



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113866945 B

(45) 授权公告日 2024. 07. 19

(21) 申请号 202111158552.1

G02B 13/18 (2006.01)

(22) 申请日 2021.09.30

G03B 30/00 (2021.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113866945 A

(56) 对比文件

CN 108508578 A, 2018.09.07

CN 108627953 A, 2018.10.09

(43) 申请公布日 2021.12.31

CN 111025598 A, 2020.04.17

(73) 专利权人 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

审查员 陈翊杭

(72) 发明人 林茂宗 陈白娜 王召

(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

专利代理师 秦华

(51) Int. Cl.

G02B 13/00 (2006.01)

G02B 13/14 (2006.01)

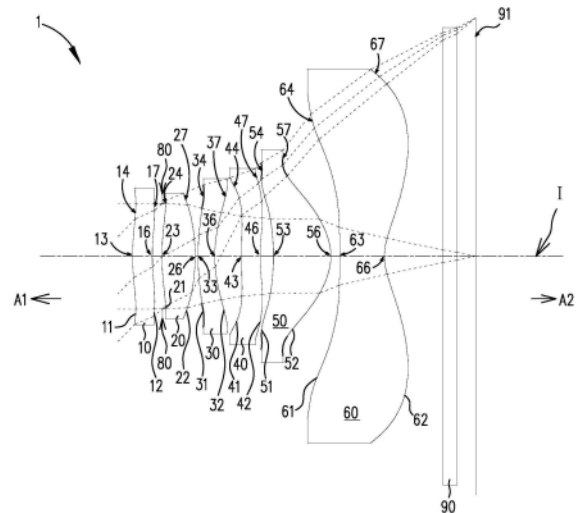
权利要求书3页 说明书14页 附图53页

(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,从物侧至像侧沿光轴依序包括第一透镜至第六透镜。第一透镜的物侧面的圆周区域为凹面,且第一透镜的像侧面的光轴区域为凹面;第二透镜的物侧面的圆周区域为凸面;第三透镜具有负屈光率;第四透镜具有负屈光率,且第四透镜的像侧面的圆周区域为凹面;以及第五透镜的物侧面的圆周区域为凹面。上述光学成像镜头的透镜只有上述六片透镜。所述光学成像镜头具有在维持系统长度的前提下,具有可见光与红外光接近共焦的能力。主要用于拍摄影像及录像,并可以应用于便携式电子产品之装置,例如可应用于手机、相机、平板计算机、或个人数位助理(Personal DigitalAssistant,PDA)等电子装置中。



1. 一种光学成像镜头,其特征在於,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;

该第一透镜的该物侧面的一圆周区域为凹面,且该第一透镜的该像侧面的一光轴区域为凹面;

该第二透镜具有正屈光率,且该第二透镜的该物侧面的一圆周区域为凸面;

该第三透镜具有负屈光率;

该第四透镜具有负屈光率,且该第四透镜的该像侧面的一圆周区域为凹面;

该第五透镜具有正屈光率,且该第五透镜的该物侧面的一圆周区域为凹面;以及该第六透镜具有负屈光率;

其中该光学成像镜头的透镜只有上述六片透镜;

该光学成像镜头满足以下条件: $ALT/(G34+G56+T6) \leq 3.300$ ,其中ALT定义为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、G34定义为该第三透镜与该第四透镜在该光轴上的空气间隙、G56定义为该第五透镜与该第六透镜在该光轴上的空气间隙、T6定义为该第六透镜在该光轴上的厚度。

2. 一种光学成像镜头,其特征在於,从一物侧至一像侧沿一光轴依序包括一第一透镜、一光圈、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;

该第一透镜的该物侧面的一圆周区域为凹面,且该第一透镜的该像侧面的一光轴区域为凹面;

该第二透镜具有正屈光率,且该第二透镜的该物侧面的一圆周区域为凸面;

该第三透镜具有负屈光率;

该第四透镜具有负屈光率,且该第四透镜的该像侧面的一光轴区域为凹面;

该第五透镜具有正屈光率,且该第五透镜的该物侧面的一光轴区域为凹面;以及该第六透镜具有负屈光率;

其中该光学成像镜头的透镜只有上述六片透镜;

该光学成像镜头满足以下条件: $ALT/(G34+G56+T6) \leq 3.300$ ,其中ALT定义为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、G34定义为该第三透镜与该第四透镜在该光轴上的空气间隙、G56定义为该第五透镜与该第六透镜在该光轴上的空气间隙、T6定义为该第六透镜在该光轴上的厚度。

3. 一种光学成像镜头,其特征在於,从一物侧至一像侧沿一光轴依序包括一第一透镜、一光圈、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;

该第一透镜的该物侧面的一圆周区域为凹面,且该第一透镜的该像侧面的一光轴区域为凹面;

该第二透镜具有正屈光率,且该第二透镜的该物侧面的一圆周区域为凸面;

该第三透镜具有负屈光率；

该第四透镜具有负屈光率，且该第四透镜的该像侧面的一光轴区域为凹面；

该第五透镜具有正屈光率，且该第五透镜的该物侧面的一光轴区域为凹面；以及该第六透镜具有负屈光率，且该第六透镜的该像侧面的一圆周区域为凸面；

其中该光学成像镜头的透镜只有上述六片透镜；

该光学成像镜头满足以下条件： $ALT / (G34 + G56 + T6) \leq 3.300$ ，其中ALT定义为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、G34定义为该第三透镜与该第四透镜在该光轴上的空气间隙、G56定义为该第五透镜与该第六透镜在该光轴上的空气间隙、T6定义为该第六透镜在该光轴上的厚度。

4. 如权利要求1-3任一所述光学成像镜头，其特征在于，其中T5定义为该第五透镜在该光轴上的厚度、T3定义为该第三透镜在该光轴上的厚度，且该光学成像镜头满足以下条件： $(G34 + T5) / T3 \geq 4.000$ 。

5. 如权利要求1-3任一所述光学成像镜头，其特征在于，其中 $\nu_1$ 定义为该第一透镜的阿贝数、 $\nu_3$ 定义为该第三透镜的阿贝数、 $\nu_6$ 定义为该第六透镜的阿贝数，且该光学成像镜头满足以下条件： $\nu_1 + \nu_3 + \nu_6 \geq 120.000$ 。

6. 如权利要求1-3任一所述光学成像镜头，其特征在于，其中EFL定义为该光学成像镜头的有效焦距、BFL定义为该第六透镜的该像侧面至一成像面在该光轴上的距离，且该光学成像镜头满足以下条件： $EFL / BFL \leq 2.800$ 。

7. 如权利要求1-3任一所述光学成像镜头，其特征在于，其中T2定义为该第二透镜在该光轴上的厚度、T3定义为该第三透镜在该光轴上的厚度、G45定义为该第四透镜与该第五透镜在该光轴上的空气间隙，且该光学成像镜头满足以下条件： $(T2 + G45) / T3 \leq 3.500$ 。

8. 如权利要求1-3任一所述光学成像镜头，其特征在于，其中T1定义为该第一透镜在该光轴上的厚度、T5定义为该第五透镜在该光轴上的厚度、G12定义为该第一透镜与该第二透镜在该光轴上的空气间隙，且该光学成像镜头满足以下条件： $(T5 + T6) / (T1 + G12) \geq 2.800$ 。

9. 如权利要求1-3任一所述光学成像镜头，其特征在于，其中 $\nu_1$ 定义为该第一透镜的阿贝数、 $\nu_4$ 定义为该第四透镜的阿贝数、 $\nu_6$ 定义为该第六透镜的阿贝数，且该光学成像镜头满足以下条件： $\nu_1 + \nu_4 + \nu_6 \geq 120.000$ 。

10. 如权利要求1-3任一所述光学成像镜头，其特征在于，其中EFL定义为该光学成像镜头的有效焦距、T2定义为该第二透镜在该光轴上的厚度、G45定义为该第四透镜与该第五透镜在该光轴上的空气间隙，且该光学成像镜头满足以下条件： $EFL / (T2 + G45) \geq 4.400$ 。

11. 如权利要求1-3任一所述光学成像镜头，其特征在于，其中HFOV定义为该光学成像镜头的半视角、TTL定义为该第一透镜的该物侧面到一成像面在该光轴上的距离，且该光学成像镜头满足以下条件： $HFOV / TTL \geq 7.600$ 度/毫米。

12. 如权利要求1-3任一所述光学成像镜头，其特征在于，其中T1定义为该第一透镜在该光轴上的厚度、T2定义为该第二透镜在该光轴上的厚度、T3定义为该第三透镜在该光轴上的厚度、T4定义为该第四透镜在该光轴上的厚度，且该光学成像镜头满足以下条件： $(T1 + T2 + T3 + T4) / T6 \leq 3.000$ 。

13. 如权利要求1-3任一所述光学成像镜头，其特征在于，其中AAG定义为该第一透镜至该第六透镜在该光轴上的五个空气间隙总和、T5定义为该第五透镜在该光轴上的厚度，且

该光学成像镜头满足以下条件： $AAG/T5 \leq 1.500$ 。

14. 如权利要求1-3任一所述光学成像镜头,其特征在於,其中T2定义为该第二透镜在该光轴上的厚度、G23定义为该第二透镜与该第三透镜在该光轴上的空气间隙、T3定义为该第三透镜在该光轴上的厚度,且该光学成像镜头满足以下条件： $(T2+G23)/T3 \geq 1.500$ 。

15. 如权利要求1-3任一所述光学成像镜头,其特征在於,其中TL定义为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、BFL定义为该第六透镜的该像侧面至一成像面在该光轴上的距离,且该光学成像镜头满足以下条件： $TL/(T6+BFL) \leq 2.500$ 。

16. 如权利要求1-3任一所述光学成像镜头,其特征在於,其中T2定义为该第二透镜在该光轴上的厚度、T1定义为该第一透镜在该光轴上的厚度,且该光学成像镜头满足以下条件： $(T2+G34)/T1 \geq 2.400$ 。

17. 如权利要求1-3任一所述光学成像镜头,其特征在於,其中EFL定义为该光学成像镜头的有效焦距、T2定义为该第二透镜在该光轴上的厚度、T5定义为该第五透镜在该光轴上的厚度,且该光学成像镜头满足以下条件： $EFL/(T2+T5) \leq 3.200$ 。

18. 如权利要求1-3任一所述光学成像镜头,其特征在於,其中该第三透镜与该第四透镜在该光轴上的空气间隙大于该第四透镜在该光轴上的厚度。

19. 如权利要求1-3任一所述光学成像镜头,其特征在於,其中该第三透镜与该第四透镜在该光轴上的空气间隙大于该第三透镜在该光轴上的厚度。

## 光学成像镜头

### 技术领域

[0001] 本发明涉及光学成像领域,尤其涉及一种光学成像镜头。

### 背景技术

[0002] 近年来,光学成像镜头不断演进,轻薄短小以及大的视场角渐为市场趋势。而为了实现更多样的应用,例如影像监控,又或是为了能够让夜晚拍摄更佳清晰,可见光与红外光共焦的设计有助于达成上述这些目的。

[0003] 但可见光与红外光两个波段的最佳对焦面差异甚远,若要用安插补偿透镜的方式弥补可见光与红外光聚焦位置不同的差异,又会造成镜头系统长度拉长。因此,如何设计出一个成像质量好及系统长度短且具有可见光与红外光接近共焦能力之光学成像镜头成为一个研发重点。

### 发明内容

[0004] 于是,为解决上述问题,本发明的目的是提出一种光学成像镜头,在维持系统长度的前提下,具有可见光与红外光接近共焦能力。本发明可以提供成像质量好及系统长度短的六片式光学成像镜头。本发明六片式光学成像镜头从物侧至像侧,在光轴上依序安排有第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜与第六透镜。第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜与第六透镜,都分别具有朝向物侧且使成像光线通过的物侧面,以及朝向像侧且使成像光线通过的像侧面。

[0005] 在本发明的一实施例中,第一透镜的物侧面的圆周区域为凹面,且第一透镜的像侧面的光轴区域为凹面;第二透镜的物侧面的圆周区域为凸面;第三透镜具有负屈光率;第四透镜具有负屈光率,且第四透镜的像侧面的圆周区域为凹面;以及第五透镜的物侧面的圆周区域为凹面。上述光学成像镜头的透镜只有上述六片透镜。

[0006] 在本发明的另一实施例中,第一透镜的物侧面的圆周区域为凹面,且第一透镜的像侧面的光轴区域为凹面;第二透镜具有正屈光率,且第二透镜的物侧面的圆周区域为凸面;第四透镜具有负屈光率,且第四透镜的像侧面的光轴区域为凹面;以及第五透镜的物侧面的光轴区域为凹面。上述光学成像镜头的透镜只有上述六片透镜。

[0007] 在本发明的又一实施例中,第一透镜的物侧面的圆周区域为凹面,且第一透镜的像侧面的光轴区域为凹面;第二透镜的物侧面的圆周区域为凸面;第四透镜具有负屈光率,且第四透镜的像侧面的光轴区域为凹面;第五透镜的物侧面的光轴区域为凹面;以及第六透镜的像侧面的圆周区域为凸面。上述光学成像镜头的透镜只有上述六片透镜。

[0008] 在本发明的光学成像镜头中,各实施例还可以选择性地满足以下任一条件:

[0009]  $(G34+T5)/T3 \cong 4.000;$

[0010]  $v1+v3+v6 \cong 120.000;$

[0011]  $EFL/BFL \cong 2.800;$

[0012]  $ALT/(G34+G56+T6) \cong 3.300;$

[0013]  $(T5+T6)/(T1+G12) \geq 2.800$ ;

[0014]  $v1+v4+v6 \geq 120.000$ ;

[0015]  $EFL/(T2+G45) \geq 4.400$ ;

[0016]  $HFOV/TTL \geq 7.600$ 度/毫米;

[0017]  $(T1+T2+T3+T4)/T6 \leq 3.000$ ;

[0018]  $AAG/T5 \leq 1.500$ ;

[0019]  $(T2+G23)/T3 \geq 1.500$ ;

[0020]  $TL/(T6+BFL) \leq 2.500$ ;

[0021]  $(T2+G34)/T1 \geq 2.400$ ;

[0022]  $EFL/(T2+T5) \leq 3.200$ ;

[0023]  $(T2+G45)/T3 \leq 3.500$ ;

[0024] 第三透镜与第四透镜在光轴上的空气间隙大于第四透镜在光轴上的厚度;

[0025] 第三透镜与第四透镜在光轴上的空气间隙大于第三透镜在光轴上的厚度。

[0026] 其中 $v1$ 定义为第一透镜的阿贝数; $v3$ 定义为第三透镜的阿贝数; $v4$ 定义为第四透镜的阿贝数; $v6$ 定义为该第六透镜的阿贝数。 $T1$ 定义为第一透镜在光轴上的厚度; $T2$ 定义为第二透镜在光轴上的厚度; $T3$ 定义为第三透镜在光轴上的厚度; $T4$ 定义为第四透镜在光轴上的厚度; $T5$ 定义为第五透镜在光轴上的厚度; $T6$ 定义为第六透镜在光轴上的厚度。

[0027]  $G12$ 定义为第一透镜与第二透镜在光轴上的空气间隙; $G23$ 定义为第二透镜与第三透镜在光轴上的空气间隙; $G34$ 定义为第三透镜与第四透镜在光轴上的空气间隙; $G45$ 定义为第四透镜与第五透镜在光轴上的空气间隙; $G56$ 定义为第五透镜与第六透镜在光轴上的空气间隙。 $ALT$ 定义为第一透镜到第六透镜在光轴上的六个透镜之厚度总和; $TL$ 定义为第一透镜的物侧面到第六透镜的像侧面在光轴上的距离; $TTL$ 定义为第一透镜的物侧面到一成像面在光轴上的距离; $BFL$ 定义为第六透镜的像侧面至成像面在光轴上的距离; $AAG$ 定义为第一透镜到第六透镜在光轴上的五个空气间隙总和; $EFL$ 定义为光学成像镜头的有效焦距; $ImgH$ 定义为光学成像镜头的像高; $Fno$ 为光学成像镜头的光圈值; $HFOV$ 定义为光学成像镜头的半视角。

[0028] 本发明可以提供一种镜头系统长度短、大视场角及良好成像质量且具有可见光与红外光共焦能力的光学成像镜头,其中,可见光与红外光两者的最佳对焦面的距离差异可以小于0.020毫米。

[0029] 本发明特别是针对一种主要用于拍摄影像及录像,并可以应用于便携式电子产品之装置,例如可应用于手机、相机、平板计算机、或个人数位助理(Personal Digital Assistant,PDA)等电子装置中的光学成像镜头。

## 附图说明

[0030] 图1至图5是本发明光学成像镜头判断曲率形状方法之示意图。

[0031] 图6是本发明光学成像镜头的第一实施例之示意图。

[0032] 图7是第一实施例之光学成像镜头在成像面上的纵向球差与各项像差图示意图。

[0033] 图8是本发明光学成像镜头的第二实施例之示意图。

[0034] 图9是第二实施例之光学成像镜头在成像面上的纵向球差与各项像差图示意图。

- [0035] 图10是本发明光学成像镜头的第三实施例之示意图。
- [0036] 图11是第三实施例之光学成像镜头在成像面上的纵向球差与各项像差图示意图。
- [0037] 图12是本发明光学成像镜头的第四实施例之示意图。
- [0038] 图13是第四实施例之光学成像镜头在成像面上的纵向球差与各项像差图示意图。
- [0039] 图14是本发明光学成像镜头的第五实施例之示意图。
- [0040] 图15是第五实施例之光学成像镜头在成像面上的纵向球差与各项像差图示意图。
- [0041] 图16是本发明光学成像镜头的第六实施例之示意图。
- [0042] 图17是第六实施例之光学成像镜头在成像面上的纵向球差与各项像差图示意图。
- [0043] 图18是本发明光学成像镜头的第七实施例之示意图。
- [0044] 图19是第七实施例之光学成像镜头在成像面上的纵向球差与各项像差图示意图。
- [0045] 图20是本发明光学成像镜头的第八实施例之示意图。
- [0046] 图21是第八实施例之光学成像镜头在成像面上的纵向球差与各项像差图示意图。
- [0047] 图22是本发明光学成像镜头的第九实施例之示意图。
- [0048] 图23是第九实施例之光学成像镜头在成像面上的纵向球差与各项像差图示意图。
- [0049] 图24是本发明光学成像镜头的第十实施例之示意图。
- [0050] 图25是第十实施例之光学成像镜头在成像面上的纵向球差与各项像差图示意图。
- [0051] 图26是本发明光学成像镜头的第十一实施例之示意图。
- [0052] 图27是第十一实施例之光学成像镜头在成像面上的纵向球差与各项像差图示意图。
- [0053] 图28是本发明光学成像镜头的第十二实施例之示意图。
- [0054] 图29是第十二实施例之光学成像镜头在成像面上的纵向球差与各项像差图示意图。
- [0055] 图30是第一实施例详细的光学数据表格图。
- [0056] 图31是第一实施例详细的非球面数据表格图。
- [0057] 图32是第二实施例详细的光学数据表格图。
- [0058] 图33是第二实施例详细的非球面数据表格图。
- [0059] 图34是第三实施例详细的光学数据表格图。
- [0060] 图35是第三实施例详细的非球面数据表格图。
- [0061] 图36是第四实施例详细的光学数据表格图。
- [0062] 图37是第四实施例详细的非球面数据表格图。
- [0063] 图38是第五实施例详细的光学数据表格图。
- [0064] 图39是第五实施例详细的非球面数据表格图。
- [0065] 图40是第六实施例详细的光学数据表格图。
- [0066] 图41是第六实施例详细的非球面数据表格图。
- [0067] 图42是第七实施例详细的光学数据表格图。
- [0068] 图43是第七实施例详细的非球面数据表格图。
- [0069] 图44是第八实施例详细的光学数据表格图。
- [0070] 图45是第八实施例详细的非球面数据表格图。
- [0071] 图46是第九实施例详细的光学数据表格图。

- [0072] 图47是第九实施例详细的非球面数据表格图。  
[0073] 图48是第十实施例详细的光学数据表格图。  
[0074] 图49是第十实施例详细的非球面数据表格图。  
[0075] 图50是第十一实施例详细的光学数据表格图。  
[0076] 图51是第十一实施例详细的非球面数据表格图。  
[0077] 图52是第十二实施例详细的光学数据表格图。  
[0078] 图53是第十二实施例详细的非球面数据表格图。  
[0079] 图54及图55及图56是各实施例之重要参数表格图。

### 具体实施方式

[0080] 在开始详细描述本发明之前,首先清楚表示附图中的符号说明:1…光学成像镜头;11、21、31、41、51、61、110、410、510…物侧面;12、22、32、42、52、62、120、320…像侧面;13、16、23、26、33、36、43、46、53、56、63、66、Z1…光轴区域;14、17、24、27、34、37、44、47、54、57、64、67、Z2…圆周区域;10…第一透镜;20…第二透镜;30…第三透镜;40…第四透镜;50…第五透镜;60…第六透镜;80…光圈;90…滤光片;91…成像面;100、200、300、400、500…透镜;130…组装部;

[0081] 211、212…平行光线;A1…物侧;A2…像侧;CP…中心点;CP1…第一中心点;CP2…第二中心点;TP1…第一转换点;TP2…第二转换点;OB…光学边界;I…光轴;Lc…主光线;Lm…边缘光线;EL…延伸线;Z3…中继区域;M、R…相交点。

[0082] 本说明书和申请专利范围中使用的用语「光轴区域」、「圆周区域」、「凹面」和「凸面」应基于本说明书中列出的定义来解释。

[0083] 本说明书之光学系统包含至少一透镜,接收入射光学系统之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。所言之「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之近轴屈光率为正(或为负)。所言之「透镜之物侧面(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)Lc及边缘光线(marginal ray)Lm(如图1所示)。透镜之物侧面(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,这些区域的说明将于下方详细阐述。

[0084] 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所例示,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。定义透镜表面之光学边界OB为通过该透镜表面径向最外侧的边缘光线Lm与该透镜表面相交的一点。所有的转换点皆位于光轴I与透镜表面之光学边界OB之间。除此之外,透镜100表面可能不具有转换点或具有至少一转换点,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)。

[0085] 当透镜表面具有至少一转换点,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最远的转换点(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。当透镜表面不具有转换点,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。

[0086] 当平行光轴I之光线通过一区域后,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之光线通过一区域后,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。

[0087] 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组装于光学系统之一相对应元件(图未示)。成像光线并不会到达该组装部130。组装部130之结构与形状仅为说明本发明之示例,不以此限制本发明的范围。下列讨论之透镜的组装部130可能会在图式中被部分或全部省略。

