



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105556368 B

(45)授权公告日 2018.04.10

(21)申请号 201480051255.9

(72)发明人 藤本诚 梅田武

(22)申请日 2014.07.10

(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限  
责任公司 11219

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105556368 A

代理人 鲁山 孙志湧

(43)申请公布日 2016.05.04

(51)Int.Cl.

G02B 15/20(2006.01)

G02B 13/18(2006.01)

(30)优先权数据

2013-161486 2013.08.02 JP

2013-161487 2013.08.02 JP

2014-047611 2014.03.11 JP

2014-048994 2014.03.12 JP

2014-048997 2014.03.12 JP

(56)对比文件

US 5078481 A,1992.01.07,说明书第2栏第  
49行至第7栏第40行,附图1-4.

US 2002/0089761 A1,2002.07.11,说明书  
第[0003]-[0016],[0042]-[0057],[0062]-  
[0063],附图7-8.

CN 101859019 A,2010.10.13,说明书第  
[0166]-[0282]段,附图1-3.

US 2012/0057246 A1,2012.03.08,说明书  
第[0035]-[0056],[0065]-[0068]段,附图9-12.

(续)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2016.03.17

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2014/068447 2014.07.10

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02015/016031 JA 2015.02.05

审查员 毛洁

权利要求书3页 说明书67页 附图36页

(73)专利权人 株式会社尼康  
地址 日本东京

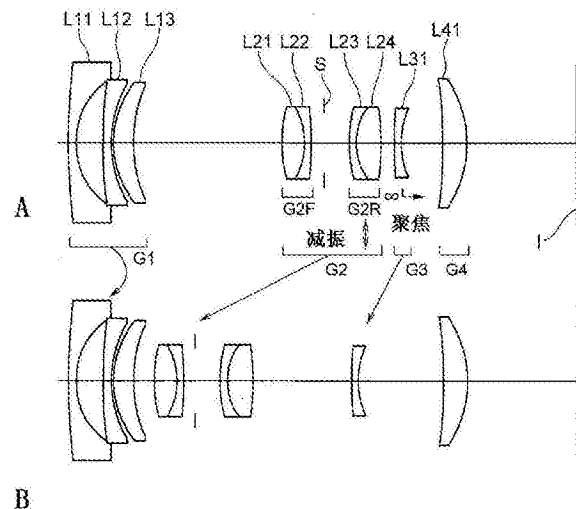
(54)发明名称

变焦镜头、光学设备和用于制造变焦镜头的  
方法

量。因此,这个变焦镜头能够具有高的光学性能。

(57)摘要

这个变焦镜头包括,按照从物侧的次序:具  
有负光焦度的第一透镜组(G1);具有正光焦度的  
第二透镜组(G2);具有负光焦度的第三透镜组  
(G3);和具有正光焦度的第四透镜组(G4)。当改  
变倍率时,在第一透镜组(G1)和第二透镜组(G2)  
之间的距离、在第二透镜组(G2)和第三透镜组  
(G3)之间的距离以及在第三透镜组(G3)和第四  
透镜组(G4)之间的距离改变。第二透镜组(G2)包  
括,按照从物侧的次序:前侧透镜组(G2F);孔径  
光阑(S);和后侧透镜组(G2R)。前侧透镜组(G2F)  
和后侧透镜组(G2R)每一个具有至少一个负透  
镜。第二透镜组(G2)中的至少某些透镜作为可移  
动组移动从而包括沿着垂直于光轴的方向的分



CN 105556368 B

[接上页]

**(56)对比文件**

JP 特开2013-182054 A,2013.09.12,说明书第[0092]-[0112]段,附图5-9.

JP 特开2013-15778 A,2013.01.24,全文.

CN 103038687 A,2013.04.10,全文.

JP 特开2001-343584 A,2001.12.14,全文.

1. 一种变焦镜头,所述变焦镜头包括,按照从物侧的次序:具有负光焦度的第一透镜组;具有正光焦度的第二透镜组;具有负光焦度的第三透镜组和具有正光焦度的第四透镜组;

在改变倍率时,在所述第一透镜组和所述第二透镜组之间的距离、在所述第二透镜组和所述第三透镜组之间的距离以及在所述第三透镜组和所述第四透镜组之间的距离改变;

所述第二透镜组包括,按照从物侧的次序,前透镜组、孔径光阑和后透镜组;

所述前透镜组和所述后透镜组每一个包括至少一个负透镜;并且

所述第二透镜组中的透镜的至少一个部分作为可移动组移动以具有沿着垂直于光轴的方向的分量,

其中在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,所述第三透镜组沿着光轴移动;并且

以下条件表达式得以满足:

$$0.50 < m3 / fw < 0.80$$

其中 $m3$ 表示在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时所述第三透镜组的移动量,并且 $fw$ 表示在广角端状态中所述变焦镜头的焦距。

2. 根据权利要求1所述的变焦镜头,其中所述前透镜组具有正光焦度。

3. 根据权利要求1所述的变焦镜头,其中所述后透镜组具有正光焦度。

4. 根据权利要求1所述的变焦镜头,其中以下条件表达式得以满足:

$$1.00 < |f2vr| / fw < 4.00$$

其中 $f2vr$ 表示所述可移动组的焦距。

5. 根据权利要求1所述的变焦镜头,其中以下条件表达式得以满足:

$$0.50 < |f2vr| / f2 < 5.00$$

其中 $f2vr$ 表示所述可移动组的焦距;并且 $f2$ 表示所述第二透镜组的焦距。

6. 根据权利要求1所述的变焦镜头,其中以下条件表达式得以满足:

$$1.00 < m12 / fw < 2.00$$

其中 $m12$ 表示在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时从所述第一透镜组中的最像侧透镜表面到所述第二透镜组中的最物侧透镜表面沿着光轴的距离的变化量。

7. 根据权利要求1所述的变焦镜头,其中在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,所述第一透镜组、所述第二透镜组和所述第三透镜组沿着光轴移动并且置放在最像侧处的透镜组的位置固定。

8. 根据权利要求1所述的变焦镜头,其中所述前透镜组包括至少两个透镜并且具有至少一个非球面。

9. 根据权利要求1所述的变焦镜头,其中所述第四透镜组包括具有面对像侧的凸形表面的弯月透镜。

10. 根据权利要求9所述的变焦镜头,其中以下条件表达式得以满足:

$$-5.00 < (r42+r41) / (r42-r41) < -1.30$$

其中 $r41$ 表示所述第四透镜组中的所述弯月透镜的物侧透镜表面的曲率半径;并且 $r42$ 表示所述第四透镜组中的所述弯月透镜的像侧透镜表面的曲率半径。

11. 根据权利要求1所述的变焦镜头,其中

在所述第二透镜组中,所述前透镜组由以下组成,按照从物侧的次序,具有正光焦度的

第一部分组和具有负光焦度的第二部分组,并且所述后透镜组由第三部分组组成;

在改变倍率时,所述第一透镜组、所述第二透镜组和所述第三透镜组沿着光轴移动,并且所述第四透镜组的位置固定;

在聚焦时,所述第三透镜组的至少一个部分沿着光轴移动;

所述第二透镜组中的所述第一部分组或者第二部分组作为可移动组移动以具有沿着垂直于光轴的方向的分量;并且

以下条件表达式得以满足:

$$0.15 < |f_w/f_{vr}| < 0.50$$

其中 $f_{vr}$ 表示所述可移动组的焦距。

12. 一种变焦镜头,所述变焦镜头包括,按照从物侧的次序:具有负光焦度的第一透镜组;具有正光焦度的第二透镜组;具有负光焦度的第三透镜组和具有正光焦度的第四透镜组;

在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,在所述第一透镜组和所述第二透镜组之间的距离、在所述第二透镜组和所述第三透镜组之间的距离以及在所述第三透镜组和所述第四透镜组之间的距离改变;

所述第二透镜组包括,按照从物侧的次序,前透镜组、孔径光阑和后透镜组;

所述前透镜组和所述后透镜组每一个包括至少一个负透镜;并且

所述后透镜组中的透镜的至少一个部分移动以具有沿着垂直于光轴的方向的分量,

其中在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,所述第三透镜组沿着光轴移动;并且

以下条件表达式得以满足:

$$0.50 < m_3/f_w < 0.80$$

其中 $m_3$ 表示在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时所述第三透镜组的移动量,并且 $f_w$ 表示在广角端状态中所述变焦镜头的焦距。

13. 一种变焦镜头,所述变焦镜头包括,按照从物侧的次序:具有负光焦度的第一透镜组;具有正光焦度的第二透镜组;具有负光焦度的第三透镜组和具有正光焦度的第四透镜组;

在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,所述第三透镜组沿着光轴移动,在所述第一透镜组和所述第二透镜组之间的距离、在所述第二透镜组和所述第三透镜组之间的距离以及在所述第三透镜组和所述第四透镜组之间的距离改变;并且

以下条件表达式得以满足:

$$0.50 < m_3/f_w < 0.80$$

其中 $m_3$ 表示在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时所述第三透镜组的移动量,并且 $f_w$ 表示在广角端状态中所述变焦镜头的焦距,

其中,在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,在所述第一透镜组和所述第二透镜组之间的距离降低,在所述第二透镜组和所述第三透镜组之间的距离改变,并且在所述第三透镜组和所述第四透镜组之间的距离增加。

14. 根据权利要求13所述的变焦镜头,其中所述第四透镜组包括具有面对像侧的凸形表面的弯月透镜。

15. 根据权利要求14所述的变焦镜头,其中以下条件表达式得以满足:

$$-5.00 < (r_{42} + r_{41}) / (r_{42} - r_{41}) < -1.30$$

其中 $r_{41}$ 表示所述第四透镜组中的所述弯月透镜的物侧透镜表面的曲率半径;并且 $r_{42}$ 表示所述第四透镜组中的所述弯月透镜的像侧透镜表面的曲率半径。

16. 根据权利要求13所述的变焦镜头,其中,在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,所述第三透镜组朝向物侧沿着光轴移动,

在从无穷远物体到近距离物体聚焦时,所述第三透镜组朝向像侧移动,并且

以下条件表达式得以满足:

$$0.45 < f_{st} / m_3 < 1.00$$

其中 $f_{st}$ 表示在远摄端状态中在从无穷远物体到近距离物体上聚焦时所述第三透镜组的移动量,并且 $m_3$ 表示在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时所述第三透镜组的移动量。

17. 根据权利要求13所述的变焦镜头,其中以下条件表达式得以满足:

$$1.50 < (-f_3) / f_w < 4.00$$

其中 $f_3$ 表示所述第三透镜组的焦距;并且 $f_w$ 表示在广角端状态中所述变焦镜头的焦距。

18. 根据权利要求13所述的变焦镜头,其中所述第四透镜组由具有面对像侧的凸形表面的正弯月透镜组成。

19. 根据权利要求13所述的变焦镜头,其中,在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,所述第一透镜组和所述第二透镜组沿着光轴移动,并且所述第四透镜组的位置固定。

20. 根据权利要求13所述的变焦镜头,其中所述第四透镜组具有至少一个非球面。

21. 一种光学设备,其特征在于,配备有根据权利要求1所述的变焦镜头。

22. 一种光学设备,其特征在于,配备有根据权利要求12所述的变焦镜头。

23. 一种光学设备,其特征在于,配备有根据权利要求13所述的变焦镜头。

## 变焦镜头、光学设备和用于制造变焦镜头的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种适合于成像设备诸如数字照相机、摄影机或者用于银盐胶片的照相机的变焦镜头、一种光学设备和一种用于制造该变焦镜头的方法。

### 背景技术

[0002] 近年来,将在光学设备诸如数字照相机中使用的成像元件已经具有了高像素。并且,已经为将在配备有具有高像素的成像元件的成像设备中使用的成像镜头寻求高的光学性能。

[0003] 在这种背景下,已经提出了一种变焦镜头,该变焦镜头包括,按照从物侧的次序,具有负光焦度的第一透镜组、具有正光焦度的第二透镜组、具有负光焦度的第三透镜组和具有正光焦度的第四透镜组,其中通过改变在相邻透镜组之间的距离而执行倍率改变。例如,参考日本专利申请公开公报No.2001-343584。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本专利申请公开公报No.2001-343584。

### 发明内容

[0007] 本发明所要解决的问题

[0008] 然而,如上所述的传统变焦镜头尚不具有足够的光学性能。

[0009] 本发明是鉴于上述问题而得以作出的,并且目的在于提供一种能够实现优良光学性能的变焦镜头、一种配备有该变焦镜头的光学设备和一种用于制造该变焦镜头的方法。

[0010] 问题解决方案

[0011] 为了解决上述问题,根据本发明的第一方面,提供一种变焦镜头,包括,按照从物侧的次序:具有负光焦度的第一透镜组;具有正光焦度的第二透镜组;具有负光焦度的第三透镜组和具有正光焦度的第四透镜组,

[0012] 在改变倍率时,在第一透镜组和第二透镜组之间的距离、在第二透镜组和第三透镜组之间的距离以及在第三透镜组和第四透镜组之间的距离改变;

[0013] 第二透镜组包括,按照从物侧的次序,前透镜组、孔径光阑和后透镜组;

[0014] 前透镜组和后透镜组每一个包括至少一个负透镜;并且

[0015] 第二透镜组中的透镜的至少一个部分作为可移动组移动以具有沿着垂直于光轴的方向的分量。

[0016] 根据本发明的第二方面,提供一种变焦镜头,包括,按照从物侧的次序:具有负光焦度的第一透镜组;具有正光焦度的第二透镜组;具有负光焦度的第三透镜组和具有正光焦度的第四透镜组;

[0017] 在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,在第一透镜组和第二透镜组之间的距离、在第二透镜组和第三透镜组之间的距离以及在第三透镜组和第四透镜组之间的距离改

变；

[0018] 第二透镜组包括,按照从物侧的次序,前透镜组、孔径光阑和后透镜组；

[0019] 前透镜组和后透镜组每一个包括至少一个负透镜；并且

[0020] 后透镜组中的透镜的至少一个部分移动以具有沿着垂直于光轴的方向的分量。

[0021] 根据本发明的第三方面,提供一种变焦镜头,包括,按照从物侧的次序:具有负光焦度的第一透镜组;具有正光焦度的第二透镜组;具有负光焦度的第三透镜组和具有正光焦度的第四透镜组;

[0022] 在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,第三透镜组沿着光轴移动,在第一透镜组和第二透镜组之间的距离、在第二透镜组和第三透镜组之间的距离以及在第三透镜组和第四透镜组之间的距离改变;并且

[0023] 以下条件表达式得以满足:

[0024]  $0.50 < m_3 / f_w < 0.80$

[0025] 其中 $m_3$ 表示从广角端状态到远摄端状态第三透镜组的移动量,并且 $f_w$ 表示在广角端状态中变焦镜头的焦距。

[0026] 根据本发明的第四方面,提供一种变焦镜头,包括,按照从物侧的次序:具有负光焦度的第一透镜组;具有正光焦度的第二透镜组;具有负光焦度的第三透镜组和具有正光焦度的第四透镜组;

[0027] 第二透镜组包括,按照从物侧的次序,具有正光焦度的第一部分组(segment group)、具有负光焦度的第二部分组、孔径光阑和第三部分组;

[0028] 在改变倍率时,第一透镜组、第二透镜组和第三透镜组沿着光轴移动,并且第四透镜组的位置固定;

[0029] 在聚焦时,第三透镜组的至少一个部分沿着光轴移动;

[0030] 第二透镜组中的第一部分组或者第二部分组作为可移动组移动,以具有沿着垂直于光轴的方向的分量;并且

[0031] 以下条件表达式得以满足:

[0032]  $0.15 < |f_w / f_{vr}| < 0.50$

[0033] 其中 $f_w$ 表示在广角端状态中变焦镜头的焦距,并且 $f_{vr}$ 表示所述可移动组的焦距。

[0034] 根据本发明的第五方面,提供一种配备有根据本发明第一方面的变焦镜头的光学设备。

[0035] 根据本发明的第六方面,提供一种根据本发明的第二方面的变焦镜头。

[0036] 根据本发明的第七方面,提供一种配备有根据本发明的第三方面的变焦镜头的光学设备。

[0037] 根据本发明的第八方面,提供一种配备有根据本发明的第四方面的变焦镜头的光学设备。

[0038] 根据本发明的第九方面,提供一种用于制造变焦镜头的方法,该变焦镜头包括,按照从物侧的次序:具有负光焦度的第一透镜组;具有正光焦度的第二透镜组;具有负光焦度的第三透镜组和具有正光焦度的第四透镜组,该方法包括以下步骤:

[0039] 将第二透镜组置放成包括,按照从物侧的次序,前透镜组、孔径光阑和后透镜组;

[0040] 将前透镜组和后透镜组置放成使得每一个包括至少一个负透镜;

[0041] 置放成使得在改变倍率时,在第一透镜组和第二透镜组之间的距离、在第二透镜组和第三透镜组之间的距离以及在第三透镜组和第四透镜组之间的距离改变;并且

[0042] 将第二透镜组中的透镜的至少一个部分置放成作为可移动组移动以具有沿着垂直于光轴的方向的分量。

[0043] 根据本发明的第十方面,提供一种用于制造变焦镜头的方法,该变焦镜头包括,按照从物侧的次序:具有负光焦度的第一透镜组;具有正光焦度的第二透镜组;具有负光焦度的第三透镜组和具有正光焦度的第四透镜组;该方法包括以下步骤:

[0044] 将第二透镜组置放成包括,按照从物侧的次序,前透镜组、孔径光阑和后透镜组;

[0045] 置放成使得前透镜组和后透镜组每一个包括至少一个负透镜;

[0046] 置放成使得在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,在第一透镜组和第二透镜组之间的距离、在第二透镜组和第三透镜组之间的距离以及在第三透镜组和第四透镜组之间的距离改变;并且

[0047] 置放成使得后透镜组中的透镜的至少一个部分移动以具有沿着垂直于光轴的方向的分量。

[0048] 根据本发明的第十一方面,提供一种用于制造变焦镜头的方法,该变焦镜头包括,按照从物侧的次序:具有负光焦度的第一透镜组;具有正光焦度的第二透镜组;具有负光焦度的第三透镜组和具有正光焦度的第四透镜组;该方法包括以下步骤:

[0049] 置放成使得在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,第三透镜组沿着光轴移动,并且在第一透镜组和第二透镜组之间的距离、在第二透镜组和第三透镜组之间的距离以及在第三透镜组和第四透镜组之间的距离改变;并且

[0050] 置放成使得第三透镜组满足以下条件表达式:

[0051]  $0.50 < m3 / fw < 0.80$

[0052] 其中 $m3$ 表示从广角端状态到远摄端状态第三透镜组的移动量,并且 $fw$ 表示在广角端状态中变焦镜头的焦距。

[0053] 根据本发明的第十二方面,提供一种用于制造变焦镜头的方法,该变焦镜头包括,按照从物侧的次序:具有负光焦度的第一透镜组;具有正光焦度的第二透镜组;具有负光焦度的第三透镜组和具有正光焦度的第四透镜组;该方法包括以下步骤:

[0054] 将第二透镜组置放成包括,按照从物侧的次序,具有正光焦度的第一部分组、具有负光焦度的第二部分组、孔径光阑和第三部分组;

[0055] 置放成使得在改变倍率时,第四透镜组的位置固定,并且第一透镜组、第二透镜组和第三透镜组沿着光轴移动;

[0056] 置放成使得在聚焦时,第三透镜组的至少一个部分沿着光轴移动;

[0057] 置放成使得第二透镜组中的第一部分组或者第二部分组作为可移动组移动以具有沿着垂直于光轴的方向的分量;并且

[0058] 置放成使得可移动组满足以下条件表达式:

[0059]  $0.15 < |fw / fv_r| < 0.50$

[0060] 其中 $fw$ 表示在广角端状态中变焦镜头的焦距,并且 $fv_r$ 表示所述可移动组的焦距。

[0061] 本发明的效果

[0062] 根据本发明的第一、第五和第九方面,提供一种能够优良地校正色差并且具有极



好的光学性能的变焦镜头、一种配备有该变焦镜头的光学设备和一种用于制造该变焦镜头的方法是可能的。

[0063] 根据本发明的第二、第六和第十方面,提供一种在执行减振和不执行减振时均能够优良地校正色差并且具有优良光学性能的变焦镜头、一种配备有该变焦镜头的光学设备和一种用于制造该变焦镜头的方法是可能的。

[0064] 根据本发明的第三、第七和第十一方面,提供一种其全长是小的并且尺寸紧凑并且具有优良光学性能的变焦镜头、一种配备有该变焦镜头的光学设备和一种用于制造该变焦镜头的方法是可能的。

[0065] 根据本发明的第四、第八和第十二方面,提供一种尺寸紧凑并且在执行减振时具有优良光学性能的变焦镜头、一种光学设备和一种用于制造该变焦镜头的方法是可能的。

[0066] 附图简要说明

[0067] 图1A和1B分别地是示出根据本申请第一和第二实施例共有的第一实例在广角端状态中和在远摄端状态中变焦镜头的截面视图;

[0068] 图2A和2B分别地是示出在于无穷远物体上聚焦时在广角状态中和在远摄端状态中根据本申请第一实例的变焦镜头光学系统的各种像差的曲线图;

[0069] 图3A和3B分别地是示出在于无穷远物体上聚焦时在广角端状态中和在远摄端状态中根据本申请第一实例的变焦镜头在执行减振时的彗差的曲线图;

[0070] 图4A和4B分别地是示出根据本申请第一和第二实施例共有的第二实例在广角端状态和远摄端状态中变焦镜头的截面视图;

[0071] 图5A和5B分别地是示出在于无穷远物体上聚焦时在广角状态中和在远摄端状态中根据本申请第二实例的变焦镜头的各种像差的曲线图;

[0072] 图6A和6B分别地是示出在于无穷远物体上聚焦时在广角端状态中和在远摄端状态中根据本申请第二实例的变焦镜头在执行减振时的彗差的曲线图;

[0073] 图7A和7B分别地是示出根据本申请第一和第二实施例共有的第三实例在广角端状态和远摄端状态中变焦镜头的截面视图;

[0074] 图8A和8B分别地是示出在于无穷远物体上聚焦时在广角状态中和在远摄端状态中根据本申请第三实例的变焦镜头的各种像差的曲线图;

[0075] 图9A和9B分别地是示出在于无穷远物体上聚焦时在广角端状态中和在远摄端状态中根据本申请第三实例的变焦镜头在执行减振时的彗差的曲线图;

