



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114114689 B

(45) 授权公告日 2025. 04. 01

(21) 申请号 202111361987.6

(22) 申请日 2015.04.21

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114114689 A

(43) 申请公布日 2022.03.01

(30) 优先权数据
232197 2014.04.23 IL

(62) 分案原申请数据
201580028030.6 2015.04.21

(73) 专利权人 鲁姆斯有限公司
地址 以色列耐斯兹敖那

(72) 发明人 Y·阿米泰

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

专利代理师 王伟楠 姜婷

(51) Int.Cl.
G02B 27/01 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 101542356 A, 2009.09.23

审查员 王永强

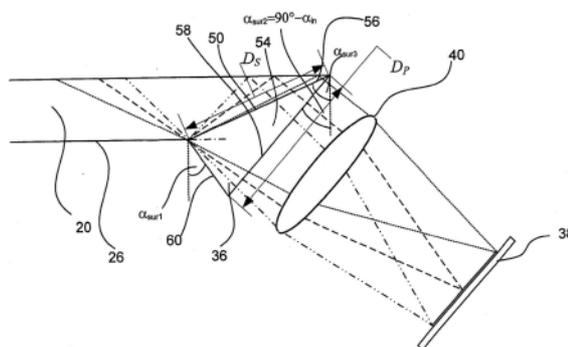
权利要求书2页 说明书8页 附图12页

(54) 发明名称

紧凑的头戴显示系统

(57) 摘要

本申请涉及紧凑的头戴显示系统。提供了一种光学系统,包括:具有至少两个主表面(26)和边缘的光传输基底(20);具有至少第一(58)、第二(56)和第三(60)表面的光学棱镜(54),用于将具有给定视场的光波通过全内反射耦合入基底中;至少一个位于基底中的部分反射表面,该部分反射表面被相对于基底的主表面不平行地取向,用于将光波从该基底耦合出来;基底的边缘(50)中的至少一个以相对于主表面的倾斜角倾斜;棱镜的第二表面定位为相邻于基底的倾斜边缘;和基底的紧挨着倾斜边缘定位的部分基本上是透明的,其中光波穿过棱镜的第一表面进入棱镜,在不经任何反射的情况下横穿棱镜,并且穿过倾斜边缘进入基底。



1. 一种光学系统,包括:
 光传输基底,具有至少两个平行的主表面和边缘;
 所述基底的所述边缘中的至少一个边缘相对于所述主表面以倾斜角倾斜,
 光学棱镜,具有至少第一表面、第二表面和第三表面,用于将具有给定视场的光波耦合入所述基底中,其中,所述第一表面和所述第二表面形成所述光学棱镜的窄部;
 光学布置,用于将光波从所述基底耦合出来;
 所述棱镜的第二表面定位为相邻于所述基底的倾斜边缘,并且
 其中,所述光学棱镜的窄部定位为相邻于所述倾斜边缘的窄部,以及
 所述光波穿过所述棱镜的第一表面进入所述棱镜,在不需要任何反射的情况下横穿所述棱镜,并且因此穿过所述倾斜边缘进入所述基底,
 其中,所述视场通过耦合入所述基底的所述光波相对于所述主表面的法线的最小角和最大角限定,

其中,所述基底的倾斜边缘与所述基底的主表面的法线之间的夹角大于或等于所述视场的最大角,并且所述棱镜的第三表面与所述基底的主表面的法线之间的夹角小于或等于所述视场的最小角,

其中,所述棱镜的与所述基底的倾斜边缘直接接触的第二表面的尺寸满足以下关系式:

$$D_s \geq \frac{d}{\cos(\alpha_{in} + \Delta\alpha)}$$

其中,所述基底中的图像的中间波和所述主表面的平面的法线之间的夹角为 α_{in} ,所述基底内的最大角视场与中间波视场的偏离被定义为 $\Delta\alpha$,并且d是所述基底的厚度,并且

其中,所述第一表面延伸超出所述基底的厚度。

2. 根据权利要求1所述的光学系统,其中,所述棱镜的第一表面与所述光波的中间波基本上正交。

3. 根据权利要求1所述的光学系统,其中,来自所述视场的耦合进入的光波基本上覆盖所述基底的整个主表面而不形成任何条纹或间隙。

4. 根据权利要求1所述的光学系统,还包括准直模块。

5. 根据权利要求4所述的光学系统,其中,所述准直模块由光波传输材料组成,具有至少一个光波入射表面、至少一个光波出射表面以及多个外表面。

6. 根据权利要求5所述的光学系统,其中,所述棱镜的第一表面定位为相邻于所述准直模块的出射表面。

7. 根据权利要求5所述的光学系统,其中,所述准直模块包括:

至少一个光波反射表面,由光学装置承载并位于所述外表面之一处;

至少一个延迟片,由所述光学装置承载并位于外表面的至少一部分上;

至少一个光波准直组件,覆盖所述延迟片中的至少一个的至少一部分,以及

至少一个光波偏振分束器,设置成与所述光波入射表面或所述光波出射表面中的至少一个成角度。

8. 根据权利要求4所述的光学系统,还包括显示光源。

9. 根据权利要求8所述的光学系统,其中,从显示源发出的光波被所述准直模块准直并

穿过所述棱镜耦合进入所述基底。

10. 根据权利要求1所述的光学系统,其中,所述棱镜的折射率与所述基底的折射率相似。

11. 根据权利要求1所述的光学系统,其中,所述棱镜的折射率不同于所述基底的折射率。

12. 根据权利要求1所述的光学系统,其中,所述棱镜的折射率与准直模块的折射率基本上不同。

13. 根据权利要求1所述的光学系统,其中,所述基底包括至少一个部分反射表面,并且所述光波通过所述至少一个部分反射表面从所述基底耦合出来,进入观看者的眼睛。

14. 根据权利要求13所述的光学系统,其中,所述观看者的眼睛位于所述基底的倾斜边缘的同侧。

15. 根据权利要求13所述的光学系统,其中,所述观看者的眼睛位于所述基底的倾斜边缘的相反侧。

16. 根据权利要求13所述的光学系统,其中,准直模块基本上延伸超出所述基底的两个主表面之外。

紧凑的头戴显示系统

[0001] 本申请为于2016年11月25日提交、申请号为201580028030.6、发明名称为“紧凑的头戴显示系统”的中国专利申请的分案申请。所述母案申请的国际申请日为2015年4月21日,国际申请号为PCT/IL2015/050422。

技术领域

[0002] 本发明涉及基底导光光学装置,尤其涉及包括由常见的光传输基底所承载的多个反射表面的装置(也被称作光导元件)。

[0003] 本发明可被实施以有利于大量的成像应用,诸如便携式DVD、移动电话、移动电视接收器、视频游戏、便携式媒体播放器或任何其他移动显示装置。

背景技术

[0004] 紧凑的光学元件的一个应用涉及头戴显示器(HMD),其中光学模块用作成像透镜和组合器,其中二维图像源被成像至无穷远,并且被反射进观看者的眼睛中。显示源可以是直接地或者是通过中继透镜、光纤束或类似设备的方式不直接地来源于空间光调制器(SLM),诸如阴极射线管(CRT)、液晶显示器(LCD)、有机发光二极管阵列(OLED)、扫描光源或类似的装置,。显示源包括通过准直透镜成像至无穷远,并且通过反射或部分反射的表面(用作用于非透视和透视应用的组合器)传输到观看者的眼睛里的元件(像素)阵列。通常,常见的自由空间光学模块被用于这些目的。随着系统的期望的视场(FOV)增加,然而,这种常见的光学模块变得更大、更重和更笨重,因此,即使对于中等性能的装置也是不现实的。这对于所有类型的显示器都是一个主要的缺点,尤其是在系统需要尽可能地轻和紧凑的头戴式应用中。

[0005] 为了紧凑化所作的努力导致了一些不同的复杂的光学方案,所有的这些方案,一方面,对于大多数实际应用仍然不够紧凑,而另一方面,遇到了关于可制造性的主要缺点。此外,由这些设计造成的光学观看角的眼睛运动箱(eye-motion-box)(EMB)通常非常小,通常小于8mm。因此,即使是光学系统相对于观看者眼睛很小的运动,光学系统的性能也非常敏感,并且也不允许瞳孔充分的运动以从这种显示器舒适地阅读文本。

