



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113219628 B

(45) 授权公告日 2023. 12. 15

(21) 申请号 202110416222.1

CN 111812806 A, 2020.10.23

(22) 申请日 2021.04.19

CN 111812808 A, 2020.10.23

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 112166362 A, 2021.01.01

申请公布号 CN 113219628 A

CN 112285886 A, 2021.01.29

(43) 申请公布日 2021.08.06

CN 112379507 A, 2021.02.19

(73) 专利权人 江西欧菲光学有限公司

CN 207663135 U, 2018.07.27

地址 330096 江西省南昌市南昌高新技术

CN 208752293 U, 2019.04.16

产业开发区天祥北大道699号

EP 0660169 A1, 1995.06.28

(72) 发明人 谭怡翔 李明

JP 2001255461 A, 2001.09.21

(51) Int. Cl.

JP 6625780 B1, 2019.12.25

G02B 13/00 (2006.01)

JP S5179344 A, 1976.07.10

G02B 13/18 (2006.01)

RU 2217781 C2, 2003.11.27

(56) 对比文件

TW 201819985 A, 2018.06.01

CN 110031951 A, 2019.07.19

US 2019129148 A1, 2019.05.02

CN 112444952 A, 2021.03.05

US 4989961 A, 1991.02.05

CN 112612117 A, 2021.04.06

US 5388003 A, 1995.02.07

CN 111007636 A, 2020.04.14

黄耀林; 王敏; 郭王凯. 一款1600万像素手机镜头设计. 光学仪器. 2018, (第01期), 全文.

CN 111142225 A, 2020.05.12

审查员 毛洁

CN 110174752 A, 2019.08.27

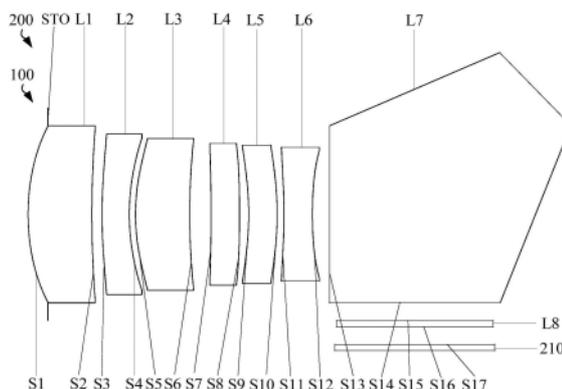
权利要求书2页 说明书21页 附图6页

(54) 发明名称

光学系统、取像模组及电子设备

(57) 摘要

本发明涉及一种光学系统、取像模组及电子设备。光学系统包括具有正屈折力的第一透镜，物侧面于近光轴处为凸面；具有屈折力的第二透镜；具有屈折力的第三透镜；具有屈折力的第四透镜；具有屈折力的第五透镜；以及具有屈折力的第六透镜；且光学系统满足条件式： $206 \leq f * 43 / (2 * \text{ImgH}) \leq 237$ ；f为光学系统的有效焦距，ImgH为光学系统的最大视场角所对应的像高的一半。上述光学系统，具备超长焦特性，能够实现背景虚化、远距离拍摄等效果。



1. 一种光学系统,其特征在于,共有六片具有屈折力的透镜,沿光轴由物侧至像侧依次包括:

具有正屈折力的第一透镜,所述第一透镜的物侧面于近光轴处为凸面;

具有屈折力的第二透镜;

具有屈折力的第三透镜;

具有屈折力的第四透镜;

具有屈折力的第五透镜;以及

具有屈折力的第六透镜;

且所述光学系统满足以下条件式:

$$206 \leq f * 43 / (2 * \text{ImgH}) \leq 237; 0.9 \leq \text{SD11} / \text{ImgH} \leq 1.2;$$

其中, $f$ 为所述光学系统的有效焦距, $\text{ImgH}$ 为所述光学系统的最大视场角所对应的像高的一半, $\text{SD11}$ 为所述第一透镜的物侧面的最大有效半口径。

2. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,满足以下条件式:

$$11 \leq \text{TTL} / \text{ImgH} \leq 14;$$

其中, $\text{TTL}$ 为所述第一透镜的物侧面至所述光学系统的成像面于光轴上的距离。

3. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,满足以下条件式:

$$1.2 \leq f / f_1 \leq 2.4;$$

其中, $f_1$ 为所述第一透镜的有效焦距。

4. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,满足以下条件式:

$$0.3 \leq |f_6 / R_{61}| \leq 62;$$

其中, $f_6$ 为所述第六透镜的有效焦距, $R_{61}$ 为所述第六透镜的物侧面于光轴处的曲率半径。

5. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,满足以下条件式:

$$0.2 \leq \Sigma \text{CT} / \text{TTL} \leq 0.3;$$

其中, $\Sigma \text{CT}$ 为所述光学系统的各透镜于光轴上的厚度之和, $\text{TTL}$ 为所述第一透镜的物侧面至所述光学系统的成像面于光轴上的距离。

6. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,满足以下条件式:

$$0 \leq |R_{61} - R_{62}| / |R_{61} + R_{62}| \leq 52;$$

其中, $R_{61}$ 为所述第六透镜的物侧面于光轴处的曲率半径, $R_{62}$ 为所述第六透镜的像侧面于光轴处的曲率半径。

7. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,满足以下条件式:

$$0.1 \leq \text{CT}_1 / \text{TD} \leq 0.23;$$

其中, $\text{CT}_1$ 为所述第一透镜于光轴上的厚度, $\text{TD}$ 为所述第一透镜的物侧面至所述第六透镜的像侧面于光轴上的距离。

8. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,满足以下条件式:

$$2.3 \leq \Sigma \text{CT} / \Sigma \text{AT} \leq 5.2;$$

其中, $\Sigma \text{CT}$ 为所述光学系统的各透镜于光轴上的厚度之和, $\Sigma \text{AT}$ 为所述光学系统中各相邻两透镜之间于光轴上的间距之和。

9. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,还包括转向棱镜,所述转向棱镜设置

于所述第六透镜的像侧,所述转向棱镜具有相互垂直的入光面与出光面,所述入光面与所述第六透镜的主光轴垂直,光线从所述入光面进入所述转向棱镜后能够从所述出光面射出。

10. 根据权利要求9所述的光学系统,其特征在于,所述转向棱镜为五棱镜,所述转向棱镜还包括两个反射面,两个所述反射面分别与入光面及出光面连接,两个所述反射面能够改变光路的走向。

11. 根据权利要求9所述的光学系统,其特征在于,满足以下条件式:

$$0.02 \leq AT6/TD \leq 0.4;$$

其中,AT6为所述第六透镜的像侧面至所述入光面于光轴上的距离,TD为所述第一透镜的物侧面至所述第六透镜的像侧面于光轴上的距离。

12. 一种取像模组,其特征在于,包括感光元件以及权利要求1-11任一项所述的光学系统,所述感光元件设置于所述光学系统的像侧。

13. 一种电子设备,其特征在于,包括壳体以及权利要求12所述的取像模组,所述取像模组设置于所述壳体。

## 光学系统、取像模组及电子设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及摄像领域,特别是涉及一种光学系统、取像模组及电子设备。

### 背景技术

[0002] 随着摄像技术的发展,智能手机、平板电脑、笔记本电脑等越来越多的电子设备上配置有摄像镜头以实现取像功能。用户对电子设备的拍摄要求也越来越高,要求电子设备能够实现背景虚化、远距离拍摄等效果,以提升用户体验。然而,目前的光学系统焦距不足,难以实现背景虚化与远距离拍摄效果。

### 发明内容

[0003] 基于此,有必要针对目前的光学系统焦距不足的问题,提供一种光学系统、取像模组及电子设备。

[0004] 一种光学系统,沿光轴由物侧至像侧依次包括:

[0005] 具有正屈折力的第一透镜,所述第一透镜的物侧面于近光轴处为凸面;

[0006] 具有屈折力的第二透镜;

[0007] 具有屈折力的第三透镜;

[0008] 具有屈折力的第四透镜;

[0009] 具有屈折力的第五透镜;以及

[0010] 具有屈折力的第六透镜;

[0011] 且所述光学系统满足以下条件式:

[0012]  $206 \leq f * 43 / (2 * \text{ImgH}) \leq 237$ ;

[0013] 其中, $f$ 为所述光学系统的有效焦距, $\text{ImgH}$ 为所述光学系统的最大视场角所对应的像高的一半。

[0014] 上述光学系统,第一透镜具有正屈折力,有利于缩短光学系统的系统总长,实现小型化设计。第一透镜的物侧面于近光轴处为凸面,有利于增强第一透镜的正屈折力,从而进一步缩短光学系统的系统总长。满足上述条件式时,光学系统具备超长焦特性,能够实现背景虚化、远距离拍摄等效果,提升用户体验。超过上述条件式的上限,在增强光学系统的长焦特性的同时,容易导致系统总长增大,不利于光学系统的小型化设计。低于上述条件式的下限,不利于光学系统超长焦特性的实现。

[0015] 在其中一个实施例中,所述光学系统满足以下条件式:

[0016]  $11 \leq \text{TTL} / \text{ImgH} \leq 14$ ;

[0017] 其中, $\text{TTL}$ 为所述第一透镜的物侧面至所述光学系统的成像面于光轴上的距离,即所述光学系统的光学总长。满足上述条件式,能够对光学系统的光学总长及半像高的比值进行合理配置,有利于增大光学系统的像高,使得光学系统能够匹配更高像素的感光元件,从而提升光学系统的成像质量;同时,也有利于缩短光学系统的系统总长,以实现小型化设计。超过上述条件式的上限,光学系统的系统总长过大,不利于光学系统的小型化设计。低

于上述条件式的下限,光学系统的系统总长过小,不利于超长焦特性的实现。

[0018] 在其中一个实施例中,所述光学系统满足以下条件式:

$$[0019] \quad 0.9 \leq SD11/ImgH \leq 1.2;$$

[0020] 其中,SD11为所述第一透镜的物侧面的最大有效半口径。满足上述条件式,能够提升第一透镜与光学系统的半像高的匹配程度,使得第一透镜的物侧面的最大有效半口径与光学系统的半像高像差不会过大,从而有利于潜望式镜头的设计。在上述条件式的范围外,第一透镜的最大有效口径过大或过小,导致光学系统中各透镜以及成像面之间的段差过大,不利于光学系统的组装以及各透镜之间的承靠设计。

[0021] 在其中一个实施例中,所述光学系统满足以下条件式:

$$[0022] \quad 1.2 \leq f/f1 \leq 2.4;$$

[0023] 其中,f1为所述第一透镜的有效焦距。满足上述条件式,能够对光学系统的有效焦距以及第一透镜的有效焦距的比值进行合理配置,使得第一透镜提供足够的正屈折力,从而有效会聚光线,有利于缩短光学系统的系统总长,实现小型化设计。超过上述条件式的上限,第一透镜的正屈折力不足,不利于缩短光学系统的系统总长。低于上述条件式的下限,第一透镜的正屈折力过强,容易产生严重像差。

[0024] 在其中一个实施例中,所述光学系统满足以下条件式:

$$[0025] \quad 0.3 \leq |f6/R61| \leq 62;$$

[0026] 其中,f6为所述第六透镜的有效焦距,R61为所述第六透镜的物侧面于光轴处的曲率半径。满足上述条件式,能够对第六透镜的屈折力及物侧面面型进行合理配置,有利于第六透镜校正物侧各透镜产生的像差,从而有利于提升光学系统的成像质量。超过上述条件式的上限,第六透镜的屈折力不足且物侧面面型过于弯曲,难以有效平衡物侧各透镜产生的轴上色差及其他像差。低于上述条件式的下限,第六透镜的屈折力过强且物侧面面型过于平缓,容易导致第六透镜的像侧面面型过度弯曲,从而不利于光线向成像面平滑过渡。

[0027] 在其中一个实施例中,所述光学系统满足以下条件式:

$$[0028] \quad 0.2 \leq \Sigma CT/TTL \leq 0.3;$$

[0029] 其中, $\Sigma CT$ 为所述光学系统的各透镜于光轴上的厚度之和,即所述第一透镜、所述第二透镜、所述第三透镜、所述第四透镜、所述第五透镜以及所述第六透镜的中心厚度之和,TTL为所述第一透镜的物侧面至所述光学系统的成像面于光轴上的距离。满足上述条件式,能够对光学系统各透镜的中心厚度及各相邻透镜之间的间距进行合理配置,有利于使得光学系统的结构更加紧凑,且有利于使得各透镜的面型更加合理,从而有利于各透镜的成型和组装。

[0030] 在其中一个实施例中,所述光学系统满足以下条件式:

$$[0031] \quad 0 \leq |R61-R62|/|R61+R62| \leq 52;$$

[0032] 其中,R61为所述第六透镜的物侧面于光轴处的曲率半径,R62为所述第六透镜的像侧面于光轴处的曲率半径。满足上述条件式,能够合理配置第六透镜的面型,有利于第六透镜校正物侧各透镜产生的像差,同时使得第六透镜在垂直于光轴方向上的屈折力配置均匀,从而能够有效校正物侧各透镜产生的畸变像差;另外,也能够避免第六透镜的面型过度弯曲,有利于第六透镜的制造成型。在上述条件式的范围外,第六透镜的物侧面与像侧面之间的面型差异过大,容易导致光学系统产生严重的轴上色差,从而降低光学系统的成像质

量。

[0033] 在其中一个实施例中,所述光学系统满足以下条件式:

[0034]  $0.1 \leq CT1/TD \leq 0.23$ ;

