



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110632742 A

(43)申请公布日 2019.12.31

(21)申请号 201911076595.8

(22)申请日 2019.11.06

(71)申请人 浙江舜宇光学有限公司

地址 315400 浙江省宁波市余姚市舜宇路  
66-68号

(72)发明人 陈念 张凯元 戴付建 赵烈烽

(74)专利代理机构 北京海智友知识产权代理事  
务所(普通合伙) 11455

代理人 巩靖 刘莹

(51)Int.Cl.

G02B 13/00(2006.01)

G02B 13/18(2006.01)

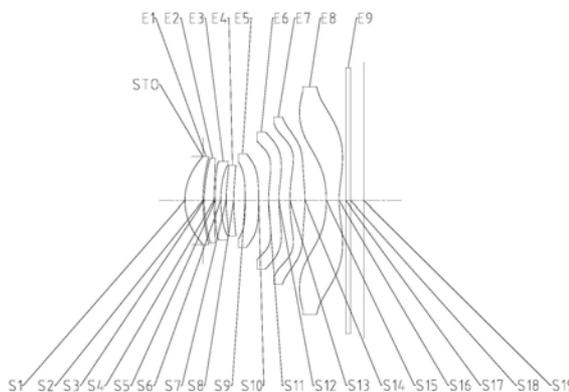
权利要求书2页 说明书21页 附图18页

(54)发明名称

光学成像镜头

(57)摘要

本申请公开了一种光学成像镜头,其中,光学成像镜头沿着光轴由物侧至像侧依序包括:具有光焦度的第一透镜;具有光焦度的第二透镜;具有负光焦度的第三透镜;具有光焦度的第四透镜,其物侧面为凸面;具有光焦度的第五透镜,其物侧面为凹面;具有光焦度的第六透镜;具有光焦度的第七透镜;以及具有光焦度的第八透镜;其中,光学成像镜头的总有效焦距 $f$ 与光学成像镜头的最大半视场角Semi-FOV满足: $f \times \tan(\text{Semi-FOV}) > 5.5\text{mm}$ ,以及光学成像镜头的总有效焦距 $f$ 与第一透镜的有效焦距 $f_1$ 满足: $0.5 < f/f_1 < 1.5$ 。



1. 一种光学成像镜头,其特征在于,沿着光轴由物侧至像侧依序包括:

具有光焦度的第一透镜;

具有光焦度的第二透镜;

具有负光焦度的第三透镜;

具有光焦度的第四透镜,其物侧面为凸面;

具有光焦度的第五透镜,其物侧面为凹面;

具有光焦度的第六透镜;

具有光焦度的第七透镜;以及

具有光焦度的第八透镜;

其中,所述光学成像镜头的总有效焦距 $f$ 与所述光学成像镜头的最大半视场角Semi-FOV满足: $f \times \tan(\text{Semi-FOV}) > 5.5\text{mm}$ ,以及所述光学成像镜头的总有效焦距 $f$ 与所述第一透镜的有效焦距 $f_1$ 满足:

$$0.5 < f/f_1 < 1.5。$$

2. 根据权利要求1所述的光学成像镜头,其特征在于,所述第一透镜的物侧面至所述光学成像镜头的成像面在所述光轴上的距离TTL与所述光学成像镜头的成像面上有效像素区域的对角线长的一半 $\text{ImgH}$ 满足:

$$\text{TTL}/\text{ImgH} < 1.4。$$

3. 根据权利要求1所述的光学成像镜头,其特征在于,所述光学成像镜头的总有效焦距 $f$ 与所述光学成像镜头的入瞳直径EPD满足:

$$f/\text{EPD} < 2。$$

4. 根据权利要求1所述的光学成像镜头,其特征在于,所述第六透镜和所述第七透镜的组合焦距 $f_{67}$ 与所述第一透镜、所述第二透镜、所述第三透镜、所述第四透镜和所述第五透镜的组合焦距 $f_{12345}$ 满足:

$$0.5 < f_{67}/f_{12345} < 1.0。$$

5. 根据权利要求1所述的光学成像镜头,其特征在于,所述第七透镜的边缘厚度 $\text{ET}_7$ 与所述第七透镜在所述光轴上的中心厚度 $\text{CT}_7$ 满足:

$$0.5 < \text{ET}_7/\text{CT}_7 < 1.0。$$

6. 根据权利要求1所述的光学成像镜头,其特征在于,所述第五透镜的物侧面和所述光轴的交点至所述第五透镜的物侧面的有效半径顶点的轴上距离 $\text{SAG}_{51}$ 与所述第五透镜的像侧面和所述光轴的交点至所述第五透镜的像侧面的有效半径顶点的轴上距离 $\text{SAG}_{52}$ 满足:

$$0.3 < \text{SAG}_{51}/\text{SAG}_{52} < 0.8。$$

7. 根据权利要求1所述的光学成像镜头,其特征在于,所述第六透镜的物侧面和所述光轴的交点至所述第六透镜的物侧面的有效半径顶点的轴上距离 $\text{SAG}_{61}$ 与所述第六透镜的像侧面和所述光轴的交点至所述第六透镜的像侧面的有效半径顶点的轴上距离 $\text{SAG}_{62}$ 满足:

$$0.5 < \text{SAG}_{61}/\text{SAG}_{62} < 1.0。$$

8. 根据权利要求1所述的光学成像镜头,其特征在于,所述第七透镜的物侧面和所述光轴的交点至所述第七透镜的物侧面的有效半径顶点的轴上距离 $\text{SAG}_{71}$ 与所述第八透镜的物侧面和所述光轴的交点至所述第八透镜的物侧面的有效半径顶点的轴上距离 $\text{SAG}_{81}$ 满足:

$$0.5 < \text{SAG}_{71}/\text{SAG}_{81} < 1.0。$$

9. 根据权利要求1所述的光学成像镜头,其特征在于,所述第八透镜的有效焦距 $f_8$ 与所述第三透镜的有效焦距 $f_3$ 满足:

$$0.2 < f_8 / f_3 < 0.7。$$

10. 一种光学成像镜头,其特征在于,沿着光轴由物侧至像侧依序包括:

具有光焦度的第一透镜;

具有光焦度的第二透镜;

具有负光焦度的第三透镜;

具有光焦度的第四透镜,其物侧面为凸面;

具有光焦度的第五透镜,其物侧面为凹面;

具有光焦度的第六透镜;

具有光焦度的第七透镜;以及

具有光焦度的第八透镜;

其中,所述光学成像镜头的总有效焦距 $f$ 与所述光学成像镜头的入瞳直径EPD满足:

$$f / EPD < 2, \text{ 以及}$$

所述光学成像镜头的总有效焦距 $f$ 与所述第一透镜的有效焦距 $f_1$ 满足:

$$0.5 < f / f_1 < 1.5。$$

## 光学成像镜头

### 技术领域

[0001] 本申请涉及一种光学成像镜头,尤其涉及一种包括八片透镜的光学成像镜头。

### 背景技术

[0002] 近年来,随着手机等智能终端设备的快速发展,其具有的拍摄功能越来越成为各品牌手机厂商争相角逐的技术高地。尤其为了提高手机的拍摄质量,各厂商不断提高镜头的拍摄像素。目前主流手机的镜头拍摄像素已经在4800万像素以上。其中具有七片透镜的镜头的拍摄像素已经可以做到6400万像素。即便如此,在一些特定环境下进行拍摄时,仍需要进一步提高镜头的拍摄像素,如达到1亿像素以上。通常光学成像镜头的像素越大,其成像面也越大。增加镜头的透镜数量,可以有效地提高镜头的成像质量,但同时也会增加镜头的光学总长。然而,为了满足智能终端的轻薄化发展趋势,需要在保证成像质量的前提下,尽可能地减小镜头体积以有利于智能终端的轻薄化。

### 发明内容

[0003] 本申请提供了可适用于便携式电子产品的、可至少解决或部分解决现有技术中的上述至少一个缺点的光学成像镜头。

[0004] 本申请的一方面提供了这样一种光学成像镜头,该光学成像镜头沿着光轴由物侧至像侧依序包括:具有光焦度的第一透镜;具有光焦度的第二透镜;具有负光焦度的第三透镜;具有光焦度的第四透镜,其物侧面为凸面;具有光焦度的第五透镜,其物侧面为凹面;具有光焦度的第六透镜;具有光焦度的第七透镜;以及具有光焦度的第八透镜。

[0005] 在一个实施方式中,所述光学成像镜头的总有效焦距 $f$ 与所述光学成像镜头的最大半视场角Semi-FOV满足: $f \times \tan(\text{Semi-FOV}) > 5.5\text{mm}$ 。

[0006] 在一个实施方式中,所述光学成像镜头的总有效焦距 $f$ 与所述第一透镜的有效焦距 $f_1$ 满足: $0.5 < f/f_1 < 1.5$ 。

[0007] 在一个实施方式中,所述第一透镜的物侧面至所述光学成像镜头的成像面在所述光轴上的距离TTL与所述光学成像镜头的成像面上有效像素区域的对角线长的一半 $\text{ImgH}$ 满足: $\text{TTL}/\text{ImgH} < 1.4$ 。

[0008] 在一个实施方式中,所述光学成像镜头的总有效焦距 $f$ 与所述光学成像镜头的入瞳直径EPD满足: $f/\text{EPD} < 2$ 。

[0009] 在一个实施方式中,所述第六透镜和所述第七透镜的组合焦距 $f_{67}$ 与所述第一透镜、所述第二透镜、所述第三透镜、所述第四透镜和所述第五透镜的组合焦距 $f_{12345}$ 满足: $0.5 < f_{67}/f_{12345} < 1.0$ 。

[0010] 在一个实施方式中,所述第七透镜的边缘厚度 $\text{ET}_7$ 与所述第七透镜在所述光轴上的中心厚度 $\text{CT}_7$ 满足: $0.5 < \text{ET}_7/\text{CT}_7 < 1.0$ 。

[0011] 在一个实施方式中,所述第五透镜的物侧面和所述光轴的交点至所述第五透镜的物侧面的有效半径顶点的轴上距离 $\text{SAG}_5$ 与所述第五透镜的像侧面和所述光轴的交点至所

述第五透镜的像侧面的有效半径顶点的轴上距离SAG52满足： $0.3 < \text{SAG51} / \text{SAG52} < 0.8$ 。

[0012] 在一个实施方式中，所述第六透镜的物侧面和所述光轴的交点至所述第六透镜的物侧面的有效半径顶点的轴上距离SAG61与所述第六透镜的像侧面和所述光轴的交点至所述第六透镜的像侧面的有效半径顶点的轴上距离SAG62满足： $0.5 < \text{SAG61} / \text{SAG62} < 1.0$ 。

[0013] 在一个实施方式中，所述第七透镜的物侧面和所述光轴的交点至所述第七透镜的物侧面的有效半径顶点的轴上距离SAG71与所述第八透镜的物侧面和所述光轴的交点至所述第八透镜的物侧面的有效半径顶点的轴上距离SAG81满足： $0.5 < \text{SAG71} / \text{SAG81} < 1.0$ 。

[0014] 在一个实施方式中，所述第八透镜的有效焦距 $f_8$ 与所述第三透镜的有效焦距 $f_3$ 满足： $0.2 < f_8 / f_3 < 0.7$ 。

[0015] 在一个实施方式中，所述第一透镜的像侧面的曲率半径 $R_2$ 与所述第一透镜的物侧面的曲率半径 $R_1$ 满足： $0.2 < (R_2 - R_1) / (R_2 + R_1) < 1.0$ 。

[0016] 在一个实施方式中，所述第三透镜的像侧面的曲率半径 $R_6$ 与所述第三透镜的物侧面的曲率半径 $R_5$ 满足： $0.2 < R_6 / R_5 < 0.7$ 。

[0017] 在一个实施方式中，所述第四透镜的像侧面的曲率半径 $R_8$ 与所述第四透镜的物侧面的曲率半径 $R_7$ 满足： $0.5 < R_7 / R_8 < 1.5$ 。

[0018] 在一个实施方式中，所述第六透镜的像侧面的曲率半径 $R_{12}$ 与所述第六透镜的物侧面的曲率半径 $R_{11}$ 满足： $0.7 < R_{12} / R_{11} < 1.2$ 。

[0019] 在一个实施方式中，所述第七透镜的有效焦距 $f_7$ 、所述第七透镜的物侧面的曲率半径 $R_{13}$ 以及所述第七透镜的像侧面的曲率半径 $R_{14}$ 满足： $0.2 < f_7 / (R_{13} - R_{14}) < 0.7$ 。

[0020] 在一个实施方式中，所述第八透镜的像侧面的曲率半径 $R_{16}$ 与所述第八透镜的物侧面的曲率半径 $R_{15}$ 满足： $-1.5 < R_{16} / R_{15} < -0.5$ 。

[0021] 在一个实施方式中，所述第五透镜在所述光轴上的中心厚度 $CT_5$ 与所述第一透镜在所述光轴上的中心厚度 $CT_1$ 满足： $0.7 < CT_5 / CT_1 < 1.2$ 。

[0022] 在一个实施方式中，所述第四透镜和所述第五透镜在所述光轴上的间隔距离 $T_{45}$ 、所述第五透镜和所述第六透镜在所述光轴上的间隔距离 $T_{56}$ 以及所述第六透镜和所述第七透镜在所述光轴上的间隔距离 $T_{67}$ 满足： $0.4 < T_{56} / (T_{45} + T_{67}) < 0.9$ 。

[0023] 在一个实施方式中，所述第二透镜在所述光轴上的中心厚度 $CT_2$ 、所述第三透镜在所述光轴上的中心厚度 $CT_3$ 、所述第四透镜在所述光轴上的中心厚度 $CT_4$ 、所述第六透镜在所述光轴上的中心厚度 $CT_6$ 以及所述第一透镜至所述第八透镜中任意相邻两片透镜在所述光轴上的间隔距离的总和 $\sum AT$ 满足： $0.3 < (CT_2 + CT_3 + CT_4 + CT_6) / \sum AT < 0.8$ 。

[0024] 在一个实施方式中，所述第八透镜在所述光轴上的中心厚度 $CT_8$ 与所述第七透镜和所述第八透镜在所述光轴上的间隔距离 $T_{78}$ 满足： $0.5 < CT_8 / T_{78} < 1.0$ 。

[0025] 在一个实施方式中，所述第一透镜具有正光焦度。

[0026] 在一个实施方式中，所述第一透镜的物侧面为凸面，像侧面为凹面。

[0027] 在一个实施方式中，所述第六透镜的物侧面为凸面，像侧面为凹面。

[0028] 在一个实施方式中，所述第七透镜的物侧面为凸面，像侧面为凸面。

[0029] 本申请提供的光学成像镜头包括多片透镜，例如第一透镜至第八透镜。通过合理设置光学成像镜头的总有效焦距与所述光学成像镜头的最大半视场角的相互关系，以及光学成像镜头的总有效焦距与所述第一透镜的有效焦距的比例关系，并优化各透镜的光焦度

和面型,彼此合理搭配,以实现光学成像镜头超大成像面的同时,兼具轻薄化的特点。

### 附图说明

[0030] 结合附图,通过以下非限制性实施方式的详细描述,本申请的其他特征、目的和优点将变得更加明显。在附图中:

[0031] 图1示出了根据本申请实施例1的光学成像镜头的结构示意图;

[0032] 图2A至图2D分别示出了实施例1的光学成像镜头的轴上色差曲线、象散曲线、畸变曲线以及倍率色差曲线;

[0033] 图3示出了根据本申请实施例2的光学成像镜头的结构示意图;

[0034] 图4A至图4D分别示出了实施例2的光学成像镜头的轴上色差曲线、象散曲线、畸变曲线以及倍率色差曲线;

[0035] 图5示出了根据本申请实施例3的光学成像镜头的结构示意图;

[0036] 图6A至图6D分别示出了实施例3的光学成像镜头的轴上色差曲线、象散曲线、畸变曲线以及倍率色差曲线;

[0037] 图7示出了根据本申请实施例4的光学成像镜头的结构示意图;

[0038] 图8A至图8D分别示出了实施例4的光学成像镜头的轴上色差曲线、象散曲线、畸变曲线以及倍率色差曲线;

[0039] 图9示出了根据本申请实施例5的光学成像镜头的结构示意图;

[0040] 图10A至图10D分别示出了实施例5的光学成像镜头的轴上色差曲线、象散曲线、畸变曲线以及倍率色差曲线;

[0041] 图11示出了根据本申请实施例6的光学成像镜头的结构示意图;

[0042] 图12A至图12D分别示出了实施例6的光学成像镜头的轴上色差曲线、象散曲线、畸变曲线以及倍率色差曲线;

[0043] 图13示出了根据本申请实施例7的光学成像镜头的结构示意图;

[0044] 图14A至图14D分别示出了实施例7的光学成像镜头的轴上色差曲线、象散曲线、畸变曲线以及倍率色差曲线。

### 具体实施方式

[0045] 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。

[0046] 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,下文讨论的第一透镜也可被称作第二透镜或第三透镜。

[0047] 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。附图仅为示例而非严格按比例绘制。

[0048] 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。

[0049] 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。

[0050] 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正式意义解释,除非本文中明确如此限定。

[0051] 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。

[0052] 以下对本申请的特征、原理和其他方面进行详细描述。

[0053] 根据本申请示例性实施方式的光学成像镜头可包括八片具有光焦度的透镜,即,第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜、第七透镜和第八透镜。这八片透镜沿着光轴由物侧至像侧依序排列。各相邻透镜之间均可具有空气间隔。

