



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107450158 B

(45)授权公告日 2019.11.26

(21)申请号 201710411727.2

(22)申请日 2017.06.05

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107450158 A

(43)申请公布日 2017.12.08

(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 李光云 陈雁斌 殷焱焯

(74)专利代理机构 厦门市精诚新创知识产权代
理有限公司 35218

代理人 何家富

(51)Int.Cl.

G02B 13/00(2006.01)

G02B 13/02(2006.01)

(56)对比文件

CN 104898255 A,2015.09.09,

CN 103676103 A,2014.03.26,

CN 105445899 A,2016.03.30,

US 2011169912 A1,2011.07.14,

审查员 李飞

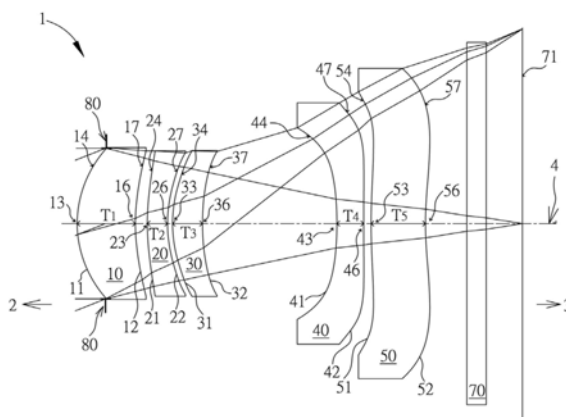
权利要求书2页 说明书11页 附图28页

(54)发明名称

光学成像镜头

(57)摘要

本发明公开了一种光学成像镜头。第一透镜的像侧面,具有位于光轴附近区域的凹面部。第二透镜的物侧面,具有位于光轴附近区域的凸面部。第三透镜的像侧面,具有位于光轴附近区域的凹面部。第五透镜具有负屈光率,第五透镜在光轴上的厚度大于第二透镜在光轴上的厚度。EFL为光学镜头系统有效焦距、TTL为第一透镜的物侧面至成像面在光轴上的长度、ALT为第一透镜到第五透镜在光轴上的五个透镜之中心厚度总和、T2为第二透镜在光轴上的中心厚度、G34为第三透镜与第四透镜在光轴上的空气间隙,并且满足 $TTL/EFL \leq 1.000$ 、 $TTL/G34 \leq 12.000$ 、及 $ALT/T2 \leq 12.900$ 。本发明所述光学成像镜头具备良好光学性能。



1. 一种光学成像镜头, 从一物侧至一像侧沿一光轴依序包含一第一透镜、一第二透镜、一第三透镜、一第四透镜以及一第五透镜, 且该第一透镜至该第五透镜各自包括朝向该物侧且使一成像光线通过的一物侧面、及朝向该像侧且使该成像光线通过的一像侧面, 该光学成像镜头包含:

该第一透镜的该像侧面具有位于光轴附近区域的一凹面部;

该第二透镜的该物侧面具有位于光轴附近区域的一凸面部;

该第三透镜的该像侧面具有位于光轴附近区域的一凹面部; 以及

该第五透镜具有负屈光率, 该第五透镜在该光轴上的厚度大于该第二透镜在该光轴上的厚度;

其中该光学成像镜头只有上述五片具有屈光率的透镜, EFL为该光学镜头系统有效焦距、TTL为该第一透镜的该物侧面至一成像面在该光轴上的长度、ALT为该第一透镜到该第五透镜在该光轴上的五个透镜之中心厚度总和、T2为该第二透镜在该光轴上的中心厚度、G34为该第三透镜与该第四透镜在该光轴上的一空气间隙, 并且满足 $TTL/EFL \leq 1.000$ 、 $TTL/G34 \leq 12.000$ 、及 $ALT/T2 \leq 12.900$ 。

2. 如权利要求1所述光学成像镜头, 其中该第五透镜在该光轴上的中心厚度为T5、与该第四透镜与该第五透镜之间在该光轴上的一空气间隙为G45, 并且满足 $(G45+T5)/T2 \leq 4.800$ 。

3. 如权利要求1所述光学成像镜头, 其中该第五透镜在该光轴上的中心厚度为T5、与该第四透镜与该第五透镜之间在该光轴上的一空气间隙为G45, 并且满足 $TTL/(G45+T5) \leq 7.200$ 。

4. 如权利要求1所述光学成像镜头, 其中该第四透镜在该光轴上的中心厚度为T4、与该第四透镜与该第五透镜之间在该光轴上的一空气间隙为G45, 并且满足 $T4/G45 \leq 3.600$ 。

5. 如权利要求1所述光学成像镜头, 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总和, 并且满足 $AAG/T2 \leq 9.000$ 。

6. 如权利要求1所述光学成像镜头, 其中BFL为该第五透镜的该像侧面至一成像面在该光轴上的长度、与该第三透镜在该光轴上的中心厚度为T3, 并且满足 $BFL/T3 \leq 5.600$ 。

7. 如权利要求1所述光学成像镜头, 其中TL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、与该第三透镜在该光轴上的中心厚度为T3, 并且满足 $TL/T3 \leq 17.000$ 。

8. 如权利要求1所述光学成像镜头, 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总和、与该第三透镜在该光轴上的中心厚度为T3, 并且满足 $AAG/T3 \leq 8.000$ 。

9. 如权利要求1所述光学成像镜头, 其中TL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、与该第五透镜在该光轴上的中心厚度为T5, 并且满足 $TL/T5 \leq 15.000$ 。

10. 如权利要求1所述光学成像镜头, 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总和、与该第五透镜在该光轴上的中心厚度为T5, 并且满足 $AAG/T5 \leq 8.000$ 。

11. 如权利要求1所述光学成像镜头, 其中该第一透镜在该光轴上的中心厚度为T1, 并且满足 $TTL/T1 \leq 9.000$ 。

12. 如权利要求1所述光学成像镜头,其中该第一透镜在该光轴上的中心厚度为 T_1 ,并且满足 $ALT/T_1 \leq 3.600$ 。

13. 如权利要求1所述光学成像镜头,满足 $ALT/G_{34} \leq 3.900$ 。

14. 如权利要求1所述光学成像镜头,满足 $EFL/G_{34} \leq 7.300$ 。

15. 如权利要求1所述光学成像镜头,其中BFL为该第五透镜的该像侧面至一成像面在该光轴上的长度,并且满足 $EFL/BFL \leq 5.500$ 。

16. 如权利要求1所述光学成像镜头,其中BFL为该第五透镜的该像侧面至一成像面在该光轴上的长度、与该第四透镜在该光轴上的中心厚度为 T_4 ,并且满足 $BFL/T_4 \leq 5.100$ 。

17. 如权利要求1所述光学成像镜头,其中BFL为该第五透镜的该像侧面至一成像面在该光轴上的长度、与TL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,并且满足 $TL/BFL \leq 4.200$ 。

18. 如权利要求1所述光学成像镜头,其中该第一透镜在该光轴上的中心厚度为 T_1 、该第三透镜在该光轴上的中心厚度为 T_3 、该第五透镜在该光轴上的中心厚度为 T_5 、该第一透镜与该第二透镜之间在该光轴上的一空气间隙为 G_{12} 、与该第二透镜与该第三透镜之间在该光轴上的一空气间隙为 G_{23} ,并且满足 $(T_1+G_{12}+T_2+G_{23}+T_3)/T_5 \leq 4.300$ 。

19. 如权利要求1所述光学成像镜头,其中该第一透镜在该光轴上的中心厚度为 T_1 、该第三透镜在该光轴上的中心厚度为 T_3 、该第一透镜与该第二透镜之间在该光轴上的一空气间隙为 G_{12} 、与该第二透镜与该第三透镜之间在该光轴上的一空气间隙为 G_{23} ,并且满足 $(T_1+G_{12}+T_2+G_{23}+T_3)/T_1 \leq 2.700$ 。

20. 如权利要求1所述光学成像镜头,其中该第一透镜在该光轴上的中心厚度为 T_1 、该第三透镜在该光轴上的中心厚度为 T_3 、该第一透镜与该第二透镜之间在该光轴上的一空气间隙为 G_{12} 、与该第二透镜与该第三透镜之间在该光轴上的一空气间隙为 G_{23} ,并且满足 $(T_1+G_{12}+T_2+G_{23}+T_3)/G_{34} \leq 2.500$ 。

光学成像镜头

技术领域

[0001] 本发明涉及光学组件领域,尤其涉及一种光学成像镜头。具体而言,本发明特别是指一种主要用于拍摄影像及录像之光学成像镜头,并应用于可携式电子产品,例如:手机、相机、平板计算机、或是个人数字助理(Personal Digital Assistant,PDA)中。

背景技术

[0002] 消费性电子产品的规格日新月异,追求轻薄短小的脚步也未曾放慢,甚至也开始加入了望远特性的需求,因此光学镜头等电子产品的关键零组件在规格上也必须持续提升,以符合消费者的需求。而光学镜头最重要的特性不外乎就是成像质量与体积。其中,就成像质量而言,随着影像感测技术之进步,消费者对于成像质量等的要求也将更加提高,因此在光学镜头设计领域中,除了追求镜头薄型化,同时也必须兼顾镜头成像质量及性能。

[0003] 然而,光学镜头设计并非单纯将成像质量佳的镜头等比例缩小就能制作出兼具成像质量与微型化的光学镜头,设计过程不仅牵涉到材料特性,还必须考虑到制作、组装良率等生产面的实际问题。因此,微型化镜头的技术难度明显高出传统镜头,故如何制作出符合消费性电子产品需求的光学镜头,并持续提升其成像质量,长久以来一直是本领域产、官、学界所持续精进的目标。

发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明于是提出一种既能维持良好光学性能、缩短整体有效长度、技术上可行、还能加强镜头望远的能力的光学成像镜头。本发明的五片式光学成像镜头,从物侧至像侧,在光轴上依序安排有第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜与、与第五透镜。第一透镜至第五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。

[0005] 在本发明的一方面,光学成像镜头的第一透镜的像侧面,具有位于光轴附近区域的凹面部。第二透镜的物侧面,具有位于光轴附近区域的凸面部。第三透镜的像侧面,具有位于光轴附近区域的凹面部。第五透镜具有负屈光率,第五透镜在光轴上的厚度大于第二透镜在光轴上的厚度。此光学成像镜头只有上述五片具有屈光率的透镜,EFL为光学镜头系统有效焦距、TTL为第一透镜的物侧面至成像面在光轴上的长度、ALT为第一透镜到第五透镜在光轴上的五个透镜之中心厚度总和、T2为第二透镜在光轴上的中心厚度、G34为第三透镜与第四透镜在光轴上的空气间隙,并且满足 $TTL/EFL \leq 1.000$ 、 $TTL/G34 \leq 12.000$ 、及 $ALT/T2 \leq 12.900$ 。

[0006] 在本发明的实施例的光学成像镜头中,第五透镜在光轴上的中心厚度为T5、与第四透镜与第五透镜之间在光轴上的空气间隙为G45,并且满足 $(G45+T5)/T2 \leq 4.800$ 。

[0007] 本发明的实施例的光学成像镜头满足 $TTL/(G45+T5) \leq 7.200$ 。

[0008] 在本发明的实施例的光学成像镜头中,第四透镜在光轴上的中心厚度为T4,并且满足 $T4/G45 \leq 3.600$ 。

- [0009] 在本发明的实施例的光学成像镜头中,AAG为第一透镜到第五透镜在光轴上的四个空气间隙总和,并且满足 $AAG/T2 \leq 9.000$ 。
- [0010] 在本发明的实施例的光学成像镜头中,BFL为第五透镜的像侧面至成像面在光轴上的长度、与第三透镜在光轴上的中心厚度为 $T3$,并且满足 $BFL/T3 \leq 5.600$ 。
- [0011] 在本发明的实施例的光学成像镜头中,TL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,并且满足 $TL/T3 \leq 17.000$ 。
- [0012] 本发明的实施例的光学成像镜头满足 $AAG/T3 \leq 8.000$ 。
- [0013] 本发明的实施例的光学成像镜头满足 $TL/T5 \leq 15.000$ 。
- [0014] 本发明的实施例的光学成像镜头满足 $AAG/T5 \leq 8.000$ 。
- [0015] 在本发明的实施例的光学成像镜头中,第一透镜在光轴上的中心厚度为 $T1$,并且满足 $TTL/T1 \leq 9.000$ 。
- [0016] 本发明的实施例的光学成像镜头满足 $ALT/T1 \leq 3.600$ 。
- [0017] 本发明的实施例的光学成像镜头满足 $ALT/G34 \leq 3.900$ 。
- [0018] 本发明的实施例的光学成像镜头满足 $EFL/G34 \leq 7.300$ 。
- [0019] 本发明的实施例的光学成像镜头满足 $EFL/BFL \leq 5.500$ 。
- [0020] 本发明的实施例的光学成像镜头满足 $BFL/T4 \leq 5.100$ 。
- [0021] 本发明的实施例的光学成像镜头满足 $TL/BFL \leq 4.200$ 。
- [0022] 在本发明的实施例的光学成像镜头中,第一透镜与第二透镜之间在光轴上的空气间隙为 $G12$ 、与第二透镜与第三透镜之间在光轴上的空气间隙为 $G23$,并且满足 $(T1+G12+T2+G23+T3)/T5 \leq 4.300$ 。
- [0023] 本发明的实施例的光学成像镜头满足 $(T1+G12+T2+G23+T3)/T1 \leq 2.700$ 。
- [0024] 本发明的实施例的光学成像镜头满足 $(T1+G12+T2+G23+T3)/G34 \leq 2.500$ 。

附图说明

- [0025] 图1是本发明光学成像镜头判断曲率形状方法之示意图。
- [0026] 图2是本发明光学成像镜头判断曲率形状方法之示意图。
- [0027] 图3是本发明光学成像镜头判断曲率形状方法之示意图。
- [0028] 图4是本发明光学成像镜头判断曲率形状方法之示意图。
- [0029] 图5是本发明光学成像镜头判断曲率形状方法之示意图。
- [0030] 图6是本发明五片式光学成像镜头的第一实施例之示意图。
- [0031] 图7A是第一实施例在成像面上的纵向球差示图。
- [0032] 图7B是第一实施例在弧矢方向的像散像差示图。
- [0033] 图7C是第一实施例在子午方向的像散像差示图。
- [0034] 图7D是第一实施例的畸变像差示图。
- [0035] 图8是本发明五片式光学成像镜头的第二实施例之示意图。
- [0036] 图9A是第二实施例在成像面上的纵向球差示图。
- [0037] 图9B是第二实施例在弧矢方向的像散像差示图。
- [0038] 图9C是第二实施例在子午方向的像散像差示图。
- [0039] 图9D是第二实施例的畸变像差示图。

