



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109828356 A

(43)申请公布日 2019.05.31

(21)申请号 201811614518.9

(22)申请日 2018.12.27

(71)申请人 瑞声科技(新加坡)有限公司

地址 新加坡卡文迪什科技园大道85号2楼8号

(72)发明人 山崎郁 张磊 王燕妹 郭亚琼

(74)专利代理机构 广东广和律师事务所 44298

代理人 陈巍巍

(51)Int.Cl.

G02B 13/18(2006.01)

G02B 13/06(2006.01)

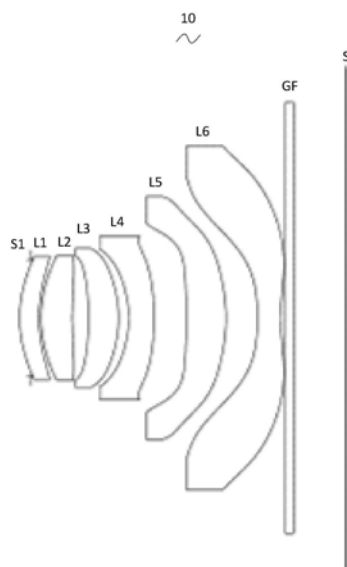
权利要求书3页 说明书13页 附图7页

(54)发明名称

摄像光学镜头

(57)摘要

本发明涉及光学镜头领域,公开了一种摄像光学镜头,该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,以及第六透镜;所述第二透镜具有正屈折力,所述第三透镜具有正屈折力;且满足下列关系式: $2.00 \leq f1/f \leq 7.50$; $-20.00 \leq R11/d11 \leq -10.00$,该摄像光学镜头能获得高成像性能的同时,获得低TTL。



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,以及第六透镜;所述第二透镜具有正屈折力,所述第三透镜具有正屈折力;

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 ,所述第六透镜物侧面的曲率半径为 R_{11} ,所述第六透镜的轴上厚度为 d_{11} ,满足下列关系式:

$$2.00 \leq f_1/f \leq 7.50;$$

$$-20.00 \leq R_{11}/d_{11} \leq -10.00。$$

2. 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:

$$-66.48 \leq (R_1+R_2)/(R_1-R_2) \leq -4.60;$$

$$0.03 \leq d_1/TTL \leq 0.12。$$

3. 根据权利要求2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:

$$-41.55 \leq (R_1+R_2)/(R_1-R_2) \leq -5.74;$$

$$0.05 \leq d_1/TTL \leq 0.10。$$

4. 根据权利要求1所述的摄像光学镜头,其特征在于,所述第二透镜物侧面于近轴为凸面,其像侧面于近轴为凹面;

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:

$$0.51 \leq f_2/f \leq 2.62;$$

$$-6.94 \leq (R_3+R_4)/(R_3-R_4) \leq -1.17;$$

$$0.03 \leq d_3/TTL \leq 0.14。$$

5. 根据权利要求4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:

$$0.82 \leq f_2/f \leq 2.09;$$

$$-4.34 \leq (R_3+R_4)/(R_3-R_4) \leq -1.46;$$

$$0.05 \leq d_3/TTL \leq 0.11。$$

6. 根据权利要求1所述的摄像光学镜头,其特征在于,所述第三透镜物侧面于近轴为凹面,其像侧面于近轴为凸面;

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:

$$0.45 \leq f_3/f \leq 1.51;$$

$$0.69 \leq (R_5+R_6)/(R_5-R_6) \leq 2.83;$$

$$0.05 \leq d_5/TTL \leq 0.14。$$

7. 根据权利要求6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:

$$0.72 \leq f_3/f \leq 1.21;$$

$$1.11 \leq (R_5+R_6) / (R_5-R_6) \leq 2.26;$$

$$0.07 \leq d_5/TTL \leq 0.11。$$

8. 根据权利要求1所述的摄像光学镜头,其特征在於,所述第四透镜具有负屈折力,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:

$$-2.39 \leq f_4/f \leq -0.62;$$

$$-6.38 \leq (R_7+R_8) / (R_7-R_8) \leq -1.71;$$

$$0.04 \leq d_7/TTL \leq 0.13。$$

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

$$-1.49 \leq f_4/f \leq -0.78;$$

$$-3.99 \leq (R_7+R_8) / (R_7-R_8) \leq -2.14;$$

$$0.06 \leq d_7/TTL \leq 0.10。$$

10. 根据权利要求1所述的摄像光学镜头,其特征在於,所述第五透镜具有正屈折力,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 ,所述摄像光学镜头的光学总长为TTL,且满足下列关系式:

$$0.52 \leq f_5/f \leq 1.65;$$

$$1.01 \leq (R_9+R_{10}) / (R_9-R_{10}) \leq 3.33;$$

$$0.06 \leq d_9/TTL \leq 0.21。$$

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

$$0.83 \leq f_5/f \leq 1.32;$$

$$1.62 \leq (R_9+R_{10}) / (R_9-R_{10}) \leq 2.66;$$

$$0.10 \leq d_9/TTL \leq 0.17。$$

12. 根据权利要求1所述的摄像光学镜头,其特征在於,所述第六透镜具有负屈折力,其物侧面于近轴为凹面,其像侧面于近轴为凹面;

所述第六透镜的焦距为 f_6 ,所述第六透镜像侧面的曲率半径为 R_{12} ,所述摄像光学镜头的光学总长为TTL,且满足下列关系式:

$$-1.27 \leq f_6/f \leq -0.39;$$

$$0.06 \leq (R_{11}+R_{12}) / (R_{11}-R_{12}) \leq 0.75;$$

$$0.03 \leq d_{11}/TTL \leq 0.11。$$

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

$$-0.79 \leq f_6/f \leq -0.48;$$

$$0.10 \leq (R_{11}+R_{12}) / (R_{11}-R_{12}) \leq 0.60;$$

$$0.05 \leq d_{11}/TTL \leq 0.08。$$

14. 根据权利要求1所述的摄像光学镜头,其特征在於,所述第一透镜与所述第二透镜的组合焦距为 f_{12} ,且满足下列关系式:

$$0.47 \leq f_{12}/f \leq 1.46。$$

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

$$0.76 \leq f_{12}/f \leq 1.17。$$

16. 根据权利要求1所述的摄像光学镜头,其特征在於,所述摄像光学镜头的光学总长TTL小于或等于4.82毫米。

17. 根据权利要求16所述的摄像光学镜头,其特征在於,所述摄像光学镜头的光学总长TTL小于或等于4.60毫米。

18. 根据权利要求1所述的摄像光学镜头,其特征在於,所述摄像光学镜头的光圈F数小于或等于2.47。

19. 根据权利要求18所述的摄像光学镜头,其特征在於,所述摄像光学镜头的光圈F数小于或等于2.42。

摄像光学镜头

技术领域

[0001] 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

[0002] 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。

发明内容

[0003] 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。

[0004] 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,以及第六透镜;所述第二透镜具有正屈折力,所述第三透镜具有正屈折力;

[0005] 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 ,所述第六透镜物侧面的曲率半径为 R_{11} ,所述第六透镜的轴上厚度为 d_{11} ,满足下列关系式:

[0006] $2.00 \leq f_1/f \leq 7.50$;

[0007] $-20.00 \leq R_{11}/d_{11} \leq -10.00$ 。

[0008] 本发明实施方式相对于现有技术而言,通过上述透镜的配置方式,利用在焦距、折射率、摄像光学镜头的光学总长、轴上厚度和曲率半径的数据上有特定关系的透镜的共同配合,使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。

[0009] 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: $-66.48 \leq (R_1+R_2)/(R_1-R_2) \leq -4.60$; $0.03 \leq d_1/TTL \leq 0.12$ 。

