轭的眼运动,其将固视中心从视野的一部分移动到另一部分。眼睛飞快扫视主要用于朝向关注对象定向凝视。用于阅读的双目视觉不是静态条件,而是动态过程,其中眼睛必须快速重新定位,并暂停几秒钟以聚焦和双目融合以获得清晰的图像,从而重复地感知单词。

[0136] 传统的概念通过协调用于在所有距离处聚焦的调节系统和用于瞄准用于双目融合的对象聚散系统来定义自由空间中的正常双目视觉,而这两个系统被认为仅用于中心

凹图像的融合。中心凹对着视轴的每一侧仅 $1-2^{\circ}$ 的视角,该视角约为总视野的1%。虽然中心凹对于具有最佳分辨率的清晰视觉是非常重要的,但是它对于保持双目融合是不够宽的。它必须是周边视场,其可以首先融合以使中心视场精确对准。落入用于融合的帕努姆融合区域内的图像外壳越宽,中心图像将越精确和有效,从而能够精确融合清晰的中心图像。如果宽的周边图像向前聚焦(较短焦距)或向后聚焦(较长焦距)到视网膜壳,并且不能满足帕努姆的融合区域对于融合的要求,眼睛将被迫寻找更远或更近的固视和聚焦点,以恢复周边融合并消除复视或混乱。周边融合所需的更远或更近的固视距离可改变调节系统或聚散系统中的至少一个系统,并导致中心图像模糊或中断/损害中心融合。如果双目中心融合被破坏,将出现复视或抑制。如果中心融合受损但未中断,则将存在中心图像的ICS(间歇性中心抑制)、固视差异或模糊。受损图像可能仍落在帕努姆融合区域内进行融合,但图像质量将是较差的,可在眼睛检查中检测为固视差异、ICS、调节滞后或痉挛。

[0137] 也就是说,中心和周边图像外壳的不匹配可以通过聚散系统和调节系统来驱动双目重新固视,用于可融合状态以防止复视。重新固视的代价是较差视觉质量的中心凹图像干扰,其可能显示固视差异、ICS或视觉模糊/波动。较差的视觉质量又可能需要通过调节系统频繁地重新聚焦,向前/向后移动头部,诱发眼球运动功能障碍,眼睛疲劳或快速近视进展,这是视觉效率问题的常见症状。

[0138] 在传统的视觉效率测试(例如OEP-21点检查)中,固视/聚焦点与观察目标的偏差将被检测为异常的外隐斜视/内隐斜视(#8和#13)、具有异常相对调节的未满足的Sheard/Percival标准(#20-PRV或#21-NRA)、相对聚散(#16A-PRV、#17A-NRV、#16B-PFV、#17B-NFV)或增加的调节滞后(MEM视网膜镜检查、具有未融合的交叉柱的#14A-网和#15A-网以及具有融合的交叉柱的#14B-网和#15B-网测试)。固视点/聚焦点与观看目标的偏差也可能引起眼球运动功能障碍,这可以用NSUCO测试、SCCO测试、DEMTM或ReadAlyzer/Visagraph来检测和评估。

[0139] 换句话说,该创新提出了人眼的眼球形状和光学系统可能引起视觉效率问题的解剖学-光学因素,其可以通过利用抗散焦(ADF)光学装置向前或向后调节周边眼睛散焦来测量和纠正,以重新对准图像外壳以匹配更宽的视网膜壳,从而更好地进行全场融合。抗散焦(ADF)装置更好地匹配视网膜的从中心向外到达周边部分的帕努姆融合区域的要求,并且进一步促进更好的中心融合以减少或消除视觉效率问题。

[0140] 近视进展可以归因于在手臂的距离进行阅读方面周边图像外壳不适合视网膜壳的相同解剖学不相容性也是一种新的革新。不受特定理论的约束,可能不仅如现有技术所述那样光学刺激控制人眼生长,而且双眼融合不相容性也可能是迫使眼球改变形状的主要因素。证据在患有CI的儿童中非常普遍,即他们的近视可能进展非常迅速,特别是如果患者被迫在不回避CI的近距离任务的情况下进行学习。一旦我们开出的处方是抗散焦(ADF)接触镜片以供患者佩戴,则他们的CI状况通常显著地改善以获得更好的中心融合而没有补偿棱镜或VT。近视进展也可以相当显著地停止或减慢。根据本发明的ADF镜片将图像外壳与整个视网膜壳重新对准,以落在帕努姆的融合区域内,并通过在目标上的精确固视来改善双目融合,这进一步促进了中心融合和聚焦,这可以通过如上所述的传统视觉效率测试来检测。一旦视觉效率问题得到矫正并且眼睛疲劳得到缓解,就可以减缓或停止快速近视进展。

[0141] 另一个创新是使用一系列具有逐步或渐进的周边向前或向后周边焦点的ADF光学

装置,以评估具有视觉效率问题的患者中的周边眼睛散焦的程度,并且重新对准适合帕努姆融合区域中的图像外壳,以标准化中心融合和聚焦。在引入ADF光学装置的同时,还需要监视周边眼睛散焦的评估。通常难以直接检测周边眼睛散焦和周边图像外壳未对准。一旦通过ADF装置校正了图像失准,我们就可以测试中心凹融合或视觉效率表现,这可以通过重复OEP-21点测试来完成,或者更方便地,通过监视固视差异或双目融合/立体视觉来检测中心凹融合。中心的固视差异不一致将更适当地重新对准,可以通过改进的相对聚散和/或相对调节来减小斜视偏差,如OEP-21点检查中所述。对于具有眼动功能障碍的候选者,可以通过在佩戴ADF光学装置之前和之后重复NSUCO测试、SCCO测试、DEMTM或ReadAlyzer/Visagraph来量化改善。优选地,在佩戴该装置几天或几周之后重复所述比较,从而使得有时间来引发与新的光学系统的新平衡。然后,对于优选的眼镜或接触镜片,ECP可以转换并结合检测到的周边眼睛散焦。

[0142] 存在使用球面镜片或棱镜镜片来补偿视觉效率问题(例如CI和CE)的几种传统方式。棱镜镜片并不矫正隐斜视,而是使双目图像向外或向内偏离一偏离角,该偏离角允许用较少的费力进行双目融合,这可以缓解眼睛疲劳一段时间,但是患者常常适应于缓解棱镜并偏离更多,以显示具有症状和/或抑制的重现性的较大隐斜视。球面镜片可以间接地通过AC/A改变调节和调节隐斜视偏差,并改善中心融合。然而,球面装置可仅对预定距离起作用。如果将其用于预设距离之外的视觉,视觉将变得更模糊或双目融合中断。在由于图像外壳和视网膜壳的未对准而证实了视觉效率问题的情况下,可以用周边ADF光学装置来修改图像外壳,以便更好地在所有距离上适应到帕努姆的融合区域中。传统的视觉训练(VT)矫正视觉效能技巧的方法仍然有助于进一步扩大融合范围并提高各个候选人的融合技巧,同时在训练后连续使用ADF光学装置需要较少的训练时间或增强。

[0143] 周边视网膜的形状决定了图像外壳如何从中心到周边与视网膜壳匹配。在水平子午线上的帕努姆融合区域遵循Hering-Hillebrand偏离,其对于短的固视距离将是凹形的,并且对于远的固视距离将是凸形的。换句话说,如果周边视网膜壳具有相对远视的眼睛散焦,则固视距离必须远离眼睛,以使图像外壳落在帕努姆融合区域中进行融合。远距中的凸Hering-Hillebrand偏离还指示轴向近视中的视网膜形状,即视网膜壳具有从中心向外的渐进远视散焦。用于双目融合的聚散系统由周边视网膜壳驱动,而聚焦或调节由中心凹驱动。我们知道在远视情况下焦距将较长,而在近视情况下焦距较短。在本发明中,远视眼散焦对于双眼融合具有离眼睛较远的固视距离,而近视眼散焦对于双眼融合具有离眼睛较短的固视距离。

[0144] Hering-Hillebrand偏离在近距离处是凹的,并且凹的帕努姆融合区域也朝向周边渐进地变宽,这可以接受较远视的周边眼睛散焦,而在近距离处接受较近视的周边眼睛散焦。另一方面,帕努姆融合区域的Hering-Hillebrand偏离在远距离处是凸的,并且向周边渐进地变宽,这可以在远距离处接受更远视的周边眼睛散焦。

[0145] 视觉效率矫正

[0146] 近视的眼睛通常沿着它们的前-后轴伸长,具有较长的轴向长度,周边视网膜较不伸长,这可以形成远视散焦,并且模糊周边图像聚焦在视网膜的后面,而当使用球面镜片校正时,凹图像则焦点对准。周边眼睛散焦不能通过调节或单视光学镜片来调节,因为中心凹像将被改变并且同时落在焦点之外。眼睛可以通过将双目固视在较远的距离(会聚更少)以

寻求较远但较清晰的周边图像以实现更好的周边融合,从而适应聚散系统的周边眼睛散焦。在较远的距离处固视用于双眼单视界可能不是完美的,但是允许更好的双眼融合。在重新固视后,中心图像和周边图像可能会落入帕努姆融合区域进行融合,但将是基本不匹配的以显示“固视差异”(exoFD)、“间歇性中心抑制”(ICS)或过度调节滞后时。该模型还解释了具有低AC/A比率的会聚不足(CI)和近距离处的具有调节滞后的过度外隐斜视(OEP-21点检查中的MEM,#14A和14A-net、15A、14B和14B-net、15B)的特征。适用于该模型的眼睛形状不限于近视状态。如果周边视网膜壳对于大多数周边图像外壳具有相对远视的散焦以更向后聚焦到视网膜并触发较小的会聚以固视在较远的距离处用于双目融合,则眼睛可以简单地是正视、远视或近视中的一种。

[0147] 相反的模型解释了当周边视网膜壳具有过度近视散焦时的会聚过度(CE)。远视的眼睛可以具有较短的轴向长度和相对较宽的赤道,当用球面镜片校正时,这可以形成近视眼散焦,其中模糊周边图像聚焦在视网膜之前,而中心凹图像则焦点对准。眼睛周边散焦不能通过调节系统或单视光学镜片的松弛来调节,因为中心凹图像将同时脱离焦点。眼睛可以通过将双目固视在较近的距离(会聚更多)以寻求更近但更清晰的周边图像以更好地进行周边融合,来适应聚散系统的周边眼睛散焦。固视在更近的距离处用于双眼单视界可能对于视觉不是完美的,但是允许更好的双眼融合。重新固视后,中心图像和周边图像可能会落入帕努姆融合区域中进行融合,但应基本不匹配以显示“固视差异”(esoFD)、“间歇性中心抑制”(ICS)或调节导联。该模型还解释了具有高AC/A比的会聚过度(CE)和具有过量调节的近距离的隐斜视(OEP-21点检查中的MEM,#14A和14A-net、15A、14B和14B-net、15B)的特征。适用于该模型的眼睛形状不限于远视状态。如果周边视网膜壳对于大多数周边图像外壳具有相对近视的散焦以聚焦在视网膜的前面并触发更多的会聚以固视在较近的距离处用于双目融合,则眼睛可以简单地是正视、远视或近视中的一种。

[0148] 参考图3至图5,周边抗散焦(ADF)光学装置(例如接触镜、眼镜镜片或IOL)设置有具有用于矫正远视力的屈光力的中心光学区域20,该区域对着大约中心4-5度的视角,对应于位于人眼的角膜平面后面大约22.6mm处的1.5mm的中心凹区。光学装置的相邻向外部分还提供具有较短或较长焦距的抗散焦(ADF)区域21,以分别向前或向后移动周边图像外壳,这将图像聚焦在周边视网膜上超过对应于至少高达60度的眼睛14的旁中心凹(高达10度)、近中心凹(高达20度)和部分周边视网膜的4-5度的中心凹远区域。

