



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109100853 A

(43)申请公布日 2018. 12. 28

(21)申请号 201810768211.8

(22)申请日 2018.07.13

(71)申请人 玉晶光电(厦门)有限公司

地址 361000 福建省厦门市火炬园区创新  
路8号玉晶科技大厦

(72)发明人 陈锋 赖永枫 唐如优

(74)专利代理机构 厦门市精诚新创知识产权代  
理有限公司 35218

代理人 何建华

(51) Int. Cl.

G02B 13/00(2006.01)

G02B 13/18(2006.01)

G02B 13/06(2006.01)

G02B 7/02(2006.01)

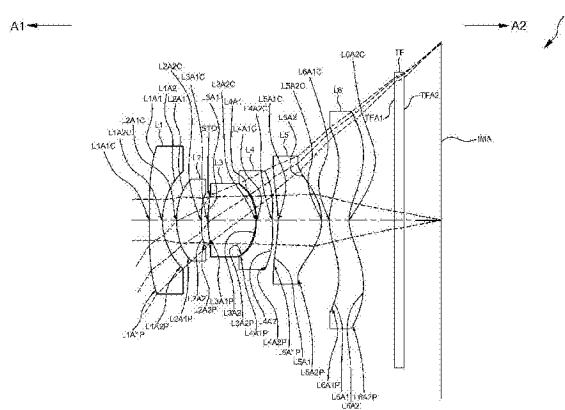
权利要求书3页 说明书18页 附图52页

(54)发明名称

光学成像镜头

(57)摘要

本发明公开了一种光学成像镜头,其从物侧至像侧依序包括第一、第二、第三、第四、第五及第六透镜。本发明通过控制各透镜的凹凸曲面排列,并以至少一关系式控制相关参数,从而在维持良好光学性能的条件下,缩短镜头长度、提升视场角及扩大光圈。



1. 一种光学成像镜头, 其从一物侧至一像侧沿一光轴依序包括一第一透镜、一第二透镜、一第三透镜、一第四透镜、一第五透镜及一第六透镜, 且该第一透镜至该第六透镜各自包括一朝向该物侧且使成像光线通过的物侧面及一朝向该像侧且使成像光线通过的像侧面, 其特征在于:

该第一透镜具有负屈光率并且其该物侧面的一光轴区域为凸面;

该第二透镜的该像侧面的一圆周区域为凹面;

该第三透镜的该物侧面的一圆周区域为凸面;

该第四透镜具有负屈光率;

该第五透镜的该物侧面的一光轴区域为凹面;

该光学成像镜头具有屈光率的透镜只有上述六片, 该光学成像镜头更满足  $(T4+AAG)/T2 \leq 2.700$ , 其中,  $T4$  代表该第四透镜在该光轴上的厚度,  $AAG$  代表该第一透镜的该像侧面至该第二透镜的该物侧面在该光轴上的距离、该第二透镜的该像侧面至该第三透镜的该物侧面在该光轴上的距离、该第三透镜的该像侧面至该第四透镜的该物侧面在该光轴上的距离、该第四透镜的该像侧面至该第五透镜的该物侧面在该光轴上的距离以及该第五透镜的该像侧面至该第六透镜的该物侧面在该光轴上的距离的总和,  $T2$  代表该第二透镜在该光轴上的厚度。

2. 一种光学成像镜头, 其从一物侧至一像侧沿一光轴依序包括一第一透镜、一第二透镜、一第三透镜、一第四透镜、一第五透镜及一第六透镜, 且该第一透镜至该第六透镜各自包括一朝向该物侧且使成像光线通过的物侧面及一朝向该像侧且使成像光线通过的像侧面, 其特征在于:

该第一透镜具有负屈光率并且其该物侧面的一光轴区域为凸面;

该第二透镜的该像侧面的一圆周区域为凹面;

该第三透镜的该物侧面的一圆周区域为凸面;

该第四透镜的该物侧面的一光轴区域为凹面;

该第五透镜的该物侧面的一光轴区域为凹面;

该光学成像镜头具有屈光率的透镜只有上述六片, 该光学成像镜头更满足  $(T4+AAG)/T2 \leq 2.700$ , 其中,  $T4$  代表该第四透镜在该光轴上的厚度,  $AAG$  代表该第一透镜的该像侧面至该第二透镜的该物侧面在该光轴上的距离、该第二透镜的该像侧面至该第三透镜的该物侧面在该光轴上的距离、该第三透镜的该像侧面至该第四透镜的该物侧面在该光轴上的距离、该第四透镜的该像侧面至该第五透镜的该物侧面在该光轴上的距离以及该第五透镜的该像侧面至该第六透镜的该物侧面在该光轴上的距离的总和,  $T2$  代表该第二透镜在该光轴上的厚度。

3. 一种光学成像镜头, 其从一物侧至一像侧沿一光轴依序包括一第一透镜、一第二透镜、一第三透镜、一第四透镜、一第五透镜及一第六透镜, 且该第一透镜至该第六透镜各自包括一朝向该物侧且使成像光线通过的物侧面及一朝向该像侧且使成像光线通过的像侧面, 其特征在于:

该第一透镜具有负屈光率并且其该物侧面的一光轴区域为凸面;

该第二透镜的该像侧面的一圆周区域为凹面;

该第三透镜的该物侧面的一圆周区域为凸面;

该第四透镜的该物侧面的一圆周区域为凹面；

该第五透镜的该物侧面的一光轴区域为凹面；

该光学成像镜头具有屈光率的透镜只有上述六片,该光学成像镜头更满足  $(T4+AAG)/T2 \leq 2.700$ , 其中,  $T4$  代表该第四透镜在该光轴上的厚度,  $AAG$  代表该第一透镜的该像侧面至该第二透镜的该物侧面在该光轴上的距离、该第二透镜的该像侧面至该第三透镜的该物侧面在该光轴上的距离、该第三透镜的该像侧面至该第四透镜的该物侧面在该光轴上的距离、该第四透镜的该像侧面至该第五透镜的该物侧面在该光轴上的距离以及该第五透镜的该像侧面至该第六透镜的该物侧面在该光轴上的距离的总和,  $T2$  代表该第二透镜在该光轴上的厚度。

4. 根据权利要求1-3任意一项所述的光学成像镜头,其特征在於:该光学成像镜头更满足  $V1 > V2 + V4$ ,  $V1$  代表该第一透镜的阿贝数,  $V2$  代表该第二透镜的阿贝数,  $V4$  代表该第四透镜的阿贝数。

5. 根据权利要求1-3任意一项所述的光学成像镜头,其特征在於:该光学成像镜头更满足  $HF0V/ImgH \geq 15.000$ ,  $HF0V$  代表该光学成像镜头的半视角、 $ImgH$  代表该光学成像镜头在一成像面上成像的像高。

6. 根据权利要求1-3任意一项所述的光学成像镜头,其特征在於:该光学成像镜头更满足  $EFL/(T1+T3) \leq 3.900$ ,  $EFL$  代表该光学成像镜头的系统焦距,  $T1$  代表该第一透镜在该光轴上的厚度,  $T3$  代表该第三透镜在该光轴上的厚度。

7. 根据权利要求1-3任意一项所述的光学成像镜头,其特征在於:该光学成像镜头更满足  $(EFL+T2+T5+T6)/ALT \leq 1.600$ ,  $EFL$  代表该光学成像镜头的系统焦距,  $T5$  代表该第五透镜在该光轴上的厚度,  $T6$  代表该第六透镜在该光轴上的厚度,  $ALT$  代表该第一透镜至该第六透镜在该光轴上的六个透镜厚度的总和。

8. 根据权利要求1-3任意一项所述的光学成像镜头,其特征在於:该光学成像镜头更满足  $(T1+T4+G34+G45)/(G12+G56) \leq 3.400$ ,  $T1$  代表该第一透镜在该光轴上的厚度,  $G34$  代表该第三透镜的该像侧面至该第四透镜的该物侧面在该光轴上的距离,  $G45$  代表该第四透镜的该像侧面至该第五透镜的该物侧面在该光轴上的距离,  $G12$  代表该第一透镜的该像侧面至该第二透镜的该物侧面在该光轴上的距离,  $G56$  代表该第五透镜的该像侧面至该第六透镜的该物侧面在该光轴上的距离。

9. 根据权利要求1-3任意一项所述的光学成像镜头,其特征在於:该光学成像镜头更满足  $(AAG+T1)/T5 \leq 2.400$ ,  $T1$  代表该第一透镜在该光轴上的厚度,  $T5$  代表该第五透镜在该光轴上的厚度。

10. 根据权利要求1-3任意一项所述的光学成像镜头,其特征在於:该光学成像镜头更满足  $V3 > V2 + V4$ ,  $V3$  代表该第三透镜的阿贝数,  $V2$  代表该第二透镜的阿贝数,  $V4$  代表该第四透镜的阿贝数。

11. 根据权利要求1-3任意一项所述的光学成像镜头,其特征在於:该光学成像镜头更满足  $(EFL+TTL)/BFL \leq 6.200$ ,  $EFL$  代表该光学成像镜头的系统焦距,  $TTL$  代表该第一透镜的该物侧面至一成像面在该光轴上的距离,  $BFL$  代表该第六透镜的该像侧面至一成像面在该光轴上的距离。

12. 根据权利要求1-3任意一项所述的光学成像镜头,其特征在於:该光学成像镜头更

满足 $EFL/(T5+T6) \leq 2.300$ , EFL代表该光学成像镜头的系统焦距, T5代表该第五透镜在该光轴上的厚度, T6代表该第六透镜在该光轴上的厚度。

13. 根据权利要求1-3任意一项所述的光学成像镜头, 其特征在于: 该光学成像镜头更满足 $(EFL+TL)/ALT \leq 2.100$ , EFL代表该光学成像镜头的系统焦距, TL代表该第一透镜的该物侧面至该第六透镜的该像侧面在该光轴上的距离, ALT代表该第一透镜至该第六透镜在该光轴上的六个透镜厚度的总和。

14. 根据权利要求1-3任意一项所述的光学成像镜头, 其特征在于: 该光学成像镜头更满足 $(T2+T4+G34+G56)/(G12+G23+G45) \leq 2.000$ , G34代表该第三透镜的该像侧面至该第四透镜的该物侧面在该光轴上的距离, G56代表该第五透镜的该像侧面至该第六透镜的该物侧面在该光轴上的距离, G12代表该第一透镜的该像侧面至该第二透镜的该物侧面在该光轴上的距离, G23代表该第二透镜的该像侧面至该第三透镜的该物侧面在该光轴上的距离, G45代表该第四透镜的该像侧面至该第五透镜的该物侧面在该光轴上的距离。

15. 根据权利要求1-3任意一项所述的光学成像镜头, 其特征在于: 该光学成像镜头更满足 $(AAG+T2)/T3 \leq 2.500$ , T3代表该第三透镜在该光轴上的厚度。

16. 根据权利要求1-3任意一项所述的光学成像镜头, 其特征在于: 该光学成像镜头更满足 $V5 > V2+V4$ , V5代表该第五透镜的阿贝数, V2代表该第二透镜的阿贝数, V4代表该第四透镜的阿贝数。

17. 根据权利要求1-3任意一项所述的光学成像镜头, 其特征在于: 该光学成像镜头更满足 $EFL/(T2+T3+T4) \leq 3.200$ , EFL代表该光学成像镜头的系统焦距, T3代表该第三透镜在该光轴上的厚度。

18. 根据权利要求1-3任意一项所述的光学成像镜头, 其特征在于: 该光学成像镜头更满足 $(EFL+AAG)/BFL \leq 3.100$ , EFL代表该光学成像镜头的系统焦距, BFL代表该第六透镜的该像侧面至一成像面在该光轴上的距离。

19. 根据权利要求1-3任意一项所述的光学成像镜头, 其特征在于: 该光学成像镜头更满足 $(T2+T6+G45+G56)/T5 \leq 2.500$ , T6代表该第六透镜在该光轴上的厚度, G45代表该第四透镜的该像侧面至该第五透镜的该物侧面在该光轴上的距离, G56代表该第五透镜的该像侧面至该第六透镜的该物侧面在该光轴上的距离, T5代表该第五透镜在该光轴上的厚度。

20. 根据权利要求1-3任意一项所述的光学成像镜头, 其特征在于: 该光学成像镜头更满足 $(AAG+T6)/T3 \leq 3.100$ , T6代表该第六透镜在该光轴上的厚度, T3代表该第三透镜在该光轴上的厚度。

## 光学成像镜头

### 技术领域

[0001] 本发明是与一种光学成像镜头相关,且尤其是与应用在与六片透镜的光学成像镜头相关。

### 背景技术

[0002] 可携式电子产品,例如:手机、相机、平板计算机、个人数字助理(Personal Digital Assistant,PDA)等的规格日新月异,其关键零组件-光学成像镜头也更加多样化发展,不仅追求轻薄及有良好的成像质量,更追求更小焦距与更大视场角有利于多镜头变焦的组件设计。现有大角度的光学成像镜头不仅系统长度较长且重量较厚重,其畸变等成像质量也较差无法满足市场需求。然而,光学成像镜头设计并非单纯将成像质量佳的镜头等比例缩小就能制作出兼具成像质量与微型化的光学镜片组,设计过程牵涉到材料特性,还必须考虑到制作、组装良率等生产面的实际问题。因此,微型化镜头的技术难度明显高出传统镜头,故如何制作出符合消费性电子产品需求的光学成像镜头,并持续提升其成像质量,长久以来一直是本领域产、官、学界所持续精进的目标。

### 发明内容

[0003] 本发明的一目的是在于,提供一种光学成像镜头,通过控制各透镜的凹凸曲面排列,并以至少一关系式控制相关参数,从而在维持良好光学性能的条件下,缩短镜头长度、提升视场角及扩大光圈。

[0004] 依据本发明,提供一种光学成像镜头,其从一物侧至一像侧沿一光轴包括六片透镜,依序包括一第一透镜、一第二透镜、一第三透镜、一第四透镜、一第五透镜及一第六透镜,第一透镜至第六透镜各自包括一朝向该物侧且使成像光线通过的物侧面及一朝向该像侧且使成像光线通过的像侧面。

[0005] 为了便于表示本发明所指的参数,在本说明书及图式定义:T1代表第一透镜在光轴上的厚度、G12代表第一透镜的像侧面至第二透镜的物侧面在光轴上的距离、T2代表第二透镜在光轴上的厚度、G23代表第二透镜的像侧面至第三透镜的物侧面在光轴上的距离、T3代表第三透镜在光轴上的厚度、G34代表第三透镜的像侧面至第四透镜的物侧面在光轴上的距离、T4代表第四透镜在光轴上的厚度、G45代表第四透镜的像侧面至第五透镜的物侧面在光轴上的距离、T5代表第五透镜在光轴上的厚度、G56代表第五透镜的像侧面至第六透镜的物侧面在光轴上的距离、T6代表第六透镜在光轴上的厚度、G6F代表第六透镜至滤光片在光轴上的空气间隙、TTF代表滤光片在光轴上的厚度、GFP代表滤光片至成像面在光轴上的空气间隙、f1代表第一透镜的焦距、f2代表第二透镜的焦距、f3代表第三透镜的焦距、f4代表第四透镜的焦距、f5代表第五透镜的焦距、f6代表第六透镜的焦距、n1代表第一透镜的折射率、n2代表第二透镜的折射率、n3代表第三透镜的折射率、n4代表第四透镜的折射率、n5代表第五透镜的折射率、n6代表第六透镜的折射率、V1代表第一透镜的阿贝数、V2代表第二透镜的阿贝数、V3代表第三透镜的阿贝数、V4代表第四透镜的阿贝数、V5代表第五透镜的阿

贝数、V6代表第六透镜的阿贝数、EFL代表光学成像镜头的系统焦距、TL代表第一透镜的物侧面至第六透镜的像侧面在光轴上的距离、TTL代表第一透镜的物侧面至成像面在光轴上的距离、ALT代表第一透镜至第六透镜在光轴上的六个透镜厚度总和(即T1、T2、T3、T4、T5、T6之和)、AAG代表第一透镜的像侧面至第二透镜的物侧面在光轴上的距离、第二透镜的像侧面至第三透镜的物侧面在光轴上的距离、第三透镜的像侧面至第四透镜的物侧面在光轴上的距离、第四透镜的像侧面至第五透镜的物侧面在光轴上的距离以及第五透镜的像侧面至第六透镜的物侧面在光轴上的距离的总和(即G12、G23、G34、G45、G56之和)、BFL代表光学成像镜头的后焦距,即第六透镜的像侧面至成像面在光轴上的距离(即G6F、TTF、GFP之和)、HFOV代表光学成像镜头的半视角、ImgH代表光学成像镜头在成像面上成像的像高。

[0006] 依据本发明的一实施例所提供的一光学成像镜头,第一透镜具有负屈光率并且其物侧面的一光轴区域为凸面,第二透镜的像侧面的一圆周区域为凹面,第三透镜的物侧面的一圆周区域为凸面,第四透镜具有负屈光率,且第五透镜的物侧面的一光轴区域为凹面。光学成像镜头具有屈光率的透镜只有上述六片,且光学成像镜头更满足:

[0007]  $(T4+AAG)/T2 \leq 2.700$  条件式(1)。

[0008] 依据本发明的另一实施例所提供的一光学成像镜头,第一透镜具有负屈光率并且其物侧面的一光轴区域为凸面,第二透镜的像侧面的一圆周区域为凹面,第三透镜的物侧面的一圆周区域为凸面,第四透镜的物侧面的一光轴区域为凹面,第五透镜的物侧面的一光轴区域为凹面。光学成像镜头具有屈光率的透镜只有上述六片,且光学成像镜头更满足条件式(1)。

[0009] 依据本发明的又一实施例所提供的一光学成像镜头,第一透镜具有负屈光率并且其物侧面的一光轴区域为凸面,第二透镜的像侧面的一圆周区域为凹面,第三透镜的物侧面的一圆周区域为凸面,第四透镜的物侧面的一圆周区域为凹面,第五透镜的物侧面的一光轴区域为凹面。光学成像镜头具有屈光率的透镜只有上述六片,且光学成像镜头更满足条件式(1)。

[0010] 本发明可选择性地控制上述参数,满足下列至少一条件式:

[0011]  $V1 > V2 + V4$  条件式(2);

[0012]  $HFOV/ImgH \geq 15.000$  条件式(3);

[0013]  $EFL/(T1+T3) \leq 3.900$  条件式(4);

[0014]  $(EFL+T2+T5+T6)/ALT \leq 1.600$  条件式(5);

[0015]  $(T1+T4+G34+G45)/(G12+G56) \leq 3.400$  条件式(6);

[0016]  $(AAG+T1)/T5 \leq 2.400$  条件式(7);

[0017]  $V3 > V2 + V4$  条件式(8);

[0018]  $(EFL+TTL)/BFL \leq 6.200$  条件式(9);

[0019]  $EFL/(T5+T6) \leq 2.300$  条件式(10);

[0020]  $(EFL+TL)/ALT \leq 2.100$  条件式(11);

[0021]  $(T2+T4+G34+G56)/(G12+G23+G45) \leq 2.000$  条件式(12);

[0022]  $(AAG+T2)/T3 \leq 2.500$  条件式(13);

[0023]  $V5 > V2 + V4$  条件式(14);

[0024]  $EFL/(T2+T3+T4) \leq 3.200$  条件式(15);

- [0025]  $(EFL+AAG)/BFL \leq 3.100$  条件式(16);  
[0026]  $(T2+T6+G45+G56)/T5 \leq 2.500$  条件式(17);及/或  
[0027]  $(AAG+T6)/T3 \leq 3.100$  条件式(18)。

[0028] 上述所列的示例性限定条件式,也可任意选择性地合并不等数量施用于本发明的实施态样中,并不限于此。在实施本发明时,除了上述条件式之外,亦可针对单一透镜或广泛性地针对多个透镜额外设计出其他更多的透镜的凹凸曲面排列、屈光率变化、选用各种材质或其他细部结构,以加强对系统性能及/或分辨率的控制。须注意的是,这些细节需在无冲突的情况之下,选择性地合并施用于本发明的其他实施例当中。

[0029] 由上述中可以得知,本发明的光学成像镜头通过控制各透镜的凹凸曲面排列,可维持其成像质量并缩小镜头长度,扩大视场角及光圈。

## 附图说明

- [0030] 图1是本发明的一实施例的透镜剖面结构示意图;  
[0031] 图2是本发明的一实施例的透镜面形与光线焦点的关系示意图;  
[0032] 图3是范例一的透镜区域的面形及区域分界的关系图;  
[0033] 图4是范例二的透镜区域的面形及区域分界的关系图;  
[0034] 图5是范例三的透镜区域的面形及区域分界的关系图;  
[0035] 图6是依据本发明的第一实施例的光学成像镜头的六片式透镜的剖面结构示意图;  
[0036] 图7是依据本发明的第一实施例的光学成像镜头的纵向球差与各项像差示意图;  
[0037] 图8是依据本发明的第一实施例的光学成像镜头的各透镜的详细光学数据;  
[0038] 图9是依据本发明的第一实施例的光学成像镜头的非球面数据;  
[0039] 图10是依据本发明的第二实施例的光学成像镜头的六片式透镜的剖面结构示意图;  
[0040] 图11是依据本发明的第二实施例的光学成像镜头的纵向球差与各项像差示意图;  
[0041] 图12是依据本发明的第二实施例的光学成像镜头的各透镜的详细光学数据;  
[0042] 图13是依据本发明的第二实施例的光学成像镜头的非球面数据;  
[0043] 图14是依据本发明的第三实施例的光学成像镜头的六片式透镜的剖面结构示意图;  
[0044] 图15是依据本发明的第三实施例的光学成像镜头的纵向球差与各项像差示意图;  
[0045] 图16是依据本发明的第三实施例的光学成像镜头的各透镜的详细光学数据;  
[0046] 图17是依据本发明的第三实施例的光学成像镜头的非球面数据;  
[0047] 图18是依据本发明的第四实施例的光学成像镜头的六片式透镜的剖面结构示意图;  
[0048] 图19是依据本发明的第四实施例的光学成像镜头的纵向球差与各项像差示意图;  
[0049] 图20是依据本发明的第四实施例的光学成像镜头的各透镜的详细光学数据;  
[0050] 图21是依据本发明的第四实施例的光学成像镜头的非球面数据;  
[0051] 图22是依据本发明的第五实施例的光学成像镜头的六片式透镜的剖面结构示意图;

- [0052] 图23是依据本发明的第五实施例的光学成像镜头的纵向球差与各项像差示意图；
- [0053] 图24是依据本发明的第五实施例的光学成像镜头的各透镜的详细光学数据；
- [0054] 图25是依据本发明的第五实施例的光学成像镜头的非球面数据；
- [0055] 图26是依据本发明的第六实施例的光学成像镜头的六片式透镜的剖面结构示意图；
- [0056] 图27是依据本发明的第六实施例的光学成像镜头的纵向球差与各项像差示意图；
- [0057] 图28是依据本发明的第六实施例的光学成像镜头的各透镜的详细光学数据；
- [0058] 图29是依据本发明的第六实施例的光学成像镜头的非球面数据；
- [0059] 图30是依据本发明的第七实施例的光学成像镜头的六片式透镜的剖面结构示意图；
- [0060] 图31是依据本发明的第七实施例的光学成像镜头的纵向球差与各项像差示意图；
- [0061] 图32是依据本发明的第七实施例的光学成像镜头的各透镜的详细光学数据；
- [0062] 图33是依据本发明的第七实施例的光学成像镜头的非球面数据；
- [0063] 图34是依据本发明的第八实施例的光学成像镜头的六片式透镜的剖面结构示意图；
- [0064] 图35是依据本发明的第八实施例的光学成像镜头的纵向球差与各项像差示意图；
- [0065] 图36是依据本发明的第八实施例的光学成像镜头的各透镜的详细光学数据；
- [0066] 图37是依据本发明的第八实施例的光学成像镜头的非球面数据；
- [0067] 图38是依据本发明的第九实施例的光学成像镜头的六片式透镜的剖面结构示意图；
- [0068] 图39是依据本发明的第九实施例的光学成像镜头的纵向球差与各项像差示意图；
- [0069] 图40是依据本发明的第九实施例的光学成像镜头的各透镜的详细光学数据；
- [0070] 图41是依据本发明的第九实施例的光学成像镜头的非球面数据；
- [0071] 图42是依据本发明的第十实施例的光学成像镜头的六片式透镜的剖面结构示意图；
- [0072] 图43是依据本发明的第十实施例的光学成像镜头的纵向球差与各项像差示意图；
- [0073] 图44是依据本发明的第十实施例的光学成像镜头的各透镜的详细光学数据；
- [0074] 图45是依据本发明的第十实施例的光学成像镜头的非球面数据；
- [0075] 图46是依据本发明的第十一实施例的光学成像镜头的六片式透镜的剖面结构示意图；
- [0076] 图47是依据本发明的第十一实施例的光学成像镜头的纵向球差与各项像差示意图；
- [0077] 图48是依据本发明的第十一实施例的光学成像镜头的各透镜的详细光学数据；
- [0078] 图49是依据本发明的第十一实施例的光学成像镜头的非球面数据；
- [0079] 图50是依据本发明的第十二实施例的光学成像镜头的六片式透镜的剖面结构示意图；
- [0080] 图51是依据本发明的第十二实施例的光学成像镜头的纵向球差与各项像差示意图；
- [0081] 图52是依据本发明的第十二实施例的光学成像镜头的各透镜的详细光学数据；



- [0082] 图53是依据本发明的第十二实施例的光学成像镜头的非球面数据；
- [0083] 图54A、54B统列出以上十二个实施例的各参数及  $(T4+AAG)/T2$ 、 $HF0V/ImgH$ 、 $EFL/(T1+T3)$ 、 $(EFL+T2+T5+T6)/ALT$ 、 $(T1+T4+G34+G45)/(G12+G56)$ 、 $(AAG+T1)/T5$ 、 $(EFL+TTL)/BFL$ 、 $EFL/(T5+T6)$ 、 $(EFL+TL)/ALT$ 、 $(T2+T4+G34+G56)/(G12+G23+G45)$ 、 $(AAG+T2)/T3$ 、 $EFL/(T2+T3+T4)$ 、 $(EFL+AAG)/BFL$ 、 $(T2+T6+G45+G56)/T5$ 及  $(AAG+T6)/T3$ 值的比较表。
- [0084] 符号说明
- [0085] 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12 光学成像镜头
- [0086] 100、200、300、400、500 透镜
- [0087] 130 组装部
- [0088] 211 平行光线
- [0089] 212 平行光线
- [0090] ST0 光圈
- [0091] L1 第一透镜
- [0092] L2 第二透镜
- [0093] L3 第三透镜
- [0094] L4 第四透镜
- [0095] L5 第五透镜
- [0096] L6 第六透镜
- [0097] TF 滤光片
- [0098] IMA 成像面
- [0099] 410、510、L1A1、L2A1、L3A1、L4A1、L5A1、L6A1、TFA1 物侧面
- [0100] 320、L1A2、L2A2、L3A2、L4A2、L5A2、L6A2、TFA2 像侧面
- [0101] Z1、L1A1C、L1A2C、L2A1C、L2A2C、L3A1C、L3A2C、L4A1C、L4A2C、L5A1C、L5A2C、L6A1C、L6A2C 光轴区域
- [0102] Z2、L1A1P、L1A2P、L2A1P、L2A2P、L3A1P、L3A2P、L4A1P、L4A2P、L5A1P、L5A2P、L6A1P、L6A2P 圆周区域
- [0103] A1 物侧
- [0104] A2 像侧
- [0105] CP 中心点
- [0106] CP1 第一中心点
- [0107] CP2 第二中心点
- [0108] TP1 第一转换点
- [0109] TP2 第二转换点
- [0110] OB 光学边界
- [0111] I 光轴
- [0112] Lc 主光线
- [0113] Lm 边缘光线
- [0114] EL 延伸线
- [0115] Z3 中继区域

