

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2022 年 8 月 4 日 (04.08.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/161109 A1

(51) 国际专利分类号:
G02B 13/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/143954

(22) 国际申请日: 2021 年 12 月 31 日 (31.12.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202110113726.6 2021 年 1 月 27 日 (27.01.2021) CN

(71) 申请人: 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(72) 发明人: 张凯元 (ZHANG, Kaiyuan); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。徐运强 (HSU, Yun Chiang); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。周少攀 (ZHOU, Shaopan); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。封荣凯 (FENG, Rongkai); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(74) 代理人: 北京同达信恒知识产权代理有限公司 (TDIP & PARTNERS); 中国北京市西城区裕民路 18 号北环中心 A 座 2002, Beijing 100029 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第 21 条 (3))。

(54) Title: OPTICAL LENS, CAMERA MODULE, AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 发明名称: 一种光学镜头、摄像头模组及电子设备

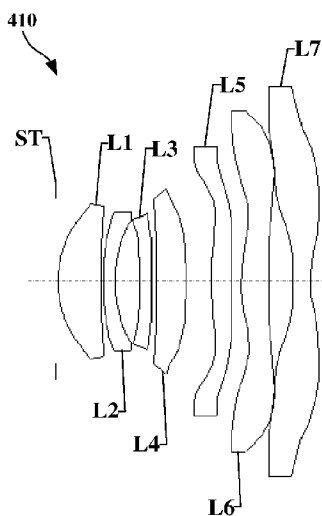


图 5

(57) Abstract: An optical lens (410), a camera module (400), and an electronic device (1), same being used to enable the optical lens (410) to be able to provide different depth of field ranges for different photographing scenarios, and shooting requirements for multiple scenarios being fulfilled. The optical lens (410) comprises a variable aperture (ST), a first lens (L1), a second lens (L2), a third lens (L3), a fourth lens (L4), a fifth lens (L5), a sixth lens (L6), and a seventh lens (L7) which are all arranged from an object side to an image side; the first lens (L1) has a positive optical power, an object side surface of the first lens (L1) near an optical axis is a convex surface, and an image side surface near the optical axis is a concave surface; the second lens (L2) has a negative optical power, an object side surface of the second lens (L2) near the optical axis is a convex surface, and an image side surface near the optical axis is a concave surface; an object side surface of the third lens (L3) near the optical axis is a concave surface; an object side surface of the seventh lens (L7) is an inflected surface; the focal length (f1) of the first lens (L1) and the focal length (EFL) of the optical lens (410) satisfy: $0 \leq f1/EFL \leq 1.1$; and the focal length (f3) of the third lens (L3) and the focal length (f4) of the fourth lens (L4) satisfy: $-4 \leq f3/f4 \leq -1.3$.

(57) 摘要：一种光学镜头（410）、摄像头模组（400）及电子设备（1），用以使光学镜头（410）能够为不同拍摄场景提供不同的景深范围，兼顾多场景的拍摄需求。光学镜头（410）包括沿物侧到像侧排列的可变光圈（ST）、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）、第六透镜（L6）及第七透镜（L7），第一透镜（L1）具有正光焦度，第一透镜（L1）的物侧表面近光轴处为凸面，像侧表面近光轴处为凹面；第二透镜（L2）具有负光焦度，第二透镜（L2）的物侧表面近光轴处为凸面，像侧表面近光轴处为凹面；第三透镜（L3）的物侧表面近光轴处为凹面；第七透镜（L7）的物侧表面为反曲面；第一透镜（L1）的焦距 f_1 与光学镜头（410）的焦距EFL满足： $0 \leq f_1/EFL \leq 1.1$ ；第三透镜（L3）的焦距 f_3 与第四透镜（L4）的焦距 f_4 满足： $-4 \leq f_3/f_4 \leq -1.3$ 。

一种光学镜头、摄像头模组及电子设备

相关申请的交叉引用

本申请要求在 2021 年 01 月 27 日提交中国专利局、申请号为 202110113726.6、申请名称为“一种光学镜头、摄像头模组及电子设备”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及电子设备技术领域，尤其涉及到一种光学镜头、摄像头模组及电子设备。

背景技术

为了提升手机的产品竞争力，集成高性能光学镜头已成为当前手机的重要发展趋势，手机镜头的变焦范围、解析度、成像质量等方面都需要有更进一步的提升。另外，光学镜头的景深也是影响其拍摄效果的重要因素，比如，在一些拍摄场景下，要使拍摄画面中的远景和近景同时清晰成像，需要利用小光圈的光学镜头进行拍摄；在另外一些拍摄场景下，要突出拍摄画面中的主体，使背景虚化，则需要利用大光圈的光学镜头进行拍摄。然而，目前市场上发布的手机镜头多数都是采用固定光圈的设计，不能兼顾多场景拍摄需求。

发明内容

本申请提供了一种光学镜头、摄像头模组及电子设备，用以使光学镜头能够为不同拍摄场景提供不同的景深范围，兼顾多场景的拍摄需求。

第一方面，本申请提供了一种光学镜头，该光学镜头可包括可变光圈及七片透镜，沿物侧到像侧，所述七片透镜分别为第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜及第七透镜。可变光圈设置在第一透镜的物侧，可变光圈的通光直径可调节，从而可以实现对光学镜头的光圈数的调节。第一透镜具有正光焦度，第一透镜的物侧表面的近光轴处为凸面，像侧表面的近光轴处为凹面，且第一透镜的焦距 f_1 与光学镜头的焦距 EFL 满足： $0 \leq f_1/EFL \leq 1.1$ 。第二透镜具有负光焦度，第二透镜的物侧表面的近光轴处为凸面，像侧表面的近光轴处为凹面。第三透镜的物侧表面的近光轴处为凹面，第三透镜的焦距 f_3 与第四透镜的焦距 f_4 满足： $-4 \leq f_3/f_4 \leq -1.3$ 。第七透镜的物侧表面为反曲面，这样有助于提升光学镜头的边缘视场像质。

上述方案中，本申请提供的光学镜头采用可变光圈结构，结合对透镜的相关参数的匹配设计，使光学镜头能够为不同场景提供不同的景深范围，因此可以兼顾多场景的拍摄需求。

在一些可能的实施方案中，第二透镜的物侧表面的近光轴处的曲率半径 R_3 与其像侧表面近光轴处的曲率半径 R_4 满足： $1.8 \leq (R_3+R_4)/(R_3-R_4) \leq 6.3$ ，这种设置有助于平衡光学镜头的光焦度配合，缩短光学镜头的总长 TTL。

在一些可能的实施方案中，光学镜头的总长 TTL、光学镜头的光圈数 Fno 以及光学镜头其成像面上可形成的半像高 $ImgH$ 满足： $TTL \times Fno/ImgH \geq 1.9$ 。

在一些可能的实施方案中,第五透镜的中心厚度 CT5、第七透镜的中心厚度 CT7 及光学镜头的半视场角 HFOV 满足: $0 \leq CT7 / (CT5 \times \tan(HFOV)) \leq 1.1$ 。

在一些可能的实施方案中,光学镜头的光圈数 Fno. 满足: $1.2 \leq Fno. \leq 8.0$ 。光学镜头的光圈数 Fno. 可通过改变可变光圈的通光直径来调整,不同的通光直径对应不同的光圈数 Fno., 也即对应不同的景深,从而可以使光学镜头适应不同的拍摄场景。

在一些可能的实施方案中,第六透镜的像侧表面近光轴处的曲率半径 R12 与光学镜头的焦距 EFL 满足: $0 \leq |EFL/R12| \leq 0.46$,从而有利于第六透镜与其它透镜形成较优的配合。

在一些可能的实施方案中,第七透镜的物侧表面的曲率半径 R13 与光学镜头的焦距 EFL 满足: $0 \leq |EFL/R13| \leq 0.9$ 。采用这种设计有利于第七透镜修正边缘视场像差,并缩短光学镜头的总长 TTL。

在一些可能的实施方案中,光学镜头的总长 TTL 与光学镜头的入瞳直径 EPD 满足: $1.5 \leq TTL/EPD \leq 10$; 这样可以较好地控制光学镜头的进光量,并保持光学镜头的总长 TTL。

在一些可能的实施方案中,沿所述光学镜头的光轴方向,第一透镜与第二透镜之间的间距 d1 满足: $d1/dm \leq 1$, 其中, dm 为第 m 透镜与第 m+1 透镜之间的间距, m 为自然数且 $2 \leq m \leq 6$ 。采用此种间隔配合,可以提高光学镜头的整体机械强度。

在一些可能的实施方案中,第一透镜的中心厚度 CT1 满足: $CT1/CTn \geq 1$, 其中, CTn 为第 n 透镜的中心厚度, n 为自然数且 $2 \leq n \leq 7$ 。采用此种厚度组合,配合光学镜头的光焦度组合,可以使光学镜头达到更好的成像质量。

在一些可能的实施方案中,光学镜头的具体结构形式可以为如下几种:

光学镜头的光圈数 Fno. 满足: $1.2 \leq Fno. \leq 4.0$; 第一透镜的焦距与光学镜头的焦距 EFL 满足: $f1/EFL=1$; 第三透镜的焦距 f3 与第四透镜的焦距 f4 满足: $f3/f4=-1.4$; 第二透镜的物侧表面近光轴处的曲率半径 R3 与其像侧表面近光轴处的曲率半径 R4 满足: $(R3+R4)/(R3-R4)=5$; 光学镜头的总长 TTL、光学镜头在其成像面上可形成的半像高 ImgH 及光学镜头的光圈数 Fno. 满足: $1.9 \leq TTL \times F/ImgH \leq 5.5$; 第五透镜的中心厚度 CT5、第七透镜的中心厚度 CT7 及光学镜头的半视场角 HFOV 满足: $CT7/[CT5 \times \tan(HFOV)]=0.8$; 第六透镜的像侧表面近光轴处的曲率半径 R12 与光学镜头的焦距 EFL 满足: $|EFL/R12|=0.4$; 第七透镜的物侧表面的曲率半径 R13 与光学镜头的焦距 EFL 满足: $|EFL/R13|=0.3$; 光学镜头的总长 TTL 与光学镜头的入瞳直径 EPD 满足: $1.84 \leq TTL/EPD \leq 4.8$; 沿光学镜头的光轴方向,第一透镜与第二透镜之间的间距 d1 满足: $0.1 \leq d1/dm \leq 0.5$; 第一透镜的中心厚度 CT1 满足: $1.4 \leq CT1/CTn \leq 3.5$; 或者,

光学镜头的光圈数 Fno. 满足: $1.2 \leq Fno. \leq 4.0$; 第一透镜的焦距与光学镜头的焦距 EFL 满足: $f1/EFL=0.98$; 第三透镜的焦距 f3 与第四透镜的焦距 f4 满足: $f3/f4=-1.64$; 第二透镜的物侧表面近光轴处的曲率半径 R3 与其像侧表面近光轴处的曲率半径 R4 满足: $(R3+R4)/(R3-R4)=3.68$; 光学镜头的总长 TTL、光学镜头在其成像面上可形成的半像高 ImgH 及光学镜头的光圈数 Fno. 满足: $2.0 \leq TTL \times Fno./ImgH \leq 5.6$; 第五透镜的中心厚度 CT5、第七透镜的中心厚度 CT7 及光学镜头的半视场角 HFOV 满足: $CT7/[CT5 \times \tan(HFOV)]=0.42$; 第六透镜的像侧表面近光轴处的曲率半径 R12 与光学镜头的焦距 EFL 满足: $|EFL/R12|=0.32$; 第七透镜的物侧表面的曲率半径 R13 与光学镜头的焦距 EFL 满足: $|EFL/R13|=0.37$; 光学镜头的总长 TTL 与光学镜头的入瞳直径 EPD 满足: $1.84 \leq TTL/EPD \leq 9.80$; 沿光学镜头的光轴方向,第一透镜与第二透镜之间的间距 d1 满足: $0.04 \leq d1/dm \leq 0.21$; 第一透镜的中

心厚度 CT1 满足: $1.78 \leq CT1/CTn \leq 5.00$; 或者;

光学镜头的光圈数 Fno. 满足: $1.2 \leq Fno. \leq 4.0$; 第一透镜的焦距与光学镜头的焦距 EFL 满足: $f1/EFL=1.1$; 第三透镜的焦距 f3 与第四透镜的焦距 f4 满足: $f3/f4=-4$; 第二透镜的物侧表面近光轴处的曲率半径 R3 与其像侧表面近光轴处的曲率半径 R4 满足: $(R3+R4)/(R3-R4)=5.73$; 光学镜头的总长 TTL、光学镜头在其成像面上可形成的半像高 ImgH 及光学镜头的光圈数 Fno. 满足: $2.33 \leq TTL \times F/ImgH \leq 6.24$; 第五透镜的中心厚度 CT5、第七透镜的中心厚度 CT7 及光学镜头的半视场角 HFOV 满足: $CT7/[CT5 \times \tan(HFOV)]=1$; 第六透镜的像侧表面近光轴处的曲率半径 R12 与光学镜头的焦距 EFL 满足: $|EFL/R12|=0.39$; 第七透镜的物侧表面的曲率半径 R13 与光学镜头的焦距 EFL 满足: $|EFL/R13|=2.19$; 光学镜头的总长 TTL 与光学镜头的入瞳直径 EPD 满足: $1.96 \leq TTL/EPD \leq 5.33$; 沿光学镜头的光轴方向, 第一透镜与第二透镜之间的间距 d1 满足: $0.07 \leq d1/dm \leq 0.22$; 第一透镜的中心厚度 CT1 满足: $1.25 \leq CT1/CTn \leq 5.00$; 或者;

光学镜头的光圈数 Fno. 满足: $1.2 \leq Fno. \leq 4.0$; 第一透镜的焦距与光学镜头的焦距 EFL 满足: $f1/EFL=1.09$; 第三透镜的焦距 f3 与第四透镜的焦距 f4 满足: $f3/f4=-3.61$; 第二透镜的物侧表面近光轴处的曲率半径 R3 与其像侧表面近光轴处的曲率半径 R4 满足: $(R3+R4)/(R3-R4)=5.58$; 光学镜头的总长 TTL、光学镜头在其成像面上可形成的半像高 ImgH 及光学镜头的光圈数 Fno. 满足: $2.33 \leq TTL \times Fno./ImgH \leq 6.25$; 第五透镜的中心厚度 CT5、第七透镜的中心厚度 CT7 及光学镜头的半视场角 HFOV 满足: $CT7/[CT5 \times \tan(HFOV)]=1.04$; 第六透镜的像侧表面近光轴处的曲率半径 R12 与光学镜头的焦距 EFL 满足: $|EFL/R12|=0.46$; 第七透镜的物侧表面的曲率半径 R13 与光学镜头的焦距 EFL 满足: $|EFL/R13|=2.19$; 光学镜头的总长 TTL 与光学镜头的入瞳直径 EPD 满足: $1.96 \leq TTL/EPD \leq 5.22$; 沿光学镜头的光轴方向, 第一透镜与第二透镜之间的间距 d1 满足: $0.07 \leq d1/dm \leq 0.21$; 第一透镜的中心厚度 CT1 满足: $1.39 \leq CT1/CTn \leq 3.41$; 或者;

光学镜头的光圈数 Fno. 满足: $1.2 \leq Fno. \leq 4.0$; 第一透镜的焦距与光学镜头的焦距 EFL 满足: $f1/EFL=1.05$; 第三透镜的焦距 f3 与第四透镜的焦距 f4 满足: $f3/f4=-1.55$; 第二透镜的物侧表面近光轴处的曲率半径 R3 与其像侧表面近光轴处的曲率半径 R4 满足: $(R3+R4)/(R3-R4)=5.54$; 光学镜头的总长 TTL、光学镜头在其成像面上可形成的半像高 ImgH 及光学镜头的光圈数 Fno. 满足: $2.07 \leq TTL \times Fno./ImgH \leq 5.62$; 第五透镜的中心厚度 CT5、第七透镜的中心厚度 CT7 及光学镜头的半视场角 HFOV 满足: $CT7/[CT5 \times \tan(HFOV)]=0.75$; 第六透镜的像侧表面近光轴处的曲率半径 R12 与光学镜头的焦距 EFL 满足: $|EFL/R12|=0.02$; 第七透镜的物侧表面的曲率半径 R13 与光学镜头的焦距 EFL 满足: $|EFL/R13|=0.26$; 光学镜头的总长 TTL 与光学镜头的入瞳直径 EPD 满足: $1.82 \leq TTL/EPD \leq 5.08$; 沿光学镜头的光轴方向, 第一透镜与第二透镜之间的间距 d1 满足: $0.11 \leq d1/dm \leq 0.66$; 第一透镜的中心厚度 CT1 满足: $1.41 \leq CT1/CTn \leq 3.48$; 或者;

光学镜头的光圈数 Fno. 满足: $1.2 \leq Fno. \leq 8.0$; 第一透镜的焦距与光学镜头的焦距 EFL 满足: $f1/EFL=1.03$; 第三透镜的焦距 f3 与第四透镜的焦距 f4 满足: $f3/f4=-2.35$; 第二透镜的物侧表面近光轴处的曲率半径 R3 与其像侧表面近光轴处的曲率半径 R4 满足: $(R3+R4)/(R3-R4)=4.93$; 光学镜头的总长 TTL、光学镜头在其成像面上可形成的半像高 ImgH 及光学镜头的光圈数 Fno. 满足: $1.87 \leq TTL \times Fno./ImgH \leq 5.74$; 第五透镜的中心厚度 CT5、第七透镜的中心厚度 CT7 及光学镜头的半视场角 HFOV 满足: $CT7/[CT5 \times \tan(HFOV)]=0.46$;

第六透镜的像侧表面近光轴处的曲率半径 R_{12} 与光学镜头的焦距 EFL 满足: $|EFL/R_{12}|=0.11$; 第七透镜的物侧表面的曲率半径 R_{13} 与光学镜头的焦距 EFL 满足: $|EFL/R_{13}|=2.10$; 光学镜头的总长 TTL 与光学镜头的入瞳直径 EPD 满足: $1.74 \leq TTL/EPD \leq 5.25$; 沿光学镜头的光轴方向, 第一透镜与第二透镜之间的间距 d_1 满足: $0.05 \leq d_1/dm \leq 0.16$; 第一透镜的中心厚度 CT_1 满足: $1.6 \leq CT_1/CT_n \leq 4.89$ 。

第二方面, 本申请还提供了一种摄像头模组, 该摄像头模组可包括图像传感器以及前述任一可能的实施方案中的光学镜头, 图像传感器设置在光学镜头的成像面, 可用于将光学镜头传递的光信号变换为图像信号。该摄像头模组可以兼顾不同场景的拍摄需求。

第三方面, 本申请还提供了一种电子设备, 该电子设备包括壳体以及前述方案中的摄像头模组, 摄像头模组固定于壳体。壳体上设置有进光孔, 电子设备外部的光线能够穿过进光孔进入电子设备的内部, 从而被摄像头模组采集并成像。该电子设备的摄像头模组可以兼顾不同场景的拍摄需求, 且成像质量较高。

附图说明

图 1 为本申请实施例提供的电子设备的结构示意图;
图 2 为图 1 中电子设备的局部分解示意图;
图 3 为图 1 中的电子设备在 A-A 处的局部剖视图;
图 4 为本申请实施例提供的摄像头模组的结构示意图;
图 5 为本申请实施例提供的光学镜头的结构示意图;
图 6a 为本申请实施例提供的第一种光学镜头处于第一成像模式时的结构示意图;
图 6b 为本申请实施例提供的第一种光学镜头处于第二成像模式时的结构示意图;
图 7a 为本申请实施例提供的第一种光学镜头处于第一成像模式时的轴向色差曲线图;
图 7b 为本申请实施例提供的第一种光学镜头处于第二成像模式时的轴向色差曲线图;
图 8a 为本申请实施例提供的第一种光学镜头处于第一成像模式时的横向色差曲线图;
图 8b 为本申请实施例提供的第一种光学镜头处于第二成像模式时的横向色差曲线图;
图 9a 为本申请实施例提供的第一种光学镜头处于第一成像模式时的光学畸变曲线图;
图 9b 为本申请实施例提供的第一种光学镜头处于第二成像模式时的光学畸变曲线图;
图 10a 为本申请实施例提供的第二种光学镜头处于第一成像模式时的结构示意图;
图 10b 为本申请实施例提供的第二种光学镜头处于第二成像模式时的结构示意图;
图 11a 为本申请实施例提供的第二种光学镜头处于第一成像模式时的轴向色差曲线图;
图 11b 为本申请实施例提供的第二种光学镜头处于第二成像模式时的轴向色差曲线图;
图 12a 为本申请实施例提供的第二种光学镜头处于第一成像模式时的横向色差曲线图;
图 12b 为本申请实施例提供的第二种光学镜头处于第二成像模式时的横向色差曲线图;
图 13a 为本申请实施例提供的第二种光学镜头处于第一成像模式时的光学畸变曲线图;
图 13b 为本申请实施例提供的第二种光学镜头处于第二成像模式时的光学畸变曲线图;
图 14a 为本申请实施例提供的第三种光学镜头处于第一成像模式时的结构示意图;
图 14b 为本申请实施例提供的第三种光学镜头处于第二成像模式时的结构示意图;
图 15a 为本申请实施例提供的第三种光学镜头处于第一成像模式时的轴向色差曲线图;
图 15b 为本申请实施例提供的第三种光学镜头处于第二成像模式时的轴向色差曲线图;
图 16a 为本申请实施例提供的第三种光学镜头处于第一成像模式时的横向色差曲线图;

图 16b 为本申请实施例提供的第三种光学镜头处于第二成像模式时的横向色差曲线图；
图 17a 为本申请实施例提供的第三种光学镜头处于第一成像模式时的光学畸变曲线图；
图 17b 为本申请实施例提供的第三种光学镜头处于第二成像模式时的光学畸变曲线图；
图 18a 为本申请实施例提供的第四种光学镜头处于第一成像模式时的结构示意图；
5 图 18b 为本申请实施例提供的第四种光学镜头处于第二成像模式时的结构示意图；
图 19a 为本申请实施例提供的第四种光学镜头处于第一成像模式时的轴向色差曲线图；
图 19b 为本申请实施例提供的第四种光学镜头处于第二成像模式时的轴向色差曲线图；
图 20a 为本申请实施例提供的第四种光学镜头处于第一成像模式时的横向色差曲线图；
图 20b 为本申请实施例提供的第四种光学镜头处于第二成像模式时的横向色差曲线图；
10 图 21a 为本申请实施例提供的第四种光学镜头处于第一成像模式时的光学畸变曲线图；
图 21b 为本申请实施例提供的第四种光学镜头处于第二成像模式时的光学畸变曲线图；
图 22a 为本申请实施例提供的第五种光学镜头处于第一成像模式时的结构示意图；
图 22b 为本申请实施例提供的第五种光学镜头处于第二成像模式时的结构示意图；
图 23a 为本申请实施例提供的第五种光学镜头处于第一成像模式时的轴向色差曲线图；
15 图 23b 为本申请实施例提供的第五种光学镜头处于第二成像模式时的轴向色差曲线图；
图 24a 为本申请实施例提供的第五种光学镜头处于第一成像模式时的横向色差曲线图；
图 24b 为本申请实施例提供的第五种光学镜头处于第二成像模式时的横向色差曲线图；
图 25a 为本申请实施例提供的第五种光学镜头处于第一成像模式时的光学畸变曲线图；
图 25b 为本申请实施例提供的第五种光学镜头处于第二成像模式时的光学畸变曲线图；
20 图 26a 为本申请实施例提供的第六种光学镜头处于第一成像模式时的结构示意图；
图 26b 为本申请实施例提供的第六种光学镜头处于第二成像模式时的结构示意图；
图 27a 为本申请实施例提供的第六种光学镜头处于第一成像模式时的轴向色差曲线图；
图 27b 为本申请实施例提供的第六种光学镜头处于第二成像模式时的轴向色差曲线图；
图 28a 为本申请实施例提供的第六种光学镜头处于第一成像模式时的横向色差曲线图；
25 图 28b 为本申请实施例提供的第六种光学镜头处于第二成像模式时的横向色差曲线图；
图 29a 为本申请实施例提供的第六种光学镜头处于第一成像模式时的光学畸变曲线图；
图 29b 为本申请实施例提供的第六种光学镜头处于第二成像模式时的光学畸变曲线图。
附图标记：

1-电子设备；100-壳体；200-显示屏；300-电路板；400-摄像头模组；110-中框；
30 120-后盖；210-显示面板；220-第一盖板；310-避让空间；1201-进光孔；
1202-摄像头装饰件；1203-第二盖板；410-光学镜头；420-模组电路板；
430-图像传感器；440-滤光片；421-沉槽；450-支撑件。