[0035] 其中,CT1为所述第一透镜于光轴上的厚度,TD为所述第一透镜的物侧面至所述第六透镜的像侧面于光轴上的距离。满足上述条件式,能够合理配置第一透镜在光学系统中的厚度占比,使得第一透镜会聚的光线能够平缓向像侧过渡,从而减少色差的产生。超过上述条件式的上限,第一透镜的中心厚度过大,缩减了像侧各透镜的配置空间,不利于像侧各透镜的成型和组装。低于上述条件式的下限,第一透镜的中心厚度过小,容易导致光线过度偏折的情况,降低光学系统的成像质量。

[0036] 在其中一个实施例中,所述光学系统满足以下条件式:

[0037]  $2.3 \leq \Sigma CT / \Sigma AT \leq 5.2$ ;

[0038] 其中, $\Sigma CT$ 为所述光学系统的各透镜于光轴上的厚度之和, $\Sigma AT$ 为所述光学系统中各相邻两透镜之间于光轴上的间距之和,即所述第一透镜与所述第二透镜、所述第二透镜与所述第三透镜、所述第三透镜与所述第四透镜以及所述第五透镜与所述第六透镜之间于光轴上的空气间隔之和。满足上述条件式,能够合理配置光学系统各透镜的中心厚度以及各相邻透镜之间的间距,有利于缩短各相邻透镜之间的段差,从而有利于各相邻透镜之间的承靠设计,提升光学系统的组装良率。超过上述条件式的上限,各相邻透镜之间的排布过于紧密,容易导致相邻透镜之间发生碰撞,不利于光学系统的组装。低于上述条件式的下限,各相邻透镜之间的间距过大,也不利于光学系统的组装。

[0039] 在其中一个实施例中,所述光学系统还包括转向棱镜,所述转向棱镜设置于所述第六透镜的像侧,所述转向棱镜具有相互垂直的入光面与出光面,所述入光面与所述第六透镜的主光轴垂直,光线从所述入光面进入所述转向棱镜后能够从所述出光面射出。在光学系统中采用转向棱镜,能够改变光路而走向,在不改变光学系统的焦距的同时,大大缩小光学系统的横向长度,有利于实现小型化设计。

[0040] 在其中一个实施例中,所述转向棱镜为五棱镜,所述转向棱镜还包括两个反射面,两个所述反射面分别与入光面及出光面连接,两个所述反射面能够改变光路的走向。五棱镜结构简单,设置成本低,且能够有效地将光路改变 $90^\circ$ 。

[0041] 在其中一个实施例中,所述光学系统满足以下条件式:

[0042]  $0.02 \leq AT6/TD \leq 0.4$ ;

[0043] 其中,AT6为所述第六透镜的像侧面至所述入光面于光轴上的距离,TD为所述第一透镜的物侧面至所述第六透镜的像侧面于光轴上的距离。满足上述条件式,有利于缩短第六透镜与转向棱镜之间的间距,使光学系统的结构排布更加紧凑,从而有利于缩短光学系统的横向尺寸,使光学系统能够满足电子设备小型化设计的需求。超过上述条件式的上限,光学系统中各透镜的排布过于紧密,容易导致各相邻透镜之间发生碰撞,不利于光学系统的组装。低于上述条件式的下限,光学系统中各相邻透镜之间的间隔过大,不利于光学系统的组装。

[0044] 一种取像模组,包括感光元件以及上述任一实施例所述的光学系统,所述感光元件设置于所述光学系统的像侧。在所述取像模组中采用上述光学系统,光学系统具备超长焦特性,能够实现背景虚化、远距离拍摄等效果。

[0045] 一种电子设备,包括壳体以及上述的取像模组,所述取像模组设置于所述壳体。在所述电子设备中采用上述取像模组,光学系统具备超长焦特性,能够实现背景虚化、远距离拍摄等效果。

### 附图说明

- [0046] 图1为本申请第一实施例中的光学系统的结构示意图;  
[0047] 图2为本申请第一实施例中的光学系统的纵向球差图、像散图及畸变图;  
[0048] 图3为本申请第二实施例中的光学系统的结构示意图;  
[0049] 图4为本申请第二实施例中的光学系统的纵向球差图、像散图及畸变图;  
[0050] 图5为本申请第三实施例中的光学系统的结构示意图;  
[0051] 图6为本申请第三实施例中的光学系统的纵向球差图、像散图及畸变图;  
[0052] 图7为本申请第四实施例中的光学系统的结构示意图;  
[0053] 图8为本申请第四实施例中的光学系统的纵向球差图、像散图及畸变图;  
[0054] 图9为本申请第五实施例中的光学系统的结构示意图;  
[0055] 图10为本申请第五实施例中的光学系统的纵向球差图、像散图及畸变图;  
[0056] 图11为本申请一实施例中的取像模组的示意图;  
[0057] 图12为本申请一实施例中的电子设备的示意图。

### 具体实施方式

[0058] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明。但是本发明能够以很多不同于在此描述的其它方式来实施,本领域技术人员可以在不违背本发明内涵的情况下做类似改进,因此本发明不受下面公开的具体实施例的限制。

[0059] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”、“轴向”、“径向”、“周向”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0060] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在本发明的描述中,“多个”的含义是至少两个,例如两个,三个等,除非另有明确具体的限定。

[0061] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系,除非另有明确的限定。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0062] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,第一特征在第二特征“上”或“下”可以是第一和第二特征直接接触,或第一和第二特征通过中间媒介间接接触。而且,第一特征在

第二特征“之上”、“上方”和“上面”可是第一特征在第二特征正上方或斜上方,或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”可以是第一特征在第二特征正下方或斜下方,或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0063] 需要说明的是,当元件被称为“固定于”或“设置于”另一个元件,它可以直接在另一个元件上或者也可以存在居中的元件。当一个元件被认为是“连接”另一个元件,它可以是直接连接到另一个元件或者可能同时存在居中元件。本文所使用的术语“垂直的”、“水平的”、“上”、“下”、“左”、“右”以及类似的表述只是为了说明的目的,并不表示是唯一的实施方式。

[0064] 请参见图1,在本申请的一些实施例中,光学系统100沿光轴(图未示出)由物侧到像侧依次包括第一透镜L1、第二透镜L2、第三透镜L3、第四透镜L4、第五透镜L5以及第六透镜L6。具体地,第一透镜L1包括物侧面S1及像侧面S2,第二透镜L2包括物侧面S3及像侧面S4,第三透镜L3包括物侧面S5及像侧面S6,第四透镜L4包括物侧面S7及像侧面S8,第五透镜L5包括物侧面S9及像侧面S10,第六透镜L6包括物侧面S11及像侧面S12。需要说明的是,在一些实施例中,光学系统100中各透镜同轴设置,该轴线即为光学系统100的光轴。

[0065] 其中,第一透镜L1具有正屈折力,有利于缩短光学系统100的系统总长,实现小型化设计。第一透镜L1的物侧面S1于近光轴处为凸面,有利于增强第一透镜L1的正屈折力,从而进一步缩短光学系统100的系统总长。第二透镜L2、第三透镜L3、第四透镜L4、第五透镜L5以及第六透镜L6均具有屈折力。

[0066] 另外,在一些实施例中,光学系统100设置有光阑ST0,光阑ST0可设置于第一透镜L1的物侧或设置于第一透镜L1的物侧面S1上。在一些实施例中,光学系统100还包括设置于第六透镜L6像侧的红外滤光片L8,红外滤光片L8括物侧面S15及像侧面S16。进一步地,光学系统100还包括位于第六透镜L6像侧的像面S17,像面S17即为光学系统100的成像面,入射光经第一透镜L1、第二透镜L2、第三透镜L3、第四透镜L4、第五透镜L5以及第六透镜L6调节后能够成像于像面S17。值得注意的是,红外滤光片L8可为红外截止滤光片,用于滤除干扰光,防止干扰光到达光学系统100的像面S17而影响正常成像。

[0067] 在一些实施例中,光学系统100的各透镜的物侧面和像侧面均为非球面。非球面结构的采用能够提高透镜设计的灵活性,并有效地校正球差,改善成像质量。在另一些实施例中,光学系统100的各透镜的物侧面和像侧面也可以均为球面。需要注意的是,上述实施例仅是对本申请的一些实施例的举例,在一些实施例中,光学系统100中各透镜的表面可以是非球面或球面的任意组合。

[0068] 在一些实施例中,光学系统100中的各透镜的材质可以均为玻璃或均为塑料。采用塑料材质的透镜能够减少光学系统100的重量并降低生产成本,配合光学系统的较小尺寸以实现光学系统的轻薄化设计。而采用玻璃材质的透镜使光学系统100具备优良的光学性能以及较高的耐温性能。需要注意的是,光学系统100中各透镜的材质也可以为玻璃和塑料的任意组合,并不一定要是均为玻璃或均为塑料。

[0069] 需要注意的是,第一透镜L1并不意味着只存在一片透镜,在一些实施例中,第一透镜L1中也可以存在两片或多片透镜,两片或多片透镜能够形成胶合透镜,胶合透镜最靠近物侧的表面可视为物侧面S1,最靠近像侧的表面可视为像侧面S2。或者,第一透镜L1中的各透镜之间并不形成胶合透镜,但各透镜之间的距离相对固定,此时最靠近物侧的透镜的物

侧面为物侧面S1,最靠近像侧的透镜的像侧面为像侧面S2。另外,一些实施例中的第二透镜L2、第三透镜L3、第四透镜L4、第五透镜L5或第六透镜L6中的透镜数量也可大于或等于两片,且任意相邻透镜之间可以形成胶合透镜,也可以为非胶合透镜。

[0070] 再者,在一些实施例中,光学系统100还包括转向棱镜L7,转向棱镜L7设置于第六透镜L6的像侧,转向棱镜L7具有相互垂直的入光面L13与出光面L14,入光面与第六透镜L6的主光轴垂直。具体地,转向棱镜L7可以为五棱镜,转向棱镜L7还包括两个反射面(图未标出)。从第六透镜L6的像侧面S12出射的光线从入光面S13进入转向棱镜L7后,能够经两个反射面的反射后从出光面S14射出,从而达到改变光路的效果。可以理解的是,在一些实施例中,光学系统100的光轴与各透镜的主光轴重合,而在转向棱镜L7处,光学系统100的光轴发生90°的转向。换言之,在入光面S13的物侧,光学系统100的光轴与各透镜的主光轴重合,在出光面S14的像侧,光学系统100的光轴与各透镜的主光轴垂直。当然,转向棱镜L7还可以为其他形状的棱镜,只要能够实现光路转向的效果即可。在光学系统100中采用转向棱镜L7,能够改变光路而走向,在不改变光学系统100的焦距的同时,大大缩小光学系统100的横向长度,即缩短光学系统100在各透镜的主光轴方向上的长度,有利于实现小型化设计。

[0071] 在一些实施例中,光学系统100还可包括直角反射棱镜(图未示出),直角反射棱镜设置于第一透镜L1的像侧,以改变光路的走向,实现潜望式镜头设计。配合转向棱镜L7的使用,能够极大缩短光学系统100的横向尺寸,从而使得光学系统100能够满足便携式电子设备的小型化设计的需求。

[0072] 进一步地,在一些实施例中,光学系统100满足条件式: $206 \leq f \cdot 43 / (2 \cdot \text{ImgH}) \leq 237$ ;其中, $f$ 为光学系统100的有效焦距,ImgH为光学系统100的最大视场角所对应的像高的一半。具体地, $f \cdot 43 / (2 \cdot \text{ImgH})$ 可以为:206.422、209.103、211.364、216.578、220.032、226.339、231.025、232.564、235.221或236.988。满足上述条件式时,光学系统100具备超长焦特性,能够实现背景虚化、远距离拍摄等效果,提升用户体验。超过上述条件式的上限,在增强光学系统100的长焦特性的同时,容易导致系统总长增大,不利于光学系统100的小型化设计。低于上述条件式的下限,不利于光学系统100超长焦特性的实现。

[0073] 需要说明的是,在一些实施例中,光学系统100可以匹配具有矩形感光面的感光元件,光学系统100的成像面与感光元件的感光面重合。此时,光学系统100成像面上有效像素区域具有水平方向以及对角线方向,则光学系统100的最大视场角可以理解为对角线方向的最大视场角,ImgH可以理解为光学系统100成像面上有效像素区域对角线方向的长度的一半。

[0074] 在一些实施例中,光学系统100满足条件式: $11 \leq \text{TTL} / \text{ImgH} \leq 14$ ;其中,TTL为第一透镜L1的物侧面S1至光学系统100的成像面于光轴上的距离,即光学系统100的光学总长。具体地, $\text{TTL} / \text{ImgH}$ 可以为:11.141、11.356、11.621、11.859、12.254、12.637、12.996、13.025、13.654或13.910。满足上述条件式,能够对光学系统100的光学总长及半像高的比值进行合理配置,有利于增大光学系统100的像高,使得光学系统100能够匹配更高像素的感光元件,从而提升光学系统100的成像质量;同时,也有利于缩短光学系统100的系统总长,以实现小型化设计。超过上述条件式的上限,光学系统100的系统总长过大,不利于光学系统100的小型化设计。低于上述条件式的下限,光学系统100的系统总长过小,不利于超长焦特性的实现。

[0075] 在一些实施例中,光学系统100满足条件式: $0.9 \leq SD11/ImgH \leq 1.2$ ;其中,SD11为第一透镜L1的物侧面S1的最大有效半口径。具体地,SD11/ImgH可以为:0.960、0.964、0.968、0.972、0.976、0.983、0.995、0.997、0.998或1.103。满足上述条件式,能够提升第一透镜L1与光学系统100的半像高的匹配程度,使得第一透镜L1的物侧面S1的最大有效半口径与光学系统100的半像高像差不会过大,从而有利于光学系统100与直角反射棱镜搭配,以实现潜望式镜头的设计。在上述条件式的范围外,第一透镜L1的最大有效口径过大或过小,导致光学系统100中各透镜以及成像面之间的段差过大,不利于光学系统100的组装以及各透镜之间的承靠设计。

