



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114397766 A

(43) 申请公布日 2022.04.26

(21) 申请号 202111521706.9

(22) 申请日 2021.12.13

(71) 申请人 北京邮电大学

地址 100876 北京市海淀区西土城路10号
北京邮电大学

申请人 班度科技(深圳)有限公司

(72) 发明人 桑新柱 张慧 于迅博 高鑫

徐炜 张子强

(74) 专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002

代理人 毛宏宝

(51) Int. Cl.

G02B 30/56 (2020.01)

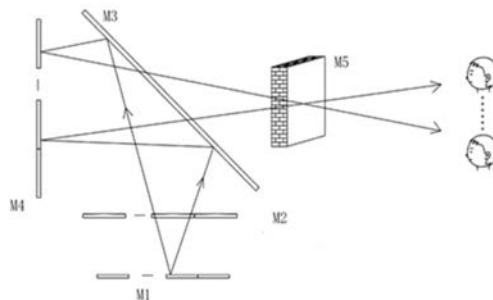
权利要求书2页 说明书9页 附图4页

(54) 发明名称

一种空中悬浮3D成像装置

(57) 摘要

本发明提供一种空中悬浮3D成像装置,所述装置包括3D显示源组;折射光学元件组,折射光学元件组位于所述3D显示源组的光线输出侧;分光元件,分光元件位于所述折射光学元件组的光线输出侧;反射光学元件组,反射光学元件组位于所述分光元件的反射光线输出侧。本发明提供一种空中悬浮3D成像装置,通过拼接多个3D显示源增加像素数目、增大3D图像的分辨率,通过拼接多个一维折反射光学元件来增大光线调制面积,从而增大悬浮3D图像的显示尺寸与分辨率,提升了用户的视觉体验。



1. 一种空中悬浮3D成像装置,其特征在于,包括:

3D显示源组;

折射光学元件组,所述折射光学元件组位于所述3D显示源组的光线输出侧,所述3D显示源组和所述折射光学元件组平行设置,且所述3D显示源组和所述折射光学元件组具有第一预设距离;

分光元件,所述分光元件位于所述折射光学元件组的光线输出侧,且所述折射光学元件组的中心和所述分光元件的中心具有第二预设距离,且所述3D显示源组和所述分光元件的光线入射面的夹角在0度至90度之间;

反射光学元件组,所述反射光学元件组设置于所述分光元件的反射光线输出侧,且所述分光元件的中心和所述反射光学元件组的中心具有第三预设距离;

所述3D显示源组包括至少两个相互拼接的3D显示源,所述折射光学元件组包括至少两个相互拼接的一维折射光学元件,所述反射光学元件组包括至少两个相互拼接的一维反射光学元件。

2. 根据权利要求1所述的空中悬浮3D成像装置,其特征在于,

所述第一预设距离的取值范围为10mm-500mm;

所述第二预设距离的取值范围为10mm-500mm;

所述第三预设距离的取值范围为10mm-500mm。

3. 根据权利要求2所述的空中悬浮3D成像装置,其特征在于,所述折射光学元件组的焦距 f_1 满足以下公式:

$$f_1 = \frac{1}{L_2 + 2L_3 + L_4} - \frac{1}{L_1}, \text{ 且/或,}$$

所述反射光学元件组的焦距 f_2 满足以下公式:

$$f_2 = \frac{1}{L_3 + L_4} - \frac{1}{L_1},$$

其中, L_1 表示所述3D显示源组和所述折射光学元件组的距离, L_2 表示所述折射光学元件组的中心和所述分光元件的中心的距离, L_3 表示所述分光元件的中心和所述反射光学元件组的中心的距离, L_4 表示由所述反射光学元件组反射的光线经过所述分光元件透射后在空气中形成的悬浮3D图像到所述分光元件的距离, L_4 的取值范围为10mm-500mm。

4. 根据权利要求1所述的空中悬浮3D成像装置,其特征在于,所述悬浮3D图像的尺寸和所述3D显示源组上的图像尺寸的比例在0.1:1到10:1之间。

5. 根据权利要求1所述的空中悬浮3D成像装置,其特征在于,所述折射光学元件组包括多个一维折射光学元件,所述一维折射光学元件为线性菲涅尔透镜,所述线性菲涅尔透镜的厚度范围为0mm-10mm,所述线性菲涅尔透镜的外接圆直径的范围为0mm-1000mm,所述线性菲涅尔透镜环距的范围为0.01mm-1mm,相邻两个所述线性菲涅尔透镜的间距范围为0mm-100mm。

6. 根据权利要求1所述的空中悬浮3D成像装置,其特征在于,所述折射光学元件组包括多个一维折射光学元件,所述一维折射光学元件为光学柱透镜,所述光学柱透镜的外接圆直径的范围为0mm-300mm,所述光学柱透镜的边缘厚度的范围为0mm-300mm,所述光学柱透

镜的中心厚度的范围为0mm-300mm,其中,所述光学柱透镜包括平凸柱透镜。

7.根据权利要1所述的空中悬浮3D成像装置,其特征在于,所述反射光学元件组包括多个一维反射光学元件,所述一维反射光学元件为反射式线性菲涅尔透镜,所述反射式线性菲涅尔透镜的厚度的范围为0mm-10mm,所述反射式线性菲涅尔透镜的外接圆直径的范围为0mm-200mm,所述反射式性菲涅尔透镜环距的范围为0.01mm-1mm。