[0006] 以本申请人的名义申请的公开号W001/95027、W003/081320、W02005/024485、W02005/024491、W02005/024969、W02005/124427、W02006/013565、W02006/085309、W02006/085310、W02006/087709、W02007/054928、W02007/093983、W02008/023367、W02008/129539、W02008/149339和W02013/175465中包括了的教导在此处通过引用的方式被结合。

发明内容

[0007] 本发明促进了非常紧凑的光导光学元件(LOE)用于HMD和其他应用。本发明允许相对较宽的FOV和相对较大的EMB值。得到的光学系统提供了大的、高质量的图像,这样也容许了眼睛的较大的运动。本发明所公开的光学系统是特别有利的,因为它基本上比现有技术的实施方式更紧凑,因而它可被容易地结合在甚至是具有特殊构造的光学系统中。

[0008] 因此本发明的广泛的目标是减少现有技术的紧凑的光学显示装置的缺点,并根据特定需求提供其他具有提高了的性能的其他光学组件和系统。

[0009] 根据本发明,提供了一种光学系统,包括:具有至少两个主表面和边缘的光传输基底;光学棱镜,具有至少第一、第二和第三表面,用于将具有给定视场的光波通过全内反射耦合入基底中;位于基底中的至少一个部分反射表面,该部分反射表面被相对于基底的主表面不平行地取向,用于将光波从该基底耦合出来;基底的边缘中的至少一个以相对于主表面的倾斜角倾斜;棱镜的第二表面定位为相邻于基底的倾斜边缘;和基底的紧挨着倾斜边缘定位的部分基本上是透明的,其特征在于光波穿过棱镜的第一表面进入棱镜,在不经任何反射的情况下横穿棱镜并且穿过倾斜边缘进入基底。

附图说明

[0010] 将参照下面示出的附图,结合特定的优选实施例来说明本发明,便于更完整地了解本发明。

[0011] 对专门详细参照的附图,应当强调,具体画出的附图是以举例方式并且只为说明本发明优选实施例的示意性讨论为目的,并且提供被认为是最有用的内容和容易了解本发明原理及概念的说明。就此而言,除对本发明的基本理解必需之外,不试图更详尽表明本发明的结构细节。结合附图所作的说明,作用是引导本领域技术人员来了解本发明的若干种形式可以如何实际实施。

[0012] 在附图中:

[0013] 图1示出了根据本发明的被耦合进入LOE中的光线的跨度(span);

[0014] 图2示出了照明LOE的入射孔径的光线的跨度;

[0015] 图3示出了包括光学地附连在LOE的主表面之一上的棱镜的示例性的耦合进入机构的现有技术的侧视图;

[0016] 图4是示出了包括光学地附连在LOE的主表面之一上的棱镜的示例性的耦合进入机构的现有技术的侧视图的另一个示意图;

[0017] 图5示出了照明LOE的入射孔径的光线的跨度,其中LOE的边缘之一以倾斜角相对于主表面倾斜;

[0018] 图6是示出了另一个系统的示意图,该系统具有照明LOE的入射孔径的光线的跨度,其中,LOE的边缘之一相对于主表面以倾斜角倾斜;

[0019] 图7是示出了根据本发明的光学系统的实施例的示意图,该光学系统将从显示光源发出的输入光波耦合进入至基底中,具有附在LOE的倾斜边缘上的中间棱镜;

[0020] 图8示出了根据本发明的光学系统的另一个实施例的光学系统,该光学系统将从显示光源发出的入射光波耦合进入至基底中,具有附在LOE的倾斜边缘上的中间棱镜;

[0021] 图9是示出了根据本发明的用于通过利用偏振分束器准直来自于显示光源的输入光波的装置的示意图;

[0022] 图10是示出了根据本发明的用于准直来自硅基液晶(LCOS)光源的输入光波的装置的示意图;以及

[0023] 图11A和图11B是示出了根据本发明的眼镜的顶视图的两个实施例。

具体实施方式

[0024] 本发明涉及基底导光光学装置,特别是紧凑的HMD光学系统。通常,具有有限的FOV的准直图像被耦合入基底中。如图1所示,LOE或在下文中的基底20中的图像包含具有中间波14以及边缘波16和18的平面波的跨度。图像的中间波14和主表面26、32的平面的法线之间的夹角为 α_{in} 。基底20内的FOV被定义为 $2 \cdot \Delta \alpha$ 。因此,图像的边缘波16和18与主表面的平面的法线之间的夹角分别为 $\alpha_{in} + \Delta \alpha$ 和 $\alpha_{in} - \Delta \alpha$ 。在数次从基底20的表面26、32反射后,捕获的波到达选择性反射表面22的阵列处,其将光波从基底耦合出来进入观看者的眼睛24中。为了简单起见,仅仅将中间波14的光线标绘成从基底耦合出来。

[0025] 本发明的目的在于找到不同于现有技术的耦合进入机构且具有更紧凑的尺寸的光波耦合进入机构。在图2中,示出了必须以最小需要入射孔径21被耦合进入基底20中的光线的跨度。为了避免图像上有间隙或条纹,在入射孔径21的边缘和基底20的下表面26之间的边界线25上的点应该对于每个输入光波被从两个不同位置进入基底的两个不同的光线照亮:直接照亮边界线25的一个光线30,以及首先被基底的上表面32反射之后再照亮边界线25的另一个光线31。入射孔径21的尺寸通常由两个边缘光线确定:FOV的最大角的最右边的光线34,和FOV的最小角的最左边的光线36。

[0026] 用于将边缘光线耦合入基底20中的一个可能的实施例如图3所示。此处,输入光波源38以及准直模块40(例如,准直透镜)以相较于基底20的主表面26、32的所需离轴角度定向。中继棱镜44位于准直模块40和基底20之间,且被光学粘接至基底20的下表面26,使得来自显示源38的光线以大于临界角的角度照射到主表面26上,以便在基底内部发生全内反射。因此,图像的所有的光学光波都通过从主表面26和32的全内反射而在基底内部被捕获。尽管此处所示的光学系统是简单的,这仍然不是最紧凑的耦合进入机构。对于光学系统来说,应该与眼镜以及手持或其他显示装置的外部形状一致是很重要的一点。

[0027] 为了最小化准直模块40的尺寸,耦合进入棱镜44的输入表面46孔径 D_T 应该尽可能地小。因此,耦合进入棱镜的尺寸也应当相应地最小化,而整个FOV的耦合光线将穿过耦合进入棱镜44。

[0028] 如图4所示,为了使FOV的最大角的最右边的光线34穿过该棱镜44,棱镜44的输出表面21的孔径 D_L 必须满足关系式:

$$[0029] \quad D_L \geq 2d \cdot \tan(\alpha_{in} + \Delta \alpha) \quad (1)$$

[0030] 其中,d是基底20的厚度。

[0031] 此外,为了使FOV的最小角的最左边的光线36穿过棱镜44,棱镜44的左表面48和基底20的主表面26的法线之间的夹角 α_{sur1} 必须满足关系式:

$$[0032] \quad \alpha_{sur1} \leq \alpha_{in} - \Delta \alpha \quad (2)$$

[0033] 为了最小化穿过棱镜44的光波的色差,将耦合进入棱镜44的输入表面46取向为基本正交于图像的中间波14是有利的。因此,棱镜44的进入表面46和基底20的主表面26的法线之间的夹角 α_{sur2} 是:

$$[0034] \quad \alpha_{sur2} = 90^\circ - \alpha_{in} \quad (3)$$

[0035] 为了最小化棱镜44的尺寸,将式2的不等式取极限值得到棱镜的如下内角:表面46和21之间的夹角为 α_{in} ;表面48和21之间的夹角为 $90^\circ - \alpha_{in} + \Delta \alpha$ 。相应地,表面46和48之间的夹角为 $90^\circ - \Delta \alpha$ 。利用这些数值得到:

$$[0036] \quad D_T = \frac{D_L}{\sin(90^\circ - \Delta\alpha)} \cdot \sin(90^\circ - \alpha_{in} + \Delta\alpha) \quad (4)$$

[0037] 将式1的不等式取极限值并插入式4中可得：

$$[0038] \quad \begin{aligned} D_T &= \frac{2d \cdot \tan(\alpha_{in} + \Delta\alpha)}{\cos(\Delta\alpha)} \cdot \cos(\alpha_{in} - \Delta\alpha) \\ &= \frac{2d \cdot \sin(\alpha_{in} + \Delta\alpha) \cdot \cos(\alpha_{in} - \Delta\alpha)}{\cos(\Delta\alpha) \cdot \cos(\alpha_{in} + \Delta\alpha)} \end{aligned} \quad (5)$$