具体实施方式

35 为方便理解本申请实施例提供的光学镜头，首先对本申请中涉及到的相关英文简写以及名词概念进行简单说明：

F# F-number F 数/光圈，是镜头的焦距/镜头的入瞳直径得出的相对值（相对孔径的倒数），光圈 F 值愈小，在同一单位时间内的进光量便愈多，光圈 F 值越大，景深愈小，拍照的背景内容将会虚化，类似长焦镜头的效果；

40 EFL effect focal length，镜头的有效焦距；

TTL total track length, 镜头的总长, 具体指镜头最靠近被摄体的表面至成像面的距离;

FOV field of view, 视场角;

HFOV Half- FOV, 半视场角;

5 EPD entrance pupil diameter, 入瞳直径;

光焦度, 等于像侧光束会聚度与物侧光束会聚度之差。正光焦度的透镜具有正的焦距, 可将光线聚拢; 负光焦度的透镜具有负的焦距、可将光线发散;

物侧可以理解为靠近被摄取物的一侧, 像侧可以理解为靠近成像面的一侧;

10 透镜的物侧表面为透镜靠近被摄取物的一侧表面, 透镜的像侧表面为透镜靠近成像面的一侧表面;

近光轴处可以理解为透镜表面靠近光轴的区域。

请参考图 1 所示, 图 1 为本申请实施例提供的电子设备的结构示意图。电子设备 1 可以为手机、平板电脑 (tablet personal computer)、膝上型电脑 (laptop computer)、个人数码助理 (personal digital assistant, 简称 PDA)、照相机、个人计算机、笔记本电脑、车载设备、可穿戴设备、增强现实 (augmented reality, 简称 AR) 眼镜、AR 头盔、虚拟现实 (virtual reality, 简称 VR) 眼镜或者 VR 头盔、或者具有拍照及摄像功能的其它形态的设备。图 1 所示实施例的电子设备以手机为例进行阐述。

20 图 2 为图 1 中电子设备的局部分解示意图。请一并参考图 1 和图 2, 电子设备 1 可以包括壳体 100、显示屏 200、电路板 300 及摄像头模组 400。需要说明的是, 图 1、图 2 以及下文相关附图仅示意性的示出了电子设备 1 包括的一些部件, 这些部件的实际形状、实际大小、实际位置 and 实际构造不受图 1、图 2 以及下文各附图限定。

为了便于描述, 定义电子设备 1 的宽度方向为 x 轴, 电子设备的长度方向为 y 轴, 电子设备 1 的厚度方向为 z 轴, 其中, x 轴、y 轴、z 轴两两垂直。可以理解的是, 电子设备 1 的坐标系设置可以根据具体实际需要灵活设置。

25 其中, 壳体 100 可以包括中框 110 以及后盖 120, 后盖 120 固定于中框 110 的一侧。在一种实施方式中, 后盖 120 可以通过粘胶固定连接于中框 110。在另一种实施方式中, 后盖 120 与中框 110 也可以形成一体成型结构, 即后盖与中框为一个整体结构。

在其它实施例中, 壳体 100 也可以包括中板 (图中未示出)。中板连接于中框 110 的内侧, 与后盖 120 相对且间隔设置。

30 请再次参考图 2, 显示屏 200 固定于中框 110 上与后盖 120 相对的另一侧, 此时, 显示屏 200 与后盖 120 相对设置。显示屏 200、中框 110 与后盖 120 共同围出电子设备 1 的内部。电子设备 1 的内部可用于放置电子设备 1 的器件, 例如电路板 300、摄像头模组 400、电池、受话器以及麦克风等。

在本实施例中, 显示屏 200 可用于显示图像、文字等。显示屏 200 可以为平面屏, 也可以为曲面屏。显示屏 200 包括显示面板 210 与第一盖板 220, 第一盖板 220 叠置于显示面板 210 背离中框 110 的一侧。第一盖板 220 可以紧贴显示面板 210 设置, 可主要用于对显示面板 210 起到保护以及防尘作用。第一盖板 220 的材质为透明材料, 例如, 可以为玻璃或者塑料。显示面板 210 可以采用液晶显示面板 (Liquid Crystal Display, 简称 LCD), 有机发光二极管 (organic light-emitting diode, 简称 OLED) 显示面板, 有源矩阵有机发光二极体或主动矩阵有机发光二极体 (active-matrix organic light-emitting diode, 简称

AMOLED)显示面板,量子点发光二极管(quantum dot light emitting diodes,简称QLED)显示面板,或者微发光二极管(Micro Light Emitting Diode,简称Micro LED)显示面板等。

图3为图1中的电子设备在A-A处的局部剖视图。一并参考图2和图3,电路板300固定于电子设备1的内部。具体地,电路板300可以固定于显示屏200朝向后盖120的一侧。在其它实施例中,当中框110包括中板时,电路板300可以固定在中板朝向后盖120的一侧表面。可以理解的,电路板300可以为硬质电路板,也可以为柔性电路板,也可以为软硬结合电路板。电路板300可以用于承载芯片、电容、电感等电子器件,并可以实现电子器件之间的电连接,其中,芯片可以为中央处理器(central processing unit,简称CPU)、图形处理器(graphics processing unit,简称GPU)、数字信号处理芯片(digital signal processing,简称DSP)以及通用存储器(universal flash storage,简称UFS)等。

请继续参考图2和图3,摄像头模组400固定在壳体100内,用于使电子设备1实现拍照或者录像等功能。具体地,摄像头模组400可以固定于显示屏200朝向后盖120的一侧。在其它实施例中,当中框110包括中板时,摄像头模组400也可以固定在中板朝向后盖120的一侧表面。

另外,电路板300上可设置有避让空间310,避让空间310的形状可以为与摄像头模组400的形状相匹配的形状,例如图2所示意的矩形形状。当然,在其它实施方式中,避让空间310还可以为圆形、椭圆形或者其它不规则形状等,本申请对此不做具体限制。摄像头模组400位于避让空间310内。这样,在z轴方向上,摄像头模组400与电路板300具有重叠区域,从而避免了因摄像头模组400堆叠于电路板而导致电子设备1的厚度增大。在其它实施例中,电路板300也可以未设置避让空间310,此时,摄像头模组400可以直接堆叠于电路板300,或者通过其它支撑结构与电路板300间隔设置。

在本实施例中,摄像头模组400电连接于电路板300。具体的,摄像头模组400通过电路板300电连接于CPU。当CPU接收到用户的指令时,CPU能够通过电路板300向摄像头模组400发送信号,以控制摄像头模组400拍摄图像或者录像。在其它实施例中,当电子设备1未设置电路板300时,摄像头模组400也可以直接接收用户的指令,并根据用户的指令进行拍摄图像或者录像。

请再次参考图3,后盖120开设有进光孔1201,进光孔1201可将电子设备1的内部连通至电子设备1的外部。电子设备1还包括摄像头装饰件1202和第二盖板1203。部分摄像头装饰件1202可以固定于后盖120的内表面,部分摄像头装饰件1202接触于进光孔1201的孔壁。第二盖板1203固定连接在摄像头装饰件1202的内壁。摄像头装饰件1202与第二盖板1203将电子设备1的内部与电子设备1的外部隔开,从而避免外界的水或者灰尘经进光孔1201进入电子设备1的内部。第二盖板1203的材质为透明材料,例如,可以为玻璃或者塑料。电子设备1外部的环境光线能够穿过第二盖板1203进入电子设备1的内部。摄像头模组400采集进入电子设备1内部的环境光线。

可以理解的是,进光孔1201的形状不仅限于附图1及附图2所示意的圆形。例如,进光孔1201的形状也可以为椭圆形或者其它不规则形状等。

在其它实施例中,摄像头模组400也可以采集穿过后盖120的环境光线。具体的,后盖120的材质为透明材料,例如,玻璃或者塑料。后盖120朝向电子设备1内部的表面部分涂覆油墨,部分未涂覆油墨。此时,未涂覆油墨的区域可形成透光区域。当环境光线经该透光区域进入电子设备1的内部时,摄像头模组400即可采集到环境光线。也就是说,

本实施例的电子设备 1 可以无需开设进光孔,也无需设置摄像头装饰件 1202 和第二盖板 1203,电子设备 1 的整体性较佳,成本较低。

值得一提的是,在其它一些实施例中,摄像头模组 400 还可以固定于后盖 120 朝向显示屏 200 的一侧,此时,显示面板 210 上可设置开孔,电子设备 1 外部的光线能够依次穿过第一盖板 220 和开孔进入电子设备 1 的内部,从而被摄像头模组 400 采集并形成图像或视频。也就是说,本实施例中的摄像头模组 400 既可以用作为前置摄像头模组,也可以用作作为后置摄像头模组,具体可以根据电子设备 1 的功能需求进行设置,此处不再过多赘述。

请参考图 4 所示,图 4 为本申请实施例提供的摄像头模组的结构示意图。摄像头模组 400 可以包括光学镜头 410、模组电路板 420、图像传感器 430 及滤光片 440。需要说明的是,光学镜头 410 的光轴方向与摄像头模组 400 的光轴方向相同。

其中,该光学镜头 410 可安装被摄体(物面)与图像传感器 430(像面)之间,光学镜头 410 用于形成被摄体的像(即光信号),图像传感器 430 用于将被摄体的像(即光信号)转换为图像信号并输出,以便于实现摄像头模组的拍照或录像功能。

模组电路板 420 固定于光学镜头 410 的出光侧,也即模组电路板 420 位于光学镜头 410 的像侧。模组电路板 420 可以电连接于电路板,以使信号能够在电路板与模组电路板 420 之间传输。可以理解的,模组电路板 420 可以为硬质电路板,也可以为柔性电路板,也可以为软硬结合电路板,本申请对此不做限制。

请继续参考图 4,图像传感器 430 固定于模组电路板 420 朝向光学镜头 410 的一侧。图像传感器 430 与模组电路板 420 电连接,这样,当图像传感器 430 采集环境光线之后,图像传感器 430 根据环境光线产生信号,并将信号经模组电路板 420 传输至电路板。具体实施时,图像传感器 430 可以是金属氧化物半导体元件(complementary metal-oxide-semiconductor,简称 CMOS)或者电荷耦合元件(charge coupled device,简称 CCD)等图像传感器。

在其它实施方式中,模组电路板 420 上还可安装有电子元器件或者其它芯片(例如驱动芯片)。电子元器件或者其它芯片设于图像传感器 430 的周边。电子元器件或者其它芯片用于辅助图像传感器 430 采集环境光线,以及辅助图像传感器 430 对所采集的环境光线进行信号处理。

在其它实施方式中,模组电路板 420 可以在局部设置沉槽 421,此时,图像传感器 430 可安装于沉槽 421 内。这样,图像传感器 430 与模组电路板 420 在 z 轴方向上具有重叠区域,此时,摄像头模组 400 在 z 轴方向上可以设置得较薄。

请继续参考图 4,滤光片 440 位于图像传感器 430 朝向光学镜头 410 的一侧。滤光片 440 可以用于过滤穿过光学镜头 410 的环境光线的杂光,并使过滤后的环境光线传播至图像传感器 430,从而保证电子设备拍摄图像具有较佳的清晰度。滤光片 440 可以为但不限于为蓝色玻璃滤光片。例如,滤光片 440 还可以为反射式红外滤光片,或者是双通滤光片(双通滤光片可使环境光线中的可见光和红外光同时透过,或者使环境光线中的可见光和其它特定波长的光线(例如紫外光)同时透过,或者使红外光和其它特定波长的光线(例如紫外光)同时透过)。

为了将滤光片 440 的位置进行固定,摄像头模组 400 还可包括设置于光学镜头 410 与模组电路板 420 之间的支撑件 450,支撑件 450 的两侧分别与光学镜头 410 和模组电路板 420 固定连接,具体固定方式可以为粘接。滤光片 440 可设置于支撑件 450 的其中一侧。

支撑件 450 上对应图像传感器 430 的区域开设有通孔 451, 以使环境光线能够顺利射入图像传感器 430。

在摄像头模组中, 光学镜头是影响摄像头模组的成像质量的最关键部件。光学镜头的变焦范围、解析度、景深等都会影响其成像效果。其中, 景深是指光学镜头前沿能够取得清晰图像的成像所测定的被摄体前后距离范围, 或者可以理解为, 当光学镜头聚焦完成后, 焦点前后的范围所呈现的清晰图像的距离范围。光学镜头的景深与其光圈相关, 光圈越大, 景深越浅, 光圈越小, 景深越深。因此, 在一些拍摄场景下, 如果要使拍摄画面中的远景和近景能够同时清晰成像, 就需要利用小光圈的光学镜头进行拍摄; 在另外一些场景下, 如果想要突出拍摄画面中的主体, 则需要利用大光圈的光学镜头进行拍摄。然而, 目前应用于手机等电子设备中的光学镜头多数都是采用固定光圈的设计, 不能兼顾多场景的拍摄需求, 因此对电子设备在拍照方面的性能形成了制约, 影响电子设备整体性能的进一步提升。

针对上述问题, 在本申请实施例还提供了一种光学镜头, 该光学镜头采用可变光圈结构, 并结合对透镜的相关参数的匹配设计, 使光学镜头能够为不同场景提供不同的景深范围, 从而兼顾多场景的拍摄需求。

参考图 5 所示, 图 5 为本申请实施例提供的光学镜头的结构示意图。该光学镜头 410 可包括多片具有光焦度的透镜以及可变光圈 ST, 其中, 可变光圈 ST 可设置于多片透镜的物侧, 其通光直径可调节。可以理解的, 通过调节可变光圈 ST 的通光直径即可调整光学镜头 410 的进光量, 并调节光学镜头 410 的光圈数 $Fno.$, 进而实现对光学镜头 410 的景深的调节。具体实施时, 可变光圈 ST 可以采用“猫眼式”光圈、“虹膜型”光圈、瞬时光圈、兼快门光圈等等, 本申请对此不作限制。

示例性地, 透镜的数量可以七片, 沿物侧到像侧, 该七片透镜分别为第一透镜 L1、第二透镜 L2、第三透镜 L3、第四透镜 L4、第五透镜 L5、第六透镜 L6 及第七透镜 L7。具体实施时, 这些透镜可以为非球面透镜, 这样可以消除像差, 有利于提高光学镜头 410 的成像质量。此时, 各片透镜均可以采用树脂材质, 以降低光学镜头 410 的制作工艺难度以及制作成本。当然, 在其它一些实施例中, 各片透镜也可以采用玻璃材质; 或者部分透镜采用玻璃材质, 部分透镜采用树脂材质, 具体可以根据实际应用进行选择, 本申请对此不作限制。

在光学镜头 410 的各片透镜中, 第一透镜 L1 可具有正光焦度, 第一透镜 L1 的物侧表面进光轴处为凸面, 像侧表面进光轴处为凹面, 且第一透镜 L1 的焦距 $f1$ 与光学镜头 410 的焦距 EFL 满足: $0 \leq f1/EFL \leq 1.1$ 。

第二透镜 L2 可具有负光焦度, 第二透镜 L2 的物侧表面近光轴处为凸面, 像侧表面近光轴处为凹面。另外, 第二透镜 L2 的物侧表面近光轴处的曲率半径 $R3$ 与其像侧表面近光轴处的曲率半径 $R4$ 满足: $1.8 \leq (R3+R4)/(R3-R4) \leq 6.3$, 这种设置有助于平衡光学镜头 410 的光焦度配合, 缩短光学镜头 410 的总长 TTL。

第三透镜 L3 的物侧表面近光轴处为凹面, 第三透镜 L3 的焦距 $f3$ 与第四透镜 L4 的焦距 $f4$ 满足: $-4 \leq f3/f4 \leq -1.3$ 。

第五透镜 L5 的中心厚度 $CT5$ 、第七透镜 L7 的中心厚度 $CT7$ 及光学镜头 410 的半视场角 HFOV 满足: $0 \leq CT7/[CT5 \times \tan(HFOV)] \leq 1.1$ 。

第六透镜 L6 的像侧表面近光轴处的曲率半径 $R12$ 与光学镜头 410 的焦距 EFL 满足:

$0 \leq |EFL/R12| \leq 0.46$, 从而有利于第六透镜 L6 与其它透镜形成较优的配合。

第七透镜 L7 的物侧表面为反曲面, 这样有助于提升摄像头模组的边缘视场像质。另外, 第七透镜 L7 的物侧表面的曲率半径 R13 与光学镜头 410 的焦距 EFL 满足: $0 \leq |EFL/R13| \leq 2.2$ 。采用这种设计有利于第七透镜修正边缘视场像差, 并缩短光学镜头 410 的总长 TTL。

5 光学镜头 410 的总长 TTL、光学镜头 410 在其成像面上可形成的半像高 ImgH 及光学镜头 410 的光圈数 Fno. 满足: $TTL \times Fno./ImgH \geq 1.8$ 。

光学镜头 410 的总长 TTL 与光学镜头 410 的入瞳直径 EPD 满足: $1.5 \leq TTL/EPD \leq 10$, 这样可以较好地控制光学镜头 410 的进光量, 并保持光学镜头 410 的总长 TTL。

沿光学镜头 410 的光轴方向, 光学镜头 410 的各片透镜之间的间隔也满足一定的条件。具体来说, 定义第一透镜 L1 与第二透镜 L2 之间的间距为 d1, 第二透镜 L2 与第三透镜 L3 之间的间距为 d2, 第三透镜 L3 与第四透镜 L4 之间的间距为 d3, 第四透镜 L4 与第五透镜 L5 之间的间距为 d4, 第五透镜 L5 与第六透镜 L6 之间的间距为 d5, 第六透镜 L6 与第七透镜 L7 之间的间距为 d7, dm 表示 d2, d3, d4, d5, d6 之间的任意值, d1 与 dm 之间满足 $d1/dm \leq 1$ 。采用此种间隔配合, 可以提高光学镜头 410 的整体机械强度。需要说明的是, 10 第一透镜 L1 与第二透镜 L2 之间的间距 d1 可以理解为第一透镜 L1 的像侧表面的中心与第二透镜 L2 的物侧表面的中心在光轴方向的距离, 类似地, 其它相邻的透镜之间的间隔也可参照 d1 的定义, 此处不再进行赘述。

此外, 定义第一透镜 L1 的中心厚度为 CT1, 第二透镜 L2 的中心厚度为 CT2, 第三透镜 L3 的中心厚度为 CT3, 第四透镜 L4 的中心厚度为 CT4, 第五透镜 L5 的中心厚度为 CT5, 20 第六透镜 L6 的中心厚度为 CT6, 第七透镜 L7 的中心厚度为 CT7, CTn 表示 CT2, CT3, CT4, CT5, CT6, CT7 之间的任意值, CT1 与 CTn 之间满足 $CT1/CTn \geq 1$ 。采用此种厚度组合, 配合光学镜头 410 的光焦度组合, 可以使光学镜头 410 达到更好的成像质量。其中, 透镜的中心厚度可以理解为透镜中心位置的厚度, 也即光轴穿过透镜的位置的厚度。

如前所述, 本申请实施例的光学镜头 410 可通过改变可变光圈 ST 的通光直径来调整 25 光圈数 Fno., 不同的通光直径对应不同的光圈数 Fno., 也即对应不同的景深, 从而可以使光学镜头 410 适应不同的拍摄场景。可变光圈 ST 的通光直径可在第一通光直径与第二通光直径之间调节, 第一通光直径大于第二通光直径。当可变光圈 ST 的通光直径为第一通光直径时, 光学镜头 410 的光圈数 Fno. 为 F1, 定义此状态下的光学镜头 410 为第一成像模式; 当可变光圈 ST 的通光直径为第二通光直径时, 光学镜头 410 的光圈数 Fno. 为 F2, 定义此状态下的光学镜头 410 为第二成像模式。可以理解的, $F1 < F2$, 示例性地, F1 的取值可以为 1.2, F2 的取值可以为 8.0, 也即, 本申请实施例的光学镜头 410 的光圈数 Fno. 的取值范围可在 1.2~8.0 之间。

一并参考图 6a 和图 6b 所示, 图 6a 为本申请实施例提供的第一种光学镜头处于第一成像模式时的结构示意图, 图 6b 为本申请实施例提供的第一种光学镜头处于第二成像模式 35 时的结构示意图。当光学镜头 410 处于第一成像模式时, 光学镜头 410 的光圈数 Fno. 相对较小, 具有大光圈特性, 因此可以使景深变浅, 并使对焦点清晰, 而其它处在非景深范围内的景物会被虚化, 从而能够更好地突出主体、精简画面; 另外, 采用大光圈也意味着单位时间内进入光学镜头的光线将增加, 当画面曝光量不变时, 第一成像模式下就可以提高快门速度, 在光线不足或者黑暗的环境中手持拍摄时, 快门速度的提高能够减轻手的抖动 40 对画面清晰度的影响, 从而有利于使摄像头模组拍摄出效果更好的夜景图片。当光学镜头

410 处于第二成像模式时, 光学镜头 410 的光圈数 F_{no} 相对较大, 具有小光圈特性, 因此能够获得大景深, 使对焦主体以外的背景或者前景也能够保持清晰; 另外, 小光圈可以减小光学镜头 410 的进光量, 这样可以放慢快门速度, 从而有利于使运动的物体在画面上留下运动痕迹, 因此光学镜头 410 在第二成像模式下还可以拍摄流水、车轨、星轨以及光绘等景象。

应当理解的是, 本申请实施例提供的光学镜头 410 并不限于上述的两种成像模式, 例如, 当可变光圈 ST 的通光直径调整为第一通光直径与第二通光直径之间的其它值时, 光学镜头 410 的光圈数 F_{no} 也相应地调整为 1.2~8.0 之间的其它数值, 示例性地, 光圈数 F_{no} 还可以取值为 2.0, 2.8, 4, 5.6, 等等。对应每一个光圈数 F_{no} , 光学镜头 410 均可以实现与之相对应的成像模式, 从而能够适应更多的拍摄场景。

通过以上描述可以看出, 本申请实施例的光学镜头 410 采用可变光圈的结构设计, 能够为不同场景提供不同的景深范围, 因此可以兼顾多场景的拍摄需求, 另外, 该光学镜头 410 配合具有大靶面的图像传感器, 可以实现更好的光学品质, 从而有利于提高摄像头模组的成像质量。

为方便理解本申请实施例提供的光学镜头 410 在不同场景下的拍摄效果, 下面结合具体的实施例对光学镜头 410 在第一成像模式和第二成像模式下的成像效果进行详细的说明。

请再次参考图 6a 和图 6b, 该光学镜头 410 包括可变光圈 ST 和七片具有光焦度的透镜, 七片透镜分别为第一透镜 L1、第二透镜 L2、第三透镜 L3、第四透镜 L4、第五透镜 L5、第六透镜 L6 及第七透镜 L7, 可变光圈 ST 位于第一透镜 L1 的物侧。另外, 摄像头模组的滤光片 440 位于第七透镜 L7 的像侧, 图像传感器 430 位于滤光片 440 的像侧。

该实施例中, 光学镜头 410 的光圈数 F_{no} 满足: $1.2 \leq F_{no} \leq 4.0$, 在第一成像模式下, 光学镜头 410 的光圈数 F_{no} 为 1.2, 在第二成像模式下, 光学镜头 410 的光圈数 F_{no} 为 4.0;

第一透镜 L1 的焦距 f_1 与光学镜头 410 的焦距 EFL 满足: $f_1/EFL=1$;

第三透镜 L3 的焦距 f_3 与第四透镜 L4 的焦距 f_4 满足: $f_3/f_4=-1.4$;

第二透镜 L2 的物侧表面近光轴处的曲率半径 R_3 与其像侧表面近光轴处的曲率半径 R_4 满足: $(R_3+R_4)/(R_3-R_4)=5$;

光学镜头 410 的总长 TTL、光学镜头 410 在其成像面上可形成的半像高 $ImgH$ 及光学镜头 410 的光圈数 F_{no} 满足: $1.9 \leq TTL \times F_{no}/ImgH \leq 5.5$;

第五透镜 L5 的中心厚度 CT_5 、第七透镜 L7 的中心厚度 CT_7 及光学镜头 410 的半视场角 HFOV 满足: $CT_7/[CT_5 \times \tan(HFOV)]=0.8$;

第六透镜 L6 的像侧表面近光轴处的曲率半径 R_{12} 与光学镜头 410 的焦距 EFL 满足: $|EFL/R_{12}|=0.4$;

第七透镜 L7 的物侧表面的曲率半径 R_{13} 与光学镜头 410 的焦距 EFL 满足: $|EFL/R_{13}|=0.3$;

