



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110031956 B

(45) 授权公告日 2024.01.30

(21) 申请号 201910417037.7

(22) 申请日 2019.05.20

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110031956 A

(43) 申请公布日 2019.07.19

(73) 专利权人 浙江舜宇光学有限公司

地址 315400 浙江省宁波市余姚市舜宇路
66-68号

(72) 发明人 耿晓婷 卢佳 黄林 戴付建

赵烈烽

(74) 专利代理机构 北京英赛嘉华知识产权代理

有限责任公司 11204

专利代理师 王达佐 王艳春

(51) Int. Cl.

G02B 15/173 (2006.01)

(56) 对比文件

TW I657282 B, 2019.04.21

TW I632411 B, 2018.08.11

TW I642991 B, 2018.12.01

CN 109752826 A, 2019.05.14

审查员 宋晓诗

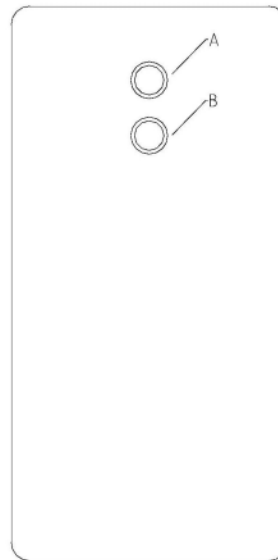
权利要求书5页 说明书23页 附图22页

(54) 发明名称

电子成像装置

(57) 摘要

本申请公开了电子成像装置,其包括第一取像装置和第二取像装置,第一取像装置包括第一透镜系统和位于第一透镜系统的成像面上的第一电子感光元件,第一透镜系统沿其光轴依序包括第一透镜至第七透镜,其中,第一透镜具有正光焦度,第二透镜具有负光焦度;第二取像装置包括第二透镜系统和位于第二透镜系统的成像面上的第二电子感光元件,第一和第二取像装置位于电子成像装置的同一侧,第二透镜系统沿其光轴依序包括第一透镜至第七透镜,其中,第一透镜的物侧面为凹面且像侧面为凸面,第三透镜具有正光焦度,第四透镜具有负光焦度,第五透镜具有正光焦度;第一透镜系统和第二透镜系统的最大半视场角 $Semi-FOV_T$ 和 $Semi-FOV_W$ 满足 $35^\circ < Semi-FOV_T < 55^\circ$ 和 $35^\circ < Semi-FOV_W < 55^\circ$ 。



1. 电子成像装置,其特征在于,所述电子成像装置包括:

第一取像装置,包括第一透镜系统和位于所述第一透镜系统的成像面上的第一电子感光元件;以及

第二取像装置,包括第二透镜系统和位于所述第二透镜系统的成像面上的第二电子感光元件,并且所述第二取像装置与所述第一取像装置位于所述电子成像装置的同侧,

其中,所述第一透镜系统中具有光焦度的透镜的数量是七,沿着所述第一透镜系统的光轴由物侧至像侧依序包括具有光焦度的第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜和第七透镜,其中,所述第一透镜系统的第一透镜具有正光焦度,其物侧面为凸面,像侧面为凹面;所述第一透镜系统的第二透镜具有负光焦度,其物侧面为凸面,像侧面为凹面;所述第一透镜系统的第五透镜的物侧面为凹面,像侧面为凸面;所述第一透镜系统的第六透镜的物侧面为凹面,像侧面为凸面;所述第一透镜系统的第七透镜具有负光焦度,其物侧面为凹面,像侧面为凹面;以及,当所述第一透镜系统的第三透镜具有正光焦度时,所述第一透镜系统的第五透镜具有正光焦度;当所述第一透镜系统的第三透镜具有负光焦度时,所述第一透镜系统的第四透镜具有正光焦度、第五透镜具有负光焦度、第六透镜具有正光焦度;

其中,所述第二透镜系统中具有光焦度的透镜的数量是七,沿着所述第二透镜系统的光轴由所述物侧至所述像侧依序包括具有光焦度的第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜和第七透镜,其中,所述第二透镜系统的第一透镜的物侧面为凹面且像侧面为凸面;所述第二透镜系统的第二透镜具有正光焦度,其物侧面为凸面,像侧面为凹面;所述第二透镜系统的第三透镜具有正光焦度;所述第二透镜系统的第四透镜具有负光焦度,其物侧面为凹面,像侧面为凸面;所述第二透镜系统的第五透镜具有正光焦度,其像侧面为凸面;所述第二透镜系统的第六透镜的物侧面为凸面,像侧面为凹面;所述第二透镜系统的第七透镜具有负光焦度;

所述第一透镜系统的最大半视场角Semi-FOVT满足 $35^\circ < \text{Semi-FOVT} < 55^\circ$;

所述第二透镜系统的最大半视场角Semi-FOVW满足 $35^\circ < \text{Semi-FOVW} < 55^\circ$;

所述第一透镜系统的第六透镜的物侧面的曲率半径R11T、所述第一透镜系统的第六透镜的像侧面的曲率半径R12T、所述第一透镜系统的第五透镜的物侧面的曲率半径R9T与第一透镜系统的第五透镜的像侧面的曲率半径R10T满足 $0.5 < (R11T+R12T) / (R9T+R10T) < 0.9$;以及

所述第二透镜系统的第二透镜的物侧面的曲率半径R3W、所述第二透镜系统的第二透镜的像侧面的曲率半径R4W、所述第二透镜系统的第六透镜的物侧面的曲率半径R11W与所述第二透镜系统的第六透镜的像侧面的曲率半径R12W满足 $0.8 < (R3W+R4W) / (R11W+R12W) < 1.3$ 。

2. 根据权利要求1所述的电子成像装置,其特征在于,所述第一透镜系统的总有效焦距fT满足 $4.7 \text{ mm} < fT < 5.7 \text{ mm}$;以及

所述第二透镜系统的总有效焦距fW满足 $4.7 \text{ mm} < fW < 5.7 \text{ mm}$ 。

3. 根据权利要求1所述的电子成像装置,其特征在于,所述第一透镜系统的第一透镜的物侧面至所述第一透镜系统的成像面在所述第一透镜系统的光轴上的距离TTLT与所述第一透镜系统的成像面上有效像素区域对角线长的一半ImgHT满足 $1.3 < \text{TTLT} / \text{ImgHT} < 1.4$;

以及

所述第二透镜系统的第一透镜的物侧面至所述第二透镜系统的成像面在所述第二透镜系统的光轴上的距离TTLW与所述第二透镜系统的成像面上有效像素区域对角线长的一半HW满足 $1.1 < TTLW / \text{ImgHW} < 1.4$ 。

4. 根据权利要求1所述的电子成像装置,其特征在于,所述第一透镜系统的总有效焦距fT与所述第一透镜系统的第七透镜的有效焦距f7T满足 $-1.4 < f7T / fT < -0.7$;以及

所述第二透镜系统的总有效焦距fW与所述第二透镜系统的第七透镜的有效焦距f7W满足 $-1.4 < f7W / fW < -0.7$ 。

5. 根据权利要求1所述的电子成像装置,其特征在于,所述第一透镜系统的第一透镜的物侧面至所述第一透镜系统的成像面在所述第一透镜系统的光轴上的距离TTLT、所述第一透镜系统的第一透镜在所述第一透镜系统的光轴上的中心厚度CT1T与所述第一透镜系统的第二透镜在所述第一透镜系统的光轴上的中心厚度CT2T满足 $0.4 < (CT1T + CT2T) / TTLT \times 5 < 1.0$;以及

所述第二透镜系统的第一透镜的物侧面至所述第二透镜系统的成像面在所述第二透镜系统的光轴上的距离TTLW、所述第二透镜系统的第一透镜在所述第二透镜系统的光轴上的中心厚度CT1W与所述第二透镜系统的第二透镜在所述第二透镜系统的光轴上的中心厚度CT2W满足 $0.4 < (CT1W + CT2W) / TTLW \times 5 < 1.0$ 。

6. 根据权利要求1所述的电子成像装置,其特征在于,所述第一透镜系统的第一透镜的有效焦距f1T与所述第一透镜系统的第二透镜的有效焦距f2T满足 $-0.6 < f1T / f2T < -0.2$ 。

7. 根据权利要求1所述的电子成像装置,其特征在于,所述第一透镜系统的第一透镜的像侧面的曲率半径R2T、所述第一透镜系统的第一透镜的物侧面的曲率半径R1T、所述第一透镜系统的第二透镜的物侧面的曲率半径R3T与所述第一透镜系统的第二透镜的像侧面的曲率半径R4T满足 $0.7 < (R2T - R1T) / (R3T - R4T) < 1.3$ 。

8. 根据权利要求1所述的电子成像装置,其特征在于,所述第一透镜系统的总有效焦距fT与所述第一透镜系统的入瞳孔径EPDT满足 $2.0 \leq fT / EPDT \leq 2.10$ 。

9. 根据权利要求1所述的电子成像装置,其特征在于,所述第二透镜系统的第五透镜的有效焦距f5W、所述第二透镜系统的第二透镜的有效焦距f2W与所述第二透镜系统的第三透镜的有效焦距f3W满足 $0.1 < f5W / (f2W + f3W) < 0.5$ 。

10. 根据权利要求1所述的电子成像装置,其特征在于,所述第二透镜系统的第四透镜的物侧面的曲率半径R7W、所述第二透镜系统的第四透镜的像侧面的曲率半径R8W与所述第二透镜系统的第四透镜的有效焦距f4W满足 $0.4 < (R7W + R8W) / f4W < 0.9$ 。

11. 根据权利要求1所述的电子成像装置,其特征在于,所述第二透镜系统的第三透镜的像侧面为凸面;以及

所述第二透镜系统的第七透镜的像侧面为凹面。

12. 根据权利要求1至11中任一项所述的电子成像装置,其特征在于,在所述第一透镜系统中,任意相邻两透镜之间在所述第一透镜系统的光轴上具有空气间隔;以及

在所述第二透镜系统中,任意相邻两透镜之间在所述第二透镜系统的光轴上具有空气间隔。

13. 根据权利要求1至11中任一项所述的电子成像装置,其特征在于,所述第一透镜系

统的第一透镜至第七透镜中的至少五片透镜为塑胶材质的透镜;以及

所述第二透镜系统的第一透镜至第七透镜中的至少五片透镜为塑胶材质的透镜。

14. 根据权利要求1至11中任一项所述的电子成像装置,其特征在于,所述第一取像装置和所述第二取像装置在所述电子成像装置的一侧上呈纵向排列或横向排列。

15. 电子成像装置,其特征在于,所述电子成像装置包括:

第一取像装置,包括第一透镜系统和位于所述第一透镜系统的成像面上的第一电子感光元件;以及

第二取像装置,包括第二透镜系统和位于所述第二透镜系统的成像面上的第二电子感光元件,并且所述第二取像装置与所述第一取像装置位于所述电子成像装置的同侧,

其中,所述第一透镜系统中具有光焦度的透镜的数量是七,沿着所述第一透镜系统的光轴由物侧至像侧依序包括具有光焦度的第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜和第七透镜,其中,所述第一透镜系统的第一透镜具有正光焦度,其物侧面为凸面,像侧面为凹面;所述第一透镜系统的第二透镜具有负光焦度,其物侧面为凸面,像侧面为凹面;所述第一透镜系统的第五透镜的物侧面为凹面,像侧面为凸面;所述第一透镜系统的第六透镜的物侧面为凹面,像侧面为凸面;所述第一透镜系统的第七透镜具有负光焦度,其物侧面为凹面,像侧面为凹面;以及,当所述第一透镜系统的第三透镜具有正光焦度时,所述第一透镜系统的第五透镜具有正光焦度;当所述第一透镜系统的第三透镜具有负光焦度时,所述第一透镜系统的第四透镜具有正光焦度、第五透镜具有负光焦度、第六透镜具有正光焦度;

其中,所述第二透镜系统中具有光焦度的透镜的数量是七,沿着所述第二透镜系统的光轴由所述物侧至所述像侧依序包括具有光焦度的第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜和第七透镜,其中,所述第二透镜系统的第一透镜的物侧面为凹面且像侧面为凸面;所述第二透镜系统的第二透镜具有正光焦度,其物侧面为凸面,像侧面为凹面;所述第二透镜系统的第三透镜具有正光焦度;所述第二透镜系统的第四透镜具有负光焦度,其物侧面为凹面,像侧面为凸面;所述第二透镜系统的第五透镜具有正光焦度,其像侧面为凸面;所述第二透镜系统的第六透镜的物侧面为凸面,像侧面为凹面;所述第二透镜系统的第七透镜具有负光焦度;

所述第一透镜系统的总有效焦距 f_T 满足 $4.7 \text{ mm} < f_T < 5.7 \text{ mm}$;

所述第二透镜系统的总有效焦距 f_W 满足 $4.7 \text{ mm} < f_W < 5.7 \text{ mm}$;

所述第一透镜系统的第六透镜的物侧面的曲率半径 R_{11T} 、所述第一透镜系统的第六透镜的像侧面的曲率半径 R_{12T} 、所述第一透镜系统的第五透镜的物侧面的曲率半径 R_{9T} 与第一透镜系统的第五透镜的像侧面的曲率半径 R_{10T} 满足 $0.5 < (R_{11T} + R_{12T}) / (R_{9T} + R_{10T}) < 0.9$;以及

所述第二透镜系统的第二透镜的物侧面的曲率半径 R_{3W} 、所述第二透镜系统的第二透镜的像侧面的曲率半径 R_{4W} 、所述第二透镜系统的第六透镜的物侧面的曲率半径 R_{11W} 与所述第二透镜系统的第六透镜的像侧面的曲率半径 R_{12W} 满足 $0.8 < (R_{3W} + R_{4W}) / (R_{11W} + R_{12W}) < 1.3$ 。

16. 根据权利要求15所述的电子成像装置,其特征在于,所述第一透镜系统的第一透镜的物侧面至所述第一透镜系统的成像面在所述第一透镜系统的光轴上的距离 T_{TLT} 与所述

第一透镜系统的成像面上有效像素区域对角线长的一半HT满足 $1.3 < TTLT / \text{ImgHT} < 1.4$;以及

所述第二透镜系统的第一透镜的物侧面至所述第二透镜系统的成像面在所述第二透镜系统的光轴上的距离TTLW与所述第二透镜系统的成像面上有效像素区域对角线长的一半HW满足 $1.1 < TTLW / \text{ImgHW} < 1.4$ 。

17. 根据权利要求16所述的电子成像装置,其特征在于,所述第一透镜系统的最大半视场角Semi-FOVT满足 $35^\circ < \text{Semi-FOVT} < 55^\circ$;以及

所述第二透镜系统的最大半视场角Semi-FOVW满足 $35^\circ < \text{Semi-FOVW} < 55^\circ$ 。

18. 根据权利要求15所述的电子成像装置,其特征在于,所述第一透镜系统的总有效焦距fT与所述第一透镜系统的第七透镜的有效焦距f7T满足 $-1.4 < f7T / fT < -0.7$;以及

所述第二透镜系统的总有效焦距fW与所述第二透镜系统的第七透镜的有效焦距f7W满足 $-1.4 < f7W / fW < -0.7$ 。

19. 根据权利要求15所述的电子成像装置,其特征在于,所述第一透镜系统的第一透镜的物侧面至所述第一透镜系统的成像面在所述第一透镜系统的光轴上的距离TTLT、所述第一透镜系统的第一透镜在所述第一透镜系统的光轴上的中心厚度CT1T与所述第一透镜系统的第二透镜在所述第一透镜系统的光轴上的中心厚度CT2T满足 $0.4 < (CT1T + CT2T) / TTLT \times 5 < 1.0$;以及

所述第二透镜系统的第一透镜的物侧面至所述第二透镜系统的成像面在所述第二透镜系统的光轴上的距离TTLW、所述第二透镜系统的第一透镜在所述第二透镜系统的光轴上的中心厚度CT1W与所述第二透镜系统的第二透镜在所述第二透镜系统的光轴上的中心厚度CT2W满足 $0.4 < (CT1W + CT2W) / TTLW \times 5 < 1.0$ 。

20. 根据权利要求15所述的电子成像装置,其特征在于,所述第一透镜系统的第一透镜的有效焦距f1T与所述第一透镜系统的第二透镜的有效焦距f2T满足 $-0.6 < f1T / f2T < -0.2$ 。

21. 根据权利要求15所述的电子成像装置,其特征在于,所述第一透镜系统的第一透镜的像侧面的曲率半径R2T、所述第一透镜系统的第一透镜的物侧面的曲率半径R1T、所述第一透镜系统的第二透镜的物侧面的曲率半径R3T与所述第一透镜系统的第二透镜的像侧面的曲率半径R4T满足 $0.7 < (R2T - R1T) / (R3T - R4T) < 1.3$ 。

22. 根据权利要求15所述的电子成像装置,其特征在于,所述第一透镜系统的总有效焦距fT与所述第一透镜系统的入瞳孔径EPDT满足 $2.0 \leq fT / EPDT \leq 2.10$ 。

23. 根据权利要求15所述的电子成像装置,其特征在于,所述第二透镜系统的第五透镜的有效焦距f5W、所述第二透镜系统的第二透镜的有效焦距f2W与所述第二透镜系统的第三透镜的有效焦距f3W满足 $0.1 < f5W / (f2W + f3W) < 0.5$ 。

24. 根据权利要求15所述的电子成像装置,其特征在于,所述第二透镜系统的第四透镜的物侧面的曲率半径R7W、所述第二透镜系统的第四透镜的像侧面的曲率半径R8W与所述第二透镜系统的第四透镜的有效焦距f4W满足 $0.4 < (R7W + R8W) / f4W < 0.9$ 。

25. 根据权利要求15所述的电子成像装置,其特征在于,所述第二透镜系统的第三透镜的像侧面为凸面;以及

所述第二透镜系统的第七透镜的像侧面为凹面。

26. 根据权利要求15至25中任一项所述的电子成像装置,其特征在于,在所述第一透镜系统中,任意相邻两透镜之间在所述第一透镜系统的光轴上具有空气间隔;以及
在所述第二透镜系统中,任意相邻两透镜之间在所述第二透镜系统的光轴上具有空气间隔。

27. 根据权利要求15至25中任一项所述的电子成像装置,其特征在于,所述第一透镜系统的第一透镜至第七透镜中的至少五片透镜为塑胶材质的透镜;以及
所述第二透镜系统的第一透镜至第七透镜中的至少五片透镜为塑胶材质的透镜。

28. 根据权利要求15至25中任一项所述的电子成像装置,其特征在于,所述第一取像装置和所述第二取像装置在所述电子成像装置的一侧上呈纵向排列或横向排列。

电子成像装置

技术领域

[0001] 本申请涉及一种电子成像装置,更具体地,涉及一种包括两个取像装置的电子成像装置。

背景技术

[0002] 众所周知,长焦镜头最主要的作用是能够将远处的景象清晰摄入镜头,其视角小且在底片上的成像要大;而广角镜头视角大且视野宽阔,可呈现出较宽阔的清晰范围。然而,目前,具有单颗镜头的具有单一功能的成像装置无法满足市场对成像质量及其它摄像功能的需求。

[0003] 因此,需要在满足高成像质量的同时,更好地实现变焦摄远功能,以此提高电子成像装置的实用性。

发明内容

[0004] 本申请提供了可至少解决或部分解决现有技术中的上述至少一个缺点的电子成像装置,例如,能够使双摄像头进行高质量光学变焦的电子成像装置。

[0005] 本申请提供了这样一种电子成像装置,其包括第一取像装置和第二取像装置,其中,第一取像装置包括第一透镜系统和位于第一透镜系统的成像面上的第一电子感光元件,第二取像装置包括第二透镜系统和位于第二透镜系统的成像面上的第二电子感光元件,且第二取像装置与第一取像装置位于电子成像装置的同侧。其中,第一透镜系统沿着第一透镜系统的光轴由物侧至像侧依序包括可具有光焦度的第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜和第七透镜,其中,第一透镜系统的第一透镜可具有正光焦度,第一透镜系统的第二透镜可具有负光焦度;第二透镜系统沿着第二透镜系统的光轴由物侧至像侧依序包括可具有光焦度的第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜和第七透镜,其中,第二透镜系统的第一透镜的物侧面为凹面且像侧面为凸面,第二透镜系统的第三透镜可具有正光焦度,第二透镜系统的第四透镜可具有负光焦度,第二透镜系统的第五透镜可具有正光焦度。

[0006] 在一个实施方式中,第一透镜系统的最大半视场角 Semi-FOV_T 可满足 $35^\circ < \text{Semi-FOV}_T < 55^\circ$;以及第二透镜系统的最大半视场角 Semi-FOV_W 可满足 $35^\circ < \text{Semi-FOV}_W < 55^\circ$ 。

[0007] 在一个实施方式中,第一透镜系统的总有效焦距 f_T 可满足 $4.7\text{mm} < f_T < 5.7\text{mm}$;以及第二透镜系统的总有效焦距 f_W 可满足 $4.7\text{mm} < f_W < 5.7\text{mm}$ 。

[0008] 在一个实施方式中,第一透镜系统的第一透镜的物侧面至第一透镜系统的成像面在第一透镜系统的光轴上的距离 TTL_T 与第一透镜系统的成像面上有效像素区域对角线长的一半 ImgH_T 可满足 $\text{TTL}_T/\text{ImgH}_T < 1.4$;以及第二透镜系统的第一透镜的物侧面至第二透镜系统的成像面在第二透镜系统的光轴上的距离 TTL_W 与第二透镜系统的成像面上有效像素区域对角线长的一半 ImgH_W 可满足 $\text{TTL}_W/\text{ImgH}_W < 1.4$ 。

[0009] 在一个实施方式中,第一透镜系统的总有效焦距 f_T 与第一透镜系统的第七透镜的

有效焦距 f_{7T} 可满足 $-1.4 < f_{7T}/f_T < -0.7$;以及第二透镜系统的总有效焦距 f_W 与第二透镜系统的第七透镜的有效焦距 f_{7W} 可满足 $-1.4 < f_{7W}/f_W < -0.7$ 。

[0010] 在一个实施方式中,第一透镜系统的第一透镜的物侧面至第一透镜系统的成像面在第一透镜系统的光轴上的距离 TTL_T 、第一透镜系统的第一透镜在第一透镜系统的光轴上的中心厚度 CT_{1T} 与第一透镜系统的第二透镜在第一透镜系统的光轴上的中心厚度 CT_{2T} 可满足 $0.4 < (CT_{1T}+CT_{2T})/TTL_T \times 5 < 1.0$;以及第二透镜系统的第一透镜的物侧面至第二透镜系统的成像面在第二透镜系统的光轴上的距离 TTL_W 、第二透镜系统的第一透镜在第二透镜系统的光轴上的中心厚度 CT_{1W} 与第二透镜系统的第二透镜在第二透镜系统的光轴上的中心厚度 CT_{2W} 可满足 $0.4 < (CT_{1W}+CT_{2W})/TTL_W \times 5 < 1.0$ 。

[0011] 在一个实施方式中,第一透镜系统的第一透镜的有效焦距 f_{1T} 与第一透镜系统的第二透镜的有效焦距 f_{2T} 可满足 $-0.6 < f_{1T}/f_{2T} < -0.2$ 。

[0012] 在一个实施方式中,第一透镜系统的第一透镜的像侧面的曲率半径 R_{2T} 、第一透镜系统的第一透镜的物侧面的曲率半径 R_{1T} 、第一透镜系统的第二透镜的物侧面的曲率半径 R_{3T} 与第一透镜系统的第二透镜的像侧面的曲率半径 R_{4T} 可满足 $0.7 < (R_{2T}-R_{1T})/(R_{3T}-R_{4T}) < 1.3$ 。