8.根据权利要求1所述的空中悬浮3D成像装置,其特征在于,所述反射光学元件组包括多个一维反射光学元件,所述一维反射光学元件为柱面反射镜,所述柱面反射镜的外接圆直径的范围为0mm-300mm,所述柱面反射镜的边缘厚度的范围为0mm-30mm,所述柱面反射镜的中心厚度的范围为0mm-30mm,其中,所述柱面反射镜包括平凹柱面反射镜。

9.根据权利要求1所述的空中悬浮3D成像装置,其特征在于,所述分光元件的透射率在0.1至0.7之间,其反射率在0.3至0.9之间。

10.根据权利要求1所述的空中悬浮3D成像装置,其特征在于,所述一维折射光学元件和所述一维反射光学元件的面型参数通过如下公式获得:

$$Z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} + a1r^2 + a2r^4 + a3r^6 + a4r^8 + a5r^{10}$$

其中,Z表示所述光学元件的矢高,c表示所述折射光学元件组和反射光学元件组的顶点曲率,r表示所述折射光学元件组和反射光学元件组的径向参量,k表示所述折射光学元件组和反射光学元件组的二次圆锥系数,a1表示所述折射光学元件组和反射光学元件组的二次系数,a2表示所述折射光学元件组和反射光学元件组的四次系数,a3表示所述折射光学元件组和反射光学元件组的六次系数,a4表示所述折射光学元件组和反射光学元件组的八次系数,a5表示所述折射光学元件组和反射光学元件组的十次系数。

一种空中悬浮3D成像装置

技术领域

[0001] 本发明属于光学技术领域,尤其涉及一种空中悬浮3D成像装置。

背景技术

[0002] 空中悬浮3D成像作为一种新型的显示方式在日常生活,工业生产,科学研究等方面提供了较大的便利。

[0003] 空中悬浮3D成像技术的出现,给各个领域的创造性应用带来了多种可能:在广告行业,可以代替传统的广告版,更加吸引人们的眼球;在展览展示现场,可以在空中悬浮3D显示展品,为观看者提供一个科幻、逼真的视觉体验;在医疗教育领域,医生无需接触实体屏幕来操作就能观察显示屏上的信息,在一定程度上减少了细菌的传播。悬浮成像技术给不同应用领域带来了更好的视觉体验。显示源总分辨率除以视点数目为3D图像单个视点的分辨率,在视点数目固定的情况下,显示源分辨率越高,3D图像的分辨率越高。但由于制作工艺的限制,现有技术采用单一显示源以及折反射光学元件成像的分辨率不高,并且成像的尺寸也不够大,导致用户的视觉体验不佳。

[0004] 因此,研发一个大尺寸、高分辨率成像的空中悬浮3D成像装置具有重要的意义。

发明内容

[0005] 本发明提供一种空中悬浮3D成像装置,用以解决现有技术中的悬浮成像装置采用单一的显示源和光学元件进行光学成像时成像尺寸较小、分辨率较低的缺陷,从而提升用户的视觉体验。

[0006] 本发明提供一种空中悬浮3D成像装置,所述装置包括:

[0007] 3D显示源组;

[0008] 折射光学元件组,所述折射光学元件组位于所述3D显示源组的光线输出侧,所述3D显示源组和所述折射光学元件组平行设置,且所述3D显示源组和所述折射光学元件组具有第一预设距离;分光元件,所述分光元件位于所述折射光学元件组的光线输出侧,且所述折射光学元件组的中心和所述分光元件的光中心具有第二预设距离,且所述3D显示源组和所述分光元件的光线入射面的夹角在0度至90度之间;反射光学元件组,所述反射光学元件组设置于所述分光元件的反射光线输出侧,且所述分光元件的中心和所述反射光学元件组具有第三预设距离;所述3D显示源组包括至少两个相互拼接的3D显示源,所述折射光学元件组包括至少两个相互拼接的一维折射光学元件,所述反射光学元件组包括至少两个相互拼接的一维反射光学元件。

[0009] 根据本发明提供的一种空中悬浮3D成像装置,所述装置还包括:

[0010] 所述第一预设距离的取值范围为10mm-500mm;所述第二预设距离的取值范围为10mm-500mm;所述第三预设距离的取值范围为10mm-500mm。

[0011] 所述折射光学元件组的焦距 f_1 满足以下公式:

$$[0012] \quad f_1 = \frac{1}{L_2 + 2L_3 + L_4} - \frac{1}{L_1}, \text{ 且/或,}$$

[0013] 所述反射光学元件组的焦距 f_2 满足以下公式:

$$[0014] \quad f_2 = \frac{1}{L_3 + L_4} - \frac{1}{L_1},$$

[0015] 其中, L_1 表示所述3D显示源组和所述折射光学元件组的距离, L_2 表示所述折射光学元件组的中心和所述分光元件的中心的距离, L_3 表示所述分光元件的中心和所述反射光学元件组的中心的距离, L_4 表示由所述反射光学元件组反射的光线经过所述分光元件透射后在空气中形成的悬浮3D图像到所述分光元件的距离, L_4 的取值范围为10mm-500mm。

