



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116300288 A

(43) 申请公布日 2023. 06. 23

(21) 申请号 202310334097.9

(22) 申请日 2023.03.29

(71) 申请人 峰米(重庆)创新科技有限公司

地址 400071 重庆市江北区郭家沱街道隆
港路2号4层401室

(72) 发明人 王成伟

(74) 专利代理机构 华进联合专利商标代理有限
公司 44224

专利代理师 何锋

(51) Int. Cl.

G03B 21/20 (2006.01)

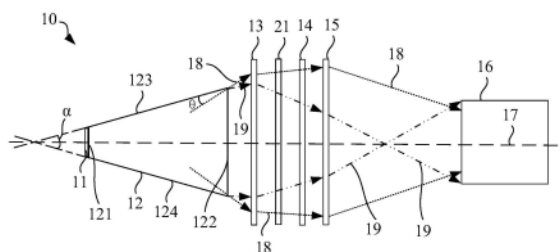
权利要求书2页 说明书11页 附图3页

(54) 发明名称

投影光机及投影设备

(57) 摘要

本申请涉及一种投影光机及投影设备。投影光机包括光源以及沿所述光源的出射光的传播路径依次设置的光锥、准直透镜、聚焦透镜以及镜头;光锥用于采集光源的出射光并将光线从出光口出射,准直透镜用于对光线进行准直处理,聚焦透镜用于将光线朝镜头会聚,镜头用于投射光线;投影光机满足条件式: $[|ra2|, |rb2|]_{\max} \leq D/2$;ra2为在出光口的边缘处直接出射的光线在镜头上的入射点与光轴之间的距离,rb2为在出光口的边缘处发生反射而出射光锥的光线,在镜头上的入射点与光轴之间的距离,D为镜头的有效孔径。上述投影光机,光线损耗小,光线利用率高,有利于提升投影亮度。



1. 一种投影光机,其特征在于,所述投影光机包括光源以及沿所述光源的出射光的传播路径依次设置的光锥、准直透镜、聚焦透镜以及镜头;

所述光锥的两端分别设有进光口和出光口,所述光锥用于经所述进光口接收所述光源的出射光并将光线从所述出光口出射,所述准直透镜用于对光线进行准直处理,所述聚焦透镜用于将光线朝所述镜头会聚,所述镜头用于投射光线;

所述投影光机满足条件式: $[|ra2|, |rb2|]_{\max} \leq D/2$;

其中,ra2为在所述出光口的边缘处直接出射的光线在所述镜头上的入射点与光轴之间的距离,rb2为在所述出光口的边缘处发生反射而出射所述光锥的光线,在所述镜头上的入射点与所述光轴之间的距离,D为所述镜头的有效孔径。

2. 根据权利要求1所述的投影光机,其特征在于,所述光锥具有相对设置的第一反光面和第二反光面,且在沿所述光轴由所述进光口指向所述出光口的方向上,所述第一反光面和所述第二反光面之间的距离逐渐增大。

3. 根据权利要求2所述的投影光机,其特征在于,所述投影光机满足以下条件式:

$$|r + d1 * \frac{\tan(0.5\alpha + \theta) * f1 - r}{f1} + d2 * \frac{\frac{\tan(0.5\alpha + \theta) * f1 - r}{f1} * f2 - (r + d1 * \frac{\tan(0.5\alpha + \theta) * f1 - r}{f1})}{f2}| \leq \frac{D}{2}$$

其中,r为所述光锥的出光口的边缘处与所述光轴之间的距离,d1为所述准直透镜和所述聚焦透镜之间在所述光轴上的距离,d2为所述聚焦透镜与所述镜头之间在所述光轴上的距离, α 为所述第一反光面和所述第二反光面之间的夹角, θ 为在所述出光口的边缘处直接出射的光线与所述光轴的夹角,f1为所述准直透镜的焦距,f2为所述聚焦透镜的焦距。

4. 根据权利要求2所述的投影光机,其特征在于,所述投影光机满足以下条件式:

$$|r + d1 * \frac{\tan(0.5\alpha - \theta) * f1 - r}{f1} + d2 * \frac{\frac{\tan(0.5\alpha - \theta) * f1 - r}{f1} * f2 - (r + d1 * \frac{\tan(0.5\alpha - \theta) * f1 - r}{f1})}{f2}| \leq D/2$$

其中,r为所述光锥的出光口的边缘处与所述光轴之间的距离,d1为所述准直透镜和所述聚焦透镜之间在所述光轴上的距离,d2为所述聚焦透镜与所述镜头之间在所述光轴上的距离, α 为所述第一反光面和所述第二反光面之间的夹角, θ 为在所述出光口的边缘处直接出射的光线与所述光轴的夹角,f1为所述准直透镜的焦距,f2为所述聚焦透镜的焦距。

5. 根据权利要求1所述的投影光机,其特征在于,所述光源的发光面的形状大致为矩形,所述光锥的进光口和出光口的形状大致为矩形,所述光锥的横截面的形状大致为矩形,且在沿所述光轴由所述进光口指向所述出光口的方向上,所述光锥的横截面的面积逐渐增大。

6. 根据权利要求5所述的投影光机,其特征在于,

所述光源的发光面的长度大于或等于12.5mm,且小于或等于14mm,宽度大于或等于6mm且小于或等于7.2mm;和/或,

所述进光口的长度大于或等于12.7mm,且小于或等于14.5mm,宽度大于或等于6.2mm,且小于或等于7.7mm;所述出光口的长度大于或等于92mm,且小于或等于100mm,宽度大于或等于54mm,且小于或等于60mm;所述进光口与所述出光口之间在光轴上的距离大于或等于55mm,且小于或等于60mm。

7. 根据权利要求1所述的投影光机,其特征在于,

所述准直透镜的焦距大于或等于70mm,且小于或等于85mm;和/或,
所述聚焦透镜的焦距大于或等于110mm,且小于或等于125mm;和/或,
所述出光口与所述准直透镜之间于光轴上的距离小于或等于0.6mm;和/或,
所述准直透镜与所述聚焦透镜之间于光轴上的距离大于或等于18mm,且小于或等于20mm。

