



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 117031716 B

(45) 授权公告日 2024.03.12

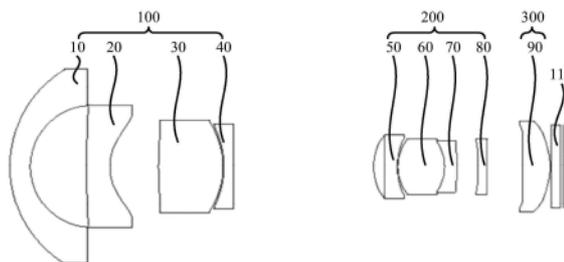
(21) 申请号 202310054186.8	CN 112230404 A, 2021.01.15
(22) 申请日 2023.02.03	CN 113985589 A, 2022.01.28
(65) 同一申请的已公布的文献号 申请公布号 CN 117031716 A	CN 114063273 A, 2022.02.18
(43) 申请公布日 2023.11.10	CN 211426903 U, 2020.09.04
(73) 专利权人 东莞市宇瞳光学科技股份有限公司 地址 523000 广东省东莞市长安镇靖海东路99号	CN 216927244 U, 2022.07.08
(72) 发明人 白万涛 张嘉豪 张占军 李建华 辛洪伟 费穷 卢思辰	JP 2000019395 A, 2000.01.21
(74) 专利代理机构 北京品源专利代理有限公司 11332 专利代理师 骆文欣	JP 2000275517 A, 2000.10.06
(51) Int. Cl. G02B 15/177 (2006.01)	JP 2001100099 A, 2001.04.13
(56) 对比文件 CN 101408666 A, 2009.04.15	JP 2001281548 A, 2001.10.10
CN 110673314 A, 2020.01.10	JP 2001318313 A, 2001.11.16
CN 111123493 A, 2020.05.08	JP 2002098892 A, 2002.04.05
	JP 2003149553 A, 2003.05.21
	JP 2007249087 A, 2007.09.27
	JP 2011257625 A, 2011.12.22
	US 2009231727 A1, 2009.09.17
	US 2019265450 A1, 2019.08.29
	US 2019361211 A1, 2019.11.28
	US 2022236542 A1, 2022.07.28
	黄耀林;王敏;林正.大孔径大视场变焦投影镜头设计.应用光学.2018,(第03期),全文.
	审查员 毛洁
	权利要求书1页 说明书18页 附图9页

(54) 发明名称

一种变焦镜头

(57) 摘要

本发明公开了一种变焦镜头,该变焦镜头包括:沿光轴由物方至像方依次排列的调焦镜组、光阑、变倍镜组和固定镜组;在变焦时,调焦镜组和变倍镜组沿所述光轴往复移动;调焦镜组包括沿光轴由物方至像方依次排列的具有负光焦度的第一透镜、具有负光焦度的第二透镜、具有正光焦度的第三透镜以及具有负光焦度的第四透镜;变倍镜组包括沿光轴由物方至像方依次排列的具有正光焦度的第五透镜、具有正光焦度的第六透镜、具有负光焦度的第七透镜以及具有负光焦度的第八透镜。本发明的技术方案能够使变焦镜头具有较大的视场角和较小的畸变。



CN 117031716 B

1. 一种变焦镜头,其特征在于,包括:沿光轴由物方至像方依次排列的调焦镜组、光阑、变倍镜组和固定镜组;在变焦时,所述调焦镜组和所述变倍镜组沿所述光轴往复移动;

所述调焦镜组包括沿光轴由物方至像方依次排列的具有负光焦度的第一透镜、具有负光焦度的第二透镜、具有正光焦度的第三透镜以及具有负光焦度的第四透镜;

所述变倍镜组包括沿光轴由物方至像方依次排列的具有正光焦度的第五透镜、具有正光焦度的第六透镜、具有负光焦度的第七透镜以及具有负光焦度的第八透镜;

所述固定镜组包括具有正光焦度的第九透镜;

所述变焦镜头由九枚具备光焦度的透镜组成。

2. 根据权利要求1所述的变焦镜头,其特征在于,所述变倍镜组中至少两枚透镜为非球面透镜;所述调焦镜组中至少两枚透镜为玻璃球面透镜。

3. 根据权利要求1所述的变焦镜头,其特征在于,所述变焦镜头的视场角FOV和光学畸变DIS满足: $0.028 < |DIS/FOV| < 0.071$ 。

4. 根据权利要求1所述的变焦镜头,其特征在于,所述第一透镜的焦距 $f_1$ 与所述变焦镜头的广角端焦距FW满足: $6.146 \leq |f_1/FW| \leq 6.729$ 。

5. 根据权利要求1所述的变焦镜头,其特征在于,所述第一透镜为弯月形透镜,且所述第一透镜的物侧面为凸面、像侧面为凹面。

6. 根据权利要求1所述的变焦镜头,其特征在于,所述第七透镜的折射率 $Nd_7$ 满足: $Nd_7 > 1.81$ 。

7. 根据权利要求1所述的变焦镜头,其特征在于,所述第六透镜的阿贝数 $Vd_6$ 满足: $Vd_6 > 89.32$ 。

8. 根据权利要求1所述的变焦镜头,其特征在于,所述变倍镜组的移动距离ZOL与所述变焦镜头的光学系统总长TTL满足: $0.198 < ZOL/TTL < 0.261$ 。

9. 根据权利要求1所述的变焦镜头,其特征在于,所述变倍镜组中各透镜的焦距满足:

$$5.993 \leq |f_5/FW| \leq 9.417$$

$$2.157 \leq |f_6/FW| \leq 8.684$$

$$2.225 \leq |f_7/FW| \leq 9.946$$

$$9.563 \leq |f_8/FW| \leq 53.412;$$

其中,FW为所述变焦镜头的广角端焦距, $f_5$ 为所述第五透镜的焦距, $f_6$ 为所述第六透镜的焦距, $f_7$ 为所述第七透镜的焦距, $f_8$ 为所述第八透镜的焦距。

10. 根据权利要求1所述的变焦镜头,其特征在于,所述变焦镜头的长焦端焦距 $FT$ 与广角端焦距FW之间满足: $2.79 \leq FT/FW \leq 3.01$ 。

## 一种变焦镜头

### 技术领域

[0001] 本发明涉及光学镜头技术领域,尤其涉及一种变焦镜头。

### 背景技术

[0002] 随着科学技术的不断进步以及社会的不断发展,近年来,光学成像镜头也得到了迅猛发展,被广泛应用在智能手机、平板电脑、视频会议、行车记录、安防监控等各个领域,因此,对光学成像镜头的要求也越来越高。

[0003] 但是,目前应用于视频会议的变焦镜头无法兼顾大视场角和小光学畸变的双重特性,例如现有的变焦镜头的视场角小于 $100^\circ$ 时,其光学畸变可达到20%,从而难以满足各种高成像质量要求的场合的应用。因此,如何进一步提高变焦镜头的性能,成为当前亟待解决的技术问题。

### 发明内容

[0004] 本发明提供了一种变焦镜头,以在实现大视场角范围的同时,满足小光学畸变、高成像质量的要求。

[0005] 根据本发明的一方面,提供了一种变焦镜头,包括:沿光轴由物方至像方依次排列的调焦镜组、光阑、变倍镜组和固定镜组;在变焦时,所述调焦镜组和所述变倍镜组沿所述光轴往复移动;

[0006] 所述调焦镜组包括沿光轴由物方至像方依次排列的具有负光焦度的第一透镜、具有负光焦度的第二透镜、具有正光焦度的第三透镜以及具有负光焦度的第四透镜;

[0007] 所述变倍镜组包括沿光轴由物方至像方依次排列的具有正光焦度的第五透镜、具有正光焦度的第六透镜、具有负光焦度的第七透镜以及具有负光焦度的第八透镜。

[0008] 可选的,所述变倍镜组中至少两枚透镜为非球面透镜;所述调焦镜组中至少两枚透镜为玻璃球面透镜。

[0009] 可选的,所述变焦镜头的视场角FOV和光学畸变DIS满足: $0.028 < |DIS/FOV| < 0.071$ 。

[0010] 可选的,所述第一透镜的焦距 $f_1$ 与所述变焦镜头的广角端焦距FW满足: $6.146 \leq |f_1/FW| \leq 6.729$ 。

[0011] 可选的,所述第一透镜为弯月形透镜,且所述第一透镜的物侧面为凸面、像侧面为凹面。

[0012] 可选的,所述第七透镜的折射率 $Nd_7$ 满足: $Nd_7 > 1.81$ 。

[0013] 可选的,所述第六透镜的阿贝数 $Vd_6$ 满足: $Vd_6 > 89.32$ 。

[0014] 可选的,所述变倍镜组的移动距离ZOL与所述变焦镜头的光学系统总长TTL满足: $0.198 < ZOL/TTL < 0.261$ 。

[0015] 可选的,所述变倍镜组中各透镜的焦距满足:

[0016]  $5.993 \leq |f_5/FW| \leq 9.417$

[0017]  $2.157 \leq |f6/FW| \leq 8.684$

[0018]  $2.225 \leq |f7/FW| \leq 9.946$

[0019]  $9.563 \leq |f8/FW| \leq 53.412$ ;

[0020] 其中,FW为所述变焦镜头的广角端焦距,f5为所述第五透镜的焦距,f6为所述第六透镜的焦距,f7为所述第七透镜的焦距,f8为所述第八透镜的焦距。

[0021] 可选的,所述变焦镜头的长焦端焦距FT与广角端焦距FW之间满足: $2.79 \leq FT/FW \leq 3.01$ 。

[0022] 本发明的技术方案,通过沿光轴从物面到像面依次设置调焦镜组、光阑、变倍镜组和固定镜组,且调焦镜组和变倍镜组能够沿光轴往复移动,以实现变焦功能;同时,调焦镜组包括从物方到像方依次排列的具有负光焦度的第一透镜、具有负光焦度的第二透镜、具有正光焦度的第三透镜以及具有负光焦度的第四透镜,此种光焦度的分配能够在一定程度上的汇聚物方的光线,保证较大的视场角,且能够保证光线平缓的进入变倍镜组,降低调焦镜组的装配要求,有利于减小光学畸变;变倍镜组包括沿光轴由物方至像方依次排列的具有正光焦度的第五透镜、具有正光焦度的第六透镜、具有负光焦度的第七透镜以及具有负光焦度的第八透镜,如此搭配,在满足较小的移动量就能实现较大的焦距的改变,且能够保证光线平缓的到达像面,降低变焦镜头的装配要求,减小光学畸变,提高成像质量。

[0023] 应当理解,本部分所描述的内容并非旨在标识本发明的实施例的关键或重要特征,也不用于限制本发明的范围。本发明的其它特征将通过以下的说明书而变得容易理解。

## 附图说明

[0024] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0025] 图1是本发明实施例提供的一种变焦镜头在广角端的结构示意图;

[0026] 图2是本发明实施例提供的一种变焦镜头在长焦端的结构示意图;

[0027] 图3是图1所示的变焦镜头在广角端的场曲畸变示意图;

[0028] 图4是图2所示的变焦镜头在长焦端的场曲畸变示意图;

[0029] 图5是图1所示的变焦镜头在广角端的光扇示意图;

[0030] 图6是图2所示的变焦镜头在长焦端的光扇示意图;

[0031] 图7是本发明实施例提供的另一种变焦镜头在广角端的结构示意图;

[0032] 图8是本发明实施例提供的另一种变焦镜头在长焦端的结构示意图;

[0033] 图9是图7所示的变焦镜头在广角端的场曲畸变示意图;

[0034] 图10是图8所示的变焦镜头在长焦端的场曲畸变示意图;

[0035] 图11是图7所示的变焦镜头在广角端的光扇示意图;

[0036] 图12是图8所示的变焦镜头在长焦端的光扇示意图;

[0037] 图13是本发明实施例提供的又一种变焦镜头在广角端的结构示意图;

[0038] 图14是本发明实施例提供的又一种变焦镜头在长焦端的结构示意图;

[0039] 图15是图13所示的变焦镜头在广角端的场曲畸变示意图;

- [0040] 图16是图14所示的变焦镜头在长焦端的场曲畸变示意图；  
[0041] 图17是图13所示的变焦镜头在广角端的光扇示意图；  
[0042] 图18是图14所示的变焦镜头在长焦端的光扇示意图。

### 具体实施方式

[0043] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分的实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都应当属于本发明保护的范围。

[0044] 需要说明的是，本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换，以便这里描述的本发明的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外，术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含，例如，包含了一系列单元的系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元，而是可包括没有清楚地列出的或对于这些产品或设备固有的其它单元。

