



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108681068 B

(45) 授权公告日 2023. 03. 21

(21) 申请号 201810472324.3

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2018.05.17

G02B 27/01 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108681068 A

审查员 欧阳姣

(43) 申请公布日 2018.10.19

(66) 本国优先权数据
201810146739.1 2018.02.12 CN

(73) 专利权人 优奈柯恩(北京)科技有限公司
地址 100086 北京市海淀区北三环西路43
号院中航广场2号楼1层6单元

(72) 发明人 肖冰 梁晓斌 徐驰

(74) 专利代理机构 北京永新同创知识产权代理
有限公司 11376
专利代理师 熊洋志

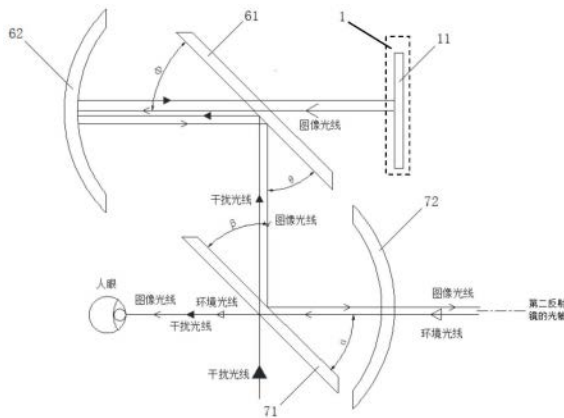
权利要求书2页 说明书24页 附图13页

(54) 发明名称

AR显示装置和穿戴式AR设备

(57) 摘要

本发明提供了一种AR显示装置和穿戴式AR设备,属于增强现实成像技术领域。本发明的AR显示装置光学显示模组通过两次反射对光线进行汇聚和成像,其矫正像差的能力远大于折射面,具有不引起色差的优点,解决了现有的光学系统采用折射容易引起色差,又通过增加透镜数量进行补偿矫正,体积大重量重的缺陷。同时,本发明的光学显示模组能够以较少的元件数量获得更清晰的图像,更大的视场,更大的眼盒大小和更大的出瞳距离,并减小了系统的体积、重量和复杂程度。本发明的光学显示模组的光路为同轴结构,相对于离轴结构,光学像差更容易评估和矫正,光学元件也更容易加工和制造,光学显示模组更容易制造和装配,更容易实现批量生产,生产成本也更低。



CN 108681068 B

1. AR显示装置,其特征在于,包括图像投射装置和光学显示模组;

所述图像投射装置包括像源;

所述光学显示模组包括第一分光镜、第一反射镜、第二分光镜和第二反射镜,所述第一分光镜与所述第一反射镜之间设置有第一波片组件,所述第二分光镜与所述第二反射镜之间设置有第二波片组件,所述第一分光镜与所述第二分光镜之间设置有第三透镜,所述第一分光镜采用立方偏振分光镜,所述第二分光镜包括分光镜基片、第一偏光膜和第三偏振分光膜,所述第一分光镜和所述第二分光镜均配置成允许第一方向的偏振光通过同时反射第二方向的偏振光,所述第一方向垂直于所述第二方向;所述第一偏光膜用于通过偏振态为第一方向的偏振光,吸收偏振态为第二方向的偏振光;

所述像源、所述第一分光镜与所述第一反射镜水平排列,所述第二分光镜与所述第二反射镜水平排列,所述第一分光镜与所述第二分光镜竖直排列;所述像源射出的光经由所述第一分光镜透射、再经过所述第一波片组件透射向所述第一反射镜,由所述第一反射镜反射后经过所述第一波片组件透射后再次射向所述第一分光镜,再经由所述第一分光镜反射,通过所述第三透镜透射向所述第二分光镜,由所述第二分光镜反射后经过所述第二波片组件透射向所述第二反射镜,再由所述第二反射镜反射后经过所述第二波片组件再次透射向所述第二分光镜,经由所述第二分光镜透射向人眼;

来自下方的干扰光线入射到所述第二分光镜时,被分束成第一方向的偏振光和第二方向的偏振光,其中第二方向的偏振光被所述第一偏光膜吸收,第一方向的偏振光经由所述第二分光镜透射。

2. 根据权利要求1所述的AR显示装置,其特征在于,所述像源的法线与所述第一分光镜的反射平面的夹角为 Φ ,所述第一分光镜的反射平面与主轴之间的夹角为 θ , Φ 的取值范围为 $\theta-10^\circ$ 至 $\theta+10^\circ$ 之间,且 $90^\circ > \Phi > 0^\circ$;所述主轴为第一交点和第二交点的连线;所述第一交点为第一反射镜的光轴与所述第一分光镜的反射平面的交点;所述第二交点为第二反射镜的光轴与所述第二分光镜的反射平面的交点。

3. 根据权利要求2所述的AR显示装置,其特征在于,所述第二分光镜的反射平面和所述第二反射镜的光轴之间的夹角为 α ;所述主轴和所述第二分光镜的反射平面之间的夹角为 β ; α 的取值范围为 $\beta-10^\circ$ 至 $\beta+10^\circ$ 之间,且 $90^\circ \geq \alpha \geq 0^\circ$ 。

4. 根据权利要求3所述的AR显示装置,其特征在于, β 为 $0^\circ \sim 90^\circ$ 。

5. 根据权利要求3所述的AR显示装置,其特征在于, β 为 $40^\circ \sim 50^\circ$ 。

6. 根据权利要求3所述的AR显示装置,其特征在于,所述第二反射镜和所述第一反射镜均为曲面结构;所述第二反射镜的曲面向远离所述第二分光镜的方向凸出;所述第一反射镜的曲面向远离所述第一分光镜的方向凸出。

7. 根据权利要求6所述的AR显示装置,其特征在于,所述第一反射镜的光轴处于水平方向上或处于竖直方向上;所述第二反射镜的光轴处于水平方向上或处于竖直方向上。

8. 根据权利要求7所述的AR显示装置,其特征在于,所述第一反射镜或所述第二反射镜为曲面反射镜、曲面半反射镜、曲面折半反射镜、延迟式曲面折半反射镜或屈光矫正半反射镜。

9. 根据权利要求8所述的AR显示装置,其特征在于,所述曲面反射镜包括基片和反射膜,所述反射膜位于所述基片的内侧或外侧。

10. 根据权利要求1所述的AR显示装置,其特征在于,所述图像投射装置还包括匹配镜和第二透镜,所述匹配镜的一侧与所述像源贴合,另一侧与所述第二透镜贴合;所述像源射出的图像光线首先进入到所述匹配镜,再进入到所述第二透镜;所述匹配镜具备高透光率,且折射率大于空气的折射率,用于提供更小的衍射光斑,提高成像分辨率。

11. 一种穿戴式AR设备,其特征在于,包括卡箍件和上述权利要求1~10中任一项所述的AR显示装置。

AR显示装置和穿戴式AR设备

技术领域

[0001] 本发明涉及增强现实成像技术领域,具体而言,涉及一种AR显示装置和穿戴式AR设备。

背景技术

[0002] AR (Augmented Reality,增强现实) 也被称为混合现实,其原理是通过电脑技术,将虚拟的信息应用到真实世界,真实的环境和虚拟的物体实时地叠加到了同一个画面或空间同时存在。

[0003] 目前,人们可以通过穿戴式设备,如AR眼镜或AR头盔等,与真实世界进行互动。如图1示出了现有的AR眼镜或AR头盔中的AR显示装置的结构示意图,如图1所示,现有的AR显示装置光学系统包括像源11、分光镜3、曲面半反射镜4和位于分光镜3上方的透镜12,像源11设置在光学系统的上部,且像源11与透镜12之间有一定距离,像源11的图像光线从上方向下射入透镜12。与此同时,环境光线从曲面半反射镜4的右侧向左侧(人眼方向)射入,干扰光线还同时从分光镜的下方向上射入。图像光线的部分光线经过分光镜3的反射射向曲面半反射镜4,部分光线再经过曲面半反射镜4的反射射向分光镜3。与此同时,环境光线的部分光线依次穿过曲面半反射镜4和分光镜3抵达人眼;干扰光线的部分光线经过分光镜3的反射抵达人眼。部分图像光线、部分环境光线和部分干扰光线最终同时抵达人眼,使得用户能够看到外界真实环境的同时还可以看到叠加在真实环境中的像源11的图像。

[0004] 为了使视力存在问题的用户也可以使用AR眼镜,现有的部分AR显示装置还设置有屈光矫正镜片。如图2所示,屈光矫正镜片5设置于分光镜3与人眼之间,使AR显示装置的结构复杂、重量增加,且更多的光学面带来更多的杂散光和亮度损失,需要更大的出瞳距离才能佩戴,对系统性能要求高。

[0005] 综上所述,现有的AR显示装置存在以下缺陷:

[0006] 第一,由于器件复用程度不高,光学显示模组体积较大或者重量较重,不够紧凑;

[0007] 第二,光学结构过于简单,能够提供设计自由度的设计参数过少,所以成像质量低;视场较小,一般为 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$;出瞳直径过小,一般为 $6\text{mm}\sim 10\text{mm}$;出瞳距离过小,一般为 $10\text{mm}\sim 14\text{mm}$;

[0008] 第三,部分器件制造困难,或者部分组件装配困难,不利于量产。

发明内容

[0009] 针对上述现有技术中存在的问题,本发明提供了一种AR显示装置和穿戴式AR设备,采用偏振光路组件,能够提高光能利用率,提高图像光线亮度和成像质量。

[0010] 第一方面,本发明实施例提供了一种AR显示装置,包括图像投射装置和光学显示模组;

[0011] 所述图像投射装置包括像源;

[0012] 所述光学显示模组包括第一分光镜、第一反射镜、第二分光镜和半反射镜;

[0013] 所述像源射出的光经由所述第一分光镜射向所述第一反射镜,由所述第一反射镜反射回所述第一分光镜,再经由所述第一分光镜射向所述第二分光镜,由所述第二分光镜射向所述第二反射镜,再由所述第二反射镜反射回所述第二分光镜,经由所述第二分光镜射向人眼。

[0014] 在本发明较佳的实施例中,所述像源的法线与所述第一分光镜的反射平面的夹角为 Φ ,所述第一分光镜的反射平面与主轴之间的夹角为 θ , Φ 的取值范围为 $\theta-10^\circ$ 至 $\theta+10^\circ$ 之间,且 $90^\circ > \Phi > 0^\circ$;所述主轴为第一交点和第二交点的连线;所述第一交点为反射镜的光轴与所述第一分光镜的反射平面的交点;所述第二交点为所述第二分光镜的光轴与所述第二分光镜的反射平面的交点。

[0015] 在本发明较佳的实施例中,所述第二分光镜的反射平面和所述第二反射镜的光轴之间的夹角为 α ;所述主轴和所述第二分光镜的反射平面之间的夹角为 β ; α 的取值范围为 $\beta-10^\circ$ 至 $\beta+10^\circ$ 之间,且 $90^\circ \geq \alpha \geq 0^\circ$ 。

[0016] 在本发明较佳的实施例中, β 为 $0^\circ \sim 90^\circ$ 。

[0017] 在本发明较佳的实施例中, β 为 $40^\circ \sim 50^\circ$ 。

[0018] 在本发明较佳的实施例中,所述第二反射镜和所述第一反射镜均为曲面结构;所述第二反射镜的曲面向远离所述第二分光镜的方向凸出;所述第一反射镜的曲面向远离所述第一分光镜的方向凸出。

[0019] 在本发明较佳的实施例中,所述第二反射镜的光轴处于水平方向上或处于竖直方向上;所述第一反射镜的光轴处于水平方向上或处于竖直方向上。

[0020] 在本发明较佳的实施例中,所述第一反射镜或所述第二反射镜为曲面反射镜、曲面半反射镜、曲面折半反射镜、延迟式曲面折半反射镜或屈光矫正半反射镜。

[0021] 在本发明较佳的实施例中,所述曲面反射镜包括基片和反射膜,所述反射膜位于所述基片的内侧或外侧。

[0022] 在本发明较佳的实施例中,所述曲面半反射镜包括基片和半透半反膜,所述半透半反膜位于所述基片的内侧或外侧。

[0023] 在本发明较佳的实施例中,所述曲面折半反射镜包括曲面镜基片和第一半透半反膜,所述第一半透半反膜位于远离所述第一分光镜或所述第二分光镜的一侧。

[0024] 在本发明较佳的实施例中,所述曲面折半反射镜还包括第一增透膜;所述第一增透膜位于临近所述第一分光镜或所述第二分光镜的一侧。

[0025] 在本发明较佳的实施例中,所述延迟式曲面折半反射镜包括延迟基片和第二半透半反膜;

[0026] 所述延迟基片位于临近所述第一分光镜或所述第二分光镜的一侧,用于将偏振态为第二方向的偏振光转换为圆偏振光,并将所述圆偏振光转换为偏振态为第一方向的偏振光;

[0027] 所述半透半反膜位于远离所述第一分光镜或所述第二分光镜的一侧;

[0028] 其中,所述第一方向和所述第二方向相互垂直。

[0029] 在本发明较佳的实施例中,所述延迟基片的快慢轴与所述第一方向的夹角和所述延迟基片的快慢轴与所述第二方向的夹角均为 $30^\circ \sim 60^\circ$ 。

[0030] 在本发明较佳的实施例中,所述延迟基片的快慢轴与所述第一方向的夹角和所述

延迟基片的快慢轴与所述第二方向的夹角均为 45° 。

[0031] 在本发明较佳的实施例中,所述延迟基片所采用的材料为光学塑料、光学玻璃或光学晶体。

[0032] 在本发明较佳的实施例中,所述延迟式曲面折半反射镜还包括第二增透膜;所述第二增透膜位于临近所述第一分光镜或所述第二分光镜的一侧。

[0033] 在本发明较佳的实施例中,所述屈光矫正半反射镜包括屈光矫正基片和半透半反膜,所述半透半反膜位于远离所述第二分光镜的一侧。

[0034] 在本发明较佳的实施例中,所述屈光矫正半反射镜还包括第三增透膜;所述第三增透膜位于临近所述第二分光镜的一侧。

[0035] 在本发明较佳的实施例中,所述第一反射镜和第二反射镜的光线透过率为0-100%。

[0036] 在本发明较佳的实施例中,所述第一反射镜和第二反射镜的光线透过率为50%。

[0037] 在本发明较佳的实施例中,所述第一分光镜为平板分光镜、立方分光镜、平板偏振分光镜、立方偏振分光镜、多层膜偏振分光镜或延迟偏振分光镜;

[0038] 所述第二分光镜为平板分光镜、立方分光镜、平板偏振分光镜、立方偏振分光镜、多层膜偏振分光镜或延迟偏振分光镜。

[0039] 在本发明较佳的实施例中,当所述第一分光镜为平板偏振分光镜、立方偏振分光镜、多层膜偏振分光镜或延迟偏振分光镜时,所述光学显示模组还包括第一波片组件;所述第一波片组件设置于所述第一分光镜和所述第一反射镜之间,或贴合于所述第一反射镜的内侧;

[0040] 当所述第二分光镜为平板偏振分光镜、立方偏振分光镜、多层膜偏振分光镜或延迟偏振分光镜时,所述光学显示模组还包括第二波片组件;所述第二波片组件设置于所述第二分光镜和所述第二反射镜之间,或贴合于所述第二反射镜的内侧。

[0041] 在本发明较佳的实施例中,所述第一波片组件或所述第二波片组件包括 $1/4$ 波片。

[0042] 在本发明较佳的实施例中,所述平板偏振分光镜包括第一偏振分光膜;所述第一偏振分光膜用于通过偏振态为第一方向的偏振光,反射偏振态为第二方向的偏振光;所述第一方向和所述第二方向相互垂直。

[0043] 在本发明较佳的实施例中,所述平板偏振分光镜还包括平板分光镜基片;

[0044] 当所述第一分光镜为平板偏振分光镜时,所述平板分光镜基片位于临近所述图像投射装置的一侧,所述第一偏振分光膜位于临近所述第一反射镜的一侧;

[0045] 当所述第二分光镜为平板偏振分光镜时,所述平板分光镜基片位于远离所述第二反射镜的一侧,所述第一偏振分光膜位于临近所述第二反射镜的一侧。

[0046] 在本发明较佳的实施例中,所述立方偏振分光镜包括第二偏振分光膜;所述第二偏振分光膜设置在所述立方偏振分光镜的反射平面上。

[0047] 在本发明较佳的实施例中,所述多层膜偏振分光镜包括第一偏光膜和第三偏振分光膜;

[0048] 所述第一偏光膜用于通过偏振态为第一方向的偏振光,吸收偏振态为第二方向的偏振光;