[0013] 在一个实施方式中,第一透镜系统的第六透镜的物侧面的曲率半径 R_{11T} 、第一透镜系统的第六透镜的像侧面的曲率半径 R_{12T} 、第一透镜系统的第五透镜的物侧面的曲率半径 R_{9T} 与第一透镜系统的第五透镜的像侧面的曲率半径 R_{10T} 可满足 $0.5 < (R_{11T}+R_{12T})/(R_{9T}+R_{10T}) < 0.9$ 。

[0014] 在一个实施方式中,第一透镜系统的总有效焦距 f_T 与第一透镜系统的入瞳孔径 EPD_T 可满足 $f_T/EPD_T \leq 2.10$ 。

[0015] 在一个实施方式中,第二透镜系统的第五透镜的有效焦距 f_{5W} 、第二透镜系统的第二透镜的有效焦距 f_{2W} 与第二透镜系统的第三透镜的有效焦距 f_{3W} 可满足 $0.1 < f_{5W}/(f_{2W}+f_{3W}) < 0.5$ 。

[0016] 在一个实施方式中,第二透镜系统的第四透镜的物侧面的曲率半径 R_{7W} 、第二透镜系统的第四透镜的像侧面的曲率半径 R_{8W} 与第二透镜系统的第四透镜的有效焦距 f_{4W} 可满足 $0.4 < (R_{7W}+R_{8W})/f_{4W} < 0.9$ 。

[0017] 在一个实施方式中,第二透镜系统的第二透镜的物侧面的曲率半径 R_{3W} 、第二透镜系统的第二透镜的像侧面的曲率半径 R_{4W} 、第二透镜系统的第六透镜的物侧面的曲率半径 R_{11W} 与第二透镜系统的第六透镜的像侧面的曲率半径 R_{12W} 可满足 $0.8 < (R_{3W}+R_{4W})/(R_{11W}+R_{12W}) < 1.3$ 。

[0018] 在一个实施方式中,第一透镜系统的第七透镜可具有负光焦度,其物侧面为凹面,像侧面为凹面。

[0019] 在一个实施方式中,第二透镜系统的第三透镜的像侧面为凸面;以及第二透镜系统的第七透镜可具有负光焦度,其像侧面为凹面。

[0020] 在一个实施方式中,在第一透镜系统中,任意相邻两透镜之间在第一透镜系统的光轴上可具有空气间隔;以及在第二透镜系统中,任意相邻两透镜之间在第二透镜系统的光轴上可具有空气间隔。

[0021] 在一个实施方式中,第一透镜系统的第一透镜至第七透镜中的至少五片透镜为塑

胶材质的透镜;以及第二透镜系统的第一透镜至第七透镜中的至少五片透镜为塑胶材质的透镜。

[0022] 在一个实施方式中,第一取像装置和第二取像装置在电子成像装置的一侧上呈纵向排列或横向排列。

[0023] 本申请通过在电子成像装置中设置两个不同的取像装置,并通过合理分配两个取像装置中的各透镜的光焦距、面型、各透镜的中心厚度以及各透镜之间的轴上间距等,使得上述电子成像装置至少具有这样的有益效果:能够在保证电子成像装置小型化和高质量成像的同时,通过不同的取像模式的交替使用来达到混合光学变焦的影像效果。

附图说明

[0024] 结合附图,通过以下非限制性实施方式的详细描述,本申请的其他特征、目的和优点将变得更加明显。在附图中:

[0025] 图1示出了根据本申请实施例1的第一透镜系统的结构示意图;

[0026] 图2A至图2D分别示出了实施例1的第一透镜系统的轴上色差曲线、象散曲线、畸变曲线以及倍率色差曲线;

[0027] 图3示出了根据本申请实施例2的第一透镜系统的结构示意图;

[0028] 图4A至图4D分别示出了实施例2的第一透镜系统的轴上色差曲线、象散曲线、畸变曲线以及倍率色差曲线;

[0029] 图5示出了根据本申请实施例3的第一透镜系统的结构示意图;

[0030] 图6A至图6D分别示出了实施例3的第一透镜系统的轴上色差曲线、象散曲线、畸变曲线以及倍率色差曲线;

[0031] 图7示出了根据本申请实施例4的第一透镜系统的结构示意图;

[0032] 图8A至图8D分别示出了实施例4的第一透镜系统的轴上色差曲线、象散曲线、畸变曲线以及倍率色差曲线;

[0033] 图9示出了根据本申请实施例5的第二透镜系统的结构示意图;

[0034] 图10A至图10D分别示出了实施例5的第二透镜系统的轴上色差曲线、象散曲线、畸变曲线以及倍率色差曲线;

[0035] 图11示出了根据本申请实施例6的第二透镜系统的结构示意图;

[0036] 图12A至图12D分别示出了实施例6的第二透镜系统的轴上色差曲线、象散曲线、畸变曲线以及倍率色差曲线;

[0037] 图13示出了根据本申请实施例7的第二透镜系统的结构示意图;

[0038] 图14A至图14D分别示出了实施例7的第二透镜系统的轴上色差曲线、象散曲线、畸变曲线以及倍率色差曲线;

[0039] 图15示出了根据本申请实施例8的第二透镜系统的结构示意图;

[0040] 图16A至图16D分别示出了实施例8的第二透镜系统的轴上色差曲线、象散曲线、畸变曲线以及倍率色差曲线;

[0041] 图17和图18示出了根据本申请的第一和第二取像装置的不同排列方式的示意图。

具体实施方式

[0042] 为了更好地理解本申请,将参考附图对本申请的各个方面做出更详细的说明。应理解,这些详细说明只是对本申请的示例性实施方式的描述,而非以任何方式限制本申请的范围。在说明书全文中,相同的附图标号指代相同的元件。表述“和/或”包括相关联的所列项目中的一个或多个的任何和全部组合。

[0043] 应注意,在本说明书中,第一、第二、第三等的表述仅用于将一个特征与另一个特征区分开来,而不表示对特征的任何限制。因此,在不背离本申请的教导的情况下,下文中讨论的第一透镜也可被称作第二透镜或第三透镜,且第一取像装置也可被称作第二取像装置。

[0044] 在附图中,为了便于说明,已稍微夸大了透镜的厚度、尺寸和形状。具体来讲,附图所示的球面或非球面的形状通过示例的方式示出。即,球面或非球面的形状不限于附图中示出的球面或非球面的形状。附图仅为示例而并非严格按比例绘制。

[0045] 在本文中,近轴区域是指光轴附近的区域。若透镜表面为凸面且未界定该凸面位置时,则表示该透镜表面至少于近轴区域为凸面;若透镜表面为凹面且未界定该凹面位置时,则表示该透镜表面至少于近轴区域为凹面。每个透镜最靠近被摄物体的表面称为该透镜的物侧面,每个透镜最靠近成像面的表面称为该透镜的像侧面。

[0046] 还应理解的是,用语“包括”、“包括有”、“具有”、“包含”和/或“包含有”,当在本说明书中使用时表示存在所陈述的特征、元件和/或部件,但不排除存在或附加有一个或多个其它特征、元件、部件和/或它们的组合。此外,当诸如“...中的至少一个”的表述出现在所列特征的列表之后时,修饰整个所列特征,而不是修饰列表中的单独元件。此外,当描述本申请的实施方式时,使用“可”表示“本申请的一个或多个实施方式”。并且,用语“示例性的”旨在指代示例或举例说明。

[0047] 除非另外限定,否则本文中使用的所有用语(包括技术用语和科学用语)均具有与本申请所属领域普通技术人员的通常理解相同的含义。还应理解的是,用语(例如在常用词典中定义的用语)应被解释为具有与它们在相关技术的上下文中的含义一致的含义,并且将不被以理想化或过度正式意义解释,除非本文中明确如此限定。

[0048] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。下面将参考附图并结合实施例来详细说明本申请。

[0049] 以下对本申请的特征、原理和其他方面进行详细描述。

[0050] 根据本申请示例性实施方式的电子成像装置可包括第一取像装置和第二取像装置,其中,第一取像装置包括第一透镜系统和位于第一透镜系统的成像面上的第一电子感光元件,第二取像装置包括第二透镜系统和位于第二透镜系统的成像面上的第二电子感光元件。

[0051] 在示例性实施方式中,第一透镜系统可包括沿着第一透镜系统的光轴由物侧至像侧依序排列的例如七片具有光焦度的透镜(即,第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜和第七透镜),其中,第一透镜系统的第一透镜可具有正光焦度,第二透镜可具有负光焦度;第二透镜系统可包括沿着第二透镜系统的光轴由物侧至像侧依序排列的例如七片具有光焦度的透镜(即,第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜和第七透镜),其中,第二透镜系统的第一透镜的物侧面可为凹面,像侧面可为凸面;

第三透镜可具有正光焦度；第四透镜可具有负光焦度；第五透镜可具有正光焦度。通过合理分配第一透镜系统和第二透镜系统的光焦度，可避免相应系统中的光焦度的过度集中，同时有助于相应系统平衡垂轴色差和横向色差。

[0052] 在示例性实施方式中，第一取像装置和第二取像装置可位于电子成像装置的同侧，以使二者能够摄取位于电子成像装置相同侧（例如，电子成像装置前方或后方）处的物体。

[0053] 在示例性实施方式中，本申请的电子成像装置可满足条件式 $35^\circ < \text{Semi-FOV}_T < 55^\circ$ 和 $35^\circ < \text{Semi-FOV}_W < 55^\circ$ ，其中， Semi-FOV_T 为第一透镜系统的最大半视场角， Semi-FOV_W 为第二透镜系统的最大半视场角。更具体地， Semi-FOV_T 进一步可满足 $35^\circ < \text{Semi-FOV}_T < 38^\circ$ ，例如 $36.7^\circ \leq \text{Semi-FOV}_T \leq 37.5^\circ$ ，并且 Semi-FOV_W 进一步可满足 $45^\circ < \text{Semi-FOV}_T < 55^\circ$ ，例如 $49.7^\circ \leq \text{Semi-FOV}_W \leq 51.2^\circ$ 。满足条件式 $35^\circ < \text{Semi-FOV}_T < 55^\circ$ 和 $35^\circ < \text{Semi-FOV}_W < 55^\circ$ ，可以在提高系统成像像高的同时避免边缘视场的像差过大，有助于更好地保持系统成像范围广、成像质量高的特点，并可有效地保证系统在成像时能够达到开阔的视野范围，确保使用者具有良好的拍摄效果体验感。在示例性实施方式中，第一透镜系统可具有长焦特性（相对于第二透镜系统），而第二透镜系统可具有广角特性（相对于第一透镜系统）。

[0054] 在示例性实施方式中，本申请的电子成像装置可满足条件式 $4.7\text{mm} < f_T < 5.7\text{mm}$ 和 $4.7\text{mm} < f_W < 5.7\text{mm}$ ，其中， f_T 为第一透镜系统的总有效焦距， f_W 为第二透镜系统的总有效焦距。更具体地， f_T 进一步可满足 $5.0\text{mm} < f_T < 5.5\text{mm}$ ，例如 $5.23\text{mm} \leq f_T \leq 5.39\text{mm}$ ， f_W 进一步可满足 $4.82\text{mm} \leq f_W \leq 5.64\text{mm}$ 。满足条件式 $4.7\text{mm} < f_T < 5.7\text{mm}$ 和 $4.7\text{mm} < f_W < 5.7\text{mm}$ ，可保证透镜系统在拍摄较远距离处的物体时具有优势，并且焦距较长，视角较小，成像较大，可保证拍摄影像的细节清晰度，从而可达到更专业的拍摄效果。

[0055] 在示例性实施方式中，本申请的电子成像装置可满足条件式 $\text{TTL}_T/\text{ImgH}_T < 1.4$ 和 $\text{TTL}_W/\text{ImgH}_W < 1.4$ ，其中， TTL_T 为第一透镜系统的第一透镜的物侧面至第一透镜系统的成像面在第一透镜系统的光轴上的距离， ImgH_T 为第一透镜系统的成像面上有效像素区域对角线长的一半， TTL_W 为第二透镜系统的第一透镜的物侧面至第二透镜系统的成像面在第二透镜系统的光轴上的距离， ImgH_W 为第二透镜系统的成像面上有效像素区域对角线长的一半。更具体地， TTL_T 和 ImgH_T 进一步可满足 $1.3 < \text{TTL}_T/\text{ImgH}_T < 1.4$ ，例如 $1.33 \leq \text{TTL}_T/\text{ImgH}_T \leq 1.37$ ，并且 TTL_W 和 ImgH_W 进一步可满足 $1.1 < \text{TTL}_W/\text{ImgH}_W < 1.3$ ，例如 $1.17 \leq \text{TTL}_W/\text{ImgH}_W \leq 1.25$ 。满足条件式 $\text{TTL}_T/\text{ImgH}_T < 1.4$ 和 $\text{TTL}_W/\text{ImgH}_W < 1.4$ ，可有效降低透镜系统的整体尺寸，实现透镜系统的超薄特性和小型化，从而使得透镜系统能够更好地适用于市场上愈来愈多的超薄电子产品。

[0056] 在示例性实施方式中，本申请的电子成像装置可满足条件式 $-1.4 < f_{7T}/f_T < -0.7$ 和 $-1.4 < f_{7W}/f_W < -0.7$ ，其中， f_T 为第一透镜系统的总有效焦距， f_{7T} 为第一透镜系统的第七透镜的有效焦距， f_W 为第二透镜系统的总有效焦距， f_{7W} 为第二透镜系统的第七透镜的有效焦距。更具体地， f_{7T} 和 f_T 进一步可满足 $-0.9 < f_{7T}/f_T < -0.7$ ，例如 $-0.88 \leq f_{7T}/f_T \leq -0.72$ ，并且 f_{7W} 和 f_W 进一步可满足 $-1.4 < f_{7T}/f_T < -0.8$ ，例如 $-1.39 \leq f_{7W}/f_W \leq -0.85$ 。满足条件式 $-1.4 < f_{7T}/f_T < -0.7$ 和 $-1.4 < f_{7W}/f_W < -0.7$ ，可以在保证系统拥有较高像差矫正能力的同时，仍保持较小的系统尺寸。

[0057] 在示例性实施方式中，本申请的电子成像装置可满足条件式 $0.4 < (\text{CT}_{1T} + \text{CT}_{2T}) /$

$TTL_T \times 5 < 1.0$ 和 $0.4 < (CT1_W + CT2_W) / TTL_W \times 5 < 1.0$, 其中, TTL_T 为第一透镜系统的第一透镜的物侧面至第一透镜系统的成像面在第一透镜系统的光轴上的距离, $CT1_T$ 为第一透镜系统的第一透镜在第一透镜系统的光轴上的中心厚度, $CT2_T$ 为第一透镜系统的第二透镜在第一透镜系统的光轴上的中心厚度, TTL_W 为第二透镜系统的第一透镜的物侧面至第二透镜系统的成像面在第二透镜系统的光轴上的距离, $CT1_W$ 为第二透镜系统的第一透镜在第二透镜系统的光轴上的中心厚度, $CT2_W$ 为第二透镜系统的第二透镜在第二透镜系统的光轴上的中心厚度。更具体地, $CT1_T$ 、 $CT2_T$ 和 TTL_T 进一步可满足 $0.8 < (CT1_T + CT2_T) / TTL_T \times 5 < 1.0$, 例如 $0.85 \leq (CT1_T + CT2_T) / TTL_T \times 5 \leq 0.91$, 并且 $CT1_W$ 、 $CT2_W$ 和 TTL_W 进一步可满足 $0.4 < (CT1_T + CT2_T) / TTL_T \times 5 < 0.7$, 例如 $0.42 \leq (CT1_W + CT2_W) / TTL_W \times 5 \leq 0.58$ 。满足条件式 $0.4 < (CT1_T + CT2_T) / TTL_T \times 5 < 1.0$ 和 $0.4 < (CT1_W + CT2_W) / TTL_W \times 5 < 1.0$, 可改善边缘视场漏光情况, 并可改善杂光、鬼像, 还可在综合改善杂光鬼像的基础上, 提高像面的照度, 同时还可避免由于透镜过薄而造成的加工工艺方面的困难。

[0058] 在示例性实施方式中, 在第一透镜系统中, 任意相邻两透镜之间在第一透镜系统的光轴上可具有空气间隔, 并且在第二透镜系统中, 任意相邻两透镜之间在第二透镜系统的光轴上可具有空气间隔。使相邻的透镜之间具有一定量的空气间隔, 可改善透镜系统的纵向球差, 改善像面中心的鬼像, 与此同时, 还可保证两个透镜系统中均没有胶合镜, 有利于后期加工组装; 另外, 在空气间隔处加入隔圈隔片还可增强系统结构的稳固性, 使得在保持超薄特性的同时改善系统杂散光。

[0059] 在示例性实施方式中, 第一透镜系统中的第一透镜至第七透镜中的至少五片透镜可以为塑胶材质, 并且第二透镜系统中的第一透镜至第七透镜中的至少五片透镜可以为塑胶材质。由于塑胶材质加工工艺简单, 其有利于机械化大规模生产, 并且由于塑胶材质质轻、性能设计性好, 更易于达到更好的设计性能, 同时塑胶材质化学稳定性好, 相较于其他材质成本低, 可保证组合透镜的成本。

[0060] 根据本申请的上述实施方式的第一透镜系统或第二透镜系统均可采用多片镜片, 例如上文所述的七片。对于任一透镜系统, 通过合理分配各透镜的光焦度、面型、各透镜的中心厚度以及各透镜之间的轴上间距等, 均可有效地缩小透镜系统的体积、降低透镜系统的敏感度并提高透镜系统的可加工性, 使得透镜系统更有利于生产加工并且可适用于便携式电子成像装置中。

[0061] 在示例性实施方式中, 第一取像装置和第二取像装置可以在电子成像装置的一侧上呈纵向排列或横向排列。通过纵向排列或横向排列, 可控制第一透镜系统与第二透镜系统的长度差处于合理范围内, 便于模组装配; 通过纵向排列或横向排列使第一和第二取像装置二者彼此邻近, 一方面可以使置于电子成像装置内部的芯片布置得较为规整, 更易于内部元件的排列和布线; 而另一方面可在外观上增加美观度, 并且更便于用户握持设备进行拍照而不会使用户过度考虑是否因握持姿势不当而遮挡了某一摄像头。应理解的是, “纵向排列”可理解为如图17中所示出的第一取像装置A和第二取像装置B相对于电子成像装置的使用方向呈上下排列模式, 而“横向排列”可理解为如图18中所示出的第一取像装置A和第二取像装置B相对于电子成像装置的使用方向呈左右排列模式。同时, 还应理解的是, 第一取像装置和第二取像装置的排列方式不限于此, 其相对位置可根据实际设计需要进行调整。另外, 应注意, 在根据本申请的电子成像装置中, 第一透镜系统的光轴与第二透镜系统

的光轴是彼此平行的。

[0062] 在示例性实施方式中,电子成像装置例如可以是智能手机,可使用不同的取像模式撷取影像以达成变焦效果。通过将第一透镜系统与第二透镜系统进行组合,可以在满足高成像质量的同时,还满足较好的变焦摄远功能,满足使用者对便携式电子产品的成像质量和专业摄影功能的要求。应理解,根据本申请的电子成像装置的类型不限于上述智能手机,其也可以是诸如平板电脑等其他类型的电子设备,也可以是集成至电子设备上的成像模块。此外,第一取像装置或第二取像装置所搭载的电子感光元件可以是感光耦合元件(CCD)或互补性氧化金属半导体元件(CMOS)。

[0063] 以下将对适用于根据本申请的电子成像装置的第一透镜系统和第二透镜系统进行详细描述。

[0064] (一) 第一透镜系统

[0065] 根据本申请的第一透镜系统可包括例如七片具有光焦度的透镜,即,第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜和第七透镜。这七片透镜沿着第一透镜系统的光轴由物侧至像侧依序排列。其中,第一透镜系统的第一透镜可具有正光焦度,第二透镜可具有负光焦度。

[0066] 在示例性实施方式中,第一透镜系统的第七透镜可具有负光焦度,其物侧面可为凹面,像侧面可为凹面。保证第一透镜系统的第七透镜具有负光焦度,且其物侧面和像侧面二者均为凹面,可以使光线发散,配合第一透镜至第六透镜的光焦度,可增大成像像面,并保证更好的成像质量。

[0067] 在示例性实施方式中,本申请的电子成像装置可满足条件式 $-0.6 < f_{1T}/f_{2T} < -0.2$,其中, f_{1T} 为第一透镜系统的第一透镜的有效焦距, f_{2T} 为第一透镜系统的第二透镜的有效焦距。更具体地, f_{1T} 和 f_{2T} 进一步可满足 $-0.5 < f_{1T}/f_{2T} < -0.4$,例如 $-0.49 \leq f_{1T}/f_{2T} \leq -0.41$ 。通过合理调节第一透镜系统的第一透镜和第二透镜的光焦度,使其满足 $-0.6 < f_{1T}/f_{2T} < -0.2$,可有效避免光焦度的过度集中,并可较好地提升第一透镜系统的像差矫正能力,同时还可有效降低第一透镜系统的尺寸,更能突出第一透镜系统的长焦特性。

[0068] 在示例性实施方式中,本申请的电子成像装置可满足条件式 $0.7 < (R_{2T}-R_{1T})/(R_{3T}-R_{4T}) < 1.3$,其中, R_{2T} 为第一透镜系统的第一透镜的像侧面的曲率半径, R_{1T} 为第一透镜系统的第一透镜的物侧面的曲率半径, R_{3T} 为第一透镜系统的第二透镜的物侧面的曲率半径, R_{4T} 为第一透镜系统的第二透镜的像侧面的曲率半径。更具体地, R_{2T} 、 R_{1T} 、 R_{3T} 和 R_{4T} 进一步可满足 $0.78 \leq (R_{2T}-R_{1T})/(R_{3T}-R_{4T}) \leq 1.29$ 。通过合理分配第一透镜系统中第一透镜和第二透镜的物侧面和像侧面的曲率半径,可以非常有效地矫正第一透镜系统的色差,实现各种像差的平衡。可选地,第一透镜系统的第一透镜的物侧面可为凸面,像侧面可为凹面;第一透镜系统的第二透镜的物侧面可为凸面,像侧面可为凹面。

[0069] 在示例性实施方式中,本申请的电子成像装置可满足条件式 $0.5 < (R_{11T}+R_{12T})/(R_{9T}+R_{10T}) < 0.9$,其中, R_{11T} 为第一透镜系统的第六透镜的物侧面的曲率半径, R_{12T} 为第一透镜系统的第六透镜的像侧面的曲率半径, R_{9T} 为第一透镜系统的第五透镜的物侧面的曲率半径, R_{10T} 为第一透镜系统的第五透镜的像侧面的曲率半径。更具体地, R_{11T} 、 R_{12T} 、 R_{9T} 和 R_{10T} 进一步可满足 $0.53 \leq (R_{11T}+R_{12T})/(R_{9T}+R_{10T}) \leq 0.89$ 。通过合理分配第一透镜系统中第五透镜、第六透镜和第七透镜的物侧面和像侧面的曲率半径,可以有效地平衡第五透镜、第

六透镜与第一透镜至第四透镜之间的像散和彗差,让第一透镜系统能保持更好的成像质量。可选地,第一透镜系统的第五透镜的物侧面可为凹面,像侧面可为凸面;第一透镜系统的第六透镜的物侧面可为凹面,像侧面可为凸面。

[0070] 在示例性实施方式中,本申请的电子成像装置可满足条件式 $f_T/EPD_T \leq 2.10$,其中, f_T 为第一透镜系统的总有效焦距, EPD_T 为第一透镜系统的入瞳孔径。更具体地, f_T 和 EPD_T 进一步可满足 $2.0 \leq f_T/EPD_T \leq 2.1$,例如 $2.05 \leq f_T/EPD_T \leq 2.10$ 。满足条件式 $f_T/EPD_T \leq 2.10$,可有效增大第一透镜系统的通光量,使第一透镜系统拥有较高的相对照度,在光线较暗的环境下可确保具有较好的拍摄效果,保证成像质量。

