



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115038608 A

(43) 申请公布日 2022. 09. 09

(21) 申请号 202180012125.4

(22) 申请日 2021.02.01

(30) 优先权数据

62/971,251 2020.02.07 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.08.01

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2021/050777 2021.02.01

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/156727 EN 2021.08.12

(71) 申请人 3M创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 斯蒂芬·J·潘克拉茨

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司 11112

专利代理师 张芸 周伟

(51) Int.Cl.

B60K 35/00 (2006.01)

G02B 5/30 (2006.01)

G02B 27/01 (2006.01)

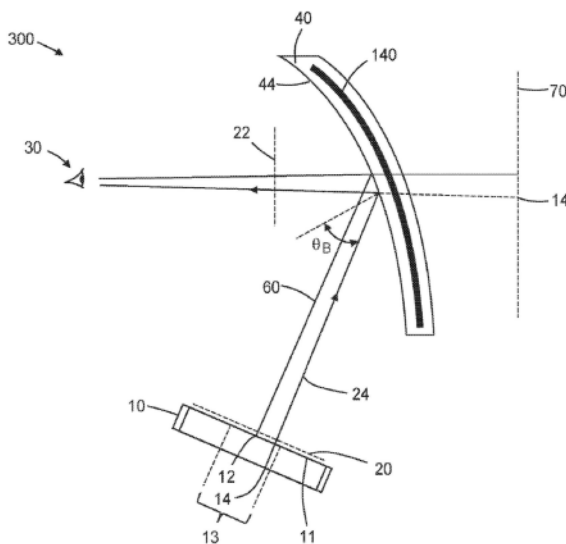
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

用于HUD系统的光学系统

(57) 摘要

本公开提供了一种光学系统,该光学系统包括显示器,该显示器包括有源显示区域,该有源显示区域被构造为发射图像。该有源显示区域包括预先确定的区域,该预先确定的区域包括显示中心。载具的挡风玻璃包括嵌入式反射偏振器。该反射偏振器反射沿第一方向偏振的入射光的约20%至约40%,并且透射沿第二方向偏振的该入射光的至少60%。该反射偏振器接收由该有源显示区域发射的该图像,并且朝向眼睛反射一部分。对于在该预先确定的区域内的至少一个第一位置,该发射图像包括图像锥,该图像锥具有从该第一位置发射的发射中心图像射线。当入射在该挡风玻璃上的入射平面中时,该发射中心图像射线沿第三方向偏振。该第一方向和该第三方向基本上平行于该入射平面。



1. 一种光学系统,所述光学系统包括:

显示器,所述显示器包括有源显示区域,所述有源显示区域具有最大侧向尺寸D并且被构造为发射图像以供观看者的眼睛观看,所述有源显示区域包括显示中心和包括所述显示中心的预先确定的区域,所述预先确定的区域包括最大侧向尺寸d, $d/D \leq 0.25$;和

载具的挡风玻璃,所述载具的挡风玻璃包括嵌入在其中的反射偏振器,其中对于基本上垂直入射光且对于介于约420nm与约670nm之间的至少一个波长,所述反射偏振器反射沿第一方向偏振的所述入射光的约20%至约40%,并且透射沿正交的第二方向偏振的所述入射光的至少60%,所述反射偏振器被构造为接收由所述有源显示区域发射的所述图像,并且朝向所述眼睛反射所接收的图像的一部分,使得对于在所述有源显示区域的所述预先确定的区域内的至少一个第一位置,所述发射图像包括从所述第一位置发射的第一发射图像锥,所述第一发射图像锥包括从所述第一位置发射的第一发射中心图像射线,所述第一发射中心图像射线当入射在所述挡风玻璃上的入射平面中时基本上沿第三方向偏振,所述第一方向和所述第三方向基本上平行于所述入射平面。

2. 根据权利要求1所述的光学系统,所述光学系统基本上以从所述显示中心延伸到所述眼睛的光轴为中心,其中所述光轴包括所述第一发射中心图像射线。

3. 根据权利要求1所述的光学系统,其中所述挡风玻璃包括第一界面和对应的第一布鲁斯特角,并且其中所述第一发射中心图像射线以所述第一布鲁斯特角入射到所述挡风玻璃的所述第一界面上。

4. 根据权利要求1所述的光学系统,其中所述第三方向与所述入射平面成小于约5度的角度,并且所述第一方向与所述入射平面成小于约5度的角度。

5. 根据权利要求1所述的光学系统,其中所述反射偏振器包括总数大于约30的多个层,其中所述反射偏振器的所述多个层包括多个交替的第一层和第二层,所述第一层和所述第二层中的每一者具有小于约500nm的平均厚度,在所述第一层和所述第二层沿所述第一方向的折射率之间的差值大于约0.05,并且其中所述反射偏振器中的所述多个层的总数大于约100。

