



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117666146 A

(43) 申请公布日 2024.03.08

(21) 申请号 202311673611.8

G02B 1/00 (2006.01)

(22) 申请日 2023.12.07

G02B 1/10 (2015.01)

(71) 申请人 广州纳立多科技有限公司

G02B 1/08 (2006.01)

地址 510700 广东省广州市黄埔区护林路
1012号202室(仅限办公)

G02B 1/11 (2015.01)

G02B 5/30 (2006.01)

(72) 发明人 李刚 段军 叶晓健 严盈锋
张大为

(74) 专利代理机构 广州名扬高玥专利代理事务
所(普通合伙) 44738

专利代理师 郭琳

(51) Int. Cl.

G02B 27/01 (2006.01)

G02B 27/00 (2006.01)

G02B 3/00 (2006.01)

G02B 1/04 (2006.01)

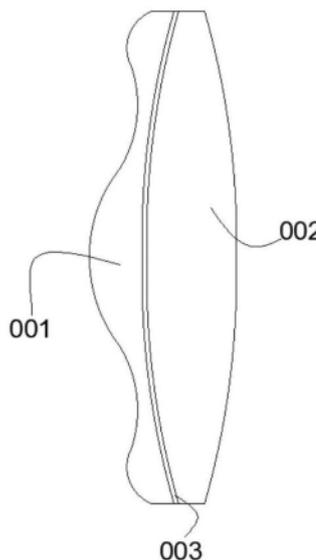
权利要求书2页 说明书14页 附图9页

(54) 发明名称

复合透镜、光学模组、头戴显示设备及虚拟显示系统

(57) 摘要

本发明涉及光学成像技术领域,更具体地涉及一种复合透镜、光学模组、头戴显示设备及虚拟显示系统;其中复合透镜包括由玻璃材料制成的第一透镜层、由树脂材料制成的第二透镜层,所述第一透镜层和第二透镜层之间设置有光学膜层,且所述第一透镜层、光学膜层和第二透镜层之间相互贴合;所述光学膜层为分束层、相位延迟层、增透层和偏振层中的一个或多个相组合;该复合透镜采用不同材料的第一透镜层和第二透镜层与光学膜层进行复合的设计方案,应用在VR光学模组中有利于减小色差和像差,并且这样的复合设计能够减小面间反射,从而减少鬼影,改善成像品质。另外,采用玻璃和树脂复合的结构,在保证整体结构强度的同时,减轻了光学模组的重量。



1. 一种复合透镜,其特征在于,包括由玻璃材料制成的第一透镜层、由树脂材料制成的第二透镜层,所述第一透镜层和第二透镜层之间设置有光学膜层,且所述第一透镜层、光学膜层和第二透镜层之间相互贴合;所述光学膜层为分束层、相位延迟层、增透层和偏振层中的一个或多个相组合。

2. 根据权利要求1所述的复合透镜,其特征在于:所述光学膜层通过胶合或镀膜的方式贴合于所述第一透镜层表面或第二透镜层表面。

3. 根据权利要求1所述的复合透镜,其特征在于:所述第二透镜层通过胶合或注塑成型的方式贴合于所述光学膜层表面。

4. 根据权利要求1所述的复合透镜,其特征在于:所述第一透镜层、光学膜层和第二透镜层之间相互贴合的方式满足以下至少一项:

所述光学膜层胶合于所述第一透镜层表面,所述第二透镜层胶合于所述光学膜层表面;

所述光学膜层胶合于所述第一透镜层表面,所述光学膜层表面注塑成型得到所述第二透镜层;

所述第一透镜层表面镀膜得到所述光学膜层,所述第二透镜层胶合于所述光学膜层表面;

所述第一透镜层表面镀膜得到所述光学膜层,所述光学膜层表面注塑成型得到所述第二透镜层;

所述第二透镜层表面镀膜得到所述光学膜层,所述第一透镜层胶合于所述光学膜层表面;

所述光学膜层的表面注塑成型得到第二透镜层,所述第一透镜层胶合于所述光学膜层表面。

5. 根据权利要求1所述的复合透镜,其特征在于:所述第一透镜层、和第二透镜层相对于所述光学膜层的结合光学面满足以下至少一项:

所述第一透镜层与所述第二透镜层之间的结合光学面呈平面设置;

所述第一透镜层与所述第二透镜层之间的结合光学面呈弧面设置。

6. 根据权利要求1所述的复合透镜,其特征在于:所述第一透镜层靠近所述光学膜层的一侧光学面呈球面设置;

所述第二透镜层远离所述光学膜层的一侧光学面呈非球面或自由曲面设置。

7. 根据权利要求1所述的复合透镜,其特征在于:分别设所述第一透镜层沿着光轴方向的中心厚度为 H_1 ,所述第二透镜层沿着光轴方向的中心厚度为 H_2 ,所述 H_1 、 H_2 满足如下关系式: $0.1 \leq H_2/H_1 \leq 2$ 。

8. 根据权利要求7所述的复合透镜,其特征在于:所述 H_1 、 H_2 满足如下关系式: $0.1 \leq H_2/H_1 \leq 1$ 。

9. 根据权利要求8所述的复合透镜,其特征在于:所述 H_1 、 H_2 满足如下关系式: $0.1 \leq H_2/H_1 \leq 0.6$ 。

10. 根据权利要求1所述的复合透镜,其特征在于:分别设所述第一透镜层的直径为 D_1 ,所述第二透镜层的直径为 D_2 ,所述光学膜层的直径为 D_3 ,所述 D_1 、 D_2 、 D_3 满足如下关系式: $D_3 < D_1$ 且 $D_3 < D_2$ 。

11. 一种光学模组,其特征在于:包括显示屏、第一相位延迟层、部分透射部分反射层、第二相位延迟层、反射偏振层及权利要求1-9中任意一项所述的复合透镜;所述显示屏、第一相位延迟层、部分透射部分反射层、第二相位延迟层、反射偏振层依次设置;

设置于所述复合透镜中的光学膜层为所述光学模组的第一相位延迟层、部分透射部分反射层、第二相位延迟层、反射偏振层中任意一个或多个,所述复合透镜位置与该光学膜层的位置相对应。

12. 根据权利要求11所述的光学模组,其特征在于:所述部分透射部分反射层设置于所述第二透镜层远离第一透镜层的光学面上,所述第二透镜层远离第一透镜层的光学面为非球面或自由曲面。

13. 根据权利要求11或12所述的光学模组,其特征在于:所述复合透镜的第一透镜层靠近人眼一侧设置,所述复合透镜的第二透镜层靠近所述显示屏的一侧设置。

14. 一种头戴显示设备,其特征在于:所述头戴显示设备中配置有光学模组,所述光学模组为权利要求11-13中任意一项所述的光学模组。

15. 一种虚拟显示系统,其特征在于:所述虚拟显示系统包括外接控制器及权利要求14中所述的头戴显示设备,所述外接控制器与所述头戴显示设备之间连接。

复合透镜、光学模组、头戴显示设备及虚拟显示系统

技术领域

[0001] 本发明涉及光学成像技术领域,更具体地,本发明涉及复合透镜、光学模组、头戴显示设备及虚拟显示系统。

背景技术

[0002] 虚拟现实技术(Virtual Reality,VR)结合计算机三维图形显示、多媒体、仿真等多种技术成果,借助计算机等设备产生一个逼真的三维视觉、触觉、嗅觉等多种感官体验的虚拟世界。VR技术不断往超高清显示发展,如2.5K、4K分辨率显示技术不断出现。针对高分辨率的VR光机设计,一般要2片以上的镜片搭配,才能发挥最佳的显示效果。

[0003] 现有技术之一是采用多片球面玻璃的组合方案,但普通球面玻璃自身重量重、球差大的问题,采用多片球面玻璃组合可校正球差和色差,但会进一步增加重量,不利于控制光机重量;与现有VR光机轻量化发展路线不符;现有技术之二是采用多片树脂非球面镜片的方案,但是树脂非球面镜片成型时的应力双折射对成像的影响较大;同时现有的多片式镜片设计如多片球面玻璃的组合方案或多片树脂非球面镜片的方案,在使用过程中还会存在相邻镜片面间反射较多,容易产生成像Ghost(鬼影)的问题;进而降低了成像品质。

发明内容

[0004] 为了解决以上的问题,本申请提供一种复合透镜、光学模组、头戴显示设备及虚拟显示系统,通过由玻璃材料制成的第一透镜层、由树脂材料制成的第二透镜层和光学膜层之间的贴合设计,不仅使得VR光机的整体质量得到降低,改善成像品质;而且还能减少成像Ghost(鬼影),提高图像的成型效果。

[0005] 为了达到上述目的,本申请实施例采用的技术方案如下:

[0006] 第一方面,本申请提供了一种复合透镜,包括由玻璃材料制成的第一透镜层、由树脂材料制成的第二透镜层,所述第一透镜层和第二透镜层之间设置有光学膜层,且所述第一透镜层、光学膜层和第二透镜层之间相互贴合;所述光学膜层为分束层、相位延迟层、增透层和偏振层中的一个或多个相组合。

