



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115268018 A

(43) 申请公布日 2022. 11. 01

(21) 申请号 202210812766.4

(22) 申请日 2022.07.12

(71) 申请人 江西晶超光学有限公司

地址 330096 江西省南昌市南昌高新技术
产业开发区天祥北大道699号

(72) 发明人 乐宇明 吕伟光

其他发明人请求不公开姓名

(74) 专利代理机构 广州三环专利商标代理有限

公司 44202

专利代理师 杨振礼

(51) Int. Cl.

G02B 13/00 (2006.01)

G02B 13/18 (2006.01)

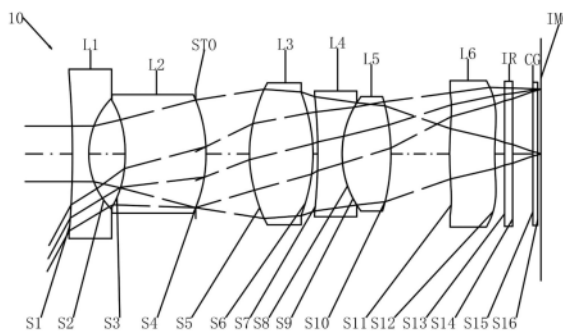
权利要求书2页 说明书15页 附图7页

(54) 发明名称

光学系统、摄像模组和电子设备

(57) 摘要

一种光学系统、摄像模组和电子设备,光学系统沿光轴由物侧至像侧依次包含:具有屈折力的第一透镜至第六透镜,且第一透镜具有负屈折力,第三透镜具有正屈折力,其中,第一透镜的像侧面、第二透镜的物侧面于近光轴处均为凹面,第二透镜的像侧面、第三透镜的物侧面和像侧面、第五透镜的像侧面、第六透镜的物侧面于近光轴处均为凸面。通过对光学系统各透镜的面型和屈折力进行合理设计,有利于满足较大视场角、较大光圈、大像高和轻薄化的特点。



1. 一种光学系统,其特征在于,共六片具有屈折力的镜片,沿着光轴由物侧至像侧依次包含:

第一透镜,具有负屈折力,所述第一透镜的像侧面于近光轴处为凹面;

第二透镜,具有屈折力,所述第二透镜的物侧面于近光轴处为凹面,所述第二透镜的像侧面于近光轴处为凸面;

第三透镜,具有正屈折力,所述第三透镜的物侧面和像侧面于近光轴处均为凸面;

第四透镜,具有屈折力;

第五透镜,具有屈折力,所述第五透镜的像侧面于近光轴处为凸面;

第六透镜,具有屈折力,所述第六透镜的物侧面于近光轴处为凸面;

所述光学系统满足关系式: $150\text{deg} < (\text{FOV} * f) / Y < 158\text{deg}$;

其中,FOV为所述光学系统的最大视场角,f为所述光学系统的焦距,Y为所述光学系统的最大视场角对应的像高的一半。

2. 如权利要求1所述的光学系统,其特征在于,所述光学系统满足关系式:

$1.6 < f_3 / f < 2.0$;

其中, f_3 为所述第三透镜的焦距。

3. 如权利要求1所述的光学系统,其特征在于,所述光学系统满足关系式:

$9.7\text{mm} < |f_4 * f_5 / f| < 12.5\text{mm}$;

其中, f_4 为所述第四透镜的焦距, f_5 为所述第五透镜的焦距,所述第四透镜与所述第五透镜胶合。

4. 如权利要求1所述的光学系统,其特征在于,所述光学系统满足关系式:

$8.5\text{mm} < f * \tan(\text{FOV}/2) < 9.7\text{mm}$;

其中,FOV/2为所述光学系统的最大视场角的一半, $\tan(\text{FOV}/2)$ 为所述光学系统最大视场角的一半的正切值。

5. 如权利要求1所述的光学系统,其特征在于,所述光学系统满足关系式:

$1 < |f_{12} / f| < 2.5$;

其中, f_{12} 为所述第一透镜和所述第二透镜的组合焦距。

6. 如权利要求1所述的光学系统,其特征在于,所述光学系统满足关系式:

$0.5 < \text{SL} / \text{TTL} < 0.75$;

其中,SL为所述光学系统的光阑至成像面于光轴上的距离,TTL为所述第一透镜的物侧面至成像面于光轴上的距离。

7. 如权利要求1所述的光学系统,其特征在于,所述光学系统满足关系式:

$2 < |R_{10} / R_9| < 9.5$;

其中, R_{10} 为所述第五透镜的像侧面于光轴处的曲率半径, R_9 为所述第五透镜的物侧面于光轴处的曲率半径。

8. 如权利要求1所述的光学系统,其特征在于,所述光学系统满足关系式:

$0.7 < (R_1 + R_2) / (R_1 - R_2) < 2.7$;

其中, R_1 为所述第一透镜的物侧面于光轴处的曲率半径, R_2 为所述第一透镜的像侧面于光轴处的曲率半径。

9. 一种摄像模组,其特征在于,包括如权利要求1至8任一项所述的光学系统和感光芯

片,所述感光芯片位于所述光学系统的像侧。

10.一种电子设备,其特征在于,所述电子设备包括壳体和如权利要求9所述的摄像模组,所述摄像模组设置在所述壳体内。

光学系统、摄像模组和电子设备

技术领域

[0001] 本发明属于光学成像技术领域,尤其涉及一种光学系统、摄像模组和电子设备。

背景技术

[0002] 近年来,随着摄像模组越来越多的应用于汽车辅助驾驶系统中,人们对摄像模组的成像品质及多样性提出了更高的要求,譬如更大的视场角、更清晰的成像和昏暗环境下也具备足够的进光量。然而,成像质量的提升通常意味着光学系统的结构更为复杂,最终导致摄像模组的尺寸增大、总长增加,难以适用于轻薄的电子产品。

[0003] 因此,如何在保证光学系统具备较大视场角的前提下,优化成像品质、满足大光圈、大像高和轻薄化的需求,成为业内必须解决的问题之一。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种光学系统、摄像模组和电子设备,解决现有技术中光学系统在具备较大视场角的前提下,还需要满足较大光圈、大像高和轻薄化的问题。

[0005] 为实现本发明的目的,本发明提供了如下的技术方案:

[0006] 第一方面,本发明提供了一种光学系统,共六片具有屈折力的镜片,沿着光轴由物侧至像侧依次包含:第一透镜,具有负屈折力,所述第一透镜的像侧面于近光轴处为凹面;第二透镜,具有屈折力,所述第二透镜的物侧面于近光轴处为凹面,所述第二透镜的像侧面于近光轴处为凸面;第三透镜,具有正屈折力,所述第三透镜的物侧面和像侧面于近光轴处均为凸面;第四透镜,具有屈折力;第五透镜,具有屈折力,所述第五透镜的像侧面于近光轴处为凸面;第六透镜,具有屈折力,所述第六透镜的物侧面于近光轴处为凸面。

[0007] 所述光学系统满足关系式: $150\text{deg} < (FOV * f) / Y < 158\text{deg}$;其中,FOV为所述光学系统的最大视场角,f为所述光学系统的焦距,Y为所述光学系统的最大视场角对应的像高的一半。

[0008] 通过使第一透镜具有负屈折力,且第一透镜的像侧面于近光轴处为凹面,有利于增大光线的入射角度,扩大光学系统的视场角,同时,还有利于减小光学系统的头部口径,增大光学系统的屏占比;通过使第二透镜的物侧面于近光轴处为凹面,第二透镜的像侧面于近光轴处为凸面,有利于光线的平缓射入,使光线不至于弯折过大,有效降低光学系统的场曲、像散,且光线的小角度偏折,有利于实现大光圈效果;通过使第三透镜具有正屈折力,且第三透镜的物侧面和像侧面于近光轴处均为凸面,有利于收缩光线,为边缘光线提供合理的入射角,降低边缘像差并减小鬼像风险,同时,还可以缩短光学系统于光轴上的长度,有利于实现光学系统的轻薄化;通过使第四透镜和第五透镜的屈折力相配合,且搭配第五透镜像侧面于近光轴处的凸面,有利于收缩光线,使像差相互校正,降低光学系统的像差和色差;通过使第六透镜的物侧面于近光轴处为凸面,有利于减小光学系统的畸变,增加照度。因此,满足上述屈折力和面型的配置,有利于光学系统实现较大视场角、较大光圈和轻薄化的效果。

[0009] 通过使光学系统满足关系式 $150\text{deg} < (FOV * f) / Y < 158\text{deg}$, 有利于具备较大视场角的同时, 实现大像高的效果, 从而有利于和较大尺寸的感光芯片匹配, 并提升光学系统的成像质量。低于关系式下限, 光学系统的最大视场角过小, 达不到摄像模组所需的视场角, 不利于安全驾驶; 超过关系式上限, 光学系统的最大视场角对应的像高过小, 难以和大尺寸的感光芯片匹配, 且容易导致主光线入射角过大, 进而产生暗角, 降低成像质量, 不利于实现大像高的效果。

[0010] 一种实施方式中, 所述光学系统满足关系式: $1.6 < f_3 / f < 2.0$; 其中, f_3 为所述第三透镜的焦距。通过使光学系统满足上述关系式, 有利于第三透镜的焦距和光学系统的焦距的比值得到合理配置, 校正边缘像差, 提升光学系统的成像解析度。超过关系式上限, 第三透镜的屈折力过弱, 不利于色差和像差的校正, 从而降低成像品质; 低于关系式下限, 光学系统的焦距过大, 不利于提升光学系统的最大视场角以实现较大视场角的特性。

[0011] 一种实施方式中, 所述光学系统满足关系式: $9.7\text{mm} < |f_4 * f_5 / f| < 12.5\text{mm}$; 其中, f_4 为所述第四透镜的焦距, f_5 为所述第五透镜的焦距, 所述第四透镜与所述第五透镜胶合。通过使光学系统满足上述关系式, 有利于降低光线经透镜组折转后的射出光学系统的角度, 进而减小了光线射入光学系统像侧感光元件的入射角度, 有利于提升感光元件的感光性能, 进而提高成像系统的成像高品质; 通过使第四透镜和第五透镜胶合, 有利于收缩光线, 使像差相互校正, 降低光学系统的像差和色差。

[0012] 一种实施方式中, 所述光学系统满足关系式: $8.5\text{mm} < f * \tan(FOV/2) < 9.7\text{mm}$; 其中, $FOV/2$ 为所述光学系统的最大视场角的一半, $\tan(FOV/2)$ 为所述光学系统最大视场角的一半的正切值。通过使光学系统满足上述关系式, 有利于使光学系统具备高像素的特性, 使焦距与视场角得到合理配置, 以获得较佳的广角拍摄效果的同时具有合适的畸变, 满足手机、相机、车载、监控、医疗等电子产品大视场角和成像质量的要求。