6. 根据权利要求1所述的光学系统,其中对于所述基本上垂直入射光且对于介于约700nm与约1500nm之间的至少一个波长,所述反射偏振器反射沿所述第一方向或所述第二方向偏振的所述入射光的至少40%。

7. 根据权利要求1所述的光学系统,其中所述第一发射中心图像射线以大于约40度的入射角入射在所述挡风玻璃上。

8. 根据权利要求1所述的光学系统,其中所述第一发射中心图像射线以大于约50度的入射角入射在所述挡风玻璃上。

9. 一种光学系统,所述光学系统包括:

显示器,所述显示器包括有源显示区域,所述有源显示区域被构造为发射图像以供观看者的眼睛观看;和

载具的挡风玻璃,所述载具的挡风玻璃包括嵌入在其中的反射偏振器,其中对于基本上垂直入射光且对于介于约420nm与约670nm之间的至少一个波长,所述反射偏振器反射沿第一方向偏振的所述入射光的约20%至约40%,并且透射沿正交的第二方向偏振的所述入射光的至少60%,所述反射偏振器被构造为接收由所述有源显示区域发射的所述图像,并

且朝向所述眼睛反射所接收的图像的一部分,所述眼睛被构造为看见所述反射图像的虚像,所述虚像具有最大侧向尺寸 D' 、虚像中心和包括所述虚像中心的预先确定的虚像区域,所述预先确定的虚像区域包括最大侧向尺寸 d' , $d'/D' \leq 0.25$,使得对于在所述预先确定的虚像区域内的至少一个第一位置,所述第一位置具有在所述有源显示区域内的对应第二位置,其中由所述有源显示区域从所述第二位置发射的图像射线当入射在所述挡风玻璃上的入射平面中时基本上沿第三方向偏振,所述第一方向和所述第三方向基本上平行于所述入射平面。

10. 根据权利要求9所述的光学系统,其中对于在所述预先确定的虚像区域内的每个第一位置,所述第一位置具有在所述有源显示区域内的对应第二位置,其中由所述有源显示区域从所述第二位置发射的图像射线当入射在所述挡风玻璃上的入射平面中时基本上沿第三方向偏振,所述第一方向和所述第三方向基本上平行于所述入射平面。

用于HUD系统的光学系统

技术领域

[0001] 本公开整体涉及光学系统,特别是用于平视显示系统的光学系统。

背景技术

[0002] 许多应用中提供了电子显示器以将数字信息呈现给观看者。平视显示器(HUD)允许观看者不仅观看信息,而且观看由于HUD的透明性质而透过HUD的视图。因此,观看者可能能够观看所显示的信息,同时不丢失透过HUD观看真实世界的能力。HUD系统已经被特别地开发用于高速载具诸如飞行器,但是现在越来越多地视为其他载具(包括汽车)的特征。在更小规模中,HUD系统用作护镜透镜或头盔护目镜,或者用在其他多种虚拟现实(VR)应用中。HUD可实施在多种表面和窗口(例如,载具的前挡风玻璃)中。因此,对于在载具中的乘员,可在所说的前挡风玻璃上将载具操作信息(诸如载具速度和/或导航方向等)相应地显示给乘员。

发明内容

[0003] 本公开的一些方面涉及一种光学系统,该光学系统包括显示器(10),该显示器具有有源显示区域。有源显示区域具有最大侧向尺寸D,并且被构造为发射图像以供观看者的眼睛观看。有源显示区域包括显示中心和包括该显示中心的预先确定的区域。该预先确定的区域包括最大侧向尺寸d,其中 $d/D \leq 0.25$ 。光学系统还包括载具的挡风玻璃,该载具的挡风玻璃具有嵌入在其中的反射偏振器。对于基本上垂直入射光且对于介于约420nm与约670nm之间的至少一个波长,反射偏振器反射沿第一方向偏振的入射光的约20%至约40%,并且透射沿正交的第二方向偏振的入射光的至少60%。反射偏振器被构造为接收由有源显示区域发射的图像,并且朝向眼睛反射所接收的图像的一部分。对于在有源显示区域的预先确定的区域内的至少一个第一位置,发射图像包括从第一位置发射的第一发射图像锥。第一发射图像锥包括从第一位置发射的第一发射中心图像射线。第一发射中心图像射线当入射在挡风玻璃上的入射平面中时基本上沿第三方向偏振。第一方向和第三方向基本上平行于入射平面。

[0004] 本公开的一些其他方面涉及一种光学系统,该光学系统包括显示器,该显示器具有有源显示区域。有源显示区域被构造为发射图像以供观看者的眼睛观看。光学系统还包括载具的挡风玻璃,该挡风玻璃具有嵌入在其中的反射偏振器。对于基本上垂直入射光且对于介于约420nm与约670nm之间的至少一个波长,反射偏振器反射沿第一方向偏振的入射光的约20%至约40%,并且透射沿正交的第二方向偏振的入射光的至少60%。反射偏振器被构造为接收由有源显示区域发射的图像,并且朝向眼睛反射所接收的图像的一部分。眼睛被构造为看见反射图像的虚像。虚像包括最大侧向尺寸D'、虚像中心和包括该虚像中心的预先确定的虚像区域。该预先确定的虚像区域包括最大侧向尺寸d',其中 $d'/D' \leq 0.25$ 。对于在预先确定的虚像区域内的至少一个第一位置,第一位置具有在有源显示区域内的对应第二位置。由有源显示区域从第二位置发射的图像射线当入射在挡风玻璃上的入射平面

