



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 119002011 B

(45) 授权公告日 2025. 02. 18

(21) 申请号 202411463761.0

(22) 申请日 2024.10.18

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 119002011 A

(43) 申请公布日 2024.11.22

(73) 专利权人 宁波舜宇光电信息有限公司

地址 315400 浙江省宁波市余姚市阳明街
道丰乐路67-69号

(72) 发明人 余杭 吴安安 吴宇 岑汉升

郭美杉 闻人锴琦 张浩 蒋同济
刘立国(74) 专利代理机构 北京英思普睿知识产权代理
有限公司 16018

专利代理师 刘莹 聂国斌

(51) Int.Cl.

G02B 13/00 (2006.01)

G03B 17/17 (2021.01)

G03B 30/00 (2021.01)

G02B 13/18 (2006.01)

H04N 23/55 (2023.01)

H04N 23/57 (2023.01)

(56) 对比文件

CN 1798995 A, 2006.07.05

JP 2008008978 A, 2008.01.17

审查员 董亚方

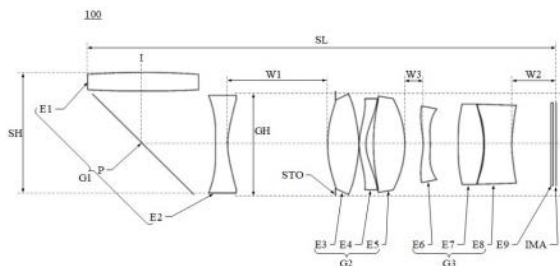
权利要求书2页 说明书24页 附图11页

(54) 发明名称

光学系统和摄像模组

(57) 摘要

本申请公开一种光学系统和摄像模组,光学系统沿光轴由物侧至像侧依序包括第一元件组、第二元件组以及第三元件组。第一元件组由像侧至物侧依序包括具有正光焦度的第一透镜、反射元件以及第二透镜,反射元件用于对自第一透镜出射的光线进行反射。第二元件组具有正光焦度,并沿光轴方向可移动以进行变焦;第三元件组具有负光焦度,并沿光轴方向可移动以进行对焦和补偿;其中,第二元件组和第三元件组相互配合以使光学系统在短焦状态和长焦状态之间进行连续变焦。



1. 一种光学系统,其特征在于,沿光轴由物侧至像侧依序包括:

第一元件组,由所述物侧至所述像侧依序排列的具有正光焦度的第一透镜、反射元件以及具有负光焦度的第二透镜组成;所述反射元件,用于对自所述第一透镜出射的光线进行反射;

第二元件组,具有正光焦度,并沿所述光轴方向可移动以进行变焦;以及

第三元件组,具有负光焦度,并沿所述光轴方向可移动以进行对焦和补偿;

其中,所述第二元件组和所述第三元件组相互配合以使所述光学系统在短焦状态和长焦状态之间进行连续变焦;

其中,所述光学系统在所述短焦状态下满足: $5.8\text{mm} < |EFL / (FG1 / FG23)| < 7.4\text{mm}$,其中,EFL为所述光学系统的有效焦距,FG1为所述第一元件组的有效焦距,FG23为所述第二元件组和所述第三元件组的组合焦距。

2. 根据权利要求1所述的光学系统,其中,所述光学系统在所述短焦状态下满足: $0.2 < \tan(FOV/2) \leq 0.3$,其中,FOV为所述光学系统的最大视场角FOV。

3. 根据权利要求1所述的光学系统,其中,所述光学系统在所述短焦状态下满足: $3.4 < D1/CT1 < 4.2$,其中,D1为所述第一透镜的最大有效半口径,CT1为所述第一透镜在所述光轴上的中心厚度。

4. 根据权利要求1所述的光学系统,其中,所述光学系统在所述短焦状态下满足: $2.8 < D2/CT2 < 5.3$,其中,D2为所述第二透镜的最大有效半口径,CT2为所述第二透镜在所述光轴上的中心厚度。

5. 根据权利要求1所述的光学系统,其中,所述光学系统满足: $3.0 < |f1/f2| \leq 5.8$,其中,f1为所述第一透镜的有效焦距,f2为所述第二透镜的有效焦距。

6. 根据权利要求1所述的光学系统,其中,所述光学系统在所述短焦状态下满足: $1.5 < |FG1/EFL| < 1.8$,其中,FG1为所述第一元件组的有效焦距,EFL为所述光学系统的有效焦距。

7. 根据权利要求1所述的光学系统,其中,所述光学系统在所述短焦状态下满足: $1.6 < SL/EFL < 3.3$,其中,SL为所述光学系统在预设主光轴方向上的总长度,EFL为所述光学系统的有效焦距。

8. 根据权利要求1所述的光学系统,其中,所述光学系统在所述短焦状态下满足: $4.4 < SL/EPD < 7.0$,其中,SL为所述光学系统在预设主光轴方向上的总长度,EPD为所述光学系统的入瞳直径。

9. 根据权利要求1所述的光学系统,其中,所述光学系统在所述短焦状态下满足: $0.3 < GH/EPD < 0.6$,其中,GH为所述第二元件组和所述第三元件组内各个透镜的最大口径的最大值,EPD为所述光学系统的入瞳直径EPD。

10. 根据权利要求1至9中任一项所述的光学系统,其中,在所述光学系统连续变焦过程中,所述光学系统满足: $1.7 < |\Delta EFL / \Delta W1| < 2.8$,

其中, ΔEFL 为所述光学系统在第一状态下的有效焦距与所述光学系统在第二状态下的有效焦距的变化量, $\Delta W1$ 为所述光学系统在所述第一状态下的所述第一元件组与所述第二元件组在所述光轴上的间隔距离与所述光学系统在所述第二状态下的所述第一元件组与所述第二元件组在所述光轴上的间隔距离的变化量。

11. 根据权利要求1至9中任一项所述的光学系统,其中,在所述光学系统连续变焦过程

中,所述光学系统满足: $1.5 < |\Delta EFL / \Delta W2| < 3.5$,

其中, ΔEFL 为所述光学系统在第一状态下的有效焦距与所述光学系统在第二状态下的有效焦距的变化量, $\Delta W2$ 为所述光学系统在所述第一状态下的所述第三元件组与所述光学系统的像面在所述光轴上的间隔距离与所述光学系统在所述第二状态下的所述第三元件组与所述像面在所述光轴上的间隔距离的变化量。

12. 根据权利要求1至9中任一项所述的光学系统,其中,所述光轴包括呈预设角度的第一光轴和第二光轴,所述第二光轴为预设主光轴;

所述反射元件包括平面反射镜,所述平面反射镜接收所述第一透镜沿所述第一光轴的方向出射的光线,并且将光线反射后沿所述第二光轴的方向出射至所述第二透镜。

13. 根据权利要求1至9中任一项所述的光学系统,其中,第二元件组由所述像侧至所述像侧依序包括:

第三透镜,具有正光焦度;

第四透镜,具有负光焦度;以及

第五透镜,具有正光焦度。

14. 根据权利要求1至9中任一项所述的光学系统,其中,所述第三元件组由所述物侧至所述像侧依序包括:

第六透镜,具有负光焦度;

第七透镜,具有正光焦度;以及

第八透镜,具有负光焦度。

15. 一种摄像模组,其特征在于,包括如权利要求1至14中任一项所述的光学系统以及用于将所述光学系统形成的光学图像转换为电信号的成像元件。

光学系统和摄像模组

技术领域

[0001] 本申请涉及光学器件领域,具体涉及一种光学系统和摄像模组。

背景技术

[0002] 随着智能手机等便携式电子设备的快速发展,长焦镜头因具有对较远的物体清晰成像、较大的放大倍率、可呈现较远的物体的细节特征等优点得到了广泛的应用。

[0003] 光学系统的有效焦距是衡量光学系统是否为长焦镜头的一个重要标准,光学系统的有效焦距越大,光学系统拍摄的远处物体越清晰。然而,光学系统的有效焦距与光学系统所需要的光程呈正比,即,光学系统的有效焦距越大,光学系统所需要的光程越大。因此,为了实现光学系统的长焦的特性,现有的光学系统的总长度通常较大,这会严重限制光学系统在便携式电子设备的应用。

发明内容

[0004] 本申请的一方面提供一种光学系统,其沿光轴由物侧至像侧依序包括第一元件组、第二元件组以及第三元件组。第一元件组由像侧至物侧依序包括具有正光焦度的第一透镜、反射元件以及第二透镜,反射元件用于对自第一透镜出射的光线进行反射。第二元件组具有正光焦度,并沿光轴方向可移动以进行变焦;第三元件组具有负光焦度,并沿光轴方向可移动以进行对焦和补偿;其中,第二元件组和第三元件组相互配合以使光学系统在短焦状态和长焦状态之间进行连续变焦。

[0005] 在示例性实施方式中,光学系统在短焦状态下满足: $0.2 < \tan(FOV/2) \leq 0.3$,其中,FOV为光学系统的最大视场角FOV。

[0006] 在示例性实施方式中,光学系统在短焦状态下满足: $3.4 < D1/CT1 < 4.2$,其中,D1为第一透镜的最大有效半口径,CT1为第一透镜在光轴上的中心厚度。

[0007] 在示例性实施方式中,光学系统在短焦状态下满足: $2.8 < D2/CT2 < 5.3$,其中,D2为第二透镜的最大有效半口径,CT2为第二透镜在光轴上的中心厚度。

[0008] 在示例性实施方式中,光学系统满足: $3.0 < |f1/f2| \leq 5.8$,其中,f1为第一透镜的有效焦距,f2为第二透镜的有效焦距。

[0009] 在示例性实施方式中,光学系统在短焦状态下满足: $1.5 < |FG1/EFL| < 1.8$,其中,FG1为第一元件组的有效焦距,EFL为光学系统的有效焦距。

[0010] 在示例性实施方式中,光学系统在短焦状态下满足: $5.8\text{mm} < |EFL/(FG1/FG23)| < 7.4\text{mm}$,其中,EFL为光学系统的有效焦距,FG1为第一元件组的有效焦距,FG23为第二元件组和第三元件组的组合焦距。

[0011] 在示例性实施方式中,光学系统在短焦状态下满足: $1.6 < SL/EFL < 3.3$,其中,SL为光学系统在预设主光轴方向上的总长度,EFL为光学系统的有效焦距。

[0012] 在示例性实施方式中,光学系统在短焦状态下满足: $4.4 < SL/EPD < 7.0$,其中,SL为光学系统在预设主光轴方向上的总长度,EPD为光学系统的入瞳直径。

[0013] 在示例性实施方式中,光学系统在短焦状态下满足: $0.3 < GH/EPD < 0.6$,其中,GH为第二元件组和第三元件组内各个透镜的最大口径的最大值,EPD为光学系统的入瞳直径EPD。

[0014] 在示例性实施方式中,在光学系统连续变焦过程中,光学系统满足: $1.7 < |\Delta EFL/\Delta W1| < 2.8$,其中, ΔEFL 为光学系统在第一状态下的有效焦距与光学系统在第二状态下的有效焦距的变化量, $\Delta W1$ 为光学系统在第一状态下的第一元件组与第二元件组在光轴上的间隔距离与光学系统在第二状态下的第一元件组与第二元件组在光轴上的间隔距离的变化量。

[0015] 在示例性实施方式中,在光学系统连续变焦过程中,光学系统满足: $1.5 < |\Delta EFL/\Delta W2| < 3.5$,其中, ΔEFL 为光学系统在第一状态下的有效焦距与光学系统在第二状态下的有效焦距的变化量, $\Delta W2$ 为光学系统在第一状态下的第三元件组与光学系统的像面在光轴上的间隔距离与光学系统在第二状态下的第三元件组与像面在光轴上的间隔距离的变化量。

[0016] 在示例性实施方式中,光轴包括呈预设角度的第一光轴和第二光轴,第二光轴为预设主光轴;反射元件包括平面反射镜,平面反射镜接收第一透镜沿第一光轴的方向出射的光线,并且将光线反射后沿第二光轴的方向出射至第二透镜。

[0017] 在示例性实施方式中,第二元件组由物侧至像侧依序包括:具有正光焦度的第三透镜、具有负光焦度的第四透镜以及具有正光焦度的第五透镜。

[0018] 在示例性实施方式中,第三元件组由物侧至像侧依序包括:具有负光焦度的第六透镜、具有正光焦度的第七透镜以及具有负光焦度的第八透镜。

[0019] 本申请的另一方面提供了一种摄像模组,其包括上述的光学系统以及用于将光学系统形成的光学图像转换为电信号的成像元件。

附图说明

[0020] 通过阅读参照以下附图所作的对非限制性实施例的详细描述,本申请的其它特征、目的和优点将会变得更明显。其中:

[0021] 图1示出了根据本申请实施例的光学系统的结构示意图;

[0022] 图2示出了根据本申请实施例的包含有镜筒组件的光学系统的结构示意图;

[0023] 图3示出了根据本申请实施例1的光学系统在短焦状态下的结构示意图;

[0024] 图4、图5以及图6分别示出了本申请实施例1的光学系统在短焦状态下的轴上色差曲线、像散曲线和畸变曲线;

[0025] 图7示出了根据本申请实施例2的光学系统在短焦状态下的结构示意图;

[0026] 图8、图9以及图10分别示出了本申请实施例2的光学系统在短焦状态下的轴上色差曲线、像散曲线和畸变曲线;

[0027] 图11示出了根据本申请实施例3的光学系统在短焦状态下的结构示意图;

[0028] 图12、图13以及图14分别示出了本申请实施例3的光学系统在短焦状态下的轴上色差曲线、像散曲线和畸变曲线;

[0029] 图15示出了根据本申请实施例4的光学系统在短焦状态下的结构示意图;

[0030] 图16、图17和图18分别示出了本申请实施例4的光学系统在短焦状态下的轴上色

差曲线、像散曲线和畸变曲线；

[0031] 图19示出了根据本申请实施例5的光学系统在短焦状态下的结构示意图；以及

[0032] 图20、图21以及图22分别示出了本申请实施例5的光学系统在短焦状态下的轴上色差曲线、像散曲线和畸变曲线。

[0033] 图示说明：

[0034] 100、光学系统；E1、第一透镜；E2、第二透镜；E3、第三透镜；E4、第四透镜；E5、第五透镜；E6、第六透镜；E7、第七透镜；E8、第八透镜；E9、滤光片；P、反射元件；ST0、光阑；G1、第一元件组；G2、第二元件组；G3、第三元件组；IMA、像面；200、镜筒组件；210、第一镜筒；220、第二镜筒；230、第三镜筒。

具体实施方式

[0035] 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。

[0036] 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。

[0037] 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，附图中所示出的球面或非球面的形状通过实例的方式示出。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。

[0038] 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。每个透镜最靠近被摄物体的表面称为该透镜的物侧面，每个透镜最靠近成像面的表面称为该透镜的像侧面。

[0039] 还应理解的是，用语“包括”和/或“具有”，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。

[0040] 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于形式化意义解释，除非本文中明确如此限定。

[0041] 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。

[0042] 下面将参考附图并结合实施例来详细说明本申请。

[0043] 潜望式摄像模组是一种能够实现远距离拍摄的摄像模组。对于潜望式摄像模组中的光学系统而言，光学系统可设置有反射元件，反射元件通过折转光路的方式来增大潜望式摄像模组的有效焦距，从而在潜望式摄像模组满足长焦距拍摄要求的同时，降低潜望式摄像模组的总长度，实现潜望式摄像模组的小型化。

[0044] 目前,大多数潜望式摄像模组的光学系统的有效焦距为固定值,不具备变焦能力。当潜望式摄像模组应用于电子设备时,为了满足在不同有效焦距下的拍摄需求,电子设备通常需要搭配多个具有不同有效焦距的摄像模组,随着电子设备逐步向小型化方向发展,摄像模组的安装空间受到限制。另外,在利用具有不同有效焦距的摄像模组进行拍摄时,摄像模组的切换难以保证成像画质。因此,期望提供一种满足小型化要求的同时,能够在长焦距段具有变焦能力的潜望式摄像模组。

[0045] 为了至少部分解决上述问题或者其他潜在问题中的一个或者多个,本申请提供了一种光学系统。具体而言,提供了一种具有连续变焦能力的光学系统。

[0046] 图1示出了根据本申请实施例的光学系统的结构示意图。该光学系统可例如应用于摄像模组,摄像模组可例如为潜望式摄像模组。应当理解的是,该光学系统还可为应用于其他类型的摄像模组中,本申请对此不作具体限制。

[0047] 如图1所示,光学系统100可沿光轴由物侧至像侧依序包括第一元件组G1、第二元件组G2以及第三元件组G3。第一元件组G1由物侧至像侧可包括:具有正光焦度的第一透镜E1、反射元件P以及具有负光焦度的第二透镜E2。反射元件P用于对自第一透镜E1出射的光线进行反射。第二元件组G2可具有正光焦度,并沿光轴方向可移动以进行变焦。第三元件组G3可具有负光焦度,并沿光轴方向可移动以进行对焦和补偿。第二元件组G2和第三元件组G3相互配合以使光学系统100在短焦状态和长焦状态之间进行连续变焦。

[0048] 需要说明的是,光学系统100的长焦状态和短焦状态为相对概念,并不表示光学系统100的有效焦距的具体数值,光学系统100在长焦状态下的有效焦距大于光学系统100在短焦状态下的有效焦距。