[0013] 一种实施方式中, 所述光学系统满足关系式: $1 < |f_{12} / f| < 2.5$; 其中, f_{12} 为所述第一透镜和所述第二透镜的组合焦距。通过使光学系统满足上述关系式, 有利于降低光学系统的设计敏感度, 平衡透镜间的屈折力分配, 提升光学系统的成像质量。低于关系式下限, 第一透镜和第二透镜的屈折力过强, 容易产生较强的像散和色差, 不利于实现光学系统高分辨成像的特性; 超过关系式上限, 第一透镜和第二透镜的屈折力不足, 大角度光线难以入射至光学系统, 不利于扩大光学系统的视场范围。

[0014] 一种实施方式中, 所述光学系统满足关系式: $0.5 < SL / TTL < 0.75$; 其中, SL 为所述光学系统的光阑至成像面于光轴上的距离, TTL 为所述第一透镜的物侧面至成像面于光轴上的距离, 即总长。通过使光学系统满足上述关系式, 有利于光阑被合理的设置于光学系统中, 增大光阑的口径, 从而能够有效控制边缘视场光线在进入所述光学系统时的入射角, 调节所述光学系统进光量, 提升边缘视场的相对亮度, 进而改善成像质量。低于关系式下限, 光学系统的总长过大, 不利于满足光学系统轻薄化的需求; 超过关系式上限, 光学系统的物空间成像范围过小, 不利于满足光学系统广角化的需求。

[0015] 一种实施方式中, 所述光学系统满足关系式: $2 < |R_{10} / R_9| < 9.5$; 其中, R_{10} 为所述第五透镜的像侧面于光轴处的曲率半径, R_9 为所述第五透镜的物侧面于光轴处的曲率半径。通过使光学系统满足上述关系式, 有利于使第五透镜像侧面于光轴处的曲率半径与第五透镜物侧面于光轴处的曲率半径的比值得到合理配置, 控制第五透镜的形状, 并降低产生鬼

影的风险,提升光学系统的解像能力。低于关系式下限,第五透镜像侧面于光轴处的曲率半径的绝对值过小,第五透镜像侧面的弯曲程度过大,不利于第五透镜的加工成型;超过关系式上限,第五透镜像侧面于光轴处的曲率半径的绝对值过大,第五透镜的像侧面过于平滑,容易与其它透镜发生反射,增加产生鬼影的风险。

[0016] 一种实施方式中,所述光学系统满足关系式: $0.7 < (R1+R2) / (R1-R2) < 2.7$;其中,R1为所述第一透镜的物侧面于光轴处的曲率半径,R2为所述第一透镜的像侧面于光轴处的曲率半径。通过使光学系统满足上述关系式,有利于使第一透镜的物侧面和像侧面的曲率半径得到合理控制,进而有效控制第一透镜的形状,使第一透镜较为缓和的折射入射光,避免增大像差。低于关系式下限,第一透镜的物侧面与像侧面于光轴处的曲率半径相差过大,第一透镜物侧面或像侧面过于平缓,第一透镜对入射光的折射作用减弱,不利于控制光学系统的总长;超过关系式上限,第一透镜的物侧面与像侧面于光轴处的曲率半径相差过小,第一透镜对光线的弯曲度过大,容易与其它透镜之间发生反射产生鬼影。

[0017] 第二方面,本发明还提供了一种摄像模组,该摄像模组包括感光芯片和第一方面任一项实施方式所述的光学系统,所述感光芯片设置在所述光学系统的像侧。其中,感光芯片的感光面位于光学系统的成像面,穿过透镜入射到感光面上的物的光线可转换成图像的电信号。感光芯片可以为互补金属氧化物半导体(Complementary Metal Oxide Semiconductor,CMOS)或电荷耦合器件(Charge-coupled Device,CCD)。该摄像模组可以是集成在电子设备上的成像模块,也可以是独立镜头。通过在摄像模组中加入本发明提供的光学系统,能够通过对光学系统中各透镜的面型和屈折力进行合理的设计,使得摄像模组具有较大视场角、较大光圈、大像高和轻薄化的特点。

[0018] 第三方面,本发明还提供了一种电子设备,该电子设备包括壳体和第二方面所述的摄像模组,所述摄像模组设置在所述壳体内。该电子设备包括但不限于智能手机、电脑和智能手表等。通过在电子设备中加入本发明提供的摄像模组,使得电子设备具有较大视场角、较大光圈、大像高和轻薄化的特点。

附图说明

[0019] 为了更清楚地说明本发明实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见的,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施方式,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0020] 图1是第一实施例的光学系统的结构示意图;

[0021] 图2示出了第一实施例的纵向球差曲线图、像散曲线图和畸变曲线图;

[0022] 图3是第二实施例的光学系统的结构示意图;

[0023] 图4示出了第二实施例的纵向球差曲线图、像散曲线图和畸变曲线图;

[0024] 图5是第三实施例的光学系统的结构示意图;

[0025] 图6示出了第三实施例的纵向球差曲线图、像散曲线图和畸变曲线图;

[0026] 图7是第四实施例的光学系统的结构示意图;

[0027] 图8示出了第四实施例的纵向球差曲线图、像散曲线图和畸变曲线图;

[0028] 图9是第五实施例的光学系统的结构示意图;

- [0029] 图10示出了第五实施例的纵向球差曲线图、像散曲线图和畸变曲线图；
- [0030] 图11示出了本发明一种实施例中摄像模组的结构示意图；
- [0031] 图12示出了本发明一种实施例中电子设备的结构示意图。

具体实施方式

[0032] 下面将结合本发明实施方式中的附图,对本发明实施方式中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施方式仅仅是本发明一部分实施方式,而不是全部的实施方式。基于本发明中的实施方式,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施方式,都属于本发明保护的范围。

[0033] 第一方面,本发明提供了一种光学系统,共六片具有屈折力的镜片,沿着光轴由物侧至像侧依次包含:第一透镜,具有负屈折力,第一透镜的物侧面于近光轴处可以为凸面、凹面或平面,第一透镜的像侧面于近光轴处为凹面;第二透镜,可以具有正屈折力或负屈折力,第二透镜的物侧面于近光轴处为凹面,第二透镜的像侧面于近光轴处为凸面;第三透镜,具有正屈折力,第三透镜的物侧面和像侧面于近光轴处均为凸面;第四透镜,可以具有正屈折力或负屈折力,第四透镜的物侧面和像侧面于近光轴处可以为凸面、凹面或平面;第五透镜,可以具有正屈折力或负屈折力,第五透镜的物侧面于近光轴处可以为凸面、凹面或平面,第五透镜的像侧面于近光轴处为凸面;第六透镜,可以具有正屈折力或负屈折力,第六透镜的物侧面于近光轴处为凸面,第六透镜的像侧面于近光轴处可以为凸面、凹面或平面。

[0034] 光学系统满足关系式: $150\text{deg} < (F\text{OV} * f) / Y < 158\text{deg}$;其中,F_{OV}为光学系统的最大视场角,f为光学系统的焦距,Y为光学系统的最大视场角对应的像高的一半。

[0035] 通过使第一透镜具有负屈折力,且第一透镜的像侧面于近光轴处为凹面,有利于增大光线的入射角度,扩大光学系统的视场角,同时,还有利于减小光学系统的头部口径,增大光学系统的屏占比;通过使第二透镜的物侧面于近光轴处为凹面,第二透镜的像侧面于近光轴处为凸面,有利于光线的平缓射入,使光线不至于弯折过大,有效降低光学系统的场曲、像散,且光线的小角度偏折,有利于实现大光圈效果;通过使第三透镜具有正屈折力,且第三透镜的物侧面和像侧面于近光轴处均为凸面,有利于收缩光线,为边缘光线提供合理的入射角,降低边缘像差并减小鬼像风险,同时,还可以缩短光学系统于光轴上的长度,有利于实现光学系统的轻薄化;通过使第四透镜和第五透镜的屈折力相配合,且搭配第五透镜像侧面于近光轴处的凸面,有利于收缩光线,使像差相互校正,降低光学系统的像差和色差;通过使第六透镜的物侧面于近光轴处为凸面,有利于减小光学系统的畸变,增加照度。因此,满足上述屈折力和面型的配置,有利于光学系统实现较大视场角、较大光圈和轻薄化的效果。

[0036] 通过使光学系统满足关系式 $150\text{deg} < (F\text{OV} * f) / Y < 158\text{deg}$,有利于具备较大视场角的同时,实现大像高的效果,从而有利于和较大尺寸的感光芯片匹配,并提升光学系统的成像质量。低于关系式下限,光学系统的最大视场角过小,达不到摄像模组所需的视场角,不利于安全驾驶;超过关系式上限,光学系统的最大视场角对应的像高过小,难以和大尺寸的感光芯片匹配,且容易导致主光线入射角过大,进而产生暗角,降低成像质量,不利于实现大像高的效果。

[0037] 一种实施方式中,光学系统满足关系式: $1.6 < f_3/f < 2.0$;其中, f_3 为第三透镜的焦距。通过使光学系统满足上述关系式,有利于第三透镜的焦距和光学系统的焦距的比值得到合理配置,校正边缘像差,提升光学系统的成像解析度。超过关系式上限,第三透镜的屈折力过弱,不利于色差和像差的校正,从而降低成像品质;低于关系式下限,光学系统的焦距过大,不利于提升光学系统的最大视场角以实现较大视场角的特性。

[0038] 一种实施方式中,光学系统满足关系式: $9.7\text{mm} < |f_4 * f_5 / f| < 12.5\text{mm}$;其中, f_4 为第四透镜的焦距, f_5 为第五透镜的焦距,第四透镜与第五透镜胶合。通过使光学系统满足上述关系式,有利于降低光线经透镜组折转后的射出光学系统的角度,进而减小了光线射入光学系统像侧感光元件的入射角度,有利于提升感光元件的感光性能,进而提高成像系统的成像高品质;通过使第四透镜和第五透镜胶合,有利于收缩光线,使像差相互校正,降低光学系统的像差和色差。

[0039] 一种实施方式中,光学系统满足关系式: $8.5\text{mm} < f * \tan (FOV/2) < 9.7\text{mm}$;其中, $FOV/2$ 为光学系统的最大视场角的一半, $\tan (FOV/2)$ 为光学系统最大视场角的一半的正切值。通过使光学系统满足上述关系式,有利于使光学系统具备高像素的特性,使焦距与视场角得到合理配置,以获得较佳的广角拍摄效果的同时具有合适的畸变,满足手机、相机、车载、监控、医疗等电子产品大视场角和成像质量的要求。

[0040] 一种实施方式中,光学系统满足关系式: $1 < |f_{12}/f| < 2.5$;其中, f_{12} 为第一透镜和第二透镜的组合焦距。通过使光学系统满足上述关系式,有利于降低光学系统的设计敏感度,平衡透镜间的屈折力分配,提升光学系统的成像质量。低于关系式下限,第一透镜和第二透镜的屈折力过强,容易产生较强的像散和色差,不利于实现光学系统高分辨成像的特性;超过关系式上限,第一透镜和第二透镜的屈折力不足,大角度光线难以入射至光学系统,不利于扩大光学系统的视场范围。

