



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108227146 B

(45)授权公告日 2020.02.11

(21)申请号 201711482079.6

(22)申请日 2017.12.29

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108227146 A

(43)申请公布日 2018.06.29

(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

(72)发明人 张加欣 殷焱焯 雷丽华

(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 秦华

(51)Int.Cl.

G02B 13/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 107272142 A,2017.10.20,全文.

CN 106896473 A,2017.06.27,说明书第  
0127-0208段,附图1.

CN 103917907 A,2014.07.09,全文.

CN 204989607 U,2016.01.20,全文.

审查员 李飞

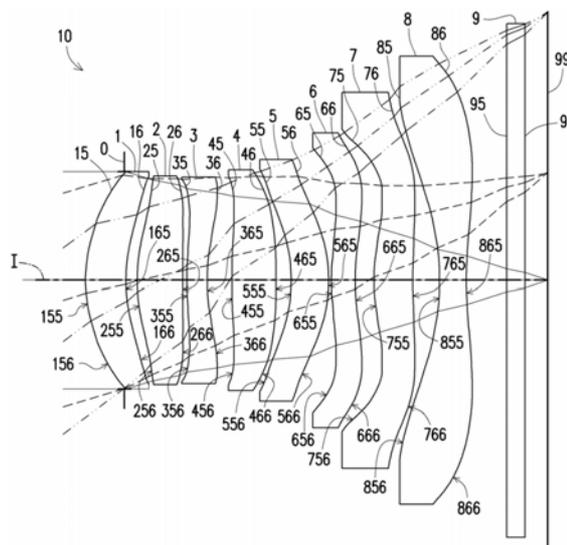
权利要求书3页 说明书13页 附图34页

(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、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜、第七透镜及第八透镜。第一透镜以及第二透镜皆具有正屈光率。第五透镜的物侧面的光轴区域为凹面。第五透镜的像侧面的圆周区域、第六透镜的物侧面的光轴区域及第七透镜的物侧面的光轴区域为凸面。第三透镜、第四透镜及第八透镜为塑料材质。光学成像镜头中具有屈光率的透镜只有上述八片。根据透镜的物侧面或像侧面的凹凸形状设计与排列,使光学成像镜头在缩短系统长度的条件下,仍具备能够有效克服像差的光学性能,并提供良好的成像质量。



1. 一种光学成像镜头,从物侧至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、一第六透镜、一第七透镜及一第八透镜,该第一透镜至该第八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,其中

该第一透镜具有正屈光率;

该第二透镜具有正屈光率;

该第五透镜的该物侧面的一光轴区域为凹面,且该第五透镜的该像侧面的一圆周区域为凸面;

该第六透镜的该物侧面的一光轴区域为凸面;

该第七透镜的该物侧面的一光轴区域为凸面;

该第三透镜、该第四透镜及该第八透镜为塑料材质;且

该光学成像镜头中具有屈光率的透镜只有上述八片。

2. 一种光学成像镜头,从物侧至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、一第六透镜、一第七透镜及一第八透镜,该第一透镜至该第八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,其中

该第一透镜具有正屈光率;

该第二透镜具有正屈光率;

该第三透镜的该像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,且该第五透镜的该像侧面的一圆周区域为凸面;

该第六透镜的该物侧面的一光轴区域为凸面;

该第七透镜的该物侧面的一光轴区域为凸面;

该第一透镜、该第四透镜及该第八透镜为塑料材质;且

该光学成像镜头中具有屈光率的透镜只有上述八片。

3. 如权利要求1或2所述光学成像镜头,其中该光学成像镜头符合: $ALT/(T4+G45) \leq 4.800$ ,其中ALT为该第一透镜、该第二透镜、该第三透镜、该第四透镜、该第五透镜、该第六透镜、该第七透镜及该第八透镜在该光轴上的厚度的总和,T4为该第四透镜在该光轴上的厚度,且G45为该第四透镜到该第五透镜在该光轴上的空气间隙。

4. 如权利要求1或2所述光学成像镜头,其中该光学成像镜头符合: $(G34+G78)/T3 \leq 3.500$ ,其中G34为该第三透镜到该第四透镜在该光轴上的空气间隙,G78为该第七透镜到该第八透镜在该光轴上的空气间隙,且T3为该第三透镜在该光轴上的厚度。

5. 如权利要求1或2所述光学成像镜头,其中该光学成像镜头符合: $AAG/(G12+G23+G67) \leq 5.000$ ,其中AAG为该第一透镜至该第八透镜在该光轴上的七个空气间隙的总和,G12为该第一透镜到该第二透镜在该光轴上的空气间隙,G23为该第二透镜到该第三透镜在该光轴上的空气间隙,且G67为该第六透镜到该第七透镜在该光轴上的空气间隙。

6. 如权利要求1或2所述光学成像镜头,其中该光学成像镜头符合: $TL/BFL \geq 3.500$ ,其中TL为该第一透镜的该物侧面至该第八透镜的该像侧面在该光轴上的距离,且BFL为该第八透镜的该像侧面到一成像面在该光轴上的距离。

7. 如权利要求1或2所述光学成像镜头,其中该光学成像镜头符合: $(T6+T7+T8)/(G12+G45+G67) \leq 3.500$ ,其中T6为该第六透镜在该光轴上的厚度,T7为该第七透镜在该光轴上的厚度,T8为该第八透镜在该光轴上的厚度,G12为该第一透镜到该第二透镜在该光轴上的空气间隙,G45为该第四透镜到该第五透镜在该光轴上的空气间隙,且G67为该第六透镜到该第七透镜在该光轴上的空气间隙。

8. 如权利要求1或2所述光学成像镜头,其中该光学成像镜头符合: $(T1+T2+T4)/(T5+T6) \geq 2.000$ ,其中T1为该第一透镜在该光轴上的厚度,T2为该第二透镜在该光轴上的厚度,T4为该第四透镜在该光轴上的厚度,T5为该第五透镜在该光轴上的厚度,且T6为该第六透镜在该光轴上的厚度。

9. 如权利要求1或2所述光学成像镜头,其中该光学成像镜头符合: $(G45+T5+G56)/T6 \geq 1.800$ ,其中G45为该第四透镜到该第五透镜在该光轴上的空气间隙,T5为该第五透镜在该光轴上的厚度,G56为该第五透镜到该第六透镜在该光轴上的空气间隙,且T6为该第六透镜在该光轴上的厚度。

10. 如权利要求1或2所述光学成像镜头,其中该光学成像镜头符合: $AAG/(G45+T5+G67) \leq 2.200$ ,其中AAG为该第一透镜至该第八透镜在该光轴上的七个空气间隙的总和,G45为该第四透镜到该第五透镜在该光轴上的空气间隙,T5为该第五透镜在该光轴上的厚度,且G67为该第六透镜到该第七透镜在该光轴上的空气间隙。

11. 如权利要求1或2所述光学成像镜头,其中该光学成像镜头符合: $(T4+G45+T5)/(G56+T6) \geq 2.000$ ,其中T4为该第四透镜在该光轴上的厚度,G45为该第四透镜到该第五透镜在该光轴上的空气间隙,T5为该第五透镜在该光轴上的厚度,G56为该第五透镜到该第六透镜在该光轴上的空气间隙,且T6为该第六透镜在该光轴上的厚度。

12. 如权利要求1或2所述光学成像镜头,其中该光学成像镜头符合: $(T1+T2+T3)/(G23+G34) \geq 2.700$ ,其中T1为该第一透镜在该光轴上的厚度,T2为该第二透镜在该光轴上的厚度,T3为该第三透镜在该光轴上的厚度,G23为该第二透镜到该第三透镜在该光轴上的空气间隙,且G34为该第三透镜到该第四透镜在该光轴上的空气间隙。

13. 如权利要求1或2所述光学成像镜头,其中该光学成像镜头符合: $AAG/(G23+G45) \leq 5.500$ ,其中AAG为该第一透镜至该第八透镜在该光轴上的七个空气间隙的总和,G23为该第二透镜到该第三透镜在该光轴上的空气间隙,且G45为该第四透镜到该第五透镜在该光轴上的空气间隙。

14. 如权利要求1或2所述光学成像镜头,其中该光学成像镜头符合: $ALT/(T3+T4) \leq 4.300$ ,其中ALT为该第一透镜、该第二透镜、该第三透镜、该第四透镜、该第五透镜、该第六透镜、该第七透镜及该第八透镜在该光轴上的厚度的总和,T3为该第三透镜在该光轴上的厚度,且T4为该第四透镜在该光轴上的厚度。

15. 如权利要求1或2所述光学成像镜头,其中该光学成像镜头符合: $(G78+T8)/G67 \leq 6.500$ ,其中G78为该第七透镜到该第八透镜在该光轴上的空气间隙,T8为该第八透镜在该光轴上的厚度,且G67为该第六透镜到该第七透镜在该光轴上的空气间隙。

16. 如权利要求1或2所述光学成像镜头,其中该光学成像镜头符合: $(T4+T6)/G45 \leq 6.000$ ,其中T4为该第四透镜在该光轴上的厚度,T6为该第六透镜在该光轴上的厚度,且G45为该第四透镜到该第五透镜在该光轴上的空气间隙。

17. 如权利要求1或2所述光学成像镜头,其中该光学成像镜头符合: $(G34+G45)/G78 \cong 1.500$ ,其中G34为该第三透镜到该第四透镜在该光轴上的空气间隙,G45为该第四透镜到该第五透镜在该光轴上的空气间隙,且G78为该第七透镜到该第八透镜在该光轴上的空气间隙。

18. 如权利要求1或2所述光学成像镜头,其中该光学成像镜头符合: $(T5+T6)/T3 \cong 3.100$ ,其中T5为该第五透镜在该光轴上的厚度,T6为该第六透镜在该光轴上的厚度,且T3为该第三透镜在该光轴上的厚度。

19. 如权利要求1或2所述光学成像镜头,其中该光学成像镜头符合: $EFL/(G45+T5) \cong 8.500$ ,其中EFL为该光学成像镜头的系统焦距,G45为该第四透镜到该第五透镜在该光轴上的空气间隙,且T5为该第五透镜在该光轴上的厚度。

20. 如权利要求1或2所述光学成像镜头,其中该光学成像镜头符合: $T6/(G12+G45) \cong 1.600$ ,其中T6为该第六透镜在该光轴上的厚度,G12为该第一透镜到该第二透镜在该光轴上的空气间隙,且G45为该第四透镜到该第五透镜在该光轴上的空气间隙。

## 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,手机和数位相机等携带型电子产品的普及使得影像模块相关技术蓬勃发展,此影像模块主要包含光学成像镜头、模块后座单元(module holder unit)与传感器(sensor)等元件,而手机和数位相机的薄型轻巧化趋势也让影像模块的小型化需求愈来愈高。随着电荷耦合元件(charge coupled device, CCD)与互补式金属氧化物半导体元件(complementary metal oxide semiconductor, CMOS)之技术进步和尺寸缩小化,装载在影像模块中的光学成像镜头也需要相应地缩短长度。但是,为了避免摄影效果与质量下降,在缩短光学成像镜头的长度时仍然要兼顾良好的光学性能。

[0003] 便携式电子产品(例如手机、相机、平板计算机、个人数位助理、车用摄影装置、虚拟实境追踪器(virtual reality tracker)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,应用不只仅限于拍摄影像与录像,还加上环境监视、行车纪录摄影等,且随着影像感测技术之进步,消费者对于成像质量等的要求也更加提高。因此,光学成像镜头的设计不仅需求好的成像质量、较小的镜头空间,对于因应行车与光线不足的环境,视场角与光圈大小的提升及近红外线侦测也是须考量之课题。

[0004] 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成像镜头,设计过程牵涉到材料特性,还必须考量到组装良率等生产线上的实际问题。

[0005] 微型化镜头的制作技术难度明显高出传统镜头,因此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、学界所热切追求的。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种光学成像镜头,其在缩短镜头系统长度的条件下,仍能保有良好的光学性能。

[0007] 本发明的一实施例提出一种光学成像镜头,从物侧至像侧沿光轴依序包括第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜、第七透镜及第八透镜。第一透镜至第八透镜各自包括朝向物侧且使成像光线通过的物侧面及朝向像侧且使成像光线通过的像侧面。第一透镜具有正屈光率。第二透镜具有正屈光率。第五透镜的物侧面的光轴区域为凹面,且第五透镜的像侧面的圆周区域为凸面。第六透镜的物侧面的光轴区域为凸面。第七透镜的物侧面的光轴区域为凸面。第三透镜、第四透镜及第八透镜为塑料材质。光学成像镜头中具有屈光率的透镜只有上述八片。

[0008] 本发明的一实施例提出一种光学成像镜头,从物侧至像侧沿光轴依序包括第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜、第七透镜及第八透镜。第一透镜至

第八透镜各自包括朝向物侧且使成像光线通过的物侧面及朝向像侧且使成像光线通过的像侧面。第二透镜具有正屈光率。第三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,且第五透镜的像侧面的圆周区域为凸面。第六透镜的物侧面的光轴区域为凸面。第七透镜的物侧面的光轴区域为凸面。第一透镜、第四透镜及第八透镜为塑料材质。光学成像镜头中具有屈光率的透镜只有上述八片。

[0009] 所述光学成像镜头,实施例还可选择地符合以下至少一条件:

[0010]  $ALT/(T4+G45) \leq 4.800$ ;

[0011]  $(G34+G78)/T3 \leq 3.500$ ;

[0012]  $AAG/(G12+G23+G67) \leq 5.000$

[0013]  $TL/BFL \geq 3.500$ ;

[0014]  $(T6+T7+T8)/(G12+G45+G67) \leq 3.500$ ;

[0015]  $(T1+T2+T4)/(T5+T6) \geq 2.000$ ;

[0016]  $(G45+T5+G56)/T6 \geq 1.800$ ;

[0017]  $AAG/(G45+T5+G67) \leq 2.200$ ,

[0018]  $(T4+G45+T5)/(G56+T6) \geq 2.000$ ;

[0019]  $(T1+T2+T3)/(G23+G34) \geq 2.700$ ;

[0020]  $AAG/(G23+G45) \leq 5.500$ ;

[0021]  $ALT/(T3+T4) \leq 4.300$ ;

[0022]  $(G78+T8)/G67 \leq 6.500$ ;

[0023]  $(T4+T6)/G45 \leq 6.000$ ;

[0024]  $(G34+G45)/G78 \geq 1.500$ ;

[0025]  $(T5+T6)/T3 \leq 3.100$ ;

[0026]  $EFL/(G45+T5) \leq 8.500$ ;

[0027]  $T6/(G12+G45) \leq 1.600$ 。

[0028] 其中T1为第一透镜在光轴上的厚度,T2为第二透镜在光轴上的厚度,T3为第三透镜在光轴上的厚度,T4为第四透镜在光轴上的厚度,T5为第五透镜在光轴上的厚度,T6为第六透镜在光轴上的厚度,T7为第七透镜在光轴上的厚度,T8为第八透镜在光轴上的厚度,G12为第一透镜到第二透镜在光轴上的空气间隙,G23为第二透镜到第三透镜在光轴上的空气间隙,G34为第三透镜到第四透镜在光轴上的空气间隙,G45为第四透镜到第五透镜在光轴上的空气间隙,G56为第五透镜到第六透镜在光轴上的空气间隙,G67为第六透镜到第七透镜在光轴上的空气间隙,G78为第七透镜到第八透镜在光轴上的空气间隙。EFL为光学成像镜头的系统焦距,ALT为第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜、第七透镜及第八透镜在光轴上的厚度的总和,AAG为第一透镜至第八透镜在光轴上的七个空气间隙的总和,TL为第一透镜的物侧面至第八透镜的像侧面在光轴上的距离,BFL为第八透镜的像侧面到成像面在光轴上的距离。

[0029] 基于上述,本发明的实施例的光学成像镜头的有益效果在于:藉由上述透镜的物侧面或像侧面的凹凸形状设计与排列,使光学成像镜头在缩短系统长度的条件下,仍具备能够有效克服像差的光学性能,并提供良好的成像质量。