[0045] 本发明实施例提供一种变焦镜头，该变焦镜头具有较大的视场角，较小的畸变，以及较高的成像质量。图1是本发明实施例提供的一种变焦镜头在广角端的结构示意图，图2是本发明实施例提供的一种变焦镜头在长焦端的结构示意图，如图1和图2所示，该变焦镜头包括沿光轴由物方至像方依次排列的调焦镜组100、光阑、变倍镜组200和固定镜组300；在变焦时，调焦镜组100和变倍镜组200沿光轴往复移动；调焦镜组100包括沿光轴由物方至像方依次排列的具有负光焦度的第一透镜10、具有负光焦度的第二透镜20、具有正光焦度的第三透镜30以及具有负光焦度的第四透镜40；变倍镜组200包括沿光轴由物方至像方依次排列的具有正光焦度的第五透镜50、具有正光焦度的第六透镜60、具有负光焦度的第七透镜70以及具有负光焦度的第八透镜80。

[0046] 其中，可将调焦镜组100、光阑、变倍镜组200和固定镜组300设置于一个镜筒中，固定镜组300在该镜筒中位置固定，而调焦镜组100和变倍镜组200可在镜筒中沿光轴作往复移动。通过移动调焦镜组100可调节镜头的焦距，使变焦镜头实现焦距的变化，通过移动变倍镜组200能调节镜头的成像倍率，使变焦镜头的成像倍率可变，通过调焦镜组100和变倍镜组200的共同运动，可以使变焦镜头的焦距实现从广角到长焦的连续变化。

[0047] 可以理解的是，光焦度等于像方光束汇聚度与物方光束汇聚度之差，它表征光学系统偏折光线的的能力。光焦度的绝对值越大，对光线的弯折能力越强，光焦度的绝对值越小，对光线的弯折能力越弱。光焦度为正数时，光线的屈折是汇聚性的；光焦度为负数时，光线的屈折是发散性的。光焦度可以适用于表征一个透镜的某一个折射面（即透镜的一个表面），可以适用于表征某一个透镜或镜组，也可以适用于表征多个透镜共同组成的系统（即组群或镜组）。

[0048] 其中，调焦镜组100包括沿光轴由物方至像方依次排列的具有负光焦度的第一透镜10、具有负光焦度的第二透镜20、具有正光焦度的第三透镜30以及具有负光焦度的第四透镜40；如此，通过设置第一透镜10具有负光焦度能够控制变焦镜头的光线入射角，使得变

焦镜头能够具有较大的光线入射角;通过设置调焦镜组100中四枚透镜的光焦度为负、负、正、负的搭配方式,能够在一定程度上的汇聚物方的光线,保证较大的视场角,且能够保证光线平缓的进入变倍镜组,有利于降低调焦镜组的装配要求,且有利于减小光学畸变。

[0049] 变倍镜组200包括沿光轴由物方至像方依次排列的具有正光焦度的第五透镜50、具有正光焦度的第六透镜60、具有负光焦度的第七透镜70以及具有负光焦度的第八透镜80;如此,通过设置变倍镜组200中四枚透镜以正、正、负、负的光焦度进行组合搭配,在具有较小的移动量下,就能实现较大的焦距的改变,能够保证光线平缓的到达像面,有利于降低变倍镜组200的转配要求,减小光学畸变,提高成像质量。

[0050] 此外,在一可选的实施例中,固定镜组300可以包括第九透镜90。此时,调焦镜组100和变倍镜组200均包括四枚透镜,固定镜组300包括一枚透镜,使得变焦镜头仅由九枚透镜组成,使得变焦镜头能够具有较小的体积和较小的光学系统总长,且在较短的光学系统总长的限制内实现一定范围的变焦和变倍,降低了变焦镜头的成本和重量。

[0051] 综上,本发明实施例提供的变焦镜头,通过使调焦镜组和变倍镜组沿光轴往复移动,实现变焦镜头的焦距和成像倍率可变;同时,通过将调焦镜组设置为包括光焦度为负、负、正、负的四枚透镜,能够在一定程度上的汇聚物方的光线,保证较大的视场角,且能够保证光线平缓的进入变倍镜组,有利于降低调焦镜组的装配要求,且有利于减小光学畸变;通过将变倍镜设置为包括光焦度为正、正、负、负的四枚透镜,使得在较小的移动量下,就能实现较大的焦距的改变,且能够保证光线平缓的到达像面,有利于降低变倍镜组的装配要求,且减小光学畸变,提高成像质量。

[0052] 可选的,变倍镜组200中至少两枚透镜为非球面透镜;调焦镜组100中至少两枚透镜为玻璃球面透镜。

[0053] 其中,由于非球面系数的存在,非球面透镜能够起到矫正所有高级像差,提高成像质量的作用,且非球面透镜通常采用塑料材质,由于塑料材质的透镜成本和重量会远低于玻璃材质的透镜;而玻璃球面透镜具有较大的阿贝数,使得其具有较高的光透过率,同时玻璃球面透镜还具有良好的高低温特性;因此,当变倍镜组200中至少两枚透镜为非球面透镜,调焦镜组100中至少两枚为玻璃球面透镜时,变焦镜头中塑料材质的非球面透镜与玻璃材质的球面透镜的性能互相补偿,能够有利于矫正色差,在一定程度上提高成像清晰度,保证变焦镜头具有较低的成本和较小的重量的前提下,具有稳定的高低温性能。

[0054] 可以理解的是,变倍镜组200中至少两枚透镜为非球面透镜,即变倍镜组200中可以包括两枚、三枚或四枚非球面透镜;且由于变倍镜组200中共包括四枚透镜,因此当变倍镜组200包括两枚非球面透镜时,其余两枚透镜可以为玻璃球面透镜;或者,当变倍镜组200包括三枚非球面透镜时,其余一枚透镜可以为玻璃球面透镜;或者,变倍镜组200中四枚透镜也可以均为非球面透镜。相应的,调焦镜组100中至少两枚透镜为玻璃球面透镜,即调焦镜组100中可以包括两枚、三枚或四枚玻璃球面透镜;且由于调焦镜组100中共包括四枚透镜,因此当调焦镜组100包括两枚玻璃球面透镜时,其余两枚透镜可以为非球面透镜;或者,当调焦镜组100包括三枚玻璃球面透镜时,其余一枚透镜可以为非球面透镜;或者,变倍镜组200中四枚透镜也可以均为玻璃球面透镜。在能够实现本发明实施例的核心发明点的前提下,本发明实施例对调焦镜组100和变倍镜组200中玻璃球面透镜和非球面透镜的数量不做具体限定。

[0055] 在一可选的实施例中,第三透镜30和第四透镜40可以构成胶合透镜,此时,第三透镜30和第四透镜40可以均为玻璃球面透镜,或者,也可以均为非球面透镜。本发明实施例对第三透镜30和第四透镜40的面型和材质不做具体限定。

[0056] 在另一可选的实施例中,第六透镜60和第七透镜70可以构成胶合透镜,此时,第六透镜60和第七透镜70可以均为玻璃球面透镜,或者,也可以均为非球面透镜。本发明实施例对第六透镜60和第七透镜70的面型和材质不做具体限定。

[0057] 可选的,变焦镜头的视场角FOV和光学畸变DIS满足: $0.028 < |DIS/FOV| < 0.071$ 。

[0058] 其中,变焦镜头可搭配1/2.7"或1/2.8"的芯片,或者,变焦镜头也可以搭配其它尺寸的芯片,本发明实施例对此不做具体限定。当变焦镜头搭配1/2.7"或1/2.8"的芯片时,视场角FOV和光学畸变DIS可满足 $0.028 < |DIS/FOV| < 0.071$ ,从而保证在不同尺寸的像面下,都能够满足较大的视场角和较小的光学畸变,即虽然变焦镜头具有较大的视场角,但是,其光学畸变能够约束在一个合理的小范围内,从而不会影响成像效果,满足广角、小畸变的需求。

[0059] 可选的,第一透镜10的焦距f1与变焦镜头的广角端焦距FW满足: $6.146 \leq |f1/FW| \leq 6.729$ 。

[0060] 可以理解的是,变焦镜头通过移动对应的镜组实现变焦的过程中,焦距最短时即该变焦镜头位于广角端,而焦距最长时即该变焦镜头位于长焦端,在广角端和长焦端,变焦镜头具有不同的焦距和光焦度,也具有不同的长度或形态。

[0061] 其中,通过将第一透镜10的焦距f1和变焦镜头广角端焦距FW设置为满足 $6.146 \leq |f1/FW| \leq 6.729$ ,能够使得物方光线能够平缓进入至变焦透镜的光学系统中,减少高级像差的占比。

[0062] 在一可选的实施例中,第一透镜10为弯月形透镜,且第一透镜10的物侧面为凸面、像侧面为凹面,如此设置第一透镜10的形状能够更好的收入大视场角的光线,满足广角的需求。

[0063] 可选的,第七透镜70的折射率Nd7满足: $Nd7 > 1.81$ 。

[0064] 其中,折射率是光在真空中的传播速度与光在该介质中的传播速度之比,主要用来描述材料对光的折射能力,不同的材料的折射率不同。通过将第七透镜70折射率设置为大于1.81,能够使得其具有较强的光线偏折的能力,从而将各视场的光线以较小角度收缩进光阑,可有效减小与视场相关的像差。

[0065] 可选的,第六透镜60的阿贝数Vd6满足: $Vd6 > 89.32$ 。

[0066] 其中,阿贝数是用以表示透明介质色散能力的指数,介质色散越严重,阿贝数越小;反之,介质的色散越轻微,阿贝数越大。由于第六透镜较靠近光阑,在该位置处透镜不同孔径处各视场角的光线交点相近,通过将第六透镜60的阿贝数设置为大于89.32,使得第六透镜60具有较大的阿贝数,从而有利于系统色差的矫正。

[0067] 可选的,变倍镜组200的移动距离ZOL与变焦镜头的光学系统总长TTL满足: $0.198 < ZOL/TTL < 0.261$ 。

[0068] 其中,由于变倍镜组200可沿光轴往复移动,因此,需要在变焦镜头中预留相应的空间,以便于变倍镜组200的移动,而变焦镜头中预留的空间的大小,将直接影响变焦镜头的光学系统总长。通过将变倍镜组200的移动距离ZOL与变焦镜头的光学系统总长TTL设置

为满足 $0.198 < ZOL/TTL < 0.261$ , 能够通过变倍镜组200移动距离的控制, 压缩变焦镜头的光学系统总长, 保证在最大程度上减小变倍镜组的体积, 从而有利于减小变焦镜头的体积, 使得变焦镜头可以应用于较小尺寸的芯片。

[0069] 可选的, 变倍镜组200中各透镜的焦距满足:

[0070]  $5.993 \leq |f5/FW| \leq 9.417$

[0071]  $2.157 \leq |f6/FW| \leq 8.684$

[0072]  $2.225 \leq |f7/FW| \leq 9.946$

[0073]  $9.563 \leq |f8/FW| \leq 53.412$ ;

[0074] 其中, FW为变焦镜头的广角端焦距, f5为第五透镜50的焦距, f6为第六透镜60的焦距, f7为第七透镜70的焦距, f8为第八透镜80的焦距。

[0075] 如此, 通过设置变倍镜组200中各透镜的焦距与变焦镜头的广角端焦距的比值范围, 能够确保将光线收缩成像至像面上, 实现焦距和光焦度的合理搭配, 有利于矫正高级像差对成像质量的影响。

[0076] 可选的, 变焦镜头的长焦端焦距FT与广角端焦距FW之间满足:  $2.79 \leq FT/FW \leq 3.01$ 。

[0077] 其中, 由于变焦镜头通过移动对应的镜组实现变焦的过程中, 焦距最短时即该变焦镜头位于广角端, 而焦距最长时即该变焦镜头位于长焦端, 因此, 当将变焦镜头的长焦端焦距FT与广角端焦距FW设置为满足:  $2.79 \leq FT/FW \leq 3.01$ , 能够使得变焦镜头的放大倍率达到3倍, 能更好的对所需成像画面细节进行放大, 且不会影响成像效果; 同时, 通过控制变焦镜头的广角端和长焦端的焦距比, 能够在保证变倍范围的条件下能够控制畸变更小, 满足镜头小畸变的要求。

[0078] 另外, 需要说明的是, 变焦镜头沿光轴方向成像于焦面上设置的成像传感器上, 其中间位置还需设置平板滤光片110以进行滤光, 保证成像效果。

[0079] 本实施例, 通过合理设置各透镜的光焦度、焦距、折射率、阿贝数、以及变焦镜头的长焦端焦距、广角端焦距和光学系统总长, 有利于变焦镜头的广角、小畸变、小体积、以及较高的成像质量。

[0080] 示例性的, 表1以一种可行的实施方式, 详细说明了图1和图2所示的变焦镜头的具体光学物理参数。

[0081] 表1变焦镜头的一种光学物理参数设计

	实施例 一	下限	上限
f1/FW	6.389	6.146	6.729
f5/FW	8.356	5.993	9.417
f6/FW	8.285	2.157	8.684
f7/FW	5.578	2.225	9.946
f8/FW	10.021	9.563	53.412
FT/FW	2.96	2.79	3.01
Nd7	1.88	1.81	1.96
Vd6	90.68	89.32	97.61
DIS/FOV	0.063	0.028	0.071
ZOL/TTL	0.253	0.198	0.261

