



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106950622 A

(43)申请公布日 2017.07.14

(21)申请号 201710309989.8

G02B 13/18(2006.01)

(22)申请日 2013.02.22

(30)优先权数据

2012-076319 2012.03.29 JP

(62)分案原申请数据

201380013095.4 2013.02.22

(71)申请人 日立麦克赛尔株式会社

地址 日本大阪府

(72)发明人 山崎真辉 杉山隆

(74)专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司

11243

代理人 金成哲 郭成周

(51)Int.Cl.

G02B 3/02(2006.01)

G02B 13/00(2006.01)

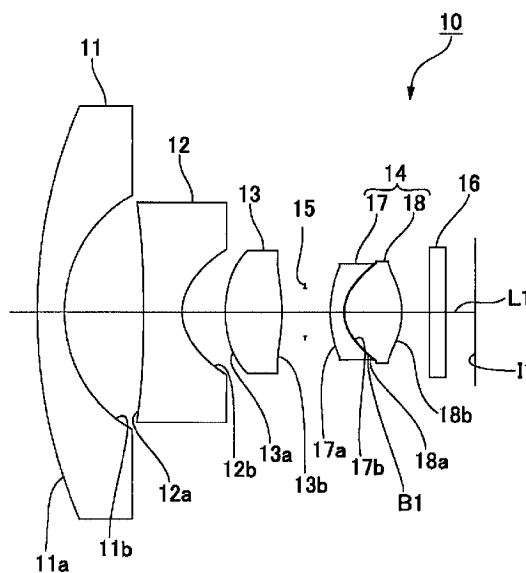
权利要求书1页 说明书24页 附图25页

(54)发明名称

接合透镜、摄像透镜以及摄像装置

(57)摘要

本发明提供一种接合透镜、摄像透镜以及摄像装置。摄像透镜从物体侧朝向像侧具备负焦距的第一透镜、负焦距的第二透镜、正焦距的第三透镜、以及正焦距的第四透镜。第四透镜是由负焦距的物体侧透镜和正焦距的像侧透镜构成的接合透镜。粘接物体侧透镜和像侧透镜的树脂粘接剂层B1在光轴上的厚度为20 μm以上,在将物体侧透镜的像侧透镜面的下垂量设定为Sg1H、将像侧透镜的物体侧透镜面的下垂量设定为Sg2H时,满足Sg1H≤Sg2H。由于构成接合透镜的两枚透镜的间隔宽扩,所以不会在接合面发生损伤,粘接作业容易。此外,由于能够完成预先考虑到树脂粘接剂层B1的厚度的设计,所以能够修正诸像差。



1. 一种接合透镜,其由负透镜和正透镜构成,该接合透镜的特征在于,

具备正焦距,具备粘接上述负透镜和上述正透镜的粘接剂层,上述负透镜与上述粘接剂层的接合面和上述正透镜与上述粘接剂层的接合面分别成为相互不同的非球面形状,

在将光轴上的上述粘接剂层的厚度尺寸设定为D、将与上述光轴正交的方向的具备负焦距的透镜的接合面的有效直径的高度H中的上述负透镜的接合面的下垂量设定为 $Sg1H$ 、将上述高度H中的上述正透镜的接合面的下垂量设定为 $Sg2H$ 时,满足以下的条件式(1)以及条件式(2):

$$20\mu\text{m}\leq D \quad (1)$$

$$Sg1H < Sg2H \quad (2)。$$

2. 根据权利要求1所述的接合透镜,其特征在于,

上述负透镜以及上述正透镜的接合面的一方为凹面,另一方为凸面。

3. 根据权利要求1所述的接合透镜,其特征在于,

上述负透镜配置在物体侧,上述正透镜配置在像侧。

4. 根据权利要求1所述的接合透镜,其特征在于,

上述负透镜具有具备凸形状的曲面部分的透镜面和具备凹形状的曲面部分的透镜面,上述正透镜具有具备凸形状的曲面部分的透镜面和具备凸形状的曲面部分的透镜面。

5. 根据权利要求1所述的接合透镜,其特征在于,

上述负透镜的阿贝数比上述正透镜的阿贝数小。

6. 根据权利要求1所述的接合透镜,其特征在于,

满足以下的条件式(3):

$$D\leq 100\mu\text{m} \quad (3)。$$

7. 根据权利要求1所述的接合透镜,其特征在于,

基于波长为588nm的光线、即可见光线和波长为850nm的光线、即近红外线而利用于摄像。

8. 根据权利要求1所述的接合透镜,其特征在于,

上述负透镜的透镜面的两面均是非球面形状。

9. 根据权利要求1所述的接合透镜,其特征在于,

上述正透镜的透镜面的两面均是非球面形状。

10. 根据权利要求1所述的接合透镜,其特征在于,

上述粘接剂层具有比上述负透镜大且比上述正透镜小的阿贝数。

11. 根据权利要求1所述的接合透镜,其特征在于,

上述粘接剂层具有比上述负透镜小且比上述正透镜小的折射率。

12. 一种摄像透镜,其特征在于,

搭载了权利要求1所述的接合透镜。

13. 一种摄像装置,其特征在于,

在权利要求12所述的摄像透镜的成像面、即焦点位置配置了传感器面。

## 接合透镜、摄像透镜以及摄像装置

[0001] 本申请为分案申请；其母案的申请号为“2013800130954”，发明名称为“摄像透镜以及摄像装置”。

### 技术领域

[0002] 本发明涉及从物体侧依次具备第一透镜、第二透镜、第三透镜以及第四透镜，并且第四透镜为接合透镜的摄像透镜以及搭载该摄像透镜的摄像装置。

### 背景技术

[0003] 已知有为了以较少的枚数的透镜来修正色差等的诸像差而搭载接合透镜的摄像透镜。专利文献1所记载的摄像透镜构成为，从物体侧朝向像侧依次包括具备负焦距的第一透镜、具备负焦距的第二透镜、具备正焦距的第三透镜、以及具备正焦距的第四透镜，第四透镜为接合透镜。在该文献中，构成第四透镜的两枚透镜的接合面、即构成第四透镜的物体侧透镜的像侧透镜面和像侧透镜的物体侧透镜面均是非球面形状。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1：日本特开2006-284620号公报

### 发明内容

[0007] 发明所要解决的技术问题

[0008] 接合透镜通过由丙烯系的树脂粘接剂接合两枚透镜（物体侧透镜以及像侧透镜）来构成。另外，在接合透镜中，要求将由树脂粘接剂形成于两枚透镜之间的树脂粘接剂层尽可能薄地形成，一般地，树脂粘接剂层的厚度尺寸为5~10 $\mu\text{m}$ 。这是因为如果树脂粘接剂层变厚，则与设计时的摄像透镜的光学特性的模拟相比，会发生切线面的像面弯曲向正侧位移这样的弊端。

[0009] 这里，为了更好地修正诸像差，考虑到将成为接合面的物体透镜的像侧透镜面以及像侧透镜的物体侧透镜面的各面做成相互不同的非球面形状。但是，如果在使接合面的形状相互不同时减薄树脂粘接剂层，则在粘接作业中致使这些接合面相互接触，在各接合面发生损失的危险性提高。另外，如果为了减薄树脂粘接剂层而将各透镜的接合面的间隔变窄，则树脂粘接剂不会蔓延到这些接合面之间，存在导致在物体侧透镜和像侧透镜之间残留气泡的情况。

[0010] 鉴于这些问题点，本发明的课题在于提供由包含容易制造的接合透镜在内的四枚透镜构成的高析像度的摄像透镜。

[0011] 用于解决上述课题的方案

[0012] 为了解决上述课题，本发明的摄像透镜的特征在于，从物体侧朝向像侧依次包括具备负焦距的第一透镜、具备负焦距的第二透镜、具备正焦距的第三透镜、以及具备正焦距的第四透镜，

[0013] 上述第四透镜是由具备负焦度的物体侧透镜和具备正焦度的像侧透镜构成的接合透镜,并具备粘接上述物体侧透镜和上述像侧透镜的树脂粘接剂层,

[0014] 上述物体侧透镜的像侧透镜面以及上述像侧透镜的物体侧透镜面分别成为相互不同的非球面形状,

[0015] 在将光轴上的上述粘接剂树脂层的厚度尺寸设定为D、将在与上述光轴正交的方向的上述物体侧透镜的像侧透镜面的有效直径上的高度H中的下垂量设定为 $Sg1H$ 、将在上述高度H中的上述像侧透镜的物体侧透镜面的下垂量设定为 $Sg2H$ 时,满足以下的条件式(1)以及条件式(2):

$$[0016] \quad 20\mu\text{m} \leq D \quad (1)$$

$$[0017] \quad Sg1H \leq Sg2H \quad (2)。$$

[0018] 根据本发明,作为构成接合透镜的两枚透镜的接合面的物体侧透镜的像侧透镜面以及像侧透镜的物体侧透镜面成为相互不同的非球面形状。其结果,由于能够容易地利用接合透镜来修正色差等的诸像差,所以能够实现摄像透镜的高析像度化。另外,由于满足条件式(1)以及条件式(2),所以能够使成为相互不同的非球面形状的物体侧透镜的像侧透镜面和像侧透镜的物体侧透镜面之间的粘接剂树脂层的厚度尺寸、即构成接合透镜的两枚透镜的接合面的间隔变得宽扩。因此,能够防止或者抑制在粘接两枚透镜的粘接作业中致使接合面相互接触而使各接合面发生损伤的情况。另外,由于接合面的间隔宽扩,所以在接合面之间树脂粘接剂容易蔓延,能够防止在两枚透镜之间残留气泡。因此,接合透镜的制造变得容易。而且,由于能够预先使构成接合透镜的物体侧透镜的像侧透镜面以及像侧透镜的物体侧透镜面在光轴上的间隔为 $20\mu\text{m}$ 以上地进行摄像透镜的设计,所以能够进行考虑到切线面的像面弯曲向正侧的位移的设计,并且能够根据设计抑制像面弯曲向正侧的位移。此外,下垂量是指在以包含透镜面与光轴的交点并与光轴正交的平面为基准面时,在与光轴正交的方向的有效直径的高度H中的从基准面到透镜面的在光轴方向的距离。而且,在本发明的摄像透镜中,在利用可见光线的摄影和利用近红外线的摄影时,能够防止或者抑制焦点偏移。因此,例如能够搭载在进行利用 $800\text{nm} \sim 1100\text{nm}$ 的频带的光线等的包含 $850\text{nm}$ 的波长的近红外线的摄影和利用可见光线的摄影的摄像装置等上。此外,可见光线是指波长为 $400\text{nm}$ 以上且不足 $700\text{nm}$ 范围的光线。

[0019] 在本发明中,满足以下的条件式(3):

$$[0020] \quad D \leq 100\mu\text{m} \quad (3)。$$

[0021] 如果这样的话,便能够将起因于物体侧透镜与像侧透镜的间隔变宽扩的切线面中的像面弯曲向正侧的位移收纳于能够修正的范围。

[0022] 在本发明中,在将透镜系统整体的焦距设定为 $f$ 、将上述物体侧透镜的像侧透镜面的曲率半径设定为 $R_s$ 时,期望满足以下的条件式(4):

$$[0023] \quad 0.9 \leq R_s/f \leq 1.3 \quad (4)。$$

[0024] 如果低于条件式(4)的下限值,则由于接合面的曲率变大,所以与像侧透镜的接合变得不容易,对接合透镜进行接合的作业性变低。如果高于条件式(4)的上限值,则很难进行色差的修正。

[0025] 在本发明中,在将透镜系统整体的焦距设定为 $f$ 、将上述物体侧透镜的焦距设定为 $f_{41}$ 、将上述像侧透镜的焦距设定为 $f_{42}$ 时,期望满足以下的条件式(5):

[0026]  $-3.0 \leq (f_{41}/f_{42})/f \leq -1.5$  (5)。

[0027] 如果低于条件式(5)的下限值,则很难取得轴上的色差和倍率色差的平衡,导致图像的周边部分的析像度的降低。另外,如果高于条件式(5)的上限值,则很难进行色差的修正。这里,条件式(5)的上限值以及下限值是考虑到在将包含850nm波长的频带的近红外线用于摄像的情况的轴上的色差以及倍率色差的值,在利用可见光线的场合,期望其下限值为-2.5。

[0028] 在本发明中,为了使摄像透镜为广角透镜,上述第一透镜为在物体侧透镜面具备凸形状的弯月透镜,上述第二透镜的像侧透镜面具备凹形状,上述第三透镜的物体侧透镜面具备凸形状,在将上述第三透镜的物体侧透镜面的曲率半径设定为R31、将上述第三透镜的像侧透镜面的曲率半径设定为R32,满足以下的条件式(6):

[0029]  $R31 \leq |R32|$  (6)。

[0030] 在该情况下,能够使本发明的摄像透镜成为半视场角为80°以上的广角透镜。

[0031] 在本发明中,为了良好地修正色差,期望上述第一透镜、上述第二透镜、以及上述像侧透镜的阿贝数为40以上,上述第三透镜以及上述物体侧透镜的阿贝数为31以下。

[0032] 其次,本发明的摄像装置的特征在于,具有上述摄像透镜、和配置在上述摄像透镜的焦点位置的摄像元件。

[0033] 根据本发明,由于能够实现摄像透镜的高析像度化,所以通过搭载像素数多的摄像元件,从而能够使摄像装置实现高析像度化。

[0034] 此外,本发明的摄像装置的特征在于,具有上述摄像透镜、配置在上述摄像透镜的焦点位置的摄像元件、以及透射包含850nm的波长的频带的近红外线以及可见光线的光学滤波器,上述光学滤波器配置在上述摄像透镜的物体侧或者上述摄像透镜与上述摄像元件之间。

[0035] 根据本发明,在摄像透镜中,可防止或者抑制在使用了可见光线的摄影时和使用了近红外区(infrared region)的规定频带的光线的摄影时发生焦点偏移。因此容易构成使用摄像透镜并利用了近红外线和可见光线的摄像的摄像装置。

[0036] 本发明的效果如下。

[0037] 根据本发明,由于构成接合透镜的两枚透镜的接合面成为相互不同的非球面形状,所以使用接合透镜修正色差等的诸像差变得容易,能够实现摄像透镜的高析像度化。此外,由于满足条件式(1)以及条件式(2),所以在粘接两枚透镜的粘接作业中,能够防止或者抑制使接合面相互接触进而在各接合面发生损伤的情况。此外,在接合面之间树脂粘接剂容易蔓延,能够防止气泡残留在两枚透镜之间。因此,接合透镜的制造变得容易。而且,由于能够进行预先使构成接合透镜的物体侧透镜的像侧透镜面以及像侧透镜的物体侧透镜面在光轴上的间隔为20μm以上的摄像透镜的设计,所以能够根据该设计抑制切线面的像面弯曲向正侧的位移。另外,根据本发明,能够防止或者抑制在使用了可见光线的摄影时和使用了近红外线的摄影时发生焦点偏移的情况。

## 附图说明

[0038] 图1是应用了本发明的实施例1的摄像透镜的结构图。

[0039] 图2是下垂量的说明图。

- [0040] 图3A是图1的摄像透镜的纵像差图。
- [0041] 图3B是图1的摄像透镜的横像差图。
- [0042] 图3C是图1的摄像透镜的像面弯曲图。
- [0043] 图3D是图1的摄像透镜的畸变像差图。
- [0044] 图4是图1的摄像透镜的球面像差图。
- [0045] 图5是应用了本发明的实施例2的摄像透镜的结构图。
- [0046] 图6A是图5的摄像透镜的球面像差图。
- [0047] 图6B是图5的摄像透镜的横像差图。
- [0048] 图6C是图5的摄像透镜的像面弯曲图。
- [0049] 图6D是图5的摄像透镜的畸变像差图。
- [0050] 图7是图5的摄像透镜的球面像差图。
- [0051] 图8是应用了本发明的实施例3的摄像透镜的结构图。
- [0052] 图9A是图8的摄像透镜的球面差图。
- [0053] 图9B是图8的摄像透镜的横像差图。
- [0054] 图9C是图8的摄像透镜的像面弯曲图。
- [0055] 图9D是图8的摄像透镜的畸变像差图。
- [0056] 图10是图8的摄像透镜的球面像差图。
- [0057] 图11是应用了本发明的实施例4的摄像透镜的结构图。
- [0058] 图12A是图11的摄像透镜的球面差图。
- [0059] 图12B是图11的摄像透镜的横像差图。
- [0060] 图12C是图11的摄像透镜的像面弯曲图。
- [0061] 图12D是图11的摄像透镜的畸变像差图。
- [0062] 图13是图11的摄像透镜的球面像差图。
- [0063] 图14是应用了本发明的实施例5的摄像透镜的结构图。
- [0064] 图15A是图14的摄像透镜的球面差图。
- [0065] 图15B是图14的摄像透镜的横像差图。
- [0066] 图15C是图14的摄像透镜的像面弯曲图。
- [0067] 图15D是图14的摄像透镜的畸变像差图。
- [0068] 图16是图14的摄像透镜的球面像差图。
- [0069] 图17是搭载摄像透镜的摄像装置的说明图。
- [0070] 图18是参考例1的摄像透镜的结构图。
- [0071] 图19A是图18的摄像透镜的球面差图。
- [0072] 图19B是图18的摄像透镜的横像差图。
- [0073] 图19C是图18的摄像透镜的像面弯曲图。
- [0074] 图19D是图18的摄像透镜的畸变像差图。
- [0075] 图20是参考例2的摄像透镜的结构图。
- [0076] 图21A是图20的摄像透镜的球面差图。
- [0077] 图21B是图20的摄像透镜的横像差图。
- [0078] 图21C是图20的摄像透镜的像面弯曲图。

- [0079] 图21D是图20的摄像透镜的畸变像差图。  
[0080] 图22是参考例3的摄像透镜的结构图。  
[0081] 图23A是图22的摄像透镜的球面差图。  
[0082] 图23B是图22的摄像透镜的横像差图。  
[0083] 图23C是图22的摄像透镜的像面弯曲图。  
[0084] 图23D是图22的摄像透镜的畸变像差图。

### 具体实施方式

[0085] 以下,参照附图对应用了本发明的摄像透镜进行说明。

[0086] (实施例1)

[0087] 图1是实施例1的摄像透镜的结构图(光线图)。如图1所示,本例的摄像透镜10从物体侧朝向像侧依次包括具备负焦度的第一透镜11、具备负焦度的第二透镜12、具备正焦度的第三透镜13、以及具备正焦度的第四透镜14。在第三透镜13和第四透镜14之间配置有光阑15,在第四透镜14的像侧配置有平板玻璃16。成像面I1位于从平板玻璃16离开的位置。第四透镜14是由具备负焦度的物体侧透镜17和具备正焦度的像侧透镜18构成的接合透镜。物体侧透镜17和像侧透镜18由树脂粘接剂粘接,在物体侧透镜17与像侧透镜18之间形成有树脂粘接剂层B1。

[0088] 第一透镜11是物体侧透镜面11a朝向物体侧突出的弯月透镜(凹凸透镜)。第一透镜11的物体侧透镜面11a以及像侧透镜面11b分别具备正曲率。

[0089] 第二透镜12的物体侧透镜面12a具备负曲率,像侧透镜面12b具备正曲率。因此,物体侧透镜面12a具备朝向光轴L1向像侧凹入的凹形状的曲面部分,像侧透镜面12b具备朝向光轴L1向物体侧凹入的凹形状的曲面部分。物体侧透镜面12a以及像侧透镜面12b成为非球面形状。

[0090] 第三透镜13的物体侧透镜面13a具备正曲率,像侧透镜面13b具备负曲率。因此,物体侧透镜面13a具备朝向光轴L1向物体侧突出的凸形状的曲面部分,像侧透镜面13b具备朝向光轴L1向像侧突出的凸形状的曲面部分。第三透镜13的物体侧透镜面13a以及像侧透镜面13b成为非球面形状。

[0091] 第四透镜14的物体侧透镜17的物体侧透镜面17a具备正曲率,像侧透镜面17b具备正曲率。因此,物体侧透镜面17a具备朝向光轴L1向物体侧突出的凸形状的曲面部分,像侧透镜面17b具备朝向光轴L1向物体侧凹入的凹形状的曲面部分。物体侧透镜17的物体侧透镜面17a以及像侧透镜面17b成为非球面形状。

[0092] 第四透镜14的像侧透镜18的物体侧透镜面18a具备正曲率,像侧透镜面18b具备负曲率。因此,物体侧透镜面18a具备朝向光轴L1向物体侧突出的凸形状的曲面部分,像侧透镜面18b具备朝向光轴L1向像侧突出的凸形状的曲面部分。像侧透镜18的物体侧透镜面18a以及像侧透镜面18b成为非球面形状。

[0093] 这里,成为物体侧透镜17和像侧透镜18的接合面的物体侧透镜17的像侧透镜面17b和像侧透镜18的物体侧透镜面18a做成相互不同的非球面形状。此外,在将光轴L1上的树脂粘接剂层B1的厚度尺寸设定为D、将在与光轴L1正交的方向的物体侧透镜17的像侧透镜面17b的有效直径的高度H中的物体侧透镜17的像侧透镜面17b的下垂量(凹下量)设定为

Sg1H、将高度H中的像侧透镜18的物体侧透镜面18a的下垂量设定为Sg2H时,本例的摄像透镜10满足以下的条件式(1)以及条件式(2)。另外,下垂量是指在以包含透镜面与光轴L1的交点并与光轴L1正交的平面为基准面时,在与光轴L1正交的方向的物体侧透镜17的像侧透镜面17b的有效直径的高度H中的从基准面到透镜面的在光轴L1方向的距离。图2是下垂量的说明图,S1表示相对于物体侧透镜17的像侧透镜面17b的基准面,S2表示相对于像侧透镜18的物体侧透镜面18a的基准面。

$$[0094] \quad 20\mu\text{m} \leq D \quad (1)$$

$$[0095] \quad Sg1H \leq Sg2H \quad (2)$$

[0096] 条件式(1)以及条件式(2)规定相互不同的非球面形状的物体侧透镜17的像侧透镜面17b与像侧透镜18的物体侧透镜面18a之间的树脂粘接剂层B1的厚度尺寸、即成为构成接合透镜的两枚透镜的接合面的物体侧透镜17的像侧透镜面17b与像侧透镜18的物体侧透镜面18a的间隔。