[0116] M 相交点

[0117] R 相交点

### 具体实施方式

[0118] 为进一步说明各实施例,本发明提供有附图。这些附图为本发明揭露内容的一部分,其主要是用以说明实施例,并可配合说明书的相关描述来解释实施例的运作原理。配合参考这些内容,本领域具有通常知识者应能理解其他可能的实施方式以及本发明的优点。图中的组件并未按比例绘制,而类似的组件符号通常用来表示类似的组件。

[0119] 现结合附图和具体实施方式对本发明进一步说明。

[0120] 本说明书的光学系统包含至少一透镜,接收入射光学系统的平行于光轴至相对光轴呈半视角(HFOV)角度内的成像光线。成像光线通过光学系统于成像面上成像。所说的「一透镜具有正屈光率(或负屈光率)」,是指所述透镜以高斯光学理论计算出来的近轴屈光率为正(或为负)。所说的「透镜的物侧面(或像侧面)」定义为成像光线通过透镜表面的特定范围。成像光线包括至少两类光线:主光线(chief ray)  $L_c$  及边缘光线(marginal ray)  $L_m$  (如图1所示)。透镜的物侧面(或像侧面)可依不同位置区分为不同区域,包含光轴区域、圆周区域、或在部分实施例中的一个或多个中继区域,该些区域的说明将于下方详细阐述。

[0121] 图1为透镜100的径向剖视图。定义透镜100表面上的二参考点:中心点及转换点。透镜表面的中心点为该表面与光轴I的一交点。如图1所示,第一中心点CP1位于透镜100的物侧面110,第二中心点CP2位于透镜100的像侧面120。转换点是位于透镜表面上的一点,且该点的切线与光轴I垂直。定义透镜表面的光学边界OB为通过该透镜表面径向最外侧的边缘光线  $L_m$  与该透镜表面相交的一点。所有的转换点皆位于光轴I与透镜表面的光学边界OB之间。除此之外,若单一透镜表面有复数个转换点,则这些转换点由径向向外的方向依序自第一转换点开始命名。例如,第一转换点TP1(最靠近光轴I)、第二转换点TP2(如图4所示)及第N转换点(距离光轴I最远)。

[0122] 定义从中心点至第一转换点TP1的范围为光轴区域,其中,该光轴区域包含中心点。定义距离光轴I最远的第N转换点径向向外至光学边界OB的区域为圆周区域。在部分实施例中,可另包含介于光轴区域与圆周区域之间的中继区域,中继区域的数量取决于转换点的数量。

[0123] 当平行光轴I的光线通过一区域后,若光线朝光轴I偏折且与光轴I的交点位在透镜像侧A2,则该区域为凸面。当平行光轴I的光线通过一区域后,若光线的延伸线与光轴I的交点位在透镜物侧A1,则该区域为凹面。

[0124] 除此之外,参见图1,透镜100还可包含一由光学边界OB径向向外延伸的组装部130。组装部130一般来说用以供该透镜100组装于光学系统的一相对应元件(图未示)。成像光线并不会到达该组装部130。组装部130的结构与形状仅为说明本发明的示例,不以此限制本发明的范围。下列讨论的透镜的组装部130可能会在图式中被部分或全部省略。

[0125] 参见图2,定义中心点CP与第一转换点TP1之间为光轴区域Z1。定义第一转换点TP1与透镜表面的光学边界OB之间为圆周区域Z2。如图2所示,平行光线211在通过光轴区域Z1后与光轴I在透镜200的像侧A2相交,即平行光线211通过光轴区域Z1的焦点位于透镜200像侧A2的R点。由于光线与光轴I相交于透镜200像侧A2,故光轴区域Z1为凸面。反之,平行光线

212在通过圆周区域Z2后发散。如图2所示,平行光线212通过圆周区域Z2后的延伸线EL与光轴I在透镜200的物侧A1相交,即平行光线212通过圆周区域Z2的焦点位于透镜200物侧A1的M点。由于光线的延伸线EL与光轴I相交于透镜200物侧A1,故圆周区域Z2为凹面。于图2所示的透镜200中,第一转换点TP1是光轴区域与圆周区域的分界,即第一转换点TP1为凸面转凹面的分界点。

[0126] 另一方面,光轴区域的面形凹凸判断还可依该领域中通常知识者的判断方式,即藉由近轴的曲率半径(简称为R值)的正负号来判断透镜的光轴区域面形的凹凸。R值可常见被使用于光学设计软件中,例如Zemax或CodeV。R值亦常见于光学设计软件的透镜资料表(lens data sheet)中。以物侧面来说,当R值为正时,判定为物侧面的光轴区域为凸面;当R值为负时,判定物侧面的光轴区域为凹面。反之,以像侧面来说,当R值为正时,判定像侧面的光轴区域为凹面;当R值为负时,判定像侧面的光轴区域为凸面。此方法判定的结果与前述藉由光线/光线延伸线与光轴的交点判定方式的结果一致,光线/光线延伸线与光轴交点的判定方式即为以一平行光轴的光线的焦点位于透镜的物侧或像侧来判断面形凹凸。本说明书所描述的「一区域为凸面(或凹面)」、「一区域为凸(或凹)」或「一凸面(或凹面)区域」可被替换使用。

[0127] 图3至图5提供了在各个情况下判断透镜区域的面形及区域分界的范例,包含上述的光轴区域、圆周区域及中继区域。

[0128] 图3为透镜300的径向剖视图。参见图3,透镜300的像侧面320在光学边界OB内仅存在一个转换点TP1。透镜300的像侧面320的光轴区域Z1及圆周区域Z2如图3所示。此像侧面320的R值为正(即 $R>0$ ),因此,光轴区域Z1为凹面。

[0129] 一般来说,以转换点为界的各个区域面形会与相邻的区域面形相反,因此,可用转换点来界定面形的转变,即自转换点由凹面转凸面或由凸面转凹面。于图3中,由于光轴区域Z1为凹面,面形于转换点TP1转变,故圆周区域Z2为凸面。

[0130] 图4为透镜400的径向剖视图。参见图4,透镜400的物侧面410存在一第一转换点TP1及一第二转换点TP2。定义光轴I与第一转换点TP1之间为物侧面410的光轴区域Z1。此物侧面410的R值为正(即 $R>0$ ),因此,光轴区域Z1为凸面。

[0131] 定义第二转换点TP2与透镜400的物侧面410的光学边界OB之间为圆周区域Z2,该物侧面410的该圆周区域Z2也为凸面。除此之外,定义第一转换点TP1与第二转换点TP2之间为中继区域Z3,该物侧面410的该中继区域Z3为凹面。再次参见图4,物侧面410由光轴I径向向外依序包含光轴I与第一转换点TP1之间的光轴区域Z1、位于第一转换点TP1与第二转换点TP2之间的中继区域Z3,及第二转换点TP2与透镜400的物侧面410的光学边界OB之间的圆周区域Z2。由于光轴区域Z1为凸面,面形自第一转换点TP1转变为凹,故中继区域Z3为凹面,又面形自第二转换点TP2再转变为凸,故圆周区域Z2为凸面。

[0132] 图5为透镜500的径向剖视图。透镜500的物侧面510无转换点。对于无转换点的透镜表面,例如透镜500的物侧面510,定义自光轴I起算至透镜表面光学边界OB之间距离的0~50%为光轴区域,自光轴I起算至透镜表面光学边界OB之间距离的50~100%为圆周区域。参见图5所示的透镜500,定义光轴I至自光轴I起算到透镜500表面光学边界OB之间距离的50%为物侧面510的光轴区域Z1。此物侧面510的R值为正(即 $R>0$ ),因此,光轴区域Z1为凸面。由于透镜500的物侧面510无转换点,因此物侧面510的圆周区域Z2亦为凸面。透镜500更

可具有组装部(图未示)自圆周区域Z2径向向外延伸。

[0133] 本发明的光学成像镜头,乃是一定焦镜头,其从物侧至像侧沿一光轴设置六片透镜,依序包括一第一透镜、一第二透镜、一第三透镜、一第四透镜、一第五透镜及一第六透镜。第一透镜至第六透镜各自包括一朝向物侧且使成像光线通过的物侧面及一朝向像侧且使成像光线通过的像侧面。本发明的光学成像镜头通过设计各透镜的细部特征,从而可缩小镜头长度、扩大视场角及光圈。

[0134] 在此设计的上述各镜片的特性主要是考量光学成像镜头的光学特性与镜头长度,举例来说:本发明的实施例通过透镜面形的凹凸设计,尤其是将第四透镜具有负屈光率、第四透镜的物侧面的光轴区域为凹面及第四透镜的物侧面的圆周区域为凹面的三种面形的其一搭配第一透镜具有负屈光率、第一透镜的物侧面的光轴区域为凸面、第二透镜的像侧面的圆周区域为凹面、第三透镜的物侧面的圆周区域为凸面以及第五透镜的物侧面的光轴区域为凹面等面形,将有利于在不增加镜头长度的前提下增加镜头的半视角。以上面形组合配合  $(T4+AAG)/T2 \leq 2.700$  条件式有利于修正光学成像镜头的畸变,较佳地限制为  $1.400 \leq (T4+AAG)/T2 \leq 2.700$ 。

[0135] 当满足  $V1 > V2+V4$ 、 $V3 > V2+V4$  或  $V5 > V2+V4$  条件式配合以上面形组合有利于修正光学成像镜头的色像差。

[0136] 当满足  $HF0V/ImgH \geq 15.000$  条件式,有利于维持半视角的同时,增加影像传感器的分辨率,较佳地限制为  $15.000 \leq HF0V/ImgH \leq 30.000$ 。

[0137] 当满足  $EFL/(T1+T3) \leq 3.900$ 、 $(EFL+T2+T5+T6)/ALT \leq 1.600$ 、 $(EFL+TTL)/BFL \leq 6.200$ 、 $EFL/(T5+T6) \leq 2.300$ 、 $(EFL+TL)/ALT \leq 2.100$ 、 $EFL/(T2+T3+T4) \leq 3.200$ 、 $(EFL+AAG)/BFL \leq 3.100$  等至少其一条件式时,至少其中的一的目的为使系统焦距与光学各参数维持一适当值,避免任一参数过大而不利于该光学成像系统整体的像差的修正,或是避免任一参数过小而影响组装或是提高制造上的困难度。较佳地,光学成像镜头可进一步满足  $1.000 \leq EFL/(T1+T3) \leq 3.900$ 、 $0.800 \leq (EFL+T2+T5+T6)/ALT \leq 1.600$ 、 $4.000 \leq (EFL+TTL)/BFL \leq 6.200$ 、 $0.900 \leq EFL/(T5+T6) \leq 2.300$ 、 $1.300 \leq (EFL+TL)/ALT \leq 2.100$ 、 $0.700 \leq EFL/(T2+T3+T4) \leq 3.200$ 、 $1.400 \leq (EFL+AAG)/BFL \leq 3.100$ 。

[0138] 当满足  $(T1+T4+G34+G45)/(G12+G56) \leq 3.400$ 、 $(AAG+T1)/T5 \leq 2.400$ 、 $(T2+T4+G34+G56)/(G12+G23+G45) \leq 2.000$ 、 $(AAG+T2)/T3 \leq 2.500$ 、 $(T2+T6+G45+G56)/T5 \leq 2.500$ 、 $(AAG+T6)/T3 \leq 3.100$  等至少其一条件式时,至少其中的一的目的为使各透镜的厚度与间隔维持一适当值,避免任一参数过大而不利于该光学成像镜头整体的薄型化,或是避免任一参数过小而影响组装或是提高制造上的困难度。较佳地,光学成像镜头可进一步满足  $1.300 \leq (T1+T4+G34+G45)/(G12+G56) \leq 3.400$ 、 $0.900 \leq (AAG+T1)/T5 \leq 2.400$ 、 $1.000 \leq (T2+T4+G34+G56)/(G12+G23+G45) \leq 2.000$ 、 $0.900 \leq (AAG+T2)/T3 \leq 2.500$ 、 $1.000 \leq (T2+T6+G45+G56)/T5 \leq 2.500$ 、 $0.900 \leq (AAG+T6)/T3 \leq 3.100$ 。

[0139] 有鉴于光学系统设计的不可预测性,在本发明的架构之下,符合上述的条件式时,能较佳地使本发明的成像质量提升镜头、视场角增加、镜头长度缩短、光圈值( $Fno$ )缩小及/或组装良率提升而改善先前技术的缺点。

[0140] 在实施本发明时,除了上述条件式之外,也可如以下实施例针对单一透镜或广泛性地针对多个透镜额外设计出其他更多的透镜的凹凸曲面排列、屈光率变化或其他细部结

构,以加强对系统性能及/或分辨率的控制以及制造上良率的提升。除此之外,材质设计方面,本发明的实施例的光学成像镜头的所有透镜中可为玻璃、塑胶、树脂等各种透明材质制作的透镜。须注意的是,此些细节需在无冲突的情况之下,选择性地合并施用于本发明的其他实施例当中,并不限于此。

[0141] 为了说明本发明确实可在提供良好的光学性能的同时,增加视场角及降低光圈值,以下提供多个实施例以及其详细的光学数据。首先请一并参考图6至图9,其中图6是依据本发明的第一实施例的光学成像镜头的六片式透镜的剖面结构示意图,图7是依据本发明的第一实施例的光学成像镜头的纵向球差与各项像差示意图,图8是依据本发明的第一实施例的光学成像镜头的详细光学数据,图9是依据本发明的第一实施例光学成像镜头的各透镜的非球面数据。

[0142] 如图6所示,本实施例的光学成像镜头1从物侧A1至像侧A2依序包括一第一透镜L1、一第二透镜L2、一光圈(aperture stop)ST0、一第三透镜L3、一第四透镜L4、一第五透镜L5及一第六透镜L6。一滤光片TF及一影像传感器的一成像面IMA皆设置于光学成像镜头1的像侧A2。在本实施例中,滤光片TF为红外线滤光片(IR cut filter)且设于第六透镜L6与成像面IMA之间,滤光片TF将经过光学成像镜头1的光过滤掉特定波段的波长,例如过滤掉红外光波段,可使得红外光波段的波长不会成像于成像面IMA上。

[0143] 光学成像镜头1的第一透镜L1、第二透镜L2、第三透镜L3、第四透镜L4、第五透镜L5及第六透镜L6在此示例性地以塑胶材质所构成,但不限于此,也可为其他透明材质制作,如:玻璃。

[0144] 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及第六透镜L6且形成细部结构如下:第一透镜L1具有负屈光率,并具有一朝向物侧A1的物侧面L1A1及一朝向像侧A2的像侧面L1A2。物侧面L1A1的光轴区域L1A1C为凸面及其圆周区域L1A1P为凸面。像侧面L1A2的光轴区域L1A2C为凹面及其圆周区域L1A2P为凹面。第一透镜L1的物侧面L1A1与像侧面L1A2皆为非球面。

[0145] 第二透镜L2具有正屈光率,并具有一朝向物侧A1的物侧面L2A1及一朝向像侧A2的像侧面L2A2。物侧面L2A1的光轴区域L2A1C为凸面及其圆周区域L2A1P为凸面。像侧面L2A2的光轴区域L2A2C为凹面及其圆周区域L2A2P为凹面。第二透镜L2的物侧面L2A1与像侧面L2A2皆为非球面。

[0146] 第三透镜L3具有正屈光率,并具有一朝向物侧A1的物侧面L3A1及一朝向像侧A2的像侧面L3A2。物侧面L3A1的光轴区域L3A1C为凸面以及其圆周区域L3A1P为凸面。像侧面L3A2的光轴区域L3A2C为凸面及其圆周区域L3A2P为凸面。第三透镜L3的物侧面L3A1与像侧面L3A2皆为非球面。

[0147] 第四透镜L4具有负屈光率,并具有一朝向物侧A1的物侧面L4A1及具有一朝向像侧A2的像侧面L4A2。物侧面L4A1的光轴区域L4A1C为凹面以及其圆周区域L4A1P为凹面。像侧面L4A2的光轴区域L4A2C为凹面及其圆周区域L4A2P为凸面。第四透镜L4的物侧面L4A1与像侧面L4A2皆为非球面。

[0148] 第五透镜L5具有正屈光率,并具有一朝向物侧A1的物侧面L5A1及一朝向像侧A2的像侧面L5A2。物侧面的光轴区域L5A1C为凹面以及其圆周区域L5A1P为凹面。像侧面L5A2的光轴区域L5A2C为凸面及其圆周区域L5A2P为凹面。第五透镜L5的物侧面L5A1与像侧面L5A2

皆为非球面。

[0149] 第六透镜L6具有负屈光率,并具有一朝向物侧A1的物侧面L6A1及一朝向像侧A2的像侧面L6A2。物侧面L6A1的光轴区域L6A1C为凸面以及其圆周区域L6A1P为凹面。像侧面L6A2的光轴区域L6A2C为凹面及其圆周区域L6A2P为凸面。第六透镜L6的物侧面L6A1与像侧面L6A2皆为非球面。

[0150] 在本实施例中,是设计各透镜L1、L2、L3、L4、L5、L6、滤光件TF及影像传感器的成像面IMA之间皆存在空气间隙,然而并不限于此,在其他实施例中也可使任两相对的透镜表面轮廓设计为彼此相应,而可彼此贴合,以消除其间的空气间隙。

[0151] 关于本实施例的光学成像镜头1中的各透镜的各光学特性及各距离的数值,请参考图8。关于各条件式  $(T4+AAG)/T2$ 、 $HF0V/ImgH$ 、 $EFL/(T1+T3)$ 、 $(EFL+T2+T5+T6)/ALT$ 、 $(T1+T4+G34+G45)/(G12+G56)$ 、 $(AAG+T1)/T5$ 、 $(EFL+TTL)/BFL$ 、 $EFL/(T5+T6)$ 、 $(EFL+TL)/ALT$ 、 $(T2+T4+G34+G56)/(G12+G23+G45)$ 、 $(AAG+T2)/T3$ 、 $EFL/(T2+T3+T4)$ 、 $(EFL+AAG)/BFL$ 、 $(T2+T6+G45+G56)/T5$  及  $(AAG+T6)/T3$  的值,请参考图54A。

[0152] 第一透镜L1的物侧面L1A1及像侧面L1A2、第二透镜L2的物侧面L2A1及像侧面L2A2、第三透镜L3的物侧面L3A1及像侧面L3A2、第四透镜L4的物侧面L4A1及像侧面L4A2、第五透镜L5的物侧面L5A1及像侧面L5A2及第六透镜L6的物侧面L6A1及像侧面L6A2,共十二个非球面皆是依下列非球面曲线公式定义:

$$[0153] \quad Z(Y) = \frac{Y^2}{R} / \left( 1 + \sqrt{1 - (1+K) \frac{Y^2}{R^2}} \right) + \sum_{i=1}^n a_i \times Y^i$$

[0154] Y表示非球面曲面上的点与光轴的垂直距离;Z表示非球面的深度(非球面上距离光轴为Y的点,其与相切于非球面光轴上顶点的切面,两者间的垂直距离);R表示透镜表面近光轴处的曲率半径;K为锥面系数(Conic Constant); $a_i$ 为第i阶非球面系数。各个非球面的参数详细数据请一并参考图9。

[0155] 图7(a)为本实施例的纵向球差的示意图,横轴为焦距,纵轴为视场。图7(b)为本实施例的弧矢方向的场曲像差的示意图,图7(c)为本实施例的子午方向的场曲像差的示意图,横轴为焦距,纵轴为像高。图7(d)为本实施例的畸变像差的示意图,横轴为百分比,纵轴为像高。三种代表波长(470nm,555nm,650nm)在不同高度的离轴光线皆集中于的成像点附近,每一曲线的偏斜幅度可看出不同高度的离轴光线的成像点偏差控制在-0.03~0.02mm,明显改善不同波长的球差,弧矢方向的场曲像差在整个视场范围内的焦距变化量落在-0.1~0.1mm内,子午方向的场曲像差落在-0.1~0.6mm内,而畸变像差维持于-4~4.5%内。

[0156] 从上述数据中可以看出光学成像镜头1的各种光学特性已符合光学系统的成像质量要求。据此说明本第一较佳实施例的光学成像镜头1相较于现有光学镜头,在将半视角(HFOV)扩大至58.500度、Fno为2.558并提供6.340mm镜头长度的同时,仍能有效提供较佳的成像质量。

[0157] 参考图10至图13,图10是依据本发明的第二实施例的光学成像镜头的六片式透镜的剖面结构示意图,图11为依据本发明的第二实施例光学成像镜头的纵向球差与各项像差示意图,图12为依据本发明的第二实施例的光学成像镜头的详细光学数据,图13为依据本发明的第二实施例的光学成像镜头的各透镜的非球面数据。如图10中所示,本实施例的光学成像镜头2从物侧A1至像侧A2依序包括一第一透镜L1、一第二透镜L2、一光圈STO、一第三

透镜L3、一第四透镜L4、一第五透镜L5及一第六透镜L6。

[0158] 第二实施例的朝向物侧A1的物侧面L1A1、L2A1、L3A1、L4A1、L5A1、L6A1及朝向像侧A2的像侧面L1A2、L2A2、L3A2、L4A2、L6A2的表面凹凸配置及各透镜的正负屈光率配置大致上与第一实施例类似,唯第二实施例的各曲率半径、透镜厚度、非球面系数、后焦距等相关光学参数及像侧面L5A2的表面凹凸配置与第一实施例不同。详细地说,表面凹凸配置差异之处在于,第五透镜L5的像侧面L5A2的圆周区域L5A2P为凸面。关于本实施例的光学成像镜头2的各透镜的各光学特性及各距离的数值,请参考图12。关于  $(T4+AAG)/T2$ 、 $HFOV/ImgH$ 、 $EFL/(T1+T3)$ 、 $(EFL+T2+T5+T6)/ALT$ 、 $(T1+T4+G34+G45)/(G12+G56)$ 、 $(AAG+T1)/T5$ 、 $(EFL+TTL)/BFL$ 、 $EFL/(T5+T6)$ 、 $(EFL+TL)/ALT$ 、 $(T2+T4+G34+G56)/(G12+G23+G45)$ 、 $(AAG+T2)/T3$ 、 $EFL/(T2+T3+T4)$ 、 $(EFL+AAG)/BFL$ 、 $(T2+T6+G45+G56)/T5$ 及  $(AAG+T6)/T3$ 的值,请参考图54A。

[0159] 从图11(a)的纵向球差中,由每一曲线的偏斜幅度可看出不同高度的离轴光线的成像点偏差控制在 $-0.025\sim 0.005\text{mm}$ 以内。从图11(b)的弧矢方向的场曲像差中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在 $-0.05\sim 0.03\text{mm}$ 内。从图11(c)的子午方向的场曲像差中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在 $-0.6\sim 0.7\text{mm}$ 内。图11(d)显示光学成像镜头2的畸变像差维持在 $-4\sim 3\%$ 的范围内。第二实施例与第一实施例相比较,纵向球差、弧矢方向的场曲像差及畸变像差较小。

[0160] 从上述数据中可以看出光学成像镜头2的各种光学特性已符合光学系统的成像质量要求。据此说明本实施例的光学成像镜头2相较于现有光学镜头,在将HFOV扩大至 $58.500$ 度、 $Fno$ 为 $1.701$ 并提供 $5.548\text{mm}$ 镜头长度的同时,仍能有效提供较佳的成像质量。与第一实施例相比较,本实施例的光圈较大且镜头长度较短。

[0161] 参考图14至图17,其中图14是依据本发明的第三实施例的光学成像镜头的六片式透镜的剖面结构示意图,图15为依据本发明的第三实施例光学成像镜头的各项像差示意图,图16为依据本发明的第三实施例的光学成像镜头的详细光学数据,图17为依据本发明的第三实施例的光学成像镜头的各透镜的非球面数据。如图14中所示,本实施例的光学成像镜头3从物侧A1至像侧A2依序包括一第一透镜L1、一第二透镜L2、一光圈ST0、一第三透镜L3、一第四透镜L4、一第五透镜L5及一第六透镜L6。

[0162] 第三实施例的朝向物侧A1的物侧面L1A1、L2A1、L3A1、L4A1、L5A1、L6A1及朝向像侧A2的像侧面L1A2、L2A2、L3A2、L4A2、L6A2等透镜表面的凹凸配置及各透镜的正负屈光率配置大致上与第一实施例类似,唯第三实施例的各曲率半径、透镜厚度、非球面系数、后焦距等相关光学参数及像侧面L5A2透镜表面的凹凸配置与第一实施例不同。详细地说,表面凹凸配置差异之处在于,第五透镜L5的像侧面L5A2的圆周区域L5A2P为凸面。关于本实施例的光学成像镜头3的各透镜的各光学特性及各距离的数值,请参考图16。关于  $(T4+AAG)/T2$ 、 $HFOV/ImgH$ 、 $EFL/(T1+T3)$ 、 $(EFL+T2+T5+T6)/ALT$ 、 $(T1+T4+G34+G45)/(G12+G56)$ 、 $(AAG+T1)/T5$ 、 $(EFL+TTL)/BFL$ 、 $EFL/(T5+T6)$ 、 $(EFL+TL)/ALT$ 、 $(T2+T4+G34+G56)/(G12+G23+G45)$ 、 $(AAG+T2)/T3$ 、 $EFL/(T2+T3+T4)$ 、 $(EFL+AAG)/BFL$ 、 $(T2+T6+G45+G56)/T5$ 及  $(AAG+T6)/T3$ 的值,请参考图54A。

[0163] 从图15(a)的纵向球差中,由每一曲线的偏斜幅度可看出不同高度的离轴光线的成像点偏差控制在 $-0.015\sim 0.05\text{mm}$ 以内。从图15(b)的弧矢方向的场曲像差中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在 $-0.15\sim 0.05\text{mm}$ 内。从图15(c)的子午方向的场曲像

差中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在 $-0.1\sim 0.25\text{mm}$ 内。图15(d)显示光学成像镜头3的畸变像差维持在 $-30\sim 0\%$ 的范围内。与第一实施例相比较,本实施例的纵向球差、子午方向的场曲像差较小。

[0164] 从上述数据中可以看出光学成像镜头3的各种光学特性已符合光学系统的成像质量要求。据此说明本实施例的光学成像镜头3相较于现有光学镜头,在将HFOV扩大至 $58.500$ 度、Fno为 $2.774$ 并提供 $5.391\text{mm}$ 镜头长度的同时,仍能有效提供较佳的成像质量。与第一实施例相比较,本实施例的光圈较大且镜头长度较短。

[0165] 另请一并参考图18至图21,其中图18是依据本发明的第四实施例的光学成像镜头的六片式透镜的剖面结构示意图,图19为依据本发明的第四实施例光学成像镜头的纵向球差与各项像差示意图,图20为依据本发明的第四实施例的光学成像镜头的详细光学数据,图21为依据本发明的第四实施例的光学成像镜头的各透镜的非球面数据。如图18中所示,本实施例的光学成像镜头4从物侧A1至像侧A2依序包括一第一透镜L1、一第二透镜L2、一光圈ST0、一第三透镜L3、一第四透镜L4、一第五透镜L5及一第六透镜L6。