[0083] 本实施例中变焦镜头的视场角FOV与光学畸变DIS的比值满足： $|DIS/FOV| = 0.063$ ，即在能够实现较大视场角的同时，可以满足较小光学畸变的特性。

[0084] 表2为与表1对应的一种变焦镜头中各透镜的表面类型、曲率半径、厚度和材料等的设计参数。

[0085] 表2变焦镜头中各透镜的一种参数设计

面序号	面型	曲率半径 (mm)	厚度 (mm)	折射率	阿贝数
1	球面	8.744	1.541	1.84	42.95
2	球面	4.676	4.284		
3	非球面	-44.629	1.733	1.63	65.96
4	非球面	4.116	3.677		
5	非球面	28.307	4.875	1.58	44.57
6	非球面	-6.523	0.065		
7	非球面	-7.255	0.704	1.51	66.16
8	非球面	304.530	变焦间隔 1		
9	平面	INF	-0.788		
10	非球面	4.475	1.797	1.57	69.49
11	非球面	6.505	0.025		
12	球面	3.416	3.534	1.46	90.68
13	球面	-3.426	0.925	1.88	34.02
14	球面	-21.643	1.594		
15	非球面	-215.428	0.653	1.79	35.75
16	非球面	19.552	变焦间隔 2		
17	非球面	23.897	2.106	1.58	65.21
18	非球面	-3.417	0.059		
19	平面	INF	0.710	1.52	64.20
20	平面	INF	0.220		

[0087] 其中,面序号根据各个透镜的表面顺序来进行编号,例如,“1”代表第一透镜10朝向物方的表面,“2”代表第一透镜10朝向像方的表面,“3”代表第二透镜20朝向物方的表面,“4”代表第二透镜20朝向像方的表面,依次类推,“19”代表平板玻璃110朝向物方的表面,“20”代表平板玻璃110朝向像方的表面;曲率半径代表透镜表面的弯曲程度,正值代表该表面弯向像面一侧,负值代表该表面弯向物面一侧;厚度代表当前表面到下一表面的中心轴向距离,曲率半径和厚度的单位均为毫米(mm)。折射率代表当前表面到下一表面之间的材料对光线的偏折能力,空格代表当前位置为空气,折射率为1;阿贝数表示当前表面到下一表面之间的材料对光线的色散特性。

[0088] 表3为表2中变焦间隔的设计值。

[0089] 表3变焦镜头的一种变焦间隔设计值

[0090]

	广角端	长焦端
变焦间隔1	11.405	0.843
变焦间隔2	2.71	10.3

[0091] 本实施例的变焦镜头中非球面表面形状方程为：

$$[0092] \quad Z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)c^2r^2}} + Ar^4 + Br^6 + Cr^8 + Dy^{10} + Er^{12} + Fr^{14} + Gr^{16}$$

[0093] 其中,Z表示非球面Z向的轴向矢高,r为非球面的高度,c为拟合球面的曲率,数值上为曲率半径R的倒数,即 $c = 1/R$ ;K表示拟合圆锥系数;A、B、C、D、E、F、G表示高次非球面系数。示例性的,表4中示出了与图1和图2所示的变焦镜头中各透镜对应的非球面面型参数。

[0094] 表4变焦镜头中非球面系数的一种设计值

面序号	圆锥系数	A	B	C	D	E	F	G
3	-56.497	4.040 E-03	- 4.593 E-04	3.230 E-05	- 1.584 E-06	5.080 E-08	- 9.340 E-10	7.105 E-12
4	-0.176	4.016 E-03	- 7.598 E-04	2.668 E-05	- 2.507 E-07	- 2.336 E-08	- 3.715 E-10	4.102 E-11
5	41.701	1.050 E-04	- 8.105 E-05	- 2.997 E-07	- 3.282 E-07	5.859 E-10	5.886 E-10	4.169 E-11
6	0.788	- 6.148 E-04	4.106 E-05	3.786 E-06	7.376 E-08	6.376 E-09	3.159 E-10	- 8.068 E-11
7	-15.065	- 6.640 E-03	5.708 E-04	- 1.951 E-05	2.599 E-07	2.986 E-08	1.817 E-10	- 1.970 E-10
8	300.001	- 7.314 E-04	6.008 E-05	4.199 E-06	7.294 E-07	- 1.333 E-07	- 4.656 E-09	6.877 E-10
10	0.619	7.805 E-04	1.109 E-04	- 1.687 E-05	2.807 E-06	- 7.995 E-08	- 9.245 E-09	9.380 E-10
11	4.063	1.954 E-03	1.370 E-04	- 2.301 E-07	4.481 E-06	- 3.470 E-07	- 5.837 E-08	1.917 E-08
15	-300.019	- 8.214 E-03	- 4.918 E-04	1.342 E-04	- 2.072 E-05	2.854 E-06	4.735 E-07	- 6.036 E-08
16	36.199	- 4.869 E-03	- 2.807 E-04	1.301 E-04	- 6.505 E-06	5.457 E-07	- 5.361 E-08	2.289 E-08
S17	43.014	- 2.501 E-03	- 2.040 E-04	4.161 E-05	- 6.758 E-06	1.686 E-07	1.718 E-08	- 9.747 E-10
S18	-18.400	- 2.190 E-03	2.674 E-05	- 3.264 E-05	1.820 E-06	- 8.835 E-11	- 3.836 E-09	1.114 E-10

[0096] 其中,4.040E-03表示面序号为3的系数A为 $4.040 \times 10^{-3}$ 。

[0097] 本实施例中,变焦镜头由三枚玻璃球面透镜和六枚非球面透镜组成,其中,第一透镜10为玻璃球面的负透镜,第二透镜20为非球面的负透镜,第三透镜30为非球面的正透镜,第四透镜40为非球面的负透镜,第五透镜50为非球面的正透镜,第六透镜60为玻璃球面的正透镜,第七透镜70为玻璃球面的负透镜,第八透镜80为非球面的负透镜,第九透镜90为非球面透镜,且第六透镜60和第七透镜70构成胶合透镜。

[0098] 图3是图1所示的变焦镜头在广角端的场曲畸变示意图,图4是图2所示的变焦镜头在长焦端的场曲畸变示意图,如图3和图4所示,图中左侧坐标系中,水平坐标表示场曲的大小,单位为mm,垂直坐标表示归一化像高,没有单位;右侧坐标系中,水平坐标表示畸变的大小,单位为%;垂直坐标表示归一化像高,没有单位;T表示子午,S表示弧矢;由图3和图4可知,本实施例提供的变焦镜头在场曲上被有效地控制,即在成像时,中心的像质和周边的像质差距较小,同时,本实施例提供的变焦镜头的畸变得到了较好地矫正,成像畸变较小。

[0099] 图5是图1所示的变焦镜头在广角端的光扇示意图,图6是图2所示的变焦镜头在长焦端的光扇示意图。如图5和图6所示,横坐标为光束口径,纵坐标为垂轴像差,最理想的曲线是和横坐标相重合的一条直线,说明所有光线都聚交于像面上的同一点,曲线的纵坐标上对应的区间就是光束在理想像平面上的最大弥散范围,通过光扇图不仅可反应不同波长的单色像差,也可表示出垂轴色差的大小;由图5和图6可知,本发明实施例的变焦镜头在各视场下各波长均较好的贴近横坐标,即该变焦镜头各波长的垂轴像差得到较好的矫正,同时,各波长没有明显的分散,说明该变焦镜头的色差也得到了较好的矫正,从而保证该变焦镜头能够满足高分辨的成像要求。

[0100] 在另一示例性的实施例中,图7是本发明实施例提供的另一种变焦镜头在广角端的结构示意图,图8是本发明实施例提供的另一种变焦镜头在长焦端的结构示意图,如图7和图8所示,该变焦镜头包括同样包括沿光轴由物方至像方依次排列的调焦镜组100、光阑、变倍镜组200和固定镜组300;在变焦时,调焦镜组100和变倍镜组200沿光轴往复移动。

[0101] 其中,表5以一种可行的实施方式,详细说明了图7和图8所示的变焦镜头的具体光学物理参数。

[0102] 表5变焦镜头的另一种光学物理参数设计

	实施例 二	下限	上限
f1/FW	6.293	6.146	6.729
f5/FW	9.03	5.993	9.417
f6/FW	7.696	2.157	8.684
f7/FW	8.836	2.225	9.946
f8/FW	51.555	9.563	53.412
FT/FW	2.83	2.79	3.01
Nd7	1.83	1.81	1.96
Vd6	95.14	89.32	97.61
DIS/FOV	0.032	0.028	0.071
ZOL/TTL	0.235	0.198	0.261

[0104] 本实施例中变焦镜头的视场角FOV与光学畸变DIS的比值满足:|DIS/FOV|=0.032,即在能够实现较大视场角的同时,可以满足较小光学畸变的特性。

[0105] 表6为与表5对应的一种变焦镜头中各透镜的表面类型、曲率半径、厚度和材料等的设计参数。

[0106] 表6变焦镜头中各透镜的另一种参数设计

面序号	面型	曲率半径 (mm)	厚度 (mm)	折射率	阿贝数
1	球面	11.539	3.130	1.98	30.68
2	球面	5.585	4.430		
3	非球面	-84.185	1.702	1.48	90.04
4	非球面	4.154	2.828		
5	非球面	32.783	2.911	1.64	39.87
6	非球面	-5.156	0.765	1.54	66.11
7	非球面	27.157	变焦间隔 1		
8	平面	INF	-0.784		
[0107] 9	非球面	4.535	1.730	1.53	68.07
10	非球面	6.541	0.253		
11	球面	3.592	4.422	1.45	95.14
12	球面	-3.340	0.617	1.83	30.92
13	球面	-13.038	1.729		
14	非球面	39.157	0.668	1.82	35.91
15	非球面	27.921	变焦间隔 2		
16	非球面	27.557	1.223	1.96	30.79
17	非球面	-18.600	0.854		
18	平面	INF	0.710	1.52	64.20
19	平面	INF	0.220		

[0108] 其中,面序号根据各个透镜的表面顺序来进行编号,例如,“1”代表第一透镜10朝向物方的表面,“2”代表第一透镜10朝向像方的表面,“3”代表第二透镜20朝向物方的表面,“4”代表第二透镜20朝向像方的表面,依次类推,“18”代表平板玻璃110朝向物方的表面,“19”代表平板玻璃110朝向像方的表面;曲率半径代表透镜表面的弯曲程度,正值代表该表面弯向像面一侧,负值代表该表面弯向物面一侧;厚度代表当前表面到下一表面的中心轴向距离,曲率半径和厚度的单位均为毫米(mm)。折射率代表当前表面到下一表面之间的材料对光线的偏折能力,空格代表当前位置为空气,折射率为1;阿贝数表示当前表面到下一表面之间的材料对光线的色散特性。

[0109] 表7为表6中变焦间隔的设计值。

[0110] 表7变焦镜头的另一种变焦间隔设计值

[0111]	广角端	长焦端
变焦间隔1	12.204	2.471
变焦间隔2	2	8.832

[0112] 本实施例的变焦镜头中非球面表面形状方程为:

$$[0113] \quad Z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+K)c^2r^2}} + Ar^4 + Br^6 + Cr^8 + Dy^{10} + Er^{12} + Fr^{14} + Gr^{16}$$

[0114] 其中,Z表示非球面Z向的轴向矢高,r为非球面的高度,c为拟合球面的曲率,数值上为曲率半径R的倒数,即 $c=1/R$ ;K表示拟合圆锥系数;A、B、C、D、E、F、G表示高次非球面系数。示例性的,表8中示出了与图7和图8所示的变焦镜头中各透镜对应的非球面面型参数。

[0115] 表8变焦镜头中非球面系数的一种设计值

面序号	圆锥系数	A	B	C	D	E	F	G
3	183.565	4.626 E-03	- 4.497 E-04	3.268 E-05	- 1.593E -06	5.054 E-08	- 9.306 E-10	7.461 E-12
4	-0.161	3.919 E-03	- 6.011 E-04	2.895 E-05	- 2.664E -07	- 2.059 E-08	- 5.570 E-10	1.076 E-11
5	55.048	- 1.008 E-03	- 6.967 E-05	6.020 E-06	- 1.480E -07	- 3.478 E-09	4.688 E-11	3.822 E-13
6	-5.844	- 8.134 E-03	5.293 E-04	- 1.991 E-05	- 3.594E -08	1.876 E-08	4.076 E-10	- 2.840 E-11
7	35.021	- 7.398 E-04	- 5.900 E-05	- 2.332 E-06	7.297E -07	- 5.309 E-08	1.080 E-09	1.463 E-11
[0116] 9	0.638	8.242 E-04	1.058 E-04	- 1.778 E-05	2.849E -06	- 8.995 E-08	- 1.391 E-08	1.141 E-09
10	3.860	2.425 E-03	1.755 E-04	- 7.427 E-06	3.354E -06	- 1.380 E-07	3.501 E-08	- 1.398 E-09
14	184.618	- 7.232 E-03	- 6.262 E-04	1.030 E-04	- 1.681E -05	7.369 E-07	- 3.592 E-10	- 5.202 E-09
15	-194.034	- 3.804 E-03	- 5.274 E-04	1.094 E-04	- 1.266E -05	9.616 E-07	- 1.012 E-07	6.464 E-09
16	55.167	- 2.809 E-03	- 2.315 E-04	3.557 E-05	- 5.109E -06	1.826 E-07	1.008 E-08	- 8.510 E-10
17	-340.677	- 4.676 E-03	- 3.657 E-04	- 4.437 E-05	2.032E -06	- 1.998 E-08	- 2.132 E-09	4.056 E-11