[0149] 本发明的新颖方法可用于设计周边抗散焦(ADF)装置,用于诊断和矫正视力效率问题和控制相关近视。用于眼睛14的中心凹区域的光学装置的中心焦距总是用于远视力的校正。如果周边ADF区域21的焦距是更加正的以使周边焦点向前,则将其称为远视抗散焦(H-ADF)镜片。如果周边ADF区域21在焦距上更多是负的以使周边焦点向后,则它被称为近视抗散焦(M-ADF)镜片。H-ADF镜片可用于测试和矫正涉及远视眼散焦的周边视网膜的视觉效率问题,例如会聚不足(CI)。M-ADF镜片可用于测试和矫正涉及近视眼散焦的周边视网膜的视觉效率问题,例如会聚过度(CE)。对于其它类型的视觉效率问题,ECP可以用M-ADF镜片或H-ADF镜片来测试,以确定该问题是否是由可以用周边ADF镜片纠正的图像失配引起的。

[0150] 可以使用一组测试镜片来确定根据本发明的镜片的抗散焦焦距(ADP)。测试组可以是具有用于远视的中心光学区域20的一系列眼镜镜片或接触镜片,其中接触镜片的直径为0.5mm至1.5mm,或眼镜镜片的直径为1.5mm至4.0mm。中心光学区域20可以被分配任何便

于临床使用的球面焦度,用于增加焦度以校正远视。最常见的选择是对中心光学区20施加“零焦度”,并且ADF区域21与中心光学区域20的外边缘相邻并且从中心光学区20的外边缘渐进地向外,并且为周边抗散焦而增加正或负的焦度。ADF区域21的最佳模式是从中心光学区域20的外边缘向外具有渐进的正或负的焦度。用于M-ADF镜片的眼镜镜片的渐进ADF区域可以在正面上具有正e值(p值<1),或在背面上具有负e值(p值>1)。而对于H-ADF镜片,在正面上为负e值(p值>1),或在背面上为正e值(p值<1)。

[0151] 还可以在接触镜片中包含渐进ADF区域21。参考图3和图4,M-ADF接触镜片的渐进ADF区域21在具有曲率31a的正面ADF区域21a上具有正e值(p值<1),或在背面ADF区域21b上具有负e值(p值>1)。H-ADF接触镜片的渐进ADF区域21在曲率为31a的正面ADF区域21a上具有负e值(p值>1);或在背面ADF区域21b上具有正e值(p值<1)。然而,渐进ADF区域21a优选地布置在接触镜片10的正面上,而留下背面用于配合眼睛表面。接触镜片10可以是软接触镜片、刚性角膜镜片(小于12.4mm)或巩膜镜片(大于12.5mm),而软接触镜片和巩膜镜片是优选的,以利用较少的眼睛运动来实现更好的对中(centration)。

[0152] 应该确定视角、视场尺寸和图像尺寸,以便确定入射光线如何在视网膜壳上形成图像,用于周边眼睛散焦。与主平面共轭的视觉角度或光学角度可由下式计算: $\theta = 2 * \arctan(S/2D)$,其中 θ 是视角;S是所述对象的线性大小;并且D是从对象到眼睛的主平面的距离。对于较小的角度,与人眼的主平面共轭的图像尺寸或视网膜区域宽度可由下式表示:图像尺寸 $I = [(2 * \pi * d) * \theta] / 360$,其中,d是从主平面到视网膜的距离,并且 θ 是对象的对向视角。另选地,还可以通过图像尺寸 $I = [2 * (\arctan(\theta/2)) * d]$ 来估计。对于22.6mm的标准人眼,图像或入射场应该从位于角膜顶点正面的后面大约5.6mm或中心视网膜前面17mm的理论主平面向前或向后共轭。对于每-3D近视进展,轴向长度可以伸长1mm,这也可以稍微增加图像尺寸,而对于设计装置通常是不重要的。

[0153] 此外,如果本光学装置是接触镜片,则视网膜区域的视角可以与位于中心凹前面22.6mm或主平面前面5.6mm的接触镜片或角膜平面上的区域宽度共轭。如果光学装置是眼镜镜片,则视角可以与位于角膜前面12mm、主平面前面17.6mm或视网膜前面34.6mm的眼镜上的区域宽度共轭。为了将区域宽度与视角共轭,一度是圆的1/360,其在1米距离内共轭到17.5mm区域,或在40cm阅读距离内共轭到7mm区域,或在主平面前方17.6mm的眼镜距离内共轭到0.31mm区域,或共轭到主平面前方5.6mm的角膜或接触镜片表面上的0.1mm区域。

[0154] 如下表1所示,4-5度的中心凹与接触镜片平面上的 $0.5 \pm 0.1\text{mm}$ 区域或眼镜平面上的 $1.55 \pm 0.2\text{mm}$ 区域共轭。然后将旁中心凹的9-10度跨度共轭到接触镜片上的 $0.85 \pm 0.1\text{mm}$ 环形区域或眼镜平面上的 $2.6 \pm 0.3\text{mm}$ 环形区域。近中心凹的18-20度跨度与接触镜片平面上的 $1.8 \pm 0.2\text{mm}$ 环形区域或眼镜平面上的 $5.5 \pm 0.5\text{mm}$ 环形区域共轭。

[0155] 表1

[0156]

中心到主点（距离/区域宽度）	视网膜 (17 mm)	角膜 (5.6 mm)	眼镜 (17.6 mm)	读取 40 cm	远平面 6M	BCVA
中心凹 4-5°	1.5±0.1 mm	0.5±0.1 mm	1.55±0.2 mm	35 mm	527 mm	20/20
旁中心凹 9-10°	2.5±0.1 mm	0.85±0.1 mm	2.6±0.3 mm	58 mm	875 mm	20/50
近中心凹 18-20°	5.3±0.4 mm	1.8±0.2 mm	5.5±0.5 mm	124 mm	1862 mm	20/100
周边[50-60°	18±1.0 mm	6.0±0.5 mm	19±1.0 mm	428 mm	6683 mm	<20/200

[0157] 与中心凹区域共轭的区域形成中心区域,而与旁中心凹和近中心凹区域以及视网膜的周边部分的一部分共轭的环形区域形成光学装置上的ADF区域。该环形区域不限于圆形。它可以是任何形状,即对于期望的视角,共轭到视轴或光轴的每一侧以具有抗散焦功能。因此,在测试中心和周边图像外壳的失配时设计ADF光学装置,以确定眼睛散焦的向前或向后方向,并量化矫正视觉效率问题所需的抗散焦焦度(ADP)是非常直接的。

[0158] 在用于测试远视眼散焦的眼镜镜片中,中心光学区优选为零焦度,直径为1.5mm至4.0mm,并且在中心光学区域的每一侧具有8mm至12mm的环形H-ADF区域,总直径为18mm至28mm,用于在12mm至14mm的顶点距离处使用。H-ADF区域21可以制成径向向外具有渐进的正焦度,并且在正面上具有负e-值(p-值>1)或在背面上具有正e-值(p-值<1)。可以用±0.1e至±2.0e之间的梯度e值来控制反散焦(ADP)的强度。中心光学区域20的零焦度可在患者的校正焦度之上使用,用于测试周边眼睛散焦而不改变远视的校正焦度。

[0159] 一种用于测试近视眼散焦的眼镜镜片,中心光学区域优选为零焦度,直径为1.5mm至4.0mm,并且在中心光学区域的每一侧具有8mm至12mm的环形M-ADF区域,总直径为18mm至28mm,在12mm至14mm的顶点距离处使用。M-ADF区域21可以径向向外具有渐进的负焦度,并且在正面上具有正e值(p-值<1)或在背面上以负e值(p-值>1)。可以用±0.1e至±2.0e之间的梯度e值来控制抗散焦焦度(ADP)的强度。中心光学区域的零焦度可在患者的校正光焦度之上使用,用于测试周边近视眼散焦而不改变远视的校正焦度。

[0160] 在用于测试远视眼散焦的接触镜片中,中心光学区域优选为零焦度,直径为0.5mm至1.0mm,并且在中心光学区域的每一侧具有3mm至4mm的环形H-ADF区域,总直径为6mm至10mm的中心-ADF区域用于角膜。H-ADF区域21可以径向向外具有渐进的正焦度,并且在区域21a的正面上具有负e值(p-值>1);或在区域21b的背面上具有正e值(p-值<1)。尽管在接触镜片10的正面上包含ADF区域21a,但优选使背面只适合角膜表面12。可以用±0.1e至±3.0e之间的梯度e值来控制抗散焦焦度(ADP)的强度。中心光学区域20的零焦度可以在便于在不改变远视力的校正焦度的情况下用试验框架进行过度折射。

[0161] 在用于测试近视眼散焦的接触镜片中,中心光学区域优选为零焦度,直径为0.5mm至1.0mm,并且在中心光学区域的每一侧具有3mm至4mm的环形M-ADF区域,总直径为6mm至10mm的中心-ADF区域,用于在角膜上使用。M-ADF区域21可以径向向外具有渐进的负焦度,其中在正面21a上具有正e-值(p-值<1);或在背面21b上具有负e值(p-值>1)。当在接触镜片10的正面21a上包含ADF区域21时,优选的是使背面只适合角膜表面12。可以用±0.1e至±3.0e之间的梯度e值来控制抗散焦焦度(ADP)的强度。中心光学区域20的零焦度便于在不改变远视力的校正焦度的情况下用试验框架进行过度折射。

[0162] 识别双眼功能障碍的检查程序可由经过训练的ECP执行,以获得诊断所需的信息。可提供检查表(表2)以指导检查并在引入ADF镜片之前记录基线视觉效率数据。

[0163] 表2

1) 具有旧处方的隐斜视 #3 _____ (EX, ES) (远) #13A _____ (EX, ES) (近) 2) 视网膜检影法 #4 (远, 工作镜片 +2.00D) *OD: _____ OS: _____ #5 (40CM 没有工作镜片) *OD: _____ OS: _____ #6 (1M 没有工作镜片) *OD: _____ OS: _____ MEM 视网膜检影法 (调节滞后) OD: _____ OS: _____	7) 未融合的交叉柱镜 #14A (未融合的 JCC, 稍微模糊) *OD: _____ OS: _____ +C #15A (#14A 焦度, 稍微模糊) _____ (XP, EP) 8) 融合的交叉柱镜 #14B (融合的 JCC, 稍微模糊) *OD: _____ OS: _____ +C #15B (#14B 放大率, 稍微交叉) _____ (XP, EP) 9) 近处 (40 CM, CTL) 的聚散 #16A _____ (PRV, BO 到模糊) #16B _____ / _____ (PRV, BO 中断/恢复) #17A _____ (NRV, BI 到模糊) #17B _____ / _____ (NRV, BI 中断/恢复) 10) 调节焦度 双眼调节 (33CM, J4, 增加+2.50) #19 _____ D 单眼调节 (40CM, J4, 增加+2.50) OD: _____ OS: _____ D
[0164] 3) 主观验光 #7 (将屈光显现为 20/20 OU) OD: _____ OS: _____ 4) 诱发隐斜视 #8 _____ (XP, EP) (远) #12 _____ (BU, BD) (远) 5) 远处 (6M) 的聚散 #9 _____ (PRV, BO 到第一模糊) #10 _____ / _____ (PRV, BO 中断/恢复) #11 _____ / _____ (NFV, BI 中断/恢复) 6) 近处的隐斜视&AC/A 比例 (-1D) #13B _____ (XP, EP) (40 cm. CTL) #18 _____ (BU, BD) (40 cm) AC/A _____ (XP, EP) (增加 -1D)	11) PRA (20/20, 40cm, --模糊) #20 _____ D 12) NRA (20/20, 40cm, --模糊) #21 _____ D 13) NPC (20/60, 中断/恢复, 从鼻子开始) NPC: BR _____ RE _____ (CM) 14) NPA (20/60, 中断/恢复, 从鼻子开始) NPA: BL _____ RE _____ (CM) 15) 调节设施 (±2.00D) OD: 1 分钟 _____ 2 分钟 _____ OS: 1 分钟 _____ 2 分钟 _____ OU: 1 分钟 _____ 2 分钟 _____ 16) 聚散设施 (8 个棱镜 BO/BI) 1 分钟 _____ 2 分钟 _____