[0049] 所述第三偏振分光膜用于通过偏振态为第一方向的偏振光,反射偏振态为第二方

向的偏振光；

[0050] 所述第一方向和所述第二方向相互垂直。

[0051] 在本发明较佳的实施例中，所述多层膜偏振分光镜还包括多层膜分光镜基片；所述多层膜分光镜基片位于所述第一偏光膜外侧、所述第一偏光膜与所述第三偏振分光膜中间或所述第三偏振分光膜外侧。

[0052] 在本发明较佳的实施例中，所述延迟偏振分光镜包括依次排列的延迟波片、第二偏光膜和第四偏振分光膜；

[0053] 所述延迟波片用于改变偏振光的偏振方向；

[0054] 所述第二偏光膜用于通过偏振态为第一方向的偏振光，吸收偏振态为第二方向的偏振光；

[0055] 所述第四偏振分光膜用于通过偏振态为第一方向的偏振光，反射偏振态为第二方向的偏振光；

[0056] 所述第一方向和所述第二方向相互垂直。

[0057] 在本发明较佳的实施例中，所述延迟偏振分光镜还包括延迟分光镜基片，所述延迟分光镜基片位于所述延迟波片外侧、所述延迟波片和所述第二偏光膜之间、所述第二偏光膜和所述第四偏振分光膜之间或所述第四偏振分光膜外侧。

[0058] 在本发明较佳的实施例中，所述延迟偏振分光镜还包括第四增透膜；所述第四增透膜位于所述延迟波片的外侧，或者位于所述延迟偏振分光镜的两侧。

[0059] 在本发明较佳的实施例中，当第一分光镜为立方分光镜或立方偏振分光镜时，所述第一分光镜与所述像源贴合或分离。

[0060] 在本发明较佳的实施例中，所述像源为单一像源，所述图像投射装置还包括光源；所述光源与所述像源紧密贴合或分离。

[0061] 在本发明较佳的实施例中，所述光源与所述第一分光镜之间设置有偏振组件；所述偏振组件为偏振片或偏振转换器。

[0062] 在本发明较佳的实施例中，所述光源与所述偏振组件之间，或者所述偏振组件与所述第一分光镜之间设置有第一透镜。

[0063] 在本发明较佳的实施例中，所述第一透镜包括菲涅尔透镜。

[0064] 在本发明较佳的实施例中，所述像源为集成光源的平面像源。

[0065] 在本发明较佳的实施例中，所述图像投射装置还包括光纤面板；所述光纤面板与所述像源紧密贴合。

[0066] 在本发明较佳的实施例中，所述光纤面板远离所述像源的一侧为凹面型、凸面型或平面型。

[0067] 在本发明较佳的实施例中，所述像源为曲面像源。

[0068] 在本发明较佳的实施例中，所述曲面像源的形状为凹面型或凸面型。

[0069] 在本发明较佳的实施例中，所述图像投射装置还包括保护层。

[0070] 在本发明较佳的实施例中，所述曲面像源与所述保护层紧密贴合。

[0071] 在本发明较佳的实施例中，所述保护层的厚度为1微米~50毫米。

[0072] 在本发明较佳的实施例中，所述保护层的厚度为0.1毫米。

[0073] 在本发明较佳的实施例中，所述图像投射装置还包括匹配镜和/或第二透镜。

[0074] 在本发明较佳的实施例中,当所述图像投射装置包括所述像源、所述光纤面板和所述第二透镜时,所述光纤面板远离所述像源的一侧与所述第二透镜之间紧密贴合。

[0075] 在本发明较佳的实施例中,当所述图像投射装置包括所述像源和所述第二透镜时,所述像源与所述第二透镜之间紧密贴合。

[0076] 在本发明较佳的实施例中,当所述图像投射装置包括所述曲面像源、所述保护层和所述第二透镜时,所述曲面像源、所述保护层和所述第二透镜之间依次紧密贴合。

[0077] 在本发明较佳的实施例中,当所述图像投射装置包括像源、匹配镜和第二透镜时,所述匹配镜的一侧与所述像源之间紧密贴合;另一侧与所述第二透镜紧密贴合。

[0078] 在本发明较佳的实施例中,所述匹配镜的折射率为1~2.7。

[0079] 在本发明较佳的实施例中,所述匹配镜由液体材质、液晶、半固态材质或固体材质构成。

[0080] 在本发明较佳的实施例中,当所述匹配镜为液体材质、液晶或半固态材质时,所述图像投射装置还包括第一密封结构,将所述匹配镜密封于所述像源与所述第二透镜之间。

[0081] 在本发明较佳的实施例中,当所述匹配镜为固体材质时,所述像源、所述匹配镜和所述第二透镜相互直接连接。

[0082] 在本发明较佳的实施例中,当所述图像投射装置包括所述像源、所述光纤面板、所述匹配镜和所述第二透镜时,所述匹配镜的一侧与所述光纤面板远离所述像源的一侧之间紧密贴合;所述匹配镜的另一侧与所述第二透镜紧密贴合。

[0083] 在本发明较佳的实施例中,当所述匹配镜为液体材质、液晶或半固态材质时,所述图像投射装置还包括第二密封结构,将所述匹配镜密封于所述光纤面板远离像源的一侧与所述第二透镜之间。

[0084] 在本发明较佳的实施例中,当所述匹配镜为固体材质时,所述光纤面板远离所述像源的一侧、所述匹配镜和所述第二透镜相互直接连接。

[0085] 在本发明较佳的实施例中,当所述图像投射装置包括所述曲面像源、所述保护层、所述匹配镜和所述第二透镜时,所述曲面像源、所述保护层、所述匹配镜和所述第二透镜之间依次紧密贴合。

[0086] 在本发明较佳的实施例中,当所述匹配镜为液体材质、液晶或半固态材质时,所述图像投射装置还包括第三密封结构,将所述匹配镜密封于所述保护层与所述第二透镜之间。

[0087] 在本发明较佳的实施例中,当所述匹配镜为固体材质时,所述曲面像源、所述保护层、所述匹配镜和所述透镜相互直接连接。

[0088] 在本发明较佳的实施例中,所述第一分光镜和所述第二分光镜之间设有第三透镜。

[0089] 第二方面,本发明实施例还提供了一种穿戴式设备,包括卡箍件和上述的AR显示装置。

[0090] 本发明的基本工作原理:

[0091] 本发明提供的AR显示装置和穿戴式AR设备,AR显示装置采用两次折叠反射光学显示模组,像源射出的图像光线一部分经过第一分光镜照射至反射镜,由反射镜反射后,光线再次射向第一分光镜,经过第一分光镜射向第二分光镜,再经过第二分光镜,射向半反射

镜,一部分光又半反射镜反射回第二分光镜,透过第二分光镜照射向人眼,使得用户能够看到超大可视角度的虚拟图像。当环境光线入射时,一部分环境光线透过半反射镜和第二分光镜,进入人眼,使用户能够看到真实的外界环境,通过虚拟图像与真实环境的叠加显示达到增强现实的效果。

[0092] 本发明实施例带来了以下有益效果:

[0093] 本发明实施例提供的AR显示装置和穿戴式AR设备,光学显示模组通过两次反射对光线进行汇聚和成像,其矫正像差的能力远大于折射面,具有不引起色差的优点,解决了现有的光学系统采用折射容易引起色差,又通过增加透镜数量进行补偿矫正,体积大重量重的缺陷。同时,本发明的光学显示模组能够以较少的元件数量获得更清晰的图像,更大的视场(对角线 10° - 150°),更大的眼盒大小(6mm-20mm以上)和更大的出瞳距离(14mm-25mm),并减小了系统的体积、重量和复杂程度。本发明的光学显示模组的光路为同轴结构,相对于离轴结构,光学像差更容易评估和矫正,光学元件也更容易加工和制造,光学显示模组更容易制造和装配,更容易实现批量生产,生产成本也更低。

[0094] 本发明的其他特征和优点将在随后的说明书中阐述,并且,部分地从说明书中变得显而易见,或者通过实施本发明而了解。本发明的目的和其他优点在说明书、权利要求书以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

[0095] 为使本发明的上述目的、特征和优点能更明显易懂,下文特举较佳实施例,并配合所附附图,作详细说明如下。

附图说明

[0096] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施方式,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0097] 图1为现有技术的一种AR显示装置的结构示意图;

[0098] 图2为现有技术的另一种AR显示装置的结构示意图;

[0099] 图3为本发明第一实施例所提供的AR显示装置的结构示意图;

[0100] 图4为本发明第二实施例所提供的一种AR显示装置的结构示意图;

[0101] 图5为本发明第二实施例所提供的另一种AR显示装置的结构示意图;

[0102] 图6为本发明第三实施例所提供的AR显示装置的结构示意图;

[0103] 图7为本发明第四实施例所提供的AR显示装置的结构示意图;

[0104] 图8为本发明第五实施例所提供的AR显示装置的结构示意图;

[0105] 图9为本发明第六实施例所提供的AR显示装置的结构示意图;

[0106] 图10为本发明第七实施例所提供的AR显示装置的结构示意图;

[0107] 图11为本发明第八实施例所提供的AR显示装置的结构示意图;

[0108] 图12为本发明第九实施例所提供的AR显示装置的结构示意图;

[0109] 图13为本发明第十实施例所提供的AR显示装置的结构示意图;

[0110] 图14为本发明第十一实施例所提供的AR显示装置的结构示意图;

[0111] 图15为本发明第十二实施例所提供的AR显示装置的结构示意图;

- [0112] 图16为本发明第十三实施例所提供的一种AR显示装置的结构示意图；
- [0113] 图17为本发明第十三实施例所提供的另一种AR显示装置的结构示意图；
- [0114] 图18为本发明第十四实施例所提供的AR显示装置的结构示意图；
- [0115] 图19为本发明第十五实施例所提供的AR显示装置的结构示意图。
- [0116] 图标：
- [0117] 1-图像投射装置；11-像源；12-透镜；13-光源；14-偏振组件；15-第一透镜；16-匹配镜；17-第二透镜；18-光纤面板；3-分光镜；4-曲面半反射镜；5-屈光矫正镜片；6-第三透镜；61-第一分光镜；62-第一反射镜；63-第一波片组件；71-第二分光镜；72-第二反射镜；73-第二波片组件。

具体实施方式

[0118] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。因此，以下对在附图中提供的本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围，而是仅仅表示本发明的选定实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0119] 针对现有的AR显示装置成像质量低，视场小等问题，本发明实施例提供了一种AR显示装置和穿戴式AR设备，以下首先对本发明的AR显示装置进行详细介绍。

[0120] 实施例一

[0121] 本实施例提供了一种AR显示装置，如图3所示，该AR显示装置，包括图像投射装置1和光学显示模组。

[0122] 图像投射装置1包括像源11。像源11的作用是显示需要投射到人眼中的图像，像源11可以采用集成光源的平面像源，例如，OLED(Organic Light-Emitting Diode,有机发光二极管)、LCD(Liquid Crystal Display,液晶显示器)等显示原理的电子器件。

[0123] 光学显示模组包括第一分光镜61、第一反射镜62、第二分光镜71和第二反射镜72。像源11发出的光经由第一分光镜61射向第一反射镜62，由第一反射镜62反射回第一分光镜61，再经由第一分光镜61射向第二分光镜71，由第二分光镜71反射至第二反射镜72，一部分光再由第二反射镜72反射回第二分光镜71，经由第二分光镜71射向人眼。只要保证人眼在光学系统的眼盒的范围内，整个光学系统可以任意旋转或改变位置。眼盒(Eyebbox)大小，是指人眼能够看到全视场显示内容的瞳孔的移动范围。Eyebbox越大，人眼相对于显示设备的移动范围就越大。

[0124] 像源11的法线与第一分光镜61的反射平面的夹角为 Φ ，第一分光镜61的反射平面与主轴之间的夹角为 θ ， $\Phi = \theta$ 。其中，主轴为第一交点和第二交点的连线；所述第一交点为第一反射镜62的光轴与第一分光镜61的反射平面的交点；所述第二交点为第二反射镜72的光轴与第二分光镜71的反射平面的交点。在 $\Phi = \theta$ 的前提下，像源11、第一分光镜61、第一反射镜62三者可以在空间内变换角度与位置。

[0125] 第二分光镜71的反射平面和第二反射镜72的光轴之间的夹角为 α ；主轴和第二分

光镜71的反射平面之间的夹角为 β 。 α 的取值范围为 $\beta-10^\circ$ 至 $\beta+10^\circ$ 之间,且 $90^\circ \geq \alpha \geq 0^\circ$, β 为 $0^\circ \sim 90^\circ$ 之间,优选为 $40^\circ \sim 50^\circ$,此时,图像光线的视场最大,图像光线的可视范围最大。

[0126] 其中,第一分光镜61可以采用平板分光镜或立方分光镜,第二分光镜71也可以采用平板分光镜或立方分光镜。由于立方分光镜的折射率大于1,则在光程(折射率 \times 距离)相同的情况下,采用立方分光镜时,光学显示模组中各组件的物理距离可以进一步被压缩。同时,立方分光镜也可以平衡一部分光学系统的像差。

[0127] 第一反射镜的光线透过率在0-100%之间。例如,第一反射镜的光线透过率可以是30%、50%或70%。同理,第二反射镜的光线透过率也在0-100%之间。例如,第二反射镜的光线透过率也可以是30%、50%或70%。

[0128] 第一反射镜62可以采用曲面反射镜,即第一反射镜62为曲面结构,第一反射镜62的曲面可以向第一分光镜61的方向凸出,也可以向远离第一分光镜61的方向凸出。可以理解的是,第一反射镜62也可以采用曲面半反射镜、曲面折半反射镜、延迟式曲面折半反射镜或屈光矫正半反射镜。曲面半反射镜可以采用如图1和图2所示的现有的曲面半反射镜4。曲面折半反射镜、延迟式曲面折半反射镜和屈光矫正半反射镜的结构将在下文中进行详细介绍。

[0129] 第二反射镜72可以采用曲面半反射镜、曲面折半反射镜、延迟式曲面折半反射镜或屈光矫正半反射镜。

[0130] 如图3所示的AR显示装置,第一反射镜62、第一分光镜61与像源11水平排列,第二分光镜71与第二反射镜72水平排列,第一分光镜61与第二反光镜71竖直排列。即第一反射镜62的光轴处于水平方向上;第二反射镜72的光轴也处于水平方向上。

[0131] 本实施例的AR显示装置的工作原理如下:

[0132] 像源11发出的图像光线,一部分能够通过第一分光镜61,照射至第一反射镜62上,经过第一反射镜62反射后,光线再次射向第一分光镜61,经第一分光镜61反射,一部分光反射向第二分光镜71。一部分光经过第二分光镜71反射,射向第二反射镜72,一部分光经过第二反射镜72反射后,再次射向第二分光镜71,一部分光透过第二分光镜71照射向人眼,使得观察者能够看到超大可视角度的虚拟图像。当环境光线入射时,一部分环境光线透过第二反射镜72和第二分光镜71,进入人眼,使用户能够看到真实的外界环境,通过虚拟图像与真实环境的叠加显示达到增强现实的效果。

[0133] 本实施例的光学显示模组,使用了两次反射对光线进行汇聚和成像,由于反射可以看做是折射率为-1的折射,其折射率差值在空气中为2(即 $1 - (-1)$),因此曲面反射对于光线的偏折能力是折射面的3-4倍,因此其矫正像差的能力也比折射面要强很多。另外,现有的透镜系统容易引起色差,需要增加透镜数量来补偿矫正,而反射具有不引起色差的设计优点,使该光学系统中元件的数量和价格进一步减少。同时,该光学显示模组的光路完全为同轴结构,相比于其他离轴结构,光学像差更容易评估和矫正,不需要矫正离轴的像差和不对称的畸变。此外,同轴光学元件更容易加工和制造,使得该结构更容易制造和装配,更容易实现批量生产,相应的生产成本也更低。因此该结构能够以较少的元件数量获得更清晰的图像,更大的视场(对角线 $10^\circ - 150^\circ$),更大的眼盒大小(6mm-20mm以上)和更大的出瞳距离(14mm-25mm),并减小了系统的体积、重量和复杂程度。

[0134] 为了节约篇幅,下述各实施例主要介绍与实施例一不同的部分,各实施例中相同

的内容可以相互参照。

[0135] 实施例二

[0136] 本实施例提供了一种AR显示装置,如图4和图5所示,该AR显示装置,包括图像投射装置1和光学显示模组。

[0137] 图像投射装置1包括像源11。光学显示模组包括第一分光镜61、第一反射镜62、第二分光镜71和第二反射镜72。

[0138] 图4所示的AR显示装置中,第二反射镜72位于第二分光镜71的下方,由于不遮挡环境光线,第二反射镜72可以采用曲面反射镜。环境光线可以通过第二分光镜72射入人眼。该结构可以使像源光的利用效率增加一倍,同时环境光线的透过率也可以提升一倍。

