



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106990510 A

(43)申请公布日 2017.07.28

(21)申请号 201710408244.7

(22)申请日 2017.06.02

(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 杨健 闻人建科

(74)专利代理机构 北京英赛嘉华知识产权代理  
有限责任公司 11204

代理人 王达佐 王艳春

(51) Int. Cl.

G02B 13/00(2006.01)

G02B 13/18(2006.01)

G02B 13/06(2006.01)

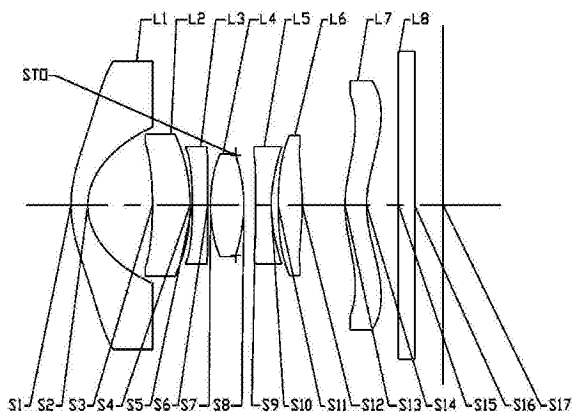
权利要求书2页 说明书14页 附图13页

(54)发明名称

光学成像系统

(57)摘要

本申请公开了一种光学成像系统,沿着光轴由物侧至像侧依序包括第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜以及第七透镜。其中,第一透镜具有负光焦度,其像侧面为凹面;第四透镜具有正光焦度;第五透镜具有正光焦度或负光焦度,其像侧面为凹面;第七透镜具有正光焦度或负光焦度,其像侧面为非球面,至少有一反曲点;第二透镜、第三透镜和第六透镜分别具有正光焦度或负光焦度;以及第一透镜物侧面的有效半径DT11与光学成像系统电子感光元件有效像素区域对角线长的一半ImGH之间满足: $0.5 < DT11 / ImGH < 1$ 。



1. 光学成像系统,沿着光轴由物侧至像侧依序包括第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜以及第七透镜,

其特征在于,

所述第一透镜具有负光焦度,其像侧面为凹面;

所述第四透镜具有正光焦度;

所述第五透镜具有正光焦度或负光焦度,其像侧面为凹面;

所述第七透镜具有正光焦度或负光焦度;

所述第二透镜、所述第三透镜和所述第六透镜分别具有正光焦度或负光焦度;以及

所述第一透镜物侧面的有效半径DT11与所述光学成像系统电子光感元件有效像素区域对角线长的一半\text{ImgH}之间满足: $0.5 < \text{DT11} / \text{ImgH} < 1$ 。

2. 根据权利要求1所述的光学成像系统,其特征在于,所述第一透镜的有效焦距f1与所述第四透镜的有效焦距f4之间满足: $-1.7 < f1 / f4 < -1.1$ 。

3. 根据权利要求1所述的光学成像系统,其特征在于,所述第七透镜像侧面为非球面,至少有一反曲点。

4. 根据权利要求1所述的光学成像系统,其特征在于,所述第一透镜和所述第二透镜在所述光轴上的间隔距离T12与所述第六透镜和所述第七透镜在所述光轴上的间隔距离T67之间满足: $0.9 < T12 / T67 < 2.7$ 。

5. 根据权利要求1所述的光学成像系统,其特征在于,满足  $(\text{CT3} + \text{CT6}) / \text{TTL} < 0.15$ ,

其中,CT3为所述第三透镜在所述光轴上的中心厚度,CT6为所述第六透镜在所述光轴上的中心厚度,TTL为所述第一透镜物侧面至所述光学成像系统的成像面在所述光轴上的距离。

6. 根据权利要求5所述的光学成像系统,其特征在于,所述第一透镜物侧面至所述光学成像系统的成像面在所述光轴上的距离TTL与所述光学成像系统的光圈值之间满足: $\text{TTL} / \text{Fno} < 2.2$  (mm)。

7. 根据权利要求1所述的光学成像系统,其特征在于,所述光学成像系统电子光感元件有效像素区域对角线长的一半\text{ImgH}与所述光学成像系统的光学成像镜头的有效焦距f之间满足: $\text{ImgH} / f > 1$ 。

8. 根据权利要求1所述的光学成像系统,其特征在于,所述第二透镜在所述光轴上的中心厚度CT2与所述第三透镜在所述光轴上的所述中心厚度CT3之间满足: $0.9 < \text{CT2} / \text{CT3} < 2.5$ 。

9. 根据权利要求5所述的光学成像系统,其特征在于,所述第一透镜至所述第七透镜在所述光轴上的中心厚度总和 $\Sigma \text{CT}$ 与所述第一透镜物侧面至所述光学成像系统的成像面在所述光轴上的距离TTL之间满足: $\Sigma \text{CT} / \text{TTL} < 0.6$ 。

10. 根据权利要求1所述的光学成像系统,其特征在于,所述第四透镜物侧面的曲率半径R7与所述第四透镜像侧面的曲率半径R8之间满足: $-1.6 < R7 / R8 < -0.5$ 。

11. 根据权利要求1所述的光学成像系统,其特征在于,所述第一透镜物侧面的所述有效半径DT11与所述第七透镜像侧面的有效半径DT72之间满足: $0.7 < \text{DT11} / \text{DT72} < 1.3$ 。

12. 光学成像系统,沿着光轴由物侧至像侧依序包括第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜以及第七透镜,

其特征在于,

所述第一透镜具有负光焦度,其像侧面为凹面;  
所述第四透镜具有正光焦度;  
所述第五透镜具有正光焦度或负光焦度,其像侧面为凹面;  
所述第七透镜具有正光焦度或负光焦度;  
所述第二透镜、所述第三透镜和所述第六透镜分别具有正光焦度或负光焦度;以及  
所述第一透镜和所述第二透镜在所述光轴上的间隔距离T12与所述第六透镜和所述第七透镜在所述光轴上的间隔距离T67之间满足: $0.9 < T12/T67 < 2.7$ 。

## 光学成像系统

### 技术领域

[0001] 本申请涉及一种光学成像系统,更具体地,涉及一种由七片镜片组成的广角摄像镜头。

### 背景技术

[0002] 随着科技的发展,广角镜头能应用到场合越来越广,以及由于其对比一般镜头的独特性能,越来越受到各种厂商客户的青睐。广角镜头焦距短,景深长,能保证被摄主体的前后景物在画面上均可清晰的再现,这对摄影来说,是非常有利的;广角镜头还具有大视场角的特性,在同等条件下,它能获取更多的信息量,这在安防镜头、车载镜头等领域,是非常重要的应用特性。

[0003] 目前,一般的广角镜头,多采用全玻璃结构为主,总长较长,成像质量一般;由于便携式电子产品的日益发展,特别是目前市场越来越大的360环视应用,对摄像镜头的小型化、轻量化、超广角化及成像质量等性能提出了进一步更高的要求。为了满足小型化和轻量化的要求,需要进一步缩短镜头的总体长度,并同时结合塑料镜片。缩短系统总长度,扩大视场角。一般来说,非球面的使用,不仅可以显著的提高像质,减小像差,还可以减少镜头的镜片数量,缩小体积。非球面镜片的材料既有玻璃的也有塑胶的,玻璃材料的非球面镜片又分为研磨加工和压铸成型两种方法。非球面的使用,对超广角镜头的性能提高有巨大的帮助。

[0004] 本发明旨在提供一种小型化、高成像品质,采用非球面的七片式广角镜头。

### 发明内容

[0005] 本申请提供的技术方案至少部分地解决了以上所述的技术问题。

[0006] 根据本申请的一个方面,提供了这样一种光学成像系统,该光学成像系统沿着光轴由物侧至像侧依序包括第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜以及第七透镜。其中,第一透镜具有负光焦度,其像侧面为凹面;第四透镜具有正光焦度;第五透镜具有正光焦度或负光焦度,其像侧面为凹面;第七透镜具有正光焦度或负光焦度,其像侧面为非球面,至少有一反曲点;第二透镜、第三透镜和第六透镜分别具有正光焦度或负光焦度;以及第一透镜物侧面的有效半径 $DT11$ 与光学成像系统电子光感元件有效像素区域对角线长的一半 $ImgH$ 之间可满足: $0.5 < DT11/ImgH < 1$ ,例如, $0.71 \leq DT11/ImgH \leq 0.87$ 。

[0007] 根据本申请的另一个方面,还提供了这样一种光学成像系统,该光学成像系统沿着光轴由物侧至像侧依序包括第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜以及第七透镜。其中,第一透镜具有负光焦度,其像侧面为凹面;第四透镜具有正光焦度;第五透镜具有正光焦度或负光焦度,其像侧面为凹面;第七透镜具有正光焦度或负光焦度,其像侧面为非球面,至少有一反曲点;第二透镜、第三透镜和第六透镜分别具有正光焦度或负光焦度;以及第一透镜和第二透镜在光轴上的间隔距离 $T12$ 与第六透镜和第七透镜在光轴上的间隔距离 $T67$ 之间可满足: $0.9 < T12/T67 < 2.7$ ,例如, $0.94 \leq T12/T67 \leq 2.64$ 。

[0008] 在一个实施方式中,第一透镜的有效焦距 $f_1$ 与第四透镜的有效焦距 $f_4$ 之间可满足: $-1.7 < f_1/f_4 < -1.1$ ,例如, $-1.52 \leq f_1/f_4 \leq -1.44$ 。

[0009] 在一个实施方式中,第三透镜在光轴上的中心厚度 $CT_3$ 和第六透镜在光轴上的中心厚度 $CT_6$ 与第一透镜物侧面至光学成像系统的成像面在光轴上的距离TTL之间可满足: $(CT_3+CT_6)/TTL < 0.15$ ,例如, $(CT_3+CT_6)/TTL \leq 0.13$ 。