8.根据权利要求1所述的投影光机,其特征在于,所述投影光机还包括起偏器,所述起偏器设于所述准直透镜和所述聚焦透镜之间,所述起偏器用于将光线转换成偏振光;和/或,

所述光源包括由共晶工艺制成的发光二极管。

9.根据权利要求1所述的投影光机,其特征在于,所述光源的功率密度大于或等于 $0.82\text{W}/\text{mm}^2$,且小于或等于 $1.1\text{W}/\text{mm}^2$ 。

10.一种投影设备,其特征在于,所述投影设备包括如权利要求1-9任一项所述的投影光机。

投影光机及投影设备

技术领域

[0001] 本申请涉及投影设备技术领域,特别是涉及一种投影光机及投影设备。

背景技术

[0002] LCD投影仪器通常包括照明系统、LCD显示系统以及成像系统,LCD投影仪基于科勒照明将LCD上显示的畫面通过镜头成像到屏幕上。相较于其他原理的投影机,如:DLP投影仪、LCOS投影仪等,LCD投影机的价格低廉,制作简单。然而,传统的LCD投影仪,存在光线损耗严重的问题,容易导致投影亮度下降,影响观影体验。

发明内容

[0003] 基于此,有必要针对传统的LCD投影仪光线损耗严重的问题,提供一种投影光机及投影设备。

[0004] 一种投影光机,所述投影光机包括光源以及沿所述光源的出射光的传播路径依次设置的光锥、准直透镜、聚焦透镜以及镜头;

[0005] 所述光锥的两端分别设有进光口和出光口,所述光锥用于经所述进光口接收所述光源的出射光并将光线从所述出光口出射,所述准直透镜用于对光线进行准直处理,所述聚焦透镜用于将光线朝所述镜头会聚,所述镜头用于投射光线;

[0006] 所述投影光机满足条件式: $[\lvert ra2 \rvert, \lvert rb2 \rvert]_{\max} \leq D/2$;

[0007] 其中,ra2为在所述出光口的边缘处直接出射的光线在所述镜头上的入射点与光轴之间的距离,rb2为在所述出光口的边缘处发生反射而出射所述光锥的光线,在所述镜头上的入射点与所述光轴之间的距离,D为所述镜头的有效孔径。

[0008] 上述投影光机,光锥的集光作用、准直透镜的准直作用以及聚焦透镜的聚焦作用能够有效压缩光源的出射光束的口径,从而有效降低入射镜头的光线高度,配合ra2和rb2小于或等于D/2的设计,能够使得入射镜头的光线高度均在镜头的有效孔径范围内,有利于降低光线的损耗,提升光线的利用率,从而提升投影亮度。同时,入射镜头的光线高度降低,还有利于缩小镜头的有效口径,从而压缩镜头的占用空间和制造成本,有利于缩小投影光机的整体尺寸。

[0009] 在其中一个实施例中,所述光锥具有相对设置的第一反光面和第二反光面,且在沿所述光轴由所述进光口指向所述出光口的方向上,所述第一反光面和所述第二反光面之间的距离逐渐增大。

[0010] 在其中一个实施例中,所述投影光机满足以下条件式:

$$[0011] \quad \left| r + d1 * \frac{\tan(0.5\alpha + \theta) * f1 - r}{f1} + d2 * \frac{\frac{\tan(0.5\alpha + \theta) * f1 - r}{f1} * f2 - \left(r + d1 * \frac{\tan(0.5\alpha + \theta) * f1 - r}{f1} \right)}{f2} \right| \leq \frac{D}{2}$$

[0012] 其中,r为所述光锥的出光口的边缘处与所述光轴之间的距离,d1为所述准直透镜和所述聚焦透镜之间在所述光轴上的距离,d2为所述聚焦透镜与所述镜头之间在所述光轴上的距离, α 为所述第一反光面和所述第二反光面之间的夹角, θ 为在所述出光口的边缘处直

接出射的光线与所述光轴的夹角, f_1 为所述准直透镜的焦距, f_2 为所述聚焦透镜的焦距。

[0013] 在其中一个实施例中, 所述投影光机满足以下条件式:

$$[0014] \quad \left| r + d_1 * \frac{\tan(0.5\alpha - \theta) * f_1 - r}{f_1} + d_2 * \frac{\frac{\tan(0.5\alpha - \theta) * f_1 - r}{f_1} * f_2 - \left(r + d_1 * \frac{\tan(0.5\alpha - \theta) * f_1 - r}{f_1} \right)}{f_2} \right| \leq D/2$$

[0015] 其中, r 为所述光锥的出光口的边缘处与所述光轴之间的距离, d_1 为所述准直透镜和所述聚焦透镜之间在所述光轴上的距离, d_2 为所述聚焦透镜与所述镜头之间在所述光轴上的距离, α 为所述第一反光面和所述第二反光面之间的夹角, θ 为在所述出光口的边缘处直接出射的光线与所述光轴的夹角, f_1 为所述准直透镜的焦距, f_2 为所述聚焦透镜的焦距。

[0016] 在其中一个实施例中, 所述光源的发光面的形状大致为矩形, 所述光锥的进光口和出光口的形状大致为矩形, 所述光锥的横截面的形状大致为矩形, 且在沿所述光轴由所述进光口指向所述出光口的方向上, 所述光锥的横截面的面积逐渐增大。

[0017] 在其中一个实施例中,

[0018] 所述光源的发光面的长度大于或等于12.5mm, 且小于或等于14mm, 宽度大于或等于6mm且小于或等于7.2mm; 和/或,

[0019] 所述进光口的长度大于或等于12.7mm, 且小于或等于14.5mm, 宽度大于或等于6.2mm, 且小于或等于7.7mm; 所述出光口的长度大于或等于92mm, 且小于或等于100mm, 宽度大于或等于54mm, 且小于或等于60mm; 所述进光口与所述出光口之间在光轴上的距离大于或等于55mm, 且小于或等于60mm。

[0020] 在其中一个实施例中,

[0021] 所述准直透镜的焦距大于或等于70mm, 且小于或等于85mm; 和/或,

[0022] 所述聚焦透镜的焦距大于或等于110mm, 且小于或等于125mm; 和/或,

[0023] 所述出光口与所述准直透镜之间于光轴上的距离小于或等于0.6mm; 和/或,

[0024] 所述准直透镜与所述聚焦透镜之间于光轴上的距离大于或等于18mm, 且小于或等于20mm。

[0025] 在其中一个实施例中, 所述投影光机还包括起偏器, 所述起偏器设于所述准直透镜和所述聚焦透镜之间, 所述起偏器用于将光线转换成偏振光。

[0026] 在其中一个实施例中, 所述光源包括由共晶工艺制成的发光二极管。

[0027] 在其中一个实施例中, 所述光源的功率密度大于或等于 $0.82\text{W}/\text{mm}^2$, 且小于或等于 $1.1\text{W}/\text{mm}^2$ 。