[0166] 第四实施例的朝向物侧A1的物侧面L1A1、L2A1、L3A1、L4A1、L5A1、L6A1及朝向像侧A2的像侧面L1A2、L2A2、L3A2、L6A2等透镜表面的凹凸配置及各透镜的正负屈光率配置大致上与第一实施例类似,唯第四实施例的各曲率半径、透镜厚度、非球面系数、后焦距等相关光学参数及像侧面L4A2、L5A2的表面凹凸配置与第一实施例不同。在此为了更清楚显示图面,仅标示表面凹凸配置与第一实施例不同的光轴区域与圆周区域之处,而省略相同凹凸配置的光轴区域与圆周区域的标号,且以下每个实施例也仅标示透镜表面凹凸配置与第一实施例不同的光轴区域与圆周区域之处,省略相同处的标号,并不再赘述。详细地说,表面凹凸配置差异之处在于,第四透镜L4的像侧面L4A2的光轴区域L4A2C为凸面,且第五透镜L5的像侧面L5A2的圆周区域L5A2P为凸面。关于本实施例的光学成像镜头4的各透镜的各光学特性及各距离的数值,请参考图20。关于 $(T4+AAG)/T2$ 、 $HFOV/ImgH$ 、 $EFL/(T1+T3)$ 、 $(EFL+T2+T5+T6)/ALT$ 、 $(T1+T4+G34+G45)/(G12+G56)$ 、 $(AAG+T1)/T5$ 、 $(EFL+TTL)/BFL$ 、 $EFL/(T5+T6)$ 、 $(EFL+TL)/ALT$ 、 $(T2+T4+G34+G56)/(G12+G23+G45)$ 、 $(AAG+T2)/T3$ 、 $EFL/(T2+T3+T4)$ 、 $(EFL+AAG)/BFL$ 、 $(T2+T6+G45+G56)/T5$ 及 $(AAG+T6)/T3$ 的值,请参考图54A。

[0167] 从图19(a)的纵向球差中,由每一曲线的偏斜幅度可看出不同高度的离轴光线的成像点偏差控制在 $-0.014\sim 0.02\text{mm}$ 以内。从图19(b)的弧矢方向的场曲像差中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在 $-0.06\sim 0.02\text{mm}$ 内。从图19(c)的子午方向的场曲像差中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在 $-0.14\sim 0.02\text{mm}$ 内。图19(d)显示光学成像镜头4的畸变像差维持在 $-10\sim 1\%$ 的范围内。与第一实施例相比较,本实施例的纵向球差、弧矢、子午方向的场曲像差及畸变像差较小。

[0168] 从上述数据中可以看出光学成像镜头4的各种光学特性已符合光学系统的成像质量要求。据此说明本实施例的光学成像镜头4相较于现有光学镜头,在将HFOV扩大至 $58.500$ 度、Fno为 $2.191$ 并提供 $5.855\text{mm}$ 镜头长度的同时,仍能有效提供较佳的成像质量。与第一实施例相较,本实施例的光圈较大且镜头长度较短。

[0169] 另请一并参考图22至图25,其中图22是依据本发明的第五实施例的光学成像镜头的六片式透镜的剖面结构示意图,图23为依据本发明的第五实施例光学成像镜头的纵向球差与各项像差示意图,图24为依据本发明的第五实施例的光学成像镜头的详细光学数据,



图25为依据本发明的第五实施例的光学成像镜头的各透镜的非球面数据。如图22中所示，本实施例的光学成像镜头5从物侧A1至像侧A2依序包括一第一透镜L1、一第二透镜L2、一光圈ST0、一第三透镜L3、一第四透镜L4、一第五透镜L5及一第六透镜L6。

[0170] 第五实施例的朝向物侧A1的物侧面L1A1、L2A1、L3A1、L4A1、L5A1、L6A1及朝向像侧A2的像侧面L1A2、L2A2、L3A2、L6A2的透镜表面的凹凸配置及各透镜的正负屈光率配置大致上与第一实施例类似，唯第五实施例的各曲率半径、透镜厚度、非球面系数、后焦距及像侧面L4A2、L5A2的表面凹凸配置与第一实施例不同。详细地说，第四透镜L4的像侧面L4A2的光轴区域L4A2C为凸面，且第五透镜L5的像侧面L5A2的圆周区域L5A2P为凸面。关于本实施例的光学成像镜头5的各透镜的各光学特性及各距离的数值，请参考图24。关于  $(T4+AAG)/T2$ 、 $HFOV/ImgH$ 、 $EFL/(T1+T3)$ 、 $(EFL+T2+T5+T6)/ALT$ 、 $(T1+T4+G34+G45)/(G12+G56)$ 、 $(AAG+T1)/T5$ 、 $(EFL+TTL)/BFL$ 、 $EFL/(T5+T6)$ 、 $(EFL+TL)/ALT$ 、 $(T2+T4+G34+G56)/(G12+G23+G45)$ 、 $(AAG+T2)/T3$ 、 $EFL/(T2+T3+T4)$ 、 $(EFL+AAG)/BFL$ 、 $(T2+T6+G45+G56)/T5$  及  $(AAG+T6)/T3$  的值，请参考图54A。

[0171] 从图23(a)的纵向球差中，由每一曲线的偏斜幅度可看出不同高度的离轴光线的成像点偏差控制在 $-0.025\sim 0.035\text{mm}$ 以内。从图23(b)的弧矢方向的场曲像差中，三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在 $-0.1\sim 0.5\text{mm}$ 内。从图23(c)的子午方向的场曲像差中，三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在 $-0.15\sim 0.3\text{mm}$ 内。图23(d)显示光学成像镜头5的畸变像差维持在 $-16\sim 0\%$ 的范围内。与第一实施例相比较，本实施例的弧矢、子午方向的场曲像差及畸变像差较小。

[0172] 从上述数据中可以看出光学成像镜头5的各种光学特性已符合光学系统的成像质量要求。据此说明本实施例的光学成像镜头5相较于现有光学镜头，在将HFOV扩大至 $58.500$ 度、 $Fno$ 为 $2.360$ 并提供 $5.784\text{mm}$ 镜头长度的同时，仍能有效提供较佳的成像质量。与第一实施例相较，本实施例的光圈较大且镜头长度较短。

[0173] 另请一并参考图26至图29，其中图26是依据本发明的第六实施例的光学成像镜头的六片式透镜的剖面结构示意图，图27为依据本发明的第六实施例光学成像镜头的纵向球差与各项像差示意图，图28为依据本发明的第六实施例的光学成像镜头的详细光学数据，图29为依据本发明的第六实施例的光学成像镜头的各透镜的非球面数据。如图26中所示，本实施例的光学成像镜头6从物侧A1至像侧A2依序包括一第一透镜L1、一第二透镜L2、一光圈ST0、一第三透镜L3、一第四透镜L4、一第五透镜L5及一第六透镜L6。

[0174] 第六实施例的朝向物侧A1的物侧面L1A1、L2A1、L3A1、L4A1、L5A1、L6A1及朝向像侧A2的像侧面L1A2、L2A2、L3A2、L4A2、L6A2的透镜表面的凹凸配置及各透镜的正负屈光率配置大致上与第一实施例类似，唯第六实施例各透镜表面的曲率半径、透镜厚度、后焦距及像侧面L5A2的表面凹凸配置与第一实施例不同。详细地说，表面凹凸配置差异之处在于，第五透镜L5的像侧面L5A2的圆周区域L5A2P为凸面。关于本实施例的光学成像镜头6的各透镜的各光学特性及各距离的数值，请参考图28。关于  $(T4+AAG)/T2$ 、 $HFOV/ImgH$ 、 $EFL/(T1+T3)$ 、 $(EFL+T2+T5+T6)/ALT$ 、 $(T1+T4+G34+G45)/(G12+G56)$ 、 $(AAG+T1)/T5$ 、 $(EFL+TTL)/BFL$ 、 $EFL/(T5+T6)$ 、 $(EFL+TL)/ALT$ 、 $(T2+T4+G34+G56)/(G12+G23+G45)$ 、 $(AAG+T2)/T3$ 、 $EFL/(T2+T3+T4)$ 、 $(EFL+AAG)/BFL$ 、 $(T2+T6+G45+G56)/T5$  及  $(AAG+T6)/T3$  的值，请参考图54A。

[0175] 从图27(a)的纵向球差中，由每一曲线的偏斜幅度可看出不同高度的离轴光线的

成像点偏差控制在 $-0.01\sim 0.012\text{mm}$ 以内。从图27 (b)的弧矢方向的场曲像差中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在 $-0.1\sim 0.05\text{mm}$ 内。从图27 (c)的子午方向的场曲像差中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在 $-0.3\sim 0.4\text{mm}$ 内。图27 (d)显示光学成像镜头6的畸变像差维持在 $-4\sim 6\%$ 的范围内。与第一实施例相比较,本实施例的纵向球差及弧矢方向的场曲像差较小。

[0176] 从上述数据中可以看出光学成像镜头6的各种光学特性已符合光学系统的成像质量要求。据此说明本实施例的光学成像镜头6相较于现有光学镜头,在将 $\text{HFOV}$ 扩大至 $58.500$ 度、 $F_{\text{no}}$ 为 $1.898$ 并提供 $5.896\text{mm}$ 镜头长度的同时,仍能有效提供较佳的成像质量。与第一实施例相较,本实施例光圈较大且镜头长度较短。

[0177] 另请一并参考图30至图33,其中图30是依据本发明的第七实施例的光学成像镜头的六片式透镜的剖面结构示意图,图31为依据本发明的第七实施例光学成像镜头的纵向球差与各项像差示意图,图32为依据本发明的第七实施例的光学成像镜头的详细光学数据,图33为依据本发明的第七实施例的光学成像镜头的各透镜的非球面数据。如图30中所示,本实施例的光学成像镜头7从物侧A1至像侧A2依序包括一第一透镜L1、一第二透镜L2、一光圈ST0、一第三透镜L3、一第四透镜L4、一第五透镜L5及一第六透镜L6。

[0178] 第七实施例的朝向物侧A1的物侧面L1A1、L2A1、L3A1、L4A1、L5A1、L6A1及朝向像侧A2的像侧面L1A2、L2A2、L3A2的透镜表面的凹凸配置及各透镜的正负屈光率配置大致上与第一实施例类似,唯第七实施例的各透镜表面的曲率半径、透镜厚度、非球面系数、后焦距等相关光学参数及像侧面L4A2、L5A2、L6A2的透镜表面的凹凸配置与第一实施例不同。详细地说,表面凹凸配置差异之处在于,第四透镜L4的像侧面L4A2的光轴区域L4A2C为凸面,第五透镜L5的像侧面L5A2的圆周区域L5A2P为凸面,第六透镜L6的像侧面L6A2的圆周区域L6A2P为凹面。关于本实施例的光学成像镜头7的各透镜的各光学特性及各距离的数值,请参考图32。关于 $(T4+AAG)/T2$ 、 $\text{HFOV}/\text{ImgH}$ 、 $\text{EFL}/(T1+T3)$ 、 $(\text{EFL}+T2+T5+T6)/\text{ALT}$ 、 $(T1+T4+G34+G45)/(G12+G56)$ 、 $(AAG+T1)/T5$ 、 $(\text{EFL}+TTL)/\text{BFL}$ 、 $\text{EFL}/(T5+T6)$ 、 $(\text{EFL}+TL)/\text{ALT}$ 、 $(T2+T4+G34+G56)/(G12+G23+G45)$ 、 $(AAG+T2)/T3$ 、 $\text{EFL}/(T2+T3+T4)$ 、 $(\text{EFL}+AAG)/\text{BFL}$ 、 $(T2+T6+G45+G56)/T5$ 及 $(AAG+T6)/T3$ 的值,请参考图54B。

[0179] 从图31 (a)的纵向球差中,由每一曲线的偏斜幅度可看出不同高度的离轴光线的成像点偏差控制在 $-0.035\sim 0.035\text{mm}$ 以内。从图31 (b)的弧矢方向的场曲像差中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在 $-0.05\sim 0.03\text{mm}$ 内。从图31 (c)的子午方向的场曲像差中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在 $-0.09\sim 0.03\text{mm}$ 内。图31 (d)显示光学成像镜头7的畸变像差维持在 $-16\sim 2\%$ 的范围内。与第一实施例相比较,本实施例弧矢、子午方向的场曲像差较小。

[0180] 从上述数据中可以看出光学成像镜头7的各种光学特性已符合光学系统的成像质量要求。据此说明本实施例的光学成像镜头7相较于现有光学镜头,在将 $\text{HFOV}$ 扩大至 $58.500$ 度、 $F_{\text{no}}$ 为 $2.311$ 并提供 $5.791\text{mm}$ 镜头长度的同时,仍能有效提供较佳的成像质量。与第一实施例相较,本实施例光圈较大且镜头长度较短。

[0181] 另请一并参考图34至图37,其中图34是依据本发明的第八实施例的光学成像镜头的六片式透镜的剖面结构示意图,图35为依据本发明的第八实施例光学成像镜头的纵向球差与各项像差示意图,图36为依据本发明的第八实施例的光学成像镜头的详细光学数据,

图37为依据本发明的第八实施例的光学成像镜头的各透镜的非球面数据。如图34中所示，本实施例的光学成像镜头8从物侧A1至像侧A2依序包括一第一透镜L1、一第二透镜L2、一光圈ST0、一第三透镜L3、一第四透镜L4、一第五透镜L5及一第六透镜L6。

[0182] 第八实施例的朝向物侧A1的物侧面L1A1、L2A1、L3A1、L4A1、L5A1、L6A1及朝向像侧A2的像侧面L1A2、L2A2、L3A2、L4A2、L6A2的透镜表面的凹凸配置及各透镜的正负屈光率配置大致上与第一实施例类似，唯第八实施例的各透镜表面的曲率半径、透镜厚度、非球面系数、后焦距等相关光学参数及像侧面L5A2的透镜表面的凹凸配置与第一实施例不同。详细地说，表面凹凸配置差异之处在于，第五透镜L5的像侧面L5A2的圆周区域L5A2P为凸面。关于本实施例的光学成像镜头8的各透镜的各光学特性及各距离的数值，请参考图36。关于  $(T4+AAG)/T2$ 、 $HFOV/ImgH$ 、 $EFL/(T1+T3)$ 、 $(EFL+T2+T5+T6)/ALT$ 、 $(T1+T4+G34+G45)/(G12+G56)$ 、 $(AAG+T1)/T5$ 、 $(EFL+TTL)/BFL$ 、 $EFL/(T5+T6)$ 、 $(EFL+TL)/ALT$ 、 $(T2+T4+G34+G56)/(G12+G23+G45)$ 、 $(AAG+T2)/T3$ 、 $EFL/(T2+T3+T4)$ 、 $(EFL+AAG)/BFL$ 、 $(T2+T6+G45+G56)/T5$  及  $(AAG+T6)/T3$  的值，请参考图54B。

[0183] 从图35(a)的纵向球差中，由每一曲线的偏斜幅度可看出不同高度的离轴光线的成像点偏差控制在 $-0.03\sim 0.015\text{mm}$ 以内。从图35(b)的弧矢方向的场曲像差中，三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在 $-0.10\sim 0.05\text{mm}$ 内。从图35(c)的子午方向的场曲像差中，三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在 $-0.15\sim 0.25\text{mm}$ 内。图35(d)显示光学成像镜头8的畸变像差维持在 $-4.5\sim 1.5\%$ 的范围内。与第一实施例相比较，本实施例纵向球差、弧矢、子午方向的场曲像差及畸变像差较小。

[0184] 从上述数据中可以看出光学成像镜头8的各种光学特性已符合光学系统的成像质量要求。据此说明本实施例的光学成像镜头8相较于现有光学镜头，在将HFOV扩大至 $58.500$ 度、 $Fno$ 为 $2.021$ 并提供 $5.847\text{mm}$ 镜头长度的同时，仍能有效提供较佳的成像质量。与第一实施例相较，本实施例光圈较大且镜头长度较短。

[0185] 另请一并参考图38至图41，其中图38是依据本发明的第九实施例的光学成像镜头的六片式透镜的剖面结构示意图，图39为依据本发明的第九实施例光学成像镜头的纵向球差与各项像差示意图，图40为依据本发明的第九实施例的光学成像镜头的详细光学数据，图41为依据本发明的第九实施例的光学成像镜头的各透镜的非球面数据。如图38中所示，本实施例的光学成像镜头9从物侧A1至像侧A2依序包括一第一透镜L1、一第二透镜L2、一光圈ST0、一第三透镜L3、一第四透镜L4、一第五透镜L5及一第六透镜L6。

[0186] 第九实施例的朝向物侧A1的物侧面L1A1、L2A1、L3A1、L4A1、L5A1、L6A1及朝向像侧A2的像侧面L1A2、L2A2、L3A2、L4A2、L6A2的透镜表面的凹凸配置及各透镜的正负屈光率配置大致上与第一实施例类似，唯第九实施例的各透镜表面的曲率半径、透镜厚度、非球面系数、后焦距等相关光学参数及像侧面L5A2的透镜表面的凹凸配置与第一实施例不同。详细地说，表面凹凸配置差异之处在于，第五透镜L5的像侧面L5A2的圆周区域L5A2P为凸面。关于本实施例的光学成像镜头9的各透镜的各光学特性及各距离的数值，请参考图40。关于  $(T4+AAG)/T2$ 、 $HFOV/ImgH$ 、 $EFL/(T1+T3)$ 、 $(EFL+T2+T5+T6)/ALT$ 、 $(T1+T4+G34+G45)/(G12+G56)$ 、 $(AAG+T1)/T5$ 、 $(EFL+TTL)/BFL$ 、 $EFL/(T5+T6)$ 、 $(EFL+TL)/ALT$ 、 $(T2+T4+G34+G56)/(G12+G23+G45)$ 、 $(AAG+T2)/T3$ 、 $EFL/(T2+T3+T4)$ 、 $(EFL+AAG)/BFL$ 、 $(T2+T6+G45+G56)/T5$  及  $(AAG+T6)/T3$  的值，请参考图54B。

[0187] 从图39(a)的纵向球差中,由每一曲线的偏斜幅度可看出不同高度的离轴光线的成像点偏差控制在 $-0.06\sim 0.02\text{mm}$ 以内。从图39(b)的弧矢方向的场曲像差中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在 $-0.08\sim 0\text{mm}$ 内。从图39(c)的子午方向的场曲像差中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在 $-0.1\sim 0.12\text{mm}$ 内。图39(d)显示光学成像镜头9的畸变像差维持在 $-7\sim 2\%$ 的范围内。与第一实施例相比较,本实施例纵向球差、弧矢、子午方向的场曲像差及畸变像差较小。

[0188] 从上述数据中可以看出光学成像镜头9的各种光学特性已符合光学系统的成像质量要求。据此说明本实施例的光学成像镜头9相较于现有光学镜头,在将HFOV扩大至 $58.500$ 度、 $F_{no}$ 为 $2.108$ 并提供 $6.079\text{mm}$ 镜头长度的同时,仍能有效提供较佳的成像质量。与第一实施例相较,本实施例光圈较大且镜头长度较短。

[0189] 另请一并参考图42至图45,其中图42是依据本发明的第十实施例的光学成像镜头的六片式透镜的剖面结构示意图,图43为依据本发明的第十实施例光学成像镜头的纵向球差与各项像差示意图,图44为依据本发明的第十实施例的光学成像镜头的详细光学数据,图45为依据本发明的第十实施例的光学成像镜头的各透镜的非球面数据。如图42中所示,本实施例的光学成像镜头10从物侧A1至像侧A2依序包括一第一透镜L1、一第二透镜L2、一光圈ST0、一第三透镜L3、一第四透镜L4、一第五透镜L5及一第六透镜L6。

[0190] 第十实施例的朝向物侧A1的物侧面L1A1、L2A1、L3A1、L4A1、L5A1、L6A1及朝向像侧A2的像侧面L1A2、L2A2、L3A2、L6A2的透镜表面的凹凸配置及各透镜的正负屈光率配置大致上与第一实施例类似,唯第十实施例的各透镜表面的曲率半径、透镜厚度、非球面系数、后焦距等相关光学参数及像侧面L4A2、L5A2的透镜表面的凹凸配置与第一实施例不同。详细地说,表面凹凸配置差异之处在于,第四透镜L4的像侧面L4A2的光轴区域L4A2C为凸面,第五透镜L5的像侧面L5A2的圆周区域L5A2P为凸面。关于本实施例的光学成像镜头10的各透镜的各光学特性及各距离的数值,请参考图44。关于 $(T4+AAG)/T2$ 、 $HFOV/ImgH$ 、 $EFL/(T1+T3)$ 、 $(EFL+T2+T5+T6)/ALT$ 、 $(T1+T4+G34+G45)/(G12+G56)$ 、 $(AAG+T1)/T5$ 、 $(EFL+TTL)/BFL$ 、 $EFL/(T5+T6)$ 、 $(EFL+TL)/ALT$ 、 $(T2+T4+G34+G56)/(G12+G23+G45)$ 、 $(AAG+T2)/T3$ 、 $EFL/(T2+T3+T4)$ 、 $(EFL+AAG)/BFL$ 、 $(T2+T6+G45+G56)/T5$ 及 $(AAG+T6)/T3$ 的值,请参考图54B。

[0191] 从图43(a)的纵向球差中,由每一曲线的偏斜幅度可看出不同高度的离轴光线的成像点偏差控制在 $-0.06\sim 0.08\text{mm}$ 以内。从图43(b)的弧矢方向的场曲像差中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在 $-0.12\sim 0.08\text{mm}$ 内。从图43(c)的子午方向的场曲像差中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在 $-0.2\sim 0.2\text{mm}$ 内。图43(d)显示光学成像镜头10的畸变像差维持在 $-10\sim 0\%$ 的范围内。

[0192] 从上述数据中可以看出光学成像镜头10的各种光学特性已符合光学系统的成像质量要求。据此说明本实施例的光学成像镜头10相较于现有光学镜头,在将HFOV扩大至 $58.500$ 度、 $F_{no}$ 为 $2.202$ 并提供 $5.510\text{mm}$ 镜头长度的同时,仍能有效提供较佳的成像质量。与第一实施例相较,本实施例光圈较大且镜头长度较短。

[0193] 另请一并参考图46至图49,其中图46是依据本发明的第十一实施例的光学成像镜头的六片式透镜的剖面结构示意图,图47为依据本发明的第十一实施例光学成像镜头的纵向球差与各项像差示意图,图48为依据本发明的第十一实施例的光学成像镜头的详细光学数据,图49为依据本发明的第十一实施例的光学成像镜头的各透镜的非球面数据。如图46

中所示,本实施例的光学成像镜头11从物侧A1至像侧A2依序包括一第一透镜L1、一第二透镜L2、一光圈ST0、一第三透镜L3、一第四透镜L4、一第五透镜L5及一第六透镜L6。

[0194] 第十一实施例的朝向物侧A1的物侧面L1A1、L2A1、L3A1、L4A1、L5A1、L6A1及朝向像侧A2的像侧面L1A2、L2A2、L3A2、L4A2、L6A2的透镜表面的凹凸配置及各透镜的正负屈光率配置大致上与第一实施例类似,唯第十一实施例的各透镜表面的曲率半径、透镜厚度、非球面系数、后焦距等相关光学参数及像侧面L5A2的透镜表面的凹凸配置与第一实施例不同。详细地说,表面凹凸配置差异之处在于,第五透镜L5的像侧面L5A2的圆周区域L5A2P为凸面。关于本实施例的光学成像镜头11的各透镜的各光学特性及各距离的数值,请参考图48。关于  $(T4+AAG)/T2$ 、 $HF0V/ImgH$ 、 $EFL/(T1+T3)$ 、 $(EFL+T2+T5+T6)/ALT$ 、 $(T1+T4+G34+G45)/(G12+G56)$ 、 $(AAG+T1)/T5$ 、 $(EFL+TTL)/BFL$ 、 $EFL/(T5+T6)$ 、 $(EFL+TL)/ALT$ 、 $(T2+T4+G34+G56)/(G12+G23+G45)$ 、 $(AAG+T2)/T3$ 、 $EFL/(T2+T3+T4)$ 、 $(EFL+AAG)/BFL$ 、 $(T2+T6+G45+G56)/T5$  及  $(AAG+T6)/T3$  的值,请参考图54B。

[0195] 从图47(a)的纵向球差中,由每一曲线的偏斜幅度可看出不同高度的离轴光线的成像点偏差控制在 $-0.018\sim 0.016\text{mm}$ 以内。从图47(b)的弧矢方向的场曲像差中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在 $-0.06\sim 0.02\text{mm}$ 内。从图47(c)的子午方向的场曲像差中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在 $-0.08\sim 0.12\text{mm}$ 内。图47(d)显示光学成像镜头11的畸变像差维持在 $-3\sim 1.5\%$ 的范围内。与第一实施例相比较,本实施例纵向球差、弧矢、子午方向的场曲像差及畸变像差较小。

[0196] 从上述数据中可以看出光学成像镜头11的各种光学特性已符合光学系统的成像质量要求。据此说明本实施例的光学成像镜头11相较于现有光学镜头,在将 $HF0V$ 扩大至 $58.500$ 度、 $Fno$ 为 $2.042$ 并提供 $5.797\text{mm}$ 镜头长度的同时,仍能有效提供较佳的成像质量。与第一实施例相较,本实施例光圈较大且镜头长度较短。

[0197] 另请一并参考图50至图53,其中图50是依据本发明的第十二实施例的光学成像镜头的六片式透镜的剖面结构示意图,图51为依据本发明的第十二实施例光学成像镜头的纵向球差与各项像差示意图,图52为依据本发明的第十二实施例的光学成像镜头的详细光学数据,图53为依据本发明的第十二实施例的光学成像镜头的各透镜的非球面数据。如图50中所示,本实施例的光学成像镜头12从物侧A1至像侧A2依序包括一第一透镜L1、一第二透镜L2、一光圈ST0、一第三透镜L3、一第四透镜L4、一第五透镜L5及一第六透镜L6。

[0198] 第十二实施例的朝向物侧A1的物侧面L1A1、L2A1、L3A1、L4A1及朝向像侧A2的像侧面L1A2、L2A2、L3A2、L6A2的透镜表面的凹凸配置及各透镜的正负屈光率配置大致上与第一实施例类似,唯第十二实施例的各透镜表面的曲率半径、透镜厚度、非球面系数、后焦距等相关光学参数及物侧面L5A1、L6A1,像侧面L4A2、L5A2的透镜表面的凹凸配置与第一实施例不同,且第六透镜L6具有正屈光率。详细地说,表面凹凸配置差异之处在于,第四透镜L4的像侧面L4A2的光轴区域L4A2C为凸面且圆周区域L4A2P为凹,第五透镜L5的物侧面L5A1的圆周区域L5A1P为凸,第五透镜L5的像侧面L5A2的圆周区域L5A2P为凸面,第六透镜L6的物侧面L6A1的圆周区域L6A1P为凸面。关于本实施例的光学成像镜头12的各透镜的各光学特性及各距离的数值,请参考图52。关于  $(T4+AAG)/T2$ 、 $HF0V/ImgH$ 、 $EFL/(T1+T3)$ 、 $(EFL+T2+T5+T6)/ALT$ 、 $(T1+T4+G34+G45)/(G12+G56)$ 、 $(AAG+T1)/T5$ 、 $(EFL+TTL)/BFL$ 、 $EFL/(T5+T6)$ 、 $(EFL+TL)/ALT$ 、 $(T2+T4+G34+G56)/(G12+G23+G45)$ 、 $(AAG+T2)/T3$ 、 $EFL/(T2+T3+T4)$ 、 $(EFL+AAG)/$

BFL、 $(T2+T6+G45+G56)/T5$ 及 $(AAG+T6)/T3$ 的值,请参考图54B。

[0199] 从图51(a)的纵向球差中,由每一曲线的偏斜幅度可看出不同高度的离轴光线的成像点偏差控制在 $-0.015\sim 0.025\text{mm}$ 以内。从图51(b)的弧矢方向的场曲像差中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在 $-0.09\sim 0.2\text{mm}$ 内。从图51(c)的子午方向的场曲像差中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在 $-0.09\sim 0.08\text{mm}$ 内。图51(d)显示光学成像镜头12的畸变像差维持在 $-18\sim 2\%$ 的范围内。与第一实施例相比较,本实施例纵向球差及子午方向的场曲像差较小。