[0076] 在一些实施例中,光学系统100满足条件式: $1.2 \leq f/f1 \leq 2.4$ ;其中,f1为第一透镜L1的有效焦距。具体地,f/f1可以为:1.292、1.301、1.324、1.329、1.525、1.637、1.856、1.993、2.001或2.366。满足上述条件式,能够对光学系统100的有效焦距以及第一透镜L1的有效焦距的比值进行合理配置,使得第一透镜L1提供足够的正屈折力,从而有效会聚光线,有利于缩短光学系统100的系统总长,实现小型化设计。超过上述条件式的上限,第一透镜L1的正屈折力不足,不利于缩短光学系统100的系统总长。低于上述条件式的下限,第一透镜L1的正屈折力过强,容易产生严重像差。

[0077] 在一些实施例中,光学系统100满足条件式: $0.3 \leq |f6/R61| \leq 62$ ;其中,f6为第六透镜L6的有效焦距,R61为第六透镜L6的物侧面S11于光轴处的曲率半径。具体地,|f6/R61|可以为:0.326、0.336、0.433、0.519、0.732、0.815、0.945、0.993、15.325或61.626。满足上述条件式,能够对第六透镜L6的屈折力及物侧面面型进行合理配置,有利于第六透镜L6校正物侧各透镜产生的像差,从而有利于提升光学系统100的成像质量。超过上述条件式的上限,第六透镜L6的屈折力不足且物侧面S11面型过于弯曲,难以有效平衡物侧各透镜产生的轴上色差及其他像差。低于上述条件式的下限,第六透镜L6的屈折力过强且物侧面S11面型过于平缓,容易导致第六透镜L6的像侧面S12面型过度弯曲,从而不利于光线向成像面平滑过渡。

[0078] 在一些实施例中,光学系统100满足条件式: $0.2 \leq \Sigma CT/TTL \leq 0.3$ ;其中, $\Sigma CT$ 为光学系统100的各透镜于光轴上的厚度之和,TTL为第一透镜L1的物侧面S1至光学系统100的成像面于光轴上的距离。具体地, $\Sigma CT/TTL$ 可以为:0.216、0.221、0.229、0.235、0.239、0.241、0.253、0.267、0.270或0.277。满足上述条件式,能够对光学系统100各透镜的中心厚度及各相邻透镜之间的间距进行合理配置,有利于使得光学系统100的结构更加紧凑,且有利于使得各透镜的面型更加合理,从而有利于各透镜的成型和组装。

[0079] 在一些实施例中,光学系统100满足条件式: $0 \leq |R61-R62|/|R61+R62| \leq 52$ ;其中,R61为第六透镜L6的物侧面S11于光轴处的曲率半径,R62为第六透镜L6的像侧面S12于光轴处的曲率半径。具体地,|R61-R62|/|R61+R62|可以为:0.021、0.055、0.093、0.132、0.946、1.284、1.963、2.556、3.317或51.761。满足上述条件式,能够合理配置第六透镜L6的面型,有利于第六透镜L6校正物侧各透镜产生的像差,同时使得第六透镜L6在垂直于光轴方向上的屈折力配置均匀,从而能够有效校正物侧各透镜产生的畸变像差;另外,也能够避免第六透镜L6的面型过度弯曲,有利于第六透镜L6的制造成型。在上述条件式的范围外,第六透镜L6的物侧面S11与像侧面S12之间的面型差异过大,容易导致光学系统100产生严重的轴上色差,从而降低光学系统100的成像质量。

[0080] 在一些实施例中,光学系统100满足条件式: $0.1 \leq CT1/TD \leq 0.23$ ;其中,CT1为第一透镜L1于光轴上的厚度,TD为第一透镜L1的物侧面S1至第六透镜L6的像侧面S12于光轴上的距离。具体地,CT1/TD可以为:0.112、0.122、0.138、0.144、0.153、0.172、0.194、0.201、0.220或0.225。满足上述条件式,能够合理配置第一透镜L1在光学系统100中的厚度占比,使得第一透镜L1会聚的光线能够平缓向像侧过渡,从而减少色差的产生。超过上述条件式的上限,第一透镜L1的中心厚度过大,缩减了像侧各透镜的配置空间,不利于像侧各透镜的成型和组装。低于上述条件式的下限,第一透镜L1的中心厚度过小,容易导致光线过度偏折的情况,降低光学系统100的成像质量。

[0081] 在一些实施例中,光学系统100满足条件式: $2.3 \leq \Sigma CT / \Sigma AT \leq 5.2$ ;其中, $\Sigma CT$ 为光学系统100的各透镜于光轴上的厚度之和, $\Sigma AT$ 为光学系统100中各相邻两透镜之间于光轴上的间距之和。具体地, $\Sigma CT / \Sigma AT$ 可以为:2.336、2.537、2.736、2.992、3.512、3.770、3.897、4.031、4.359或5.199。满足上述条件式,能够合理配置光学系统100各透镜的中心厚度以及各相邻透镜之间的间距,有利于缩短各相邻透镜之间的段差,从而有利于各相邻透镜之间的承靠设计,提升光学系统100的组装良率。超过上述条件式的上限,各相邻透镜之间的排布过于紧密,容易导致相邻透镜之间发生碰撞,不利于光学系统100的组装。低于上述条件式的下限,各相邻透镜之间的间距过大,也不利于光学系统100的组装。

[0082] 在一些实施例中,光学系统100满足条件式: $0.02 \leq AT6/TD \leq 0.4$ ;其中,AT6为第六透镜L6的像侧面S12至入光面S13于光轴上的距离,TD为第一透镜L1的物侧面S1至第六透镜L6的像侧面S12于光轴上的距离。具体地,AT6/TD可以为:0.020、0.061、0.093、0.124、0.167、0.206、0.284、0.293、0.321或0.342。满足上述条件式,有利于缩短第六透镜L6与转向棱镜L7之间的间距,使光学系统100的结构排布更加紧凑,从而有利于缩短光学系统100的横向尺寸,使光学系统100能够满足电子设备小型化设计的需求。超过上述条件式的上限,光学系统100中各透镜的排布过于紧密,容易导致各相邻透镜之间发生碰撞,不利于光学系统100的组装。低于上述条件式的下限,光学系统100中各相邻透镜之间的间隔过大,不利于光学系统100的组装。

[0083] 以上的有效焦距数值的参考波长均为587.5618nm。

[0084] 根据上述各实施例的描述,以下提出更为具体的实施例及附图予以详细说明。

[0085] 第一实施例

[0086] 请参见图1和图2,图1为第一实施例中的光学系统100的结构示意图,光学系统100由物侧至像侧依次包括光阑ST0、具有正屈折力的第一透镜L1、具有负屈折力的第二透镜L2、具有正屈折力的第三透镜L3、具有正屈折力的第四透镜L4、具有负屈折力的第五透镜L5、具有负屈折力的第六透镜L6以及转向棱镜L7。图2由左至右依次为第一实施例中光学系统100的纵向球差、像散及畸变的曲线图,其中像散图和畸变图的参考波长为587.5618nm,其他实施例相同。

[0087] 第一透镜L1的物侧面S1于近光轴处为凸面,于圆周处为凸面;

[0088] 第一透镜L1的像侧面S2于近光轴处为凹面,于圆周处为凹面;

[0089] 第二透镜L2的物侧面S3于近光轴处为凹面,于圆周处为凹面;

[0090] 第二透镜L2的像侧面S4于近光轴处为凸面,于圆周处为凸面;

[0091] 第三透镜L3的物侧面S5于近光轴处为凹面,于圆周处为凹面;

[0092] 第三透镜L3的像侧面S6于近光轴处为凸面,于圆周处为凸面;  
[0093] 第四透镜L4的物侧面S7于近光轴处为凹面,于圆周处为凹面;  
[0094] 第四透镜L4的像侧面S8于近光轴处为凹面,于圆周处为凹面;  
[0095] 第五透镜L5的物侧面S9于近光轴处为凸面,于圆周处为凹面;  
[0096] 第五透镜L5的像侧面S10于近光轴处为凹面,于圆周处为凸面;  
[0097] 第六透镜L6的物侧面S11于近光轴处为凸面,于圆周处为凹面;  
[0098] 第六透镜L6的像侧面S12于近光轴处为凹面,于圆周处为凸面。  
[0099] 第一透镜L1、第二透镜L2、第三透镜L3、第四透镜L4、第五透镜L5以及第六透镜L6的物侧面和像侧面均为非球面。

[0100] 需要注意的是,在本申请中,当描述透镜的一个表面于近光轴处(该表面的中心区域)为凸面时,可理解为该透镜的该表面于光轴附近的区域为凸面。当描述透镜的一个表面于圆周处为凹面时,可理解为该表面在靠近最大有效半径处的区域为凹面。举例而言,当该表面于近光轴处为凸面,且于圆周处也为凸面时,该表面由中心(该表面与光轴的交点)至边缘方向的形状可以为纯粹的凸面;或者是先由中心的凸面形状过渡到凹面形状,随后在靠近最大有效半径处时变为凸面。此处仅为说明光轴处与圆周处的关系而做出的示例,表面的多种形状结构(凹凸关系)并未完全体现,但其他情况可根据以上示例推导得出。

[0101] 第一透镜L1、第二透镜L2、第三透镜L3、第四透镜L4、第五透镜L5以及第六透镜L6的材质均为塑料。

[0102] 进一步地,光学系统100满足条件式: $f*43/(2*ImgH) = 229.346$ ;其中, $f$ 为光学系统100的有效焦距, $ImgH$ 为光学系统100的最大视场角所对应的像高的一半。满足上述条件式时,光学系统100具备超长焦特性,能够实现背景虚化、远距离拍摄等效果,提升用户体验;同时也有利于缩短光学系统100的系统总长,实现小型化设计。

[0103] 光学系统100满足条件式: $TTL/ImgH = 11.555$ ;其中, $TTL$ 为第一透镜L1的物侧面S1至光学系统100的成像面于光轴上的距离,即光学系统100的光学总长。满足上述条件式,能够对光学系统100的光学总长及半像高的比值进行合理配置,有利于增大光学系统100的像高,使得光学系统100能够匹配更高像素的感光元件,从而提升光学系统100的成像质量;同时,也有利于缩短光学系统100的系统总长,以实现小型化设计。

[0104] 光学系统100满足条件式: $SD11/ImgH = 1.067$ ;其中, $SD11$ 为第一透镜L1的物侧面S1的最大有效半口径。满足上述条件式,能够提升第一透镜L1与光学系统100的半像高的匹配程度,使得第一透镜L1的物侧面S1的最大有效半口径与光学系统100的半像高像差不会过大,从而有利于光学系统100与直角反射棱镜搭配,以实现潜望式镜头的设计;另外,也能够使得第一透镜L1的最大有效口径不会过大或过小,从而使得各透镜及成像面之间的段差不会过大,有利于光学系统100的组装以及各透镜之间的承靠设计。

[0105] 光学系统100满足条件式: $f/f1 = 1.789$ ;其中, $f1$ 为第一透镜L1的有效焦距。满足上述条件式,能够对光学系统100的有效焦距以及第一透镜L1的有效焦距的比值进行合理配置,使得第一透镜L1提供足够的正屈折力,从而有效会聚光线,有利于缩短光学系统100的系统总长,实现小型化设计;同时,第一透镜L1的正屈折力也不会过强,不会导致严重像差的产生。

[0106] 光学系统100满足条件式: $|f6/R61| = 0.949$ ;其中, $f6$ 为第六透镜L6的有效焦距,

R61为第六透镜L6的物侧面S11于光轴处的曲率半径。满足上述条件式,能够对第六透镜L6的屈折力及物侧面面型进行合理配置,有利于第六透镜L6校正物侧各透镜产生的像差,从而有利于提升光学系统100的成像质量,同时也有利于光线向成像面平滑过渡。

[0107] 光学系统100满足条件式: $\Sigma CT/TTL=0.250$ ;其中, $\Sigma CT$ 为光学系统100的各透镜于光轴上的厚度之和,TTL为第一透镜L1的物侧面S1至光学系统100的成像面于光轴上的距离。满足上述条件式,能够对光学系统100各透镜的中心厚度及各相邻透镜之间的间距进行合理配置,有利于使得光学系统100的结构更加紧凑,且有利于使得各透镜的面型更加合理,从而有利于各透镜的成型和组装。

[0108] 光学系统100满足条件式: $|R61-R62|/|R61+R62|=51.761$ ;其中,R61为第六透镜L6的物侧面S11于光轴处的曲率半径,R62为第六透镜L6的像侧面S12于光轴处的曲率半径。满足上述条件式,能够合理配置第六透镜L6的面型,有利于第六透镜L6校正物侧各透镜产生的像差,同时使得第六透镜L6在垂直于光轴方向上的屈折力配置均匀,从而能够有效校正物侧各透镜产生的畸变像差;另外,也能够避免第六透镜L6的面型过度弯曲,有利于第六透镜L6的制造成型;再者,也能够使得第六透镜L6的物侧面S11与像侧面S12之间的面型差异不会过大,从而不会产生严重的轴上色差,有利于提升光学系统100的成像质量。

[0109] 光学系统100满足条件式: $CT1/TD=0.225$ ;其中,CT1为第一透镜L1于光轴上的厚度,TD为第一透镜L1的物侧面S1至第六透镜L6的像侧面S12于光轴上的距离。满足上述条件式,能够合理配置第一透镜L1在光学系统100中的厚度占比,使得第一透镜L1会聚的光线能够平缓向像侧过渡,从而减少色差的产生;同时也使得第一透镜L1的中心厚度不会过大,从而有利于第一透镜L1像侧各透镜的成型和组装。