中时基本上沿第三方向偏振。第一方向和第三方向基本上平行于入射平面。

附图说明

- [0005] 将参考附图更详细地讨论本公开的各个方面,其中,
- [0006] 图1示出了具有由平视显示器 (HUD) 系统在其上投影图像的挡风玻璃的载具;
- [0007] 图2示意性地示出了根据本公开的一些实施方案的光学系统;
- [0008] 图3示意性地示出了根据一些实施方案的光学系统的显示器的有源显示区域;
- [0009] 图4示意性地示出了根据一些实施方案的由具有反射偏振器的挡风玻璃反射的图像的虚像;
- [0010] 图5示意性地示出了根据本公开的一些方面的反射偏振器的构造;
- [0011] 图6示意性地示出了根据本公开的一些方面的光学系统;并且
- [0012] 图7示意性地示出了根据本公开的一些方面的具有反射偏振器的挡风玻璃的光轴和朝向观看者投影的射线的入射平面的相对取向;
- [0013] 图未必按照比例绘制。图中使用的相似数字指代相似的部件。然而,应当理解,在给定图中使用数字指代部件不旨在限制另一图中用相同数字标记的部件。

具体实施方式

[0014] 在以下说明中参考附图,该附图形成本发明的一部分并且其中以举例说明的方式示出各种实施方案。应当理解,在不脱离本说明书的范围或实质的情况下,可设想并进行其它实施方案。因此,以下具体实施方式不应被视为具有限制意义。

[0015] 无论是在载具诸如飞行器、船舶或机动车辆(诸如汽车、卡车和摩托车)的窗户或挡风玻璃中、在更小规模系统诸如护镜透镜或头盔护目镜中还是在其他多种应用中采用,术语平视显示器 (HUD) 在本文中都用于指此类显示系统。

[0016] 例如,如图1所示,HUD系统将图像投影到载具(110)的挡风玻璃(40)上,并且允许观看者(例如,驾驶员)观看呈虚像的形式信息。HUD系统可位于载具的方向盘后面以创建投影到挡风玻璃(40)上的图像,该挡风玻璃然后将光朝向所说的载具(110)的驾驶员反射。HUD系统可被构造为显示载具操作信息中的一者或多者,诸如载具速度、导航信息(诸如方向和/或地图)、环境信息(诸如温度、无线电站或轨道列表)、通信信息(诸如呼叫方信息)和道路标志信息或限制(诸如有效速度极限等)。

[0017] HUD系统将图像在水平偏斜角范围内投影到挡风玻璃(40)上。投影图像通常在挡风玻璃的两个表面上反射。因此,载具的乘员不仅观看所期望的主虚像,而且观看通常具有更小强度的略微偏移的副图像。后者通常称为重影图像。在更大偏斜角下,标称p偏振的HUD输出变得旋转得越来越远离双折射挡风玻璃组合件膜(WCF)的快轴/慢轴,从而导致在穿过WCF的透射中的输入线性偏振的迟滞和变更以及更高背面玻璃-空气表面重影反射。由于HUD系统针对AR-HUD应用寻求实现更宽HUD视场,对偏振的水平偏斜角效应变得越来越显著。本文所述的实施方案解决这些和其他挑战。

[0018] 本公开的一些实施方案描述了向在挡风玻璃层压件内的WCF取向添加偏置角,使得在HUD-WS偏斜角的所期望的范围内最小化迟滞效应和背面重影亮度。通过向WCF应用偏置角,对于与偏置角相关的偏斜角,可最小化对背面重影反射的迟滞效应。因此,由于S-pol

重影造成的最小背面重影反射的偏斜角区域可通过应用WCF偏置角水平地移位。这可能在使用HUD偏振调谐来确保在给定入射角和偏斜角(或范围)下入射光在其入射平面中被偏振时尤其重要,因为此类射线的偏斜角越大,入射平面从未偏置WCF的光轴的旋转越大。

[0019] 图2中示出了根据本公开的一些方面的光学系统(300)。光学系统(300)包括具有有源(active)显示区域(11)的显示器(10)和载具(110)的具有嵌入在其中的反射偏振器(140)的挡风玻璃(40)。有源显示区域(11)被构造为发射图像(20)以供观看者的眼睛(30)观看。眼睛被构造为看到反射图像的虚像(70),以允许观看者观看在挡风玻璃上的各种类型的信息,诸如速度、燃料水平、温度、警告、方向等。