[0117] 其中,4.626E-03表示面序号为3的系数A为 $4.626 \times 10^{-3}$ 。

[0118] 本实施例中,变焦镜头由三枚玻璃球面透镜和六枚非球面透镜组成,其中,第一透镜10为玻璃球面的负透镜,第二透镜20为非球面的负透镜,第三透镜30为非球面的正透镜,

第四透镜40为非球面的负透镜,第五透镜50为非球面的正透镜,第六透镜60为玻璃球面的正透镜,第七透镜70为玻璃球面的负透镜,第八透镜80为非球面的负透镜,第九透镜90为非球面透镜,且第三透镜30和第四透镜40构成胶合透镜,以及第六透镜60和第七透镜70构成胶合透镜。

[0119] 图9是图7所示的变焦镜头在广角端的场曲畸变示意图,图10是图8所示的变焦镜头在长焦端的场曲畸变示意图,如图9和图10所示,图中左侧坐标系中,水平坐标表示场曲的大小,单位为mm,垂直坐标表示归一化像高,没有单位;右侧坐标系中,水平坐标表示畸变的大小,单位为%;垂直坐标表示归一化像高,没有单位;T表示子午,S表示弧矢;由图9和图10可知,本实施例提供的变焦镜头在场曲上被有效地控制,即在成像时,中心的像质和周边的像质差距较小,同时,本实施例提供的变焦镜头的畸变得到了较好地矫正,成像畸变较小。

[0120] 图11是图7所示的变焦镜头在广角端的光扇示意图,图12是图8所示的变焦镜头在长焦端的光扇示意图。如图11和图12所示,横坐标为光束口径,纵坐标为垂轴像差,最理想的曲线是和横坐标相重合的一条直线,说明所有光线都聚交于像面上的同一点,曲线的纵坐标上对应的区间就是光束在理想像平面上的最大弥散范围,通过光扇图不仅可反应不同波长的单色像差,也可表示出垂轴色差的大小;由图11和图12可知,本发明实施例的变焦镜头在各视场下各波长均较好的贴近横坐标,即该变焦镜头各波长的垂轴像差得到较好的矫正,同时,各波长没有明显的分散,说明该变焦镜头的色差也得到了较好的矫正,从而保证该变焦镜头能够满足高分辨的成像要求。

[0121] 在又一示例性的实施例中,图13是本发明实施例提供的又一种变焦镜头在广角端的结构示意图,图14是本发明实施例提供的又一种变焦镜头在长焦端的结构示意图,如图13和图14所示,该变焦镜头包括同样包括沿光轴由物方至像方依次排列的调焦镜组100、光阑、变倍镜组200和固定镜组300;在变焦时,调焦镜组100和变倍镜组200沿光轴往复移动。

[0122] 其中,表9以一种可行的实施方式,详细说明了图13和图14所示的变焦镜头的具体光学物理参数。

[0123] 表9变焦镜头的又一种光学物理参数设计

	实施例三	下限	上限
f1/FW	6.502	6.146	6.729
f5/FW	6.215	5.993	9.417
f6/FW	2.355	2.157	8.684
f7/FW	2.742	2.225	9.946
f8/FW	16.683	9.563	53.412
FT/FW	2.88	2.79	3.01
Nd7	1.85	1.81	1.96
Vd6	93.61	89.32	97.61
DIS/FOV	0.047	0.028	0.071
ZOL/TTL	0.204	0.198	0.261

[0124]

[0125] [88]本实施例中变焦镜头的视场角FOV与光学畸变DIS的比值满足： $|DIS/FOV| = 0.047$ ，即在能够实现较大视场角的同时，可以满足较小光学畸变的特性。

[0126] 表10为与表9对应的一种变焦镜头中各透镜的表面类型、曲率半径、厚度和材料等的设计参数。

[0127] 表10变焦镜头中各透镜的另一种参数设计

[0128]

面序号	面型	曲率半径 (mm)	厚度 (mm)	折射率	阿贝数
1	球面	14.488	4.382	1.82	48.10
2	球面	5.536	4.067		
3	非球面	-88.804	1.995	1.57	61.26
4	非球面	4.022	2.198		
5	非球面	31.994	3.699	1.63	31.77
6	非球面	-6.398	1.144	1.50	60.91
7	非球面	27.862	变焦间隔 1		
8	平面	INF	-0.793		
9	非球面	4.469	2.269	1.57	47.47
10	非球面	8.659	0.285		
11	球面	3.577	2.314	1.44	93.61
12	球面	-4.778	0.187		
13	球面	-4.232	1.482	1.85	24.85
14	球面	-30.109	0.501		
15	非球面	22.234	0.770	1.82	39.24
16	非球面	87.838	变焦间隔 2		
17	非球面	21.900	2.481	1.68	48.11
18	非球面	-14.139	0.861		
19	平面	INF	0.710	1.52	64.20
20	平面	INF	0.220		

[0129] 其中，面序号根据各个透镜的表面顺序来进行编号，例如，“1”代表第一透镜10朝向物方的表面，“2”代表第一透镜10朝向像方的表面，“3”代表第二透镜20朝向物方的表面，“4”代表第二透镜20朝向像方的表面，依次类推，“19”代表平板玻璃110朝向物方的表面，“20”代表平板玻璃110朝向像方的表面；曲率半径代表透镜表面的弯曲程度，正值代表该表面弯向像面一侧，负值代表该表面弯向物面一侧；厚度代表当前表面到下一表面的中心轴向距离，曲率半径和厚度的单位均为毫米(mm)。折射率代表当前表面到下一表面之间的材料对光线的偏折能力，空格代表当前位置为空气，折射率为1；阿贝数表示当前表面到下一表面之间的材料对光线的色散特性。

[0130] 表11为表10中变焦间隔的设计值。

[0131] 表11变焦镜头的另一种变焦间隔设计值

[0132]		广角端	长焦端
	变焦间隔1	8.993	0.862
	变焦间隔2	2.296	9.598

[0133] 本实施例的变焦镜头中非球面表面形状方程为:

$$[0134] \quad Z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)c^2r^2}} + Ar^4 + Br^6 + Cr^8 + Dy^{10} + Er^{12} + Fr^{14} + Gr^{16}$$

[0135] 其中,Z表示非球面Z向的轴向矢高,r为非球面的高度,c为拟合球面的曲率,数值上为曲率半径R的倒数,即 $c = 1/R$ ;K表示拟合圆锥系数;A、B、C、D、E、F、G表示高次非球面系数。示例性的,表12中示出了与图13和图14所示的变焦镜头中各透镜对应的非球面面型参数。

[0136] 表12变焦镜头中非球面系数的一种设计值

面序号	圆锥系数	A	B	C	D	E	F	G
3	243.967	4.706 E-03	- 4.553 E-04	3.261 E-05	- 1.591 E-06	5.055 E-08	- 9.281 E-10	7.46E -12
4	-0.136	3.796 E-03	- 6.818 E-04	2.909 E-05	- 2.408 E-07	- 2.082 E-08	- 5.407 E-10	1.16E -11
5	58.650	- 9.274 E-04	- 7.829 E-05	5.969 E-06	- 1.337 E-07	- 3.170 E-09	1.094 E-10	2.10E -12
6	-15.020	- 8.237 E-03	- 5.638 E-04	- 2.092 E-05	2.523 E-08	1.651 E-08	7.500 E-10	- 1.37E -11
7	48.712	- 6.550 E-04	- 3.744 E-05	- 2.408 E-06	5.914 E-07	- 5.806 E-08	1.631 E-09	- 2.80E -12
9	0.286	1.776 E-04	- 1.107 E-04	- 1.455 E-05	7.291 E-06	- 8.047 E-07	- 3.642 E-08	5.83E -09
10	1.932	9.761 E-04	- 1.755 E-05	- 2.083 E-05	1.816 E-06	2.260 E-07	- 1.397 E-07	1.45E -08
15	67.213	- 5.794 E-03	- 1.316 E-03	9.593 E-05	- 2.070 E-05	- 8.783 E-07	6.450 E-07	- 1.57E -08
16	-55.066	- 2.102 E-03	- 8.313 E-04	3.514 E-05	- 2.761 E-06	2.218 E-06	- 3.253 E-07	2.52E -08
17	7.335	- 3.118 E-03	- 3.269 E-04	3.572 E-05	- 2.415 E-06	- 4.762 E-09	- 1.030 E-08	3.37E -10
18	-217.260	- 8.043 E-03	- 5.197 E-04	- 4.335 E-05	2.734 E-06	- 2.335 E-08	- 1.633 E-08	8.05E -10

[0138] 其中,4.706E-03表示面序号为3的系数A为 $4.706 \times 10^{-3}$ 。

[0139] 本实施例中,变焦镜头由三枚玻璃球面透镜和六枚非球面透镜组成,其中,第一透镜10为玻璃球面的负透镜,第二透镜20为非球面的负透镜,第三透镜30为非球面的正透镜,第四透镜40为非球面的负透镜,第五透镜50为非球面的正透镜,第六透镜60为玻璃球面的正透镜,第七透镜70为玻璃球面的负透镜,第八透镜80为非球面的负透镜,第九透镜90为非球面透镜,且第三透镜30和第四透镜40构成胶合透镜。

[0140] 图15是图13所示的变焦镜头在广角端的场曲畸变示意图,图16是图14所示的变焦镜头在长焦端的场曲畸变示意图,如图15和图16所示,图中左侧坐标系中,水平坐标表示场

曲的大小,单位为mm,垂直坐标表示归一化像高,没有单位;右侧坐标系中,水平坐标表示畸变的大小,单位为%;垂直坐标表示归一化像高,没有单位;T表示子午,S表示弧矢;由图15和图16可知,本实施例提供的变焦镜头在场曲上被有效地控制,即在成像时,中心的像质和周边的像质差距较小,同时,本实施例提供的变焦镜头的畸变得到了较好地矫正,成像畸变较小。

[0141] 图17是图13所示的变焦镜头在广角端的光扇示意图,图18是图14所示的变焦镜头在长焦端的光扇示意图。如图17和图18所示,横坐标为光束口径,纵坐标为垂轴像差,最理想的曲线是和横坐标相重合的一条直线,说明所有光线都聚交于像面上的同一点,曲线的纵坐标上对应的区间就是光束在理想像平面上的最大弥散范围,通过光扇图不仅可反应不同波长的单色像差,也可表示出垂轴色差的大小;由图17和图18可知,本发明实施例的变焦镜头在各视场下各波长均较好的贴近横坐标,即该变焦镜头各波长的垂轴像差得到较好的矫正,同时,各波长没有明显的分散,说明该变焦镜头的色差也得到了较好的矫正,从而保证该变焦镜头能够满足高分辨的成像要求。

[0142] 应该理解,可以使用上面所示的各种形式的结构,重新排序、增加或删除模块、单元等结构。例如,本发明中记载的各结构可以并行地存在也可以存在某些或全部,只要能够实现本发明的技术方案所期望的结果,本文在此不进行限制。

[0143] 上述具体实施方式,并不构成对本发明保护范围的限制。本领域技术人员应该明白的是,根据设计要求和因素,可以进行各种修改、组合、子组合和替代。任何在本发明的精神和原则之内所作的修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明保护范围之内。

