

(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
2021年7月29日 (29.07.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/147828 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04N 5/225 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2021/072565
- (22) 国际申请日: 2021年1月18日 (18.01.2021)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202010076737.7 2020年1月22日 (22.01.2020) 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: 叶海水 (YE, Haishui); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 葛洪 (GE, Hong); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (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,

(54) Title: CAMERA, PHOTOGRAPHING MODULE, AND TERMINAL DEVICE

(54) 发明名称: 镜头、摄像模组及终端设备

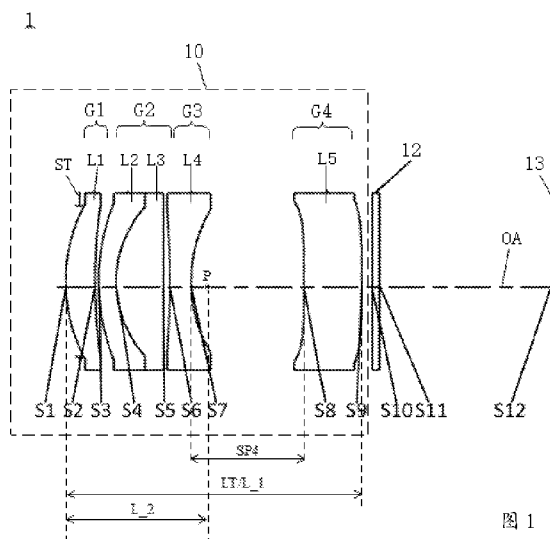


图 1

(57) Abstract: Embodiments of the present application provide a camera, a photographing module, and a terminal device. The camera comprises a first component, a second component, a third component, and a fourth component that are sequentially arranged from an object side to an image side along an optical axis, wherein the second component comprises a doublet lens formed by gluing a second lens and a third lens. By performing matched design on the focal power of the lenses and the doublet lens in each component, the present invention can achieve the design of a compact, achromatic, and high-quality telephoto camera. By applying the camera to an image capturing apparatus and the terminal device, the functions of the image capturing apparatus and the terminal device are enhanced, but the thicknesses of the image capturing apparatus and the terminal device are not increased, and a modulation transfer function (MTF) and a focal length are insensitive to temperature, thereby improving user experience. The present solution is suitable for a smart household device, a smart vehicle-mounted device, a smart wearable device, a smart mobile phone, and other devices in the field of artificial intelligence.

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))。

(57) 摘要：本申请实施例提供一种镜头、摄像模组以及终端设备，该镜头包括沿光轴从物方到像方依次设置的第一组元、第二组元、第三组元和第四组元，其中，第二组元包括由第二透镜和第三透镜胶合而成的双合透镜，通过对各个组元中透镜的光焦度与双合透镜进行搭配设计，能够实现能够实现长焦镜头紧凑、消色差的高品质长焦镜头的设计。通过将该镜头应用至取像装置和终端设备中，增强取像装置和终端设备的功能，且不会增加取像装置和终端设备的厚度，调制传递函数(Modulation Transfer Function, MTF)和焦距对温度不敏感，提高用户体验。本方案适用于智能家居、智能车载设备、智能可穿戴设备、智能手机、人工智能领域设备等。

镜头、摄像模组及终端设备

本申请要求在 2020 年 1 月 22 日提交中国国家知识产权局、申请号为 202010076737.7 的中国专利申请的优先权，发明名称为“镜头、摄像模组及终端设备”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

本申请涉及光学成像技术领域，特别涉及镜头、摄像模组及终端设备。

背景技术

近年来，随着终端设备技术的发展，拍摄功能已经成为很多智能终端设备(如智能手机)的必备功能，镜头成为终端设备中必备组件之一。在多摄的组合式变焦系统中，长焦镜头组设计是不可或缺的一部分。现有的多摄的组合式变焦系统中，长焦镜头的温度效应(或称为温漂现象)和色差较严重，并且，调制传递函数(Modulation Transfer Function, MTF)的品质也受到影响。

因此，亟需一种高成像质量的长焦镜头来满足市场的需求。

发明内容

本申请提供了一种镜头、摄像模组及终端设备，以解决现有技术。

为了达到上述目的，本申请实施例采用如下技术方案：

第一方面，本申请实施例提供一种镜头，包括沿光轴从物方到像方依次设置的第一组元、第二组元、第三组元和第四组元；该第一组元具有正光焦度；该第二组元具有正光焦度，该第二组元包括沿光轴从物方到像方依次设置的第二透镜和第三透镜，该第二透镜和第三透镜接合为双合透镜；该第三组元具有负光焦度；该镜头的光学长度为 TTL，该镜头的有效焦距为 f，TTL 和 f 满足： $TTL/f \leq 1$ 。该镜头利用各透镜的光焦度和双合透镜相互配合，通过 TTL 和 f 的合理限制，可以减少镜头的总长度(或镜头本身的筒长)，最大化后焦长度，同时保证镜头的小型化、长焦距，并且可以实现消色差的效果。只需要四个组元就可以实现 5 倍以上的长焦，使得摄像模组的厚度可以更小。

示例性的，该第二透镜和第三透镜的色散系数分别为 V2 和 V3，V2 满足： $15 \leq V2 \leq 100$ ；V3 满足： $15 \leq V3 \leq 100$ 。通过色散系数 V2 和 V3 的合理限制，并搭配合理的光焦度分配，可以有效地进行色差矫正。

示例性的，该第四组元为第五透镜，该第五透镜的物方侧表面的曲率半径为 R51，该第五透镜的像方侧表面的曲率半径为 R52，R51 和 R52 满足： $|f/R51| + |f/R52| \leq 8$ 。通过 f、R51 和 R52 的合理限制，能够将第五透镜的两个侧表面的曲率半径调整至合理数值，以矫正轴外像差及综合像差，并保证镜头整体的组装工艺性。

示例性的，该第二透镜和第三透镜的组合焦距为 f_{23} ， f_{23} 满足： $0 \leq f_{23}/f \leq 3$ 。通过 f 和 f_{23} 的合理限制，并搭配合理的光焦度、色散系数、折射率温度系数的分配，可以有效地进行色差矫正，并可以减小温度效应。

第二方面，本申请实施例提供一种摄像模组，包括图像传感器，该摄像模组还包括第一方面中的镜头，该图像传感器位于该镜头的像方。通过在摄像模组中设置该镜头，可以缩短摄像模组的镜头长度，在保证摄像模组的厚度较薄的前提下，可以实现长焦、小尺寸、对温度不敏感、成像质量高的摄像模组。

第三方面，本申请实施例提供一种终端设备，包括第二方面中的摄像模组。通过在终端设备中设置具有该镜头的摄像模组，可实现更高的焦距倍数（特别是 5 倍以上长焦）下的各种拍摄应用场景，提高了拍摄的质量，并可以有效地降低终端设备的厚度，增强了终端设备的功能，提高了用户体验。

第四方面，本申请实施例提供一种手机，包括：壳体、显示器、扩音器、麦克风以及一个或多个第二方面中的摄像模组，至少一个该镜头位于该显示器所在的面，或/和，至少一个该镜头位于背对该显示器的面。通过在手机中设置具有该镜头的摄像模组，可实现更高的焦距倍数（特别是 5 倍以上长焦）下的各种拍摄应用场景，提高了拍摄的质量，并可以有效地降低手机的厚度，增强了终端设备的功能，提高了用户体验。本方案适用于智能家居、智能车载设备、智能可穿戴设备、智能手机、人工智能领域设备等。

附图说明

图 1 为本申请实施例一的镜头的结构示意图；

图 2 为本申请实施例一提供的镜头的球面像差仿真示意图；

图 3 为本申请实施例一提供的镜头的场曲仿真示意图；

图 4 为本申请实施例一提供的镜头的畸变仿真示意图；

图 5 为本申请实施例一提供的镜头的轴外色差示意图；

图 6 为本申请实施例一提供的光束经过镜头后在图像传感器上汇聚的示意图；

图 7 为本申请实施例二的镜头的结构示意图；

图 8 为本申请实施例二提供的镜头的球面像差仿真示意图；

图 9 为本申请实施例二提供的镜头的场曲仿真示意图；

图 10 为本申请实施例二提供的镜头的畸变仿真示意图；

图 11 为本申请实施例二提供的镜头的轴外色差示意图；

图 12 为本申请实施例二提供的光束经过镜头后在图像传感器上汇聚的示意图；

图 13 为本申请实施例三的镜头的结构示意图；

图 14 为本申请实施例三提供的镜头的球面像差仿真示意图；

图 15 为本申请实施例三提供的镜头的场曲仿真示意图；

图 16 为本申请实施例三提供的镜头的畸变仿真示意图；
图 17 为本申请实施例三提供的镜头的轴外色差示意图；
图 18 为本申请实施例三提供的光束经过镜头后在图像传感器上汇聚的示意图；
图 19A 和图 19B 为本申请实施例八提供的手机的示意图。

附图标记：

OA-光轴；

ST-光阑；

G1-第一组元；

G2-第二组元；

G3-第三组元；

G4-第四组元；

L1-第一透镜；

L2-第二透镜；

L3-第三透镜；

L4-第四透镜；

L5-第五透镜；

12-滤光片（可以是红外滤光片）；

13-图像传感器；

S1-第一透镜 L1 的物方侧表面，即第一透镜朝向物方的面；

S2-第一透镜 L1 的像方侧表面，即第一透镜朝向像方的面；

S3-第二透镜 L2 的物方侧表面，即第二透镜朝向物方的面；

S4-第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的接合面；

S5-第三透镜 L3 的像方侧表面，即第三透镜朝向像方的面；

S6-第四透镜 L4 的物方侧表面，即第四透镜朝向物方的面；

S7-第四透镜 L4 的像方侧表面，即第四透镜朝向像方的面；

S8-第五透镜 L5 的物方侧表面，即第五透镜朝向物方的面；

S9-第五透镜 L5 的像方侧表面，即第五透镜朝向像方的面；

S10-滤光片 12 的物方侧表面，即滤光片朝向物方的面；

S11-滤光片 12 的像方侧表面，即滤光片朝向像方的面；

S12-像面，即图像传感器所在的面。

具体实施方式

本申请的实施方式部分使用的术语仅用于对本申请的具体实施例进行解释，而非旨在限定本申请。

应当明确，所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下

所获得的所有其它实施例，都属于本申请保护的范畴。

在本申请实施例中使用的术语是仅仅出于描述特定实施例的目的，而非旨在限制本申请。在本申请实施例和所附权利要求书中所使用的单数形式的“一种”、“所述”和“该”也旨在包括多数形式，除非上下文清楚地表示其他含义。

需要注意的是，本申请实施例所描述的“上”、“下”、“左”、“右”等方位词是以附图所示的角度来进行描述的，不应理解为对本申请实施例的限定。此外，在上下文中，还需要理解的是，当提到一个元件连接在另一个元件“上”或者“下”时，其不仅能够直接连接在另一个元件“上”或者“下”，也可以通过中间元件间接连接在另一个元件“上”或者“下”。

终端设备的镜头采用4片~7片透镜结构设计，可实现长焦。随着镜头设计的焦距加大，温度效应越来越明显，严重影响用户的体验。

一种方案为，在终端设备进行温度补偿，监控镜头组的环境温度，计算音圈马达(voice coil motor, 简称VCM, 音圈马达可以调节透镜的位置以改变焦距)的步进量，推动透镜进行对焦。这样的方案要求音圈马达VCM具有更大行程(Stroke)，增加音圈马达VCM的功耗和设计难度，且容易进入音圈马达的非线性区。另外，温度补偿的方法需要增加图像信号处理器(Image Signal Processor, ISP)的算力，终端设备的温度补偿的算法精度有限，难以根据复杂的温度场景进行实时补偿。此外，长焦镜头的色差较严重，影响摄像模组的成像效果。

随着镜头组焦距的增长，温度效应更加明显，且对色差的要求更为严苛。因此，在满足长焦的需求下，同时解决温度效应和色差的问题，已经成为业界公认的难题。

为解决上述难题，本申请实施例提供一种镜头、摄像模组和电子设备，下面结合本申请实施例中的附图对本申请实施例进行描述。

本申请实施例涉及镜头、摄像模组和电子设备，该镜头为用于日常使用电子设备的长焦镜头，例如，等效焦距比大于等于5倍，等效焦距大于等于125mm。等效焦距(Equivalent Focal Length, EFL)指不同画幅的镜头焦距等效为35mm全画幅镜头时的焦距，是等比例的关系。等效焦距=43.3*实际焦距/图像传感器靶面对角线长度。该电子设备可以是手机、笔记本电脑、台式电脑、平板电脑、个人数字助理(Personal Digital Assistant, PDA)、可穿戴设备、增强现实(Augmented Reality, AR)设备、虚拟现实(Virtual Reality, VR)设备、监控设备、车载设备、智能家居等电子设备。

以下对上述实施例涉及到的概念进行简单说明：

镜头：是利用透镜的折射原理，使景物光线通过镜头，在聚焦平面上形成清晰的影像的部件。

像差：是指镜头中，由非近轴光线追迹所得的结果和近轴光线追迹所得的结果不一致，与高斯光学(一级近似理论或近轴光线)的理想状况的偏差。像差又分为两大类：色差与单色像差。色差是由于透镜材质的折射率是波长的函数，

不同波长的光通过透镜时因折射率不同而产生色散现象，光的折射率随着波长的增加而减小的色散可称为正常色散，而折射率随波长的增加而增加的色散可称为负色散(或称反常色散)。单色像差是指即使在高度单色光时也会产生的像差，按产生的效果，单色像差又分成“使成像模糊”和“使成像变形”两类。前一类有球面像差、像散等，后一类有像场弯曲、畸变等。色差包括轴向色差和轴外色差。轴向色差指的是沿着光轴的方向，因为透镜对不同波长的光折射率不同，所以不同颜色的光的焦点不同。