[0039] 尽管图3和图4所示的光学系统看似简单,其仍然不是最紧凑的耦合进入机构,由于对于这种光学系统来说,与显示器(例如眼镜或手持显示器)的外部形状一致是很重要的。

[0040] 图5示出了穿过基底的一个边缘将光波耦合入基底的一个可选的实施例。此处,光波传输基底20具有两个主要的平行表面26和32以及边缘,其中至少一个边缘50以相对于主表面的倾斜角取向,并且其中 α_{sur3} 是边缘50和基底的主表面的法线之间的夹角。通常,入射的准直光波是从空气直接耦合的,或者可替代地,准直模块40(图3)可被附接在基底20上。因此,将正交于倾斜表面50的中间波14耦合以最小化色差是有利的。不幸地,通过直接穿过表面50耦合光不能满足这个条件。通常,即使是对于具有适度的FOV的耦合图像,图像的中间波14和主表面的平面的法线之间的夹角 α_{in} (图3)必须满足条件 $\alpha_{in} \geq 50^\circ$ 。因此,如果中间波14确实正交于倾斜表面50,则必须满足关系式 $\alpha_{sur3} \leq 40^\circ$ 。从而,结果是在系统中满足关系式 $\alpha_{sur3} < \alpha_{in}$,并且,对于相对较宽的FOV,甚至满足关系式 $\alpha_{sur3} < \alpha_{in} + \Delta\alpha$ 。

[0041] 图6示出了复杂情形,其中捕获的光线和主表面26、32之间的最大夹角大于输入表面50和主表面之间的夹角。如图所示,在输入孔径50的边缘和基底20的下表面26之间边界线25上的点仅通过直接照亮边界线25的光波的最左边的光线35照亮。入射到输入表面50的边缘51上的另一边缘光线34在位于离边界线25距离 Δx 的不同的线52处照亮下表面之前,首先被上表面32反射。如图所示,间隙 Δx 完全没有被边缘光波34的捕获光线照亮。因此,将会出现黑条纹,并且耦合出来的光波和图像质量将明显变差。

[0042] 这种情况通过图7所示的实施例解决。中间棱镜54被插入准直模块40(图3)和基底的倾斜边缘50之间。棱镜的表面56之一定位为相邻于基底20的倾斜边缘50。在大多数情况下,中间棱镜的折射率应当类似于基底20的折射率。然而,还有这样的情况,其中可为棱镜选择不同的折射率,以补偿系统中的色差。入射光波直接从空气耦合,或可选地,准直模块40可被附接至中间棱镜54。在许多情况下,准直模块40的折射率与基底20的折射率基本上不同,并且因此,与棱镜54的折射率不同。从而,为了最小化色差,棱镜54的输入表面58应当与入射光线的中间光波基本上正交地取向。此外,FOV的最小角的最左侧的光线应当穿过棱镜54。因此,图7的结构也应当满足式(2)和(3)的条件。为了消除参考图6所描述的不希望有的暗条纹的现象,关系式:

$$[0043] \quad \alpha_{sur3} \geq \alpha_{in} + \Delta\alpha \quad (6)$$

[0044] 必须被满足,也就是说,基底的倾斜边缘和基底的主表面的法线之间的夹角大于FOV的最大角。因此,棱镜54的输出表面56的孔径 D_s 必须满足关系式:

$$[0045] \quad D_s \geq \frac{d}{\cos(\alpha_{in} + \Delta\alpha)} \quad (7)$$

[0046] 显然,由于光波穿过棱镜的进入表面58进入棱镜54,在不经受任何反射直接穿过棱镜,并且穿过倾斜边缘50进入基底,所以入射表面58的有效区域 D_p 相对于出射表面56的孔径 D_s 的扩大是最小的。此外,如上所述,为了使FOV的最小角的最左侧光线36(图4)穿过棱镜54,棱镜54的左表面60和基底的主表面26的法线之间的夹角 α_{sur1} 也必须满足式(2)的关系,也就是说,棱镜54的表面60和基底的主表面的法线之间的夹角小于FOV的最小角。从而,当式(2)、(6)和(7)的关系被满足时,来自整个FOV的耦合进入光波将完全覆盖基底的主表面而不存在任何条纹或间隙。

[0047] 如图8所示,通过将式(2)、(6)和(7)的不等式取极限值,棱镜54的内角为:表面56和58之间的夹角为 $2\alpha_{in} - 90^\circ + \Delta\alpha$,而表面56和60之间的夹角为 $180^\circ - 2\alpha_{in}$ 。因此,表面58和60之间的夹角为 $90^\circ - \Delta\alpha$ 。利用这些值可得:

$$[0048] \quad D_p = \frac{d}{\cos(\alpha_{in} + \Delta\alpha)} \cdot \sin[2 \cdot (90^\circ - \alpha_{in})] \quad (8)$$

$$= \frac{2d \cdot \sin(\alpha_{in}) \cdot \cos(\alpha_{in})}{\cos(\Delta\alpha) \cdot \cos(\alpha_{in} + \Delta\alpha)}$$

[0049] 其中 D_p 是中间棱镜54的入射表面58的有效区域。

[0050] 从而,通过比较式(5)和(8),图4的现有技术系统的棱镜54和44的输入表面的各自的有效面积 D_p 和 D_T 之间的关系为:

$$[0051] \quad \frac{D_p}{D_T} = \frac{\sin(\alpha_{in}) \cdot \cos(\alpha_{in})}{\sin(\alpha_{in} + \Delta\alpha) \cdot \cos(\alpha_{in} - \Delta\alpha)} \quad (9)$$

[0052] 显然,对于窄的FOV,即, $\Delta\alpha \ll \alpha_{in}$,改进是可以忽略的。然而,对于相对宽的FOV,棱镜54的有效区域 D_p 和棱镜44的有效区域 D_T 相比需要被显著减少。例如,对于 $\Delta\alpha = 12^\circ$ 和 $\alpha_{in} = 52^\circ$,式(9)的缩小比具有 $D_p/D_T \approx 0.7$ 的有效值。

[0053] 在图3所示的实施例中,准直模块40作为简单的传输透镜被示出,然而,可采用使用反射透镜、偏振分束器和延迟片的更加紧凑的结构。在这种结构中,有以下事实:如图9所示,在大多数微显示器光源(例如LCD或LCOS光源)中,线性偏振的光被光学部件61使用。如图所示,来自显示器光源64的s偏振输入光波62通过光导66的下表面68被耦合入光导66,其通常由光波传输材料组成。在从偏振分束器70反射之后,光波穿过光导66的表面72从基底耦合出去。光波随后穿过四分之一波长延迟片74,被反射光学元件76(例如,平面镜)反射,返回以再次穿过延迟片74,并穿过表面72再次进入光导66。现在的p偏振光波穿过偏振分束器70并且穿过光导66的表面78从光导耦合出去。然后,光波穿过第二四分之一波长延迟片80,被组件82(例如,透镜)在其反射表面84准直,返回以再次穿过延迟片80,并且穿过表面78再次进入光导66。现在的s偏振光波从偏振分束器70反射,并且穿过附接至中间棱镜54的出射表面86离开光导。反射表面76和84可通过金属或电介质的涂层实现。

[0054] 在图9所示的实施例中,显示源可以是LCD面板,然而,存在光学系统,尤其是其中需要高亮度成像特性的光学系统,优选使用LCOS光源装置作为显示器光源。类似于LCD面板,LCOS光源面板包含由响应于控制电压扭曲和配向的液晶填充的单元的二维阵列。然而,

使用LCOS光源,单元被直接移植(graft)于反射硅芯片上。当液晶扭曲时,光的偏振在下面的镜面表面的反射之后而被改变或不改变。这与偏振分束器一起引起了对光波的调制并产生图像。反射技术意味着照明和成像光束共享相同的空间。这两个因素需要向模块增加特殊分光光学元件,以便使得能够同时操作照明和成像功能。增加这样的元件通常会使模块复杂化,并且当使用LCOS光源作为显示光源时,一些使用前部耦合进入元件或折叠棱镜的模块将会变得更大。例如,图9的实施例可被修改以通过在显示源64和分束器66之间插入另一个分束器来适应LCOS光源。然而,这种修改版本对于具有相对宽的FOV的系统可能是有问题的,其中准直模块的焦距短于穿过双分束器结构的光线的光程。

