



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112612108 B

(45) 授权公告日 2023.06.30

(21) 申请号 202011503818.7

审查员 杜乃锋

(22) 申请日 2020.12.18

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 112612108 A

(43) 申请公布日 2021.04.06

(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 赖永枫 林茂宗 张加欣

(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 黄斌

(51) Int. Cl.

G02B 13/00 (2006.01)

G02B 13/18 (2006.01)

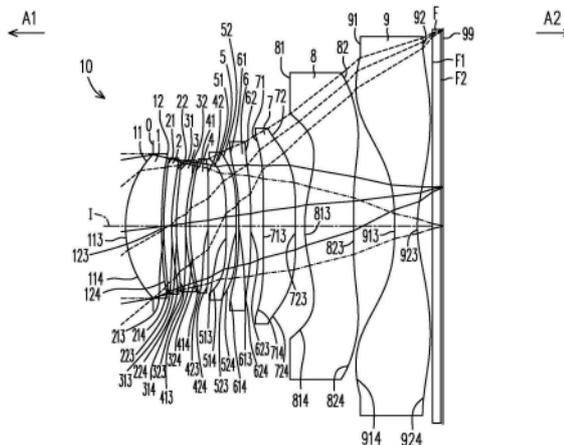
权利要求书3页 说明书18页 附图35页

(54) 发明名称

光学成像镜头

(57) 摘要

本发明涉及一种光学成像镜头,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、第八透镜以及第九透镜;第一透镜至第九透镜各自包括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;第一透镜具有正屈光率,且像侧面的圆周区域为凹面;第二透镜的物侧面的光轴区域为凸面;第九透镜的像侧面的光轴区域为凹面;光学成像镜头的透镜只有上述九片,并且满足以下条件式: $V1+V2 \leq 80.000$ 及 $V3+V7 \geq 50.000$ 。



1. 一种光学成像镜头,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、一第六透镜、一第七透镜、一第八透镜以及一第九透镜,其中该第一透镜至该第九透镜各自包括一朝向该物侧且使成像光线通过的物侧面以及一朝向该像侧且使该成像光线通过的像侧面;

该第一透镜具有正屈光率,且该像侧面的一圆周区域为凹面;

该第二透镜具有负屈光率,且该第二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;

该第九透镜具有负屈光率,且该第九透镜的该像侧面的一光轴区域为凹面;

其中,该光学成像镜头的透镜只有上述九片,该第四透镜到该第八透镜的阿贝数小于40.000的透镜数量大于或等于2,并且满足以下条件式: $V1+V2 \leq 80.000$ 、 $V3+V7 \geq 50.000$ 及 $(\text{ImgH}+\text{EPD}) / (\text{T3}+\text{G45}+\text{T5}+\text{G56}) \geq 7.000$,其中V1为该第一透镜的阿贝数,V2为该第二透镜的阿贝数,V3为该第三透镜的阿贝数,V7为该第七透镜的阿贝数,ImgH为该光学成像镜头的像高,EPD为该光学成像镜头的入瞳直径,T3为该第三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,G45为该第四透镜与该第五透镜在该光轴上的空气间隙,且G56为该第五透镜与该第六透镜在该光轴上的空气间隙。

2. 一种光学成像镜头,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、一第六透镜、一第七透镜、一第八透镜以及一第九透镜,其中该第一透镜至该第九透镜各自包括一朝向该物侧且使成像光线通过的物侧面以及一朝向该像侧且使该成像光线通过的像侧面;

该第一透镜具有正屈光率,且该第一透镜的该像侧面的一圆周区域为凹面;

该第二透镜具有负屈光率,且该物侧面的一光轴区域为凸面;

该第六透镜的该像侧面的一圆周区域为凸面;

该第七透镜的该物侧面的一光轴区域为凸面;

该第九透镜具有负屈光率,且该第九透镜的该像侧面的一光轴区域为凹面;

其中,该光学成像镜头的透镜只有上述九片,该第四透镜到该第八透镜的阿贝数小于40.000的透镜数量大于或等于2,并且满足以下条件式: $V1+V2 \leq 80.000$ 及 $(\text{ImgH}+\text{EPD}) / (\text{T3}+\text{G45}+\text{T5}+\text{G56}) \geq 7.000$,其中V1为该第一透镜的阿贝数,V2为该第二透镜的阿贝数,ImgH为该光学成像镜头的像高,EPD为该光学成像镜头的入瞳直径,T3为该第三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,G45为该第四透镜与该第五透镜在该光轴上的空气间隙,且G56为该第五透镜与该第六透镜在该光轴上的空气间隙。

3. 一种光学成像镜头,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、一第六透镜、一第七透镜、一第八透镜以及一第九透镜,其中该第一透镜至该第九透镜各自包括一朝向该物侧且使成像光线通过的物侧面以及一朝向该像侧且使该成像光线通过的像侧面;

该第一透镜具有正屈光率,且该像侧面的一圆周区域为凹面;

该第二透镜具有负屈光率;

该第七透镜的该物侧面的一光轴区域为凸面;

该第九透镜具有负屈光率,该第九透镜的该物侧面的一圆周区域为凸面,且该像侧面的一光轴区域为凹面;

其中,该光学成像镜头的透镜只有上述九片,该第四透镜到该第八透镜的阿贝数小于40.000的透镜数量大于或等于2,并且满足以下条件式: $V_3+V_7 \geq 50.000$ 及 $(\text{ImgH}+\text{EPD})/(T_3+G_{45}+T_5+G_{56}) \geq 7.000$,其中 V_3 为该第三透镜的阿贝数, V_7 为该第七透镜的阿贝数,ImgH为该光学成像镜头的像高,EPD为该光学成像镜头的入瞳直径, T_3 为该第三透镜在该光轴上的厚度, T_5 为该第五透镜在该光轴上的厚度, G_{45} 为该第四透镜与该第五透镜在该光轴上的空气间隙,且 G_{56} 为该第五透镜与该第六透镜在该光轴上的空气间隙。

4.如权利要求1-3任一所述的光学成像镜头,其中该光学成像镜头更满足以下的条件式: $\text{ImgH}/(G_{12}+T_2+G_{78}) \geq 6.500$,其中 G_{12} 为该第一透镜与该第二透镜在该光轴上的空气间隙, G_{78} 为该第七透镜与该第八透镜在该光轴上的空气间隙,且 T_2 为该第二透镜在该光轴上的厚度。

5.如权利要求1-3任一所述的光学成像镜头,其中该光学成像镜头更满足以下的条件式: $\text{ImgH}/(T_2+T_4+G_{56}+G_{78}) \geq 4.300$,其中 T_2 为该第二透镜在该光轴上的厚度, T_4 为该第四透镜在该光轴上的厚度,且 G_{78} 为该第七透镜与该第八透镜在该光轴上的空气间隙。

6.如权利要求1-3任一所述的光学成像镜头,其中该光学成像镜头更满足以下的条件式: $(T_6+T_7+T_8+T_9)/(T_3+G_{45}+T_5+G_{78}) \geq 1.500$,其中 T_6 为该第六透镜在该光轴上的厚度, T_7 为该第七透镜在该光轴上的厚度, T_8 为该第八透镜在该光轴上的厚度, T_9 为该第九透镜在该光轴上的厚度,且 G_{78} 为该第七透镜与该第八透镜在该光轴上的空气间隙。

7.如权利要求1-3任一所述的光学成像镜头,其中该光学成像镜头更满足以下的条件式: $(\text{AAG}+\text{BFL})/D_{11t32} \leq 2.200$,其中AAG为该第一透镜至该第九透镜在该光轴上的八个空气间隙的总和,BFL为该第九透镜的该像侧面到一成像面在该光轴上的距离,且 D_{11t32} 为该第一透镜的该物侧面到该第三透镜的该像侧面在该光轴上的距离。

8.如权利要求1-3任一所述的光学成像镜头,其中该光学成像镜头更满足以下的条件式: $(G_{12}+T_2+G_{34}+T_4+G_{56}+G_{78})/(G_{23}+G_{45}+G_{67}) \leq 2.700$,其中 G_{12} 为该第一透镜与该第二透镜在该光轴上的空气间隙, G_{23} 为该第二透镜与该第三透镜在该光轴上的空气间隙, G_{34} 为该第三透镜与该第四透镜在该光轴上的空气间隙, G_{67} 为该第六透镜与该第七透镜在该光轴上的空气间隙, G_{78} 为该第七透镜与该第八透镜在该光轴上的空气间隙, T_2 为该第二透镜在该光轴上的厚度,且 T_4 为该第四透镜在该光轴上的厚度。

9.如权利要求1-3任一所述的光学成像镜头,其中该光学成像镜头更满足以下的条件式: $\text{EFL}*\text{Fno}/\text{ImgH} \leq 3.600$,其中EFL为该光学成像镜头的有效焦距,且Fno为该光学成像镜头的光圈值。

10.如权利要求1-3任一所述的光学成像镜头,其中该光学成像镜头更满足以下的条件式: $\text{ImgH}/(D_{12t32}+G_{45}) \geq 3.100$,其中 D_{12t32} 为该第一透镜的该像侧面到该第三透镜的该像侧面在该光轴上的距离。

11.如权利要求1-3任一所述的光学成像镜头,其中该光学成像镜头更满足以下的条件式: $D_{32t81}/(T_8+G_{89}+T_9) \leq 2.300$,其中 D_{32t81} 为该第三透镜的该像侧面到该第八透镜的该物侧面在该光轴上的距离, T_8 为该第八透镜在该光轴上的厚度, T_9 为该第九透镜在该光轴上的厚度,且 G_{89} 为该第八透镜与该第九透镜在该光轴上的空气间隙。

12.如权利要求1-3任一所述的光学成像镜头,其中该光学成像镜头更满足以下的条件式: $\text{Fno}*D_{11t71}/\text{ALT} \leq 1.700$,其中Fno为该光学成像镜头的光圈值, D_{11t71} 为该第一透镜的

该物侧面到该第七透镜的该物侧面在该光轴上的距离,且ALT为该第一透镜至该第九透镜在该光轴上的九个透镜厚度的总和。

13. 如权利要求1-3任一所述的光学成像镜头,其中该光学成像镜头更满足以下的条件式: $D11t52/(T7+T8+T9) \leq 2.400$,其中D11t52为该第一透镜的该物侧面到该第五透镜的该像侧面在该光轴上的距离,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,且T9为该第九透镜在该光轴上的厚度。

14. 如权利要求1-3任一所述的光学成像镜头,其中该光学成像镜头更满足以下的条件式: $(TTL+TL)/\text{ImgH} \leq 3.600$,其中TTL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TL为该第一透镜的该物侧面到该第九透镜的该像侧面在该光轴上的距离。

15. 如权利要求1-3任一所述的光学成像镜头,其中该光学成像镜头更满足以下的条件式: $D12t41/(T4+G45) \leq 3.500$,其中D12t41为该第一透镜的该像侧面到该第四透镜的该物侧面在该光轴上的距离,且T4为该第四透镜在该光轴上的厚度。

16. 如权利要求1-3任一所述的光学成像镜头,其中该光学成像镜头更满足以下的条件式: $(D12t41+G56+T6)/(G67+T7) \leq 3.000$,其中D12t41为该第一透镜的该像侧面到该第四透镜的该物侧面在该光轴上的距离,G67为该第六透镜与该第七透镜在该光轴上的空气间隙,T6为该第六透镜在该光轴上的厚度,且T7为该第七透镜在该光轴上的厚度。

17. 如权利要求1-3任一所述的光学成像镜头,其中该光学成像镜头更满足以下的条件式: $(\text{ImgH}+\text{EPD})/(\text{AAG}+\text{BFL}) \geq 2.700$,其中AAG为该第一透镜至该第九透镜在该光轴上的八个空气间隙的总和,且BFL为该第九透镜的该像侧面到一成像面在该光轴上的距离。

18. 如权利要求1-3任一所述的光学成像镜头,其中该光学成像镜头更满足以下的条件式: $\text{ImgH}/(\text{Fno}*(T3+G45+T7)) \geq 2.000$,其中Fno为该光学成像镜头的光圈值,且T7为该第七透镜在该光轴上的厚度。

19. 如权利要求1-3任一所述的光学成像镜头,其中该光学成像镜头更满足以下的条件式: $(\text{AAG}+\text{BFL})/(T7+T8+T9) \leq 2.500$,其中AAG为该第一透镜至该第九透镜在该光轴上的八个空气间隙的总和,BFL为该第九透镜的该像侧面到一成像面在该光轴上的距离,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,且T9为该第九透镜在该光轴上的厚度。

光学成像镜头

技术领域

[0001] 本发明是有关于一种光学组件,且特别是一种光学成像镜头。

背景技术

[0002] 可携式电子装置的规格日新月异,其关键零组件-光学成像镜头也更加多样化发展。对于可携式电子装置的主镜头不仅要求更大光圈并维持较短的系统长度外,还追求更高画素与更高分辨率。而高画素隐含着必须增加镜头的像高,借着采用更大的影像传感器来接受成像光线以提高画素需求。但大光圈的设计使得镜头能接受更多的成像光线,使得设计的难度增加;而高画素又使得镜头的分辨率要提高,配合大光圈设计使得设计难度倍增。因此如何使镜头在有限的系统长度中加入多片透镜,又要增加分辨率且同时增大光圈与像高是需要挑战并解决的问题。

发明内容

[0003] 本发明提供一种光学成像镜头,其能同时降低光圈值、增加像高与提高分辨率。

[0004] 本发明的一实施例提供一种光学成像镜头,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、第八透镜以及第九透镜。第一透镜至第九透镜各自包括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。第一透镜具有正屈光率,且像侧面的圆周区域为凹面。第二透镜的物侧面的光轴区域为凸面。第九透镜的像侧面的光轴区域为凹面。光学成像镜头的透镜只有上述九片,并且满足以下条件式: $V1+V2 \leq 80.000$ 及 $V3+V7 \geq 50.000$ 。

[0005] 本发明的一实施例提供一种光学成像镜头,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、第八透镜以及第九透镜。第一透镜至第九透镜各自包括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。第一透镜的像侧面的圆周区域为凹面。第二透镜具有负屈光率,且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。第九透镜的像侧面的光轴区域为凹面。光学成像镜头的透镜只有上述九片,并且满足以下条件式: $V1+V2 \leq 80.000$ 。

[0006] 本发明的一实施例提供一种光学成像镜头,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、第八透镜以及第九透镜。第一透镜至第九透镜各自包括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。第一透镜具有正屈光率,且像侧面的圆周区域为凹面。第二透镜具有负屈光率。第九透镜的物侧面的圆周区域为凸面,且像侧面的光轴区域为凹面。光学成像镜头的透镜只有上述九片,并且满足以下条件式: $V3+V7 \geq 50.000$ 。

[0007] 在本发明的光学成像镜头中,实施例还可以选择性地满足以下任一条件:

[0008] 第四透镜到第八透镜的阿贝数小于40.000的透镜数量大于或等于1,

[0009] 第四透镜到第八透镜的阿贝数大于40.000的透镜数量大于或等于2,

[0010] $V1+V2+V5 \leq 120.000$,

- [0011] $V3+V4+V7 \leq 175.000$,
- [0012] $1.400 \leq V9/V5$,
- [0013] $V5/V2 \leq 1.350$,
- [0014] $V9/V1 \leq 1.350$,
- [0015] $(\text{ImgH}+\text{EPD}) / (\text{T3}+\text{G45}+\text{T5}+\text{G56}) \geq 7.000$,
- [0016] $\text{ImgH} / (\text{G12}+\text{T2}+\text{G78}) \geq 6.500$,
- [0017] $\text{ImgH} / (\text{T2}+\text{T4}+\text{G56}+\text{G78}) \geq 4.300$,
- [0018] $(\text{T6}+\text{T7}+\text{T8}+\text{T9}) / (\text{T3}+\text{G45}+\text{T5}+\text{G78}) \geq 1.500$,
- [0019] $(\text{AAG}+\text{BFL}) / \text{D11t32} \leq 2.200$,
- [0020] $(\text{G12}+\text{T2}+\text{G34}+\text{T4}+\text{G56}+\text{G78}) / (\text{G23}+\text{G45}+\text{G67}) \leq 2.700$,
- [0021] $\text{EFL} * \text{Fno} / \text{ImgH} \leq 3.600$,
- [0022] $\text{ImgH} / (\text{D12t32}+\text{G45}) \geq 3.100$,
- [0023] $\text{D32t81} / (\text{T8}+\text{G89}+\text{T9}) \leq 2.300$,
- [0024] $\text{Fno} * \text{D11t71} / \text{ALT} \leq 1.700$,
- [0025] $\text{D11t52} / (\text{T7}+\text{T8}+\text{T9}) \leq 2.400$,
- [0026] $(\text{TTL}+\text{TL}) / \text{ImgH} \leq 3.600$,
- [0027] $\text{D12t41} / (\text{T4}+\text{G45}) \leq 3.500$,
- [0028] $(\text{D12t41}+\text{G56}+\text{T6}) / (\text{G67}+\text{T7}) \leq 3.000$,
- [0029] $(\text{ImgH}+\text{EPD}) / (\text{AAG}+\text{BFL}) \geq 2.700$,
- [0030] $\text{ImgH} / (\text{Fno} * (\text{T3}+\text{G45}+\text{T7})) \geq 2.000$,
- [0031] $(\text{AAG}+\text{BFL}) / (\text{T7}+\text{T8}+\text{T9}) \leq 2.500$

[0032] 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,T9为第九透镜在光轴上的厚度,G12为第一透镜与第二透镜在光轴上的空气间隙,G23为第二透镜与第三透镜在光轴上的空气间隙,G34为第三透镜与第四透镜在光轴上的空气间隙,G45为第四透镜与第五透镜在光轴上的空气间隙,G56为第五透镜与第六透镜在光轴上的空气间隙,G67为第六透镜与第七透镜在光轴上的空气间隙,G78为第七透镜与第八透镜在光轴上的空气间隙,G89为第八透镜与第九透镜在光轴上的空气间隙,AAG为第一透镜至第九透镜在光轴上的八个空气间隙的总和,ALT为第一透镜至第九透镜在光轴上的九个透镜厚度的总和,TL为第一透镜的物侧面到第九透镜的像侧面在光轴上的距离,TTL为第一透镜的物侧面到成像面在光轴上的距离,BFL为第九透镜的像侧面到成像面在光轴上的距离,D11t32为第一透镜的物侧面到第三透镜的像侧面在光轴上的距离,D12t32为第一透镜的像侧面到第三透镜的像侧面在光轴上的距离,D32t81为第三透镜的像侧面到第八透镜的物侧面在光轴上的距离,D11t71为第一透镜的物侧面到第七透镜的物侧面在光轴上的距离,D11t52为第一透镜的物侧面到第五透镜的像侧面在光轴上的距离,D12t41为第一透镜的像侧面到第四透镜的物侧面在光轴上的距离,Fno为光学成像镜头的光圈值,ImgH为光学成像镜头的像高,EFL为光学成像镜头的有效焦距,EPD为光学成像镜头的入瞳直径,V1为第一透镜的阿贝数,V2为第二透镜的阿贝数,V3为第三透镜的阿贝数,V4为第四透镜的阿贝数,V5

为第五透镜的阿贝数, V6为第六透镜的阿贝数, V7为第七透镜的阿贝数, V8为第八透镜的阿贝数, 及V9为第九透镜的阿贝数。

[0033] 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: 借由满足上述透镜的凹凸曲面排列设计、屈光率的条件以及满足上述条件式的设计, 光学成像镜头能同时降低光圈值、增加像高、提高分辨率且符合成像质量。

附图说明

- [0034] 图1是一示意图, 说明一透镜的面形结构。
- [0035] 图2是一示意图, 说明一透镜的面形凹凸结构及光线焦点。
- [0036] 图3是一示意图, 说明一范例一的透镜的面形结构。
- [0037] 图4是一示意图, 说明一范例二的透镜的面形结构。
- [0038] 图5是一示意图, 说明一范例三的透镜的面形结构。
- [0039] 图6为本发明之第一实施例之光学成像镜头的示意图。
- [0040] 图7为第一实施例之光学成像镜头的纵向球差与各项像差图。
- [0041] 图8示出本发明之第一实施例之光学成像镜头的详细光学数据。
- [0042] 图9示出本发明之第一实施例之光学成像镜头的非球面参数。
- [0043] 图10为本发明的第二实施例的光学成像镜头的示意图。
- [0044] 图11为第二实施例之光学成像镜头的纵向球差与各项像差图。
- [0045] 图12示出本发明之第二实施例之光学成像镜头的详细光学数据。
- [0046] 图13示出本发明之第二实施例之光学成像镜头的非球面参数。
- [0047] 图14为本发明的第三实施例的光学成像镜头的示意图。
- [0048] 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。
- [0049] 图16示出本发明之第三实施例之光学成像镜头的详细光学数据。
- [0050] 图17示出本发明之第三实施例之光学成像镜头的非球面参数。
- [0051] 图18为本发明的第四实施例的光学成像镜头的示意图。
- [0052] 图19为第四实施例之光学成像镜头的纵向球差与各项像差图。
- [0053] 图20示出本发明之第四实施例之光学成像镜头的详细光学数据。
- [0054] 图21示出本发明之第四实施例之光学成像镜头的非球面参数。
- [0055] 图22为本发明的第五实施例的光学成像镜头的示意图。
- [0056] 图23为第五实施例之光学成像镜头的纵向球差与各项像差图。
- [0057] 图24示出本发明之第五实施例之光学成像镜头的详细光学数据。
- [0058] 图25示出本发明之第五实施例之光学成像镜头的非球面参数。
- [0059] 图26为本发明的第六实施例的光学成像镜头的示意图。
- [0060] 图27为第六实施例之光学成像镜头的纵向球差与各项像差图。
- [0061] 图28示出本发明之第六实施例之光学成像镜头的详细光学数据。
- [0062] 图29示出本发明之第六实施例之光学成像镜头的非球面参数。
- [0063] 图30为本发明的第七实施例的光学成像镜头的示意图。
- [0064] 图31为第七实施例之光学成像镜头的纵向球差与各项像差图。
- [0065] 图32示出本发明之第七实施例之光学成像镜头的详细光学数据。