[0054] 在示例性实施方式中,第一透镜可具有正光焦度;第二透镜可具有正光焦度或负光焦度,其像侧面为凹面;第三透镜可具有负光焦度;第四透镜可具有正光焦度或负光焦度,其物侧面为凸面;第五透镜可具有正光焦度或负光焦度,其物侧面为凹面;第六透镜可具有正光焦度或负光焦度;第七透镜可具有正光焦度;以及第八透镜可具有负光焦度。合理搭配光学系统中各透镜的光焦度和面型,既有利于实现光学成像镜头结构的合理性,又有利于实现镜头的超清拍照功能,并降低系统公差敏感性。

[0055] 在示例性实施方式中,第一透镜的物侧面可为凸面,像侧面可为凹面。

[0056] 在示例性实施方式中,第二透镜的物侧面可为凸面。

[0057] 在示例性实施方式中,第三透镜的物侧面可为凸面,像侧面可为凹面。

[0058] 在示例性实施方式中,第四透镜的像侧面可为凹面。

[0059] 在示例性实施方式中,第五透镜的像侧面可为凸面。

[0060] 在示例性实施方式中,第六透镜的物侧面可为凸面,像侧面可为凹面。

[0061] 在示例性实施方式中,第七透镜的物侧面可为凸面,像侧面可为凸面。

[0062] 在示例性实施方式中,第八透镜的物侧面可为凹面,像侧面可为凹面。

[0063] 在示例性实施方式中,光学成像镜头的总有效焦距 $f$ 与光学成像镜头的最大半视场角Semi-FOV满足: $f \times \tan(\text{Semi-FOV}) > 5.5$ ,例如, $5.5 < f \times \tan(\text{Semi-FOV}) < 6.0$ 。合理设置光学成像镜头的总有效焦距与光学成像镜头的最大半视场角的相互关系,使其满足上述条件,有利于光学系统具有超大像面,实现超清拍摄。

[0064] 在示例性实施方式中,光学成像镜头的总有效焦距 $f$ 与第一透镜的有效焦距 $f_1$ 满足: $0.5 < f/f_1 < 1.5$ 。合理设置光学成像镜头的总有效焦距与第一透镜的有效焦距的比例关

系,有利于光线在第一透镜的物侧面处进行汇聚,减小第一透镜的孔径,使得光学成像镜头具有超大像面的同时并具有超薄化特性。

[0065] 在示例性实施方式中,第一透镜的物侧面至光学成像镜头的成像面在光轴上的距离TTL与光学成像镜头的成像面上有效像素区域的对角线长的一半 $ImgH$ 满足: $TTL/ImgH < 1.4$ ,例如, $1.2 < TTL/ImgH < 1.4$ 。合理设置第一透镜的物侧面至光学成像镜头的成像面在光轴上的距离与光学成像镜头的成像面上有效像素区域的对角线长的一半的比例关系,有利于光学成像镜头具有超大像面的同时,缩短光学系统总长,使得光学成像镜头兼具超大像面和超薄化特性。

[0066] 在示例性实施方式中,光学成像镜头的总有效焦距 $f$ 与光学成像镜头的入瞳直径EPD满足: $f/EPD < 2$ ,例如, $1.5 < f/EPD < 2.0$ 。合理设置光学成像镜头的总有效焦距与光学成像镜头的入瞳直径的比例关系,使得比值 $F$ 数小于2,有利于光学成像镜头具有较好的背景虚化功能,使其能够进行超清拍摄的同时也具有良好的夜景拍摄功能。

[0067] 在示例性实施方式中,第六透镜和第七透镜的组合焦距 $f_{67}$ 与第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜和第五透镜的组合焦距 $f_{12345}$ 满足: $0.5 < f_{67}/f_{12345} < 1.0$ 。合理设置第六透镜和第七透镜的组合焦距与第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜和第五透镜的组合焦距的比例关系,有利于各透镜光焦度在空间上的合理分布,减小光学系统像差。

[0068] 在示例性实施方式中,第七透镜的边缘厚度 $ET_7$ 与第七透镜在光轴上的中心厚度 $CT_7$ 满足: $0.5 < ET_7/CT_7 < 1.0$ 。合理设置第七透镜的边缘厚度与第七透镜在光轴上的中心厚度的比例关系,有利于第七透镜的加工成型。

[0069] 在示例性实施方式中,第五透镜的物侧面和光轴的交点至第五透镜的物侧面的有效半径顶点的轴上距离 $SAG_{51}$ 与第五透镜的像侧面和光轴的交点至第五透镜的像侧面的有效半径顶点的轴上距离 $SAG_{52}$ 满足: $0.3 < SAG_{51}/SAG_{52} < 0.8$ ,例如, $0.3 < SAG_{51}/SAG_{52} < 0.6$ 。合理设置第五透镜的物侧面的矢高和像侧面的矢高的比例关系,既有利于第五透镜的制造成型,又有利于光学系统的成像面扩大。

[0070] 在示例性实施方式中,第六透镜的物侧面和光轴的交点至第六透镜的物侧面的有效半径顶点的轴上距离 $SAG_{61}$ 与第六透镜的像侧面和光轴的交点至第六透镜的像侧面的有效半径顶点的轴上距离 $SAG_{62}$ 满足: $0.5 < SAG_{61}/SAG_{62} < 1.0$ 。合理设置第六透镜的物侧面的矢高和像侧面的矢高的比例关系,既有利于第五透镜的制造成型,又有利于光学系统的成像面扩大。

[0071] 在示例性实施方式中,第七透镜的物侧面和光轴的交点至第七透镜的物侧面的有效半径顶点的轴上距离 $SAG_{71}$ 与第八透镜的物侧面和光轴的交点至第八透镜的物侧面的有效半径顶点的轴上距离 $SAG_{81}$ 满足: $0.5 < SAG_{71}/SAG_{81} < 1.0$ 。设置第七透镜的物侧面的矢高与第八透镜的物侧面的矢高的比值在合理的数值范围内,有利于限制两个透镜的弯曲程度,降低透镜的加工成型难度。

[0072] 在示例性实施方式中,第八透镜的有效焦距 $f_8$ 与第三透镜的有效焦距 $f_3$ 满足: $0.2 < f_8/f_3 < 0.7$ ,例如, $0.2 < f_8/f_3 < 0.5$ 。合理设置第八透镜的有效焦距与第三透镜的有效焦距的比例关系,有利于光焦度的合理配置,减小系统像差。

[0073] 在示例性实施方式中,第一透镜的像侧面的曲率半径 $R_2$ 与第一透镜的物侧面的曲率半径 $R_1$ 满足: $0.2 < (R_2 - R_1) / (R_2 + R_1) < 1.0$ ,例如, $0.2 < (R_2 - R_1) / (R_2 + R_1) < 0.8$ 。合理设置第

一透镜的像侧面的曲率半径与第一透镜的物侧面的曲率半径的相互关系,使其满足上述条件,以防止第一透镜的有效焦距过大,避免光学系统的光焦度过于集中,从而有利于光学成像镜头进行高清成像。

[0074] 在示例性实施方式中,第三透镜的像侧面的曲率半径 $R_6$ 与第三透镜的物侧面的曲率半径 $R_5$ 满足: $0.2 < R_6/R_5 < 0.7$ ,例如, $0.2 < R_6/R_5 < 0.5$ 。设置第三透镜的像侧面的曲率半径与第三透镜的物侧面的曲率半径的比值在合理的数值范围内,有利于合理调整第三透镜对光学系统的像差贡献量。

[0075] 在示例性实施方式中,第四透镜的像侧面的曲率半径 $R_8$ 与第四透镜的物侧面的曲率半径 $R_7$ 满足: $0.5 < R_7/R_8 < 1.5$ 。设置第四透镜的物侧面的曲率半径与第四透镜的像侧面的曲率半径的比值在合理的数值范围内,有利于合理调整第四透镜对光学系统的像差贡献量。

[0076] 在示例性实施方式中,第六透镜的像侧面的曲率半径 $R_{12}$ 与第六透镜的物侧面的曲率半径 $R_{11}$ 满足: $0.7 < R_{12}/R_{11} < 1.2$ 。设置第六透镜的像侧面的曲率半径与第六透镜的物侧面的曲率半径的比值在合理的数值范围内,有利于合理调整第六透镜对光学系统的像差贡献量。

[0077] 在示例性实施方式中,第七透镜的有效焦距 $f_7$ 、第七透镜的物侧面的曲率半径 $R_{13}$ 以及第七透镜的像侧面的曲率半径 $R_{14}$ 满足: $0.2 < f_7 / (R_{13} - R_{14}) < 0.7$ ,例如, $0.3 < f_7 / (R_{13} - R_{14}) < 0.5$ 。合理设置第七透镜的有效焦距、第七透镜的物侧面的曲率半径以及第七透镜的像侧面的曲率半径之间的相互关系,使其满足上述条件,既有利于避免第七透镜弯曲过大,又有利于透镜的加工成型。

[0078] 在示例性实施方式中,第八透镜的像侧面的曲率半径 $R_{16}$ 与第八透镜的物侧面的曲率半径 $R_{15}$ 满足: $-1.5 < R_{16}/R_{15} < -0.5$ ,例如, $-1.0 < R_{16}/R_{15} < -0.6$ 。设置第八透镜的像侧面的曲率半径与第八透镜的物侧面的曲率半径的比值在合理的数值范围内,有利于合理调整第八透镜对光学系统的像差贡献量。

[0079] 在示例性实施方式中,第五透镜在光轴上的中心厚度 $CT_5$ 与第一透镜在光轴上的中心厚度 $CT_1$ 满足: $0.7 < CT_5/CT_1 < 1.2$ ,例如, $0.7 < CT_5/CT_1 < 1.0$ 。设置第五透镜在光轴上的中心厚度与第一透镜在光轴上的中心厚度的比值在合理的数值范围内,既有利于透镜的制造成型,又有利于减小光学成像镜头的头部厚度。

[0080] 在示例性实施方式中,第四透镜和第五透镜在光轴上的间隔距离 $T_{45}$ 、第五透镜和第六透镜在光轴上的间隔距离 $T_{56}$ 以及第六透镜和第七透镜在光轴上的间隔距离 $T_{67}$ 满足: $0.4 < T_{56} / (T_{45} + T_{67}) < 0.9$ 。合理设置第四透镜和第五透镜在光轴上的间隔距离、第五透镜和第六透镜在光轴上的间隔距离以及第六透镜和第七透镜在光轴上的间隔距离的相关关系,使其满足上述条件,有利于实现第五透镜、第六透镜以及第七透镜在光轴上空间位置的合理分配。

[0081] 在示例性实施方式中,第二透镜在光轴上的中心厚度 $CT_2$ 、第三透镜在光轴上的中心厚度 $CT_3$ 、第四透镜在光轴上的中心厚度 $CT_4$ 、第六透镜在光轴上的中心厚度 $CT_6$ 以及第一透镜至第八透镜中任意相邻两片透镜在光轴上的间隔距离的总和 $\Sigma AT$ 满足: $0.3 < (CT_2 + CT_3 + CT_4 + CT_6) / \Sigma AT < 0.8$ ,例如, $0.4 < (CT_2 + CT_3 + CT_4 + CT_6) / \Sigma AT < 0.6$ 。合理设置上述透镜中心厚度和间隔距离之间的相互关系,使其满足上述条件,有利于实现整个透镜组的超薄化。

[0082] 在示例性实施方式中,第八透镜在光轴上的中心厚度CT8与第七透镜和第八透镜在光轴上的间隔距离T78满足: $0.5 < CT8/T78 < 1.0$ 。合理设置第八透镜在光轴上的中心厚度与第七透镜和第八透镜在光轴上的间隔距离的比例关系,有利于避免第八透镜的厚度过大对镜片的空间分布造成影响,以便于光学成像镜头的装配。

[0083] 在示例性实施方式中,上述光学成像镜头还可包括光阑。光阑可根据需要设置在适当位置处。例如,光阑可设置在物侧与第一透镜之间。可选地,上述光学成像镜头还可包括用于校正色彩偏差的滤光片和/或用于保护位于成像面上的感光元件的保护玻璃。

[0084] 根据本申请的上述实施方式的光学成像镜头可采用多片镜片,例如上文的八片。本申请的光学成像镜头,满足超大像面、超薄化等要求。同时该光学成像镜头的各透镜间结构紧凑、加工成型性好、产品良率高,能够进行超清高品质摄像,满足超大像面、超薄化镜头在高度集成电子设备上的应用需求。

[0085] 在示例性实施方式中,各透镜的镜面中的至少一个为非球面镜面,即,第一透镜的物侧面至第八透镜的像侧面中的至少一个镜面为非球面镜面。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,从而改善成像质量。可选地,第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜、第七透镜和第八透镜中的每个透镜的物侧面和像侧面中的至少一个为非球面镜面。可选地,第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜、第七透镜和第八透镜中的每片透镜的物侧面和像侧面均为非球面镜面。

[0086] 本申请还提供一种成像装置,其电子感光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)。成像装置可以是诸如数码相机的独立成像设备,也可以是集成在诸如手机等移动电子设备上的成像模块。该成像装置装配有以上描述的光学成像镜头。

[0087] 本申请的示例性实施方式还提供一种电子设备,该电子设备包括以上描述的成像装置。

[0088] 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,可改变构成光学成像镜头的透镜数量,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八片透镜为例进行了描述,但是该光学成像镜头不限于包括八片透镜。如果需要,该光学成像镜头还可包括其它数量的透镜。

[0089] 下面参照附图进一步描述可适用于上述实施方式的光学成像镜头的具体实施例。

#### [0090] 实施例1

[0091] 以下参照图1至图2D描述根据本申请实施例1的光学成像镜头。图1是示出了根据本申请实施例1的光学成像镜头的结构示意图。

[0092] 如图1所示,光学成像镜头沿光轴由物侧至像侧依序包括:光阑ST0、第一透镜E1、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、第八透镜E8、滤光片E9和成像面S19。

[0093] 第一透镜E1具有正光焦距,其物侧面S1为凸面,像侧面S2为凹面。第二透镜E2具有正光焦距,其物侧面S3为凸面,像侧面S4为凹面。第三透镜E3具有负光焦距,其物侧面S5为

凸面,像侧面S6为凹面。第四透镜E4具有正光焦度,其物侧面S7为凸面,像侧面S8为凹面。第五透镜E5具有负光焦度,其物侧面S9为凹面,像侧面S10为凸面。第六透镜E6具有负光焦度,其物侧面S11为凸面,像侧面S12为凹面。第七透镜E7具有正光焦度,其物侧面S13为凸面,像侧面S14为凸面。第八透镜E8具有负光焦度,其物侧面S15为凹面,像侧面S16为凹面。滤光片E9具有物侧面S17和像侧面S18。来自物体的光依序穿过各表面S1至S18并最终成像在成像面S19上。

[0094] 表1示出了实施例1的光学成像镜头的基本参数表,其中,曲率半径、厚度/距离和焦距的单位均为毫米(mm)。

面号	表面类型	曲率半径	厚度/距离	材料		焦距	圆锥系数
				折射率	色散系数		
OBJ	球面	无穷大	无穷大				
STO	球面	无穷大	-0.7756				
[0095] S1	非球面	2.6599	0.7887	1.55	56.1	7.27	0.2819
S2	非球面	7.2168	0.0564				0.0000
S3	非球面	6.6688	0.4244	1.55	56.1	26.20	0.0000
S4	非球面	12.2129	0.0532				4.1633
S5	非球面	13.6306	0.2400	1.67	19.2	-11.67	38.7859
S6	非球面	4.9687	0.2350				1.5961
S7	非球面	6.5081	0.3303	1.65	23.5	36.64	0.0442
S8	非球面	8.8113	0.5033				12.0138
S9	非球面	-16.3522	0.5869	1.55	56.1	-99.33	38.8082
S10	非球面	-23.7083	0.4268				0.0000
S11	非球面	4.3549	0.4498	1.67	20.4	-188.75	0.0000
S12	非球面	4.0353	0.4874				-17.4654
[0096] S13	非球面	8.6827	0.6564	1.55	56.1	6.20	0.0000
S14	非球面	-5.3954	0.9307				0.0000
S15	非球面	-5.5189	0.5545	1.54	55.9	-4.37	0.0000
S16	非球面	4.2200	0.2930				-1.0000
S17	球面	无穷大	0.2100	1.52	64.2		
S18	球面	无穷大	0.5732				
S19	球面	无穷大					

[0097] 表1

[0098] 在本实施例中,光学成像镜头的总有效焦距 $f=6.61\text{mm}$ ,从第一透镜E1的物侧面S1至成像面S19在光轴上的距离 $TTL=7.80\text{mm}$ ,成像面S19上有效像素区域对角线长的一半 $\text{ImgH}=5.90\text{mm}$ ,以及光学成像镜头的最大半视场角 $\text{Semi-FOV}=41.2^\circ$ 。

[0099] 在实施例1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 $x$ 可利用但不限于以下非球面公式进行限定:

$$[0100] \quad x = \frac{ch^2}{1 + \sqrt{1 - (k+1)c^2h^2}} + \sum A_i h^i \quad (1)$$