[0049] 在光学系统100从短焦状态向长焦状态进行变焦过程中,第一元件组G1的位置固定,第二元件组G2和第三元件组G3均沿预设主光轴(例如,光轴II)向第一元件组G1的方向移动,第一元件组G1与第二元件组G2在预设主光轴上的间隔距离减小,第三元件组G3与光学系统100的像面IMA在预设主光轴上的间隔距离增大,光学系统100的有效焦距增大,倍率增大。此外,第三元件组G3与第二元件组G2在预设主光轴上的间隔距离可调整,以对光学系统100的有效焦距增大而导致的像面IMA偏移进行补偿,使得像面IMA位置不变,从而在连续变焦过程中始终保持清晰成像。

[0050] 在光学系统100从长焦状态向短焦状态进行变焦过程中,第一元件组G1的位置固定,第二元件组G2和第三元件组G3均沿预设主光轴向光学系统100的像面IMA的方向移动,第一元件组G1与第二元件组G2在预设主光轴上的间隔距离增大,第三元件组G3与光学系统100的像面IMA在预设主光轴上的间隔距离减小,光学系统100的有效焦距减小,倍率减小。此外,第三元件组G3与第二元件组G2在预设主光轴上的间隔距离可调整,以对光学系统100的有效焦距减小而导致的像面IMA偏移进行补偿,使得像面IMA位置不变,从而在连续变焦过程中始终保持清晰成像。

[0051] 根据上述实施例提供的光学系统100,通过设置第一元件组G1以实现光路转折,能够有效缩短光学系统100的总长度,满足小型化的需求。通过合理分配第二元件组G2和第三元件组G3的光焦度,并通过改变第一元件组G1与第二元件组G2在预设主光轴上的间隔距离以及第三元件组G3与像面IMA在预设主光轴上的间隔距离,以改变光学系统100的有效焦距和倍率。同时,通过改变第二元件组G2与第三元件组G3在预设主光轴上的间隔距离,以补偿

光学系统100的有效焦距改变导致的像面IMA偏移,从而保证光学系统100的像面IMA位置不变,使得光学系统100在短焦状态和长焦状态之间的任意状态下均能够保持清晰成像,进而实现连续变焦。例如,当被摄物体与光学系统100之间的距离保持恒定(例如,无穷大)时,通过改变上述间隔距离,能够使得被摄物体能够在不同成像范围下清晰地成像。

[0052] 在一些示例中,第二元件组G2的可移动行程较长,这样能够较大程度地抑制由于焦距改变导致的像差恶化,使得光学系统100在具有较强的变焦能力的同时,其成像质量较高。在另一些示例中,第三元件组G3的可移动行程较短,这样有利于减小用于驱动第三元件组G3移动的马达的可移动行程,从而有利于简化马达的运动轨迹。

[0053] 此外,第二元件组G2具有正光焦度,可减少经过第二元件组G2之后光线的发散,有助于提高光线的质量。第三元件组G3具有负光焦度,有利于矫正图像畸变并扩展视场,还有利于缩短成像距离,从而减少光学系统100的总长度。在示例性实施方式中,反射元件P以任何需要的角度设置以弯折光路。反射元件P可设置成使得入射光路发生预设度数(例如但不限于 90°)的偏折,例如,使得入射光路由沿第一光轴(简称为,光轴I)传播转为沿第二光轴传播(简称为,光轴II)。应当理解的是,本文中的光轴可包括呈预设角度的第一光轴(即,光轴I)和第二光轴(即,光轴II)。其中,第二光轴(即,光轴II)可为预设主光轴。

[0054] 在示例性实施方式中,反射元件P可设置于第一透镜E1和第二透镜E2之间。即,第一透镜E1可位于光轴I上并设置于物侧与反射元件P之间,第二透镜E2可位于光轴II上并设置于反射元件P与第二元件组G2之间。反射元件P可接收第一透镜E1沿光轴I的方向出射的光线,并且将光线反射后沿光轴II的方向出射至第二透镜E2。其中,光轴I与光轴II呈预设角度,例如但不限于,光轴I与光轴II垂直。

[0055] 在示例性实施方式中,反射元件P可为平面反射镜,平面反射镜可具有反射面。第一透镜E1沿光轴I的方向出射的光线被反射元件P的反射面全反射地转向并且沿光轴II的方向出射至第二透镜E2。反射元件P的反射面经过光轴I与光轴II的交点处,即,反射元件P的反射面既位于光轴I上,又位于光轴II上。通过采用较小重量和较小尺寸的平面反射镜作为反射元件,能够将第一元件组G1的重量和尺寸约束在一定范围内,尽可能地减小光学系统100的重量和尺寸,并且减轻反射元件P的驱动负担。

[0056] 应当理解的是,平面反射镜仅具有反射面,其朝向入光侧和出光侧的位置是空的,设置第一透镜E1时,可使得第一透镜E1更靠近平面反射镜,降低第一透镜E1和反射元件P所占用的高度空间,从而减小光学系统100的总高度。

[0057] 在示例性实施方式中,第一透镜E1可具有正光焦度,并且可用于对光线进行收束。通过使得第一透镜E1对光线具有收束作用,能够使得光线在被反射元件P反射后仍处于收束状态,增大进入第二透镜E2的光线的数量,在不改变光阑ST0的物理孔径的情况下,增大光学系统100的有效光圈(即,进光量)。换言之,在相同的光线条件下,光学系统100可捕获更多的光线,从而提高光学系统100成像的亮度。例如,在暗光环境下,大光圈的光学系统100可捕获更多的光线,这对于提升光学系统100及包括光学系统100的摄像模组在暗光环境下的成像质量尤为重要。

[0058] 在示例性实施方式中,第二透镜E2可具有负光焦度,并且可对被反射元件P反射的光线进行扩束。通过使得第二透镜E2对光线具有扩束作用,有利于保证后端元件组(例如,第二元件组G2和第三元件组G3)内的透镜的口径与第二透镜E2的口径较为接近,在第一透

镜E1对光线的收束作用下,可进一步减小后端元件组内的透镜的口径,进而减小后端元件组的肩高。

[0059] 作为示例,第一透镜E1可为双凸透镜。例如,第一透镜E1的物侧面在近轴区域处可为凸面,第一透镜E1的像侧面在近轴区域处可为凸面。

[0060] 作为示例,第一透镜E1可为凸向物侧的弯月透镜。例如,第一透镜E1的物侧面在近轴区域处可为凸面,第一透镜E1的像侧面在近轴区域处可为凹面。作为示例,第二透镜E2可为双凹透镜。例如,第二透镜E2的物侧面在近轴区域处可为凸面或凹面,第二透镜E2的像侧面在近轴区域处可为凹面。应当指出,当第二透镜E2的物侧面在近轴区域处为凸面时,第二透镜E2的物侧面可具有反曲点,使得第二透镜E2的物侧面从整体上看大致呈凹面。

[0061] 作为示例,第二透镜E2可为凸向像侧的弯月透镜。例如,第二透镜E2的物侧面在近轴区域处可为凹面,第二透镜E2的像侧面在近轴区域处可为凸面。

[0062] 需要说明的是,第一透镜E1或第二透镜E2的物侧面为凸面是指该表面朝向物侧凸起,第一透镜E1或第二透镜E2的物侧面为凹面是指该表面朝向物侧凹陷。第一透镜E1或第二透镜E2的像侧面为凸面是指该表面朝向像侧凸起,第一透镜E1或第二透镜E2的像侧面为凹面是指该表面朝向像侧凹陷。在示例性实施方式中,第一透镜E1与反射元件P之间可具有间隔距离。第二透镜E2与反射元件P之间可具有间隔距离。通过使得第一透镜E1、第二透镜E2与反射元件P之间存在间隔,能够为第一透镜E1、第二透镜E2的靠近反射元件P的一侧表面的面型设计提供多种选择,提高第一透镜E1、第二透镜E2的靠近反射元件P的一侧表面的面型设计的灵活性。

[0063] 应当理解的是,第一透镜E1与反射元件P之间具有间隔距离指的是第一透镜E1的靠近反射元件P的一侧表面与反射元件P的至少一部分具有一定间隙,而非第一透镜E1与反射元件P之间完全不接触。相似地,第二透镜E2与反射元件P之间具有间隔距离指的是第二透镜E2的靠近反射元件P的一侧表面与反射元件P的至少一部分具有一定间隙,而非第二透镜E2与反射元件P之间完全不接触。

[0064] 在示例性实施方式中,第二元件组G2由像侧至物侧依序可包括具有正光焦度的第三透镜E3、具有负光焦度的第四透镜E4以及具有正光焦度的第五透镜E5。

[0065] 在示例性实施方式中,第二元件组G2内的第三透镜E3、第四透镜E4以及第五透镜E5可位于光轴II上。第三透镜E3、第四透镜E4以及第五透镜E5可沿光轴II从第二透镜E2至像侧依序排列。作为示例,第三透镜E3的物侧面可为凸面,像侧面可为凸面。

[0066] 作为示例,第四透镜E4的物侧面可为凸面,像侧面可为凹面。

[0067] 作为示例,第五透镜E5的物侧面可为凸面,像侧面可为凸面。

[0068] 应当理解的是,第二元件组G2所包含的透镜的数量为三仅为示例,本申请对于第二元件组G2所包含的透镜的数量不作具体限制。

[0069] 在示例性实施方式中,第三元件组G3由像侧至物侧可包括具有负光焦度的第六透镜E6、具有正光焦度的第七透镜E7以及具有负光焦度的第八透镜E8。

[0070] 在示例性实施方式中,第三元件组G3内的第六透镜E6、第七透镜E7以及第八透镜E8可位于光轴II上。第六透镜E6、第七透镜E7以及第八透镜E8可沿光轴II从第五透镜E5至像侧依序排列。

[0071] 作为示例,第六透镜E6的物侧面可为凹面,像侧面可为凸面。

[0072] 作为示例,第七透镜E7的物侧面可为凸面或者凹面,像侧面可为凸面。

[0073] 作为示例,第八透镜E8的物侧面可为凹面,像侧面可为凹面。

[0074] 应当理解的是,第三元件组G3所包含的透镜的数量为三仅为示例性,本申请对于第三元件组G3所包含的透镜的数量不作具体限制。

[0075] 需要说明的是,第三透镜E3至第八透镜E8中任意透镜的物侧面为凸面是指该表面朝向物侧凸起,第三透镜E3至第八透镜E8中任意透镜的物侧面为凹面是指该表面朝向物侧凹陷。第三透镜E3至第八透镜E8中任意透镜的像侧面为凸面是指该表面朝向像侧凸起,第三透镜E3至第八透镜E8中任意透镜的像侧面为凹面是指该表面朝向像侧凹陷。此外,第三透镜E3至第八透镜E8中任意透镜的物侧面和像侧面为凸面或凹面是指在近轴区域处的表面。

[0076] 在示例性实施方式中,光学系统100还可包括滤光片E9。滤光片E9可设置于第三元件组G3的像侧,并且可用于对自第三元件组G3出射的光线进行过滤。滤光片E9可例如为红外滤光片。

[0077] 在示例性实施方式中,光学系统100还可包括光阑ST0。光阑ST0可例如设置在第二透镜E2与第三透镜E3之间。

[0078] 在示例性实施方式中,第一透镜E1至第八透镜E8的至少一个表面为非球面表面。非球面透镜的特点是:从透镜中心到透镜周边,曲率是连续变化的。与从透镜中心到透镜周边具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,进而改善成像质量。

[0079] 图2示出了根据本申请实施例的包含有镜筒组件的光学系统的结构示意图。

[0080] 在示例性实施方式中,如图2所示,光学系统100还可包括镜筒组件200。镜筒组件200可包括第一镜筒210、第二镜筒220以及第三镜筒230。第一元件组G1可固定于第一镜筒210内。第二元件组G2可固定于第二镜筒220内。第三元件组G3可固定于第三镜筒230内。第一镜筒210可具有位于入光侧的第一开口和位于出光侧的第二开口,第一透镜E1可设置于第一开口内,第二透镜E2可设置于第二开口内,反射元件P可设置于第一开口和第二开口之间。第一开口的内径可大于第二开口的内径,或者第一开口的内径可等于第二开口的内径。第二镜筒220中的对应于不同透镜的部分的内径不同。第三镜筒230中的对应于不同透镜的部分的内径不同。

[0081] 在光学系统100进行连续变焦过程中,第一镜筒210及设置于其内部的第一元件组G1的位置固定。第二镜筒220带动设置于其内部的第二元件组G2沿光轴II移动,第三镜筒230带动设置于其内部的第三元件组G3沿光轴II移动。

[0082] 作为示例,在光学系统100从短焦状态向长焦状态进行连续变焦过程中,第一镜筒210及设置于其内部的第一元件组G1的位置固定。第二镜筒220带动设置于其内部的第二元件组G2沿光轴II向第一镜筒210方向移动,第三镜筒230带动设置于其内部的第三元件组G3沿光轴II向第一镜筒210方向移动。进一步地,第三镜筒230带动设置于其内部的第三元件组G3沿光轴II移动以调整与第二镜筒220的间隔距离。

[0083] 作为示例,在光学系统100从长焦状态向短焦状态进行连续变焦过程中,第一镜筒210及设置于其内部的第一元件组G1的位置固定。第二镜筒220带动设置于其内部的第二元

件组G2沿光轴II向像面IMA方向移动,第三镜筒230带动设置于其内部的第三元件组G3沿光轴II向像面IMA方向移动。进一步地,第三镜筒230带动设置于其内部的第三元件组G3沿光轴II移动以调整与第二镜筒220的间隔距离。

[0084] 在示例性实施方式中,在光学系统100进行连续变焦过程中,可通过第一马达(未示出)驱动第二镜筒220以及设置于其内部的第二元件组G2沿光轴II移动,可通过第二马达(为示出)驱动第三镜筒230以及设置于其内部的第三元件组G3沿光轴II移动。

[0085] 在示例性实施方式中,光学系统100在短焦状态下可满足: $0.2 < \tan(FOV/2) \leq 0.3$,其中,FOV为光学系统100的最大视场角。合理配置光学系统100的最大视场角的一半的正切值,能够使得光学系统100具有较小的视场角,有利于光学系统100对远距离的物体成像,从而确保光学系统100在远距离下具有良好的成像质量。

[0086] 在示例性实施方式中,光学系统100在短焦状态下可满足: $3.4 < D1/CT1 < 4.2$,其中, $D1$ 为第一透镜E1的最大有效半口径, $CT1$ 为第一透镜E1在光轴(例如,光轴I)上的中心厚度。 $D1$ 可例如为第一透镜E1的物侧面的有效半口径和第一透镜E1的像侧面的有效半口径中的最大值。合理配置第一透镜E1的最大有效半口径 $D1$ 与第一透镜E1的中心厚度 $CT1$ 的比值,在满足第一透镜E1的可加工性要求的情况下,能够减小光学系统100的总高度,并且使得光学系统100的结构更加紧凑,从而减小光学系统100的体积,还有利于提升光学系统100的光圈。

[0087] 在示例性实施方式中,光学系统100在短焦状态下可满足: $2.8 < D2/CT2 < 5.3$,其中, $D2$ 为第二透镜E2的最大有效半口径, $CT2$ 为第二透镜E2在光轴(例如,光轴II)上的中心厚度。 $D2$ 可例如为第二透镜E2的物侧面的有效半口径和第二透镜E2的像侧面的有效半口径中的最大值。合理配置第二透镜E2的最大有效半口径与第二透镜E2的中心厚度的比值,在满足第二透镜E2的可加工性要求的情况下,能够减小光学系统100的总长度,并且使得光学系统100的结构更加紧凑,从而减小光学系统100的体积。

[0088] 在示例性实施方式中,光学系统100可满足: $3.0 < |f1/f2| \leq 5.8$,其中, $f1$ 为第一透镜E1的有效焦距, $f2$ 为第二透镜E2的有效焦距。合理配置第一透镜E1与第二透镜E2的有效焦距之比,能够使得第一透镜E1对光线具有较强的收束能力,对光圈的扩大作用较强,并且保证光线在被反射元件P反射后仍处于收束状态,有利于减小第二透镜E2的口径,进而减小后端元件组(例如,第二元件组G2和第三元件组G3)内的透镜的口径,减小后端元件组的肩高。

[0089] 在示例性实施方式中,光学系统100在短焦状态下可满足: $1.5 < |FG1/EFL| < 1.8$,其中, $FG1$ 为第一元件组G1的有效焦距, EFL 是光学系统100的有效焦距。合理配置第一元件组G1的有效焦距与是光学系统100的有效焦距之比,使第二元件组G2之前的前端元件组(例如,第一元件组G1)对光线起到收束作用,有助于减小后端元件组的肩高。

[0090] 在示例性实施方式中,光学系统100在短焦状态下可满足: $5.8\text{mm} < |EFL/(FG1/FG23)| < 7.4\text{mm}$,其中, EFL 为光学系统100的有效焦距, $FG1$ 为第一元件组G1的有效焦距, $FG23$ 为第二元件组G2和第三元件组G3的组合焦距。合理配置光学系统100的有效焦距、第一元件组G1的有效焦距以及第二元件组G2和第三元件组G3的组合焦距,能够保证光学系统100在不同焦距状态下拍摄物体时通过第二元件组G2和/第三元件组G3的有限移动即可实现最佳对焦效果,从而有利于保证光学系统100在不同焦距状态下的成像性能良好,还有利于扩大