[0076] 图10A和10B分别地是示出根据本申请第一和第二实施例共有的第四实例在广角端状态中和在远摄端状态中变焦镜头的截面视图;

[0077] 图11A和11B分别地是示出在于无穷远物体上聚焦时在广角状态中和在远摄端状态中根据本申请第四实例的变焦镜头的各种像差的曲线图;

[0078] 图12A和12B分别地是示出在于无穷远物体上聚焦时在广角端状态中和在远摄端状态中根据本申请第四实例的变焦镜头在执行减振时的彗差的曲线图;

[0079] 图13A和13B分别地是示出根据本申请第一和第二实施例共有的第五实例在广角端状态中和在远摄端状态中变焦镜头的截面视图;

[0080] 图14A和14B分别地是示出在于无穷远物体上聚焦时在广角状态中和在远摄端状态中根据本申请第五实例的变焦镜头的各种像差的曲线图;

[0081] 图15A和15B分别地是示出在于无穷远物体上聚焦时在广角端状态中和在远摄端状态中根据本申请第五实例的变焦镜头在执行减振时的彗差的曲线图；

[0082] 图16A和16B分别地是示出根据本申请第一和第二实施例共有的第六实例在广角端状态和远摄端状态中变焦镜头的截面视图；

[0083] 图17A和17B分别地是示出在于无穷远物体上聚焦时在广角状态中和在远摄端状态中根据本申请第六实例的变焦镜头的各种像差的曲线图；

[0084] 图18A和18B分别地是示出在于无穷远物体上聚焦时在广角端状态中和在远摄端状态中根据本申请第六实例的变焦镜头在执行减振时的彗差的曲线图；

[0085] 图19A和19B分别地是示出根据本申请第一和第二实施例共有的第七实例在广角端状态和远摄端状态中变焦镜头的截面视图；

[0086] 图20A和20B分别地是示出在于无穷远物体上聚焦时在广角状态中和在远摄端状态中根据本申请第七实例的变焦镜头的各种像差的曲线图；

[0087] 图21A和21B分别地是示出在于无穷远物体上聚焦时在广角端状态中和在远摄端状态中根据本申请第七实例的变焦镜头在执行减振时的彗差的曲线图；

[0088] 图22A和22B分别地是示出根据本申请第一实施例的第八实例在广角端状态和远摄端状态中变焦镜头的截面视图；

[0089] 图23A和23B分别地是示出在于无穷远物体上聚焦时在广角状态中和在远摄端状态中根据本申请第八实例的变焦镜头的各种像差的曲线图；

[0090] 图24A和24B分别地是示出在于无穷远物体上聚焦时在广角端状态中和在远摄端状态中根据本申请第八实例的变焦镜头在执行减振时的彗差的曲线图；

[0091] 图25A和25B分别地是示出根据本申请第一实施例的第九实例在广角端状态和远摄端状态中变焦镜头的截面视图；

[0092] 图26A和26B分别地是示出在于无穷远物体上聚焦时在广角状态中和在远摄端状态中根据本申请第九实例的变焦镜头的各种像差的曲线图；

[0093] 图27A和27B分别地是示出在于无穷远物体上聚焦时在广角端状态中和在远摄端状态中根据本申请第九实例的变焦镜头在执行减振时的彗差的曲线图；

[0094] 图28A和28B分别地是示出根据本申请第三实施例的第十实例在广角端状态中和在远摄端状态中变焦镜头的截面视图；

[0095] 图29A和29B分别地是示出在于无穷远物体上聚焦时在广角状态中和在远摄端状态中根据本申请第十实例的变焦镜头的各种像差的曲线图；

[0096] 图30A和30B分别地是示出根据本申请第三实施例的第十一实例在广角端状态中和在远摄端状态中变焦镜头的截面视图；

[0097] 图31A和31B分别地是示出在于无穷远物体上聚焦时在广角状态中和在远摄端状态中根据本申请第十一实例的变焦镜头的各种像差的曲线图；

[0098] 图32A和32B分别地是示出根据本申请第三实施例的第十二实例在广角端状态和远摄端状态中变焦镜头的截面视图；

[0099] 图33A和33B分别地是示出在于无穷远物体上聚焦时在广角状态中和在远摄端状态中根据本申请第十二实例的变焦镜头的各种像差的曲线图；

[0100] 图34A和34B分别地是示出根据本申请第三实施例的第十三实例在广角端状态中

和在远摄端状态中变焦镜头的截面视图；

[0101] 图35A和35B分别地是示出在于无穷远物体上聚焦时在广角状态中和在远摄端状态中根据本申请第十三实例的变焦镜头的各种像差的曲线图；

[0102] 图36A和36B分别地是示出根据本申请第四实施例的第十四实例在广角端状态中和在远摄端状态中变焦镜头的截面视图；

[0103] 图37A和37B分别地是示出在于无穷远物体上聚焦时在广角状态中和在远摄端状态中根据本申请第十四实例的变焦镜头的各种像差的曲线图；

[0104] 图38A和38B分别地是示出在于无穷远物体上聚焦时在广角端状态中和在远摄端状态中根据本申请第十四实例的变焦镜头系统在执行减振时的彗差的曲线图；

[0105] 图39A和39B是示出在于近距离物体上聚焦时在广角状态中和在远摄端状态中根据本申请第14实例的变焦镜头的各种像差的曲线图；

[0106] 图40A和40B分别地是示出根据本申请第四实施例的第15实例在广角端状态中和在远摄端状态中变焦镜头的截面视图；

[0107] 图41A和41B分别地是示出在于无穷远物体上聚焦时在广角状态中和在远摄端状态中根据本申请第15实例的变焦镜头的各种像差的曲线图；

[0108] 图42A和42B分别地是示出在于无穷远物体上聚焦时在广角端状态中和在远摄端状态中根据本申请第15实例的变焦镜头在执行减振时的彗差的曲线图；

[0109] 图43A和43B分别地是示出在于无穷远物体上聚焦时在广角状态中和在远摄端状态中根据本申请第15实例的变焦镜头的各种像差的曲线图；

[0110] 图44是配备有根据本申请第一到第四实施例的变焦镜头的照相机的配置；

[0111] 图45是概略地示出用于制造根据本申请第一实施例的变焦镜头的方法的流程图；

[0112] 图46是概略地示出用于制造根据本申请第二实施例的变焦镜头的方法的流程图；

[0113] 图47是概略地示出用于制造根据本申请第三实施例的变焦镜头的方法的流程图；

[0114] 图48是概略地示出用于制造根据本申请第四实施例的变焦镜头的方法的流程图。

## 具体实施方式

[0115] 在下文中,将解释根据本申请第一实施例的一种变焦镜头、一种光学设备和一种用于制造该变焦镜头的方法。

[0116] 根据本申请第一实施例的变焦镜头包括,按照从物侧的次序:具有负光焦度的第一透镜组;具有正光焦度的第二透镜组;具有负光焦度的第三透镜组和具有正光焦度的第四透镜组;在改变倍率时,在第一透镜组和第二透镜组之间的距离、在第二透镜组和第三透镜组之间的距离以及在第三透镜组和第四透镜组之间的距离改变;第二透镜组包括,按照从物侧的次序,前透镜组、孔径光阑和后透镜组;前透镜组和后透镜组每一个包括至少一个负透镜;并且后透镜组中的透镜的至少一个部分作为可移动组移动以具有沿着垂直于光轴的方向的分量。在这里,前透镜组意味着在第二透镜组中包括置放在孔径光阑的物侧处的光学元件(一个或者多个)的透镜组。后透镜组意味着在第二透镜组中包括置放在孔径光阑的像侧处的光学元件(一个或者多个)的透镜组。

[0117] 在根据本申请第一实施例的变焦镜头中,如上所述,第二透镜组中的透镜的至少一个部分沿着包括垂直于光轴的分量的方向作为可移动组移动,由此执行由照相机晃动以

及振动引起的像模糊的校正,即,执行减振是可能的。

[0118] 在根据本申请第一实施例的变焦镜头中,如上所述,第二透镜组包括,按照从物侧的次序,前透镜组、孔径光阑和后透镜组,并且前透镜组和后透镜组每一个包括至少一个负透镜。根据这种配置,在第二透镜组具有正光焦度时,在第二透镜组内校正色差是可能的,从而获得能够校正色差并且具有优良光学性能的变焦镜头是可能的。

[0119] 而且,在根据本申请第一实施例的变焦镜头中,优选的是前透镜组具有正光焦度。由于这种配置,可以使得第二透镜组具有正光焦度,从而能够实现具有负正负正四组配置的广角变焦镜头。

[0120] 而且,在根据本申请第一实施例的变焦镜头中,优选的是后透镜组具有正光焦度。由于这种配置,可以使得第二透镜组具有正光焦度,从而能够实现具有负正负正四组配置的广角变焦镜头。

[0121] 而且,在根据本申请第一实施例的变焦镜头中,优选的是第二透镜组包括,按照从物侧的次序,具有正光焦度的前透镜组、孔径光阑和具有正光焦度的后透镜组。由于这种配置,能够容易地通过在孔径光阑之前和之后分布第二透镜组中的光焦度而实现对称布置,由此球面像差的校正和彗差的校正可以被良好地平衡并且能够实现优良的校正。

[0122] 而且,在根据本申请第一实施例的变焦镜头中,优选的是在第二透镜组中在前透镜组中和在后透镜组中包括至少一个正透镜和至少一个负透镜。由于这种配置,与单透镜配置相比可以确保色差校正的自由度,从而适当地设定构成前透镜组和后透镜组的每一个透镜的折射率和阿贝数是可能的。此外,因为后透镜组包括至少一个正透镜和至少一个负透镜,所以在使得可移动组的光焦度是大的时,在不执行减振时纵向色差和横向色差的校正以及在执行减振时纵向色差和横向色差的校正能够被良好地平衡。

[0123] 而且,在根据本申请第一实施例的变焦镜头中,优选的是前透镜组和后透镜组每一个由一个正透镜和一个负透镜构成。此外,优选的是前透镜组和后透镜组每一个由一个胶合透镜构成。进而,优选的是,从对称的观点,第二透镜组包括,按照从物侧的次序,正透镜、负透镜、孔径光阑、负透镜和正透镜,或者第二透镜组包括,按照从物侧的次序,负透镜、正透镜、孔径光阑、正透镜和负透镜。

[0124] 而且,在根据本申请第一实施例的变焦镜头中,优选的是以下条件表达式(1-1)得以满足:

$$[0125] \quad 1.00 < |f_{2vr}|/f_w < 4.00 \quad (1-1),$$

[0126] 其中 $f_{2vr}$ 表示可移动组的焦距;并且 $f_w$ 表示在广角端状态中变焦镜头的焦距。

[0127] 条件表达式(1-1)限定第二透镜组中的可移动组的焦距。通过满足条件表达式(1-1),本申请第一实施例中的变焦镜头能够优良地校正彗差和球面像差。

[0128] 当 $|f_{2vr}|/f_w$ 的值等于或者降至低于条件表达式(1-1)的下限值时,可移动组偏心的易感性增加,即,在其中由于制造误差等而在可移动组中产生偏心的情形中,倾向于产生各种像差,由此彗差劣化。附带说一句,为了更加可靠地获得本申请的效果,更加优选的是将条件表达式(1-1)的下限值设为1.50。而且,为了更加可靠地获得本申请的效果,更加优选的是将条件表达式(1-1)的下限值设为2.00。

[0129] 在另一方面,当 $|f_{2vr}|/f_w$ 的值等于或者超过条件表达式(1-1)的上限值时,在执行减振时可移动组的移动量增加,从而变得难以使得根据本申请第一实施例的变焦镜头的

外径或者全长是小的。如果为了确保第二透镜组的光焦度而使得在第二透镜组中除了可移动组之外的透镜的光焦度是大的,则和彗差一样地,球面像差劣化。这不是优选的。附带说一句,为了更加可靠地获得本申请的效果,优选的是将条件表达式(1-1)的上限值设为3.50。此外,为了更加可靠地获得本申请的效果,优选的是将条件表达式(1-1)的上限值设为3.20。

[0130] 而且,在根据本申请第一实施例的变焦镜头中,优选的是以下条件表达式(1-2)得以满足:

$$[0131] \quad 0.50 < |f_{2vr}|/f_2 < 5.00 \quad (1-2),$$

[0132] 其中 $f_{2vr}$ 表示可移动组的焦距;并且 $f_2$ 表示第二透镜组的焦距。

[0133] 条件表达式(1-2)限定第二透镜组中的可移动组的焦距。通过满足条件表达式(1-2),本申请第一实施例中的变焦镜头能够优良地校正彗差和球面像差。

[0134] 当 $|f_{2vr}|/f_2$ 的值等于或者降至低于条件表达式(1-2)的下限值时,可移动组的光焦度变大并且在第二透镜组中除了可移动组之外的其它透镜的光焦度变小,从而球面像差和彗差劣化。附带说一句,为了更加可靠地获得本申请的效果,更加优选的是将条件表达式(1-2)的下限值设为1.00。而且,为了更加可靠地获得本申请的效果,更加优选的是将条件表达式(1-2)的下限值设为1.50。

[0135] 在另一方面,当 $|f_{2vr}|/f_2$ 的值等于或者超过条件表达式(1-2)的上限值时,可移动组的光焦度变小,并且除了可移动组之外的、第二透镜组中的透镜的光焦度变大,从而彗差变得劣化。这不是优选的。

[0136] 附带说一句,为了更加可靠地获得本申请的效果,优选的是将条件表达式(1-2)的上限值设为4.00。此外,为了更加可靠地获得本申请的效果,优选的是将条件表达式(1-2)的上限值设为3.00。进而,为了更加可靠地获得本申请的效果,优选的是将条件表达式(1-2)的上限值设为2.50。

[0137] 而且,在根据本申请第一实施例的变焦镜头中,优选的是以下条件表达式(1-3)得以满足:

$$[0138] \quad 1.00 < m_{12}/f_w < 2.00 \quad (1-3),$$

[0139] 其中 $m_{12}$ 表示在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时从第一透镜组中的最像侧透镜表面到第二透镜组中的最物侧透镜表面沿着光轴的距离的变化量;并且 $f_w$ 表示在广角端状态中变焦镜头的焦距。

[0140] 条件表达式(1-3)限定在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时在第一透镜组和第二透镜组之间的空气距离的变化量。通过满足条件表达式(1-3),在防止变焦镜头的全长增加时,本申请第一实施例中的变焦镜头能够优良地校正球面像差、彗差、色差和场曲。

[0141] 当 $m_{12}/f_w$ 的值等于或者降至低于条件表达式(1-3)的下限值时,每一个透镜组的光焦度增加,或者在改变倍率时每一个透镜组的移动量增加。因此,偏心易感性增加,并且根据本申请第一实施例的变焦镜头的全长变大。而且,光学性能劣化。更加详细地,球面像差、彗差和色差劣化。特别地,第三透镜组的光焦度增加,并且由此场曲劣化。

[0142] 附带说一句,为了更加可靠地获得本申请的效果,更加优选的是将条件表达式(1-3)的下限值设为1.20。而且,为了更加可靠地获得本申请的效果,更加优选的是将条件表达式(1-3)的下限值设为1.40。而且,为了更加可靠地获得本申请的效果,更加优选的是将条

件表达式(1-3)的下限值设为1.45。

[0143] 在另一方面,当 $m12/fw$ 的值等于或者超过条件表达式(1-3)的上限值时,根据本申请第一实施例的变焦镜头的全长增加。因此,变得难以使得根据本申请第一实施例的变焦镜头的全长或者外径是小的和紧凑的。特别地,在远摄端状态中在孔径光阑和置放在第二透镜组的像侧处的透镜组(一个或者多个)(第三透镜组或者第四透镜组)之间的距离增加,从而所述透镜组(一个或者多个)(第三透镜组或者第四透镜组)的偏心场曲的易感性不理想地增加。附带说一句,为了更加可靠地获得本申请的效果,优选的是将条件表达式(1-3)的上限值设为1.80。此外,为了更加可靠地获得本申请的效果,优选的是将条件表达式(1-3)的上限值设为1.65。

[0144] 而且,在根据本申请第一实施例的变焦镜头中,优选的是,在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,第一透镜组、第二透镜组和第三透镜组沿着光轴移动并且置放在最像侧处的透镜组的位置固定。利用这种配置,在改变倍率时置放在最像侧处的透镜组固定,并且减小偏心彗差的易感性是可能的。

[0145] 而且,在根据本申请第一实施例的变焦镜头中,优选的是前透镜组包括至少两个透镜并且具有至少一个非球面。利用该至少两个透镜,特别地通过组合正透镜和负透镜优良地校正色差是可能的。此外,利用包括至少两个透镜并且具有至少一个非球面的前透镜组,球面像差和彗差能够被优良地校正。进而,利用所述两透镜配置,前透镜组可以配置为包括最小数目的透镜。

[0146] 本申请的光学设备特征在于,配备有具有上述配置的、根据第一实施例的变焦镜头,并且由此实现当执行减振时和当不执行减振时均能够良好地校正色差并且具有极好的光学性能的光学设备是可能的。

[0147] 一种用于制造根据本申请第一实施例的变焦镜头的方法,该变焦镜头包括,按照从物侧的次序:具有负光焦度的第一透镜组;具有正光焦度的第二透镜组;具有负光焦度的第三透镜组和具有正光焦度的第四透镜组,该方法特征在于包括以下步骤:

[0148] 将第二透镜组置放成包括,按照从物侧的次序,前透镜组、孔径光阑和后透镜组;

[0149] 将前透镜组和后透镜组置放成使得每一个包括至少一个负透镜;

[0150] 置放成使得在改变倍率时,在第一透镜组和第二透镜组之间的距离、在第二透镜组和第三透镜组之间的距离以及在第三透镜组和第四透镜组之间的距离改变;并且

[0151] 将第二透镜组中的透镜的至少一个部分置放成作为可移动组移动以具有沿着垂直于光轴的方向的分量。利用这种配置,制造在当执行减振时和当不执行减振时均能够优良地校正色差,并且具有优良光学性能的变焦镜头是可能的。

[0152] 接着,将解释根据本申请第二实施例的一种变焦镜头、一种光学设备和一种用于制造该变焦镜头的方法。

[0153] 根据本申请第二实施例的变焦镜头包括,按照从物侧的次序:具有负光焦度的第一透镜组;具有正光焦度的第二透镜组;具有负光焦度的第三透镜组和具有正光焦度的第四透镜组;

[0154] 在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,在第一透镜组和第二透镜组之间的距离、在第二透镜组和第三透镜组之间的距离以及在第三透镜组和第四透镜组之间的距离改变;

- [0155] 第二透镜组包括,按照从物侧的次序,前透镜组、孔径光阑和后透镜组;
- [0156] 前透镜组和后透镜组每一个包括至少一个负透镜;并且
- [0157] 后透镜组中的透镜的至少一个部分移动以具有沿着垂直于光轴的方向的分量。
- [0158] 这里,前透镜组意味着在第二透镜组中由置放在孔径光阑的物侧处的透镜元件(一个或者多个)组成的透镜组,并且后透镜组意味着在第二透镜组中由置放在孔径光阑的像侧处的透镜元件(一个或者多个)组成的透镜组。
- [0159] 在根据本申请第二实施例的变焦镜头中,如上所述,第二透镜组中的透镜的至少一个部分作为可移动组移动以具有沿着垂直于光轴的方向的分量,由此执行由照相机晃动以及振动引起的像模糊的校正,即,执行减振是可能的。
- [0160] 在根据本申请第二实施例的变焦镜头中,如上所述,第二透镜组包括,按照从物侧的次序,前透镜组、孔径光阑和后透镜组,并且前透镜组和后透镜组每一个包括至少一个负透镜。根据这种配置,在不执行减振时纵向色差和横向色差的校正以及在执行减振时纵向色差和横向色差的校正可以被良好地平衡。
- [0161] 通过上述配置,实现一种当执行减振时和当不执行减振时均能够优良地校正色差,并且具有极好的光学性能的变焦镜头是可能的。
- [0162] 而且,在根据本申请第二实施例的变焦镜头中,优选的是前透镜组具有正光焦度。由于这种配置,使得第二透镜组具有正光焦度是可能的。
- [0163] 而且,在根据本申请第二实施例的变焦镜头中,优选的是后透镜组具有正光焦度。由于这种配置,使得第二透镜组具有正光焦度是可能的。
- [0164] 而且,在根据本申请第二实施例的变焦镜头中,优选的是第二透镜组包括,按照从物侧的次序,具有正光焦度的前透镜组、孔径光阑和具有正光焦度的后透镜组。由于这种配置,能够容易地通过在孔径光阑之前和之后分布第二透镜组中的光焦度而实现对称布置,由此球面像差的校正和彗差的校正可以被良好地平衡并且能够实现优良的校正。
- [0165] 而且,在根据本申请第二实施例的变焦镜头中,优选的是在第二透镜组中在前透镜组中和在后透镜组中包括至少一个正透镜和至少一个负透镜。由于这种配置,与单透镜配置相比可以确保色差校正的自由度,从而适当地设定构成前透镜组和后透镜组的每一个透镜的折射率和阿贝数是可能的。此外,因为后透镜组包括至少一个正透镜和至少一个负透镜,所以在使得可移动组的光焦度是大的时,在不执行减振时纵向色差和横向色差的校正以及在执行减振时纵向色差和横向色差的校正能够被良好地平衡。
- [0166] 而且,在根据本申请第二实施例的变焦镜头中,优选的是前透镜组和后透镜组每一个由一个正透镜和一个负透镜构成。此外,优选的是前透镜组和后透镜组每一个由一个胶合透镜构成。进而,优选的是,从对称的观点,第二透镜组包括,按照从物侧的次序,正透镜、负透镜、孔径光阑、负透镜和正透镜,或者第二透镜组包括,按照从物侧的次序,负透镜、正透镜、孔径光阑、正透镜和负透镜。
- [0167] 而且,在根据本申请第二实施例的变焦镜头中,优选的是以下条件表达式(2-1)得以满足:
- [0168]  $1.00 < |f_{2i}| / f_w < 4.00$  (2-1),
- [0169] 其中 $f_{2i}$ 表示后透镜组的焦距;并且 $f_w$ 表示在广角端状态中变焦镜头的焦距。
- [0170] 条件表达式(2-1)限定第二透镜组中的后透镜组的焦距。通过满足条件表达式(2-