[0007] 可以理解,本申请提供了一种复合透镜,通过由玻璃材料制成的第一透镜层、由树脂材料制成的第二透镜层和光学膜层之间的相互贴合的创新设计;由于复合透镜的第二透镜层由树脂材料制备得到,因此其不仅能够利用树脂材料质量轻的特性,使得该复合透镜整体的质量得到降低,有利于实现头戴显示设备的轻量化,提高人体的佩戴舒适性;而且还能利用树脂材料可塑性强的特性,使得第二透镜的光学设计面的面型可以根据实际需求进行不同设计,可使得复合透镜整体获得更多的设计自由度,因此可以有效减少CRA(主光角);

[0008] 同时该复合透镜包括由两种不同材料制备得到的第一透镜层和第二透镜层的组成,可利用不同材质的玻璃和树脂之间光的折射率配合,使得复合透镜的整体色差得到大幅减少;并且该第一透镜层、光学膜层和第二透镜层之间相互紧密贴合,能够减少相邻透镜

层和/或光学膜层之间的面间反射,减少成像Ghost(鬼影),进而提高成像品质。

[0009] 在本申请的可选实施例中,所述光学膜层通过胶合或镀膜的方式贴合于所述第一透镜层表面或第二透镜层表面。

[0010] 可以理解,镀膜是指在光学零件表面上镀上一层或多层金属或介质薄膜的工艺过程。在光学零件表面镀膜的目的是为了达到减少或增加光的反射、分束、分色、滤光、偏振等要求。常用的镀膜法有真空镀膜(物理镀膜的一种)和化学镀膜;因此在本实施例中采用镀膜工艺将光学膜层设置于第一透镜层表面,不仅能够提高光学膜层与第一透镜层或第二透镜层之间的连接稳定性,而且还能使得复合透镜整体满足减少或增加光的反射、分束、分色、滤光、偏振等要求;同时采用镀膜工艺得到的复合透镜的整体厚度更薄。

[0011] 光学膜层和第一透镜层或第二透镜层采用胶合的方式适用于光学膜层具有一定厚度的膜材,膜材可单独大批量成型后再与第一透镜层或第二透镜层进行胶合,对膜材自身的性能可单独进行控制。

[0012] 在本申请的可选实施例中,所述第二透镜层通过胶合或注塑成型的方式贴合于所述光学膜层表面。

[0013] 可以理解,注塑成型又称注射模塑成型,它是一种注射兼模塑的成型方法。注塑成型方法的优点是生产速度快、效率高,操作可实现自动化,花色品种多,形状可以由简到繁,尺寸可以由大到小,而且制品尺寸精确,产品易更新换代,能成形状复杂的制件,注塑成型适用于大量生产与形状复杂产品等成型加工领域;因此在本实施例中采用注塑成型工艺将第二透镜设置于光学膜层表面,不仅能够提高光学膜层与第二透镜层之间的连接稳定性,而且还能减少光学膜层与第二透镜层之间的连接间隙,减少成像Ghost(鬼影);同时还能根据实际需要注塑成型得到特定面型的第二透镜层。另外,采用注塑成型工艺可使第二透镜层的厚度更薄,从而使复合得到的复合透镜的整体厚度更薄。

[0014] 在本申请的可选实施例中,所述第一透镜层、光学膜层和第二透镜层之间相互贴合的方式满足以下至少一项:

[0015] 所述第一透镜层、光学膜层和第二透镜层之间相互贴合的方式包括以下至少一项:

[0016] 情况1:所述光学膜层胶合于所述第一透镜层表面,所述第二透镜层胶合于所述光学膜层表面;

[0017] 情况2:所述光学膜层胶合于所述第一透镜层表面,所述光学膜层表面注塑成型得到所述第二透镜层;

[0018] 情况3:所述第一透镜层表面镀膜得到所述光学膜层,所述第二透镜层胶合于所述光学膜层表面;

[0019] 情况4:所述第一透镜层表面镀膜得到所述光学膜层,所述光学膜层表面注塑成型得到所述第二透镜层;

[0020] 情况5:所述第二透镜层表面镀膜得到所述光学膜层,所述第一透镜层胶合于所述光学膜层表面;

[0021] 情况6:所述光学膜层的表面注塑成型得到第二透镜层,所述第一透镜层胶合于所述光学膜层表面。

[0022] 在本申请的可选实施例中,所述第一透镜层和第二透镜层相对于所述光学膜层的

结合光学面满足以下至少一项：

[0023] 所述第一透镜层与所述第二透镜层之间的结合光学面呈平面设置；

[0024] 可以理解，若第一透镜层和第二透镜层之间的结合光学面呈平面设置，则光学膜层与第一透镜层进行胶合时，以及第二透镜层与光学膜层进行胶合时工艺难度更低，有利于降低加工成本。

[0025] 所述第一透镜层与所述第二透镜层之间的结合光学面呈弧面设置，具体的弧面可以为凹面和/凸面；

[0026] 可以理解，若第一透镜层与所述第二透镜层之间的结合光学面呈弧面设置时，相比于上述结合光学面呈平面设置而言，弧面对光线传输具有会聚或发散功能，对于光路设计相当于增加了一个光学设计面，在有限的模组空间内能够改善成像品质，另外，第一透镜层和第二透镜层之间呈凹凸面配合，使复合透镜的可靠性更高。

[0027] 在本申请的可选实施例中，所述第一透镜层靠近所述光学膜层的一侧光学面呈球面设置；

[0028] 所述第二透镜层远离所述光学膜层的一侧光学面呈非球面或自由曲面设置。

[0029] 在本申请的可选实施例中，分别设所述第一透镜层沿着光轴方向的中心厚度为 D_1 ，所述第二透镜层沿着光轴方向的中心厚度为 H_2 ，所述 H_1 、 H_2 满足如下关系式： $0.1 \leq H_2/H_1 \leq 2$ 。

[0030] 优选地，所述 H_1 、 H_2 满足如下关系式： $0.1 \leq H_2/H_1 \leq 1$ 。

[0031] 更优选地，所述 H_1 、 H_2 满足如下关系式： $0.1 \leq H_2/H_1 \leq 0.6$ 。

[0032] 在本申请的可选实施例中，分别设所述第一透镜层的直径为 D_1 ，所述第二透镜层的直径为 D_2 ，所述光学膜层的直径为 D_3 ，所述 D_1 、 D_2 、 D_3 满足如下关系式： $D_3 < D_1$ 且 $D_3 < D_2$ 。

[0033] 可以理解，光学膜层的直径缩小不影响光学成像，仅光学膜中部区域用于光学成像，即光学膜层相比于第一透镜层和第二透镜层小一圈，在第二透镜层的树脂注塑成型工艺中，第二透镜层会包覆光学膜层的外周，即第二透镜层的绝大部分覆盖于光学膜层表面，而第二透镜层的外圈覆盖在第一透镜层表面，由此可提升复合透镜的稳定性。

[0034] 第二方面，本申请提供一种光学模组，包括显示屏、第一相位延迟层、部分透射部分反射层、第二相位延迟层、反射偏振层及第一方面中所述的复合透镜；所述显示屏、第一相位延迟层、部分透射部分反射层、第二相位延迟层、反射偏振层依次设置；

[0035] 设置于所述复合透镜中的光学膜层为所述光学模组的第一相位延迟层、部分透射部分反射层、第二相位延迟层、反射偏振层中任意一个或多个，所述复合透镜位置与该光学膜层的位置相对应。

[0036] 具体的，所述光学模组的结构可以包括以下至少一种情况：

[0037] 情况1：所述光学模组包括有显示屏、第一相位延迟层、第二相位延迟层、反射偏振层及复合透镜，所述复合透镜中的光学膜层为部分透射部分反射层；具体的沿着所述显示屏的出光方向依次设置的第一相位延迟层、复合透镜、第二相位延迟层和反射偏振层；所述显示屏所出射的显示光束依次经过所述第一相位延迟层、复合透镜、第二相位延迟层和反射偏振层后进入人眼。

[0038] 情况2：所述光学模组包括有显示屏、第一相位延迟层、第二相位延迟层、部分透射部分反射层及复合透镜，所述复合透镜中的光学膜层为反射偏振层；具体的沿着所述显示

屏的出光方向依次设置的第一相位延迟层、部分透射部分反射层、第二相位延迟层和复合透镜；所述显示屏所出射的显示光束依次经过所述第一相位延迟层、部分透射部分反射层、第二相位延迟层和复合透镜后进入人眼；其中复合透镜的第一透镜层靠近人眼设置。

[0039] 在本申请的可选实施例中，所述部分透射部分反射层设置于所述第二透镜层远离第一透镜层的光学面上，所述第二透镜层远离第一透镜层的光学面为非球面或自由曲面。

[0040] 可以理解，将部分透射部分反射层设置于所述第二透镜层的非球面上效果在于，在折叠光路中，部分透射部分反射层的反射面对光学模组的光焦度贡献较大，将半透半反面设在非球面上对光路设计的自由度更高，通过对非球面的设计能够更好地改善成像品质。