光焦度：光焦度等于像方光束会聚度与物方光束会聚度之差，它表征镜头偏折光线的的能力。如果光焦度为正，则该透镜具有汇聚作用，如果光焦度为负，则该透镜具有发散作用。

焦距：镜头的主平面至对应的焦点的距离。

孔径光阑：入射孔径角最小的光阑，称为孔径光阑。

物方：透镜上最靠近实物体的一侧为物方。

像方：透镜上最靠近成像方的一侧为像方。

温度效应：又称温漂现象，就是指透镜表面形状及尺寸和折射率随着温度的升高而发生改变。其中，镜头组的焦距和后截距随温度发生变化，称为温度效应。

如图1，现对本申请实施例提供的镜头进行说明，图1为镜头在光轴方向的剖面图，在图1中，为清楚显示，物面并示出。该镜头设置于图像传感器与物面之间，以形成实物体的像并反映到图像传感器上，故可将实物体所在一侧称为物方，图像传感器所在一侧称为像方，图像传感器所在的面可称为像面。镜头10与滤光片12、图像传感器13共同形成摄像模组1。该镜头10包括沿光轴OA从物方到像方依次设置的光阑(或者称为孔径光阑)ST、第一组元G1、第二组元G2、第三组元G3和第四组元G4，第一组元G1具有正光焦度，所述第二组元G2具有正光焦度，所述第二组元G2包括沿光轴从物方到像方依次设置的第二透镜L2和第三透镜L3，第二透镜L2和第三透镜L3接合为双合透镜，所述第三组元具有负光焦度。通过对所述第一组元G1至第四组元G4的光焦度、双合透镜进行搭配设计，能够实现能够实现长焦镜头紧凑、消色差的高品质长焦镜头的设计。

具体的，第一组元G1具有正光焦度，通过对光束进行聚焦，折转大角度光线，可缩短镜头10的总长度，利于镜头的小型化。在具体的实施例中，第一组元G1两侧面形方向一致(例如，当第一组元G1的物方侧表面S1近光轴处为凸面，第一组元G1的像方侧表面S2近光轴处为凹面；当第一组元G1的物方侧表面S1近光轴处为凹面，第一组元G1的像方侧表面S2近光轴处为凸面)，各视场角度分散小，便于优化镜头的像差。

第二组元G2具有正光焦度，通过对第一组元G1聚焦后的光束进行进一步的聚焦，可进一步缩短镜头10的总长度，利于镜头的小型化。第二组元G2包括第二透镜L2和第三透镜L3，第二透镜L2和第三透镜L3接合为双合透镜。

所述第二透镜 L2 和第三透镜 L3 可以分别采用折射率和色散系数都不同的材质制成，以消除色差，提高成像品质。在一些实施例中，第二透镜 L2 和第三透镜 L3 可以通过胶黏剂相结合，该胶黏剂可以为加拿大冷杉香脂或环氧等材质。此外，在另一些实施例中，第二透镜 L2 和第三透镜 L3 也可以不使用胶黏剂相结合，而依靠外部的固定物使第二透镜 L2 和第三透镜 L3 结合在一起。

所述第三组元具有负光焦度，以对光束进行扩散，有利于实现高倍长焦，并利于平衡不同口径处的光学像差。

该镜头 10 的有效焦距为 f ，第一组元 G1 的物方侧表面 S1 至无穷远物体距离成像面于光轴上的距离(或称为镜头 10 的光学长度)为 TTL(Through the Lens)，TTL 和 f 满足： $TTL/f \leq 1$ ，通过 $TTL/f \leq 1$ 的合理限制，从而在保证长焦的前提下，缩小整个镜头 10 的尺寸。如果 $TTL/f \leq 1$ 的值过大，则摄像模组的总体尺寸太大。

在本申请实施例中镜头 10 中，利用各透镜的光焦度和双合透镜相互配合，可以减少镜头的总长度(或镜头本身的筒长)，最大化后焦长度，同时保证镜头的小型化、长焦距，并且可以实现消色差的效果。只需要四个组元就可以实现 5 倍以上的长焦，使得摄像模组 1 的厚度可以更小。

具体实施例中，第一透镜 L1 的物方侧表面 S1 近光轴处为凸面，并配合第一组元 G1 的正光焦度，可以更好地对光束进行聚焦，可缩短镜头 10 的总长度，利于镜头的小型化。

具体实施例中，第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的色散系数(阿贝数)分别为 V_2 和 V_3 ， V_2 满足： $15 \leq V_2 \leq 100$ ； V_3 满足： $15 \leq V_3 \leq 100$ 。通过色散系数 V_2 和 V_3 的合理限制，并搭配合理的光焦度分配，可以有效地进行色差矫正。在一些实施例中，对第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的色散系数进行补偿设计，以更好地降低镜头的综合色差，达到更好地成像效果。例如，第二透镜 L2 的色散系数 V_2 满足： $15 \leq V_2 \leq 40$ ，且，第三透镜 L3 的色散系数 V_3 满足： $40 \leq V_3 \leq 100$ ，则第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的色散系数可以进行有效地补偿；或者，第二透镜 L2 的色散系数 V_2 满足： $40 \leq V_2 \leq 100$ ，且，第三透镜 L3 的色散系数 V_3 满足： $15 \leq V_3 \leq 40$ ，则第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的色散系数也可以进行有效地补偿。

需要说明的是，色散系数就是用以表示透明介质色散能力的指数。一般来说，介质的折射率越大，色散越严重，色散系数越小；反之，介质的折射率越小，色散越轻微，色散系数越大。色散系数的计算公式为 $V=(n-1)/(nf-nc)$ ，其中 n 指 587nm 波长的光的折射率， nf 指 f 光(486nm 波长)的折射率， nc 指 c 光(656nm 波长)的折射率。

具体实施例中，第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的组合焦距为 f_{23} ， f_{23} 满足： $0 \leq f_{23}/f \leq 3$ 。通过 f 和 f_{23} 的合理限制，并搭配合理的光焦度、色散系数、折射率温度系数的分配，可以有效地进行色差矫正，并可以减小温度效应。如果 f_{23}/f 过大，则色差矫正能力较差，且不利于减小温度效应。

具体实施例中，第二透镜L2和第三透镜L3的接合面S4为球面，可以有效地进行色差校正，并降低双合透镜的制造难度。接合面S4的曲率半径为R23，R23满足： $0\text{mm} \leq R23 \leq 10\text{mm}$ 。通过R23的合理限制，能够将接合面S4的曲率半径为R23调整至合理数值，以进行色差校正，并降低双合透镜的制造难度。

具体实施例中，所述第四组元G4为第五透镜L5，所述第五透镜L5的物方侧表面S8的曲率半径为R51，所述第五透镜L5的像方侧表面S9的曲率半径为R52，R51和R52满足： $|f/R51| + |f/R52| \leq 8$ 。通过f、R51和R52的合理限制，能够将第五透镜L5的两个侧表面的曲率半径调整至合理数值，以矫正轴外像差及综合像差，并保证镜头10整体的组装工艺性。如果 $|f/R51| + |f/R52|$ 过大，则矫正轴外像差及综合像差的能力较差。

具体实施例中，如图1所示，第三组元G3的像方侧表面中心位置到和第四组元G4的物方侧表面中心位置的间距为SP4，所述第一组元G1的物方侧表面中心位置到所述第四组元G4的像方侧表面中心位置的间距为LT，SP4和LT满足： $SP4/LT \leq 0.3$ 。通过SP4和LT的合理限制，能够将第五透镜L5的两个侧表面的曲率半径调整至合理数值，以矫正轴外像差及综合像差，并保证镜头10整体的组装工艺性。如果 $|f/R51| + |f/R52|$ 过大，则矫正轴外像差及综合像差的能力较差。例如，在图1中，当所述第一组元G1为第一透镜L1，第三组元G3为第四透镜L4，第四组元G4为第五透镜L5时，SP4为第四透镜L4的像方侧表面S7中心位置到第五透镜L5的物方侧表面S8中心位置的间距，LT为第一透镜L1的物方侧表面S1中心位置到第五透镜L5的像方侧表面S9中心位置的间距。

具体实施例中，镜头10的长度为L₁，镜头10的重心P到第一组元G1的像方侧表面顶点位置的长度为L₂，L₁和L₂满足： $0.4 \times L_1 \leq L_2 \leq 0.6 \times L_1$ 。通过L₁和L₂的合理限制，可以使得所述镜头10的重心P在所述镜头10的长度的中心附近，可以避免马达倾斜，有效地防抖，并可以优化像差。可以合理的分配各个组元的材质、厚度，使得所述镜头10的重心P分布在合理的位置。例如，当第二透镜L2和第三透镜L3为玻璃材质时，第一组元G1、第三组元G3和第四组元G4的材质为塑胶（或树脂）时，由于玻璃的密度大于塑胶的密度，可以适当地增加第四组元G4的厚度，以防止所述镜头10的重心P过于靠前（面向物方的方向为前方）。在图1中，当所述第一组元G1为第一透镜L1，第三组元G3为第四透镜L4，第四组元G4为第五透镜L5时，且第一透镜L1的物方侧表面S1为凸面，第一组元G1的物方侧表面顶点位置为物方侧表面S1的中心位置。第五透镜L5的像方侧表面S9为凸面，第四组元G4的像方侧表面顶点位置为像方侧表面S9的中心位置。则所述镜头10的长度为L₁与LT指示同一长度。如果第一透镜L1的物方侧表面S1为凹面，第一组元G1的物方侧表面顶点位置为物方侧表面S1的边缘位置。第五透镜L5的像方侧表面S9为凹面，第四组元G4的像方侧表面顶点位置为像方侧表面S9的边缘位置。

具体实施例中，当所述第一组元G1为第一透镜L1，第三组元G3为第四透镜L4，第四组元G4为第五透镜L5时，第一透镜L1、第二透镜L2、第三透镜

L3、第四透镜 L4 和第五透镜 L5 中的至少一片为玻璃材质，玻璃的折射率温度系数比塑胶小（塑胶的折射率温度系数约为玻璃的 10~100 倍），因此使用玻璃材质的透镜可实现对温度效应的有效补偿。此外采用玻璃材质制成的透镜的色散都比较低，有利于减小色散。相对折射率温度系数 β （还可以表示为 $(dn/dt)_{rel}$ ）表示：材质在空气等介质中的折射率随温度变化系数。在一个实施例中，玻璃相对折射率温度系数 β 满足： $-9 \times 10^{-5} \leq \beta \leq 9 \times 10^{-5}$ 。通过折射率温度系数 β 的合理限制，并配合光焦度的分配，可有效的消除模组 1 中的温度效应。需要说明的是，在具体实现中，镜头其他的透镜均可由塑胶等树脂材质构成，塑胶材质成本低，且便于加工，降低了整个镜头的材质成本及加工成本。玻璃、树脂混合搭配的镜头，可以具有玻璃材质折射率对温度系数不敏感的特点，并可以有效降低整个镜头的材质成本及加工成本。在一些实施例中，第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的材质为玻璃，即双合透镜的两个透镜均为玻璃，通过配合第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的色散系数，可以在补偿温度效应的同时，更好地削弱色差。

具体实施例中，镜头 10 还包括孔径光阑 ST，孔径光阑 ST 可以为渐晕光阑。通过孔径光阑 ST 限定物方的射入光束的宽度，从而对镜头 10 的成像范围进行限定，有利于减小透镜 10 的外径。在图 1 中，孔径光阑 ST 位于第一组元 G1 朝向像方的一侧，在其它实施例中，孔径光阑 ST 还可以位于第一组元 G1 朝向物方的一侧。

在该镜头 10 中，第一透镜 L1 至第五透镜 L5 的表面中至少一部分为非球面，以便于校正像差，同时利于修整影像周边像差，提高镜头的成像品质。

上述各透镜的非球面曲线方程式表示如下：

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

其中，Z 为平行于 z 轴的矢高；r 为非球面曲线上的点与光轴的垂直距离；c 为非球面与光轴相交的顶点处的曲率；k 为锥面系数； A_i 为第 i 阶非球面系数；n 为级数中多项式系数的总数。

通过对各透镜的形状、厚度、光焦度和材质的合理配置，使得镜头 10 的温漂系数 $\Delta f / \Delta ^\circ\text{C}$ （即有效焦距 f 随温度的变化率）满足： $-0.5 \mu\text{m}/^\circ\text{C} \leq \Delta f / \Delta ^\circ\text{C} \leq 1.5 \mu\text{m}/^\circ\text{C}$ ，通过温漂系数 $\Delta f / \Delta ^\circ\text{C}$ 的合理限制，可以有效地抑制镜头 10 的温度效应。

还需要说明的是，本文中的透镜均是设于光轴处且具有光焦度的光学元件，关于透镜的面形状，所谓的“凸面”、“凹面”均是指近光轴的形状，也就是说，上述面形状均是指对光线具有实质性影响的部分的形状，而透镜的边缘形状不严格限制，其可以是物方侧表面和像方侧表面平行，便于加工。

可以看到，本申请实施例提供的镜头包括沿光轴从物方到像方依次设置的光阑 ST、第一组元 G1、第二组元 G2、第三组元 G3 和第四组元 G4，第一组元 G1 具有正光焦度，所述第二组元 G2 具有正光焦度，所述第二组元 G2 包括沿光轴从物方到像方依次设置的第二透镜 L2 和第三透镜 L3，所述第二透镜 L2 和第

三透镜 L3 接合为双合透镜，所述第三组元具有负光焦度。在本申请实施例中镜头 10 中，本实施例采用的玻璃塑胶混合的镜头结构，通过合理分配各组元的材质、形状、厚度、色差系数及光焦度等，既降低镜头的色散，也能够有效改善长焦摄影镜头组的温度效应，MTF 和镜头的焦距对温度不敏感。同时，不同波长的光线经镜头 10 后可以聚焦在一个像面上，提高成像性能，同时能够使得长焦的镜头更紧凑。只需要有限个数的组元（或透镜）就可以实现长焦长焦，使得模组 1 的厚度可以小于 68mm。镜头 10 的轴外色差 CA1 可以做到小于等于 1 μ m，所述镜头 10 的轴向色差 CA2 可以做到小于等于 10 μ m，成像效果佳。

