



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103429140 B

(45)授权公告日 2017.06.23

(21)申请号 201280013914.0

(22)申请日 2012.03.15

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103429140 A

(43)申请公布日 2013.12.04

(30)优先权数据
61/453,860 2011.03.17 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2013.09.17

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2012/054586 2012.03.15

(87)PCT国际申请的公布数据
W02012/123549 EN 2012.09.20

(73)专利权人 卡尔蔡司医疗技术股份公司
地址 德国耶拿

(72)发明人 约兰·安德斯·约翰松
马修·J·埃弗里特
克里斯托弗·J·R·V·巴克尔

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限
责任公司 11240

代理人 余刚 李静

(51)Int.Cl.
A61B 3/024(2006.01)

审查员 王歆媛

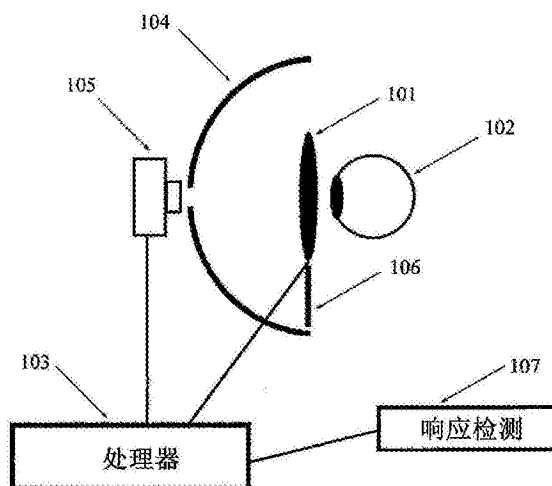
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54)发明名称

在视野测试中用于屈光矫正的系统和方法

(57)摘要

提出了用于在视野测试装置中提供可变屈光矫正的系统和方法。可变屈光矫正的一个实施方式包括两个以上的对准的透射板,这些透射板布置为通过板相对于彼此的平移或旋转而产生屈光力的变化。描述了用于提供可变屈光矫正的几个替代设计。屈光矫正可基于知晓特定患者的屈光不正手动地或自动地设置,并且球镜和柱镜屈光矫正是可能的。可使用额外的透镜系统来扩展屈光矫正的范围,以适应更大的患者人群。



1. 一种用于分析患者的视野的设备,所述设备包括:
显示表面;
视觉刺激系统,所述视觉刺激系统在所述显示表面上的多个位置处产生刺激;
响应检测系统,用于收集关于患者对视觉刺激的感知的数据;以及
能变屈光矫正光学器件,能操作地附设至所述设备,以用于矫正患者的屈光不正,
其中,所述设备还包括处理器,以用于分析测试结果,并且用于控制所述能变屈光矫正光学器件以进行自动调节。
2. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述能变屈光矫正光学器件包括液体透镜。
3. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述能变屈光矫正光学器件包括两个以上的对准的透射板,所述透射板布置为通过所述透射板相对于彼此的平移或旋转而产生屈光力的变化。
4. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述能变屈光矫正光学器件的屈光力基于患者的屈光不正被自动地调节。
5. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述能变屈光矫正光学器件提供从-10屈光度延伸到+10屈光度的屈光矫正的范围。
6. 根据权利要求1所述的设备,进一步包括一个或多个辅助透镜,以扩展屈光矫正的范围。
7. 根据权利要求6所述的设备,其中,与所述辅助透镜组合的所述能变屈光矫正光学器件提供从-20屈光度延伸到+20屈光度的屈光矫正的范围。
8. 根据权利要求6所述的设备,其中,所述辅助透镜提供球镜屈光矫正。
9. 根据权利要求6所述的设备,其中,所述辅助透镜提供柱镜屈光矫正。
10. 根据权利要求6所述的设备,进一步包括识别装置,以用于确定所述辅助透镜的存在和定向中的一者或两者。
11. 根据权利要求1所述的设备,进一步包括反馈系统,以确保已通过所述设备设置正确的屈光矫正。
12. 根据权利要求1所述的设备,进一步包括用于监测眼睛相对于所述能变屈光矫正光学器件的位置、以及在不移动所述设备本身的情况下机动地进行调节以相对于患者的眼睛重新定位所述能变屈光矫正光学器件的装置。
13. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述能变屈光矫正光学器件包括具有能调节的轴线的柱镜屈光光学器件。
14. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述能变屈光矫正光学器件包括两个柱镜屈光光学器件,每个柱镜屈光光学器件具有能调节的轴线。
15. 根据权利要求2所述的设备,其中,所述液体透镜的能变屈光力被机械地致动。
16. 一种用于测试患者的视野的设备,所述设备包括:
显示表面;
视觉刺激系统,所述视觉刺激系统在所述显示表面上的多个位置处产生刺激;
响应检测系统,用于收集关于患者对视觉刺激的感知的数据;以及
两个以上的透射板,能操作地附设至所述设备,并布置为通过所述透射板相对于彼此的平移或旋转而产生屈光力的变化,