[0139] 图4所示的AR显示装置的工作原理如下:

[0140] 像源11发出的图像光线,一部分能够通过第一分光镜61,照射至第一反射镜62上,经过第一反射镜62反射后,光线再次射向第一分光镜61,经第一分光镜61反射,一部分光反射向第二分光镜71,一部分光透过第二分光镜71,射向第二反射镜72,经过第二反射镜72反射后,再次射向第二分光镜71,一部分光经过第二分光镜71反射后射向人眼,使得观察者能够看到超大可视角度的虚拟图像。当环境光线入射时,一部分环境光线透过第二分光镜71,进入人眼,使用户能够看到真实的外界环境,通过虚拟图像与真实环境的叠加显示达到增强现实的效果。

[0141] 图5所示的AR显示装置中,第一反射镜62位于第一分光镜61的上方,第一反射镜62的曲面朝下弯曲,可以缩小AR显示装置在水平方向上的尺寸。

[0142] 图5所示的AR显示装置的工作原理如下:

[0143] 像源11发出的图像光线,经过第一分光镜61反射,照射至第一反射镜62上,经过第一反射镜62反射后,光线再次射向第一分光镜61,透过第一分光镜61,射向第二分光镜71,一部分光经过第二分光镜71反射,射向第二反射镜72,一部分光经过第二反射镜72反射后,再次射向第二分光镜71,透过第二分光镜71射向人眼,使得观察者能够看到超大可视角度的虚拟图像。当环境光线入射时,一部分环境光线透过第二反射镜72和第二分光镜71,进入人眼,使用户能够看到真实的外界环境,通过虚拟图像与真实环境的叠加显示达到增强现实的效果。

[0144] 实施例三

[0145] 本实施例提供的AR显示装置如图6所示,包括图像投射装置1和光学显示模组。其中,光学显示模组包括第一分光镜61、第一波片组件63、第一反射镜62、第二分光镜71、第二波片组件73和第二反射镜72。

[0146] 第一分光镜61采用平板偏振分光镜。平板偏振分光镜可以仅包括偏振分光膜(以下称第一偏振分光膜),还可以包括第一偏振分光膜和平板分光镜基片。第一偏振分光膜用于通过偏振态为第一方向的偏振光,反射偏振态为第二方向的偏振光。其中,第一方向和第二方向相互垂直。例如,第一方向偏振光可以是偏振态为P方向的偏振光,第二方向偏振光可以是偏振态为S方向的偏振光。考虑到P偏振光和S偏振光可以在满足相互垂直的前提下绕光线传播方向旋转,因此,第一方向偏振光也可以是偏振态与P方向呈一定角度的偏振光,第二方向偏振光也可以是偏振态与S方向呈一定角度的偏振光,本发明实施例中,不进行限定。

[0147] 当第一分光镜61包括第一偏振分光膜和平板分光镜基片两层结构时,平板分光镜基片位于临近图像投射装置1的一侧,偏振分光膜位于临近第一反射镜62的一侧。

[0148] 第二分光镜71也采用平板偏振分光镜。同样,平板偏振分光镜可以仅包括第一偏振分光膜,还可以包括第一偏振分光膜和平板分光镜基片。当第二分光镜71为包括第一偏振分光膜和平板分光镜基片时,平板分光镜基片位于远离第二反射镜72的一侧,偏振分光膜位于临近第二反射镜72的一侧。

[0149] 第一分光镜61和第二分光镜71也可以采用立方偏振分光镜,立方偏振分光镜在反射平面上有偏振分光膜(可以称为第二偏振分光膜)。由于立方偏振分光镜的折射率大于1,则在光程相同的情况下,光学显示模组的物理距离可以进一步被压缩。同时立方偏振分光镜也可以平衡一部分光学系统的像差。

[0150] 第一波片组件63和第二波片组件73均可以采用1/4波片。1/4波片用于将入射的第二偏振光转变为圆偏振光。1/4波片可为平面结构或曲面结构;1/4波片还可为柱面结构;1/4波片还可为球面或非球面结构。第一波片组件可以设置于第一分光镜61和第一反射镜62之间,如图6所示。第一波片组件也可以贴合于第一反射镜62的内侧,即临近第一分光镜61的一侧。第二波片组件可以设置于第二分光镜71和第二反射镜72之间,如图6所示。第二波片组件也可以贴合于第二反射镜72的内侧,即临近第二分光镜71的一侧。

[0151] 由于P偏振光和S偏振光可以在满足相互垂直的前提下绕光线传播的方向 $0\sim 360^\circ$ 旋转,此时,偏振分光膜(包括上述的第一偏振分光膜和第二偏振分光膜)和1/4波片的也要改变成对应的角度。

[0152] 本实施例所提供的AR显示装置的基本工作原理如下:

[0153] 像源射出的光,其中的P偏振光能够通过第一分光镜61,再经过第一波片组件63变为圆偏振光,照射在第一反射镜62上,经过第一反射镜62反射后,仍然是圆偏振光的光线再次经过第一波片组件63变为S偏振光再次射向第一分光镜61,经第一分光镜61反射,全部的S偏振光射向第二分光镜71,全部的S偏振光再经过第一分光镜71反射,经过第二波片组件73变为圆偏振光射向第二反射镜72,一部分圆偏振光经过第二反射镜72反射后,仍然是圆偏振光,再次经过第二波片组件73变为P偏振光,射向第二反射镜72,全部P偏振光透过第二反射镜72照射向人眼,使得观察者能够看到超大可视角度的虚拟图像。当环境光线入射时,环境光线中的P偏振光透过第二反射镜72、第二波片组件73和第二分光镜71,进入人眼,使用户能够看到真实的外界环境,通过虚拟图像与真实环境的叠加显示达到增强现实的效果。

[0154] 由于现有技术的AR装置的图像光线的理论能量效率只有约12.5%,图像光线的亮度严重受限。与现有技术相比,本实施例采用偏振光路组件能够提高光能利用率8倍,从而提高图像光线亮度,节省功耗,降低系统发热量。

[0155] 实施例四

[0156] 本实施例提供了一种AR显示装置,如图7所示,该AR显示装置包括图像投射装置1和光学显示模组。

[0157] 与上述实施例三的区别在于:该图像投射装置1的像源11为单一像源,例如,LCOS(Liquid Crystal On Silicon,硅基液晶)、MEMS(Microelectromechanical Systems,微机电显示系统)、DMD(Digital Micro-mirror Device,数字微镜元件)等显示原理的电子器

件。图像投射装置1还包括光源13。如图7所示,光源13与像源11分离。可以理解的是,光源13与像源11可以紧密贴合。

[0158] 使用未集成光源的像源,像源的亮度由光源决定,可以通过提升光源亮度达到提高显示亮度的目的,更易于提升亮度和降低成本,而且如果利用偏振转换器,光能的利用率能在偏振系统的基础上再提高1倍。

[0159] 实施例五

[0160] 本实施例提供了一种AR显示装置,如图8所示,该AR显示装置包括图像投射装置1和光学显示模组。

[0161] 在上述实施例四的基础上,本实施例的AR显示装置,在光源13与第一分光镜61之间设置有偏振组件14。偏振组件14可以是偏振片或偏振转换器。偏振片可以将光源13的光线中的P偏振光完全吸收,只允许经过S偏振光。偏振转换器可以将光线中的P偏振光转化为S偏振光,与原有的S偏振光一同经过偏振转换器。

[0162] 光源13与偏振组件14之间,或者偏振组件14与第一分光镜61之间设置有第一透镜15。第一透镜15可以是一个透镜或多个透镜组成的透镜组。透镜或透镜组中每面透镜可以是凸透镜、凹透镜或凸透镜和凹透镜任意组合等,透镜的面型可以是球面、非球面、自由曲面等。第一透镜15中还可以包括菲涅尔透镜。第一透镜15将光线折射,配合偏振光路组件共同完成成像。

[0163] 本实施例所提供的AR显示装置的工作原理如下:

[0164] 光源11发出的光先经过偏振组件14,P偏振光被吸收或转化为S偏振光,S偏振光穿过进入第一透镜15,光束整形后出射。S偏振光射向第一分光镜61,被反射射向像源11,从像源11反射的光变为p偏振光,通过第一分光镜61,再经过第一波片组件63变为圆偏振光,照射在第一反射镜62上,经过第一反射镜62反射后,仍然是圆偏振光的光线再次经过第一波片组件63变为S偏振光再次射向第一分光镜61,经第一分光镜61反射,全部的S偏振光射向第二分光镜71,全部的S偏振光再经过第二分光镜71反射,经过第二波片组件73变为圆偏振光射向第二反射镜72,一部分圆偏振光经过第二反射镜72反射后,仍然是圆偏振光,再次经过第二波片组件73变为p偏振光,射向第二分光镜71,全部P偏振光透过第二分光镜71照射向人眼,使得观察者能够看到超大可视角度的虚拟图像。当环境光线入射时,环境光线中的P偏振光透过第二反射镜72、第二波片组件73和第二分光镜71,进入人眼,使用户能够看到真实的外界环境,通过虚拟图像与真实环境的叠加显示达到增强现实的效果。

[0165] 本实施例的AR显示装置,在光源与第一分光镜之间设置了偏振组件,进一步提高了光能利用率和图像光线亮度。

[0166] 实施例六

[0167] 本实施例提供了一种AR显示装置,如图9所示,该AR显示装置包括图像投射装置1和光学显示模组。

[0168] 与上述实施例一的区别在于:图像投射装置1包括像源11,匹配镜16和第二透镜17。需要说明的是,图像投射装置也可以仅包括像源11和匹配镜16。

[0169] 如图9所示,匹配镜16位于像源11和第二透镜17之间,匹配镜16的一侧与像源11贴合,另一侧与第二透镜17贴合。匹配镜16具备高透光率和一定的折射率,匹配镜16的折射率大于空气的折射率。匹配镜16可以由透明的液体材质制成,例如水、酒精等;也可以由透明

的固体材质制成,例如玻璃、树脂等;还可以采用液晶或半固态材质制成。

[0170] 当匹配镜13的材质是液体、液晶或半固态材质时,第二透镜17和像源11之间设置有外部密封结构,例如,密闭边框,使第二透镜17和像源11之间形成密闭的腔体,防止匹配镜材质流失。当匹配镜13的材质是固体时,像源11和第二透镜17间可以直接连接匹配镜13,而无需边框。即像源11和匹配镜13直接连接或通过胶水粘接,匹配镜13和第二透镜17直接连接或通过胶水粘接。

[0171] 第二透镜17可以是一个透镜或多个透镜组成的透镜组。透镜或透镜组中每面透镜可以是凸透镜、凹透镜或凸透镜和凹透镜任意组合等,透镜的面型可以是球面、非球面、自由曲面等,第二透镜17将光线折射,配合偏振光路组件共同完成成像。

[0172] 如图1所示,由于现有的AR显示装置的像源与透镜之间具有间隙且间隙过大,一方面会造成AR显示装置的尺寸偏大,元件的分布较分散,造成光学系统结构尺寸偏大,装调困难并且容易损坏。另一方面,由于像源处于空气中,折射率低,数值孔径较难提高,系统极限分辨率受限,设计难度高。而且由于空气与透镜交界面的折射率差距较大,使得该面的反射率较高,容易对后续系统造成鬼像等杂散光。鬼像指由于透镜表面反射而在光学系统焦面附近产生的附加像,该附加像亮度一般较暗,且与原像错开。

[0173] 与上述现有技术相比,本实施例的像源射出的图像光线首先进入到匹配镜,由于匹配镜材质具备高透光率和一定的折射率,与空气介质相比,减少了光线进入透镜时交界面的折射率差,提高了透镜上表面透过率,增加光效率,同时抑制杂散光和鬼像的产生。进一步地说,空气的折射率为1,匹配镜材质的折射率可以在1~2.7之间,根据 $R = (0.61 \cdot \lambda) / (n \cdot \sin \theta)$ 计算公式(R为衍射斑半径, λ 为光波长,n为像面折射率, θ 为入射孔径角),提高介质的折射率能够提供更小的衍射光斑,提高成像分辨率。通过提高像方折射率,用相对小的孔径角实现了较大的数值孔径,减少了边缘光线的偏折角,降低了设计难度。

[0174] 实施例七

[0175] 本实施例提供了一种AR显示装置,如图10所示,该AR显示装置包括图像投射装置1和光学显示模组。

[0176] 与上述实施例三的区别在于:光学显示模组中的第二分光镜71采用多层膜偏振分光镜。多层膜偏振分光镜包括多层膜分光镜基片、第一偏光膜和第三偏振分光膜。第一偏光膜用于通过偏振态为第一方向的偏振光,吸收偏振态为第二方向的偏振光。第三偏振分光膜用于通过偏振态为第一方向的偏振光,反射偏振态为第二方向的偏振光。多层膜偏振分光镜倾斜设置,第三偏振分光膜位于临近第二波片组件73的一侧,第一偏光膜位于远离第二波片组件73的一侧。

[0177] 其中,第一偏光膜、多层膜分光镜基片和第三偏振分光膜沿厚度方向的排列顺序可以改变,三者的排列顺序可以依次为多层膜分光镜基片、第一偏光膜和第三偏振分光膜,即多层膜分光镜基片位于第一偏光膜外侧;也可以为第一偏光膜、多层膜分光镜基片和第三偏振分光膜,即多层膜分光镜基片位于第一偏光膜与第三偏振分光膜中间;或者为第一偏光膜、第三偏振分光膜和多层膜分光镜基片,即多层膜分光镜基片位于第三偏振分光膜外侧。

[0178] 可选地,多层膜偏振分光镜也可以不包括多层膜分光镜基片,仅包括第一偏光膜和第三偏振分光膜。第三偏振分光膜位于临近第二波片组件73的一侧,第一偏光膜位于远

离第二波片组件73的一侧。

[0179] 由于现有的AR显示装置使用普通分光镜,导致干扰光线大量进入人眼,以及外部射入的干扰光线严重干扰图像的对比度,使得图像内容混乱,严重影响图像的对比度。

[0180] 在本实施例中,当外界的干扰光线入射到多层膜偏振分光镜中时,干扰光线会先通过第一偏光膜,其中的第二方向的偏振光被吸收,其余第一方向的偏振光会穿过第一偏光膜和第三偏振分光膜,基本无干扰光线反射到人眼中,可以提升图像观看对比度,减少干扰。

[0181] 实施例八

[0182] 本实施例提供了一种AR显示装置,如图11所示,该AR显示装置包括图像投射装置1和光学显示模组。

[0183] 在上述实施例一的基础上:光学显示模组中的第二反射镜72采用曲面折半反射镜,曲面折半反射镜包括第一增透膜、曲面镜基片和第一半透半反膜。

[0184] 可选地,曲面折半反射镜可以仅包括曲面镜基片和第一半透半反膜。第一半透半反膜位于远离第二分光镜71的一侧。第一半透半反膜可以将入射光线的一部分反射回第二分光镜71。

[0185] 如果曲面折半反射镜包括第一增透膜、曲面镜基片和第一半透半反膜,第一增透膜位于临近第二分光镜71的一侧,第一半透半反膜位于远离第二分光镜71的一侧。即第一增透膜、曲面镜基片和第一半透半反膜沿厚度方向的排列顺序,可以从内向外依次为第一增透膜、曲面镜基片和第一半透半反膜。此处,以临近第二分光镜71的一侧为内侧,远离第二分光镜71的一侧为外侧。由于曲面折半反射镜包括位于内侧的第一增透膜和位于外侧的第一半透半反膜,使原来只一次反射的曲面镜增加为两次折射和一次反射。在系统体积没有变化的前提下增加了折射面的数量,提高了设计自由度,为降低像差和提升光学性能提供了基础,在减少体积的同时,使成像系统的清晰度更高,可视角度更大。

[0186] 本实施例提供的AR显示装置的基本工作原理如下:

[0187] 像源11发出的图像光线,一部分能够通过第一分光镜61,照射至第一反射镜62,经过第一反射镜62反射后,光线再次射向第一分光镜61,经第一分光镜61反射,一部分光反射向第二分光镜71。一部分光经过第二分光镜71反射,然后入射到曲面折半反射镜镀增透膜的一侧,此时发生该光线第一次折射;然后入射到曲面折半反射镜镀半透半反膜的一侧,此时光线分光,一部分射出半透半反膜层到外界,另一部分被半透半反膜反射。被反射的光会再次入射到镀增透膜的一侧,发生第二次折射,然后再次射向第二分光镜71,一部分光透过第二分光镜71照射向人眼,使得观察者能够看到超大可视角度的虚拟图像。当环境光线入射时,一部分环境光线透过曲面折半反射镜和第二分光镜71,进入人眼,使用户能够看到真实的外界环境,通过虚拟图像与真实环境的叠加显示达到增强现实的效果。