[0020] 显示器(10)可以是投影可见光束或图像的常规系统,并且可包括液晶显示器(LCD)或有机发光显示器(OLED)。显示器还可包括已知元件,诸如电致发光板、白炽灯或磷光光源、CRT、LED和透镜、准直器、反射器和/或偏振器。发射光可基本上是单色的、多色的、窄带的或宽带的,但是优选地,与约400nm至700nm的(可见)光谱的至少一部分重叠。由显示器(10)的有源显示区域(11)朝向挡风玻璃(40)发射的光基本上是线性地偏振的。虽然可理解,显示器(11)将在有限角锥内发射光,但是为了便于说明,仅描绘了一条光射线(24)(下文称为第一发射中心图像射线)。此外,显示器(11)还可包括机构诸如倾斜反射镜或位移装置,以改变发射光的角度和/或位置,以便适应在不同的位置或高度处的观看者。在一些实施方案中,显示器(11)可以是投影系统。

[0021] 显示器的有源显示区域(11)可位于显示器(10)的中心区域内。包围有源显示区域(11)的周边区域可形成显示器的无源区域,其中例如,如果需要,可形成结构诸如按钮和扬声器端口。图3中示出了有源显示区域(11)的示意表示。有源显示区域(11)具有最大侧向尺寸D,并且包括显示中心(12)和包括该显示中心(12)的预先确定的区域(13)。预先确定的区域(13)具有最大侧向尺寸d。在一些实施方案中,在预先确定的区域的最大侧向尺寸d与有源显示区域的最大侧向尺寸D之间的尺寸关系可使得 $d/D \leq 0.25$ 。在一些方面中, $d/D \leq 0.20$,或者 $d/D \leq 0.15$,或者 $d/D \leq 0.1$ 。

[0022] 图4中示出了反射图像的虚像(70)的示意图,眼睛被构造为看见该反射图像的虚像。虚像(70)具有最大侧向尺寸D'。另外,虚像(70)包括虚像中心(12')和包括该虚像中心(12')的预先确定的虚像区域(13')。预先确定的虚像区域(13')包括最大侧向尺寸d'。在一些实施方案中,在预先确定的虚像区域(13')的最大侧向尺寸d'与虚像(70)的最大侧向尺寸D'之间的尺寸关系可使得 $d'/D' \leq 0.25$ 。在一些方面中, $d'/D' \leq 0.20$,或者 $d'/D' \leq 0.15$,或者 $d'/D' \leq 0.1$ 。

[0023] 在一些方面中,对于在预先确定的虚像区域(13')内的至少一个第一位置(14'),第一位置可具有在有源显示区域(11)内的对应第二位置(14)。在其他方面中,对于在预先确定的虚像区域(13')内的每个第一位置(14'),第一位置具有在有源显示区域(11)内的对应第二位置(14)。由有源显示区域(11)从第二位置(14)发射的图像射线(24)当入射在挡风玻璃(40)上的入射平面(50)中时可基本上沿第三方向(15)偏振。在一些方面中,第一方向(x轴)和第三方向(15)可基本上平行于入射平面(50)。

[0024] 在一些方面中,嵌入有挡风玻璃(40)的反射偏振器(140)通常可包括透射第一偏振的光并反射不同的第二偏振的光的材料。反射偏振器包括例如但不限于漫反射偏振器、多层反射偏振器和胆甾型反射偏振器。反射偏振器(140)可以是宽带反射偏振器或陷波反

射偏振器。在其他情况下,反射偏振器(140)可以是吸收型线性偏振器、多层聚合物反射偏振器或反射偏振器的层压件中的一种或多种,其基本上透射具有第一偏振态(例如,沿第一方向偏振)的光并基本上反射具有正交的第二偏振态(例如,沿正交的第二方向偏振)的光。基本上单轴取向的反射偏振器可以商品名Advanced Polarizing Film 5或APF购自3M公司(3M Company)。也可使用其他类型的多层光学膜反射偏振器(例如,购自3M公司的反射式偏光增亮膜或DBEF)。也可使用其他类型的反射偏振器(例如,线栅偏振器)。

[0025] 根据某些方面,如图5最佳示出的,反射偏振器(140)可包括总数大于约30的多个层(141,142,143)。在一些实施方案中,多个层可以是总数大于50、或大于100、或至少150、或至少200的聚合物层。反射偏振器(140)的多个层可包括多个交替的第一层(142)和第二层(143)。第一层和第二层中的每一者可具有小于约500nm、或小于约450nm、或小于约400nm的平均厚度。在第一层(142)和第二层(143)沿第一偏振态或沿第一方向的折射率之间的差值可大于约0.05、或大于约0.1、或在一些情况下大于0.2。