[0041] 一种实施方式中,光学系统满足关系式: $0.5 < SL/TTL < 0.75$;其中, SL 为光学系统的光阑至成像面于光轴上的距离, TTL 为第一透镜的物侧面至成像面于光轴上的距离,即总长。通过使光学系统满足上述关系式,有利于光阑被合理的设置于光学系统中,增大光阑的口径,从而能够有效控制边缘视场光线在进入光学系统时的入射角,调节光学系统进光量,提升边缘视场的相对亮度,进而改善成像质量。低于关系式下限,光学系统的总长过大,不利于满足光学系统轻薄化的需求;超过关系式上限,光学系统的物空间成像范围过小,不利于满足光学系统广角化的需求。

[0042] 一种实施方式中,光学系统满足关系式: $2 < |R_{10}/R_9| < 9.5$;其中, R_{10} 为第五透镜的像侧面于光轴处的曲率半径, R_9 为第五透镜的物侧面于光轴处的曲率半径。通过使光学系统满足上述关系式,有利于使第五透镜像侧面于光轴处的曲率半径与第五透镜物侧面于光轴处的曲率半径的比值得到合理配置,控制第五透镜的形状,并降低产生鬼影的风险,提升光学系统的解像能力。低于关系式下限,第五透镜像侧面于光轴处的曲率半径的绝对值过小,第五透镜像侧面的弯曲程度过大,不利于第五透镜的加工成型;超过关系式上限,第五透镜像侧面于光轴处的曲率半径的绝对值过大,第五透镜的像侧面过于平滑,容易与其它透镜发生反射,增加产生鬼影的风险。

[0043] 一种实施方式中,光学系统满足关系式: $0.7 < (R_1+R_2) / (R_1-R_2) < 2.7$;其中, R_1 为第一透镜的物侧面于光轴处的曲率半径, R_2 为第一透镜的像侧面于光轴处的曲率半径。通过

使光学系统满足上述关系式,有利于使第一透镜的物侧面和像侧面的曲率半径得到合理控制,进而有效控制第一透镜的形状,使第一透镜较为缓和的折射入射光,避免增大像差。低于关系式下限,第一透镜的物侧面与像侧面于光轴处的曲率半径相差过大,第一透镜物侧面或像侧面过于平缓,第一透镜对入射光的折射作用减弱,不利于控制光学系统的总长;超过关系式上限,第一透镜的物侧面与像侧面于光轴处的曲率半径相差过小,第一透镜对光线的弯曲度过大,容易与其它透镜之间发生反射产生鬼影。

[0044] 一些实施例中,光学系统还包括滤光片,滤光片可以是红外截止滤光片或红外带通滤光片,红外截止滤光片用于滤除红外光,红外带通滤光片仅允许红外光通过。在本申请中,滤光片为红外截止滤光片,与光学系统中的各透镜相对固定设置,用于防止红外光到达光学系统的成像面干扰正常成像。滤光片可与各透镜一同装配以作为光学系统中的一部分,在另一些实施例中,滤光片也可以为独立于光学系统外的元件,滤光片可以在光学系统与感光芯片装配时,一并安装至光学系统与感光芯片之间。可以理解的是,滤光片可以是光学玻璃镀膜制成的,也可以是有色玻璃制成的,或者其他材质的滤光片,可根据实际需要进行选择,在本实施例不作具体限定。另一些实施例中也可通过在第一透镜至第六透镜中的至少一个透镜上设置滤光镀层以实现滤除红外光的作用。

[0045] 一些实施例中,光学系统还包括保护玻璃,用于覆盖感光芯片以对感光芯片进行保护。

[0046] 以下通过更具体的实施例以对本发明的光学系统进行说明:

[0047] 第一实施例

[0048] 请参考图1和图2,本实施例的光学系统10,沿光轴方向的物侧至像侧依次包括:

[0049] 第一透镜L1,具有负屈折力,第一透镜L1的物侧面S1于近光轴处为凹面,像侧面S2于近光轴处为凹面。

[0050] 第二透镜L2,具有正屈折力,第二透镜L2的物侧面S3于近光轴处为凹面,像侧面S4于近光轴处为凸面。

[0051] 第三透镜L3,具有正屈折力,第三透镜L3的物侧面S5于近光轴处为凸面,像侧面S6于近光轴处为凸面。

[0052] 第四透镜L4,具有负屈折力,第四透镜L4的物侧面S7于近光轴处为凹面,像侧面S8于近光轴处为凹面。

[0053] 第五透镜L5,具有正屈折力,第五透镜L5的物侧面S9于近光轴处为凸面,像侧面S10于近光轴处为凸面。

[0054] 第六透镜L6,具有负屈折力,第六透镜L6的物侧面S11于近光轴处为凸面,像侧面S12于近光轴处为凹面。

[0055] 此外,光学系统10还包括光阑ST0、滤光片IR、保护玻璃CG和成像面IMG。本实施例中,光阑ST0设置在光学系统10的第二透镜的像侧面和第三透镜的物侧面之间,用于控制进光量。滤光片IR设置在第六透镜L6和保护玻璃CG之间,其包括物侧面S13和像侧面S14,滤光片IR包括红外截止滤光片IR,用于过滤掉红外光线,使得射入成像面IMG的光线仅为可见光,可见光的波长为380nm-780nm。第一透镜L1至第六透镜L6的材质为玻璃。感光芯片的有效像素区域位于成像面IMG。

[0056] 表1a示出了本实施例的光学系统10的各项参数,其中,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。透镜的焦距的参考波长为555nm,透镜的材料折射率和阿贝数的参考波长为587.56nm,Y半径、厚度和焦距的单位均为毫米(mm)。

[0057] 表1a

第一实施例								
f=2.24mm, FNO=1.89, FOV=117.83deg								
表面编号	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				
[0058]	S1	L1	球面	-59.063	1.01	玻璃	1.55	75
	S2		球面	5.067	2.26			
	S3	L2	非球面	-8.774	5.00	玻璃	1.85	24
	S4		非球面	-10.196	-0.64			
	STO	光阑	球面	无限	3.32			
	S5	L3	非球面	8.201	3.93	玻璃	1.59	67
	S6		非球面	-10.118	0.30			
	S7	L4	球面	-35.708	1.51	玻璃	1.72	30
	S8		球面	6.183	0.00			
	S9	L5	球面	6.183	3.02	玻璃	1.59	69
	S10		球面	-12.878	3.64			
[0059]	S11	L6	非球面	19.480	2.79	玻璃	1.59	61
	S12		非球面	17.445	0.61			
	S13	滤光片 IR	球面	无限	0.50	玻璃	1.52	64
	S14		球面	无限	1.25			
	S15	CG	球面	无限	0.30	玻璃	1.52	64
	S16		球面	无限	0.20			
	IMG	成像面	球面	无限	0.00	塑料		

[0060] 其中,f为光学系统10的焦距,FNO为光学系统10的光圈数,FOV为光学系统10的最大视场角。

[0061] 在本实施例中,第二透镜L2、第三透镜L3和第六透镜L6的物侧面和像侧面均为非球面,非球面的面型x可利用但不限于以下非球面公式进行限定:

$$[0062] \quad x = \frac{ch^2}{1 + \sqrt{1 - (k+1)c^2h^2}} + \sum A_i h^i$$

[0063] 其中,x为非球面上相应点到与表面顶点相切的平面的距离,h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。表1b给出了可用于第一实施例中的非球面镜面S3、S4、S5、S6、S11和S12的圆锥系数k和高次项系数A₄、A₆、A₈、A₁₀、A₁₂、A₁₄、A₁₆、A₁₈和A₂₀。

[0064] 表1b

第一实施例						
非球面系数						
面序号	S3	S4	S5	S6	S11	S12
k	3.259E+00	6.151E-01	1.200E-01	2.400E-01	8.175E-01	3.119E+01
A4	-1.311E-03	-7.421E-04	-1.062E-03	5.715E-05	-1.580E-03	-2.778E-03
A6	-3.085E-05	1.311E-05	2.592E-05	6.587E-06	-1.221E-05	-3.658E-05
A8	9.045E-05	2.712E-05	7.336E-07	5.424E-07	2.784E-06	5.322E-06
A10	-1.464E-06	-6.014E-07	-7.009E-08	-3.031E-08	-2.369E-07	-2.419E-07
A12	4.146E-07	3.683E-08	3.464E-09	1.255E-09	6.906E-09	4.741E-09
A14	-3.343E-09	-8.570E-10	-4.682E-11	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
A16	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
A18	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
A20	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

[0065] 图2中(a)示出了第一实施例的光学系统10在波长为642.7300nm、610.0000nm、555.0000nm、510.0000nm、420.0000nm的纵向球差曲线图,其中,沿X轴方向的横坐标表示焦点偏移,即成像面到光线与光轴交点的距离(单位为mm),沿Y轴方向的纵坐标表示归一化视场,纵向球差曲线表示不同波长的光线经由光学系统10的各透镜后的汇聚焦点偏离。由图2中(a)可以看出,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光学系统10,说明本实施例中的光学系统10的成像质量较好。

[0067] 图2中(b)还示出了第一实施例的光学系统10在波长为555.0000nm时的像散曲线图,其中,沿X轴方向的横坐标表示焦点偏移,沿Y轴方向的纵坐标表示视场角,其单位为deg。像散曲线图中的S曲线代表555.0000nm下的弧矢场曲,T曲线代表555.0000nm下的子午场曲。由图2中(b)可以看出,光学系统10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。

[0068] 图2中(c)还示出了第一实施例的光学系统10在波长为555.0000nm时的畸变曲线。其中,沿X轴方向的横坐标表示畸变值,单位为%,沿Y轴方向的纵坐标表示视场角,单位为deg。畸变曲线表示不同视场角对应的畸变大小值。由图2中(c)可以看出,在波长为555.0000nm下,由主光束引起的图像变形较小,系统的成像质量优良。

[0069] 由图2中(a)、(b)和(c)可以看出,本实施例的光学系统10的像差较小、成像质量较好,具有良好的成像品质。

[0070] 第二实施例

[0071] 请参考图3和图4,本实施例的光学系统10,沿光轴方向的物侧至像侧依次包括:

[0072] 第一透镜L1,具有负屈折力,第一透镜L1的物侧面S1于近光轴处为凹面,像侧面S2于近光轴处为凹面。

[0073] 第二透镜L2,具有负屈折力,第二透镜L2的物侧面S3于近光轴处为凹面,像侧面S4于近光轴处为凸面。

[0074] 第三透镜L3,具有正屈折力,第三透镜L3的物侧面S5于近光轴处为凸面,像侧面S6于近光轴处为凸面。

[0075] 第四透镜L4,具有负屈折力,第四透镜L4的物侧面S7于近光轴处为凸面,像侧面S8于近光轴处为凹面。

[0076] 第五透镜L5,具有正屈折力,第五透镜L5的物侧面S9于近光轴处为凸面,像侧面S10于近光轴处为凸面。

[0077] 第六透镜L6,具有负屈折力,第六透镜L6的物侧面S11于近光轴处为凸面,像侧面S12于近光轴处为凹面。

[0078] 第二实施例的其他结构与第一实施例相同,参照即可。

[0079] 表2a示出了本实施例的光学系统10的各项参数,其中,光阑STO设置在光学系统10的第三透镜的像侧面和第四透镜的物侧面之间,滤光片IR设置在第六透镜L6和保护玻璃CG之间,透镜的焦距的参考波长为555nm,透镜的材料折射率和阿贝数的参考波长为587.56nm,Y半径、厚度和焦距的单位均为毫米(mm),其他各参数含义均与第一实施例各参数含义相同。

[0080] 表2a

第二实施例								
f=5.1mm, FNO=1.46, FOV=124 deg								
表面编号	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				
[0081] S1	L1	球面	-37.322	1.03	玻璃	1.59	69	-8.21
S2		球面	5.670	2.27				
S3	L2	非球面	-8.645	5.00	玻璃	1.76	28	-493.86
S4		非球面	-11.059	2.03				
S5	L3	非球面	10.234	2.96	玻璃	1.59	67	9.80
S6		非球面	-12.092	0.81				
STO	光阑	球面	无限	1.71				
S7	L4	球面	55.312	1.00	玻璃	1.76	28	-8.28
S8		球面	5.605	0.00				
S9	L5	球面	5.605	3.61	玻璃	1.62	64	6.71
[0082] S10		球面	-12.314	3.46				
S11	L6	非球面	13.840	2.21	玻璃	1.57	56	-5107.02
S12		非球面	12.977	0.60				
S13	滤光片 IR	球面	无限	0.50	玻璃	1.52	64	
S14		球面	无限	1.25				
S15	CG	球面	无限	0.30	玻璃	1.52	64	
S16		球面	无限	0.20				
IMG	成像面	球面	无限	0.00	塑料			

[0083] 表2b给出了可用于第二实施例中各非球面镜面的高次项系数,其中,各非球面面型可由第一实施例中给出的公式限定。

[0084] 表2b

第二实施例						
非球面系数						
面序号	S3	S4	S5	S6	S11	S12
k	1.270E+01	9.250E+00	-7.300E-01	2.865E-01	6.124E+01	7.513E+00
A4	-1.048E-03	-7.500E-04	-1.022E-03	-3.925E-03	8.174E-03	-2.904E-03
A6	4.860E-06	4.231E-05	3.535E-05	5.568E-05	-1.480E-05	-1.324E-05
[0085] A8	3.993E-06	-1.707E-06	-1.371E-06	-1.449E-06	4.528E-07	6.115E-06
A10	-1.482E-07	6.722E-08	-7.256E-08	-8.663E-06	-3.287E-08	1.180E-07
A12	1.329E-08	2.317E-09	-3.751E-10	6.600E-07	0.000E+00	-2.496E-09
A14	-3.802E-10	9.068E-12	1.613E-12	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
A16	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
A18	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
A20	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

[0086] 图4中(a)示出了第二实施例的光学系统10在波长为642.7300nm、610.0000nm、

555.0000nm、510.0000nm、420.0000nm的纵向球差曲线图,其中,沿X轴方向的横坐标表示焦点偏移,即成像面到光线与光轴交点的距离(单位为mm),沿Y轴方向的纵坐标表示归一化视场,纵向球差曲线表示不同波长的光线经由光学系统10的各透镜后的汇聚焦点偏离。由图4中(a)可以看出,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光学系统10,说明本实施例中的光学系统10的成像质量较好。

[0087] 图4中(b)还示出了第二实施例的光学系统10在波长为555.0000nm时的像散曲线图,其中,沿X轴方向的横坐标表示焦点偏移,沿Y轴方向的纵坐标表示像高,其单位为mm。像散曲线图中的S曲线代表555.0000nm下的弧矢场曲,T曲线代表555.0000nm下的子午场曲。由图4中(b)可以看出,光学系统10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。

[0088] 图4中(c)还示出了第二实施例的光学系统10在波长为555.0000nm时的畸变曲线。其中,沿X轴方向的横坐标表示畸变值,单位为%,沿Y轴方向的纵坐标表示视场角,单位为deg。畸变曲线表示不同视场角对应的畸变大小值。由图4中(c)可以看出,在波长为555.0000nm下,由主光束引起的图像变形较小,系统的成像质量优良。

[0089] 由图4中(a)、(b)和(c)可以看出,本实施例的光学系统10的像差较小、成像质量较好,具有良好的成像品质。

[0090] 第三实施例

[0091] 请参考图5和图6,本实施例的光学系统10,沿光轴方向的物侧至像侧依次包括:

[0092] 第一透镜L1,具有负屈折力,第一透镜L1的物侧面S1于近光轴处为凸面,像侧面S2于近光轴处为凹面。

[0093] 第二透镜L2,具有负屈折力,第二透镜L2的物侧面S3于近光轴处为凹面,像侧面S4于近光轴处为凸面。

[0094] 第三透镜L3,具有正屈折力,第三透镜L3的物侧面S5于近光轴处为凸面,像侧面S6于近光轴处为凸面。

[0095] 第四透镜L4,具有正屈折力,第四透镜L4的物侧面S7于近光轴处为凸面,像侧面S8于近光轴处为凸面。

[0096] 第五透镜L5,具有负屈折力,第五透镜L5的物侧面S9于近光轴处为凹面,像侧面S10于近光轴处为凸面。

[0097] 第六透镜L6,具有正屈折力,第六透镜L6的物侧面S11于近光轴处为凸面,像侧面S12于近光轴处为凹面。

[0098] 第三实施例的其他结构与第一实施例相同,参照即可。

[0099] 表3a示出了本实施例的光学系统10的各项参数,其中,滤光片IR设置在第六透镜L6和成像面IMG之间,透镜的焦距的参考波长为555nm,透镜的材料折射率和阿贝数的参考波长为587.56nm,Y半径、厚度和焦距的单位均为毫米(mm),其他各参数含义均与第一实施例各参数含义相同。

[0100] 表3a

第三实施例								
f=5.13mm, FNO=1.47, FOV=118deg								
表面编号	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				
S1	L1	球面	7.150	1.49	玻璃	1.81	41	-8.57
S2		球面	3.201	2.99				
S3	L2	非球面	-5.789	4.35	玻璃	1.95	32	-15.33
S4		非球面	-13.061	0.50				
[0101] STO	光阑	球面	无限	-0.40				
S5	L3	非球面	9.773	2.54	玻璃	1.77	50	9.13
S6		非球面	-22.895	4.99				
S7	L4	球面	8.446	5.70	玻璃	1.57	71	7.33
S8		球面	-6.246	0.00				
S9	L5	球面	-6.246	1.27	玻璃	1.92	21	-8.46
S10		球面	-33.155	0.24				
S11	L6	非球面	9.074	3.55	玻璃	1.62	64	19.39
S12		非球面	31.048	1.60				

[0102] S13	滤光片 IR	球面	无限	0.90	玻璃	1.52	64	
S14		球面	无限	1.10				
IMG	成像面	球面	无限	0.00				

[0103] 表3b给出了可用于第三实施例中各非球面镜面的高次项系数,其中,各非球面面型可由第一实施例中给出的公式限定。

[0104] 表3b

第三实施例						
非球面系数						
面序号	S3	S4	S5	S6	S11	S12
k	-2.413E-01	6.240E+00	1.880E+00	-6.600E-01	-5.704E-01	-2.044E+01
A4	-4.039E-03	-7.928E-03	-7.147E-04	2.590E-04	-5.648E-04	-3.365E-04
A6	7.505E-05	-1.980E-03	-4.327E-06	-6.450E-06	-1.307E-05	-3.704E-05
[0105] A8	3.936E-06	9.320E-04	1.322E-06	4.296E-07	3.485E-07	3.219E-08
A10	-3.149E-07	-7.813E-04	-9.102E-07	-9.530E-08	-1.870E-07	-1.841E-07
A12	5.678E-09	2.094E-05	1.111E-08	5.306E-09	5.243E-08	1.343E-08
A14	-8.870E-10	-8.388E-07	-2.535E-10	-1.148E-10	-3.207E-10	-2.766E-10
A16	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
A18	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
A20	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

[0106] 请参阅图6,由图6中的(a)纵向球差图,(b)像散曲线图以及(c)畸变曲线图可知,光学系统10的纵向球差、像散和畸变均得到良好的控制,从而该实施例的光学系统10拥有良好的成像品质。此外,关于图6中的(a)、图6中的(b)以及图6中的(c)中各曲线对应的波长可参考第二实施例中关于图4中的(a)、图4中的(b)、图4中的(c)所描述的内容,此处不再赘述。

[0107] 第四实施例

[0108] 请参考图7和图8,本实施例的光学系统10,沿光轴方向的物侧至像侧依次包括:

[0109] 第一透镜L1,具有负屈折力,第一透镜L1的物侧面S1于近光轴处为凸面,像侧面S2于近光轴处为凹面。

[0110] 第二透镜L2,具有负屈折力,第二透镜L2的物侧面S3于近光轴处为凹面,像侧面S4于近光轴处为凸面。

[0111] 第三透镜L3,具有正屈折力,第三透镜L3的物侧面S5于近光轴处为凸面,像侧面S6于近光轴处为凸面。

[0112] 第四透镜L4,具有正屈折力,第四透镜L4的物侧面S7于近光轴处为凸面,像侧面S8于近光轴处为凸面。

[0113] 第五透镜L5,具有负屈折力,第五透镜L5的物侧面S9于近光轴处为凹面,像侧面S10于近光轴处为凸面。

[0114] 第六透镜L6,具有正屈折力,第六透镜L6的物侧面S11于近光轴处为凸面,像侧面S12于近光轴处为凸面。

[0115] 第四实施例的其他结构与第一实施例相同,参照即可。

[0116] 表4a示出了本实施例的光学系统10的各项参数,其中,滤光片IR设置在第六透镜L6和成像面IMG之间,透镜的焦距的参考波长为555nm,透镜的材料折射率和阿贝数的参考波长为587.56nm,Y半径、厚度和焦距的单位均为毫米(mm),其他各参数含义均与第一实施例各参数含义相同。