[0041] 在本申请的可选实施例中，所述复合透镜的第一透镜层靠近人眼一侧设置，所述复合透镜的第二透镜层靠近所述显示屏的一侧设置。

[0042] 可以理解，将玻璃材质的第一透镜作为外观面，结构强度更高，耐磨性和耐腐蚀性更强，能有效延长光学模组的使用寿命。

[0043] 第三方面，本申请提供一种头戴显示设备，所述头戴显示设备中配置有光学模组，所述光学模组为第二方面中任意一项所述的光学模组。

[0044] 第四方面，本申请提供一种虚拟显示系统，所述虚拟显示系统包括外接控制器及第三方面中所述的头戴显示设备，所述外接控制器与所述头戴显示设备之间连接。

[0045] 有益效果：

[0046] 本申请实施例提供一种复合透镜，通过由玻璃材料制成的第一透镜层、由树脂材料制成的第二透镜层和光学膜层之间的相互贴合创新设计，由于复合透镜的第二透镜层由树脂材料制备得到，因此其不仅能够利用树脂材料质量轻的特性，使得该复合透镜整体的质量得到降低，有利于实现头戴显示设备的轻量化，提高人体的佩戴舒适性；而且还能利用树脂材料可塑性强的特性，使得第二透镜层的光学设计面的面型可以根据实际需求进行不同设计，可使得复合透镜整体获得更多的设计自由度，因此可以有效减少CRA(主光角)。

[0047] 此外，该复合透镜包括由两种不同材料制备得到的第一透镜层和第二透镜层的组成，可利用不同材质的玻璃和树脂之间光的折射率配合，使得复合透镜的整体色差得到大幅减少；并且该第一透镜层、光学膜层和第二透镜层之间相互紧密贴合，能够减少相邻透镜层和/或光学膜层之间的面间反射，减少成像Ghost(鬼影)，进而提高成像品质。

附图说明

[0048] 为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例，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。

[0049] 附图中的方法、系统和/或程序将根据示例性实施例进一步描述。这些示例性实施例将参照图纸进行详细描述。这些示例性实施例是非限制的示例性实施例，其中示例数字在附图的各个视图中代表相似的机构。

[0050] 图1是本申请提供的第一种复合透镜的结构示意图。

[0051] 图2是本申请提供的第二种复合透镜的结构示意图。

- [0052] 图3是本申请提供的第三种复合透镜的结构示意图。
- [0053] 图4是本申请提供的第四种复合透镜的结构示意图。
- [0054] 图5是本申请提供的第一种光学模组的结构示意图。
- [0055] 图6是本申请提供的第二种光学模组的结构示意图。
- [0056] 图7是现有不采用复合透镜的光学模组的光路设计图。
- [0057] 图8是现有不采用复合透镜的光学模组的色差示意图。
- [0058] 图9是现有不采用复合透镜的光学模组的MTF曲线图。
- [0059] 图10是采用本申请复合透镜的光学模组的光路设计图。
- [0060] 图11是采用本申请复合透镜的光学模组的色差示意图。
- [0061] 图12是采用本申请复合透镜的光学模组的MTF曲线图。
- [0062] 图13是采用本申请复合透镜的另一光学模组的光路设计图。
- [0063] 图14是采用本申请复合透镜的另一光学模组的MTF曲线图。
- [0064] 图15是采用本申请复合透镜的另一光学模组的光路设计图。
- [0065] 图16是采用本申请复合透镜的另一光学模组的MTF曲线图。
- [0066] 图17是本申请的头戴显示设备的结构示意图。
- [0067] 附图标记说明:复合透镜01、第一透镜层001、第二透镜层002、光学膜层003、光学模组02、显示屏021、第一相位延迟层022、部分透射部分反射层023、第二相位延迟层024、反射偏振层025、头戴显示设备03。

具体实施方式

[0068] 现在将参照附图来详细描述本申请的各种示例性实施例。应注意到:除非另外具体说明,否则在这些实施例中阐述的部件和步骤的相对布置、数字表达式和数值不限制本申请的范围。

[0069] 以下对至少一个示例性实施例的描述实际上仅仅是说明性的,决不作为对本申请及其应用或使用的任何限制。

[0070] 对于相关领域普通技术人员已知的技术和设备可能不作详细讨论,但在适当情况下,所述技术和设备应当被视为说明书的一部分。

[0071] 在这里示出和讨论的所有例子中,任何具体值应被解释为仅仅是示例性的,而不是作为限制。因此,示例性实施例的其它例子可以具有不同的值。

[0072] 应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步讨论。

[0073] 实施例1

[0074] 本申请提供了一种复合透镜,适合应用于光学模组及头戴显示设备(Head mounted display,HMD),如VR头戴显示设备。VR头戴显示设备例如可以包括VR智能眼镜或者VR智能头盔等,本申请实施例对于头戴显示设备的具体形式对此不做限制。当然,本申请实施例提供的光学模组还可以应用于其他类型的电子设备。

[0075] 虚拟现实技术(Virtual Reality,VR)结合计算机三维图形显示、多媒体、仿真等多种技术成果,借助计算机等设备产生一个逼真的三维视觉、触觉、嗅觉等多种感官体验的虚拟世界。VR技术不断往超高清显示发展,如2.5K、4K分辨率显示技术不断出现。针对高分

分辨率的VR光机设计,一般要2片以上的镜片搭配,才能发挥最佳的显示效果。现有技术之一是采用多片球面玻璃的组合方案,但采用单片普通球面玻璃存在自身重量重、球差大的问题,采用多片球面玻璃组合可校正球差和色差,但也会进一步增加重量,不利于控制光机重量,与现有VR光机轻量化发展路线不符;而且由于玻璃透镜表面成型出非球面面型的难度大,成本高,一般玻璃透镜采用球面设计,导致玻璃透镜在光学模组中应用时设计的自由度较低,不利于改善成像品质;现有技术之二是采用多片树脂非球面镜片的方案,但是树脂非球面镜片成型时的应力双折射对成像的影响较大;同时现有的多片式镜片设计如多片球面玻璃的组合方案和多片树脂非球面镜片的方案中,相邻镜片之间存在间隙,在使用过程中会存在相邻镜片面间反射较多,容易生成像Ghost(鬼影)的问题,降低了成像品质。

[0076] 针对于以上背景技术,第一方面,本申请提供了一种复合透镜,如图1-图4中任意一项所示,包括由玻璃材料制成的第一透镜层001、由树脂材料制成的第二透镜层002,第一透镜层001和第二透镜层002之间设置有光学膜层003,且第一透镜层001、光学膜层003和第二透镜层002之间相互贴合;光学膜层003为分束层、相位延迟层、增透层和偏振层中的一个或多个相组合。

[0077] 在本实施例中,所述分束层优选为部分透射部分反射材料,相位延迟层优选为四分之一相位延迟材料,偏振层优选为偏振分光材料,包括反射式偏振材料及吸收式偏振材料。

[0078] 本实施例提供的一种复合透镜,通过由玻璃材料制成的第一透镜层001、由树脂材料制成的第二透镜层002和光学膜层003之间的相互贴合创新设计,由于复合透镜01的第二透镜层002由树脂材料制备得到;因此其不仅能够利用树脂材料质量轻的特性,使得该复合透镜01整体的质量得到降低,有利于实现头戴显示设备的轻量化,提高人体的佩戴舒适性;而且还能利用树脂材料可塑性强的特性,使得第二透镜层002的光学设计面的面型可以根据实际需求进行不同设计,可使得复合透镜01整体获得更多的设计自由度,因此可以有效减少CRA(主光角)。

[0079] 此外,该复合透镜01包括由两种不同材料制备得到的第一透镜层001和第二透镜层002的组成,可利用不同材质的玻璃和树脂之间光的折射率配合,使得复合透镜01的整体色差得到大幅减少;并且该第一透镜层001、光学膜层003和第二透镜层002之间相互紧密贴合,能够减少相邻透镜层和/或光学膜层003之间的面间反射,减少成像Ghost(鬼影),进而提高成像品质。

[0080] 如图1所示;在本实施例中,光学膜层003设置为一层时,复合透镜01的结构包括以下至少一种情况:

[0081] 单层结构1:复合透镜01包括第一透镜层001、第二透镜层002和分束层;分束层贴合设置于第一透镜层001和第二透镜层002之间;

[0082] 单层结构2:复合透镜01包括第一透镜层001、第二透镜层002和相位延迟层;相位延迟层贴合设置于第一透镜层001和第二透镜层002之间;

[0083] 单层结构3:复合透镜01包括第一透镜层001、第二透镜层002和增透层;增透层贴合设置于第一透镜层001和第二透镜层002之间;

[0084] 单层结构4:复合透镜01包括第一透镜层001、第二透镜层002和偏振层;偏振层贴合设置于第一透镜层001和第二透镜层002之间;

[0085] 如图2所示;在本实施例中,光学膜层003设置为双层时,复合透镜01的结构包括以下至少一种情况:

[0086] 双层结构1:复合透镜01包括第一透镜层001、第二透镜层002分束层和相位延迟层;分束层与相位延迟层贴合设置于第一透镜层001和第二透镜层002之间;

[0087] 双层结构2:复合透镜01包括第一透镜层001、第二透镜层002、分束层和增透层;分束层和增透层贴合设置于第一透镜层001和第二透镜层002之间;

[0088] 双层结构3:复合透镜01包括第一透镜层001、第二透镜层002、分束层和偏振层;分束层和偏振层贴合设置于第一透镜层001和第二透镜层002之间;

