

(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
2020 年 7 月 2 日 (02.07.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/134272 A1

(51) 国际专利分类号:
G02B 13/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/108898

(22) 国际申请日: 2019 年 9 月 29 日 (29.09.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201811614664.1 2018 年 12 月 27 日 (27.12.2018) CN
201811616068.7 2018 年 12 月 27 日 (27.12.2018) CN

(71) 申请人: 瑞声通讯科技(常州)有限公司 (AAC COMMUNICATION TECHNOLOGIES (CHANGZHOU) CO., LTD.) [CN/CN]; 中国江苏省常州市出口加工区新纬一路, Jiangsu 213000 (CN)。

(72) 发明人: 季勇华 (JI, Yonghua); 中国江苏省常州市出口加工区新纬一路, Jiangsu 213000 (CN)。张磊 (ZHANG, Lei); 中国江苏省常州市出口加工区新纬一路, Jiangsu 213000 (CN)。王燕妹 (WANG, Yanmei); 中国江苏省常州市出口加工区新纬一路, Jiangsu 213000 (CN)。谢艳利

(XIE, Yanli); 中国江苏省常州市出口加工区新纬一路, Jiangsu 213000 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市恒申知识产权事务所 (普通合伙) (HENSEN INTELLECTUAL PROPERTY FIRM); 中国广东省深圳市福田区南园路 68 号上步大厦 10H, Guangdong 518000 (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, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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,

(54) Title: IMAGE-CAPTURE OPTICAL LENS

(54) 发明名称: 摄像光学镜头

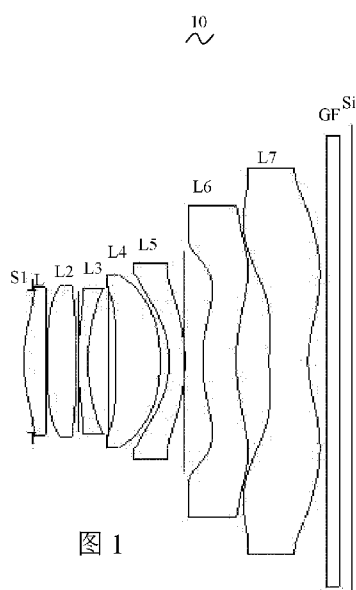


图 1

(57) Abstract: Provided is an image-capture optical lens (10), said image-capture optical lens (10) containing, in order from the object side to the image side: 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); further, the following relational formulas are satisfied: $1.50 \leq f1/f \leq 2.50$, $1.70 \leq n3 \leq 2.20$, $-2.00 \leq f3/f4 \leq 2.00$, $1.00 \leq (R13 + R14)/(R13 - R14) \leq 10.00$, and $1.70 \leq n4 \leq 2.20$. The image-capture optical lens (10) can achieve high imaging performance while also achieving a low TTL.

(57) 摘要: 一种摄像光学镜头 (10), 该摄像光学镜头 (10) 自物侧至像侧依序包含: 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), 以及第七透镜 (L7); 且满足下列关系式: $1.50 \leq f1/f \leq 2.50$, $1.70 \leq n3 \leq 2.20$, $-2.00 \leq f3/f4 \leq 2.00$, $1.00 \leq (R13 + R14)/(R13 - R14) \leq 10.00$, $1.70 \leq n4 \leq 2.20$ 。该摄像光学镜头 (10) 能获得高成像性能的同时, 获得低TTL。

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))。

摄像光学镜头

技术领域

本发明涉及光学镜头领域，特别涉及一种适用于智能手机、数码相机等手提终端设备，以及监视器、PC 镜头等摄像装置的摄像光学镜头。

背景技术

近年来，随着智能手机的兴起，小型化摄影镜头的需求日渐提高，而一般摄影镜头的感光器件不外乎是感光耦合器件（Charge Coupled Device, CCD）或互补性氧化金属半导体器件（Complementary Metal-Oxide Semiconductor Sensor, CMOS Sensor）两种，且由于半导体制造工艺技术的精进，使得感光器件的像素尺寸缩小，再加上现今电子产品以功能佳且轻薄短小的外型为发展趋势，因此，具备良好成像品质的小型化摄像镜头俨然成为目前市场上的主流。为获得较佳的成像品质，传统搭载于手机相机的镜头多采用三片式或四片式透镜结构。并且，随着技术的发展以及用户多样化需求的增多，在感光器件的像素面积不断缩小，且系统对成像品质的要求不断提高的情况下，五片式、六片式、七片式透镜结构逐渐出现在镜头设计当中。迫切需求具有优秀的光学特征、超薄且色像差充分补正的广角摄像镜头。

技术问题

针对上述问题，本发明的目的在于提供一种摄像光学镜头，能在获得高成像性能的同时，满足超薄化和广角化的要求。

技术解决方案

为解决上述技术问题，本发明的实施方式提供了一种摄像光学镜头，所述摄像光学镜头，自物侧至像侧依序包含：第一透镜，第二透镜，第三透镜，第四透镜，第五透镜，第六透镜，以及第七透镜；

所述摄像光学镜头的焦距为 f ，所述第一透镜的焦距为 f_1 ，所述第三透镜的焦距为 f_3 ，所述第四透镜的焦距为 f_4 ，所述第三透镜的折射率为 n_3 ，所述第四透镜的折射率为 n_4 ，所述第七透镜物侧面的曲率半径为 R_{13} ，所述第七透镜像侧面的曲率半径为 R_{14} ，满足下列关系式： $1.50 \leq f_1/f \leq 2.50$, $1.70 \leq n_3 \leq 2.20$, $-2.00 \leq f_3/f_4 \leq 2.00$; $1.00 \leq (R_{13}+R_{14})/(R_{13}-R_{14}) \leq 10.00$; $1.70 \leq n_4 \leq 2.20$ 。

优选的，所述摄像光学镜头满足下列关系式： $1.50 \leq f_1/f \leq 2.08$, $1.78 \leq n_3 \leq 2.12$, $-2.00 \leq f_3/f_4 \leq 0.15$; $1.56 \leq (R_{13}+R_{14})/(R_{13}-R_{14}) \leq 6.10$; $1.72 \leq n_4 \leq 2.01$ 。

优选的，所述第一透镜具有正屈折力，其物侧面于近轴为凸面，其像侧面于近轴为凹面；

所述第一透镜物侧面的曲率半径为 R_1 ，所述第一透镜像侧面的曲率半径为 R_2 ，以及所述第一透镜的轴上厚度为 d_1 ，所述摄像光学镜头的光学总长为 TTL，且满足下列关系式： $-3.72 \leq (R_1+R_2)/(R_1-R_2) \leq -1.08$; $0.03 \leq d_1/TTL \leq 0.10$ 。

优选的，所述摄像光学镜头满足下列关系式： $-2.32 \leq (R_1+R_2)/(R_1-R_2) \leq -1.35$; $0.05 \leq d_1/TTL \leq 0.08$ 。

优选的，所述第二透镜具有正屈折力，其物侧面于近轴为凸面，其像侧面于近轴为凸面；

所述第二透镜的焦距为 f_2 ，所述第二透镜物侧面的曲率半径为 R_3 ，所述第二透镜像侧面的曲率半径为 R_4 ，所述第二透镜的轴上厚度为 d_3 ，所述摄像光学镜头的光学总长为 TTL，且满足下列关系式： $1.08 \leq f_2/f \leq 3.71$; $-0.34 \leq (R_3+R_4)/(R_3-R_4) \leq -0.04$; $0.04 \leq d_3/TTL \leq 0.13$ 。

优选的，所述摄像光学镜头满足下列关系式： $1.74 \leq f_2/f \leq 2.97$; $-0.21 \leq (R_3+R_4)/(R_3-R_4) \leq -0.05$; $0.07 \leq d_3/TTL \leq 0.11$ 。

优选的，所述第三透镜具有负屈折力，其物侧面于近轴为凸面，其像侧面于近轴为凹面；

所述第三透镜的焦距为 f_3 ，所述第三透镜物侧面的曲率半径为 R_5 ，所述第三透镜像侧面的曲率半径为 R_6 ，所述第三透镜的轴上厚度为 d_5 ，所述摄像光学镜头的光学总长为 TTL，且满足下列关系式： $-4.69 \leq f_3/f \leq -1.36$; $2.33 \leq (R_5+R_6)/(R_5-R_6) \leq 8.76$; $0.01 \leq d_5/TTL \leq 0.04$ 。

优选的，所述摄像光学镜头满足下列关系式： $-2.93 \leq f_3/f \leq -1.69$; $3.73 \leq (R_5+R_6)/(R_5-R_6) \leq 7.01$; $0.02 \leq d_5/TTL \leq 0.03$ 。

优选的，所述第四透镜具有正屈折力，其物侧面于近轴为凹面，其像侧面于近轴为凸面；

所述第四透镜的焦距为 f_4 ，所述第四透镜物侧面的曲率半径为 R_7 ，所述第四透镜像侧面的曲率半径为 R_8 ，所述第四透镜的轴上厚度为 d_7 ，所述摄像光学镜头的光学总长为 TTL，且满足下列关系式： $0.51 \leq f_4/f \leq 1.80$; $0.63 \leq (R_7+R_8)/(R_7-R_8) \leq 2.13$; $0.06 \leq d_7/TTL \leq 0.20$ 。

优选的,所述摄像光学镜头满足下列关系式: $0.81 \leq f_4/f \leq 1.44$; $1.01 \leq (R_7+R_8)/(R_7-R_8) \leq 1.70$; $0.10 \leq d_7/TTL \leq 0.16$ 。

优选的,所述第五透镜具有负屈折力,其物侧面于近轴为凹面,其像侧面于近轴为凸面;

所述摄像光学镜头的焦距为 f ,所述第五透镜的焦距为 f_5 ,所述第五透镜物侧面的曲率半径为 R_9 ,所述第五透镜像侧面的曲率半径为 R_{10} ,所述第五透镜的轴上厚度为 d_9 ,且满足下列关系式: $-5.28 \leq f_5/f \leq -1.10$; $-12.53 \leq (R_9+R_{10})/(R_9-R_{10}) \leq -2.66$; $0.02 \leq d_9/TTL \leq 0.09$ 。

优选的,所述摄像光学镜头满足下列关系式: $-3.30 \leq f_5/f \leq -1.37$; $-7.83 \leq (R_9+R_{10})/(R_9-R_{10}) \leq -3.33$; $0.04 \leq d_9/TTL \leq 0.07$ 。

优选的,所述第六透镜具有正屈折力,其物侧面于近轴为凸面,其像侧面于近轴为凹面;

所述摄像光学镜头的焦距为 f ,所述第六透镜的焦距为 f_6 ,所述第六透镜物侧面的曲率半径为 R_{11} ,所述第六透镜像侧面的曲率半径为 R_{12} ,所述第六透镜的轴上厚度为 d_{11} ,且满足下列关系式: $1.91 \leq f_6/f \leq 7.95$; $-28.55 \leq (R_{11}+R_{12})/(R_{11}-R_{12}) \leq -5.07$; $0.05 \leq d_{11}/TTL \leq 0.15$ 。

优选的,所述摄像光学镜头满足下列关系式: $3.05 \leq f_6/f \leq 6.36$; $-17.84 \leq (R_{11}+R_{12})/(R_{11}-R_{12}) \leq -6.34$; $0.08 \leq d_{11}/TTL \leq 0.12$ 。

优选的,所述第七透镜具有负屈折力,其物侧面于近轴为凸面,其像侧面于近轴为凹面;

所述摄像光学镜头的焦距为 f ,所述第七透镜的焦距为 f_7 ,所述第七透镜的轴上厚度为 d_{13} ,且满足下列关系式: $-2.91 \leq f_7/f \leq -0.96$; $0.06 \leq d_{13}/TTL \leq 0.19$ 。