[0016] 所述悬浮3D图像的尺寸和所述3D显示源组上的图像尺寸的比例在0.1:1到10:1之间。

[0017] 所述折射光学元件组包括多个一维折射光学元件,所述一维折射光学元件为线性菲涅尔透镜,所述线性菲涅尔透镜的厚度的范围在0mm-10mm之间,所述线性菲涅尔透镜的外接圆直径的范围为0mm-1000mm,所述线性菲涅尔透镜环距的范围为0.01mm-1mm,相邻两个所述线性菲涅尔透镜的间距范围为0mm-100mm。

[0018] 所述折射光学元件组包括多个一维折射光学元件,所述一维折射光学元件为光学柱透镜,所述光学柱透镜的外接圆直径的范围为0mm-300mm,所述光学柱透镜的边缘厚度的范围为0mm-300mm,所述光学柱透镜的中心厚度的范围为0mm-300mm,其中,所述光学柱透镜包括平凸柱透镜。

[0019] 所述反射光学元件组包括多个一维反射光学元件,所述一维反射光学元件为反射式线性菲涅尔透镜,所述反射式线性菲涅尔透镜的厚度的范围为0mm-10mm,所述反射式线性菲涅尔透镜的外接圆直径的范围为0mm-200mm,所述反射式线性菲涅尔透镜环距的范围为0.01mm-1mm。

[0020] 所述反射光学元件组包括多个一维反射光学元件,所述一维反射光学元件为柱面反射镜,所述柱面反射镜的外接圆直径的范围为0mm-300mm,所述柱面反射镜的边缘厚度的范围为0mm-30mm,所述柱面反射镜的中心厚度的范围为0mm-30mm,其中,所述柱面反射镜包括平凹柱面反射镜。

[0021] 所述分光元件的透射率在0.1至0.7之间,其反射率在0.3至0.9之间。

[0022] 所述一维折射光学元件和所述一维反射光学元件的面型参数通过如下公式获得:

$$[0023] \quad Z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} + a1r^2 + a2r^4 + a3r^6 + a4r^8 + a5r^{10}$$

[0024] 其中, Z 表示所述光学元件的矢高, c 表示所述折射光学元件组和反射光学元件组的顶点曲率, r 表示所述折射光学元件组和反射光学元件组的径向参量, k 表示所述折射光学元件组和反射光学元件组的二次圆锥系数, $a1$ 表示所述折射光学元件组和反射光学元件组的二次系数, $a2$ 表示所述折射光学元件组和反射光学元件组的四次系数, $a3$ 表示所述折射光学元件组和反射光学元件组的六次系数, $a4$ 表示所述折射光学元件组和反射光学元件组的八次系数, $a5$ 表示所述折射光学元件组和反射光学元件组的十次系数。

[0025] 本发明提供一种空中悬浮3D成像装置,能够将3D显示源组发射的待显示内容依次通过折射光学元件组、分光元件以及反射光学元件组后在空中形成悬浮3D图像,其中,通过拼接多个3D显示源增加所述显示源的像素数目,通过拼接多个一维折射光学元件和一维反射光学元件来增大光线调制面积,从而增大悬浮3D图像的显示尺寸与分辨率,提升了用户的视觉体验。

附图说明

[0026] 为了更清楚地说明本发明中的技术方案,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,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,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。

[0027] 图1是本发明实施例提供的空中悬浮3D成像装置的结构示意图;

[0028] 图2是本发明实施例提供的空中悬浮3D成像装置中各结构的距离示意图;

[0029] 图3a-图3d是本发明一些实施例提供的线性菲涅尔透镜的示意图;

[0030] 图4a-图4c是本发明一些实施例提供的柱透镜的示意图;

[0031] 图5a-图5e是本发明一些实施例提供的反射式线性菲涅尔透镜的示意图;

[0032] 图6a-图6c是本发明一些实施例提供的柱面反射镜的示意图。

[0033] 附图标记:

[0034] M1:3D显示源组; M2:折射光学元件组; M3:分光元件;

[0035] M4:反射光学元件组。

具体实施方式

[0036] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明中的附图,对本发明中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。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作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。

[0037] 下面结合图1描述本发明实施例提供的空中悬浮3D成像装置,包括:

[0038] 3D显示源组;

[0039] 折射光学元件组,所述折射光学元件组位于所述3D显示源组的光线输出侧,所述3D显示源组和所述折射光学元件组平行设置,且所述3D显示源组和所述折射光学元件组具有第一预设距离;分光元件,所述分光元件位于所述折射光学元件组的光线输出侧,且所述折射光学元件组的中心和所述分光元件的光中心具有第二预设距离,且所述3D显示源组和所述分光元件的光线入射面的夹角在0度至90度之间;反射光学元件组,所述反射光学元件组设置于所述分光元件的反射光线输出侧,且所述分光元件的中心和所述反射光学元件组具有第三预设距离;所述3D显示源组包括至少两个相互拼接的3D显示源,所述折射光学元件组包括至少两个相互拼接的一维折射光学元件,所述反射光学元件组包括至少两个相互拼接的一维反射光学元件。

[0040] 可以理解的是,本实施例所述装置为了使3D显示源组M1发射的3D内容能够在空中形成较大尺寸、较高分辨率的悬浮成像,本实施例所述装置将3D显示源组M1发射的光线依次通过折射光学元件组M2、分光元件M3和反射光学元件组M4后,由反射光学元件组M4反射