光学系统100在不同焦距状态下的成像范围。

[0091] 在示例性实施方式中,光学系统100在短焦状态下可满足: $1.6 < SL/EFL < 3.3$,其中,SL为光学系统100在预设主光轴方向(例如,光轴II)上的总长度,EFL为光学系统100的有效焦距。合理配置光学系统100的总长度SL与光学系统100的有效焦距之比,能够实现光学系统100具有长焦特性的同时,缩短光学系统100的总长度。

[0092] 在示例性实施方式中,光学系统100在短焦状态下可满足: $4.4 < SL/EPD < 7.0$,其中,SL为光学系统100在预设主光轴(例如,光轴II)方向上的总长度,EPD为光学系统100的入瞳直径。合理配置光学系统100的总长度SL与光学系统100的入瞳直径之比,能够使光学系统100满足大光圈需求的同时,缩短光学系统100的总长度。

[0093] 在示例性实施方式中,光学系统100在短焦状态下可满足: $0.3 < GH/EPD < 0.6$,其中,GH为第二元件组G2和第三元件组G3内各个透镜的最大口径的最大值,EPD为所述光学系统的入瞳直径。合理配置光学系统100的肩高与光学系统100的入瞳直径EPD之比,能够使光学系统100满足大光圈需求的同时,缩短光学系统100的肩高。

[0094] 在示例性实施方式中,在光学系统100连续变焦过程中,光学系统100可满足: $1.7 < |\Delta EFL / \Delta W1| < 2.8$,其中, ΔEFL 为光学系统100在第一状态下的有效焦距与光学系统100在第二状态下的有效焦距的变化量, $\Delta W1$ 为光学系统100在第一状态下的第一元件组G1与第二元件组G2在光轴(例如,光轴II)上的间隔距离与光学系统100在第二状态下的第一元件组G1与第二元件组G2在光轴(例如,光轴II)上的间隔距离的变化量。

[0095] 应当指出,光学系统100的第一状态可为光学系统100的长焦状态、短焦状态或长焦状态与短焦状态之间的任意状态(例如,中焦状态)。光学系统100的第二状态也可为光学系统100的长焦状态、短焦状态或长焦状态与短焦状态之间的任意状态(例如,中焦状态)。其中,第一状态与第二状态不同。例如,光学系统100的第一状态可为短焦状态,光学系统100的第二状态可为长焦状态。又例如,光学系统100的第一状态可为短焦状态,光学系统100的第二状态可为中焦状态。再例如,光学系统100的第一状态可为中焦状态,光学系统100的第二状态可为长焦状态。

[0096] 在不同的状态下,光学系统100的有效焦距彼此不同,第一元件组G1与第二元件组G2在光轴(例如,光轴II)上的距离W1彼此不同。合理约束在不同状态下的光学系统100的有效焦距的变化量和第一元件组G1与第二元件组G2在光轴(例如,光轴II)上的间隔距离的变化量,能够保证第二元件组G2在较短移动距离的情况下,光学系统100的有效焦距变化较大,从而保证光学系统100能够在较大范围的焦段内连续变焦。举例而言,若 ΔEFL 和 $\Delta W1$ 的比值小于上述范围的最小值,为了保证光学系统100有效焦距的变化量满足设计需求,则第二元件组G2需要移动较大的距离,从而导致光学系统100的总长度增大,不利于光学系统100的总长度的降低。若 ΔEFL 和 $\Delta W1$ 的比值大于上述范围的最大值,当第二元件组G2移动较小的距离时,光学系统100的有效焦距变化较大,导致光学系统100难以达到短焦状态下的预期有效焦距,进而难以实现较大焦段范围内的连续变焦。

[0097] 在示例性实施方式中,在光学系统100连续变焦过程中,光学系统100可满足: $1.5 < |\Delta EFL / \Delta W2| < 3.5$,其中, ΔEFL 为光学系统100在第一状态下的有效焦距与光学系统100在第二状态下的有效焦距的变化量, $\Delta W2$ 为光学系统100在第一状态下的第三元件组G3与光学系统100的像面IMA在光轴(例如,光轴II)上的间隔距离与光学系统100在第二状态下的

第三元件组G3与像面IMA在光轴(例如,光轴II)上的间隔距离的变化量。

[0098] 在不同的状态下,光学系统100的有效焦距彼此不同,第三元件组G3与光学系统100的像面IMA在光轴(例如,光轴II)上的间隔距离W2彼此不同。合理约束在不同状态下的光学系统100的有效焦距的变化量和第三元件组G3与像面IMA在光轴(例如,光轴II)上的间隔距离的变化量,能够保证第三元件组G3在较短移动距离的情况下,光学系统100的有效焦距变化较大,从而保证光学系统100能够在较大范围的焦段内连续变焦。

[0099] 在示例性实施方式中,在光学系统100连续变焦过程中,光学系统100可满足: $|\Delta W3| < 1\text{mm}$,其中, $\Delta W3$ 为光学系统100在第一状态下的第五透镜E5的像侧面与第六透镜E6的物侧面在光轴(例如,光轴II)上的间隔距离与光学系统100在第二状态下的第五透镜E5的像侧面与第六透镜E6的物侧面在光轴(例如,光轴II)上的间隔距离的变化量。合理约束 $\Delta W3$,有利于减小第二元件组G2和第三元件组G3的相对移动距离,从而有助于简化马达运动,节省成本。

[0100] 在示例性实施方式中,第二透镜E2至第八透镜E8中的至少一个透镜可为切边透镜。例如,切边比可为0.8。上述切边透镜在第一方向和第二方向的半口径可不同。第一透镜E1也可作为切边透镜,且该切边透镜在第一方向和第三方向的半口径可不同。其中,第一方向可例如为与光轴I和光轴II形成的平面相垂直的方向。第二方向可例如为与光轴I相平行的方向。第三方向可例如为与光轴II相平行的方向。通过设置切边透镜,可进一步减小后端元件组(例如,第二元件组G2和第三元件组G3)在第一方向上的总宽度或者后端元件组的肩高,从而减小光学系统100在第一方向上的总宽度或者光学系统100的总高度。

[0101] 根据本申请的上述实施方式的光学系统100可采用八片透镜和一个反射元件。通过合理分配各透镜以及反射元件的光学参数,在光学系统100的尺寸满足要求的情况下,光学系统100能够实现连续变焦功能。

[0102] 在本申请中,SL表示光学系统100在预设主光轴(例如,光轴II)方向上的总长度,具体地,SL为第一透镜E1与像面IMA在光轴II上的间隔距离。GH表示后端元件组(例如,第二元件组G2和第三元件组G3)的肩高,具体地,GH由第二元件组G2和第三元件组G3内各透镜在第二方向(例如,与光轴I平行的方向)的最大口径决定。SH表示光学系统100的总高度,具体地,SH为光学系统100在第二方向(例如,与光轴I平行的方向)上的总高度。

[0103] 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,可改变构成光学系统100的透镜的数量,来获得本说明书中描述的各个结果和优点。

[0104] 下面参照附图进一步描述可适用于上述实施方式的光学系统的具体实施例。

实施例1

[0105] 以下参照图3、图4、图5以及图6描述实施例1的光学系统。图3示出了根据本申请实施例1的光学系统在短焦状态下的结构示意图。

[0106] 如图3所示,光学系统100可包括由物侧至像侧依序排列的第一元件组G1、第二元件组G2以及第三元件组G3。像侧可例如设置有像面IMA。

[0107] 第一元件组G1可包括第一透镜E1、反射元件P和第二透镜E2。第二元件组G2可包括第三透镜E3、第四透镜E4以及第五透镜E5。第三元件组G3可包括第六透镜E6、第七透镜E7以及第八透镜E8。具体地,第一透镜E1可位于光轴I上并设置在物侧和反射元件P之间。第二透镜E2、第三透镜E3、第四透镜E4、第五透镜E5、第六透镜E6、第七透镜E7以及第八透镜E8沿光

轴II由反射元件P至像侧依序排列。例如,第八透镜E8和像面IMA之间可设置有滤光片E9。例如,光阑STO可设置于第二透镜E2与第三透镜E3之间。

[0108] 第一透镜E1可具有正光焦度,其物侧面S1为凸面,像侧面S2为凸面。反射元件P可具有反射面S3,并且反射面S3为平面。第二透镜E2可具有负光焦度,其物侧面S4为凸面,像侧面S5为凹面。第三透镜E3可具有正光焦度,其物侧面S6为凸面,像侧面S7为凸面。第四透镜E4可具有负光焦度,其物侧面S8为凸面,像侧面S9为凹面。第五透镜E5可具有正光焦度,其物侧面S10为凸面,像侧面S11为凸面。第六透镜E6可具有负光焦度,其物侧面S12为凹面,像侧面S13为凸面。第七透镜E7可具有正光焦度,其物侧面S14为凹面,像侧面S15为凸面。第八透镜E8可具有负光焦度,其物侧面S16为凹面,像侧面S17为凹面。滤光片E9可具有物侧面S18和像侧面S19。来自物体的光依序穿过各表面S1至S19并最终成像在像面IMA上。

[0109] 表1示出了实施例1的光学系统100的基本参数。其中,曲率半径、厚度/距离的单位均为毫米(mm)。在本实施例中,各表面的曲率半径的数值符号的正负表示表面的弯曲方向。光轴I和光轴II上的透镜的表面的弯曲方向相同时,表面的曲率半径的数值符号的正负属性相反。同样地,各表面的厚度/距离的数值符号的正负仅表示方向。

[0110] 表1

面号	元件	表面类型	曲率半径	厚度/距离	材质	材料		焦距
						折射率	阿贝数	
S1	第一透镜	非球面	180.1439	1.4854	塑料	1.650	21.840	54.42
S2		非球面	-44.3545	5.0105				
S3	反射元件	球面	无穷大	-4.0123				
S4	第二透镜	非球面	-48.5270	-0.8315	塑料	1.590	29.862	-15.69
S5		非球面	-7.7628	W1				
STO	光圈	球面	无穷大	0.7530				
S6	第三透镜	非球面	-10.6581	-2.8000	塑料	1.536	54.534	8.70
S7		非球面	7.5818	-0.0300				
S8	第四透镜	非球面	-4.7661	-0.6000	塑料	1.621	24.469	-14.02
S9		非球面	-2.9380	-1.0068				
S10	第五透镜	非球面	-37.5423	-2.6000	塑料	1.535	55.799	12.35
S11		非球面	7.8588	W3				
S12	第六透镜	非球面	5.0725	-0.6623	塑料	1.599	29.396	-17.68
S13		非球面	10.1529	-2.9781				
S14	第七透镜	非球面	103.6919	-2.5000	塑料	1.671	19.267	10.97
S15		非球面	7.0018	-0.0350				
S16	第八透镜	非球面	8.6556	-1.7911	塑料	1.543	48.837	-9.34
S17		非球面	-13.2875	W2'				
S18	滤光片	球面	无穷大	-0.2100	玻璃	1.517	64.210	
S19		球面	无穷大	-0.1650				
IMA	像面	球面	无穷大					

[0112] 在光学系统100进行连续变焦过程中,第一元件组G1的位置固定,第二元件组G2沿光轴II移动以进行变焦,第三元件组G3沿光轴II移动以进行变焦和补偿。在光学系统100从短焦状态向长焦状态进行变焦过程中,第二元件组G2和第三元件组G3均沿光轴II向第一元件组G1的方向移动,第三元件组G3与第二元件组G2在光轴II上的间隔距离可调整。在此过程中,第一元件组G1与第二元件组G2在光轴II上的间隔距离(即,第二透镜E2的像侧面与第三透镜E3的物侧面在光轴II上的间隔距离)W1、第三元件组G3与像面IMA在光轴II上的间隔距离(即,第八透镜E8的像侧面与像面IMA在光轴II上的间隔距离)W2以及第二元件组G2和

第三元件组G3在光轴II上的间隔距离(即,第五透镜E5的像侧面和第六透镜E6的物侧面在光轴II上的间隔距离)W3均为变量,改变W1、W2以及W3使得光学系统100在长焦状态和短焦状态之间进行连续变焦,从而改变光学系统100的有效焦距EFL和倍率。需要说明的是,表1中W2'表示第八透镜E8的像侧面与滤光片E9的物侧面在光轴II上的间隔距离,W2'也为变量。W2可为W2'、滤光片E9在光轴II上的中心厚度以及滤光片E9与像面IMA在光轴II上的间隔距离的总和。

[0113] 在实施例1中,光学系统100的总长度SL为38.583mm,第一元件组G1的有效焦距FG1为-32.197mm,第二元件组G2的有效焦距FG2为8.773mm,第三元件组G3的有效焦距FG3为-13.359mm。此外,表2示出了实施例1的光学系统100分别在短焦状态、中焦状态以及长焦状态下的参数。其中,除了上文所述的W1、W2'、W3以及EFL以外,肩高GH、总高SH、第一透镜E1的最大有效半口径D1、第二透镜E2的最大有效半口径D2、第二元件组G2和第三元件组G3的组合焦距FG23、光学系统100的最大视场角FOV、光学系统100在第一方向上的光圈值Fnox、光学系统100在第二方向上的光圈值Fnoy、光学系统100的光圈值Fno也随着光学系统100的状态变化而改变。在表2中,FOV的单位为度(°),W1、W2'、W3、D1、D2、FG23、GH、SH以及EFL的单位均为毫米(mm)。

[0114] 表2

参数	短焦状态	中焦状态	长焦状态
W1	6.478	3.782	1.353
W2'	4.385	7.718	10.342
W3	2.327	1.691	1.499
D1	6.194	6.117	5.781
D2	3.509	3.390	3.121
FG23	10.593	11.240	11.451
GH	3.745	3.389	3.100
SH	10.187	9.958	9.798
EFL	19.400	25.026	31.000
FOV	32.619	25.389	20.555
Fnox	2.132	2.750	3.407
Fnoy	2.665	3.438	4.258
Fno	2.252	2.906	3.599

[0116] 在本实施例中,第一透镜E1至第八透镜E8中的任意一个透镜的物侧面和像侧面均为非球面,各非球面透镜的面型可利用但不限于以下非球面公式进行限定:

$$[0117] \quad X(Y) = \frac{(Y^2/R)}{1 + \sqrt{1 - (1+K) \cdot (Y^2/R^2)}} + \sum A_i Y^i \quad (1)$$

[0118] 其中,X(Y)表示非球面上距离光轴为Y的点与相切于非球面光轴上交点切面的相对距离;Y表示非球面曲线上的点与光轴的垂直距离;R表示曲率半径;K表示圆锥系数; A_i 表示第i阶非球面系数。表3给出了可用于实施例1中各非球面表面S1-S2、S4-S17的圆锥系数K和高次项系数 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} 、 A_{12} 、 A_{14} 、 A_{16} 、 A_{18} 和 A_{20} 。

[0119] 表3

[0120]

面号	K	A ₄	A ₆	A ₈	A ₁₀	A ₁₂	A ₁₄	A ₁₆	A ₁₈	A ₂₀
S1	34.528	1.75E-01	2.41E-03	-1.62E-03	3.80E-05	2.47E-04	-6.10E-05	2.00E-05	0.00E+00	0.00E+00
S2	-79.364	-3.71E-02	3.92E-02	-3.49E-02	4.07E-03	-2.18E-03	1.46E-03	5.91E-04	0.00E+00	0.00E+00
S4	-57.381	6.25E-01	-8.55E-02	1.59E-02	-3.44E-03	4.10E-04	-2.69E-04	-2.90E-05	0.00E+00	0.00E+00
S5	-15.793	1.13E-03	3.05E-03	-3.96E-03	2.11E-03	-9.09E-04	4.09E-04	-3.04E-04	-5.40E-05	-1.05E-04
S6	-31.559	-3.39E-01	8.81E-02	-7.45E-03	4.03E-03	-1.11E-03	2.18E-04	-1.48E-04	5.50E-05	0.00E+00
S7	0.933	-9.04E-01	1.02E-01	-2.69E-02	7.08E-03	-2.96E-03	4.70E-04	-1.65E-04	1.10E-04	-2.50E-05
S8	-0.012	1.85E+00	-7.79E-02	2.84E-02	-4.70E-03	3.47E-03	-1.74E-03	5.28E-04	3.50E-05	-1.20E-05
S9	-2.344	7.34E-01	-1.06E-01	2.50E-02	-1.05E-02	4.69E-03	-2.33E-03	5.51E-04	-5.50E-05	1.73E-07
S10	-40.908	-1.58E-01	2.76E-02	-5.17E-03	-8.84E-04	2.76E-04	-2.00E-04	-2.47E-04	8.10E-05	-1.00E-05
S11	-0.824	7.62E-03	-1.14E-03	-1.23E-03	2.08E-04	1.02E-04	9.60E-05	-1.90E-05	-1.50E-05	-1.00E-06
S12	0.000	-1.52E+00	1.69E-01	-3.57E-02	6.94E-03	-1.31E-03	2.68E-04	-4.30E-05	-1.70E-05	6.00E-06
S13	0.000	-1.33E+00	1.25E-01	-2.34E-02	3.08E-03	-2.13E-04	2.40E-05	3.00E-05	-2.70E-05	-3.00E-06
S14	0.000	-2.52E-01	3.76E-02	-4.54E-03	1.05E-03	-4.42E-04	7.00E-05	-1.90E-05	1.10E-05	-3.00E-06
S15	-2.053	-8.12E-02	-1.54E-02	1.25E-02	-7.67E-03	1.88E-03	-1.48E-03	1.03E-03	-2.96E-04	2.90E-05
S16	0.000	-3.08E-02	-1.12E-01	2.62E-02	-1.27E-02	3.51E-03	-2.10E-03	1.36E-03	-3.91E-04	4.00E-05
S17	0.000	3.19E-01	-9.26E-02	1.26E-02	-6.60E-03	1.10E-03	-7.60E-04	2.05E-04	-5.60E-05	4.30E-05

