



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113671663 A

(43) 申请公布日 2021. 11. 19

(21) 申请号 202010401156.6

(22) 申请日 2020.05.13

(71) 申请人 宁波舜宇车载光学技术有限公司

地址 315400 浙江省宁波市余姚市舜宇路  
66-68号

(72) 发明人 荣文秀 郎海涛 张恩鑫 聂艳斌  
杨佳

(74) 专利代理机构 北京英思普睿知识产权代理  
有限公司 16018

代理人 刘莹 聂国斌

(51) Int. Cl.

G02B 13/00 (2006.01)

G02B 13/18 (2006.01)

H04N 9/31 (2006.01)

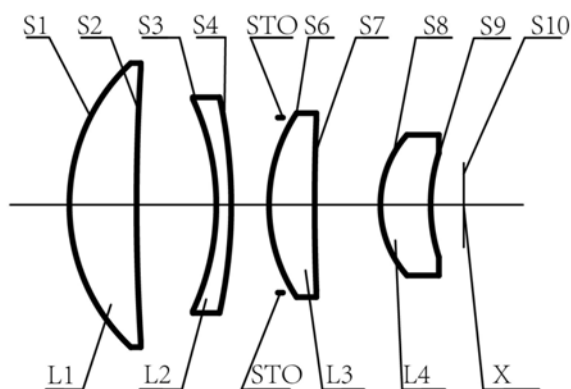
权利要求书1页 说明书15页 附图4页

(54) 发明名称

光学镜头及电子设备

(57) 摘要

本申请公开了一种光学镜头和包括该光学镜头的电子设备。该光学镜头沿着光轴由第一侧至第二侧依序包括：具有正光焦度的第一透镜，其第一侧面为凸面，第二侧面为凹面；具有负光焦度的第二透镜，其第一侧面为凹面，第二侧面为凸面；具有正光焦度的第三透镜，其第一侧面为凸面；以及具有正光焦度的第四透镜，其第一侧面为凸面，第二侧面为凹面。



1. 光学镜头,其特征在于,沿着光轴由第一侧至第二侧依序包括:  
具有正光焦度的第一透镜,其第一侧面为凸面,第二侧面为凹面;  
具有负光焦度的第二透镜,其第一侧面为凹面,第二侧面为凸面;  
具有正光焦度的第三透镜,其第一侧面为凸面;以及  
具有正光焦度的第四透镜,其第一侧面为凸面,第二侧面为凹面。
2. 根据权利要求1所述的光学镜头,其特征在于,所述第三透镜的第二侧面为凹面。
3. 根据权利要求1所述的光学镜头,其特征在于,所述第三透镜的第二侧面为凸面。
4. 根据权利要求1至3中任一项所述的光学镜头,其特征在于,所述光学镜头的光学总长TTL与所述光学镜头的总有效焦距F满足: $TTL/F \leq 4.5$ 。
5. 根据权利要求1至3中任一项所述的光学镜头,其特征在于,所述光学镜头的总有效焦距F与所述光学镜头的入瞳直径EPDI满足: $F/EPDI \leq 1.2$ 。
6. 根据权利要求1至3中任一项所述的光学镜头,其特征在于,所述第一透镜的有效焦距F1与所述第二透镜的有效焦距F2满足: $|F1/F2| \leq 4$ 。
7. 根据权利要求1至3中任一项所述的光学镜头,其特征在于,所述第二透镜的有效焦距F2与所述第三透镜的有效焦距F3满足: $|F3/F2| \leq 4$ 。
8. 根据权利要求1至3中任一项所述的光学镜头,其特征在于,所述第一透镜的有效焦距F1与所述第三透镜的有效焦距F3满足: $F1/F3 \leq 4.5$ 。
9. 光学镜头,其特征在于,沿着光轴由第一侧至第二侧依序包括:  
具有正光焦度的第一透镜;  
具有负光焦度的第二透镜;  
具有正光焦度的第三透镜;以及  
具有正光焦度的第四透镜;  
其中,所述光学镜头的总有效焦距F与所述光学镜头的入瞳直径EPDI满足: $F/EPDI \leq 1.2$ 。
10. 一种电子设备,其特征在于,包括根据权利要求1或9所述的光学镜头及用于将电信号转换为光学信号的发光源,所述光学信号经由所述光学镜头形成图像;或者,  
包括根据权利要求1或9所述的光学镜头及用于将所述光学镜头形成的光学图像转换为电信号的成像元件。

## 光学镜头及电子设备

### 技术领域

[0001] 本申请涉及光学元件领域,更具体地,涉及一种光学镜头及电子设备。

### 背景技术

[0002] 随着汽车照明技术的发展,汽车的大灯从只具有传统的照明功能朝着兼顾自适应远光灯系统(Adaptive Driving Beam,ADB)和地面投影功能的方向发展。例如,在夜间行车的时候,汽车可以具有ADB功能;在夜间时,汽车还可以在车前投射不同的标识,以起到人-车交互的目的。

[0003] 为了实现ADB和地面投影兼顾的功能,通常采用基于智能可控LED芯片的数字光处理(Digital Light Processing,DLP)大灯。DLP大灯是未来智能大灯的主流。与通常不管控色差的照明系统中的光学镜头相比,DLP大灯中的光学镜头要兼顾照明和投影。因此DLP大灯中的光学镜头需要较高的光效,同时还要具有较好的投影画面。而且与通常的投影系统中的光学镜头相比,DLP大灯的工作环境比较恶劣,例如环境温度相比室温比较极端或者波动较大。

[0004] 因此市场期望一种具有较高的光效,同时具有色差小、解像力好、投影范围较大或温度性能好等光学性能中的至少一种效果的光学镜头。

### 发明内容

[0005] 本申请一方面提供了一种光学镜头,其特征在于,该光学镜头沿着光轴由第一侧至第二侧依序包括:具有正光焦度的第一透镜,其第一侧面为凸面,第二侧面为凹面;具有负光焦度的第二透镜,其第一侧面为凹面,第二侧面为凸面;具有正光焦度的第三透镜,其第一侧面为凸面;以及具有正光焦度的第四透镜,其第一侧面为凸面,第二侧面为凹面。

[0006] 在一个实施方式中,第三透镜的第二侧面为凹面。

[0007] 在一个实施方式中,第三透镜的第二侧面为凸面。

[0008] 在一个实施方式中,光学镜头的光学总长TTL与光学镜头的总有效焦距F可满足: $TTL/F \leq 4.5$ 。

[0009] 在一个实施方式中,光学镜头的总有效焦距F与光学镜头的入瞳直径EPDI可满足: $F/EPDI \leq 1.2$ 。

[0010] 在一个实施方式中,第一透镜的有效焦距F1与第二透镜的有效焦距F2可满足: $|F1/F2| \leq 4$ 。

[0011] 在一个实施方式中,第二透镜的有效焦距F2与第三透镜的有效焦距F3可满足: $|F3/F2| \leq 4$ 。

[0012] 在一个实施方式中,第一透镜的有效焦距F1与第三透镜的有效焦距F3可满足: $F1/F3 \leq 4.5$ 。

[0013] 在一个实施方式中,第二透镜的有效焦距F2与光学镜头的总有效焦距F可满足: $|F2/F| \geq 1.8$ 。

[0014] 在一个实施方式中,第四透镜的有效焦距 $F_4$ 与光学镜头的总有效焦距 $F$ 可满足: $F_4/F \leq 5$ 。

[0015] 在一个实施方式中,第三透镜的有效焦距 $F_3$ 与第四透镜的有效焦距 $F_4$ 可满足: $F_3/F_4 \leq 5$ 。

[0016] 在一个实施方式中,第二透镜的第一侧面的中心曲率半径 $R_3$ 、第二透镜的第二侧面的中心曲率半径 $R_4$ 以及第二透镜在光轴上的中心厚度 $d_3$ 可满足: $R_3/(R_4+d_3) \leq 2$ 。

[0017] 在一个实施方式中,第四透镜的第一侧面的中心曲率半径 $R_8$ 、第四透镜的第二侧面的中心曲率半径 $R_9$ 以及第四透镜在光轴上的中心厚度 $d_8$ 可满足: $R_8/(R_9+d_8) \leq 1.5$ 。

[0018] 在一个实施方式中,光学镜头的后焦长度 $BFL$ 与光学镜头的总有效焦距 $F$ 可满足: $BFL/F \leq 0.5$ 。

[0019] 在一个实施方式中,第一透镜的有效焦距 $F_1$ 与第一透镜的第二侧面至第二透镜的第一侧面在光轴上的距离 $d_2$ 可满足: $F_1/d_2 \geq 3$ 。

[0020] 在一个实施方式中,第一透镜的最大通光口径 $\phi_1$ 、第二透镜的最大通光口径 $\phi_2$ 、第三透镜的最大通光口径 $\phi_3$ 以及第四透镜的最大通光口径 $\phi_4$ 可满足: $\phi_1 \geq \phi_2 \geq \phi_3 \geq \phi_4$ 。

[0021] 在一个实施方式中,光学镜头的每个视场中,第一透镜的第一侧面的出射光瞳中各光线与主光线的夹角为第一透镜的出射角,第一透镜的出射角的值不大于 $1^\circ$ 。