[0028] 一种投影设备, 所述投影设备包括如上述任一实施例所述的投影光机。

附图说明

[0029] 图1为一些实施例中投影光机的结构示意图。

[0030] 图2为一些实施例中光锥的结构示意图。

[0031] 图3为一些实施例中第一光线和第二光线出射光锥的角度示意图。

[0032] 图4为一些实施例中光线在光锥发生一次反射后恰好从出光口的边缘处射出的光路示意图。

[0033] 图5为一些实施例中光线在光锥发生两次反射后恰好从出光口的边缘处射出的光路示意图。

[0034] 附图标记:

[0035] 10、投影光机;11、光源;12、光锥;121、进光口;122、出光口;123、第一反光面;124、第二反光面;125、第三反光面;126、第四反光面;13、准直透镜;14、光线调制元件;15、聚焦透镜;16、镜头;17、光轴;18、第一光线;19、第二光线;21、起偏器。

具体实施方式

[0036] 为使本申请的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图对本申请的具体实施方式做详细的说明。在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本申请。但是本申请能够以很多不同于在此描述的其它方式来实施,本领域技术人员可以在不违背本申请内涵的情况下做类似改进,因此本申请不受下面公开的具体实施例的限制。

[0037] 在本申请的描述中,需要理解的是,若有出现这些术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”、“轴向”、“径向”、“周向”等,这些术语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申请和简化描述,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申请的限制。

[0038] 此外,若有出现这些术语“第一”、“第二”,这些术语仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在本申请的描述中,若有出现术语“多个”,“多个”的含义是至少两个,例如两个,三个等,除非另有明确具体的限定。

[0039] 在本申请中,除非另有明确的规定和限定,若有出现术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等,这些术语应做广义理解。例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;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或两个元件的相互作用关系,除非另有明确的限定。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申请中的具体含义。

[0040] 在本申请中,除非另有明确的规定和限定,若有出现第一特征在第二特征“上”或“下”等类似的描述,其含义可以是第一和第二特征直接接触,或第一和第二特征通过中间媒介间接接触。而且,第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”可是第一特征在第二特征正上方或斜上方,或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”可以是第一特征在第二特征正下方或斜下方,或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0041] 需要说明的是,若元件被称为“固定于”或“设置于”另一个元件,它可以直接在另一个元件上或者也可以存在居中的元件。若一个元件被认为是“连接”另一个元件,它可以是直接连接到另一个元件或者可能同时存在居中元件。如若存在,本申请所使用的术语“垂直的”、“水平的”、“上”、“下”、“左”、“右”以及类似的表述只是为了说明的目的,并不表示是唯一的实施方式。

[0042] 参阅图1,图1示出了本申请一实施例中的投影光机10的结构示意图,本申请提供的投影光机10可用于投影仪等投影设备中,投影设备可配置投影屏幕使用,投影光机10被配置为能够朝投影屏幕投射光线到投影屏幕上成像。

[0043] 在一些实施例中,投影光机10包括光源11以及沿光源11的出射光的传播路径依次设置的光锥12、准直透镜13、光线调制元件14、聚焦透镜15以及镜头16。光源11用于发射光线,光源11包括但不限于为发光二极管(LED)等发光元件。光锥12用于采集光源11的出射光,并将光线朝准直透镜13出射。准直透镜13用于对光锥12出射的光线进行准直处理,例如将发散的光束收拢以使得光束大致形成平行光。光线调制元件14用于对准直后的光线进行调制,以使得投影光机10投射到投影屏幕上的光线能够形成特定的图像或影像,或者提升投射到投影屏幕上的光线的成像质量。光线调制元件14的类型不限,具体可根据投影光机10的光线调制需求进行设计,光线调制元件14的类型包括但不限于为液晶屏(LCD)等。聚焦透镜15用于将光线调制元件14调制后的光线会聚并朝镜头16出射。镜头16能够调节光线并将光线投射到投影屏幕上,以提升光线在投影屏幕上的成像质量。

[0044] 结合图1和图2所示,在一些实施例中,光锥12的两端分别设有进光口121和出光口122,光源11可对应设置于进光口121处,出光口122朝向准直透镜13设置。在一些实施例中,光源11的发光面的形状大致为矩形,光锥12的进光口121和出光口122可大致呈矩形,光锥12的横截面也可大致呈矩形,以适应光源11和投影屏幕的形状,获得良好的成像效果。在一些实施例中,在沿投影光机10的光轴17由进光口121指向出光口122的方向上,光锥12的横截面面积逐渐增大,以有效地采集光源11的光线并将光线朝准直透镜13出射。在一些实施例中,光锥12的内壁具有相对设置的第一反光面123和第二反光面124,第一反光面123和第二反光面124可分别对应于光锥12的横截面的两条长边。在沿光轴17由进光口121指向出光口122的方向上,第一反光面123和第二反光面124之间的距离逐渐增大,光源11出射的部分光线可在第一反光面123和/或第二反光面124上发生一次或多少反射后由出光口122出射,使得光锥12能够对光源11的出射光起到集光效果。当然,光源11出射的另外部分光线可不经第一反光面123和第二反光面124的反射直接射到准直透镜13上。

[0045] 结合图1和图3所示,可以理解的是,光源11的出射光从出光口122出射,经准直透镜13、光线调制元件14以及聚焦透镜15后形成投射到镜头16上的光束。其中,部分从出光口122的边缘处出射的光线对应于投射到镜头16上的光束的最外侧光束,从出光口122的边缘处出射的光线决定了投射到镜头16上的光束高度。从出光口122的边缘处射出光锥12的光线至少包括两部分,其中一部分在出光口122的边缘处没有发生反射直接从出光口122出射,另一部分在出光口122的边缘处发生反射而出射光锥12,例如在第一反光面123或者第二反光面124远离光源11的边缘发生反射而出射光锥12。为便于描述,在本申请中将在出光口122的边缘处直接出射的光线称为第一光线18,将在出光口122的边缘处发生反射的光线称为第二光线19,在图1所示的实施例中,以不同类型的虚线示意出部分的第一光线18和第二光线19的走势。当然,第一光线18也可能在光锥12的内部发生过一次或多次反射而到达出光口122,然后从出光口122的边缘直接出射。