[0101] 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。下表2给出了可用于实施例1中各非球面镜面S1-S16的高次项系数 $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$ 、 $A_{12}$ 、 $A_{14}$ 、 $A_{16}$ 、 $A_{18}$ 、 $A_{20}$ 、 $A_{22}$ 、 $A_{24}$ 、 $A_{26}$ 、 $A_{28}$ 和 $A_{30}$ 。

	面号	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
	S1	-2.7193E-03	-1.6563E-04	-2.4946E-04	-1.3026E-04	2.5134E-04	-1.7730E-04	6.1027E-05
	S2	4.3938E-03	-1.2181E-02	1.5783E-02	-1.4808E-02	9.7826E-03	-4.2431E-03	1.1354E-03
	S3	7.9655E-03	-1.5219E-02	1.7271E-02	-1.6195E-02	1.1212E-02	-5.1554E-03	1.4547E-03
	S4	-4.7311E-03	-2.3530E-02	3.1067E-02	-2.1821E-02	9.6297E-03	-2.8926E-03	6.2311E-04
	S5	-1.1076E-02	-1.1961E-02	2.9890E-02	-2.4823E-02	1.1812E-02	-3.5659E-03	7.3498E-04
	S6	-5.3987E-03	8.7844E-04	1.2776E-02	-1.3736E-02	5.9925E-03	-2.1682E-05	-1.0664E-03
	S7	-1.2294E-02	7.6407E-03	-3.5161E-02	6.5232E-02	-7.1674E-02	4.8253E-02	-1.9428E-02
	S8	-8.4432E-03	-1.2714E-03	-1.8127E-03	3.0499E-04	1.9214E-03	-1.9407E-03	9.1302E-04
	S9	-1.6829E-02	3.3766E-03	-1.1572E-02	1.4810E-02	-1.4238E-02	9.0997E-03	-3.6193E-03
[0102]	S10	-3.0979E-02	5.6221E-03	2.9877E-03	-7.9243E-03	5.5225E-03	-2.0197E-03	4.0775E-04
	S11	-5.3135E-02	1.2631E-02	-1.9511E-04	-1.1037E-03	1.3605E-04	6.8931E-05	-2.4351E-05
	S12	-1.6466E-02	-1.0407E-02	1.0820E-02	-4.6107E-03	1.0781E-03	-1.4807E-04	1.1726E-05
	S13	1.6414E-02	-1.4212E-02	4.6060E-03	-1.0042E-03	1.3090E-04	-1.0422E-05	5.5569E-07
	S14	4.1353E-02	-1.0117E-02	1.3243E-03	-1.0385E-04	-7.2461E-06	3.0911E-06	-3.3047E-07
	S15	-1.2531E-02	-2.8962E-03	3.4080E-03	-1.3143E-03	3.0525E-04	-4.6576E-05	4.8784E-06
	S16	-3.7247E-02	7.8421E-03	-1.5447E-03	2.9376E-04	-5.6156E-05	9.2202E-06	-1.1379E-06
	面号	A18	A20	A22	A24	A26	A28	A30
	S1	-1.0617E-05	7.0263E-07	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
	S2	-1.6880E-04	1.0580E-05	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
	S3	-2.2478E-04	1.4456E-05	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
	S4	-8.9816E-05	6.2150E-06	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
	S5	-1.0306E-04	7.3847E-06	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
	S6	4.0892E-04	-4.9152E-05	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
	S7	4.3084E-03	-4.0311E-04	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
	S8	-1.9801E-04	1.5858E-05	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
	S9	8.1069E-04	-7.6901E-05	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
[0103]	S10	-4.0368E-05	1.3516E-06	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
	S11	2.9955E-06	-1.3244E-07	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
	S12	-4.8119E-07	7.4650E-09	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
	S13	-2.0300E-08	3.7945E-10	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
	S14	1.5654E-08	-2.8296E-10	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
	S15	-3.6012E-07	1.8950E-08	-7.0819E-10	1.8389E-11	-3.1573E-13	3.2255E-15	-1.4854E-17
	S16	1.0059E-07	-6.2808E-09	2.7371E-10	-8.1299E-12	1.5670E-13	-1.7656E-15	8.8226E-18

[0104] 表2

[0105] 图2A示出了实施例1的光学成像镜头的轴上色差曲线,其表示不同波长的光线经由镜头后的会聚焦点偏离。图2B示出了实施例1的光学成像镜头的象散曲线,其表示子午像面弯曲和弧矢像面弯曲。图2C示出了实施例1的光学成像镜头的畸变曲线,其表示不同像高对应的畸变大小值。图2D示出了实施例1的光学成像镜头的倍率色差曲线,其表示光线经由镜头后在成像面上的不同的像高的偏差。根据图2A至图2D可知,实施例1所给出的光学成像镜头能够实现良好的成像品质。

[0106] 实施例2

[0107] 以下参照图3至图4D描述根据本申请实施例2的光学成像镜头。图3示出了根据本申请实施例2的光学成像镜头的结构示意图。

[0108] 如图3所示,光学成像镜头沿光轴由物侧至像侧依序包括:光阑ST0、第一透镜E1、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、第八透镜E8、滤光片E9和成像面S19。

[0109] 第一透镜E1具有正光焦度,其物侧面S1为凸面,像侧面S2为凹面。第二透镜E2具有

正光焦度,其物侧面S3为凸面,像侧面S4为凹面。第三透镜E3具有负光焦度,其物侧面S5为凸面,像侧面S6为凹面。第四透镜E4具有正光焦度,其物侧面S7为凸面,像侧面S8为凹面。第五透镜E5具有正光焦度,其物侧面S9为凹面,像侧面S10为凸面。第六透镜E6具有正光焦度,其物侧面S11为凸面,像侧面S12为凹面。第七透镜E7具有正光焦度,其物侧面S13为凸面,像侧面S14为凸面。第八透镜E8具有负光焦度,其物侧面S15为凹面,像侧面S16为凹面。滤光片E9具有物侧面S17和像侧面S18。来自物体的光依序穿过各表面S1至S18并最终成像在成像面S19上。

[0110] 在本实施例中,光学成像镜头的总有效焦距 $f=6.53\text{mm}$ ,从第一透镜E1的物侧面S1至成像面S19在光轴上的距离 $TTL=7.60\text{mm}$ ,成像面S19上有效像素区域对角线长的一半 $ImgH=5.90\text{mm}$ ,以及光学成像镜头的最大半视场角 $Semi-FOV=41.8^\circ$ 。

[0111] 表3示出了实施例2的光学成像镜头的基本参数表,其中,曲率半径、厚度/距离和焦距的单位均为毫米(mm)。

面号	表面类型	曲率半径	厚度/距离	材料		焦距	圆锥系数
				折射率	色散系数		
[0112] OBJ	球面	无穷大	无穷大				
STO	球面	无穷大	-0.6283				
S1	非球面	2.6239	0.6934	1.55	56.1	7.84	0.4620
S2	非球面	6.1418	0.0642				0.0000
S3	非球面	5.9910	0.3774	1.55	56.1	20.45	0.0000
S4	非球面	12.6443	0.0622				1.1118
S5	非球面	14.4543	0.2400	1.67	19.2	-12.09	51.9144
S6	非球面	5.1928	0.2382				1.2968
S7	非球面	6.3901	0.2994	1.65	23.5	65.34	0.6191
S8	非球面	7.3972	0.4368				8.1534
S9	非球面	-16.3176	0.5652	1.55	56.1	95.23	45.2434
[0113] S10	非球面	-12.5714	0.5292				0.0000
S11	非球面	4.1415	0.3414	1.67	20.4	94.53	0.0000
S12	非球面	4.2871	0.6111				-14.1105
S13	非球面	11.1734	0.5048	1.55	56.1	7.35	0.0000
S14	非球面	-6.1654	0.9867				0.0000
S15	非球面	-5.4169	0.5729	1.54	55.9	-4.24	0.0000
S16	非球面	4.0727	0.2920				-1.0000
S17	球面	无穷大	0.2100	1.52	64.2		
S18	球面	无穷大	0.5772				
S19	球面	无穷大					

[0114] 表3

[0115] 在实施例2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。下表4给出了可用于实施例2中各非球面镜面S1-S16的高次项系数 $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$ 、 $A_{12}$ 、 $A_{14}$ 、 $A_{16}$ 、 $A_{18}$ 、 $A_{20}$ 、 $A_{22}$ 、 $A_{24}$ 、 $A_{26}$ 、 $A_{28}$ 和 $A_{30}$ 。

面号	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
S1	-3.6867E-03	-1.6349E-03	2.5098E-03	-3.8366E-03	3.1472E-03	-1.5275E-03	4.2639E-04
S2	5.0182E-03	-8.2267E-03	-1.7265E-03	1.0882E-02	-1.0275E-02	4.8751E-03	-1.2680E-03
S3	1.1739E-02	-1.4297E-02	1.6860E-04	1.2866E-02	-1.3322E-02	6.5327E-03	-1.7164E-03
S4	5.0971E-03	-3.7992E-02	3.3797E-02	-2.4446E-03	-1.8211E-02	1.5206E-02	-5.6913E-03
S5	-3.0997E-03	-3.2429E-02	4.5143E-02	-1.6945E-02	-1.1289E-02	1.4798E-02	-6.5763E-03
S6	-3.0918E-04	-1.2371E-02	3.1002E-02	-3.1376E-02	2.1985E-02	-1.2709E-02	5.7586E-03
S7	-8.8908E-03	-1.6227E-02	2.8244E-02	-4.2730E-02	4.3794E-02	-2.8669E-02	1.1537E-02
S8	-8.8172E-03	-6.5258E-03	3.5116E-03	-9.0200E-04	-1.6150E-03	2.4589E-03	-1.4168E-03
S9	-1.9128E-02	2.8400E-03	-1.6936E-02	3.0172E-02	-3.4898E-02	2.4746E-02	-1.0511E-02
S10	-2.9464E-02	1.8728E-03	1.1379E-03	-2.6056E-03	9.0566E-04	2.4451E-04	-2.6532E-04
S11	-3.9750E-02	-3.7422E-03	1.0067E-02	-5.3137E-03	1.2224E-03	-9.9168E-05	-1.0478E-05
[0116] S12	-1.1072E-02	-2.0462E-02	1.8623E-02	-8.2323E-03	2.0837E-03	-3.1651E-04	2.8229E-05
S13	3.0060E-02	-2.1161E-02	6.5404E-03	-1.3862E-03	1.9710E-04	-1.9817E-05	1.4203E-06
S14	5.1006E-02	-1.5523E-02	2.1651E-03	-4.6319E-05	-4.6508E-05	9.2419E-06	-8.1420E-07
S15	-1.7164E-02	7.2224E-04	2.5020E-03	-1.4183E-03	4.1465E-04	-7.4969E-05	9.0473E-06
S16	-4.6107E-02	1.4734E-02	-4.6051E-03	1.2262E-03	-2.6047E-04	4.1807E-05	-4.9350E-06
面号	A18	A20	A22	A24	A26	A28	A30
S1	-6.2662E-05	3.6237E-06	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S2	1.7178E-04	-9.5373E-06	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S3	2.3115E-04	-1.2432E-05	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S4	1.0518E-03	-7.7661E-05	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S5	1.3757E-03	-1.1363E-04	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S6	-1.6121E-03	1.9682E-04	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S7	-2.5558E-03	2.3838E-04	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S8	4.2126E-04	-5.1549E-05	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S9	2.4644E-03	-2.4265E-04	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S10	7.3716E-05	-6.9917E-06	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S11	2.5898E-06	-1.3954E-07	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
[0117] S12	-1.3361E-06	2.5023E-08	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S13	-6.2905E-08	1.2199E-09	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S14	3.5244E-08	-6.0819E-10	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S15	-7.5913E-07	4.5105E-08	-1.8975E-09	5.5407E-11	-1.0700E-12	1.2302E-14	-6.3822E-17
S16	4.2361E-07	-2.6219E-08	1.1536E-09	-3.5114E-11	7.0193E-13	-8.2836E-15	4.3716E-17

[0118] 表4

[0119] 图4A示出了实施例2的光学成像镜头的轴上色差曲线,其表示不同波长的光线经由镜头后的会聚焦点偏离。图4B示出了实施例2的光学成像镜头的象散曲线,其表示子午像面弯曲和弧矢像面弯曲。图4C示出了实施例2的光学成像镜头的畸变曲线,其表示不同像高对应的畸变大小值。图4D示出了实施例2的光学成像镜头的倍率色差曲线,其表示光线经由镜头后在成像面上的不同的像高的偏差。根据图4A至图4D可知,实施例2所给出的光学成像镜头能够实现良好的成像品质。

[0120] 实施例3

[0121] 以下参照图5至图6D描述根据本申请实施例3的光学成像镜头。图5示出了根据本申请实施例3的光学成像镜头的结构示意图。

[0122] 如图5所示,光学成像镜头沿光轴由物侧至像侧依序包括:光阑ST0、第一透镜E1、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、第八透镜E8、滤光片E9和成像面S19。

[0123] 第一透镜E1具有正光焦度,其物侧面S1为凸面,像侧面S2为凹面。第二透镜E2具有

正光焦度,其物侧面S3为凸面,像侧面S4为凹面。第三透镜E3具有负光焦度,其物侧面S5为凸面,像侧面S6为凹面。第四透镜E4具有负光焦度,其物侧面S7为凸面,像侧面S8为凹面。第五透镜E5具有正光焦度,其物侧面S9为凹面,像侧面S10为凸面。第六透镜E6具有负光焦度,其物侧面S11为凸面,像侧面S12为凹面。第七透镜E7具有正光焦度,其物侧面S13为凸面,像侧面S14为凸面。第八透镜E8具有负光焦度,其物侧面S15为凹面,像侧面S16为凹面。滤光片E9具有物侧面S17和像侧面S18。来自物体的光依序穿过各表面S1至S18并最终成像在成像面S19上。

[0124] 在本实施例中,光学成像镜头的总有效焦距 $f=6.62\text{mm}$ ,从第一透镜E1的物侧面S1至成像面S19在光轴上的距离 $TTL=7.80\text{mm}$ ,成像面S19上有效像素区域对角线长的一半 $\text{ImgH}=5.80\text{mm}$ ,以及光学成像镜头的最大半视场角 $\text{Semi-FOV}=40.8^\circ$ 。

[0125] 表5示出了实施例3的光学成像镜头的基本参数表,其中,曲率半径、厚度/距离和焦距的单位均为毫米(mm)。

面号	表面类型	曲率半径	厚度/距离	材料		焦距	圆锥系数
				折射率	色散系数		
OBJ	球面	无穷大	无穷大				
STO	球面	无穷大	-0.7487				
[0126] S1	非球面	2.6870	0.7633	1.55	56.1	7.63	0.3684
S2	非球面	6.8056	0.0565				0.0000
S3	非球面	6.6703	0.4175	1.55	56.1	24.91	0.0000
S4	非球面	12.8015	0.0652				4.3502
S5	非球面	13.7035	0.2400	1.67	19.2	-15.55	50.2043
S6	非球面	5.9145	0.2876				4.7169
S7	非球面	10.7332	0.2681	1.65	23.5	-88.81	-1.6571
S8	非球面	8.9476	0.3128				8.1221
S9	非球面	-54.7636	0.5902	1.55	56.1	38.26	99.0000
S10	非球面	-15.1791	0.6605				0.0000
S11	非球面	4.6741	0.4018	1.67	20.4	-92.59	0.0000
[0127] S12	非球面	4.1953	0.5034				-15.3878
S13	非球面	9.0141	0.5896	1.55	56.1	6.53	0.0000
S14	非球面	-5.7623	0.9519				0.0000
S15	非球面	-5.4496	0.6015	1.54	55.9	-4.33	0.0000
S16	非球面	4.2045	0.3000				-1.0000
S17	球面	无穷大	0.2100	1.52	64.2		
S18	球面	无穷大	0.5808				
S19	球面	无穷大					

[0128] 表5

[0129] 在实施例3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。下表6给出了可用于实施例3中各非球面镜面S1-S16的高次项系数 $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$ 、 $A_{12}$ 、 $A_{14}$ 、 $A_{16}$ 、 $A_{18}$ 、 $A_{20}$ 、 $A_{22}$ 、 $A_{24}$ 、 $A_{26}$ 、 $A_{28}$ 和 $A_{30}$ 。