[0088] 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。

[0089] 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之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之光线的焦点位于透镜之物侧或像侧来判断面形凹凸。本说明书所描述之「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。

[0090] 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,包含前述之光轴区域、圆周区域及中继区域。

[0091] 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。

[0092] 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。

[0093] 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。

[0094] 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亦为凸面。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。

[0095] 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所示之透镜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。

[0096] 如图6所示,本发明光学成像镜头1,从放置物体(图未示)的物侧A1至成像的像侧A2,沿着光轴(optical axis)I,主要由六片透镜所构成,依序包含有第一透镜10、光圈80、第二透镜20、第三透镜30、第四透镜40、第五透镜50、第六透镜60以及成像面(image plane)91。一般来说,第一透镜10、第二透镜20、第三透镜30、第四透镜40、第五透镜50以及第六透镜60都可以是由透明的塑料材质所制成,但本发明不以此为限。本发明光学成像镜头1的透镜总共只有第一透镜10、第二透镜20、第三透镜30、第四透镜40、第五透镜50与第六透镜60这六片透镜。光轴I为整个光学成像镜头1的光轴,所以每个透镜的光轴和光学成像镜头1的光轴都是相同的。

[0097] 此外,本光学成像镜头1还包含光圈(aperture stop)80,设置于适当之位置。在图6中,光圈80是设置在第一透镜10与第二透镜20之间。当由位于物侧A1之待拍摄物(图未示)所发出的光线(图未示)进入本发明光学成像镜头1时,即会依序经由第一透镜10、光圈80、第二透镜20、第三透镜30、第四透镜40、第五透镜50、第六透镜60与滤光片90之后,光线会在像侧A2的成像面91上聚焦而形成清晰的影像。在本发明各实施例中,滤光片90是设于第六透镜60的像侧面与成像面91之间,其可以是具有各种合适功能之滤镜,可用以让可见光及红外光通过并滤除这两个波段以外的杂散光以避免杂散光传递至成像面91而影响成像质量。

[0098] 本发明光学成像镜头1中之各个透镜,都分别具有朝向物侧A1且使成像光线通过的物侧面,与朝向像侧A2且使成像光线通过的像侧面。另外,本发明光学成像镜头1中之各个透镜,亦都分别具有光轴区域与圆周区域。例如,第一透镜10具有物侧面11与像侧面12;第二透镜20具有物侧面21与像侧面22;第三透镜30具有物侧面31与像侧面32;第四透镜40具有物侧面41与像侧面42;第五透镜50具有物侧面51与像侧面52;第六透镜60具有物侧面61与像侧面62。各物侧面与像侧面又分别有光轴区域以及圆周区域。

[0099] 本发明光学成像镜头1中之各个透镜,还都分别具有位在光轴I上的厚度T。例如,第一透镜10具有第一透镜厚度T1、第二透镜20具有第二透镜厚度T2、第三透镜30具有第三

透镜厚度T3、第四透镜40具有第四透镜厚度T4、第五透镜50具有第五透镜厚度T5、第六透镜60具有第六透镜厚度T6。所以,本发明的光学成像镜头1中从第一透镜10到第六透镜60在光轴I上的六个透镜之厚度总和称为ALT。亦即, $ALT=T1+T2+T3+T4+T5+T6$ 。

[0100] 另外,在本发明光学成像镜头1中,在各个透镜之间又具有位在光轴I上的空气间隙(air gap)。例如,第一透镜10与第二透镜20的空气间隙称为G12、第二透镜20与第三透镜30的空气间隙称为G23、第三透镜30与第四透镜40的空气间隙称为G34、第四透镜40与第五透镜50的空气间隙称为G45、第五透镜50与第六透镜60的空气间隙称为G56。所以,从第一透镜10到第六透镜60在光轴I上的五个空气间隙之总和即称为AAG。亦即, $AAG=G12+G23+G34+G45+G56$ 。

[0101] 另外,第一透镜10的物侧面11至成像面91在光轴I上的距离,为光学成像镜头1的系统长度TTL。光学成像镜头1的有效焦距为EFL。第一透镜10的物侧面11至第六透镜60的像侧面62在光轴I上的距离为TL。HF0V为光学成像镜头1的半视角,即最大视角(Field of View)的一半。ImgH为光学成像镜头1的像高。Fno为光学成像镜头1的光圈值。

[0102] 当安排滤光片90介于第六透镜60和成像面91之间时,G6F代表第六透镜60与滤光片90在光轴I上的空气间隙、TF代表滤光片90在光轴I上的厚度、GFP代表滤光片90与成像面91在光轴I上的空气间隙、BFL为光学成像镜头1的后焦距,即第六透镜60的像侧面62到成像面91在光轴I上的距离,即 $BFL=G6F+TF+GFP$ 。

[0103] 另外,再定义:f1为第一透镜10的焦距;f2为第二透镜20的焦距;f3为第三透镜30的焦距;f4为第四透镜40的焦距;f5为第五透镜50的焦距;f6为第六透镜60的焦距;n1为第一透镜10的折射率;n2为第二透镜20的折射率;n3为第三透镜30的折射率;n4为第四透镜40的折射率;n5为第五透镜50的折射率;n6为第六透镜60的折射率;v1为第一透镜10的阿贝数;v2为第二透镜20的阿贝数;v3为第三透镜30的阿贝数;v4为第四透镜40的阿贝数;v5为第五透镜50的阿贝数;v6为第六透镜60的阿贝数。

[0104] 第一实施例

[0105] 请参阅图6,例示本发明光学成像镜头1的第一实施例。第一实施例在成像面91上的纵向球差(longitudinal spherical aberration)请参考图7的A、弧矢(sagittal)方向的场曲(field curvature)像差请参考图7的B、子午(tangential)方向的场曲像差请参考图7的C、以及畸变像差(distortion aberration)请参考图7的D。所有实施例中各球差图之Y轴代表视场,其最高点均为1.0,实施例中各像差图及畸变像差图之Y轴代表像高,第一实施例的像高(Image Height,ImgH)为3.594毫米。

[0106] 第一实施例之光学成像镜头1主要由六枚透镜、光圈80与成像面91所构成。第一实施例之光圈80是设置在第一透镜10与第二透镜20之间,具有让光学成像镜头1在维持大视场角的同时,不增加透镜厚度且还可有良好的成像质量的优点。

[0107] 第一透镜10具有正屈光率。第一透镜10的物侧面11的光轴区域13为凸面以及其圆周区域14为凹面,第一透镜10的像侧面12的光轴区域16为凹面以及其圆周区域17为凸面。第一透镜10之物侧面11及像侧面12均为非球面,但不以此为限。其中,第一透镜10的物侧面11的圆周区域14为凹面有助于收复大角度的光线,而当第一透镜10设计为正屈光率还有助于收敛成像光线的角度以顺利进入第二透镜20。

[0108] 第二透镜20具有正屈光率。第二透镜20的物侧面21的光轴区域23为凸面以及其圆

周区域24为凸面,第二透镜20的像侧面22的光轴区域26为凸面以及其圆周区域27为凸面。第二透镜20之物侧面21及像侧面22均为非球面,但不以此为限。

[0109] 第三透镜30具有负屈光率,第三透镜30的物侧面31的光轴区域33为凸面以及其圆周区域34为凹面,第三透镜30的像侧面32的光轴区域36为凹面以及其圆周区域37为凸面。第三透镜30之物侧面31及像侧面32均为非球面,但不以此为限。

[0110] 第四透镜40具有负屈光率,第四透镜40的物侧面41的光轴区域43为凸面以及其圆周区域44为凹面,第四透镜40的像侧面42的光轴区域46为凹面以及其圆周区域47为凹面。第四透镜40之物侧面41及像侧面42均为非球面,但不以此为限。其中,将第四透镜40的像侧面42的光轴区域46或圆周区域47设计为凹面,对于缩短可见光及红外光最佳对焦面的差距有帮助。

[0111] 第五透镜50具有正屈光率,第五透镜50的物侧面51的光轴区域53为凹面以及其圆周区域54为凹面,第五透镜50的像侧面52的光轴区域56为凸面以及其圆周区域57为凹面。第五透镜50之物侧面51及像侧面52均为非球面,但不以此为限。其中,将第五透镜50的物侧面51的光轴区域53或圆周区域54设计为凹面,对于缩短可见光及红外光最佳对焦面的差距有帮助。

[0112] 第六透镜60具有负屈光率,第六透镜60的物侧面61的光轴区域63为凸面以及其圆周区域64为凹面,第六透镜60的像侧面62的光轴区域66为凹面以及其圆周区域67为凸面。第六透镜60之物侧面61及像侧面62均为非球面,但不以此为限。

[0113] 在本发明光学成像镜头1中,从第一透镜10到第六透镜60中,所有的物侧面11/21/31/41/51/61与像侧面12/22/32/42/52/62共计十二个曲面均可以为非球面,但不以此为限。若为非球面,则此等非球面系经由下列公式所定义:

$$[0114] \quad Z(Y) = \frac{Y^2}{R} / \left( 1 + \sqrt{1 - (1+K) \frac{Y^2}{R^2}} \right) + \sum_{i=1}^n a_{2i} \times Y^{2i}$$

[0115] 其中:

[0116] Y表示非球面曲面上的点与光轴I的垂直距离;Z表示非球面之深度(非球面上距离光轴I为Y的点,其与相切于非球面光轴I上顶点之切面,两者间的垂直距离);R表示透镜表面近光轴I处之曲率半径;K为圆锥系数(conic constant); $a_{2i}$ 为第2i阶非球面系数。

[0117] 本发明于可见光频谱(450nm至650nm)间可选用波长555nm作为主要参考波长以及衡量焦点偏移的基准,于红外光频谱(800nm至950nm)间可选用波长850nm作为主要参考波长以及衡量焦点偏移的基准。

[0118] 第一实施例光学成像镜头系统的光学数据如图30所示,非球面数据如图31所示。在以下实施例之光学成像镜头系统中,整体光学成像镜头的光圈值(f-number)为Fno、有效焦距为(EFL)、半视角(Half Field of View,简称HFOV)为整体光学成像镜头中最大视角(Field of View)的一半,其中,光学成像镜头的像高(ImgH)、曲率半径、厚度及焦距的单位均为毫米(mm)。本实施例中,EFL=3.841毫米;HFOV=45.728度;TTL=5.163毫米;Fno=2.342;ImgH=3.594毫米。

[0119] 第二实施例

[0120] 请参阅图8,例示本发明光学成像镜头1的第二实施例。请注意,从第二实施例开

始,为简化并清楚表达图式,仅在图上特别标示各透镜与第一实施例不同面形的光轴区域与圆周区域,而其余与第一实施例的透镜相同的面形的光轴区域与圆周区域,例如凹面或是凸面则不另外标示。第二实施例在成像面91上的纵向球差请参考图9的A、弧矢方向的场曲像差请参考图9的B、子午方向的场曲像差请参考图9的C、畸变像差请参考图9的D。第二实施例之设计与第一实施例类似,不同之处在于,透镜屈光率、透镜曲率半径、透镜厚度、透镜非球面系数或是后焦距等相关参数有别。此外,本实施例中,第五透镜50的像侧面52的圆周区域57为凸面。其中,第五透镜50在考量整个像侧面的弯曲程度,将第五透镜50的像侧面52的圆周区域57设计成凸面,可有效提升制造良率。

[0121] 第二实施例详细的光学数据如图32所示,非球面数据如图33所示。本实施例中, $EFL=3.447$ 毫米; $HFOV=46.174$ 度; $TTL=5.039$ 毫米; $Fno=2.099$ ;  $ImgH=3.594$ 毫米。特别是:1.本实施例的系统长度小于第一实施例的系统长度;2.本实施例的半视场角大于第一实施例的半视场角;3.本实施例的子午方向的场曲像差优于第一实施例的子午方向的场曲像差;4.本实施例的畸变像差小于第一实施例的畸变像差。

[0122] 第三实施例

[0123] 请参阅图10,例示本发明光学成像镜头1的第三实施例。第三实施例在成像面91上的纵向球差请参考图11的A、弧矢方向的场曲像差请参考图11的B、子午方向的场曲像差请参考图11的C、畸变像差请参考图11的D。第三实施例之设计与第一实施例类似,不同之处在于,透镜屈光率、透镜曲率半径、透镜厚度、透镜非球面系数或是后焦距等相关参数有别。此外,本实施例中,第五透镜50的像侧面52的圆周区域57为凸面。

[0124] 第三实施例详细的光学数据如图34所示,非球面数据如图35所示,本实施例中, $EFL=3.174$ 毫米; $HFOV=47.332$ 度; $TTL=4.888$ 毫米; $Fno=1.936$ ;  $ImgH=3.594$ 毫米。特别是:1.本实施例的系统长度小于第一实施例的系统长度;2.本实施例的半视场角大于第一实施例的半视场角;3.本实施例的弧矢方向的场曲像差优于第一实施例的弧矢方向的场曲像差;4.本实施例的畸变像差优于第一实施例的畸变像差。

[0125] 第四实施例

[0126] 请参阅图12,例示本发明光学成像镜头1的第四实施例。第四实施例在成像面91上的纵向球差请参考图13的A、弧矢方向的场曲像差请参考图13的B、子午方向的场曲像差请参考图13的C、畸变像差请参考图13的D。第四实施例之设计与第一实施例类似,不同之处在于,透镜屈光率、透镜曲率半径、透镜厚度、透镜非球面系数或是后焦距等相关参数有别。此外,本实施例中,第一透镜10具有负屈光率,第五透镜50的像侧面52的圆周区域57为凸面。

[0127] 第四实施例详细的光学数据如图36所示,非球面数据如图37所示。本实施例中, $EFL=4.177$ 毫米; $HFOV=43.150$ 度; $TTL=5.678$ 毫米; $Fno=2.559$ ;  $ImgH=3.594$ 毫米。

[0128] 第五实施例

[0129] 请参阅图14,例示本发明光学成像镜头1的第五实施例。第五实施例在成像面91上的纵向球差请参考图15的A、弧矢方向的场曲像差请参考图15的B、子午方向的场曲像差请参考图15的C、畸变像差请参考图15的D。第五实施例之设计与第一实施例类似,不同之处在于,透镜屈光率、透镜曲率半径、透镜厚度、透镜非球面系数或是后焦距等相关参数有别。

[0130] 第五实施例详细的光学数据如图38所示,非球面数据如图39所示,本实施例中, $EFL=3.449$ 毫米; $HFOV=45.529$ 度; $TTL=5.065$ 毫米; $Fno=2.101$ ;  $ImgH=3.594$ 毫米。特别

是:1.本实施例的系统长度小于第一实施例的系统长度;2.本实施例的纵向球差优于第一实施例的纵向球差;3.本实施例的弧矢方向的场曲像差优于第一实施例的弧矢方向的场曲像差;4.本实施例的子午方向的场曲像差优于第一实施例的子午方向的场曲像差;5.本实施例的畸变像差优于第一实施例的畸变像差。

#### [0131] 第六实施例

[0132] 请参阅图16,例示本发明光学成像镜头1的第六实施例。第六实施例在成像面91上的纵向球差请参考图17的A、弧矢方向的场曲像差请参考图17的B、子午方向的场曲像差请参考图17的C、畸变像差请参考图17的D。第六实施例之设计与第一实施例类似,不同之处在于,透镜屈光率、透镜曲率半径、透镜厚度、透镜非球面系数或是后焦距等相关参数有别。此外,本实施例中,第一透镜10具有负屈光率,第五透镜50的像侧面52的圆周区域57为凸面。

[0133] 第六实施例详细的光学数据如图40所示,非球面数据如图41所示,本实施例中, $EFL=3.587$ 毫米; $HFOV=47.900$ 度; $TTL=5.089$ 毫米; $Fno=2.191$ ;  $ImgH=3.594$ 毫米。特别是:1.本实施例的系统长度小于第一实施例的系统长度;2.本实施例的半视场角大于第一实施例的半视场角;3.本实施例的子午方向的场曲像差优于第一实施例的子午方向的场曲像差。

#### [0134] 第七实施例

[0135] 请参阅图18,例示本发明光学成像镜头1的第七实施例。第七实施例在成像面91上的纵向球差请参考图19的A、弧矢方向的场曲像差请参考图19的B、子午方向的场曲像差请参考图19的C、畸变像差请参考图19的D。第七实施例之设计与第一实施例类似,不同之处在于,透镜屈光率、透镜曲率半径、透镜厚度、透镜非球面系数或是后焦距等相关参数有别。此外,本实施例中,第五透镜50的像侧面52的圆周区域57为凸面。

[0136] 第七实施例详细的光学数据如图42所示,非球面数据如图43所示,本实施例中, $EFL=3.558$ 毫米; $HFOV=44.739$ 度; $TTL=5.020$ 毫米; $Fno=2.169$ ;  $ImgH=3.594$ 毫米。特别是:1.本实施例的系统长度小于第一实施例的系统长度;2.本实施例的弧矢方向的场曲像差优于第一实施例的弧矢方向的场曲像差;3.本实施例的畸变像差优于第一实施例的畸变像差。

#### [0137] 第八实施例

[0138] 请参阅图20,例示本发明光学成像镜头1的第八实施例。第八实施例在成像面91上的纵向球差请参考图21的A、弧矢方向的场曲像差请参考图21的B、子午方向的场曲像差请参考图21的C、畸变像差请参考图21的D。第八实施例之设计与第一实施例类似,不同之处在于,透镜屈光率、透镜曲率半径、透镜厚度、透镜非球面系数或是后焦距等相关参数有别。此外,本实施例中,第一透镜10具有负屈光率,第五透镜50的像侧面52的圆周区域57为凸面,以及第六透镜60的物侧面61的光轴区域63为凹面。其中,第六透镜60在考量整个物侧面的弯曲程度,将第六透镜60的物侧面61的光轴区域63设计成凹面,可有效提升制造良率。

[0139] 第八实施例详细的光学数据如图44所示,非球面数据如图45所示,本实施例中, $EFL=4.299$ 毫米; $HFOV=43.775$ 度; $TTL=5.760$ 毫米; $Fno=2.635$ ;  $ImgH=3.594$ 毫米。

#### [0140] 第九实施例

[0141] 请参阅图22,例示本发明光学成像镜头1的第九实施例。第九实施例在成像面91上的纵向球差请参考图23的A、弧矢方向的场曲像差请参考图23的B、子午方向的场曲像差请

参考图23的C、畸变像差请参考图23的D。第九实施例之设计与第一实施例类似,不同之处在于,透镜屈光率、透镜曲率半径、透镜厚度、透镜非球面系数或是后焦距等相关参数有别。此外,本实施例中,第五透镜50的像侧面52的圆周区域57为凸面。

[0142] 第九实施例详细的光学数据如图46所示,非球面数据如图47所示,本实施例中, $EFL=3.546$ 毫米; $HFOV=45.694$ 度; $TTL=5.117$ 毫米; $Fno=2.161$ ;  $ImgH=3.594$ 毫米。特别是:本实施例的系统长度小于第一实施例的系统长度。

[0143] 第十实施例

[0144] 请参阅图24,例示本发明光学成像镜头1的第十实施例。第十实施例在成像面91上的纵向球差请参考图25的A、弧矢方向的场曲像差请参考图25的B、子午方向的场曲像差请参考图25的C、畸变像差请参考图25的D。第十实施例之设计与第一实施例类似,不同之处在于,透镜屈光率、透镜曲率半径、透镜厚度、透镜非球面系数或是后焦距等相关参数有别。此外,本实施例中,第五透镜50的像侧面52的圆周区域57为凸面。

[0145] 第十实施例详细的光学数据如图48所示,非球面数据如图49所示,本实施例中, $EFL=3.428$ 毫米; $HFOV=46.839$ 度; $TTL=5.024$ 毫米; $Fno=2.080$ ;  $ImgH=3.594$ 毫米。特别是:1.本实施例的系统长度小于第一实施例的系统长度;2.本实施例的半视场角大于第一实施例的半视场角;3.本实施例的畸变像差优于第一实施例的畸变像差。

[0146] 第十一实施例

[0147] 请参阅图26,例示本发明光学成像镜头1的第十一实施例。第十一实施例在成像面91上的纵向球差请参考图27的A、弧矢方向的场曲像差请参考图27的B、子午方向的场曲像差请参考图27的C、畸变像差请参考图27的D。第十一实施例之设计与第一实施例类似,不同之处在于,透镜屈光率、透镜曲率半径、透镜厚度、透镜非球面系数或是后焦距等相关参数有别。此外,本实施例中,第三透镜30的物侧面31的圆周区域34为凸面。其中,第三透镜30在考量整个物侧面的弯曲程度,将第三透镜30的物侧面31的圆周区域34设计成凸面,可有效提升制造良率。

[0148] 第十一实施例详细的光学数据如图50所示,非球面数据如图51所示,本实施例中, $EFL=3.647$ 毫米; $HFOV=43.717$ 度; $TTL=5.180$ 毫米; $Fno=2.223$ ;  $ImgH=3.594$ 毫米。特别是:本实施例的畸变像差优于第一实施例的畸变像差。

[0149] 第十二实施例

[0150] 请参阅图28,例示本发明光学成像镜头1的第十二实施例。第十二实施例在成像面91上的纵向球差请参考图29的A、弧矢方向的场曲像差请参考图29的B、子午方向的场曲像差请参考图29的C、畸变像差请参考图29的D。第十二实施例之设计与第一实施例类似,不同之处在于,透镜屈光率、透镜曲率半径、透镜厚度、透镜非球面系数或是后焦距等相关参数有别。

[0151] 第十二实施例详细的光学数据如图52所示,非球面数据如图53所示,本实施例中, $EFL=3.859$ 毫米; $HFOV=45.807$ 度; $TTL=5.170$ 毫米; $Fno=2.353$ ;  $ImgH=3.594$ 毫米。特别是:本实施例的半视场角大于第一实施例的半视场角。

[0152] 另外,各实施例之重要参数则整理于图54与图55与图56中。还有,本发明的实施例皆满足可见光与红外光两者的最佳对焦面的距离差异可以小于0.020毫米。

[0153] 本发明各实施例,可以透过调整透镜各项特征,例如:

[0154] 1. 第一透镜的物侧面的圆周区域为凹面、第一透镜的像侧面的光轴区域为凹面可以收复大角度的光线以及搭配第二透镜的物侧面的圆周区域为凸面、第三透镜具有负屈光率及第四透镜具有负屈光率可以修饰像差,而第四透镜的像侧面的圆周区域为凹面及第五透镜的物侧面的圆周区域为凹面,可以修正光路有助于缩短可见光及红外光最佳对焦面的差距。

[0155] 2. 本发明各实施例透过透镜各项特征,例如:

[0156] 第一透镜的物侧面的圆周区域为凹面、第一透镜的像侧面的光轴区域为凹面可以收复大角度的光线,其中又以光圈设置于第一透镜与第二透镜之间可以在不增加透镜厚度的情况下拥有大视场角且具有良好的成像质量,当第二透镜具有正屈光率及第二透镜的物侧面的圆周区域为凸面可以修正第一透镜的像差,而再搭配第四透镜具有负屈光率、第四透镜的像侧面的光轴区域为凹面及第五透镜的物侧面的光轴区域为凹面,可以修正光路有助于缩短可见光及红外光最佳对焦面的差距。

[0157] 3. 本发明各实施例透过透镜各项特征,例如:

[0158] 第一透镜的物侧面的圆周区域为凹面、第一透镜的像侧面的光轴区域为凹面可以收复大角度的光线,其中又以光圈设置于第一透镜与第二透镜之间可以在不增加透镜厚度的情况下拥有大视场角且具有良好的成像质量,当第二透镜的物侧面的圆周区域为凸面可以修正第一透镜的像差,而再搭配第四透镜具有负屈光率、第四透镜的像侧面的光轴区域为凹面及第五透镜的物侧面的光轴区域为凹面可以修正光路有助于缩短可见光及红外光最佳对焦面的差距,并且设计第六透镜的像侧面的圆周区域为凸面,成像光线通过第六透镜后可以精准汇聚于成像面,提升成像质量。

[0159] 4. 本发明各实施例还可藉由满足第一透镜的像侧面的光轴区域为凹面、第三透镜具有负屈光率、第三透镜的物侧面的光轴区域为凸面、第四透镜具有负屈光率、第四透镜的像侧面的光轴区域为凹面、第五透镜的物侧面的光轴区域为凹面及第六透镜的物侧面的光轴区域为凸面并且满足 $HFOV/TTL \geq 8.000$ 度/毫米,可以缩短系统长度且扩大视场角,且搭配以下其中一组 (a) 第四透镜的物侧面的圆周区域为凹面、第五透镜的像侧面的圆周区域为凸面及 $v1+v3+v6 \geq 120.000$ ; (b) 第五透镜的像侧面的圆周区域为凸面、第六透镜具有负屈光率及 $v1+v3+v6 \geq 120.000$ ; (c) 第二透镜的物侧面的圆周区域为凸面及 $EFL/(T2+G45) \geq 4.400$ 皆可修正光路以达成缩短可见光及红外光最佳对焦面差距的目的,其中较佳的范围为 $8.000$ 度/毫米 $\leq HFOV/TTL \leq 9.800$ 度/毫米,  $120.000 \leq v1+v3+v6 \leq 135.000$ ,  $4.400 \leq EFL/(T2+G45) \leq 6.500$ 。

[0160] 5. 本发明实施例藉由增大第三透镜与第四透镜在光轴上的空气间隙而使得满足第三透镜与第四透镜在光轴上的空气间隙大于第四透镜在光轴上的厚度,或满足第三透镜与第四透镜在光轴上的空气间隙大于第三透镜在光轴上的厚度,以修正成像光线进入第四透镜的角度进而修正像差,提升成像质量。

[0161] 6. 本发明实施例藉由控制 $EFL/BFL \leq 2.800$ 、 $HFOV/TTL \geq 7.600$ 度/毫米或 $EFL/(T2+T5) \leq 3.200$ 而扩大视场角,较佳的范围为 $1.800 \leq EFL/BFL \leq 2.800$ ,  $7.600$ 度/毫米 $\leq HFOV/TTL \leq 9.800$ 度/毫米,  $2.200 \leq EFL/(T2+T5) \leq 3.200$ 。

[0162] 7. 本发明实施例可满足 $v1+v3+v6 \geq 120.000$ 或 $v1+v4+v6 \geq 120.000$ 可以使得本发明在缩短可见光及红外光最佳对焦面差距的同时有效降低MTF(调制传递函数)的色差敏感



度,较佳的范围为 $120.000 \leq v_1+v_3+v_6 \leq 135.000$ ,  $120.000 \leq v_1+v_4+v_6 \leq 135.000$ 。

[0163] 8.为了达成缩短光学成像镜头系统长度及确保成像质量,将透镜间的空气间隙缩小或是透镜厚度适度的缩短是本案的手段之一,但又同时考量制作的难易程度,因此本发明的实施例满足以下条件式之数值限定,能有较佳的配置:

[0164] (1)  $(G34+T5)/T3 \geq 4.000$ ,较佳的范围为 $4.000 \leq (G34+T5)/T3 \leq 5.700$ ;

[0165] (2)  $ALT/(G34+G56+T6) \leq 3.300$ ,较佳的范围为 $2.000 \leq ALT/(G34+G56+T6) \leq 3.300$ ;

[0166] (3)  $(T5+T6)/(T1+G12) \geq 2.800$ ,较佳的范围为 $2.800 \leq (T5+T6)/(T1+G12) \leq 3.600$ ;

[0167] (4)  $EFL/(T2+G45) \geq 4.400$ ,较佳的范围为 $4.400 \leq EFL/(T2+G45) \leq 6.500$ ;

[0168] (5)  $(T1+T2+T3+T4)/T6 \leq 3.000$ ,较佳的范围为 $1.800 \leq (T1+T2+T3+T4)/T6 \leq 3.000$ ;

[0169] (6)  $AAG/T5 \leq 1.500$ ,较佳的范围为 $0.700 \leq AAG/T5 \leq 1.500$ ;

[0170] (7)  $(T2+G23)/T3 \geq 1.500$ ,较佳的范围为 $1.500 \leq (T2+G23)/T3 \leq 2.900$ ;

[0171] (8)  $TL/(T6+BFL) \leq 2.500$ ,较佳的范围为 $1.200 \leq TL/(T6+BFL) \leq 2.500$ ;

[0172] (9)  $(T2+G34)/T1 \geq 2.400$ ,较佳的范围为 $2.400 \leq (T2+G34)/T1 \leq 3.600$ ;以及

[0173] (10)  $(T2+G45)/T3 \leq 3.500$ ,较佳的范围为 $2.000 \leq (T2+G45)/T3 \leq 3.500$ 。

[0174] 9.本发明实施例当第一透镜具有负屈光率,能维持良好的成像质量且拥有大的视场角;第三透镜物侧面圆周区域为凸面、第五透镜像侧面圆周区域为凸面或第六透镜物侧面光轴区域为凹面则可有效提升制造良率。

[0175] 10.本发明实施例满足第二透镜的物侧面的光轴区域为凸面、第二透镜的物侧面的圆周区域为凸面、第二透镜的像侧面的光轴区域为凸面或第二透镜的像侧面的圆周区域为凸面,可以校正通过第一透镜的光线路径,达成缩短可见光及红外光最佳对焦面差距的目的,同时优化像差。

[0176] 此外另可选择实施例参数之任意组合关系增加镜头限制,以利于本发明相同架构的镜头设计。

[0177] 有鉴于光学系统设计的不可预测性,在本发明的架构之下,符合上述条件式能使得具有可见光和红外光共焦特性的光学成像镜头较佳地在缩短系统长度、透镜射出成形以及组装良率的前提下,提高半视角并维持良好的成像质量。

[0178] 前述所列之示例性限定关系式,亦可任意选择性地合并不等数量施用于本发明之实施态样中,并不限于此。在实施本发明时,除了前述关系式之外,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等细部结构,以加强对系统性能及/或分辨率的控制。须注意的是,此些细节需在无冲突之情况之下,选择性地合并施用于本发明之其他实施例当中。

[0179] 本发明各实施例揭露之内容包含但不限于焦距、透镜厚度、阿贝数等光学参数,举例而言,本发明于各实施例揭露一光学参数A及一光学参数B,其中该些光学参数所涵盖的范围、光学参数互相之比较关系及多个实施例涵盖的条件式范围的具体解释如下:

[0180] (1) 光学参数所涵盖的范围,例如: $\alpha_2 \leq A \leq \alpha_1$ 或 $\beta_2 \leq B \leq \beta_1$ , $\alpha_1$ 为光学参数A在多个实施例中的最大值, $\alpha_2$ 为光学参数A在多个实施例中的最小值, $\beta_1$ 为光学参数B在多个实施例中

的最大值,  $\beta_2$  为光学参数B在多个实施例中的最小值。

[0181] (2) 光学参数互相之比较关系, 例如: A大于B或A小于B。

[0182] (3) 多个实施例涵盖的条件式范围, 具体来说, 由同一实施例的复数个光学参数经过可能的运算所获得之组合关系或比例关系, 该些关系定义为E。E可为例如: A+B或A-B或A/B或A\*B或(A\*B)<sup>1/2</sup>, 而E又满足条件式  $E \cong \gamma_1$  或  $E \cong \gamma_2$  或  $\gamma_2 \cong E \cong \gamma_1$ ,  $\gamma_1$  及  $\gamma_2$  为同一实施例的光学参数A与光学参数B经过运算所得到的值, 且  $\gamma_1$  为本发明多个实施例中的最大值,  $\gamma_2$  为本发明多个实施例中的最小值。

[0183] 上述光学参数所涵盖的范围、光学参数互相之比较关系及该些条件式的最大值、最小值及最大值最小值以内的数值范围皆为本发明可据以实施之特征, 且皆属于本发明所揭露的范围。上述仅为举例说明, 不应以此为限。

[0184] 本发明之实施例皆可实施, 且可于同一实施例中撷取部分特征组合, 该特征组合相较于先前技术而言亦能达成无法预期之本案功效, 该特征组合包括但不限于面形、屈光率及条件式等特征之搭配。本发明实施方式之揭露为阐明本发明原则之具体实施例, 应不拘限本发明于所揭示的实施例。进一步言之, 实施例及其附图仅为本发明示范之用, 并不受其限囿。