[0010] 优选的,所述摄像光学镜头满足下列关系式: $-41.55 \leq (R_1+R_2)/(R_1-R_2) \leq -5.74$; $0.05 \leq d_1/TTL \leq 0.10$ 。

[0011] 优选的,所述第二透镜物侧面于近轴为凸面,其像侧面于近轴为凹面;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: $0.51 \leq f_2/f \leq 2.62$; $-6.94 \leq (R_3+R_4)/(R_3-R_4) \leq -1.17$; $0.03 \leq d_3/TTL \leq 0.14$ 。

[0012] 优选的,所述摄像光学镜头满足下列关系式: $0.82 \leq f_2/f \leq 2.09$; $-4.34 \leq (R_3+R_4)/(R_3-R_4) \leq -1.46$; $0.05 \leq d_3/TTL \leq 0.11$ 。

[0013] 优选的,所述第三透镜物侧面于近轴为凹面,其像侧面于近轴为凸面;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: $0.45 \leq f_3/f \leq 1.51$; $0.69 \leq (R_5+R_6)/(R_5-R_6) \leq 2.83$; $0.05 \leq d_5/TTL \leq 0.14$ 。

[0014] 优选的,所述摄像光学镜头满足下列关系式: $0.72 \leq f_3/f \leq 1.21$; $1.11 \leq (R_5+R_6)/(R_5-R_6) \leq 2.26$; $0.07 \leq d_5/TTL \leq 0.11$ 。

[0015] 优选的,所述第四透镜具有负屈折力,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: $-2.39 \leq f_4/f \leq -0.62$; $-6.38 \leq (R_7+R_8)/(R_7-R_8) \leq -1.71$; $0.04 \leq d_7/TTL \leq 0.13$ 。

[0016] 优选的,所述摄像光学镜头满足下列关系式: $-1.49 \leq f_4/f \leq -0.78$; $-3.99 \leq (R_7+R_8)/(R_7-R_8) \leq -2.14$; $0.06 \leq d_7/TTL \leq 0.10$ 。

[0017] 优选的,所述第五透镜具有正屈折力,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 ,所述摄像光学镜头的光学总长为TTL,且满足下列关系式: $0.52 \leq f_5/f \leq 1.65$; $1.01 \leq (R_9+R_{10})/(R_9-R_{10}) \leq 3.33$; $0.06 \leq d_9/TTL \leq 0.21$ 。

[0018] 优选的,所述摄像光学镜头满足下列关系式: $0.83 \leq f_5/f \leq 1.32$; $1.62 \leq (R_9+R_{10})/(R_9-R_{10}) \leq 2.66$; $0.10 \leq d_9/TTL \leq 0.17$ 。

[0019] 优选的,所述第六透镜具有负屈折力,其物侧面于近轴为凹面,其像侧面于近轴为凹面;所述第六透镜的焦距为 f_6 ,所述第六透镜像侧面的曲率半径为 R_{12} ,所述摄像光学镜头的光学总长为TTL,且满足下列关系式: $-1.27 \leq f_6/f \leq -0.39$; $0.06 \leq (R_{11}+R_{12})/(R_{11}-R_{12}) \leq 0.75$; $0.03 \leq d_{11}/TTL \leq 0.11$ 。

[0020] 优选的,所述摄像光学镜头满足下列关系式: $-0.79 \leq f_6/f \leq -0.48$; $0.10 \leq (R_{11}+R_{12})/(R_{11}-R_{12}) \leq 0.60$; $0.05 \leq d_{11}/TTL \leq 0.08$ 。

[0021] 优选的,所述第一透镜与所述第二透镜的组合焦距为 f_{12} ,且满足下列关系式: $0.47 \leq f_{12}/f \leq 1.46$ 。

[0022] 优选的,所述摄像光学镜头满足下列关系式: $0.76 \leq f_{12}/f \leq 1.17$ 。

[0023] 优选的,所述摄像光学镜头的光学总长TTL小于或等于4.82毫米。

[0024] 优选的,所述摄像光学镜头的光学总长TTL小于或等于4.60毫米。

[0025] 优选的,所述摄像光学镜头的光圈F数小于或等于2.47。

[0026] 优选的,所述摄像光学镜头的光圈F数小于或等于2.42。

[0027] 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,

广角且色像差充分补正,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

- [0028] 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;
[0029] 图2是图1所示摄像光学镜头的轴向像差示意图;
[0030] 图3是图1所示摄像光学镜头的倍率色差示意图;
[0031] 图4是图1所示摄像光学镜头的场曲及畸变示意图;
[0032] 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;
[0033] 图6是图5所示摄像光学镜头的轴向像差示意图;
[0034] 图7是图5所示摄像光学镜头的倍率色差示意图;
[0035] 图8是图5所示摄像光学镜头的场曲及畸变示意图;
[0036] 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;
[0037] 图10是图9所示摄像光学镜头的轴向像差示意图;
[0038] 图11是图9所示摄像光学镜头的倍率色差示意图;
[0039] 图12是图9所示摄像光学镜头的场曲及畸变示意图。

具体实施方式

[0040] 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。

[0041] (第一实施方式)

[0042] 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包括六个透镜。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以及第六透镜L6。第六透镜L6和像面Si之间可设置有光学过滤片(filter)GF等光学元件。

[0043] 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为塑料材质,第四透镜L4为塑料材质,第五透镜L5为塑料材质,第六透镜L6为塑料材质。

[0044] 所述第二透镜L2具有正屈折力,所述第三透镜L3具有正屈折力;

[0045] 在此,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 , $2.00 \leq f_1/f \leq 7.50$,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。

[0046] 定义所述第六透镜物侧面的曲率半径为 R_{11} ,所述第六透镜的轴上厚度为 d_{11} , $-20.00 \leq R_{11}/d_{11} \leq -10.00$,规定了第六透镜L6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。

[0047] 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TTL的设计需求。

[0048] 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。

[0049] 第一透镜L1物侧面的曲率半径为R1,第一透镜L1像侧面的曲率半径为R2,满足下列关系式: $-66.48 \leq (R1+R2) / (R1-R2) \leq -4.60$,合理控制第一透镜的形状,使得第一透镜能够有效校正系统球差;优选的, $-41.55 \leq (R1+R2) / (R1-R2) \leq -5.74$ 。

[0050] 第一透镜L1的轴上厚度为d1,摄像光学镜头10的光学总长为TTL,满足下列关系式: $0.03 \leq d1/TTL \leq 0.12$,有利于实现超薄化。优选的, $0.05 \leq d1/TTL \leq 0.10$ 。

[0051] 本实施方式中,所述第二透镜物侧面于近轴为凸面,其像侧面于近轴为凹面。

[0052] 整体摄像光学镜头10的焦距为f,第二透镜L2焦距为f2,满足下列关系式: $0.51 \leq f2/f \leq 2.62$,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, $0.82 \leq f2/f \leq 2.09$ 。

[0053] 第二透镜L2物侧面的曲率半径为R3,第二透镜L2像侧面的曲率半径为R4,满足下列关系式: $-6.94 \leq (R3+R4) / (R3-R4) \leq -1.17$,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, $-4.34 \leq (R3+R4) / (R3-R4) \leq -1.46$ 。

[0054] 第二透镜L2的轴上厚度为d3,摄像光学镜头10的光学总长为TTL,满足下列关系式: $0.03 \leq d3/TTL \leq 0.14$,有利于实现超薄化。优选的, $0.05 \leq d3/TTL \leq 0.11$ 。

[0055] 本实施方式中,第三透镜物侧面于近轴为凹面,其像侧面于近轴为凸面;

[0056] 整体摄像光学镜头10的焦距为f,第三透镜L3焦距f3,满足下列关系式: $0.45 \leq f3/f \leq 1.51$,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, $0.72 \leq f3/f \leq 1.21$ 。