[0121] 图4示出了实施例1的光学系统100在短焦状态下的轴上色差曲线,其表示不同波长的光线经由光学系统100后的会聚焦点偏离。图5示出了实施例1的光学系统100在短焦状态下的像散曲线,其表示不同像高对应的子午像面弯曲和弧矢像面弯曲。图6示出了实施例1的光学系统100在短焦状态下的畸变曲线,其表示不同像高对应的畸变大小值。根据图4、图5和图6可知,实施例1的光学系统100在短焦状态下能够实现良好的成像质量。

实施例2

[0122] 以下参照图7、图8、图9以及图10描述实施例2的光学系统。在本实施例及以下实施例中,为简洁起见,将省略部分与实施例1相似的描述。图7示出了根据本申请实施例2的光学系统在短焦状态下的结构示意图。

[0123] 如图7所示,光学系统100可包括由物侧至像侧依序排列的第一元件组G1、第二元件组G2以及第三元件组G3。像侧可例如设置有像面IMA。

[0124] 第一元件组G1可包括第一透镜E1、反射元件P和第二透镜E2。第二元件组G2可包括第三透镜E3、第四透镜E4以及第五透镜E5。第三元件组G3可包括第六透镜E6、第七透镜E7以及第八透镜E8。具体地,第一透镜E1位于光轴I上并设置在物侧和反射元件P之间。第二透镜E2、第三透镜E3、第四透镜E4、第五透镜E5、第六透镜E6、第七透镜E7以及第八透镜E8沿光轴II由反射元件P至像侧依序排列。例如,第八透镜E8和像面IMA之间可设置有滤光片E9。例如,光阑ST0可设置于第二透镜E2与第三透镜E3之间。

[0125] 第一透镜E1可具有正光焦距,其物侧面S1为凸面,像侧面S2为凸面。反射元件P可具有反射面S3,并且反射面S3为平面。第二透镜E2可具有负光焦距,其物侧面S4为凸面,像侧面S5为凹面。第三透镜E3可具有正光焦距,其物侧面S6为凸面,像侧面S7为凸面。第四透镜E4可具有负光焦距,其物侧面S8为凸面,像侧面S9为凹面。第五透镜E5可具有正光焦距,其物侧面S10为凸面,像侧面S11为凸面。第六透镜E6可具有负光焦距,其物侧面S12为凹面,像侧面S13为凸面。第七透镜E7可具有正光焦距,其物侧面S14为凸面,像侧面S15为凸面。第八透镜E8可具有负光焦距,其物侧面S16为凹面,像侧面S17为凹面。滤光片E9可具有物侧面S18和像侧面S19。来自物体的光依序穿过各表面S1至S19并最终成像在像面IMA上。

[0126] 表4示出了实施例2的光学系统100的基本参数,其中,曲率半径、厚度/距离的单位均为毫米(mm)。

[0127] 表4

面号	元件	表面类型	曲率半径	厚度/距离	材质	材料		焦距
						折射率	阿贝数	
S1	第一透镜	非球面	164.2807	1.8002	塑料	1.652	20.738	60.82
S2		非球面	-52.6772	5.0168				
S3	反射元件	球面	无穷大	-6.0138				
S4	第二透镜	非球面	-50.6902	-0.9255	塑料	1.587	30.509	-16.8
S5		非球面	-8.2366	W1				
STO	光圈	球面	无穷大	0.7372				
S6	第三透镜	非球面	-10.6934	-2.8211	塑料	1.537	54.546	8.69
S7		非球面	7.5599	-0.0300				
S8	第四透镜	非球面	-4.7650	-0.6397	塑料	1.625	24.244	-13.65
S9		非球面	-2.9055	-1.0176				
S10	第五透镜	非球面	-34.5881	-2.6004	塑料	1.535	55.665	12.09
S11		非球面	7.7710	W3				
S12	第六透镜	非球面	4.9807	-0.7334	塑料	1.597	28.974	-18.14
S13		非球面	9.6866	-2.4846				
S14	第七透镜	非球面	-193.1430	-2.2941	塑料	1.671	18.703	12.64
S15		非球面	8.9221	-0.0391				
S16	第八透镜	非球面	13.0096	-1.6160	塑料	1.540	47.493	-10.41
S17		非球面	-10.3883	W2'				
S18	滤光片	球面	无穷大	-0.2100	玻璃	1.517	64.210	
S19		球面	无穷大	-0.1649				
IMA	像面	球面	无穷大					

[0129] 在光学系统100进行连续变焦过程中,第一元件组G1的位置固定,第二元件组G2沿光轴II移动以进行变焦,第三元件组G3沿光轴II移动以进行变焦和补偿。在光学系统100从短焦状态向长焦状态进行变焦中,第二元件组G2和第三元件组G3均沿光轴II向第一元件组G1的方向移动,第三元件组G3与第二元件组G2在光轴II上的间隔距离可调整。在此过程中,第一元件组G1与第二元件组G2在光轴II上的间隔距离(即,第二透镜E2的像侧面与第三透镜E3的物侧面在光轴II上的间隔距离)W1、第三元件组G3与像面IMA在光轴II上的间隔距离(即,第八透镜E8的像侧面与像面IMA在光轴II上的间隔距离)W2以及第二元件组G2和第三元件组G3在光轴II上的间隔距离(即,第五透镜E5的像侧面和第六透镜E6的物侧面在光轴II上的间隔距离)W3均为变量,改变W1、W2以及W3使得光学系统100在长焦状态和短焦状态之间进行连续变焦,从而改变光学系统100的有效焦距EFL和倍率。需要说明的是,表4中W2'表示第八透镜E8的像侧面与滤光片E9的物侧面在光轴II上的间隔距离,W2'也为变量。W2可为W2'、滤光片E9在光轴II上的中心厚度以及滤光片E9与像面IMA在光轴II上的间隔距离的总和。

[0130] 在实施例2中,光学系统100的总长度SL为37.538mm,第一元件组G1的有效焦距FG1为-31.904mm,第二元件组G2的有效焦距FG2为8.768mm,第三元件组G3的有效焦距FG3为-13.570mm。此外,表5示出了实施例2的光学系统100分别在短焦状态、中焦状态以及长焦状态下的参数。其中,除了上文所述的W1、W2'、W3以及EFL以外,肩高GH、总高SH、第一透镜E1的最大有效半口径D1、第二透镜E2的最大有效半口径D2、第二元件组G2和第三元件组G3的组合焦距FG23、光学系统100的最大视场角FOV、光学系统100在第一方向上的光圈值Fnox、光学系统100在第二方向上的光圈值Fnoy、光学系统100的光圈值Fno也随着光学系统100的状

态变化而改变。在表5中,FOV的单位为度($^{\circ}$),W1、W2'、W3、D1、D2、FG23、GH、SH以及EFL的单位均为毫米(mm)。

[0131] 表5

参数	短焦状态	中焦状态	长焦状态
W1	6.297	3.761	1.485
W2'	4.536	7.808	10.362
W3	2.285	1.549	1.271
D1	6.164	6.061	5.650
D2	3.597	3.486	3.235
FG23	10.409	11.125	11.422
GH	3.638	3.446	3.169
SH	10.379	10.292	10.155
EFL	18.152	23.202	28.404
FOV	31.295	24.583	20.129
Fnox	2.086	2.550	3.121
Fnoy	2.593	3.178	3.891
Fno	2.200	2.691	3.294

[0133] 在本实施例中,第一透镜E1至第八透镜E8中的任意一个透镜的物侧面和像侧面均为非球面。表6给出了可用于实施例2中各非球面表面S1-S2、S4-S17的圆锥系数K和高次项系数 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} 、 A_{12} 、 A_{14} 、 A_{16} 、 A_{18} 和 A_{20} 。

[0134] 表6

面号	K	A_4	A_6	A_8	A_{10}	A_{12}	A_{14}	A_{16}	A_{18}	A_{20}
S1	36.786	1.63E-01	8.44E-03	-4.68E-03	-4.44E-04	8.00E-05	7.50E-05	-2.30E-05	0.00E+00	0.00E+00
S2	-71.478	3.11E-02	1.39E-02	-2.11E-02	2.46E-03	-8.09E-04	-9.70E-04	-4.39E-04	0.00E+00	0.00E+00
S4	-45.578	6.24E-01	-7.92E-02	1.45E-02	-1.92E-03	5.77E-04	-7.10E-05	-1.60E-05	0.00E+00	0.00E+00
S5	-16.599	2.22E-02	2.97E-03	-2.76E-03	1.37E-03	-4.26E-04	1.91E-04	-5.50E-05	2.00E-05	-5.00E-06
S6	-31.257	-3.46E-01	9.06E-02	-4.79E-03	4.83E-03	-6.65E-04	3.57E-04	-6.70E-05	5.60E-05	0.00E+00
S7	0.940	-9.08E-01	1.06E-01	-2.33E-02	7.84E-03	-2.46E-03	5.63E-04	-1.90E-05	5.90E-05	-1.70E-05
S8	-0.010	1.85E+00	-7.78E-02	2.84E-02	-4.25E-03	3.59E-03	-1.63E-03	6.30E-04	2.70E-05	-2.20E-05
S9	-2.335	7.33E-01	-1.07E-01	2.47E-02	-1.06E-02	4.86E-03	-2.29E-03	5.75E-04	-2.60E-05	1.10E-05
S10	-52.828	-1.55E-01	2.45E-02	-5.83E-03	-1.44E-03	4.63E-04	-2.41E-04	-2.66E-04	1.43E-04	2.60E-05
S11	-0.857	6.73E-03	-4.44E-03	-1.87E-03	-6.00E-05	-3.90E-05	3.50E-05	-4.30E-05	-9.00E-06	-2.00E-06
S12	0.000	-1.52E+00	1.68E-01	-3.36E-02	6.35E-03	-1.34E-03	2.81E-04	-4.20E-05	2.00E-06	-1.64E-07
S13	0.000	-1.33E+00	1.27E-01	-1.99E-02	2.84E-03	-3.02E-04	2.60E-05	3.00E-05	-7.00E-06	-1.00E-06
S14	0.000	-2.14E-01	3.72E-02	-2.57E-03	1.60E-03	-4.89E-04	7.80E-05	-2.50E-05	2.10E-05	-4.00E-06
S15	-1.757	-7.46E-02	-6.82E-03	1.42E-02	-6.22E-03	1.93E-03	-1.39E-03	9.97E-04	-2.81E-04	2.80E-05
S16	0.000	-2.16E-02	-1.06E-01	2.29E-02	-1.11E-02	3.62E-03	-2.00E-03	1.37E-03	-4.23E-04	4.70E-05
S17	0.000	3.50E-01	-9.53E-02	8.31E-03	-3.98E-03	2.09E-03	2.91E-04	6.80E-04	1.12E-04	9.40E-05

[0136] 图8示出了实施例2的光学系统100在短焦状态下的轴上色差曲线,其表示不同波长的光线经由光学系统100后的会聚焦点偏离。图9示出了实施例2的光学系统100在短焦状态下的像散曲线,其表示不同像高对应的子午像面弯曲和弧矢像面弯曲。图10示出了实施例2的光学系统100在短焦状态下的畸变曲线,其表示不同像高对应的畸变大小值。根据图8、图9和图10可知,实施例2的光学系统100在短焦状态下能够实现良好的成像质量。

实施例3

[0137] 以下参照图11、图12、图13以及图14描述实施例3的光学系统。图11示出了根据本申请实施例3的光学系统在短焦状态下的结构示意图。

[0138] 如图11所示,光学系统100可包括由物侧至像侧依序排列的第一元件组G1、第二元

件组G2以及第三元件组G3。像侧可例如设置有像面IMA。

[0139] 第一元件组G1可包括第一透镜E1、反射元件P和第二透镜E2。第二元件组G2可包括第三透镜E3、第四透镜E4以及第五透镜E5。第三元件组G3可包括第六透镜E6、第七透镜E7以及第八透镜E8。具体地,第一透镜E1位于光轴I上并设置在物侧和反射元件P之间。第二透镜E2、第三透镜E3、第四透镜E4、第五透镜E5、第六透镜E6、第七透镜E7以及第八透镜E8沿光轴II由反射元件P至像侧依序排列。例如,第八透镜E8和像面IMA之间可设置有滤光片E9。例如,光阑ST0可设置于第二透镜E2与第三透镜E3之间。

[0140] 第一透镜E1可具有正光焦度,其物侧面S1为凸面,像侧面S2为凸面。反射元件P可具有反射面S3,并且反射面S3为平面。第二透镜E2可具有负光焦度,其物侧面S4为凸面,像侧面S5为凹面。第三透镜E3可具有正光焦度,其物侧面S6为凸面,像侧面S7为凸面。第四透镜E4可具有负光焦度,其物侧面S8为凸面,像侧面S9为凹面。第五透镜E5可具有正光焦度,其物侧面S10为凸面,像侧面S11为凸面。第六透镜E6可具有负光焦度,其物侧面S12为凹面,像侧面S13为凸面。第七透镜E7可具有正光焦度,其物侧面S14为凹面,像侧面S15为凸面。第八透镜E8可具有负光焦度,其物侧面S16为凹面,像侧面S17为凹面。滤光片E9可具有物侧面S18和像侧面S19。来自物体的光依序穿过各表面S1至S19并最终成像在像面IMA上。

[0141] 表7示出了实施例3的光学系统100的基本参数,其中,曲率半径、厚度/距离的单位均为毫米(mm)。

[0142] 表7

[0143]

面号	元件	表面类型	曲率半径	厚度/距离	材质	材料		焦距
						折射率	阿贝数	
S1	第一透镜	非球面	83.4079	1.7997	塑料	1.627	25.012	56.56
S2		非球面	-61.9671	5.1053				
S3	反射元件	球面	无穷大	-7.9092				
S4	第二透镜	非球面	-42.3140	-0.9027	塑料	1.605	28.259	-18.35
S5		非球面	-8.7706	W1				
STO	光圈	球面	无穷大	0.7305				
S6	第三透镜	非球面	-10.6803	-2.8000	塑料	1.535	55.799	8.65
S7		非球面	7.4660	-0.0300				
S8	第四透镜	非球面	-4.8244	-0.6000				
S9		非球面	-2.9085	-1.4358	塑料	1.614	26.787	-13.45
S10	第五透镜	非球面	-42.1364	-2.5489	塑料	1.535	55.799	15.19
S11		非球面	9.8995	W3				
S12	第六透镜	非球面	5.8046	-0.6000				
S13		非球面	13.0957	-4.0280	塑料	1.575	35.265	-18.60
S14	第七透镜	非球面	44.3150	-2.2200	塑料	1.648	21.218	11.55
S15		非球面	6.5762	-0.0403				
S16	第八透镜	非球面	7.1956	-2.6618				
S17		非球面	-22.2310	W2'	塑料	1.536	55.029	-9.80
S18	滤光片	球面	无穷大	-0.2100	玻璃	1.517	64.210	
S19		球面	无穷大	-0.3469				
IMA	像面	球面	无穷大					

[0144] 在光学系统100进行连续变焦过程中,第一元件组G1的位置固定,第二元件组G2沿光轴II移动以进行变焦,第三元件组G3沿光轴II移动以进行变焦和补偿。在光学系统100从短焦状态向长焦状态进行变焦中,第二元件组G2和第三元件组G3均沿光轴II向第一元件组

G1的方向移动,第三元件组G3与第二元件组G2在光轴II上的间隔距离可调整。在此过程中,第一元件组G1与第二元件组G2在光轴II上的间隔距离(即,第二透镜E2的像侧面与第三透镜E3的物侧面在光轴II上的间隔距离)W1、第三元件组G3与像面IMA在光轴II上的间隔距离(即,第八透镜E8的像侧面与像面IMA在光轴II上的间隔距离)W2以及第二元件组G2和第三元件组G3在光轴II上的间隔距离(即,第五透镜E5的像侧面和第六透镜E6的物侧面在光轴II上的间隔距离)W3均为变量,改变W1、W2以及W3使得光学系统100在长焦状态和短焦状态之间进行连续变焦,从而改变光学系统100的有效焦距EFL和倍率。需要说明的是,表7中W2'表示第八透镜E8的像侧面与滤光片E9的物侧面在光轴II上的间隔距离,W2'也为变量。W2可为W2'、滤光片E9在光轴II上的中心厚度以及滤光片E9与像面IMA在光轴II上的间隔距离的总和。

[0145] 在实施例3中,光学系统100的总长度SL为42.500mm,第一元件组G1的有效焦距FG1为-43.215mm,第二元件组G2的有效焦距FG2为9.929mm,第三元件组G3的有效焦距FG3为-13.692mm。此外,表8示出了实施例3的光学系统100分别在短焦状态、中焦状态以及长焦状态下的参数。其中,除了上文所述的W1、W2'、W3以及EFL以外,肩高GH、总高SH、第一透镜E1的最大有效半口径D1、第二透镜E2的最大有效半口径D2、第二元件组G2和第三元件组G3的组合焦距FG23、光学系统100的最大视场角FOV、光学系统100在第一方向上的光圈值Fnox、光学系统100在第二方向上的光圈值Fnoy、光学系统100的光圈值Fno也随着光学系统100的状态变化而改变。在表8中,FOV的单位为度($^{\circ}$),W1、W2'、W3、D1、D2、FG23、GH、SH以及EFL的单位均为毫米(mm)。