的光线经过分光元件M3透射后在空中形成悬浮3D图像,而使用的3D显示源组M1是由两个或两个以上的3D显示源拼接而成,这种拼接后的3D显示源组的像素数目更多,能够增大3D图像的分辨率;折射光学元件组M2和反射光学元件组M4分别是由两个或两个以上的一维折射光学元件和一维反射光学元件拼接而成,这种拼接后的光学元件与光线接触的面积相应增大,能够使光学元件调制光线的面积更大,由此得到的空中悬浮3D成像的尺寸与分辨率随之增大;另外,为了使光线能够被光学元件组折射或反射传播,需要设置3D显示源组M1和分光元件M3的光线入射面的夹角 θ 在0度至90度之间,且各光学元件的距离需要在合适的范围内。

[0041] 需要说明的是,3D显示源组M1可以是光线照射的实际3D物体、基于狭缝光栅制作的3D显示器、基于柱镜光栅制作的3D显示器、基于微透镜阵列制作的3D显示器、基于全息方式制作的3D显示器、或等任意用于提供三维显示信息的光源。

[0042] 需要说明的是,分光元件M3是一种能对光线进行部分透射和部分反射且偏振无关的光学器件。

[0043] 需要说明的是,一维折射光学元件在x方向上对光线进行调制时,在y方向直接透过,在一维反射光学元件在y方向上对光线进行调制时,在x方向上直接反射;一维折射光学元件在y方向上对光线进行调制时,在x方向直接透过,一维反射光学元件在x方向上对光线进行调制时,在y方向上直接反射,光线的调制过程是光线在光学元件上发生折射或反射的过程;本实施例的折射光学元件组由N个一维折射光学元件拼接而成,N为大于1的自然数,当N个一维折射光学元件组采用线性菲涅尔透镜时,N个线性菲涅尔透镜拼接在一起能够增大折射光学元件的表面积;本实施例的反射光学元件组由M个一维折反射光学元件拼接而成,M为大于1的自然数,当M个一维反射光学元件采用反射式线性菲涅尔透镜时,M个反射式线性菲涅尔透镜拼接在一起能够增大反射光学元件的表面积。

[0044] 需要说明的是,本实施例的折射光学元件组M2采用的是线性菲涅尔透镜,在其他实施例中还可以采用光学柱透镜,本实施例的反射光学元件组M4采用的是反射式线性菲涅尔透镜,在其他的实施例中还可以采用柱面反射镜,均能达到本实施例产生的效果。

[0045] 本实施例所述装置通过多个3D显示光源的拼接来增加所述显示源的像素数目,通过多个一维光学元件进行拼接的方式来增大对应光学元件与入射光线接触的面积,从而增大空中悬浮3D成像的分辨率以及显示尺寸,提升了用户的视觉体验。

[0046] 可选的,所述第一预设距离的取值范围为10mm-500mm;所述第二预设距离的取值范围为10mm-500mm;所述第三预设距离的取值范围为10mm-500mm。

[0047] 本实施例给出了第一、二和三预设距离的具体取值范围,能够保证3D显示源组M1能够将发射的光线照射在折射光学元件组M2、分光元件M3和折射光学元件组M4上。

[0048] 本实施例提供了空中悬浮3D图像装置各结构间距离的具体变化范围,可通过调节该装置各结构的不同的物距来确定一维折射光学元件和一维反射光学元件的焦距。

[0049] 所述折射光学元件的焦距 f_1 满足以下公式:

$$[0050] \quad f_1 = \frac{1}{L_2 + 2L_3 + L_4} - \frac{1}{L_1}, \text{ 且/或,}$$

[0051] 所述反射光学元件的焦距 f_2 满足以下公式:

$$[0052] \quad f_2 = \frac{1}{L_3 + L_4} - \frac{1}{L_1},$$

[0053] 其中, L_1 表示所述3D显示源组和所述折射光学元件的距离, L_2 表示所述折射光学元件组中心和所述分光元件的中心的距离, L_3 表示所述分光元件的中心和所述反射光学元件组的中心的距离, L_4 表示由所述反射光学元件组反射的光线经过所述分光元件透射后在空气中形成的悬浮3D图像到所述分光元件的距离, L_4 的取值范围为10mm-500mm。

[0054] 如图2所示, 本实施例给出了3D显示源组M1的中心到折射光学元件组M2的下表面中心的竖直距离 L_1 , 折射光学元件组M2的上表面中心所在水平直线到分光元件M3的中心所在水平直线的竖直距离 L_2 , 分光元件M3的中心所在竖直线到反射光学元件组M4的中心所在竖直线的水平距离 L_3 以及分光元件M3的中心所在竖直线到悬浮3D图像中心所在竖直线的水平距离 L_4 , 3D显示源组M1和所述分光元件M3的光线入射面的夹角为 θ , 其取值范围为0度至90度; 根据 L_1 、 L_2 、 L_3 和 L_4 可得到折射光学元件组M2的焦距 f_1 和反射光学元件组M4的焦距 f_2 的计算方式, 焦距是光学系统中衡量光的聚集或发散的度量方式, 指平行光入射时从透镜光心到光聚集之焦点的距离; 一般来讲, 焦距越大, 成像的视角越小, 反之, 成像的视角越大; 需要说明的是, 通过本实施例所述装置在空中形成的悬浮3D图像的观看视角范围在0度至180度之间。