[0165] 感觉:1.FD[]' (EX0,ES0) AF[] Δ (BI,B0) 2.FVFD斜率[]

[0166] 3.抑制:远(W4D)[] 近[]

[0167] 远近分离的隐斜视的聚散系统(#8、#13)、融合范围(#10、#11、#16、#17)、调节滞后的调节系统(#14、#15)、调节焦度(#19)、调节设施以及固视差异的感觉系统、相关的隐斜视或ICS是进一步评估抗散焦效果的最重要的项目。在测试ADF镜片时,感觉系统是最灵敏的指示器。如果感觉系统在初始检查中没有显示显著的异常,则聚散系统可以是可选的指示器。如果初始检查显示可以用周边ADF装置改善的调节功能障碍,则调节系统可以是辅助指示器。

[0168] ADF测试镜片可以是如上所述的一系列眼镜镜片或接触镜片。具有梯度ADP的ADF

眼镜镜片可以由与试验镜架一起使用的不精确的试验镜片制成,或者由要安装在综合屈光检查仪或旋转盘中的类似装置上以便快速操作的附件制成。安装在综合屈光检查仪上的附件是优选的,以更容易地比较更换镜片之间的微小变化与非常短的时间间隔,并确保眼睛透过ADF眼镜镜片的中心光学区,这在测试周边眼睛散焦中是关键的。用于测试的具有梯度ADP的ADF接触镜片可以确保中心光学区域在视轴上对准,但是用于更换接触镜片的经过时间将更长并且更不方便。优选使用ADF眼镜镜片进行快速测量,并应用ADF接触镜片来确认抗散焦强度,该抗散焦强度应被规定用于改善视觉效率问题。最大效果可能需要几天或几周才能显现。根据最初用上述测试装置获取的ADP,ECP可以规定一对接触镜片在家中使用至少2到4周,并且对照基线视觉效率数据重新检查聚散度、调节或感觉系统以微调ADP,从而最佳地矫正视觉效率问题。

[0169] 如果感觉系统可用于指示器,则检查眼睛散焦的过程如下。将固视差异卡或装置置于测试距离,将远视眼患者的#7或#14A-net/#14B-net的矫正焦度作为对照,然后引入从较低ADP(较低 $\pm e$ 值)渐进地到矫正度数之上的较高ADP(较高 $\pm e$ 值)的ADF眼镜镜片(中心区域为零焦度),并检查固视差异/关联的隐斜视,直至其为稳定的零差异或具有最大标准化。最后,在远距离处仔细检查双目融合/抑制,以确保远视力不被ADF镜片损害,并记录如此确定的原始眼睛散焦强度。如果聚散系统被用作指示器,则可以在连续引入ADF镜片直到#13减小到正常范围的同时监视近处的分离的隐斜视(#13),并且去除垂直分离棱镜并重新检查融合范围(#16、#17)以针对Sheard或Percival标准对照剩余隐斜视(#13)来检查它。如果标准得到满足或显著改善,则在远处仔细检查双目融合/抑制,以确保远视力不会受到ADF镜片的损害,并记录如此获得的原始眼睛散焦强度。原始眼睛散焦强度可用于选择在中心光学区域上具有零焦度的一对测试ADF接触镜片,以在办公室中立即微调残余眼睛散焦。另选地,可以开出一副ADF眼镜或接触镜片,并根据原始的眼睛散焦强度将其交付给诊所,以便在几周内对焦度和ADF强度进行微调。如果进行了视觉训练(VT)并改变了调节或融合范围,当需要微调时,也可以重复该过程。

[0170] 用于矫正的周边抗散焦装置可以是一对接触镜片、眼镜镜片、角膜矫正术镜片或眼内镜片(IOL),而优选的装置是接触镜片,尤其是在眨眼时几乎不移动的软接触镜片和巩膜镜片。本发明的方法和装置还可以应用于角膜矫正术,以暂时整形角膜,或者用于设置屈光手术中的参数,以永久地整形角膜,从而一起校正屈光不正和周边眼睛散焦。眼镜不随眼球移动,并且难以将眼睛的中心对准中心区域。如果ADF装置是眼镜镜片,则对于瞳孔中心应该有2mm至4mm的单视中心光学区域20,以及具有球面曲线的ADF区域21,该球面曲线具有从中心光学区域20向前或向后的焦点。另选地,可以使用具有在焦点上从中心区域20渐进地向前或向后的预定 $\pm e$ -值的非球面曲线。ADF区域21是从中心光学区域20的外边缘径向向外的环形区域。ADF区域21的垂直子午线可以比水平子午线设置得较不非球面的(分别为较小的正 e 值或较小的负 e 值),以获得更好的视觉质量。优选使ADF区域21为水平非球面带,同时留下具有零 e 值的垂直子午线单视以满足用于融合的水平Hering-Hillebrand偏差。两个垂直的子午线可以与渐进地变化的 e 值混合以形成平滑的光学表面。

[0171] ADF接触镜片可以在眼睛上旋转,因此镜片的区域优选是旋转对称的,并且接触镜片的ADF区域21可以是具有球面曲线的单视环形区域,该球面曲线具有比中心区域更向前或向后聚焦的焦点,而优选具有非球面环形区域,该非球面环形区域具有从中心区域20渐

进地向前或向后聚焦的预定 $\pm e$ 值。非球面环形ADF区域21可以从0.5mm至1.5mm单视觉中心区域的外边缘径向向外,或者另选地,这两个区域可以与连续曲线的 e 值合并,以防止接合处的图像跳跃。接触镜片10的ADF区域21的垂直子午线可以比水平子午线设置得是较不非球面的(分别为较小的正 e 值或较小的负 e 值),以获得更好的视觉质量。优选使ADF区域21为水平非球面带,同时留下具有零 e 值的垂直子午线单视以满足用于融合的水平Hering-Hillebrand偏差。两个垂直的子午线(0度和90度)可以与渐进地变化的 e 值混合以形成平滑的光学表面。将需要稳定结构(棱镜稳定器(prism ballast)、截断(truncation)或动态稳定器)来将抗散焦带对准到右轴,这是刚性和柔软软的接触镜片制造商在生产复曲面刚性或柔软接触镜片10时众所周知的技术。

[0172] 近视控制

[0173] 用于近视管理或控制的传统方法通常建议通过诸如阿托品的睫状肌麻痹剂(cycloplegics)或通过使用具有用于近距离任务的ADD焦度的双焦点眼镜来缓解调节。本发明中的周边ADF装置在减缓近视的进展即近视治疗中非常有用。在本发明中,提出周边抗散焦是通过校正图像外壳失配来矫正视觉效率问题并促进双目融合的因素。在视觉效率问题未被发现或未得到矫正的情况下,近视可能进展相当迅速。周边远视眼散焦可能引起会聚不足(CI),周边近视眼散焦可能引起会聚过度(CE),而两种情况都可能引起近视。如果视觉效能评估发现CI状况,则可应用远视抗散焦(H-ADF)装置来减缓或停止近视进展。如果视觉效率评估发现CE状况,则可以应用近视抗散焦(M-ADF)装置来减缓或停止近视进展。本发明的M-ADF镜片类似于但不同于中心近(CN)多焦点镜片。常规CN多焦点镜片具有用于近视视觉的中心区域和用于远视视觉的周边远区,所述中心区域具有正的附加焦度,所述周边远区与所述中心区域相邻并从所述中心区域径向向外,所述周边远区的焦度与所述中心区域的焦度相比是较小的正数或较大的负数。本发明中的M-ADF镜片还具有中心光学区域20,但是该焦度用于远视而没有近附加焦度,而外部M-ADF区域21的焦度与中心光学区域20相比是更小的正数或更大的负数,用于近视周边眼睛散焦的抗散焦和矫正。

[0174] CI和CE状况都可以用不同的机制诱导近视进展。在本发明中,近视被认为是由费力的双目融合引起的,而不是像现有技术中那样将周边散焦导向理想的光学状态。本发明很好地解释了这样的研究,该研究表明,对于具有周边后向多焦点接触镜片的较少近视进展,可以改善具有近距内隐斜视(CE)的近视病例,所述周边后向多焦点接触镜片将引起更多的周边远视眼散焦,这与例如美国专利公开No.20070115431A1中教导的相反。

[0175] 因此,在本方法中检查近视病例的双目效率状态,并用H-ADF或M-ADF测试组进行测试,以确定周边的眼睛散焦和ADP强度,用于如上所述的矫正。从业者还可以在经验ADP中规定ADF装置,用于在家中进行初始适配,并微调镜片设计或在1-2个月内开始VT以用于残余异常。ADF区域21的经验ADP通常是每棱镜1到1.5屈光度,以便经典地补偿。例如,如果CI情况需要在40mm处10 Δ BI(基础英寸)的减光棱镜,则经验H-ADF接触镜片10的ADP在渐进ADF区域21的最外边缘处将为+10至+15屈光度。可分配一对经验性ADF接触镜片10以供在家中使用并返回诊所以便在1-2个月内重新评估视觉效率,并微调镜片设计,ADP或附加VT以进一步改善残余功能障碍。然后,该光学装置,或者是一副眼镜或者是接触镜片,将用于矫正中心和周边眼睛图像外壳的不匹配,用于精确的双目融合和近视管理。

[0176] 防散焦眼镜镜片

[0177] 根据本发明的眼镜镜片(如图10所示)具有带球面弯曲中心光学区域20和ADF区域21的凸形正面。ADF眼镜镜片的凹形背面被制成球面镜片、非球面镜片或复曲面镜片,以与前中心光学区域20一起工作来校正屈光不正,如眼镜镜片制造商所熟知的。ADF区域21可以另选地设计在眼镜镜片的背面上。

[0178] 在H-ADF眼镜镜片中,中心光学区域20优选地是在前(凸形)表面上产生的球面焦度,其直径为1.5mm至4.0mm,并且中心光学区域20的每侧具有8mm至12mm的环形的更加正的H-ADF区域21,其总直径为18mm至28mm,用于在12mm至14mm的顶点距离处使用。中心光学区域20和H-ADF区域21的最外部分之间的ADP焦度差在+1.00D至+20D之间。H-ADF区域21可以被制成在区域21的凸形正面上径向向外具有渐进的正焦度,并且具有负的e值($p > 1$);或凹形背面上具有正的e值($p < 1$)。H-ADF区域21的焦距沿着水平子午线渐进地缩短到其最外侧边缘处的最短(焦度为最小减或最大加)焦距,而垂直子午线对于具有恒定焦距的单视觉曲率形成零e值。水平子午线和垂直子午线与渐进地变化的e值合并以形成平滑的非球面。对于相对于没有H-ADF镜片的基线的前向(近视)周边聚焦,可以用在 $\pm 0.1e$ 至 $\pm 2.0e$ 之间的梯度e值来控制抗散焦焦度(ADP)的强度。在眼睛14上测量的眼镜镜片的实际ADP效应是最小-0.50屈光度,在与视网膜中心凹的每一侧成10度处更近视(N10和T10),并且在与视网膜中心凹的每一侧成20度处渐进地增加到最小-2.00屈光度(N20和T20)。