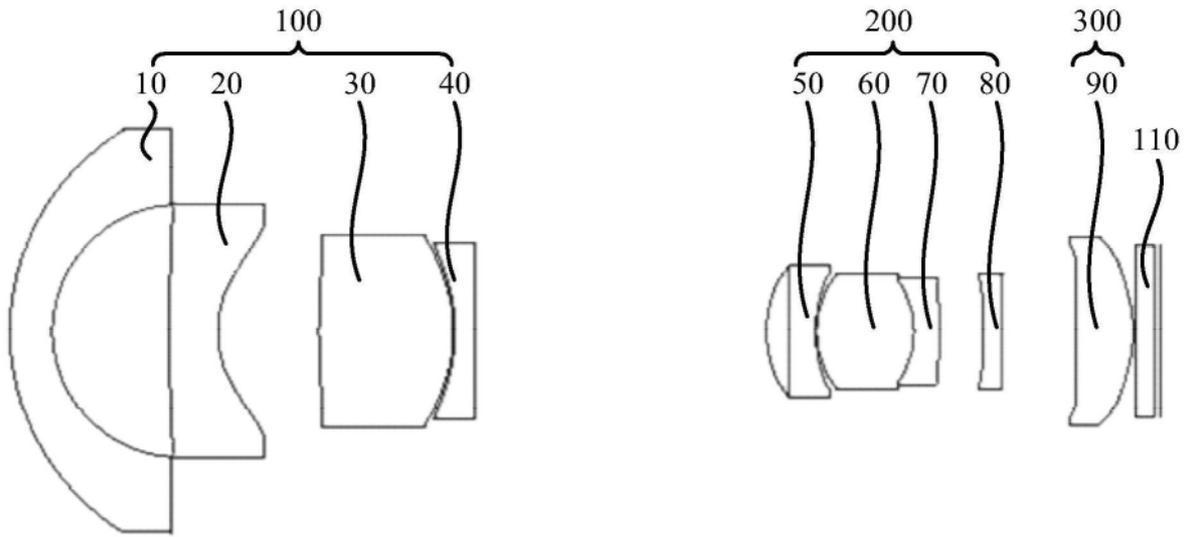


图1

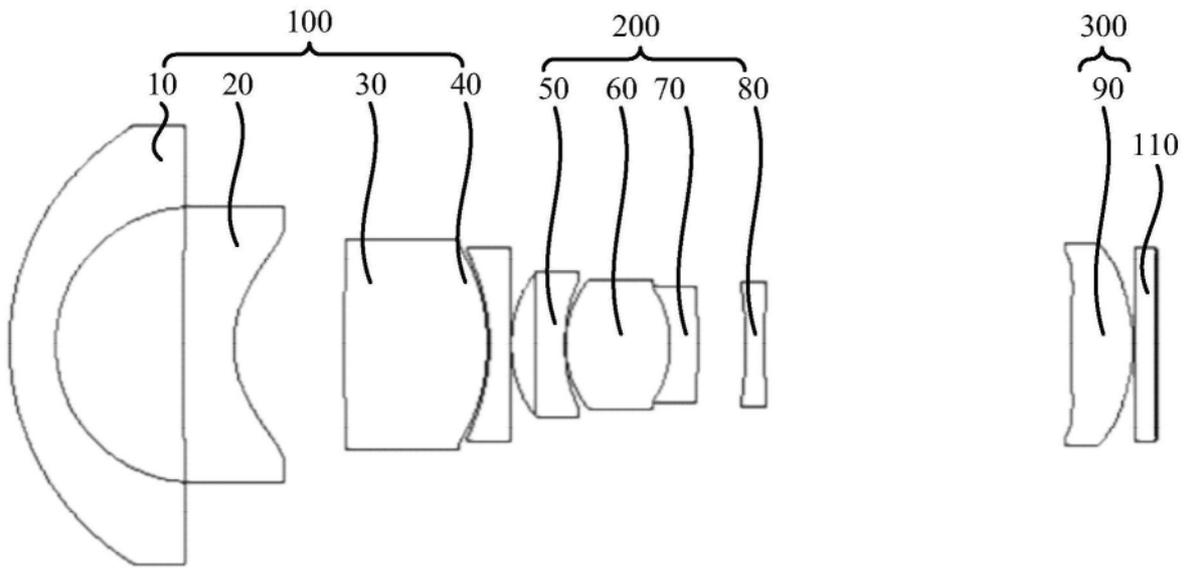


图2

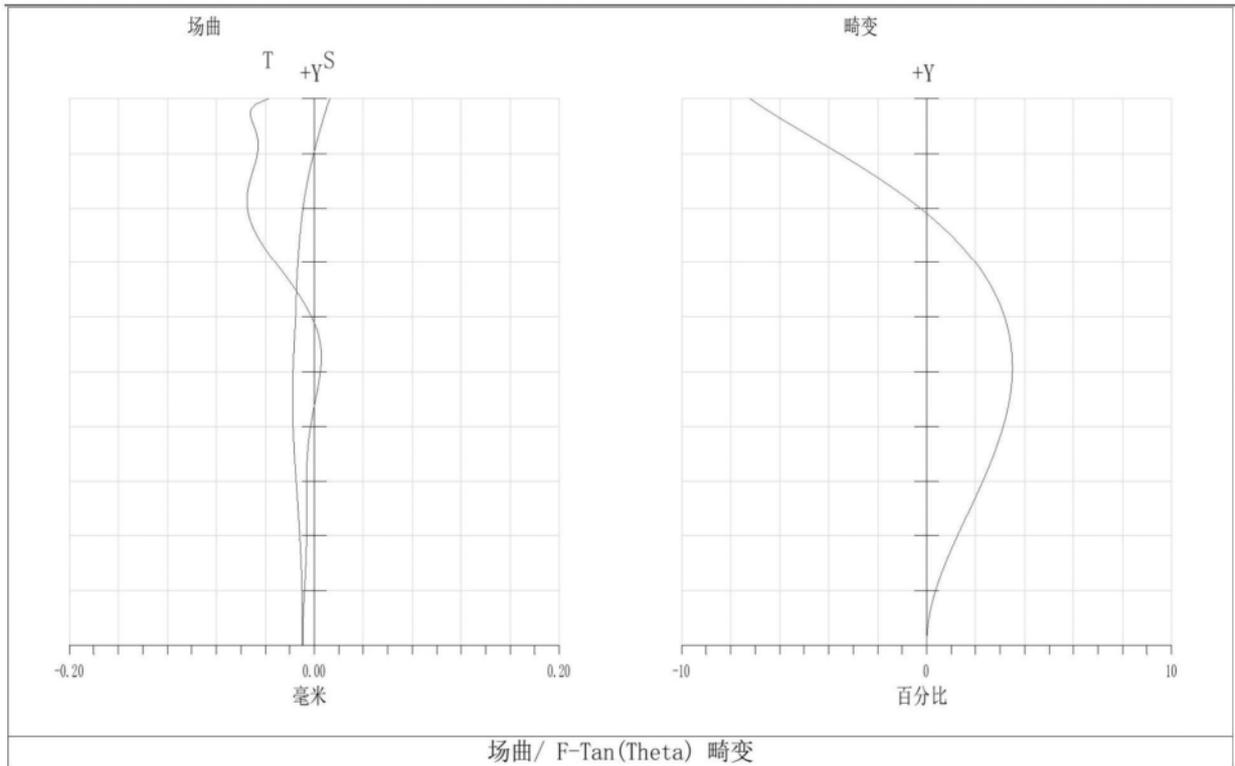


图3

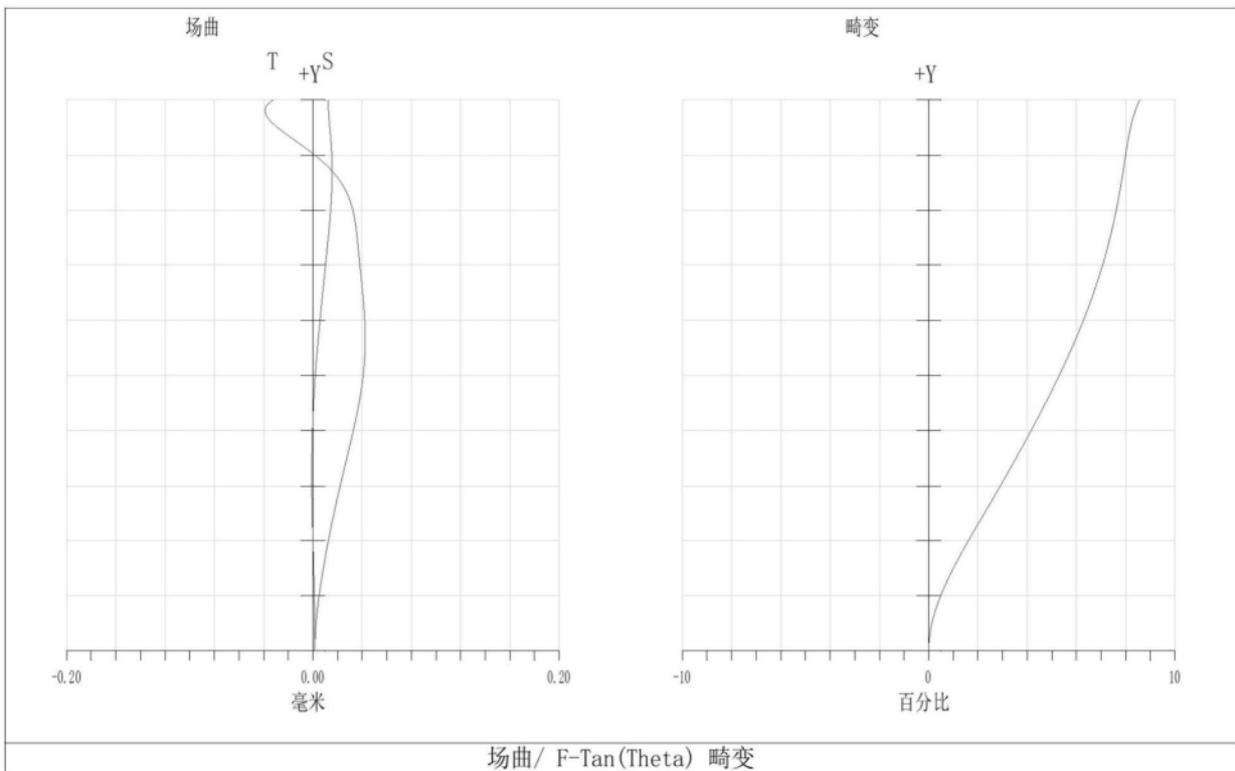


图4

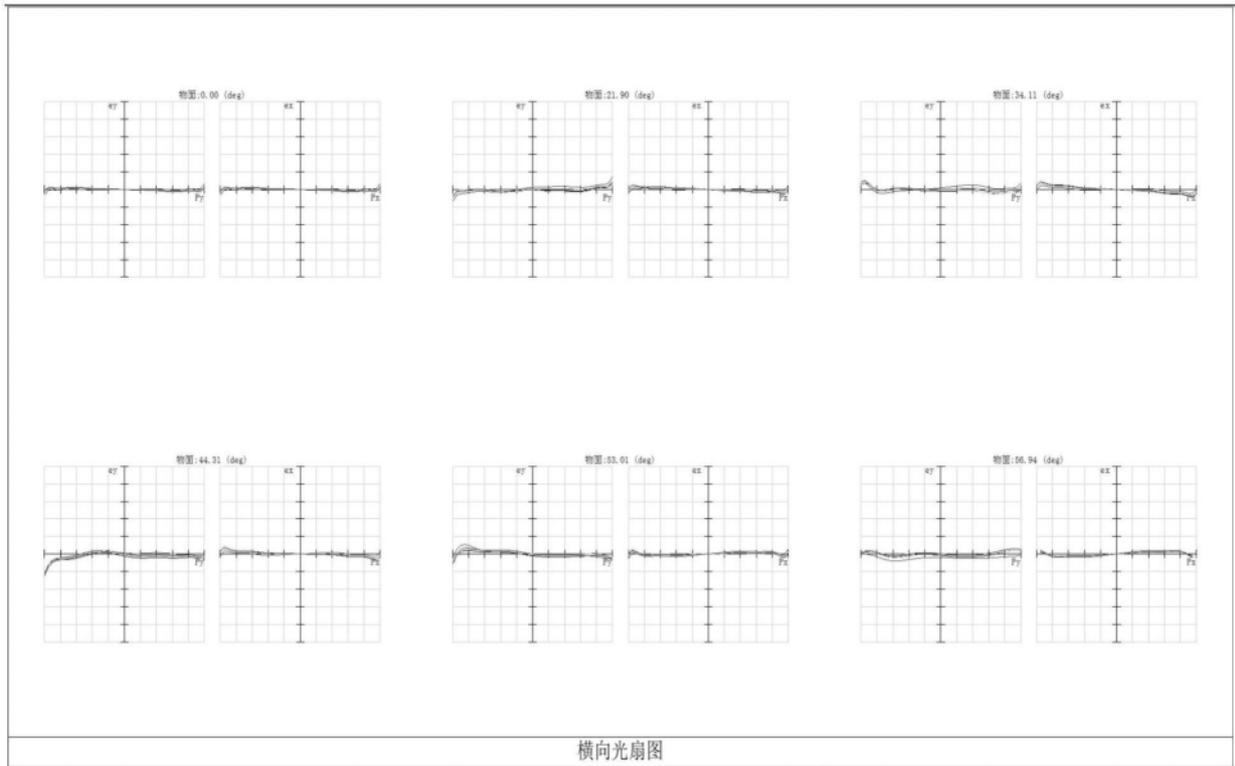