[0188] 实施例九

[0189] 本实施例提供了一种AR显示装置,如图12所示,该AR显示装置包括图像投射装置1和光学显示模组。

[0190] 与上述实施例八的区别在于:本实施例光学显示模组中的第二反射镜72采用屈光矫正半反射镜,屈光矫正半反射镜包括第三增透膜、屈光矫正基片和第三半透半反膜。

[0191] 可选地,屈光矫正半反射镜可以包括仅包括屈光矫正基片和第三半透半反膜。第

三半透半反膜位于远离第二分光镜71的一侧。第三半透半反膜可以将入射光线的一部分反射回第二分光镜71。

[0192] 如果屈光矫正半反射镜包括第三增透膜、屈光矫正基片和第三半透半反膜,一种实施方式为:第三增透膜位于临近第二分光镜71的一侧,第三半透半反膜位于远离第二分光镜71的一侧。即第三增透膜、屈光矫正基片和第三半透半反膜沿厚度方向的排列顺序,可以从内向外依次为第三增透膜、屈光矫正基片和第三半透半反膜。此处,以临近第二分光镜71的一侧为内侧,远离第二分光镜71的一侧为外侧。另一种实施方式为:第三增透膜位于远离第二分光镜71的一侧,第三半透半反膜位于邻近第二分光镜71的一侧。即第三增透膜、屈光矫正基片和第三半透半反膜沿厚度方向的排列顺序,可以从内向外依次为第三半透半反膜、屈光矫正基片和第三增透膜。

[0193] 被第二分光镜71反射的图像光线,入射到屈光矫正半反射镜,经屈光矫正基片后,被反射射回第二分光镜71,透过第二分光镜71进入人眼。本实施例通过设计的时候考虑到人眼的屈光不正情况,调整系统中光学元件的曲率、厚度、间隔、折射率等参数,使得屈光不正人眼能看到清晰虚拟图像,同时提高了系统的集成度,降低了系统的复杂度,减小了系统的重量。

[0194] 实施例十

[0195] 本实施例提供了一种AR显示装置,如图13所示,该AR显示装置包括图像投射装置1和光学显示模组。

[0196] 在上述实施例一的基础上:本实施例的图像投射装置1包括像源11和光纤面板18。光纤面板18与像源11紧密贴合。光纤面板18远离像源11的一侧为凹面型、凸面型或平面型。

[0197] 像源11发出的图像光线首先进入光纤面板18,光纤面板18贴合像源11一侧内部的子光纤能够将像源11上对应像素的图像光线调整后传递到光纤面板18的出射端,按照光纤面板18出射端的面型排列。该结构增加了光学设计的自由度,可以提高成像质量,减少零件数量并简化结构。

[0198] 可选的,光纤面板12与像源使用胶水或光胶法连接,具体来说:使用胶水的方法是在像源11和光纤面板12之间涂一层很薄的透明胶层,然后使用各种办法固化(如紫外照射、或者自己凝固、或者加热等);光胶法,是两个表面做的贴合的很好,而且表面做到非常光滑,然后直接贴合,靠微观粒子的相互作用力连接在一起,不需要任何中间的介质。如果像源为平面型时,光纤面板12临近像源的一侧则为平面型,光纤面板12远离像源的一侧可以设计成任意面型,例如:凹面型、凸面型、平面型、球面型、非球面型等等各种自由曲面型。这样当光纤面板临近像源的一侧与平面像源之间紧密贴合时,平面像源上每个像素发出的光都进入到光纤面板的对应位置光纤中,再从光纤面板远离像源的一侧出射,其中,光纤面板每一根光纤都相当于一个像素。

[0199] 另外,光纤面板的光纤丝径可以做到1um或更小,远小于像源的像素尺寸,此时像源上的每个像素都会对应多个光纤点,通过光学系统观看时也就不能分辨像素的边界,用户能够看到清晰的图像。

[0200] 在一可选的实施例中,图像投射装置1可以包括像源11、光纤面板18和透镜,如上述的第二透镜17。光纤面板18的一侧与像源11紧密贴合,另一侧与第二透镜紧密贴合。

[0201] 在另一可选的实施例中,图像投射装置1可以包括像源11、光纤面板18、匹配镜和

透镜;也可以仅包括像源11、光纤面板18和匹配镜。匹配镜的结构可以参见上述的匹配镜16,透镜的结构可以参见上述的第二透镜17。

[0202] 匹配镜16位于光纤面板18和透镜之间,匹配镜16的一侧与光纤面板18远离像源11的一侧之间紧密贴合,另一侧与透镜贴合。匹配镜16具备高透光率和一定的折射率,匹配镜16的折射率大于空气的折射率。匹配镜16可以由透明的液体材质制成,例如水、酒精等;也可以由透明的固体材质制成,例如玻璃、树脂等;还可以采用液晶或半固态材质制成。

[0203] 当匹配镜16的材质是液体、液晶或半固态材质时,透镜和光纤面板之间设置有外部密封结构,例如,密闭边框,使透镜和光纤面板18之间形成密闭的腔体,防止匹配镜材质流失。当匹配镜16的材质是固体时,光纤面板18远离像源11的一侧和透镜间可以直接连接匹配镜16,而无需边框。即光纤面板18远离像源11的一侧和匹配镜16直接连接或通过胶水粘接,匹配镜16和透镜直接连接或通过胶水粘接。

[0204] 当各种方向的光经过光纤平面时,各种方向的光被调制成统一方向,即沿垂直于像源方向传播,垂直进入到显示光路组件中,可以避免由像源发出的各个方向的光的一部分不能进入显示光路组件中,同时,由于光被调制成方向是统一的,有助于降低设计难度,减少元件数量,提升系统集成度等,使产品一体化程度高,重量降低,体积更小。

[0205] 实施例十一

[0206] 本实施例提供了一种AR显示装置,如图14所示,该AR显示装置包括图像投射装置1和光学显示模组。

[0207] 在上述实施例一的基础上:本实施例的图像投射装置1的像源11采用曲面像源。曲面像源11的作用是显示需要投射到人眼中的图像,曲面像源11的形状可以为凹面型、凸面型、球面型、非球面型等等各种自由曲面型。曲面像源的发光面可以设计成与光学系统的场曲相契合,使每一个发光点都处于光学系统要求的位置,使整个成像系统的图像质量提高。同时,使用曲面像源进行光学系统设计时,可以降低场曲的设计要求,有助于降低设计难度,减少元件数量,提升系统集成度等,使产品一体化程度高,重量降低,体积更小。

[0208] 可选地,图像投射装置还可以包括保护层,保护层与曲面像源紧密贴合。进一步的,保护层的厚度为1微米~50毫米。优选的,保护层的厚度可以为0.1毫米。保护层可以保护曲面像源发光面免受损害,保护层还可以为光学玻璃等等材料。保护层还能够起到透镜的作用,对由曲面像源发射出的光具有汇聚的效果。

[0209] 在一可选的实施例中,图像投射装置可以包括曲面像源和透镜,曲面像源与透镜之间紧密贴合。透镜可以采用上述的第二透镜17。透镜的面型与曲面像源之间相契合,可以为球面、非球面、自由曲面等,透镜将光线折射,配合偏振光路组件共同完成成像。可选地,在曲面像源和透镜之间还可以增加保护层,曲面像源、保护层和透镜之间依次紧密贴合。

[0210] 在另一可选的实施例中,图像投射装置可以包括曲面像源、匹配镜和透镜。匹配镜的一侧与曲面像源之间紧密贴合;另一侧与透镜紧密贴合。在曲面像源的形状为凹面型时,透镜中临近显示光路组件的一侧可以为凹面型或者平面型,匹配镜可以配合曲面像源和透镜构成任何形状。匹配镜具备高透光率和一定的折射率,匹配镜的折射率大于空气的折射率。匹配镜的折射率可以为1~2.7。

[0211] 匹配镜可以由透明的液体材质制成,例如水、酒精等;也可以由透明的固体材质制成,例如玻璃、树脂等;还可以采用液晶或半固态材质制成。当匹配镜的材质是液体、液晶或

半固态材质时,曲面透镜和像源之间设置有外部密封结构,例如,密闭边框,使透镜和像源之间形成密闭的腔体,防止匹配镜材质流失。当匹配镜的材质是固体时,曲面像源和透镜间可以直接连接匹配镜,而无需边框。即曲面像源和匹配镜直接连接或通过胶水粘接,匹配镜和透镜直接连接或通过胶水粘接。

[0212] 本发明实施例添加的匹配镜可以提高介质的折射率能够提供更小的衍射光斑,提高成像分辨率,通过提高像方折射率,用相对小的孔径角实现了较大的数值孔径,减少了边缘光线的偏折角,降低了设计难度。

[0213] 在一可选的实施例中,图像投射装置可以仅包括曲面像源和匹配镜,曲面像源和匹配镜之间紧密贴合。

[0214] 在又一可选的实施例中,图像投射装置也可以包括曲面像源、保护层、匹配镜和透镜,曲面像源、保护层、匹配镜和透镜之间依次紧密贴合。并且,当匹配镜为液体材质、液晶或半固态材质时,图像投射装置包括的密封结构,将匹配镜密封于保护层与透镜之间。当匹配镜为固体材质时,曲面像源、保护层、匹配镜和透镜相互直接连接。

[0215] 实施例十二

[0216] 本实施例提供了一种AR显示装置,如图15所示,该AR显示装置包括图像投射装置1和光学显示模组。

[0217] 与上述实施例七的区别在于:光学显示模组中的第二分光镜71采用延迟偏振分光镜。

[0218] 延迟偏振分光镜包括依次排列的延迟分光镜基片、延迟波片、第二偏光膜和第四偏振分光膜。延迟波片用于改变偏振光的偏振方向。第二偏光膜用于通过偏振态为第一方向的偏振光,吸收偏振态为第二方向的偏振光。第四偏振分光膜用于通过偏振态为第一方向的偏振光,反射偏振态为第二方向的偏振光。延迟偏振分光镜倾斜设置,第四偏振分光膜位于临近第二反射镜72的一侧。

[0219] 延迟波片可以采用1/4波片。当外界干扰光线,或称杂散光,通过第四偏振分光膜和第二偏光膜后,第二方向的偏振光被偏光膜吸收,第一方向的偏振光经过1/4波片,被基片反射,然后再次穿过1/4波片,其偏振方向改变 90° ,形成第二方向的偏振光,再经过偏光膜时被偏光膜吸收,因此,杂散光无法再进入光路,从而防止了杂散光通过偏振分光膜和偏光膜,直接经过基片反射后会重新进入光路形成鬼像,并且成本低廉,效果明显,可以有效提高图像对比度,使画面不受鬼像干扰,提升图像质量。

[0220] 在实际生产中,延迟分光镜基片、延迟波片、第二偏光膜和第四偏振分光膜沿厚度方向的排列顺序,可以依次为延迟分光镜基片、延迟波片、第二偏光膜和第四偏振分光膜,即延迟分光镜基片位于延迟波片的外侧;也可以为延迟波片、延迟分光镜基片、第二偏光膜和第四偏振分光膜,即延迟分光镜基片位于延迟波片和第二偏光膜之间;也可以为延迟波片、第二偏光膜、延迟分光镜基片和第四偏振分光膜,即延迟分光镜基片位于第二偏光膜和第四偏振分光膜之间;或者为延迟波片、第二偏光膜、第四偏振分光膜和延迟分光镜基片,即延迟分光镜基片位于第四偏振分光膜外侧。

[0221] 可选地,延迟偏振分光镜也可以不包括延迟分光镜基片,仅包括延迟波片、第二偏光膜和第四偏振分光膜。第四偏振分光膜位于临近图像投射装置和波片组件的一侧,延迟波片位于远离图像投射装置和波片组件的一侧。当没有基片时,延迟偏振分光镜依然可以

去除干扰光线,提高图像光线和环境光线的对比度。

[0222] 实施例十三

[0223] 本实施例提供了一种AR显示装置,如图16和图17所示,该AR显示装置包括图像投射装置1和光学显示模组。

[0224] 图16所示的AR显示装置,与实施例三的区别在于:该光学显示模组的第二反射镜72采用延迟式曲面折半反射镜。

[0225] 延迟式曲面折半反射镜包括第二增透膜、延迟基片和第二半透半反膜。第二增透膜位于临近第二分光镜71的一侧,第二增透膜、延迟基片、第二半透半反膜之间依次紧密贴合。第二增透膜可以提高延迟式曲面折半反射镜的透光率。延迟基片用于将偏振态为第二方向的偏振光转换为圆偏振光,并将圆偏振光转换为偏振态为第一方向的偏振光。其中,延迟基片的快慢轴分别与第一方向和第二方向的夹角均为 $30^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 。可选的,延迟基片的快慢轴分别与第一方向和第二方向的夹角均为 45° 。可选的,延迟基片16可以为 $1/4$ 波片。

[0226] 延迟基片16所采用的材料为具有一定双折射性质的材料,例如:光学塑料、光学玻璃或光学晶体等等,这类材料制成的延迟基片16具有 $1/4$ 波片的性质。延迟基片16的材料,对其不同偏振方向的光具有差异的相位延迟,延迟量为 $m*\lambda+n*\lambda$ (λ 为测试波长, m 为 $0\sim 1$, n 为整数), n 可以为无限大,因为波长相对于宏观物体的尺度,是很小的量,而且对于不同波长都有这个性质,当然,现实情况可能只能接近不能完全做到,在可见光波段内越接近越好。上面说的只能接近不能做到是指,对于可见光所有波长都满足 $m*\lambda+n*\lambda$ (λ 为测试波长, m 为 $0\sim 1$, n 为整数)

[0227] 由于延迟式曲面折半反射镜中包括延迟基片,其功能可以代替 $1/4$ 波片。因此,该结构中可以不设置第二波片组件。

[0228] 可选的,延迟式曲面折半反射镜也可以仅包括延迟基片和第二半透半反膜。延迟基片位于临近第二分光镜71的一侧,用于将偏振态为第二方向的偏振光转换为圆偏振光,并将圆偏振光转换为偏振态为第一方向的偏振光。第二半透半反膜位于远离第二分光镜71的一侧。

[0229] 被第二分光镜71反射的S偏振光入射延迟式曲面折半反射镜的第二增透膜的一侧,此时发生该光线第一次折射,并在通过延迟式曲面折半反射镜材料时转变为圆偏振光;然后入射到曲面折半反射镜的半透半反膜一侧,此时图像光线分光,一部分射出到外界,另一部分被第二半透半反膜反射。被反射的图像光线会再次穿过延迟式曲面折半反射镜,由圆偏振光变成P偏振光,然后入射到第二增透膜的一侧,发生第二次折射。

[0230] 由于延迟式曲面折半反射镜包括位于内侧的延迟基片和位于外侧的第二半透半反膜,使原来只一次反射的曲面镜增加为两次折射和一次反射。在系统体积没有变化的前提下增加了折射面的数量,提高了设计自由度,为降低像差和提升光学性能提供了基础,在减少体积的同时,使成像系统的清晰度更高,可视角度更大。

[0231] 其中,P偏振光和S偏振光可以在满足相互垂直的前提下,绕图像光线的光轴进行 $0\sim 360^{\circ}$ 旋转,此时偏振分光镜和延迟式曲面折半反射镜的也要绕图像光线的光轴做对应角度的旋转。

[0232] 图17所示的AR显示装置,第一反射镜62和第二反射镜72均采用延迟式曲面折半反射镜。由于延迟式曲面折半反射镜中包括延迟基片,其功能可以代替 $1/4$ 波片。因此,该结构

中可以不设置第一波片组件和第二波片组件,进一步减少了元件,减轻了AR显示装置的重量。

[0233] 实施例十四

[0234] 本实施例提供了一种AR显示装置,如图18所示,该AR显示装置包括图像投射装置1和光学显示模组。

[0235] 与实施例三的区别在于:本实施例的光学显示模组的第一分光镜61采用立方偏振分光镜。立方偏振分光镜包括第二偏振分光膜,第二偏振分光膜设置在立方偏振分光镜的反射平面上。像源11与立方偏振分光镜紧密贴合。

[0236] 像源11发出的光线将直接进入立方偏振分光镜中,减少了交界面的折射率差,提高了立方偏振分光镜透过率,增加光效率,抑制杂散光和鬼像的产生。空气的折射率为1,立方偏振分光镜的折射率一般在1.3~2.0之间,根据 $R = (0.61 * \lambda) / (S * \sin\theta)$ 计算公式(R 为衍射斑半径, λ 为光波长, S 为像面折射率, θ 为入射孔径角),提高像方的折射率能够提供更小的衍射光斑,提高成像分辨率,通过提高像方折射率,用相对小的孔径角实现了较大的数值孔径,减少了边缘光线的偏折角,降低了设计难度。