[0200] 从上述数据中可以看出光学成像镜头12的各种光学特性已符合光学系统的成像质量要求。据此说明本实施例的光学成像镜头12相较于现有光学镜头,在将 $\text{HFOV}$ 扩大至 $58.500^\circ$ 、 $F_{no}$ 为2.281并提供 $6.370\text{mm}$ 镜头长度的同时,仍能有效提供较佳的成像质量。与第一实施例相较,本实施例光圈较大。

[0201] 图54A、54B统列出以上十二个实施例的 $(T4+AAG)/T2$ 、 $\text{HFOV}/\text{ImgH}$ 、 $\text{EFL}/(T1+T3)$ 、 $(\text{EFL}+T2+T5+T6)/\text{ALT}$ 、 $(T1+T4+G34+G45)/(G12+G56)$ 、 $(AAG+T1)/T5$ 、 $(\text{EFL}+TTL)/\text{BFL}$ 、 $\text{EFL}/(T5+T6)$ 、 $(\text{EFL}+TL)/\text{ALT}$ 、 $(T2+T4+G34+G56)/(G12+G23+G45)$ 、 $(AAG+T2)/T3$ 、 $\text{EFL}/(T2+T3+T4)$ 、 $(\text{EFL}+AAG)/\text{BFL}$ 、 $(T2+T6+G45+G56)/T5$ 及 $(AAG+T6)/T3$ 的值,以及各实施例的详细光学数据中,可看出本发明的光学成像镜头确实可满足前述条件式(1)及/或条件式(2)~(18)的至少一个。其次,此处各个实施例所揭露的光学参数的组合比例关系所得的包含最大最小值以内的数值范围皆可属本发明据以实施的范畴。

[0202] 本发明光学成像镜头各实施例的纵向球差、场曲像差、畸变皆符合使用规范。另外,三种代表波长在不同高度的离轴光线皆集中在成像点附近,由每一曲线的偏斜幅度可看出不同高度的离轴光线的成像点偏差皆获得控制而具有良好的球差、像差、畸变抑制能力。进一步参阅成像质量数据,三种代表波长彼此间的距离亦相当接近,显示本发明在各种状态下对不同波长光线的集中性佳而具有优良的色散抑制能力。综上所述,本发明藉由透镜的设计与相互搭配,能产生优异的成像质量。

[0203] 以上叙述依据本发明多个不同实施例,其中各项特征可以单一或不同结合方式实施。因此,本发明实施方式的揭露为阐明本发明原则的具体实施例,应不拘限本发明于所揭示的实施例。进一步言之,先前叙述及其附图仅为本发明示范之用,并不受其限。其他元件的变化或组合皆可能,且不悖于本发明的精神与范围。此外,本发明的各个实施例所揭露的光学参数的组合比例关系所得的包含最大最小值以内的数值范围皆可据以实施。

[0204] 尽管结合优选实施方案具体展示和介绍了本发明,但所属领域的技术人员应该明白,在不脱离所附权利要求书所限定的本发明的精神和范围内,在形式上和细节上可以对本发明做出各种变化,均为本发明的保护范围。

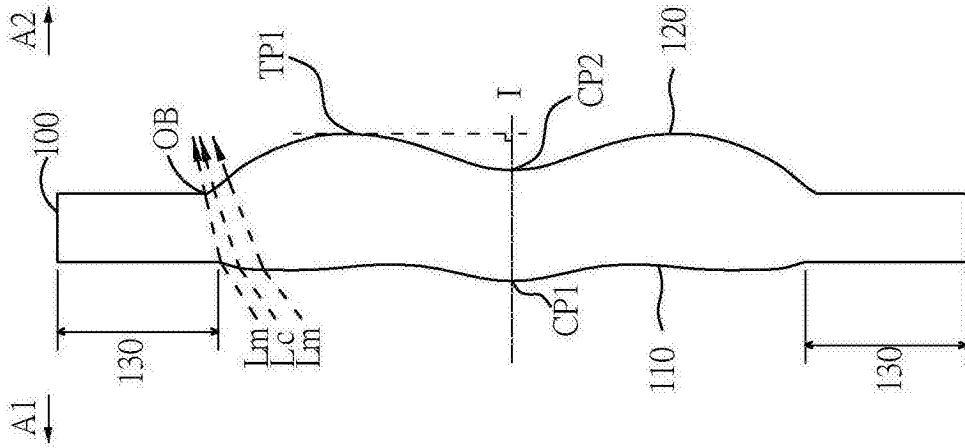


图1

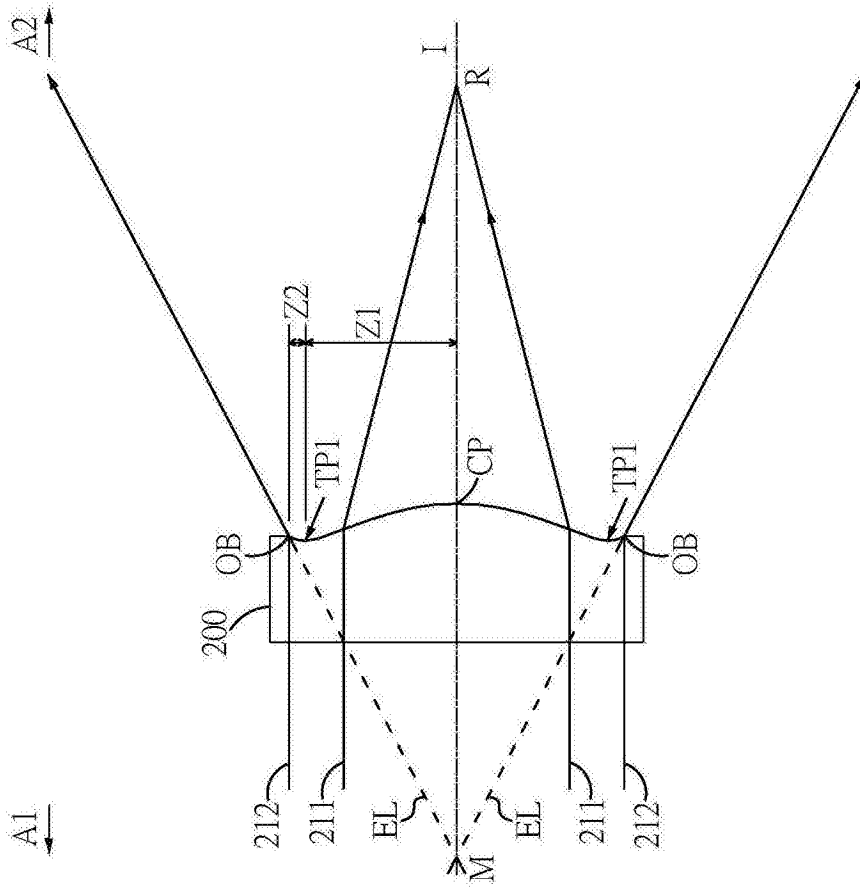


图2

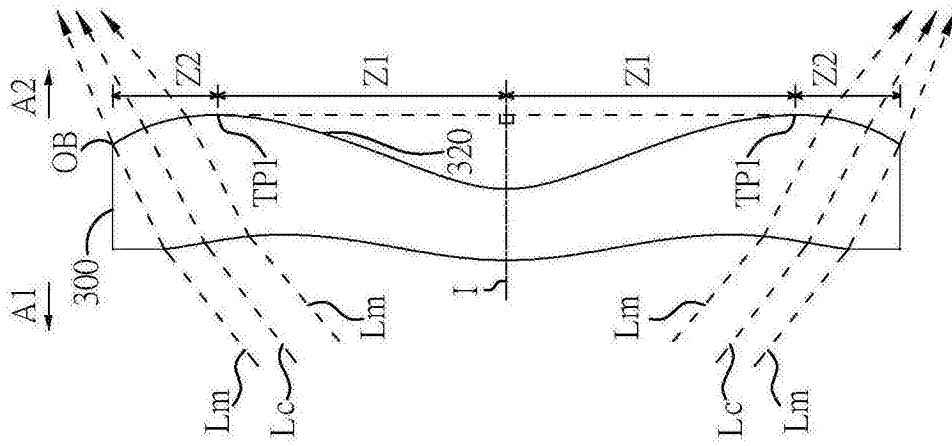


图3

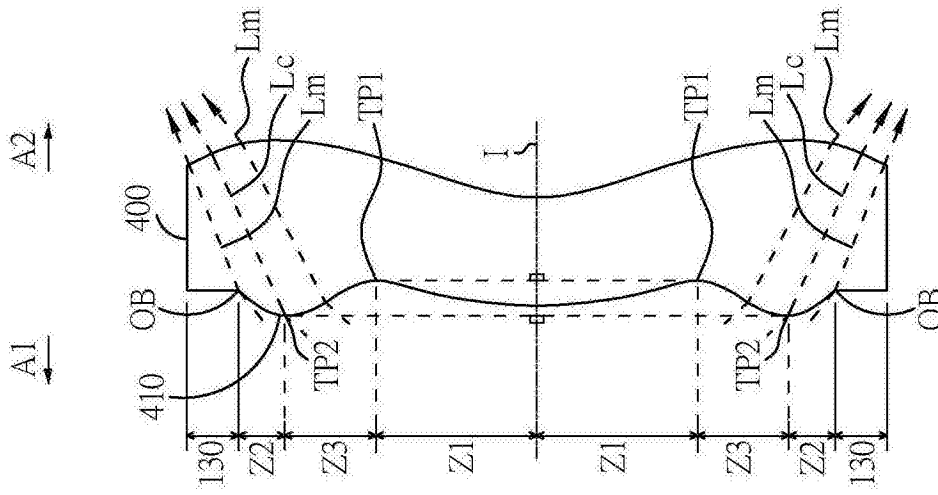


图4



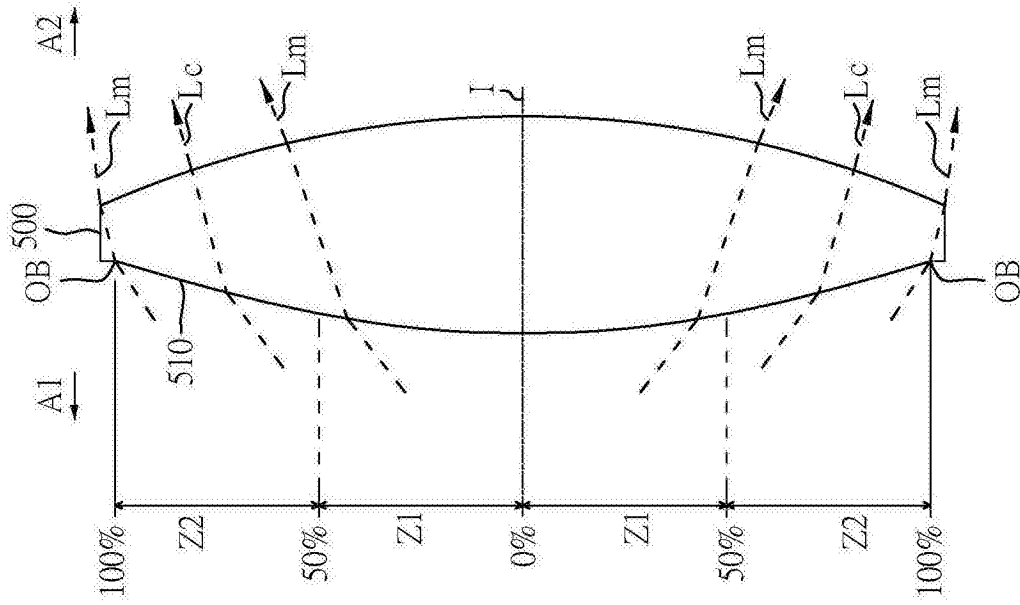


图5

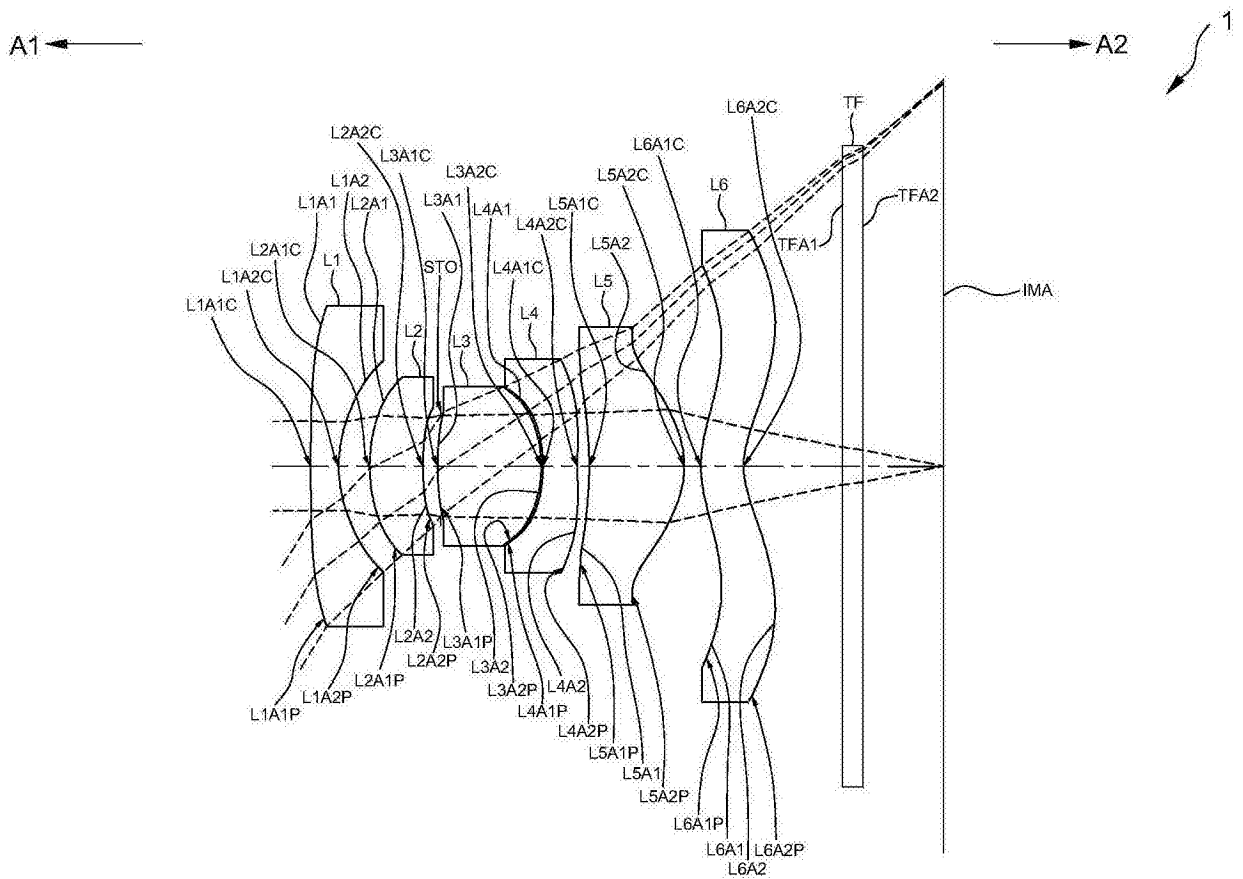


图6

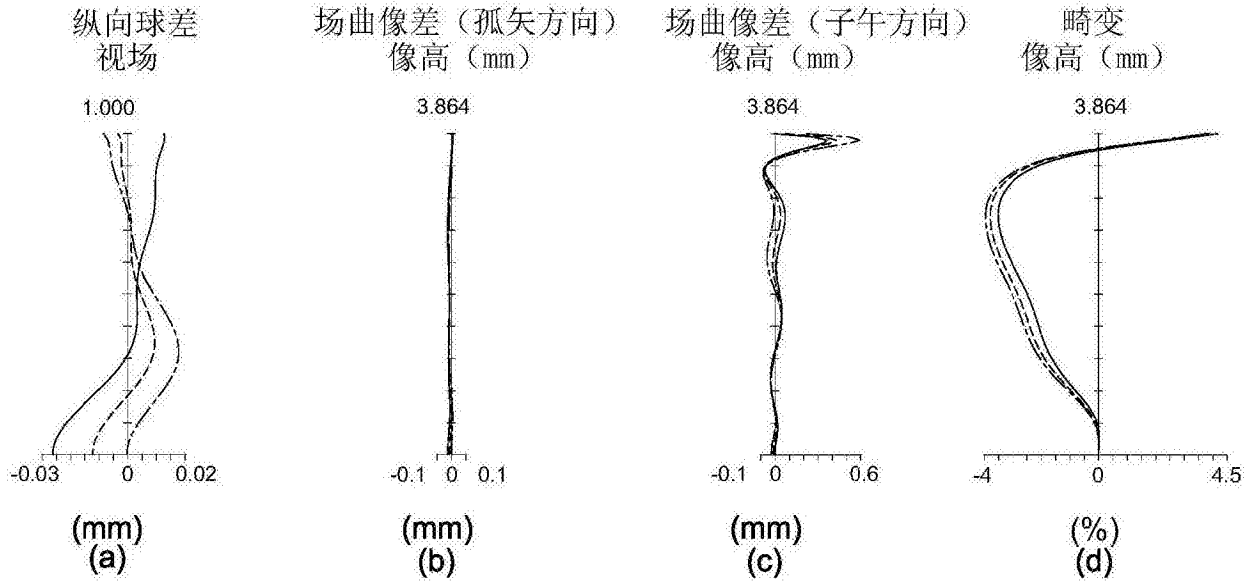
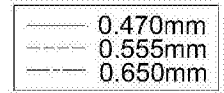


图7

第一实施例						
系统焦距 = 2.274 mm; 半视角 = 58.500 度; 系统总长 = 6.340 mm						
光圈值 = 2.558; 像高 = 3.864 mm						
表面标号		曲率半径 (mm)	厚度/距离 (mm)	折射率	色散系数 (阿贝数)	焦距 (mm)
OBJ	物体	无限大	无限大			
L1A1	第一透镜	30.326	0.281	1.545	55.987	-2.507
L1A2		1.306	0.310			
L2A1	第二透镜	1.594	0.534	1.642	22.409	4.389
L2A2		3.153	0.179			
STO	光圈	无限大	-0.031			
L3A1	第三透镜	3.638	1.038	1.545	55.987	1.734
L3A2		-1.151	0.015			
L4A1	第四透镜	-1.554	0.345	1.642	22.409	-2.305
L4A2		40.520	0.118			
L5A1	第五透镜	-2.447	0.953	1.545	55.987	2.270
L5A2		-0.936	0.166			
L6A1	第六透镜	1.164	0.428	1.545	55.987	-6.306
L6A2		0.757	0.986			
TFA1	滤光片	无限大	0.210	1.517	64.167	
TFA2		无限大	0.807			
IMA	成像面	无限大				

图8

第一实施例				
非球面系数				
表面标号#	K	$a_2$	$a_4$	$a_6$
L1A1	0.000000E+00	0.000000E+00	2.485527E-02	-2.399711E-02
L1A2	0.000000E+00	0.000000E+00	-8.307849E-02	-7.495777E-02
L2A1	0.000000E+00	0.000000E+00	1.021565E-02	3.421864E-02
L2A2	0.000000E+00	0.000000E+00	2.007085E-01	1.584311E+00
L3A1	0.000000E+00	0.000000E+00	1.018933E-01	2.533442E+00
L3A2	0.000000E+00	0.000000E+00	2.951905E-01	-3.199586E+00
L4A1	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.396132E-01	-3.172819E+00
L4A2	0.000000E+00	0.000000E+00	1.900078E-01	-2.590010E+00
L5A1	0.000000E+00	0.000000E+00	9.333849E-01	-3.682831E+00
L5A2	-1.834728E+00	0.000000E+00	6.229042E-02	-5.099754E-02
L6A1	-1.022519E+01	0.000000E+00	7.752744E-02	-3.044099E-01
L6A2	-5.800565E+00	0.000000E+00	-5.124570E-02	-4.386969E-02
表面标号#	$a_8$	$a_{10}$	$a_{12}$	$a_{14}$
L1A1	2.841765E-02	-1.654321E-02	5.202447E-03	-8.482903E-04
L1A2	4.189938E-02	1.878646E-01	-2.308948E-01	1.043963E-01
L2A1	-1.640195E-01	1.315949E+00	-2.761548E+00	2.861110E+00
L2A2	-1.300943E+01	7.675682E+01	-2.544726E+02	4.513256E+02
L3A1	-2.809570E+01	1.657625E+02	-5.452269E+02	9.416270E+02
L3A2	2.344917E+01	-9.521045E+01	1.997024E+02	-2.162127E+02
L4A1	2.556471E+01	-9.676402E+01	1.875744E+02	-1.894402E+02
L4A2	7.727068E+00	-1.238771E+01	1.140375E+01	-5.674409E+00
L5A1	7.550504E+00	-8.788367E+00	6.003918E+00	-2.249934E+00
L5A2	-2.395288E-01	5.977400E-01	-6.759156E-01	5.190077E-01
L6A1	3.493259E-01	-2.364268E-01	1.033373E-01	-2.963927E-02
L6A2	6.653352E-02	-4.270265E-02	1.620653E-02	-3.850480E-03
表面标号#	$a_{16}$	$a_{18}$	$a_{20}$	
L1A1	5.632116E-05			
L1A2	-2.308530E-02			
L2A1	-1.248210E+00			
L2A2	-3.357012E+02			
L3A1	-6.646494E+02			
L3A2	9.696081E+01			
L4A1	8.047789E+01			
L4A2	1.185748E+00			
L5A1	3.553798E-01			
L5A2	-2.570224E-01	6.954581E-02	-7.657278E-03	
L6A1	5.407333E-03	-5.685704E-04	2.613399E-05	
L6A2	5.621445E-04	-4.600367E-05	1.609802E-06	

图9

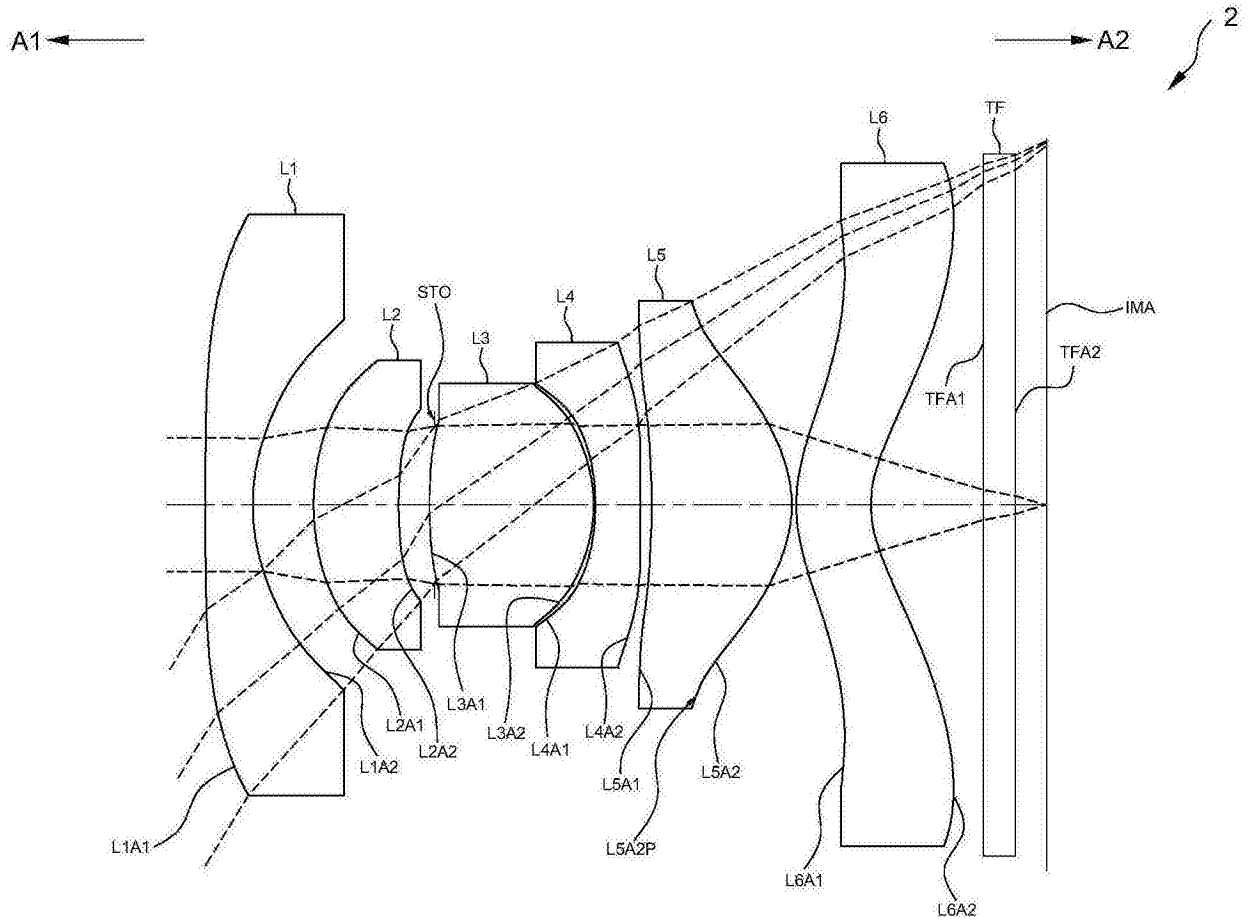


图10

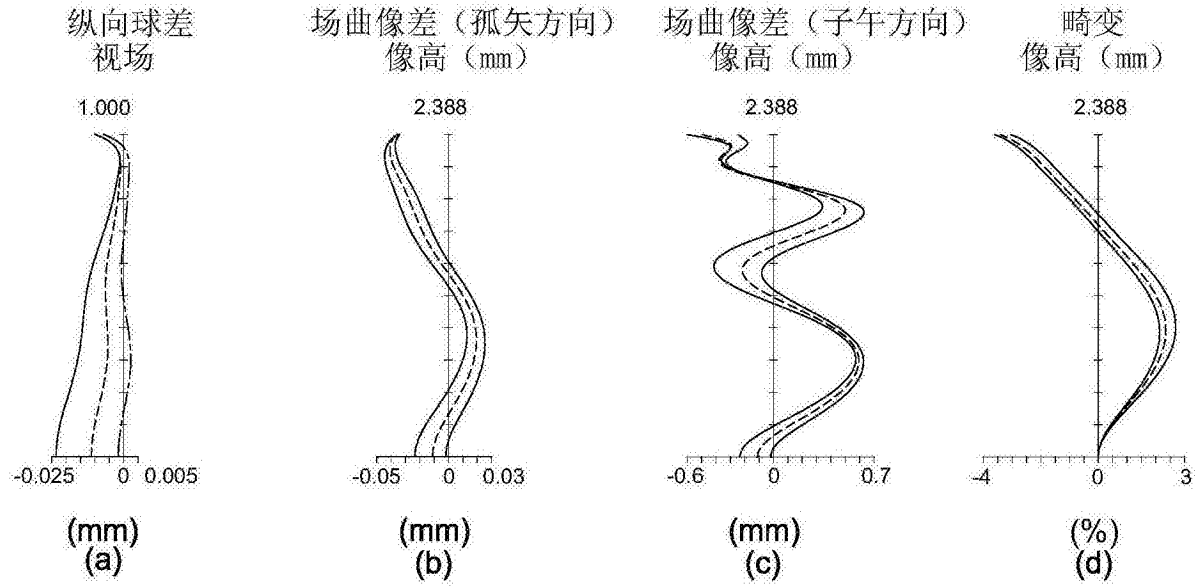
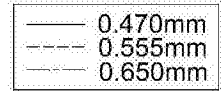