[0089] 双层结构4:复合透镜01包括第一透镜层001、第二透镜层002、相位延迟层和增透层;相位延迟层和增透层贴合设置于第一透镜层001和第二透镜层002之间;

[0090] 双层结构5:复合透镜01包括第一透镜层001、第二透镜层002、相位延迟层和偏振层;相位延迟层和偏振层贴合设置于第一透镜层001和第二透镜层002之间;

[0091] 双层结构6:复合透镜01包括第一透镜层001、第二透镜层002、增透层和偏振层;增透层和偏振层贴合设置于第一透镜层001和第二透镜层002之间;

[0092] 如图3所示;在本实施例中,光学膜层003设置为三层时,复合透镜01的结构包括以下至少一种情况:

[0093] 三层结构1:复合透镜01包括第一透镜层001、第二透镜层002、分束层、相位延迟层、增透层;分束层、相位延迟层、增透层贴合设置于第一透镜层001和第二透镜层002之间;

[0094] 三层结构2:复合透镜01包括第一透镜层001、第二透镜层002、分束层、相位延迟层和偏振层;分束层、相位延迟层和偏振层贴合设置于第一透镜层001和第二透镜层002之间;

[0095] 三层结构3:复合透镜01包括第一透镜层001、第二透镜层002、分束层、增透层和偏振层;分束层、增透层和偏振层贴合设置于第一透镜层001和第二透镜层002之间;

[0096] 三层结构4:复合透镜01包括第一透镜层001、第二透镜层002、相位延迟层、增透层和偏振层;相位延迟层、增透层和偏振层贴合设置于第一透镜层001和第二透镜层002之间;

[0097] 如图4所示;在本实施例中,光学膜层003设置为四层时,复合透镜01的结构可以包括以下至少一种情况:

[0098] 四层结构1:复合透镜01包括第一透镜层001、第二透镜层002、分束层、相位延迟层、增透层和偏振层;分束层、相位延迟层、增透层和偏振层贴合设置于第一透镜层001和第二透镜层002之间;

[0099] 在优选实施例中,光学膜层003通过胶合或镀膜的方式贴合于第一透镜层001表面或第二透镜层表面。

[0100] 可以理解,镀膜是指在光学零件表面上镀上一层或多层金属或介质薄膜的工艺过程。在光学零件表面镀膜的目的是为了达到减少或增加光的反射、分束、分色、滤光、偏振等要求。常用的镀膜法有真空镀膜和化学镀膜,真空镀膜为物理镀膜的一种;在本实施例中采用镀膜工艺将光学膜层003覆盖于第一透镜层001表面或第二透镜层002的表面,不仅能够提高光学膜层003与第一透镜层001之间的结构稳定性,而且还能使得复合透镜01整体满足减少或增加光的反射、分束、分色、滤光、偏振等要求;同时采用镀膜工艺得到的复合透镜01的整体厚度更薄。

[0101] 另外,光学膜层003和第一透镜层001或第二透镜层002采用胶合的方式适用于光

学膜层003具有一定厚度的膜材,膜材可单独大批量成型后再与第一透镜层001或第二透镜层002进行胶合,对膜材自身的性能可单独进行控制。

[0102] 在优选实施例中,第二透镜层002通过胶合或注塑成型的方式贴合于光学膜层003表面。

[0103] 可以理解,注塑成型又称注射模塑成型,它是一种注射兼模塑的成型方法。注塑成型方法的优点是生产速度快、效率高,操作可实现自动化,花色品种多,形状可以由简到繁,尺寸可以由大到小,而且制品尺寸精确,产品易更新换代,能成形状复杂的制件,注塑成型适用于大量生产与形状复杂产品等成型加工领域;因此在本实施例中采用注塑成型工艺将第二透镜层002设置于光学膜层003表面,不仅能够提高光学膜层003与第二透镜层002之间的连接稳定性,而且还能减少光学膜层003与第二透镜层002之间的连接间隙,减少面间反射从而减少成像Ghost(鬼影);同时还能根据实际需要成型得到特定的面型的第二透镜层002,简单方便。采用注塑成型工艺可以使成型得到的第二透镜层的厚度控制在较薄的范围内,从而使得到的复合透镜01的整体厚度更薄。

[0104] 在优选实施例中,第一透镜层001、光学膜层003和第二透镜层002之间相互贴合的方式包括以下至少一项:

[0105] 情况1:光学膜层003胶合于第一透镜层001表面,第二透镜层002胶合于光学膜层003表面;

[0106] 情况2:光学膜层003胶合于第一透镜层001表面,光学膜层003表面注塑成型得到第二透镜层002;

[0107] 情况3:第一透镜层001表面镀膜得到光学膜层003,第二透镜层002胶合于光学膜层003表面;

[0108] 情况4:第一透镜层001表面镀膜得到光学膜层003,光学膜层003表面注塑成型得到第二透镜层002;

[0109] 情况5:第二透镜层002表面镀膜得到光学膜层003,第一透镜层001胶合于光学膜层003表面;

[0110] 情况6:光学膜层003的表面注塑成型得到第二透镜层002,第一透镜层001胶合于光学膜层003表面。

[0111] 在本申请中,优选采用上述情况4的成型方式,一方面,在玻璃透镜表面镀膜时,膜层的稳定性较高,光学性能更加稳定,且相比于贴膜工艺,曲面上镀膜的工艺难度更低,可有效控制成本;另一方面,在玻璃透镜上镀膜后再注塑成型出第二透镜层的工艺中,需要将镀膜完成的玻璃透镜放入到注塑腔体内,玻璃基底能够提供足够的强度,提高注塑成型的成品率和复合透镜的质量,而且相比于将第二透镜层单独注塑成型后再与玻璃镜片进行胶合的方式,在玻璃透镜基底上直接注塑成型出第二透镜层,可以获得厚度更薄的第二透镜层,应用在光学模组中时,既可以改善光学模组的光学性能,又可以使光学模组轻薄化。

[0112] 在上述情况4的成型工艺中,膜材为适合电镀的材料。对于适合贴膜的膜材,也可采用上述情况2或6的成型方式。在上述情况2的成型工艺中,需要先加光学膜层003贴合在第一透镜层001表面,以贴膜后的玻璃透镜作为基底,再注塑成型出第二透镜层002。以玻璃透镜作为基底进行注塑工艺,玻璃基底能够提供足够的强度,提高注塑成型的成品率和复合透镜的质量。同样地,这种成型方式可以使第二透镜层002的成型厚度较薄,使光学模组

更加轻薄化。

[0113] 在上述情况6的成型工艺中,与情况2的区别在于,光学膜层003在单独成型后,将光学膜层003放入至注塑腔体内,在光学膜层003表面注塑成型出第二透镜层002,最后再将复合的光学膜层003和第二透镜层002胶合于第一透镜层001上,采用这样的工艺,在注塑成型工艺之前无需将光学膜与玻璃透镜进行胶合,而是在注塑工艺后再将光学膜与玻璃透镜进行胶合,对胶水层的耐热稳定性能要求较低,成型后光学膜层003与第一透镜层001之间的结构稳定性更高。

[0114] 在优选实施例中,第一透镜层001、和第二透镜层002相对于光学膜层003的结合光学面包括以下至少一项:

[0115] 第一透镜层001与第二透镜层002之间的结合光学面呈平面设置;

[0116] 第一透镜层001与第二透镜层002之间的结合光学面呈弧面设置,具体的弧面可以为凹面和/凸面。

[0117] 可以理解,当第一透镜层001和第二透镜层002之间的结合光学面呈平面设置时,光学膜层003与第一透镜层001或者第二透镜层002进行胶合时,平贴光学膜相对于曲贴来说工艺难度更低,生产成本更低。

[0118] 当第一透镜层001与第二透镜层002之间的结合光学面呈弧面设置时,相比于上述结合光学面呈平面设置而言,弧面对光线传输具有会聚或发散功能,对于光路设计相当于增加了一个光学设计面,用于优化光路,在有限的模组空间内能够改善成像品质;另外,第一透镜层001和第二透镜层002之间呈凹凸面配合,使复合透镜01的结构可靠性也更高。

[0119] 在优选实施例中,第一透镜层001靠近光学膜层003的一侧光学面呈球面设置;第二透镜层002远离光学膜层003的一侧光学面呈非球面或自由曲面设置。在其他实施例中,所述第一透镜层001靠近光学膜层003的一侧光学面也可呈非球面设计。

[0120] 由于第一透镜层采用玻璃材质制成,第一透镜层的光学面面型设计为球面,可以大大降低成型的难度和成本,而采用非球面设计虽然在成本上有所增加,但是对于光路设计带来更多自由度,有利于改善光学性能。

[0121] 由于第二透镜层采用树脂材料制成,通过注塑工艺成型,第二透镜层较容易成型出特定的非球面面型,增加光学设计的自由度,在光学模组中应用能够有利于改善光学性能。

[0122] 进一步地,分别设第一透镜层001的直径为D1,第二透镜层002的直径为D2,光学膜层003的直径为D3,D1、D2、D3满足如下关系式: $D3 < D1$ 且 $D3 < D2$ 。优选地,所述 $D1 = D2$,且D1和D3满足以下关系式: $D1 - D3 \leq 2\text{mm}$,更优选地,D1和D3满足以下关系式: $D1 - D3 \leq 1\text{mm}$ 。