光学镜头 410 的总长 TTL 与光学镜头 410 的入瞳直径 EPD 满足: $1.84 \leq TTL/EPD \leq 4.8$;

沿光学镜头 410 的光轴方向, 第一透镜 L1 与第二透镜 L2 之间的间距 d_1 满足: $0.1 \leq d_1/d_m \leq 0.5$, 其中, d_m 为第 m 透镜与第 $m+1$ 透镜之间的间距, m 为自然数且 $2 \leq m \leq 6$;

第一透镜 L1 的中心厚度 CT_1 满足: $1.4 \leq CT_1/CT_n \leq 3.5$, 其中, CT_n 为第 n 透镜的中心厚度, n 为自然数且 $2 \leq n \leq 7$ 。

光学镜头 410 的其它设计参数具体请参考表 1 所示。

表 1

焦距EFL (mm)	5.662
F值	1.2~4.0
半视场角HFOV	42.4°
光学镜头的总长TTL (mm)	7.24
设计波长	650nm,610nm,555nm,510nm,470nm

本申请实施例中光学镜头 410 的各片透镜均可以为非球面透镜，即光学镜头 410 共包含 14 个非球面。一并参考表 2 和表 3，其中，表 2 为光学镜头 410 中各片透镜的曲率半径、厚度、折射率、阿贝系数，表 3 为各片透镜的非球面系数。在表 2 与表 3 中，S1 与 S2 分别表示第一透镜的物侧表面与像侧表面，S3 与 S4 分别表示第二透镜的物侧表面与像侧表面，S5 与 S6 分别表示第三透镜的物侧表面与像侧表面，S7 与 S8 分别表示第四透镜的物侧表面与像侧表面，S9 与 S10 分别表示第五透镜的物侧表面与像侧表面，S11 与 S12 分别表示第六透镜的物侧表面与像侧表面，S13 与 S14 分别表示第七透镜的物侧表面与像侧表面。

表 2

	说明	曲率半径	厚度		折射率		阿贝系数	
ST	可变光圈	无穷	d0	0.06	-	-	-	-
S1	第一透镜	2.541	CT1	1.036	n1	1.55	V1	55.93
S2		11.699	d1	0.053				
S3	第二透镜	4.920	CT2	0.300	n2	1.67	V2	19.24
S4		3.267	d2	0.575				
S5	第三透镜	-40.604	CT3	0.300	n3	1.67	V3	19.24
S6		26.041	d3	0.101				
S7	第四透镜	9.364	CT4	0.719	n4	1.55	V4	55.93
S8		-932.259	d4	0.623				
S9	第五透镜	8.392	CT5	0.480	n5	1.57	V5	37.40
S10		18.223	d5	0.247				
S11	第六透镜	5.018	CT6	0.661	n6	1.55	V6	55.93
S12		-16.139	d6	0.574				
S13	第七透镜	-17.515	CT7	0.420	n7	1.54	V7	55.66
S14		-26.093	-	-				

表 3

	类型	r ₀	K	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6
S1	扩展非球面	1.890	0.000	-2.52E-02	-1.44E-02	-6.21E-03	-1.44E-03	-4.54E-04	3.20E-05	-3.46E-05

S2	扩展非 球面	1.813	0.000	-8.83E-02	1.30E-02	-8.63E-03	2.05E-03	-1.04E-03	3.30E-04	-1.38E-04
S3	扩展非 球面	1.688	0.000	-5.90E-02	4.21E-02	-3.05E-03	2.66E-03	-6.73E-04	2.35E-04	-7.65E-05
S4	扩展非 球面	1.489	0.000	9.57E-04	1.79E-02	1.20E-03	9.59E-04	9.40E-05	4.00E-05	2.33E-05
S5	扩展非 球面	1.499	0.000	-1.26E-01	-3.59E-03	-9.58E-05	1.04E-03	-1.34E-04	1.10E-04	-7.11E-05
S6	扩展非 球面	1.648	0.000	-1.78E-01	2.60E-02	8.01E-04	2.64E-03	-5.36E-04	8.99E-05	-7.39E-05
S7	扩展非 球面	2.007	0.000	-3.45E-01	7.78E-02	-7.23E-03	9.95E-07	-2.89E-03	4.42E-04	1.72E-05
S8	扩展非 球面	2.264	0.000	-5.54E-01	7.43E-02	1.66E-02	-1.00E-03	-5.81E-03	-3.48E-03	-9.91E-04
S9	扩展非 球面	2.945	0.000	-1.07E+00	4.93E-02	1.11E-01	9.99E-03	-2.71E-02	-1.14E-02	6.40E-03
S10	扩展非 球面	3.275	0.000	-8.53E-01	2.25E-01	1.15E-02	-1.15E-02	-2.55E-03	-7.42E-03	9.20E-03
S11	扩展非 球面	3.880	0.000	-2.48E+00	4.87E-01	-5.51E-02	-8.47E-02	8.36E-02	-4.06E-02	1.07E-02
S12	扩展非 球面	4.144	0.000	4.12E-01	-5.44E-01	1.55E-01	-7.84E-02	4.53E-02	-1.97E-02	2.52E-02
S13	扩展非 球面	4.493	0.000	-5.76E-01	-2.96E-01	-7.61E-02	-2.03E-01	1.41E-01	1.78E-01	1.52E-01
S14	扩展非 球面	4.750	0.000	5.30E-01	2.70E-01	6.31E-01	-3.24E-01	2.09E-01	1.48E-01	4.03E-02
	类型	R	K	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13
S1	扩展非 球面	1.890	0.000	2.51E-05	-2.34E-05	4.03E-07	-6.77E-06	9.54E-06	1.82E-07	0.00E+00
S2	扩展非 球面	1.813	0.000	1.00E-05	-1.96E-05	2.42E-06	2.50E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
S3	扩展非 球面	1.688	0.000	1.95E-06	-2.22E-05	-9.13E-06	-1.24E-05	1.71E-07	0.00E+00	0.00E+00
S4	扩展非 球面	1.489	0.000	-1.41E-06	8.78E-06	-8.46E-07	3.77E-06	-3.02E-06	0.00E+00	0.00E+00
S5	扩展非 球面	1.499	0.000	4.67E-05	-2.11E-05	2.23E-05	-1.11E-05	6.57E-06	2.48E-08	0.00E+00
S6	扩展非 球面	1.648	0.000	6.18E-05	-1.50E-05	9.83E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
S7	扩展非 球面	2.007	0.000	-5.87E-05	-1.59E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
S8	扩展非 球面	2.264	0.000	-8.20E-05	2.01E-05	-1.10E-05	-1.68E-05	-2.90E-05	-6.28E-07	0.00E+00
S9	扩展非 球面	2.945	0.000	3.92E-03	-1.45E-03	-1.44E-03	1.41E-04	1.89E-04	1.77E-06	0.00E+00
S10	扩展非 球面	3.275	0.000	-4.35E-03	-6.60E-04	4.63E-04	1.08E-03	-9.48E-04	1.83E-04	1.29E-04
S11	扩展非 球面	3.880	0.000	-1.73E-03	4.28E-04	-2.14E-03	2.93E-03	-1.94E-03	6.05E-04	-1.28E-04
S12	扩展非 球面	4.144	0.000	-7.93E-03	4.97E-03	-7.29E-03	1.54E-03	-8.63E-04	5.72E-04	2.60E-05

S13	扩展非 球面	4.493	0.000	3.03E-02	5.57E-03	-1.95E-03	-1.21E-02	-2.18E-02	-8.44E-03	2.34E-03
S14	扩展非 球面	4.750	0.000	1.49E-02	5.59E-02	-4.03E-03	-5.69E-03	-3.30E-04	-2.90E-07	0.00E+00

表3中所示的光学镜头410的14个非球面中,所有扩展非球面面型 z 可利用但不限于一下非球面公式进行限定:

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (K+1)c^2r^2}} + u^4 \sum_{x=0}^{13} A_x Q_x^{con}(u^2)$$

5 其中, z 为非球面的矢高, r 为非球面的归一化径向坐标, r 等于非球面的实际径向坐标除以归一化半径 r_0 , c 为非球面顶点球曲率, K 为二次曲面常数, A_x 为非球面系数, Q_x^{con} 为非球面多项式, $Q_x^{con}(u^2) = P_x^{(0,4)}(2u-1)$, P_x 为雅可比多项式。

对图6a和图6b所示的光学镜头进行仿真,下面结合附图详细说明其仿真结果。

10 图7a为本申请实施例提供的第一种光学镜头处于第一成像模式时的轴向色差曲线图,沿远离坐标原点的方向,纵坐标轴上各个刻度的值依次为0.25、0.50、0.75、1.00。图中分别示出了650nm、610nm、555nm、510nm、470nm波长的颜色光聚焦深度位置的仿真结果,可以看出,光学镜头在第一成像模式下的轴向色差控制在一个很小的范围内;

15 图7b为本申请实施例提供的第一种光学镜头处于第二成像模式时的轴向色差曲线图,沿远离坐标原点的方向,纵坐标轴上各个刻度的值依次为0.25、0.50、0.75、1.00。图中分别示出了650nm、610nm、555nm、510nm、470nm波长的颜色光聚焦深度位置的仿真结果,可以看出,光学镜头在第二成像模式下的轴向色差控制在一个很小的范围内;

图8a为本申请实施例提供的第一种光学镜头处于第一成像模式时的横向色差曲线图,图中的五条实线曲线分别为650nm、610nm、555nm、510nm、470nm波长的颜色光,可以看出,光学镜头在第一成像模式下的横向色差控制在一个很小的范围内;

20 图8b为本申请实施例提供的第一种光学镜头处于第二成像模式时的横向色差曲线图,图中的五条实线曲线分别为650nm、610nm、555nm、510nm、470nm波长的颜色光,可以看出,光学镜头在第二成像模式下的横向色差控制在一个很小的范围内;

25 图9a为本申请实施例提供的第一种光学镜头处于第一成像模式时的光学畸变曲线图,表示成像变形与理想形状的差异,可以看出在该模式下可将光学畸变基本控制在小于2.5%的范围内;

图9b为本申请实施例提供的第一种光学镜头处于第二成像模式时的光学畸变曲线图,表示成像变形与理想形状的差异,可以看出在该模式下可将光学畸变基本控制在小于2.5%的范围内。

30 请一并参考图10a和图10b所示,图10a为本申请实施例提供的第二种摄像头模组处于第一成像模式时的结构示意图,图10b为本申请实施例提供的第二种摄像头模组处于第二成像模式时的结构示意图。该光学镜头410包括可变光圈ST和七片具有光焦度的透镜,七片透镜分别为第一透镜L1、第二透镜L2、第三透镜L3、第四透镜L4、第五透镜L5、第六透镜L6及第七透镜L7,可变光圈ST位于第一透镜L1的物侧。另外,摄像头模组的滤光片440位于第七透镜L7的像侧,图像传感器430位于滤光片440的像侧。

35

该实施例中, 光学镜头 410 的光圈数 F_{no} 满足: $1.2 \leq F_{no} \leq 4.0$, 在第一成像模式下, 光学镜头 410 的光圈数 F_{no} 为 1.2, 在第二成像模式下, 光学镜头 410 的光圈数 F_{no} 为 4.0;

第一透镜 L1 的焦距 f_1 与光学镜头 410 的焦距 EFL 满足: $f_1/EFL=0.98$;

第三透镜 L3 的焦距 f_3 与第四透镜 L4 的焦距 f_4 满足: $f_3/f_4=-1.64$;

第二透镜 L2 的物侧表面近光轴处的曲率半径 R_3 与其像侧表面近光轴处的曲率半径 R_4 满足: $(R_3+R_4)/(R_3-R_4)=3.68$;

光学镜头 410 的总长 TTL、光学镜头 410 在其成像面上可形成的半像高 $ImgH$ 及光学镜头 410 的光圈数 F_{no} 满足: $2.0 \leq TTL \times F_{no}/ImgH \leq 5.6$;

第五透镜 L5 的中心厚度 CT_5 、第七透镜 L7 的中心厚度 CT_7 及光学镜头 410 的半视场角 HFOV 满足: $CT_7/[CT_5 \times \tan(HFOV)]=0.42$;

第六透镜 L6 的像侧表面近光轴处的曲率半径 R_{12} 与光学镜头 410 的焦距 EFL 满足: $|EFL/R_{12}|=0.32$;

第七透镜 L7 的物侧表面的曲率半径 R_{13} 与光学镜头 410 的焦距 EFL 满足: $|EFL/R_{13}|=0.37$;

光学镜头 410 的总长 TTL 与光学镜头 410 的入瞳直径 EPD 满足: $1.84 \leq TTL/EPD \leq 9.80$;

沿光学镜头 410 的光轴方向, 第一透镜 L1 与第二透镜 L2 之间的间距 d_1 满足: $0.04 \leq d_1/d_m \leq 0.21$, 其中, d_m 为第 m 透镜与第 $m+1$ 透镜之间的间距, m 为自然数且 $2 \leq m \leq 6$;

第一透镜 L1 的中心厚度 CT_1 满足: $1.78 \leq CT_1/CT_n \leq 5.00$, 其中, CT_n 为第 n 透镜的中心厚度, n 为自然数且 $2 \leq n \leq 7$ 。

光学镜头 410 的其它设计参数具体请参考表 4 所示。

表 4

焦距EFL (mm)	6.009
F值	1.2~4.0
半视场角HFOV	41.4°
光学镜头的总长TTL (mm)	7.4
设计波长	650nm,610nm,555nm,510nm,470nm

本申请实施例中光学镜头 410 的各片透镜均可以为非球面透镜, 即光学镜头 410 共包含 14 个非球面。一并参考 5 和表 6, 其中, 表 5 为光学镜头 410 中各片透镜的曲率半径、厚度、折射率、阿贝系数, 表 6 为各片透镜的非球面系数。在表 5 与表 6 中, S1 与 S2 分别表示第一透镜的物侧表面与像侧表面, S3 与 S4 分别表示第二透镜的物侧表面与像侧表面, S5 与 S6 分别表示第三透镜的物侧表面与像侧表面, S7 与 S8 分别表示第四透镜的物侧表面与像侧表面, S9 与 S10 分别表示第五透镜的物侧表面与像侧表面, S11 与 S12 分别表示第六透镜的物侧表面与像侧表面, S13 与 S14 分别表示第七透镜的物侧表面与像侧表面。

表 5

	说明	曲率半径	厚度		折射率		阿贝系数	
ST	可变光圈	无穷	d0	0.1	-	-	-	-
S1	第一透镜	2.619	CT1	1.139	n1	1.55	V1	55.93
S2		11.795	d1	0.036				
S3	第二透镜	5.173	CT2	0.300	n2	1.67	V2	19.24
S4		3.320	d2	0.619				
S5	第三透镜	-316.996	CT3	0.343	n3	1.67	V3	19.24
S6		22.757	d3	0.173				
S7	第四透镜	20.456	CT4	0.642	n4	1.55	V4	55.93
S8		-21.122	d4	0.568				
S9	第五透镜	3.819	CT5	0.469	n5	1.57	V5	37.40
S10		4.044	d5	0.541				
S11	第六透镜	5.177	CT6	0.511	n6	1.55	V6	55.93
S12		-13.372	d6	0.798				
S13	第七透镜	8.820	CT7	0.228	n7	1.54	V7	55.66
S14		1.818	-	-				

表 6

	类型	r ₀	K	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6
S1	扩展非球面	2.028	0.000	9.62E-03	-3.36E-03	-2.94E-03	-1.29E-03	-6.19E-04	-1.96E-04	-2.70E-05
S2	扩展非球面	1.931	0.000	-5.15E-02	1.68E-02	-7.62E-03	9.62E-04	-1.33E-03	6.78E-04	3.62E-05
S3	扩展非球面	1.821	0.000	-6.66E-02	4.09E-02	-1.98E-03	1.50E-03	-1.10E-03	4.03E-04	2.24E-05
S4	扩展非球面	1.632	0.000	-4.19E-03	2.03E-02	2.80E-03	6.39E-04	-4.63E-04	-3.47E-04	-2.44E-04
S5	扩展非球面	1.612	0.000	-1.76E-01	-9.92E-04	2.80E-03	4.93E-04	-3.99E-04	-2.40E-04	-1.01E-04
S6	扩展非球面	1.598	0.000	-1.58E-01	1.06E-02	4.38E-03	1.04E-03	-2.01E-04	-4.40E-05	-3.26E-05
S7	扩展非球面	1.881	0.000	-2.25E-01	2.98E-02	9.27E-03	-9.63E-04	-1.83E-03	-5.17E-05	1.11E-04
S8	扩展非球面	2.105	0.000	-3.99E-01	3.19E-02	9.18E-03	2.46E-03	-1.38E-03	-4.35E-04	-2.76E-04
S9	扩展非球面	2.714	0.000	-1.41E+00	8.58E-02	4.59E-04	9.57E-03	-2.25E-03	2.57E-03	2.18E-04
S10	扩展非球面	3.073	0.000	-1.82E+00	2.77E-01	-3.38E-02	-2.04E-03	-1.72E-03	5.22E-03	-3.09E-04
S11	扩展非球面	4.055	0.000	-2.53E+00	3.95E-01	1.01E-01	-1.54E-01	7.04E-02	-3.83E-03	-1.52E-02

S12	扩展非球面	4.346	0.000	4.90E-01	-5.05E-01	3.10E-01	-1.14E-01	8.47E-02	-4.52E-02	2.93E-03
S13	扩展非球面	4.532	0.000	-2.69E+00	1.22E+00	-6.22E-01	2.98E-01	-1.35E-01	3.35E-02	-6.52E-03
S14	扩展非球面	4.705	-1.000	-8.04E+00	2.12E+00	-6.32E-01	2.23E-01	-1.41E-01	7.17E-02	-3.27E-02
	类型	R	K	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13
S1	扩展非球面	2.028	0.000	6.83E-05	6.14E-05	4.75E-05	2.24E-05	1.13E-05	0.00E+00	0.00E+00
S2	扩展非球面	1.931	0.000	2.11E-04	2.41E-05	3.89E-05	-4.43E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
S3	扩展非球面	1.821	0.000	1.54E-04	4.03E-05	4.35E-05	1.19E-05	7.59E-06	0.00E+00	0.00E+00
S4	扩展非球面	1.632	0.000	-1.40E-04	-7.80E-05	-3.66E-05	-1.72E-05	-5.84E-06	0.00E+00	0.00E+00
S5	扩展非球面	1.612	0.000	-2.89E-05	-1.96E-05	-1.50E-05	-9.13E-06	-2.28E-06	0.00E+00	0.00E+00
S6	扩展非球面	1.598	0.000	5.80E-06	-2.88E-06	4.02E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
S7	扩展非球面	1.881	0.000	2.42E-05	-3.64E-05	-1.22E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
S8	扩展非球面	2.105	0.000	-1.23E-04	-5.47E-05	-2.69E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
S9	扩展非球面	2.714	0.000	-8.11E-04	-1.54E-04	-2.91E-05	8.52E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
S10	扩展非球面	3.073	0.000	-1.86E-03	6.08E-04	-1.83E-05	9.37E-05	-1.10E-04	2.28E-05	1.03E-05
S11	扩展非球面	4.055	0.000	1.15E-03	6.93E-03	-4.70E-03	7.60E-05	2.49E-04	-1.03E-04	-1.60E-04
S12	扩展非球面	4.346	0.000	9.35E-05	1.34E-03	-3.94E-03	8.19E-04	-1.65E-03	5.23E-04	5.16E-04
S13	扩展非球面	4.532	0.000	6.85E-03	-3.80E-03	3.29E-03	-1.65E-03	-3.98E-04	8.65E-04	-6.31E-04
S14	扩展非球面	4.705	-1.000	1.36E-02	-6.71E-03	6.55E-03	-2.30E-03	-4.14E-04	-4.50E-04	5.41E-04

表6中所示的光学镜头410的14个非球面中,所有扩展非球面面型 z 可利用但不限于一下非球面公式进行限定:

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (K + 1)c^2r^2}} + u^4 \sum_{x=0}^{13} A_x Q_x^{con}(u^2)$$

5 其中, z 为非球面的矢高, r 为非球面的归一化径向坐标, r 等于非球面的实际径向坐标除以归一化半径 r_0 , c 为非球面顶点球曲率, K 为二次曲面常数, A_x 为非球面系数, Q_x^{con} 为非球面多项式, $Q_x^{con}(u^2) = P_x^{(0,4)}(2u - 1)$, P_x 为雅可比多项式。

对图10a和图10b所示的光学镜头进行仿真,下面结合附图详细说明其仿真结果。

10 图11a为本申请实施例提供的第二种光学镜头处于第一成像模式时的轴向色差曲线图,沿远离坐标原点的方向,纵坐标轴上各个刻度的值依次为0.25、0.50、0.75、1.00。图中分

别示出了 650nm、610nm、555nm、510nm、470nm 波长的颜色光聚焦深度位置的仿真结果，可以看出，光学镜头在第一成像模式下的轴向色差控制在一个很小的范围内；

图 11b 为本申请实施例提供的第二种光学镜头处于第二成像模式时的轴向色差曲线图，沿远离坐标原点的方向，纵坐标轴上各个刻度的值依次为 0.25、0.50、0.75、1.00。图中分别示出了 650nm、610nm、555nm、510nm、470nm 波长的颜色光聚焦深度位置的仿真结果，可以看出，光学镜头在第二成像模式下的轴向色差控制在一个很小的范围内；

图 12a 为本申请实施例提供的第二种光学镜头处于第一成像模式时的横向色差曲线图，图中的五条实线曲线分别为 650nm、610nm、555nm、510nm、470nm 波长的颜色光，可以看出，光学镜头在第一成像模式下的横向色差控制在一个很小的范围内；

图 12b 为本申请实施例提供的第二种光学镜头处于第二成像模式时的横向色差曲线图，图中的五条实线曲线分别为 650nm、610nm、555nm、510nm、470nm 波长的颜色光，可以看出，光学镜头在第二成像模式下的横向色差控制在一个很小的范围内；

图 13a 为本申请实施例提供的第二种光学镜头处于第一成像模式时的光学畸变曲线图，表示成像变形与理想形状的差异，可以看出在该模式下可将光学畸变基本控制在小于 2.5% 的范围内；

图 13b 为本申请实施例提供的第二种光学镜头处于第二成像模式时的光学畸变曲线图，表示成像变形与理想形状的差异，可以看出在该模式下可将光学畸变基本控制在小于 2.5% 的范围内。

请一并参考图 14a 和图 14b 所示，图 14a 为本申请实施例提供的第三种光学镜头处于第一成像模式时的结构示意图，图 14b 为本申请实施例提供的第三种光学镜头处于第二成像模式时的结构示意图。该光学镜头 410 包括可变光圈 ST 和七片具有光焦度的透镜，七片透镜分别为第一透镜 L1、第二透镜 L2、第三透镜 L3、第四透镜 L4、第五透镜 L5、第六透镜 L6 及第七透镜 L7，可变光圈 ST 位于第一透镜 L1 的物侧。另外，摄像头模组的滤光片 440 位于第七透镜 L7 的像侧，图像传感器 430 位于滤光片 440 的像侧。

该实施例中，光学镜头 410 的光圈数 F_{no} 满足： $1.2 \leq F_{no} \leq 4.0$ ，在第一成像模式下，光学镜头 410 的光圈数 F_{no} 为 1.2，在第二成像模式下，光学镜头 410 的光圈数 F_{no} 为 4.0；

第一透镜 L1 的焦距 f_1 与光学镜头 410 的焦距 EFL 满足： $f_1/EFL=1.1$ ；

第三透镜 L3 的焦距 f_3 与第四透镜 L4 的焦距 f_4 满足： $f_3/f_4=-4$ ；

第二透镜 L2 的物侧表面近光轴处的曲率半径 R_3 与其像侧表面近光轴处的曲率半径 R_4 满足： $(R_3+R_4)/(R_3-R_4)=5.73$ ；

光学镜头 410 的总长 TTL、光学镜头 410 在其成像面上可形成的半像高 $ImgH$ 及光学镜头 410 的光圈数 F_{no} 满足： $2.33 \leq TTL \times F_{no}/ImgH \leq 6.24$ ；

第五透镜 L5 的中心厚度 CT_5 、第七透镜 L7 的中心厚度 CT_7 及光学镜头 410 的半视场角 HFOV 满足： $CT_7/[CT_5 \times \tan(HFOV)]=1$ ；