## 附图说明

- [0030] 图1是一示意图,说明一透镜的面型结构。
- [0031] 图2是一示意图,说明一透镜的面型凹凸结构及光线焦点。
- [0032] 图3是一示意图,说明一范例一的透镜的面型结构。
- [0033] 图4是一示意图,说明一范例二的透镜的面型结构。
- [0034] 图5是一示意图,说明一范例三的透镜的面型结构。
- [0035] 图6是本发明之第一实施例之光学成像镜头的示意图。
- [0036] 图7是第一实施例之光学成像镜头的纵向球差与各项像差图。
- [0037] 图8是本发明之第一实施例之光学成像镜头的详细光学数据表格图。
- [0038] 图9是本发明之第一实施例之光学成像镜头的非球面参数表格图。
- [0039] 图10为本发明的第二实施例的光学成像镜头的示意图。
- [0040] 图11是第二实施例之光学成像镜头的纵向球差与各项像差图。
- [0041] 图12是本发明之第二实施例之光学成像镜头的详细光学数据表格图。
- [0042] 图13是本发明之第二实施例之光学成像镜头的非球面参数表格图。
- [0043] 图14是本发明的第三实施例的光学成像镜头的示意图。
- [0044] 图15为第三实施例之光学成像镜头的纵向球差与各项像差图。
- [0045] 图16是本发明之第三实施例之光学成像镜头的详细光学数据表格图。
- [0046] 图17是本发明之第三实施例之光学成像镜头的非球面参数表格图。
- [0047] 图18是本发明的第四实施例的光学成像镜头的示意图。
- [0048] 图19是第四实施例之光学成像镜头的纵向球差与各项像差图。
- [0049] 图20是本发明之第四实施例之光学成像镜头的详细光学数据表格图。
- [0050] 图21是本发明之第四实施例之光学成像镜头的非球面参数表格图。
- [0051] 图22为本发明的第五实施例的光学成像镜头的示意图。
- [0052] 图23是第五实施例之光学成像镜头的纵向球差与各项像差图。
- [0053] 图24是本发明之第五实施例之光学成像镜头的详细光学数据表格图。
- [0054] 图25是本发明之第五实施例之光学成像镜头的非球面参数表格图。
- [0055] 图26是本发明的第六实施例的光学成像镜头的示意图。
- [0056] 图27是第六实施例之光学成像镜头的纵向球差与各项像差图。
- [0057] 图28是本发明之第六实施例之光学成像镜头的详细光学数据表格图。
- [0058] 图29是本发明之第六实施例之光学成像镜头的非球面参数表格图。
- [0059] 图30是本发明的第七实施例的光学成像镜头的示意图。
- [0060] 图31是第七实施例之光学成像镜头的纵向球差与各项像差图。
- [0061] 图32是本发明之第七实施例之光学成像镜头的详细光学数据表格图。
- [0062] 图33是本发明之第七实施例之光学成像镜头的非球面参数表格图。
- [0063] 图34是本发明之第一至第七实施例之光学成像镜头的各重要参数及其关系式的数值表格图。
- [0064] 图35是本发明之第一至第七实施例之光学成像镜头的各重要参数及其关系式的数值表格图。

## 具体实施方式

[0065] 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:

[0066] 0:光圈;1:第一透镜;2:第二透镜;3:第三透镜;4:第四透镜;5:第五透镜;6:第六透镜;7:第七透镜;8:第八透镜;9:滤光片;10:光学成像镜头;15、25、35、45、55、65、75、85、95、110、410、510:物侧面;16、26、36、46、56、66、76、86、96、120、320:像侧面;99:成像面;100、200、300、400、500:透镜;130:组装部;155、165、255、265、267、355、365、455、457、465、555、565、655、665、755、765、855、865:光轴区域;156、166、256、258、266、356、366、368、456、466、556、566、568、656、666、668、756、766、856、858、866:圆周区域;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;EL:延伸线;I:光轴;Lc:主光线;Lm:边缘光线;M、R:光线(或光线延伸线)与光轴的交点;OB:光学边界;TP1:第一转换点;TP2:第二转换点;Z1:光轴区域;Z2:圆周区域;Z3:中继区域。

[0067] 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,该些区域的说明将于下方详细阐述。

[0068] 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,若单一透镜表面有复数个转换点,则该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)。

[0069] 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。

[0070] 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。

[0071] 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。

[0072] 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。

[0073] 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。

[0074] 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。

[0075] 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。

[0076] 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。

[0077] 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。

[0078] 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。

[0079] 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Z<sub>1</sub>。此物侧面510的R值为正(即R>0),因此,光轴区域Z<sub>1</sub>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Z<sub>2</sub>亦为凸面。透镜500更可具有组装部(图未示)自圆周区域Z<sub>2</sub>径向向外延伸。

[0080] 图6为本发明之第一实施例之光学成像镜头的示意图。图7A至图7D为第一实施例之光学成像镜头的纵向球差与各项像差图。请先参照图6,光学成像镜头10从物侧至像侧沿光轴I依序包括光圈0、第一透镜1、第二透镜2、第三透镜3、第四透镜4、第五透镜5、第六透镜6、第七透镜7、第八透镜8及滤光片9。由待拍摄物所发出的光线进入光学成像镜头10时,会通过光圈0、第一透镜1、第二透镜2、第三透镜3、第四透镜4、第五透镜5、第六透镜6、第七透镜7、第八透镜8及滤光片9,然后在成像面99(image plane)形成影像。滤光片9例如为红外线截止滤光片(infrared cut-off filter),其用以避免光线中的部分红外线传递至成像面99而影响成像质量。补充说明的是,物侧是朝向待拍摄物的一侧,而像侧是朝向成像面99的一侧。

[0081] 第一透镜1、第二透镜2、第三透镜3、第四透镜4、第五透镜5、第六透镜6、第七透镜7、第八透镜8及滤光片9各自包括朝向物侧且使成像光线通过的物侧面15、25、35、45、55、65、75、85、95及朝向像侧且使成像光线通过的像侧面16、26、36、46、56、66、76、86、96。

[0082] 为了满足产品轻量化的需求,第一透镜1至第八透镜8可皆由塑料材质制成,但第一透镜1至第八透镜8的材质不以此为限。

[0083] 以下搭配附图说明各透镜的屈光率及面型(凸面及凹面)。

[0084] 第一透镜1具有正屈光率。第一透镜1的物侧面15的光轴区域155以及圆周区域156皆为凸面。此外,第一透镜1的像侧面16的光轴区域165以及圆周区域166皆为凹面。

[0085] 第二透镜2具有正屈光率。第二透镜2的物侧面25的光轴区域255以及圆周区域256皆为凸面。此外,第二透镜2的像侧面26的光轴区域265为凹面,且第二透镜2的像侧面26的圆周区域266为凸面。

[0086] 第三透镜3具有负屈光率。第三透镜3的物侧面35的光轴区域355为凸面,且第三透镜3的物侧面35的圆周区域356为凹面。此外,第三透镜3的像侧面36的光轴区域365为凹面,且第三透镜3的像侧面36的圆周区域366为凸面。

[0087] 第四透镜4具有正屈光率。第四透镜4的物侧面45的光轴区域455为凸面,且第四透镜4的物侧面45的圆周区域456为凹面。此外,第四透镜4的像侧面46的光轴区域465以及圆周区域466皆为凸面。

[0088] 第五透镜5具有正屈光率。第五透镜5的物侧面55的光轴区域555以及圆周区域556皆为凹面。此外,第五透镜5的像侧面56的光轴区域565以及圆周区域566皆为凸面。

[0089] 第六透镜6具有负屈光率。第六透镜6的物侧面65的光轴区域655为凸面,且第六透镜6的物侧面65的圆周区域656为凹面。此外,第六透镜6的像侧面66的光轴区域665为凹面,且第六透镜6的像侧面66的圆周区域666为凸面。

[0090] 第七透镜7具有正屈光率。第七透镜7的物侧面75的光轴区域755为凸面,且第七透镜7的物侧面75的圆周区域756为凹面。此外,第七透镜7的像侧面76的光轴区域765为凹面,且第七透镜7的像侧面76的圆周区域766为凸面。

[0091] 第八透镜8具有负屈光率。第八透镜8的物侧面85的光轴区域855及圆周区域856皆为凹面。此外,第八透镜8的像侧面86的光轴区域865为凹面,且第八透镜8的像侧面86的圆

周区域866为凸面。

[0092] 在光学成像镜头10中,只有上述透镜具有屈光率,且光学成像镜头10具有屈光率的透镜只有上述八片。

[0093] 第一实施例的其他详细光学数据如图8所示,且第一实施例的光学成像镜头10整体的系统焦距(effective focal length,EFL)为4.172mm,半视角(half field of view,HFOV)为37.033°,光圈值(f-number,Fno)为1.6,系统长度为5.502mm,像高为3.238mm。其中,系统长度是指由第一透镜1的物侧面15到成像面99在光轴I上的距离。

[0094] 此外,在本实施例中,上述八片透镜的物侧面及像侧面(共计十六个面)均是非球面,而这些非球面是依下列公式定义:

$$[0095] \quad Z(Y) = \frac{Y^2}{R} / (1 + \sqrt{1 - (1 + K) \frac{Y^2}{R^2}}) + \sum_{i=1}^n a_i \times Y^i \text{-----} (1)$$

[0096] 其中:

[0097] Y:非球面曲线上的点与光轴I的距离;

[0098] Z:非球面之深度(非球面上距离光轴I为Y的点,与相切于非球面光轴I上顶点之切面,两者间的垂直距离);

[0099] R:透镜表面近光轴I处的曲率半径;

[0100] K:锥面系数(conic constant);

[0101]  $a_i$ :第i阶非球面系数。

[0102] 物侧面15、25、35、45、55、65、75及85与像侧面16、26、36、46、56、66、76及86在公式(1)中的各项非球面系数如图9所示。其中,图9中栏位编号15表示其为第一透镜1的物侧面15的非球面系数,其它栏位依此类推。

[0103] 另外,第一实施例之光学成像镜头10中各重要参数间的关系如图34与图35所示。在第一实施例之光学成像镜头10中,

[0104] T1为第一透镜1在光轴I上的厚度;

[0105] T2为第二透镜2在光轴I上的厚度;

[0106] T3为第三透镜3在光轴I上的厚度;

[0107] T4为第四透镜4在光轴I上的厚度;

[0108] T5为第五透镜5在光轴I上的厚度;

[0109] T6为第六透镜6在光轴I上的厚度;

[0110] T7为第七透镜7在光轴I上的厚度;

[0111] T8为第八透镜8在光轴I上的厚度;

[0112] TF为滤光片9在光轴I上的厚度;

[0113] G12为第一透镜1到第二透镜2在光轴I上的空气间隙;

[0114] G23为第二透镜2到第三透镜3在光轴I上的空气间隙;

[0115] G34为第三透镜3到第四透镜4在光轴I上的空气间隙;

[0116] G45为第四透镜4到第五透镜5在光轴I上的空气间隙;

[0117] G56为第五透镜5到第六透镜6在光轴I上的空气间隙;

[0118] G67为第六透镜6到第七透镜7在光轴I上的空气间隙;

[0119] G78为第七透镜7到第八透镜8在光轴I上的空气间隙;

- [0120] G8F为第八透镜8到滤光片9在光轴I上的空气间隙；
- [0121] GFP为滤光片9到成像面99在光轴I上的空气间隙；
- [0122] AAG为第一透镜1到第八透镜8在光轴I上的七个空气间隙的总和；
- [0123] ALT为第一透镜1、第二透镜2、第三透镜3、第四透镜4、第五透镜5、第六透镜6、第七透镜7及第八透镜8在光轴I上的厚度的总和；
- [0124] EFL为光学成像镜头10的有效焦距；
- [0125] BFL为第八透镜8的像侧面86到成像面99在光轴I上的距离；
- [0126] TTL为第一透镜1的物侧面15到成像面99在光轴I上的距离；
- [0127] TL为第一透镜1的物侧面15到第八透镜8的像侧面86在光轴I上的距离；以及
- [0128] HFOV为光学成像镜头10的半视角角度。
- [0129] 另外,再定义:
- [0130] V1为第一透镜1的阿贝数 (Abbe number),阿贝数也可称为色散系数；
- [0131] V2为第二透镜2的阿贝数；
- [0132] V3为第三透镜3的阿贝数；
- [0133] V4为第四透镜4的阿贝数；
- [0134] V5为第五透镜5的阿贝数；
- [0135] V6为第六透镜6的阿贝数；
- [0136] V7为第七透镜7的阿贝数；
- [0137] V8为第八透镜8的阿贝数；
- [0138] f1为第一透镜1的焦距；
- [0139] f2为第二透镜2的焦距；
- [0140] f3为第三透镜3的焦距；
- [0141] f4为第四透镜4的焦距；
- [0142] f5为第五透镜5的焦距；
- [0143] f6为第六透镜6的焦距；
- [0144] f7为第七透镜7的焦距；
- [0145] f8为第八透镜8的焦距；
- [0146] n1为第一透镜1的折射率；
- [0147] n2为第二透镜2的折射率；
- [0148] n3为第三透镜3的折射率；
- [0149] n4为第四透镜4的折射率；
- [0150] n5为第五透镜5的折射率；
- [0151] n6为第六透镜6的折射率；
- [0152] n7为第七透镜7的折射率;以及
- [0153] n8为第八透镜8的折射率；
- [0154] 再配合参阅图7A至图7D。图7A的图式说明当光瞳半径 (pupil radius) 为1.3037mm时,第一实施例之光学成像镜头10的纵向球差 (longitudinal spherical aberration)。在图7的A中,每一种波长所成的曲线皆很靠近并向中间靠近,说明每一种波长不同高度的离轴光线皆集中在成像点附近,由每一波长的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 $-0.019\text{mm}$ 至 $0.014\text{mm}$ 的范围内,故第一实施例之光学成像镜头确实明显改善相同波长的球差。此外,三种代表波长彼此间的距离也相当接近,代表不同波长光线的成像位置已相当集中,因而使色像差也获得明显改善。

[0155] 图7的B与图7的C的图式分别说明当波长为 $650\text{nm}$ 、 $555\text{nm}$ 及 $470\text{nm}$ 时,在成像面99上有关弧矢(sagittal)方向的场曲(field curvature)像差及子午(tangential)方向的场曲像差。在图7的B与图7的C的二个场曲像差图示中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在 $-0.05\text{mm}$ 至 $0.02\text{mm}$ 的范围内,说明第一实施例之光学成像镜头能有效消除像差。

[0156] 图7的D的图式说明当波长为 $650\text{nm}$ 、 $555\text{nm}$ 及 $470\text{nm}$ 时,在成像面99上的畸变像差(distortion aberration)。图7的D的畸变像差图式则显示畸变像差维持在 $0\sim 2.5\%$ 的范围内,说明第一实施例之光学成像镜头的畸变像差已符合光学系统的成像质量要求。

[0157] 据此说明相较于现有光学镜头,第一实施例之光学成像镜头在系统长度已缩短至 $5.502\text{mm}$ 左右的条件下,仍能提供良好的成像质量。此外,第一实施例之光学成像镜头能在维持良好光学性能之条件下,缩短系统长度以及扩大拍摄角度,以实现薄型化并增加视场角的产品设计。

[0158] 图10为本发明的第二实施例的光学成像镜头的示意图。图11A至图11D为第二实施例之光学成像镜头的纵向球差与各项像差图。请先参照图10,本发明光学成像镜头10的第二实施例,其与第一实施例大致相似,而两者的差异如下所述:各光学数据、非球面系数及这些透镜间的参数或多或少有些不同。此外,第二透镜2的像侧面26的光轴区域267为凸面。在此需注意的是,为了清楚地显示图面,图10中省略与第一实施例相同面型的标号。

[0159] 光学成像镜头10详细的光学数据如图12所示,且第二实施例的光学成像镜头10整体的系统焦距为 $4.275\text{mm}$ ,半视角为 $36.830^\circ$ ,光圈值为1.6,系统长度为 $5.686\text{mm}$ ,且像高为 $3.238\text{mm}$ 。

[0160] 图13显示第二实施例中八片透镜的物侧面及像侧面在公式(1)中的各项非球面系数。

[0161] 另外,第二实施例之光学成像镜头10中各重要参数间的关系如图34与图35所示。

[0162] 再配合参阅图11的A至图11的D。在图11的A的纵向球差图示中,当光瞳半径为 $1.3358\text{mm}$ 时,不同高度的离轴光线的成像点偏差控制在 $-0.025\text{mm}$ 至 $0.015\text{mm}$ 的范围内。在图11的B与图11的C的二个场曲像差图示中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在 $-0.07\text{mm}$ 至 $0.01\text{mm}$ 的范围内。在图11的D的畸变像差图式中,畸变像差维持在 $-0.2\%$ 至 $1.25\%$ 的范围内。据此说明相较于现有光学镜头,第二实施例之光学成像镜头10在系统长度已缩短至 $5.686\text{mm}$ 左右的条件下,仍能提供良好的成像质量。

[0163] 经由上述说明可得知,第二实施例相较于第一实施例的优点在于:第二实施例的畸变像差小于第一实施例的畸变像差。

[0164] 图14为本发明的第三实施例的光学成像镜头的示意图。图15A至图15D为第三实施例之光学成像镜头的纵向球差与各项像差图。请先参照图14,本发明光学成像镜头10的第三实施例,其与第一实施例大致相似,而两者的差异如下所述:各光学数据、非球面系数及这些透镜间的参数或多或少有些不同。此外,第二透镜2的像侧面26的光轴区域267为凸面。在此需注意的是,为了清楚地显示图面,图14中省略与第一实施例相同面型的标号。

[0165] 光学成像镜头10详细的光学数据如图16所示,且第三实施例的光学成像镜头10整

体的系统焦距为4.325mm,半视角为 $36.904^{\circ}$ ,光圈值为1.6,系统长度为5.816mm,且像高为3.238mm。

[0166] 图17显示第三实施例中八片透镜的物侧面及像侧面在公式(1)中的各项非球面系数。

[0167] 另外,第三实施例之光学成像镜头10中各重要参数间的关系如图34与图35所示。

[0168] 再配合参阅图15的A至图15的D。在图15的A的纵向球差图示中,当光瞳半径为1.3515mm时,不同高度的离轴光线的成像点偏差控制在-0.019mm至0.02mm的范围内。在图15的B与图15的C的二个场曲像差图示中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在-0.05mm至0.035mm的范围内。在图15的D的畸变像差图式中,畸变像差维持在-1%至0.6%的范围内。据此说明相较于现有光学镜头,第三实施例之光学成像镜头10在系统长度已缩短至5.816mm左右的条件下,仍能提供良好的成像质量。