[0110] 光学系统100满足条件式: $\Sigma CT/\Sigma AT=4.293$ ;其中, $\Sigma CT$ 为光学系统100的各透镜于光轴上的厚度之和, $\Sigma AT$ 为光学系统100中各相邻两透镜之间于光轴上的间距之和。满足上述条件式,能够合理配置光学系统100各透镜的中心厚度以及各相邻透镜之间的间距,有利于缩短各相邻透镜之间的段差,从而有利于各相邻透镜之间的承靠设计,提升光学系统100的组装良率;另外,也有利于各相邻透镜之间的间距不会过大或者过小,有利于光学系统100的组装。

[0111] 光学系统100满足条件式: $AT6/TD=0.060$ ;其中,AT6为第六透镜L6的像侧面S12至入光面S13于光轴上的距离,TD为第一透镜L1的物侧面S1至第六透镜L6的像侧面S12于光轴上的距离。满足上述条件式,有利于缩短第六透镜L6与转向棱镜L7之间的间距,使光学系统100的结构排布更加紧凑,从而有利于缩短光学系统100的横向尺寸,使光学系统100能够满足电子设备小型化设计的需求;同时,也能够使得各相邻透镜之间的间隔不会过大或过小,有利于光学系统100的组装。

[0112] 另外,光学系统100的各项参数由表1给出。其中,表1中的像面S17可理解为光学系统100的成像面。由物面(图未示出)至像面S17的各元件依次按照表1从上至下的各元件的顺序排列。表1中的Y半径为相应面序号的物侧面或像侧面于光轴处的曲率半径。面序号S1和面序号S2分别为第一透镜L1的物侧面S1和像侧面S2,即同一透镜中,面序号较小的表面为物侧面,面序号较大的表面为像侧面。第一透镜L1的“厚度”参数列中的第一个数值为该透镜于光轴上的厚度,第二个数值为该透镜的像侧面至像侧方向的后一表面于光轴上的距离。

[0113] 需要注意的是,在该实施例及以下各实施例中,光学系统100也可不设置红外滤光片L8,但此时转向棱镜L7的出光面S14至像面S17的距离保持不变。

[0114] 在第一实施例中,光学系统100的有效焦距 $f=30.00\text{mm}$ ,光圈数 $FNO=5.00$ ,最大视场角 $FOV=10.20^\circ$ ,光学总长 $TTL=32.50\text{mm}$ 。在第一实施例以及其他实施例中,光学系统100的有效焦距均满足 $f \geq 27\text{mm}$ ,可知光学系统100具备超长焦特性,能够实现背景虚化、长距离拍摄等效果。

[0115] 且各透镜的焦距、折射率和阿贝数的参考波长均为 $587.5618\text{nm}$ (d线),其他实施例也相同。

[0116] 表1

第一实施例								
$f=30.00\text{mm}$ , $FNO=5.00$ , $FOV=10.20^\circ$ , $TTL=32.50\text{mm}$								
面序号	表面名称	表面类型	Y半径 (mm)	厚度 (mm)	材质	折射率	阿贝数	焦距 (mm)
	物面	球面	无限	无限				
ST0	光阑	球面	无限	-0.693				
1	第一透镜	非球面	7.376	2.246	塑料	1.531	56.043	16.77
2		非球面	38.404	0.356				
3	第二透镜	非球面	16.369	0.958	塑料	1.607	26.646	-22.94
4		非球面	7.359	0.219				
5	第三透镜	非球面	7.075	1.907	塑料	1.531	56.043	17.79
6		非球面	25.534	0.751				
7	第四透镜	非球面	-53.480	1.000	塑料	1.531	56.043	101.65
8		非球面	-27.042	0.322				
9	第五透镜	非球面	-8.726	1.000	塑料	1.607	26.646	-139.96
10		非球面	-10.145	0.240				
11	第六透镜	非球面	-15.391	1.000	塑料	1.531	56.043	-14.61
12		非球面	15.998	0.600				
13	五棱镜	球面	无限	7.243	玻璃	1.517	64.166	
		球面	无限	6.000				
		球面	无限	7.243				
14		球面	无限	0.600				
15	红外滤光片	球面	无限	0.210	玻璃	1.517	64.166	
16		球面	无限	0.600				
17	像面	球面	无限	0.000				

[0119] 进一步地,光学系统100各透镜像侧面或物侧面的非球面系数由表2给出。其中,面序号从S1-S12分别表示像侧面或物侧面S1-S12。而从上到下的K-A20分别表示非球面系数的类型,其中,K表示圆锥系数,A4表示四次非球面系数,A6表示六次非球面系数,A8表示八次非球面系数,以此类推。另外,非球面系数公式如下:

$$[0120] \quad Z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (k+1)c^2r^2}} + \sum_i A_i r^i$$

[0121] 其中,Z为非球面上相应点到与表面顶点相切的平面的距离,r为非球面上相应点到光轴的距离,c为非球面顶点的曲率,k为圆锥系数, $A_i$ 为非球面面型公式中与第i项高次

项相对应的系数。

[0122] 表2

第一实施例						
非球面系数						
面序号	1	2	3	4	5	6
K	1.582E+00	8.061E+01	-5.853E+01	-2.374E+00	-3.510E+00	4.108E+00
A4	-1.236E-04	-7.467E-03	-8.070E-03	-1.731E-03	-3.689E-04	-3.356E-03
A6	4.540E-04	1.200E-02	1.377E-02	6.297E-03	4.511E-03	1.280E-03
A8	-2.079E-04	-8.103E-03	-1.052E-02	-6.299E-03	-2.817E-03	3.895E-03
A10	4.238E-05	3.031E-03	4.446E-03	3.013E-03	4.663E-04	-4.132E-03
A12	-3.588E-06	-6.953E-04	-1.135E-03	-7.967E-04	1.203E-04	1.822E-03
A14	-1.097E-07	1.007E-04	1.797E-04	1.202E-04	-6.506E-05	-4.364E-04
A16	4.873E-08	-9.009E-06	-1.733E-05	-9.820E-06	1.164E-05	5.941E-05
A18	-3.801E-09	4.565E-07	9.357E-07	3.574E-07	-9.783E-07	-4.332E-06
A20	1.026E-10	-1.005E-08	-2.176E-08	-2.192E-09	3.246E-08	1.317E-07
面序号	7	8	9	10	11	12
K	-6.321E+01	-7.169E+01	-4.401E+01	-1.578E+01	-1.376E+01	4.005E+01
A4	1.195E-02	3.239E-02	3.959E-03	-7.853E-03	1.009E-02	1.122E-02
A6	-3.487E-02	-6.459E-02	-3.477E-03	2.546E-02	-8.303E-03	-1.643E-02
A8	3.955E-02	6.402E-02	-3.007E-03	-3.340E-02	6.663E-03	2.068E-02
A10	-2.386E-02	-3.745E-02	4.563E-03	2.345E-02	-4.258E-03	-1.627E-02
A12	8.481E-03	1.361E-02	-2.332E-03	-9.737E-03	1.958E-03	7.999E-03
A14	-1.834E-03	-3.110E-03	6.245E-04	2.471E-03	-5.968E-04	-2.468E-03
A16	2.370E-04	4.351E-04	-9.338E-05	-3.769E-04	1.120E-04	4.637E-04
A18	-1.682E-05	-3.402E-05	7.374E-06	3.177E-05	-1.160E-05	-4.847E-05
A20	5.031E-07	1.138E-06	-2.395E-07	-1.139E-06	5.054E-07	2.159E-06

[0124] 另外,图2包括光学系统100的纵向球面像差图(Longitudinal Spherical Aberration),其表示不同波长的光线经由镜头后的汇聚焦点偏离。纵向球面像差图的纵坐标表示归一化的由光瞳中心至光瞳边缘的光瞳坐标(Normalized Pupil Coordinator),横坐标表示成像面到光线与光轴交点的距离(单位为mm)。由纵向球面像差图可知,第一实施例中的各波长光线的汇聚焦点偏离程度趋于一致,成像画面中的弥散斑或色晕得到有效抑制。图2还包括光学系统100的场曲图(ASTIGMATIC FIELD CURVES),其中S曲线代表587.5618nm下的弧矢场曲,T曲线代表587.5618nm下的子午场曲。由图中可知,光学系统100的场曲较小,各视场的场曲和像散均得到了良好的校正,视场中心和边缘均拥有清晰的成像。图2还包括光学系统100的畸变图(DISTORTION),由图中可知,由主光束引起的图像变形较小,系统的成像质量优良。

#### [0125] 第二实施例

[0126] 请参见图3和图4,图3为第二实施例中的光学系统100的结构示意图,光学系统100由物侧至像侧依次包括光阑ST0、具有正屈折力的第一透镜L1、具有负屈折力的第二透镜L2、具有正屈折力的第三透镜L3、具有负屈折力的第四透镜L4、具有正屈折力的第五透镜L5、具有负屈折力的第六透镜L6以及转向棱镜L7。图4由左至右依次为第二实施例中光学系统100的纵向球差、像散及畸变的曲线图。

[0127] 第一透镜L1的物侧面S1于近光轴处为凸面,于圆周处为凸面;

[0128] 第一透镜L1的像侧面S2于近光轴处为凹面,于圆周处为凹面;

[0129] 第二透镜L2的物侧面S3于近光轴处为凸面,于圆周处为凸面;  
 [0130] 第二透镜L2的像侧面S4于近光轴处为凹面,于圆周处为凹面;  
 [0131] 第三透镜L3的物侧面S5于近光轴处为凸面,于圆周处为凸面;  
 [0132] 第三透镜L3的像侧面S6于近光轴处为凹面,于圆周处为凹面;  
 [0133] 第四透镜L4的物侧面S7于近光轴处为凹面,于圆周处为凹面;  
 [0134] 第四透镜L4的像侧面S8于近光轴处为凹面,于圆周处为凸面;  
 [0135] 第五透镜L5的物侧面S9于近光轴处为凹面,于圆周处为凹面;  
 [0136] 第五透镜L5的像侧面S10于近光轴处为凸面,于圆周处为凸面;  
 [0137] 第六透镜L6的物侧面S11于近光轴处为凹面,于圆周处为凹面;  
 [0138] 第六透镜L6的像侧面S12于近光轴处为凹面,于圆周处为凹面。  
 [0139] 第一透镜L1、第二透镜L2、第三透镜L3、第四透镜L4、第五透镜L5以及第六透镜L6的物侧面和像侧面均为非球面。

[0140] 第一透镜L1、第二透镜L2、第三透镜L3、第四透镜L4、第五透镜L5以及第六透镜L6的材质均为塑料。

[0141] 另外,光学系统100的各项参数由表3给出,且其中各参数的定义可由第一实施例得出,此处不加以赘述。

[0142] 表3

第二实施例								
f=31.00mm, FNO=5.00, FOV=9.88°, TTL=32.46mm								
面序号	表面名称	表面类型	Y 半径 (mm)	厚度 (mm)	材质	折射率	阿贝数	焦距 (mm)
	物面	球面	无限	无限				
ST0	光阑	球面	无限	-0.773				
[0143] 1	第一透镜	非球面	7.175	1.837	塑料	1.531	56.043	16.53
2		非球面	35.706	0.386				
3	第二透镜	非球面	15.636	0.586	塑料	1.607	26.646	-20.85
4		非球面	6.897	0.264				
5	第三透镜	非球面	6.424	1.579	塑料	1.531	56.043	17.58
6		非球面	18.836	1.222				
7	第四透镜	非球面	-133.737	1.000	塑料	1.531	56.043	-68.40
8		非球面	50.009	0.553				
9	第五透镜	非球面	-27.530	1.000	塑料	1.607	26.646	127.87
10		非球面	-20.603	0.573				
11	第六透镜	非球面	-24.096	1.000	塑料	1.531	56.043	-16.48
12		非球面	13.950	0.590				
[0144] 13	五棱镜	球面	无限	7.243	玻璃	1.517	64.166	
		球面	无限	6.000				
		球面	无限	7.243				
14		球面	无限	0.590				
15	红外滤光片	球面	无限	0.210	玻璃	1.517	64.166	
16		球面	无限	0.590				
17	像面	球面	无限	0.000				

[0145] 进一步地,光学系统100各透镜像侧面或物侧面的非球面系数由表4给出,且其中

各参数的定义可由第一实施例得出,此处不加以赘述。

[0146] 表4

第二实施例						
非球面系数						
面序号	1	2	3	4	5	6
K	1.564E+00	7.838E+01	-5.200E+01	-2.942E+00	-3.112E+00	-1.207E+01
A4	-1.743E-04	-5.109E-03	-6.896E-03	-3.665E-03	5.265E-04	3.092E-03
A6	3.762E-04	7.526E-03	1.188E-02	8.015E-03	8.735E-04	-6.325E-03
A8	-1.347E-04	-4.668E-03	-8.985E-03	-7.180E-03	-4.436E-04	6.093E-03
A10	1.599E-05	1.606E-03	3.747E-03	3.425E-03	4.399E-05	-3.066E-03
A12	1.380E-06	-3.377E-04	-9.421E-04	-9.641E-04	1.778E-05	8.852E-04
A14	-6.324E-07	4.431E-05	1.466E-04	1.659E-04	-7.274E-06	-1.529E-04
A16	7.751E-08	-3.526E-06	-1.384E-05	-1.718E-05	1.251E-06	1.566E-05
A18	-4.377E-09	1.548E-07	7.273E-07	9.857E-07	-1.097E-07	-8.814E-07
A20	9.697E-11	-2.859E-09	-1.637E-08	-2.418E-08	3.919E-09	2.121E-08
面序号	7	8	9	10	11	12
K	-9.900E+01	-9.900E+01	-3.670E+01	2.832E+01	1.084E+00	3.436E+01
A4	1.399E-02	2.439E-02	2.235E-02	2.781E-02	3.329E-02	1.325E-02
A6	-3.110E-02	-5.805E-02	-5.644E-02	-6.455E-02	-6.750E-02	-2.427E-02
A8	3.172E-02	6.464E-02	6.361E-02	7.090E-02	7.814E-02	3.014E-02
A10	-1.814E-02	-4.081E-02	-4.042E-02	-4.429E-02	-5.277E-02	-2.257E-02
A12	6.232E-03	1.554E-02	1.550E-02	1.678E-02	2.182E-02	1.042E-02
A14	-1.314E-03	-3.634E-03	-3.658E-03	-3.925E-03	-5.597E-03	-2.997E-03
A16	1.664E-04	5.108E-04	5.190E-04	5.538E-04	8.694E-04	5.222E-04
A18	-1.160E-05	-3.955E-05	-4.057E-05	-4.320E-05	-7.491E-05	-5.048E-05
A20	3.413E-07	1.295E-06	1.341E-06	1.431E-06	2.750E-06	2.077E-06