1),根据本申请第二实施例的变焦镜头能够优良地校正彗差和球面像差。

[0171] 当 $|f_{2i}|/f_w$ 的值等于或者降至低于条件表达式(2-1)的下限值时,后透镜组的偏心的易感性增加,换言之,在其中由于制造误差等在后透镜组中产生偏心的情形中,倾向于产生各种像差,由此彗差劣化。附带说一句,为了更加可靠地获得本申请的效果,更加优选的是将条件表达式(2-1)的下限值设为1.50。而且,为了更加可靠地获得本申请的效果,更加优选的是将条件表达式(2-1)的下限值设为2.00。

[0172] 在另一方面,当 $|f_{2i}|/f_w$ 的值等于或者超过条件表达式(2-1)的上限值时,在执行减振时后透镜组中的透镜的至少一个部分的减振透镜组的移动量增加,从而变得难以使得根据本申请第二实施例的变焦镜头的外径或者全长是小的。此外,后透镜组的光焦度变小。如果使得前透镜组的光焦度是大的从而确保第二透镜组的光焦度,则和彗差一样地,球面像差劣化。这不是优选的。附带说一句,为了更加可靠地获得本申请的效果,优选的是将条件表达式(2-1)的上限值设为3.50。此外,为了更加可靠地获得本申请的效果,优选的是将条件表达式(2-1)的上限值设为3.20。

[0173] 而且,在根据本申请第二实施例的变焦镜头中,优选的是以下条件表达式(2-2)得以满足:

$$[0174] \quad 0.50 < |f_{2i}|/f_2 < 5.00 \quad (2-2),$$

[0175] 其中 $f_{2i}$ 表示后透镜组的焦距;并且 $f_2$ 表示第二透镜组的焦距。

[0176] 条件表达式(2-2)限定第二透镜组中的后透镜组的焦距。通过满足条件表达式(2-2),本申请第二实施例中的变焦镜头能够优良地校正彗差和球面像差。

[0177] 当 $|f_{2i}|/f_2$ 的值等于或者降至低于条件表达式(2-2)的下限值时,后透镜组的光焦度变大并且前透镜组的光焦度变小,从而球面像差和彗差不理想地劣化。附带说一句,为了更加可靠地获得本申请的效果,更加优选的是将条件表达式(2-2)的下限值设为1.00。而且,为了更加可靠地获得本申请的效果,更加优选的是将条件表达式(2-2)的下限值设为1.50。

[0178] 在另一方面,当 $|f_{2i}|/f_2$ 的值等于或者超过条件表达式(2-2)的上限值时,后透镜组的光焦度变小,并且前透镜组的光焦度变大,从而彗差变得劣化。这不是优选的。

[0179] 附带说一句,为了更加可靠地获得本申请的效果,优选的是将条件表达式(2-2)的上限值设为4.00。此外,为了更加可靠地获得本申请的效果,优选的是将条件表达式(2-2)的上限值设为3.00。进而,为了更加可靠地获得本申请的效果,优选的是将条件表达式(2-2)的上限值设为2.50。

[0180] 而且,在根据本申请第二实施例的变焦镜头中,优选的是以下条件表达式(2-3)得以满足:

$$[0181] \quad 1.00 < m_{12}/f_w < 2.00 \quad (2-3),$$

[0182] 其中 $m_{12}$ 表示从广角端状态到远摄端状态从第一透镜组中的最像侧透镜表面到第二透镜组中的最物侧透镜表面沿着光轴的距离的变化量;并且 $f_w$ 表示在广角端状态中变焦镜头的焦距。

[0183] 条件表达式(2-3)限定在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时在第一透镜组和第二透镜组之间的空气距离的变化量。

[0184] 通过满足条件表达式(2-3),在防止变焦镜头的全长增加时,本申请第二实施例中



的变焦镜头能够优良地校正球面像差、彗差、色差和场曲。

[0185] 当 $m12/fw$ 的值等于或者降至低于条件表达式(2-3)的下限值时,每一个透镜组的光焦度增加,或者在改变倍率时的移动量增加,或者在改变倍率时每一个透镜组的移动量增加。因此,偏心易感性增加,并且根据本申请第二实施例的变焦镜头的全长变大。而且,光学性能劣化。更加详细地,球面像差、彗差和色差不理想地劣化。特别地,第三透镜组的光焦度增加,并且由此场曲不理想地劣化。附带说一句,为了更加可靠地获得本申请的效果,更加优选的是将条件表达式(2-3)的下限值设为1.20。而且,为了更加可靠地获得本申请的效果,更加优选的是将条件表达式(2-3)的下限值设为1.40。而且,为了更加可靠地获得本申请的效果,更加优选的是将条件表达式(2-3)的下限值设为1.45。

[0186] 在另一方面,当 $m12/fw$ 的值等于或者超过条件表达式(2-3)的上限值时,根据本申请第一实施例的变焦镜头的全长不理想地增加。因此,变得难以使得根据本申请第二实施例的变焦镜头的全长或者外径是小的和紧凑的。特别地,在远摄端状态中在孔径光阑和置放在第二透镜组的像侧处的透镜组(一个或者多个)(第三透镜组或者第四透镜组)之间的距离增加,从而所述透镜组(一个或者多个)(第三透镜组或者第四透镜组)的偏心场曲的易感性不理想地增加。附带说一句,为了更加可靠地获得本申请的效果,优选的是将条件表达式(2-3)的上限值设为1.80。此外,为了更加可靠地获得本申请的效果,优选的是将条件表达式(2-3)的上限值设为1.65。

[0187] 而且,在根据本申请第二实施例的变焦镜头中,优选的是,在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,第一透镜组、第二透镜组和第三透镜组沿着光轴移动并且第四透镜组的位置固定。利用这种配置,在改变倍率时第四透镜组固定,并且减小偏心彗差的易感性是可能的。

[0188] 而且,在根据本申请第二实施例的变焦镜头中,优选的是前透镜组包括至少两个透镜并且具有至少一个非球面。利用该至少两个透镜,特别地通过组合正透镜和负透镜优良地校正色差是可能的。此外,利用包括至少两个透镜并且具有至少一个非球面的前透镜组,球面像差和彗差能够被优良地校正。进而,利用所述两透镜配置,前透镜组可以配置为包括最小数目的透镜。

[0189] 本申请的光学设备特征在于,配备有具有上述配置的、根据第二实施例的变焦镜头,并且由此实现当执行减振时和当不执行减振时均能够良好地校正色差并且具有极好的光学性能的光学设备是可能的。

[0190] 一种用于制造根据本申请第二实施例的变焦镜头的方法,该变焦镜头包括,按照从物侧的次序:具有负光焦度的第一透镜组;具有正光焦度的第二透镜组;具有负光焦度的第三透镜组和具有正光焦度的第四透镜组,该方法特征在于包括以下步骤:

[0191] 将第二透镜组置放成包括,按照从物侧的次序,前透镜组、孔径光阑和后透镜组;

[0192] 将前透镜组和后透镜组置放成使得每一个包括至少一个负透镜;

[0193] 置放成使得在从广角状态到远摄端状态改变倍率时,在第一透镜组和第二透镜组之间的距离、在第二透镜组和第三透镜组之间的距离以及在第三透镜组和第四透镜组之间的距离改变;并且

[0194] 将后透镜组中的透镜的至少一个部分置放成移动以具有沿着垂直于光轴的方向的分量。利用这种配置,制造在当执行减振时和当不执行减振时均能够优良地校正色差,并

且具有优良光学性能的变焦镜头是可能的。

[0195] 接着,将解释根据本申请第三实施例的一种变焦镜头、一种光学设备和一种用于制造该变焦镜头的方法。

[0196] 根据本申请第三实施例的变焦镜头包括,按照从物侧的次序:具有负光焦度的第一透镜组;具有正光焦度的第二透镜组;具有负光焦度的第三透镜组和具有正光焦度的第四透镜组;

[0197] 在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,第三透镜组沿着光轴移动,在第一透镜组和第二透镜组之间的距离、在第二透镜组和第三透镜组之间的距离以及在第三透镜组和第四透镜组之间的距离改变;并且

[0198] 以下条件表达式得以满足:

$$[0199] \quad 0.50 < m_3/f_w < 0.80 \quad (3-1)$$

[0200] 其中 $m_3$ 表示在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时第三透镜组的移动量,并且 $f_w$ 表示在广角端状态中变焦镜头的焦距。

[0201] 条件表达式(3-1)限定在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时在第三透镜组中的、第三透镜组的移动量。通过满足条件表达式(3-1),本申请第三实施例中的变焦镜头能够降低尺寸并且能够优良地校正球面像差、色差、彗差和场曲。

[0202] 而且,在根据本申请第三实施例的变焦镜头中,在传统变焦镜头中由第一透镜组和第二透镜组承担的、在改变倍率时的移动量能够不仅由第一透镜组和第二透镜组承担,而且还由置放在第二透镜组的像侧处的第三透镜组承担,由此能够减小用于在镜筒中移动光学元件的构成元件(诸如柱形凸轮等)的长度从而能够减小变焦镜头的全长。

[0203] 当 $m_3/f_w$ 的值等于或者降至低于条件表达式(3-1)的下限值时,由除了第三透镜组之外的透镜组承担的、改变倍率的负担增加。因此,除了第三透镜组之外的透镜组的移动量不理想地增加,并且每一个透镜组的光焦度不理想地增加。结果,根据第三实施例的变焦镜头的全长不理想地增加。而且,光学性能,具体地,球面像差、色差和彗差劣化,并且进一步引起在聚焦时色差的变化。进而,偏心易感性增加,换言之,在其中由于制造误差等而在构成根据本申请第三实施例的变焦镜头的透镜组中产生偏心的情形中,倾向于产生各种像差。附带说一句,为了更加可靠地获得本申请的效果,更加优选的是将条件表达式(3-1)的下限值设为0.51。

[0204] 在另一方面,当 $m_3/f_w$ 的值等于或者超过条件表达式(3-1)的上限值时,根据本申请第三实施例的变焦镜头的全长不理想地增加。此外,光学性能,特别地,场曲不理想地劣化。附带说一句,为了更加可靠地获得本申请的效果,优选的是将条件表达式(3-1)的上限值设为0.70。此外,为了更加可靠地获得本申请的效果,优选的是将条件表达式(3-1)的上限值设为0.68。

[0205] 因为上述配置,能够实现一种其全长是小的并且尺寸降低并且具有极好的性能的变焦镜头。

[0206] 而且,在根据本申请第三实施例的变焦镜头中,优选的是第四透镜组包括具有面对像侧的凸形表面的弯月透镜。通过这种配置,校正场曲并且确保像平面的平坦度是可能的。第四透镜组可以配置为在弯月透镜的物侧或者像侧处包括进一步的透镜分量。此外,弯月透镜可以与其它透镜胶合以形成胶合透镜。

[0207] 而且,在根据本申请第三实施例的变焦镜头中,优选的是以下条件表达式(3-2)得以满足:

$$[0208] \quad -5.00 < (r_{42} + r_{41}) / (r_{42} - r_{41}) < -1.30 \quad (3-2),$$

[0209] 其中 $r_{41}$ 表示第四透镜组中的弯月透镜的物侧透镜表面的曲率半径;并且 $r_{42}$ 表示第四透镜组中的弯月透镜的像侧透镜表面的曲率半径。

[0210] 条件表达式(3-2)限定第四透镜组中的弯月透镜的形状因子。通过满足条件表达式(3-2),本申请第三实施例中的变焦镜头能够更加优良地校正场曲并且确保像平面的平坦度。

[0211] 当 $(r_{42} + r_{41}) / (r_{42} - r_{41})$ 的值等于或者降至低于条件表达式(3-2)的下限值时,第四透镜组中的弯月透镜的物侧透镜表面的曲率半径和像侧透镜表面的曲率半径变得太小,由此球面像差和彗差变得劣化。附带说一句,为了更加可靠地获得本申请的效果,更加优选的是将条件表达式(3-2)的下限值设为-4.00。而且,为了更加可靠地获得本申请的效果,更加优选的是将条件表达式(3-2)的下限值设为-3.80。

[0212] 在另一方面,当 $(r_{42} + r_{41}) / (r_{42} - r_{41})$ 的值等于或者超过条件表达式(3-2)的上限值时,充分地校正场曲变得不可能。附带说一句,为了更加可靠地获得本申请的效果,优选的是将条件表达式(3-2)的上限值设为-1.50。此外,为了更加可靠地获得本申请的效果,优选的是将条件表达式(3-2)的上限值设为-1.80。

[0213] 而且,在根据本申请第三实施例的变焦镜头中,优选的是,在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,在第一透镜组和第二透镜组之间的距离降低,在第二透镜组和第三透镜组之间的距离改变,并且在第三透镜组和第四透镜组之间的距离增加。利用这种配置,减小变焦镜头的全长是可能的。

[0214] 而且,在根据本申请第三实施例的变焦镜头中,优选的是,在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,第三透镜组朝向物体沿着光轴移动,并且在其中在聚焦时第三透镜组朝向像侧移动的情形中,以下条件表达式(3-3)得以满足:

$$[0215] \quad 0.45 < f_{st}/m_3 < 1.00 \quad (3-3),$$

[0216] 其中 $f_{st}$ 表示在远摄端状态中在从无穷远物体到近距离物体上聚焦时第三透镜组的移动量,并且 $m_3$ 表示在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时第三透镜组的移动量。

[0217] 在根据本发明第三实施例的变焦镜头中,在如上所述从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,第三透镜组朝向物侧沿着光轴移动,并且在从无穷远物体到近距离物体聚焦时,第三透镜组沿着光轴朝向像侧移动。利用这种配置,使得第三透镜组以一定(包括在第三透镜组和第四透镜组之间的距离的变化量的)行程在远摄端状态中朝向像侧移动成为可能,在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,第三透镜组以该行程朝向物侧移动。

[0218] 条件表达式(3-3)限定在远摄端状态中在从无穷远物体到近距离物体聚焦时第三透镜组的移动量和在改变倍率时第三透镜组的移动量之间的关系。条件表达式(3-3)示意,为了使得在聚焦时第三透镜组朝向像侧移动而利用了改变倍率时由第三透镜组朝向物侧的移动产生的距离。根据本申请第三实施例的变焦镜头能够有效地设置在改变倍率时的行程和在聚焦时的行程,从而能够减小变焦镜头的全长。

[0219] 当 $f_{st}/m_3$ 的值等于或者降至低于条件表达式(3-3)的下限值时,在改变倍率时第三透镜组的移动量变大并且全长不理想地增加,并且光学性能,特别地,场曲劣化。附带说

一句,为了更加可靠地获得本申请的效果,更加优选的是将条件表达式(3-3)的下限值设为0.47。而且,为了更加可靠地获得本申请的效果,更加优选的是将条件表达式(3-3)的下限值设为0.50。

[0220] 在另一方面,当 $f_{st}/m_3$ 的值等于或者超过条件表达式(3-3)的上限值时,第三透镜组的移动量变小,从而为了改变倍率,除了第三透镜组之外的其它透镜组的负担变大。相应地,除了第三透镜组之外的其它透镜组的移动量不理想地增加,并且每一个透镜组的光焦度不理想地增加。如果除了第三透镜组之外的其它透镜组的移动量增加,则根据本申请第三实施例的变焦镜头的全长不理想地增加。此外,如果每一个透镜组的光焦度增加,则引起了光学性能的劣化,特别地,球面像差、色差和彗差的劣化,并且进一步引起在聚焦时色差的变化,并且偏心易感性不理想地增加。附带说一句,为了更加可靠地获得本申请的效果,优选的是将条件表达式(3-3)的上限值设为0.90。此外,为了更加可靠地获得本申请的效果,优选的是将条件表达式(3-3)的上限值设为0.80。

[0221] 而且,在根据本申请第三实施例的变焦镜头中,优选的是以下条件表达式(3-4)得以满足:

$$[0222] \quad 1.50 < (-f_3) / f_w < 4.00 \quad (3-4),$$

[0223] 其中 $f_3$ 表示第三透镜组的焦距;并且 $f_w$ 表示在广角端状态中变焦镜头的焦距。

[0224] 条件表达式(3-4)限定第三透镜组的光焦度。通过满足条件表达式(3-4),在降低根据本申请第三实施例的变焦镜头的尺寸时,本申请第三实施例中的变焦镜头能够优良地校正球面像差、色差、彗差和场曲。

[0225] 当 $(-f_3) / f_w$ 的值等于或者降至低于条件表达式(3-4)的下限值时,第三透镜组的光焦度变得太大并且彗差不理想地劣化。附带说一句,为了更加可靠地获得本申请的效果,更加优选的是将条件表达式(3-4)的下限值设为2.00。

[0226] 在另一方面,当 $(-f_3) / f_w$ 的值等于或者超过条件表达式(3-4)的上限值时,第三透镜组的光焦度变得太小,并且在改变倍率时由除了第三透镜组之外的透镜组承担的改变倍率的负担增加。因此,第二透镜组的移动量增加,并且每一个透镜组的光焦度增加。结果,根据本申请第三实施例的变焦镜头的全长变得增加。此外,光学性能劣化,并且特别地,球面像差、色差和彗差劣化。进而,引起了在聚焦时色差的变化。进而,偏心易感性不理想地增加。附带说一句,为了更加可靠地获得本申请的效果,优选的是将条件表达式(3-4)的上限值设为3.00。此外,为了更加可靠地获得本申请的效果,优选的是将条件表达式(3-4)的上限值设为2.80。

[0227] 而且,在根据本申请第三实施例的变焦镜头中,优选的是第四透镜组由具有面对像侧的凸形表面的正弯月透镜组成。利用这种配置,场曲得以校正,像平面的平坦度得以确保,并且第四透镜组的结构得以简化。

[0228] 而且,在根据本申请第三实施例的变焦镜头中,优选的是,在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,第一透镜组和第二透镜组沿着光轴移动,并且第四透镜组的位置固定。利用这种配置,抑制由于其偏心易感性高的第四透镜组的偏心误差而产生像差成为可能。

[0229] 而且,在根据本申请第三实施例的变焦镜头中,优选的是第四透镜组具有至少一个非球面。利用这种配置,更加优良地确保像平面的平坦度是可能的。

[0230] 本申请的光学设备特征在于,配备有根据本申请第三实施例的变焦镜头,由此实

现尺寸降低并且具有优良光学性能的光学设备。

[0231] 一种用于制造根据本申请第三实施例的变焦镜头的方法,该变焦镜头包括,按照从物侧的次序:具有负光焦度的第一透镜组;具有正光焦度的第二透镜组;具有负光焦度的第三透镜组和具有正光焦度的第四透镜组,该方法特征在于包括以下步骤:

[0232] 置放成使得在从广角状态到远摄端状态改变倍率时,第三透镜组沿着光轴移动,并且在第一透镜组和第二透镜组之间的距离、在第二透镜组和第三透镜组之间的距离以及在第三透镜组和第四透镜组之间的距离改变;并且

[0233] 将第三透镜组置放成满足以下条件表达式(3-1):

[0234]  $0.50 < m_3 / f_w < 0.80$  (3-1),

[0235] 其中 $m_3$ 表示在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时第三透镜组的移动量;并且 $f_w$ 表示在广角端状态中变焦镜头的焦距。

[0236] 接着,将解释根据本申请第四实施例的一种变焦镜头、一种光学设备和一种用于制造该变焦镜头的方法。

[0237] 根据本申请第四实施例的变焦镜头包括,按照从物侧的次序:具有负光焦度的第一透镜组;具有正光焦度的第二透镜组;具有负光焦度的第三透镜组和具有正光焦度的第四透镜组;

[0238] 第二透镜组包括,按照从物侧的次序,具有正光焦度的第一部分组、具有负光焦度的第二部分组、孔径光阑和第三部分组;

[0239] 在改变倍率时,第一透镜组、第二透镜组和第三透镜组沿着光轴移动,并且第四透镜组的位置固定;

[0240] 在聚焦时,第三透镜组的至少一个部分沿着光轴移动;

[0241] 第二透镜组中的第一部分组或者第二部分组作为可移动组移动以具有沿着垂直于光轴的方向的分量;并且

[0242] 以下条件表达式(4-1)得以满足:

[0243]  $0.15 < |f_w / f_{vr}| < 0.50$  (4-1)

[0244] 其中 $f_w$ 表示在广角端状态中变焦镜头的焦距,并且 $f_{vr}$ 表示所述可移动组的焦距。

[0245] 根据本申请第四实施例的变焦镜头包括,按照从物侧的次序,具有负光焦度的第一透镜组、具有正光焦度的第二透镜组、具有负光焦度的第三透镜组和具有正光焦度的第四透镜组,并且第二透镜组包括,按照从物侧的次序,具有正光焦度的第一部分组、具有负光焦度的第二部分组、孔径光阑和第三部分组。利用这种配置,在具有高的变倍比和长的焦距时,根据本申请第四实施例的变焦镜头能够获得极好的光学性能。

[0246] 在根据本申请第四实施例的变焦镜头中,第二透镜组中的第一部分组或者第二部分组作为可移动组移动以具有沿着垂直于光轴的方向的分量,由此校正由照相机晃动等引起的像模糊,换言之,能够执行减振。

[0247] 条件表达式(4-1)限定可移动组的光焦度。通过满足条件表达式(4-1),在尺寸降低时,本申请第四实施例中的变焦镜头能够优良地抑制在执行减振时的光学性能的劣化。

[0248] 当 $|f_w / f_{vr}|$ 的值等于或者降至低于条件表达式(4-1)的下限值时,在执行减振时可移动组的移动量变得太大。相应地,本申请第四实施例中的变焦镜头尺寸变得太大,从而这不是优选的。附带说一句,为了更加可靠地获得本申请的效果,更加优选的是将条件表达

式(4-1)的下限值设为0.20。

[0249] 在另一方面,当 $|f_w/f_{vr}|$ 的值等于或者超过条件表达式(4-1)的上限值时,可移动组的光焦度变得太大,由此在执行减振时偏心彗差、横向色差和场曲劣化。附带说一句,为了更加可靠地获得本申请的效果,优选的是将条件表达式(4-1)的上限值设为0.40。

[0250] 通过以上配置,能够实现一种尺寸降低并且具有极好的光学性能的变焦镜头。

[0251] 而且,在根据本申请第四实施例的变焦镜头中,优选的是第三部分组具有正光焦度。利用这种配置,正第二透镜组的光焦度主要地由第三部分组承担,从而能够实现优良的像差校正。