[0055] 本实施例通过调节折射光学元件组M2和反射光学元件组M4的焦距, 保证了空中悬浮3D图像有一个较大的视角范围。

[0056] 所述悬浮3D图像的尺寸和所述3D显示源组上的图像尺寸的比例在0.1:1至10:1之间。

[0057] 可以理解的是, 本实施例所述装置的悬浮3D图像的成像尺寸与3D显示源组上的图像尺寸之比的变化范围在0.1:1至10:1之间, 由此可生成按比例缩小的悬浮成像, 也可以生成按比例放大的悬浮成像, 不同比例成像的图像尺寸、分辨率以及观看视角各不相同。

[0058] 本实施例能够提供一个与3D显示源组M1上的图像有着不同尺寸比例的空中悬浮3D成像。

[0059] 所述折射光学元件组包括多个一维折射光学元件, 所述一维折射光学元件为线性菲涅尔透镜, 所述线性菲涅尔透镜的厚度的范围为0mm-10mm, 所述线性菲涅尔透镜的外接圆直径的范围为0mm-1000mm, 所述线性菲涅尔透镜环距的范围为0.01mm-1mm, 相邻两个所述线性菲涅尔透镜的间距范围为0mm-100mm。

[0060] 图3a-图3d提供的线性菲涅尔透镜的基本形状包含了四种不同情况: 图3a表示普通线性菲涅尔透镜, 图3b表示非球面线性菲涅尔透镜, 图3c表示复合线性菲涅尔透镜A, 图3d表示复合线性菲涅尔透镜B; 需要说明的是, 上述四种线性菲涅尔透镜的形状可以是矩形、正方形以及六边形等任意形状, 线性菲涅尔透镜的厚度 d_1 的取值范围在0mm-10mm内, 并且其外接圆直径 H_1 的取值范围在0mm-1000mm内, 线性菲涅尔透镜环距的取值范围在0.01mm-1mm内; 相邻两个线性菲涅尔透镜的间距在0mm-100mm内。

[0061] 需要说明的是, 本实施例的折射光学元件组M2采用如图3a所示的普通线性菲涅尔透镜, 其他实施例还可以采用图3b、图3c或图3d所示的线性菲涅尔透镜的任意一种作为折射光学元件组M2, 而图3a-图3d只是描述线性菲涅尔透镜的几种形式, 并不是限制本发明的

保护范围。

[0062] 需要说明的是,在加工中,线性菲涅尔透镜可以利用UV固化成型工艺制作,所用材料为UV胶,所述UV胶的折射率没有限定;还可以利用热压成型工艺制作,其材料可以是塑料树脂材料,如PMMA,PC,COC,POLYCARB等,还可以是各种玻璃材料,如冕牌玻璃、火石玻璃、重冕玻璃、重火石玻璃或是LA系玻璃等,也可以是各种金属材料。反射面的制作可以是镀光学反射膜的方式达到反射效果或是其他方式达到反射面的效果等;另外,线性菲涅尔透镜的每个齿的齿深,倾斜角,拔模角都可以根据实际生产工艺和要求在保证实现效果的情况下做出调整。线性菲涅尔透镜每个齿既可以是直线三角锯齿,也可以是与其相应透镜等效的弧线型齿。

[0063] 本实施例提供了折射光学元件组M2为线性菲涅尔透镜时,所述线性菲涅尔透镜的厚度、外接圆直径、环距以及相邻两个透镜间距的具体取值范围,同时提供了所述线性菲涅尔透镜不同的形状和齿形,本实施例所述装置能够使3D显示源组发射的内容经过所述折射光学原件后投射在所述分光元件上继续传播。

[0064] 所述折射光学元件组包括多个一维折射光学元件,所述一维折射光学元件为光学柱透镜,所述光学柱透镜的外接圆直径的范围为0mm-300mm,所述光学柱透镜的边缘厚度的范围为0mm-300mm,所述光学柱透镜的中心厚度的范围为0mm-300mm,其中,所述光学柱透镜包括平凸柱透镜。

[0065] 图4a-图4c提供的光学柱透镜的基本形状包含了三种不同情况,其中,图4a提供了本实施例采用的折射光学元件组M2为一种光学柱透镜,所述柱透镜的外接圆直径H1的取值范围在0mm-300mm内,所述柱透镜的边缘厚度d1的取值范围在0mm-30mm内,所述柱透镜的中心厚度d2的取值范围在0mm-30mm内,所述柱透镜只包含一个曲面,其曲率半径绝对值的取值范围分别为 $|R1|>0$ 。

[0066] 需要说明的是,本实施例采用图4a所示的光学柱透镜作为折射光学元件组M2,其他实施例可以采用图4b或图4c所示光学柱透镜的任意一种作为折射光学元件组M2;图4b或图4c所示的是一种平凸柱透镜,所述平凸柱透镜的外接圆直径H1、边缘厚度d1以及中心厚度d2的具体取值范围与上述光学柱透镜中对应的参数取值范围相同,与之不同的是,所述平凸柱透镜包含两个曲面,所述两个曲面的曲率半径的绝对值的取值范围分别为: $|R1|>0$, $|R2|>0$ 。

[0067] 需要说明的是,在加工中,光学柱透镜可以利用UV固化成型工艺制作,所用材料为UV胶,所述UV胶的折射率没有限定;还可以利用热压成型工艺制作,其材料可以是塑料树脂材料,如PMMA,PC,COC,POLYCARB等,还可以是各种玻璃材料,如冕牌玻璃、火石玻璃、重冕玻璃、重火石玻璃或是LA系玻璃等,也可以是各种金属材料。反射面的制作可以是镀光学反射膜的方式达到反射效果或是其他方式达到反射面的效果等;另外,复合柱透镜和胶合柱透镜等其他类型的透镜在本实施例所述装置中均能发挥相同的功能。