- [0066] 图33示出本发明之第七实施例之光学成像镜头的非球面参数。
- [0067] 图34为本发明的第八实施例的光学成像镜头的示意图。
- [0068] 图35为第八实施例之光学成像镜头的纵向球差与各项像差图。
- [0069] 图36示出本发明之第八实施例之光学成像镜头的详细光学数据。
- [0070] 图37示出本发明之第八实施例之光学成像镜头的非球面参数。
- [0071] 图38为本发明的第九实施例的光学成像镜头的示意图。
- [0072] 图39为第九实施例之光学成像镜头的纵向球差与各项像差图。
- [0073] 图40示出本发明之第九实施例之光学成像镜头的详细光学数据。
- [0074] 图41示出本发明之第九实施例之光学成像镜头的非球面参数。
- [0075] 图42以及图43示出本发明之第一至第九实施例之光学成像镜头的各重要参数及其关系式的数值。
- [0076] 符号说明：
- [0077] 0: 光圈；
- [0078] 1: 第一透镜；
- [0079] 2: 第二透镜；
- [0080] 3: 第三透镜；
- [0081] 4: 第四透镜；
- [0082] 5: 第五透镜；
- [0083] 6: 第六透镜；
- [0084] 7: 第七透镜；
- [0085] 8: 第八透镜；
- [0086] 9: 第九透镜；
- [0087] 10: 光学成像镜头；
- [0088] 11、21、31、41、51、52、71、81、91、110、410、510、F1: 物侧面；
- [0089] 12、22、32、42、52、62、72、82、92、120、320、F2: 像侧面；
- [0090] 99: 成像面；
- [0091] 100、200、300、400、500: 透镜；
- [0092] 130: 组装部；
- [0093] 113、123、213、223、313、323、413、423、513、523、613、623、713、723、813、823、913、923、Z1: 光轴区域；
- [0094] 114、124、214、224、314、324、414、424、514、524、614、624、714、724、814、824、914、924、Z2: 圆周区域；
- [0095] 211、212: 平行光线；
- [0096] A1: 物侧；
- [0097] A2: 像侧；
- [0098] CP: 中心点；
- [0099] CP1: 第一中心点；
- [0100] CP2: 第二中心点；
- [0101] EL: 延伸线；

- [0102] F: 滤光片;
- [0103] I: 光轴;
- [0104] Lm: 边缘光线;
- [0105] Lc: 主光线;
- [0106] M、R: 相交点;
- [0107] OB: 光学边界;
- [0108] TP1: 第一转换点;
- [0109] TP2: 第二转换点;
- [0110] Z3: 中继区域。

具体实施方式

[0111] 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。

[0112] 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。

[0113] 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)。

[0114] 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。

[0115] 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。

[0116] 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组件(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。

[0117] 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。

[0118] 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,即借由近轴的曲率半径(简写为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数据表(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借由光线/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。

[0119] 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。

[0120] 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。

[0121] 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。

[0122] 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。

[0123] 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。

[0124] 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。

[0125] 图6为本发明之第一实施例之光学成像镜头的示意图,而图7的A部分至D部分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,本发明的第一实施例之光学成像镜头10从物侧A1至像侧A2沿光学成像镜头10的一光轴I依序包括一第一透镜1、一第二透镜2、一第三透镜3、一第四透镜4、一第五透镜5、一第六透镜6、一第七透镜7、一第八透镜8、一第九透镜9及一滤光片F,其中一光圈0设置在第一透镜1的物侧面11上。当由一待拍摄物所发出的光线进入光学成像镜头10,并经由光圈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、第九透镜9及滤光片F之后,会在一成像面99(Image Plane)形成一影像。滤光片F设置于第九透镜9的像侧面92与成像面99之间。补充说明的是,物侧A1是朝向待拍摄物的一侧,而像侧A2是朝向成像面99的一侧。在一实施例中,滤光片F可为红外线滤除滤光片(IR Cut Filter),但本发明不以此为限。

[0126] 在本实施例中,光学成像镜头10的第一透镜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、第九透镜9及滤光片F都各自具有一朝向物侧A1且使成像光线通过之物侧面11、21、31、41、51、61、71、81、91、F1及一朝向像侧A2且使成像光线通过之像侧面12、22、32、42、52、62、72、82、92、F2。

[0127] 第一透镜1具有正屈光率。第一透镜1的材质可为塑料。在另一实施例中,第一透镜1的材质可为玻璃。第一透镜1的物侧面11的光轴区域113为凸面,且其圆周区域114为凸面。第一透镜1的像侧面12的光轴区域123为凹面,且其圆周区域124为凹面。在本实施例中,第一透镜1的物侧面11与像侧面12皆为非球面(aspheric surface),但本发明并不以此为限。

[0128] 第二透镜2具有负屈光率。第二透镜2的材质可为塑料。在另一实施例中,第二透镜2的材质可为玻璃。第二透镜2的物侧面21的光轴区域213为凸面,且其圆周区域214为凸面。第二透镜2的像侧面22的光轴区域223为凹面,且其圆周区域224为凹面。在本实施例中,第二透镜2的物侧面21与像侧面22皆为非球面,但本发明并不以此为限。

[0129] 第三透镜3具有负屈光率。第三透镜3的材质可为塑料。在另一实施例中,第三透镜3的材质可为玻璃。第三透镜3的物侧面31的光轴区域313为凸面,且其圆周区域314为凸面。第三透镜3的像侧面32的光轴区域323为凹面,且其圆周区域324为凹面。在本实施例中,第三透镜3的物侧面31与像侧面32皆为非球面,但本发明并不以此为限。

[0130] 第四透镜4具有正屈光率。第四透镜4的材质可为塑料。在另一实施例中,第四透镜4的材质可为玻璃。第四透镜4的物侧面41的光轴区域413为凸面,且其圆周区域414为凸面。第四透镜4的像侧面42的光轴区域423为凹面,且其圆周区域424为凸面。在本实施例中,第四透镜4的物侧面41与像侧面42皆为非球面,但本发明并不以此为限。

[0131] 第五透镜5具有正屈光率。第五透镜5的材质可为塑料。在另一实施例中,第五透镜5的材质可为玻璃。第五透镜5的物侧面51的光轴区域513为凹面,且其圆周区域514为凹面。

第五透镜5的像侧面52的光轴区域523为凸面,且其圆周区域524为凸面。在本实施例中,第五透镜5的物侧面51与像侧面52皆为非球面,但本发明并不以此为限。

[0132] 第六透镜6具有负屈光率。第六透镜6的材质可为塑料。在另一实施例中,第六透镜6的材质可为玻璃。第六透镜6的物侧面61的光轴区域613为凹面,且其圆周区域614为凹面。第六透镜6的像侧面62的光轴区域623为凸面,且其圆周区域624为凸面。在本实施例中,第六透镜6的物侧面61与像侧面62皆为非球面,但本发明并不以此为限。

[0133] 第七透镜7具有负屈光率。第七透镜7的材质可为塑料。在另一实施例中,第七透镜7的材质可为玻璃。第七透镜7的物侧面71的光轴区域713为凸面,且其圆周区域714为凹面。第七透镜7的像侧面72的光轴区域723为凹面,且其圆周区域724为凸面。在本实施例中,第七透镜7的物侧面71与像侧面72皆为非球面,但本发明并不以此为限。

[0134] 第八透镜8具有正屈光率。第八透镜8的材质可为塑料。在另一实施例中,第八透镜8的材质可为玻璃。第八透镜8的物侧面81的光轴区域813为凸面,且其圆周区域814为凹面。第八透镜8的像侧面82的光轴区域823为凸面,且其圆周区域824为凸面。在本实施例中,第八透镜8的物侧面81与像侧面82皆为非球面,但本发明并不以此为限。

[0135] 第九透镜9具有负屈光率。第九透镜9的材质可为塑料。在另一实施例中,第九透镜9的材质可为玻璃。第九透镜9的物侧面91的光轴区域913为凹面,且其圆周区域914为凸面。第九透镜9的像侧面92的光轴区域923为凹面,且其圆周区域924为凸面。在本实施例中,第九透镜9的物侧面91与像侧面92皆为非球面,但本发明并不以此为限。

[0136] 在本实施例中,光学成像镜头10的透镜只有上述九片。

[0137] 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的有效焦距(Effective Focal Length,EFL)为5.868毫米(Millimeter,mm),半视角(Half Field of View,HFOV)为39.920度,光圈值(F-number,Fno)为1.600,其系统长度为7.974毫米,像高为5.000毫米,其中系统长度是指由第一透镜1的物侧面11到成像面99在光轴I上的距离。

[0138] 此外,在本实施例中,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以及第九透镜9的物侧面11、21、31、41、51、52、71、81、91及像侧面12、22、32、42、52、62、72、82、92共计十八个面均是非球面,其中物侧面11、21、31、41、51、52、71、81、91与像侧面12、22、32、42、52、62、72、82、92为一般的偶次非球面(even asphere surface)。而这些非球面是依下列公式定义:

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

----- (1)

[0140] 其中:

[0141] R: 透镜表面近光轴I处的曲率半径;

[0142] Z: 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);

[0143] Y: 非球面曲线上的点与光轴I的距离;

[0144] K: 锥面系数(conicconstant);

[0145] a_i :第i阶非球面系数。

[0146] 第一透镜1的物侧面11到第九透镜9的像侧面92在公式(1)中的各项非球面系数如图9所示。其中,图9中字段编号11表示其为第一透镜1的物侧面11的非球面系数,其它字段依此类推。在本实施例及以下各实施例中,第2阶非球面系数 a_2 皆为0。

[0147] 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42所示。

[0148] 其中,

[0149] T1为第一透镜1在光轴I上的厚度;

[0150] T2为第二透镜2在光轴I上的厚度;

[0151] T3为第三透镜3在光轴I上的厚度;

[0152] T4为第四透镜4在光轴I上的厚度;

[0153] T5为第五透镜5在光轴I上的厚度;

[0154] T6为第六透镜6在光轴I上的厚度;

[0155] T7为第七透镜7在光轴I上的厚度;

[0156] T8为第八透镜8在光轴I上的厚度;

[0157] T9为第九透镜9在光轴I上的厚度;

[0158] G12为第一透镜1与第二透镜2在光轴I上的空气间隙,也是第一透镜1的像侧面12到第二透镜2的物侧面21在光轴I上的距离;

[0159] G23为第二透镜2与第三透镜3在光轴I上的空气间隙,也是第二透镜2的像侧面22到第三透镜3的物侧面31在光轴I上的距离;

[0160] G34为第三透镜3与第四透镜4在光轴I上的空气间隙,也是第三透镜3的像侧面32到第四透镜4的物侧面41在光轴I上的距离;

[0161] G45为第四透镜4与第五透镜5在光轴I上的空气间隙,也是第四透镜4的像侧面42到第五透镜5的物侧面51在光轴I上的距离;

[0162] G56为第五透镜5与第六透镜6在光轴I上的空气间隙,也是第五透镜5的像侧面52到第六透镜6的物侧面61在光轴I上的距离;

[0163] G67为第六透镜6与第七透镜7在光轴I上的空气间隙,也是第六透镜6的像侧面62到第七透镜7的物侧面71在光轴I上的距离;

[0164] G78为第七透镜7与第八透镜8在光轴I上的空气间隙,也是第七透镜7的像侧面72到第八透镜8的物侧面81在光轴I上的距离;

[0165] G89为第八透镜8与第九透镜9在光轴I上的空气间隙,也是第八透镜8的像侧面82到第九透镜9的物侧面91在光轴I上的距离;

[0166] AAG为第一透镜1至第九透镜9在光轴I上的八个空气间隙总和,即空气间隙G12、G23、G34、G45、G56、G67、G78及G89之总和;

[0167] ALT为第一透镜1至第九透镜9在光轴I上的九个透镜厚度总和,即厚度T1、T2、T3、T4、T5、T6、T7、T8及T9之总和;

[0168] TL为第一透镜1的物侧面11到第九透镜9的像侧面92在光轴I上的距离;

[0169] TTL为第一透镜1的物侧面11到成像面99在光轴I上的距离;

[0170] BFL为第九透镜9的像侧面92到成像面99在光轴I上的距离;

[0171] D11t32为第一透镜1的物侧面11到第三透镜3的像侧面32在光轴I上的距离;

- [0172] D12t32为第一透镜1的像侧面12到第三透镜3的像侧面32在光轴I上的距离；
- [0173] D32t81为第三透镜3的像侧面32到第八透镜8的物侧面81在光轴I上的距离；
- [0174] D11t71为第一透镜1的物侧面11到第七透镜7的物侧面71在光轴I上的距离；
- [0175] D11t52为第一透镜1的物侧面11到第五透镜5的像侧面52在光轴I上的距离；
- [0176] D12t41为第一透镜1的像侧面12到第四透镜4的物侧面41在光轴I上的距离；
- [0177] Fno为光学成像镜头10的光圈值；
- [0178] ImgH为光学成像镜头10的像高；
- [0179] EFL为光学成像镜头10的有效焦距；
- [0180] EPD为光学成像镜头10的入瞳直径(Entrance Pupil Diameter),等于光学成像镜头10的有效焦距除以光圈值；
- [0181] HFOV为光学成像镜头10的半视角。
- [0182] 另外,再定义:
- [0183] G9F为第九透镜9与滤光片F在光轴I上的空气间隙,也是第九透镜9的像侧面92到滤光片F的物侧面F1在光轴I上的距离；
- [0184] TF为滤光片F在光轴I上的厚度；
- [0185] GFP为滤光片F与成像面99在光轴I上的空气间隙,也是滤光片F的像侧面F2到成像面99在光轴I上的距离；
- [0186] f1为第一透镜1的焦距；
- [0187] f2为第二透镜2的焦距；
- [0188] f3为第三透镜3的焦距；
- [0189] f4为第四透镜4的焦距；
- [0190] f5为第五透镜5的焦距；
- [0191] f6为第六透镜6的焦距；
- [0192] f7为第七透镜7的焦距；
- [0193] f8为第八透镜8的焦距；
- [0194] f9为第九透镜9的焦距；
- [0195] n1为第一透镜1的折射率；
- [0196] n2为第二透镜2的折射率；
- [0197] n3为第三透镜3的折射率；
- [0198] n4为第四透镜4的折射率；
- [0199] n5为第五透镜5的折射率；
- [0200] n6为第六透镜6的折射率；
- [0201] n7为第七透镜7的折射率；
- [0202] n8为第八透镜8的折射率；
- [0203] n9为第九透镜9的折射率；
- [0204] V1为第一透镜1的阿贝数(Abbe number),阿贝数也可被称为色散系数；
- [0205] V2为第二透镜2的阿贝数；
- [0206] V3为第三透镜3的阿贝数；
- [0207] V4为第四透镜4的阿贝数；

[0208] V5为第五透镜5的阿贝数;

[0209] V6为第六透镜6的阿贝数;

[0210] V7为第七透镜7的阿贝数;

[0211] V8为第八透镜8的阿贝数;以及

[0212] V9为第九透镜9的阿贝数。

[0213] 再配合参阅图7的A部分至D部分的图式,其中图7的A部分图式说明第一实施例的纵向球差(Longitudinal Spherical Aberration),图7的B部分与图7的C部分的图式则分别说明第一实施例当其波长为470nm、555nm及650nm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,图7的D部分图式则说明第一实施例当其波长为470nm、555nm及650nm时在成像面99上的畸变像差(Distortion Aberration)。本第一实施例的纵向球差如图7的A部分所示,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 ± 37 微米(μm)的范围内,故本第一实施例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。

[0214] 在图7的B部分与图7的C部分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 ± 35 微米内,说明本第一实施例的光学系统能有效消除像差。而图7的D部分的畸变像差图式则显示本第一实施例的畸变像差维持在 $\pm 2.5\%$ 的范围内,说明本第一实施例的畸变像差已符合光学系统的成像质量要求,据此说明本第一实施例相较于现有光学镜头,在系统长度已缩短至7.974毫米的条件下,仍能提供良好的成像质量,故本第一实施例能在维持良好光学性能之条件下,能够同时降低光圈值、增加像高、提高分辨率且符合成像质量。

[0215] 图10为本发明的第二实施例的光学成像镜头的示意图,而图11的A部分至D部分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的一第二实施例,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1、2、3、4、5、6、7、8及9之间的参数或多或少有些不同。此外,在本实施例中,第五透镜具有负屈光率。在此需注意的是,为了清楚地显示图面,图10中省略部分与第一实施例面形相似的光轴区域与圆周区域的标号。

[0216] 第二实施例的光学成像镜头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的有效焦距为5.960毫米,半视角(HFOV)为38.311度,光圈值(Fno)为1.600,系统长度为7.598毫米,像高则为5.000毫米。

[0217] 第二实施例的第一透镜1的物侧面11到第九透镜9的像侧面92在公式(1)中的各项非球面系数如图13所示。

[0218] 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42所示。

[0219] 本第二实施例的纵向球差如图11的A部分所示,不同高度的离轴光线的成像点偏差控制在 ± 21 微米的范围内。在图11的B部分与图11的C部分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 ± 31 微米内。而图11的D部分的畸变像差图式则显示本第二实施例的畸变像差维持在 $\pm 6.5\%$ 的范围内。

[0220] 经由上述说明可得知：第二实施例的系统长度比第一实施例的系统长度短。此外，第二实施例的纵向球差及场曲像差优于第一实施例。

[0221] 图14为本发明的第三实施例的光学成像镜头的示意图，而图15的A部分至D部分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的一第三实施例，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1、2、3、4、5、6、7、8及9间的参数或多或少有些不同。此外，在本实施例中，第五透镜具有负屈光率。在此需注意的是，为了清楚地显示图面，图14中省略部分与第一实施例面形相似的光轴区域与圆周区域的标号。

[0222] 第三实施例的光学成像镜头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的有效焦距为5.801毫米，半视角(HFOV)为38.499度，光圈值(Fno)为1.600，系统长度为7.513毫米，像高则为5.000毫米。

[0223] 第三实施例的第一透镜1的物侧面11到第九透镜9的像侧面92在公式(1)中的各项非球面系数如图17所示。

[0224] 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42所示。

[0225] 本第三实施例的纵向球差如图15的A部分所示，不同高度的离轴光线的成像点偏差控制在±19微米的范围内。在图15的B部分与图15的C部分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±30微米内。而图15的D部分的畸变像差图式则显示本第三实施例的畸变像差维持在±9%的范围内。

[0226] 经由上述说明可得知：第三实施例的系统长度比第一实施例的系统长度短。此外，第三实施例的纵向球差及场曲像差优于第一实施例。

[0227] 图18为本发明的第四实施例的光学成像镜头的示意图，而图19的A部分至D部分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1、2、3、4、5、6、7、8及9间的参数或多或少有些不同。此外，在本实施例中，第三透镜3具有正屈光率。第三透镜3的物侧面31的圆周区域314为凹面。第三透镜3的像侧面32的光轴区域323为凸面，且像侧面32的圆周区域324为凸面。第四透镜4的物侧面41的光轴区域413为凹面，且物侧面41的圆周区域414为凹面。第四透镜4的像侧面42的光轴区域423为凸面。第五透镜5具有负屈光率。第六透镜6具有正屈光率。第六透镜6的物侧面61的光轴区域613为凸面。第六透镜6的像侧面62的光轴区域623为凹面。第七透镜7具有正屈光率。第七透镜7的像侧面72的光轴区域723为凸面。第八透镜8具有负屈光率。第八透镜8的物侧面81的光轴区域813为凹面。在此需注意的是，为了清楚地显示图面，图18中省略部分与第一实施例面形相似的光轴区域与圆周区域的标号。