[0252] 而且,在根据本申请第四实施例的变焦镜头中,优选的是以下条件表达式(4-2)得以满足:

$$[0253] \quad 0.50 < f_w/f_2 < 0.90 \quad (4-2),$$

[0254] 其中 $f_w$ 表示在广角端状态中变焦镜头的焦距;并且 $f_2$ 表示第二透镜组的焦距。

[0255] 条件表达式(4-2)限定第二透镜组的光焦度。通过满足条件表达式(4-2),根据本申请第四实施例的变焦镜头能够优良地校正像差并且尺寸降低。

[0256] 当 $f_w/f_2$ 的值等于或者降至低于根据本申请第四实施例的变焦镜头的条件表达式(4-2)的下限值时,第二透镜组的光焦度变得太小并且用于执行期望的变焦的移动量变得太大,由此变焦镜头的尺寸不理想地变大。附带说一句,为了更加可靠地获得本申请的效果,更加优选的是将条件表达式(4-2)的下限值设为0.60。

[0257] 在另一方面,当 $f_w/f_2$ 的值等于或者超过条件表达式(4-2)的上限值时,第二透镜组的光焦度变得太大,并且这对于降低尺寸而言是有利的但是不理想地增加了球面像差的产生和由于偏心引起的易感性。附带说一句,为了更加可靠地获得本申请的效果,优选的是将条件表达式(4-2)的上限值设为0.80。

[0258] 而且,在根据本申请第四实施例的变焦镜头中,优选的是以下条件表达式(4-3)得以满足:

$$[0259] \quad 0.20 < |f_2/f_{vr}| < 0.60 \quad (4-3),$$

[0260] 其中 $f_2$ 表示第二透镜组的焦距;并且 $f_{vr}$ 表示可变组的焦距。

[0261] 条件表达式(4-3)限定在第二透镜组的光焦度和可变组的光焦度之间的比率。通过满足条件表达式(4-3),本申请第四实施例中的变焦镜头能够在降低尺寸时极好地抑制在执行减振时光学性能的劣化。

[0262] 当 $|f_2/f_{vr}|$ 的值等于或者降至低于条件表达式(4-3)的下限值时,在执行减振时可移动组的移动量变得太大。这是不理想的,因为根据本申请第四实施例的变焦镜头尺寸变得太大。附带说一句,为了更加可靠地获得本申请的效果,更加优选的是将条件表达式(4-3)的下限值设为0.30。

[0263] 在另一方面,当 $|f_2/f_{vr}|$ 的值等于或者超过条件表达式(4-3)的上限值时,可移动组的光焦度变得太大,并且偏心彗差、横向色差和场曲劣化。这是不理想的。附带说一句,为了更加可靠地获得本申请的效果,优选的是将条件表达式(4-3)的上限值设为0.50。

[0264] 而且,在根据本申请第四实施例的变焦镜头中,优选的是第一透镜组、第二透镜组、第三透镜组和第四透镜组每一个具有至少一个非球面。利用这种配置,球面像差和场曲被极好地校正。

[0265] 本申请的光学设备特征在于,配备有根据本申请第四实施例的变焦镜头,由此实现了尺寸降低并且在执行减振时具有优良光学性能的光学设备。

[0266] 一种用于制造根据本申请第四实施例的变焦镜头的方法,该变焦镜头包括,按照从物侧的次序:具有负光焦度的第一透镜组;具有正光焦度的第二透镜组;具有负光焦度的第三透镜组和具有正光焦度的第四透镜组,该方法特征在于,包括以下步骤:

[0267] 将第二透镜组置放成包括,按照从物侧的次序,具有正光焦度的第一部分组、具有负光焦度的第二部分组、孔径光阑和第三部分组;

[0268] 置放成使得在改变倍率时,第四透镜组的位置固定,并且第一透镜组、第二透镜组和第三透镜组沿着光轴移动;在聚焦时,第三透镜组的至少一个部分沿着光轴移动;第二透镜组中的第一部分组或者第二部分组作为可移动组移动以具有沿着垂直于光轴的方向的分量;并且以下条件表达式(4-1)得以满足:

[0269]  $0.15 < |f_w/f_{vr}| < 0.50$  (4-1)

[0270] 其中 $f_w$ 表示在广角端状态中变焦镜头的焦距,并且 $f_{vr}$ 表示所述可移动组的焦距。

[0271] 在下文中,将参考附图解释根据本申请第一和第二实施例的每一个数值实例的变焦镜头。第一到第七实例对于第一和第二实施例而言是共有的,并且第八和第九实例是第一实施例的实例。

[0272] (第一实例)

[0273] 图1A和1B分别地是示出根据本申请第一和第二实施例共有的第一实例在广角端状态中和在远摄端状态中变焦镜头的截面视图。附带说一句,在下文中描述的图1和图4、7、10、13、16、19、22、25、28、30、32、34、36和40中,箭头示出在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时每一个透镜组的移动轨迹。

[0274] 根据本实例的变焦镜头由具有负光焦度的第一透镜组G1、具有正光焦度的第二透镜组G2、具有负光焦度的第三透镜组G3和具有正光焦度的第四透镜组G4构成。

[0275] 第一透镜组G1由以下组成,按照从物侧的次序,具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L11、具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L12和具有面对物侧的凸形表面的正弯月透镜L13。负弯月透镜L12是其物侧和像侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型(glass mold type)非球面透镜。

[0276] 第二透镜组G2由以下组成,按照从物侧的次序,具有正光焦度的前透镜组G2F、孔径光阑S和具有正光焦度的后透镜组G2R。

[0277] 前透镜组G2F由以下组成,按照从物侧的次序,由具有双凸形状的正透镜L21和与其胶合的、具有面对物侧的凹形表面的负弯月透镜L22构造的胶合透镜。正透镜L21是其物侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0278] 后透镜组G2R由以下组成,按照从物侧的次序,由具有面对物侧的凸形表面的负透镜L23和与其胶合的双凸正透镜L24构造的胶合透镜。

[0279] 第三透镜组G3由具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L31组成。负弯月透镜L31是其物侧透镜表面和像侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0280] 第四透镜组G4由具有面对像侧的凸形表面的正弯月透镜L41组成。正弯月透镜L41是其物侧透镜表面和像侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0281] 在如上构造的本实例的变焦镜头中,在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,

第一透镜组G1沿着光轴移动并且第二透镜组G2和第三透镜组G3朝向物侧沿着光轴移动,使得在第一透镜组G1和第二透镜组G2之间的空气距离降低,在第二透镜组G2和第三透镜组G3之间的空气距离增加,并且在第三透镜组G3和第四透镜组G4之间的空气距离增加。附带说一句,在改变倍率时第四透镜组G4的位置固定。在改变倍率时第二透镜组G2的前透镜组G2F、孔径光阑S和后透镜组G2R一体地移动。

[0282] 在本实例的变焦镜头中,通过朝向像侧沿着光轴移动第三透镜组G3而执行从无穷远物体到近距离物体的聚焦。

[0283] 在具有如上构造的本实例的变焦镜头中,通过作为可移动组移动第二透镜组G2的后透镜组G2R以具有沿着垂直于光轴的方向的分量而执行减振。

[0284] 以下表格1示出与根据本实例的变焦镜头相关联的各种值。

[0285] 在表格1中, $f$ 表示焦距,并且BF表示后焦距,即,表示在光轴上在最像侧透镜表面和像平面I之间的距离。

[0286] 在[表面数据]中, $m$ 表示从物侧数起的光学表面的次序, $r$ 表示曲率半径, $d$ 表示表面间距离(从第 $n$ 表面到第 $(n+1)$ 表面的间隔,其中 $n$ 是整数。), $n_d$ 表示对于d线(波长=587.6nm)的折射率,并且 $v_d$ 表示对于d线(波长=587.6)的阿贝数。OP表示物面,可变(Variable)表示可变表面间距离,S表示孔径光阑S,并且I表示像平面。曲率半径 $r = \infty$ 示意平表面。“\*”标记被附于每一个非球面的表面编号,并且在曲率半径 $r$ 一列中列出每一个近轴曲率半径的值。省略了空气的折射率 $n_d = 1.000$ 。

[0287] 在当[表面数据]所示每一个非球面的形状由以下表达式表达时的情形中,[非球面数据]示出非球面系数和圆锥常数:

$$[0288] \quad x = (h^2/r) / [1 + \{1 - \kappa (h/r)^2\}^{1/2}]$$

$$[0289] \quad + A_4 h^4 + A_6 h^6 + A_8 h^8 + A_{10} h^{10}$$

[0290] 这里, $h$ 是垂直于光轴的高度, $x$ 是垂度(sag)量,这是沿着光轴在高度 $h$ 处每一个非球面的顶点的切平面到每一个非球面之间的距离, $\kappa$ 是圆锥常数, $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$ 是非球面系数,并且 $r$ 是近轴曲率半径,这是基准球体的曲率半径。“E- $n$ ”(n是整数)代表“ $\times 10^{-n}$ ”。例如,“1.234E-05”代表“ $1.234 \times 10^{-5}$ ”。二阶非球面系数 $A_2$ 为0并且被省略。

[0291] 在[各种数据]中,FNO表示F数, $2\omega$ 表示视角(单位是“°”), $Y$ 表示像高,TL表示变焦镜头的全长,即,沿着光轴在第一表面和像平面I之间的距离,并且 $d_n$ 表示在第 $n$ 表面和第 $(n+1)$ 表面之间的可变距离。 $W$ 表示广角端状态, $M$ 表示中间焦距状态并且 $T$ 表示远摄端状态。

[0292] [透镜组数据]示出焦距 $f$ 和每一个透镜组的起始表面ST。

[0293] 在[减振数据]中, $Z$ 表示可移动组的移位量,即,可移动组沿着垂直于光轴的方向的移动量,并且 $\theta$ 表示根据本实例的变焦镜头的旋转照相机晃动的角度“°”,并且 $K$ 表示减振系数。

[0294] [用于条件表达式的值]示出用于根据该实例的变焦镜头的条件表达式的相应的值。

[0295] “mm”用作各种长度诸如焦距 $f$ 、曲率半径 $r$ 等的单位。然而,即使当光学系统被成比例地放大或者成比例地减小时,仍然能够获得相同的光学性能,该单位并不是必要地被限制为“mm”。

[0296] 注意与在表格1中的那些相同的相同符号被应用于将在以下给出的分别的实例中



的表格。

[0297] (表格1) 第一实例

[0298] [表面数据]

	m	r	d	nd	vd
	OP	$\infty$			
	1	72.401	0.800	1.603	65.440
	2	8.933	3.247		
	*3	81.430	1.000	1.623	58.163
	*4	14.381	0.217		
	5	11.610	2.300	2.001	25.455
	6	16.466	可变		
[0299]	*7	17.188	2.688	1.623	58.163
	8	-8.884	0.800	1.603	38.028
	9	-46.602	1.500		
	10 (S)	$\infty$	2.989		
	11	18.062	0.800	1.583	46.422
	12	6.945	3.024	1.498	82.570
	13	-30.319	可变		
	*14	95.105	0.800	1.623	58.163
	*15	11.725	可变		
	*16	-30.246	2.900	1.583	59.460
[0300]	*17	-11.506	BF		

I  $\infty$   
[0301] [非球面数据]

	m	k	A4	A6	A8	A10
	3	1.000E+00	-1.341E-04	4.946E-06	-2.851E-08	0.000E+00
	4	1.000E+00	-1.733E-04	4.608E-06	-2.877E-09	-4.422E-10
[0302]	7	1.000E+00	-6.445E-05	-1.030E-06	3.176E-08	1.259E-11
	14	1.000E+00	5.106E-04	-1.420E-05	-1.448E-07	1.178E-08
	15	1.000E+00	7.701E-04	-1.866E-05	1.925E-07	0.000E+00
	16	1.000E+00	1.161E-04	1.252E-06	-3.371E-08	1.439E-10
	17	1.000E+00	1.152E-04	1.558E-06	-2.620E-08	8.016E-11

[0303] [各种数据]

[0304] 变倍比 2.83

	W	T
f	10.3	29.1
[0305] FNO	3.56	5.66
2 $\omega$	77.0°	31.4°
Y	8.19	8.19

[0306] (在于无穷远物体上聚焦时)

	W	M	T
f	10.300	18.383	29.100
d6	17.948	7.230	2.253
[0307] d13	1.600	6.325	11.865
d15	5.138	7.347	10.568
BF	13.299	13.299	13.299
TL	47.750	43.966	47.750

[0308] (在于近距离物体上聚焦时)

	W	M	T
D	200.000	200.000	200.000
d6	17.948	7.230	2.253
[0309] d13	2.070	7.693	15.083
d15	4.668	5.979	7.349
BF	13.299	13.299	13.299
TL	47.750	43.966	47.750

[0310] [透镜组数据]

	ST	f
G1	1	-14.141
[0311] G2	7	13.652
G3	14	-21.559
G4	16	30.130

[0312] [减振数据]

	W	M	T
f	10.300	18.383	29.100
[0313] z	0.142	0.148	0.171
$\theta$	0.624	0.500	0.500
K	0.789	1.087	1.485

[0314] [用于条件表达式的值]

[0315] (1-1)  $|f2vr|/fw=2.718$

[0316] (1-2)  $|f2vr|/f2=2.051$

[0317] (1-3)  $m12/fw=1.524$

[0318] (2-1)  $|f2i|/fw=2.718$

[0319] (2-2)  $|f2i|/f2=2.051$

[0320] (2-3)  $m12/fw=1.524$

[0321] 图2A和2B是示出根据本申请第一实例的变焦镜头在广角端状态中和在远摄端状态中在于无穷远物体上聚焦时的各种像差的曲线图。

[0322] 图3A和3B分别地是示出根据本申请第一实例当在变焦镜头的广角端状态中在于无穷远物体上聚焦时针对 $0.624^\circ$ 的旋转照相机晃动和在变焦镜头的远摄端状态中在于无穷远物体上聚焦时针对 $0.500^\circ$ 的旋转照相机晃动执行减振时的彗差的曲线图。

[0323] 在各幅像差图表中,FNO代表F数,并且Y表示像高。此外,符号d代表在d线( $\lambda=587.6\text{nm}$ )中的像差曲线,g代表在g线( $\lambda=435.8\text{nm}$ )中的像差曲线,并且未利用d或者g标记的代表在d线中的像差曲线。在示出像散的图表中,实线示意弧矢像平面,并且虚线示意子午像平面。彗差的像差图表示出在每一个像高Y处的彗差。注意与在第一实例中的那些相同的符号被应用于将在以下给出的分别的实例中的各种像差图表。

[0324] 如从分别的像差图表清楚地,应理解根据本实例的变焦镜头系统从广角端状态到远摄端状态总是良好地校正各种像差,并且进一步即使在执行减振时仍然呈现高的光学性能。

[0325] (第二实例)

[0326] 图4A和4B分别地是示出根据本申请第一和第二实施例共有的第二实例在广角端状态中和在远摄端状态中变焦光学系统的截面视图。

[0327] 根据本实例的变焦镜头由具有负光焦距的第一透镜组G1、具有正光焦距的第二透镜组G2、具有负光焦距的第三透镜组G3和具有正光焦距的第四透镜组G4构成。

[0328] 第一透镜组G1由以下组成,按照从物侧的次序,具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L11、具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L12和具有面对物侧的凸形表面的正弯月透镜L13。负弯月透镜L12是其物侧和像侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0329] 第二透镜组G2由以下构成,按照从物侧的次序,具有正光焦距的前透镜组G2F、孔径光阑S和具有正光焦距的后透镜组G2R。

[0330] 前透镜组G2F由以下组成,按照从物侧的次序,由具有双凸形状的正透镜L21和与其胶合的、具有面对物侧的凹形表面的负弯月透镜L22构造的胶合透镜。正透镜L21是其物侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0331] 后透镜组G2R由以下组成,按照从物侧的次序,由具有双凸形状的正透镜L23和与其胶合的、具有面对物侧的凹形表面的负弯月透镜L24构造的胶合透镜。

[0332] 第三透镜组G3由具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L31组成。负弯月透镜L31是其物侧透镜表面和像侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0333] 第四透镜组G4由具有面对像侧的凸形表面的正弯月透镜L41组成。正弯月透镜L41是其物侧透镜表面和像侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0334] 在具有如上构造的本实例的变焦镜头中,在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,第一透镜组G1沿着光轴移动并且第二透镜组G2和第三透镜组G3朝向物侧沿着光轴移动,使得在第一透镜组G1和第二透镜组G2之间的空气距离降低,在第二透镜组G2和第三透镜组G3之间的空气距离增加,并且在第三透镜组G3和第四透镜组G4之间的空气距离增加。附带说一句,在改变倍率时第四透镜组G4的位置固定。在改变倍率时第二透镜组G2的前透镜组G2F、孔径光阑S和后透镜组G2R一体地移动。

[0335] 在本实例的变焦镜头中,通过朝向像侧沿着光轴移动第三透镜组G3而执行从无穷远物体到近距离物体的聚焦。

[0336] 在具有如上构造的本实例的变焦镜头中,通过作为可移动组移动第二透镜组G2中的后透镜组G2R以具有沿着垂直于光轴的方向的分量而执行减振。

[0337] 以下表格2示出与根据本实例的变焦镜头相关联的各种值。

[0338] (表格2) 第二实例

[0339] [表面数据]

	m	r	d	nd	vd	
	OP	$\infty$				
[0340]	1	78.484	0.800	1.603	65.440	
	2	9.640	3.089			
	*3	240.283	1.000	1.623	58.163	
	*4	14.940	0.286			
	5	11.133	2.300	2.001	25.455	
	6	15.568	可变			
	*7	17.287	2.475	1.619	63.854	
	8	-11.064	0.800	1.648	33.723	
	9	-29.967	1.500			
	10(S)	$\infty$	3.054			
[0341]	11	41.552	2.920	1.498	82.570	
	12	-7.477	0.800	1.583	46.422	
	13	-18.335	可变			
	*14	63.143	0.800	1.623	58.163	
	*15	11.500	可变			
	*16	-29.401	2.900	1.583	59.460	
	*17	-11.497	BF			
[0342]	I	$\infty$				
[0343]	[非球面数据]					
	m	k	A4	A6	A8	A10
	3	1.000E+00	4.841E-06	3.023E-06	-1.926E-08	0.000E+00
	4	1.000E+00	-3.973E-06	3.373E-06	-2.350E-09	-2.653E-10
	7	1.000E+00	-7.145E-05	-2.026E-07	1.193E-08	1.831E-10
	14	1.000E+00	5.024E-04	-1.733E-05	4.606E-07	-1.011E-08
	15	1.000E+00	7.291E-04	-1.452E-05	1.487E-07	0.000E+00
	16	1.000E+00	1.438E-04	1.228E-06	-4.055E-08	1.768E-10
	17	1.000E+00	1.467E-04	1.368E-06	-2.735E-08	5.125E-11
[0344]	[各种数据]					

[0345] 变倍比 2.83

	W	T
f	10.3	29.1
[0346] FNO	3.56	5.66
2 $\omega$	77.0°	31.4°
Y	8.19	8.19

[0347] (在于无穷远物体上聚焦时)

	W	M	T
f	10.300	18.720	29.100
d6	18.251	7.166	2.405
[0348] d13	1.600	6.619	12.046
d15	5.176	7.408	10.576
BF	13.299	13.299	13.299
TL	47.750	43.916	47.750

[0349] (在于近距离物体上聚焦时)

	W	M	T
D	200.000	200.000	200.000
d6	18.251	7.166	2.405
[0350] d13	2.100	8.132	15.490
d15	4.676	5.895	7.133
BF	13.299	13.299	13.299
TL	47.750	43.916	47.750

[0351] [透镜组数据]

	ST	f
G1	1	-14.400
[0352] G2	7	13.831
G3	14	-22.718
G4	16	30.553

[0353] [减振数据]

	W	M	T
f	10.300	18.720	29.100
[0354] Z	0.168	0.174	0.198
$\theta$	0.624	0.500	0.500
K	0.668	0.941	1.281

[0355] [用于条件表达式的值]

[0356] (1-1)  $|f_{2vr}|/f_w=3.042$

[0357] (1-2)  $|f_{2vr}|/f_2=2.265$

[0358] (1-3)  $m_{12}/f_w=1.538$

[0359] (2-1)  $|f_{2i}|/f_w=3.042$

[0360] (2-2)  $|f_{2i}|/f_2=2.265$

[0361] (2-3)  $m_{12}/f_w=1.538$

[0362] 图5A和5B是示出根据本申请第二实例的变焦镜头在广角端状态中和在远摄端状态中在于无穷远物体上聚焦时的各种像差的曲线图。

[0363] 图6A和6B分别地是示出根据本申请第二实例当在变焦镜头的广角端状态中在于无穷远物体上聚焦时针对0.624°的旋转照相机晃动和在变焦镜头的远摄端状态中在于无

穷远物体上聚焦时针对 $0.500^\circ$ 的旋转照相机晃动执行减振时的彗差的曲线图。

[0364] 如从分别的像差图表清楚地,应理解根据本实例的变焦镜头系统从广角端状态到远摄端状态总是良好地校正各种像差,并且进一步即使在执行减振时仍然呈现高的光学性能。

[0365] (第三实例)

[0366] 图7A和7B分别地是示出根据本申请第一和第二实施例共有的第三实例在广角端状态中和在远摄端状态中变焦光学系统的截面视图。

[0367] 根据本实例的变焦镜头由具有负光焦度的第一透镜组G1、具有正光焦度的第二透镜组G2、具有负光焦度的第三透镜组G3和具有正光焦度的第四透镜组G4构成。

[0368] 第一透镜组G1由以下组成,按照从物侧的次序,具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L11、具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L12和具有面对物侧的凸形表面的正弯月透镜L13。负弯月透镜L12是其物侧和像侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0369] 第二透镜组G2由以下构成,按照从物侧的次序,具有正光焦度的前透镜组G2F、孔径光阑S和具有正光焦度的后透镜组G2R。

[0370] 前透镜组G2F由以下组成,按照从物侧的次序,具有双凸形状的正透镜L21和具有面对物侧的凹形表面的负弯月透镜L22。正透镜L21是其物侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0371] 后透镜组G2R由以下组成,按照从物侧的次序,由具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L23和与其胶合的、具有双凸形状的正透镜L24构造的胶合透镜。

[0372] 第三透镜组G3由具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L31组成。负弯月透镜L31是其物侧透镜表面和像侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0373] 第四透镜组G4由具有面对像侧的凸形表面的正弯月透镜L41组成。正弯月透镜L41是其物侧透镜表面和像侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0374] 在如上构造的本实例的变焦镜头中,在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,第一透镜组G1沿着光轴移动并且第二透镜组G2和第三透镜组G3朝向物侧沿着光轴移动,使得在第一透镜组G1和第二透镜组G2之间的空气距离降低,在第二透镜组G2和第三透镜组G3之间的空气距离增加,并且在第三透镜组G3和第四透镜组G4之间的空气距离增加。附带说一句,在改变倍率时第四透镜组G4的位置固定。在改变倍率时第二透镜组G2的前透镜组G2F、孔径光阑S和后透镜组G2R一体地移动。