[0046] 在一些实施例中,投影光机10满足条件式: $[|ra2|, |rb2|]_{\max} \leq D/2$;其中,ra2为在出光口122的边缘处直接出射的光线在镜头16上的入射点与光轴17之间的距离,即第一光线18在镜头16上的入射点与光轴17之间的距离,rb2为在出光口122的边缘处发生反射而出射光锥12的光线,在镜头16上的入射点与光轴17之间的距离,即第二光线19在镜头16上的入射点与光轴17之间的距离,D为镜头16的有效孔径。投射到镜头16上的光束高度由从出光口122出射光锥12的光线决定,即由第一光线18和第二光线19决定,因此,设计第一光线

18和第二光线19在镜头16上的入射高度小于或等于镜头16的有效孔径的一半,能够有效限制投射到镜头16上的光束均在镜头16的有效孔径范围内,光束能够充分地入射镜头16,并被镜头16投射到投影屏幕,从而有效降低光线的损坏,提升光线利用率。可以理解的是,从出光口122的其他位置出射光锥12的光线,以及从出光口122的边缘处以不同于第一光线18和第二光线19的角度出射光锥12的光线,在镜头16上的入射高度均小于第一光线18和第二光线19,因此对第一光线18和第二光线19在镜头16上的入射高度进行设计,即可使得投射到镜头16上的光束均在镜头16的有效孔径范围内。

[0047] 上述投影光机10,光锥12的集光作用、准直透镜13的准直作用以及聚焦透镜15的聚焦作用能够有效压缩光源11的出射光束的口径,从而有效降低入射镜头16的光线高度,配合 ra_2 和 rb_2 小于或等于 $D/2$ 的设计,能够使得入射镜头16的光线高度均在镜头16的有效孔径范围内,有利于降低光线的损耗,提升光线的利用率,从而提升投影亮度。同时,入射镜头16的光线高度降低,还有利于缩小镜头16的有效口径,从而压缩镜头16的占用空间和制造成本,有利于缩小投影光机10的整体尺寸。

[0048] 进一步地,结合图1和图3,在一些实施例中,第一光线18从出光口122的边缘射出光锥12时,第一光线18与光轴17之间的夹角为 $0.5\alpha+\theta$;第一光线18从光锥12射到准直透镜13上,在准直透镜13上的入射点与光轴17之间的距离称为 ra , ra 满足:

$$[0049] \quad ra = r + d * \tan(0.5\alpha + \theta)$$

[0050] 其中, r 为光锥12的出光口122的边缘处与光轴17之间的距离,即第一光线18在出光口122的出射点与光轴17之间的距离, d 为出光口122与准直透镜13之间于光轴17方向上的距离, α 为第一反光面123和第二反光面124之间的夹角,即图1所示的光锥12的剖面与第一反光面123和第二反光面124相对应的边的延长线之间的夹角, θ 为第一光线18出射出光口122时与第一反光面123或第二反光面124之间的夹角,当第一光线18从第一反光面123出射时, θ 为第一光线18与第一反光面123之间的夹角,当第一光线18从第二反光面124出射时, θ 为第一光线18与第二反光面124之间的夹角。

[0051] 当第一光线18从准直透镜13出射并射到聚焦透镜15上时,第一光线18满足条件式:

$$[0052] \quad \tan\theta_{a1} = \frac{\tan(0.5\alpha + \theta) * f1 - r}{f1}$$

$$[0053] \quad ra1 = r + d1 * \tan\theta_{a1}$$

[0054] 其中, θ_{a1} 为第一光线18出射准直透镜13时与光轴17之间的夹角,即第一光线18入射聚焦透镜15时与光轴17之间的夹角, $f1$ 为准直透镜13的焦距, $ra1$ 为第一光线18在聚焦透镜15上的入射点与光轴17之间的距离, $d1$ 为准直透镜13和聚焦透镜15之间在光轴17上的距离。

[0055] 当第一光线18从聚焦透镜15出射并射到镜头16的入光面上时,第一光线18满足条件式:

$$[0056] \quad \tan\theta_{a2} = \frac{\tan(\theta_{a1}) * f2 - ra1}{f2}$$

$$[0057] \quad ra2 = ra1 + d2 * \tan\theta_{a2}$$

[0058] 其中, θ_{a2} 为第一光线18出射聚焦透镜15时与光轴17之间的夹角, 即第一光线18入射镜头16的入光面时与光轴17之间的夹角, f_2 为聚焦透镜15的焦距, ra_2 为第一光线18在镜头16上的入射点与光轴17之间的距离, d_2 为聚焦透镜15与镜头16的入光面之间在光轴17上的距离。

[0059] 由上述关系式可以推得:

$$[0060] \quad ra_2 = r + d_1 * \frac{\tan(0.5\alpha + \theta) * f_1 - r}{f_1} + d_2 * \frac{\frac{\tan(0.5\alpha + \theta) * f_1 - r}{f_1} * f_2 - \left(r + d_1 * \frac{\tan(0.5\alpha + \theta) * f_1 - r}{f_1} \right)}{f_2}$$

[0061] 在一些实施例中, 投影光机10满足以下条件式:

$$[0062] \quad \left| r + d_1 * \frac{\tan(0.5\alpha + \theta) * f_1 - r}{f_1} + d_2 * \frac{\frac{\tan(0.5\alpha + \theta) * f_1 - r}{f_1} * f_2 - \left(r + d_1 * \frac{\tan(0.5\alpha + \theta) * f_1 - r}{f_1} \right)}{f_2} \right| \leq \frac{D}{2}$$

[0063] 满足上述条件式时, 通过对 r 、 d_1 、 d_2 、 α 、 θ 、 f_1 以及 f_2 与镜头16的有效孔径之间的关系进行设计, 能够使得第一光线18在镜头16上的入射点位于镜头16的有效孔径范围内, 从而使得第一光线18能够有效被镜头16接收, 减少光线的损耗, 提升光线利用率。可以理解的是, 从第一反光面123和第二反光面124出射的第一光线18在入射镜头16时, 分别位于光轴17的两侧, 其中, 定义位于图1中光轴17上方的第一光线18的 ra_2 为正值, 定义位于图1中光轴17下方的第一光线18的 ra_2 值为负值。