[0169] 经由上述说明可得知,第三实施例相较于第一实施例的优点在于:第三实施例的畸变像差小于第一实施例的畸变像差。

[0170] 图18为本发明的第四实施例的光学成像镜头的示意图。图19A至图19D为第四实施例之光学成像镜头的纵向球差与各项像差图。请先参照图18,本发明光学成像镜头10的一第四实施例,其与第一实施例大致相似,而两者的差异如下所述:各光学数据、非球面系数及这些透镜间的参数或多或少有些不同。此外,第三透镜3的像侧面36的圆周区域368以及第五透镜5的像侧面56的圆周区域568皆为凹面。在此需注意的是,为了清楚地显示图面,图18中省略与第一实施例相同面型的标号。

[0171] 光学成像镜头10详细的光学数据如图20所示,且第四实施例的光学成像镜头10整体的系统焦距为3.639mm,半视角为 $37.332^{\circ}$ ,光圈值为1.6,系统长度为4.695mm,且像高为3.238mm。

[0172] 图21显示第四实施例中八片透镜的物侧面及像侧面在公式(1)中的各项非球面系数。

[0173] 另外,第四实施例之光学成像镜头10中各重要参数间的关系如图34与图35所示。

[0174] 再配合参阅图19的A至图19的D。在图19的A的纵向球差图示中,当光瞳半径为1.1372mm时,不同高度的离轴光线的成像点偏差控制在-0.06mm至0.05mm的范围内。在图19的B与图19的C的二个场曲像差图示中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在-0.25mm至0.05mm的范围内。在图19的D的畸变像差图式中,畸变像差维持在0~15%的范围内。据此说明相较于现有光学镜头,第四实施例之光学成像镜头10在系统长度已缩短至4.695mm左右的条件下,仍能提供良好的成像质量。

[0175] 经由上述说明可得知,第四实施例相较于第一实施例的优点在于:第四实施例的光学成像镜头10的系统长度小于第一实施例的系统长度,且第四实施例的半视角大于第一实施例的半视角。

[0176] 图22为本发明的第五实施例的光学成像镜头的示意图。图23A至图23D为第五实施例之光学成像镜头的纵向球差与各项像差图。请先参照图22,本发明光学成像镜头10的一第五实施例,其与第一实施例大致相似,而两者的差异如下所述:各光学数据、非球面系数及这些透镜间的参数或多或少有些不同。此外,第二透镜2的像侧面26的光轴区域267以及第八透镜8的物侧面85的圆周区域858皆为凸面。在此需注意的是,为了清楚地显示图面,图

22中省略与第一实施例相同面型的标号。

[0177] 光学成像镜头10详细的光学数据如图24所示,且第五实施例的光学成像镜头10整体的系统焦距为4.144mm,半视角为 $37.116^\circ$ ,光圈值为1.6,系统长度为5.577mm,且像高为3.238mm。

[0178] 图25显示第五实施例中八片透镜的物侧面及像侧面在公式(1)中的各项非球面系数。

[0179] 另外,第五实施例之光学成像镜头10中各重要参数间的关系如图34与图35所示。

[0180] 再配合参阅图23的A至图23的D。在图23的A的纵向球差图示中,当光瞳半径为1.2949mm时,不同高度的离轴光线的成像点偏差控制在-0.025mm至0.02mm的范围内。在图23的B与图23的C的二个场曲像差图示中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在-0.07mm至0.09mm的范围内。在图23的D的畸变像差图式中,畸变像差维持在-0.5%至2.5%的范围内。据此说明相较于现有光学镜头,第五实施例之光学成像镜头10在系统长度已缩短至5.577mm左右的条件下,仍能提供良好的成像质量。

[0181] 经由上述说明可得知,第五实施例相较于第一实施例的优点在于:第五实施例的半视角大于第一实施例的半视角。

[0182] 图26为本发明的第六实施例的光学成像镜头的示意图。图27A至图27D为第六实施例之光学成像镜头的纵向球差与各项像差图。请先参照图26,本发明光学成像镜头10的一第六实施例,其与第一实施例大致相似,而两者的差异如下所述:各光学数据、非球面系数及这些透镜间的参数或多或少有些不同。此外,第五透镜5的像侧面56的圆周区域568为凹面。在此需注意的是,为了清楚地显示图面,图26中省略与第一实施例相同面型的标号。

[0183] 光学成像镜头10详细的光学数据如图28所示,且第六实施例的光学成像镜头10整体的系统焦距为3.989mm,半视角为 $37.193^\circ$ ,光圈值为1.6,系统长度为5.281mm,且像高为3.238mm。

[0184] 图29显示第六实施例中八片透镜的物侧面及像侧面在公式(1)中的各项非球面系数。

[0185] 另外,第六实施例之光学成像镜头10中各重要参数间的关系如图34与图35所示。

[0186] 再配合参阅图27的A至图27的D。在图27的A的纵向球差图示中,当光瞳半径为1.2464mm时,不同高度的离轴光线的成像点偏差控制在-0.065mm至0.026mm的范围内。在图27的B与图27的C的二个场曲像差图示中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在-0.16mm至-0.025mm的范围内。在图27的D的畸变像差图式中,畸变像差维持在0~5%的范围内。据此说明相较于现有光学镜头,第六实施例之光学成像镜头10在系统长度已缩短至5.281mm左右的条件下,仍能提供良好的成像质量。

[0187] 经由上述说明可得知,第六实施例相较于第一实施例的优点在于:第六实施例的光学成像镜头10的系统长度小于第一实施例的系统长度,且第六实施例的半视角大于第一实施例的半视角。

[0188] 图30为本发明的第七实施例的光学成像镜头的示意图。图31A至图31D为第七实施例之光学成像镜头的纵向球差与各项像差图。请先参照图30,本发明光学成像镜头10的一第七实施例,其与第一实施例大致相似,而两者的差异如下所述:各光学数据、非球面系数及这些透镜间的参数或多或少有些不同。此外,第二透镜2的物侧面25的圆周区域258、第四

透镜4的物侧面45的光轴区域457以及第六透镜6的像侧面66的圆周区域668皆为凹面,且第八透镜8的物侧面85的圆周区域858为凸面。在此需注意的是,为了清楚地显示图面,图30中省略与第一实施例相同面型的标号。

[0189] 光学成像镜头10详细的光学数据如图32所示,且第七实施例的光学成像镜头10整体的系统焦距为3.893mm,半视角为 $37.121^\circ$ ,光圈值为1.6,系统长度为5.211mm,且像高为3.238mm。

[0190] 图33显示第七实施例中八片透镜的物侧面及像侧面在公式(1)中的各项非球面系数。

[0191] 另外,第七实施例之光学成像镜头10中各重要参数间的关系如图34与图35所示。

[0192] 再配合参阅图31的A至图31的D。在图31的A的纵向球差图示中,当光瞳半径为1.2167mm时,不同高度的离轴光线的成像点偏差控制在 $-0.25\text{mm}$ 至 $0.05\text{mm}$ 的范围内。在图31的B与图31的C的二个场曲像差图示中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在 $-0.25\text{mm}$ 至 $0.35\text{mm}$ 的范围内。在图31的D的畸变像差图式中,畸变像差维持在 $0\sim 2.5\%$ 的范围内。据此说明相较于现有光学镜头,第七实施例之光学成像镜头10在系统长度已缩短至5.211mm左右的条件下,仍能提供良好的成像质量。

[0193] 经由上述说明可得知,第七实施例相较于第一实施例的优点在于:第七实施例的光学成像镜头10的系统长度小于第一实施例的系统长度,第七实施例的半视角大于第一实施例的半视角,且第七实施例的畸变像差小于第一实施例的畸变像差。

[0194] 在本发明的各个实施例中,光学成像镜头具有光圈值小以及成像质量好等优点。此外,透过镜片的凹凸面型设计,例如第三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、第五透镜的像侧面的圆周区域为凸面、第六透镜的物侧面的光轴区域为凸面以及第七透镜的物侧面的光轴区域为凸面,可达到修正光学系统球差、像差以及降低畸变的目的。另外,第一透镜与第二透镜皆具有正屈光率的设计有助于汇聚光线,从而缩短光学成像镜头的系统长度。再者,为了达成缩短系统长度及确保成像质量,将透镜间的空气间隙缩小或是将透镜厚度适度地薄化是本案的手段之一,但同时考量制作的难易程度,本发明的实施例若满足以下多个条件式的其中至少一个,能有较佳的配置。

[0195]  $ALT/(T4+G45) \cong 4.800$ , 较佳  $3.000 \cong ALT/(T4+G45) \cong 4.800$ ;

[0196]  $(G34+G78)/T3 \cong 3.500$ , 较佳  $1.700 \cong (G34+G78)/T3 \cong 3.500$ ;

[0197]  $AAG/(G12+G23+G67) \cong 5.000$ , 较佳  $1.700 \cong AAG/(G12+G23+G67) \cong 5.000$ ;

[0198]  $TL/BFL \cong 3.500$ , 较佳  $3.500 \cong TL/BFL \cong 5.100$ ;

[0199]  $(T6+T7+T8)/(G12+G45+G67) \cong 3.500$ , 较佳  $1.000 \cong (T6+T7+T8)/(G12+G45+G67) \cong 3.500$ ;

[0200]  $(T1+T2+T4)/(T5+T6) \cong 2.000$ , 较佳  $2.000 \cong (T1+T2+T4)/(T5+T6) \cong 3.200$ ;

[0201]  $(G45+T5+G56)/T6 \cong 1.800$ , 较佳  $1.800 \cong (G45+T5+G56)/T6 \cong 2.600$ ;

[0202]  $AAG/(G45+T5+G67) \cong 2.200$ , 较佳  $1.200 \cong AAG/(G45+T5+G67) \cong 2.200$ ;

[0203]  $(T4+G45+T5)/(G56+T6) \cong 2.000$ , 较佳  $2.000 \cong (T4+G45+T5)/(G56+T6) \cong 4.500$ ;

[0204]  $(T1+T2+T3)/(G23+G34) \cong 2.700$ , 较佳  $2.700 \cong (T1+T2+T3)/(G23+G34) \cong 4.000$ ;

[0205]  $AAG/(G23+G45) \cong 5.500$ , 较佳  $2.800 \cong AAG/(G23+G45) \cong 5.500$ ;

[0206]  $ALT/(T3+T4) \cong 4.300$ , 较佳  $3.000 \cong ALT/(T3+T4) \cong 4.300$ ;

[0207]  $(G78+T8)/G67 \leq 6.500$ , 较佳  $1.000 \leq (G78+T8)/G67 \leq 6.500$ ;

[0208]  $(T4+T6)/G45 \leq 6.000$ , 较佳  $2.200 \leq (T4+T6)/G45 \leq 6.000$ ;

[0209]  $(G34+G45)/G78 \geq 1.500$ , 较佳  $1.500 \leq (G34+G45)/G78 \leq 2.300$ ;

[0210]  $(T5+T6)/T3 \leq 3.100$ , 较佳  $2.100 \leq (T5+T6)/T3 \leq 3.100$ ;

[0211]  $EFL/(G45+T5) \leq 8.500$ , 较佳  $5.600 \leq EFL/(G45+T5) \leq 8.500$ ; 以及

[0212]  $T6/(G12+G45) \leq 1.600$ , 较佳  $0.400 \leq T6/(G12+G45) \leq 1.600$ 。

[0213] 有鉴于光学系统设计的不可预测性, 在本发明的实施例的架构之下, 符合上述条件式能较佳地使本发明的实施例的系统长度缩短、视场角增加、成像质量提升, 或组装良率提升而改善先前技术的缺点。

[0214] 综上所述, 本发明的实施例的光学成像镜头可获致下述的功效及优点:

[0215] 一、本发明各实施例的纵向球差、场曲、畸变皆符合使用规范。另外, 650nm、555nm、470nm 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, 650nm、555nm、470nm 三种代表波长彼此间的距离亦相当接近, 显示本发明的实施例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, 故透过上述可知本发明的实施例具备良好光学性能。

[0216] 二、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。

[0217] 三、本发明之各个实施例所揭露之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。

[0218] 虽然本发明已以实施例揭露如上, 然其并非用以限定本发明, 任何所属技术领域中具有通常知识者, 在不脱离本发明的精神和范围内, 当可作些许的更动与润饰, 故本发明的保护范围当视后附的申请专利范围所界定者为准。