[0375] 在本实例的变焦镜头中,通过朝向像侧沿着光轴移动第三透镜组G3而执行从无穷远物体到近距离物体的聚焦。

[0376] 在如上构造的本实例的变焦镜头中,通过作为可移动组移动第二透镜组G2中的后透镜组G2R以具有沿着垂直于光轴的方向的分量而执行减振。

[0377] 以下表格3示出与根据本实例的变焦镜头相关联的各种值。

[0378] (表格3) 第三实例

[0379] [表面数据]

	m	r	d	nd	vd	
	OP	$\infty$				
	1	81.550	0.800	1.603	65.440	
	2	9.681	3.069			
	*3	328.483	1.000	1.623	58.163	
	*4	14.895	0.345			
	5	11.373	2.200	2.001	25.455	
	6	16.225	可变			
	*7	17.158	2.493	1.619	63.854	
	8	-13.864	0.157			
	9	-13.612	0.800	1.648	33.723	
[0380]	10	-40.184	1.500			
	11(S)	$\infty$	2.911			
	12	17.888	0.800	1.583	46.422	
	13	6.850	3.050	1.498	82.570	
	14	-29.219	可变			
	*15	62.039	0.800	1.623	58.163	
	*16	11.500	可变			
	*17	-26.508	2.900	1.583	59.460	
	*18	-11.123	BF			
	I	$\infty$				
[0381]	[非球面数据]					
	m	k	A4	A6	A8	
	3	1.000E+00	-1.154E-06	3.285E-06	-2.143E-08	0.000E+00
	4	1.000E+00	-3.977E-06	3.056E-06	9.547E-09	-4.065E-10
[0382]	7	1.000E+00	-5.971E-05	-1.038E-06	6.985E-08	-1.544E-09
	15	1.000E+00	5.899E-04	-2.242E-05	3.797E-07	-1.428E-09
	16	1.000E+00	8.486E-04	-2.240E-05	2.918E-07	0.000E+00

[0383] 17 1.000E+00 9.517E-05 3.227E-06 -6.273E-08 2.917E-10  
 18 1.000E+00 9.730E-05 2.655E-06 -3.199E-08 6.854E-11

[0384] [各种数据]

[0385] 变倍比 2.83

	W	T
f	10.3	29.1
[0386] FNO	3.56	5.66
2 $\omega$	77.0°	31.4°
Y	8.19	8.19

[0387] (在于无穷远物体上聚焦时)

	W	M	T
f	10.300	18.663	29.100
d6	18.137	7.139	2.319
[0388] d14	1.600	6.535	12.018
d16	5.189	7.498	10.589
BF	13.299	13.299	13.299
TL	47.750	43.997	47.750

[0389] (在于近距离物体上聚焦时)

	W	M	T
D	200.000	200.000	200.000
d6	18.137	7.139	2.319
[0390] d14	2.100	8.032	15.454
d16	4.689	6.001	7.152
BF	13.299	13.299	13.299
TL	47.750	43.997	47.750

[0391] [透镜组数据]

	ST	f
G1	1	-14.356
[0392] G2	7	13.818
G3	15	-22.812
G4	17	30.732

[0393] [减振数据]

	W	M	T
f	10.300	18.663	29.100
[0394] Z	0.139	0.146	0.168
$\theta$	0.624	0.500	0.500
K	0.804	1.118	1.511

[0395] [用于条件表达式的值]

[0396] (1-1)  $|f2vr|/fw=2.664$

[0397] (1-2)  $|f2vr|/f2=1.986$

[0398] (1-3)  $m12/fw=1.536$

[0399] (2-1)  $|f2i|/fw=2.664$

[0400] (2-2)  $|f2i|/f2=1.986$

[0401] (2-3)  $m12/fw=1.536$

[0402] 图8A和8B是示出根据本申请第三实例的变焦镜头在广角端状态中和在远摄端状



态中在于无穷远物体上聚焦时的各种像差的曲线图。

[0403] 图9A和9B分别地是示出根据本申请第三实例当在变焦镜头的广角端状态中在于无穷远物体上聚焦时针对 $0.624^\circ$ 的旋转相机晃动和在变焦镜头的远摄端状态中在于无穷远物体上聚焦时针对 $0.500^\circ$ 的旋转相机晃动执行减振时的彗差的曲线图。

[0404] 如从分别的像差图表清楚地,应理解根据本实例的变焦镜头系统从广角端状态到远摄端状态总是良好地校正各种像差,并且进一步即使在执行减振时仍然呈现高的光学性能。

[0405] (第四实例)

[0406] 图10A和10B分别地是示出根据本申请第一和第二实施例共有的第四实例在广角端状态中和在远摄端状态中变焦光学系统的截面视图。

[0407] 根据本实例的变焦镜头由具有负光焦度的第一透镜组G1、具有正光焦度的第二透镜组G2、具有负光焦度的第三透镜组G3和具有正光焦度的第四透镜组G4构成。

[0408] 第一透镜组G1由以下组成,按照从物侧的次序,具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L11、具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L12和具有面对物侧的凸形表面的正弯月透镜L13。负弯月透镜L12是其物侧和像侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0409] 第二透镜组G2由以下组成,按照从物侧的次序,具有正光焦度的前透镜组G2F、孔径光阑S和具有正光焦度的后透镜组G2R。

[0410] 前透镜组G2F由以下组成,按照从物侧的次序,由具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L21和与其胶合的、具有双凸形状的正透镜L22构造的胶合透镜。负弯月透镜L21是其物侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0411] 后透镜组G2R由以下组成,按照从物侧的次序,由具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L23和与其胶合的、具有双凸形状的正透镜L24构造的胶合透镜。

[0412] 第三透镜组G3由具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L31组成。负弯月透镜L31是其物侧透镜表面和像侧透镜表面为球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0413] 第四透镜组G4由具有面对像侧的凸形表面的正弯月透镜L41组成。正弯月透镜L41是其物侧透镜表面和像侧透镜表面为球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0414] 在如上构造的本实例的变焦镜头中,在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,第一透镜组G1沿着光轴移动并且第二透镜组G2和第三透镜组G3朝向物侧沿着光轴移动,使得在第一透镜组G1和第二透镜组G2之间的空气距离降低,在第二透镜组G2和第三透镜组G3之间的空气距离增加,并且在第三透镜组G3和第四透镜组G4之间的空气距离增加。附带说一句,在改变倍率时第四透镜组G4的位置固定。在改变倍率时第二透镜组G2的前透镜组G2F、孔径光阑S和后透镜组G2R一体地移动。

[0415] 在本实例的变焦镜头中,通过朝向像侧沿着光轴移动第三透镜组G3而执行从无穷远物体到近距离物体的聚焦。

[0416] 在如上构造的本实例的变焦镜头中,通过作为可移动组移动第二透镜组G2中的后透镜组G2R以具有沿着垂直于光轴的方向的分量而执行减振。

[0417] 以下表格4示出与根据本实例的变焦镜头相关联的各种值。

[0418] (表格4) 第四实例

## [0419] [表面数据]

m	r	d	nd	vd
OP	$\infty$			
1	106.318	0.800	1.603	65.440
2	10.056	2.861		
*3	143.575	1.000	1.623	58.163
*4	14.071	0.423		
5	11.120	2.300	2.001	25.455
6	15.538	可变		
*7	13.167	0.800	1.689	31.160
[0420] 8	10.273	2.367	1.498	82.570
9	-30.189	1.500		
10(S)	$\infty$	2.779		
11	18.410	0.800	1.583	46.422
12	7.012	3.193	1.498	82.570
13	-30.652	可变		
*14	63.684	0.800	1.623	58.163
*15	11.500	可变		
*16	-27.536	2.900	1.583	59.460
*17	-11.202	BF		

## [0421] I

 $\infty$ 

## [0422] [非球面数据]

m	K	A4	A6	A8	A10
3	1.000E+00	-8.371E-07	3.721E-06	-2.590E-08	0.000E+00
4	1.000E+00	-4.169E-06	3.663E-06	6.939E-09	-4.421E-10
[0423] 7	1.000E+00	-7.051E-05	-5.833E-07	3.934E-08	-8.656E-10
14	1.000E+00	5.363E-04	-1.981E-05	3.911E-07	-5.635E-09
15	1.000E+00	7.643E-04	-1.714E-05	1.457E-07	0.000E+00
16	1.000E+00	7.120E-05	3.106E-06	-5.397E-08	2.399E-10
17	1.000E+00	9.425E-05	2.054E-06	-2.025E-08	1.922E-11

## [0424] [各种数据]

[0425] 变倍比 2.83

	W	T
f	10.3	29.1
[0426] FNO	3.56	5.66
$2\omega$	77.0°	31.4°
Y	8.19	8.19

[0427] (在于无穷远物体上聚焦时)

	W	M	T
f	10.300	18.719	29.100
d6	18.449	7.402	2.629
[0428] d13	1.600	6.578	12.020
d15	5.178	7.477	10.578
BF	13.299	13.299	13.299
TL	47.750	43.980	47.750

[0429] (在于近距离物体上聚焦时)

	W	M	T
D	200.000	200.000	200.000
d6	18.449	7.402	2.629
[0430] d13	2.100	8.086	15.463
d15	4.678	5.969	7.136
BF	13.299	13.299	13.299
TL	47.750	43.980	47.750

[0431] [透镜组数据]

	ST	f
G1	1	-14.399
[0432] G2	7	13.808
G3	14	-22.674
G4	16	30.395

[0433] [减振数据]

	W	M	T
f	10.300	18.719	29.100
[0434] z	0.145	0.152	0.175
$\theta$	0.624	0.500	0.500
K	0.775	1.077	1.452

[0435] [用于条件表达式的值]

[0436] (1-1)  $|f_{2vr}|/f_w=2.771$

[0437] (1-2)  $|f_{2vr}|/f_2=2.067$

[0438] (1-3)  $m_{12}/f_w=1.536$

[0439] (2-1)  $|f_{2i}|/f_w=2.771$

[0440] (2-2)  $|f_{2i}|/f_2=2.067$

[0441] (2-3)  $m_{12}/f_w=1.536$

[0442] 图11A和11B是示出根据本申请第四实例的变焦镜头在广角端状态中和在远摄端状态中在于无穷远物体上聚焦时的各种像差的曲线图。

[0443] 图12A和12B分别地是示出根据本申请第四实例当在变焦镜头的广角端状态中在于无穷远物体上聚焦时针对0.624°的旋转相机晃动和在变焦镜头的远摄端状态中在于

无穷远物体上聚焦时针对 $0.500^\circ$ 的旋转照相机晃动执行减振时的彗差的曲线图。

[0444] 如从分别的像差图表清楚地,应理解根据本实例的变焦镜头系统从广角端状态到远摄端状态总是良好地校正各种像差,并且进一步即使在执行减振时仍然呈现高的光学性能。

[0445] (第五实例)

[0446] 图13A和13B分别地是示出根据本申请第一和第二实施例共有的第五实例在广角端状态中和在远摄端状态中变焦镜头的截面视图。

[0447] 根据本实例的变焦镜头由具有负光焦度的第一透镜组G1、具有正光焦度的第二透镜组G2、具有负光焦度的第三透镜组G3和具有正光焦度的第四透镜组G4构成。

[0448] 第一透镜组G1由以下组成,按照从物侧的次序,具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L11、具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L12和具有面对物侧的凸形表面的正弯月透镜L13。负弯月透镜L12是其物侧和像侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0449] 第二透镜组G2由以下构成,按照从物侧的次序,具有正光焦度的前透镜组G2F、孔径光阑S和具有正光焦度的后透镜组G2R。

[0450] 前透镜组G2F由以下组成,按照从物侧的次序,由具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L21和与其胶合的、具有双凸形状的正透镜L22构造的胶合透镜。负弯月透镜L21是其物侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0451] 后透镜组G2R由以下组成,按照从物侧的次序,由具有双凸形状的正透镜L23和与其胶合的、具有面对物侧的凹形表面的负弯月透镜L24构造的胶合透镜。

[0452] 第三透镜组G3由具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L31组成。负弯月透镜L31是其物侧透镜表面和像侧透镜表面为球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0453] 第四透镜组G4由具有面对像侧的凸形表面的正弯月透镜L41组成。正弯月透镜L41是其物侧透镜表面和像侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0454] 在如上构造的本实例的变焦镜头中,在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,第一透镜组G1沿着光轴移动并且第二透镜组G2和第三透镜组G3朝向物侧沿着光轴移动,使得在第一透镜组G1和第二透镜组G2之间的空气距离降低,在第二透镜组G2和第三透镜组G3之间的空气距离增加,并且在第三透镜组G3和第四透镜组G4之间的空气距离增加。附带说一句,在改变倍率时第四透镜组G4的位置固定。在改变倍率时第二透镜组G2的前透镜组G2F、孔径光阑S和后透镜组G2R一体地移动。

[0455] 在本实例的变焦镜头中,通过朝向像侧沿着光轴移动第三透镜组G3而执行从无穷远物体到近距离物体的聚焦。

[0456] 在如上构造的本实例的变焦镜头中,通过作为可移动组移动第二透镜组G2中的后透镜组G2R以具有沿着垂直于光轴的方向的分量而执行减振。

[0457] 以下表格5示出与根据本实例的变焦镜头相关联的各种值。

[0458] (表格5) 第五实例

[0459] [表面数据]

	m	r	d	nd	vd	
	OP	$\infty$				
	1	88.142	0.800	1.603	65.440	
	2	9.905	2.982			
	*3	210.317	1.000	1.623	58.163	
	*4	14.471	0.351			
[0460]	5	11.109	2.232	2.001	25.455	
	6	15.535	可变			
	*7	12.853	0.800	1.689	31.160	
	8	9.651	2.483	1.498	82.570	
	9	-25.272	1.500			
	10(S)	$\infty$	2.982			
	11	38.663	2.959	1.498	82.570	
	12	-7.387	0.800	1.583	46.422	
	13	-18.053	可变			
	*14	62.590	0.800	1.623	58.163	
[0461]	*15	11.500	可变			
	*16	-30.304	2.900	1.583	59.460	
	*17	-11.634	BF			
	I	$\infty$				
[0462]	[非球面数据]					
	m	k	A4	A6	A8	A10
	3	1.000E+00	5.701E-06	3.172E-06	-2.105E-08	0.000E+00
	4	1.000E+00	-3.719E-06	3.592E-06	-2.523E-09	-2.835E-10
[0463]	7	1.000E+00	-8.356E-05	-4.804E-08	3.953E-08	-1.452E-09
	14	1.000E+00	5.370E-04	-1.971E-05	5.561E-07	-1.276E-08
	15	1.000E+00	7.313E-04	-1.349E-05	7.835E-08	0.000E+00
	16	1.000E+00	9.440E-05	2.643E-06	-5.709E-08	2.373E-10
	17	1.000E+00	1.188E-04	1.670E-06	-2.423E-08	-1.067E-11
[0464]	[各种数据]					

[0465] 变倍比 2.83

	W	T
f	10.3	29.1
[0466] FNO	3.56	5.66
$2\omega$	77.0°	31.4°
Y	8.19	8.19

[0467] (在于无穷远物体上聚焦时)

	W	M	T
f	10.300	18.707	29.100
d6	18.352	7.209	2.442
[0468] d13	1.600	6.675	12.110
d15	5.209	7.356	10.609
BF	13.299	13.299	13.298
TL	47.750	43.831	47.750

[0469] (在于近距离物体上聚焦时)

	W	M	T
[0470] D	200.000	200.000	200.000
d6	18.352	7.209	2.442
d13	2.100	8.191	15.553
[0471] d15	4.709	5.841	7.165
BF	13.299	13.299	13.298
TL	47.750	43.831	47.750

[0472] [透镜组数据]

	ST	f
[0473] G1	1	-14.390
G2	7	13.895
G3	14	-22.764
G4	16	30.631

[0474] [减振数据]

	W	M	T
f	10.300	18.707	29.100
[0475] Z	0.161	0.167	0.190
$\theta$	0.624	0.500	0.500
K	0.696	0.980	1.336

[0476] [用于条件表达式的值]

[0477] (1-1)  $|f_{2vr}|/f_w=2.932$

[0478] (1-2)  $|f_{2vr}|/f_2=2.174$

[0479] (1-3)  $m_{12}/f_w=1.545$

[0480] (2-1)  $|f_{2i}|/f_w=2.932$

[0481] (2-2)  $|f_{2i}|/f_2=2.174$

[0482] (2-3)  $m_{12}/f_w=1.545$

[0483] 图14A和14B是示出根据本申请第五实例的变焦镜头在广角端状态中和在远摄端状态中在于无穷远物体上聚焦时的各种像差的曲线图。

[0484] 图15A和15B分别地是示出根据本申请第五实例的变焦镜头当在广角端状态中在于无穷远物体上聚焦时针对0.624°的旋转照相机晃动和在远摄端状态中在于无穷远物体

上聚焦时针对 $0.500^\circ$ 的旋转照相机晃动执行减振时的彗差的曲线图。

[0485] 如从分别的像差图表清楚地,应理解根据本实例的变焦镜头系统从广角端状态到远摄端状态总是良好地校正各种像差,并且进一步即使在执行减振时仍然呈现高的光学性能。

[0486] (第六实例)

[0487] 图16A和16B分别地是示出根据本申请第一和第二实施例共有的第六实例在广角端状态中和在远摄端状态中变焦光学系统的截面视图。

[0488] 根据本实例的变焦镜头由具有负光焦度的第一透镜组G1、具有正光焦度的第二透镜组G2、具有负光焦度的第三透镜组G3和具有正光焦度的第四透镜组G4构成。

[0489] 第一透镜组G1由以下组成,按照从物侧的次序,具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L11、具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L12和具有面对物侧的凸形表面的正弯月透镜L13。负弯月透镜L12是其物侧和像侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0490] 第二透镜组G2由以下构成,按照从物侧的次序,具有正光焦度的前透镜组G2F、孔径光阑S和具有正光焦度的后透镜组G2R。

[0491] 前透镜组G2F由以下组成,按照从物侧的次序,由具有双凸形状的正透镜L21和与其胶合的、具有面对物侧的凹形表面的负弯月透镜L22构造的胶合透镜。正透镜L21是其物侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0492] 后透镜组G2R由以下组成,按照从物侧的次序,由具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L23和与其胶合的、具有双凸形状的正透镜L24构造的胶合透镜。

[0493] 第三透镜组G3由具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L31组成。负弯月透镜L31是其物侧透镜表面和像侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0494] 第四透镜组G4由具有面对像侧的凸形表面的正弯月透镜L41组成。正弯月透镜L41是其物侧透镜表面和像侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0495] 在如上构造的本实例的变焦镜头中,在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,第一透镜组G1沿着光轴移动并且第二透镜组G2和第三透镜组G3朝向物侧沿着光轴移动,使得在第一透镜组G1和第二透镜组G2之间的空气距离降低,在第二透镜组G2和第三透镜组G3之间的空气距离增加,并且在第三透镜组G3和第四透镜组G4之间的空气距离增加。附带说一句,在改变倍率时第四透镜组G4的位置固定。此外,在改变倍率时第二透镜组G2的前透镜组G2F、孔径光阑S和后透镜组G2R一体地移动。

[0496] 在本实例的变焦镜头中,通过朝向像侧沿着光轴移动第三透镜组G3而执行从无穷远物体到近距离物体的聚焦。

[0497] 在如上构造的本实例的变焦镜头中,通过作为可移动透镜移动由负弯月透镜L23和与其胶合的正透镜L24构造的胶合透镜以具有沿着垂直于光轴的方向的分量而执行减振。

[0498] 以下表格6示出与根据本实例的变焦镜头相关联的各种值。

[0499] (表格6) 第六实例

[0500] [表面数据]

	m OP	r $\infty$	d	nd	vd
[0501]	1	45.595	0.800	1.603	65.440
	2	9.305	3.897		
	*3	105.000	1.000	1.623	58.163
	*4	14.940	0.100		
	5	12.251	2.300	2.001	25.455
	6	17.488	可变		
	*7	17.546	2.764	1.623	58.163
	8	-11.264	0.800	1.603	38.028
	9	-98.822	1.500		
	10 (S)	$\infty$	1.387		
	11	19.920	0.800	1.583	46.422
	12	7.418	2.957	1.498	82.570
[0502]	13	-30.797	0.418		
	14	69.148	1.200	1.498	82.570
	15	-235.478	可变		
	*16	84.505	0.800	1.623	58.163
	*17	11.200	可变		
	*18	-48.331	2.762	1.583	59.460
	*19	-13.370	BF		
[0503]	I	$\infty$			
	[非球面数据]				



	m	k	A4	A6	A8	A10
	3	1.000E+00	-1.989E-04	4.989E-06	-2.793E-08	0.000E+00
	4	1.000E+00	-2.392E-04	5.104E-06	-1.433E-08	-2.533E-10
[0504]	7	1.000E+00	-6.515E-05	-2.091E-07	-5.039E-09	5.126E-10
	16	1.000E+00	2.128E-04	3.675E-06	-3.902E-07	6.158E-09
	17	1.000E+00	3.722E-04	1.473E-06	-2.115E-07	0.000E+00
	18	1.000E+00	2.156E-05	2.295E-06	-5.042E-08	2.351E-10
	19	1.000E+00	5.297E-05	1.731E-06	-3.031E-08	5.877E-11

[0505] [各种数据]

[0506] 变倍比 2.83

	W	T
f	10.3	29.1
[0507] FNO	3.56	5.66
2 $\omega$	77.0°	31.4°
Y	8.19	8.19

[0508] (在于无穷远物体上聚焦时)

	W	M	T
f	10.300	20.160	29.100
d6	19.196	6.353	2.334
[0509] d15	1.600	6.308	9.827
d17	4.618	8.326	12.191
BF	13.300	13.297	13.299
TL	48.900	44.472	47.837

[0510] (在于近距离物体上聚焦时)

	W	M	T
D	200.000	200.000	200.000
d6	19.196	6.353	2.334
[0511] d15	2.058	7.811	12.661
d17	4.161	6.823	9.357
BF	13.300	13.296	13.299
TL	48.900	44.472	47.837

[0512] [透镜组数据]

	ST	f
G1	1	-15.508
[0513] G2	7	13.604
G3	16	-20.824
G4	18	30.800

[0514] [减振数据]