[0185] 以上所述仅为本发明之较佳实施例, 凡依本发明申请专利范围所做之均等变化与修饰, 皆应属本发明之涵盖范围。



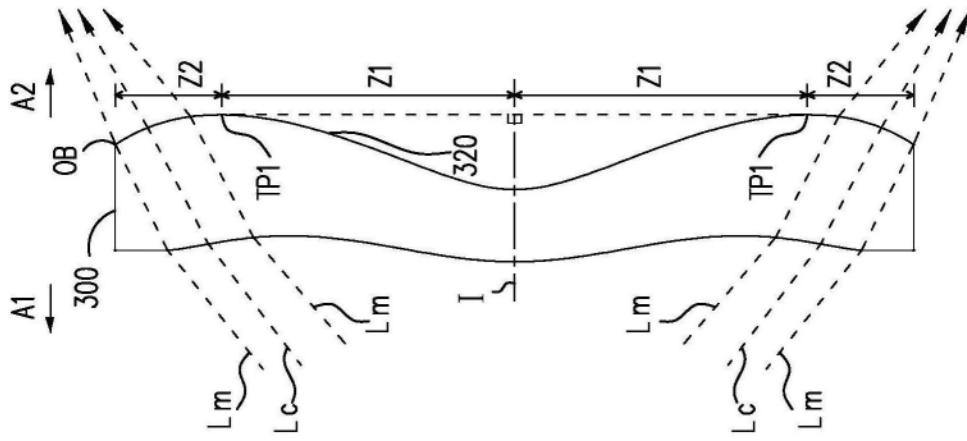


图3

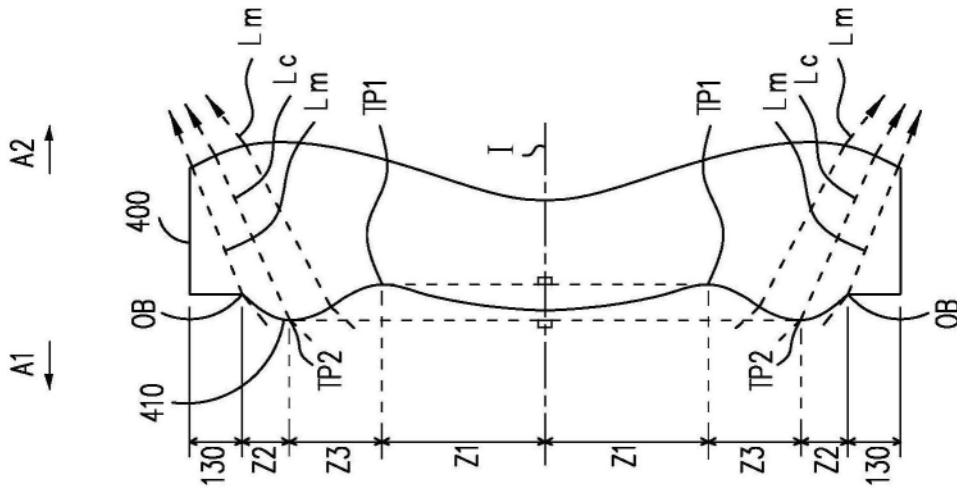


图4

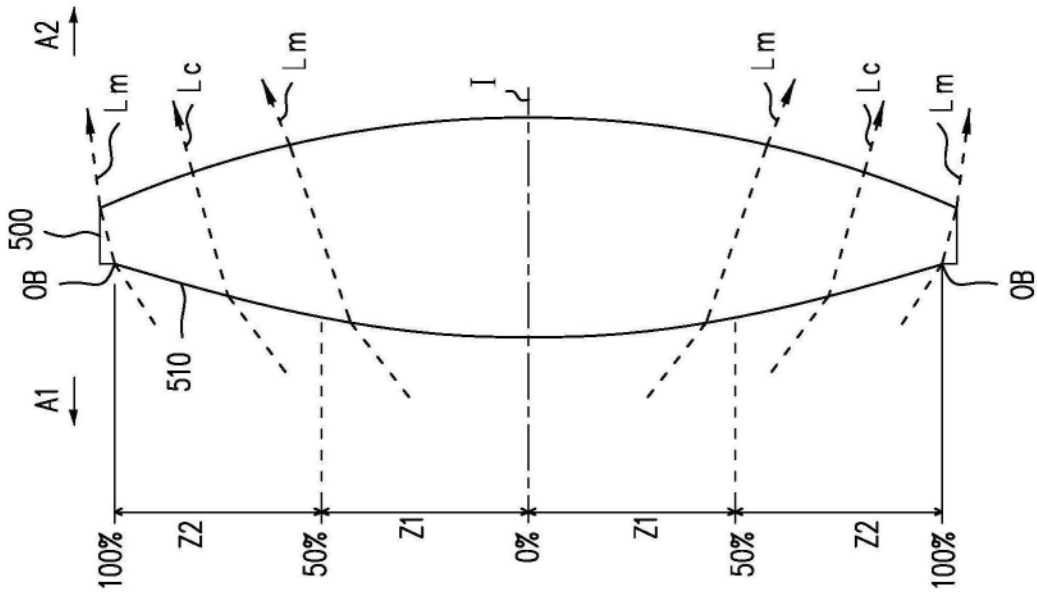


图5

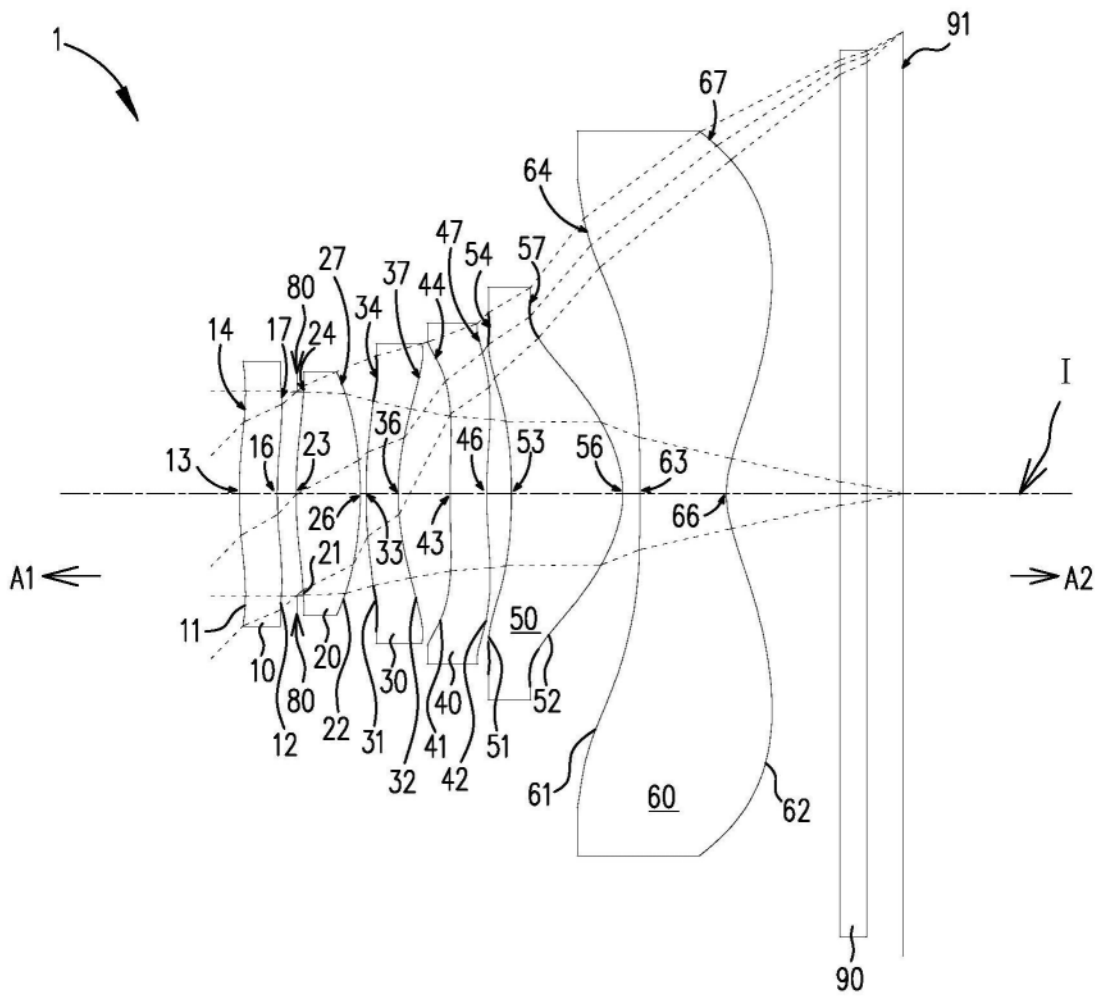


图6

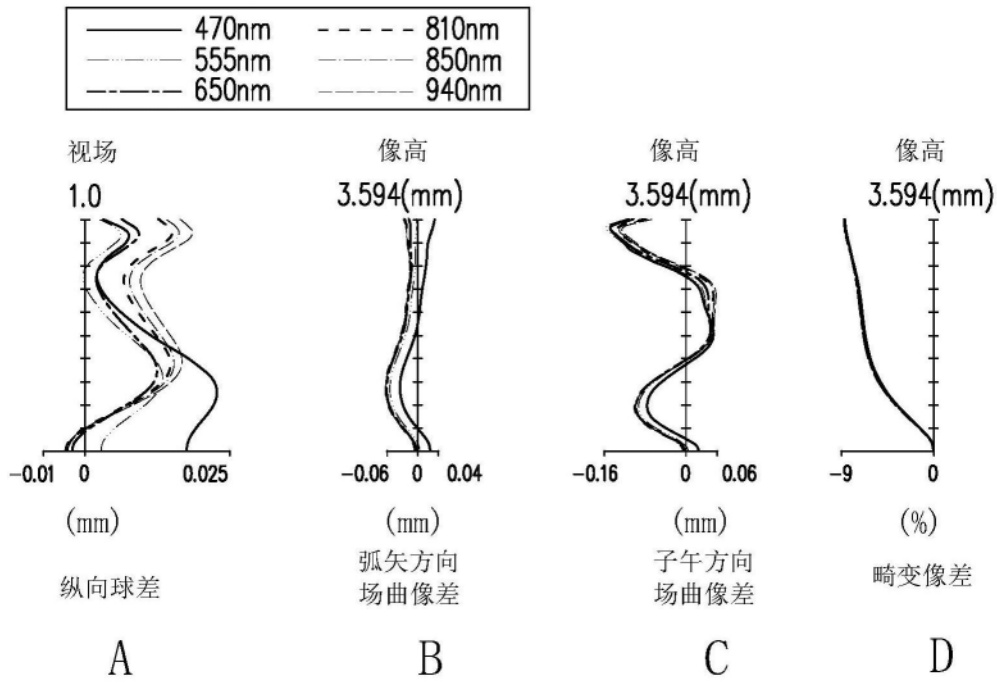


图7

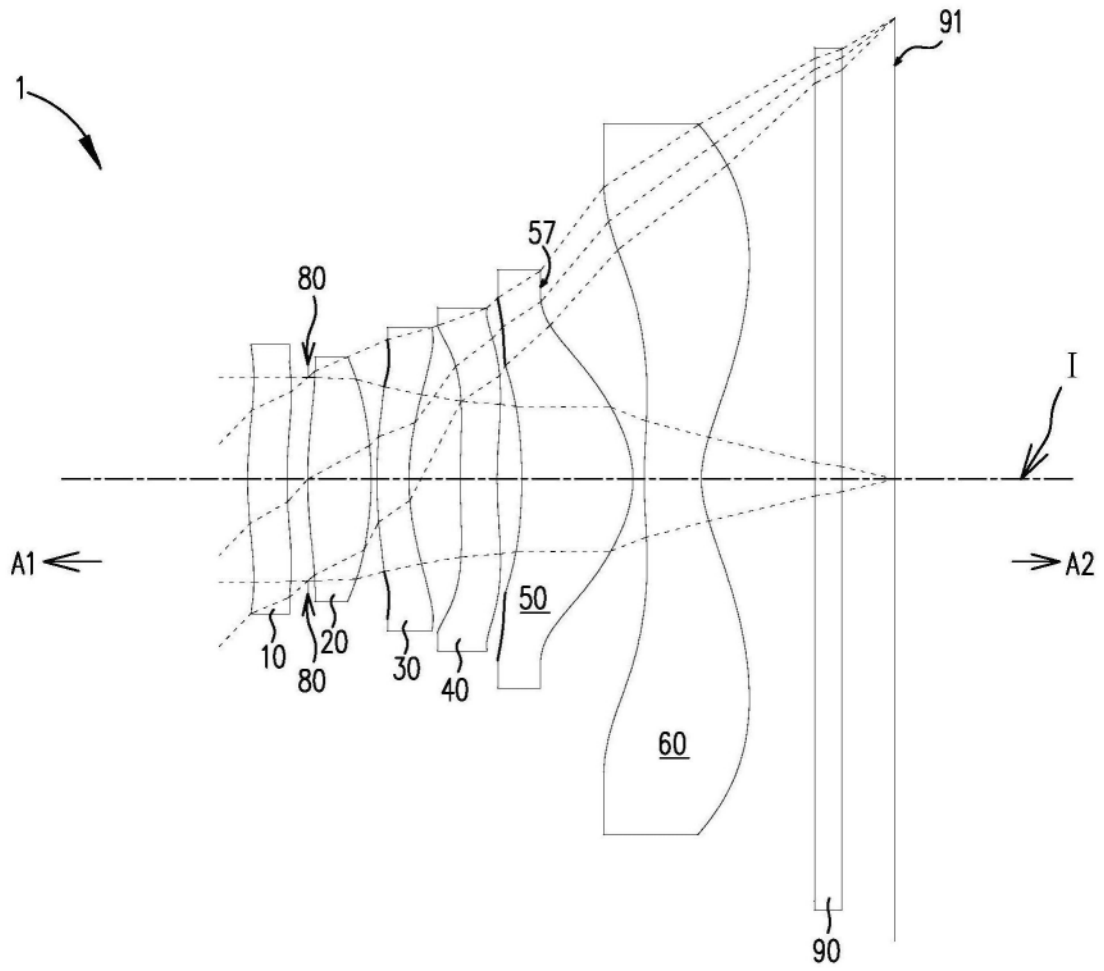


图8

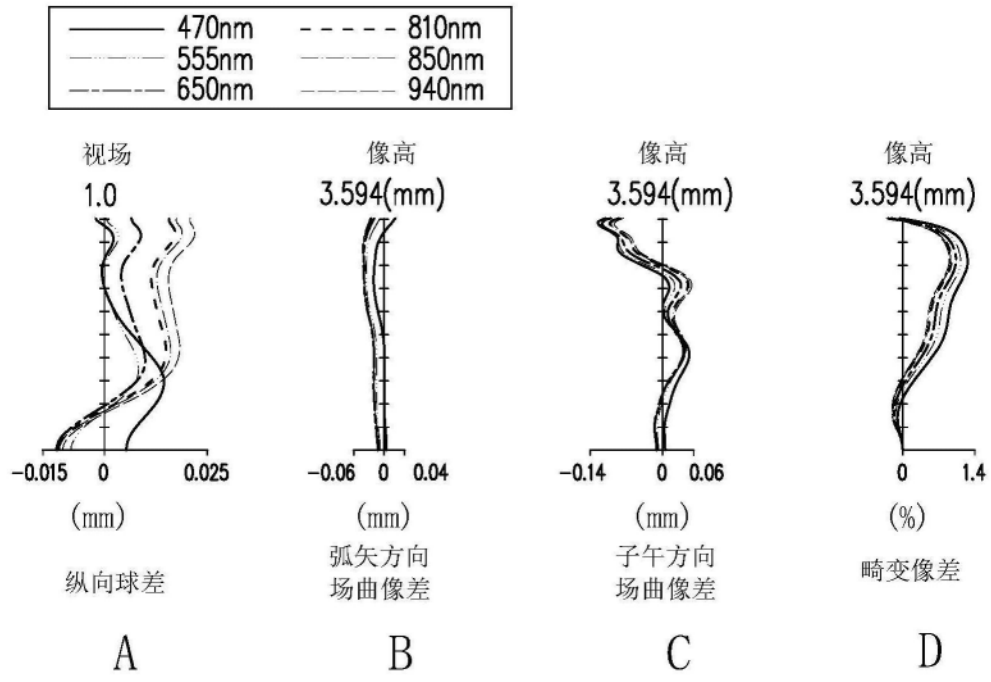


图9



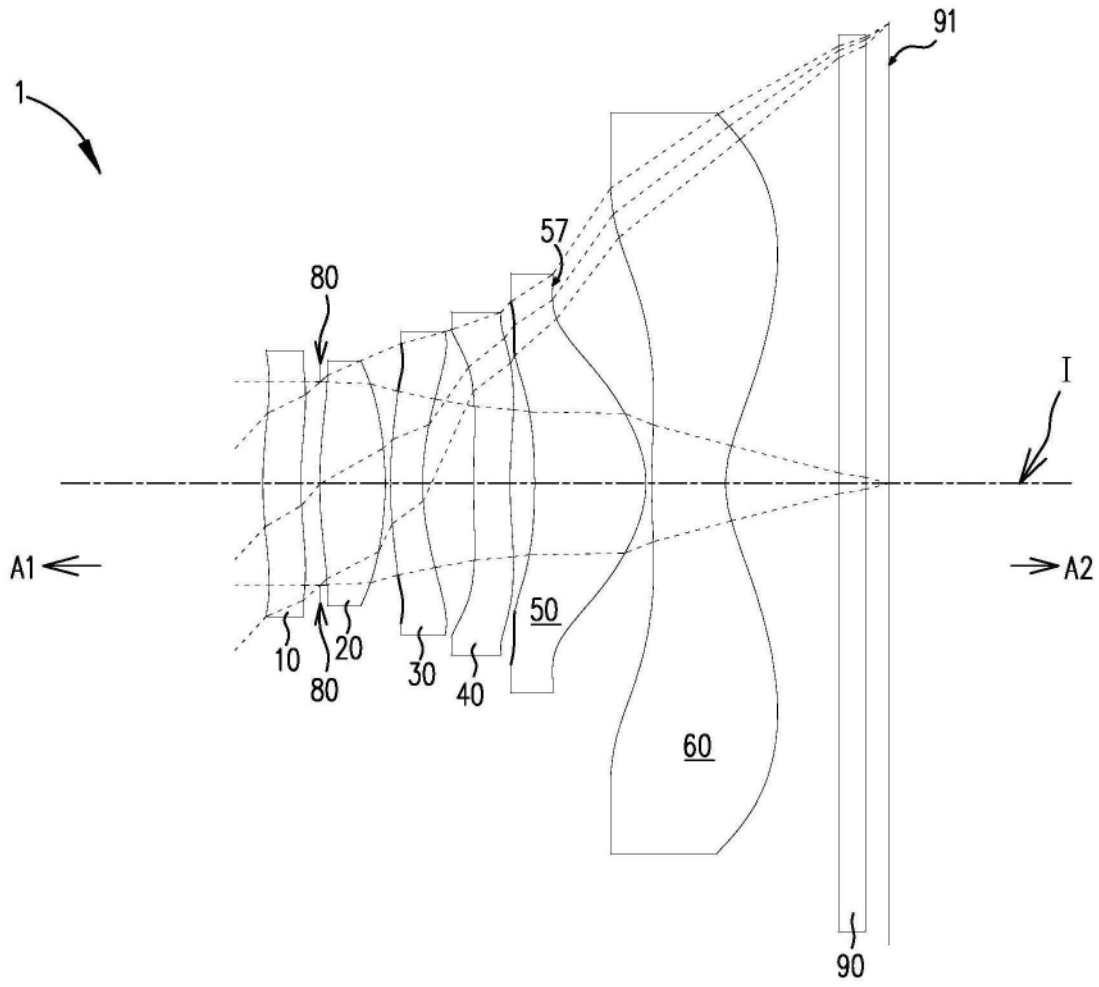


图10

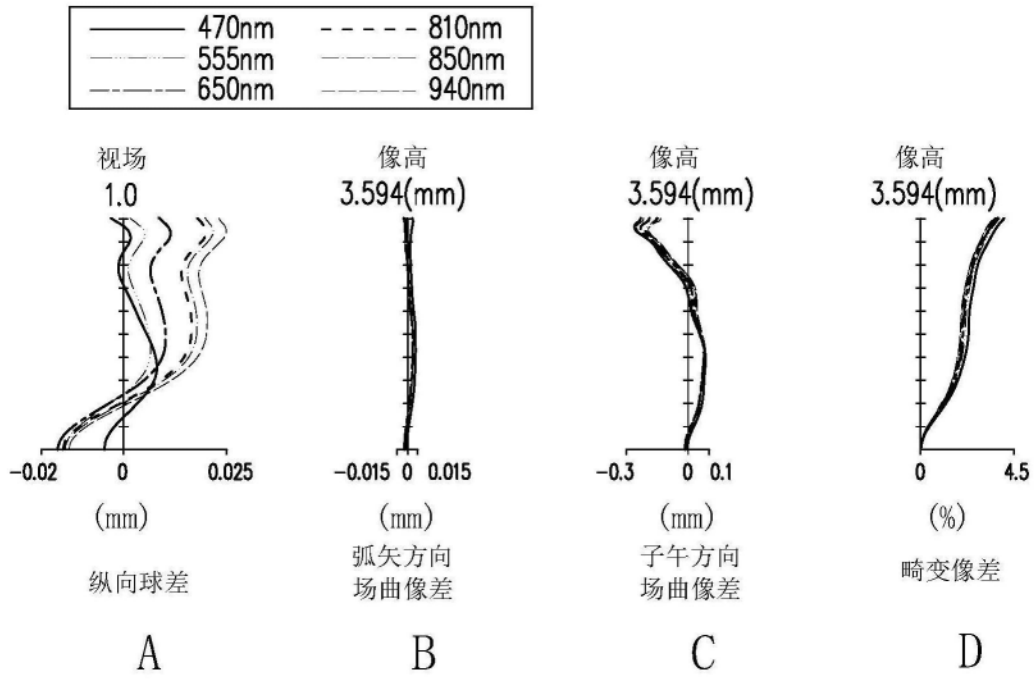


图11

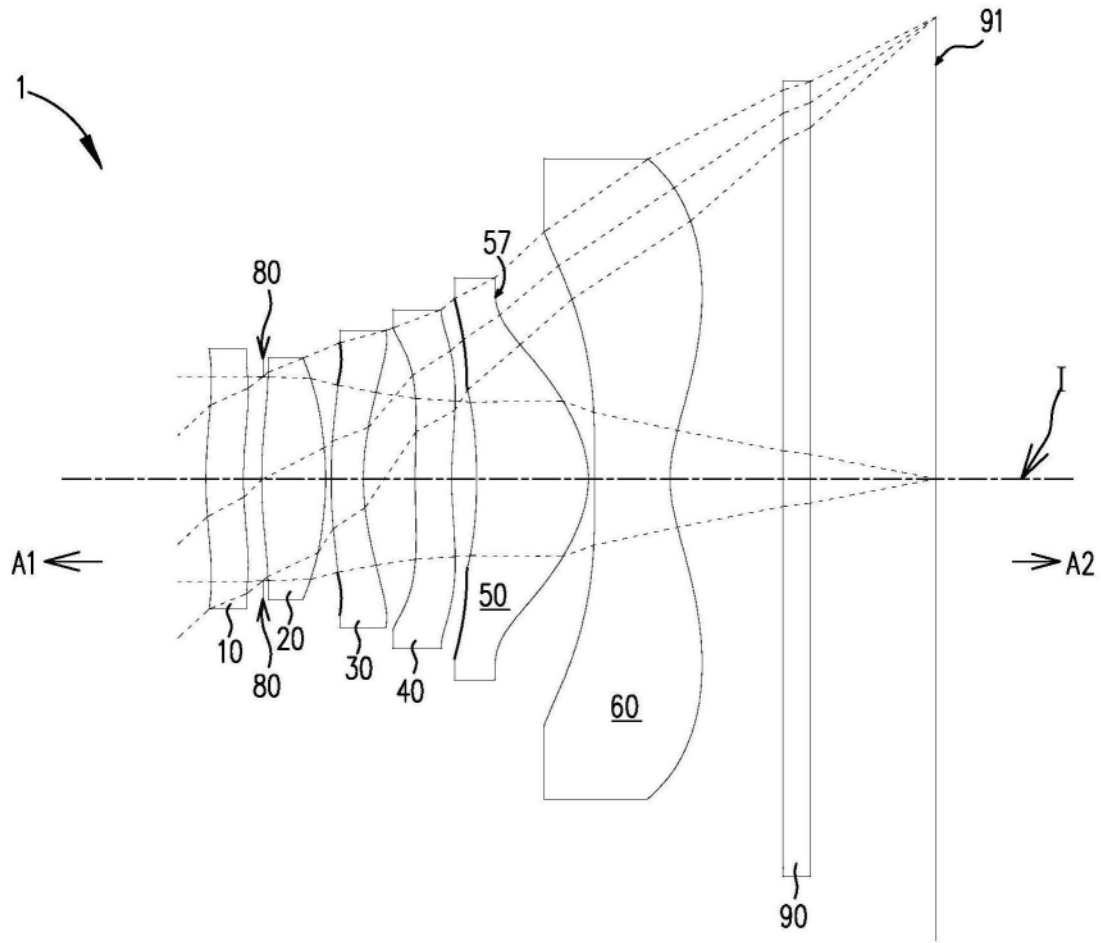


图12

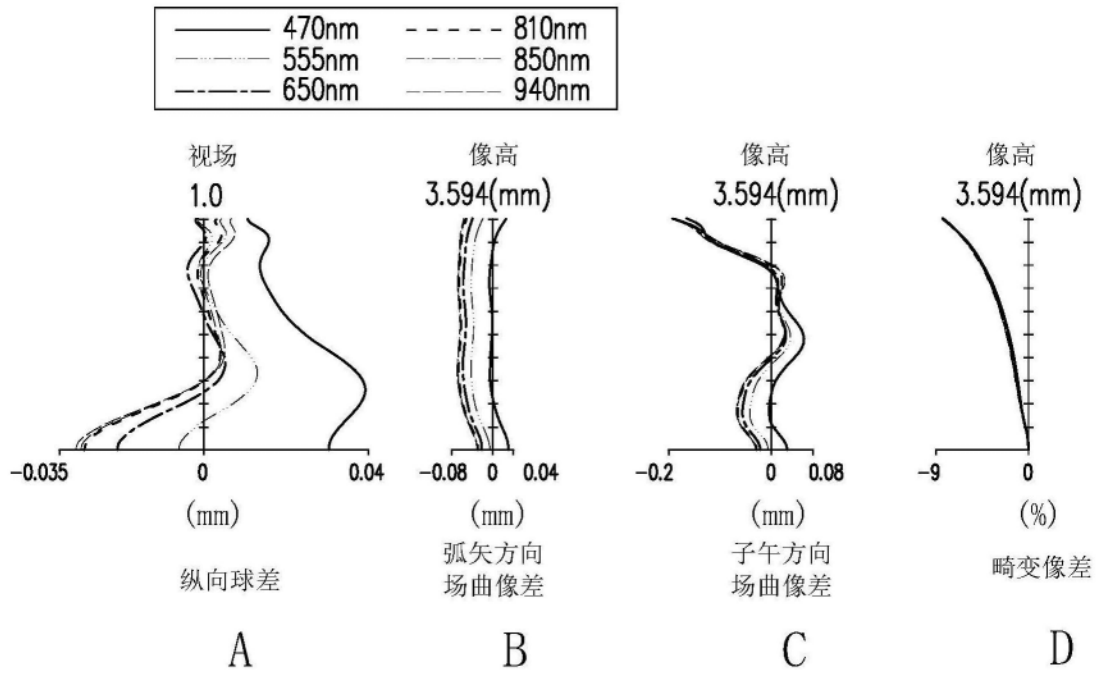


图13

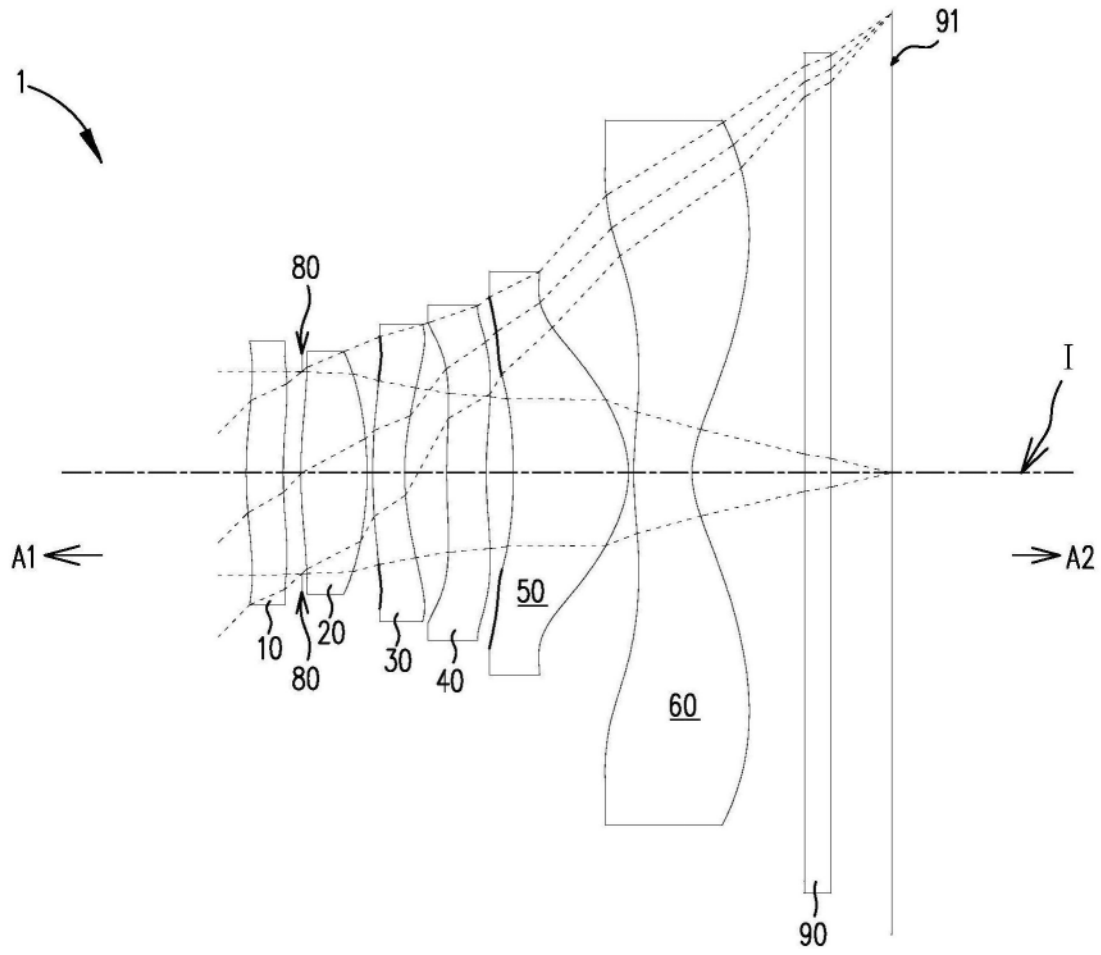


图14

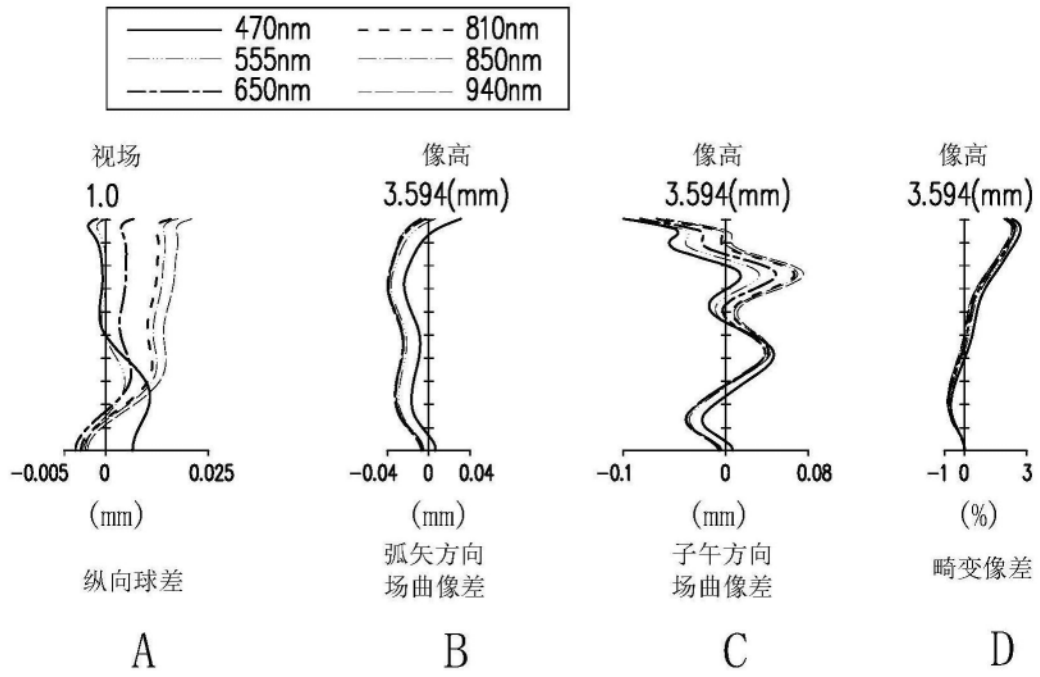


图15

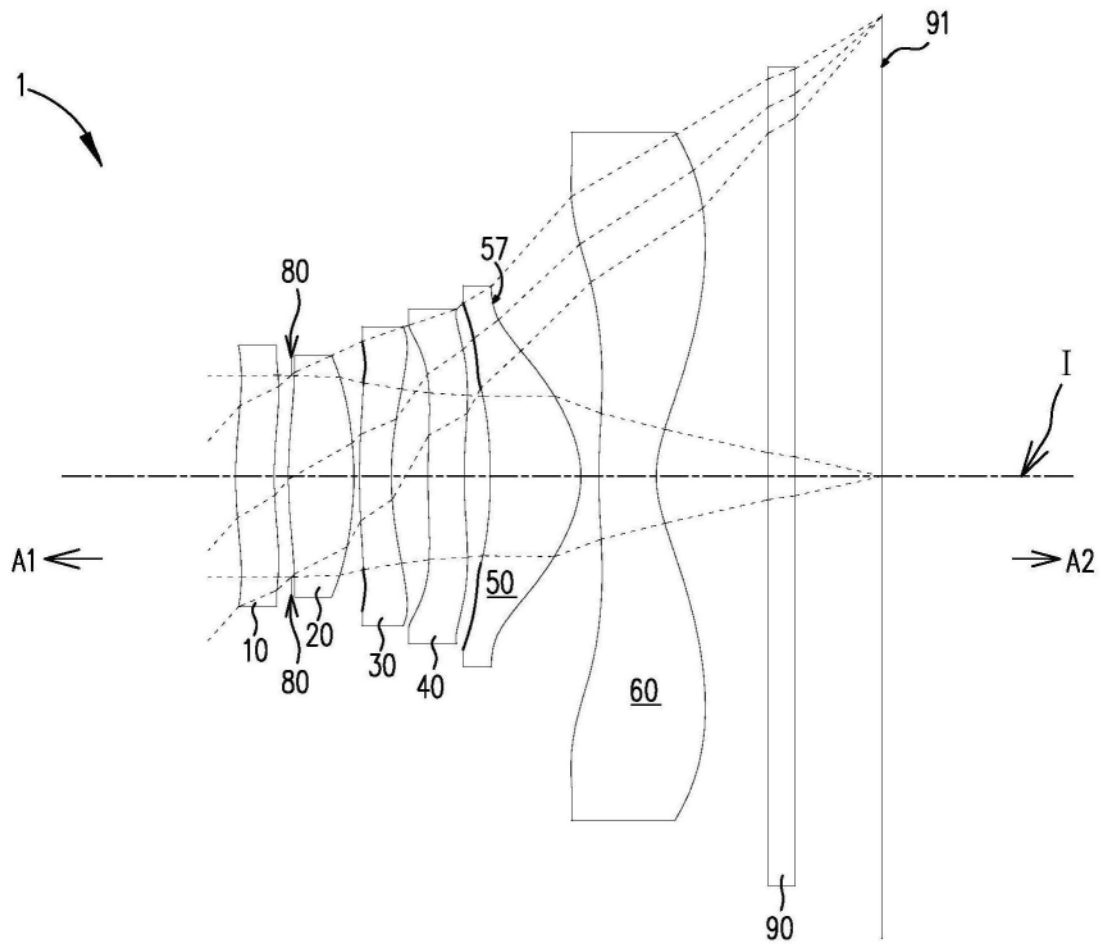


图16

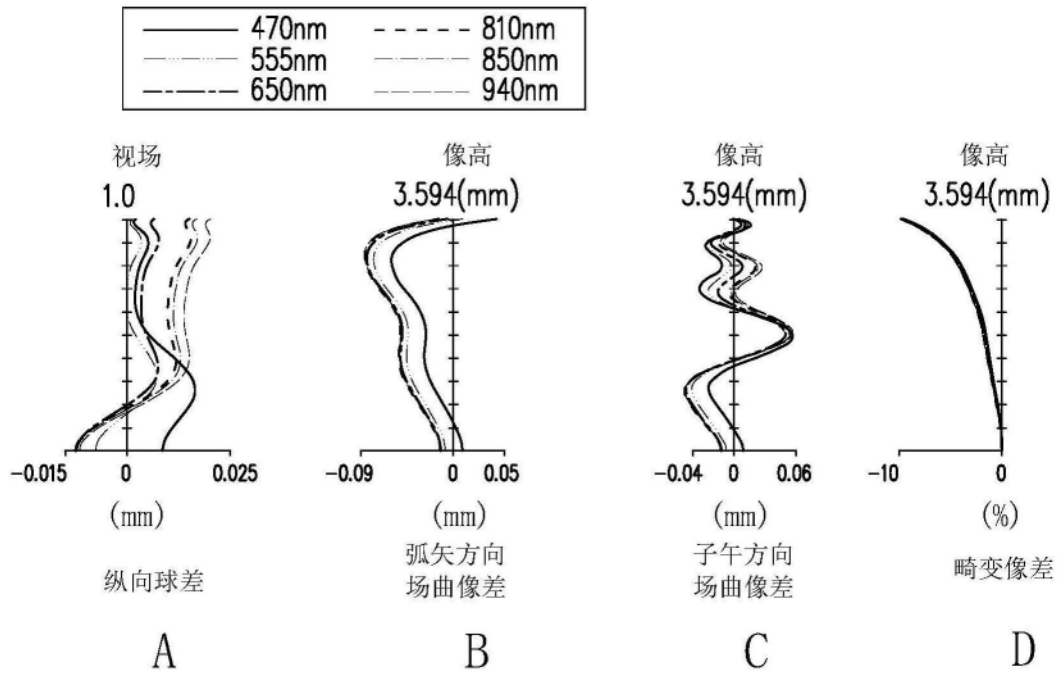


图17



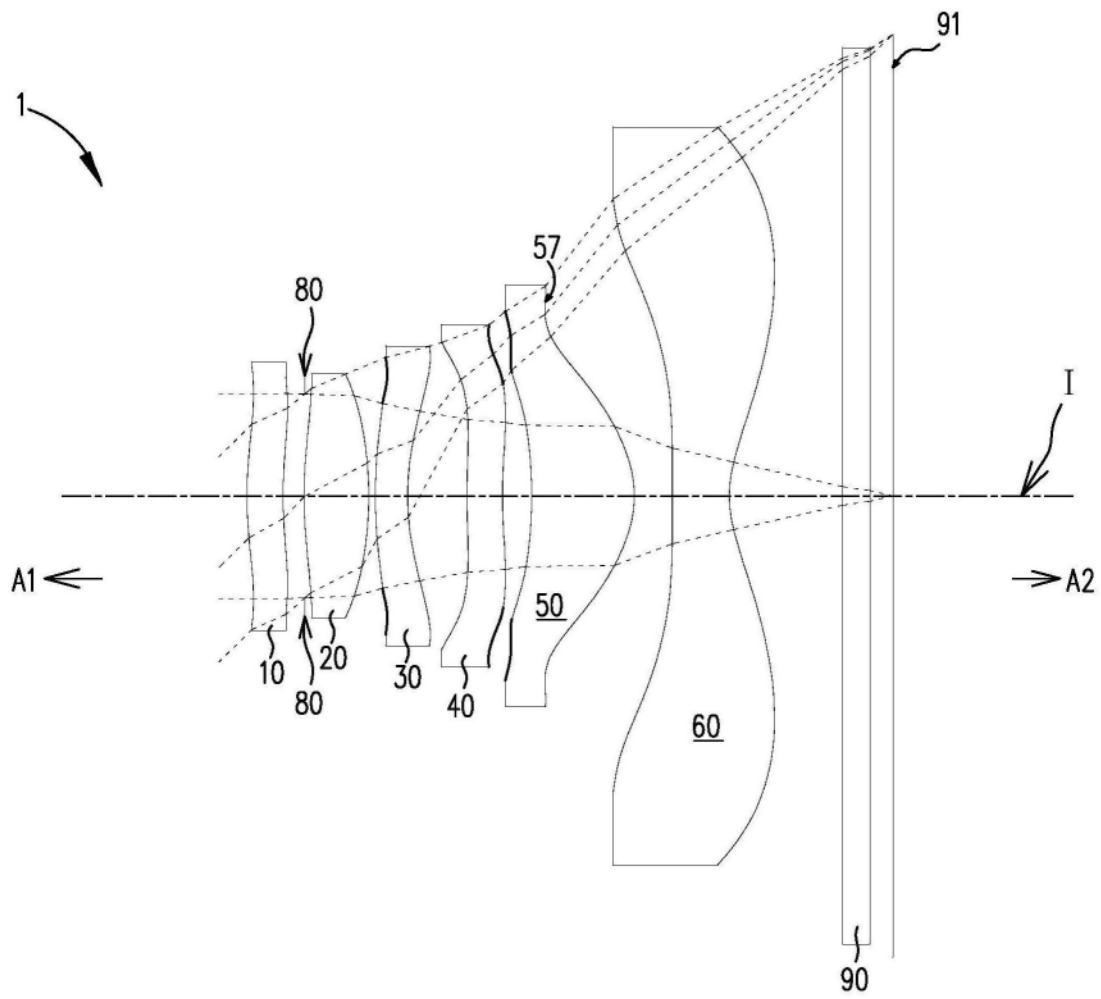


图18

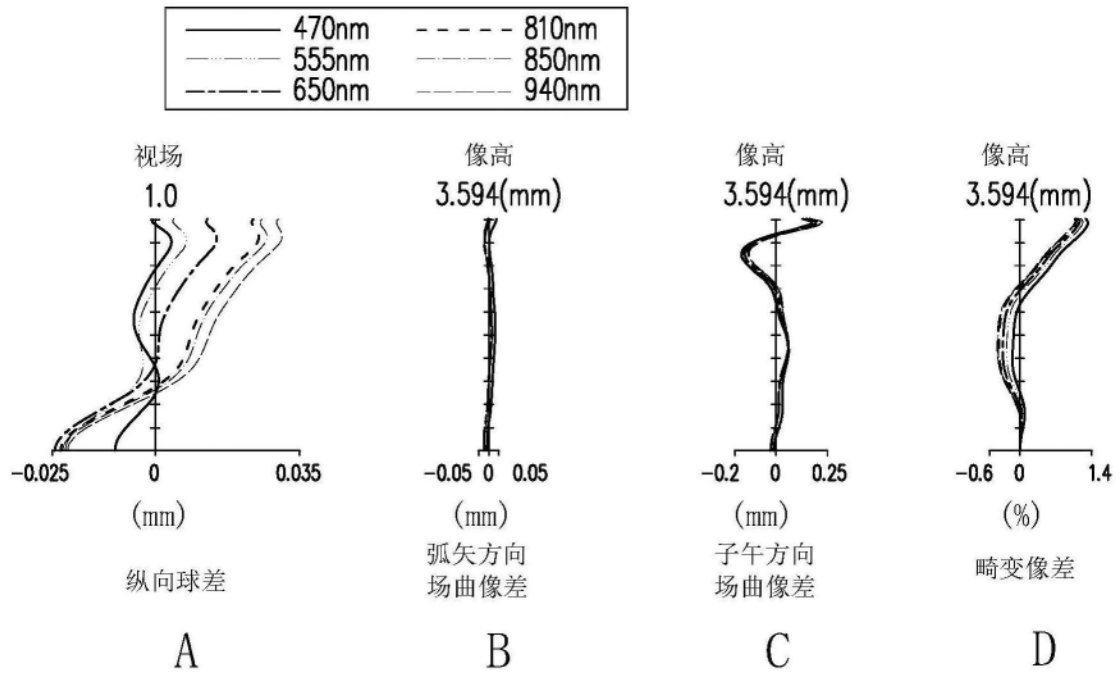


图19

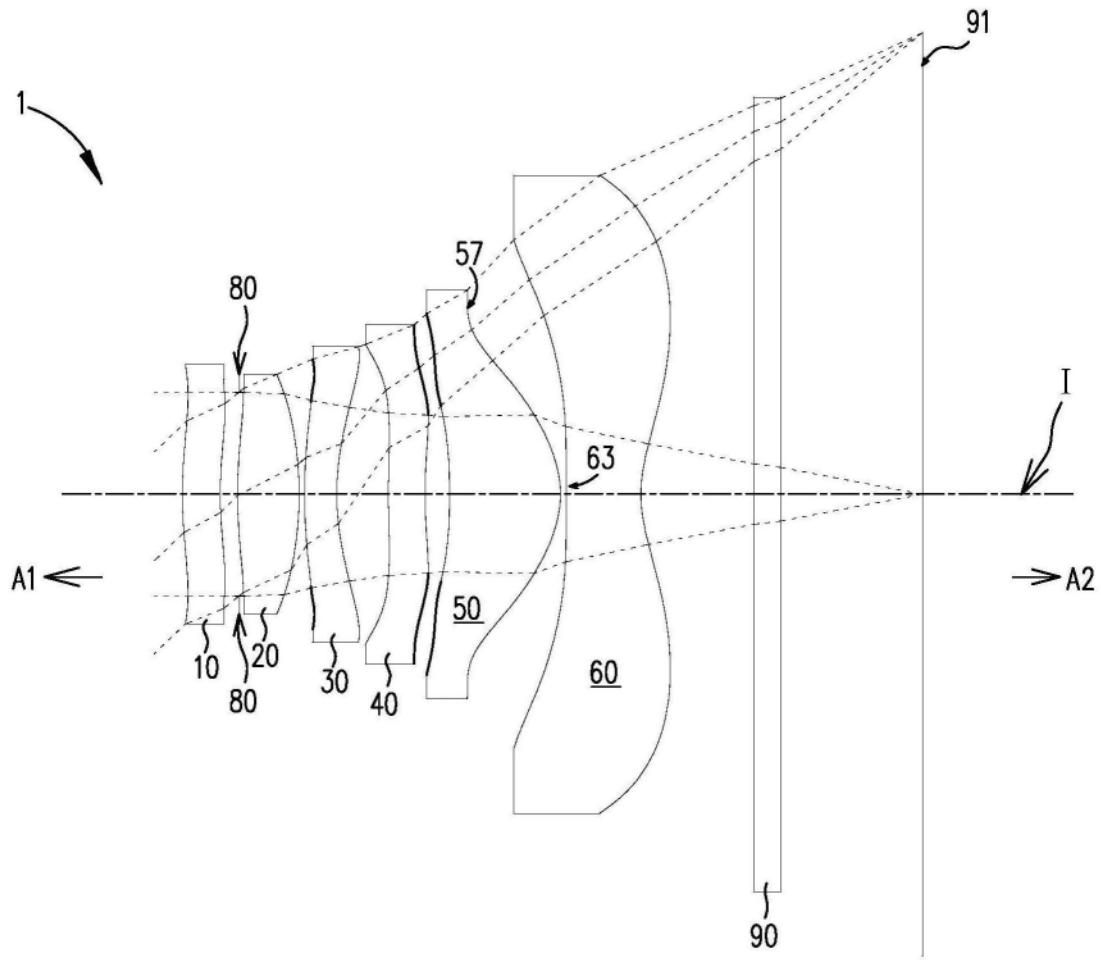


图20

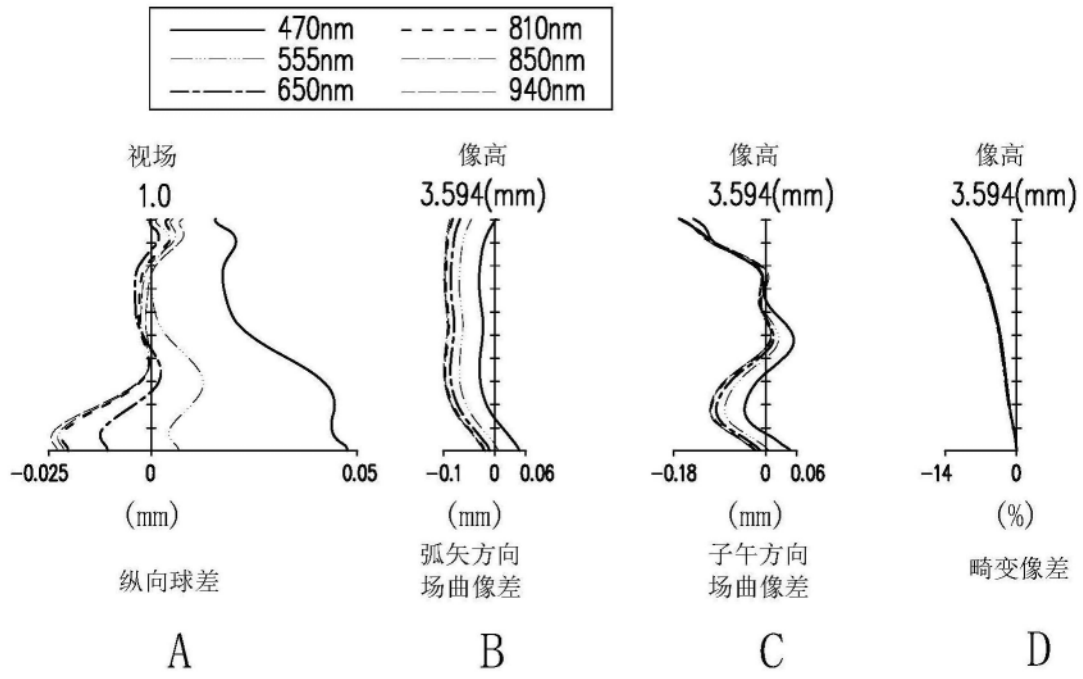


图21

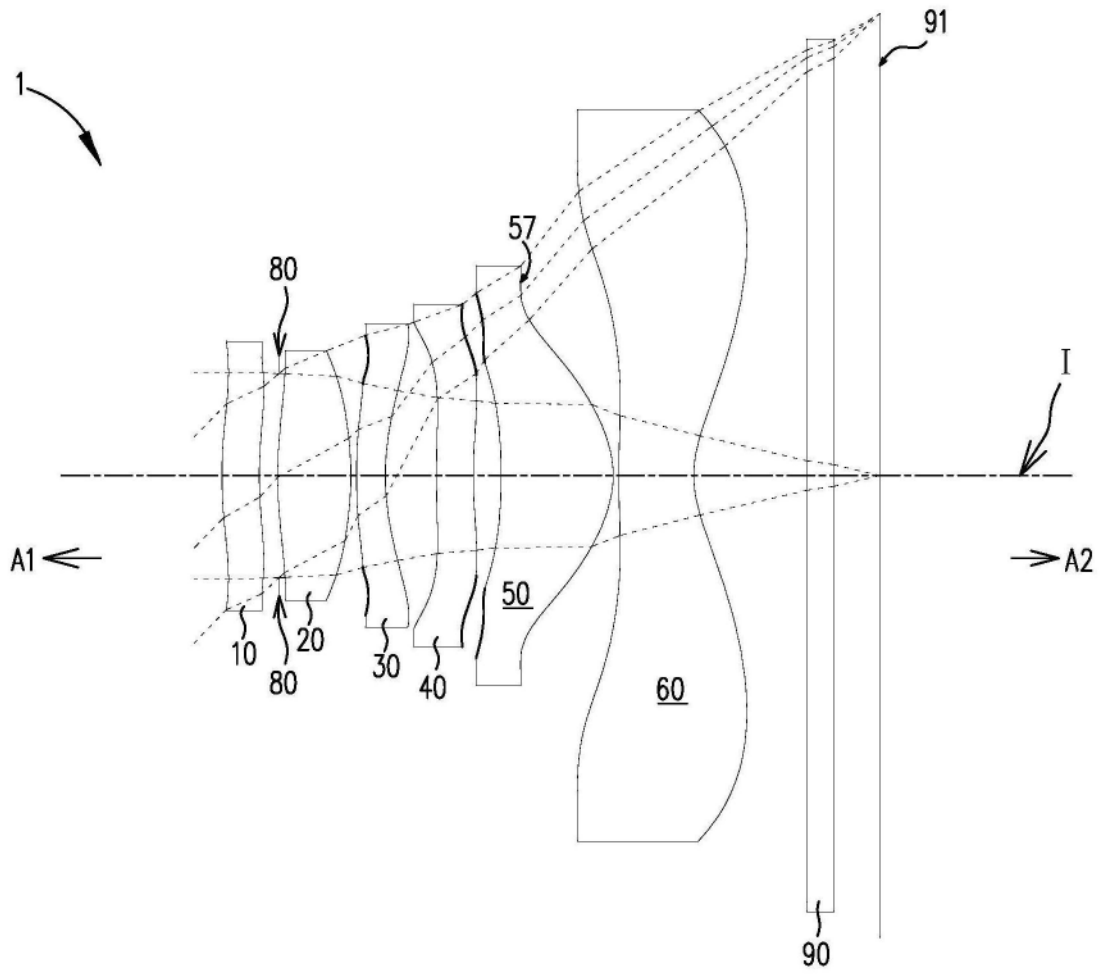


图22

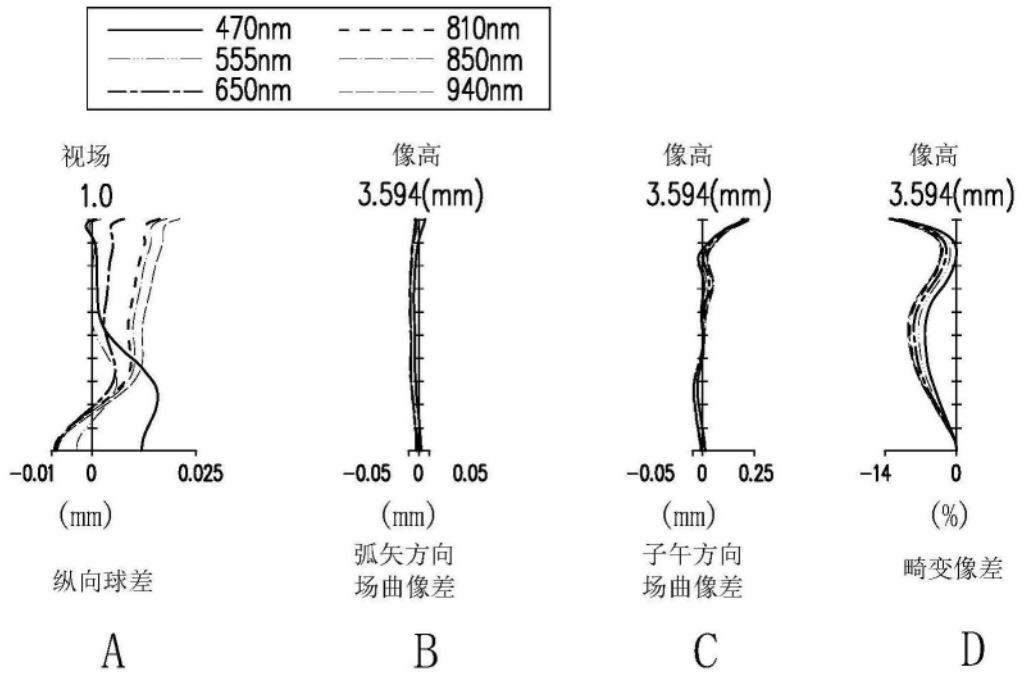


图23

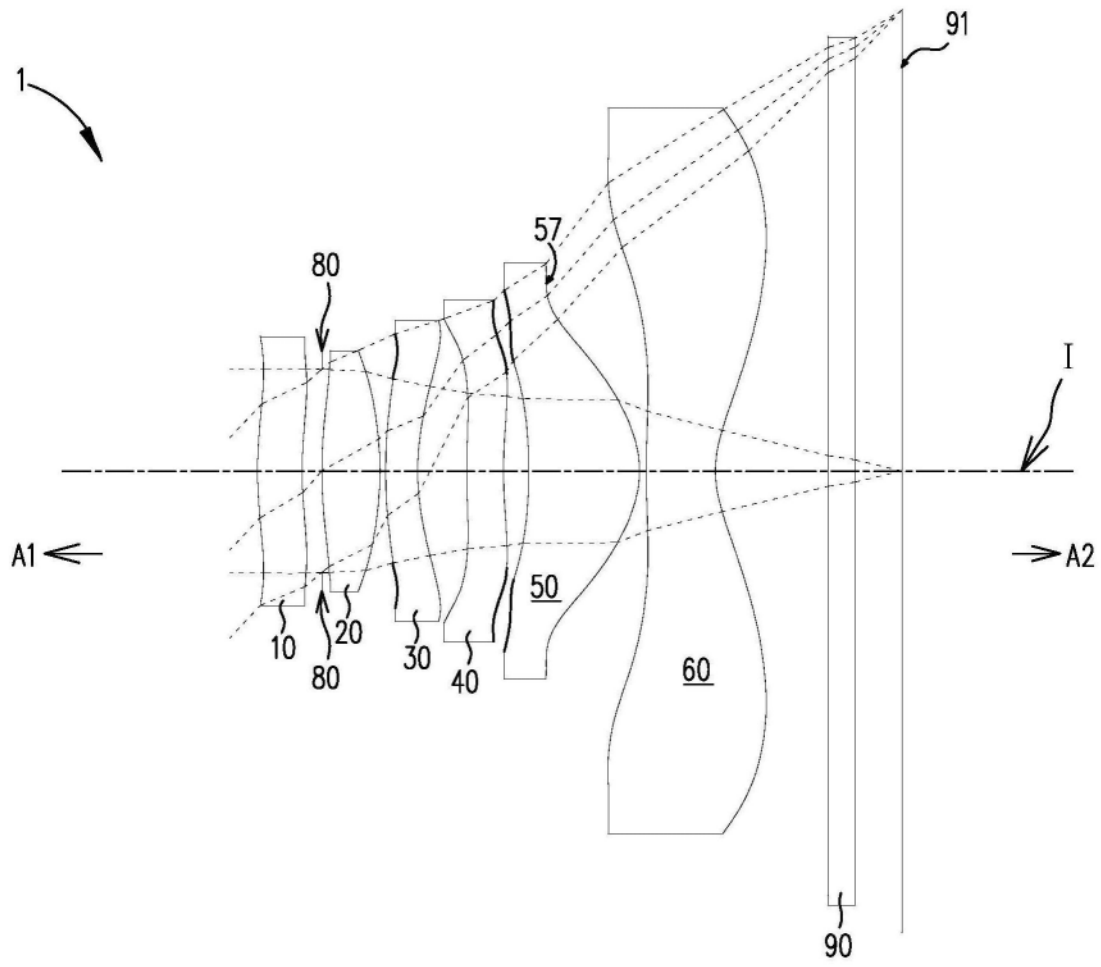


图24

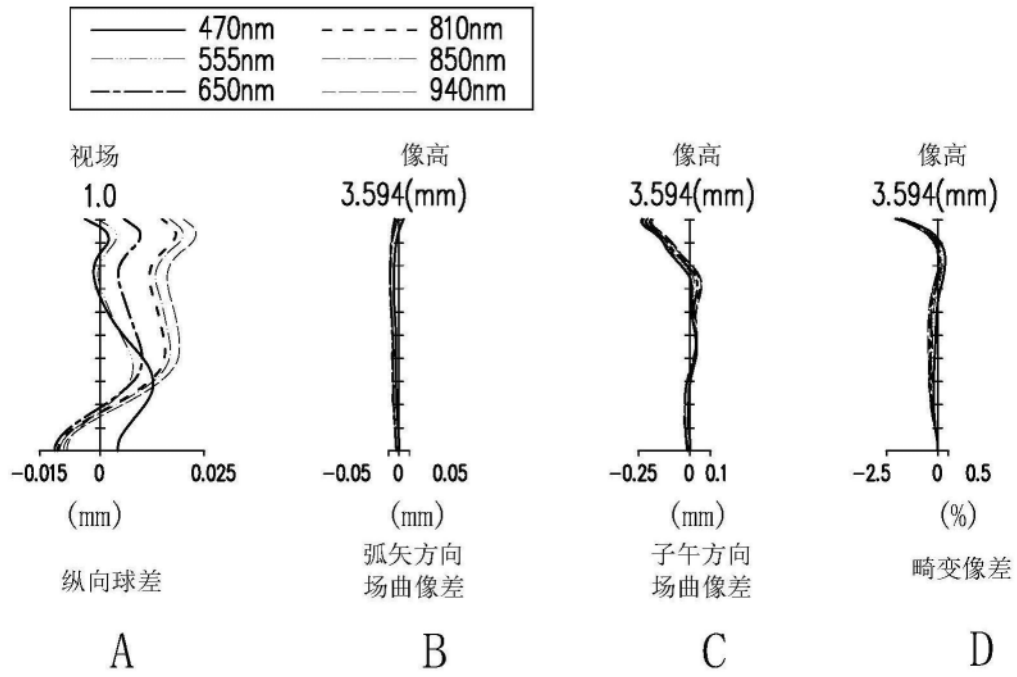


图25



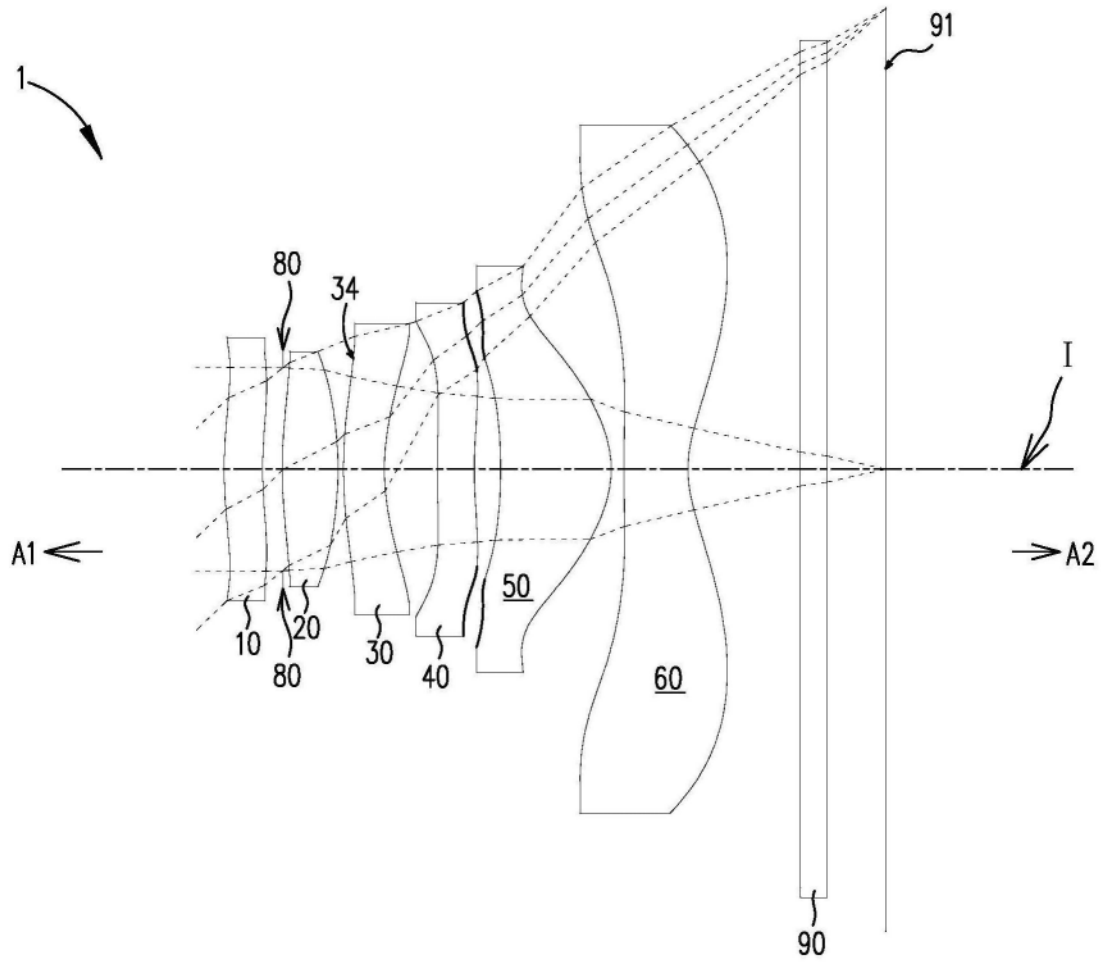


图26

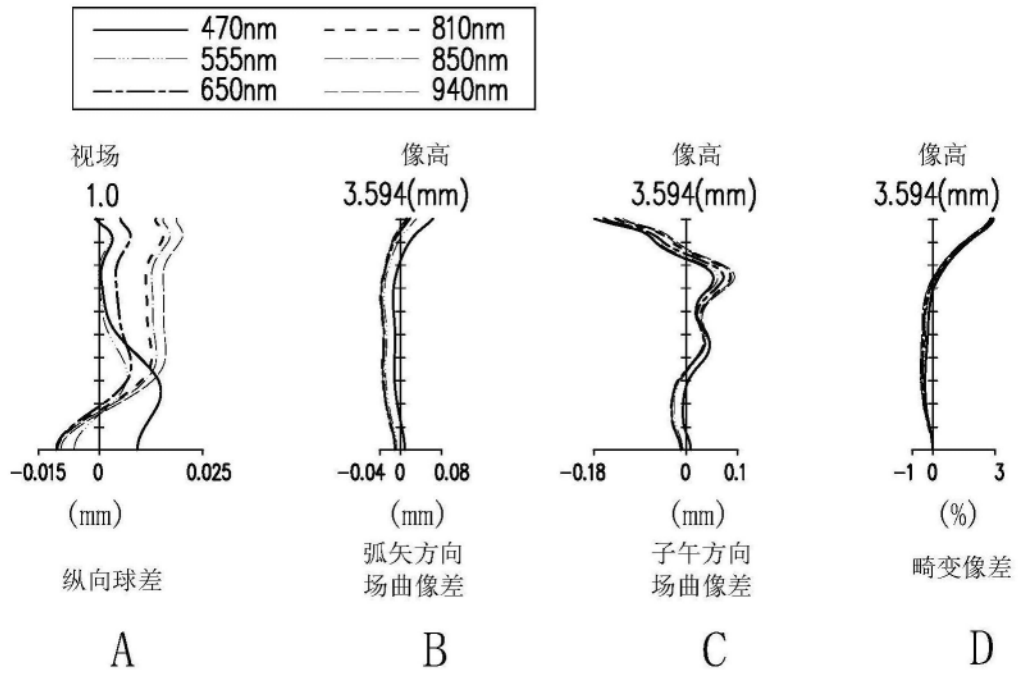


图27

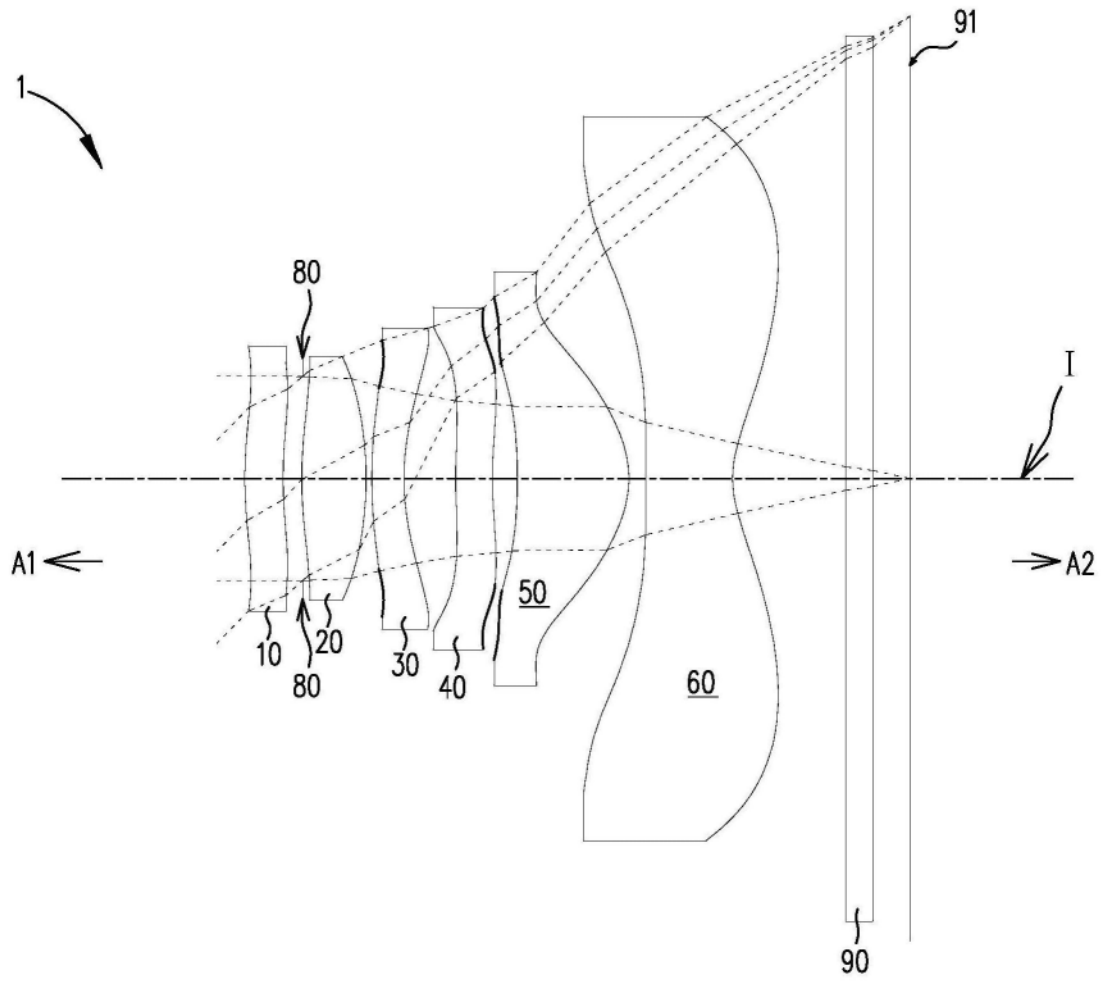


图28

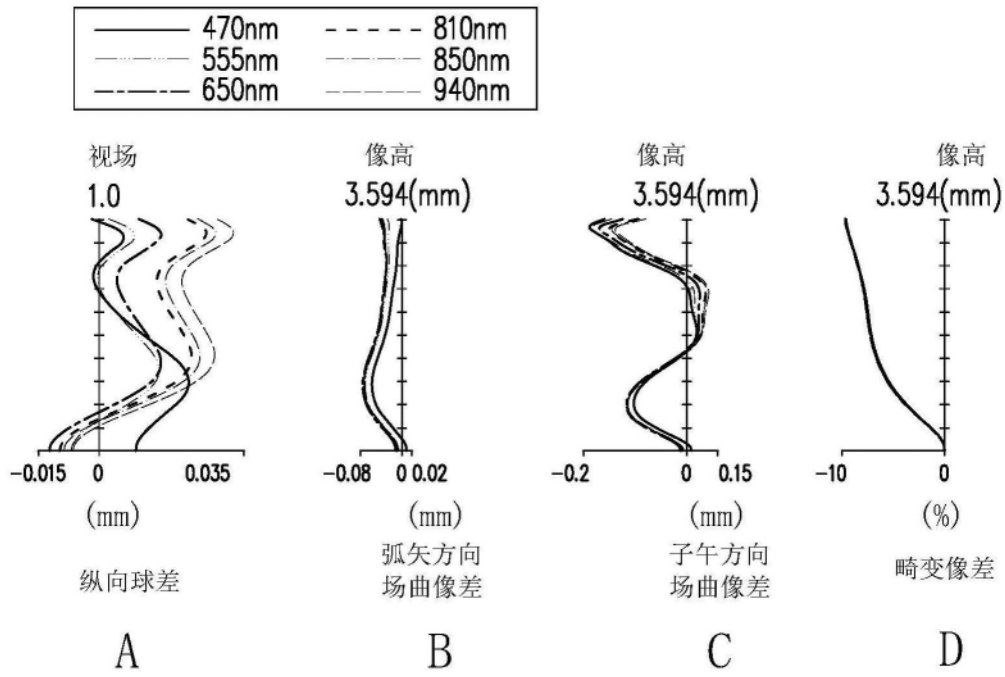


图29

第一实施例								
有效焦距=3.841 毫米, 半视角=45.728 度, 系统长度=5.163 毫米, 光圈值=2.342, 像高=3.594 毫米								
编号		曲率半径 (mm)	光圈距离 透镜厚度 空气间隙 (mm)		材质	折射率(Nd)	阿贝数	焦距 (mm)
	物体	无限大	无限大					
11	第一透镜	3.317	0.297	T1	塑料	1.545	55.987	296.122
12		3.279	0.152	G12				
80	光圈	无限大	-0.006					
21	第二透镜	3.483	0.500	T2	塑料	1.545	55.987	2.623
22		-2.311	0.044	G23				
31	第三透镜	4.775	0.250	T3	塑料	1.671	19.243	-4.995
32		1.939	0.403	G34				
41	第四透镜	6.032	0.285	T4	塑料	1.671	19.243	-11.752
42		3.367	0.193	G45				
51	第五透镜	-4.342	0.867	T5	塑料	1.545	55.987	1.669
52		-0.807	0.130	G56				
61	第六透镜	120.512	0.675	T6	塑料	1.535	55.711	-1.458
62		0.777	0.880	G6F				
90	滤光片	无限大	0.210			1.517	64.167	
		无限大	0.282					
91	成像面	无限大	0.000					

图30

编号	K	a <sub>2</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>8</sub>	a <sub>10</sub>
11	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.066333E-01	9.606874E-03	-1.297512E-01	2.080265E-01