[0228] 第四实施例的光学成像镜头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的有效焦距为6.388毫米，半视角(HFOV)为35.668度，光圈值(Fno)为1.600，系统长度为7.888毫米，像高则为5.000毫米。

[0229] 第四实施例的第一透镜1的物侧面11到第九透镜9的像侧面92在公式(1)中的各项非球面系数如图21所示。

[0230] 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42所示。

[0231] 本第四实施例的纵向球差如图19的A部分所示，不同高度的离轴光线的成像点偏

差控制在 ± 10 微米的范围内。在图19的B部分与图19的C部分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 ± 16 微米内。而图19的D部分的畸变像差图式则显示本第四实施例的畸变像差维持在 $\pm 9.1\%$ 的范围内。

[0232] 经由上述说明可得知:第四实施例的系统长度比第一实施例的系统长度短。此外,第四实施例的纵向球差及场曲像差优于第一实施例。

[0233] 图22为本发明的第五实施例的光学成像镜头的示意图,而图23的A部分至D部分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1、2、3、4、5、6、7、8及9间的参数或多或少有些不同。此外,在本实施例中,第三透镜3具有正屈光率。第三透镜3的像侧面32的圆周区域324为凸面。第四透镜4具有负屈光率。第四透镜4的物侧面41的光轴区域413为凹面,且物侧面41的圆周区域414为凹面。第四透镜4的像侧面42的光轴区域423为凸面。第五透镜5具有负屈光率。第五透镜5的像侧面52的光轴区域523为凹面。第六透镜6的物侧面61的光轴区域613为凸面。第六透镜6的像侧面62的光轴区域623为凹面。第七透镜7具有正屈光率。第七透镜7的像侧面72的光轴区域723为凸面。第八透镜8的像侧面82的光轴区域823为凹面。在此需注意的是,为了清楚地显示图面,图22中省略部分与第一实施例面形相似的光轴区域与圆周区域的标号。

[0234] 第五实施例的光学成像镜头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的有效焦距为5.854毫米,半视角(HFOV)为37.813度,光圈值(Fno)为1.600,系统长度为7.328毫米,像高则为5.000毫米。

[0235] 第五实施例的第一透镜1的物侧面11到第九透镜9的像侧面92在公式(1)中的各项非球面系数如图25所示。

[0236] 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42所示。

[0237] 本第五实施例的纵向球差如图23的A部分所示,不同高度的离轴光线的成像点偏差控制在 ± 13 微米的范围内。在图23的B部分与图23的C部分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 ± 26 微米内。而图23的D部分的畸变像差图式则显示本第五实施例的畸变像差维持在 $\pm 10.5\%$ 的范围内。

[0238] 经由上述说明可得知:第五实施例的系统长度比第一实施例的系统长度短。此外,第五实施例的纵向球差及场曲像差优于第一实施例。

[0239] 图26为本发明的第六实施例的光学成像镜头的示意图,而图27的A部分至D部分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1、2、3、4、5、6、7、8及9间的参数或多或少有些不同。此外,在本实施例中,第三透镜3具有正屈光率。第三透镜3的像侧面32的圆周区域324为凸面。第四透镜4具有负屈光率。第四透镜4的物侧面41的光轴区域413为凹面,且物侧面41的圆周区域414为凹面。第四透镜4的像侧面42的光轴区域423为凸面。第五透镜5具有负屈光率。第五透镜5的像侧面52的光轴区域523为凹面。第六透镜6的物侧面61的光轴区域613为凸面。第六透镜6的像侧面62的光轴区域623为凹面。第七透镜7具有正屈光率。第七透镜7的像侧面72的光轴区域723为凸面。第八透镜8的像侧面82的光轴区域823为凹面。在此需注意的是,为了清楚地显示图面,图26中省略部分与第一实施例面形相似的光轴区域与圆周区域的标号。

[0240] 第六实施例的光学成像镜头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的有效焦距为5.836毫米,半视角(HFOV)为37.580度,光圈值(Fno)为1.600,系统长度为7.313毫米,像高则为5.000毫米。

[0241] 第六实施例的第一透镜1的物侧面11到第九透镜9的像侧面92在公式(1)中的各项非球面系数如图29所示。

[0242] 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43所示。

[0243] 本第六实施例的纵向球差如图27的A部分所示,不同高度的离轴光线的成像点偏差控制在 ± 13 微米的范围内。在图27的B部分与图27的C部分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 ± 26 微米内。而图27的D部分的畸变像差图式则显示本第六实施例的畸变像差维持在 $\pm 12\%$ 的范围内。

[0244] 经由上述说明可得知:第六实施例的系统长度比第一实施例的系统长度短。此外,第六实施例的纵向球差及场曲像差优于第一实施例。

[0245] 图30为本发明的第七实施例的光学成像镜头的示意图,而图31的A部分至D部分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1、2、3、4、5、6、7、8及9间的参数或多或少有些不同。此外,在本实施例中,第三透镜3具有正屈光率。第三透镜3的像侧面32的光轴区域323为凸面。第三透镜3的像侧面32的圆周区域324为凸面。第四透镜4具有负屈光率。第四透镜4的物侧面41的光轴区域413为凹面,且物侧面41的圆周区域414为凹面。第四透镜4的像侧面42的光轴区域423为凸面。第五透镜5具有负屈光率。第五透镜5的像侧面52的光轴区域523为凹面。第六透镜6的物侧面61的光轴区域613为凸面。第六透镜6的像侧面62的光轴区域623为凹面。第七透镜7具有正屈光率。第七透镜7的像侧面72的光轴区域723为凸面。第八透镜8的像侧面82的光轴区域823为凹面。在此需注意的是,为了清楚地显示图面,图30中省略部分与第一实施例面形相似的光轴区域与圆周区域的标号。

[0246] 第七实施例的光学成像镜头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的有效焦距为6.697毫米,半视角(HFOV)为41.962度,光圈值(Fno)为1.600,系统长度为8.460毫米,像高则为6.700毫米。

[0247] 第七实施例的第一透镜1的物侧面11到第九透镜9的像侧面92在公式(1)中的各项非球面系数如图33所示。

[0248] 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43所示。

[0249] 本第七实施例的纵向球差如图31的A部分所示,不同高度的离轴光线的成像点偏差控制在 ± 16 微米的范围内。在图31的B部分与图31的C部分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 ± 54 微米内。而图31的D部分的畸变像差图式则显示本第七实施例的畸变像差维持在 $\pm 11.5\%$ 的范围内。

[0250] 经由上述说明可得知:第七实施例的半视角大于第一实施例。此外,第七实施例的纵向球差优于第一实施例。

[0251] 图34为本发明的第八实施例的光学成像镜头的示意图,而图35的A部分至图35的D部分为第八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34,本发明光学成像镜头10的一第八实施例,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1、2、3、4、5、6、7、8及9间的参数或多或少有些不同。此外,在本实施例中,第三透镜3具有正屈光率。第四透镜4的物侧面41的光轴区域413为凹面,且物侧面41的圆周区域414为凹面。第四透镜4的像侧面42的光轴区域423为凸面。第五透镜5具有负屈光率。第六透镜6具有正屈光率。在此需注意的是,为了清楚地显示图面,图34中省略部分与第一实施例面形相似的光轴区域与圆周区域的标号。

[0252] 第八实施例的光学成像镜头10详细的光学数据如图36所示,且第八实施例的光学成像镜头10的有效焦距为7.058毫米,半视角(HFOV)为40.126度,光圈值(Fno)为1.600,系统长度为8.920毫米,像高则为6.700毫米。

[0253] 第八实施例的第一透镜1的物侧面11到第九透镜9的像侧面92在公式(1)中的各项非球面系数如图37所示。

[0254] 另外,第八实施例之光学成像镜头10中各重要参数间的关系如图43所示。

[0255] 本第八实施例的纵向球差如图35的A部分所示,不同高度的离轴光线的成像点偏差控制在 ± 16 微米的范围内。在图35的B部分与图35的C部分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 ± 20 微米内。而图35的D部分的畸变像差图式则显示本第八实施例的畸变像差维持在 $\pm 13\%$ 的范围内。

[0256] 经由上述说明可得知:第八实施例的半视角大于第一实施例。此外,第八实施例的纵向球差及场曲像差优于第一实施例。

[0257] 图38为本发明的第九实施例的光学成像镜头的示意图,而图39的A部分至D部分为第九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38,本发明光学成像镜头10的一第九实施例,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1、2、3、4、5、6、7、8及9间的参数或多或少有些不同。此外,在本实施例中,第三透镜3具有正屈光率。第四透镜4具有负屈光率。第四透镜4的物侧面41的光轴区域413为凹面,且物侧面41的圆周区域414为凹面。第四透镜4的像侧面42的光轴区域423为凸面。第五透镜5具有负屈光率。第六透镜6具有正屈光率。第八透镜8的像侧面82的圆周区域824为凹面。在此需注意的是,为了清楚地显示图面,图38中省略部分与第一实施例面形相似的光轴区域与圆周区域的标号。

[0258] 第九实施例的光学成像镜头10详细的光学数据如图40所示,且第九实施例的光学成像镜头10的有效焦距为6.571毫米,半视角(HFOV)为32.733度,光圈值(Fno)为1.600,系统长度为8.372毫米,像高则为4.480毫米。

[0259] 第九实施例的第一透镜1的物侧面11到第九透镜9的像侧面92在公式(1)中的各项非球面系数如图41所示。

[0260] 另外,第九实施例之光学成像镜头10中各重要参数间的关系如图43所示。

[0261] 本第九实施例的纵向球差如图39的A部分所示,不同高度的离轴光线的成像点偏差控制在 ± 8.2 微米的范围内。在图39的B部分与图39的C部分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 ± 10 微米内。而图39的D部分的畸变像差图式则显示本第九实施例的畸变像差维持在 $\pm 6\%$ 的范围内。

[0262] 经由上述说明可得知:第九实施例的纵向球差及场曲像差优于第一实施例。

[0263] 再配合参阅图42及图43,图42及图43为上述第一实施例至第九实施例的各项光学参数的表格图。

[0264] 为了有助于使各透镜的厚度与间隔维持一适当值,避免任一参数过大而不利于光学成像镜头10整体之薄型化,或是避免任一参数过小而影响组装或是提高制造上之困难度,本发明实施例的光学成像镜头10进一步满足以下条件式之数值限定。

[0265] 在本发明的实施例的光学成像镜头10中,符合以下的条件式: $(\text{ImgH}+\text{EPD}) / (\text{T3}+\text{G45}+\text{T5}+\text{G56}) \geq 7.000$,其中,较佳的范围为 $7.000 \leq (\text{ImgH}+\text{EPD}) / (\text{T3}+\text{G45}+\text{T5}+\text{G56}) \leq 11.000$ 。

[0266] 在本发明的实施例的光学成像镜头10中,更符合以下的条件式: $\text{ImgH} / (\text{G12}+\text{T2}+\text{G78}) \geq 6.500$,其中,较佳的范围为 $6.500 \leq \text{ImgH} / (\text{G12}+\text{T2}+\text{G78}) \leq 17.000$ 。

[0267] 在本发明的实施例的光学成像镜头10中,更符合以下的条件式: $\text{ImgH} / (\text{T2}+\text{T4}+\text{G56}+\text{G78}) \geq 4.300$,其中,较佳的范围为 $4.300 \leq \text{ImgH} / (\text{T2}+\text{T4}+\text{G56}+\text{G78}) \leq 9.000$ 。

[0268] 在本发明的实施例的光学成像镜头10中,更符合以下的条件式: $(\text{T6}+\text{T7}+\text{T8}+\text{T9}) / (\text{T3}+\text{G45}+\text{T5}+\text{G78}) \geq 1.500$,其中,较佳的范围为 $1.500 \leq (\text{T6}+\text{T7}+\text{T8}+\text{T9}) / (\text{T3}+\text{G45}+\text{T5}+\text{G78}) \leq 2.600$ 。

[0269] 在本发明的实施例的光学成像镜头10中,更符合以下的条件式: $(\text{AAG}+\text{BFL}) / \text{D11t32} \leq 2.200$,其中,较佳的范围为 $1.100 \leq (\text{AAG}+\text{BFL}) / \text{D11t32} \leq 2.200$ 。

[0270] 在本发明的实施例的光学成像镜头10中,更符合以下的条件式: $(\text{G12}+\text{T2}+\text{G34}+\text{T4}+\text{G56}+\text{G78}) / (\text{G23}+\text{G45}+\text{G67}) \leq 2.700$,其中,较佳的范围为 $1.000 \leq (\text{G12}+\text{T2}+\text{G34}+\text{T4}+\text{G56}+\text{G78}) / (\text{G23}+\text{G45}+\text{G67}) \leq 2.700$ 。

[0271] 在本发明的实施例的光学成像镜头10中,更符合以下的条件式: $\text{EFL} * \text{Fno} / \text{ImgH} \leq 3.600$,其中,较佳的范围为 $1.400 \leq \text{EFL} * \text{Fno} / \text{ImgH} \leq 3.600$ 。

[0272] 在本发明的实施例的光学成像镜头10中,更符合以下的条件式: $\text{ImgH} / (\text{D12t32}+\text{G45}) \geq 3.100$,其中,较佳的范围为 $3.100 \leq \text{ImgH} / (\text{D12t32}+\text{G45}) \leq 5.700$ 。

[0273] 在本发明的实施例的光学成像镜头10中,更符合以下的条件式: $\text{D32t81} / (\text{T8}+\text{G89}+\text{T9}) \leq 2.300$,其中,较佳的范围为 $0.900 \leq \text{D32t81} / (\text{T8}+\text{G89}+\text{T9}) \leq 2.300$ 。

[0274] 在本发明的实施例的光学成像镜头10中,更符合以下的条件式: $\text{Fno} * \text{D11t71} / \text{ALT} \leq 1.700$,其中,较佳的范围为 $1.000 \leq \text{Fno} * \text{D11t71} / \text{ALT} \leq 1.700$ 。

[0275] 在本发明的实施例的光学成像镜头10中,更符合以下的条件式: $\text{D11t52} / (\text{T7}+\text{T8}+\text{T9}) \leq 2.400$,其中,较佳的范围为 $0.900 \leq \text{D11t52} / (\text{T7}+\text{T8}+\text{T9}) \leq 2.400$ 。

[0276] 在本发明的实施例的光学成像镜头10中,更符合以下的条件式: $(\text{TTL}+\text{TL}) / \text{ImgH} \leq 3.600$,其中,较佳的范围为 $2.000 \leq (\text{TTL}+\text{TL}) / \text{ImgH} \leq 3.600$ 。

[0277] 在本发明的实施例的光学成像镜头10中,更符合以下的条件式: $\text{D12t41} / (\text{T4}+\text{G45}) \leq 3.500$,其中,较佳的范围为 $0.700 \leq \text{D12t41} / (\text{T4}+\text{G45}) \leq 3.500$ 。

[0278] 在本发明的实施例的光学成像镜头10中,更符合以下的条件式: $(\text{D12t41}+\text{G56}+\text{T6}) / (\text{G67}+\text{T7}) \leq 3.000$,其中,较佳的范围为 $0.800 \leq (\text{D12t41}+\text{G56}+\text{T6}) / (\text{G67}+\text{T7}) \leq 3.000$ 。

[0279] 在本发明的实施例的光学成像镜头10中,更符合以下的条件式: $(\text{ImgH}+\text{EPD}) / (\text{AAG}+\text{BFL}) \geq 2.700$,其中,较佳的范围为 $2.700 \leq (\text{ImgH}+\text{EPD}) / (\text{AAG}+\text{BFL}) \leq 5.000$ 。

[0280] 在本发明的实施例的光学成像镜头10中,更符合以下的条件式: $\text{ImgH} / (\text{Fno} * (\text{T3}+\text{G45}+\text{T7})) \geq 2.000$,其中,较佳的范围为 $2.000 \leq \text{ImgH} / (\text{Fno} * (\text{T3}+\text{G45}+\text{T7})) \leq 4.000$ 。

[0281] 在本发明的实施例的光学成像镜头10中,更符合以下的条件式: $(\text{AAG}+\text{BFL}) / (\text{T7}+$

$T8+T9) \leq 2.500$, 其中, 较佳的范围为 $1.100 \leq (AAG+BFL)/(T7+T8+T9) \leq 2.500$ 。

[0282] 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。有鉴于光学系统设计的不可预测性, 在本发明的架构之下, 符合上述条件式能较佳地使本发明的实施例的光学成像镜头系统长度缩短、可用光圈增大以及成像质量提升, 或组装良率提升而改善先前技术的缺点。

[0283] 前述所列之示例性限定关系式, 亦可选择性地合并不等数量施用于本发明之实施例样中, 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, 这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。

[0284] 综上所述, 本发明的实施例的光学成像镜头10可获致下述的功效及优点:

[0285] 一、本发明各实施例的纵向球差、场曲像差、畸变皆符合使用规范。另外, 红、绿、蓝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, 红、绿、蓝三种代表波长彼此间的距离亦相当接近, 显示本发明在各种状态下对不同波长光线的集中性佳而具有优良的色散抑制能力。综上所述, 本发明借由所述透镜的设计与相互搭配, 而能产生优异的成像质量。

[0286] 二、本发明实施例的光学成像镜头满足以下组合有利于同时降低光圈值、增加像高与提高分辨率: 第一透镜具有正屈光率、第一透镜的像侧面的圆周区域为凹面、第二透镜的物侧面的光轴区域为凸面、第九透镜的像侧面的光轴区域为凹面, 并搭配 $V1+V2 \leq 80.000$ 与 $V3+V7 \geq 50.000$, 其中, 较佳的范围为 $38.000 \leq V1+V2 \leq 80.000$ 与 $120.000 \geq V3+V7 \geq 50.000$ 。

[0287] 三、本发明实施例的光学成像镜头满足以下组合有利于同时降低光圈值、增加像高与提高分辨率: 第一透镜的像侧面的圆周区域为凹面、第二透镜具有负屈光率、第二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、第九透镜的像侧面的光轴区域为凹面, 并搭配 $V1+V2 \leq 80.000$, 其中, 较佳的范围为 $38.000 \leq V1+V2 \leq 80.000$ 。

[0288] 四、本发明实施例的光学成像镜头满足以下组合有利于同时降低光圈值、增加像高与提高分辨率: 第一透镜具有正屈光率、第一透镜的像侧面的圆周区域为凹面、第二透镜具有负屈光率、第九透镜的物侧面的圆周区域为凸面、第九透镜的像侧面的光轴区域为凹面, 并搭配 $V3+V7 \geq 50.000$, 其中, 较佳的范围为 $120.000 \geq V3+V7 \geq 50.000$ 。

[0289] 五、本发明实施例的光学成像镜头进一步满足第四透镜到第八透镜的阿贝数小于 40.000 的透镜数量大于或等于 1 时, 有利于成像光线转折使得镜头在有限的系统长度中增加像高, 其中, 较佳的限制为透镜数量大于或等于 2, 最佳的限制为透镜数量小于或等于 3。

[0290] 六、本发明实施例的光学成像镜头进一步满足第四透镜到第八透镜的阿贝数大于 40.000 的透镜数量大于或等于 2 时, 有利于降低材料成本, 较佳的限制为透镜数量大于或等于 3, 最佳的限制为透镜数量小于或等于 4。

[0291] 七、本发明实施例的光学成像镜头进一步满足 $V1+V2+V5 \leq 120.000$ 、 $V3+V4+V7 \leq 175.000$ 、 $1.400 \leq V9/V5$ 、 $V5/V2 \leq 1.350$ 或 $V9/V1 \leq 1.350$, 有利于在有限的系统长度中增加像高, 其中, 较佳的范围为 $57.000 \leq V1+V2+V5 \leq 120.000$ 、 $110.00 \leq V3+V4+V7 \leq 175.000$ 、

$1.400 \leq V9/V5 \leq 3.000$ 、 $0.750 \leq V5/V2 \leq 1.350$ 或 $0.700 \leq V9/V1 \leq 1.350$ 。

[0292] 八、本发明各实施例的透镜采用非球面的设计更有利于优化成像质量。

[0293] 九、本发明各实施例的透镜选择塑料材质有助于轻量化,更能减轻光学成像镜头的重量及节省成本。

[0294] 十、本发明各实施例的透镜选择玻璃材质,可有效提升热稳定性且提升透镜加工制作及组装的良率。

[0295] 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:

[0296] (1) 光学参数所涵盖的范围,例如: $\alpha_2 \leq A \leq \alpha_1$ 或 $\beta_2 \leq B \leq \beta_1$, α_1 为光学参数A在多个实施例中的最大值, α_2 为光学参数A在多个实施例中的最小值, β_1 为光学参数B在多个实施例中的最大值, β_2 为光学参数B在多个实施例中的最小值。