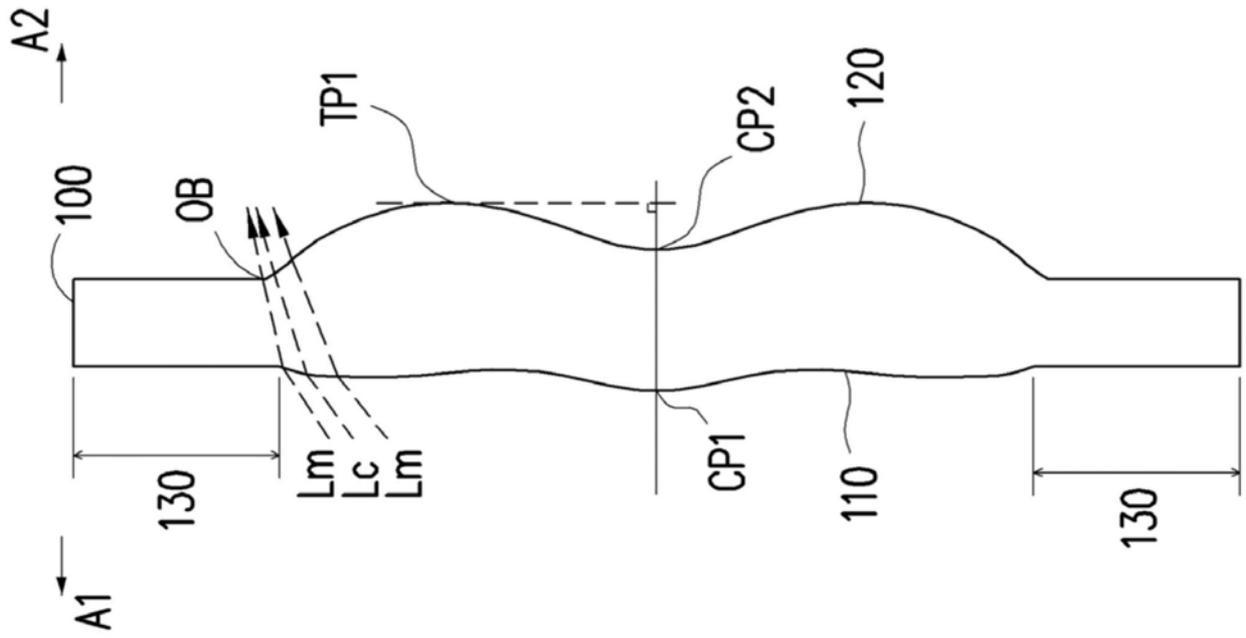


图1

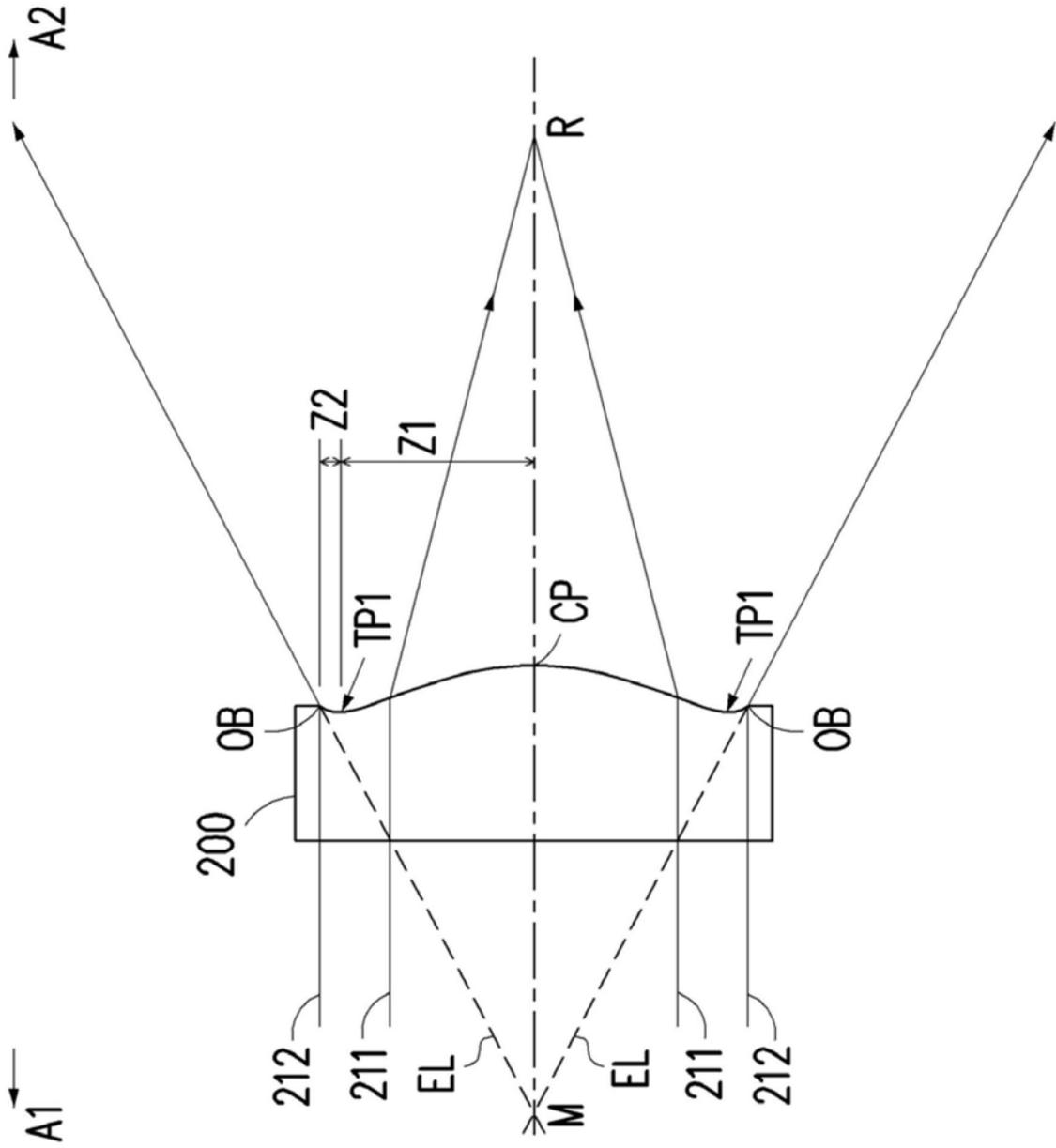


图2

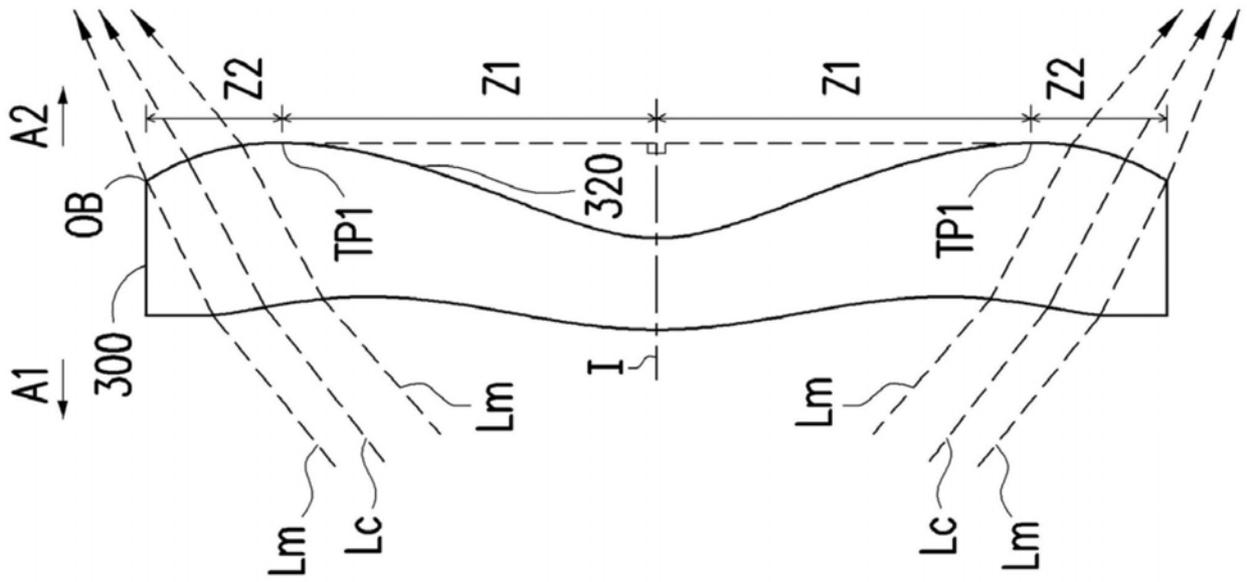


图3

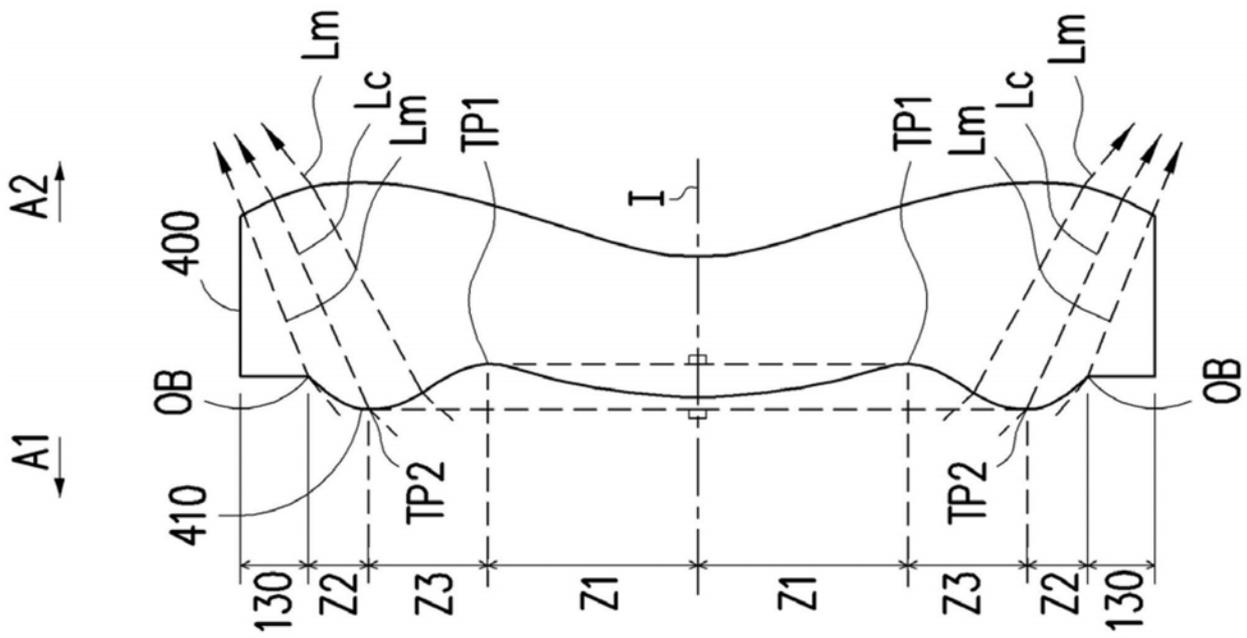


图4

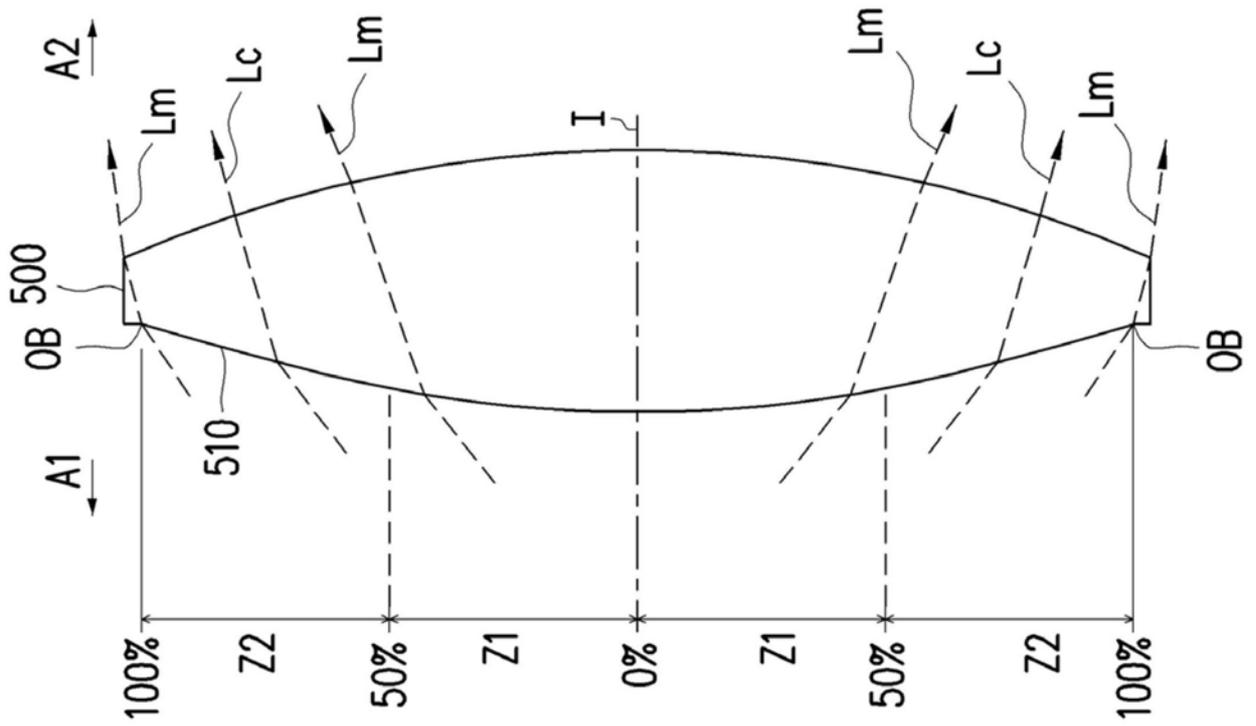


图5

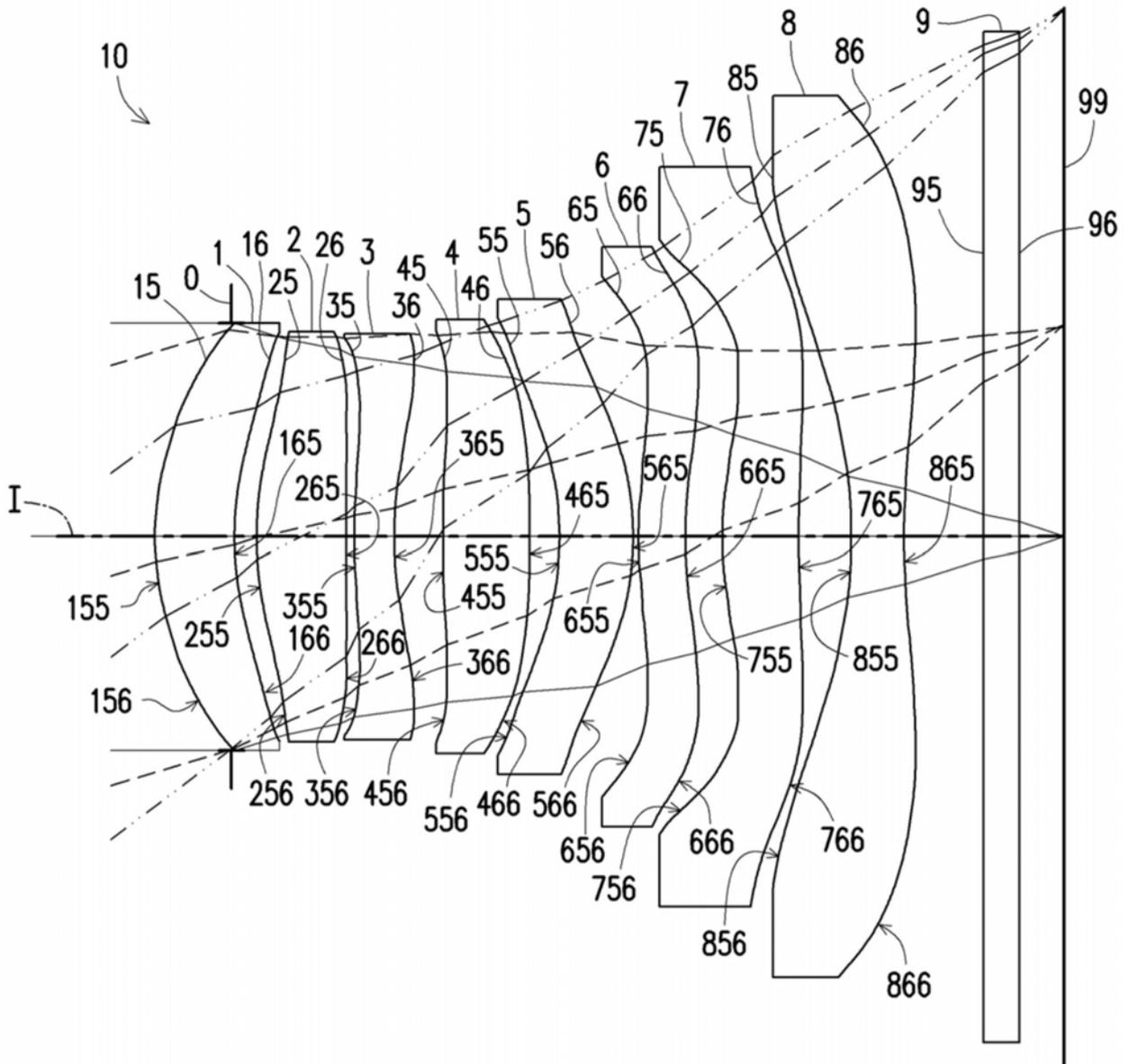


图6

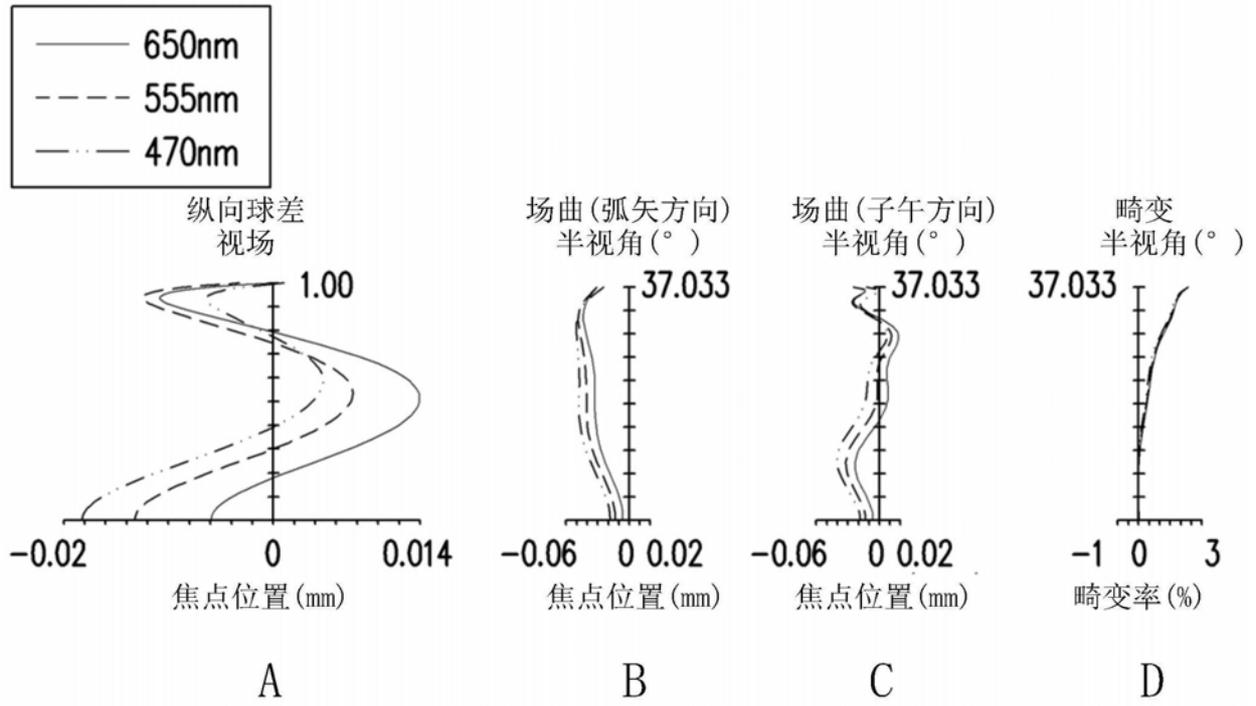


图7

第一实施例						
系统焦距=4.172 mm, 半视角=37.033°, 光圈值=1.6, 系统长度=5.502 mm, 像高=3.238 mm						
透镜	面	曲率半径 (mm)	距离 (mm)	折射率	阿贝数	焦距 (mm)
物体		无限大	无限大			
光圈 0		无限大	-0.461			
第一透镜 1	物侧面 15	1.956	0.480	1.545	55.987	30.337
	像侧面 16	2.026	0.133			
第二透镜 2	物侧面 25	2.269	0.546	1.545	55.987	4.248
	像侧面 26	93.927	0.045			
第三透镜 3	物侧面 35	4.304	0.240	1.661	20.412	-7.170
	像侧面 36	2.215	0.297			
第四透镜 4	物侧面 45	6.556	0.530	1.545	55.987	6.412
	像侧面 46	-7.308	0.178			
第五透镜 5	物侧面 55	-1.699	0.444	1.545	55.987	30.879
	像侧面 56	-1.686	0.035			
第六透镜 6	物侧面 65	3.665	0.280	1.661	20.412	-13.292
	像侧面 66	2.514	0.224			
第七透镜 7	物侧面 75	2.238	0.466	1.545	55.987	4.992
	像侧面 76	11.551	0.316			
第八透镜 8	物侧面 85	-2.926	0.320	1.545	55.987	-3.347
	像侧面 86	5.062	0.488			
滤光片 9	物侧面 95	无限大	0.210	1.517	64.167	
	像侧面 96	无限大	0.270			
	成像面 99	无限大	0.000			