基于上述镜头的结构框架，下面详细介绍本申请实施提供的镜头的一种具体实施方式。

实施例一：

请参阅图 1，在该实施方式中，镜头沿光轴从物方到像方依次包括该镜头 10 包括沿光轴 OA 从物方到像方依次设置的孔径光阑 ST、第一组元 G1、第二组元 G2、第三组元 G3 和第四组元 G4，第一组元 G1 包括第一透镜 L1，第二组元 G2 包括由第二透镜 L2 和第三透镜 L3 形成的双合透镜，第三组元 G3 包括第四透镜 L4，第四组元 G4 包括第五透镜 L5。上述孔径光阑 ST、第一透镜 L1、第二透镜 L2、第三透镜 L3、第四透镜 L4 及第五透镜 L5 共同构成了本申请实施例中的镜头 10。沿光轴从物方到像方依次排列的镜头 10、滤光片 12、图像传感器 13 构成摄像模组 1。

第一组元 G1 具有正光焦度，其中，第一组元 G1 包括第一透镜 L1，第一透镜 L1 具有正光焦度，第一透镜 L1 的物方侧表面 S1 近光轴处为凸面，像方侧表面 S2 近光轴处为凹面，物方侧表面 S1 和像方侧表面 S2 均为非球面。通过第一透镜 L1 将从孔径光阑 10 处进入的光束进行聚焦，从而可缩短镜头的总长度，利于镜头的小型化。物方侧表面 S1 和像方侧表面 S2 均为非球面，以便于校正像差。第一透镜 L1 的材质为树脂材质，有利于节约成本。第一组元 G1 的物方侧表面 S1 至无穷远物体距离成像面于光轴上的距离（或称为镜头 10 的光学长度）为 TTL， $TTL/f \leq 0.95$ ，有利于实现较短的 TTL。

第二组元 G2 具有正光焦度，其中，第二组元 G2 包括第二透镜 L2 和第三透镜 L3，第二透镜 L2 和第三透镜 L3 接合为双合透镜，以消除色差。第二透镜 L2 的物方侧表面 S3 近光轴处为凸面，第二透镜 L2 的物方侧表面和第三透镜 L3 的像方侧表面相接合，形成接合面 S4，接合面 S4 相对于第二透镜 L2 为凹面（即，第二透镜 L2 的像方侧表面近光轴处为凹面）。接合面 S4 相对于第三透镜 L3 为凸面（即，第三透镜 L3 的物方侧表面近光轴处为凸面），第三透镜 L3 的像方侧表面 S5 近光轴处为凸面。通过第二组元 G2 后的光束进一步聚焦，从而可缩短镜头的总长度，利于镜头的小型化。双合透镜的设置可以消除色差，提高成像品质。第二透镜 L2 的物方侧表面 S3、接合面 S4、第三透镜 L3 的像方侧表面 S5 均为球面，可以降低双合透镜的制作难度，还可以提高第二透镜 L2 和第三透镜 L3 相接合的精度，有利于使得经过镜头 10 的光束汇聚在一个像面上。

第二透镜 L2 和第三透镜 L3 均为玻璃材质，玻璃的折射率温度系数比塑胶小（塑胶的折射率温度系数约为玻璃的 10~100 倍），因此使用玻璃材质的透镜可实现对温度效应的有效补偿。此外采用玻璃材质制成的透镜的色散都比较低，有利于减小色散。玻璃相对折射率温度系数 β 满足： $-9 \times 10^{-5} \leq \beta \leq 9 \times 10^{-5}$ 。通过折射率温度系数 β 的合理限制，并配合光焦度的分配，可有效的消除模组 1 中的温度效应。第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的材质可以为不同折射率的玻璃，以更好地消除色差，提高成像品质。第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的组合焦距为 f_{23} ， f_{23} 满足： $0 \leq f_{23}/f \leq 3$ 。通过搭配合理的光焦度、折射率温度系数即组合焦距的设置，可以有效地进行色差校正，并可以减小温度效应。

第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的色散系数（阿贝数）分别为 V_2 和 V_3 ， V_2 满足： $15 \leq V_2 \leq 100$ ； V_3 满足： $15 \leq V_3 \leq 100$ 。通过合理的光焦度分配和色散系数选择，能够校正镜头 10 的色差。例如，第二透镜 L2 的色散系数 V_2 满足： $15 \leq V_2 \leq 40$ ，且，第三透镜 L3 的色散系数 V_3 满足： $40 \leq V_3 \leq 100$ ，则第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的色散系数可以进行有效地补偿；或者，第二透镜 L2 的色散系数 V_2 满足： $40 \leq V_2 \leq 100$ ，且，第三透镜 L3 的色散系数 V_3 满足： $15 \leq V_3 \leq 40$ ，则第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的色散系数也可以进行有效地补偿。选取相互补偿的第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的色散系数，校正镜头 10 的色差，使得镜头 10 的轴向色差 CA_1 可以做到小于等于 10 μm 。

第三组元 G3 具有负光焦度，其中，第三组元 G3 包括第四透镜 L4，第四透镜 L4 具有负光焦度，第四透镜 L4 的物方侧表面 S6 近光轴处为凹面，像方侧表面 S7 近光轴处为凹面，物方侧表面 S6 和像方侧表面 S7 均为非球面。通过第四透镜 L4 将光束进行扩散，可以调整第一组元 G1、第二组元 G2、第三组元 G3 和第四组元 G4 之间的相对位置，从而实现高倍数（大于等于 5 倍，甚至可以达到 10 倍以上）的长焦。物方侧表面 S6 和像方侧表面 S7 均为非球面，以便于校正像差。第四透镜 L4 的材质为树脂材质，有利于节约成本。

第四组元 G4 具有正光焦度，其中，第四组元 G4 包括第五透镜 L5，第五透镜 L5 具有正光焦度，第五透镜 L5 的物方侧表面 S8 近光轴处为凹面，像方侧表面 S9 近光轴处为凸面，物方侧表面 S8 和像方侧表面 S9 均为非球面。第五透镜 L5 具有正光焦度，从而有利于确保最后的聚焦功能、进行像散的校正以及控制向图像传感器的主光线入射角度。物方侧表面 S8 和像方侧表面 S9 均为非球面，以便于校正像差，同时利于修整影像周边像差，提高镜头的成像品质。第五透镜 L5 的材质为树脂材质，有利于节约成本。

上述各透镜的非球面曲线方程式表示如下：

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

其中， Z 为平行于 z 轴的矢高； r 为非球面曲线上的点与光轴的垂直距离； c 为非球面与光轴相交的顶点处的曲率； k 为锥面系数； A_i 为第 i 阶非球面系数； n 为级数中多项式系数的总数。

下面进一步描述一种具体应用场景中镜头的相关透镜参数，如下表 1 所示，表 1 中，符号所表示的含义与上文中所给出的含义一一对应，在此不做赘述。下述表格中，每一个面均对应一个面间隔，该面间隔数值是指该面与位于其像方的相邻面在光轴处的间距。例如，光阑 ST 的面间隔为-0.400 mm，表示：光阑 ST 与物方侧表面 S1 光轴处的间距为-0.400 mm，负号“-”表明光阑 ST 相比于物方侧表面 S1 光轴处，更靠近像方；物方侧表面 S1 的面间隔为 0.834 mm，表示：物方侧表面 S1 光轴处与物方侧表面 S2 光轴处的间距为 0.834 mm，物方侧表面 S1 光轴处相比于物方侧表面 S2 光轴处，更靠近物方；以此类推，不做赘述。

表 1

数值实例 1 (长度单位 mm)							
TTL/f= 0.95; f23/f=0.82;							
SP4/LT=0.23; f/R51 + f/R52 =0.27;							
面号	说明	表面类型	曲率半径	面间隔	材质	折射率	色散系数
物面	/	平面	/	/	/	/	/
ST	孔径光阑	平面	/	-0.400	/	/	/
S1	第一透镜	非球面	4.615	0.834	塑胶	1.5445	55.987
S2		非球面	17.288	0.100			
S3	第二透镜	球面	5.764	0.500	玻璃	1.7174	29.51
S4	第三透镜	球面	3.109	1.341	玻璃	1.5891	61.163
S5		球面	760.066	0.184			
S6	第四透镜	非球面	-20.420	0.600	塑胶	1.5445	55.987
S7		非球面	4.073	3.180			
S8	第五透镜	非球面	62.794	1.645	塑胶	1.651	21.518
S9		非球面	-370.200	0.300			
S10	红外滤光片	平面	/	0.210	/	/	/
S11		平面		4.875			
S12	图像传感器 (像面)	平面	/	/	/	/	/

下面表 2 和表 3 进一步给出该具体实施例中的镜头的各个透镜面对应的圆锥常数 K 和非球面系数 (在一个实施例中，共有 3 阶非球面系数)。在表 3 中，ImgH 为所述镜头的最大像高；TTL 为所述第一透镜朝向物方的面至像面于光轴上的距离；f1 为所述第一透镜的焦距；f2 为所述第二透镜的焦距；f3 为所述第三透镜的焦距；f4 为所述第四透镜的焦距；f5 为所述第五透镜的焦距。如下表 2 和表 3 所述：

表 2

面号	K	A4	A6
----	---	----	----

S1	-3.614E-011	3.709E-004	9.497E-006
S2	-1.154E-010	1.039E-003	-2.747E-005
S3	0	0	0
S4	0	0	0
S5	0	0	0
S6	-1.264E-010	1.331E-003	-6.578E-005
S7	7.300E-011	-3.134E-004	2.506E-004
S8	-1.313E-010	-8.334E-003	-5.622E-004
S9	-1.282E-010	-6.799E-003	-6.077E-005

表 3

参数	TTL	ImgH	f	f1	f2	f3	f4	f5
数值 (mm)	13.77	2.8	14.50	11.26	18.79	-23.31	-6.16	81.92

基于上述表 1 至表 3，下面说明本申请实施例中对该镜头的实验测试结果。

图 2 至图 5 分别为本申请实施例对球面像差 (spherical aber)、场曲(field Curves)、畸变(DiSTrtion) 和轴外色差的仿真结果，从仿真结果看出，该实施例中的镜头 10 在满足小尺寸、高倍长焦的前提下，其轴向色差 (纵向球面像差) 小于 25um，轴外色差小于 1um，畸变的数值较佳，在长焦的场景下也可以保证高清成像的需求。

具体的，在图 2 中，几条曲线分别代表不同波长的光经过该镜头后产生的球差，纵坐标是距离，具体为，当各波长光均沿光轴射入时，各波长光的光标距离光轴的距离，横坐标是球差 (色球差)，从图中可以看出，不同波长的光经过镜头后产生的球差均小于 25um。

图 3 是像散场曲线，条曲线分别代表不同波长的光经过该镜头后产生的场曲，横坐标为视场，纵坐标为像高，即为各波长光沿不同视场位置射入该镜头后，产生的不同像高。图 4 是畸变曲线，几条曲线分别代表不同波长的光经过该镜头后产生的畸变，纵坐标为视场，横坐标为畸变的数值，其中，畸变的数值为各波长的光经过该镜头后，实际像高减去理想像高，然后除以理想像高的值。在图 5 中，几条曲线分别代表不同波长的光经过该镜头后产生的轴外色差，纵坐标是距离，具体为，当各波长光均沿光轴射入时，各波长光的光标距离光轴的距离，横坐标是轴外色差，从图中可以看出，不同波长的光经过镜头后产生的轴外色差均小于 1um。

图 6 示意出光束通过镜头 10 和滤光片 12 后，汇聚在一个像面 (图像传感器) 上。

在上述实施例中，采用的玻璃塑胶混合的镜头结构，通过合理分配各组元的材质、形状、厚度、色差系数及光焦度等，既降低镜头的色散，也能够有效改善长焦摄影镜头组的温度效应，使得不同波长的光线经镜头 10 后可以聚焦在一个像面上，提高成像性能，同时能够使得长焦的镜头更紧凑。只需要有限个数的组元 (或透镜) 就可以实现长焦，使得模组 1 的厚度可以小于 68mm。具体的，镜头 10 的轴外色差 CA1 可以做到小于等于 1um，所述镜头 10 的轴向色差

CA2 可以做到小于等于 10um, 温漂系数 $\Delta f/\Delta^{\circ}\text{C}$ 可以满足: $-0.5\text{um}/^{\circ}\text{C} \leq \Delta f/\Delta^{\circ}\text{C} \leq 1.5\text{um}/^{\circ}\text{C}$ 。

实施例二:

请参阅图 7, 在该实施方式中, 镜头沿光轴从物方到像方依次包括该镜头 20 包括沿光轴 OA 从物方到像方依次设置的孔径光阑 ST、第一组元 G1、第二组元 G2、第三组元 G3 和第四组元 G4, 第一组元 G1 包括第一透镜 L1, 第二组元 G2 包括由第二透镜 L2 和第三透镜 L3 形成的双合透镜, 第三组元 G3 包括第四透镜 L4, 第四组元 G4 包括第五透镜 L5。上述孔径光阑 ST、第一透镜 L1、第二透镜 L2、第三透镜 L3、第四透镜 L4 及第五透镜 L5 共同构成了本申请实施例中的镜头 20。沿光轴从物方到像方依次排列的镜头 20、滤光片 12、图像传感器 13 构成摄像模组 2。

第一组元 G1 具有正光焦度, 其中, 第一组元 G1 包括第一透镜 L1, 第一透镜 L1 具有正光焦度, 第一透镜 L1 的物方侧表面 S1 近光轴处为凸面, 像方侧表面 S2 近光轴处为凹面, 物方侧表面 S1 和像方侧表面 S2 均为非球面。通过第一透镜 L1 将从孔径光阑 10 处进入的光束进行聚焦, 从而可缩短镜头的总长度, 利于镜头的小型化。物方侧表面 S1 和像方侧表面 S2 均为非球面, 以便于校正像差。第一透镜 L1 的材质为树脂材质, 有利于节约成本。第一组元 G1 的物方侧表面 S1 至无穷远物体距离成像面于光轴上的距离(或称为镜头 20 的光学长度)为 TTL, $\text{TTL}/f \leq 1$, 有利于实现较短的 TTL。