[0055] 为了解决这个问题,如图10所示,提供了修改的光学器件90,其中仅有一个反射表面84被定位为相邻于光导66的表面78。因此,穿过这个光导66的光程大为缩短。如图所示,从光源94发出的s偏振光波92进入棱镜96,从偏振分束器98反射并照亮LCOS光源100的前表面。来自于“亮”像素的反射光波的偏振被旋转成p偏振,且该光波随后穿过分束器98,并且因此,穿过位于棱镜96和66之间的偏振器102,并且偏振器102阻止从LCOS光源100的“暗”像素反射的s偏振光。光波随后进入棱镜66并穿过第二分束器70,穿过棱镜66的表面78从棱镜耦合出来,穿过四分之一波长延迟片80,被准直透镜82在其反射表面84处准直,返回以再次穿过延迟片80,并穿过表面78再次进入棱镜66。现在的s偏振光波从偏振分束器70反射并穿过附接至中间棱镜54的出射表面86从棱镜66出射。

[0056] 现在回到图9,其中观看者的眼睛24与光学棱镜66位于倾斜边缘50的同侧,光学棱镜66的尺寸主要在基底20的下侧主表面26上延伸,且仅在上表面32上略微延伸。这种略微的延伸通过适当的设计(例如,通过略微地增加倾斜边缘50的角度 $\alpha_{\text{sur}3}$)可以被完全消除。

[0057] 然而,对于图10所示的实施例,光学元件90主要在基底20的下表面26上以及上表面32上延伸。

[0058] 如图11A所示,对于其中的准直模块是由图10的具有棱镜66和96的光学组件90组成的光学系统,这种独特的结构可以是优选的。光学组件90被安装于眼镜框104和基底20之间。在这种情况下,观看者的眼睛24位于基底20的倾斜边缘50的相反侧。光波穿过倾斜边缘50朝向主表面32被耦合入基底20中,光波从该表面32朝向部分反射表面22反弹,并且从部分反射表面22穿过主表面32朝向观看者的眼睛24离开基底。虽然存在光学组件90的朝向眼镜的前部的向前延伸部106,棱镜96的向后延伸部108是最小的,并且整个光学组件90可被很容易地集成于眼镜的框104内。

[0059] 图11B所示为基于图9所示的光学组件的修改例,其中观看者的眼睛24位于基底20的倾斜边缘50同侧。从光学组件90发出的光波穿过倾斜边缘50被耦合入基底20中,朝向主表面26进入基底20,光波从该表面26朝向主表面32反弹,并且从主表面32继续朝向部分反射表面22,并且穿过主表面32朝向观看者的眼睛24离开基底。

[0060] 对于本技术领域技术人员而言,显然本发明并不局限于前面所列举的实施例的细节,并且本发明可以以其他具体的形式实施而无需脱离本发明的精神或本质属性。因此,这里的实施例在所有方面被视作是示例性的而非限制性的,本发明的范围由附加的权利要求而非前述说明所指明的,并且因此与属于权利要求的等价物的含义和范围之内所有变化都被包含在权利要求中。

[0061] 关于包括以上实施例的实施方式,还公开下述的技术方案:

- [0062] 项目1.一种光学系统,包括:
- [0063] 光传输基底,具有至少两个主表面以及边缘;
- [0064] 光学棱镜,具有至少第一表面、第二表面和第三表面,用于将具有给定视场的光波通过全内反射耦合入基底中;
- [0065] 位于基底中的至少一个部分反射表面,该部分反射表面被相对于所述基底的主表面不平行地取向,用于将光波从所述基底耦合出来;
- [0066] 基底的边缘中的至少一个以相对于主表面的倾斜角倾斜;
- [0067] 所述棱镜的第二表面定位为相邻于基底的倾斜边缘,和
- [0068] 基底的紧挨着倾斜边缘定位的部分基本上是透明的,
- [0069] 其特征在于,光波穿过棱镜的第一表面进入棱镜,在经过任何反射的情况下横穿棱镜,并且穿过倾斜边缘进入基底。
- [0070] 项目2.根据项目1所述的光学系统,其中视场通过耦合进入基底的光波的最小角和最大角限定。
- [0071] 项目3.根据项目2所述的光学系统,其中基底的倾斜边缘和基底的主表面的法线之间的夹角大于视场的最大角。
- [0072] 项目4.根据项目2所述的光学系统,其中棱镜的第三表面和基底的主表面的法线之间的夹角小于视场的最小角。
- [0073] 项目5.根据项目1所述的光学系统,其中棱镜的第一表面与光波的中间波基本上正交。
- [0074] 项目6.根据项目1所述的光学系统,其中来自于视场的耦合进入的光波基本上覆盖基底的整个主表面而不形成任何条纹或间隙。
- [0075] 项目7.根据项目1所述的光学系统,还包括准直模块。
- [0076] 项目8.根据项目7所述的光学系统,其中准直模块由光波传输材料组成,具有至少一个光波进入表面、至少一个光波出射表面以及多个外表面。
- [0077] 项目9.根据项目8所述的光学系统,其中棱镜的第一表面被定位为临近于准直模块的出射表面。
- [0078] 项目10.根据项目8所述的光学系统,其中准直模块包括:
- [0079] 至少一个光波反射表面,由光学装置承载并位于所述外表面之一处;
- [0080] 至少一个延迟片,由光学装置承载并位于外表面的至少一部分上;
- [0081] 至少一个光波准直组件,覆盖延迟片中的至少一个的至少一部分,和
- [0082] 至少一个光波偏振分束器,设置成与光波入射或出射表面中至少一个成一角度。
- [0083] 项目11.根据项目7所述的光学系统,还包含显示光源。
- [0084] 项目12.根据项目11所述的光学系统,其中从显示源发出的光波被准直模块准直并穿过棱镜耦合进入基底。
- [0085] 项目13.根据项目1所述的光学系统,其中棱镜的折射率与基底的折射率相似。
- [0086] 项目14.根据项目1所述的光学系统,其中棱镜的折射率不同于基底的折射率。
- [0087] 项目15.根据项目1所述的光学系统,其中棱镜的折射率与准直模块的折射率基本上不同。
- [0088] 项目16.根据项目1所述的光学系统,其中光波通过至少一个部分反射表面从基底