[0117] 表4a

第四实施例								
f=5.14mm, FNO=1.47, FOV=122deg								
表面编号	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				
S1	L1	球面	9.402	1.52	玻璃	1.81	41	-8.18
S2		球面	3.614	2.97				
S3	L2	非球面	-5.440	4.32	玻璃	2.00	19	-17.05
S4		非球面	-11.123	0.35				
STO	光阑	球面	无限	-0.32				
[0118] S5	L3	非球面	9.815	2.63	玻璃	1.77	50	8.94
S6		非球面	-20.927	3.68				
S7	L4	球面	9.421	5.70	玻璃	1.59	68	6.92
S8		球面	-5.661	0.00				
S9	L5	球面	-5.661	1.00	玻璃	1.92	21	-7.40
S10		球面	-34.554	0.03				
S11	L6	非球面	11.639	3.36	玻璃	1.59	61	19.62
S12		非球面	-2812.515	1.61				
S13	滤光片 IR	球面	无限	0.90	玻璃	1.52	64	
S14		球面	无限	1.12				
IMG	成像面	球面	无限	0.00	塑料			

[0119] 表4b给出了可用于第四实施例中各非球面镜面的高次项系数,其中,各非球面面型可由第一实施例中给出的公式限定。

[0120] 表4b

第四实施例						
非球面系数						
面序号	S3	S4	S5	S6	S11	S12
k	-6.404E+00	-1.410E+01	7.900E-01	8.500E+00	-1.118E+00	9.281E+01
A4	-2.875E-03	-5.432E-03	-1.883E-04	-1.611E-04	-6.058E-04	-6.576E-04
A6	1.220E-04	4.020E-04	1.163E-05	-2.737E-06	6.195E-06	-2.598E-05
A8	-2.441E-06	-3.617E-05	2.027E-06	-3.184E-07	-1.032E-06	-5.729E-07
A10	1.145E-08	3.356E-06	-2.182E-07	-7.749E-10	-1.613E-08	-7.852E-08
A12	8.764E-18	-1.721E-07	1.050E-08	-2.135E-10	1.416E-09	6.144E-09
A14	2.932E-22	3.383E-09	-2.044E-10	1.214E-12	-4.005E-11	-1.216E-10
A16	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
A18	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
A20	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

[0121] 请参阅图8,由图8中的(a)纵向球差图,(b)像散曲线图以及(c)畸变曲线图可知,光学系统10的纵向球差、像散和畸变均得到良好的控制,从而该实施例的光学系统10拥有良好的成像品质。此外,关于图8中的(a)、图8中的(b)以及图8中的(c)中各曲线对应的波长可参考第二实施例中关于图4中的(a)、图4中的(b)、图4中的(c)所描述的内容,此处不再赘述。

[0122] 第五实施例

[0123] 请参阅图9和图10,本实施例的光学系统10,沿光轴方向的物侧至像侧依次包括:

[0124] 第一透镜L1,具有负屈折力,第一透镜L1的物侧面S1于近光轴处为凸面,像侧面S2于近光轴处为凹面。

[0125] 第二透镜L2,具有负屈折力,第二透镜L2的物侧面S3于近光轴处为凹面,像侧面S4于近光轴处为凸面。

[0126] 第三透镜L3,具有正屈折力,第三透镜L3的物侧面S5于近光轴处为凸面,像侧面S6于近光轴处为凸面。

[0127] 第四透镜L4,具有正屈折力,第四透镜L4的物侧面S7于近光轴处为凸面,像侧面S8于近光轴处为凸面。

[0128] 第五透镜L5,具有负屈折力,第五透镜L5的物侧面S9于近光轴处为凹面,像侧面S10于近光轴处为凸面。

[0129] 第六透镜L6,具有正屈折力,第六透镜L6的物侧面S11于近光轴处为凸面,像侧面S12于近光轴处为凹面。

[0130] 第五实施例的其他结构与第一实施例相同,参照即可。

[0131] 表5a示出了本实施例的光学系统10的各项参数,其中,滤光片IR和保护玻璃CG设置在第六透镜L6和成像面IMG之间,透镜的焦距的参考波长为555nm,透镜的材料折射率和阿贝数的参考波长为587.56nm,Y半径、厚度和焦距的单位均为毫米(mm),其他各参数含义均与第一实施例各参数含义相同。

[0132] 表5a

第五实施例								
f=5.11mm, FNO=1.47, FOV=124deg								
表面编号	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				
S1	L1	球面	7.556	1.78	玻璃	1.81	41	-8.24
S2		球面	3.176	2.90				
S3	L2	非球面	-5.108	3.75	玻璃	1.83	37	-14.78
S4		非球面	-11.601	0.45				
STO	光阑	球面	无限	-0.40				
S5	L3	非球面	9.918	3.49	玻璃	1.77	50	8.89
S6		非球面	-19.210	4.27				
S7	L4	球面	8.563	5.52	玻璃	1.57	71	7.15
S8		球面	-5.963	0.00				
S9	L5	球面	-5.963	1.29	玻璃	1.86	23	-7.80
S10		球面	-56.073	0.43				
S11	L6	非球面	9.347	3.36	玻璃	1.62	64	15.26
S12		非球面	500.000	0.56				
S13	滤光片 IR	球面	无限	0.80	玻璃	1.52	64	
S14		球面	无限	2.60				
IMG	成像面	球面	无限	0.00	塑料			

[0134] 表5b给出了可用于第五实施例中各非球面镜面的高次项系数,其中,各非球面面型可由第一实施例中给出的公式限定。

[0135] 表5b

第五实施例						
非球面系数						
面序号	S3	S4	S5	S6	S11	S12
k	6.673E-01	-1.000E+00	3.700E-01	-1.700E+00	2.122E-01	-9.900E+01
A4	-3.286E-03	-4.453E-03	-2.174E-04	2.844E-04	-4.227E-04	-1.297E-04
A6	8.662E-04	9.137E-04	7.784E-05	-3.158E-05	4.030E-05	5.801E-05
A8	5.345E-05	2.330E-05	-9.357E-06	-7.095E-06	-8.297E-06	-3.467E-06
A10	-3.107E-06	1.076E-06	1.468E-07	9.607E-07	-4.667E-07	-3.799E-07
A12	7.834E-09	-1.373E-07	-1.272E-08	7.098E-08	5.159E-08	-7.646E-08
A14	-8.588E-11	4.641E-09	5.695E-09	-2.722E-09	-4.108E-10	-2.944E-10
A16	0.000E+00	0.000E+00	-1.032E-10	4.203E-11	0.000E+00	0.000E+00
A18	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
A20	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

[0136] 请参阅图10,由图10中的(a)纵向球差图,(b)像散曲线图以及(c)畸变曲线图可知,光学系统10的纵向球差、像散和畸变均得到良好的控制,从而该实施例的光学系统10拥有良好的成像品质。此外,关于图10中的(a)、图10中的(b)以及图10中的(c)中各曲线对应的波长可参考第二实施例中关于图4中的(a)、图4中的(b)、图4中的(c)所描述的内容,此处不再赘述。

[0137] 表6示出了第一实施例至第五实施例的光学系统中 $(FOV*f)/Y$ 、 $f3/f$ 、 $|f4*f5/f|$ 、 $f*\tan(FOV/2)$ 、 $|f12/f|$ 、 SL/TTL 、 $|R10/R9|$ 和 $(R1+R2)/(R1-R2)$ 的值。

[0138] 表6

	第一实施例	第二实施例	第三实施例	第四实施例	第五实施例
$(FOV*f)/Y$ (deg)	156.8	156.8	150.1	155.5	157.2
$f3/f$	1.62	1.92	1.78	1.74	1.74

$ f_4 \cdot f_5 / f $ (mm)	10.53	10.89	12.09	9.96	10.91
$f \cdot \tan(\text{FOV}/2)$ (mm)	9.59	9.59	8.54	9.27	9.61
$ f_{12}/f $	2.41	1.95	1.09	1.12	1.04
SL/TTL	0.74	0.51	0.69	0.70	0.71
$ R_{10}/R_9 $	2.08	2.20	5.31	6.10	9.40
$(R_1+R_2)/(R_1-R_2)$	0.84	0.74	2.62	2.25	2.45

[0142] 由表6可知,第一实施例至第五实施例的光学系统均满足下列关系式: $150\text{deg} < (\text{FOV} \cdot f) / Y < 158\text{deg}$ 、 $1.6 < f_3/f < 2.0$ 、 $9.7\text{mm} < |f_4 \cdot f_5 / f| < 12.5\text{mm}$ 、 $8.5\text{mm} < f \cdot \tan(\text{FOV}/2) < 9.7\text{mm}$ 、 $1 < |f_{12}/f| < 2.5$ 、 $0.5 < \text{SL}/\text{TTL} < 0.75$ 、 $2 < |R_{10}/R_9| < 9.5$ 和 $0.7 < (R_1+R_2)/(R_1-R_2) < 2.7$ 的值。

[0143] 请参阅图11,本发明还提供了一种摄像模组20,该摄像模组20包括感光芯片21和第一方面任一项实施方式所述的光学系统10,所述感光芯片21设置在所述光学系统10的像侧。其中,感光芯片21的感光面位于光学系统10的成像面,穿过透镜入射到感光面上的物的光线可转换成图像的电信号。感光芯片21可以为互补金属氧化物半导体(Complementary Metal Oxide Semiconductor,CMOS)或电荷耦合器件(Charge-coupled Device,CCD)。摄像模组20通过在摄像模组20中加入本发明提供的光学系统10,能够通过对光学系统10中各透镜的面型和屈折力进行合理的设计,使得摄像模组20具有较大视场角、较大光圈、大像高和轻薄化的特点。

[0144] 请参阅图12,本发明还提供了一种电子设备30,该电子设备30包括壳体31和上述摄像模组20,摄像模组20设置在所述壳体31内。该电子设备30包括但不限于智能手机、电脑和智能手表等。通过在电子设备30中加入本发明提供的摄像模组20,使得电子设备30具有较大视场角、较大光圈、大像高和轻薄化的特点。

[0145] 以上所揭露的仅为本发明一些较佳实施例而已,当然不能以此来限定本发明的权利范围,本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例的全部或部分流程,并依本发明权利要求所作的等同变化,仍属于本发明所涵盖的范围。