第二组元 G2 具有正光焦度, 其中, 第二组元 G2 包括第二透镜 L2 和第三透镜 L3, 第二透镜 L2 和第三透镜 L3 接合为双合透镜, 以消除色差。第二透镜 L2 的物方侧表面 S3 近光轴处为凸面, 第二透镜 L2 的物方侧表面和第三透镜 L3 的像方侧表面相接合, 形成接合面 S4, 接合面 S4 相对于第二透镜 L2 为凹面(即, 第二透镜 L2 的像方侧表面近光轴处为凹面)。接合面 S4 相对于第三透镜 L3 为凸面(即, 第三透镜 L3 的物方侧表面近光轴处为凸面), 第三透镜 L3 的像方侧表面 S5 近光轴处为凸面。通过第二组元 G2 后的光束进一步聚焦, 从而可缩短镜头的总长度, 利于镜头的小型化。双合透镜的设置可以消除色差, 提高成像品质。第二透镜 L2 的物方侧表面 S3、接合面 S4、第三透镜 L3 的像方侧表面 S5 均为球面, 可以降低双合透镜的制作难度, 还可以提高第二透镜 L2 和第三透镜 L3 相接合的精度, 有利于使得经过镜头 20 的光束汇聚在一个像面上。

第二透镜 L2 和第三透镜 L3 均为玻璃材质, 第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的材质可以为不同折射率的玻璃, 以更好地消除色差, 提高成像品质。第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的组合焦距为 f_{23} , f_{23} 满足: $0 \leq f_{23}/f \leq 3$ 。通过搭配合理的光焦度、折射率温度系数即组合焦距的设置, 可以有效地进行色差校正, 并可以减小温度效应。

第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的色散系数(阿贝数)分别为 V_2 和 V_3 , V_2 满足: $15 \leq V_2 \leq 100$; V_3 满足: $15 \leq V_3 \leq 100$ 。通过合理的光焦度分配和色散系数选择, 能够校正镜头 20 的色差。例如, 第二透镜 L2 的色散系数 V_2 满足: 15

$\leq V2 \leq 40$ ，且，第三透镜 L3 的色散系数 $V3$ 满足： $40 \leq V3 \leq 100$ ，则第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的色散系数可以进行有效地补偿；或者，第二透镜 L2 的色散系数 $V2$ 满足： $40 \leq V2 \leq 100$ ，且，第三透镜 L3 的色散系数 $V3$ 满足： $15 \leq V3 \leq 40$ ，则第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的色散系数也可以进行有效地补偿。选取相互补偿的第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的色散系数，校正镜头 20 的色差，使得镜头 20 的轴向色差 CA1 可以做到小于等于 3um。

第三组元 G3 具有负光焦度，其中，第三组元 G3 包括第四透镜 L4，第四透镜 L4 具有负光焦度，第四透镜 L4 的物方侧表面 S6 近光轴处为凹面，像方侧表面 S7 近光轴处为凹面，物方侧表面 S6 和像方侧表面 S7 均为非球面。通过第四透镜 L4 将光束进行扩散，可以调整第一组元 G1、第二组元 G2、第三组元 G3 和第四组元 G4 之间的相对位置，从而实现高倍数（大于等于 5 倍，甚至可以达到 10 倍以上）的长焦。物方侧表面 S6 和像方侧表面 S7 均为非球面，以便于校正像差。第四透镜 L4 的材质为树脂材质，有利于节约成本。

第四组元 G4 具有正光焦度，其中，第四组元 G4 包括第五透镜 L5，第五透镜 L5 具有正光焦度，第五透镜 L5 的物方侧表面 S8 近光轴处为凹面，像方侧表面 S9 近光轴处为凸面，物方侧表面 S8 和像方侧表面 S9 均为非球面。第五透镜 L5 具有正光焦度，从而有利于确保最后的聚焦功能、进行像散的校正以及控制向图像传感器的主光线入射角度。物方侧表面 S8 和像方侧表面 S9 均为非球面，以便于校正像差，同时利于修整影像周边像差，提高镜头的成像品质。第五透镜 L5 的材质为树脂材质，有利于节约成本。

上述各透镜的非球面曲线方程式表示如下：

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

其中，Z 为平行于 z 轴的矢高；r 为非球面曲线上的点与光轴的垂直距离；c 为非球面与光轴相交的顶点处的曲率；k 为锥面系数； A_i 为第 i 阶非球面系数；n 为级数中多项式系数的总数。

下面进一步描述一种具体应用场景中镜头的相关透镜参数，如下表 4 所示，表 4 中，符号所表示的含义与上文中所给出的含义一一对应，在此不做赘述。下述表格中，每一个面均对应一个面间隔，该面间隔数值是指该面与位于其像方的相邻面在光轴处的间距。例如，光阑 ST 的面间隔为 -0.400 mm，表示：光阑 ST 与物方侧表面 S1 光轴处的间距为 -0.400 mm，负号“-”表明光阑 ST 相比于物方侧表面 S1 光轴处，更靠近像方；物方侧表面 S1 的面间隔为 0.787 mm，表示：物方侧表面 S1 光轴处与物方侧表面 S2 光轴处的间距为 0.787 mm，物方侧表面 S1 光轴处相比于物方侧表面 S2 光轴处，更靠近物方；以此类推，不做赘述。

表 4

数值实例 2（长度单位 mm）
TTL/f=1；f23/f=0.79；

SP4/LT= 0.146; $ f/R51 + f/R52 =2.81$;							
面号	说明	表面类型	曲率半径	面间隔	材质	折射率	色散系数
物面	/	平面	/	/	/	/	/
ST	孔径光阑	平面	/	-0.400	/	/	/
S1	第一透镜	非球面	4.444	0.787	塑胶	1.5445	55.987
S2		非球面	13.070	0.100			
S3	第二透镜	球面	6.516	0.500	玻璃	1.7174	29.51
S4	第三透镜	球面	3.330	1.522	玻璃	1.5891	61.163
S5		球面	-36.770	0.100			
S6	第四透镜	非球面	18.551	1.290	塑胶	1.5445	55.987
S7		非球面	2.360	2.123			
S8	第五透镜	非球面	-17.187	2.669	塑胶	1.5445	55.987
S9		非球面	-7.384	0.300			
S10	红外滤光片	平面	/	0.210	/	/	/
S11		平面		4.900			
S12	图像传感器(像面)	平面	/	/	/	/	/

下面表5和表6进一步给出该具体实施例中的镜头的各个透镜面对应的圆锥常数K和非球面系数(在一个实施例中,共有3阶非球面系数)。在表6中,ImgH为所述镜头的最大像高;TTL为所述第一透镜朝向物方的面至像面于光轴上的距离;f1为所述第一透镜的焦距;f2为所述第二透镜的焦距;f3为所述第三透镜的焦距;f4为所述第四透镜的焦距;f5为所述第五透镜的焦距。如下表5和表6所述:

表5

面号	K	A4	A6
S1	-4.711E-011	4.963E-004	1.750E-005
S2	-1.262E-010	1.132E-003	-3.173E-005
S3	0	0	0
S4	0	0	0
S5	0	0	0
S6	-9.822E-011	-6.114E-003	2.926E-004
S7	-1.825E-010	-1.287E-002	-1.852E-004
S8	3.763E-010	-5.541E-003	-6.871E-004
S9	-6.408E-011	-3.338E-003	-1.640E-004

表6

参数	TTL	ImgH	f	f1	f2	f3	f4	f5
数值 (mm)	14.50	2.8	14.50	11.94	21.87	-44.21	-5.09	21.62

基于上述表 4 至表 6，下面说明本申请实施例中对该镜头的实验测试结果。

图 8 至图 11 分别为本申请实施例对球面像差 (spherical aber)、场曲(field Curves)、畸变(DiSTrtion) 和轴外色差的仿真结果，从仿真结果看出，该实施例中的镜头 20 在满足小尺寸、高倍长焦的前提下，其轴向色差 (纵向球面像差) 小于 16um，轴外色差小于 1um，畸变的数值较佳，在长焦的场景下也可以保证高清成像的需求。

具体的，在图 8 中，几条曲线分别代表不同波长的光经过该镜头后产生的球差，纵坐标是距离，具体为，当各波长光均沿光轴射入时，各波长光的光标距离光轴的距离，横坐标是球差 (色球差)，从图中可以看出，不同波长的光经过镜头后产生的球差均小于 16um。

图 9 是像散场曲线，条曲线分别代表不同波长的光经过该镜头后产生的场曲，横坐标为视场，纵坐标为像高，即为各波长光沿不同视场位置射入该镜头后，产生的不同像高。图 10 是畸变曲线，几条曲线分别代表不同波长的光经过该镜头后产生的畸变，纵坐标为视场，横坐标为畸变的数值，其中，畸变的数值为各波长的光经过该镜头后，实际像高减去理想像高，然后除以理想像高的值。在图 11 中，几条曲线分别代表不同波长的光经过该镜头后产生的轴外色差，纵坐标是距离，具体为，当各波长光均沿光轴射入时，各波长光的光标距离光轴的距离，横坐标是轴外色差，从图中可以看出，不同波长的光经过镜头后产生的轴外色差均小于 1um。

图 12 示意出光束通过镜头 20 和滤光片 12 后，汇聚在一个像面 (图像传感器) 上。

在上述实施例中，采用的玻璃塑胶混合的镜头结构，通过合理分配各组元的材质、形状、厚度、色差系数及光焦度等，既降低镜头的色散，也能够有效改善长焦摄影镜头组的温度效应，使得不同波长的光线经镜头 20 后可以聚焦在一个像面上，提高成像性能，同时能够使得长焦的镜头更紧凑。只需要有限个数的组元 (或透镜) 就可以实现长焦，使得模组 2 的厚度可以小于 68mm。具体的，镜头 20 的轴外色差 CA1 可以做到小于等于 1um，所述镜头 20 的轴向色差 CA2 可以做到小于等于 3um，温漂系数 $\Delta f/\Delta^{\circ}\text{C}$ 可以满足： $-0.5\text{um}/^{\circ}\text{C} \leq \Delta f/\Delta^{\circ}\text{C} \leq 1.5\text{um}/^{\circ}\text{C}$ 。

实施例三：

请参阅图 13，在该实施方式中，镜头沿光轴从物方到像方依次包括该镜头 30 包括沿光轴 OA 从物方到像方依次设置的孔径光阑 ST、第一组元 G1、第二组元 G2、第三组元 G3 和第四组元 G4，第一组元 G1 包括第一透镜 L1，第二组元 G2 包括由第二透镜 L2 和第三透镜 L3 形成的双合透镜，第三组元 G3 包括第四透镜 L4，第四组元 G4 包括第五透镜 L5。上述孔径光阑 ST、第一透镜 L1、第二透镜 L2、第三透镜 L3、第四透镜 L4 及第五透镜 L5 共同构成了本申请实施例中的镜头 30。沿光轴从物方到像方依次排列的镜头 30、滤光片 12、图像传感器 13 构成摄像模组 3。

第一组元 G1 具有正光焦度，其中，第一组元 G1 包括第一透镜 L1，第一透镜 L1 具有正光焦度，第一透镜 L1 的物方侧表面 S1 近光轴处为凸面，像方侧表面 S2 近光轴处为凹面，物方侧表面 S1 和像方侧表面 S2 均为非球面。通过第一透镜 L1 将从孔径光阑 10 处进入的光束进行聚焦，从而可缩短镜头的总长度，利于镜头的小型化。物方侧表面 S1 和像方侧表面 S2 均为非球面，以便于校正像差。第一透镜 L1 的材质为树脂材质，有利于节约成本。第一组元 G1 的物方侧表面 S1 至无穷远物体距离成像面于光轴上的距离(或称为镜头 30 的光学长度)为 TTL， $TTL/f \leq 0.95$ ，有利于实现较短的 TTL。

第二组元 G2 具有正光焦度，其中，第二组元 G2 包括第二透镜 L2 和第三透镜 L3，第二透镜 L2 和第三透镜 L3 接合为双合透镜，以消除色差。第二透镜 L2 的物方侧表面 S3 近光轴处为凸面，第二透镜 L2 的物方侧表面和第三透镜 L3 的像方侧表面相接合，形成接合面 S4，接合面 S4 相对于第二透镜 L2 为凹面(即，第二透镜 L2 的像方侧表面近光轴处为凹面)。接合面 S4 相对于第三透镜 L3 为凸面(即，第三透镜 L3 的物方侧表面近光轴处为凸面)，第三透镜 L3 的像方侧表面 S5 近光轴处为凸面。通过第二组元 G2 后的光束进一步聚焦，从而可缩短镜头的总长度，利于镜头的小型化。双合透镜的设置可以消除色差，提高成像品质。第二透镜 L2 的物方侧表面 S3、接合面 S4、第三透镜 L3 的像方侧表面 S5 均为球面，可以降低双合透镜的制作难度，还可以提高第二透镜 L2 和第三透镜 L3 相接合的精度，有利于使得经过镜头 30 的光束汇聚在一个像面上。

第二透镜 L2 和第三透镜 L3 均为玻璃材质，玻璃的折射率温度系数比塑胶小(塑胶的折射率温度系数约为玻璃的 10~100 倍)，因此使用玻璃材质的透镜可实现对温度效应的有效补偿。此外采用玻璃材质制成的透镜的色散都较低，有利于减小色散。玻璃相对折射率温度系数 β 满足： $-9 \times 10^{-5} \leq \beta \leq 9 \times 10^{-5}$ 。通过折射率温度系数 β 的合理限制，并配合光焦度的分配，可有效的消除模组 3 中的温度效应。第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的材质可以为不同折射率的玻璃，以更好地消除色差，提高成像品质。第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的组合焦距为 f_{23} ， f_{23} 满足： $0 \leq f_{23}/f \leq 3$ 。通过搭配合理的光焦度、折射率温度系数即组合焦距的设置，可以有效地进行色差矫正，并可以减小温度效应。

第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的色散系数(阿贝数)分别为 V_2 和 V_3 ， V_2 满足： $15 \leq V_2 \leq 100$ ； V_3 满足： $15 \leq V_3 \leq 100$ 。通过合理的光焦度分配和色散系数选择，能够校正镜头 30 的色差。例如，第二透镜 L2 的色散系数 V_2 满足： $15 \leq V_2 \leq 40$ ，且，第三透镜 L3 的色散系数 V_3 满足： $40 \leq V_3 \leq 100$ ，则第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的色散系数可以进行有效地补偿；或者，第二透镜 L2 的色散系数 V_2 满足： $40 \leq V_2 \leq 100$ ，且，第三透镜 L3 的色散系数 V_3 满足： $15 \leq V_3 \leq 40$ ，则第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的色散系数也可以进行有效地补偿。选取相互补偿的第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的色散系数，校正镜头 30 的色差，使得镜头 30 的轴向色差 CA1 可以做到小于等于 7 μm 。