	面号	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
	S1	-3.5933E-03	7.8560E-04	-1.9152E-03	1.4004E-03	-6.2370E-04	1.4136E-04	-1.3285E-05
	S2	7.6946E-03	-1.9602E-02	2.4071E-02	-2.1506E-02	1.3623E-02	-5.8053E-03	1.5797E-03
	S3	1.2535E-02	-2.4880E-02	2.8790E-02	-2.5515E-02	1.6175E-02	-6.9199E-03	1.8895E-03
	S4	9.0542E-04	-4.0928E-02	5.2674E-02	-3.6120E-02	1.4889E-02	-3.7690E-03	5.7967E-04
	S5	4.7103E-04	-4.3526E-02	7.0676E-02	-5.6788E-02	2.8044E-02	-8.9146E-03	1.8158E-03
	S6	6.2763E-03	-1.8242E-02	3.0920E-02	-2.2907E-02	7.3430E-03	7.2138E-04	-1.3738E-03
	S7	-8.1111E-03	-7.0185E-03	-5.3729E-03	1.9239E-02	-2.3935E-02	1.6819E-02	-6.8931E-03
	S8	-1.0236E-02	-5.3761E-04	-1.0967E-02	1.9776E-02	-1.9025E-02	1.1450E-02	-4.2303E-03
	S9	-1.8900E-02	2.8565E-03	-6.4025E-03	3.0335E-03	-8.1475E-04	4.0560E-04	-3.7758E-04
	S10	-2.5730E-02	9.0709E-03	-1.2963E-02	1.2391E-02	-8.6829E-03	4.0048E-03	-1.1362E-03
	S11	-4.3165E-02	1.0265E-02	-2.4863E-03	5.8454E-04	-3.0228E-04	1.0874E-04	-2.1159E-05
	S12	-1.9984E-02	-2.1928E-03	3.3981E-03	-1.3858E-03	2.6224E-04	-2.1883E-05	-6.8775E-08
[0130]	S13	1.2277E-02	-8.7361E-03	2.3986E-03	-5.2361E-04	6.8329E-05	-5.9156E-06	4.3289E-07
	S14	3.6300E-02	-7.7634E-03	1.0148E-03	-1.5566E-04	1.4875E-05	-2.1749E-08	-1.0319E-07
	S15	-1.2831E-02	-2.2499E-03	2.8339E-03	-1.1493E-03	2.9053E-04	-4.8796E-05	5.6450E-06
	S16	-3.5518E-02	8.1971E-03	-2.0292E-03	4.6990E-04	-9.1188E-05	1.3604E-05	-1.4991E-06
	面号	A18	A20	A22	A24	A26	A28	A30
	S1	-1.7401E-08	-3.8214E-09	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
	S2	-2.4584E-04	1.6429E-05	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
	S3	-2.9507E-04	1.9877E-05	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
	S4	-5.1924E-05	2.2516E-06	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
	S5	-2.1702E-04	1.1165E-05	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
	S6	4.2021E-04	-4.1938E-05	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
	S7	1.5529E-03	-1.4674E-04	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
	S8	8.9981E-04	-8.4152E-05	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
	S9	1.5619E-04	-2.0336E-05	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
	S10	1.7928E-04	-1.1919E-05	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
	S11	2.1114E-06	-8.4321E-08	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
	S12	1.3430E-07	-6.4004E-09	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
[0131]	S13	-2.3488E-08	5.7223E-10	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
	S14	6.9883E-09	-1.4640E-10	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
	S15	-4.6123E-07	2.6927E-08	-1.1195E-09	3.2446E-11	-6.2402E-13	7.1675E-15	-3.7251E-17
	S16	1.2020E-07	-6.9470E-09	2.8527E-10	-8.0991E-12	1.5089E-13	-1.6581E-15	8.1389E-18

[0132] 表6

[0133] 图6A示出了实施例3的光学成像镜头的轴上色差曲线,其表示不同波长的光线经由镜头后的会聚焦点偏离。图6B示出了实施例3的光学成像镜头的象散曲线,其表示子午像面弯曲和弧矢像面弯曲。图6C示出了实施例3的光学成像镜头的畸变曲线,其表示不同像高对应的畸变大小值。图6D示出了实施例3的光学成像镜头的倍率色差曲线,其表示光线经由镜头后在成像面上的不同的像高的偏差。根据图6A至图6D可知,实施例3所给出的光学成像镜头能够实现良好的成像品质。

[0134] 实施例4

[0135] 以下参照图7至图8D描述根据本申请实施例4的光学成像镜头。图7示出了根据本申请实施例4的光学成像镜头的结构示意图。

[0136] 如图7所示,光学成像镜头沿光轴由物侧至像侧依序包括:光阑ST0、第一透镜E1、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、第八透镜E8、滤光片E9和成像面S19。

[0137] 第一透镜E1具有正光焦度,其物侧面S1为凸面,像侧面S2为凹面。第二透镜E2具有

正光焦度,其物侧面S3为凸面,像侧面S4为凹面。第三透镜E3具有负光焦度,其物侧面S5为凸面,像侧面S6为凹面。第四透镜E4具有负光焦度,其物侧面S7为凸面,像侧面S8为凹面。第五透镜E5具有正光焦度,其物侧面S9为凹面,像侧面S10为凸面。第六透镜E6具有正光焦度,其物侧面S11为凸面,像侧面S12为凹面。第七透镜E7具有正光焦度,其物侧面S13为凸面,像侧面S14为凸面。第八透镜E8具有负光焦度,其物侧面S15为凹面,像侧面S16为凹面。滤光片E9具有物侧面S17和像侧面S18。来自物体的光依序穿过各表面S1至S18并最终成像在成像面S19上。

[0138] 在本实施例中,光学成像镜头的总有效焦距 $f=6.62\text{mm}$ ,从第一透镜E1的物侧面S1至成像面S19在光轴上的距离 $TTL=7.80\text{mm}$ ,成像面S19上有效像素区域对角线长的一半 $ImgH=6.00\text{mm}$ ,以及光学成像镜头的最大半视场角 $Semi-FOV=42.1^\circ$ 。

[0139] 表7示出了实施例4的光学成像镜头的基本参数表,其中,曲率半径、厚度/距离和焦距的单位均为毫米(mm)。

面号	表面类型	曲率半径	厚度/距离	材料		焦距	圆锥系数
				折射率	色散系数		
OBJ	球面	无穷大	无穷大				
STO	球面	无穷大	-0.7686				
[0140] S1	非球面	2.6941	0.7570	1.55	56.1	7.81	0.4257
S2	非球面	6.5898	0.0605				0.0000
S3	非球面	6.4339	0.4213	1.55	56.1	22.99	0.0000
S4	非球面	12.8959	0.0763				4.1183
S5	非球面	13.8586	0.2400	1.67	19.2	-15.17	54.9560
S6	非球面	5.8611	0.3241				4.7141
S7	非球面	13.8296	0.2693	1.65	23.5	-89.82	-5.7520
S8	非球面	11.0743	0.2808				4.9916
S9	非球面	-58.6164	0.5999	1.55	56.1	47.25	-99.0000
S10	非球面	-17.9785	0.5851				0.0000
S11	非球面	4.3688	0.3950	1.67	20.4	76.48	0.0000
S12	非球面	4.6062	0.6277				-13.0233
[0141] S13	非球面	11.4929	0.5501	1.55	56.1	7.29	0.0000
S14	非球面	-5.9832	0.9292				0.0000
S15	非球面	-5.4168	0.5945	1.54	55.9	-4.25	0.0000
S16	非球面	4.0963	0.2995				-1.0000
S17	球面	无穷大	0.2100	1.52	64.2		
S18	球面	无穷大	0.5796				
S19	球面	无穷大					

[0142] 表7

[0143] 在实施例4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。下表8给出了可用于实施例4中各非球面镜面S1-S16的高次项系数 $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$ 、 $A_{12}$ 、 $A_{14}$ 、 $A_{16}$ 、 $A_{18}$ 、 $A_{20}$ 、 $A_{22}$ 、 $A_{24}$ 、 $A_{26}$ 、 $A_{28}$ 和 $A_{30}$ 。

面号	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
S1	-3.6604E-03	3.0183E-04	-1.4356E-03	9.6873E-04	-3.6849E-04	4.9481E-05	4.4624E-06
S2	8.1664E-03	-2.0094E-02	2.3669E-02	-2.1424E-02	1.4028E-02	-6.1401E-03	1.7046E-03
S3	1.2595E-02	-2.2078E-02	2.0735E-02	-1.5802E-02	9.0965E-03	-3.6272E-03	9.5315E-04
S4	-3.6504E-04	-3.1345E-02	4.1012E-02	-3.1658E-02	1.6264E-02	-5.6487E-03	1.2786E-03
S5	-4.9691E-03	-2.6160E-02	4.6119E-02	-3.7400E-02	1.8656E-02	-5.9654E-03	1.1839E-03
S6	3.1844E-03	-1.3832E-02	3.2895E-02	-3.5439E-02	2.4285E-02	-1.0870E-02	3.0121E-03
S7	-9.9905E-03	3.4376E-03	-3.3019E-02	6.2492E-02	-6.7093E-02	4.4093E-02	-1.7429E-02
S8	-1.0528E-02	5.2659E-03	-2.3556E-02	3.4922E-02	-3.1110E-02	1.7752E-02	-6.3027E-03
S9	-2.1303E-02	9.4499E-03	-1.7136E-02	1.5823E-02	-1.1031E-02	5.6484E-03	-2.0185E-03
S10	-3.0790E-02	1.1797E-02	-1.2405E-02	9.5062E-03	-5.7672E-03	2.4540E-03	-6.6697E-04
S11	-3.9015E-02	6.5544E-03	-4.2238E-04	-2.7672E-04	-5.4418E-05	6.2930E-05	-1.5819E-05
S12	-1.8305E-02	-3.4683E-03	4.6021E-03	-2.0595E-03	4.7551E-04	-6.1028E-05	4.0649E-06
S13	1.4989E-02	-9.7268E-03	2.8517E-03	-7.1434E-04	1.2578E-04	-1.6465E-05	1.5200E-06
S14	3.6117E-02	-8.2058E-03	9.9689E-04	-7.6155E-05	-8.0171E-06	3.0425E-06	-3.2460E-07
S15	-1.6386E-02	3.9864E-04	1.8986E-03	-9.8842E-04	2.8891E-04	-5.3791E-05	6.7520E-06
S16	-4.0542E-02	1.1643E-02	-3.5523E-03	9.4082E-04	-1.9535E-04	3.0285E-05	-3.4477E-06
面号	A18	A20	A22	A24	A26	A28	A30
S1	-1.2053E-06	-5.4558E-08	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S2	-2.6936E-04	1.8187E-05	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S3	-1.4858E-04	1.0274E-05	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S4	-1.6912E-04	9.8021E-06	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S5	-1.2427E-04	3.8149E-06	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S6	-4.4688E-04	2.7037E-05	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S7	3.8183E-03	-3.5398E-04	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S8	1.2881E-03	-1.1533E-04	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S9	4.3934E-04	-4.0877E-05	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S10	1.0310E-04	-6.7844E-06	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S11	1.7385E-06	-7.2214E-08	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S12	-9.9365E-08	-8.9948E-10	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S13	-8.1082E-08	1.7945E-09	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S14	1.5344E-08	-2.7569E-10	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S15	-5.9146E-07	3.6741E-08	-1.6169E-09	4.9394E-11	-9.9772E-13	1.1996E-14	-6.5043E-17
S16	2.8645E-07	-1.7249E-08	7.4232E-10	-2.2206E-11	4.3802E-13	-5.1180E-15	2.6816E-17

[0146] 表8

[0147] 图8A示出了实施例4的光学成像镜头的轴上色差曲线,其表示不同波长的光线经由镜头后的会聚焦点偏离。图8B示出了实施例4的光学成像镜头的象散曲线,其表示子午像面弯曲和弧矢像面弯曲。图8C示出了实施例4的光学成像镜头的畸变曲线,其表示不同像高对应的畸变大小值。图8D示出了实施例4的光学成像镜头的倍率色差曲线,其表示光线经由镜头后在成像面上的不同的像高的偏差。根据图8A至图8D可知,实施例4所给出的光学成像镜头能够实现良好的成像品质。

[0148] 实施例5

[0149] 以下参照图9至图10D描述根据本申请实施例5的光学成像镜头。图9示出了根据本申请实施例5的光学成像镜头的结构示意图。

[0150] 如图9所示,光学成像镜头沿光轴由物侧至像侧依序包括:光阑ST0、第一透镜E1、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、第八透镜E8、滤光片E9和成像面S19。

[0151] 第一透镜E1具有正光焦度,其物侧面S1为凸面,像侧面S2为凹面。第二透镜E2具有

正光焦度,其物侧面S3为凸面,像侧面S4为凹面。第三透镜E3具有负光焦度,其物侧面S5为凸面,像侧面S6为凹面。第四透镜E4具有正光焦度,其物侧面S7为凸面,像侧面S8为凹面。第五透镜E5具有负光焦度,其物侧面S9为凹面,像侧面S10为凸面。第六透镜E6具有正光焦度,其物侧面S11为凸面,像侧面S12为凹面。第七透镜E7具有正光焦度,其物侧面S13为凸面,像侧面S14为凸面。第八透镜E8具有负光焦度,其物侧面S15为凹面,像侧面S16为凹面。滤光片E9具有物侧面S17和像侧面S18。来自物体的光依序穿过各表面S1至S18并最终成像在成像面S19上。

[0152] 在本实施例中,光学成像镜头的总有效焦距 $f=6.64\text{mm}$ ,从第一透镜E1的物侧面S1至成像面S19在光轴上的距离 $TTL=7.80\text{mm}$ ,成像面S19上有效像素区域对角线长的一半 $\text{ImgH}=5.86\text{mm}$ ,以及光学成像镜头的最大半视场角 $\text{Semi-FOV}=41.0^\circ$ 。

[0153] 表9示出了实施例5的光学成像镜头的基本参数表,其中,曲率半径、厚度/距离和焦距的单位均为毫米(mm)。

面号	表面类型	曲率半径	厚度/距离	材料		焦距	圆锥系数
				折射率	色散系数		
OBJ	球面	无穷大	无穷大				
STO	球面	无穷大	-0.7662				
S1	非球面	2.6696	0.7373	1.55	56.1	7.94	0.3527
S2	非球面	6.2688	0.0897				0.0000
S3	非球面	6.0809	0.4559	1.55	56.1	20.14	0.0000
S4	非球面	13.2429	0.0651				2.5686
S5	非球面	15.0497	0.2400	1.67	19.2	-12.49	62.3429
S6	非球面	5.3832	0.2545				1.0767
S7	非球面	7.8522	0.3138	1.65	23.5	47.92	0.8793
S8	非球面	10.3699	0.4996				11.3785
S9	非球面	-21.7664	0.5506	1.55	56.1	-90.61	25.4305
S10	非球面	-39.2174	0.4401				0.0000
S11	非球面	4.1782	0.4440	1.67	20.4	85.39	0.0000
S12	非球面	4.3181	0.5487				-16.7945
S13	非球面	9.8751	0.6146	1.55	56.1	6.81	0.0000
S14	非球面	-5.8292	0.9063				0.0000
S15	非球面	-5.4607	0.5686	1.54	55.9	-4.30	0.0000
S16	非球面	4.1465	0.2906				-1.0000
S17	球面	无穷大	0.2100	1.52	64.2		
S18	球面	无穷大	0.5707				
S19	球面	无穷大					

[0156] 表9

[0157] 在实施例5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。下表10给出了可用于实施例5中各非球面镜面S1-S16的高次项系数 $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$ 、 $A_{12}$ 、 $A_{14}$ 、 $A_{16}$ 、 $A_{18}$ 、 $A_{20}$ 、 $A_{22}$ 、 $A_{24}$ 、 $A_{26}$ 、 $A_{28}$ 和 $A_{30}$ 。

面号	$A_4$	$A_6$	$A_8$	$A_{10}$	$A_{12}$	$A_{14}$	$A_{16}$
S1	-3.2878E-03	5.6168E-04	-1.7265E-03	1.3170E-03	-6.4062E-04	1.7120E-04	-2.4452E-05
S2	4.9020E-03	-9.4183E-03	1.0704E-02	-1.0763E-02	7.9573E-03	-3.8014E-03	1.1034E-03
S3	7.3630E-03	-1.0171E-02	5.7187E-03	-2.8786E-03	1.7515E-03	-9.4033E-04	3.2328E-04
S4	-5.8422E-03	-2.1854E-02	2.7199E-02	-1.5920E-02	4.2427E-03	6.8278E-05	-3.3762E-04
S5	-1.0234E-02	-1.5137E-02	3.5045E-02	-2.9303E-02	1.3558E-02	-3.5648E-03	4.8731E-04
S6	-1.9291E-03	-2.2917E-03	1.5791E-02	-1.5114E-02	5.3825E-03	1.0422E-03	-1.5991E-03

S7	-1.1746E-02	4.1227E-03	-2.7150E-02	5.1298E-02	-5.6648E-02	3.8022E-02	-1.5188E-02
S8	-8.9248E-03	1.4330E-03	-9.1200E-03	1.1819E-02	-8.6856E-03	3.7907E-03	-8.4706E-04
S9	-2.2234E-02	1.4127E-02	-2.9409E-02	3.6563E-02	-3.1339E-02	1.7499E-02	-6.0612E-03
S10	-3.8400E-02	1.7106E-02	-1.2906E-02	7.2503E-03	-3.6483E-03	1.4533E-03	-3.9064E-04
S11	-5.0542E-02	1.0966E-02	-1.1160E-03	1.5722E-04	-4.4606E-04	2.1387E-04	-4.5171E-05
S12	-1.5624E-02	-1.0610E-02	1.0261E-02	-4.2196E-03	9.5272E-04	-1.2609E-04	9.5771E-06
S13	1.9438E-02	-1.5858E-02	5.5371E-03	-1.3355E-03	2.0045E-04	-1.8947E-05	1.1529E-06
S14	4.2466E-02	-1.2822E-02	3.1464E-03	-7.2510E-04	1.1360E-04	-1.0858E-05	6.1302E-07
S15	-1.4615E-02	-4.1033E-03	5.5692E-03	-2.3631E-03	5.8346E-04	-9.4043E-05	1.0456E-05
S16	-4.0515E-02	8.7241E-03	-1.4409E-03	1.8861E-04	-2.7013E-05	4.2554E-06	-5.4370E-07
面号	A18	A20	A22	A24	A26	A28	A30
S1	1.5906E-06	-7.8433E-08	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S2	-1.7553E-04	1.1604E-05	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S3	-5.8370E-05	4.1439E-06	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S4	7.9379E-05	-6.2355E-06	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S5	-2.1093E-05	-1.4881E-06	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S6	5.3892E-04	-6.2283E-05	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S7	3.3449E-03	-3.1156E-04	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S8	8.3373E-05	-2.3319E-06	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S9	1.1868E-03	-9.9849E-05	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S10	6.1377E-05	-4.1502E-06	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S11	4.6268E-06	-1.8638E-07	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S12	-3.7191E-07	5.2387E-09	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S13	-4.2377E-08	7.1178E-10	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S14	-1.8833E-08	2.4232E-10	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S15	-8.2615E-07	4.6943E-08	-1.9107E-09	5.4485E-11	-1.0356E-12	1.1800E-14	-6.1055E-17
S16	4.8963E-08	-3.0287E-09	1.2782E-10	-3.6122E-12	6.5276E-14	-6.8020E-16	3.0993E-18