	W	M	T
f	10.300	20.160	29.100
[0515] Z	0.145	0.162	0.184
$\theta$	0.624	0.500	0.500
K	0.771	1.089	1.383

[0516] [用于条件表达式的值]

[0517] (1-1)  $|f2vr|/fw=2.313$

[0518] (1-2)  $|f2vr|/f2=1.751$

[0519] (1-3)  $m12/fw=1.637$

[0520]  $(2-1) |f_{2i}|/f_w=2.313$

[0521]  $(2-2) |f_{2i}|/f_2=1.751$

[0522]  $(2-3) m_{12}/f_w=1.637$

[0523] 图17A和17B是示出根据本申请第六实例的变焦镜头在广角端状态中和在远摄端状态中在于无穷远物体上聚焦时的各种像差的曲线图。

[0524] 图18A和18B分别地是示出根据本申请第六实例的变焦镜头当在广角端状态中在于无穷远物体上聚焦时针对 $0.624^\circ$ 的旋转相机晃动和在远摄端状态中在于无穷远物体上聚焦时针对 $0.500^\circ$ 的旋转相机晃动执行减振时的彗差的曲线图。

[0525] 如从分别的像差图表清楚地,应理解根据本实例的变焦镜头系统从广角端状态到远摄端状态总是良好地校正各种像差,并且进一步在执行减振时呈现高的光学性能。

[0526] (第七实例)

[0527] 图19A和19B分别地是示出根据本申请第一和第二实施例共有的第七实例在广角端状态中和在远摄端状态中变焦光学系统的截面视图。

[0528] 根据本实例的变焦镜头由具有负光焦度的第一透镜组G1、具有正光焦度的第二透镜组G2、具有负光焦度的第三透镜组G3和具有正光焦度的第四透镜组G4构成。

[0529] 第一透镜组G1由以下组成,按照从物侧的次序,具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L11、具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L12和具有面对物侧的凸形表面的正弯月透镜L13。负弯月透镜L12是其物侧和像侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0530] 第二透镜组G2由以下构成,按照从物侧的次序,具有正光焦度的前透镜组G2F、孔径光阑S和具有正光焦度的后透镜组G2R。

[0531] 前透镜组G2F由以下组成,按照从物侧的次序,由具有双凸形状的正透镜L21和与其胶合的、具有面对物侧的凹形表面的负弯月透镜L22构造的胶合透镜。正透镜L21是其物侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0532] 后透镜组G2R由以下组成,按照从物侧的次序,由具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L23和与其胶合的、具有双凸形状的正透镜L24构造的胶合透镜。

[0533] 第三透镜组G3由具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L31组成。

[0534] 第四透镜组G4由以下组成,按照从物侧的次序,具有面对像侧的凸形表面的正弯月透镜L41和具有双凸形状的正透镜L42。正弯月透镜L41和正透镜L42每一个是其物侧透镜表面和像侧透镜表面为球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0535] 在如上构造的本实例的变焦镜头中,在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,第一透镜组G1沿着光轴移动,并且第二透镜组G2和第三透镜组G3朝向物侧沿着光轴移动,使得在第一透镜组G1和第二透镜组G2之间的空气距离降低,在第二透镜组G2和第三透镜组G3之间的空气距离增加,并且在第三透镜组G3和第四透镜组G4之间的空气距离增加。附带说一句,在改变倍率时第四透镜组G4的位置固定。此外,在改变倍率时第二透镜组G2的前透镜组G2F、孔径光阑S和后透镜组G2R一体地移动。

[0536] 在本实例的变焦镜头中,通过朝向像侧沿着光轴移动第三透镜组G3而执行从无穷远物体到近距离物体的聚焦。

[0537] 在如上构造的本实例的变焦镜头中,通过作为可移动组移动第二透镜组G2中的后

透镜组G2R以具有沿着垂直于光轴的方向的分量而执行减振。

[0538] 以下表格7示出与根据本实例的变焦镜头相关联的各种值。

[0539] (表格7) 第七实例

[0540] [表面数据]

	m OP	r $\infty$	d	nd	vd
	1	49.983	0.800	1.603	65.440
	2	9.505	3.797		
	*3	105.000	1.000	1.623	58.163
	*4	15.558	0.100		
	5	12.387	2.300	2.001	25.455
	6	17.350	可变		
	*7	17.524	2.569	1.623	58.163
	8	-10.281	0.800	1.603	38.028
[0541]	9	-57.158	1.500		
	10 (S)	$\infty$	2.772		
	11	18.079	0.800	1.583	46.422
	12	6.987	3.000	1.498	82.570
	13	-30.422	可变		
	14	67.175	0.800	1.623	58.163
	15	11.200	可变		
	*16	-36.612	2.616	1.583	59.460
	*17	-12.977	0.300		
	*18	1000.000	1.115	1.583	59.460
	*19	-210.703	BF		

[0542]

I  $\infty$

[0543] [非球面数据]

	m	K	A4	A6	A8	A10
	3	1.000E+00	-1.815E-04	4.949E-06	-2.802E-08	0.000E+00
	4	1.000E+00	-2.152E-04	4.869E-06	-9.757E-09	-2.834E-10
[0544]	7	1.000E+00	-5.840E-05	-1.272E-06	8.962E-08	-2.229E-09
	16	1.000E+00	2.682E-06	4.729E-06	-1.432E-07	1.899E-09
	17	1.000E+00	1.508E-04	2.729E-06	-7.215E-08	0.000E+00
	18	1.000E+00	7.330E-05	1.194E-06	-2.778E-08	2.807E-11
	19	1.000E+00	7.834E-05	1.005E-06	-1.240E-08	-1.054E-10

[0545] [各种数据]

[0546] 变倍比 2.83

	f	W	T
[0547]	FNO	10.3	29.1
	2 $\omega$	3.56	5.66
	Y	77.0°	31.4°
		8.19	8.19

[0548] (在于无穷远物体上聚焦时)

	f	W	M	T
[0549]	d6	10.300	20.356	29.100
	d13	19.255	6.343	2.342
	d15	1.600	6.867	10.960
	BF	3.777	7.568	10.723
	TL	13.299	13.299	13.299
		48.900	45.046	48.293

[0550] (在于近距离物体上聚焦时)

	D	W	M	T
[0551]	d6	200.000	200.000	200.000
	d13	19.255	6.343	2.342
	d15	2.102	8.572	14.245
	BF	3.275	5.863	7.438
	TL	13.299	13.299	13.299
		48.900	45.046	48.293

[0552] [透镜组数据]

	ST	f
[0553]	G1	1
	G2	-15.658
	G3	7
	G4	14
		-21.707
		29.815

[0554] [减振数据]

	Z	W	M	T
[0555]	$\theta$	10.300	20.356	29.100
	K	0.144	0.157	0.176
		0.624	0.500	0.500
		0.779	1.134	1.441

[0556] [用于条件表达式的值]

[0557] (1-1)  $|f2vr|/fw=2.718$

[0558] (1-2)  $|f2vr|/f2=1.996$

[0559] (1-3)  $m12/fw=1.642$

[0560]  $(2-1) |f_{2i}|/f_w=2.718$

[0561]  $(2-2) |f_{2i}|/f_2=1.996$

[0562]  $(2-3) m_{12}/f_w=1.642$

[0563] 图20A和20B是示出根据本申请第七实例的变焦镜头在广角端状态中和在远摄端状态中在于无穷远物体上聚焦时的各种像差的曲线图。

[0564] 图21A和21B分别地是示出根据本申请第七实例的变焦镜头当在广角端状态中在于无穷远物体上聚焦时针对 $0.624^\circ$ 的旋转照相机晃动和在远摄端状态中在于无穷远物体上聚焦时针对 $0.500^\circ$ 的旋转照相机晃动执行减振时的彗差的曲线图。

[0565] 如从分别的像差图表清楚地,应理解根据本实例的变焦镜头系统从广角端状态到远摄端状态总是良好地校正各种像差,并且进一步即使在执行减振时仍然呈现高的光学性能。

[0566] (第八实例)

[0567] 图22A和22B分别地是示出根据本申请第一实施例的第八实例在广角端状态中和在远摄端状态中变焦镜头的截面视图。

[0568] 根据本实例的变焦镜头由具有负光焦度的第一透镜组G1、具有正光焦度的第二透镜组G2、具有负光焦度的第三透镜组G3和具有正光焦度的第四透镜组G4构成。

[0569] 第一透镜组G1由以下组成,按照从物侧的次序,具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L11、具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L12和具有面对物侧的凸形表面的正弯月透镜L13。负弯月透镜L11和L12每一个是其物侧和像侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0570] 第二透镜组G2由以下构成,按照从物侧的次序,具有正光焦度的前透镜组G2F、孔径光阑S和具有正光焦度的后透镜组G2R。

[0571] 前透镜组G2F由以下组成,按照从物侧的次序,由具有双凸形状的正透镜L21和与其胶合的、具有面对物侧的凹形表面的负弯月透镜L22构造的胶合透镜。正弯月透镜L21是其物侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0572] 后透镜组G2R由以下组成,按照从物侧的次序,由具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L23和与其胶合的、具有双凸形状的正透镜L24构造的胶合透镜。

[0573] 第三透镜组G3由以下组成,按照从物侧的次序,由具有双凹形状的负透镜L31和与其胶合的、具有面对物侧的凸形表面的正弯月透镜L32构造的胶合透镜。正弯月透镜L32是其像侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0574] 第四透镜组G4由具有面对像侧的凸形表面的正弯月透镜L41组成。正弯月透镜L41是其像侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0575] 在如上构造的本实例的变焦镜头中,在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,第一透镜组G1沿着光轴移动,并且第二透镜组G2和第三透镜组G3朝向物侧沿着光轴移动,使得在第一透镜组G1和第二透镜组G2之间的空气距离降低,在第二透镜组G2和第三透镜组G3之间的空气距离增加,并且在第三透镜组G3和第四透镜组G4之间的空气距离增加。附带说一句,在改变倍率时第四透镜组G4的位置固定。在改变倍率时第二透镜组G2的前透镜组G2F、孔径光阑S和后透镜组G2R一体地移动。

[0576] 在本实例的变焦镜头中,通过朝向像侧沿着光轴移动第三透镜组G3而执行从无穷

远物体到近距离物体的聚焦。

[0577] 在如上构造的本实例的变焦镜头中,通过作为可移动组移动第二透镜组G2中的前透镜组G2F以具有沿着垂直于光轴的方向的分量而执行减振。

[0578] 以下表格8示出与根据本实例的变焦镜头相关联的各种值。

[0579] (表格8) 第八实例

[0580] [表面数据]

	m OP	r $\infty$	d	nd	vd
	*1	41.364	0.800	1.697	55.460
	*2	10.676	3.644		
	*3	92.728	0.800	1.623	58.163
[0581]	*4	11.362	0.300		
	5	11.589	2.116	2.001	25.458
	6	17.859	可变		
	*7	19.709	4.000	1.498	82.570
	8	-10.373	0.800	1.593	35.271
	9	-17.799	4.717		
	10 (S)	$\infty$	3.881		
	11	14.096	0.800	1.702	41.018
	12	8.189	2.400	1.498	82.570
	13	-29.442	可变		
	14	-173.316	0.800	1.532	48.779
[0582]	15	6.986	1.000	1.689	31.160
	*16	9.416	可变		
	17	-65.070	2.430	1.497	81.558
	*18	-13.885	BF		

[0583] [非球面数据]

	m	K	A4	A6	A8	A10
	1	1.000E+00	1.895E-05	-8.057E-08	1.203E-09	0.000E+00
	2	1.000E+00	1.352E-04	-2.937E-07	-1.567E-08	0.000E+00
[0584]	3	1.000E+00	-9.934E-05	8.829E-07	-4.475E-09	0.000E+00
	4	1.000E+00	-2.433E-04	2.518E-06	1.027E-08	0.000E+00
	7	1.000E+00	-7.257E-05	-3.785E-07	1.817E-08	0.000E+00
	16	1.000E+00	1.393E-04	-4.903E-07	-1.723E-08	0.000E+00
	18	1.000E+00	-1.372E-05	4.080E-08	-1.307E-09	0.000E+00

[0585] [各种数据]

[0586] 变倍比 2.83

	W	T
f	10.3	29.1
[0587] FNO	3.56	5.66
2 $\omega$	77.0°	31.4°
Y	8.19	8.19

[0588] (在于无穷远物体上聚焦时)

	W	M	T
f	10.300	19.073	29.100
[0589] d6	19.180	7.156	1.819
d13	1.002	4.723	8.893
d16	2.530	7.777	11.898
BF	13.800	13.800	13.800
[0590] TL	51.200	48.144	51.097

[0591] (在于近距离物体上聚焦时)

	W	M	T
D	200.000	200.000	200.000
d6	19.180	7.156	1.819
[0592] d13	1.424	5.840	11.184
d16	2.108	6.660	9.607
BF	13.800	13.800	13.800
TL	51.200	48.144	51.097

[0593] [透镜组数据]

	ST	f
G1	1	-14.672
[0594] G2	7	14.776
G3	14	-18.879
G4	17	34.956

[0595] [减振数据]

	W	M	T
f	10.300	19.073	29.100
[0596] Z	0.087	0.101	0.126
$\theta$	0.624	0.500	0.500
K	1.293	1.651	2.017

[0597] [用于条件表达式的值]

[0598] (1-1)  $|f_{2vr}|/f_w=2.044$

[0599] (1-2)  $|f_{2vr}|/f_2=1.425$

[0600] (1-3)  $m_{l2}/f_w=1.686$

[0601] 图23A和23B是示出根据本申请第八实例的变焦镜头在广角端状态中和在远摄端状态中在于无穷远物体上聚焦时的各种像差的曲线图。

[0602] 图24A和24B分别地是示出根据本申请第八实例的变焦镜头当在广角端状态中在于无穷远物体上聚焦时针对 $0.624^\circ$ 的旋转照相机晃动和在远摄端状态中在于无穷远物体上聚焦时针对 $0.500^\circ$ 的旋转照相机晃动执行减振时的彗差的曲线图。

[0603] 如从分别的像差图表清楚地,应理解根据本实例的变焦镜头系统从广角端状态到远摄端状态总是良好地校正各种像差,并且进一步即使在执行减振时仍然呈现高的光学性能。

[0604] (第九实例)

[0605] 图25A和25B分别地是示出根据本申请第一实施例的第九实例在广角端状态中和在远摄端状态中变焦镜头的截面视图。

[0606] 根据本实例的变焦镜头由具有负光焦度的第一透镜组G1、具有正光焦度的第二透镜组G2、具有负光焦度的第三透镜组G3、具有正光焦度的第四透镜组G4和具有正光焦度的第五透镜组G5构成。

[0607] 第一透镜组G1由以下组成,按照从物侧的次序,具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L11、具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L12和具有面对物侧的凸形表面的正弯月透镜L13。负弯月透镜L12是其物侧和像侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0608] 第二透镜组G2由以下构成,按照从物侧的次序,具有正光焦度的前透镜组G2F、孔径光阑S和具有正光焦度的后透镜组G2R。

[0609] 前透镜组G2F由以下组成,按照从物侧的次序,由具有双凸形状的正透镜L21和与其胶合的、具有面对物侧的凹形表面的负弯月透镜L22构造的胶合透镜。正弯月透镜L21是其物侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0610] 后透镜组G2R由以下组成,按照从物侧的次序,由具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L23和与其胶合的、具有双凸形状的正透镜L24构造的胶合透镜。

[0611] 第三透镜组G3由具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L31组成。负弯月透镜L31是其物侧透镜表面和像侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0612] 第四透镜组G4由具有面对像侧的凸形表面的正弯月透镜L41组成。正弯月透镜L41是其物侧透镜表面和像侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0613] 第五透镜组G5由具有双凸形状的正透镜51组成。

[0614] 在如上构造的本实例的变焦镜头中,在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,第一透镜组G1和第四透镜组G4沿着光轴移动,并且第二透镜组G2和第三透镜组G3朝向物侧沿着光轴移动,使得在第一透镜组G1和第二透镜组G2之间的空气距离降低、在第二透镜组G2和第三透镜组G3之间的空气距离增加、在第三透镜组G3和第四透镜组G4之间的空气距离增加并且在第四透镜组G4和第五透镜组G5之间的空气距离改变。附带说一句,在改变倍率时第五透镜组G5的位置固定。此外,在改变倍率时第二透镜组G2的前透镜组G2F、孔径光阑S和后透镜组G2R一体地移动。

[0615] 在本实例的变焦镜头中,通过朝向像侧沿着光轴移动第三透镜组G3而执行从无穷远物体到近距离物体的聚焦。



[0616] 在本实例的变焦镜头中,通过作为可移动组移动第二透镜组G2中的后透镜组G2R以具有沿着垂直于光轴的方向的分量而执行减振。

[0617] 以下表格9示出与根据本实例的变焦镜头相关联的各种值。

[0618] (表格9) 第九实例

[0619] [表面数据]

	m	r	d	nd	vd
[0620]	OP	$\infty$			
	1	46.214	0.800	1.603	65.440
	2	9.455	3.704		
	*3	66.876	1.000	1.623	58.163
	*4	13.627	0.251		
	5	11.862	2.300	2.001	25.455
	6	16.694	可变		
	*7	17.515	2.406	1.623	58.163
	8	-9.943	0.800	1.603	38.028
	9	-66.732	1.500		
	10(S)	$\infty$	2.920		
	11	17.632	0.800	1.583	46.422
[0621]	12	7.009	2.942	1.498	82.570
	13	-32.172	可变		
	*14	50.543	0.800	1.623	58.163
	*15	11.200	可变		
	*16	-39.592	2.522	1.583	59.460
	*17	-13.816	可变		
	18	1000.000	1.138	1.583	59.460
	19	-185.156	BF		
	I	$\infty$			

[0622] [非球面数据]

	m	k	A4	A6	A8	A10
	3	1.000E+00	-1.574E-04	4.358E-06	-2.353E-08	0.000E+00
	4	1.000E+00	-2.003E-04	4.247E-06	-1.333E-09	-3.237E-10
[0623]	7	1.000E+00	-5.432E-05	-7.941E-07	4.408E-08	-9.972E-10
	14	1.000E+00	-1.087E-04	1.017E-05	-2.054E-07	2.789E-10
	15	1.000E+00	2.298E-05	9.118E-06	-1.945E-07	0.000E+00
	16	1.000E+00	1.332E-04	-2.972E-07	-1.673E-08	1.213E-11
	17	1.000E+00	1.279E-04	1.508E-07	-1.498E-08	-3.985E-11

[0624] [各种数据]

[0625] 变倍比 2.83

	W	T
f	10.3	29.1
[0626] FNO	3.56	5.66
2 $\omega$	77.0°	31.4°
Y	8.19	8.19

[0627] (在于无穷远物体上聚焦时)

	W	M	T
f	10.300	20.399	29.100
d6	19.238	6.325	2.465
[0628] d13	1.600	7.004	11.124
d15	3.879	7.526	11.128
d17	0.300	0.525	0.300
BF	14.250	14.250	14.250
TL	48.900	45.263	48.900

[0629] (在于近距离物体上聚焦时)

	W	M	T
D	200.000	200.000	200.000
d6	19.238	6.325	2.465
[0630] d13	2.138	8.847	14.624
d15	3.341	5.682	7.627
d17	0.300	0.525	0.300
BF	14.250	14.250	14.250
TL	48.900	45.263	48.900

[0631] [透镜组数据]

	ST	f
G1	1	-15.692
[0632] G2	7	14.237
G3	14	-23.291
G4	16	35.128
G5	18	268.010

[0633] [减振数据]

	W	M	T
f	10.300	20.399	29.100
[0634] Z	0.143	0.156	0.175
$\theta$	0.624	0.500	0.500
K	0.784	1.142	1.455

[0635] [用于条件表达式的值]

[0636]  $(1-1) |f_{2vr}|/f_w=2.718$

[0637]  $(1-2) |f_{2vr}|/f_2=1.967$

[0638]  $(1-3) m_{12}/f_w=1.628$

[0639] 图26A和26B是示出根据本申请第九实例的变焦镜头在广角端状态中和在远摄端状态中在于无穷远物体上聚焦时的各种像差的曲线图。

[0640] 图27A和27B分别地是示出根据本申请第九实例的变焦镜头当在广角端状态中在于无穷远物体上聚焦时针对 $0.624^\circ$ 的旋转照相机晃动和在远摄端状态中在于无穷远物体上聚焦时针对 $0.500^\circ$ 的旋转照相机晃动执行减振时的彗差的曲线图。

[0641] 如从分别的像差图表清楚地,应理解根据本实例的变焦镜头系统从广角端状态到远摄端状态总是良好地校正各种像差,并且进一步即使在执行减振时仍然呈现高的光学性能。

[0642] 根据所述第一到第九实例,实现一种全长是短的、尺寸降低的并且重量轻的变焦镜头是可能的,该变焦镜头在当执行减振和不执行减振时均能够极好地校正色差并且具有优良的光学性能。

[0643] 在下文中,将参考附图解释根据本申请第三实施例的数值实例的变焦镜头。

[0644] (第十实例)

[0645] 图28A和28B分别地是示出根据本申请第三实施例的第十实例在广角端状态中和在远摄端状态中变焦镜头的截面视图。

[0646] 根据本实例的变焦镜头由以下构成,按照从物侧的次序,具有负光焦度的第一透镜组G1、具有正光焦度的第二透镜组G2、具有负光焦度的第三透镜组G3和具有正光焦度的第四透镜组G4。

[0647] 第一透镜组G1由以下组成,按照从物侧的次序,具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L11、具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L12和具有面对物侧的凸形表面的正弯月透镜L13。负弯月透镜L12是其物侧和像侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0648] 第二透镜组G2由以下组成,按照从物侧的次序,由具有双凸形状的正透镜L21和与其胶合的、具有面对物侧的凹形表面的负弯月透镜L22构造的胶合透镜、孔径光阑S和由具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L23和与其胶合的、具有双凸形状的正透镜L24构造的胶合透镜。正透镜L21是其物侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0649] 第三透镜组G3由具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L31组成。负弯月透镜L31是其物侧透镜表面和像侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0650] 第四透镜组G4由具有面对像侧的凸形表面的正弯月透镜L41组成。正弯月透镜L41是其物侧透镜表面和像侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0651] 在如上构造的本实例的变焦镜头中,在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,第一透镜组G1沿着光轴移动并且第二透镜组G2和第三透镜组G3朝向物侧沿着光轴移动,使得在第一透镜组G1和第二透镜组G2之间的空气距离降低,在第二透镜组G2和第三透镜组G3之间的空气距离增加,并且在第三透镜组G3和第四透镜组G4之间的空气距离增加。附带说一句,在改变倍率时第四透镜组G4的位置固定。