[0057] 第三透镜L3物侧面的曲率半径R5,第三透镜L3像侧面的曲率半径R6,满足下列关系式: $0.69 \leq (R5+R6) / (R5-R6) \leq 2.83$,规定的是第三透镜L3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, $1.11 \leq (R5+R6) / (R5-R6) \leq 2.26$ 。

[0058] 第三透镜L3的轴上厚度为d5,摄像光学镜头10的光学总长为TTL,满足下列关系式: $0.05 \leq d5/TTL \leq 0.14$,有利于实现超薄化。优选的, $0.07 \leq d5/TTL \leq 0.11$ 。

[0059] 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,具有负屈折力。

[0060] 整体摄像光学镜头10的焦距为f,第四透镜L4焦距f4,满足下列关系式: $-2.39 \leq f4/f \leq -0.62$,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, $-1.49 \leq f4/f \leq -0.78$ 。

[0061] 第四透镜L4物侧面的曲率半径R7,第四透镜L4像侧面的曲率半径R8,满足下列关系式: $-6.38 \leq (R7+R8) / (R7-R8) \leq -1.71$,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, $-3.99 \leq (R7+R8) / (R7-R8) \leq -2.14$ 。

[0062] 第四透镜L4的轴上厚度为d7,摄像光学镜头10的光学总长为TTL,满足下列关系式: $0.04 \leq d7/TTL \leq 0.13$,有利于实现超薄化。优选的, $0.06 \leq d7/TTL \leq 0.10$ 。

[0063] 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,具有正屈折力。

[0064] 整体摄像光学镜头10的焦距为 f ,第五透镜L5焦距为 f_5 ,满足下列关系式: $0.52 \leq f_5/f \leq 1.65$,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, $0.83 \leq f_5/f \leq 1.32$ 。

[0065] 第五透镜L5物侧面的曲率半径为 R_9 ,第五透镜L5像侧面的曲率半径为 R_{10} ,满足下列关系式: $1.01 \leq (R_9+R_{10}) / (R_9-R_{10}) \leq 3.33$,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, $1.62 \leq (R_9+R_{10}) / (R_9-R_{10}) \leq 2.66$ 。

[0066] 第五透镜L5的轴上厚度为 d_9 ,摄像光学镜头10的光学总长为TTL,满足下列关系式: $0.06 \leq d_9/TTL \leq 0.21$,有利于实现超薄化。优选的, $0.10 \leq d_9/TTL \leq 0.17$ 。

[0067] 本实施方式中,第六透镜L6的物侧面于近轴处为凹面,像侧面于近轴处为凹面,其具有负屈折力。

[0068] 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: $-1.27 \leq f_6/f \leq -0.39$,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, $-0.79 \leq f_6/f \leq -0.48$ 。

[0069] 第六透镜L6物侧面的曲率半径为 R_{11} ,第六透镜L6像侧面的曲率半径为 R_{12} ,满足下列关系式: $0.06 \leq (R_{11}+R_{12}) / (R_{11}-R_{12}) \leq 0.75$,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, $0.10 \leq (R_{11}+R_{12}) / (R_{11}-R_{12}) \leq 0.60$ 。

[0070] 第六透镜L6的轴上厚度为 d_{11} ,摄像光学镜头10的光学总长为TTL,满足下列关系式: $0.03 \leq d_{11}/TTL \leq 0.11$,有利于实现超薄化。优选的, $0.05 \leq d_{11}/TTL \leq 0.08$ 。

[0071] 本实施例中,所述摄像光学镜头的焦距为 f ,所述第一透镜与所述第二透镜的组合焦距为 f_{12} ,且满足下列关系式: $0.47 \leq f_{12}/f \leq 1.46$ 。借此,可消除摄像光学镜头的像差与歪曲,且可压制摄像光学镜头后焦距,维持影像镜片系统组小型化。优选的, $0.76 \leq f_{12}/f \leq 1.17$ 。

[0072] 本实施方式中,摄像光学镜头10的光学总长TTL小于或等于4.82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4.60毫米。

[0073] 本实施方式中,摄像光学镜头10为大光圈,其光圈F数小于或等于2.47,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2.42。

[0074] 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。

[0075] 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。

[0076] 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;

[0077] 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。

[0078] 表1、表2示出了本发明第一实施方式的摄像光学镜头10的设计数据。

[0079] 【表1】

	R	d		nd		vd	
S1	∞	d0=	-0.139				
R1	1.613	d1=	0.250	nd1	1.5439	v1	55.95
R2	1.713	d2=	0.030				
R3	1.511	d3=	0.406	nd2	1.5439	v2	55.95
R4	5.515	d4=	0.209				
R5	-4.667	d5=	0.394	nd3	1.5439	v3	55.95
R6	-1.430	d6=	0.132				
R7	-1.215	d7=	0.333	nd4	1.6713	v4	19.24
R8	-2.323	d8=	0.417				
R9	-5.187	d9=	0.518	nd5	1.6713	v5	19.24
R10	-1.824	d10=	0.408				
R11	-3.010	d11=	0.300	nd6	1.6150	v6	25.92
R12	2.324	d12=	0.060				
R13	∞	d13=	0.110	ndg	1.5168	vg	64.17
R14	∞	d14=	0.690				

[0080] 其中,各符号的含义如下。

[0081] S1: 光圈;

[0082] R: 光学面的曲率半径、透镜时为中心曲率半径;

[0083] R1: 第一透镜L1的物侧面的曲率半径;

[0084] R2: 第一透镜L1的像侧面的曲率半径;

[0085] R3: 第二透镜L2的物侧面的曲率半径;

[0086] R4: 第二透镜L2的像侧面的曲率半径;

[0087] R5: 第三透镜L3的物侧面的曲率半径;

[0088] R6: 第三透镜L3的像侧面的曲率半径;

[0089] R7: 第四透镜L4的物侧面的曲率半径;

[0090] R8: 第四透镜L4的像侧面的曲率半径;

[0091] R9: 第五透镜L5的物侧面的曲率半径;

[0092] R10: 第五透镜L5的像侧面的曲率半径;

[0093] R11: 第六透镜L6的物侧面的曲率半径;

[0094] R12: 第六透镜L6的像侧面的曲率半径;

[0095] R13: 光学过滤片GF的物侧面的曲率半径;

[0096] R14: 光学过滤片GF的像侧面的曲率半径;

[0097] d: 透镜的轴上厚度与透镜之间的轴上距离;

[0098] d0: 光圈S1到第一透镜L1的物侧面的轴上距离;

[0099] d1: 第一透镜L1的轴上厚度;

[0100] 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;

[0101] d3: 第二透镜L2的轴上厚度;

[0102] 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;

[0103] d5: 第三透镜L3的轴上厚度;

[0104] 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;