[0146] 表8

参数	短焦状态	中焦状态	长焦状态
W1	6.347	3.803	1.356
W2'	4.843	7.941	10.643
W3	2.186	1.633	1.377
D1	7.164	6.556	5.711
D2	3.608	3.349	2.987
FG23	-12.564	-13.241	-13.579
GH	3.297	3.038	2.871
SH	10.565	10.372	10.223
EFL	25.400	31.200	37.500
FOV	24.836	20.257	16.903
Fnox	2.776	3.410	4.098
Fnoy	3.503	4.304	5.172
Fno	2.942	3.615	4.344

[0148] 在本实施例中,第一透镜E1至第八透镜E8中的任意一个透镜的物侧面和像侧面均为非球面。表9给出了可用于实施例3中各非球面表面S1-S2、S4-S17的圆锥系数K和高次项系数 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} 、 A_{12} 、 A_{14} 、 A_{16} 、 A_{18} 和 A_{20} 。

[0149] 表9

[0150]

面号	K	A ₄	A ₆	A ₈	A ₁₀	A ₁₂	A ₁₄	A ₁₆	A ₁₈	A ₂₀
S1	-67.454	1.50E-01	5.96E-03	3.14E-03	8.69E-04	6.70E-05	-1.48E-04	-6.00E-06	0.00E+00	0.00E+00
S2	-73.938	1.98E-02	5.55E-02	-4.47E-03	-7.72E-03	-5.18E-03	-1.05E-03	1.46E-04	0.00E+00	0.00E+00
S4	-9.382	6.03E-01	-7.00E-02	1.25E-02	-1.88E-03	2.59E-04	-1.51E-04	-4.40E-05	0.00E+00	0.00E+00
S5	-17.421	2.02E-02	4.78E-03	-2.55E-03	1.19E-03	-3.66E-04	1.32E-04	-5.00E-05	1.10E-05	-7.00E-06
S6	-27.972	-3.70E-01	7.72E-02	-7.20E-03	3.95E-03	-6.89E-04	1.75E-04	-2.70E-05	6.10E-05	0.00E+00
S7	0.962	-8.87E-01	9.38E-02	-3.18E-02	9.11E-03	-4.76E-03	9.77E-04	-3.99E-04	-6.00E-06	-7.00E-05
S8	-0.009	1.85E+00	-8.37E-02	2.72E-02	-4.01E-03	1.29E-03	-9.35E-04	8.37E-04	-3.28E-04	-4.20E-05
S9	-2.315	7.20E-01	-1.11E-01	2.95E-02	-1.10E-02	3.81E-03	-1.51E-03	1.01E-03	-4.90E-04	-1.30E-05
S10	-20.836	-1.59E-01	2.29E-02	-1.31E-03	3.60E-04	5.02E-04	2.92E-04	-4.50E-05	-1.23E-04	-1.09E-04
S11	-0.950	4.50E-05	-1.91E-03	-9.10E-04	9.34E-04	2.65E-04	-3.90E-05	-1.37E-04	-6.10E-05	-2.10E-05
S12	0.000	-1.48E+00	1.83E-01	-3.53E-02	6.85E-03	-1.53E-03	2.42E-04	-2.60E-05	-9.00E-06	2.61E-07
S13	0.000	-1.34E+00	1.26E-01	-2.23E-02	2.83E-03	-5.15E-04	-4.80E-05	3.20E-05	-1.10E-05	-4.12E-07
S14	0.000	-2.46E-01	3.35E-02	-4.52E-03	6.97E-04	-3.67E-04	-2.80E-05	-1.23E-07	9.00E-06	-1.00E-06
S15	-1.684	-7.54E-02	-2.84E-02	1.43E-02	-8.09E-03	2.42E-03	-1.66E-03	1.01E-03	-2.93E-04	3.30E-05
S16	0.000	-1.96E-01	-9.89E-02	2.47E-02	-1.19E-02	3.72E-03	-2.02E-03	1.31E-03	-3.96E-04	4.40E-05
S17	0.000	-8.39E-02	-7.39E-02	-4.18E-04	-7.90E-03	-1.53E-04	-9.24E-04	-1.60E-05	-6.70E-05	4.70E-05

[0151] 图12示出了实施例3的光学系统100在短焦状态下的轴上色差曲线,其表示不同波长的光线经由光学系统100后的会聚焦点偏离。图13示出了实施例3的光学系统100在短焦状态下的像散曲线,其表示不同像高对应的子午像面弯曲和弧矢像面弯曲。图14示出了实施例3的光学系统100在短焦状态下的畸变曲线,其表示不同像高对应的畸变大小值。根据图12、图13和图14可知,实施例3的光学系统100在短焦状态下能够实现良好的成像质量。

实施例4

[0152] 以下参照图15、图16、图17以及图18描述实施例4的光学系统。图15示出了根据本申请实施例4的光学系统在短焦状态下的结构示意图。

[0153] 如图15所示,光学系统100可包括由物侧至像侧依序排列的第一元件组G1、第二元件组G2以及第三元件组G3。像侧可例如设置有像面IMA。

[0154] 第一元件组G1可包括第一透镜E1、反射元件P和第二透镜E2。第二元件组G2可包括第三透镜E3、第四透镜E4以及第五透镜E5。第三元件组G3可包括第六透镜E6、第七透镜E7以及第八透镜E8。具体地,第一透镜E1位于光轴I上并设置在物侧和反射元件P之间。第二透镜E2、第三透镜E3、第四透镜E4、第五透镜E5、第六透镜E6、第七透镜E7以及第八透镜E8沿光轴II由反射元件P至像侧依序排列。例如,第八透镜E8和像面IMA之间可设置有滤光片E9。例如,光阑ST0可设置于第二透镜E2与第三透镜E3之间。

[0155] 第一透镜E1可具有正光焦距,其物侧面S1为凸面,像侧面S2为凸面。反射元件P可具有反射面S3,并且反射面S3为平面。第二透镜E2可具有负光焦距,其物侧面S4为凸面,像侧面S5为凹面。第三透镜E3可具有正光焦距,其物侧面S6为凸面,像侧面S7为凸面。第四透镜E4可具有负光焦距,其物侧面S8为凸面,像侧面S9为凹面。第五透镜E5可具有正光焦距,其物侧面S10为凸面,像侧面S11为凸面。第六透镜E6可具有负光焦距,其物侧面S12为凹面,像侧面S13为凸面。第七透镜E7可具有正光焦距,其物侧面S14为凹面,像侧面S15为凸面。第八透镜E8可具有负光焦距,其物侧面S16为凹面,像侧面S17为凹面。滤光片E9可具有物侧面S18和像侧面S19。来自物体的光依序穿过各表面S1至S19并最终成像在像面IMA上。

[0156] 表10示出了实施例4的光学系统100的基本参数,其中,曲率半径、厚度/距离的单位均为毫米(mm)。

[0157] 表10

[0158]

面号	元件	表面类型	曲率半径	厚度/距离	材质	材料		焦距
						折射率	阿贝数	
S1	第一透镜	非球面	112.8851	1.5873	塑料	1.648	22.195	54.81
S2		非球面	-52.1482	4.9929				
S3	反射元件	球面	无穷大	-6.0927				
S4	第二透镜	非球面	-42.3140	-0.7083	塑料	1.595	28.746	-17.95
S5		非球面	-8.7706	W1				
STO	光圈	球面	无穷大	0.7513				
S6	第三透镜	非球面	-10.6916	-3.0697	塑料	1.535	55.799	8.70
S7		非球面	7.4581	-0.0300				
S8	第四透镜	非球面	-4.8130	-0.6000	塑料	1.618	26.167	-13.79
S9		非球面	-2.9369	-1.2244				
S10	第五透镜	非球面	-61.7837	-2.6500	塑料	1.535	55.799	13.98
S11		非球面	8.4152	W3				
S12	第六透镜	非球面	5.3805	-0.6433	塑料	1.594	30.496	-16.49
S13		非球面	12.3869	-3.5067				
S14	第七透镜	非球面	86.7997	-2.1223	塑料	1.668	19.504	11.96
S15		非球面	7.4456	-0.0400				
S16	第八透镜	非球面	8.2971	-2.6738	塑料	1.545	48.531	-10.29
S17		非球面	-19.4990	W2'				
S18	滤光片	球面	无穷大	-0.2100	玻璃	1.517	64.210	
S19		球面	无穷大	-0.2681				
IMA	像面	球面	无穷大					

[0159] 在光学系统100进行连续变焦过程中,第一元件组G1的位置固定,第二元件组G2沿光轴II移动以进行变焦,第三元件组G3沿光轴II移动以进行变焦和补偿。在光学系统100从短焦状态向长焦状态进行变焦中,第二元件组G2和第三元件组G3均沿光轴II向第一元件组G1的方向移动,第三元件组G3与第二元件组G2在光轴II上的间隔距离可调整。在此过程中,第一元件组G1与第二元件组G2在光轴II上的间隔距离(即,第二透镜E2的像侧面与第三透镜E3的物侧面在光轴II上的间隔距离)W1、第三元件组G3与像面IMA在光轴II上的间隔距离(即,第八透镜E8的像侧面与像面IMA在光轴II上的间隔距离)W2以及第二元件组G2和第三元件组G3在光轴II上的间隔距离(即,第五透镜E5的像侧面和第六透镜E6的物侧面在光轴II上的间隔距离)W3均为变量,改变W1、W2以及W3使得光学系统100在长焦状态和短焦状态之间进行连续变焦,从而改变光学系统100的有效焦距EFL和倍率。需要说明的是,表10中W2'表示第八透镜E8的像侧面与滤光片E9的物侧面在光轴II上的间隔距离,W2'也为变量。W2可为W2'、滤光片E9在光轴II上的中心厚度以及滤光片E9与像面IMA在光轴II上的间隔距离的总和。

[0160] 在实施例4中,光学系统100的总长度SL为39.988mm,第一元件组G1的有效焦距FG1为-39.480mm,第二元件组G2的有效焦距FG2为9.494mm,第三元件组G3的有效焦距FG3为-13.052mm。此外,表11示出了实施例4的光学系统100分别在短焦状态、中焦状态以及长焦状态下的参数。其中,除了上文所述的W1、W2'、W3以及EFL以外,肩高GH、总高SH、第一透镜E1的最大有效半口径D1、第二透镜E2的最大有效半口径D2、第二元件组G2和第三元件组G3的组合焦距FG23、光学系统100的最大视场角FOV、光学系统100在第一方向上的光圈值Fnox、光学系统100在第二方向上的光圈值Fnoy、光学系统100的光圈值Fno也随着光学系统100的状态变化而改变。在表11中,FOV的单位为度(°),W1、W2'、W3、D1、D2、FG23、GH、SH以及EFL的单

位均为毫米(mm)。

[0161] 表11

参数	短焦状态	中焦状态	长焦状态
W1	6.331	3.920	1.467
W2°	4.811	7.756	10.478
W3	2.191	1.657	1.388
D1	6.422	6.049	5.301
D2	3.705	3.475	3.122
FG23	-12.087	-12.751	-13.114
GH	3.504	3.257	3.016
SH	10.134	9.977	9.851
EFL	22.800	27.914	33.800
FOV	25.096	20.533	16.994
Fnox	2.492	3.051	3.694
Fnoy	3.115	3.813	4.618
Fno	2.633	3.223	3.903

[0163] 在本实施例中,第一透镜E1至第八透镜E8中的任意一个透镜的物侧面和像侧面均为非球面。表12给出了可用于实施例4中各非球面表面S1-S2、S4-S17的圆锥系数K和高次项系数 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} 、 A_{12} 、 A_{14} 、 A_{16} 、 A_{18} 和 A_{20} 。

[0164] 表12

面号	K	A_4	A_6	A_8	A_{10}	A_{12}	A_{14}	A_{16}	A_{18}	A_{20}
S1	72.806	1.79E-01	4.08E-04	-2.80E-03	-7.09E-04	2.60E-05	1.30E-04	-1.40E-05	0.00E+00	0.00E+00
S2	-83.849	1.41E-01	7.80E-03	-1.94E-02	2.89E-03	-6.77E-04	-1.25E-03	-7.35E-04	0.00E+00	0.00E+00
S4	-13.556	6.07E-01	-8.16E-02	1.64E-02	-2.71E-03	1.09E-03	1.90E-05	8.20E-05	0.00E+00	0.00E+00
S5	-17.376	2.24E-02	-1.16E-03	-9.63E-04	5.47E-04	-2.60E-04	9.60E-05	-2.40E-05	1.60E-05	-1.04E-07
S6	-29.713	-3.50E-01	8.46E-02	-7.14E-03	3.95E-03	-9.93E-04	2.00E-04	-9.30E-05	4.10E-05	0.00E+00
S7	0.950	-8.95E-01	1.01E-01	-2.94E-02	7.77E-03	-3.63E-03	8.26E-04	-1.97E-04	7.80E-05	-2.80E-05
S8	-0.011	1.85E+00	-7.95E-02	2.77E-02	-4.92E-03	2.78E-03	-1.62E-03	7.40E-04	-4.20E-05	-1.90E-05
S9	-2.332	7.29E-01	-1.08E-01	2.65E-02	-1.10E-02	4.54E-03	-2.67E-03	8.28E-04	-7.70E-05	1.20E-05
S10	-31.834	-1.60E-01	2.90E-02	-4.69E-03	-3.80E-04	1.98E-04	-5.72E-04	-1.33E-04	1.67E-04	8.00E-06
S11	-0.857	5.95E-03	1.24E-03	-2.56E-03	7.57E-04	8.20E-05	1.41E-04	2.09E-04	9.30E-05	1.30E-05
S12	0.000	-1.49E+00	1.78E-01	-3.52E-02	6.79E-03	-1.37E-03	3.08E-04	-2.70E-05	-7.00E-06	1.00E-06
S13	0.000	-1.33E+00	1.26E-01	-2.19E-02	2.66E-03	-2.90E-04	9.40E-05	5.30E-05	-1.20E-05	-1.00E-06
S14	0.000	-2.20E-01	3.41E-02	-4.79E-03	-5.19E-04	-5.13E-04	3.40E-05	2.10E-05	8.00E-06	-2.00E-06
S15	-1.739	-7.05E-02	-2.33E-02	1.43E-02	-9.38E-03	2.50E-03	-1.73E-03	9.86E-04	-2.87E-04	3.40E-05
S16	0.000	-1.75E-01	-9.15E-02	2.41E-02	-1.17E-02	4.00E-03	-2.22E-03	1.30E-03	-4.01E-04	4.80E-05
S17	0.000	-5.40E-02	-9.09E-02	-1.09E-03	-6.21E-03	1.89E-03	1.55E-03	1.34E-03	2.76E-04	9.80E-05

[0166] 图16示出了实施例4的光学系统100在短焦状态下的轴上色差曲线,其表示不同波长的光线经由光学系统100后的会聚焦点偏离。图17示出了实施例4的光学系统100在短焦状态下的像散曲线,其表示不同像高对应的子午像面弯曲和弧矢像面弯曲。图18示出了实施例4的光学系统100在短焦状态下的畸变曲线,其表示不同像高对应的畸变大小值。根据图16、图17和图18可知,实施例4的光学系统100在短焦状态下能够实现良好的成像质量。

实施例5

[0167] 以下参照图19、图20、图21以及图22描述实施例5的光学系统。图19示出了根据本申请实施例5的光学系统在短焦状态下的结构示意图。

[0168] 如图19所示,光学系统100可包括由物侧至像侧依序排列的第一元件组G1、第二元件组G2以及第三元件组G3。像侧可例如设置有像面IMA。

[0169] 第一元件组G1可包括第一透镜E1、反射元件P和第二透镜E2。第二元件组G2可包括

第三透镜E3、第四透镜E4以及第五透镜E5。第三元件组G3可包括第六透镜E6、第七透镜E7以及第八透镜E8。具体地,第一透镜E1位于光轴I上并设置在物侧和反射元件P之间。第二透镜E2、第三透镜E3、第四透镜E4、第五透镜E5、第六透镜E6、第七透镜E7以及第八透镜E8沿光轴II由反射元件P至像侧依序排列。例如,第八透镜E8和像面IMA之间可设置有滤光片E9。例如,光阑STO可设置于第二透镜E2与第三透镜E3之间。

[0170] 第一透镜E1可具有正光焦度,其物侧面S1为凸面,像侧面S2为凸面。反射元件P可具有反射面S3,并且反射面S3为平面。第二透镜E2可具有负光焦度,其物侧面S4为凸面,像侧面S5为凹面。第三透镜E3可具有正光焦度,其物侧面S6为凸面,像侧面S7为凸面。第四透镜E4可具有负光焦度,其物侧面S8为凸面,像侧面S9为凹面。第五透镜E5可具有正光焦度,其物侧面S10为凸面,像侧面S11为凸面。第六透镜E6可具有负光焦度,其物侧面S12为凹面,像侧面S13为凸面。第七透镜E7可具有正光焦度,其物侧面S14为凸面,像侧面S15为凸面。第八透镜E8可具有负光焦度,其物侧面S16为凹面,像侧面S17为凹面。滤光片E9可具有物侧面S18和像侧面S19。来自物体的光依序穿过各表面S1至S19并最终成像在像面IMA上。