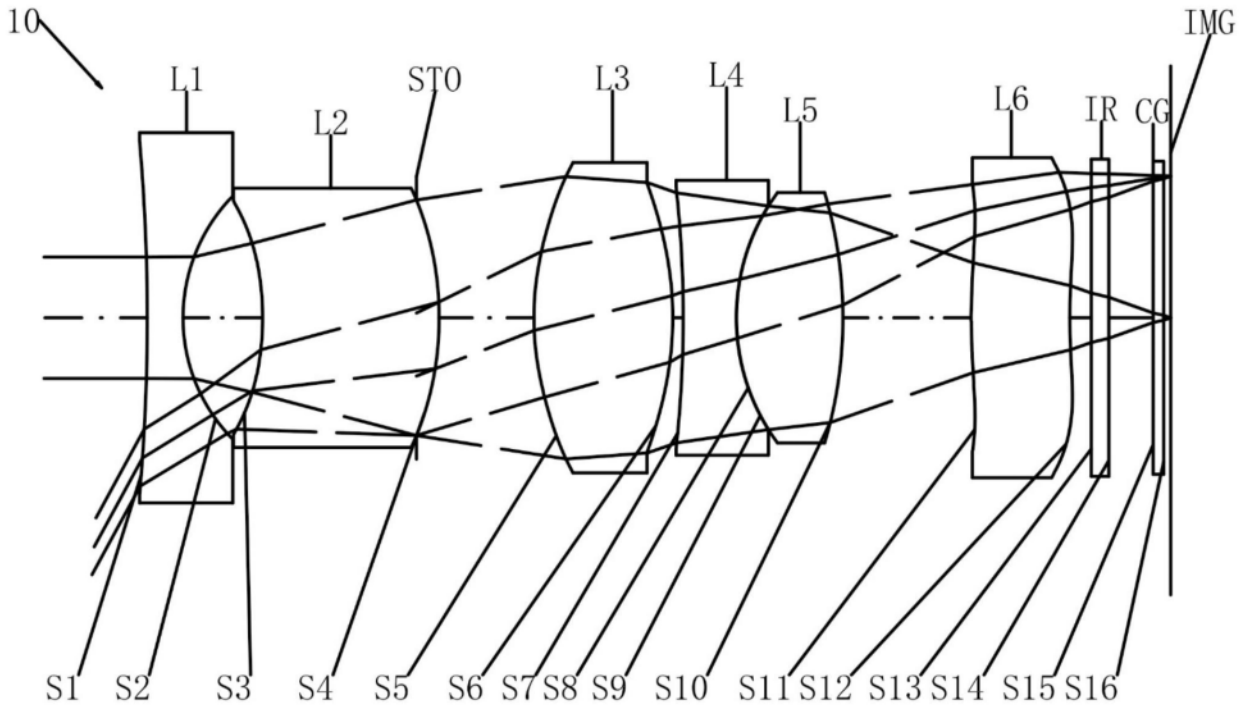


图1

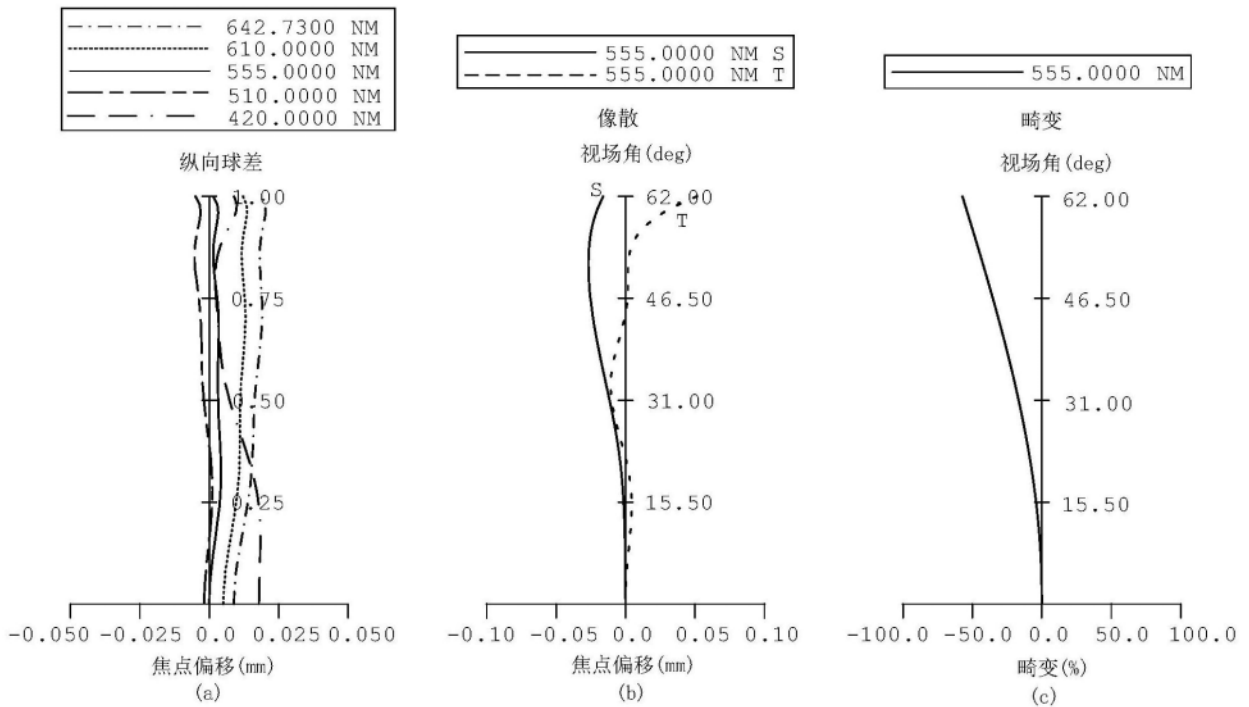


图2

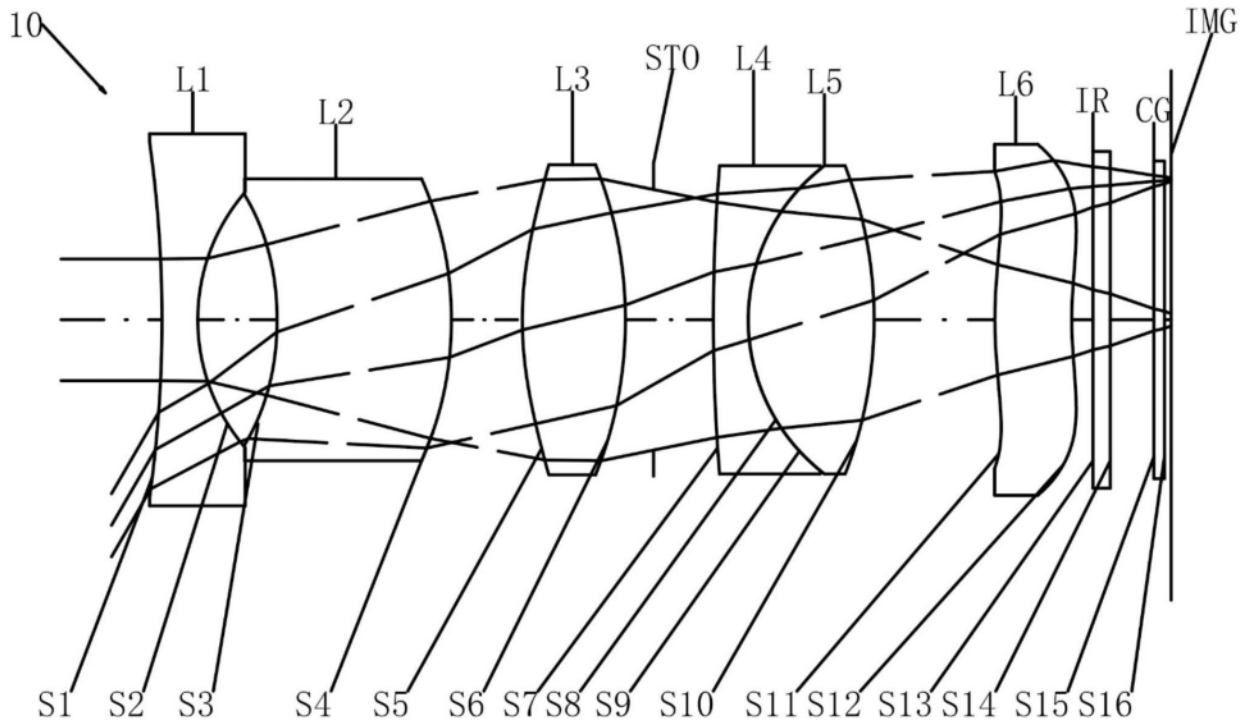


图3

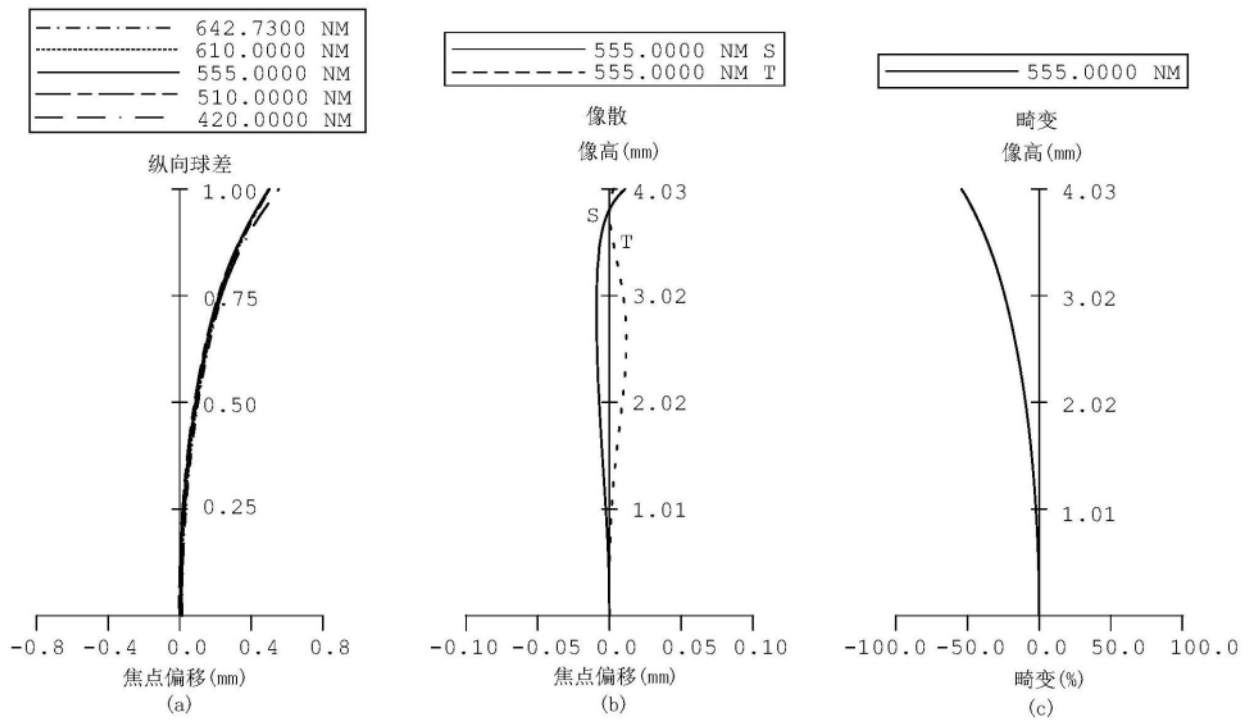


图4