耦合出来,进入观看者的眼睛。

[0089] 项目17.根据项目16所述的光学系统,其中观看者的眼睛位于基底的倾斜边缘的同侧。

[0090] 项目18.根据项目16所述的光学系统,其中观看者的眼睛位于基底的倾斜边缘的相反侧。

[0091] 项目19.根据项目16所述的光学系统,其中准直模块基本上延伸超出基底的两个主表面之外。

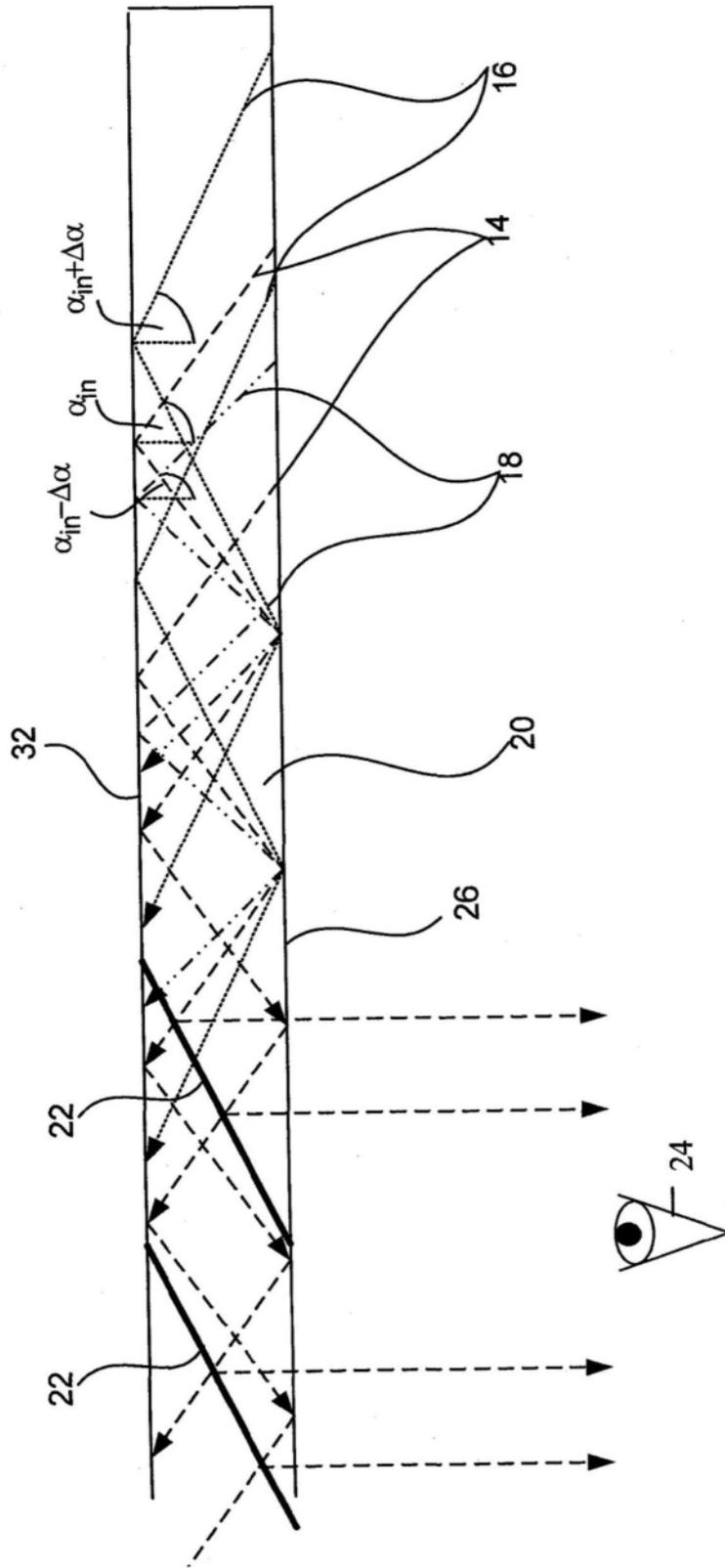


图1

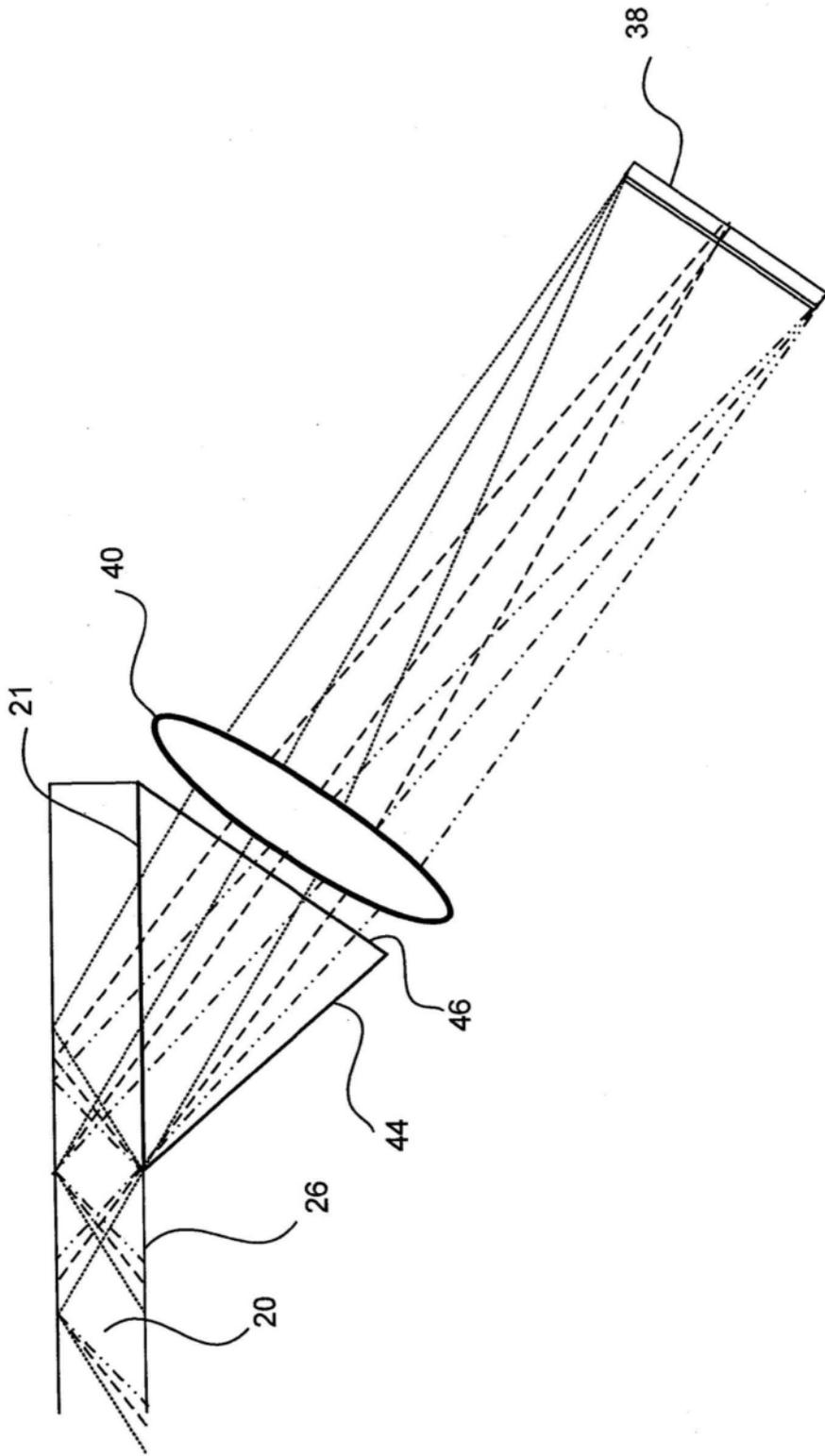


图3 (现有技术)

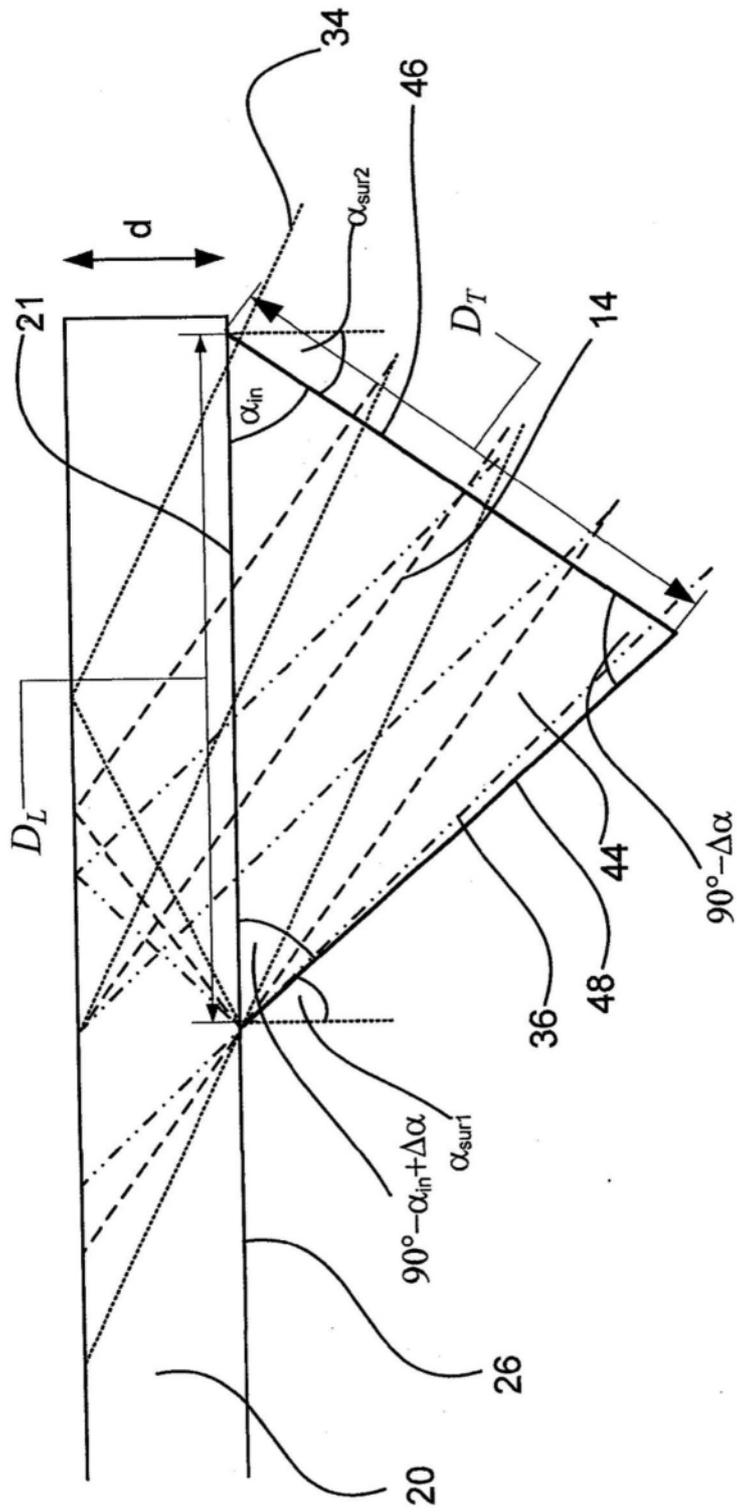


图4 (现有技术)