[0071] 在示例性实施方式中,上述第一透镜系统还可包括至少一个光阑。光阑可根据需要设置在适当位置处,例如设置在物侧与第一透镜之间。可选地,上述第一透镜系统还可包括用于校正色彩偏差的滤光片和/或用于保护位于成像面上的感光元件的保护玻璃。

[0072] 在本申请的实施方式中,第一透镜系统中的各透镜的镜面中的至少一个为非球面镜面,即,第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜和第七透镜中的每个透镜的物侧面和像侧面中的至少一个为非球面镜面。非球面透镜的特点是:从透镜中心到透镜周边,曲率是连续变化的。与从透镜中心到透镜周边具有恒定曲率的球面透镜不同,非球面透镜具有更佳的曲率半径特性,具有改善歪曲像差及改善像散像差的优点。采用非球面透镜后,能够尽可能地消除在成像的时候出现的像差,从而改善成像质量。可选地,第一透镜系统的第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜和第七透镜中的每个透镜的物侧面和像侧面均为非球面镜面。

[0073] 下面将参照图1至图8D对根据本申请的第一透镜系统的多个实施例进行进一步描述。

[0074] 实施例1

[0075] 以下参照图1至图2D描述根据本申请实施例1的第一透镜系统。图1示出了根据本申请实施例1的第一透镜系统的结构示意图。

[0076] 如图1所示,第一透镜系统沿光轴由物侧至像侧依序包括:光阑ST0、第一透镜E1、第二透镜E2、第三透镜E3、第四透镜E4、第五透镜E5、第六透镜E6、第七透镜E7、滤光片E8和成像面S17。

[0077] 第一透镜E1具有正光焦距,其物侧面S1为凸面,像侧面S2为凹面。第二透镜E2具有负光焦距,其物侧面S3为凸面,像侧面S4为凹面。第三透镜E3具有正光焦距,其物侧面S5为凸面,像侧面S6为凹面。第四透镜E4具有正光焦距,其物侧面S7为凸面,像侧面S8为凹面。第五透镜E5具有正光焦距,其物侧面S9为凹面,像侧面S10为凸面。第六透镜E6具有负光焦距,其物侧面S11为凹面,像侧面S12为凸面。第七透镜E7具有负光焦距,其物侧面S13为凹面,像侧面S14为凹面。滤光片E8具有物侧面S15和像侧面S16。来自物体的光依序穿过各表面S1至S16并最终成像在成像面S17上。本实施例中,第一透镜E1至第七透镜E7均可作为塑胶材质的透镜。

[0078] 表1示出了实施例1的第一透镜系统的基本参数表,其中,曲率半径、厚度和焦距的单位均为毫米(mm)。

实施例 1: $f_T=5.36\text{ mm}$, $TTL_T=5.50\text{ mm}$, $ImgH_T=4.15\text{ mm}$, $Semi-FOV_T=37.1^\circ$

| 面号 | 表面类型 | 曲率半径 | 厚度 | 材料 | | | 焦距 | 圆锥系数 |
|-----|------|---------|---------|-------|-------|----|---------|----------|
| | | | | 折射率 | 色散系数 | 材质 | | |
| OBJ | 球面 | 无穷 | 无穷 | | | | | |
| STO | 球面 | 无穷 | -0.5348 | | | | | |
| S1 | 非球面 | 1.7054 | 0.7481 | 1.547 | 56.11 | 塑胶 | 3.46 | -0.8896 |
| S2 | 非球面 | 14.6455 | 0.0405 | | | | | 8.5098 |
| S3 | 非球面 | 13.4741 | 0.2400 | 1.668 | 20.40 | 塑胶 | -7.01 | 11.8678 |
| S4 | 非球面 | 3.4533 | 0.1505 | | | | | 1.2599 |
| S5 | 非球面 | 5.1017 | 0.3862 | 1.547 | 56.11 | 塑胶 | 33.78 | 3.1692 |
| S6 | 非球面 | 6.8618 | 0.2207 | | | | | 6.5846 |
| S7 | 非球面 | 8.0116 | 0.2900 | 1.646 | 23.49 | 塑胶 | 56.21 | 2.4719 |
| S8 | 非球面 | 10.1331 | 0.3686 | | | | | -19.4376 |
| S9 | 非球面 | -5.5197 | 0.2639 | 1.668 | 20.40 | 塑胶 | 29.91 | -84.9482 |
| S10 | 非球面 | -4.4090 | 0.4442 | | | | | -66.2806 |
| S11 | 非球面 | -4.3136 | 0.3427 | 1.547 | 56.11 | 塑胶 | -352.67 | -38.6058 |
| S12 | 非球面 | -4.5362 | 0.6248 | | | | | 3.3011 |
| S13 | 非球面 | -5.6280 | 0.5922 | 1.537 | 55.74 | 塑胶 | -4.73 | -12.7963 |
| S14 | 非球面 | 4.8115 | 0.2769 | | | | | -23.8510 |
| S15 | 球面 | 无穷 | 0.1100 | 1.517 | 64.17 | 玻璃 | | |
| S16 | 球面 | 无穷 | 0.4000 | | | | | |
| S17 | 球面 | 无穷 | | | | | | |

[0079]

[0080] 表1

[0081] 其中, f_T 为第一透镜系统的总有效焦距, TTL_T 为第一透镜系统的第一透镜E1的物侧面S1至第一透镜系统的成像面S17在第一透镜系统的光轴上的距离, $ImgH_T$ 为第一透镜系统的成像面S17上有效像素区域对角线长的一半, $Semi-FOV_T$ 为第一透镜系统的最大半视场角。

[0082] 在实施例1中, 第一透镜系统的第一透镜E1至第七透镜E7中的任意一个透镜的物侧面和像侧面均为非球面, 各非球面透镜的面型x可利用但不限于以下非球面公式进行限定:

[0083]
$$x = \frac{ch^2}{1 + \sqrt{1 - (k+1)c^2h^2}} + \sum A_i h^i \quad (1)$$

[0084] 其中, x为非球面沿光轴方向在高度为h的位置时, 距非球面顶点的距离矢高; c为非球面的近轴曲率, $c = 1/R$ (即, 近轴曲率c为上表1中曲率半径R的倒数); k为圆锥系数; A_i 是非球面第i-th阶的修正系数。下表2给出了可用于根据实施例1的第一透镜系统的各非球面镜面S1-S14的高次项系数 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} 、 A_{12} 、 A_{14} 、 A_{16} 、 A_{18} 和 A_{20} 。

[0085]

| 面号 | A4 | A6 | A8 | A10 | A12 | A14 | A16 | A18 | A20 |
|----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| S1 | 1.9981E-02 | -1.3049E-02 | 6.4247E-02 | -1.5748E-01 | 2.3501E-01 | -2.1705E-01 | 1.2008E-01 | -3.6519E-02 | 4.6596E-03 |
| S2 | -2.9461E-02 | 1.4228E-01 | -2.7068E-01 | 3.5977E-01 | -3.8123E-01 | 3.1856E-01 | -1.8489E-01 | 6.1984E-02 | -8.7877E-03 |
| S3 | -4.9260E-02 | 2.1637E-01 | -4.0965E-01 | 5.5276E-01 | -5.5842E-01 | 4.3458E-01 | -2.4170E-01 | 8.0757E-02 | -1.1643E-02 |

[0086]

| | | | | | | | | | |
|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| S4 | -4.3274E-02 | 1.5040E-01 | -2.6522E-01 | 5.5414E-01 | -9.9015E-01 | 1.3562E+00 | -1.1846E+00 | 5.5418E-01 | -1.0449E-01 |
| S5 | -1.6951E-02 | 9.9301E-02 | -8.7505E-02 | 2.2233E-01 | -3.6984E-01 | 4.8093E-01 | -4.0545E-01 | 1.7787E-01 | -2.8949E-02 |
| S6 | -1.9895E-02 | 1.7270E-02 | 3.1139E-01 | -1.3909E+00 | 3.8660E+00 | -6.5184E+00 | 6.5780E+00 | -3.6309E+00 | 8.4710E-01 |
| S7 | -1.1424E-01 | -3.6018E-03 | 8.0152E-02 | -2.4922E-01 | 4.6736E-01 | -5.6730E-01 | 4.5909E-01 | -2.2859E-01 | 5.2945E-02 |
| S8 | -9.7608E-02 | -2.5186E-03 | -9.3522E-02 | 3.5023E-01 | -7.4980E-01 | 9.3474E-01 | -6.6651E-01 | 2.4852E-01 | -3.6410E-02 |
| S9 | -7.4936E-02 | -2.4770E-01 | 1.0808E+00 | -3.2266E+00 | 5.8865E+00 | -6.7553E+00 | 4.7039E+00 | -1.8115E+00 | 2.9622E-01 |
| S10 | -8.5988E-02 | -3.8878E-02 | 1.6135E-01 | -3.4941E-01 | 4.3340E-01 | -3.3496E-01 | 1.5627E-01 | -3.8969E-02 | 3.9195E-03 |
| S11 | -6.8509E-02 | -1.5564E-01 | 2.0050E-01 | -1.1528E-01 | -5.8955E-02 | 1.4805E-01 | -1.0220E-01 | 3.1909E-02 | -3.7916E-03 |
| S12 | 2.0941E-02 | -1.7321E-01 | 2.3856E-01 | -2.1897E-01 | 1.3696E-01 | -5.4778E-02 | 1.3278E-02 | -1.7768E-03 | 1.0073E-04 |
| S13 | -7.2339E-02 | 1.5572E-02 | 5.6500E-03 | -3.3500E-03 | 7.4781E-04 | -9.3174E-05 | 6.7548E-06 | -2.6305E-07 | 4.1664E-09 |
| S14 | -6.5782E-02 | 2.6850E-02 | -8.8525E-03 | 2.2294E-03 | -4.1599E-04 | 5.3713E-05 | -4.3917E-06 | 1.9999E-07 | -3.7909E-09 |

[0087] 表2

[0088] 图2A示出了实施例1的第一透镜系统的轴上色差曲线,其表示不同波长的光线经由镜头后的会聚焦点偏离。图2B示出了实施例1的第一透镜系统的象散曲线,其表示子午像面弯曲和弧矢像面弯曲。图2C示出了实施例1的第一透镜系统的畸变曲线,其表示不同像高对应的畸变大小值。图2D示出了实施例1的第一透镜系统的倍率色差曲线,其表示光线经由镜头后在成像面上的不同的像高的偏差。根据图2A至图2D可知,实施例1所给出的第一透镜系统能够实现良好的成像品质。

[0089] 实施例2

[0090] 以下参照图3至图4D描述根据本申请实施例2的第一透镜系统。在本实施例及以下实施例中,为简洁起见,将省略部分与实施例1相似的描述。图3示出了根据本申请实施例2的第一透镜系统的结构示意图。

[0091] 如图3所示,第一透镜系统沿光轴由物侧至像侧依序包括:光阑ST0、第一透镜E1、第二透镜E2、第三透镜E3、第四透镜E4、第五透镜E5、第六透镜E6、第七透镜E7、滤光片E8和成像面S17。

[0092] 第一透镜E1具有正光焦距,其物侧面S1为凸面,像侧面S2为凹面。第二透镜E2具有负光焦距,其物侧面S3为凸面,像侧面S4为凹面。第三透镜E3具有负光焦距,其物侧面S5为凹面,像侧面S6为凹面。第四透镜E4具有正光焦距,其物侧面S7为凸面,像侧面S8为凹面。第五透镜E5具有负光焦距,其物侧面S9为凹面,像侧面S10为凸面。第六透镜E6具有正光焦距,其物侧面S11为凹面,像侧面S12为凸面。第七透镜E7具有负光焦距,其物侧面S13为凹面,像侧面S14为凹面。滤光片E8具有物侧面S15和像侧面S16。来自物体的光依序穿过各表面S1至S16并最终成像在成像面S17上。本实施例中,第一透镜E1至第七透镜E7均可为塑胶材质的透镜。

[0093] 表3示出了实施例2的第一透镜系统的基本参数表,其中,曲率半径、厚度和焦距的单位均为毫米(mm)。表4示出了可用于实施例2中各非球面镜面的高次项系数,其中,各非球面面型可由上述实施例1中给出的公式(1)限定。

实施例 2: $f_1=5.39$ mm, $TTL_1=5.67$ mm, $ImgH_1=4.15$ mm, $Semi-FOV_1=37.1^\circ$

| 面号 | 表面类型 | 曲率半径 | 厚度 | 材料 | | | 焦距 | 圆锥系数 |
|------------|------|-----------|---------|-------|-------|----|----------|----------|
| | | | | 折射率 | 色散系数 | 材质 | | |
| [0094] OBJ | 球面 | 无穷 | 无穷 | | | | | |
| STO | 球面 | 无穷 | -0.5201 | | | | | |
| S1 | 非球面 | 1.7302 | 0.7180 | 1.547 | 56.11 | 塑胶 | 3.26 | -0.9097 |
| S2 | 非球面 | 49.5932 | 0.0537 | | | | | 14.5874 |
| S3 | 非球面 | 66.6158 | 0.2400 | 1.668 | 20.40 | 塑胶 | -8.01 | 19.1431 |
| S4 | 非球面 | 4.9498 | 0.1770 | | | | | -0.0987 |
| S5 | 非球面 | -276.5198 | 0.3212 | 1.547 | 56.11 | 塑胶 | -462.35 | -62.3679 |
| S6 | 非球面 | 2925.5708 | 0.1770 | | | | | 1.2622 |
| S7 | 非球面 | 50.0566 | 0.3774 | 1.646 | 23.49 | 塑胶 | 120.74 | -98.9966 |
| S8 | 非球面 | 139.2841 | 0.3526 | | | | | -27.0789 |
| S9 | 非球面 | -5.5927 | 0.2428 | 1.668 | 20.40 | 塑胶 | -2609.19 | -63.0369 |
| [0095] S10 | 非球面 | -5.7083 | 0.4733 | | | | | -80.0991 |
| S11 | 非球面 | -6.0666 | 0.3905 | 1.547 | 56.11 | 塑胶 | 16.05 | -59.9555 |
| S12 | 非球面 | -3.6678 | 0.7098 | | | | | 1.8501 |
| S13 | 非球面 | -6.4571 | 0.6047 | 1.537 | 55.74 | 塑胶 | -4.09 | -3.1574 |
| S14 | 非球面 | 3.4370 | 0.3220 | | | | | -21.8563 |
| S15 | 球面 | 无穷 | 0.1100 | 1.517 | 64.17 | 玻璃 | | |
| S16 | 球面 | 无穷 | 0.4000 | | | | | |
| S17 | 球面 | 无穷 | | | | | | |

[0096] 表3

[0097]

| 面号 | A4 | A6 | A8 | A10 | A12 | A14 | A16 | A18 | A20 |
|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| S1 | 1.8463E-02 | 6.9082E-04 | 1.5268E-02 | -5.6094E-02 | 1.0949E-01 | -1.2521E-01 | 8.2701E-02 | -2.9348E-02 | 4.2787E-03 |
| S2 | -3.0563E-02 | 1.0881E-01 | -1.7602E-01 | 2.6609E-01 | -3.8896E-01 | 4.2595E-01 | -2.9221E-01 | 1.0895E-01 | -1.6700E-02 |
| S3 | -4.0763E-02 | 1.6333E-01 | -2.5825E-01 | 3.5799E-01 | -4.8634E-01 | 5.4701E-01 | -4.0422E-01 | 1.6395E-01 | -2.7190E-02 |
| S4 | -2.3950E-02 | 1.0218E-01 | -2.4473E-01 | 7.1977E-01 | -1.5861E+00 | 2.2670E+00 | -1.8828E+00 | 8.1567E-01 | -1.4218E-01 |
| S5 | 6.9184E-03 | 1.1610E-01 | -4.9925E-01 | 1.8155E+00 | -3.8962E+00 | 5.2599E+00 | -4.2523E+00 | 1.8716E+00 | -3.4553E-01 |
| S6 | -8.1350E-03 | 6.0984E-02 | -2.1186E-01 | 8.0151E-01 | -1.7831E+00 | 2.6105E+00 | -2.3550E+00 | 1.1963E+00 | -2.5663E-01 |
| S7 | -1.1613E-01 | -6.0700E-03 | -1.7833E-02 | 3.7757E-02 | 2.7808E-02 | -2.1480E-01 | 3.9294E-01 | -3.1777E-01 | 9.9628E-02 |
| S8 | -9.1469E-02 | -6.7036E-02 | 2.1082E-01 | -5.6912E-01 | 1.0002E+00 | -1.1181E+00 | 7.7532E-01 | -3.0475E-01 | 5.1895E-02 |
| S9 | -1.1225E-01 | -1.0508E-02 | -8.2671E-02 | 2.8695E-01 | -5.5794E-01 | 5.6718E-01 | -3.0094E-01 | 6.3988E-02 | 6.5515E-04 |
| S10 | -1.0934E-01 | 6.8001E-02 | -2.1144E-01 | 4.9545E-01 | -7.2324E-01 | 6.4940E-01 | -3.5215E-01 | 1.0544E-01 | -1.3230E-02 |
| S11 | -1.0312E-01 | 4.1465E-03 | -9.7567E-02 | 2.2819E-01 | -2.8314E-01 | 2.1355E-01 | -9.6203E-02 | 2.3460E-02 | -2.3517E-03 |
| S12 | -1.2701E-02 | -5.9420E-02 | 7.0822E-02 | -6.1600E-02 | 3.8638E-02 | -1.5236E-02 | 3.6004E-03 | -4.7312E-04 | 2.6736E-05 |
| S13 | -8.5748E-02 | 4.7475E-02 | -1.7880E-02 | 5.3289E-03 | -1.1271E-03 | 1.5632E-04 | -1.3444E-05 | 6.5236E-07 | -1.3707E-08 |
| S14 | -5.1957E-02 | 2.2901E-02 | -7.8896E-03 | 1.9519E-03 | -3.4615E-04 | 4.2098E-05 | -3.2743E-06 | 1.4505E-07 | -2.7586E-09 |

[0098] 表4

[0099] 图4A示出了实施例2的第一透镜系统的轴上色差曲线,其表示不同波长的光线经由镜头后的会聚焦点偏离。图4B示出了实施例2的第一透镜系统的象散曲线,其表示子午像面弯曲和弧矢像面弯曲。图4C示出了实施例2的第一透镜系统的畸变曲线,其表示不同像高对应的畸变大小值。图4D示出了实施例2的第一透镜系统的倍率色差曲线,其表示光线经由镜头后在成像面上的不同的像高的偏差。根据图4A至图4D可知,实施例2所给出的第一透镜系统能够实现良好的成像品质。

[0100] 实施例3

[0101] 以下参照图5至图6D描述了根据本申请实施例3的第一透镜系统。图5示出了根据本申请实施例3的第一透镜系统的结构示意图。

[0102] 如图5所示,第一透镜系统沿光轴由物侧至像侧依序包括:光阑STO、第一透镜E1、第二透镜E2、第三透镜E3、第四透镜E4、第五透镜E5、第六透镜E6、第七透镜E7、滤光片E8和成像面S17。

[0103] 第一透镜E1具有正光焦度,其物侧面S1为凸面,像侧面S2为凹面。第二透镜E2具有负光焦度,其物侧面S3为凸面,像侧面S4为凹面。第三透镜E3具有正光焦度,其物侧面S5为凸面,像侧面S6为凸面。第四透镜E4具有负光焦度,其物侧面S7为凹面,像侧面S8为凹面。第五透镜E5具有正光焦度,其物侧面S9为凹面,像侧面S10为凸面。第六透镜E6具有正光焦度,其物侧面S11为凹面,像侧面S12为凸面。第七透镜E7具有负光焦度,其物侧面S13为凹面,像侧面S14为凹面。滤光片E8具有物侧面S15和像侧面S16。来自物体的光依序穿过各表面S1至S16并最终成像在成像面S17上。本实施例中,第一透镜E1至第七透镜E7均可作为塑胶材质的透镜。

[0104] 表5示出了实施例3的第一透镜系统的基本参数表,其中,曲率半径、厚度和焦距的单位均为毫米(mm)。表6示出了可用于实施例3中各非球面镜面的高次项系数,其中,各非球面面型可由上述实施例1中给出的公式(1)限定。

| 实施例 3: $f_1=5.35$ mm, $TTL_1=5.58$ mm, $ImgH_1=4.15$ mm, $Semi-FOV_1=37.5^\circ$ | | | | | | | | |
|--|------|-----------|---------|-------|-------|----|--------|----------|
| 面号 | 表面类型 | 曲率半径 | 厚度 | 材料 | | | 焦距 | 圆锥系数 |
| | | | | 折射率 | 色散系数 | 材质 | | |
| OBJ | 球面 | 无穷 | 无穷 | | | | | |
| STO | 球面 | 无穷 | -0.5193 | | | | | |
| S1 | 非球面 | 1.7341 | 0.7576 | 1.547 | 56.11 | 塑胶 | 3.62 | -0.9079 |
| S2 | 非球面 | 11.9690 | 0.0622 | | | | | 8.1954 |
| S3 | 非球面 | 14.2307 | 0.2400 | 1.668 | 20.40 | 塑胶 | -7.97 | 8.9539 |
| S4 | 非球面 | 3.8509 | 0.1379 | | | | | 0.8593 |
| S5 | 非球面 | 9.5420 | 0.3687 | 1.547 | 56.11 | 塑胶 | 16.93 | 7.3771 |
| S6 | 非球面 | -300.0000 | 0.2148 | | | | | 25.0000 |
| S7 | 非球面 | -359.5294 | 0.3205 | 1.646 | 23.49 | 塑胶 | -77.29 | 25.0000 |
| S8 | 非球面 | 58.0123 | 0.3326 | | | | | -6.6699 |
| S9 | 非球面 | -5.8794 | 0.2637 | 1.668 | 20.40 | 塑胶 | 42.10 | -87.8536 |
| S10 | 非球面 | -4.9514 | 0.4645 | | | | | -64.7339 |
| S11 | 非球面 | -4.7890 | 0.3888 | 1.547 | 56.11 | 塑胶 | 43.06 | -34.5685 |
| S12 | 非球面 | -4.0932 | 0.6565 | | | | | 1.6108 |
| S13 | 非球面 | -6.1442 | 0.5575 | 1.537 | 55.74 | 塑胶 | -4.30 | -8.2042 |
| S14 | 非面 | 3.8132 | 0.3047 | | | | | -23.0835 |
| S15 | 球面 | 无穷 | 0.1100 | 1.517 | 64.17 | 玻璃 | | |
| S16 | 球面 | 无穷 | 0.4000 | | | | | |
| S17 | 球面 | 无穷 | | | | | | |