[0297] (2) 光学参数互相之比较关系,例如:A大于B或A小于B。

[0298] (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 $(A*B)^{1/2}$,而E又满足条件式 $E \leq \gamma_1$ 或 $E \geq \gamma_2$ 或 $\gamma_2 \leq E \leq \gamma_1$, γ_1 及 γ_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 γ_1 为本发明多个实施例中的最大值, γ_2 为本发明多个实施例中的最小值。

[0299] 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。

[0300] 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。

[0301] 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专利申请范围所界定者为准。

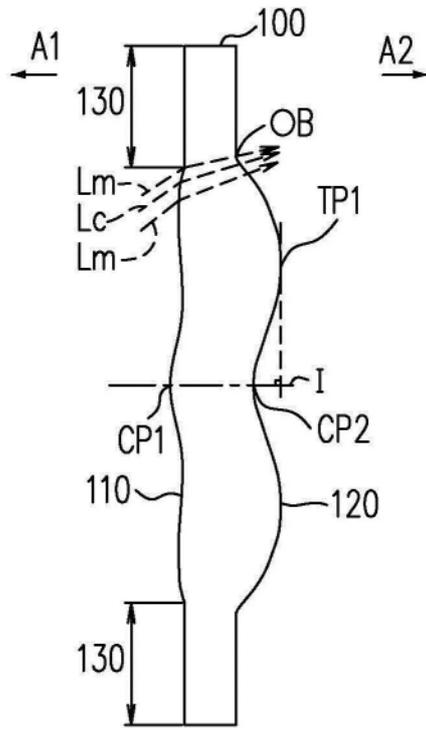


图1

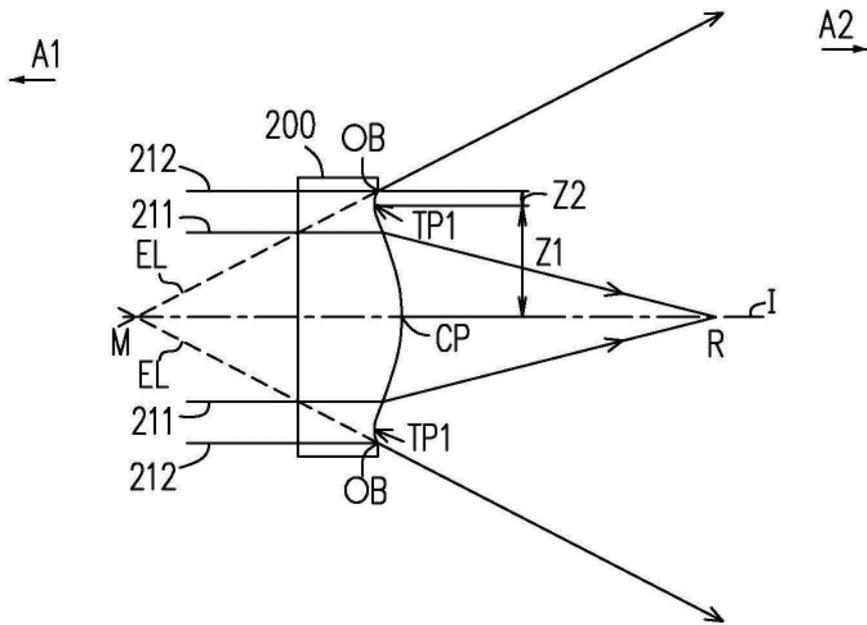


图2

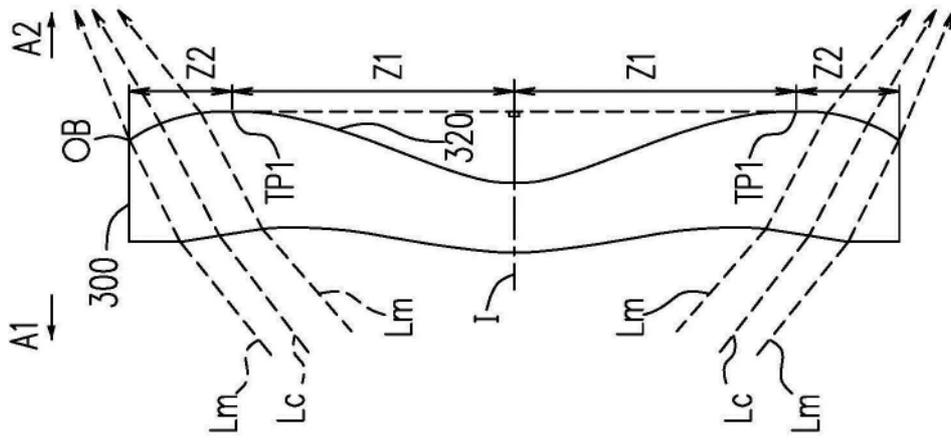


图3

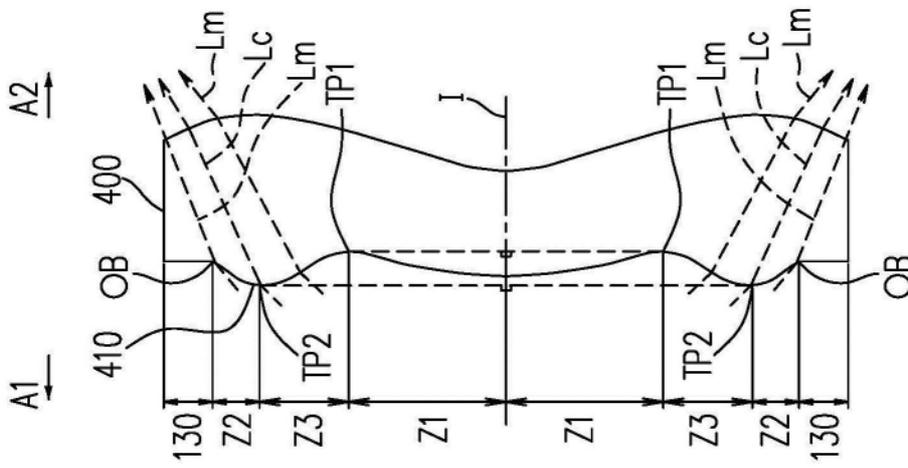


图4

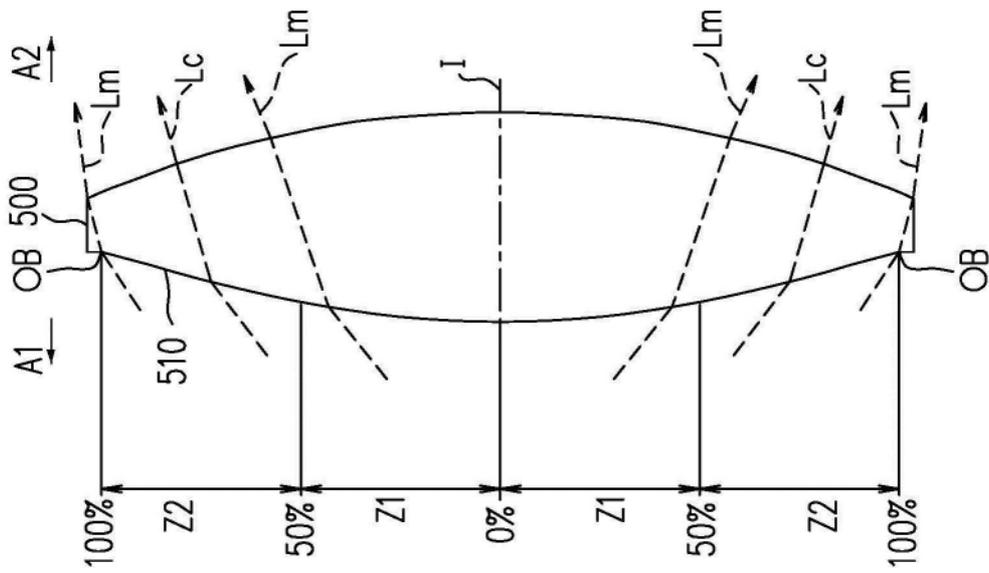


图5

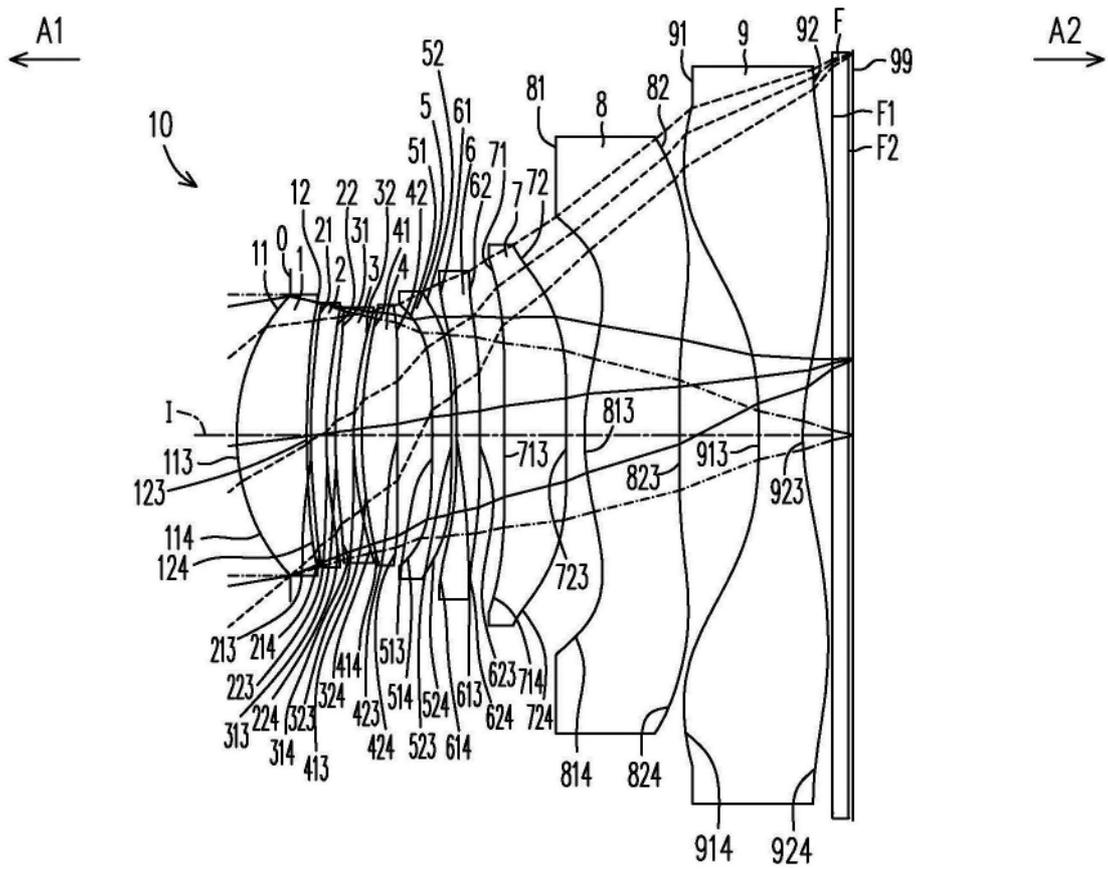


图6

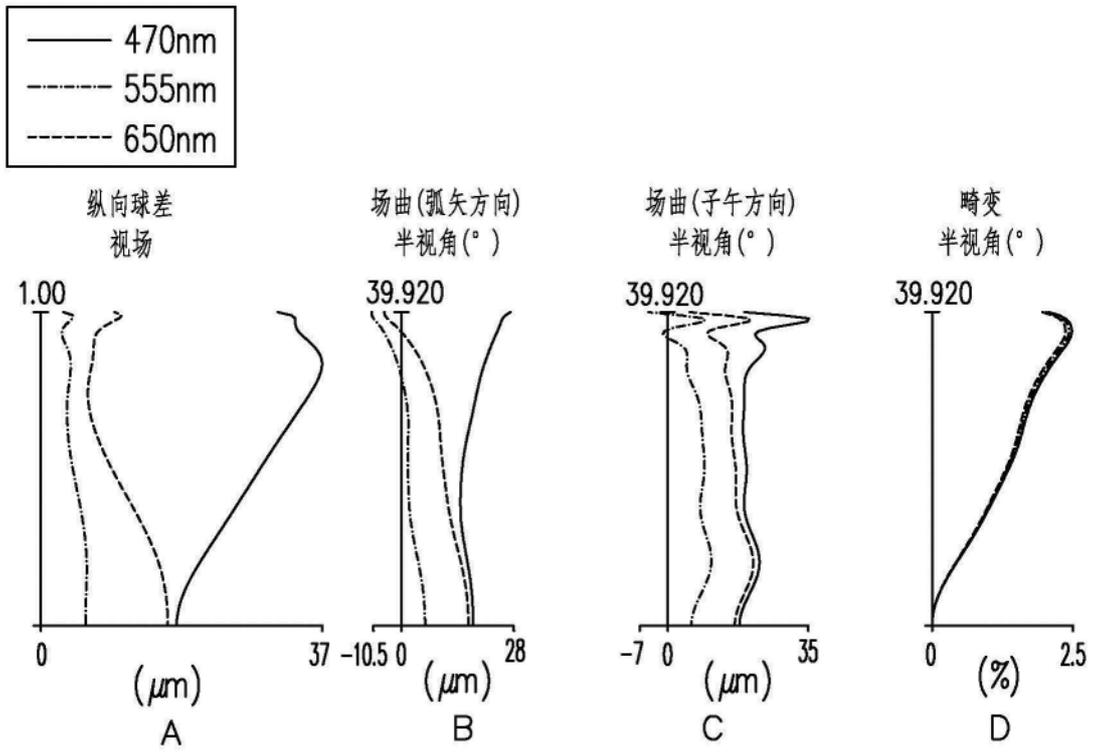


图7

第一实施例						
EFL=5.868 mm, HFOV=39.920 度, TTL=7.974 mm, Fno=1.600, ImgH=5.000 mm。						
组件	面	曲率半径 (mm)	厚度 (mm)	折射率	阿贝数	焦距 (mm)
物体		无限大	无限大			
光圈 0		无限大	-0.694			
第一透镜 1	物侧面 11	2.900	0.907	1.531	49.620	6.888
	像侧面 12	12.269	0.052			
第二透镜 2	物侧面 21	7.943	0.200	1.671	19.243	-34.402
	像侧面 22	5.864	0.117			
第三透镜 3	物侧面 31	7.262	0.238	1.671	19.243	-18.536
	像侧面 32	4.540	0.105			
第四透镜 4	物侧面 41	6.182	0.458	1.545	55.987	12.909
	像侧面 42	48.796	0.454			
第五透镜 5	物侧面 51	-22.837	0.250	1.671	19.243	212.787
	像侧面 52	-19.801	0.067			
第六透镜 6	物侧面 61	-12.893	0.298	1.671	19.243	-24.180
	像侧面 62	-61.100	0.313			
第七透镜 7	物侧面 71	30.847	0.800	1.545	55.987	-49.251
	像侧面 72	14.239	0.241			
第八透镜 8	物侧面 81	3.247	1.228	1.545	55.987	5.745
	像侧面 82	-81.646	1.032			
第九透镜 9	物侧面 91	-9.671	0.569	1.545	55.987	-4.418
	像侧面 92	3.283	0.382			
滤光片 F	物侧面 F1	无限大	0.210	1.517	64.167	
	像侧面 F2	无限大	0.052			
	成像面 99	无限大				

图8

面	K	a ₄	a ₆	a ₈	a ₁₀
11	0.000000E+00	1.518725E-03	5.587883E-04	-2.978147E-05	2.440931E-05
12	0.000000E+00	-7.204294E-03	4.685648E-03	-1.653755E-03	8.991345E-04
21	0.000000E+00	-9.353695E-03	-5.707347E-03	4.707810E-03	-6.328617E-04
22	6.250031E-01	1.006053E-02	-2.695191E-02	1.420985E-02	-3.264142E-03
31	-2.564127E+00	1.178874E-02	-3.344357E-02	2.335359E-02	-9.890222E-03
32	7.849306E-01	4.910039E-03	-2.926045E-02	2.625638E-02	-1.240058E-02
41	0.000000E+00	8.755059E-03	-1.454853E-02	8.384362E-03	-1.504824E-03
42	0.000000E+00	-2.500783E-03	-3.071042E-03	-6.826852E-04	1.309822E-03
51	0.000000E+00	-1.029620E-02	-2.539759E-02	2.187164E-02	-2.027493E-02
52	0.000000E+00	1.865912E-02	-4.824849E-02	2.237103E-02	-8.200504E-04
61	0.000000E+00	8.972885E-03	-2.498453E-02	-5.235504E-03	2.850836E-02
62	0.000000E+00	-1.851489E-02	3.038585E-03	-5.861380E-03	7.831416E-03
71	0.000000E+00	-2.172017E-02	1.120845E-02	-6.677242E-03	2.759344E-03
72	0.000000E+00	-6.717621E-02	2.421751E-02	-1.030199E-02	3.886495E-03
81	0.000000E+00	-4.127517E-02	1.084310E-02	-4.875173E-03	1.530283E-03
82	0.000000E+00	2.629026E-02	-6.842241E-03	5.873380E-04	3.551144E-05
91	0.000000E+00	-3.183912E-02	5.827787E-03	-6.435204E-04	7.574890E-05
92	-6.627616E+00	-1.861570E-02	3.359081E-03	-3.854968E-04	2.552700E-05
面	a ₁₂	a ₁₄	a ₁₆	a ₁₈	a ₂₀
11	2.228474E-06	-1.938926E-06	4.103489E-07	\	
12	-3.813577E-04	9.348826E-05	-8.559719E-06		
21	-3.601477E-04	1.671479E-04	-2.103503E-05		
22	6.227327E-05	1.471262E-04	-2.617405E-05		
31	2.640061E-03	-3.984265E-04	2.510130E-05		
32	2.988350E-03	-2.822017E-04	3.401872E-06		
41	-1.228817E-03	6.740316E-04	-8.851746E-05		
42	-9.744561E-04	3.500307E-04	-4.505706E-05		
51	1.329451E-02	-6.036919E-03	1.809952E-03		
52	-5.985621E-03	3.601571E-03	-9.422165E-04		
61	-2.458607E-02	1.083735E-02	-2.666737E-03	3.478550E-04	-1.883723E-05
62	-4.599473E-03	1.463796E-03	-2.586035E-04	2.362989E-05	-8.677878E-07
71	-7.833779E-04	1.494371E-04	-1.843891E-05	1.380657E-06	-5.012940E-08
72	-1.162162E-03	2.515829E-04	-3.597965E-05	2.996290E-06	-1.080227E-07
81	-3.574922E-04	5.930888E-05	-6.502740E-06	4.136903E-07	-1.132431E-08
82	-1.512010E-05	1.806140E-06	-1.129983E-07	3.705970E-09	-5.024300E-11
91	-7.612358E-06	4.977836E-07	-1.929714E-08	4.053440E-10	-3.569000E-12
92	-8.315960E-07	1.686669E-09	7.752400E-10	-2.253900E-11	2.030000E-13