图11

第二实施例						
系统焦距 = 1.512 mm; 半视角 = 58.500 度; 系统总长 = 5.548 mm 光圈值 = 1.701; 像高 = 2.388 mm						
表面标号		曲率半径 (mm)	厚度/距离 (mm)	折射率	色散系数 (阿贝数)	焦距 (mm)
OBJ	物体	无限大	无限大			
L1A1	第一透镜	41.181	0.315	1.545	55.987	-2.492
L1A2		1.314	0.401			
L2A1	第二透镜	1.542	0.561	1.642	22.409	4.159
L2A2		3.095	0.236			
STO	光圈	无限大	-0.032			
L3A1	第三透镜	3.573	1.081	1.545	55.987	1.555
L3A2		-0.995	0.011			
L4A1	第四透镜	-1.580	0.296	1.642	22.409	-2.380
L4A2		66.573	0.078			
L5A1	第五透镜	-2.698	0.921	1.545	55.987	1.964
L5A2		-0.860	0.031			
L6A1	第六透镜	1.113	0.492	1.545	55.987	-6.729
L6A2		0.721	0.743			
TFA1	滤光片	无限大	0.210	1.517	64.167	
TFA2		无限大	0.205			
TMA	成像面	无限大				

图12

第二实施例				
非球面系数				
表面标号#	K	$a_2$	$a_4$	$a_6$
L1A1	0.000000E+00	0.000000E+00	2.422073E-02	-2.388848E-02
L1A2	0.000000E+00	0.000000E+00	-8.225511E-02	-7.044858E-02
L2A1	0.000000E+00	0.000000E+00	8.771500E-03	4.733778E-02
L2A2	0.000000E+00	0.000000E+00	2.328101E-01	1.496218E+00
L3A1	0.000000E+00	0.000000E+00	5.988014E-02	2.663807E+00
L3A2	0.000000E+00	0.000000E+00	3.269273E-01	-3.108725E+00
L4A1	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.798197E-01	-3.174903E+00
L4A2	0.000000E+00	0.000000E+00	1.856674E-01	-2.583326E+00
L5A1	0.000000E+00	0.000000E+00	9.331821E-01	-3.687598E+00
L5A2	-1.748010E+00	0.000000E+00	5.112933E-02	-5.571107E-02
L6A1	-5.742181E+00	0.000000E+00	8.138019E-02	-3.038261E-01
L6A2	-3.594687E+00	0.000000E+00	-4.231539E-02	-4.410597E-02
表面标号#	$a_8$	$a_{10}$	$a_{12}$	$a_{14}$
L1A1	2.844333E-02	-1.653662E-02	5.197768E-03	-8.501784E-04
L1A2	3.885998E-02	1.843144E-01	-2.337277E-01	1.034272E-01
L2A1	-1.453690E-01	1.337591E+00	-2.762121E+00	2.855130E+00
L2A2	-1.253862E+01	7.777215E+01	-2.558992E+02	4.484242E+02
L3A1	-2.807852E+01	1.657279E+02	-5.458921E+02	9.418764E+02
L3A2	2.354479E+01	-9.518245E+01	1.998090E+02	-2.161341E+02
L4A1	2.555973E+01	-9.671590E+01	1.877309E+02	-1.893547E+02
L4A2	7.732760E+00	-1.238354E+01	1.140419E+01	-5.674156E+00
L5A1	7.546807E+00	-8.789263E+00	6.004197E+00	-2.249034E+00
L5A2	-2.410311E-01	5.975105E-01	-6.759456E-01	5.189856E-01
L6A1	3.493888E-01	-2.364353E-01	1.033342E-01	-2.963985E-02
L6A2	6.647746E-02	-4.270951E-02	1.620607E-02	-3.850532E-03
表面标号#	$a_{16}$	$a_{18}$	$a_{20}$	
L1A1	5.686219E-05			
L1A2	-1.994848E-02			
L2A1	-1.260386E+00			
L2A2	-3.287358E+02			
L3A1	-6.634966E+02			
L3A2	9.706150E+01			
L4A1	8.029465E+01			
L4A2	1.185797E+00			
L5A1	3.560061E-01			
L5A2	-2.570241E-01	6.954829E-02	-7.657291E-03	
L6A1	5.407354E-03	-5.685736E-04	2.613385E-05	
L6A2	5.621338E-04	-4.600630E-05	1.609011E-06	

图13



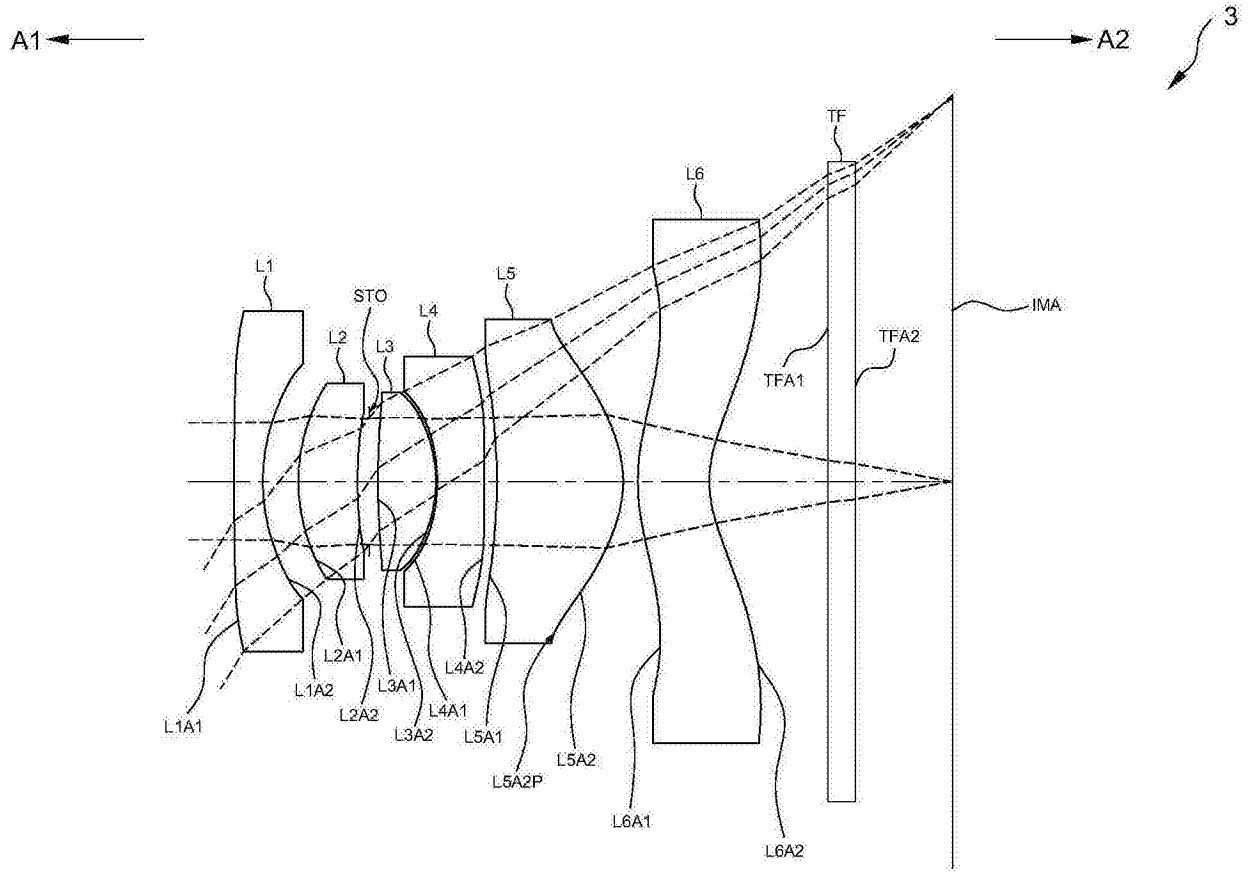


图14

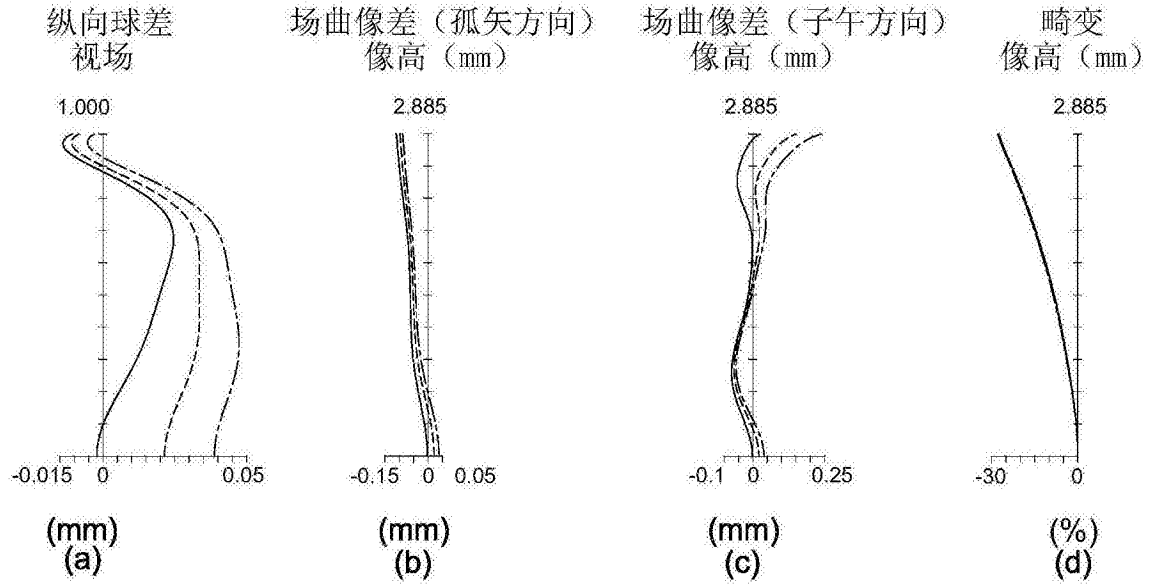
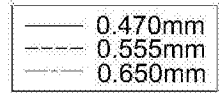


图15

第三实施例						
系统焦距 = 2.465 mm; 半视角 = 58.500 度; 系统总长 = 5.391 mm						
光圈值 = 2.774; 像高 = 2.885 mm						
表面标号		曲率半径 (mm)	厚度/距离 (mm)	折射率	色散系数 (阿贝数)	焦距 (mm)
OBJ	物体	无限大	无限大			
L1A1	第一透镜	2000.760	0.215	1.545	55.987	-2.607
L1A2		1.423	0.267			
L2A1	第二透镜	1.344	0.443	1.642	22.409	3.004
L2A2		3.790	0.087			
STO	光圈	无限大	0.067			
L3A1	第三透镜	7.978	0.434	1.545	55.987	1.666
L3A2		-1.008	0.009			
L4A1	第四透镜	-1.388	0.351	1.642	22.409	-2.066
L4A2		40.235	0.099			
L5A1	第五透镜	-2.441	0.946	1.545	55.987	2.203
L5A2		-0.916	0.111			
L6A1	第六透镜	1.522	0.536	1.545	55.987	-4.176
L6A2		0.800	0.888			
TFA1	滤光片	无限大	0.210	1.517	64.167	
TFA2		无限大	0.727			
TMA	成像面	无限大				

图16

第三实施例				
非球面系数				
表面标号#	K	a <sub>2</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>6</sub>
L1A1	0.000000E+00	0.000000E+00	2.880161E-02	-2.120778E-02
L1A2	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.146964E-02	-1.011719E-01
L2A1	0.000000E+00	0.000000E+00	-6.907459E-03	-6.216380E-02
L2A2	0.000000E+00	0.000000E+00	1.247851E-01	1.214772E+00
L3A1	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.859134E-02	2.577452E+00
L3A2	0.000000E+00	0.000000E+00	3.142526E-01	-3.183377E+00
L4A1	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.785689E-01	-3.137125E+00
L4A2	0.000000E+00	0.000000E+00	1.993367E-01	-2.591834E+00
L5A1	0.000000E+00	0.000000E+00	9.391932E-01	-3.680956E+00
L5A2	-1.969596E+00	0.000000E+00	5.958836E-02	-5.692860E-02
L6A1	-1.171694E+01	0.000000E+00	7.789063E-02	-3.045901E-01
L6A2	-4.957610E+00	0.000000E+00	-4.451339E-02	-4.404241E-02
表面标号#	a <sub>8</sub>	a <sub>10</sub>	a <sub>12</sub>	a <sub>14</sub>
L1A1	2.881648E-02	-1.649277E-02	5.220612E-03	-8.318329E-04
L1A2	2.282243E-02	1.949585E-01	-2.000989E-01	1.523189E-01
L2A1	-2.275988E-01	1.335920E+00	-2.656913E+00	2.950711E+00
L2A2	-1.318008E+01	7.644320E+01	-2.584030E+02	4.506476E+02
L3A1	-2.823798E+01	1.653997E+02	-5.472940E+02	9.410403E+02
L3A2	2.347115E+01	-9.520723E+01	1.995073E+02	-2.170314E+02
L4A1	2.557494E+01	-9.672761E+01	1.876740E+02	-1.889065E+02
L4A2	7.735470E+00	-1.237527E+01	1.141143E+01	-5.673706E+00
L5A1	7.546961E+00	-8.794436E+00	6.002174E+00	-2.246787E+00
L5A2	-2.421922E-01	5.970949E-01	-6.757393E-01	5.190702E-01
L6A1	3.493589E-01	-2.364249E-01	1.033388E-01	-2.963869E-02
L6A2	6.651147E-02	-4.270130E-02	1.620808E-02	-3.850330E-03
表面标号#	a <sub>16</sub>	a <sub>18</sub>	a <sub>20</sub>	
L1A1	6.026768E-05			
L1A2	2.957948E-02			
L2A1	-1.405349E+00			
L2A2	-2.579084E+02			
L3A1	-6.583011E+02			
L3A2	9.473409E+01			
L4A1	8.230000E+01			
L4A2	1.181305E+00			
L5A1	3.602133E-01			
L5A2	-2.569061E-01	6.962207E-02	-7.620520E-03	
L6A1	5.407829E-03	-5.683656E-04	2.622440E-05	
L6A2	5.621723E-04	-4.599738E-05	1.611711E-06	

图17

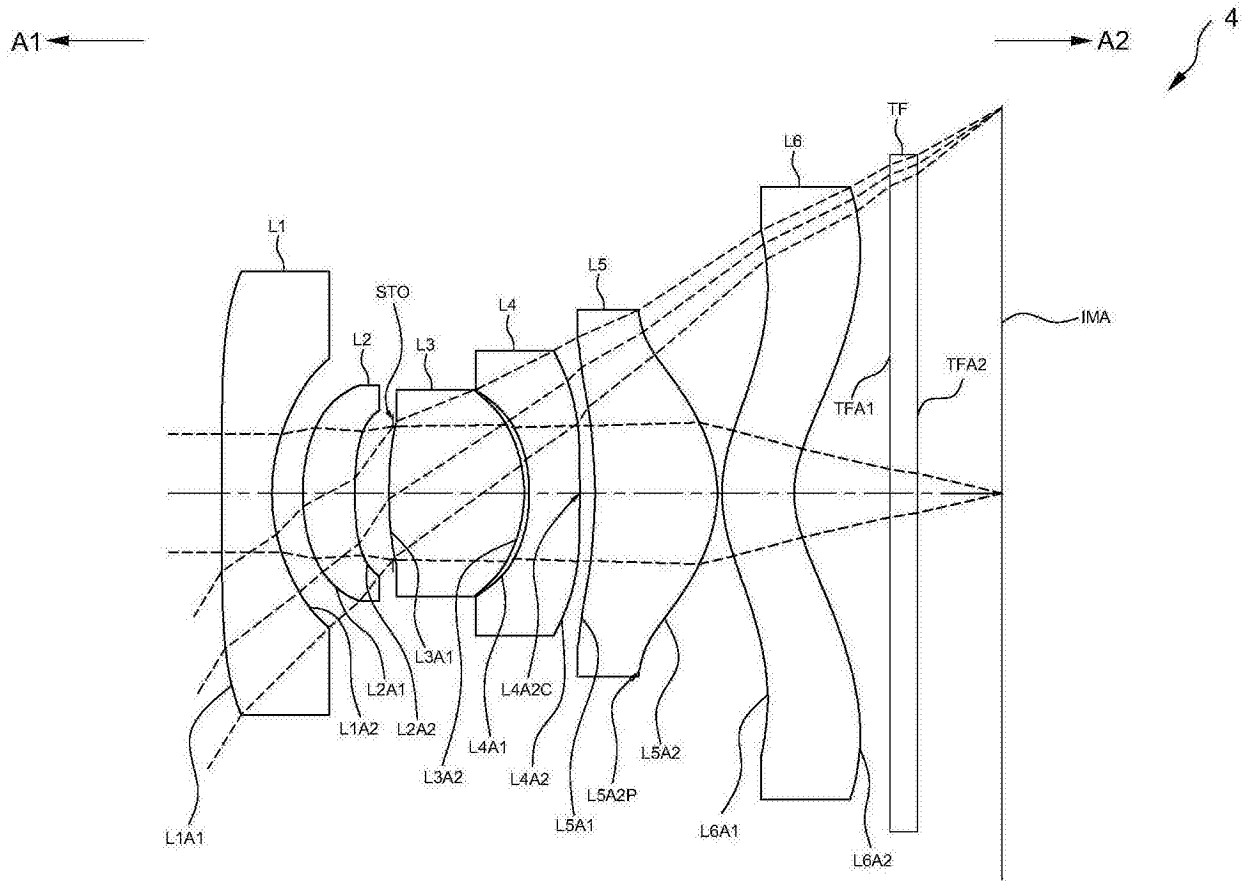


图18

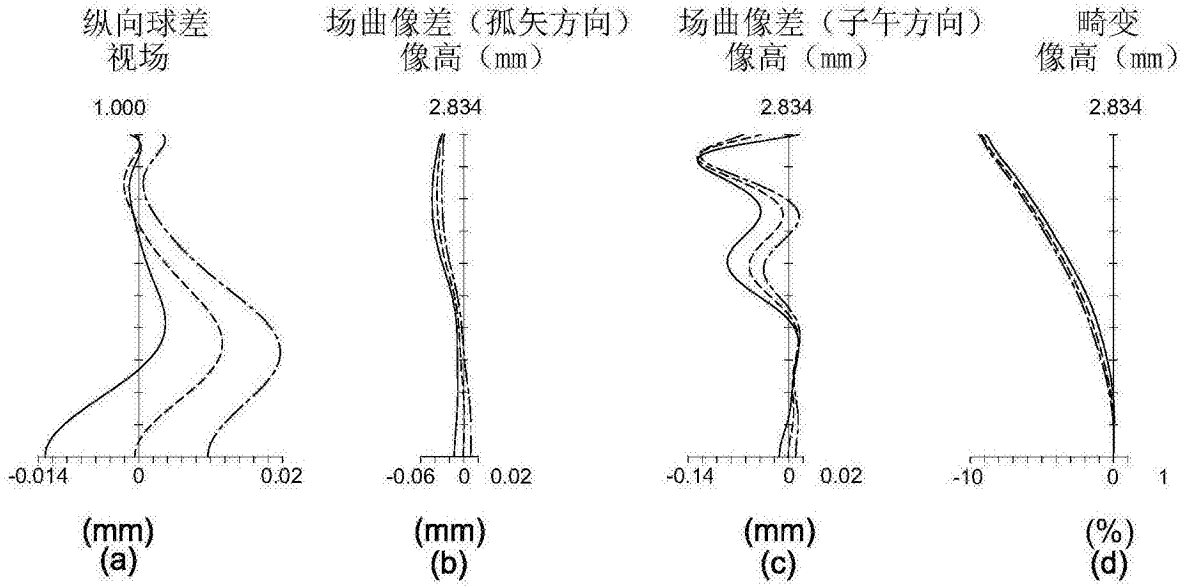
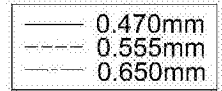


图19

第四实施例						
系统焦距 = 1.947 mm ; 半视角 = 58.500 度 ; 系统总长 = 5.855 mm 光圈值 = 2.191 ; 像高 = 2.834 mm						
表面标号		曲率半径 (mm)	厚度/距离 (mm)	折射率	色散系数 (阿贝数)	焦距 (mm)
OBJ	物体	无限大	无限大			
L1A1	第一透镜	86945.930	0.377	1.545	55.987	-2.436
L1A2		1.331	0.232			
L2A1	第二透镜	1.462	0.390	1.642	22.409	4.033
L2A2		2.974	0.285			
STO	光圈	无限大	-0.029			
L3A1	第三透镜	3.336	1.015	1.545	55.987	1.585
L3A2		-1.044	0.037			
L4A1	第四透镜	-1.310	0.378	1.642	22.409	-2.165
L4A2		-22.347	0.116			
L5A1	第五透镜	-2.338	0.918	1.545	55.987	2.514
L5A2		-0.985	0.035			
L6A1	第六透镜	1.119	0.541	1.545	55.987	-12.933
L6A2		0.801	0.716			
TFA1	滤光片	无限大	0.210	1.517	64.167	
TFA2		无限大	0.634			
IMA	成像面	无限大				

图20

第四实施例				
非球面系数				
表面标号#	K	$a_2$	$a_4$	$a_6$
L1A1	0.000000E+00	0.000000E+00	2.004477E-02	-2.216639E-02
L1A2	0.000000E+00	0.000000E+00	-3.738356E-02	-1.385178E-01
L2A1	0.000000E+00	0.000000E+00	1.480545E-01	1.817655E-01
L2A2	0.000000E+00	0.000000E+00	3.493303E-01	1.742790E+00
L3A1	0.000000E+00	0.000000E+00	3.199194E-02	2.770639E+00
L3A2	0.000000E+00	0.000000E+00	2.284610E-01	-3.120449E+00
L4A1	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.528788E-01	-3.173326E+00
L4A2	0.000000E+00	0.000000E+00	2.109568E-01	-2.603068E+00
L5A1	0.000000E+00	0.000000E+00	9.269574E-01	-3.676657E+00
L5A2	-1.533262E+00	0.000000E+00	5.998172E-02	-5.417151E-02
L6A1	-4.978393E+00	0.000000E+00	7.925613E-02	-3.025222E-01
L6A2	-3.726506E+00	0.000000E+00	-4.300843E-02	-4.397459E-02
表面标号#	$a_8$	$a_{10}$	$a_{12}$	$a_{14}$
L1A1	2.869208E-02	-1.664488E-02	5.241656E-03	-8.582770E-04
L1A2	1.219164E-01	2.160958E-01	-2.951923E-01	6.734726E-02
L2A1	-4.745171E-01	2.290103E+00	-2.572928E+00	1.893867E-01
L2A2	-1.319070E+01	7.841525E+01	-2.444460E+02	4.139501E+02
L3A1	-2.791863E+01	1.626682E+02	-5.468956E+02	9.874285E+02
L3A2	2.361369E+01	-9.522243E+01	1.993258E+02	-2.152024E+02
L4A1	2.550008E+01	-9.711216E+01	1.880558E+02	-1.887127E+02
L4A2	7.727616E+00	-1.238934E+01	1.139723E+01	-5.669363E+00
L5A1	7.543770E+00	-8.789127E+00	6.005790E+00	-2.250618E+00
L5A2	-2.400092E-01	5.967198E-01	-6.756353E-01	5.192614E-01
L6A1	3.493182E-01	-2.365387E-01	1.033284E-01	-2.963795E-02
L6A2	6.634339E-02	-4.268481E-02	1.620772E-02	-3.850897E-03
表面标号#	$a_{16}$	$a_{18}$	$a_{20}$	
L1A1	5.672534E-05			
L1A2	3.292533E-02			
L2A1	2.101790E+00			
L2A2	-2.746526E+02			
L3A1	-7.423689E+02			
L3A2	9.702136E+01			
L4A1	8.048204E+01			
L4A2	1.187300E+00			
L5A1	3.556218E-01			
L5A2	-2.570698E-01	6.946267E-02	-7.626047E-03	
L6A1	5.407683E-03	-5.686232E-04	2.615696E-05	
L6A2	5.620746E-04	-4.601254E-05	1.613571E-06	

图21



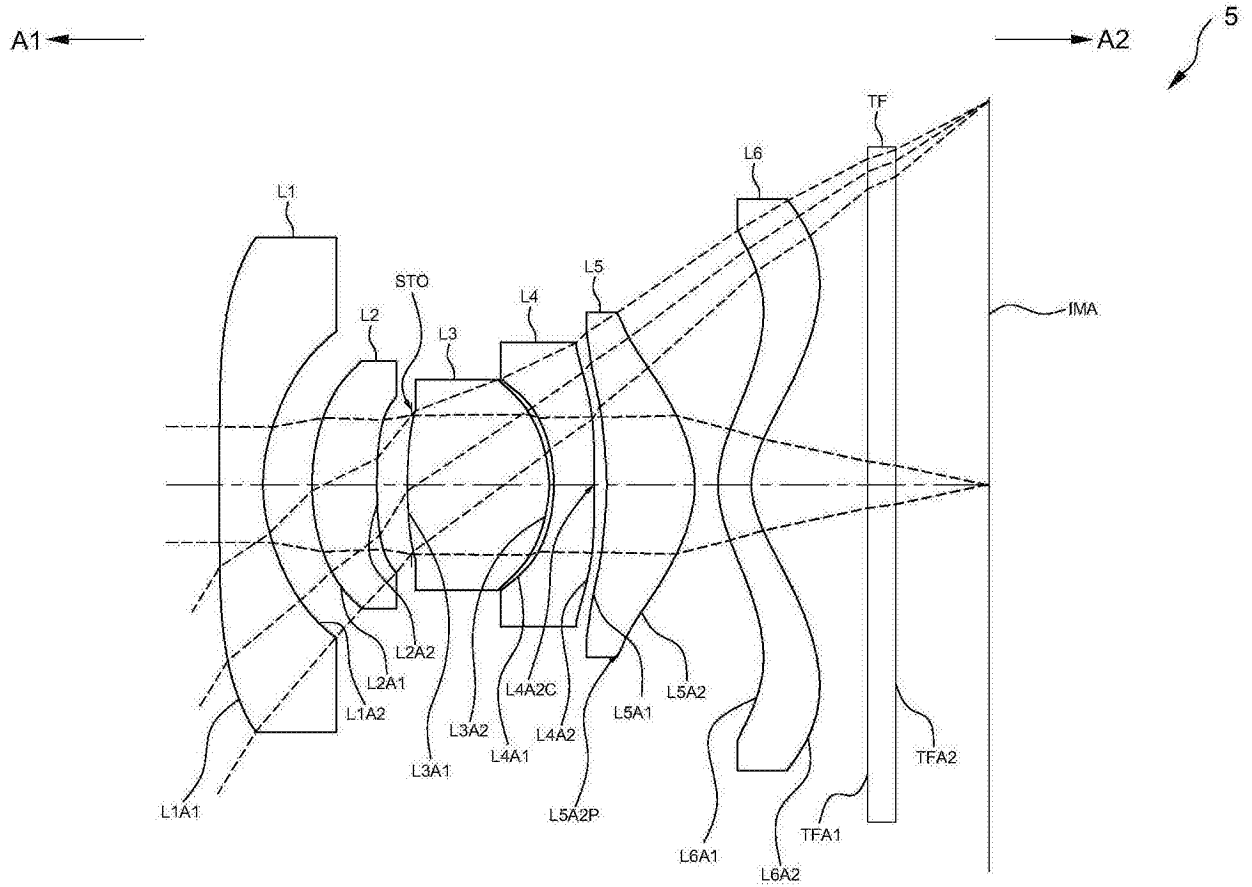


图22

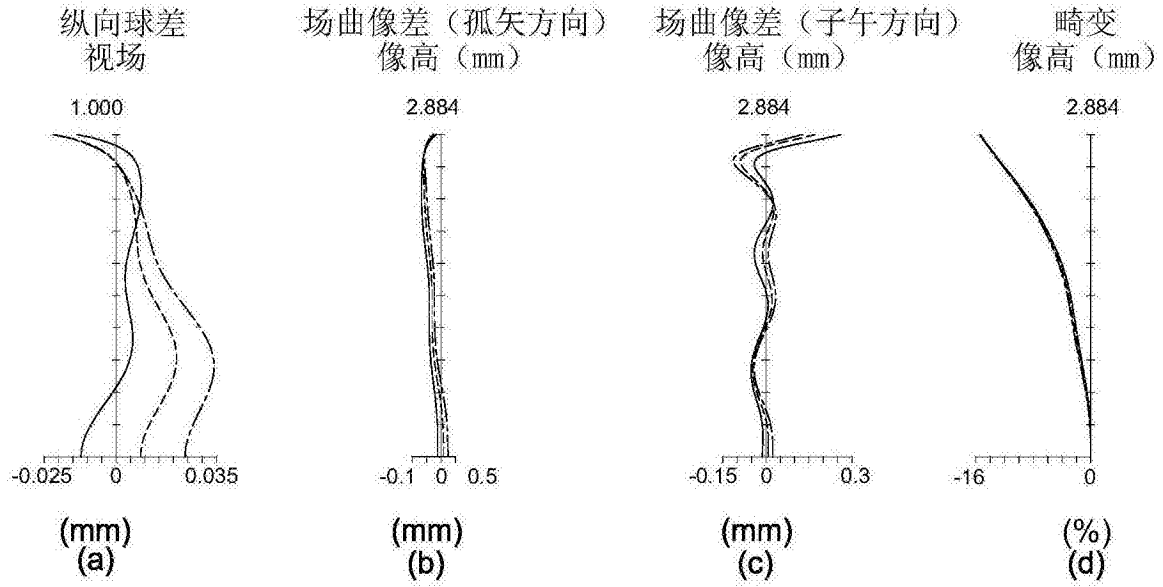
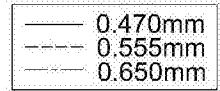