[0010] 在一个实施方式中,第一透镜物侧面至光学成像系统的成像面在光轴上的距离TTL与光学成像系统的光圈值之间可满足: $TTL/F_{no} < 2.2$  (mm),例如, $TTL/F_{no} \leq 2.1$ 。

[0011] 在一个实施方式中,光学成像系统电子光感元件有效像素区域对角线长的一半 $ImgH$ 与光学成像系统的光学成像镜头的有效焦距 $f$ 之间可满足: $ImgH/f > 1$ ,例如, $ImgH/f \geq 1.21$ 。

[0012] 在一个实施方式中,第二透镜在光轴上的中心厚度 $CT_2$ 与第三透镜在光轴上的中心厚度 $CT_3$ 之间可满足: $0.9 < CT_2/CT_3 < 2.5$ ,例如, $0.93 \leq CT_2/CT_3 \leq 2.42$ 。

[0013] 在一个实施方式中,第一透镜至第七透镜在光轴上的中心厚度总和 $\Sigma CT$ 与第一透镜物侧面至光学成像系统的成像面在光轴上的距离TTL之间可满足: $\Sigma CT/TTL < 0.6$ ,例如, $\Sigma CT/TTL \leq 0.5$ 。

[0014] 在一个实施方式中,第四透镜物侧面的曲率半径 $R_7$ 与第四透镜像侧面的曲率半径 $R_8$ 之间可满足: $-1.6 < R_7/R_8 < -0.5$ ,例如, $-1.57 \leq R_7/R_8 \leq -0.61$ 。

[0015] 在一个实施方式中,在一个实施方式中,第一透镜物侧面的有效半径 $DT_{11}$ 与第七透镜像侧面的有效半径 $DT_{72}$ 之间可满足: $0.7 < DT_{11}/DT_{72} < 1.3$ ,例如, $0.87 \leq DT_{11}/DT_{72} \leq 1.16$ 。

[0016] 通过上述配置的光学成像系统,还可进一步具有小型化、超广角、高成像品质、高清晰度、低敏感度、平衡像差等至少一个有益效果。

## 附图说明

[0017] 通过参照以下附图所作出的详细描述,本申请的实施方式的以上及其它优点将变得显而易见,附图旨在示出本申请的示例性实施方式而非对其进行限制。在附图中:

[0018] 图1为示出根据本申请实施例1的光学成像系统的结构示意图;

[0019] 图2A示出了实施例1的光学成像系统的轴上色差曲线;

[0020] 图2B示出了实施例1的光学成像系统的象散曲线;

[0021] 图2C示出了实施例1的光学成像系统的畸变曲线;

[0022] 图2D示出了实施例1的光学成像系统的倍率色差曲线;

[0023] 图3为示出根据本申请实施例2的光学成像系统的结构示意图;

[0024] 图4A示出了实施例2的光学成像系统的轴上色差曲线;

[0025] 图4B示出了实施例2的光学成像系统的象散曲线;

[0026] 图4C示出了实施例2的光学成像系统的畸变曲线;

[0027] 图4D示出了实施例2的光学成像系统的倍率色差曲线;

[0028] 图5为示出根据本申请实施例3的光学成像系统的结构示意图;

[0029] 图6A示出了实施例3的光学成像系统的轴上色差曲线;

[0030] 图6B示出了实施例3的光学成像系统的象散曲线;

- [0031] 图6C示出了实施例3的光学成像系统的畸变曲线；
- [0032] 图6D示出了实施例3的光学成像系统的倍率色差曲线；
- [0033] 图7为示出根据本申请实施例4的光学成像系统的结构示意图；
- [0034] 图8A示出了实施例4的光学成像系统的轴上色差曲线；
- [0035] 图8B示出了实施例4的光学成像系统的象散曲线；
- [0036] 图8C示出了实施例4的光学成像系统的畸变曲线；
- [0037] 图8D示出了实施例4的光学成像系统的倍率色差曲线；
- [0038] 图9为示出根据本申请实施例5的光学成像系统的结构示意图；
- [0039] 图10A示出了实施例5的光学成像系统的轴上色差曲线；
- [0040] 图10B示出了实施例5的光学成像系统的象散曲线；
- [0041] 图10C示出了实施例5的光学成像系统的畸变曲线；
- [0042] 图10D示出了实施例5的光学成像系统的倍率色差曲线。

### 具体实施方式

[0043] 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。

[0044] 应注意,在本说明书中,第一、第二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。

[0045] 在附图中,为了便于说明,已稍微夸大了透镜的厚度、尺寸和形状。具体来讲,附图所示的球面或非球面的形状通过示例的方式示出。即,球面或非球面的形状不限于附图中示出的球面或非球面的形状。附图仅为示例而并非严格按比例绘制。

[0046] 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、整体、步骤、操作、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、整体、步骤、操作、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“可以”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。

[0047] 如在本文中使用的,用语“基本上”、“大约”以及类似的用语用作表近似的用语,而不用作表程度的用语,并且旨在说明将由本领域普通技术人员认识到的、测量值或计算值中的固有偏差。

[0048] 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。

[0049] 此外,近轴区域是指光轴附近的区域。第一透镜是最靠近物体的透镜而第七透镜是最靠近感光元件的透镜。在本文中,每个透镜中最靠近物体的表面称为物侧面,每个透镜

中最靠近成像面的表面称为像侧面。

[0050] 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。

[0051] 以下结合具体实施例进一步描述本申请。

[0052] 根据本申请示例性实施方式的光学成像系统具有例如七个透镜,即第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜和第七透镜。这七个透镜沿着光轴从物侧至像侧依序排列。

[0053] 在示例性实施方式中,第一透镜可具有负光焦度,其像侧面为凹面;第四透镜可具有正光焦度。第五透镜可具有正光焦度或负光焦度,其像侧面为凹面。第七透镜可具有正光焦度或负光焦度,其像侧面为非球面,至少有一反曲点。可选地,第二透镜、第三透镜和第六透镜分别可具有正光焦度或负光焦度。通过合理的控制系统中各个透镜的光焦度的正负分配,可有效地平衡控制系统的低阶像差,使得系统获得较优的成像品质。

[0054] 在示例性实施方式中,第一透镜物侧面的有效半径 $DT11$ 与光学成像系统电子光感元件有效像素区域对角线长的一半 $ImgH$ 之间可满足: $0.5 < DT11/ImgH < 1$ ,更具体地,可进一步满足 $0.71 \leq DT11/ImgH \leq 0.87$ 。在系统成像面满足规格的前提下,通过合理选择第一透镜物侧面的有效半径,能合理地减小光线入射角,降低系统敏感性,并保证组装的稳定性。

[0055] 在示例性实施方式中,第一透镜的有效焦距 $f1$ 与第四透镜的有效焦距 $f4$ 之间可满足: $-1.7 < f1/f4 < -1.1$ ,更具体地,可进一步满足 $-1.52 \leq f1/f4 \leq -1.44$ 。这样的配置有利于保证系统的小型化,同时可提高视场角,实现超广角特性,并有效修正各类像差,提升成像品质与清晰度,同时降低敏感度。

[0056] 在示例性实施方式中,第一透镜和第二透镜在光轴上的间隔距离 $T12$ 与第六透镜和第七透镜在光轴上的间隔距离 $T67$ 之间可满足: $0.9 < T12/T67 < 2.7$ ,更具体地,可进一步满足 $0.94 \leq T12/T67 \leq 2.64$ 。通过合理配置 $T12$ 和 $T67$ ,能够在保证成像质量的前提下,使各镜片中心厚度的分配均匀,有利于系统镜头的生产组装。

[0057] 在示例性实施方式中,第三透镜在光轴上的中心厚度 $CT3$ 和第六透镜在光轴上的中心厚度 $CT6$ 与第一透镜物侧面至光学成像系统的成像面在光轴上的距离 $TTL$ 之间可满足: $(CT3+CT6)/TTL < 0.15$ ,更具体地,可进一步满足 $(CT3+CT6)/TTL \leq 0.13$ 。通过合理选择第三透镜和第六透镜与光学系统总长的比值,能够有效调整光学系统场曲,保证系统的性能,提升镜头实际生产中的良率。

[0058] 在示例性实施方式中,第一透镜物侧面至光学成像系统的成像面在光轴上的距离 $TTL$ 与光学成像系统的光圈值之间可满足: $TTL/Fno < 2.2$  (mm),更具体地,可进一步满足 $TTL/Fno \leq 2.1$ 。通过合理选择 $TTL$ 和 $Fno$ 的范围,能在满足镜头小型化的前提下,通过减小通光量,来降低轴外像差对系统的影响,提升像质。

[0059] 在示例性实施方式中,光学成像系统电子光感元件有效像素区域对角线长的一半 $ImgH$ 与光学成像系统的光学成像镜头的有效焦距 $f$ 之间可满足: $ImgH/f > 1$ ,更具体地,可进一步满足 $ImgH/f \geq 1.21$ 。通过合理选择 $ImgH$ 和 $f$ 的比值,能够提升系统镜头视场角,保证系统镜头的大视场角特性。

[0060] 在示例性实施方式中,第二透镜在光轴上的中心厚度 $CT2$ 与第三透镜在光轴上的中心厚度 $CT3$ 之间可满足: $0.9 < CT2/CT3 < 2.5$ ,更具体地,可进一步满足 $0.93 \leq CT2/CT3 \leq$

2.42。通过对第二透镜厚度与第三透镜的厚度进行合理配置,能够有效的降低系统的色差,且保证镜头的尺寸合理,确保镜头生产过程中的稳定性。

[0061] 在示例性实施方式中,第一透镜至第七透镜在光轴上的中心厚度总和 $\Sigma CT$ 与第一透镜物侧面至光学成像系统的成像面在光轴上的距离TTL之间可满足: $\Sigma CT/TTL < 0.6$ ,更具体地,可进一步满足 $\Sigma CT/TTL \leq 0.5$ 。通过合理选择 $\Sigma CT$ 和TTL,能在保证TTL满足规格的情况下,最大限度的减小系统镜头的总长,即 $\Sigma CT$ ,保证系统镜头的小型化。

