



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112114418 B

(45) 授权公告日 2023. 08. 15

(21) 申请号 202011018426.1

G03B 21/14 (2006.01)

(22) 申请日 2020.09.24

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 106980171 A, 2017.07.25

申请公布号 CN 112114418 A

CN 108957708 A, 2018.12.07

(43) 申请公布日 2020.12.22

CN 111323891 A, 2020.06.23

CN 209265059 U, 2019.08.16

(73) 专利权人 玉晶光电(厦门)有限公司

审查员 梁乐民

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 廖华滨 朱清智 张嘉元 谢宏健

(74) 专利代理机构 厦门市精诚新创知识产权代

理有限公司 35218

专利代理师 秦华

(51) Int. Cl.

G02B 13/00 (2006.01)

G02B 13/18 (2006.01)

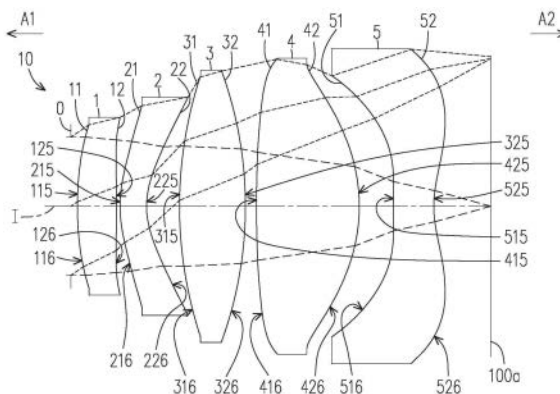
权利要求书3页 说明书16页 附图32页

(54) 发明名称

光学透镜组

(57) 摘要

本发明公开了一种光学透镜组,其从第一侧至第二侧沿光轴依序包括第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜以及第五透镜。光学透镜组满足 $D34/D12 \geq 2.600$ 的条件式。另,其他光学透镜组亦被提供。所述光学透镜组使多个不同波长的光通过仍能维持良好光学质量、系统长度短、技术上可行,且热稳定性良好,适用于投影。



1. 一种光学透镜组,由一第一侧至一第二侧沿一光轴依序包含一第一透镜、一第二透镜、一第三透镜、一第四透镜及一第五透镜,该第一侧为一出光侧或一物侧,该第二侧为一入光侧或一像侧,该第一透镜至该第五透镜各自包括一朝向该第一侧且使成像光线通过的一第一侧面以及一朝向该第二侧且使该成像光线通过的一第二侧面,其中

该第一透镜具有正屈光率;

该第二透镜具有负屈光率;

该第三透镜具有正屈光率,且该第三透镜的该第二侧面的一光轴区域为凸面;

该第四透镜具有正屈光率,且该第四透镜的该第一侧面的一圆周区域为凸面;

该第五透镜具有负屈光率,该第五透镜的该第二侧面的一光轴区域为凹面,且该第五透镜的该第二侧面的一圆周区域为凸面;

该光学透镜组的透镜只有上述该第一透镜至该第五透镜,并且满足以下的条件式: $D34/D12 \geq 2.600$,其中D34为该第三透镜的该第一侧面到该第四透镜的该第二侧面在该光轴上的距离,且D12为该第一透镜的该第一侧面到该第二透镜的该第二侧面在该光轴上的距离。

2. 一种光学透镜组,由一第一侧至一第二侧沿一光轴依序包含一第一透镜、一第二透镜、一第三透镜、一第四透镜及一第五透镜,该第一侧为一出光侧或一物侧,该第二侧为一入光侧或一像侧,该第一透镜至该第五透镜各自包括一朝向该第一侧且使成像光线通过的一第一侧面以及一朝向该第二侧且使该成像光线通过的一第二侧面,其中

该第一透镜具有正屈光率,且该第一透镜的该第二侧面的一圆周区域为凹面;

该第二透镜具有负屈光率;

该第三透镜具有正屈光率;

该第四透镜具有正屈光率,且该第四透镜的该第一侧面的一圆周区域为凸面;

该第五透镜具有负屈光率,且该第五透镜的该第二侧面的一光轴区域为凹面;

该光学透镜组的透镜只有上述该第一透镜至该第五透镜,并且满足以下的条件式: $D34/D12 \geq 2.600$,其中D34为该第三透镜的该第一侧面到该第四透镜的该第二侧面在该光轴上的距离,且D12为该第一透镜的该第一侧面到该第二透镜的该第二侧面在该光轴上的距离。

3. 如权利要求1或2所述光学透镜组,其中该光学透镜组更满足以下的条件式: $TL/BFL \geq 4.400$,其中TL为该第一透镜的该第一侧面到该第五透镜的该第二侧面在该光轴上的距离,且BFL为该第五透镜的该第二侧面到一参考面在该光轴上的距离,该参考面为一发光面或一成像面。

4. 如权利要求1或2所述光学透镜组,其中该光学透镜组更满足以下的条件式: $(T3+G34)/BFL \geq 1.200$,其中T3为该第三透镜在该光轴上的厚度,G34为该第三透镜到该第四透镜在该光轴上的空气间隙,且BFL为该第五透镜的该第二侧面到一参考面在该光轴上的距离,该参考面为一发光面或一成像面。

5. 如权利要求1或2所述光学透镜组,其中该光学透镜组更满足以下的条件式: $(G12+BFL)/T5 \leq 2.700$,其中G12为该第一透镜到该第二透镜在该光轴上的空气间隙,BFL为该第五透镜的该第二侧面到一参考面在该光轴上的距离,该参考面为一发光面或一成像面,且T5为该第五透镜在该光轴上的厚度。

6. 如权利要求1或2所述光学透镜组,其中该光学透镜组更满足以下的条件式: $(T3+T4+T5)/BFL \geq 2.400$,其中T3为该第三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BFL为该第五透镜的该第二侧面到一参考面在该光轴上的距离,该参考面为一发光面或一成像面。

7. 一种光学透镜组,由一第一侧至一第二侧沿一光轴依序包含一第一透镜、一第二透镜、一第三透镜、一第四透镜及一第五透镜,该第一侧为一出光侧或一物侧,该第二侧为一入光侧或一像侧,该第一透镜至该第五透镜各自包括一朝向该第一侧且使成像光线通过的一第一侧面以及一朝向该第二侧且使该成像光线通过的一第二侧面,其中

该第一透镜具有正屈光率;

该第二透镜具有负屈光率;

该第三透镜具有正屈光率,且该第三透镜的该第二侧面的一光轴区域为凸面;

该第四透镜具有正屈光率,且该第四透镜的该第一侧面的一圆周区域为凸面;

该第五透镜具有负屈光率,且该第五透镜的该第一侧面的一光轴区域为凸面,且该第五透镜的该第二侧面的一圆周区域为凸面;

该光学透镜组的透镜只有上述该第一透镜至该第五透镜,并且满足以下的条件式: $D3P/D12 \geq 4.500$,其中D3P为该第三透镜的该第一侧面到一参考面在该光轴上的距离,该参考面为一发光面或一成像面,且D12为该第一透镜的该第一侧面到该第二透镜的该第二侧面在该光轴上的距离。

8. 如权利要求1或2或7所述光学透镜组,其中该光学透镜组更满足以下的条件式: $(T4+G45)/T1 \geq 3.500$,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,T1为该第一透镜在该光轴上的厚度。

9. 如权利要求1或2或7所述光学透镜组,其中该光学透镜组更满足以下的条件式: $TL/(T4+T5) \leq 3.500$,其中TL为该第一透镜的该第一侧面到该第五透镜的该第二侧面在该光轴上的距离,T4为该第四透镜在该光轴上的厚度,且T5为该第五透镜在该光轴上的厚度。

10. 如权利要求1或2或7所述光学透镜组,其中该光学透镜组更满足以下的条件式: $ALT/(G23+T3+G34) \leq 3.000$,其中ALT为该第一透镜到该第五透镜在该光轴上的五个透镜厚度的总和,G23为该第二透镜到该第三透镜在该光轴上的空气间隙,T3为该第三透镜在该光轴上的厚度,且G34为该第三透镜到该第四透镜在该光轴上的空气间隙。

11. 如权利要求1或2或7所述光学透镜组,其中该光学透镜组更满足以下的条件式: $EFL/(T2+G23+T3) \leq 2.500$,其中EFL为该光学透镜组的有效焦距,T2为该第二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T3为该第三透镜在该光轴上的厚度。

12. 如权利要求1或2或7所述光学透镜组,其中该光学透镜组更满足以下的条件式: $(G23+G34+G45)/T1 \geq 2.000$,其中G23为该第二透镜到该第三透镜在该光轴上的空气间隙,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T1为该第一透镜在该光轴上的厚度。

13. 如权利要求1或2或7所述光学透镜组,其中该光学透镜组更满足以下的条件式: $(G12+G23)/G34 \leq 3.300$,其中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G34为该第三透镜到该第四透镜在

该光轴上的空气间隙。

14. 如权利要求1或2或7所述光学透镜组,其中该光学透镜组更满足以下的条件式: $AAG/(G12+T3) \leq 1.700$,其中AAG为该第一透镜到该第五透镜在该光轴上的四个空气间隙的总和,G12为该第一透镜到该第二透镜在该光轴上的空气间隙,且T3为该第三透镜在该光轴上的厚度。

15. 如权利要求1或2或7所述光学透镜组,其中该光学透镜组更满足以下的条件式: $T4/(G12+T2) \geq 2.300$,其中T4为该第四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T2为该第二透镜在该光轴上的厚度。

16. 如权利要求1或2或7所述光学透镜组,其中该光学透镜组更满足以下的条件式: $T3/T5 \geq 1.500$,其中T3为该第三透镜在该光轴上的厚度,且T5为该第五透镜在该光轴上的厚度。

17. 如权利要求1或2或7所述光学透镜组,其中该光学透镜组更满足以下的条件式: $AAG/(G23+G45) \leq 2.000$,其中AAG为该第一透镜到该第五透镜在该光轴上的四个空气间隙的总和,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。

18. 如权利要求1或2或7所述光学透镜组,其中该光学透镜组更满足以下的条件式: $(G34+T4)/G45 \leq 3.500$,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,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。

19. 如权利要求1或2或7所述光学透镜组,其中该光学透镜组更满足以下的条件式: $(T2+T3+T4)/AAG \geq 1.300$,其中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,T4为该第四透镜在该光轴上的厚度,且AAG为该第一透镜到该第五透镜在该光轴上的四个空气间隙的总和。

光学透镜组

技术领域

[0001] 本发明涉及光学领域,尤其涉及一种光学透镜组。

背景技术

[0002] 投影镜头是藉由光源通过光学透镜组之后投射出影像,然而不同波长的光很难聚焦在同一平面上,因此需有多个透镜组使这些不同波长的光分别校正,才能使该些不同波长的光通过光学透镜组之后还能投射出具有良好的光学质量的影像。然而,多个透镜组的设置不利于体积轻薄短小的需求。此外,为了使产品能适应各种环境温度,在各种环境温度下具有良好的光学质量,热稳定性也是研发人员的一项课题。

发明内容

[0003] 本发明提供一种光学透镜组,使多个不同波长的光通过仍能维持良好光学质量、系统长度短、技术上可行,且热稳定性良好。

[0004] 本发明的一实施例提供一种光学透镜组,由第一侧至第二侧沿光轴依序包含第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜及第五透镜,第一侧为出光侧或物侧,第二侧为入光侧或像侧,第一透镜至第五透镜各自包括朝向第一侧且使成像光线通过的第一侧面以及朝向第二侧且使成像光线通过的第二侧面。第一透镜具有正屈光率。第三透镜的第二侧面的光轴区域为凸面。第四透镜的第一侧面的圆周区域为凸面。第五透镜的第二侧面的光轴区域为凹面,且第五透镜的第二侧面的圆周区域为凸面。光学透镜组的透镜只有上述第一透镜至第五透镜,并且满足以下的条件式: $D_{34}/D_{12} \geq 2.600$ 。

[0005] 本发明的一实施例提供一种光学透镜组,由第一侧至第二侧沿光轴依序包含第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜及第五透镜,第一侧为出光侧或物侧,第二侧为入光侧或像侧,第一透镜至第五透镜各自包括朝向第一侧且使成像光线通过的第一侧面以及朝向第二侧且使成像光线通过的第二侧面。第一透镜具有正屈光率,且第一透镜的第二侧面的圆周区域为凹面。第三透镜具有正屈光率。第四透镜的第一侧面的圆周区域为凸面。第五透镜的第二侧面的光轴区域为凹面。光学透镜组的透镜只有上述第一透镜至第五透镜,并且满足以下的条件式: $D_{34}/D_{12} \geq 2.600$ 。

[0006] 本发明的一实施例提供一种光学透镜组,由第一侧至第二侧沿光轴依序包含第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜及第五透镜,第一侧为出光侧或物侧,第二侧为入光侧或像侧,第一透镜至第五透镜各自包括朝向第一侧且使成像光线通过的第一侧面以及朝向第二侧且使成像光线通过的第二侧面。第三透镜的第二侧面的光轴区域为凸面。第四透镜具有正屈光率,且第四透镜的第一侧面的圆周区域为凸面。第五透镜的第一侧面的光轴区域为凸面,且第五透镜的第二侧面的圆周区域为凸面。光学透镜组的透镜只有上述第一透镜至第五透镜,并且满足以下的条件式: $D_{3P}/D_{12} \geq 4.500$ 。

[0007] 在本发明的光学透镜组中,实施例还可以选择性地满足以下任一条件:

[0008] $TL/BFL \geq 4.400$,

- [0009] $(T3+G34)/BFL \geq 1.200$,
- [0010] $(G12+BFL)/T5 \leq 2.700$,
- [0011] $(T3+T4+T5)/BFL \geq 2.400$,
- [0012] $TTL/(T3+T4+G45) \leq 2.700$,
- [0013] $(T4+G45)/T1 \geq 3.500$,
- [0014] $TL/(T4+T5) \leq 3.500$,
- [0015] $ALT/(G23+T3+G34) \leq 3.000$,
- [0016] $EFL/(T2+G23+T3) \leq 2.500$,
- [0017] $(G23+G34+G45)/T1 \geq 2.000$,
- [0018] $(G12+G23)/G34 \leq 3.300$,
- [0019] $AAG/(G12+T3) \leq 1.700$,
- [0020] $T4/(G12+T2) \geq 2.300$,
- [0021] $T3/T5 \geq 1.500$,
- [0022] $AAG/(G23+G45) \leq 2.000$,
- [0023] $(G34+T4)/G45 \leq 3.500$,
- [0024] $(T2+T3+T4)/AAG \geq 1.300$ 。

[0025] 其中D34为第三透镜的第一侧面到第四透镜的第二侧面在光轴上的距离,D12为第一透镜的第一侧面到第二透镜的第二侧面在光轴上的距离,D3P为第三透镜的第一侧面到参考面在光轴上的距离,参考面为发光面或成像面。

[0026] 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。

[0027] 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。

[0028] TL为第一透镜的第一侧面到第五透镜的第二侧面在光轴上的距离,BFL为第五透镜的第二侧面到参考面在光轴上的距离,参考面为发光面或成像面;TTL为第一透镜的第一侧面到参考面在光轴上的距离,参考面为发光面或成像面,ALT为第一透镜到第五透镜在光轴上的五个透镜厚度的总和,EFL为光学透镜组的有效焦距,AAG为第一透镜到第五透镜在光轴上的四个空气间隙的总和。

[0029] 基于上述,本发明的实施例的光学透镜组的有益效果在于:藉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,光学透镜组使多个不同波长的光通过仍能维持良好光学质量、系统长度短、技术上可行,且热稳定性良好。适用于投影。