图23

第五实施例						
系统焦距 = 2.097 mm; 半视角 = 58.500 度; 系统总长 = 5.784 mm						
光圈值 = 2.360; 像高 = 2.884 mm						
表面标号		曲率半径 (mm)	厚度/距 离	折射率	色散系数 (阿贝数)	焦距 (mm)
OBJ	物体	无限大	无限大			
L1A1	第一透镜	9202190.376	0.328	1.545	55.987	-2.359
L1A2		1.289	0.367			
L2A1	第二透镜	1.526	0.488	1.642	22.409	3.575
L2A2		3.917	0.260			
STO	光圈	无限大	-0.029			
L3A1	第三透镜	4.081	1.063	1.545	55.987	1.605
L3A2		-1.014	0.036			
L4A1	第四透镜	-1.348	0.303	1.642	22.409	-2.291
L4A2		-16.172	0.094			
L5A1	第五透镜	-2.121	0.662	1.545	55.987	2.284
L5A2		-0.872	0.176			
L6A1	第六透镜	0.801	0.250	1.545	55.987	-5.012
L6A2		0.551	0.874			
TFA1	滤光片	无限大	0.210	1.517	64.167	
TFA2		无限大	0.702			
IMA	成像面	无限大				

图24

第五实施例				
非球面系数				
表面标号#	K	$a_2$	$a_4$	$a_6$
L1A1	0.000000E+00	0.000000E+00	2.704157E-02	-2.344388E-02
L1A2	0.000000E+00	0.000000E+00	-8.885773E-02	-8.244735E-02
L2A1	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.941486E-02	3.771384E-02
L2A2	0.000000E+00	0.000000E+00	2.028595E-01	1.439458E+00
L3A1	0.000000E+00	0.000000E+00	7.227660E-02	2.704446E+00
L3A2	0.000000E+00	0.000000E+00	2.814242E-01	-3.166047E+00
L4A1	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.547703E-01	-3.140160E+00
L4A2	0.000000E+00	0.000000E+00	1.965678E-01	-2.549687E+00
L5A1	0.000000E+00	0.000000E+00	9.286888E-01	-3.683446E+00
L5A2	-2.360200E+00	0.000000E+00	4.967400E-02	-5.421415E-02
L6A1	-4.658298E+00	0.000000E+00	6.980992E-02	-3.078533E-01
L6A2	-3.162087E+00	0.000000E+00	-5.929907E-02	-4.456550E-02
表面标号#	$a_8$	$a_{10}$	$a_{12}$	$a_{14}$
L1A1	2.847002E-02	-1.654329E-02	5.197428E-03	-8.495108E-04
L1A2	4.249361E-02	1.865539E-01	-2.329860E-01	1.040319E-01
L2A1	-1.445686E-01	1.341704E+00	-2.748504E+00	2.846714E+00
L2A2	-1.253966E+01	7.807239E+01	-2.574605E+02	4.456064E+02
L3A1	-2.809563E+01	1.656287E+02	-5.454992E+02	9.418695E+02
L3A2	2.358725E+01	-9.496572E+01	1.999210E+02	-2.161600E+02
L4A1	2.550759E+01	-9.665386E+01	1.877494E+02	-1.892898E+02
L4A2	7.731858E+00	-1.239216E+01	1.140272E+01	-5.670602E+00
L5A1	7.553309E+00	-8.785739E+00	6.004853E+00	-2.250495E+00
L5A2	-2.408831E-01	5.969259E-01	-6.764645E-01	5.186887E-01
L6A1	3.492357E-01	-2.363849E-01	1.033515E-01	-2.963652E-02
L6A2	6.641773E-02	-4.271319E-02	1.620682E-02	-3.850199E-03
表面标号#	$a_{16}$	$a_{18}$	$a_{20}$	
L1A1	5.719173E-05			
L1A2	-1.994817E-02			
L2A1	-1.280245E+00			
L2A2	-3.145878E+02			
L3A1	-6.671323E+02			
L3A2	9.688799E+01			
L4A1	8.057467E+01			
L4A2	1.186177E+00			
L5A1	3.542818E-01			
L5A2	-2.571521E-01	6.950503E-02	-7.664043E-03	
L6A1	5.407601E-03	-5.685646E-04	2.612187E-05	
L6A2	5.621782E-04	-4.599693E-05	1.611179E-06	

图25

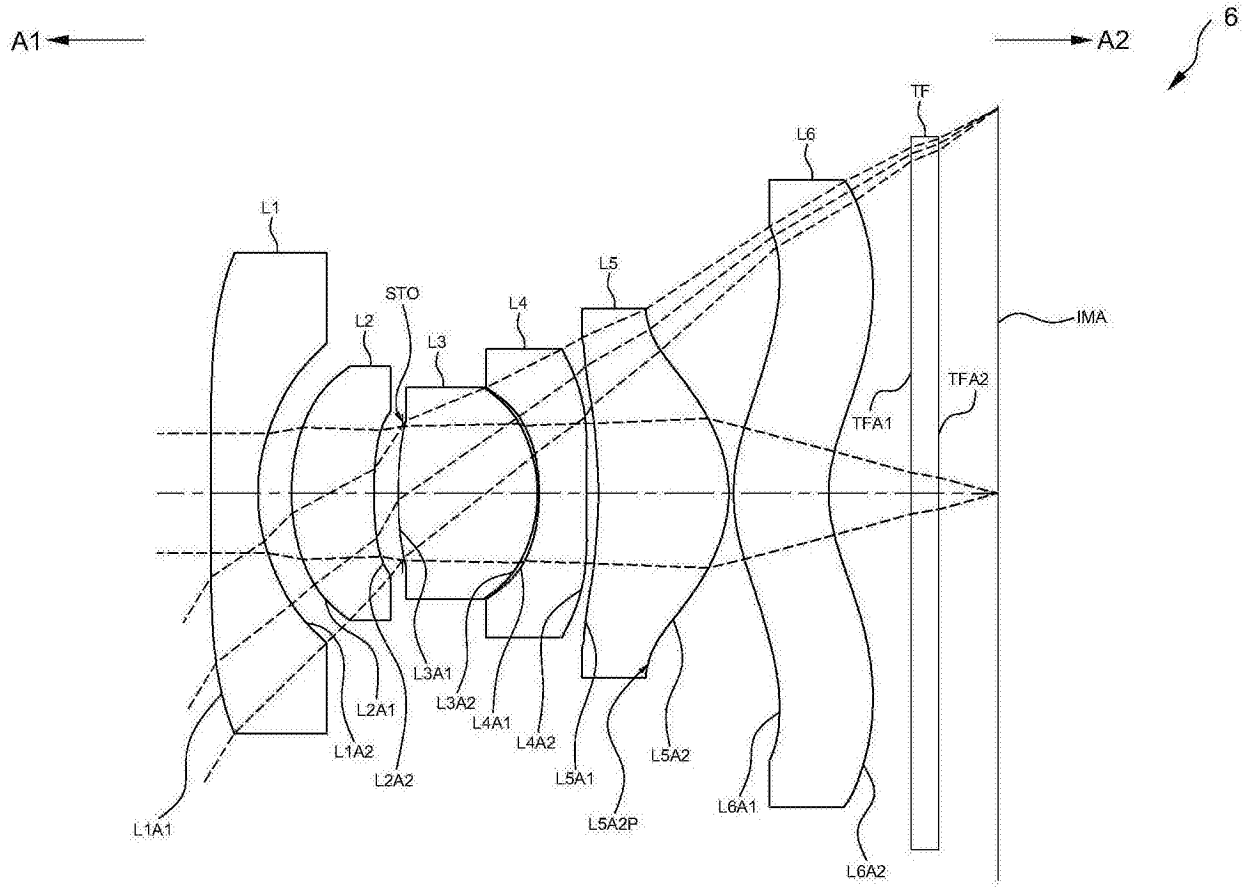


图26

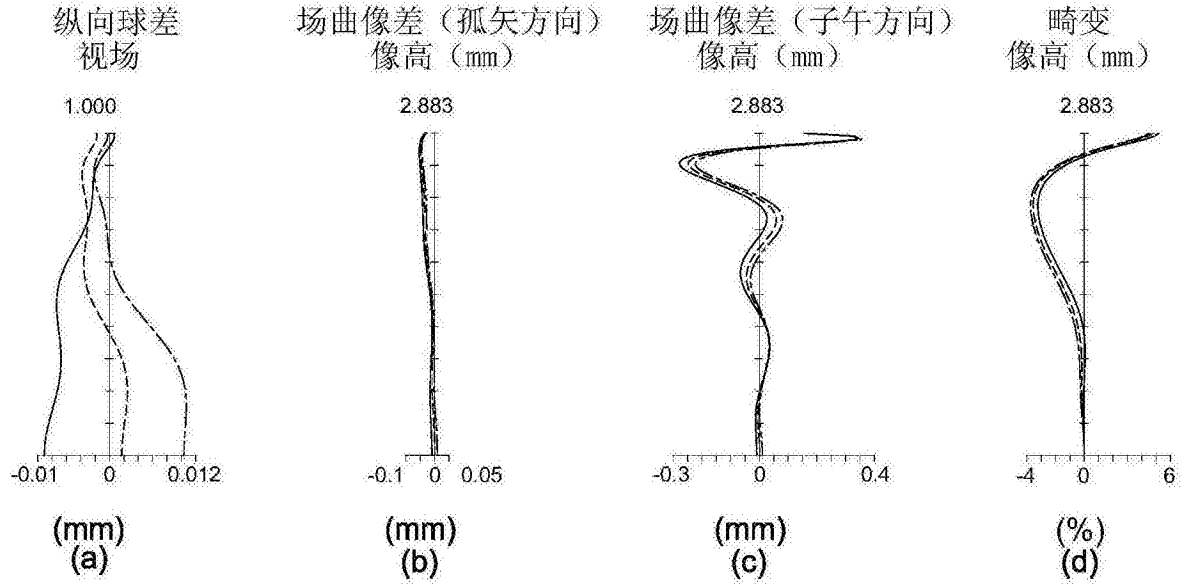
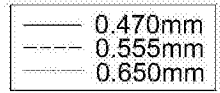


图27

第六实施例						
系统焦距 = 1.687 mm; 半视角 = 58.500 度; 系统总长 = 5.896 mm						
光圈值 = 1.898; 像高 = 2.883 mm						
表面标号		曲率半径 (mm)	厚度/距 离	折射率	色散系数 (阿贝数)	焦距 (mm)
OBJ	物体	无限大	无限大			
L1A1	第一透镜	1183.481	0.355	1.545	55.987	-2.372
L1A2		1.294	0.252			
L2A1	第二透镜	1.547	0.618	1.642	22.409	3.802
L2A2		3.512	0.211			
STO	光圈	无限大	-0.028			
L3A1	第三透镜	3.792	1.042	1.545	55.987	1.591
L3A2		-1.019	0.012			
L4A1	第四透镜	-1.529	0.354	1.642	22.409	-2.143
L4A2		16.328	0.091			
L5A1	第五透镜	-2.418	0.978	1.545	55.987	2.364
L5A2		-0.962	0.034			
L6A1	第六透镜	1.374	0.712	1.545	55.987	-26.082
L6A2		1.023	0.616			
TFA1	滤光片	无限大	0.210	1.517	64.167	
TFA2		无限大	0.440			
IMA	成像面	无限大				

图28

第六实施例				
非球面系数				
表面标号#	K	$a_2$	$a_4$	$a_6$
L1A1	0.000000E+00	0.000000E+00	2.384143E-02	-2.446908E-02
L1A2	0.000000E+00	0.000000E+00	-9.945604E-02	-5.725139E-02
L2A1	0.000000E+00	0.000000E+00	2.809482E-02	3.663975E-02
L2A2	0.000000E+00	0.000000E+00	2.853648E-01	1.387872E+00
L3A1	0.000000E+00	0.000000E+00	6.878594E-02	2.697017E+00
L3A2	0.000000E+00	0.000000E+00	3.238144E-01	-3.162152E+00
L4A1	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.957803E-01	-3.175861E+00
L4A2	0.000000E+00	0.000000E+00	1.657010E-01	-2.597018E+00
L5A1	0.000000E+00	0.000000E+00	9.319342E-01	-3.685278E+00
L5A2	-1.449555E+00	0.000000E+00	5.253768E-02	-5.248587E-02
L6A1	-4.924020E+00	0.000000E+00	9.258326E-02	-3.050825E-01
L6A2	-4.383588E+00	0.000000E+00	-5.263912E-02	-4.355310E-02
表面标号#	$a_8$	$a_{10}$	$a_{12}$	$a_{14}$
L1A1	2.849752E-02	-1.650579E-02	5.202336E-03	-8.506870E-04
L1A2	4.712212E-02	1.845229E-01	-2.361639E-01	1.014288E-01
L2A1	-1.574491E-01	1.324695E+00	-2.755978E+00	2.874734E+00
L2A2	-1.255458E+01	7.788726E+01	-2.561150E+02	4.482247E+02
L3A1	-2.812497E+01	1.654809E+02	-5.463711E+02	9.417210E+02
L3A2	2.352309E+01	-9.510930E+01	1.997402E+02	-2.162669E+02
L4A1	2.553347E+01	-9.674118E+01	1.876959E+02	-1.893236E+02
L4A2	7.728133E+00	-1.238572E+01	1.140400E+01	-5.673562E+00
L5A1	7.547941E+00	-8.789056E+00	6.004045E+00	-2.249593E+00
L5A2	-2.396669E-01	5.979024E-01	-6.758533E-01	5.190018E-01
L6A1	3.491209E-01	-2.364723E-01	1.033304E-01	-2.964025E-02
L6A2	6.655428E-02	-4.270236E-02	1.620657E-02	-3.850518E-03
表面标号#	$a_{16}$	$a_{18}$	$a_{20}$	
L1A1	5.628528E-05	/	/	/
L1A2	-2.112087E-02			
L2A1	-1.227757E+00			
L2A2	-3.297451E+02			
L3A1	-6.595345E+02			
L3A2	9.700606E+01			
L4A1	8.044346E+01			
L4A2	1.185712E+00			
L5A1	3.556544E-01			
L5A2	-2.570233E-01			
L6A1	5.407408E-03	-5.685383E-04	2.614164E-05	
L6A2	5.621303E-04	-4.600708E-05	1.608947E-06	

图29



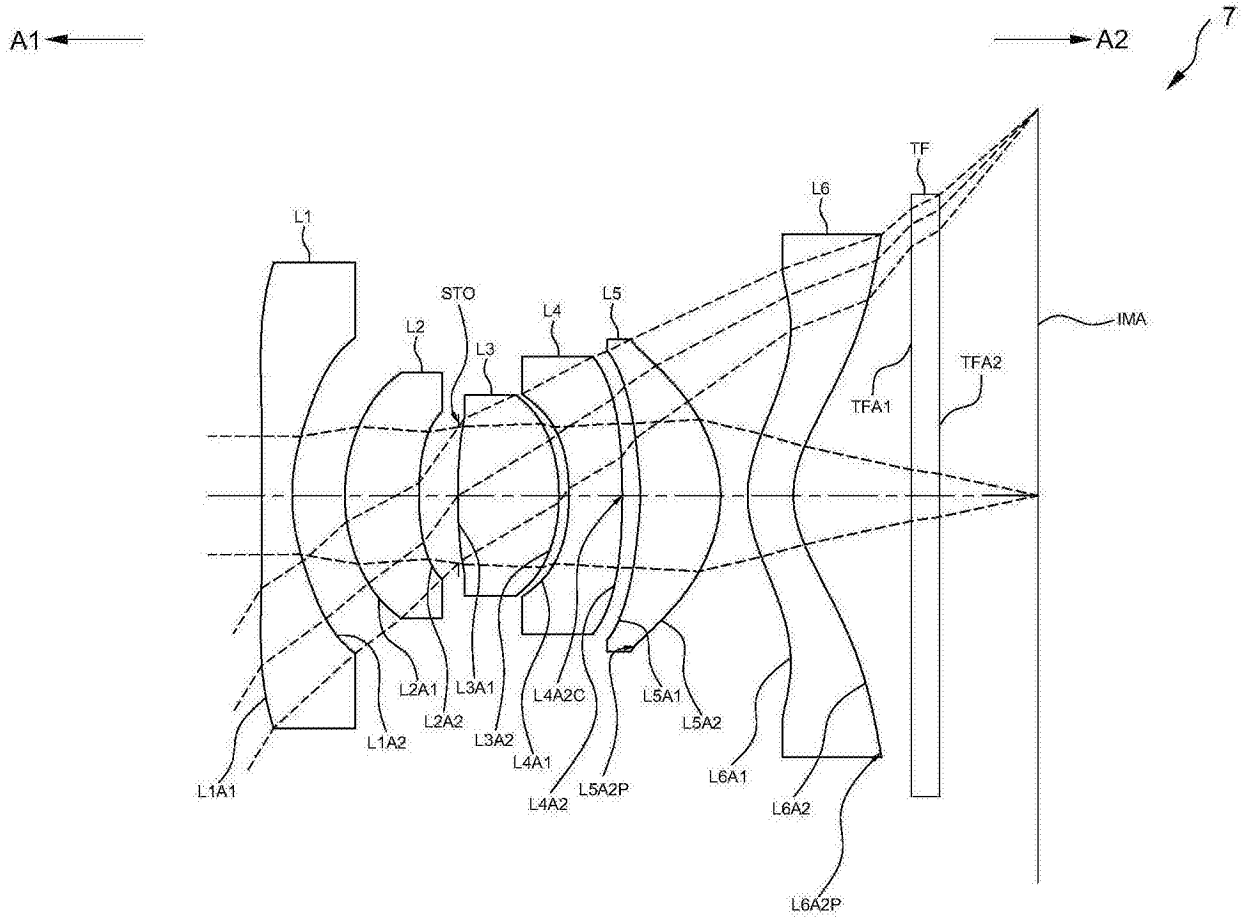


图30

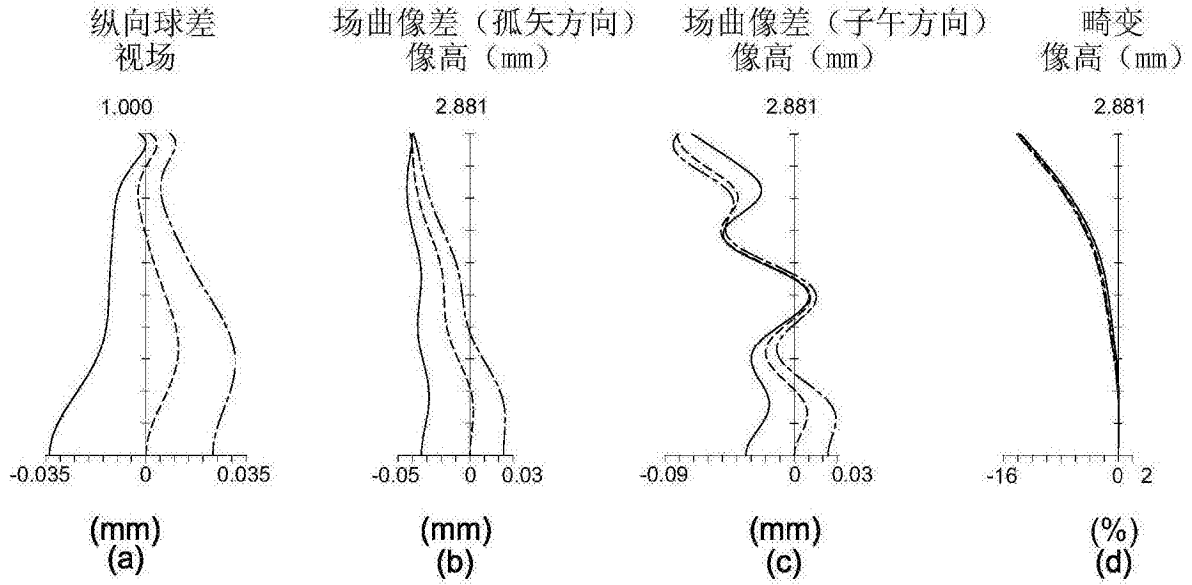
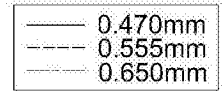


图31

第七实施例						
系统焦距 = 2.054 mm; 半视角 = 58.500 度; 系统总长 = 5.791 mm						
光圈值 = 2.311; 像高 = 2.881 mm						
表面标号		曲率半径 (mm)	厚度/距 离	折射率	色散系数 (阿贝数)	焦距 (mm)
OBJ	物体	无限大	无限大			
L1A1	第一透镜	40125.980	0.227	1.545	55.987	-2.582
L1A2		1.410	0.393			
L2A1	第二透镜	1.317	0.552	1.642	22.409	4.536
L2A2		1.995	0.294			
STO	光圈	无限大	-0.004			
L3A1	第三透镜	4.381	0.755	1.545	55.987	2.097
L3A2		-1.457	0.075			
L4A1	第四透镜	-1.786	0.397	1.642	22.409	-4.467
L4A2		-5.076	0.135			
L5A1	第五透镜	-1.737	0.600	1.545	55.987	3.170
L5A2		-0.973	0.202			
L6A1	第六透镜	0.893	0.341	1.545	55.987	-23.269
L6A2		0.722	0.881			
TFA1	滤光片	无限大	0.210	1.517	64.167	
TFA2		无限大	0.733			
IMA	成像面	无限大				

图32

第七实施例				
非球面系数				
表面标号#	K	$a_2$	$a_4$	$a_6$
L1A1	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.097808E-02	2.832846E-03
L1A2	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.110324E-01	-1.083766E-01
L2A1	0.000000E+00	0.000000E+00	1.057673E-02	1.016835E-01
L2A2	0.000000E+00	0.000000E+00	2.439668E-01	1.443114E+00
L3A1	0.000000E+00	0.000000E+00	-7.360778E-03	2.411594E+00
L3A2	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.644905E-01	-2.376447E+00
L4A1	0.000000E+00	0.000000E+00	-4.637480E-01	-3.212782E+00
L4A2	0.000000E+00	0.000000E+00	3.160213E-01	-2.613780E+00
L5A1	0.000000E+00	0.000000E+00	1.013256E+00	-3.580885E+00
L5A2	-1.009208E+00	0.000000E+00	9.027250E-02	-8.937688E-02
L6A1	-3.584371E+00	0.000000E+00	3.273800E-02	-2.913445E-01
L6A2	-2.557472E+00	0.000000E+00	-6.727003E-02	-3.703160E-02
表面标号#	$a_8$	$a_{10}$	$a_{12}$	$a_{14}$
L1A1	2.186160E-02	-1.605314E-02	5.305136E-03	-8.809242E-04
L1A2	5.410156E-02	2.177055E-01	-2.853030E-01	1.478540E-01
L2A1	-8.697402E-01	2.713965E+00	-3.794541E+00	2.896371E+00
L2A2	-1.327957E+01	7.439664E+01	-2.139546E+02	3.225512E+02
L3A1	-2.523600E+01	1.530008E+02	-5.311531E+02	9.721312E+02
L3A2	2.284275E+01	-9.393472E+01	1.970377E+02	-2.150730E+02
L4A1	2.723629E+01	-9.912666E+01	1.863375E+02	-1.860259E+02
L4A2	7.715329E+00	-1.249242E+01	1.147730E+01	-5.658990E+00
L5A1	7.186558E+00	-8.575147E+00	5.999545E+00	-2.277037E+00
L5A2	-2.672257E-01	6.434093E-01	-6.951554E-01	5.004378E-01
L6A1	3.417784E-01	-2.344258E-01	1.034964E-01	-2.969855E-02
L6A2	6.480110E-02	-4.233358E-02	1.624609E-02	-3.872160E-03
表面标号#	$a_{16}$	$a_{18}$	$a_{20}$	
L1A1	5.943442E-05			
L1A2	-2.968686E-02			
L2A1	-9.693303E-01			
L2A2	-1.953391E+02			
L3A1	-7.274532E+02			
L3A2	9.840427E+01			
L4A1	8.077559E+01			
L4A2	1.163660E+00			
L5A1	3.573234E-01			
L5A2	-2.532049E-01	7.886503E-02	-9.093778E-03	
L6A1	5.403391E-03	-5.665497E-04	2.571831E-05	
L6A2	5.606711E-04	-4.474578E-05	1.482836E-06	