- [0040] 图10是本发明五片式光学成像镜头的第三实施例之示意图。
- [0041] 图11A是第三实施例在成像面上的纵向球差示图。
- [0042] 图11B是第三实施例在弧矢方向的像散像差示图。
- [0043] 图11C是第三实施例在子午方向的像散像差示图。
- [0044] 图11D是第三实施例的畸变像差示图。
- [0045] 图12是本发明五片式光学成像镜头的第四实施例之示意图。
- [0046] 图13A是第四实施例在成像面上的纵向球差示图。
- [0047] 图13B是第四实施例在弧矢方向的像散像差示图。
- [0048] 图13C是第四实施例在子午方向的像散像差示图。
- [0049] 图13D是第四实施例的畸变像差示图。
- [0050] 图14是本发明五片式光学成像镜头的第五实施例之示意图。
- [0051] 图15A是第五实施例在成像面上的纵向球差示图。
- [0052] 图15B是第五实施例在弧矢方向的像散像差示图。
- [0053] 图15C是第五实施例在子午方向的像散像差示图。
- [0054] 图15D是第五实施例的畸变像差示图。
- [0055] 图16是本发明五片式光学成像镜头的第六实施例之示意图。
- [0056] 图17A是第六实施例在成像面上的纵向球差示图。
- [0057] 图17B是第六实施例在弧矢方向的像散像差示图。
- [0058] 图17C是第六实施例在子午方向的像散像差示图。
- [0059] 图17D是第六实施例的畸变像差示图。
- [0060] 图18是本发明五片式光学成像镜头的第七实施例之示意图。
- [0061] 图19A是第七实施例在成像面上的纵向球差示图。
- [0062] 图19B是第七实施例在弧矢方向的像散像差示图。
- [0063] 图19C是第七实施例在子午方向的像散像差示图。
- [0064] 图19D是第七实施例的畸变像差示图。
- [0065] 图20是第一实施例详细的光学数据表格图。
- [0066] 图21是第一实施例详细的非球面数据表格图。
- [0067] 图22是第二实施例详细的光学数据表格图。
- [0068] 图23是第二实施例详细的非球面数据表格图。
- [0069] 图24是第三实施例详细的光学数据表格图。
- [0070] 图25是第三实施例详细的非球面数据表格图。
- [0071] 图26是第四实施例详细的光学数据表格图。
- [0072] 图27是第四实施例详细的非球面数据表格图。
- [0073] 图28是第五实施例详细的光学数据表格图。
- [0074] 图29是第五实施例详细的非球面数据表格图。
- [0075] 图30是第六实施例详细的光学数据表格图。
- [0076] 图31是第六实施例详细的非球面数据表格图。
- [0077] 图32是第七实施例详细的光学数据表格图。
- [0078] 图33是第七实施例详细的非球面数据表格图。

[0079] 图34是各实施例之重要参数表格图。

[0080] 图35是各实施例之重要参数表格图。

具体实施方式

[0081] 在开始详细描述本发明之前,首先要说明的是,在本发明图式中,类似的组件是以相同的编号来表示。

[0082] 附图中的符号说明:1光学成像镜头;2物侧;3像侧;4光轴;10第一透镜;11物侧面;12像侧面;13凸面部;14凸面部;16凹面部;17凹面部;17'凸面部;20第二透镜;21物侧面;22像侧面;23凸面部;24凸面部;26凹面部;27凹面部;30第三透镜;31物侧面;32像侧面;33凸面部;34凸面部;34'凹面部;36凹面部;37凹面部;40第四透镜;41物侧面;42像侧面;43凹面部;43'凸面部;44凹面部;46凹面部;46'凸面部;47凸面部;50第五透镜;51物侧面;52像侧面;53凸面部;53'凹面部;54凹面部;56凹面部;57凸面部;70滤光片;71成像面;80光圈;T1~T5各透镜中心厚度;I光轴;A光轴附近区域;C圆周附近区域;E延伸部;Lc主光线;Lm边缘光线。

[0083] 其中,本篇说明书所言之「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光轴上的屈光率为正(或为负)。该像侧面、物侧面定义为成像光线通过的范围,其中成像光线包括了主光线(chief ray) Lc及边缘光线(marginal ray) Lm,如图1所示,I为光轴且此一透镜是以该光轴I为对称轴径向地相互对称,光线通过光轴上的区域为光轴附近区域A,边缘光线通过的区域为圆周附近区域C,此外,该透镜还包含一延伸部E(即圆周附近区域C径向上向外的区域),用以供该透镜组装于一光学成像镜头内,理想的成像光线并不会通过该延伸部E,但该延伸部E之结构与形状并不限于此,以下之实施例为求图式简洁均省略了部分的延伸部。更详细的说,判定面形或光轴附近区域、圆周附近区域、或多个区域的范围的方法如下:

[0084] 请参照图1,其系一透镜径向上的剖视图。以该剖视图观之,在判断前述区域的范围时,定义一中心点为该透镜表面上与光轴的一交点,而一转换点是位于该透镜表面上的一点,且通过该点的一切线与光轴垂直。如果径向上向外有复数个转换点,则依序为第一转换点,第二转换点,而有效半口径上距光轴径向上最远的转换点为第N转换点。中心点和第一转换点之间的范围为光轴附近区域,第N转换点径向上向外的区域为圆周附近区域,中间可依各转换点区分不同的区域。此外,有效半径为边缘光线Lm与透镜表面交点到光轴I上的垂直距离。

[0085] 如图2所示,该区域的形状凹凸系以平行通过该区域的光线(或光线延伸线)与光轴的交点在像侧或物侧来决定(光线焦点判定方式)。举例言之,当光线通过该区域后,光线会朝像侧聚焦,与光轴的焦点会位在像侧,例如图2中R点,则该区域为凸面部。反之,若光线通过该某区域后,光线会发散,其延伸线与光轴的焦点在物侧,例如图2中M点,则该区域为凹面部,所以中心点到第一转换点间为凸面部,第一转换点径向上向外的区域为凹面部;由图2可知,该转换点即是凸面部转凹面部的分界点,因此可定义该区域与径向上相邻该区域的内侧的区域,系以该转换点为分界具有不同的面形。另外,若是光轴附近区域的面形判断可依该领域中通常知识者的判断方式,以R值(指近轴的曲率半径,通常指光学软件中的透镜数据库(lens data)上的R值)正负判断凹凸。以物侧面来说,当R值为正时,判定为凸面

部,当R值为负时,判定为凹面部;以像侧面来说,当R值为正时,判定为凹面部,当R值为负时,判定为凸面部,此方法判定出的凹凸和光线焦点判定方式相同。若该透镜表面上无转换点,该光轴附近区域定义为有效半径的0~50%,圆周附近区域定义为有效半径的50~100%。

[0086] 图3范例一的透镜像侧表面在有效半径上仅具有第一转换点,则第一区为光轴附近区域,第二区为圆周附近区域。此透镜像侧面的R值为正,故判断光轴附近区域具有一凹面部;圆周附近区域的面形和径向上紧邻该区域的内侧区域不同。即,圆周附近区域和光轴附近区域的面形不同;该圆周附近区域系具有一凸面部。

[0087] 图4范例二的透镜物侧表面在有效半径上具有第一及第二转换点,则第一区为光轴附近区域,第三区为圆周附近区域。此透镜物侧面的R值为正,故判断光轴附近区域为凸面部;第一转换点与第二转换点间的区域(第二区)具有一凹面部,圆周附近区域(第三区)具有一凸面部。

[0088] 图5范例三的透镜物侧表面在有效半径上无转换点,此时以有效半径0%~50%为光轴附近区域,50%~100%为圆周附近区域。由于光轴附近区域的R值为正,故此物侧面在光轴附近区域具有一凸面部;而圆周附近区域与光轴附近区域间无转换点,故圆周附近区域具有一凸面部。

[0089] 如图6所示,本发明光学成像镜头1,从放置物体(图未示)的物侧2至成像的像侧3,沿着光轴(optical axis)4,依序包含有第一透镜10、第二透镜20、第三透镜30、第四透镜40、第五透镜50、滤光片70及成像面(image plane)71。一般说来,第一透镜10、第二透镜20、第三透镜30、第四透镜40、第五透镜50都可以是由透明的塑料材质所制成,但本发明不以此为限。各镜片都有适当的屈光率。在本发明光学成像镜头1中,具有屈光率的镜片总共只有第一透镜10、第二透镜20、第三透镜30、第四透镜40、第五透镜50等这五片透镜而已。光轴4为整个光学成像镜头1的光轴,所以每个透镜的光轴和光学成像镜头1的光轴都是相同的。

[0090] 此外,光学成像镜头1还包含光圈(aperture stop)80,而设置于适当之位置。在图6中,光圈80是设置在物侧2与第一透镜10之间。当由位于物侧2之待拍摄物(图未示)所发出的光线(图未示)进入本发明光学成像镜头1时,即会经由光圈80、第一透镜10、第二透镜20、第三透镜30、第四透镜40、第五透镜50、与滤光片70之后,会在像侧3的成像面71上聚焦而形成清晰的影像。在本发明各实施例中,选择性设置的滤光片70还可以是具各种合适功能之滤镜,可滤除特定波长的光线(例如红外线),设于第五透镜50朝向像侧3的像侧面52与成像面71之间。

[0091] 本发明光学成像镜头1中之各个透镜,都分别具有朝向物侧2的物侧面,与朝向像侧3的像侧面。另外,本发明光学成像镜头1中之各个透镜,亦都具有接近光轴4的光轴附近区域、与远离光轴4的圆周附近区域。例如,第一透镜10具有物侧面11与像侧面12;第二透镜20具有物侧面21与像侧面22;第三透镜30具有物侧面31与像侧面32;第四透镜40具有物侧面41与像侧面42;第五透镜50具有物侧面51与像侧面52。各物侧面与像侧面又有接近光轴4的光轴附近区域,以及远离光轴4的圆周附近区域。

[0092] 本发明光学成像镜头1中之各个透镜,还都分别具有位在光轴4上的中心厚度T。例如,第一透镜10具有第一透镜厚度T1、第二透镜20具有第二透镜厚度T2、第三透镜30具有第三透镜厚度T3、第四透镜40具有第四透镜厚度T4、第五透镜50具有第五透镜厚度T5。所以,

在光轴4上光学成像镜头1中所有透镜的中心厚度总和称之为ALT。亦即, $ALT = T1 + T2 + T3 + T4 + T5$ 。

[0093] 另外, 本发明光学成像镜头1中, 在各个透镜之间又分别具有位在光轴4上的空气间隙 (air gap)。例如, 第一透镜10到第二透镜20之间空气间隙宽度称为G12、第二透镜20到第三透镜30之间空气间隙宽度称为G23、第三透镜30到第四透镜40之间空气间隙宽度称为G34、第四透镜40到第五透镜50之间空气间隙宽度称为G45。所以, 第一透镜10到第五透镜50之间, 位于光轴4上各透镜间之四个空气间隙宽度之总和即称为AAG。亦即, $AAG = G12 + G23 + G34 + G45$ 。

[0094] 另外, 第一透镜10的物侧面11至成像面71在光轴上的长度为TTL。光学成像镜头的有效焦距为EFL, 第五透镜50的像侧面52至成像面71在光轴4上的长度为BFL、TL为第一透镜10的物侧面11至第五透镜50的像侧面52在光轴4上的长度。

[0095] 另外, 再定义: $f1$ 为第一透镜10的焦距; $f2$ 为第二透镜20的焦距; $f3$ 为第三透镜30的焦距; $f4$ 为第四透镜40的焦距; $f5$ 为第五透镜50的焦距; $n1$ 为第一透镜10的折射率; $n2$ 为第二透镜20的折射率; $n3$ 为第三透镜30的折射率; $n4$ 为第四透镜40的折射率; $n5$ 为第五透镜50的折射率; $v1$ 为第一透镜10的阿贝系数 (Abbe number), 即色散系数; $v2$ 为第二透镜20的阿贝系数; $v3$ 为第三透镜30的阿贝系数; $v4$ 为第四透镜40的阿贝系数; 及 $v5$ 为第五透镜50的阿贝系数。

[0096] 实施例1

[0097] 请参阅图6, 例示本发明光学成像镜头1的第一实施例。第一实施例在成像面71上的纵向球差 (longitudinal spherical aberration) 请参考图7A、弧矢 (sagittal) 方向的像散像差 (astigmatic field aberration) 请参考图7B、子午 (tangential) 方向的像散像差请参考图7C、以及畸变像差 (distortion aberration) 请参考图7D。所有实施例中各球差图之Y轴代表视场, 其最高点均为1.0, 实施例中各像散图及畸变图之Y轴代表像高, 系统像高为2.264毫米。

[0098] 第一实施例之光学成像镜头系统1主要由五枚具有屈光率之透镜、光圈80、滤光片70、与成像面71所构成。光圈80是设置在物侧2与第一透镜10之间。滤光片70可以防止特定波长的光线 (例如红外线) 投射至成像面而影响成像质量。

[0099] 第一透镜10具有正屈光率。朝向物侧2的物侧面11具有位于光轴附近区域的凸面部13以及位于圆周附近区域的凸面部14, 朝向像侧3的像侧面12具有位于光轴附近区域的凹面部16以及位于圆周附近区域的凹面部17。第一透镜之物侧面11及像侧面12均为非球面。

[0100] 第二透镜20具有负屈光率。朝向物侧2的物侧面21具有位于光轴附近区域的凸面部23以及位于圆周附近区域的凸面部24, 朝向像侧3的像侧面22具有位于光轴附近区域的凹面部26以及位于圆周附近区域的凹面部27。第二透镜20之物侧面21及像侧面22均为非球面。

[0101] 第三透镜30具有正屈光率, 朝向物侧2的物侧面31具有位于光轴附近区域的凸面部33以及位于圆周附近区域的凸面部34, 而朝向像侧3的像侧面32具有位于光轴附近区域的凹面部36以及在圆周附近的凹面部37。第三透镜30之物侧面31及像侧面32均为非球面。

[0102] 第四透镜40具有负屈光率, 朝向物侧2的物侧面41具有位于光轴附近区域的凹面

部43以及位于圆周附近区域的凹面部44,而朝向像侧3的像侧面42具有位于光轴附近区域的凹面部46以及在圆周附近的凸面部47。第四透镜40之物侧面41及像侧面42均为非球面。

[0103] 第五透镜50具有负屈光率,朝向物侧2的物侧面51具有位于光轴附近区域的凸面部53以及位在圆周附近区域的凹面部54,朝向像侧3的像侧面52具有位于光轴附近区域的凹面部56以及位于圆周附近区域的凸面部57。另外,第五透镜50的物侧面51与像侧面52均为非球面。滤光片70位于第五透镜50的像侧面52以及成像面71之间。