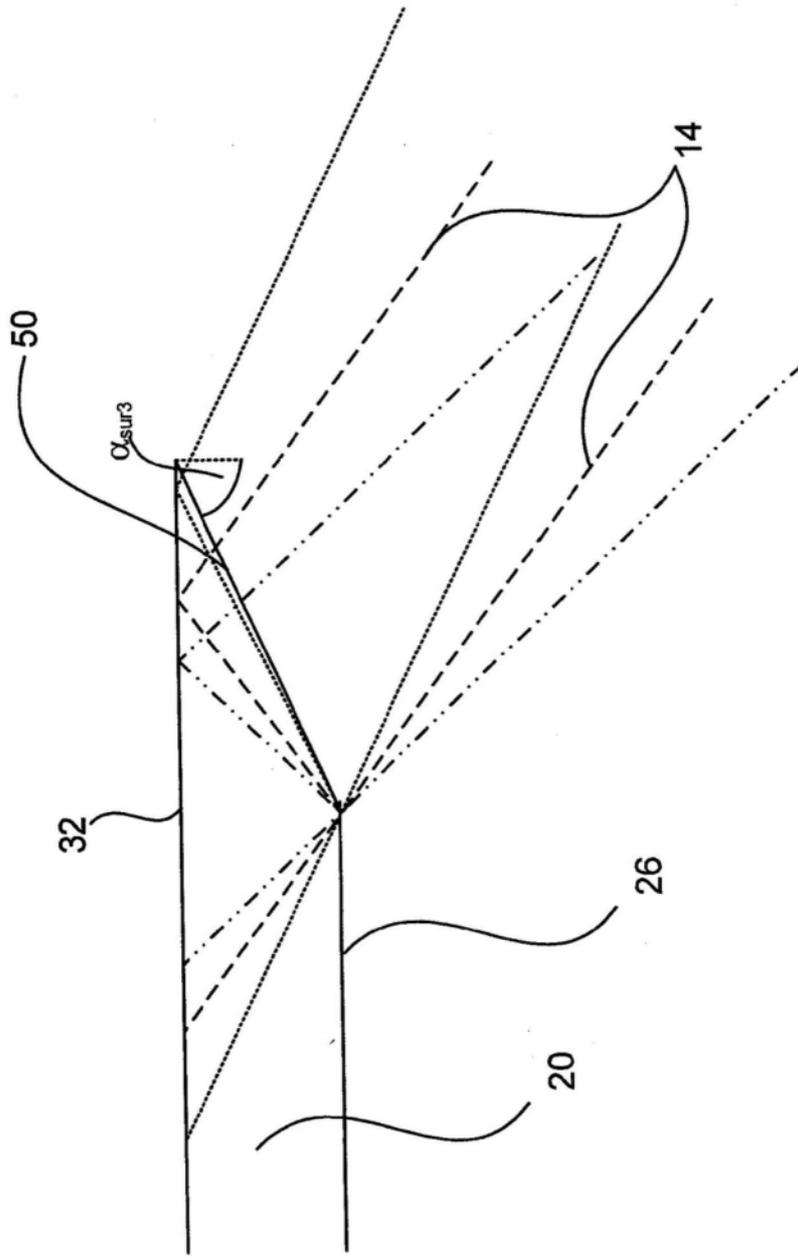


图5

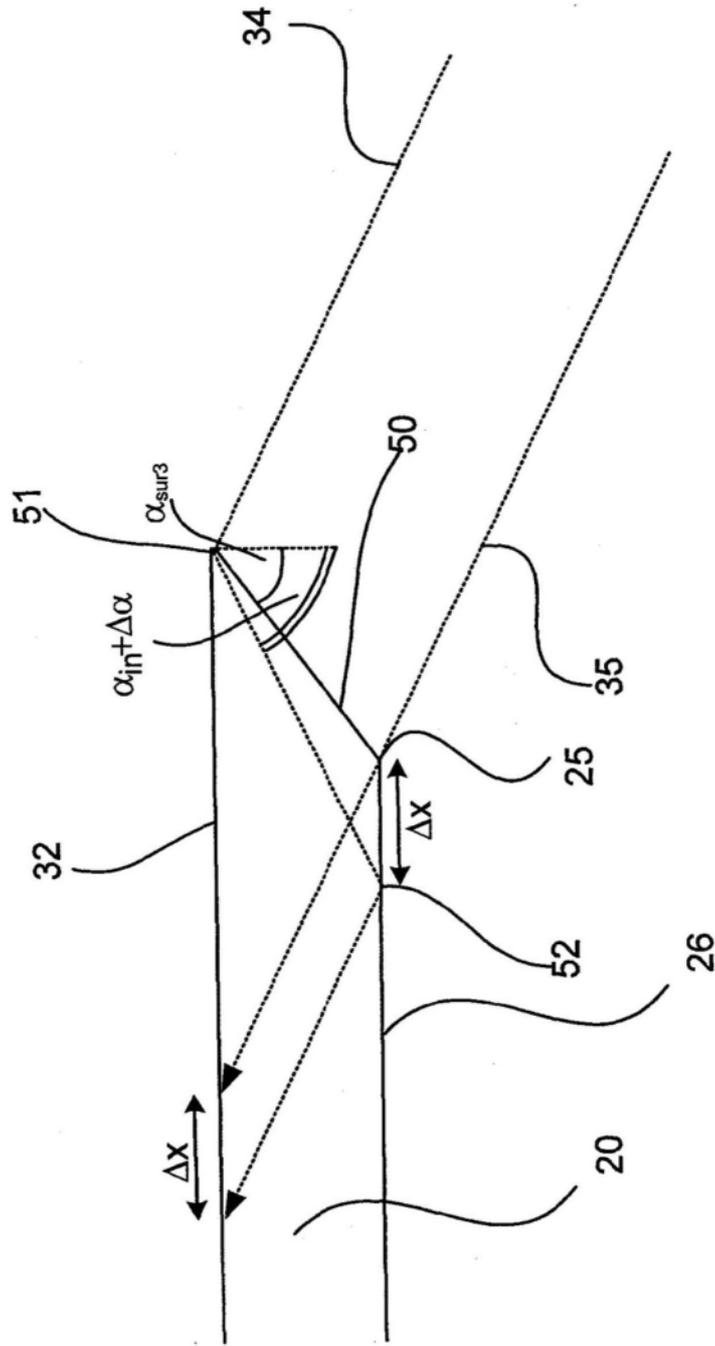


图6