[0064] 而对于第二光线19, 当第二光线19从出光口122的边缘射出光锥12时, 第二光线19与光轴17之间的夹角为 $0.5\alpha - \theta$; 第一光线18从光锥12射到准直透镜13上, 在准直透镜13上的入射点与光轴17之间的距离称为 rb , rb 满足:

$$[0065] \quad rb = r + d * \tan(0.5\alpha - \theta)$$

[0066] 其中, r 为光锥12的出光口122的边缘处与光轴17之间的距离, 即第二光线19在出光口122的出射点与光轴17之间的距离, d 为出光口122与准直透镜13之间于光轴17方向上的距离, α 为第一反光面123和第二反光面124之间的夹角, 即图1所示的光锥12的剖面与第一反光面123和第二反光面124相对应的边的延长线之间的夹角, θ 为第二光线19出射出光口122时与第一反光面123或第二反光面124之间的夹角, 当第二光线19从第一反光面123出射时, θ 为第二光线19与第一反光面123之间的夹角, 当第二光线19从第二反光面124出射时, θ 为第二光线19与第二反光面124之间的夹角。

[0067] 当第二光线19从准直透镜13出射并射到聚焦透镜15上时, 第二光线19满足条件式:

$$[0068] \quad \tan\theta_{b1} = \frac{\tan(0.5\alpha - \theta) * f_1 - r}{f_1}$$

$$[0069] \quad rb_1 = r + d_1 * \tan\theta_{b1}$$

[0070] 其中, θ_{b1} 为第二光线19出射准直透镜13时与光轴17之间的夹角, 即第二光线19入射聚焦透镜15时与光轴17之间的夹角, f_1 为准直透镜13的焦距, rb_1 为第二光线19在聚焦透镜15上的入射点与光轴17之间的距离, d_1 为准直透镜13和聚焦透镜15之间在光轴17上的距离。

[0071] 当第二光线19从聚焦透镜15出射并射到镜头16的入光面上时, 第二光线19满足条件式:

$$[0072] \quad \tan\theta b2 = \frac{\tan(\theta b1) * f2 - rb1}{f2}$$

$$[0073] \quad rb2 = rb1 + d2 * \tan\theta b2$$

[0074] 其中, $\theta b2$ 为第二光线19出射聚焦透镜15时与光轴17之间的夹角, 即第二光线19入射镜头16的入光面时与光轴17之间的夹角, $f2$ 为聚焦透镜15的焦距, $rb2$ 为第二光线19在镜头16上的入射点与光轴17之间的距离, $d2$ 为聚焦透镜15与镜头16的入光面之间在光轴17上的距离。

[0075] 由上述关系式可以推得:

$$[0076] \quad rb2 = r + d1 * \frac{\tan(0.5\alpha + \theta) * f1 - r}{f1} + d2 * \frac{\frac{\tan(0.5\alpha + \theta) * f1 - r}{f1} * f2 - \left(r + d1 * \frac{\tan(0.5\alpha + \theta) * f1 - r}{f1} \right)}{f2}$$

[0077] 在一些实施例中, 投影光机10满足以下条件式:

$$[0078] \quad \left| r + d1 * \frac{\tan(0.5\alpha - \theta) * f1 - r}{f1} + d2 * \frac{\frac{\tan(0.5\alpha - \theta) * f1 - r}{f1} * f2 - \left(r + d1 * \frac{\tan(0.5\alpha - \theta) * f1 - r}{f1} \right)}{f2} \right| \leq D/2$$

[0079] 满足上述条件式时, 通过对 r 、 $d1$ 、 $d2$ 、 α 、 θ 、 $f1$ 以及 $f2$ 与镜头16的有效孔径之间的关系进行设计, 能够使得第二光线19在镜头16上的入射点位于镜头16的有效孔径范围内, 从而使得第二光线19能够有效被镜头16接收, 减少光线的损耗, 提升光线利用率。可以理解的是, 从第一反光面123和第二反光面124出射的第二光线19在入射镜头16时, 分别位于光轴17的两侧, 其中, 定义位于图1中光轴17上方的第二光线19的 $rb2$ 为正值, 定义位于图1中光轴17下方的第二光线19的 $rb2$ 值为负值。

[0080] 需要说明的是, 当进光口121和出光口122均为矩形时, 图1可以为投影光机10在进光口121两个长边的中点的连线以及出光口122两个长边的中点的连线所在的平面的剖面示意图。结合图1和图2所示, 光锥12还可以包括相对的第三反光面125和第四反光面126, 第三反光面125和第四反光面126可以与光锥12的横截面的矩形的短边相对应。可以理解的是, 当光线从出光口122的短边边缘出射, 即从第三反光面125和第四反光面126远离光源11的边缘出射时, 也可通过对 r 、 $d1$ 、 $d2$ 、 α 、 θ 、 $f1$ 以及 $f2$ 的设计使得光线在镜头16上的入射高度在镜头16的有效孔径范围内, 此时 θ 为光线在第三反光面125和第四反光面126远离光源11的边缘出射时, 与第三反光面125或第四反光面126之间的夹角, 具体的设计和推导过程跟基于上述记载推得, 此处不再赘述。

[0081] 可以理解的是, 光源11发射的光线在光锥12内发生不同次数的反射后从出光口122射出, 光线出射出光口122时与第一反光面123或第二反光面124之间的夹角 θ 也不同, 以下以光线在光锥12内发生一次或两次反射后出射的 θ 值为例, 当然, 光线在光锥12内的反射次数不限于一次或两次, 还可以是三次、四次等更多次数。结合图1和图4所示, 当光线在光锥12内发生一次反射后从出光口122射出, 例如在进光口121即图4所示的点A处发生反射时, 在点A的反射路径由正弦定理可知:

$$[0082] \quad \frac{x}{\sin\left(\frac{\pi}{2} - \frac{3}{2}\alpha\right)} = \frac{y1}{\sin(\alpha)}$$

[0083] 其中, x 为光锥12的剖面对应进光口121的线条的长度, 例如可以为进光口121的宽度, α 为第一反光面123和第二反光面124之间的夹角, $y1$ 为光线在光锥12发生一次反射后恰