[0062] 在示例性实施方式中,第四透镜物侧面的曲率半径 $R7$ 与第四透镜像侧面的曲率半径 $R8$ 之间可满足: $-1.6 < R7/R8 < -0.5$ ,更具体地,可进一步满足 $-1.57 \leq R7/R8 \leq -0.61$ 。通过合理选择第四透镜的曲率半径,能有效地降低系统球差,提升系统成像质量。

[0063] 在示例性实施方式中,第一透镜物侧面的有效半径 $DT11$ 与第七透镜像侧面的有效半径 $DT72$ 之间可满足: $0.7 < DT11/DT72 < 1.3$ ,更具体地,可进一步满足 $0.87 \leq DT11/DT72 \leq 1.16$ 。通过合理选择 $DT11$ 和 $DT72$ ,能够在满足组装条件下,有效地矫正系统的轴外像差,实现超广角特性。

[0064] 在示例性实施方式中,光学成像系统还可设置有用于限制光束的光圈 $ST0$ ,调节进光量,提高成像品质。根据本申请的上述实施方式的光学成像系统可采用多片镜片,例如上文所述的七片。通过合理分配各透镜的光焦距、面型、各透镜的中心厚度以及各透镜之间的轴上间距等,可有效扩大光学成像系统的孔径、降低系统敏感度、保证镜头的小型化并提高成像质量,从而使得光学成像系统更有利于生产加工并且可适用于便携式电子产品。在本申请的实施方式中,各透镜的镜面中的至少一个为非球面镜面。非球面透镜的特点是:曲率从透镜中心到周边是连续变化的。与从透镜中心到周边有恒定曲率的球面透镜不同,非球面透镜具有更佳的曲率半径特性,具有改善歪曲像差及改善像散像差的优点,能够使得视野变得更大而真实。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。另外,非球面透镜的使用还可有效地减少光学系统中的透镜个数。

[0065] 然而,本领域的技术人员应当理解,在未背离本申请要求保护的技术方案的情况下,可改变构成镜头的透镜数量,来获得本说明书中描述的各个结果和优点。例如,虽然在实施方式中以七个透镜为例进行了描述,但是该光学成像系统不限于包括七个透镜。如果需要,该光学成像系统还可包括其它数量的透镜。

[0066] 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系统的具体实施例。

#### [0067] 实施例1

[0068] 以下参照图1至图2D描述根据本申请实施例1的光学成像系统。

[0069] 图1示出了根据本申请实施例1的光学成像系统的结构示意图。如图1所示,光学成像系统沿着光轴包括从物侧至成像侧依序排列的七个透镜 $L1-L7$ 。第一透镜 $L1$ 具有物侧面 $S1$ 和像侧面 $S2$ ;第二透镜 $L2$ 具有物侧面 $S3$ 和像侧面 $S4$ ;第三透镜 $L3$ 具有物侧面 $S5$ 和像侧面 $S6$ ;第四透镜 $L4$ 具有物侧面 $S7$ 和像侧面 $S8$ ;第五透镜 $L5$ 具有物侧面 $S9$ 和像侧面 $S10$ ;第六透镜 $L6$ 具有物侧面 $S11$ 和像侧面 $S12$ 以及第七透镜 $L7$ 具有物侧面 $S13$ 和像侧面 $S14$ 。

[0070] 在该实施例中,第一透镜可具有负光焦距,其像侧面为凹面;第四透镜可具有正光焦距;第五透镜可具有正光焦距或负光焦距,其像侧面为凹面;第七透镜可具有正光焦距或负光焦距,其像侧面为非球面,至少有一反曲点。可选地,第二透镜、第三透镜和第六透镜分别可具有正光焦距或负光焦距。在本实施例的光学成像系统中,还包括用于限制光束的光



圈ST0。根据实施例1的光学成像系统可包括具有物侧面S15和像侧面S16的滤光片L8,滤光片L8可用于校正色彩偏差。来自物体的光依序穿过各表面S1至S16并最终成像在成像面S17上。

[0071] 表1示出了实施例1的光学成像系统的各透镜的表面类型、曲率半径、厚度、材料及圆锥系数。

[0072] 表1

[0073]

面号	表面类型	曲率半径	厚度	材料	圆锥系数
OBJ	球面	无穷	无穷		
S1	非球面	1.0749	0.2158	1.55/56.1	-2.7708
S2	非球面	0.5124	0.8349		-0.8275
S3	非球面	-3.5624	0.4841	1.67/20.3	0.0000
S4	非球面	-1.8693	0.0300		-10.0000
S5	非球面	-6.4230	0.2000	1.67/20.3	-10.0000
S6	非球面	-25.3405	0.0348		0.0000
S7	非球面	1.6865	0.4296	1.55/56.1	-0.0945
S8	非球面	-1.3409	-0.1049		-5.7911
ST0	球面	无穷	0.2571		
S9	非球面	10.1357	0.2000	1.67/20.3	-10.0000
S10	非球面	1.1466	0.0899		-9.3960
S11	非球面	2.8565	0.3101	1.55/56.1	-1.8616
S12	非球面	-2.8266	0.5526		-9.1319
S13	非球面	1.1695	0.2777	1.55/56.1	-3.8713
S14	非球面	1.0131	0.4117		-3.4039
S15	球面	无穷	0.2100	1.52/64.2	
S16	球面	无穷	0.3666		
S17	球面	无穷			

[0074] 由表1可得,第二透镜L2在光轴上的中心厚度CT2与第三透镜L3在光轴上的中心厚度CT3之间满足 $CT2/CT3=2.42$ ;第一透镜L1和第二透镜L2在光轴上的间隔距离T12与第六透镜L6和第七透镜L7在光轴上的间隔距离T67之间满足 $T12/T67=1.51$ ;以及第四透镜L4物侧面S7的曲率半径R7与第四透镜L4像侧面S8的曲率半径R8之间满足 $R7/R8=-1.26$ 。

[0075] 本实施例采用了七片透镜作为示例,通过合理分配各镜片的焦距与面型,有效扩大镜头的孔径,缩短镜头总长度,保证镜头的大孔径与小型化;同时校正各类像差,提高了镜头的解析度与成像品质。各非球面面型x由以下公式限定:

$$[0076] \quad x = \frac{ch^2}{1 + \sqrt{1 - (k+1)c^2h^2}} + \sum A_i h^i \quad (1)$$

[0077] 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(在

上表1中已给出); $A_i$ 是非球面第 $i$ -th阶的修正系数。下表2示出了实施例1中可用于各镜面S1-S14的高次项系数 $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$ 和 $A_{12}$ 。

[0078] 表2

面号	A4	A6	A8	A10	A12
S1	-9.6388E-02	2.7647E-02	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S2	-1.2504E-01	2.2780E-01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S3	-4.9214E-02	-2.4138E-01	8.2005E-02	1.7018E-01	0.0000E+00
S4	-3.7817E-01	5.2581E-01	-6.4127E-01	4.8083E-01	0.0000E+00
S5	-4.7982E-01	1.1694E+00	-2.7158E+00	1.3790E+00	0.0000E+00
S6	1.2319E-01	9.8085E-03	-2.0124E+00	2.1905E+00	0.0000E+00
S7	5.1450E-01	-9.4407E-01	8.3033E-01	0.0000E+00	0.0000E+00
S8	-2.3039E-01	4.3067E-01	-2.1810E-01	0.0000E+00	0.0000E+00
S9	-6.0479E-01	1.2000E+00	-2.4522E+00	2.3430E+00	0.0000E+00
S10	3.9004E-02	1.4386E-01	-3.4025E-01	8.1873E-01	0.0000E+00
S11	1.9786E-02	8.0143E-01	-2.1674E+00	2.8406E+00	-1.5778E+00
S12	-8.5896E-04	6.4411E-01	-2.4592E-01	-3.1166E-01	0.0000E+00
S13	-3.0011E-01	1.6941E-01	-6.1868E-02	6.3830E-03	0.0000E+00
S14	-2.4703E-01	1.3387E-01	-5.4132E-02	6.5796E-03	0.0000E+00

[0080] 以下所示出的表3给出实施例1的各透镜的有效焦距 $f_1$ 至 $f_7$ 、光学成像系统的成像镜头的有效焦距 $f$ 、第一透镜L1的物侧面S1至光学成像系统的成像面S17在光轴上的距离TTL、光学成像系统的电子光感元件有效像素区域对角线长的一半 $ImgH$ 以及光学成像系统的光圈值 $Fno$ 。

[0081] 表3

[0082]

$f$ (mm)	1.43	$f_6$ (mm)	2.65
$f_1$ (mm)	-2.08	$f_7$ (mm)	-37.18
$f_2$ (mm)	5.30	TTL (mm)	4.80
$f_3$ (mm)	-12.97	$ImgH$ (mm)	1.80
$f_4$ (mm)	1.44	$Fno$	2.29
$f_5$ (mm)	-1.96		

[0083] 根据表3,第一透镜L1的有效焦距 $f_1$ 与第四透镜L4的有效焦距 $f_4$ 之间满足 $f_1/f_4 = -1.44$ ;第一透镜L1物侧面S1至光学成像系统的成像面S17在光轴上的距离TTL与光学成像系统的光圈值 $Fno$ 之间满足 $TTL/Fno = 2.1$  (mm);以及光学成像系统电子光感元件有效像素区域对角线长的一半 $ImgH$ 与光学成像系统的成像镜头的有效焦距 $f$ 之间满足 $ImgH/f = 1.26$ 。

