



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116027526 A

(43) 申请公布日 2023. 04. 28

(21) 申请号 202310319627.2

(22) 申请日 2023.03.29

(71) 申请人 江西欧菲光学有限公司

地址 330000 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 韦瑶 管磊

(74) 专利代理机构 北京知帆远景知识产权代理
有限公司 11890

专利代理师 王瀚

(51) Int. Cl.

G02B 13/18 (2006.01)

G02B 13/06 (2006.01)

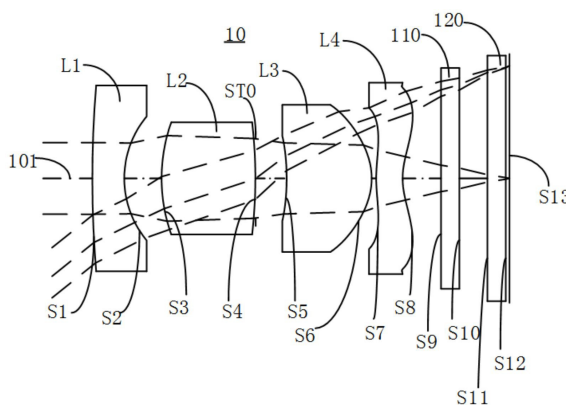
权利要求书2页 说明书16页 附图6页

(54) 发明名称

光学系统、摄像模组及终端设备

(57) 摘要

本发明公开了一种光学系统、摄像模组及终端设备。光学系统具有屈折力的透镜数量为四片,沿光轴由物侧至像侧依次包括:具有负屈折力的第一透镜,所述第一透镜的像侧面于近光轴处为凹面;具有正屈折力的第二透镜,所述第二透镜的像侧面于近光轴处为凸面;具有正屈折力的第三透镜;具有负屈折力的第四透镜;所述光学系统满足关系: $3 < |R11/f1| < 9$;本发明的光学系统具有较大视场角的同时兼顾良好的成像质量,有利于光学系统能够获取更多的场景内容,进而丰富光学系统的成像信息。



1. 一种光学系统,其特征在于,具有屈折力的透镜数量为四片,沿光轴由物侧至像侧依次包括:

具有负屈折力的第一透镜,所述第一透镜的像侧面于近光轴处为凹面;

具有正屈折力的第二透镜,所述第二透镜的像侧面于近光轴处为凸面;

具有正屈折力的第三透镜;

具有负屈折力的第四透镜;

所述光学系统满足关系:

$$3 < |R11/f1| < 9;$$

$$74^\circ < FOV < 80^\circ ;$$

$f1$ 为所述第一透镜的有效焦距, $R11$ 为所述第一透镜的物侧面于光轴处的曲率半径, FOV 为所述光学系统的最大视场角。

2. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,所述光学系统满足关系:

$$1.2 < imgh/SD42 < 1.7;$$

$imgh$ 为所述光学系统的最大视场角所对应的像高, $SD42$ 为所述第四透镜的像侧面的最大有效口径。

3. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,所述光学系统满足关系:

$$2 < |(R31+R32)/CT3| < 11.5;$$

$CT3$ 为所述第三透镜于光轴上的厚度, $R31$ 为所述第三透镜的物侧面于光轴处的曲率半径, $R32$ 为所述第三透镜的像侧面于光轴处的曲率半径。

4. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,所述光学系统满足关系:

$$2.0 < EPD/SD11 < 2.6;$$

EPD 为所述光学系统的入瞳直径, $SD11$ 为所述第一透镜的物侧面的最大有效口径。

5. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,所述光学系统满足关系:

$$140^\circ < FOV * TTL / imgh < 151^\circ ;$$

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, $imgh$ 为所述光学系统的最大视场角所对应的像高。

6. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,所述光学系统满足关系:

$$3.5 < |SD21/SAG21| < 22;$$

$SD21$ 为所述第二透镜的物侧面的最大有效口径的一半, $SAG21$ 为所述第二透镜的物侧面于最大有效口径处的矢高。

7. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,所述光学系统满足关系:

$$0.8 < f3/f < 2.1;$$

$f3$ 为所述第三透镜的有效焦距, f 为光学系统的有效焦距。

8. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,所述光学系统满足关系:

$$-3 < f2/R21 + f3/R31 < 2, 0.7 < R41/R42 < 9.5;$$

$f2$ 为所述第二透镜的有效焦距, $f3$ 为所述第三透镜的有效焦距, $R21$ 为所述第二透镜的物侧面于光轴处的曲率半径, $R31$ 为所述第三透镜的物侧面于光轴处的曲率半径, $R41$ 为所述第四透镜的物侧面于光轴处的曲率半径, $R42$ 为所述第四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,包括感光芯片及权利要求1至8任意一项所述的光学系统,所述感光芯片设于所述光学系统的像侧。

10. 一种终端设备,其特征在于,包括固定件及权利要求9所述的摄像模组,所述摄像模组设于所述固定件。

光学系统、摄像模组及终端设备

技术领域

[0001] 本发明涉及摄影成像技术领域，特别是涉及一种光学系统、摄像模组及终端设备。

背景技术

[0002] 近年来开发有拍摄驾驶员并从图像检测驾驶员的打盹和/或漫不经心而发出警告的终端设备。通常，用该终端设备拍摄驾驶员的摄像模组设置在车速表上部的仪表盘上或车速表内部的狭窄空间，实时监测驾驶员头部、面部等表情及动作，并针对驾驶员疲劳和分神状态进行预警，预警状态包括闭眼、低头、打哈欠、左顾右盼、抽烟、打电话等。使得在夜间、逆光高的挑战性光照下，同样准确检测驾驶员的头部、面部等表情动作，从而有利于保证驾驶员的人身安全。

[0003] 但是，目前运用于摄像模组的光学系统视场角较小，成像质量较差，因此，如何实现光学系统具有较大视场角的同时兼顾良好的成像质量，成为业界迫切想要解决的技术问题之一。

发明内容

[0004] 本发明旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一。为此，本发明第一方面提出一种光学系统具有较大视场角的同时兼顾良好的成像质量，有利于光学系统能够获取更多的场景内容，进而丰富光学系统的成像信息。

[0005] 本发明第二方面还提出一种摄像模组。

[0006] 本发明第三方面还提出一种终端设备。

[0007] 根据本发明第一方面所述的光学系统，具有屈折力的透镜数量为四片，沿光轴由物侧至像侧依次包括：具有负屈折力的第一透镜，所述第一透镜的像侧面于近光轴处为凹面；具有正屈折力的第二透镜，所述第二透镜的像侧面于近光轴处为凸面；具有正屈折力的第三透镜；具有负屈折力的第四透镜。

[0008] 光学系统中，第一透镜具有负屈折力，搭配像侧面于近光轴处的凹面型设计，可以有利于增强第一透镜的负屈折力，便于大角度入射光线的汇聚，以有利于增大光学系统的视场角；通过使第二透镜具有正屈折力，可以矫正光线经过第一透镜所产生的球差，另外，还通过第二透镜的像侧面为凸面的面型设计，可以进一步有利于光线的汇聚，提高光学系统的光学性能；具有正屈折力的第三透镜，有利于大角度光线的平滑过渡，进一步汇聚光线，缩短光学系统的光学总长，具有负屈折力的第四透镜，有利于矫正第三透镜产生的像差，降低色差的产生，提高光学系统的成像品质。

[0009] 在其中一个实施例中，所述光学系统满足关系：

$3 < |R11/f1| < 9$ ； $f1$ 为所述第一透镜的有效焦距， $R11$ 为所述第一透镜的物侧面于光轴处的曲率半径。满足上述关系式，第一透镜的屈折力和面型得到合理配置，有利于大角度光线进入光学系统，进而提升光学系统的视场范围。超过关系式上限，第一透镜物侧面的表面过于平整，易与光学系统的其他表面构成干涉进而产生鬼影；低于关系式下限，第一透镜

物侧面的表面过于弯曲,导致第一透镜光学敏感度过大,不利于提升光学系统的制造良率。

[0010] 在其中一个实施例中,所述光学系统满足关系:

$74^{\circ} < \text{FOV} < 80^{\circ}$; FOV为所述光学系统的最大视场角,光学系统具有较大视场角,有利于光学系统能够获取更多的场景内容,进而丰富光学系统的成像信息。

[0011] 在其中一个实施例中,所述光学系统满足关系:

$1.2 < \text{imgh}/\text{SD42} < 1.7$; imgh为所述光学系统的最大视场角所对应的像高,SD42为所述第四透镜像侧面的最大有效口径。满足上述关系式,可以有利于使光学系统具有合理的后焦(即第四透镜的像侧面到成像面于光轴上的距离),有利于缩短光学系统总长,进而利于实现光学系统的小型化设计。

[0012] 在其中一个实施例中,所述光学系统满足关系:

$2 < |(R31+R32)/\text{CT3}| < 11.5$; CT3为所述第三透镜于光轴上的厚度,R31为所述第三透镜的物侧面于光轴处的曲率半径,R32为所述第三透镜的像侧面于光轴处的曲率半径。满足上述关系式,可以降低第三透镜中心厚度的公差敏感度,降低第三透镜的加工难度,有利于提升光学系统的组装良率,并且还可以避免光学系统产生较难校正的像散,从而提高光学系统的成像质量,同时可避免第三透镜的中心厚度过大,利于光学系统的小型化设计。若超过关系式上限,第三透镜的物侧面于光轴处的曲率半径以及第三透镜的物侧面于光轴处的曲率半径较大,则容易导致光学系统体积过大,不利于光学系统小型化,同时也不利于透镜加工。若低于关系式下限,第三透镜于光轴上的厚度过大,容易使得第三透镜中心厚度的公差敏感度较高,增加了第三透镜的加工难度,不利于提升光学系统的组装良率,进一步的增加了生产成本。

[0013] 在其中一个实施例中,所述光学系统满足关系:

$2.0 < \text{EPD}/\text{SD11} < 2.6$; EPD为所述光学系统的入瞳直径,SD11为所述第一透镜物侧面的最大有效口径。满足上述关系式,有利于使光学系统具有较大的通光口径,从而有利于增加进光量,进而提升画面整体亮度,同时可以较好地对第一透镜物侧面的最大有效口径进行控制,有利于减小光学系统前端口径,有利于实现小型化。

[0014] 在其中一个实施例中,所述光学系统满足关系:

$140^{\circ} < \text{FOV} * \text{TTL}/\text{imgh} < 151^{\circ}$; 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,即光学总长,imgh为所述光学系统的最大视场角所对应的像高,FOV为所述光学系统的最大视场角。满足上述关系式,通过TTL、imgh和FOV的合理配置,可以在匹配高像素感光芯片时能够获得更好的成像质量,同时能够实现光学系统的小型化设计。由此,光学系统能够同时兼顾小型化设计以及成像质量的提高。

[0015] 在其中一个实施例中,所述光学系统满足关系:

$3.5 < |\text{SD21}/\text{SAG21}| < 22$; SAG21为所述第二透镜的物侧面于最大有效口径处的矢高,SD21为所述第二透镜的物侧面的最大有效口径的一半,这里对矢高进行说明,以第二透镜为例,第二透镜像侧面与光轴的交点至第二透镜像侧面最大有效口径处在平行于光轴方向上的距离。满足上述条件式,能使得第二透镜的物侧面的形状和像侧面的形状相近,可以较好地使得周边光线平缓过渡,从而有利于降低透镜敏感度,进而有效提升光学系统的成像质量。

[0016] 在其中一个实施例中,所述光学系统满足关系:

$$0.8 < f_3/f < 2.1;$$

f_3 为所述第三透镜的有效焦距, f 为光学系统的有效焦距,满足上述关系式,可合理分配第三透镜在光学系统中的屈折力占比,避免单个透镜屈折力过强或过弱,搭配具有正屈折力的第三透镜,有效分担第二透镜的正屈折力压力,有利于校正所述光学系统的像差,提高成像质量。

[0017] 在其中一个实施例中,所述光学系统满足关系:

$$-3 < f_2/R_{21} + f_3/R_{31} < 2; f_2 \text{ 为第二透镜的有效焦距, } f_3 \text{ 为第三透镜的有效焦距, } R_{21}$$

为第二透镜的物侧面于光轴处的曲率半径, R_{31} 为第三透镜的物侧面于光轴处的曲率半径。满足上述关系式,通过合理配置第二透镜的屈折力和面型、第三透镜的屈折力和面型,使得具有正屈折力的第二透镜和具有正屈折力的第三透镜能够有效分配光学系统的光学偏折角,同时改善光学系统的轴外视场的像散,从而提高成像质量。

[0018] 在其中一个实施例中,所述光学系统满足关系:

$0.7 < R_{41}/R_{42} < 9.5$; R_{41} 为所述第四透镜的物侧面于光轴处的曲率半径, R_{42} 为所述第四透镜的像侧面于光轴处的曲率半径。满足上述关系式,通过合理约束第四透镜的物侧面与像侧面曲率半径之间的关系,能有效分配镜片承担的光学偏折角,有利于使得光学系统内的光线走势较为平缓,能有效提高感光芯片和光学系统的匹配度,进而能有效提升光学系统的成像质量。

[0019] 根据本发明第二方面的摄像模组,包括感光芯片及以上任意一项所述的光学系统,所述感光芯片设于所述光学系统的像侧。通过采用上述光学系统,摄像模组能够具有较大视场角的同时满足小型化设计,同时能够满足高成像质量的需求。

[0020] 根据本发明第三方面的终端设备,包括固定件及上述的摄像模组,所述摄像模组设于所述固定件。上述摄像模组能够具有较大视场角的同时满足小型化设计,同时能够满足高成像质量的需求。

[0021] 本发明的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本发明的实践了解到。

附图说明

[0022] 图1为本发明第一实施例提供的光学系统的结构示意图;

图2包括第一实施例中光学系统的纵向球差图、像散图和畸变图;

图3为本发明第二实施例提供的光学系统的结构示意图;

图4包括第二实施例中光学系统的纵向球差图、像散图和畸变图;

图5为本发明第三实施例提供的光学系统的结构示意图;

图6包括第三实施例中光学系统的纵向球差图、像散图和畸变图;

图7为本发明第四实施例提供的光学系统的结构示意图;

图8包括第四实施例中光学系统的纵向球差图、像散图和畸变图;

图9为本发明第五实施例提供的光学系统的结构示意图;

图10包括第五实施例中光学系统的纵向球差图、像散图和畸变图;

图11为本发明一实施例提供的摄像模组的示意图;

图12为本发明一实施例提供的终端设备的结构示意图。

[0023] 附图标记：
光学系统10, 摄像模组20,
光轴101, 感光芯片210, 光阑ST0,
第一透镜L1: 物侧面S1, 像侧面S2,
第二透镜L2: 物侧面S3, 像侧面S4,
第三透镜L3: 物侧面S5, 像侧面S6,
第四透镜L4: 物侧面S7, 像侧面S8,
滤光片物侧面S9, 滤光片像侧面S10,
玻璃物侧面S11, 玻璃像侧面S12,
滤光片110, 保护玻璃120, 成像面S13, 终端设备30,
固定件310。

具体实施方式

[0024] 下面详细描述本发明的实施例, 实施例的示例在附图中示出, 其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的, 旨在用于解释本发明, 而不能理解为对本发明的限制。

[0025] 下面将参考附图描述根据本发明一个具体实施例的光学系统。

[0026] 参考图1, 本发明的实施例提供一种具有四片透镜设计的光学系统10, 光学系统10沿光轴101由依次包括具有负屈折力的第一透镜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。光学系统10中的各透镜应同轴设置, 各透镜共同的轴线即为光学系统10的光轴101, 且各透镜能够安装于镜筒内以形成摄像镜头。

[0027] 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。同时, 光学系统10还存在成像面S13, 成像面S13位于第四透镜L4的像侧, 相应物距处的轴上物点发出的光线经光学系统10各透镜调节后能够会聚于成像面S13。

[0028] 继续参考图11所示, 一般地, 光学系统10的成像面S13与感光芯片210的感光面重合。需要说明的是, 在一些实施例中, 光学系统10可以匹配具有矩形感光面的感光芯片210, 光学系统10的成像面S13与感光芯片210的矩形感光面重合。此时, 光学系统10成像面S13上有效像素区域具有水平方向、垂直方向以及对角线方向, 本发明中光学系统10的最大视场角可以理解为光学系统10对角线方向的视场角, 最大视场角所对应的像高可以理解为光学系统10成像面S13上有效像素区域对角线方向的长度。

[0029] 在本发明的实施例中, 第一透镜L1的像侧面S2于近光轴101处为凹面; 第二透镜L2的像侧面S4于近光轴101处为凸面。当描述透镜表面于近光轴101处具有某种面型时, 即该透镜表面于光轴101附近具有该种面型。

[0030] 光学系统10中, 第一透镜L1具有负屈折力, 搭配像侧面S2于近光轴101处的凹面型设计, 可以有利于增强第一透镜L1的负屈折力, 便于大角度入射光线的汇聚, 以有利于增大光学系统10的视场角; 通过使第二透镜L2具有正屈折力, 可以矫正光线经过第一透镜L1所产生的球差, 另外, 还通过第二透镜L2的像侧面S4为凸面的面型设计, 可以进一步有利于光线的汇聚, 提高光学系统10的光学性能; 具有正屈折力的第三透镜L3, 有利于大角度光线的

平滑过渡,进一步汇聚光线,缩短光学系统10的光学总长,具有负屈折力的第四透镜L4,有利于矫正第三透镜L3产生的像差,降低色差的产生,提高光学系统10的成像品质。

[0031] 在其中一个实施例中,光学系统10满足关系:

$3 < |R11/f1| < 9$; $f1$ 为第一透镜L1的有效焦距, $R11$ 为第一透镜L1的物侧面S1于光轴101处的曲率半径。满足上述关系式,第一透镜L1的屈折力和面型得到合理配置,有利于大角度光线进入光学系统10,进而提升光学系统10的视场范围。超过关系式上限,第一透镜L1物侧面S1的表面过于平整,易与光学系统10的其他表面构成干涉进而产生鬼影;低于关系式下限,第一透镜L1物侧面S1的表面过于弯曲,导致第一透L1镜光学敏感度过大,不利于提升光学系统10的制造良率。

[0032] 在其中一个实施例中,光学系统10满足关系:

$74^\circ < FOV < 80^\circ$; FOV 为光学系统10的最大视场角,满足上述关系式,光学系统10具有较大视场角,有利于光学系统10能够获取更多的场景内容,进而丰富光学系统10的成像信息。

[0033] 在其中一个实施例中,光学系统10满足关系:

$1.2 < imgh/SD42 < 1.7$; $imgh$ 为光学系统10的最大视场角所对应的像高, $SD42$ 为第四透镜L4像侧面S8的最大有效口径。满足上述关系式,可以有利于使光学系统10具有合理的后焦距(即第四透镜L4的像侧面S8到成像面S13于光轴101上的距离),有利于缩短光学系统10总长,进而利于实现光学系统10的小型化设计。

[0034] 在其中一个实施例中,光学系统10满足关系:

$2 < |(R31+R32)/CT3| < 11.5$; $CT3$ 为第三透镜L3于光轴101上的厚度, $R31$ 为第三透镜L3的物侧面S5于光轴101处的曲率半径, $R32$ 为第三透镜L3的像侧面S6于光轴101处的曲率半径。满足上述关系式,可以降低第三透镜L3中心厚度的公差敏感度,降低第三透镜L3的加工难度,有利于提升光学系统10的组装良率,并且还可以避免光学系统10产生较难校正的像散,从而提高光学系统10的成像质量,同时可避免第三透镜L3的中心厚度过大,利于光学系统10的小型化设计。若超过关系式上限,第三透镜L3的物侧面S5于光轴101处的曲率半径以及第三透镜L3的像侧面S6于光轴101处的曲率半径较大,则容易导致光学系统10体积过大,不利于光学系统10小型化,同时也不利于透镜加工。若低于关系式下限,第三透镜L3于光轴101上的厚度过大,容易使得第三透镜L3中心厚度的公差敏感度较高,增加了第三透镜L3的加工难度,不利于提升光学系统10的组装良率,进一步的增加了生产成本。

[0035] 在其中一个实施例中,光学系统10满足关系:

$2.0 < EPD/SD11 < 2.6$; EPD 为光学系统10的入瞳直径, $SD11$ 为第一透镜L1物侧面S1的最大有效口径。满足上述关系式,有利于使光学系统10具有较大的通光口径,从而有利于增加进光量,进入提升画面整体亮度有,同时可以较好地对第一透镜L1物侧面S1的最大有效口径进行控制,有利于减小光学系统10前端口径,有利于实现小型化。