图33

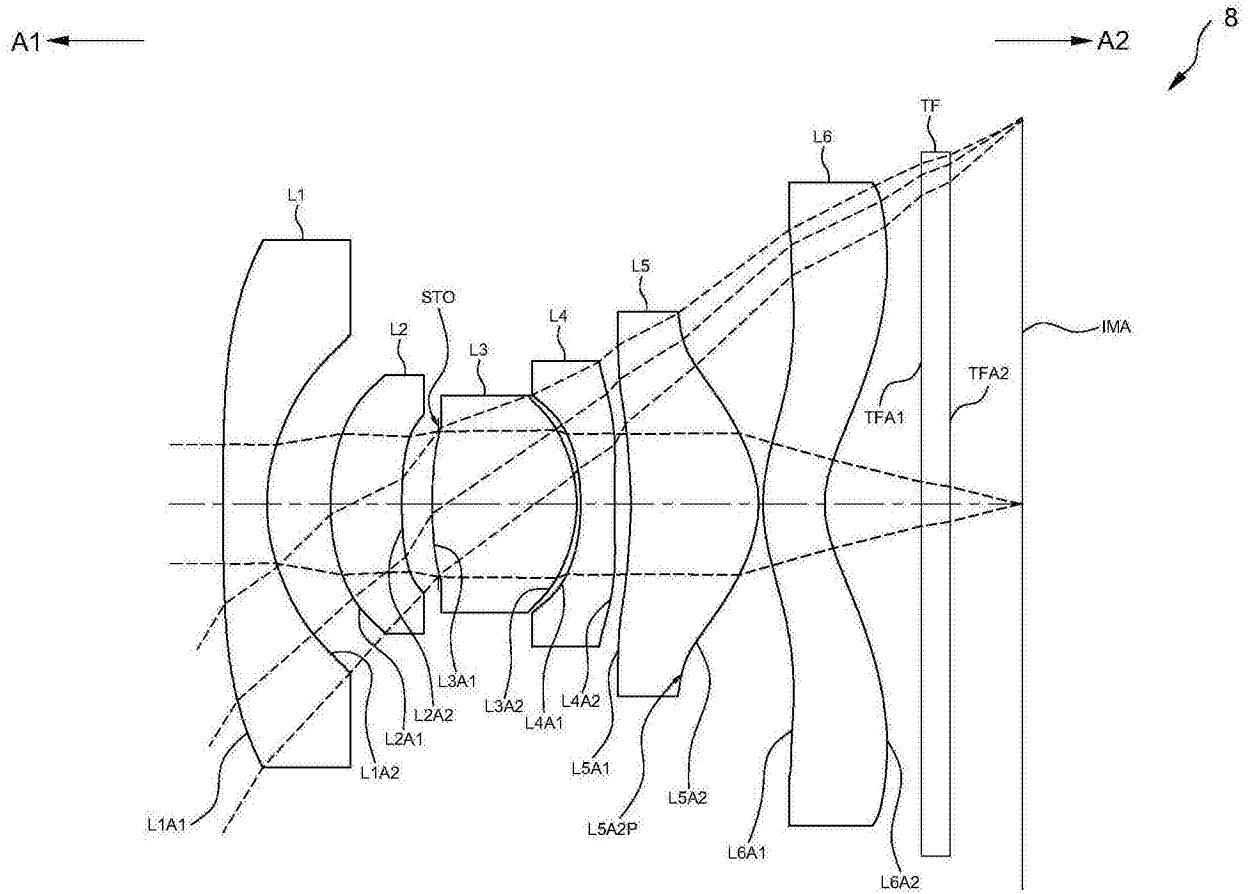


图34

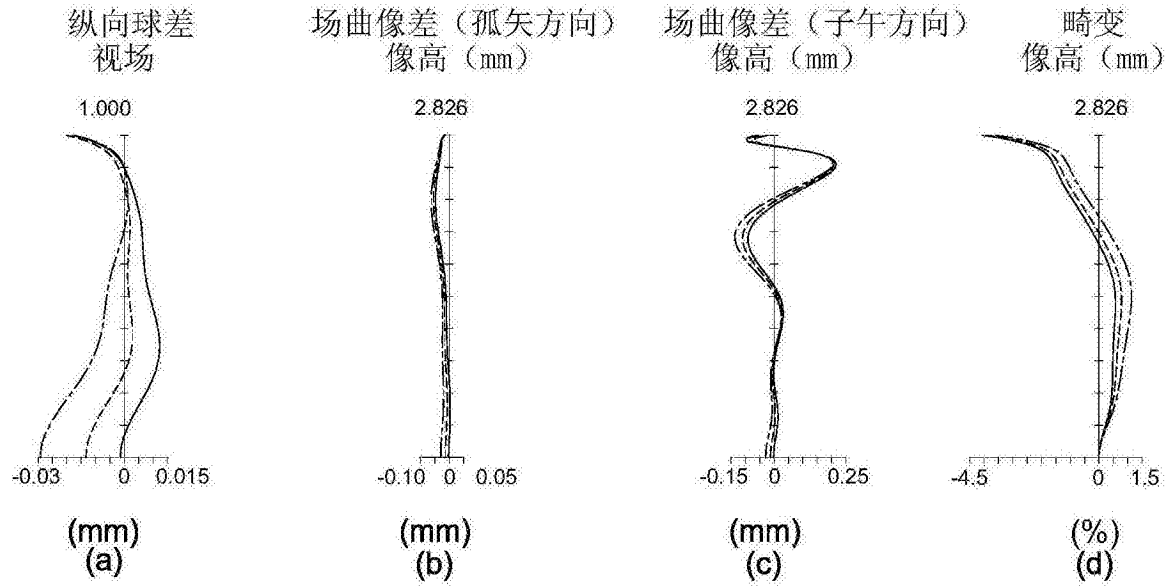
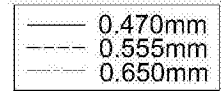


图35

第八实施例						
系统焦距 = 1.796 mm ; 半视角 = 58.500 度 ; 系统总长 = 5.847 mm 光圈值 = 2.021 ; 像高 = 2.826 mm						
表面标号		曲率半径 (mm)	厚度/距离 (mm)	折射率	色散系数 (阿贝数)	焦距 (mm)
OBJ	物体	无限大	无限大			
L1A1	第一透镜	30.526	0.322	1.545	55.987	-2.517
L1A2		1.311	0.464			
L2A1	第二透镜	1.578	0.522	1.642	22.409	4.270
L2A2		3.201	0.265			
STO	光圈	无限大	-0.042			
L3A1	第三透镜	3.465	1.055	1.545	55.987	1.582
L3A2		-1.028	0.030			
L4A1	第四透镜	-1.699	0.248	1.642	22.409	-2.475
L4A2		29.899	0.118			
L5A1	第五透镜	-2.433	0.934	1.545	55.987	2.077
L5A2		-0.879	0.033			
L6A1	第六透镜	1.232	0.451	1.545	55.987	-4.744
L6A2		0.727	0.707			
TFA1	滤光片	无限大	0.210	1.517	64.167	
TFA2		无限大	0.529			
IMA	成像面	无限大				

图36

第八实施例				
非球面系数				
表面标号#	K	a <sub>2</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>6</sub>
L1A1	0.000000E+00	0.000000E+00	2.411206E-02	-2.396274E-02
L1A2	0.000000E+00	0.000000E+00	-7.842198E-02	-7.467110E-02
L2A1	0.000000E+00	0.000000E+00	3.161837E-03	5.763966E-02
L2A2	0.000000E+00	0.000000E+00	2.136013E-01	1.502983E+00
L3A1	0.000000E+00	0.000000E+00	5.614116E-02	2.709820E+00
L3A2	0.000000E+00	0.000000E+00	3.286319E-01	-3.120918E+00
L4A1	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.788031E-01	-3.160634E+00
L4A2	0.000000E+00	0.000000E+00	1.942838E-01	-2.584942E+00
L5A1	0.000000E+00	0.000000E+00	9.380076E-01	-3.682846E+00
L5A2	-1.825535E+00	0.000000E+00	6.286340E-02	-5.254395E-02
L6A1	-9.331902E+00	0.000000E+00	7.859927E-02	-3.027435E-01
L6A2	-4.294607E+00	0.000000E+00	-4.275146E-02	-4.458242E-02
表面标号#	a <sub>8</sub>	a <sub>10</sub>	a <sub>12</sub>	a <sub>14</sub>
L1A1	2.842432E-02	-1.654267E-02	5.196637E-03	-8.502982E-04
L1A2	3.695969E-02	1.838643E-01	-2.336422E-01	1.036286E-01
L2A1	-1.390320E-01	1.335346E+00	-2.764312E+00	2.848877E+00
L2A2	-1.253487E+01	7.775686E+01	-2.557040E+02	4.491041E+02
L3A1	-2.800426E+01	1.657040E+02	-5.463924E+02	9.409234E+02
L3A2	2.357970E+01	-9.503438E+01	1.998422E+02	-2.161709E+02
L4A1	2.558001E+01	-9.668504E+01	1.877199E+02	-1.893432E+02
L4A2	7.730088E+00	-1.238564E+01	1.140521E+01	-5.670756E+00
L5A1	7.549998E+00	-8.788428E+00	6.004068E+00	-2.249783E+00
L5A2	-2.404809E-01	5.975195E-01	-6.759399E-01	5.189385E-01
L6A1	3.496098E-01	-2.364103E-01	1.033354E-01	-2.964038E-02
L6A2	6.652713E-02	-4.269660E-02	1.620893E-02	-3.850439E-03
表面标号#	a <sub>16</sub>	a <sub>18</sub>	a <sub>20</sub>	
L1A1	5.688909E-05			
L1A2	-1.977612E-02			
L2A1	-1.271177E+00			
L2A2	-3.283092E+02			
L3A1	-6.604055E+02			
L3A2	9.707552E+01			
L4A1	8.035537E+01			
L4A2	1.189782E+00			
L5A1	3.555324E-01			
L5A2	-2.570492E-01	6.954071E-02	-7.656946E-03	
L6A1	5.407206E-03	-5.686068E-04	2.612321E-05	
L6A2	5.620966E-04	-4.601150E-05	1.608769E-06	

图37



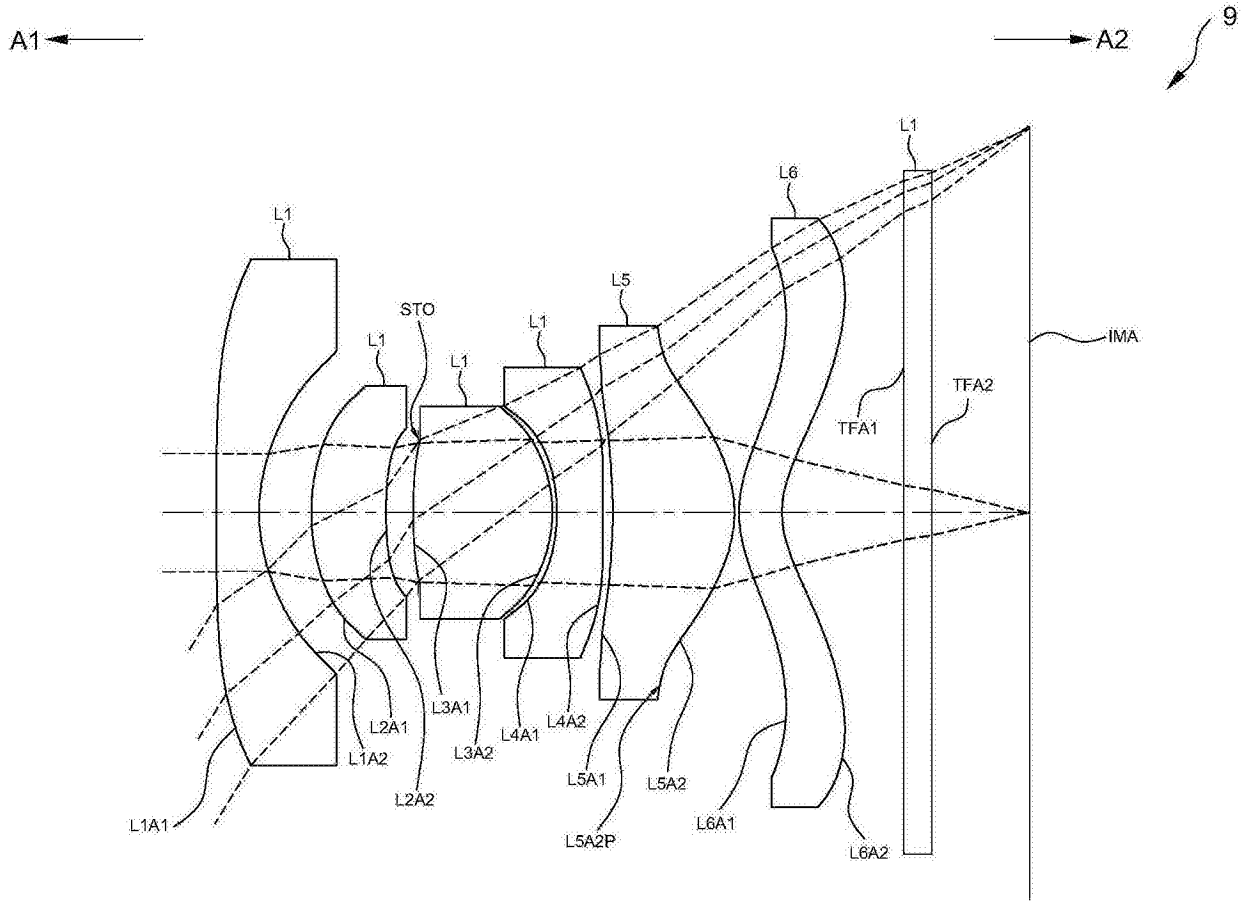


图38

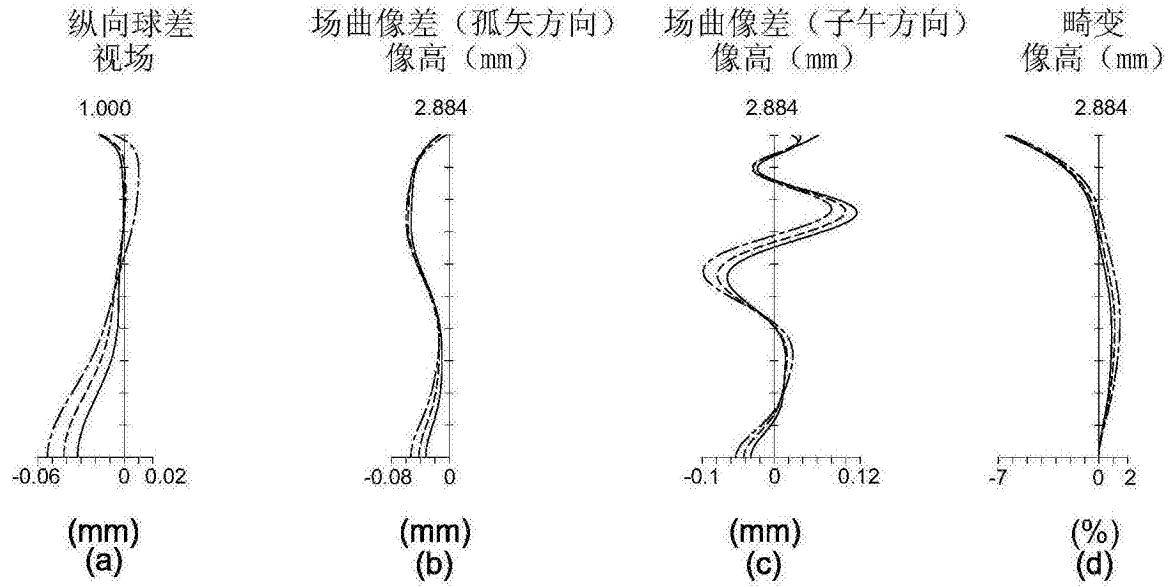
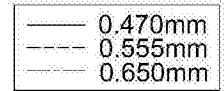


图39

第九实施例						
系统焦距 = 1.874 mm; 半视角 = 58.500 度; 系统总长 = 6.079 mm 光圈值 = 2.108; 像高 = 2.884 mm						
表面标号		曲率半径 (mm)	厚度/距离 (mm)	折射率	色散系数 (阿贝数)	焦距 (mm)
OBJ	物体	无限大	无限大			
L1A1	第一透镜	43.447	0.323	1.545	55.987	-2.486
L1A2		1.313	0.390			
L2A1	第二透镜	1.552	0.558	1.642	22.409	4.326
L2A2		2.991	0.238			
STO	光圈	无限大	-0.035			
L3A1	第三透镜	4.214	1.040	1.545	55.987	1.586
L3A2		-0.996	0.033			
L4A1	第四透镜	-1.424	0.341	1.642	22.409	-2.127
L4A2		45.620	0.078			
L5A1	第五透镜	-2.488	0.909	1.545	55.987	2.202
L5A2		-0.916	0.034			
L6A1	第六透镜	0.897	0.320	1.545	55.987	-9.234
L6A2		0.666	0.910			
TFA1	滤光片	无限大	0.210	1.517	64.167	
TFA2		无限大	0.730			
IMA	成像面	无限大				

图40

第九实施例				
非球面系数				
表面标号#	K	$a_2$	$a_4$	$a_6$
L1A1	0.000000E+00	0.000000E+00	2.397467E-02	-2.397428E-02
L1A2	0.000000E+00	0.000000E+00	-8.526820E-02	-7.040407E-02
L2A1	0.000000E+00	0.000000E+00	9.459312E-03	4.757785E-02
L2A2	0.000000E+00	0.000000E+00	2.427154E-01	1.515990E+00
L3A1	0.000000E+00	0.000000E+00	6.025000E-02	2.715962E+00
L3A2	0.000000E+00	0.000000E+00	2.991377E-01	-3.134767E+00
L4A1	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.734932E-01	-3.141628E+00
L4A2	0.000000E+00	0.000000E+00	1.900997E-01	-2.591640E+00
L5A1	0.000000E+00	0.000000E+00	9.372108E-01	-3.683039E+00
L5A2	-1.824209E+00	0.000000E+00	6.271879E-02	-5.206333E-02
L6A1	-4.970037E+00	0.000000E+00	7.658105E-02	-3.052788E-01
L6A2	-3.810601E+00	0.000000E+00	-4.953395E-02	-4.296717E-02
表面标号#	$a_8$	$a_{10}$	$a_{12}$	$a_{14}$
L1A1	2.844514E-02	-1.653575E-02	5.198078E-03	-8.502424E-04
L1A2	3.896322E-02	1.842954E-01	-2.339758E-01	1.033387E-01
L2A1	-1.486776E-01	1.331500E+00	-2.763092E+00	2.854675E+00
L2A2	-1.249977E+01	7.781298E+01	-2.555865E+02	4.489210E+02
L3A1	-2.805951E+01	1.655644E+02	-5.462250E+02	9.419003E+02
L3A2	2.360327E+01	-9.500569E+01	1.998289E+02	-2.162527E+02
L4A1	2.558516E+01	-9.668202E+01	1.877386E+02	-1.893321E+02
L4A2	7.731248E+00	-1.238539E+01	1.140291E+01	-5.674567E+00
L5A1	7.548234E+00	-8.788801E+00	6.004296E+00	-2.249775E+00
L5A2	-2.405991E-01	5.973470E-01	-6.761070E-01	5.189056E-01
L6A1	3.497366E-01	-2.364374E-01	1.033259E-01	-2.964159E-02
L6A2	6.611115E-02	-4.273023E-02	1.621337E-02	-3.849947E-03
表面标号#	$a_{16}$	$a_{18}$	$a_{20}$	
L1A1	5.681466E-05			
L1A2	-2.002789E-02			
L2A1	-1.260555E+00			
L2A2	-3.310118E+02			
L3A1	-6.623235E+02			
L3A2	9.686517E+01			
L4A1	8.023296E+01			
L4A2	1.185581E+00			
L5A1	3.552998E-01			
L5A2	-2.570512E-01	6.954677E-02	-7.645938E-03	
L6A1	5.407220E-03	-5.685471E-04	2.615009E-05	
L6A2	5.621749E-04	-4.602029E-05	1.603531E-06	

图41

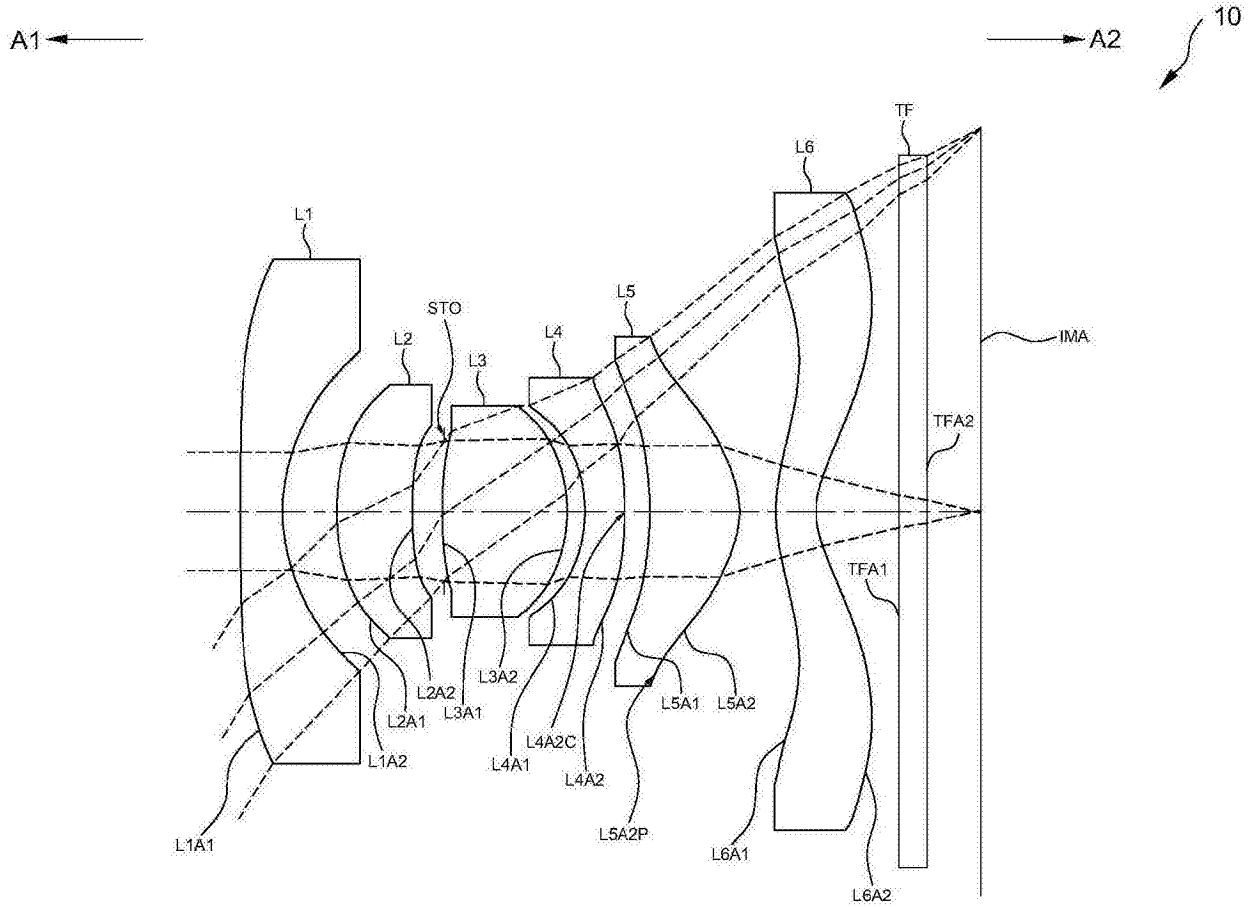


图42

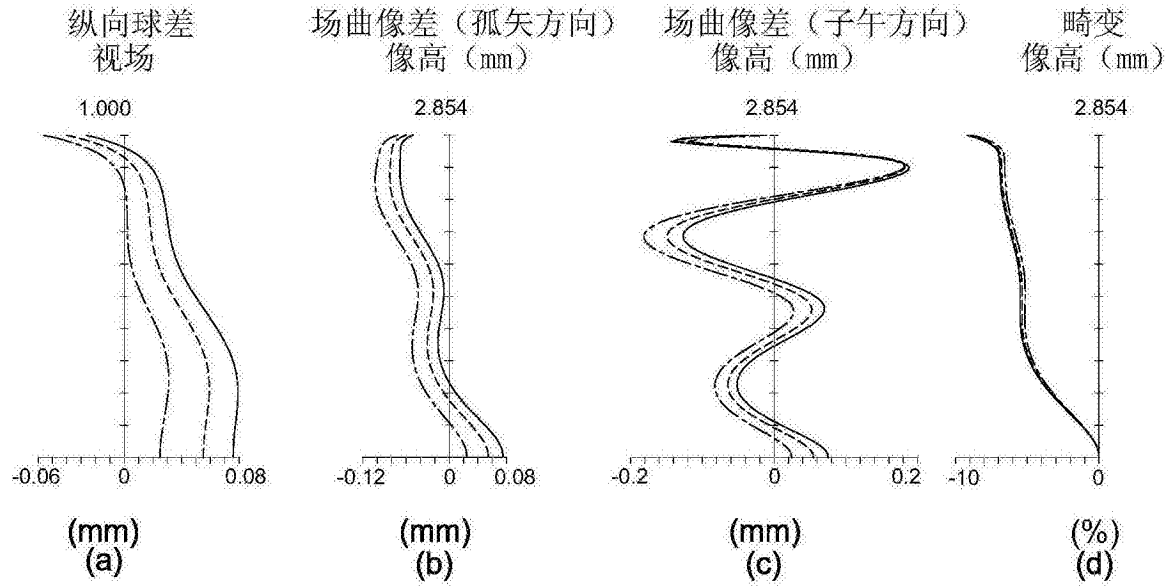
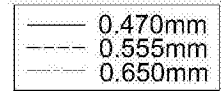


图43

第十实施例						
系统焦距 = 1.956 mm; 半视角 = 58.500 度; 系统总长 = 5.510 mm 光圈值 = 2.202; 像高 = 2.854 mm						
表面标号		曲率半径 (mm)	厚度/距离 (mm)	折射率	色散系数 (阿贝数)	焦距 (mm)
OBJ	物体	无限大	无限大			
L1A1	第一透镜	46.581	0.318	1.545	55.987	-2.477
L1A2		1.312	0.400			
L2A1	第二透镜	1.551	0.562	1.642	22.409	4.004
L2A2		3.310	0.241			
STO	光圈	无限大	-0.015			
L3A1	第三透镜	3.439	0.928	1.545	55.987	1.671
L3A2		-1.124	0.131			
L4A1	第四透镜	-1.140	0.295	1.642	22.409	-3.323
L4A2		-2.671	0.191			
L5A1	第五透镜	-1.823	0.667	1.545	55.987	1.715
L5A2		-0.699	0.268			
L6A1	第六透镜	1.306	0.301	1.545	55.987	-2.144
L6A2		0.567	0.613			
TFA1	滤光片	无限大	0.210	1.517	64.167	
TFA2		无限大	0.400			
IMA	成像面	无限大				

图44

第十实施例				
非球面系数				
表面标号#	K	$a_2$	$a_4$	$a_6$
L1A1	0.000000E+00	0.000000E+00	2.278534E-02	-2.372228E-02
L1A2	0.000000E+00	0.000000E+00	-7.988683E-02	-7.086032E-02
L2A1	0.000000E+00	0.000000E+00	7.939341E-03	4.440510E-02
L2A2	0.000000E+00	0.000000E+00	2.306483E-01	1.492099E+00
L3A1	0.000000E+00	0.000000E+00	3.133564E-02	2.645129E+00
L3A2	0.000000E+00	0.000000E+00	1.629668E-01	-3.175193E+00
L4A1	0.000000E+00	0.000000E+00	-8.901683E-02	-3.307778E+00
L4A2	0.000000E+00	0.000000E+00	2.355880E-01	-2.535690E+00
L5A1	0.000000E+00	0.000000E+00	9.175372E-01	-3.726609E+00
L5A2	-3.013047E+00	0.000000E+00	-2.889456E-02	-6.216901E-02
L6A1	-1.173786E+01	0.000000E+00	7.463709E-02	-3.068234E-01
L6A2	-4.688414E+00	0.000000E+00	-4.920223E-02	-4.560045E-02
表面标号#	$a_8$	$a_{10}$	$a_{12}$	$a_{14}$
L1A1	2.844443E-02	-1.654150E-02	5.198352E-03	-8.501775E-04
L1A2	3.858299E-02	1.843708E-01	-2.338576E-01	1.033432E-01
L2A1	-1.477933E-01	1.332454E+00	-2.770547E+00	2.852958E+00
L2A2	-1.262419E+01	7.789586E+01	-2.556936E+02	4.486007E+02
L3A1	-2.770662E+01	1.634969E+02	-5.444724E+02	9.456803E+02
L3A2	2.362741E+01	-9.446952E+01	1.993585E+02	-2.151643E+02
L4A1	2.590078E+01	-9.643804E+01	1.874135E+02	-1.879620E+02
L4A2	7.704759E+00	-1.241624E+01	1.140658E+01	-5.643332E+00
L5A1	7.552796E+00	-8.775421E+00	6.012697E+00	-2.249075E+00
L5A2	-2.207384E-01	6.021402E-01	-6.768903E-01	5.175881E-01
L6A1	3.495110E-01	-2.362518E-01	1.033611E-01	-2.963966E-02
L6A2	6.708569E-02	-4.272922E-02	1.618769E-02	-3.848810E-03
表面标号#	$a_{16}$	$a_{18}$	$a_{20}$	
L1A1	5.688032E-05			
L1A2	-1.994826E-02			
L2A1	-1.262411E+00			
L2A2	-3.305700E+02			
L3A1	-6.652818E+02			
L3A2	9.442461E+01			
L4A1	7.827195E+01			
L4A2	1.207839E+00			
L5A1	3.516541E-01			
L5A2	-2.577217E-01	6.940221E-02	-7.452551E-03	
L6A1	5.406814E-03	-5.687106E-04	2.611255E-05	
L6A2	5.626261E-04	-4.598642E-05	1.596576E-06	