[0084] 在该实施例中,第一透镜L1至第七透镜L7在光轴上的中心厚度总和 $\Sigma CT$ 与第一透镜L1物侧面S1至光学成像系统的成像面S17在光轴上的距离TTL之间满足 $\Sigma CT/TTL = 0.44$ ;第三透镜L3在光轴上的中心厚度 $CT_3$ 和第六透镜L6在光轴上的中心厚度 $CT_6$ 与第一透镜L1物侧面S1至光学成像系统的成像面S17在光轴上的距离TTL之间满足 $(CT_3+CT_6)/TTL = 0.11$ ;第一透镜L1物侧面S1的有效半径 $DT_{11}$ 与第七透镜L7像侧面S14的有效半径 $DT_{72}$ 之间满足 $DT_{11}/DT_{72} = 1.16$ ;以及第一透镜L1物侧面S1的有效半径 $DT_{11}$ 与光学成像系统电子光

感元件有效像素区域对角线长的一半 $\text{ImgH}$ 之间满足 $\text{DT11}/\text{ImgH}=0.87$ 。

[0085] 图2A示出了实施例1的光学成像系统的轴上色差曲线,其表示不同波长的光线经由光学成像系统后的会聚焦点偏离。图2B示出了实施例1的光学成像系统的象散曲线,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的光学成像系统的畸变曲线,其表示不同视角情况下的畸变大小值。图2D示出了实施例1的光学成像系统的倍率色差曲线,其表示光线经由光学成像系统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所给出的光学成像系统能够实现良好的成像品质。

#### [0086] 实施例2

[0087] 以下参照图3至图4D描述了根据本申请实施例2的光学成像系统。除了光学成像系统的各镜片的参数之外,例如除了各镜片的曲率半径、厚度、圆锥系数、有效焦距、轴上间距、各镜面的高次项系数等之外,在本实施例2及以下各实施例中描述的光学成像系统与实施例1中描述的光学成像系统的布置结构相同。为简洁起见,将省略部分与实施例1相似的描述。

[0088] 图3示出了根据本申请实施例2的光学成像系统的结构示意图。如图3所示,根据实施例2的光学成像系统包括分别具有物侧面和像侧面的第一至第七透镜L1-L7。下表4示出了实施例2的光学成像系统的各透镜的表面类型、曲率半径、厚度、材料及圆锥系数。表5示出了实施例2中各非球面镜面的高次项系数。表6示出了实施例2的各透镜的有效焦距 $f_1$ 至 $f_7$ 、光学成像系统的成像镜头的有效焦距 $f$ 、第一透镜L1的物侧面S1至光学成像系统的成像面S17在光轴上的距离TTL、光学成像系统的电子光感元件有效像素区域对角线长的一半 $\text{ImgH}$ 以及光学成像系统的光圈值 $F_{no}$ 。其中,各非球面面型可由上述实施例1中给出的公式(1)限定。

[0089] 表4

面号	表面类型	曲率半径	厚度	材料	圆锥系数
OBJ	球面	无穷	无穷		
S1	非球面	1.7656	0.2000	1.55/56.1	-2.8441
S2	非球面	0.5682	0.8039		-0.8848
S3	非球面	-8.7139	0.5660	1.67/20.3	0.0000
S4	非球面	-10.7565	0.0300		0.0000
S5	非球面	1.8160	0.3443	1.67/20.3	-10.0000
S6	非球面	1.3460	0.0300		-4.7527
[0090] S7	非球面	0.8823	0.4475	1.55/56.1	-2.1605
S8	非球面	-1.4367	-0.0998		-2.3814
ST0	球面	无穷	0.3244		
S9	非球面	2.1458	0.2000	1.67/20.3	-9.7958
S10	非球面	1.1898	0.0647		-6.0761
S11	非球面	1.4800	0.2000	1.55/56.1	-5.7594
S12	非球面	1.4000	0.3042		-10.0000
S13	非球面	1.2682	0.3771	1.55/56.1	-7.1232
S14	非球面	1.9312	0.3714		-1.3158
[0091] S15	球面	无穷	0.2100	1.52/64.2	
S16	球面	无穷	0.3263		
S17	球面	无穷			

[0092] 表5

面号	A4	A6	A8	A10	A12
S1	-9.6388E-02	2.7647E-02	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S2	-1.2504E-01	2.2780E-01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S3	-4.9214E-02	-2.4138E-01	8.2005E-02	1.7018E-01	0.0000E+00
S4	-3.7817E-01	5.2581E-01	-6.4127E-01	4.8083E-01	0.0000E+00
S5	-4.7982E-01	1.1694E+00	-2.7158E+00	1.3790E+00	0.0000E+00
S6	1.2319E-01	9.8085E-03	-2.0124E+00	2.1905E+00	0.0000E+00
S7	5.1450E-01	-9.4407E-01	8.3033E-01	0.0000E+00	0.0000E+00
S8	-2.3039E-01	4.3067E-01	-2.1810E-01	0.0000E+00	0.0000E+00
S9	-6.0479E-01	1.2000E+00	-2.4522E+00	2.3430E+00	0.0000E+00
S10	3.9004E-02	1.4386E-01	-3.4025E-01	8.1873E-01	0.0000E+00
S11	1.9786E-02	8.0143E-01	-2.1674E+00	2.8406E+00	-1.5778E+00
S12	-8.5896E-04	6.4411E-01	-2.4592E-01	-3.1166E-01	0.0000E+00
S13	-3.0011E-01	1.6941E-01	-6.1868E-02	6.3830E-03	0.0000E+00
S14	-2.4703E-01	1.3387E-01	-5.4132E-02	6.5796E-03	0.0000E+00

[0094] 表6

[0095]

f (mm)	1.20	f6 (mm)	-404.88
f1 (mm)	-1.63	f7 (mm)	5.63
f2 (mm)	-77.45	TTL (mm)	4.70
f3 (mm)	-11.04	ImgH (mm)	1.80
f4 (mm)	1.07	Fno	2.29
f5 (mm)	-4.37		

[0096] 图4A示出了实施例2的光学成像系统的轴上色差曲线,其表示不同波长的光线经由光学成像系统后的会聚焦点偏离。图4B示出了实施例2的光学成像系统的象散曲线,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的光学成像系统的畸变曲线,其表示不同视角情况下的畸变大小值。图4D示出了实施例2的光学成像系统的倍率色差曲线,其表示光线经由光学成像系统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所给出的光学成像系统能够实现良好的成像品质。

### [0097] 实施例3

[0098] 以下参照图5至图6D描述了根据本申请实施例3的光学成像系统。

[0099] 图5示出了根据本申请实施例3的光学成像系统的结构示意图。如图5所示,根据实施例3的光学成像系统包括分别具有物侧面和像侧面的第一至第七透镜L1-L7。表7示出了实施例3的光学成像系统的各透镜的表面类型、曲率半径、厚度、材料及圆锥系数。表8示出了实施例3中各非球面镜面的高次项系数。表9示出了实施例3的各透镜的有效焦距f1至f7、光学成像系统的成像镜头的有效焦距f、第一透镜L1的物侧面S1至光学成像系统的成像面S17在光轴上的距离TTL、光学成像系统的电子光感元件有效像素区域对角线长的一半ImgH以及光学成像系统的光圈值Fno。其中,各非球面面型可由上述实施例1中给出的公式(1)限定。

[0100] 表7

[0101]

面号	表面类型	曲率半径	厚度	材料	圆锥系数
OBJ	球面	无穷	无穷		
S1	非球面	1.4296	0.2000	1.55/56.1	-4.3908
S2	非球面	0.5680	0.8212		-0.8427
S3	非球面	-3.2551	0.2000	1.67/20.3	-10.0000
S4	非球面	-302.1691	0.0300		0.0000
S5	非球面	1.5932	0.2142	1.67/20.3	-10.0000
S6	非球面	2.7460	0.0300		-1.3014
S7	非球面	1.0667	0.7000	1.55/56.1	-2.1637
S8	非球面	-1.4159	-0.1129		-2.1941
ST0	球面	无穷	0.2309		
S9	非球面	4.7336	0.2000	1.67/20.3	-10.0000
S10	非球面	1.0777	0.0657		-9.3355
S11	非球面	1.5432	0.2571	1.55/56.1	-6.6567
S12	非球面	13.3150	0.5353		0.0000
S13	非球面	0.9909	0.2278	1.55/56.1	-3.4437
S14	非球面	0.9333	0.4179		-3.0672
S15	球面	无穷	0.2100	1.52/64.2	
S16	球面	无穷	0.3728		
S17	球面	无穷			

[0102] 表8

面号	A4	A6	A8	A10	A12
S1	-1.1656E-01	2.6945E-02	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S2	-1.6994E-02	2.0719E-01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S3	1.9252E-01	-5.6515E-01	1.1076E+00	-9.4713E-01	0.0000E+00
S4	-7.5756E-01	1.3078E+00	-1.2892E+00	4.1546E-01	0.0000E+00
S5	-3.4726E-01	1.8159E-01	-4.9544E-01	2.6960E-01	0.0000E+00
S6	3.5322E-01	-1.1931E+00	1.1950E+00	2.5795E-01	0.0000E+00
S7	1.4810E-01	-1.0011E-01	1.0023E-01	0.0000E+00	0.0000E+00
S8	-2.5900E-01	3.6044E-01	-3.3334E-01	0.0000E+00	0.0000E+00
S9	-5.4020E-01	9.0739E-01	-5.5813E-01	-1.6026E+00	0.0000E+00
S10	1.5608E-01	-5.5465E-01	1.9390E+00	-1.9420E+00	0.0000E+00
S11	-6.9973E-02	1.5873E+00	-5.6185E+00	1.0265E+01	-8.0502E+00
S12	-9.8203E-03	1.3031E+00	-2.2080E+00	1.1246E+00	0.0000E+00
S13	-3.1644E-01	1.9389E-01	-6.2521E-02	8.4818E-03	0.0000E+00
S14	-2.8951E-01	1.7221E-01	-7.0473E-02	1.0690E-02	0.0000E+00