[0105] 表5

[0106] 表5

| 面号 | A4 | A6 | A8 | A10 | A12 | A14 | A16 | A18 | A20 |
|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| S1 | 1.8835E-02 | -6.7617E-03 | 4.1328E-02 | -1.1066E-01 | 1.7959E-01 | -1.7967E-01 | 1.0719E-01 | -3.4964E-02 | 4.7430E-03 |
| S2 | -1.8584E-02 | 7.5922E-02 | -1.2052E-01 | 1.9402E-01 | -3.0806E-01 | 3.6702E-01 | -2.7206E-01 | 1.0776E-01 | -1.7272E-02 |
| S3 | -3.2669E-02 | 1.1867E-01 | -1.4474E-01 | 1.1632E-01 | -8.9686E-02 | 1.2734E-01 | -1.4310E-01 | 7.6914E-02 | -1.5153E-02 |
| S4 | -3.0886E-02 | 1.1365E-01 | -2.8070E-01 | 8.7269E-01 | -2.0019E+00 | 3.0540E+00 | -2.7666E+00 | 1.3189E+00 | -2.5367E-01 |
| S5 | -4.9099E-03 | 9.6632E-02 | -3.1254E-01 | 1.2123E+00 | -2.7438E+00 | 3.9843E+00 | -3.4607E+00 | 1.6113E+00 | -3.0785E-01 |
| S6 | -8.5866E-03 | -6.2319E-03 | 2.0396E-01 | -6.2898E-01 | 1.3790E+00 | -1.9020E+00 | 1.6612E+00 | -8.3140E-01 | 1.8530E-01 |
| S7 | -1.1112E-01 | -8.7982E-03 | -3.1786E-03 | 1.3490E-01 | -4.0397E-01 | 5.5412E-01 | -3.3997E-01 | 4.6097E-02 | 2.4862E-02 |
| S8 | -9.0678E-02 | -9.3694E-02 | 3.7555E-01 | -1.1205E+00 | 2.1453E+00 | -2.6293E+00 | 1.9935E+00 | -8.5083E-01 | 1.5650E-01 |
| S9 | -8.5062E-02 | -1.4915E-01 | 5.0469E-01 | -1.2998E+00 | 2.1157E+00 | -2.2676E+00 | 1.5197E+00 | -5.7730E-01 | 9.5399E-02 |
| S10 | -8.8232E-02 | -1.8564E-02 | 3.9334E-02 | -7.9994E-03 | -8.1871E-02 | 1.2907E-01 | -9.3440E-02 | 3.4516E-02 | -5.1021E-03 |
| S11 | -8.9608E-02 | -5.6749E-02 | -2.5995E-02 | 1.8732E-01 | -2.9151E-01 | 2.4834E-01 | -1.2262E-01 | 3.2279E-02 | -3.4547E-03 |
| S12 | 5.8891E-03 | -1.0585E-01 | 1.2123E-01 | -9.6358E-02 | 5.7342E-02 | -2.2556E-02 | 5.3626E-03 | -6.9584E-04 | 3.7787E-05 |
| S13 | -7.1730E-02 | 2.3332E-02 | -2.6061E-03 | 2.1195E-04 | -9.1134E-05 | 2.3442E-05 | -2.7785E-06 | 1.5982E-07 | -3.6607E-09 |
| S14 | -5.5129E-02 | 2.2645E-02 | -7.5932E-03 | 1.9155E-03 | -3.5703E-04 | 4.6379E-05 | -3.8555E-06 | 1.8058E-07 | -3.5745E-09 |

[0109] 表6

[0110] 图6A示出了实施例3的第一透镜系统的轴上色差曲线,其表示不同波长的光线经由镜头后的会聚焦点偏离。图6B示出了实施例3的第一透镜系统的象散曲线,其表示子午像面弯曲和弧矢像面弯曲。图6C示出了实施例3的第一透镜系统的畸变曲线,其表示不同像高对应的畸变大小值。图6D示出了实施例3的第一透镜系统的倍率色差曲线,其表示光线经由镜头后在成像面上的不同的像高的偏差。根据图6A至图6D可知,实施例3所给出的第一透镜系统能够实现良好的成像品质。

[0111] 实施例4

[0112] 以下参照图7至图8D描述了根据本申请实施例4的第一透镜系统。图7示出了根据本申请实施例4的第一透镜系统的结构示意图。

[0113] 如图7所示,第一透镜系统沿光轴由物侧至像侧依序包括:光阑ST0、第一透镜E1、第二透镜E2、第三透镜E3、第四透镜E4、第五透镜E5、第六透镜E6、第七透镜E7、滤光片E8和成像面S17。

[0114] 第一透镜E1具有正光焦距,其物侧面S1为凸面,像侧面S2为凹面。第二透镜E2具有负光焦距,其物侧面S3为凸面,像侧面S4为凹面。第三透镜E3具有正光焦距,其物侧面S5为凸面,像侧面S6为凹面。第四透镜E4具有正光焦距,其物侧面S7为凹面,像侧面S8为凸面。第五透镜E5具有正光焦距,其物侧面S9为凹面,像侧面S10为凸面。第六透镜E6具有正光焦距,其物侧面S11为凹面,像侧面S12为凸面。第七透镜E7具有负光焦距,其物侧面S13为凹面,像侧面S14为凹面。滤光片E8具有物侧面S15和像侧面S16。来自物体的光依序穿过各表面S1至S16并最终成像在成像面S17上。本实施例中,第一透镜E1至第七透镜E7均可作为塑胶材质的透镜。

[0115] 表7示出了实施例4的第一透镜系统的基本参数表,其中,曲率半径、厚度和焦距的单位均为毫米(mm)。表8示出了可用于实施例4中各非球面镜面的高次项系数,其中,各非球面型可由上述实施例1中给出的公式(1)限定。

实施例 4: $f_T=5.23\text{mm}$, $TTL_T=5.35\text{ mm}$, $ImgH_T=4.00\text{mm}$, $Semi-FOV_T=36.7^\circ$

| 面号 | 表面类型 | 曲率半径 | 厚度 | 材料 | | | 焦距 | 圆锥系数 |
|-----|------|-----------|---------|-------|-------|----|--------|----------|
| | | | | 折射率 | 色散系数 | 材质 | | |
| OBJ | 球面 | 无穷 | 无穷 | | | | | |
| STO | 球面 | 无穷 | -0.5208 | | | | | |
| S1 | 非球面 | 1.6837 | 0.7179 | 1.547 | 56.11 | 塑胶 | 3.54 | -0.9101 |
| S2 | 非球面 | 11.0415 | 0.0400 | | | | | 14.2580 |
| S3 | 非球面 | 10.5976 | 0.2483 | 1.668 | 20.40 | 塑胶 | -7.47 | 17.7507 |
| S4 | 非球面 | 3.3650 | 0.1258 | | | | | 1.1392 |
| S5 | 非球面 | 5.2668 | 0.3919 | 1.547 | 56.11 | 塑胶 | 20.75 | 3.1587 |
| S6 | 非球面 | 9.5765 | 0.2377 | | | | | 2.3037 |
| S7 | 非球面 | -477.0000 | 0.3438 | 1.646 | 23.49 | 塑胶 | 127.08 | 25.0000 |
| S8 | 非球面 | -70.0709 | 0.3441 | | | | | 25.0000 |
| S9 | 非球面 | -8.6649 | 0.2472 | 1.668 | 20.40 | 塑胶 | 84.45 | -60.0718 |
| S10 | 非球面 | -7.5984 | 0.4431 | | | | | -72.0306 |
| S11 | 非球面 | -4.9628 | 0.3128 | 1.547 | 56.11 | 塑胶 | 22.05 | -44.6946 |
| S12 | 非球面 | -3.5931 | 0.6748 | | | | | 1.4755 |
| S13 | 非球面 | -3.6150 | 0.4394 | 1.537 | 55.74 | 塑胶 | -3.75 | -7.1405 |
| S14 | 非球面 | 4.7400 | 0.2737 | | | | | -61.7230 |
| S15 | 球面 | 无穷 | 0.1100 | 1.517 | 64.17 | 玻璃 | | |
| S16 | 球面 | 无穷 | 0.4000 | | | | | |
| S17 | 球面 | 无穷 | | | | | | |

[0116]

[0117]

[0118] 表7

[0119]

| 面号 | A4 | A6 | A8 | A10 | A12 | A14 | A16 | A18 | A20 |
|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| S1 | 1.8869E-02 | -3.1379E-03 | 4.5685E-02 | -1.5786E-01 | 2.9471E-01 | -3.1988E-01 | 2.0012E-01 | -6.6982E-02 | 9.2292E-03 |
| S2 | -4.6314E-02 | 2.5994E-01 | -7.0561E-01 | 1.3969E+00 | -1.9939E+00 | 1.9020E+00 | -1.1129E+00 | 3.5523E-01 | -4.7035E-02 |
| S3 | -5.6917E-02 | 2.9214E-01 | -7.0069E-01 | 1.2416E+00 | -1.6706E+00 | 1.5983E+00 | -9.6869E-01 | 3.2375E-01 | -4.4886E-02 |
| S4 | -4.4586E-02 | 2.1174E-01 | -5.9354E-01 | 1.5125E+00 | -2.8936E+00 | 3.8219E+00 | -3.1016E+00 | 1.3562E+00 | -2.4274E-01 |
| S5 | -2.4836E-02 | 1.7572E-01 | -5.3748E-01 | 1.7808E+00 | -3.8292E+00 | 5.3206E+00 | -4.4540E+00 | 2.0196E+00 | -3.7915E-01 |
| S6 | -1.3124E-02 | -2.6043E-02 | 4.6846E-01 | -1.7585E+00 | 4.2742E+00 | -6.5202E+00 | 6.1367E+00 | -3.2375E+00 | 7.3786E-01 |
| S7 | -1.1269E-01 | 5.1747E-02 | -2.9189E-01 | 1.1382E+00 | -2.7388E+00 | 4.0175E+00 | -3.4652E+00 | 1.6008E+00 | -3.0160E-01 |
| S8 | -1.0396E-01 | -2.0984E-02 | 1.5699E-01 | -6.7539E-01 | 1.5526E+00 | -2.1469E+00 | 1.7808E+00 | -8.1617E-01 | 1.5891E-01 |
| S9 | -6.6384E-02 | -3.3166E-01 | 1.3587E+00 | -3.8377E+00 | 6.7036E+00 | -7.3652E+00 | 4.9086E+00 | -1.8111E+00 | 2.8466E-01 |
| S10 | -6.0282E-02 | -1.3445E-01 | 3.8963E-01 | -7.6593E-01 | 9.5266E-01 | -7.4506E-01 | 3.4830E-01 | -8.6993E-02 | 8.8239E-03 |
| S11 | -9.3076E-02 | -4.0807E-02 | -9.8316E-02 | 2.9418E-01 | -4.0076E-01 | 3.3453E-01 | -1.6951E-01 | 4.6842E-02 | -5.3242E-03 |
| S12 | 2.6201E-02 | -1.3260E-01 | 1.2754E-01 | -9.6843E-02 | 6.2621E-02 | -2.7441E-02 | 7.2169E-03 | -1.0306E-03 | 6.1579E-05 |
| S13 | -6.8813E-02 | 1.1862E-02 | 8.0183E-03 | -4.4015E-03 | 1.0536E-03 | -1.5081E-04 | 1.3587E-05 | -7.2367E-07 | 1.7525E-08 |
| S14 | -4.8631E-02 | 8.4969E-03 | 1.7151E-03 | -1.5069E-03 | 4.1274E-04 | -6.1412E-05 | 5.2674E-06 | -2.4420E-07 | 4.7399E-09 |

[0120] 表8

[0121] 图8A示出了实施例4的第一透镜系统的轴上色差曲线,其表示不同波长的光线经由镜头后的会聚焦点偏离。图8B示出了实施例4的第一透镜系统的象散曲线,其表示子午像面弯曲和弧矢像面弯曲。图8C示出了实施例4的第一透镜系统的畸变曲线,其表示不同像高对应的畸变大小值。图8D示出了实施例4的第一透镜系统的倍率色差曲线,其表示光线经由镜头后在成像面上的不同的像高的偏差。根据图8A至图8D可知,实施例4所给出的第一透镜系统能够实现良好的成像品质。

[0122] (二) 第二透镜系统

[0123] 根据本申请的第二透镜系统可包括例如七片具有光焦度的透镜,即,第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜和第七透镜。这七片透镜沿着第二透镜系

统的光轴由物侧至像侧依序排列。其中,第二透镜系统的第一透镜的物侧面可为凹面,像侧面可为凸面;第三透镜可具有正光焦度;第四透镜可具有负光焦度;第五透镜可具有正光焦度。

[0124] 在示例性实施方式中,第二透镜系统的第二透镜可具有正光焦度。

[0125] 在示例性实施方式中,第二透镜系统的第五透镜的像侧面可为凸面。

[0126] 在示例性实施方式中,第二透镜系统的第三透镜的像侧面可为凸面,并且第二透镜系统的第七透镜可具有负光焦度,其像侧面可为凹面。通过使第二透镜系统的第三透镜的像侧面为凸面并使第七透镜具有负光焦度且其像侧面为凹面,可以在加大通光量的同时有效降低边缘视场的像差;同时将第三透镜设置成具有正光焦度,有利于整个第二透镜系统的光焦度分配,避免光焦度的过度集中,同时还有助于第二透镜系统平衡垂轴色差和横向色差。

[0127] 在示例性实施方式中,本申请的电子成像装置可满足条件式 $0.1 < f_{5w} / (f_{2w} + f_{3w}) < 0.5$,其中, f_{5w} 为第二透镜系统的第五透镜的有效焦距, f_{2w} 为第二透镜系统的第二透镜的有效焦距, f_{3w} 为第二透镜系统的第三透镜的有效焦距。更具体地, f_{5w} 、 f_{2w} 和 f_{3w} 进一步可满足 $0.19 \leq f_{5w} / (f_{2w} + f_{3w}) \leq 0.35$ 。满足条件式 $0.1 < f_{5w} / (f_{2w} + f_{3w}) < 0.5$,可有效降低第二透镜系统的尺寸,还可进一步有效减小第二透镜系统的像差,降低第二透镜系统的敏感性,同时还可避免第二透镜系统的光焦度过度集中,可使第二透镜系统具有更好的加工工艺性。

[0128] 在示例性实施方式中,本申请的电子成像装置可满足条件式 $0.4 < (R_{7w} + R_{8w}) / f_{4w} < 0.9$,其中, R_{7w} 为第二透镜系统的第四透镜的物侧面的曲率半径, R_{8w} 为第二透镜系统的第四透镜的像侧面的曲率半径, f_{4w} 为第二透镜系统的第四透镜的有效焦距。更具体地, R_{7w} 、 R_{8w} 和 f_{4w} 进一步可满足 $0.48 \leq (R_{7w} + R_{8w}) / f_{4w} \leq 0.89$ 。满足条件式 $0.4 < (R_{7w} + R_{8w}) / f_{4w} < 0.9$,可以将第四透镜的物侧面与像侧面对场曲的贡献量控制在合理的范围内,以此可有效平衡后组透镜产生的场曲量,从而使第二透镜系统具有较好的色差矫正能力,并且有利于第二透镜系统保持其超薄的特性。可选地,第二透镜系统的第四透镜的物侧面可为凹面,像侧面可为凸面。

[0129] 在示例性实施方式中,本申请的电子成像装置可满足条件式 $0.8 < (R_{3w} + R_{4w}) / (R_{11w} + R_{12w}) < 1.3$,其中, R_{3w} 为第二透镜系统的第二透镜的物侧面的曲率半径, R_{4w} 为第二透镜系统的第二透镜的像侧面的曲率半径, R_{11w} 为第二透镜系统的第六透镜的物侧面的曲率半径, R_{12w} 为第二透镜系统的第六透镜的像侧面的曲率半径。更具体地, R_{3w} 、 R_{4w} 、 R_{11w} 和 R_{12w} 进一步可满足 $0.92 \leq (R_{3w} + R_{4w}) / (R_{11w} + R_{12w}) \leq 1.19$ 。满足条件式 $0.8 < (R_{3w} + R_{4w}) / (R_{11w} + R_{12w}) < 1.3$,可保证第二透镜和第六透镜具有更好的光线会聚作用,不仅有助于提升第二透镜系统的相对,还有助于提升第二透镜系统的相对照度;与此同时,还可使第二透镜系统的第二透镜和第六透镜保持良好的加工工艺性,提升第二透镜系统的实用性。可选地,第二透镜系统的第二透镜的物侧面可为凸面,像侧面可为凹面;第二透镜系统的第六透镜的物侧面可为凸面,像侧面可为凹面。

[0130] 在示例性实施方式中,上述第二透镜系统还可包括至少一个光阑。光阑可根据需要设置在适当位置处,例如设置在第一透镜与第二透镜之间。可选地,上述第二透镜系统还可包括用于校正色彩偏差的滤光片和/或用于保护位于成像面上的感光元件的保护玻璃。

[0131] 在本申请的实施方式中,第二透镜系统中的各透镜的镜面中的至少一个为非球面

镜面,即,第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜和第七透镜中的每个透镜的物侧面和像侧面中的至少一个为非球面镜面。可选地,第二透镜系统的第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜和第七透镜中的每个透镜的物侧面和像侧面均为非球面镜面。

[0132] 下面将参照图9至图16D对根据本申请的第二透镜系统的多个实施例进行进一步描述。

[0133] 实施例5

[0134] 以下参照图9至图10D描述了根据本申请实施例5的第二透镜系统。图9示出了根据本申请实施例5的第二透镜系统的结构示意图。

[0135] 如图9所示,第二透镜系统沿光轴由物侧至像侧依序包括:第一透镜E1、第二透镜E2、第三透镜E3、第四透镜E4、第五透镜E5、第六透镜E6、第七透镜E7、滤光片E8和成像面S17。

[0136] 第一透镜E1具有负光焦度,其物侧面S1为凹面,像侧面S2为凸面。第二透镜E2具有正光焦度,其物侧面S3为凸面,像侧面S4为凹面。第三透镜E3具有正光焦度,其物侧面S5为凸面,像侧面S6为凸面。第四透镜E4具有负光焦度,其物侧面S7为凹面,像侧面S8为凸面。第五透镜E5具有正光焦度,其物侧面S9为凸面,像侧面S10为凸面。第六透镜E6具有负光焦度,其物侧面S11为凸面,像侧面S12为凹面。第七透镜E7具有负光焦度,其物侧面S13为凸面,像侧面S14为凹面。滤光片E8具有物侧面S15和像侧面S16。来自物体的光依序穿过各表面S1至S16并最终成像在成像面S17上。本实施例中,第一透镜E1至第七透镜E7均可为塑胶材质的透镜。

[0137] 虽未示出,但可在第一透镜E1与第二透镜E2之间设置光阑以进一步提升镜头的成像质量。

[0138] 表9示出了实施例5的第二透镜系统的基本参数表,其中,曲率半径、厚度和焦距的单位均为毫米(mm)。表10示出了可用于实施例5中各非球面镜面的高次项系数,其中,各非球面面型可由上述实施例1中给出的公式(1)限定。

[0139]

实施例 5: $f_w=4.82$ mm, $TTL_w=6.98$ mm, $ImgH_w=5.95$ mm, $Semi-FOV_w=51.2^\circ$

| 面号 | 表面类型 | 曲率半径 | 厚度 | 材料 | | | 焦距 | 圆锥系数 |
|-----|------|---------|---------|------|------|----|---------|----------|
| | | | | 折射率 | 色散系数 | 材质 | | |
| OBJ | 球面 | 无穷 | 无穷 | | | | | |
| S1 | 非球面 | -3.8295 | 0.2500 | 1.67 | 20.4 | 塑胶 | -45.38 | -32.7516 |
| S2 | 非球面 | -4.4991 | 0.2500 | | | | | -55.5418 |
| STO | 球面 | 无穷 | -0.1949 | | | | | 0.0000 |
| S3 | 非球面 | 2.7512 | 0.4353 | 1.55 | 56.1 | 塑胶 | 11.78 | -0.8898 |
| S4 | 非球面 | 4.5380 | 0.3513 | | | | | -17.9024 |
| S5 | 非球面 | 14.6027 | 0.7345 | 1.54 | 55.9 | 塑胶 | 6.54 | -28.3715 |
| S6 | 非球面 | -4.5375 | 0.7875 | | | | | 4.4902 |
| S7 | 非球面 | -2.2411 | 0.2504 | 1.68 | 19.2 | 塑胶 | -7.30 | 0.0964 |
| S8 | 非球面 | -4.2836 | 0.1550 | | | | | -0.0737 |
| S9 | 非球面 | 53.3738 | 0.6000 | 1.55 | 56.1 | 塑胶 | 5.76 | 2.4573 |
| S10 | 非球面 | -3.3286 | 0.6096 | | | | | -0.8655 |
| S11 | 非球面 | 3.4856 | 0.3587 | 1.67 | 20.4 | 塑胶 | -752.79 | -2.6932 |
| S12 | 非球面 | 3.3191 | 0.9150 | | | | | -0.4005 |
| S13 | 非球面 | 3.8182 | 0.4800 | 1.55 | 56.1 | 塑胶 | -6.15 | -0.4655 |
| S14 | 非球面 | 1.7078 | 0.3494 | | | | | -1.1194 |
| S15 | 球面 | 无穷 | 0.2100 | 1.52 | 64.2 | 玻璃 | | |
| S16 | 球面 | 无穷 | 0.4336 | | | | | |
| S17 | 球面 | 无穷 | | | | | | |

[0140] 表9

[0141] 其中, f_w 为第二透镜系统的总有效焦距, TTL_w 为第二透镜系统的第一透镜E1的物侧面S1至第二透镜系统的成像面S17在第二透镜系统的光轴上的距离, $ImgH_w$ 为第二透镜系统的成像面S17上有效像素区域对角线长的一半, $Semi-FOV_w$ 为第二透镜系统的最大半视场角。

[0142]

| 面号 | A4 | A6 | A8 | A10 | A12 | A14 | A16 | A18 | A20 |
|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| S1 | -7.1500E-03 | 3.8157E-02 | -3.7120E-02 | 2.7936E-02 | -1.5540E-02 | 5.8100E-03 | -1.3700E-03 | 1.8400E-04 | -1.1000E-05 |
| S2 | -1.3330E-02 | 8.3411E-02 | -1.1078E-01 | 1.1283E-01 | -8.1560E-02 | 3.9402E-02 | -1.2080E-02 | 2.1090E-03 | -1.6000E-04 |
| S3 | -3.2550E-02 | 4.7258E-02 | -8.4570E-02 | 1.1522E-01 | -1.1082E-01 | 6.9209E-02 | -2.6800E-02 | 5.8050E-03 | -5.5000E-04 |
| S4 | -1.9910E-02 | 7.5080E-03 | -8.2100E-03 | 2.6740E-03 | 2.2100E-04 | -9.3000E-04 | 5.1300E-04 | -1.4000E-04 | 1.7400E-05 |
| S5 | -8.3700E-03 | -1.3160E-02 | 2.2787E-02 | -4.0810E-02 | 4.2087E-02 | -2.6520E-02 | 1.0013E-02 | -2.0400E-03 | 1.7200E-04 |
| S6 | -6.1900E-03 | -6.5400E-03 | 6.3860E-03 | -1.1750E-02 | 1.1662E-02 | -7.1500E-03 | 2.6720E-03 | -5.6000E-04 | 4.8800E-05 |
| S7 | -2.6000E-04 | -6.1000E-03 | 1.2890E-03 | 1.2776E-02 | -2.3450E-02 | 1.8574E-02 | -7.5300E-03 | 1.5360E-03 | -1.2000E-04 |
| S8 | -1.6590E-02 | -1.7420E-02 | 2.5839E-02 | -2.0640E-02 | 9.0080E-03 | -1.9900E-03 | 1.7600E-04 | 0.0000E+00 | 0.0000E+00 |
| S9 | 6.1200E-03 | -1.4510E-02 | 1.0993E-02 | -5.4500E-03 | 1.4610E-03 | -2.1000E-04 | 1.7200E-05 | -1.5000E-06 | 1.0300E-07 |
| S10 | 3.5066E-02 | -1.7350E-02 | 4.9340E-03 | 1.9430E-03 | -2.2700E-03 | 8.3000E-04 | -1.5000E-04 | 1.3500E-05 | -4.8000E-07 |
| S11 | 3.3975E-02 | -3.8940E-02 | 1.5805E-02 | -4.7900E-03 | 1.1750E-03 | -2.2000E-04 | 2.7400E-05 | -1.9000E-06 | 5.2000E-08 |
| S12 | 2.5975E-02 | -3.7120E-02 | 1.3214E-02 | -2.7300E-03 | 3.4700E-04 | -2.7000E-05 | 1.2500E-06 | -3.2000E-08 | 3.4200E-10 |
| S13 | -9.9570E-02 | 5.6760E-03 | 4.3000E-03 | -1.2100E-03 | 1.5500E-04 | -1.1000E-05 | 4.8500E-07 | -1.1000E-08 | 1.1400E-10 |
| S14 | -1.0338E-01 | 2.1982E-02 | -2.9000E-03 | 2.5200E-04 | -1.5000E-05 | 5.6200E-07 | -1.4000E-08 | 1.9600E-10 | -1.2000E-12 |