第三组元 G3 具有负光焦度，其中，第三组元 G3 包括第四透镜 L4，第四透

镜 L4 具有负光焦度，第四透镜 L4 的物方侧表面 S6 近光轴处为凸面，像方侧表面 S7 近光轴处为凹面，物方侧表面 S6 和像方侧表面 S7 均为非球面。通过第四透镜 L4 将光束进行扩散，可以调整第一组元 G1、第二组元 G2、第三组元 G3 和第四组元 G4 之间的相对位置，从而实现高倍数（大于等于 5 倍，甚至可以达到 10 倍以上）的长焦。物方侧表面 S6 和像方侧表面 S7 均为非球面，以便于校正像差。第四透镜 L4 的材质为树脂材质，有利于节约成本。

第四组元 G4 具有正光焦度，其中，第四组元 G4 包括第五透镜 L5，第五透镜 L5 具有正光焦度，第五透镜 L5 的物方侧表面 S8 近光轴处为凹面，像方侧表面 S9 近光轴处为凸面，物方侧表面 S8 和像方侧表面 S9 均为非球面。第五透镜 L5 具有正光焦度，从而有利于确保最后的聚焦功能、进行像散的校正以及控制向图像传感器的主光线入射角度。物方侧表面 S8 和像方侧表面 S9 均为非球面，以便于校正像差，同时利于修整影像周边像差，提高镜头的成像品质。第五透镜 L5 的材质为树脂材质，有利于节约成本。

上述各透镜的非球面曲线方程式表示如下：

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

其中，Z 为平行于 z 轴的矢高；r 为非球面曲线上的点与光轴的垂直距离；c 为非球面与光轴相交的顶点处的曲率；k 为锥面系数；Ai 为第 i 阶非球面系数；n 为级数中多项式系数的总数。

下面进一步描述一种具体应用场景中镜头的相关透镜参数，如下表 1 所示，表 1 中，符号所表示的含义与上文中所给出的含义一一对应，在此不做赘述。下述表格中，每一个面均对应一个面间隔，该面间隔数值是指该面与位于其像方的相邻面在光轴处的间距。例如，光阑 ST 的面间隔为 -0.400 mm，表示：光阑 ST 与物方侧表面 S1 光轴处的间距为 -0.400 mm，负号“-”表明光阑 ST 相比于物方侧表面 S1 光轴处，更靠近像方；物方侧表面 S1 的面间隔为 0.500 mm，表示：物方侧表面 S1 光轴处与物方侧表面 S2 光轴处的间距为 0.500 mm，物方侧表面 S1 光轴处相比于物方侧表面 S2 光轴处，更靠近物方；以此类推，不做赘述。

表 7

数值实例 3（长度单位 mm）							
TTL/f=1；f23/f=1.07；							
SP4/LT=0.216； f/R51 + f/R52 =6.49；							
面号	说明	表面类型	曲率半径	面间隔	材质	折射率	色散系数
物面	/	平面	/	/	/	/	/
ST	孔径光阑	平面	/	-0.400	/	/	/
S1	第一透镜	非球面	3.954	0.500	塑胶	1.5445	55.987
S2		非球面	4.822	0.100			

S3	第二透镜	球面	4.351	0.499	玻璃	1.7174	29.51
S4	第三透镜	球面	2.787	1.751	玻璃	1.5891	61.163
S5		球面	8.503	0.100			
S6	第四透镜	非球面	5.036	0.721	塑胶	1.6137	25.98
S7		非球面	3.749	3.124			
S8	第五透镜	非球面	-4.301	2.349	塑胶	1.5445	55.987
S9		非球面	-4.638	0.300			
S10	红外滤光片	平面	/	0.210	/	/	/
S11		平面		4.851			
S12	图像传感器(像面)	平面	/	/	/	/	/

下面表 8 和表 9 进一步给出该具体实施例中的镜头的各个透镜面对应的圆锥常数 K 和非球面系数（在一个实施例中，共有 3 阶非球面系数）。在表 9 中，ImgH 为所述镜头的最大像高；TTL 为所述第一透镜朝向物方的面至像面于光轴上的距离；f1 为所述第一透镜的焦距；f2 为所述第二透镜的焦距；f3 为所述第三透镜的焦距；f4 为所述第四透镜的焦距；f5 为所述第五透镜的焦距。如下表 8 和表 9 所述：

表 8

面号	K	A4	A6
S1	-9.962E-011	1.046E-003	3.573E-005
S2	-2.770E-010	2.713E-003	2.118E-005
S3	0	0	0
S4	0	0	0
S5	0	0	0
S6	1.566E-010	1.011E-002	-2.905E-004
S7	1.806E-010	1.325E-002	4.327E-004
S8	1.587E-010	-5.008E-003	-1.455E-003
S9	1.820E-010	-2.067E-003	-2.199E-004

表 9

参数	TTL	ImgH	f	f1	f2	f3	f4	f5
数值 (mm)	14.49	2.8	14.50	33.41	13.13	-8.33	-30.22	73.96

基于上述表 7 至表 9，下面说明本申请实施例中对该镜头的实验测试结果。

图 14 至图 17 分别为本申请实施例对球面像差 (spherical aber)、场曲(field Curves)、畸变(DiSTrtion) 和轴外色差的仿真结果，从仿真结果看出，该实施例中的镜头 30 在满足小尺寸、长焦的前提下，其轴向色差（纵向球面像差）小于 20um，轴外色差小于 1um，畸变的数值较佳，在长焦的场景下也可以保证高清成像的需求。

具体的，在图 14 中，几条曲线分别代表不同波长的光经过该镜头后产生的

球差，纵坐标是距离，具体为，当各波长光均沿光轴射入时，各波长光的光标距离光轴的距离，横坐标是球差（色球差），从图中可以看出，不同波长的光经过镜头后产生的球差均小于 20um。

图 15 是像散场曲线，条曲线分别代表不同波长的光经过该镜头后产生的场曲，横坐标为视场，纵坐标为像高，即为各波长光沿不同视场位置射入该镜头后，产生的不同像高。图 16 是畸变曲线，几条曲线分别代表不同波长的光经过该镜头后产生的畸变，纵坐标为视场，横坐标为畸变的数值，其中，畸变的数值为各波长的光经过该镜头后，实际像高减去理想像高，然后除以理想像高的值。在图 17 中，几条曲线分别代表不同波长的光经过该镜头后产生的轴外色差，纵坐标是距离，具体为，当各波长光均沿光轴射入时，各波长光的光标距离光轴的距离，横坐标是轴外色差，从图中可以看出，不同波长的光经过镜头后产生的轴外色差均小于 1.5um。

图 18 示意出光束通过镜头 30 和滤光片 12 后，汇聚在一个像面 S11 上。

在上述实施例中，采用的玻璃塑胶混合的镜头结构，通过合理分配各组元的材质、形状、厚度、色差系数及光焦度等，既降低镜头的色散，也能够有效改善长焦摄影镜头组的温度效应，使得不同波长的光线经镜头 30 后可以聚焦在一个像面上，提高成像性能，同时能够使得长焦的镜头更紧凑。只需要有限个数的组元（或透镜）就可以实现长焦，使得模组 3 的厚度可以小于 68mm。具体的，镜头 30 的轴外色差 CA1 可以做到小于等于 1um，所述镜头 30 的轴向色差 CA2 可以做到小于等于 7um，温漂系数 $\Delta f/\Delta^{\circ}\text{C}$ 可以满足： $-0.5\text{um}/^{\circ}\text{C} \leq \Delta f/\Delta^{\circ}\text{C} \leq 1.5\text{um}/^{\circ}\text{C}$ 。

实施例四

本申请实施例四提供一种摄像模组，该摄像模组包括任一个实施例一~三所提供的镜头。摄像模组可以是相机模组、红外摄像头模组等装置。通过在摄像模组中设置该镜头，可以缩短摄像模组的镜头长度，在保证摄像模组的厚度较薄的前提下，可以实现长焦、小尺寸、对温度不敏感、成像质量高的摄像模组。此外，摄像模组中还可以包括滤光片和图像传感器，设置于镜头朝向像方的一侧，图像传感器位于所述镜头的像方。滤光片可以是红外滤光片，通过红外滤光片实现对红外线进行截止和滤光。

实施例五

本申请实施例五提供一种终端设备，该终端设备包括实施例四提供的摄像模组。通过在终端设备中设置具有该镜头的摄像模组，可实现更高的焦距倍数（特别是 5 倍以上长焦）下的各种拍摄应用场景，提高了拍摄的质量，增强了终端设备的功能，并可以有效地降低终端设备的厚度，提高了用户体验。终端设备可以是手机、平板电脑等设备。

实施例六

本申请实施例六提供一种手机，该手机包括实施例四提供的摄像模组。

如图 19A 和图 19B 所示，手机 100 可以包括壳体 100A，壳体 100A 可

以包括前盖 101、后盖 103 以及边框 102，前盖 101 和后盖 103 相对设置，边框 102 围绕在前盖 101 和后盖 103 的四周，并将前盖 101 和后盖 102 连接在一起。前盖 101 可以为玻璃盖板，显示器 194 设置在前盖 101 下方。手机 100 可以围绕壳体 100A 的外周设置输入/输出部件。例如，可以在前盖 101 的顶部设置诸如前置摄像头（位于显示器所在的面的镜头）105A 和受话器 106。可以在边框 102 的一条边缘设置按键 190，并在边框 101 的底缘设置麦克风、扬声器 108 以及 USB 接口 109。可以在后盖 102 的顶部设置诸如至少一个后置摄像头（位于背对所述显示器的面的镜头）105B。

通过在手机中设置具有该镜头的摄像模组，可以缩短摄像模组的镜头长度，在保证摄像模组的厚度较薄的前提下，可以实现长焦、小尺寸、对温度不敏感、成像质量高的摄像模组。在其它实施例中，手机 100 的前置摄像头 105A 可以设置在显示器 194 下方，即前置摄像头 105A 为屏下摄像头。或者，在其它实施例中，手机 100 的前盖 101 和后盖 103 均设置有显示器 194。

通过在手机中设置具有该镜头的摄像模组，可实现更高的焦距倍数（特别是 5 倍以上长焦）下的各种拍摄应用场景，提高了拍摄的质量，并可以有效地降低手机的厚度，增强了终端设备的功能，提高了用户体验。

以上示出几个实施例，但是透镜的结构并不限于上述实施例公开的内容，例如：在一些实施例中，第一透镜、第四透镜和第五透镜中的任意一个或多个的材质为玻璃，第二透镜和第三透镜中的一个或两个为塑胶；在一些实施例中，第二透镜 L2 的物方侧表面 S3、第二透镜 L2 和第三透镜 L3 的接合面 S4、第三透镜 L3 的像方侧表面 S5 中的任意一个或多个为非球面，和/或，第一透镜 L1 的物方侧表面 S1、第一透镜 L1 的像方侧表面 S2、第四透镜 L4 的物方侧表面 S6、第四透镜 L4 的像方侧表面 S7、第五透镜 L5 的物方侧表面 S8 和第五透镜 L5 的像方侧表面 S9 中的任意一个或多个为球面；在一些实施例中，第一透镜至第五透镜中任意一个侧表面的形状并不限于上述实施例所公开的内凹面或凸面。

可见，在以上各个方面，通过对各个组元中透镜的光焦度与双合透镜进行搭配设计，均可以获得长焦的镜头，有利于提升紧凑系统下镜头成像品质，实现长焦、小色差、小温漂、小尺寸的成像效果，录制视频、拍照预览等场景无需算法进行温漂矫正，并且可用于终端设备，拍摄及录制影像，比如采用手机、平板电脑，监视器等便携式电子产品的镜头拍摄外部视频、照片的场景，包括不同大视场下的各种拍摄应用场景。

实施例 1、一种镜头，包括沿光轴从物方到像方依次设置的第一组元、第二组元、第三组元和第四组元；

所述第一组元具有正光焦度；

所述第二组元具有正光焦度，所述第二组元包括沿光轴从物方到像方依次设置的第二透镜和第三透镜，所述第二透镜和第三透镜接合为双合透镜；

所述第三组元具有负光焦度；

所述镜头的光学长度为 TTL，所述镜头的有效焦距为 f ，TTL 和 f 满足：

$TTL/f \leq 1$ 。

实施例 2、根据实施例 1 所述的镜头，所述第二透镜和第三透镜的色散系数分别为 V_2 和 V_3 ， V_2 满足： $15 \leq V_2 \leq 100$ ； V_3 满足： $15 \leq V_3 \leq 100$ 。

实施例 3、根据实施例 2 所述的镜头， V_2 和 V_3 满足： $15 \leq V_2 \leq 40$ ，且， $40 \leq V_3 \leq 100$ ；或者，

V_2 和 V_3 满足： $40 \leq V_2 \leq 100$ ，且， $15 \leq V_3 \leq 40$ 。

实施例 4、根据实施例 1 所述的镜头，所述第四组元为第五透镜，所述第五透镜的物方侧表面的曲率半径为 R_{51} ，所述第五透镜的像方侧表面的曲率半径为 R_{52} ， R_{51} 和 R_{52} 满足：

$|f/R_{51}| + |f/R_{52}| \leq 8$ 。

实施例 5、根据实施例 1 所述的镜头，所述第二透镜和第三透镜的组合焦距为 f_{23} ， f_{23} 满足：

$0 \leq f_{23}/f \leq 3$ 。

实施例 6、根据实施例 1 所述的镜头，所述第三组元的像方侧表面中心位置到和第四组元的物方侧表面中心位置的间距为 SP_4 ，所述第一组元的物方侧表面中心位置到所述第四组元的像方侧表面中心位置的间距为 LT ， SP_4 和 LT 满足：

$SP_4/LT \leq 0.3$ 。

实施例 7、根据实施例 1 所述的镜头，所述镜头的轴外色差 CA_1 ，所述镜头的轴向色差为 CA_2 ， CA_1 满足： $CA_1 \leq 1\mu m$ ； CA_2 满足： $CA_2 \leq 10\mu m$ 。

实施例 8、根据实施例 1 所述的镜头，所述镜头的长度为 L_1 ，所述镜头的重心到所述第一组元的像方侧表面顶点位置的长度为 L_2 ， L_1 和 L_2 满足：