优选的,所述摄像光学镜头满足下列关系式: $-1.82 \leq f_7/f \leq -1.19$; $0.09 \leq d_{13}/TTL \leq 0.15$ 。

优选的,所述摄像光学镜头的光学总长 TTL 小于或等于 5.89 毫米。

优选的,所述摄像光学镜头的光学总长 TTL 小于或等于 5.62 毫米。

优选的,所述摄像光学镜头的光圈 F 数小于或等于 1.71。

优选的,所述摄像光学镜头的光圈 F 数小于或等于 1.68。

有益效果

本发明的有益效果在于:根据本发明的摄像光学镜头具有优秀的光学特性,超薄,广角且色差充分补正,尤其适用于由高像素用的 CCD、CMOS 等摄像元件构成的手机摄像镜头组件和 WEB 摄像镜头。

附图说明

图 1 是本发明第一实施方式的摄像光学镜头的结构示意图;

图 2 是图 1 所示摄像光学镜头的轴向像差示意图;

图 3 是图 1 所示摄像光学镜头的倍率色差示意图;

图 4 是图 1 所示摄像光学镜头的场曲及畸变示意图;

图 5 是本发明第二实施方式的摄像光学镜头的结构示意图;

图 6 是图 5 所示摄像光学镜头的轴向像差示意图;

图 7 是图 5 所示摄像光学镜头的倍率色差示意图;

图 8 是图 5 所示摄像光学镜头的场曲及畸变示意图;

图 9 是本发明第三实施方式的摄像光学镜头的结构示意图;

图 10 是图 9 所示摄像光学镜头的轴向像差示意图;

图 11 是图 9 所示摄像光学镜头的倍率色差示意图;

图 12 是图 9 所示摄像光学镜头的场曲及畸变示意图。

本发明的实施方式

为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明的各实施方式进行详细的阐述。然而,本领域的普通技术人员可以理解,在本发明各实施方式中,为了使读者更好地理解本发明而提出了许多技术细节。但是,即使没有这些技术细节和基于以下各实施方式的种种变化和修改,也可以实现本发明所要求保护的技术方案。

(第一实施方式)

参考附图, 本发明提供了一种摄像光学镜头 10。图 1 所示为本发明第一实施方式的摄像光学镜头 10, 该摄像光学镜头 10 包括七个透镜。具体的, 所述摄像光学镜头 10, 由物侧至像侧依序包括: 光圈 S1、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 以及第七透镜 L7。第七透镜 L7 和像面 Si 之间可设置有光学过滤片 (filter) GF 等光学元件。

第一透镜 L1 为塑料材质, 第二透镜 L2 为塑料材质, 第三透镜 L3 为玻璃材质, 第四透镜 L4 为玻璃材质, 第五透镜 L5 为塑料材质, 第六透镜 L6 为塑料材质, 第七透镜 L7 为塑料材质。

定义整体摄像光学镜头 10 的焦距为 f , 所述第一透镜 L1 的焦距为 f_1 , $1.50 \leq f_1/f \leq 2.50$, 规定了第一透镜 L1 的正屈折力。超过下限规定值时, 虽然有利于镜头向超薄化发展, 但是第一透镜 L1 的正屈折力会过强, 难以补正像差等问题, 同时不利于镜头向广角化发展。相反, 超过上限规定值时, 第一透镜的正屈折力会变过弱, 镜头难以向超薄化发展。优选的, 满足 $1.50 \leq f_1/f \leq 2.08$ 。

定义所述第三透镜 L3 的折射率为 n_3 , $1.70 \leq n_3 \leq 2.20$, 规定了第三透镜 L3 的折射率, 在此范围内更有利于向超薄化发展, 同时利于修正像差。优选的, 满足 $1.78 \leq n_3 \leq 2.12$ 。

定义所述第四透镜 L4 的折射率为 n_4 , $1.70 \leq n_4 \leq 2.2$, 规定了第四透镜 L4 的折射率, 在此范围内更有利于向超薄化发展, 同时利于修正像差。优选的, 满足 $1.72 \leq n_4 \leq 2.01$ 。

定义所述第三透镜 L3 的焦距为 f_3 , 所述第四透镜 L4 的焦距为 f_4 , $-2.00 \leq f_3/f_4 \leq 2.00$, 规定了第三透镜 L3 的焦距 f_3 与第四透镜 L4 的焦距 f_4 的比值, 可有效降低摄像用光学透镜组的敏感度, 进一步提升成像质量。优选的, 满足 $-2.00 \leq f_3/f_4 \leq 0.15$ 。

定义所述第七透镜 L7 物侧面的曲率半径为 R_{13} , 所述第七透镜 L7 像侧面的曲率半径为 R_{14} , $1.00 \leq (R_{13}+R_{14})/(R_{13}-R_{14}) \leq 10.00$, 规定了第七透镜 L7 的形状, 在范围外时, 随着向超薄广角化发展, 很难补正轴外画角的像差等问题。优选的, 满足 $1.56 \leq (R_{13}+R_{14})/(R_{13}-R_{14}) \leq 6.10$ 。

当本发明所述摄像光学镜头 10 的焦距、各透镜的焦距、相关透镜的折射率、摄像光学镜头的光学总长、轴上厚度和曲率半径满足上述关系式时, 可以使摄像光学镜头 10 具有高性能, 且满足低光学总长 TTL 的设计需求。

本实施方式中, 第一透镜 L1 的物侧面于近轴处为凸面, 像侧面于近轴处为凹面, 具有正屈折力。

第一透镜 L1 物侧面的曲率半径 R_1 , 第一透镜 L1 像侧面的曲率半径 R_2 , 满足下列关系式: $-3.72 \leq (R_1+R_2)/(R_1-R_2) \leq -1.08$, 合理控制第一透镜的形状, 使得第一透镜能够有效地校正系统球差; 优选的, $-2.32 \leq (R_1+R_2)/(R_1-R_2) \leq -1.35$ 。

第一透镜 L1 的轴上厚度为 d_1 , 摄像光学镜头 10 的光学总长为 TTL, 满足下列关系式: $0.03 \leq d_1/TTL \leq 0.10$, 有利于实现超薄化。优选的, $0.05 \leq d_1/TTL \leq 0.08$ 。

本实施方式中, 第二透镜 L2 的物侧面于近轴处为凸面, 像侧面于近轴处为凸面, 具有正屈折力。

整体摄像光学镜头 10 的焦距为 f , 第二透镜 L2 焦距 f_2 , 满足下列关系式: $1.08 \leq f_2/f \leq 3.71$, 通过将第二透镜 L2 的正光焦度控制在合理范围, 有利于矫正光学系统的像差。优选的, $1.74 \leq f_2/f \leq 2.97$ 。

第二透镜 L2 物侧面的曲率半径 R_3 , 第二透镜 L2 像侧面的曲率半径 R_4 , 满足下列关系式: $-0.34 \leq (R_3+R_4)/(R_3-R_4) \leq -0.04$, 规定了第二透镜 L2 的形状, 在范围外时, 随着镜头向超薄广角化发展, 难以补正像差问题。优选的, $-0.21 \leq (R_3+R_4)/(R_3-R_4) \leq -0.05$ 。

第二透镜 L2 的轴上厚度为 d_3 , 满足下列关系式: $0.04 \leq d_3/TTL \leq 0.13$, 有利于实现超薄化。优选的, $0.07 \leq d_3/TTL \leq 0.11$ 。

本实施方式中, 第三透镜 L3 的物侧面于近轴处为凸面, 像侧面于近轴处为凹面, 具有负屈折力。

整体摄像光学镜头 10 的焦距为 f , 第三透镜 L3 焦距 f_3 , 以及满足下列关系式: $-4.69 \leq f_3/f \leq -1.36$, 有利于系统获得良好的平衡场曲的能力, 以有效地提升像质。优选的, $-2.93 \leq f_3/f \leq -1.69$ 。

第三透镜 L3 物侧面的曲率半径 R_5 , 第三透镜 L3 像侧面的曲率半径 R_6 , 满足下列关系式: $2.33 \leq (R_5+R_6)/(R_5-R_6) \leq 8.76$, 可有效控制第三透镜 L3 的形状, 有利于第三透镜 L3 成型, 并避免因第三透镜 L3 的表面曲率过大而导致成型不良与应力产生。优选的, $3.73 \leq (R_5+R_6)/(R_5-R_6) \leq 7.01$ 。

第三透镜 L3 的轴上厚度为 d_5 , 满足下列关系式: $0.01 \leq d_5/TTL \leq 0.04$, 有利于实现超薄化。优选的, $0.02 \leq d_5/TTL \leq 0.03$ 。

本实施方式中, 第四透镜 L4 的物侧面于近轴处为凹面, 像侧面于近轴处为凸面, 具有正屈折

力。

整体摄像光学镜头 10 的焦距为 f ，第四透镜 L4 焦距 f_4 ，满足下列关系式： $0.51 \leq f_4/f \leq 1.80$ ，通过光焦度的合理分配，使得系统具有较佳的成像品质和较低的敏感性。优选的， $0.81 \leq f_4/f \leq 1.44$ 。

第四透镜 L4 物侧面的曲率半径 R_7 ，第四透镜 L4 像侧面的曲率半径 R_8 ，满足下列关系式： $0.63 \leq (R_7+R_8)/(R_7-R_8) \leq 2.13$ ，规定的是第四透镜 L4 的形状，在范围外时，随着超薄广角化的发展，很难补正轴外画角的像差等问题。优选的， $1.01 \leq (R_7+R_8)/(R_7-R_8) \leq 1.70$ 。

第四透镜 L4 的轴上厚度为 d_7 ，满足下列关系式： $0.06 \leq d_7/TTL \leq 0.20$ ，有利于实现超薄化。优选的， $0.10 \leq d_7/TTL \leq 0.16$ 。

本实施方式中，第五透镜 L5 的物侧面于近轴处为凹面，像侧面于近轴处为凸面，具有负屈折力。

整体摄像光学镜头 10 的焦距为 f ，第五透镜 L5 焦距 f_5 ，满足下列关系式： $-5.28 \leq f_5/f \leq -1.10$ ，对第五透镜 L5 的限定可有效的使得摄像镜头的光线角度平缓，降低公差敏感度。优选的， $-3.30 \leq f_5/f \leq -1.37$ 。

第五透镜 L5 物侧面的曲率半径 R_9 ，第五透镜 L5 像侧面的曲率半径 R_{10} ，满足下列关系式： $-12.53 \leq (R_9+R_{10})/(R_9-R_{10}) \leq -2.66$ ，规定的是第五透镜 L5 的形状，在条件范围外时，随着超薄广角化发展，很难补正轴外画角的像差等问题。优选的， $-7.83 \leq (R_9+R_{10})/(R_9-R_{10}) \leq -3.33$ 。

第五透镜 L5 的轴上厚度为 d_9 ，满足下列关系式： $0.02 \leq d_9/TTL \leq 0.09$ ，有利于实现超薄化。优选的， $0.04 \leq d_9/TTL \leq 0.07$ 。

本实施方式中，第六透镜 L6 的物侧面于近轴处为凸面，像侧面于近轴处为凹面，具有正屈折力。

整体摄像光学镜头 10 的焦距为 f ，第六透镜 L6 焦距 f_6 ，满足下列关系式： $1.91 \leq f_6/f \leq 7.95$ ，通过光焦度的合理分配，使得系统具有较佳的成像品质和较低的敏感性。优选的， $3.05 \leq f_6/f \leq 6.36$ 。