其中,所述设备还包括处理器,以用于分析测试结果,并且用于控制所述透射板以进行自动调节。

17.根据权利要求16所述的设备,其中,所述屈光力基于患者的屈光不正被自动地调节。

18.根据权利要求16所述的设备,进一步包括一个或多个辅助透镜,以扩展屈光矫正的范围。

19.根据权利要求18所述的设备,其中,所述辅助透镜提供柱镜屈光矫正。

20.根据权利要求18所述的设备,其中,所述辅助透镜提供球镜屈光矫正。

21.根据权利要求18所述的设备,进一步包括识别装置,以用于确定所述辅助透镜的存在和定向中的一者或两者。

22.根据权利要求16所述的设备,进一步包括反馈系统,以确保已通过所述设备设置正确的屈光矫正。

23.根据权利要求16所述的设备,进一步包括用于监测眼睛相对于所述透射板的位置、以及在不移动所述设备本身的情况下机动地进行调节以相对于患者的眼睛重新定位所述透射板的装置。

在视野测试中用于屈光矫正的系统和方法

[0001] 优先权

[0002] 该申请要求2011年3月17日提交的美国临时申请序列No. 61/453,860的优先权,将其全部内容通过引证结合于此。

技术领域

[0003] 本发明的各种实施方式总体上涉及视野测试的领域。特别地,本发明针对一种在视野计或其他视野测试装置中矫正屈光不正(refractive error)的改进装置,以增加视野测试的可靠性,改进仪器的易用性,并改进患者舒适度。

背景技术

[0004] 为了在视野测试上获得可靠结果,矫正患者的屈光不正是重要的,因为屈光模糊将减小对视野测量刺激的视觉灵敏度。现今,将屈光不正减小至1屈光度内是标准惯例,当用Goldmann尺寸II刺激(例如参见Anderson D.R等,Automated Static Perimetry(自动静态视野测量)第二版1999: Mosby公司)进行测试时,这将产生小于1分贝的视力下降。使用一组标准眼科试验透镜是一种通常使用的矫正患者的屈光不正的方法。在患者的先前确定的屈光值的基础上,视野测量操作员选择透镜并将透镜插入患者的视线中。所有患者中的大部分由于近视、远视或老花眼而需要这种矫正。虽然在大多数临床环境中可用一组试验透镜,但是它们提供了一种麻烦且耗时的在视野测试过程中减少屈光模糊的方法。

[0005] 还存在许多与试验透镜相关的导致视野测试的可靠性降低的负面效果。缺乏经验的临床医生会将试验透镜“边缘伪像”(其中,试验镜框挡住视野的一部分)误认为是实际视野损失。在选择正确的试验透镜时的错误会导致视野的普遍降低。此外,使用试验透镜通常会减小患者的舒适度,并会明显减慢办公环境中的整个工作流程。

[0006] 因此,该发明的总体目的是提供这样一种方法和设备:其改进视野测试的可靠性,改进患者舒适度,并减少与使用试验透镜相关的误差和可能的错误。此外,该发明将改进诊所的工作流程和处理能力。

[0007] 概要

[0008] 本发明包括一种用于矫正患者的屈光不正的系统,并且该系统与测量患者对患者的视野中存在的刺激的响应的设备(例如视野计)一起使用。该系统包括与视野计系统一起使用的可变屈光矫正光学器件。透镜装置的屈光力(refractive power)可以这样的方式调节,即,矫正患者的屈光不正并在患者的视野的测试区域内向患者提供视觉刺激的清晰图像。

[0009] 此外,本发明包括一种从仪器、仪器操作员获得或者自动地从EMR或其他患者数据库获得或重获患者的屈光状态的方法。该方法还包括计算患者的屈光不正的装置、计算抵消所述屈光不正所需的屈光力的装置、以及将透镜装置自动地调节至所需的屈光力的装置。