[0104] 在本发明光学成像镜头1中,从第一透镜10到第五透镜50中,所有物侧面11/21/31/41/51与像侧面12/22/32/42/52共计十个曲面。若为非球面,则此等非球面系经由下列公式所定义:

$$[0105] \quad Z(Y) = \frac{Y^2}{R} / \left(1 + \sqrt{1 - (1+K) \frac{Y^2}{R^2}}\right) + \sum_{i=1}^n a_i \times Y^i$$

[0106] 其中:

[0107] R表示透镜表面之曲率半径;

[0108] Z表示非球面之深度(非球面上距离光轴为Y的点,其与相切于非球面光轴上顶点之切面,两者间的垂直距离);

[0109] Y表示非球面曲面上的点与光轴的垂直距离;

[0110] K为圆锥系数(conic constant);

[0111] a_i 为第i阶非球面系数。

[0112] 第一实施例光学透镜系统的光学数据如图20所示,非球面数据如图21所示。在以下实施例之光学透镜系统中,整体光学透镜系统的光圈值(f-number)为Fno、有效焦距为(EFL)、半视角(Half Field of View,简称HFOV)为整体光学透镜系统中最大视角(Field of View)的一半,又曲率半径、厚度及焦距的单位均为毫米(mm)。而TTL为4.840毫米,Fno为3,系统像高为2.264毫米,HFOV为23.000度。

[0113] 实施例2

[0114] 请参阅图8,例示本发明光学成像镜头1的第二实施例。请注意,从第二实施例开始,为简化并清楚表达图式,仅在图上特别标示各透镜与第一实施例不同之面型,而其余与第一实施例的透镜相同的面型,例如凹面部或是凸面部则不另外标示。第二实施例在成像面71上的纵向球差请参考图9A、弧矢方向的像散像差请参考图9B、子午方向的像散像差请参考图9C、畸变像差请参考图9D。第二实施例之设计与第一实施例类似,仅曲率半径、透镜屈光率、透镜曲率半径、透镜厚度、透镜非球面系数或是后焦距等相关参数有别而已,以及第四透镜40的物侧面41,具有位于光轴附近区域的凸面部43'。

[0115] 第二实施例详细的光学数据如图22所示,非球面数据如图23所示。TTL为5.447毫米,系统像高为2.443毫米,Fno为2.8,HFOV为24.263度。特别是:1.第二实施例的像差比第一实施例佳。2.第二实施例的Fno比第一实施例小。3.第二实施例比第一实施例易于制造,因此良率较高。

[0116] 实施例3

[0117] 请参阅图10,例示本发明光学成像镜头1的第三实施例。第三实施例在成像面71上的纵向球差请参考图11A、弧矢方向的像散像差请参考图11B、子午方向的像散像差请参考图11C、畸变像差请参考图11D。第三实施例之设计与第一实施例类似,仅曲率半径、透镜屈

光率、透镜曲率半径、透镜厚度、透镜非球面系数或是后焦距等相关参数有别,以及第四透镜40的像侧面42具有位于光轴附近区域的凸面部46'。

[0118] 第三实施例详细的光学数据如图24所示,非球面数据如图25所示,TTL为5.247毫米,系统像高为2.298毫米,Fno为2.8,HFOV为23.000度。特别是:1.第三实施例的像差比第一实施例佳。2.第三实施例的Fno比第一实施例小。3.第三实施例比第一实施例易于制造,因此良率较高。

[0119] 实施例4

[0120] 请参阅图12,例示本发明光学成像镜头1的第四实施例。第四实施例在成像面71上的纵向球差请参考图13A、弧矢方向的像散像差请参考图13B、子午方向的像散像差请参考图13C、畸变像差请参考图13D。第四实施例之设计与第一实施例类似,仅曲率半径、透镜屈光率、透镜曲率半径、透镜厚度、透镜非球面系数或是后焦距等相关参数有别,以及第一透镜10的像侧面12,具有位于圆周附近区域的凸面部17'、第四透镜40具有正屈光率、第四透镜40的物侧面41,具有位于光轴附近区域的凸面部43'、第四透镜40的像侧面42,具有位于光轴附近区域的凸面部46'、与第五透镜50的物侧面51,具有位于光轴附近区域的凹面部53'。

[0121] 第四实施例详细的光学数据如图26所示,非球面数据如图27所示,TTL为4.614毫米,系统像高为2.441毫米,Fno为2.6,HFOV为27.972度。特别是:1.第四实施例的镜头长度TTL比第一实施例短。2.第四实施例的像差比第一实施例佳。3.第四实施例的Fno比第一实施例小。4.第四实施例比第一实施例易于制造,因此良率较高。

[0122] 实施例5

[0123] 请参阅图14,例示本发明光学成像镜头1的第五实施例。第五实施例在成像面71上的纵向球差请参考图15A、弧矢方向的像散像差请参考图15B、子午方向的像散像差请参考图15C、畸变像差请参考图15D。第五实施例之设计与第一实施例类似,仅曲率半径、透镜屈光率、透镜曲率半径、透镜厚度、透镜非球面系数或是后焦距等相关参数有别,以及第四透镜40的像侧面42具有位于光轴附近区域的凸面部46'。

[0124] 第五实施例详细的光学数据如图28所示,非球面数据如图29所示,TTL为4.959毫米,系统像高为2.293毫米,Fno为2.6,HFOV为23.363度。特别是:1.第五实施例的像差比第一实施例佳。2.第五实施例的Fno比第一实施例小。3.第五实施例比第一实施例易于制造,因此良率较高。

[0125] 实施例6

[0126] 请参阅图16,例示本发明光学成像镜头1的第六实施例。第六实施例在成像面71上的纵向球差请参考图17A、弧矢方向的像散像差请参考图17B、子午方向的像散像差请参考图17C、畸变像差请参考图17D。第六实施例之设计与第一实施例类似,不同之处在于,仅曲率半径、透镜屈光率、透镜曲率半径、透镜厚度、透镜非球面系数或是后焦距等相关参数有别,以及光圈80是设置在第一透镜10和第二透镜20之间、与第四透镜40的像侧面42具有位于光轴附近区域的凸面部46'。

[0127] 第六实施例详细的光学数据如图30所示,非球面数据如图31所示,TTL为5.104毫米,系统像高为2.437毫米,Fno为2.46,HFOV为24.166度。特别是:1.第六实施例的像差比第一实施例佳。2.第六实施例的Fno比第一实施例小。3.第六实施例的光圈位置在后,则视场

角越大、成像品质更佳。4. 第六实施例比第一实施例易于制造,因此良率较高。

[0128] 实施例7

[0129] 请参阅图18,例示本发明光学成像镜头1的第七实施例。第七实施例在成像面71上的纵向球差请参考图19A、弧矢方向的像散像差请参考图19B、子午方向的像散像差请参考图19C、畸变像差请参考图19D。第七实施例之设计与第一实施例类似,仅曲率半径、透镜屈光率、透镜曲率半径、透镜厚度、透镜非球面系数或是后焦距等相关参数有别,以及第一透镜10的像侧面12,具有位于圆周附近区域的凸面部17'、第三透镜30的物侧面31,具有位于圆周附近区域的凹面部34'、第四透镜40具有正屈光率、第四透镜40的物侧面41,具有位于光轴附近区域的凸面部43'、与第四透镜40的像侧面42,具有位于光轴附近区域的凸面部46'。

[0130] 第七实施例详细的光学数据如图32所示,非球面数据如图33所示,TTL为5.117毫米,系统像高为2.909毫米, F_{no} 为2.9,HFOV为28.046度。特别是:1.第七实施例的 F_{no} 比第一实施例小。2.第七实施例比第一实施例易于制造,因此良率较高。

[0131] 另外,各实施例之重要参数则分别整理于图34与图35中。其中G5F代表第五透镜50到滤光片70之间在光轴4上的间隙宽度、TF代表滤光片70在光轴4上的厚度、GFP代表滤光片70到成像面71之间在光轴4上的间隙宽度、BFL为第五透镜50的像侧面52到成像面71在光轴4上的距离、即 $BFL = G5F + TF + GFP$ 。

[0132] 申请人发现,本案各实施例的透镜配置,具有以下特征,以及可以达成的对应功效:

[0133] 1.第一透镜像侧面光轴区域为凹面部,及第二透镜物侧面光轴区域为凸面部,可帮助收集成像光线。

[0134] 2.第三透镜像侧面光轴区域为凹面部,有助于修正第一透镜及第二透镜产生的像差。

[0135] 3.第五透镜屈光率为负值,有助于调整第一透镜至第四透镜所产生的像差。

[0136] 4.第五透镜在光轴上的厚度大于第二透镜在光轴上的厚度,有利于第五透镜的制造加工及镜头的组装。

[0137] 5.透过上述设计之相互搭配,可有效缩短镜头长度,并同时确保成像质量,且加强镜头望远的能力。

[0138] 此外,透过以下各参数之数值控制,可协助设计者设计出具备良好光学性能、整体长度有效缩短、且技术上可行之光学成像镜头:

[0139] (A) 为了达成缩短透镜系统长度,本发明适当的缩短透镜厚度和透镜间的空气间隙,但考虑到透镜组装过程的难易度以及必须兼顾成像质量的前提下,透镜厚度及透镜间的空气间隙彼此需互相调配,或调配特定光学参数于特定镜群数值组合中的比例,故在满足以下条件式的数值限定之下,光学成像系统能达到较佳的配置。

[0140] 1. $ALT/T1 \leq 3.600$,较佳的范围为 $2.800 \leq ALT/T1 \leq 3.600$;

[0141] 2. $ALT/G34 \leq 3.900$,较佳的范围为 $1.400 \leq ALT/G34 \leq 3.900$;

[0142] 3. $(T1+G12+T2+G23+T3)/T1 \leq 2.700$,较佳的范围为 $1.900 \leq (T1+G12+T2+G23+T3)/T1 \leq 2.700$;

[0143] 4. $(T1+G12+T2+G23+T3)/G34 \leq 2.500$,较佳的范围为 $0.800 \leq (T1+G12+T2+G23+$

T3)/G34 \leq 2.500。

[0144] (B) 若满足以下条件式,在光学系统厚度薄化的过程中,可帮助望远特性提升同时易于应用于手机微型化镜头。

[0145] 1. TTL/EFL \leq 1.000,较佳的范围为0.800 \leq TTL/EFL \leq 1.000;

[0146] 2. EFL/G34 \leq 7.300,较佳的范围为3.600 \leq EFL/G34 \leq 7.300;

[0147] 3. EFL/BFL \leq 5.500,较佳的范围为2.300 \leq EFL/BFL \leq 5.500。

[0148] (C) 使光学组件参数与镜头长度比值维持一适当值,避免参数过小不利于生产制造,或是避免参数过大而使得镜头长度过长。

[0149] 1. TTL/EFL \leq 1.000,较佳的范围为0.800 \leq TTL/EFL \leq 1.000;

[0150] 2. TTL/G34 \leq 12.000,较佳的范围为2.500 \leq TTL/G34 \leq 12.000;

[0151] 3. TTL/(G45+T5) \leq 7.200,较佳的范围为2.100 \leq TTL/(G45+T5) \leq 7.200;

[0152] 4. TL/T3 \leq 17.000,较佳的范围为7.300 \leq TL/T3 \leq 17.000;

[0153] 5. TL/T5 \leq 15.000,较佳的范围为4.900 \leq TL/T5 \leq 15.000;

[0154] 6. TTL/T1 \leq 9.000,较佳的范围为6.100 \leq TTL/T1 \leq 9.000;

[0155] 7. TL/BFL \leq 4.200,较佳的范围为1.600 \leq TL/BFL \leq 4.200。

[0156] (D) 借着限制光学组件参数与第二透镜厚度的关系,使得T2不至过小或过大,有利于降低第一镜片产生的像差。

[0157] 1. ALT/T2 \leq 12.900,较佳的范围为7.400 \leq ALT/T2 \leq 12.900;

[0158] 2. (G45+T5)/T2 \leq 4.800,较佳的范围为2.100 \leq (G45+T5)/T2 \leq 4.800;

[0159] 3. AAG/T2 \leq 9.000,较佳的范围为4.500 \leq AAG/T2 \leq 9.000。

[0160] (E) 借着限制第三透镜的厚度与镜头中其他空气间隙厚度的关系,使得T3不至过小或过大,有利于降低第一透镜及第二透镜产生的像差。

[0161] 1. BFL/T3 \leq 5.600,较佳的范围为2.500 \leq BFL/T3 \leq 5.600;

[0162] 2. AAG/T3 \leq 8.000,较佳的范围为2.400 \leq AAG/T3 \leq 8.000。

[0163] (F) 借着限制第四透镜的厚度与镜头中其他透镜或空气间隙厚度的关系,使得T4不至过小或过大,有利于降低第一透镜至第三透镜产生的像差。

[0164] 1. T4/G45 \leq 3.600,较佳的范围为0.300 \leq T4/G45 \leq 3.600;

[0165] 2. BFL/T4 \leq 5.100,较佳的范围为1.500 \leq BFL/T4 \leq 5.100。

[0166] (G) 借着限制第五透镜的厚度与镜头中其他透镜或空气间隙厚度的关系,使得T5不至过小或过大,则有利于降低第一透镜至第四透镜所产生的像差。

[0167] 1. AAG/T5 \leq 8.000,较佳的范围为1.800 \leq AAG/T5 \leq 8.000;

[0168] 2. (T1+G12+T2+G23+T3)/T5 \leq 4.300,较佳的范围为1.700 \leq (T1+G12+T2+G23+T3)/T5 \leq 4.300。

[0169] 透过本发明各实施例的纵向球差、像散像差、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,故透过上述可知本发明具备良好光学性能。

[0170] 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镜头长度缩短、可用光圈加大、成像质量提升,或组装良率提升而改善先前技术的缺点。

[0171] 以上所述仅为本发明之较佳实施例,凡依本发明申请专利范围所做之均等变化与修饰,如光学参数任意组合的比例关系所得最大值与最小值之数值范围皆应属本发明之涵盖范围,皆可据以实施。

[0172] 尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例,可以理解的是,上述实施例是示例性的,不能理解为对本发明的限制,本领域的普通技术人员在不脱离本发明的原理和宗旨的情况下在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