[0026] 在一些情况下,第一层(142)和第二层(143)可以是交替堆叠的各向同性层和各向异性层。例如在美国专利号5,882,774(Jonza等人)、6,179,948(Merrill等人)和6,783,349(Neavin等人)中描述了包括多个聚合物层的反射膜(例如,反射偏振器),在不与本说明书相矛盾的情况下,每项专利以引用方式并入本文中。在一些实施方案中,聚合物层包括以下中的一种或多种:聚碳酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、二醇改性的聚对苯二甲酸乙二醇酯(PETG)、聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)和PEN/PET共聚物。

[0027] 在一些方面中,反射偏振器(140)可包括设置在多个交替的第一聚合物层(142)和第二聚合物层(143)的相对的顶侧和底侧上的表层(141)。表层(141)可具有大于约1微米的厚度。在一些情况下,多个聚合物层(142,143)的总厚度可以是约10微米至300微米,并且表层的厚度可以是50微米至200微米,但是不限于此。表层(141)和多个交替的第一层(142)和第二层(143)可使用粘合剂彼此结合。例如,表层(141)可由聚碳酸酯或聚碳酸酯合金、或聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、或聚苯乙烯(PS)、或它们的组合制成。

[0028] 在一些方面中,对于基本上垂直入射光(145)且对于介于约420nm与约670nm之间的至少一个波长,如果从反射偏振器(140)反射沿第一方向(x轴)偏振的入射光(145)的约20%至40%,则反射偏振器(140)可被说成是基本上反射入射光(145)。如果由反射偏振器(140)透射沿正交的第二方向(y轴)偏振的入射光(145)的至少60%,则反射偏振器(140)可被说成是基本上透射入射光(145)。在一些实施方案中,可由偏振器(140)透射沿正交的第二方向(y轴)偏振的入射光(145)的至少70%、或至少80%、或至少90%。在一些其他实施方案中,对于基本上垂直入射光(145)且对于介于约700nm与约1500nm之间的至少一个波长,反射偏振器(140)可反射沿第一方向(x轴)或第二方向(y轴)偏振的入射光的至少40%、或至少50%、或至少60%至70%。

[0029] 在一些实施方案中,反射偏振器(140)可被构造为接收由有源显示区域(11)发射的图像(20),并且朝向眼睛(30)反射所接收的图像的一部分(22)。在一些方面中,对于在有源显示区域(11)的预先确定的区域(13)内的至少一个第一位置(14),发射图像包括从第一位置(14)发射的第一发射图像锥(23),如图6最佳示出的。虽然可理解,在有源显示区域(11)的预先确定的区域(13)内的至少一个第一位置(14)将在第一发射图像锥(23)内发射光,但是为了便于说明,仅描绘了一条光射线。在所示的实施方案中,第一发射图像锥(23)

包括从第一位置(14)发射的第一发射中心图像射线(24)。如图7所示,第一发射中心图像射线(24)当入射在挡风玻璃(40)上的入射平面(50)中时可基本上沿第三方向(15)偏振。第一方向(x轴)和第三方向(15)可基本上平行于入射平面(50)。

[0030] 在一些实施方案中,如图7所示,第三方向(15)可与入射平面(50)成小于约10度、或小于约5度的角度(α_1)。在一些其他方面中,第一方向(x轴)可与入射平面(50)成小于约10、或小于约5度、或小于约3度的角度(α_2)。

[0031] 在一些实施方案中,第一发射中心图像射线(24)可以大于约30度、或大于约40度、或大于约50度的入射角(θ)入射在挡风玻璃(40)上。

[0032] 在一些方面中,光学系统可基本上以从显示中心(12)延伸到眼睛(30)的光轴(60)为中心。光轴(60)可包括第一发射中心图像射线(24)。

[0033] 在一些方面中,挡风玻璃可包括玻璃。在一些其他方面中,如图所示,挡风玻璃可以是弯曲的。挡风玻璃可包括第一界面(44)和对应的第一布鲁斯特角(θ_B)。在一些方面中,第一发射中心图像射线(24)可以第一布鲁斯特角(θ_B)入射在挡风玻璃(40)的第一界面(44)上。

[0034] HUD图像输出偏振调谐以及适当反射偏振器层压件角偏置的组合可通过减少入射在反射表面上的光的S-pol分量而显著地且同时地减少在偏斜角下的正面重影和背面重影对比率两者。在背面重影的情况下,这通常包括旋转光轴以最小化由于偏振器的迟滞对偏振造成的影响。

[0035] 虽然本文已经例示并描述了具体实施方案,但本领域的普通技术人员将会知道,在不脱离本公开范围的情况下,可用多种另选的和/或等同形式的具体实施来代替所示出和所描述的具体实施方案。本申请旨在涵盖本文所讨论的具体实施方案的任何改型或变型。因此,本公开旨在仅受权利要求及其等同形式的限制。