[0022] 本申请另一方面提供了这样一种光学镜头。该光学镜头沿着光轴由第一侧至第二侧依序包括:具有正光焦度的第一透镜;具有负光焦度的第二透镜;具有正光焦度的第三透镜;以及具有正光焦度的第四透镜;其中,光学镜头的总有效焦距 $F$ 与光学镜头的入瞳直径 $EPDI$ 可满足: $F/EPDI \leq 1.2$ 。

[0023] 在一个实施方式中,第一透镜的第一侧面为凸面,第一透镜的第二侧面为凹面。

[0024] 在一个实施方式中,第二透镜的第一侧面为凹面,第二透镜的第二侧面为凸面。

[0025] 在一个实施方式中,第四透镜的第一侧面为凸面,第四透镜的第二侧面为凹面。

[0026] 在一个实施方式中,第三透镜的第一侧面为凸面。可选的,第三透镜的第二侧面为凹面。可选的,第三透镜的第二侧面为凸面。

[0027] 在一个实施方式中,光学镜头的光学总长 $TTL$ 与光学镜头的总有效焦距 $F$ 可满足: $TTL/F \leq 4.5$ 。

[0028] 在一个实施方式中,第一透镜的有效焦距 $F_1$ 与第二透镜的有效焦距 $F_2$ 可满足: $|F_1/F_2| \leq 4$ 。

[0029] 在一个实施方式中,第二透镜的有效焦距 $F_2$ 与第三透镜的有效焦距 $F_3$ 可满足: $|F_3/F_2| \leq 4$ 。

[0030] 在一个实施方式中,第一透镜的有效焦距 $F_1$ 与第三透镜的有效焦距 $F_3$ 可满足: $F_1/F_3 \leq 4.5$ 。

[0031] 在一个实施方式中,第二透镜的有效焦距 $F_2$ 与光学镜头的总有效焦距 $F$ 可满足: $|F_2/F| \geq 1.8$ 。

[0032] 在一个实施方式中,第四透镜的有效焦距 $F_4$ 与光学镜头的总有效焦距 $F$ 可满足: $F_4/F \leq 5$ 。

[0033] 在一个实施方式中,第三透镜的有效焦距 $F_3$ 与第四透镜的有效焦距 $F_4$ 可满足: $F_3/F_4$

$F4 \leq 5$ 。

[0034] 在一个实施方式中,第二透镜的第一侧面的中心曲率半径 $R3$ 、第二透镜的第二侧面的中心曲率半径 $R4$ 以及第二透镜在光轴上的中心厚度 $d3$ 可满足: $R3/(R4+d3) \leq 2$ 。

[0035] 在一个实施方式中,第四透镜的第一侧面的中心曲率半径 $R8$ 、第四透镜的第二侧面的中心曲率半径 $R9$ 以及第四透镜在光轴上的中心厚度 $d8$ 可满足: $R8/(R9+d8) \leq 1.5$ 。

[0036] 在一个实施方式中,光学镜头的后焦长度 $BFL$ 与光学镜头的总有效焦距 $F$ 可满足: $BFL/F \leq 0.5$ 。

[0037] 在一个实施方式中,第一透镜的有效焦距 $F1$ 与第一透镜的第二侧面至第二透镜的第一侧面在光轴上的距离 $d2$ 可满足: $F1/d2 \geq 3$ 。

[0038] 在一个实施方式中,第一透镜的最大通光口径 $\phi 1$ 、第二透镜的最大通光口径 $\phi 2$ 、第三透镜的最大通光口径 $\phi 3$ 以及第四透镜的最大通光口径 $\phi 4$ 可满足: $\phi 1 \geq \phi 2 \geq \phi 3 \geq \phi 4$ 。

[0039] 在一个实施方式中,光学镜头的每个视场中,第一透镜的第一侧面的出射光瞳中各光线与主光线的夹角为第一透镜的出射角,第一透镜的出射角的值不大于 $1^\circ$ 。

[0040] 本申请另一方面提供了一种电子设备,包括根据本申请提供的光学镜头及用于将电信号转换为光学信号的发光源,光学信号经由光学镜头形成图像。

[0041] 本申请另一方面提供了一种电子设备,包括前述的光学镜头及用于将光学镜头形成的光学图像转换为电信号的成像元件。

[0042] 本申请提供的光学镜头采用了四片透镜,其具有以下至少一个有益效果:

[0043] 1),通过合理设置的透镜形状及光焦度,仅用四枚透镜实现大相对孔径,高通光量的要求。

[0044] 2),光学镜头具有30%以上的高光效。

[0045] 3),在视场范围内光学镜头的解像清晰度一致,且具有较高的解像质量。

[0046] 4),光学镜头实现了投影面色差小的效果,继而提升了其投影效果。

[0047] 5),光学镜头能够保证收光范围,提升了通光量。

[0048] 6),较小的前端口径且光学镜头朝向第一侧的表面为凸面,可以在有限空间内提供较好的外观表现。

[0049] 7),温度性能佳,高低温下成像效果变化小,像质稳定。其可保证在 $-20^\circ\text{C}$ 至 $105^\circ\text{C}$ 温度范围内具有良好的调制传递函数 (Modulation Transfer Function, MTF),以在车辆的大部分行驶环境下工作。

## 附图说明

[0050] 结合附图,通过以下非限制性实施方式的详细描述,本申请的其它特征、目的和优点将变得更加明显。在附图中:

[0051] 图1为示出根据本申请实施例1的光学镜头的结构示意图;

[0052] 图2为示出根据本申请实施例2的光学镜头的结构示意图;

[0053] 图3为示出根据本申请实施例3的光学镜头的结构示意图;

[0054] 图4为示出根据本申请实施例4的光学镜头的结构示意图;

[0055] 图5为示出根据本申请实施例5的光学镜头的结构示意图;以及

[0056] 图6为示出根据本申请实施例6的光学镜头的结构示意图。

## 具体实施方式

[0057] 为了更好地理解本申请,将参考附图对本申请的各个方面做出更详细的说明。应理解,这些详细说明只是对本申请的示例性实施方式的描述,而非以任何方式限制本申请的范围。在说明书全文中,相同的附图标号指代相同的元件。表述“和/或”包括相关联的所列项目中的一个或多个的任何和全部组合。

[0058] 应注意,在本说明书中,第一、第二、第三等的表述仅用于将一个特征与另一个特征区分开来,而不表示对特征的任何限制。因此,在不背离本申请的教导的情况下,下文中讨论的第一透镜也可被称作第二透镜或第三透镜。

[0059] 在附图中,为了便于说明,已稍微夸大了透镜的厚度、尺寸和形状。具体来讲,附图所示的球面或非球面的形状通过示例的方式示出。即,球面或非球面的形状不限于附图中示出的球面或非球面的形状。附图仅为示例而并非严格按比例绘制。

[0060] 在本文中,近轴区域是指光轴附近的区域。若透镜表面为凸面且未界定该凸面位置时,则表示该透镜表面至少于近轴区域为凸面;若透镜表面为凹面且未界定该凹面位置时,则表示该透镜表面至少于近轴区域为凹面。每个透镜最靠近第一侧的表面称为该透镜的第一侧面,每个透镜最靠近第二侧的表面称为该透镜的第二侧面。

[0061] 还应理解的是,用语“包括”、“包括有”、“具有”、“包含”和/或“包含有”,当在本说明书中使用时表示存在所陈述的特征、元件和/或部件,但不排除存在或附加有一个或多个其它特征、元件、部件和/或它们的组合。此外,当诸如“...中的至少一个”的表述出现在所列特征的列表之后时,修饰整个所列特征,而不是修饰列表中的单独元件。此外,当描述本申请的实施方式时,使用“可”表示“本申请的一个或多个实施方式”。并且,用语“示例性的”旨在指代示例或举例说明。

[0062] 除非另外限定,否则本文中使用的所有用语(包括技术用语和科学用语)均具有与本申请所属领域普通技术人员的通常理解相同的含义。还应理解的是,用语(例如在常用词典中定义的用语)应被解释为具有与它们在相关技术的上下文中的含义一致的含义,并且将不被以理想化或过度形式化意义解释,除非本文中明确如此限定。

[0063] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。下面将参考附图并结合实施例来详细说明本申请。

[0064] 以下对本申请的特征、原理和其它方面进行详细描述。

[0065] 在示例性实施方式中,光学镜头包括例如四片具有光焦度的透镜,即第一透镜、第二透镜、第三透镜和第四透镜。这四片透镜沿着光轴从第一侧至第二侧依序排列。

[0066] 在示例性实施方式中,本申请提供的光学镜头可用作例如车载镜头,该光学镜头的第一侧为物方,第二侧为像方。来自物方的光线可在像方成像。

[0067] 在示例性实施方式中,本申请提供的光学镜头可用作例如投影镜头,该光学镜头的第二侧为像源侧,第一侧为成像侧。来自像源侧的光线可在成像侧成像。

[0068] 在示例性实施方式中,第一透镜可具有正光焦度。第一透镜可具有凸凹面型。第一透镜具有凸面朝向第一侧的弯月形状,有助于发散光线,进而增大在第一侧成像的范围。正光焦度还可具有长焦特性,有利于增大通光口径。在实际应用中,例如考虑到车载镜头室外