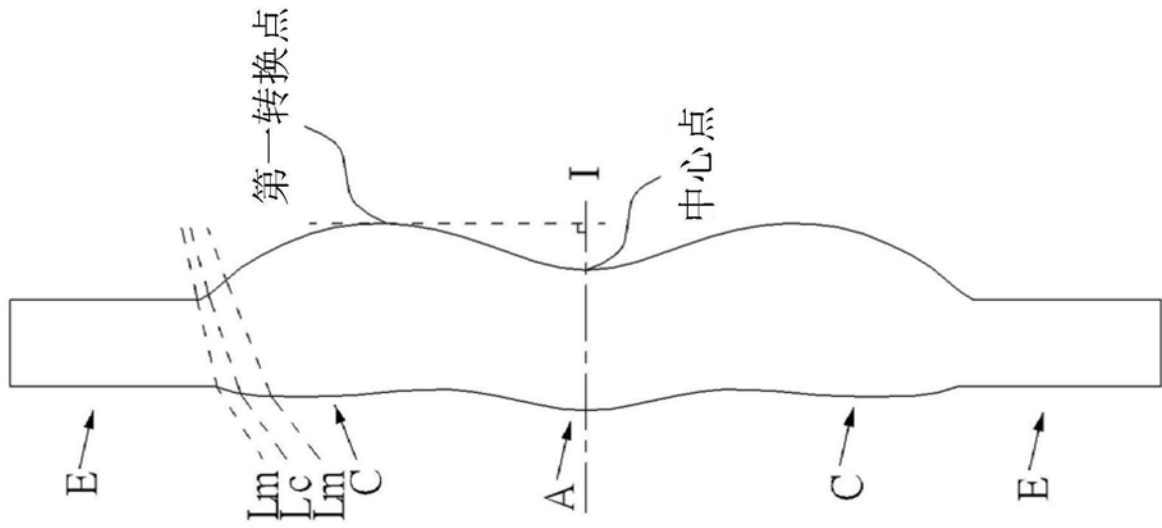


图1

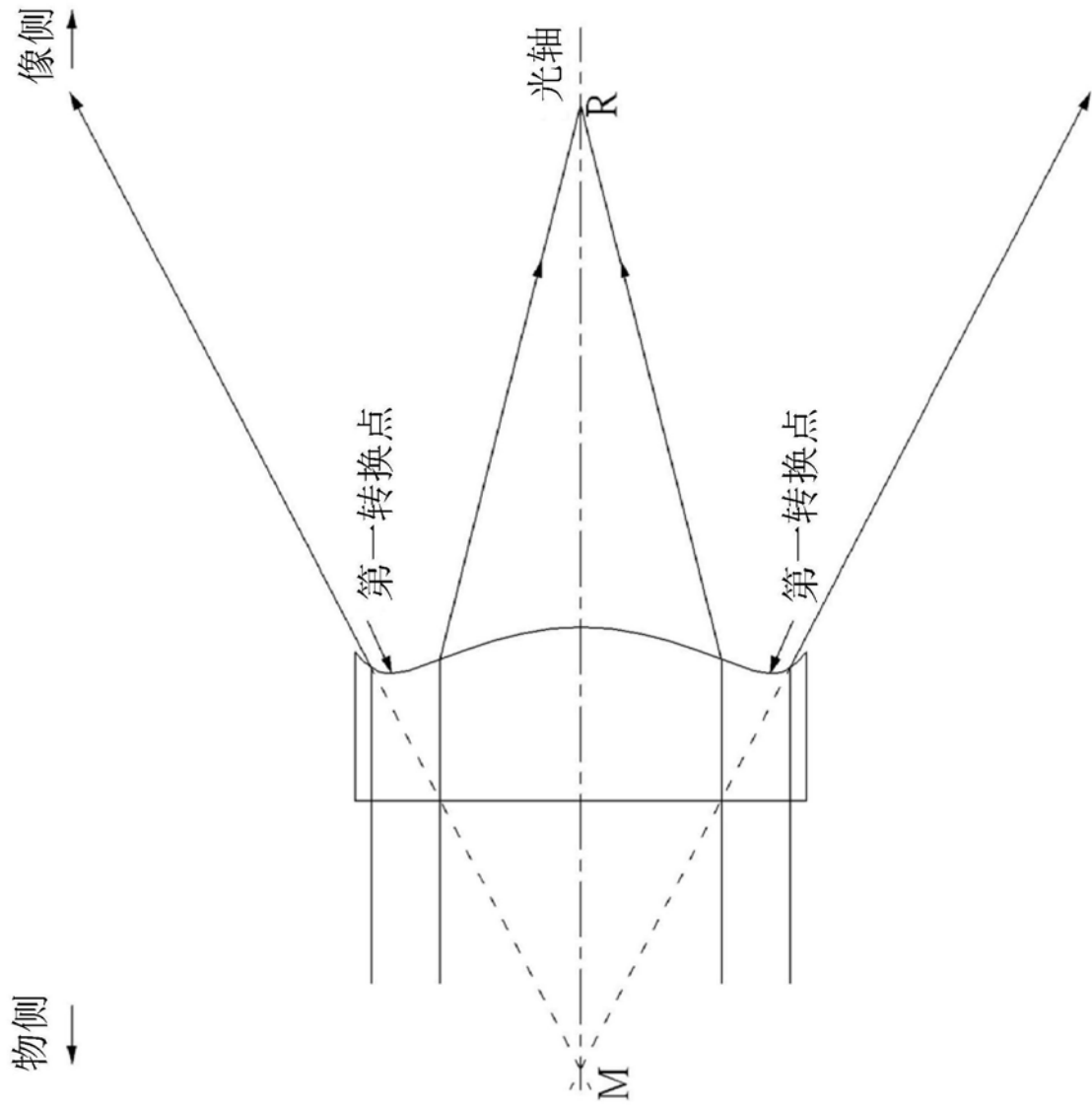


图2

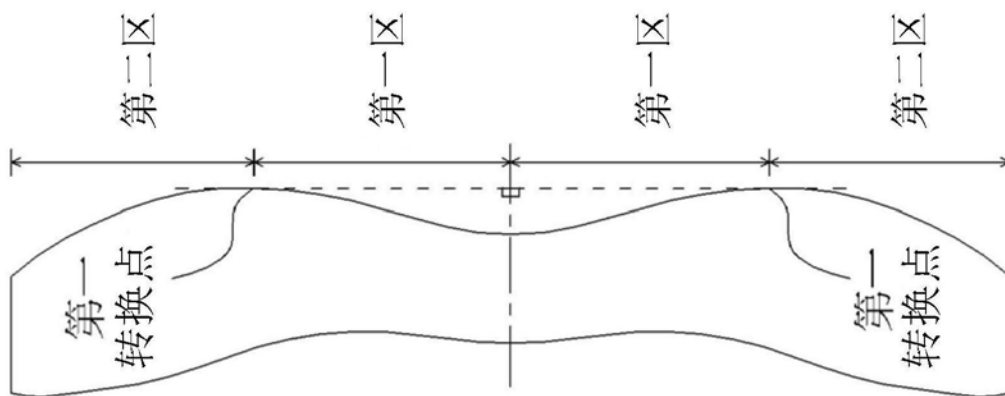


图3

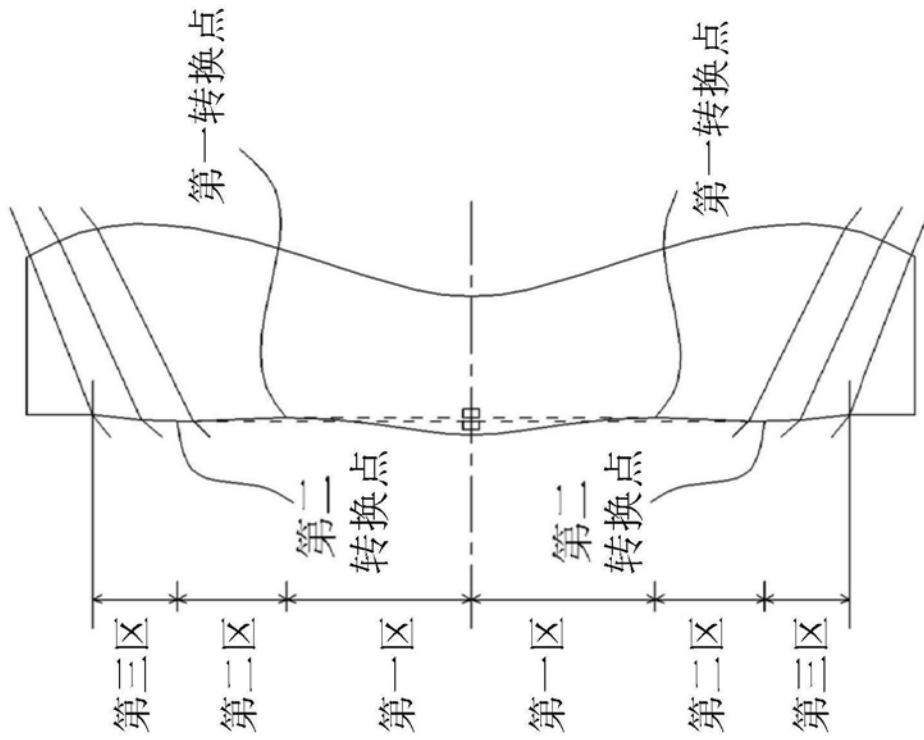


图4

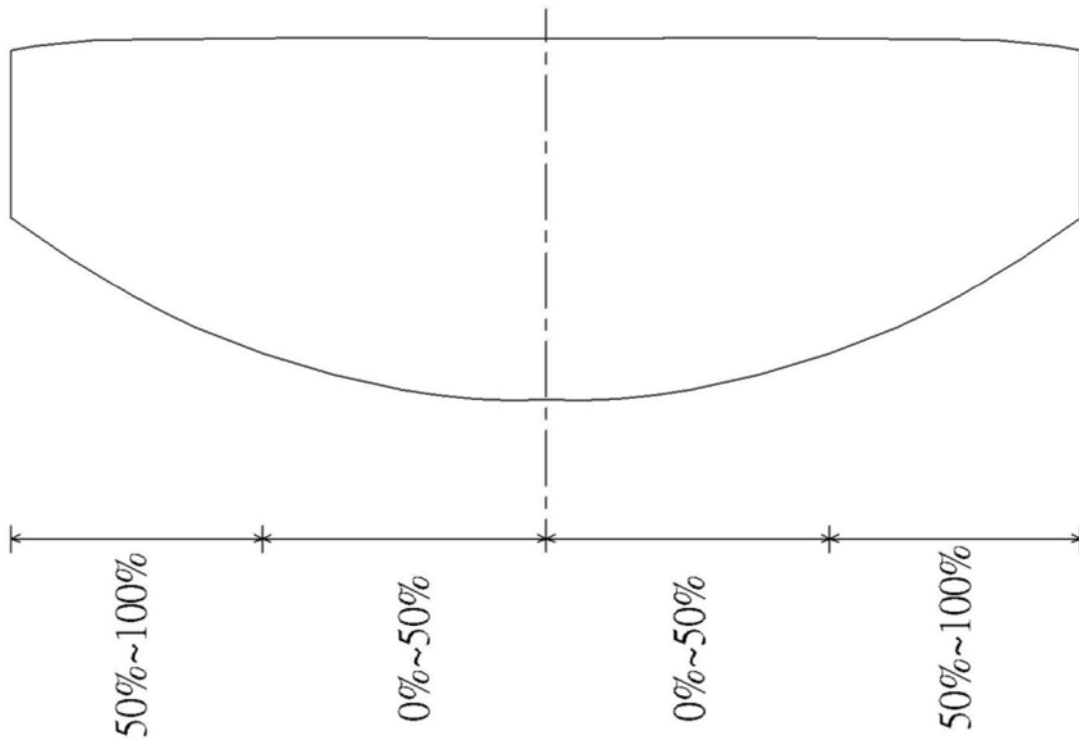


图5

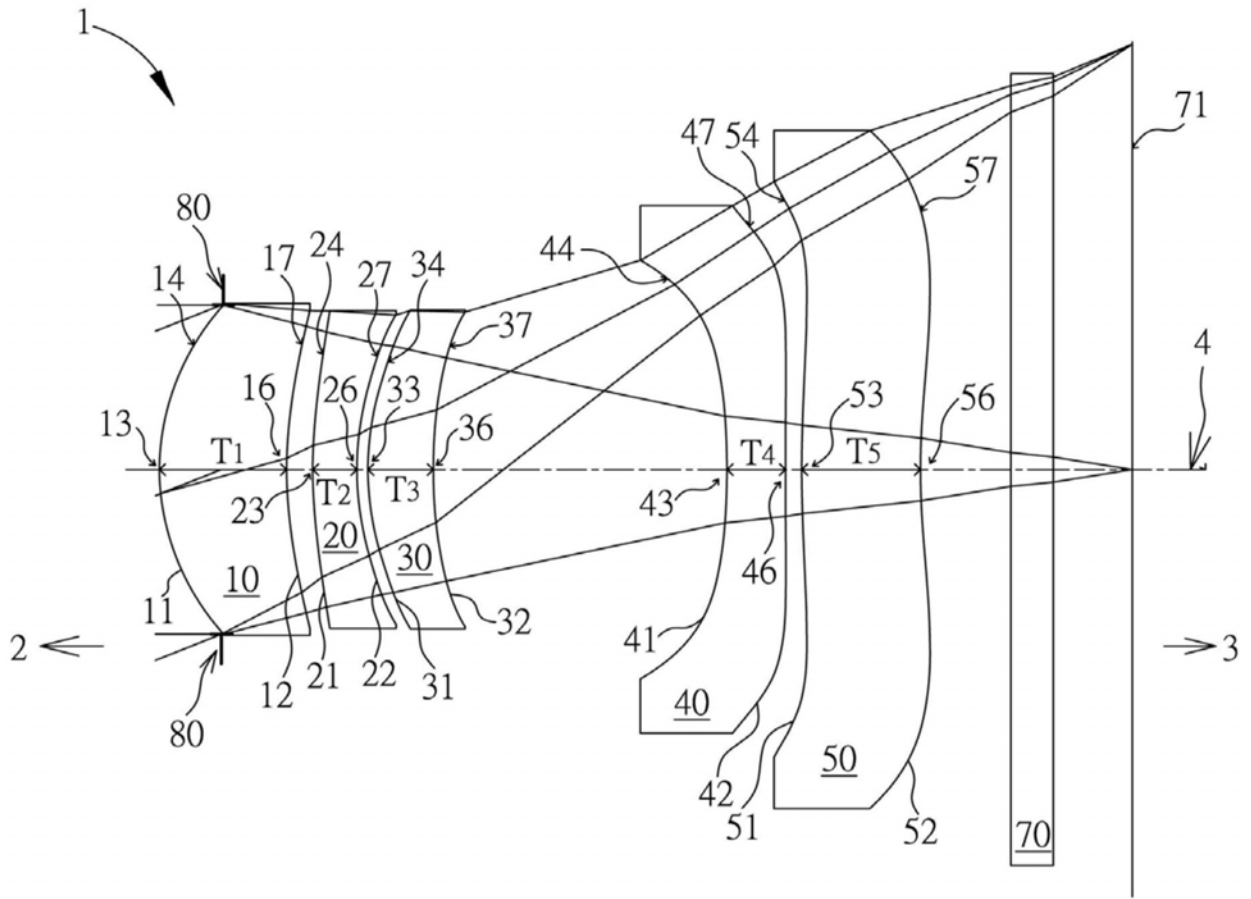


图6

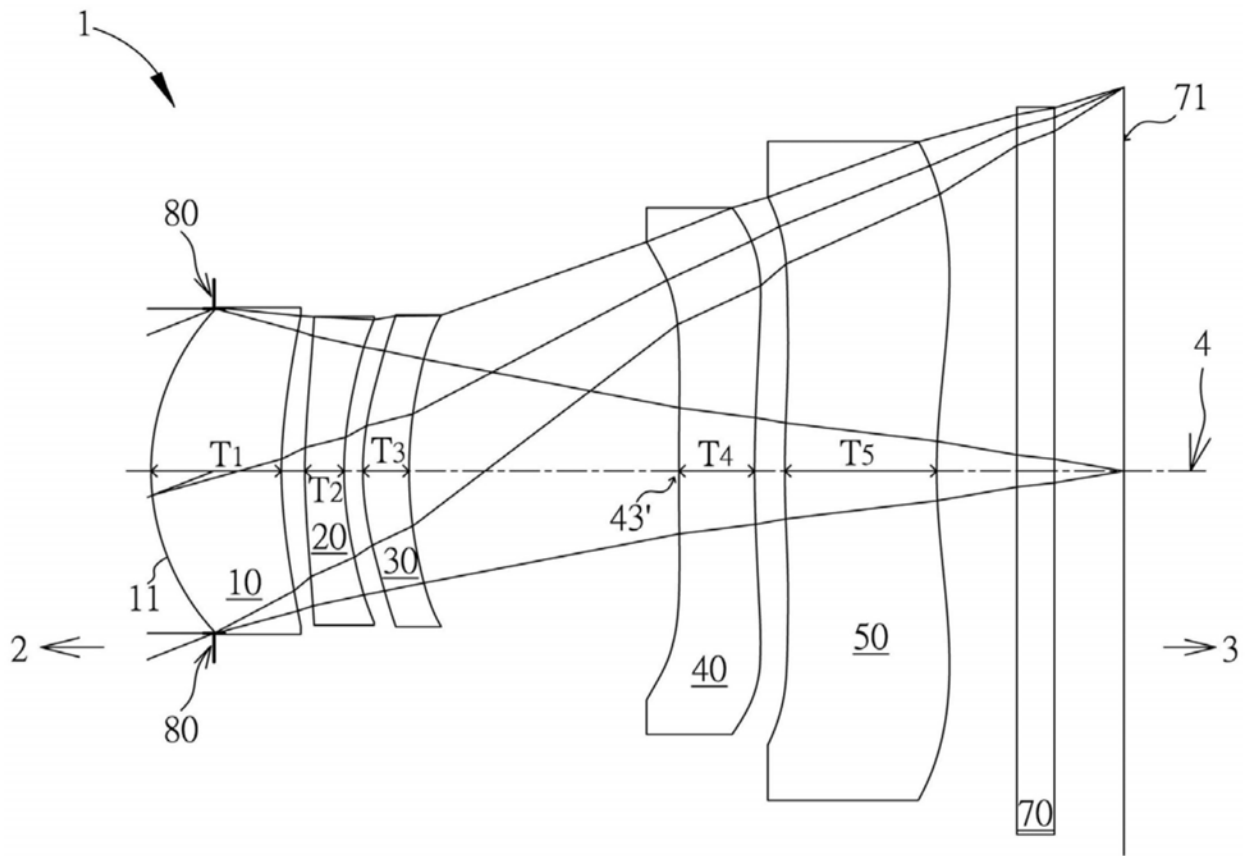
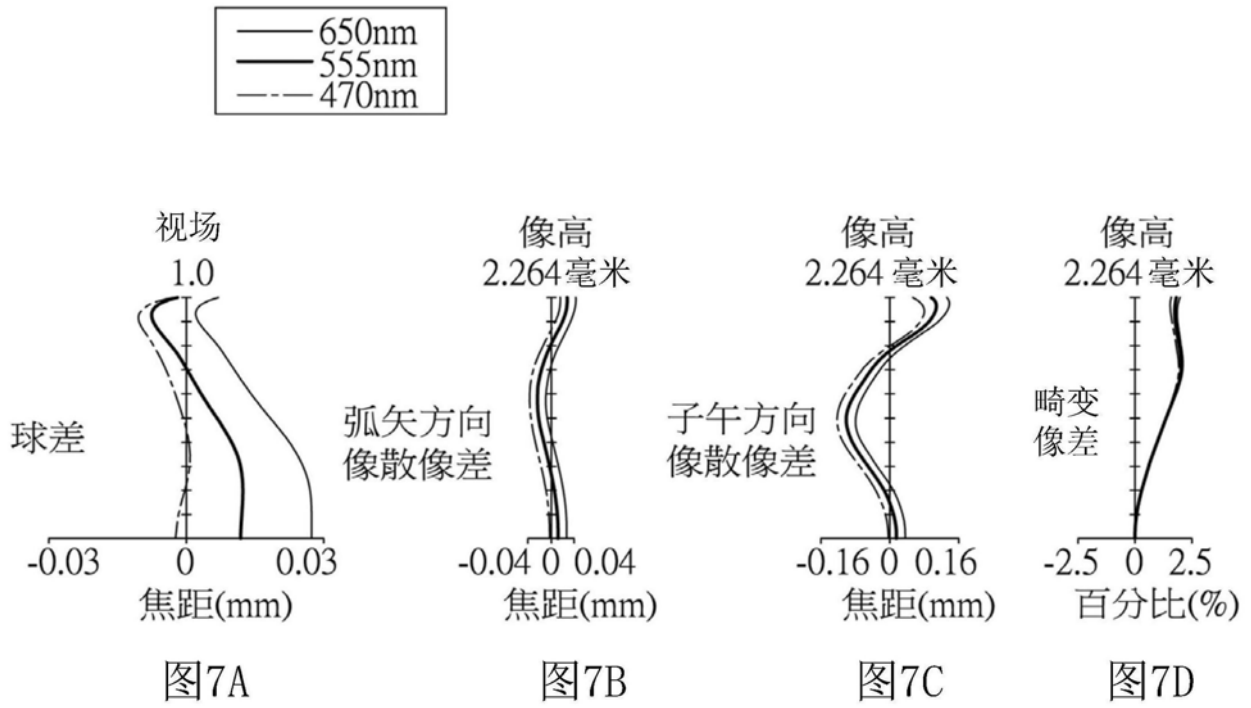