图8

面	K	a <sub>4</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>8</sub>
15	0.000000E+00	-2.017998E-02	4.913018E-03	-1.936848E-03
16	0.000000E+00	-7.207851E-02	-1.865496E-02	1.474028E-02
25	0.000000E+00	-4.178990E-02	-3.516924E-02	-8.460082E-03
26	0.000000E+00	3.312173E-02	-9.116298E-02	3.445942E-02
35	0.000000E+00	-1.178336E-01	2.098009E-02	1.125007E-02
36	0.000000E+00	-1.660816E-01	1.014381E-01	-6.330118E-02
45	0.000000E+00	-3.936882E-02	-9.852936E-03	-5.080972E-03
46	0.000000E+00	-4.487793E-02	-8.852179E-03	6.030592E-03
55	0.000000E+00	6.363988E-02	-3.371410E-03	4.772512E-02
56	0.000000E+00	3.979303E-02	2.301484E-02	1.470051E-03
65	0.000000E+00	-8.997457E-02	-1.190320E-03	1.818590E-02
66	0.000000E+00	-1.701770E-01	6.066095E-02	-1.627274E-02
75	0.000000E+00	-1.408031E-01	6.777643E-03	5.867525E-04
76	0.000000E+00	-1.666011E-03	-2.145286E-02	3.520308E-03
85	0.000000E+00	1.563934E-02	2.064730E-03	-3.302866E-04
86	0.000000E+00	-4.396902E-02	5.053868E-03	5.419437E-05
面	a <sub>10</sub>	a <sub>12</sub>	a <sub>14</sub>	
15	5.573677E-03	-4.463841E-03	1.417241E-03	
16	-1.881618E-03	-1.331648E-03	1.513902E-03	
25	7.527309E-03	6.296519E-03	-2.635713E-03	
26	6.846193E-03	-6.175846E-03	1.062281E-04	
35	-2.504215E-02	1.311513E-02	-3.841757E-03	
36	1.285794E-02	-8.818388E-04	-2.253069E-04	
45	-6.906276E-03	6.345970E-03	-1.118454E-03	
46	-6.191625E-03	2.806052E-03	-1.967782E-04	
55	-3.678764E-02	1.122553E-02	-1.593550E-03	
56	3.844740E-03	-5.232263E-03	1.503636E-03	
65	-1.817080E-02	5.023129E-03	-2.558272E-04	
66	-2.083695E-03	1.625749E-03	-1.559637E-04	
75	-1.917603E-03	5.612457E-04	-1.508480E-05	
76	4.379355E-04	-9.537274E-05	1.747811E-06	
85	4.492302E-05	7.266659E-07	-4.080562E-07	
86	-6.446006E-05	-1.952091E-06	6.103143E-07	

图9

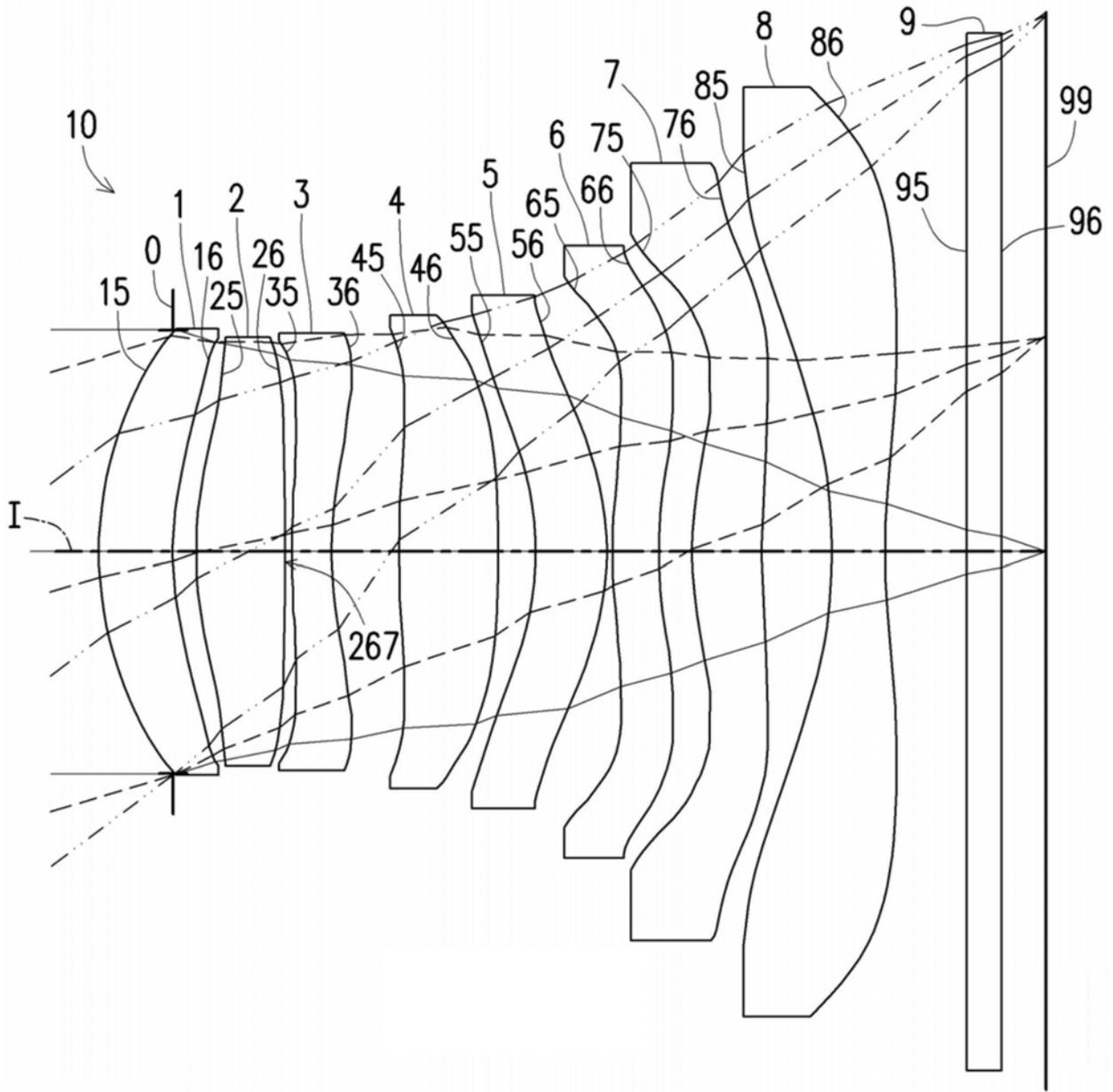


图10

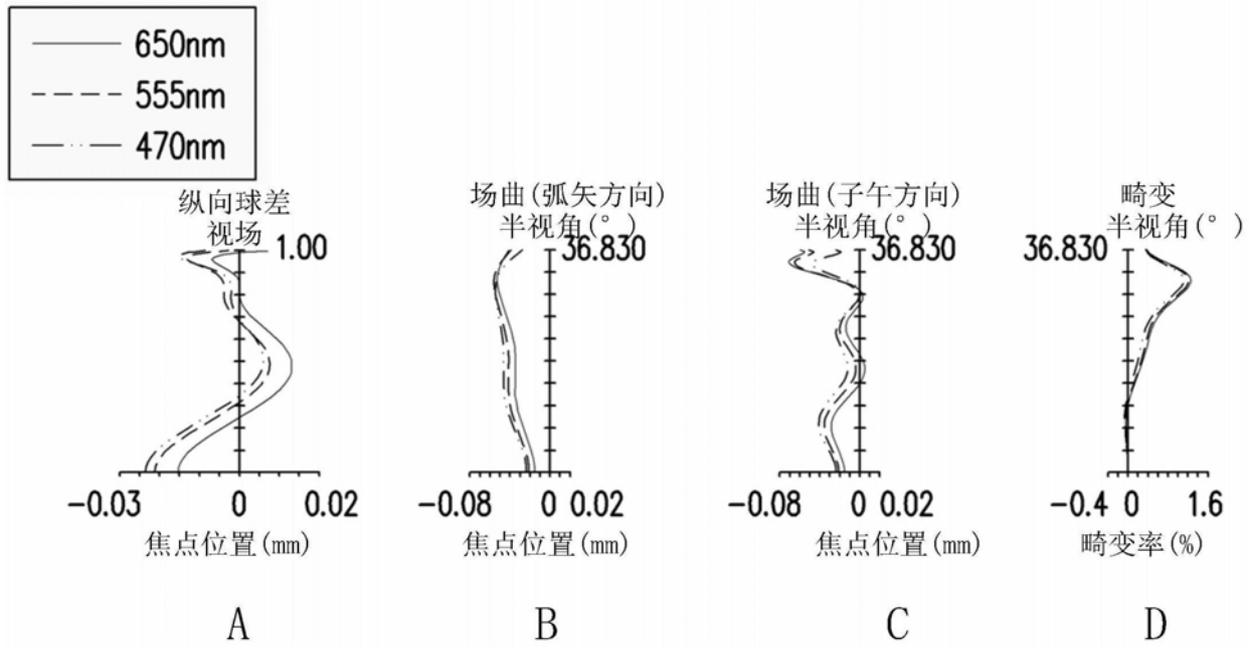


图11

第二实施例						
系统焦距=4.275 mm, 半视角=36.830°, 光圈值=1.6, 系统长度=5.686 mm, 像高=3.238 mm						
透镜	面	曲率半径 (mm)	距离 (mm)	折射率	阿贝数	焦距 (mm)
物体		无限大	无限大			
光圈 0		无限大	-0.447			
第一透镜 1	物侧面 15	2.129	0.443	1.545	55.987	59.000
	像侧面 16	2.112	0.139			
第二透镜 2	物侧面 25	2.328	0.532	1.545	55.987	4.201
	像侧面 26	-149.490	0.042			
第三透镜 3	物侧面 35	4.444	0.240	1.661	20.412	-7.329
	像侧面 36	2.278	0.407			
第四透镜 4	物侧面 45	6.343	0.594	1.545	55.987	6.228
	像侧面 46	-7.095	0.224			
第五透镜 5	物侧面 55	-1.722	0.426	1.545	55.987	31.557
	像侧面 56	-1.703	0.035			
第六透镜 6	物侧面 65	3.612	0.280	1.661	20.412	-12.475
	像侧面 66	2.441	0.197			
第七透镜 7	物侧面 75	2.191	0.422	1.545	55.987	5.171
	像侧面 76	9.110	0.418			
第八透镜 8	物侧面 85	-2.901	0.320	1.545	55.987	-3.393
	像侧面 86	5.334	0.488			
滤光片 9	物侧面 95	无限大	0.210	1.517	64.167	
	像侧面 96	无限大	0.270			
	成像面 99	无限大	0.000			

图12

面	K	a <sub>4</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>8</sub>
15	0.000000E+00	-1.975363E-02	5.768920E-03	-1.843770E-03
16	0.000000E+00	-7.082588E-02	-1.794907E-02	1.524894E-02
25	0.000000E+00	-4.213394E-02	-3.569682E-02	-8.859681E-03
26	0.000000E+00	3.634119E-02	-9.035417E-02	3.480351E-02
35	0.000000E+00	-1.165495E-01	2.394526E-02	1.272225E-02
36	0.000000E+00	-1.672019E-01	1.002586E-01	-6.213167E-02
45	0.000000E+00	-3.616899E-02	-8.033687E-03	-5.174916E-03
46	0.000000E+00	-4.682834E-02	-9.905299E-03	6.193744E-03
55	0.000000E+00	6.242321E-02	-3.909779E-03	4.742251E-02
56	0.000000E+00	4.289447E-02	2.295533E-02	1.504958E-03
65	0.000000E+00	-9.016046E-02	-9.564757E-04	1.767888E-02
66	0.000000E+00	-1.715068E-01	6.007891E-02	-1.631593E-02
75	0.000000E+00	-1.381272E-01	8.575781E-03	7.241661E-04
76	0.000000E+00	-1.637561E-03	-2.166351E-02	3.491711E-03
85	0.000000E+00	1.454503E-02	2.000564E-03	-3.332559E-04
86	0.000000E+00	-4.072695E-02	4.947406E-03	5.484087E-05
面	a <sub>10</sub>	a <sub>12</sub>	a <sub>14</sub>	
15	5.539423E-03	-4.458870E-03	1.452103E-03	
16	-1.757982E-03	-1.408493E-03	1.392632E-03	
25	7.430119E-03	6.329244E-03	-2.579654E-03	
26	7.100429E-03	-5.966824E-03	2.123577E-04	
35	-2.469984E-02	1.308814E-02	-3.804109E-03	
36	1.412482E-02	-3.740642E-04	-3.128497E-04	
45	-7.188582E-03	6.326796E-03	-9.386616E-04	
46	-6.049788E-03	2.784809E-03	-2.809119E-04	
55	-3.667497E-02	1.149337E-02	-1.350917E-03	
56	3.815656E-03	-5.303834E-03	1.442470E-03	
65	-1.831297E-02	5.017556E-03	-2.446364E-04	
66	-2.091377E-03	1.624135E-03	-1.551445E-04	
75	-1.948466E-03	5.401183E-04	-2.383647E-05	
76	4.354651E-04	-9.530233E-05	1.866634E-06	
85	4.518580E-05	8.853840E-07	-3.584928E-07	
86	-6.402082E-05	-2.059678E-06	5.652749E-07	