[0097] 本例的摄像透镜10由于满足条件式(1)以及条件式(2),所以能够加宽物体侧透镜17的像侧透镜面17b与像侧透镜18的物体侧透镜面18a的间隔。因此,在粘接物体侧透镜17和像侧透镜18的粘接作业中,能够防止或者抑制使物体侧透镜17的像侧透镜面17b和像侧透镜18的物体侧透镜面18a相互接触而使各透镜面发生损伤的情况。此外,由于物体侧透镜17的像侧透镜面17b与像侧透镜18的物体侧透镜面18a的间隔宽扩,所以在这些透镜面的之间树脂粘接剂容易蔓延,能够防止气泡残留在两枚透镜之间。

[0098] 此外,本例的摄像透镜10满足以下的条件式(3):

$$[0099] \quad D \leq 100\mu\text{m} \quad (3)。$$

[0100] 条件式(3)用于抑制切线面的像面弯曲向正侧的位移增大。如果超过条件式(3)的上限值,则像面弯曲向正侧的位移变大,修正变得困难。在本例中,由于 $D = 20\mu\text{m}$ ,所以能够利用设计来修正切线面的像面弯曲向正侧的位移。

[0101] 而且,在将物体侧透镜17的像侧透镜面17b的曲率半径设定为 $R_s$ 、将透镜系统整体的焦距设定为 $f$ 时,本例的摄像透镜10满足以下的条件式(4):

$$[0102] \quad 0.9 \leq R_s/f \leq 1.3 \quad (4)。$$

[0103] 如果低于条件式(4)的下限值,则由于物体侧透镜17的像侧透镜面17b的曲率变大,所以与像侧透镜18的接合变得不容易,将接合透镜进行接合的作业性降低。另一方面,如果超过条件式(4)的上限值,则色差的修正变得困难。在本例中,由于 $R_s/f = 1.077$ ,所以接合透镜的接合容易,色差被良好地修正。

[0104] 此外,在将透镜系统整体的焦距设定为 $f$ 、将物体侧透镜17的焦距设定为 $f_{41}$ 、将像侧透镜18的焦距设定为 $f_{42}$ 时,本例的摄像透镜10满足以下的条件式(5)。

$$[0105] \quad -3.0 \leq (f_{41}/f_{42})/f \leq -1.5 \quad (5)$$

[0106] 如果低于条件式(5)的下限值,则很难取得轴上的色差和倍率色差的平衡,导致图像的周边部分的析像度的降低。此外,如果超过条件式(5)的上限值,则很难进行色差的修正。在本例中,由于 $(f_{41}/f_{42})/f = -1.54$ ,所以能够抑制析像度的降低,并且能良好地修正色差。

[0107] 这里,本例的摄像透镜10在将第三透镜13的物体侧透镜面13a的曲率半径设定为 $R_{31}$ 、将第三透镜13的像侧透镜面13b的曲率半径设定为 $R_{32}$ 时, $R_{31} = 3.573$ , $R_{32} = -5.766$ ,

并满足以下的条件式(6)：

$$[0108] \quad R31 \leq |R32| \quad (6)。$$

[0109] 此外,本例的摄像透镜10使第一透镜11、第二透镜12、以及像侧透镜18的阿贝数为40以上,使第三透镜13以及物体侧透镜17的阿贝数为31以下,由此,修正色差。

[0110] 在将本例的摄像透镜10的F号数设定为 $F_{no.}$ 、将半视场角设定为 $\omega$ 、以及将透镜系统的全长设定为 $L$ 时,这些值如下。

$$[0111] \quad F_{no.} = 2.0$$

$$[0112] \quad \omega = 99.4^\circ$$

$$[0113] \quad L = 16.089\text{mm}$$

[0114] 此外,在将透镜系统整体的焦距设定为 $f$ 、将第一透镜11的焦距设定为 $f_1$ 、将第二透镜12的焦距设定为 $f_2$ 、将第三透镜13的焦距设定为 $f_3$ 、将第四透镜14的焦距设定为 $f_4$ 、将物体侧透镜17的焦距设定为 $f_{41}$ 、将像侧透镜18的焦距设定为 $f_{42}$ 时,这些值如下。

$$[0115] \quad f = 1.155\text{mm}$$

$$[0116] \quad f_1 = -8.193\text{mm}$$

$$[0117] \quad f_2 = -2.685\text{mm}$$

$$[0118] \quad f_3 = 4.126\text{mm}$$

$$[0119] \quad f_4 = 3.275\text{mm}$$

$$[0120] \quad f_{41} = -3.351\text{mm}$$

$$[0121] \quad f_{42} = 1.885\text{mm}$$

[0122] 接下来,表1A表示摄像透镜10的各透镜面的透镜数据。在表1A中,以从物体侧算起的顺序指定各透镜面。带有星号的透镜面是非球面。7面是光阑15,12面以及13面是平板玻璃16的物体侧玻璃面以及像侧玻璃面。曲率半径以及间隔的单位是毫米。另外,10面的 $N_d$ (折射率)以及的 $v_d$ (阿贝数)的值表示树脂粘接剂层B1的值。

[0123] (表1A)

[0124]

面号	曲率半径	间隔	$N_d$ (折射率)	$V_d$ (阿贝数)
1	17.158	1.000	1.77250	49.6
2	4.506	2.903		
3*	-56.607	1.415	1.53461	56.0
4*	1.485	1.595		
5*	3.573	2.087	1.58246	30.1
6*	-5.766	0.866		
7	无穷大	0.923		
8*	3.465	0.500	1.63494	24.0
9*	1.244	0.020	1.50000	50.0
10*	1.251	2.107	1.53461	56.0
11*	-2.145	1.000		
12	无穷大	0.600	1.51680	64.2
13	无穷大	1.074		

[0125] 接下来,表1B表示用于规定成为非球面的透镜面的非球面形状的非球面系数。在表1B中,也以从物体侧算起的顺序指定各透镜面。

[0126] (表1B)

[0127]

	第3面	第4面	第5面	第6面	第8面	第9面	第10面	第11面
K	2.84625E+01	1.40499E+00	5.08590E+00	0.00000E+00	1.31742E+00	5.22053E01	5.18954E01	5.07127E01
A4	7.73159E04	9.48358E03	1.29842E02	1.24404E02	1.27224E02	2.05512E03	1.55213E02	2.38843E02
A6	8.83607E08	8.23544E04	7.37044E04	2.28103E03	1.37903E03	2.12211E02	2.25983E02	2.51814E03
A8	8.27198E07	2.00365E04	8.09568E05	9.57643E04	0.00000E+00	5.63452E03	8.00738E03	1.41188E03
A10	2.49701E08	3.23758E05	1.68861E05	9.26933E05	0.00000E+00	4.54812E03	4.55649E03	2.09677E04
A12	0.00000E+00	0.00000E+00	2.05962E06	0.00000E+00	0.00000E+00	9.87494E04	7.63457E04	3.07858E05
A14	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	1.16261E05
A16	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

[0128] 另外,在将Y设定为下垂量、将c设定为曲率半径的倒数、将K设定为圆锥系数、将h设定为光线高度、将4次、6次、8次、10次、12次、14次、16次的非球面系数分别设定为A4、A6、A8、A10、A12、A14、A16时,透镜面所采用的非球面形状由下式表示。

[0129] (数学式1)

$$Y(h) = \frac{ch^2}{1 + \sqrt{1 - (K+1)c^2h^2}} + A_4h^4 + A_6h^6 + A_8h^8 + A_{10}h^{10} + A_{12}h^{12} + A_{14}h^{14} - A_{16}h^{16}$$

[0131] (作用效果)

[0132] 图3A~图3D分别是摄像透镜10的纵像差图、横像差图、像面弯曲图、畸变像差图。在图3A的纵像差图中,横轴表示光线与光轴L1相交的位置,纵轴表示在光瞳半径上的高度。在图3B的横像差图中,横轴表示入射光瞳坐标,纵轴表示像差量。在图3A、图3B中,表示关于波长不同的多个光线的模拟结果。在图3C的像面弯曲图中,横轴表示光轴L1方向的距离,纵轴表示像的高度。在图3C中,S表示径向面的像面弯曲像差,T表示切线面的像面弯曲像差。在图3D的畸变像差图中,横轴表示像的畸变量,纵轴表示像的高度。

[0133] 如图3A所示,根据本例的摄像透镜10,轴上的色差被良好地修正。此外,如图3B所示,抑制色渗出。此外,图3A、图3B所示,轴上的色差和倍率色差的双方在周边部分也能被平衡良好地修正。而且,如图3C所示,根据本例的摄像透镜10,像面弯曲被良好地修正。因此,摄像透镜10成为高析像度。

[0134] 这里,在本例中,预先使物体侧透镜17的像侧透镜面17b以及像侧透镜18的物体侧透镜面18a在光轴L1上的间隔为20 $\mu$ m来设计摄像透镜10。因此,在设计时,能够考虑由于树脂粘接剂层B1变厚而发生的切线面的像面弯曲向正侧的位移。因此,根据本例的摄像透镜10,如图3C所示,可抑制切线面的像面弯曲向正侧的位移。

[0135] 接下来,图4是摄像透镜10的球面像差图,实线表示相对于波长588nm的光线(可见光线)的球面像差。虚线表示相对于波长850nm的光线(近红外线)的球面像差。球面像差图的横轴是光线与光轴相交的位置,纵轴是在光瞳半径上的高度。如图4所示,在摄像透镜10中,修正相对于波长850nm的光线的球面像差,在可见光线下的摄影时和近红外线下的摄像时,无需进行对焦。即、在本例的摄像透镜10中,在使用可见光线的摄影时和使用了近红外线的摄影时,可抑制发生焦点偏移。另外,在将第四透镜14由不是接合透镜的一枚透镜构成的情况下,很难平衡良好地修正相对于波长588nm的光线(可见光线)的球面像差和相对于波长850nm的光线(近红外线)的球面像差的双方,在使用了可见光线的摄影时和使用了近红外线的摄影时,很难不发生焦点偏移。

[0136] (实施例2)

[0137] 图5是实施例2的摄像透镜的结构图(光线图)。如图5所示,本例的摄像透镜20从物体侧朝向像侧依次包括具备负焦距的第一透镜21、具备负焦距的第二透镜22、具备正焦距的第三透镜23、以及具备正焦距的第四透镜24。在第三透镜23与第四透镜24之间配置有光阑25,在第四透镜24的像侧配置有平板玻璃26。成像面I2位于从平板玻璃26离开的位置。第四透镜24是由具备负焦距的物体侧透镜27和具备正焦距的像侧透镜28构成的接合透镜。物体侧透镜27和像侧透镜28由树脂粘接剂粘接,在物体侧透镜27与像侧透镜28之间形成有树脂粘接剂层B2。构成本例的摄像透镜20的各透镜的形状由于与实施例1的摄像透镜10的对应的各透镜的形状相同,所以省略其说明。

[0138] 在将本例的摄像透镜20的F号数设定为 $F_{no.}$ 、将半视场角设定为 $\omega$ 、以及将透镜系统的全长设定为L时,这些值如下。

[0139]  $F_{no.} = 2.0$

[0140]  $\omega = 97.6^\circ$

[0141]  $L = 15.598\text{mm}$

[0142] 此外,在将透镜系统整体的焦距设定为 $f$ 、将第一透镜21的焦距设定为 $f_1$ 、将第二透镜22的焦距设定为 $f_2$ 、将第三透镜23的焦距设定为 $f_3$ 、将第四透镜24的焦距设定为 $f_4$ 、将物体侧透镜27的焦距设定为 $f_{41}$ 、将像侧透镜28的焦距设定为 $f_{42}$ 时,这些值如下。

[0143]  $f = 1.141\text{mm}$

[0144]  $f_1 = -8.378\text{mm}$

[0145]  $f_2 = -2.600\text{mm}$

[0146]  $f_3 = 4.060\text{mm}$

[0147]  $f_4 = 3.199\text{mm}$

[0148]  $f_{41} = -3.520\text{mm}$

[0149]  $f_{42} = 1.829\text{mm}$

[0150] 此外,本例的摄像透镜20在将光轴L2上的树脂粘接剂层B2的厚度尺寸设定为D、将在与光轴L2正交的方向的物体侧透镜27的像侧透镜面27b的有效直径的高度H中的物体侧透镜27的像侧透镜面27b的下垂量设定为 $S_{g1H}$ 、将高度H中的像侧透镜28的物体侧透镜面28a的下垂量设定为 $S_{g2H}$ 、将物体侧透镜27的像侧透镜面27b的曲率半径设定为 $R_s$ 、将第三透镜23的物体侧透镜面23a的曲率半径设定为 $R_{31}$ 、将第三透镜23的像侧透镜面23b的曲率半径设定为 $R_{32}$ 时,满足在实施例1的说明中所示的条件式(1)~(6),条件式(1)、(3)~(6)

的各值如下。

$$[0151] \quad 20\mu\text{m} \leq D = 20\mu\text{m} \quad (1)$$

$$[0152] \quad Sg1H \leq Sg2H \quad (2)$$

$$[0153] \quad D = 20\mu\text{m} \leq 100\mu\text{m} \quad (3)$$

$$[0154] \quad 0.9 \leq R_s/f = 1.112 \leq 1.3 \quad (4)$$

$$[0155] \quad -3.0 \leq (f_{41}/f_{42})/f = -1.69 \leq -1.5 \quad (5)$$

$$[0156] \quad R_{31} = 3.428 \leq |R_{32}| = |-5.958| \quad (6)$$

[0157] 而且,本例的摄像透镜20使第一透镜21、第二透镜22、以及像侧透镜28的阿贝数为40以上,使第三透镜23以及物体侧透镜27的阿贝数为31以下,由此,修正色差。

[0158] 接下来,表2A表示摄像透镜20的各透镜面的透镜数据。在表2A中,以从物体侧算起的顺序指定各透镜面。带有星号的透镜面是非球面。7面是光阑25,12面以及13面是平板玻璃26的物体侧玻璃面以及像侧玻璃面。曲率半径以及间隔的单位为毫米。另外,第10面的Nd(折射率)以及的vd(阿贝数)的值表示树脂粘接剂层B2的值。

[0159] (表2A)

[0160]

面号	曲率半径	间隔	Nd(折射率)	Vd(阿贝数)
1	16.082	1.000	1.77250	49.6
2	4.490	2.831		
3*	-52.186	1.348	1.53461	56.0
4*	1.441	1.594		
5*	3.428	2.037	1.58246	30.1
6*	-5.958	0.829		
7	无穷大	0.909		
8*	3.388	0.500	1.63494	24.0
9*	1.269	0.020	1.50000	50.0
10*	1.270	1.785	1.53461	56.0
11*	-2.169	1.000		
12	无穷大	0.800	1.51680	64.2
13	无穷大	0.946		

[0161] 接下来,表2B表示用于规定成为非球面的透镜面的非球面形状的非球面系数。在表2B中也以从物体侧算起的顺序指定各透镜面。

[0162] (表2B)

[0163]

	第3面	第4面	第5面	第6面	第8面	第9面	第10面	第11面
K	4.85524E+01	1.34758E+00	5.03141E+00	0.00000E+00	1.36928E+00	4.83880E01	4.77306E01	5.52365E01
A4	6.08537E04	1.01062E02	1.36480E02	1.41031E02	1.15999E02	5.41293E03	9.13101E03	2.11256E02
A6	1.09398E05	6.68407E04	6.11024E04	2.61724E03	1.63819E03	1.93570E02	1.66609E02	1.21540E03

A8	3.28794E 07	1.40973E 04	1.03327E 04	8.52922E 04	0.00000E+00	4.88595E 03	8.41125E 03	1.48351E 03
A10	1.20383E 08	3.09290E 05	1.60209E 05	7.04918E 05	0.00000E+00	4.84888E 03	5.56732E 03	2.54428E 04
A12	0.00000E+00	0.00000E+00	1.74143E 06	0.00000E+00	0.00000E+00	9.51682E 04	8.11428E 04	2.89948E 05
A14	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	1.92218E 05
A16	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

[0164] (作用效果)

[0165] 图6A~图6D分别是摄像透镜20的纵像差图、横像差图、像面弯曲图、畸变像差图。如图6A所示,根据本例的摄像透镜20,轴上的色差被良好地修正。此外,如图6B所示,可抑制色渗出。此外,如图6A、图6B所示,轴上的色差和倍率色差的双方在周边部分也被平衡良好地修正。而且,如图6C所示,根据本例的摄像透镜20,像面弯曲被良好地修正。因此,摄像透镜20成为高析像度。

[0166] 此外,在本例中,预先使物体侧透镜27的像侧透镜面27b以及像侧透镜28的物体侧透镜面28a在光轴L2上的各间隔为20 $\mu$ m以上来设计摄像透镜20。因此,在设计时,能够考虑由于树脂粘接剂层B2变厚发生的切线面的像面弯曲向正侧的位移。因此,根据本例的摄像透镜20,如图6C所示,抑制切线面的像面弯曲向正侧的位移。

[0167] 接下来,图7是摄像透镜20的球面像差图,实线表示相对于波长588nm的光线(可见光线)的球面像差。虚线表示相对于波长850nm的光线(近红外线)的球面像差。横轴是光线与光轴相交的位置,纵轴是光线入射到光学系统的高度。如图7所示,在摄像透镜20中,可修正相对于波长850nm的光线的球面像差,在可见光线下的摄影时和近红外线下的摄影时无需进行对焦。即、在本例的摄像透镜20中,在使用了可见光线的摄影时和使用了近红外线下的摄影时,可抑制发生焦点偏移。

[0168] (实施例3)

[0169] 图8是实施例3的摄像透镜的结构图(光线图)。如图8所示,本例的摄像透镜30从物体侧朝向像侧依次包括具备负焦距的第一透镜31、具备负焦距的第二透镜32、具备正焦距的第三透镜33、以及具备正焦距的第四透镜34。在第三透镜33与第四透镜34之间配置有光阑35,在第四透镜34的像侧配置有平板玻璃36。成像面I3位于从平板玻璃36离开的位置。第四透镜34是由具备负焦距的物体侧透镜37和具备正焦距的像侧透镜38构成的接合透镜。物体侧透镜37和像侧透镜38由树脂粘接剂粘接,在物体侧透镜37与像侧透镜38之间形成树脂粘接剂层B3。构成本例的摄像透镜30的各透镜的形状由于与实施例1的摄像透镜10的对应的各透镜的形状相同,所以省略其说明。

[0170] 在将本例的摄像透镜30的F号数设定为 $F_{no.}$ 、将半视场角设定为 $\omega$ 、以及将透镜系统的全长设定为L时,这些值如下。

[0171]  $F_{no.} = 2.0$

[0172]  $\omega = 96.0^\circ$

[0173]  $L = 12.637\text{mm}$

[0174] 此外,在将透镜系统整体的焦距设定为f、将第一透镜31的焦距设定为 $f_1$ 、将第二

透镜32的焦距设定为 $f_2$ 、将第三透镜33的焦距设定为 $f_3$ 、将第四透镜34的焦距设定为 $f_4$ 、将物体侧透镜37的焦距设定为 $f_{41}$ 、将像侧透镜48的焦距设定为 $f_{42}$ 时,这些值如下。

[0175]  $f=0.847\text{mm}$

[0176]  $f_1=-5.553\text{mm}$

[0177]  $f_2=-1.712\text{mm}$

[0178]  $f_3=2.742\text{mm}$

[0179]  $f_4=2.317\text{mm}$

[0180]  $f_{41}=-2.670\text{mm}$

[0181]  $f_{42}=1.493\text{mm}$

[0182] 此外,本例的摄像透镜30在将光轴L3上的树脂粘接剂层B3的厚度尺寸设定为D、将在与光轴L3正交的方向的物体侧透镜37的像侧透镜面37b的有效直径的高度H中的物体侧透镜37的像侧透镜面37b的下垂量设定为 $S_{g1H}$ 、将高度H中的像侧透镜38的物体侧透镜面38a的下垂量设定为 $S_{g2H}$ 、将物体侧透镜37的像侧透镜面37b的曲率半径设定为 $R_s$ 、将第三透镜33的物体侧透镜面33a的曲率半径设定为 $R_{31}$ 、将第三透镜33的像侧透镜面33b的曲率半径设定为 $R_{32}$ 时,满足在实施例1的说明中所示的条件式(1)~(6),条件式(1)、(3)~(6)的各值如下。

[0183]  $20\mu\text{m}\leq D=20\mu\text{m}$  (1)

[0184]  $S_{g1H}\leq S_{g2H}$  (2)

[0185]  $D=20\mu\text{m}\leq 100\mu\text{m}$  (3)

[0186]  $0.9\leq R_s/f=1.103\leq 1.3$  (4)

[0187]  $-3.0\leq (f_{41}/f_{42})/f=-2.11\leq -1.5$  (5)

[0188]  $R_{31}=1.824\leq |R_{32}|=|-8.292|$  (6)

[0189] 而且,本例的摄像透镜30使第一透镜31、第二透镜32、以及像侧透镜38的阿贝数为40以上,使第三透镜33以及物体侧透镜37的阿贝数为31以下,由此修正色差。

[0190] 接下来,表3A表示摄像透镜30的各透镜面的透镜数据。在表3A中,以从物体侧算起的顺序指定各透镜面。带有星号的透镜面是非球面。7面是光阑35,12面以及13面是平板玻璃36的物体侧玻璃面以及像侧玻璃面。曲率半径以及间隔的单位是毫米。另外,第10面的 $N_d$ (折射率)以及的 $v_d$ (阿贝数)的值表示树脂粘接剂层B3的值。