图8

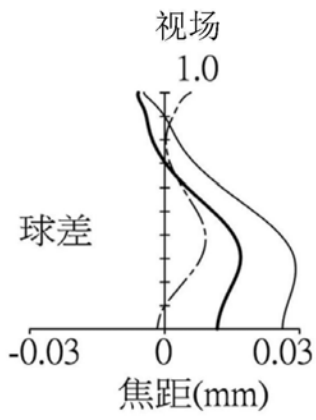
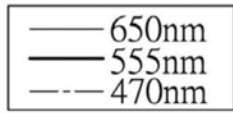


图9A

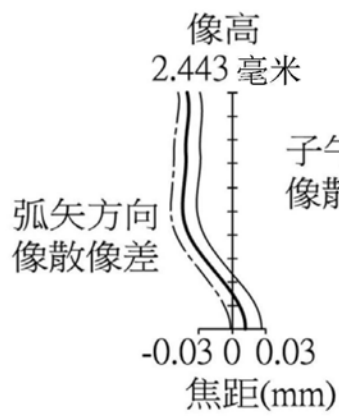


图9B

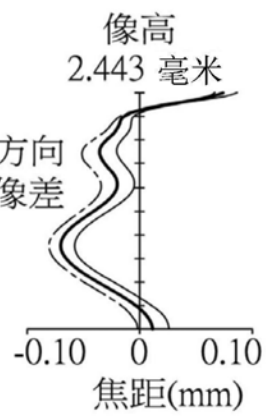


图9C

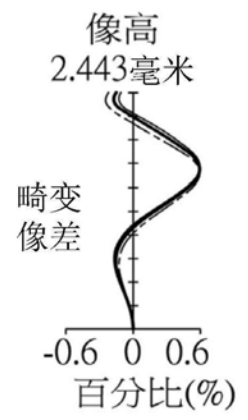


图9D

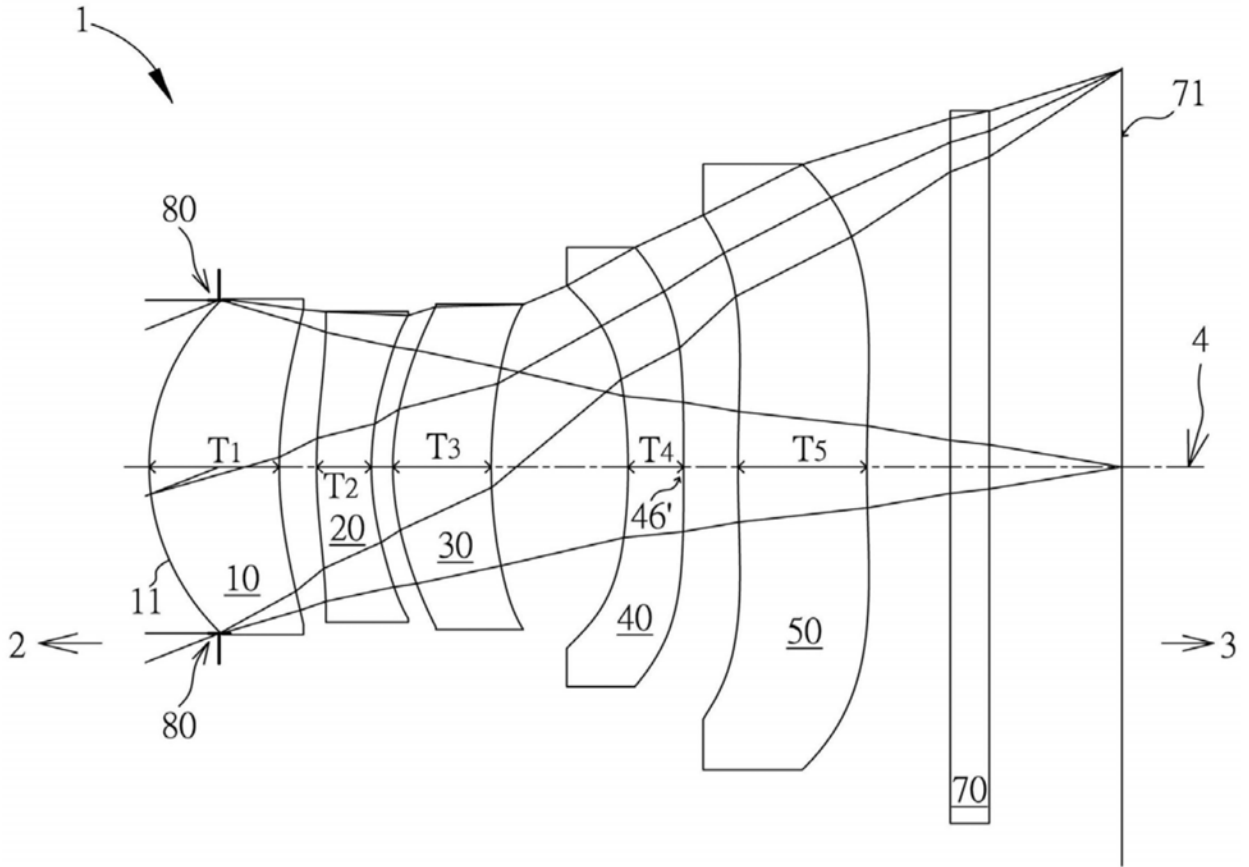


图10

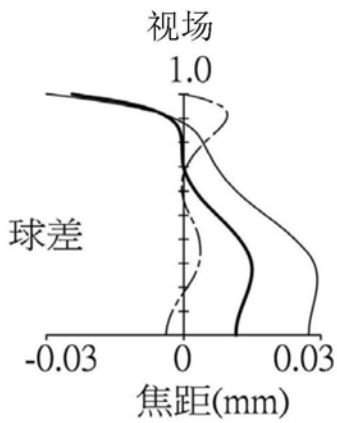
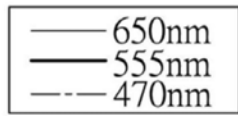