12	-1.186983E+01	0.000000E+00	-1.001359E-01	-1.282722E-01	2.452918E-01	-6.485115E-01
21	-6.743721E+00	0.000000E+00	-3.272858E-02	6.375161E-04	-5.755590E-01	1.949708E+00
22	-6.133136E+00	0.000000E+00	2.954448E-01	-1.419348E+00	3.415995E+00	-5.585748E+00
31	0.000000E+00	0.000000E+00	2.220375E-01	-1.056992E+00	2.393051E+00	-3.587938E+00
32	-1.385717E-02	0.000000E+00	-9.156863E-02	-1.576974E-03	9.365481E-02	-3.383659E-01
41	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.469194E-01	2.928675E-01	-5.916221E-01	8.969308E-01
42	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.902789E-01	4.687235E-01	-1.218612E+00	2.397578E+00
51	7.128454E+00	0.000000E+00	-6.113584E-02	2.610509E-02	-1.412620E-01	2.411651E-01
52	-2.706522E+00	0.000000E+00	-1.697641E-02	-3.088099E-01	7.217498E-01	-1.013138E+00
61	-5.286850E+02	0.000000E+00	-8.770560E-02	-2.450898E-03	5.476758E-02	-4.465984E-02
62	-5.963608E+00	0.000000E+00	-8.866564E-02	4.851978E-02	-1.964558E-02	5.576731E-03
编号	a <sub>12</sub>	a <sub>14</sub>	a <sub>16</sub>	a <sub>18</sub>	a <sub>20</sub>	
11	-1.719259E-01	8.890788E-02	-1.970621E-02	/	/	
12	1.299483E+00	-1.202881E+00	4.306340E-01			
21	-3.486100E+00	3.435708E+00	-1.382883E+00			
22	5.887780E+00	-3.517354E+00	8.928289E-01			
31	3.448426E+00	-1.864027E+00	4.197112E-01			
32	4.863993E-01	-3.232513E-01	7.923255E-02			
41	-8.999337E-01	4.824074E-01	-9.980690E-02			
42	-3.159180E+00	2.696897E+00	-1.421929E+00	4.193101E-01	-5.262574E-02	
51	1.957617E-03	-1.984279E-01	1.427380E-01	-4.074006E-02	4.223758E-03	
52	9.025329E-01	-4.774548E-01	1.455914E-01	-2.380221E-02	1.625023E-03	
61	1.782359E-02	-4.045465E-03	5.325569E-04	-3.802889E-05	1.143128E-06	
62	-1.130427E-03	1.592233E-04	-1.466925E-05	7.862441E-07	-1.842491E-08	

图31

第二实施例								
有效焦距=3.447 毫米, 半视角=46.174 度, 系统长度=5.039 毫米, 光圈值=2.099, 像高=3.594 毫米								
编号		曲率半径 (mm)	光圈距离 透镜厚度 空气间隙 (mm)		材质	折射率(Nd)	阿贝数	焦距 (mm)
	物体	无限大	无限大					
11	第一透镜	3.337	0.306	T1	塑料	1.545	55.987	173.919
12		3.347	0.163	G12				
80	光圈	无限大	-6.484E-04					
21	第二透镜	3.638	0.494	T2	塑料	1.545	55.987	2.672
22		-2.320	0.044	G23				
31	第三透镜	4.699	0.250	T3	塑料	1.671	19.243	-5.118
32		1.952	0.400	G34				
41	第四透镜	5.934	0.286	T4	塑料	1.671	19.243	-12.378