好在出光口122的边缘处射出时,光锥12的剖面对应第一反光面123或第二反光面124的线条的长度。

[0084] 可知:

$$[0085] \quad \frac{x}{\cos(\frac{3}{2}\alpha)} = \frac{y1}{\sin(\alpha)}$$

[0086] 可知:

$$[0087] \quad y1 = \frac{x \sin(\alpha)}{\cos(\frac{3}{2}\alpha)}$$

[0088] 由此可知,当光锥12的剖面对应第一反光面123或第二反光面124的线条的长度y满足:

$$[0089] \quad y < \frac{x \sin(\alpha)}{\cos(\frac{3}{2}\alpha)}$$

[0090] 时,光线在光锥12内反射一次后从出光口122射出。请再参见图4,在点A的反射路径由正弦定理可知:

$$[0091] \quad \frac{y1}{\sin(\frac{\pi}{2} - \frac{1}{2}\alpha - \theta)} = \frac{x}{\sin(\theta)}$$

[0092] 可知:

$$[0093] \quad \frac{y1}{\cos(\frac{1}{2}\alpha + \theta)} = \frac{x}{\sin(\theta)}$$

[0094] 由此可知,当光锥12满足:

$$[0095] \quad y < \frac{x \sin(\alpha)}{\cos(\frac{3}{2}\alpha)}$$

[0096] 时,光源11发射的光线在光锥12内发生一次反射后射出,由以下条件式可解得 θ 值:

$$[0097] \quad \theta = \text{Solve} \left\{ \frac{y}{\cos(\frac{1}{2}\alpha + \theta)} = \frac{x}{\sin(\theta)} \right\}$$

[0098] 结合图1和图5所示,当光线在光锥12内发生两次反射后从出光口122射出,例如在进光口121即图5所示的点A处,以及第一反光面123或第二反光面124上即图5所示的点B处发生反射时,在点A处的反射路径由正弦定理可知:

$$[0099] \quad \frac{x}{\sin(\frac{\pi}{2} - \frac{3}{2}\alpha)} = \frac{z1}{\sin(\frac{\pi}{2} + \alpha)}$$

[0100] 其中,z1为光线从点A射到点B时经过的路径长度。

[0101] 可知:

$$[0102] \quad \frac{x}{\cos(\frac{3}{2}\alpha)} = \frac{z1}{\cos(\alpha)}$$

[0103] 在点B处的反射路径由正弦定理可知：

$$[0104] \quad \frac{y2}{\sin(3\alpha)} = \frac{z1}{\sin(\frac{\pi}{2} - \frac{5}{2}\alpha)}$$

[0105] 其中，y2为光线在光锥12发生两次反射后恰好从由出光口122的边缘处射出时，光锥12的剖面对应第一反光面123或第二反光面124的线条的长度。

[0106] 可知：

$$[0107] \quad \frac{y2}{\sin(3\alpha)} = \frac{z1}{\cos(\frac{5}{2}\alpha)}$$

[0108] 可知：

$$[0109] \quad y2 = \frac{\sin(3\alpha) * z1}{\cos(\frac{5}{2}\alpha)}$$

[0110] 可知：

$$[0111] \quad y2 = \frac{\sin(3\alpha)\cos(\alpha) * x}{\cos(\frac{3}{2}\alpha)\cos(\frac{5}{2}\alpha)}$$

[0112] 由此可知，当光锥12的剖面对应第一反光面123或第二反光面124的线条的长度y满足：

$$[0113] \quad \frac{x\sin(\alpha)}{\cos(\frac{3}{2}\alpha)} \leq y < \frac{\sin(3\alpha)\cos(\alpha) * x}{\cos(\frac{3}{2}\alpha)\cos(\frac{5}{2}\alpha)}$$

[0114] 时，光线在光锥12内反射一次后从出光口122射出。请再参见图5，可知：

$$[0115] \quad \theta = \frac{\pi}{2} - \frac{3}{2}\alpha - \theta1$$

[0116] 其中，θ1为光线在点A反射后，与进光口121所在的平面之间的夹角。

[0117] 在点A的反射路径由正弦定理可知：

$$[0118] \quad \frac{x}{\sin(\frac{\pi}{2} - \frac{1}{2}\alpha - \theta1)} = \frac{z1}{\sin(\frac{\pi}{2} + \frac{\alpha}{2})}$$

[0119] 其中，z1为光线从点A射到点B经过的路径的长度。

[0120] 可知：

$$[0121] \quad \frac{x}{\cos(\frac{1}{2}\alpha + \theta1)} = \frac{z1}{\cos(\frac{\alpha}{2})}$$

[0122] 在点B处的反射路径由正弦定理可知：

$$[0123] \quad \frac{y2}{\sin(\alpha + 2\theta1)} = \frac{z1}{\sin(\theta)}$$

[0124] 其中，y2为光线在光锥12内发生两次发射后恰好从出光口122的边缘处出射时，光锥12的剖面对应第一反光面123或第二反光面124的线条的长度。可知：

$$[0125] \quad \frac{y2}{\sin(\alpha + 2\theta1)} = \frac{x\cos(\frac{\alpha}{2})}{\sin(\theta)\cos(\frac{1}{2}\alpha + \theta1)}$$

[0126] 可知：

$$[0127] \quad \frac{y^2}{\sin 2(\alpha + \theta) \cos \left(\frac{\alpha}{2}\right)} = \frac{x}{\sin(\theta) \sin(\alpha + \theta)}$$

[0128] 由此可知，当光锥12满足：

$$[0129] \quad \frac{x \sin(\alpha)}{\cos \left(\frac{3}{2}\alpha\right)} \leq y < \frac{\sin(3\alpha) \cos(\alpha) * x}{\cos \left(\frac{3}{2}\alpha\right) \cos \left(\frac{5}{2}\alpha\right)}$$

[0130] 时，光源11发射的光线在光锥12内反射两次后从出光口122射出，由以下条件式可解得 θ 值：

$$[0131] \quad \theta = \text{Solve} \left\{ \frac{y}{\sin 2(\alpha + \theta) \cos \left(\frac{\alpha}{2}\right)} = \frac{x}{\sin(\theta) \sin(\alpha + \theta)} \right\}$$