[0036] 在其中一个实施例中,光学系统10满足关系:

$140^\circ < FOV * TTL / imgh < 151^\circ$; TTL 为第一透镜L1的物侧面S1至光学系统10的成像面S13于光轴101上的距离,即光学总长, $imgh$ 为光学系统10的最大视场角所对应的像高, FOV 为光学系统10的最大视场角。满足上述关系式,通过 TTL 、 $imgh$ 和 FOV 的合理配置,可以在匹配高像素感光芯片210时能够获得更好的成像质量,同时能够实现光学系统10的小型化设

计。由此,光学系统10能够同时兼顾小型化设计以及成像质量的提高。

[0037] 在其中一个实施例中,光学系统10满足关系:

$3.5 < |SD21/SAG21| < 22$; SAG21为第二透镜L2的物侧面S3于最大有效口径处的矢高,SD21为第二透镜L2的物侧面S3的最大有效口径的一半,这里对矢高进行说明,以第二透镜L2为例,第二透镜L2像侧面S4与光轴101的交点至第二透镜L2像侧面S4最大有效口径处在平行于光轴101方向上的距离。

[0038] 满足上述条件式,能使得第二透镜L2的物侧面S3的形状和像侧面S4的形状相近,可以较好地使得周边光线平缓过渡,从而有利于降低透镜敏感度,进而有效提升光学系统10的成像质量。

[0039] 在其中一个实施例中,光学系统10满足关系:

$0.8 < f3/f < 2.1$; $f3$ 为第三透镜L3的有效焦距, f 为光学系统10的有效焦距。满足上述关系式,可合理分配第三透镜L3在光学系统10中的屈折力占比,避免单个透镜屈折力过强或过弱,搭配具有正屈折力的第三透镜L3,有效分担第二透镜L2的正屈折力压力,有利于校正光学系统10的像差,提高成像质量。

[0040] 在其中一个实施例中,光学系统10满足关系:

$-3 < f2/R21 + f3/R31 < 2$; $f2$ 为第二透镜L2的有效焦距, $f3$ 为第三透镜L3的有效焦距, $R21$ 为第二透镜L2的物侧面S3于光轴101处的曲率半径, $R31$ 为第三透镜L3的物侧面S5于光轴101处的曲率半径。满足上述关系式,通过合理配置第二透镜L2的屈折力和面型、第三透镜L3的屈折力和面型,使得具有正屈折力的第二透镜L2和具有正屈折力的第三透镜L3能够有效分配光学系统10的光学偏折角,同时改善光学系统10的轴外视场的像散,从而提高成像质量。

[0041] 在其中一个实施例中,光学系统10满足关系:

$0.7 < R41/R42 < 9.5$; $R41$ 为第四透镜L4的物侧面S7于光轴101处的曲率半径, $R42$ 为第四透镜L4的像侧面S8于光轴101处的曲率半径。满足上述关系式,通过合理约束第四透镜L4的物侧面S7与像侧面S8曲率半径之间的关系,能有效分配镜片承担的光学偏折角,有利于使得光学系统10内的光线走势较为平缓,能有效提高感光芯片210和光学系统10的匹配度,进而能有效提升光学系统10的成像质量。

[0042] 有效焦距至少是指相应透镜于近光轴101处的数值,透镜的屈折力至少是指于近光轴101处的情况。且以上各关系式条件及其所带来的技术效果针对的是具有上述透镜设计的光学系统10。在无法确保拥有前述光学系统10的透镜设计(透镜数量、屈折力配置、面型配置等)时,将难以确保光学系统10在满足这些关系式时依然能够拥有相应的技术效果,甚至可能会导致摄像性能发生显著下降。

[0043] 在一些实施例中,光学系统10中的至少一个透镜可以具有球面面型,球面面型的设计可降低透镜的制备难度,降低制备成本。在一些实施例中,光学系统10的至少一个透镜也可以具有非球面面型,当透镜的至少一侧表面(物侧面或像侧面)为非球面时,即可称该透镜具有非球面面型。在一个实施例中,可以将各透镜的物侧面及像侧面均设计为非球面。非球面设计能够帮助光学系统10更为有效地消除像差,改善成像品质。在一些实施例中,为了兼顾制备成本、制备难度、成像品质、组装难度等,光学系统10中的各透镜表面的设计可由球面及非球面面型搭配而成。

[0044] 非球面的面型计算可参考非球面公式：

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

其中,Z为非球面上相应点到该面于光轴101处的切平面的距离,r为非球面上相应点到光轴101的距离,c为非球面于光轴101处的曲率,k为圆锥系数,A_i为非球面面型公式中与第i阶高次项相对应的高次项系数。

[0045] 另外应注意的是,当某个透镜表面为非球面时,该透镜表面可以存在反曲点,此时该面沿径向将发生面型种类的改变,例如一个透镜表面在近光轴101处为凸面,而在靠近最大有效口径处则为凹面。反曲点的面型设计,从而能够对光学系统10中的边缘视场的场曲、畸变像差实现良好的校正,改善成像质量。

[0046] 在一些实施例中,光学系统10中至少一个透镜的材质为玻璃(GL,Glass)。例如,可使最靠近物侧的第一透镜L1采用玻璃材质,利用第一透镜L1玻璃材料的消温飘效果,可以有效减小环境温度变化对光学系统10的影响,进而维持较好较稳定的成像品质。在一些实施例中,光学系统10中至少一个透镜的材质也可为塑料(PC,Plastic),塑料材质可以为聚碳酸酯、树胶等。具有塑料材质的透镜能够降低光学系统10的生产成本,而具有玻璃材质的透镜能够耐受较高或较低的温度且具有优良的光学效果及较佳的稳定性。在一些实施例中,光学系统10中可设置不同材质的透镜,即可采用玻璃透镜及塑料透镜相结合的设计,但具体配置关系可根据实际需求而确定,此处不加以穷举。

[0047] 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或第四透镜L4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。

[0048] 在一些实施例中,本发明的光阑ST0可以为孔径光阑,也可以为视场光阑,孔径光阑用于控制光学系统10的入光量及景深,同时也能对非有效光线实现良好的拦截以改善光学系统10的成像质量,其可设置在光学系统10的物侧与第一透镜L1的物侧面S1之间。可以理解的是,在其他实施例中,该光阑ST0也可设置在相邻的两个透镜之间,例如设置在第二透镜L2和第三透镜L3之间,或设置在第三透镜L3和第四透镜L4之间,根据实际情况调整设置,本发明实施例对此不作具体限定。孔径光阑ST0也可以由固定透镜的夹持件形成。

[0049] 以下通过更具体的实施例以对本发明的光学系统10进行说明：

第一实施例

参考图1,在第一实施例中,光学系统10沿光轴101由物侧至像侧依次包括具有负屈折力的第一透镜L1、具有正屈折力的第二透镜L2、光阑ST0、具有正屈折力的第三透镜L3和具有负屈折力的第四透镜L4。光学系统10的各透镜面型如下：

第一透镜L1的物侧面S1于近光轴101处为凸面,像侧面S2于近光轴101处为凹面；

第二透镜L2的物侧面S3于近光轴101处为凸面,像侧面S4于近光轴101处为凸面；

第三透镜L3的物侧面S5于近光轴101处为凹面,像侧面S6于近光轴101处为凸面;

第四透镜L4的物侧面S7于近光轴101处为凸面,像侧面S8于近光轴101处为凹面。

[0050] 进一步地,本实施例中,光阑ST0为孔径光阑,位于第二透镜L2的像侧面S4与第三透镜L3的物侧面S5之间。

[0051] 在第一实施例中,第一透镜L1至第四透镜L4中的第一透镜L1、第二透镜L2表面为球面,第三透镜L3和第四透镜L4表面为非球面,且第一透镜L1与第二透镜L2的透镜的材质为玻璃(GL,Glass),第三透镜L3和第四透镜L4的透镜的材质为塑料(PC,Plastic)。

[0052] 光学系统10还包括滤光片110,滤光片110可作为光学系统10的一部分,也可从光学系统10中去除,但当去除滤光片110后,光学系统10的光学总长TTL保持不变;滤光片110可以为红外截止滤光片,红外截止滤光片设于第四透镜L4的像侧面S8与光学系统10的成像面S13之间,从而可滤除如红外光等不可见波段的光线,而仅让可见光通过,以获得较好的影像效果;可以理解的是,滤光片110也可滤除诸如可见光等其他波段的光线,而仅让红外光通过,光学系统10可作为红外光学镜头使用,即,光学系统10在昏暗的环境及其他特殊的应用场景下也能成像并能获得较好的影像效果。

[0053] 光学系统10还包括保护玻璃120,保护玻璃120位于滤光片110的像侧面S10和成像面S13之间,该保护玻璃120可用于保护成像面S13的感光芯片210,以达到防尘的效果。

[0054] 第一实施例中光学系统10的各透镜参数由以下表1所展现。由光学系统10的物侧至像侧的各元件依次按照表1从上至下的顺序排列,其中光阑ST0表征孔径光阑。表1中Y半径为透镜相应表面于光轴101处的曲率半径。表1中面序号为S1的表面代表第一透镜L1的物侧面,面序号为S2的表面代表第一透镜L1的像侧面,以此类推。透镜于“厚度”参数列中的第一个数值的绝对值为该透镜于光轴101上的厚度,第二个数值的绝对值为该透镜的像侧面至后一光学面(后一透镜的物侧面或光阑面)于光轴101上的距离,其中光阑的厚度参数表示光阑面至像方相邻透镜的物侧面于光轴101上的距离。表格中各透镜的折射率、阿贝数的参考波长均为587.56nm,透镜焦距的参考波长为960.0nm,且Y半径、厚度、焦距(有效焦距)的数值单位均为毫米(mm)。另外,以下各实施例中用于关系式计算的参数数据和透镜面型结构以相应实施例中的透镜参数表格中的数据为准。