安装使用环境会处于雨雪等恶劣天气,这样的形状有利于水滴的滑落,以减小对成像的影响。

[0069] 示例性地,第一透镜可为非球面镜片,以进一步提高解像质量。示例性地,第一透镜的材料可为低折射率材料,以有利于减小光学镜头的色差。

[0070] 在示例性实施方式中,第二透镜可具有负光焦度。第二透镜可具有凹凸面型。具有负光焦度的第二透镜同时具有凸面朝向第二侧的弯月形状,有助于聚集光线,并有助于增大光学镜头的像差矫正能力、减小色差以及提升解像能力。示例性地,第二透镜的第一侧面和第二侧面可具有近似同心圆的形状,使得周边光线与中心光线存有光程差,进而可发散中心光线并增加投影角度。

[0071] 在示例性实施方式中,第三透镜可具有正光焦度。第三透镜可具有凸凹面型或双凸面型。示例性地,第三透镜的有效焦距 $F_3$ 与光学镜头的总有效焦距 $F$ 满足 $F_3/F \leq 15$ 。通过控制第三透镜的焦距值,可更好地控制经第四透镜发散出的光线,以保证光学镜头的大通光量并增大其相对照度。具体地, $F_3$ 和 $F$ 可满足: $F_3/F \leq 6$ 。

[0072] 在示例性实施方式中,第四透镜可具有正光焦度。第四透镜可具有凸凹面型。第四透镜具有凸面朝向第一侧的弯月形状,可更多的收集来自第二侧的光线。

[0073] 示例性地,第四透镜的折射率 $Nd_4$ 可满足: $Nd_4 \geq 1.65$ 。大折射率的第四透镜可进一步提高第四透镜的收集光线能力。更具体地, $Nd_4$ 进一步满足 $1.75 \leq Nd_4 \leq 1.85$ 。示例性地,第四透镜具有短焦设计,有利于提升光学镜头的解像力。示例性地,第四透镜的第一侧面和第二侧面可具有近似同心圆形状,可收入第二侧的更多光线,并有利于提升光通量。

[0074] 在示例性实施方式中,第一透镜、第二透镜、第三透镜和第四透镜中均可具有非球面透镜。非球面透镜的特点是:从透镜中心到周边曲率是连续变化的。与从透镜中心到周边有恒定曲率的球面透镜不同,非球面透镜具有更佳的曲率半径特性,具有改善歪曲像差及改善像散像差的优点。采用非球面透镜后,能够尽可能地消除在成像的时候出现的像差,从而提升镜头的成像质量。非球面透镜的设置有助于矫正系统像差,提升解像力。具体地,第一透镜、第二透镜、第三透镜和第四透镜至少一片透镜为非球面透镜,有利于提高光学系统的解像质量。示例性地,第一透镜的第一侧面至第四透镜的第二侧面均可以是非球面,各非球面透镜的面型 $x$ 可利用但不限于以下非球面公式进行限定:

$$[0075] \quad x = \frac{ch^2}{1 + \sqrt{1 - (k+1)c^2h^2}} + \sum A_i h^i \quad (1)$$

[0076] 其中, $x$ 为非球面沿光轴方向在高度为 $h$ 的位置时,距非球面顶点的距离矢高; $c$ 为非球面的近轴曲率, $c=1/R$ (即,近轴曲率 $c$ 为上表1中曲率半径 $R$ 的倒数); $k$ 为圆锥系数; $A_i$ 是非球面第 $i$ -th阶的修正系数。

[0077] 在示例性实施方式中,根据本申请的光学镜头可满足 $TTL/F \leq 4.5$ ,其中, $TTL$ 是光学镜头的光学总长, $F$ 是光学镜头的总有效焦距。通过控制光学总长与总有效焦距的比值在该范围,有利于光学镜头的小型化。示例性地,当本申请的光学镜头用作例如车载镜头时,光学镜头具有位于第二侧的成像面,则第一透镜的第一侧面至光学镜头的成像面的轴上距离是光学总长 $TTL$ 。示例性地,当本申请的光学镜头用作例如投影镜头时,光学镜头具有位于第二侧的发光源面,则第一透镜的第一侧面至光学镜头的发光源面的轴上距离是光学总长 $TTL$ 。更具体地, $TTL$ 与 $F$ 进一步可满足: $TTL/F \leq 4$ 。

[0078] 在示例性实施方式中,根据本申请的光学镜头可满足 $F/EPDI \leq 1.2$ ,其中,F是光学镜头的总有效焦距,EPDI是光学镜头的入瞳直径。满足 $F/EPDI \leq 1.2$ ,光学镜头的光圈数 $F_{no}$ 较小,有利于提高光学镜头的光通量,进而达到高光效目的。更具体地,F与EPDI进一步可满足: $F/EPDI \leq 1$ 。

[0079] 在示例性实施方式中,根据本申请的光学镜头可满足 $|F1/F2| \leq 4$ ,其中,F1是第一透镜的有效焦距,F2是第二透镜的有效焦距。满足 $|F1/F2| \leq 4$ ,使第一透镜和第二透镜的光焦度合理搭配,可在保证通光量的同时矫正像差。更具体地,F1与F2进一步可满足: $|F1/F2| \leq 2.5$ 。

[0080] 在示例性实施方式中,根据本申请的光学镜头可满足 $|F3/F2| \leq 4$ ,其中,F2是第二透镜的有效焦距,F3是第三透镜的有效焦距。通过控制第三透镜的有效焦距和第二透镜的有效焦距的比值的绝对值在该范围,有助于使第二透镜和第三透镜的光焦度合理搭配,可在保证通光量的同时矫正像差。更具体地,F2与F3进一步可满足: $|F3/F2| \leq 2.5$ 。

[0081] 在示例性实施方式中,根据本申请的光学镜头可满足 $F1/F3 \leq 4.5$ ,其中,F1是第一透镜的有效焦距,F3是第三透镜的有效焦距。第一透镜和第三透镜是两个相邻的正透镜,通过控制 $F1/F3$ 的值的范围,有利于使二者的有效焦距的值相近,有助于使光线平缓过渡,进而有利于提高解像质量。更具体地,F1与F3进一步可满足: $0.4 \leq F1/F3 \leq 3.5$ 。

[0082] 在示例性实施方式中,根据本申请的光学镜头可满足 $|F2/F| \geq 1.8$ ,其中,F2是第二透镜的有效焦距,F是光学镜头的总有效焦距。通过满足 $|F2/F| \geq 1.8$ ,可合理设置第二透镜的焦距,有助于实现热补偿。更具体地,F2与F进一步可满足: $|F2/F| \geq 2$ 。

[0083] 在示例性实施方式中,根据本申请的光学镜头可满足 $F4/F \leq 5$ ,其中,F4是第四透镜的有效焦距,F是光学镜头的总有效焦距。通过满足 $F4/F \leq 5$ ,可设置第四透镜具有短焦距,有助于其收光,进而保证通光量。更具体地,F4与F进一步可满足: $F4/F \leq 4.5$ 。

[0084] 在示例性实施方式中,根据本申请的光学镜头可满足 $F3/F4 \leq 5$ ,其中,F3是第三透镜的有效焦距,F4是第四透镜的有效焦距。光学镜头满足 $F3/F4 \leq 5$ ,有助于光焦度的合理搭配,进而第三透镜可更好地控制经第四透镜发散出的光线,以保证大通光量,并增大相对照度。更具体地,F3与F4进一步可满足: $F3/F4 \leq 3.5$ 。

[0085] 在示例性实施方式中,根据本申请的光学镜头可满足 $R3/(R4+d3) \leq 2$ ,其中,R3是第二透镜的第一侧面的中心曲率半径,R4是第二透镜的第二侧面的中心曲率半径,d3是第二透镜在光轴上的中心厚度。满足 $R3/(R4+d3) \leq 2$ ,使第二透镜具有特殊的镜片形状,继而使得周边光线与中心光线存有光程差,可发散中心光线,并增加投影角度。更具体地,R3、R4以及d3进一步可满足: $R3/(R4+d3) \leq 1.8$ 。

[0086] 在示例性实施方式中,根据本申请的光学镜头可满足 $R8/(R9+d8) \leq 1.5$ ,其中,R8是第四透镜的第一侧面的中心曲率半径,R9是第四透镜的第二侧面的中心曲率半径,d8是第四透镜在光轴上的中心厚度。满足 $R8/(R9+d8) \leq 1.5$ ,使第四透镜具有特殊的镜片形状,进而使第四透镜可收入第二侧的更多光线,以有利于提升光通量。更具体地,R8、R9以及d8进一步可满足: $R8/(R9+d8) \leq 1.2$ 。

[0087] 在示例性实施方式中,根据本申请的光学镜头可满足 $BFL/F \leq 0.5$ ,其中,BFL是光学镜头的后焦长度,F是光学镜头的总有效焦距。通过控制后焦长度和总有效焦距的比值在该范围,可实现短后焦设计,进而有利于提升解像质量。示例性地,当本申请的光学镜头用