[0105] 表9

[0106]

f (mm)	1.49	f6 (mm)	3.17
f1 (mm)	-1.88	f7 (mm)	74.05

f2 (mm)	-4.94	TTL (mm)	4.60
f3 (mm)	5.30	ImgH (mm)	1.80
f4 (mm)	1.24	Fno	2.29
f5 (mm)	-2.14		

[0107] 图6A示出了实施例3的光学成像系统的轴上色差曲线,其表示不同波长的光线经由光学成像系统后的会聚焦点偏离。图6B示出了实施例3的光学成像系统的象散曲线,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的光学成像系统的畸变曲线,其表示不同视角情况下的畸变大小值。图6D示出了实施例3的光学成像系统的倍率色差曲线,其表示光线经由光学成像系统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所给出的光学成像系统能够实现良好的成像品质。

#### [0108] 实施例4

[0109] 以下参照图7至图8D描述了根据本申请实施例4的光学成像系统。

[0110] 图7示出了根据本申请实施例4的光学成像系统的结构示意图。如图7所示,根据实施例4的光学成像系统包括分别具有物侧面和像侧面的第一至第七透镜L1-L7。表10示出了实施例4的光学成像系统的各透镜的表面类型、曲率半径、厚度、材料及圆锥系数。表11示出了实施例4中各非球面镜面的高次项系数。表12示出了实施例4的各透镜的有效焦距f1至f7、光学成像系统的成像镜头的有效焦距f、第一透镜L1的物侧面S1至光学成像系统的成像面S17在光轴上的距离TTL、光学成像系统的电子光感元件有效像素区域对角线长的一半ImgH以及光学成像系统的光圈值Fno。其中,各非球面面型可由上述实施例1中给出的公式(1)限定。

[0111] 表10

[0112]

面号	表面类型	曲率半径	厚度	材料	圆锥系数
OBJ	球面	无穷	无穷		
S1	非球面	1.1986	0.2000	1.55/56.1	-3.9142
S2	非球面	0.5090	0.8262		-0.8996
S3	非球面	-4.2865	0.2508	1.67/20.3	0.0000
S4	非球面	-279.9687	0.0300		0.0000
S5	非球面	1.3539	0.2386	1.67/20.3	-10.0000
S6	非球面	2.0189	0.0300		-9.2225
S7	非球面	1.1220	0.4165	1.55/56.1	-1.8066
S8	非球面	-1.5343	-0.0829		-4.9187
ST0	球面	无穷	0.2554		
S9	非球面	31.0164	0.2000	1.67/20.3	-10.0000
S10	非球面	1.3733	0.0699		-10.0000
S11	非球面	2.1987	0.3071	1.55/56.1	-3.6312
S12	非球面	-4.4774	0.5103		-10.0000
S13	非球面	0.9574	0.2275	1.55/56.1	-2.9887
S14	非球面	0.8934	0.4278		-2.7260

S15	球面	无穷	0.2100	1.52/64.2	
S16	球面	无穷	0.3827		
S17	球面	无穷			

[0113] 表11

面号	A4	A6	A8	A10	A12
S1	-1.2148E-01	3.0469E-02	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S2	-3.9029E-02	3.2329E-01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S3	6.8402E-02	-3.1175E-01	4.1208E-01	-2.9149E-01	0.0000E+00
S4	-8.4807E-01	1.5795E+00	-1.8909E+00	1.1194E+00	0.0000E+00
S5	-2.0465E-01	-7.8586E-01	1.2098E+00	-1.0081E+00	0.0000E+00
S6	4.8573E-01	-2.3392E+00	3.6263E+00	-2.9735E+00	0.0000E+00
S7	1.5457E-01	2.9181E-02	2.2202E-01	0.0000E+00	0.0000E+00
S8	-2.5289E-01	4.2498E-01	9.0870E-02	0.0000E+00	0.0000E+00
S9	-2.7258E-01	2.5577E-01	-3.0627E-01	-2.0493E+00	0.0000E+00
S10	1.3769E-01	4.8072E-02	-4.7434E-01	7.5325E-01	0.0000E+00
S11	-3.6038E-02	1.1432E+00	-2.9295E+00	3.9103E+00	-2.5112E+00
S12	1.9185E-02	9.1504E-01	-6.1013E-01	-2.8246E-01	0.0000E+00
S13	-3.3177E-01	1.9923E-01	-6.2106E-02	3.7199E-03	0.0000E+00
S14	-2.9613E-01	1.6988E-01	-6.2986E-02	6.6466E-03	0.0000E+00

[0116] 表12

[0117]

f (mm)	1.43	f6 (mm)	2.75
f1 (mm)	-1.81	f7 (mm)	95.65
f2 (mm)	-6.53	TTL (mm)	4.50
f3 (mm)	5.39	ImgH (mm)	1.80
f4 (mm)	1.26	Fno	2.39
f5 (mm)	-2.16		

[0118] 图8A示出了实施例4的光学成像系统的轴上色差曲线,其表示不同波长的光线经由光学成像系统后的会聚焦点偏离。图8B示出了实施例4的光学成像系统的象散曲线,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的光学成像系统的畸变曲线,其表示不同视角情况下的畸变大小值。图8D示出了实施例4的光学成像系统的倍率色差曲线,其表示光线经由光学成像系统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所给出的光学成像系统能够实现良好的成像品质。

#### [0119] 实施例5

[0120] 以下参照图9至图10D描述了根据本申请实施例5的光学成像系统。

[0121] 图9示出了根据本申请实施例5的光学成像系统的结构示意图。如图9所示,根据实施例5的光学成像系统包括分别具有物侧面和像侧面的第一至第七透镜L1-L7。表13示出了实施例5的光学成像系统的各透镜的表面类型、曲率半径、厚度、材料及圆锥系数。表14示出了实施例5中各非球面镜面的高次项系数。表15示出了实施例5的各透镜的有效焦距f1至f7、光学成像系统的成像镜头的有效焦距f、第一透镜L1的物侧面S1至光学成像系统的成像面S17在光轴上的距离TTL、光学成像系统的电子光感元件有效像素区域对角线长的一半

ImgH以及光学成像系统的光圈值Fno。其中,各非球面面型可由上述实施例1中给出的公式(1)限定。

[0122] 表13

[0123]

面号	表面类型	曲率半径	厚度	材料	圆锥系数
OBJ	球面	无穷	无穷		
S1	非球面	1.3285	0.2000	1.55/56.1	-1.8047
S2	非球面	0.5712	0.7598		-0.6403
S3	非球面	-4.1658	0.3235	1.67/20.3	-10.0000
S4	非球面	19.4962	0.0300		-10.0000
S5	非球面	1.2688	0.2231	1.67/20.3	-9.9956
S6	非球面	2.6564	0.1098		-6.6535
S7	非球面	1.7848	0.4569	1.55/56.1	-0.2244
S8	非球面	-1.1355	-0.1234		-4.4423
ST0	球面	无穷	0.2226		
S9	非球面	-20.2320	0.2155	1.67/20.3	0.0000
S10	非球面	1.5291	0.1608		-8.9574
S11	非球面	472.6924	0.3942	1.55/56.1	-10.0000
S12	非球面	-1.1135	0.8071		-1.3200
S13	非球面	-1.7418	0.2000	1.55/56.1	-6.3880
S14	非球面	-15.5032	0.3175		0.0000
S15	球面	无穷	0.2100	1.52/64.2	
S16	球面	无穷	0.2725		
S17	球面	无穷			

[0124] 表14

面号	A4	A6	A8	A10	A12
S1	-1.0549E-01	1.9999E-02	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S2	-2.9924E-02	5.5539E-02	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
S3	1.5504E-01	-4.6335E-01	3.2921E-01	-1.7900E-01	0.0000E+00
S4	-5.5093E-01	4.7787E-01	-2.7791E-01	7.0353E-02	0.0000E+00
S5	-1.2236E-01	-1.4212E+00	2.8452E+00	-2.0855E+00	0.0000E+00
S6	2.1880E-01	-1.2917E+00	2.6563E+00	-2.1628E+00	0.0000E+00
S7	1.6318E-01	2.2619E-01	-2.1248E-01	0.0000E+00	0.0000E+00
S8	-6.7354E-02	-5.6628E-02	1.7576E-01	0.0000E+00	0.0000E+00
S9	-2.7354E-01	9.8077E-01	-3.3141E+00	2.9002E+00	0.0000E+00
S10	-2.6411E-01	1.6531E+00	-3.7171E+00	3.5954E+00	0.0000E+00
S11	-2.0075E-01	3.2600E-01	1.3545E+00	-3.3904E+00	2.6298E+00
S12	-6.3692E-04	-1.1724E-01	7.4522E-01	-3.6156E-01	0.0000E+00
S13	-1.8158E-01	2.2969E-01	-1.3521E-01	3.0687E-02	0.0000E+00
S14	-1.0130E-01	7.9502E-02	-4.2843E-02	6.7268E-03	0.0000E+00

[0126] 表15



[0127]	f (mm)	1.53	f6 (mm)	2.04
	f1 (mm)	-2.02	f7 (mm)	-3.61
[0128]	f2 (mm)	-5.12	TTL (mm)	4.78
	f3 (mm)	3.42	ImgH (mm)	1.90
	f4 (mm)	1.35	Fno	2.29
	f5 (mm)	-2.12		

[0129] 图10A示出了实施例5的光学成像系统的轴上色差曲线,其表示不同波长的光线经由光学成像系统后的会聚焦点偏离。图10B示出了实施例5的光学成像系统的象散曲线,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的光学成像系统的畸变曲线,其表示不同视角情况下的畸变大小值。图10D示出了实施例5的光学成像系统的倍率色差曲线,其表示光线经由光学成像系统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所给出的光学成像系统能够实现良好的成像品质。

[0130] 综上,实施例1至实施例5分别满足以下表16所示的关系。

[0131] 表16

[0132]