第六透镜 L6 的像侧表面近光轴处的曲率半径 R_{12} 与光学镜头 410 的焦距 EFL 满足： $|EFL/R_{12}|=0.39$ ；

第七透镜 L7 的物侧表面的曲率半径 R_{13} 与光学镜头 410 的焦距 EFL 满足： $|EFL/R_{13}|=2.19$ ；

光学镜头 410 的总长 TTL 与光学镜头 410 的入瞳直径 EPD 满足： $1.96 \leq TTL/EPD \leq 5.33$ ；

沿光学镜头 410 的光轴方向，第一透镜 L1 与第二透镜 L2 之间的间距 d1 满足： $0.07 \leq d1/dm \leq 0.22$ ，其中，dm 为第 m 透镜与第 m+1 透镜之间的间距，m 为自然数且 $2 \leq m \leq 6$ ；

第一透镜 L1 的中心厚度 CT1 满足： $1.25 \leq CT1/CTn \leq 5.00$ ，其中，CTn 为第 n 透镜的中心厚度，n 为自然数且 $2 \leq n \leq 7$ 。

光学镜头 410 的其它设计参数具体请参考表 7 所示。

表 7

焦距EFL（mm）	6.095
F值	1.2~4.0
半视场角HFOV	39.8°
光学镜头的总长TTL（mm）	8
设计波长	650nm,610nm,555nm,510nm,470nm

本申请实施例中光学镜头 410 的各片透镜均可以为非球面透镜，即光学镜头 410 共包含 14 个非球面。一并参考表 8 和表 9，其中，表 8 为光学镜头 410 中各片透镜的曲率半径、厚度、折射率、阿贝系数，表 9 为各片透镜的非球面系数。在表 8 与表 9 中，S1 与 S2 分别表示第一透镜的物侧表面与像侧表面，S3 与 S4 分别表示第二透镜的物侧表面与像侧表面，S5 与 S6 分别表示第三透镜的物侧表面与像侧表面，S7 与 S8 分别表示第四透镜的物侧表面与像侧表面，S9 与 S10 分别表示第五透镜的物侧表面与像侧表面，S11 与 S12 分别表示第六透镜的物侧表面与像侧表面，S13 与 S14 分别表示第七透镜的物侧表面与像侧表面。

表 8

	说明	曲率半径	厚度		折射率		阿贝系数	
ST	可变光圈	无穷	d0	0.1	-	-	-	-
S1	第一透镜	3.053	CT1	1.030	n1	1.55	V1	55.93
S2		16.213	d1	0.053				
S3	第二透镜	4.257	CT2	0.323	n2	1.67	V2	19.24
S4		2.992	d2	0.606				
S5	第三透镜	29.096	CT3	0.300	n3	1.67	V3	19.24
S6		13.839	d3	0.425				
S7	第四透镜	18.274	CT4	0.822	n4	1.55	V4	55.93
S8		-7.443	d4	0.644				
S9	第五透镜	8.011	CT5	0.480	n5	1.57	V5	37.40
S10		6.461	d5	0.247				
S11	第六透镜	6.650	CT6	0.660	n6	1.55	V6	55.93
S12		15.825	d6	0.711				

S13	第七透镜	2.789	CT7	0.576	n7	1.54	V7	55.66
S14		1.576	-	-				

表 9

	类型	r ₀	K	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6
S1	扩展非球面	1.990	0.000	-1.09E-03	-4.05E-03	-1.98E-03	-6.93E-04	-2.95E-04	-9.91E-05	-4.10E-05
S2	扩展非球面	2.000	0.000	-5.92E-02	6.17E-03	-8.48E-03	1.73E-03	-1.32E-03	8.22E-04	-4.04E-05
S3	扩展非球面	1.858	0.000	-1.14E-01	3.34E-02	-2.74E-03	3.15E-03	-8.75E-04	6.22E-04	1.82E-05
S4	扩展非球面	1.860	0.000	-1.09E-01	2.44E-02	2.07E-03	1.70E-03	-7.88E-04	-3.20E-04	-2.07E-04
S5	扩展非球面	1.684	0.000	-2.79E-01	4.98E-03	1.97E-03	9.82E-04	-1.92E-04	-1.64E-04	-8.80E-05
S6	扩展非球面	1.712	0.000	-2.46E-01	1.83E-02	3.38E-03	1.00E-03	-1.15E-04	-6.89E-05	-2.21E-05
S7	扩展非球面	2.054	0.000	-1.63E-01	1.05E-02	5.66E-03	1.03E-03	-4.44E-04	-3.44E-04	-1.31E-04
S8	扩展非球面	2.240	0.000	-2.96E-01	1.78E-02	9.97E-03	5.55E-03	7.32E-04	-8.39E-04	-5.66E-04
S9	扩展非球面	2.916	0.000	-9.43E-01	1.19E-01	-2.10E-02	1.02E-02	3.19E-03	-4.27E-03	7.51E-04
S10	扩展非球面	3.140	0.000	-9.72E-01	1.92E-01	-2.06E-02	-1.36E-02	1.61E-02	-9.97E-03	4.83E-03
S11	扩展非球面	4.104	0.000	-2.54E+00	1.45E-01	2.45E-01	-1.72E-01	4.95E-02	-4.85E-03	2.31E-03
S12	扩展非球面	4.683	0.000	-1.41E+00	-4.92E-01	2.27E-01	-8.19E-02	8.47E-02	-2.18E-02	-1.38E-02
S13	扩展非球面	4.723	-1.000	-5.48E+00	1.88E+00	-8.06E-01	3.05E-01	-1.21E-01	3.24E-02	-1.02E-02
S14	扩展非球面	4.804	-1.000	-9.16E+00	2.14E+00	-6.26E-01	1.89E-01	-1.20E-01	5.71E-02	-3.15E-02
	类型	R	K	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13
S1	扩展非球面	1.990	0.000	2.19E-06	2.01E-06	4.40E-06	2.68E-06	1.75E-06	0.00E+00	0.00E+00
S2	扩展非球面	2.000	0.000	2.23E-04	-9.72E-06	2.37E-05	-7.14E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
S3	扩展非球面	1.858	0.000	1.96E-04	3.95E-05	4.25E-05	8.94E-06	1.03E-05	0.00E+00	0.00E+00
S4	扩展非球面	1.860	0.000	-8.85E-05	-8.31E-05	-7.75E-05	-4.84E-05	-1.90E-05	0.00E+00	0.00E+00
S5	扩展非球面	1.684	0.000	-2.65E-05	-6.86E-06	-3.87E-06	-2.95E-06	-7.81E-07	0.00E+00	0.00E+00
S6	扩展非球面	1.712	0.000	-9.96E-06	-6.34E-08	-2.59E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
S7	扩展非球面	2.054	0.000	-8.21E-05	-2.11E-05	-6.98E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

S8	扩展非球面	2.240	0.000	-4.26E-04	-1.53E-04	-5.54E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
S9	扩展非球面	2.916	0.000	-1.00E-03	7.51E-04	7.67E-05	1.63E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
S10	扩展非球面	3.140	0.000	-2.71E-03	1.20E-03	-5.10E-04	1.39E-04	-7.64E-05	5.29E-06	3.15E-06
S11	扩展非球面	4.104	0.000	-6.01E-03	6.31E-03	-2.17E-03	-2.74E-03	-1.19E-03	1.31E-03	5.53E-04
S12	扩展非球面	4.683	0.000	-4.90E-03	-1.98E-03	6.42E-03	2.93E-05	-1.08E-04	-1.35E-03	-3.10E-04
S13	扩展非球面	4.723	-1.000	6.43E-03	-4.22E-03	4.03E-03	-7.65E-04	2.12E-04	5.04E-04	-1.71E-04
S14	扩展非球面	4.804	-1.000	1.12E-02	-4.60E-03	2.95E-03	-1.80E-03	6.42E-04	-2.36E-04	1.98E-04

表 9 中所示的光学镜头 410 的 14 个非球面中,所有扩展非球面面型 z 可利用但不限于一下非球面公式进行限定:

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (K + 1)c^2r^2}} + u^4 \sum_{x=0}^{13} A_x Q_x^{con}(u^2)$$

5 其中, z 为非球面的矢高, r 为非球面的归一化径向坐标, r 等于非球面的实际径向坐标除以归一化半径 R , c 为非球面顶点球曲率, K 为二次曲面常数, A_x 为非球面系数, Q_x^{con} 为非球面多项式, $Q_x^{con}(u^2) = P_x^{(0,4)}(2u - 1)$, P_x 为雅可比多项式。

对图 14a 和图 14b 所示的光学镜头进行仿真, 下面结合附图详细说明其仿真结果。

10 图 15a 为本申请实施例提供的第三种光学镜头处于第一成像模式时的轴向色差曲线图, 沿远离坐标原点的方向, 纵坐标轴上各个刻度的值依次为 0.25、0.50、0.75、1.00。图中分别示出了 650nm、610nm、555nm、510nm、470nm 波长的颜色光聚焦深度位置的仿真结果, 可以看出, 光学镜头在第一成像模式下的轴向色差控制在一个很小的范围内;

15 图 15b 为本申请实施例提供的第三种光学镜头处于第二成像模式时的轴向色差曲线图, 沿远离坐标原点的方向, 纵坐标轴上各个刻度的值依次为 0.25、0.50、0.75、1.00。图中分别示出了 650nm、610nm、555nm、510nm、470nm 波长的颜色光聚焦深度位置的仿真结果, 可以看出, 光学镜头在第二成像模式下的轴向色差控制在一个很小的范围内;

图 16a 为本申请实施例提供的第三种光学镜头处于第一成像模式时的横向色差曲线图, 图中的五条实线曲线分别为 650nm、610nm、555nm、510nm、470nm 波长的颜色光, 可以看出, 光学镜头在第一成像模式下的横向色差控制在一个很小的范围内;

20 图 16b 为本申请实施例提供的第三种光学镜头处于第二成像模式时的横向色差曲线图, 图中的五条实线曲线分别为 650nm、610nm、555nm、510nm、470nm 波长的颜色光, 可以看出, 光学镜头在第二成像模式下的横向色差控制在一个很小的范围内;

25 图 17a 为本申请实施例提供的第三种光学镜头处于第一成像模式时的光学畸变曲线图, 表示成像变形与理想形状的差异, 可以看出在该模式下可将光学畸变基本控制在小于 4% 的范围内;

图 17b 为本申请实施例提供的第三种光学镜头处于第二成像模式时的光学畸变曲线图, 表示成像变形与理想形状的差异, 可以看出在该模式下可将光学畸变基本控制在小于 4%

的范围内。

请一并参考图 18a 和图 18b 所示, 图 18a 为本申请实施例提供的第四种光学镜头处于第一成像模式时的结构示意图, 图 18b 为本申请实施例提供的第四种光学镜头处于第二成像模式时的结构示意图。该光学镜头 410 包括可变光圈 ST 和七片具有光焦度的透镜, 七片透镜分别为第一透镜 L1、第二透镜 L2、第三透镜 L3、第四透镜 L4、第五透镜 L5、第六透镜 L6 及第七透镜 L7, 可变光圈 ST 位于第一透镜 L1 的物侧。另外, 摄像头模组的滤光片 440 位于第七透镜 L7 的像侧, 图像传感器 430 位于滤光片 440 的像侧。

该实施例中, 光学镜头 410 的光圈数 Fno. 满足: $1.2 \leq Fno. \leq 4.0$, 在第一成像模式下, 光学镜头 410 的光圈数 Fno. 为 1.2, 在第二成像模式下, 光学镜头 410 的光圈数 Fno. 为 4.0;

第一透镜 L1 的焦距 f1 与光学镜头 410 的焦距 EFL 满足: $f1/EFL=1.09$;

第三透镜 L3 的焦距 f3 与第四透镜 L4 的焦距 f4 满足: $f3/f4=-3.61$;

第二透镜 L2 的物侧表面近光轴处的曲率半径 R3 与其像侧表面近光轴处的曲率半径 R4 满足: $(R3+R4)/(R3-R4)=5.58$;

光学镜头 410 的总长 TTL、光学镜头 410 在其成像面上可形成的半像高 ImgH 及光学镜头 410 的光圈数 Fno. 满足: $2.33 \leq TTL \times Fno./ImgH \leq 6.25$;

第五透镜 L5 的中心厚度 CT5、第七透镜 L7 的中心厚度 CT7 及光学镜头 410 的半视场角 HFOV 满足: $CT7/[CT5 \times \tan(HFOV)]=1.04$;

第六透镜 L6 的像侧表面近光轴处的曲率半径 R12 与光学镜头 410 的焦距 EFL 满足: $|EFL/R12|=0.46$;

第七透镜 L7 的物侧表面的曲率半径 R13 与光学镜头 410 的焦距 EFL 满足: $|EFL/R13|=2.19$;

光学镜头 410 的总长 TTL 与光学镜头 410 的入瞳直径 EPD 满足: $1.96 \leq TTL/EPD \leq 5.22$;

沿光学镜头 410 的光轴方向, 第一透镜 L1 与第二透镜 L2 之间的间距 d1 满足: $0.07 \leq d1/dm \leq 0.21$, 其中, dm 为第 m 透镜与第 m+1 透镜之间的间距, m 为自然数且 $2 \leq m \leq 6$;

第一透镜 L1 的中心厚度 CT1 满足: $1.39 \leq CT1/CTn \leq 3.41$, 其中, CTn 为第 n 透镜的中心厚度, n 为自然数且 $2 \leq n \leq 7$ 。

光学镜头 410 的其它设计参数具体请参考表 10 所示。

表 10

焦距EFL (mm)	6.128
F值	1.2~4.0
半视场角HFOV	39.8°
光学镜头的总长TTL (mm)	8
设计波长	650nm,610nm,555nm,510nm,470nm

本申请实施例中光学镜头 410 的各片透镜均可以为非球面透镜, 即光学镜头 410 共包含 14 个非球面。一并参考表 11 和表 12, 其中, 表 11 为光学镜头 410 中各片透镜的曲率半径、厚度、折射率、阿贝系数, 表 12 为各片透镜的非球面系数。在表 11 与表 12 中,

S1 与 S2 分别表示第一透镜的物侧表面与像侧表面, S3 与 S4 分别表示第二透镜的物侧表面与像侧表面, S5 与 S6 分别表示第三透镜的物侧表面与像侧表面, S7 与 S8 分别表示第四透镜的物侧表面与像侧表面, S9 与 S10 分别表示第五透镜的物侧表面与像侧表面, S11 与 S12 分别表示第六透镜的物侧表面与像侧表面, S13 与 S14 分别表示第七透镜的物侧表面与像侧表面。

表 11

	说明	曲率半径	厚度		折射率		阿贝系数	
ST	可变光圈	无穷	d0	0.1	-	-	-	-
S1	第一透镜	3.044	CT1	1.022	n1	1.55	V1	55.93
S2		15.975	d1	0.053				
S3	第二透镜	4.294	CT2	0.327	n2	1.67	V2	19.24
S4		2.989	d2	0.598				
S5	第三透镜	30.323	CT3	0.300	n3	1.67	V3	19.24
S6		13.965	d3	0.405				
S7	第四透镜	18.810	CT4	0.736	n4	1.55	V4	55.93
S8		-8.319	d4	0.625				
S9	第五透镜	7.137	CT5	0.488	n5	1.57	V5	37.40
S10		6.164	d5	0.253				
S11	第六透镜	6.097	CT6	0.672	n6	1.55	V6	55.93
S12		13.323	d6	0.793				
S13	第七透镜	2.801	CT7	0.606	n7	1.54	V7	55.66
S14		1.589	-	-				

表 12

	类型	r ₀	K	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6
S1	扩展非球面	1.991	0.000	-1.09E-03	-4.05E-03	-1.98E-03	-6.93E-04	-2.95E-04	-9.91E-05	-4.10E-05
S2	扩展非球面	2.004	0.000	-5.92E-02	6.17E-03	-8.48E-03	1.73E-03	-1.32E-03	8.22E-04	-4.04E-05
S3	扩展非球面	1.863	0.000	-1.14E-01	3.34E-02	-2.74E-03	3.15E-03	-8.75E-04	6.22E-04	1.82E-05
S4	扩展非球面	1.868	0.000	-1.09E-01	2.44E-02	2.07E-03	1.70E-03	-7.88E-04	-3.20E-04	-2.07E-04
S5	扩展非球面	1.688	0.000	-2.79E-01	4.98E-03	1.97E-03	9.82E-04	-1.92E-04	-1.64E-04	-8.80E-05
S6	扩展非球面	1.712	0.000	-2.46E-01	1.83E-02	3.38E-03	1.00E-03	-1.15E-04	-6.89E-05	-2.21E-05
S7	扩展非球面	2.048	0.000	-1.63E-01	1.05E-02	5.66E-03	1.03E-03	-4.44E-04	-3.44E-04	-1.31E-04
S8	扩展非球面	2.217	0.000	-2.96E-01	1.78E-02	9.97E-03	5.55E-03	7.32E-04	-8.39E-04	-5.66E-04
S9	扩展非球面	2.921	0.000	-9.43E-01	1.19E-01	-2.10E-02	1.02E-02	3.19E-03	-4.27E-03	7.51E-04

S10	扩展非球面	3.147	0.000	-9.72E-01	1.92E-01	-2.06E-02	-1.36E-02	1.61E-02	-9.97E-03	4.83E-03
S11	扩展非球面	4.124	0.000	-2.54E+00	1.45E-01	2.45E-01	-1.72E-01	4.95E-02	-4.85E-03	2.31E-03
S12	扩展非球面	4.692	0.000	-1.41E+00	-4.92E-01	2.27E-01	-8.19E-02	8.47E-02	-2.18E-02	-1.38E-02
S13	扩展非球面	4.771	-1.000	-5.48E+00	1.88E+00	-8.06E-01	3.05E-01	-1.21E-01	3.24E-02	-1.02E-02
S14	扩展非球面	4.836	-1.000	-9.16E+00	2.14E+00	-6.26E-01	1.89E-01	-1.20E-01	5.71E-02	-3.15E-02
	类型	R	K	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13
S1	扩展非球面	1.991	0.000	2.19E-06	2.01E-06	4.40E-06	2.68E-06	1.75E-06	0.00E+00	0.00E+00
S2	扩展非球面	2.004	0.000	2.23E-04	-9.72E-06	2.37E-05	-7.14E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
S3	扩展非球面	1.863	0.000	1.96E-04	3.95E-05	4.25E-05	8.94E-06	1.03E-05	0.00E+00	0.00E+00
S4	扩展非球面	1.868	0.000	-8.85E-05	-8.31E-05	-7.75E-05	-4.84E-05	-1.90E-05	0.00E+00	0.00E+00
S5	扩展非球面	1.688	0.000	-2.65E-05	-6.86E-06	-3.87E-06	-2.95E-06	-7.81E-07	0.00E+00	0.00E+00
S6	扩展非球面	1.712	0.000	-9.96E-06	-6.34E-08	-2.59E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
S7	扩展非球面	2.048	0.000	-8.21E-05	-2.11E-05	-6.98E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
S8	扩展非球面	2.217	0.000	-4.26E-04	-1.53E-04	-5.54E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
S9	扩展非球面	2.921	0.000	-1.00E-03	7.51E-04	7.67E-05	1.63E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
S10	扩展非球面	3.147	0.000	-2.71E-03	1.20E-03	-5.10E-04	1.39E-04	-7.64E-05	5.29E-06	3.15E-06
S11	扩展非球面	4.124	0.000	-6.01E-03	6.31E-03	-2.17E-03	-2.74E-03	-1.19E-03	1.31E-03	5.53E-04
S12	扩展非球面	4.692	0.000	-4.90E-03	-1.98E-03	6.42E-03	2.93E-05	-1.08E-04	-1.35E-03	-3.10E-04
S13	扩展非球面	4.771	-1.000	6.43E-03	-4.22E-03	4.03E-03	-7.65E-04	2.12E-04	5.04E-04	-1.71E-04
S14	扩展非球面	4.836	-1.000	1.12E-02	-4.60E-03	2.95E-03	-1.80E-03	6.42E-04	-2.36E-04	1.98E-04

表 12 中所示的光学镜头 410 的 14 个非球面中, 所有扩展非球面面型 z 可利用但不限于一下非球面公式进行限定:

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (K + 1)c^2r^2}} + u^4 \sum_{x=0}^{13} A_x Q_x^{con}(u^2)$$

其中, z 为非球面的矢高, r 为非球面的归一化径向坐标, r 等于非球面的实际径向坐标除以归一化半径 R , c 为非球面顶点球曲率, K 为二次曲面常数, A_x 为非球面系数, Q_x^{con} 为非球面多项式, $Q_x^{con}(u^2) = P_x^{(0,4)}(2u - 1)$, P_x 为雅可比多项式。

对图 18a 和图 18b 所示的光学镜头进行仿真, 下面结合附图详细说明其仿真结果。

图 19a 为本申请实施例提供的第四种光学镜头处于第一成像模式时的轴向色差曲线图, 沿远离坐标原点的方向, 纵坐标轴上各个刻度的值依次为 0.25、0.50、0.75、1.00。图中分别示出了 650nm、610nm、555nm、510nm、470nm 波长的颜色光聚焦深度位置的仿真结果, 可以看出, 光学镜头在第一成像模式下的轴向色差控制在一个很小的范围内;

图 19b 为本申请实施例提供的第四种光学镜头处于第二成像模式时的轴向色差曲线图, 沿远离坐标原点的方向, 纵坐标轴上各个刻度的值依次为 0.25、0.50、0.75、1.00。图中分别示出了 650nm、610nm、555nm、510nm、470nm 波长的颜色光聚焦深度位置的仿真结果, 可以看出, 光学镜头在第二成像模式下的轴向色差控制在一个很小的范围内;

图 20a 为本申请实施例提供的第四种光学镜头处于第一成像模式时的横向色差曲线图, 图中的五条实线曲线分别为 650nm、610nm、555nm、510nm、470nm 波长的颜色光, 可以看出, 光学镜头在第一成像模式下的横向色差控制在一个很小的范围内;

图 20b 为本申请实施例提供的第四种光学镜头处于第二成像模式时的横向色差曲线图, 图中的五条实线曲线分别为 650nm、610nm、555nm、510nm、470nm 波长的颜色光, 可以看出, 光学镜头在第二成像模式下的横向色差控制在一个很小的范围内;

图 21a 为本申请实施例提供的第四种光学镜头处于第一成像模式时的光学畸变曲线图, 表示成像变形与理想形状的差异, 可以看出在该模式下可将光学畸变基本控制在小于 4% 的范围内;

图 21b 为本申请实施例提供的第四种光学镜头处于第二成像模式时的光学畸变曲线图, 表示成像变形与理想形状的差异, 可以看出在该模式下可将光学畸变基本控制在小于 4% 的范围内。

请一并参考图 22a 和图 22b 所示, 图 22a 为本申请实施例提供的第五种光学镜头处于第一成像模式时的结构示意图, 图 22b 为本申请实施例提供的第五种摄像头模组光学镜头处于第二成像模式时的结构示意图。该光学镜头 410 包括可变光圈 ST 和七片具有光焦度的透镜, 七片透镜分别为第一透镜 L1、第二透镜 L2、第三透镜 L3、第四透镜 L4、第五透镜 L5、第六透镜 L6 及第七透镜 L7, 可变光圈位于第一透镜 L1 的物侧。另外, 摄像头模组的滤光片 440 位于第七透镜 L7 的像侧, 图像传感器 430 位于滤光片 440 的像侧。

该实施例中, 光学镜头 410 的光圈数 $Fno.$ 满足: $1.2 \leq Fno. \leq 4.0$, 在第一成像模式下, 光学镜头 410 的光圈数 $Fno.$ 为 1.2, 在第二成像模式下, 光学镜头 410 的光圈数 $Fno.$ 为 4.0;

第一透镜 L1 的焦距 $f1$ 与光学镜头 410 的焦距 EFL 满足: $f1/EFL=1.05$;

第三透镜 L3 的焦距 $f3$ 与第四透镜 L4 的焦距 $f4$ 满足: $f3/f4=-1.55$;

第二透镜 L2 的物侧表面近光轴处的曲率半径 $R3$ 与其像侧表面近光轴处的曲率半径 $R4$ 满足: $(R3+R4)/(R3-R4)=5.54$;

光学镜头 410 的总长 TTL、光学镜头 410 在其成像面上可形成的半像高 $ImgH$ 及光学镜头的光圈数 $Fno.$ 满足: $2.07 \leq TTL \times Fno./ImgH \leq 5.62$;

第五透镜 L5 的中心厚度 $CT5$ 、第七透镜 L7 的中心厚度 $CT7$ 及光学镜头 410 的半视场角 HFOV 满足: $CT7/[CT5 \times \tan(HFOV)]=0.75$;

第六透镜 L6 的像侧表面近光轴处的曲率半径 $R12$ 与光学镜头 410 的焦距 EFL 满足: $|EFL/R12|=0.02$;