42		3.407	0.192	G45				
51	第五透镜	-4.326	0.866	T5	塑料	1.545	55.987	1.679
52		-0.810	0.088	G56				
61	第六透镜	3.868	0.445	T6	塑料	1.535	55.711	-1.927
62		0.784	0.880	G6F				
90	滤光片	无限大	0.210			1.517	64.167	
		无限大	0.416					
91	成像面	无限大	0.000					

图32

编号	K	a <sub>2</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>8</sub>	a <sub>10</sub>
11	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.068018E-01	9.868312E-03	-1.294505E-01	2.081552E-01
12	-1.145997E+01	0.000000E+00	-9.974465E-02	-1.283691E-01	2.448355E-01	-6.489429E-01
21	-5.452888E+00	0.000000E+00	-3.284985E-02	-5.059608E-03	-5.724283E-01	1.953304E+00
22	-6.618384E+00	0.000000E+00	2.943670E-01	-1.419963E+00	3.416241E+00	-5.584070E+00
31	0.000000E+00	0.000000E+00	2.220623E-01	-1.057001E+00	2.393149E+00	-3.587874E+00
32	-2.039322E-02	0.000000E+00	-9.175588E-02	-1.697221E-03	9.361137E-02	-3.383651E-01
41	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.474349E-01	2.929167E-01	-5.914879E-01	8.970075E-01
42	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.903989E-01	4.682850E-01	-1.218771E+00	2.397550E+00
51	7.225835E+00	0.000000E+00	-6.139050E-02	2.612518E-02	-1.412266E-01	2.412059E-01
52	-2.754691E+00	0.000000E+00	-1.712844E-02	-3.091033E-01	7.216921E-01	-1.013137E+00
61	-9.929948E+01	0.000000E+00	-8.915461E-02	-2.513003E-03	5.477284E-02	-4.465888E-02
62	-5.447037E+00	0.000000E+00	-9.042826E-02	4.879144E-02	-1.963931E-02	5.576451E-03
编号	a <sub>12</sub>	a <sub>14</sub>	a <sub>16</sub>	a <sub>18</sub>	a <sub>20</sub>	
11	-1.719403E-01	8.884823E-02	-1.967916E-02	/	/	
12	1.299407E+00	-1.202888E+00	4.299612E-01			
21	-3.482551E+00	3.433826E+00	-1.388333E+00			
22	5.889949E+00	-3.515939E+00	8.918025E-01			
31	3.448466E+00	-1.864088E+00	4.197707E-01			
32	4.864235E-01	-3.232314E-01	7.925137E-02			
41	-8.999383E-01	4.824374E-01	-9.978134E-02			
42	-3.159182E+00	2.696902E+00	-1.421925E+00	4.193114E-01	-5.262458E-02	
51	1.980884E-03	-1.984274E-01	1.427354E-01	-4.074158E-02	4.223274E-03	
52	9.025329E-01	-4.774544E-01	1.455914E-01	-2.380220E-02	1.625026E-03	
61	1.782370E-02	-4.045441E-03	5.325605E-04	-3.802835E-05	1.143222E-06	
62	-1.130408E-03	1.592305E-04	-1.466834E-05	7.863178E-07	-1.841871E-08	