[0159] 表10

[0160] 图10A示出了实施例5的光学成像镜头的轴上色差曲线,其表示不同波长的光线经由镜头后的会聚焦点偏离。图10B示出了实施例5的光学成像镜头的象散曲线,其表示子午像面弯曲和弧矢像面弯曲。图10C示出了实施例5的光学成像镜头的畸变曲线,其表示不同像高对应的畸变大小值。图10D示出了实施例5的光学成像镜头的倍率色差曲线,其表示光线经由镜头后在成像面上的不同的像高的偏差。根据图10A至图10D可知,实施例5所给出的光学成像镜头能够实现良好的成像品质。

[0161] 实施例6

[0162] 以下参照图11至图12D描述根据本申请实施例6的光学成像镜头。图11示出了根据本申请实施例6的光学成像镜头的结构示意图。

[0163] 如图11所示,光学成像镜头沿光轴由物侧至像侧依序包括:光阑ST0、第一透镜E1、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、第八透镜E8、滤光片E9和成像面S19。

[0164] 第一透镜E1具有正光焦度,其物侧面S1为凸面,像侧面S2为凹面。第二透镜E2具有负光焦度,其物侧面S3为凸面,像侧面S4为凹面。第三透镜E3具有负光焦度,其物侧面S5为凸面,像侧面S6为凹面。第四透镜E4具有正光焦度,其物侧面S7为凸面,像侧面S8为凹面。第五透镜E5具有正光焦度,其物侧面S9为凹面,像侧面S10为凸面。第六透镜E6具有负光焦度,其物侧面S11为凸面,像侧面S12为凹面。第七透镜E7具有正光焦度,其物侧面S13为凸面,像侧面S14为凸面。第八透镜E8具有负光焦度,其物侧面S15为凹面,像侧面S16为凹面。滤光片E9具有物侧面S17和像侧面S18。来自物体的光依序穿过各表面S1至S18并最终成像在成像

面S19上。

[0165] 在本实施例中,光学成像镜头的总有效焦距 $f=6.66\text{mm}$ ,从第一透镜E1的物侧面S1至成像面S19在光轴上的距离 $TTL=7.86\text{mm}$ ,成像面S19上有效像素区域对角线长的一半 $\text{ImgH}=6.02\text{mm}$ ,以及光学成像镜头的最大半视场角 $\text{Semi-FOV}=41.6^\circ$ 。

[0166] 表11示出了实施例6的光学成像镜头的基本参数表,其中,曲率半径、厚度/距离和焦距的单位均为毫米(mm)。

面号	表面类型	曲率半径	厚度/距离	材料		焦距	圆锥系数
				折射率	色散系数		
OBJ	球面	无穷大	无穷大				
STO	球面	无穷大	-0.7244				
S1	非球面	2.6611	0.9077	1.55	56.1	5.56	0.1505
S2	非球面	18.9867	0.0500				0.0000
S3	非球面	17.1904	0.2334	1.55	56.1	-61.17	0.0000
S4	非球面	11.2941	0.0510				-1.4602
[0167] S5	非球面	13.0870	0.2800	1.67	19.2	-11.67	16.7925
S6	非球面	4.8858	0.1824				1.4037
S7	非球面	5.5877	0.3409	1.65	23.5	34.75	-1.2372
S8	非球面	7.2714	0.4973				11.4948
S9	非球面	-18.5703	0.6327	1.55	56.1	70.13	51.3860
S10	非球面	-12.6557	0.5644				0.0000
S11	非球面	5.0441	0.4650	1.67	20.4	-88.49	0.0000
S12	非球面	4.4751	0.4159				-15.8798
S13	非球面	11.3200	0.7261	1.55	56.1	6.64	0.0000
S14	非球面	-5.2149	0.7847				0.0000
S15	非球面	-6.2759	0.6297	1.54	55.9	-4.33	0.0000
[0168] S16	非球面	3.8185	0.3044				-1.0000
S17	球面	无穷大	0.2100	1.52	64.2		
S18	球面	无穷大	0.5846				
S19	球面	无穷大					

[0169] 表11

[0170] 在实施例6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。下表12给出了可用于实施例6中各非球面镜面S1-S16的高次项系数 $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$ 、 $A_{12}$ 、 $A_{14}$ 、 $A_{16}$ 、 $A_{18}$ 和 $A_{20}$ 。

面号	$A_4$	$A_6$	$A_8$	$A_{10}$	$A_{12}$	$A_{14}$	$A_{16}$	$A_{18}$	$A_{20}$
S1	-1.5427E-03	-1.0518E-03	7.5507E-04	-4.0269E-04	-2.9619E-05	8.2911E-05	-2.8787E-05	3.3586E-06	-8.4042E-08
S2	-4.9928E-03	1.4852E-02	-2.2292E-02	1.9360E-02	-1.0330E-02	3.4126E-03	-6.8069E-04	7.4997E-05	-3.4952E-06
S3	-3.7808E-03	1.9992E-02	-3.4799E-02	3.1753E-02	-1.7183E-02	5.6998E-03	-1.1363E-03	1.2595E-04	-6.0941E-06
S4	-1.9064E-02	3.1355E-02	-7.2328E-02	8.6414E-02	-5.9030E-02	2.4351E-02	-6.0186E-03	8.2175E-04	-4.7759E-05
S5	-1.6887E-02	2.9420E-02	-5.5938E-02	6.8430E-02	-4.9058E-02	2.1178E-02	-5.4183E-03	7.5515E-04	-4.4015E-05
S6	-7.5857E-03	1.9006E-02	-2.9515E-02	3.7350E-02	-3.1492E-02	1.6799E-02	-5.5318E-03	1.0524E-03	-8.7680E-05
S7	-1.5087E-02	1.1923E-03	-7.9116E-04	-1.4134E-03	1.2554E-03	3.8067E-05	-4.5135E-04	2.3812E-04	-3.7996E-05
S8	-1.2377E-02	2.1703E-03	-7.0602E-03	9.0900E-03	-7.3310E-03	3.8543E-03	-1.2257E-03	2.4711E-04	-2.5929E-05
S9	-1.7420E-02	4.9608E-03	-1.6739E-02	2.6427E-02	-2.8050E-02	1.8652E-02	-7.4894E-03	1.6597E-03	-1.5432E-04
S10	-2.7698E-02	9.6764E-03	-1.2804E-02	1.2079E-02	-8.2103E-03	3.6258E-03	-9.8370E-04	1.4899E-04	-9.5548E-06
S11	-3.7218E-02	3.3705E-03	2.4319E-03	-1.6607E-03	4.2383E-04	-5.1809E-05	1.3151E-06	3.3390E-07	-2.3969E-08
S12	-8.7748E-03	-1.2505E-02	8.9720E-03	-3.3414E-03	7.5754E-04	-1.0953E-04	9.8975E-06	-5.0868E-07	1.1330E-08
S13	2.2699E-02	-1.5504E-02	4.1926E-03	-8.4527E-04	1.1628E-04	-1.1480E-05	8.7087E-07	-4.3677E-08	9.7831E-10
S14	4.4036E-02	-1.0194E-02	6.1446E-04	1.7733E-04	-5.8166E-05	8.2906E-06	-6.4117E-07	2.5901E-08	-4.2851E-10

S15	-1.3930E-02	-8.3354E-04	8.0414E-04	-1.2285E-04	9.8274E-06	-4.7432E-07	1.3941E-08	-2.3081E-10	1.6541E-12
S16	-3.8646E-02	7.4231E-03	-1.2114E-03	1.3972E-04	-1.0716E-05	5.2744E-07	-1.5870E-08	2.6486E-10	-1.8788E-12

[0172] 表12

[0173] 图12A示出了实施例6的光学成像镜头的轴上色差曲线,其表示不同波长的光线经由镜头后的会聚焦点偏离。图12B示出了实施例6的光学成像镜头的象散曲线,其表示子午像面弯曲和弧矢像面弯曲。图12C示出了实施例6的光学成像镜头的畸变曲线,其表示不同像高对应的畸变大小值。图12D示出了实施例6的光学成像镜头的倍率色差曲线,其表示光线经由镜头后在成像面上的不同的像高的偏差。根据图12A至图12D可知,实施例6所给出的光学成像镜头能够实现良好的成像品质。

[0174] 实施例7

[0175] 以下参照图13至图14D描述根据本申请实施例7的光学成像镜头。图13示出了根据本申请实施例7的光学成像镜头的结构示意图。

[0176] 如图13所示,光学成像镜头沿光轴由物侧至像侧依序包括:光阑ST0、第一透镜E1、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、第八透镜E8、滤光片E9和成像面S19。

[0177] 第一透镜E1具有正光焦距,其物侧面S1为凸面,像侧面S2为凹面。第二透镜E2具有正光焦距,其物侧面S3为凸面,像侧面S4为凸面。第三透镜E3具有负光焦距,其物侧面S5为凸面,像侧面S6为凹面。第四透镜E4具有正光焦距,其物侧面S7为凸面,像侧面S8为凹面。第五透镜E5具有正光焦距,其物侧面S9为凹面,像侧面S10为凸面。第六透镜E6具有负光焦距,其物侧面S11为凸面,像侧面S12为凹面。第七透镜E7具有正光焦距,其物侧面S13为凸面,像侧面S14为凸面。第八透镜E8具有负光焦距,其物侧面S15为凹面,像侧面S16为凹面。滤光片E9具有物侧面S17和像侧面S18。来自物体的光依序穿过各表面S1至S18并最终成像在成像面S19上。

[0178] 在本实施例中,光学成像镜头的总有效焦距 $f=6.62\text{mm}$ ,从第一透镜E1的物侧面S1至成像面S19在光轴上的距离 $TTL=7.80\text{mm}$ ,成像面S19上有效像素区域对角线长的一半 $\text{ImgH}=5.96\text{mm}$ ,以及光学成像镜头的最大半视场角 $\text{Semi-FOV}=41.8^\circ$ 。

[0179] 表13示出了实施例7的光学成像镜头的基本参数表,其中,曲率半径、厚度/距离和焦距的单位均为毫米(mm)。

面号	表面类型	曲率半径	厚度/距离	材料		焦距	圆锥系数
				折射率	色散系数		
OBJ	球面	无穷大	无穷大				
STO	球面	无穷大	-0.6920				
S1	非球面	2.6861	0.8373	1.55	56.1	6.00	0.4287
S2	非球面	13.2574	0.1572				0.0000
S3	非球面	94.5281	0.2817	1.55	56.1	77.36	0.0000
S4	非球面	-76.2600	0.0317				29.0660
S5	非球面	22.8009	0.2400	1.67	19.2	-10.53	89.4773
S6	非球面	5.4125	0.1984				-0.1974
S7	非球面	6.8499	0.3208	1.65	23.5	44.16	1.7263
S8	非球面	8.8603	0.4414				10.0682
S9	非球面	-15.2381	0.6135	1.55	56.1	76.84	43.7714
S10	非球面	-11.3369	0.5761				0.0000
S11	非球面	4.6538	0.4228	1.67	20.4	-157.01	0.0000
S12	非球面	4.2937	0.4678				-18.0637
S13	非球面	9.8803	0.5525	1.55	56.1	6.96	0.0000
S14	非球面	-6.0535	1.0153				0.0000
S15	非球面	-4.9266	0.5659	1.54	55.9	-4.37	-1.0000
S16	非球面	4.6540	0.2937				-1.0000
S17	球面	无穷大	0.2100	1.52	64.2		
S18	球面	无穷大	0.5738				
S19	球面	无穷大					

[0180] 表13

[0182] 在实施例7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。下表14给出了可用于实施例7中各非球面镜面S1-S16的高次项系数A<sub>4</sub>、A<sub>6</sub>、A<sub>8</sub>、A<sub>10</sub>、A<sub>12</sub>、A<sub>14</sub>、A<sub>16</sub>、A<sub>18</sub>和A<sub>20</sub>。

面号	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16	A18	A20
S1	-3.7236E-03	5.4348E-04	-2.3658E-03	2.9081E-03	-2.3150E-03	1.0974E-03	-3.0662E-04	4.6063E-05	-2.9186E-06
S2	4.6858E-04	-1.5453E-03	1.6871E-03	-3.4972E-03	3.8465E-03	-2.2869E-03	7.6218E-04	-1.3539E-04	1.0111E-05
S3	1.0484E-02	-9.0057E-03	-1.2351E-03	3.9259E-03	-1.6690E-03	-3.2847E-05	2.3552E-04	-6.9439E-05	6.6797E-06
S4	-1.1558E-03	-1.5979E-02	2.0017E-02	-1.2584E-02	3.7745E-03	-2.0208E-04	-1.7008E-04	3.9384E-05	-2.4876E-06
S5	-1.7478E-02	4.3139E-03	2.0411E-02	-2.3523E-02	1.2620E-02	-3.9525E-03	8.0864E-04	-1.1713E-04	9.5686E-06
S6	-8.7988E-03	6.7215E-03	1.3195E-02	-2.4342E-02	2.1329E-02	-1.1654E-02	3.8741E-03	-6.6615E-04	4.1763E-05
S7	-1.1532E-02	-6.2862E-03	-1.8402E-03	1.3957E-02	-2.2050E-02	1.8845E-02	-9.2449E-03	2.4915E-03	-2.8336E-04
S8	-8.6304E-03	-2.6508E-03	-6.3541E-03	1.4590E-02	-1.6803E-02	1.2047E-02	-5.2095E-03	1.2795E-03	-1.3638E-04
S9	-2.0640E-02	1.0306E-02	-3.0938E-02	4.5468E-02	-4.4869E-02	2.8469E-02	-1.1142E-02	2.4414E-03	-2.2622E-04
S10	-3.1207E-02	1.0779E-02	-1.3108E-02	1.0532E-02	-6.4699E-03	2.7548E-03	-7.4945E-04	1.1622E-04	-7.6605E-06
S11	-4.7825E-02	1.5102E-02	-6.6752E-03	3.0380E-03	-1.2280E-03	3.2746E-04	-5.1802E-05	4.4094E-06	-1.5480E-07
S12	-1.8934E-02	-3.2943E-03	3.8885E-03	-1.4463E-03	2.4894E-04	-1.5774E-05	-9.9092E-07	1.9575E-07	-7.8644E-09
S13	1.7494E-02	-1.1911E-02	3.1798E-03	-7.7501E-04	1.4626E-04	-2.0422E-05	1.9301E-06	-1.0318E-07	2.2761E-09
S14	4.2523E-02	-8.0504E-03	-4.4237E-04	4.4067E-04	-9.7953E-05	1.2158E-05	-8.7886E-07	3.4287E-08	-5.5734E-10
S15	-6.6942E-03	-2.6676E-03	1.1652E-03	-1.7248E-04	1.4189E-05	-7.1639E-07	2.2202E-08	-3.8970E-10	2.9753E-12
S16	-2.6740E-02	3.6205E-03	-4.0087E-04	3.0717E-05	-1.4765E-06	3.6871E-08	-9.8455E-11	-1.5261E-11	2.2811E-13

[0184] 表14

[0186] 图14A示出了实施例7的光学成像镜头的轴上色差曲线,其表示不同波长的光线经由镜头后的会聚焦点偏离。图14B示出了实施例7的光学成像镜头的象散曲线,其表示子午像面弯曲和弧矢像面弯曲。图14C示出了实施例7的光学成像镜头的畸变曲线,其表示不同像高对应的畸变大小值。图14D示出了实施例7的光学成像镜头的倍率色差曲线,其表示光

线经由镜头后在成像面上的不同的像高的偏差。根据图14A至图14D可知,实施例7所给出的光学成像镜头能够实现良好的成像品质。

[0187] 综上,实施例1至实施例7分别满足表17中所示的关系。

[0188]