[0148] 并且,根据上述所提供的各参数信息,可推得以下数据:

[0149] $f*43/(2*ImgH)$	236.988	$\Sigma CT/TTL$	0.216
$TTL/ImgH$	11.543	$ R61-R62 / R61+R62 $	3.750
$SD11/ImgH$	1.103	$CT1/TD$	0.184
$f/f1$	1.875	$\Sigma CT/\Sigma AT$	2.336
$ f6/R61 $	0.684	$AT6/TD$	0.059

[0150] 另外,由图4中的像差图可知,光学系统100的纵向球差、场曲和畸变均得到良好的控制,从而该实施例的光学系统100拥有良好的成像品质。

[0151] 第三实施例

[0152] 请参见图5和图6,图5为第三实施例中的光学系统100的结构示意图,光学系统100由物侧至像侧依次包括光阑ST0、具有正屈折力的第一透镜L1、具有正屈折力的第二透镜L2、具有正屈折力的第三透镜L3、具有负屈折力的第四透镜L4、具有负屈折力的第五透镜L5、具有正屈折力的第六透镜L6以及转向棱镜L7。图6由左至右依次为第三实施例中光学系统100的纵向球差、像散及畸变的曲线图。

[0153] 第一透镜L1的物侧面S1于近光轴处为凸面,于圆周处为凸面;

[0154] 第一透镜L1的像侧面S2于近光轴处为凹面,于圆周处为凹面;

[0155] 第二透镜L2的物侧面S3于近光轴处为凸面,于圆周处为凸面;

- [0156] 第二透镜L2的像侧面S4于近光轴处为凹面,于圆周处为凹面;
- [0157] 第三透镜L3的物侧面S5于近光轴处为凸面,于圆周处为凸面;
- [0158] 第三透镜L3的像侧面S6于近光轴处为凹面,于圆周处为凹面;
- [0159] 第四透镜L4的物侧面S7于近光轴处为凸面,于圆周处为凸面;
- [0160] 第四透镜L4的像侧面S8于近光轴处为凹面,于圆周处为凹面;
- [0161] 第五透镜L5的物侧面S9于近光轴处为凹面,于圆周处为凸面;
- [0162] 第五透镜L5的像侧面S10于近光轴处为凹面,于圆周处为凹面;
- [0163] 第六透镜L6的物侧面S11于近光轴处为凹面,于圆周处为凸面;
- [0164] 第六透镜L6的像侧面S12于近光轴处为凸面,于圆周处为凸面。
- [0165] 第一透镜L1、第二透镜L2、第三透镜L3、第四透镜L4、第五透镜L5以及第六透镜L6的物侧面和像侧面均为非球面。
- [0166] 第一透镜L1、第二透镜L2、第三透镜L3、第四透镜L4、第五透镜L5以及第六透镜L6的材质均为塑料。
- [0167] 另外,光学系统100的各项参数由表5给出,且其中各参数的定义可由第一实施例得出,此处不加以赘述。

[0168] 表5

第三实施例								
f=29.00mm, FNO=5.00, FOV=10.54°, TTL=39.11mm								
面序号	表面名称	表面类型	Y半径 (mm)	厚度 (mm)	材质	折射率	阿贝数	焦距 (mm)
	物面	球面	无限	无限				
ST0	光阑	球面	无限	-0.581				
1	第一透镜	非球面	8.813	2.658	塑料	1.531	56.043	22.44
2		非球面	30.277	0.204				
3	第二透镜	非球面	20.112	2.003	塑料	1.607	26.646	106.78
4		非球面	28.058	0.376				
5	第三透镜	非球面	40.000	0.987	塑料	1.531	56.043	83.33
6		非球面	411.805	0.200				
7	第四透镜	非球面	70.686	1.049	塑料	1.531	56.043	-39.20
8		非球面	16.000	0.390				
9	第五透镜	非球面	-37.459	1.000	塑料	1.607	26.646	-12.18
10		非球面	9.307	1.862				
11	第六透镜	非球面	-50.000	2.104	塑料	1.531	56.043	16.31
12		非球面	-7.491	4.385				
13	五棱镜	球面	无限	7.243	玻璃	1.517	64.166	
		球面	无限	6.000				
		球面	无限	7.243				
14	红外滤光片	球面	无限	0.600	玻璃	1.517	64.166	
15		球面	无限	0.210				
16		球面	无限	0.600				
17	像面	球面	无限	0.000				

- [0171] 进一步地,光学系统100各透镜像侧面或物侧面的非球面系数由表6给出,且其中

各参数的定义可由第一实施例得出,此处不加以赘述。

[0172] 表6

第三实施例						
非球面系数						
面序号	1	2	3	4	5	6
K	2.478E+00	9.900E+01	2.212E+00	9.494E+01	-7.137E+01	9.900E+01
A4	1.088E-04	-3.628E-02	-3.978E-02	-8.705E-03	-1.771E-03	-1.988E-02
A6	1.370E-03	7.416E-02	7.772E-02	4.411E-02	5.172E-02	5.558E-02
A8	-1.028E-03	-6.759E-02	-7.242E-02	-6.320E-02	-8.197E-02	-7.472E-02
A10	3.945E-04	3.465E-02	3.844E-02	4.660E-02	6.119E-02	5.622E-02
A12	-8.995E-05	-1.083E-02	-1.246E-02	-2.008E-02	-2.648E-02	-2.522E-02
A14	1.267E-05	2.107E-03	2.511E-03	5.265E-03	6.982E-03	6.908E-03
A16	-1.079E-06	-2.495E-04	-3.078E-04	-8.284E-04	-1.106E-03	-1.133E-03
A18	5.090E-08	1.646E-05	2.101E-05	7.197E-05	9.687E-05	1.023E-04
A20	-1.020E-09	-4.644E-07	-6.128E-07	-2.655E-06	-3.605E-06	-3.903E-06
面序号	7	8	9	10	11	12
K	6.732E+01	-4.199E+01	-8.318E+01	-7.798E+01	2.305E+01	6.157E-01
A4	8.207E-03	5.912E-02	-7.187E-03	-3.107E-02	-9.874E-03	-1.195E-03
A6	-2.095E-02	-1.314E-01	-4.041E-02	2.330E-02	3.959E-03	4.409E-04
A8	1.284E-02	1.455E-01	7.035E-02	-6.049E-03	-3.160E-04	1.956E-04
A10	1.106E-04	-9.510E-02	-5.276E-02	-4.829E-04	-3.800E-04	-1.767E-04
A12	-3.265E-03	3.866E-02	2.284E-02	8.956E-04	2.040E-04	6.583E-05
A14	1.553E-03	-9.877E-03	-6.077E-03	-3.244E-04	-5.318E-05	-1.425E-05
A16	-3.386E-04	1.543E-03	9.803E-04	6.186E-05	7.957E-06	1.832E-06
A18	3.656E-05	-1.347E-04	-8.798E-05	-6.263E-06	-6.442E-07	-1.293E-07
A20	-1.579E-06	5.039E-06	3.371E-06	2.636E-07	2.182E-08	3.872E-09

[0174] 并且,根据上述所提供的各参数信息,可推得以下数据:

[0175] $f*43/(2*ImgH)$	221.735	$\Sigma CT/TTL$	0.251
TTL/ImgH	13.910	$ R61-R62 / R61+R62 $	0.739
SD11/ImgH	1.031	CT1/TD	0.207
f/f1	1.292	$\Sigma CT/\Sigma AT$	3.232
$ f6/R61 $	0.326	AT6/TD	0.342

[0176] 另外,由图6中的像差图可知,光学系统100的纵向球差、场曲和畸变均得到良好的控制,从而该实施例的光学系统100拥有良好的成像品质。

#### [0177] 第四实施例

[0178] 请参见图7和图8,图7为第四实施例中的光学系统100的结构示意图,光学系统100由物侧至像侧依次包括光阑ST0、具有正屈折力的第一透镜L1、具有正屈折力的第二透镜L2、具有正屈折力的第三透镜L3、具有负屈折力的第四透镜L4、具有负屈折力的第五透镜L5、具有正屈折力的第六透镜L6以及转向棱镜L7。图8由左至右依次为第四实施例中光学系统100的纵向球差、像散及畸变的曲线图。

[0179] 第一透镜L1的物侧面S1于近光轴处为凸面,于圆周处为凸面;

[0180] 第一透镜L1的像侧面S2于近光轴处为凸面,于圆周处为凸面;

[0181] 第二透镜L2的物侧面S3于近光轴处为凸面,于圆周处为凸面;

- [0182] 第二透镜L2的像侧面S4于近光轴处为凸面,于圆周处为凹面;
- [0183] 第三透镜L3的物侧面S5于近光轴处为凸面,于圆周处为凹面;
- [0184] 第三透镜L3的像侧面S6于近光轴处为凹面,于圆周处为凹面;
- [0185] 第四透镜L4的物侧面S7于近光轴处为凹面,于圆周处为凹面;
- [0186] 第四透镜L4的像侧面S8于近光轴处为凸面,于圆周处为凸面;
- [0187] 第五透镜L5的物侧面S9于近光轴处为凹面,于圆周处为凹面;
- [0188] 第五透镜L5的像侧面S10于近光轴处为凹面,于圆周处为凹面;
- [0189] 第六透镜L6的物侧面S11于近光轴处为凹面,于圆周处为凹面;
- [0190] 第六透镜L6的像侧面S12于近光轴处为凸面,于圆周处为凸面。
- [0191] 第一透镜L1、第二透镜L2、第三透镜L3、第四透镜L4、第五透镜L5以及第六透镜L6的物侧面和像侧面均为非球面。
- [0192] 第一透镜L1、第二透镜L2、第三透镜L3、第四透镜L4、第五透镜L5以及第六透镜L6的材质均为塑料。
- [0193] 另外,光学系统100的各项参数由表7给出,且其中各参数的定义可由第一实施例得出,此处不加以赘述。

[0194] 表7

第四实施例								
f=28.00mm, FNO=5.00, FOV=10.92°, TTL=38.19mm								
面序号	表面名称	表面类型	Y 半径 (mm)	厚度 (mm)	材质	折射率	阿贝数	焦距 (mm)
	物面	球面	无限	无限				
ST0	光阑	球面	无限	-0.418				
1	第一透镜	非球面	10.470	2.976	塑料	1.531	56.043	15.31
2		非球面	-32.829	0.200				
3	第二透镜	非球面	179.375	2.093	塑料	1.607	26.646	60.18
4		非球面	-45.689	0.200				
5	第三透镜	非球面	164.675	1.017	塑料	1.531	56.043	510.70
6		非球面	418.198	0.361				
7	第四透镜	非球面	-20.062	1.000	塑料	1.531	56.043	-43.29
8		非球面	-160.000	0.260				
9	第五透镜	非球面	-30.000	1.000	塑料	1.607	26.646	-9.63
10		非球面	7.355	1.677				
11	第六透镜	非球面	-18.803	2.507	塑料	1.531	56.043	17.38
12		非球面	-6.478	3.000				
13	五棱镜	球面	无限	7.243	玻璃	1.517	64.166	
		球面	无限	6.000				
		球面	无限	7.243				
14		球面	无限	0.600				
15	红外滤光片	球面	无限	0.210	玻璃	1.517	64.166	
16		球面	无限	0.600				
17	像面	球面	无限	0.000				

- [0196]
- [0197] 进一步地,光学系统100各透镜像侧面或物侧面的非球面系数由表8给出,且其中各参数的定义可由第一实施例得出,此处不加以赘述。

[0198] 表8

第四实施例						
非球面系数						
面序号	1	2	3	4	5	6
K	1.769E+00	-9.900E+01	9.900E+01	-8.537E+01	-9.900E+01	9.900E+01
A4	3.970E-04	-1.461E-02	-1.756E-02	-6.250E-04	5.823E-03	-1.802E-02
A6	3.090E-04	2.624E-02	2.807E-02	4.495E-03	-8.584E-04	2.567E-02
A8	-1.949E-04	-2.060E-02	-2.222E-02	-4.068E-03	2.735E-03	-1.140E-02
A10	5.077E-05	9.091E-03	1.013E-02	1.331E-03	-5.544E-03	-2.266E-03
A12	-5.702E-06	-2.440E-03	-2.813E-03	8.846E-05	3.767E-03	4.197E-03
A14	-3.195E-08	4.057E-04	4.816E-04	-1.759E-04	-1.280E-03	-1.750E-03
A16	7.456E-08	-4.079E-05	-4.943E-05	4.801E-05	2.370E-04	3.574E-04
A18	-6.975E-09	2.267E-06	2.776E-06	-5.610E-06	-2.289E-05	-3.692E-05
A20	2.112E-10	-5.337E-08	-6.514E-08	2.487E-07	9.044E-07	1.544E-06
面序号	7	8	9	10	11	12
K	4.955E+01	9.900E+01	-1.685E+01	-4.657E+01	4.108E+01	8.141E-01
A4	-1.189E-02	3.018E-02	-4.677E-03	-2.020E-02	-8.243E-03	-5.676E-04
A6	1.206E-02	-6.556E-02	-3.151E-02	1.395E-02	2.847E-03	1.046E-04
A8	-2.670E-04	7.095E-02	4.850E-02	-3.333E-03	-3.711E-04	1.698E-04
A10	-5.916E-03	-4.498E-02	-3.289E-02	6.138E-04	5.542E-05	-1.010E-04
A12	4.125E-03	1.748E-02	1.295E-02	-3.954E-04	-8.890E-05	2.765E-05
A14	-1.354E-03	-4.224E-03	-3.153E-03	1.826E-04	4.578E-05	-4.083E-06
A16	2.432E-04	6.201E-04	4.701E-04	-4.042E-05	-1.033E-05	3.150E-07
A18	-2.310E-05	-5.070E-05	-3.943E-05	4.284E-06	1.106E-06	-1.026E-08
A20	9.130E-07	1.774E-06	1.427E-06	-1.760E-07	-4.588E-08	3.761E-11