图13

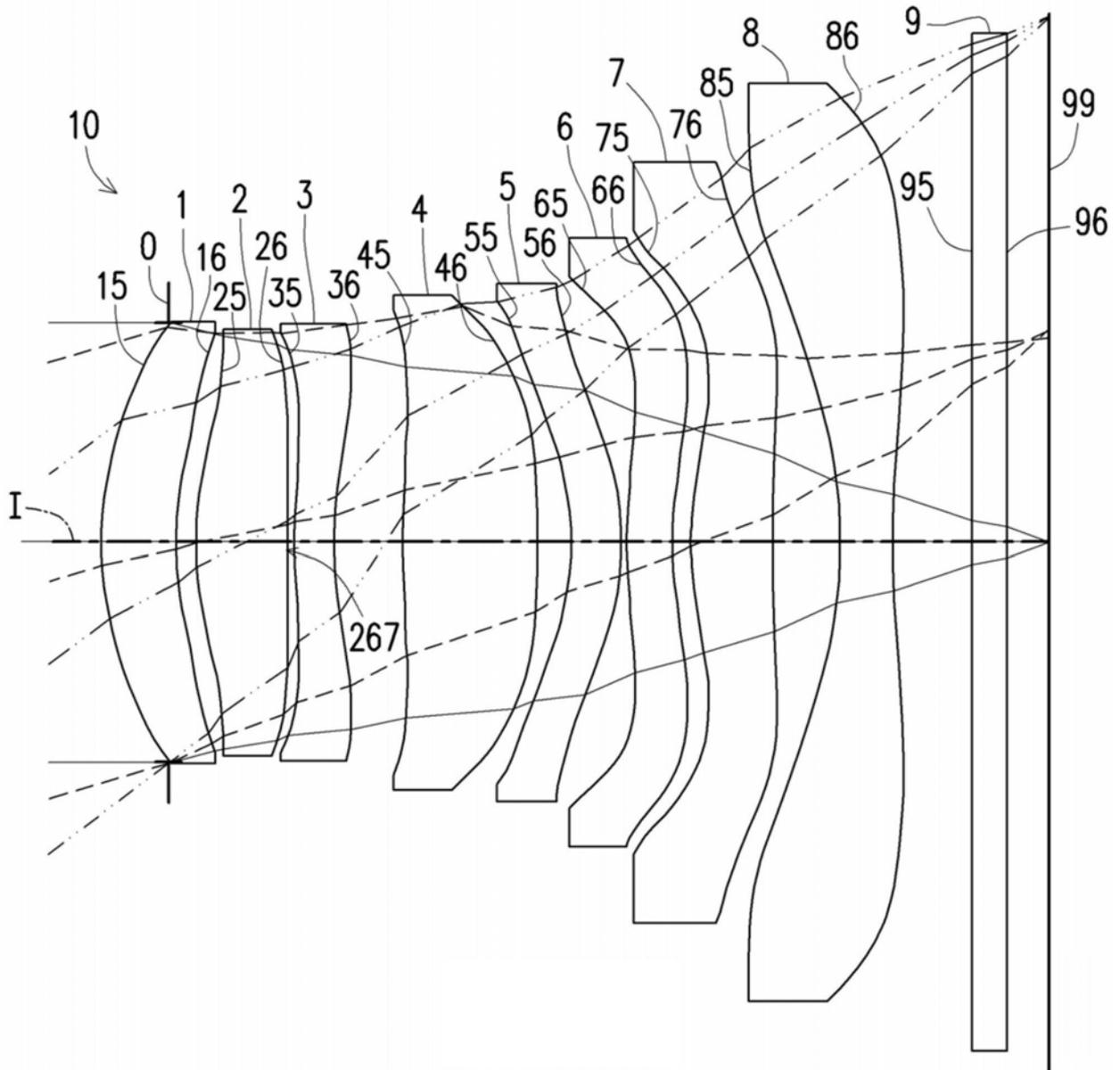


图14

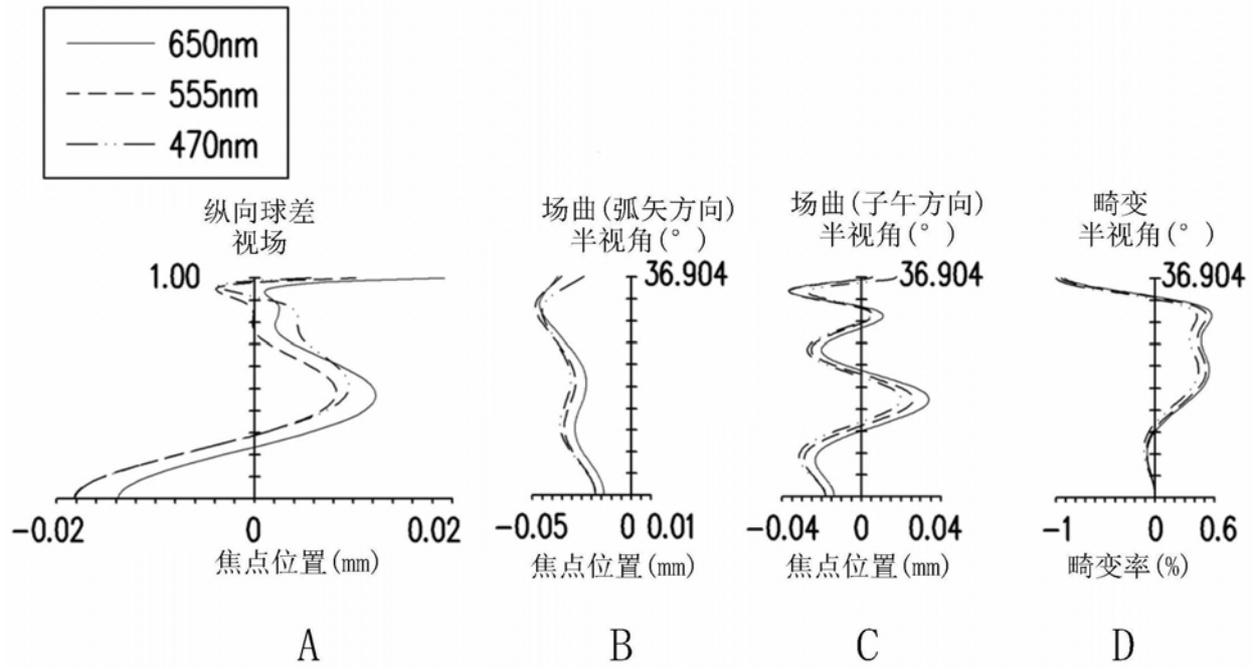


图15

第三实施例						
系统焦距=4.325 mm, 半视角=36.904°, 光圈值=1.6, 系统长度=5.816 mm, 像高=3.238 mm						
透镜	面	曲率半径 (mm)	距离 (mm)	折射率	阿贝数	焦距 (mm)
物体		无限大	无限大			
光圈 0		无限大	-0.412			
第一透镜 1	物侧面 15	2.310	0.458	1.545	55.987	98.331
	像侧面 16	2.245	0.122			
第二透镜 2	物侧面 25	2.318	0.563	1.545	55.987	4.077
	像侧面 26	-51.780	0.043			
第三透镜 3	物侧面 35	5.150	0.240	1.661	20.412	-7.454
	像侧面 36	2.483	0.423			
第四透镜 4	物侧面 45	8.075	0.828	1.545	55.987	6.415
	像侧面 46	-5.966	0.203			
第五透镜 5	物侧面 55	-1.707	0.307	1.545	55.987	44.735
	像侧面 56	-1.697	0.035			
第六透镜 6	物侧面 65	3.800	0.280	1.661	20.412	-11.063
	像侧面 66	2.435	0.113			
第七透镜 7	物侧面 75	2.231	0.498	1.545	55.987	5.023
	像侧面 76	10.977	0.416			
第八透镜 8	物侧面 85	-2.876	0.320	1.545	55.987	-3.467
	像侧面 86	5.764	0.488			
滤光片 9	物侧面 95	无限大	0.210	1.517	64.167	
	像侧面 96	无限大	0.270			
	成像面 99	无限大	0.000			

图16

面	K	a <sub>4</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>8</sub>
15	0.000000E+00	-1.876824E-02	6.201099E-03	-1.961251E-03
16	0.000000E+00	-7.212682E-02	-1.819519E-02	1.552400E-02
25	0.000000E+00	-4.206287E-02	-3.615446E-02	-9.207768E-03
26	0.000000E+00	3.776435E-02	-9.058564E-02	3.422111E-02
35	0.000000E+00	-1.185977E-01	2.427539E-02	1.366472E-02
36	0.000000E+00	-1.660953E-01	1.005371E-01	-6.108250E-02
45	0.000000E+00	-2.801030E-02	-3.487107E-03	-4.131740E-03
46	0.000000E+00	-5.279074E-02	-8.711102E-03	6.861752E-03
55	0.000000E+00	6.375910E-02	-6.682150E-03	4.668130E-02
56	0.000000E+00	4.960299E-02	2.576725E-02	1.736825E-03
65	0.000000E+00	-9.128750E-02	-1.711907E-05	1.661017E-02
66	0.000000E+00	-1.688631E-01	5.927637E-02	-1.635890E-02
75	0.000000E+00	-1.429062E-01	1.175021E-02	9.233740E-04
76	0.000000E+00	8.688386E-05	-2.192901E-02	3.459585E-03
85	0.000000E+00	1.343680E-02	2.036283E-03	-3.246081E-04
86	0.000000E+00	-3.667427E-02	4.682740E-03	5.571021E-05
面	a <sub>10</sub>	a <sub>12</sub>	a <sub>14</sub>	
15	5.422777E-03	-4.520088E-03	1.413386E-03	
16	-1.644213E-03	-1.469364E-03	1.277633E-03	
25	7.303695E-03	6.276619E-03	-2.628658E-03	
26	6.807374E-03	-5.944348E-03	3.707866E-04	
35	-2.394320E-02	1.353200E-02	-3.550749E-03	
36	1.501036E-02	3.444025E-05	-2.366936E-04	
45	-7.158619E-03	6.192587E-03	-1.084330E-03	
46	-6.171789E-03	2.566682E-03	-3.835282E-04	
55	-3.657328E-02	1.157426E-02	-1.400038E-03	
56	3.619943E-03	-5.402566E-03	1.427775E-03	
65	-1.864506E-02	5.004121E-03	-2.127827E-04	
66	-2.123520E-03	1.608105E-03	-1.590513E-04	
75	-1.964328E-03	5.301901E-04	-2.861106E-05	
76	4.324237E-04	-9.504112E-05	2.148147E-06	
85	4.630737E-05	9.712779E-07	-3.622280E-07	
86	-6.288120E-05	-2.009017E-06	5.513468E-07	

图17

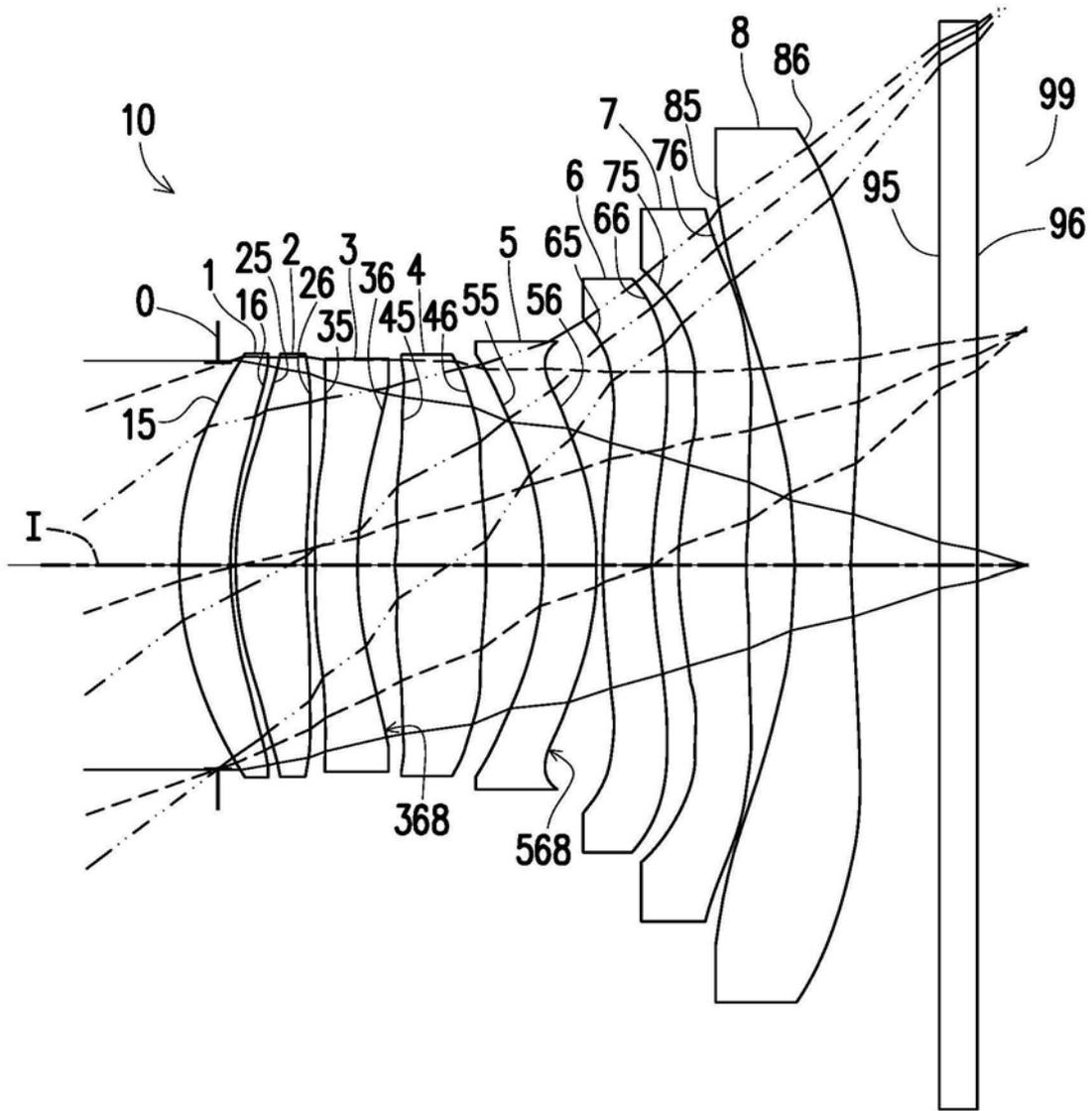
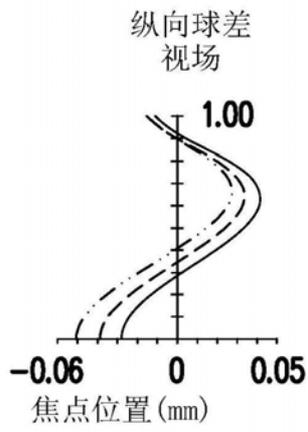
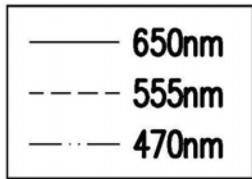
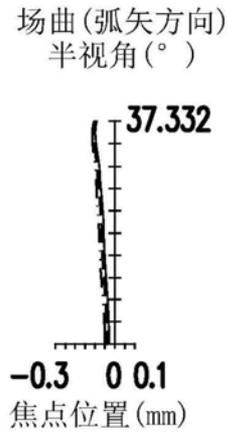


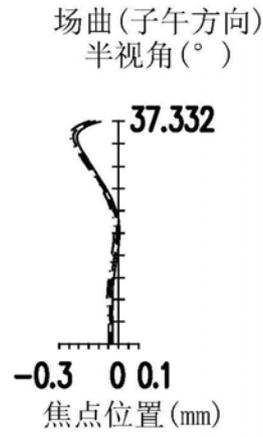
图18



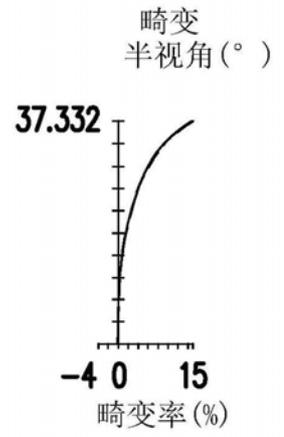
A



B



C



D

图19

第四实施例						
系统焦距=3.639 mm, 半视角=37.332°, 光圈值=1.6, 系统长度=4.695 mm, 像高=3.238 mm						
透镜	面	曲率半径 (mm)	距离 (mm)	折射率	阿贝数	焦距 (mm)
物体		无限大	无限大			
光圈 0		无限大	-0.215			
第一透镜 1	物侧面 15	1.950	0.282	1.545	55.987	47.878
	像侧面 16	2.000	0.029			
第二透镜 2	物侧面 25	1.934	0.400	1.545	55.987	3.856
	像侧面 26	21.860	0.035			
第三透镜 3	物侧面 35	3.011	0.240	1.661	20.412	-8.135
	像侧面 36	1.875	0.212			
第四透镜 4	物侧面 45	6.192	0.495	1.545	55.987	7.575
	像侧面 46	-12.121	0.316			
第五透镜 5	物侧面 55	-1.619	0.301	1.545	55.987	49.414
	像侧面 56	-1.628	0.035			
第六透镜 6	物侧面 65	3.380	0.280	1.661	20.412	-18.068
	像侧面 66	2.552	0.142			
第七透镜 7	物侧面 75	2.249	0.383	1.545	55.987	4.794
	像侧面 76	14.984	0.257			
第八透镜 8	物侧面 85	-3.075	0.320	1.545	55.987	-3.731
	像侧面 86	6.265	0.488			
滤光片 9	物侧面 95	无限大	0.210	1.517	64.167	
	像侧面 96	无限大	0.270			
	成像面 99	无限大	0.000			

图20

面	K	a <sub>4</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>8</sub>
15	0.000000E+00	-1.852060E-02	5.742892E-03	-2.766109E-03
16	0.000000E+00	-7.841271E-02	-2.108109E-02	1.476935E-02
25	0.000000E+00	-3.984071E-02	-3.580859E-02	-9.558951E-03
26	0.000000E+00	4.193157E-02	-8.877144E-02	3.383189E-02
35	0.000000E+00	-1.244758E-01	2.268269E-02	1.423871E-02
36	0.000000E+00	-1.636014E-01	9.730679E-02	-6.428518E-02
45	0.000000E+00	-3.442352E-02	9.886831E-05	-1.127590E-03
46	0.000000E+00	-5.246213E-02	-1.248478E-02	4.717590E-03
55	0.000000E+00	6.783030E-02	-6.007470E-03	4.619401E-02
56	0.000000E+00	6.142571E-02	3.422121E-02	4.564600E-03
65	0.000000E+00	-9.822256E-02	-1.541169E-03	1.610280E-02
66	0.000000E+00	-1.658460E-01	5.921623E-02	-1.620754E-02
75	0.000000E+00	-1.485202E-01	1.122038E-02	7.822226E-04
76	0.000000E+00	1.470351E-03	-2.176250E-02	3.507888E-03
85	0.000000E+00	1.381476E-02	2.079548E-03	-3.202856E-04
86	0.000000E+00	-4.239928E-02	4.536574E-03	7.666756E-05
面	a <sub>10</sub>	a <sub>12</sub>	a <sub>14</sub>	
15	4.701151E-03	-5.037856E-03	1.072541E-03	
16	-1.783818E-03	-1.474119E-03	1.372175E-03	
25	7.132888E-03	6.231241E-03	-2.785610E-03	
26	5.690393E-03	-6.619110E-03	5.445203E-04	
35	-2.301278E-02	1.391979E-02	-3.838372E-03	
36	1.314676E-02	-8.279254E-04	-6.631596E-04	
45	-6.169460E-03	5.868639E-03	-1.917244E-03	
46	-6.794832E-03	2.808611E-03	2.243430E-04	
55	-3.770208E-02	1.006291E-02	-3.013315E-03	
56	4.529906E-03	-4.959772E-03	1.719967E-03	
65	-1.887066E-02	4.902616E-03	-2.552899E-04	
66	-2.058017E-03	1.615733E-03	-1.657505E-04	
75	-1.984595E-03	5.352161E-04	-2.320743E-05	
76	4.413646E-04	-9.421178E-05	2.006550E-06	
85	4.724420E-05	1.126651E-06	-3.918660E-07	
86	-5.893586E-05	-1.590564E-06	5.760816E-07	