[0179] 在M-ADF眼镜镜片中,中心光学区域20优选为在正(凸形)面上产生的球面光焦度,其直径为1.5mm至4.0mm,并且在中心光学区域20的每侧具有8mm至12mm的环形更负的M-ADF区域21,其总直径为18mm至28mm,用于在12mm至14mm的顶点距离处使用。中心光学区域20和M-ADF区域21的最外部分之间的ADP焦度差在-1.00D至-20D之间。M-ADF区域21可以被制成在凸形的正面上径向向外具有渐进的负焦度,具有正的e值($p < 1$),或者在凹形的背面上具有负的e值($p > 1$)。M-ADF区域21的焦点沿着水平子午线渐进地变长,直到在其最外侧边缘处的最长(焦度最大减或最小加)焦距,而垂直子午线对于具有恒定焦距的单视觉曲率形成零e值。水平子午线和垂直子午线与渐进地变化的e值合并以形成平滑非球面。可以以 $\pm 0.1e$ 至 $\pm 2.0e$ 之间的梯度e值来控制抗散焦焦度ADP的强度。在眼睛14上测量的眼镜镜片的实际ADP效应是在与视网膜中心凹的每一侧成10度处远视的最小 ± 0.50 屈光度(N10和T10),并且在与视网膜中心凹的每一侧成20度处渐进地增加到最小 ± 2.00 屈光度(N20和T20)。

[0180] 防散焦接触镜片

[0181] 图3-图5示出了根据本发明设计的接触镜片10,其可以是由标准接触镜片材料形成的软、刚性、角膜或巩膜接触镜片。如图1-图2所示,接触镜片10适于戴在患者眼睛14的角膜12上。如图3所示,接触镜片10在接触镜片10的凸形正面上具有至少三个校正区,从镜片10的中心到周边列出:中心光学区域(用于远视)20;ADF区域(用于调节眼睛散焦)21;以及中间区域24,中间区域24可以是镜片区。这种抗散焦(ADF)接触镜片10的凹形背面可以是球面的、非球面的、双几何或反向几何镜片设计。

[0182] 光学区域20具有由基础曲线30b限定的背面和由中心曲线30a和ADF曲线31a限定的正面。本发明中的前光学区域20被分成至少两个同心区域。光学区域20是在正面上具有中心曲线30a的中心区域,并且被设计成具有用于校正远视力的屈光力。位于光学区20外部的是正面上具有ADF曲线31a的ADF区域21,其设计有用于校正近视或远视周边眼睛散焦的

屈光力。中心光学区域20和ADF区域21之间的差异是用于矫正眼睛散焦的抗散焦焦度(ADP)。

[0183] 尽管可以分别为中心光学区域20和ADF区域21产生两个相邻的环形区域,但是具有显著的焦度差异的不同的小区域可能引起图像跳跃、混乱或复视。在优选实施方式中,两个区域20a和21a因此与具有正或负偏心值的连续非球面曲率合并,用于更平滑的过渡。

[0184] 光学区域20和ADF区域21一起优选直径为约3mm至8mm,更优选6mm,即镜片几何中心每侧3mm。镜片优选具有从接触镜片10的几何中心径向向外渐进地变陡或变平的非球面前光学曲线30a和ADF曲线31a。在H-ADF镜片中,ADF区域21的最外(最周边)边缘的最大抗散焦焦度(ADP)优选为+3屈光度至+30屈光度;或者对于不同的图像外壳失配条件,在M-ADF镜片中从-3屈光度到-30屈光度。对于具有非球面前中心-ADF曲线30a-31a的连续的前中心-ADF区域20a-21a,前中心光学区域20a和前ADF区域21a可以平滑地合并,以确保在眼睛14的中心凹区域处形成清晰的中心远图像,并且在视网膜的旁中心凹、近中心凹和周边部分处纠正图像失配。计算合并两个区域的e值的公式是 $e = \text{SIGN}(R_A - R_B) * \text{SQRT}((R_A^2 - R_B^2)) / (\text{区域A} + \text{区域B})$,其中, R_A 是中心光学区域的曲率半径,并且 R_B 是ADF区域21a的曲率半径。(区域A+区域B)是两个区域即中心光学区域20和ADF区域21中的每一个的半区域宽度。

[0185] 使用具有约1.4至1.6的折射率的接触镜片材料,对于正面,利用ADP+3至+30D合并抗散焦的两个区域20a和21a的e值通常为-0.7e至-3.0e,标签对于正面,ADP-3至-30D的e值通常为+0.7至+3.0e。接触镜片10必须精确地以中心凹为中心,以感知来自中心光学区20a的光线,以获得较小的球面像差。

[0186] 对于远视防散焦接触镜片10,镜片的正面可具有直径为0.5mm至1.0mm的中心光学区域20和相对于中心光学区域20的每侧为3mm至4mm的环形的更大的正ADF区域21(在这种情况下为H-ADF区域),总直径为6mm至10mm(即,光学区域20和ADF区域21一起的直径)。中心光学区域20和H-ADF区域21的最外部分之间的ADP焦度差在+1.00D至+30D之间。H-ADF区域21(与中心光学区域20在水平子午线51上的相同焦度相邻并开始)被制成沿水平子午线51具有渐进的更大正焦度或更小负焦度,具有负e值(p值>1)。H-ADF区域21的焦距沿着水平子午线逐渐缩短到其最外侧边缘(周边21c)的最短焦距(最小负焦度或最大正焦度),而垂直子午线52形成有助于单视觉曲率的零e值(p值=1)。中心光学区域20和ADF区域21也可以与一定的e值合并,成为如上所述的连续的中心-ADF区域20-21。中心ADF区域20-21的水平和垂直子午线50与连续平滑非球面的渐进地变化的e值合并。可以以±0.1e至±3.0e之间的梯度e值来控制抗散焦焦度ADP的强度。在眼睛14上测量的接触镜片10的实际ADP效应是在与视网膜中心凹的每一侧成10度的较近视的最小-0.50屈光度(N10和T10),并且渐进地增加到在与视网膜中心凹的每一侧成20度的最小-2.00屈光度(N20和T20)。

[0187] 对于近视抗散焦(M-ADF)接触镜片10,M-ADF镜片10的正面可具有直径为0.5mm至1.0mm的中心光学区域20和相对于中心光学区20的每一侧为3mm至4mm的环形,更为正的ADF区域21(在这种情况下为M-ADF区域),总直径为6mm至10mm(即,光学区域20和ADF区域21一起的直径)。中心光学区域20与M-ADF区域21的最外部分之间的ADP焦度差在-1.00D至-30D之间。与中心光学区域20在水平子午线51上的相同焦度相邻并开始的M-ADF区域21沿水平子午线51以正e值(p值<1)具有渐进的正或负焦度。M-ADF区域21的焦点沿着水平子午线渐进地变长到其最外侧边缘(周边21c)中的最长焦距(最小正焦度或最大负焦度),而垂直子

午线52形成有用于单视觉曲率的零e值(p 值=1)。中心光学区域20和ADF区域21也可以与前述的某个e值合并,成为连续的中心-ADF区域20-21。中心ADF区域20-21的水平和垂直子午线50与渐进地变化的e值合并以形成连续平滑非球面。可以以 $\pm 0.1e$ 至 $\pm 3.0e$ 之间的梯度e值来控制抗散焦度ADP的强度。在眼睛14上测量的接触镜片10的实际ADP效应应在与视网膜中心凹的每一侧成10度的远视处最小为+0.50屈光度(N10和T10),并且在与视网膜中心凹的每一侧成20度的远视处渐进地增加到最小+2.00屈光度(N20和T20)。

[0188] 参照图3-图5,近视接触镜片10倾向于以较高焦度朝向周边边缘变厚。为了减小本发明的ADF接触镜片10的周边边缘厚度,可以从ADF区域21径向向外引入比区域20和21的曲线30a或31a陡的镜片曲线。与近视镜片相反,正视、低度近视或远视接触镜片10在其边缘处可能变得太薄,且因此比所期望的更容易破裂或碎裂,因此为了增加ADF接触镜片10的周边边缘厚度,可从ADF区域21a径向向外并入比曲线30a或31a平坦的镜片状曲线。

[0189] 出于光学或治疗的原因,还可以在前ADF区域21a与镜片状曲线之间添加径向向外的具有2.0mm至5.0mm的半区宽度的区域24内的一个或多个可选的中间区域。例如,中间区域24可以被添加用于中心光学区域20的相同校正焦度,其可以进一步增强周边远入射光以用于夜间更好的远距视觉。

[0190] 在仔细检查患者眼睛和相关的眼组织之后,计算用于限定接触镜片10中的基础曲线的不同半径,即光学区域20、ADF区域21、连接区域26和周边区域28的基础曲线及其相对厚度。必须测量角膜曲率,确定适当的接触镜片焦度,并且必须确定对接触镜片10的预期生理反应。眼睛系统的检查技术领域的技术人员能够执行这些任务。

[0191] 抗散焦角膜矫正术

[0192] 本发明的另一个目的是提供一种角膜矫正术接触镜片10,其提供对周边眼睛散焦的有效矫正。本发明的另一个目的是提供矫正屈光不正的角膜矫正术接触镜片10,所述屈光不正包括但不限于远视、近视、老花眼和散光,这是矫正视觉效率问题所需的。

[0193] 本发明的这些目的可以通过提供一种用于利用患者眼睛中的周边眼睛散焦状态来校正屈光不正的装置和方法来实现。根据本发明的方法,将抗散焦(ADF)角膜矫正术接触镜片10(例如如图6-图9所示)安装到患者眼睛的角膜上,接触镜片10具有带多个区域的背面,所述背面包括具有正面和背面(20a、20b)的中心光学区域,所述正面和背面(20a、20b)分别具有相应的曲线(30a、30b);具有ADF基础曲线31b的ADF区域21、中间区域24(远视镜片中的平台区域)、连接或装配区域26,以及对准区域和/或周边区域28。仔细地创建ADF基础曲线21b以使中部-周边角膜曲率变平或变陡,从而使角膜12具有围绕由远视觉光学区域20的基础曲线20b创建的中心区域的抗散焦中部-周边部分。用于校正远视力的光学区域20的目标光焦度可以由眼睛护理从业者确定,用于装配角膜矫正镜片。ADF区域(21a、21b)的形状可以通过用如上所述的ADF测试眼镜镜片或ADF测试接触镜片测试眼睛散焦而得到。

[0194] 根据本发明的装置,提供了一种接触镜片10,其具有镜片的光学区域曲线(30a、30b)部分、外接并耦合到光学区域曲线部分的镜片的ADF曲线(31a、31b)部分、中间区域24中的平台曲线和/或外接并耦合到ADF曲线(31a、31b)部分的镜片的连接区域26中的拟合曲线、以及外接并耦合到中间区域24或连接区域26部分的镜片的周边区域28部分中的对准曲线和/或周边曲线。

[0195] 为了矫正近视、远视或老花眼的不同目的,接触镜片10的中心光学区域20的直径

可以优选地在1.0mm至3.0mm之间变化。ADF区域21的区域宽度可以优选地从1.0mm变化到4.0mm,用于整形角膜表面上的预定近视或远视周边眼睛散焦。光学区域20和ADF区域21一起的总直径优选为4.0mm至8.0mm,对于偏心度值为-0.1e至-3.0e的非球面光学-ADF曲线,其可以合并用于H-ADF角膜矫正术接触镜片10以去除远视眼散焦,或者对于M-ADF角膜矫正术镜片10,其可以合并为+0.1e至+3.0e以去除眼睛14的角膜12上的近视眼散焦。

[0196] 抗散焦(ADF)角膜矫正术接触镜片10可以是如美国专利No.6,652,095、No.7,070,275和No.6,543,897中针对角膜矫正术RGP(刚性透气)镜片教导的球形、非球形、双重几何形状和/或反向几何形状设计。