作例如车载镜头时,光学镜头具有位于第二侧的成像面,则第四透镜的第二侧面至光学镜头的成像面的轴上距离是后焦长度BFL。示例性地,当本申请的光学镜头用作例如投影镜头时,光学镜头具有位于第二侧的发光源面,则第四透镜的第二侧面至光学镜头的发光源面的轴上距离是后焦长度BFL。更具体地,BFL与F进一步可满足: $BFL/F \leq 0.35$ 。

[0088] 在示例性实施方式中,根据本申请的光学镜头可满足 $F1/d2 \geq 3$ ,其中,F1是第一透镜的有效焦距,d2是第一透镜的第二侧面至第二透镜的第一侧面在光轴上的距离。满足 $F1/d2 \geq 3$ ,有助于保证第一透镜处边缘光线的出射角度较小,有助于在较远处成清晰的像。更具体地,F1与d2进一步可满足: $F1/d2 \geq 3.7$ 。

[0089] 在示例性实施方式中,根据本申请的光学镜头可满足 $\phi 1 \geq \phi 2 \geq \phi 3 \geq \phi 4$ ,其中, $\phi 1$ 是第一透镜的最大通光口径, $\phi 2$ 是第二透镜的最大通光口径, $\phi 3$ 是第三透镜的最大通光口径, $\phi 4$ 是第四透镜的最大通光口径。通过控制第一透镜至第四透镜的最大通光口径,有利于保证光学镜头的相对照度不小于70%。进一步的,光学镜头的相对照度不小于80%。

[0090] 在示例性实施方式中,根据本申请的光学镜头的每个视场中,第一透镜的第一侧面的出射光瞳中各光线与主光线的夹角为第一透镜的出射角,第一透镜的出射角的值不大于 $1^\circ$ 。通过使第一透镜的出射角的值不大于 $1^\circ$ ,可保证在足够远处例如不小于6m处成清晰的像。进一步的,可在不小于7m处成清晰的像。

[0091] 在示例性实施方式中,第二透镜与第三透镜之间可设置有用于限制光束的光阑以进一步提高光学镜头的成像质量。光阑有利于提升投影效果。在本申请实施方式中,光阑可设置在第三透镜的第一侧面的附近处,或设置在第二透镜的第二侧面的附近处。然而,应注意,此处公开的光阑的位置仅是示例而非限制;在替代的实施方式中,也可根据实际需要将光阑设置在其他位置。

[0092] 在示例性实施方式中,当本申请的光学镜头用作成像镜头时,根据需要,本申请的光学镜头还可包括设置在第四透镜与成像面之间的滤光片,以对具有不同波长的光线进行过滤。

[0093] 根据本申请的上述实施方式的光学镜头通过各透镜形状和光焦度的合理设置,在仅使用四片透镜的情况下,实现光学镜头具有较高的光效、通光量大、色差小、解像力好、投影范围较大、温度性能好、相对照度高等至少一个有益效果。同时,光学镜头还兼顾镜头体积小的特点,并满足低成本要求。

[0094] 在示例性实施方式中,光学镜头中的第一透镜至第四透镜可均由玻璃制成。用玻璃制成的光学透镜可抑制光学镜头后焦随温度变化的偏移,以提高系统稳定性。同时采用玻璃材质可避免因使用环境中高、低温温度变化造成的镜头成像模糊,影响到镜头的正常使用。具体地,在重点关注解像质量和信赖性时,第一透镜至第四透镜可均为玻璃非球面镜片。当然在温度稳定性要求较低的应用场合中,光学镜头中的第一透镜至第四透镜也可均由塑料制成。用塑料制作光学透镜,可有效减小制作成本。

[0095] 然而,本领域的技术人员应当理解,在未背离本申请要求保护的技术方案的情况下,可改变构成镜头的透镜数量,来获得本说明书中描述的各个结果和优点。例如,虽然在实施方式中以四片透镜为例进行了描述,但是该光学镜头不限于包括四片透镜。如果需要,该光学镜头还可包括其它数量的透镜。

[0096] 下面参照附图进一步描述可适用于上述实施方式的光学镜头的具体实施例。

## [0097] 实施例1

[0098] 以下参照图1描述根据本申请实施例1的光学镜头。图1示出了根据本申请实施例1的光学镜头的结构示意图。图1中的左侧为第一侧,右侧为第二侧。

[0099] 如图1所示,光学镜头沿着光轴由第一侧至第二侧依序包括第一透镜L1、第二透镜L2、第三透镜L3和第四透镜L4。

[0100] 第一透镜L1为具有正光焦度的凸凹透镜,其第一侧面S1为凸面,第二侧面S2为凹面。第二透镜L2为具有负光焦度的凹凸透镜,其第一侧面S3为凹面,第二侧面S4为凸面。第三透镜L3为具有正光焦度的凸凹透镜,其第一侧面S6为凸面,第二侧面S7为凹面。第四透镜L4为具有正光焦度的凸凹透镜,其第一侧面S8为凸面,第二侧面S9为凹面。

[0101] 在将该光学镜头用作为投影镜头的情况下,该光学镜头包括位于第二侧的发光源面S10。还可在第四透镜L4的第二侧方向设置棱镜和/或场镜。其中,棱镜用于过渡投影镜头的照明端与成像端;场镜可校正像差,提高边缘光束入射的能力。

[0102] 光学镜头还可包括光阑STO,光阑STO可设置在第二透镜L2与第三透镜L3之间,以提高成像质量。例如,光阑STO可靠近第三透镜L3的第一侧面S6设置。在将该光学镜头用作为投影镜头的情况下,投影镜头的光线方向为第二侧至第一侧(缩小端至放大端),即来自发光源面S10处发光源X的光依序穿过棱镜和/或场镜的工作面、以及各表面S9至S1并最终投射在投影物体上。表1示出了实施例1的光学镜头的各透镜的中心曲率半径R、厚度/间隔d(应理解,例如S2所在行的厚度/间隔d数据为第一透镜L1的第二侧面S2至第二透镜L2的第一侧面S3在光轴上的间隔d2的值,例如S8所在行的厚度/间隔d为第四透镜L4的中心厚度d8)、折射率Nd以及阿贝数Vd。

面号	中心曲率半径 R(mm)	厚度/间隔 d (mm)	折射率 Nd	阿贝数 Vd
S1	35.0000	12.0560	1.52	64.20
S2	400.0000	14.3160		
S3	-45.0000	2.6850	1.62	36.35
S4	-90.0000	8.8180		
STO	无穷大	-2.0310		
S6	30.0000	8.1920	1.52	64.20
S7	400.0000	11.8000		
S8	19.0000	9.0210	1.84	42.98
S9	30.0000	5.9440		
S10(X)	无穷大			

[0103] 表1

[0105] 可选地,该光学镜头可用作车载镜头。在将该光学镜头用作为车载镜头的情况下,该光学镜头包括位于第二侧的成像面S10。可在该光学镜头的第四透镜L4之后设置滤光片和/或保护透镜。滤光片可用于校正色彩偏差,保护透镜可用于保护位于成像面S10的图像传感芯片X。来自物体的光依序穿过各表面S1至S9、以及滤光片和/或保护透镜,并最终成像在成像面S10上。该车载镜头成像质量好。

## [0106] 实施例2

[0107] 以下参照图2描述了根据本申请实施例2的光学镜头。图2示出了根据本申请实施

例2的光学镜头的结构示意图。

[0108] 如图2所示,光学镜头沿着光轴由第一侧至第二侧依序包括第一透镜L1、第二透镜L2、第三透镜L3和第四透镜L4。

[0109] 第一透镜L1为具有正光焦度的凸凹透镜,其第一侧面S1为凸面,第二侧面S2为凹面。第二透镜L2为具有负光焦度的凹凸透镜,其第一侧面S3为凹面,第二侧面S4为凸面。第三透镜L3为具有正光焦度的凸凹透镜,其第一侧面S6为凸面,第二侧面S7为凹面。第四透镜L4为具有正光焦度的凸凹透镜,其第一侧面S8为凸面,第二侧面S9为凹面。

[0110] 在将该光学镜头用作为投影镜头的情况下,该光学镜头包括位于第二侧的发光源面S10。还可在第四透镜L4的第二侧方向设置棱镜和/或场镜。其中,棱镜用于过渡投影镜头的照明端与成像端;场镜可校正像差,提高边缘光束入射的能力。

[0111] 光学镜头还可包括光阑ST0,光阑ST0可设置在第二透镜L2与第三透镜L3之间,以提高成像质量。例如,光阑ST0可靠近第三透镜L3的第一侧面S6设置。在将该光学镜头用作为投影镜头的情况下,投影镜头的光线方向为第二侧至第一侧(缩小端至放大端),即来自发光源面S10处发光源X的光依序穿过棱镜和/或场镜的工作面、以及各表面S9至S1并最终投射在投影物体上。