[0123] 可以理解,当复合透镜应用于光学模组中时,将光学膜层003的直径缩小,使光学膜层003的直径小于第一透镜层001和第二透镜层002,不会影响光学模组的光学成像,仅光学膜中部区域用于有效的光学成像。由于光学膜相比于第一透镜层和第二透镜层小一圈,在第二透镜层树脂注塑成型工艺中,第二透镜层会包覆光学膜的外周,即第二透镜层的绝大部分覆盖于光学膜表面,而第二透镜层的外圈覆盖在玻璃透镜表面,由此可提升复合透镜的稳定性。

[0124] 实施例2

[0125] 如图5或6所示,本实施例提供一种光学模组包括显示屏021、第一相位延迟层022、

部分透射部分反射层023、第二相位延迟层024、反射偏振层025及上述的复合透镜01；显示屏021、第一相位延迟层022、部分透射部分反射层023、第二相位延迟层024、反射偏振层025依次设置。

[0126] 设置于复合透镜01中的光学膜层003为光学模组的第一相位延迟层022、部分透射部分反射层023、第二相位延迟层024、反射偏振层025中任意一个或多个，复合透镜01位置与该光学膜层003的位置相对应。

[0127] 在本实施例中，所述部分透射部分反射层优选为半透射半反射层，所述第一相位延迟层和第二相位延迟层优选为四分之一波片。

[0128] 具体的，光学模组的结构包括以下至少一种情况：

[0129] 如图5所示，本实施例的光学模组包括有显示屏021、第一相位延迟层022、第二相位延迟层024、反射偏振层025及复合透镜01，复合透镜01中的光学膜层003为部分透射部分反射层023；具体的，沿着显示屏021的出光方向依次设置的第一相位延迟层022、复合透镜01、第二相位延迟层024和反射偏振层025；显示屏021所出射的显示光束依次经过第一相位延迟层022、复合透镜01、第二相位延迟层024和反射偏振层025后进入人眼。

[0130] 在本实施例中，光学模组可为单透镜模组，即仅设置一个复合透镜01，第一相位延迟层022、第二相位延迟层024和反射式偏振层025可分别设于复合透镜外侧的两个光学面上，也可与部分透射部分反射层023形成复合膜并设于复合透镜01的夹层中。在其他实施例中，所述光学模组也可为多透镜模组，即在设置一个复合透镜01的基础上，还可再加入另一普通透镜或复合透镜，第一相位延迟层022、第二相位延迟层024和反射式偏振层025可设于另一透镜的光学表面上。

[0131] 如图6所示，在另一优选实施例中，光学模组包括有显示屏021、第一相位延迟层022、第二相位延迟层024、部分透射部分反射层023及复合透镜01，复合透镜01中的光学膜层003为反射偏振层025；具体的，沿着显示屏021的出光方向依次设置的第一相位延迟层022、部分透射部分反射层023、第二相位延迟层024和复合透镜01；显示屏021所出射的显示光束依次经过第一相位延迟层022、部分透射部分反射层023、第二相位延迟层024和复合透镜01后进入人眼；其中复合透镜01的第一透镜层001靠近人眼设置。

[0132] 同样地，在本实施例中，光学模组可为单透镜模组，也可为多透镜模组。单透镜模组指的是仅设置一个复合透镜，第一相位延迟层022、第二相位延迟层024、部分透射部分反射层023可设于复合透镜01外侧的两个光学面上，也可为反射式偏振层复合形成复合膜，并设于复合透镜01的夹层中。当光学模组为多透镜模组时，第一相位延迟层022、第二相位延迟层024、部分透射部分反射层023也可设于另一普通透镜的光学面上。

[0133] 在其他实施例中，光学模组的复合透镜01夹层结构中的光学膜层003也可以为相位延迟层或增透层，结合图10可见。

[0134] 在本申请中，所述光学模组采用pancake折叠光路设计，应用于VR及MR产品中。实施例1中的复合透镜可应用于光学模组中来改善光学性能。

[0135] 在下表1中，展示了现有未采用复合透镜的光学模组的透镜数据表，图7为对应光学模组的光路设计图，为三透镜的折叠光路设计。光学模组的厚度为24.24mm，光学模组厚度指的是靠近人眼的第一光学面与显示屏之间距离。

[0136] 结合图8可见，该光学模组的垂轴色差小于10um。结合图9的MTF曲线图可见，空间

频率在70lp/mm处,光学模组的中心视场小于0.4。

[0137] 表1:现有不采用复合透镜的光学模组的透镜数据表

表面	半径(mm)	厚度(mm)	材料	Conic	A4	A6	A8
1	136.87	5.77	Nd:1.54, Vd:56	4.955	1.07E-06	8.43E-10	-3.37E-12
2	无限	2.79		0	0	0	0
[0138] 3	188.43	3	Nd:1.95, Vd:17.9	0	0	0	0
4	109.69	1.17		0	0	0	0
5	113.94	10.51	Nd:1.54, Vd:56	-1.941	1.08E-07	-9.31E-11	2.01E-13
6	-96.12	1		-1.22	1.48E-07	2.27E-11	7.64E-14

[0139] 在下表2中,展示了采用复合透镜的光学模组的透镜数据表,图10为对应光学模组的光路设计图,同样为三透镜的折叠光路设计,其中位于中间的透镜为复合透镜。光学模组的厚度为24.24mm,与现有未采用复合透镜的光学模组的厚度一致。

[0140] 结合图11可见,该光学模组的垂轴色差小于7 μ m。结合图12的MTF曲线图可见,该光学模组的空间频率在70lp/mm处,中心视场大于0.55。显然,采用复合透镜的光学模组相对于未采用复合透镜的光学模组,模组厚度保持一致情况下,复合透镜方案能够显著降低色差现象,成像清晰度更高,有效地改善了成像品质。

[0141] 表2采用复合透镜的光学模组的透镜数据表

表面	半径(mm)	厚度(mm)	材料	Conic	A4	A6	A8
1	103.46	6.66	Nd:1.54, Vd:56	3.259	1.24E-06	-7.57E-11	-1.29E-13
2	无限	1.99		0	0	0	0
[0142] 3	385.59	1.46	Nd:1.54, Vd:56	-100	-1.30E-06	3.49E-10	-7.78E-13
4	-336.4	2.99	Nd:1.95, Vd:17.9	0	0	0	0
5	702.22	2.02		0	0	0	0
6	192.58	8.12	Nd:1.54, Vd:56	-7.405	-6.93E-08	3.07E-11	-3.27E-14
7	-99.1	1		-0.457	3.90E-08	2.49E-11	1.19E-14

[0143] 在本实施例中,第一透镜层001的厚度H1为2.99mm,第二透镜层002的厚度H2为1.46mm, H2/H1=0.49。屏幕的物面尺寸为43.2 \times 43.2mm,光学模组的视场角为100 $^{\circ}$ 。

[0144] 在下表3中,展示了采用复合透镜的另一光学模组的透镜数据表,图13为对应光学模组的光路设计图,同样为三透镜的折叠光路设计,其中位于中间的透镜为复合透镜。

[0145] 表3采用复合透镜的另一光学模组的透镜数据表

表面	半径(mm)	厚度(mm)	材料	Conic	A4	A6	A8
1	-212.596	3.619	Nd:1.54, Vd:56	100	1.71E-05	-2.70E-08	4.37E-11
2	无限	1		0	0	0	0
3	79.63	2.5	Nd:1.54, Vd:56	6.642	-4.96E-06	-2.92E-09	-4.31E-12
4	216.715	3	Nd:1.95, Vd:17.9	0	0	0	0
5	118.105	1		0	0	0	0
6	108.133	10.933	Nd:1.54, Vd:56	-9.135	-4.85E-06	1.19E-08	-6.72E-12
7	-97.447	1.024		1.788	-2.47E-07	6.14E-10	-1.68E-13

[0147] 在本实施例中,第一透镜层001的厚度H1为3mm,第二透镜层002的厚度H2为2.5mm, $H2/H1=0.83$ 。屏幕的物面尺寸为 $43.2 \times 43.2\text{mm}$,光学模组的视场角为 100° 。

[0148] 结合图14的MTF曲线图可见,应用该复合透镜01的光学模组在空间频率70lp/mm处,中心视场接近0.5。

[0149] 在下表4中,展示了采用复合透镜的另一光学模组的透镜数据表,图15为对应光学模组的光路设计图,同样为三透镜的折叠光路设计,其中位于中间的透镜为复合透镜。

[0150] 表4采用复合透镜的另一光学模组的透镜数据表

表面	半径(mm)	厚度(mm)	材料	Conic	A4	A6	A8
1	-203.721	3.022	Nd:1.54, Vd:56	-88.408	5.69E-06	4.34E-09	-8.60E-12
2	无限	1		0	0	0	0
3	88.786	6.12	Nd:1.54, Vd:56	-9.122	-9.88E-07	6.94E-10	-1.33E-12
4	-329.127	3.5	Nd:1.95, Vd:17.9	0	0	0	0
5	901.197	1		0	0	0	0
6	630.258	7.339	Nd:1.54, Vd:56	100	-6.14E-07	2.14E-10	6.20E-13
7	-94.486	1		-0.618	9.08E-08	2.36E-10	2.45E-14