第六透镜 L6 物侧面的曲率半径 R_{11} ，第六透镜 L6 像侧面的曲率半径 R_{12} ，满足下列关系式： $-28.55 \leq (R_{11}+R_{12})/(R_{11}-R_{12}) \leq -5.07$ ，规定的是第六透镜 L6 的形状，在条件范围外时，随着超薄广角化发展，很难补正轴外画角的像差等问题。优选的， $-17.84 \leq (R_{11}+R_{12})/(R_{11}-R_{12}) \leq -6.34$ 。

第六透镜 L6 的轴上厚度为 d_{11} ，满足下列关系式： $0.05 \leq d_{11}/TTL \leq 0.15$ ，有利于实现超薄化。优选的， $0.08 \leq d_{11}/TTL \leq 0.12$ 。

本实施方式中，第七透镜 L7 的物侧面于近轴处为凸面，像侧面于近轴处为凹面，具有负屈折力。

整体摄像光学镜头 10 的焦距为 f ，第七透镜 L7 焦距 f_7 ，满足下列关系式： $-2.91 \leq f_7/f \leq -0.96$ ，通过光焦度的合理分配，使得系统具有较佳的成像品质和较低的敏感性。优选的， $-1.82 \leq f_7/f \leq -1.19$ 。

第七透镜 L7 的轴上厚度为 d_{13} ，满足下列关系式： $0.06 \leq d_{13}/TTL \leq 0.19$ ，有利于实现超薄化。优选的， $0.09 \leq d_{13}/TTL \leq 0.15$ 。

本实施方式中，摄像光学镜头 10 的光学总长 TTL 小于或等于 5.89 毫米，有利于实现超薄化。优选的，摄像光学镜头 10 的光学总长 TTL 小于或等于 5.62。

本实施方式中，摄像光学镜头 10 的光圈 F 数小于或等于 1.71。大光圈，成像性能好。优选的，摄像光学镜头 10 的光圈 F 数小于或等于 1.68。

如此设计，能够使得整体摄像光学镜头 10 的光学总长 TTL 尽量变短，维持小型化的特性。

下面将用实例进行说明本发明的摄像光学镜头 10。各实例中所记载的符号如下所示。焦距、轴上距离、曲率半径、轴上厚度、反曲点位置、驻点位置的单位为 mm。

TTL：光学长度(第 1 透镜 L1 的物侧面到成像面的轴上距离)，单位为 mm；

优选的，所述透镜的物侧面和/或像侧面上还可以设置有反曲点和/或驻点，以满足高品质的成像需求，具体的可实施方案，参下所述。

表 1、表 2 示出本发明第一实施方式的摄像光学镜头 10 的设计数据。

【表 1】

	R	d		nd		v d	
S1	∞	d0=	-0.144				
R1	2.415	d1=	0.351	nd1	1.5467	v 1	55.82

R2	10.229	d2=	0.025				
R3	8.680	d3=	0.469	nd2	1.5464	v 2	55.93
R4	-12.252	d4=	0.028				
R5	3.382	d5=	0.152	nd3	1.8555	v 3	23.70
R6	2.189	d6=	0.462				
R7	-24.223	d7=	0.708	nd4	1.8177	v 4	41.04
R8	-2.824	d8=	0.148				
R9	-1.439	d9=	0.253	nd5	1.6417	v 5	23.97
R10	-2.399	d10=	0.281				
R11	2.328	d11=	0.538	nd6	1.5464	v 6	55.93
R12	3.032	d12=	0.535				
R13	4.844	d13=	0.620	nd7	1.5371	v 7	55.69
R14	1.739	d14=	0.300				
R15	∞	d15=	0.210	ndg	1.5168	v g	64.17
R16	∞	d16=	0.197				

其中，各符号的含义如下。

S1 :光圈;

R :光学面的曲率半径、透镜时为中心曲率半径;

R1 :第一透镜 L1 的物侧面的曲率半径;

R2 :第一透镜 L1 的像侧面的曲率半径;

R3 :第二透镜 L2 的物侧面的曲率半径;

R4 :第二透镜 L2 的像侧面的曲率半径;

R5 :第三透镜 L3 的物侧面的曲率半径;

R6 :第三透镜 L3 的像侧面的曲率半径;

R7 :第四透镜 L4 的物侧面的曲率半径;

R8 :第四透镜 L4 的像侧面的曲率半径;

R9 :第五透镜 L5 的物侧面的曲率半径;

R10 :第五透镜 L5 的像侧面的曲率半径;

R11 :第六透镜 L6 的物侧面的曲率半径;

R12 :第六透镜 L6 的像侧面的曲率半径;

R13 :第七透镜 L7 的物侧面的曲率半径;

R14 :第七透镜 L7 的像侧面的曲率半径;

R15 :光学过滤片 GF 的物侧面的曲率半径;

R16 :光学过滤片 GF 的像侧面的曲率半径;

d :透镜的轴上厚度与透镜之间的轴上距离;

d0: 光圈 S1 到第一透镜 L1 的物侧面的轴上距离;

d1: 第一透镜 L1 的轴上厚度;

d2: 第一透镜 L1 的像侧面到第二透镜 L2 的物侧面的轴上距离;

d3: 第二透镜 L2 的轴上厚度;

d4: 第二透镜 L2 的像侧面到第三透镜 L3 的物侧面的轴上距离;

d5: 第三透镜 L3 的轴上厚度;

d6: 第三透镜 L3 的像侧面到第四透镜 L4 的物侧面的轴上距离;

d7: 第四透镜 L4 的轴上厚度;
 d8: 第四透镜 L4 的像侧面到第五透镜 L5 的物侧面的轴上距离;
 d9: 第五透镜 L5 的轴上厚度;
 d10: 第五透镜 L5 的像侧面到第六透镜 L6 的物侧面的轴上距离;
 d11: 第六透镜 L6 的轴上厚度;
 d12: 第六透镜 L6 的像侧面到第七透镜 L7 的物侧面的轴上距离;
 d13: 第七透镜 L7 的轴上厚度;
 d14: 第七透镜 L7 的像侧面到光学过滤片 GF 的物侧面的轴上距离;
 d15: 光学过滤片 GF 的轴上厚度;
 d16: 光学过滤片 GF 的像侧面到像面的轴上距离;
 nd :d 线的折射率;
 nd1 :第一透镜 L1 的 d 线的折射率;
 nd2 :第二透镜 L2 的 d 线的折射率;
 nd3 :第三透镜 L3 的 d 线的折射率;
 nd4 :第四透镜 L4 的 d 线的折射率;
 nd5 :第五透镜 L5 的 d 线的折射率;
 nd6: 第六透镜 L6 的 d 线的折射率;
 nd7: 第七透镜 L7 的 d 线的折射率;
 ndg :光学过滤片 GF 的 d 线的折射率;
 vd :阿贝数;
 v1: 第一透镜 L1 的阿贝数;
 v2: 第二透镜 L2 的阿贝数;
 v3: 第三透镜 L3 的阿贝数;
 v4: 第四透镜 L4 的阿贝数;
 v5: 第五透镜 L5 的阿贝数;
 v6: 第六透镜 L6 的阿贝数;
 v7: 第七透镜 L7 的阿贝数;
 vg: 光学过滤片 GF 的阿贝数。

表 2 示出本发明第一实施方式的摄像光学镜头 10 中各透镜的非球面数据。

【表 2】

	圆锥系数	非球面系数								
	k	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16	A18	A20
R1	-1.2630 E+00	-2.8947 E-02	6.8829 E-03	-8.1703 E-02	8.5992 E-02	-5.5136 E-02	2.1741 E-02	-2.6063 E-03	3.5239 E-04	-4.7734 E-04
R2	-2.6400 E+02	-1.3812 E-02	-6.6377 E-03	-2.6101 E-03	4.8771 E-04	1.1919 E-03	1.1838 E-03	7.1659 E-04	5.2310 E-05	-4.7139 E-04
R3	4.6429 E+01	1.0465 E-02	1.5350 E-02	1.0339 E-02	-1.6561 E-03	-5.0912 E-03	-2.4192 E-03	1.3109 E-03	1.8966 E-03	-7.7391 E-04
R4	-9.0275 E+02	-5.6678 E-02	1.2012 E-01	-1.7369 E-01	1.1905 E-01	-4.3712 E-02	1.2106 E-02	-2.4159 E-03	-1.5771 E-03	1.4232 E-03
R5	-6.7808 E+00	-1.4487 E-01	2.4275 E-01	-3.1731 E-01	2.7999 E-01	-1.6376 E-01	5.5808 E-02	-6.7453 E-03	1.0601 E-03	-1.3383 E-03
R	2.0328	-1.9234	2.5354	-3.8590	4.5011	-3.6139	1.5589	-2.2925	1.3163	-2.9922

6	E+00	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01	E-02	E-03	E-03
R	-3.9086	-5.0725	1.7089	-3.2917	2.2824	-1.6289	3.4769	6.2375	6.3225	2.9816
7	E+02	E-02	E-02	E-02	E-02	E-02	E-03	E-05	E-04	E-04
R	1.8144	-7.7173	5.0093	-5.9973	2.7589	1.1511	-1.5938	4.7363	8.8703	-2.3203
8	E+00	E-02	E-02	E-02	E-02	E-02	E-02	E-03	E-05	E-04
R	-4.9123	6.6116	2.3074	-9.9475	1.3332	-6.2312	1.1001	-1.9016	6.3043	-1.0348
9	E-01	E-02	E-04	E-02	E-01	E-02	E-02	E-04	E-05	E-04
R	-8.2795	8.6451	-9.3653	7.5985	-3.6306	1.1740	-1.7948	5.3257	-5.5241	1.8325
10	E-02	E-02	E-02	E-02	E-02	E-02	E-03	E-05	E-05	E-05
R	-1.6475	7.5616	-1.1559	6.5455	-2.8186	6.3426	-4.7711	7.0704	-5.7363	-3.8580
11	E+01	E-02	E-01	E-02	E-02	E-03	E-04	E-07	E-07	E-07
R	-2.5137	5.5594	-4.2435	8.5788	-5.6567	1.4588	-3.1140	-2.4980	1.3688	2.7462
12	E+01	E-02	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06	E-08	E-08	E-09
R	4.4857	-2.1494	8.0560	-1.4767	1.4004	-3.9188	-4.2132	2.8405	3.4649	-2.8711
13	E-01	E-01	E-02	E-02	E-03	E-05	E-06	E-07	E-09	E-10
R	-6.9985	-1.9262	8.0986	-2.7516	6.1176	-8.3001	6.5113	-2.8345	7.6845	-1.8182
14	E-01	E-01	E-02	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06	E-08	E-09

其中, k 是圆锥系数, A4、A6、A8、A10、A12、A14、A16、A18、A20 是非球面系数。

IH : 像高

$$y = (x^2/R) / [1 + \{1 - (k+1)(x^2/R^2)\}^{1/2}] + A4x^4 + A6x^6 + A8x^8 + A10x^{10} + A12x^{12} + A14x^{14} + A16x^{16} + A18x^{18} + A20x^{20} \quad (1)$$

为方便起见, 各个透镜面的非球面使用上述公式(1)中所示的非球面。但是, 本发明不限于该公式(1)表示的非球面多项式形式。

表 3、表 4 示出本发明第一实施方式的摄像光学镜头 10 中各透镜的反曲点以及驻点设计数据。其中, P1R1、P1R2 分别代表第一透镜 P1 的物侧面和像侧面, P2R1、P2R2 分别代表第二透镜 L2 的物侧面和像侧面, P3R1、P3R2 分别代表第三透镜 L3 的物侧面和像侧面, P4R1、P4R2 分别代表第四透镜 L4 的物侧面和像侧面, P5R1、P5R2 分别代表第五透镜 L5 的物侧面和像侧面, P6R1、P6R2 分别代表第六透镜 L6 的物侧面和像侧面, P7R1、P7R2 分别代表第七透镜 L7 的物侧面和像侧面。