图5

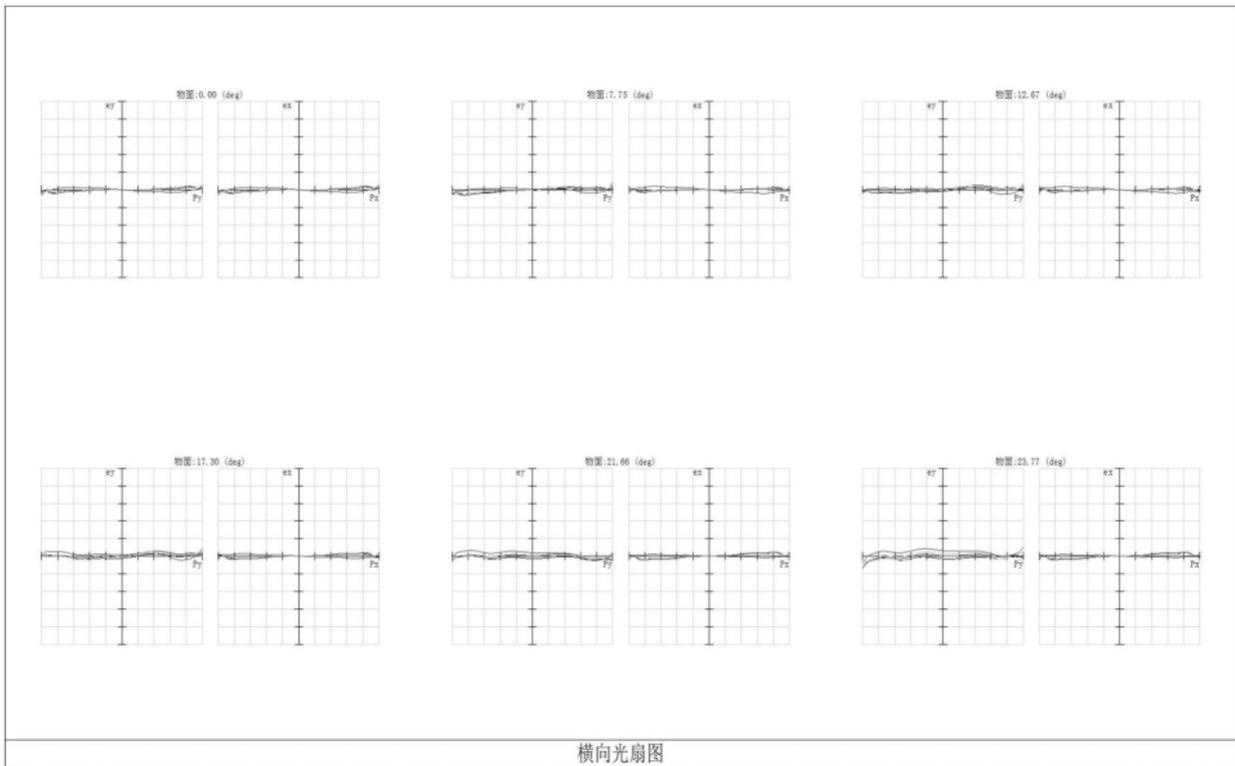


图6

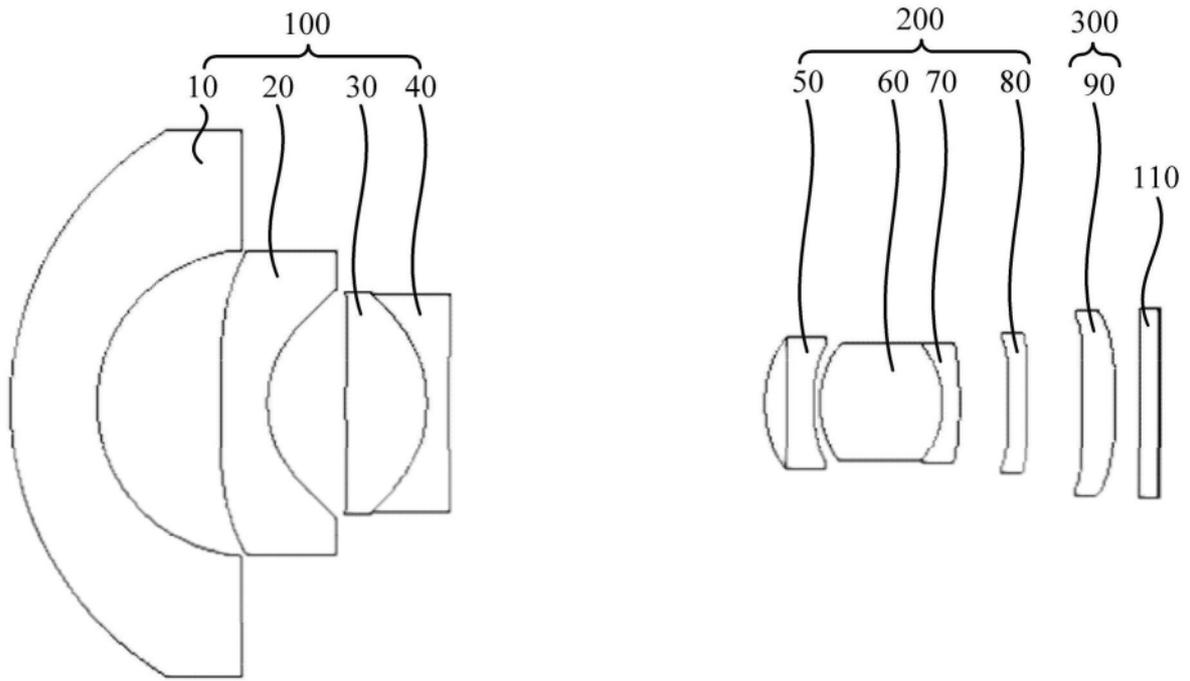


图7

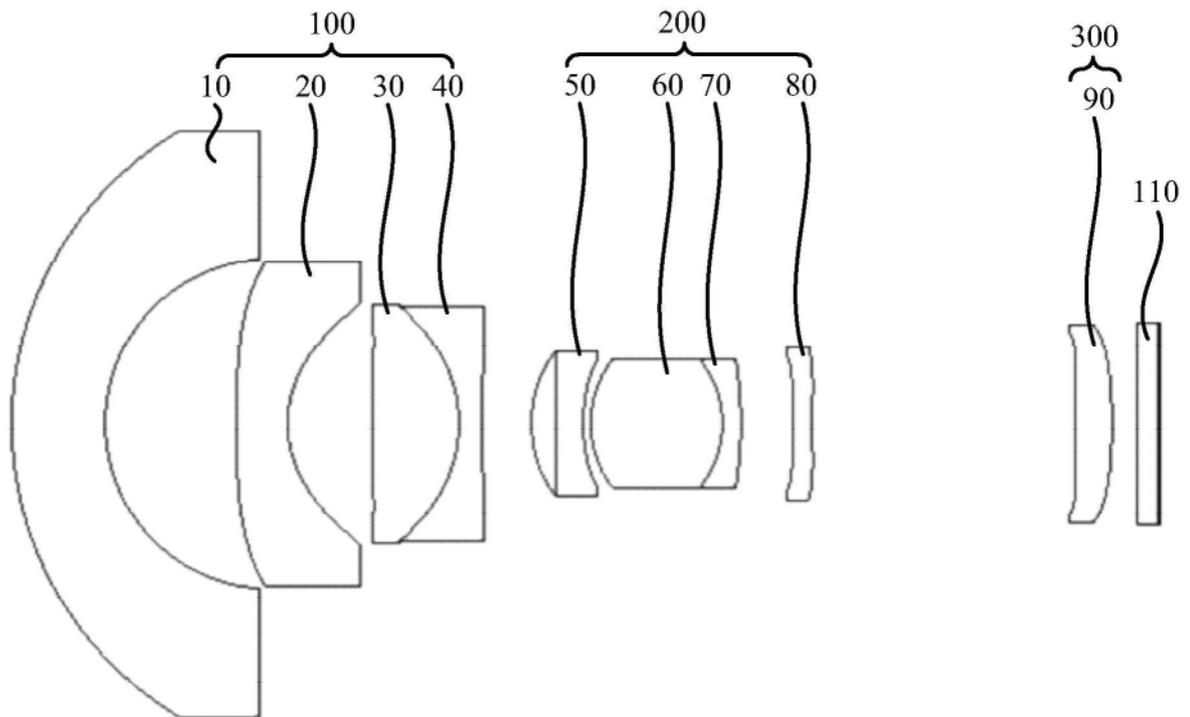


图8

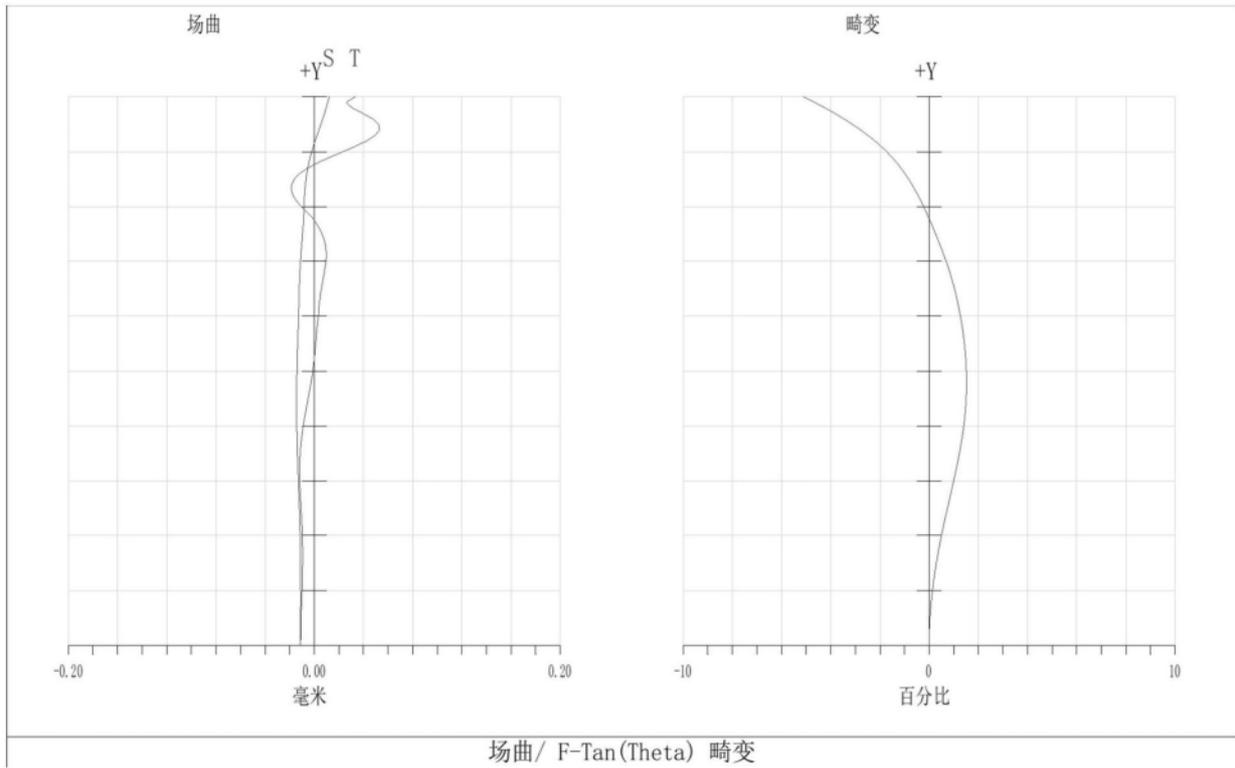


图9