实施例\公式	1	2	3	4	5
f1/f4	-1.44	-1.52	-1.52	-1.44	-1.50
TTL/Fno	2.10	2.06	2.01	1.89	2.09
ImgH/f	1.26	1.50	1.21	1.26	1.24
CT2/CT3	2.42	1.64	0.93	1.05	1.45
T12/T67	1.51	2.64	1.53	1.62	0.94
$\Sigma$ CT/TTL	0.44	0.50	0.43	0.41	0.42
R7/R8	-1.26	-0.61	-0.75	-0.73	-1.57
(CT3+CT6)/TTL	0.11	0.12	0.10	0.12	0.13
DT11/DT72	1.16	1.11	0.87	0.97	0.99
DT11/ImgH	0.87	0.79	0.80	0.74	0.71

[0133] 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。

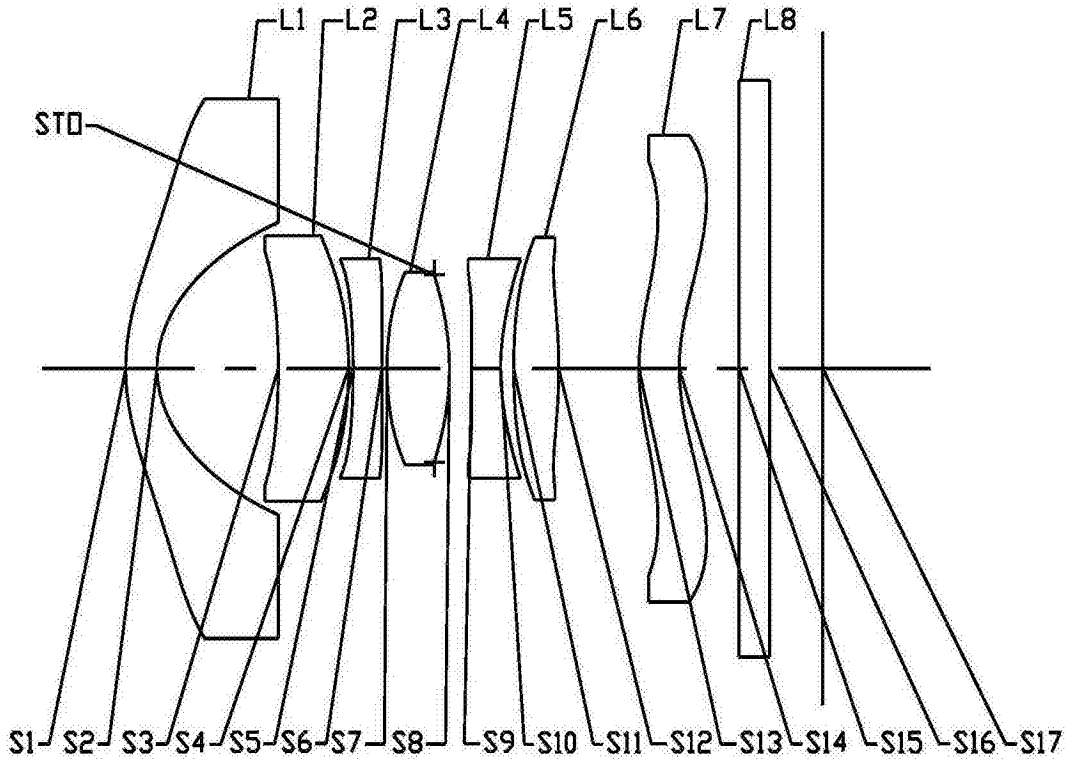


图1

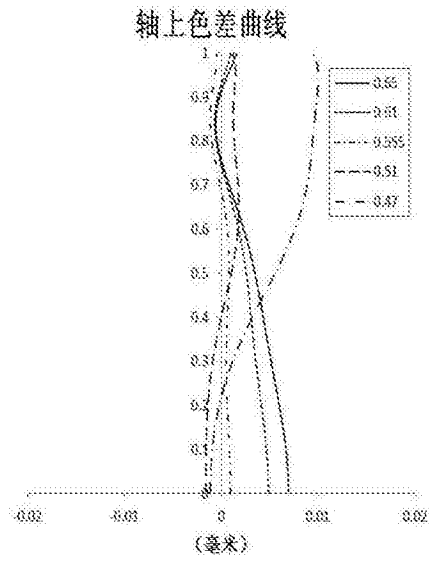


图2A