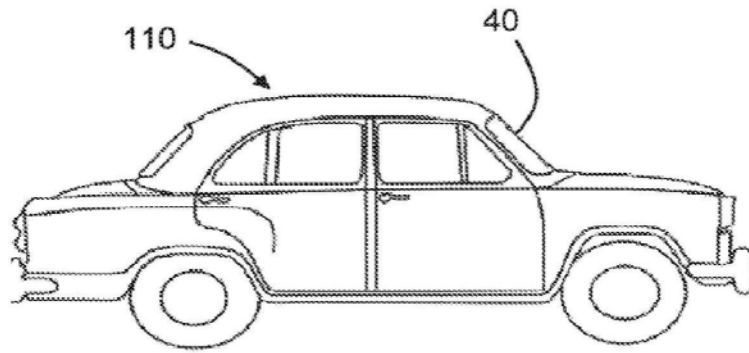


图1

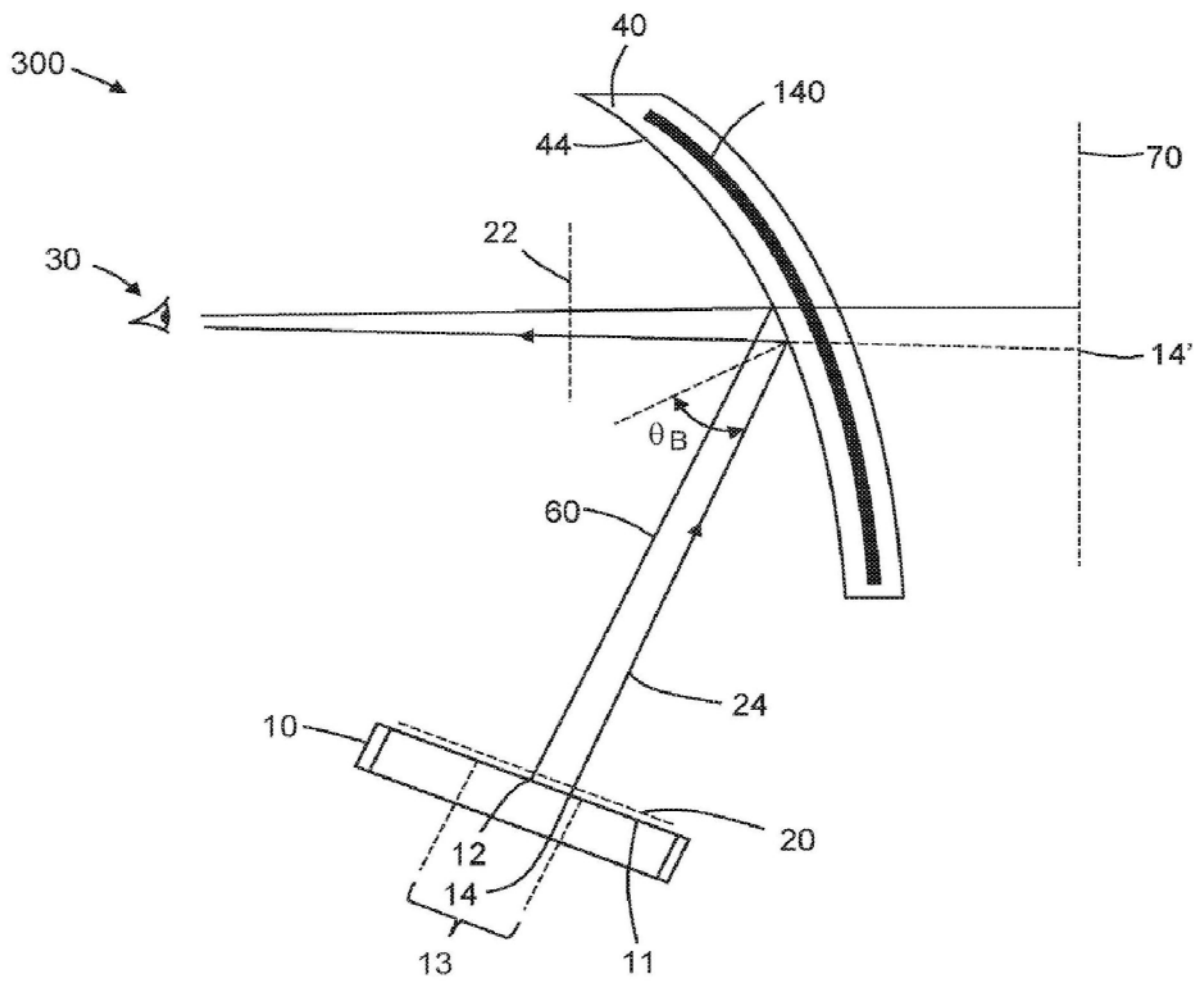


图2