[0132] 在一些实施例中，光源11的发光面的长度大于或等于12.5mm，且小于或等于14mm，宽度大于或等于6mm且小于或等于7.2mm。进光口121的长度大于或等于12.7mm，且小于或等于14.5mm，宽度大于或等于6.2mm，且小于或等于7.7mm。出光口122的长度大于或等于92mm，且小于或等于100mm，宽度大于或等于54mm，且小于或等于60mm。进光口121与出光口122之间在光轴17上的距离大于或等于55mm，且小于或等于60mm。准直透镜13的焦距大于或等于70mm，且小于或等于85mm。聚焦透镜15的焦距大于或等于110mm，且小于或等于125mm。出光口122与所述准直透镜13之间于光轴17上的距离小于或等于0.6mm。准直透镜13与聚焦透镜15之间于光轴17上的距离大于或等于18mm，且小于或等于20mm。满足以上数值范围，能够对投影光机10的结构做合理设计，使得结构特征满足上述各实施例，从而使得光源11的出射光经光锥12、准直透镜13、光线调制元件14以及聚焦透镜15后在镜头16上的入射高度在镜头16的有效孔径的范围内，能够有效提升光线的利用率。

[0133] 可以理解的是，准直透镜13和聚焦透镜15可以包括一片具有光焦度的透镜，也可以包括多片具有光焦度的透镜，只要能够实现相应的准直或聚焦功能即可。镜头16的设置也不限，镜头16内可包括一片或多片具有光焦度的透镜，以对光线起到调节作用，提升投影光机10的成像质量，镜头16的具体设置可根据光线的调节和成像需求进行设计，在本申请中不做限定。在一些实施例中，镜头16内各透镜、准直透镜13以及聚焦透镜15同轴设置，各透镜共同的轴线即可理解为投影光机10的光轴17。在一些实施例中，光源11可通过胶粘等任意适用的连接方式与光锥12固定连接，以使得光源11的出射光线能够最大程度地被光锥12采集。

[0134] 在一些实施例中，投影光机10可包括隔热玻璃，隔热玻璃可设于准直透镜13和光线调制元件14之间，隔热玻璃能够将光源11与光锥12的热量隔开，避免温度过高而损坏光线调制元件14或其他元器件。在一些实施例中，投影光机10还可包括起偏器21，起偏器21设于准直透镜13和光线调制元件14之间，起偏器21用于将光线转换成偏振光，例如将光源11的出射光转换为线偏振光，以适应LCD的设置。在一些实施例中，起偏器21可以隔热玻璃集成为一体，例如采用具有隔热作用的玻璃制得起偏器21，有利于压缩投影光机10的体积，提升使用体验。

[0135] 在一些实施例中，光源11包括由共晶工艺制成的LED，输入光源11的LED的功率密度可以大于或等于0.82W/mm²，且小于或等于1.1W/mm²。采用共晶工艺LED作为光源11，有利

于提升输入光源11的功率密度,使得同等面积的光源11能够发射强度更大的光线,从而在满足照明需求的同时有利于降低光源11的出光面的尺寸,进而有利于减小镜头16的孔径,压缩投影光机10的占用空间,并降低制造成本。同时,光源11的发光面面积减小,还有利于降低光源11的出射光在准直透镜13和起偏器21上的入射角度,光线在起偏器21上的入射角度降低,有利于提升起偏器21的偏振效率,降低在起偏器21上的光线损耗,从而有利于进一步提升光线的利用率,提升投影亮度。当然,光源11功率密度的提升,还有利于降低光源11在发光时产生的热量,有利于降低光源11和光锥12的温度,提升投影光机10的散热性能。

[0136] 在一些实施例中,本申请还提供一种投影设备,投影设备包括壳体以及如上述任一实施例所述的投影光机10,投影光机10设于壳体内,壳体可以为用于安装投影光机10内各元器件的机械结构。投影设备包括但不限于为投影仪,投影设备能够将投影光机10的出射光投射到投影屏幕上成像。在投影设备中采用上述的投影光机10,光线损耗低,光线利用率高,有利于提升投影成像的亮度,从而提升观影体验。

[0137] 以上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合,为使描述简洁,未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特征的组合不存在矛盾,都应当认为是本说明书记载的范围。

[0138] 以上所述实施例仅表达了本申请的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对申请专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本申请构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本申请的保护范围。因此,本申请专利的保护范围应以所附权利要求为准。