条件式/实施例	1	2	3	4	5	6	7
TTL/ImgH	1.32	1.29	1.34	1.30	1.33	1.31	1.31
f/EPD	1.70	1.90	1.72	1.72	1.72	1.74	1.80
f × tan (Semi-FOV) mm	5.79	5.84	5.71	5.98	5.77	5.92	5.92
f67/f12345	0.80	0.89	0.92	0.86	0.78	0.97	0.96
ET7/CT7	0.58	0.80	0.76	0.99	0.63	0.69	0.97
SAG51/SAG52	0.54	0.50	0.42	0.40	0.54	0.45	0.48
SAG61/SAG62	0.85	0.84	0.81	0.76	0.81	0.93	0.82
SAG71/SAG81	0.67	0.73	0.58	0.72	0.58	0.77	0.70
f/f1	0.91	0.83	0.87	0.85	0.84	1.20	1.10
f8/f3	0.37	0.35	0.28	0.28	0.34	0.37	0.41
(R2-R1)/(R2+R1)	0.46	0.40	0.43	0.42	0.40	0.75	0.66
R6/R5	0.36	0.36	0.43	0.42	0.36	0.37	0.24
R7/R8	0.74	0.86	1.20	1.25	0.76	0.77	0.77
R12/R11	0.93	1.04	0.90	1.05	1.03	0.89	0.92
f7/(R13-R14)	0.44	0.42	0.44	0.42	0.43	0.40	0.44
R16/R15	-0.76	-0.75	-0.77	-0.76	-0.76	-0.61	-0.94
CT5/CT1	0.74	0.82	0.77	0.79	0.75	0.70	0.73
T56/(T45+T67)	0.43	0.51	0.81	0.64	0.42	0.62	0.63
(CT2+CT3+CT4+CT6)/ΣAT	0.54	0.43	0.47	0.46	0.52	0.52	0.44
CT8/T78	0.60	0.58	0.63	0.64	0.63	0.80	0.56