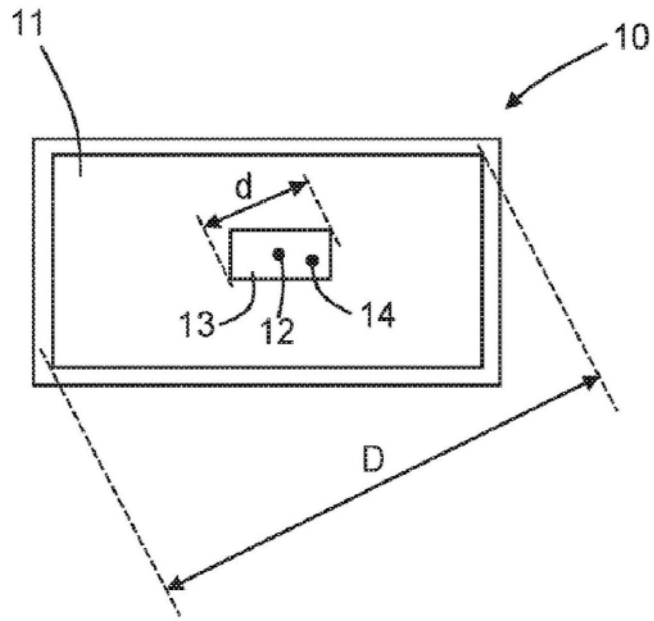


图3

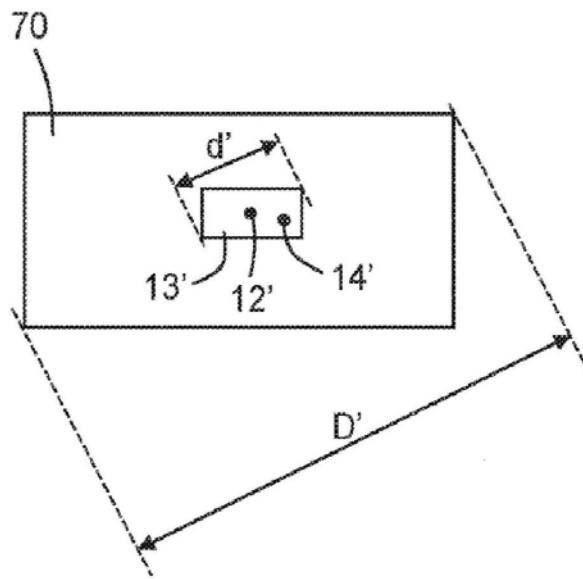


图4

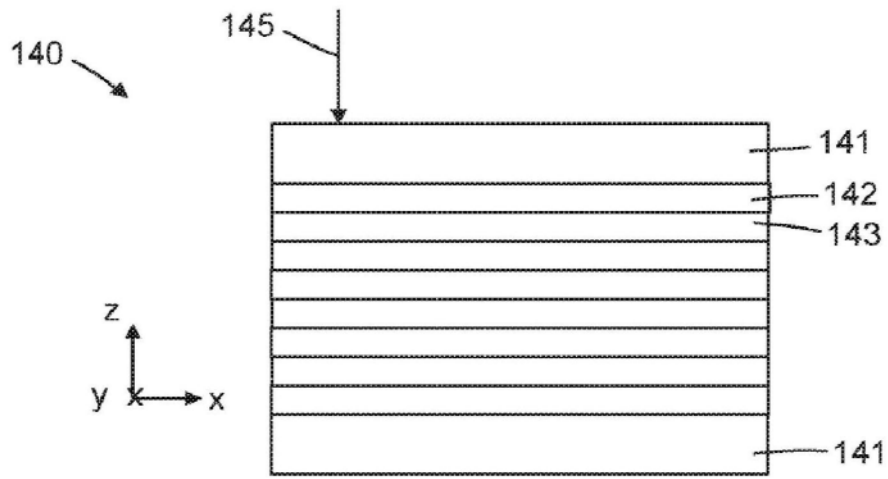