[0112] 表2示出了实施例2的光学镜头的各透镜的中心曲率半径R、厚度/间隔d、折射率Nd以及阿贝数Vd。

面号	中心曲率半径 R(mm)	厚度/间隔 d (mm)	折射率 Nd	阿贝数 Vd
S1	40.0000	11.0808	1.62	56.73
S2	3000.0000	14.6640		
S3	-16.0000	10.2318	1.70	41.15
S4	-22.0000	2.6195		
STO	无穷大	-0.0141		
S6	27.0000	5.0508	1.80	46.57
S7	300.0000	0.3000		
S8	18.0000	10.2574	1.84	42.98
S9	49.0000	5.4212		
S10(X)	无穷大			

[0115] 表2

[0116] 可选地,该光学镜头可用作车载镜头。在将该光学镜头用作为车载镜头的情况下,该光学镜头包括位于第二侧的成像面S10。可在该光学镜头的第四透镜L4之后设置滤光片和/或保护透镜。滤光片可用于校正色彩偏差,保护透镜可用于保护位于成像面S10的图像传感芯片X。来自物体的光依序穿过各表面S1至S9、以及滤光片和/或保护透镜,并最终成像在成像面S10上。

[0117] 实施例3

[0118] 以下参照图3描述了根据本申请实施例3的光学镜头。图3示出了根据本申请实施例3的光学镜头的结构示意图。

[0119] 如图3所示,光学镜头沿着光轴由第一侧至第二侧依序包括第一透镜L1、第二透镜L2、第三透镜L3和第四透镜L4。

[0120] 第一透镜L1为具有正光焦度的凸凹透镜,其第一侧面S1为凸面,第二侧面S2为凹面。第二透镜L2为具有负光焦度的凹凸透镜,其第一侧面S3为凹面,第二侧面S4为凸面。第三透镜L3为具有正光焦度的凸凹透镜,其第一侧面S6为凸面,第二侧面S7为凹面。第四透镜L4为具有正光焦度的凸凹透镜,其第一侧面S8为凸面,第二侧面S9为凹面。示例性地,在实施例3中,第一透镜L1的第一侧面S1至第四透镜L4的第二侧面S9均可以是非球面,各非球面透镜的面型 $x$ 可利用但不限于公式(1)进行限定。

[0121] 在将该光学镜头用作为投影镜头的情况下,该光学镜头包括位于第二侧的发光源面S10。还可在第四透镜L4的第二侧方向设置棱镜和/或场镜。其中,棱镜用于过渡投影镜头的照明端与成像端;场镜可校正像差,提高边缘光束入射的能力。

[0122] 光学镜头还可包括光阑STO,光阑STO可设置在第二透镜L2与第三透镜L3之间,以提高成像质量。例如,光阑STO可靠近第三透镜L3的第一侧面S6设置。在将该光学镜头用作为投影镜头的情况下,投影镜头的光线方向为第二侧至第一侧(缩小端至放大端),即来自发光源面S10处发光源X的光依序穿过棱镜和/或场镜的工作面、以及各表面S9至S1并最终投射在投影物体上。

[0123] 表3示出了实施例3的光学镜头的各透镜的中心曲率半径R、厚度/间隔 $d$ 、折射率Nd以及阿贝数Vd。

[0124]	面号	中心曲率半径 R(mm)	厚度/间隔 $d$ (mm)	折射率 Nd	阿贝数 Vd
	S1	35.0000	12.9194	1.52	64.20
	S2	540.0000	7.2125		
	S3	-60.0000	5.9116	1.62	36.35
	S4	-130.0000	12.9803		
[0125]	STO	无穷大	0.6226		
	S6	33.0000	10.5280	1.52	64.20
	S7	2000.0000	10.6002		
	S8	18.0000	8.1658	1.84	42.98
	S9	19.0000	7.2117		
	S10(X)	无穷大			

[0126] 表3

[0127] 可选地,该光学镜头可用作车载镜头。在将该光学镜头用作为车载镜头的情况下,该光学镜头包括位于第二侧的成像面S10。可在该光学镜头的第四透镜L4之后设置滤光片和/或保护透镜。滤光片可用于校正色彩偏差,保护透镜可用于保护位于成像面S10的图像传感芯片X。来自物体的光依序穿过各表面S1至S9、以及滤光片和/或保护透镜,并最终成像在成像面S10上。该车载镜头成像质量好。

[0128] 实施例4

[0129] 以下参照图4描述了根据本申请实施例4的光学镜头。图4示出了根据本申请实施例4的光学镜头的结构示意图。

[0130] 如图4所示,光学镜头沿着光轴由第一侧至第二侧依序包括第一透镜L1、第二透镜L2、第三透镜L3和第四透镜L4。

[0131] 第一透镜L1为具有正光焦度的凸凹透镜,其第一侧面S1为凸面,第二侧面S2为凹

面。第二透镜L2为具有负光焦度的凹凸透镜,其第一侧面S3为凹面,第二侧面S4为凸面。第三透镜L3为具有正光焦度的双凸透镜,其第一侧面S6为凸面,第二侧面S7为凸面。第四透镜L4为具有正光焦度的凸凹透镜,其第一侧面S8为凸面,第二侧面S9为凹面。

[0132] 在将该光学镜头用作为投影镜头的情况下,该光学镜头包括位于第二侧的发光源面S10。还可在第四透镜L4的第二侧方向设置棱镜和/或场镜。其中,棱镜用于过渡投影镜头的照明端与成像端;场镜可校正像差,提高边缘光束入射的能力。

[0133] 光学镜头还可包括光阑ST0,光阑ST0可设置在第二透镜L2与第三透镜L3之间,以提高成像质量。例如,光阑ST0可靠近第二透镜L2的第二侧面S4设置。在将该光学镜头用作为投影镜头的情况下,投影镜头的光线方向为第二侧至第一侧(缩小端至放大端),即来自发光源面S10处发光源X的光依序穿过棱镜和/或场镜的工作面、以及各表面S9至S1并最终投射在投影物体上。

[0134] 表4示出了实施例4的光学镜头的各透镜的中心曲率半径R、厚度/间隔d、折射率Nd以及阿贝数Vd。

[0135]	面号	中心曲率半径 R(mm)	厚度/间隔 d (mm)	折射率 Nd	阿贝数 Vd
	S1	36.0000	11.0518	1.73	54.67
	S2	220.0000	12.9232		
[0136]	S3	-33.0000	5.6069	1.62	36.35
	S4	-115.0000	-0.0137		
	STO	无穷大	2.8163		
	S6	33.0000	10.5720	1.73	54.67
	S7	-120.0000	8.9961		
	S8	13.0000	7.2666	1.84	42.98
	S9	13.0000	3.1066		
	S10(X)	无穷大			

[0137] 表4

[0138] 可选地,该光学镜头可用作车载镜头。在将该光学镜头用作为车载镜头的情况下,该光学镜头包括位于第二侧的成像面S10。可在该光学镜头的第四透镜L4之后设置滤光片和/或保护透镜。滤光片可用于校正色彩偏差,保护透镜可用于保护位于成像面S10的图像传感芯片X。来自物体的光依序穿过各表面S1至S9、以及滤光片和/或保护透镜,并最终成像在成像面S10上。该车载镜头成像质量好。

[0139] 实施例5

[0140] 以下参照图5描述了根据本申请实施例5的光学镜头。图5示出了根据本申请实施例5的光学镜头的结构示意图。如图5所示,光学镜头沿着光轴由第一侧至第二侧依序包括第一透镜L1、第二透镜L2、第三透镜L3和第四透镜L4。

[0141] 第一透镜L1为具有正光焦度的凸凹透镜,其第一侧面S1为凸面,第二侧面S2为凹面。第二透镜L2为具有负光焦度的凹凸透镜,其第一侧面S3为凹面,第二侧面S4为凸面。第三透镜L3为具有正光焦度的双凸透镜,其第一侧面S6为凸面,第二侧面S7为凸面。第四透镜L4为具有正光焦度的凸凹透镜,其第一侧面S8为凸面,第二侧面S9为凹面。示例性地,在实施例5中,第一透镜L1的第一侧面S1至第四透镜L4的第二侧面S9均可以是非球面,各非球面

透镜的面型x可利用但不限于公式(1)进行限定。

[0142] 在将该光学镜头用作为投影镜头的情况下,该光学镜头包括位于第二侧的发光光源面S10。还可在第四透镜L4的第二侧方向设置棱镜和/或场镜。其中,棱镜用于过渡投影镜头的照明端与成像端;场镜可校正像差,提高边缘光束入射的能力。

[0143] 光学镜头还可包括光阑ST0,光阑ST0可设置在第二透镜L2与第三透镜L3之间,以提高成像质量。例如,光阑ST0可靠近第三透镜L3的第一侧面S6设置。在将该光学镜头用作为投影镜头的情况下,投影镜头的光线方向为第二侧至第一侧(缩小端至放大端),即来自发光光源面S10处发光光源X的光依序穿过棱镜和/或场镜的工作面、以及各表面S9至S1并最终投射在投影物体上。