[0191] (表3A)

[0192]

面号	曲率半径	间隔	$N_d$ (折射率)	$V_d$ (阿贝数)
1	15.167	1.000	1.77250	49.6
2	3.248	2.137		
3*	-82.115	1.192	1.53461	56.0
4*	0.930	0.833		
5*	1.824	1.754	1.58246	30.1
6*	-8.292	1.047		
7	无穷大	0.267		
8*	2.522	0.500	1.63232	23.3

9*	0.934	0.020	1.50000	50.0
10*	0.985	1.881	1.53461	56.0
11*	-1.407	1.000		
12	无穷大	0.300	1.51680	64.2
13	无穷大	0.707		

[0193] 接下来,表3B表示用于规定成为非球面的透镜面的非球面形状的非球面系数。在表3B中也以从物体侧算起的顺序指定各透镜面。

[0194] 表3B

[0195]

	第3面	第4面	第5面	第6面	第8面	第9面	第10面	第11面
K	3.60256E+02	1.06928E+00	1.33964E+00	0.00000E+00	2.70264E+00	4.48387E01	8.31760E01	5.26763E01
A4	1.66270E03	2.14019E02	3.98212E02	4.99316E02	6.76570E02	6.46831E02	1.97069E01	6.63000E02
A6	2.60310E05	1.35178E02	1.87024E03	2.94229E02	0.00000E+00	6.49574E02	2.33004E01	3.07803E02
A8	4.90298E06	3.07720E03	1.72035E03	1.41316E02	0.00000E+00	1.82272E01	5.31866E02	2.74275E02
A10	3.49239E07	4.85455E04	8.49190E04	2.20487E03	0.00000E+00	2.14111E01	8.43919E02	8.24114E03
A12	0.00000E+00	0.00000E+00	8.45946E05	0.00000E+00	0.00000E+00	7.23247E02	0.00000E+00	1.10075E03
A14	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	2.48844E04
A16	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

[0196] (作用效果)

[0197] 图9A~图9D分别是摄像透镜30的纵像差图、横像差图、像面弯曲图、畸变像差图。如图9A所示,根据本例的摄像透镜30,可良好地修正轴上的色差。此外,如图9B所示,可抑制色渗出。此外,如图9A、图9B所示,轴上的色差和倍率色差的双方在周边部分也被平衡良好地修正。而且,如图9C所示,根据本例的摄像透镜30,可良好地修正像面弯曲。因此,摄像透镜30成为高析像度。

[0198] 此外,在本例中,预先使物体侧透镜37的像侧透镜面37b以及像侧透镜38的物体侧透镜面38a在光轴L3上的间隔为20 $\mu$ m来设计摄像透镜30。因此,在设计时,能够考虑由于树脂粘接剂层B3变厚发生的切线面的像面弯曲向正侧的位移。因此,根据本例的摄像透镜30,如图9C所示,可抑制切线面的像面弯曲向正侧的位移。

[0199] 接下来,图10是摄像透镜30的球面像差图,实线表示相对于波长588nm的光线(可见光线)的球面像差。虚线表示相对于波长850nm的光线(近红外线)的球面像差。横轴是光线与光轴相交的位置,纵轴是光线入射到光学系统的高度。如图10所示,在摄像透镜30中,相对于波长850nm的光线的球面像差被修正,在可见光线下的摄影时和近红外线下的摄影时,无需进行对焦。即、在本例的摄像透镜30中,在使用了可见光线的摄影时和使用了近红外线下的摄影时,可抑制发生焦点偏移。

[0200] (实施例4)

[0201] 图11是实施例4的摄像透镜的结构图(光线图)。如图11所示,本例的摄像透镜40从物体侧依次包括具备负焦距的第一透镜41、具备负焦距的第二透镜42、具备正焦距的第三透镜43、以及具备正焦距的第四透镜44。在第三透镜43与第四透镜44之间配置有光阑45,在第四透镜44的像侧配置有平板玻璃46。成像面I4配置在从平板玻璃46离开的位置。第四透镜44是由具备负焦距的物体侧透镜47和具备正焦距的像侧透镜48构成的接合透镜。物体侧透镜47和像侧透镜48由树脂粘接剂粘接,在物体侧透镜47与像侧透镜48之间形成有树脂粘接剂层B4。由于构成本例的摄像透镜40的各透镜的形状与实施例1的摄像透镜10的对应的各透镜的形状相同,所以省略其说明。

[0202] 在将本例的摄像透镜40的F号数设定为 $F_{no.}$ 、将半视场角设定为 $\omega$ 、以及将透镜系统的全长设定为L时,这些值如下。

[0203]  $F_{no.} = 2.0$

[0204]  $\omega = 96.0^\circ$

[0205]  $L = 13.514\text{mm}$

[0206] 此外,将透镜系统整体的焦距设定为f、将第一透镜41的焦距设定为 $f_1$ 、将第二透镜42的焦距设定为 $f_2$ 、将第三透镜43的焦距设定为 $f_3$ 、将第四透镜44的焦距设定为 $f_4$ 、将物体侧透镜47的焦距设定为 $f_{41}$ 、将像侧透镜48的焦距设定为 $f_{42}$ 时,这些值如下。

[0207]  $f = 0.994\text{mm}$

[0208]  $f_1 = -8.279\text{mm}$

[0209]  $f_2 = -1.785\text{mm}$

[0210]  $f_3 = 2.929\text{mm}$

[0211]  $f_4 = 2.394\text{mm}$

[0212]  $f_{41} = -3.114\text{mm}$

[0213]  $f_{42} = 1.479\text{mm}$

[0214] 此外,本例的摄像透镜40在将光轴L4上的树脂粘接剂层B4的厚度尺寸设定为D、将在与光轴L4正交的方向的物体侧透镜47的像侧透镜面47b的有效直径的高度H中的物体侧透镜47的像侧透镜面47b的下垂量设定为 $S_{g1H}$ 、将高度H中的像侧透镜48的物体侧透镜面48a的下垂量设定为 $S_{g2H}$ 、将物体侧透镜47的像侧透镜面47b的曲率半径设定为 $R_s$ 、将第三透镜43的物体侧透镜面43a的曲率半径设定为 $R_{31}$ 、将第三透镜43的像侧透镜面43b的曲率半径设定为 $R_{32}$ 时,满足在实施例1的说明中所示的条件式(1)~(6),条件式(1)、(3)~(6)的各值如下。

[0215]  $20\mu\text{m} \leq D \leq 20\mu\text{m}$  (1)

[0216]  $S_{g1H} \leq S_{g2H}$  (2)

[0217]  $D = 20\mu\text{m} \leq 100\mu\text{m}$  (3)

[0218]  $0.9 \leq R_s/f = 1.189 \leq 1.3$  (4)

[0219]  $-3.0 \leq (f_{41}/f_{42})/f = -2.12 \leq -1.5$  (5)

[0220]  $R_{31} = 2.115 \leq |R_{32}| = |-5.863|$  (6)

[0221] 而且,本例的摄像透镜40使第一透镜41、第二透镜42、以及像侧透镜48的阿贝数为40以上,使第三透镜43以及物体侧透镜47的阿贝数为31以下,由此,修正色差。

[0222] 接下来,表4A表示摄像透镜40的各透镜面的透镜数据。在表4A中,以从物体侧算起的顺序指定各透镜面。带有星号的透镜面是非球面。7面是光阑45,12面以及13面是平板玻璃46的物体侧玻璃面以及像侧玻璃面。曲率半径以及间隔的单位是毫米。另外,第10面的Nd(折射率)以及的vd(阿贝数)的值表示树脂粘接剂层B4的值。

[0223] (表4A)

[0224]

面号	曲率半径	间隔	Nd(折射率)	Vd(阿贝数)
1	19.042	1.000	1.58913	61.3
2	3.807	2.812		
3*	-11.513	1.548	1.54410	56.1
4*	1.111	0.472		
5*	2.115	1.930	1.58250	30.2
6*	-5.863	0.929		
7	无穷大	0.371		
8*	3.389	0.500	1.63980	23.3
9*	1.182	0.020	1.51313	53.9
10*	1.135	1.489	1.54410	56.1
11*	-1.487	1.000		
12	无穷大	0.300	1.51680	64.2
13	无穷大	1.143		

[0225] 接下来,表4B表示用于规定成为非球面的透镜面的非球面形状的非球面系数。在表4B中也以从物体侧算起的顺序指定各透镜面。

[0226] (表4B)

[0227]

	第3面	第4面	第5面	第6面	第8面	第9面	第10面	第11面
K	0.00000E+00	1.14072E+00	1.65827E+00	6.16240E+00	3.81816E+00	3.72777E01	4.73549E01	4.35515E01
A4	1.60230E03	1.77641E02	3.73407E02	4.78862E02	4.94012E02	1.04207E02	6.80388E02	4.43706E02
A6	6.88899E06	1.55775E02	3.26048E03	1.99747E02	1.07795E01	1.42219E01	6.47585E02	1.90538E02
A8	8.41573E08	2.55153E03	1.80394E03	1.50700E03	3.28112E01	1.30746E03	1.30859E02	2.58744E02
A10	6.48228E08	2.90172E05	9.45624E04	1.79524E02	4.00692E01	3.22870E02	1.30450E02	8.50588E03
A12	1.39532E08	5.56951E06	4.05919E05	1.36560E02	9.62778E02	1.66066E02	1.64851E02	1.57286E03
A14	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	4.66002E03	1.32539E01	3.12449E03	1.03073E02	7.80301E05
A16	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	6.74695E04	6.80049E02	9.02035E03	1.04512E02	1.29595E04

[0228] (作用效果)

[0229] 图12A~图12D分别是摄像透镜40的纵像差图、横像差图、像面弯曲图、畸变像差图。如图12A所示,根据本例的摄像透镜40,轴上的色差被良好地修正。此外,如图12B所示,可抑制色渗出。此外,如图12A、图12B所示,轴上的色差和倍率色差的双方在周边部分也被平衡良好地修正。而且,如图12C所示,根据本例的摄像透镜40,像面弯曲被良好地修正。因此,摄像透镜40成为高析像度。

[0230] 此外,在本例中,预先使物体侧透镜47的像侧透镜面47b以及像侧透镜48的物体侧透镜面48a在光轴L4上的间隔为20 $\mu$ m以上来设计摄像透镜40。因此,在设计时,能够考虑到由于树脂粘接剂层B4变厚发生的切线面的像面弯曲向正侧的位移。因此,根据本例的摄像透镜40,如图12C所示,可抑制切线面的像面弯曲向正侧的位移。

[0231] 接下来,图13是摄像透镜40的球面像差图,实线表示相对于波长588nm的光线(可见光线)的球面像差。虚线表示相对于波长850nm的光线(近红外线)的球面像差。横轴是光线与光轴相交的位置,纵轴是光线入射到光学系统的高度。如图13所示,在摄像透镜40中,可修正相对于波长850nm的光线的球面像差,在可见光线下的摄影时和近红外线下的摄像时无需进行对焦。即、在本例的摄像透镜40中,在使用了可见光线的摄影时和使用了近红外线的摄影时,可抑制发生焦点偏移。

[0232] (实施例5)

[0233] 图14是实施例5的摄像透镜的结构图(光线图)。如图14所示,本例的摄像透镜50从物体侧朝向像侧依次包括具备负焦距的第一透镜51、具备负焦距的第二透镜52、具备正焦距的第三透镜53、以及具备正焦距的第四透镜54。在第三透镜53与第四透镜54之间配置有光阑55,在第四透镜54的像侧配置有平板玻璃56。成像面I5位于从平板玻璃56离开的位置。第四透镜54是由具备负焦距的物体侧透镜57和具备正焦距的像侧透镜58构成的接合透镜。物体侧透镜57和像侧透镜58由树脂粘接剂粘接,在物体侧透镜57与像侧透镜58之间形成有树脂粘接剂层B5。由于构成本例的摄像透镜50的各透镜的形状与实施例1的摄像透镜10的对应的各透镜的形状相同,所以省略其说明。

[0234] 在将本例的摄像透镜50的F号数设定为 $F_{no.}$ 、将半视场角设定为 $\omega$ 、以及将透镜系统的全长设定L时,这些值如下。

[0235]  $F_{no.} = 2.0$

[0236]  $\omega = 100.0^\circ$

[0237]  $L = 19.664\text{mm}$

[0238] 此外,在将透镜系统整体的焦距设定为f、将第一透镜51的焦距设定为 $f_1$ 、将第二透镜52的焦距设定为 $f_2$ 、将第三透镜53的焦距设定为 $f_3$ 、将第四透镜54的焦距设定为 $f_4$ 、将物体侧透镜57的焦距设定为 $f_{41}$ 、将像侧透镜58的焦距设定为 $f_{42}$ 时,这些值如下。

[0239]  $f = 1.248\text{mm}$

[0240]  $f_1 = -8.890\text{mm}$

[0241]  $f_2 = -2.602\text{mm}$

[0242]  $f_3 = 4.265\text{mm}$

[0243]  $f_4 = 3.481\text{mm}$

[0244]  $f_{41} = -4.227\text{mm}$

[0245]  $f_{42} = 1.479\text{mm}$

[0246] 此外,本例的摄像透镜50在将光轴L5上的树脂粘接剂层B5的厚度尺寸设定为D、将在与光轴L5正交的方向的物体侧透镜57的像侧透镜面57b的有效直径的高度H中的物体侧透镜57的像侧透镜面57b的下垂量设定为Sg1H、将高度H中的像侧透镜58的物体侧透镜面58a的下垂量设定为Sg2H、将物体侧透镜57的像侧透镜面57b的曲率半径设定为Rs、将第三透镜53的物体侧透镜面53a的曲率半径设定为R31、将第三透镜53的像侧透镜面53b的曲率半径设定为R32时,满足在实施例1的说明中所示的条件式(1)~(6),条件式(1)、(3)~(6)的各值如下。

$$[0247] \quad 20\mu\text{m} \leq D = 20\mu\text{m} \quad (1)$$

$$[0248] \quad Sg1H \leq Sg2H \quad (2)$$

$$[0249] \quad D = 20\mu\text{m} \leq 100\mu\text{m} \quad (3)$$

$$[0250] \quad 0.9 \leq R_s/f = 1.120 \leq 1.3 \quad (4)$$

$$[0251] \quad -3.0 \leq (f_{41}/f_{42})/f = -1.50 \leq -1.5 \quad (5)$$

$$[0252] \quad R31 = 2.828 \leq |R32| = |-13.176| \quad (6)$$

[0253] 而且,本例的摄像透镜50使第一透镜51、第二透镜52、以及像侧透镜58的阿贝数为40以上,使第三透镜53以及物体侧透镜57的阿贝数为31以下,由此修正色差。

[0254] 接下来,表5A表示摄像透镜50的各透镜面的透镜数据。在表5A中,以从物体侧算起的顺序指定各透镜面。带有星号的透镜面是非球面。7面是光阑55,12面以及13面是平板玻璃56的物体侧玻璃面以及像侧玻璃面。曲率半径以及间隔的单位是毫米。另外,第10面的Nd(折射率)以及的vd(阿贝数)的值表示树脂粘接剂层B5的值。

[0255] (表5A)

[0256]

面号	曲率半径	间隔	Nd(折射率)	Vd(阿贝数)
1	23.391	1.494	1.7725	49.6
2	5.161	3.317		
3*	-89.639	1.888	1.5346	56.27
4*	1.423	1.373		
5*	2.828	2.729	1.5825	30.18
6*	-13.176	1.471		
7	无穷大	0.651		
8*	3.582	0.820	1.63493	23.89
9*	1.398	0.020	1.5	50
10*	1.409	3.038	1.5346	56.27
11*	-2.097	1.000		
12	无穷大	0.600	1.5168	64.2
13	无穷大	1.263		

[0257] 接下来,表5B表示用于规定成为非球面的透镜面的非球面形状的非球面系数。在表5B中也以从物体侧算起的顺序指定各透镜面。

[0258] (表5B)

## [0259]

	第3面	第4面	第5面	第6面	第8面	第9面	第10面	第11面
K	6.03211E+01	1.09619E+00	1.54839E+00	0.00000E+00	1.98881E+00	3.94577E01	1.02230E+00	5.74699E01
A4	6.38352E04	5.25824E03	1.12674E02	1.36867E02	1.69038E02	3.53157E03	5.32513E02	1.90393E02
A6	3.34872E06	1.58711E03	2.76736E04	3.62175E03	0.00000E+00	1.92894E02	2.50742E02	3.09208E03
A8	2.84477E07	1.49809E04	7.57961E05	8.49297E04	0.00000E+00	6.20294E03	2.79467E03	1.24752E03
A10	8.74143E09	8.75115E06	1.91559E05	6.65457E05	0.00000E+00	4.93769E03	2.06775E03	1.89301E04
A12	0.00000E+00	0.00000E+00	8.62848E07	0.00000E+00	0.00000E+00	9.98388E04	0.00000E+00	1.45505E05
A14	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	8.37640E07
A16	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

## [0260] (作用效果)

[0261] 图15A~图15D分别是摄像透镜50的纵像差图、横像差图、像面弯曲图、畸变像差图。如图15A所示,根据本例的摄像透镜50,轴上的色差被良好地修正。此外,如图15B所示,可抑制色渗出。此外,如图15A、图15B所示,轴上的色差和倍率色差的双方在周边部分也被平衡良好地修正。而且,如图15C所示,根据本例的摄像透镜50,像面弯曲被良好地修正。因此,摄像透镜50成为高析像度。

[0262] 此外,在本例,预先使物体侧透镜57的像侧透镜面57b以及像侧透镜58的物体侧透镜面58a在光轴L5上的间隔为20 $\mu$ m以上来设计摄像透镜50。因此,在设计时,能够考虑由于树脂粘接剂层B5变厚发生的切线面的像面弯曲向正侧的位移。因此,根据本例的摄像透镜50,如图15C所示,可抑制切线面的像面弯曲向正侧的位移。

[0263] 接下来,图16是摄像透镜50的球面像差图,实线表示相对于波长588nm的光线(可见光线)的球面像差。虚线表示相对于波长850nm的光线(近红外线)的球面像差。横轴是光线与光轴相交的位置,纵轴是光线入射到光学系的高度。如图16所示,在摄像透镜50中,修正相对于波长850nm的光线的球面像差,在可见光线下的摄影时和近红外线下的摄像时,无需进行对焦。即、在本例的摄像透镜50中,在使用了可见光线的摄影时和使用了近红外线的摄影时可抑制发生焦点偏移。

## [0264] (其它的实施方式)

[0265] 在上述摄像透镜10~50中,第三透镜的像侧透镜面(13b、23b、33b、43b、53b)具备负曲率,具备朝向光轴向像侧突出的凸形状的曲面部分,但也可以是该像侧透镜面(13b、23b、33b、43b、53b)具备正曲率,具备朝向光轴向物体侧凹入的凹形状的曲面部分。该场合,由于满足条件式(6),从而容易使摄像透镜10~50成为广角透镜。

## [0266] (摄像装置)

[0267] 图17是搭载本发明的摄像透镜的摄像装置的说明图。如图17所示,摄像装置60具备在摄像透镜10的成像面I1(焦点位置)配置传感器面61a的摄像元件61。摄像元件61是CCD

传感器或者CMOS传感器。

[0268] 根据本例,由于摄像透镜的析像度高,所以作为摄像元件61采用像素数多的摄像元件,从而能够使摄像装置60为高析像度的装置。这里,在摄像装置60上能够与摄像透镜10同样地搭载摄像透镜20~50,该场合也能够得到相同的效果。

[0269] 此外,如图17的双点划线所示,在摄像装置60中,通过在摄像透镜10与摄像元件61之间配置将包含850nm的波长的频带的近红外线以及可见光线透射并导入摄像透镜10的光学滤波器62,从而能够成为利用近红外线以及可见光线的摄像装置。即、在摄像透镜10中,在使用了可见光线的摄影时和使用了近红外线的摄影时,可防止或者抑制发生焦点偏移。因此,仅在摄像装置60上搭载光学滤波器62,便能够构成进行了利用了包含850nm的波长的近红外线、例如800nm~1100nm的频带的光线的摄像和利用了可见光线、即波长为400nm~700nm的光线的摄影的双方的摄像装置。此外,即使在摄像透镜20~50中,也在使用了可见光线的摄影时和使用了近红外线的摄影时可防止或者抑制发生焦点偏移。因此,与使用摄像透镜10的情况相同,仅在摄像装置60上搭载光学滤波器62,便能够构成进行了利用了包含850nm的波长的近红外线的摄像和利用了可见光线的摄影的双方的摄像装置。另外,光学滤波器62还可以配置在摄像透镜10~50的物体侧。

[0270] (参考例1)

[0271] 以下参照图18~图23对参考例1~3的摄像透镜进行说明。参考例1~3的摄像透镜具备与实施例1~5相同的结构,粘接构成接合透镜的两枚透镜的树脂粘接剂层在光轴上的厚度尺寸、即构成接合透镜的两枚透镜在光轴上的间隔不足20 $\mu$ m。

[0272] 图18是参考例1的摄像透镜的结构图(光线图)。如图18所示,本例的摄像透镜70从物体侧朝向像侧依次包括具备负焦度的第一透镜71、具备负焦度的第二透镜72、具备正焦度的第三透镜73、以及具备正焦度的第四透镜74。在第三透镜73与第四透镜74之间配置有光阑75,在第四透镜74的像侧配置有平板玻璃76。成像面17位于从平板玻璃76离开的位置。第四透镜74是由具备负焦度的物体侧透镜77和具备正焦度的像侧透镜78构成的接合透镜。成为接合透镜的接合面的物体侧透镜77的像侧透镜面77b以及像侧透镜78的物体侧透镜面78a是同一形状。此外,物体侧透镜77和像侧透镜78由树脂粘接剂粘接,但物体侧透镜77与像侧透镜78之间的间隙在实施方面为零。