附图说明

[0030] 图1的A是一示意图,说明本发明的光学透镜组应用于投影镜头的示意图。

[0031] 图1的B是图1的A中的多光源产生单元的一实施例的前视图。

[0032] 图2是一示意图,说明一透镜的面形结构。

[0033] 图3是一示意图,说明一透镜的面形凹凸结构及光线焦点。

- [0034] 图4是一示意图,说明一范例一的透镜的面形结构。
- [0035] 图5是一示意图,说明一范例二的透镜的面形结构。
- [0036] 图6是一示意图,说明一范例三的透镜的面形结构。
- [0037] 图7是本发明第一实施例之光学透镜组的示意图。
- [0038] 图8是第一实施例之光学透镜组的纵向球差与各项像差图。
- [0039] 图9是本发明第一实施例之光学透镜组的详细光学数据表格图。
- [0040] 图10是本发明第一实施例之光学透镜组的非球面参数表格图。
- [0041] 图11是本发明第二实施例之光学透镜组的示意图。
- [0042] 图12是第二实施例之光学透镜组的纵向球差与各项像差图。
- [0043] 图13是本发明第二实施例之光学透镜组的详细光学数据表格图。
- [0044] 图14是本发明第二实施例之光学透镜组的非球面参数表格图。
- [0045] 图15是本发明第三实施例的光学透镜组的示意图。
- [0046] 图16是第三实施例光学透镜组的纵向球差与各项像差图。
- [0047] 图17是本发明第三实施例之光学透镜组的详细光学数据表格图。
- [0048] 图18是本发明第三实施例之光学透镜组的非球面参数表格图。
- [0049] 图19是本发明第四实施例的光学透镜组的示意图。
- [0050] 图20是第四实施例光学透镜组的纵向球差与各项像差图。
- [0051] 图21是本发明第四实施例之光学透镜组的详细光学数据表格图。
- [0052] 图22是本发明第四实施例之光学透镜组的非球面参数表格图。
- [0053] 图23是本发明第五实施例的光学透镜组的示意图。
- [0054] 图24是第五实施例之光学透镜组的纵向球差与各项像差图。
- [0055] 图25是本发明第五实施例之光学透镜组的详细光学数据表格图。
- [0056] 图26是本发明第五实施例之光学透镜组的非球面参数表格图。
- [0057] 图27是本发明第六实施例的光学透镜组的示意图。
- [0058] 图28是第六实施例之光学透镜组的纵向球差与各项像差图。
- [0059] 图29是本发明第六实施例之光学透镜组的详细光学数据表格图。
- [0060] 图30是本发明第六实施例之光学透镜组的非球面参数表格图。
- [0061] 图31是本发明第七实施例的光学透镜组的示意图。
- [0062] 图32是第七实施例之光学透镜组的纵向球差与各项像差图。
- [0063] 图33是本发明第七实施例之光学透镜组的详细光学数据表格图。
- [0064] 图34是本发明第七实施例之光学透镜组的非球面参数表格图。
- [0065] 图35是本发明第一至第七实施例之光学透镜组的各重要参数及其关系式的数值表格图。

具体实施方式

[0066] 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: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;10:光学透镜组;11、21、31、41、51:第一侧面;12、22、32、42、52:第二侧面;100a:参考面;100、200、300、400、500:透镜;130:组装部;115、125、127、215、225、315、325、415、417、425、515、525、Z1:光轴区域;116、126、216、

218、226、228、316、326、416、426、428、516、526、Z2:圆周区域;211、212:平行光线;A1:第一侧;A2:第二侧;CP:中心点;CP1:第一中心点;CP2:第二中心点;EL:延伸线;P、Pa、Pb、Pc:光源;PM:多光源产生单元;I:光轴;Lm:边缘光线;Lc:主光线;LCR:发光圆半径;M、R:相交点;OB:光学边界;TP1:第一转换点;TP2:第二转换点;Z3:中继区域。

[0067] 请参照图1的A,在一实施例中,本发明的实施例的光学透镜组10适用以投影。投影镜头20的光线方向为多个成像光线由多光源产生单元PM所发出,经由本发明的实施例的光学透镜组10产生多个不同出射角度的成像光线a、b、c,用以投射至前方环境,其中出射角的范围例如是落在 $-\omega$ 度至 ω 度的范围内,其中 ω 为光学透镜组10最大半出光角度;成像光线a、b、c不限于是何种形式的成像光线,在此以虚线的形式描述成像光线行进的方向,且成像光线a、b、c的数量也不限于3个,其数量可以是不等于3及1的其他数量,而图1的A中以绘示成像光线a、b、c来作代表,其中成像光线a、b、c分别具有主光线(chief ray)Lc及边缘光线(marginal ray)Lm(图未示),成像光线a的主光线及边缘光线彼此互相近似平行;同样地,成像光线b的主光线及边缘光线也彼此互相近似平行,成像光线c的主光线及边缘光线也彼此互相近似平行。详细来说,图1的A的成像光线a、b、c分别由图1的B中不同位置的光源Pa、Pb、Pc所发出,从图1的A可知,在不同位置的光源P发出的成像光线经过光学透镜组10后皆会以平行的方式出射于光学透镜组10,但出射的方向会依据位置而不同。以图1的A来说,光源Pa经过光学透镜组10后以斜向左下且平行地出射于光学透镜组10(如成像光线a所示),另一位置的光源Pb经过光学透镜组10后以正左方且平行地出射于光学透镜组10(如成像光线b所示),又一位置的光源Pc经过光学透镜组10后以斜向左上且平行地出射于光学透镜组10(如成像光线c所示)。

[0068] 请参照图1的B,在一实施例中,多光源产生单元PM包括多个以阵列方式排列的光源P。光源P例如是绿光光源,但本发明并不以此为限制。此外,于其他的实施态样中,这些光源P的排列方式也可以是环形排列或者是其他排列方式,本发明并不以此为限制。光源P例如是发光二极管(Light Emitting Diode,LED)、雷射二极管(laser diode)、毫发光二极管(Mini LED)或微发光二极管(Micro LED)。这些光源P的发光面形成参考面100a。在一实施例中,参考面100a是多光源产生单元PM的发光面。

[0069] 需说明的是,若本发明的实施例的光学透镜组10用以投影,例如光学透镜组10为投影机的投影镜头,则以下说明本发明之实施例之光学规格的判断准则是假设光线方向逆追迹(Reversely Tracking)为一平行成像光线由第一侧经过光学透镜组10到位于第二侧的参考面100a聚焦成像,其中参考面100a为多光源产生单元PM的发光面,第二侧是朝向多光源产生单元PM的一侧(即入光侧),且第一侧是相对的另一侧(即出光侧)。此外,若本发明的实施例的光学透镜组10用以投影,则下述之光学透镜组10的每一透镜的第二侧面是指朝向多光源产生单元PM的表面(即入光面),且下述之光学透镜组10的每一透镜的第一侧面为相对的另一表面(即出光面)。

[0070] 若本发明的实施例的光学透镜组10为相机的成像镜头,则以下说明本发明之实施例之光学规格的判断准则是假设光线方向追迹为一平行成像光线由第一侧经过光学透镜组10到位于第二侧的参考面100a聚焦成像,其中参考面100a为成像面,第二侧是朝向成像面的一侧(即像侧),且第一侧是朝向待拍摄物的一侧(即物侧)。此外,若本发明的实施例的光学透镜组10用以成像,则下述之光学透镜组10的每一透镜的第二侧面是指朝向成像面的

表面(即像侧面),且下述之光学透镜组10的每一透镜的第一侧面是指朝向待拍摄物的表面(即物侧面)。

[0071] 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。

[0072] 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(当光学透镜组为相机的成像镜头时)或成像光线的逆追迹(当光学透镜组为投影机的投影镜头时)通过光学系统于参考面上成像。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「透镜之第一侧面(或第二侧面)」定义为成像光线通过透镜表面的特定范围。成像光线包括至少两类光线:主光线(chief ray) L_c 及边缘光线(marginal ray) L_m (如图2所示)。透镜之第一侧面(或第二侧面)可依不同位置区分为不同区域,包含光轴区域、圆周区域、或在部分实施例中的一个或多个中继区域,这些区域的说明将于下方详细阐述。

[0073] 图2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2所例示,第一中心点 CP_1 位于透镜100的第一侧面110,第二中心点 CP_2 位于透镜100的第二侧面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 L_m 与该透镜表面相交的一点。所有的转换点皆位于光轴I与透镜表面之光学边界OB之间。除此之外,若单一透镜表面有复数个转换点,则这些转换点由径向向外的方向依序自第一转换点开始命名。例如,第一转换点 TP_1 (最靠近光轴I)、第二转换点 TP_2 (如图5所示)及第N转换点(距离光轴I最远)。

[0074] 定义从中心点至第一转换点 TP_1 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。

[0075] 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的交点位在透镜第二侧 A_2 ,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的交点位在透镜第一侧 A_1 ,则该区域为凹面。

[0076] 除此之外,参见图2,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。

[0077] 参见图3,定义中心点CP与第一转换点 TP_1 之间为光轴区域 Z_1 。定义第一转换点 TP_1 与透镜表面的光学边界OB之间为圆周区域 Z_2 。如图3所示,平行光线211在通过光轴区域 Z_1 后与光轴I在透镜200的第二侧 A_2 相交,即平行光线211通过光轴区域 Z_1 的焦点位于透镜200第二侧 A_2 的R点。由于光线与光轴I相交于透镜200第二侧 A_2 ,故光轴区域 Z_1 为凸面。反之,平行光线212在通过圆周区域 Z_2 后发散。如图3所示,平行光线212通过圆周区域 Z_2 后的延伸线EL与光轴I在透镜200的第一侧 A_1 相交,即平行光线212通过圆周区域 Z_2 的焦点位于透镜200第一侧 A_1 的M点。由于光线的延伸线EL与光轴I相交于透镜200第一侧 A_1 ,故圆周区域 Z_2 为凹

面。于图3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。

[0078] 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。以第一侧面来说,当R值为正时,判定为第一侧面的光轴区域为凸面;当R值为负时,判定第一侧面的光轴区域为凹面。反之,以第二侧面来说,当R值为正时,判定第二侧面的光轴区域为凹面;当R值为负时,判定第二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第一侧或第二侧来判断面形凹凸。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。

[0079] 图4至图6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。

[0080] 图4为透镜300的径向剖视图。参见图4,透镜300的第二侧面320在光学边界OB内仅存在一个转换点TP1。透镜300的第二侧面320的光轴区域Z1及圆周区域Z2如图4所示。此第二侧面320的R值为正(即 $R>0$),因此,光轴区域Z1为凹面。

[0081] 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4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。

[0082] 图5为透镜400的径向剖视图。参见图5,透镜400的第一侧面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之间为第一侧面410的光轴区域Z1。此第一侧面410的R值为正(即 $R>0$),因此,光轴区域Z1为凸面。

[0083] 定义第二转换点TP2与透镜400的第一侧面410的光学边界OB之间为圆周区域Z2,该第一侧面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,该第一侧面410的该中继区域Z3为凹面。再次参见图5,第一侧面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的第一侧面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。

[0084] 图6为透镜500的径向剖视图。透镜500的第一侧面510无转换点。对于无转换点的透镜表面,例如透镜500的第一侧面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6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%为第一侧面510的光轴区域Z1。此第一侧面510的R值为正(即 $R>0$),因此,光轴区域Z1为凸面。由于透镜500的第一侧面510无转换点,因此第一侧面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。

[0085] 图7为本发明之第一实施例之光学透镜组的示意图,而图8的A至图8的D为第一实施例之光学透镜组的纵向球差与各项像差图。请先参照图7,本发明的第一实施例之光学透

镜组10从第一侧A1至第二侧A2沿光学透镜组10的一光轴I依序包括一光圈0、一第一透镜1、一第二透镜2、一第三透镜3、一第四透镜4及一第五透镜5。当多个成像光线由参考面100a(即多光源产生单元PM的发光面)发出而进入光学透镜组10,经由第五透镜5、第四透镜4、第三透镜3、第二透镜2、第一透镜1及光圈0之后,会于第一侧A1产生多个不同出射角度的成像光线,并射出光学透镜组10。补充说明的是,在本实施例中,第二侧A2是朝向多光源产生单元PM的一侧,第一侧A1是相对的另一侧;第二侧A2即入光侧,第一侧A1即出光侧。

[0086] 第一透镜1、第二透镜2、第三透镜3、第四透镜4及第五透镜5都各自具有一朝向第一侧A1且使成像光线通过之第一侧面11、21、31、41、51及一朝向第二侧A2且使成像光线通过之第二侧面12、22、32、42、52。

[0087] 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及第五透镜5的材质分别为塑胶、塑胶、玻璃、塑胶及塑胶,但本发明不以此为限。

[0088] 第一透镜1具有正屈光率。第一透镜1的第一侧面11的光轴区域115为凸面,且其圆周区域116为凸面。第一透镜1的第二侧面12的光轴区域125为凸面,且其圆周区域126为凹面。在本实施例中,第一透镜1的第一侧面11与第二侧面12皆为非球面,但不限于于此。

[0089] 第二透镜2具有负屈光率。第二透镜2的第一侧面21的光轴区域215为凸面,且其圆周区域216为凸面。第二透镜2的第二侧面22的光轴区域225为凹面,且其圆周区域226也为凹面。在本实施例中,第二透镜2的第一侧面21与第二侧面22皆为非球面,但不限于于此。

[0090] 第三透镜3具有正屈光率。第三透镜3的第一侧面31的光轴区域315为凸面,且其圆周区域316也为凸面。第三透镜3的第二侧面32的光轴区域325为凸面,且其圆周区域326为凸面。在本实施例中,第三透镜3的第一侧面31与第二侧面32皆为球面,但不限于于此。

[0091] 第四透镜4具有正屈光率。第四透镜4的第一侧面41的光轴区域415为凸面,且其圆周区域416也为凸面。第四透镜4的第二侧面42的光轴区域425为凸面,且其圆周区域426为凸面。在本实施例中,第四透镜4的第一侧面41与第二侧面42皆为非球面,但不限于于此。

[0092] 第五透镜5具有负屈光率。第五透镜5的第一侧面51的光轴区域515为凸面,且其圆周区域516为凹面。第五透镜5的第二侧面52的光轴区域525为凹面,且其圆周区域526为凸面。在本实施例中,第五透镜5的第一侧面51与第二侧面52皆为非球面,但不限于于此。

[0093] 第一实施例之光学透镜组10具有良好的热稳定性。更进一步地说,在不同环境温度下,光学透镜组10具有极小的焦距偏移量(Focal shift)。举例而言,设定常温20°C为一基准,在20°C的环境下,光学透镜组10的焦距偏移量为0.0000mm;在0°C的环境下,光学透镜组10的焦距偏移量为0.0020mm;在60°C的环境下,光学透镜组10的焦距偏移量为-0.0036mm。

[0094] 第一实施例的其他详细光学数据如图9所示,且第一实施例的系统有效焦距(effective focal length,EFL)为3.729mm,半视场角(half field of view,HFOV)为34.500度,系统长度(即TTL)为5.969mm,光圈值(f-number,Fno)为1.865,LCR为2.134mm。其中,系统长度(即TTL)是指由第一透镜1的第一侧面11到参考面100a在光轴I上的距离。当光学透镜组10为相机的成像镜头时,光圈0的光圈值即是一般的定义之光圈值,也就是光圈0就是入射光瞳,并依此入射光瞳所计算而得的光圈值。当光学透镜组10为投影机的投影镜头时,本说明书中的「光圈值」是根据光的可逆性原理,将光圈0视为入射光瞳所计算而得的光圈值。

[0095] 此外,在本实施例中,第一透镜1、第二透镜2、第四透镜4及第五透镜5的第一侧面11、21、41、51及第二侧面12、22、41、51共计八个面均是非球面,而这些非球面是依下列公式(2)定义:

$$[0096] \quad Z(Y) = \frac{Y^2}{R} / (1 + \sqrt{1 - (1 + K) \frac{Y^2}{R^2}}) + \sum_{i=1}^n a_i \times Y^i \text{-----} (2)$$

[0097] 其中:

[0098] Y:非球面曲线上的点与光轴I的距离;

[0099] 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);

[0100] R:透镜表面近光轴I处的曲率半径;

[0101] K:锥面系数(conic constant);

[0102] a_i :第i阶非球面系数。

[0103] 第一透镜1的第一侧面11及第二侧面12、第二透镜2的第一侧面21及第二侧面22、第四透镜4的第一侧面41及第二侧面42与第五透镜5的第一侧面51及第二侧面52在公式(2)中的各项非球面系数如图10所示。其中,图10中栏位编号11表示其为第一透镜1的第一侧面11的非球面系数,其它栏位依此类推。

[0104] 另外,第一实施例之光学透镜组10中各重要参数间的关系如图35所示。

[0105] 其中,

[0106] f_1 为第一透镜1的焦距; f_2 为第二透镜2的焦距; f_3 为第三透镜3的焦距; f_4 为第四透镜4的焦距; f_5 为第五透镜5的焦距;

[0107] V_1 为第一透镜1的阿贝系数(Abbe number),阿贝系数也可被称为色散系数; V_2 为第二透镜2的阿贝系数; V_3 为第三透镜3的阿贝系数; V_4 为第四透镜4的阿贝系数; V_5 为第五透镜5的阿贝系数;

[0108] T_1 为第一透镜1在光轴I上的厚度; T_2 为第二透镜2在光轴I上的厚度; T_3 为第三透镜3在光轴I上的厚度; T_4 为第四透镜4在光轴I上的厚度; T_5 为第五透镜5在光轴I上的厚度;

[0109] G_{12} 为第一透镜1到第二透镜2在光轴I上的空气间隙; G_{23} 为第二透镜2到第三透镜3在光轴I上的空气间隙; G_{34} 为第三透镜3到第四透镜4在光轴I上的空气间隙; G_{45} 为第四透镜4到第五透镜5在光轴I上的空气间隙;

[0110] D_{12} 为第一透镜1的第一侧面11到第二透镜2的第二侧面22在光轴I上的距离; D_{34} 为第三透镜3的第一侧面31到第四透镜4的第二侧面42在光轴I上的距离;

[0111] D_{3P} 为第三透镜3的第一侧面31到参考面100a在光轴I上的距离;