$0.4 \times L_1 \leq L_2 \leq 0.6 \times L_1$ 。

实施例 9、根据实施例 1 所述的镜头，所述第一组元为第一透镜，所述第三组元为第四透镜，所述第四组元为第五透镜，所述第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜和第五透镜中的至少一片透镜的材质为玻璃，所述至少一片透镜的相对折射率温度系数为 β ， β 满足：

$-9 \times 10^{-5} \leq \beta \leq 9 \times 10^{-5}$ 。

实施例 10、根据实施例 9 所述的镜头，所述第二透镜和第三透镜的材质为玻璃。

实施例 11、根据实施例 1 至 10 任一项所述的镜头，所述第二透镜和第三透镜的接合面为球面，所述接合面的曲率半径为 R_{23} ， R_{23} 满足：

$0\text{mm} \leq R_{23} \leq 10\text{mm}$ 。

实施例 12、根据实施例 1 所述的镜头，所述镜头的温漂系数为 $\Delta f/\Delta^\circ\text{C}$ ， $\Delta f/\Delta^\circ\text{C}$ 满足：

$-0.5\mu\text{m}/^\circ\text{C} \leq \Delta f/\Delta^\circ\text{C} \leq 1.5\mu\text{m}/^\circ\text{C}$ 。

实施例 13、根据实施例 1 所述的镜头，所述镜头还包括光阑，所述光阑位于所述第一组元朝向像方的一侧；或者，所述光阑位于所述第一组元朝向物方

的一侧。

实施例 14、根据实施例 1 所述的镜头，所述第一透镜的物方侧表面近光轴处为凸面。

实施例 15、一种摄像模组，包括图像传感器，其特征在于，所述摄像模组还包括根据实施例 1 至 14 任一项所述的镜头，所述图像传感器位于所述镜头的像方。

实施例 16、根据实施例 15 所述的镜头，所述第四组元朝向像方的一侧设有红外滤光片。

实施例 17、一种终端设备，其特征在于，包括根据实施例 15 或 16 所述的摄像模组。

实施例 18、一种手机，包括：

壳体；

显示器；

扩音器；

麦克风；以及

一个或多个根据实施例 15 或 16 所述的摄像模组，至少一个所述镜头位于所述显示器所在的面，或/和，至少一个所述镜头位于背对所述显示器的面。

权 利 要 求 书

1、一种镜头，其特征在于，包括沿光轴从物方到像方依次设置的第一组元、第二组元、第三组元和第四组元；

所述第一组元具有正光焦度；

所述第二组元具有正光焦度，所述第二组元包括沿光轴从物方到像方依次设置的第二透镜和第三透镜，所述第二透镜和第三透镜接合为双合透镜；

所述第三组元具有负光焦度；

所述镜头的光学长度为 TTL，所述镜头的有效焦距为 f，TTL 和 f 满足：

$$TTL/f \leq 1。$$

2、如权利要求 1 所述的镜头，其特征在于，所述第二透镜和第三透镜的色散系数分别为 V2 和 V3，V2 满足： $15 \leq V2 \leq 100$ ；V3 满足： $15 \leq V3 \leq 100$ 。

3、如权利要求 2 所述的镜头，其特征在于，V2 和 V3 满足： $15 \leq V2 \leq 40$ ，且， $40 \leq V3 \leq 100$ ；或者，

$$V2 \text{ 和 } V3 \text{ 满足：} 40 \leq V2 \leq 100，\text{ 且，} 15 \leq V3 \leq 40。$$

4、如权利要求 1 所述的镜头，其特征在于，所述第四组元为第五透镜，所述第五透镜的物方侧表面的曲率半径为 R51，所述第五透镜的像方侧表面的曲率半径为 R52，R51 和 R52 满足：

$$|f/R51| + |f/R52| \leq 8。$$

5、如权利要求 1 所述的镜头，其特征在于，所述第二透镜和第三透镜的组合焦距为 f23，f23 满足：

$$0 \leq f23/f \leq 3。$$

6、如权利要求 1 所述的镜头，其特征在于，所述第三组元的像方侧表面中心位置到和第四组元的物方侧表面中心位置的间距为 SP4，所述第一组元的物方侧表面中心位置到所述第四组元的像方侧表面中心位置的间距为 LT，SP4 和 LT 满足：

$$SP4/LT \leq 0.3。$$

7、如权利要求 1 所述的镜头，其特征在于，所述镜头的轴外色差 CA1，所述镜头的轴向色差为 CA2，CA1 满足： $CA1 \leq 1\mu\text{m}$ ；CA2 满足： $CA2 \leq 10\mu\text{m}$ 。

8、如权利要求 1 所述的镜头，其特征在于，所述镜头的长度为 L₁，所述镜头的重心到所述第一组元的像方侧表面顶点位置的长度为 L₂，L₁ 和 L₂ 满足：

$$0.4 \times L_1 \leq L_2 \leq 0.6 \times L_1。$$

9、如权利要求 1 所述的镜头，其特征在于，所述第一组元为第一透镜，所述第三组元为第四透镜，所述第四组元为第五透镜，所述第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜和第五透镜中的至少一片透镜的材质为玻璃，所述至少一片透镜的相对折射率温度系数为 β ， β 满足：

$$-9 \times 10^{-5} \leq \beta \leq 9 \times 10^{-5}。$$

10、如权利要求 9 所述的镜头，其特征在于，所述第二透镜和第三透镜的材质为玻璃。

11、如权利要求 1 至 10 任一项所述的镜头，其特征在于，所述第二透镜和第三透镜的接合面为球面，所述接合面的曲率半径为 R_{23} ， R_{23} 满足：

$$0\text{mm} \leq R_{23} \leq 10\text{mm}.$$

12、如权利要求 1 所述的镜头，其特征在于，所述镜头的温漂系数为 $\Delta f/\Delta ^\circ\text{C}$ ， $\Delta f/\Delta ^\circ\text{C}$ 满足：

$$-0.5\mu\text{m}/^\circ\text{C} \leq \Delta f/\Delta ^\circ\text{C} \leq 1.5\mu\text{m}/^\circ\text{C}.$$