[0152] 在本实施例中,第一透镜层001的厚度H1为6.12mm,第二透镜层002的厚度H2为3.5mm, $H2/H1=1.75$ 。屏幕的物面尺寸为 $43.2 \times 43.2\text{mm}$,光学模组的视场角为 100° 。

[0153] 结合图16的MTF曲线图可见,应用该复合透镜01的光学模组在空间频率70lp/mm处,中心视场接近0.45。

[0154] 本申请方案中,所述第一透镜层001的厚度H1指的是第一透镜层001沿其光轴方向的中心厚度,第二透镜层002的厚度H2指的是第二透镜层002沿光轴方向的中心厚度。厚度H1和厚度H2满足以下关系式: $0.1 \leq H2/H1 \leq 2$ 。

[0155] 优选地,所述厚度H1和厚度H2满足以下关系式: $0.1 \leq H2/H1 \leq 1$ 。

[0156] 更优选地,所述厚度H1和厚度H2满足以下关系式: $0.1 \leq H2/H1 \leq 0.6$ 。

[0157] 综上,在光学模组采用相同尺寸的显示屏021,并获得相同的视场角的情况下,厚

度H1和厚度H2的厚度比在0.1-0.6之间时,光学模组的光学性能较优。

[0158] 另外,对于成型工艺来说,当第二透镜层002采用注塑的方式与第一透镜层001进行复合时,第二透镜层002较薄对于成型的工艺要求较低,而且成型后的复合透镜结构稳定性更高,光学性能也更加稳定。

[0159] 在本申请中,所述复合透镜01沿其光轴方向的中心厚度H0满足以下条件: $1\text{mm} \leq H0 \leq 20\text{mm}$ 。在其中一种实施例中,复合透镜可为超薄透镜,第一透镜层001和第二透镜层002的厚度分别接近为0.5mm和0.5mm,第一透镜层001和第二透镜层002在与光学膜层003复合后的整体中心厚度达到1mm的超薄厚度,使光学模组更加轻薄化。

[0160] 另外,复合透镜还可为厚透镜,复合透镜沿光轴的中心厚度达到20mm。其中复合透镜可包含两个透镜层,包括一个玻璃透镜和一个树脂透镜,还可包含三个及三个以上的透镜层,包括至少一个玻璃透镜和至少一个树脂透镜。在其中一个实施例中,以三个透镜层的复合透镜为例,复合透镜可由一个玻璃透镜和两个树脂透镜组成,玻璃透镜位于中间,树脂透镜位于玻璃透镜的两侧,在其中一种设计中,玻璃透镜沿光轴方向的中心厚度接近8mm,两个树脂透镜沿光轴方向的中心厚度分别接近6mm,复合透镜整体的厚度达到20mm。

[0161] 优选地,所述H0满足以下条件: $3\text{mm} \leq H0 \leq 10\text{mm}$ 。采用3mm厚度的复合透镜,在成型工艺中,成型工艺较为简单,加工成本更低。采用10mm复合透镜,在光学设计中复合透镜的面型设计自由度更高,同时也可以使光学模组更加轻薄化。

[0162] 进一步地,在优选实施例中,部分透射部分反射层023设置于第二透镜层002的非球面上。

[0163] 可以理解,将部分透射部分反射层023设置于第二透镜层002的非球面上效果在于,在折叠光路中,部分透射部分反射层023的反射面对光学模组的光焦度贡献较大,将部分透射部分反射层023设在非球面上对光路设计的自由度更高,通过对非球面的设计能够更好地改善成像品质。

[0164] 在本申请的可选实施例中,复合透镜01的第一透镜层001靠近人眼一侧设置,复合透镜01的第二透镜层002靠近显示屏021的一侧设置。

[0165] 可以理解,将第一透镜层001的玻璃作为外观面,结构强度更高,耐磨性和耐腐蚀性更强,能有效延长光学模组的使用寿命。

[0166] 实施例3

[0167] 如图17所述,本申请提供一种头戴显示设备,头戴显示设备03中配置有光学模组02,光学模组为第二方面中任意一项的光学模组。

[0168] 实施例4

[0169] 本申请还提供一种虚拟显示系统,虚拟显示系统包括外接控制器及第三方面中的头戴显示设备03,外接控制器与头戴显示设备之间连接,所述外接控制器可为手柄。

[0170] 本申请实施例的电子设备的具体实施方式可以参照上述光学模组各实施例,因此至少具有上述实施例的技术方案所带来的所有有益效果,在此不再一一赘述。

[0171] 上文实施例中重点描述的是各个实施例之间的不同,各个实施例之间不同的优化特征只要不矛盾,均可以组合形成更优的实施例,考虑到行文简洁,在此则不再赘述。

[0172] 虽然已经通过示例对本申请的一些特定实施例进行了详细说明,但是本领域的技术人员应该理解,以上示例仅是为了进行说明,而不是为了限制本申请的范围。本领域的技