图33



第三实施例								
有效焦距=3.174 毫米, 半视角=47.332 度, 系统长度=4.888 毫米, 光圈值=1.936, 像高=3.594 毫米								
编号		曲率半径 (mm)	光圈距离 透镜厚度 空气间隙 (mm)		材质	折射率(Nd)	阿贝数	焦距 (mm)
	物体	无限大	无限大					
11	第一透镜	3.344	0.297	T1	塑料	1.545	55.987	285.355
12		3.311	0.151	G12				
80	光圈	无限大	-0.005					
21	第二透镜	3.486	0.511	T2	塑料	1.545	55.987	2.619
22		-2.301	0.042	G23				
31	第三透镜	4.683	0.250	T3	塑料	1.671	19.243	-5.185
32		1.964	0.397	G34				
41	第四透镜	5.618	0.284	T4	塑料	1.671	19.243	-12.961
42		3.356	0.194	G45				
51	第五透镜	-4.350	0.868	T5	塑料	1.545	55.987	1.674
52		-0.809	0.044	G56				
61	第六透镜	4.980	0.577	T6	塑料	1.535	55.711	-1.934
62		0.825	0.880	G6F				
90	滤光片	无限大	0.210			1.517	64.167	
		无限大	0.186					
91	成像面	无限大	0.000					

图34

编号	K	a <sub>2</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>8</sub>	a <sub>10</sub>
11	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.067304E-01	9.557130E-03	-1.297582E-01	2.080232E-01
12	-1.190754E+01	0.000000E+00	-1.002912E-01	-1.284909E-01	2.452927E-01	-6.485201E-01
21	-8.226469E+00	0.000000E+00	-3.007619E-02	3.971054E-03	-5.764482E-01	1.946658E+00
22	-6.162413E+00	0.000000E+00	2.950241E-01	-1.419311E+00	3.416270E+00	-5.585646E+00
31	0.000000E+00	0.000000E+00	2.220924E-01	-1.056929E+00	2.393125E+00	-3.587898E+00
32	-1.806384E-02	0.000000E+00	-9.154103E-02	-1.566228E-03	9.365011E-02	-3.383859E-01
41	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.462719E-01	2.929456E-01	-5.916643E-01	8.968850E-01
42	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.904593E-01	4.688149E-01	-1.218557E+00	2.397596E+00
51	7.187550E+00	0.000000E+00	-6.111769E-02	2.606500E-02	-1.413130E-01	2.411312E-01
52	-2.694342E+00	0.000000E+00	-1.844081E-02	-3.089174E-01	7.218394E-01	-1.013129E+00
61	-9.651569E+01	0.000000E+00	-8.887919E-02	-2.518053E-03	5.477115E-02	-4.465882E-02
62	-4.962236E+00	0.000000E+00	-8.943903E-02	4.876805E-02	-1.964185E-02	5.576200E-03
编号	a <sub>12</sub>	a <sub>14</sub>	a <sub>16</sub>	a <sub>18</sub>	a <sub>20</sub>	
11	-1.718792E-01	8.892960E-02	-1.969893E-02	/	/	
12	1.299361E+00	-1.203192E+00	4.304251E-01			
21	-3.488631E+00	3.435127E+00	-1.380309E+00			
22	5.887633E+00	-3.517667E+00	8.925338E-01			
31	3.448451E+00	-1.864026E+00	4.196999E-01			
32	4.863985E-01	-3.232510E-01	7.924462E-02			
41	-8.999612E-01	4.823880E-01	-9.981967E-02			
42	-3.159176E+00	2.696901E+00	-1.421927E+00	4.193108E-01	-5.262528E-02	
51	1.950631E-03	-1.984295E-01	1.427360E-01	-4.074076E-02	4.223362E-03	
52	9.025344E-01	-4.774547E-01	1.455913E-01	-2.380226E-02	1.625005E-03	
61	1.782368E-02	-4.045444E-03	5.325594E-04	-3.802845E-05	1.143194E-06	
62	-1.130427E-03	1.592294E-04	-1.466855E-05	7.863019E-07	-1.842111E-08	

图35

第四实施例								
有效焦距=4.177 毫米, 半视角=43.150 度, 系统长度=5.678 毫米, 光圈值=2.559, 像高=3.594 毫米								
编号		曲率半径 (mm)	光圈距离 透镜厚度 空气间隙 (mm)		材质	折射率(Nd)	阿贝数	焦距 (mm)
	物体	无限大	无限大					
11	第一透镜	3.522	0.292	T1	塑料	1.545	55.987	-88.898
12		3.188	0.149	G12				
80	光圈	无限大	-0.007					
21	第二透镜	3.716	0.497	T2	塑料	1.545	55.987	2.689
22		-2.315	0.044	G23				
31	第三透镜	5.273	0.250	T3	塑料	1.671	19.243	-4.846
32		1.985	0.403	G34				
41	第四透镜	6.343	0.284	T4	塑料	1.671	19.243	-11.162
42		3.387	0.194	G45				
51	第五透镜	-4.346	0.869	T5	塑料	1.545	55.987	1.675
52		-0.809	0.046	G56				
61	第六透镜	214.667	0.588	T6	塑料	1.535	55.711	-1.873
62		1.001	0.880	G6F				
90	滤光片	无限大	0.210			1.517	64.167	
		无限大	0.978					
91	成像面	无限大	0.000					

图36

编号	K	a <sub>2</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>8</sub>	a <sub>10</sub>
11	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.061633E-01	1.053080E-02	-1.288086E-01	2.085136E-01
12	-1.186295E+01	0.000000E+00	-1.013662E-01	-1.300365E-01	2.438250E-01	-6.495033E-01
21	-9.666097E+00	0.000000E+00	-3.568705E-02	5.507260E-04	-5.741067E-01	1.950508E+00
22	-6.539760E+00	0.000000E+00	2.948274E-01	-1.419348E+00	3.416863E+00	-5.584692E+00
31	0.000000E+00	0.000000E+00	2.220364E-01	-1.057067E+00	2.392980E+00	-3.588036E+00
32	-1.609465E-02	0.000000E+00	-9.159828E-02	-1.499186E-03	9.367749E-02	-3.383996E-01
41	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.455222E-01	2.930630E-01	-5.915692E-01	8.969491E-01
42	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.909443E-01	4.685515E-01	-1.218657E+00	2.397558E+00
51	7.139823E+00	0.000000E+00	-6.052730E-02	2.636775E-02	-1.411557E-01	2.411709E-01
52	-2.728077E+00	0.000000E+00	-1.670259E-02	-3.093157E-01	7.217634E-01	-1.013146E+00
61	-5.168576E+03	0.000000E+00	-8.852436E-02	-2.437046E-03	5.478254E-02	-4.465814E-02
62	-7.388627E+00	0.000000E+00	-9.353254E-02	4.872591E-02	-1.958473E-02	5.569360E-03
编号	a <sub>12</sub>	a <sub>14</sub>	a <sub>16</sub>	a <sub>18</sub>	a <sub>20</sub>	
11	-1.717286E-01	8.880564E-02	-1.980708E-02	/	/	
12	1.299699E+00	-1.200869E+00	4.359970E-01			
21	-3.485112E+00	3.436639E+00	-1.379283E+00			
22	5.889147E+00	-3.515722E+00	8.942464E-01			
31	3.448349E+00	-1.864076E+00	4.197169E-01			
32	4.863830E-01	-3.232941E-01	7.919628E-02			
41	-8.999292E-01	4.824043E-01	-9.980805E-02			
42	-3.159196E+00	2.696892E+00	-1.421932E+00	4.193082E-01	-5.262672E-02	
51	1.958699E-03	-1.984268E-01	1.427377E-01	-4.074015E-02	4.223913E-03	
52	9.025296E-01	-4.774565E-01	1.455907E-01	-2.380250E-02	1.624917E-03	
61	1.782361E-02	-4.045491E-03	5.325437E-04	-3.803560E-05	1.140737E-06	
62	-1.130825E-03	1.591864E-04	-1.467182E-05	7.860173E-07	-1.843045E-08	

图37

第五实施例								
有效焦距=3.449 毫米, 半视角=45.529 度, 系统长度=5.065 毫米, 光圈值=2.101, 像高=3.594 毫米								
编号		曲率半径 (mm)	光圈距离 透镜厚度 空气间隙 (mm)		材质	折射率(Nd)	阿贝数	焦距 (mm)
	物体	无限大	无限大					
11	第一透镜	3.344	0.291	T1	塑料	1.545	55.987	63.441
12		3.587	0.144	G12				
80	光圈	无限大	-0.005					
21	第二透镜	3.984	0.519	T2	塑料	1.545	55.987	2.846
22		-2.433	0.045	G23				
31	第三透镜	5.822	0.250	T3	塑料	1.671	19.243	-5.144
32		2.142	0.330	G34				
41	第四透镜	4.698	0.311	T4	塑料	1.671	19.243	-15.741
42		3.174	0.213	G45				
51	第五透镜	-4.395	0.903	T5	塑料	1.545	55.987	1.639
52		-0.798	0.041	G56				
61	第六透镜	2.872	0.457	T6	塑料	1.535	55.711	-1.853
62		0.698	0.880	G6F				
90	滤光片	无限大	0.210			1.517	64.167	
		无限大	0.476					
91	成像面	无限大	0.000					

图38

编号	K	a <sub>2</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>8</sub>	a <sub>10</sub>
11	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.062085E-01	9.353481E-03	-1.293271E-01	2.081206E-01
12	-1.534108E+01	0.000000E+00	-1.014600E-01	-1.286643E-01	2.457715E-01	-6.455597E-01
21	-3.588474E+00	0.000000E+00	-4.449224E-02	-1.579786E-02	-5.481203E-01	1.962320E+00
22	-5.990174E+00	0.000000E+00	2.932211E-01	-1.421830E+00	3.416761E+00	-5.581519E+00
31	0.000000E+00	0.000000E+00	2.209790E-01	-1.058754E+00	2.392358E+00	-3.587662E+00
32	5.296043E-02	0.000000E+00	-8.838744E-02	-2.037613E-03	9.245473E-02	-3.394504E-01
41	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.461521E-01	2.928911E-01	-5.935864E-01	8.961714E-01
42	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.884036E-01	4.661598E-01	-1.219173E+00	2.397507E+00
51	7.531557E+00	0.000000E+00	-6.333171E-02	2.756156E-02	-1.408389E-01	2.409680E-01
52	-2.883576E+00	0.000000E+00	-1.529851E-02	-3.084831E-01	7.212412E-01	-1.013216E+00
61	-4.405536E+01	0.000000E+00	-8.838680E-02	-2.589980E-03	5.476524E-02	-4.466006E-02
62	-4.883223E+00	0.000000E+00	-8.855889E-02	4.879206E-02	-1.963313E-02	5.577631E-03
编号	a <sub>12</sub>	a <sub>14</sub>	a <sub>16</sub>	a <sub>18</sub>	a <sub>20</sub>	
11	-1.718584E-01	8.911896E-02	-1.916421E-02	/	/	
12	1.300394E+00	-1.204197E+00	4.306731E-01			
21	-3.495014E+00	3.437860E+00	-1.401889E+00			
22	5.892845E+00	-3.515683E+00	8.866840E-01			
31	3.448684E+00	-1.863772E+00	4.197586E-01			
32	4.863461E-01	-3.231499E-01	7.940799E-02			
41	-9.001168E-01	4.824712E-01	-9.959715E-02			
42	-3.159158E+00	2.696946E+00	-1.421913E+00	4.193130E-01	-5.263256E-02	
51	1.839062E-03	-1.984716E-01	1.427215E-01	-4.074256E-02	4.223718E-03	
52	9.025284E-01	-4.774509E-01	1.455939E-01	-2.380106E-02	1.625263E-03	
61	1.782348E-02	-4.045459E-03	5.325648E-04	-3.802787E-05	1.143340E-06	
62	-1.130229E-03	1.592387E-04	-1.466874E-05	7.861492E-07	-1.844669E-08	

图39

第六实施例								
有效焦距=3.587 毫米, 半视角=47.900 度, 系统长度=5.089 毫米, 光圈值=2.191, 像高=3.594 毫米								
编号		曲率半径 (mm)	光圈距离 透镜厚度 空气间隙 (mm)		材质	折射率(Nd)	阿贝数	焦距 (mm)
	物体	无限大	无限大					
11	第一透镜	3.451	0.304	T1	塑料	1.545	55.987	-372.144
12		3.288	0.132	G12				
80	光圈	无限大	-0.020					
21	第二透镜	4.149	0.515	T2	塑料	1.545	55.987	2.830
22		-2.356	0.045	G23				
31	第三透镜	8.869	0.250	T3	塑料	1.671	19.243	-4.893
32		2.386	0.288	G34				
41	第四透镜	4.940	0.286	T4	塑料	1.671	19.243	-18.328
42		3.452	0.206	G45				
51	第五透镜	-4.230	0.713	T5	塑料	1.545	55.987	1.762
52		-0.831	0.142	G56				
61	第六透镜	5.152	0.452	T6	塑料	1.535	55.711	-2.023
62		0.870	0.880	G6F				
90	滤光片	无限大	0.210			1.517	64.167	
		无限大	0.687					
91	成像面	无限大	0.000					

图40

编号	K	a <sub>2</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>8</sub>	a <sub>10</sub>
11	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.071516E-01	1.004868E-02	-1.287085E-01	2.083727E-01
12	-1.131240E+01	0.000000E+00	-1.017677E-01	-1.313037E-01	2.423317E-01	-6.492246E-01
21	-3.408657E+00	0.000000E+00	-3.477755E-02	-7.670418E-03	-5.686563E-01	1.960666E+00
22	-7.305483E+00	0.000000E+00	2.984424E-01	-1.417181E+00	3.417541E+00	-5.584958E+00
31	0.000000E+00	0.000000E+00	2.203611E-01	-1.057237E+00	2.393633E+00	-3.587373E+00
32	2.437077E-02	0.000000E+00	-8.894384E-02	-2.099324E-03	9.305233E-02	-3.388673E-01
41	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.439887E-01	2.909264E-01	-5.926573E-01	8.968929E-01
42	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.890308E-01	4.711477E-01	-1.217920E+00	2.397678E+00
51	7.187969E+00	0.000000E+00	-6.171122E-02	2.461187E-02	-1.414579E-01	2.412678E-01
52	-2.829532E+00	0.000000E+00	-1.703013E-02	-3.072943E-01	7.216421E-01	-1.013283E+00
61	-1.942843E+01	0.000000E+00	-8.956474E-02	-2.637471E-03	5.476760E-02	-4.465933E-02
62	-5.295661E+00	0.000000E+00	-8.894300E-02	4.893402E-02	-1.963936E-02	5.575907E-03
编号	a <sub>12</sub>	a <sub>14</sub>	a <sub>16</sub>	a <sub>18</sub>	a <sub>20</sub>	
11	-1.719777E-01	8.858570E-02	-2.004847E-02	/	/	
12	1.301068E+00	-1.200339E+00	4.317125E-01			
21	-3.484584E+00	3.425214E+00	-1.391252E+00			
22	5.889230E+00	-3.518912E+00	8.880154E-01			
31	3.448563E+00	-1.864418E+00	4.186541E-01			
32	4.861710E-01	-3.232638E-01	7.923614E-02			
41	-8.998992E-01	4.825261E-01	-9.971690E-02			
42	-3.159181E+00	2.696880E+00	-1.421940E+00	4.193036E-01	-5.262972E-02	
51	1.988712E-03	-1.984304E-01	1.427293E-01	-4.074584E-02	4.221331E-03	
52	9.024892E-01	-4.774668E-01	1.455884E-01	-2.380324E-02	1.624689E-03	
61	1.782371E-02	-4.045431E-03	5.325619E-04	-3.802796E-05	1.143292E-06	
62	-1.130440E-03	1.592286E-04	-1.466829E-05	7.863900E-07	-1.841664E-08	

图41



第七实施例								
有效焦距=3.558 毫米, 半视角=44.739 度, 系统长度=5.020 毫米, 光圈值=2.169, 像高=3.594 毫米								
编号		曲率半径 (mm)	光圈距离 透镜厚度 空气间隙 (mm)		材质	折射率(Nd)	阿贝数	焦距 (mm)
	物体	无限大	无限大					
11	第一透镜	3.234	0.280	T1	塑料	1.545	55.987	97.673
12		3.338	0.169	G12				
80	光圈	无限大	-0.005					
21	第二透镜	3.713	0.503	T2	塑料	1.545	55.987	2.733
22		-2.377	0.051	G23				
31	第三透镜	4.780	0.250	T3	塑料	1.671	19.243	-5.182
32		1.981	0.462	G34				
41	第四透镜	6.085	0.275	T4	塑料	1.671	19.243	-13.595
42		3.597	0.226	G45				
51	第五透镜	-4.228	0.799	T5	塑料	1.545	55.987	1.793
52		-0.848	0.295	G56				
61	第六透镜	41.332	0.444	T6	塑料	1.535	55.711	-1.761
62		0.921	0.880	G6F				
90	滤光片	无限大	0.210			1.517	64.167	
		无限大	0.181					
91	成像面	无限大	0.000					

图42

编号	K	a <sub>2</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>8</sub>	a <sub>10</sub>
11	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.082222E-01	9.272604E-03	-1.286321E-01	2.094578E-01
12	-1.155219E+01	0.000000E+00	-9.792369E-02	-1.248516E-01	2.455076E-01	-6.485854E-01
21	-5.308856E+00	0.000000E+00	-3.190236E-02	-1.180803E-02	-5.651136E-01	1.957633E+00
22	-6.639558E+00	0.000000E+00	2.943623E-01	-1.421845E+00	3.412785E+00	-5.584325E+00
31	0.000000E+00	0.000000E+00	2.231581E-01	-1.056717E+00	2.392889E+00	-3.588096E+00
32	-5.488334E-02	0.000000E+00	-9.324985E-02	-2.975927E-03	9.351030E-02	-3.382374E-01
41	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.495916E-01	2.893858E-01	-5.924910E-01	8.969233E-01
42	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.933323E-01	4.693613E-01	-1.218798E+00	2.397235E+00
51	6.809701E+00	0.000000E+00	-6.404212E-02	2.558396E-02	-1.411798E-01	2.413284E-01
52	-2.766362E+00	0.000000E+00	-1.538898E-02	-3.079133E-01	7.217305E-01	-1.013262E+00
61	-2.971802E+02	0.000000E+00	-8.935692E-02	-2.512127E-03	5.477992E-02	-4.465753E-02
62	-5.641360E+00	0.000000E+00	-8.881020E-02	4.869688E-02	-1.964303E-02	5.577022E-03
编号	a <sub>12</sub>	a <sub>14</sub>	a <sub>16</sub>	a <sub>18</sub>	a <sub>20</sub>	
11	-1.709397E-01	8.902195E-02	-1.998322E-02	/	/	
12	1.298074E+00	-1.203580E+00	4.316341E-01			
21	-3.484343E+00	3.432830E+00	-1.396020E+00			
22	5.894351E+00	-3.512586E+00	8.846811E-01			
31	3.448499E+00	-1.864064E+00	4.197623E-01			
32	4.865383E-01	-3.231813E-01	7.931792E-02			
41	-8.996372E-01	4.825451E-01	-9.985767E-02			
42	-3.159274E+00	2.696868E+00	-1.421934E+00	4.193151E-01	-5.261603E-02	
51	2.036248E-03	-1.984258E-01	1.427288E-01	-4.073988E-02	4.225941E-03	
52	9.025096E-01	-4.774572E-01	1.455917E-01	-2.380193E-02	1.625128E-03	
61	1.782382E-02	-4.045448E-03	5.325557E-04	-3.802882E-05	1.143143E-06	
62	-1.130321E-03	1.592456E-04	-1.466762E-05	7.862103E-07	-1.845784E-08	

图43

第八实施例								
有效焦距=4.299 毫米, 半视角=43.775 度, 系统长度=5.760 毫米, 光圈值=2.635, 像高=3.594 毫米								
编号		曲率半径 (mm)	光圈距离 透镜厚度 空气间隙 (mm)		材质	折射率(Nd)	阿贝数	焦距 (mm)
	物体	无限大	无限大					
11	第一透镜	3.557	0.294	T1	塑料	1.545	55.987	-75.818
12		3.180	0.145	G12				
80	光圈	无限大	-0.011					
21	第二透镜	3.808	0.481	T2	塑料	1.545	55.987	2.704
22		-2.306	0.042	G23				
31	第三透镜	5.485	0.250	T3	塑料	1.671	19.243	-4.814
32		2.008	0.402	G34				
41	第四透镜	6.418	0.286	T4	塑料	1.671	19.243	-11.284
42		3.426	0.192	G45				
51	第五透镜	-4.330	0.862	T5	塑料	1.545	55.987	1.676
52		-0.809	0.045	G56				
61	第六透镜	-448.975	0.581	T6	塑料	1.535	55.711	-1.878
62		1.012	0.880	G6F				
90	滤光片	无限大	0.210			1.517	64.167	
		无限大	1.100					
91	成像面	无限大	0.000					