[0010] 附图的简述

[0011] 图1示出了本发明的一个实施方式的框图。

[0012] 图2显示了使用包含各种屈光力的试验透镜的可旋转轮的可变屈光矫正的一个实施方式。

[0013] 图3示出了可在本发明的一个实施方式中使用的液体透镜。

[0014] 图4示出了可在本发明的一个实施方式中使用的阿尔瓦雷茨透镜系统。

[0015] 详述

[0016] 如上所述,对于在视野测试过程中矫正患者的屈光不正来说,使用一组试验透镜具有明显的缺点。本文中描述的发明包括一种与视野测试仪器一起使用的用于矫正患者的屈光不正的系统。一个这种视野测试仪器的实例是由卡尔蔡司公司(都柏林,CA)出售并在美国专利No.5,323,194中描述的HFA,将该专利通过引证结合于此。HFA是视野测试的最高标准,并由光图案可投射在其上的半球形“碗状物”组成。在患者凝视一个位置的同时,分析患者对一定范围的位置上的这些测试刺激的感知。还可对其他类型的视野计(例如直接投影视野计、或其他能够测量视野或视觉功能的装置)应用可变屈光矫正系统。

[0017] 在一个优选实施方式中,可变屈光矫正光学器件以固定或可去除的方式附设至视野计的前部,但是其也可构建在视野计本身内。在任一种情况中,当不测试视野的中心区域时,可去除提供可变屈光矫正的透镜装置,以允许在视野的其他区域中进行测试。从最基本的含义来说,本发明包含具有与如图1所示的视野测试装置组合的改变其屈光力的装置的透镜装置。该仪器包括:用于投射视野测试图像的显示表面或装置,在此情况中是碗状物104;用于收集与眼睛的位置和注视相关的信息(例如顶点位置、瞳孔位置和注视方向)的照相机105;通过支架106附设至视野计、定位在患者102的眼睛和视野计之间的可变屈光矫正光学器件101;以及用于测量患者对各种刺激的感知的响应检测系统107。处理器103与该装置连接,以用于分析测试结果,在自动地调节的情况中控制可变屈光矫正光学器件,并在其他功能中与照相机连接。显示装置可以是弯曲的或平的,并且可在任何数量的设备中显示刺激,包括光源(LED、OLED等等)的向前投影、向后投影或直接照明。响应检测系统可尤其是由患者按压的按钮或者用于记录患者的听得见的响应的装置。

[0018] 可设想可变屈光矫正光学器件的多种不同实施方式。下面我们描述三个实施方式。对于本领域的技术人员来说,设想将落在本发明的范围内的其他实施方式将是显而易见的。

[0019] 可调节的试验透镜组

[0020] 在本发明的一个实施方式中,可变屈光矫正光学器件可通过以容易调节的方式(例如,旋转轮或多个轮,其可容易地结合在视野测试仪器中)组合一组或多组试验透镜来实现。为了以足够细的调节步长来实现足够宽的屈光矫正的范围,两个以上的透镜轮是优选的。通过将安装在一个轮式设备201中的所选的一组试验透镜中的一个透镜204与安装在第二轮式设备202(如在图2中在患者203的眼睛前面示意性地示出的)上的第二组试验透镜中的第二透镜(未示出)组合,可获得大量的屈光力。例如,如果每个轮具有六个透镜,那么36个不同的值是可能的。如果轮1具有值:-1.5,-1,-0.5,0,+0.5,+1D,且轮2具有-9,-6,-3,0,+3,+6D,那么可实现以0.5D为步长的从-10.5D至+7的值。此实例包括不同的两组透镜,但是可容易地扩展至更多组透镜。以此方式组合透镜元件以覆盖大屈光力范围的另一优点是,这种装置在轴向方向上占据非常小的空间。

[0021] 这组试验透镜可安装在注射成型的塑料轮中,该塑料轮容纳透镜、轴承、以及齿轮或用于使轮旋转的类似机构。通过使透镜进一步远离旋转中心而移动,可减少面部特征和透镜系统之间的碰触。或者,试验透镜可设置在带子上,以使未使用的透镜进一步远离患者而移动。本领域的技术人员能容易地想到其他实施方式。透镜可手动地、或通过电机205旋转到位,以向患者提供自动屈光矫正。

[0022] 使用所安装的以可调节方式构造的多组试验透镜的此方法明显不同于在美国专利No.5,024,519中描述的,其中,一个透镜沿着光轴平移,以补偿屈光不正。