图21

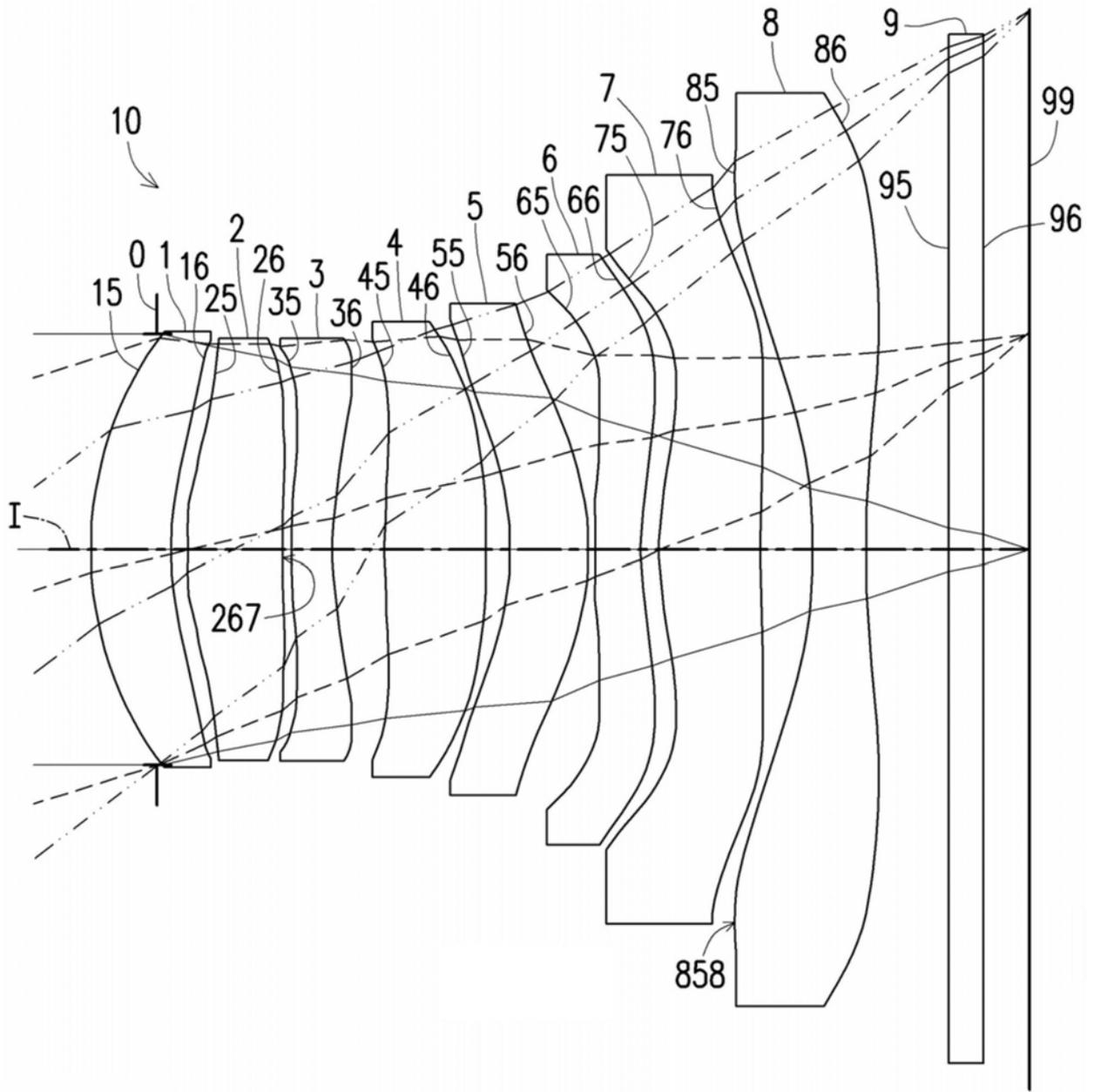


图22

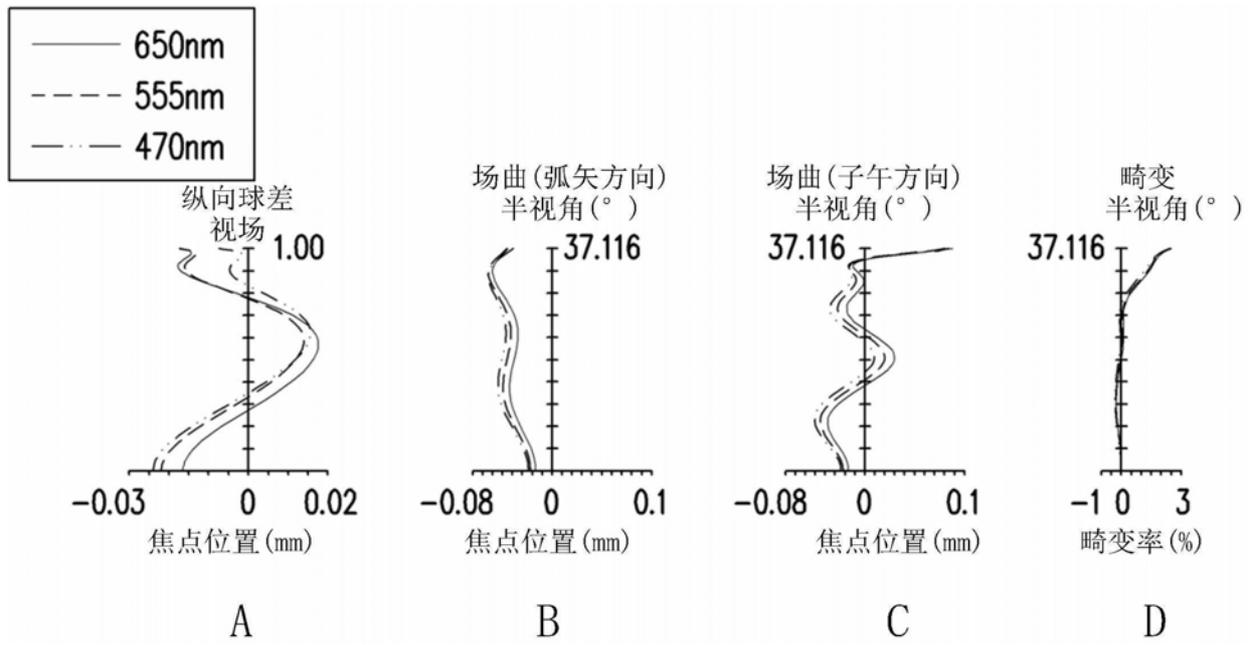


图23

第五实施例						
系统焦距=4.144 mm, 半视角=37.116°, 光圈值=1.6, 系统长度=5.577 mm, 像高=3.238 mm						
透镜	面	曲率半径 (mm)	距离 (mm)	折射率	阿贝数	焦距 (mm)
物体		无限大	无限大			
光圈 0		无限大	-0.402			
第一透镜 1	物侧面 15	2.087	0.479	1.545	55.987	32.858
	像侧面 16	2.170	0.095			
第二透镜 2	物侧面 25	2.294	0.575	1.545	55.987	4.191
	像侧面 26	-1079.608	0.048			
第三透镜 3	物侧面 35	4.408	0.240	1.661	20.412	-7.438
	像侧面 36	2.283	0.314			
第四透镜 4	物侧面 45	8.009	0.595	1.545	55.987	6.395
	像侧面 46	-6.033	0.147			
第五透镜 5	物侧面 55	-1.721	0.462	1.545	55.987	29.095
	像侧面 56	-1.700	0.035			
第六透镜 6	物侧面 65	4.260	0.280	1.661	20.412	-9.834
	像侧面 66	2.515	0.110			
第七透镜 7	物侧面 75	2.217	0.603	1.545	55.987	4.725
	像侧面 76	14.226	0.306			
第八透镜 8	物侧面 85	-2.930	0.320	1.545	55.987	-3.438
	像侧面 86	5.434	0.488			
滤光片 9	物侧面 95	无限大	0.210	1.517	64.167	
	像侧面 96	无限大	0.270			
	成像面 99	无限大	0.000			

图24

面	K	a <sub>4</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>8</sub>
15	0.000000E+00	-1.852043E-02	5.859694E-03	-1.894145E-03
16	0.000000E+00	-7.283743E-02	-1.950076E-02	1.452955E-02
25	0.000000E+00	-4.250422E-02	-3.504005E-02	-8.226228E-03
26	0.000000E+00	3.536780E-02	-9.067853E-02	3.405788E-02
35	0.000000E+00	-1.198852E-01	2.005254E-02	1.102402E-02
36	0.000000E+00	-1.648351E-01	1.017295E-01	-6.337779E-02
45	0.000000E+00	-4.040766E-02	-1.069482E-02	-5.461552E-03
46	0.000000E+00	-5.081968E-02	-8.381667E-03	6.851260E-03
55	0.000000E+00	6.812248E-02	-3.791306E-03	4.735069E-02
56	0.000000E+00	3.849103E-02	2.357622E-02	1.902344E-03
65	0.000000E+00	-9.035724E-02	-1.079130E-03	1.798500E-02
66	0.000000E+00	-1.717104E-01	5.968812E-02	-1.628782E-02
75	0.000000E+00	-1.452274E-01	8.025451E-03	8.077970E-04
76	0.000000E+00	-7.324777E-04	-2.146058E-02	3.514522E-03
85	0.000000E+00	1.546309E-02	2.079226E-03	-3.256082E-04
86	0.000000E+00	-3.946577E-02	5.125985E-03	4.967735E-05
面	a <sub>10</sub>	a <sub>12</sub>	a <sub>14</sub>	
15	5.427144E-03	-4.563463E-03	1.380058E-03	
16	-1.805633E-03	-1.207946E-03	1.604425E-03	
25	7.705840E-03	6.398271E-03	-2.591179E-03	
26	6.380236E-03	-6.430260E-03	3.246570E-05	
35	-2.508661E-02	1.304384E-02	-3.943976E-03	
36	1.270600E-02	-9.729544E-04	-2.217750E-04	
45	-6.947295E-03	6.353400E-03	-1.202328E-03	
46	-5.976365E-03	2.817557E-03	-1.732266E-04	
55	-3.665304E-02	1.142471E-02	-1.493743E-03	
56	3.884717E-03	-5.301636E-03	1.451892E-03	
65	-1.825718E-02	5.001433E-03	-2.598606E-04	
66	-2.076207E-03	1.624403E-03	-1.564304E-04	
75	-1.881536E-03	5.663456E-04	-1.618098E-05	
76	4.381153E-04	-9.483911E-05	1.989226E-06	
85	4.576595E-05	8.528025E-07	-3.921067E-07	
86	-6.507048E-05	-1.996839E-06	6.084338E-07	

图25

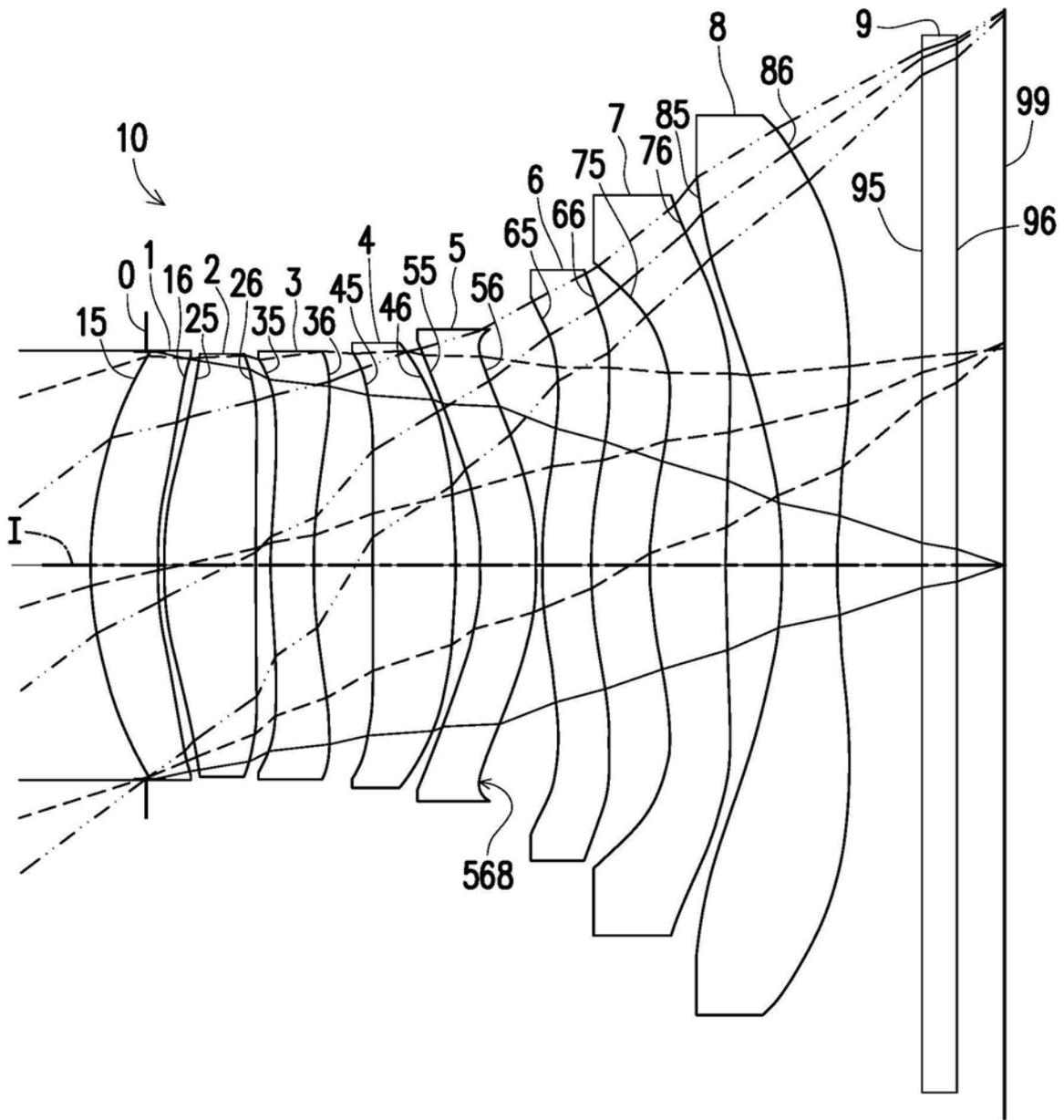


图26

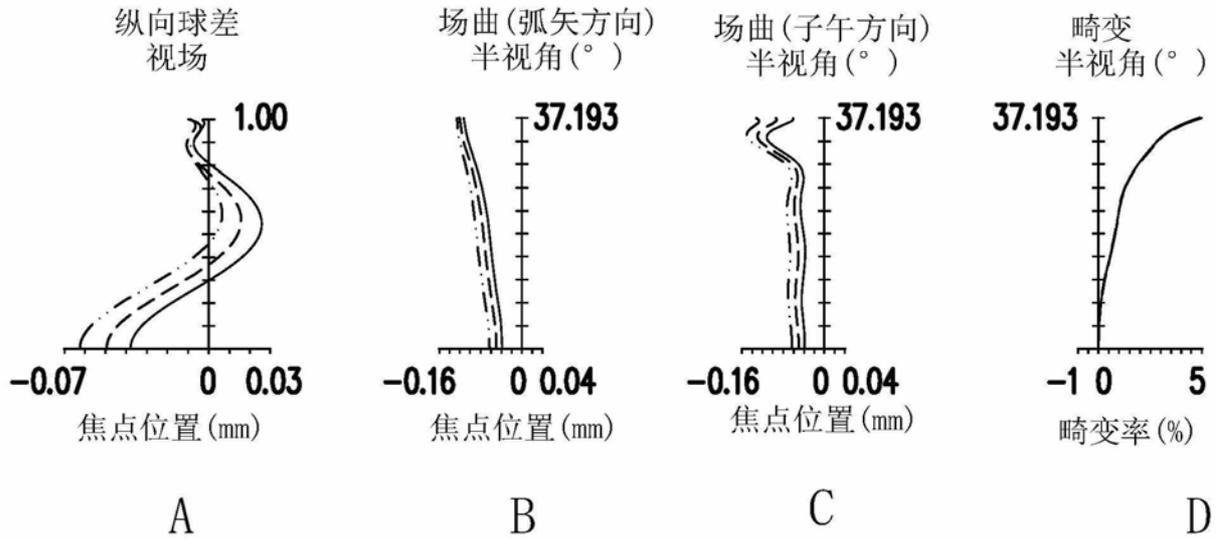
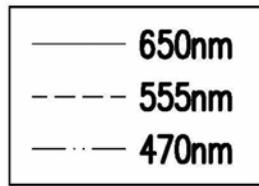


图27

第六实施例						
系统焦距=3.989 mm, 半视角=37.193°, 光圈值=1.6, 系统长度=5.281 mm, 像高=3.238 mm						
透镜	面	曲率半径 (mm)	距离 (mm)	折射率	阿贝数	焦距 (mm)
物体		无限大	无限大			
光圈 0		无限大	-0.328			
第一透镜 1	物侧面 15	2.295	0.387	1.545	55.987	50.301
	像侧面 16	2.355	0.032			
第二透镜 2	物侧面 25	2.194	0.537	1.545	55.987	4.141
	像侧面 26	66.559	0.090			
第三透镜 3	物侧面 35	4.738	0.240	1.661	20.412	-8.782
	像侧面 36	2.567	0.340			
第四透镜 4	物侧面 45	15.908	0.480	1.545	55.987	7.741
	像侧面 46	-5.698	0.148			
第五透镜 5	物侧面 55	-1.665	0.322	1.545	55.987	188.230
	像侧面 56	-1.751	0.035			
第六透镜 6	物侧面 65	2.874	0.280	1.661	20.412	-20.783
	像侧面 66	2.288	0.337			
第七透镜 7	物侧面 75	2.090	0.442	1.545	55.987	4.610
	像侧面 76	11.358	0.323			
第八透镜 8	物侧面 85	-2.924	0.320	1.545	55.987	-3.289
	像侧面 86	4.841	0.488			
滤光片 9	物侧面 95	无限大	0.210	1.517	64.167	
	像侧面 96	无限大	0.270			
	成像面 99	无限大	0.000			