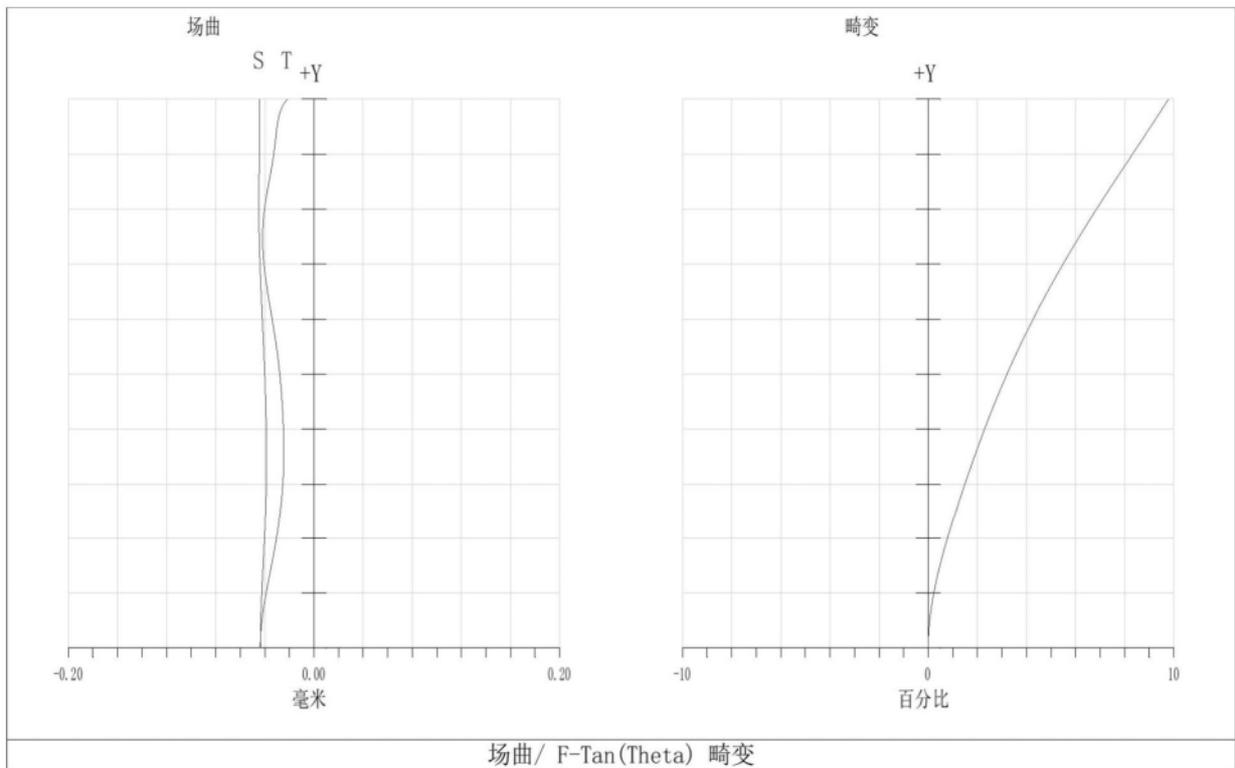


图10

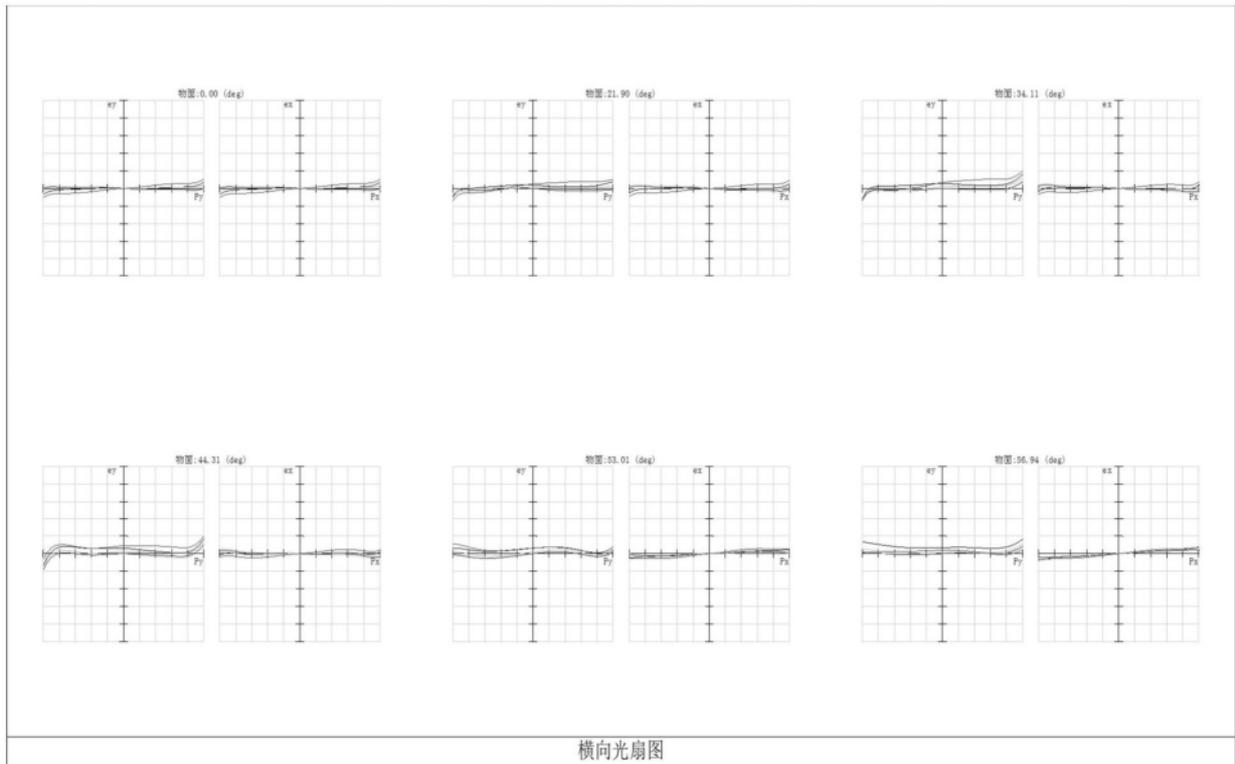


图11

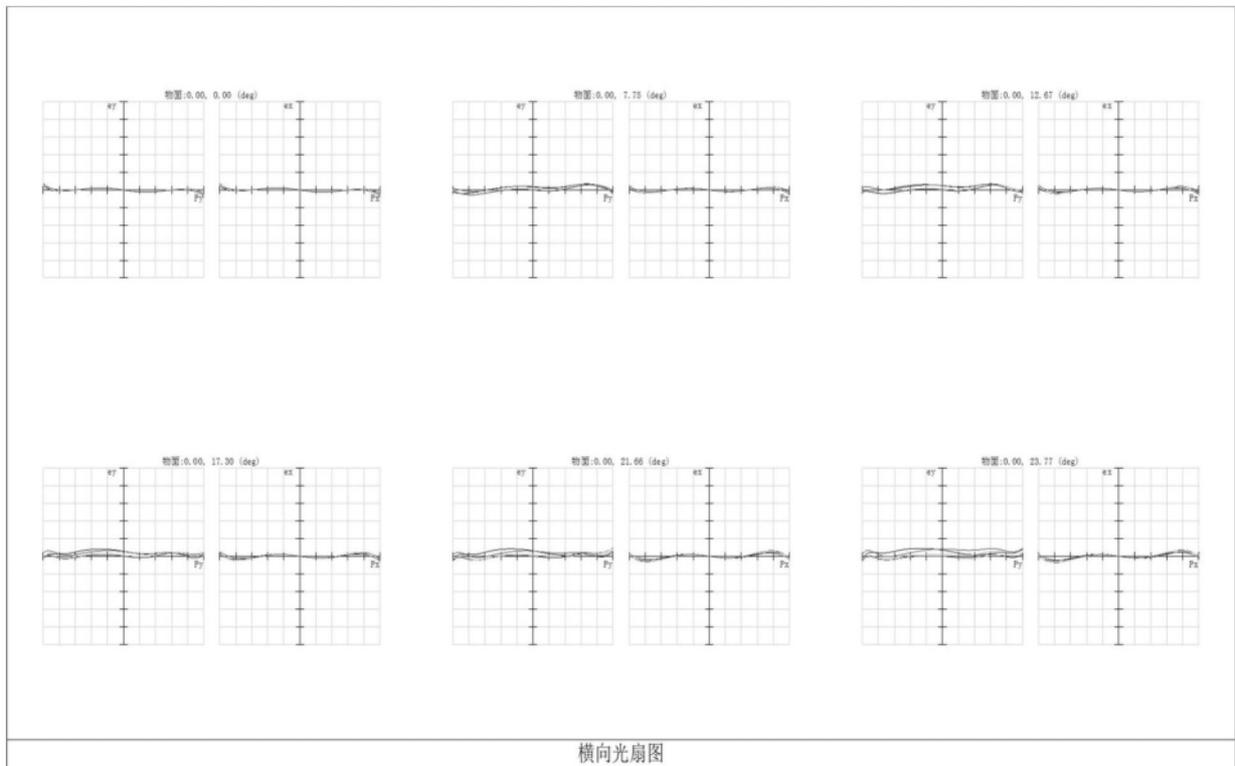


图12

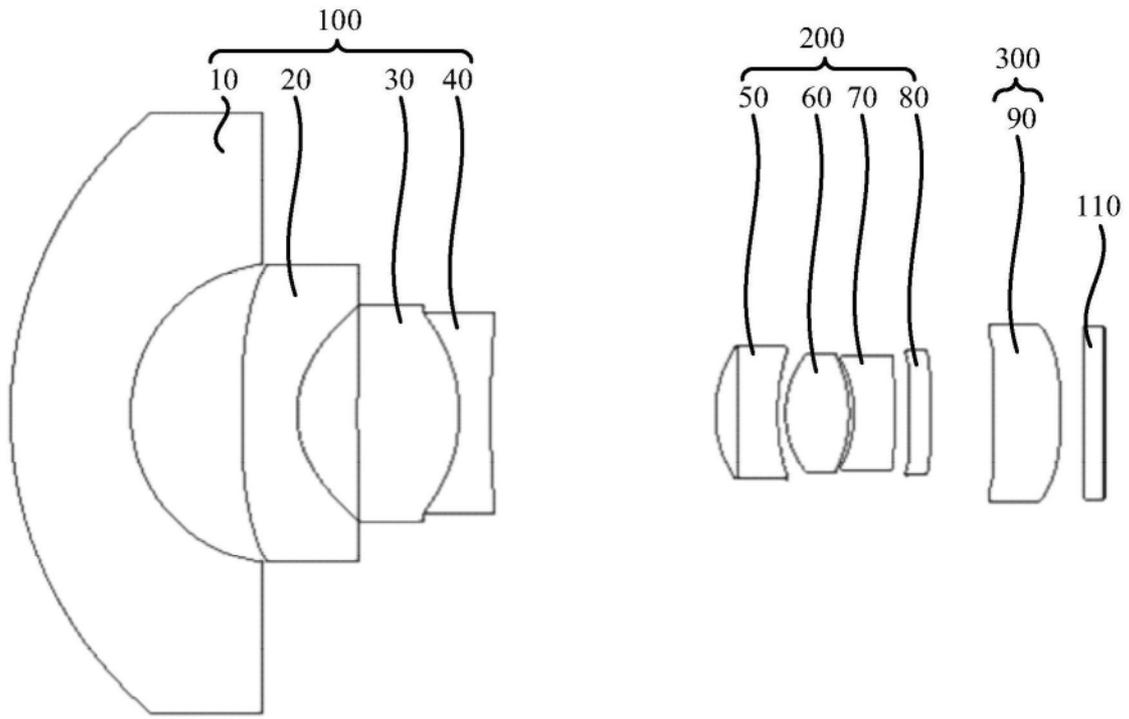


图13

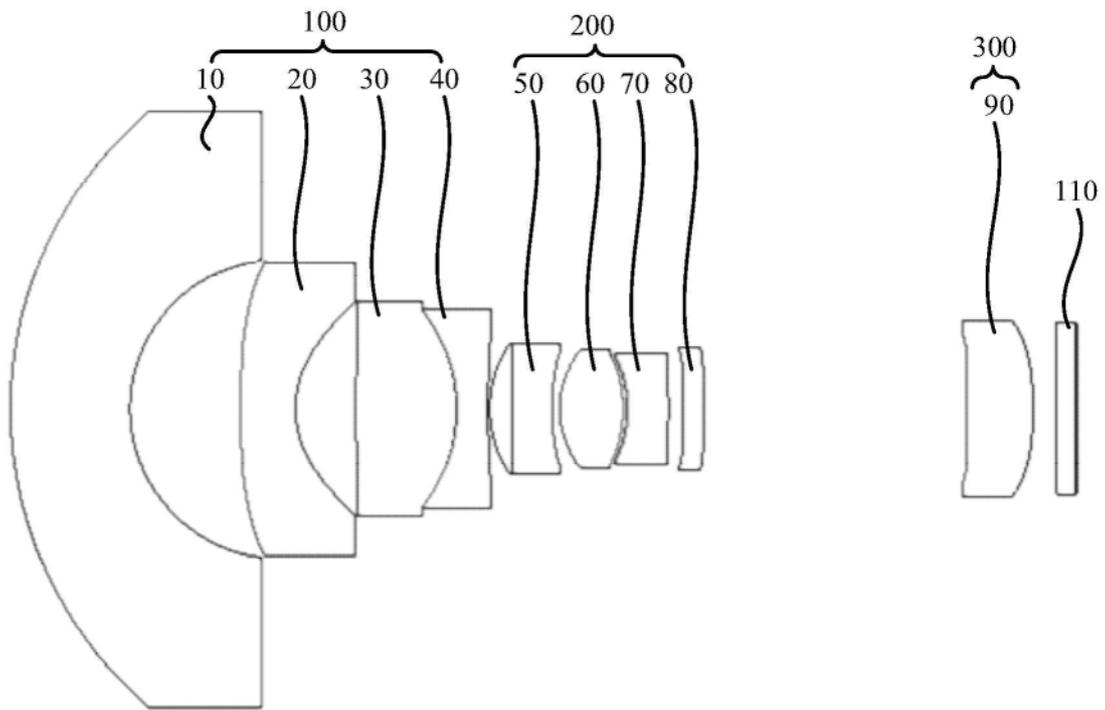