[0023] 液体透镜(Liquid lens)

[0024] 在图3所示的透镜系统的第二实施方式中,利用液体透镜提供可变屈光矫正。典型地,液体透镜包括封装一定体积的具有特定屈光率的液体303的一个或两个透明且柔性的膜301,302。在该文献中已描述了多种液体透镜。已证实达到25-50屈光度的可连续调节的正或负屈光力[例如参见<http://www.holochip.com>以及Ren等,“Variable-focus liquid lens by changing aperture(通过改变孔径的可变焦距液体透镜)”,应用物理学报86:21107,2005,将其通过引证结合于此]。致动器改变液体的体积分布,以调节透镜的屈光力,如在分别形成凸透镜和凹透镜的图3(b)和图3(c)中用图片示出的。在此情况中,对透镜的边缘施加或释放压力,如用箭头304和305表示的。体积改变可通过仪器、通过调节环形密封环的半径、或通过挤压或释放透镜的边缘、或其他改变透镜的轮廓或液体的体积的方法手动地或自动地实现。用于视野测量的液体透镜将典型地具有36mm的通光孔径,以确保可在 $\pm 30^\circ$ 的视野内对患者进行测试。该范围典型地将-10到+10屈光度,但是可以是例如用透镜弥补,以针对高度近视或远视人群。液体透镜还可用来提供柱镜矫正。

[0025] 阿尔瓦雷茨透镜

[0026] 在可变透镜系统的第三实施方式中,不同形状的两个以上的透射板垂直于光轴平移或围绕轴线旋转,以产生屈光力的变化。这种系统的一个实例是阿尔瓦雷茨透镜系统。由Luis W.Alvarez在20世纪60年代发明的(参见美国专利No.3,305,294,将其通过引证结合于此)且在图4中示出的此透镜系统包括两个透射板401,402,其中,每个板具有平面和成形为特定的二维多边形形状的表面。两个板相对于彼此的平行平移产生屈光力的变化,例如,球镜和/或柱镜,如图4(a)和图4(b)所示。本领域的技术人员将知晓透镜系统的多种实施方式,其体现使透射板相对于彼此移动或旋转以产生球镜和柱镜度数的变化的一般原理。作为平滑的屈光面的代替或增加,透射板也可具有衍射或菲涅耳表面。

[0027] 直到最近,制造阿尔瓦雷茨类型的透镜都是困难且昂贵的,但是透镜设计和注射成型技术的最近发展已解决了大多数问题。使用自动地调节的阿尔瓦雷茨类型的透镜以在视野测量测试过程中矫正屈光不正将是有利的。用小的机动平移台(使一个透射板相对于另一个移动)容易地调节透镜的屈光力。如果板在与上述方向正交的方向上移动,那么它们可产生可变柱镜。可使用一对这种可变柱镜(彼此成90度设置)来提供矫正患者的散光所需的柱镜度数和角度。因此,可通过一对电机(每个使一个透射板相对于另一个在两个正交的轴上移动)自动地提供患者的散光矫正。

[0028] 其他的在视野测量系统内提供可变屈光矫正的技术可包括使用基于液晶、铁磁流体、全息图或电润湿的透镜(例如参见Cheng,H.-C.等,“Adaptive mechanical-wetting lens actuated by ferrofluids(由铁磁流体驱动适应性机械润湿透镜)”,光通信,284

(8):2118-21212011以及美国专利公开No.2004/0021919)。

[0029] 扩展屈光不正矫正的范围

[0030] 对于非常大的一部分视野测量患者人群来说,许多上述实施方式将自动地矫正屈光不正。然而,扩展屈光矫正的范围以覆盖几乎所有患者将是有利的。这可通过增加静态辅助透镜以弥补可变屈光矫正光学器件的度数(例如,通过对 ± 10 的液体透镜增加 $-10D$ 或 $+10D$,总范围可以是 $-20D$ 至 $+20D$,步长尺寸小于 $0.25D$)的半自动方法来实现。用步长为 $0.25D$ 的不连续的试验透镜覆盖相同的范围将需要160个透镜,而本创新仅需要该可变屈光矫正光学器件和两个额外的透镜。

[0031] 此外,小部分的视野测量患者除了球镜(spherical,球面)矫正以外还需要柱镜(cylindrical,圆柱)屈光矫正,其也可通过辅助透镜而增加至可变透镜系统。因此,对几乎所有视野测量患者来说,将可变透镜系统与5-8个附加透镜组合以提供额外的球镜和柱镜度数,可矫正屈光不正。这比使用数百个不连续的试验透镜以对患者进行屈光矫正的现有系统有利得多并且节省成本。