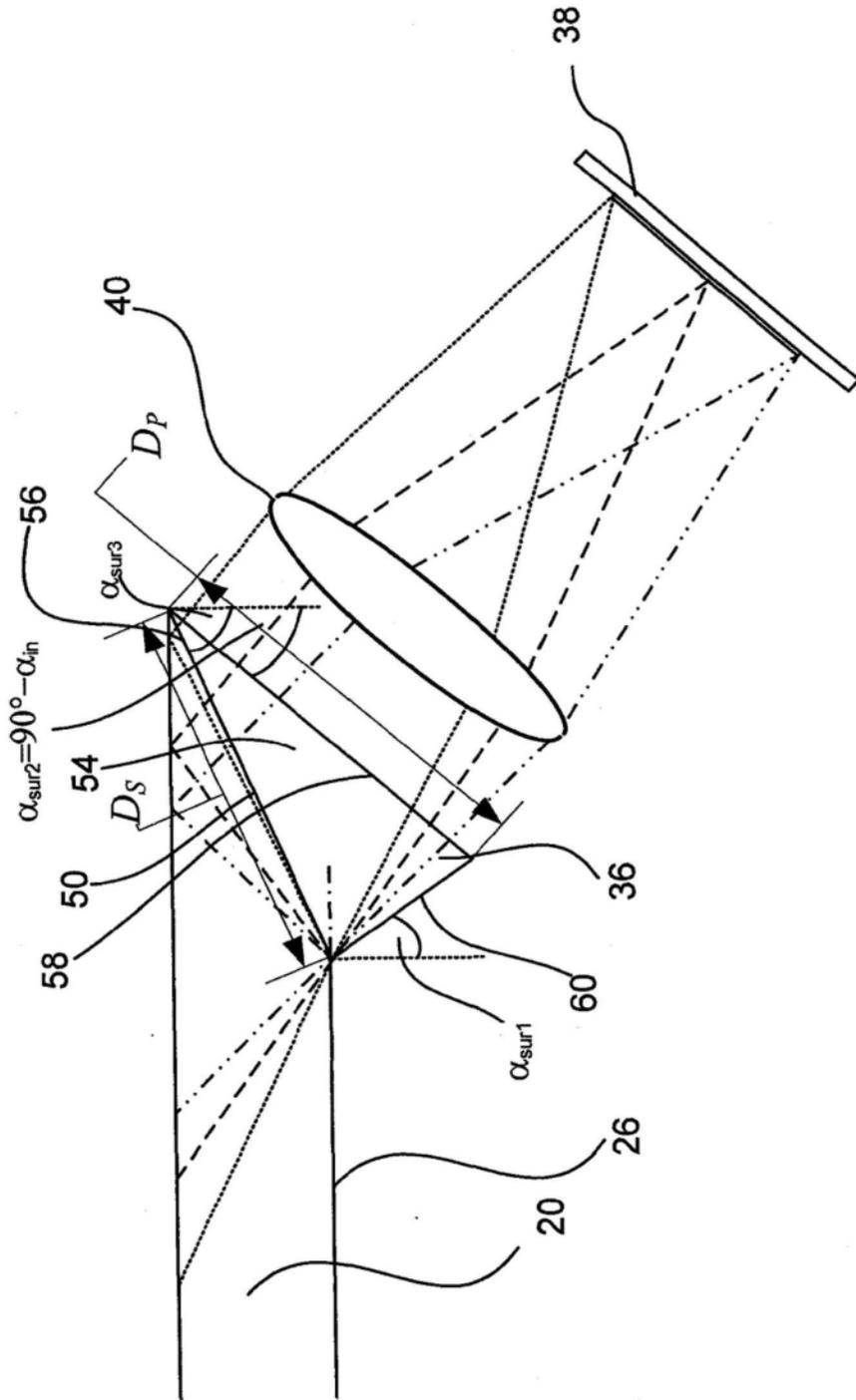


图7

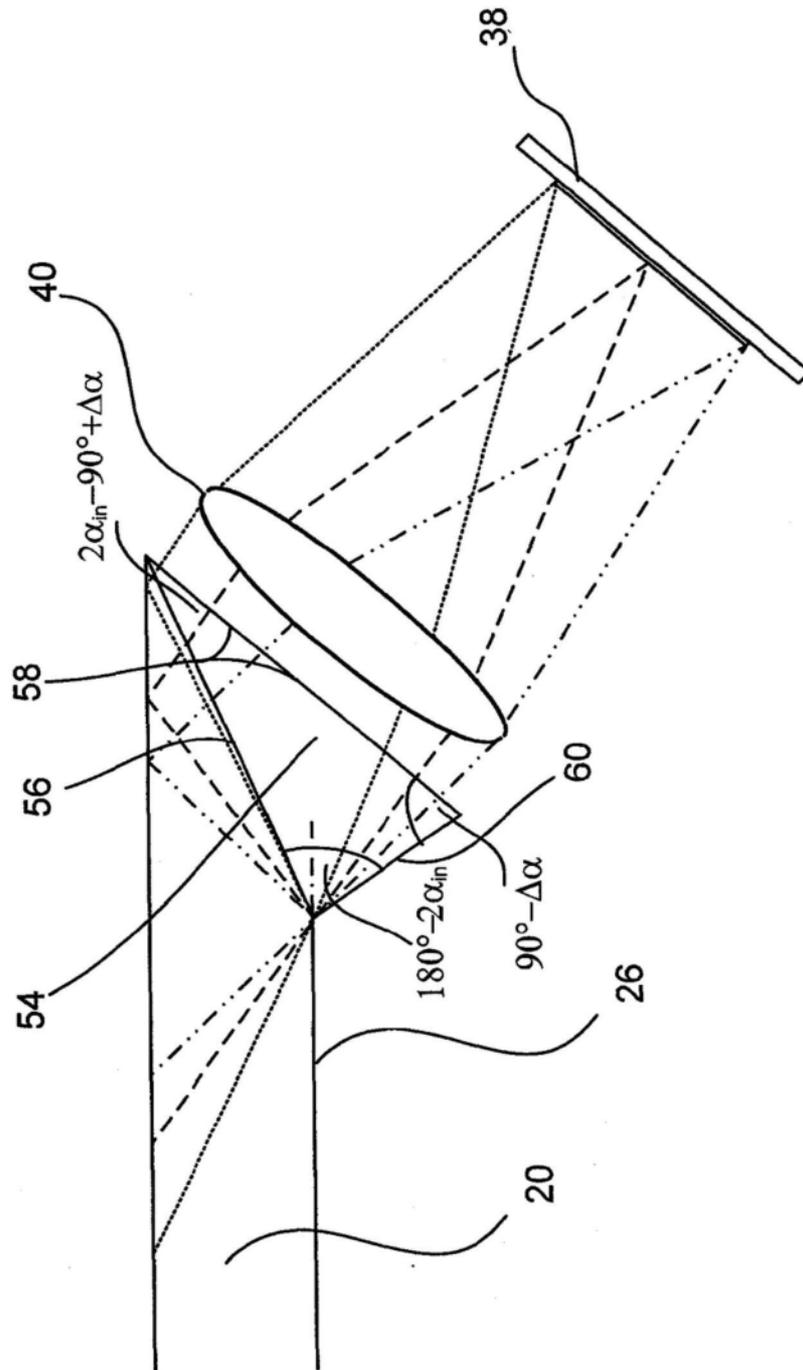


图8

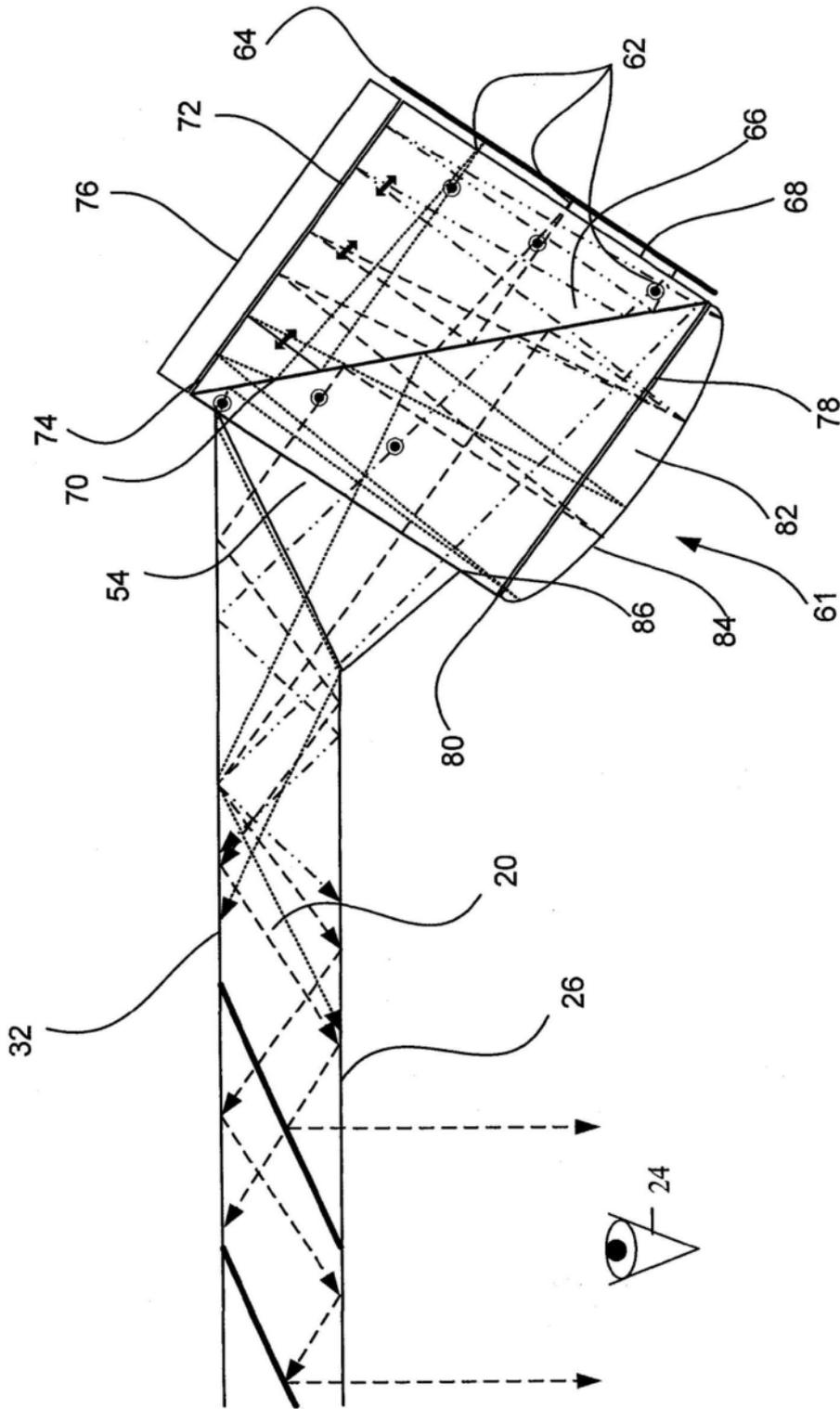