[0197] 为了治疗具有周边远视眼散焦的近视患者,基础曲线30b应该优选地比中心角膜曲率平坦。中心光学区域20和ADF区域21应该更宽,并且优选为3mm至4mm,以获得更好的远视力。为了治疗远视者,基础曲线30b应该优选地比中心角膜曲率陡。为了治疗老花眼者,中心光学区域20可以分成两部分。内部光学区域应该被设计成非常小以用于近距离视觉,以防止它妨碍远距视觉,而外部光学区域则应该稍宽以将并置中心的角膜区域塑造成较平坦的区域,以解决远距视觉(如果有的话,减少近视、远视或散光)。

[0198] 在仔细检查患者眼睛14和相关眼组织之后,计算用于限定接触镜片10中的基础曲线(30a、30b)和ADF曲线(31a、31b)的不同半径以及中间区域24、连接区域26和周边区域28的曲线及它们的相对厚度。必须测量角膜曲率,确定适当的接触镜片焦距,并且必须确定对接触镜片10的预期生理反应。眼睛系统的检查技术领域的技术人员能够执行这些任务。

[0199] 抗散焦屈光手术

[0200] 本发明的另一个目的是提供一种在角膜12上进行屈光手术(LASIK/LASEK)时设计参数的方法。在通过手术矫正远视、近视、老花眼和散光的同时,添加抗散焦参数还用于矫正周边眼睛散焦以改善视觉效率问题。类似于进行角膜矫正术,ADF区域21的形状可以通过在进行手术之前用如上所述的ADF测试眼镜镜片或ADF测试接触镜片测试眼睛散焦而得到。这样设计的角膜形状形成具有中心区域的治疗区域,该中心区域优选地从1.0mm至3.0mm变化,用于矫正近视、远视或老花眼的不同目的。与中心区域20相邻并从中心区域20径向向外的ADF区域21的区域宽度可以从1.0mm变化到4.0mm,用于校正角膜表面上的预定近视或远视周边眼睛散焦。中心光学区域20和ADF区域21的总直径优选为5.0mm至8.0mm,对于偏心值为-0.1e至-3.0e的非球面中心-ADF区域20-21,其可以合并用于校正远视眼散焦,或者偏心值为+0.1e至+3.0e,用于校正眼睛14的角膜12上的近视眼散焦。

[0201] LASIK/LASEK手术可以是用于白内障手术后的具有中心和周边图像不匹配的眼睛的补充手术,用于将不同类型的IOL插入到两只眼睛中。眼睛散焦的强度可以使用如上所述的ADF测试集并进行LASIK/LASEK手术进行矫正来确定。

[0202] 实施方式

[0203] 示例1

[0204] 病例1是一名11岁女性,患有外隐斜视(XT),其中一只眼睛从2岁开始向外移动。她在7岁时接受了斜视手术,但不幸的是出现内隐斜视(ET),右眼向内偏移,表现为复视,术后不久出现近视。形成ET后复视的表现是由针对具有抑制暗点的XT形成的感觉适应的破坏引起的。我们使用55%美他菲康(methafilcon)软H-ADF接触镜片,并惊奇地发现眼睛位置在近距离和远距离都变直,没有复视。自从佩戴防散焦接触镜片以来,近视也停止进展4年。

- [0205] <右眼ADF软接触镜片>
[0206] 中心焦度:-1.25D(近视)
[0207] 中心-ADF区域20-21:BOZ(区域宽度)8.5mm,
[0208] BOZR(曲率半径)9.0mm
[0209] FOZR(中心前曲面):9.54mm
[0210] 前ADP:+10D
[0211] 水平前e值-1.11(p=2.23)
[0212] 中间区域24-26:半区宽度1.16mm,曲率半径7.28mm
[0213] 周边区域28:半区宽度1.0mm,曲率半径9.8mm
[0214] <左眼>
[0215] 中心焦度:-0.75D(近视)
[0216] 中心-ADF区域20-21:BOZ(区域宽度)8.5mm,
[0217] BOZR(曲率半径)9.0mm
[0218] FOZR(中心前曲面):9.43mm
[0219] 前ADP:+10D
[0220] 水平前e值-1.08(p=2.17)
[0221] 中间区域24-26:半区宽度1.16mm,曲率半径7.28mm
[0222] 周边区域28:半区宽度1.0mm,曲率半径9.8mm

[0223] 遵照周边眼睛散焦理论,ET是手术引发的,而基本问题仍然是XT。用于感觉适应的XT抑制暗点被手术破坏,变成ET,具有明显的复视和发展的近视。假定先天性远视眼散焦引发XT,而手术调整眼外肌以向内转动眼睛而不矫正远视眼散焦。周边图像外壳不满足帕努姆的融合区域,该融合区域是在手术后矫正眼睛和向内转动眼睛所需的,这又破坏了为具有复视和近视发展表现的XT感觉适应而形成的抑制暗点。而H-ADF接触镜片校正了先天远视的眼睛散焦,以便更好地进行双目融合并矫正眼睛,而不考虑眼睛位置是XT还是ET。该病例强烈表明,该病例的斜视继发于周边眼睛散焦,而近视继发于手术后与引发的复视融合的剧烈努力,这解释了H-ADF接触镜片如何改善眼睛屈光并同时停止近视发展。

[0224] 示例2

[0225] 病例2是一名被诊断为具有ADD(注意力缺陷障碍)并每天服用Concerta的9岁男孩,尽管对阅读理解没有什么帮助。他有胎粪吸入和复苏的出生史,但这在他到达学龄并且被发现不能学习之前是太平无事的。验光师发现他有严重的眼睛跟踪问题,并被转诊进行视觉效率评估。SCCO测试显示“固视维持”相当正常,但在Pursuit&Saccade中完全失效。右眼屈光正常,左眼+0.50D轻度远视。OEP 21点检查显示融合不足(CI)。在进行SCCO测试时,他不能跟随目标,在检查追赶和溢出现象的同时,两只眼球不断向上移位,两只手紧张地伸展。由于严重的眼球运动功能障碍和CI对于VT非常不寻常,我们决定尝试H-ADF软性接触镜片,并在进行视力训练(VT)前1-2个月进行随访。

- [0226] <右眼H-ADF软接触镜片>
[0227] 中心焦度:Plano(零焦度)
[0228] 中心-ADF区域20-21:BOZ(区域宽度)8.5mm,
[0229] BOZR(曲率半径)9.0mm

[0230] FOZR(中心前曲面):8.92mm

[0231] 前ADP:+10D

[0232] 水平前e值-1.06(p=2.12)

[0233] 中间区域24-26:半区宽度1.16mm,曲率半径7.28mm

[0234] 周边区域28:半区宽度1.0mm,曲率半径9.8mm

[0235] <左眼H-ADF软接触镜片>

[0236] 中心焦度:+0.50(近视)

[0237] 中心-ADF区域20-21:BOZ(区域宽度)8.5mm,

[0238] BOZR(曲率半径)9.0mm

[0239] FOZR(中心前曲面):9.17mm

[0240] 前ADP:+10D

[0241] 水平前e-值-1.05(p=2.10)

[0242] 中间区域24-26:半区宽度1.16mm,曲率半径7.28mm

[0243] 周边区域28:半区宽度1.0mm,曲率半径9.8mm

[0244] 在佩戴H-ADF接触镜片2个月后,我们再次检查了SCCO Pursuit&Saccade。他的脸在整个测试中看起来平静和放松。在试验过程中没有更多的肢体溢流现象(overflow phenomenon)。他可以很好地跟随移动目标,除了偶尔丢失位置,没有更多的眼球向上移动。这表明,周边眼睛散焦可引起双眼失准以及通常误诊为神经或心理问题且治疗不当的眼球运动功能障碍。随着眼球运动功能的显著改善,我们安排VT以进一步微调视觉技能。

[0245] 示例3

[0246] 病例3为25岁男性,存在阅读问题和过度近视。他一直在他的班级前面,直到第11年级级17岁,此时他由于严重的头痛而变得难以阅读,在阅读10分钟后有文字波动。随着学校学习的困难,近视也迅速发展。他尝试使用阿托品、RGP和阅读眼镜来阻止近视发展,但无效。他也尝试了VT,但几乎没有帮助。该病症引起焦虑和失眠,诊断为需要抗抑郁药的抑郁症。

[0247] <初始OEP 21点检查>

[0248] 屈光(#7):右眼-15.25-3.00x 170°(近视-15.25D伴随散光3.0D)

[0249] 左眼-15.00-0.75@0°(近视-15.00D伴随散光0.75D)

[0250] 远距隐斜视(#8)10ΔXP(外隐斜视)

[0251] 近距隐斜视(#13)25ΔXP(外隐斜视)

[0252] 固视差异(Wesson卡):近距OD抑制

[0253] 调节焦度:OD 4.00D,OS 3.50D

[0254] (由于严重OD抑制,其他视觉效率数据不可用)

[0255] 诊断是从未被诊断和治疗的会聚不足(CI)和调节不足(AI),这也可能是近视快速发展的原因。

[0256] 他居住在城外,无法进行传统VT。我们决定配合H-ADF软性接触镜片改善调节不足、会聚不足,并有希望减缓近视发展。

[0257] <右眼H-ADF软接触镜片>

[0258] 中心焦度:-13.50(近视13.50屈光度)

- [0259] 中心-ADF区域20-21:BOZ(区域宽度)8.5mm,
- [0260] BOZR(曲率半径)9.0mm
- [0261] FOZR(中心前曲线):13.43mm
- [0262] 前ADP:+25D
- [0263] 水平前e值-2.18(p=5.84)
- [0264] 中间区域24-26:半区宽度1.16mm,曲率半径7.28mm
- [0265] 周边区域28:半区宽度1.0mm,曲率半径9.8mm
- [0266] <左眼接触镜片>
- [0267] 中心焦距:-13.50D(近视13.50屈光度)
- [0268] 中心-ADF区域20-21:BOZ(区域宽度)8.5mm,
- [0269] BOZR(曲率半径)9.0mm
- [0270] FOZR(中心前曲线):13.43mm
- [0271] 前ADP:+25D
- [0272] 水平前e值-2.18(p=5.84)
- [0273] 中间区域24-26:半区宽度1.16mm,曲率半径7.28mm
- [0274] 周边区域28:半区宽度1.0mm,曲率半径9.8mm
- [0275] 这对ADF镜片显著地和即时地减少了近距外隐斜视。远10 Δ XP降至6 Δ XP,并且近25 Δ XP降至12 Δ XP。立即用一对ADF镜片检查固视差异,显示在40cm处不再有具有9 Δ 相关XP(外隐斜视)的OD ICS。
- [0276] 我们让他带着H-ADF软性接触镜片回家进行日间佩戴,没有做VT。他报告称他可以佩戴接触镜片,全天不用其他帮助就能舒适地进行学习,没有头痛。在佩戴H-ADF镜片11个月后我们重新检查了他的视觉效率,没有发现近视发展并且发现接近正常的视觉效率数据。
- [0277] <复核OEP 21点检查(初次检查后11个月)>
- [0278] 屈光(#7):右眼-15.25-3.00x 170°(近视-15.25D伴随散光3.0D)
- [0279] 左眼-15.00-0.75@0°(近视-15.00D伴随散光0.75D)
- [0280] <视觉效果检查佩戴H-ADF软接触镜片>
- [0281] 远距隐斜视(#8)5 Δ XP(外隐斜视)
- [0282] 近距隐斜视(#13)12 Δ XP(外隐斜视)
- [0283] 近距聚散度:#16A12 Δ ;#16B 18/10 Δ
- [0284] #17A12 Δ ;#17B 24/15 Δ
- [0285] 固视差异(Wesson卡):零差异
- [0286] 调节焦距:OD 4.25D,OS 4.25D
- [0287] 该病例显示,周边远视眼散焦的病因是会聚不足。ADF装置可以修正光学异常并改善CI。长期使用ADF装置可以改善运动范围(#16和#17)以及双目融合,这又可以治愈诵读困难并阻止近视发展。
- [0288] 尽管已经参考某些优选实施方式相当详细地描述了本发明,但是其它实施方式也是可能的。例如,对于本方法公开的步骤不旨在是限制性的,也不旨在表示每个步骤对于该方法是必要的,而是仅是示例性步骤。因此,所附权利要求的范围不应限于本公开中包含的