[0273] 在将本例的摄像透镜70的F号数设定为 $F_{no.}$ 、将半视场角设定为 $\omega$ 、以及将透镜系统的全长设定为L时,这些值如下。

[0274]  $F_{no.} = 2.0$

[0275]  $\omega = 88.6^\circ$

[0276]  $L = 12.499\text{mm}$

[0277] 此外,在将透镜系统整体的焦距设定为f、将第一透镜71的焦距设定为 $f_1$ 、将第二透镜72的焦距设定为 $f_2$ 、将第三透镜73的焦距设定为 $f_3$ 、将第四透镜74的焦距设定为 $f_4$ 、将物体侧透镜77的焦距设定为 $f_{41}$ 、将像侧透镜78的焦距设定为 $f_{42}$ 时,这些值如下。

[0278]  $f = 1.444\text{mm}$

[0279]  $f_1 = -6.918\text{mm}$

[0280]  $f_2 = -2.422\text{mm}$

[0281]  $f_3 = 3.349\text{mm}$

[0282]  $f4=3.215\text{mm}$

[0283]  $f41=-3.243\text{mm}$

[0284]  $f42=1.752\text{mm}$

[0285] 此外,本例的摄像透镜70在将与光轴L7正交的方向的物体侧透镜77的像侧透镜面77b的有效直径的高度H中的物体侧透镜77的像侧透镜面77b的下垂量设定为 $Sg1H$ 、将高度H中的像侧透镜78的物体侧透镜面78a的下垂量设定为 $Sg2H$ 、将物体侧透镜77的像侧透镜面77b的曲率半径设定为 $R_s$ 、将第三透镜73的物体侧透镜面73a的曲率半径设定为 $R31$ 、将第三透镜73的像侧透镜面73b的曲率半径设定为 $R32$ 时,满足在实施例1的说明中所示的条件式(2)、条件式(5)以及条件式(6)。条件式(5)以及条件式(6)的值如下。

[0286]  $Sg1H \leq Sg2H$  (2)

[0287]  $-3.0 \leq (f41/f42)/f = -1.28 \leq -1.5$  (5)

[0288]  $R31 = 2.400 \leq |R32| = |-8.121|$  (6)

[0289] 而且,本例的摄像透镜70使第一透镜71、第二透镜72、以及像侧透镜78的阿贝数为40以上,使第三透镜73以及物体侧透镜77的阿贝数为31以下,由此,修正色差。

[0290] 另外,在摄像透镜70中, $R_s/f=0.848$ ,低于条件式(4)的下限值。

[0291] 接下来,表6A表示摄像透镜70的各透镜面的透镜数据。在表6A中,以从物体侧算起的顺序指定各透镜面。带有星号的透镜面是非球面。7面是光阑75,11面以及12面是平板玻璃76的物体侧玻璃面以及像侧玻璃面。曲率半径以及间隔的单位是毫米。

[0292] (表6A)

[0293]

面号	曲率半径	间隔	Nd(折射率)	Vd(阿贝数)
1	22.729	1.000	1.77250	49.6
2	4.244	1.568		
3*	39.094	0.982	1.53461	56.0
4*	1.242	1.159		
5*	2.400	1.439	1.58246	30.1
6*	-8.121	0.982		
7	无穷大	0.253		0.253
8*	3.497	0.500	1.63494	24.0
9*	1.224	1.613	1.53461	56.0
10*	-2.158	1.000		
11	无穷大	0.700	1.51680	64.2
12	无穷大	1.303		

[0294] 接下来,表6B表示用于规定成为非球面的透镜面的非球面形状的非球面系数。在表6B中也以从物体侧算起的顺序指定各透镜面。

[0295] (表6B)

[0296]

	第3面	第4面	第5面	第6面	第8面	第9面	第10面
K	0.00000E+00	-1.10386E+00	-2.85133E+00	0.00000E+00	4.41585E+00	-4.03391E-01	-4.40846E-01
A4	-7.22684E-04	9.69822E-03	1.85742E-02	2.04844E-02	-1.30111E-02	3.93057E-02	1.42869E-02

A6	1.99874E-05	2.41562E-03	4.74678E-03	1.76868E-04	-9.10184E-03	-6.30264E-02	2.13805E-03
A8	3.95429E-06	5.68796E-04	-4.47446E-04	-4.19487E-04	0.00000E+00	6.71597E-04	1.85498E-03
A10	-1.77245E-07	-2.05578E-04	-2.82868E-05	1.24097E-04	0.00000E+00	7.59331E-03	-1.10425E-03
A12	0.00000E+00	0.00000E+00	9.43715E-06	0.00000E+00	0.00000E+00	-3.65218E-03	-1.28829E-04
A14	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	2.71356E-04
A16	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

[0297] 图19A~图19D分别是摄像透镜70的纵像差图、横像差图、像面弯曲图、畸变像差图。如图19A所示,根据本例的摄像透镜70,轴上的色差被良好地修正。此外,如图19B所示,可抑制色渗出。此外,如图19A、图19B所示,轴上的色差和倍率色差的双方在周边部分也被平衡良好地修正。而且,如图19C所示,根据本例的摄像透镜70,像面弯曲被良好地修正。

[0298] (参考例2)

[0299] 图20是参考例2的摄像透镜的结构图(光线图)。如图20所示,本例的摄像透镜80从物体侧朝向像侧依次包括具备负焦距的第一透镜81、具备负焦距的第二透镜82、具备正焦距的第三透镜83、以及具备正焦距的第四透镜84。在第三透镜83与第四透镜84之间配置有光阑85,在第四透镜84的像侧配置有平板玻璃86。成像面I8位于从平板玻璃86离开的位置。第四透镜84是由具备负焦距的物体侧透镜87和具备正焦距的像侧透镜88构成的接合透镜。成为接合透镜的接合面的物体侧透镜87的像侧透镜面87b以及像侧透镜88的物体侧透镜面88a是同一形状。此外,物体侧透镜87和像侧透镜88由树脂粘接剂粘接,但物体侧透镜87与像侧透镜88之间的间隙在实施方面为零。

[0300] 在将本例的摄像透镜80的F号数设定为 $F_{no.}$ 、将半视场角设定为 $\omega$ 、以及将透镜系统的全长设定为L时,这些值如下。

[0301]  $F_{no.} = 2.0$

[0302]  $\omega = 100.8^\circ$

[0303]  $L = 13.301\text{mm}$

[0304] 此外,在将透镜系统整体的焦距设定为f、将第一透镜81的焦距设定为 $f_1$ 、将第二透镜82的焦距设定为 $f_2$ 、将第三透镜83的焦距设定为 $f_3$ 、将第四透镜84的焦距设定为 $f_4$ 、将物体侧透镜87的焦距设定为 $f_{41}$ 、将像侧透镜88的焦距设定为 $f_{42}$ 时,这些值如下。

[0305]  $f = 1.187\text{mm}$

[0306]  $f_1 = -6.813\text{mm}$

[0307]  $f_2 = -2.080\text{mm}$

[0308]  $f_3 = 3.061\text{mm}$

[0309]  $f_4 = 3.238\text{mm}$

[0310]  $f_{41} = -2.699\text{mm}$

[0311]  $f_{42} = 1.743\text{mm}$

[0312] 此外,本例的摄像透镜80在将与光轴L8正交的方向的物体侧透镜87的像侧透镜面87b的有效直径的高度H中的物体侧透镜87的像侧透镜面87b的下垂量设定为 $S_{g1H}$ 、将高度H中的像侧透镜88的物体侧透镜面88a的下垂量设定为 $S_{g2H}$ 、将物体侧透镜87的像侧透镜面87b的曲率半径设定为 $R_s$ 、将第三透镜83的物体侧透镜面83a的曲率半径设定为 $R_{31}$ 、将第三透镜83的像侧透镜面83b的曲率半径设定为 $R_{32}$ 时,满足在实施例1的说明中所示的条件式(2)、条件式(4)以及条件式(6)。条件式(4)以及条件式(6)的值如下。

[0313]  $S_{g1H} \leq S_{g2H}$  (2)

[0314]  $0.9 \leq R_s/f = 1.016 \leq 1.3$  (4)

[0315]  $R_{31} = 2.437 \leq |R_{32}| = |-5.274|$  (6)

[0316] 而且,本例的摄像透镜80使第一透镜81、第二透镜82、以及像侧透镜88的阿贝数为40以上、使第三透镜83以及物体侧透镜87的阿贝数为31以下,由此,修正色差。

[0317] 另外,摄像透镜80的  $(f_{41}/f_{42})/f = -1.30$ ,高于条件式(5)的上限值。

[0318] 接下来,表7A表示摄像透镜80的各透镜面的透镜数据。在表7A中,以从物体侧算起的顺序指定各透镜面。带有星号的透镜面是非球面。7面是光阑85,11面以及12面是平板玻璃86的物体侧玻璃面以及像侧玻璃面。曲率半径以及间隔的单位是毫米。

[0319] (表7A)

[0320]

面号	曲率半径	间隔	Nd(折射率)	Vd(阿贝数)
1	12.581	0.875	1.77250	49.6
2	3.598	2.342		
3*	-118.176	1.152	1.53461	56.0
4*	1.126	1.259		
5*	2.437	1.368	1.58246	30.1
6*	-5.274	0.673		
7	无穷大	0.420		
8*	4.645	0.438	1.63494	24.0
9*	1.206	1.858	1.53461	56.0
10*	-1.897	1.000		
11	无穷大	0.700	1.51680	64.2
12	无穷大	1.219		

[0321] 接下来,表7B表示用于规定成为非球面的透镜面的非球面形状的非球面系数。在表7B中也以从物体侧算起的顺序指定各透镜面。

[0322] (表7B)

[0323]

	第3面	第4面	第5面	第6面	第8面	第9面	第10面
K	0.00000E+00	-1.13533E+00	-4.01872E+00	0.00000E+00	5.79883E+00	-4.07305E-01	-1.94772E-01
A4	-8.54655E-04	1.39815E-02	2.10044E-02	1.45092E-02	-2.47392E-02	1.81021E-02	2.02986E-02
A6	3.48800E-06	3.24264E-03	4.34476E-03	-3.69268E-03	-3.33467E-03	-7.87518E-02	-1.42584E-03
A8	-1.66300E-06	2.03665E-03	-1.10311E-03	3.93990E-04	0.00000E+00	9.40828E-03	4.08231E-03
A10	-1.82690E-08	-6.85755E-04	-1.91464E-05	-3.15360E-05	0.00000E+00	1.13729E-02	-2.37074E-03
A12	0.00000E+00	0.00000E+00	-3.53083E-06	0.00000E+00	0.00000E+00	-4.88917E-03	7.85272E-04
A14	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	-1.01850E-04
A16	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

[0324] 图21A~图21D分别是摄像透镜80的纵像差图、横像差图、像面弯曲图、畸变像差图。如图21A所示,根据本例的摄像透镜80,轴上的色差被良好地修正。此外,如图21B所示,可抑制色渗出。此外,如图21A、图21B所示,轴上的色差和倍率色差的双方在周边部分也被平衡良好地修正。而且,如图21C所示,根据本例的摄像透镜80,像面弯曲被良好地修正。

[0325] (参考例3)

[0326] 图22是参考例3的摄像透镜的结构图(光线图)。如图22所示,本例的摄像透镜90从

物体侧朝向像侧依次包括具备负焦度的第一透镜91、具备负焦度的第二透镜92、具备正焦度的第三透镜93、以及具备正焦度的第四透镜94。在第三透镜93与第四透镜94之间配置有光阑95,在第四透镜94的像侧配置有平板玻璃96。成像面I9位于从平板玻璃96离开的位置。第四透镜94是由具备负焦度的物体侧透镜97和具备正焦度的像侧透镜98构成的接合透镜。成为接合透镜的接合面的物体侧透镜97的像侧透镜面97b以及像侧透镜98的物体侧透镜面98a是同一形状。此外,物体侧透镜97和像侧透镜98由树脂粘接剂粘接,但物体侧透镜97与像侧透镜98之间的间隙在实施方面为零。

[0327] 在将本例的摄像透镜90的F号数设定为 $F_{no.}$ 、将半视场角设定为 $\omega$ 、以及将透镜系统的全长设定为L时,这些值如下。

$$[0328] \quad F_{no.} = 2.0$$

$$[0329] \quad \omega = 97.6^\circ$$

$$[0330] \quad L = 15.633\text{mm}$$

[0331] 此外,在将透镜系统整体的焦距设定为f、将第一透镜91的焦距设定为 $f_1$ 、将第二透镜92的焦距设定为 $f_2$ 、将第三透镜93的焦距设定为 $f_3$ 、将第四透镜94的焦距设定为 $f_4$ 、将物体侧透镜97的焦距设定为 $f_{41}$ 、将像侧透镜98的焦距设定为 $f_{42}$ 时,这些值如下。

$$[0332] \quad f = 1.149\text{mm}$$

$$[0333] \quad f_1 = -8.499\text{mm}$$

$$[0334] \quad f_2 = -2.585\text{mm}$$

$$[0335] \quad f_3 = 3.991\text{mm}$$

$$[0336] \quad f_4 = 3.208\text{mm}$$

$$[0337] \quad f_{41} = -3.508\text{mm}$$

$$[0338] \quad f_{42} = 1.833\text{mm}$$

[0339] 此外,本例的摄像透镜90在将与光轴L9正交的方向的物体侧透镜97的像侧透镜面97b的有效直径的高度H中的物体侧透镜97的像侧透镜面97b的下垂量设定为 $S_{g1H}$ 、将高度H中的像侧透镜98的物体侧透镜面98a的下垂量设定为 $S_{g2H}$ 、将物体侧透镜97的像侧透镜面97b的曲率半径设定为 $R_s$ 、将第三透镜93的物体侧透镜面93a的曲率半径设定为 $R_{31}$ 、将第三透镜93的像侧透镜面93b的曲率半径设定为 $R_{32}$ 时,满足在实施例1的说明所示的条件式(2)、条件式(4)~(6)。条件式(4)~(6)的值如下。

$$[0340] \quad S_{g1H} \leq S_{g2H} \quad (2)$$

$$[0341] \quad 0.9 \leq R_s/f = 1.110 \leq 1.3 \quad (4)$$

$$[0342] \quad -3.0 \leq (f_{41}/f_{42})/f = -1.67 \leq -1.5 \quad (5)$$

$$[0343] \quad R_{31} = 3.342 \leq |R_{32}| = |-5.935| \quad (6)$$

[0344] 而且,本例的摄像透镜90使第一透镜91、第二透镜92、以及像侧透镜98的阿贝数为40以上、使第三透镜93以及物体侧透镜97的阿贝数为31以下,由此,修正色差。

[0345] 接下来,表8A表示摄像透镜90的各透镜面的透镜数据。在表8A中,以从物体侧算起的顺序指定各透镜面。带有星号的透镜面是非球面。7面是光阑95,11面以及12面是平板玻璃96的物体侧玻璃面以及像侧玻璃面。曲率半径以及间隔的单位是毫米。

[0346] (表8A)

[0347]

面号	曲率半径	间隔	Nd (折射率)	Vd (阿贝数)
1	16.292	1.000	1.77250	49.6
2	4.554	2.863		
3*	-52.037	1.359	1.53461	56.0
4*	1.432	1.602		
5*	3.342	2.021	1.58246	30.1
6*	-5.935	0.889		
7	无穷大	0.952		
8*	3.437	0.500	1.63494	24.0
9*	1.275	1.790	1.53461	56.0
10*	-2.164	1.000		
11	无穷大	0.600	1.51680	64.2
12	无穷大	1.057		

[0348] 接下来,表8B表示用于规定成为非球面的透镜面的非球面形状的非球面系数。在表8B中也以从物体侧算起的顺序指定各透镜面。

[0349] (表8B)

[0350]

	第3面	第4面	第5面	第6面	第8面	第9面	第10面
K	-3.33493E+01	-1.29400E+00	-4.40184E+00	0.00000E+00	1.49298E+00	-5.08447E-01	-4.39594E-01
A4	-6.99972E-04	9.34144E-03	1.33728E-02	1.33056E-02	-1.36471E-02	6.31739E-03	2.28238E-02
A6	1.13834E-05	6.88100E-04	5.92956E-04	-2.58752E-03	1.31356E-03	-1.87118E-02	-2.73430E-03
A8	8.10438E-07	1.84424E-04	-8.48007E-05	9.16595E-04	0.00000E+00	-5.29138E-03	1.36823E-03
A10	-2.53050E-08	-3.12281E-05	1.84343E-05	-7.96107E-05	0.00000E+00	4.63914E-03	-1.80092E-04
A12	0.00000E+00	0.00000E+00	1.83298E-06	0.00000E+00	0.00000E+00	-1.03406E-03	4.37716E-05
A14	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	1.66015E-05
A16	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

[0351] 图23A~图23D分别是摄像透镜90的纵像差图、横像差图、像面弯曲图、畸变像差图。如图23A所示,根据本例的摄像透镜90,轴上的色差被良好地修正。此外,如图23B所示,可抑制色渗出。此外,如图23A、图23B所示,轴上的色差和倍率色差的双方在周边部分也被平衡良好地修正。而且,如图23C所示,根据本例的摄像透镜90,像面弯曲被良好地修正。

[0352] 符号的说明

[0353] 10、20、30、40、50-摄像透镜,11、21、31、41、51-第一透镜,12、22、32、42、52-第二透镜,13、23、33、43、53-第三透镜,14、24、34、44、54-第四透镜(接合透镜),17、27、37、47、57-物体侧透镜,18、28、38、48、58-像侧透镜,15、25、35、45、55-光阑,B1、B2、B3、B4、B5-树脂粘接剂层,L1、L2、L3、L4、L5-光轴,I1、I2、I3、I4、I5-成像面,60-摄像装置,61-摄像元件,61a-传感器面,62-光学滤波器。