[0055] 表1

| 第一实施例 | | | | | | | | |
|---|------|------|---------|-------|----|-------|--------|--------|
| f=3.355mm, FNO=2.2, FOV=76.5°, TTL=9.08mm, imgh=4.8mm | | | | | | | | |
| 表面编号 | 表面名称 | 表面类型 | Y 半径 | 厚度 | 材质 | 折射率 | 阿贝数 | 焦距 |
| | 物面 | 球面 | 无限 | 无限 | | | | |
| S1 | 第一透镜 | 球面 | 23.206 | 0.696 | 玻璃 | 1.517 | 64.212 | -4.437 |
| S2 | | 球面 | 2.034 | 0.812 | | | | |
| S3 | 第二透镜 | 球面 | 3.504 | 2.040 | 玻璃 | 1.986 | 16.484 | 2.998 |
| S4 | | 球面 | -10.125 | 0.009 | | | | |
| ST0 | 光阑 | 球面 | 无限 | 0.672 | | | | |
| S5 | 第三透镜 | 非球面 | -4.947 | 1.850 | 塑料 | 1.536 | 55.981 | 3.297 |
| S6 | | 非球面 | -1.451 | 0.100 | | | | |
| S7 | 第四透镜 | 非球面 | 2.981 | 0.574 | 塑料 | 1.617 | 23.528 | -5.153 |
| S8 | | 非球面 | 1.425 | 0.837 | | | | |
| S9 | 滤光片 | 球面 | 无限 | 0.400 | 玻璃 | 1.523 | 54.517 | |
| S10 | | 球面 | 无限 | 0.608 | | | | |
| S11 | 保护玻璃 | 球面 | 无限 | 0.400 | 玻璃 | 1.523 | 54.517 | |
| S12 | | 球面 | 无限 | 0.081 | | | | |
| S13 | 成像面 | 球面 | 无限 | 0.001 | | | | |

由表1可知,第一实施例中的光学系统10的有效焦距f为3.355mm,光圈数FNO为2.2,光学系统10的最大视场角FOV为76.5°,光学总长TTL为9.08mm,光学系统10的最大视场角所对应的像高imgh为4.8mm,以下各实施例中的光学总长TTL数值为面序号S1至S13所对应的厚度值之和。

[0056] 以下表2展现了表1中相应透镜表面的非球面系数,其中k为圆锥系数,Ai为非球面型公式中与第i阶高次项相对应的系数。

[0057] 表2

| 第一实施例 | | | | |
|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 非球面系数 | | | | |
| 面序号 | S5 | S6 | S7 | S8 |
| k | 1.7048E+01 | -3.1099E+00 | 4.1236E-01 | -4.9134E-01 |
| A4 | 5.3299E-03 | -1.9841E-01 | -3.1151E-01 | -3.2168E-01 |
| A6 | 8.5941E-02 | 5.0645E-01 | 5.4652E-01 | 2.6840E-01 |
| A8 | -7.1220E-01 | -9.6877E-01 | -9.3394E-01 | -2.4191E-01 |
| A10 | 2.9671E+00 | 1.2190E+00 | 1.1400E+00 | 1.6544E-01 |
| A12 | -6.8709E+00 | -1.0160E+00 | -9.6356E-01 | -8.1881E-02 |
| A14 | 8.9185E+00 | 5.5361E-01 | 5.4733E-01 | 2.7983E-02 |
| A16 | -5.9477E+00 | -1.8942E-01 | -1.9895E-01 | -6.2756E-03 |
| A18 | 1.4257E+00 | 3.6868E-02 | 4.1671E-02 | 8.3177E-04 |
| A20 | 1.4565E-01 | -3.1103E-03 | -3.8175E-03 | -4.9584E-05 |

图2包括了第一实施例中光学系统10的纵向球差图、像散图和畸变图。其中像散图和畸变图的参考波长为960nm。纵向球差图(Longitudinal Spherical Aberration)展现了不同波长的光线经由镜头后的汇聚焦点偏离。纵向球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S13到光线与光轴101交点的距离(单位为mm)。由纵向球差图可知,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,各参考波长的最大焦点偏移均被控制在±0.08mm以内,对于光学系统10而言,成像画面中的弥散斑或色晕得到有效抑制。

[0058] 图2还包括光学系统10的像散图(Astigmatic Field Curves),横坐标表示成像面S17到光线与光轴101交点的距离(单位为mm),纵坐标表示光学系统10的最大视场角所对应的像高(单位为mm),其中S曲线代表960nm下的弧矢场曲,T曲线代表960nm下的子午场曲。由图中可知,光学系统10的场曲较小,最大场曲被控制在 $\pm 0.05\text{mm}$ 以内,对于光学系统10而言,像面弯曲程度得到有效抑制,且各视场下的弧矢场曲及子午场曲趋于一致,各视场的像散得到较佳的控制,因此可知光学系统10的视场中心至边缘均拥有清晰的成像。

[0059] 另外图2还包括光学系统10的畸变图,横坐标表示畸变(单位为%),纵坐标表示光学系统10的最大视场角所对应的像高(单位为mm),根据畸变图可知,具有大视场角特性的光学系统10的畸变程度也得到了良好的控制。

[0060] 第二实施例

参考图3,在第二实施例中,光学系统10沿光轴101由物侧至像侧依次包括具有负屈折力的第一透镜L1、具有正屈折力的第二透镜L2、光阑ST0、具有正屈折力的第三透镜L3和具有负屈折力的第四透镜L4。光学系统10的各透镜面型如下:

第一透镜L1的物侧面S1于近光轴101处为凸面,像侧面S2于近光轴101处为凹面;

第二透镜L2的物侧面S3于近光轴101处为凸面,像侧面S4于近光轴101处为凸面;

第三透镜L3的物侧面S5于近光轴101处为凹面,像侧面S6于近光轴101处为凸面;

第四透镜L4的物侧面S7于近光轴101处为凸面,像侧面S8于近光轴101处为凹面。

[0061] 进一步地,本实施例中,光阑ST0为孔径光阑,位于第二透镜L2的像侧面S4与第三透镜L3的物侧面S5之间。

[0062] 在第二实施例中,第一透镜L1至第四透镜L4中的第一透镜L1、第二透镜L2表面为球面,第三透镜L3和第四透镜L4表面为非球面,且第一透镜L1与第二透镜L2的透镜的材质为玻璃(GL,Glass),第三透镜L3和第四透镜L4的透镜的材质为塑料(PC,Plastic)。

[0063] 本光学系统10的各透镜参数由表3给出,其中,透镜焦距的参考波长为940nm,其它各元件名称和参数的定义可由第一实施例中得出,此处不加以赘述。

[0064] 表3

| 第二实施例 | | | | | | | | |
|---|------|------|--------|-------|----|-------|--------|---------|
| f=3.193mm, FNO=2.05, FOV=77.49°, TTL=9.0mm, imgh=4.74, mm | | | | | | | | |
| 表面编号 | 表面名称 | 表面类型 | Y 半径 | 厚度 | 材质 | 折射率 | 阿贝数 | 焦距 |
| | 物面 | 球面 | 无限 | 无限 | | | | |
| S1 | 第一透镜 | 球面 | 32.000 | 0.700 | 玻璃 | 1.517 | 64.212 | -3.911 |
| S2 | | 球面 | 1.858 | 0.614 | | | | |
| S3 | 第二透镜 | 球面 | 3.611 | 1.641 | 玻璃 | 1.986 | 16.484 | 2.607 |
| S4 | | 球面 | -5.893 | 0.029 | | | | |
| ST0 | 光阑 | 球面 | 无限 | 0.219 | | | | |
| S5 | 第三透镜 | 非球面 | -3.512 | 2.530 | 塑料 | 1.536 | 55.981 | 4.409 |
| S6 | | 非球面 | -1.746 | 0.100 | | | | |
| S7 | 第四透镜 | 非球面 | 2.702 | 0.700 | 塑料 | 1.617 | 23.528 | -10.000 |
| S8 | | 非球面 | 1.693 | 1.583 | | | | |
| S9 | 滤光片 | 球面 | 无限 | 0.800 | 玻璃 | 1.523 | 54.517 | |
| S10 | | 球面 | 无限 | 0.083 | | | | |
| S13 | 成像面 | 球面 | 无限 | 0.000 | | | | |

以下表4展现了表3中相应透镜表面的非球面系数,其中k为圆锥系数,Ai为非球面

面型公式中与第*i*阶高次项相对应的系数。

[0065] 表4

| 第二实施例 | | | | |
|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 非球面系数 | | | | |
| 面序号 | S5 | S6 | S7 | S8 |
| k | -3.8801E+00 | 8.8483E-03 | -2.5816E-01 | -1.0228E+00 |
| A4 | -1.0208E-02 | -3.3312E-02 | -1.4697E-01 | -1.3482E-01 |
| A6 | 1.6042E-02 | 1.6859E-01 | 2.0855E-01 | 8.7031E-02 |
| A8 | -3.5239E-02 | -1.7523E-01 | -2.4239E-01 | -3.9046E-02 |
| A10 | 3.5129E-02 | 6.3995E-02 | 1.8281E-01 | -5.9870E-03 |
| A12 | -1.5139E-02 | 4.8115E-02 | -8.9036E-02 | 2.1433E-02 |
| A14 | 3.3882E-03 | -6.5906E-02 | 2.7593E-02 | -1.3798E-02 |
| A16 | -4.1540E-04 | 3.2013E-02 | -5.1663E-03 | 4.4497E-03 |
| A18 | 2.6541E-05 | -7.4841E-03 | 5.1474E-04 | -7.4269E-04 |
| A20 | -6.9218E-07 | 7.0415E-04 | -1.9230E-05 | 5.1126E-05 |

由图4中的纵向球差图、像散图和畸变图可知,拥有大视场角特性的光学系统10的纵向球差、场曲、像散、畸变均得到良好的控制,该实施例的光学系统10可拥有良好的成像品质。

[0066] 第三实施例

参考图5,在第三实施例中,光学系统10沿光轴101由物侧至像侧依次包括具有负屈折力的第一透镜L1、具有正屈折力的第二透镜L2、光阑ST0、具有正屈折力的第三透镜L3和具有负屈折力的第四透镜L4。光学系统10的各透镜面型如下:

第一透镜L1的物侧面S1于近光轴101处为凸面,像侧面S2于近光轴101处为凹面;

第二透镜L2的物侧面S3于近光轴101处为凹面,像侧面S4于近光轴101处为凸面;

第三透镜L3的物侧面S5于近光轴101处为凸面,像侧面S6于近光轴101处为凸面;

第四透镜L4的物侧面S7于近光轴101处为凹面,像侧面S8于近光轴101处为凸面。

[0067] 进一步地,本实施例中,光阑ST0为孔径光阑,位于第二透镜L2的像侧面S4与第三透镜L3的物侧面S5之间。

[0068] 在第三实施例中,第一透镜L1至第四透镜L4中的第一透镜L1和第三透镜L3表面为球面,第二透镜L2和第四透镜L4表面为非球面,且第一透镜L1和第三透镜L3的透镜的材质为玻璃(GL,Glass),第二透镜L2和第四透镜L4的透镜的材质为塑料(PC,Plastic)。