[0112] AAG为第一透镜1到第五透镜5在光轴I上的四个空气间隙的总和;

[0113] ALT为第一透镜1到第五透镜5在光轴I上的五个透镜厚度的总和;

[0114] EFL为光学透镜组10的有效焦距;

[0115] BFL为第五透镜5的第二侧面52到参考面100a在光轴I上的距离,参考面100a为发光面或成像面;

[0116] TTL为第一透镜1的第一侧面11到参考面100a在光轴I上的距离;

[0117] TL为第一透镜1的第一侧面11到第五透镜5的第二侧面52在光轴I上的距离;

[0118] HFOV为光学透镜组10的半视角,为光学透镜组10的最大半出光角度,如图1的A所

示之 ω ;

[0119] LCR(Light circle radius)为发光圆半径(标记为LCR,如图1的B所绘示),为多光源产生单元PM的发光面之最小外接圆之半径,或当光学透镜组10做为成像镜头时,其值亦可为光学透镜组10的像高值(Image Height,ImgH);

[0120] Fno为光圈值,根据光的可逆性原理为光学透镜组10发出成像光线的有效孔径计算而得的光圈值,在本发明的实施例中也就是将光圈0视为入射光瞳所计算而得的光圈值。

[0121] 图35中,从T1那列至AAG那列的数值的单位均为毫米(mm)。

[0122] 再配合参阅图8的A至图8的D,图8的A的图式说明第一实施例当波长为520nm、530nm及540nm时在参考面100a上的纵向球差(longitudinal spherical aberration),图8的B与图8的C的图式则分别说明第一实施例当波长为520nm、530nm及540nm时在参考面100a上有关弧矢(sagittal)方向的场曲像差(field curvature aberration)及子午(tangential)方向的场曲像差,图8的D的图式则说明第一实施例当波长为520nm、530nm及540nm时在参考面100a上的畸变像差(distortion aberration)。本第一实施例的纵向球差图式图8的A中,每一种波长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-0.002mm至0.016mm的范围,故本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。

[0123] 在图8的B的场曲像差图式中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在-0.01mm到0.04mm内;在图8的C的场曲像差图式中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在-0.02mm到0.03mm内;说明了本第一实施例的光学系统能有效消除像差。而图8的D的畸变像差图式则显示本第一实施例的畸变像差维持在-20%至0%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光学质量要求,据此说明本第一实施例相较于现有光学透镜组,在系统长度已缩短至5.969mm左右的条件下,仍能提供较佳的光学质量。

[0124] 图11为本发明的第二实施例的光学透镜组的示意图,而图12的A至图12的D为第二实施例之光学透镜组的纵向球差与各项像差图。请先参照图11,本发明光学透镜组10的一第二实施例,其与第一实施例大致相似,仅各光学数据、非球面系数及这些透镜1、2、3、4、5间的参数或多或少有些不同。在此需注意的是,为了清楚地显示图面,图11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。

[0125] 第二实施例之光学透镜组10具有良好的热稳定性。更进一步地说,在不同环境温度下,光学透镜组10具有极小的焦距偏移量。举例而言,设定常温20°C为一基准,在20°C的环境下,光学透镜组10的焦距偏移量为0.0000mm;在0°C的环境下,光学透镜组10的焦距偏移量为0.0025mm;在60°C的环境下,光学透镜组10的焦距偏移量为-0.0046mm。

[0126] 光学透镜组10详细的光学数据如图13所示,且第二实施例的系统有效焦距(effective focal length,EFL)为3.725mm,半视场角(half field of view,HFOV)为34.500度,系统长度(即TTL)为5.910mm,光圈值(f-number,Fno)为1.862,LCR为2.134mm。

[0127] 如图14所示,则为第二实施例的第一透镜1的第一侧面11及第二侧面12、第二透镜2的第一侧面21及第二侧面22、第四透镜4的第一侧面41及第二侧面42与第五透镜5的第一侧面51及第二侧面52在公式(2)中的各项非球面系数。

[0128] 另外,第二实施例之光学透镜组10中各重要参数间的关系如图35所示。

[0129] 再配合参阅图12的A至图12的D,图12的A的图式说明第二实施例当波长为520nm、530nm及540nm时在参考面100a上的纵向球差(longitudinal spherical aberration),图12的B与图12的C的图式则分别说明第二实施例当波长为520nm、530nm及540nm时在参考面100a上有关弧矢(sagittal)方向的场曲像差(field curvature aberration)及子午(tangential)方向的场曲像差,图12的D的图式则说明第二实施例当波长为520nm、530nm及540nm时在参考面100a上的畸变像差(distortion aberration)。本第二实施例的纵向球差图式图12的A中,不同高度的离轴光线的成像点偏差控制在-0.003mm至0.006mm的范围。在图12的B的场曲像差图式中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在-0.02mm至0.02mm的范围。在图12的C的场曲像差图式中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在-0.02mm至0.03mm的范围。图12的D的畸变像差图式则显示本第二实施例的畸变像差维持在-20%至0%的范围。据此说明本第二实施例相较于现有光学透镜组,在系统长度已缩短至5.910mm左右的条件下,仍能提供较佳的光学质量。

[0130] 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:第二实施例的纵向球差比第一实施例的纵向球差小,第二实施例之弧矢方向的场曲像差比第一实施例之弧矢方向的场曲像差小,且第二实施例的系统长度较第一实施例的系统长度短。

[0131] 图15为本发明的第三实施例的光学透镜组的示意图,而图16的A至图16的D为第三实施例之光学透镜组的纵向球差与各项像差图。请先参照图15,本发明光学透镜组10的一第三实施例,其与第一实施例大致相似,仅各光学数据、非球面系数及这些透镜1、2、3、4、5间的参数或多或少有些不同。此外,在本实施例中,第二透镜2的第一侧面21的圆周区域218为凹面,第二透镜2的第二侧面22的圆周区域228为凸面,第四透镜4的第一侧面41的光轴区域417为凹面,且第四透镜4的第二侧面42的圆周区域428为凹面。在此需注意的是,为了清楚地显示图面,图15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。

[0132] 第三实施例之光学透镜组10具有良好的热稳定性。更进一步地说,在不同环境温度下,光学透镜组10具有极小的焦距偏移量。举例而言,设定常温20℃为一基准,在20℃的环境下,光学透镜组10的焦距偏移量为0.0000mm;在0℃的环境下,光学透镜组10的焦距偏移量为0.0015mm;在60℃的环境下,光学透镜组10的焦距偏移量为-0.0031mm。

[0133] 光学透镜组10详细的光学数据如图17所示,且第三实施例的系统有效焦距(effective focal length,EFL)为3.691mm,半视场角(half field of view,HFOV)为34.500度,系统长度(即TTL)为6.200mm,光圈值(f-number,Fno)为1.845,LCR为2.136mm。

[0134] 如图18所示,则为第三实施例的第一透镜1的第一侧面11及第二侧面12、第二透镜2的第一侧面21及第二侧面22、第四透镜4的第一侧面41及第二侧面42与第五透镜5的第一侧面51及第二侧面52在公式(2)中的各项非球面系数。

[0135] 另外,第三实施例之光学透镜组10中各重要参数间的关系如图35所示。

[0136] 再配合参阅图16的A至图16的D,图16的A的图式说明第三实施例当波长为520nm、530nm及540nm时在参考面100a上的纵向球差(longitudinal spherical aberration),图16的B与图16的C的图式则分别说明第三实施例当波长为520nm、530nm及540nm时在参考面100a上有关弧矢(sagittal)方向的场曲像差(field curvature aberration)及子午(tangential)方向的场曲像差,图16的D的图式则说明第三实施例当波长为520nm、530nm及

540nm时在参考面100a上的畸变像差(distortion aberration)。本第三实施例的纵向球差图式图16的A中不同高度的离轴光线的成像点偏差控制在-0.012mm至0.004mm的范围。在图16的B的场曲像差图式中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在-0.02mm至0.02mm的范围。在图16的C的场曲像差图式中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在-0.03mm至0.04mm的范围。图16的D的畸变像差图式则显示本第二实施例的畸变像差维持在-20%至0%的范围。据此说明本第三实施例相较于现有光学透镜组,在系统长度已缩短至6.200mm左右的条件下,仍能提供较佳的光学质量。

[0137] 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:第三实施例的纵向球差比第一实施例的纵向球差小,第三实施例之弧矢方向的场曲像差比第一实施例之弧矢方向的像场曲差小,且第三实施例的热稳定性比第一实施例的热稳定性优良。

[0138] 图19为本发明的第四实施例的光学透镜组的示意图,而图20的A至图20的D为第四实施例之光学透镜组的纵向球差与各项像差图。请先参照图19,本发明光学透镜组10的第一第四实施例,其与第一实施例大致相似,仅各光学数据、非球面系数及这些透镜1、2、3、4、5间的参数或多或少有些不同。在此需注意的是,为了清楚地显示图面,图19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。

[0139] 第四实施例之光学透镜组10具有良好的热稳定性。更进一步地说,在不同环境温度下,光学透镜组10具有极小的焦距偏移量。举例而言,设定常温20°C为一基准,在20°C的环境下,光学透镜组10的焦距偏移量为0.0000mm;在0°C的环境下,光学透镜组10的焦距偏移量为0.0020mm;在60°C的环境下,光学透镜组10的焦距偏移量为-0.0038mm。

[0140] 光学透镜组10详细的光学数据如图21所示,且第四实施例的系统有效焦距(effective focal length,EFL)为3.725mm,半视场角(half field of view,HFOV)为34.432度,系统长度(即TTL)为5.926mm,光圈值(f-number,Fno)为1.863,LCR为2.133mm。

[0141] 如图22所示,则为第四实施例的第一透镜1的第一侧面11及第二侧面12、第二透镜2的第一侧面21及第二侧面22、第四透镜4的第一侧面41及第二侧面42与第五透镜5的第一侧面51及第二侧面52在公式(2)中的各项非球面系数。

[0142] 另外,第四实施例之光学透镜组10中各重要参数间的关系如图35所示。

[0143] 再配合参阅图20的A至图20的D,图20的A的图式说明第四实施例当波长为520nm、530nm及540nm时在参考面100a上的纵向球差(longitudinal spherical aberration),图20的B与图20的C的图式则分别说明第四实施例当波长为520nm、530nm及540nm时在参考面100a上有关弧矢(sagittal)方向的场曲像差(field curvature aberration)及子午(tangential)方向的场曲像差,图20的D的图式则说明第四实施例当波长为520nm、530nm及540nm时在参考面100a上的畸变像差(distortion aberration)。本第四实施例的纵向球差图式图20的A中,不同高度的离轴光线的成像点偏差控制在-0.004mm至0.009mm的范围。在图20的B的场曲像差图式中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在-0.03mm至0.02mm的范围。在图20的C的场曲像差图式中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在-0.04mm至0.02mm的范围。图20的D的畸变像差图式则显示本第四实施例的畸变像差维持在-20%至0%的范围。据此说明本第四实施例相较于现有光学透镜组,在系统长度已缩短至5.926mm左右的条件下,仍能提供较佳的光学质量。

[0144] 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

纵向球差比第一实施例的纵向球差小,且第四实施例的系统长度比第一实施例的系统长度短。

[0145] 图23为本发明的第五实施例的光学透镜组的示意图,而图24的A至图24的D为第五实施例之光学透镜组的纵向球差与各项像差图。请先参照图23,本发明光学透镜组10的第一第五实施例,其与第一实施例大致相似,仅各光学数据、非球面系数及这些透镜1、2、3、4、5间的参数或多或少有些不同。此外,在本实施例中,第一透镜1的第二侧面12的光轴区域127为凹面。在此需注意的是,为了清楚地显示图面,图23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。

[0146] 第五实施例之光学透镜组10具有良好的热稳定性。更进一步地说,在不同环境温度下,光学透镜组10具有极小的焦距偏移量。举例而言,设定常温20°C为一基准,在20°C的环境下,光学透镜组10的焦距偏移量为0.0000mm;在0°C的环境下,光学透镜组10的焦距偏移量为0.0043mm;在60°C的环境下,光学透镜组10的焦距偏移量为-0.0085mm。

[0147] 光学透镜组10详细的光学数据如图25所示,且第五实施例的系统有效焦距(effective focal length,EFL)为3.739mm,半视场角(half field of view,HFOV)为34.500度,系统长度(即TTL)为6.038mm,光圈值(f-number,Fno)为1.869,LCR为2.135mm。

[0148] 如图26所示,则为第五实施例的第一透镜1的第一侧面11及第二侧面12、第二透镜2的第一侧面21及第二侧面22、第四透镜4的第一侧面41及第二侧面42与第五透镜5的第一侧面51及第二侧面52在公式(2)中的各项非球面系数。

[0149] 另外,第五实施例之光学透镜组10中各重要参数间的关系如图35所示。

[0150] 再配合参阅图24的A至图24的D,图24的A的图式说明第五实施例当波长为520nm、530nm及540nm时在参考面100a上的纵向球差(longitudinal spherical aberration),图24的B与图24的C的图式则分别说明例当波长为520nm、530nm及540nm时在参考面100a上有关弧矢(sagittal)方向的场曲像差(field curvature aberration)及子午(tangential)方向的场曲像差,图24的D的图式则说明第五实施例当波长为520nm、530nm及540nm时在参考面100a上的畸变像差(distortion aberration)。本第五实施例的纵向球差图式图24的A中,不同高度的离轴光线的成像点偏差控制在-0.004mm至0.012mm的范围。在图24的B的像场曲差图式中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在-16 μ m至12 μ m的范围。在图24的C的场曲像差图式中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在-20.00 μ m至12.00 μ m的范围。图24的D的畸变像差图式则显示本第五实施例的畸变像差维持在-20%至0%的范围。据此说明本第五实施例相较于现有光学透镜组,在系统长度已缩短至6.038mm左右的条件下,仍能提供较佳的光学质量。

[0151] 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:第五实施例的纵向球差比第一实施例的纵向球差小,第五实施例之弧矢方向及子午方向的场曲像差比第一实施例之弧矢方向及子午方向的场曲像差小。

[0152] 图27为本发明的第六实施例的光学透镜组的示意图,而图28的A至图28的D为第六实施例之光学透镜组的纵向球差与各项像差图。请先参照图27,本发明光学透镜组10的第一第六实施例,其与第一实施例大致相似,仅各光学数据、非球面系数及这些透镜1、2、3、4、5间的参数或多或少有些不同。此外,在本实施例中,第一透镜1的第二侧面12的光轴区域127为凹面。在此需注意的是,为了清楚地显示图面,图27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。

[0153] 第六实施例之光学透镜组10具有良好的热稳定性。更进一步地说,在不同环境温度下,光学透镜组10具有极小的焦距偏移量。举例而言,设定常温20℃为一基准,在20℃的环境下,光学透镜组10的焦距偏移量为0.0000mm;在0℃的环境下,光学透镜组10的焦距偏移量为0.0026mm;在60℃的环境下,光学透镜组10的焦距偏移量为-0.0045mm。

[0154] 光学透镜组10详细的光学数据如图29所示,且第六实施例的系统有效焦距(effective focal length,EFL)为3.754mm,半视场角(half field of view,HFOV)为34.500度,系统长度(即TTL)为5.882mm,光圈值(f-number,Fno)为1.877,LCR为2.134mm。

[0155] 如图30所示,则为第六实施例的第一透镜1的第一侧面11及第二侧面12、第二透镜2的第一侧面21及第二侧面22、第四透镜4的第一侧面41及第二侧面42与第五透镜5的第一侧面51及第二侧面52在公式(2)中的各项非球面系数。

[0156] 另外,第六实施例之光学透镜组10中各重要参数间的关系如图35所示。

[0157] 再配合参阅图28的A至图28的D,图28的A的图式说明第六实施例当波长为520nm、530nm及540nm时在参考面100a上的纵向球差(longitudinal spherical aberration),图28的B与图28的C的图式则分别说明第六实施例当波长为520nm、530nm及540nm时在参考面100a上有关弧矢(sagittal)方向的场曲像差(field curvature aberration)及子午(tangential)方向的场曲像差,图28的D的图式则说明第六实施例当波长为520nm、530nm及540nm时在参考面100a上的畸变像差(distortion aberration)。本第六实施例的纵向球差图式图28的A中,不同高度的离轴光线的成像点偏差控制在-0.005mm至0.025mm的范围。在图28的B的场曲像差图式中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在-0.01mm至0.03mm的范围。在图28的C的场曲像差图式中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在-0.02mm至0.03mm的范围。图28的D的畸变像差图式则显示本第二实施例的畸变像差维持在-20%至0%的范围。据此说明本第三实施例相较于现有光学透镜组,在系统长度已缩短至5.882mm左右的条件下,仍能提供较佳的光学质量。

[0158] 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:第六实施例之弧矢方向的场曲像差比第一实施例之弧矢方向的场曲像差小,且第六实施例的系统长度比第一实施例的系统长度短。