[0143] 表10

[0144] 图10A示出了实施例5的第二透镜系统的轴上色差曲线,其表示不同波长的光线经由镜头后的会聚焦点偏离。图10B示出了实施例5的第二透镜系统的象散曲线,其表示子午像面弯曲和弧矢像面弯曲。图10C示出了实施例5的第二透镜系统的畸变曲线,其表示不同视场角对应的畸变大小值。图10D示出了实施例5的第二透镜系统的倍率色差曲线,其表示光线经由镜头后在成像面上的不同的像高的偏差。根据图10A至图10D可知,实施例5所给出的第二透镜系统能够实现良好的成像品质。

[0145] 实施例6

[0146] 以下参照图11至图12D描述了根据本申请实施例6的第二透镜系统。图11示出了根据本申请实施例6的第二透镜系统的结构示意图。

[0147] 如图11所示,第二透镜系统沿光轴由物侧至像侧依序包括:第一透镜E1、第二透镜E2、第三透镜E3、第四透镜E4、第五透镜E5、第六透镜E6、第七透镜E7、滤光片E8和成像面S17。

[0148] 第一透镜E1具有正光焦度,其物侧面S1为凹面,像侧面S2为凸面。第二透镜E2具有正光焦度,其物侧面S3为凸面,像侧面S4为凹面。第三透镜E3具有正光焦度,其物侧面S5为凸面,像侧面S6为凸面。第四透镜E4具有负光焦度,其物侧面S7为凹面,像侧面S8为凸面。第五透镜E5具有正光焦度,其物侧面S9为凸面,像侧面S10为凸面。第六透镜E6具有正光焦度,其物侧面S11为凸面,像侧面S12为凹面。第七透镜E7具有负光焦度,其物侧面S13为凸面,像侧面S14为凹面。滤光片E8具有物侧面S15和像侧面S16。来自物体的光依序穿过各表面S1至S16并最终成像在成像面S17上。本实施例中,第一透镜E1至第七透镜E7均可为塑胶材质的透镜。

[0149] 虽未示出,但可在第一透镜E1与第二透镜E2之间设置光阑以进一步提升镜头的成像质量。

[0150] 表11示出了实施例6的第二透镜系统的基本参数表,其中,曲率半径、厚度和焦距的单位均为毫米(mm)。表12示出了可用于实施例6中各非球面镜面的高次项系数,其中,各非球面面型可由上述实施例1中给出的公式(1)限定。

[0151]

| 实施例 6: $f_w=5.38 \text{ mm}$, $TTL_w=7.88 \text{ mm}$, $ImgH_w=6.30 \text{ mm}$, $Semi-FOV_w=49.7^\circ$ | | | | | | | | |
|---|------|----------|--------|------|------|----|--------|----------|
| 面号 | 表面类型 | 曲率半径 | 厚度 | 材料 | | | 焦距 | 圆锥系数 |
| | | | | 折射率 | 色散系数 | 材质 | | |
| OBJ | 球面 | 无穷 | 无穷 | | | | | |
| S1 | 非球面 | -44.7930 | 0.2593 | 1.67 | 20.4 | 塑胶 | 457.59 | -80.0000 |
| S2 | 非球面 | -39.2302 | 0.2992 | | | | | -80.0000 |
| STO | 球面 | 无穷 | 0.0050 | | | | | 0.0000 |
| S3 | 非球面 | 3.3340 | 0.3979 | 1.55 | 56.1 | 塑胶 | 33.26 | -1.1504 |
| S4 | 非球面 | 3.9117 | 0.3129 | | | | | -12.7035 |
| S5 | 非球面 | 9.5285 | 0.8357 | 1.54 | 55.9 | 塑胶 | 5.69 | -8.9854 |
| S6 | 非球面 | -4.3550 | 0.7742 | | | | | 4.2446 |
| S7 | 非球面 | -2.1591 | 0.3023 | 1.68 | 19.2 | 塑胶 | -7.82 | 0.0996 |
| S8 | 非球面 | -3.8501 | 0.2104 | | | | | 0.3099 |
| S9 | 非球面 | 54.8032 | 0.5698 | 1.55 | 56.1 | 塑胶 | 7.52 | 2.4573 |
| S10 | 非球面 | -4.4203 | 0.6964 | | | | | -0.0300 |
| S11 | 非球面 | 3.6960 | 0.4719 | 1.67 | 20.4 | 塑胶 | 537.86 | -3.9355 |
| S12 | 非球面 | 3.5439 | 1.1931 | | | | | -0.3396 |
| S13 | 非球面 | 5.5741 | 0.6200 | 1.55 | 56.1 | 塑胶 | -7.42 | -0.4073 |
| S14 | 非球面 | 2.2534 | 0.3297 | | | | | -1.0710 |
| S15 | 球面 | 无穷 | 0.2100 | 1.52 | 64.2 | 玻璃 | | |
| S16 | 球面 | 无穷 | 0.3875 | | | | | |
| S17 | 球面 | 无穷 | | | | | | |

[0152] 表11

[0153]

| 面号 | A4 | A6 | A8 | A10 | A12 | A14 | A16 | A18 | A20 |
|----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| S1 | 9.3630E-03 | 3.1610E-03 | 1.0227E-02 | -1.7640E-02 | 1.3945E-02 | -6.3000E-03 | 1.6200E-03 | -2.2000E-04 | 1.2046E-05 |
| S2 | 9.6670E-03 | 1.7873E-02 | -5.5200E-03 | -6.1200E-03 | 8.9995E-03 | -5.0300E-03 | 1.2470E-03 | -1.0000E-04 | -2.7334E-06 |
| S3 | -3.3280E-02 | 4.7216E-02 | -8.4700E-02 | 1.1570E-01 | -1.1083E-01 | 6.9209E-02 | -2.6800E-02 | 5.8050E-03 | -5.5310E-04 |
| S4 | -1.8650E-02 | 7.5770E-03 | -7.7800E-03 | 3.0830E-03 | 1.5001E-04 | -9.3000E-04 | 5.1300E-04 | -1.4000E-04 | 1.7366E-05 |
| S5 | -1.6260E-02 | -1.7900E-03 | -9.0100E-03 | 2.2774E-02 | -2.8657E-02 | 1.9548E-02 | -7.3300E-03 | 1.4210E-03 | -1.1058E-04 |

| | | | | | | | | | |
|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| S6 | -8.5100E-03 | +1.0700E-02 | 1.5760E-02 | +2.3670E-02 | 2.2976E-02 | -1.3970E-02 | 5.0820E-03 | +1.0000E-03 | 8.1608E-05 |
| S7 | -9.9100E-03 | 6.1010E-03 | -8.1500E-03 | 5.4960E-03 | -2.3768E-03 | 1.4860E-03 | -8.2000E-04 | 2.3600E-04 | -2.4901E-05 |
| S8 | -2.3270E-02 | 6.2100E-04 | 2.1270E-03 | +1.7700E-03 | 8.6300E-04 | -2.2570E-04 | 2.4848E-05 | 0.0000E+00 | 0.0000E+00 |
| S9 | 1.0713E-02 | +2.3170E-02 | 1.5976E-02 | +6.4400E-03 | 1.5153E-03 | -2.0000E-04 | 1.3200E-05 | -2.6000E-09 | -3.5073E-08 |
| S10 | 3.6562E-02 | +2.7560E-02 | 1.3286E-02 | +3.3900E-03 | 3.1625E-04 | 4.2400E-05 | -1.4000E-05 | 1.2700E-06 | -4.1883E-08 |
| S11 | 9.4900E-03 | -1.7830E-02 | 7.1580E-03 | +2.0500E-03 | 4.2730E-04 | -6.5000E-05 | 6.6500E-06 | -3.8000E-07 | 8.9813E-09 |
| S12 | -9.9400E-03 | -8.5600E-03 | 3.0040E-03 | +5.8000E-04 | 6.3709E-05 | -3.9000E-06 | 1.2500E-07 | -1.6000E-09 | -2.4189E-12 |
| S13 | -7.7310E-02 | 6.9040E-03 | 1.6020E-03 | +5.2000E-04 | 6.7285E-05 | -4.9000E-06 | 2.0900E-07 | -4.9000E-09 | 4.9026E-11 |
| S14 | -6.4280E-02 | 1.1511E-02 | -1.4100E-03 | 1.2000E-04 | -7.0472E-06 | 2.7400E-07 | -6.7000E-09 | 9.2400E-11 | -5.4953E-13 |

[0154] 表12

[0155] 图12A示出了实施例6的第二透镜系统的轴上色差曲线,其表示不同波长的光线经由镜头后的会聚焦点偏离。图12B示出了实施例6的第二透镜系统的象散曲线,其表示子午像面弯曲和弧矢像面弯曲。图12C示出了实施例6的第二透镜系统的畸变曲线,其表示不同视场角对应的畸变大小值。图12D示出了实施例6的第二透镜系统的倍率色差曲线,其表示光线经由镜头后在成像面上的不同的像高的偏差。根据图12A至图12D可知,实施例6所给出的第二透镜系统能够实现良好的成像品质。

[0156] 实施例7

[0157] 以下参照图13至图14D描述了根据本申请实施例7的第二透镜系统。图13示出了根据本申请实施例7的第二透镜系统的结构示意图。

[0158] 如图13所示,第二透镜系统沿光轴由物侧至像侧依序包括:第一透镜E1、第二透镜E2、第三透镜E3、第四透镜E4、第五透镜E5、第六透镜E6、第七透镜E7、滤光片E8和成像面S17。

[0159] 第一透镜E1具有负光焦度,其物侧面S1为凹面,像侧面S2为凸面。第二透镜E2具有正光焦度,其物侧面S3为凸面,像侧面S4为凹面。第三透镜E3具有正光焦度,其物侧面S5为凸面,像侧面S6为凸面。第四透镜E4具有负光焦度,其物侧面S7为凹面,像侧面S8为凸面。第五透镜E5具有正光焦度,其物侧面S9为凹面,像侧面S10为凸面。第六透镜E6具有正光焦度,其物侧面S11为凸面,像侧面S12为凹面。第七透镜E7具有负光焦度,其物侧面S13为凸面,像侧面S14为凹面。滤光片E8具有物侧面S15和像侧面S16。来自物体的光依序穿过各表面S1至S16并最终成像在成像面S17上。本实施例中,第一透镜E1至第七透镜E7均可为塑胶材质的透镜。

[0160] 虽未示出,但可在第一透镜E1与第二透镜E2之间设置光阑以进一步提升镜头的成像质量。

[0161] 表13示出了实施例7的第二透镜系统的基本参数表,其中,曲率半径、厚度和焦距的单位均为毫米(mm)。表14示出了可用于实施例7中各非球面镜面的高次项系数,其中,各非球面面型可由上述实施例1中给出的公式(1)限定。

[0162]

| 实施例 7: $f_w=5.49$ mm, $TTL_w=7.84$ mm, $ImgH_w=6.63$ mm, $Semi-FOV_w=51.0^\circ$ | | | | | | | | |
|--|------|---------|--------|------|------|----|--------|----------|
| 面号 | 表面类型 | 曲率半径 | 厚度 | 材料 | | | 焦距 | 圆锥系数 |
| | | | | 折射率 | 色散系数 | 材质 | | |
| OBJ | 球面 | 无穷 | 无穷 | | | | | |
| S1 | 非球面 | -5.3733 | 0.2540 | 1.67 | 20.4 | 塑胶 | -96.63 | -35.3088 |

[0163]

| | | | | | | | | |
|-----|-----|----------|---------|-------|------|----|-------|----------|
| S2 | 非球面 | -5.9733 | 0.4407 | | | | | -52.7030 |
| STO | 球面 | 无穷 | -0.3064 | | | | | 0.0000 |
| S3 | 非球面 | 3.1060 | 0.5440 | 1.55 | 56.1 | 塑胶 | 15.10 | -0.1103 |
| S4 | 非球面 | 4.6759 | 0.3322 | | | | | -11.5688 |
| S5 | 非球面 | 10.0300 | 0.8103 | 1.54 | 55.9 | 塑胶 | 7.40 | 12.6389 |
| S6 | 非球面 | -6.3929 | 0.8845 | | | | | 4.4320 |
| S7 | 非球面 | -2.1655 | 0.2911 | 1.68 | 19.2 | 塑胶 | -8.64 | 0.1177 |
| S8 | 非球面 | -3.6239 | 0.0911 | | | | | 0.0708 |
| S9 | 非球面 | -32.4752 | 0.5714 | 1.55, | 56.1 | 塑胶 | 7.87 | 2.4573 |
| S10 | 非球面 | -3.8181 | 0.4568 | | | | | -0.2776 |
| S11 | 非球面 | 3.2835 | 0.5102 | 1.67 | 20.4 | 塑胶 | 84.06 | -3.4625 |
| S12 | 非球面 | 3.2712 | 1.1677 | | | | | -0.3894 |
| S13 | 非球面 | 4.9155 | 0.7021 | 1.55 | 56.1 | 塑胶 | -7.61 | -0.3340 |
| S14 | 非球面 | 2.1380 | 0.3804 | | | | | -1.0336 |
| S15 | 球面 | 无穷 | 0.2100 | 1.52 | 64.2 | 玻璃 | | |
| S16 | 球面 | 无穷 | 0.5000 | | | | | |
| S17 | 球面 | 无穷 | | | | | | |

[0164] 表13

[0165]

| 面号 | A4 | A6 | A8 | A10 | A12 | A14 | A16 | A18 | A20 |
|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| S1 | -7.4000E-04 | 1.5996E-02 | -7.9600E-03 | 2.5550E-03 | -5.7000E-04 | 5.8100E-05 | 8.3000E-06 | -3.3000E-06 | 2.8862E-07 |
| S2 | -7.0300E-03 | 4.5576E-02 | -4.2640E-02 | 3.0271E-02 | -1.5050E-02 | 4.8270E-03 | -9.2000E-04 | 8.6400E-05 | -2.4771E-06 |
| S3 | -2.8440E-02 | 4.8268E-02 | -8.5320E-02 | 1.1628E-01 | -1.1082E-01 | 6.9200E-02 | -2.6800E-02 | 5.8090E-03 | -5.3768E-04 |
| S4 | -2.0320E-02 | 8.4450E-03 | -5.9700E-03 | 2.1830E-03 | 2.4500E-04 | -9.1000E-04 | 5.1800E-04 | -1.4000E-04 | 1.6648E-05 |
| S5 | -1.1660E-02 | 2.3500E-05 | -5.9800E-03 | 1.1885E-02 | -1.3190E-02 | 8.3910E-03 | -3.0500E-03 | 5.8300E-04 | -4.5008E-05 |
| S6 | -8.2200E-03 | 1.8800E-04 | -3.0000E-03 | 3.2340E-03 | -2.7900E-03 | 1.4570E-03 | -4.3000E-04 | 6.0300E-05 | -2.8115E-06 |
| S7 | -2.9910E-02 | 4.5740E-02 | -6.6030E-02 | 8.5586E-02 | -7.3050E-02 | 3.7844E-02 | -1.1520E-02 | 1.8990E-03 | -1.3029E-04 |
| S8 | -2.8780E-02 | -1.1300E-02 | 2.9251E-02 | -2.0120E-02 | 6.7880E-03 | -1.1600E-03 | 8.2378E-05 | 0.0000E+00 | 0.0000E+00 |
| S9 | 2.9704E-02 | -4.3430E-02 | 3.4133E-02 | -1.7050E-02 | 5.5160E-03 | -1.1800E-03 | 1.6100E-04 | -1.3000E-05 | 4.7391E-07 |
| S10 | 4.0280E-02 | -1.5170E-02 | -3.2300E-03 | 6.4370E-03 | -3.1700E-03 | 8.3200E-04 | -1.2000E-04 | 1.0000E-05 | -3.3602E-07 |
| S11 | 1.0910E-03 | -3.8000E-03 | 6.7900E-04 | -2.6000E-04 | 6.4700E-05 | -7.8000E-06 | 2.8300E-07 | 1.8500E-08 | -1.2625E-09 |
| S12 | -1.9040E-02 | 5.9160E-03 | -3.1900E-03 | 8.0600E-04 | -1.2000E-04 | 1.0600E-05 | -5.7000E-07 | 1.6500E-08 | -2.0115E-10 |
| S13 | -8.1880E-02 | 1.7451E-02 | -3.4100E-03 | 5.4600E-04 | -5.8000E-05 | 3.9000E-06 | -1.6000E-07 | 3.5100E-09 | -3.3333E-11 |
| S14 | -7.7480E-02 | 1.8038E-02 | -3.0600E-03 | 3.4000E-04 | -2.4000E-05 | 1.1100E-06 | -3.1000E-08 | 4.9500E-10 | -3.3842E-12 |

[0166] 表14

[0167] 图14A示出了实施例7的第二透镜系统的轴上色差曲线,其表示不同波长的光线经由镜头后的会聚焦点偏离。图14B示出了实施例7的第二透镜系统的象散曲线,其表示子午像面弯曲和弧矢像面弯曲。图14C示出了实施例7的第二透镜系统的畸变曲线,其表示不同视场角对应的畸变大小值。图14D示出了实施例7的第二透镜系统的倍率色差曲线,其表示光线经由镜头后在成像面上的不同的像高的偏差。根据图14A至图14D可知,实施例7所给出的第二透镜系统能够实现良好的成像品质。

[0168] 实施例8

[0169] 以下参照图15至图16D描述了根据本申请实施例8的第二透镜系统。图15示出了根据本申请实施例8的第二透镜系统的结构示意图。

[0170] 如图15所示,第二透镜系统沿光轴由物侧至像侧依序包括:第一透镜E1、第二透镜E2、第三透镜E3、第四透镜E4、第五透镜E5、第六透镜E6、第七透镜E7、滤光片E8和成像面S17。

[0171] 第一透镜E1具有正光焦距,其物侧面S1为凹面,像侧面S2为凸面。第二透镜E2具有正光焦距,其物侧面S3为凸面,像侧面S4为凹面。第三透镜E3具有正光焦距,其物侧面S5为

凹面,像侧面S6为凸面。第四透镜E4具有负光焦度,其物侧面S7为凹面,像侧面S8为凸面。第五透镜E5具有正光焦度,其物侧面S9为凹面,像侧面S10为凸面。第六透镜E6具有负光焦度,其物侧面S11为凸面,像侧面S12为凹面。第七透镜E7具有负光焦度,其物侧面S13为凹面,像侧面S14为凹面。滤光片E8具有物侧面S15和像侧面S16。来自物体的光依序穿过各表面S1至S16并最终成像在成像面S17上。本实施例中,第一透镜E1至第七透镜E7均可为塑胶材质的透镜。

[0172] 虽未示出,但可在第一透镜E1与第二透镜E2之间设置光阑以进一步提升镜头的成像质量。

[0173] 表15示出了实施例8的第二透镜系统的基本参数表,其中,曲率半径、厚度和焦距的单位均为毫米(mm)。表16示出了可用于实施例8中各非球面镜面的高次项系数,其中,各非球面面型可由上述实施例1中给出的公式(1)限定。

[0174]

| 实施例 8: $f_w=5.64$ mm, $TTL_w=7.90$ mm, $ImgH_w=6.54$ mm, $Semi-FOV_w=50.0^\circ$ | | | | | | | | |
|--|------|----------|---------|------|------|----|--------|---------|
| 面号 | 表面类型 | 曲率半径 | 厚度 | 材料 | | | 焦距 | 圆锥系数 |
| | | | | 折射率 | 色散系数 | 材质 | | |
| OBJ | 球面 | 无穷 | 无穷 | | | | | |
| S1 | 非球面 | -14.9398 | 0.2897 | 1.65 | 23.5 | 塑胶 | 416.06 | 26.5440 |
| S2 | 非球面 | -14.2590 | 0.4771 | | | | | 14.1208 |
| STO | 球面 | 无穷 | -0.4344 | | | | | 0.0000 |
| S3 | 非球面 | 2.7898 | 0.6198 | 1.55 | 56.1 | 塑胶 | 9.04 | 0.3111 |
| S4 | 非球面 | 5.9142 | 0.5246 | | | | | 4.7299 |
| S5 | 非球面 | -60.6335 | 0.6166 | 1.55 | 56.1 | 塑胶 | 15.42 | 98.5117 |
| S6 | 非球面 | -7.4206 | 0.3532 | | | | | 14.6342 |
| S7 | 非球面 | -6.6672 | 0.4172 | 1.68 | 19.2 | 塑胶 | -34.19 | -3.8312 |
| S8 | 非球面 | -9.5981 | 0.7034 | | | | | 2.5772 |
| S9 | 非球面 | -4.1844 | 0.8973 | 1.55 | 56.1 | 塑胶 | 5.19 | -3.8018 |
| S10 | 非球面 | -1.8164 | 0.0353 | | | | | -1.4001 |
| S11 | 非球面 | 5.8851 | 0.6273 | 1.68 | 19.2 | 塑胶 | -15.09 | 0.9382 |
| S12 | 非球面 | 3.5741 | 1.0624 | | | | | -1.1404 |
| S13 | 非球面 | -7.5624 | 0.6538 | 1.54 | 55.9 | 塑胶 | -4.77 | -8.4161 |
| S14 | 非球面 | 3.9932 | 0.4590 | | | | | -0.9362 |
| S15 | 球面 | 无穷 | 0.2100 | 1.52 | 64.2 | 玻璃 | | |
| S16 | 球面 | 无穷 | 0.3872 | | | | | |
| S17 | 球面 | 无穷 | | | | | | |

[0175] 表15

[0176]

| 面号 | A4 | A6 | A8 | A10 | A12 | A14 | A16 | A18 | A20 |
|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| S1 | 1.5748E-02 | -6.1008E-05 | -8.2000E-04 | 1.1930E-03 | -6.4107E-04 | 1.5700E-04 | -1.2000E-05 | -1.6000E-06 | 2.4800E-07 |
| S2 | 2.9984E-02 | -2.0529E-02 | 2.8985E-02 | -2.6880E-02 | 1.7261E-02 | -7.4400E-03 | 2.0340E-03 | -3.2000E-04 | 2.1300E-05 |
| S3 | 8.3716E-03 | -1.6103E-02 | 1.9049E-02 | -8.3300E-03 | -3.5685E-03 | 7.4650E-03 | -4.5500E-03 | 1.3390E-03 | -1.6000E-04 |
| S4 | -9.3521E-03 | -2.7242E-02 | 1.1174E-01 | -2.4132E-01 | 3.1575E-01 | -2.5273E-01 | 1.2102E-01 | -3.1760E-02 | 3.5000E-03 |
| S5 | -2.1481E-02 | 2.4789E-02 | -9.3620E-02 | 1.8865E-01 | -2.3299E-01 | 1.7920E-01 | -8.3790E-02 | 2.1796E-02 | -2.4300E-03 |
| S6 | -2.8713E-02 | -7.1822E-03 | 1.7838E-02 | -2.9640E-02 | 3.1411E-02 | -2.0430E-02 | 8.0310E-03 | -1.8000E-03 | 1.7600E-04 |
| S7 | -7.0263E-02 | 5.6532E-02 | -1.6170E-01 | 2.5228E-01 | -2.4099E-01 | 1.4505E-01 | -5.3320E-02 | 1.0858E-02 | -9.3000E-04 |
| S8 | -3.5424E-02 | 1.9045E-02 | -3.3970E-02 | 3.4784E-02 | -2.1727E-02 | 8.6570E-03 | -2.1500E-03 | 3.0100E-04 | -1.8000E-05 |
| S9 | -8.7899E-03 | 2.6278E-02 | -2.3570E-02 | 1.2364E-02 | -4.2760E-03 | 9.6900E-04 | -1.4000E-04 | 1.1000E-05 | -3.7000E-07 |
| S10 | 2.3354E-02 | -7.1662E-03 | 5.4900E-04 | 9.0100E-04 | -4.9083E-04 | 1.2500E-04 | -1.8000E-05 | 1.2800E-06 | -3.8000E-08 |
| S11 | 3.4333E-03 | -1.4162E-02 | 5.0660E-03 | -1.1300E-03 | 1.6797E-04 | -1.8000E-05 | 1.3900E-06 | -6.6000E-08 | 1.3600E-09 |

| | | | | | | | | | | |
|--------|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| [0177] | S12 | -1.6563E-02 | -3.6001E-03 | 1.6340E-03 | -3.2000E-04 | 3.7188E-05 | -2.6000E-06 | 1.1400E-07 | -2.8000E-09 | 2.9100E-11 |
| | S13 | -8.8237E-03 | -3.7085E-03 | 1.1750E-03 | -1.4000E-04 | 9.4877E-06 | -3.9000E-07 | 9.5700E-09 | -1.3000E-10 | 7.8100E-13 |
| | S14 | -3.2948E-02 | 5.1491E-03 | -6.9000E-04 | 6.9200E-05 | -4.9128E-06 | 2.3400E-07 | -7.0000E-09 | 1.2100E-10 | -8.9000E-13 |