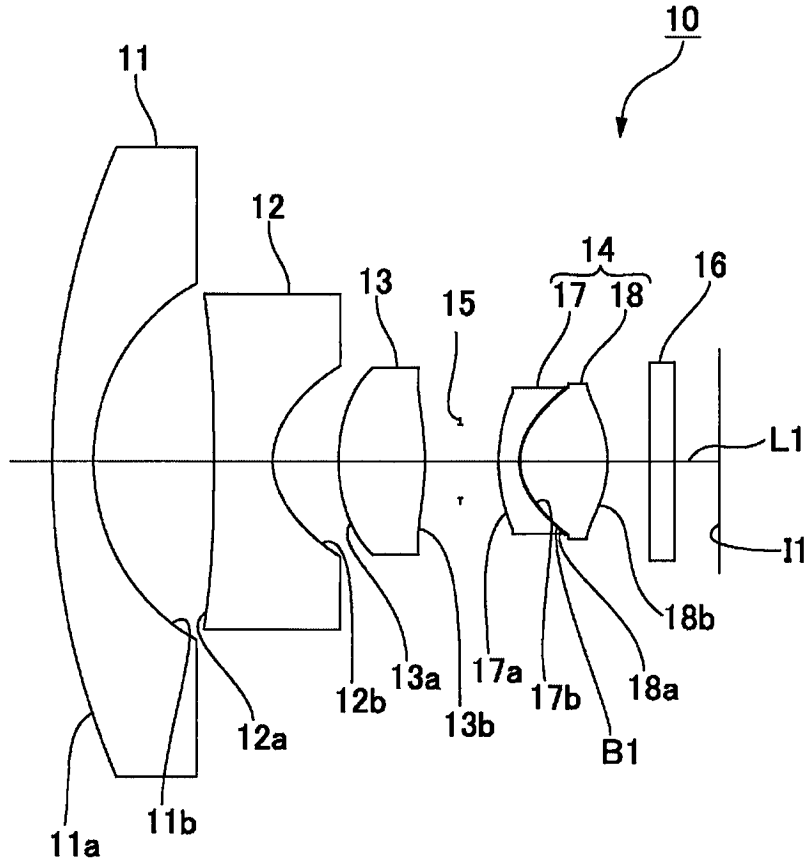


图1

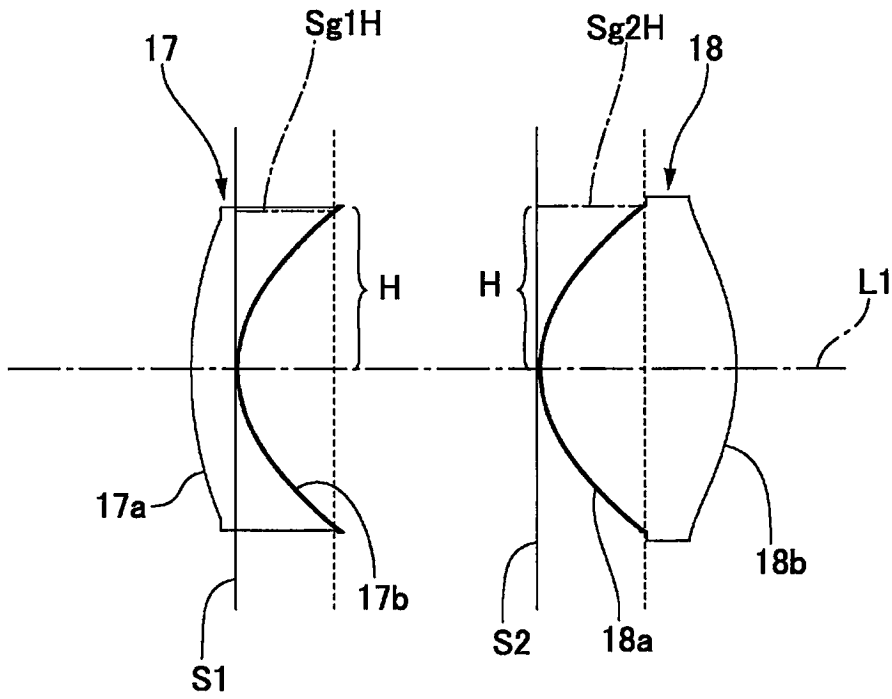


图2

光瞳半径: 0.2886 毫米

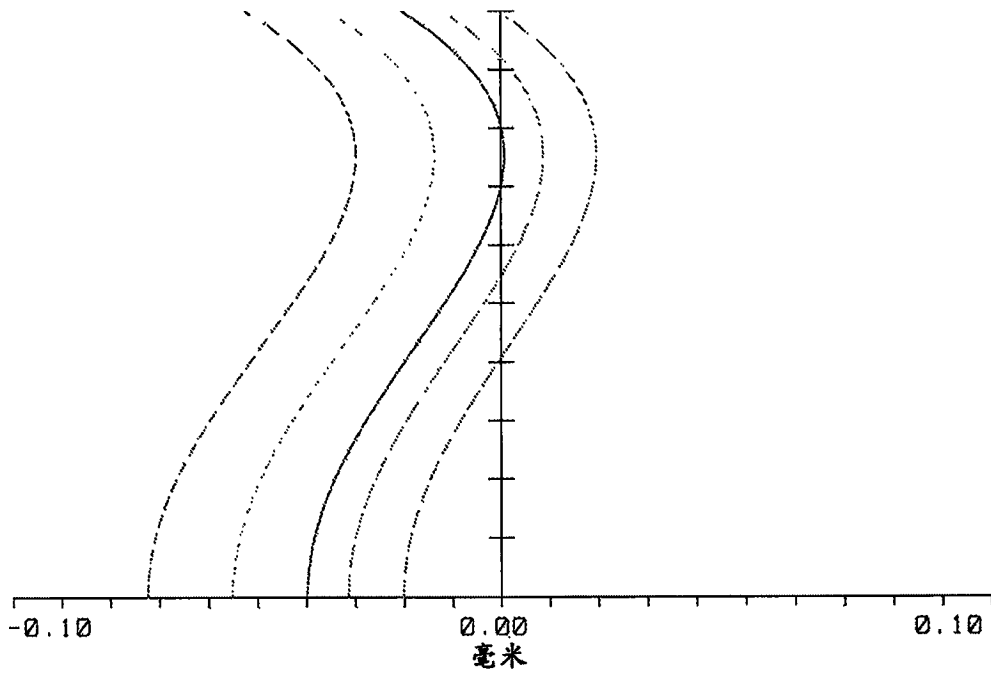


图3A

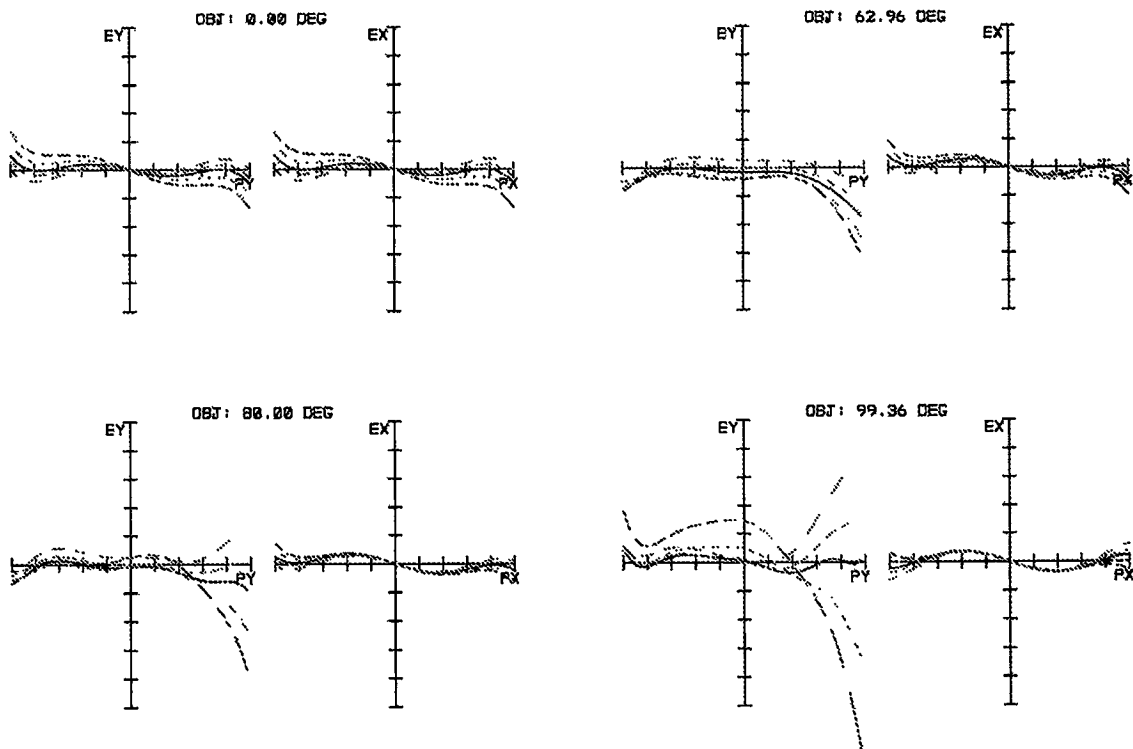


图3B

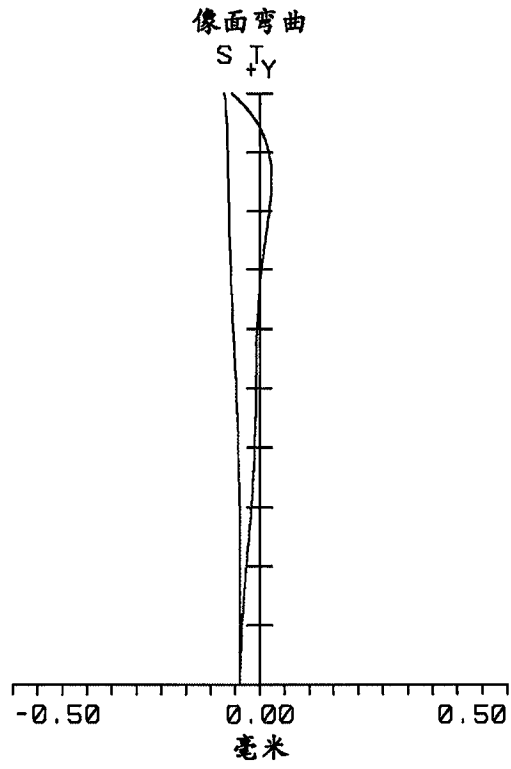


图3C

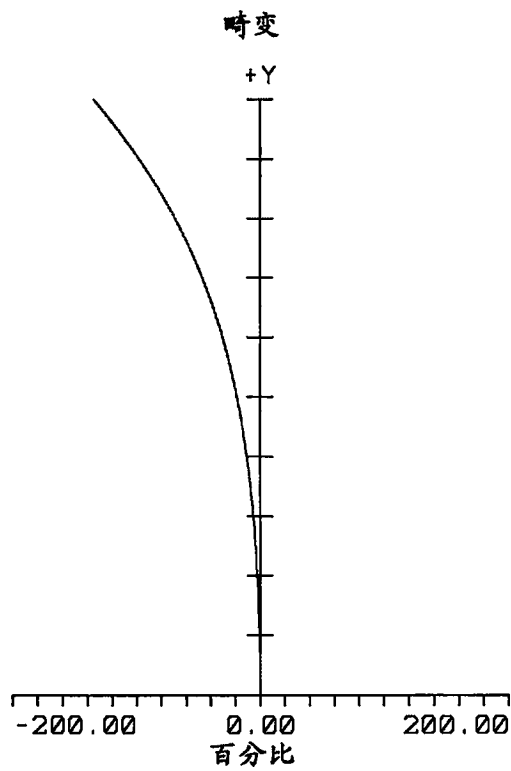


图3D

光瞳半径：0.2886 毫米

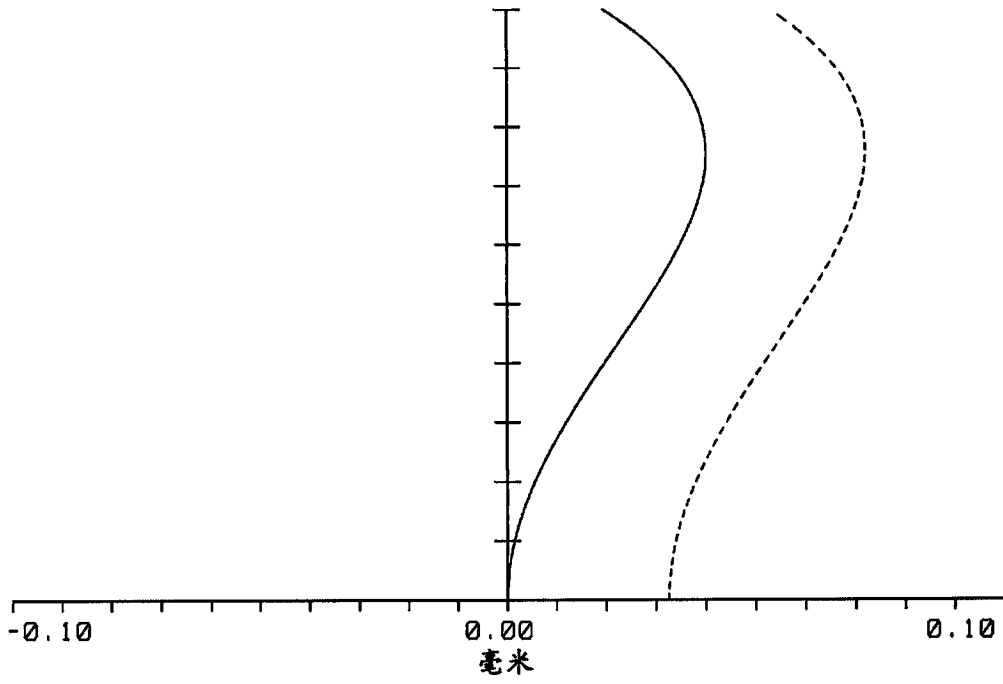


图4

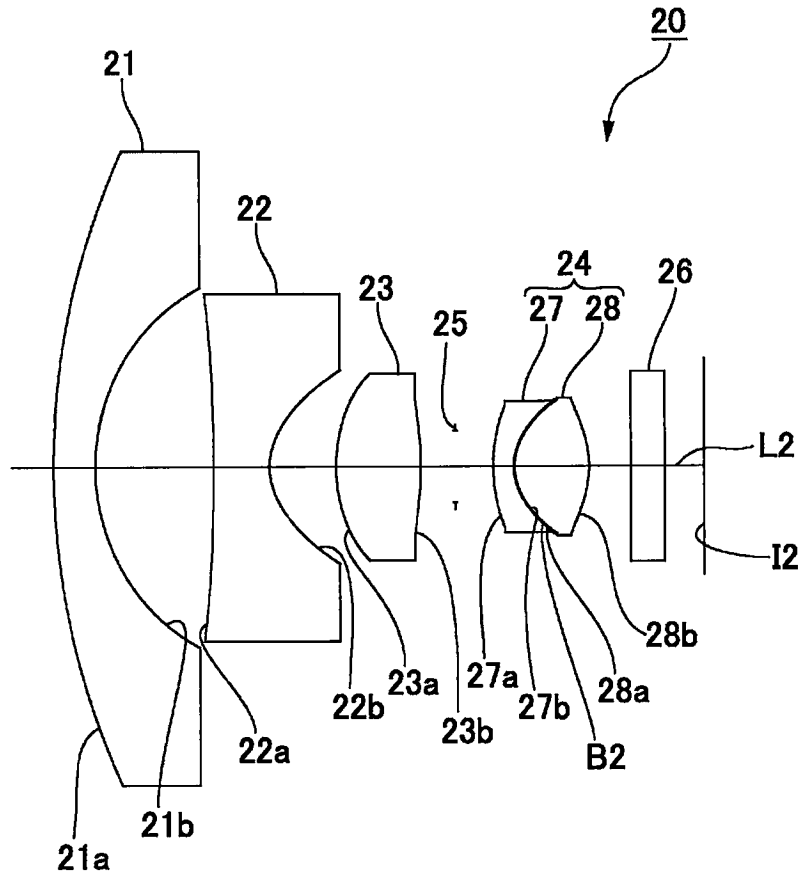


图5

光瞳半径:  $\varnothing.2853$  毫米

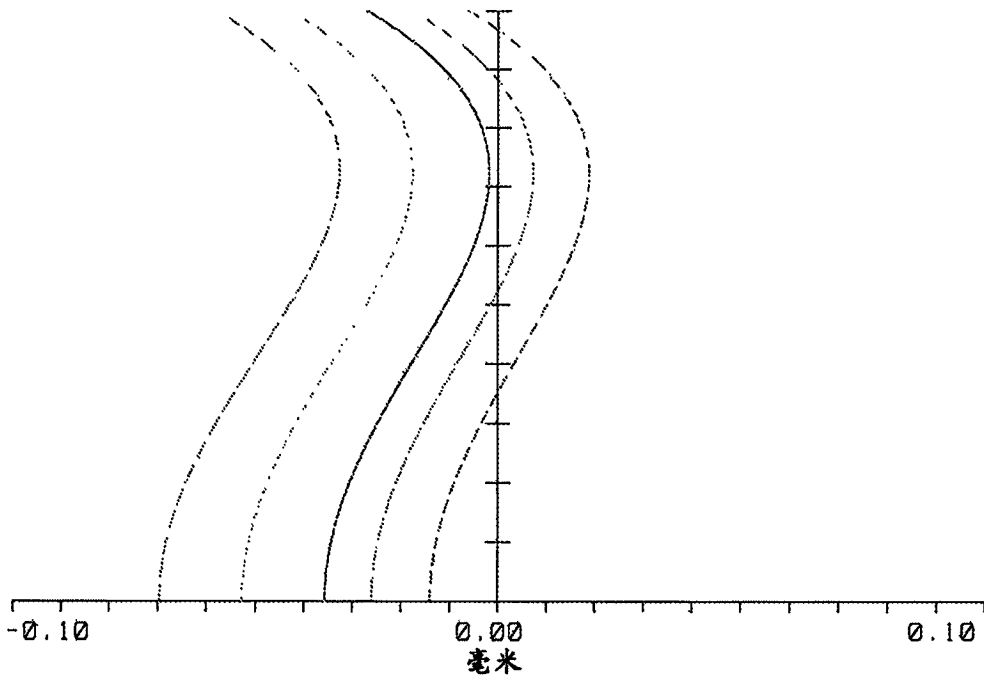


图6A

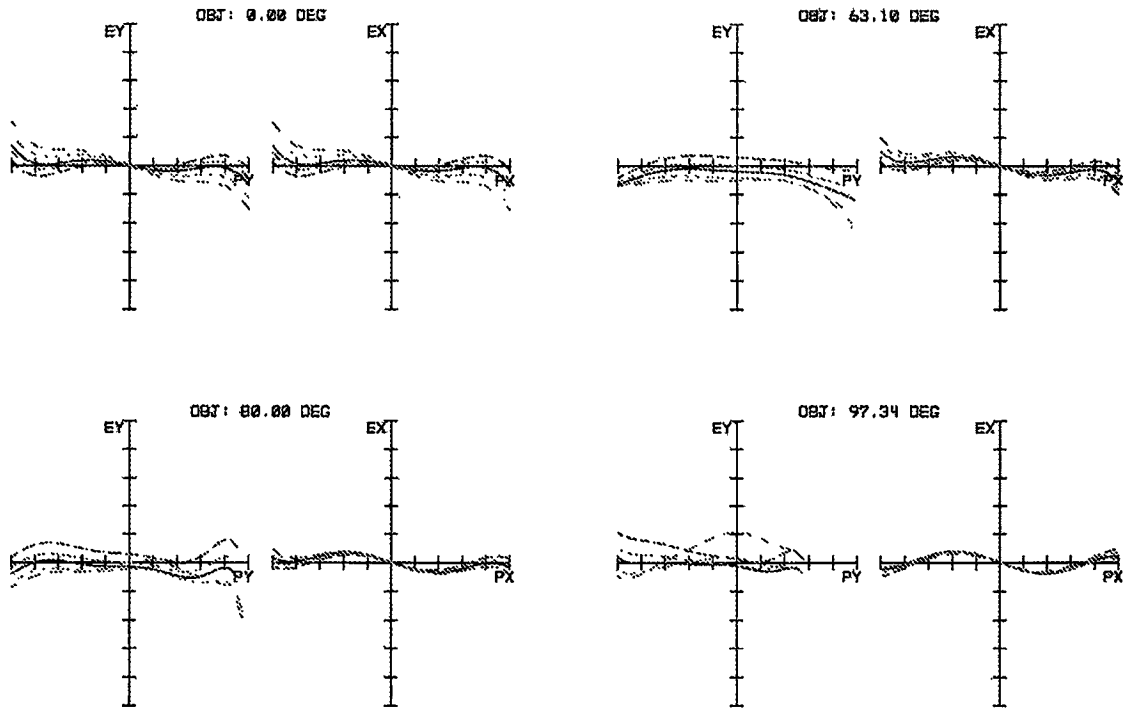


图6B

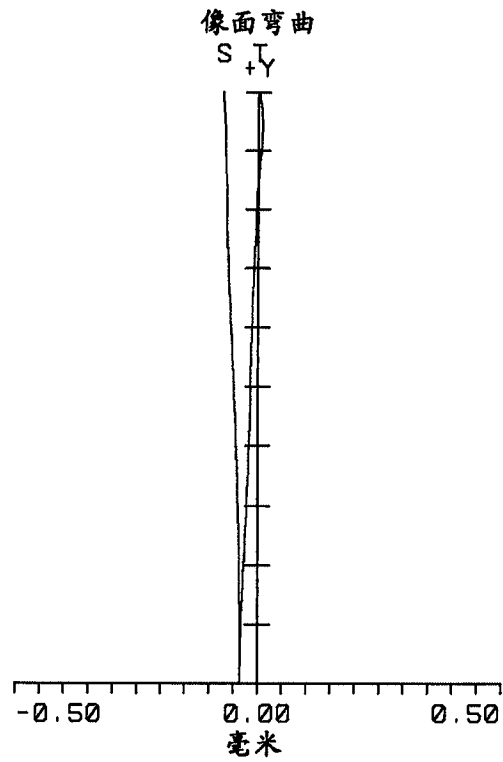


图6C

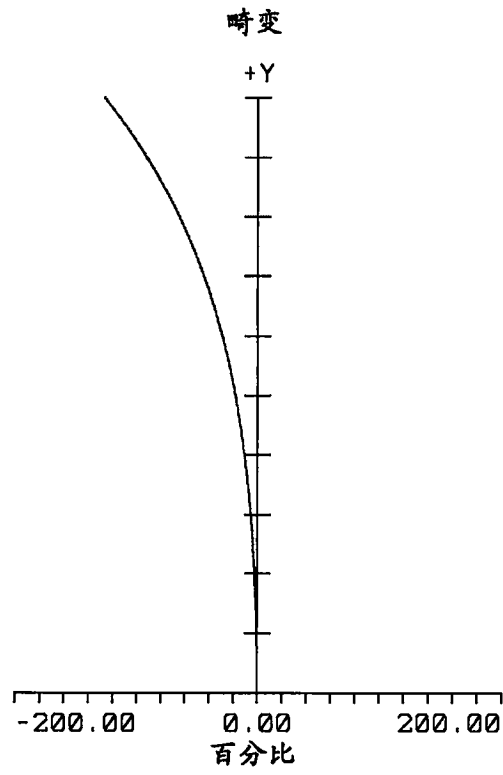