术人员应该理解,可在不脱离本申请的范围和精神的情况下,对以上实施例进行修改。本申请的范围由所附权利要求来限定。

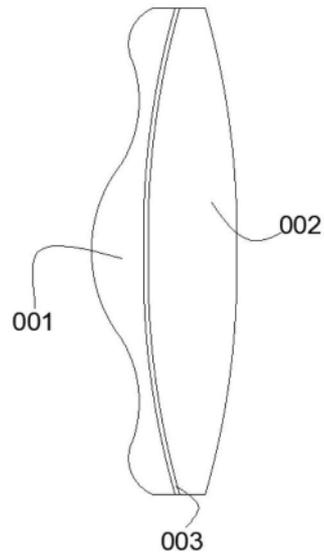


图1

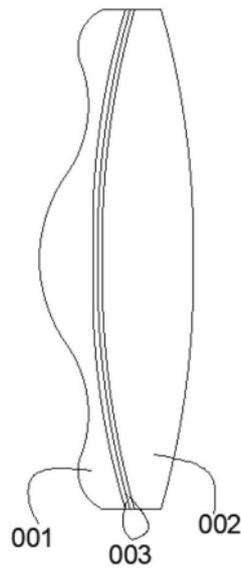


图2

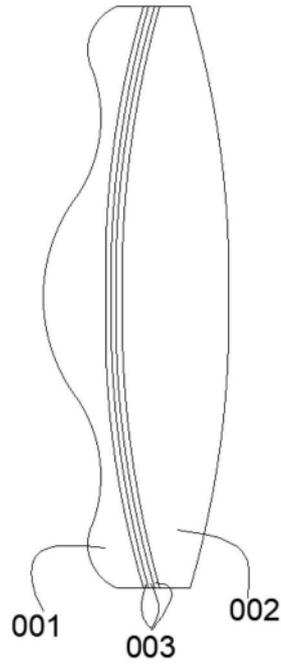


图3

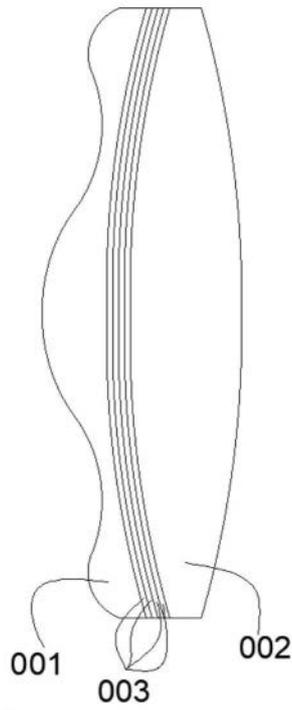


图4

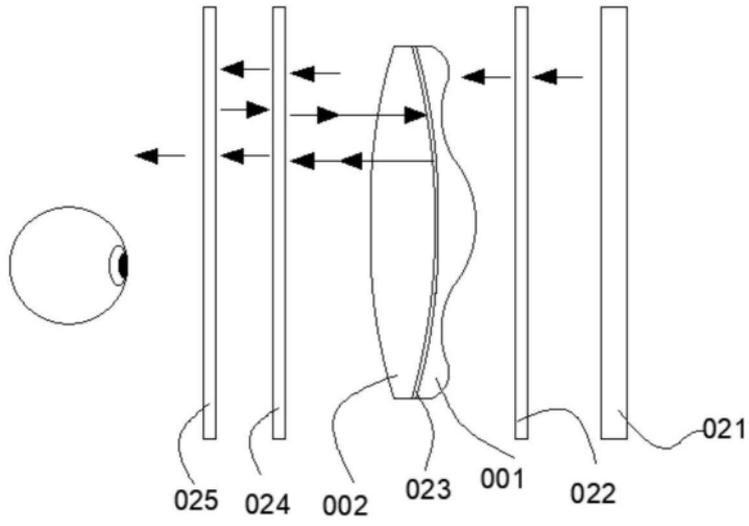


图5

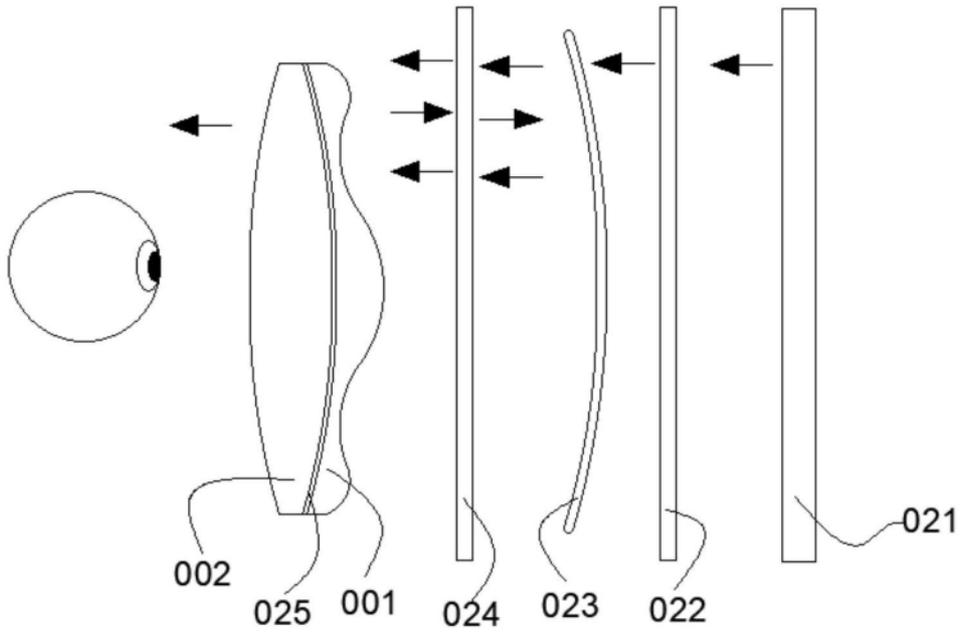


图6

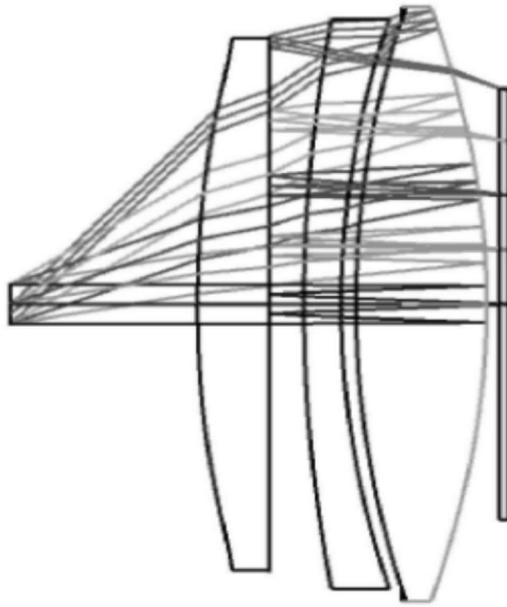


图7

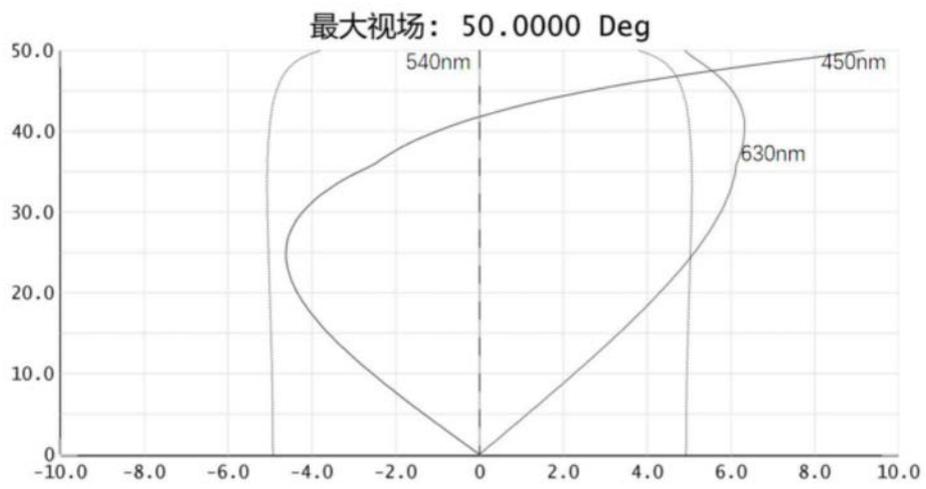