[0652] 在本实例的变焦镜头中,通过朝向像侧沿着光轴移动第三透镜组G3而执行从无穷

远物体到近距离物体的聚焦。

[0653] 以下表格10示出与根据本实例的变焦镜头相关联的各种值。

[0654] (表格10) 第十实例

[0655] [表面数据]

	m OP	r $\infty$	d	nd	vd
	1	234.198	0.800	1.618	63.3
	2	10.139	2.598		
	*3	104.171	1.000	1.623	58.2
	*4	13.875	0.489		
	5	11.360	2.222	2.001	25.5
	6	16.191	可变		
	*7	16.228	2.724	1.619	63.9
	8	-10.495	0.800	1.603	38.0
[0656]	9	-35.530	1.500		
	10(S)	$\infty$	2.919		
	11	17.997	0.800	1.583	46.5
	12	6.891	3.028	1.498	82.6
	13	-30.452	可变		
	*14	70.323	0.800	1.619	63.9
	*15	11.725	可变		
	*16	-23.210	2.893	1.517	63.9
	*17	-10.545	BF		

[0657] [非球面数据]

	m	$\kappa$	A4	A6	A8	A10
[0658]	3	1.000E+00	5.896E-05	2.075E-06	-1.269E-08	0.000E+00
	4	1.000E+00	4.789E-05	1.866E-06	8.533E-09	-2.754E-10

	7	1.000E+00	-6.693E-05	-2.872E-07	-1.175E-08	1.194E-09
	14	1.000E+00	7.428E-04	-3.644E-05	1.001E-06	-1.552E-08
[0659]	15	1.000E+00	1.000E-03	-3.068E-05	4.236E-07	0.000E+00
	16	1.000E+00	7.202E-05	4.723E-06	-7.472E-08	3.145E-10
	17	1.000E+00	9.722E-05	3.060E-06	-1.991E-08	-3.234E-11

[0660] [各种数据]

[0661] 变倍比 2.83

	W	T
f	10.3	29.1
FNO	3.6	5.7
2 $\omega$	75.7°	30.7°
Y	8.19	8.19
TL	63.1	59.9

[0663] (在于无穷远物体上聚焦时)

	W	M	T
f	10.30	18.53	29.10
d6	17.92	7.24	2.29
d13	1.60	6.29	11.95
d15	5.21	7.80	10.64
BF	13.30	13.30	13.30

[0665] (在于近距离物体上聚焦时)

	W	M	T
D	200.00	200.00	200.00
d6	17.92	7.24	2.29
d13	2.07	7.72	15.32
d15	4.74	6.37	7.26
BF	13.30	13.30	13.30

[0667] [透镜组数据]

	ST	f
G1	1	-14.25
G2	7	13.72
G3	14	-22.72
G4	16	30.57

[0669] [用于条件表达式的值]

[0670] m3=5.43

[0671] fst=3.38

[0672] (3-1) m3/fw=0.53

[0673] (3-2) (r42+r41)/(r42-r41)=-2.67

[0674] (3-3) fst/m3=0.62

[0675] (3-4) (-f3)/fw=2.21

[0676] 图29A和29B是示出根据本申请第十实例的变焦镜头在广角端状态中和在远摄端状态中在于无穷远物体上聚焦时的各种像差的曲线图。

[0677] 如从分别的像差图表清楚地,应理解根据本实例的变焦镜头系统从广角端状态到远摄端状态总是良好地校正各种像差,并且进一步呈现高的光学性能。

[0678] (第十一实例)

[0679] 图30A和30B分别地是示出根据本申请第三实施例的第11实例在广角端状态中和在远摄端状态中变焦镜头的截面视图。

[0680] 根据本实例的变焦镜头由以下构成,按照从物侧的次序,具有负光焦度的第一透镜组G1、具有正光焦度的第二透镜组G2、具有负光焦度的第三透镜组G3和具有正光焦度的第四透镜组G4。

[0681] 第一透镜组G1由以下组成,按照从物侧的次序,具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L11、具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L12和具有面对物侧的凸形表面的正弯月透镜L13。负弯月透镜L12是其物侧和像侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0682] 第二透镜组G2由以下组成,按照从物侧的次序,由具有双凸形状的正透镜L21和与其胶合的、具有面对物侧的凹形表面的负弯月透镜L22构造的胶合透镜、孔径光阑S和由具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L23和与其胶合的、具有双凸形状的正透镜L24构造的胶合透镜。正透镜L21是其物侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0683] 第三透镜组G3由具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L31组成。负弯月透镜L31是其物侧透镜表面和像侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0684] 第四透镜组G4由具有面对像侧的凸形表面的正弯月透镜L41组成。正弯月透镜L41是其物侧透镜表面和像侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0685] 在如上构造的本实例的变焦镜头中,在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,第一透镜组G1沿着光轴移动并且第二透镜组G2和第三透镜组G3朝向物侧沿着光轴移动,使得在第一透镜组G1和第二透镜组G2之间的空气距离降低,在第二透镜组G2和第三透镜组G3之间的空气距离增加,并且在第三透镜组G3和第四透镜组G4之间的空气距离增加。附带说一句,在改变倍率时第四透镜组G4的位置固定。

[0686] 在本实例的变焦镜头中,通过朝向像侧沿着光轴移动第三透镜组G3而执行从无穷远物体到近距离物体的聚焦。

[0687] 以下表格11示出与根据本实例的变焦镜头相关联的各种值。

[0688] (表格11) 第十一实例

[0689] [表面数据]

	m OP	r $\infty$	d	nd	vd
	1	131.926	0.800	1.618	63.3
	2	9.887	2.207		
[0690]	*3	22.899	1.000	1.623	58.2
	*4	9.089	0.862		
	5	11.594	1.892	2.001	25.5
	6	17.515	可变		
	*7	15.735	3.218	1.619	63.9
	8	-10.904	0.800	1.603	38.0
	9	-75.326	2.678		
	10(S)	$\infty$	1.500		
	11	16.112	0.800	1.583	46.5
	12	6.544	2.114	1.498	82.6
	13	-31.376	可变		
[0691]	*14	39.745	0.800	1.619	63.9
	*15	10.560	可变		
	*16	-23.030	2.584	1.517	63.9
	*17	-10.518	BF		

	I [非球面数据]	$\infty$				
	m	k	A4	A6	A8	A10
[0692]	3	1.000E+00	-3.833E-04	9.067E-06	-6.487E-08	7.866E-11
	4	1.000E+00	-5.554E-04	8.416E-06	-3.144E-08	-7.595E-10
[0693]	7	1.000E+00	-6.517E-05	-1.259E-06	3.629E-08	8.838E-11
	14	1.000E+00	8.336E-04	-3.542E-05	1.312E-07	3.038E-08
	15	1.000E+00	1.164E-03	-4.103E-05	8.025E-07	-4.760E-09
	16	1.000E+00	1.801E-04	1.181E-06	-3.912E-08	1.795E-11
	17	1.000E+00	1.621E-04	1.593E-06	-2.352E-08	-1.206E-10
[0694]	[各种数据]					

[0695] 变倍比 2.88

	W	T
f	10.2	29.4
[0696] FNO	3.6	6.4
2 $\omega$	76.2°	30.4°
Y	8.19	8.19
TL	63.0	59.2

[0697] (在于无穷远物体上聚焦时)

	W	M	T
[0698] f	10.20	20.00	29.40
d6	18.51	6.32	2.14
d13	1.57	6.56	11.21
[0699] d15	5.36	8.74	11.31
BF	13.30	13.30	13.30

[0700] (在于近距离物体上聚焦时)

	W	M	T
[0701] D	200.00	200.00	200.00
d6	18.51	6.32	2.14
d13	1.98	8.15	14.40
d15	4.95	7.16	8.12
BF	13.30	13.30	13.30

[0702] [透镜组数据]

	ST	f
[0703] G1	1	-14.43
G2	7	13.57
G3	14	-23.49
G4	16	35.00

[0704] [用于条件表达式的值]

[0705] m3=5.95

[0706] fst=3.19

[0707] (3-1) m3/fw=0.58

[0708] (3-2) (r42+r41)/(r42-r41)=-2.68

[0709] (3-3) fst/m3=0.54

[0710] (3-4) (-f3)/fw=2.30

[0711] 图31A和31B是示出根据本申请第11实例的变焦镜头在广角端状态中和在远摄端状态中在于无穷远物体上聚焦时的各种像差的曲线图。

[0712] 如从分别的像差图表清楚地,应理解根据本实例的变焦镜头系统从广角端状态到远摄端状态总是良好地校正各种像差,并且进一步呈现高的光学性能。

[0713] (第十二实例)

[0714] 图32A和32B分别地是示出根据本申请第三实施例的第12实例在广角端状态中和在远摄端状态中变焦光学系统的截面视图。

[0715] 根据本实例的变焦镜头由以下构成,按照从物侧的次序,具有负光焦度的第一透镜组G1、具有正光焦度的第二透镜组G2、具有负光焦度的第三透镜组G3和具有正光焦度的第四透镜组G4。



[0716] 第一透镜组G1由以下组成,按照从物侧的次序,具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L11、具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L12和具有面对物侧的凸形表面的正弯月透镜L13。负弯月透镜L12是其物侧和像侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0717] 第二透镜组G2由以下组成,按照从物侧的次序,由具有双凸形状的正透镜L21和与其胶合的、具有面对物侧的凹形表面的负弯月透镜L22构造的胶合透镜、孔径光阑S和由具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L23和与其胶合的、具有双凸形状的正透镜L24构造的胶合透镜。正透镜L21是其物侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0718] 第三透镜组G3由具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L31组成。负弯月透镜L31是其物侧透镜表面和像侧透镜表面为球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0719] 第四透镜组G4由具有面对像侧的凸形表面的正弯月透镜L41组成。正弯月透镜L41是其物侧透镜表面和像侧透镜表面为球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0720] 在如上构造的本实例的变焦镜头中,在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,第一透镜组G1沿着光轴移动并且第二透镜组G2和第三透镜组G3朝向物侧沿着光轴移动,使得在第一透镜组G1和第二透镜组G2之间的空气距离降低,在第二透镜组G2和第三透镜组G3之间的空气距离增加,并且在第三透镜组G3和第四透镜组G4之间的空气距离增加。附带说一句,在改变倍率时第四透镜组G4的位置固定。

[0721] 在本实例的变焦镜头中,通过朝向像侧沿着光轴移动第三透镜组G3而执行从无穷远物体到近距离物体的聚焦。

[0722] 以下表格12示出与根据本实例的变焦镜头相关联的各种值。

[0723] (表格12) 第12实例

[0724] [表面数据]

	m	r	d	nd	vd	
	OP	$\infty$				
	1	46.250	0.800	1.618	63.3	
	2	9.071	2.923			
	*3	65.166	1.000	1.619	63.7	
	*4	11.707	0.576			
	5	12.414	1.756	2.001	25.5	
	6	19.421	可变			
	*7	16.791	4.129	1.619	63.9	
[0725]	8	-10.239	0.800	1.603	38.0	
	9	-51.266	1.500			
	10(S)	$\infty$	1.500			
	11	18.401	0.800	1.583	46.5	
	12	6.931	3.163	1.498	82.6	
	13	-27.503				
	*14	94.732	0.800	1.619	63.9	
	*15	13.489	可变			
	*16	-15.587	2.523	1.517	63.9	
	*17	-8.834	BF			
[0726]	I	$\infty$				
[0727]	[非球面数据]					
	m	k	A4	A6	A8	A10
	3	1.000E+00	-3.493E-04	9.551E-06	-9.426E-08	3.168E-10
	4	1.000E+00	-4.421E-04	1.007E-05	-8.974E-08	2.250E-11
[0728]	7	1.000E+00	-7.028E-05	-8.151E-07	3.411E-08	-4.721E-10
	14	1.000E+00	1.115E-03	-3.903E-05	6.896E-08	2.986E-08
	15	1.000E+00	1.425E-03	-3.788E-05	5.432E-08	2.514E-08
	16	1.000E+00	1.441E-04	5.894E-07	-2.786E-10	-1.123E-09
	17	1.000E+00	2.175E-04	2.668E-07	4.907E-08	-1.168E-09
[0729]	[各种数据]					
[0730]	变倍比 2.88					

	W	T
[0731] f	10.2	29.4
FNO	3.6	5.8
$2\omega$	$76.2^\circ$	$30.4^\circ$
Y	8.19	8.19
TL	63.1	59.3

[0732] (在于无穷远物体上聚焦时)

	W	M	T
[0733] f	10.20	20.00	29.40
d6	17.52	5.71	1.70
d13	1.57	6.75	11.51
d15	5.66	8.89	11.52
BF	13.04	13.04	13.04

[0734] (在于近距离物体上聚焦时)

	W	M	T
[0735] D	200.00	200.00	200.00
d6	17.52	5.71	1.70
d13	2.05	8.52	15.05
d15	5.18	7.11	7.98
BF	13.04	13.04	13.04

[0736] [透镜组数据]

	ST	f
[0737] G1	1	-14.31
G2	7	13.55
G3	14	-25.51
G4	16	35.00

[0738] [用于条件表达式的值]

[0739]  $m3=5.86$

[0740]  $f_{st}=3.55$

[0741]  $(3-1)m3/f_w=0.57$

[0742]  $(3-2)(r_{42}+r_{41})/(r_{42}-r_{41})=-3.62$

[0743]  $(3-3)f_{st}/m3=0.61$

[0744]  $(3-4)(-f3)/f_w=2.50$

[0745] 图33A和33B是示出根据本申请第12实例的变焦镜头在广角端状态中和在远摄端状态中在于无穷远物体上聚焦时的各种像差的曲线图。

[0746] 如从分别的像差图表清楚地,应理解根据本实例的变焦镜头系统从广角端状态到远摄端状态总是良好地校正各种像差,并且进一步呈现高的光学性能。

[0747] (第十三实例)

[0748] 图34A和34B分别地是示出根据本申请第三实施例的第13实例在广角端状态中和在远摄端状态中变焦镜头的截面视图。

[0749] 根据本实例的变焦镜头由以下构成,按照从物侧的次序,具有负光焦度的第一透镜组G1、具有正光焦度的第二透镜组G2、具有负光焦度的第三透镜组G3和具有正光焦度的第四透镜组G4。

[0750] 第一透镜组G1由以下组成,按照从物侧的次序,具有面对物侧的凸形表面的负弯

月透镜L11、具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L12和具有面对物侧的凸形表面的正弯月透镜L13。负弯月透镜L12是其物侧和像侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0751] 第二透镜组G2由以下组成,按照从物侧的次序,由具有双凸形状的正透镜L21和与其胶合的、具有面对物侧的凹形表面的负弯月透镜L22构造的胶合透镜、孔径光阑S和由具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L23和与其胶合的、具有双凸形状的正透镜L24构造的胶合透镜。正透镜L21是其物侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0752] 第三透镜组G3由具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L31组成。

[0753] 第四透镜组G4由以下组成,按照从物侧的次序,具有面对像侧的凸形表面的正弯月透镜L41和具有双凸形状的正透镜L42。附带说一句,正弯月透镜L41和正透镜L42每一个是其物侧透镜表面和像侧透镜表面为非球面形的玻璃模具型非球面透镜。

[0754] 在如上构造的本实例的变焦镜头中,在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,第一透镜组G1沿着光轴移动并且第二透镜组G2和第三透镜组G3朝向物侧沿着光轴移动,使得在第一透镜组G1和第二透镜组G2之间的空气距离降低,在第二透镜组G2和第三透镜组G3之间的空气距离增加,并且在第三透镜组G3和第四透镜组G4之间的空气距离增加。附带说一句,在改变倍率时第四透镜组G4的位置固定。

[0755] 在本实例的变焦镜头中,通过朝向像侧沿着光轴移动第三透镜组G3而执行从无穷远物体到近距离物体的聚焦。

[0756] 以下表格13示出与根据本实例的变焦镜头相关联的各种值。

[0757] (表格13) 第13实例

[0758] [表面数据]

	m	r	d	nd	vd
	OP	$\infty$			
[0759]	1	49.983	0.800	1.603	65.440
	2	9.505	3.797		
	*3	105.000	1.000	1.623	58.163
	*4	15.558	0.100		

	5	12.387	2.300	2.001	25.455
	6	17.350	可变		
	*7	17.524	2.569	1.623	58.163
	8	-10.281	0.800	1.603	38.028
	9	-57.158	1.500		
	10(S)	$\infty$	2.772		
	11	18.079	0.800	1.583	46.422
	12	6.987	3.000	1.498	82.570
[0760]	13	-30.422	可变		
	14	67.175	0.800	1.623	58.163
	15	11.200	可变		
	*16	-36.612	2.616	1.583	59.460
	*17	-12.977	0.300		
	*18	1000.000	1.115	1.583	59.460
	*19	-210.703	BF		

	I	$\infty$				
[0761]	[非球面数据]					
	m	$\kappa$	A4	A6	A8	A10
	3	1.000E+00	-1.815E-04	4.949E-06	-2.802E-08	0.000E+00
	4	1.000E+00	-2.152E-04	4.869E-06	-9.757E-09	-2.834E-10
[0762]	7	1.000E+00	-5.840E-05	-1.272E-06	8.962E-08	-2.229E-09
	16	1.000E+00	2.682E-06	4.729E-06	-1.432E-07	1.899E-09
	17	1.000E+00	1.508E-04	2.729E-06	-7.215E-08	0.000E+00
	18	1.000E+00	7.330E-05	1.194E-06	-2.778E-08	2.807E-11
	19	1.000E+00	7.834E-05	1.005E-06	-1.240E-08	-1.054E-10

[0763] [各种数据]

[0764] 变倍比 2.83

[0765]	f	$\bar{W}$	T
		10.3	29.1

	FNO	3.56	5.66	
[0766]	$2\omega$	77.0°	31.4°	
	Y	8.19	8.19	
	TL	48.90	48.29	
[0767]	(在于无穷远物体上聚焦时)			
		W	M	T
	f	10.30	20.356	29.100
[0768]	d6	19.255	6.343	2.342
	d13	1.600	6.867	10.960
	d15	3.777	7.568	10.723
	BF	13.299	13.299	13.299
[0769]	(在于近距离物体上聚焦时)			
		W	M	T
	D	200.000	200.000	200.000
[0770]	d6	19.255	6.343	2.342
	d13	2.102	8.572	14.245
	d15	3.275	5.863	7.438
	BF	13.299	13.299	13.299
[0771]	[透镜组数据]			
		ST	f	
	G1	1	-15.658	
[0772]	G2	7	14.031	
	G3	14	-21.707	
	G4	16	29.815	
[0773]	[用于条件表达式的值]			
[0774]	m3=6.95			
[0775]	fst=3.29			
[0776]	(3-1) m3/fw=0.67			
[0777]	(3-2) (r42+r41)/(r42-r41)=-2.10			
[0778]	(3-3) fst/m3=0.47			
[0779]	(3-4) (-f3)/fw=2.11			
[0780]	图35A和35B是示出根据本申请第13实例的变焦镜头在广角端状态中和在远摄端状态中在于无穷远物体上聚焦时的各种像差的曲线图。			
[0781]	如从分别的像差图表清楚地,应理解根据本实例的变焦镜头从广角端状态到远摄端状态总是良好地校正各种像差,并且进一步呈现高的光学性能。			
[0782]	根据所述第10到第13实例,实现这样一种变焦镜头是可能的,该变焦镜头全长是短的、尺寸降低并且重量轻从而它能够被保持在小的镜筒中,并且该变焦镜头具有优良光学性能。			
[0783]	在下文中,将参考附图解释根据本申请第四实施例的数值实例的变焦镜头。			
[0784]	(第14实例)			
[0785]	图36A和36B分别地是示出根据本申请第四实施例的第14实例在广角端状态中和在远摄端状态中变焦镜头的截面视图。			
[0786]	根据本实例的变焦镜头由以下构成,按照从物侧的次序,具有负光焦度的第一透			

镜组G1、具有正光焦度的第二透镜组G2、具有负光焦度的第三透镜组G3和具有正光焦度的第四透镜组G4。

[0787] 第一透镜组G1由以下组成,按照从物侧的次序,具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L11、具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L12和具有面对物侧的凸形表面的正弯月透镜L13。负弯月透镜L12的物侧透镜表面和像侧透镜表面是非球面形的。

[0788] 第二透镜组G2由以下组成,按照从物侧的次序,具有正光焦度的第一部分组G2a、具有负光焦度的第二部分组G2b、孔径光阑S和具有正光焦度的第三部分组G2c。

[0789] 第一部分组G2a由具有双凸形状的正透镜L21组成。

[0790] 第二部分组G2b由具有面对物侧的凹形表面的负弯月透镜L22组成。负弯月透镜L22的物侧透镜表面是非球面。

[0791] 第三部分组G2c由以下组成,按照从物侧的次序,由具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L23和与其胶合的、具有双凸形状的正透镜L24构造的胶合透镜。

[0792] 第三透镜组G3由具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L31组成。负弯月透镜L31的物侧透镜表面和像侧透镜表面是非球面。

[0793] 第四透镜组G4由具有面对像侧的凸形表面的正弯月透镜L41组成。正弯月透镜L41的像侧透镜表面是非球面。

[0794] 在如上构造的本实例的变焦镜头中,在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,第一透镜组G1沿着光轴移动并且第二透镜组G2和第三透镜组G3朝向物侧沿着光轴移动,使得在第一透镜组G1和第二透镜组G2之间的空气距离降低,在第二透镜组G2和第三透镜组G3之间的空气距离增加,并且在第三透镜组G3和第四透镜组G4之间的空气距离增加。附带说一句,在改变倍率时第四透镜组G4的位置固定。在改变倍率时第二透镜组G2的第一部分组G2a、第二部分组G2b、孔径光阑S和第三部分组G2c一体地移动。