[0178] 表16

[0179] 图16A示出了实施例8的第二透镜系统的轴上色差曲线,其表示不同波长的光线经由镜头后的会聚焦点偏离。图16B示出了实施例8的第二透镜系统的象散曲线,其表示子午像面弯曲和弧矢像面弯曲。图16C示出了实施例8的第二透镜系统的畸变曲线,其表示不同视场角对应的畸变大小值。图16D示出了实施例8的第二透镜系统的倍率色差曲线,其表示光线经由镜头后在成像面上的不同的像高的偏差。根据图16A至图16D可知,实施例8所给出的第二透镜系统能够实现良好的成像品质。

[0180] 综上,实施例1至实施例8分别满足表17中所示的关系。

[0181]

| 条件式/实施例 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Semi-FOV _T (°) | 37.1 | 37.1 | 37.5 | 36.7 | | | | |
| Semi-FOV _W (°) | | | | | 51.2 | 49.7 | 51.0 | 50.0 |
| f _T (mm) | 5.36 | 5.39 | 5.35 | 5.23 | | | | |
| f _W (mm) | | | | | 4.82 | 5.38 | 5.49 | 5.64 |
| TTL _T /ImgH _T | 1.33 | 1.37 | 1.34 | 1.34 | | | | |
| TTL _W /ImgH _W | | | | | 1.17 | 1.25 | 1.18 | 1.21 |
| f7 _T /f _T | -0.88 | -0.76 | -0.80 | -0.72 | | | | |
| f7 _W /f _W | | | | | -1.28 | -1.38 | -1.39 | -0.85 |
| (CT1 _T +CT2 _T)/TTL _T ×5 | 0.90 | 0.85 | 0.90 | 0.91 | | | | |
| (CT1 _W +CT2 _W)/TTL _W ×5 | | | | | 0.49 | 0.42 | 0.50 | 0.58 |
| f1 _T /f2 _T | -0.49 | -0.41 | -0.45 | -0.47 | | | | |
| (R2 _T -R1 _T)/(R3 _T -R4 _T) | 1.29 | 0.78 | 0.99 | 1.29 | | | | |
| (R11 _T +R12 _T)/(R9 _T +R10 _T) | 0.89 | 0.86 | 0.82 | 0.53 | | | | |
| f _T /EPD _T | 2.06 | 2.10 | 2.06 | 2.05 | | | | |
| f5 _W /(f2 _W +f3 _W) | | | | | 0.31 | 0.19 | 0.35 | 0.21 |
| (R7 _W +R8 _W)/f4 _W | | | | | 0.89 | 0.77 | 0.67 | 0.48 |
| (R3 _W +R4 _W)/(R11 _W +R12 _W) | | | | | 1.07 | 1.00 | 1.19 | 0.92 |

[0182] 表17

[0183] 虽然上文中对第一透镜系统和第二透镜系统均以包括七片透镜为例进行了描述,但本领域的技术人员应当理解,在未背离本申请要求保护的技术方案的情况下,可改变构成第一透镜系统和/或第二透镜系统的透镜数量。如果需要,第一透镜系统和第二透镜系统还可包括其它数量的透镜。同时,在不背离本申请的精神和范围的情况下,上文所提及的第一透镜系统和第二透镜系统的各个实施例可进行任意组合以获得本说明书中描述的各个结果和优点。

[0184] 同样地,虽然本申请所公开的电子成像装置包括有两个取像装置,然而,应理解的是,电子成像装置所搭载的取像装置的数量仅为示例,而不应对本申请进行限制。如果需要,电子成像装置还可包括其它数量的取像装置。

[0185] 以上描述仅为本申请的较佳实施例以及对所运用技术原理的说明。本领域技术人

员应当理解,本申请中所涉及的发明范围,并不限于上述技术特征的特定组合而成的技术方案,同时也应涵盖在不脱离所述发明构思的情况下,由上述技术特征或其等同特征进行任意组合而形成的其它技术方案。例如上述特征与本申请中公开的(但不限于)具有类似功能的技术特征进行互相替换而形成的技术方案。