[0171] 表13示出了实施例5的光学系统100的基本参数,其中,曲率半径、厚度/距离的单位均为毫米(mm)。

[0172] 表13

面号	元件	表面类型	曲率半径	厚度/距离	材质	材料		焦距
						折射率	阿贝数	
S1	第一透镜	非球面	74.9275	1.7048	塑料	1.636	23.910	68.13
S2		非球面	-103.8011	4.8479				
S3	反射元件	球面	无穷大	-6.5323				
S4	第二透镜	非球面	-90.1341	-1.0842	塑料	1.539	52.326	-11.83
S5		非球面	-5.9528	W1				
STO	光圈	球面	无穷大	0.7015				
S6	第三透镜	非球面	-10.3549	-2.8200	塑料	1.535	55.799	8.63
S7		非球面	7.5794	-0.0300				
S8	第四透镜	非球面	-4.8351	-0.6000	塑料	1.667	19.600	-19.16
S9		非球面	-3.3404	-0.6900				
S10	第五透镜	非球面	-28.4460	-2.8300	塑料	1.535	55.799	11.79
S11		非球面	7.8568	W3				
S12	第六透镜	非球面	4.6737	-0.6239	塑料	1.640	23.230	-13.85
S13		非球面	10.3059	-2.5219				
S14	第七透镜	非球面	-106.2828	-2.3000	塑料	1.670	19.340	11.16
S15		非球面	8.0539	-0.0588				
S16	第八透镜	非球面	12.8915	-2.4723	塑料	1.544	49.018	-9.73
S17		非球面	-9.6486	W2'				
S18	滤光片	球面	无穷大	-0.2100	玻璃	1.517	64.210	
S19		球面	无穷大	-0.2666				
IMA	像面	球面	无穷大	0.0000				

[0174] 在光学系统100进行连续变焦过程中,第一元件组G1的位置固定,第二元件组G2沿光轴II移动以进行变焦,第三元件组G3沿光轴II移动以进行变焦和补偿。在光学系统100从短焦状态向长焦状态进行变焦中,第二元件组G2和第三元件组G3均沿光轴II向第一元件组G1的方向移动,第三元件组G3与第二元件组G2在光轴II上的间隔距离可调整。在此过程中,第一元件组G1与第二元件组G2在光轴II上的间隔距离(即,第二透镜E2的像侧面与第三透

镜E3的物侧面在光轴II上的间隔距离)W1、第三元件组G3与像面IMA在光轴II上的间隔距离(即,第八透镜E8的像侧面与像面IMA在光轴II上的间隔距离)W2以及第二元件组G2和第三元件组G3在光轴II上的间隔距离(即,第五透镜E5的像侧面和第六透镜E6的物侧面在光轴II上的间隔距离)W3均为变量,改变W1、W2以及W3使得光学系统100在长焦状态和短焦状态之间进行连续变焦,从而改变光学系统100的有效焦距EFL和倍率。需要说明的是,表13中W2'表示第八透镜E8的像侧面与滤光片E9的物侧面在光轴II上的间隔距离,W2'也为变量。W2可为W2'、滤光片E9在光轴II上的中心厚度以及滤光片E9与像面IMA在光轴II上的间隔距离的总和。

[0175] 在实施例5中,光学系统100的总长度SL为35.589mm,第一元件组G1的有效焦距FG1为-18.506mm,第二元件组G2的有效焦距FG2为7.570mm,第三元件组G3的有效焦距FG3为-11.805mm。此外,表14示出了实施例5的光学系统100分别在短焦状态、中焦状态以及长焦状态下的参数。其中,除了上文所述的W1、W2'、W3以及EFL以外,肩高GH、总高SH、第一透镜的最大有效半口径D1、第二透镜的最大有效半口径D2、第二元件组G2和第三元件组G3的组合焦距FG23、光学系统100的最大视场角FOV、光学系统100在第一方向上的光圈值Fnox、光学系统100在第二方向上的光圈值Fnoy、光学系统100的光圈值Fno也随着光学系统100的状态变化而改变。在表14中,FOV的单位为度($^{\circ}$),W1、W2'、W3、D1、D2、FG23、GH、SH以及EFL的单位均为毫米(mm)。

[0176] 表14

[0177]

参数	短焦状态	中焦状态	长焦状态
W1	9.721	5.370	1.302
W2'	3.523	8.382	11.606
W3	1.656	1.149	1.994
D1	6.400	5.017	3.751
D2	3.131	2.635	2.143
FG23	-8.850	-9.318	-8.564
GH	3.217	2.691	2.190
SH	9.414	9.064	8.851
EFL	12.300	19.902	31.200
FOV	33.442	20.609	13.157
Fnox	2.050	3.317	5.200
Fnoy	2.563	4.146	6.500
Fno	2.166	3.584	5.494

[0178] 在本实施例中,第一透镜E1至第八透镜E8中的任意一个透镜的物侧面和像侧面均为非球面。表15给出了可用于实施例5中各非球面表面S1-S2、S4-S17的圆锥系数K和高次项系数 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} 、 A_{12} 、 A_{14} 、 A_{16} 、 A_{18} 和 A_{20} 。

[0179] 表15

[0180]

面号	K	A ₄	A ₆	A ₈	A ₁₀	A ₁₂	A ₁₄	A ₁₆	A ₁₈	A ₂₀
S1	36.299	1.18E-01	-1.82E-02	-1.04E-02	9.64E-03	-1.16E-02	9.14E-03	4.35E-03	0.00E+00	0.00E+00
S2	-47.130	4.30E-01	3.84E-02	-3.33E-02	-4.24E-03	-1.57E-02	4.47E-03	2.30E-03	0.00E+00	0.00E+00
S4	-56.828	8.46E-01	-1.32E-01	2.51E-02	-3.74E-03	1.81E-03	-8.50E-05	6.60E-05	0.00E+00	0.00E+00
S5	-15.163	-3.48E-02	5.28E-03	-8.15E-03	3.09E-03	-1.26E-03	3.71E-04	-3.37E-04	3.00E-06	-6.70E-05
S6	-26.627	-3.66E-01	9.50E-02	-6.70E-03	3.34E-03	-7.70E-04	1.08E-04	-2.14E-04	3.00E-06	0.00E+00
S7	1.004	-8.77E-01	1.07E-01	-2.59E-02	1.04E-03	-2.27E-03	-1.08E-03	-4.25E-04	-6.40E-05	-8.10E-05
S8	0.002	1.84E+00	-8.61E-02	3.49E-02	-7.99E-03	2.97E-03	-1.41E-03	2.47E-04	2.38E-04	-8.20E-05
S9	-2.461	7.67E-01	-1.13E-01	3.18E-02	-1.02E-02	3.93E-03	-1.30E-03	2.28E-04	1.05E-04	-3.70E-05
S10	-15.168	-1.80E-01	4.12E-02	-3.56E-03	-3.90E-04	1.15E-03	1.28E-04	-1.50E-05	-1.40E-05	1.00E-06
S11	-1.330	-3.77E-02	1.50E-03	-1.16E-02	-2.03E-03	-1.10E-03	-4.72E-04	2.08E-04	3.73E-04	1.92E-04
S12	0.000	-1.56E+00	1.75E-01	-4.75E-02	7.32E-03	-2.15E-03	3.95E-04	-1.89E-04	9.20E-05	3.80E-05
S13	0.000	-1.33E+00	1.49E-01	-3.55E-02	7.91E-04	-1.41E-03	-6.90E-05	-1.01E-04	5.40E-05	5.20E-05
S14	0.000	-3.79E-01	7.82E-02	-3.52E-03	-7.10E-04	-6.78E-04	-1.70E-04	-1.67E-04	-4.80E-05	-6.70E-05
S15	-3.108	-1.52E-01	1.60E-02	-3.70E-03	4.00E-03	1.46E-03	-2.25E-03	2.50E-03	6.69E-04	-3.06E-04
S16	0.000	1.34E-01	-1.59E-01	8.84E-03	8.59E-03	3.40E-05	-2.60E-03	2.11E-03	-3.39E-03	-1.93E-03
S17	0.000	6.69E-01	-3.03E-01	3.46E-02	-1.93E-02	-6.09E-03	-8.17E-03	-1.80E-03	1.83E-03	1.51E-03

[0181] 图20示出了实施例5的光学系统100在短焦状态下的轴上色差曲线,其表示不同波长的光线经由光学系统100后的会聚焦点偏离。图21示出了实施例5的光学系统100在短焦状态下的像散曲线,其表示不同像高对应的子午像面弯曲和弧矢像面弯曲。图22示出了实施例5的光学系统100在短焦状态下的畸变曲线,其表示不同像高对应的畸变大小值。根据图20、图21以及图22可知,实施例5的光学系统100在短焦状态下能够实现良好的成像质量。

[0182] 表16示出了实施例1至5中的一些实施例的条件式的值。需要说明的是,表16中涉及D1、D2、EFL、SL以及GH条件式的数值均是通过光学系统在短焦状态下的D1、D2、EFL、SL以及GH来计算得到的。

[0183] 表16

[0184]

条件式/实施例	1	2	3	4	5
$\tan(\text{FOV}/2)$	0.293	0.280	0.220	0.223	0.300
D1/CT1	4.170	3.424	3.981	4.046	3.754
D2/CT2	4.220	3.887	3.997	5.231	2.888
$ f1/f2 $	3.467	3.620	3.083	3.054	5.759
$ FG1/EFL $	1.660	1.758	1.701	1.732	1.505
$ EFL/(FG1/FG23) $	6.383	5.922	7.385	6.980	5.882
SL/EFL	1.989	2.060	1.673	1.751	3.219
SL/EPD	4.479	4.532	4.923	4.618	6.972
GH/EPD	0.435	0.441	0.382	0.405	0.567

[0185] 表17示出了实施例1至5中的另一些实施例的条件式的值。需要说明的是,表17中各实施例的示例1表示 ΔEFL 、 $\Delta W1$ 以及 $\Delta W2$ 分别在短焦状态和长焦状态下的变化量,示例2表示 ΔEFL 、 $\Delta W1$ 以及 $\Delta W2$ 分别在短焦状态和中焦状态下的变化量,示例3表示 ΔEFL 、 $\Delta W1$ 以及 $\Delta W2$ 分别在中焦状态和长焦状态下的变化量。

[0186] 表17

[0187]

条件式/实施例	1			2			3		
	示例 1	示例 2	示例 3	示例 1	示例 2	示例 3	示例 1	示例 2	示例 3
$ \Delta\text{EFL}/\Delta\text{W1} $	2.263	2.086	2.460	2.131	1.991	2.286	2.424	2.280	2.575
$ \Delta\text{EFL}/\Delta\text{W2} $	1.947	1.688	2.277	1.760	1.544	2.037	2.086	1.872	2.331
条件式/实施例	4			5					
	示例 1	示例 2	示例 3	示例 1	示例 2	示例 3			
$ \Delta\text{EFL}/\Delta\text{W1} $	2.261	2.121	2.400	2.245	1.747	2.777			
$ \Delta\text{EFL}/\Delta\text{W2} $	1.941	1.736	2.163	2.339	1.565	3.504			