13、如权利要求 1 所述的镜头，其特征在于，所述镜头还包括光阑，所述光阑位于所述第一组元朝向像方的一侧；或者，所述光阑位于所述第一组元朝向物方的一侧。

14、如权利要求 1 所述的镜头，其特征在于，所述第一透镜的物方侧表面近光轴处为凸面。

15、一种摄像模组，包括图像传感器，其特征在于，所述摄像模组还包括如权利要求 1 至 14 任一项所述的镜头，所述图像传感器位于所述镜头的像方。

16、如权利要求 15 所述的镜头，其特征在于，所述第四组元朝向像方的一侧设有红外滤光片。

17、一种终端设备，其特征在于，包括如权利要求 15 或 16 所述的摄像模组。

18、一种手机，其特征在于，包括：

壳体；

显示器；

扩音器；

麦克风；以及

一个或多个如权利要求 15 或 16 所述的摄像模组，至少一个所述镜头位于所述显示器所在的面，或/和，至少一个所述镜头位于背对所述显示器的面。

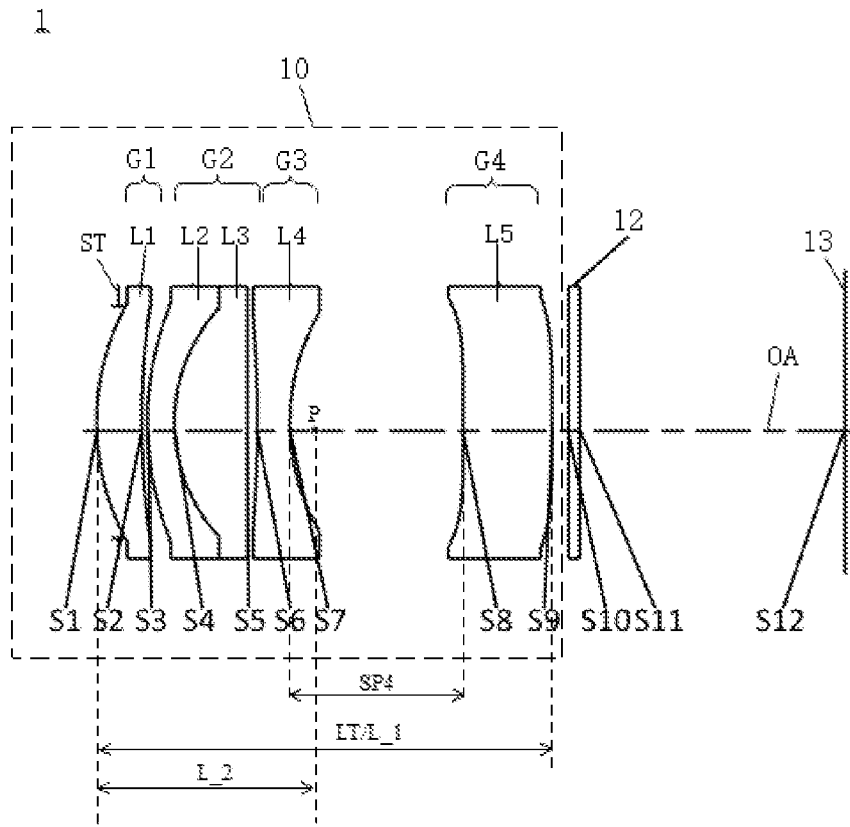


图 1

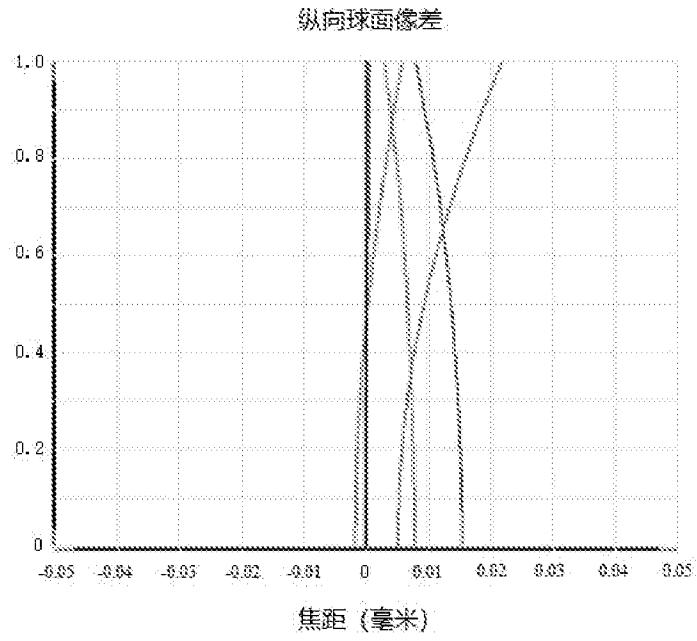


图 2

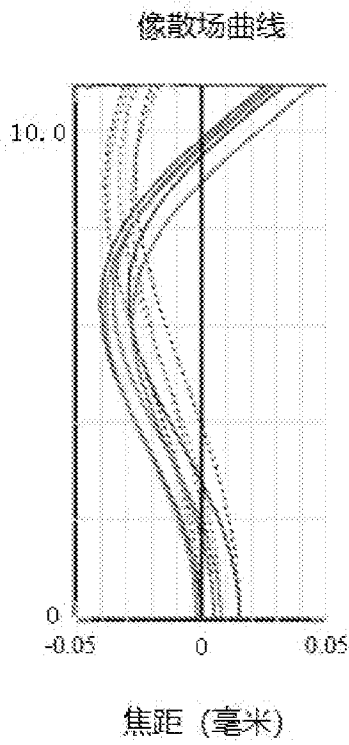


图 3

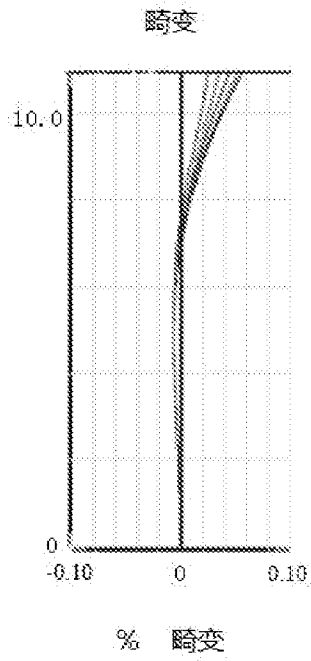


图 4

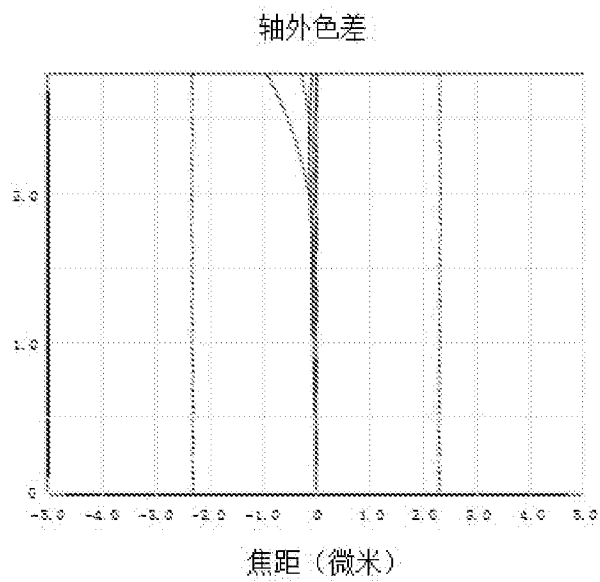


图 5

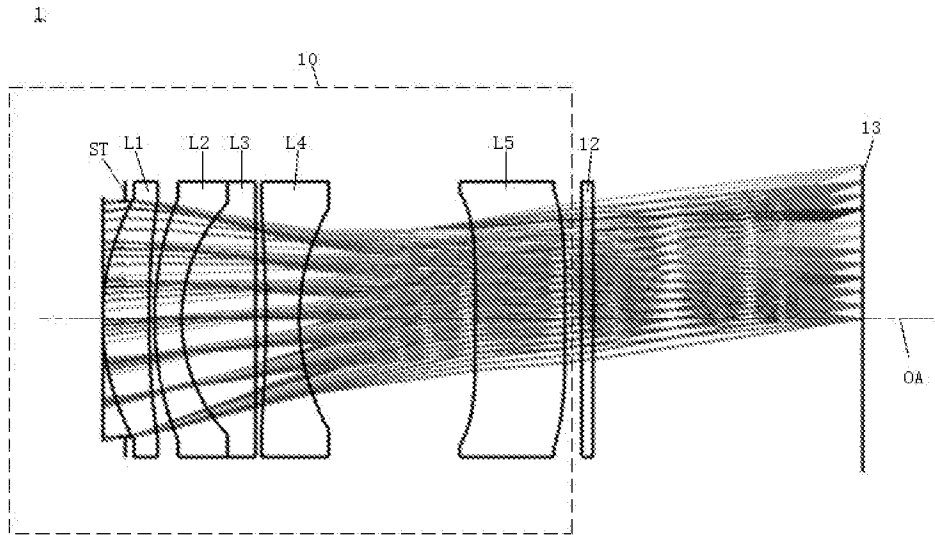


图 6

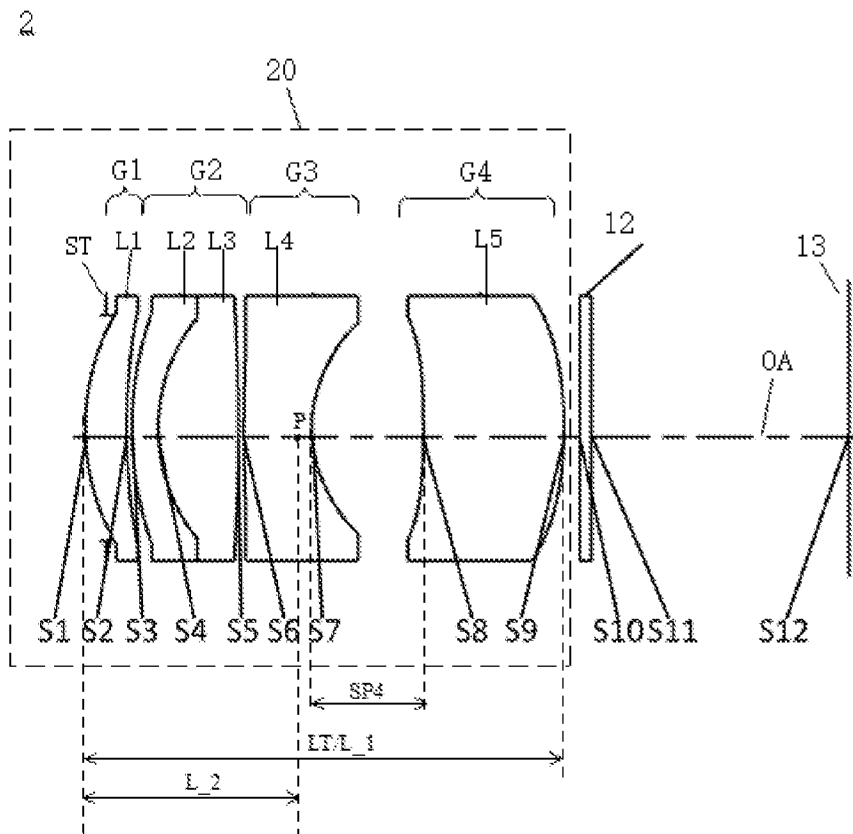


图 7

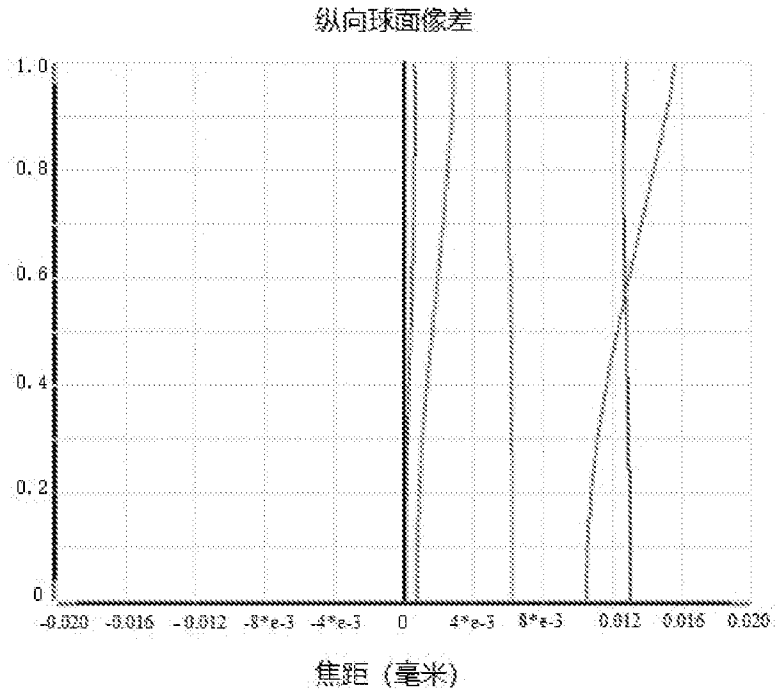


图 8

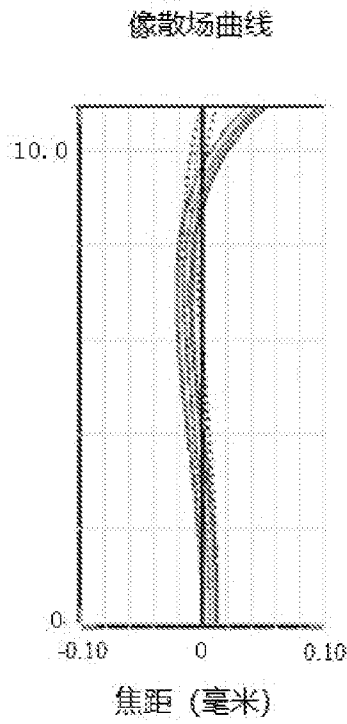


图 9

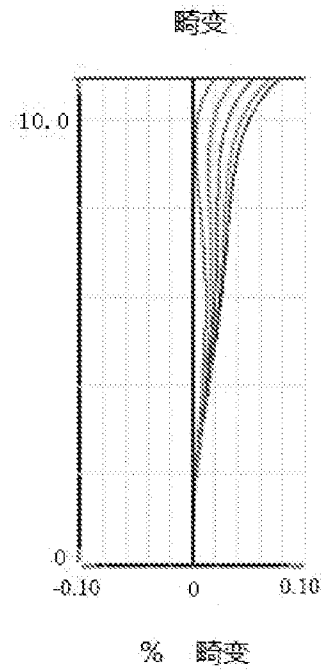


图 10

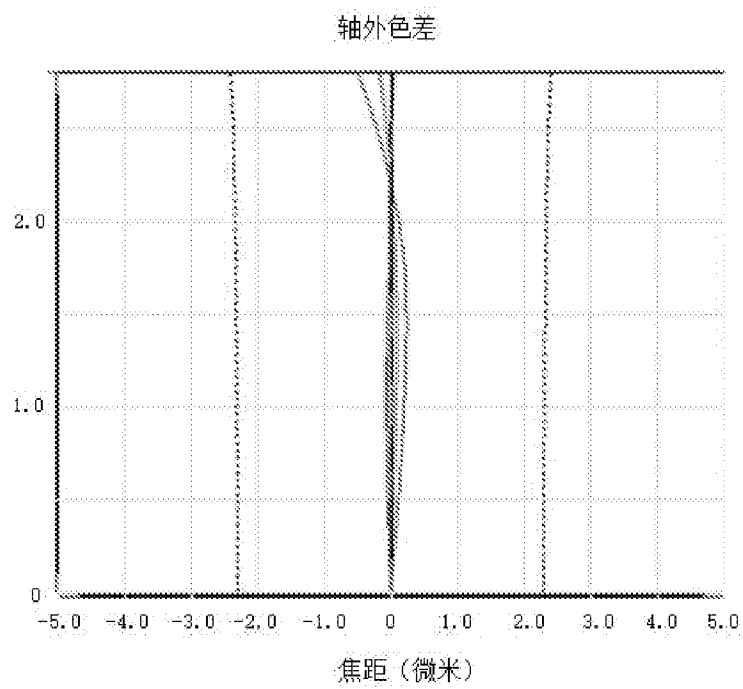


图 11

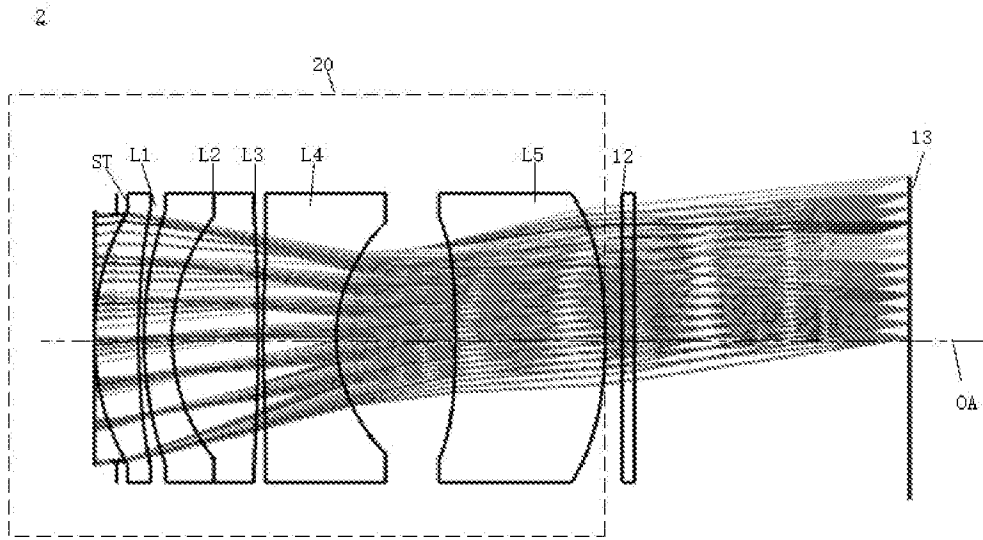


图 12

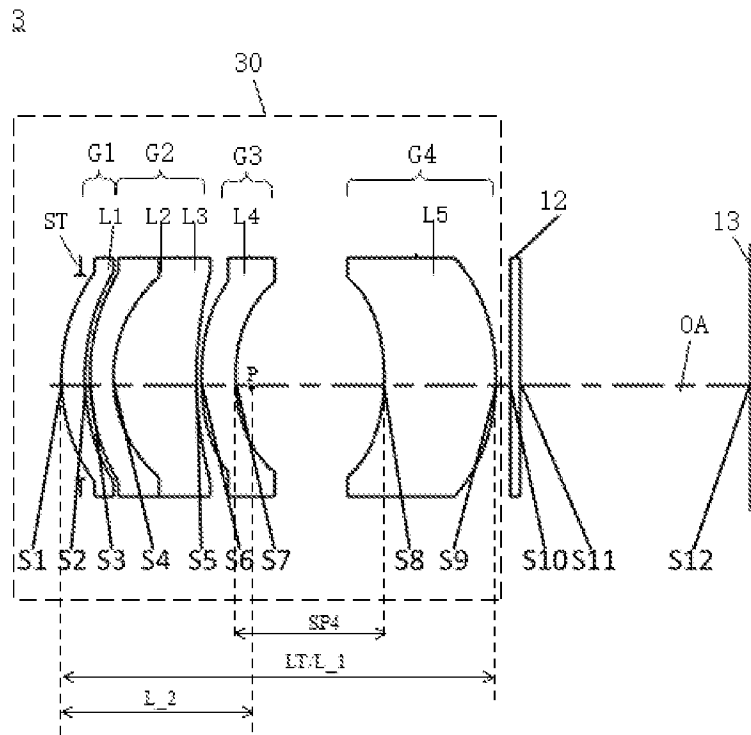


图 13

纵向球面像差

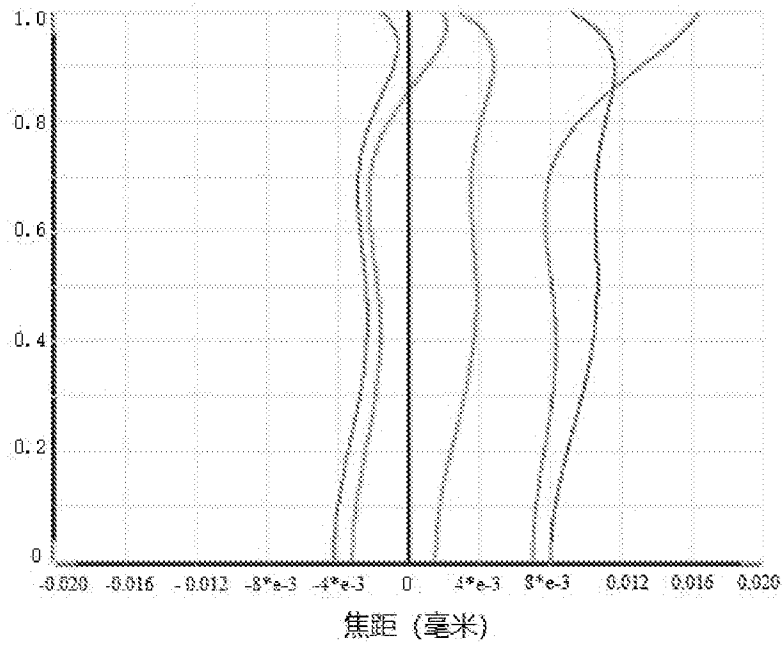


图 14

像散场曲线

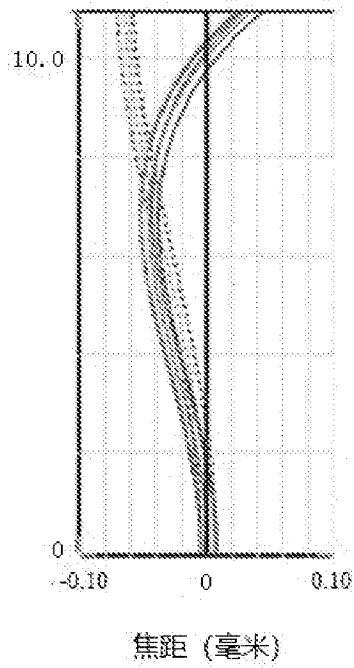


图 15

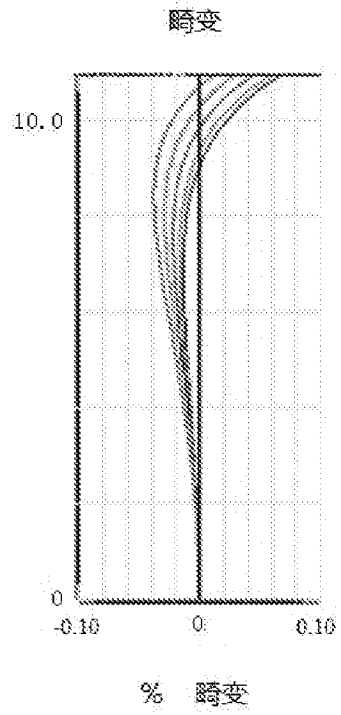


图 16

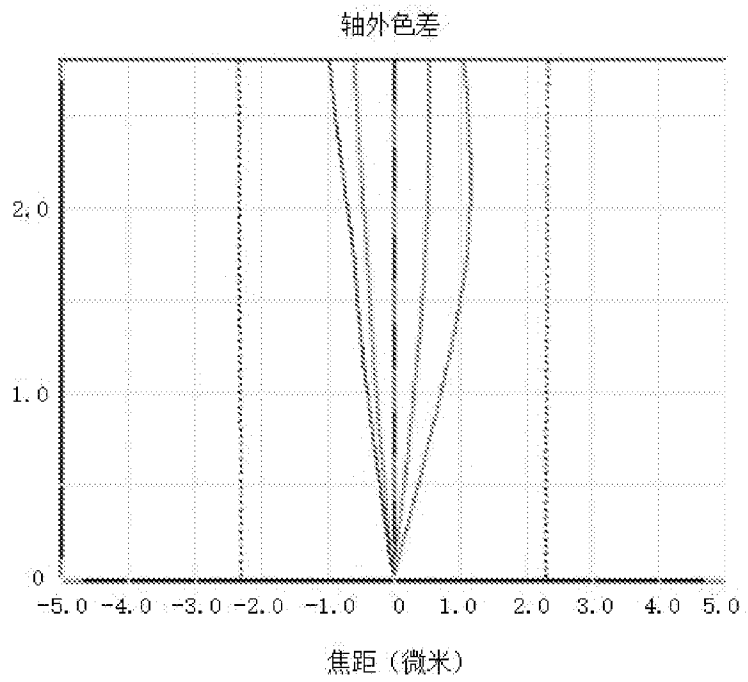


图 17

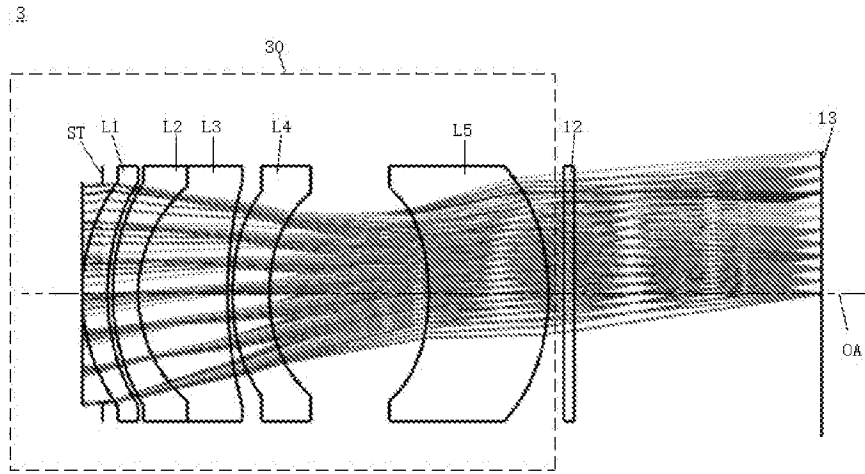


图 18

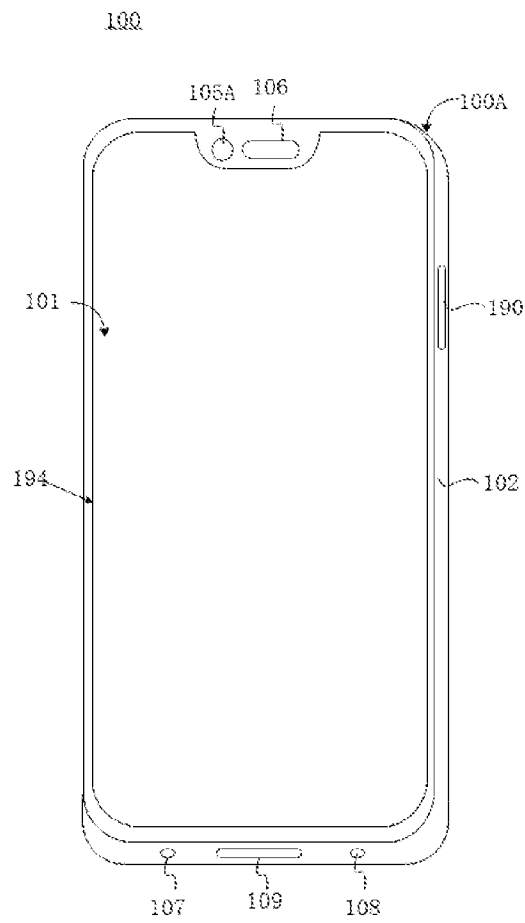


图 19A

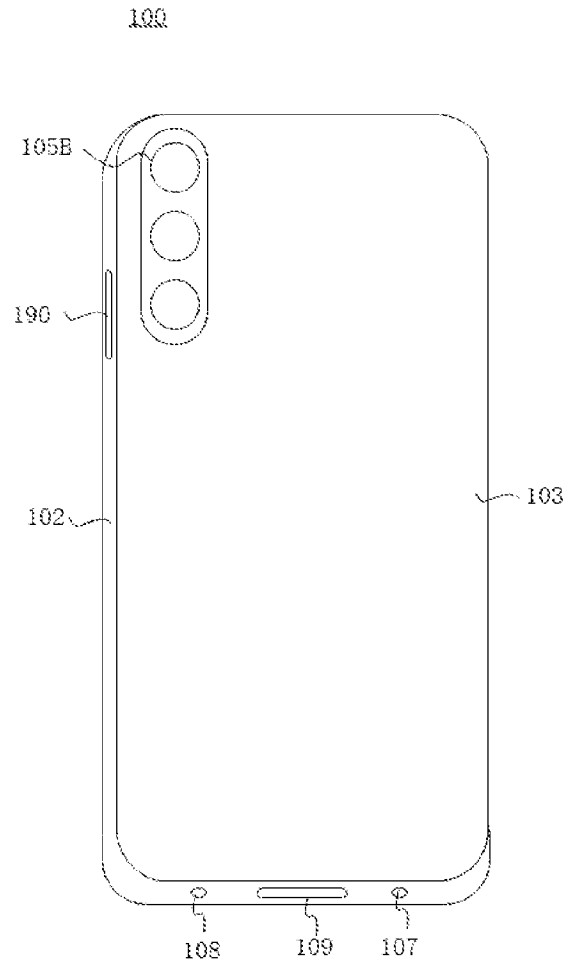


图 19B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/072565

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H04N 5/225(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)		
H04N		
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)		
CNABS; CNTXT; VEN; EPTXT; USTXT; WOTXT; JPTXT; CNKI; IEEE: 长焦, 变焦, 透镜, 镜片, 镜群, 镜组, 正, 负, 双合, 胶合, 粘合, 黏贴, 粘贴, 胶粘, 胶黏, 黏合, 有效焦距, EFL, 凹, 凸, negative, divergent, positive, converge, lens, effective focal length, agglutinate, doublet, paste, splice, glue, conglutinate		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 103221868 A (FUJI PHOTO FILM CO., LTD.) 24 July 2013 (2013-07-24) description, paragraphs [0057]-[0167], and figures 1-17	1-18
X	CN 2604696 Y (XIFENG OPTICOELECTRIC SCIENCE & TECHNOLOGY CO., LTD.) 25 February 2004 (2004-02-25) description, page 4 line 3 - page 6 line 17, figures 1-4	1-18
A	CN 204883031 U (ZHEJIANG SUNNY OPTICS CO., LTD.) 16 December 2015 (2015-12-16) entire document	1-18
A	CN 108646393 A (JIAXING ZHONGRUN OPTICAL SCIENCE AND TECHNOLOGY CO., LTD.) 12 October 2018 (2018-10-12) entire document	1-18
A	CN 103926680 A (CENTER FOR SPACE SCIENCE AND APPLIED RESEARCH, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES et al.) 16 July 2014 (2014-07-16) entire document	1-18
A	US 2003086181 A1 (PENTAX CORPORATION) 08 May 2003 (2003-05-08) entire document	1-18
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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		Date of mailing of the international search report
20 March 2021		31 March 2021
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/ CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088 China		
Facsimile No. (86-10)62019451		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/072565

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	103221868	A	24 July 2013	JP	5687284	B2	18 March 2015
				WO	2012066735	A1	24 May 2012
				US	2013250436	A1	26 September 2013
				CN	103221868	B	22 April 2015
				US	8699147	B2	15 April 2014
				JP	WO2012066735	A1	12 May 2014

CN	2604696	Y	25 February 2004	None			

CN	204883031	U	16 December 2015	None			

CN	108646393	A	12 October 2018	CN	208580256	U	05 March 2019

CN	103926680	A	16 July 2014	CN	103926680	B	03 February 2016

US	2003086181	A1	08 May 2003	US	6809880	B2	26 October 2004
				JP	3752174	B2	08 March 2006
				JP	2003131135	A	08 May 2003