[0032] 可通过机械或磁装置将辅助透镜附设至可变屈光矫正光学器件,以允许将其快速地定位、替换或从可变屈光矫正光学器件去除。如上所述,在选择试验透镜时有时会产生错误,尽管本创新将明显减少试验透镜的数量和选择错误透镜的可能性,但是自动地识别除了可变透镜以外已选择并放置了哪个透镜和透镜度数以及如果已选择了错误的透镜则通知操作员将是有利的。因此,辅助透镜优选地将装配有这样的装置:当将其通过例如机械的、磁的、电的、光的或本领域的技术人员已知的其他装置放置在其支架中时,可对视野测量系统识别其自己。例如,照相机(例如在目前的HFA视野计中用于视线跟踪的IR照相机(图1中的参考标记105,并在美国专利No.5,220,361和No.5,491,757中描述,将这些专利通过引证结合于此))可通过图像处理来识别设置在辅助透镜或其边缘上的标记,并确定已放置了哪些透镜以及对于正在进行视野测量测试的特定患者其是否是合适的透镜。如果在实际的透镜表面上,那么标记将典型地仅被照相机看到,并对可见光将是透明的,从而不会通过遮挡视野而影响患者的视野测试。此外,不仅可通过透镜或其边缘上的标记来识别透镜的类型和度数,但是如果辅助柱镜已以与所选患者的屈光不正相对应的正确的角定向来放置,那么用所述标记来识别也将是有利的。柱镜的角度可使用边缘上的其他看得见的标记来手动地设置、或可使用来自照相机提供的标记的反馈手动地设置,或者该角度可通过电机、使用来自角度测量装置或来自标记的反馈自动地调节。

[0033] 另一种产生可变度数柱镜的方法是使用斯托克斯单元(Stokes cell)。其包括两个相等且相反度数的柱镜。当将一个放置在另一个上面(其柱轴线平行)时,它们将抵消,并且透镜将没有柱镜度数。当使一个透镜相对于另一个旋转使得其柱轴线成 90° 时,它们将在两个轴线之间的轴线中间处产生最大柱镜度数。这样,矫正散光所需的透镜的数量可减少至两个。使用看得见的标记,可通过使透镜相对于彼此旋转到仪器外来预置透镜的度数,然后可对球镜或试验透镜支架应用透镜,使用看得见的标记来限定矫正轴线。在另一实施方式中,将透镜预先附设至球镜或试验透镜支架,并且使用来自照相机的反馈使其旋转。在此情况中,用仪器计算每个透镜的位置,并且操作员仅必须根据屏幕上提供的反馈来旋转每个透镜。如果在此过程中无法方便地看到屏幕,那么可提供其他反馈,以第二辅助屏幕的形式、投射在碗状物上的信息或者指令形式的听得见的信息、可变频率、可变幅值、或本领

域的技术人员熟悉的任何其他方式。在另一实施方式中,使用来自照相机的反馈使两个透镜移动,以提供每个透镜的矫正角,从而满足计算出的透镜位置。可分别使每个透镜移动,或者可使用一个电机来使两个透镜移动。

[0034] 在所有情况中,可使用来自标记的信息来确保患者具有适当的球镜、柱镜和轴线屈光矫正。任何根据预定的公差带不正确的或不正确地定位的透镜将对操作员产生警报。在手动屈光装置的情况中该警报向操作员提示误差,或者在自动装置的情况中该警报向操作员提示系统故障。

[0035] 在本发明的另一实施方式中,两个以上的上述可变屈光矫正光学系统可组合,以扩展屈光矫正的范围或精度,例如,阿尔瓦雷茨透镜可与放置在透镜轮或带子上的一组试验透镜组合,以覆盖更宽范围的屈光力。本领域的技术人员可容易地将任何上述系统组合,以扩展屈光力范围和/或增加屈光力分辨率。