图14

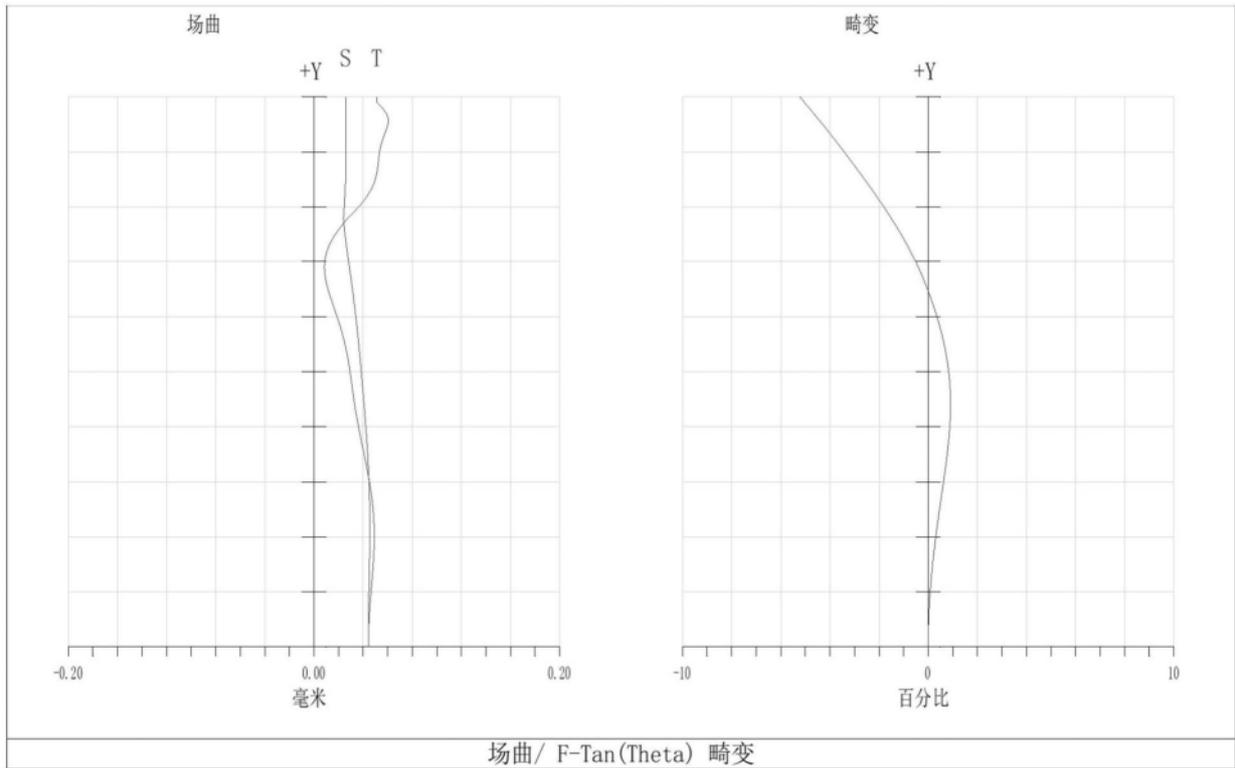


图15

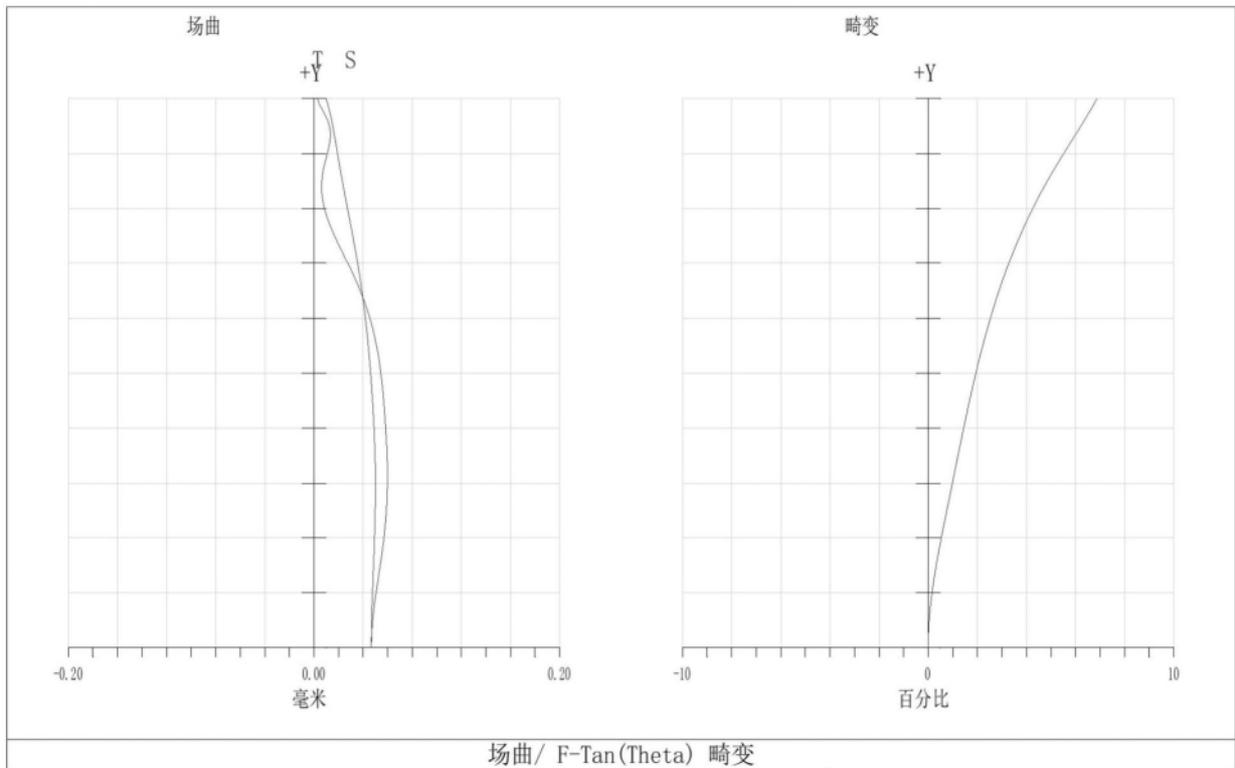


图16

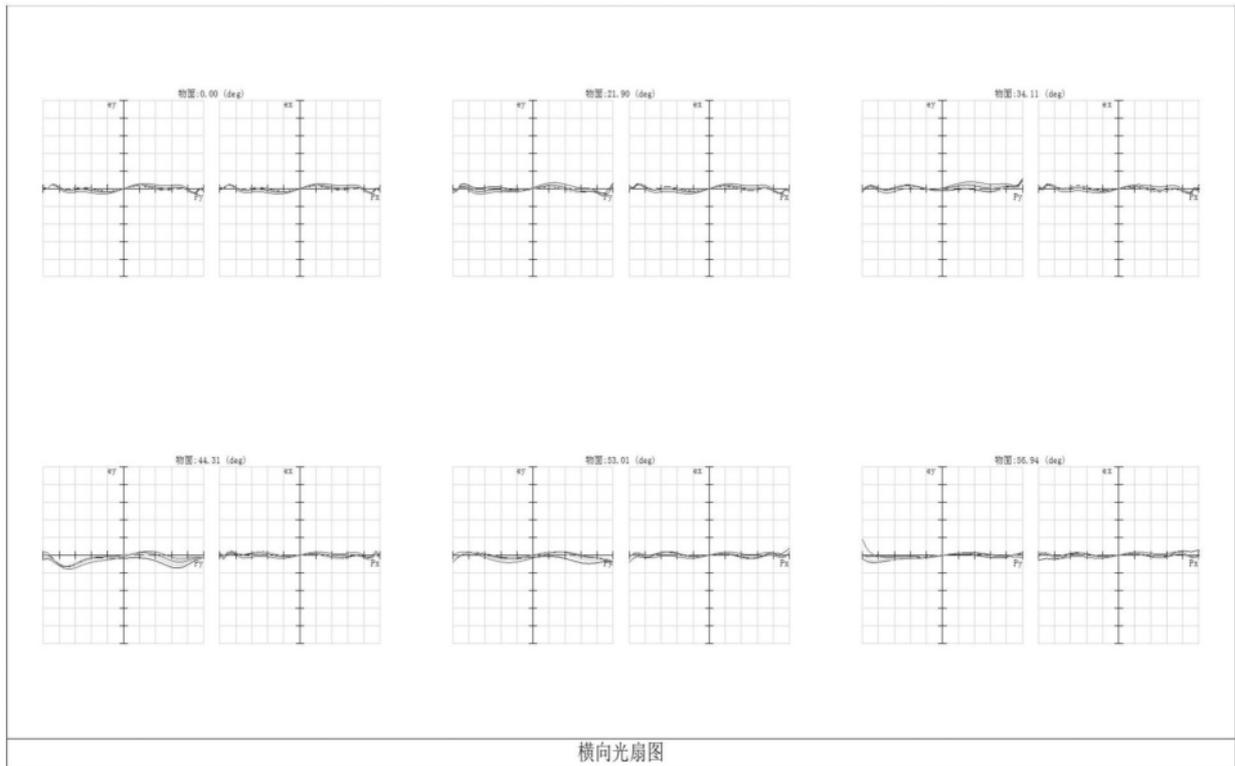


图17

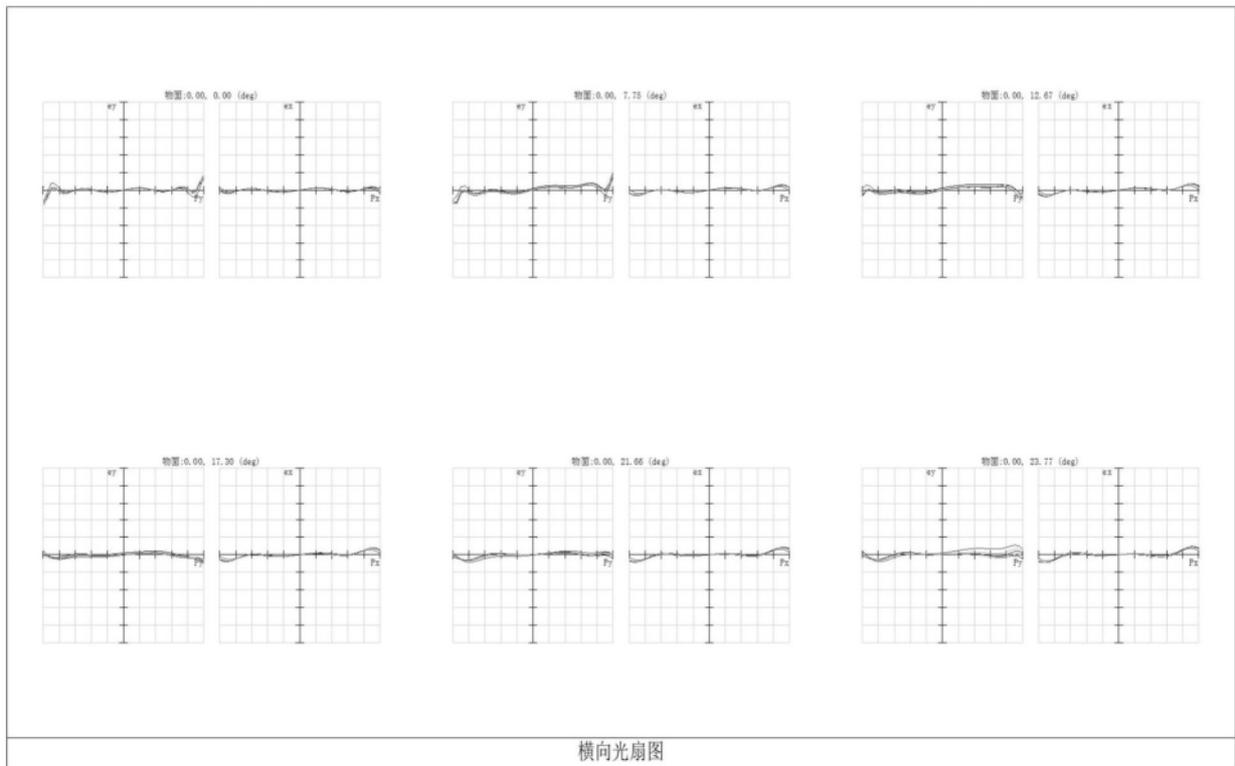


图18