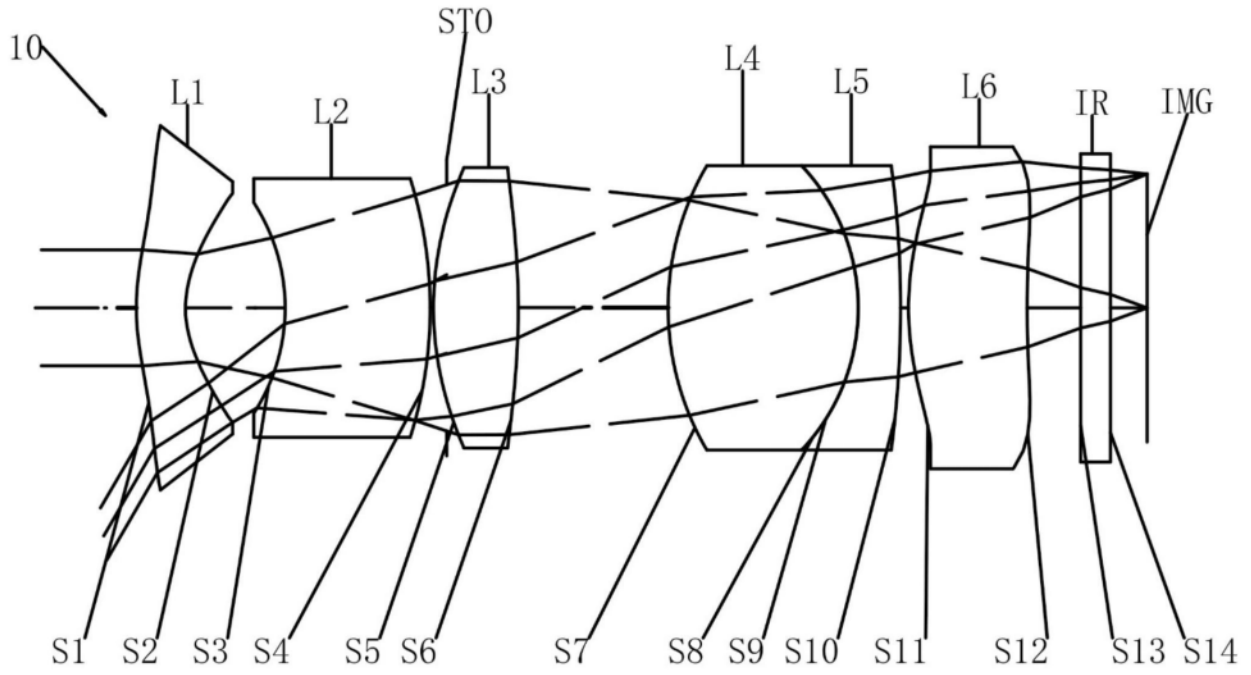


图5

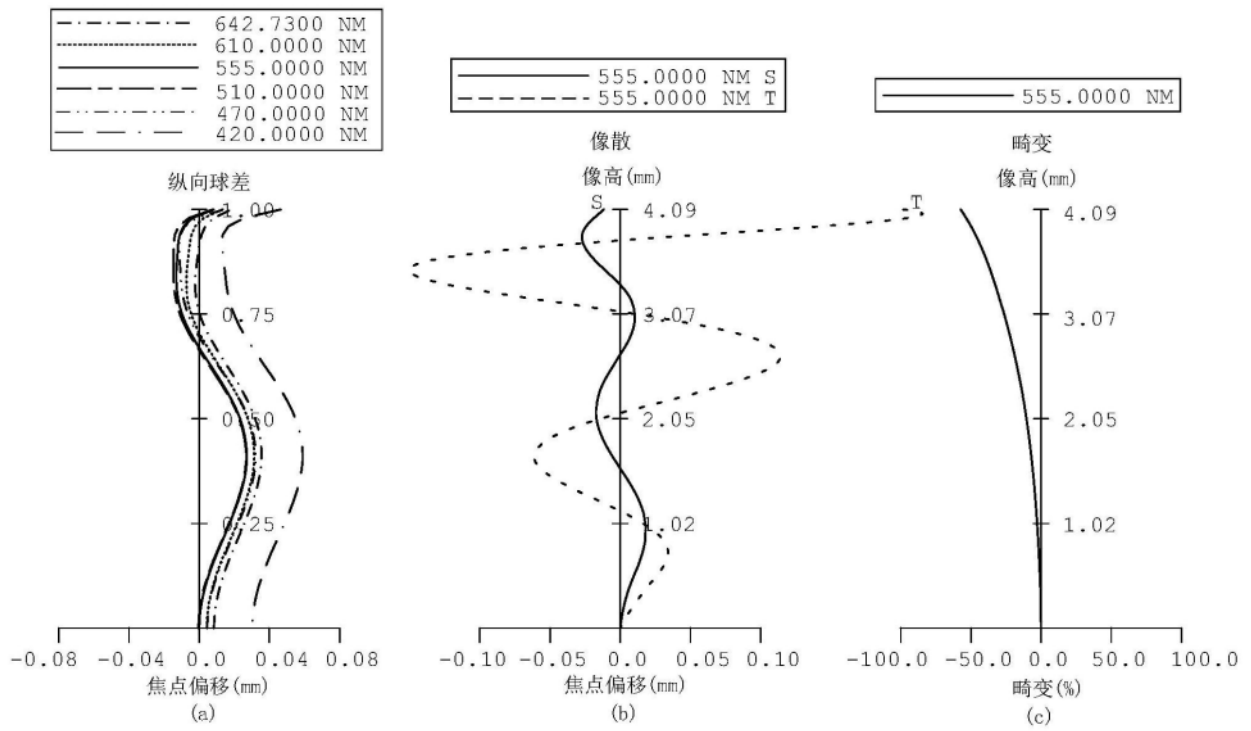


图6

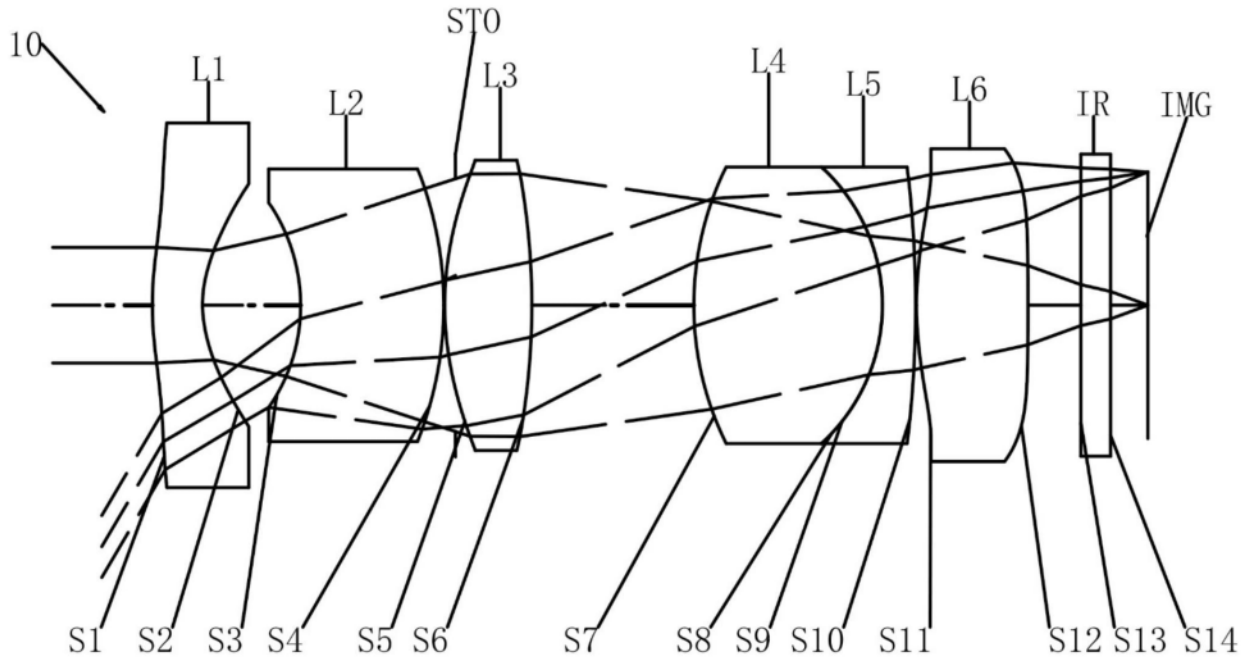


图7

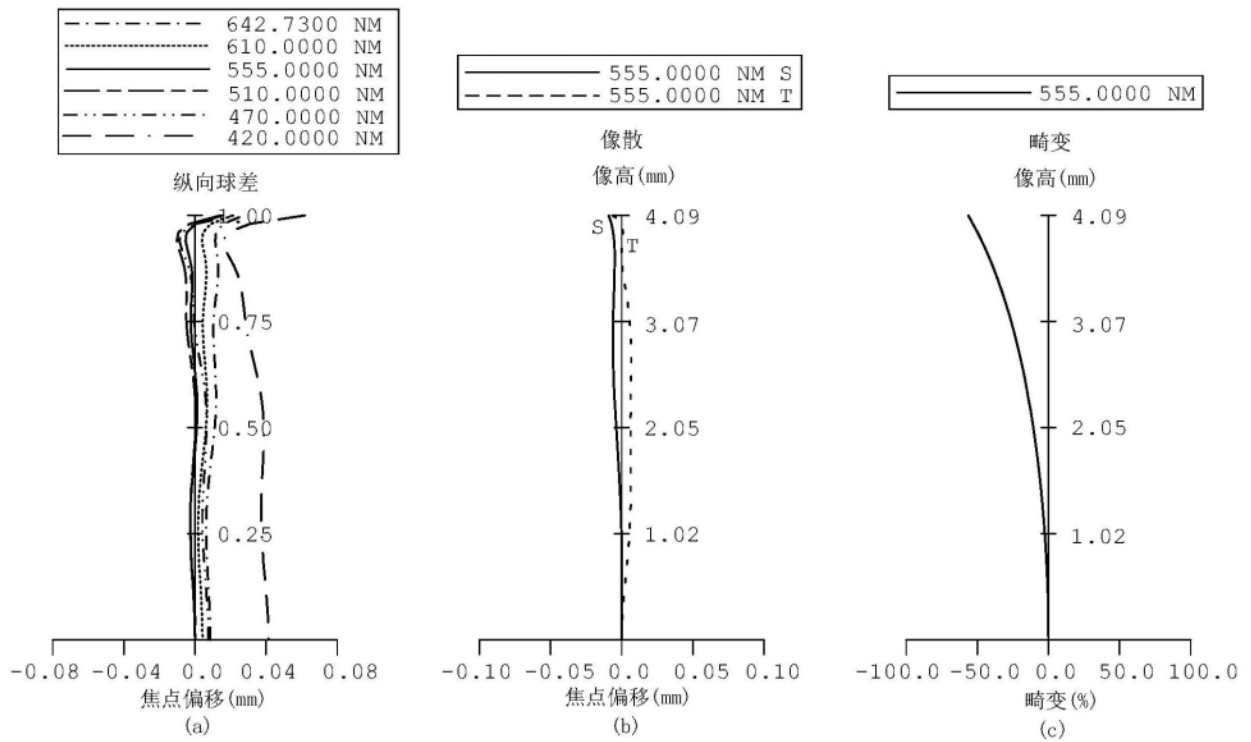


图8