图8

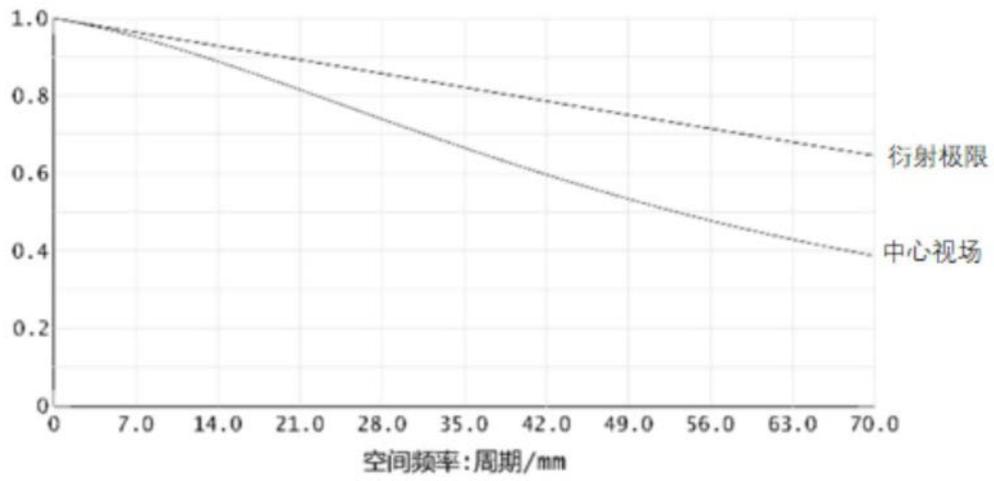


图9

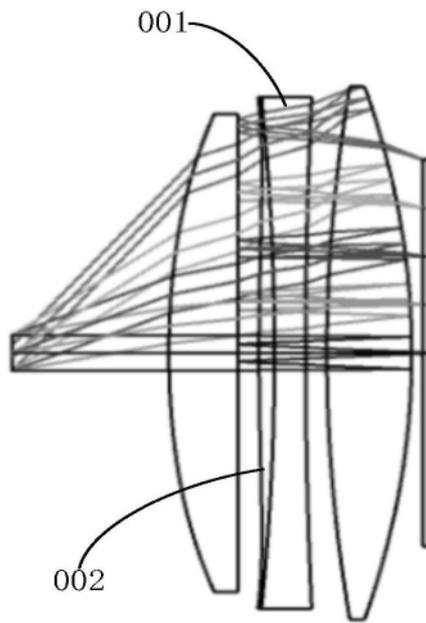


图10

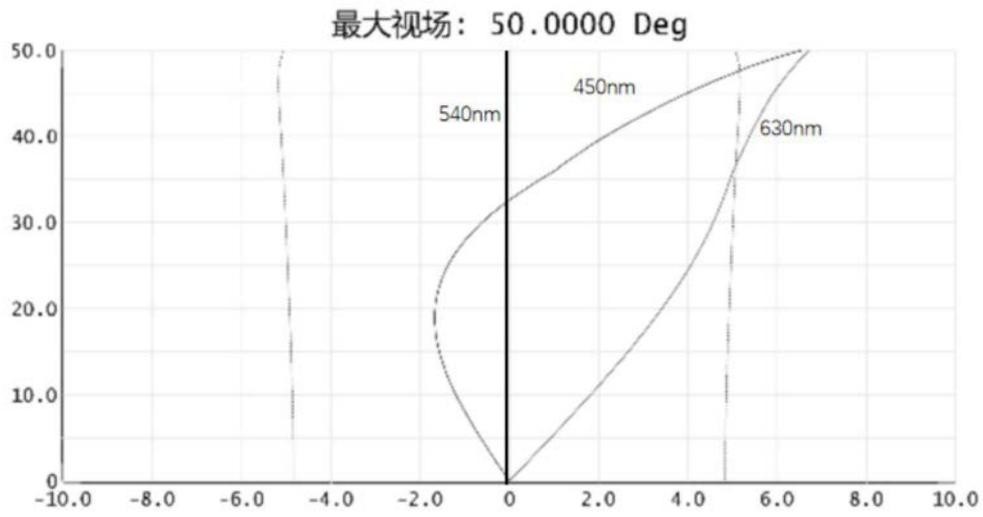


图11

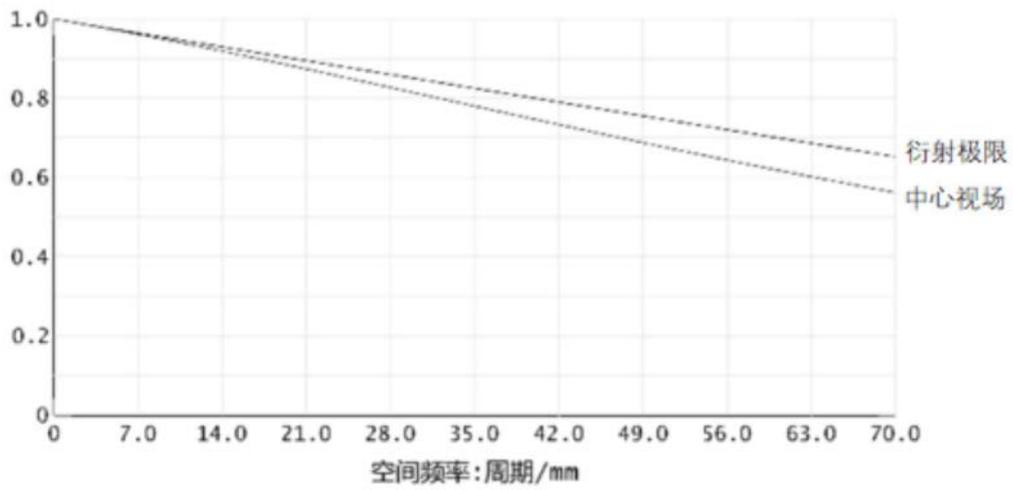


图12

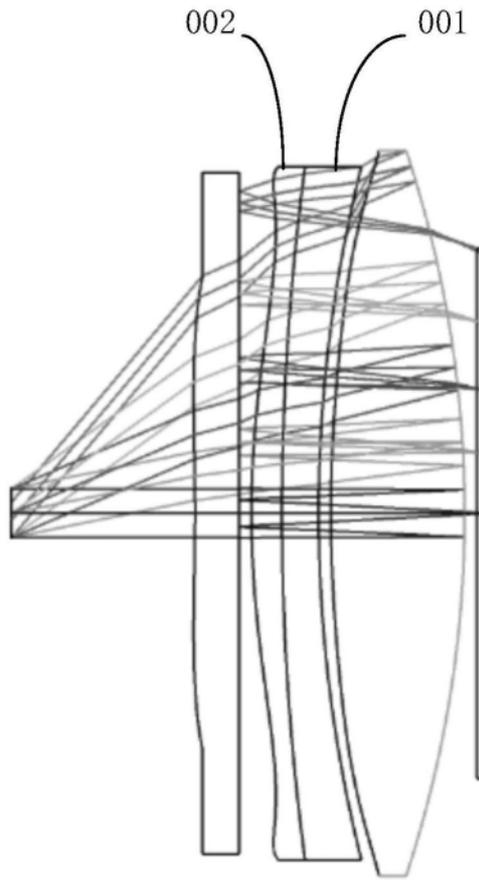


图13

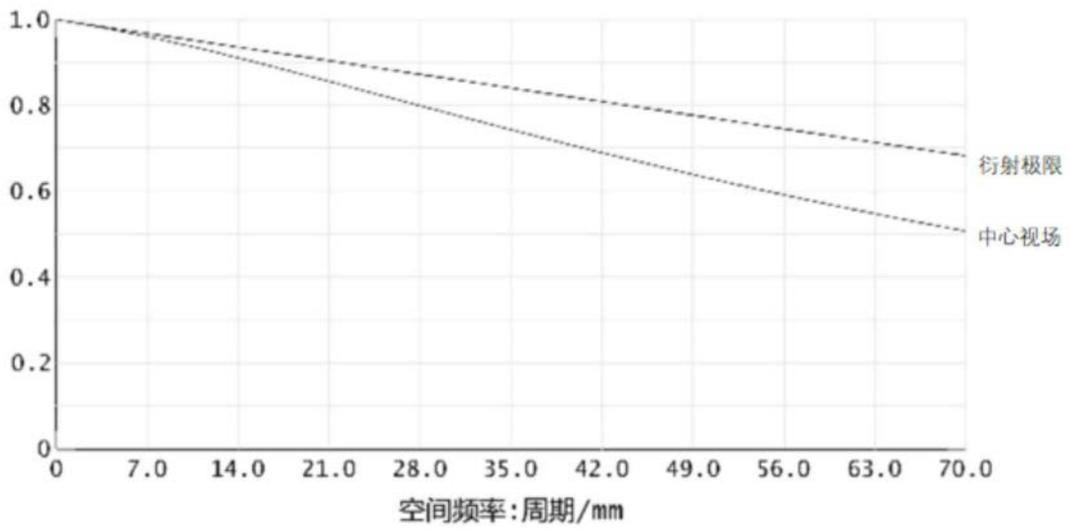


图14

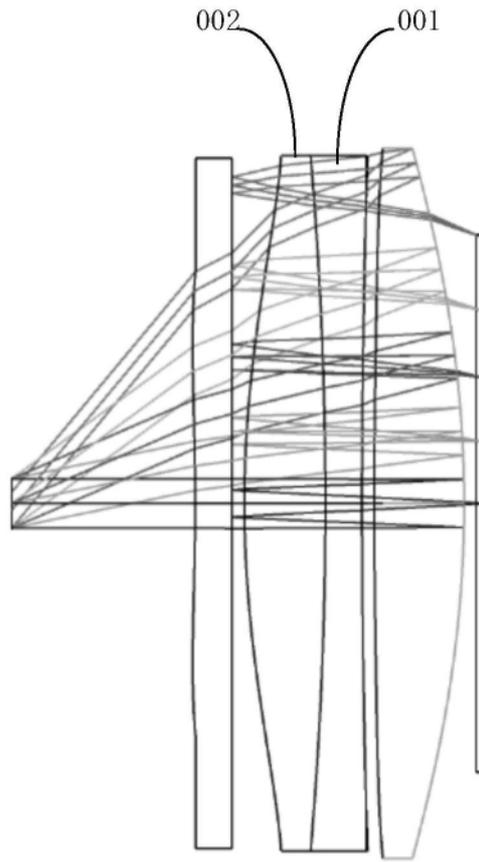


图15

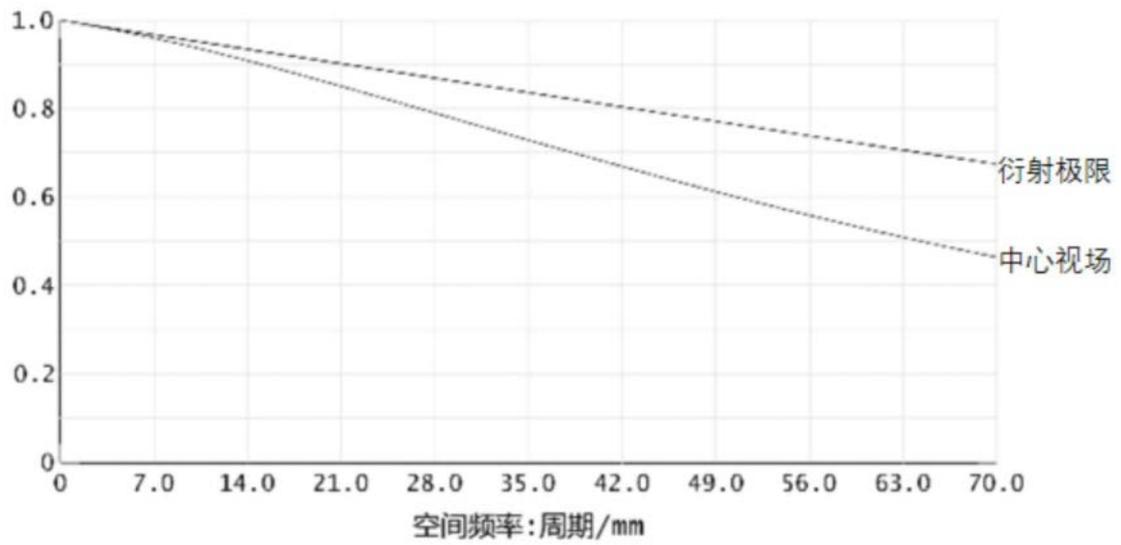


图16

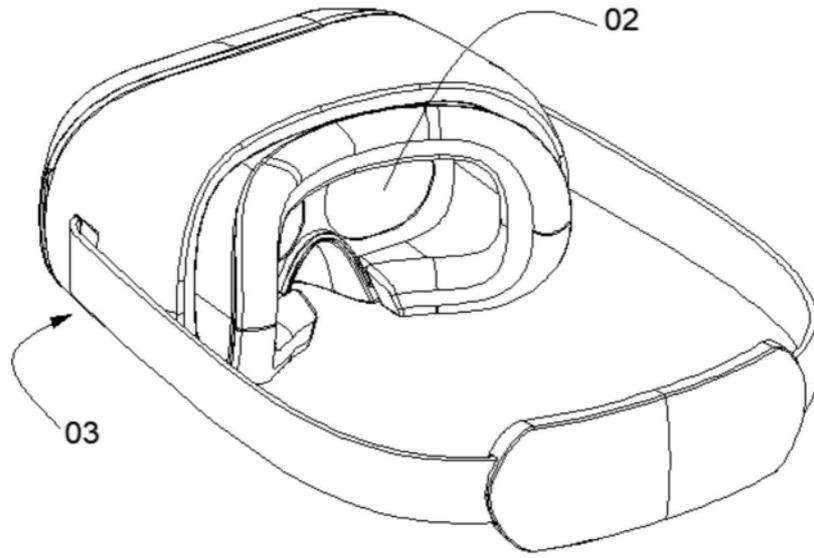


图17