图6D

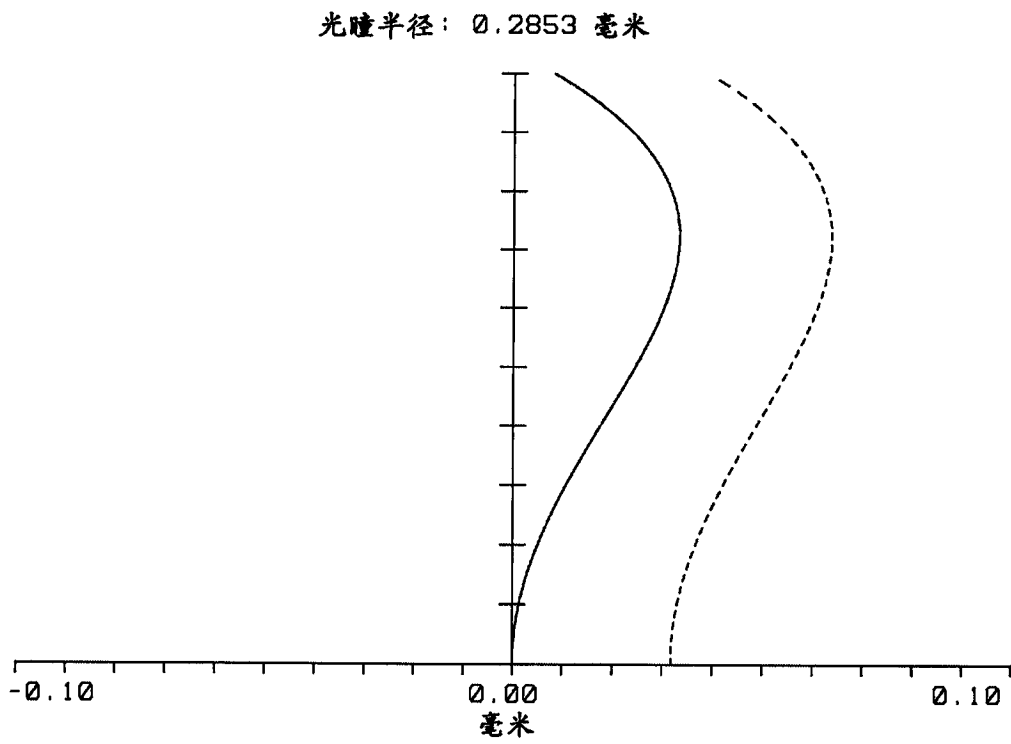


图7

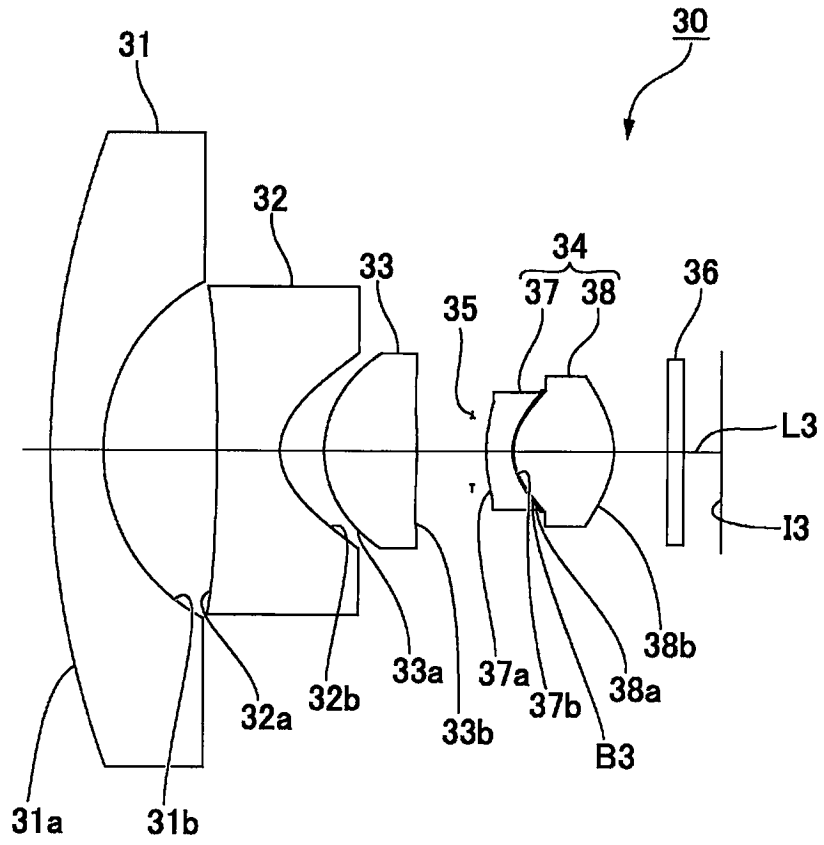


图8

光瞳半径：0.2116 毫米

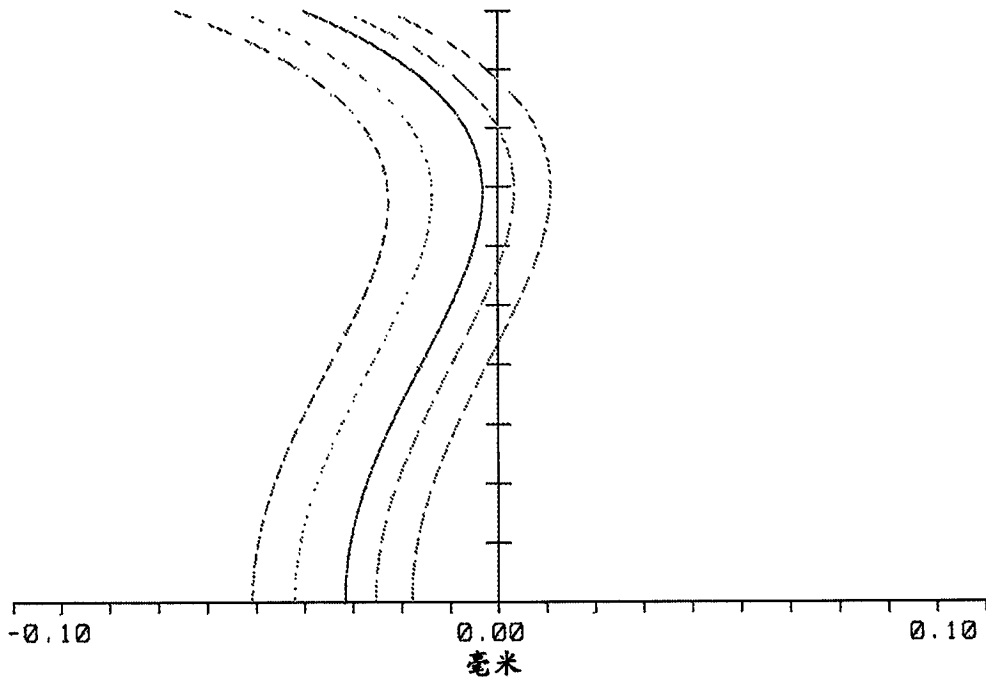


图9A

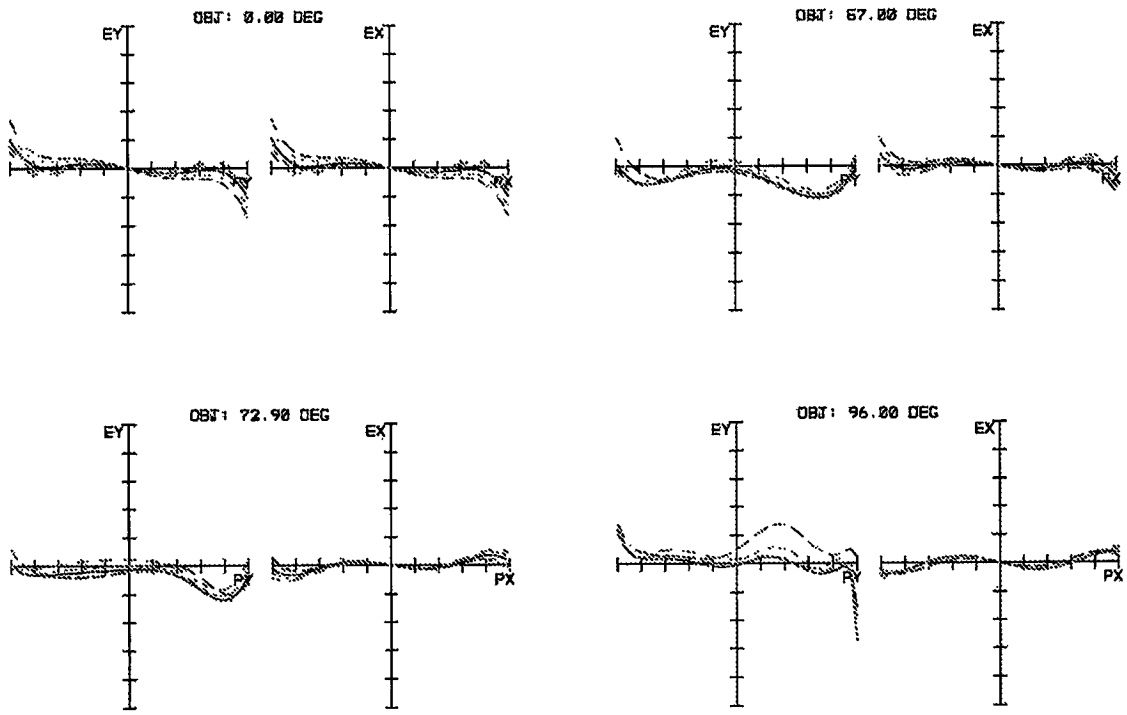


图9B

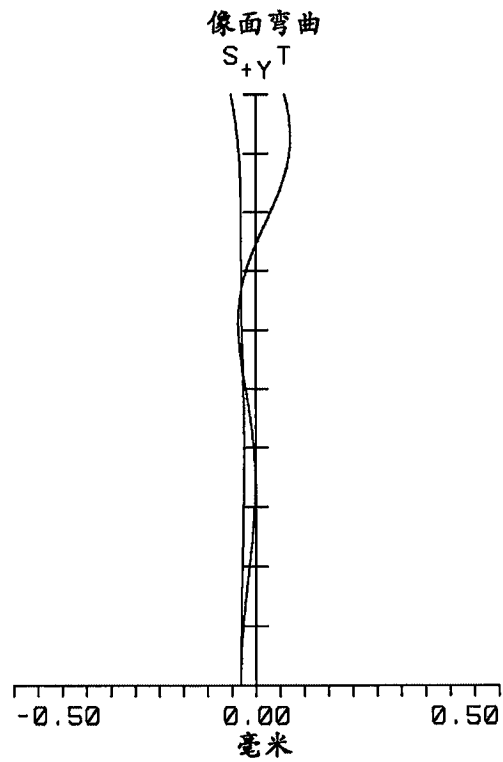


图9C

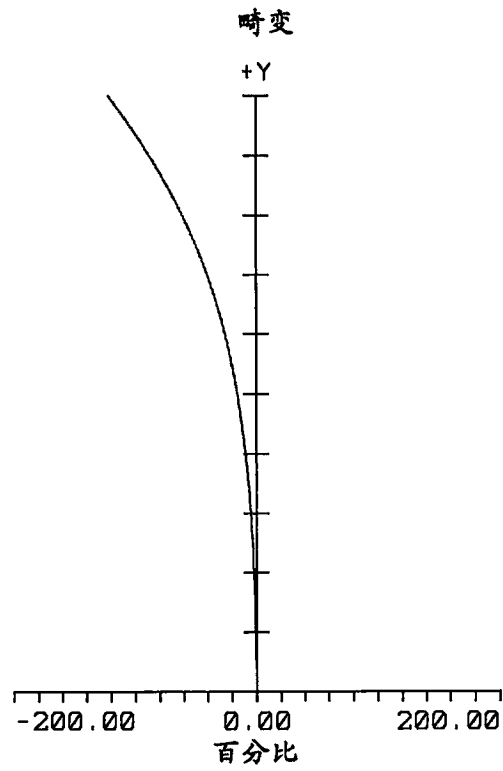


图9D

光瞳半径：0.2116 毫米

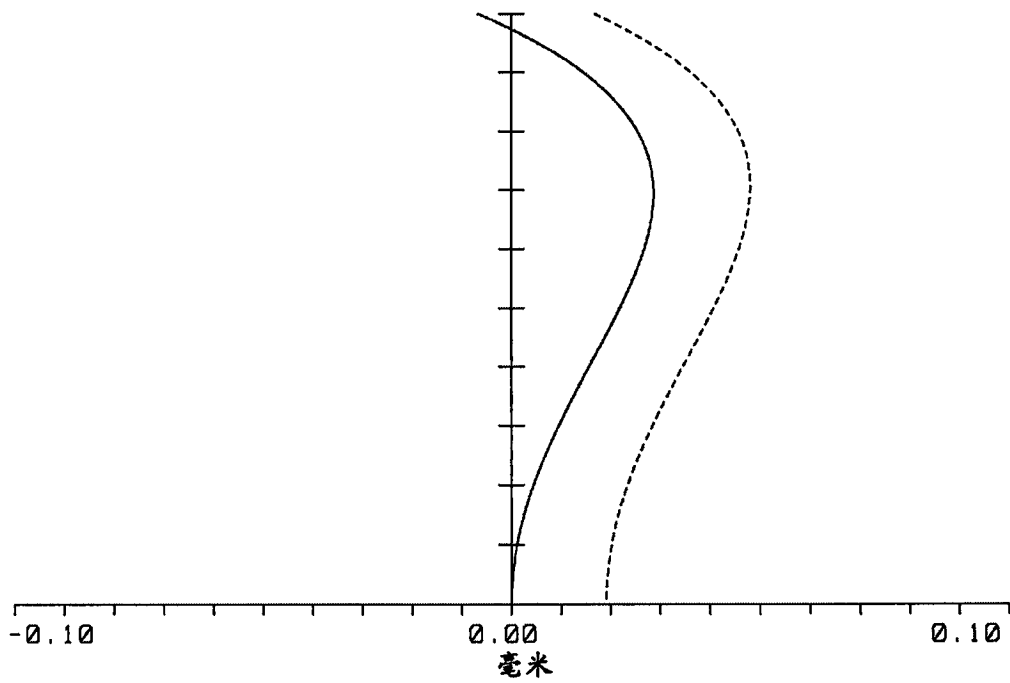


图10

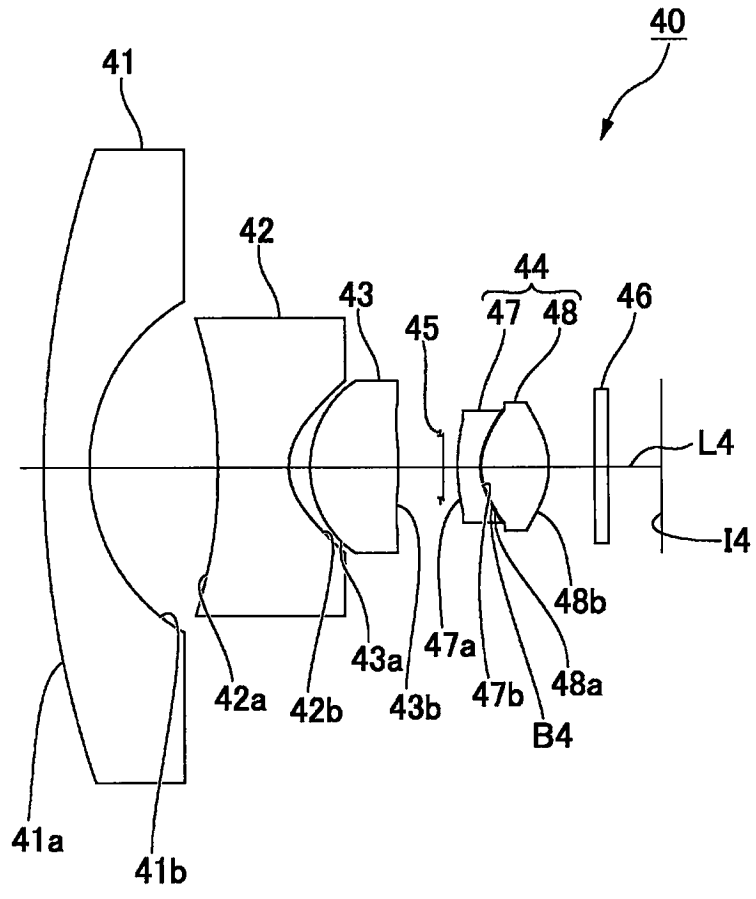


图11

光瞳半径: 0.2486 毫米

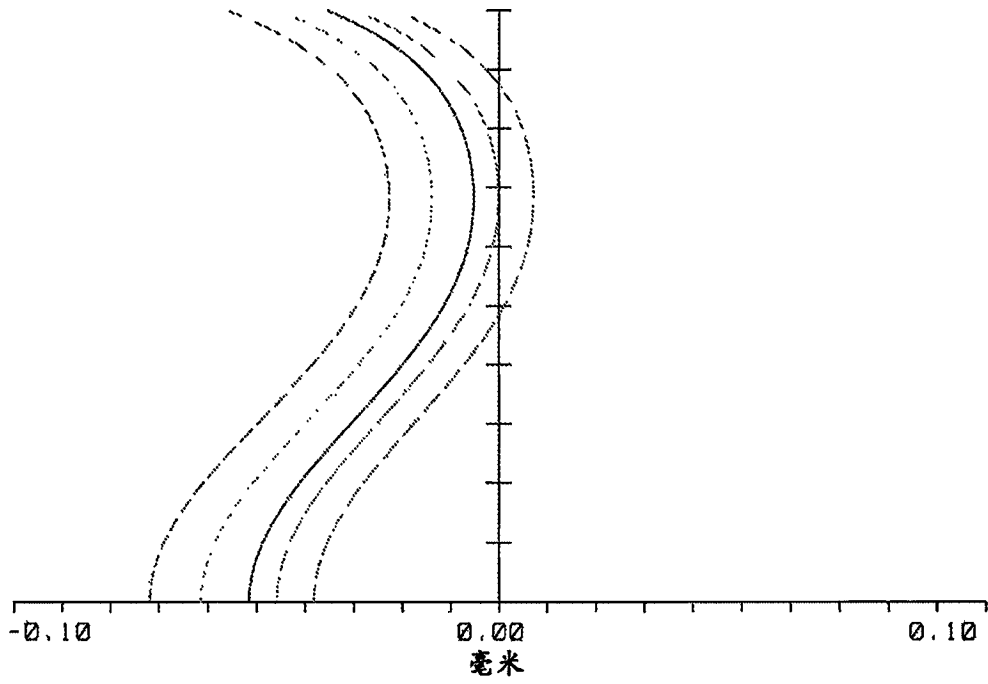


图12A

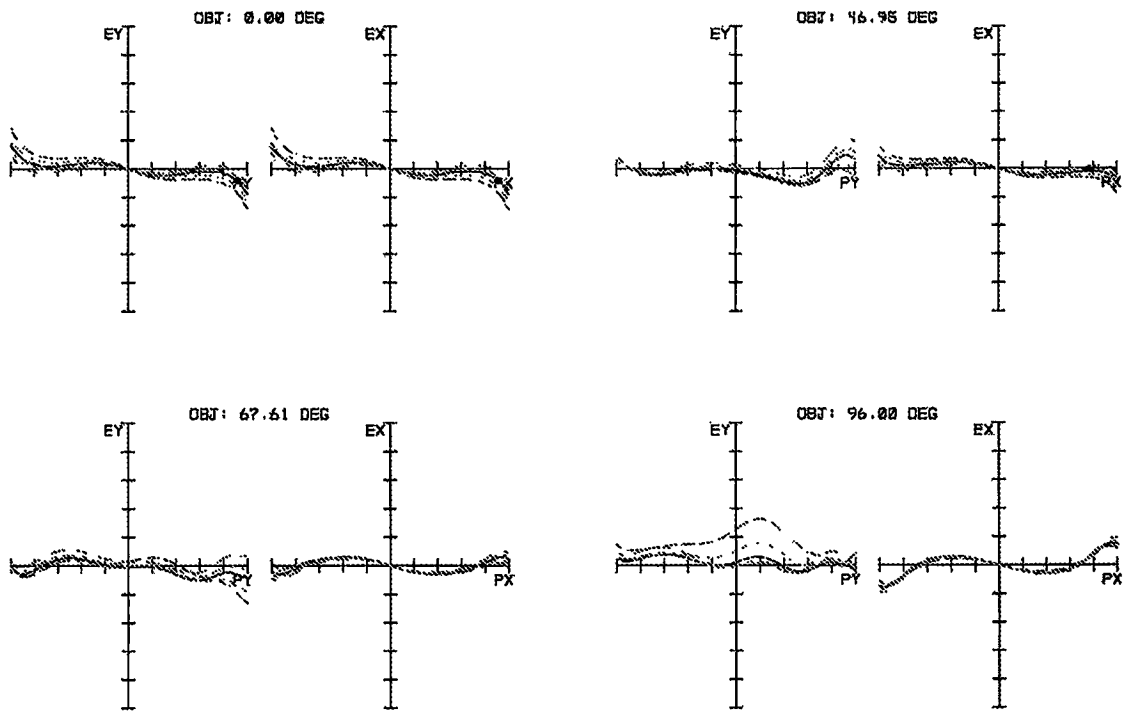


图12B

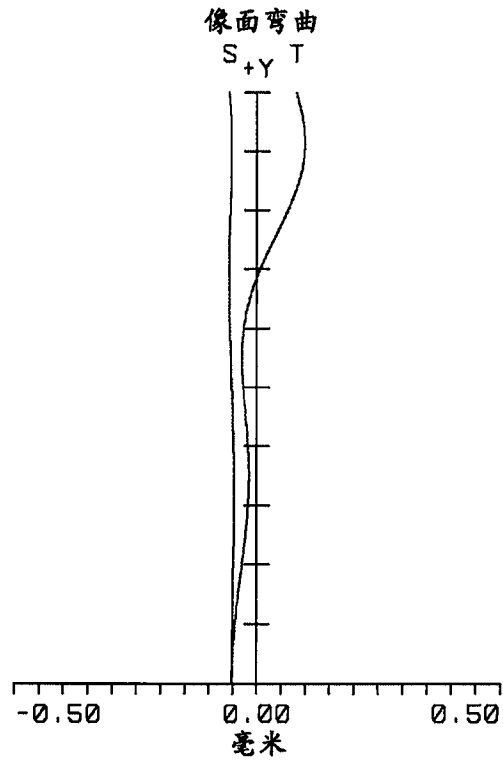


图12C

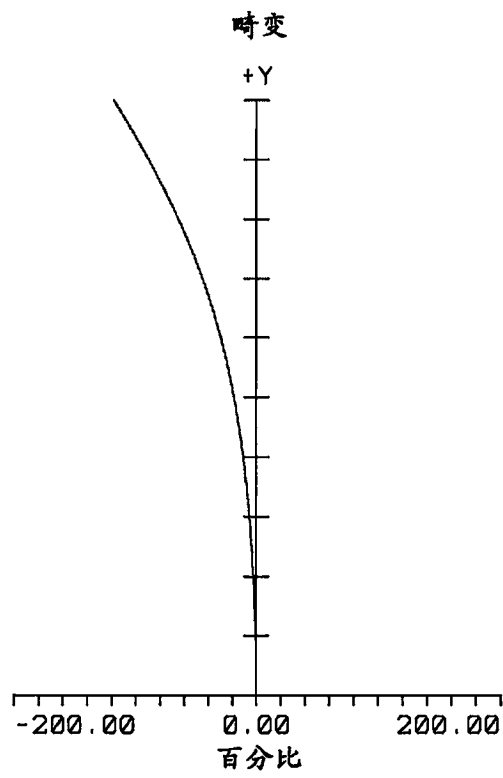