“反曲点位置”栏位对应数据为各透镜表面所设置的反曲点到摄像光学镜头 10 光轴的垂直距离。“驻点位置”栏位对应数据为各透镜表面所设置的驻点到摄像光学镜头 10 光轴的垂直距离。

【表 3】

	反曲点个数	反曲点位置 1	反曲点位置 2	反曲点位置 3	反曲点位置 4
P1R1	1	0.725			
P1R2	2	0.485	1.035		
P2R1	0				
P2R2	1	1.045			
P3R1	1	0.685			
P3R2	0				
P4R1	1	1.155			
P4R2	0				
P5R1	2	1.035	1.265		
P5R2	1	1.065			
P6R1	2	0.725	1.675		
P6R2	4	0.905	1.945	2.295	2.405
P7R1	2	0.305	1.445		
P7R2	2	0.625	2.665		

【表 4】

	驻点个数	驻点位置 1	驻点位置 2
P1R1	0		
P1R2	1	0.835	
P2R1	0		

P2R2	1	1.165	
P3R1	0		
P3R2	0		
P4R1	0		
P4R2	0		
P5R1	0		
P5R2	1	1.475	
P6R1	1	1.155	
P6R2	1	1.455	
P7R1	2	0.535	2.255
P7R2	2	1.405	3.075

图 2、图 3 分别示出了波长为 436nm、486nm、546nm、588nm 和 656nm 的光经过第一实施方式的摄像光学镜头 10 后的轴向像差以及倍率色差示意图。图 4 则示出了，波长为 546nm 的光经过第一实施方式的摄像光学镜头 10 后的场曲及畸变示意图，图 4 的场曲 S 是弧矢方向的场曲，T 是子午方向的场曲。

后出现的表 13 示出各实例 1、2、3 中各种数值与条件式中已规定的参数所对应的值。

如表 13 所示，第一实施方式满足各条件式。

在本实施方式中，所述摄像光学镜头的入瞳直径为 2.2815mm，全视场像高为 3.475mm，对角线方向的视场角为 83.39°，广角、超薄，其轴上、轴外色像差充分补正，且具有优秀的光学特征。

（第二实施方式）

第二实施方式与第一实施方式基本相同，符号含义与第一实施方式相同，以下只列出不同点。

表 5、表 6 示出本发明第二实施方式的摄像光学镜头 20 的设计数据。

【表 5】

	R	d		nd		v d	
S1	∞	d0=	-0.143				
R1	2.470	d1=	0.333	nd1	1.5467	v 1	55.82
R2	9.099	d2=	0.025				
R3	8.804	d3=	0.460	nd2	1.5464	v 2	55.93
R4	-12.062	d4=	0.036				
R5	3.132	d5=	0.152	nd3	1.9161	v 3	21.20
R6	2.216	d6=	0.465				
R7	-16.864	d7=	0.714	nd4	1.7667	v 4	48.50
R8	-2.931	d8=	0.190				
R9	-1.439	d9=	0.306	nd5	1.6417	v 5	23.97
R10	-2.104	d10=	0.214				
R11	2.326	d11=	0.542	nd6	1.5464	v 6	55.93
R12	2.840	d12=	0.520				
R13	4.677	d13=	0.640	nd7	1.5371	v 7	55.69
R14	1.736	d14=	0.300				
R15	∞	d15=	0.210	ndg	1.5168	v g	64.17
R16	∞	d16=	0.242				

表 6 示出本发明第二实施方式的摄像光学镜头 20 中各透镜的非球面数据。

【表 6】

	圆锥系数	非球面系数								
	k	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16	A18	A20
R	-1.3461	-2.9488	7.7249	-8.0998	8.6456	-5.4963	2.1693	-2.7122	3.0200	-4.0519

1	E+00	E-02	E-03	E-02	E-02	E-02	E-02	E-03	E-04	E-04
R	-2.0964	-1.2696	-6.0635	-2.2748	5.6639	1.1781	1.2316	8.2447	1.7370	-4.5491
2	E+02	E-02	E-03	E-03	E-04	E-03	E-03	E-04	E-04	E-04
R	4.6599	9.6633	1.4375	9.5557	-1.8753	-5.0349	-2.3859	1.2842	1.9546	-6.3974
3	E+01	E-03	E-02	E-03	E-03	E-03	E-03	E-03	E-03	E-04
R	-8.5429	-5.4522	1.2086	-1.7405	1.1851	-4.4038	1.2106	-2.3377	-1.5139	1.3812
4	E+02	E-02	E-01	E-01	E-01	E-02	E-02	E-03	E-03	E-03
R	-5.4928	-1.4234	2.4425	-3.1633	2.8047	-1.6349	5.6076	-6.4947	1.1339	-1.6100
5	E+00	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01	E-02	E-03	E-03	E-03
R	2.0236	-1.9457	2.5252	-3.8588	4.5081	-3.6061	1.5638	-2.2758	1.3048	-2.9666
6	E+00	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01	E-02	E-03	E-03
R	-7.0066	-5.6750	1.2497	-3.4124	2.3046	-1.5805	3.8422	1.4946	6.8027	4.7725
7	E+00	E-02	E-02	E-02	E-02	E-02	E-03	E-04	E-04	E-04
R	1.8302	-7.7244	4.9733	-6.0155	2.7652	1.1631	-1.5860	4.7698	9.5992	-2.3862
8	E+00	E-02	E-02	E-02	E-02	E-02	E-02	E-03	E-05	E-04
R	-5.1171	6.8231	6.3359	-9.9359	1.3320	-6.2414	1.0962	-1.9125	7.5327	-8.9959
9	E-01	E-02	E-04	E-02	E-01	E-02	E-02	E-04	E-05	E-05
R	-7.0238	8.5171	-9.4194	7.5907	-3.6170	1.1823	-1.7686	5.5897	-5.7424	1.7038
10	E-03	E-02	E-02	E-02	E-02	E-02	E-03	E-05	E-05	E-05
R	-1.5343	7.1947	-1.1580	6.5333	-2.8237	6.3254	-4.8435	1.1005	-2.3872	-2.0033
11	E+01	E-02	E-01	E-02	E-02	E-03	E-04	E-07	E-07	E-07
R	-2.2522	5.3617	-4.2261	8.6092	-5.6228	1.4247	-3.1879	-3.1080	1.3498	2.6697
12	E+01	E-02	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06	E-08	E-08	E-09
R	5.4790	-2.1457	8.0540	-1.4781	1.3997	-3.9200	-4.2106	2.8469	3.5470	-2.8582
13	E-01	E-01	E-02	E-02	E-03	E-05	E-06	E-07	E-09	E-10
R	-7.0008	-1.9163	8.0865	-2.7526	6.1194	-8.2993	6.5103	-2.8361	7.6766	-1.8037
14	E-01	E-01	E-02	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06	E-08	E-09

表 7、表 8 示出本发明第二实施方式的摄像光学镜头 20 中各透镜的反曲点以及驻点设计数据。

【表 7】

	反曲点个数	反曲点位置 1	反曲点位置 2	反曲点位置 3
P1R1	1	0.725		
P1R2	2	0.505	0.985	
P2R1	0	0		
P2R2	1	1.055		
P3R1	1	1.095		
P3R2	0	0		
P4R1	1	1.125		
P4R2	0	0		
P5R1	2	1.025	1.285	
P5R2	1	1.125		
P6R1	2	0.715	1.705	
P6R2	3	0.895	1.935	2.235
P7R1	2	0.305	1.435	
P7R2	2	0.635	2.685	

【表 8】

	驻点个数	驻点位置 1	驻点位置 2
P1R1	0		
P1R2	2	0.925	1.025
P2R1	0		
P2R2	1	1.175	
P3R1	0		
P3R2	0		

P4R1	0		
P4R2	0		
P5R1	0		
P5R2	1	1.555	
P6R1	1	1.135	
P6R2	1	1.455	
P7R1	2	0.545	2.225
P7R2	2	1.425	3.075

图 6、图 7 分别示出了波长为 436nm、486nm、546nm、588nm 和 656nm 的光经过第二实施方式的摄像光学镜头 20 后的轴向像差以及倍率色差示意图。图 8 则示出了，波长为 546nm 的光经过第二实施方式的摄像光学镜头 20 后的场曲及畸变示意图。

如表 13 所示,第二实施方式满足各条件式。

在本实施方式中,所述摄像光学镜头的入瞳直径为 2.3064mm,全视场像高为 3.475mm,对角线方向的视场角为 82.68°,广角、超薄,其轴上、轴外色像差充分补正,且具有优秀的光学特征。

(第三实施方式)

第三实施方式与第一实施方式基本相同,符号含义与第一实施方式相同,以下只列出不同点。

表 9、表 10 示出本发明第三实施方式的摄像光学镜头 30 的设计数据。

【表 9】

	R	d		nd		v d	
S1	∞	d0=	-0.140				
R1	2.517	d1=	0.316	nd1	1.5467	v 1	55.82
R2	8.386	d2=	0.025				
R3	8.546	d3=	0.463	nd2	1.5464	v 2	55.93
R4	-9.746	d4=	0.062				
R5	3.143	d5=	0.152	nd3	2.0302	v 3	21.50
R6	2.216	d6=	0.471				
R7	-21.370	d7=	0.663	nd4	1.7466	v 4	49.30
R8	-3.021	d8=	0.201				
R9	-1.422	d9=	0.294	nd5	1.6417	v 5	23.97
R10	-1.963	d10=	0.223				
R11	2.266	d11=	0.523	nd6	1.5464	v 6	55.93
R12	2.607	d12=	0.528				
R13	4.617	d13=	0.667	nd7	1.5371	v 7	55.69
R14	1.725	d14=	0.300				
R15	∞	d15=	0.210	ndg	1.5168	v g	64.17
R16	∞	d16=	0.257				

表 10 示出本发明第三实施方式的摄像光学镜头 30 中各透镜的非球面数据。

【表 10】

	圆锥系数	非球面系数								
	k	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16	A18	A20
R1	-1.4256 E+00	-3.0041 E-02	7.8446 E-03	-8.0474 E-02	8.6857 E-02	-5.4814 E-02	2.1634 E-02	-2.8449 E-03	2.3387 E-04	-3.2409 E-04
R2	-1.4970 E+02	-1.1678 E-02	-6.1478 E-03	-2.4942 E-03	3.6834 E-04	1.0173 E-03	1.1644 E-03	8.7581 E-04	2.9457 E-04	-3.4252 E-04
R3	4.3946 E+01	7.2797 E-03	1.2867 E-02	8.3036 E-03	-2.7527 E-03	-5.4646 E-03	-2.4849 E-03	1.3512 E-03	2.0661 E-03	-5.4809 E-04
R	-4.3066	-5.5015	1.2079	-1.7444	1.1799	-4.4493	1.1804	-2.4659	-1.4893	1.5185