[0188] 本申请还提供一种摄像模组,摄像模组可例如为潜望式摄像模组。摄像模组可包括上述的光学系统以及用于将光学系统形成的光学图像转换为电信号的成像元件。

[0189] 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。

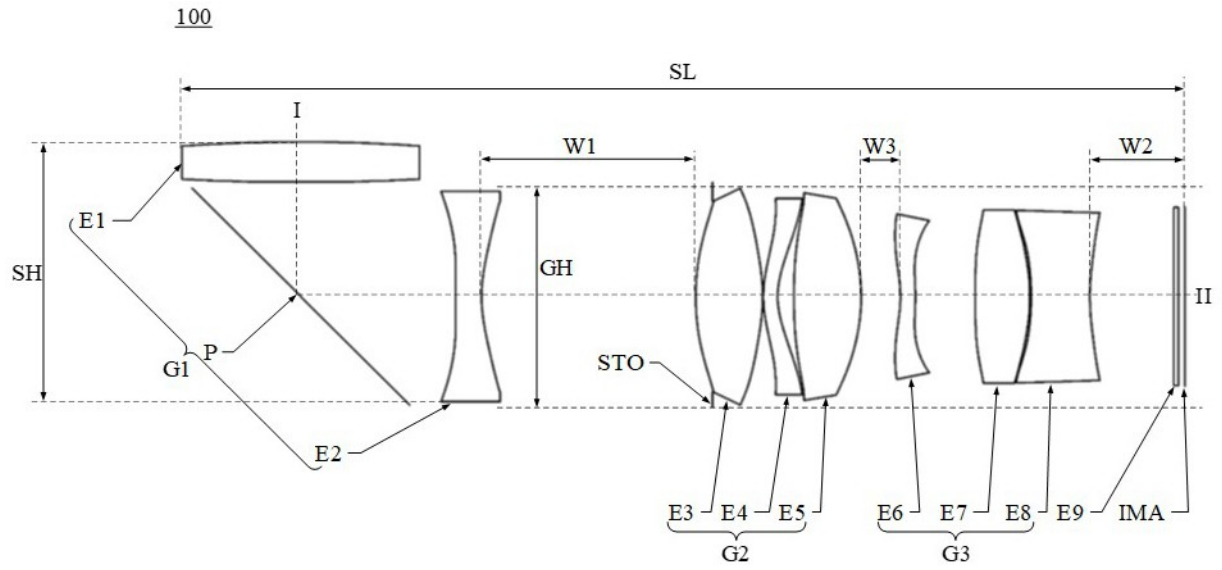


图 1

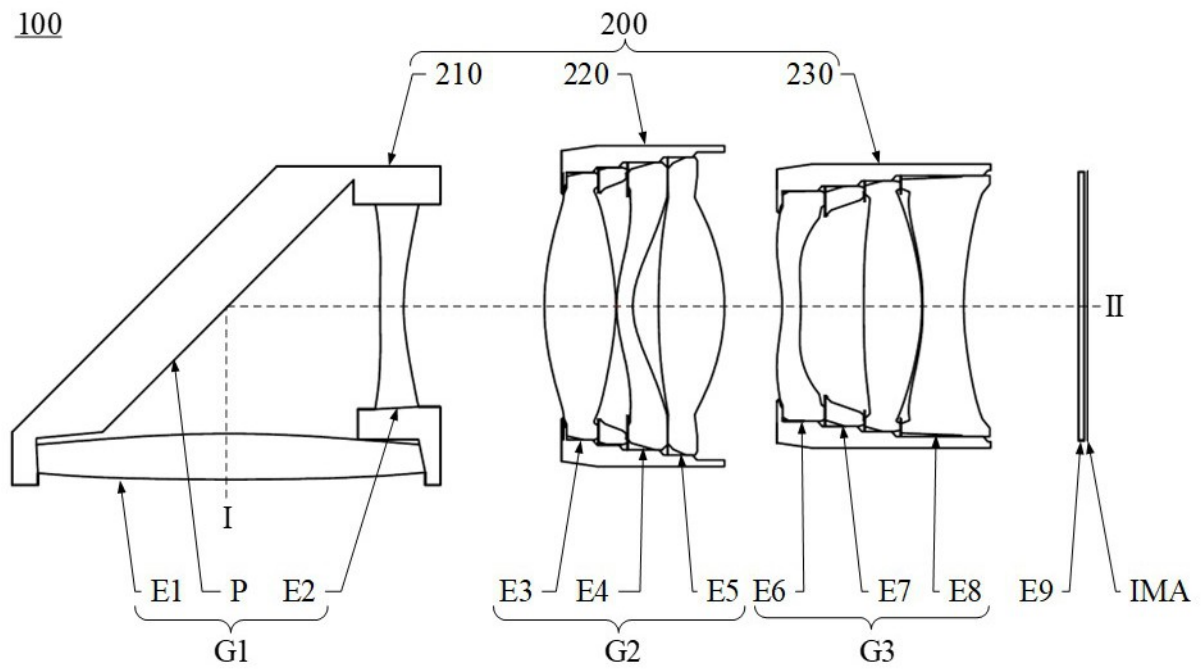


图 2

100

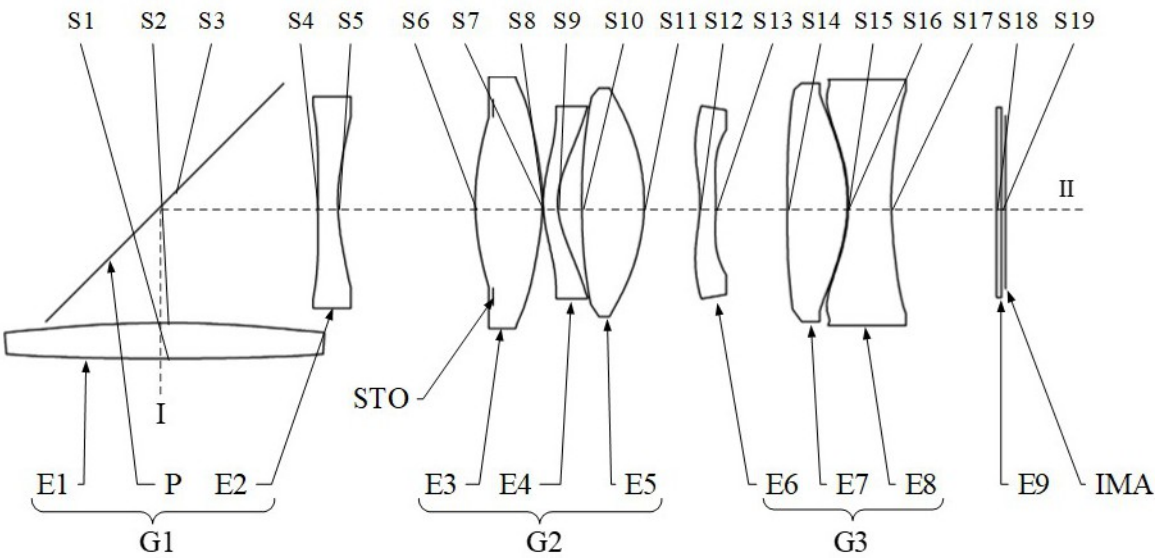


图 3

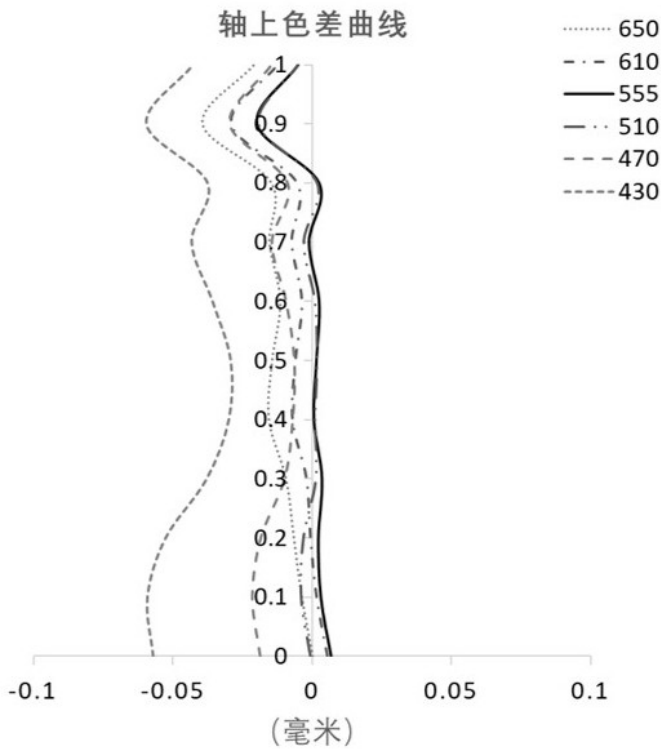


图 4

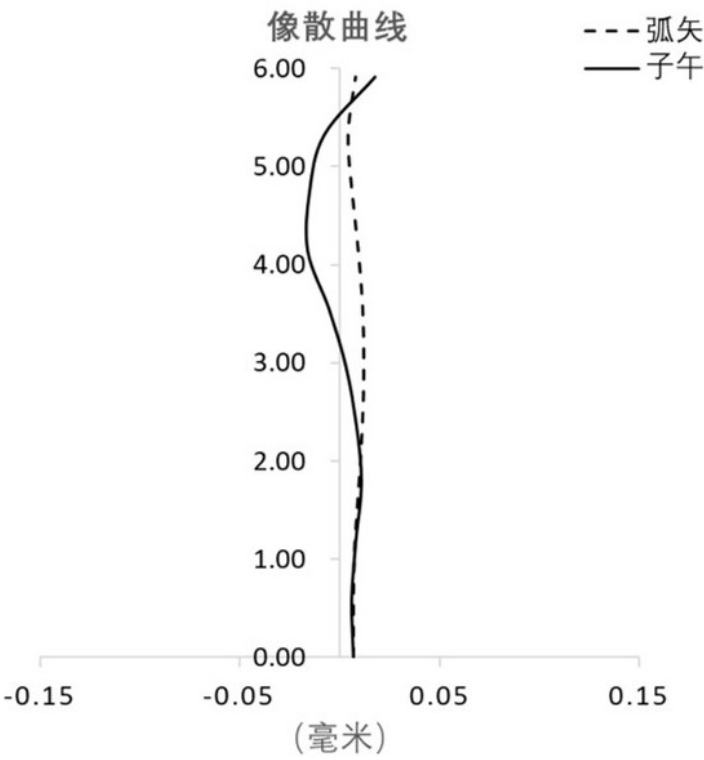


图 5

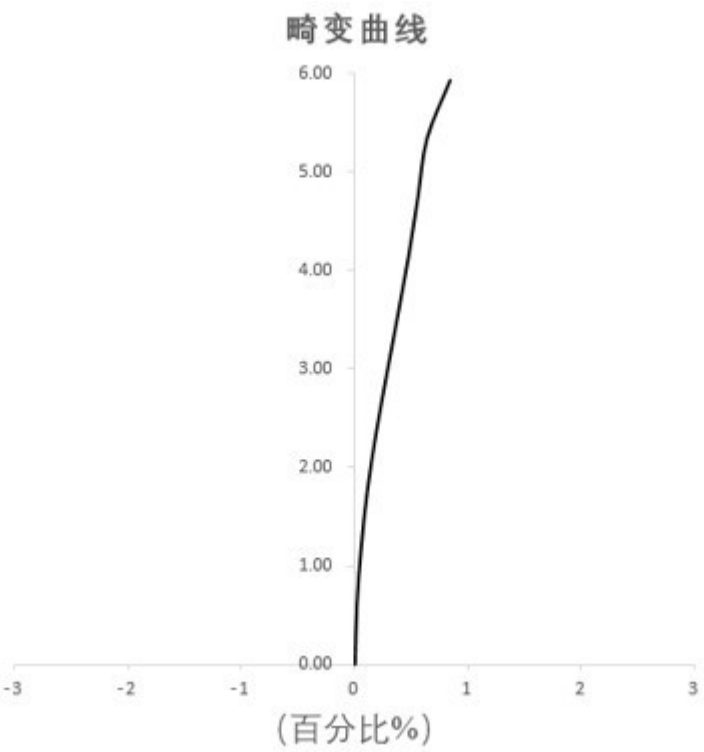


图 6

100

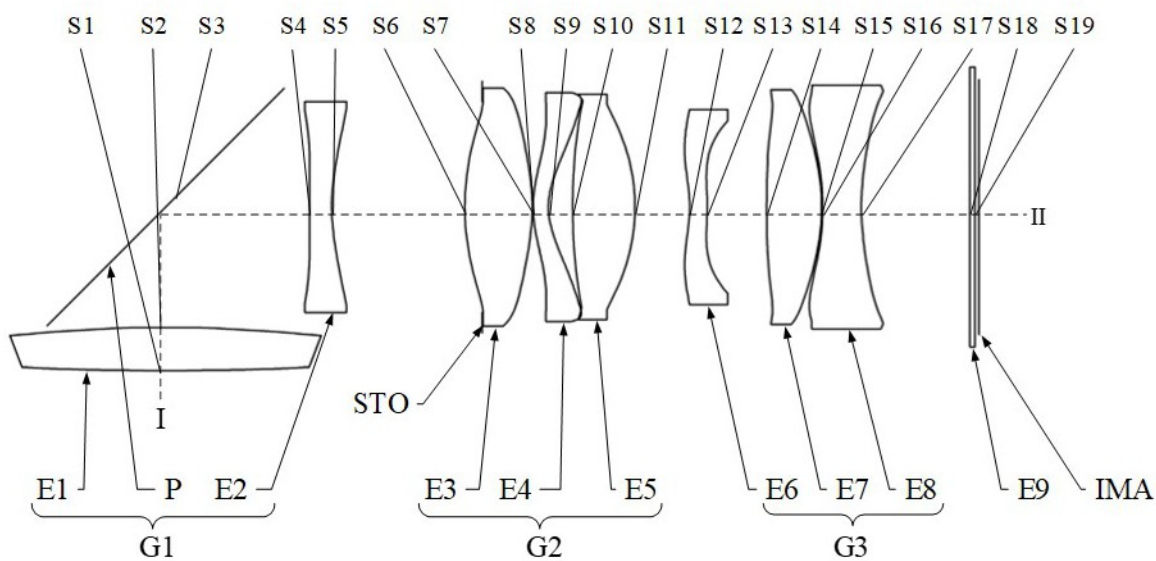


图 7

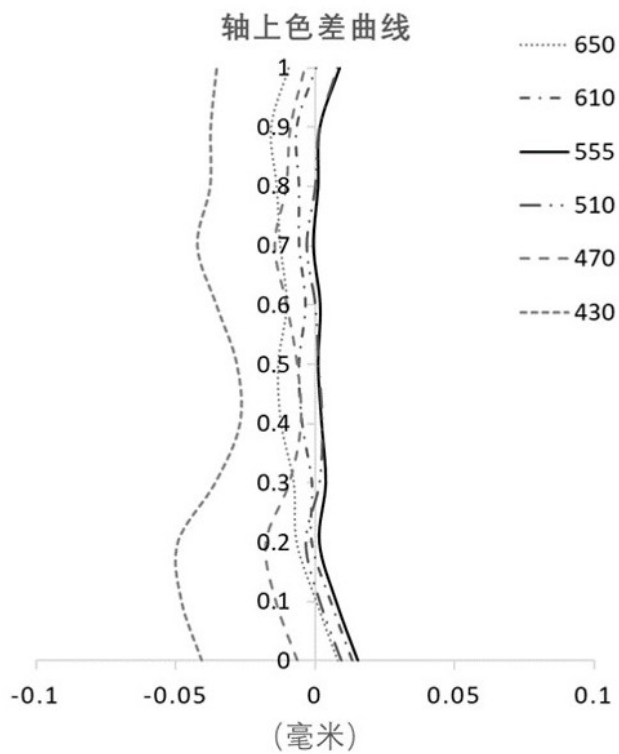


图 8

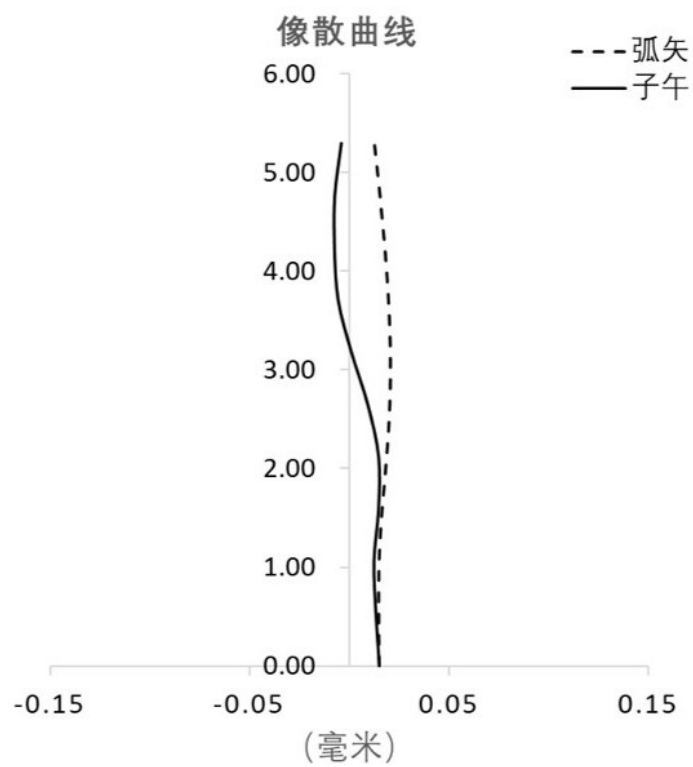


图 9

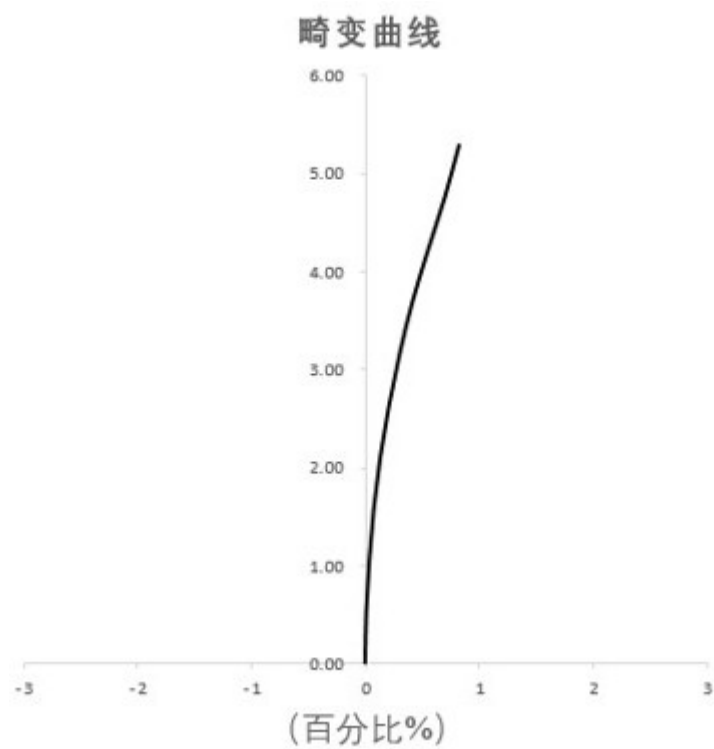