[0069] 本实施例中光学系统10的各透镜参数由表5给出,其中,透镜焦距的参考波长为940nm,其它各元件名称和参数的定义可由第一实施例中得出,此处不加以赘述。

[0070] 表5

| 第三实施例 | | | | | | | | |
|--|------|------|--------|-------|----|-------|--------|---------|
| f=3.214mm, FNO=2.05, FOV=77°, TTL=9mm, imgh=4.74mm | | | | | | | | |
| 表面编号 | 表面名称 | 表面类型 | Y 半径 | 厚度 | 材质 | 折射率 | 阿贝数 | 焦距 |
| | 物面 | 球面 | 无限 | 无限 | | | | |
| S1 | 第一透镜 | 球面 | 36.000 | 0.714 | 玻璃 | 1.487 | 70.420 | -5.865 |
| S2 | | 球面 | 2.594 | 0.553 | | | | |
| S3 | 第二透镜 | 非球面 | -5.897 | 1.114 | 塑料 | 1.617 | 23.528 | 16.000 |
| S4 | | 非球面 | -3.959 | 0.209 | | | | |
| ST0 | 光阑 | 球面 | 无限 | 0.070 | | | | |
| S5 | 第三透镜 | 球面 | 14.602 | 1.821 | 玻璃 | 1.855 | 25.155 | 2.775 |
| S6 | | 球面 | -2.562 | 1.617 | | | | |
| S7 | 第四透镜 | 非球面 | -1.385 | 0.700 | 塑料 | 1.617 | 23.528 | -14.000 |
| S8 | | 非球面 | -1.967 | 1.269 | | | | |
| S9 | 滤光片 | 球面 | 无限 | 0.800 | 玻璃 | 1.523 | 54.517 | |
| S10 | | 球面 | 无限 | 0.133 | | | | |
| S13 | 成像面 | 球面 | 无限 | | | | | |

以下表6展现了表5中相应透镜表面的非球面系数,其中k为圆锥系数,A_i为非球面面型公式中与第i阶高次项相对应的系数。

[0071] 表6

| 第三实施例 | | | | |
|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 非球面系数 | | | | |
| 面序号 | S3 | S4 | S7 | S8 |
| k | 1.9300E+01 | -2.5490E+01 | -1.2450E+00 | -2.3125E-01 |
| A4 | -1.6927E-02 | -3.9326E-02 | 3.4534E-02 | 6.8158E-02 |
| A6 | -2.4130E-03 | 3.5164E-02 | 5.9110E-02 | 2.9746E-03 |
| A8 | 8.6165E-02 | 1.0735E-02 | -1.2438E-01 | 3.0574E-02 |
| A10 | -2.8283E-01 | -4.7579E-02 | 1.9354E-01 | -5.9520E-02 |
| A12 | 5.2126E-01 | 5.9325E-02 | -2.1265E-01 | 6.0214E-02 |
| A14 | -5.4758E-01 | -3.4461E-02 | 1.4660E-01 | -3.7346E-02 |
| A16 | 3.2456E-01 | 1.0078E-02 | -6.0191E-02 | 1.3901E-02 |
| A18 | -9.8099E-02 | -1.4506E-03 | 1.3466E-02 | -2.8279E-03 |
| A20 | 1.1121E-02 | 8.2052E-05 | -1.2660E-03 | 2.4088E-04 |

由图6中的各像差图可知,拥有大视场角特性的光学系统10的纵向球差、场曲、像散、畸变均得到良好的控制,该实施例的光学系统10可拥有良好的成像品质。

[0072] 第四实施例

参考图7,在第四实施例中,光学系统10沿光轴101由物侧至像侧依次包括具有负屈折力的第一透镜L1、具有正屈折力的第二透镜L2、光阑ST0、具有正屈折力的第三透镜L3和具有负屈折力的第四透镜L4。光学系统10的各透镜面型如下:

第一透镜L1的物侧面S1于近光轴101处为凹面,像侧面S2于近光轴101处为凹面;

第二透镜L2的物侧面S3于近光轴101处为凸面,像侧面S4于近光轴101处为凸面;

第三透镜L3的物侧面S5于近光轴101处为凹面,像侧面S6于近光轴101处为凸面;

第四透镜L4的物侧面S7于近光轴101处为凸面,像侧面S8于近光轴101处为凹面。

[0073] 进一步地,本实施例中,光阑ST0为孔径光阑,位于第二透镜L2的像侧面S4与第三透镜L3的物侧面S5之间。

[0074] 在第四实施例中第一透镜L1至第四透镜L4中的第一透镜L1、第二透镜L2表面为球面,第三透镜L3和第四透镜L4表面为非球面,且第一透镜L1与第二透镜L2的透镜的材质为玻璃(GL,Glass),第三透镜L3和第四透镜L4的透镜的材质为塑料(PC,Plastic)。

[0075] 本实施例中光学系统10的各透镜参数由表7给出,其中,透镜焦距的参考波长为960nm,其它各元件名称和参数的定义可由第一实施例中得出,此处不加以赘述。

[0076] 表7

| 第四实施例 | | | | | | | | |
|---|------|------|---------|--------|----|-------|--------|--------|
| f=3.269mm, FNO=2.02, FOV=79.82°, TTL=9.08mm, imgh=4.8mm | | | | | | | | |
| 表面编号 | 表面名称 | 表面类型 | Y 半径 | 厚度 | 材质 | 折射率 | 阿贝数 | 焦距 |
| | 物面 | 球面 | 无限 | 无限 | | | | |
| S1 | 第一透镜 | 球面 | -31.021 | 0.698 | 玻璃 | 1.517 | 64.212 | -3.609 |
| S2 | | 球面 | 1.964 | 0.963 | | | | |
| S3 | 第二透镜 | 球面 | 2.765 | 1.594 | 玻璃 | 1.835 | 42.728 | 2.673 |
| S4 | | 球面 | -7.648 | -0.050 | | | | |
| ST0 | 光阑 | 球面 | 无限 | 0.908 | | | | |
| S5 | 第三透镜 | 非球面 | -4.078 | 1.884 | 塑料 | 1.536 | 55.981 | 2.696 |
| S6 | | 非球面 | -1.221 | 0.089 | | | | |
| S7 | 第四透镜 | 非球面 | 18.460 | 0.667 | 塑料 | 1.617 | 23.528 | -3.608 |
| S8 | | 非球面 | 1.958 | 1.061 | | | | |
| S9 | 滤光片 | 球面 | 无限 | 0.300 | 玻璃 | 1.523 | 54.517 | |
| S10 | | 球面 | 无限 | 0.465 | | | | |
| S11 | 保护玻璃 | 球面 | 无限 | 0.400 | 玻璃 | 1.523 | 54.517 | |
| S12 | | 球面 | 无限 | 0.101 | | | | |
| S13 | 成像面 | 球面 | 无限 | 0.000 | | | | |

以下表8展现了表7中相应透镜表面的非球面系数,其中k为圆锥系数,A_i为非球面面型公式中与第i阶高次项相对应的系数。

[0077] 表8

| 第四实施例 | | | | |
|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 非球面系数 | | | | |
| 面序号 | S5 | S6 | S7 | S8 |
| k | 1.3504E+01 | -3.3052E+00 | -3.8686E+01 | -1.0149E+01 |
| A4 | -4.5087E-02 | -7.6462E-02 | -1.0400E-01 | -8.6612E-02 |
| A6 | 1.9752E-01 | 2.4559E-02 | 4.8545E-02 | 4.0593E-02 |
| A8 | -4.4746E-01 | 1.4423E-04 | -1.8302E-02 | -1.3844E-02 |
| A10 | 4.0928E-01 | -8.7125E-03 | 2.8578E-03 | 1.9241E-03 |
| A12 | 6.8819E-02 | 5.3990E-03 | 6.3801E-04 | 3.1515E-04 |
| A14 | -3.4007E-01 | -1.7955E-03 | -5.5069E-04 | -1.4493E-04 |
| A16 | 1.5907E-01 | 2.8545E-04 | 1.1946E-04 | 1.4794E-05 |
| A18 | 0.0000E+00 | 0.0000E+00 | 0.0000E+00 | 0.0000E+00 |
| A20 | 0.0000E+00 | 0.0000E+00 | 0.0000E+00 | 0.0000E+00 |

由图8中的各像差图可知,拥有大视场角特性的光学系统10的纵向球差、场曲、像散、畸变均得到良好的控制,该实施例的光学系统10可拥有良好的成像品质。

[0078] 第五实施例

参考图9,在第五实施例中,光学系统10沿光轴101由物侧至像侧依次包括具有负屈折力的第一透镜L1、光阑ST0、具有正屈折力的第二透镜L2、具有正屈折力的第三透镜L3

和具有负屈折力的第四透镜L4。光学系统10的各透镜面型如下：

第一透镜L1的物侧面S1于近光轴101处为凸面，像侧面S2于近光轴101处为凹面；
第二透镜L2的物侧面S3于近光轴101处为凹面，像侧面S4于近光轴101处为凸面；
第三透镜L3的物侧面S5于近光轴101处为凸面，像侧面S6于近光轴101处为凹面；
第四透镜L4的物侧面S7于近光轴101处为凹面，像侧面S8于近光轴101处为凸面。

[0079] 进一步地，本实施例中，光阑ST0为孔径光阑，位于第一透镜L1的像侧面S2与第二透镜L2的物侧面S3之间。

[0080] 在第五实施例中，第一透镜L1、第二透镜L2和第四透镜L4的表面为非球面，第三透镜L3的表面为球面，且第一透镜L1、第二透镜L2和第四透镜L4的透镜的材质为塑料(PC, Plastic)，第三透镜L3中的透镜的材质均为玻璃(GL, Glass)。

[0081] 本实施例中光学系统10的各透镜参数由表9给出，其中，透镜焦距的参考波长为940nm，其它各元件名称和参数的定义可由第一实施例中得出，此处不加以赘述。