图12D

光瞳半径:  $\varnothing.2486$  毫米

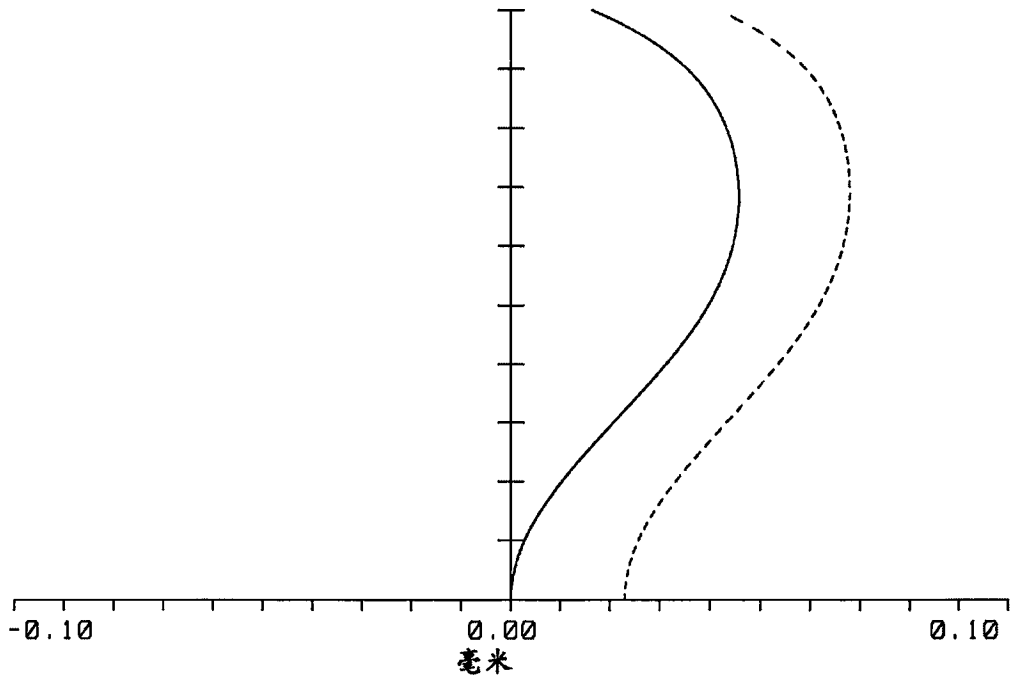


图13

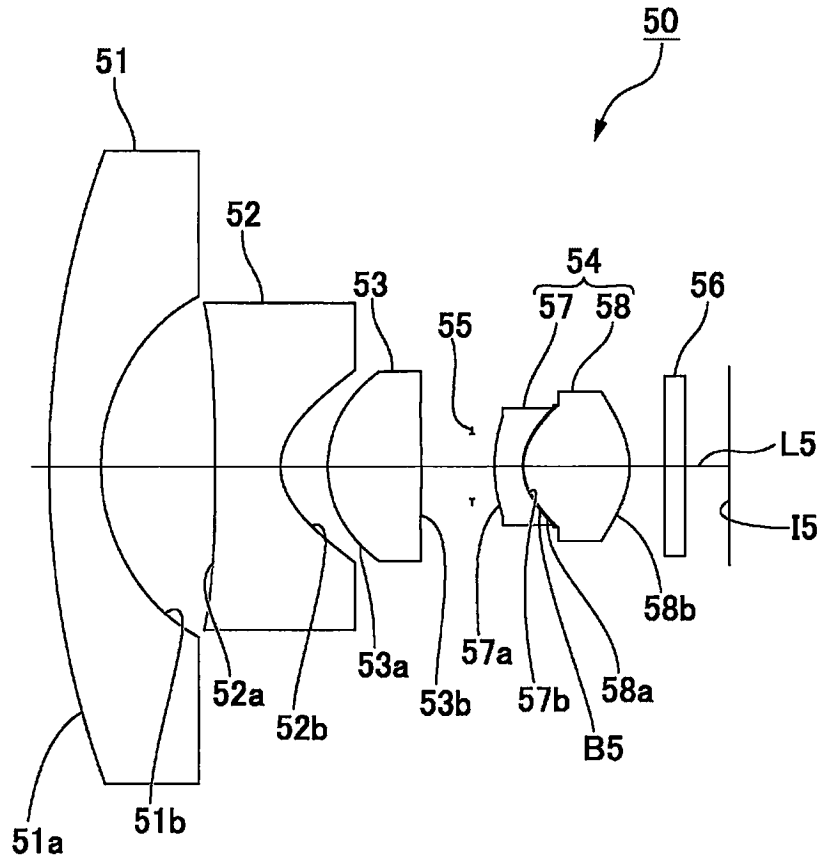


图14

光瞳半径: 0.3115 毫米

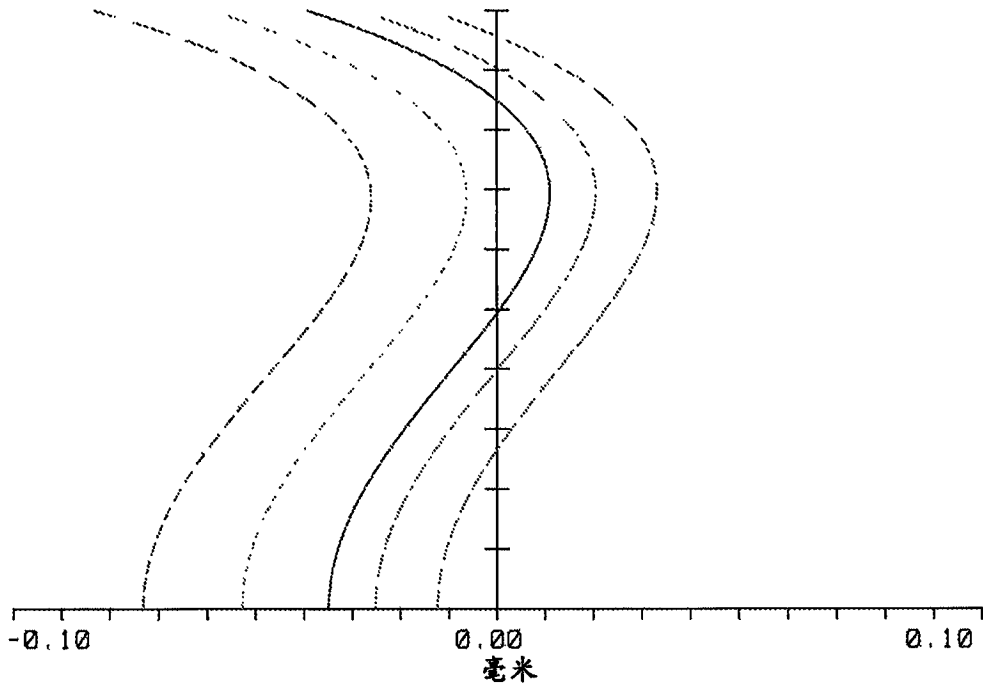


图15A

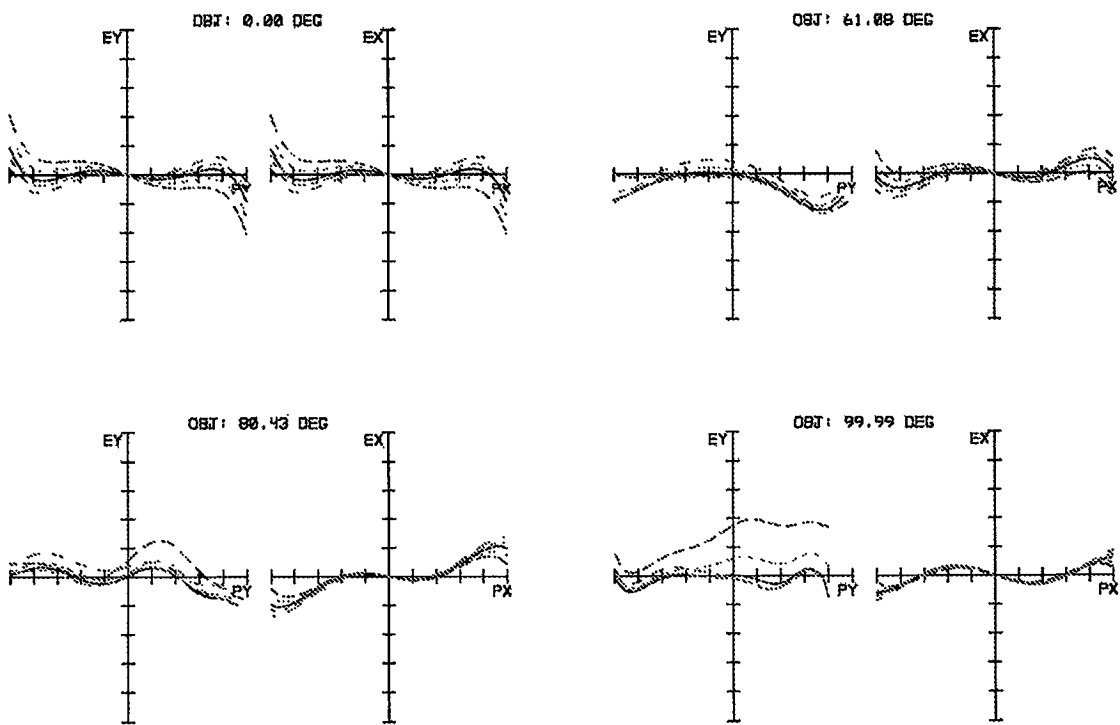


图15B

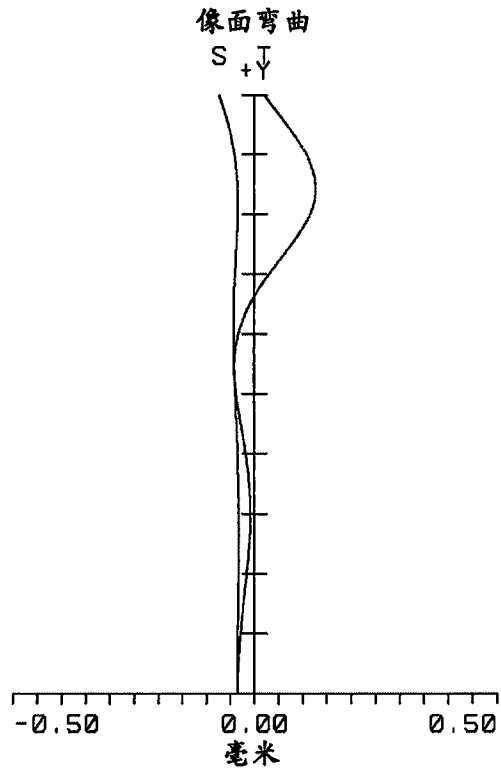


图15C

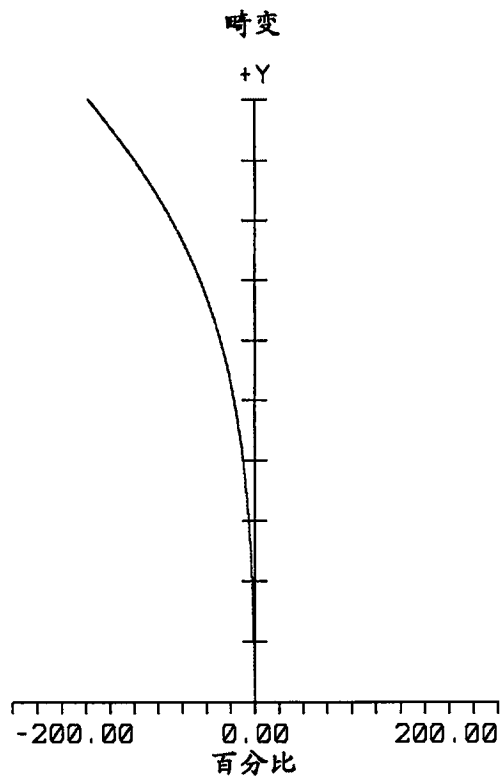


图15D

光瞳半径：0.3120 毫米

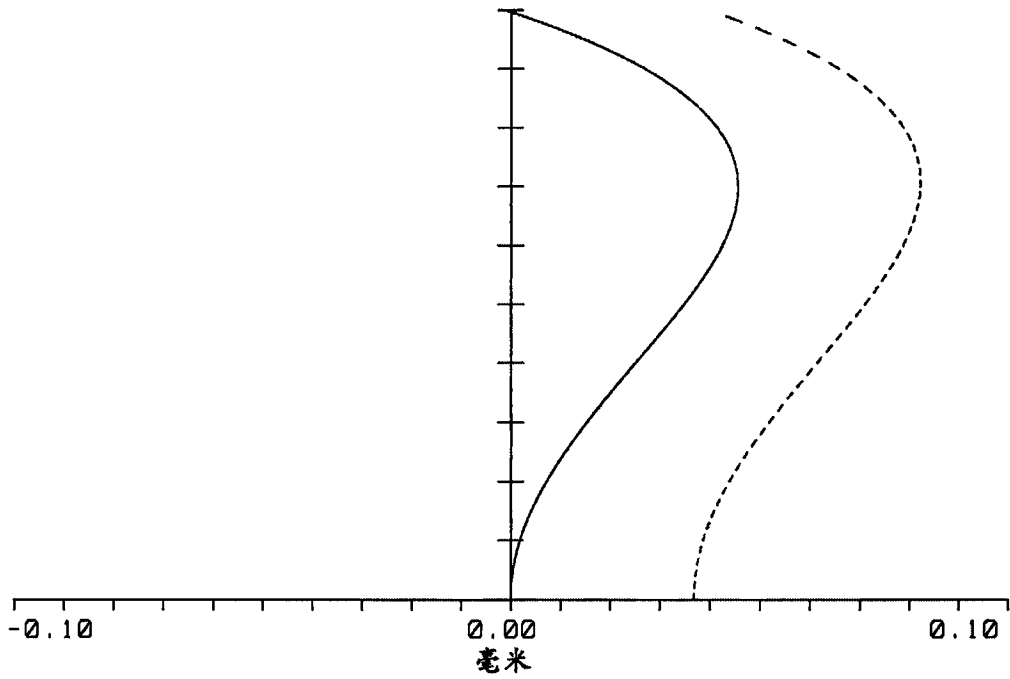


图16

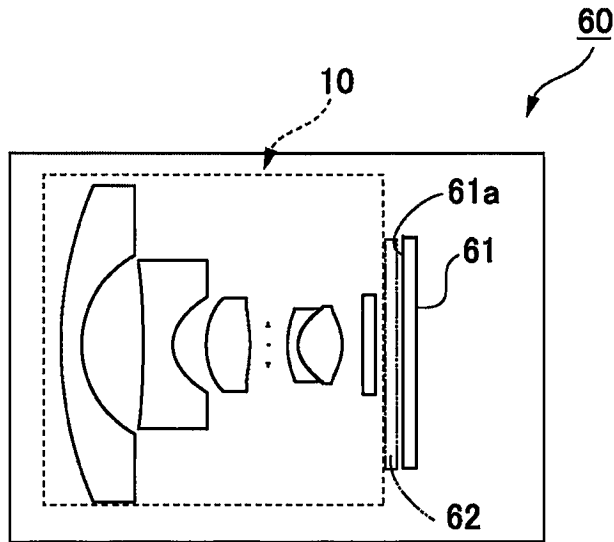


图17

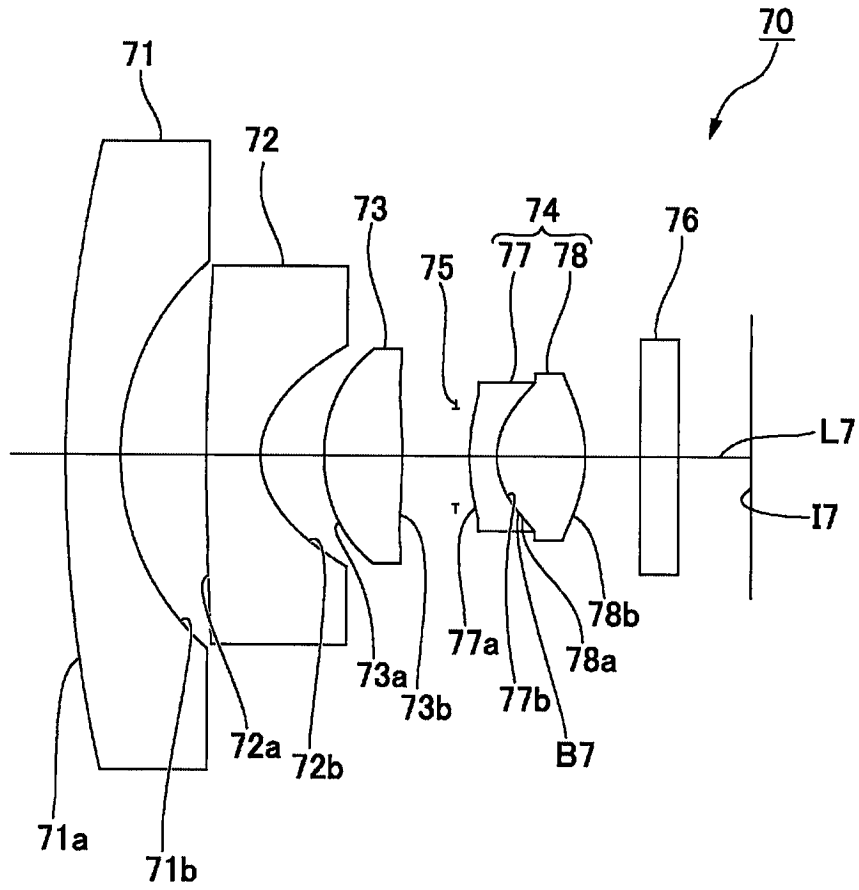


图18

光瞳半径:  $\varnothing.3611$  毫米

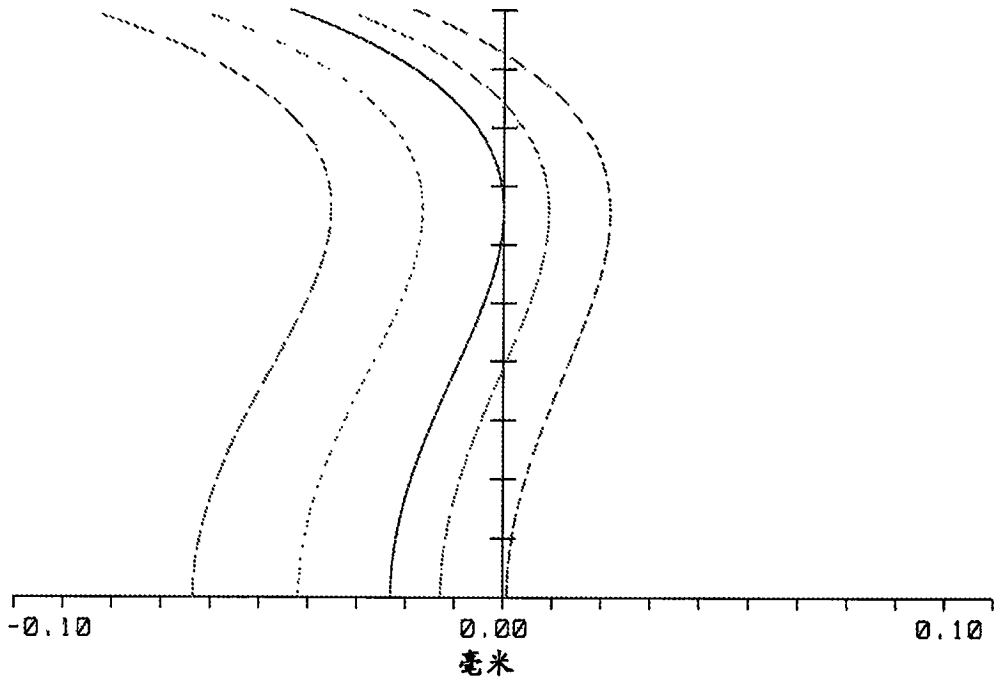


图19A

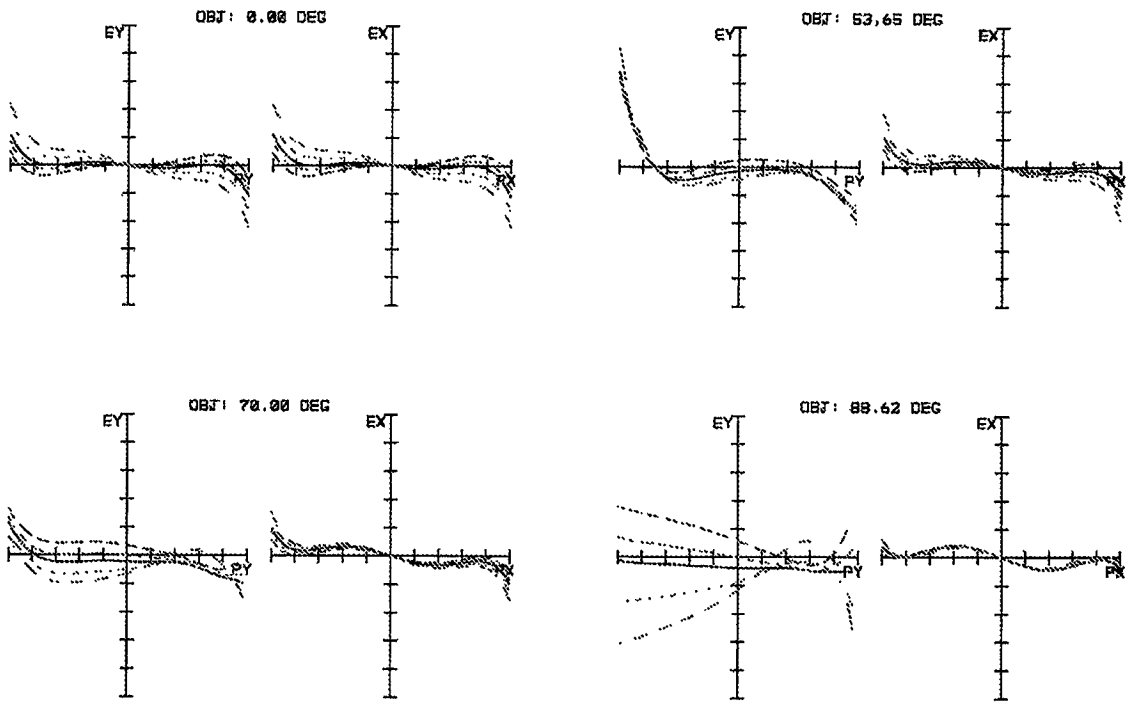