[0159] 图31为本发明的第七实施例的光学透镜组的示意图,而图32的A至图32的D为第七实施例之光学透镜组的纵向球差与各项像差图。请先参照图31,本发明光学透镜组10的一第七实施例,其与第一实施例大致相似,仅各光学数据、非球面系数及这些透镜1、2、3、4、5间的参数或多或少有些不同。此外,在本实施例中,第四透镜4的第二侧面42的圆周区域428为凹面。在此需注意的是,为了清楚地显示图面,图31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。

[0160] 第七实施例之光学透镜组10具有良好的热稳定性。更进一步地说,在不同环境温度下,光学透镜组10具有极小的焦距偏移量。举例而言,设定常温20℃为一基准,在20℃的环境下,光学透镜组10的焦距偏移量为0.0000mm;在0℃的环境下,光学透镜组10的焦距偏移量为0.0010mm;在60℃的环境下,光学透镜组10的焦距偏移量为-0.0016mm。

[0161] 光学透镜组10详细的光学数据如图33所示,且第七实施例的系统有效焦距(effective focal length,EFL)为3.742mm,半视场角(half field of view,HFOV)为

34.500度,系统长度(即TTL)为5.921mm,光圈值(f-number,Fno)为1.871,LCR为2.135mm。

[0162] 如图34所示,则为第七实施例的第一透镜1的第一侧面11及第二侧面12、第二透镜2的第一侧面21及第二侧面22、第四透镜4的第一侧面41及第二侧面42与第五透镜5的第一侧面51及第二侧面52在公式(2)中的各项非球面系数。

[0163] 另外,第七实施例之光学透镜组10中各重要参数间的关系如图35所示。

[0164] 再配合参阅图32的A至图32的D,图32的A的图式说明第七实施例当波长为520nm、530nm及540nm时在参考面100a上的纵向球差(longitudinal spherical aberration),图32的B与图32的C的图式则分别说明第七实施例当波长为520nm、530nm及540nm时在参考面100a上有关弧矢(sagittal)方向的场曲像差(field curvature aberration)及子午(tangential)方向的场曲像差,图32的D的图式则说明第七实施例当波长为520nm、530nm及540nm时在参考面100a上的畸变像差(distortion aberration)。本第七实施例的纵向球差图式图32的A中,不同高度的离轴光线的成像点偏差控制在-0.004mm至0.012mm的范围。在图32的B的场曲像差图式中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在-20 μ m至12 μ m的范围。在图32的C的场曲像差图式中,三种代表波长在整个视场范围内的焦距变化量落在-20 μ m至12 μ m的范围。图32的D的畸变像差图式则显示本第二实施例的畸变像差维持在-20%至0%的范围。据此说明本第三实施例相较于现有光学透镜组,在系统长度已缩短至5.921mm左右的条件下,仍能提供较佳的光学质量。

[0165] 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:第七实施例的纵向球差比第一实施例的纵向球差小,第七实施例之弧矢方向及子午方向的场曲像差比第一实施例之弧矢方向及子午方向的场曲像差小,第七实施例的系统长度比第一实施例的系统长度短,且第七实施例的热稳定性比第一实施例的热稳定性优良。

[0166] 再配合参阅图35,为上述七个实施例的各项光学参数的表格图,当本发明的实施例的光学透镜组10中的各项光学参数间的关系式符合下列条件式的至少其中之一时,可协助设计者设计出具备良好光学性能、且技术上可行之光学透镜组:

[0167] 为了达成缩短光学透镜组10的系统长度,可适当地调整透镜间的空气间隙或是透镜厚度,但又必须同时考量制作的难易程度及须确保光学质量,因此若满足以下条件式之数值限定,能有较佳的配置:

[0168] $TL/BFL \cong 4.400$,较佳的范围为 $4.400 \cong TL/BFL \cong 6.700$;

[0169] $(T4+G45)/T1 \cong 3.50$,较佳的范围为 $3.500 \cong (T4+G45)/T1 \cong 7.200$;

[0170] $TL/(T4+T5) \cong 3.500$,较佳的范围为 $2.000 \cong TL/(T4+T5) \cong 3.500$;

[0171] $ALT/(G23+T3+G34) \cong 3.000$,较佳的范围为 $1.200 \cong ALT/(G23+T3+G34) \cong 3.000$;

[0172] $EFL/(T2+G23+T3) \cong 2.500$,较佳的范围为 $1.500 \cong EFL/(T2+G23+T3) \cong 2.500$;

[0173] $(T3+G34)/BFL \cong 1.200$,较佳的范围为 $1.200 \cong (T3+G34)/BFL \cong 2.500$;

[0174] $(G23+G34+G45)/T1 \cong 2.000$,较佳的范围为 $2.000 \cong (G23+G34+G45)/T1 \cong 5.300$;

[0175] $(G12+BFL)/T5 \cong 2.700$,较佳的范围为 $1.300 \cong (G12+BFL)/T5 \cong 2.700$;

[0176] $(T3+T4+T5)/BFL \cong 2.400$,较佳的范围为 $2.400 \cong (T3+T4+T5)/BFL \cong 4.300$;

[0177] $(G12+G23)/G34 \cong 3.300$,较佳的范围为 $0.400 \cong (G12+G23)/G34 \cong 3.300$;

[0178] $AAG/(G12+T3) \cong 1.700$,较佳的范围为 $0.800 \cong AAG/(G12+T3) \cong 1.700$;

[0179] $TTL/(T3+T4+G45) \cong 2.700$,较佳的范围为 $1.500 \cong TTL/(T3+T4+G45) \cong 2.700$;

[0180] $T4/(G12+T2) \geq 2.300$, 较佳的范围为 $2.300 \leq T4/(G12+T2) \leq 4.500$;

[0181] $T3/T5 \geq 1.500$, 较佳的范围为 $1.500 \leq T3/T5 \leq 3.000$;

[0182] $AAG/(G23+G45) \leq 2.000$, 较佳的范围为 $1.000 \leq AAG/(G23+G45) \leq 2.000$;

[0183] $(G34+T4)/G45 \leq 3.500$, 较佳的范围为 $2.500 \leq (G34+T4)/G45 \leq 3.500$;

[0184] $(T2+T3+T4)/AAG \geq 1.300$, 较佳的范围为 $1.300 \leq (T2+T3+T4)/AAG \leq 3.000$ 。

[0185] 此外, 另可选择实施例参数之任意组合关系增加光学透镜组限制, 以利于本发明相同架构的光学透镜组设计。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光学透镜组长度缩短、光学质量提升, 及/或组装良率提升而改善先前技术的缺点。

[0186] 前述所列之示例性限定关系式, 也可任意选择性地合并不等数量施用于本发明之实施态样中, 并不限于此。在实施本发明时, 除了前述关系式之外, 亦也针对单一透镜或广泛性地针对多个透镜额外设计出其他更多的透镜的凹凸曲面排列等细部结构, 以加强对系统性能及/或分辨率的控制。须注意的是, 此些细节需在无冲突之情况之下, 可选择性地合并施用于本发明之其他实施例当中。

[0187] 此外, 另可选择实施例参数之任意组合关系增加光学透镜组限制, 以利于本发明相同架构的光学透镜组设计。

[0188] 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光学透镜组长度缩短、光学质量提升, 或组装良率提升。

[0189] 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。

[0190] 综上所述, 本发明的实施例的光学透镜组10可获致下述的功效及优点:

[0191] 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, 520nm、530nm、540nm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。进一步参阅光学质量数据, 520nm、530nm、540nm三种代表波长彼此间的距离亦相当接近, 显示本发明在各种状态下对不同波长光线的集中性佳而具有优良的色散抑制能力。综上所述, 本发明藉由所述透镜的设计与相互搭配, 而能产生优异的光学质量。

[0192] 二、在本发明实施例的光学透镜组中, 藉由将: (a) 第一透镜1的屈光率设计为正、第三透镜3的第二侧面32的光轴区域325设计为凸面, 第四透镜4的第一侧面41的圆周区域416设计为凸面, 第五透镜5的第二侧面52的光轴区域525设计为凹面, 及第五透镜5的第二侧面52的圆周区域526设计为凸面; (b) 第一透镜1的屈光率设计为正, 第一透镜1的第二侧面12的圆周区域126设计为凹面, 第三透镜3的屈光率设计为正, 第四透镜4的第一侧面41的圆周区域416设计为凸面, 及第五透镜5的第二侧面52的光轴区域525设计为凹面; 及/或(c) 第三透镜3的第二侧面32的光轴区域325设计为凸面, 第四透镜4的屈光率设计为正, 第四透镜4的第一侧面41的圆周区域416设计为凸面, 第五透镜5的第一侧面51的光轴区域515设计为凸面, 及第五透镜5的第二侧面52的圆周区域526设计为凸面, 光学透镜组10可达到修正光学系统球差、色差以及降低畸变的目的, 使光学透镜组应用在投影镜头时同时让多个不同波长的光通过仍能维持良好的光学质量。更进一步地说, 上述(a)及(b)的设计若更满足 $D34/D12 \geq 2.600$ 的条件式, 还能有效缩短系统长度, 其中较佳的范围为 $2.600 \leq D34/D12 \leq$

4.000;上述(c)的设计若更满足 $D3P/D12 \geq 4.500$,还能有效缩短系统长度,较佳的范围为 $4.500 \leq D3P/D12 \leq 6.500$ 。

[0193] 三、本发明各实施例的光学透镜组10当中的透镜其在光轴I上的厚度是所有透镜里最厚或第二厚的透镜的材质选用玻璃,可有效提升热稳定性,并提升透镜加工制作的良率。