4	E+02	E-02	E-01	E-01	E-01	E-02	E-02	E-03	E-03	E-03
R	-5.0292	-1.4181	2.4346	-3.1675	2.8023	-1.6366	5.6006	-6.4497	1.2398	-1.5350
5	E+00	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01	E-02	E-03	E-03	E-03
R	2.0279	-1.9720	2.5182	-3.8638	4.5055	-3.6071	1.5628	-2.2890	1.2492	-2.7959
6	E+00	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01	E-02	E-03	E-03
R	1.5897	-5.6815	1.2419	-3.3482	2.3747	-1.5465	3.8399	-1.0991	5.1480	3.7889
7	E+00	E-02	E-02	E-02	E-02	E-02	E-03	E-05	E-04	E-04
R	1.9582	-7.9352	4.9561	-6.0295	2.7596	1.1633	-1.5847	4.7735	8.8614	-2.5266
8	E+00	E-02	E-02	E-02	E-02	E-02	E-02	E-03	E-05	E-04
R	-5.1084	6.8066	5.0051	-9.9157	1.3330	-6.2386	1.0965	-1.9430	7.2179	-9.1781
9	E-01	E-02	E-04	E-02	E-01	E-02	E-02	E-04	E-05	E-05
R	-4.8862	8.6685	-9.3639	7.5910	-3.6161	1.1841	-1.7586	5.8686	-5.7505	1.6483
10	E-02	E-02	E-02	E-02	E-02	E-02	E-03	E-05	E-05	E-05
R	-1.4629	7.1407	-1.1590	6.5309	-2.8182	6.3253	-4.9332	-3.2324	-5.6249	1.3014
11	E+01	E-02	E-01	E-02	E-02	E-03	E-04	E-06	E-07	E-07
R	-1.9168	5.1263	-4.1915	8.6245	-5.6464	1.3833	-3.2257	-3.2023	1.3947	2.7875
12	E+01	E-02	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06	E-08	E-08	E-09
R	5.1730	-2.1474	8.0559	-1.4780	1.3995	-3.9249	-4.2155	2.8452	3.6025	-2.6840
13	E-01	E-01	E-02	E-02	E-03	E-05	E-06	E-07	E-09	E-10
R	-7.0362	-1.9129	8.0750	-2.7527	6.1200	-8.2990	6.5102	-2.8365	7.6749	-1.7997
14	E-01	E-01	E-02	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06	E-08	E-09

表 11、表 12 示出本发明第三实施方式的摄像光学镜头 30 中各透镜的反曲点以及驻点设计数据。

【表 11】

	反曲点个数	反曲点位置 1	反曲点位置 2	反曲点位置 3
P1R1	2	0.715	1.185	
P1R2	2	0.545	0.975	
P2R1	0	0		
P2R2	1	1.085		
P3R1	1	1.105		
P3R2	0	0		
P4R1	1	1.135		
P4R2	0	0		
P5R1	2	1.025	1.285	
P5R2	1	1.145		
P6R1	2	0.715	1.735	
P6R2	3	0.885	1.935	2.225
P7R1	2	0.305	1.435	
P7R2	2	0.635	2.695	

【表 12】

	驻点个数	驻点位置 1	驻点位置 2
P1R1	0		
P1R2	0		
P2R1	0		
P2R2	0		
P3R1	0		
P3R2	0		
P4R1	0		
P4R2	0		
P5R1	0		
P5R2	0		

P6R1	1	1.135	
P6R2	1	1.455	
P7R1	2	0.555	2.225
P7R2	2	1.435	3.075

图 10、图 11 分别示出了波长为 436nm、486nm、546nm、588nm 和 656nm 的光经过第三实施方式的摄像光学镜头 30 后的轴向像差以及倍率色差示意图。图 12 则示出了，波长为 546nm 的光经过第三实施方式的摄像光学镜头 30 后的场曲及畸变示意图。

以下表 13 按照上述条件式列出了本实施方式中对应各条件式的数值。显然，本实施方式的摄像光学系统满足上述的条件式。

在本实施方式中，所述摄像光学镜头的入瞳直径为 2.3356mm，全视场像高为 3.475mm，对角线方向的视场角为 81.96°，广角、超薄，其轴上、轴外色像差充分补正，且具有优秀的光学特征。

【表 13】

参数及条件式	实施例 1	实施例 2	实施例 3
f	3.787	3.829	3.877
f1	5.691	6.092	6.454
f2	9.373	9.387	8.409
f3	-7.701	-8.981	-7.956
f4	3.851	4.526	4.641
f5	-6.246	-8.656	-10.230
f6	14.435	17.120	20.548
f7	-5.429	-5.562	-5.579
f12	3.648	3.803	3.766
Fno	1.660	1.660	1.660
f3/f4	-2.00	-1.98	-1.71
(R13+R14)/(R13-R14)	2.12	2.18	2.19
f1/f	1.50	1.59	1.66

本领域的普通技术人员可以理解，上述各实施方式是实现本发明的具体实施方式，而在实际应用中，可以在形式上和细节上对其作各种改变，而不偏离本发明的精神和范围。

权利要求书

1. 一种摄像光学镜头，其特征在于，所述摄像光学镜头，自物侧至像侧依序包含：第一透镜，第二透镜，第三透镜，第四透镜，第五透镜，第六透镜，以及第七透镜；

所述摄像光学镜头的焦距为 f ，所述第一透镜的焦距为 f_1 ，所述第三透镜的焦距为 f_3 ，所述第四透镜的焦距为 f_4 ，所述第三透镜的折射率为 n_3 ，所述第四透镜的折射率为 n_4 ，所述第七透镜物侧面的曲率半径为 R_{13} ，所述第七透镜像侧面的曲率半径为 R_{14} ，满足下列关系式：

$$1.50 \leq f_1/f \leq 2.50,$$

$$1.70 \leq n_3 \leq 2.20,$$

$$-2.00 \leq f_3/f_4 \leq 2.00;$$

$$1.00 \leq (R_{13}+R_{14})/(R_{13}-R_{14}) \leq 10.00;$$

$$1.70 \leq n_4 \leq 2.20。$$

2. 根据权利要求 1 所述的摄像光学镜头，其特征在于，所述摄像光学镜头满足下列关系式：

$$1.50 \leq f_1/f \leq 2.08,$$

$$1.78 \leq n_3 \leq 2.12,$$

$$-2.00 \leq f_3/f_4 \leq 0.15;$$

$$1.56 \leq (R_{13}+R_{14})/(R_{13}-R_{14}) \leq 6.10;$$

$$1.72 \leq n_4 \leq 2.01。$$

3. 根据权利要求 1 所述的摄像光学镜头，其特征在于，所述第一透镜具有正屈折力，其物侧面于近轴为凸面，其像侧面于近轴为凹面；

所述第一透镜物侧面的曲率半径为 R_1 ，所述第一透镜像侧面的曲率半径为 R_2 ，以及所述第一透镜的轴上厚度为 d_1 ，所述摄像光学镜头的光学总长为 TTL，且满足下列关系式：

$$-3.72 \leq (R_1+R_2)/(R_1-R_2) \leq -1.08;$$

$$0.03 \leq d_1/TTL \leq 0.10。$$

4. 根据权利要求 3 所述的摄像光学镜头，其特征在于，所述摄像光学镜头满足下列关系式：

$$-2.32 \leq (R_1+R_2)/(R_1-R_2) \leq -1.35;$$

$$0.05 \leq d_1/TTL \leq 0.08。$$

5. 根据权利要求 1 所述的摄像光学镜头，其特征在于，所述第二透镜具有正屈折力，其物侧面于近轴为凸面，其像侧面于近轴为凸面；

所述第二透镜的焦距为 f_2 ，所述第二透镜物侧面的曲率半径为 R_3 ，所述第二透镜像侧面的曲率半径为 R_4 ，所述第二透镜的轴上厚度为 d_3 ，所述摄像光学镜头的光学总长为 TTL，且满足下列关系式：

$$1.08 \leq f_2/f \leq 3.71;$$

$$-0.34 \leq (R_3+R_4)/(R_3-R_4) \leq -0.04;$$

$$0.04 \leq d_3/TTL \leq 0.13。$$

6. 根据权利要求 5 所述的摄像光学镜头，其特征在于，所述摄像光学镜头满足下列关系式：

$$1.74 \leq f_2/f \leq 2.97;$$

$$-0.21 \leq (R_3+R_4)/(R_3-R_4) \leq -0.05;$$

$$0.07 \leq d_3/TTL \leq 0.11。$$

7. 根据权利要求 1 所述的摄像光学镜头，其特征在于，所述第三透镜具有负屈折力，其物侧面于近轴为凸面，其像侧面于近轴为凹面；

所述第三透镜物侧面的曲率半径为 R_5 ，所述第三透镜像侧面的曲率半径为 R_6 ，所述第三透镜的轴上厚度为 d_5 ，所述摄像光学镜头的光学总长为 TTL，且满足下列关系式：

$$-4.69 \leq f_3/f \leq -1.36;$$

$$2.33 \leq (R5+R6)/(R5-R6) \leq 8.76;$$

$$0.01 \leq d5/TTL \leq 0.04。$$

8. 根据权利要求 7 所述的摄像光学镜头, 其特征在于, 所述摄像光学镜头满足下列关系式:

$$-2.93 \leq f3/f \leq -1.69;$$

$$3.73 \leq (R5+R6)/(R5-R6) \leq 7.01。$$

9. 根据权利要求 1 所述的摄像光学镜头, 其特征在于, 所述第四透镜具有正屈折力, 其物侧面于近轴为凹面, 其像侧面于近轴为凸面;

所述第四透镜物侧面的曲率半径为 $R7$, 所述第四透镜像侧面的曲率半径为 $R8$, 所述第四透镜的轴上厚度为 $d7$, 所述摄像光学镜头的光学总长为 TTL , 且满足下列关系式:

$$0.51 \leq f4/f \leq 1.80;$$

$$0.63 \leq (R7+R8)/(R7-R8) \leq 2.13;$$

$$0.06 \leq d7/TTL \leq 0.20。$$

10. 根据权利要求 9 所述的摄像光学镜头, 其特征在于, 所述摄像光学镜头满足下列关系式:

$$0.81 \leq f4/f \leq 1.44;$$

$$1.01 \leq (R7+R8)/(R7-R8) \leq 1.70;$$

$$0.10 \leq d7/TTL \leq 0.16。$$

11. 根据权利要求 1 所述的摄像光学镜头, 其特征在于, 所述第五透镜具有负屈折力, 其物侧面于近轴为凹面, 其像侧面于近轴为凸面;

所述第五透镜的焦距为 $f5$, 所述第五透镜物侧面的曲率半径为 $R9$, 所述第五透镜像侧面的曲率半径为 $R10$, 所述第五透镜的轴上厚度为 $d9$, 所述摄像光学镜头的光学总长为 TTL , 且满足下列关系式:

$$-5.28 \leq f5/f \leq -1.10;$$

$$-12.53 \leq (R9+R10)/(R9-R10) \leq -2.66;$$

$$0.02 \leq d9/TTL \leq 0.09。$$

12. 根据权利要求 11 所述的摄像光学镜头, 其特征在于, 所述摄像光学镜头满足下列关系式:

$$-3.30 \leq f5/f \leq -1.37;$$

$$-7.83 \leq (R9+R10)/(R9-R10) \leq -3.33;$$

$$0.04 \leq d9/TTL \leq 0.07。$$

13. 根据权利要求 1 所述的摄像光学镜头, 其特征在于, 所述第六透镜具有正屈折力, 其物侧面于近轴为凸面, 其像侧面于近轴为凹面;

所述第六透镜的焦距为 $f6$, 所述第六透镜物侧面的曲率半径为 $R11$, 所述第六透镜像侧面的曲率半径为 $R12$, 所述第六透镜的轴上厚度为 $d11$, 所述摄像光学镜头的光学总长为 TTL , 且满足下列关系式:

$$1.91 \leq f6/f \leq 7.95;$$

$$-28.55 \leq (R11+R12)/(R11-R12) \leq -5.07;$$

$$0.05 \leq d11/TTL \leq 0.15。$$

14. 根据权利要求 13 所述的摄像光学镜头, 其特征在于, 所述摄像光学镜头满足下列关系式:

$$3.05 \leq f6/f \leq 6.36;$$

$$-17.84 \leq (R11+R12)/(R11-R12) \leq -6.34;$$

$$0.08 \leq d11/TTL \leq 0.12。$$

15. 根据权利要求 1 所述的摄像光学镜头, 其特征在于, 所述第七透镜具有负屈折力, 其物侧面于近轴为凸面, 其像侧面于近轴为凹面;