[0189] 表17

[0190] 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。

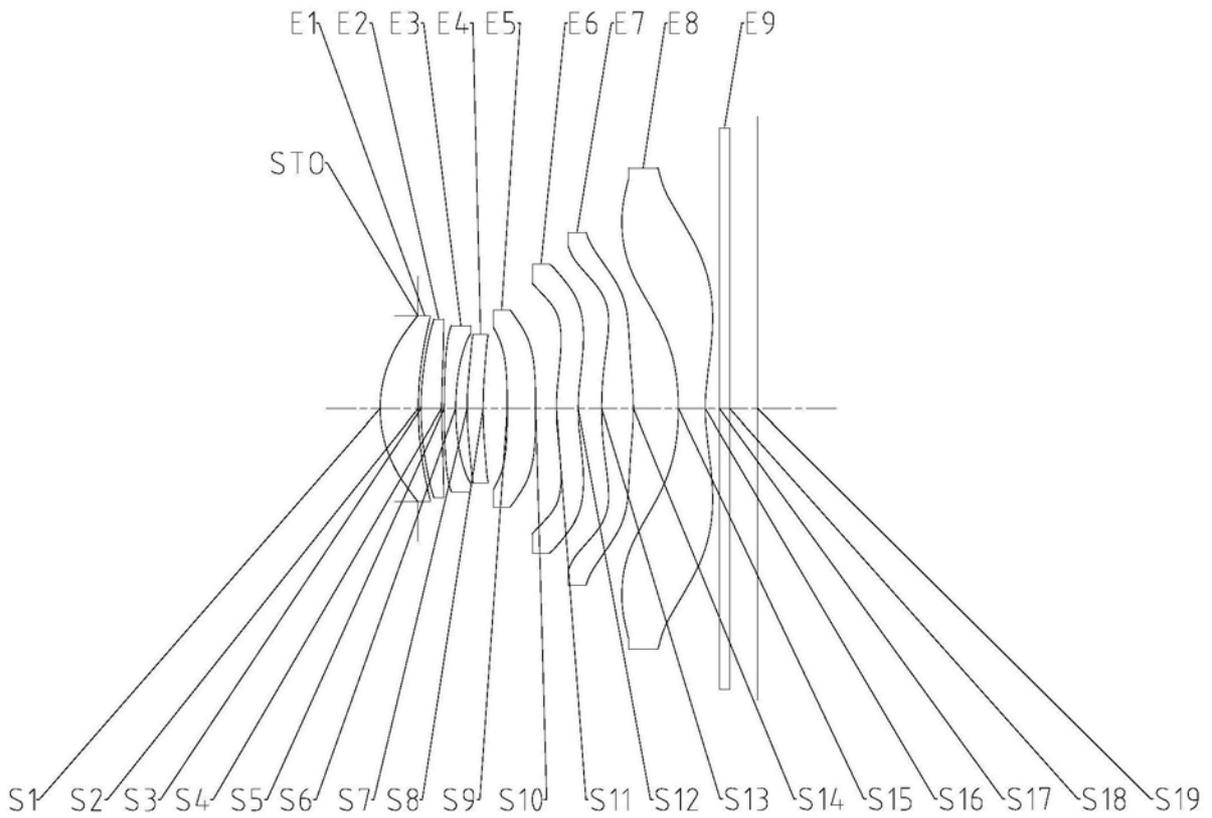


图1

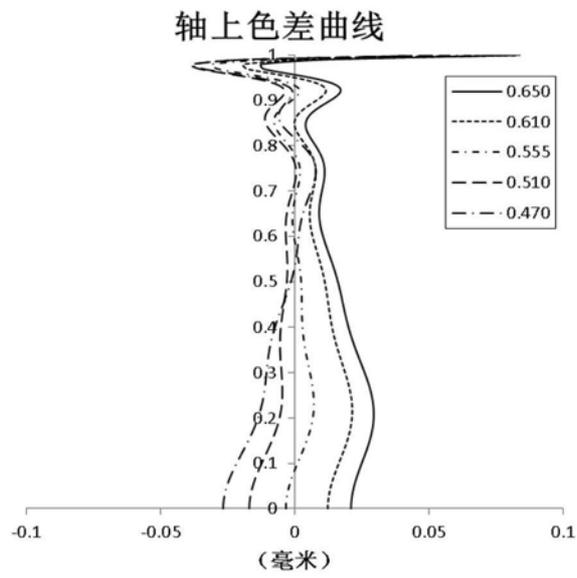


图2A

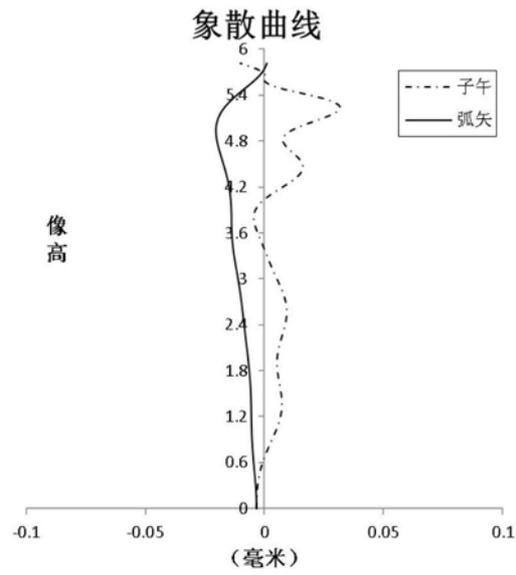


图2B

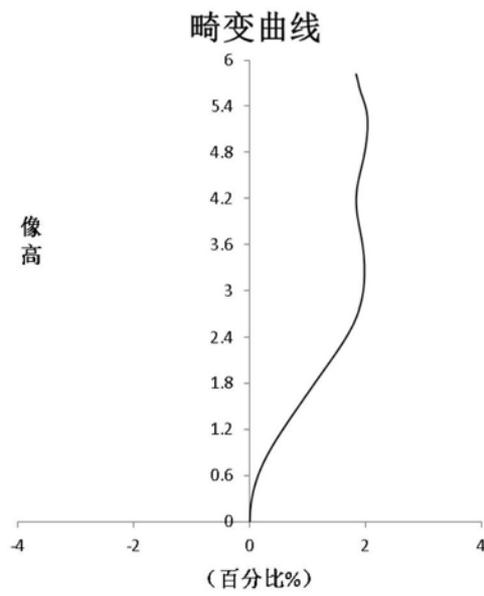


图2C

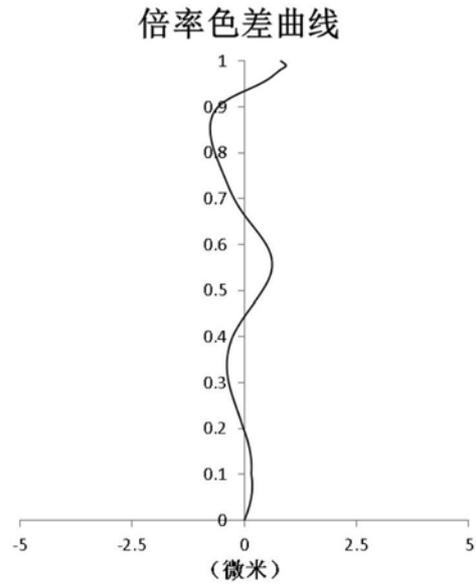


图2D

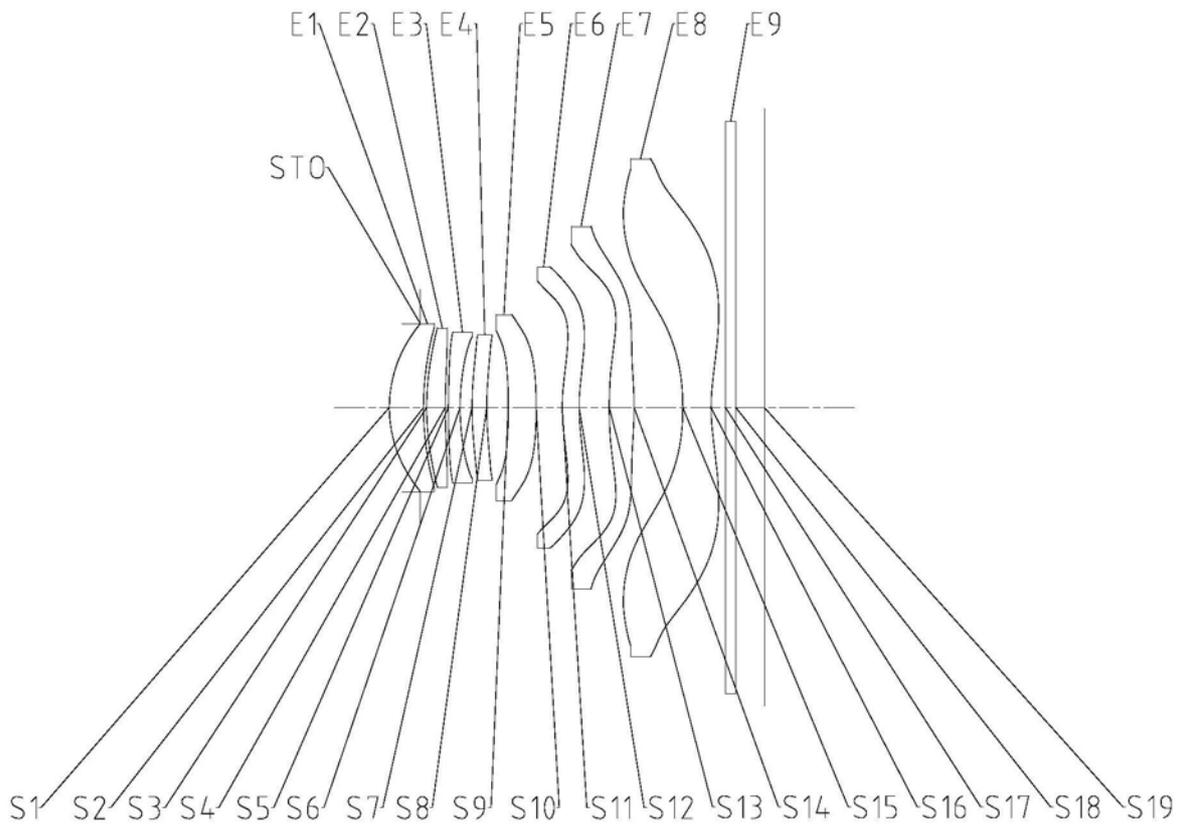


图3

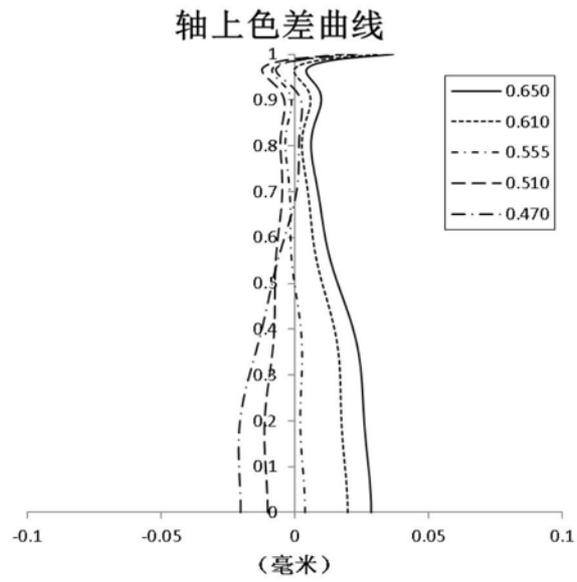


图4A

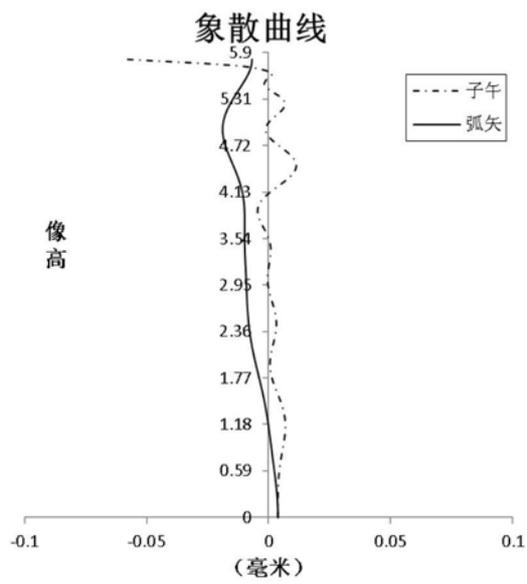


图4B

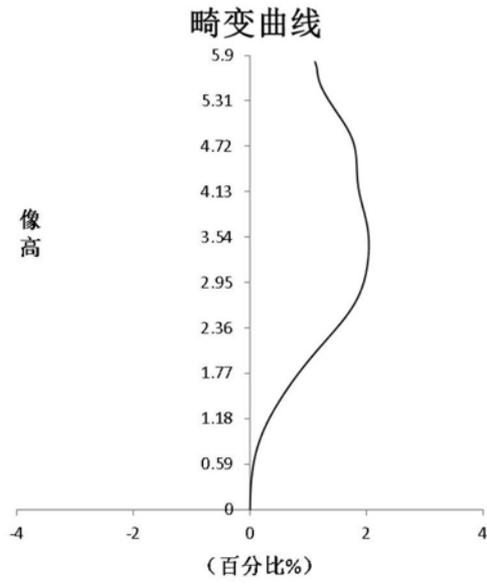


图4C

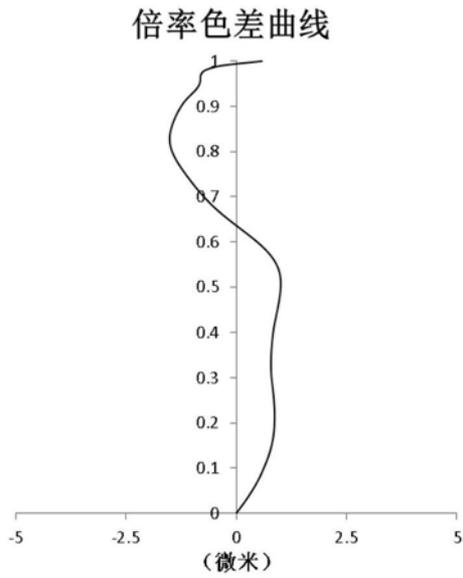


图4D

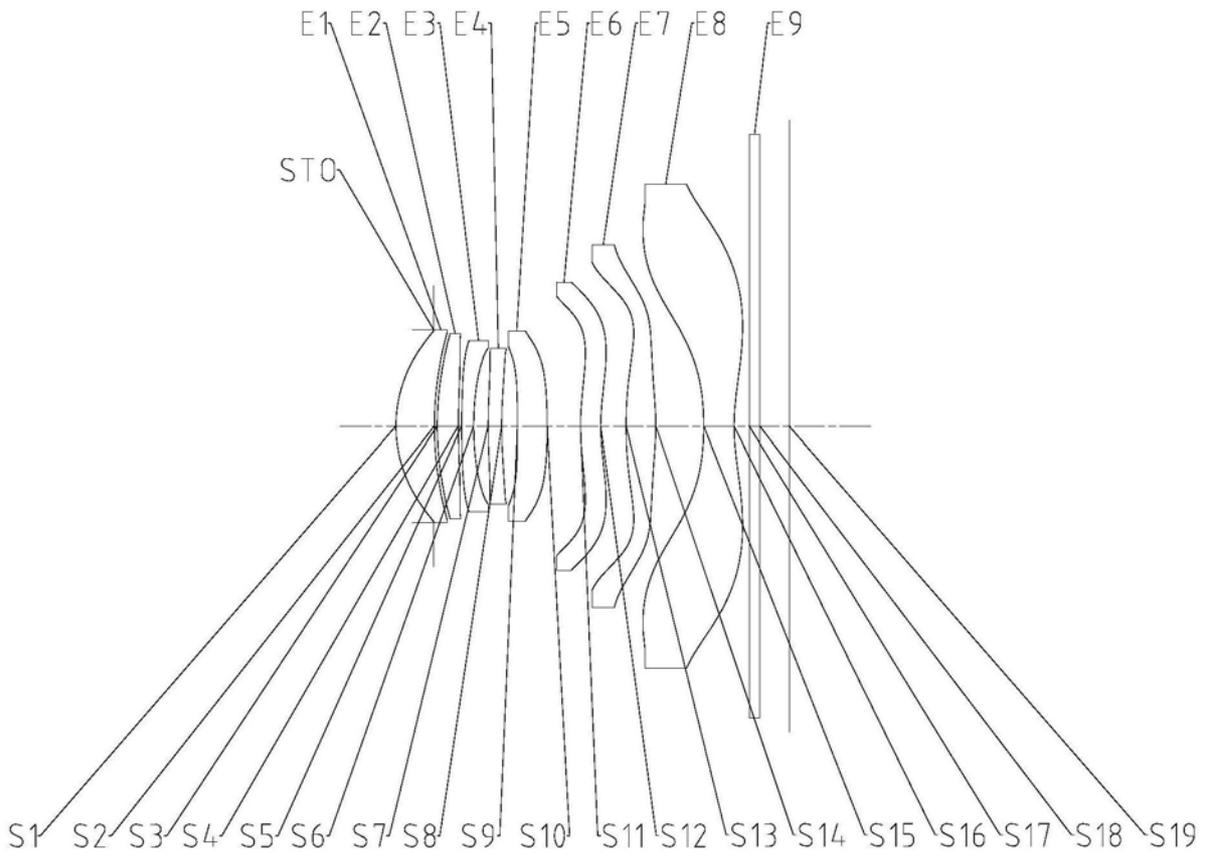


图5

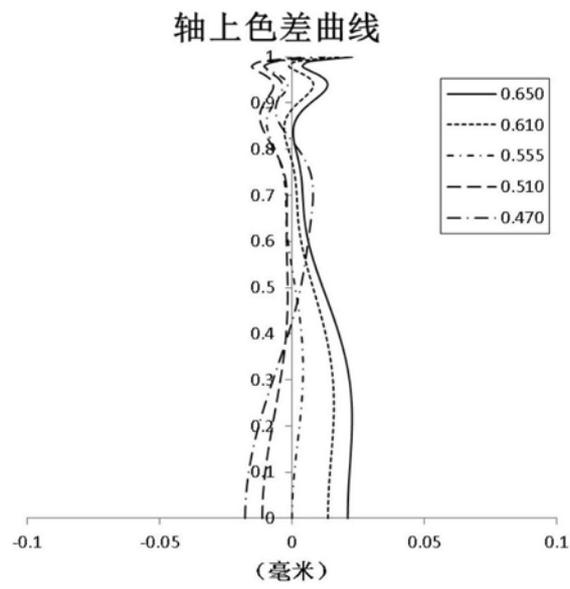


图6A

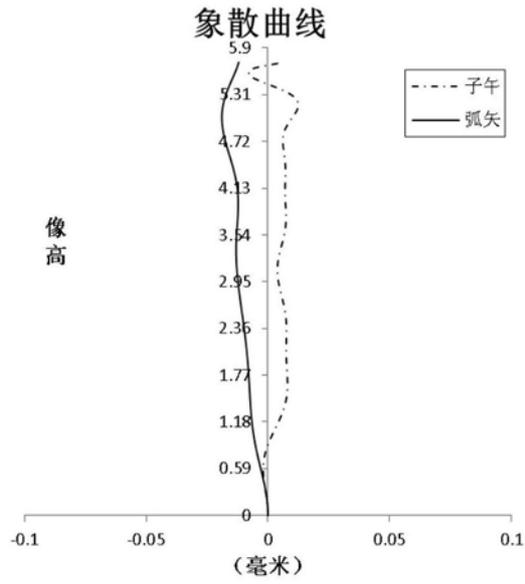


图6B

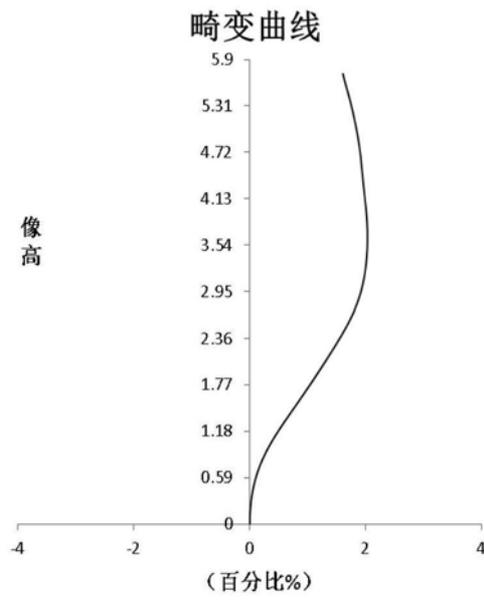


图6C

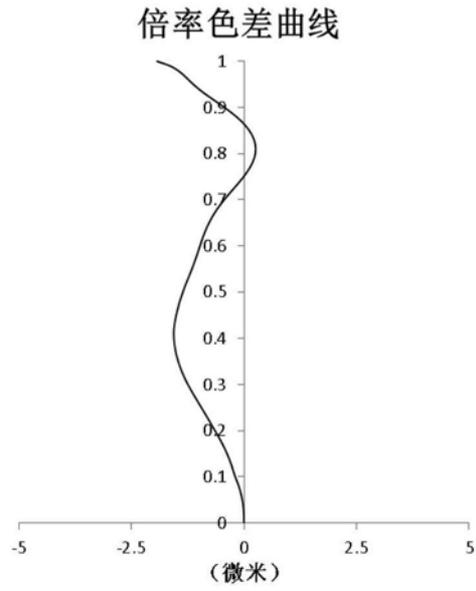


图6D

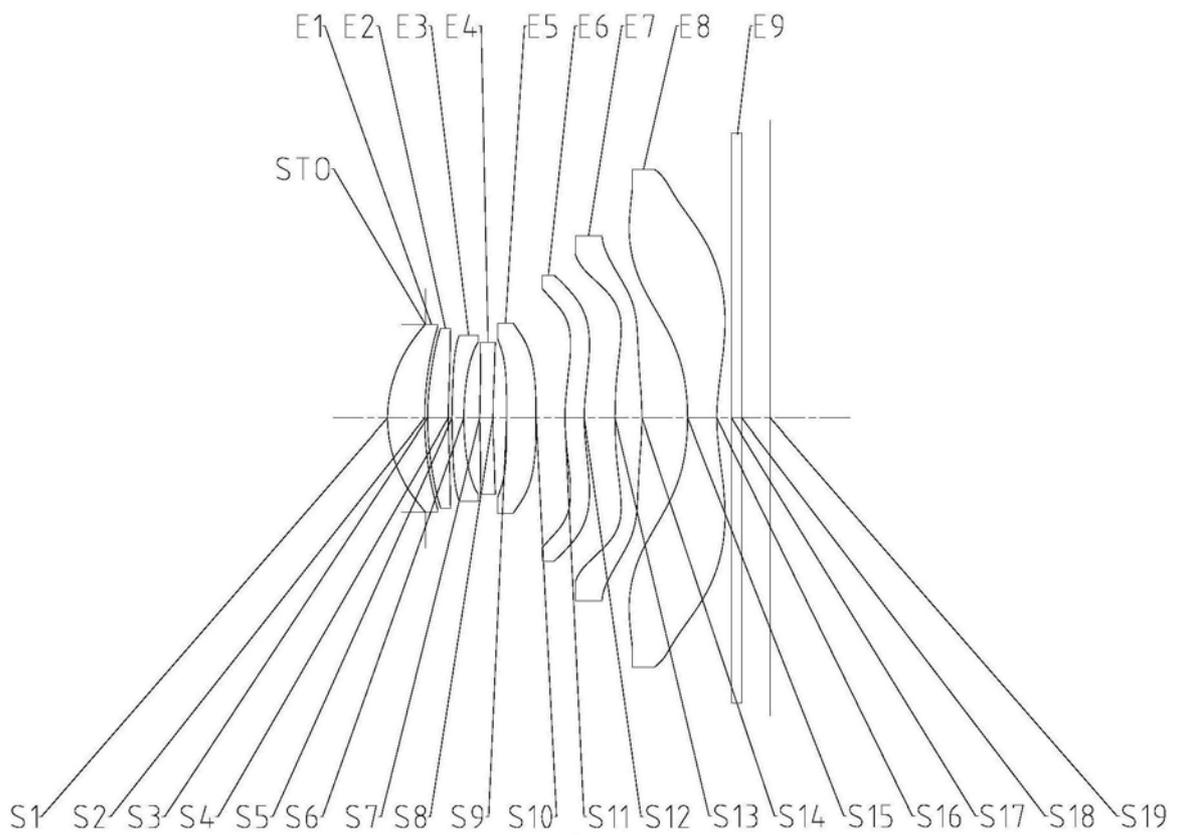


图7

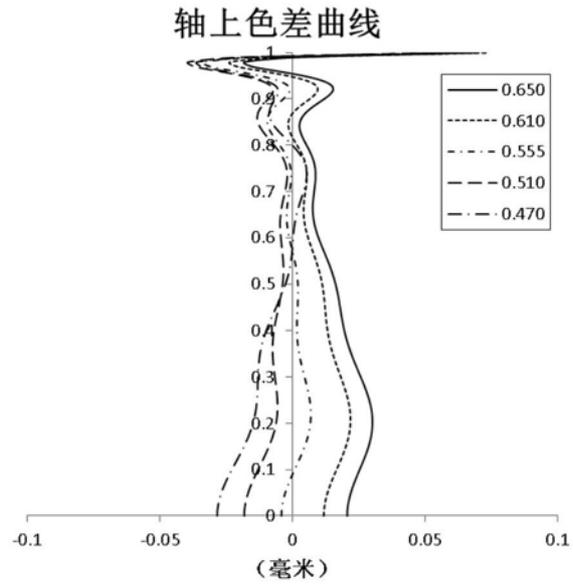


图8A