图45



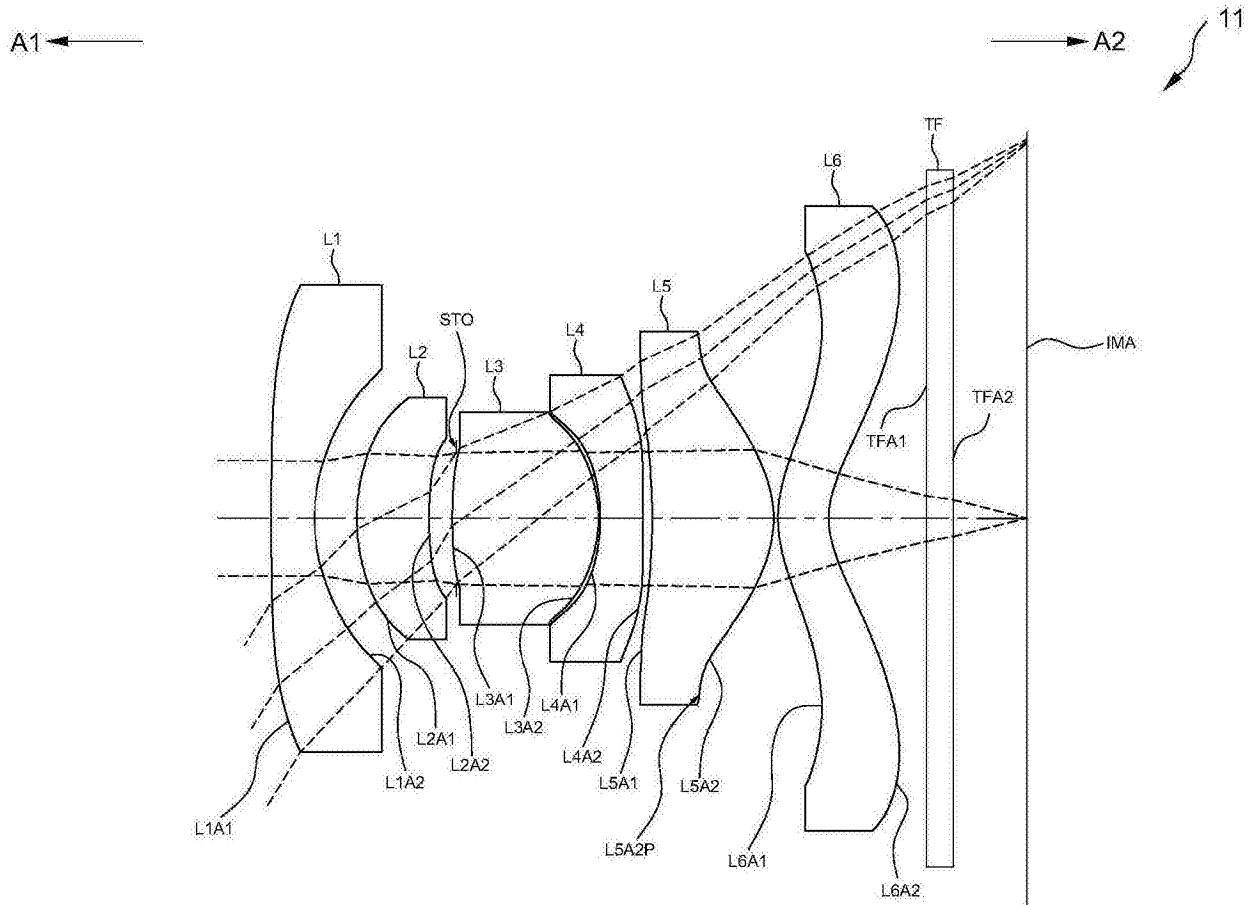


图46

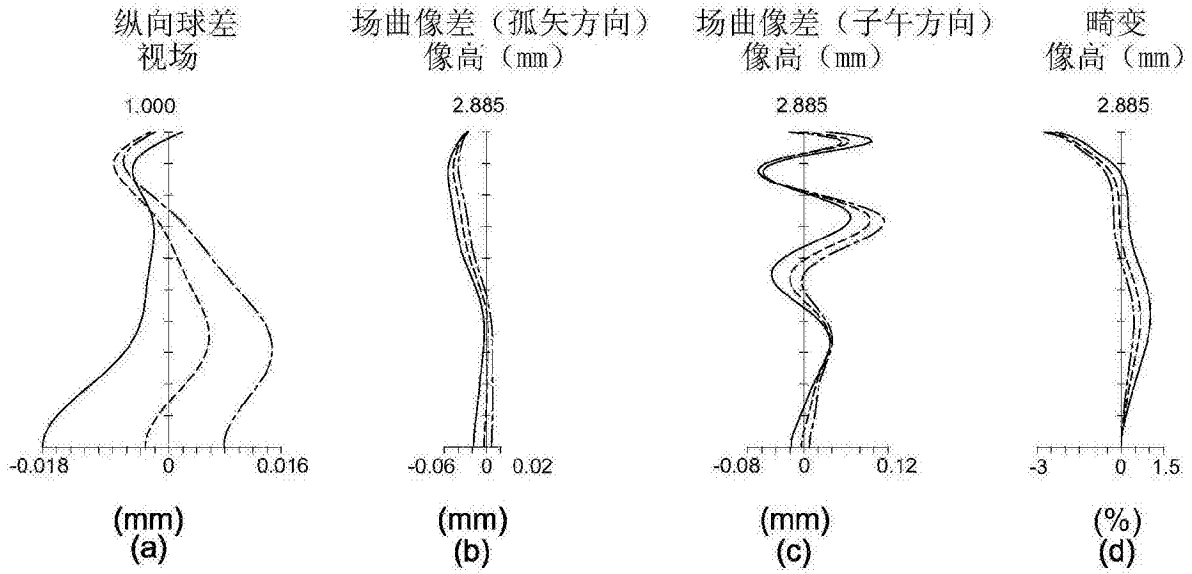
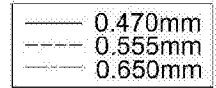


图47

第十一实施例						
系统焦距 = 1.814 mm; 半视角 = 58.500 度; 系统总长 = 5.797 mm 光圈值 = 2.042; 像高 = 2.885 mm						
表面标号		曲率半径 (mm)	厚度/距离 (mm)	折射率	色散系数 (阿贝数)	焦距 (mm)
OBJ	物体	无限大	无限大			
L1A1	第一透镜	47.339	0.333	1.545	55.987	-2.483
L1A2		1.315	0.327			
L2A1	第二透镜	1.518	0.552	1.642	22.409	3.972
L2A2		3.178	0.209			
STO	光圈	无限大	-0.033			
L3A1	第三透镜	3.673	1.123	1.545	55.987	1.606
L3A2		-1.028	0.013			
L4A1	第四透镜	-1.566	0.325	1.642	22.409	-2.294
L4A2		30.951	0.075			
L5A1	第五透镜	-2.553	0.931	1.545	55.987	2.048
L5A2		-0.878	0.033			
L6A1	第六透镜	0.992	0.388	1.545	55.987	-6.211
L6A2		0.662	0.745			
TFA1	滤光片	无限大	0.210	1.517	64.167	
TFA2		无限大	0.566			
IMA	成像面	无限大				

图48

第十一实施例				
非球面系数				
表面标号#	K	$a_2$	$a_4$	$a_6$
L1A1	0.000000E+00	0.000000E+00	2.462020E-02	-2.395250E-02
L1A2	0.000000E+00	0.000000E+00	-8.640465E-02	-6.931945E-02
L2A1	0.000000E+00	0.000000E+00	5.708477E-03	3.926425E-02
L2A2	0.000000E+00	0.000000E+00	2.461254E-01	1.496533E+00
L3A1	0.000000E+00	0.000000E+00	6.816106E-02	2.728020E+00
L3A2	0.000000E+00	0.000000E+00	3.154329E-01	-3.143316E+00
L4A1	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.677185E-01	-3.153566E+00
L4A2	0.000000E+00	0.000000E+00	1.853004E-01	-2.591546E+00
L5A1	0.000000E+00	0.000000E+00	9.342082E-01	-3.683946E+00
L5A2	-1.844899E+00	0.000000E+00	6.282253E-02	-5.297550E-02
L6A1	-5.207359E+00	0.000000E+00	7.844613E-02	-3.042732E-01
L6A2	-3.664353E+00	0.000000E+00	-4.211010E-02	-4.435513E-02
表面标号#	$a_8$	$a_{10}$	$a_{12}$	$a_{14}$
L1A1	2.845416E-02	-1.653109E-02	5.199172E-03	-8.502121E-04
L1A2	4.044073E-02	1.841279E-01	-2.339714E-01	1.031889E-01
L2A1	-1.503682E-01	1.336635E+00	-2.760126E+00	2.858223E+00
L2A2	-1.257318E+01	7.767034E+01	-2.558657E+02	4.504250E+02
L3A1	-2.799901E+01	1.656600E+02	-5.465873E+02	9.403073E+02
L3A2	2.355285E+01	-9.506131E+01	1.998116E+02	-2.161672E+02
L4A1	2.556937E+01	-9.669692E+01	1.877258E+02	-1.892954E+02
L4A2	7.728687E+00	-1.238600E+01	1.140384E+01	-5.673662E+00
L5A1	7.549004E+00	-8.788877E+00	6.003971E+00	-2.249687E+00
L5A2	-2.405634E-01	5.975420E-01	-6.759637E-01	5.189758E-01
L6A1	3.493208E-01	-2.364437E-01	1.033337E-01	-2.963999E-02
L6A2	6.644330E-02	-4.271257E-02	1.620572E-02	-3.850519E-03
表面标号#	$a_{16}$	$a_{18}$	$a_{20}$	
L1A1	5.677694E-05			
L1A2	-2.009845E-02			
L2A1	-1.256227E+00			
L2A2	-3.308955E+02			
L3A1	-6.604908E+02			
L3A2	9.716064E+01			
L4A1	8.048307E+01			
L4A2	1.185354E+00			
L5A1	3.558176E-01			
L5A2	-2.570272E-01	6.954655E-02	-7.657142E-03	
L6A1	5.407389E-03	-5.685540E-04	2.613671E-05	
L6A2	5.621428E-04	-4.600331E-05	1.609848E-06	

图49

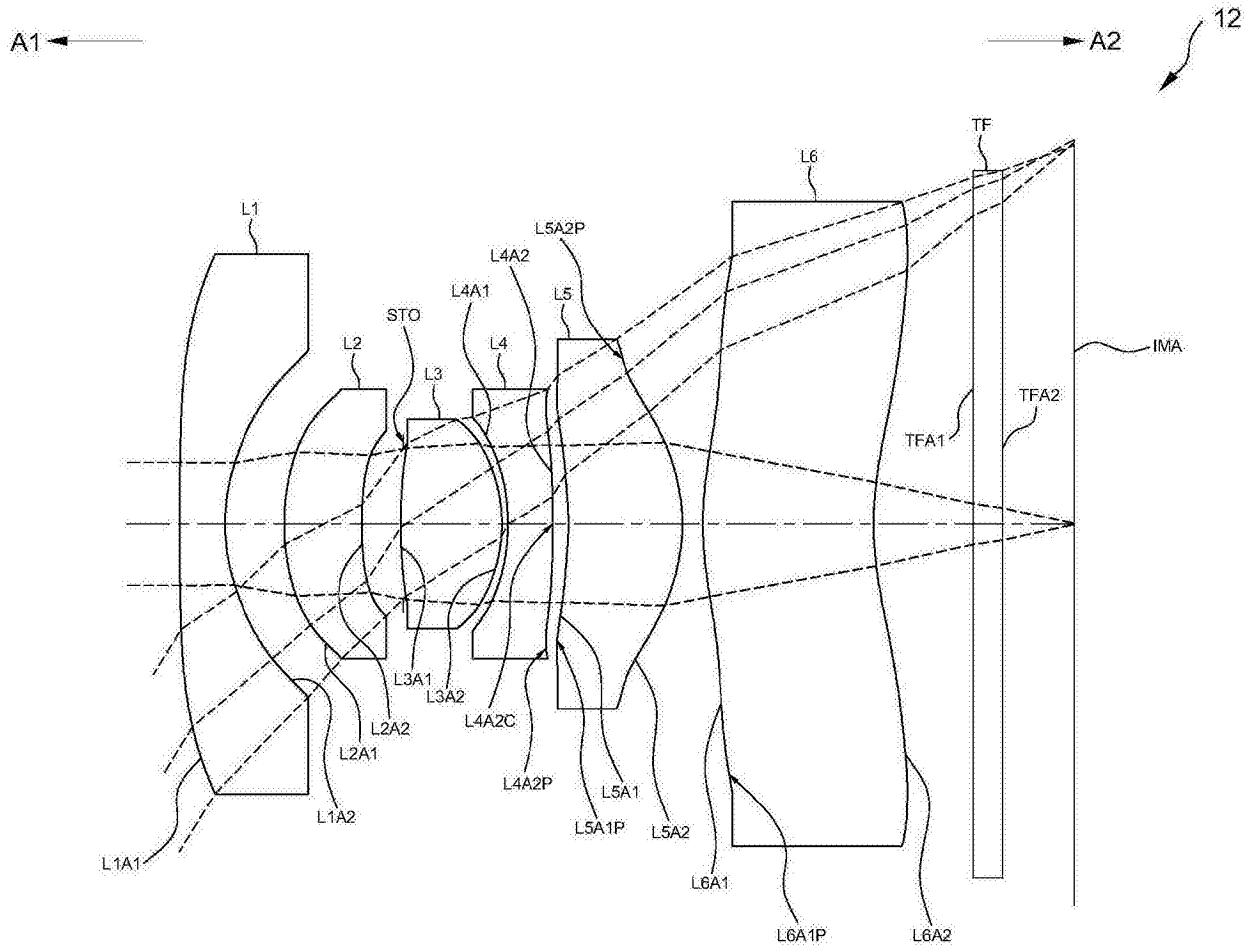


图50

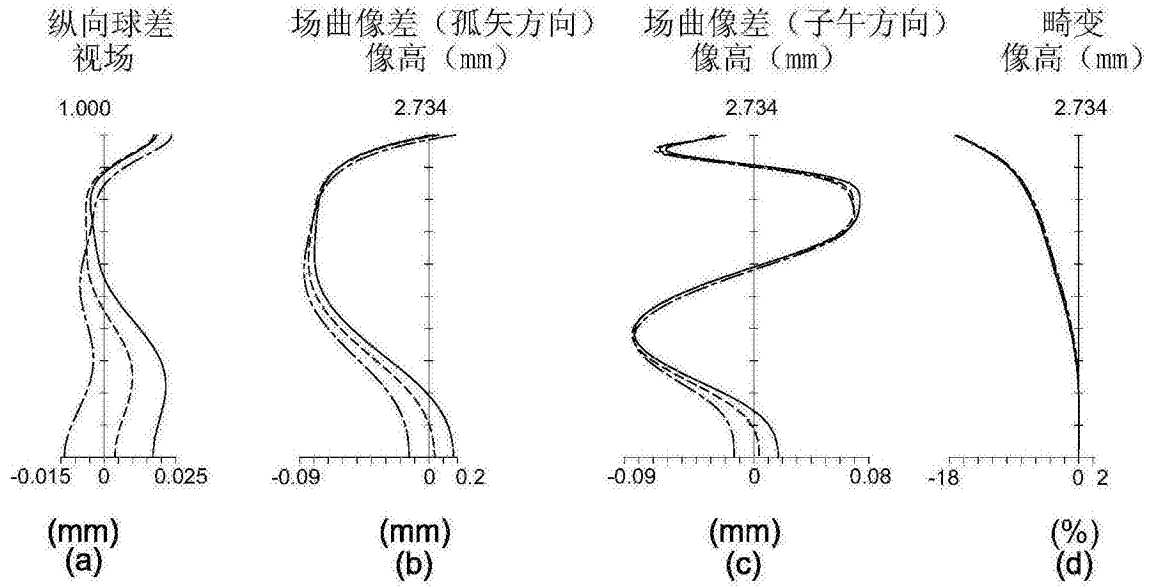
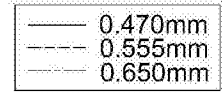


图51

第十二实施例						
系统焦距 = 2.027 mm ; 半视角 = 58.500 度 ; 系统总长 = 6.370 mm 光圈值 = 2.281 ; 像高 = 2.734 mm						
表面标号		曲率半径 (mm)	厚度/距离 (mm)	折射率	色散系数 (阿贝数)	焦距 (mm)
OBJ	物体	无限大	无限大			
L1A1	第一透镜	52.455	0.321	1.545	55.987	-2.468
L1A2		1.312	0.423			
L2A1	第二透镜	1.608	0.553	1.642	22.409	4.664
L2A2		2.975	0.293			
STO	光圈	无限大	-0.017			
L3A1	第三透镜	4.632	0.719	1.545	55.987	1.739
L3A2		-1.130	0.042			
L4A1	第四透镜	-1.622	0.322	1.642	22.409	-3.240
L4A2		-7.707	0.111			
L5A1	第五透镜	-2.041	0.811	1.545	55.987	4.864
L5A2		-1.316	0.145			
L6A1	第六透镜	2.310	1.217	1.545	55.987	21.924
L6A2		2.329	0.707			
TFA1	滤光片	无限大	0.210	1.517	64.167	
TFA2		无限大	0.511			
IMA	成像面	无限大				

图52

第十二实施例				
非球面系数				
表面标号#	K	$a_2$	$a_4$	$a_6$
L1A1	0.000000E+00	0.000000E+00	2.351363E-02	-2.407072E-02
L1A2	0.000000E+00	0.000000E+00	-8.938828E-02	-7.222423E-02
L2A1	0.000000E+00	0.000000E+00	9.217538E-03	5.006501E-02
L2A2	0.000000E+00	0.000000E+00	2.403185E-01	1.486330E+00
L3A1	0.000000E+00	0.000000E+00	-9.061121E-05	2.691339E+00
L3A2	0.000000E+00	0.000000E+00	1.592368E-01	-3.016462E+00
L4A1	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.490970E-01	-2.988168E+00
L4A2	0.000000E+00	0.000000E+00	3.040123E-01	-2.564860E+00
L5A1	0.000000E+00	0.000000E+00	9.677975E-01	-3.638794E+00
L5A2	-9.611578E-01	0.000000E+00	4.373249E-02	-2.359803E-02
L6A1	-2.292040E+01	0.000000E+00	8.597995E-02	-2.971867E-01
L6A2	-1.608589E+00	0.000000E+00	-6.211495E-02	-4.020826E-02
表面标号#	$a_8$	$a_{10}$	$a_{12}$	$a_{14}$
L1A1	2.842160E-02	-1.654042E-02	5.197158E-03	-8.502059E-04
L1A2	3.844827E-02	1.842561E-01	-2.337378E-01	1.034119E-01
L2A1	-1.426131E-01	1.334670E+00	-2.762203E+00	2.849645E+00
L2A2	-1.256506E+01	7.775012E+01	-2.556498E+02	4.490349E+02
L3A1	-2.827612E+01	1.649925E+02	-5.465461E+02	9.439497E+02
L3A2	2.370238E+01	-9.501344E+01	1.996989E+02	-2.166471E+02
L4A1	2.586482E+01	-9.642874E+01	1.878472E+02	-1.895385E+02
L4A2	7.761120E+00	-1.236209E+01	1.140810E+01	-5.682510E+00
L5A1	7.540125E+00	-8.793100E+00	6.008995E+00	-2.247700E+00
L5A2	-2.317747E-01	5.953902E-01	-6.784090E-01	5.179957E-01
L6A1	3.497057E-01	-2.365428E-01	1.033023E-01	-2.964524E-02
L6A2	6.677834E-02	-4.277732E-02	1.619705E-02	-3.850672E-03
表面标号#	$a_{16}$	$a_{18}$	$a_{20}$	
L1A1	5.684580E-05			
L1A2	-1.995690E-02			
L2A1	-1.266513E+00			
L2A2	-3.295509E+02			
L3A1	-6.647961E+02			
L3A2	9.572148E+01			
L4A1	7.903589E+01			
L4A2	1.180258E+00			
L5A1	3.468282E-01			
L5A2	-2.571958E-01	6.960285E-02	-7.607326E-03	
L6A1	5.406985E-03	-5.684500E-04	2.620168E-05	
L6A2	5.622456E-04	-4.598540E-05	1.610039E-06	

图53



实施例	第一	第二	第三	第四	第五	第六
EFL	2.274	1.512	2.465	1.947	2.097	1.687
Fno	2.558	1.701	2.774	2.191	2.360	1.898
HFOV	58.500	58.500	58.500	58.500	58.500	58.500
ImgH	3.864	2.388	2.885	2.834	2.884	2.883
T1	0.281	0.315	0.215	0.377	0.328	0.355
G12	0.310	0.401	0.267	0.232	0.367	0.252
T2	0.534	0.561	0.443	0.390	0.488	0.618
G23	0.148	0.204	0.154	0.256	0.231	0.183
T3	1.038	1.081	0.434	1.015	1.063	1.042
G34	0.015	0.011	0.009	0.037	0.036	0.012
T4	0.345	0.296	0.351	0.378	0.303	0.354
G45	0.118	0.078	0.099	0.116	0.094	0.091
T5	0.953	0.921	0.946	0.918	0.662	0.978
G56	0.166	0.031	0.111	0.035	0.176	0.034
T6	0.428	0.492	0.536	0.541	0.250	0.712
G6F	0.986	0.743	0.888	0.716	0.874	0.616
TF	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210
GFP	0.807	0.205	0.727	0.634	0.702	0.440
BFL	2.003	1.157	1.825	1.559	1.786	1.266
AAG	0.757	0.725	0.641	0.676	0.904	0.573
ALT	3.580	3.666	2.924	3.620	3.094	4.057
TTL	6.340	5.548	5.391	5.855	5.784	5.896
TL	4.337	4.391	3.565	4.295	3.998	4.630
(T4+AAG)/T2	2.064	1.819	2.238	2.700	2.476	1.500
HFOV/ImgH	15.140	24.494	20.277	20.642	20.284	20.291
EFL/(T1+T3)	1.723	1.083	3.802	1.399	1.508	1.208
(EFL+T2+T5+T6)/ALT	1.170	0.951	1.501	1.049	1.130	0.984
(T1+T4+G34+G45)/ (G12+G56)	1.596	1.619	1.780	3.399	1.400	2.833
(AAG+T1)/T5	1.090	1.128	0.905	1.146	1.860	0.949
(EFL+TTL)/BFL	4.300	6.101	4.304	5.004	4.412	5.989
EFL/(T5+T6)	1.647	1.069	1.664	1.334	2.300	0.999
(EFL+TL)/ALT	1.847	1.610	2.062	1.725	1.970	1.557
(T2+T4+G34+G56)/ (G12+G23+G45)	1.841	1.316	1.756	1.394	1.450	1.933
(AAG+T2)/T3	1.244	1.189	2.500	1.050	1.310	1.142
EFL/(T2+T3+T4)	1.186	0.780	2.008	1.092	1.132	0.838
(EFL+AAG)/BFL	1.513	1.933	1.702	1.682	1.680	1.785
(T2+T6+G45+G56)/T5	1.308	1.262	1.257	1.179	1.521	1.489
(AAG+T6)/T3	1.141	1.126	2.714	1.199	1.086	1.233

图54A

实施例	第七	第八	第九	第十	第十一	第十二
EFL	2.054	1.796	1.874	1.956	1.814	2.027
Fno	2.311	2.021	2.108	2.202	2.042	2.281
HFOV	58.500	58.500	58.500	58.500	58.500	58.500
ImgH	2.881	2.826	2.884	2.854	2.885	2.734
T1	0.227	0.322	0.323	0.318	0.333	0.321
G12	0.393	0.464	0.390	0.400	0.327	0.423
T2	0.552	0.522	0.558	0.562	0.552	0.553
G23	0.290	0.223	0.203	0.226	0.177	0.276
T3	0.755	1.055	1.040	0.928	1.123	0.719
G34	0.075	0.030	0.033	0.131	0.013	0.042
T4	0.397	0.248	0.341	0.295	0.325	0.322
G45	0.135	0.118	0.078	0.191	0.075	0.111
T5	0.600	0.934	0.909	0.667	0.931	0.811
G56	0.202	0.033	0.034	0.268	0.033	0.145
T6	0.341	0.451	0.320	0.301	0.388	1.217
G6F	0.881	0.707	0.910	0.613	0.745	0.707
TF	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210
GFP	0.733	0.529	0.730	0.400	0.566	0.511
BFL	1.824	1.446	1.850	1.223	1.521	1.428
AAG	1.095	0.868	0.739	1.216	0.625	0.998
ALT	2.872	3.533	3.490	3.071	3.651	3.943
TTL	5.791	5.847	6.079	5.510	5.797	6.370
TL	3.966	4.401	4.229	4.287	4.276	4.942
(T4+AAG)/T2	2.700	2.138	1.937	2.689	1.722	2.386
HFOV/ImgH	20.305	20.701	20.284	20.498	20.277	21.397
EFL/(T1+T3)	2.093	1.304	1.375	1.570	1.246	1.949
(EFL+T2+T5+T6)/ALT	1.235	1.048	1.049	1.135	1.009	1.169
(T1+T4+G34+G45)/ (G12+G56)	1.400	1.448	1.827	1.399	2.071	1.400
(AAG+T1)/T5	2.202	1.275	1.168	2.301	1.028	1.627
(EFL+TTL)/BFL	4.300	5.287	4.300	6.105	5.004	5.879
EFL/(T5+T6)	2.182	1.297	1.525	2.022	1.375	0.999
(EFL+TL)/ALT	2.096	1.754	1.748	2.033	1.668	1.767
(T2+T4+G34+G56)/ (G12+G23+G45)	1.498	1.037	1.441	1.536	1.593	1.311
(AAG+T2)/T3	2.183	1.318	1.247	1.916	1.048	2.158
EFL/(T2+T3+T4)	1.206	0.984	0.966	1.096	0.908	1.271
(EFL+AAG)/BFL	1.726	1.843	1.412	2.594	1.604	2.118
(T2+T6+G45+G56)/T5	2.050	1.205	1.089	1.983	1.125	2.500
(AAG+T6)/T3	1.903	1.250	1.018	1.634	0.902	3.081

图54B