所述第七透镜的焦距为 $f7$, 所述第七透镜的轴上厚度为 $d13$, 所述摄像光学镜头的光学总长

为 TTL，且满足下列关系式：

$$-2.91 \leq f_7/f \leq -0.96;$$

$$0.06 \leq d_{13}/TTL \leq 0.19。$$

16. 根据权利要求 15 所述的摄像光学镜头，其特征在于，所述摄像光学镜头满足下列关系式：

$$-1.82 \leq f_7/f \leq -1.19;$$

$$0.09 \leq d_{13}/TTL \leq 0.15。$$

17. 根据权利要求 1 所述的摄像光学镜头，其特征在于，所述摄像光学镜头的光学总长 TTL 小于或等于 5.89 毫米。

18. 根据权利要求 17 所述的摄像光学镜头，其特征在于，所述摄像光学镜头的光学总长 TTL 小于或等于 5.62 毫米。

19. 根据权利要求 1 所述的摄像光学镜头，其特征在于，所述摄像光学镜头的光圈 F 数小于或等于 1.71。

20. 根据权利要求 19 所述的摄像光学镜头，其特征在于，所述摄像光学镜头的光圈 F 数小于或等于 1.68。

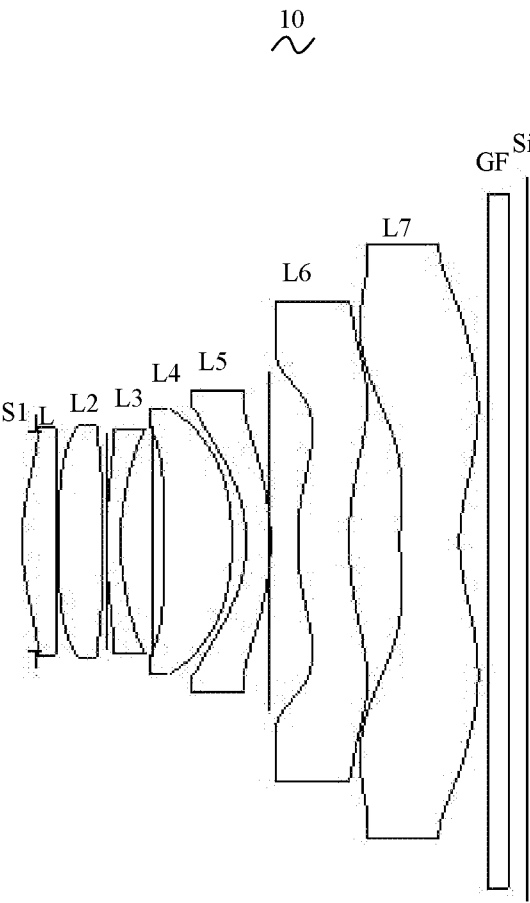


图 1

轴向像差

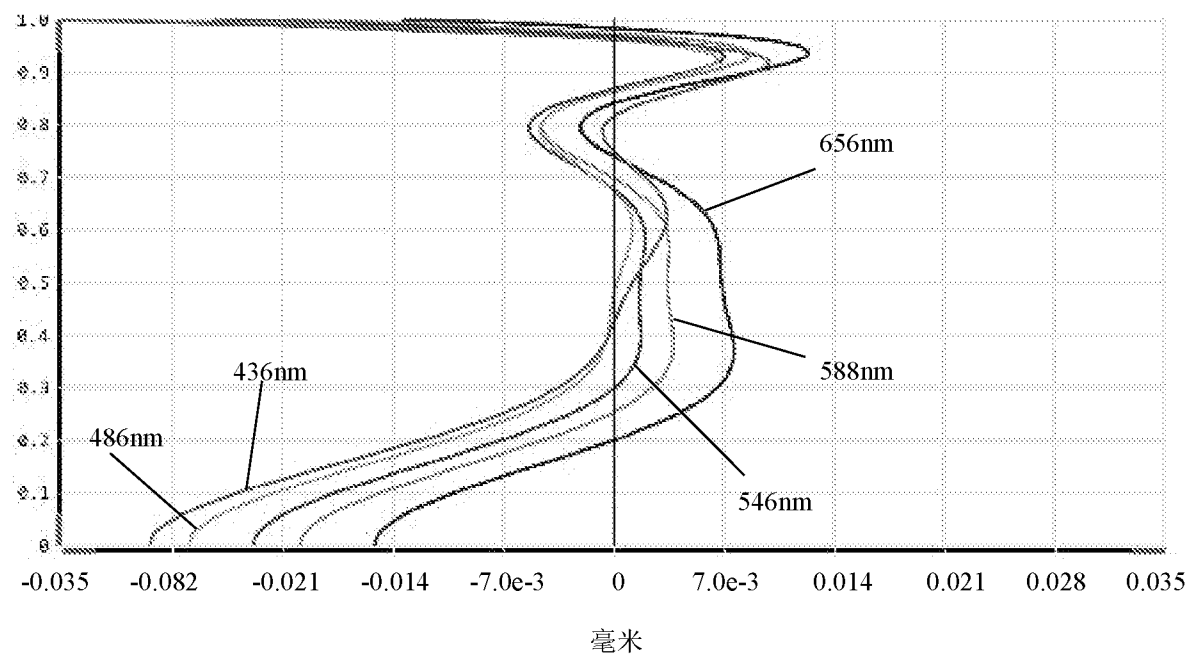


图 2

倍率色差

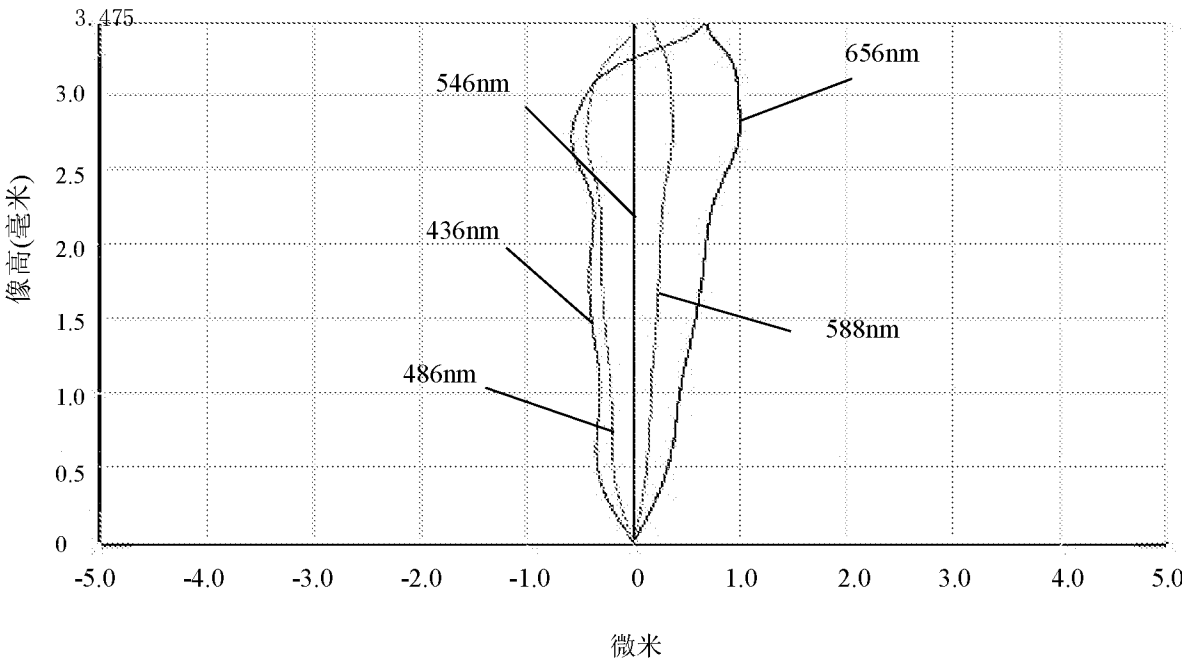


图 3

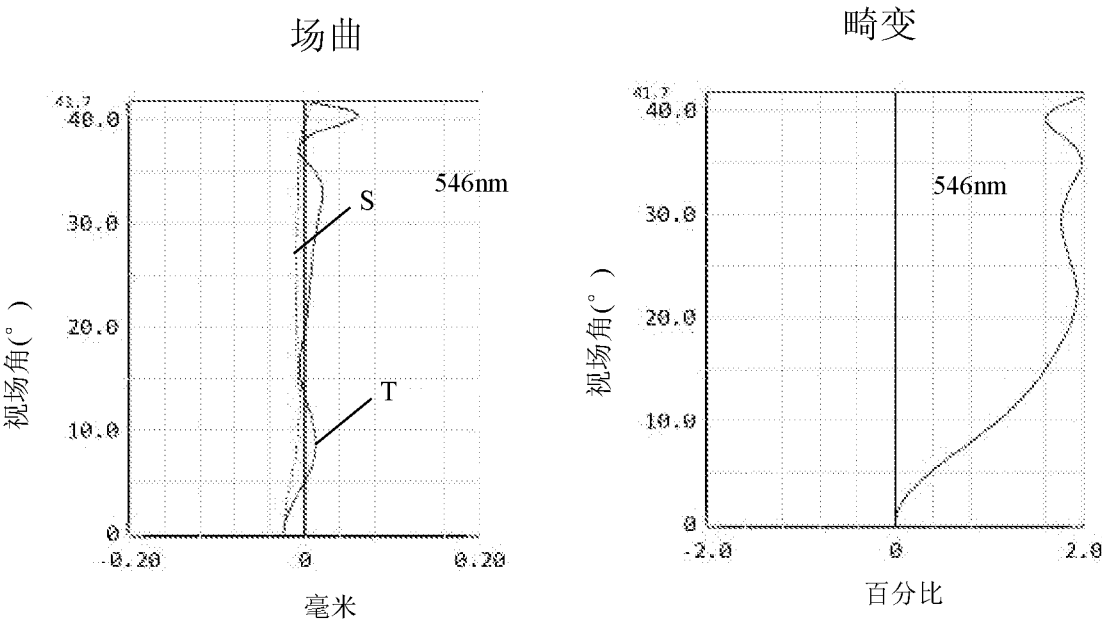


图 4

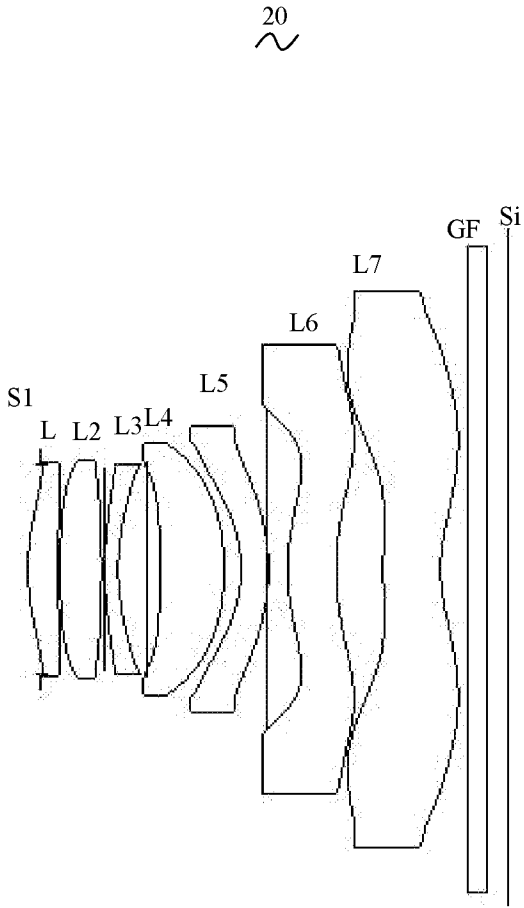


图 5

轴向像差

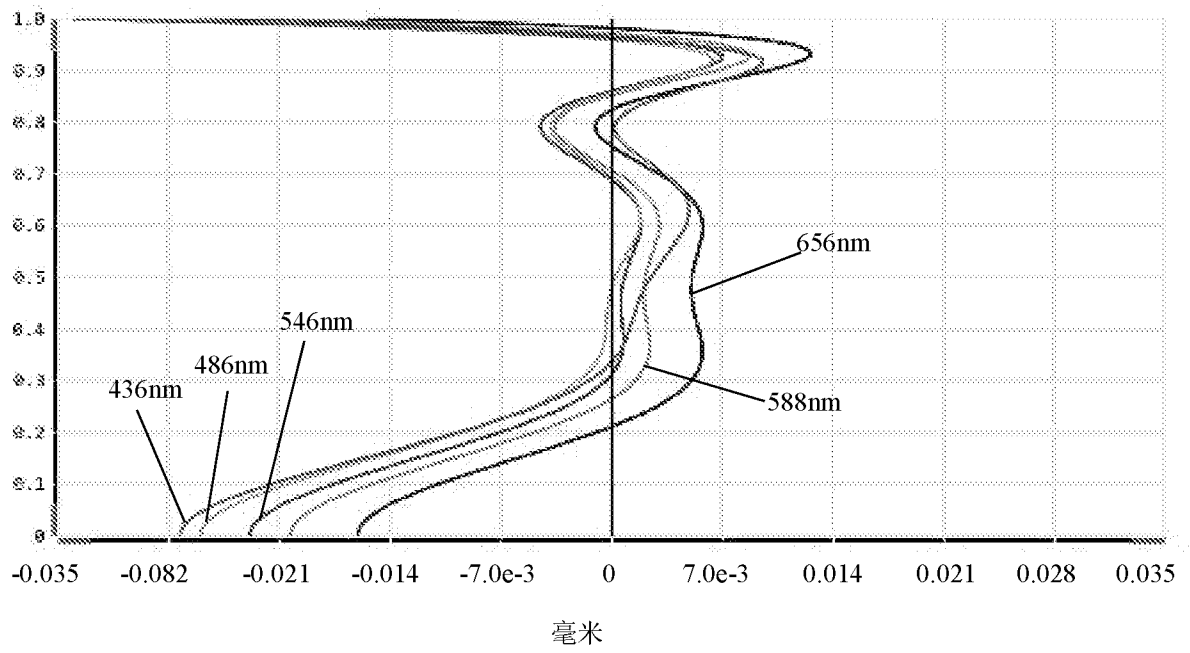


图 6

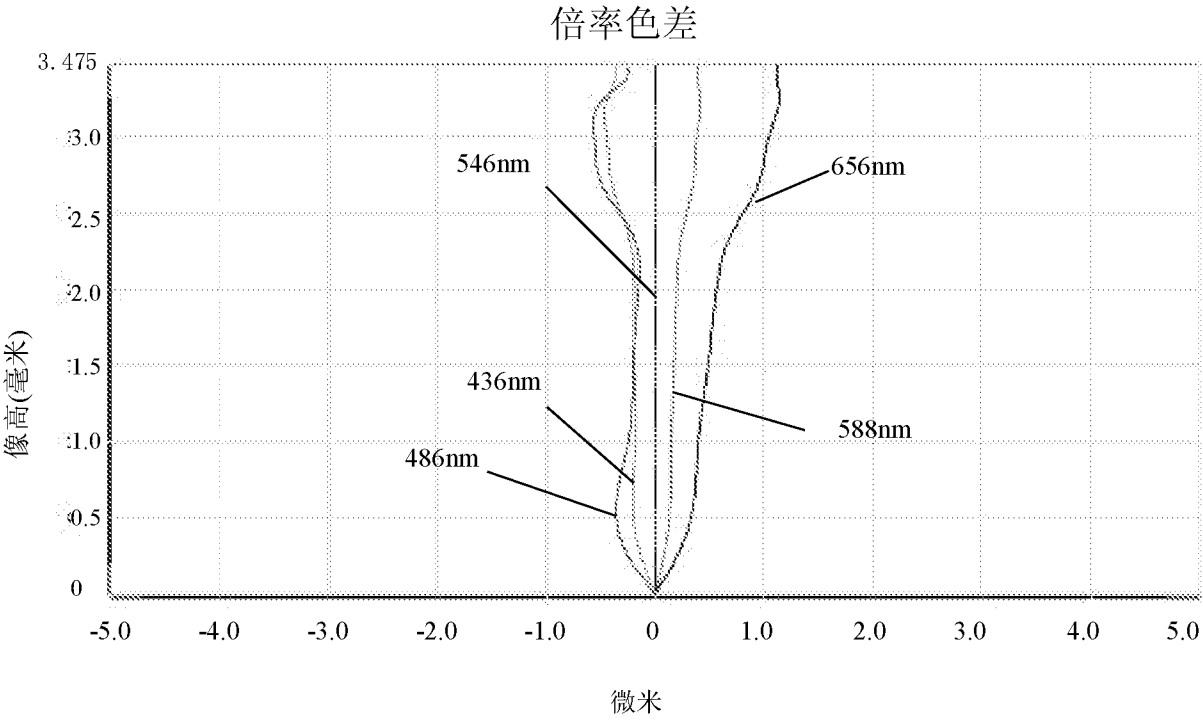


图 7

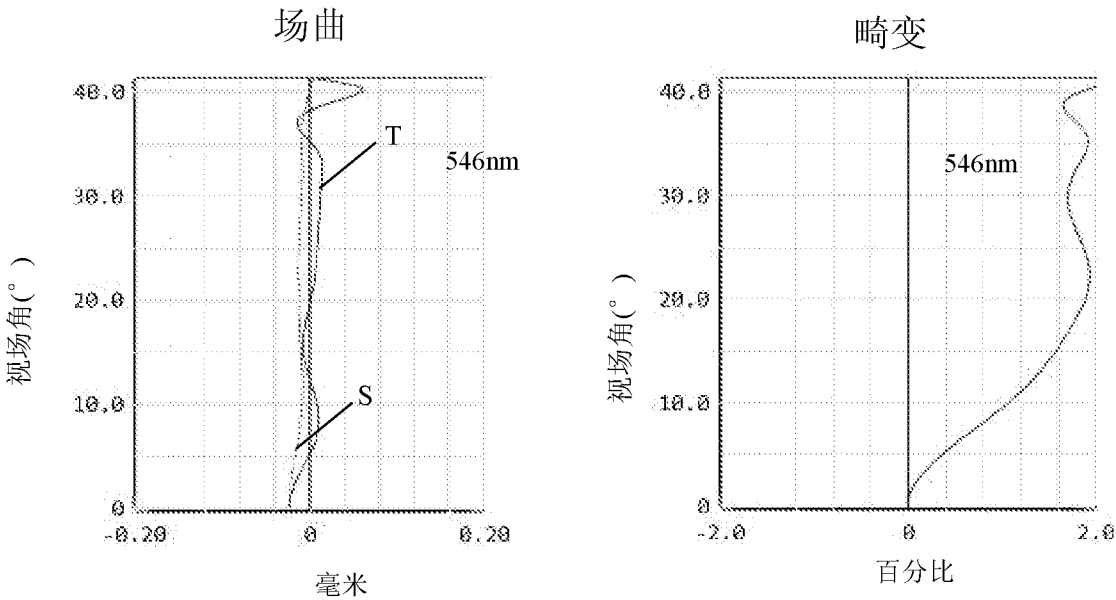


图 8

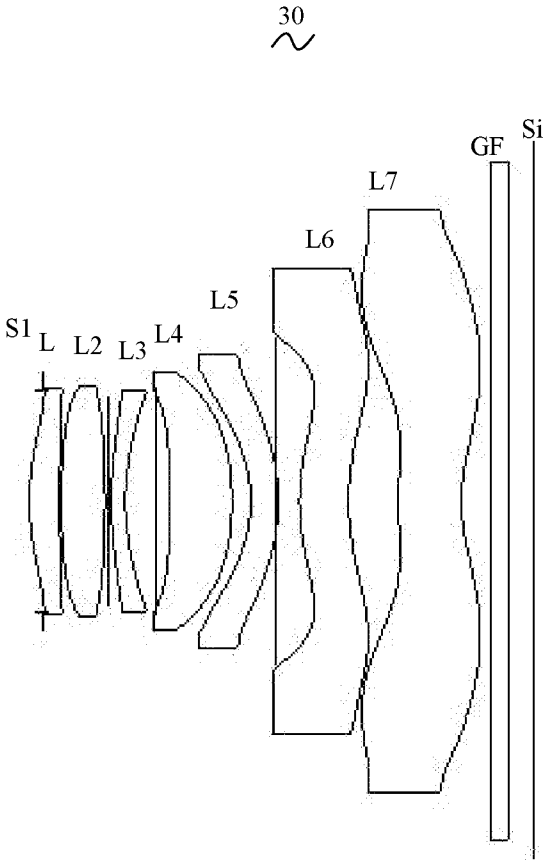


图 9

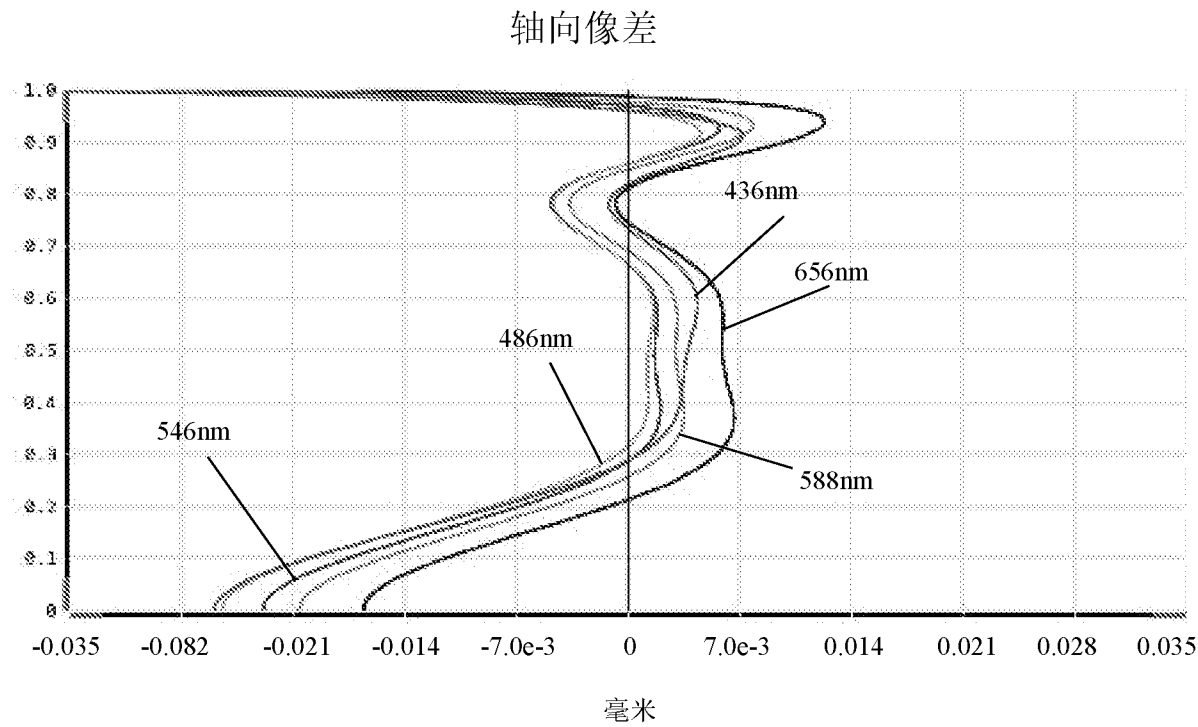


图 10

倍率色差

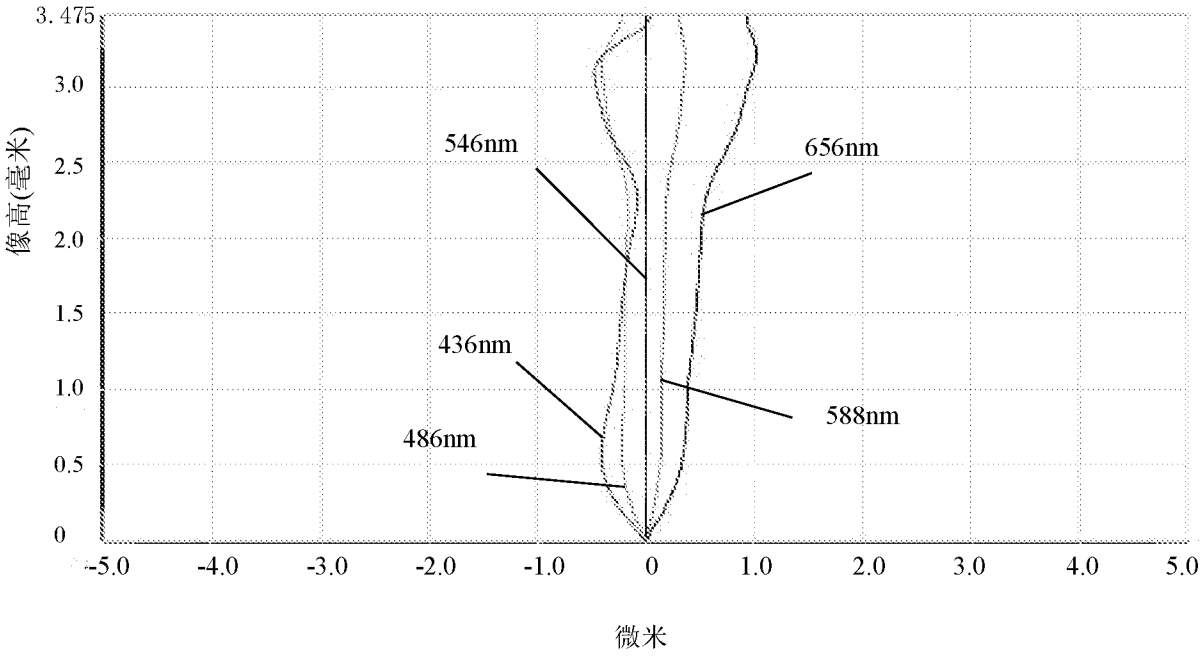


图 11

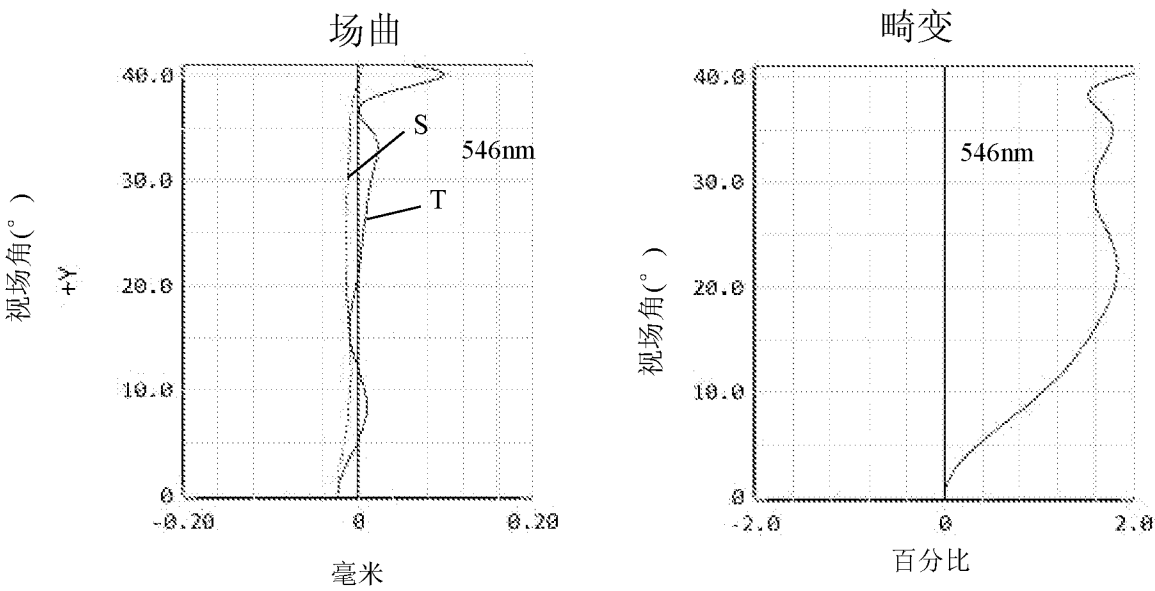


图 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/108898

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

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)

CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC: 镜头, 透镜, 镜组, 焦距, 曲率, 半径, 厚度, 屈光度, 屈折力, 七, lens, mirror, focus, curvature, radius, thickness, diopter, power, seven

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 109828352 A (AAC TECHNOLOGIES PTE. LTD.) 31 May 2019 (2019-05-31) claims 1-20	1-20
PX	CN 109856777 A (AAC TECHNOLOGIES PTE. LTD.) 07 June 2019 (2019-06-07) claims 1-20	1-20
X	CN 107664820 A (AAC TECHNOLOGIES PTE. LTD.) 06 February 2018 (2018-02-06) claims 1-10, and description, paragraphs [0056]-[0075]	1-20
X	CN 107942491 A (AAC TECHNOLOGIES PTE. LTD.) 20 April 2018 (2018-04-20) claims 1-10, and description, paragraphs [0057]-[0076]	1-20
A	CN 106950681 A (ZHEJIANG SUNNY OPTICAL CO., LTD.) 14 July 2017 (2017-07-14) entire document	1-20
A	US 2014211325 A1 (NEWMAX TECHNOLOGY CO., LTD.) 31 July 2014 (2014-07-31) entire document	1-20
A	US 7813057 B2 (LARGAN PRECISION CO., LTD.) 12 October 2010 (2010-10-12) entire document	1-20