图28

面	K	a <sub>4</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>8</sub>
15	0.000000E+00	-2.150160E-02	9.252046E-03	-3.075916E-03
16	0.000000E+00	-7.986030E-02	-2.283355E-02	1.637273E-02
25	0.000000E+00	-4.330140E-02	-3.438602E-02	-9.150154E-03
26	0.000000E+00	4.216759E-02	-9.210442E-02	3.022541E-02
35	0.000000E+00	-1.225416E-01	2.164354E-02	1.036382E-02
36	0.000000E+00	-1.582460E-01	1.015386E-01	-6.251970E-02
45	0.000000E+00	-4.301953E-02	-9.829305E-03	-5.092658E-03
46	0.000000E+00	-5.315145E-02	-9.877260E-03	7.135989E-03
55	0.000000E+00	6.784886E-02	-1.268911E-03	4.776557E-02
56	0.000000E+00	4.146024E-02	2.388377E-02	2.240684E-03
65	0.000000E+00	-9.564079E-02	-1.210521E-03	1.902657E-02
66	0.000000E+00	-1.676920E-01	6.108970E-02	-1.613793E-02
75	0.000000E+00	-1.456531E-01	7.103609E-03	3.138270E-04
76	0.000000E+00	-2.147243E-03	-2.161701E-02	3.510751E-03
85	0.000000E+00	1.525652E-02	2.061826E-03	-3.329790E-04
86	0.000000E+00	-4.614162E-02	4.564833E-03	6.128200E-05
面	a <sub>10</sub>	a <sub>12</sub>	a <sub>14</sub>	
15	4.201771E-03	-4.705079E-03	1.830959E-03	
16	-2.006240E-04	-6.623220E-04	1.685440E-03	
25	7.716884E-03	6.810704E-03	-2.515638E-03	
26	3.423183E-03	-6.844433E-03	1.794506E-03	
35	-2.523805E-02	1.357012E-02	-3.623448E-03	
36	1.265344E-02	-1.328739E-03	-1.173240E-04	
45	-6.200392E-03	6.879338E-03	-1.181618E-03	
46	-6.210155E-03	2.608220E-03	-9.888400E-05	
55	-3.643616E-02	1.130776E-02	-1.893834E-03	
56	3.909743E-03	-5.171634E-03	1.659950E-03	
65	-1.781699E-02	5.070099E-03	-2.754250E-04	
66	-2.048926E-03	1.631132E-03	-1.614370E-04	
75	-1.992995E-03	5.511790E-04	-1.450700E-05	
76	4.382600E-04	-9.565200E-05	1.507000E-06	
85	4.425300E-05	6.890000E-07	-3.670000E-07	
86	-6.010300E-05	-1.511000E-06	6.170000E-07	

图29

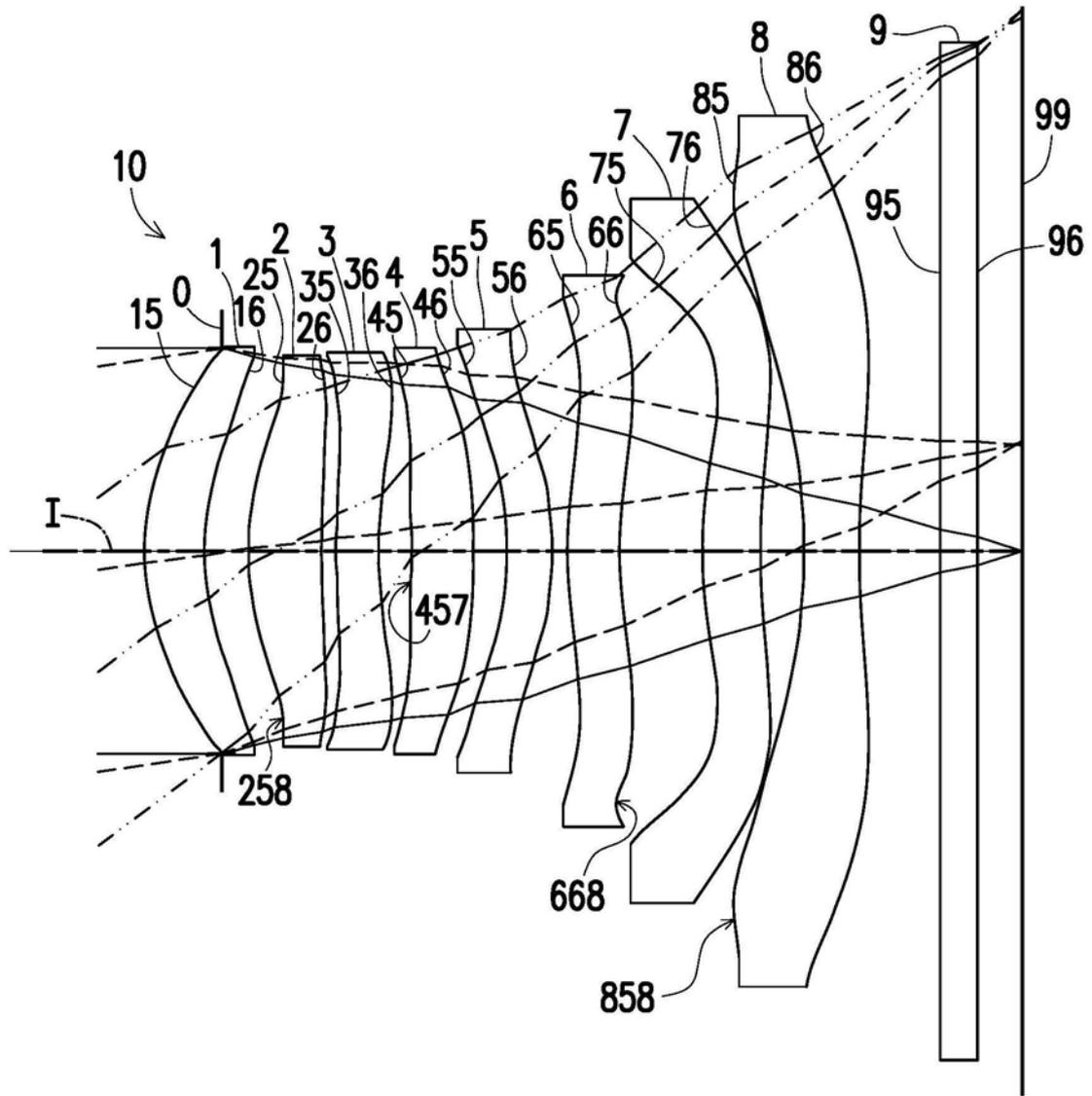


图30

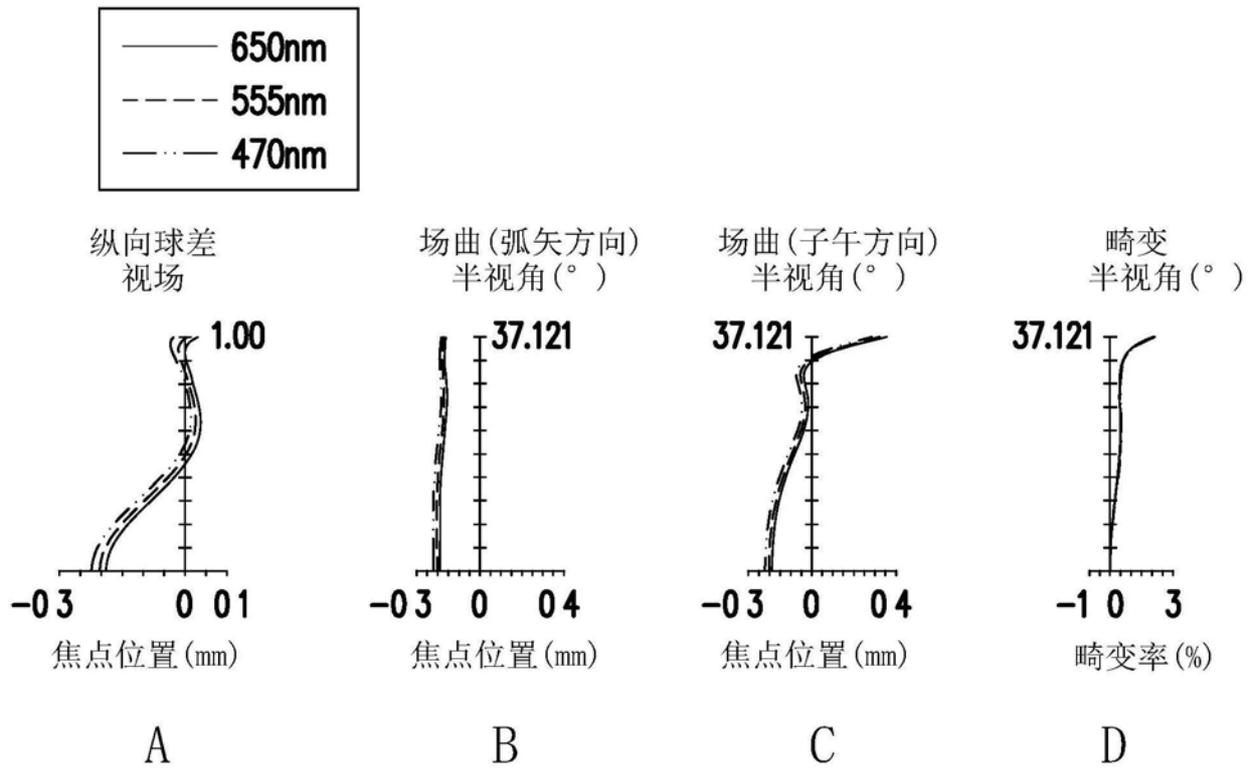


图31

第七实施例						
系统焦距=3.893 mm, 半视角=37.121°, 光圈值=1.6, 系统长度=5.211 mm, 像高=3.238 mm						
透镜	面	曲率半径 (mm)	距离 (mm)	折射率	阿贝数	焦距 (mm)
物体		无限大	无限大			
光圈 0		无限大	-0.455			
第一透镜 1	物侧面 15	1.575	0.356	1.545	55.987	23.621
	像侧面 16	1.650	0.261			
第二透镜 2	物侧面 25	1.933	0.433	1.545	55.987	4.223
	像侧面 26	10.965	0.090			
第三透镜 3	物侧面 35	5.424	0.250	1.661	20.412	-8.408
	像侧面 36	2.707	0.192			
第四透镜 4	物侧面 45	-168.057	0.370	1.545	55.987	8.276
	像侧面 46	-4.406	0.198			
第五透镜 5	物侧面 55	-1.838	0.268	1.545	55.987	86.866
	像侧面 56	-1.860	0.093			
第六透镜 6	物侧面 65	2.988	0.309	1.661	20.412	-173.335
	像侧面 66	2.792	0.487			
第七透镜 7	物侧面 75	2.429	0.349	1.545	55.987	7.649
	像侧面 76	5.507	0.259			
第八透镜 8	物侧面 85	-3.388	0.327	1.545	55.987	-3.765
	像侧面 86	5.414	0.488			
滤光片 9	物侧面 95	无限大	0.210	1.517	64.167	
	像侧面 96	无限大	0.270			
	成像面 99	无限大	0.000			

图32

面	K	a <sub>4</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>8</sub>
15	0.000000E+00	-5.610900E-02	7.562440E-03	-3.789233E-03
16	0.000000E+00	-8.920110E-02	-2.970294E-02	1.744432E-02
25	0.000000E+00	-3.407973E-02	-3.379992E-02	-2.005093E-02
26	0.000000E+00	3.639902E-02	-9.719030E-02	3.177577E-02
35	0.000000E+00	-1.242335E-01	3.043786E-02	8.047442E-03
36	0.000000E+00	-1.472766E-01	8.793555E-02	-6.649676E-02
45	0.000000E+00	-4.183126E-02	-6.875380E-03	-8.068755E-03
46	0.000000E+00	-5.402492E-02	-7.986294E-03	1.414987E-02
55	0.000000E+00	5.987555E-02	1.708323E-03	4.514737E-02
56	0.000000E+00	5.176648E-02	2.436182E-02	5.537623E-03
65	0.000000E+00	-1.167007E-01	7.166058E-03	2.095083E-02
66	0.000000E+00	-1.550693E-01	6.021519E-02	-1.615330E-02
75	0.000000E+00	-1.259274E-01	-7.180965E-05	-7.867023E-04
76	0.000000E+00	-1.971277E-02	-2.177049E-02	3.567498E-03
85	0.000000E+00	1.337893E-02	1.660842E-03	-3.694217E-04
86	0.000000E+00	-4.771152E-02	4.899070E-03	1.031863E-04
面	a <sub>10</sub>	a <sub>12</sub>	a <sub>14</sub>	
15	4.430024E-03	-4.419231E-03	1.668744E-03	
16	-6.387789E-04	-2.281845E-03	7.250149E-04	
25	2.564392E-03	6.559219E-03	-2.810904E-03	
26	2.548483E-03	-8.060414E-03	3.690820E-03	
35	-2.644356E-02	1.502512E-02	-2.848963E-03	
36	1.032761E-02	-2.144637E-03	1.778012E-03	
45	-5.024234E-03	9.330025E-03	-6.001054E-04	
46	-3.824302E-03	2.854834E-03	1.173773E-03	
55	-3.728663E-02	1.169784E-02	-2.304222E-03	
56	5.300585E-03	-5.497438E-03	8.045955E-04	
65	-1.778972E-02	4.989590E-03	-2.587577E-04	
66	-1.844307E-03	1.721248E-03	-1.447275E-04	
75	-1.982846E-03	6.414063E-04	3.696719E-05	
76	4.466594E-04	-9.505148E-05	1.405652E-06	
85	4.205043E-05	8.602777E-07	-2.445251E-07	
86	-5.588800E-05	-1.270450E-06	5.890711E-07	

图33

条件式	第一 实施例	第二 实施例	第三 实施例	第四 实施例	第五 实施例	第六 实施例	第七 实施例
T1	0.480	0.443	0.458	0.282	0.479	0.387	0.356
G12	0.133	0.139	0.122	0.029	0.095	0.032	0.261
T2	0.546	0.532	0.563	0.400	0.575	0.537	0.433
G23	0.045	0.042	0.043	0.035	0.048	0.090	0.090
T3	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	0.250
G34	0.297	0.407	0.423	0.212	0.314	0.340	0.192
T4	0.530	0.594	0.828	0.495	0.595	0.480	0.370
G45	0.178	0.224	0.203	0.316	0.147	0.148	0.198
T5	0.444	0.426	0.307	0.301	0.462	0.322	0.268
G56	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.093
T6	0.280	0.280	0.280	0.280	0.280	0.280	0.309
G67	0.224	0.197	0.113	0.142	0.110	0.337	0.487
T7	0.466	0.422	0.498	0.383	0.603	0.442	0.349
G78	0.316	0.418	0.416	0.257	0.306	0.323	0.259
T8	0.320	0.320	0.320	0.320	0.320	0.320	0.327
G8F	0.488	0.488	0.488	0.488	0.488	0.488	0.488
TF	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210
GFP	0.270	0.270	0.270	0.270	0.270	0.270	0.270
BFL	0.968	0.968	0.968	0.968	0.968	0.968	0.968
TTL	5.502	5.686	5.816	4.695	5.577	5.281	5.211
EFL	4.172	4.275	4.325	3.639	4.144	3.989	3.893
TL	4.534	4.719	4.848	3.728	4.609	4.313	4.243
ALT	3.306	3.257	3.493	2.701	3.554	3.009	2.663
AAG	1.228	1.462	1.355	1.027	1.055	1.304	1.581

图34

条件式	第一 实施例	第二 实施例	第三 实施例	第四 实施例	第五 实施例	第六 实施例	第七 实施例
ALT/(T4+G45)	4.670	3.981	3.387	3.329	4.790	4.794	4.684
(G34+G78)/T3	2.550	3.437	3.493	1.956	2.582	2.762	1.804
AAG/(G12+G23+G67)	3.049	3.865	4.869	4.981	4.167	2.843	1.886
TL/BFL	4.685	4.875	5.009	3.852	4.762	4.456	4.384
(T6+T7+T8)/(G12+G45+G67)	1.990	1.826	2.502	2.014	3.420	2.017	1.041
(T1+T2+T4)/(T5+T6)	2.150	2.222	3.152	2.025	2.223	2.331	2.010
(G45+T5+G56)/T6	2.347	2.446	1.947	2.331	2.300	1.804	1.809
AAG/G45+T5+G67)	1.452	1.726	2.174	1.352	1.467	1.616	1.658
(T4+G45+T5)/(G56+T6)	3.656	3.949	4.247	3.532	3.822	3.016	2.080
(T1+T2+T3)/(G23+G34)	3.705	2.704	2.707	3.731	3.572	2.710	3.684
AAG/(G23+G45)	5.493	5.492	5.495	2.924	5.396	5.491	5.491
ALT/(T3+T4)	4.295	3.904	3.272	3.675	4.257	4.179	4.291
(G78+T8)/G67	2.839	3.745	6.499	4.056	5.689	1.908	1.202
(T4+T6)/G45	4.544	3.905	5.443	2.449	5.950	5.147	3.428
(G34+G45)/G78	1.504	1.509	1.507	2.056	1.508	1.509	1.509
(T5+T6)/T3	3.016	2.941	2.444	2.422	3.092	2.510	2.305
EFL/(G45+T5)	6.706	6.579	8.480	5.892	6.804	8.485	8.356
T6/(G12+G45)	0.898	0.772	0.860	0.810	1.158	1.560	0.673

图35