优选实施方式的描述。

[0289] 本文中数值范围的列举仅旨在用作单独提及落入该范围内的每个单独值的速记方法。除非本文另有说明,每个单独的值被并入说明书中,如同其在本文中被单独引用一样。本文引用的所有参考文献通过引用整体并入本文。

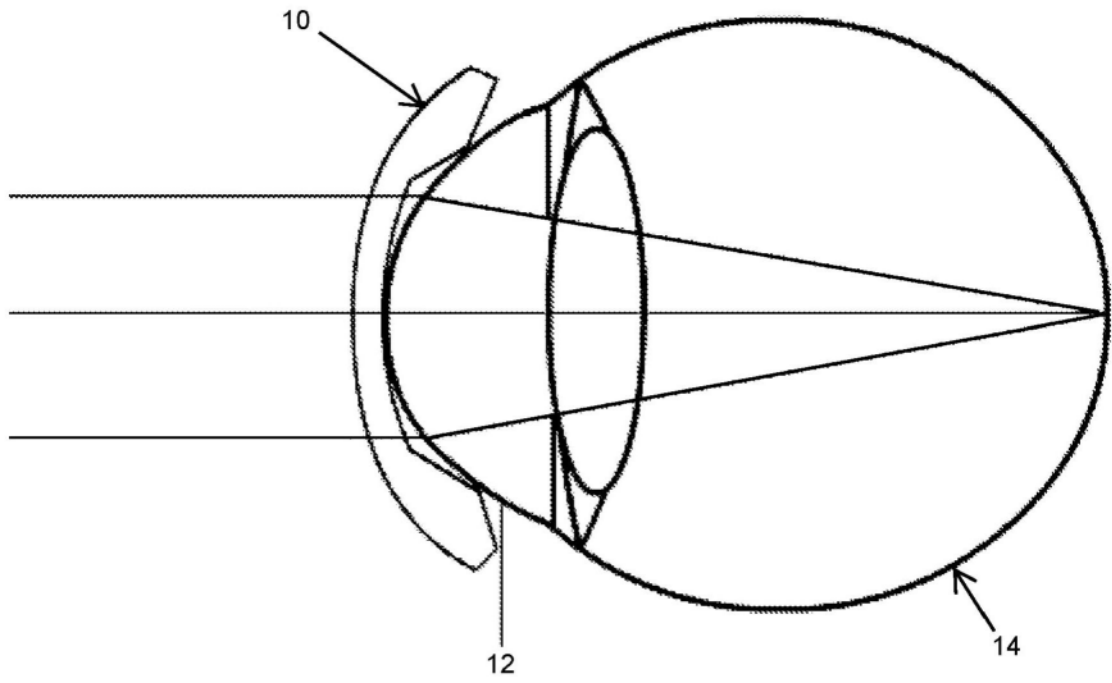


图1

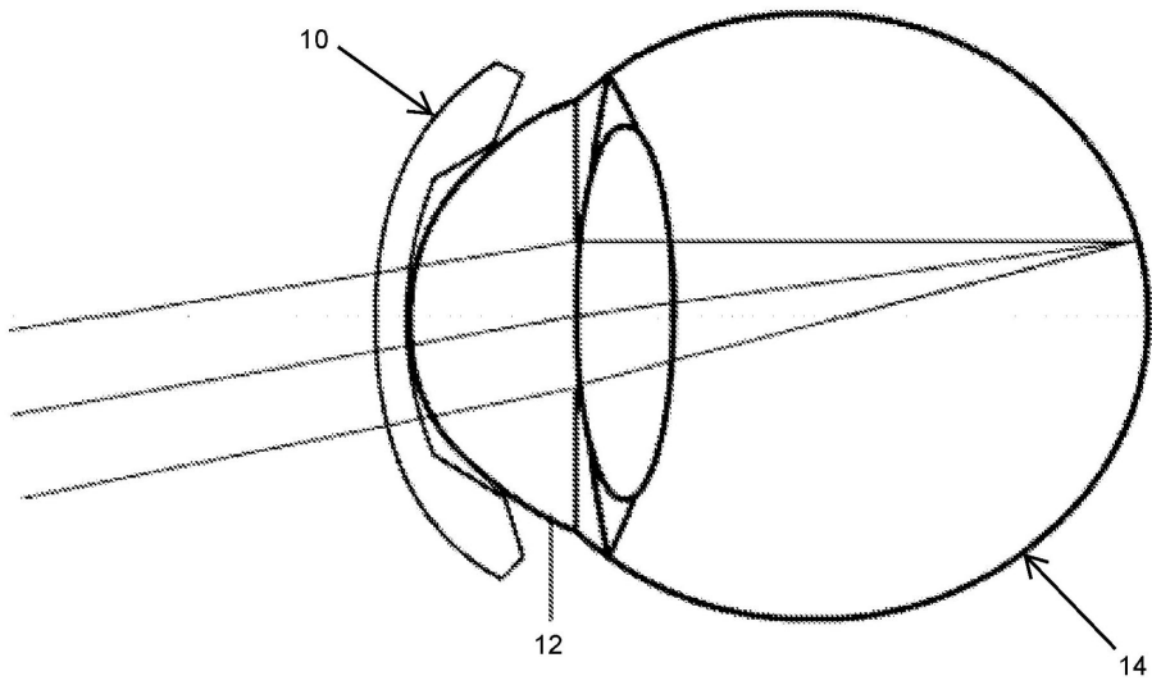


图2