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/072565

<p>A. 主题的分类</p> <p>H04N 5/225 (2006.01) i</p> <p>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</p>																							
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>H04N</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>CNABS;CNTXT;VEN;EPTXT;USTXT;WOTXT;JPTXT;CNKI;IEEE:长焦, 变焦, 透镜, 镜片, 镜群, 镜组, 正, 负, 双合, 胶合, 粘合, 黏贴, 粘贴, 胶粘, 胶黏, 黏合, 有效焦距, EFL, 凹, 凸, negative, divergent, positive, converge, lens, effective focal length, agglutinate, doublet, paste, splice, glue, conglutinate</p>																							
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 103221868 A (富士胶片株式会社) 2013年 7月 24日 (2013 - 07 - 24) 说明书第[0057]-[0167]段, 图1-17</td> <td>1-18</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 2604696 Y (矽峰光电科技股份有限公司) 2004年 2月 25日 (2004 - 02 - 25) 说明书第4页第3行-第6页第17行, 图1-4</td> <td>1-18</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 204883031 U (浙江舜宇光学有限公司) 2015年 12月 16日 (2015 - 12 - 16) 全文</td> <td>1-18</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108646393 A (嘉兴中润光学科技有限公司) 2018年 10月 12日 (2018 - 10 - 12) 全文</td> <td>1-18</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103926680 A (中国科学院空间科学与应用研究中心等) 2014年 7月 16日 (2014 - 07 - 16) 全文</td> <td>1-18</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2003086181 A1 (PENTAX CORP) 2003年 5月 8日 (2003 - 05 - 08) 全文</td> <td>1-18</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	CN 103221868 A (富士胶片株式会社) 2013年 7月 24日 (2013 - 07 - 24) 说明书第[0057]-[0167]段, 图1-17	1-18	X	CN 2604696 Y (矽峰光电科技股份有限公司) 2004年 2月 25日 (2004 - 02 - 25) 说明书第4页第3行-第6页第17行, 图1-4	1-18	A	CN 204883031 U (浙江舜宇光学有限公司) 2015年 12月 16日 (2015 - 12 - 16) 全文	1-18	A	CN 108646393 A (嘉兴中润光学科技有限公司) 2018年 10月 12日 (2018 - 10 - 12) 全文	1-18	A	CN 103926680 A (中国科学院空间科学与应用研究中心等) 2014年 7月 16日 (2014 - 07 - 16) 全文	1-18	A	US 2003086181 A1 (PENTAX CORP) 2003年 5月 8日 (2003 - 05 - 08) 全文	1-18
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
X	CN 103221868 A (富士胶片株式会社) 2013年 7月 24日 (2013 - 07 - 24) 说明书第[0057]-[0167]段, 图1-17	1-18																					
X	CN 2604696 Y (矽峰光电科技股份有限公司) 2004年 2月 25日 (2004 - 02 - 25) 说明书第4页第3行-第6页第17行, 图1-4	1-18																					
A	CN 204883031 U (浙江舜宇光学有限公司) 2015年 12月 16日 (2015 - 12 - 16) 全文	1-18																					
A	CN 108646393 A (嘉兴中润光学科技有限公司) 2018年 10月 12日 (2018 - 10 - 12) 全文	1-18																					
A	CN 103926680 A (中国科学院空间科学与应用研究中心等) 2014年 7月 16日 (2014 - 07 - 16) 全文	1-18																					
A	US 2003086181 A1 (PENTAX CORP) 2003年 5月 8日 (2003 - 05 - 08) 全文	1-18																					
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																							
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” 同族专利的文件</p>																							
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2021年 3月 20日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2021年 3月 31日</p>																					
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>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</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>胡帆</p> <p>电话号码 86-(20)-28950455</p>																					

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/072565

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	103221868	A	2013年 7月 24日	JP	5687284	B2	2015年 3月 18日
				WO	2012066735	A1	2012年 5月 24日
				US	2013250436	A1	2013年 9月 26日
				CN	103221868	B	2015年 4月 22日
				US	8699147	B2	2014年 4月 15日
				JP	W02012066735	A1	2014年 5月 12日
CN	2604696	Y	2004年 2月 25日	无			
CN	204883031	U	2015年 12月 16日	无			
CN	108646393	A	2018年 10月 12日	CN	208580256	U	2019年 3月 5日
CN	103926680	A	2014年 7月 16日	CN	103926680	B	2016年 2月 3日
US	2003086181	A1	2003年 5月 8日	US	6809880	B2	2004年 10月 26日
				JP	3752174	B2	2006年 3月 8日
				JP	2003131135	A	2003年 5月 8日