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

15 November 2019

Date of mailing of the international search report

18 December 2019

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

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/108898

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109828352	A	31 May 2019	None			
CN	109856777	A	07 June 2019	None			
CN	107664820	A	06 February 2018	US	2019121066	A1	25 April 2019
				JP	2019079019	A	23 May 2019
				JP	6362289	B2	25 July 2018
CN	107942491	A	20 April 2018	None			
CN	106950681	A	14 July 2017	WO	2018214349	A1	29 November 2018
US	2014211325	A1	31 July 2014	US	8908287	B2	09 December 2014
US	7813057	B2	12 October 2010	TW	I395992	B	11 May 2013
				US	8253843	B2	28 August 2012
				US	2010321793	A1	23 December 2010
				US	2010020417	A1	28 January 2010
				TW	201005346	A	01 February 2010

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/108898

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 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)) CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC: 镜头, 透镜, 镜组, 焦距, 曲率, 半径, 厚度, 屈光度, 屈折力, 七, lens, mirror, focus, curvature, radius, thickness, diopter, power, seven																										
C. 相关文件 <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>PX</td> <td>CN 109828352 A (瑞声科技新加坡有限公司) 2019年 5月 31日 (2019 - 05 - 31) 权利要求1-20</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 109856777 A (瑞声科技新加坡有限公司) 2019年 6月 7日 (2019 - 06 - 07) 权利要求1-20</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 107664820 A (瑞声科技新加坡有限公司) 2018年 2月 6日 (2018 - 02 - 06) 权利要求1-10、说明书[0056]-[0075]段</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 107942491 A (瑞声科技新加坡有限公司) 2018年 4月 20日 (2018 - 04 - 20) 权利要求1-10、说明[0057]-[0076]段</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106950681 A (浙江舜宇光学有限公司) 2017年 7月 14日 (2017 - 07 - 14) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2014211325 A1 (NEWMAX TECHNOLOGY CO., LTD.) 2014年 7月 31日 (2014 - 07 - 31) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 7813057 B2 (LARGAN PRECISION CO., LTD.) 2010年 10月 12日 (2010 - 10 - 12) 全文</td> <td>1-20</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	PX	CN 109828352 A (瑞声科技新加坡有限公司) 2019年 