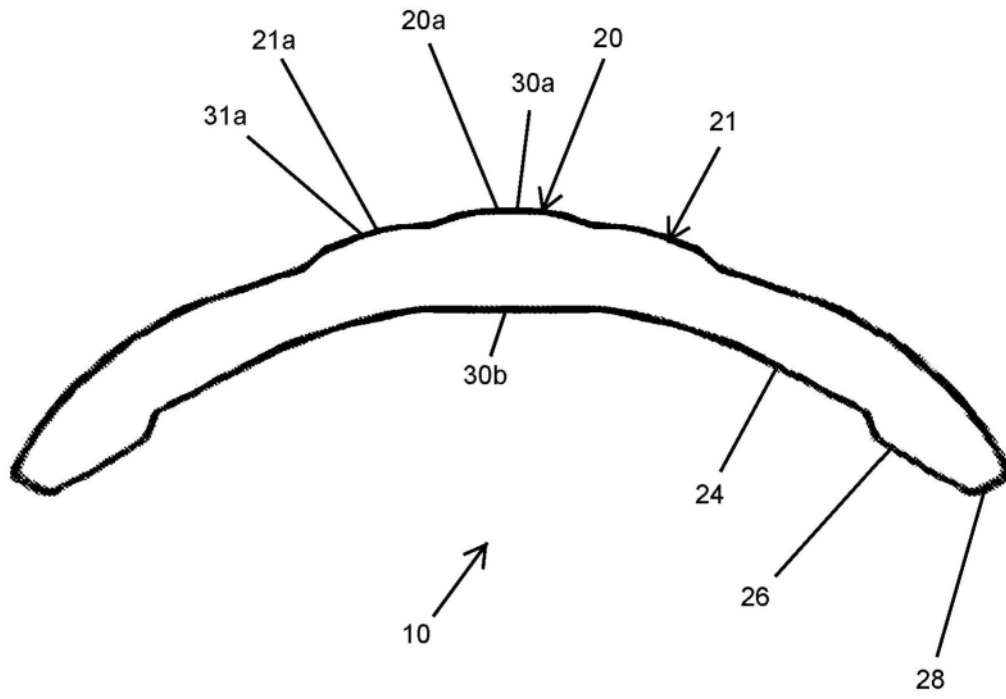


图3

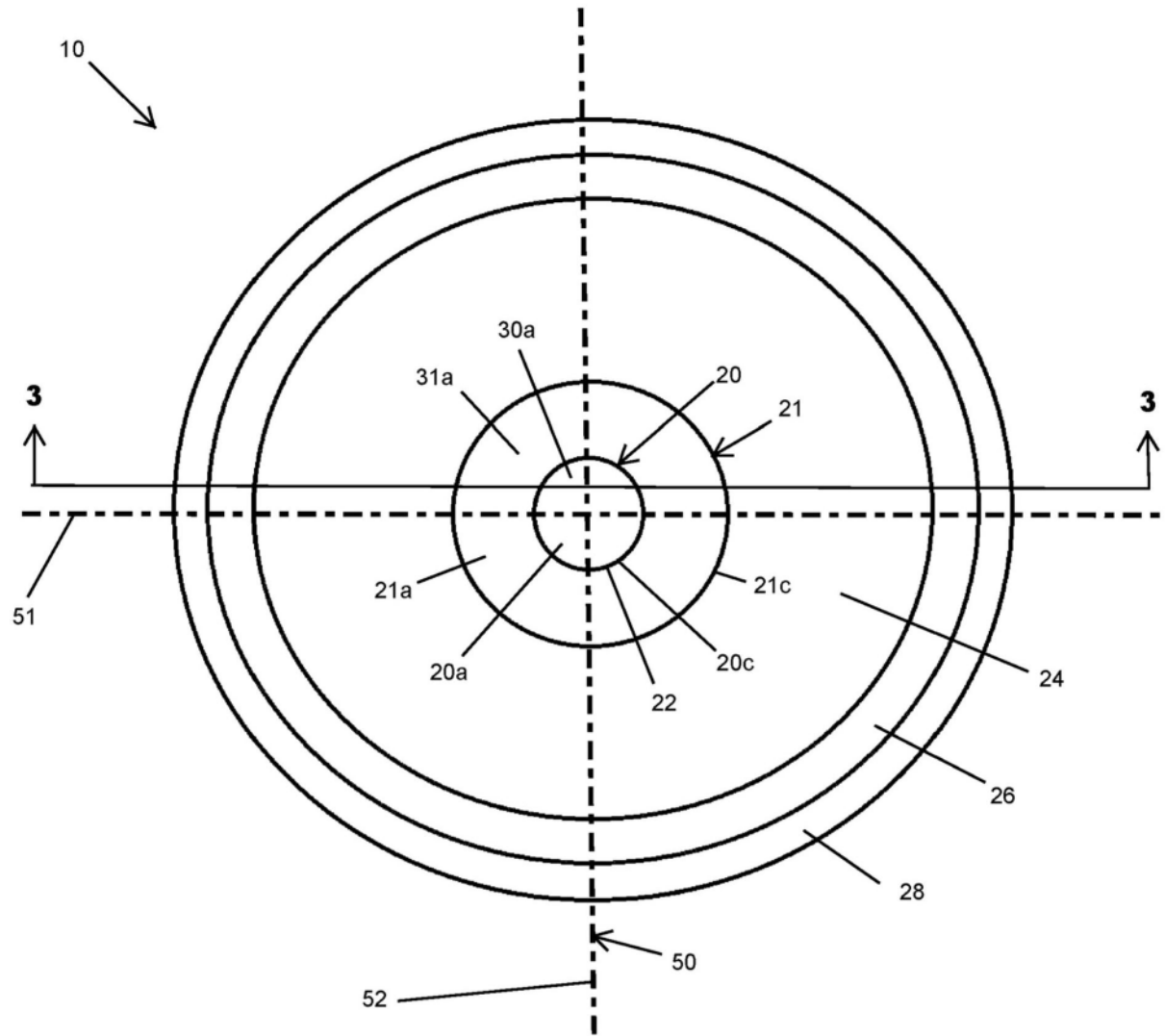


图4

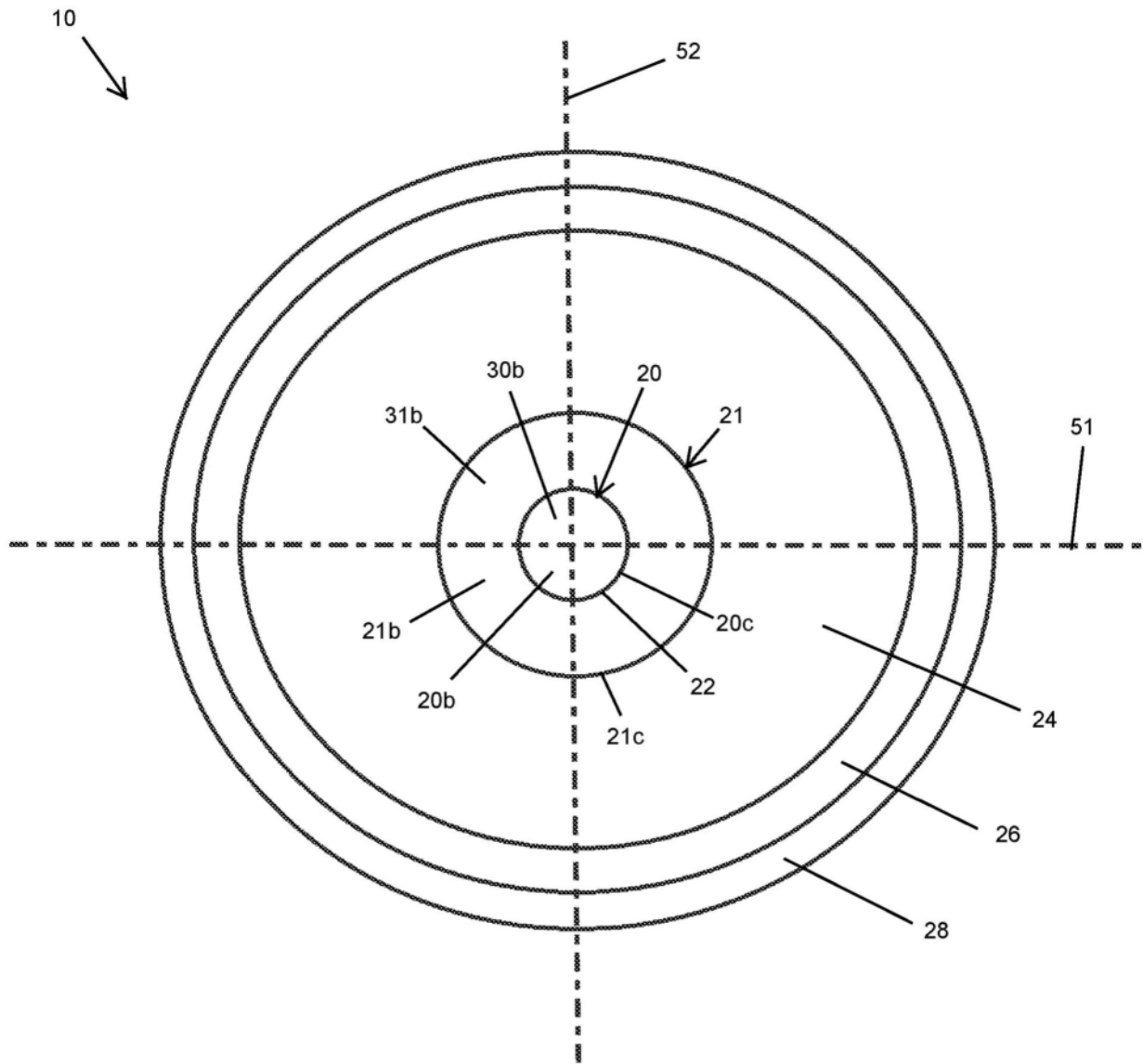


图5

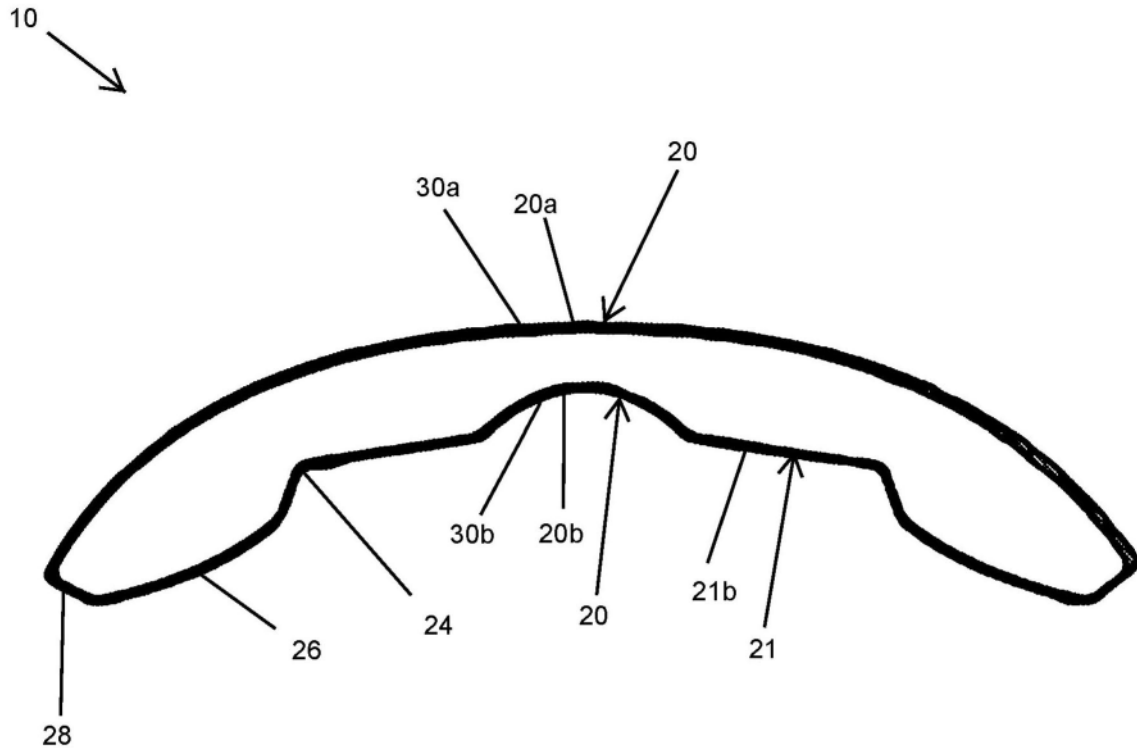


图6

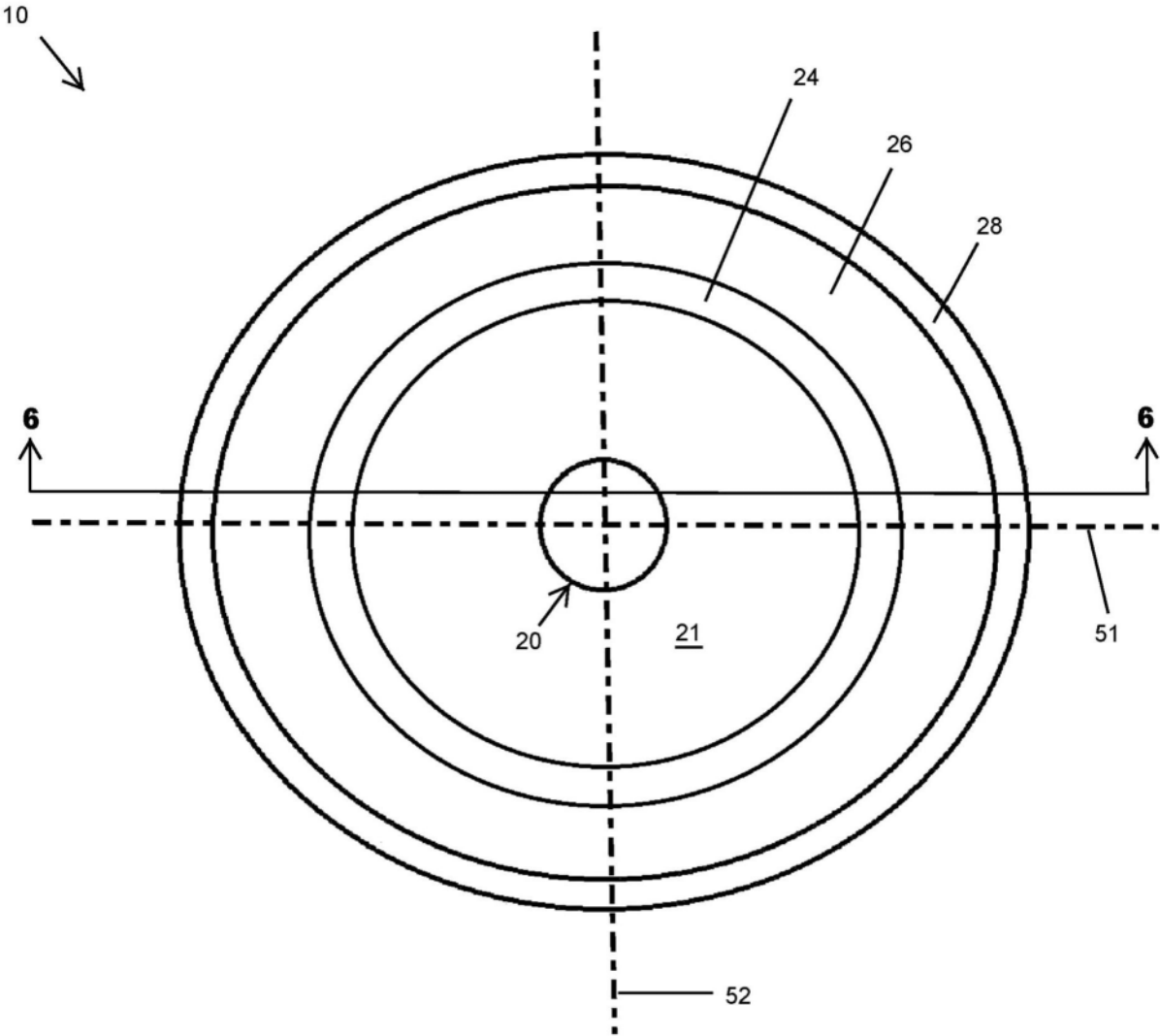