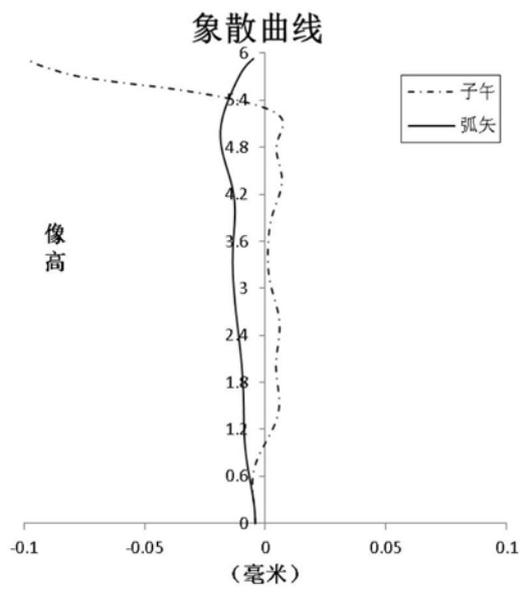


图8B

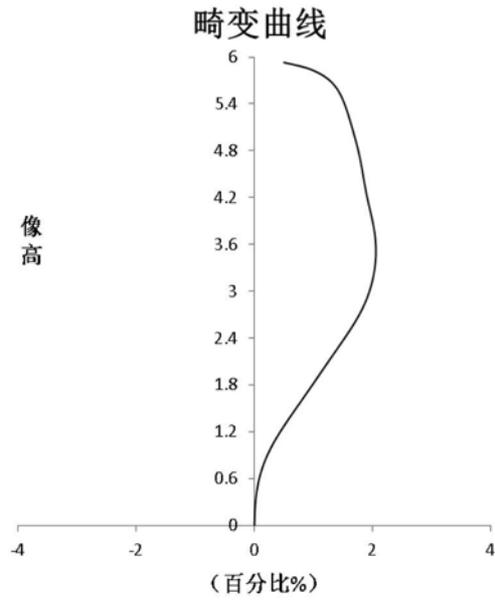


图8C

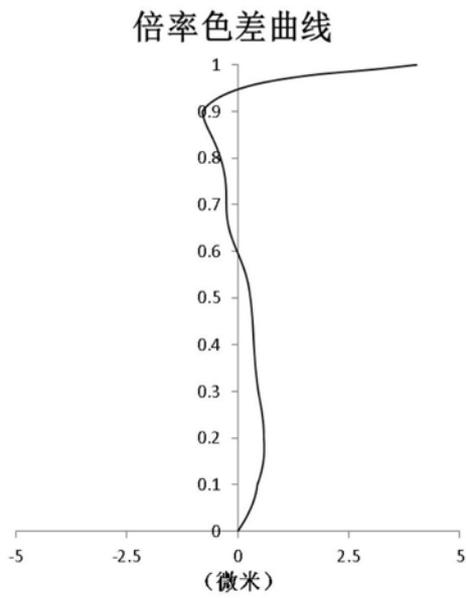


图8D

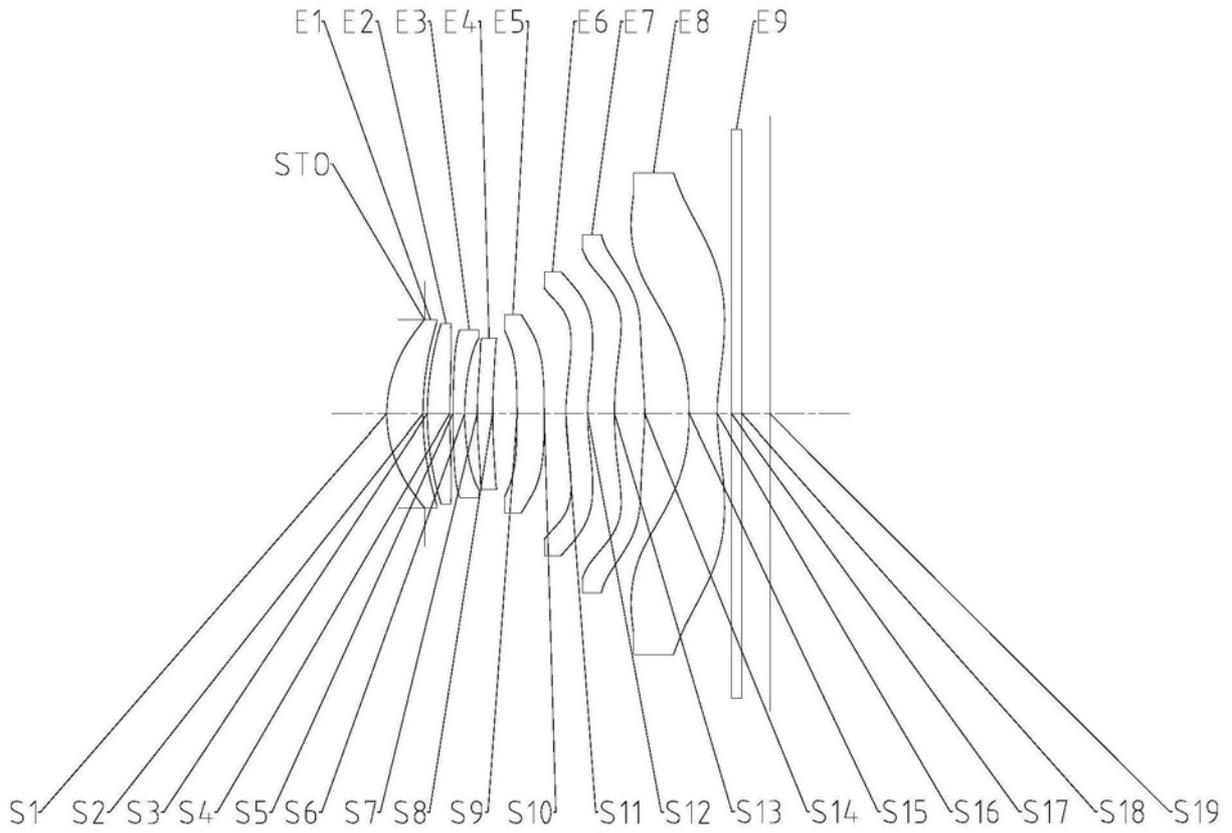


图9

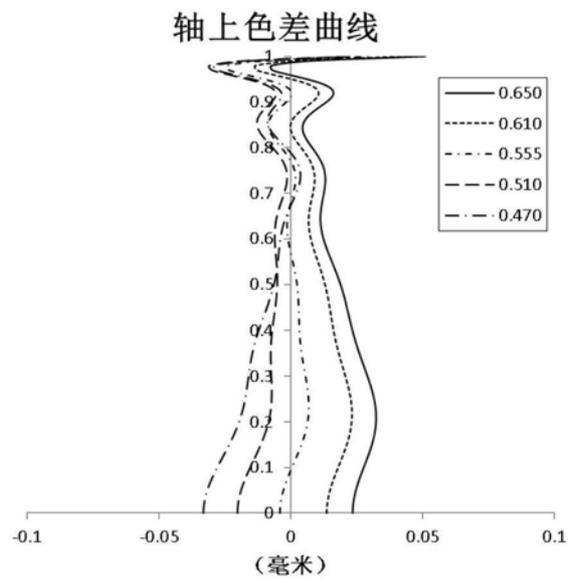


图10A

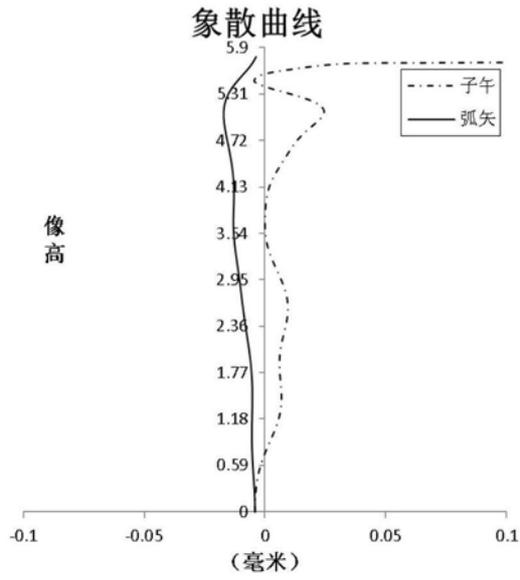


图10B

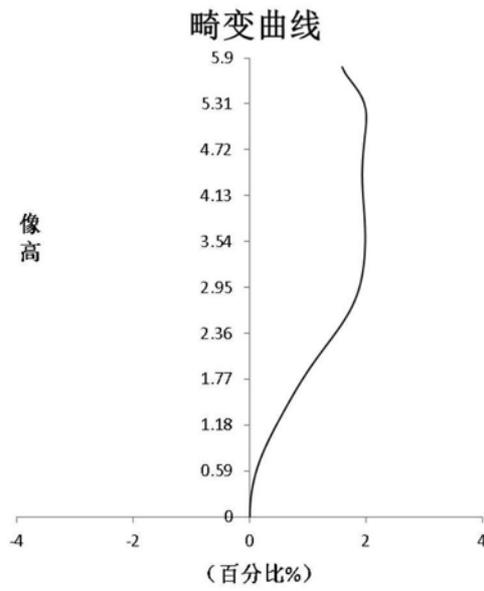


图10C

倍率色差曲线

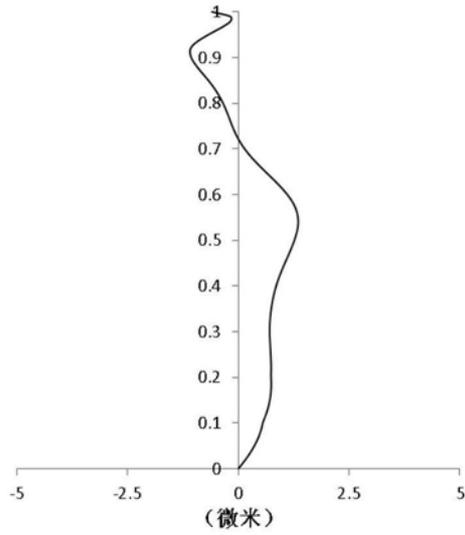


图10D

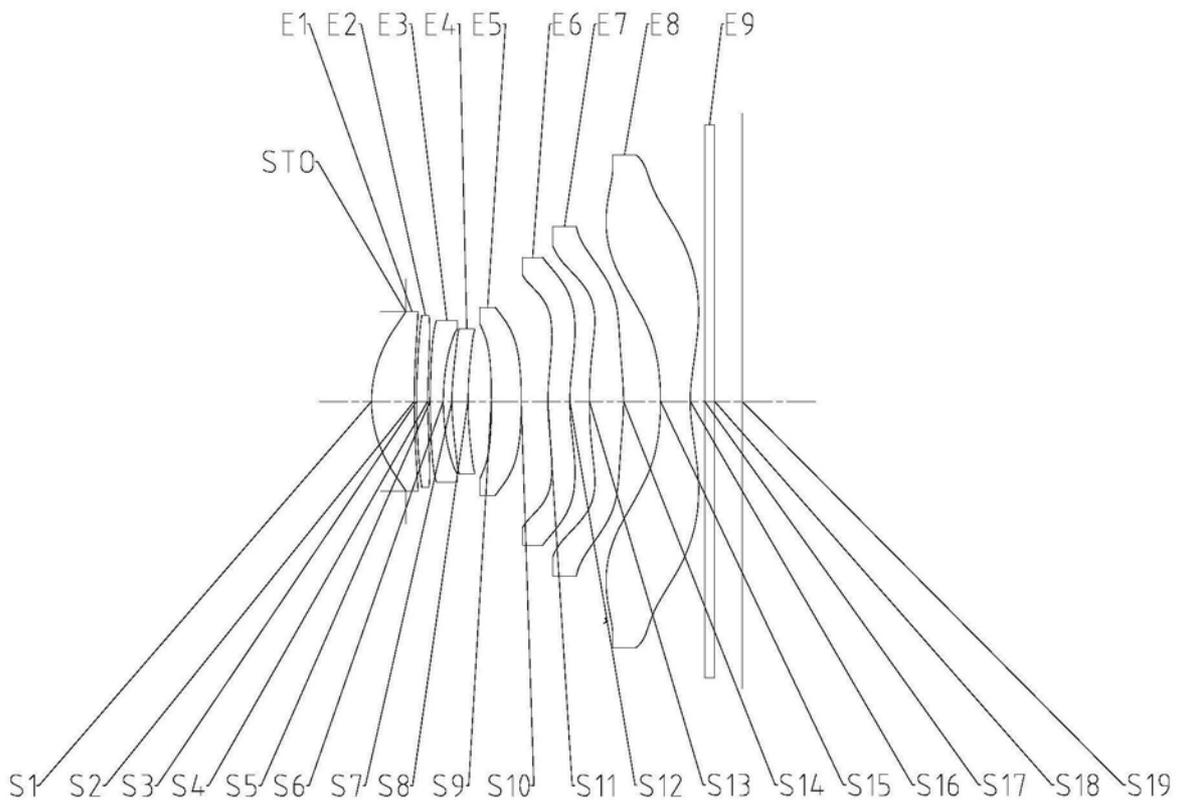


图11

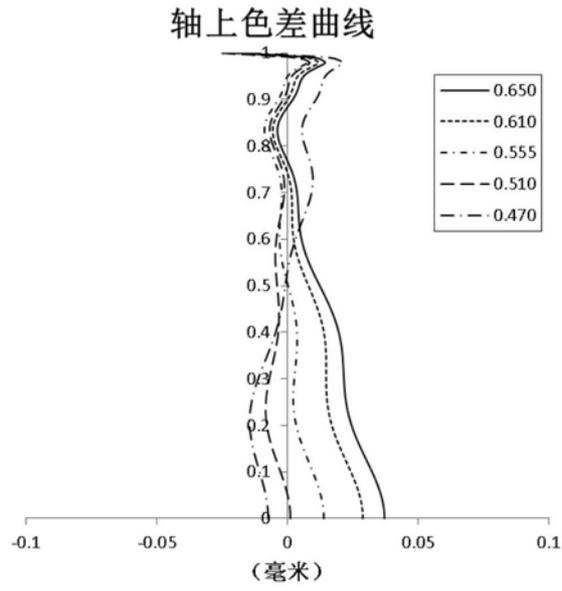


图12A

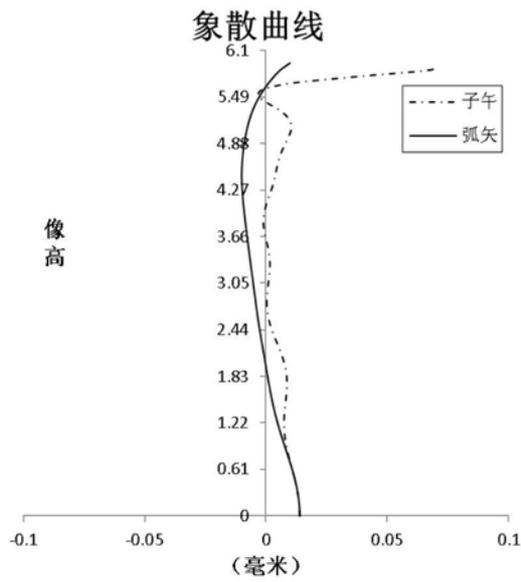


图12B

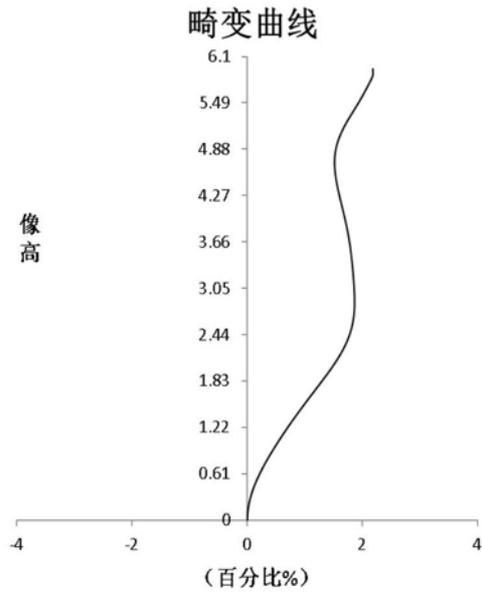


图12C

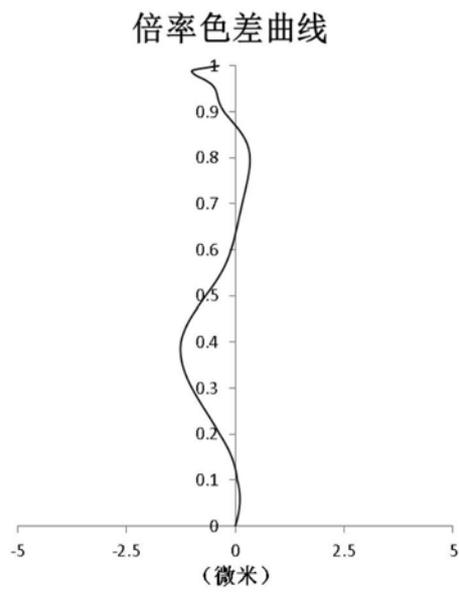


图12D

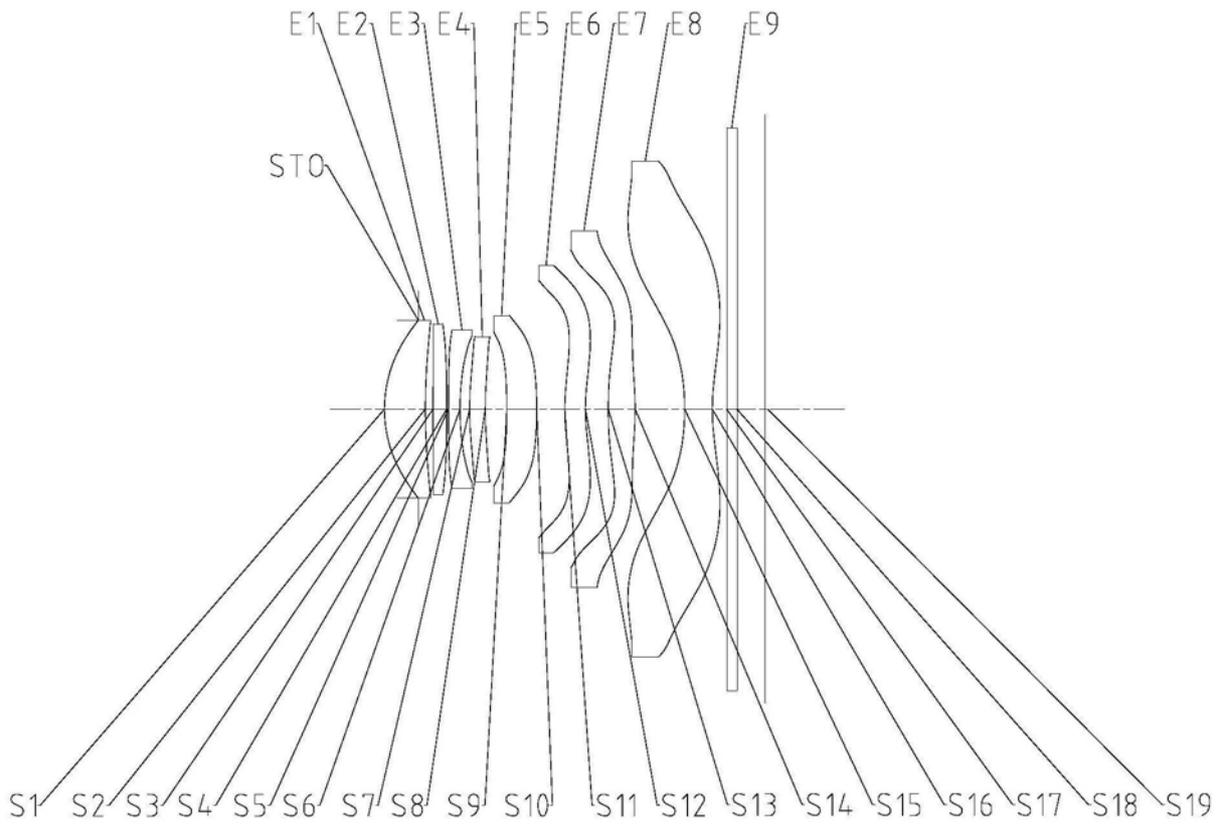


图13

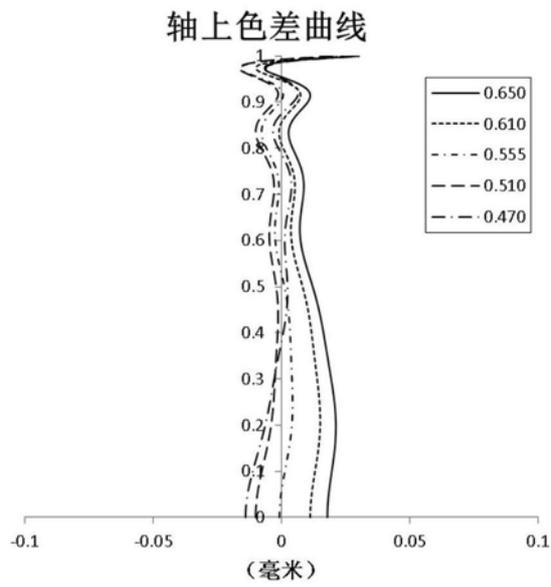


图14A

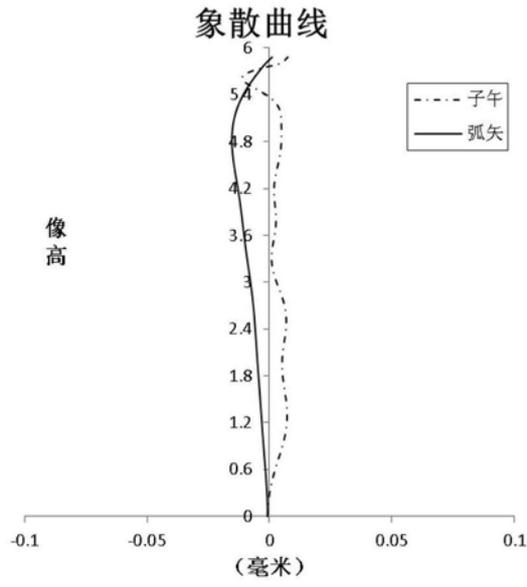


图14B

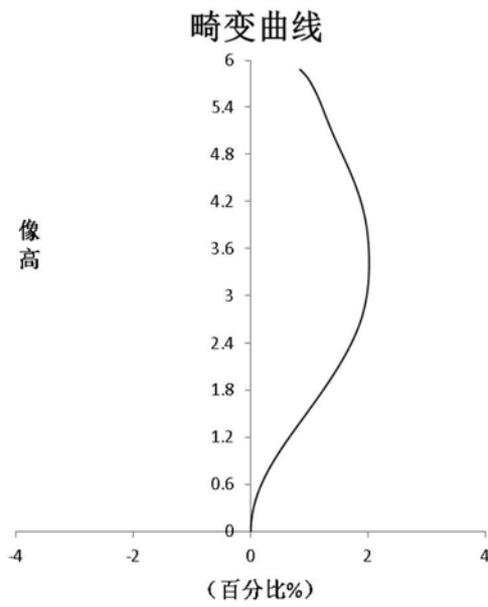


图14C

倍率色差曲线

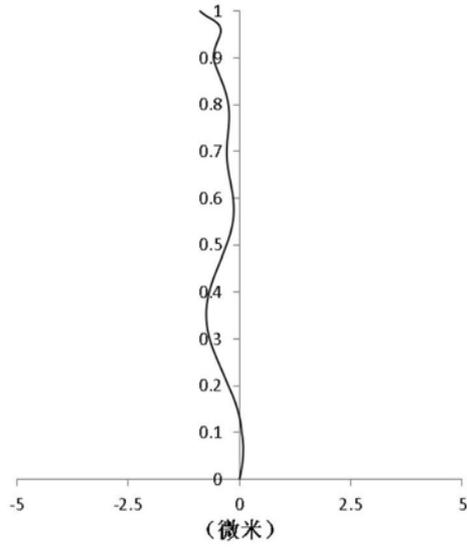


图14D