[0237] 可以理解的是,第二分光镜71同样也可以采用立方偏振分光镜。

[0238] 实施例十五

[0239] 本实施例提供了一种AR显示装置,如图19所示,该AR显示装置包括图像投射装置1和光学显示模组。

[0240] 图像投射装置1包括像源11和光源13,光源13与像源11分离设置。像源11为单一像源,例如,LCOS(Liquid Crystal On Silicon,硅基液晶)、MEMS(Microelectromechanical Systems,微机电显示系统)、DMD(Digital Micro-mirror Device,数字微镜元件)等显示原理的电子器件。光源13可以选用红绿蓝三色光源。

[0241] 光学显示模组包括第一分光镜61、第一反射镜62、第二分光镜71和第二反射镜72。第一分光镜61和第一反射镜62之间设置有第一波片组件63。第二分光镜71和第二反射镜72之间设置有第二波片组件73。

[0242] 如图19所示,本实施例的AR显示装置,在光源13与第一分光镜61之间设置有第一透镜15和偏振组件14。第一透镜15位于光源13与偏振组件14之间,可以采用菲涅尔透镜。偏振组件14可以是偏振片或偏振转换器。偏振片可以将光源13的光线中的P偏振光完全吸收,只允许经过S偏振光。偏振转换器可以将光线中的P偏振光转化为S偏振光,与原有的S偏振光一同经过偏振转换器。

[0243] 在像源11与第一分光镜61之间设置有第二透镜17,第二透镜17也可以是一个透镜或多个透镜组成的透镜组。透镜或透镜组中每面透镜可以是凸透镜、凹透镜或凸透镜和凹透镜任意组合等,透镜的面型可以是球面、非球面、自由曲面等。第二透镜17中也可以包括菲涅尔透镜。

[0244] 第一分光镜61可以采用立方偏振分光镜。立方偏振分光镜包括第二偏振分光膜,第二偏振分光膜设置在立方偏振分光镜的反射平面上。由于立方偏振分光镜的折射率大于1,则在光程(折射率×距离)相同的情况下,采用立方偏振分光镜时,光学显示模组中各组件的物理距离可以进一步被压缩。同时,立方偏振分光镜也可以平衡一部分光学系统的像差。

[0245] 第一反射镜62可以采用曲面折半反射镜,第二分光镜71可以采用平板偏振分光镜或立方偏振分光镜,第二反射镜72可以采用曲面半反射镜。

[0246] 第一分光镜61和第二分光镜71之间设置有第三透镜6。第三透镜6可以是一个透镜或多个透镜组成的透镜组。透镜或透镜组中每面透镜可以是凸透镜、凹透镜或凸透镜和凹透镜任意组合等,透镜的面型可以是球面、非球面、自由曲面等。第三透镜6中也可以包括菲涅尔透镜。第三透镜6将光线折射,配合偏振光路组件共同完成成像。

[0247] 本实施例所提供的AR显示装置的工作原理如下:

[0248] 光源11发出的光经过第一透镜15和偏振组件14,P偏振光被吸收或转化为S偏振光。S偏振光射向第一分光镜61,被反射后通过第二透镜17射向像源11,从像源11反射的光变为p偏振光,通过第二透镜17调整光束后,经过第一分光镜61,再经过第一波片组件63变为圆偏振光,照射在第一反射镜62上,经过第一反射镜62反射后,仍然是圆偏振光的光线再次经过第一波片组件63变为S偏振光再次射向第一分光镜61,经第一分光镜61反射,全部的S偏振光通过第三透镜6射向第二分光镜71,全部的S偏振光再经过第二分光镜71反射,经过第二波片组件73变为圆偏振光射向第二反射镜72,一部分圆偏振光经过第二反射镜72反射后,仍然是圆偏振光,再次经过第二波片组件73变为p偏振光,射向第二分光镜71,全部P偏振光透过第二分光镜71照射向人眼,使得观察者能够看到超大可视角度的虚拟图像。当环境光线入射时,环境光线中的P偏振光透过第二反射镜72、第二波片组件73和第二分光镜71,进入人眼,使用户能够看到真实的外界环境,通过虚拟图像与真实环境的叠加显示达到增强现实的效果。

[0249] 实施例十六

[0250] 本发明实施例还提供了一种穿戴式AR设备,包括卡箍件和上述任一实施例中记载的AR显示装置。

[0251] 该穿戴式AR设备可以是但不限于AR眼镜、AR头盔或AR面罩。当穿戴式AR设备为AR眼镜时,卡箍件为镜框,AR显示装置安装在镜框上,相当于两个镜片的位置。当穿戴式AR设备为AR头盔时,卡箍件可以是头盔壳体,AR显示装置安装于头盔壳体前侧的面窗部。

[0252] 本发明实施例提供的AR显示装置和穿戴式AR设备具有相同的技术特征,所以也能解决相同的技术问题,达到相同的技术效果。

[0253] 需要说明的是,在本发明实施例的描述中,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0254] 在本发明的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0255] 最后应说明的是:以上所述实施例,仅为本发明的具体实施方式,用以说明本发明的技术方案,而非对其限制,本发明的保护范围并不局限于此,尽管参照前述实施例对本发

明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改或可轻易想到变化,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改、变化或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明实施例技术方案的精神和范围,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

[0256] 本发明实施例还公开了:

[0257] B1.一种AR显示装置,包括图像投射装置和光学显示模组;

[0258] 所述图像投射装置包括像源;

[0259] 所述光学显示模组包括第一分光镜、第一反射镜、第二分光镜和第二反射镜;

[0260] 所述像源射出的光经由所述第一分光镜射向所述第一反射镜,由所述第一反射镜反射回所述第一分光镜,再经由所述第一分光镜射向所述第二分光镜,由所述第二分光镜射向所述第二反射镜,再由所述第二反射镜反射回所述第二分光镜,经由所述第二分光镜射向人眼。

[0261] B2.根据B1所述的AR显示装置,所述像源的法线与所述第一分光镜的反射平面的夹角为 Φ ,所述第一分光镜的反射平面与主轴之间的夹角为 θ , Φ 的取值范围为 $\theta-10^\circ$ 至 $\theta+10^\circ$ 之间,且 $90^\circ > \Phi > 0^\circ$;所述主轴为第一交点和第二交点的连线;所述第一交点为第一反射镜的光轴与所述第一分光镜的反射平面的交点;所述第二交点为第二反射镜的光轴与所述第二分光镜的反射平面的交点。

[0262] B3.根据B2所述的AR显示装置,所述第二分光镜的反射平面和所述第二反射镜的光轴之间的夹角为 α ;所述主轴和所述第二分光镜的反射平面之间的夹角为 β ; α 的取值范围为 $\beta-10^\circ$ 至 $\beta+10^\circ$ 之间,且 $90^\circ \geq \alpha \geq 0^\circ$ 。

[0263] B4.根据B3所述的AR显示装置, β 为 $0^\circ \sim 90^\circ$ 。

[0264] B5.根据B3所述的AR显示装置, β 为 $40^\circ \sim 50^\circ$ 。

[0265] B6.根据B3所述的AR显示装置,所述第二反射镜和所述第一反射镜均为曲面结构;所述第二反射镜的曲面向远离所述第二分光镜的方向凸出;所述第一反射镜的曲面向远离所述第一分光镜的方向凸出。

[0266] B7.根据B6所述的AR显示装置,所述第一反射镜的光轴处于水平方向上或处于竖直方向上;所述第二反射镜的光轴处于水平方向上或处于竖直方向上。

[0267] B8.根据B7所述的AR显示装置,所述第一反射镜或所述第二反射镜为曲面反射镜、曲面半反射镜、曲面折半反射镜、延迟式曲面折半反射镜或屈光矫正半反射镜。

[0268] B9.根据B8所述的AR显示装置,所述曲面反射镜包括基片和反射膜,所述反射膜位于所述基片的内侧或外侧。

[0269] B10.根据B8所述的AR显示装置,所述曲面半反射镜包括基片和半透半反膜,所述半透半反膜位于所述基片的内侧或外侧。

[0270] B11.根据B8所述的AR显示装置,所述曲面折半反射镜包括曲面镜基片和第一半透半反膜,所述第一半透半反膜位于远离所述第一分光镜或所述第二分光镜的一侧。

[0271] B12.根据B11所述的AR显示装置,所述曲面折半反射镜还包括第一增透膜;所述第一增透膜位于临近所述第一分光镜或所述第二分光镜的一侧。

[0272] B13.根据B8所述的AR显示装置,所述延迟式曲面折半反射镜包括延迟基片和第二

半透半反膜；

[0273] 所述延迟基片位于临近所述第一分光镜或所述第二分光镜的一侧，用于将偏振态为第二方向的偏振光转换为圆偏振光，并将所述圆偏振光转换为偏振态为第一方向的偏振光；

[0274] 所述第二半透半反膜位于远离所述第一分光镜或所述第二分光镜的一侧；

[0275] 其中，所述第一方向和所述第二方向相互垂直。

[0276] B14. 根据B13所述的AR显示装置，所述延迟基片的快慢轴与所述第一方向的夹角和所述延迟基片的快慢轴与所述第二方向的夹角均为 $30^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 。

[0277] B15. 根据B13所述的AR显示装置，所述延迟基片的快慢轴与所述第一方向的夹角和所述延迟基片的快慢轴与所述第二方向的夹角均为 45° 。

[0278] B16. 根据B13所述的AR显示装置，所述延迟基片所采用的材料为光学塑料、光学玻璃或光学晶体。

[0279] B17. 根据B16所述的AR显示装置，所述延迟式曲面折半反射镜还包括第二增透膜；所述第二增透膜位于临近所述第一分光镜或所述第二分光镜的一侧。

[0280] B18. 根据B8所述的AR显示装置，所述屈光矫正半反射镜包括屈光矫正基片和第三半透半反膜，所述第三半透半反膜位于远离所述第二分光镜的一侧。

[0281] B19. 根据B18所述的AR显示装置，所述屈光矫正半反射镜还包括第三增透膜；所述第三增透膜位于临近所述第二分光镜的一侧。

[0282] B20. 根据B8所述的AR显示装置，所述第一反射镜和第二反射镜的光线透过率为0-100%。

[0283] B21. 根据B8所述的AR显示装置，所述第一反射镜和第二反射镜的光线透过率为50%。

[0284] B22. 根据B8所述的AR显示装置，所述第一分光镜为平板分光镜、立方分光镜、平板偏振分光镜、立方偏振分光镜、多层膜偏振分光镜或延迟偏振分光镜；

[0285] 所述第二分光镜为平板分光镜、立方分光镜、平板偏振分光镜、立方偏振分光镜、多层膜偏振分光镜或延迟偏振分光镜。

[0286] B23. 根据B22所述的AR显示装置，当所述第一分光镜为平板偏振分光镜、立方偏振分光镜、多层膜偏振分光镜或延迟偏振分光镜时，所述光学显示模组还包括第一波片组件；所述第一波片组件设置于所述第一分光镜和所述第一反射镜之间，或贴合于所述第一反射镜的内侧；

[0287] 当所述第二分光镜为平板偏振分光镜、立方偏振分光镜、多层膜偏振分光镜或延迟偏振分光镜时，所述光学显示模组还包括第二波片组件；所述第二波片组件设置于所述第二分光镜和所述第二反射镜之间，或贴合于所述第二反射镜的内侧。

[0288] B24. 根据B23所述的AR显示装置，所述第一波片组件或所述第二波片组件包括 $1/4$ 波片。

[0289] B25. 根据B22所述的AR显示装置，所述平板偏振分光镜包括第一偏振分光膜；所述第一偏振分光膜用于通过偏振态为第一方向的偏振光，反射偏振态为第二方向的偏振光；所述第一方向和所述第二方向相互垂直。

[0290] B26. 根据B25所述的AR显示装置，所述平板偏振分光镜还包括平板分光镜基片；

[0291] 当所述第一分光镜为平板偏振分光镜时,所述平板分光镜基片位于临近所述图像投射装置的一侧,所述第一偏振分光膜位于临近所述第一反射镜的一侧;

[0292] 当所述第二分光镜为平板偏振分光镜时,所述平板分光镜基片位于远离所述第二反射镜的一侧,所述第一偏振分光膜位于临近所述第二反射镜的一侧。

[0293] B27. 根据B22所述的AR显示装置,所述立方偏振分光镜包括第二偏振分光膜;所述第二偏振分光膜设置在所述立方偏振分光镜的反射平面上。

[0294] B28. 根据B22所述的AR显示装置,所述多层膜偏振分光镜包括第一偏光膜和第三偏振分光膜;

[0295] 所述第一偏光膜用于通过偏振态为第一方向的偏振光,吸收偏振态为第二方向的偏振光;

[0296] 所述第三偏振分光膜用于通过偏振态为第一方向的偏振光,反射偏振态为第二方向的偏振光;

[0297] 所述第一方向和所述第二方向相互垂直。

[0298] B29. 根据B28所述的AR显示装置,所述多层膜偏振分光镜还包括多层膜分光镜基片;所述多层膜分光镜基片位于所述第一偏光膜外侧、所述第一偏光膜与所述第三偏振分光膜中间或所述第三偏振分光膜外侧。

[0299] B30. 根据B22所述的AR显示装置,所述延迟偏振分光镜包括依次排列的延迟波片、第二偏光膜和第四偏振分光膜;

[0300] 所述延迟波片用于改变偏振光的偏振方向;

[0301] 所述第二偏光膜用于通过偏振态为第一方向的偏振光,吸收偏振态为第二方向的偏振光;

[0302] 所述第四偏振分光膜用于通过偏振态为第一方向的偏振光,反射偏振态为第二方向的偏振光;

[0303] 所述第一方向和所述第二方向相互垂直。

[0304] B31. 根据B30所述的AR显示装置,所述延迟偏振分光镜还包括延迟分光镜基片,所述延迟分光镜基片位于所述延迟波片外侧、所述延迟波片和所述第二偏光膜之间、所述第二偏光膜和所述第四偏振分光膜之间或所述第四偏振分光膜外侧。

[0305] B32. 根据B31所述的AR显示装置,所述延迟偏振分光镜还包括第四增透膜;所述第四增透膜位于所述延迟波片的外侧,或者位于所述延迟偏振分光镜的两侧。

[0306] B33. 根据B22所述的AR显示装置,当第一分光镜为立方分光镜或立方偏振分光镜时,所述第一分光镜与所述像源贴合或分离。

[0307] B34. 根据B1所述的AR显示装置,所述像源为单一像源,所述图像投射装置还包括光源;所述光源与所述像源紧密贴合或分离。

[0308] B35. 根据B34所述的AR显示装置,所述光源与所述第一分光镜之间设置有偏振组件;所述偏振组件为偏振片或偏振转换器。

[0309] B36. 根据B35所述的AR显示装置,所述光源与所述偏振组件之间,或者所述偏振组件与所述第一分光镜之间设置有第一透镜。

[0310] B37. 根据B36所述的AR显示装置,所述第一透镜包括菲涅尔透镜。

[0311] B38. 根据B1所述的AR显示装置,所述像源为集成光源的平面像源。

- [0312] B39. 根据B38所述的AR显示装置,所述图像投射装置还包括光纤面板;所述光纤面板与所述像源紧密贴合。
- [0313] B40. 根据B39所述的AR显示装置,所述光纤面板远离所述像源的一侧为凹面型、凸面型或平面型。
- [0314] B41. 根据B1所述的AR显示装置,所述像源为曲面像源。
- [0315] B42. 根据B41所述的AR显示装置,所述曲面像源的形状为凹面型或凸面型。
- [0316] B43. 根据B42所述的AR显示装置,所述图像投射装置还包括保护层。
- [0317] B44. 根据B43所述的AR显示装置,所述曲面像源与所述保护层紧密贴合。
- [0318] B45. 根据B44所述的AR显示装置,所述保护层的厚度为1微米~50毫米。
- [0319] B46. 根据B44所述的AR显示装置,所述保护层的厚度为0.1毫米。
- [0320] B47. 根据B34、B38、B39、B41或B43所述的AR显示装置,所述图像投射装置还包括匹配镜和/或第二透镜。
- [0321] B48. 根据B47所述的AR显示装置,当所述图像投射装置包括所述像源、所述光纤面板和所述第二透镜时,所述光纤面板远离所述像源的一侧与所述第二透镜之间紧密贴合。
- [0322] B49. 根据B47所述的AR显示装置,当所述图像投射装置包括所述像源和所述第二透镜时,所述像源与所述第二透镜之间紧密贴合。
- [0323] B50. 根据B47所述的AR显示装置,当所述图像投射装置包括所述曲面像源、所述保护层和所述第二透镜时,所述曲面像源、所述保护层和所述第二透镜之间依次紧密贴合。
- [0324] B51. 根据B47所述的AR显示装置,当所述图像投射装置包括像源、匹配镜和第二透镜时,所述匹配镜的一侧与所述像源之间紧密贴合;另一侧与所述第二透镜紧密贴合。
- [0325] B52. 根据B51所述的AR显示装置,所述匹配镜的折射率为1~2.7。
- [0326] B53. 根据B51所述的AR显示装置,所述匹配镜由液体材质、液晶、半固态材质或固体材质构成。
- [0327] B54. 根据B53所述的AR显示装置,所述匹配镜为液体材质、液晶或半固态材质时,所述图像投射装置还包括第一密封结构,将所述匹配镜密封于所述像源与所述第二透镜之间。
- [0328] B55. 根据B53所述的AR显示装置,当所述匹配镜为固体材质时,所述像源、所述匹配镜和所述第二透镜相互直接连接。
- [0329] B56. 根据B47所述的AR显示装置,当所述图像投射装置包括所述像源、所述光纤面板、所述匹配镜和所述第二透镜时,所述匹配镜的一侧与所述光纤面板远离所述像源的一侧之间紧密贴合;所述匹配镜的另一侧与所述第二透镜紧密贴合。
- [0330] B57. 根据B53所述的AR显示装置,当所述匹配镜为液体材质、液晶或半固态材质时,所述图像投射装置还包括第二密封结构,将所述匹配镜密封于所述光纤面板远离像源的一侧与所述第二透镜之间。
- [0331] B58. 根据B53所述的AR显示装置,当所述匹配镜为固体材质时,所述光纤面板远离所述像源的一侧、所述匹配镜和所述第二透镜相互直接连接。
- [0332] B59. 根据B51所述的AR显示装置,当所述图像投射装置包括所述曲面像源、所述保护层、所述匹配镜和所述第二透镜时,所述曲面像源、所述保护层、所述匹配镜和所述第二透镜之间依次紧密贴合。