[0082] 表9

| 第五实施例 | | | | | | | | |
|---|------|------|---------|-------|----|-------|--------|---------|
| f=3.2207mm, FNO=2.2, FOV=74.75°, TTL=9.05mm, imgh=4.8mm | | | | | | | | |
| 表面编号 | 表面名称 | 表面类型 | Y半径 | 厚度 | 材质 | 折射率 | 阿贝数 | 焦距 |
| | 物面 | 球面 | 无限 | 无限 | | | | |
| S1 | 第一透镜 | 非球面 | 22.890 | 0.754 | 塑料 | 1.536 | 55.981 | -7.284 |
| S2 | | 非球面 | 3.2495 | 1.623 | | | | |
| ST0 | 光阑 | 球面 | 无限 | 0.125 | | | | |
| S3 | 第二透镜 | 非球面 | -56.415 | 1.309 | 塑料 | 1.536 | 55.981 | 4.135 |
| S4 | | 非球面 | -2.115 | 0.100 | | | | |
| S5 | 第三透镜 | 球面 | 3.843 | 1.210 | 玻璃 | 1.904 | 31.420 | 6.524 |
| S6 | | 球面 | 9.963 | 0.778 | | | | |
| S7 | 第四透镜 | 非球面 | -1.151 | 0.651 | 塑料 | 1.617 | 23.528 | -24.880 |
| S8 | | 非球面 | -1.513 | 0.485 | | | | |
| S9 | 滤光片 | 球面 | 无限 | 0.800 | 玻璃 | 1.523 | 54.517 | |
| S10 | | 球面 | 无限 | 1.215 | | | | |
| S13 | 成像面 | 球面 | 无限 | 0.000 | | | | |

以下表10展现了表9中相应透镜表面的非球面系数，其中k为圆锥系数， A_i 为非球面面型公式中与第i阶高次项相对应的系数。

[0083] 表10

| 第五实施例 | | | | | | |
|-------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|
| 非球面系数 | | | | | | |
| 面序号 | S1 | S2 | S3 | S4 | S7 | S8 |
| k | 1.9860E+01 | -1.8134E+00 | 9.9000E+01 | 0.0000E+00 | -4.1494E+00 | -3.2499E+00 |
| A4 | 1.4895E-02 | 5.0370E-02 | -3.2822E-02 | 0.0000E+00 | -1.7969E-01 | -2.5323E-02 |
| A6 | 4.3677E-04 | -2.2431E-02 | 3.2767E-02 | 0.0000E+00 | 2.4887E-01 | 1.0104E-01 |
| A8 | -7.0505E-03 | 3.9497E-02 | -2.8610E-01 | 0.0000E+00 | -1.9338E-02 | -1.2061E-01 |
| A10 | 6.2936E-03 | -5.5290E-02 | 1.0246E+00 | 0.0000E+00 | -2.4602E-01 | 2.0145E-01 |
| A12 | -2.9088E-03 | 5.7448E-02 | -2.1468E+00 | 0.0000E+00 | 3.1459E-01 | -2.1923E-01 |
| A14 | 7.5810E-04 | -3.6830E-02 | 2.5728E+00 | 0.0000E+00 | -2.0553E-01 | 1.4094E-01 |
| A16 | -1.0491E-04 | 1.2894E-02 | -1.6407E+00 | 0.0000E+00 | 7.8333E-02 | -5.3577E-02 |
| A18 | 5.9769E-06 | -1.8619E-03 | 4.2969E-01 | 0.0000E+00 | -1.6498E-02 | 1.1227E-02 |
| A20 | 0.0000E+00 | 0.0000E+00 | 0.0000E+00 | 0.0000E+00 | 1.4856E-03 | -1.0033E-03 |

由图10中的各像差图可知,拥有大视场角特性的光学系统10的纵向球差、场曲、像散、畸变均得到良好的控制,该实施例的光学系统10可拥有良好的成像品质。

[0084] 请参阅表11,表11为本发明第一实施例至第五实施例中各关系式的比值汇总。

[0085] 表11

| 关系式/实施例 | 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 |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| $ R11/f1 $ | 5.23 | 8.182 | 6.138 | 8.595 | 3.143 |
| $imgh/SD42$ | 1.296 | 1.313 | 1.486 | 1.341 | 1.619 |
| $ (R31+R32)/CT3 $ | 3.458 | 2.078 | 6.612 | 2.813 | 11.41 |
| $EPD/SD11$ | 2.36 | 2.17 | 2.06 | 2.50 | 2.56 |
| $FOV*TTL/imgh$ (单位: °) | 144.713 | 147.133 | 146.203 | 150.993 | 140.935 |
| $ SD21/SAG21 $ | 5.395 | 6.756 | 8.355 | 3.970 | 21.251 |
| $f3/f$ | 0.983 | 1.381 | 0.863 | 0.825 | 2.025 |
| $f2/R21+f3/R31$ | 0.189 | -0.533 | -2.523 | 0.306 | 1.624 |
| $R41/R42$ | 2.092 | 1.596 | 0.704 | 9.428 | 0.761 |

参考图11,本发明的实施例还提供了一种摄像模组20,摄像模组20包括光学系统10及感光芯片210,感光芯片210设置于光学系统10的像侧,两者可通过支架固定。感光芯片210可以为CCD传感器(Charge Coupled Device,电荷耦合器件)或CMOS传感器(Complementary Metal Oxide Semiconductor,互补金属氧化物半导体)。一般地,在装配时,光学系统10的成像面S13与感光芯片210的感光表面重叠。通过采用上述光学系统10,摄像模组20在具有较大视场角的同时满足小型化设计,同时能够满足高成像质量的需求。

[0086] 参考图12,本发明的一些实施例还提供了一种终端设备30。终端设备30包括固定件310,摄像模组20安装于固定件310,固定件310可以为显示屏、电路板、中框、后盖等部件。终端设备30可以为但不限于车辆、智能手机、智能手表、智能眼镜、电子书阅读器、平板电脑、PDA(Personal Digital Assistant,个人数字助理)、内窥镜设备等。上述摄像模组20能够为终端设备30在具有较大视场角的同时满足小型化设计,同时能够满足高成像质量的需求。

[0087] 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一个或者更多个该特征。在本发明的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0088] 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,还可以是通信;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。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。

[0089] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必针对的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外,在不相互矛盾的情况下,本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0090] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,本领域的普通技术人员可以理解:在不脱离本发明的原理和宗旨的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由权利要求及其等同物限定。