图11A

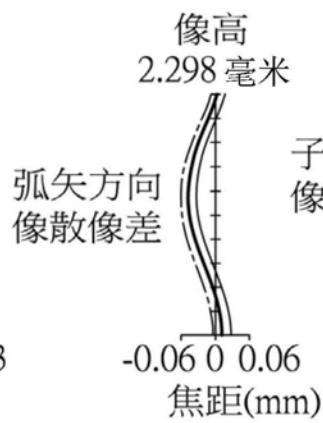


图11B

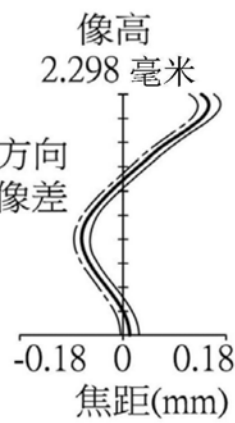


图11C

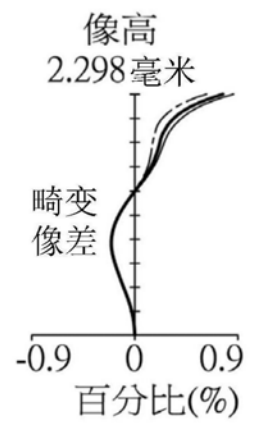


图11D

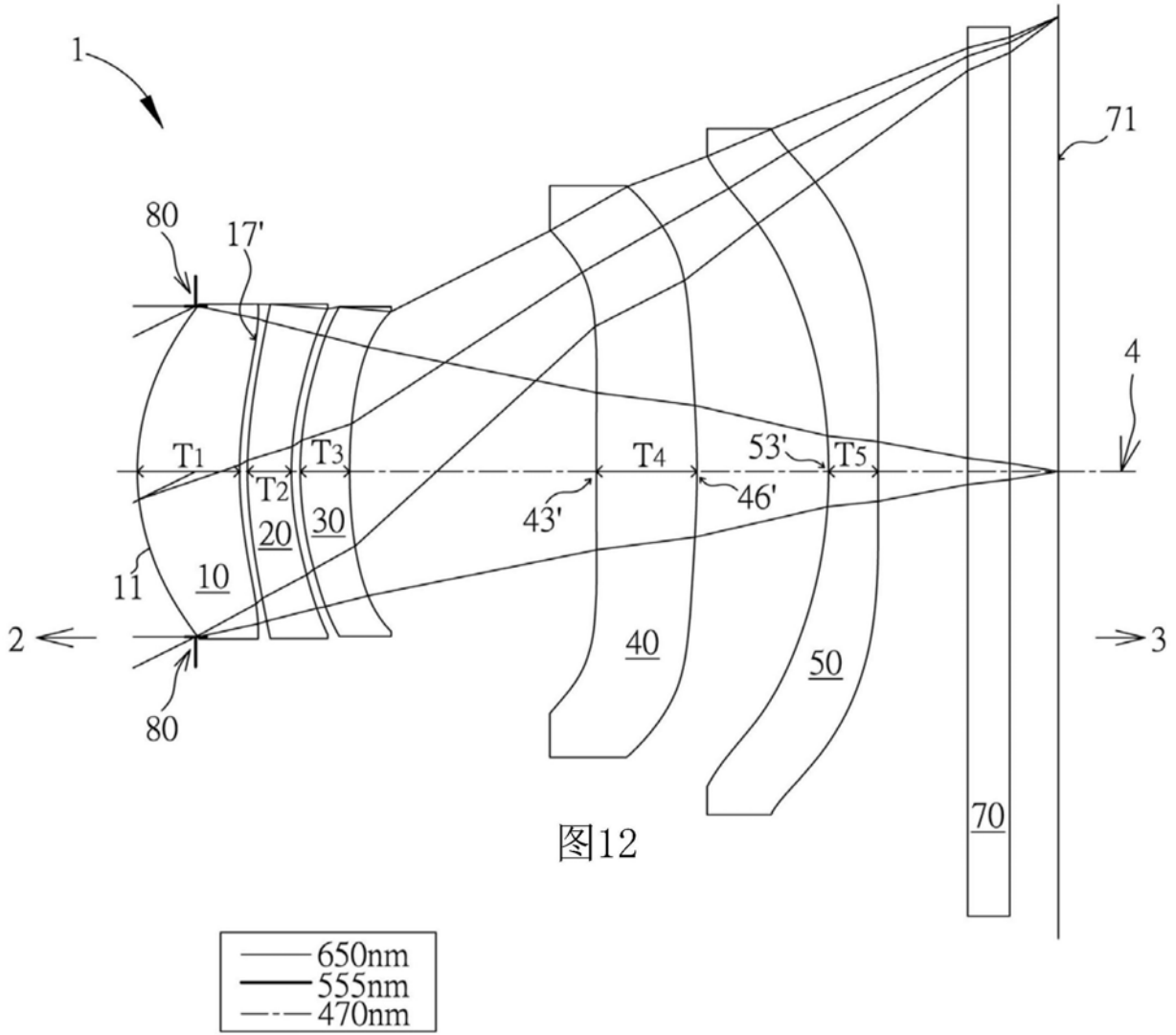


图12

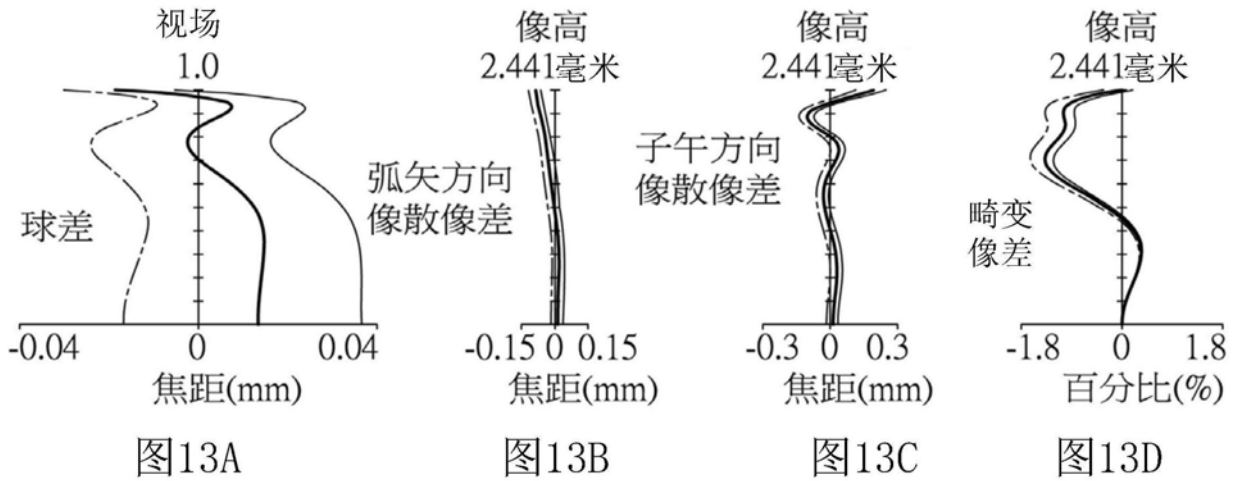


图13A

图13B

图13C

图13D

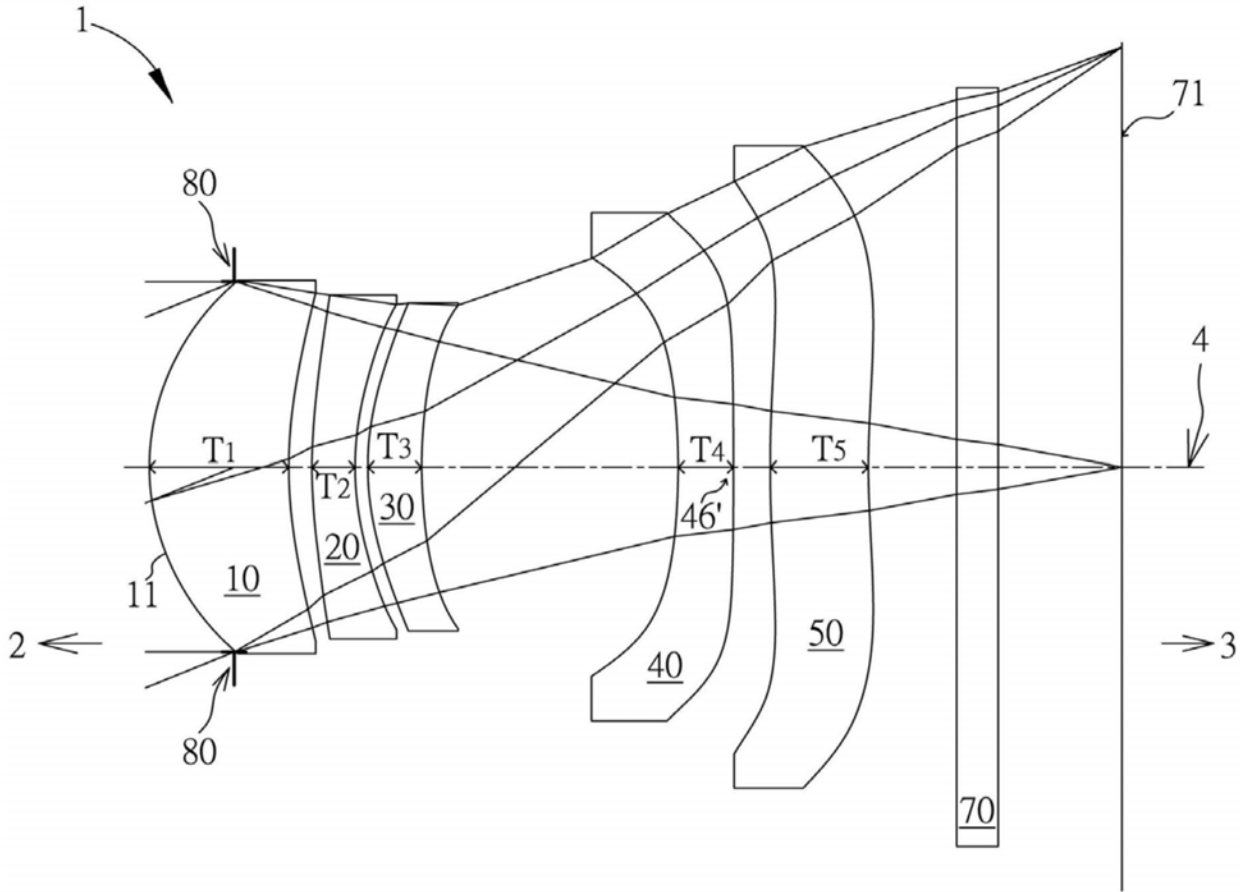


图14

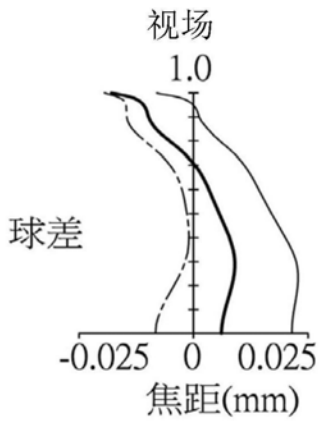
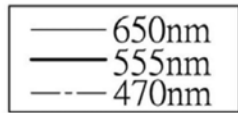


图15A

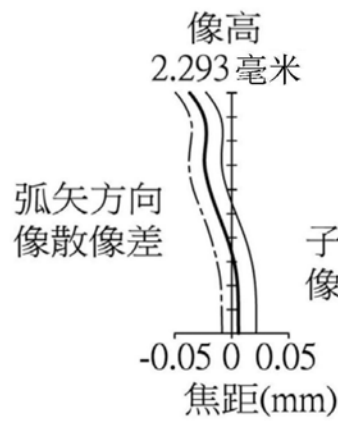


图15B



图15C

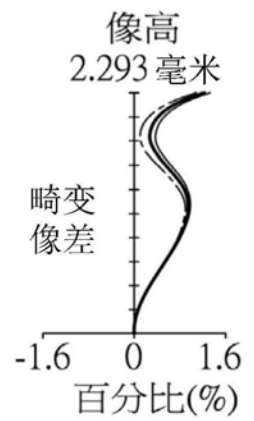


图15D

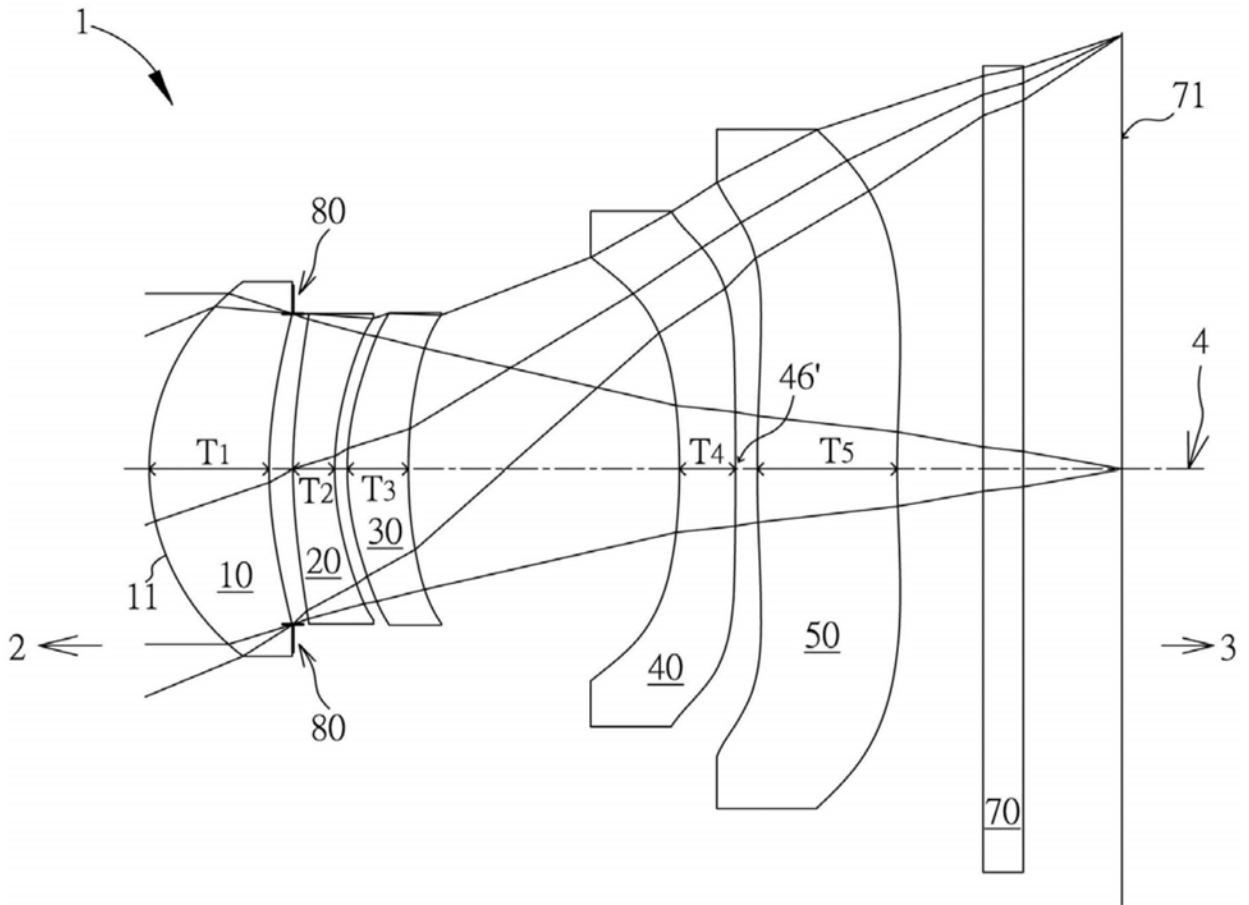


图16

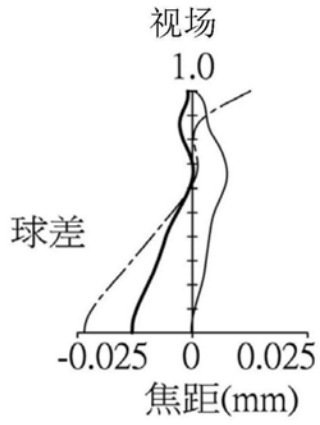
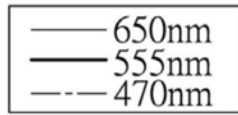