5月 31日 (2019 - 05 - 31) 权利要求1-20	1-20	PX	CN 109856777 A (瑞声科技新加坡有限公司) 2019年 6月 7日 (2019 - 06 - 07) 权利要求1-20	1-20	X	CN 107664820 A (瑞声科技新加坡有限公司) 2018年 2月 6日 (2018 - 02 - 06) 权利要求1-10、说明书[0056]-[0075]段	1-20	X	CN 107942491 A (瑞声科技新加坡有限公司) 2018年 4月 20日 (2018 - 04 - 20) 权利要求1-10、说明[0057]-[0076]段	1-20	A	CN 106950681 A (浙江舜宇光学有限公司) 2017年 7月 14日 (2017 - 07 - 14) 全文	1-20	A	US 2014211325 A1 (NEWMAX TECHNOLOGY CO., LTD.) 2014年 7月 31日 (2014 - 07 - 31) 全文	1-20	A	US 7813057 B2 (LARGAN PRECISION CO., LTD.) 2010年 10月 12日 (2010 - 10 - 12) 全文	1-20
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
PX	CN 109828352 A (瑞声科技新加坡有限公司) 2019年 5月 31日 (2019 - 05 - 31) 权利要求1-20	1-20																								
PX	CN 109856777 A (瑞声科技新加坡有限公司) 2019年 6月 7日 (2019 - 06 - 07) 权利要求1-20	1-20																								
X	CN 107664820 A (瑞声科技新加坡有限公司) 2018年 2月 6日 (2018 - 02 - 06) 权利要求1-10、说明书[0056]-[0075]段	1-20																								
X	CN 107942491 A (瑞声科技新加坡有限公司) 2018年 4月 20日 (2018 - 04 - 20) 权利要求1-10、说明[0057]-[0076]段	1-20																								
A	CN 106950681 A (浙江舜宇光学有限公司) 2017年 7月 14日 (2017 - 07 - 14) 全文	1-20																								
A	US 2014211325 A1 (NEWMAX TECHNOLOGY CO., LTD.) 2014年 7月 31日 (2014 - 07 - 31) 全文	1-20																								
A	US 7813057 B2 (LARGAN PRECISION CO., LTD.) 2010年 10月 12日 (2010 - 10 - 12) 全文	1-20																								
☐ 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 “D” 申请人在国际申请中引证的文件 “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 2019年 11月 15日		国际检索报告邮寄日期 2019年 12月 18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 胡涛 电话号码 86-(10)-53962540																								

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/108898

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	109828352	A	2019年 5月 31日	无			
CN	109856777	A	2019年 6月 7日	无			
CN	107664820	A	2018年 2月 6日	US	2019121066	A1	2019年 4月 25日
				JP	2019079019	A	2019年 5月 23日
				JP	6362289	B2	2018年 7月 25日
CN	107942491	A	2018年 4月 20日	无			
CN	106950681	A	2017年 7月 14日	WO	2018214349	A1	2018年 11月 29日
US	2014211325	A1	2014年 7月 31日	US	8908287	B2	2014年 12月 9日
US	7813057	B2	2010年 10月 12日	TW	I395992	B	2013年 5月 11日
				US	8253843	B2	2012年 8月 28日
				US	2010321793	A1	2010年 12月 23日
				US	2010020417	A1	2010年 1月 28日
				TW	201005346	A	2010年 2月 1日