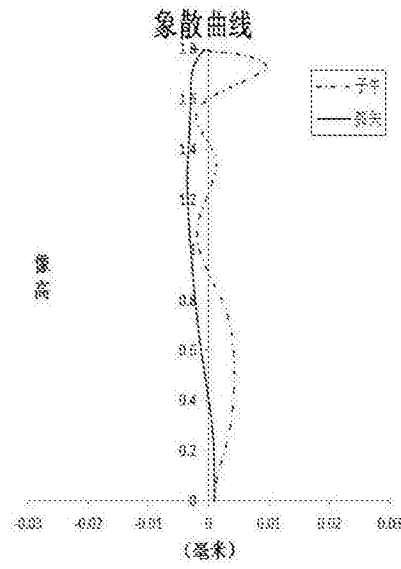


图2B

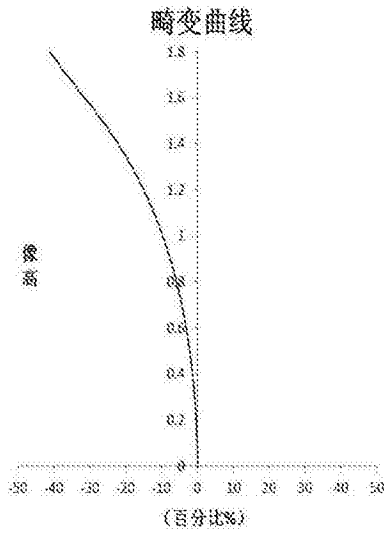


图2C

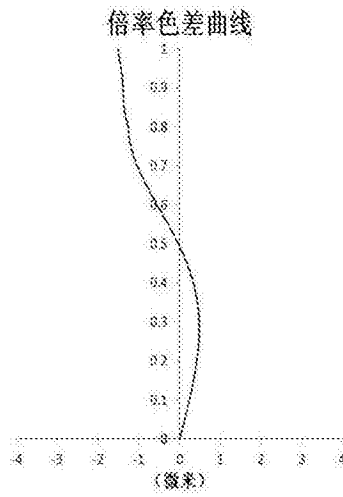


图2D

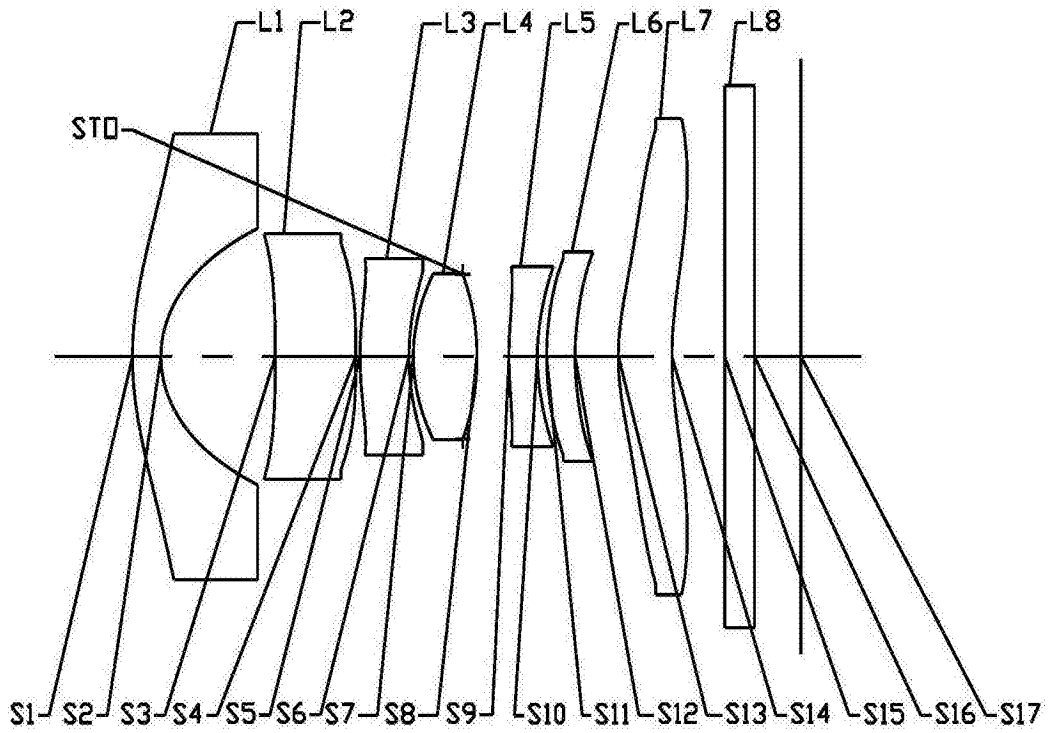


图3

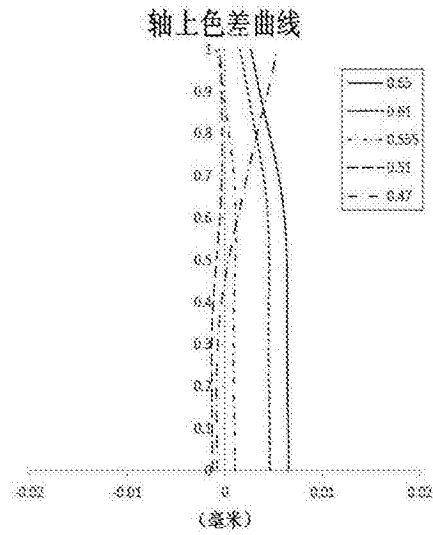


图4A

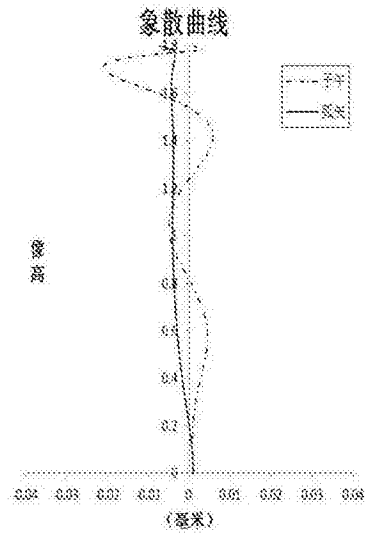


图4B

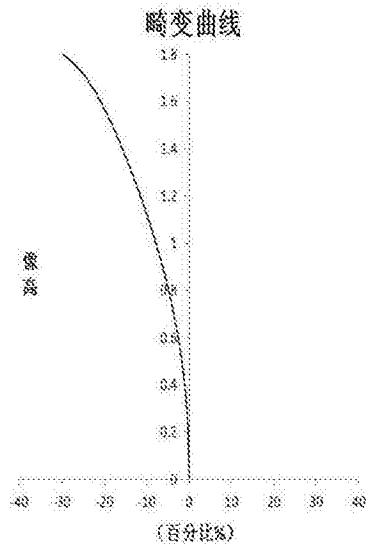


图4C

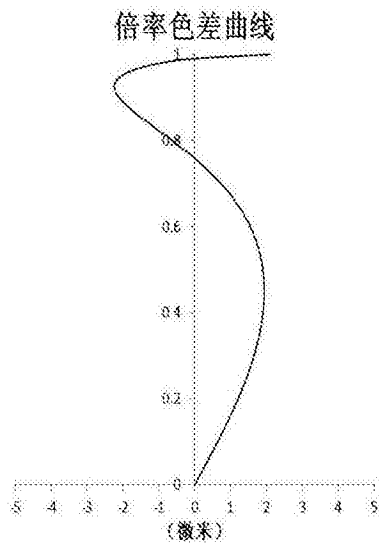


图4D

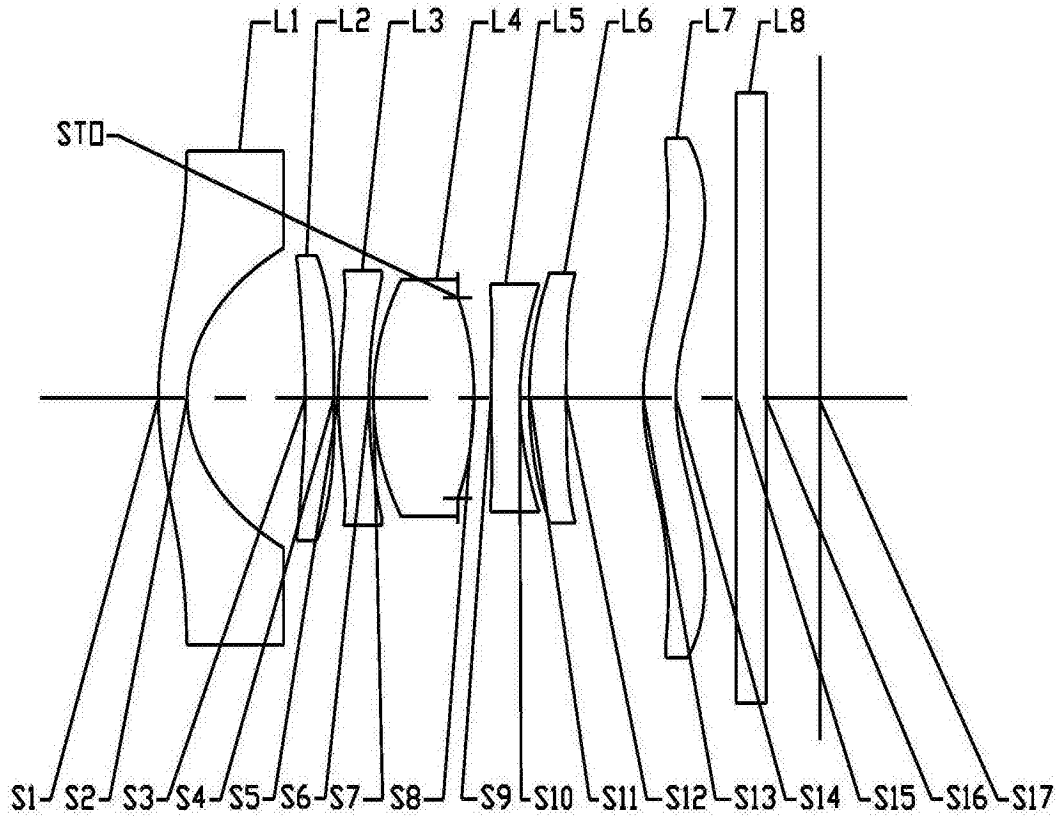


图5

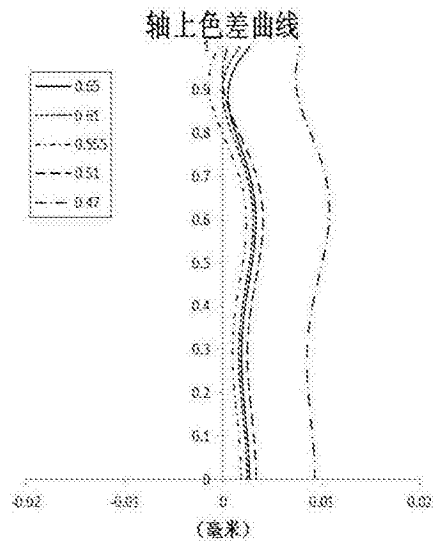


图6A

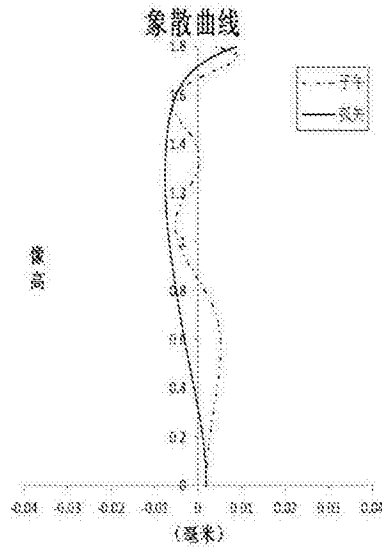


图6B

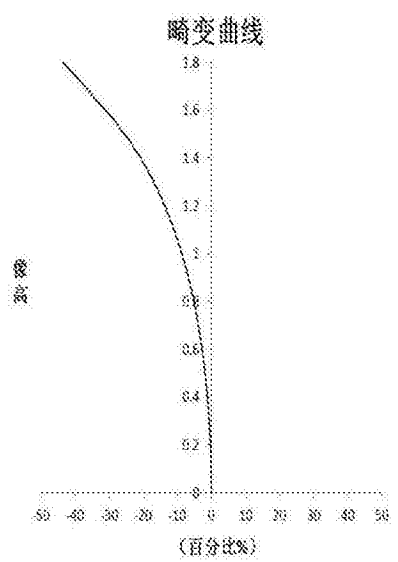