[0333] B60. 根据B53所述的AR显示装置,当所述匹配镜为液体材质、液晶或半固态材质时,所述图像投射装置还包括第三密封结构,将所述匹配镜密封于所述保护层与所述第二透镜之间。

[0334] B61. 根据B53所述的AR显示装置,当所述匹配镜为固体材质时,所述曲面像源、所述保护层、所述匹配镜和所述透镜相互直接连接。

[0335] B62. 根据B47所述的AR显示装置,所述第一分光镜和所述第二分光镜之间设有第三透镜。

[0336] C63. 一种穿戴式AR设备,包括卡箍件和上述B1~B62中任一项所述的AR显示装置。

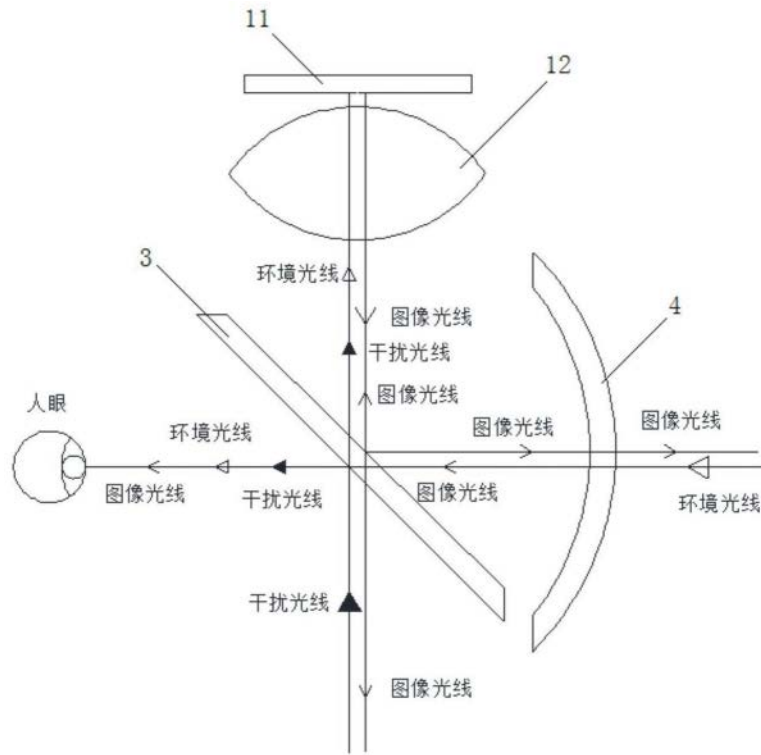


图1

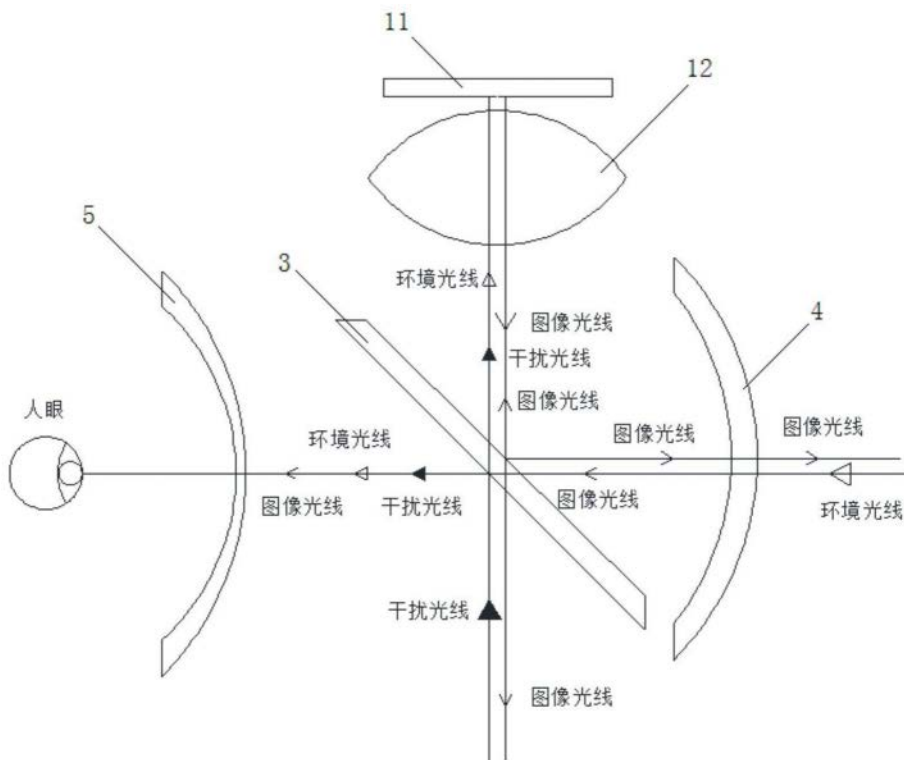


图2

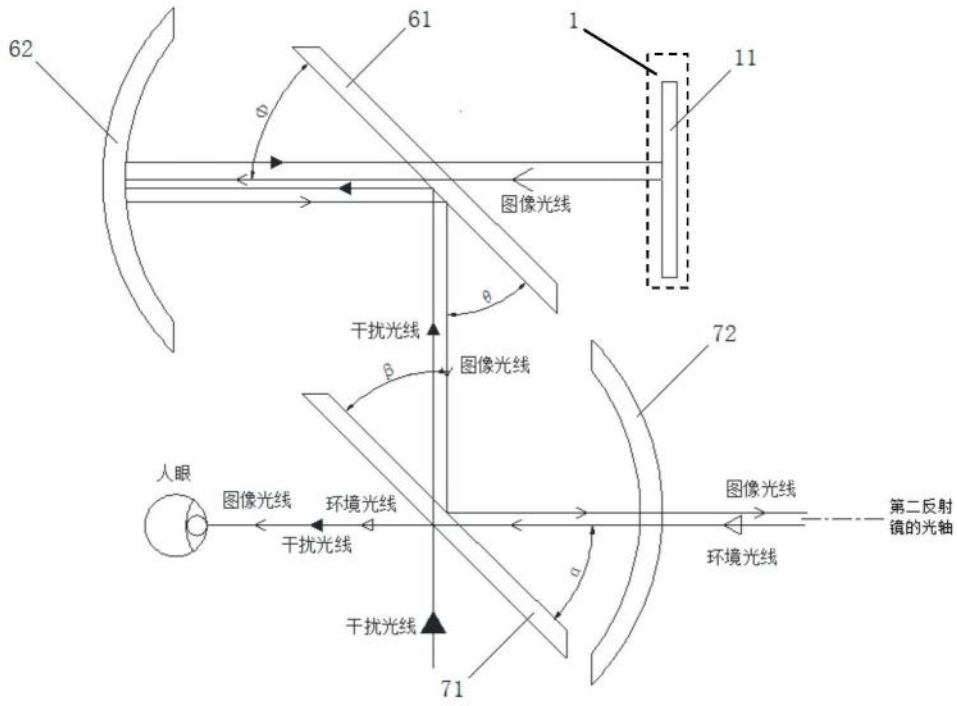