[0194] 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。

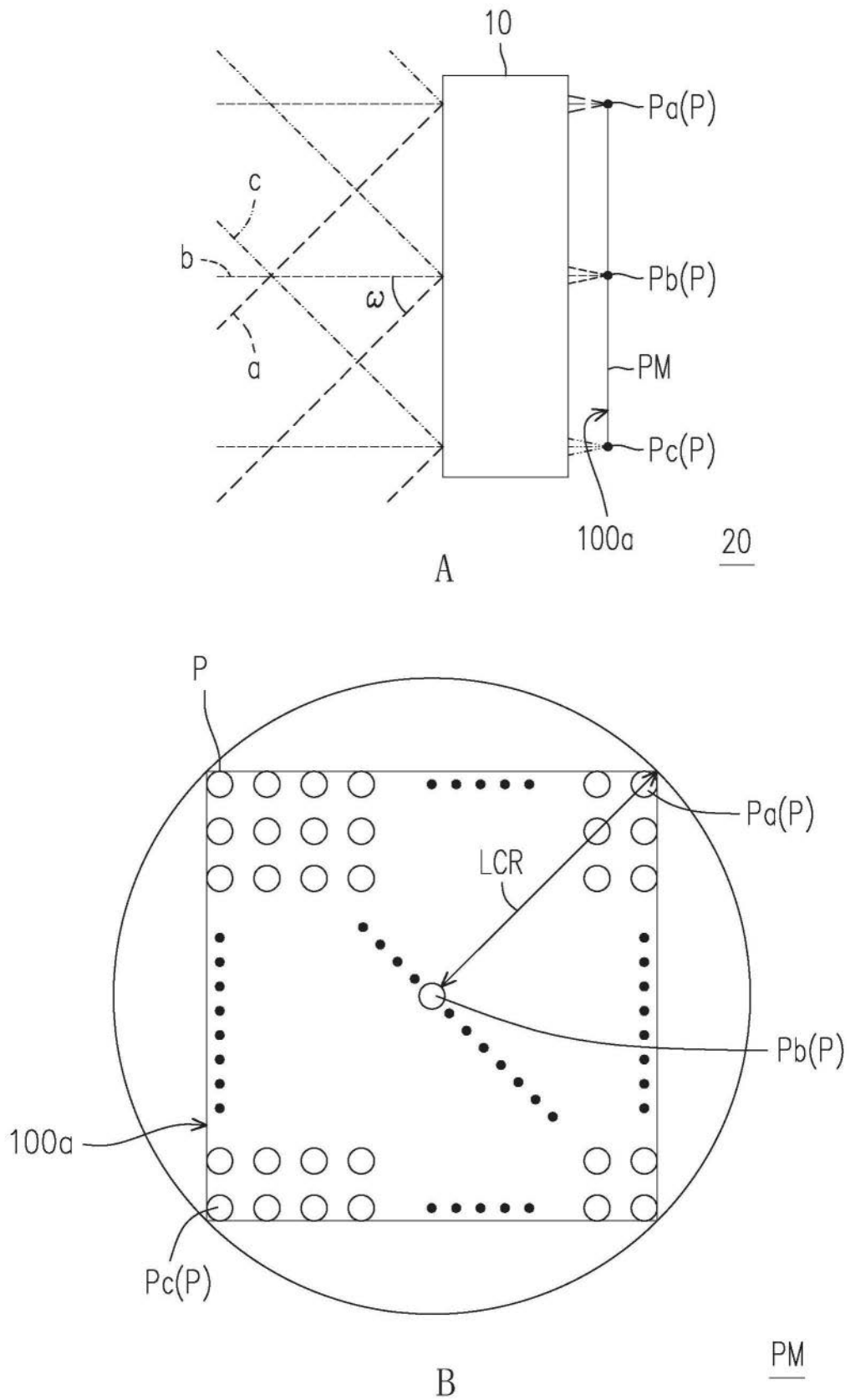


图1

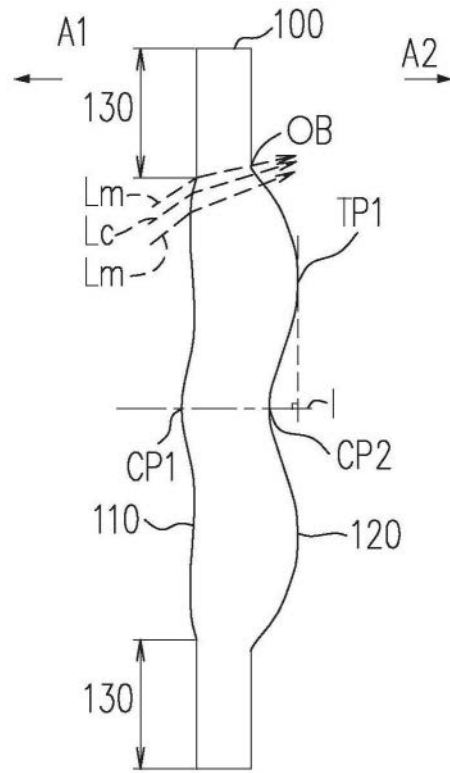


图2

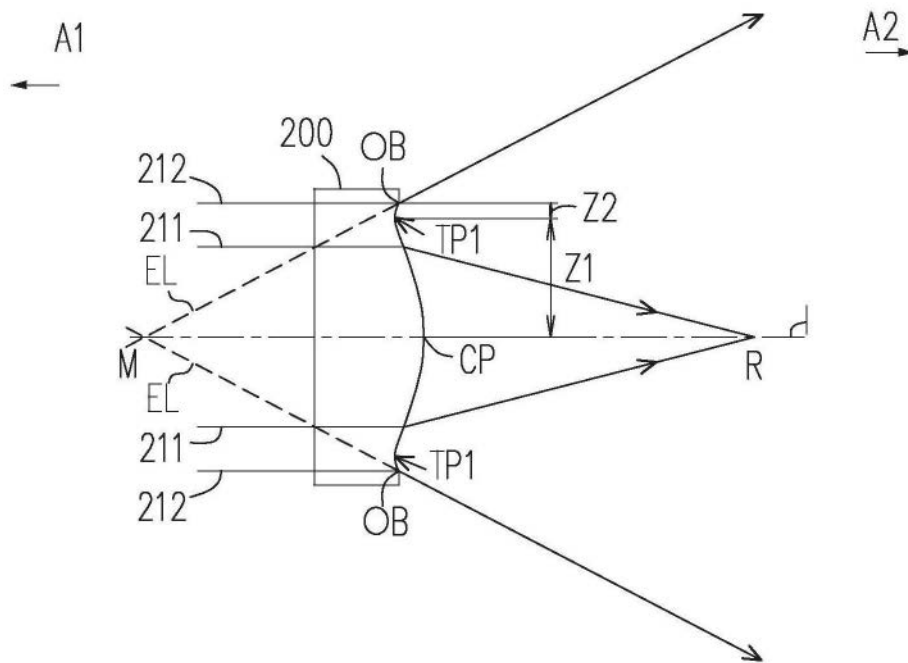


图3

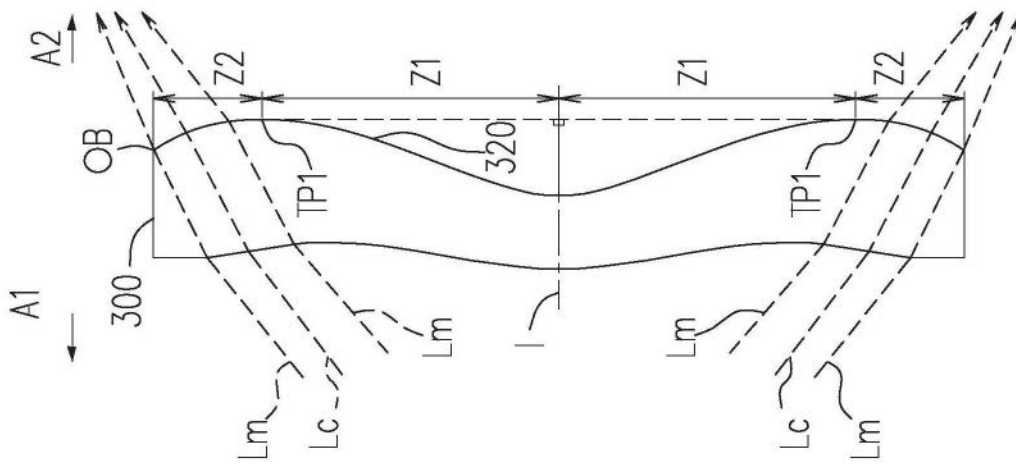


图4

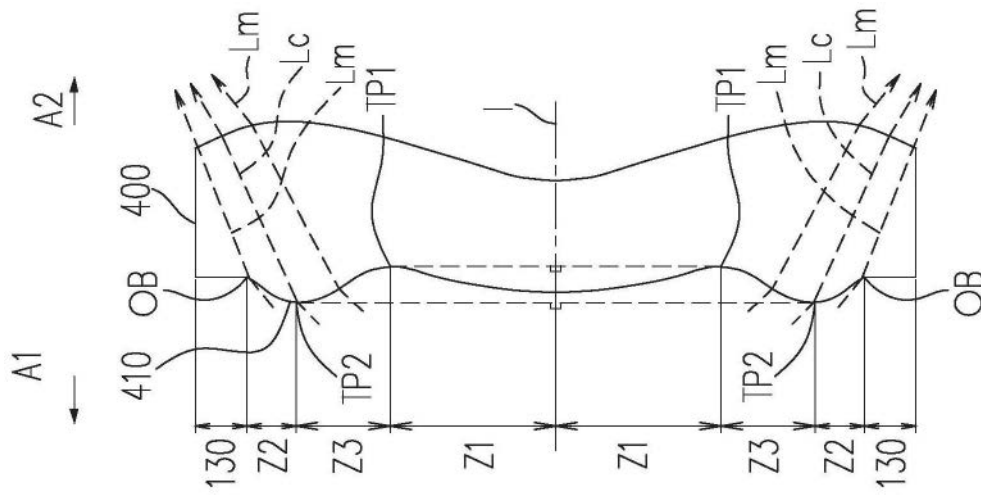


图5

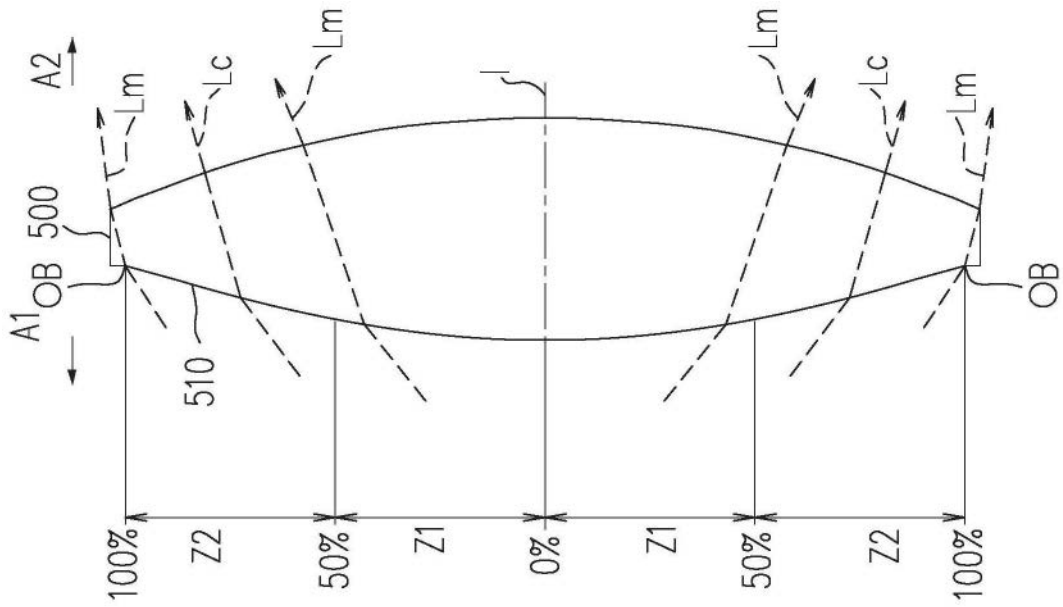


图6

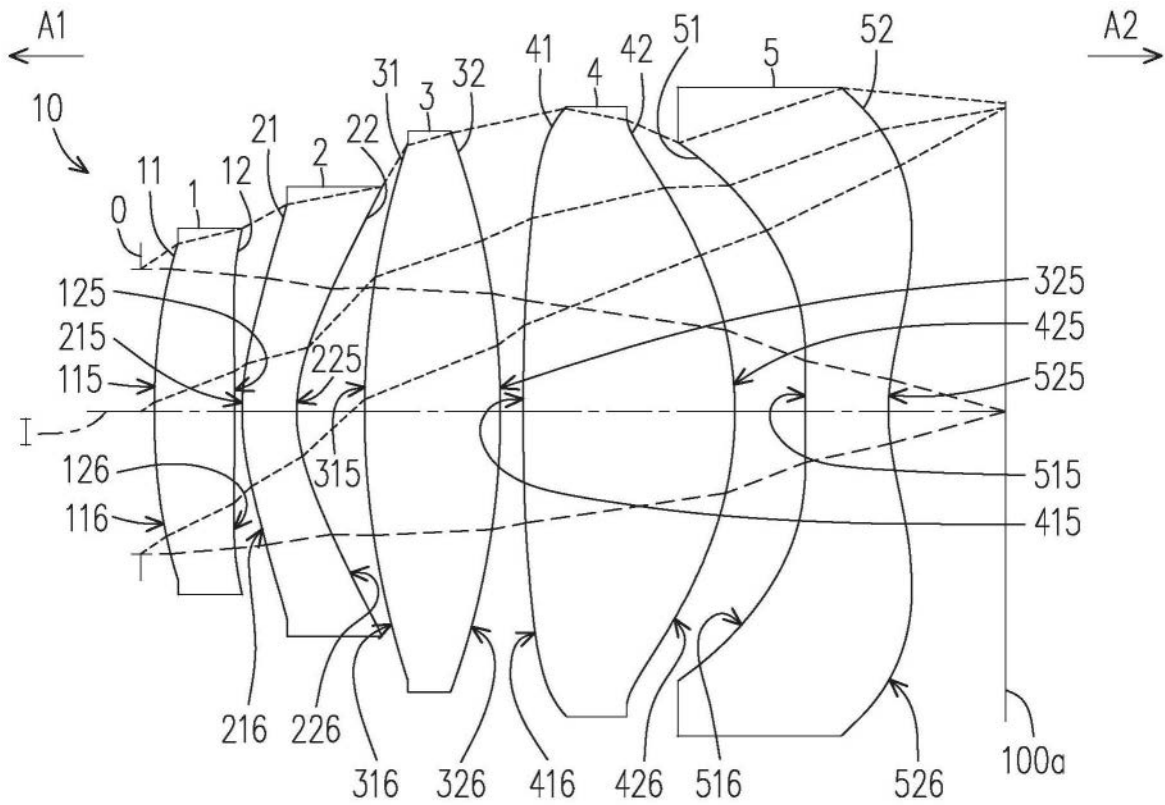


图7

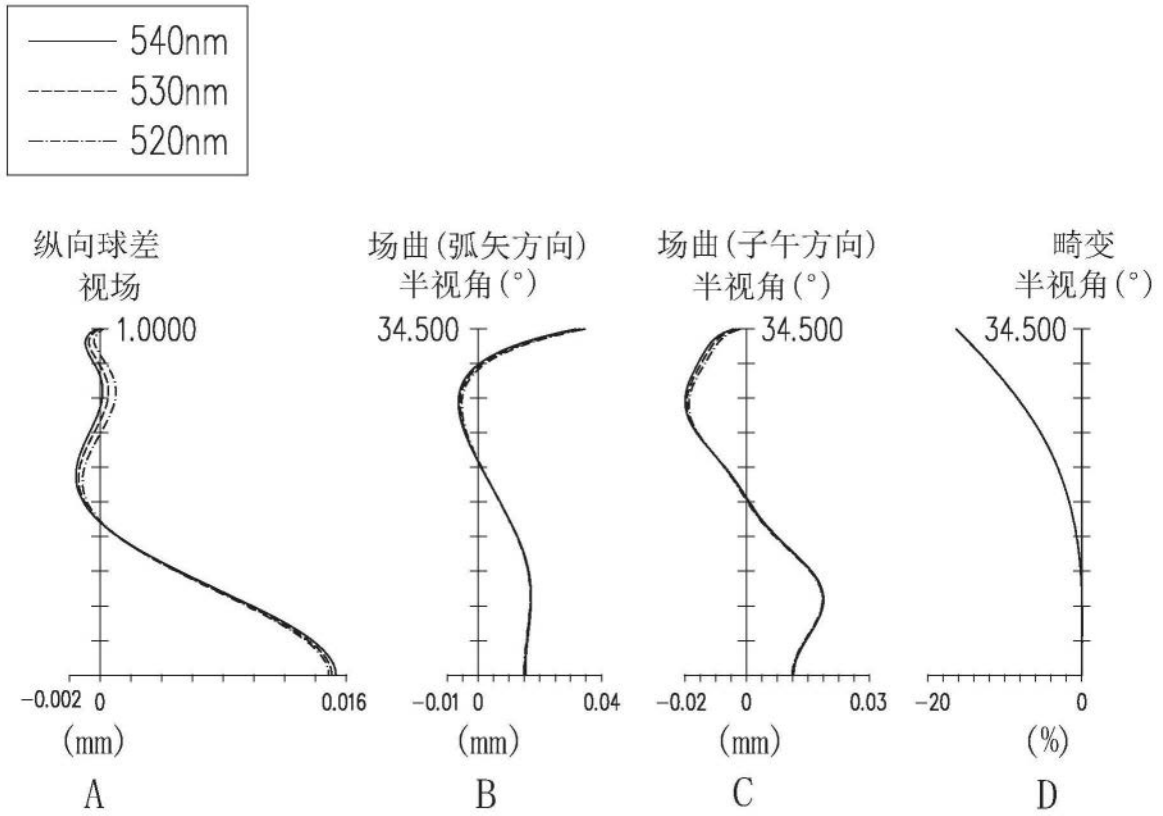


图8

第一实施例							
有效焦距(EFL)=3.729 mm, 半视角(HFOV)=34.500°, 系统长度(TTL)=5.969 mm, 光圈值(Fno)=1.865, 发光圆半径(LCR)=2.134 mm							
元件	面	曲率半径 (mm)	厚度 (mm)	折射率	阿贝系数	材质	焦距 (mm)
物体		无限大	无限大				
光圈 0		无限大	0.094				
第一透镜 1	第一侧面 11	5.243	0.565	1.545	55.987	塑料	7.065
	第二侧面 12	-14.226	0.050				
第二透镜 2	第一侧面 21	1.826	0.383	1.661	20.373	塑料	-6.131
	第二侧面 22	1.159	0.477				
第三透镜 3	第一侧面 31	6.028	0.952	1.755	52.329	玻璃	4.004
	第二侧面 32	-5.727	0.160				
第四透镜 4	第一侧面 41	20.173	1.484	1.545	55.987	塑料	4.380
	第二侧面 42	-2.653	0.494				
第五透镜 5	第一侧面 51	10.935	0.583	1.642	22.409	塑料	-2.827
	第二侧面 52	1.544	0.821				
多光源产生单元 PM	参考面 100a	无限大					

图9

面	K	a_2	a_4	a_6	a_8
11	6.276038E+00	0.000000E+00	2.711137E-02	-2.503864E-02	7.887730E-04
12	0.000000E+00	0.000000E+00	6.780093E-02	-7.974446E-02	6.516576E-02
21	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.253748E-01	-1.705310E-02	5.047801E-02
22	-2.997600E+00	0.000000E+00	-2.404028E-02	-1.438515E-02	2.452795E-02
41	0.000000E+00	0.000000E+00	7.616092E-03	-2.678401E-03	5.716360E-04
42	-1.812624E+00	0.000000E+00	-3.152631E-02	2.453765E-02	-1.259971E-02
51	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.779758E-01	1.625300E-01	-6.852560E-02
52	-7.130551E+00	0.000000E+00	-1.145472E-01	6.065523E-02	-2.358370E-02
面	a_{10}	a_{12}	a_{14}	a_{16}	a_{18}
11	1.494660E-02	-6.681807E-03	/	/	/
12	-1.221291E-02	-2.482920E-03			
21	-2.224838E-02	2.750944E-03			
22	-1.032186E-02	1.415083E-03			
41	-4.876700E-05	8.876000E-06	1.222000E-06	/	/
42	3.886965E-03	-6.651940E-04	5.148300E-05		
51	1.902276E-02	-3.092245E-03	2.156670E-04		
52	5.325404E-03	-6.562810E-04	3.406500E-05		