[0068] 需要说明的是,图4a-图4c所示的柱透镜的形状可以是矩形、正方形以及六边形等任意形状,并且图4a-图4c只是描述光学柱透镜的几种形式,并不是限制本发明的保护范围和权限。

[0069] 本实施例提供了折射光学元件组M2为光学柱透镜时,所述柱透镜的外接圆直径、边缘厚度、中心厚度以及曲面的曲率半径的具体取值范围,本实施例所述装置能够使3D显

示源组M1发射的内容经过所述折射光学元件组M2后投射在所述分光元件M3上继续传播。

[0070] 所述反射光学元件组包括多个一维反射光学元件,所述一维反射光学元件为反射式线性菲涅尔透镜,所述反射式线性菲涅尔透镜的厚度的范围为0mm-10mm,所述反射式线性菲涅尔透镜的外接圆直径的范围为0mm-200mm,所述反射式线性菲涅尔透镜环距的范围为0.01mm-1mm。

[0071] 图5a-图5e提供的反射式线性菲涅尔透镜的基本形状包含了五种不同情况:图5a表示普通线性菲涅尔透镜,图5b表示非球面线性菲涅尔透镜,图5c表示复合线性菲涅尔透镜A,图5d表示复合线性菲涅尔透镜B,图5e表示复合线性菲涅尔透镜C;需要说明的是,上述五种反射式线性菲涅尔透镜的形状可以是矩形、正方形以及六边形等任意形状,反射式线性菲涅尔透镜的厚度d1的取值范围为0mm-10mm,并且其外接圆直径的尺寸H1的取值范围为0mm-200mm,线性菲涅尔透镜环距的取值范围为0.01mm-1mm内。

[0072] 需要说明的是,本实施例的反射光学元件组M4采用如图5a所示的普通线性菲涅尔透镜,其他实施例还可以采用图5b、图5c、图5d或图5e所示的反射式线性菲涅尔透镜的任意一种作为反射光学元件组M4,而图5a-图5e只是描述反射式线性菲涅尔透镜的几种形式,并不是限制本发明的保护范围。

[0073] 需要说明的是,在加工中,反射式线性菲涅尔透镜可以利用UV固化成型工艺制作,所用材料为UV胶,所述UV胶的折射率没有限定;还可以利用热压成型工艺制作,其材料可以是塑料树脂材料,如PMMA,PC,COC,POLYCARB等,还可以是各种玻璃材料,如冕牌玻璃、火石玻璃、重冕玻璃、重火石玻璃或是LA系玻璃等,也可以是各种金属材料。反射面的制作可以利用抛光达到反射效果,也可以是镀光学反射膜的方式达到反射效果或是其他方式达到反射面的效果等;另外,反射式线性菲涅尔透镜的每个齿的齿深,倾斜角,拔模角都可以根据实际生产工艺和要求在保证实现效果的情况下做出调整。线性菲涅尔透镜每个齿既可以是直线三角锯齿,也可以是与其实相应透镜等效的弧线型齿。

[0074] 本实施例提供了反射光学元件组M4为反射式线性菲涅尔透镜时,所述透镜的厚度、外接圆直径以及环距的具体取值范围,同时提供了不同的反射式线性菲涅尔透镜有着不同的齿形,本实施例所述装置能够使3D显示源组发射的内容经过所述反射光学元件组后在空气中悬浮成像。

[0075] 所述反射光学元件组包括多个一维反射光学元件,所述一维反射光学元件为柱面反射镜,所述柱面反射镜的外接圆直径的范围为0mm-300mm,所述柱面反射镜的边缘厚度的范围为0mm-30mm,所述柱面反射镜的中心厚度的范围为0mm-30mm,其中,所述柱面反射镜包括平凹柱面反射镜。

[0076] 图6a-图6c提供的柱面反射镜的基本形状包含了三种不同情况,其中,图6a提供了本实施例采用的反射光学元件组M4为一种柱面反射镜,柱面反射镜的外接圆直径H1的取值范围在0-300mm内,所述柱透镜的边缘厚度d1的取值范围在0-30mm内,所述柱透镜的中心厚度d2的取值范围在0-30mm内,所述柱透镜只包含一个曲面,其曲率半径绝对值的取值范围分别为 $|R1|>0$ 。

[0077] 需要说明的是,本实施例采用图6a所示的柱面反射镜作为反射光学元件组M4,其他实施例可以采用图6b或图6c所示柱面反射镜的任意一种作为反射光学元件组M4;图6b或图6c所示的是一种平凹柱面反射镜,所述平凹柱面反射镜的外接圆直径H1、边缘厚度d1以

及中心厚度d2的具体取值范围与图6a所示的柱面反射镜中对应参数的取值范围相同,与之不同的是,所述平凹柱面反射镜包含两个曲面,所述两个曲面的曲率半径的绝对值的取值范围分别为: $|R1|>0$, $|R2|>0$ 。