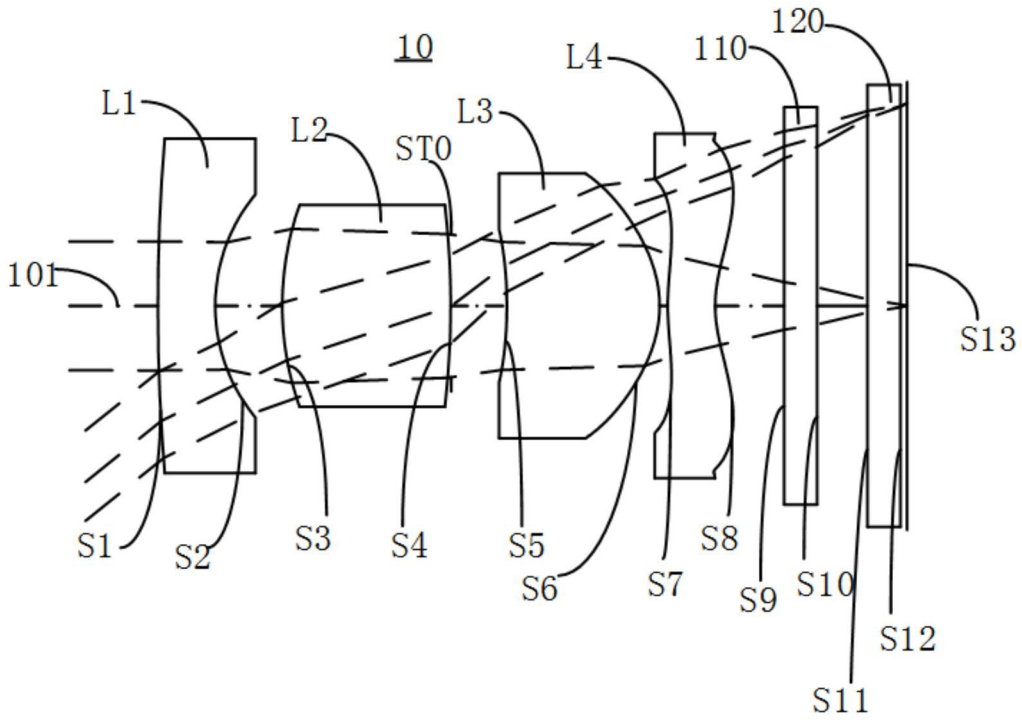


图1

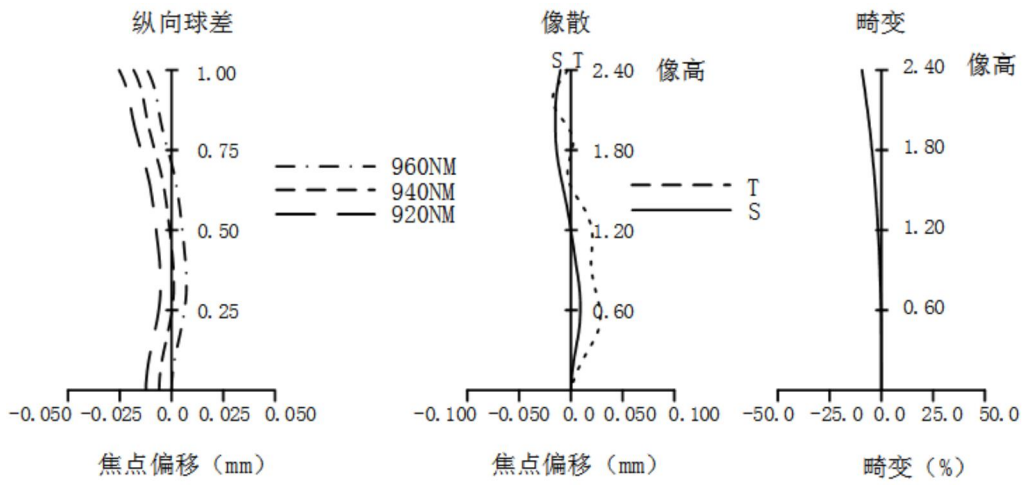


图2

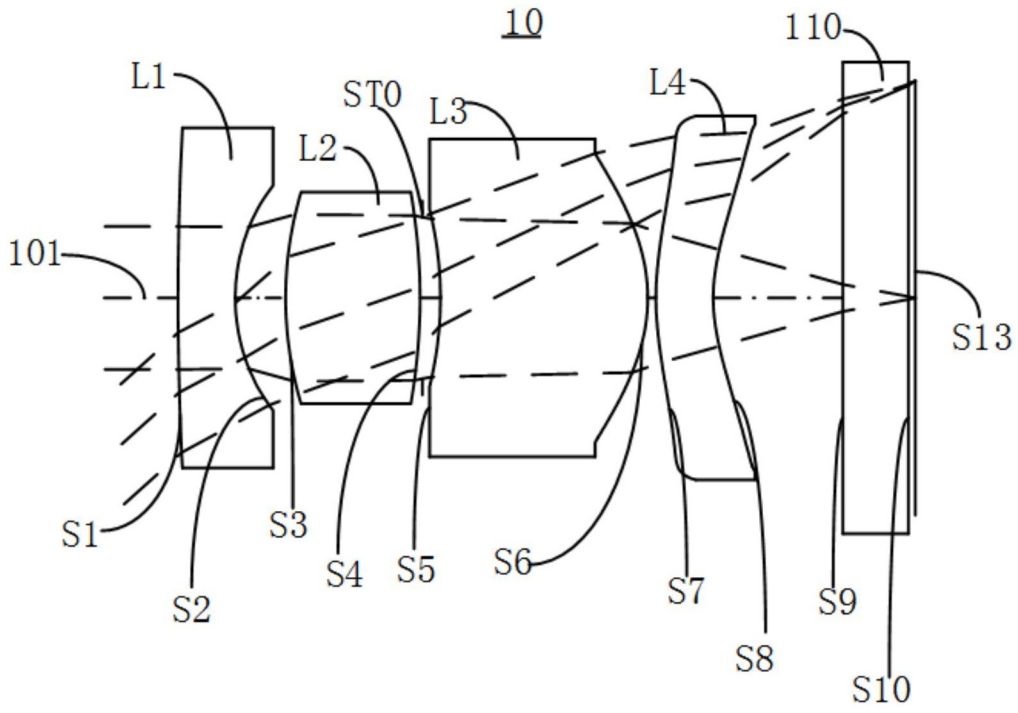


图3

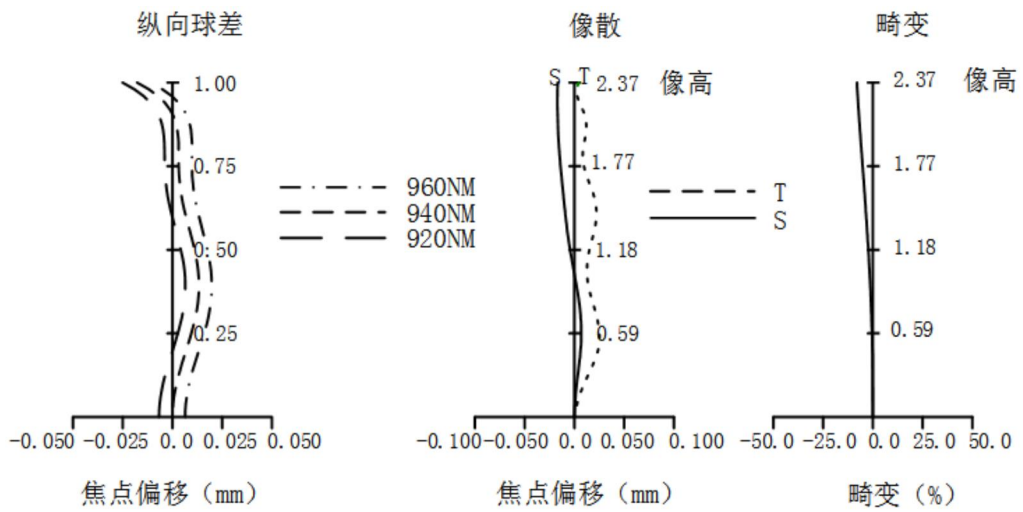


图4

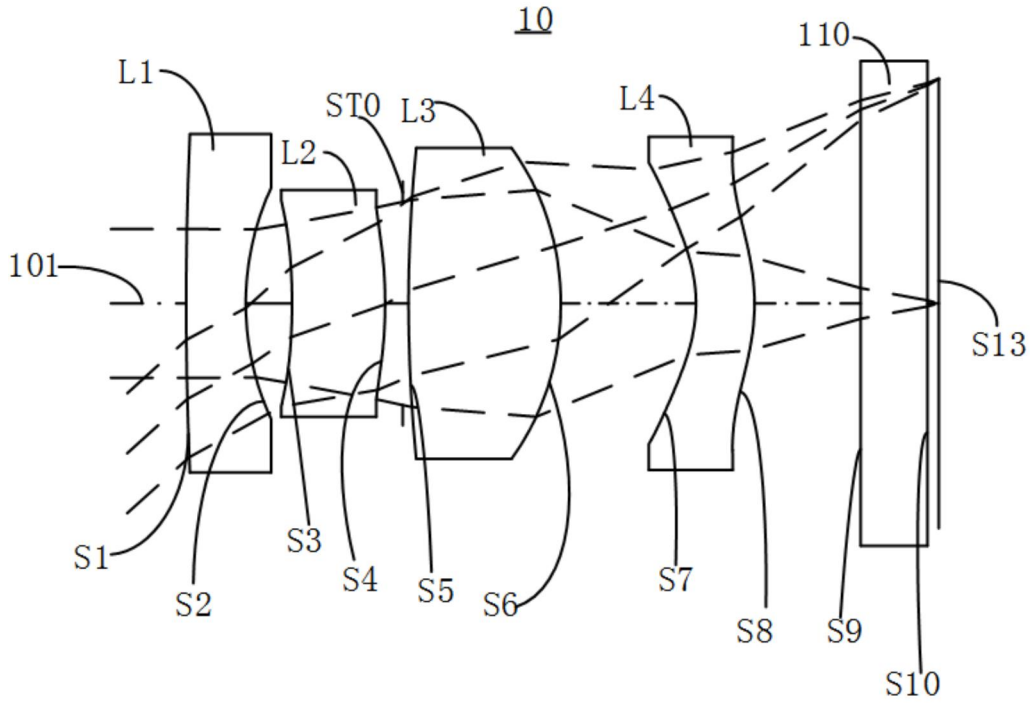


图5

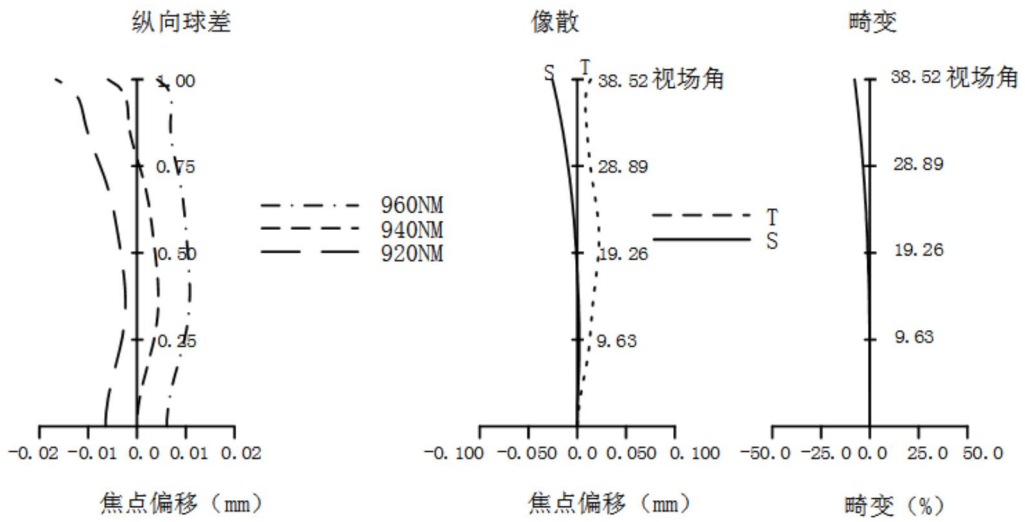


图6