图10

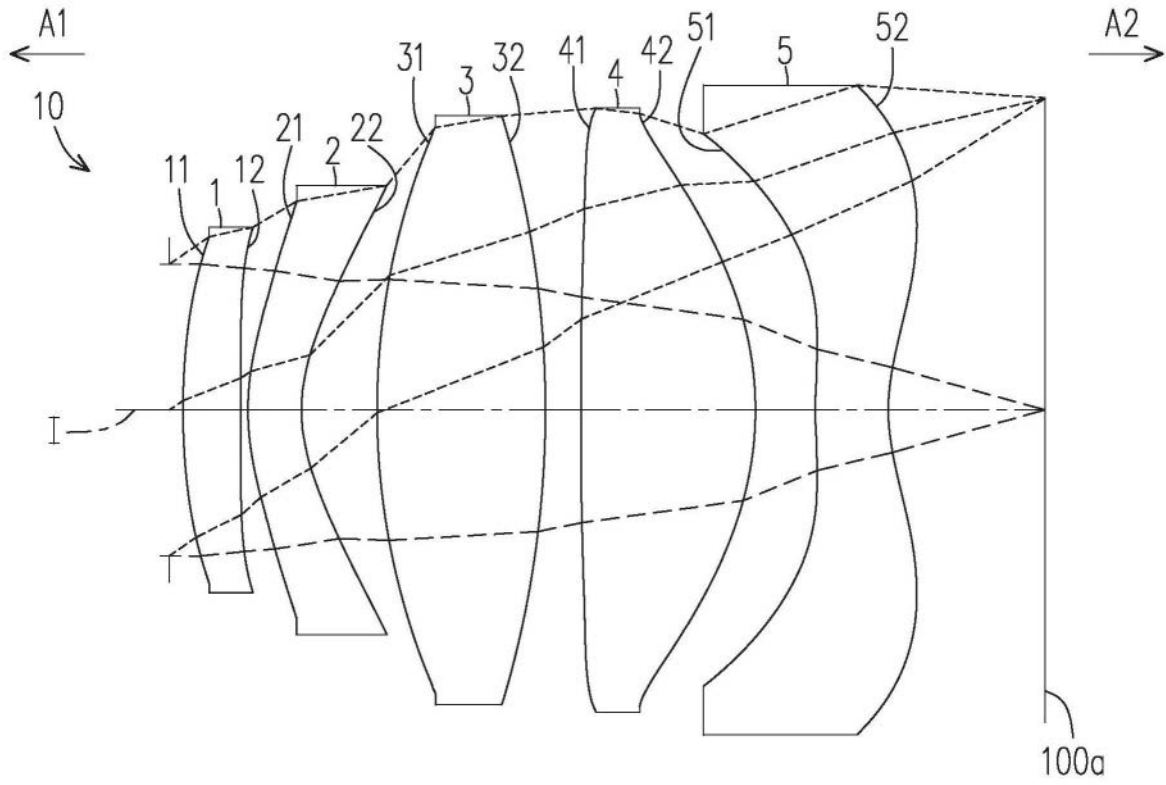


图11

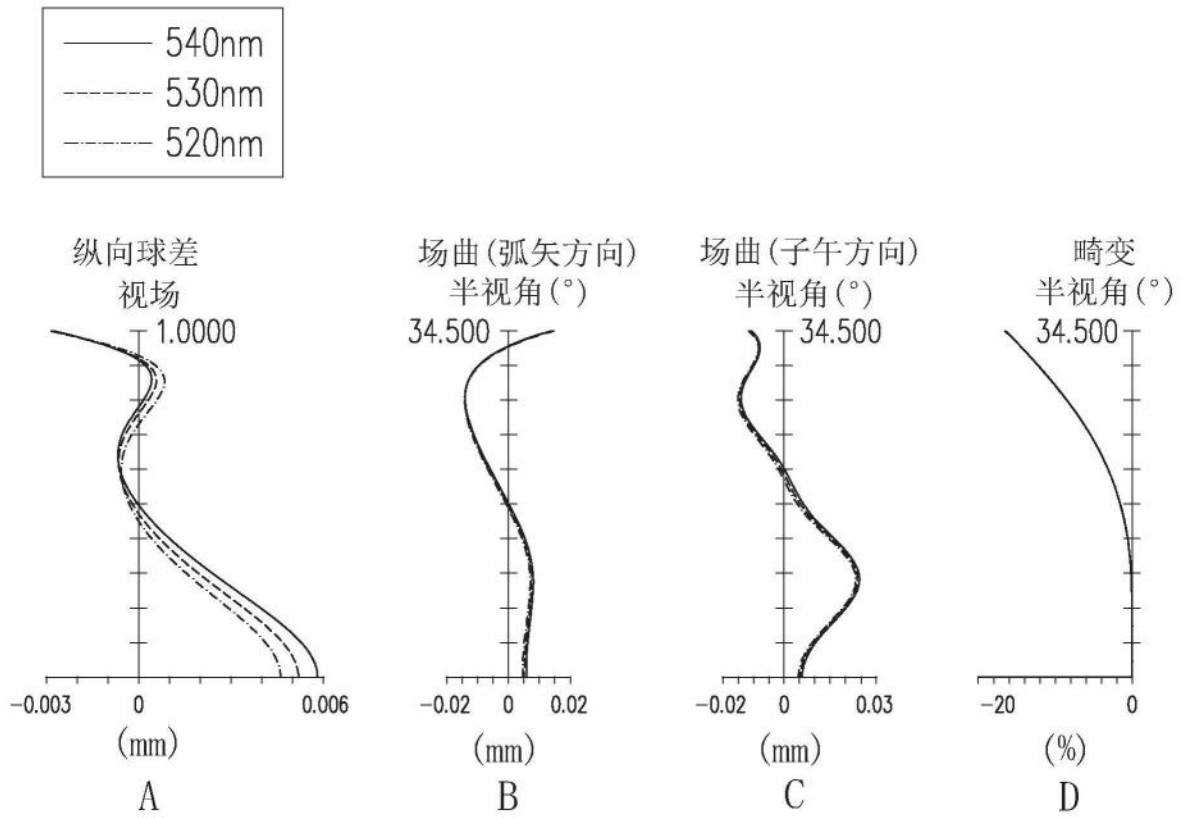


图12

第二实施例							
有效焦距(EFL)= 3.725mm, 半视角(HFOV)=34.500°, 系统长度(TTL)= 5.910mm, 光圈值(Fno)=1.862, 发光圆半径(LCR)=2.134 mm							
元件	面	曲率半径 (mm)	厚度 (mm)	折射率	阿贝系数	材质	焦距 (mm)
物体		无限大	无限大				
光圈 0		无限大	0.094				
第一透镜 1	第一侧面 11	5.097	0.394	1.545	55.987	塑料	8.649
	第二侧面 12	-65.428	0.050				
第二透镜 2	第一侧面 21	1.752	0.368	1.661	20.373	塑料	-7.093
	第二侧面 22	1.173	0.518				
第三透镜 3	第一侧面 31	4.925	1.153	1.755	52.329	玻璃	3.973
	第二侧面 32	-7.016	0.244				
第四透镜 4	第一侧面 41	52.276	1.197	1.545	55.987	塑料	4.062
	第二侧面 42	-2.306	0.412				
第五透镜 5	第一侧面 51	4.636	0.498	1.642	22.409	塑料	-3.060
	第二侧面 52	1.336	1.075				
多光源产生单元 PM	参考面 100a	无限大					

图13

面	K	a_2	a_4	a_6	a_8
11	6.914643E+00	0.000000E+00	3.338721E-02	-2.978051E-02	3.493510E-04
12	0.000000E+00	0.000000E+00	6.783478E-02	-8.327967E-02	6.580472E-02
21	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.260559E-01	-1.876976E-02	4.999553E-02
22	-2.884794E+00	0.000000E+00	-2.307829E-02	-1.440204E-02	2.430008E-02
41	0.000000E+00	0.000000E+00	6.765935E-03	-3.620596E-03	5.488860E-04
42	-3.078321E+00	0.000000E+00	-3.391321E-02	2.325205E-02	-1.241067E-02
51	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.914963E-01	1.629663E-01	-6.855827E-02
52	-5.767071E+00	0.000000E+00	-1.218258E-01	6.155198E-02	-2.341246E-02
面	a_{10}	a_{12}	a_{14}	a_{16}	a_{18}
11	1.575907E-02	-6.513843E-03	/	/	/
12	-1.148784E-02	-2.605276E-03			
21	-2.219758E-02	2.740004E-03			
22	-1.033133E-02	1.419500E-03			
41	-4.415500E-05	9.385000E-06	1.606000E-06	/	/
42	3.908831E-03	-6.686830E-04	5.189900E-05		
51	1.909446E-02	-3.063394E-03	2.084300E-04		
52	5.319723E-03	-6.606340E-04	3.429600E-05		

图14

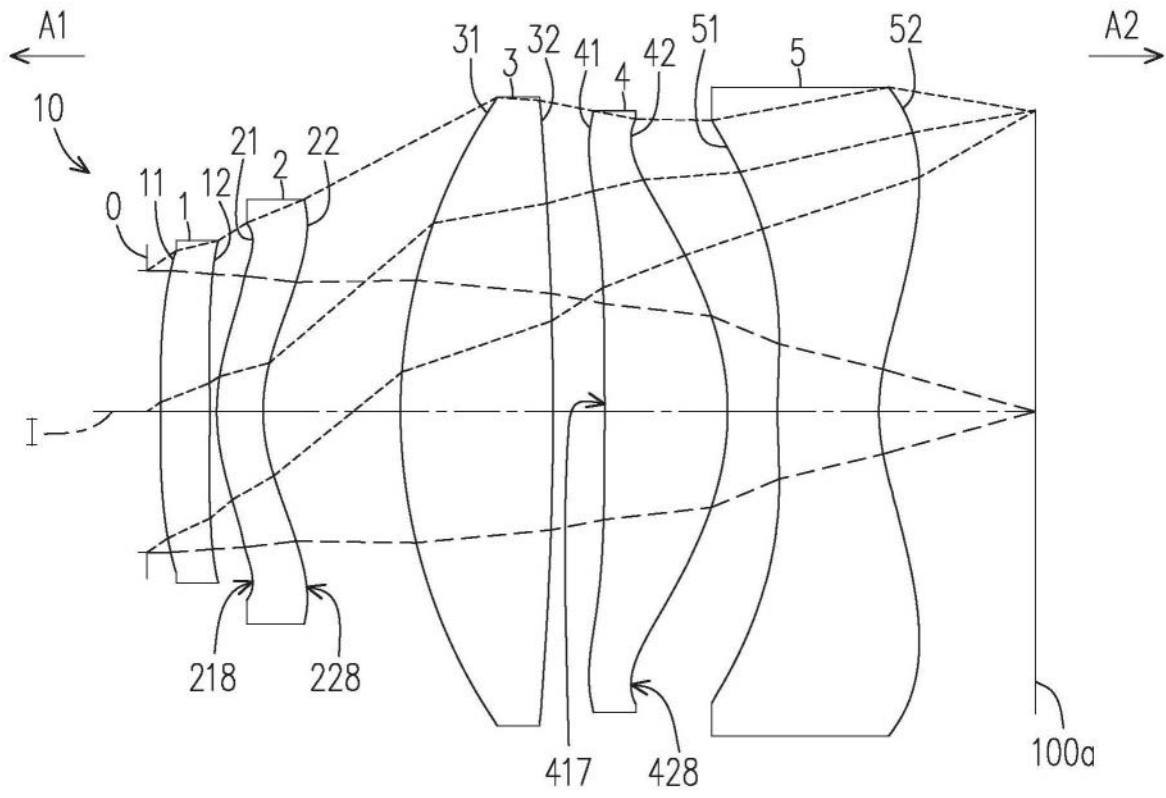


图15

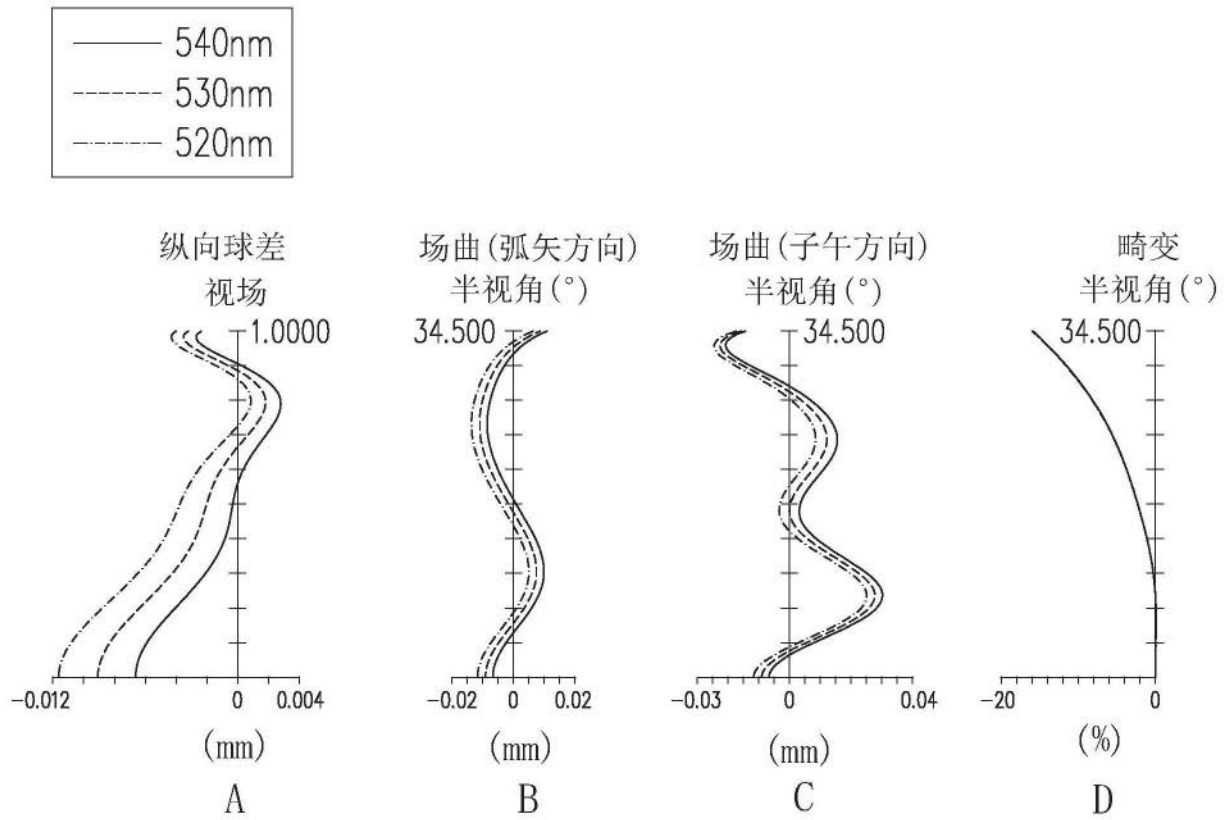


图16

第三实施例							
有效焦距(EFL)= 3.691mm, 半视角(HFOV)=34.500°, 系统长度(TTL)= 6.200mm, 光圈值(Fno)=1.845, 发光圆半径(LCR)=2.136 mm							
元件	面	曲率半径 (mm)	厚度 (mm)	折射率	阿贝系数	材质	焦距 (mm)
物体		无限大	无限大				
光圈 0		无限大	0.094				
第一透镜 1	第一侧面 11	32.007	0.350	1.545	55.987	塑料	19.682
	第二侧面 12	-16.199	0.050				
第二透镜 2	第一侧面 21	1.512	0.328	1.661	20.373	塑料	-19.456
	第二侧面 22	1.237	0.975				
第三透镜 3	第一侧面 31	3.965	1.079	1.755	52.329	玻璃	4.605
	第二侧面 32	-26.325	0.368				
第四透镜 4	第一侧面 41	-50.259	0.871	1.545	55.987	塑料	3.715
	第二侧面 42	-1.968	0.355				
第五透镜 5	第一侧面 51	5.982	0.717	1.642	22.409	塑料	-2.955
	第二侧面 52	1.388	1.108				
多光源产生单元 PM	参考面 100a	无限大					

图17

面	K	a_2	a_4	a_6	a_8
11	5.000092E+01	0.000000E+00	9.621509E-02	-5.156127E-02	-1.391076E-03
12	0.000000E+00	0.000000E+00	1.093655E-01	-1.050496E-01	6.177727E-02
21	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.571693E-01	-4.177508E-02	4.512362E-02
22	-2.984595E+00	0.000000E+00	-5.441653E-02	-2.221497E-02	2.319841E-02
41	0.000000E+00	0.000000E+00	-3.488372E-03	-4.997368E-03	6.555730E-04
42	-1.409020E+00	0.000000E+00	-1.501259E-02	2.538031E-02	-1.466199E-02
51	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.147083E-01	1.473271E-01	-6.795976E-02
52	-5.366332E+00	0.000000E+00	-9.558851E-02	5.861707E-02	-2.356044E-02
面	a_{10}	a_{12}	a_{14}	a_{16}	a_{18}
11	2.311382E-02	-8.585832E-03	/	/	/
12	-1.243164E-02	1.148400E-05			
21	-2.174899E-02	2.517570E-03			
22	-1.007829E-02	1.531902E-03			
41	8.270600E-05	6.438200E-05	-1.252000E-05	/	/
42	4.334971E-03	-5.515200E-04	2.664300E-05		
51	1.919275E-02	-2.960570E-03	1.894460E-04		
52	5.378069E-03	-6.597910E-04	3.339000E-05		