[0200] 并且,根据上述所提供的各参数信息,可推得以下数据:

[0201] $f*43/(2*ImgH)$	214.056	$\Sigma CT/TTL$	0.277
TTL/ImgH	13.578	$ R61-R62 / R61+R62 $	0.488
SD11/ImgH	0.996	CT1/TD	0.224
f/f1	1.829	$\Sigma CT/\Sigma AT$	3.926
$ f6/R61 $	0.924	AT6/TD	0.226

[0202] 另外,由图8中的像差图可知,光学系统100的纵向球差、场曲和畸变均得到良好的控制,从而该实施例的光学系统100拥有良好的成像品质。

#### [0203] 第五实施例

[0204] 请参见图9和图10,图9为第五实施例中的光学系统100的结构示意图,光学系统100由物侧至像侧依次包括光阑ST0、具有正屈折力的第一透镜L1、具有负屈折力的第二透镜L2、具有负屈折力的第三透镜L3、具有正屈折力的第四透镜L4、具有负屈折力的第五透镜L5、具有负屈折力的第六透镜L6以及转向棱镜L7。图10由左至右依次为第五实施例中光学系统100的纵向球差、像散及畸变的曲线图。

[0205] 第一透镜L1的物侧面S1于近光轴处为凸面,于圆周处为凸面;

[0206] 第一透镜L1的像侧面S2于近光轴处为凸面,于圆周处为凸面;

[0207] 第二透镜L2的物侧面S3于近光轴处为凹面,于圆周处为凹面;

[0208] 第二透镜L2的像侧面S4于近光轴处为凹面,于圆周处为凹面;

- [0209] 第三透镜L3的物侧面S5于近光轴处为凸面,于圆周处为凸面;  
 [0210] 第三透镜L3的像侧面S6于近光轴处为凹面,于圆周处为凹面;  
 [0211] 第四透镜L4的物侧面S7于近光轴处为凸面,于圆周处为凸面;  
 [0212] 第四透镜L4的像侧面S8于近光轴处为凹面,于圆周处为凸面;  
 [0213] 第五透镜L5的物侧面S9于近光轴处为凹面,于圆周处为凹面;  
 [0214] 第五透镜L5的像侧面S10于近光轴处为凸面,于圆周处为凹面;  
 [0215] 第六透镜L6的物侧面S11于近光轴处为凹面,于圆周处为凹面;  
 [0216] 第六透镜L6的像侧面S12于近光轴处为凸面,于圆周处为凸面。  
 [0217] 第一透镜L1、第二透镜L2、第三透镜L3、第四透镜L4、第五透镜L5以及第六透镜L6的物侧面和像侧面均为非球面。  
 [0218] 第一透镜L1、第二透镜L2、第三透镜L3、第四透镜L4、第五透镜L5以及第六透镜L6的材质均为塑料。  
 [0219] 另外,光学系统100的各项参数由表9给出,且其中各参数的定义可由第一实施例得出,此处不加以赘述。

[0220] 表9

第五实施例								
f=27.00mm, FNO=5.00, FOV=11.33°, TTL=31.33mm								
面序号	表面名称	表面类型	Y 半径 (mm)	厚度 (mm)	材质	折射率	阿贝数	焦距 (mm)
	物面	球面	无限	无限				
ST0	光阑	球面	无限	-0.435				
1	第一透镜	非球面	9.867	1.101	塑料	1.531	56.043	11.41
2		非球面	-15.100	0.414				
3	第二透镜	非球面	-65.166	2.473	塑料	1.607	26.646	-70.55
4		非球面	126.874	0.200				
5	第三透镜	非球面	19.951	1.646	塑料	1.531	56.043	-50.00
6		非球面	11.067	0.262				
7	第四透镜	非球面	19.205	1.000	塑料	1.531	56.043	122.60
8		非球面	26.747	0.401				
9	第五透镜	非球面	-10.038	1.000	塑料	1.607	26.646	-18.62
10		非球面	-92.632	0.304				
11	第六透镜	非球面	-30.000	1.000	塑料	1.531	56.043	-1850.00
12		非球面	-31.303	0.200				
13	五棱镜	球面	无限	7.243	玻璃	1.517	64.166	
		球面	无限	6.000				
		球面	无限	7.243				
14		球面	无限	0.411				
15	红外滤光片	球面	无限	0.210	玻璃	1.517	64.166	
16		球面	无限	0.224				
17	像面	球面	无限	0.000				

- [0221] [0222] 进一步地,光学系统100各透镜像侧面或物侧面的非球面系数由表10给出,且其中各参数的定义可由第一实施例得出,此处不加以赘述。

[0223] 表10

[0224]

## 第五实施例

非球面系数						
面序号	1	2	3	4	5	6
K	2.702E+00	-6.951E+01	-9.900E+01	-9.900E+01	3.293E+01	-7.726E+00
A4	-9.923E-04	-1.032E-02	-9.513E-03	5.822E-03	1.429E-02	1.418E-02
A6	2.387E-03	1.458E-02	1.392E-02	-1.348E-02	-2.992E-02	-5.420E-02
A8	-1.231E-03	-9.509E-03	-1.013E-02	1.706E-02	3.538E-02	7.689E-02
A10	3.004E-04	3.557E-03	4.318E-03	-1.197E-02	-2.471E-02	-5.915E-02
A12	-2.802E-05	-8.169E-04	-1.145E-03	5.001E-03	1.044E-02	2.765E-02
A14	-2.433E-06	1.172E-04	1.918E-04	-1.273E-03	-2.703E-03	-8.072E-03
A16	8.385E-07	-1.024E-05	-1.982E-05	1.938E-04	4.199E-04	1.437E-03
A18	-7.498E-08	4.977E-07	1.159E-06	-1.622E-05	-3.596E-05	-1.425E-04
A20	2.358E-09	-1.033E-08	-2.947E-08	5.742E-07	1.306E-06	6.022E-06
面序号	7	8	9	10	11	12
K	9.296E+00	-9.600E+01	-3.371E+01	-9.900E+01	-9.814E+01	-9.482E+01
A4	8.463E-03	-2.048E-02	-4.778E-02	-5.558E-02	-3.642E-02	1.841E-03
A6	-4.936E-02	2.717E-02	9.154E-02	1.144E-01	7.756E-02	3.998E-03
A8	7.527E-02	-1.713E-02	-1.012E-01	-1.329E-01	-9.088E-02	-4.542E-03
A10	-5.667E-02	8.410E-03	7.194E-02	9.734E-02	6.699E-02	3.061E-03
A12	2.529E-02	-3.677E-03	-3.275E-02	-4.524E-02	-3.168E-02	-1.439E-03
A14	-7.070E-03	1.128E-03	9.434E-03	1.323E-02	9.453E-03	4.431E-04
A16	1.219E-03	-2.047E-04	-1.660E-03	-2.350E-03	-1.706E-03	-8.169E-05
A18	-1.184E-04	1.963E-05	1.626E-04	2.309E-04	1.693E-04	8.005E-06
A20	4.933E-06	-7.733E-07	-6.799E-06	-9.591E-06	-7.058E-06	-3.155E-07

[0225]

[0226]

并且,根据上述所提供的各参数信息,可推得以下数据:

[0227]

$f*43/(2*ImgH)$	206.422	$\Sigma CT/TTL$	0.262
$TTL/ImgH$	11.141	$ R61-R62 / R61+R62 $	0.021
$SD11/ImgH$	0.960	$CT1/TD$	0.112
$f/f1$	2.366	$\Sigma CT/\Sigma AT$	5.199
$ f6/R61 $	61.626	$AT6/TD$	0.020

[0228] 另外,由图10中的像差图可知,光学系统100的纵向球差、场曲和畸变均得到良好的控制,从而该实施例的光学系统100拥有良好的成像品质。

[0229] 请参见图11,在一些实施例中,光学系统100可与感光元件210组装形成取像模组200。此时,感光元件210的感光面可视为光学系统100的像面S17。取像模组200还可设置有转向棱镜L7以及红外滤光片L8,转向棱镜L7设置于第六透镜L6的像侧面S12与像面S17之间,红外滤光片L8设置于转向棱镜L7的出光面S14与像面S17之间。具体地,感光元件210可以为电荷耦合元件(Charge Coupled Device, CCD)或互补金属氧化物半导体器件(Complementary Metal-Oxide Semiconductor Sensor, CMOS Sensor)。在取像模组200中采用上述光学系统100,光学系统100具备超长焦特性,能够实现背景虚化、远距离拍摄等效果。

[0230] 请参见图11和图12,在一些实施例中,取像模组200可运用于电子设备300中,电子设备包括壳体310,取像模组200设置于壳体310。具体地,电子设备300可以为但不限于便携电话机、视频电话、智能手机、电子书阅读器、行车记录仪等车载摄像设备或智能手表等

可穿戴装置。当电子设备300为智能手机时,壳体310可以为电子设备300的中框。在电子设备300中采用上述取像模组200,光学系统100具备超长焦特性,能够实现背景虚化、远距离拍摄等效果。

[0231] 可以理解的是,当取像模组200设置有转向棱镜L7时,在实现超长焦特性的同时,也能够缩短取像模组200的横向尺寸,满足电子设备300小型化设计的需求。在一些实施例中,取像模组200还可设置有直角反射棱镜,则电子设备300能够实现潜望式摄像,直角反射棱镜与转向棱镜L7配合,能够进一步缩短取像模组200的横向尺寸,满足电子设备300小型化设计的需求。

[0232] 以上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合,为使描述简洁,未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特征的组合不存在矛盾,都应当认为是本说明书记载的范围。