第七透镜 L7 的物侧表面的曲率半径 $R14$ 与光学镜头 410 的焦距 EFL 满足:

$|EFL/R13|=0.26;$

光学镜头 410 的总长 TTL 与光学镜头 410 的入瞳直径 EPD 满足: $1.82 \leq TTL/EPD \leq 5.08;$

沿光学镜头 410 的光轴方向, 第一透镜 L1 与第二透镜 L2 之间的间距 d1 满足: $0.11 \leq d1/dm \leq 0.66$, 其中, dm 为第 m 透镜与第 m+1 透镜之间的间距, m 为自然数且 $2 \leq m \leq 6;$

第一透镜 L1 的中心厚度 CT1 满足: $1.41 \leq CT1/CTn \leq 3.48$, 其中, CTn 为第 n 透镜的中心厚度, n 为自然数且 $2 \leq n \leq 7$ 。

光学镜头 410 的其它设计参数具体请参考表 13 所示。

表 13

焦距EFL (mm)	5.745
F值	1.4~4.0
半视场角HFOV	41.8°
光学镜头的总长TTL (mm)	8
设计波长	650nm,610nm,555nm,510nm,470nm

本申请实施例中光学镜头 410 的各片透镜均可以为非球面透镜, 即光学镜头 410 共包含 14 个非球面。一并参考表 14 和表 15, 其中, 表 14 为光学镜头 410 中各片透镜的曲率半径、厚度、折射率、阿贝系数, 表 15 为各片透镜的非球面系数。在表 14 与表 15 中, S1 与 S2 分别表示第一透镜的物侧表面与像侧表面, S3 与 S4 分别表示第二透镜的物侧表面与像侧表面, S5 与 S6 分别表示第三透镜的物侧表面与像侧表面, S7 与 S8 分别表示第四透镜的物侧表面与像侧表面, S9 与 S10 分别表示第五透镜的物侧表面与像侧表面, S11 与 S12 分别表示第六透镜的物侧表面与像侧表面, S13 与 S14 分别表示第七透镜的物侧表面与像侧表面。

表 14

	说明	曲率半径	厚度		折射率		阿贝系数	
ST	可变光圈	无穷	d0	0.05	-	-	-	-
S1	第一透镜	2.567	CT1	1.068	n1	1.55	V1	55.93
S2		9.783	d1	0.075				
S3	第二透镜	5.148	CT2	0.307	n2	1.68	V2	18.40
S4		3.573	d2	0.583				
S5	第三透镜	-190.501	CT3	0.322	n3	1.68	V3	18.40
S6		20.144	d3	0.114				
S7	第四透镜	13.486	CT4	0.759	n4	1.55	V4	55.93
S8		-29.496	d4	0.566				
S9	第五透镜	5.577	CT5	0.502	n5	1.57	V5	37.40
S10		5.521	d5	0.237				

S11	第六透镜	3.588	CT6	0.524	n6	1.55	V6	55.93
S12		271.071	d6	0.689				
S13	第七透镜	22.181	CT7	0.420	n7	1.54	V7	55.66
S14		2.145	-	-				

表 15

	类型	r_0	K	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6
S1	扩展非球面	1.948	0.000	-2.46E-02	-1.36E-02	-6.95E-03	-2.34E-03	-1.12E-03	-3.57E-04	-2.47E-04
S2	扩展非球面	1.878	0.000	-9.38E-02	8.00E-03	-8.82E-03	-1.16E-04	-1.02E-03	-5.48E-05	-9.21E-05
S3	扩展非球面	1.745	0.000	-3.91E-02	3.87E-02	-1.04E-03	1.52E-03	-4.67E-04	1.62E-05	-4.53E-05
S4	扩展非球面	1.543	0.000	1.45E-02	1.62E-02	1.60E-03	8.14E-04	8.60E-05	-6.01E-06	1.03E-05
S5	扩展非球面	1.540	0.000	-1.77E-01	-5.64E-03	1.85E-03	1.24E-03	-1.09E-04	-1.55E-05	-7.05E-05
S6	扩展非球面	1.601	0.000	-1.90E-01	1.14E-02	4.20E-03	1.82E-03	-1.10E-04	-1.00E-04	-2.52E-05
S7	扩展非球面	2.032	0.000	-2.67E-01	6.23E-02	1.76E-03	-3.60E-03	-2.45E-03	5.91E-04	2.11E-04
S8	扩展非球面	2.205	0.000	-4.61E-01	5.23E-02	1.31E-02	3.27E-03	-1.16E-03	-1.61E-03	-5.01E-04
S9	扩展非球面	2.762	0.000	-1.26E+00	3.59E-02	7.63E-02	2.28E-02	-6.67E-03	-1.12E-02	-2.36E-03
S10	扩展非球面	3.139	0.000	-1.60E+00	3.29E-01	-1.13E-02	-1.10E-02	4.53E-03	-4.02E-03	2.04E-03
S11	扩展非球面	3.793	-1.000	-2.68E+00	6.24E-01	-6.84E-02	-1.01E-01	8.26E-02	-2.15E-02	-6.31E-03
S12	扩展非球面	4.066	0.000	-5.40E-02	-3.71E-01	1.23E-01	-8.38E-02	3.12E-02	-1.33E-02	1.18E-02
S13	扩展非球面	4.431	0.000	-1.33E+00	7.08E-01	-3.99E-01	2.58E-01	-1.65E-01	7.78E-02	-2.30E-02
S14	扩展非球面	4.628	-1.000	-6.53E+00	1.69E+00	-4.78E-01	1.87E-01	-1.26E-01	5.45E-02	-2.33E-02
	类型	R	K	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13
S1	扩展非球面	1.948	0.000	-7.72E-05	-8.62E-05	-2.92E-05	-2.92E-05	-2.96E-07	-3.99E-06	6.26E-06
S2	扩展非球面	1.878	0.000	-4.64E-05	-9.71E-06	-3.29E-06	8.05E-06	3.01E-06	2.07E-06	-1.06E-06
S3	扩展非球面	1.745	0.000	-2.93E-05	-2.79E-05	-1.43E-05	-1.10E-05	-2.29E-06	-3.06E-06	4.27E-06
S4	扩展非球面	1.543	0.000	-3.15E-06	9.54E-06	-1.08E-06	1.89E-06	-2.34E-06	6.84E-07	-3.94E-06
S5	扩展非球面	1.540	0.000	3.68E-05	-1.42E-05	2.01E-05	-6.48E-06	7.17E-06	-3.89E-06	5.88E-07
S6	扩展非球面	1.601	0.000	1.74E-05	-1.64E-06	3.12E-06	3.27E-07	-3.04E-06	2.74E-06	-1.14E-06

S7	扩展非球面	2.032	0.000	-2.90E-04	-1.79E-04	-2.39E-05	-2.98E-05	-2.42E-05	-1.44E-05	-8.01E-07
S8	扩展非球面	2.205	0.000	-9.94E-05	-2.35E-05	3.85E-06	8.48E-06	-1.47E-06	3.75E-06	-8.30E-06
S9	扩展非球面	2.762	0.000	2.34E-03	1.15E-03	-7.23E-05	-3.38E-04	-1.33E-04	2.04E-05	6.06E-05
S10	扩展非球面	3.139	0.000	-2.38E-04	-1.32E-03	1.75E-04	5.95E-04	-2.14E-04	-2.43E-05	5.27E-05
S11	扩展非球面	3.793	-1.000	7.44E-03	-1.61E-03	-2.19E-03	1.94E-03	-6.21E-04	1.33E-04	5.64E-06
S12	扩展非球面	4.066	0.000	-4.08E-04	2.18E-03	-1.22E-03	-3.03E-04	-6.49E-04	5.26E-04	-1.41E-04
S13	扩展非球面	4.431	0.000	-1.24E-03	6.68E-03	-5.38E-03	1.73E-03	8.05E-04	-9.64E-04	2.82E-04
S14	扩展非球面	4.628	-1.000	1.10E-02	-3.94E-03	1.49E-03	-5.47E-04	2.35E-04	-7.19E-04	4.67E-04

表 15 中所示的光学镜头 410 的 14 个非球面中, 所有扩展非球面面型 z 可利用但不限于一下非球面公式进行限定:

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (K + 1)c^2r^2}} + u^4 \sum_{x=0}^{13} A_x Q_x^{con}(u^2)$$

5 其中, z 为非球面的矢高, r 为非球面的归一化径向坐标, r 等于非球面的实际径向坐标除以归一化半径 R , c 为非球面顶点球曲率, K 为二次曲面常数, A_x 为非球面系数, Q_x^{con} 为非球面多项式, $Q_x^{con}(u^2) = P_x^{(0,4)}(2u - 1)$, P_x 为雅可比多项式。

对图 22a 和图 22b 所示的光学镜头进行仿真, 下面结合附图详细说明其仿真结果。

10 图 23a 为本申请实施例提供的第五种光学镜头处于第一成像模式时的轴向色差曲线图, 沿远离坐标原点的方向, 纵坐标轴上各个刻度的值依次为 0.25、0.50、0.75、1.00。图中分别示出了 650nm、610nm、555nm、510nm、470nm 波长的颜色光聚焦深度位置的仿真结果, 可以看出, 光学镜头在第一成像模式下的轴向色差控制在一个很小的范围内;

15 图 23b 为本申请实施例提供的第五种光学镜头处于第二成像模式时的轴向色差曲线图, 沿远离坐标原点的方向, 纵坐标轴上各个刻度的值依次为 0.25、0.50、0.75、1.00。图中分别示出了 650nm、610nm、555nm、510nm、470nm 波长的颜色光聚焦深度位置的仿真结果, 可以看出, 光学镜头在第二成像模式下的轴向色差控制在一个很小的范围内;

图 24a 为本申请实施例提供的第五种光学镜头处于第一成像模式时的横向色差曲线图, 图中的五条实线曲线分别为 650nm、610nm、555nm、510nm、470nm 波长的颜色光, 可以看出, 光学镜头在第一成像模式下的横向色差控制在一个很小的范围内;

20 图 24b 为本申请实施例提供的第五种光学镜头处于第二成像模式时的横向色差曲线图, 图中的五条实线曲线分别为 650nm、610nm、555nm、510nm、470nm 波长的颜色光, 可以看出, 光学镜头在第二成像模式下的横向色差控制在一个很小的范围内;

25 图 25a 为本申请实施例提供的第五种光学镜头处于第一成像模式时的光学畸变曲线图, 表示成像变形与理想形状的差异, 可以看出在该模式下可将光学畸变基本控制在小于 2.5% 的范围内;

图 25b 为本申请实施例提供的第五种光学镜头处于第二成像模式时的光学畸变曲线图, 表示成像变形与理想形状的差异, 可以看出在该模式下可将光学畸变基本控制在小于 2.5% 的范围内。

请一并参考图 26a 和图 26b 所示, 图 26a 为本申请实施例提供的第六种光学镜头处于第一成像模式时的结构示意图, 图 26b 为本申请实施例提供的第六种光学镜头处于第二成像模式时的结构示意图。该光学镜头 410 包括可变光圈 ST 和七片具有光焦度的透镜, 七片透镜分别为第一透镜 L1、第二透镜 L2、第三透镜 L3、第四透镜 L4、第五透镜 L5、第六透镜 L6 及第七透镜 L7, 可变光圈 ST 位于第一透镜 L1 的物侧。另外, 摄像头模组的滤光片 440 位于第七透镜的像侧, 图像传感器 430 位于滤光片 440 的像侧。

该实施例中, 光学镜头 410 的光圈数 Fno. 满足: $1.2 \leq Fno. \leq 8.0$, 在第一成像模式下, 光学镜头 410 的光圈数 Fno. 为 1.2, 在第二成像模式下, 光学镜头 410 的光圈数 Fno. 为 8.0;

第一透镜 L1 的焦距 f1 与光学镜头 410 的焦距 EFL 满足: $f1/EFL=1.03$;

第三透镜 L3 的焦距 f3 与第四透镜 L4 的焦距 f4 满足: $f3/f4=-2.35$;

第二透镜 L2 的物侧表面近光轴处的曲率半径 R3 与其像侧表面近光轴处的曲率半径 R4 满足: $(R3+R4)/(R3-R4)=4.93$;

光学镜头 410 的总长 TTL、光学镜头 410 在其成像面上可形成的半像高 ImgH 及光学镜头 410 的光圈数 Fno. 满足: $1.87 \leq TTL \times Fno./ImgH \leq 5.74$;

第五透镜 L5 的中心厚度 CT5、第七透镜 L7 的中心厚度 CT7 及光学镜头 410 的半视场角 HFOV 满足: $CT7/[CT5 \times \tan(HFOV)]=0.46$;

第六透镜 L6 的像侧表面近光轴处的曲率半径 R12 与光学镜头 410 的焦距 EFL 满足: $|EFL/R12|=0.11$;

第七透镜 L7 的物侧表面的曲率半径 R13 与光学镜头 410 的焦距 EFL 满足: $|EFL/R13|=2.10$;

光学镜头 410 的总长 TTL 与光学镜头 410 的入瞳直径 EPD 满足: $1.74 \leq TTL/EPD \leq 5.25$;

沿光学镜头 410 的光轴方向, 第一透镜 L1 与第二透镜 L2 之间的间距 d1 满足: $0.05 \leq d1/dm \leq 0.16$, 其中, dm 为第 m 透镜与第 m+1 透镜之间的间距, m 为自然数且 $2 \leq m \leq 6$;

第一透镜 L1 的中心厚度 CT1 满足: $1.6 \leq CT1/CTn \leq 4.89$, 其中, CTn 为第 n 透镜的中心厚度, n 为自然数且 $2 \leq n \leq 7$ 。

光学镜头 410 的其它设计参数具体请参考表 16 所示。

表 16

焦距 EFL (mm)	5.638
F 值	1.2~8.0
半视场角 HFOV	41.2°
光学镜头的总长 TTL (mm)	7.4
设计波长	650nm, 610nm, 555nm, 510nm, 470nm

5

本申请实施例中光学镜头 410 的各片透镜均可以为非球面透镜，即光学镜头 410 共包含 14 个非球面。一并参考表 17 和表 18，其中，表 17 为光学镜头 410 中各片透镜的曲率半径、厚度、折射率、阿贝系数，表 18 为各片透镜的非球面系数。在表 17 与表 18 中，S1 与 S2 分别表示第一透镜的物侧表面与像侧表面，S3 与 S4 分别表示第二透镜的物侧表面与像侧表面，S5 与 S6 分别表示第三透镜的物侧表面与像侧表面，S7 与 S8 分别表示第四透镜的物侧表面与像侧表面，S9 与 S10 分别表示第五透镜的物侧表面与像侧表面，S11 与 S12 分别表示第六透镜的物侧表面与像侧表面，S13 与 S14 分别表示第七透镜的物侧表面与像侧表面。

表 17

	说明	曲率半径	厚度		折射率		阿贝系数	
ST	可变光圈	无穷	d0	0.1	-	-	-	-
S1	第一透镜	2.594	CT1	1.279	n1	1.55	V1	55.93
S2		11.937	d1	0.030				
S3	第二透镜	3.966	CT2	0.300	n2	1.67	V2	19.24
S4		2.628	d2	0.608				
S5	第三透镜	7.926	CT3	0.300	n3	1.67	V3	19.24
S6		6.351	d3	0.182				
S7	第四透镜	10.278	CT4	0.801	n4	1.55	V4	55.93
S8		74.955	d4	0.538				
S9	第五透镜	3.852	CT5	0.500	n5	1.57	V5	37.40
S10		6.042	d5	0.446				
S11	第六透镜	3.827	CT6	0.532	n6	1.55	V6	55.93
S12		53.326	d6	0.646				
S13	第七透镜	-2.686	CT7	0.261	n7	1.54	V7	55.66
S14		6.351	-	-				

10

表 18

	类型	r ₀	K	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6
S1	扩展非球面	2.148	0.000	-9.57E-02	-2.50E-02	-1.44E-02	-2.38E-03	-1.78E-03	1.83E-04	-4.67E-04
S2	扩展非球面	2.040	0.000	-1.17E-01	1.37E-02	-1.55E-02	5.42E-03	-3.18E-03	1.45E-03	-9.36E-04
S3	扩展非球面	1.850	0.000	-1.43E-01	5.18E-02	-9.85E-03	5.38E-03	-2.42E-03	1.03E-03	-4.69E-04
S4	扩展非球面	1.594	0.000	-3.12E-02	2.65E-02	1.50E-03	1.80E-03	1.76E-04	1.17E-04	8.83E-05
S5	扩展非球面	1.596	0.000	-1.92E-01	-3.28E-03	-3.04E-03	1.66E-03	-3.23E-04	3.67E-04	-1.13E-04
S6	扩展非球面	1.740	0.000	-2.92E-01	1.28E-02	-1.98E-03	2.62E-03	-1.19E-03	1.74E-04	-2.24E-04

S7	扩展非球面	2.186	0.000	-3.05E-01	1.03E-01	-4.04E-03	-4.47E-03	-3.13E-03	2.03E-03	-3.37E-04
S8	扩展非球面	2.330	0.000	-6.38E-01	1.08E-01	1.76E-02	6.63E-03	-5.15E-03	-1.98E-03	-1.66E-03
S9	扩展非球面	2.805	0.000	-1.65E+00	7.48E-02	3.56E-02	4.25E-02	-1.92E-02	-7.26E-03	-2.35E-04
S10	扩展非球面	3.151	0.000	-1.40E+00	3.27E-01	-4.92E-02	3.54E-02	-2.58E-02	2.32E-03	3.30E-03
S11	扩展非球面	3.774	0.000	-3.67E+00	5.08E-01	-2.46E-01	-6.44E-02	4.29E-02	-6.13E-02	9.42E-03
S12	扩展非球面	4.086	0.000	-1.88E-01	-5.33E-01	1.71E-01	-7.17E-02	9.20E-02	-3.80E-02	7.72E-03
S13	扩展非球面	4.564	-1.000	4.34E+00	-9.81E-01	2.60E-01	-5.16E-02	-1.58E-02	2.66E-02	-1.59E-02
S14	扩展非球面	4.792	0.000	-2.67E+00	7.37E-01	-3.00E-01	4.14E-02	-3.72E-02	3.61E-02	-1.75E-02
	类型	R	K	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13
S1	扩展非球面	2.148	0.000	7.58E-05	-2.11E-04	8.76E-05	9.02E-06	1.55E-04	4.76E-05	9.24E-05
S2	扩展非球面	2.040	0.000	2.11E-04	-1.35E-04	1.14E-04	1.03E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
S3	扩展非球面	1.850	0.000	7.84E-05	-1.35E-04	-1.44E-05	-9.62E-06	-1.26E-05	0.00E+00	0.00E+00
S4	扩展非球面	1.594	0.000	9.38E-06	3.59E-05	-1.45E-05	-5.80E-06	-3.71E-07	9.36E-06	-1.84E-06
S5	扩展非球面	1.596	0.000	1.17E-04	-3.62E-05	3.89E-05	-1.31E-05	7.39E-06	0.00E+00	0.00E+00
S6	扩展非球面	1.740	0.000	8.96E-05	-2.51E-05	2.81E-05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
S7	扩展非球面	2.186	0.000	-1.45E-04	-1.03E-04	1.14E-04	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
S8	扩展非球面	2.330	0.000	-3.04E-04	1.39E-04	2.64E-04	1.70E-04	5.62E-05	1.23E-06	0.00E+00
S9	扩展非球面	2.805	0.000	1.11E-03	1.45E-04	-5.65E-04	-3.06E-04	-1.96E-05	1.37E-04	4.80E-05
S10	扩展非球面	3.151	0.000	-1.83E-03	4.10E-04	-7.26E-04	-7.05E-05	9.56E-05	2.19E-04	-5.16E-05
S11	扩展非球面	3.774	0.000	-2.78E-03	-4.77E-03	-1.61E-03	-2.86E-04	-8.68E-04	3.34E-05	-1.67E-04
S12	扩展非球面	4.086	0.000	-1.36E-02	6.47E-03	4.34E-04	5.28E-04	-4.45E-04	-2.39E-04	-2.30E-05
S13	扩展非球面	4.564	-1.000	1.13E-02	-6.19E-03	-4.20E-03	3.58E-03	-3.98E-04	9.36E-04	-8.80E-04
S14	扩展非球面	4.792	0.000	4.26E-03	-7.45E-03	3.57E-03	-9.65E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

表 18 中所示的光学镜头 410 的 14 个非球面中, 所有扩展非球面面型 z 可利用但不限于一下非球面公式进行限定:

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (K + 1)c^2r^2}} + u^4 \sum_{x=0}^{13} A_x Q_x^{con}(u^2)$$

其中, z 为非球面的矢高, r 为非球面的归一化径向坐标, r 等于非球面的实际径向坐标除以归一化半径 R , c 为非球面顶点球曲率, K 为二次曲面常数, A_x 为非球面系数, Q_x^{con} 为非球面多项式, $Q_x^{con}(u^2) = P_x^{(0,4)}(2u - 1)$, P_x 为雅可比多项式。

5 对图 26a 和图 26b 所示的光学镜头进行仿真, 下面结合附图详细说明其仿真结果。

图 27a 为本申请实施例提供的第六种光学镜头处于第一成像模式时的轴向色差曲线图, 沿远离坐标原点的方向, 纵坐标轴上各个刻度的值依次为 0.25、0.50、0.75、1.00。图中分别示出了 650nm、610nm、555nm、510nm、470nm 波长的颜色光聚焦深度位置的仿真结果, 可以看出, 光学镜头在第一成像模式下的轴向色差控制在一个很小的范围内;

10 图 27b 为本申请实施例提供的第六种光学镜头处于第二成像模式时的轴向色差曲线图, 沿远离坐标原点的方向, 纵坐标轴上各个刻度的值依次为 0.25、0.50、0.75、1.00。图中分别示出了 650nm、610nm、555nm、510nm、470nm 波长的颜色光聚焦深度位置的仿真结果, 可以看出, 光学镜头在第二成像模式下的轴向色差控制在一个很小的范围内;

15 图 28a 为本申请实施例提供的第六种光学镜头处于第一成像模式时的横向色差曲线图, 图中的五条实线曲线分别为 650nm、610nm、555nm、510nm、470nm 波长的颜色光, 可以看出, 光学镜头在第一成像模式下的横向色差控制在一个很小的范围内;

图 28b 为本申请实施例提供的第六种光学镜头处于第二成像模式时的横向色差曲线图, 图中的五条实线曲线分别为 650nm、610nm、555nm、510nm、470nm 波长的颜色光, 可以看出, 光学镜头在第二成像模式下的横向色差控制在一个很小的范围内;

20 图 29a 为本申请实施例提供的第六种光学镜头处于第一成像模式时的光学畸变曲线图, 表示成像变形与理想形状的差异, 可以看出在该模式下可将光学畸变基本控制在小于 5% 的范围内;

25 图 29b 为本申请实施例提供的第六种光学镜头处于第二成像模式时的光学畸变曲线图, 表示成像变形与理想形状的差异, 可以看出在该模式下可将光学畸变基本控制在小于 5% 的范围内。

由上述第一种光学镜头、第二种光学镜头、第三种光学镜头、第四种光学镜头、第五种光学镜头及第六种光学镜头的结构及仿真效果可以看出, 本申请实施例提供的光学镜头在两种不同的成像模式下均可获得较好的成像效果。

30 以上, 仅为本申请的具体实施方式, 但本申请的保护范围并不局限于此, 任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内, 可轻易想到变化或替换, 都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此, 本申请的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

权利要求

1.一种光学镜头，其特征在于，包括沿物侧到像侧排列的可变光圈、第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜及第七透镜，其中：

所述可变光圈的通光直径可调节；

所述第一透镜具有正光焦度，所述第一透镜的物侧表面近光轴处为凸面，像侧表面近光轴处为凹面；

所述第二透镜具有负光焦度，所述第二透镜的物侧表面近光轴处为凸面，像侧表面近光轴处为凹面；

所述第三透镜的物侧表面近光轴处为凹面；

所述第七透镜的物侧表面为反曲面；

所述第一透镜的焦距 f_1 与所述光学镜头的焦距 EFL 满足： $0 \leq f_1/EFL \leq 1.1$ ；所述第三透镜的焦距 f_3 与所述第四透镜的焦距 f_4 满足： $-4 \leq f_3/f_4 \leq -1.3$ 。

2.如权利要求 1 所述的光学镜头，其特征在于，所述第二透镜的物侧表面近光轴处的曲率半径 R_3 与所述第二透镜的像侧表面近光轴处的曲率半径 R_4 满足： $1.8 \leq (R_3+R_4)/(R_3-R_4) \leq 6.3$ 。