图9

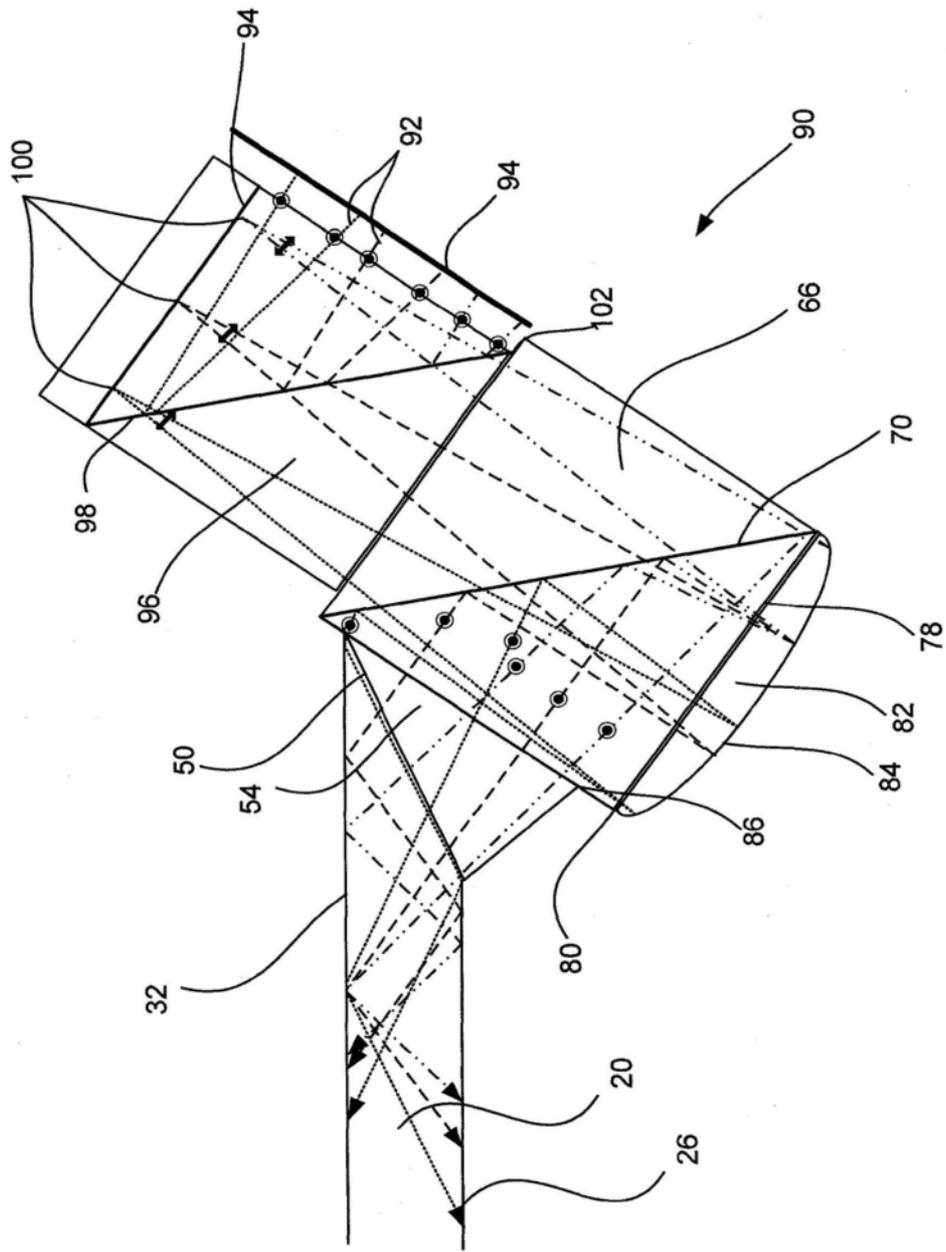


图10

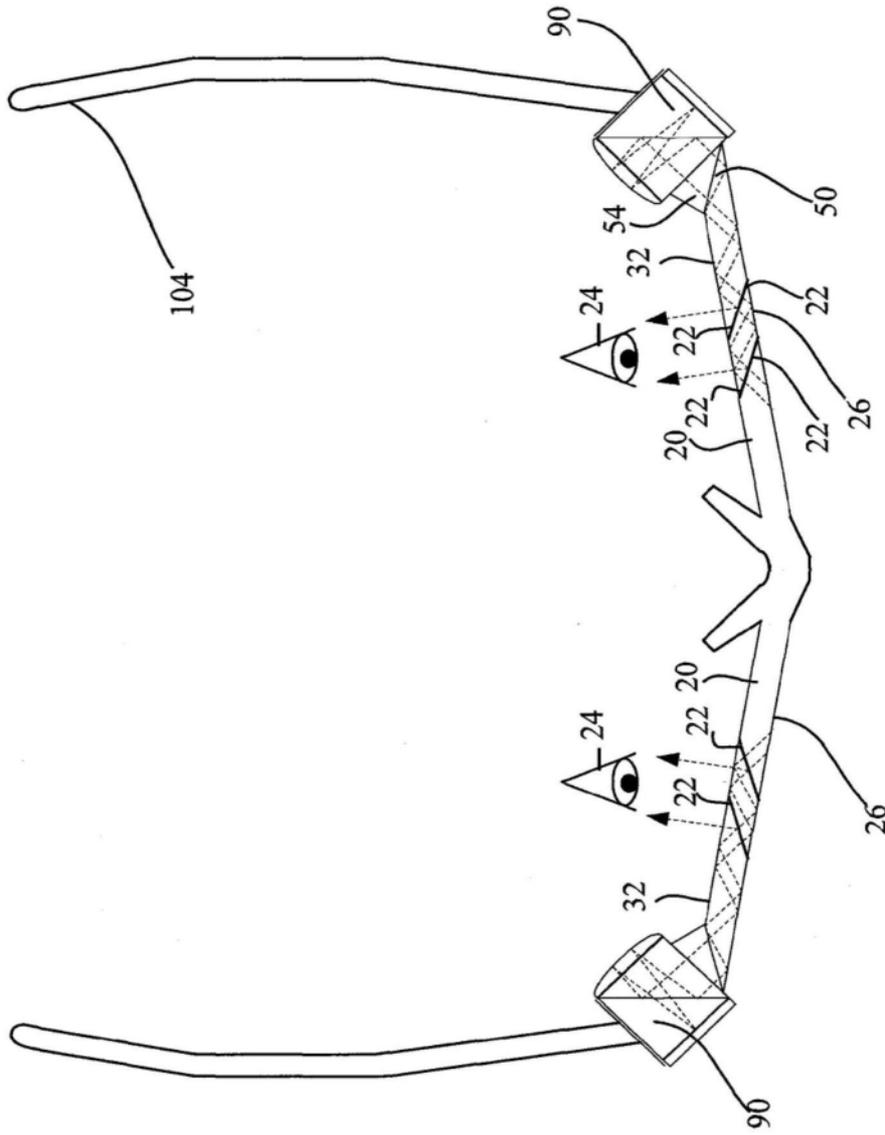


图11B