图 10

100

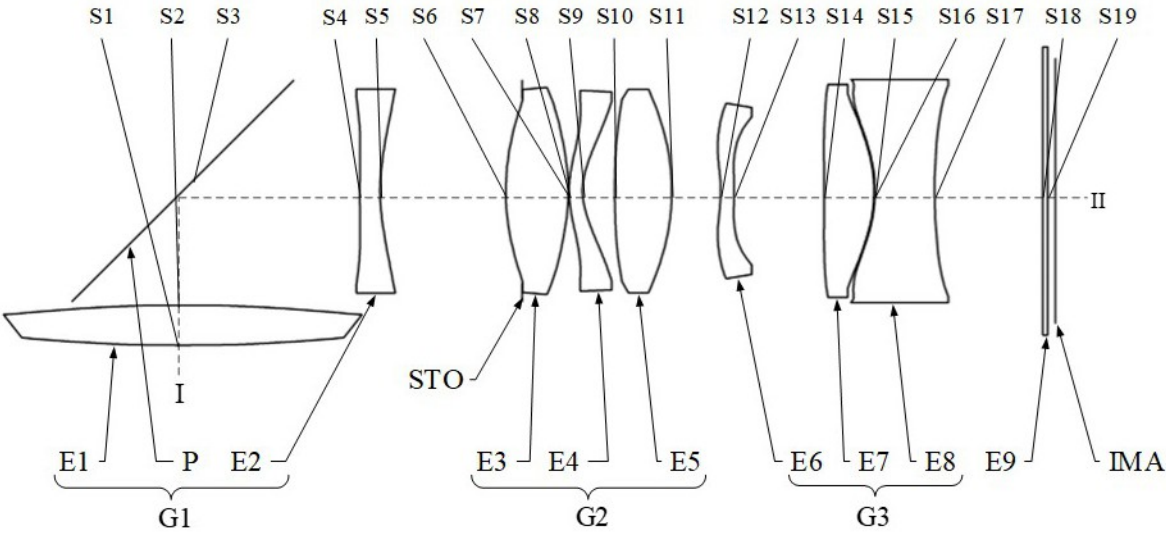


图 11

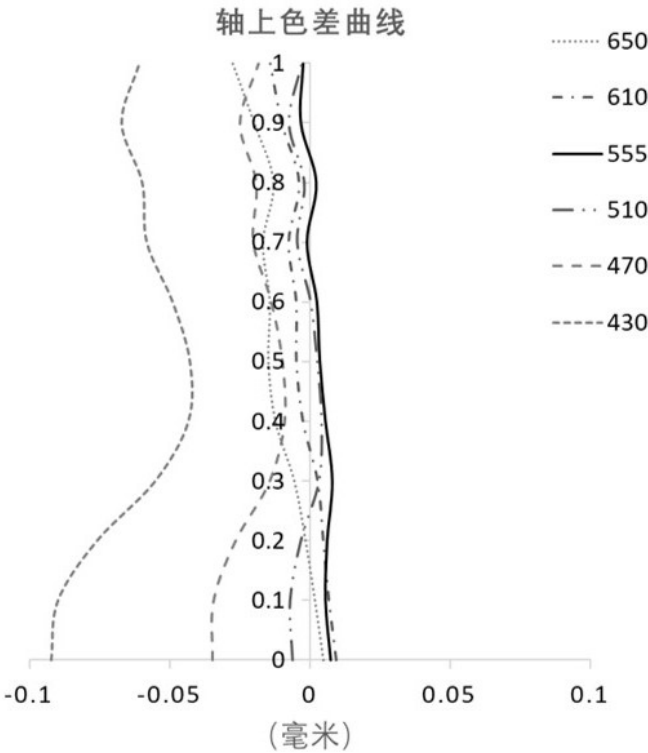


图 12

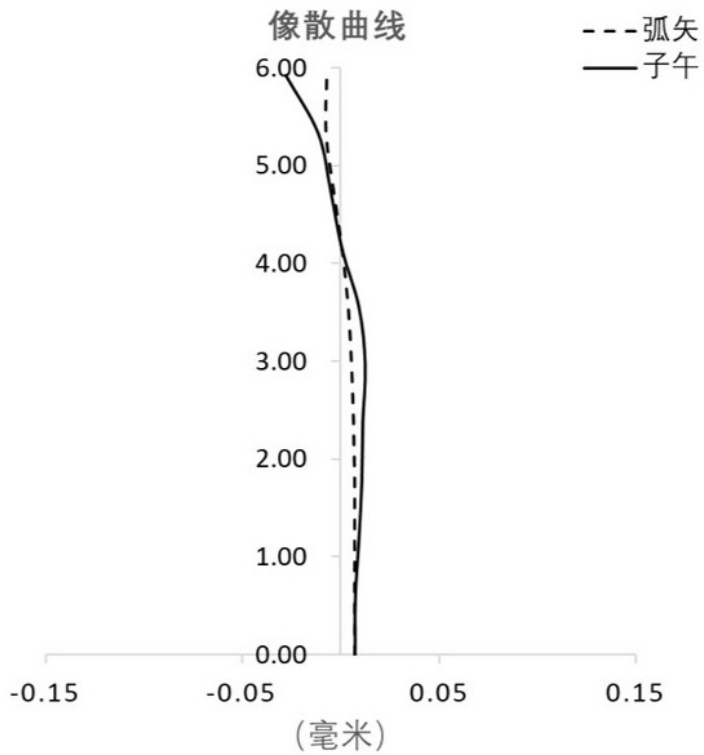


图 13

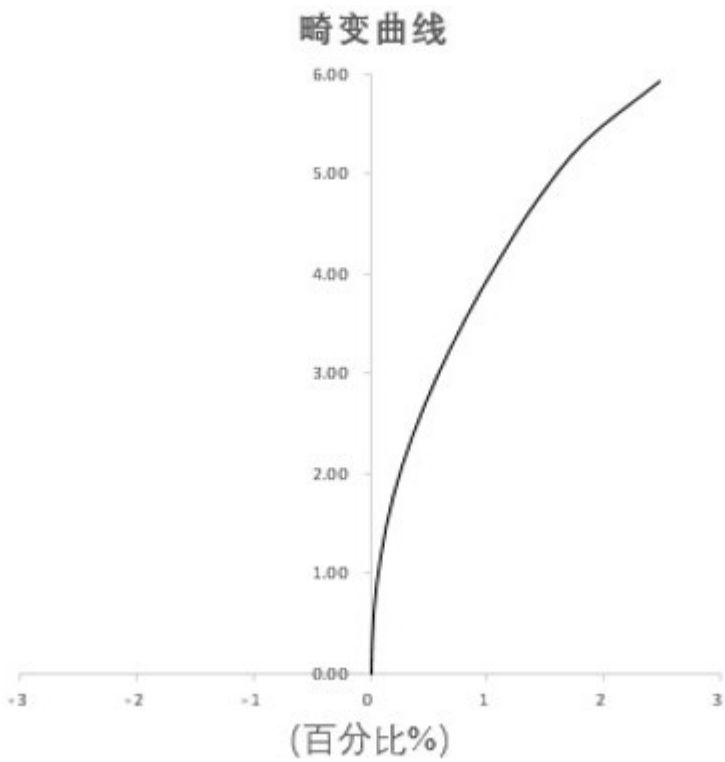


图 14

100

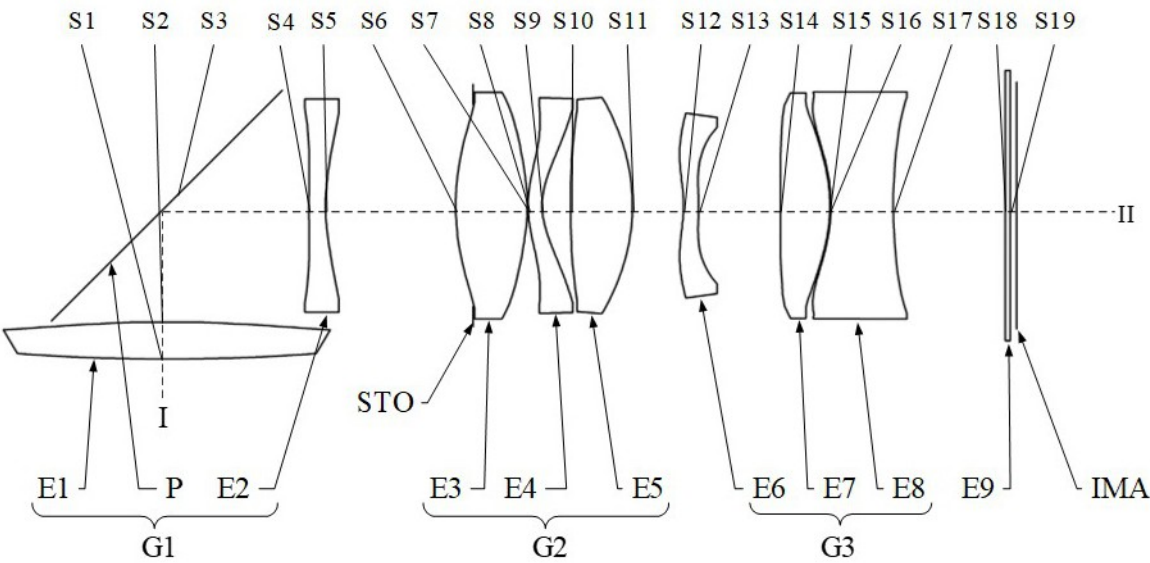


图 15

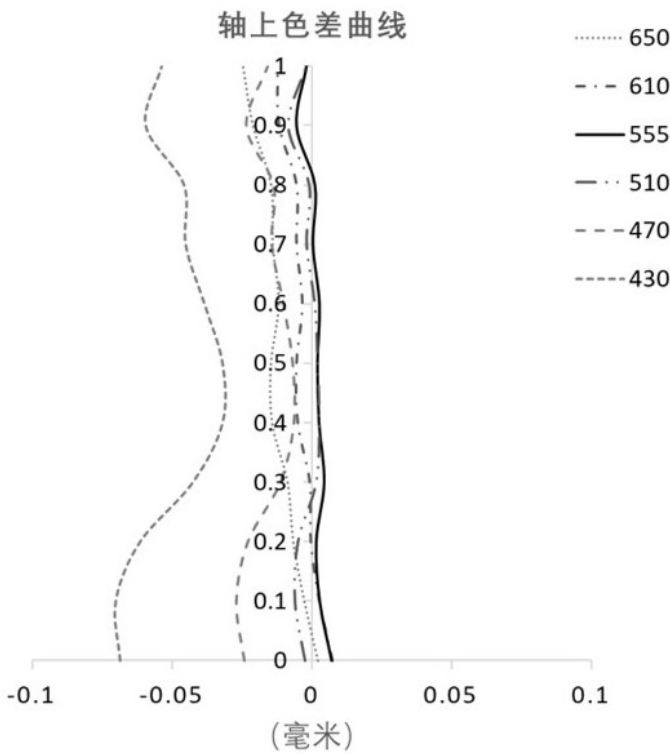


图 16

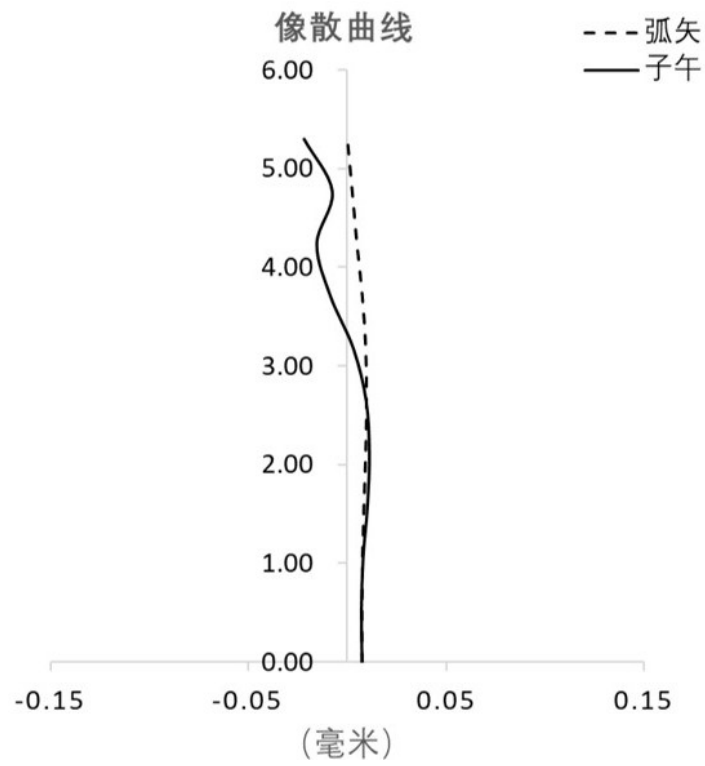


图 17

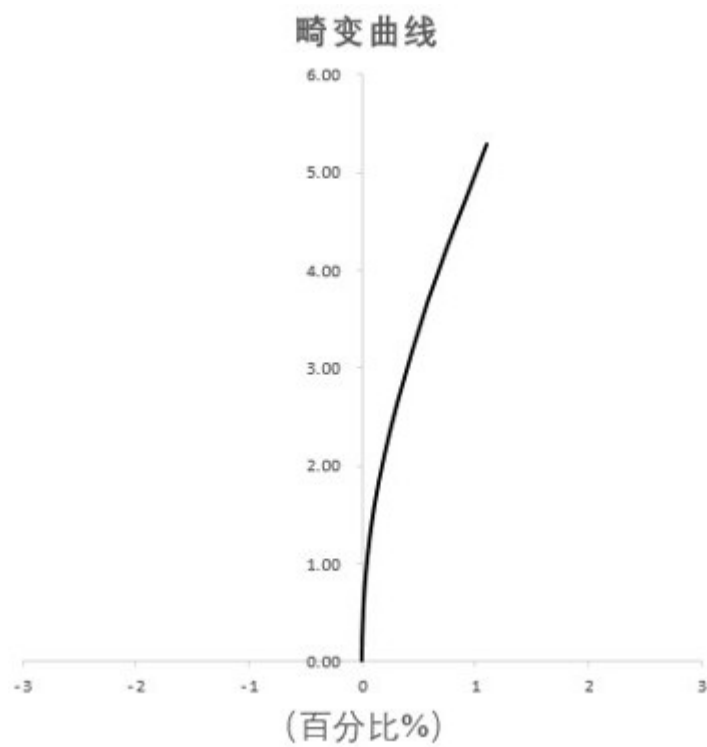


图 18

100

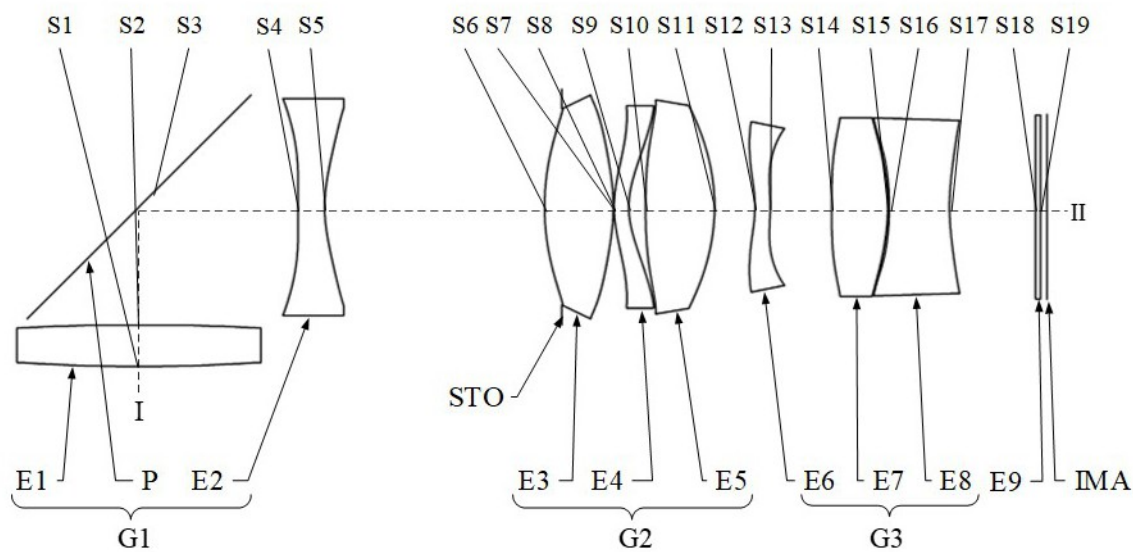


图 19

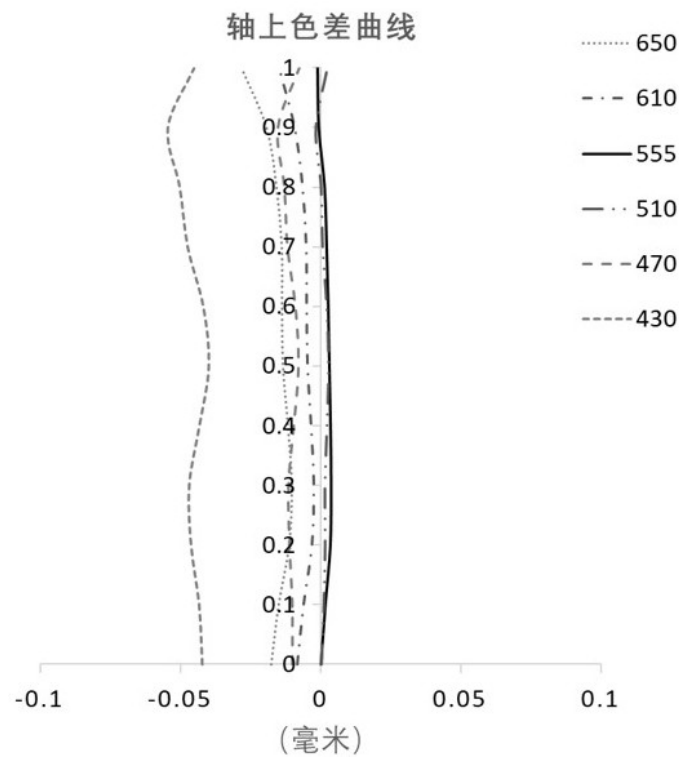


图 20

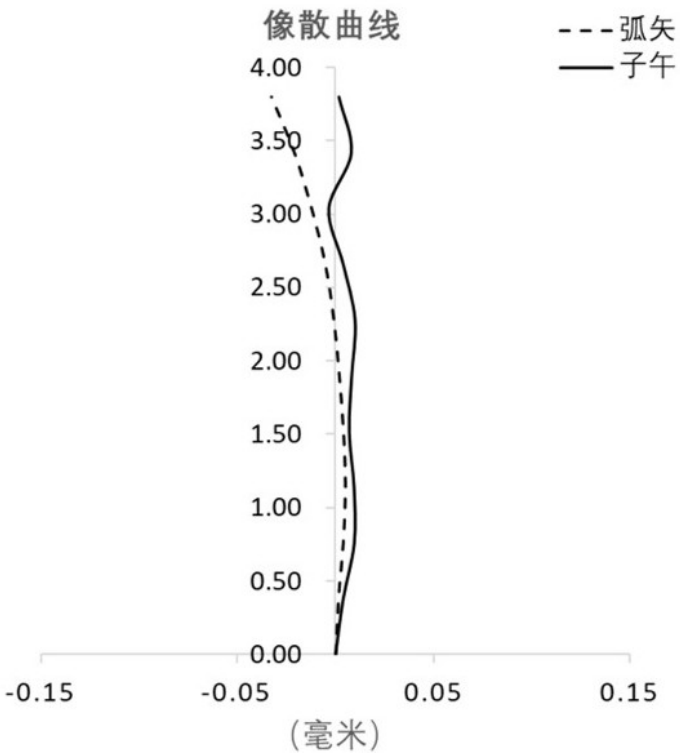


图 21

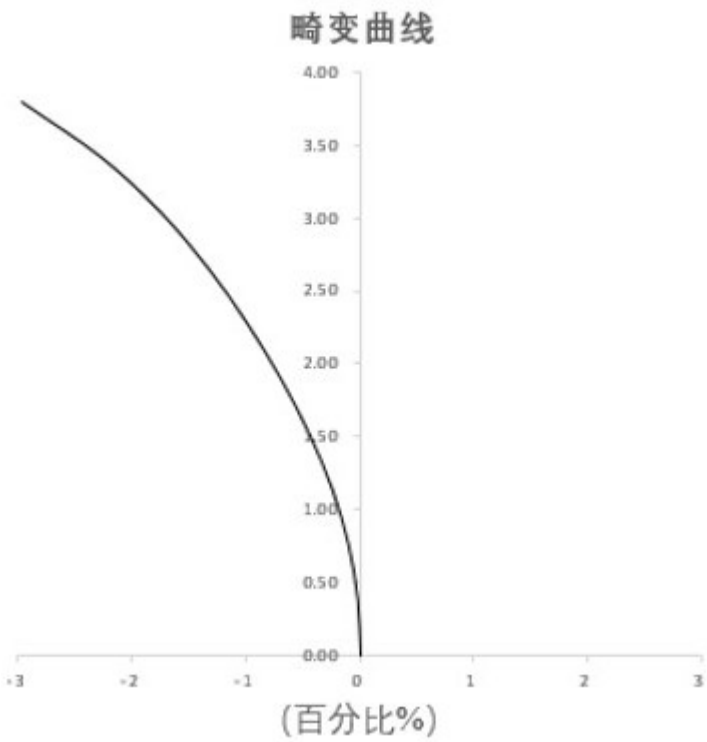


图 22