3.如权利要求 1 或 2 所述的光学镜头，其特征在于，所述光学镜头的总长 TTL、所述光学镜头的光圈数 F 以及所述光学镜头的半像高 $ImgH$ 满足： $TTL \times F/ImgH \geq 1.8$ 。

4.如权利要求 1~3 任一项所述的光学镜头，其特征在于，所述第五透镜的中心厚度 CT_5 、所述第七透镜的中心厚度 CT_7 及所述光学镜头的半视场角 HFOV 满足： $0 \leq CT_7/[CT_5 \times \tan(HFOV)] \leq 1.1$ 。

5.如权利要求 1~4 任一项所述的光学镜头，其特征在于，所述光学镜头的光圈数 F 满足： $1.2 \leq F \leq 8.0$ 。

6.如权利要求 1~5 任一项所述的光学镜头，其特征在于，所述第六透镜的像侧表面近光轴处的曲率半径 R_{12} 与所述光学镜头的焦距 EFL 满足： $0 \leq |EFL/R_{12}| \leq 0.46$ 。

7.如权利要求 1~6 任一项所述的光学镜头，其特征在于，所述第七透镜的物侧表面的曲率半径 R_{13} 与所述光学镜头的焦距 EFL 满足： $0 \leq |EFL/R_{13}| \leq 2.2$ 。

8.如权利要求 1~7 任一项所述的光学镜头，其特征在于，所述光学镜头的总长 TTL 与所述光学镜头的入瞳直径 EPD 满足： $1.5 \leq TTL/EPD \leq 10$ 。

9.如权利要求 1~8 任一项所述的光学镜头，其特征在于，沿所述光学镜头的光轴方向，所述第一透镜与所述第二透镜之间的间距 d_1 满足： $d_1/d_m \leq 1$ ，其中， d_m 为第 m 透镜与第 $m+1$ 透镜之间的间距， m 为自然数且 $2 \leq m \leq 6$ 。

10.如权利要求 1~9 任一项所述的光学镜头，其特征在于，所述第一透镜的中心厚度 CT_1 满足： $CT_1/CT_n \geq 1$ ，其中， CT_n 为第 n 透镜的中心厚度， n 为自然数且 $2 \leq n \leq 7$ 。

11.一种摄像头模组，其特征在于，包括图像传感器以及如权利要求 1~10 任一项所述的光学镜头，所述图像传感器设置于所述光学镜头的成像面；所述图像传感器用于将所述光学镜头传递的光信号变换为图像信号。