图9

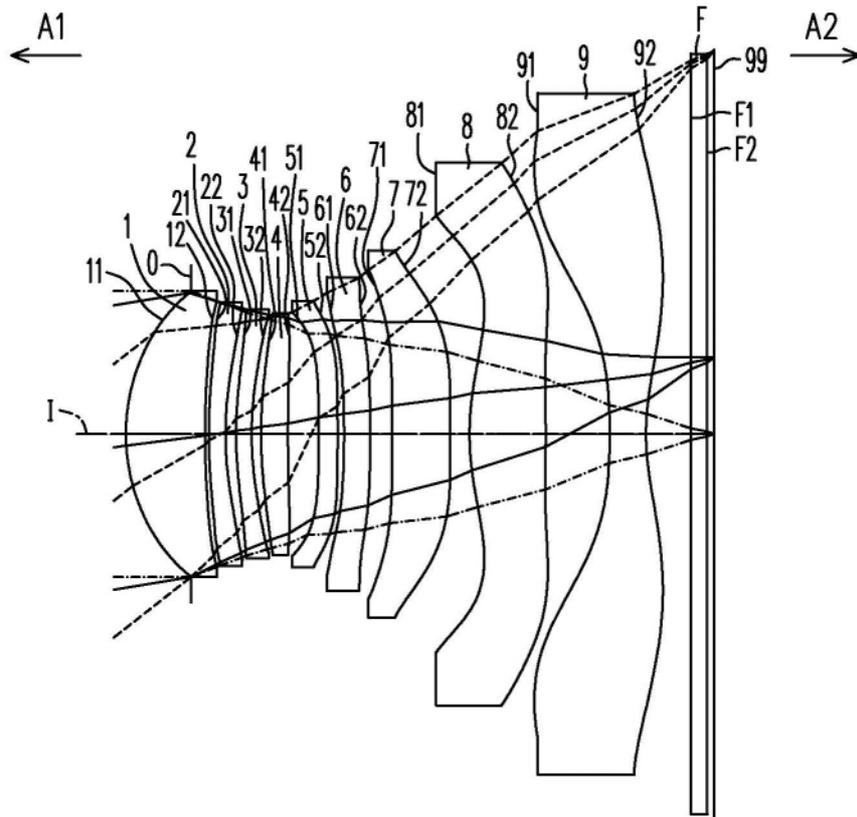


图10

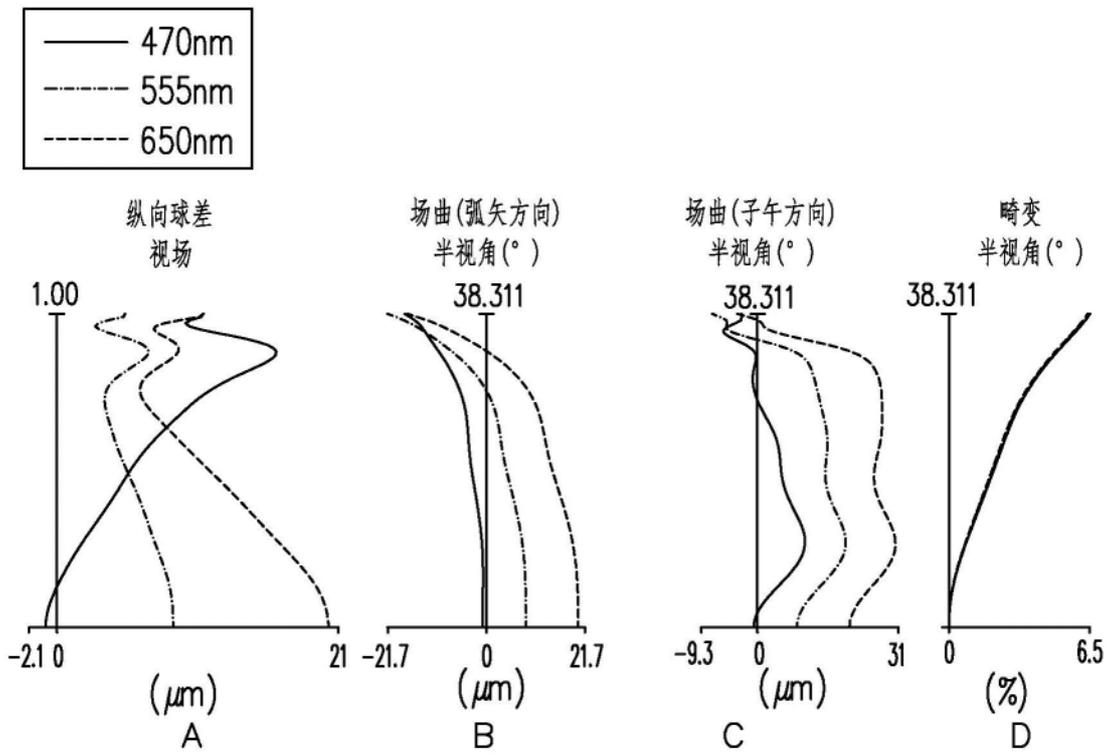


图11

第二实施例						
EFL=5.960 mm, HFOV=38.311 度, TTL=7.598 mm, Fno=1.600, ImgH=5.000 mm。						
组件	面	曲率半径 (mm)	厚度 (mm)	折射率	阿贝数	焦距 (mm)
物体		无限大	无限大			
光圈 0		无限大	-0.841			
第一透镜 1	物侧面 11	2.608	1.021	1.545	55.987	5.931
	像侧面 12	11.522	0.050			
第二透镜 2	物侧面 21	7.805	0.216	1.640	23.529	-20.451
	像侧面 22	4.849	0.137			
第三透镜 3	物侧面 31	6.147	0.201	1.671	19.243	-35.532
	像侧面 32	4.832	0.122			
第四透镜 4	物侧面 41	7.087	0.345	1.545	55.987	18.815
	像侧面 42	22.437	0.400			
第五透镜 5	物侧面 51	-23.628	0.244	1.671	19.243	-432.514
	像侧面 52	-25.807	0.081			
第六透镜 6	物侧面 61	-12.235	0.337	1.671	19.243	-29.385
	像侧面 62	-32.093	0.285			
第七透镜 7	物侧面 71	335.405	0.748	1.545	55.987	-37.285
	像侧面 72	19.187	0.251			
第八透镜 8	物侧面 81	3.321	0.984	1.545	55.987	5.170
	像侧面 82	-16.911	0.828			
第九透镜 9	物侧面 91	-8.730	0.467	1.545	55.987	-4.105
	像侧面 92	3.075	0.582			
滤光片 F	物侧面 F1	无限大	0.210	1.517	64.167	
	像侧面 F2	无限大	0.089			
	成像面 99	无限大				

图12

面	K	a ₄	a ₆	a ₈	a ₁₀
11	0.000000E+00	1.284529E-03	8.502522E-05	9.260953E-04	-7.930247E-04
12	0.000000E+00	-5.808469E-03	5.308415E-03	-6.573882E-03	5.964440E-03
21	0.000000E+00	-5.106479E-03	-1.075157E-02	5.390800E-03	1.266016E-03
22	6.364741E-01	1.934445E-02	-5.357231E-02	4.776861E-02	-2.759205E-02
31	-2.465777E+00	3.267812E-02	-1.002833E-01	1.115326E-01	-7.404182E-02
32	9.765057E-01	3.396984E-02	-1.102996E-01	1.246957E-01	-7.905759E-02
41	0.000000E+00	2.891507E-02	-5.662328E-02	4.401591E-02	-1.691623E-02
42	0.000000E+00	5.522043E-03	-1.250331E-02	7.318578E-04	5.395770E-03
51	0.000000E+00	-9.398073E-03	-2.464874E-02	3.816062E-03	9.065196E-03
52	0.000000E+00	2.468212E-02	-6.505105E-02	3.241343E-02	-4.804768E-03
61	0.000000E+00	1.902112E-02	-5.314295E-02	2.350850E-02	6.291837E-03
62	0.000000E+00	-1.289961E-02	-1.107270E-02	3.512674E-03	4.695200E-03
71	0.000000E+00	-2.630051E-02	1.399900E-02	-1.472004E-02	1.015439E-02
72	0.000000E+00	-7.630353E-02	2.704409E-02	-1.125795E-02	4.121013E-03
81	0.000000E+00	-4.052856E-02	7.187112E-03	-3.006828E-03	6.575290E-04
82	0.000000E+00	3.909167E-02	-1.319715E-02	1.670698E-03	1.043706E-05
91	0.000000E+00	-3.575768E-02	7.481757E-03	-1.038389E-03	1.530439E-04
92	-9.271882E+00	-2.388853E-02	5.118457E-03	-8.642072E-04	1.032642E-04
面	a ₁₂	a ₁₄	a ₁₆	a ₁₈	a ₂₀
11	3.863140E-04	-9.260771E-05	9.312395E-06	\	
12	-2.752192E-03	6.406180E-04	-5.766170E-05		
21	-1.731670E-03	5.581972E-04	-6.138423E-05		
22	9.939803E-03	-1.927879E-03	1.501225E-04		
31	2.912354E-02	-6.199347E-03	5.491705E-04		
32	2.887766E-02	-5.639061E-03	4.618143E-04		
41	7.597203E-04	1.351078E-03	-2.604024E-04		
42	-4.720236E-03	1.731747E-03	-2.290254E-04		
51	-1.148334E-02	5.923569E-03	-1.409851E-03	9.868072E-05	9.296231E-06
52	-4.374395E-03	2.979419E-03	-7.347501E-04	6.144298E-05	1.821071E-06
61	-1.111155E-02	5.687076E-03	-1.569422E-03	2.327710E-04	-1.465022E-05
62	-3.908966E-03	1.423286E-03	-2.859204E-04	3.038575E-05	-1.340649E-06
71	-4.655965E-03	1.427096E-03	-2.767334E-04	3.057499E-05	-1.472080E-06
72	-1.169753E-03	2.370559E-04	-3.123207E-05	2.413248E-06	-8.415503E-08
81	-5.644573E-05	-5.027206E-06	1.479958E-06	-1.067633E-07	2.352944E-09
82	-3.702300E-05	5.859179E-06	-4.466272E-07	1.730142E-08	-2.722100E-10
91	-1.794770E-05	1.344972E-06	-5.998345E-08	1.459251E-09	-1.496100E-11
92	-8.224245E-06	4.257658E-07	-1.378720E-08	2.551490E-10	-2.076000E-12

图13

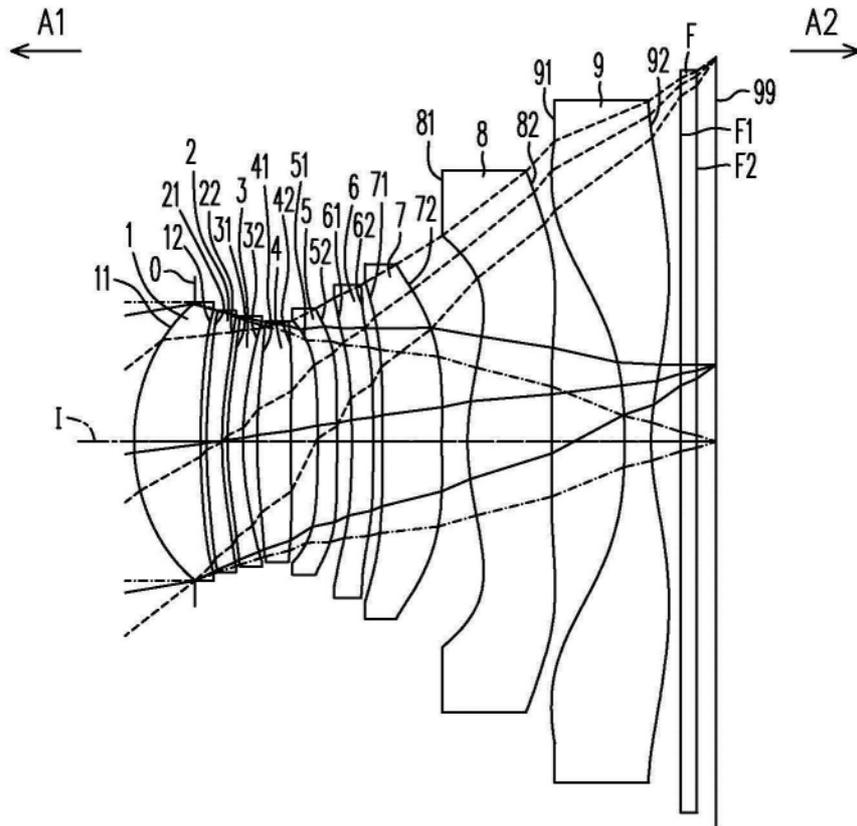


图14

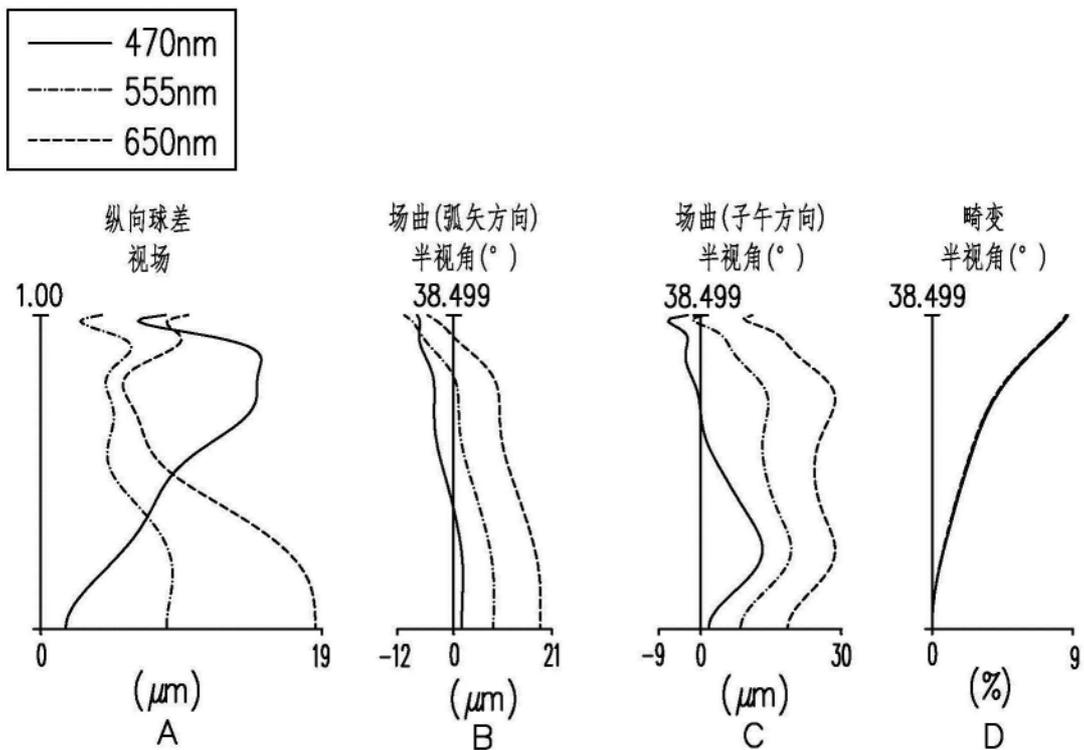


图15

第三实施例						
EFL=5.801 mm, HFOV=38.499 度, TTL=7.513 mm, Fno=1.600, ImgH=5.000 mm。						
组件	面	曲率半径 (mm)	厚度 (mm)	折射率	阿贝数	焦距 (mm)
物体		无限大	无限大			
光圈 0		无限大	-0.785			
第一透镜 1	物侧面 11	2.621	0.858	1.545	55.987	6.302
	像侧面 12	9.719	0.077			
第二透镜 2	物侧面 21	7.826	0.202	1.671	19.243	-27.525
	像侧面 22	5.455	0.070			
第三透镜 3	物侧面 31	5.551	0.200	1.671	19.243	-41.630
	像侧面 32	4.571	0.184			
第四透镜 4	物侧面 41	8.999	0.435	1.545	55.987	19.197
	像侧面 42	62.349	0.343			
第五透镜 5	物侧面 51	-26.503	0.251	1.671	19.243	-74.800
	像侧面 52	-55.767	0.190			
第六透镜 6	物侧面 61	-12.979	0.278	1.671	19.243	-32.476
	像侧面 62	-31.918	0.115			
第七透镜 7	物侧面 71	61.600	0.770	1.545	55.987	-49.868
	像侧面 72	18.805	0.335			
第八透镜 8	物侧面 81	3.339	1.090	1.545	55.987	5.282
	像侧面 82	-18.787	0.936			
第九透镜 9	物侧面 91	-9.086	0.342	1.545	55.987	-4.192
	像侧面 92	3.103	0.382			
滤光片 F	物侧面 F1	无限大	0.210	1.517	64.167	
	像侧面 F2	无限大	0.245			
	成像面 99	无限大				

图16

面	K	a ₄	a ₆	a ₈	a ₁₀
11	0.000000E+00	1.489354E-03	6.974709E-04	1.423749E-05	-1.334525E-04
12	0.000000E+00	-4.450632E-03	2.064392E-03	-2.558399E-03	2.829489E-03
21	0.000000E+00	-6.573849E-03	-7.050838E-03	5.094972E-03	-1.664637E-03
22	5.136224E-01	2.111368E-02	-6.411035E-02	6.888247E-02	-4.842705E-02
31	-1.932439E+00	3.546838E-02	-1.068794E-01	1.230655E-01	-8.538929E-02
32	1.278607E+00	2.221684E-02	-7.423488E-02	8.116633E-02	-5.082340E-02
41	0.000000E+00	1.668301E-02	-3.002828E-02	1.758111E-02	-5.050896E-03
42	0.000000E+00	6.227149E-03	-1.647478E-02	8.232002E-03	-3.914104E-03
51	0.000000E+00	-2.496751E-03	-3.835465E-02	2.702976E-02	-1.771126E-02
52	0.000000E+00	1.639368E-02	-6.593764E-02	6.316122E-02	-4.921313E-02
61	0.000000E+00	2.357540E-02	-7.394770E-02	5.736220E-02	-2.014189E-02
62	0.000000E+00	7.089678E-03	-4.680488E-02	3.035065E-02	-5.312658E-03
71	0.000000E+00	-2.929097E-02	1.590535E-02	-1.913607E-02	1.713740E-02
72	0.000000E+00	-7.989735E-02	3.818839E-02	-1.982699E-02	8.805234E-03
81	0.000000E+00	-4.126402E-02	1.067760E-02	-5.084940E-03	1.586359E-03
82	0.000000E+00	3.438968E-02	-1.094491E-02	1.627734E-03	-1.404441E-04
91	0.000000E+00	-3.505225E-02	7.761865E-03	-1.182417E-03	1.740319E-04
92	-7.712228E+00	-2.675326E-02	6.303661E-03	-1.109902E-03	1.345345E-04
面	a ₁₂	a ₁₄	a ₁₆	a ₁₈	a ₂₀
11	1.550282E-04	-5.489845E-05	7.529925E-06	/	
12	-1.406050E-03	3.554737E-04	-3.478512E-05		
21	3.939255E-04	-2.662752E-05	-4.499029E-06		
22	2.044881E-02	-4.536471E-03	4.036556E-04		
31	3.489124E-02	-7.603795E-03	6.783328E-04		
32	1.854205E-02	-3.614933E-03	2.941376E-04		
41	-4.655177E-04	7.072473E-04	-1.116923E-04		
42	1.588023E-03	-3.486232E-04	3.428950E-05		
51	6.170477E-03	-1.932357E-04	-6.259547E-04	2.014331E-04	-2.029403E-05
52	2.773350E-02	-1.098332E-02	2.973515E-03	-4.894384E-04	3.646277E-05
61	-1.805040E-04	3.266872E-03	-1.312421E-03	2.251920E-04	-1.492676E-05
62	-2.822355E-03	1.980126E-03	-5.289030E-04	6.869078E-05	-3.590256E-06
71	-9.333058E-03	3.095321E-03	-6.163293E-04	6.817348E-05	-3.234491E-06
72	-2.996467E-03	7.163465E-04	-1.112699E-04	1.003837E-05	-3.961640E-07
81	-3.562491E-04	5.516918E-05	-5.632101E-06	3.473559E-07	-9.753229E-09
82	4.488912E-06	4.640646E-07	-5.851277E-08	2.374154E-09	-3.164600E-11
91	-1.923153E-05	1.362832E-06	-5.831008E-08	1.379025E-09	-1.389800E-11
92	-1.074683E-05	5.551275E-07	-1.789407E-08	3.291420E-10	-2.657000E-12