[0144] 表5示出了实施例5的光学镜头的各透镜的中心曲率半径R、厚度/间隔d、折射率Nd以及阿贝数Vd。

[0145]	面号	中心曲率半径 R(mm)	厚度/间隔 d (mm)	折射率 Nd	阿贝数 Vd
	S1	50.0000	11.0179	1.71	53.94
[0146]	S2	800.0000	8.3078		
	S3	-52.0000	3.9824	1.85	23.78
	S4	-120.0000	15.8129		
	STO	无穷大	-1.4141		
	S6	80.0000	12.1434	1.71	53.94
	S7	-97.0000	11.5659		
	S8	20.0000	12.3387	1.77	49.61
	S9	23.0000	8.0344		
	S10(X)	无穷大			

[0147] 表5

[0148] 可选地,该光学镜头可用作车载镜头。在将该光学镜头用作为车载镜头的情况下,该光学镜头包括位于第二侧的成像面S10。可在该光学镜头的第四透镜L4之后设置滤光片和/或保护透镜。滤光片可用于校正色彩偏差,保护透镜可用于保护位于成像面S10的图像传感芯片X。来自物体的光依序穿过各表面S1至S9、以及滤光片和/或保护透镜,并最终成像在成像面S10上。该车载镜头成像质量好。

[0149] 实施例6

[0150] 以下参照图6描述了根据本申请实施例6的光学镜头。图6示出了根据本申请实施例6的光学镜头的结构示意图。如图6所示,光学镜头沿着光轴由第一侧至第二侧依序包括第一透镜L1、第二透镜L2、第三透镜L3和第四透镜L4。

[0151] 第一透镜L1为具有正光焦度的凸凹透镜,其第一侧面S1为凸面,第二侧面S2为凹面。第二透镜L2为具有负光焦度的凹凸透镜,其第一侧面S3为凹面,第二侧面S4为凸面。第三透镜L3为具有正光焦度的双凸透镜,其第一侧面S6为凸面,第二侧面S7为凸面。第四透镜L4为具有正光焦度的凸凹透镜,其第一侧面S8为凸面,第二侧面S9为凹面。示例性地,在实施例6中,第一透镜L1的第一侧面S1至第四透镜L4的第二侧面S9均可以是非球面,各非球面透镜的面型x可利用但不限于公式(1)进行限定。

[0152] 在将该光学镜头用作为投影镜头的情况下,该光学镜头包括位于第二侧的发光光源

面S10。还可在第四透镜L4的第二侧方向设置棱镜和/或场镜。其中,棱镜用于过渡投影镜头的照明端与成像端;场镜可校正像差,提高边缘光束入射的能力。

[0153] 光学镜头还可包括光阑ST0,光阑ST0可设置在第二透镜L2与第三透镜L3之间,以提高成像质量。例如,光阑ST0可靠近第三透镜L3的第一侧面S6设置。在将该光学镜头用作投影镜头的情况下,投影镜头的光线方向为第二侧至第一侧(缩小端至放大端),即来自发光光源面S10处发光源X的光依序穿过棱镜和/或场镜的工作面、以及各表面S9至S1并最终投射在投影物体上。

[0154] 表6示出了实施例6的光学镜头的各透镜的中心曲率半径R、厚度/间隔d、折射率Nd以及阿贝数Vd。

面号	中心曲率半径 R(mm)	厚度/间隔 d (mm)	折射率 Nd	阿贝数 Vd
S1	40.0000	12.1136	1.66	50.85
S2	500.0000	10.0552		
S3	-63.0000	6.0960	1.67	32.17
S4	-500.0000	17.1211		
STO	无穷大	-1.7707		
S6	40.0000	8.9798	1.52	64.20
S7	-130.0000	11.7227		
S8	18.0000	12.5036	1.84	42.98
S9	19.0000	5.8912		
S10(X)	无穷大			

[0155] 表6

[0157] 可选地,该光学镜头可用作车载镜头。在将该光学镜头用作为车载镜头的情况下,该光学镜头包括位于第二侧的成像面S10。可在该光学镜头的第四透镜L4之后设置滤光片和/或保护透镜。滤光片可用于校正色彩偏差,保护透镜可用于保护位于成像面S10的图像传感芯片X。来自物体的光依序穿过各表面S1至S9、以及滤光片和/或保护透镜,并最终成像在成像面S10上。该车载镜头成像质量好。

[0158] 综上,实施例1至实施例6分别满足以下表7和表8所示的参数/关系。在表7中,TTL、F、EPDI、F1、F2、F3、F4、 $\phi 1$ 、 $\phi 2$ 、 $\phi 3$ 及 $\phi 4$ 的单位为毫米(mm),FOV的单位为度( $^{\circ}$ )。

[0159]	参数\实施例	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5	实施例 6
	TTL	70.8010	59.6113	76.1521	62.3257	81.7892	82.7125
	F	35.7543	18.4209	38.1134	28.3897	37.0696	36.4249
	EPDI	52.1521	26.3155	47.6418	35.4871	46.3370	45.5311
	F1	73.1823	64.7561	71.5870	57.3787	73.9641	64.9925
	F2	-147.8178	-282.4057	-184.8123	-76.2730	-110.1176	-106.8439
	F3	62.1083	36.3834	64.6230	36.4416	62.9777	60.0157
	F4	44.9741	29.4115	86.3303	60.8113	70.5407	60.6527
	$\phi 1$	51.0000	48.0678	52.3873	44.3578	52.5241	55.2554
	$\phi 2$	38.7000	25.3005	48.6576	27.2309	46.6583	44.6618
	$\phi 3$	33.0000	24.2509	33.8997	25.7942	38.6360	28.6198
	$\phi 4$	25.2000	23.8223	22.1410	16.8566	28.1357	22.2654

[0160] 表7

[0162]	条件式\实施例	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5	实施例 6
	TTL/F	1.980	3.236	1.998	2.195	2.206	2.271
	F/EPDI	0.686	0.700	0.800	0.800	0.800	0.800
	$ F1/F2 $	0.495	0.229	0.387	0.752	0.672	0.608
	$ F3/F2 $	0.420	0.129	0.350	0.478	0.572	0.562
	F1/F3	1.178	1.780	1.108	1.575	1.174	1.083
	$ F2/F $	4.134	15.331	4.849	2.687	2.971	2.933
	F4/F	1.258	1.597	2.265	2.142	1.903	1.665
	$R3/(R4+d3)$	0.515	1.360	0.484	0.302	0.448	0.128
	$R8/(R9+d8)$	0.487	0.304	0.663	0.641	0.566	0.571
	BFL/F	0.166	0.294	0.189	0.109	0.217	0.162
	F1/d2	5.112	4.416	9.925	4.440	8.903	6.464
	F3/F	1.737	1.975	1.696	1.284	1.699	1.648
	F3/F4	1.381	1.237	0.749	0.599	0.893	0.989

[0163] 表8

[0164] 本申请还提供了一种电子设备,该电子设备可包括根据本申请上述实施方式的光学镜头及用于将电信号转换为光学信号的发光源,光学信号经由光学镜头形成图像。发光源可设置于光学镜头的发光源面。示例性地,发光源可以是LED芯片等发射端。示例性地,发光源可以包括反射屏等基于光源发出的光线而形成光信号的光学元件。

[0165] 该电子设备可以是诸如探照设备上的投影模块。此外,电子设备还可以是诸如车载DLP大灯的独立成像设备,也可以是集成在诸如智能驾驶系统上的投影模块。

[0166] 本申请还提供了一种电子设备,该电子设备可包括根据本申请上述实施方式的光学镜头及用于将光学镜头形成的光学图像转换为电信号的成像元件。示例性地,电子设备包括设置于光学镜头的成像面的成像元件。可选地,设置于成像面的成像元件可以是感光



耦合元件 (CCD) 或互补性氧化金属半导体元件 (CMOS)。

[0167] 该电子设备可以是诸如探测距离相机的独立电子设备,也可以是集成在诸如探测距离设备上的成像模块。此外,电子设备还可以是诸如车载相机的独立成像设备,也可以是集成在诸如辅助驾驶系统上的成像模块。

[0168] 以上描述仅为本申请的较佳实施例以及对所运用技术原理的说明。本领域技术人员应当理解,本申请中所涉及的发明范围,并不限于上述技术特征的特定组合而成的技术方案,同时也应涵盖在不脱离所述发明构思的情况下,由上述技术特征或其等同特征进行任意组合而形成的其它技术方案。例如上述特征与本申请中公开的(但不限于)具有类似功能的技术特征进行互相替换而形成的技术方案。