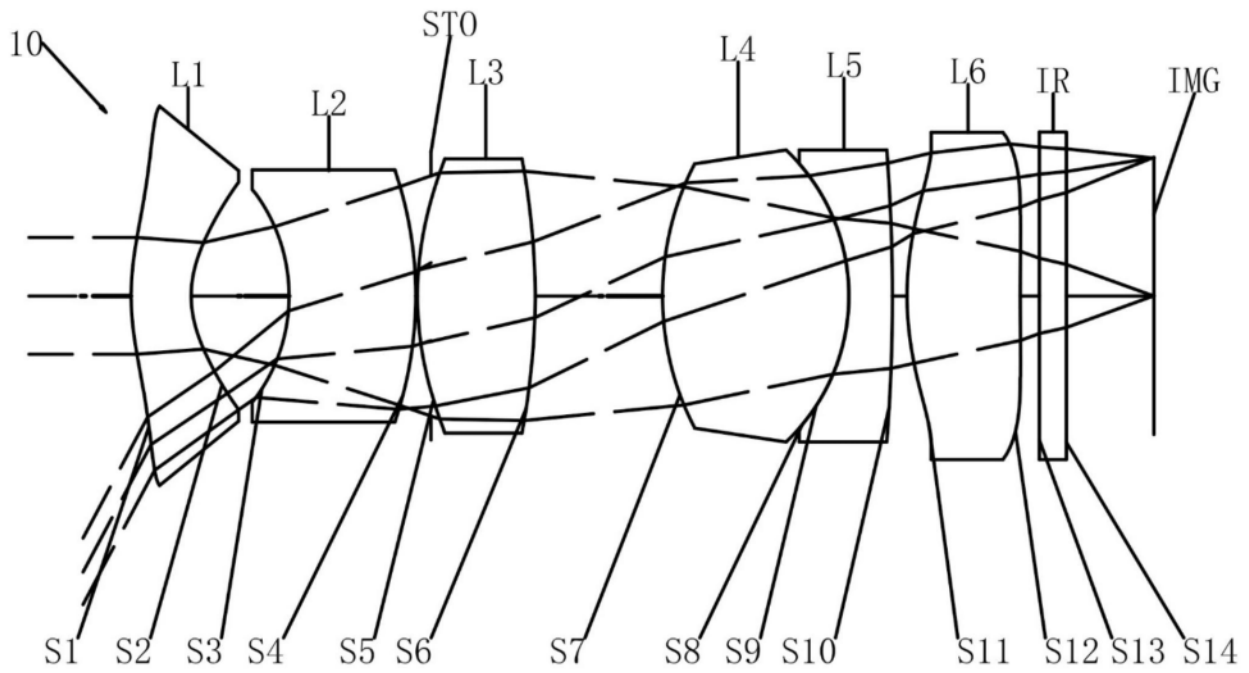


图9

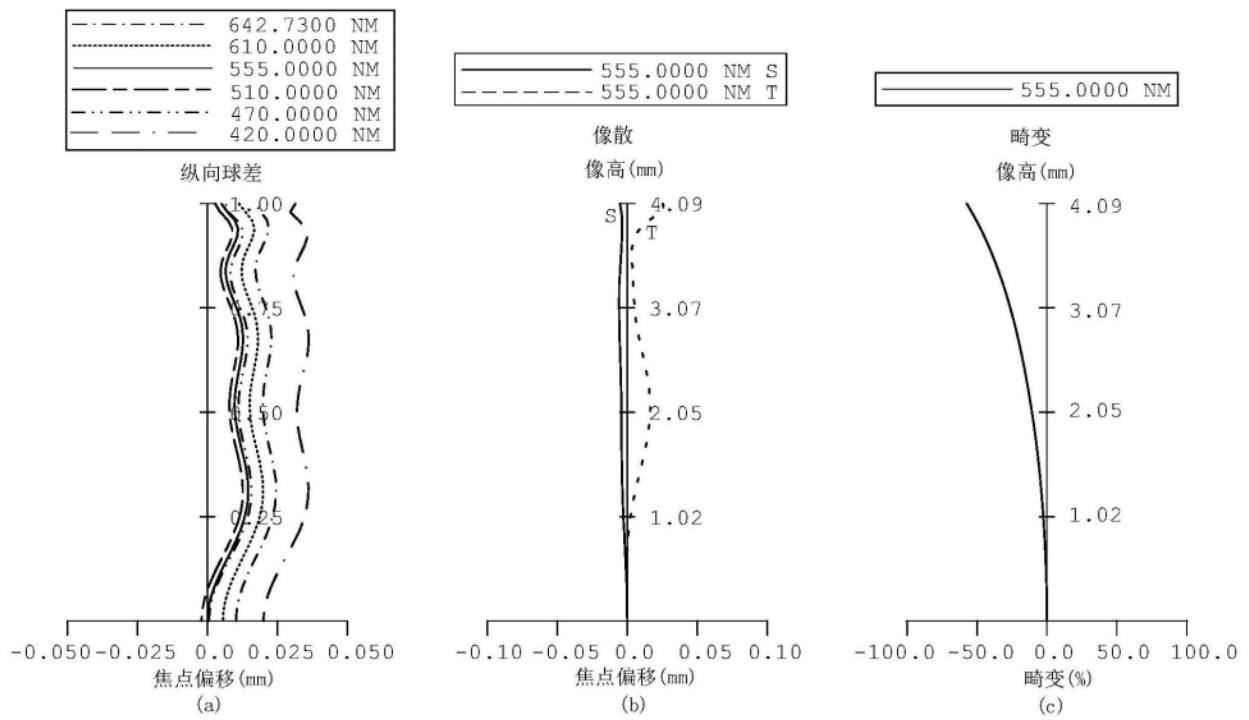


图10

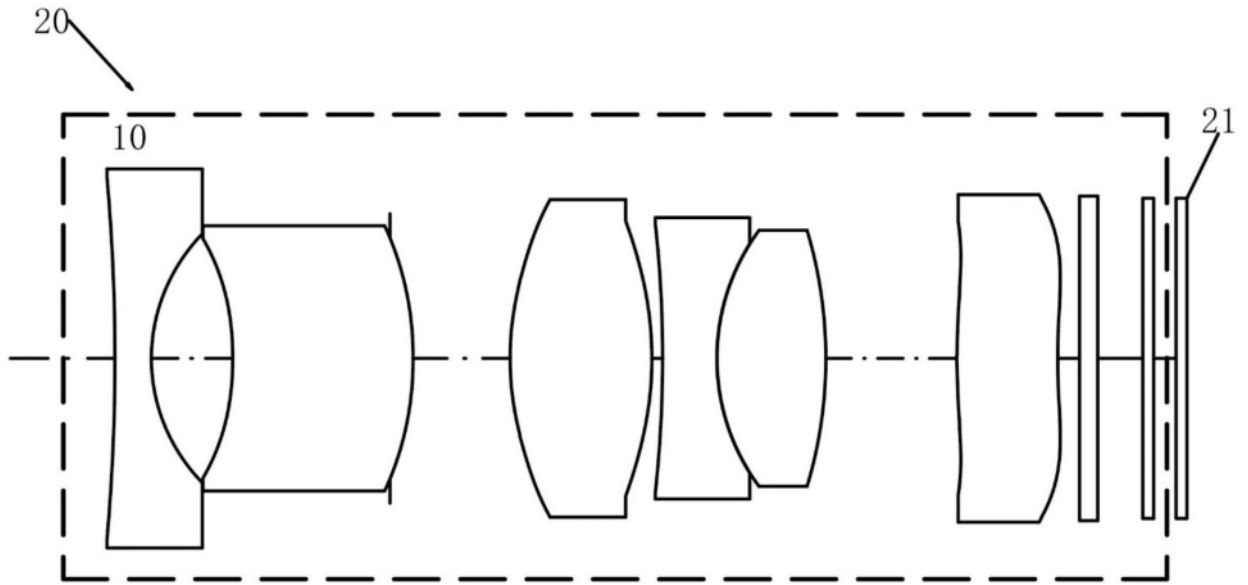


图11

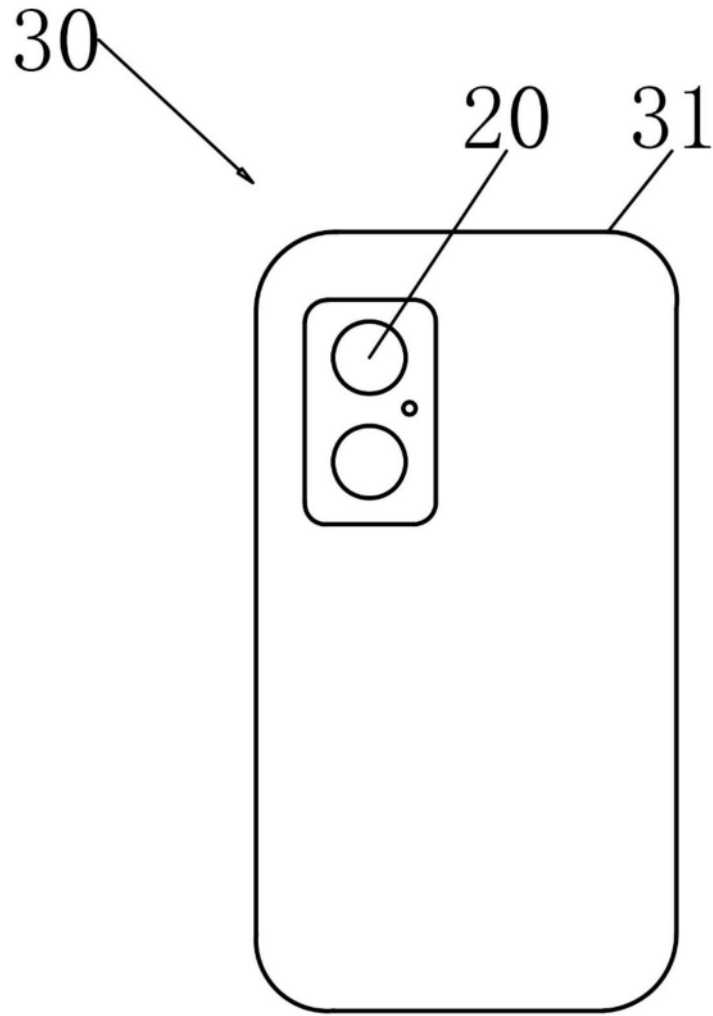


图12