图17

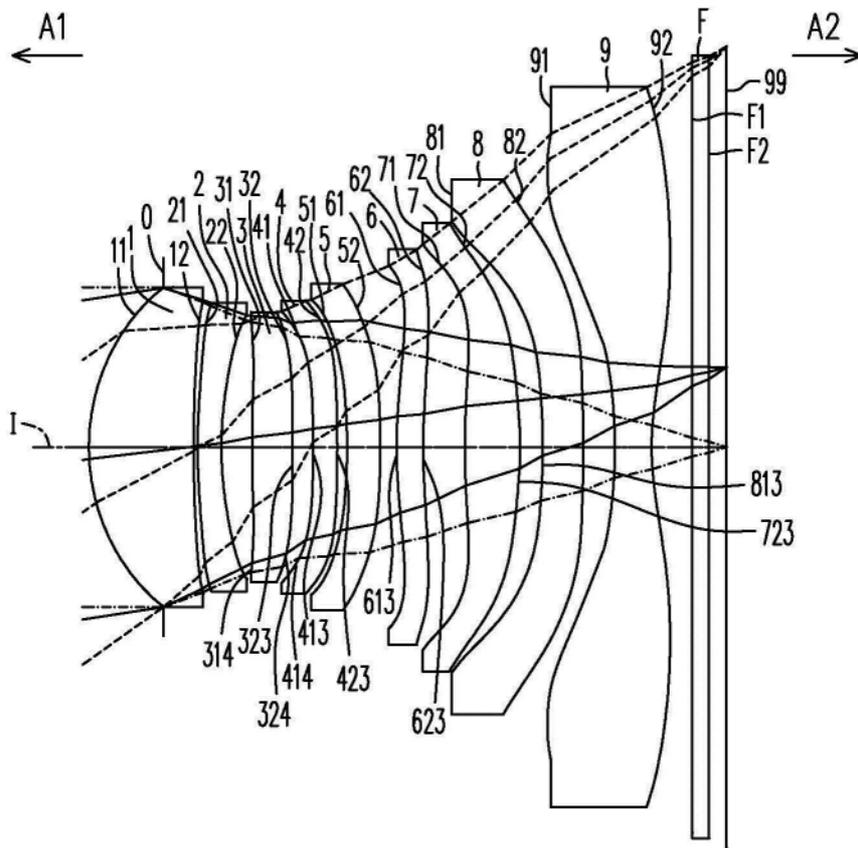


图18

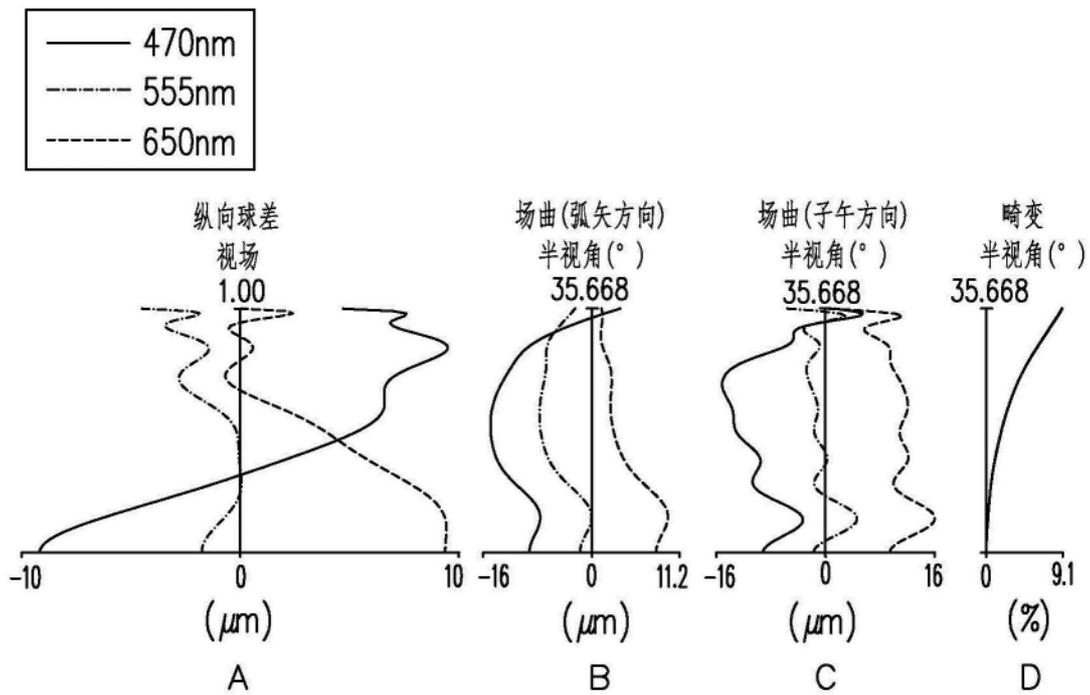


图19

第四实施例						
EFL=6.388 mm, HFOV=35.668 度, TTL=7.888 mm, Fno=1.600, ImgH=5.000 mm。						
组件	面	曲率半径 (mm)	厚度 (mm)	折射率	阿贝数	焦距 (mm)
物体		无限大	无限大			
光圈 0		无限大	-0.921			
第一透镜 1	物侧面 11	2.702	1.295	1.545	55.987	5.798
	像侧面 12	15.297	0.050			
第二透镜 2	物侧面 21	7.656	0.293	1.671	19.243	-15.801
	像侧面 22	4.395	0.381			
第三透镜 3	物侧面 31	16.109	0.498	1.535	55.690	26.779
	像侧面 32	-132.752	0.255			
第四透镜 4	物侧面 41	-18.569	0.298	1.671	19.243	155.457
	像侧面 42	-15.888	0.124			
第五透镜 5	物侧面 51	-6.137	0.409	1.671	19.243	-25.765
	像侧面 52	-9.719	0.202			
第六透镜 6	物侧面 61	6.348	0.329	1.615	25.920	58.358
	像侧面 62	7.548	0.516			
第七透镜 7	物侧面 71	10.520	0.682	1.545	55.987	6.149
	像侧面 72	-4.822	0.282			
第八透镜 8	物侧面 81	-6.687	0.503	1.640	23.529	-33.405
	像侧面 82	-9.984	0.388			
第九透镜 9	物侧面 91	-6.200	0.456	1.545	55.987	-4.166
	像侧面 92	3.688	0.500			
滤光片 F	物侧面 F1	无限大	0.210	1.517	64.167	
	像侧面 F2	无限大	0.216			
	成像面 99	无限大				

图20

面	K	a ₄	a ₆	a ₈	a ₁₀		
11	1.699505E-01	-2.043481E-04	1.375721E-04	-1.159258E-04	8.276959E-05		
12	0.000000E+00	-1.458281E-02	1.421541E-02	-8.301209E-03	3.365120E-03		
21	1.215836E+01	-3.236579E-02	1.642057E-02	-7.997276E-03	3.195354E-03		
22	-1.894878E+00	-1.410984E-02	4.305028E-03	9.480291E-04	-1.597572E-03		
31	0.000000E+00	-1.215883E-02	-4.107205E-03	1.827151E-03	-1.555837E-03		
32	0.000000E+00	-1.724712E-02	-6.387035E-03	3.958097E-03	-2.839560E-03		
41	0.000000E+00	-1.579564E-02	-1.717181E-02	1.302419E-02	-9.209518E-03		
42	0.000000E+00	2.462408E-02	-5.260415E-02	3.679276E-02	-1.717064E-02		
51	0.000000E+00	5.016679E-02	-8.936440E-02	7.241930E-02	-4.292268E-02		
52	0.000000E+00	2.076936E-02	-5.968298E-02	4.566311E-02	-2.363119E-02		
61	0.000000E+00	-1.647936E-02	-2.540880E-03	2.941583E-03	-1.511279E-03		
62	0.000000E+00	-3.467248E-02	1.781722E-02	-9.658104E-03	4.289523E-03		
71	0.000000E+00	-2.941369E-03	-4.340116E-03	-3.670472E-03	3.560619E-03		
72	-8.077876E+00	5.255680E-02	-3.826427E-02	1.218213E-02	-2.195530E-03		
81	0.000000E+00	6.237786E-02	-6.360214E-02	2.551488E-02	-5.577411E-03		
82	0.000000E+00	5.792303E-02	-5.028265E-02	1.939996E-02	-4.456752E-03		
91	0.000000E+00	1.142893E-02	-1.303857E-02	4.090177E-03	-6.410568E-04		
92	-1.041399E+01	-1.764259E-02	3.534770E-03	-5.707593E-04	7.043956E-05		
面	a ₁₂	a ₁₄	a ₁₆	a ₁₈	a ₂₀		
11	-2.636711E-05	4.222204E-06	-2.661395E-07	\			
12	-8.468795E-04	1.204851E-04	-7.157899E-06				
21	-8.171315E-04	1.236898E-04	-8.588508E-06				
22	1.176071E-03	-3.685415E-04	5.027751E-05				
31	1.079595E-03	-3.002169E-04	3.224232E-05				
32	1.549342E-03	-4.132336E-04	3.964188E-05				
41	3.564164E-03	-7.245286E-04	6.604882E-05				
42	4.562122E-03	-7.273798E-04	1.255699E-04				
51	2.078626E-02	-7.901980E-03	2.089810E-03			-3.308069E-04	2.302645E-05
52	9.120840E-03	-2.437641E-03	4.136771E-04			-4.101336E-05	1.894796E-06
61	5.831595E-04	-1.747092E-04	3.287870E-05	-3.319415E-06	1.346738E-07		
62	-1.373366E-03	2.886933E-04	-3.859081E-05	3.047967E-06	-1.085839E-07		
71	-1.580497E-03	4.245250E-04	-6.977013E-05	6.366342E-06	-2.432067E-07		
72	1.964054E-04	-5.274475E-06	1.874773E-07	-8.404163E-08	5.279404E-09		
81	6.736667E-04	-4.449513E-05	2.000951E-06	-1.162876E-07	4.721571E-09		
82	6.459911E-04	-5.949017E-05	3.374552E-06	-1.073956E-07	1.464290E-09		
91	6.057403E-05	-3.643205E-06	1.377979E-07	-3.008431E-09	2.901400E-11		
92	-6.101968E-06	3.510540E-07	-1.273084E-08	2.637280E-10	-2.385000E-12		

图21

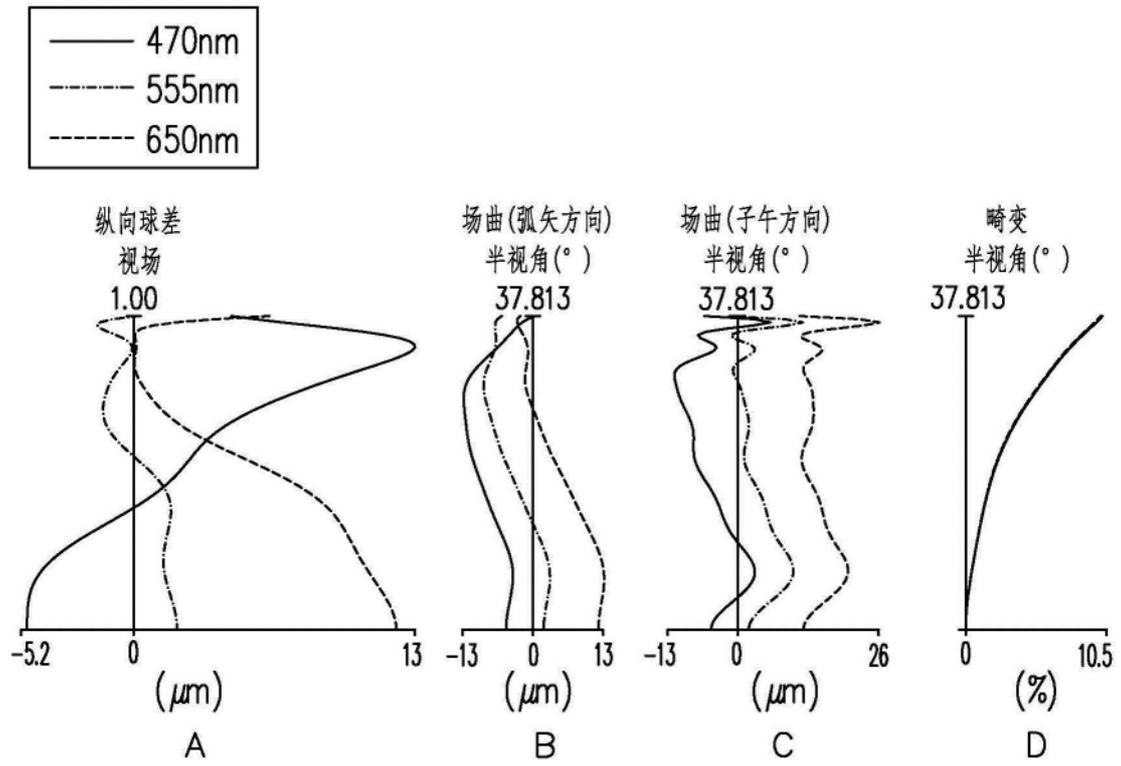


图23

第五实施例						
EFL=5.854 mm, HFOV=37.813 度, TTL=7.328 mm, Fno=1.600, ImgH=5.000 mm。						
组件	面	曲率半径 (mm)	厚度 (mm)	折射率	阿贝数	焦距 (mm)
物体		无限大	无限大			
光圈 0		无限大	-0.839			
第一透镜 1	物侧面 11	2.475	0.984	1.545	55.987	5.853
	像侧面 12	9.423	0.081			
第二透镜 2	物侧面 21	6.725	0.290	1.661	20.373	-13.520
	像侧面 22	3.786	0.215			
第三透镜 3	物侧面 31	5.534	0.521	1.545	55.987	16.849
	像侧面 32	13.413	0.390			
第四透镜 4	物侧面 41	-41.000	0.351	1.661	20.373	-87.064
	像侧面 42	-139.885	0.149			
第五透镜 5	物侧面 51	-39.165	0.386	1.661	20.373	-26.487
	像侧面 52	32.323	0.122			
第六透镜 6	物侧面 61	48.598	0.547	1.535	55.690	-36.815
	像侧面 62	13.999	0.195			
第七透镜 7	物侧面 71	7.061	0.528	1.545	55.987	5.762
	像侧面 72	-5.529	0.050			
第八透镜 8	物侧面 81	7.458	0.585	1.567	37.533	39.029
	像侧面 82	10.902	0.671			
第九透镜 9	物侧面 91	-3.438	0.382	1.535	55.690	-4.083
	像侧面 92	6.289	0.400			
滤光片 F	物侧面 F1	无限大	0.210	1.517	64.167	
	像侧面 F2	无限大	0.271			
	成像面 99	无限大				

图24

面	K	a ₄	a ₆	a ₈	a ₁₀
11	2.135153E-01	-2.040535E-04	-2.723486E-04	3.832862E-04	-2.743902E-04
12	0.000000E+00	-4.176243E-03	-1.540229E-03	3.724246E-03	-2.131228E-03
21	9.662861E+00	-2.228505E-02	-2.609139E-03	8.272877E-03	-4.798905E-03
22	-3.424206E+00	-4.626421E-03	-4.935472E-03	8.651651E-03	-4.970523E-03
31	0.000000E+00	-2.286934E-03	-7.756687E-03	3.105083E-03	-2.077417E-03
32	0.000000E+00	-7.524584E-03	-2.932509E-03	-4.925122E-03	5.384962E-03
41	0.000000E+00	-3.050575E-02	-1.811415E-02	1.508648E-02	-1.540531E-02
42	0.000000E+00	-1.584680E-02	-4.529796E-02	6.180897E-02	-6.420912E-02
51	0.000000E+00	-4.058750E-03	-4.466089E-02	5.547894E-02	-4.347372E-02
52	0.000000E+00	-1.953314E-02	-1.401026E-02	2.268702E-02	-1.912258E-02
61	0.000000E+00	-4.853586E-02	2.850374E-02	-4.437847E-03	-8.277779E-03
62	0.000000E+00	-8.561114E-02	1.398721E-02	1.796205E-02	-1.598040E-02
71	2.254577E+00	-1.715073E-03	-3.536105E-02	3.112739E-02	-1.602119E-02
72	-1.278955E+00	5.786690E-02	-2.094264E-02	2.784118E-03	3.418081E-05
81	0.000000E+00	-3.471605E-02	1.495056E-02	-6.063311E-03	5.062701E-04
82	0.000000E+00	-4.595528E-02	2.005079E-02	-7.587168E-03	1.744524E-03
91	-4.375548E-01	-3.017175E-02	1.257911E-02	-2.764136E-03	4.981065E-04
92	-3.732469E+01	-1.627146E-02	4.153149E-03	-7.167729E-04	8.371402E-05
面	a ₁₂	a ₁₄	a ₁₆	a ₁₈	a ₂₀
11	1.065850E-04	-1.917890E-05	5.665770E-07	\	
12	6.201328E-04	-9.617106E-05	8.279358E-06		
21	1.428386E-03	-2.011790E-04	1.190767E-05		
22	1.903407E-03	-4.117324E-04	6.057010E-05		
31	1.008118E-03	-2.266963E-04	3.832078E-05		
32	-3.608147E-03	1.334703E-03	-1.954702E-04		
41	8.386676E-03	-2.167750E-03	2.066330E-04		
42	4.516519E-02	-2.079589E-02	6.066430E-03		
51	2.386146E-02	-8.964540E-03	2.115764E-03	-2.774518E-04	1.514007E-05
52	1.111465E-02	-4.226050E-03	9.724636E-04	-1.220486E-04	6.403038E-06
61	7.375017E-03	-2.920930E-03	6.304652E-04	-7.193040E-05	3.397916E-06
62	6.410075E-03	-1.481491E-03	2.027641E-04	-1.530054E-05	4.909412E-07
71	5.112418E-03	-1.036660E-03	1.268775E-04	-8.292156E-06	2.159932E-07
72	-6.254000E-06	-2.268385E-05	5.956986E-06	-5.806365E-07	2.028063E-08
81	3.184943E-04	-1.045898E-04	1.365231E-05	-8.470605E-07	2.063007E-08
82	-2.410118E-04	2.035992E-05	-1.036391E-06	2.964819E-08	-3.773080E-10
91	-6.385573E-05	5.277238E-06	-2.656211E-07	7.417406E-09	-8.826400E-11
92	-6.789979E-06	3.685934E-07	-1.247938E-08	2.361700E-10	-1.927000E-12

图25

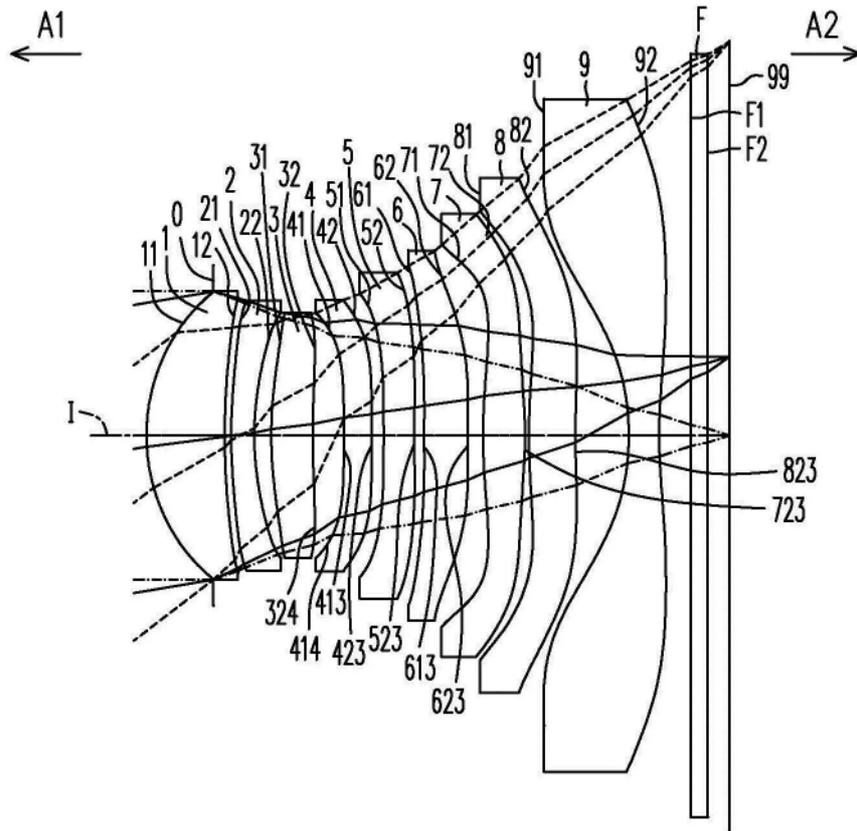


图26

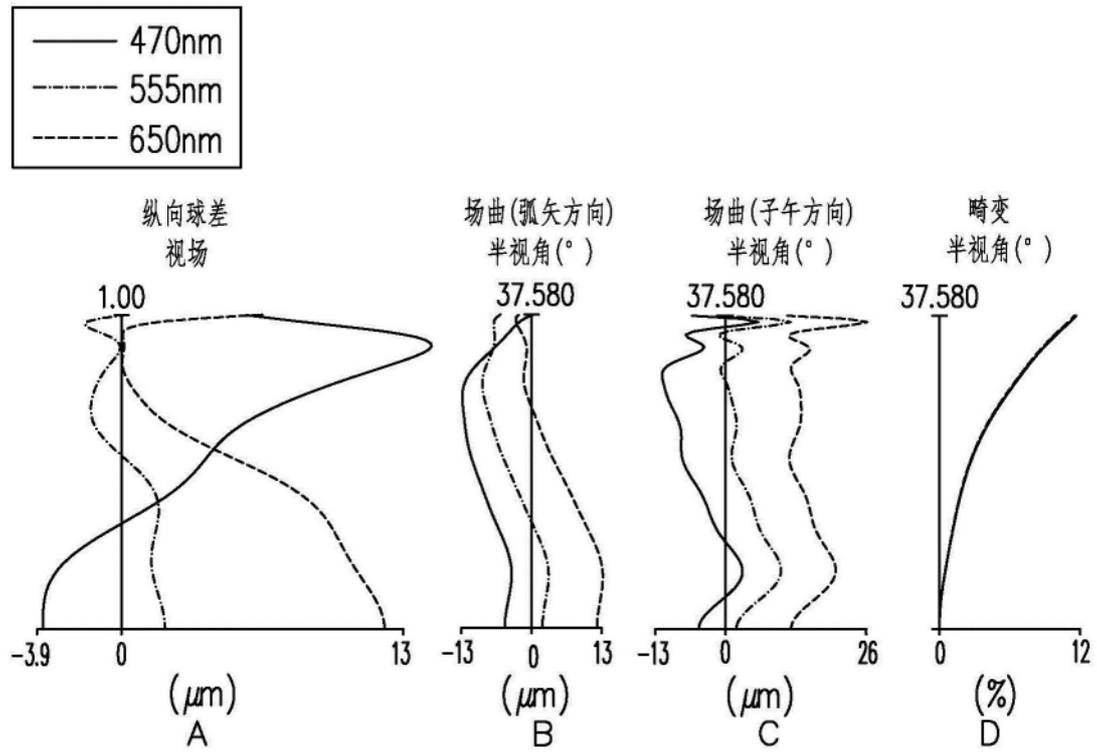


图27

第六实施例						
EFL=5.836 mm, HFOV=37.580 度, TTL=7.313 mm, Fno=1.600, ImgH=5.000 mm。						
组件	面	曲率半径 (mm)	厚度 (mm)	折射率	阿贝数	焦距 (mm)
物体		无限大	无限大			
光圈 0		无限大	-0.831			
第一透镜 1	物侧面 11	2.477	1.004	1.545	55.987	5.841
	像侧面 12	9.490	0.075			
第二透镜 2	物侧面 21	6.761	0.297	1.661	20.373	-13.135
	像侧面 22	3.749	0.214			
第三透镜 3	物侧面 31	5.518	0.539	1.545	55.987	16.096
	像侧面 32	14.303	0.418			
第四透镜 4	物侧面 41	-29.244	0.365	1.661	20.373	-91.128
	像侧面 42	-56.634	0.187			
第五透镜 5	物侧面 51	-24.449	0.352	1.661	20.373	-26.571
	像侧面 52	64.833	0.122			
第六透镜 6	物侧面 61	106.839	0.501	1.535	55.690	-43.453
	像侧面 62	19.122	0.190			
第七透镜 7	物侧面 71	7.404	0.532	1.545	55.987	5.727
	像侧面 72	-5.281	0.050			
第八透镜 8	物侧面 81	8.478	0.619	1.567	37.533	69.285
	像侧面 82	10.510	0.677			
第九透镜 9	物侧面 91	-3.538	0.318	1.535	55.690	-4.139
	像侧面 92	6.167	0.400			
滤光片 F	物侧面 F1	无限大	0.210	1.517	64.167	
	像侧面 F2	无限大	0.245			
	成像面 99	无限大				