图18

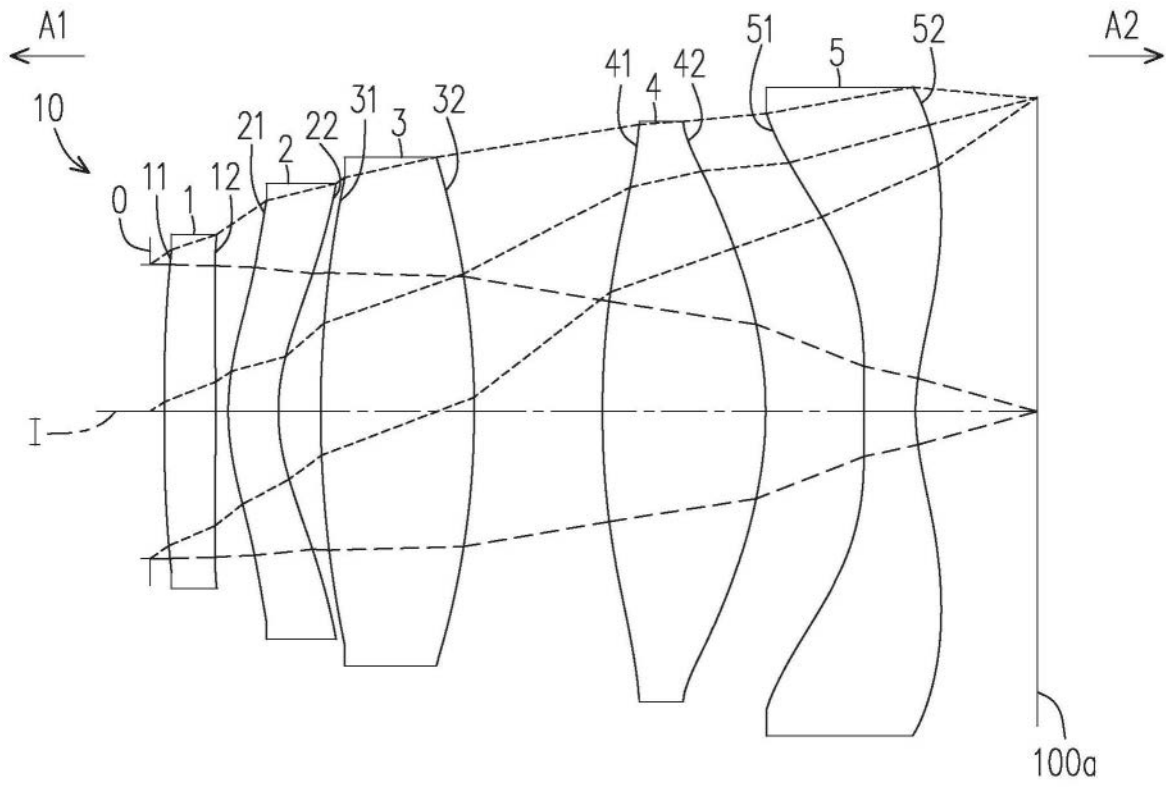


图19

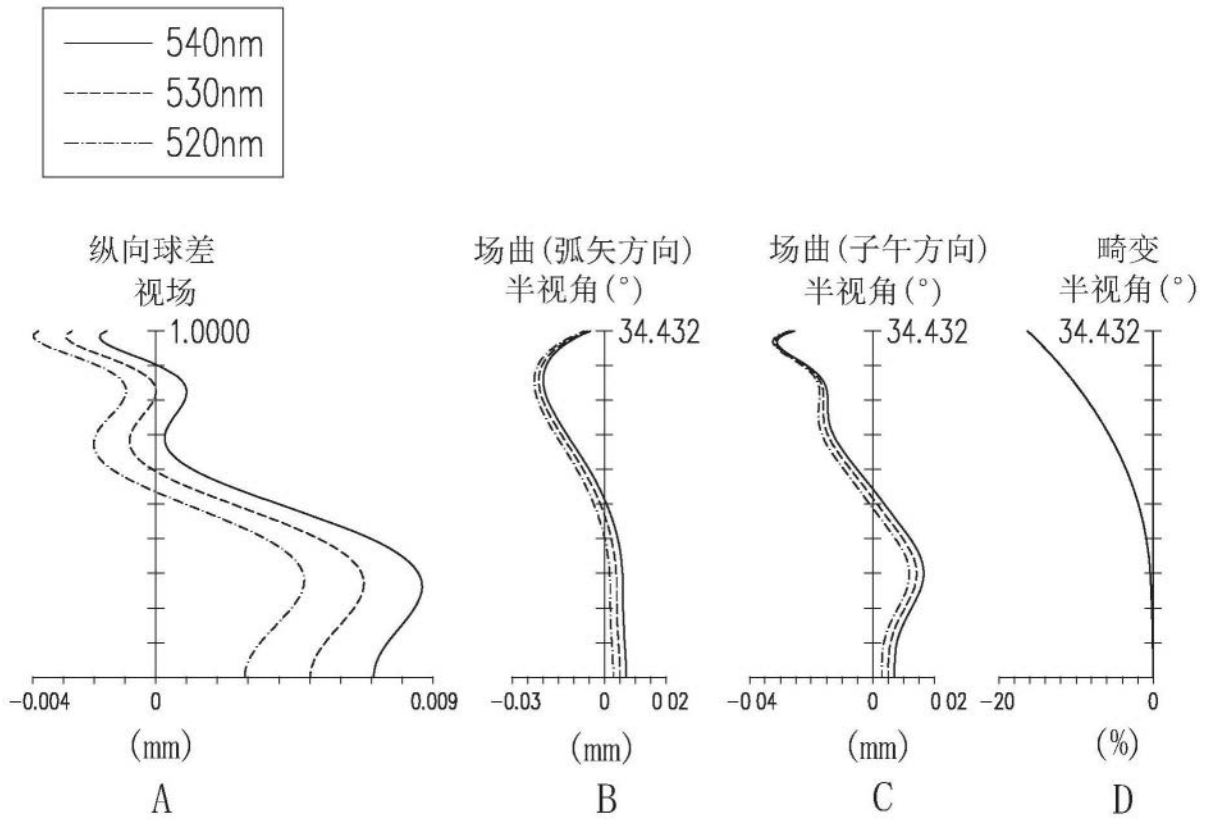


图20

第四实施例							
有效焦距(EFL)= 3.725mm, 半视角(HFOV)=34.432°, 系统长度(TTL)= 5.926mm, 光圈值(Fno)=1.863, 发光圆半径(LCR)=2.133 mm							
元件	面	曲率半径 (mm)	厚度 (mm)	折射率	阿贝系数	材质	焦距 (mm)
物体		无限大	无限大				
光圈 0		无限大	0.094				
第一透镜 1	第一侧面 11	36.303	0.350	1.545	55.987	塑料	18.082
	第二侧面 12	-13.578	0.085				
第二透镜 2	第一侧面 21	1.713	0.339	1.661	20.373	塑料	-12.308
	第二侧面 22	1.306	0.289				
第三透镜 3	第一侧面 31	7.857	1.042	1.755	52.329	玻璃	4.590
	第二侧面 32	-5.915	0.870				
第四透镜 4	第一侧面 41	6.236	1.109	1.545	55.987	塑料	3.505
	第二侧面 42	-2.601	0.667				
第五透镜 5	第一侧面 51	20.738	0.350	1.642	22.409	塑料	-2.517
	第二侧面 52	1.511	0.826				
多光源产生单元 PM	参考面 100a	无限大					

图21

面	K	a_2	a_4	a_6	a_8
11	5.000143E+01	0.000000E+00	6.179948E-02	-4.436869E-02	-1.092874E-02
12	0.000000E+00	0.000000E+00	8.473071E-02	-1.078014E-01	6.792581E-02
21	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.419317E-01	-2.747694E-02	4.836796E-02
22	-3.315692E+00	0.000000E+00	-5.011391E-02	-1.460564E-02	2.454343E-02
41	0.000000E+00	0.000000E+00	6.571405E-03	-2.415999E-03	-2.837000E-05
42	-1.072928E+01	0.000000E+00	-4.039491E-02	2.522568E-02	-1.242802E-02
51	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.575600E-01	1.619595E-01	-6.914715E-02
52	-7.425359E+00	0.000000E+00	-1.125969E-01	6.172139E-02	-2.330017E-02
面	a_{10}	a_{12}	a_{14}	a_{16}	a_{18}
11	3.032175E-02	-1.089372E-02	/	/	/
12	-1.264747E-02	-9.310550E-04			
21	-2.073703E-02	2.916317E-03			
22	-1.039461E-02	1.556099E-03			
41	-1.443140E-04	2.612600E-05	1.352000E-06	/	/
42	3.794442E-03	-6.825240E-04	6.059300E-05		
51	1.928957E-02	-2.943058E-03	1.837010E-04		
52	5.362125E-03	-6.696820E-04	3.394600E-05		

图22

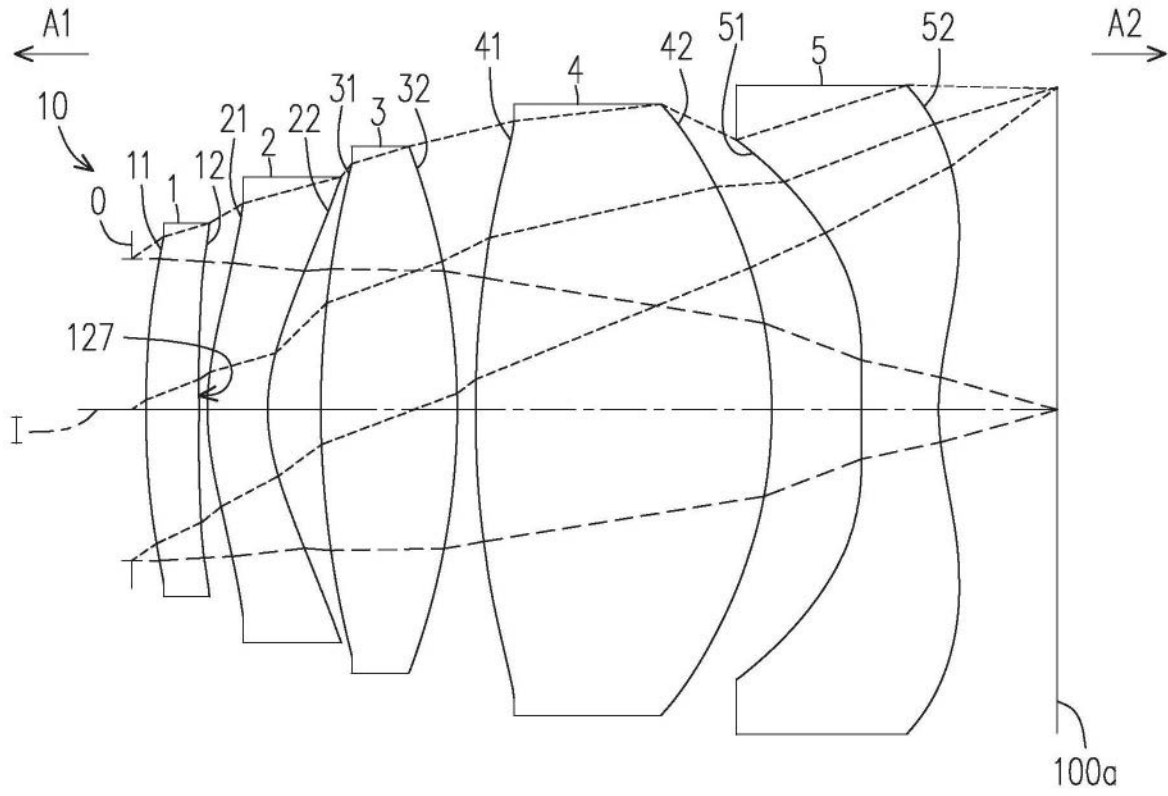


图23

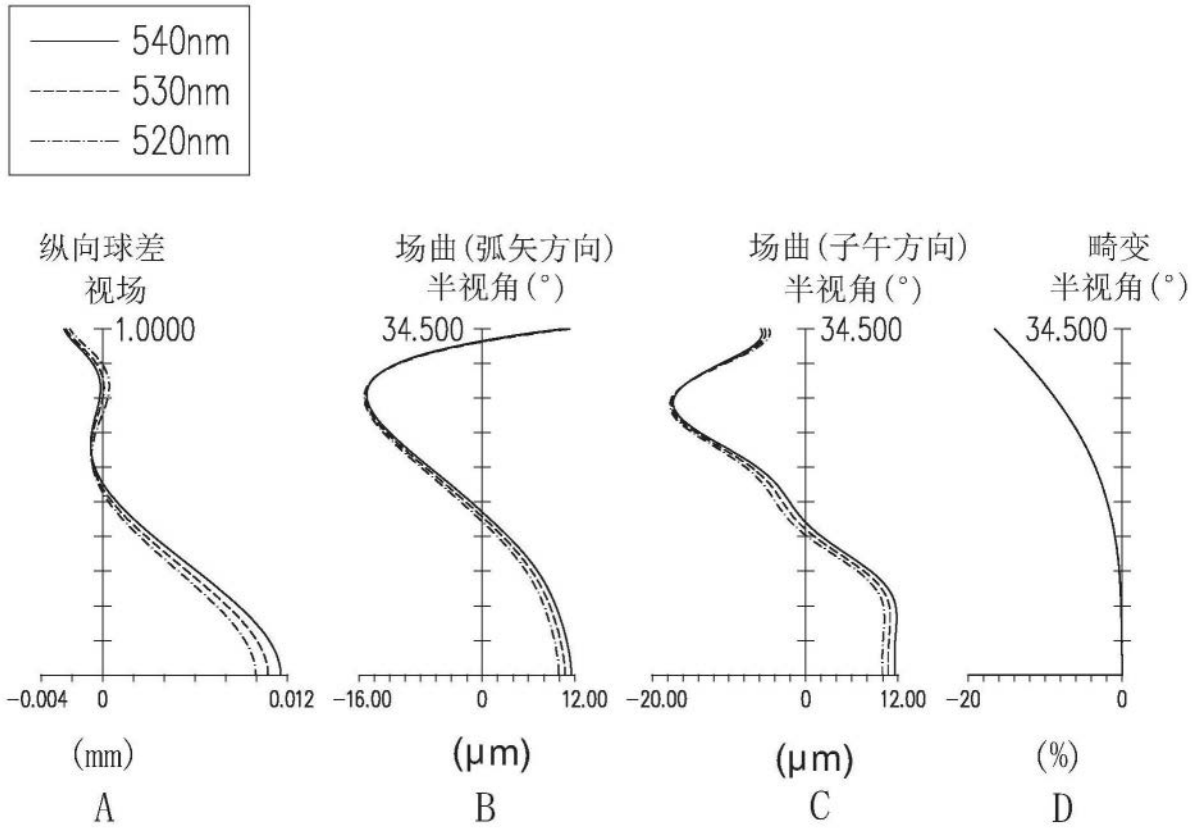


图24

第五实施例							
有效焦距(EFL)= 3.739mm, 半视角(HFOV)=34.500°, 系统长度(TTL)= 6.038mm, 光圈值(Fno)=1.869, 发光圆半径(LCR)=2.135mm							
元件	面	曲率半径 (mm)	厚度 (mm)	折射率	阿贝系数	材质	焦距 (mm)
物体		无限大	无限大				
光圈 0		无限大	0.094				
第一透镜 1	第一侧面 11	7.280	0.357	1.545	55.987	塑料	13.692
	第二侧面 12	241.690	0.050				
第二透镜 2	第一侧面 21	1.907	0.399	1.661	20.373	塑料	-7.661
	第二侧面 22	1.275	0.353				
第三透镜 3	第一侧面 31	6.624	0.902	1.755	52.329	玻璃	3.842
	第二侧面 32	-4.914	0.122				
第四透镜 4	第一侧面 41	7.557	1.962	1.545	55.987	塑料	4.527
	第二侧面 42	-3.353	0.596				
第五透镜 5	第一侧面 51	15.259	0.509	1.642	22.409	塑料	-2.901
	第二侧面 52	1.661	0.788				
多光源产生单元 PM	参考面 100a	无限大					

图25

面	K	a_2	a_4	a_6	a_8
11	1.148949E+01	0.000000E+00	4.504920E-02	-3.586944E-02	-2.594087E-03
12	0.000000E+00	0.000000E+00	7.591438E-02	-9.276474E-02	6.319705E-02
21	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.247495E-01	-2.062477E-02	4.998382E-02
22	-3.344314E+00	0.000000E+00	-3.005554E-02	-1.460092E-02	2.407770E-02
41	0.000000E+00	0.000000E+00	6.791319E-03	-2.692882E-03	5.083340E-04
42	-3.749513E+00	0.000000E+00	-3.605751E-02	2.271282E-02	-1.212837E-02
51	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.869897E-01	1.633667E-01	-6.836903E-02
52	-8.473653E+00	0.000000E+00	-1.168721E-01	6.133845E-02	-2.341920E-02
面	a_{10}	a_{12}	a_{14}	a_{16}	a_{18}
11	1.642029E-02	-6.617526E-03	/	/	/
12	-1.228411E-02	-2.211534E-03			
21	-2.135443E-02	2.456845E-03			
22	-1.034263E-02	1.475470E-03			
41	-4.600000E-07	6.490000E-06	-6.480000E-06	/	/
42	3.961880E-03	-6.718940E-04	4.317200E-05		
51	1.918411E-02	-3.064415E-03	1.949960E-04		
52	5.329393E-03	-6.591690E-04	3.345400E-05		

图26

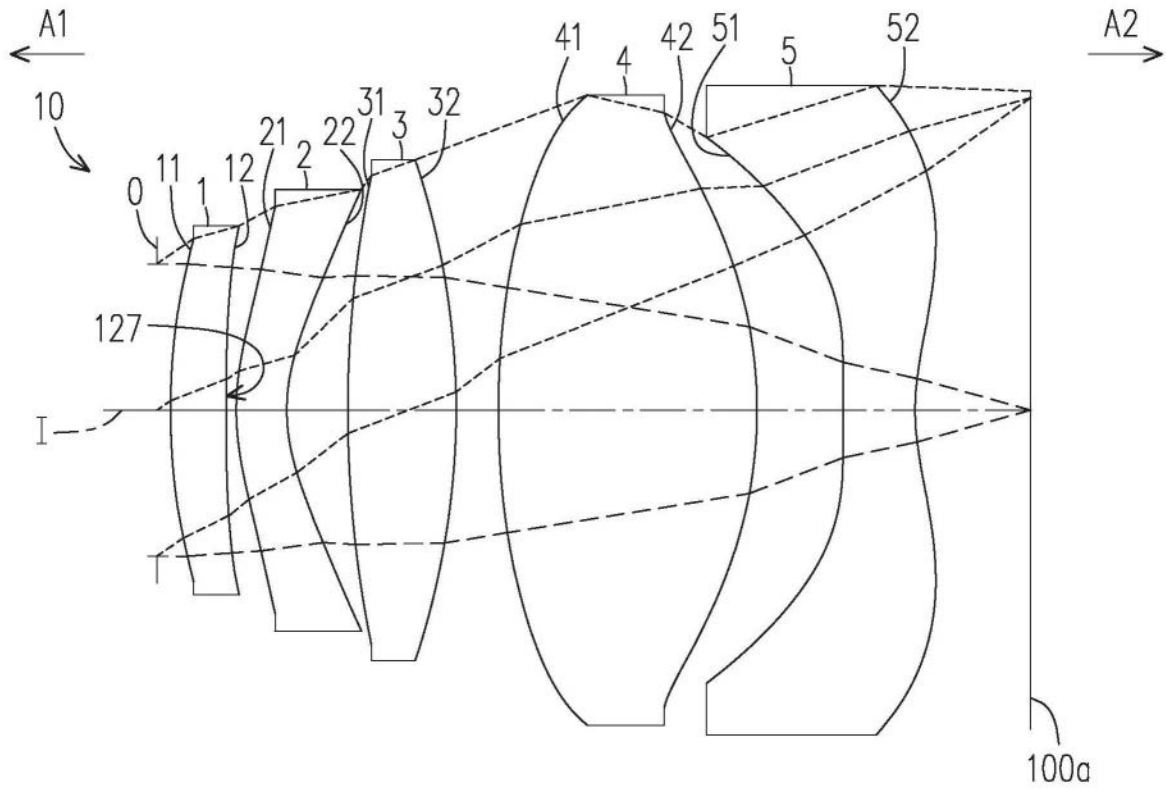
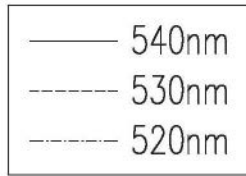
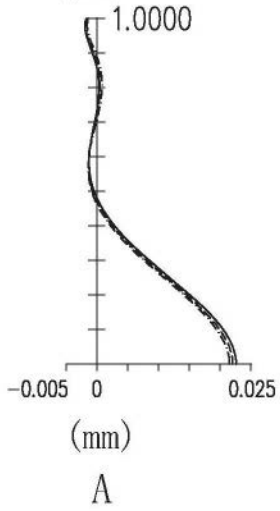