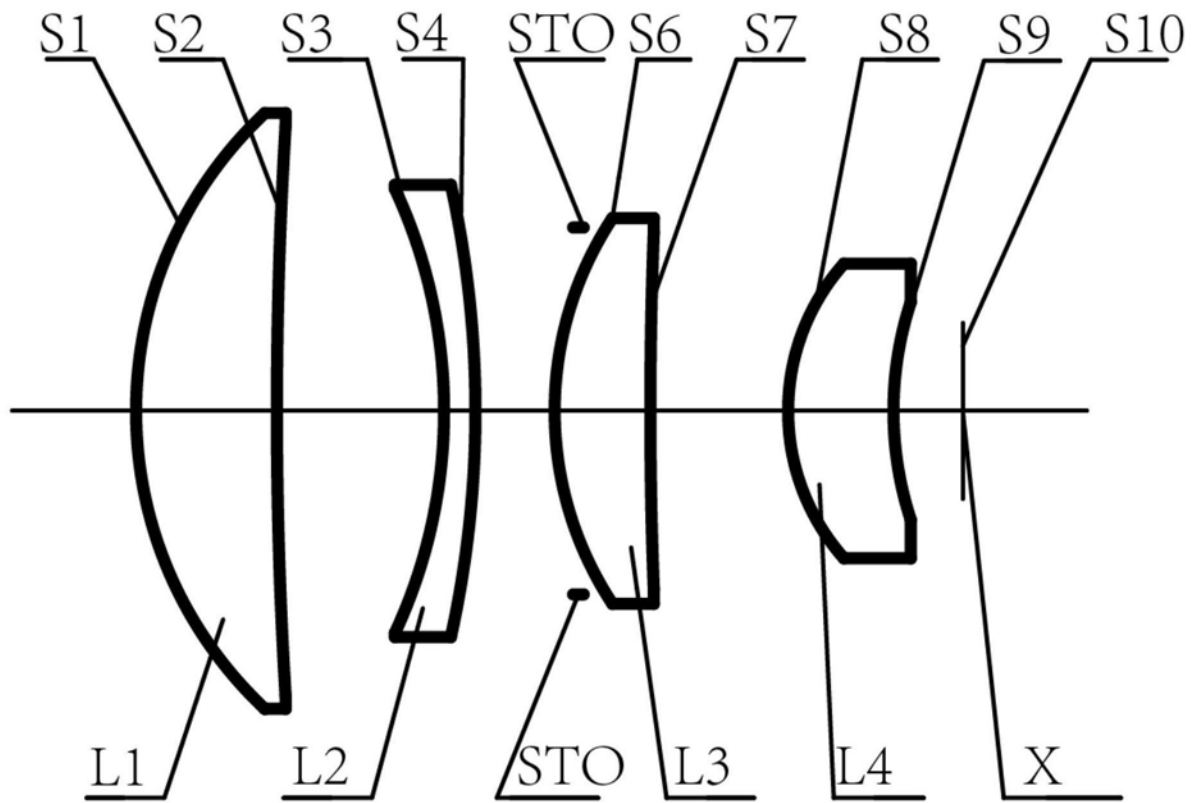


图1

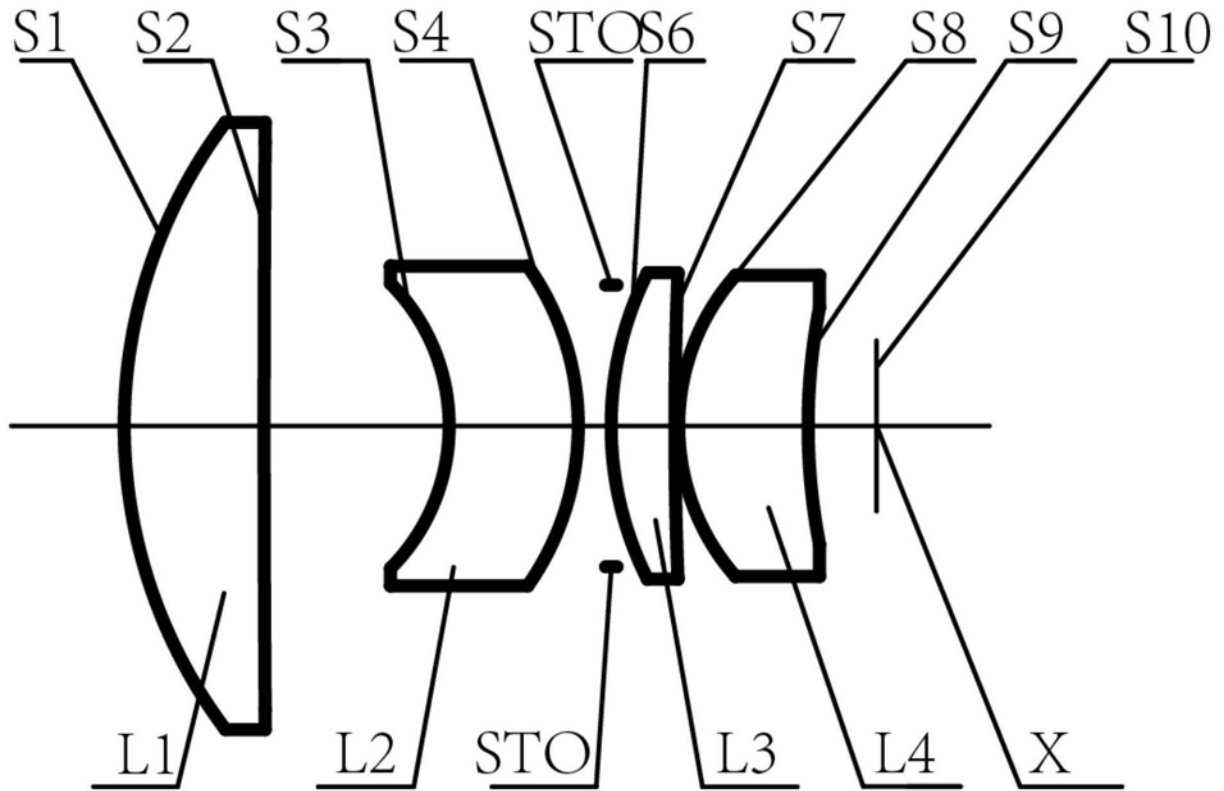


图2

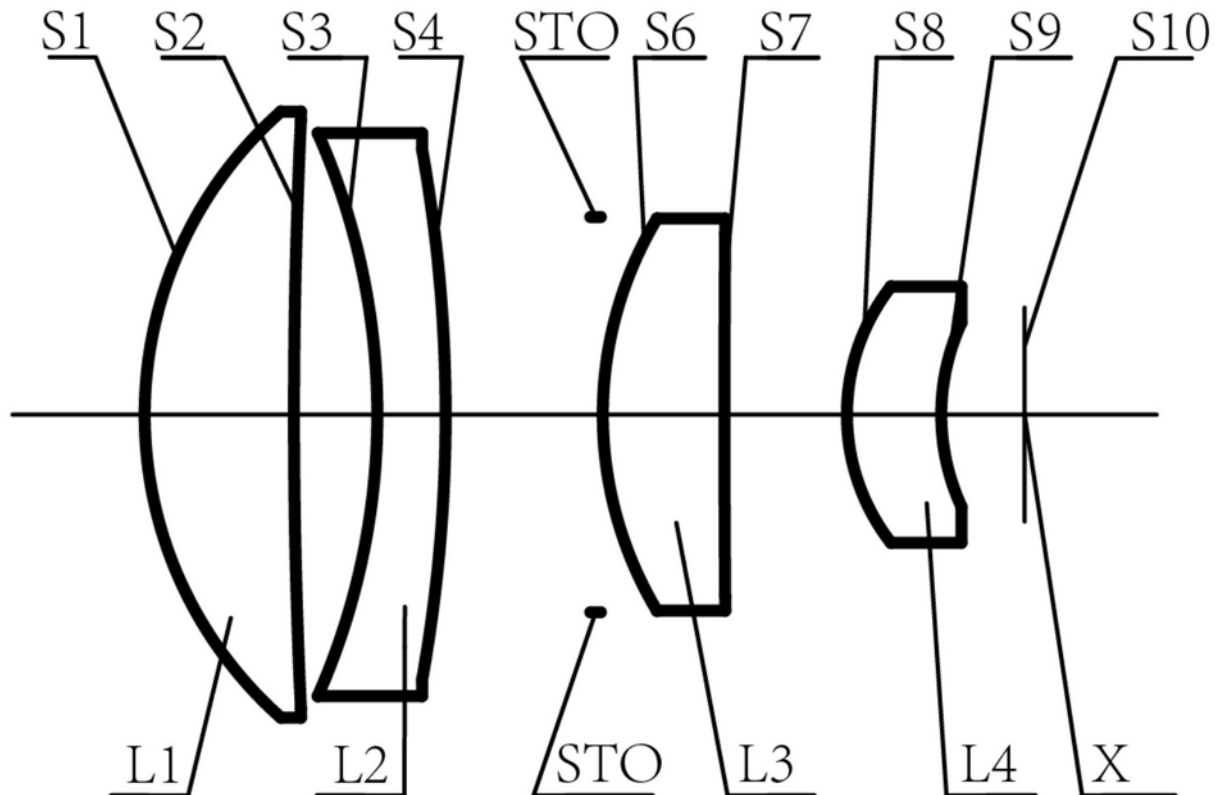


图3