- [0106] d7:第四透镜L4的轴上厚度;
- [0107] 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;
- [0108] d9:第五透镜L5的轴上厚度;
- [0109] 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;
- [0110] d11:第六透镜L6的轴上厚度;
- [0111] d12:第六透镜L6的像侧面到光学过滤片GF的物侧面的轴上距离;
- [0112] d13:光学过滤片GF的轴上厚度;
- [0113] d14:光学过滤片GF的像侧面到像面的轴上距离;
- [0114] nd:d线的折射率;
- [0115] nd1:第一透镜L1的d线的折射率;
- [0116] nd2:第二透镜L2的d线的折射率;
- [0117] nd3:第三透镜L3的d线的折射率;
- [0118] nd4:第四透镜L4的d线的折射率;
- [0119] nd5:第五透镜L5的d线的折射率;
- [0120] nd6:第六透镜L6的d线的折射率;
- [0121] ndg:光学过滤片GF的d线的折射率;
- [0122] vd:阿贝数;
- [0123] v1:第一透镜L1的阿贝数;
- [0124] v2:第二透镜L2的阿贝数;
- [0125] v3:第三透镜L3的阿贝数;
- [0126] v4:第四透镜L4的阿贝数;
- [0127] v5:第五透镜L5的阿贝数;
- [0128] v6:第六透镜L6的阿贝数;
- [0129] vg:光学过滤片GF的阿贝数。
- [0130] 表2示出了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。
- [0131] **【表2】**
- [0132]

	conic 系数	非球面系数									
	k	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16	A18	A20	
R1	2.5167E+00	-1.2649E-01	7.3704E-03	-3.3609E-01	1.2904E-01	-1.5405E-02	2.6670E-01	-8.2431E-01	0.0000E+00	0.0000E+00	
R2	0.0000E+00	-1.6903E-01	1.5010E-01	-2.5527E-01	1.8505E-01	-8.8772E-03	-3.8214E-04	-1.0794E-03	0.0000E+00	0.0000E+00	
R3	0.0000E+00	-1.3128E-01	1.1569E-01	-5.5479E-02	4.3959E-03	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	
R4	0.0000E+00	-8.3602E-02	1.4578E-01	-8.9810E-01	1.7830E+00	-1.4780E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	
R5	0.0000E+00	-1.6538E-01	3.4371E-01	-9.3302E-01	4.9985E-01	1.9697E+00	-3.0884E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	
R6	3.3182E-01	2.4694E-01	-6.4847E-01	1.7828E+00	-3.1852E+00	2.7850E+00	-1.2086E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	
R7	7.3198E-01	6.4738E-01	-2.2123E+00	5.6730E+00	-8.6947E+00	6.4875E+00	-1.4504E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	
R8	0.0000E+00	3.4905E-01	-1.1283E+00	1.3683E+00	-1.3379E-01	-1.6798E+00	1.7835E+00	-5.3957E-01	0.0000E+00	0.0000E+00	
R9	0.0000E+00	2.3386E-01	-2.8234E-01	-1.3071E+00	5.1675E+00	-9.7561E+00	1.0870E+01	-7.2595E+00	2.6582E+00	-4.0393E-01	
R10	3.0449E-01	2.6582E-01	-2.3283E-01	-2.2877E-01	6.6685E-01	-6.5682E-01	3.3071E-01	-8.1533E-02	7.0108E-03	2.4459E-04	
R11	0.0000E+00	-1.8671E-01	-1.1234E-01	2.1603E-01	-1.1803E-01	3.4832E-02	-5.8853E-03	5.1424E-04	-1.8791E-05	4.5929E-07	
R12	-4.4886E-01	-3.4891E-01	2.2902E-01	-1.1309E-01	3.9836E-02	-9.7296E-03	1.5505E-03	-1.5175E-04	8.4910E-06	-2.1923E-07	

- [0133] 其中,k是圆锥系数,A4、A6、A8、A10、A12、A14、A16、A18、A20是非球面系数。
- [0134] IH:像高

[0135] $y = (x^2/R) / [1 + \{1 - (k+1)(x^2/R^2)\}^{1/2}] + A4x^4 + A6x^6 + A8x^8 + A10x^{10} + A12x^{12} + A14x^{14} + A16x^{16} + A18x^{18} + A20x^{20}$ (1)

[0136] 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。

[0137] 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。“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。

[0138] 【表3】

[0139]

	反曲点个数	反曲点位置1	反曲点位置2
P1R1	0		
P1R2	0		
P2R1	0		
P2R2	1	0.415	
P3R1	0		
P3R2	0		
P4R1	0		
P4R2	1	0.875	
P5R1	1	1.155	
P5R2	2	1.295	1.445
P6R1	2	1.175	1.785
P6R2	2	0.365	2.085

[0140] 【表4】

	驻点个数	驻点位置 1
P1R1	0	
P1R2	0	
P2R1	0	

	P2R2	1	0.635
	P3R1	0	
	P3R2	0	
	P4R1	0	
[0142]	P4R2	1	1.005
	P5R1	0	
	P5R2	0	
	P6R1	0	
	P6R2	1	0.705

[0143] 图2、图3分别示出了波长为486.1nm、587.6nm和656.3nm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587.6nm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。

[0144] 后出现的表13示出了各实例1、2、3中各种数值与条件式中已规定的参数所对应的值。

[0145] 如表13所示,第一实施方式满足各条件式。

[0146] 在本实施方式中,所述摄像光学镜头的入瞳直径为1.503mm,全视场像高为3.2376mm,对角线方向的视场角为82.60°,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。

[0147] (第二实施方式)

[0148] 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。

[0149] 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。

[0150] 【表5】

	R	d		nd		vd	
[0151]	S1	∞	d0=	-0.189			
	R1	1.361	d1=	0.303	nd1	1.5439	v1 55.95
	R2	1.461	d2=	0.050			
	R3	1.437	d3=	0.324	nd2	1.5439	v2 55.95
	R4	3.630	d4=	0.186			
	R5	-9.258	d5=	0.409	nd3	1.5439	v3 55.95
	R6	-1.616	d6=	0.177			
	R7	-1.213	d7=	0.373	nd4	1.6713	v4 19.24
[0152]	R8	-2.519	d8=	0.338			
	R9	-4.872	d9=	0.617	nd5	1.6713	v5 19.24
	R10	-1.845	d10=	0.393			
	R11	-4.500	d11=	0.300	nd6	1.6150	v6 25.92
	R12	2.125	d12=	0.068			
	R13	∞	d13=	0.110	ndg	1.5168	vg 64.17
	R14	∞	d14=	0.698			

[0153] 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。

[0154] 【表6】

[0155]

	圆锥系数	非球面系数								
	k	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16	A18	A20
R1	1.3715E+00	-1.0851E-01	1.2853E-02	-3.5244E-01	1.8672E-01	-1.4183E-01	2.6670E-01	-8.2431E-01	0.0000E+00	0.0000E+00
R2	0.0000E+00	-2.0255E-01	5.9164E-02	-3.1564E-01	6.2464E-02	-8.8772E-03	-3.8213E-04	-1.0794E-03	0.0000E+00	0.0000E+00
R3	0.0000E+00	-1.9127E-01	2.0053E-02	-2.1426E-01	1.9664E-01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
R4	0.0000E+00	-8.1634E-02	1.0926E-01	-8.5278E-01	2.0175E+00	-1.4523E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
R5	0.0000E+00	-1.1982E-01	2.8198E-01	-1.1312E+00	1.9657E+00	-8.4619E-01	-9.3899E-01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
R6	5.8904E-01	1.9783E-01	-5.2545E-01	1.4033E+00	-2.7019E+00	2.7618E+00	-1.4926E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
R7	8.2363E-01	5.6977E-01	-1.9313E+00	5.4477E+00	-9.5471E+00	8.9033E+00	-3.1724E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
R8	0.0000E+00	3.2759E-01	-9.7816E-01	1.0005E+00	4.1830E-01	-2.1881E+00	2.0568E+00	-6.2607E-01	0.0000E+00	0.0000E+00
R9	0.0000E+00	1.8017E-01	-1.0829E-01	-2.2204E+00	7.9207E+00	-1.4431E+01	1.5506E+01	-9.8811E+00	3.4347E+00	-4.9703E-01
R10	3.2266E-01	2.0447E-01	-1.5963E-01	-4.1749E-01	1.1531E+00	-1.3591E+00	9.1228E-01	-3.5487E-01	7.4230E-02	-6.4367E-03
R11	0.0000E+00	-2.1265E-01	-1.1596E-01	2.1615E-01	-1.1784E-01	3.4895E-02	-5.8740E-03	5.1421E-04	-1.9659E-05	3.8430E-07
R12	-6.7776E-01	-3.6370E-01	2.3263E-01	-1.1336E-01	3.9805E-02	-9.7276E-03	1.5518E-03	-1.5166E-04	8.4643E-06	-2.1910E-07