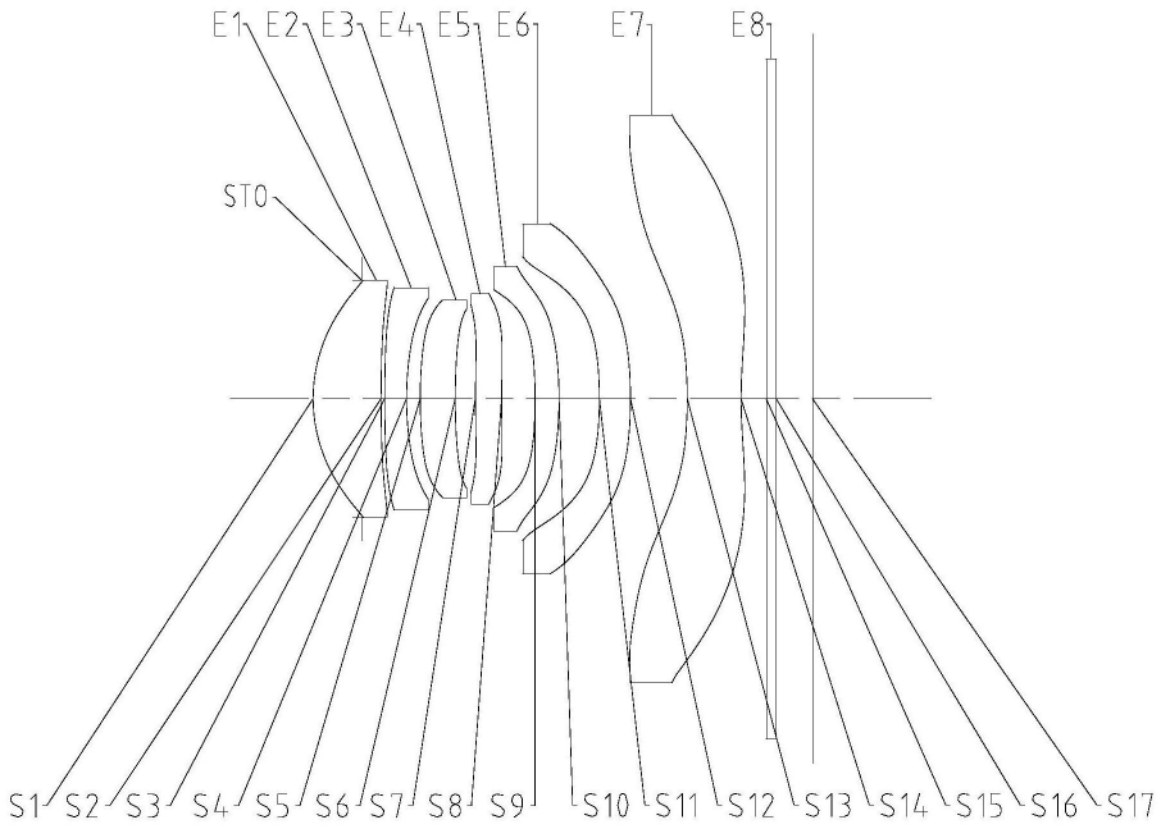


图1

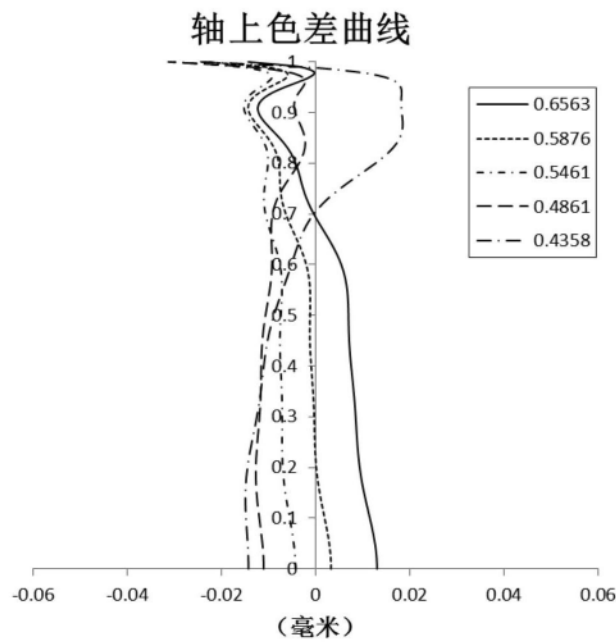


图2A

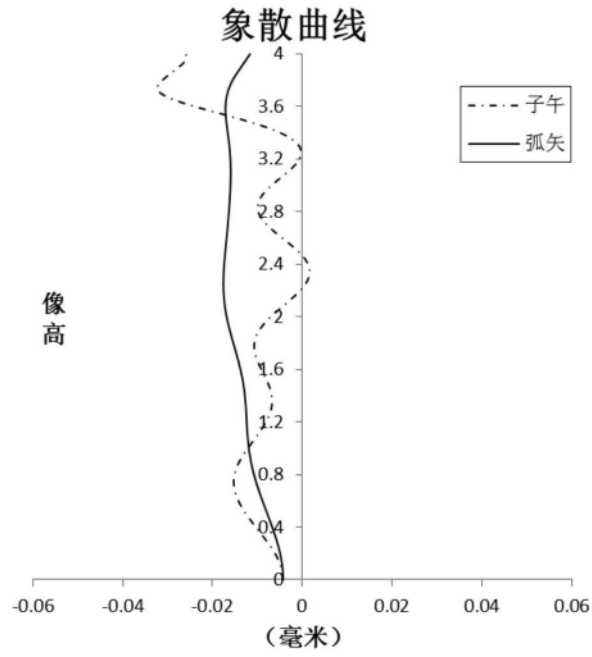


图2B

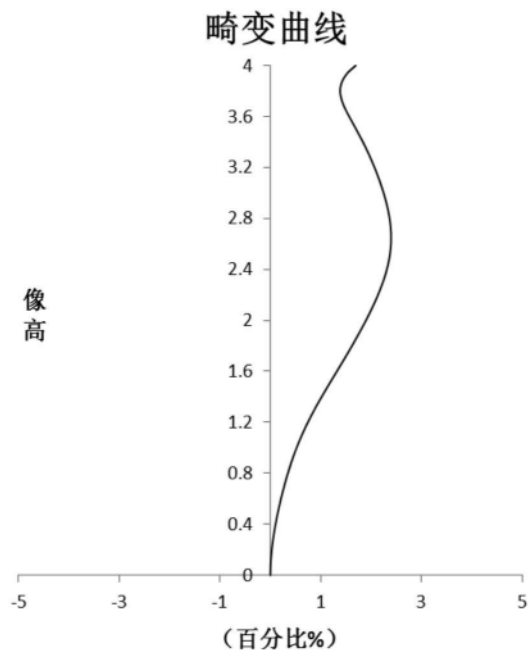


图2C

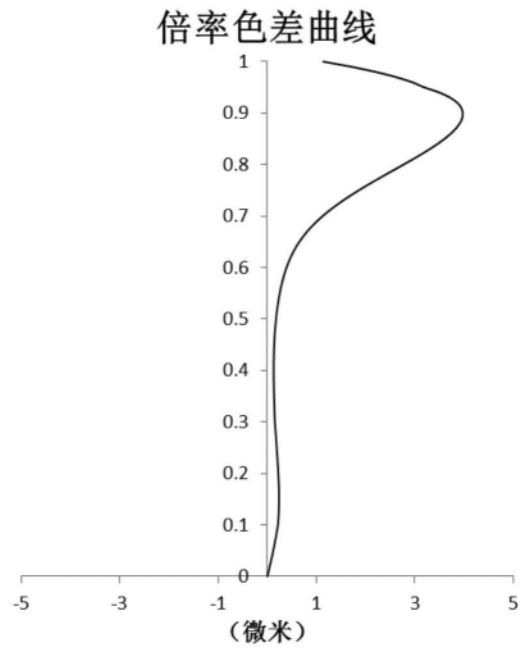


图2D

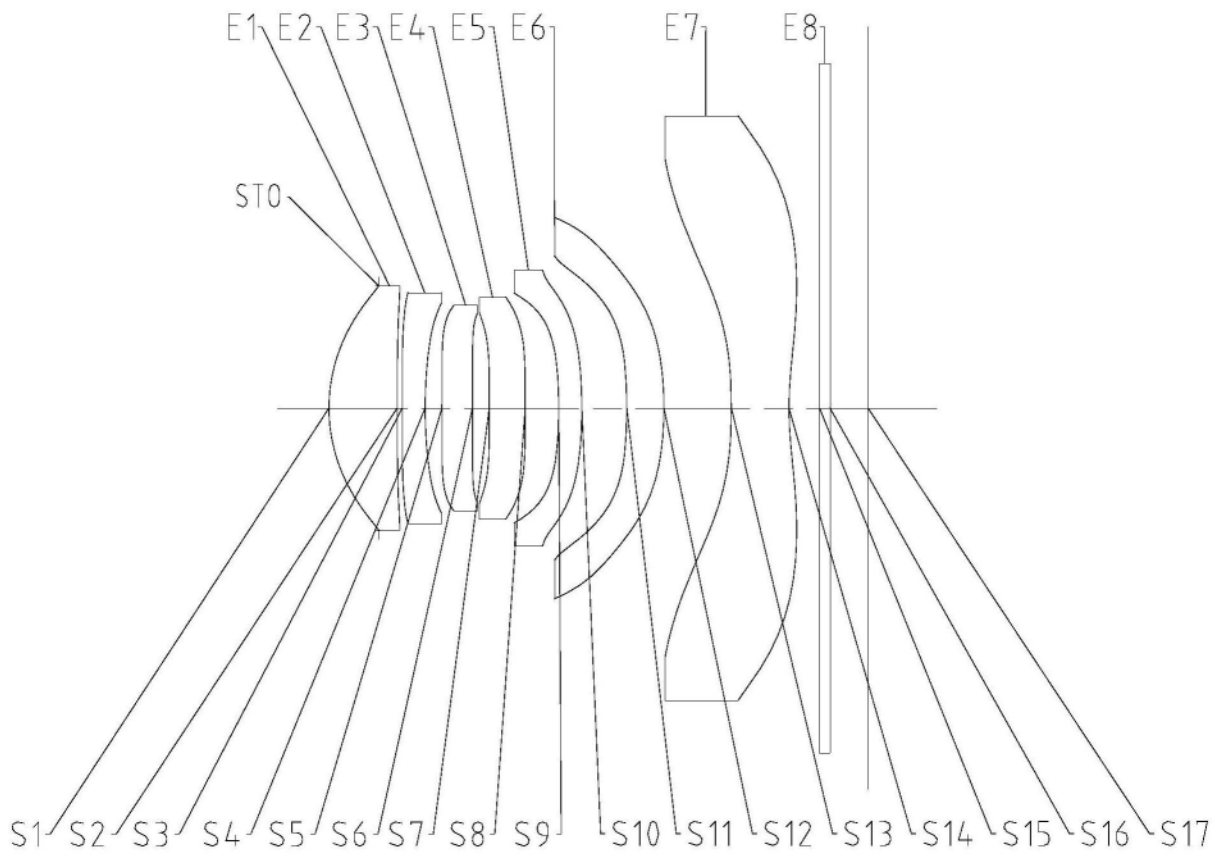


图3

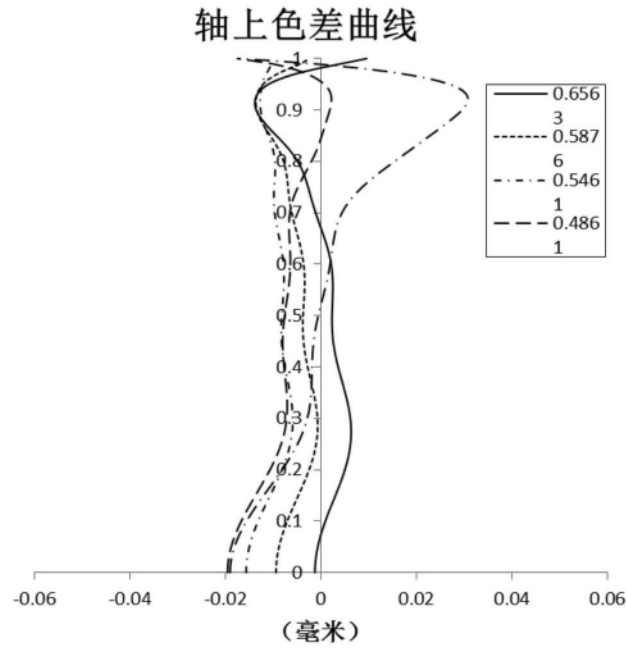


图4A

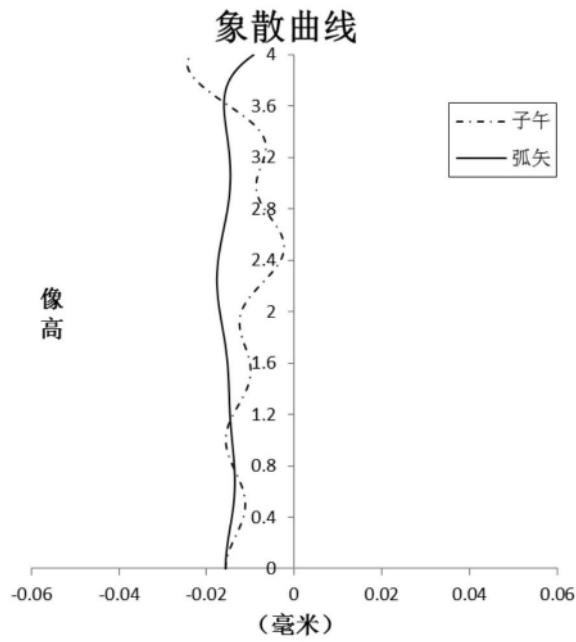


图4B

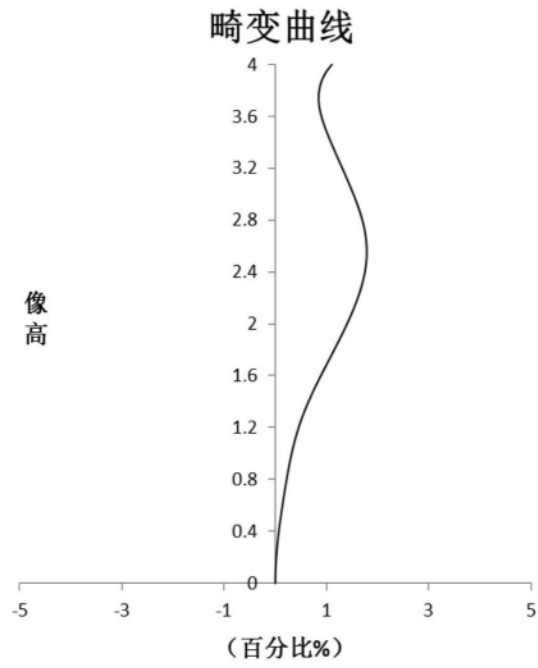


图4C

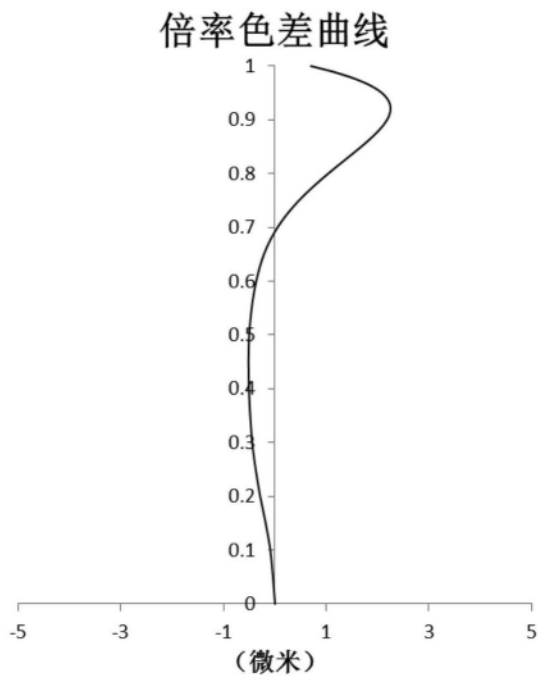


图4D

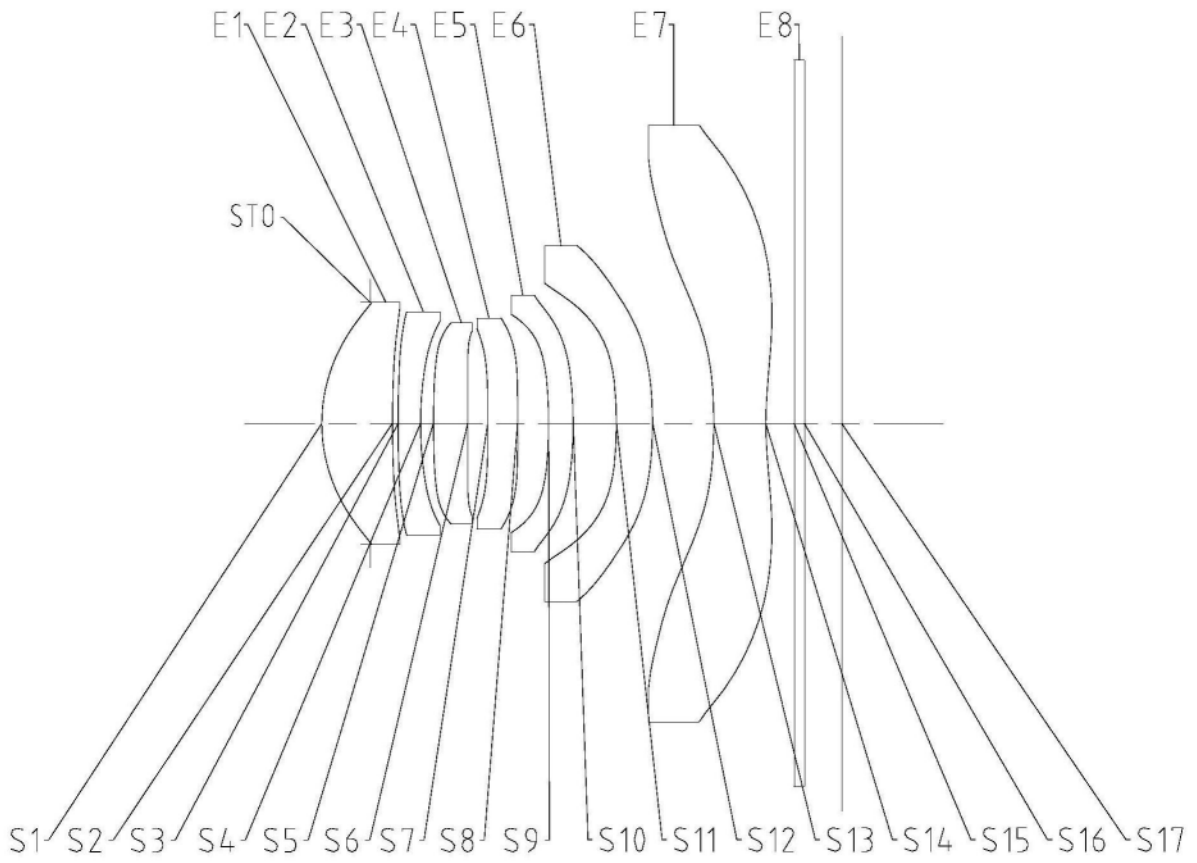


图5

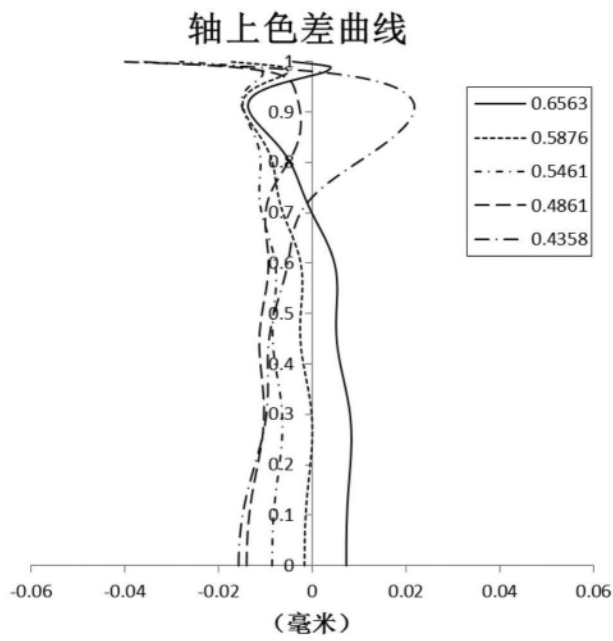


图6A

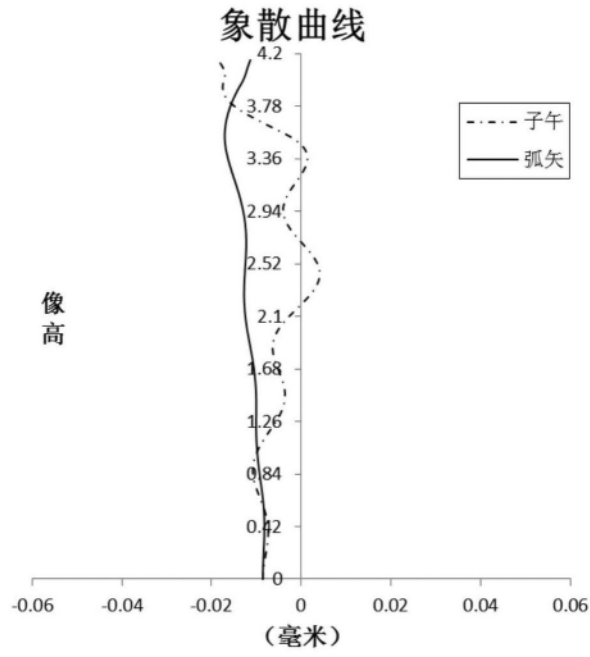


图6B

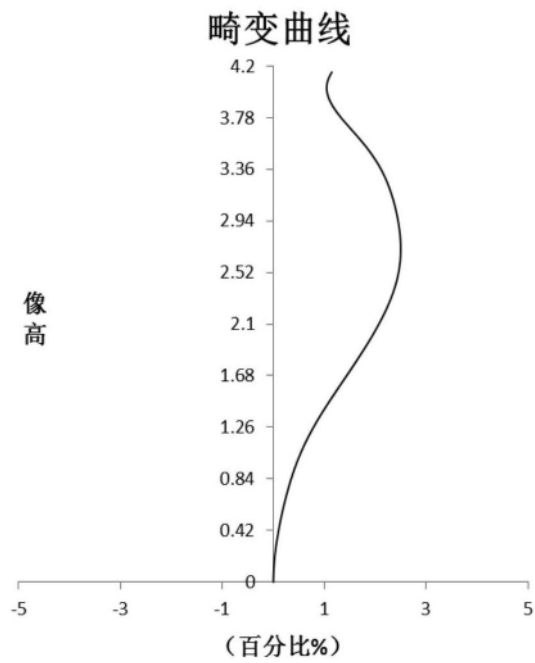


图6C

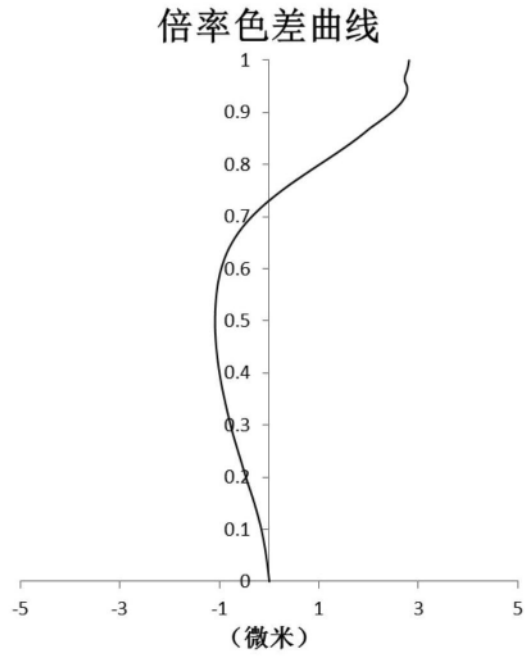


图6D

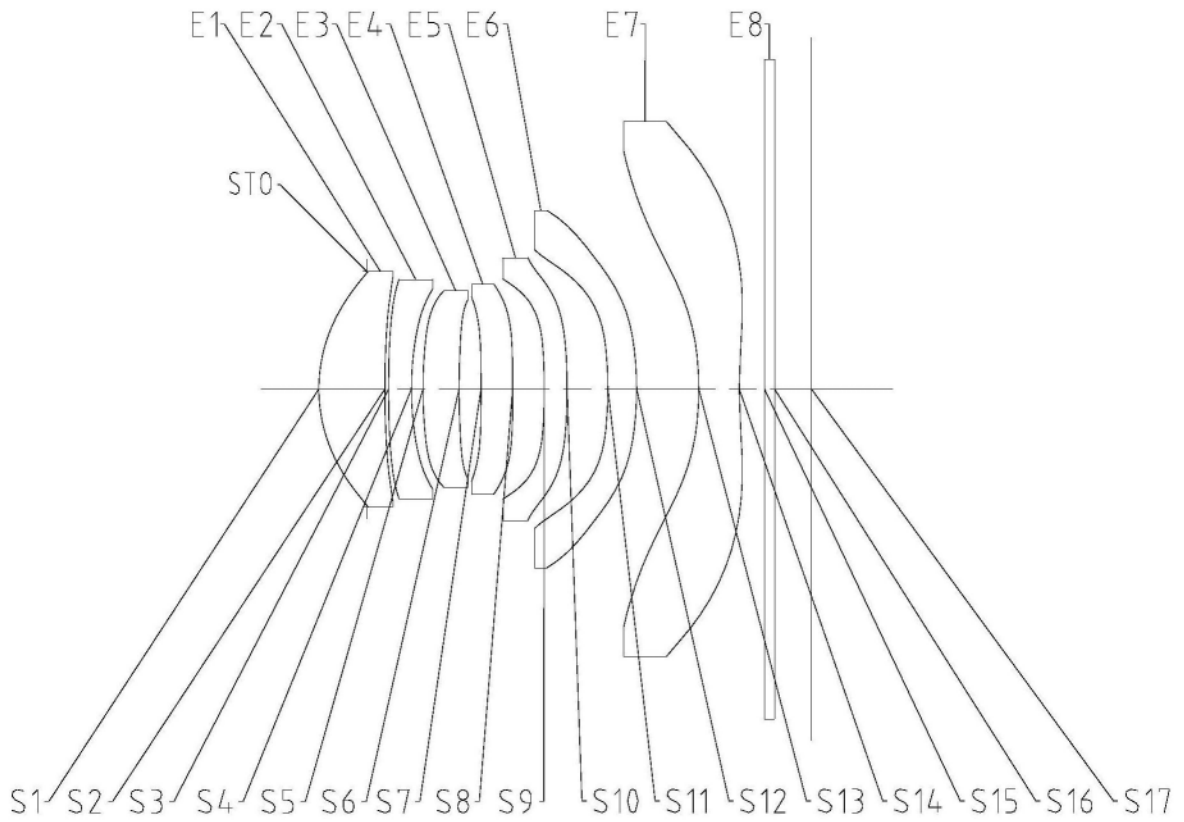


图7

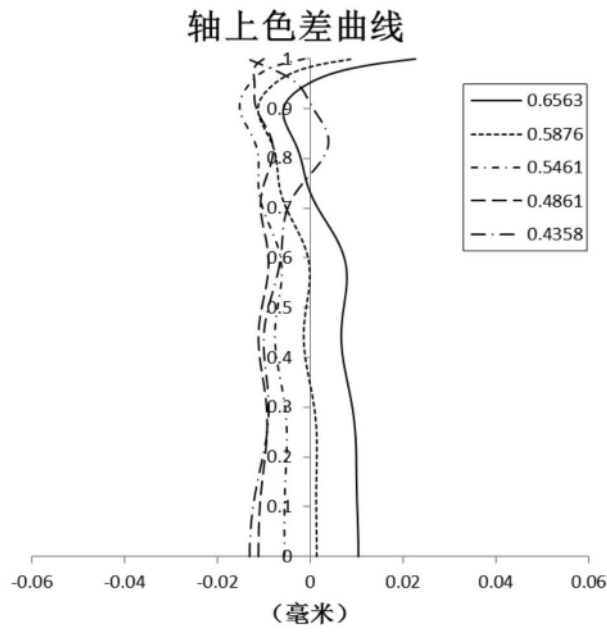


图8A

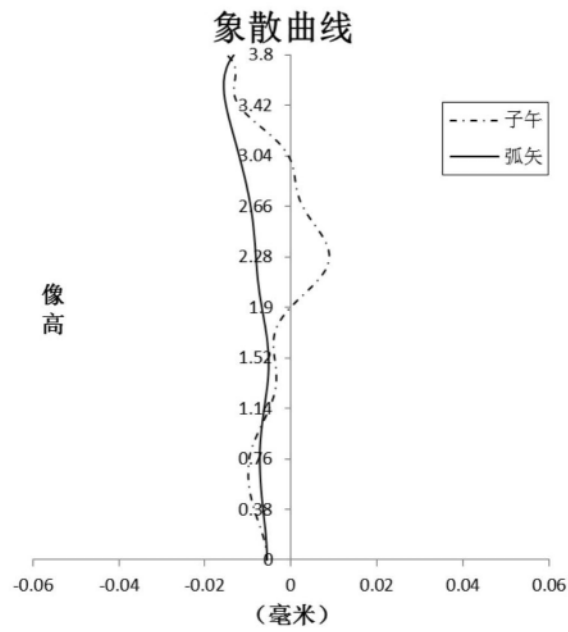


图8B

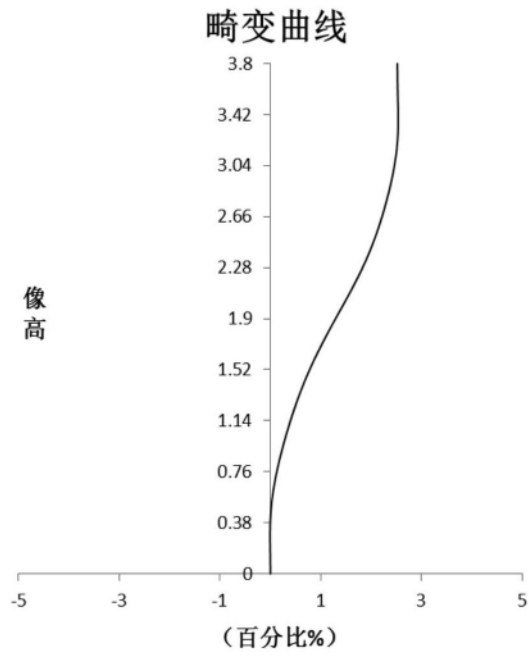


图8C

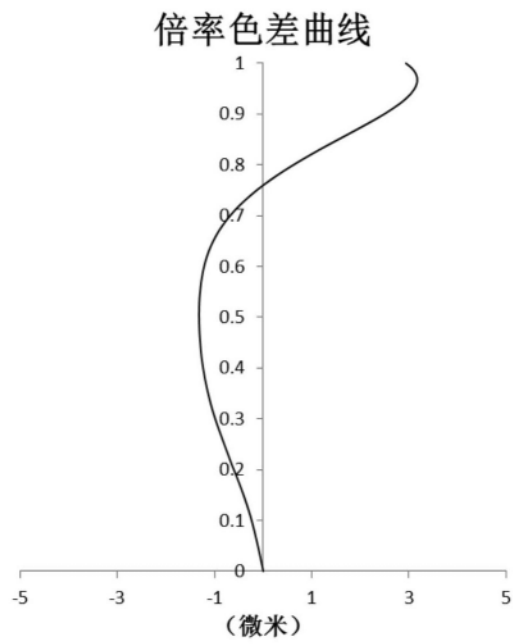


图8D

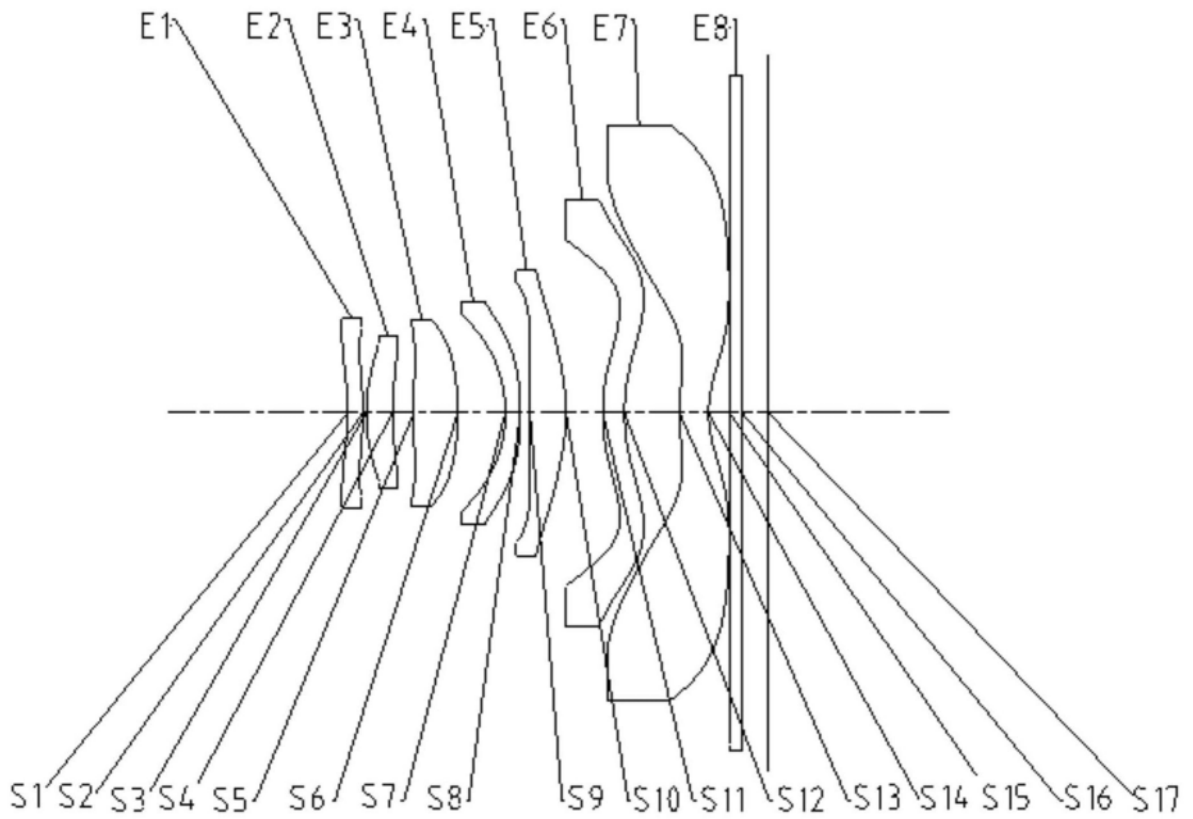


图9