图7

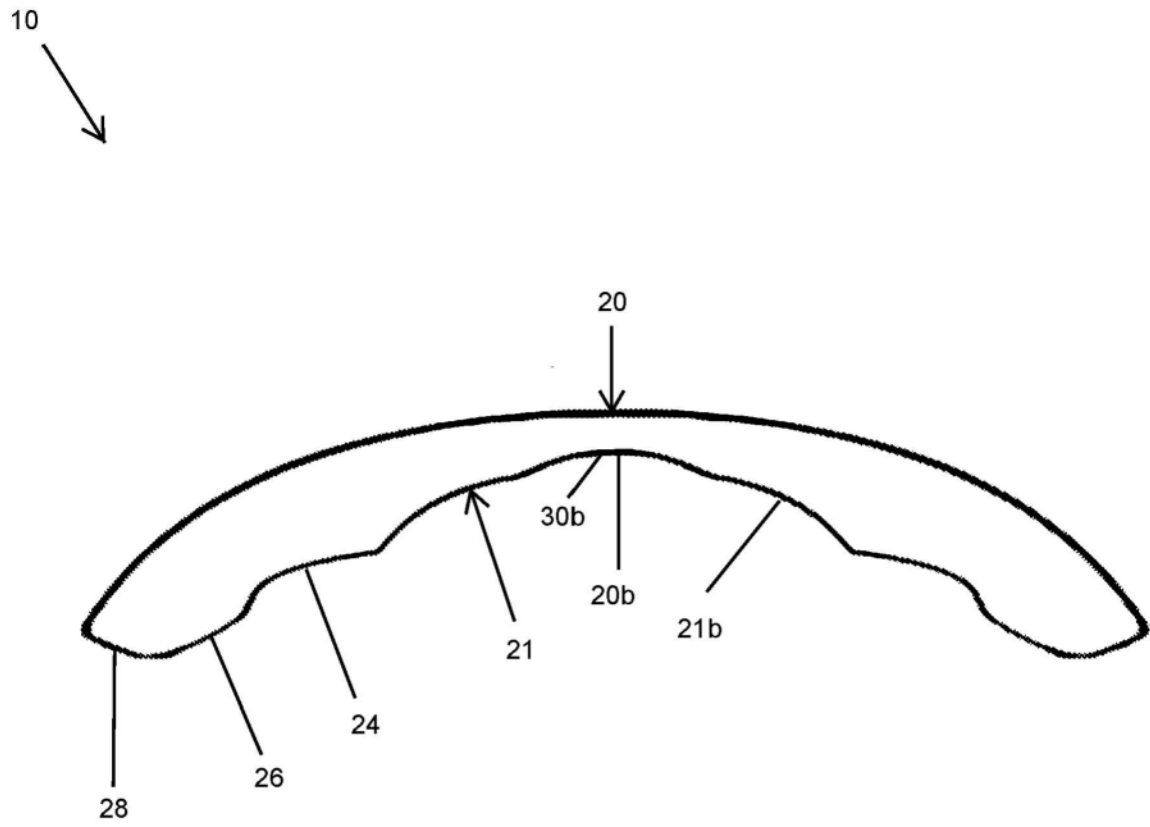


图8

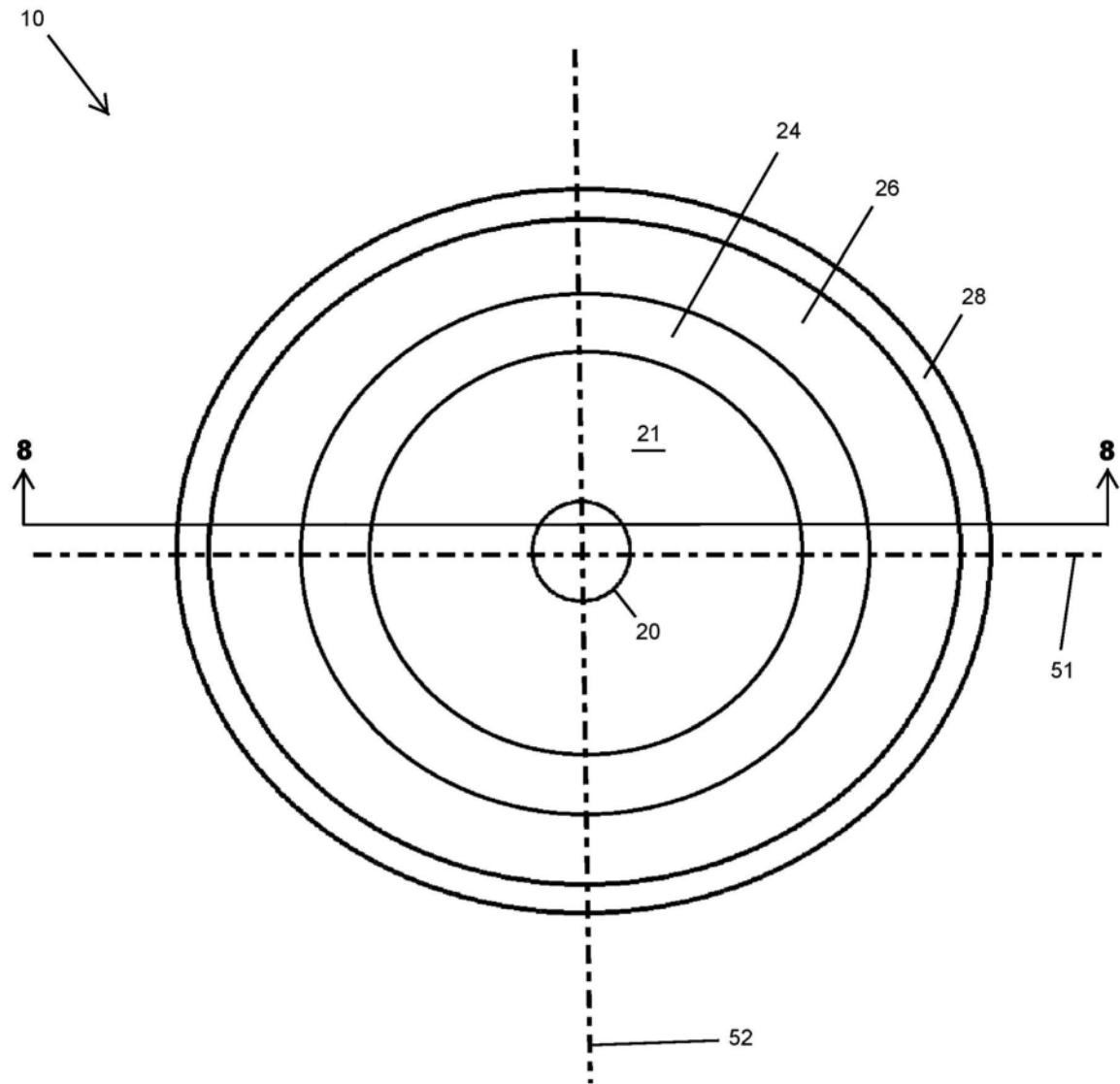


图9

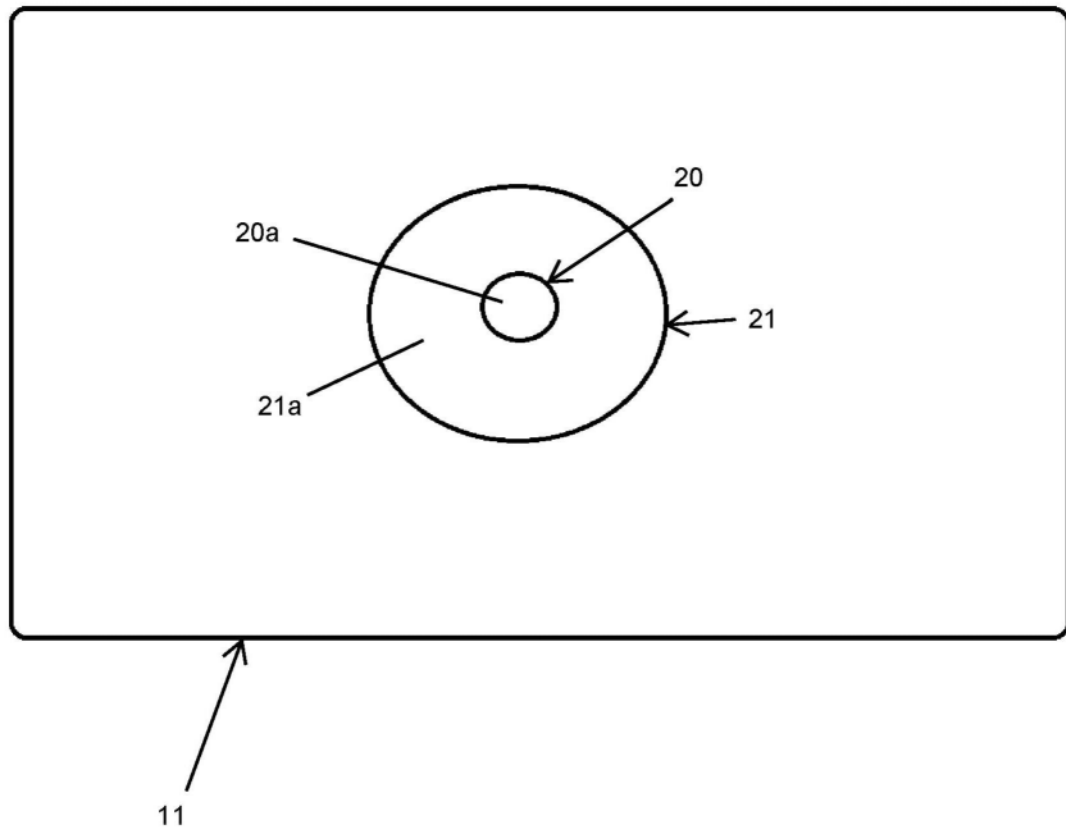


图10

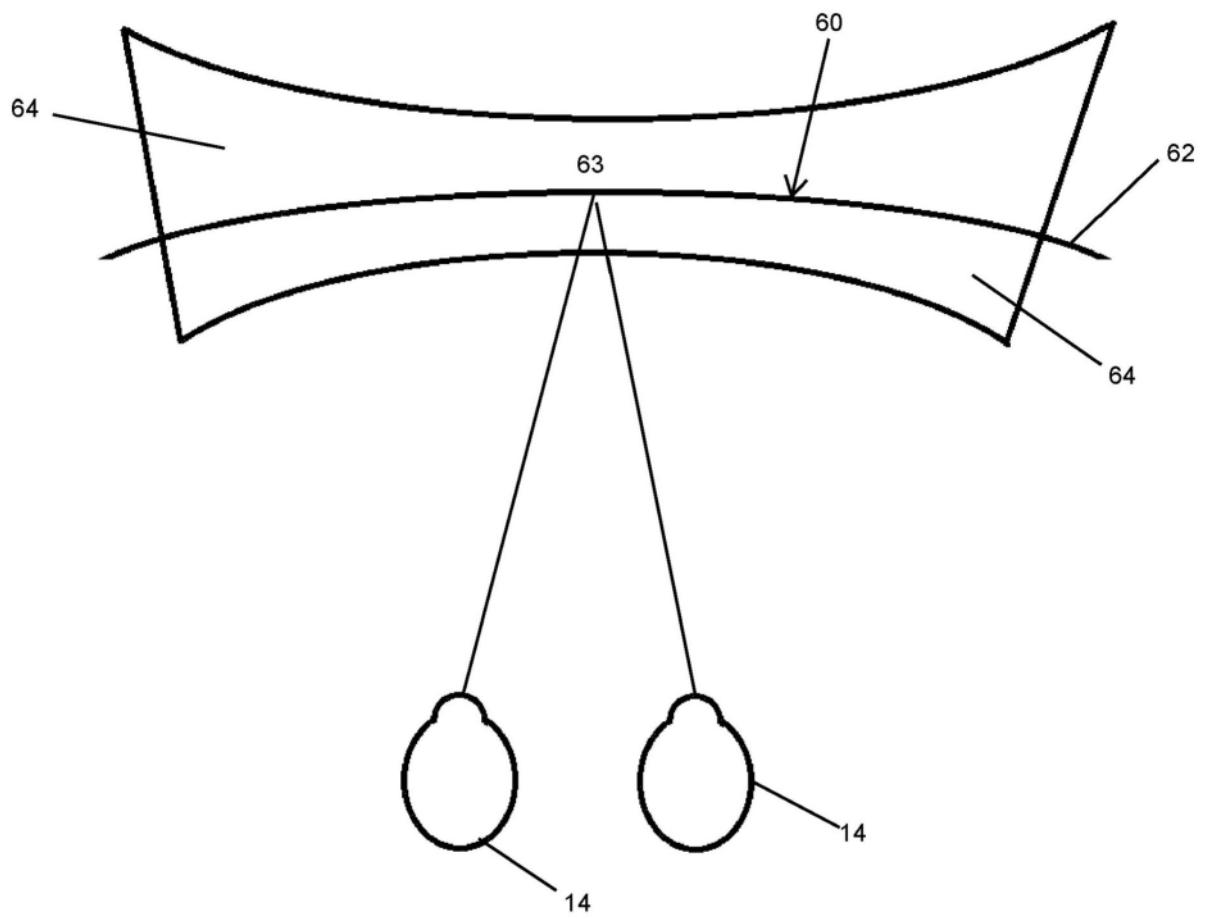


图11