[0156] 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。

[0157] 【表7】

	反曲点个数	反曲点位置 1	反曲点位置 2
P1R1	1	0.715	
P1R2	1	0.525	
P2R1	1	0.575	

P2R2	1	0.715	
P3R1	0	0	
P3R2	0	0	
P4R1	0	0	
P4R2	2	0.905	1.085
P5R1	1	1.145	
P5R2	2	1.385	1.525
P6R1	1	1.225	
P6R2	2	0.375	2.055

[0160] 【表8】

[0161]

	驻点个数	驻点位置1
P1R1	0	
P1R2	1	0.765
P2R1	0	
P2R2	0	
P3R1	0	
P3R2	0	
P4R1	0	
P4R2	0	
P5R1	0	
P5R2	0	

P6R1	0	
P6R2	1	0.715

[0162] 图6、图7分别示出了波长为486.1nm、587.6nm和656.3nm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587.6nm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。

[0163] 如表13所示,第二实施方式满足各条件式。

[0164] 在本实施方式中,所述摄像光学镜头的入瞳直径为1.551mm,全视场像高为3.2376mm,对角线方向的视场角为80.85°,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。

[0165] (第三实施方式)

[0166] 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。

[0167] 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。

[0168] 【表9】

	R	d		nd		vd	
S1	∞	d0=	-0.206				
R1	1.345	d1=	0.360	nd1	1.5439	v1	55.95
R2	1.802	d2=	0.065				
R3	1.713	d3=	0.267	nd2	1.5439	v2	55.95
R4	3.099	d4=	0.184				
R5	-9.630	d5=	0.414	nd3	1.5439	v3	55.95
R6	-1.568	d6=	0.180				
R7	-1.201	d7=	0.348	nd4	1.6713	v4	19.24
R8	-2.728	d8=	0.355				
R9	-5.459	d9=	0.623	nd5	1.6713	v5	19.24
R10	-1.853	d10=	0.380				
R11	-5.999	d11=	0.300	nd6	1.6150	v6	25.92
R12	1.989	d12=	0.091				
R13	∞	d13=	0.110	ndg	1.5168	vg	64.17
R14	∞	d14=	0.704				

[0170] 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。

[0171] 【表10】

[0172]

	圆锥系数	非球面系数									
	k	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16	A18	A20	
R1	1.2371E+00	-8.6398E-02	1.8301E-02	-3.4657E-01	2.4497E-01	-1.6681E-01	2.6670E-01	-8.2431E-01	0.0000E+00	0.0000E+00	
R2	0.0000E+00	-1.7068E-01	4.7152E-02	-3.1681E-01	3.4025E-02	-8.8772E-03	-3.8213E-04	-1.0794E-03	0.0000E+00	0.0000E+00	
R3	0.0000E+00	-2.1295E-01	-1.4464E-02	-2.5999E-01	2.5391E-01	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	
R4	0.0000E+00	-1.2264E-01	1.1951E-01	-8.3220E-01	1.9814E+00	-1.4523E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	
R5	0.0000E+00	-1.0188E-01	1.2908E-01	-2.2193E-01	-4.5792E-01	2.3868E+00	-2.8943E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	
R6	7.8487E-01	2.3310E-01	-7.7594E-01	2.8903E+00	-6.2051E+00	6.5844E+00	-3.1453E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	
R7	7.7133E-01	5.1024E-01	-1.6472E+00	4.9710E+00	-8.9888E+00	8.3584E+00	-2.9950E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	
R8	0.0000E+00	2.5723E-01	-9.0772E-01	1.3662E+00	-7.9868E-01	-5.6116E-01	9.9354E-01	-3.5130E-01	0.0000E+00	0.0000E+00	
R9	0.0000E+00	1.1704E-01	-1.8901E-01	-1.4492E+00	5.8340E+00	-1.1366E+01	1.2889E+01	-8.6048E+00	3.1097E+00	-4.6370E-01	
R10	3.7403E-01	1.7435E-01	-1.6959E-01	-3.4047E-01	1.0347E+00	-1.2653E+00	8.7040E-01	-3.4498E-01	7.3350E-02	-6.4550E-03	
R11	0.0000E+00	-2.2135E-01	-1.1739E-01	2.1615E-01	-1.1779E-01	3.4913E-02	-5.8691E-03	5.1490E-04	-1.9898E-05	2.7042E-07	

[0173]

R12	-8.8120E-01	-3.6780E-01	2.3338E-01	-1.1325E-01	3.9795E-02	-9.7290E-03	1.5516E-03	-1.5165E-04	8.4616E-06	-2.1869E-07
-----	-------------	-------------	------------	-------------	------------	-------------	------------	-------------	------------	-------------

[0174] 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。

[0175] 【表11】

[0176]

	反曲点个数	反曲点位置1	反曲点位置2
P1R1	1	0.735	
P1R2	1	0.485	
P2R1	1	0.465	
P2R2	1	0.475	
P3R1	0	0	
P3R2	0	0	
P4R1	0	0	
P4R2	2	0.915	1.105
P5R1	1	1.145	
P5R2	2	1.355	1.505
P6R1	2	1.245	1.835
P6R2	2	-0.385	-2.065

[0177] 【表12】

[0178]

	驻点个数	驻点位置1
P1R1	0	
P1R2	1	0.715
P2R1	1	0.765
P2R2	0	
P3R1	0	
P3R2	0	

P4R1	0	
P4R2	0	
P5R1	0	
P5R2	0	
P6R1	0	
P6R2	1	0.745

[0179] 图10、图11分别示出了波长为486.1nm、587.6nm和656.3nm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587.6nm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。

[0180] 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。

[0181] 在本实施方式中,所述摄像光学镜头的入瞳直径为1.575mm,全视场像高为3.2376mm,对角线方向的视场角为79.96°,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。

[0182] 【表13】

[0183]

参数及条件式	实施例1	实施例2	实施例3
f	3.608	3.721	3.78
f1	26.995	17.676	7.636
f2	3.696	4.16	6.594
f3	3.636	3.533	3.381
f4	-4.314	-3.935	-3.516
f5	3.948	4.088	3.909
f6	-2.088	-2.307	-2.395
f12	3.407	3.581	3.69
FNO	2.40	2.40	2.40
f1/f	7.48	4.75	2.02
R11/d11	-10.03	-15.00	-20.00