图19B

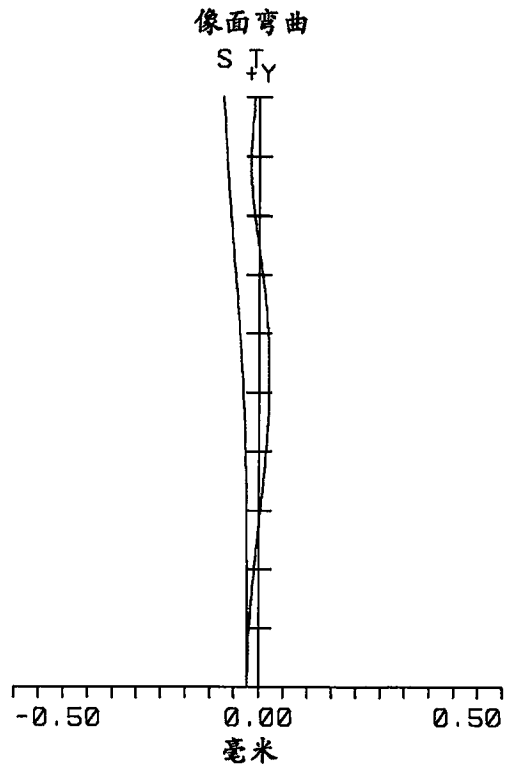


图19C

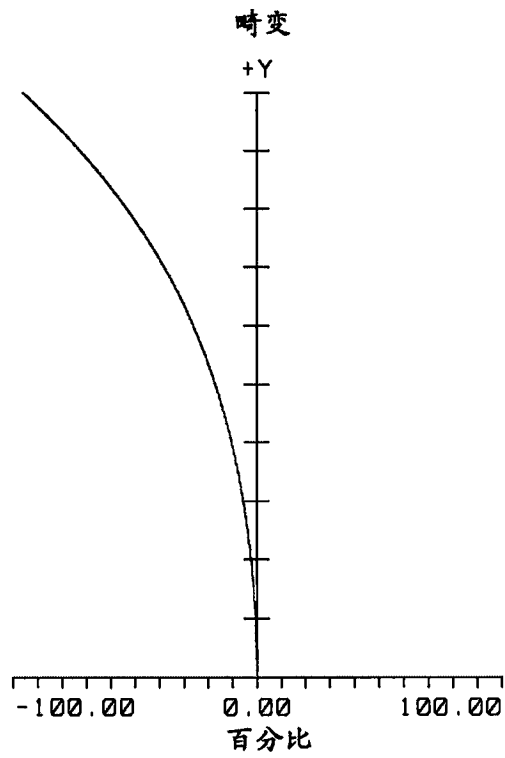


图19D

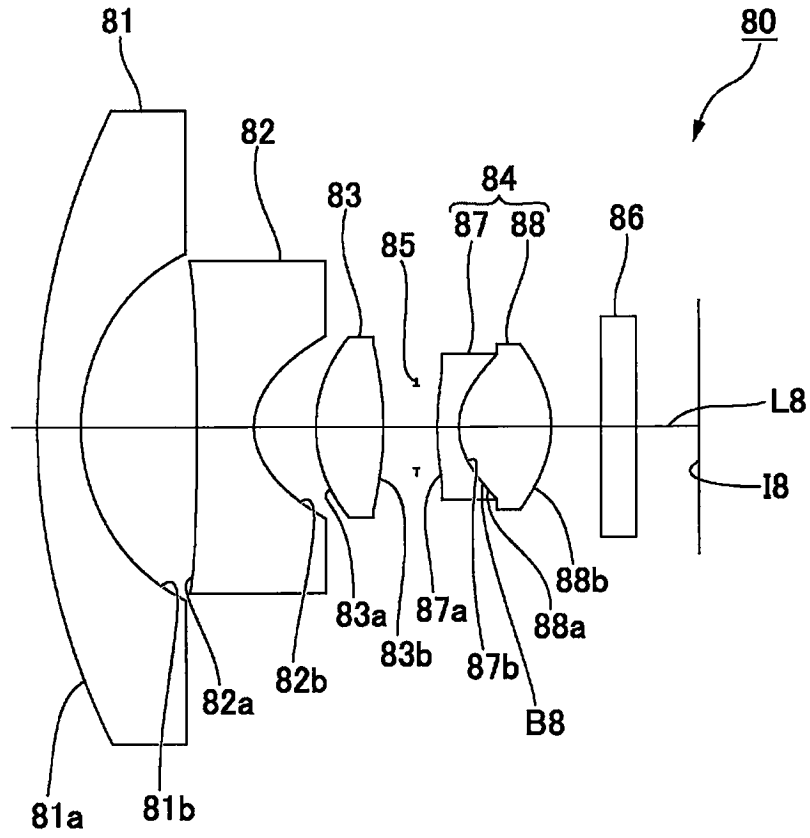


图20

光瞳半径：0.2967 毫米

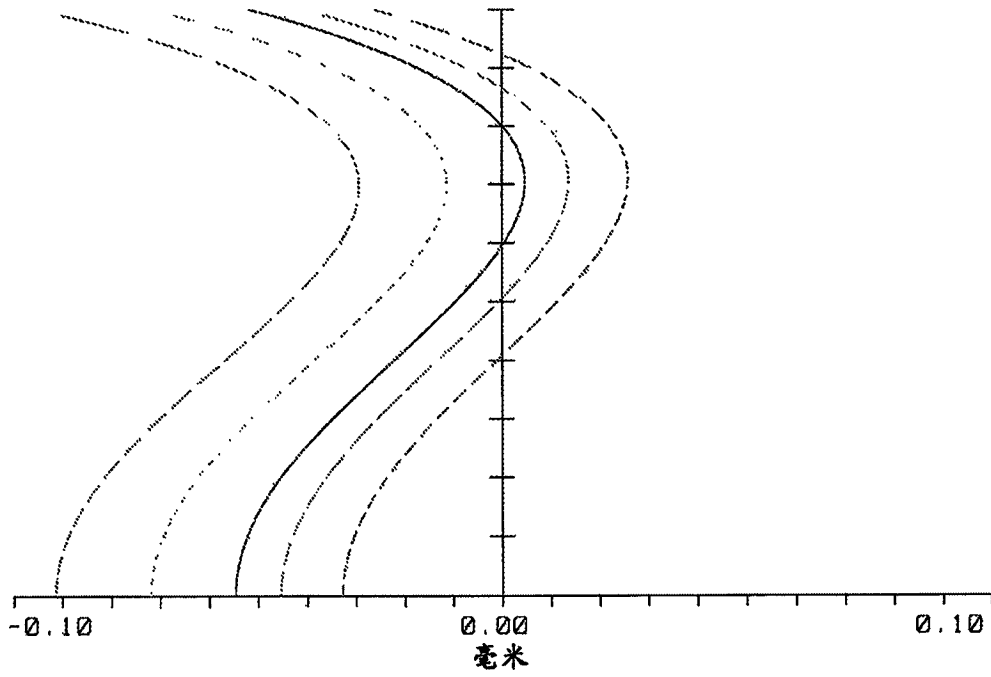


图21A

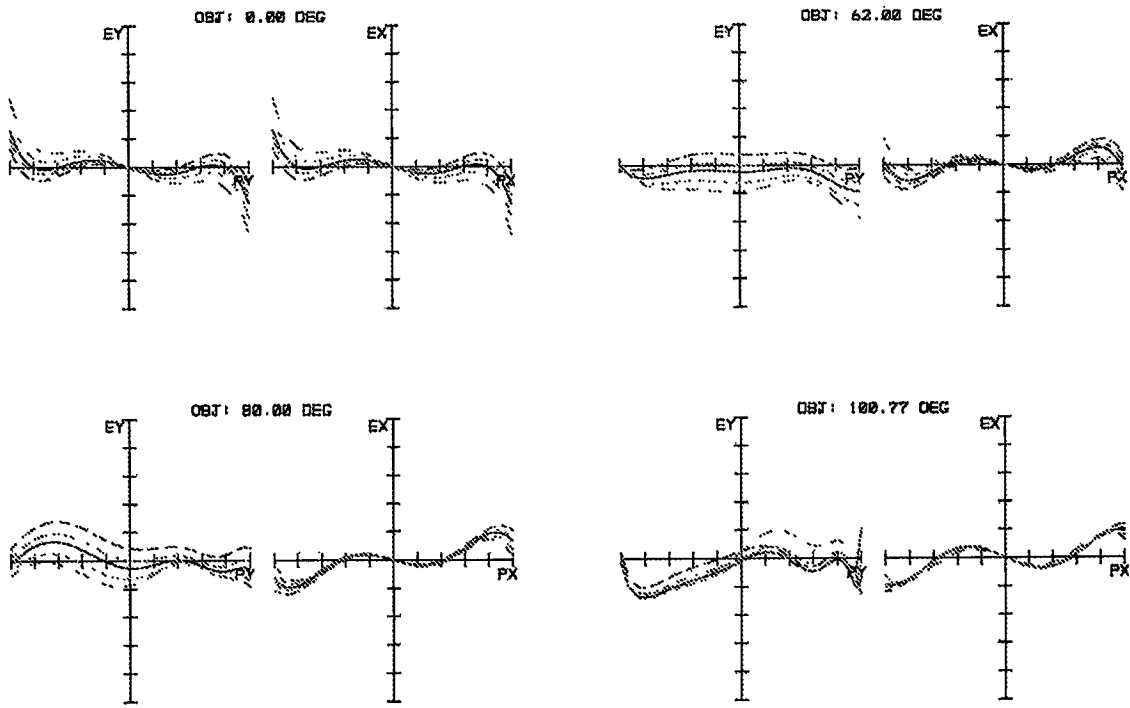


图21B

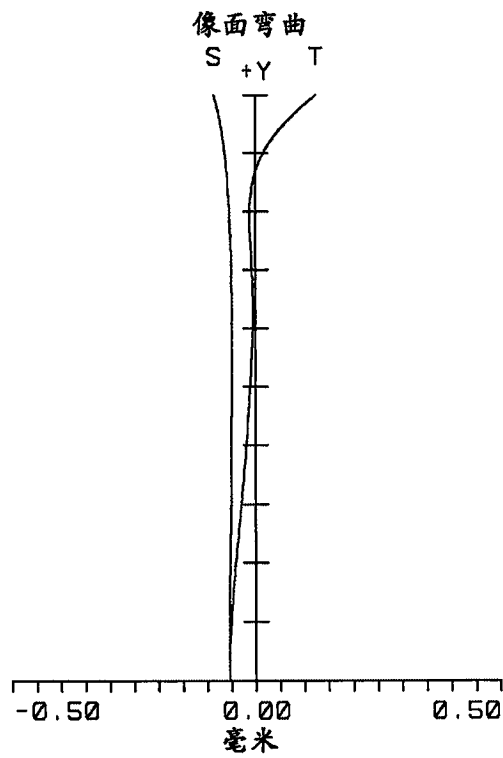


图21C

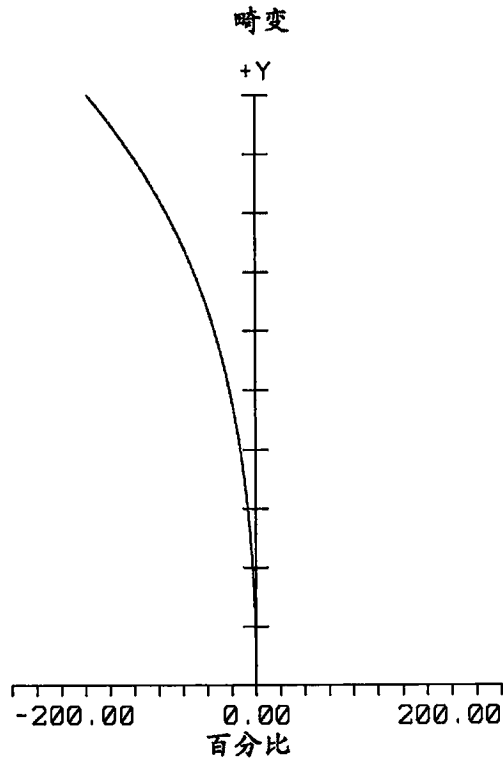


图21D

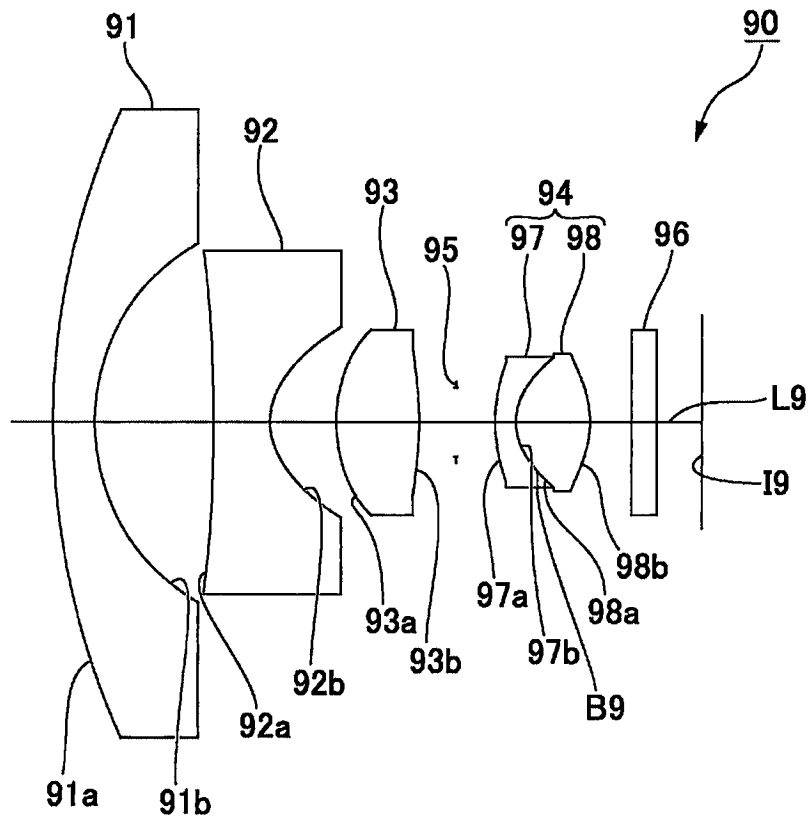


图22

光瞳半径: 0.2871 毫米

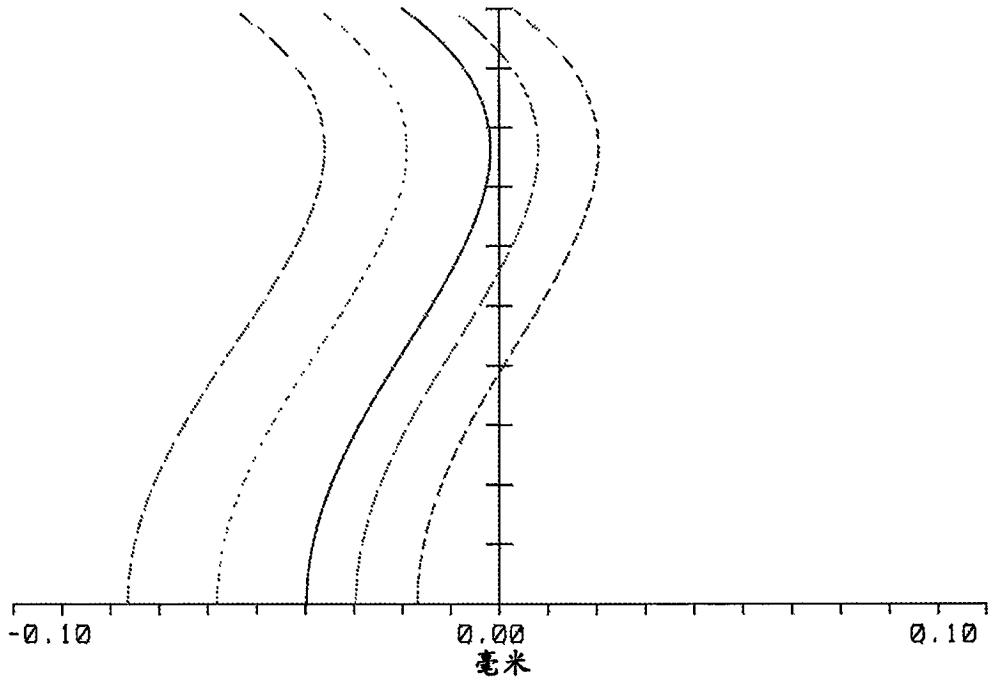


图23A

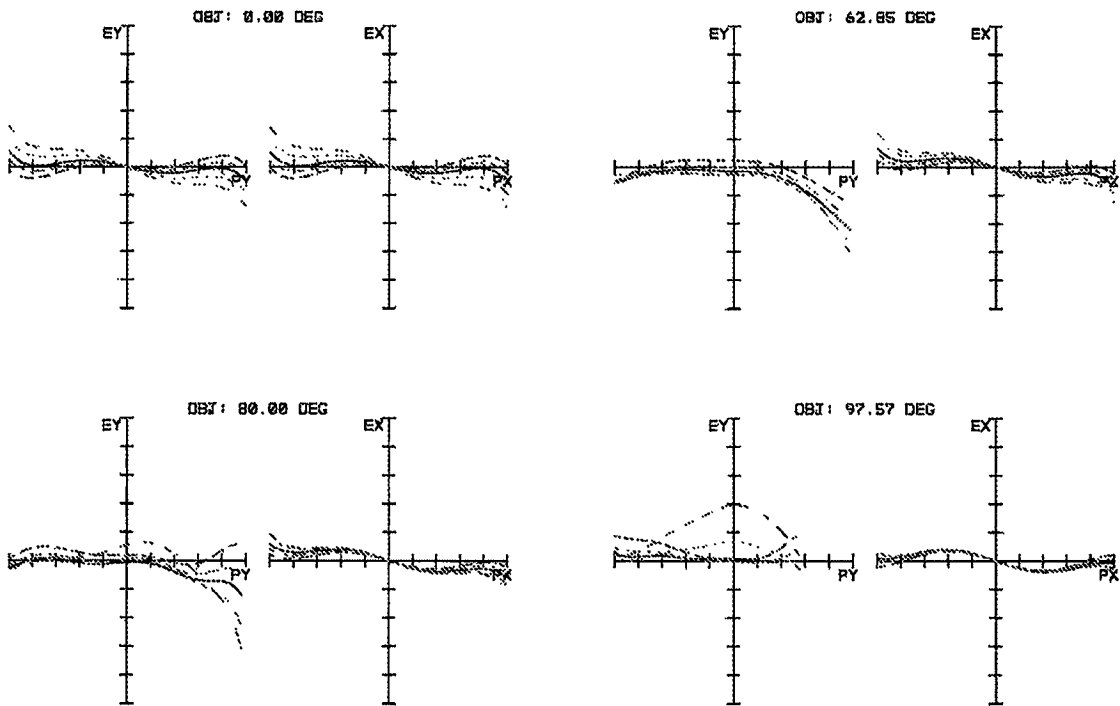


图23B

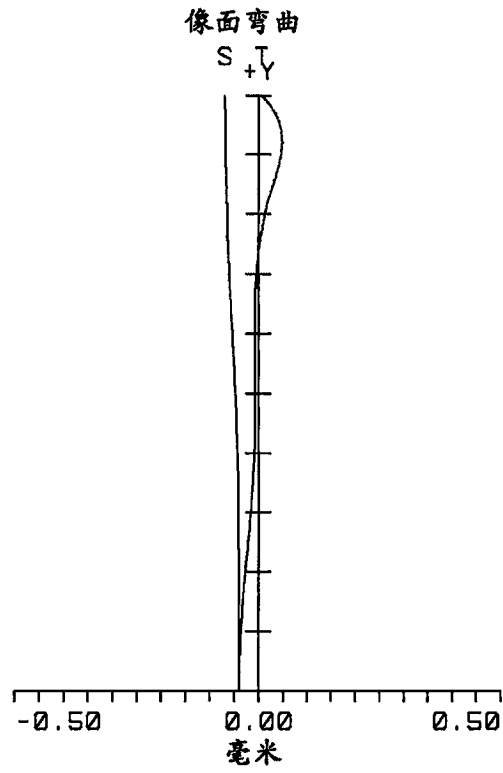


图23C

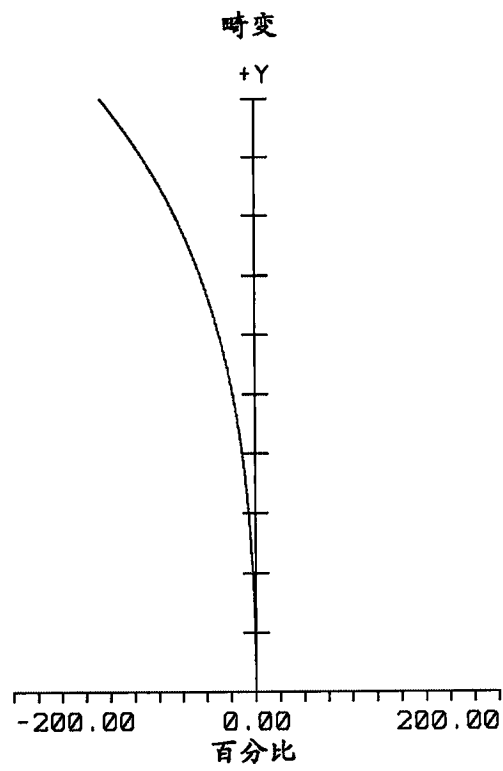


图23D