12.一种电子设备，其特征在于，包括壳体以及如权利要求 11 所述的摄像头模组，所述摄像头模组固定于所述壳体。

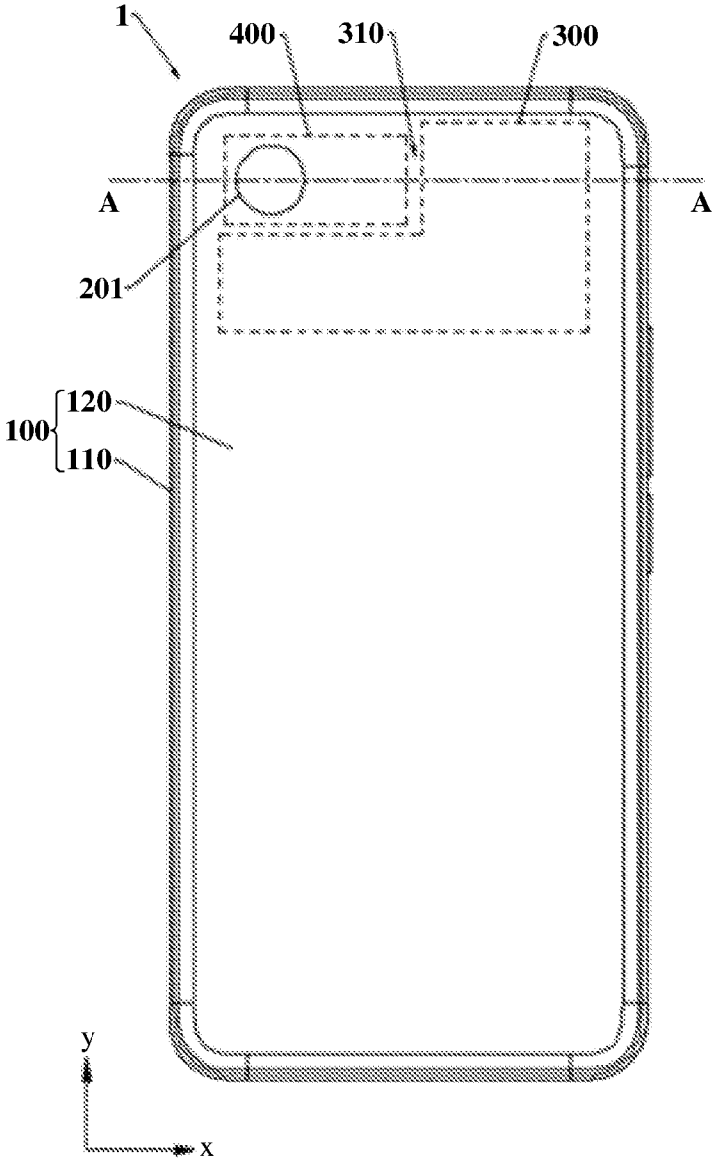


图 1

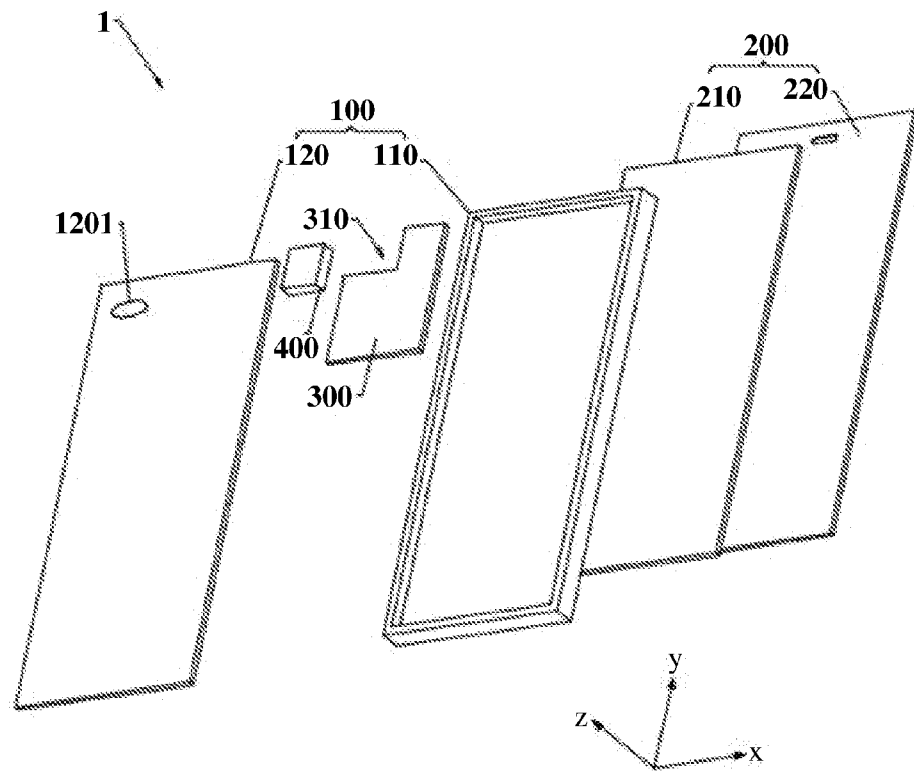


图 2

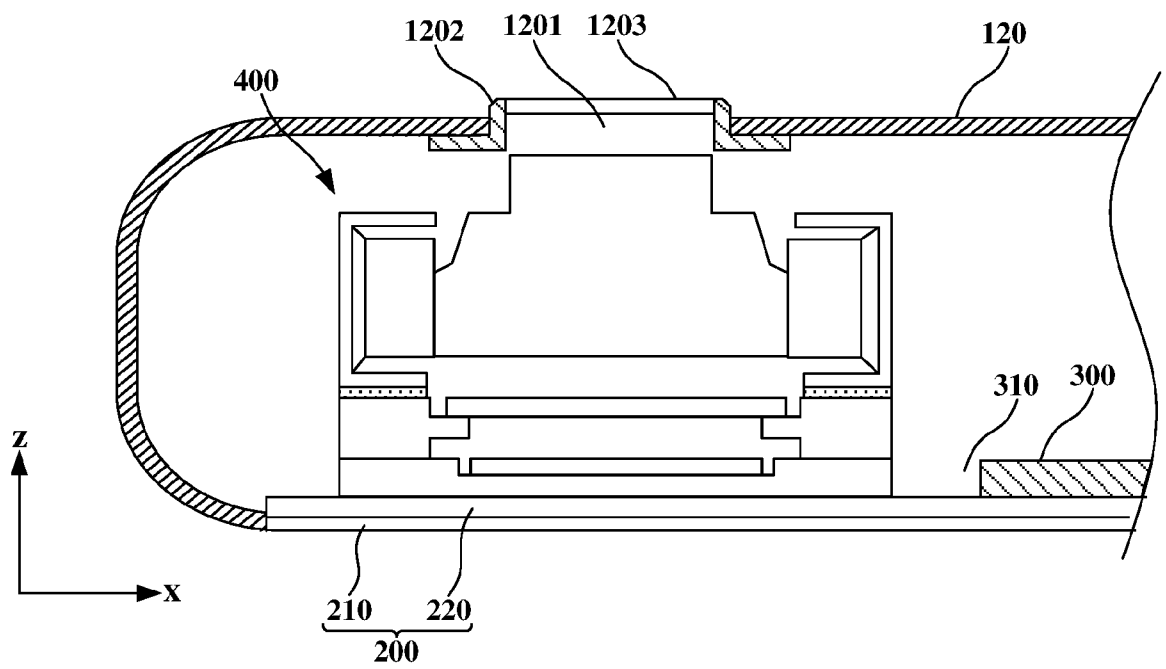


图 3

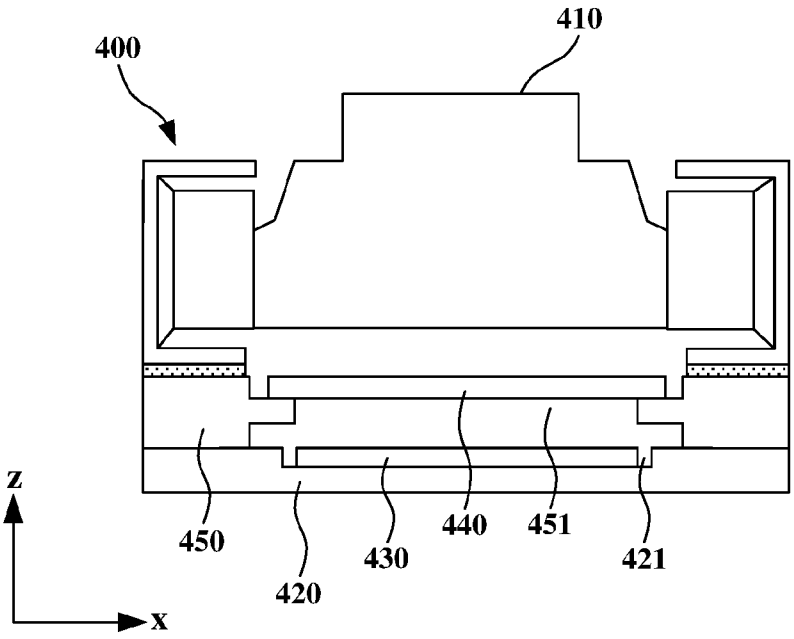


图 4

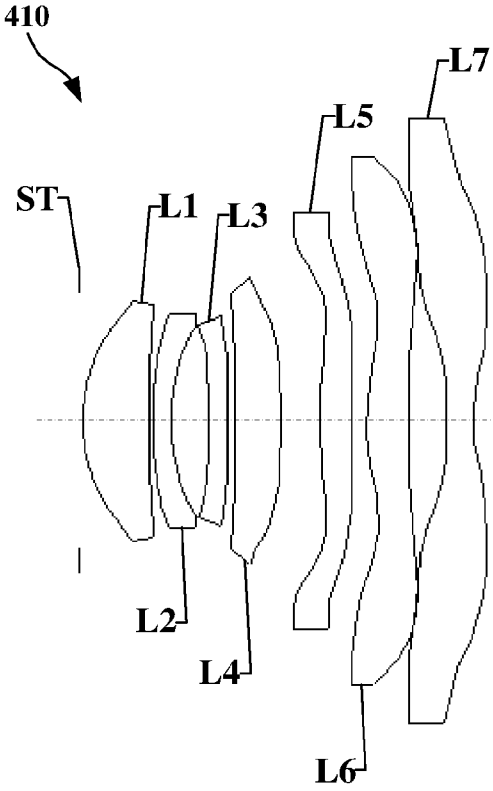


图 5

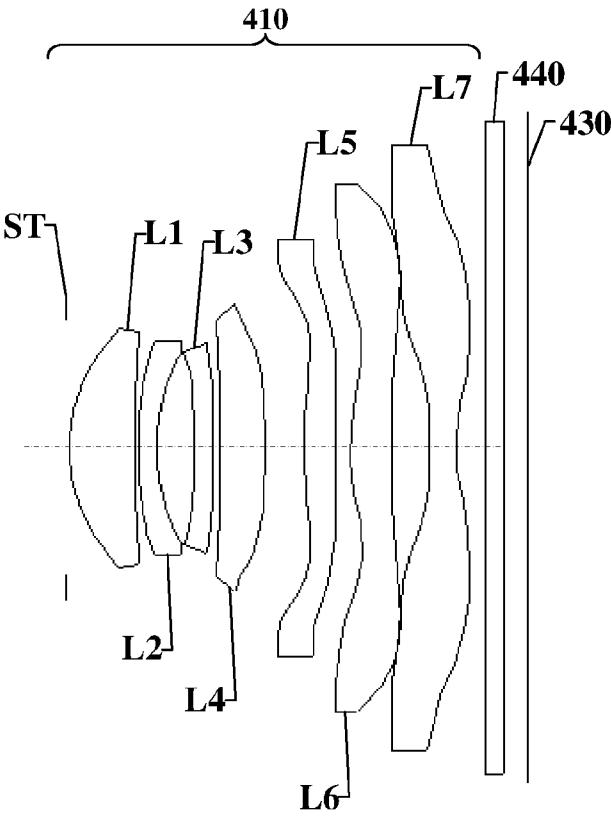


图 6a

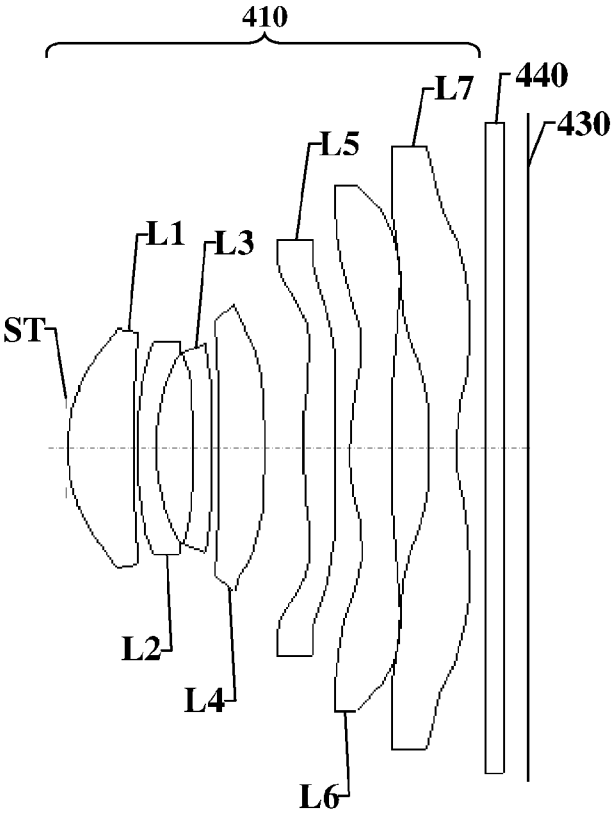


图 6b

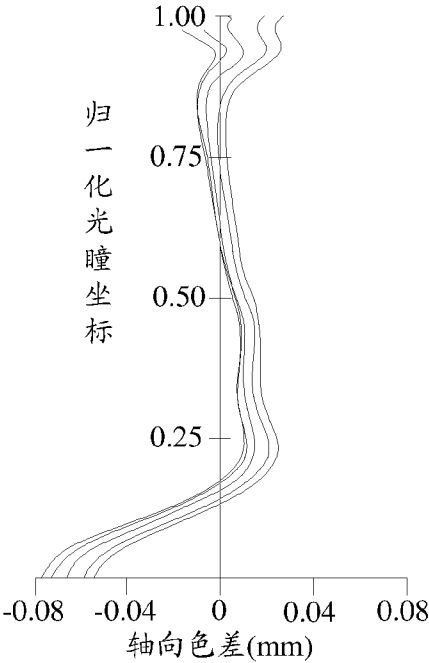


图 7a

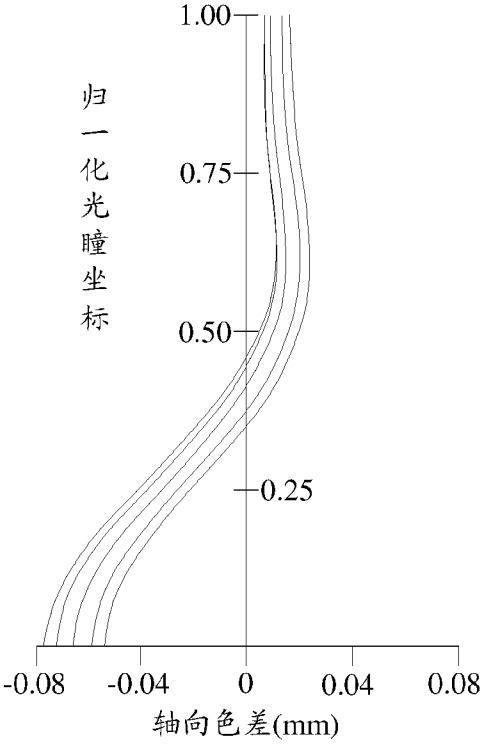


图 7b

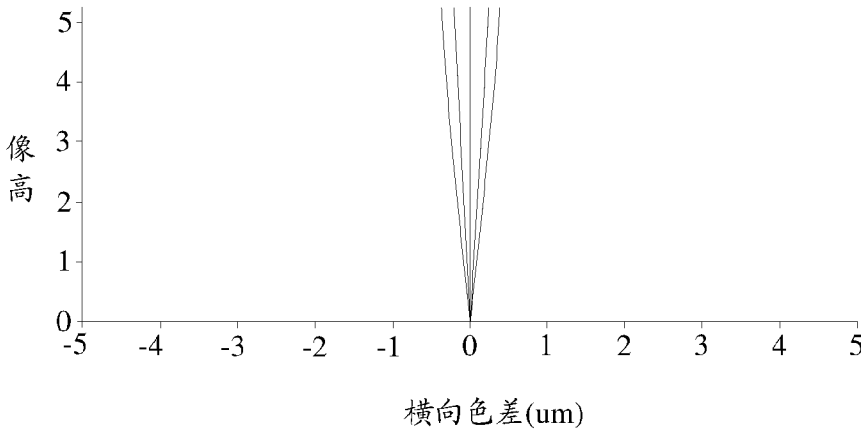


图 8a

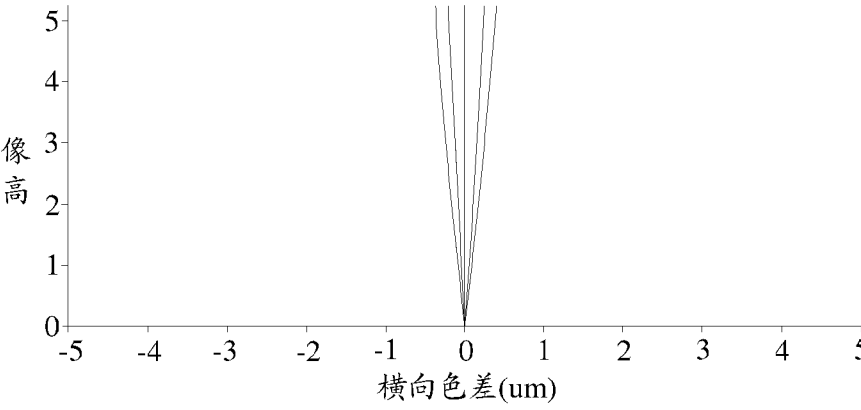


图 8b

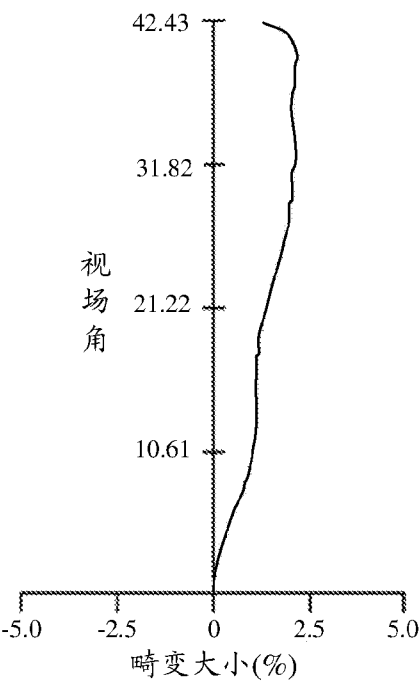


图 9a

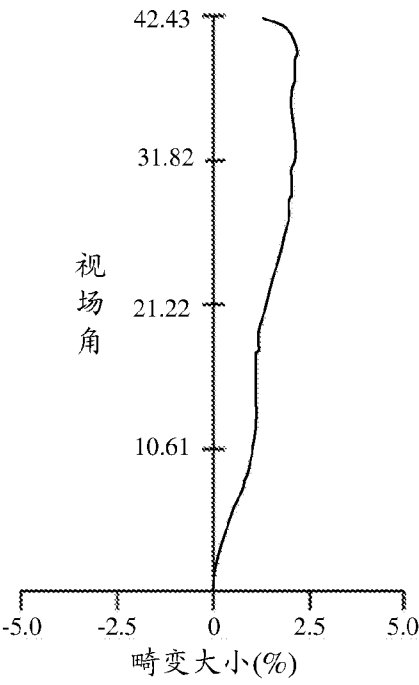


图 9b

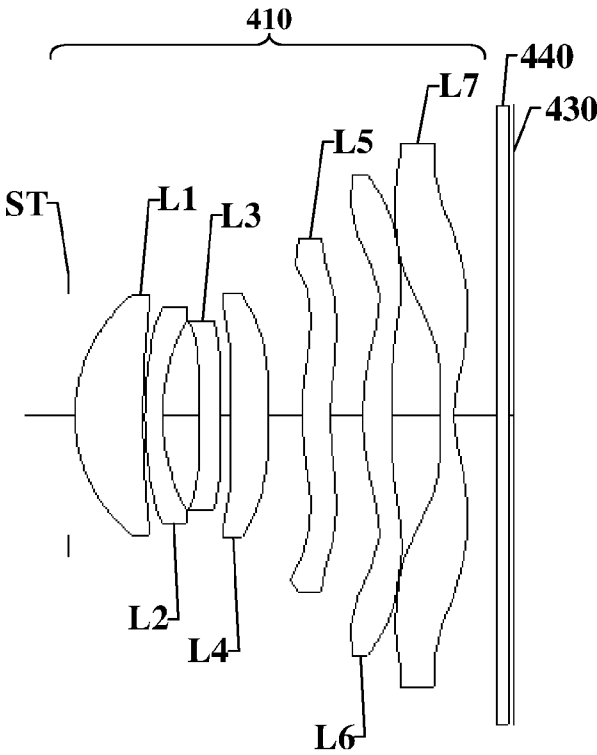


图 10a

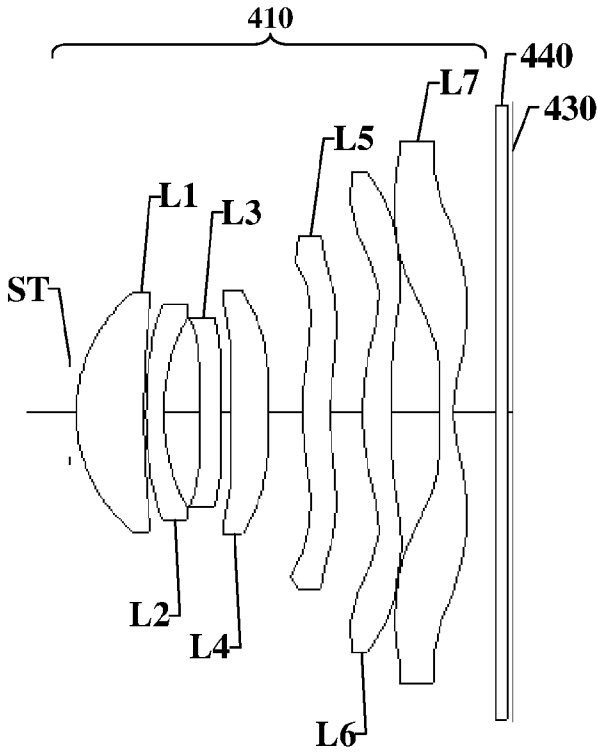


图 10b

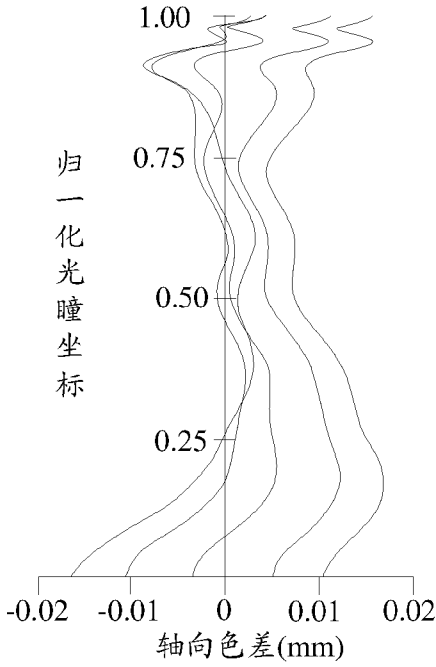


图 11a

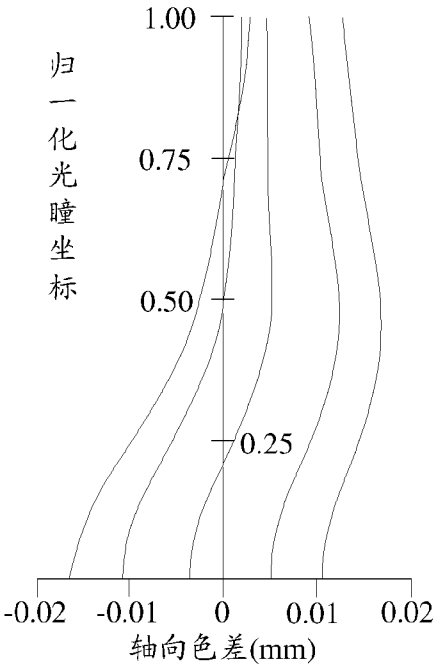


图 11b

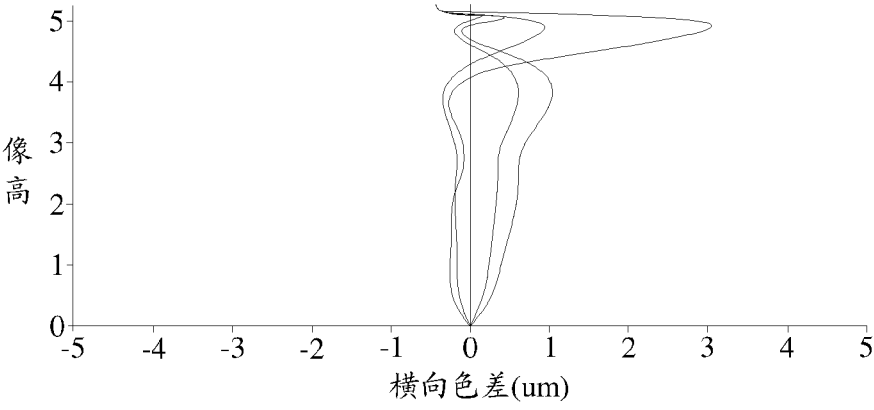


图 12a

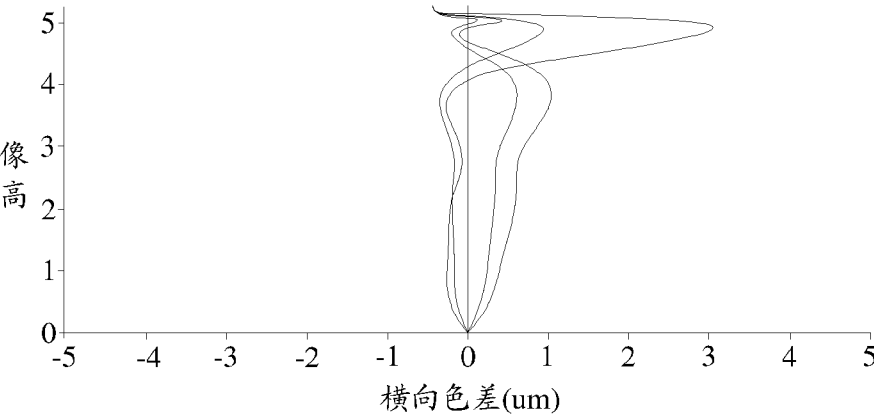


图 12b

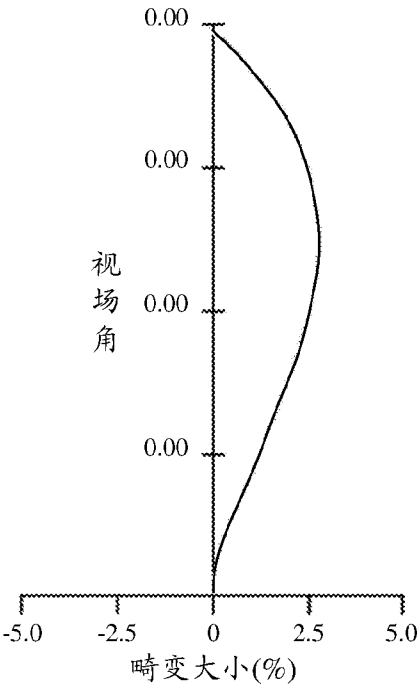


图 13a

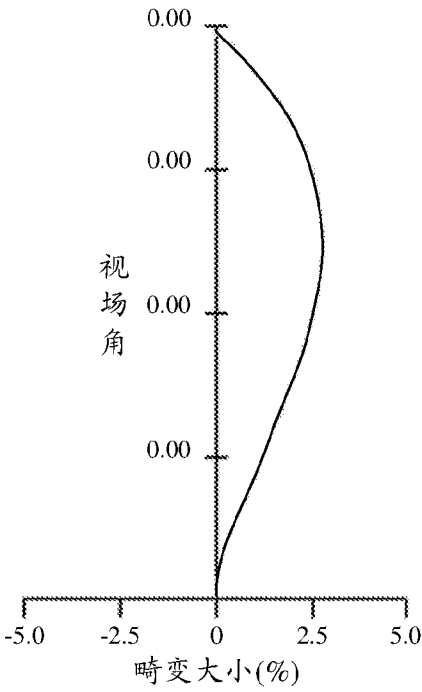


图 13b

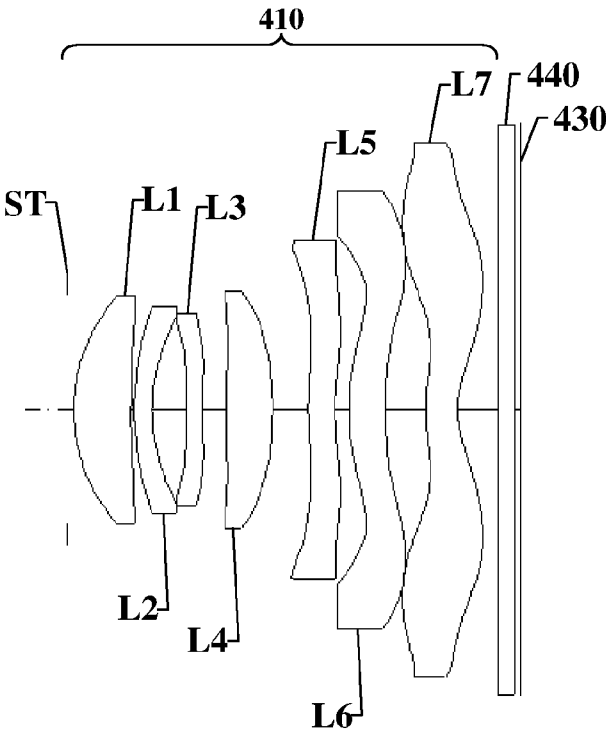


图 14a

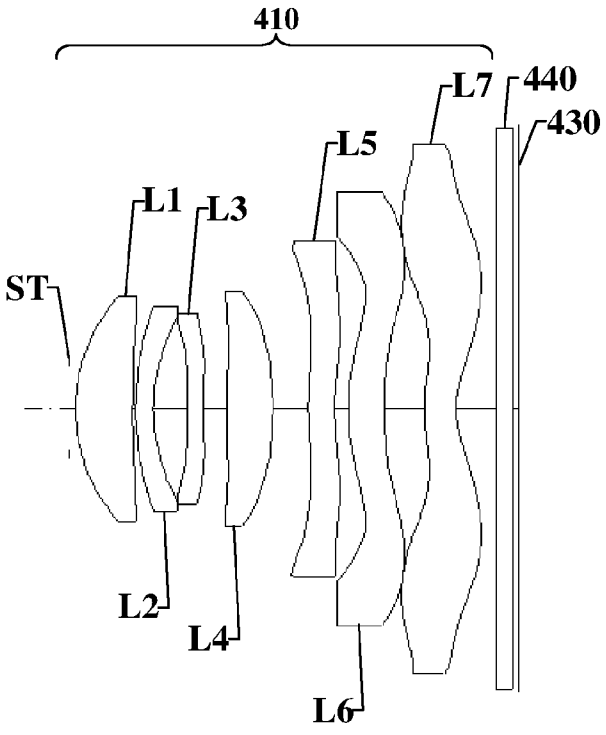


图 14b

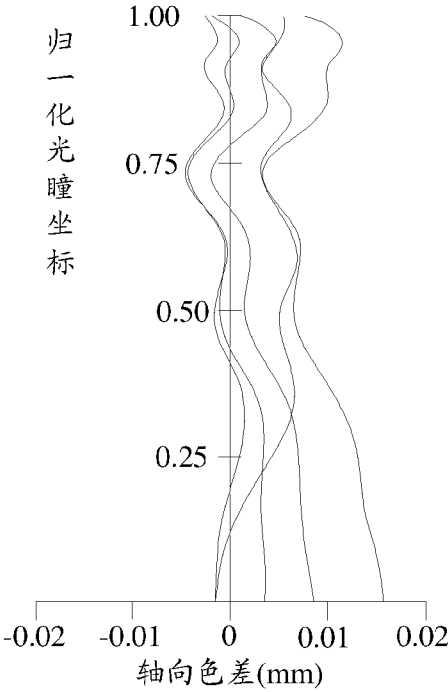


图 15a

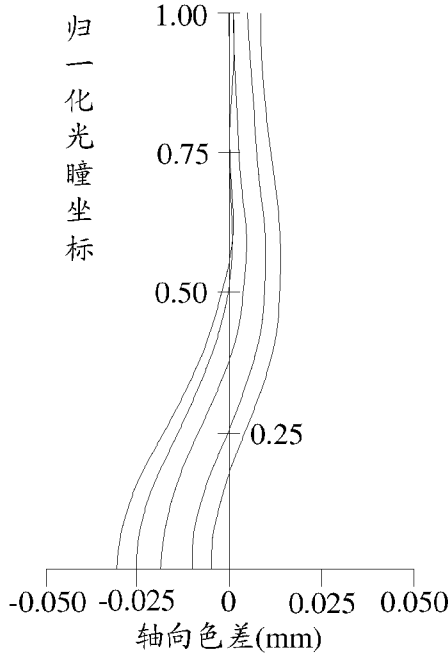


图 15b

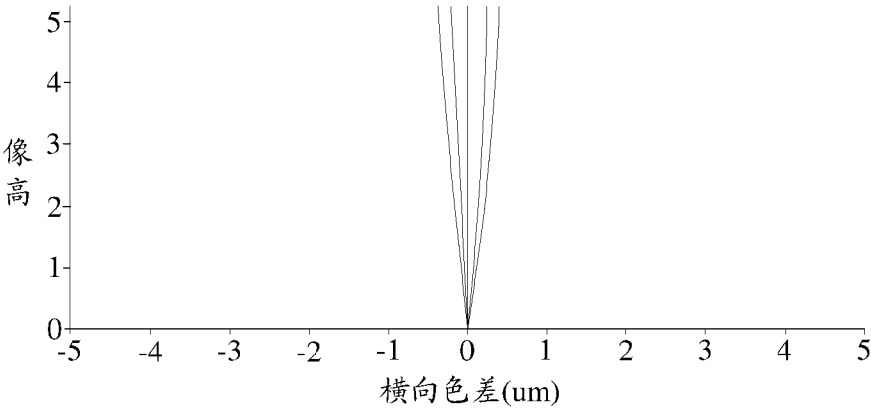


图 16a

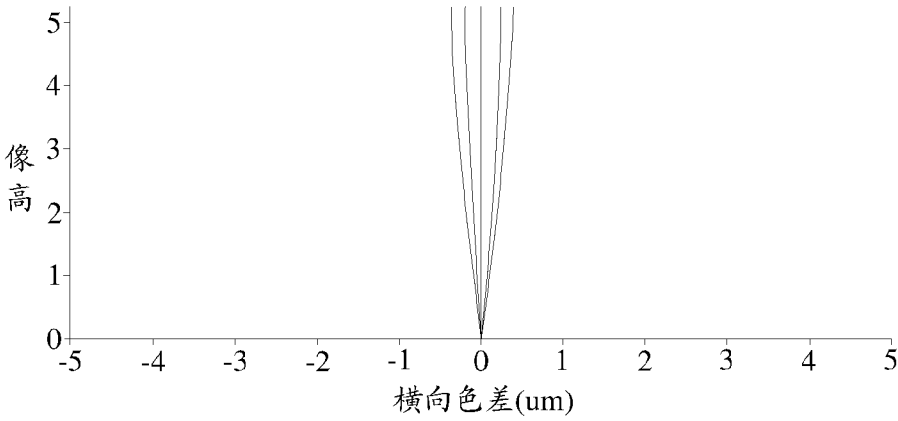


图 16b

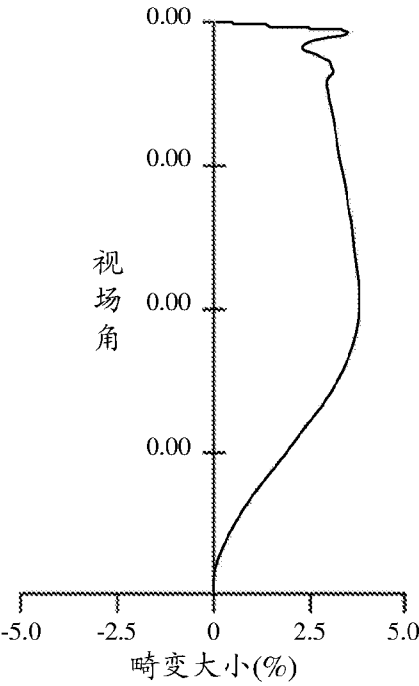


图 17a

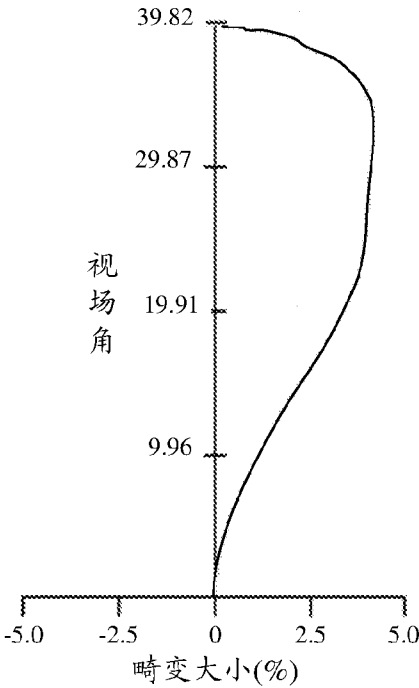


图 17b

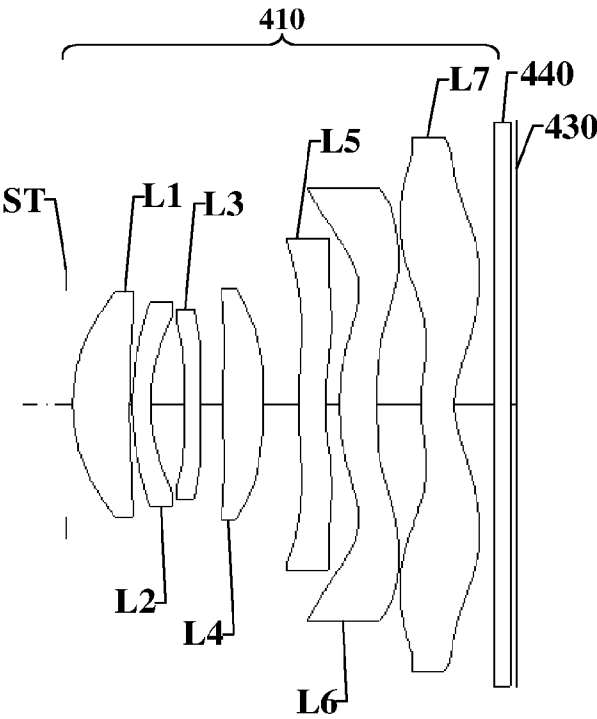


图 18a

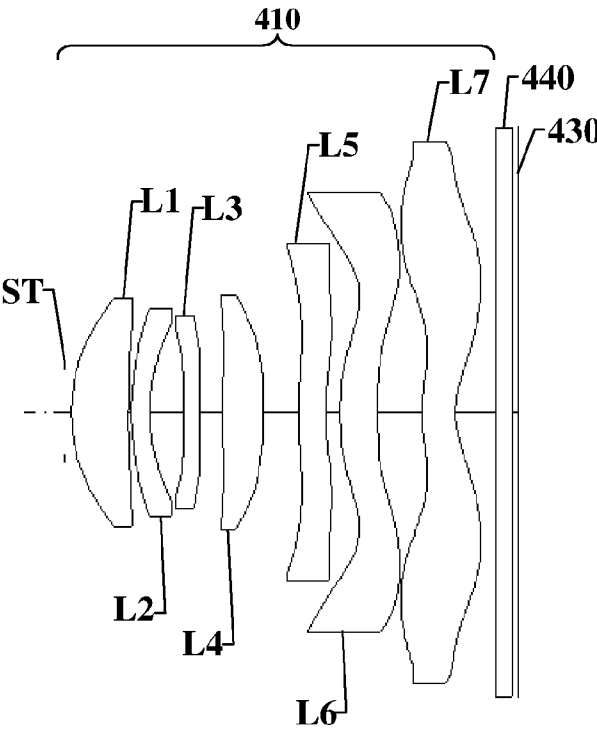


图 18b

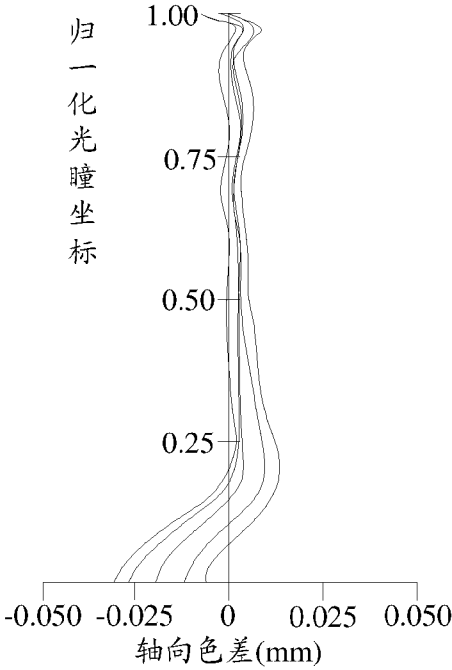


图 19a

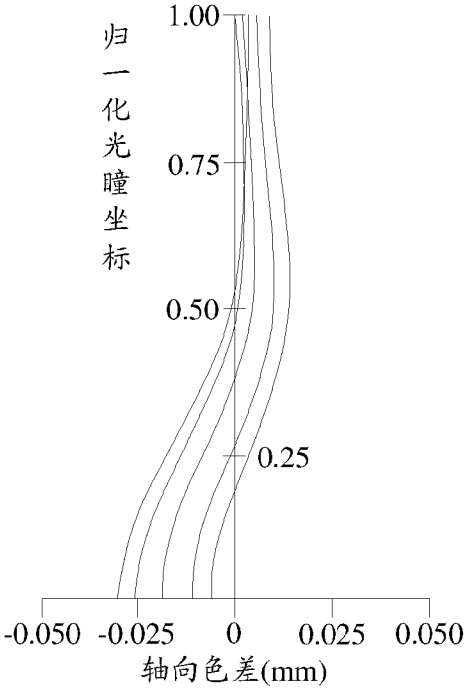


图 19b

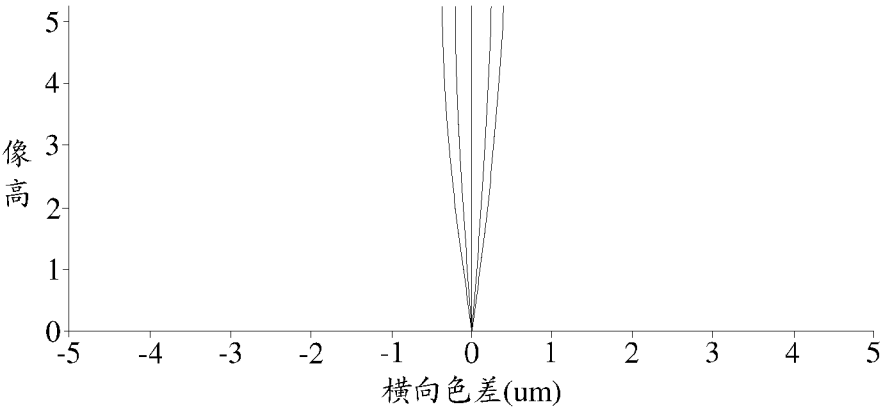


图 20a

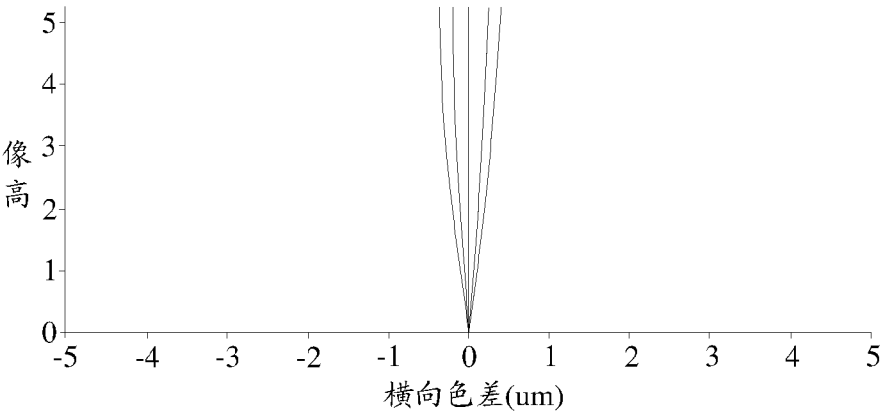


图 20b

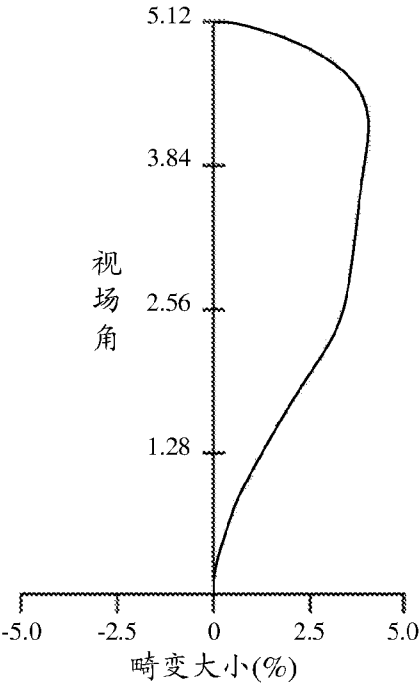


图 21a

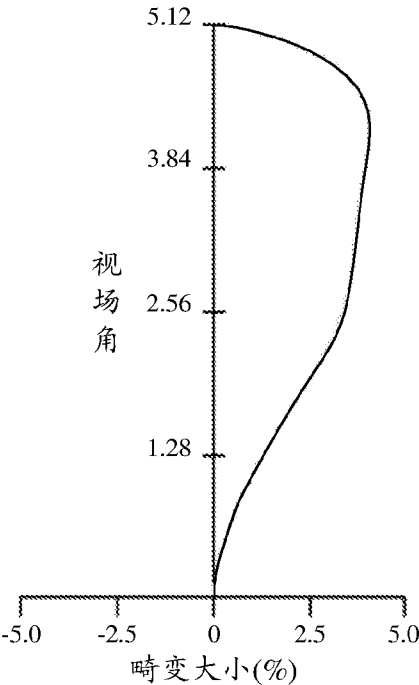


图 21b

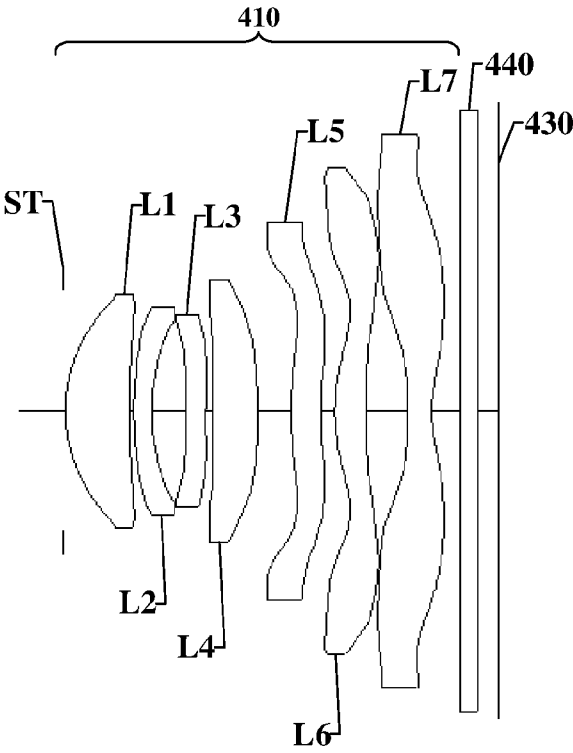


图 22a

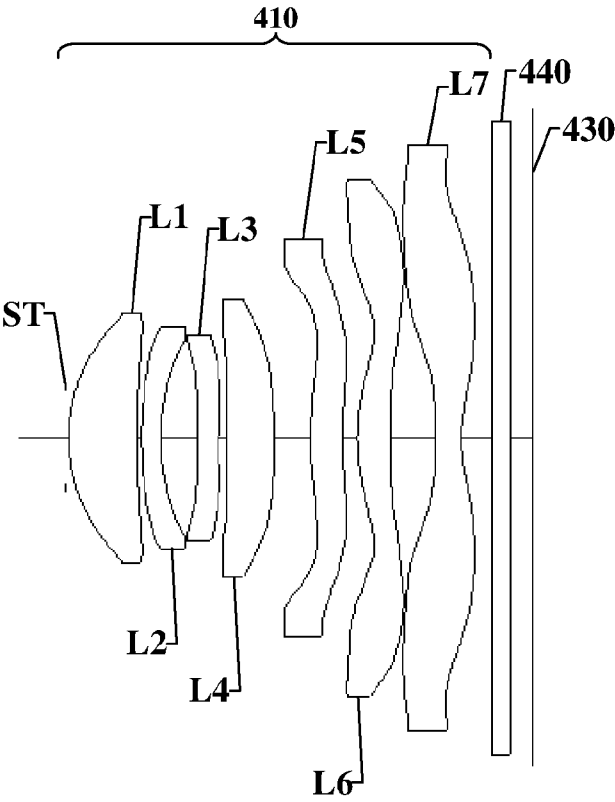


图 22b

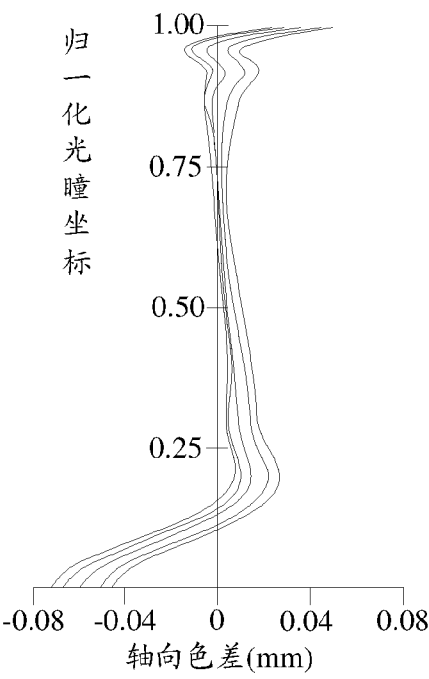


图 23a

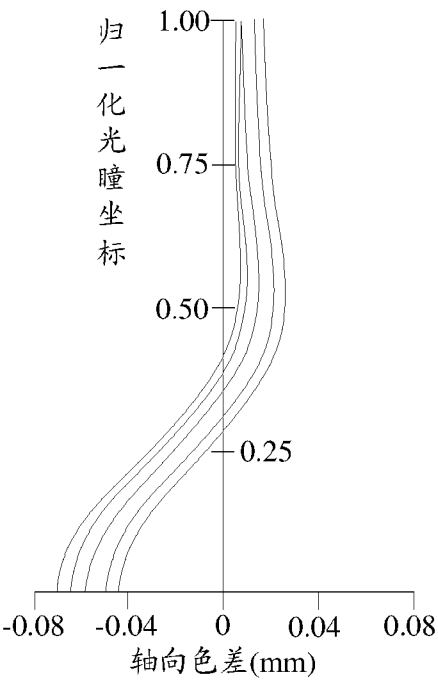


图 23b

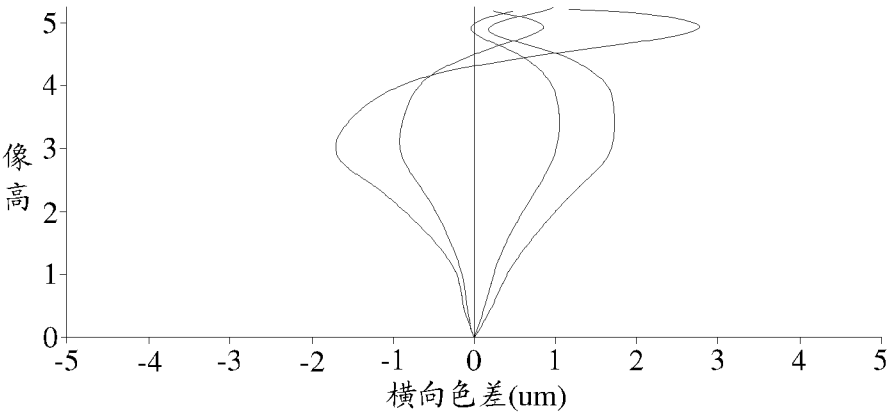


图 24a

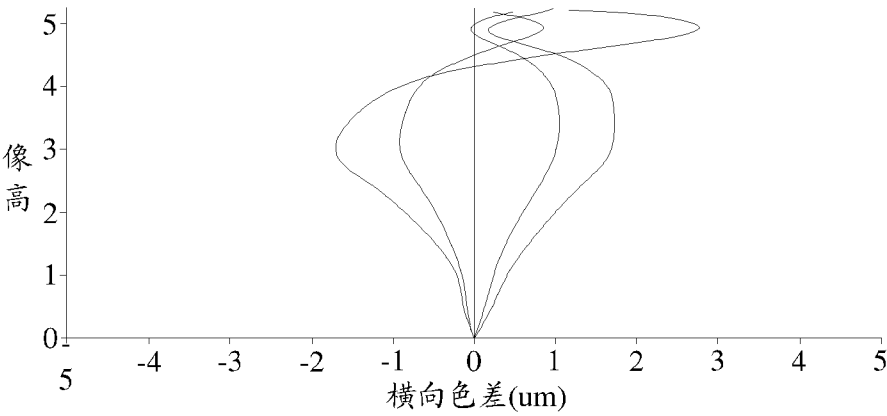


图 24b

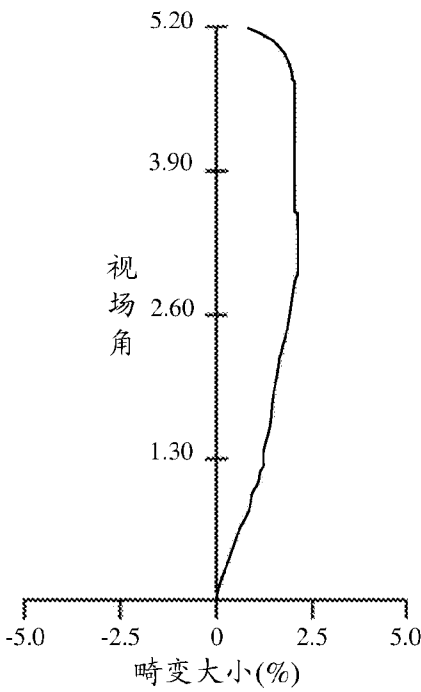


图 25a

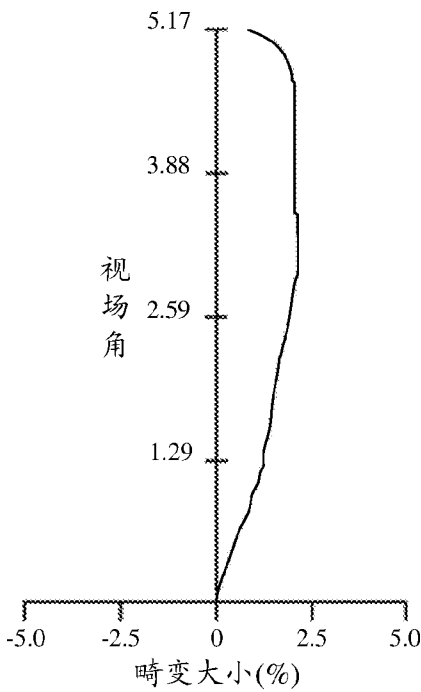


图 25b

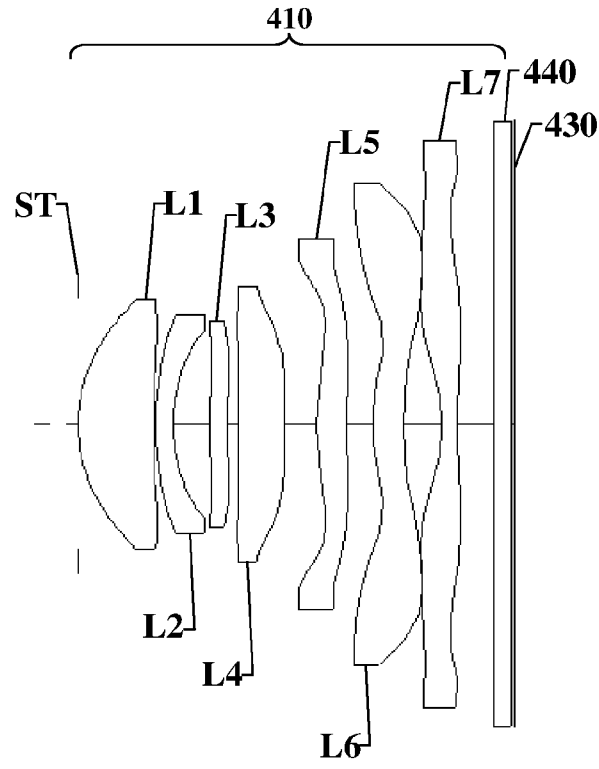


图 26a

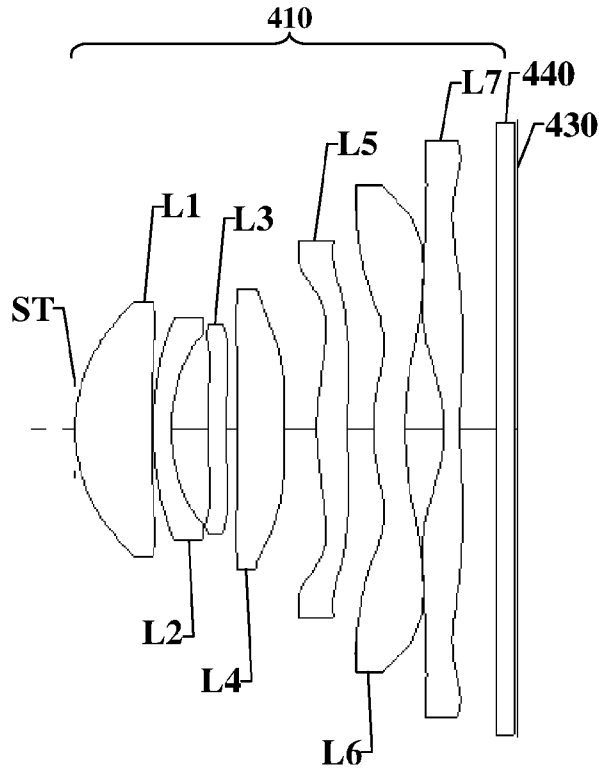


图 26b

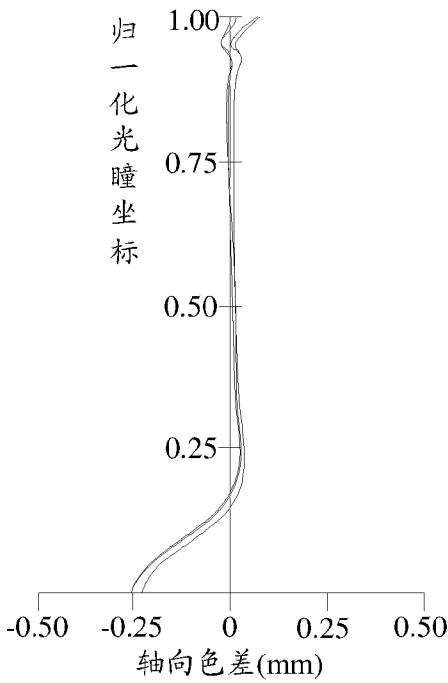


图 27a

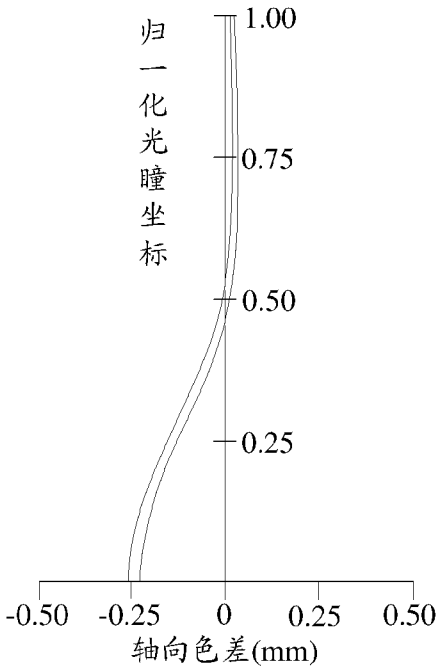


图 27b

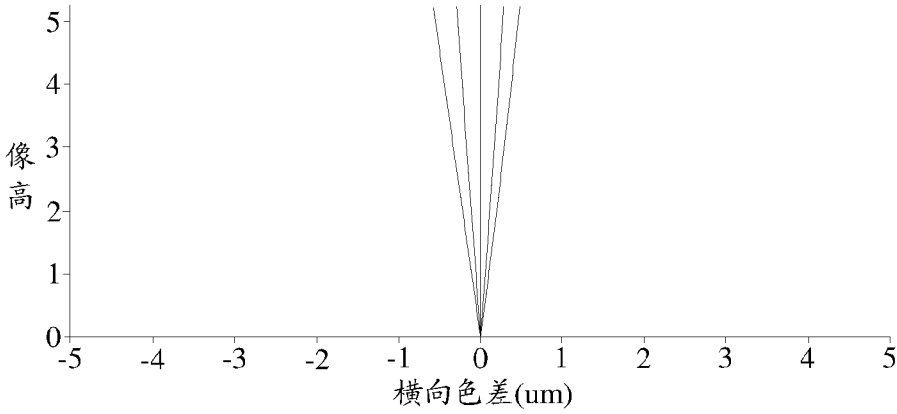


图 28a

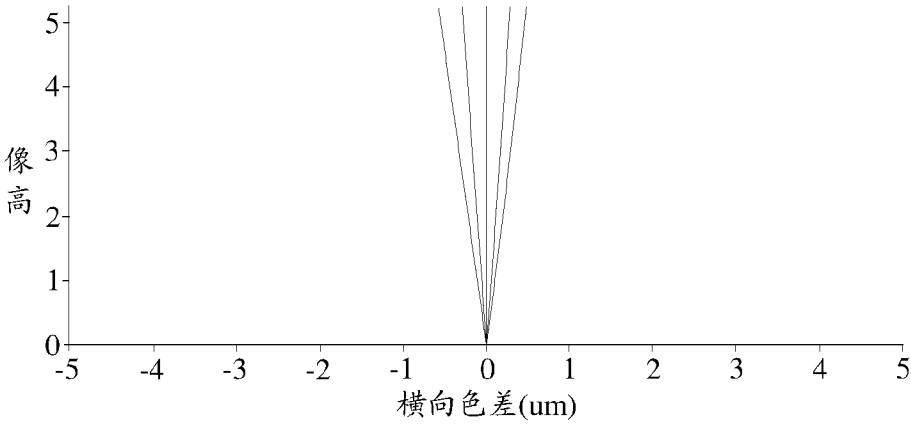


图 28b

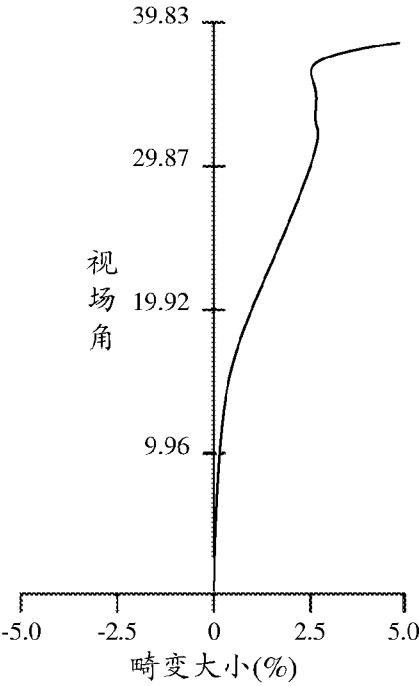


图 29a

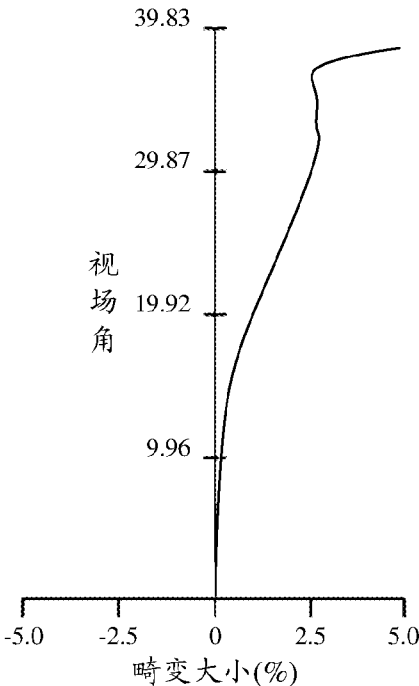


图 29b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/143954

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B 13/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B 13/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 2H087/QA12/FT, 2H087/QA22/FT, 第一 2d 正, 第二 2d 负, 第七, 凹, 凸, first 2d posit+, second 2d negat+, seventh, concave, convex

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 107678134 A (AAC TECHNOLOGIES (SINGAPORE) CO., LTD.) 09 February 2018 (2018-02-09) description, paragraphs [0029]-[0144], and figures 1-8	1-12
X	CN 107797236 A (AAC TECHNOLOGIES (SINGAPORE) CO., LTD.) 13 March 2018 (2018-03-13) description, paragraphs [0035]-[0130], [0166], figures 1-3	1-3, 5-12
A	CN 107664817 A (AAC TECHNOLOGIES (SINGAPORE) CO., LTD.) 06 February 2018 (2018-02-06) entire document	1-12
A	CN 107678135 A (AAC TECHNOLOGIES (SINGAPORE) CO., LTD.) 09 February 2018 (2018-02-09) entire document	1-12