[0184] 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。

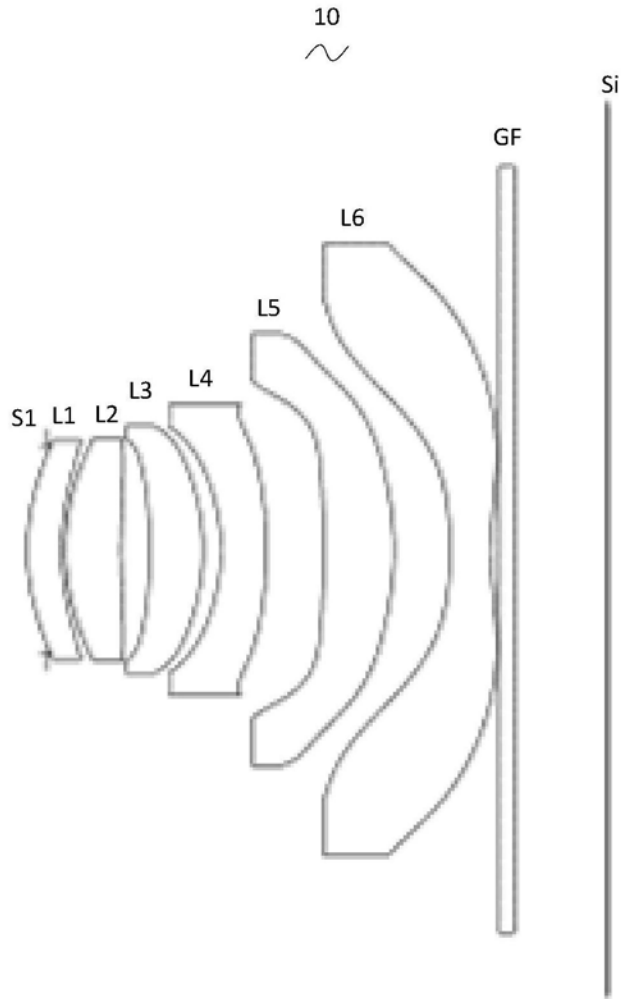


图1

轴向像差

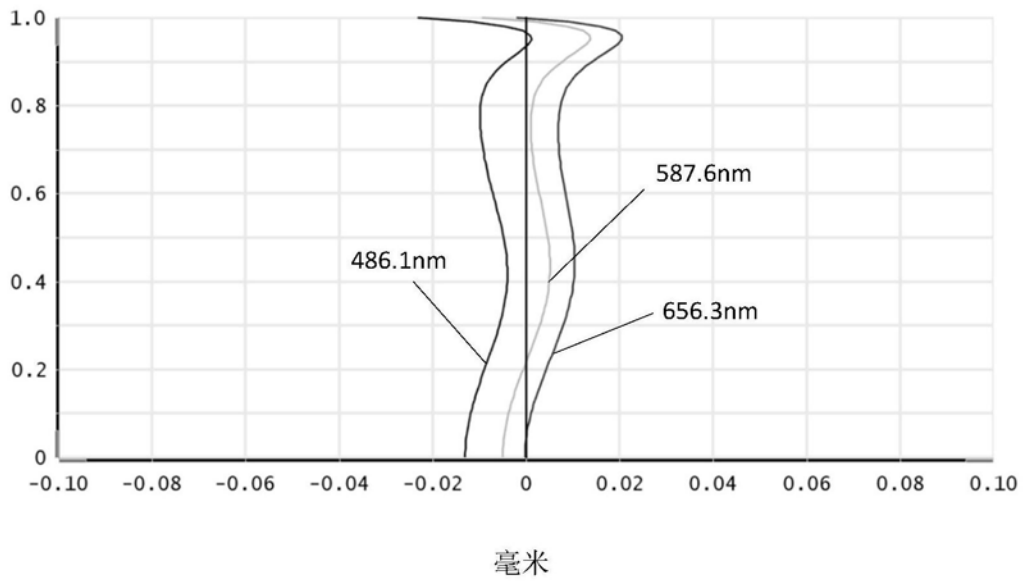


图2

倍率色差

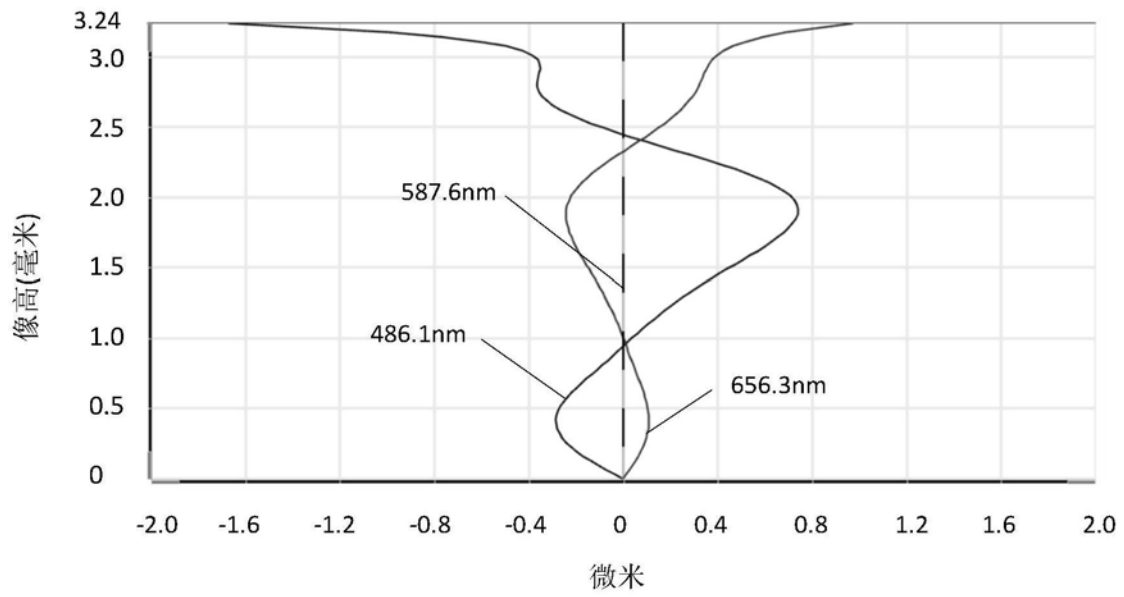


图3