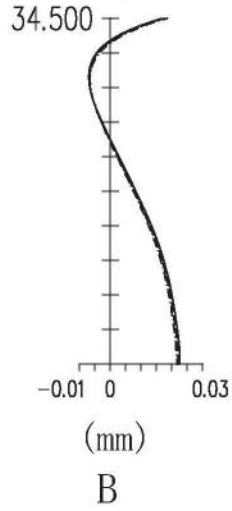
图27



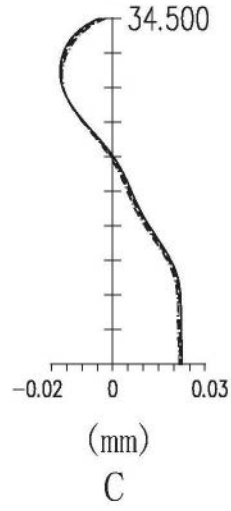
纵向球差
视场



场曲(弧矢方向)
半视角(°)



场曲(子午方向)
半视角(°)



畸变
半视角(°)

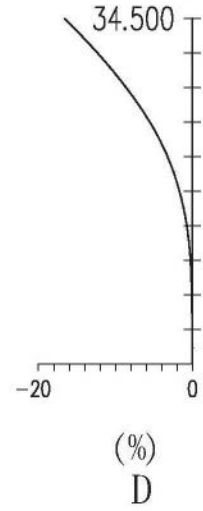


图28

第六实施例							
有效焦距(EFL)= 3.754mm, 半视角(HFOV)=34.500°, 系统长度(TTL)= 5.882mm, 光圈值(Fno)=1.877, 发光圆半径(LCR)=2.134 mm							
元件	面	曲率半径 (mm)	厚度 (mm)	折射率	阿贝系数	材质	焦距 (mm)
物体		无限大	无限大				
光圈 0		无限大	0.094				
第一透镜 1	第一侧面 11	5.092	0.394	1.545	55.987	塑料	9.924
	第二侧面 12	78.095	0.056				
第二透镜 2	第一侧面 21	1.820	0.345	1.661	20.373	塑料	-6.992
	第二侧面 22	1.212	0.418				
第三透镜 3	第一侧面 31	8.109	0.740	1.755	52.329	玻璃	4.359
	第二侧面 32	-5.381	0.290				
第四透镜 4	第一侧面 41	6.103	1.768	1.545	55.987	塑料	4.141
	第二侧面 42	-3.241	0.588				
第五透镜 5	第一侧面 51	14.032	0.493	1.642	22.409	塑料	-2.846
	第二侧面 52	1.617	0.792				
多光源产生单元 PM	参考面 100a	无限大					

图29

面	K	a_2	a_4	a_6	a_8
11	5.975892E+00	0.000000E+00	3.494561E-02	-3.222897E-02	-2.171209E-03
12	0.000000E+00	0.000000E+00	7.838615E-02	-9.473386E-02	6.293285E-02
21	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.339108E-01	-1.889371E-02	5.019032E-02
22	-3.297579E+00	0.000000E+00	-3.081564E-02	-1.370802E-02	2.444607E-02
41	0.000000E+00	0.000000E+00	9.083569E-03	-2.443732E-03	6.545370E-04
42	-5.574677E+00	0.000000E+00	-3.852947E-02	2.327530E-02	-1.198159E-02
51	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.914438E-01	1.641386E-01	-6.867770E-02
52	-8.187275E+00	0.000000E+00	-1.172057E-01	6.062519E-02	-2.336614E-02
面	a_{10}	a_{12}	a_{14}	a_{16}	a_{18}
11	1.533681E-02	-6.493708E-03	/	/	/
12	-1.182333E-02	-2.168953E-03			
21	-2.187268E-02	2.798838E-03			
22	-1.037983E-02	1.508794E-03			
41	-7.415300E-05	1.090000E-07	2.577000E-06	/	/
42	3.886967E-03	-6.860310E-04	5.267800E-05		
51	1.917640E-02	-3.024250E-03	1.959470E-04		
52	5.349172E-03	-6.591220E-04	3.352800E-05		

图30

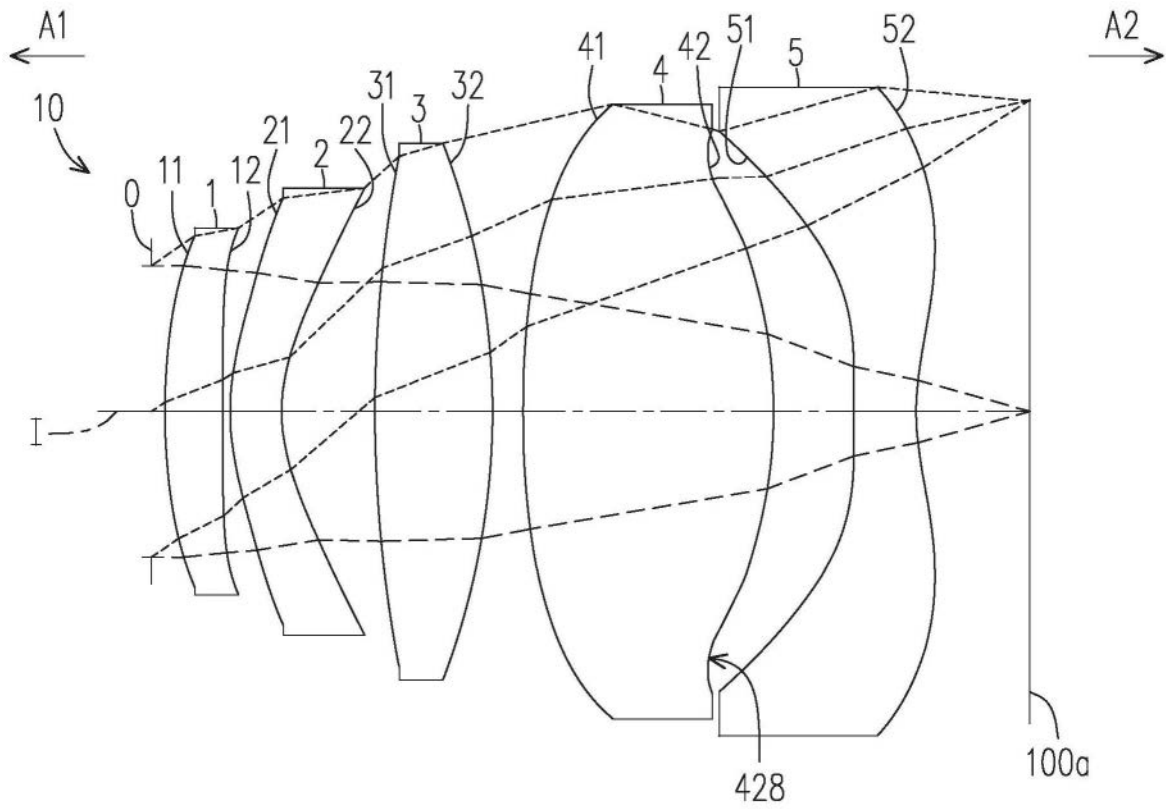


图31

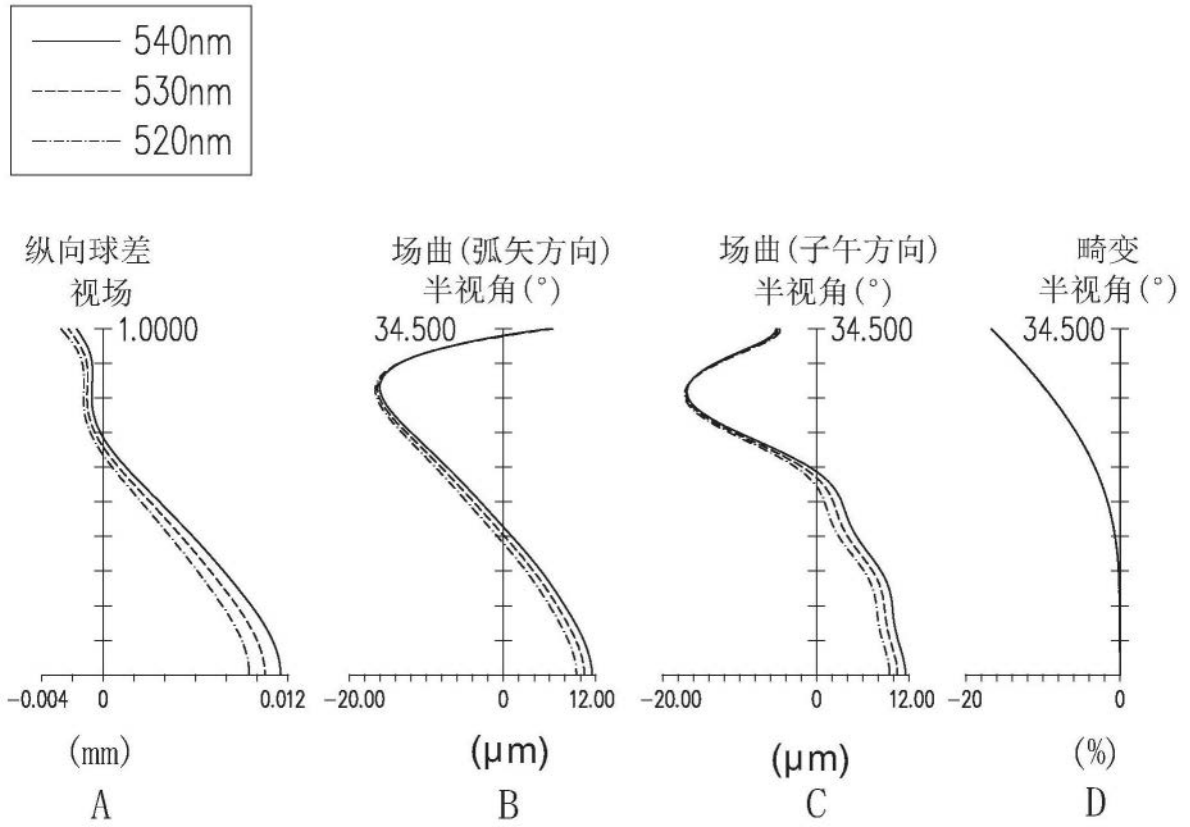


图32

第七实施例							
有效焦距(EFL)= 3.742mm, 半视角(HFOV)=34.500°, 系统长度(TTL)= 5.921mm, 光圈值(Fno)=1.871, 发光圆半径(LCR)=2.135mm							
元件	面	曲率半径 (mm)	厚度 (mm)	折射率	阿贝系数	材质	焦距 (mm)
物体		无限大	无限大				
光圈 0		无限大	0.094				
第一透镜 1	第一侧面 11	5.007	0.396	1.545	55.987	塑料	8.014
	第二侧面 12	-38.151	0.050				
第二透镜 2	第一侧面 21	1.749	0.352	1.661	20.373	塑料	-7.592
	第二侧面 22	1.197	0.639				
第三透镜 3	第一侧面 31	9.375	0.804	1.755	52.329	玻璃	4.484
	第二侧面 32	-5.155	0.209				
第四透镜 4	第一侧面 41	7.110	1.715	1.545	55.987	塑料	4.442
	第二侧面 42	-3.385	0.550				
第五透镜 5	第一侧面 51	22.758	0.426	1.642	22.409	塑料	-2.845
	第二侧面 52	1.703	0.779				
多光源产生单元 PM	参考面 100a	无限大					

图33

面	K	a_2	a_4	a_6	a_8
11	7.730680E+00	0.000000E+00	3.523800E-02	-2.811860E-02	7.255020E-04
12	0.000000E+00	0.000000E+00	7.314424E-02	-8.125565E-02	6.576452E-02
21	0.000000E+00	0.000000E+00	-1.266516E-01	-1.930966E-02	5.028809E-02
22	-2.917251E+00	0.000000E+00	-2.614516E-02	-1.446852E-02	2.442269E-02
41	0.000000E+00	0.000000E+00	1.121480E-02	-1.536284E-03	6.454970E-04
42	-7.995742E+00	0.000000E+00	-3.679590E-02	2.376729E-02	-1.183204E-02
51	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.868977E-01	1.658565E-01	-6.830069E-02
52	-8.672841E+00	0.000000E+00	-1.194417E-01	6.135401E-02	-2.328622E-02
面	a_{10}	a_{12}	a_{14}	a_{16}	a_{18}
11	1.564330E-02	-6.418489E-03			
12	-1.092744E-02	-2.409050E-03			
21	-2.210255E-02	2.894673E-03			
22	-1.030184E-02	1.462758E-03			
41	-5.127600E-05	4.134000E-06	4.010000E-07		
42	3.945566E-03	-6.793210E-04	5.198900E-05		
51	1.908849E-02	-3.066198E-03	2.055320E-04		
52	5.347465E-03	-6.607780E-04	3.318600E-05		

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
T1	0.565	0.394	0.350	0.350	0.357	0.394	0.396
G12	0.050	0.050	0.050	0.085	0.050	0.056	0.050
T2	0.383	0.368	0.328	0.339	0.399	0.345	0.352
G23	0.477	0.518	0.975	0.289	0.353	0.418	0.639
T3	0.952	1.153	1.079	1.042	0.902	0.740	0.804
G34	0.160	0.244	0.368	0.870	0.122	0.290	0.209
T4	1.484	1.197	0.871	1.109	1.962	1.768	1.715
G45	0.494	0.412	0.355	0.667	0.596	0.588	0.550
T5	0.583	0.498	0.717	0.350	0.509	0.493	0.426
BFL	0.821	1.075	1.108	0.826	0.788	0.792	0.779
EFL	3.729	3.725	3.691	3.725	3.739	3.754	3.742
TL	5.148	4.835	5.092	5.100	5.250	5.090	5.142
TTL	5.969	5.910	6.200	5.926	6.038	5.882	5.921
ALT	3.967	3.611	3.345	3.190	4.130	3.739	3.694
AAG	1.180	1.223	1.747	1.910	1.121	1.351	1.448
D34/D12	2.600	3.192	3.184	3.903	3.703	3.522	3.419
D3P/D12	4.501	5.635	6.178	6.284	6.049	5.880	5.619
TL/BFL	6.271	4.498	4.595	6.175	6.661	6.430	6.598
(T4+G45)/T1	3.500	4.080	3.503	5.074	7.158	5.985	5.726
TL/(T4+T5)	2.490	2.852	3.206	3.496	2.125	2.251	2.401
ALT/(G23+T3+G34)	2.498	1.886	1.381	1.450	2.998	2.584	2.236
EFL/(T2+G23+T3)	2.058	1.826	1.550	2.230	2.260	2.499	2.084
(T3+G34)/BFL	1.354	1.300	1.305	2.314	1.299	1.300	1.300
(G23+G34+G45)/T1	2.000	2.976	4.850	5.216	2.997	3.291	3.533
(G12+BFL)/T5	1.495	2.257	1.615	2.601	1.647	1.719	1.945
(T3+T4+T5)/BFL	3.678	2.651	2.407	3.027	4.280	3.790	3.780
(G12+G23)/G34	3.300	2.329	2.786	0.429	3.300	1.635	3.298
AAG/(G12+T3)	1.178	1.017	1.548	1.696	1.177	1.700	1.695
TTL/(T3+T4+G45)	2.037	2.139	2.690	2.103	1.745	1.900	1.929
T4/(G12+T2)	3.426	2.862	2.305	2.616	4.368	4.415	4.264
T3/T5	1.633	2.315	1.505	2.976	1.773	1.500	1.886
AAG/(G23+G45)	1.216	1.316	1.314	1.998	1.181	1.343	1.218
(G34+T4)/G45	3.329	3.500	3.495	2.967	3.500	3.500	3.499
(T2+T3+T4)/AAG	2.389	2.222	1.304	1.303	2.912	2.111	1.984

图35