A	JP 0713078 A (RICOH K. K.) 17 January 1995 (1995-01-17) entire document	1-12
A	JP 02257111 A (FUJI PHOTO OPTICAL CO., LTD.) 17 October 1990 (1990-10-17) entire document	1-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

07 February 2022

Date of mailing of the international search report

01 March 2022

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088, China

Authorized officer

Facsimile No. (86-10)62019451

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/143954

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	107678134	A	09 February 2018	JP	6374077	B1	15 August 2018
				US	10268024	B1	23 April 2019
				US	2019121082	A1	25 April 2019
				JP	2019078996	A	23 May 2019
				CN	107678134	B	17 April 2020
CN	107797236	A	13 March 2018	JP	6377235	B1	22 August 2018
				US	2019121087	A1	25 April 2019
				JP	2019079013	A	23 May 2019
				US	10330896	B2	25 June 2019
				CN	107797236	B	17 April 2020
CN	107664817	A	06 February 2018	JP	6377831	B1	22 August 2018
				US	2019121089	A1	25 April 2019
				JP	2019079007	A	23 May 2019
				US	10394003	B2	27 August 2019
				CN	107664817	B	18 February 2020
CN	107678135	A	09 February 2018	JP	6362192	B1	25 July 2018
				US	2019121085	A1	25 April 2019
				US	10295794	B2	21 May 2019
				JP	2019079000	A	23 May 2019
				CN	107678135	B	18 September 2020
JP	0713078	A	17 January 1995	US	5576891	A	19 November 1996
				JP	3323303	B2	09 September 2002
JP	02257111	A	17 October 1990	US	4976525	A	11 December 1990
				JP	2714687	B2	16 February 1998

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/143954

A. 主题的分类

G02B 13/00(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G02B 13/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNPAT, CNKI, WPI, EPDOC: 2H087/QA12/FT, 2H087/QA22/FT, 第一 2d 正, 第二 2d 负, 第七, 凹, 凸, first 2d posit+, second 2d negat+, seventh, concave, convex

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 107678134 A (瑞声科技新加坡有限公司) 2018年2月9日 (2018 - 02 - 09) 说明书第[0029]-[0144]段、图1-8	1-12
X	CN 107797236 A (瑞声科技新加坡有限公司) 2018年3月13日 (2018 - 03 - 13) 说明书第[0035]-[0130], [0166]段、图1-3	1-3, 5-12
A	CN 107664817 A (瑞声科技新加坡有限公司) 2018年2月6日 (2018 - 02 - 06) 全文	1-12
A	CN 107678135 A (瑞声科技新加坡有限公司) 2018年2月9日 (2018 - 02 - 09) 全文	1-12
A	JP 0713078 A (RICOH K. K.) 1995年1月17日 (1995 - 01 - 17) 全文	1-12
A	JP 02257111 A (FUJI PHOTO OPTICAL CO., LTD.) 1990年10月17日 (1990 - 10 - 17) 全文	1-12

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2022年2月7日

国际检索报告邮寄日期

2022年3月1日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

授权官员

李妍

电话号码 86-(10)-53962574

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/143954

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	107678134	A	2018年2月9日	JP	6374077	B1	2018年8月15日
				US	10268024	B1	2019年4月23日
				US	2019121082	A1	2019年4月25日
				JP	2019078996	A	2019年5月23日
				CN	107678134	B	2020年4月17日
CN	107797236	A	2018年3月13日	JP	6377235	B1	2018年8月22日
				US	2019121087	A1	2019年4月25日
				JP	2019079013	A	2019年5月23日
				US	10330896	B2	2019年6月25日
				CN	107797236	B	2020年4月17日
CN	107664817	A	2018年2月6日	JP	6377831	B1	2018年8月22日
				US	2019121089	A1	2019年4月25日
				JP	2019079007	A	2019年5月23日
				US	10394003	B2	2019年8月27日
				CN	107664817	B	2020年2月18日
CN	107678135	A	2018年2月9日	JP	6362192	B1	2018年7月25日
				US	2019121085	A1	2019年4月25日
				US	10295794	B2	2019年5月21日
				JP	2019079000	A	2019年5月23日
				CN	107678135	B	2020年9月18日
JP	0713078	A	1995年1月17日	US	5576891	A	1996年11月19日
				JP	3323303	B2	2002年9月9日
JP	02257111	A	1990年10月17日	US	4976525	A	1990年12月11日
				JP	2714687	B2	1998年2月16日