[0233] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明专利的保护范围应以所附权利要求为准。

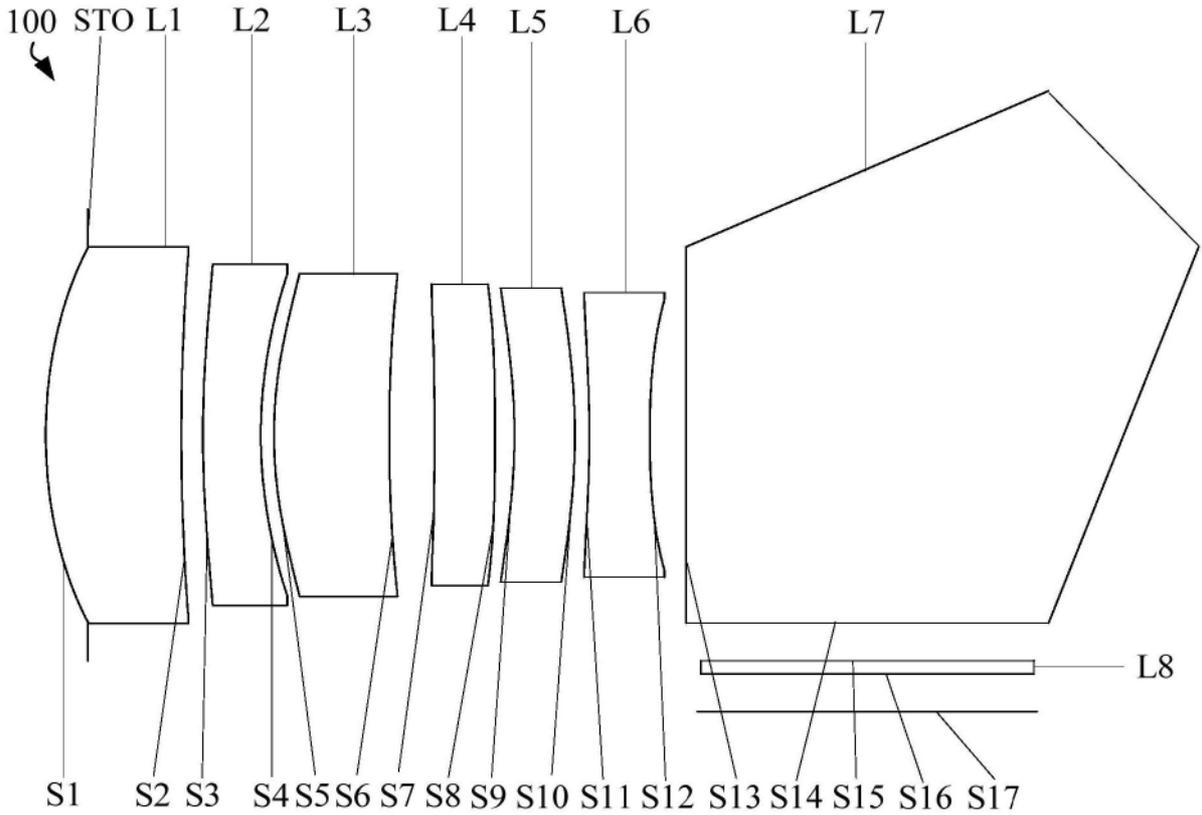


图1

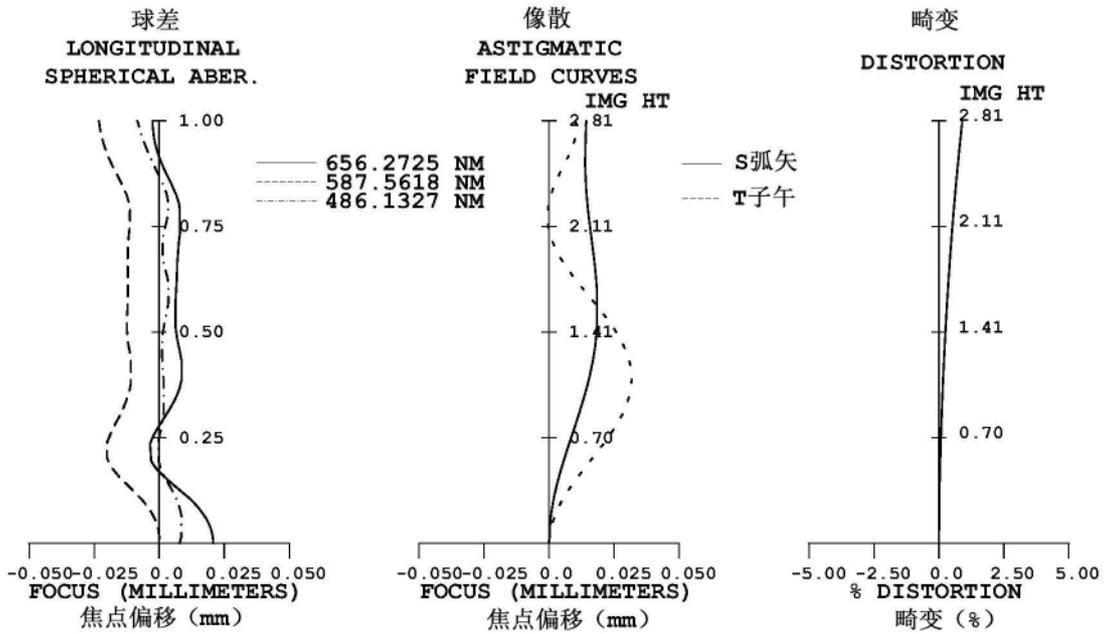


图2

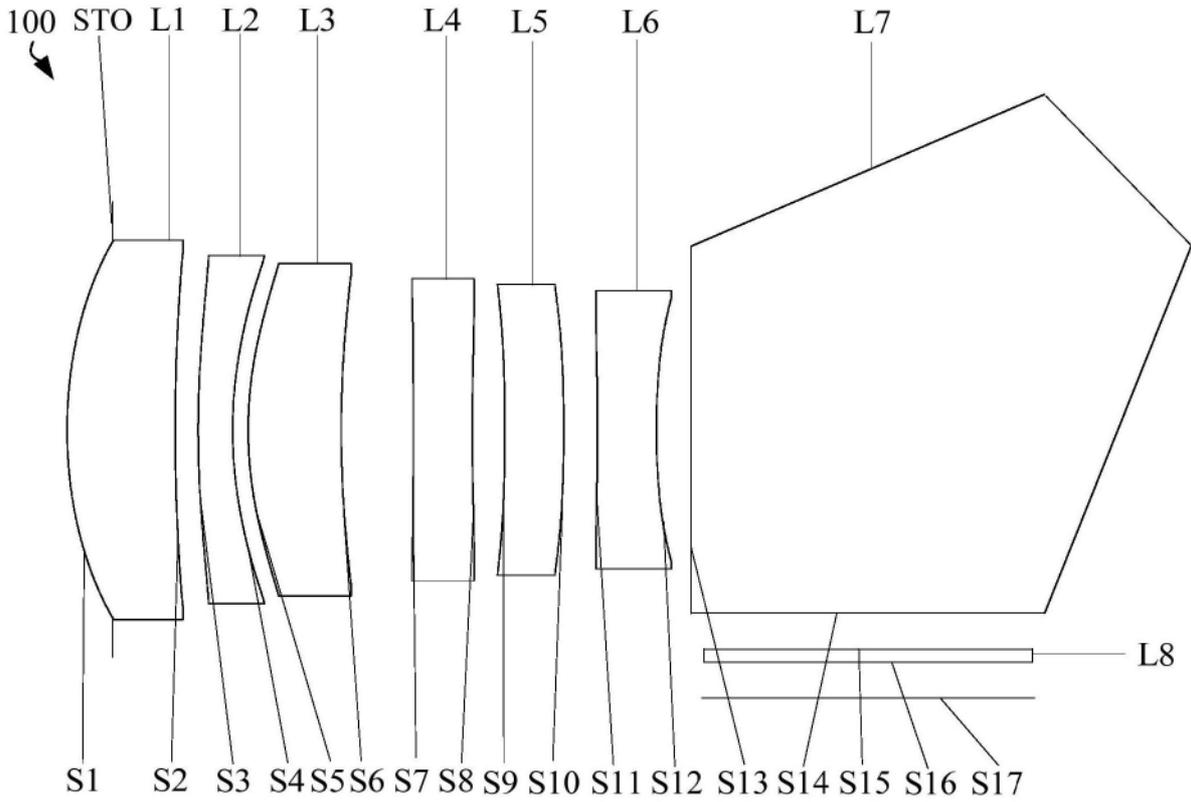


图3

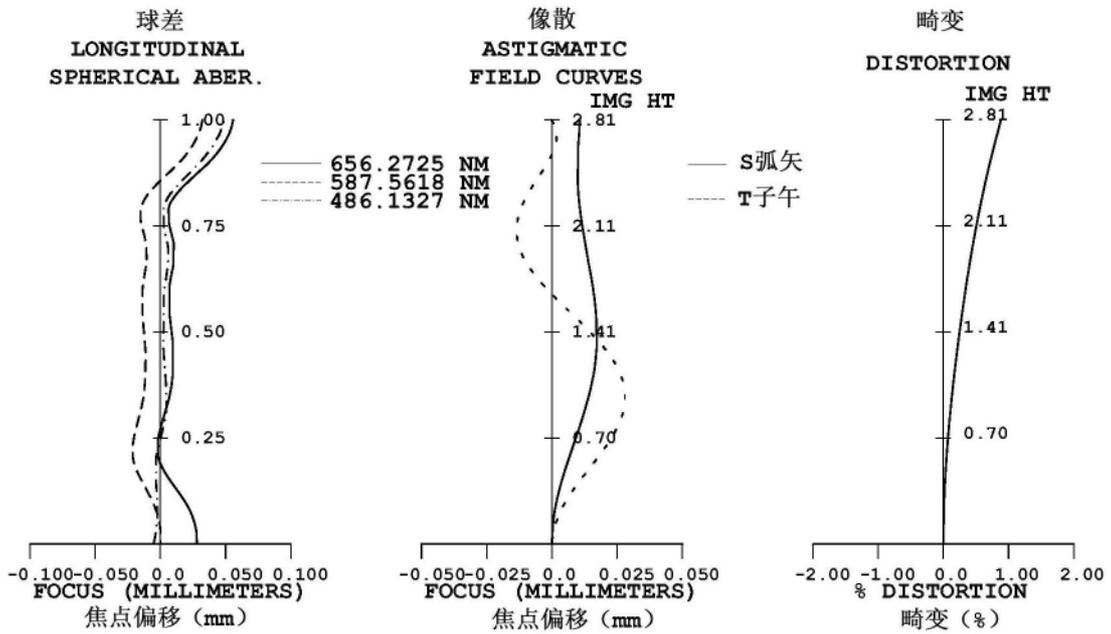


图4

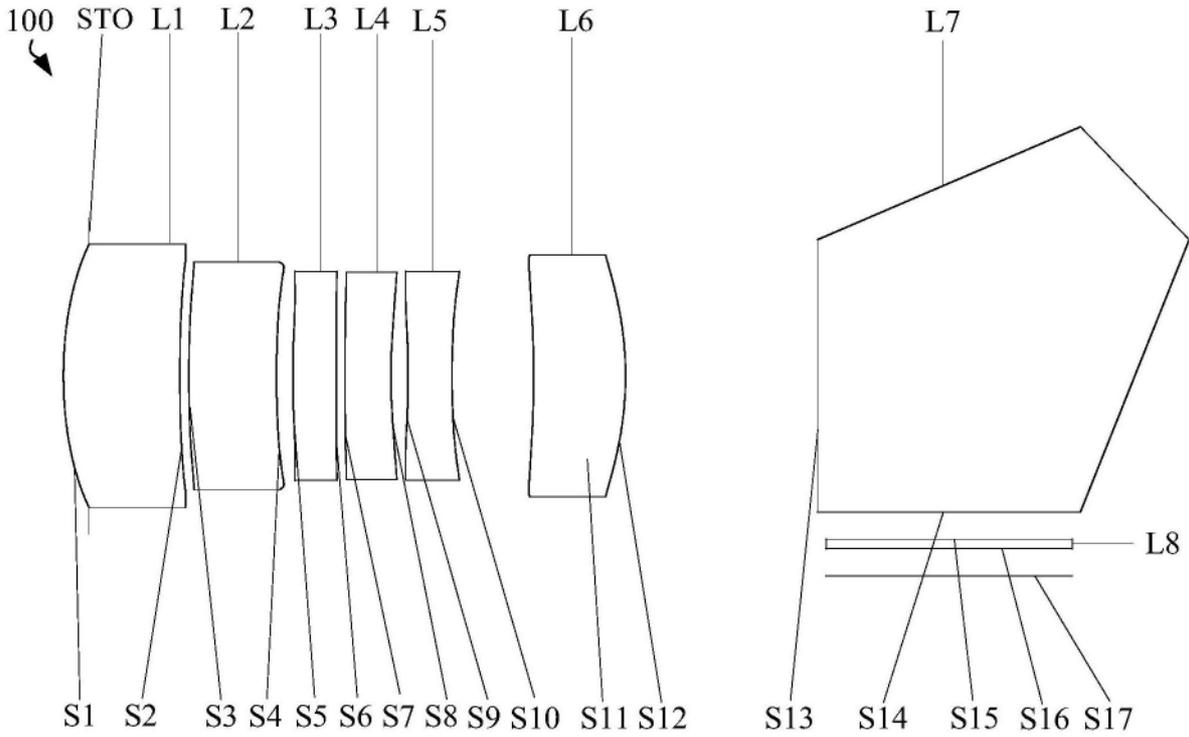


图5