图17A

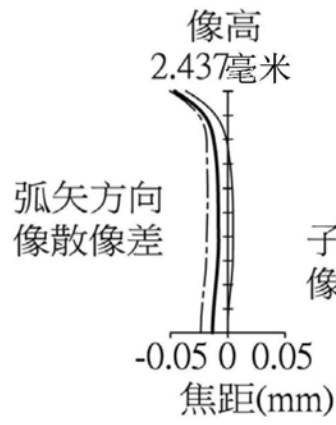


图17B

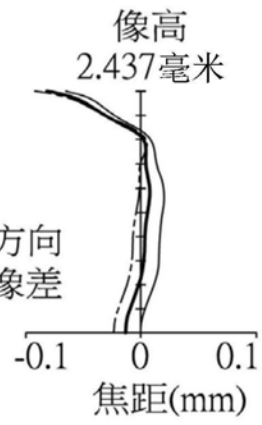


图17C

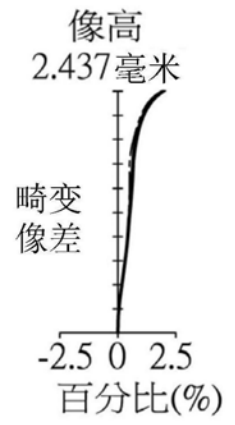
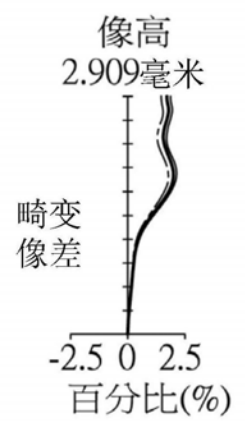
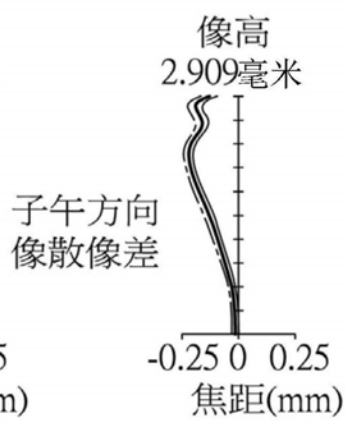
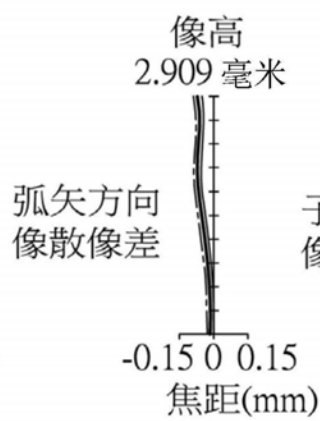
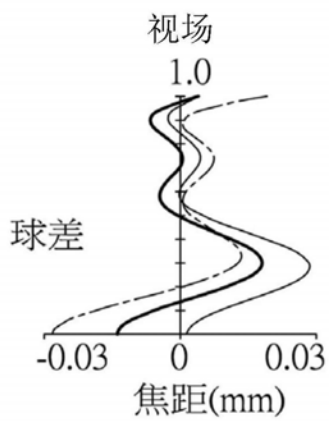
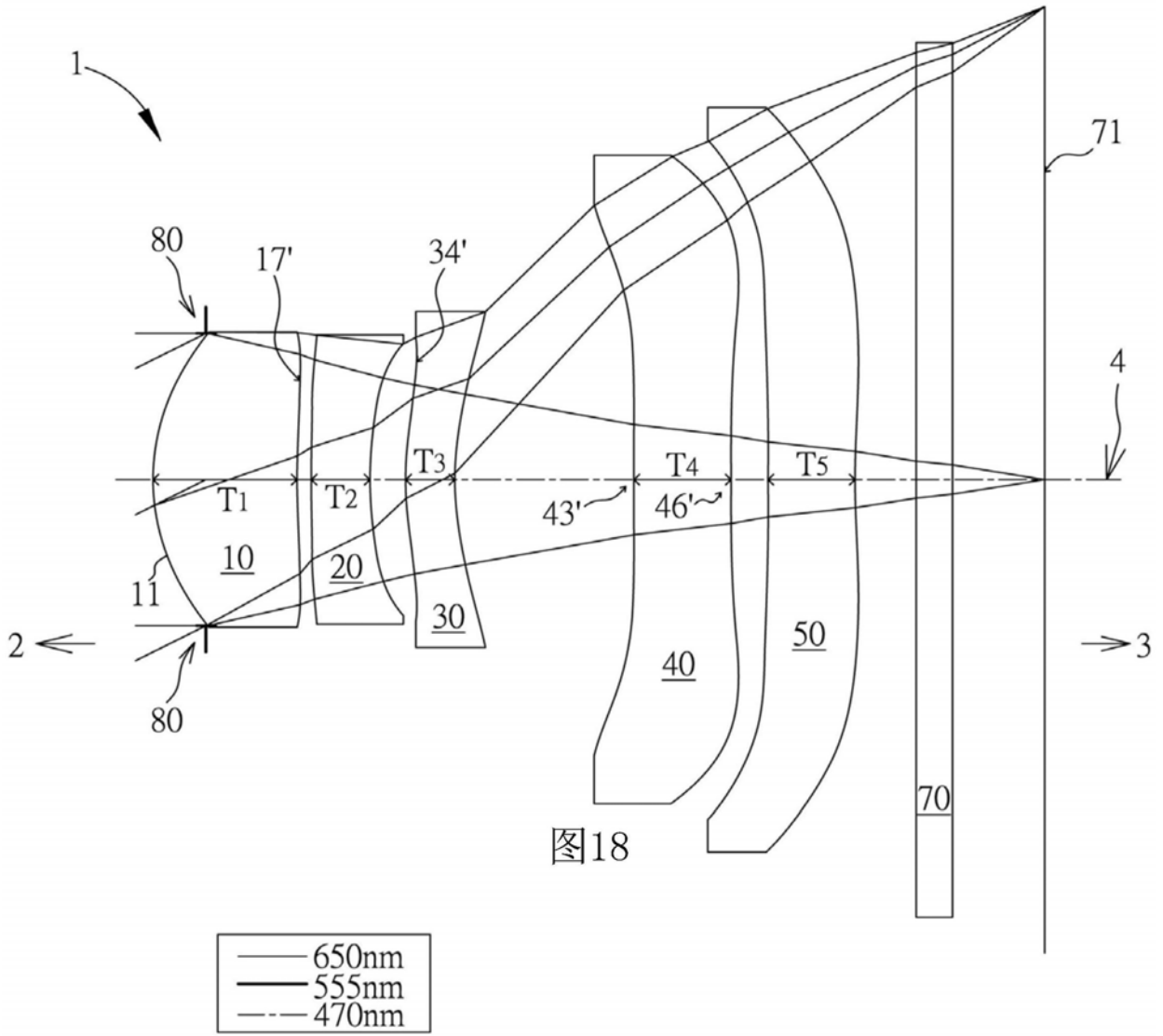


图17D



第一实施例							
EFL=5.260 毫米, HFOV=23.000 度, TTL=4.840 毫米, Fno=3, 像高=2.264 毫米							
编号	曲率半径		光圈距离 透镜厚度 空气间隙		折射率	色散系数	焦距
	物体	无限大	无限大				
80	光圈	无限大	-0.304				
11	第一透镜	1.385	0.827	T ₁	1.545	55.987	3.386
12		4.346	0.080	G ₁₂			
21	第二透镜	5.396	0.338	T ₂	1.661	20.412	-5.984
22		2.237	0.204	G ₂₃			
31	第三透镜	1.896	0.283	T ₃	1.545	55.987	60.963
32		1.905	1.027	G ₃₄			
41	第四透镜	47.468	0.558	T ₄	1.545	55.987	86.401
42		-8281.194	0.212	G ₄₅			
51	第五透镜	42.235	0.500	T ₅	1.642	22.409	-9.640
52		5.411	0.350				
70	红外线滤光片	无限大	0.210		1.517	64.167	
		无限大	0.527				
71	成像面	无限大					

图20

编号	11	12	21	22	31
K	0	0	0	0	0
a2	0	0	0	0	0
a4	-1.854281E-02	-1.079724E-01	-1.225936E-01	-6.902793E-02	-4.957118E-02
a6	2.504959E-02	7.211870E-02	3.724530E-02	-1.098255E-01	-1.030090E-01
a8	-3.007414E-02	-3.015449E-02	3.720045E-02	1.123699E-01	9.648872E-03
a10	1.562645E-02	-1.711626E-02	3.209333E-03	5.842360E-02	-4.827194E-02
a12	6.010567E-03	2.999974E-02	-2.487473E-02	1.257518E-01	2.603769E-01
a14	-1.288389E-02	1.259589E-02	2.874728E-02	-2.633163E-02	2.272330E-01
a16	6.326202E-03	-2.137170E-02	-3.621983E-02	-6.004170E-02	-3.226533E-01
编号	32	41	42	51	52
K	0	0	0	0	0
a2	0	0	0	0	0
a4	1.281441E-02	-5.201385E-02	3.556647E-02	-3.695685E-02	-8.800457E-02
a6	2.205187E-01	-6.250864E-02	-1.274715E-01	-1.445063E-02	2.323046E-02
a8	-4.217340E-01	-9.552962E-02	1.120358E-01	3.220191E-02	-5.132868E-03
a10	1.589182E-01	1.245455E-01	-6.623427E-02	-1.698223E-02	3.309246E-05
a12	6.841214E-01	-1.192941E-01	3.713604E-03	-6.354701E-03	5.020958E-05
a14	-7.337435E-01	4.580131E-02	9.044299E-03	5.750664E-03	-2.511382E-05
a16	2.061806E-01	1.519160E-03	-1.841564E-03	-9.286455E-04	7.079618E-06

图21

第二实施例							
EFL=5.447 毫米, HFOV=24.263 度, TTL=5.447 毫米, Fno=2.8, 像高=2.443 毫米							
编号	曲率半径		光圈距离 透镜厚度 空气间隙		折射率	色散系数	焦距
	物体	无限大	无限大				
80	光圈	无限大	-0.352				
11	第一透镜	1.482	0.730	T ₁	1.545	55.987	4.708
12		2.888	0.131	G ₁₂			
21	第二透镜	3.986	0.220	T ₂	1.661	20.412	-7.392
22		2.156	0.105	G ₂₃			
31	第三透镜	1.807	0.259	T ₃	1.545	55.987	8.671
32		2.773	1.512	G ₃₄			
41	第四透镜	176.831	0.424	T ₄	1.545	55.987	-20.308
42		10.430	0.169	G ₄₅			
51	第五透镜	6.691	0.850	T ₅	1.642	20.412	-14.779
52		3.784	0.450				
70	红外线滤光片	无限大	0.210		1.517	64.167	
		无限大	0.388				
71	成像面	无限大					

图22

编号	11	12	21	22	31
K	0	0	0	0	0
a2	0	0	0	0	0
a4	-1.539156E-02	-1.020373E-01	-1.257320E-01	-6.380393E-02	-5.271063E-02
a6	2.931703E-02	6.316580E-02	3.642711E-02	-9.509065E-02	-1.132945E-01
a8	-3.157155E-02	-3.133271E-02	3.342770E-02	1.240513E-01	-4.195903E-02
a10	1.596763E-02	-4.447753E-03	2.104076E-03	2.678582E-02	-1.140328E-02
a12	7.682495E-03	3.164748E-02	-1.151307E-02	9.065991E-02	2.916552E-01
a14	-1.164211E-02	7.884736E-03	3.535361E-02	-3.956902E-02	7.178399E-02
a16	4.699787E-03	-2.447962E-02	-4.990225E-02	-9.951279E-02	-2.577016E-01
编号	32	41	42	51	52
K	0	0	0	0	0
a2	0	0	0	0	0
a4	-1.088121E-02	6.357581E-02	1.499567E-02	-8.852553E-02	-8.644819E-02
a6	1.557760E-01	-1.820272E-01	-9.429086E-02	1.122850E-03	2.462685E-02
a8	-4.371195E-01	1.053926E-01	1.114685E-01	5.272124E-02	-4.395560E-03
a10	1.804139E-01	4.716080E-02	-5.009144E-02	-2.363445E-02	2.400193E-05
a12	6.415036E-01	-1.119753E-01	-3.746550E-03	-5.339955E-03	2.711866E-05
a14	-6.390078E-01	5.866019E-02	7.435036E-03	4.861617E-03	2.015104E-05
a16	1.403397E-01	-9.936874E-03	-1.280665E-03	-7.451236E-04	-3.394265E-06

图23

第三实施例							
EFL=5.389 毫米, HFOV=23.000 度, TTL=5.247 毫米, Fno=2.8, 像高=2.298 毫米							
编号	曲率半径		光圈距离 透镜厚度 空气间隙		折射率	色散系数	焦距
	物体	无限大	无限大				
80	光圈	无限大	-0.378				
11	第一透镜	1.369	0.701	T ₁	1.545	55.987	4.618
12		2.453	0.202	G ₁₂			
21	第二透镜	3.263	0.296	T ₂	1.661	20.412	-5.997
22		1.732	0.116	G ₂₃			
31	第三透镜	1.679	0.530	T ₃	1.545	55.987	5.738
32		3.212	0.738	G ₃₄			
41	第四透镜	-3.822	0.301	T ₄	1.545	55.987	-8.560
42		-21.501	0.292	G ₄₅			
51	第五透镜	9.072	0.696	T ₅	1.661	20.412	-22293.371
52		8.788	0.450				
70	红外线滤光片	无限大	0.210		1.517	64.167	
		无限大	0.715				
71	成像面	无限大					

图24

编号	11	12	21	22	31
K	0	0	0	0	0
a2	0	0	0	0	0
a4	-1.968271E-02	-8.344241E-02	-1.327023E-01	-8.381356E-02	-3.151637E-02
a6	2.488075E-02	5.599352E-02	1.735098E-02	-9.797469E-02	-1.129666E-01
a8	-2.755028E-02	-3.190722E-02	8.633802E-04	1.014920E-01	5.757053E-02
a10	1.732971E-02	-3.662256E-02	-9.874530E-03	3.424648E-02	-3.980251E-02
a12	4.670764E-03	3.790097E-02	6.910495E-03	1.194263E-01	1.347287E-01
a14	-1.568491E-02	-7.397616E-03	5.835296E-02	-7.871292E-03	1.136467E-01
a16	8.008214E-03	6.780469E-04	-6.015003E-02	-1.105810E-01	-1.971168E-01
编号	32	41	42	51	52
K	0	0	0	0	0
a2	0	0	0	0	0
a4	-2.024696E-02	-2.182665E-02	-0.011404084	-0.071977693	-0.08018242
a6	2.042082E-01	-1.916749E-01	-0.130367601	-0.015703909	0.019708579
a8	-4.390550E-01	-8.825521E-04	0.109138085	0.03548298	-0.00467962
a10	1.415692E-01	1.420797E-01	-0.059678229	-0.015876429	9.91234E-05
a12	6.921650E-01	-1.368544E-01	0.008462217	-0.006079275	7.33858E-05
a14	-7.196074E-01	3.953942E-02	0.009474578	0.005623926	-2.8005E-05
a16	1.931766E-01	1.614395E-02	-0.003374832	-0.000978942	7.23396E-06