[0036] 屈光不正数据处理

[0037] 现今,在一个或多个患者数据库中存有大多数患者的屈光状态,并典型地包括屈光不正的球镜和柱镜部分、以及对于患者的两只眼睛的柱镜部分的角定向。使用本领域的技术人员已知的自动屈光技术来使视野测量系统自动地测量待测试的患者的屈光不正,或者通过网络或其他方式从患者数据库或记录系统重获屈光不正,将是有利的。或者,如果患者记录只能提供纸件,那么操作员可手动地向视野计提供屈光不正值。通过知晓患者的屈光状态,仪器然后可计算向患者提供视野测量刺激的充分聚焦的视野所需的球镜的球镜等价度数。系统可使用致动器(例如,电动机)来调节透镜系统以使其达到正确的度数。将希望使用反馈系统来确保自动球镜具有正确的度数并保持校准。如果仪器发现患者的屈光不正可在可变屈光矫正光学器件的范围之外,那么仪器可通知操作员为系统增加额外的特定度数的屈光透镜,以达到所需的总度数。这还可包括为系统增加柱镜度数。上述过程将节省相当大量的时间,并减小与为患者准备视野测试相关的误差的风险。

[0038] 如果通过自动屈光测量或患者记录或数据库无法得知患者的屈光状态,那么使视野测量仪器使用可变屈光矫正光学器件来确定患者的屈光不正也会是非常有利的。例如,可在视野测量碗状物内投射视敏度的视力表,并且可由视野计或操作员调节用于可变屈光不正矫正的透镜系统,直到患者可清楚地看到视力表为止。对于本领域的技术人员来说,使用其他方法来找到患者的屈光不正将是显而易见的,例如,通过检测从患者的视网膜反射走的光,并用可变屈光矫正光学器件执行调零操作。

[0039] 相对于患者的透镜对准

[0040] 本发明的另一方面是使可变屈光矫正物理地与患者成一直线地移动并与整个仪器分开的能力。如上所述,几种眼科仪器(例如,视野计和综合屈光检查仪)在检查过程中使用试验透镜来进行屈光矫正。将试验透镜静态地安装至仪器的问题在于,患者的头部在测试过程中会移开,导致眼睛移动到透镜的通光孔径之外,或者离透镜更远。这导致错误的测试结果,并且对于长时间测试来说特别有问题。一种避免此现象的方式是,确保眼睛总是相对于试验透镜适当地定位。这已通过基于来自瞳孔跟踪仪的引导移动患者的头部或通过移动整个仪器以保持对准来实现。这两种方法都是有问题的。如果移动患者的头部,那么该移动必须缓慢,否则在测试过程中会存在干扰患者的专注度的风险。此外,患者通常不能跟随腮托/头架的移动或不能在不同的方向上移动。移动整个仪器以保持对准由于仪器重量而

通常是昂贵且困难的。

[0041] 在此,我们建议检测相对于透镜系统的患者的眼睛位置,如果由于头部运动而存在任何明显的偏离,那么仅移动透镜系统,以重新定位在眼睛位置上。可通过分析由图1所示的照相机105收集的瞳孔的图像来提供相对于透镜系统的眼睛位置。为此目的,还可在装置内提供额外的照相机,并且使用该照相机来收集相对于不同的面部特征的瞳孔图像或光学器件的图像。其他的提供眼睛相对于透镜的位置信息的方式可包括在确保使患者的眼睛与透镜对准的同时,使用照相机或一些位置跟踪来测量可变屈光矫正光学器件的位置。可通过与光学器件支架106连接的电机基于由处理器103发送的信息和控制命令来移动可变屈光矫正光学器件101相对于患者的位置。本发明的此方面可应用于可变屈光透镜系统、或通常应用于任何与视野测试仪一起使用的试验透镜。与整个仪器无关地移动透镜系统具有几个明显的优点。试验透镜及其支架具有非常小的惯性,因此可快速移动,并具有高精度,患者不会被移动的头架/腮托干扰,可充分专注于测试上,并且该系统不取决于与尝试跟随头架/腮托的运动的患者。

[0042] 虽然本文中已示出并详细描述了包含本发明的教导的多种实施方式,但是本领域的技术人员能容易地设计许多其他不同的仍包含这些教导的实施方式。

[0043] 将以下参考文献通过引证结合于此:

[0044] 美国专利文献

[0045] 3,305,294

[0046] 5,024,519

[0047] 5,104,214

[0048] 5,138,494

[0049] 5,220,361

[0050] 5,323,194

[0051] 5,491,757

[0052] 5,668,620

[0053] 5,956,183

[0054] 6,040,947

[0055] 6,053,610

[0056] 6,069,742

[0057] 6,369,954

[0058] 6,618,208

[0059] 7,008,054

[0060] 7,393,099

[0061] 7,423,811

[0062] 7,553,020

[0063] 7,594,726

[0064] 7,768,712

[0065] 7,789,013

[0066] 7,826,146

- [0067] 7,841,715
- [0068] 公开No.2004/0021919
- [0069] 公开No.2006/0077562
- [0070] 公开No.2006/0250699
- [0071] 公开No.2008/0007689
- [0072] 公开No.2008/0008600
- [0073] 公开No.2009/0213471
- [0074] 公开No.2010/0045930
- [0075] 公开No.2010/0053543
- [0076] 非专利参考文献
- [0077] <http://www.holochip.com>
- [0078] Anderson D.R等,Automated Static Perimetry(自动静态视野测量)第二版,1999: Mosby公司。
- [0079] Asatryan.K等,“Optical lens with electrically variable focus using an optically hidden dielectric structure(使用光隐藏介电结构的具有电可变频距的光学透镜)”,光学快讯,18(13):13981-139922010。
- [0080] Barbero.S,“The Alvarez and Lohman refractive lenses(阿尔瓦雷茨和洛曼屈光透镜)修订版”,光学快讯,17(11):9376-93902009。
- [0081] Barton.I.M等,“Diffractive Alvarez lens(衍射阿尔瓦雷茨透镜)”,光学学报25(1):1-32000。
- [0082] Cheng.H-C等,“Adaptive mechanical-wetting lens actuated by ferrofluids(由铁磁流体驱动适应性机械润湿透镜)”,光通信,284(8):2118-21212011。
- [0083] Douali M.G等,“Self-optimized vision correction with adaptive spectacle lenses in developing countries(用发展中国家的适应性眼透镜进行自优化视野矫正)”,眼科生理光学,24:234-2412004。
- [0084] Hongbin.Y等,“Optofluidic variable aperture(光流体可变孔径)”,光学学报,33(6):548-5502008。
- [0085] Marks.R等,“Adjustable fluidic lenses for ophthalmic corrections(用于眼科矫正的可调节流体透镜)”,光学学报,34(4):515-5172009。
- [0086] Marks.R等,“Astigmatism and defocus wavefront correction via Zernike modes produced with fluidic lenses(经由用流体透镜产生的泽尔尼克模式的散光和散焦波前矫正)”,应用光学,48(19):3580-35872009。
- [0087] Marks.R等,“Adjustable adaptive compact fluidic phoropter with no mechanical translation of lenses(透镜无机械平移的可调节适应性小型流体综合屈光检查仪)”,光学学报,35(5):739-7412010。
- [0088] Murali.S等,“Three-dimensional adaptive microscopy using embedded liquid lens(使用嵌入式液体透镜的三维适应性显微镜检查)”,光学学报,34(2):145-1472009。
- [0089] Ren等,“Tunable-focus liquid lens controlled using a servo motor(使用

伺服电机控制的可调焦距液体透镜)”,光学快讯,14(18):8031-80362006。

[0090] Ren等,“Variable-focus liquid lens by changing aperture(通过改变孔径的可变焦距液体透镜)”,应用物理学报,86:211072005。

[0091] Son.H.M等,“Tunable-focus liquid lens system controlled by antagonistic winding-type SMA actuator(通过反向绕组类型的SMA致动器控制的可调焦距液体透镜系统)”,光学快讯,17(16):14339-143502009。