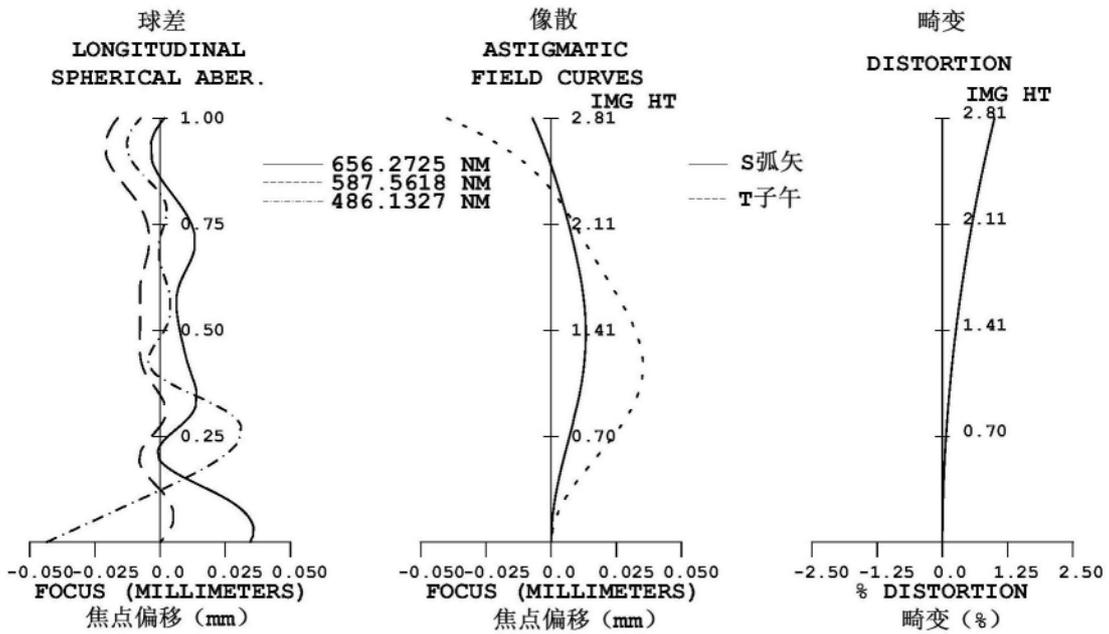


图6

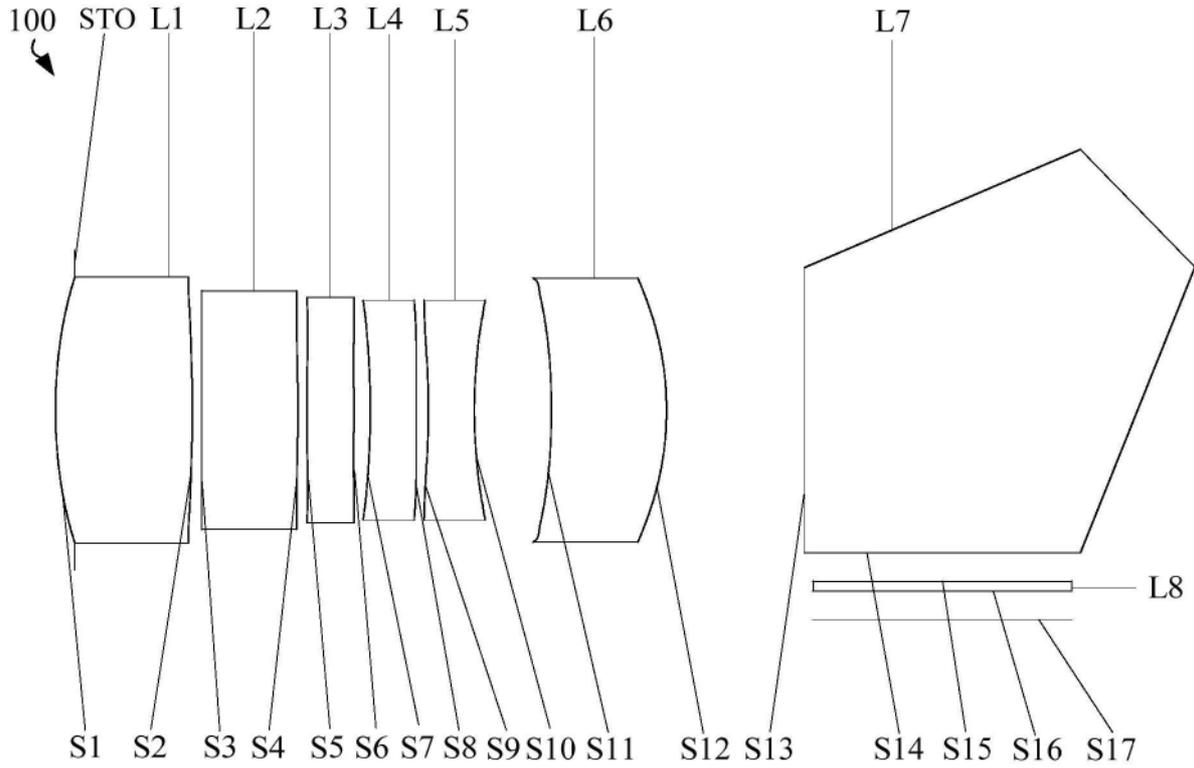


图7

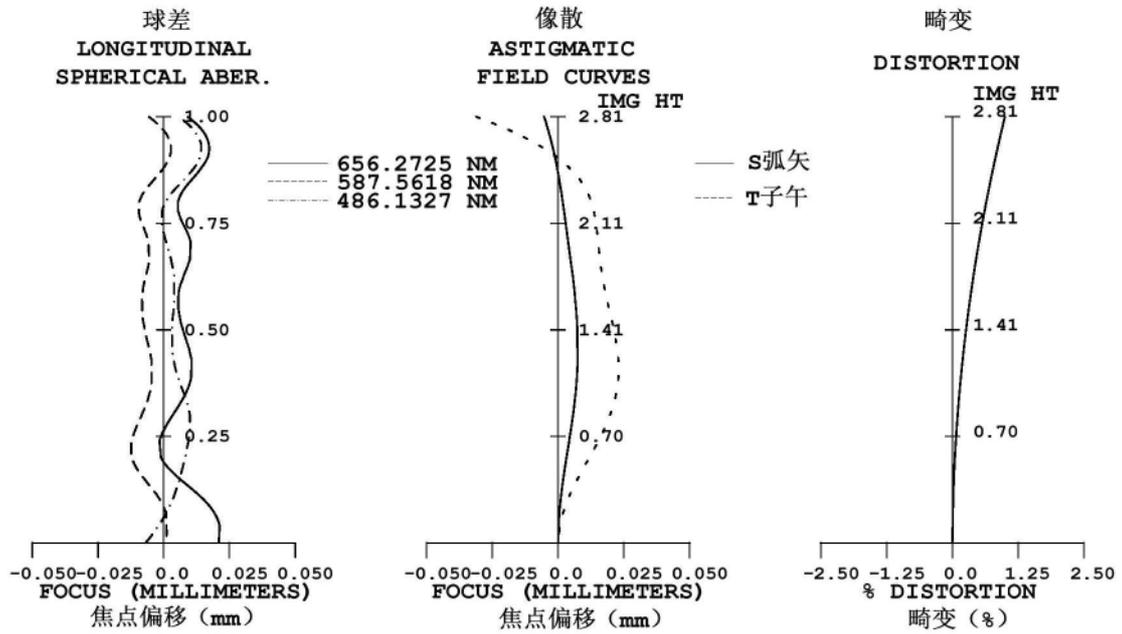


图8

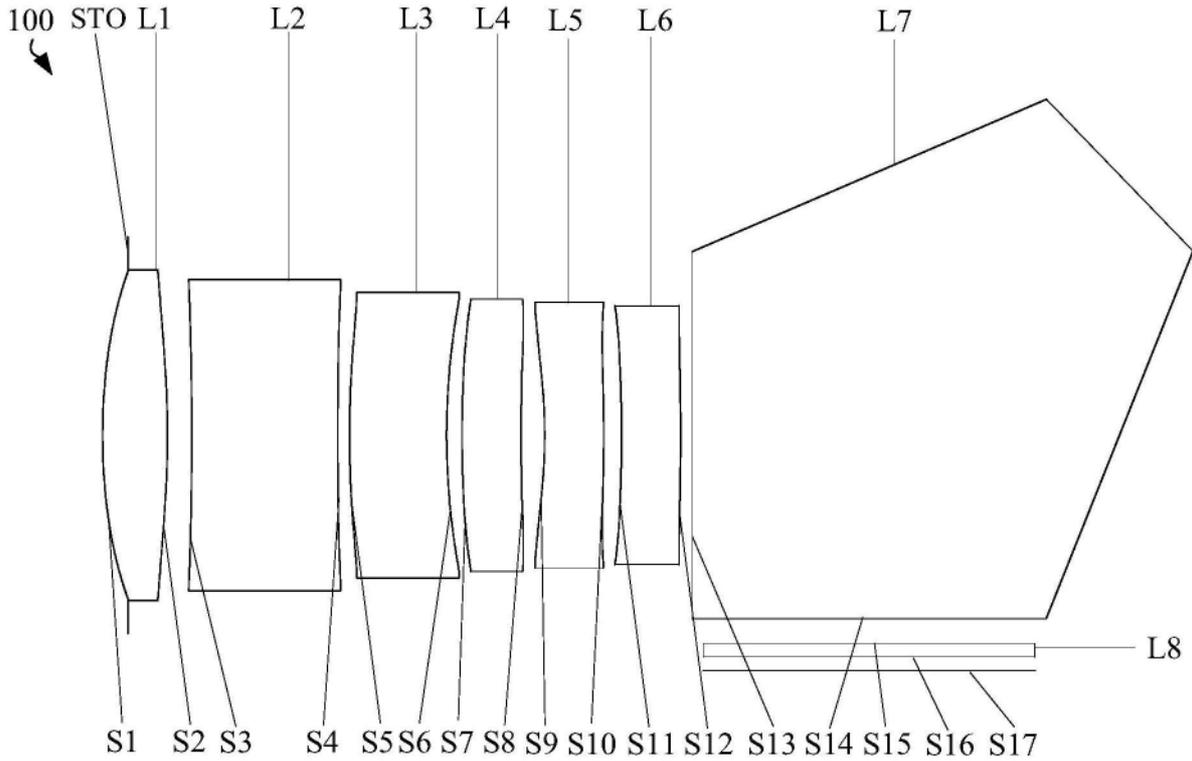


图9

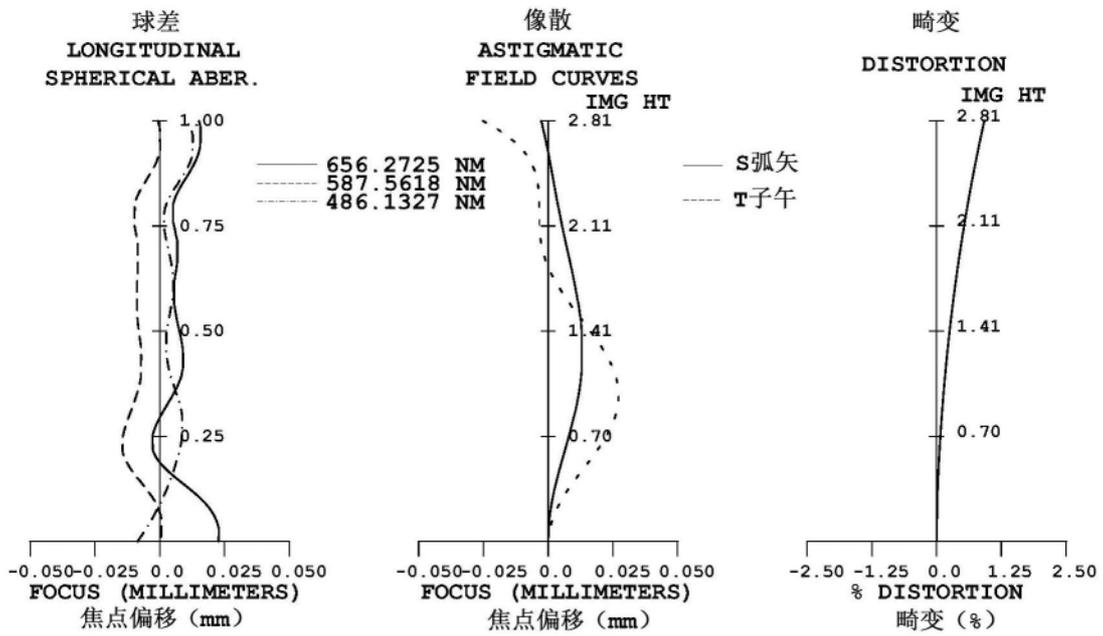


图10

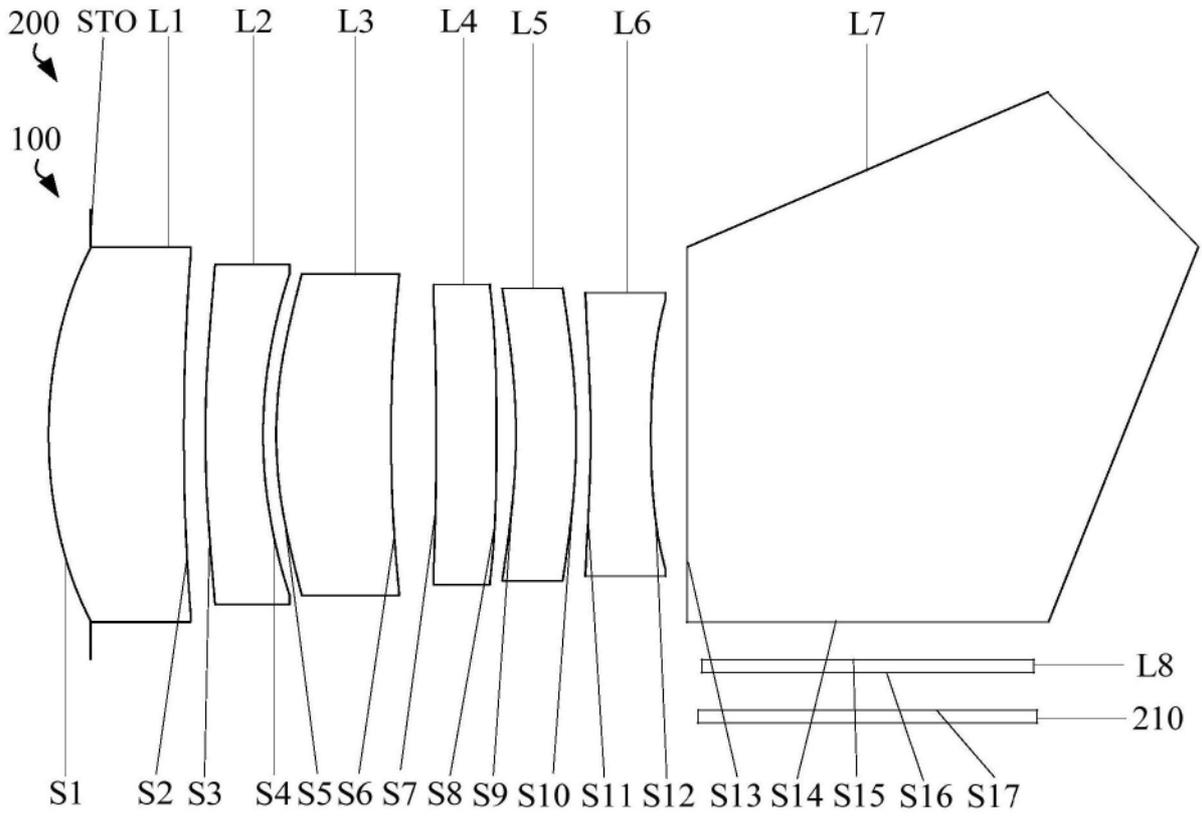


图11

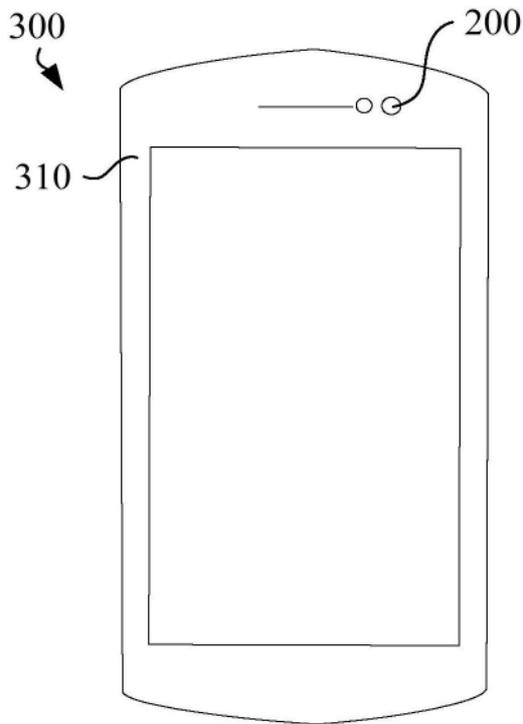


图12