图6C



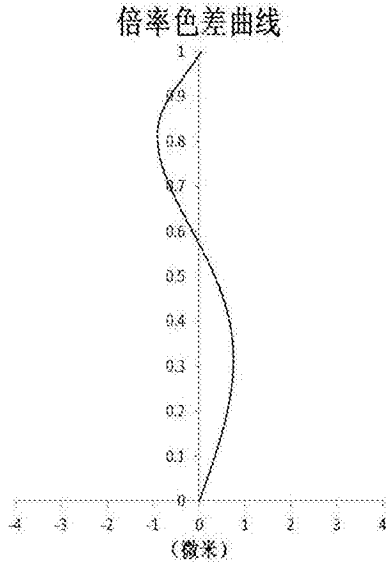


图6D

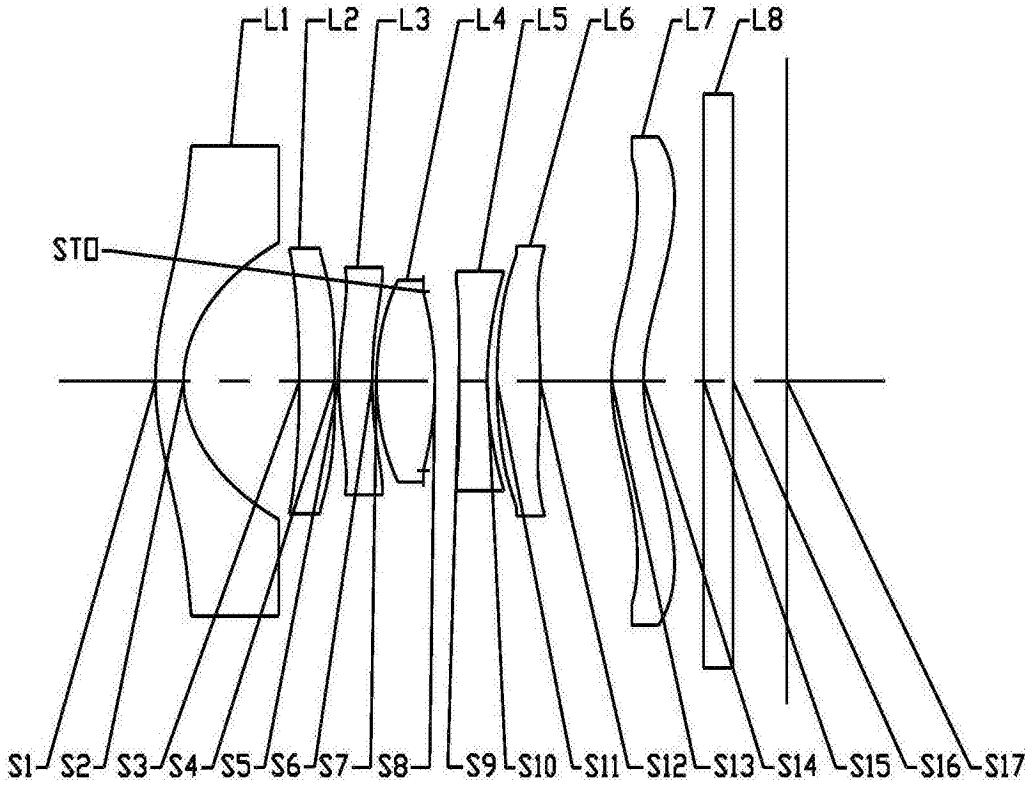


图7

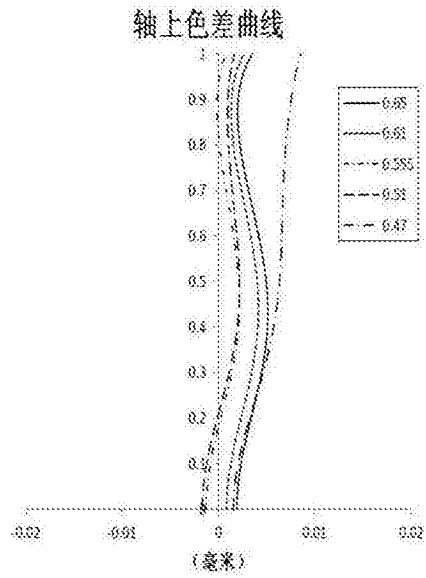


图8A

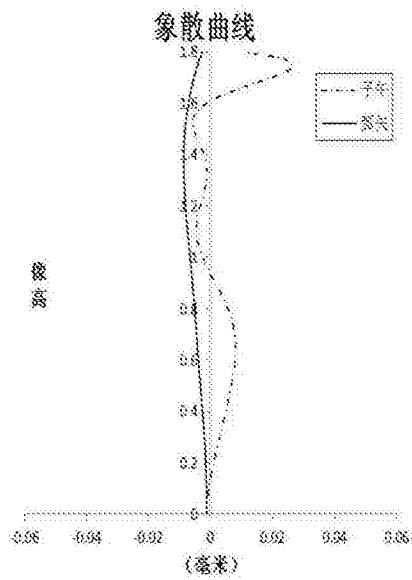


图8B

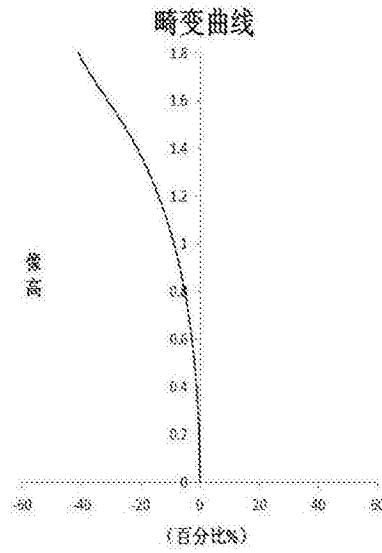


图8C

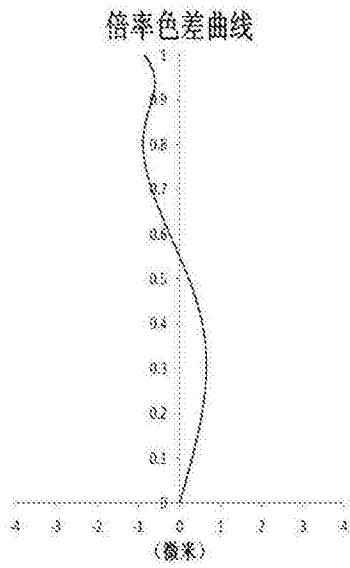


图8D

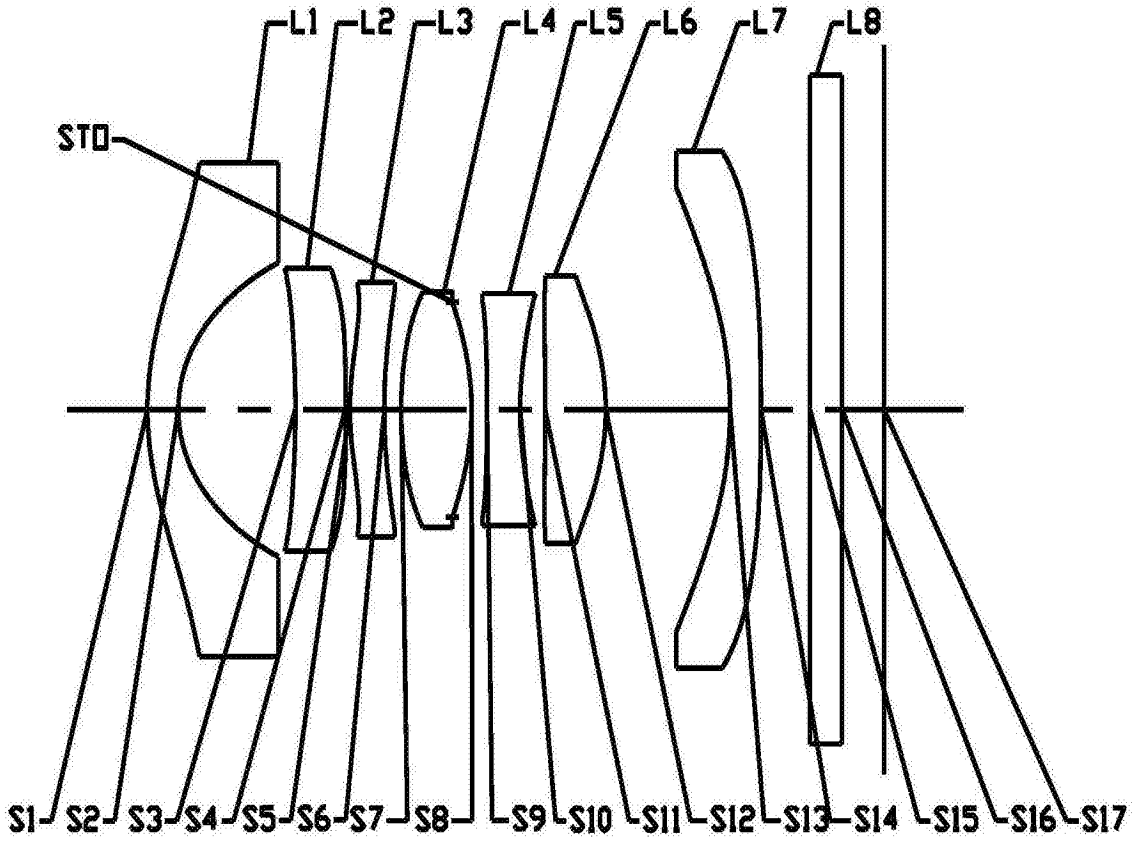


图9

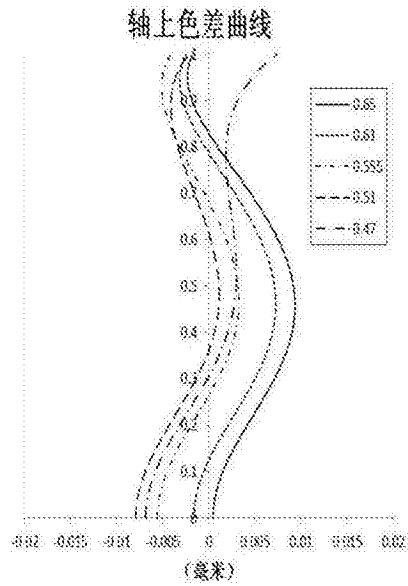


图10A

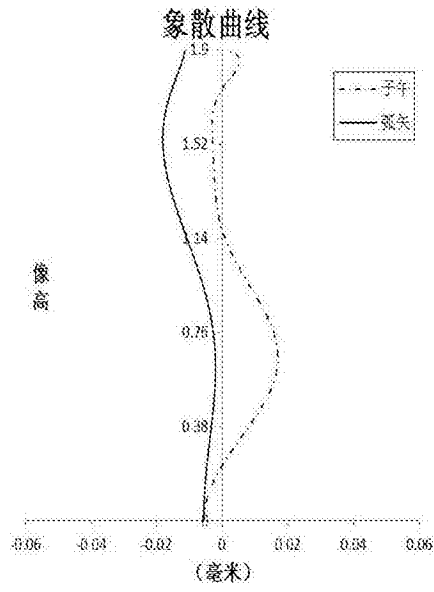


图10B

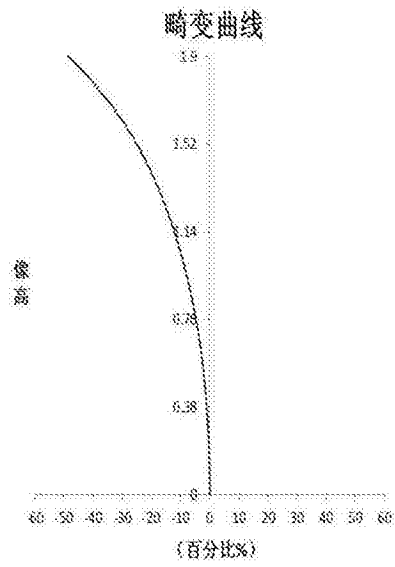


图10C

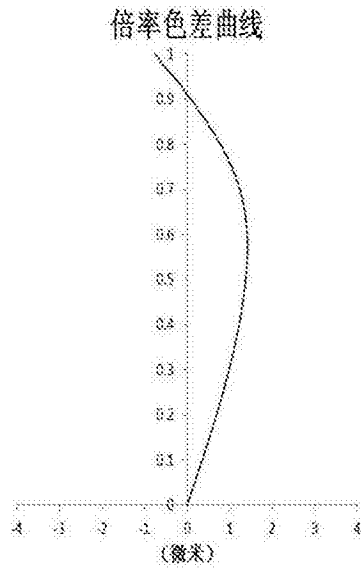


图10D