图28

面	K	a ₄	a ₆	a ₈	a ₁₀		
11	2.122728E-01	-2.058649E-04	-1.430730E-04	1.457379E-04	-5.714435E-05		
12	0.000000E+00	-6.235072E-03	2.147582E-03	9.981463E-04	-1.038509E-03		
21	9.666330E+00	-2.595610E-02	3.356794E-03	3.860331E-03	-3.052571E-03		
22	-3.396034E+00	-7.588391E-03	-2.112115E-04	4.608244E-03	-2.448793E-03		
31	0.000000E+00	-3.620646E-03	-6.062457E-03	1.667301E-03	-7.601311E-04		
32	0.000000E+00	-7.765198E-03	-2.343031E-03	-5.753689E-03	6.451683E-03		
41	0.000000E+00	-3.219432E-02	-1.693883E-02	1.249392E-02	-1.201007E-02		
42	0.000000E+00	-1.924275E-02	-3.488925E-02	4.149666E-02	-4.071741E-02		
51	0.000000E+00	-4.703038E-03	-3.916171E-02	4.198588E-02	-2.912609E-02		
52	0.000000E+00	-1.599358E-02	-1.979719E-02	2.333979E-02	-1.531936E-02		
61	0.000000E+00	-4.501236E-02	2.104398E-02	-8.837801E-04	-6.356765E-03		
62	0.000000E+00	-8.106942E-02	7.717073E-03	2.126283E-02	-1.603618E-02		
71	1.498240E+00	8.662243E-04	-3.591997E-02	2.844256E-02	-1.344764E-02		
72	-1.024257E+00	5.477342E-02	-1.401835E-02	-4.346985E-03	3.622503E-03		
81	0.000000E+00	-3.574435E-02	1.770901E-02	-8.274725E-03	1.488502E-03		
82	0.000000E+00	-4.377960E-02	1.824440E-02	-6.792759E-03	1.555154E-03		
91	-4.426834E-01	-2.756455E-02	1.024456E-02	-1.838919E-03	2.770990E-04		
92	-3.560475E+01	-1.658160E-02	4.001975E-03	-6.257420E-04	6.641088E-05		
面	a ₁₂	a ₁₄	a ₁₆	a ₁₈	a ₂₀		
11	1.773083E-06	5.881678E-06	-1.807477E-06	\	\		
12	3.796399E-04	-6.948056E-05	7.216512E-06				
21	1.096076E-03	-1.867554E-04	1.430227E-05				
22	8.048723E-04	-9.525194E-05	1.596967E-05				
31	2.337643E-04	3.920351E-05	-3.615807E-06				
32	-4.296482E-03	1.558343E-03	-2.268826E-04				
41	6.143436E-03	-1.404185E-03	9.862385E-05				
42	2.831512E-02	-1.308478E-02	3.869409E-03				
51	1.529289E-02	-5.883306E-03	1.464085E-03			-2.059789E-04	1.237468E-05
52	7.660216E-03	-2.776592E-03	6.363113E-04			-8.031189E-05	4.235014E-06
61	4.655276E-03	-1.694304E-03	3.492089E-04	-3.873984E-05	1.792975E-06		
62	5.783457E-03	-1.210815E-03	1.502700E-04	-1.027629E-05	2.980776E-07		
71	3.997988E-03	-7.562693E-04	8.419212E-05	-4.653698E-06	8.381114E-08		
72	-1.035506E-03	1.566007E-04	-1.289835E-05	5.223274E-07	-7.278420E-09		
81	5.971391E-05	-6.258242E-05	9.521947E-06	-6.225992E-07	1.548192E-08		
82	-2.160827E-04	1.843334E-05	-9.423047E-07	2.649203E-08	-3.164110E-10		
91	-3.164598E-05	2.402941E-06	-1.121216E-07	2.905917E-09	-3.204800E-11		
92	-5.002247E-06	2.619001E-07	-8.863687E-09	1.717980E-10	-1.444000E-12		

图29

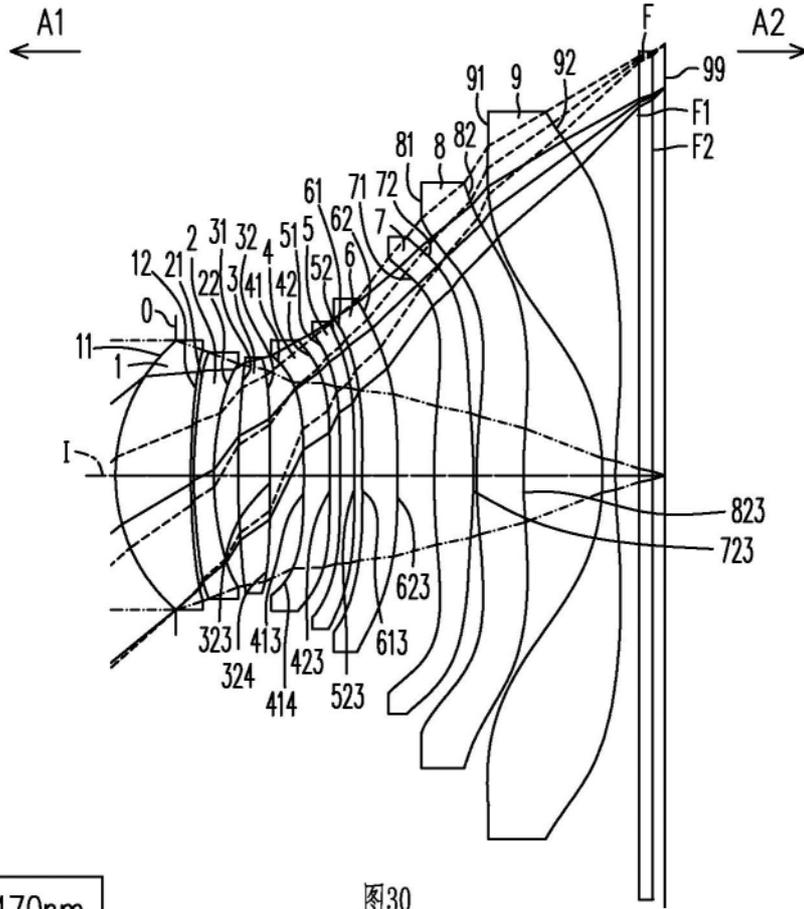


图30

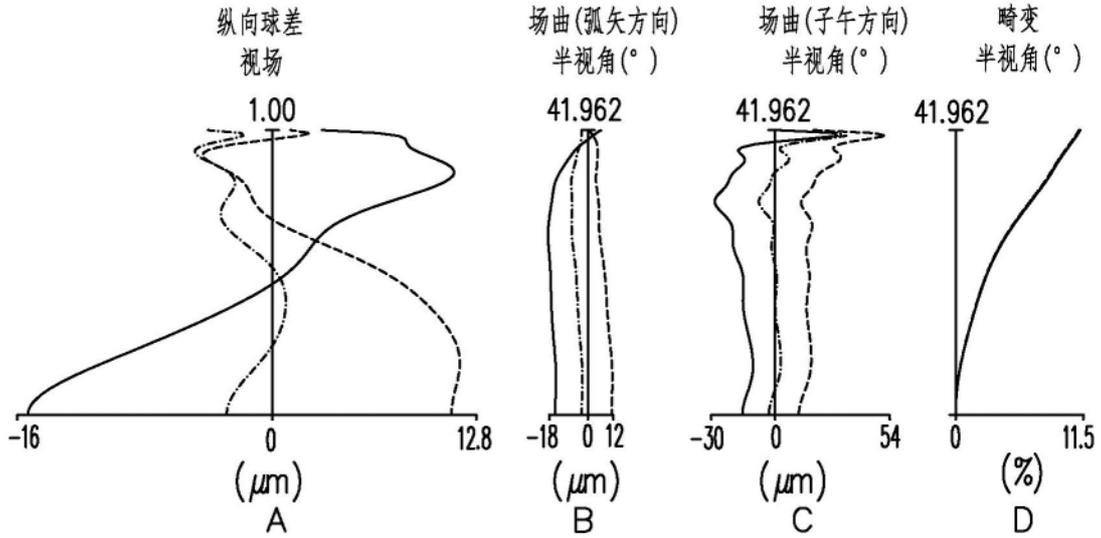
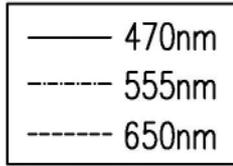


图31

第七实施例						
EFL=6.697 mm, HFOV=41.962 度, TTL=8.460 mm, Fno=1.600, ImgH=6.700 mm。						
组件	面	曲率半径 (mm)	厚度 (mm)	折射率	阿贝数	焦距 (mm)
物体		无限大	无限大			
光圈 0		无限大	-0.928			
第一透镜 1	物侧面 11	2.896	1.159	1.545	55.987	6.923
	像侧面 12	10.610	0.050			
第二透镜 2	物侧面 21	7.706	0.306	1.661	20.373	-18.365
	像侧面 22	4.656	0.373			
第三透镜 3	物侧面 31	12.317	0.488	1.535	55.690	22.182
	像侧面 32	-359.206	0.525			
第四透镜 4	物侧面 41	-20.782	0.401	1.661	20.373	-45.801
	像侧面 42	-65.478	0.158			
第五透镜 5	物侧面 51	-50.537	0.215	1.661	20.373	-48.836
	像侧面 52	91.842	0.129			
第六透镜 6	物侧面 61	50.954	0.534	1.535	55.690	-545.418
	像侧面 62	43.245	0.568			
第七透镜 7	物侧面 71	10.504	0.610	1.545	55.987	8.357
	像侧面 72	-7.909	0.050			
第八透镜 8	物侧面 81	8.165	0.722	1.567	37.533	133.196
	像侧面 82	8.856	1.217			
第九透镜 9	物侧面 91	-4.233	0.200	1.535	55.690	-5.167
	像侧面 92	8.189	0.360			
滤光片 F	物侧面 F1	无限大	0.210	1.517	64.167	
	像侧面 F2	无限大	0.187			
	成像面 99	无限大				

图32

面	K	a ₄	a ₆	a ₈	a ₁₀
11	2.108973E-01	-1.357818E-04	3.929017E-04	-3.910101E-04	2.300292E-04
12	0.000000E+00	-1.254506E-02	1.023915E-02	-4.687990E-03	1.426513E-03
21	9.920365E+00	-2.395414E-02	1.246097E-02	-4.997792E-03	1.372483E-03
22	-2.509587E+00	-5.277102E-03	5.128136E-03	-1.438555E-03	5.645313E-04
31	0.000000E+00	-2.601233E-03	-7.623526E-04	-4.229546E-05	1.078822E-04
32	0.000000E+00	-6.288224E-03	-2.968231E-04	-2.073516E-03	1.769871E-03
41	0.000000E+00	-1.756099E-02	-7.225168E-03	4.237988E-03	-3.471228E-03
42	0.000000E+00	-4.118264E-03	-2.383324E-02	2.426948E-02	-1.742249E-02
51	0.000000E+00	1.117075E-02	-5.203392E-02	5.160131E-02	-3.201143E-02
52	0.000000E+00	-5.930835E-03	-2.981402E-02	3.167083E-02	-2.022786E-02
61	0.000000E+00	-4.474353E-02	2.236576E-02	-7.552099E-03	5.789970E-04
62	0.000000E+00	-5.260197E-02	2.327374E-02	-9.962826E-03	3.613654E-03
71	2.117812E+00	-7.703699E-03	4.360111E-03	-2.615476E-03	7.043666E-04
72	-1.227931E+00	1.745591E-02	4.440000E-04	-2.021956E-03	5.601145E-04
81	-7.365389E+01	5.778306E-03	-5.852279E-03	1.663261E-03	-2.780645E-04
82	-6.830362E+01	-2.991745E-03	-3.067650E-03	9.896414E-04	-1.463188E-04
91	-4.458208E-01	-1.422643E-02	1.330756E-03	1.762597E-04	-3.724955E-05
92	-3.450040E+01	-1.075598E-02	1.526666E-03	-1.148370E-04	2.770945E-06
面	a ₁₂	a ₁₄	a ₁₆	a ₁₈	a ₂₀
11	-7.536291E-05	1.298738E-05	-1.004172E-06	\	
12	-2.764253E-04	3.372847E-05	-1.887914E-06		
21	-2.217765E-04	2.311715E-05	-1.253591E-06		
22	-1.470641E-04	3.912572E-05	-3.107690E-06		
31	-7.026757E-05	3.967188E-05	-4.955644E-06		
32	-8.335505E-04	2.176875E-04	-2.354357E-05		
41	1.442065E-03	-2.716626E-04	1.701260E-05		
42	7.844133E-03	-2.218889E-03	3.909175E-04		
51	1.294698E-02	-3.338033E-03	5.180417E-04	-4.326594E-05	1.458224E-06
52	8.483419E-03	-2.259595E-03	3.617047E-04	-3.149330E-05	1.141492E-06
61	6.073651E-04	-2.574192E-04	4.576032E-05	-3.943447E-06	1.349962E-07
62	-9.820143E-04	1.834458E-04	-2.183428E-05	1.473672E-06	-4.251000E-08
71	-1.062533E-04	9.552805E-06	-5.330963E-07	1.812978E-08	-2.938210E-10
72	-7.180840E-05	4.511311E-06	-9.584476E-08	-2.830494E-09	1.267480E-10
81	2.813164E-05	-1.799599E-06	7.370431E-08	-1.793106E-09	1.965200E-11
82	1.157443E-05	-4.960083E-07	1.040689E-08	-6.072900E-11	-6.740000E-13
91	3.043264E-06	-1.413164E-07	3.906846E-09	-6.012100E-11	3.980000E-13
92	2.158517E-07	-2.062884E-08	7.337430E-10	-1.236200E-11	8.200000E-14

图33

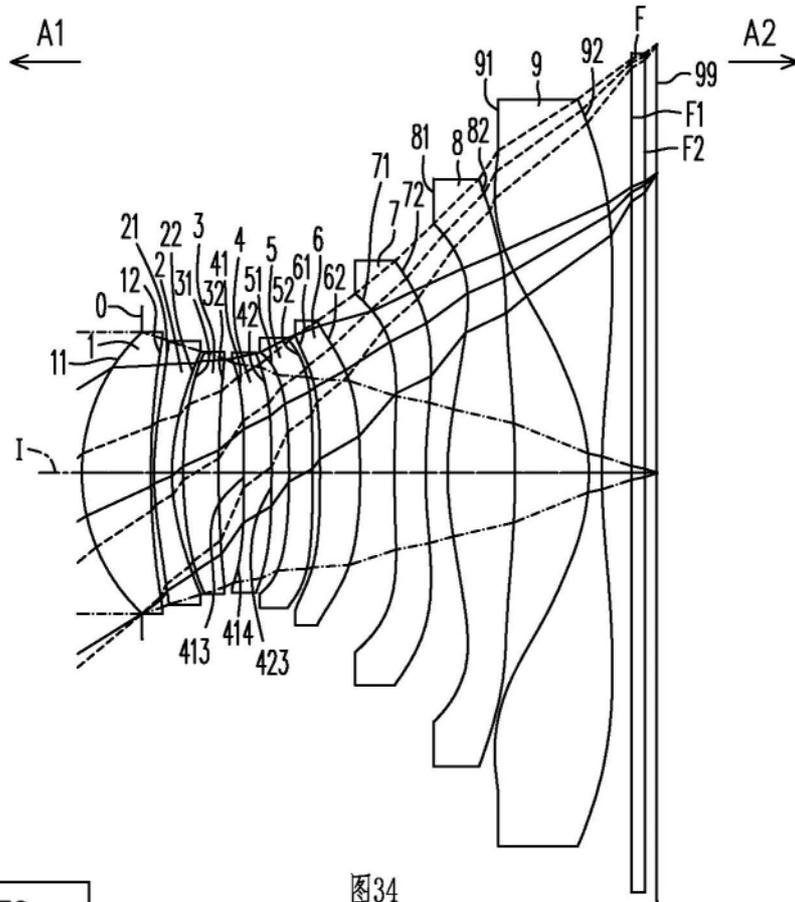


图34

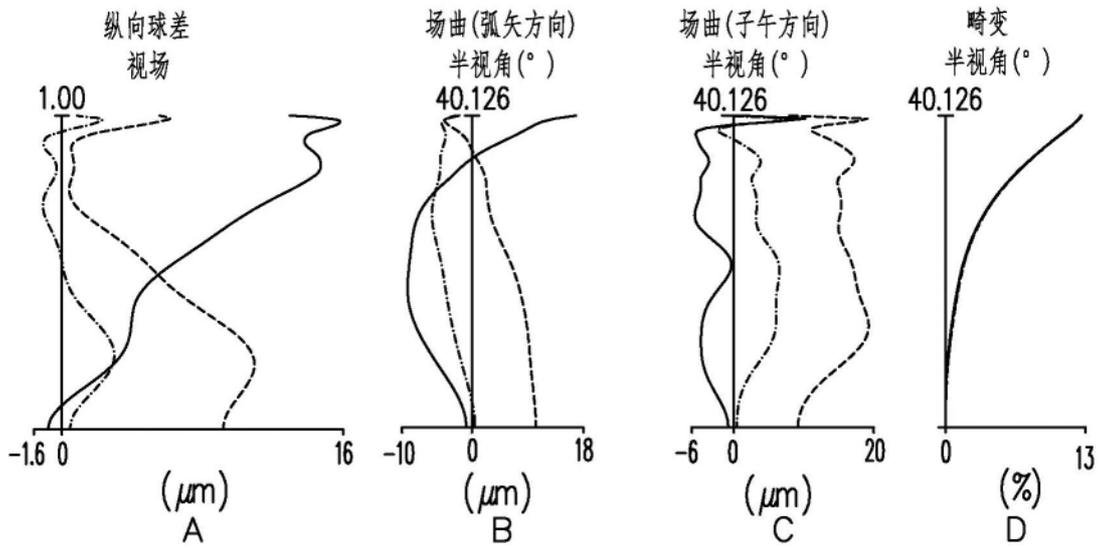
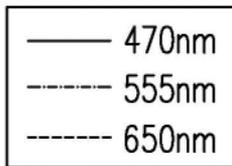


图35

第八实施例						
EFL=7.058 mm, HFOV=40.126 度, TTL=8.920 mm, Fno=1.600, ImgH=6.700 mm。						
组件	面	曲率半径 (mm)	厚度 (mm)	折射率	阿贝数	焦距 (mm)
物体		无限大	无限大			
光圈 0		无限大	-0.931			
第一透镜 1	物侧面 11	3.137	1.071	1.545	55.987	7.345
	像侧面 12	12.637	0.050			
第二透镜 2	物侧面 21	5.350	0.278	1.671	19.243	-14.450
	像侧面 22	3.387	0.175			
第三透镜 3	物侧面 31	6.863	0.549	1.567	37.533	20.158
	像侧面 32	16.555	0.392			
第四透镜 4	物侧面 41	-59.535	0.429	1.535	55.690	63.822
	像侧面 42	-21.808	0.271			
第五透镜 5	物侧面 51	-11.225	0.366	1.640	23.529	-28.886
	像侧面 52	-28.628	0.114			
第六透镜 6	物侧面 61	-24.707	0.622	1.582	30.186	25.811
	像侧面 62	-9.469	0.532			
第七透镜 7	物侧面 71	17.655	0.485	1.671	19.243	-19.128
	像侧面 72	7.391	0.340			
第八透镜 8	物侧面 81	4.670	1.046	1.545	55.987	6.659
	像侧面 82	-15.149	1.147			
第九透镜 9	物侧面 91	-3.277	0.200	1.535	55.690	-4.545
	像侧面 92	9.776	0.460			
滤光片 F	物侧面 F1	无限大	0.210	1.517	64.167	
	像侧面 F2	无限大	0.184			
	成像面 99	无限大				