图5

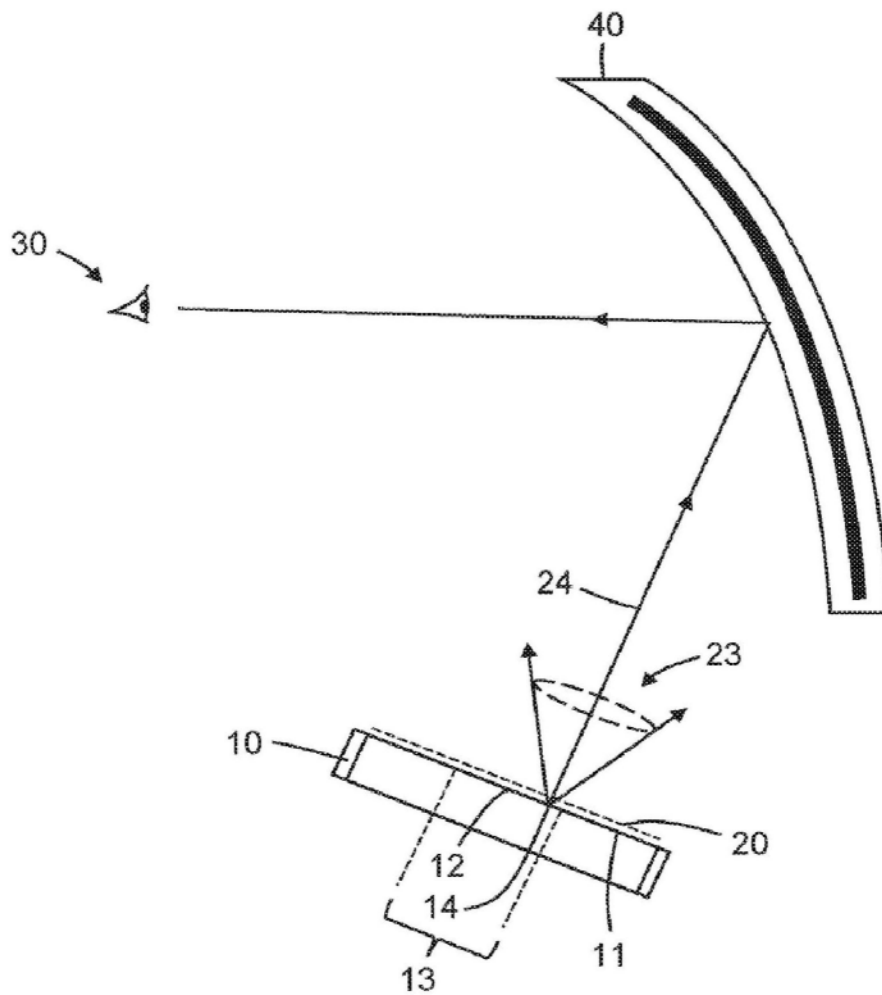


图6

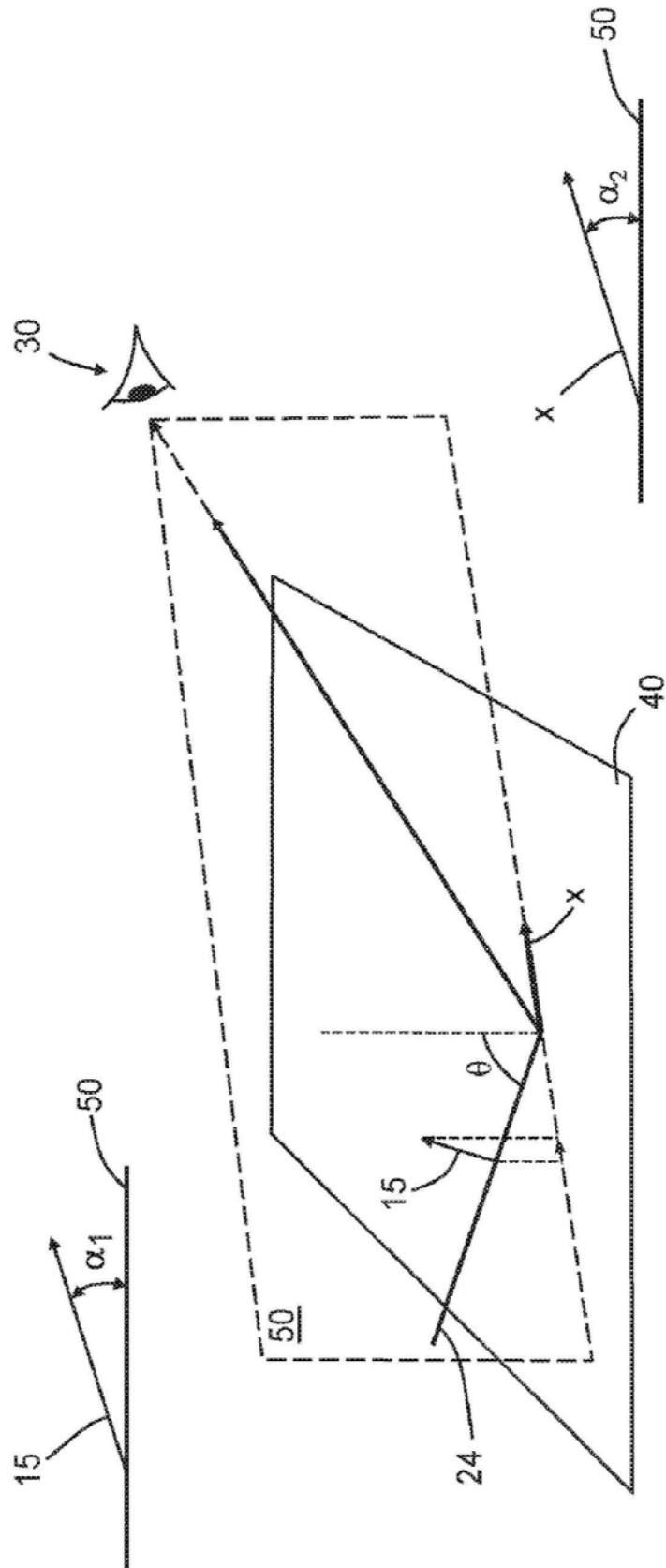


图7