[0078] 需要说明的是,在加工中,柱面反射镜可以利用UV固化成型工艺制作,所用材料为UV胶,所述UV胶的折射率没有限定;还可以利用热压成型工艺制作,其材料可以是塑料树脂材料,如PMMA,PC,COC,POLYCARB等,还可以是各种玻璃材料,如冕牌玻璃、火石玻璃、重冕玻璃、重火石玻璃或是LA系玻璃等,也可以是各种金属材料。反射面的制作可以是利用抛光达到反射效果,也可以是镀光学反射膜的方式达到反射效果或是其他方式达到反射面的效果等;另外,复合柱面反射镜和胶合柱面反射镜等其他类型的透镜在本实施例所述装置中均能发挥相同的功能。

[0079] 需要说明的是,图6a-图6c所示的柱面反射镜的形状可以是矩形、正方形以及六边形等任意形状,并且图6a-图6c只是描述柱面反射镜的几种形式,并不是限制本发明的保护范围和权限。

[0080] 本实施例提供了反射光学元件组M4为柱面反射镜时,所述柱面反射镜的外接圆直径、边缘厚度、中心厚度以及曲面的曲率半径的具体取值范围,能够使3D显示源组发射的内容经过所述反射光学元件组后在空气中悬浮成像。

[0081] 所述分光元件的透射率在0.1至0.7之间,其反射率在0.3至0.9之间。

[0082] 可以理解的是,所述分光元件M3在接收所述折射光学元件组M2照射的光线并将该光线反射到所述反射光学元件组M4的过程中,需要根据不同的材质合理调节分光元件M3的透射率和反射率,使光线从反射光学元件组M4返回至分光元件M3后,能透过分光元件M3形成空中悬浮3D成像。

[0083] 本实施例提供了空中悬浮3D成像装置的分光元件M3对光线的反射率和透射率的取值范围,保证了反射光学元件组M4反射的光线经过分光元件M3透射后,最终能形成空中悬浮3D图像。

[0084] 所述一维折射光学元件和所述一维反射光学元件的面型参数通过如下公式获得:

$$[0085] \quad Z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} + a1r^2 + a2r^4 + a3r^6 + a4r^8 + a5r^{10}$$

[0086] 其中,Z表示所述光学元件的矢高,c表示所述光学元件的顶点曲率,r表示所述光学元件的径向参量,k表示所述光学元件的二次圆锥系数,a1表示所述光学元件的二次系数,a2表示所述光学元件的四次系数,a3表示所述光学元件的六次系数,a4表示所述光学元件的八次系数,a5表示所述光学元件的十次系数。

[0087] 可以理解的是,当所述折射光学元件组M2和所述反射光学元件组M4的表面为球面时,可以用标准的圆弧公式求取对应光学元件的面型参数,而当所述光学元件的表面为非球面时,需要利用上述公式求解对应光学元件的面型参数。

[0088] 本实施例提供了一种空中悬浮3D成像装置的折射光学元件组M2和反射光学元件组M4的表面为非球面时,对应光学元件的面型参数的计算方式,通过该计算方式调节所述面型参数使得光线能够稳定地经过折射光学元件组M2和反射光学元件组M4后在空中形成畸变较小的悬浮3D图像。

[0089] 以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,其中所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。本领域普通技术人员在不付出创造性的劳动的情况下,即可以理解并实施。

[0090] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;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:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