图36

面	K	a ₄	a ₆	a ₈	a ₁₀		
11	0.000000E+00	6.455671E-04	3.938510E-04	-3.434860E-04	1.978199E-04		
12	0.000000E+00	-4.025814E-04	3.327345E-04	4.146048E-05	-1.485008E-04		
21	0.000000E+00	-1.646924E-02	2.276122E-03	-1.771665E-04	-2.143109E-04		
22	1.159954E+00	-1.896196E-02	1.793332E-03	-3.407615E-04	-1.900935E-04		
31	0.000000E+00	2.560215E-03	2.754170E-04	6.522228E-04	-4.819314E-04		
32	0.000000E+00	-2.174507E-03	-2.129129E-04	8.664575E-04	-5.485100E-04		
41	0.000000E+00	-1.436283E-02	2.797741E-05	-1.248451E-03	9.003750E-04		
42	0.000000E+00	-1.137515E-02	-1.471570E-03	-6.994041E-04	6.467134E-04		
51	0.000000E+00	-3.543575E-03	-4.483408E-03	4.817725E-04	-6.447729E-04		
52	0.000000E+00	-4.461253E-04	-8.656490E-03	5.563994E-03	-3.000798E-03		
61	0.000000E+00	-7.145206E-03	-1.169012E-02	8.394910E-03	-3.701157E-03		
62	0.000000E+00	-6.128177E-03	-8.065758E-03	3.358521E-03	-8.529183E-04		
71	0.000000E+00	-3.702349E-03	-2.366820E-03	9.752574E-05	-6.674722E-05		
72	3.721295E-01	-2.206070E-02	7.455861E-03	-2.859519E-03	6.256238E-04		
81	0.000000E+00	-2.432497E-02	5.814320E-03	-1.101508E-03	1.266040E-04		
82	4.030857E+00	2.439855E-03	-1.164074E-03	4.878738E-04	-8.512323E-05		
91	-5.607731E+00	-1.181888E-02	7.662856E-04	1.534869E-04	-2.758615E-05		
92	0.000000E+00	-6.448670E-03	2.767071E-04	3.416667E-05	-6.844814E-06		
面	a ₁₂	a ₁₄	a ₁₆	a ₁₈	a ₂₀		
11	-5.921431E-05	9.173379E-06	-5.869129E-07	\			
12	6.744581E-05	-1.248144E-05	8.636754E-07				
21	1.276580E-04	-2.656943E-05	1.993567E-06				
22	8.433682E-05	-1.559028E-05	1.384767E-06				
31	1.607404E-04	-3.075137E-05	3.507350E-06				
32	2.289177E-04	-5.646840E-05	5.745091E-06				
41	-2.776294E-04	3.484863E-05	-3.417748E-07				
42	-1.473728E-04	8.653002E-06	1.076553E-06				
51	3.607654E-04	-8.737410E-05	5.857628E-06			0.000000E+00	0.000000E+00
52	8.961194E-04	-1.404449E-04	9.165095E-06			0.000000E+00	0.000000E+00
61	8.932139E-04	-1.032457E-04	4.505196E-06	0.000000E+00	0.000000E+00		
62	1.329965E-04	-9.390728E-06	1.719061E-07	0.000000E+00	0.000000E+00		
71	5.517665E-05	-1.391796E-05	1.570672E-06	-8.188070E-08	1.625047E-09		
72	-7.700925E-05	4.883067E-06	-8.916620E-08	-5.539173E-09	2.319950E-10		
81	-8.110878E-06	1.029199E-07	2.181455E-08	-1.362110E-09	2.511600E-11		
82	7.672642E-06	-3.943332E-07	1.168924E-08	-1.857650E-10	1.219000E-12		
91	2.066541E-06	-8.848373E-08	2.253270E-09	-3.189700E-11	1.940000E-13		
92	5.255814E-07	-2.235721E-08	5.500430E-10	-7.318000E-12	4.100000E-14		

图37

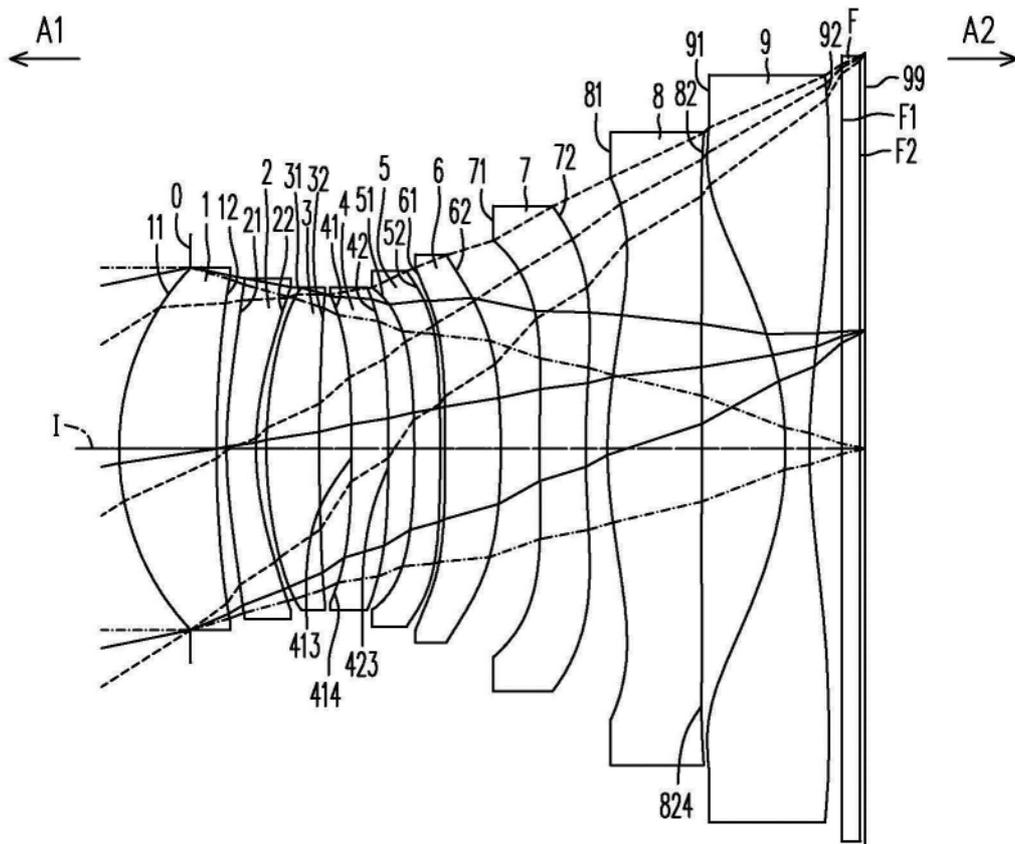


图38

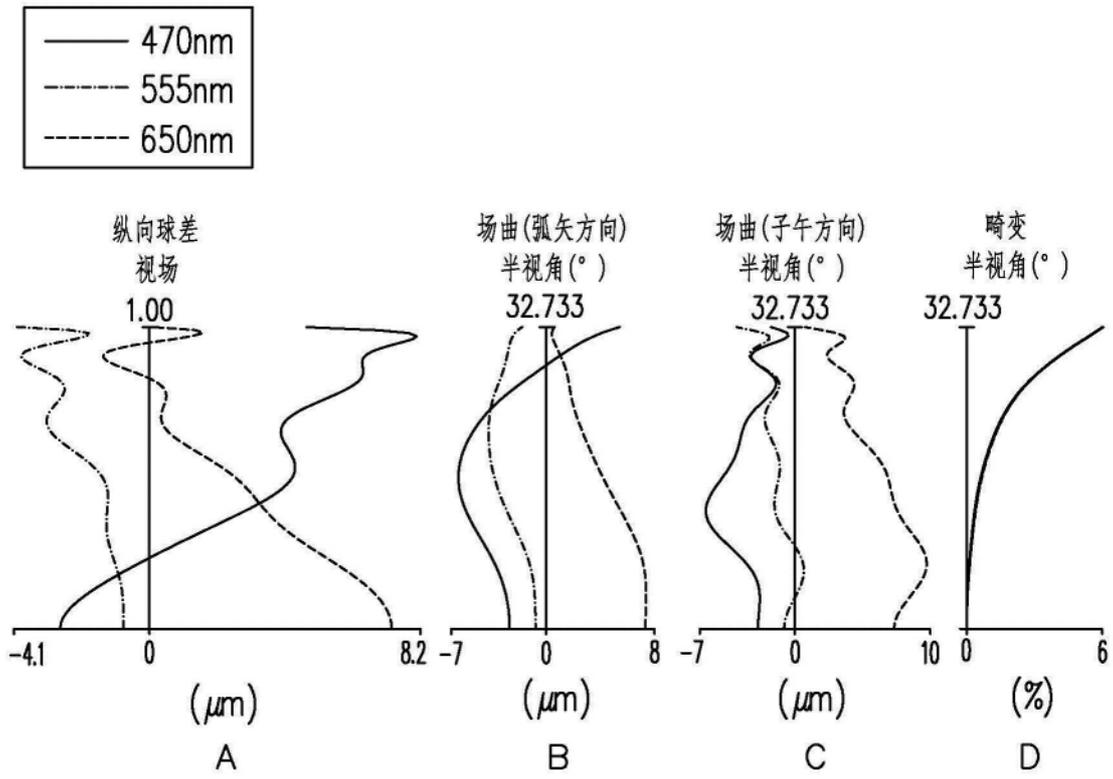


图39

第九实施例						
EFL=6.571 mm, HFOV=32.733 度, TTL=8.372 mm, Fno=1.600, ImgH=4.480 mm。						
组件	面	曲率半径 (mm)	厚度 (mm)	折射率	阿贝数	焦距 (mm)
物体		无限大	无限大			
光圈 0		无限大	-0.802			
第一透镜 1	物侧面 11	3.064	1.093	1.545	55.987	7.039
	像侧面 12	13.175	0.114			
第二透镜 2	物侧面 21	5.291	0.331	1.671	19.243	-14.062
	像侧面 22	3.316	0.118			
第三透镜 3	物侧面 31	5.511	0.589	1.535	55.690	13.828
	像侧面 32	20.571	0.364			
第四透镜 4	物侧面 41	-22.173	0.413	1.535	55.690	-377.992
	像侧面 42	-25.054	0.293			
第五透镜 5	物侧面 51	-10.216	0.291	1.640	23.529	-28.369
	像侧面 52	-23.409	0.053			
第六透镜 6	物侧面 61	-45.086	0.628	1.582	30.186	18.814
	像侧面 62	-8.904	0.436			
第七透镜 7	物侧面 71	36.067	0.517	1.661	20.373	-18.922
	像侧面 72	9.297	0.245			
第八透镜 8	物侧面 81	4.872	1.061	1.545	55.987	8.108
	像侧面 82	-45.029	0.937			
第九透镜 9	物侧面 91	-3.937	0.270	1.535	55.690	-4.582
	像侧面 92	6.718	0.360			
滤光片 F	物侧面 F1	无限大	0.210	1.517	64.167	
	像侧面 F2	无限大	0.050			
	成像面 99	无限大				

图40

面	K	a ₄	a ₆	a ₈	a ₁₀
11	0.000000E+00	3.244848E-04	2.064094E-04	-1.496677E-04	1.041814E-04
12	0.000000E+00	-4.868932E-03	5.658400E-03	-3.518109E-03	1.353120E-03
21	0.000000E+00	-2.167768E-02	7.127393E-03	-3.567290E-03	1.269147E-03
22	1.156278E+00	-1.977786E-02	-1.224129E-03	9.641558E-04	-1.527741E-03
31	0.000000E+00	6.911814E-03	-5.502662E-03	3.862033E-03	-2.649907E-03
32	0.000000E+00	-1.970908E-03	-2.612821E-03	1.103621E-03	6.772584E-04
41	0.000000E+00	-1.468547E-02	-7.124312E-03	2.677768E-03	1.100631E-03
42	0.000000E+00	-7.386122E-03	-1.249135E-02	4.194995E-03	1.791574E-03
51	0.000000E+00	6.554484E-03	-2.430857E-02	1.068279E-02	-2.167877E-03
52	0.000000E+00	1.755529E-02	-5.080029E-02	4.256853E-02	-2.051098E-02
61	0.000000E+00	1.786387E-03	-4.365591E-02	4.061191E-02	-1.981543E-02
62	0.000000E+00	-9.949966E-03	-1.402249E-02	9.382555E-03	-3.510508E-03
71	0.000000E+00	-2.375658E-03	-1.302623E-02	6.268976E-03	-1.943936E-03
72	-1.900465E+00	-1.627217E-02	-8.490969E-04	1.234103E-03	-5.079281E-04
81	0.000000E+00	-2.294658E-02	5.735615E-03	-1.617285E-03	3.315893E-04
82	-3.943754E+01	5.316592E-03	-4.606133E-04	-5.609240E-05	-7.067410E-06
91	-1.072932E+01	-2.180882E-02	7.383767E-03	-1.750427E-03	2.740332E-04
92	0.000000E+00	-1.525755E-02	2.969380E-03	-5.203886E-04	6.268272E-05
面	a ₁₂	a ₁₄	a ₁₆	a ₁₈	a ₂₀
11	-3.898498E-05	7.602593E-06	-5.816860E-07	\	
12	-2.997369E-04	3.541049E-05	-1.716266E-06		
21	-2.184864E-04	8.747994E-06	1.253477E-06		
22	1.080792E-03	-3.203379E-04	3.369527E-05		
31	1.457764E-03	-3.905615E-04	3.972947E-05		
32	-5.418383E-04	1.406544E-04	-1.325895E-05		
41	-1.074254E-03	2.870833E-04	-2.559346E-05		
42	-1.653162E-03	4.523305E-04	-4.463402E-05		
51	-2.356585E-04	1.678721E-04	-2.342930E-05	0.000000E+00	0.000000E+00
52	5.518219E-03	-7.908654E-04	4.803092E-05	0.000000E+00	0.000000E+00
61	5.199736E-03	-6.888987E-04	3.635964E-05	0.000000E+00	0.000000E+00
62	7.716887E-04	-8.790847E-05	4.019279E-06	0.000000E+00	0.000000E+00
71	3.589325E-04	-3.011622E-05	-1.339017E-06	4.497277E-07	-2.342245E-08
72	1.188733E-04	-1.757895E-05	1.625035E-06	-8.465998E-08	1.875441E-09
81	-5.233911E-05	5.864023E-06	-4.138030E-07	1.607436E-08	-2.597430E-10
82	4.738949E-06	-6.117039E-07	3.577068E-08	-1.010930E-09	1.122700E-11
91	-2.583326E-05	1.457493E-06	-4.829185E-08	8.672380E-10	-6.517000E-12
92	-4.852272E-06	2.360964E-07	-6.970554E-09	1.139520E-10	-7.900000E-13

图41

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
AAG	2.381	2.154	2.251	2.198	1.874
ALT	4.949	4.563	4.425	4.764	4.573
BFL	0.644	0.881	0.837	0.926	0.881
TL	7.330	6.717	6.676	6.962	6.447
TTL	7.974	7.598	7.513	7.888	7.328
EPD	3.668	3.725	3.626	3.992	3.659
V1+V2	68.863	79.516	75.230	75.230	76.360
V3+V7	75.230	75.230	75.230	111.677	111.974
V1+V2+V5	88.106	98.759	94.473	94.473	96.733
V3+V4+V7	131.217	131.217	131.217	130.920	132.347
V9/V5	2.909	2.909	2.909	2.909	2.734
V5/V2	1.000	0.818	1.000	1.000	1.000
V9/V1	1.128	1.000	1.000	1.000	0.995
(ImgH+EPD)/(T3+G45+T5 +G56)	8.585	9.420	8.762	7.295	7.346
ImgH/(G12+T2+G78)	10.129	9.681	8.135	7.995	11.878
ImgH/(T2+T4+G56+G78)	5.174	5.602	4.301	4.650	6.156
(T6+T7+T8+T9)/(T3+G45 +T5+G78)	2.445	2.315	2.195	1.501	1.845
(AAG+BFL)/D11t32	1.997	1.868	2.193	1.241	1.317
(G12+T2+G34+T4+G56+G 78)/(G23+G45+G67)	1.270	1.295	2.697	1.352	2.295
EFL*Fno/ImgH	1.878	1.907	1.856	2.044	1.873
ImgH/(D12t32+G45)	4.710	4.983	5.603	3.711	3.979
D32t81/(T8+G89+T9)	1.056	1.234	1.225	2.299	1.660
Fno*D11t71/ALT	1.119	1.206	1.158	1.562	1.481
D11t52/(T7+T8+T9)	1.071	1.244	1.190	2.195	2.254
(TTL+TL)/ImgH	3.061	2.863	2.838	2.970	2.755
D12t41/(T4+G45)	0.781	0.974	0.944	3.499	2.996
(D12t41+G56+T6)/(G67+T 7)	0.968	1.107	1.359	1.677	2.999
(ImgH+EPD)/(AAG+BFL)	2.865	2.875	2.794	2.879	3.143
ImgH/(Fno*(T3+G45+T7))	2.095	2.318	2.381	2.395	2.609
(AAG+BFL)/(T7+T8+T9)	1.165	1.380	1.403	1.903	1.844

图42

条件式	第六 实施例	第七 实施例	第八 实施例	第九 实施例
AAG	1.932	3.069	3.021	2.560
ALT	4.526	4.634	5.045	5.192
BFL	0.855	0.757	0.854	0.620
TL	6.458	7.703	8.066	7.752
TTL	7.313	8.460	8.920	8.372
EPD	3.647	4.186	4.411	4.107
V1+V2	76.360	76.360	75.230	75.230
V3+V7	111.974	111.677	56.776	76.063
V1+V2+V5	96.733	96.733	98.759	98.759
V3+V4+V7	132.347	132.050	112.465	131.753
V9/V5	2.734	2.734	2.367	2.367
V5/V2	1.000	1.000	1.223	1.223
V9/V1	0.995	0.995	0.995	0.995
$(\text{ImgH}+\text{EPD})/(\text{T3}+\text{G45}+\text{T5}+\text{G56})$	7.207	10.998	8.550	7.000
$\text{ImgH}/(\text{G12}+\text{T2}+\text{G78})$	11.869	16.509	10.031	6.501
$\text{ImgH}/(\text{T2}+\text{T4}+\text{G56}+\text{G78})$	6.001	7.566	5.771	4.301
$(\text{T6}+\text{T7}+\text{T8}+\text{T9})/(\text{T3}+\text{G45}+\text{T5}+\text{G78})$	1.746	2.268	1.542	1.746
$(\text{AAG}+\text{BFL})/\text{D11t32}$	1.310	1.611	1.826	1.417
$(\text{G12}+\text{T2}+\text{G34}+\text{T4}+\text{G56}+\text{G78})/(\text{G23}+\text{G45}+\text{G67})$	2.241	1.329	1.640	1.794
$\text{EFL}*\text{Fno}/\text{ImgH}$	1.867	1.599	1.685	2.347
$\text{ImgH}/(\text{D12t32}+\text{G45})$	3.811	4.875	5.069	3.101
$\text{D32t81}/(\text{T8}+\text{G89}+\text{T9})$	1.684	1.491	1.484	1.429
$\text{Fno}*\text{D11t71}/\text{ALT}$	1.507	1.694	1.537	1.455
$\text{D11t52}/(\text{T7}+\text{T8}+\text{T9})$	2.349	2.399	2.068	1.952
$(\text{TTL}+\text{TL})/\text{ImgH}$	2.754	2.412	2.535	3.599
$\text{D12t41}/(\text{T4}+\text{G45})$	2.795	3.116	2.061	2.147
$(\text{D12t41}+\text{G56}+\text{T6})/(\text{G67}+\text{T7})$	2.999	2.041	2.143	2.306
$(\text{ImgH}+\text{EPD})/(\text{AAG}+\text{BFL})$	3.103	2.845	2.868	2.700
$\text{ImgH}/(\text{Fno}*(\text{T3}+\text{G45}+\text{T7}))$	2.483	3.335	3.210	2.001
$(\text{AAG}+\text{BFL})/(\text{T7}+\text{T8}+\text{T9})$	1.898	2.499	2.238	1.721

图43