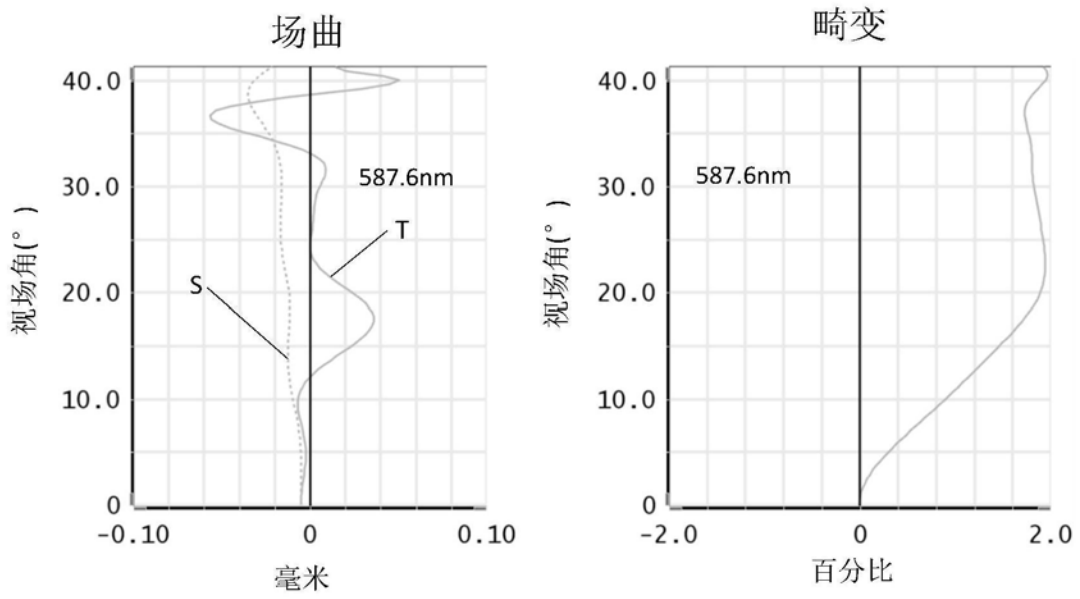


图4

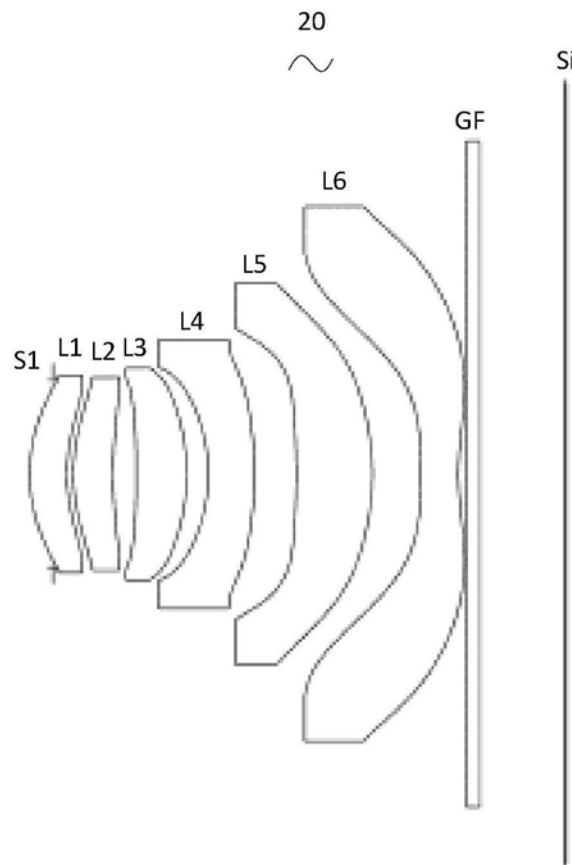


图5

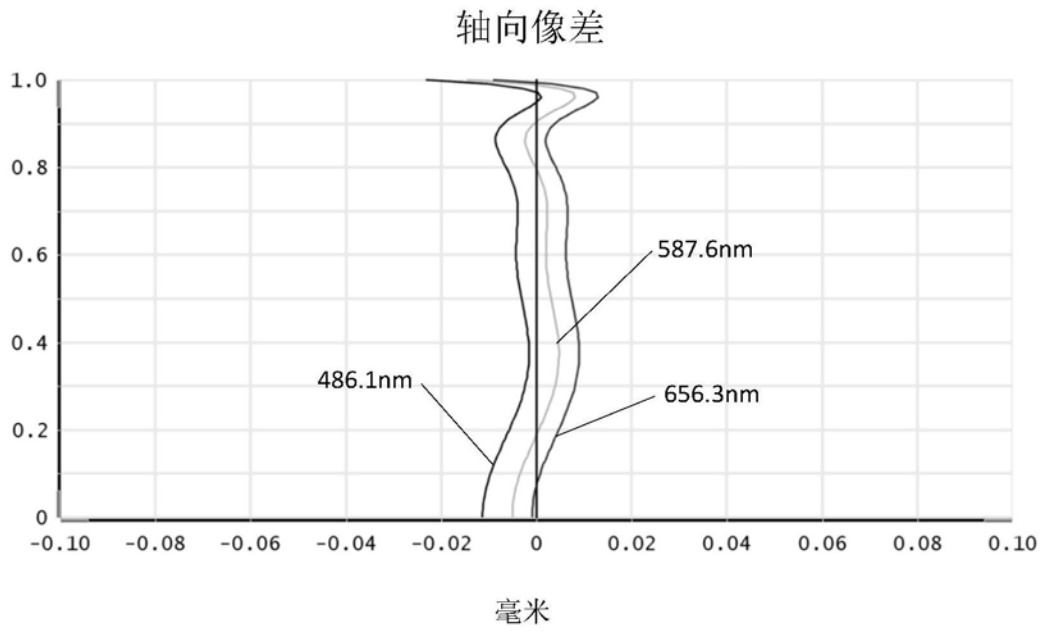


图6

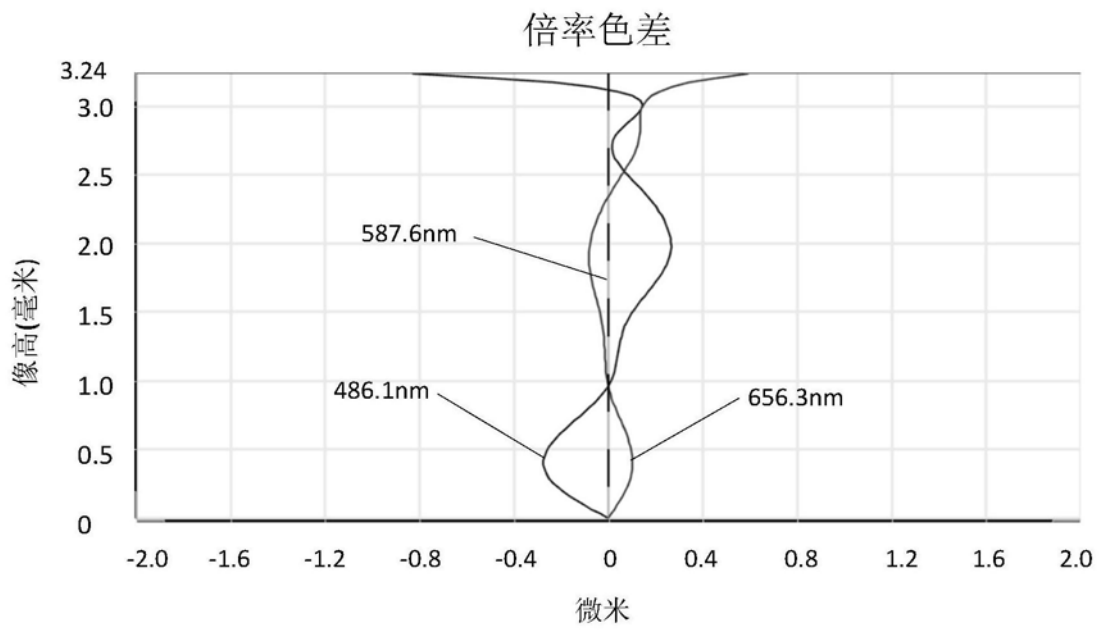


图7

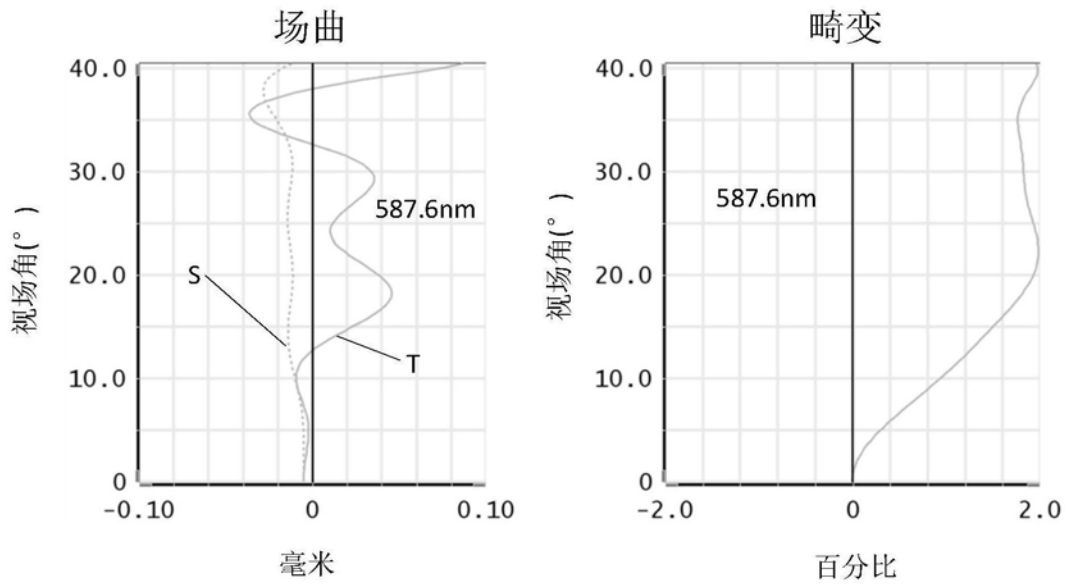