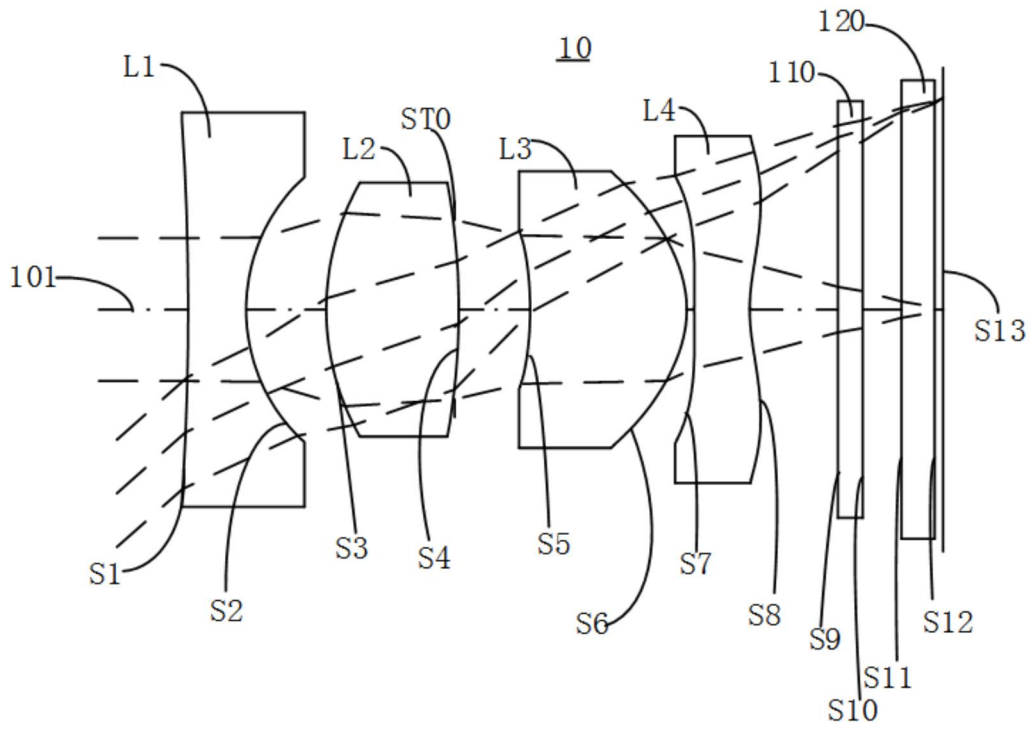


图7

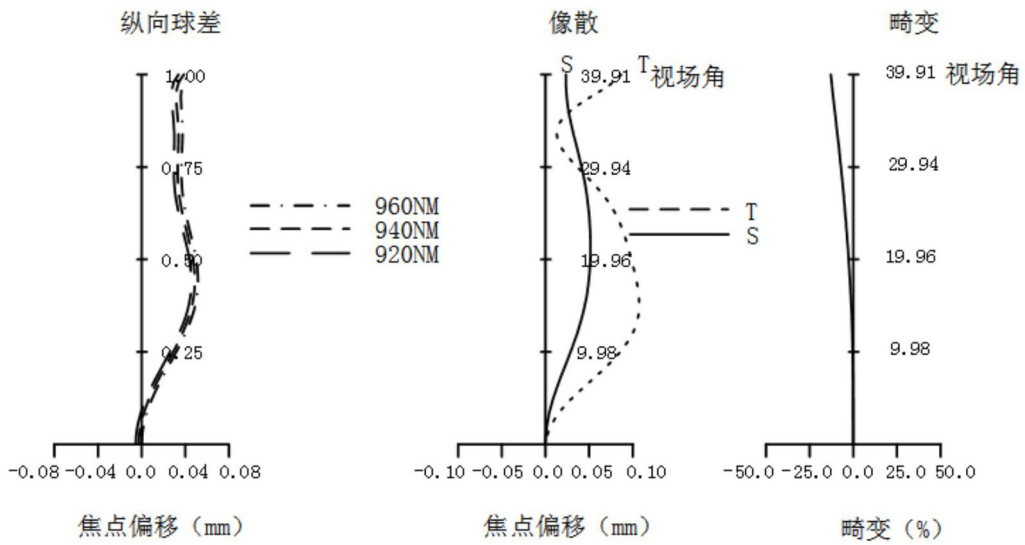


图8

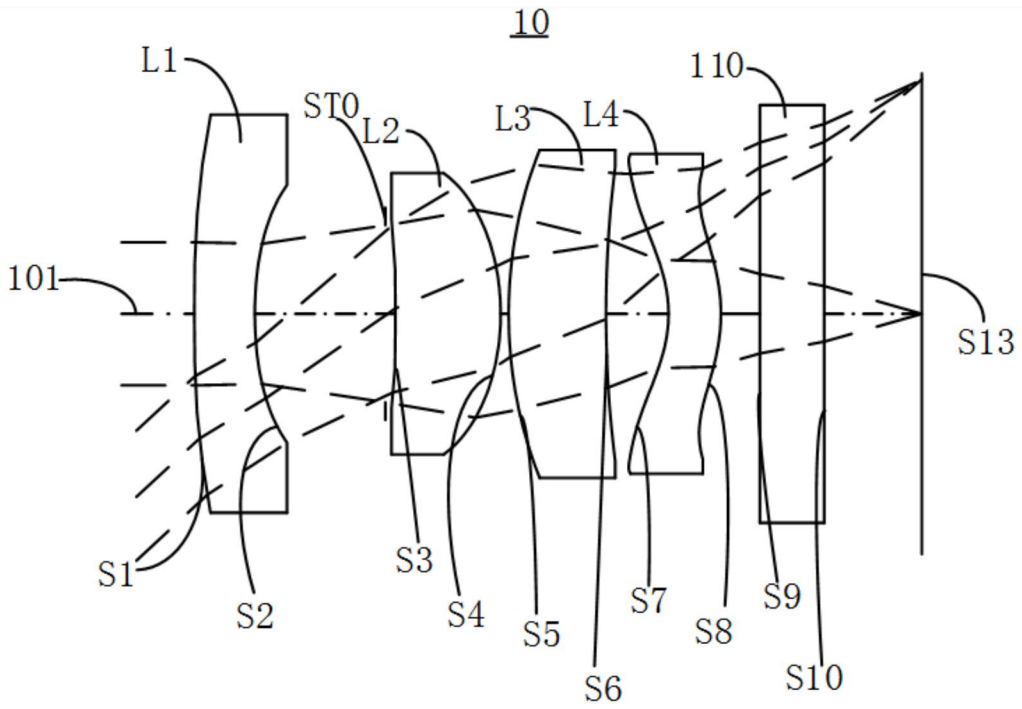


图9

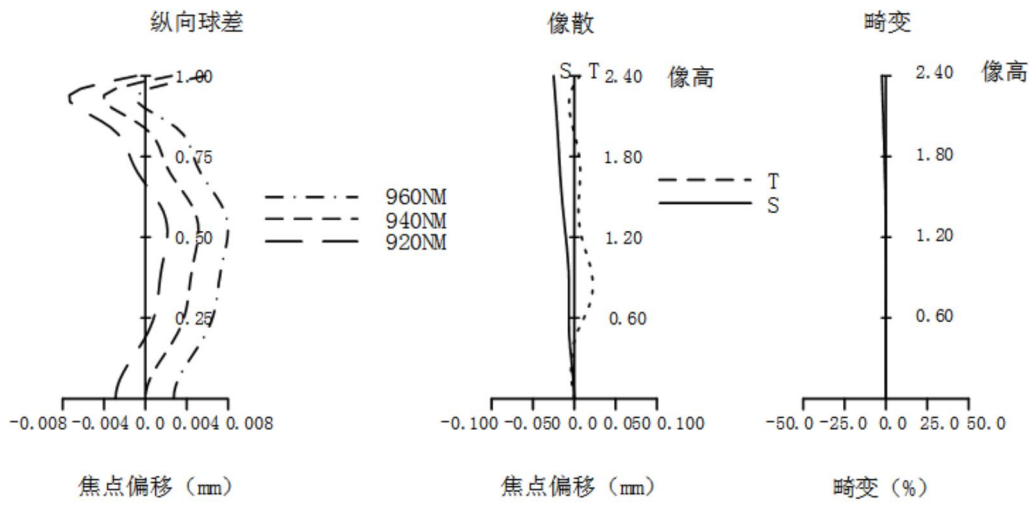


图10

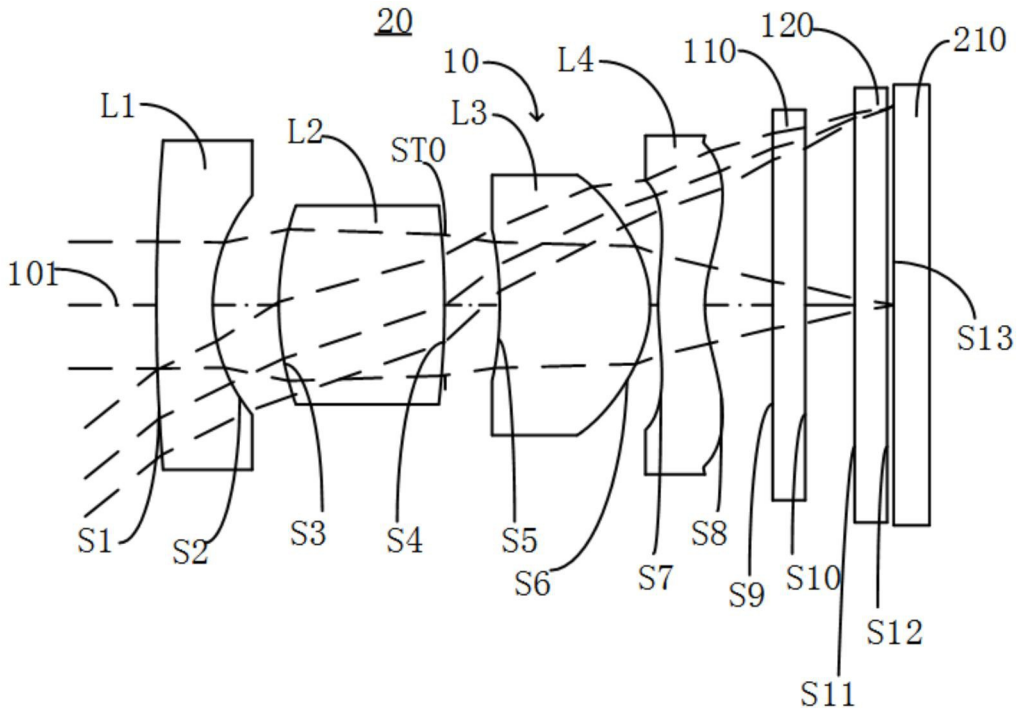


图11

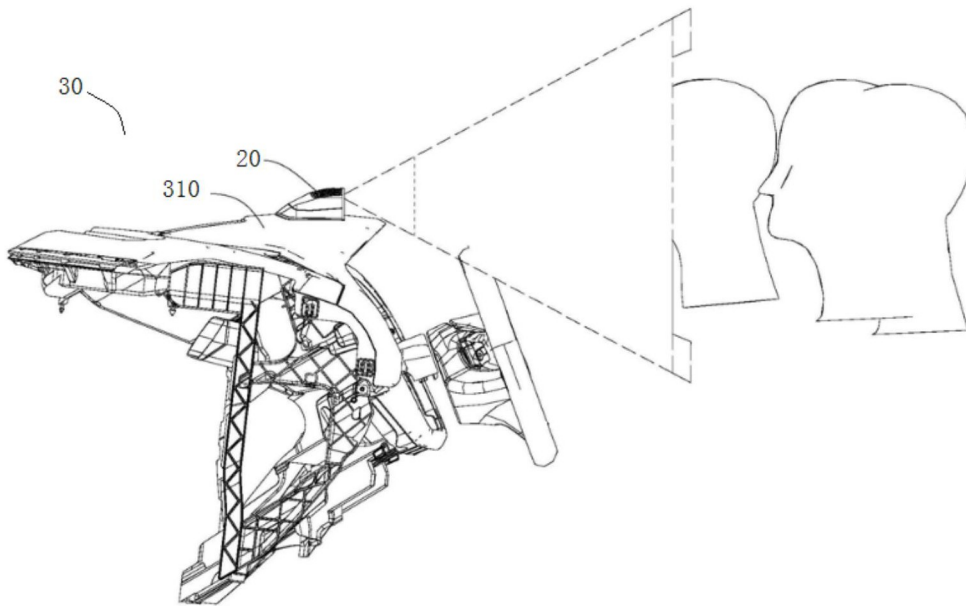


图12