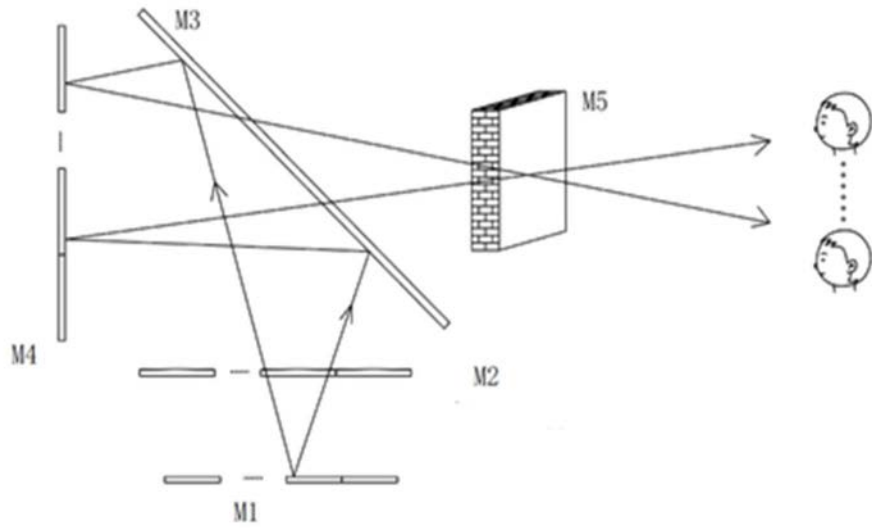


图1

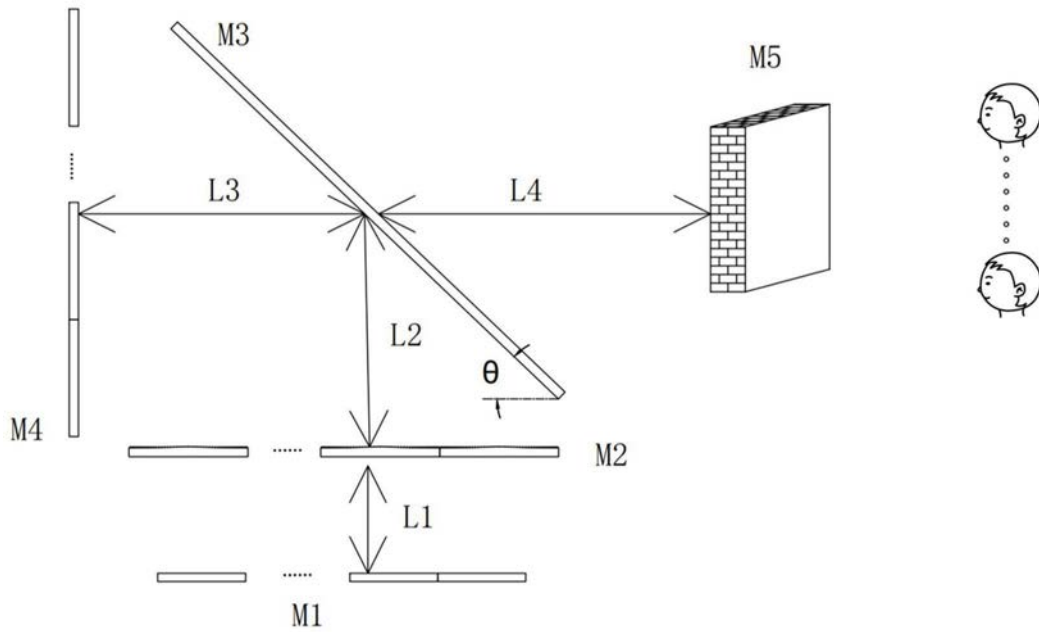


图2



图3a



图3b



图3c



图3d

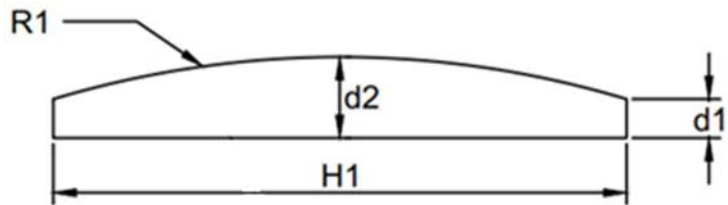


图4a

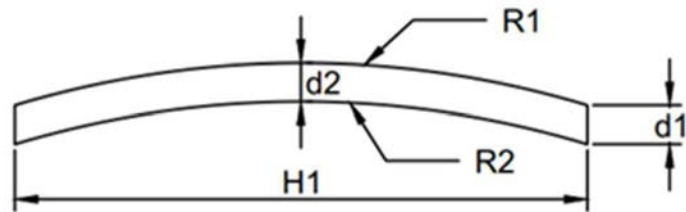


图4b

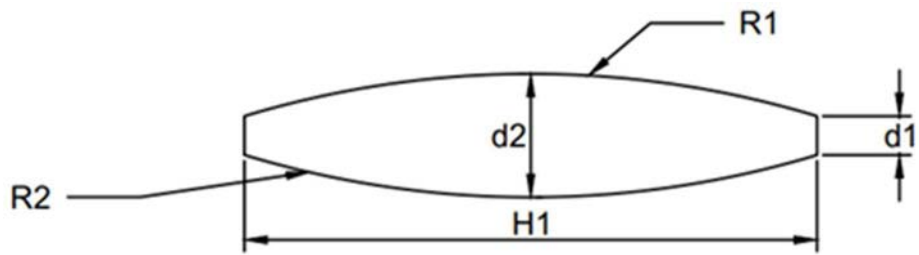


图4c



图5a



图5b



图5c



图5d



图5e

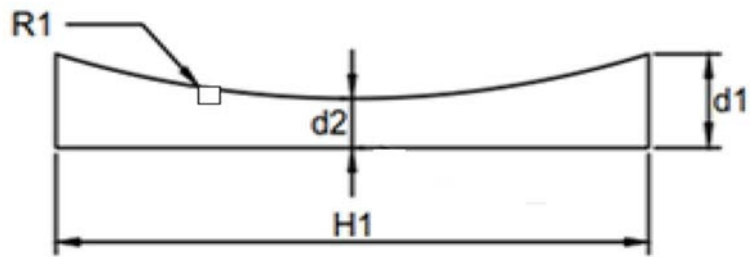


图6a

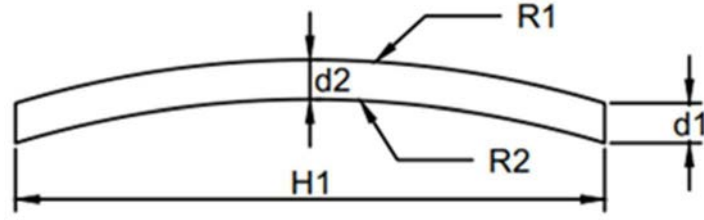


图6b

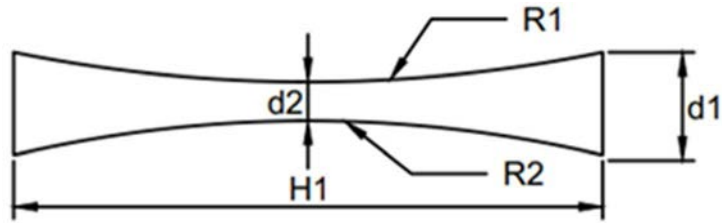


图6c