图25

第四实施例							
EFL=4.618 毫米, HFOV=27.972 度, TTL=4.614 毫米, Fno=2.6, 像高=2.441 毫米							
编号	曲率半径		光圈距离 透镜厚度 空气间隙		折射率	色散系数	焦距
	物体	无限大	无限大				
80	光圈	无限大	-0.293				
11	第一透镜	1.393	0.513	T ₁	1.545	55.987	5.435
12		2.282	0.040	G ₁₂			
21	第二透镜	2.515	0.220	T ₂	1.661	20.412	-12.997
22		1.881	0.044	G ₂₃			
31	第三透镜	1.964	0.248	T ₃	1.545	55.987	8.287
32		3.314	1.236	G ₃₄			
41	第四透镜	148.942	0.504	T ₄	1.545	55.987	9.543
42		-5.396	0.660	G ₄₅			
51	第五透镜	-3.050	0.248	T ₅	1.661	20.412	-4.131
52		29.598	0.450				
70	红外线滤光片	无限大	0.210		1.517	64.167	
		无限大	0.243				
71	成像面	无限大					

图26

编号	11	12	21	22	31
K	0	0	0	0	0
a2	0	0	0	0	0
a4	-1.824003E-02	-1.334631E-01	-1.169508E-01	-6.836722E-02	-2.571433E-02
a6	2.186071E-02	5.147596E-02	4.261922E-02	-8.666308E-02	-6.197067E-02
a8	-3.824058E-02	-5.155295E-02	3.096672E-02	1.269914E-01	4.304194E-02
a10	6.243253E-03	-4.328337E-02	-2.323937E-02	-5.719336E-03	-1.319648E-01
a12	-4.344892E-03	8.266383E-03	-3.046658E-02	7.023302E-02	2.230071E-01
a14	-1.453279E-02	8.501828E-03	1.011841E-02	-6.161582E-02	2.683762E-01
a16	2.667637E-03	7.049142E-03	1.262967E-02	-2.287720E-02	-3.248323E-01
编号	32	41	42	51	52
K	0	0	0	0	0
a2	0	0	0	0	0
a4	7.122222E-02	1.516907E-02	1.153803E-01	-0.025506127	-0.096658105
a6	2.158764E-01	-4.763448E-02	-1.423781E-01	-0.006957874	0.028335615
a8	-3.986637E-01	-7.207575E-02	1.139214E-01	0.035763751	-0.006231791
a10	2.296955E-01	1.354679E-01	-6.202532E-02	-0.017083697	-0.000133646
a12	6.985331E-01	-1.179238E-01	3.722314E-03	-0.006752385	0.000122076
a14	-8.924703E-01	4.304264E-02	8.101059E-03	0.005634638	-3.32071E-06
a16	3.551448E-01	-4.196174E-03	-1.913581E-03	-0.000887361	7.34388E-06

图27

第五实施例							
EFL=5.254 毫米, HFOV=23.363 度, TTL=4.959 毫米, Fno=2.6, 像高=2.293 毫米							
编号	曲率半径		光圈距离		折射率	色散系数	焦距
	物体	无限大	透镜厚度				
	物体	无限大	无限大				
80	光圈	无限大	-0.432				
11	第一透镜	1.352	0.711	T ₁	1.545	55.987	4.505
12		2.444	0.118	G ₁₂			
21	第二透镜	3.062	0.220	T ₂	1.661	20.412	-6.099
22		1.697	0.065	G ₂₃			
31	第三透镜	1.633	0.275	T ₃	1.545	55.987	5.981
32		3.069	1.308	G ₃₄			
41	第四透镜	-4.233	0.283	T ₄	1.545	55.987	-9.340
42		-25.425	0.187	G ₄₅			
51	第五透镜	7.157	0.502	T ₅	1.661	20.412	-54.147
52		5.806	0.450				
70	红外线滤光片	无限大	0.210		1.517	64.167	
		无限大	0.631				
71	成像面	无限大					

图28

编号	11	12	21	22	31
K	0	0	0	0	0
a2	0	0	0	0	0
a4	-1.907192E-02	-1.082677E-01	-1.224908E-01	-7.100205E-02	-4.961573E-02
a6	2.478227E-02	7.179842E-02	3.670987E-02	-1.127032E-01	-1.053379E-01
a8	-3.047922E-02	-3.116340E-02	3.620880E-02	1.071329E-01	-2.200420E-04
a10	1.531024E-02	-1.912252E-02	1.802660E-03	4.296510E-02	-6.193952E-02
a12	6.024104E-03	2.980295E-02	-2.513479E-02	1.062327E-01	2.475490E-01
a14	-1.296958E-02	1.283071E-02	3.159573E-02	-4.072749E-02	2.046695E-01
a16	5.199686E-03	-2.235986E-02	-2.682550E-02	-8.021944E-02	-3.698410E-01
编号	32	41	42	51	52
K	0	0	0	0	0
a2	0	0	0	0	0
a4	1.265381E-02	-4.513155E-02	4.312491E-02	-0.046939664	-0.088432305
a6	2.151570E-01	-5.457714E-02	-1.356220E-01	-0.014536364	0.021333098
a8	-4.193350E-01	-9.600146E-02	1.096188E-01	0.032683854	-0.005576964
a10	1.716588E-01	1.251862E-01	-6.659087E-02	-0.016929407	9.51089E-05
a12	6.875430E-01	-1.217859E-01	3.913847E-03	-0.006363451	6.3797E-05
a14	-7.388199E-01	4.284555E-02	9.193541E-03	0.005736769	-1.95754E-05
a16	1.934980E-01	5.346785E-03	-1.798783E-03	-0.000930486	9.98111E-06

图29

第六实施例							
EFL=5.304 毫米, HFOV=24.166 度, TTL=5.104 毫米, Fno=2.46, 像高=2.437 毫米							
编号	曲率半径		光圈距离 透镜厚度 空气间隙		折射率	色散系数	焦距
	物体	无限大	无限大				
11	第一透镜	1.355	0.629	T ₁	1.545	55.987	4.616
80	光圈	2.449	0.125	G ₁₂			
21	第二透镜	3.008	0.220	T ₂	1.661	20.412	-6.124
22		1.682	0.065	G ₂₃			
31	第三透镜	1.619	0.321	T ₃	1.545	55.987	5.785
32		3.087	1.423	G ₃₄			
41	第四透镜	-3.802	0.294	T ₄	1.545	55.987	-7.882
42		-33.359	0.115	G ₄₅			
51	第五透镜	8.733	0.735	T ₅	1.661	20.412	-134.685
52		7.691	0.450				
70	红外线滤光片	无限大	0.210		1.517	64.167	
		无限大	0.517				
71	成像面	无限大					

图30

编号	11	12	21	22	31
K	0	0	0	0	0
a2	0	0	0	0	0
a4	-1.945019E-02	-1.082801E-01	-1.224347E-01	-6.975739E-02	-4.918392E-02
a6	2.518025E-02	7.183219E-02	3.731628E-02	-1.108030E-01	-1.028604E-01
a8	-2.980474E-02	-2.991744E-02	3.657233E-02	1.130043E-01	9.483445E-03
a10	1.615363E-02	-1.574022E-02	2.755208E-03	5.927847E-02	-5.036423E-02
a12	6.719159E-03	3.171493E-02	-2.500800E-02	1.251235E-01	2.579583E-01
a14	-1.244298E-02	1.390217E-02	3.260809E-02	-2.953324E-02	2.266376E-01
a16	5.534888E-03	-2.258781E-02	-2.706843E-02	-7.315112E-02	-3.240114E-01
编号	32	41	42	51	52
K	0	0	0	0	0
a2	0	0	0	0	0
a4	1.034005E-02	-5.057061E-02	0.037056143	-0.040889664	-0.082453827
a6	2.148856E-01	-4.243662E-02	-0.129211143	-0.014877132	0.023876737
a8	-4.259717E-01	-8.409517E-02	0.111710663	0.032232586	-0.004970367
a10	1.587788E-01	1.290914E-01	-0.066248075	-0.01697654	4.41277E-05
a12	6.859824E-01	-1.184508E-01	0.003713162	-0.006342253	5.44601E-05
a14	-7.225092E-01	4.449648E-02	0.009066993	0.005751928	-2.47731E-05
a16	2.421468E-01	-1.117147E-04	-0.001826273	-0.000928987	6.59742E-06

图31

第七实施例							
EFL==5.213 毫米, HFOV=28.046 度, TTL=5.117 毫米, Fno=2.9, 像高=2.909 毫米							
编号	曲率半径		光圈距离 透镜厚度 空气间隙		折射率	色散系数	焦距
	物体	无限大	无限大				
80	光圈	无限大	-0.304				
11	第一透镜	1.385	0.827	T ₁	1.545	55.987	3.386
12		4.346	0.080	G ₁₂			
21	第二透镜	5.396	0.338	T ₂	1.661	20.412	-5.984
22		2.237	0.204	G ₂₃			
31	第三透镜	1.896	0.283	T ₃	1.545	55.987	60.963
32		1.905	1.027	G ₃₄			
41	第四透镜	47.468	0.558	T ₄	1.545	55.987	86.401
42		-8281.194	0.212	G ₄₅			
51	第五透镜	42.235	0.500	T ₅	1.642	22.409	-9.640
52		5.411	0.350				
70	红外线滤光片	无限大	0.210		1.517	64.167	
		无限大	0.527				
71	成像面	无限大					

图32

编号	11	12	21	22	31
K	-2.070339E-02	0	0	1.225544E+00	5.888376E-01
a2	0	0	0	0	0
a4	-2.720787E-02	-4.168452E-01	-5.860492E-01	-5.556479E-01	-5.623731E-01
a6	8.373643E-02	8.712321E-01	1.720899E+00	2.048611E+00	1.090394E+00
a8	-2.617971E-01	-4.738724E-01	-1.815292E+00	-3.438534E+00	-2.910435E+00
a10	4.432868E-01	-1.199090E+00	4.073847E-02	4.488848E+00	7.636049E+00
a12	-4.803401E-01	1.984583E+00	1.329194E+00	-5.349447E+00	-1.324611E+01
a14	2.854716E-01	-1.158731E+00	-9.442811E-01	5.069473E+00	1.202516E+01
a16	-8.043482E-02	2.458202E-01	1.951865E-01	-2.188639E+00	-4.382771E+00
a18	0	0	0	0	0
a20	0	0	0	0	0
编号	32	41	42	51	52
K	2.217442E-01	-9.268320E+39	1.527304E+07	0	-2.134397E+00
a2	0	0	0	0	0
a4	-2.411804E-01	1.236896E-02	6.598991E-02	-9.757553E-02	-1.416786E-01
a6	3.279466E-01	-6.164401E-02	-4.021296E-02	1.146335E-01	8.856573E-02
a8	-6.057886E-01	2.708412E-02	9.620269E-03	-5.434901E-02	-3.049008E-02
a10	1.176296E+00	-5.269613E-03	-3.914310E-03	8.486998E-03	4.012987E-03
a12	-1.521992E+00	1.154024E-03	9.181887E-04	5.476741E-04	1.092150E-04
a14	1.000825E+00	-3.902594E-04	1.292322E-04	-1.911002E-04	-3.851931E-05
a16	-2.557359E-01	9.067998E-05	-9.208160E-05	-1.568150E-05	-6.815171E-06
a18	0	-9.184252E-06	1.222170E-05	4.380936E-06	1.211715E-06
a20	0	4.751668E-08	-3.200252E-07	-1.042999E-07	-3.258900E-08

图33

实施例	第一	第二	第三	第四	第五	第六	第七
T1	0.633	0.730	0.701	0.513	0.711	0.629	0.827
G12	0.129	0.131	0.202	0.040	0.118	0.125	0.080
T2	0.220	0.220	0.296	0.220	0.220	0.220	0.338
G23	0.054	0.105	0.116	0.044	0.065	0.065	0.204
T3	0.326	0.259	0.530	0.248	0.275	0.321	0.283
G34	1.461	1.512	0.738	1.236	1.308	1.423	1.027
T4	0.291	0.424	0.301	0.504	0.283	0.294	0.558
G45	0.081	0.169	0.292	0.660	0.187	0.115	0.212
T5	0.591	0.850	0.696	0.248	0.502	0.735	0.500
G5F	0.450	0.450	0.450	0.450	0.450	0.450	0.350
TF	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210
GFP	0.392	0.388	0.715	0.243	0.631	0.517	0.527
AAG	1.726	1.916	1.349	1.980	1.677	1.727	1.523
ALT	2.062	2.483	2.524	1.732	1.990	2.199	2.506
BFL	1.052	1.048	1.375	0.903	1.291	1.177	1.087
TTL	4.840	5.447	5.247	4.614	4.959	5.104	5.117
TL	3.787	4.399	3.872	3.711	3.668	3.927	4.029
EFL	5.260	5.447	5.389	4.618	5.254	5.304	5.213

图34

实施例	第一	第二	第三	第四	第五	第六	第七
TTL/EFL	0.920	1.000	0.974	0.999	0.944	0.962	0.981
TTL/G34	3.313	3.603	7.108	3.733	3.793	3.588	4.980
ALT/T2	9.371	11.285	8.532	7.871	9.047	9.997	7.404
(G45+T5)/T2	3.055	4.629	3.340	4.125	3.131	3.865	2.102
TTL/(G45+T5)	7.200	5.348	5.312	5.085	7.199	6.004	7.191
T4/G45	3.600	2.514	1.029	0.764	1.512	2.562	2.634
AAG/T2	7.844	8.709	4.559	8.999	7.625	7.852	4.500
BFL/T3	3.230	4.050	2.592	3.648	4.693	3.670	3.840
TL/T3	11.626	17.000	7.300	14.996	13.332	12.239	14.228
AAG/T3	5.297	7.405	2.542	7.999	6.098	5.384	5.379
TL/T5	6.406	5.175	5.567	14.995	7.307	5.340	8.064
AAG/T5	2.919	2.254	1.939	7.999	3.342	2.349	3.048
TTL/T1	7.645	7.458	7.485	8.999	6.977	8.115	6.190
ALT/T1	3.256	3.399	3.600	3.377	2.800	3.497	3.032
ALT/G34	1.411	1.642	3.419	1.401	1.522	1.546	2.439
EFL/G34	3.600	3.603	7.300	3.736	4.018	3.728	5.074
EFL/BFL	4.998	5.198	3.920	5.114	4.069	4.505	4.794
BFL/T4	3.610	2.474	4.571	1.792	4.570	4.003	1.949
TL/BFL	3.599	4.197	2.817	4.110	2.841	3.335	3.705
(T1+G12+T2+G23+T3)/T5	2.305	1.700	2.653	4.299	2.767	1.849	3.467
(T1+G12+T2+G23+T3)/T1	2.152	1.978	2.632	2.075	1.954	2.162	2.095
(T1+G12+T2+G23+T3)/G34	0.933	0.956	2.500	0.861	1.062	0.956	1.686

图35