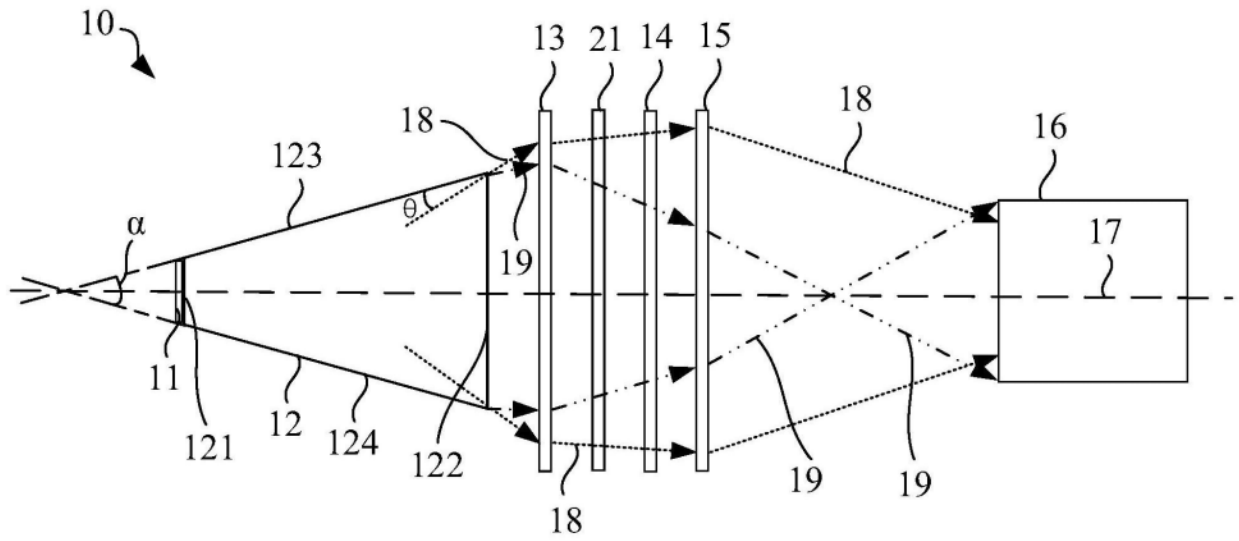


图1

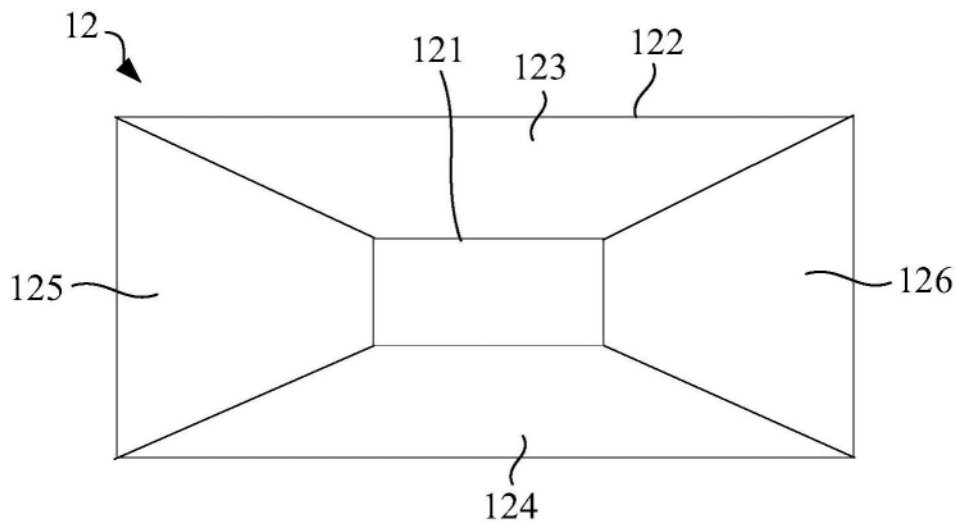


图2

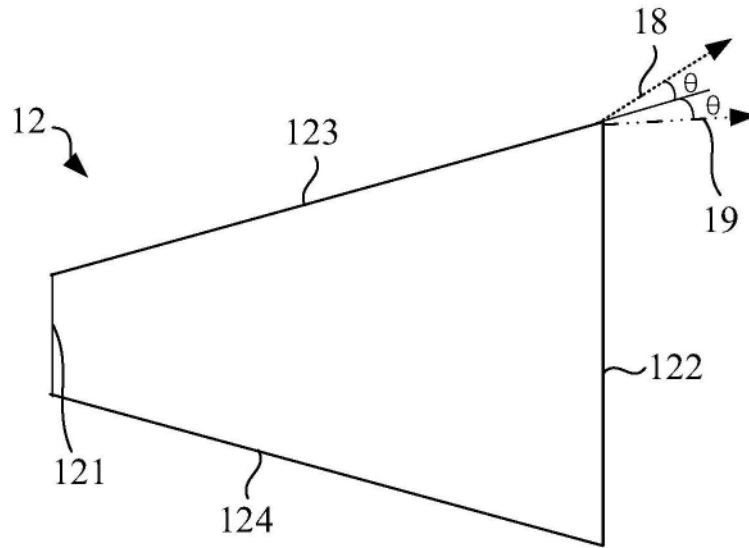


图3

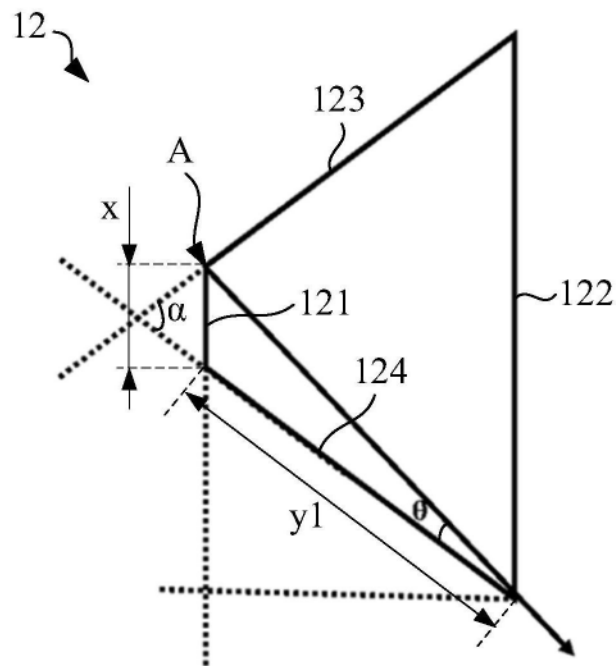


图4

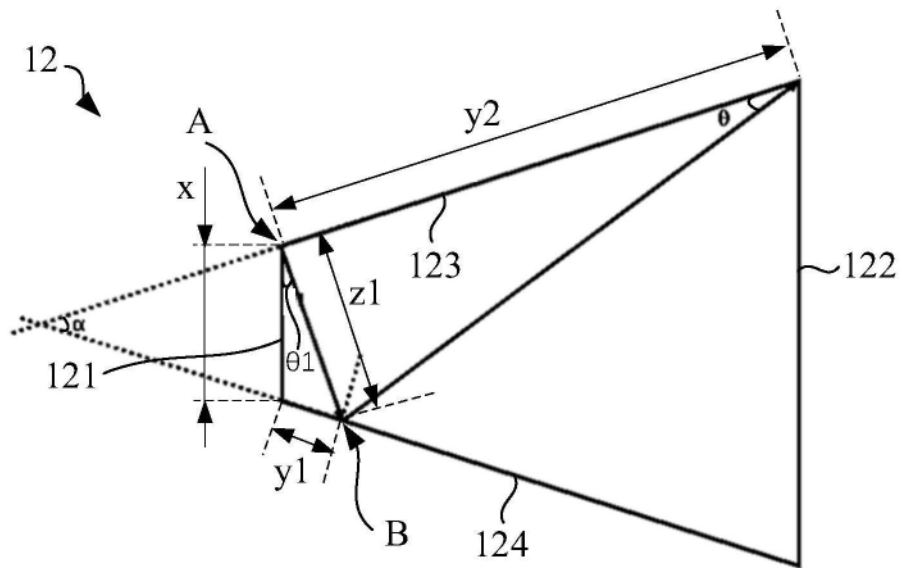


图5