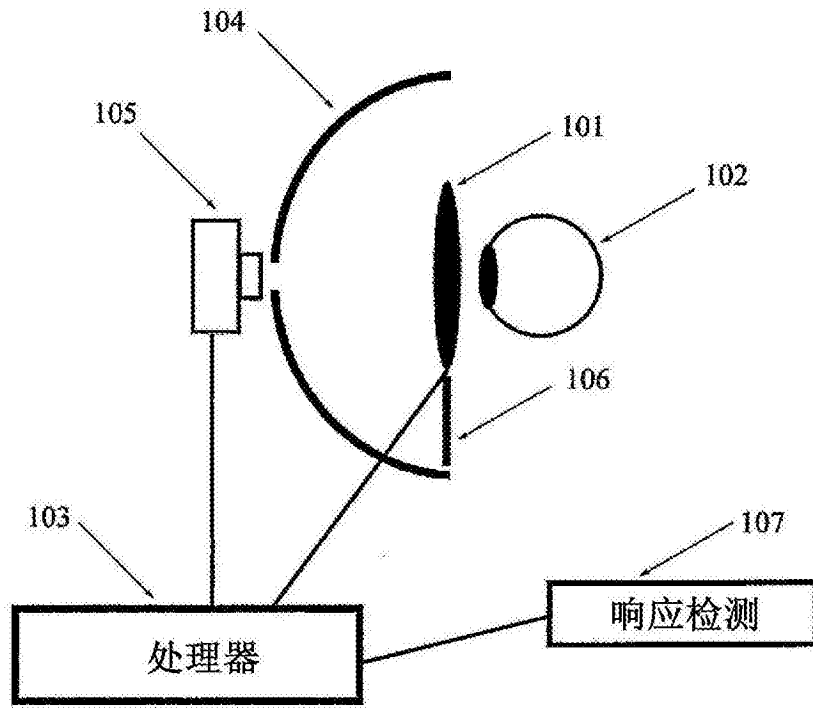


图1

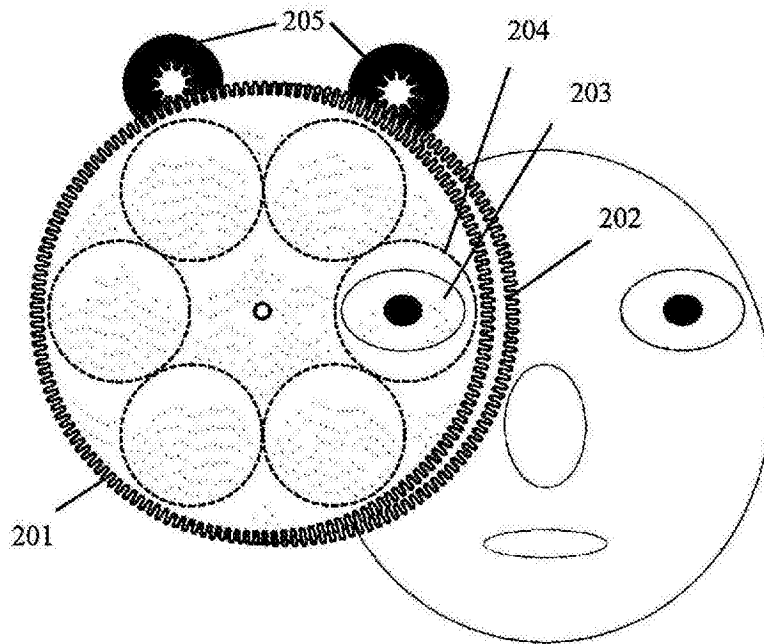


图2

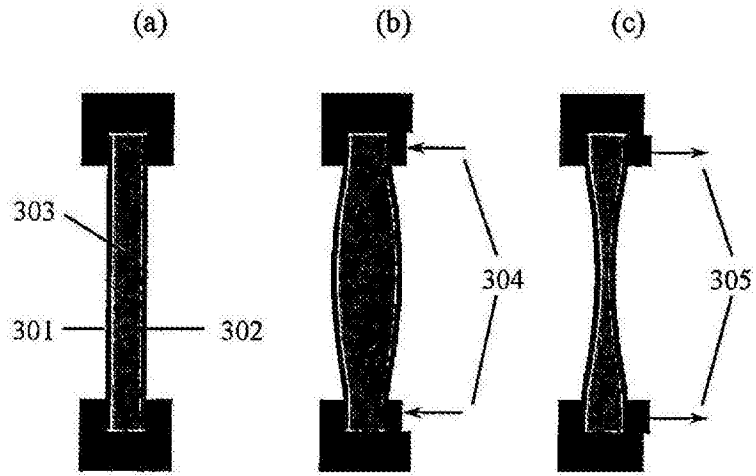


图3

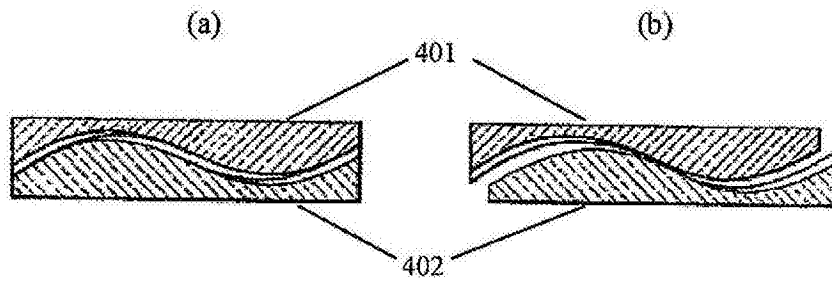


图4