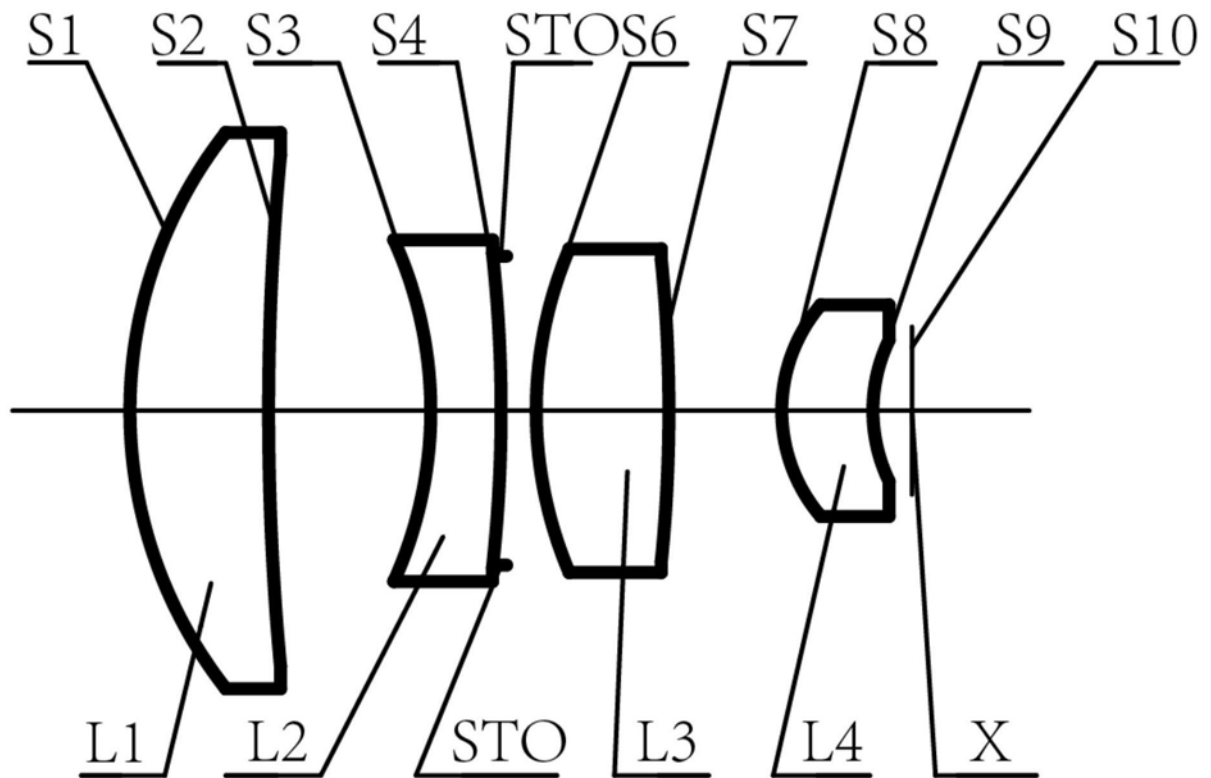


图4

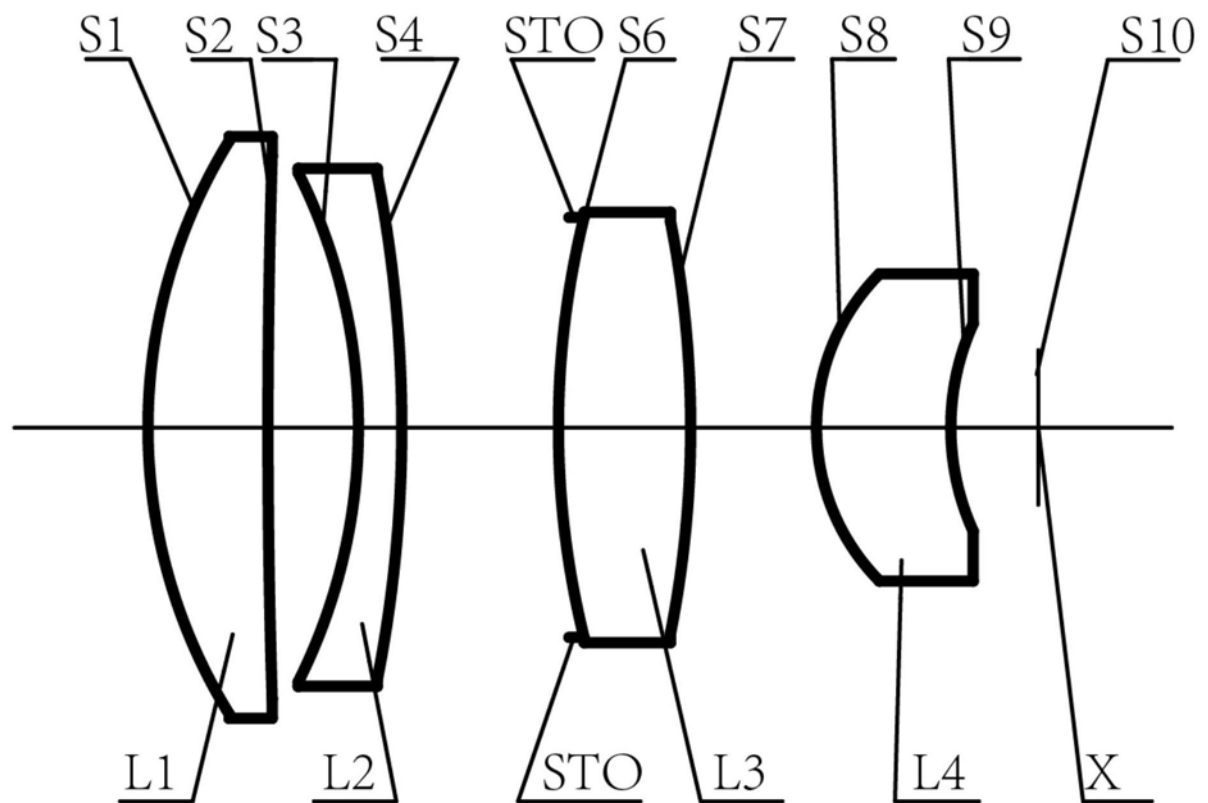


图5

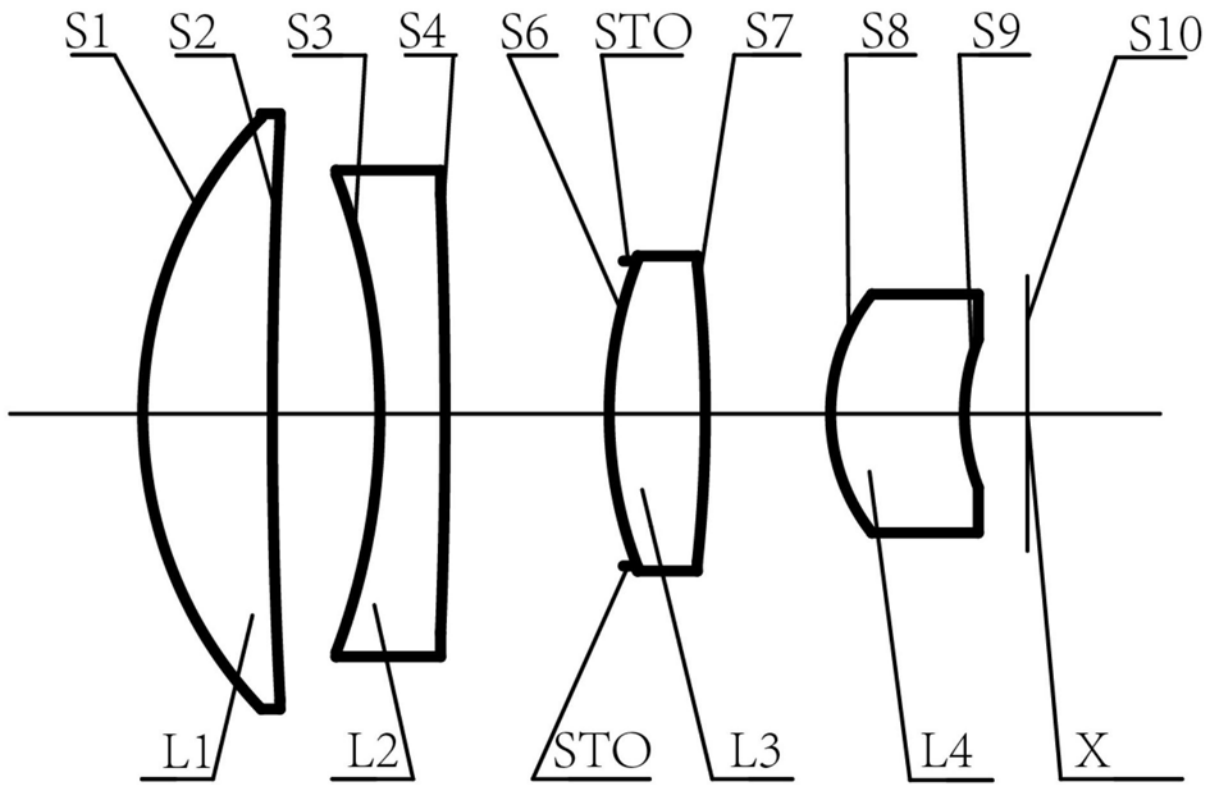


图6