图8

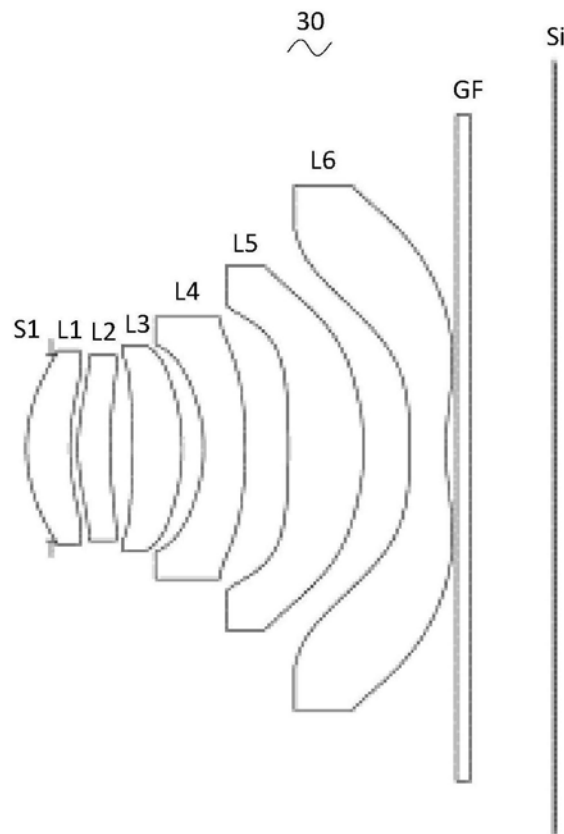


图9

轴向像差

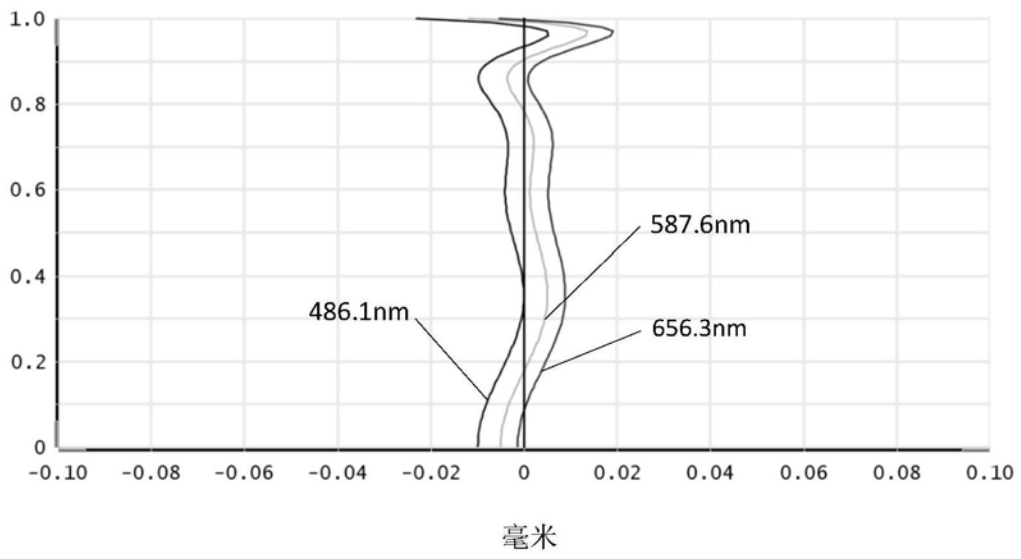


图10

倍率色差

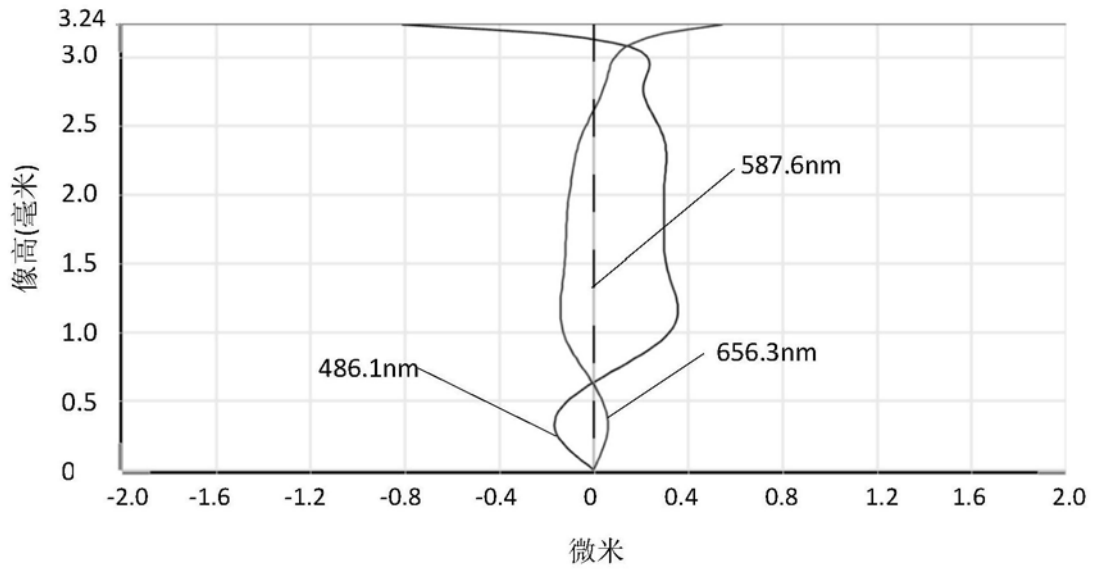


图11

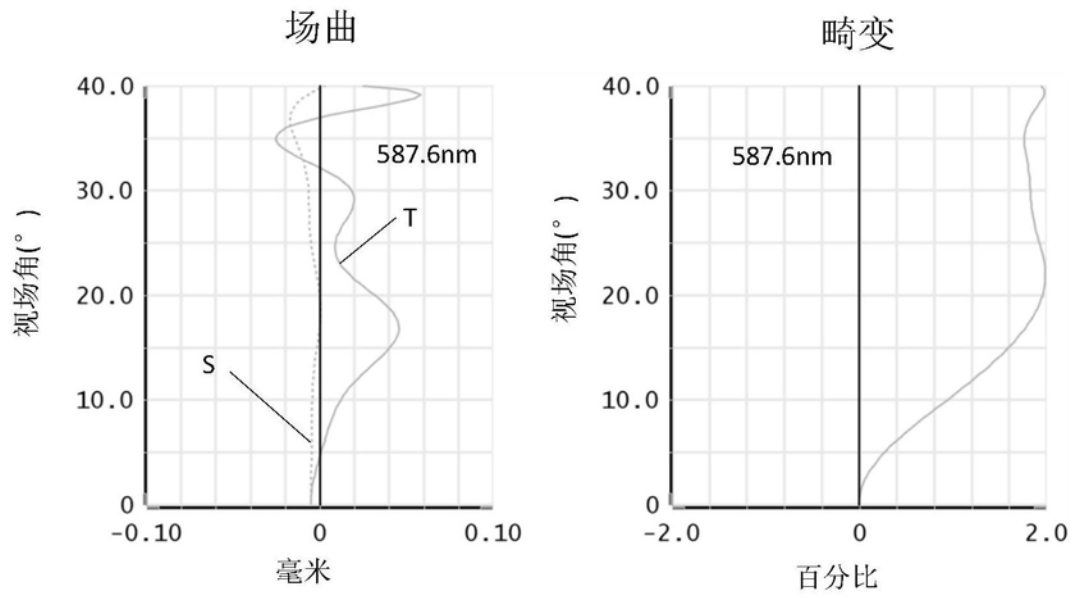


图12