图44

编号	K	a <sub>2</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>8</sub>	a <sub>10</sub>	
11	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.067160E-01	1.117082E-02	-1.279637E-01	2.088642E-01	
12	-1.183223E+01	0.000000E+00	-1.010190E-01	-1.290288E-01	2.444708E-01	-6.486964E-01	
21	-9.399482E+00	0.000000E+00	-3.652402E-02	-1.515188E-03	-5.749403E-01	1.956776E+00	
22	-6.817296E+00	0.000000E+00	2.946509E-01	-1.420404E+00	3.415336E+00	-5.583429E+00	
31	0.000000E+00	0.000000E+00	2.223066E-01	-1.057061E+00	2.392737E+00	-3.588241E+00	
32	-1.648727E-02	0.000000E+00	-9.189052E-02	-1.681274E-03	9.335245E-02	-3.385309E-01	
41	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.445334E-01	2.917928E-01	-5.919794E-01	8.968239E-01	
42	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.911457E-01	4.689404E-01	-1.218695E+00	2.397514E+00	
51	7.137773E+00	0.000000E+00	-6.083837E-02	2.619446E-02	-1.411546E-01	2.411676E-01	
52	-2.732124E+00	0.000000E+00	-1.608718E-02	-3.094142E-01	7.217193E-01	-1.013154E+00	
61	-2.628044E+08	0.000000E+00	-8.831177E-02	-2.342257E-03	5.479381E-02	-4.465700E-02	
62	-7.941837E+00	0.000000E+00	-9.516612E-02	4.863268E-02	-1.957846E-02	5.568244E-03	
编号	a <sub>12</sub>	a <sub>14</sub>	a <sub>16</sub>	a <sub>18</sub>	a <sub>20</sub>		
11	-1.720072E-01	8.828556E-02	-2.014460E-02	/	/		
12	1.301186E+00	-1.200383E+00	4.323085E-01				
21	-3.479863E+00	3.433660E+00	-1.388213E+00				
22	5.892055E+00	-3.514389E+00	8.886897E-01				
31	3.448249E+00	-1.864022E+00	4.199825E-01				
32	4.863455E-01	-3.232549E-01	7.928681E-02				
41	-8.999667E-01	4.823688E-01	-9.981529E-02				
42	-3.159220E+00	2.696885E+00	-1.421933E+00			4.193083E-01	-5.262610E-02
51	1.951307E-03	-1.984314E-01	1.427360E-01			-4.074060E-02	4.224095E-03
52	9.025281E-01	-4.774566E-01	1.455908E-01			-2.380234E-02	1.625011E-03
61	1.782369E-02	-4.045490E-03	5.325407E-04	-3.803683E-05	1.139952E-06		
62	-1.131099E-03	1.591546E-04	-1.467516E-05	7.854619E-07	-1.844924E-08		

图45

第九实施例								
有效焦距=3.546 毫米, 半视角=45.694 度, 系统长度=5.117 毫米, 光圈值=2.161, 像高=3.594 毫米								
编号		曲率半径 (mm)	光圈距离 透镜厚度 空气间隙 (mm)		材质	折射率(Nd)	阿贝数	焦距 (mm)
	物体	无限大	无限大					
11	第一透镜	3.248	0.292	T1	塑料	1.545	55.987	127.945
12		3.298	0.155	G12				
80	光圈	无限大	-0.012					
21	第二透镜	3.513	0.569	T2	塑料	1.545	55.987	2.654
22		-2.328	0.044	G23				
31	第三透镜	4.941	0.224	T3	塑料	1.671	19.243	-5.024
32		1.978	0.396	G34				
41	第四透镜	5.544	0.288	T4	塑料	1.671	19.243	-13.337
42		3.364	0.217	G45				
51	第五透镜	-4.306	0.870	T5	塑料	1.545	55.987	1.680
52		-0.810	0.045	G56				
61	第六透镜	7.181	0.582	T6	塑料	1.535	55.711	-1.779
62		0.820	0.880	G6F				
90	滤光片	无限大	0.210			1.517	64.167	
		无限大	0.358					
91	成像面	无限大	0.000					

图46

编号	K	a <sub>2</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>8</sub>	a <sub>10</sub>
11	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.061786E-01	1.004024E-02	-1.289193E-01	2.089477E-01
12	-1.256981E+01	0.000000E+00	-1.020121E-01	-1.281585E-01	2.465424E-01	-6.472666E-01
21	-4.646693E+00	0.000000E+00	-4.029562E-02	-7.848030E-03	-5.592893E-01	1.958924E+00
22	-6.665591E+00	0.000000E+00	2.956882E-01	-1.418995E+00	3.415895E+00	-5.583892E+00
31	0.000000E+00	0.000000E+00	2.217172E-01	-1.058141E+00	2.392638E+00	-3.588000E+00
32	-2.114750E-02	0.000000E+00	-9.186282E-02	-1.729520E-03	9.354375E-02	-3.381537E-01
41	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.468103E-01	2.911909E-01	-5.921612E-01	8.969255E-01
42	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.905291E-01	4.683670E-01	-1.219085E+00	2.397348E+00
51	7.123672E+00	0.000000E+00	-6.195225E-02	2.599447E-02	-1.412254E-01	2.412170E-01
52	-2.729192E+00	0.000000E+00	-1.626451E-02	-3.083874E-01	7.214942E-01	-1.013196E+00
61	-1.047798E+02	0.000000E+00	-8.701287E-02	-2.615173E-03	5.475801E-02	-4.466015E-02
62	-5.005560E+00	0.000000E+00	-8.858305E-02	4.875670E-02	-1.962641E-02	5.575274E-03
编号	a <sub>12</sub>	a <sub>14</sub>	a <sub>16</sub>	a <sub>18</sub>	a <sub>20</sub>	
11	-1.716510E-01	8.904383E-02	-1.970572E-02	/	/	
12	1.301153E+00	-1.202868E+00	4.289138E-01			
21	-3.485216E+00	3.431078E+00	-1.401635E+00			
22	5.890876E+00	-3.516853E+00	8.880297E-01			
31	3.448509E+00	-1.863896E+00	4.197942E-01			
32	4.864672E-01	-3.231864E-01	7.930263E-02			
41	-9.000269E-01	4.824711E-01	-9.977328E-02			
42	-3.159250E+00	2.696886E+00	-1.421926E+00	4.193109E-01	-5.262565E-02	
51	1.995837E-03	-1.984375E-01	1.427316E-01	-4.074106E-02	4.222349E-03	
52	9.025284E-01	-4.774527E-01	1.455923E-01	-2.380192E-02	1.625139E-03	
61	1.782367E-02	-4.045442E-03	5.325611E-04	-3.802832E-05	1.143248E-06	
62	-1.130530E-03	1.592389E-04	-1.466902E-05	7.862721E-07	-1.842373E-08	

图47

第十实施例								
有效焦距=3.428 毫米, 半视角=46.839 度, 系统长度=5.024 毫米, 光圈值=2.080, 像高=3.594 毫米								
编号		曲率半径 (mm)	光圈距离 透镜厚度 空气间隙 (mm)		材质	折射率(Nd)	阿贝数	焦距 (mm)
	物体	无限大	无限大					
11	第一透镜	3.382	0.348	T1	塑料	1.545	55.987	638.315
12		3.290	0.152	G12				
80	光圈	无限大	1.096E-03					
21	第二透镜	3.582	0.453	T2	塑料	1.545	55.987	2.644
22		-2.311	0.044	G23				
31	第三透镜	4.638	0.250	T3	塑料	1.671	19.243	-5.327
32		1.986	0.383	G34				
41	第四透镜	5.686	0.286	T4	塑料	1.671	19.243	-12.286
42		3.310	0.196	G45				
51	第五透镜	-4.323	0.865	T5	塑料	1.545	55.987	1.675
52		-0.809	0.051	G56				
61	第六透镜	5.730	0.540	T6	塑料	1.535	55.711	-1.868
62		0.826	0.880	G6F				
90	滤光片	无限大	0.210			1.517	64.167	
		无限大	0.363					
91	成像面	无限大	0.000					

图48

编号	K	a <sub>2</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>8</sub>	a <sub>10</sub>
11	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.059676E-01	9.881973E-03	-1.298746E-01	2.076551E-01
12	-1.255409E+01	0.000000E+00	-1.013686E-01	-1.289696E-01	2.450400E-01	-6.478265E-01
21	-5.090571E+00	0.000000E+00	-3.219902E-02	2.165820E-04	-5.722074E-01	1.952006E+00
22	-7.510560E+00	0.000000E+00	2.958832E-01	-1.418577E+00	3.417716E+00	-5.583388E+00
31	0.000000E+00	0.000000E+00	2.217792E-01	-1.057497E+00	2.392842E+00	-3.589591E+00
32	-1.653032E-02	0.000000E+00	-9.125123E-02	-1.490500E-03	9.320187E-02	-3.390513E-01
41	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.485949E-01	2.917114E-01	-5.918215E-01	8.970098E-01
42	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.911820E-01	4.685129E-01	-1.218861E+00	2.397460E+00
51	7.297359E+00	0.000000E+00	-6.122793E-02	2.608619E-02	-1.412689E-01	2.411782E-01
52	-2.768947E+00	0.000000E+00	-1.836208E-02	-3.095189E-01	7.217386E-01	-1.013129E+00
61	-8.129042E+01	0.000000E+00	-8.820120E-02	-2.509385E-03	5.476881E-02	-4.465917E-02
62	-5.237731E+00	0.000000E+00	-8.889938E-02	4.886792E-02	-1.963820E-02	5.576533E-03
编号	a <sub>12</sub>	a <sub>14</sub>	a <sub>16</sub>	a <sub>18</sub>	a <sub>20</sub>	
11	-1.723050E-01	8.864802E-02	-1.971523E-02	/	/	
12	1.300605E+00	-1.201778E+00	4.314527E-01			
21	-3.480446E+00	3.440011E+00	-1.378380E+00			
22	5.891238E+00	-3.512578E+00	8.952389E-01			
31	3.447493E+00	-1.864394E+00	4.197554E-01			
32	4.859854E-01	-3.234450E-01	7.923110E-02			
41	-9.000163E-01	4.823879E-01	-9.978348E-02			
42	-3.159228E+00	2.696882E+00	-1.421927E+00	4.193124E-01	-5.262218E-02	
51	1.976314E-03	-1.984385E-01	1.427373E-01	-4.074115E-02	4.223422E-03	
52	9.025346E-01	-4.774546E-01	1.455915E-01	-2.380224E-02	1.625009E-03	
61	1.782366E-02	-4.045445E-03	5.325603E-04	-3.802835E-05	1.143222E-06	
62	-1.130448E-03	1.592272E-04	-1.466860E-05	7.863081E-07	-1.841897E-08	

图49



第十一实施例								
有效焦距=3.647 毫米, 半视角=43.717 度, 系统长度=5.180 毫米, 光圈值=2.223, 像高=3.594 毫米								
编号		曲率半径 (mm)	光圈距离 透镜厚度 空气间隙 (mm)		材质	折射率(Nd)	阿贝数	焦距 (mm)
	物体	无限大	无限大					
11	第一透镜	3.427	0.302	T1	塑料	1.545	55.987	107.065
12		3.527	0.158	G12				
80	光圈	无限大	-0.005					
21	第二透镜	3.892	0.437	T2	塑料	1.545	55.987	2.791
22		-2.407	0.043	G23				
31	第三透镜	4.515	0.320	T3	塑料	1.671	19.243	-5.145
32		1.911	0.414	G34				
41	第四透镜	6.105	0.290	T4	塑料	1.671	19.243	-12.122
42		3.435	0.205	G45				
51	第五透镜	-4.231	0.866	T5	塑料	1.545	55.987	1.684
52		-0.810	0.099	G56				
61	第六透镜	9.982	0.501	T6	塑料	1.535	55.711	-1.907
62		0.913	0.880	G6F				
90	滤光片	无限大	0.210			1.517	64.167	
		无限大	0.459					
91	成像面	无限大	0.000					

图50

编号	K	a <sub>2</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>8</sub>	a <sub>10</sub>
11	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.086188E-01	9.084946E-03	-1.284184E-01	2.084756E-01
12	-1.486982E+01	0.000000E+00	-9.911333E-02	-1.269974E-01	2.443592E-01	-6.481674E-01
21	-2.602725E+00	0.000000E+00	-2.625733E-02	-1.346889E-02	-5.631517E-01	1.959433E+00
22	-8.504614E+00	0.000000E+00	2.979248E-01	-1.422687E+00	3.409257E+00	-5.581233E+00
31	0.000000E+00	0.000000E+00	2.237103E-01	-1.057336E+00	2.392446E+00	-3.588610E+00
32	-3.305469E-02	0.000000E+00	-9.136494E-02	-2.286607E-03	9.290641E-02	-3.386045E-01
41	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.457478E-01	2.909256E-01	-5.925961E-01	8.969271E-01
42	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.912277E-01	4.686167E-01	-1.218959E+00	2.397382E+00
51	6.868791E+00	0.000000E+00	-6.252436E-02	2.672862E-02	-1.406526E-01	2.411813E-01
52	-2.795788E+00	0.000000E+00	-1.395948E-02	-3.088606E-01	7.217065E-01	-1.013169E+00
61	-5.474976E+01	0.000000E+00	-8.838978E-02	-2.578756E-03	5.475727E-02	-4.465904E-02
62	-6.178655E+00	0.000000E+00	-9.134674E-02	4.857305E-02	-1.962007E-02	5.577227E-03
编号	a <sub>12</sub>	a <sub>14</sub>	a <sub>16</sub>	a <sub>18</sub>	a <sub>20</sub>	
11	-1.719435E-01	8.876885E-02	-1.937839E-02	/	/	
12	1.301387E+00	-1.201342E+00	4.299801E-01			
21	-3.486776E+00	3.430228E+00	-1.376266E+00			
22	5.897858E+00	-3.507529E+00	8.855909E-01			
31	3.447753E+00	-1.864074E+00	4.206805E-01			
32	4.864435E-01	-3.230003E-01	7.947836E-02			
41	-8.996871E-01	4.826570E-01	-9.966010E-02			
42	-3.159219E+00	2.696908E+00	-1.421914E+00	4.193221E-01	-5.261748E-02	
51	1.926124E-03	-1.984487E-01	1.427312E-01	-4.074163E-02	4.225630E-03	
52	9.025258E-01	-4.774542E-01	1.455919E-01	-2.380177E-02	1.625214E-03	
61	1.782360E-02	-4.045462E-03	5.325584E-04	-3.802832E-05	1.143450E-06	
62	-1.130451E-03	1.592175E-04	-1.466864E-05	7.863248E-07	-1.841968E-08	

图51

第十二实施例								
有效焦距=3.859 毫米, 半视角=45.807 度, 系统长度=5.170 毫米, 光圈值=2.353, 像高=3.594 毫米								
编号		曲率半径 (mm)	光圈距离 透镜厚度 空气间隙 (mm)		材质	折射率(Nd)	阿贝数	焦距 (mm)
	物体	无限大	无限大					
11	第一透镜	3.317	0.297	T1	塑料	1.544	49.922	314.127
12		3.275	0.151	G12				
80	光圈	无限大	-0.006					
21	第二透镜	3.483	0.500	T2	塑料	1.545	55.987	2.623
22		-2.311	0.044	G23				
31	第三透镜	4.776	0.249	T3	塑料	1.661	20.373	-5.065
32		1.938	0.403	G34				
41	第四透镜	6.035	0.285	T4	塑料	1.661	20.373	-11.914
42		3.366	0.193	G45				
51	第五透镜	-4.341	0.867	T5	塑料	1.545	55.987	1.669
52		-0.807	0.130	G56				
61	第六透镜	120.510	0.675	T6	塑料	1.544	49.922	-1.434
62		0.777	0.880	G6F				
90	滤光片	无限大	0.210			1.517	64.167	
		无限大	0.288					
91	成像面	无限大	0.000					

图52

编号	K	a <sub>2</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>8</sub>	a <sub>10</sub>
11	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.066629E-01	9.607230E-03	-1.297569E-01	2.080237E-01
12	-1.187087E+01	0.000000E+00	-1.000807E-01	-1.282374E-01	2.453122E-01	-6.485017E-01
21	-6.828341E+00	0.000000E+00	-3.271608E-02	6.396854E-04	-5.756432E-01	1.949737E+00
22	-6.161283E+00	0.000000E+00	2.955531E-01	-1.419323E+00	3.415996E+00	-5.585756E+00
31	0.000000E+00	0.000000E+00	2.220237E-01	-1.056993E+00	2.393053E+00	-3.587935E+00
32	-1.375409E-02	0.000000E+00	-9.155679E-02	-1.576963E-03	9.365339E-02	-3.383674E-01
41	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.469387E-01	2.928675E-01	-5.916200E-01	8.969329E-01
42	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.902620E-01	4.687256E-01	-1.218612E+00	2.397577E+00
51	7.132939E+00	0.000000E+00	-6.114391E-02	2.610053E-02	-1.412653E-01	2.411628E-01
52	-2.707292E+00	0.000000E+00	-1.695922E-02	-3.087813E-01	7.217512E-01	-1.013138E+00
61	-5.287009E+02	0.000000E+00	-8.770740E-02	-2.452273E-03	5.476755E-02	-4.465984E-02
62	-5.964179E+00	0.000000E+00	-8.865703E-02	4.851963E-02	-1.964559E-02	5.576729E-03
编号	a <sub>12</sub>	a <sub>14</sub>	a <sub>16</sub>	a <sub>18</sub>	a <sub>20</sub>	
11	-1.719270E-01	8.890778E-02	-1.969687E-02	/	/	
12	1.299485E+00	-1.202887E+00	4.306184E-01			
21	-3.485985E+00	3.435901E+00	-1.382604E+00			
22	5.887767E+00	-3.517372E+00	8.928066E-01			
31	3.448430E+00	-1.864023E+00	4.197150E-01			
32	4.863978E-01	-3.232526E-01	7.923133E-02			
41	-8.999320E-01	4.824088E-01	-9.980576E-02			
42	-3.159181E+00	2.696896E+00	-1.421929E+00	4.193100E-01	-5.262578E-02	
51	1.956794E-03	-1.984280E-01	1.427380E-01	-4.074005E-02	4.223767E-03	
52	9.025329E-01	-4.774548E-01	1.455914E-01	-2.380222E-02	1.625023E-03	
61	1.782359E-02	-4.045465E-03	5.325569E-04	-3.802889E-05	1.143128E-06	
62	-1.130428E-03	1.592232E-04	-1.466926E-05	7.862434E-07	-1.842497E-08	

图53

实施例	第一	第二	第三	第四	第五	第六	第七	第八	第九	第十	第十一	第十二
T1	0.297	0.306	0.297	0.292	0.291	0.304	0.280	0.294	0.292	0.348	0.302	0.297
G12	0.146	0.162	0.147	0.142	0.139	0.112	0.164	0.134	0.143	0.153	0.153	0.146
T2	0.500	0.494	0.511	0.497	0.519	0.515	0.503	0.481	0.569	0.453	0.437	0.500
G23	0.044	0.044	0.042	0.044	0.045	0.045	0.051	0.042	0.044	0.044	0.043	0.044
T3	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.224	0.250	0.320	0.249
G34	0.403	0.400	0.397	0.403	0.330	0.288	0.462	0.402	0.396	0.383	0.414	0.403
T4	0.285	0.286	0.284	0.284	0.311	0.286	0.275	0.286	0.288	0.286	0.290	0.285
G45	0.193	0.192	0.194	0.194	0.213	0.206	0.226	0.192	0.217	0.196	0.205	0.193
T5	0.867	0.866	0.868	0.869	0.903	0.713	0.799	0.862	0.870	0.865	0.866	0.867
G56	0.130	0.088	0.044	0.046	0.041	0.142	0.295	0.045	0.045	0.051	0.099	0.130
T6	0.675	0.445	0.577	0.588	0.457	0.452	0.444	0.581	0.582	0.540	0.501	0.675
G6F	0.880	0.880	0.880	0.880	0.880	0.880	0.880	0.880	0.880	0.880	0.880	0.880
TF	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210
GFP	0.282	0.416	0.186	0.978	0.476	0.687	0.181	1.100	0.358	0.363	0.459	0.288
BFL	1.372	1.506	1.276	2.068	1.566	1.777	1.271	2.190	1.448	1.453	1.549	1.378
EFL	3.841	3.447	3.174	4.177	3.449	3.587	3.558	4.299	3.546	3.428	3.647	3.859
TTL	5.163	5.039	4.888	5.678	5.065	5.089	5.020	5.760	5.117	5.024	5.180	5.170
TL	3.792	3.533	3.611	3.609	3.498	3.312	3.750	3.570	3.669	3.572	3.632	3.791
ALT	2.875	2.648	2.787	2.781	2.731	2.519	2.551	2.755	2.825	2.743	2.717	2.874
AAG	0.917	0.885	0.825	0.828	0.767	0.793	1.199	0.816	0.844	0.828	0.914	0.917
HFOV	45.728	46.174	47.332	43.150	45.529	47.900	44.739	43.775	45.694	46.839	43.717	45.807

图54

实施例	第一	第二	第三	第四	第五	第六
(G34+T5)/T3	5.081	5.060	5.061	5.088	4.932	4.003
v1+v3+v6	130.941	130.941	130.941	130.941	130.941	130.941
EFL/BFL	2.800	2.289	2.487	2.019	2.202	2.019
ALT/(G34+G56+T6)	2.379	2.838	2.735	2.682	3.300	2.858
(T5+T6)/(T1+G12)	3.484	2.802	3.259	3.362	3.166	2.800
v1+v4+v6	130.941	130.941	130.941	130.941	130.941	130.941
EFL/(T2+G45)	5.536	5.023	4.499	6.045	4.710	4.975
HFOV/TTL	8.856	9.164	9.684	7.600	8.990	9.413
(T1+T2+T3+T4)/T6	1.974	3.000	2.325	2.251	3.000	2.998
AAG/T5	1.057	1.023	0.950	0.952	0.850	1.112
(T2+G23)/T3	2.179	2.153	2.212	2.165	2.256	2.238
TL/(T6+BFL)	1.852	1.810	1.948	1.359	1.729	1.486
(T2+G34)/T1	3.041	2.924	3.061	3.083	2.922	2.641
EFL/(T2+T5)	2.809	2.535	2.302	3.056	2.425	2.921
(T2+G45)/T3	2.775	2.745	2.822	2.764	2.929	2.884

图55

实施例	第七	第八	第九	第十	第十一	第十二
(G34+T5)/T3	5.046	5.057	5.644	4.994	4.000	5.094
v1+v3+v6	130.941	130.941	130.941	130.941	130.941	120.218
EFL/BFL	2.800	1.963	2.449	2.359	2.355	2.800
ALT/(G34+G56+T6)	2.124	2.680	2.761	2.815	2.679	2.378
(T5+T6)/(T1+G12)	2.800	3.369	3.346	2.800	3.005	3.483
v1+v4+v6	130.941	130.941	130.941	130.941	130.941	120.218
EFL/(T2+G45)	4.879	6.384	4.514	5.281	5.676	5.562
HFOV/TTL	8.912	7.600	8.930	9.322	8.439	8.861
(T1+T2+T3+T4)/T6	2.950	2.256	2.358	2.477	2.692	1.973
AAG/T5	1.500	0.946	0.969	0.957	1.055	1.057
(T2+G23)/T3	2.218	2.092	2.729	1.989	1.500	2.185
TL/(T6+BFL)	2.187	1.288	1.807	1.792	1.771	1.846
(T2+G34)/T1	3.453	3.003	3.311	2.400	2.813	3.041
EFL/(T2+T5)	2.732	3.200	2.463	2.600	2.798	2.822
(T2+G45)/T3	2.917	2.693	3.500	2.597	2.008	2.783

图56