图3

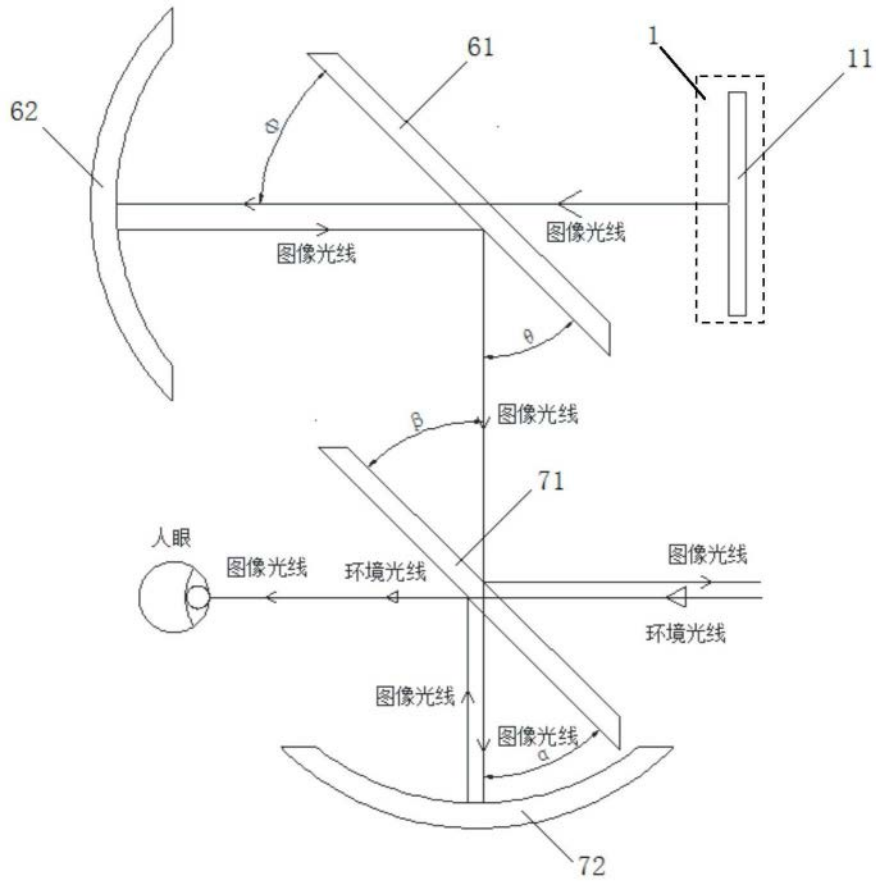


图4

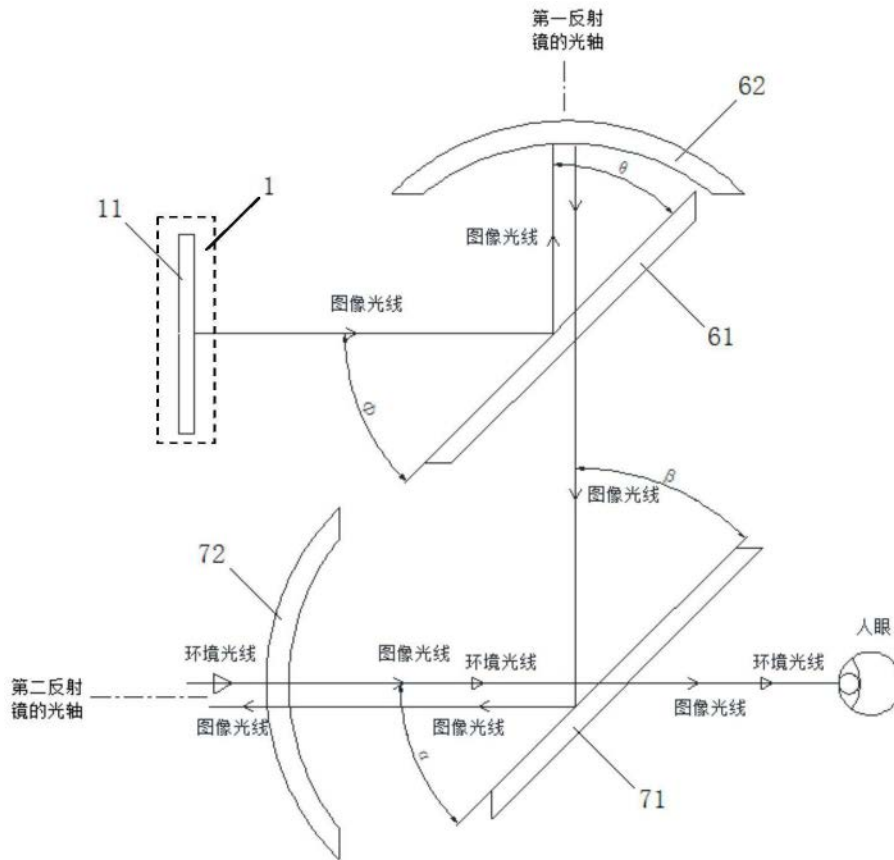


图5

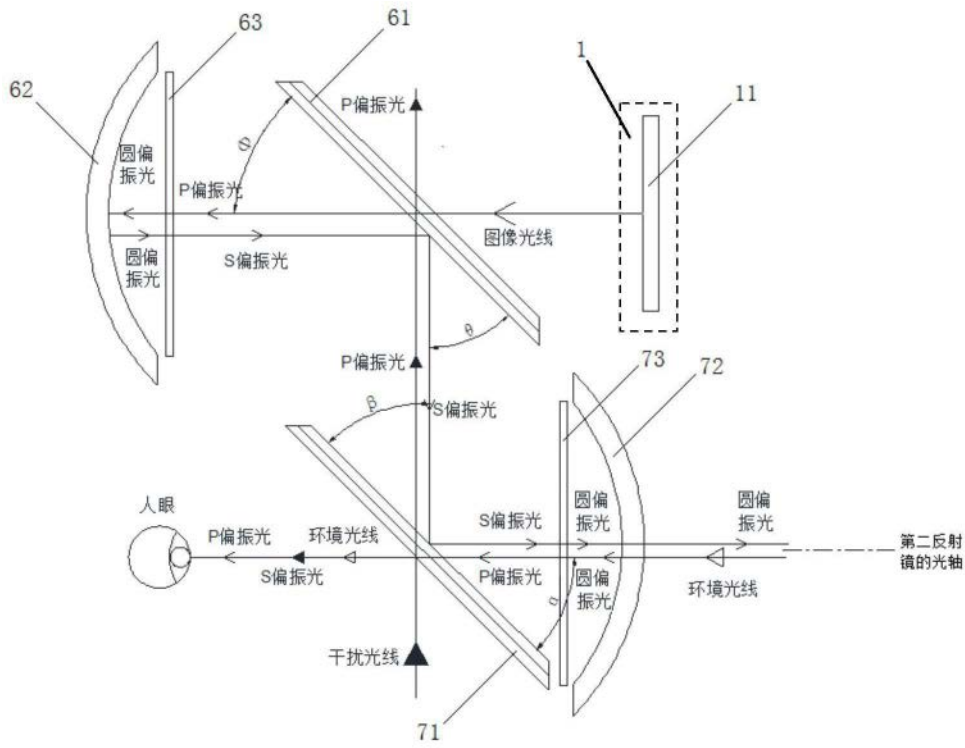


图6

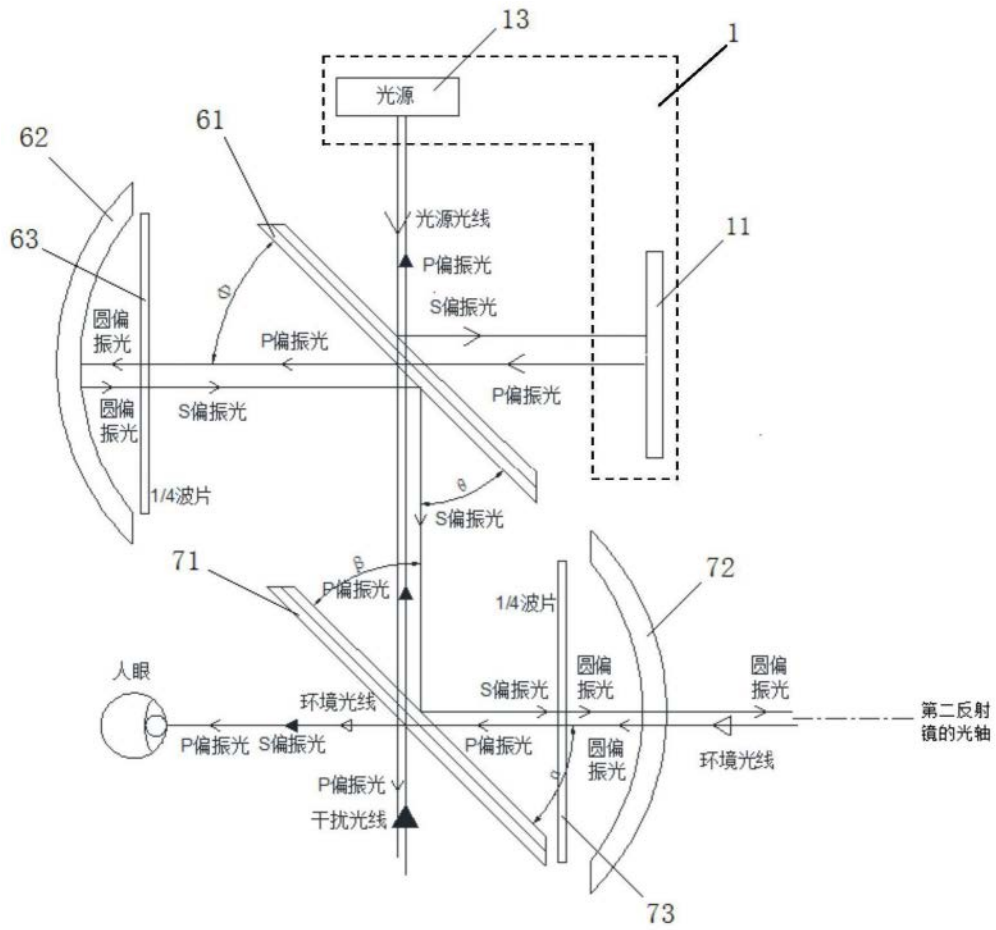


图7

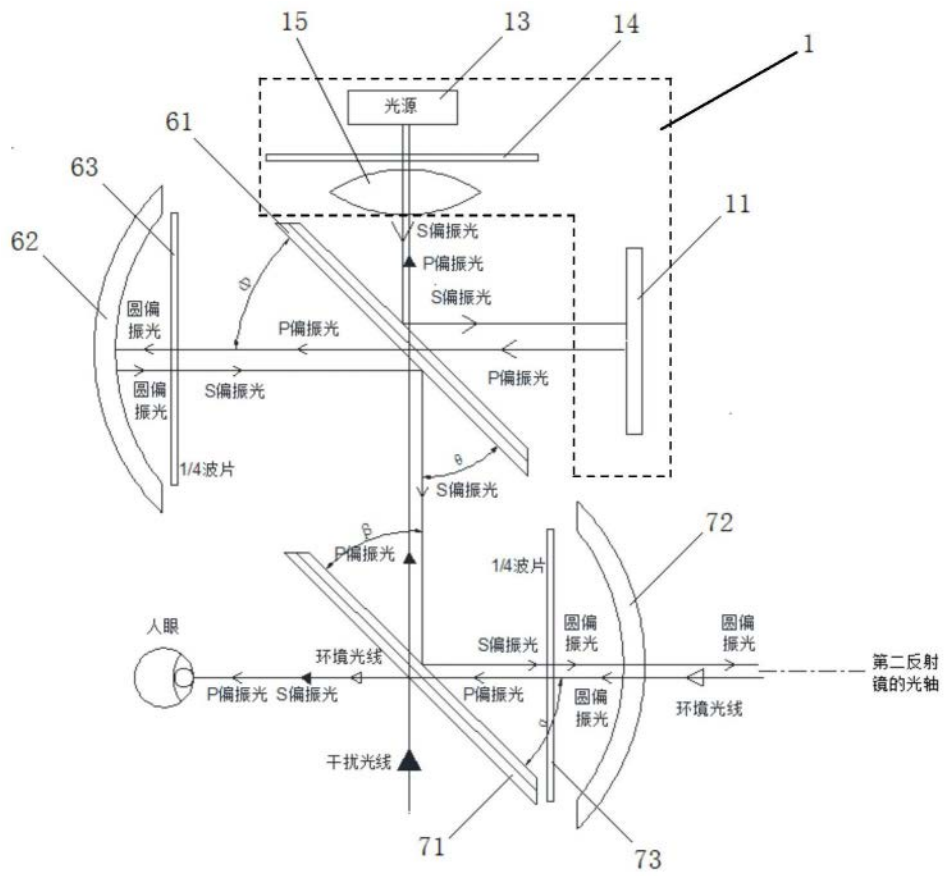


图8

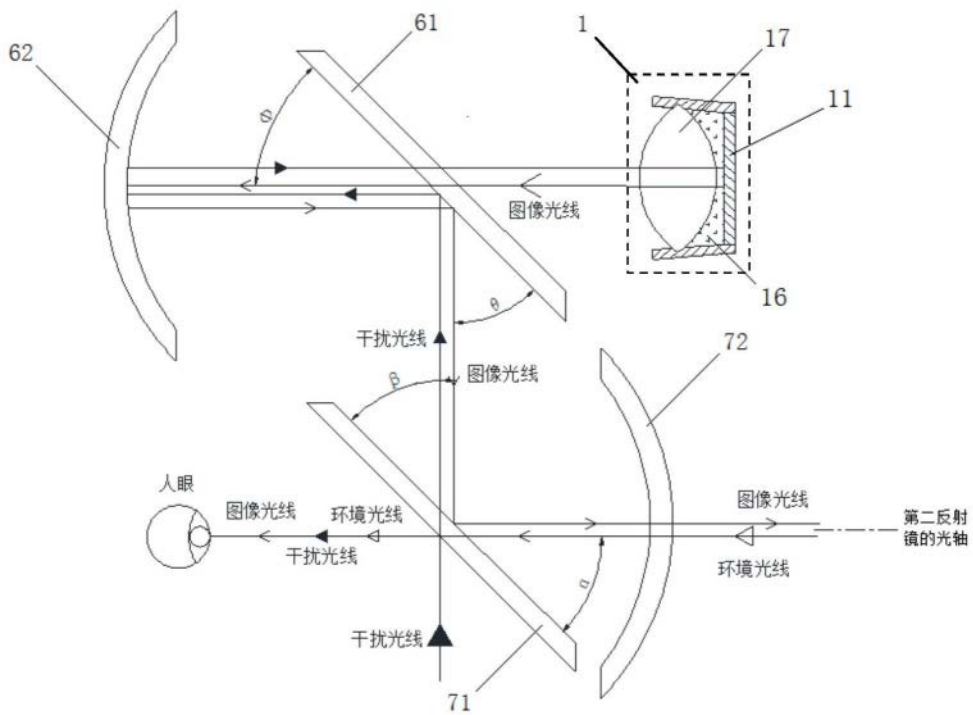


图9

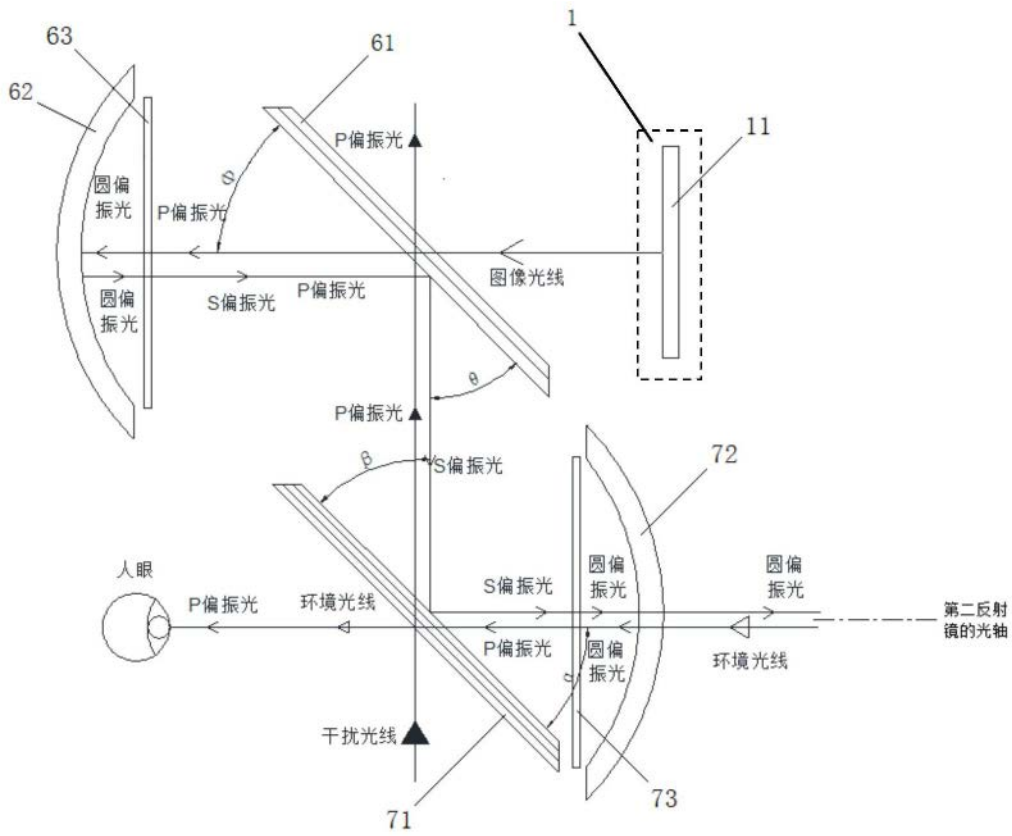


图10

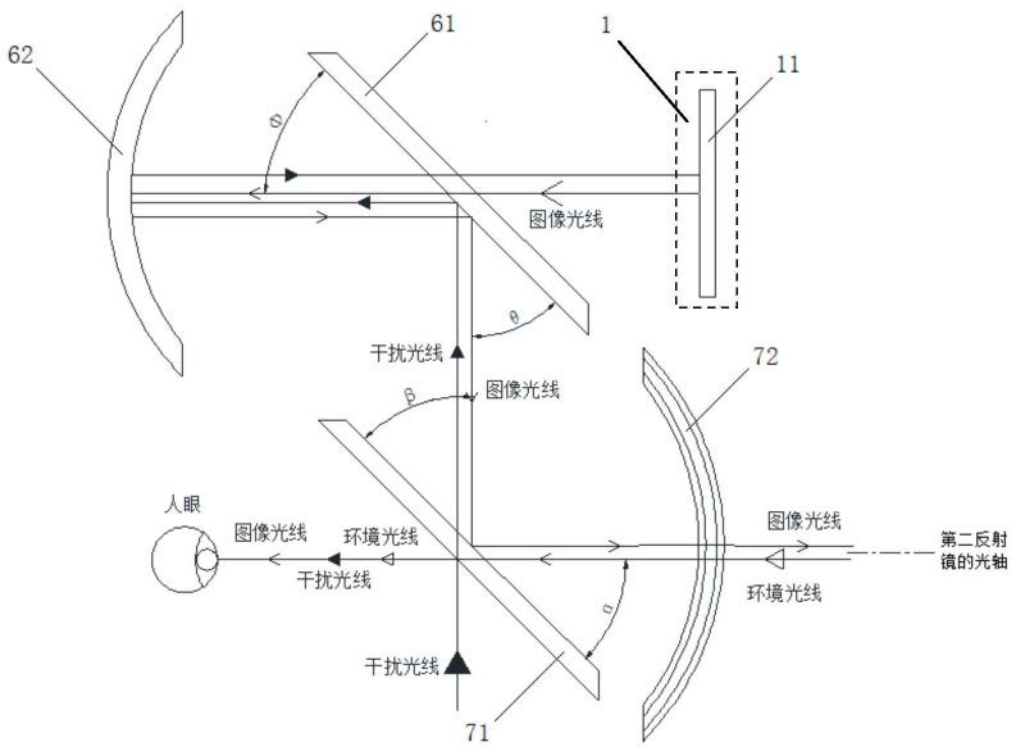