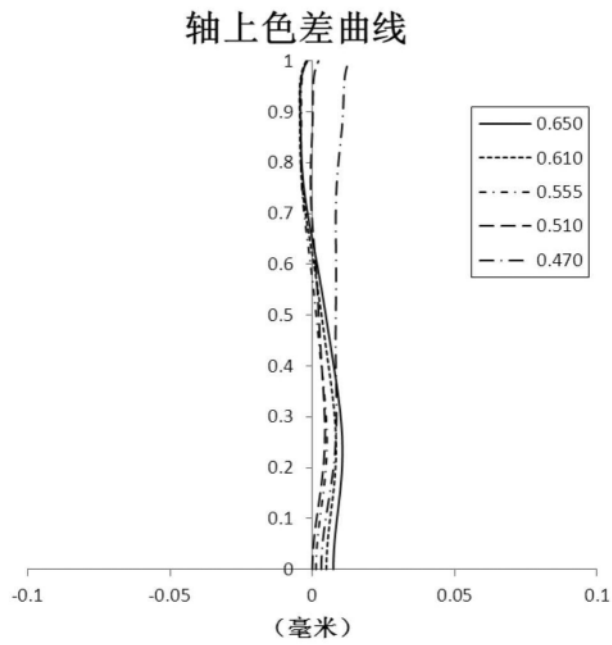


图10A

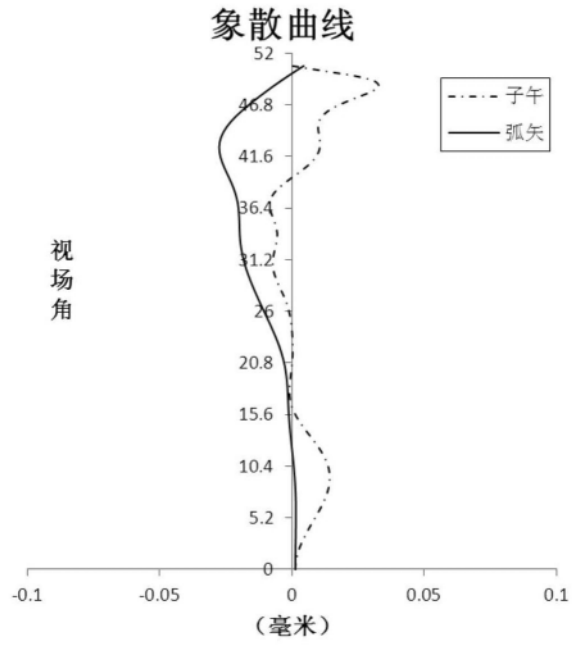


图10B

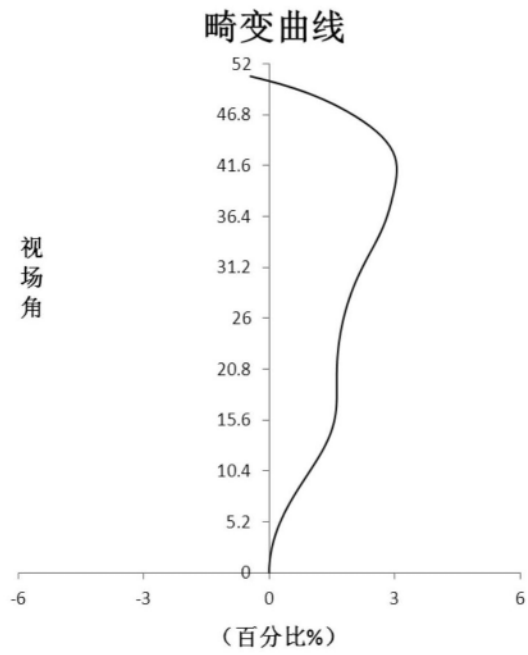


图10C

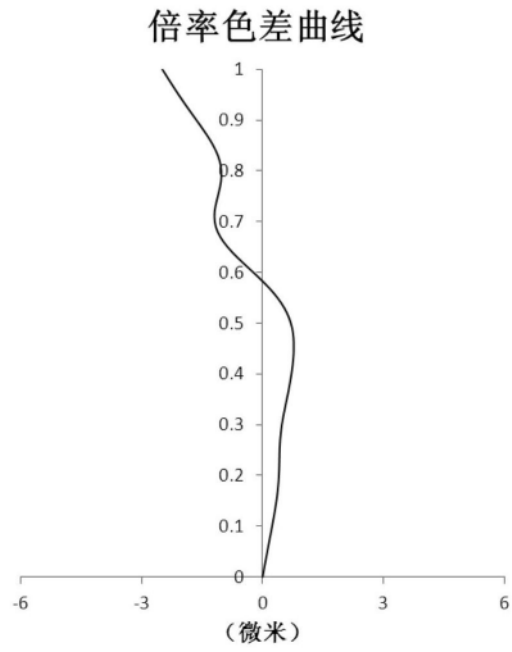


图10D

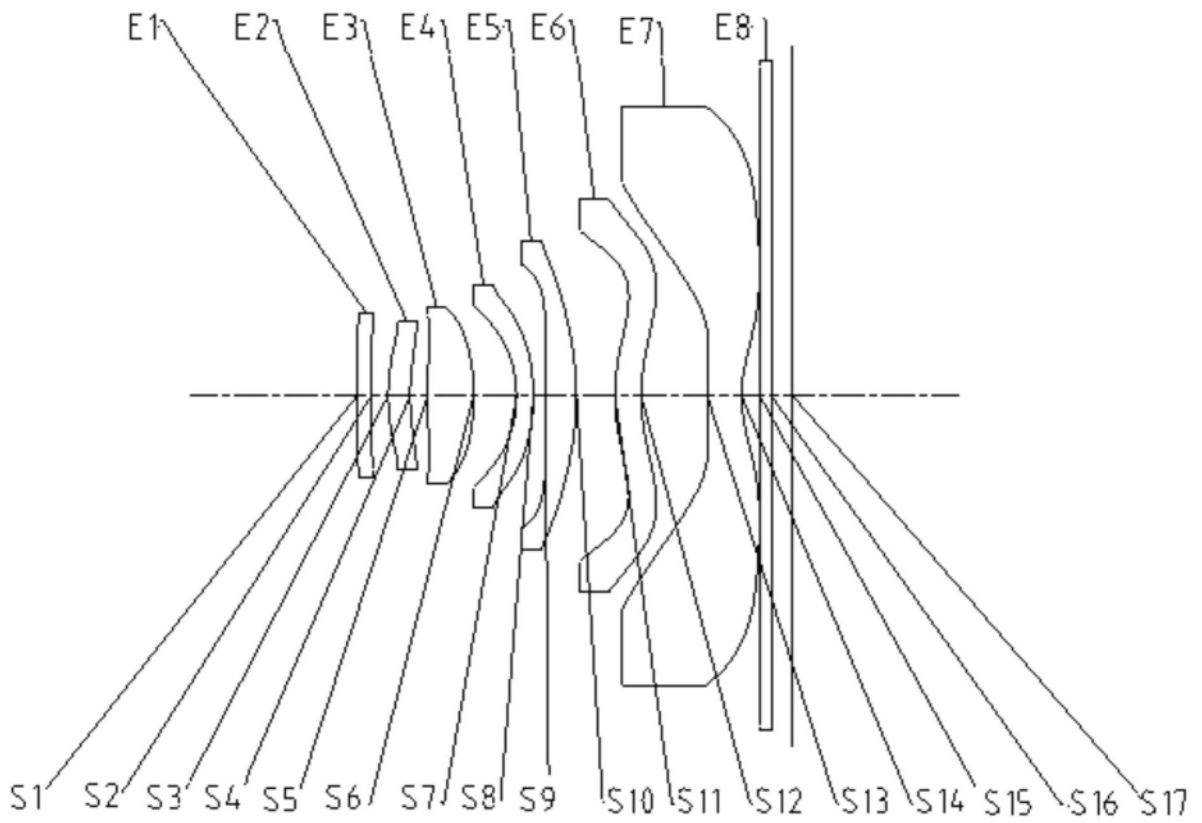


图11

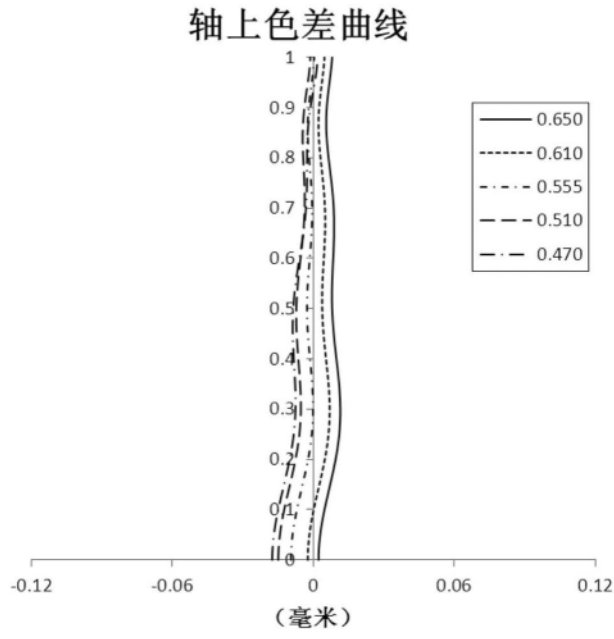


图12A

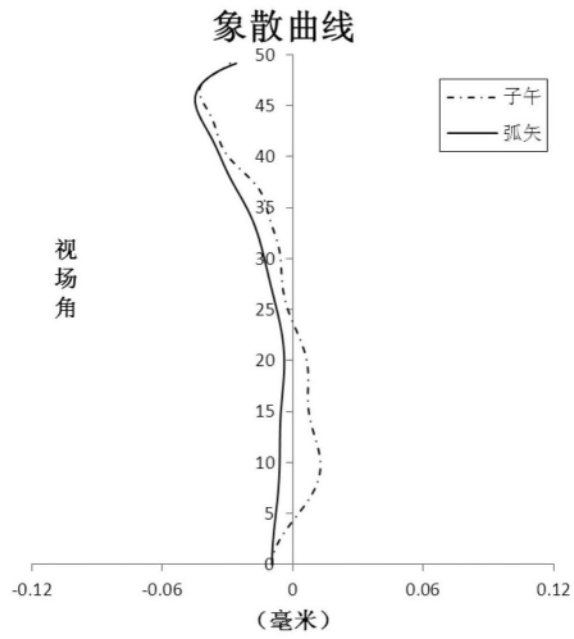


图12B

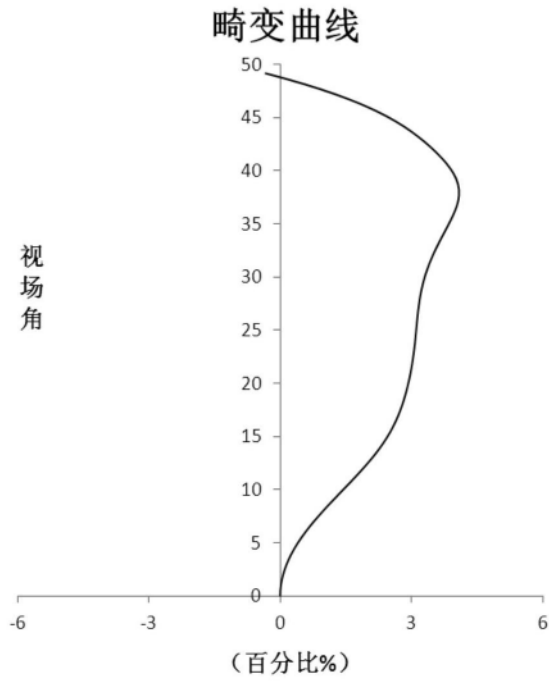


图12C

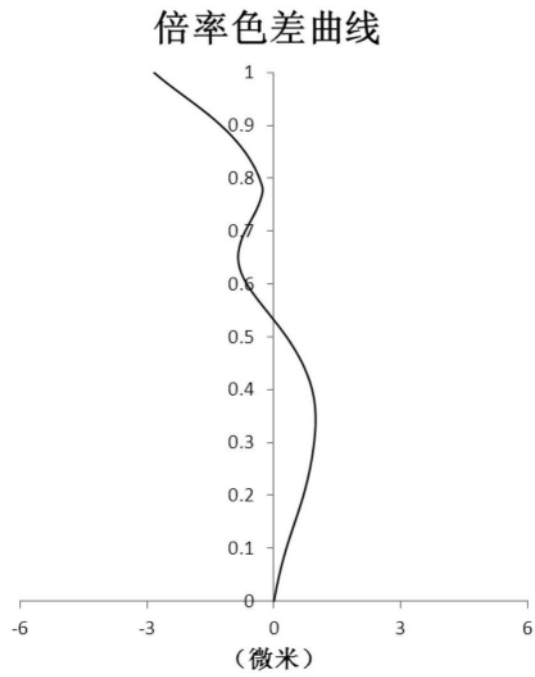


图12D

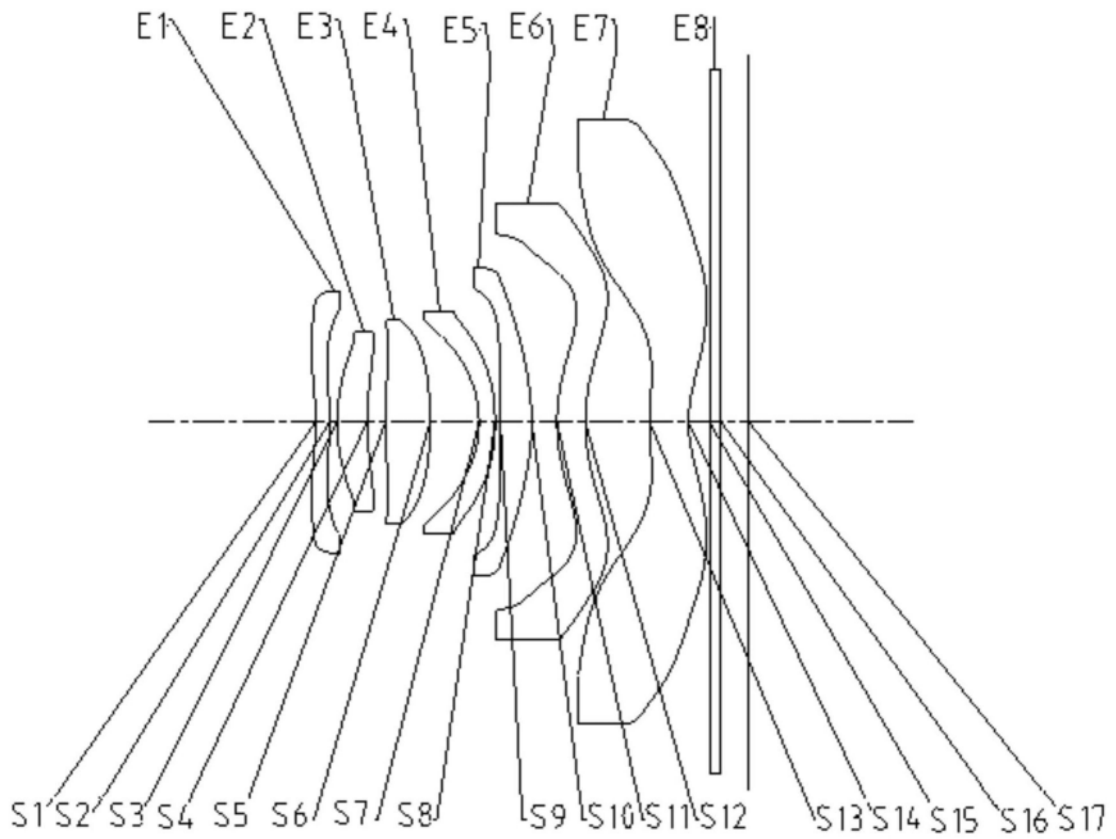


图13

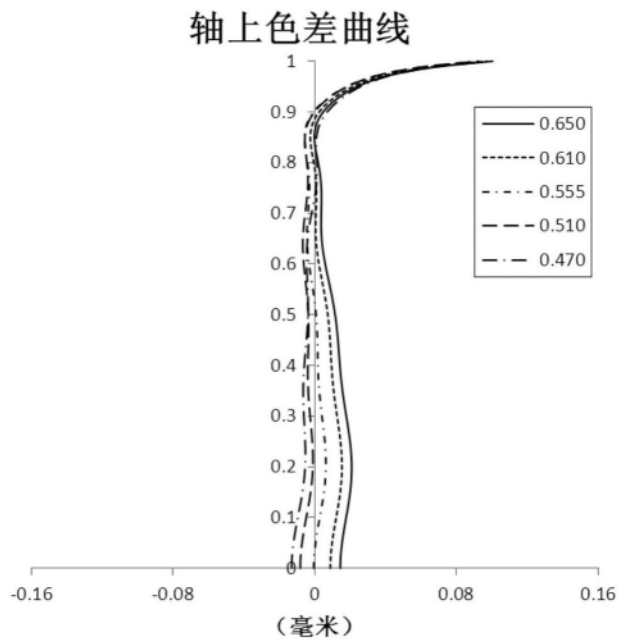


图14A

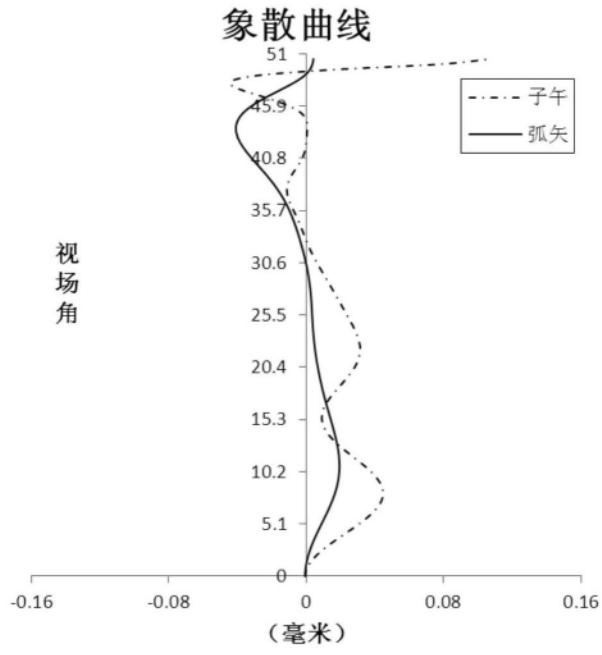


图14B

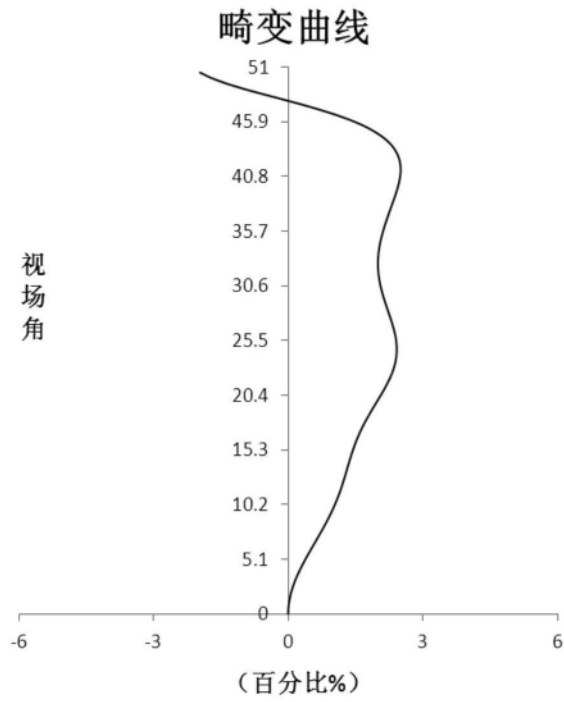


图14C

倍率色差曲线

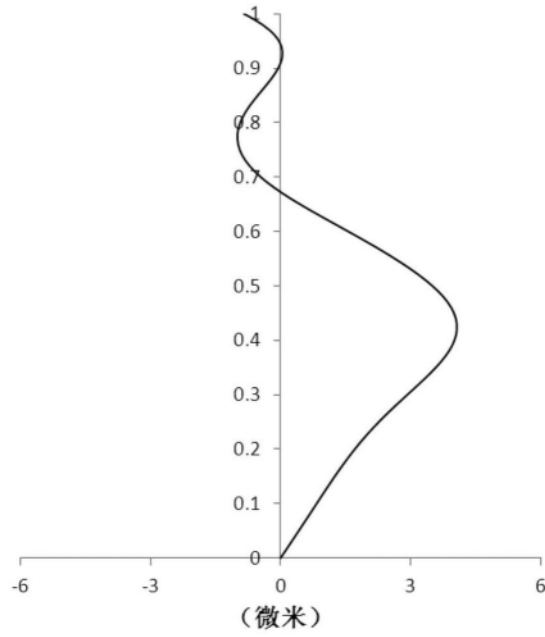


图14D

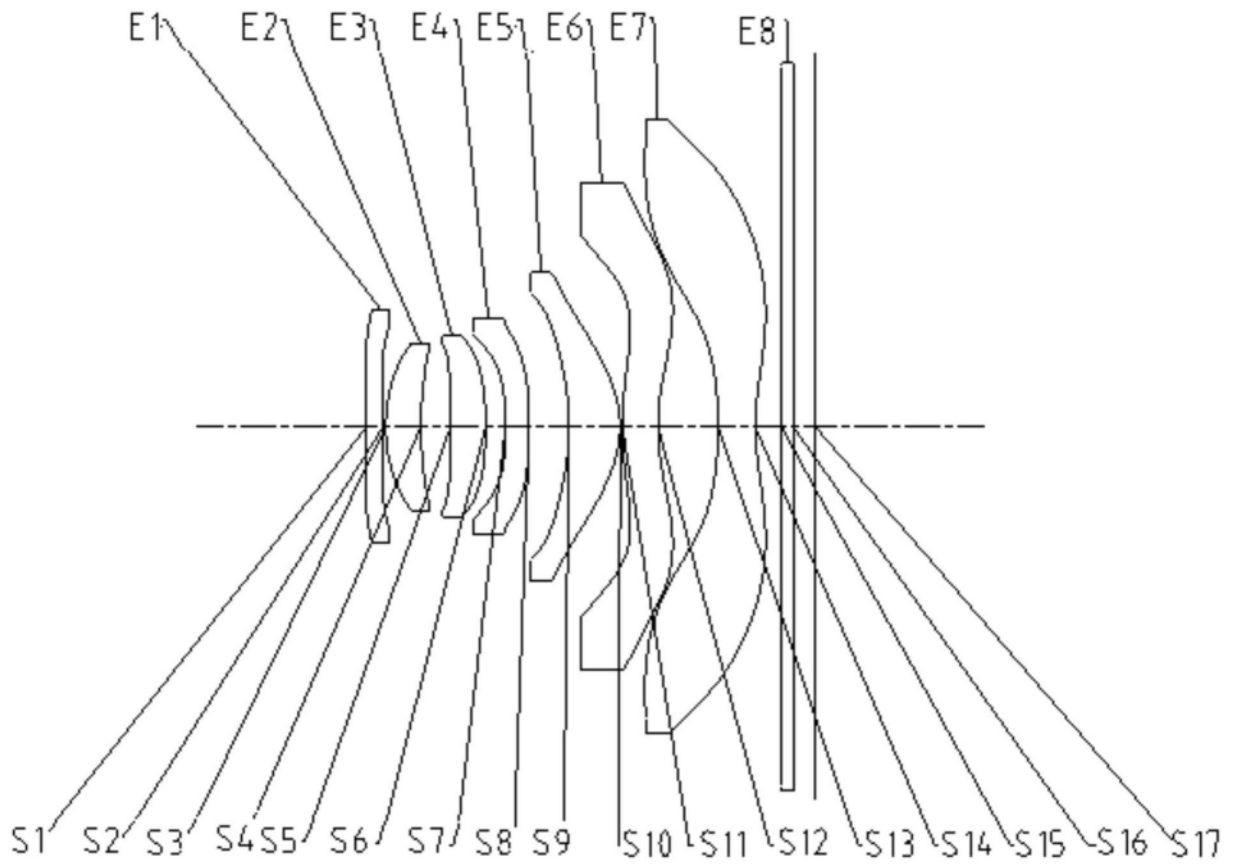


图15

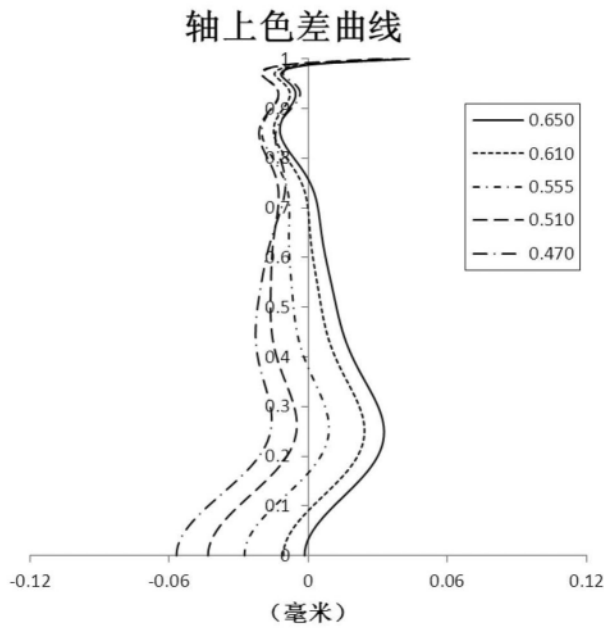


图16A

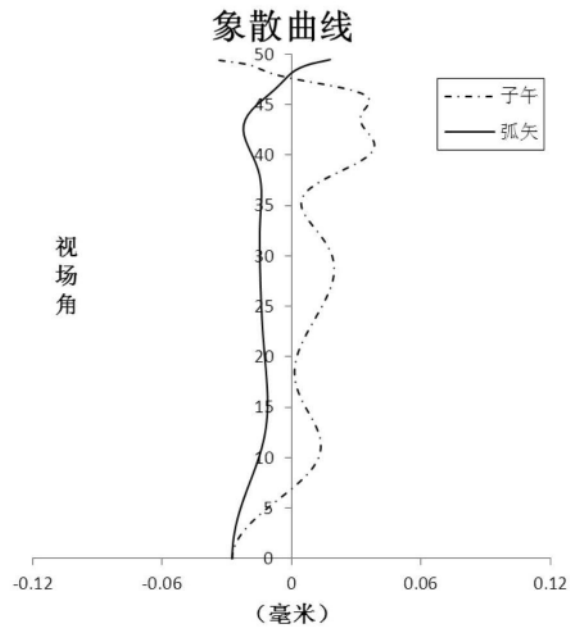


图16B

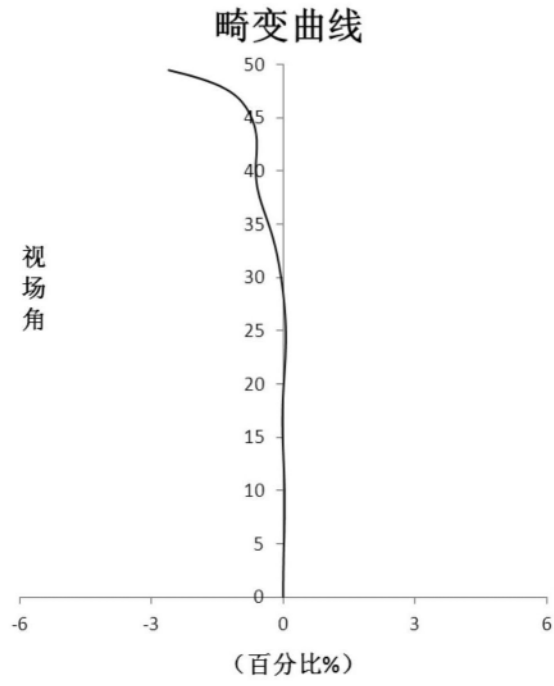


图16C

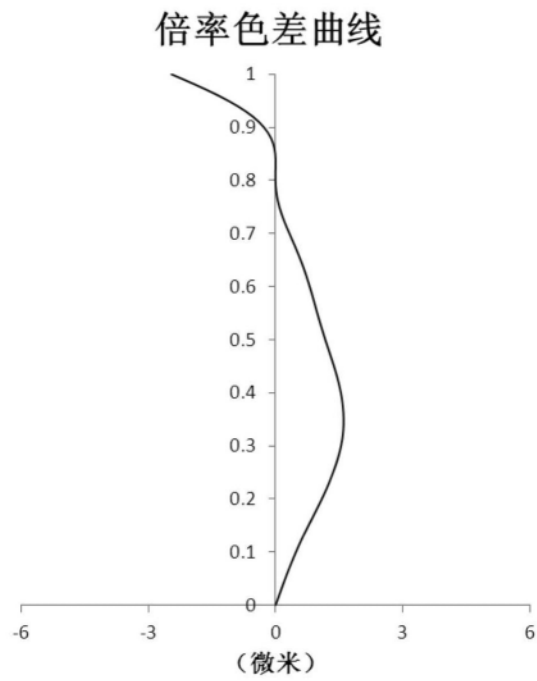


图16D

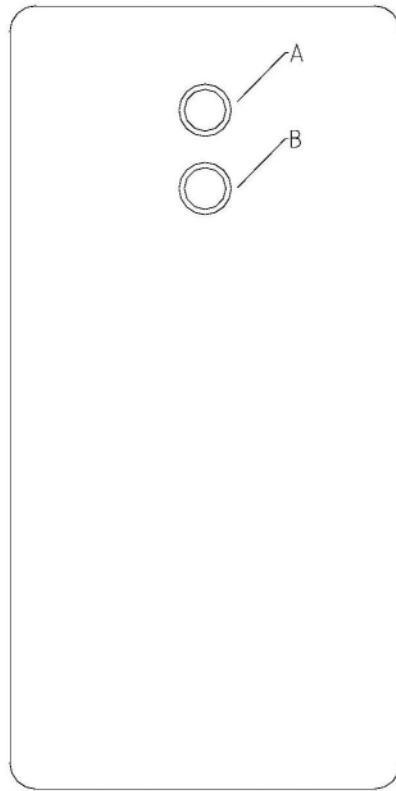


图17

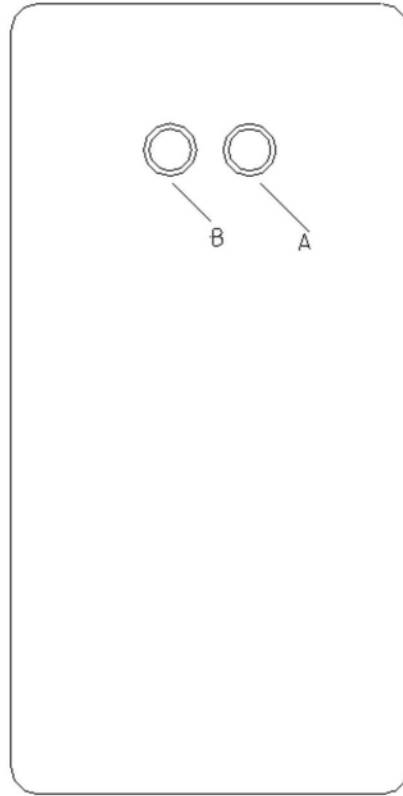


图18