图11

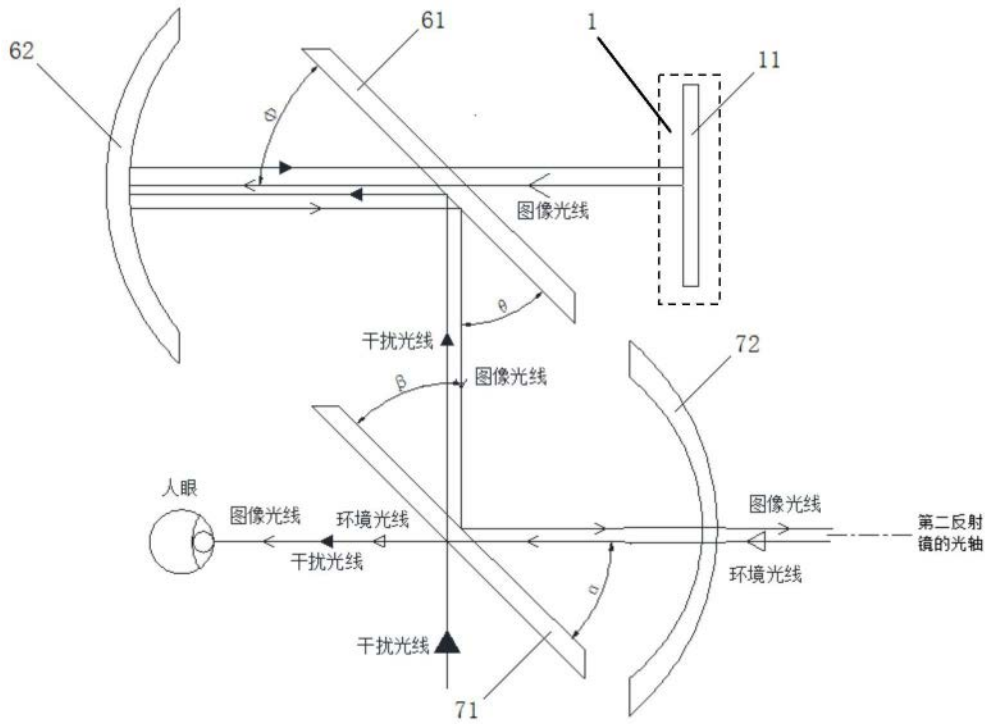


图12

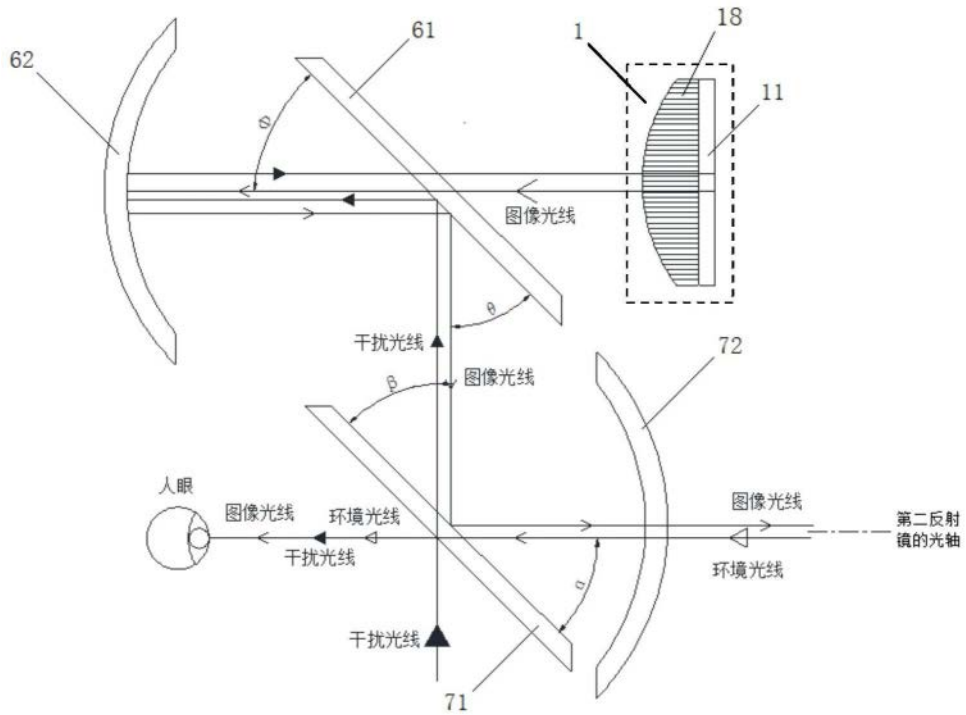


图13

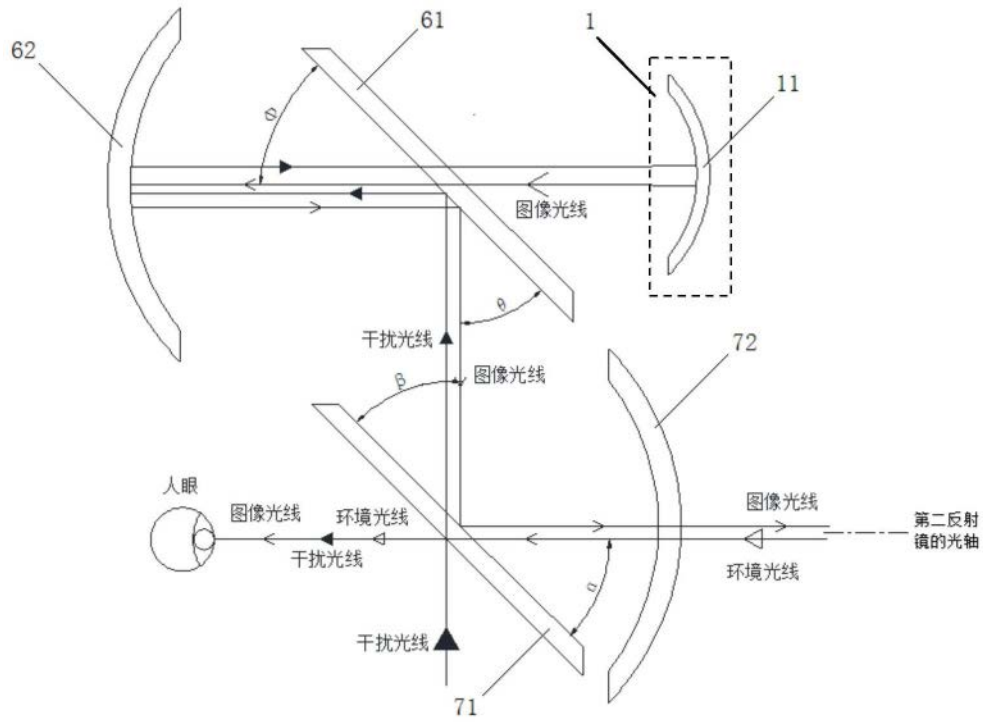


图14

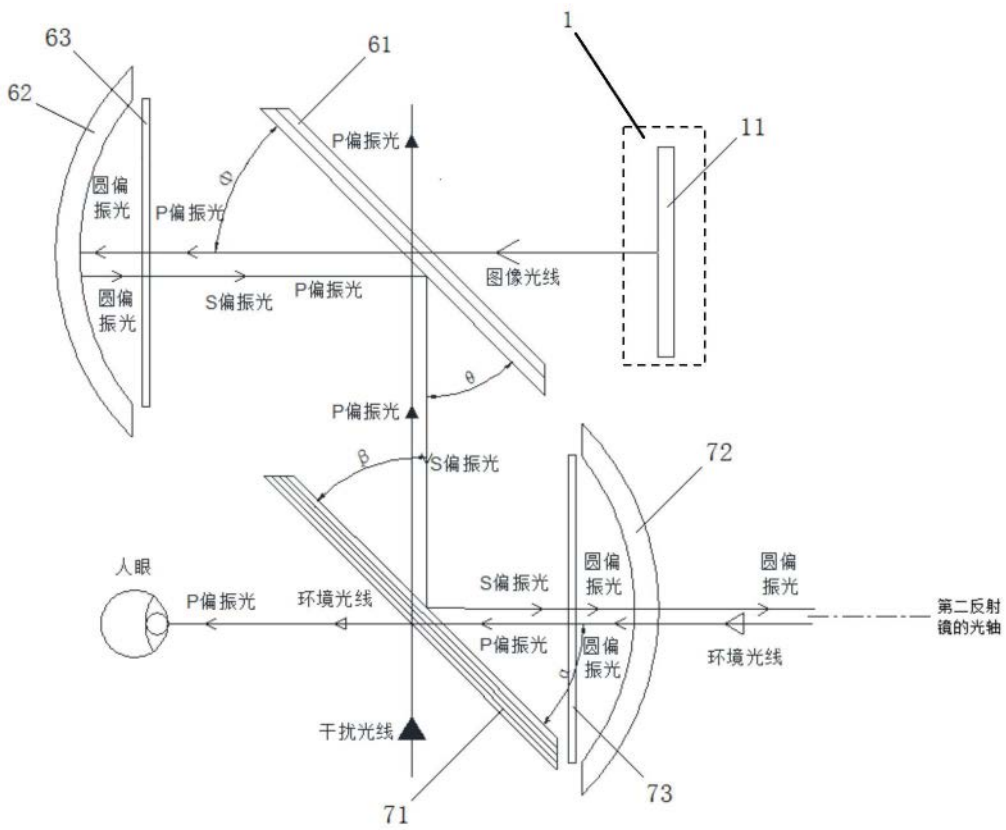


图15

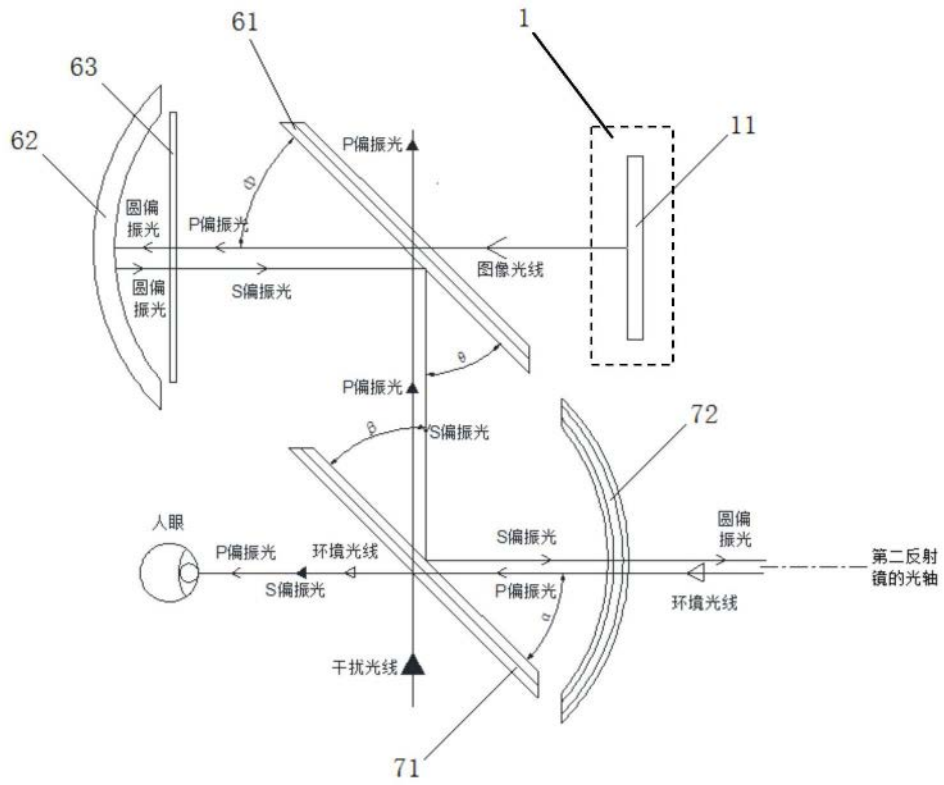


图16

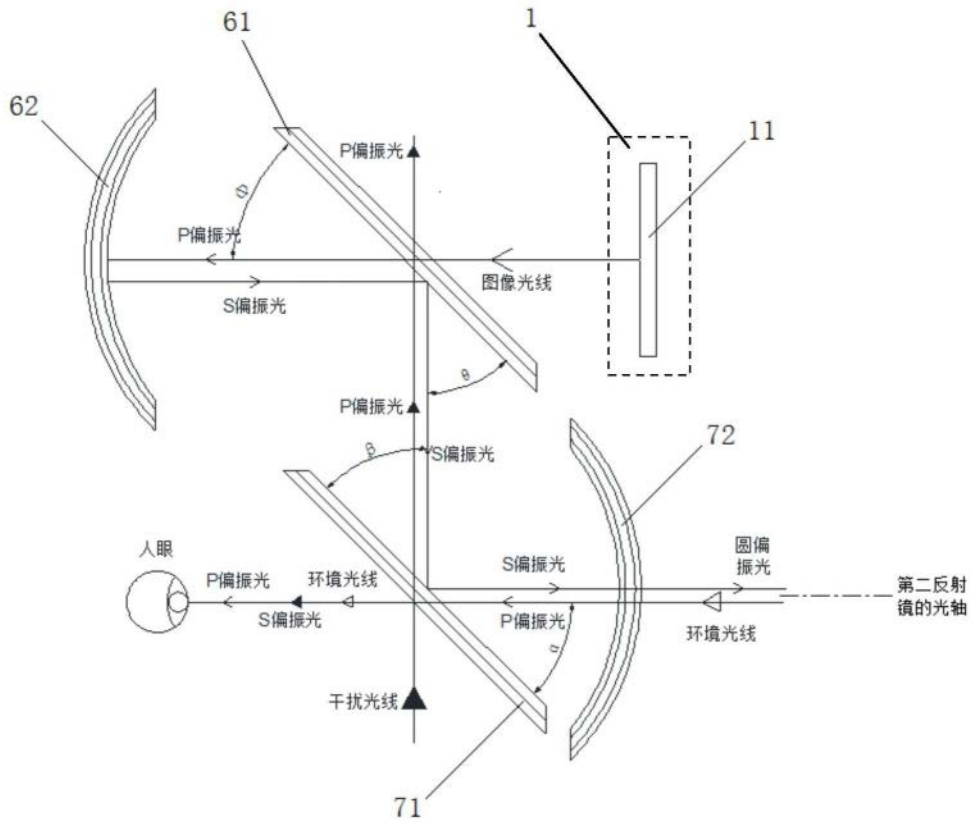


图17

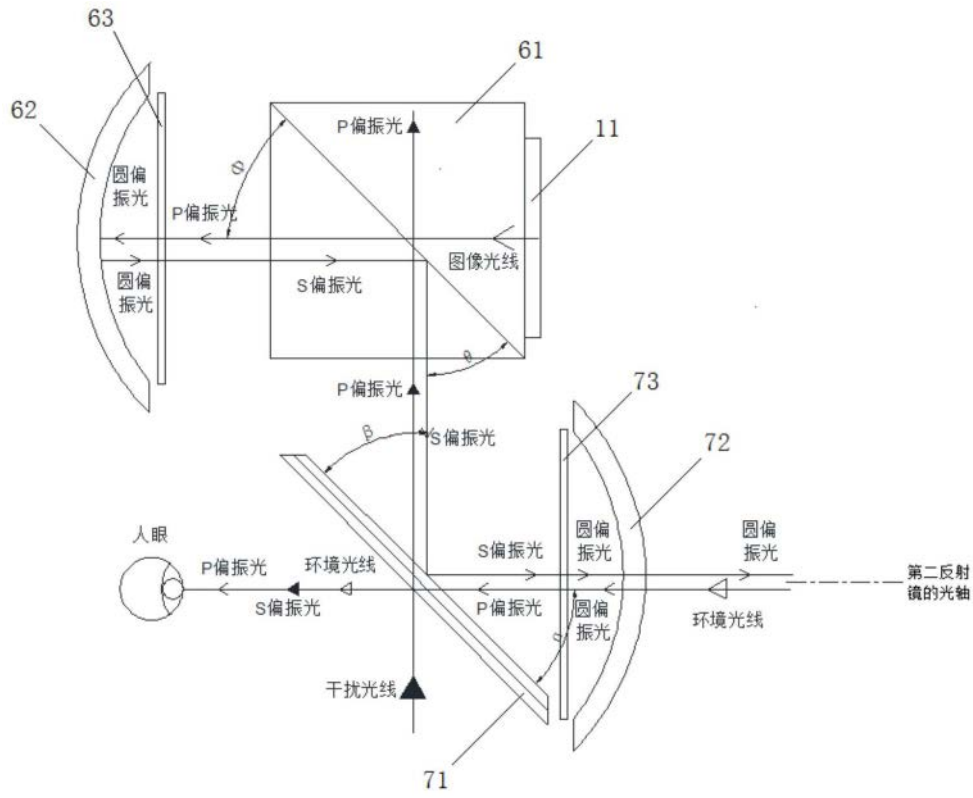


图18

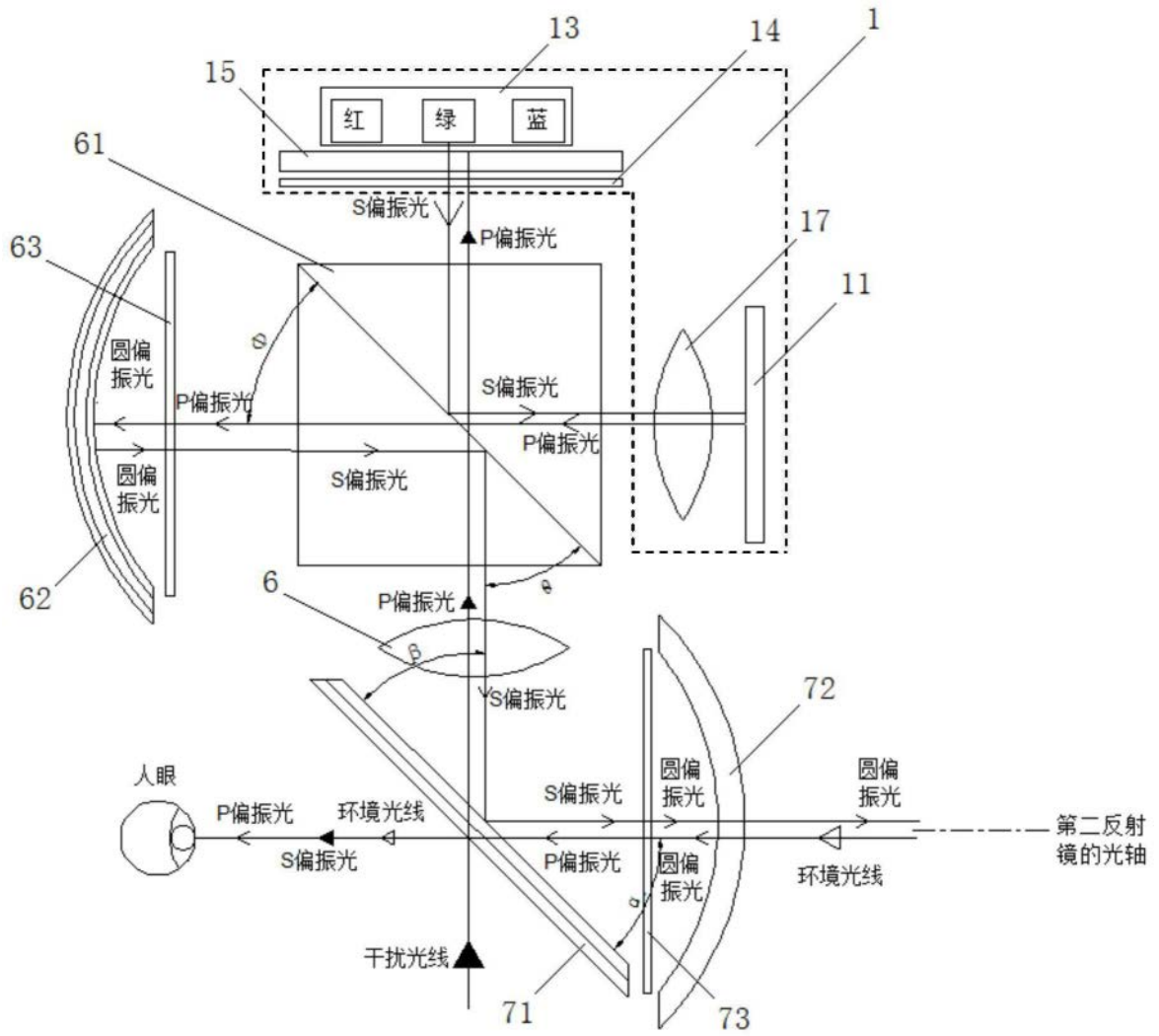


图19