[0795] 在本实例的变焦镜头中,通过朝向像侧沿着光轴移动第三透镜组G3而执行从无穷远物体到近距离物体的聚焦。

[0796] 在本实例的变焦镜头中,通过作为可移动组移动第二透镜组G2中的第二部分组G2b以具有沿着垂直于光轴的方向的分量而执行减振。

[0797] 以下表格14示出与根据本实例的变焦镜头相关联的各种值。

[0798] (表格14) 第14实例

[0799] [表面数据]

	m	r	d	nd	vd
[0800]	OP	$\infty$			

	1	78.892	0.80	1.7450	52.4	
	2	10.034	1.71			
	*3	17.452	1.00	1.8512	40.0	
	*4	9.307	0.98			
	5	12.455	2.27	2.0007	25.5	
	6	26.745	可变			
	7	15.912	1.59	1.6380	61.0	
	8	-36.986	1.13			
	*9	-14.015	0.80	1.4978	82.6	
	10	-36.732	1.15			
[0801]	11 (S)	$\infty$	0.90			
	12	13.073	0.80	1.6133	35.8	
	13	5.489	2.81	1.4978	82.6	
	14	-33.124	可变			
	*15	-32.118	0.80	1.5452	63.7	
	*16	43.926	可变			
	17	-77.198	2.73	1.6263	60.3	
	*18	-16.492	BF			
	I	$\infty$				
[0802]	[非球面数据]					
	m	k	A4	A6	A8	A10
	3	0.000E+00	1.232E-04	-1.192E-06	9.574E-09	-1.191E-11
	4	0.000E+00	-9.802E-06	-1.437E-06	-1.507E-08	-7.874E-11
[0803]	9	0.000E+00	2.704E-05	3.771E-06	-1.175E-07	0.000E+00
	15	0.000E+00	4.690E-04	3.430E-05	-9.148E-07	0.000E+00
	16	0.000E+00	6.793E-04	3.487E-05	-8.133E-07	0.000E+00
	18	0.000E+00	5.620E-05	-1.305E-06	4.685E-09	7.830E-12
[0804]	[各种数据]					



	W	T
f	10.20	29.40
FNO	3.6	6.35
[0805] $2\omega$	77.6°	31.2°
Y	8.20	8.20
TL	58.03	58.47
BF	12.89	12.89

[0806] (在于无穷远物体上聚焦时)

	W	M	T
f	10.20	18.60	29.40
[0807] d6	18.13	6.61	1.45
d14	2.12	7.29	13.58
d16	5.41	8.01	11.16
BF	12.89	12.89	12.89

[0808] [透镜组数据]

	ST	f
[0809] G1	1	-16.57
G2	7	14.62
G3	15	-33.90
G4	17	32.92

[0810] [减振数据]

	W	M	T
[0811] f	10.20	18.60	29.40
Z	0.18	0.25	0.30
$\theta$	0.5	0.5	0.5
K	-0.50	-0.65	-0.84

[0812] [用于条件表达式的值]

[0813]  $f_{vr} = -46.06$

[0814] (4-1)  $|f_w/f_{vr}| = 0.22$

[0815] (4-2)  $f_w/f_2 = 0.70$

[0816] (4-3)  $|f_2/f_{vr}| = 0.32$

[0817] 图37A和37B是示出根据本申请第14实例的变焦镜头在广角端状态中和在远摄端状态中在于无穷远物体上聚焦时的各种像差的曲线图。

[0818] 图38A和38B分别地是示出根据本申请第14实例的变焦镜头当在广角端状态中在于无穷远物体上聚焦时针对0.5°的旋转照相机晃动和在远摄端状态中在于无穷远物体上聚焦时针对0.5°的旋转照相机晃动执行减振时的彗差的曲线图。

[0819] 图39A和39B是示出根据本申请第14实例的变焦镜头在广角端状态中和在远摄端状态中在于近距离物体上聚焦时的各种像差的曲线图。

[0820] 如从分别的像差图表清楚地,应理解根据本实例的变焦镜头从广角端状态到远摄端状态总是良好地校正各种像差,并且进一步即使当执行减振时仍然呈现高的光学性能。

[0821] (第15实例)

[0822] 图40A和40B分别地是示出根据本申请第四实施例的第15实例在广角端状态中和在远摄端状态中变焦光学系统的截面视图。

[0823] 根据本实例的变焦镜头由以下构成,按照从物侧的次序,具有负光焦度的第一透

镜组G1、具有正光焦度的第二透镜组G2、具有负光焦度的第三透镜组G3和具有正光焦度的第四透镜组G4。

[0824] 第一透镜组G1由以下组成,按照从物侧的次序,具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L11、具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L12和具有面对物侧的凸形表面的正弯月透镜L13。负弯月透镜L12的像侧透镜表面是非球面形的。

[0825] 第二透镜组G2由以下构成,按照从物侧的次序,具有正光焦度的第一部分组G2a、具有负光焦度的第二部分组G2b、孔径光阑S和具有正光焦度的第三部分组G2c。

[0826] 第一部分组G2a由具有双凸形状的正透镜L21组成。正弯月透镜L21的物侧透镜表面是非球面。

[0827] 第二部分组G2b由以下组成,按照从物侧的次序,由具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L22和与其胶合的、具有面对物侧的凸形表面的正弯月透镜L23构造的胶合透镜。

[0828] 第三部分组G2c由具有双凸形状的正透镜L24组成。

[0829] 第三透镜组G3由具有面对物侧的凸形表面的负弯月透镜L31组成。负弯月透镜L31的像侧透镜表面是非球面。

[0830] 第四透镜组G4由具有面对物侧的凸形表面的平凸正透镜L41组成。正透镜L41的像侧透镜表面是非球面。

[0831] 在如上构造的本实例的变焦镜头中,在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,第一透镜组G1沿着光轴移动并且第二透镜组G2和第三透镜组G3朝向物侧沿着光轴移动,使得在第一透镜组G1和第二透镜组G2之间的空气距离降低,在第二透镜组G2和第三透镜组G3之间的空气距离增加,并且在第三透镜组G3和第四透镜组G4之间的空气距离增加。附带说一句,在改变倍率时第四透镜组G4的位置固定。在改变倍率时第二透镜组G2的第一部分组G2a、第二部分组G2b、孔径光阑S和第三部分组G2c一体地移动。

[0832] 在本实例的变焦镜头中,通过朝向像侧沿着光轴移动第三透镜组G3而执行从无穷远物体到近距离物体的聚焦。

[0833] 在本实例的变焦镜头中,通过作为可移动组移动第二透镜组G2中的第一部分组G2a以具有沿着垂直于光轴的方向的分量而执行减振。

[0834] 以下表格15示出与根据本实例的变焦镜头相关联的各种值。

[0835] (表格15) 第15实例

[0836] [表面数据]

	m OP	r $\infty$	d	nd	vd
	1	65.074	1.00	1.7678	49.7
	2	10.582	2.22		
	3	21.472	1.00	1.7766	48.7
	*4	9.015	0.60		
	5	11.386	2.67	2.0006	25.5
	6	22.956	可变		
	*7	15.422	1.20	1.4978	82.6
	8	-460.710	1.48		
	9	9.744	0.60	1.8081	22.7
[0837]	10	6.869	1.20	1.8830	40.8
	11	7.816	2.11		
	12(S)	$\infty$	1.50		
	13	14.686	1.63	1.4978	82.6
	14	-19.110	可变		
	15	10.782	0.80	1.6908	36.5
	*16	7.017	可变		
	17	$\infty$	2.50	1.7007	56.3
	*18	-28.026	BF		

	I OP	$\infty$				
[0838]	[非球面数据]					
[0839]	m	$\kappa$	A4	A6	A8	A10
	4	0.000E+00	-1.642E-04	-1.853E-07	-1.249E-08	-2.299E-10
	7	0.000E+00	-1.148E-04	9.544E-07	-2.877E-08	-5.249E-10
[0840]	16	0.000E+00	-2.139E-05	1.247E-06	-5.518E-08	0.000E+00
	18	0.000E+00	4.282E-05	-1.969E-06	1.391E-08	-3.253E-11
[0841]	[各种数据]					

		W	T
	f	10.2	29.40
	FNO	3.6	6.35
[0842]	$2\omega$	77.6°	31.2°
	Y	8.20	8.20
	TL	59.06	59.06
	BF	12.58	12.58

[0843] (在于无穷远物体上聚焦时)

		W	M	T
	f	10.20	19.99	29.40
[0844]	d6	17.84	5.24	1.15
	d14	1.61	7.63	12.53
	d16	6.50	9.11	12.31
	BF	12.58	12.58	12.58

[0845] [透镜组数据]

	ST	f
[0846]	G1	1
	G2	7
	G3	15
	G4	17

[0847] [减振数据]

		W	M	T
[0848]	f	10.20	19.99	29.40
	Z	0.07	0.10	0.12
	$\theta$	0.3	0.3	0.3
	K	0.80	1.04	1.27

[0849] [用于条件表达式的值]

[0850]  $f_{vr}=30.00$

[0851] (4-1)  $|f_w/f_{vr}|=0.34$

[0852] (4-2)  $f_w/f_2=0.70$

[0853] (4-3)  $|f_2/f_{vr}|=0.48$

[0854] 图41A和41B是示出根据本申请第15实例的变焦镜头在广角端状态中和在远摄端状态中在于无穷远物体上聚焦时的各种像差的曲线图。

[0855] 图42A和42B分别地是示出根据本申请第15实例的变焦镜头当在广角端状态中在于无穷远物体上聚焦时针对0.3°的旋转照相机晃动和在远摄端状态中在于无穷远物体上聚焦时针对0.3°的旋转照相机晃动执行减振时的彗差的曲线图。

[0856] 图43A和43B是示出根据本申请第15实例的变焦镜头在广角端状态中和在远摄端状态中在于近距离物体上聚焦时的各种像差的曲线图。

[0857] 如从分别的像差图表清楚地,应理解根据本实例的变焦镜头系统从广角端状态到远摄端状态总是良好地校正各种像差,并且进一步即使当执行减振时仍然呈现高的光学性能。

[0858] 根据所述第14和第15实例,实现一种全长短的、尺寸小的并且重量轻的并且具有优良光学性能的变焦镜头是可能的。

[0859] 根据如上所述的每一个实例,实现一种具有高的光学性能的变焦镜头是可能的。

[0860] 注意上述实例每一个都是本申请的发明的具体实例,并且本申请的发明不限于此。在不使得本申请的变焦镜头的光学性能劣化时,能够采用以下描述的内容。

[0861] 虽然以上作为根据本申请第一到第四实施例的变焦镜头的数值实例图示了具有四组或者五组配置的变焦镜头,但是本申请不限于此并且能够配置具有其它配置(诸如六组配置等)的变焦镜头。具体地,和添加到根据本申请第一到第四实施例的变焦镜头的最像侧一样地,透镜或者透镜组被添加到最物侧的镜头配置也是可能的。

[0862] 此外,在根据本申请第一到第四实施例的变焦镜头中,透镜组的一个部分、单透镜组整体或者多个透镜组能够作为聚焦透镜组沿着光轴的方向移动。特别优选的是,第三透镜组的至少一个部分作为聚焦透镜组移动。聚焦透镜组能够被用于自动聚焦,并且适合于由用于自动聚焦的马达诸如超声波马达驱动。

[0863] 此外,在根据本申请第一到第四实施例的变焦镜头中,任何透镜组整体或其一个部分能够作为减振透镜组移动,以具有沿着垂直于光轴的方向的分量,或者沿着包括光轴的面内方向以旋转方式移动(摆动)以执行减振。特别地,在根据本申请第一到第四实施例的变焦镜头中,优选的是第二透镜组的至少一个部分被用作减振透镜组。

[0864] 此外,在根据本申请第一到第四实施例的变焦镜头中,透镜的透镜表面可以是球面、非球面或者平表面。当透镜表面是球面或者平表面时,透镜加工、组装和调节变得容易,并且防止由在透镜加工、组装和调节中的误差引起的光学性能的劣化是可能的,从而这是优选的。而且,即便像平面移位,呈现性能的劣化仍然是很小的,从而这是优选的。当透镜表面是非球面时,可以通过研磨过程、利用模具将玻璃材料形成为非球面形状的玻璃成型过程、或者将玻璃透镜表面上的树脂材料形成为非球面形状的复合型过程制造该非球面。透镜表面可以是衍射光学表面,并且透镜可以是渐变折射率型透镜(GRIN透镜)或者塑料透镜。

[0865] 此外,在根据本申请第一到第四实施例的变焦镜头中,优选的是在第二透镜组中置放孔径光阑,并且其功能可以被透镜框架取代,而无需置放作为孔径光阑的部件。

[0866] 而且,配置根据本申请第一到第四实施例的变焦镜头的透镜的透镜表面(一个或者多个)可以涂覆有在宽的波长范围中具有高透射性的防反射涂层(一个或者多个)。利用这种设计,减少耀斑以及幻像并且获得带有高对比度的高的光学性能是可行的。

[0867] 此外,在根据本申请第一和第二实施例的变焦镜头中,优选的是,在第二透镜组中,前透镜组和后透镜组每一个具有至少一个负透镜和至少一个正透镜。利用这种配置,能够利用前透镜组和后透镜组这两者校正色差。

[0868] 此外,在根据本申请第一和第二实施例的变焦镜头中,优选的是使得第二透镜组中的前透镜组和后透镜组之一的至少一个部分成为可移动组,并且当使得在第二透镜组中包括的、除了可移动组之外的其它透镜组(一个或者多个)成为固定组(一个或者多个)时,可移动组和固定组每一个包括至少一个负透镜和至少一个正透镜。利用这种配置,实现这样一种变焦镜头是可能的,利用该变焦镜头,在不执行减振时的纵向色差和横向色差以及在执行减振时的纵向色差和横向色差被以良好地平衡的方式校正,由此当执行减振时和当不执行减振时色差均被极好地校正。

[0869] 接着,将参考图44解释配备有根据本申请第一到第四实施例的变焦镜头的照相机。

[0870] 图44是示出配备有根据本申请第一到第四实施例的变焦镜头的照相机的配置的视图。

[0871] 如在图44中所示,图44所示的照相机1是配备有作为成像镜头2的根据第一实施例的变焦镜头的、镜头可互换式的所谓的无反照相机。

[0872] 在照相机1中,从未图示的物体(所要成像的物体)发射的光被成像镜头2会聚,并且通过未图示的OLPF(光学低通滤波器)在成像部3的成像平面上形成所要成像的物体的像。所要成像的物体的像通过设置在成像部3中的光电转换元件光电转换以形成物像。这个物像被显示在设置在照相机1上的EVF(电子取景器)4上。因此,拍摄者能够通过EVF4观察物像。

[0873] 当拍摄者按下未图示的释放按钮时,通过成像部3形成的物像被存储在未图示的存储器中。因此,拍摄者能够利用照相机1拍摄所要成像的物体的照片。

[0874] 作为成像镜头2安装在照相机1上的、根据第一实施例的变焦镜头是具有高的光学性能的变焦镜头。相应地,照相机1能够实现高的光学性能。附带说一句,即便如此构造照相机,使得作为成像镜头2在照相机上安装根据第二到第15实施例的变焦镜头,仍然能够获得与照相机1相同的效果。

[0875] 接着,参考图46到图48描述用于制造根据本申请第一到第四实施例的变焦镜头的每一种方法的概要。

[0876] 在用于制造根据本申请第一实施例的变焦镜头的方法中,如在图45中所示,该变焦镜头包括,按照从物侧的次序:具有负光焦度的第一透镜组;具有正光焦度的第二透镜组;具有负光焦度的第三透镜组;和具有正光焦度的第四透镜组。该方法包括以下步骤S11到S14:

[0877] 步骤S11:将第二透镜组置放成包括,按照从物侧的次序,前透镜组、孔径光阑和后透镜组。

[0878] 步骤S12:在镜筒中置放第一到第四透镜组使得前透镜组和后透镜组每一个包括至少一个负透镜。

[0879] 步骤S13:通过例如在镜筒处设置一种已知的移动机构构造成使得在改变倍率时,在第一透镜组和第二透镜组之间的距离、在第二透镜组和第三透镜组之间的距离以及在第三透镜组和第四透镜组之间的距离改变。

[0880] 步骤S14:通过例如在镜筒处设置一种已知的移动机构构造成使得第二透镜组中的透镜的至少一个部分作为可移动组移动以具有沿着垂直于光轴的方向的分量。

[0881] 因此,用于制造根据本申请第一实施例的变焦镜头的方法能够制造这样一种变焦镜头,利用该变焦镜头,在当执行减振时和当不执行减振时均能够优良地校正色差,并且该变焦镜头具有极好的光学性能。

[0882] 在用于制造根据本申请第二实施例的变焦镜头的方法中,如在图46中所示,该变焦镜头包括,按照从物侧的次序:具有负光焦度的第一透镜组;具有正光焦度的第二透镜组;具有负光焦度的第三透镜组;和具有正光焦度的第四透镜组。该方法包括以下步骤S21到S24:

[0883] 步骤S21:将第二透镜组置放成包括,按照从物侧的次序,前透镜组、孔径光阑和后透镜组。

[0884] 步骤S22:在镜筒中置放第一到第四透镜组使得前透镜组和后透镜组每一个包括至少一个负透镜。

[0885] 步骤S23:通过例如在镜筒处设置一种已知的移动机构构造成使得在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,在第一透镜组和第二透镜组之间的距离、在第二透镜组和第三透镜组之间的距离以及在第三透镜组和第四透镜组之间的距离改变。

[0886] 步骤S24:通过例如在镜筒处设置一种已知的移动机构构造成使得后透镜组中的透镜的至少一个部分移动以具有沿着垂直于光轴的方向的分量。

[0887] 因此,用于制造根据本申请第二实施例的变焦镜头的方法能够制造这样一种变焦镜头,利用该变焦镜头,在当执行减振时和当不执行减振时均能够优良地校正色差,并且该变焦镜头具有极好的光学性能。

[0888] 在用于制造根据本申请第三实施例的变焦镜头的方法中,如在图47中所示,该变焦镜头包括,按照从物侧的次序:具有负光焦度的第一透镜组;具有正光焦度的第二透镜组;具有负光焦度的第三透镜组;和具有正光焦度的第四透镜组。该方法包括以下步骤S31到S34:

[0889] 步骤S31:按照从物侧的次序在镜筒中置放第一到第四透镜组。在镜筒中设置一种已知的移动机构,使得在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时,第三透镜组沿着光轴移动,并且在第一透镜组和第二透镜组之间的距离、在第二透镜组和第三透镜组之间的距离以及在第三透镜组和第四透镜组之间的距离改变。

[0890] 步骤S32:置放成使得第三透镜组满足以下条件表达式(3-1):

$$[0891] \quad 0.50 < m3/fw < 0.80 \quad (3-1)$$

[0892] 其中m3表示在从广角端状态到远摄端状态改变倍率时第三透镜组的移动量,并且fw表示在广角端状态中变焦镜头的焦距。

[0893] 因此,用于制造根据本申请第三实施例的变焦镜头的方法能够制造其全长是短的并且具有高的光学性能的一种小型变焦镜头。

[0894] 在用于制造根据本申请第四实施例的变焦镜头的方法中,如在图48中所示,该变焦镜头包括,按照从物侧的次序:具有负光焦度的第一透镜组;具有正光焦度的第二透镜组;具有负光焦度的第三透镜组;和具有正光焦度的第四透镜组。该方法包括以下步骤S41到S45:

[0895] 步骤S41:将第二透镜组置放成包括,按照从物侧的次序,具有正光焦度的第一部分组、具有负光焦度的第二部分组、孔径光阑和第三部分组,并且按照从物侧的次序在镜筒中置放第一到第四透镜组。

[0896] 步骤S42:通过例如在镜筒处设置一种已知的移动机构构造成使得第四透镜组的位置固定并且第一到第三透镜组能够沿着光轴移动。

[0897] 步骤S43:通过例如在镜筒处设置一种已知的移动机构置放成使得第三透镜组的至少一个部分能够沿着光轴移动。

[0898] 步骤S44:通过例如在镜筒处设置一种已知的移动机构置放成使得第二透镜组中的第一部分组或者第二部分组能够作为可移动组移动以具有沿着垂直于光轴的方向的分量。

[0899] 步骤S45:置放成使得可移动组满足以下条件表达式(4-1):

[0900]  $0.15 < |f_w/f_{vr}| < 0.50$  (4-1)

[0901] 其中 $f_w$ 表示在广角端状态中变焦镜头的焦距,并且 $f_{vr}$ 表示可移动组的焦距。

[0902] 因此,用于制造根据本申请第四实施例的变焦镜头的方法能够制造一种尺寸小并且具有极好的光学性能的变焦镜头。



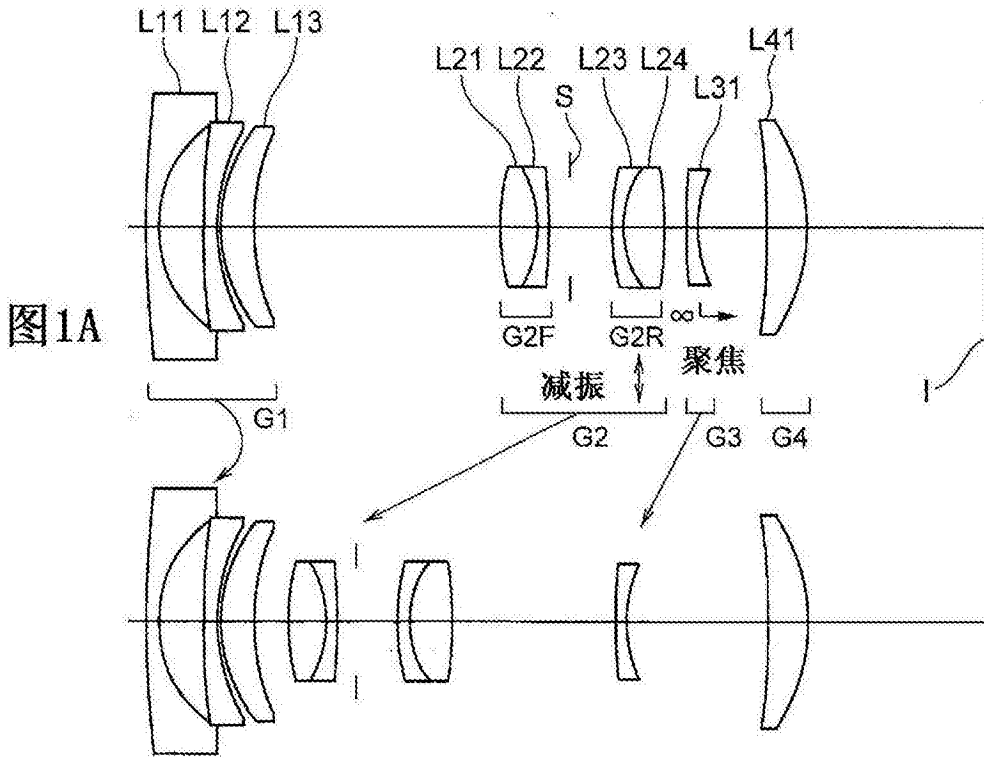


图1A

图1B

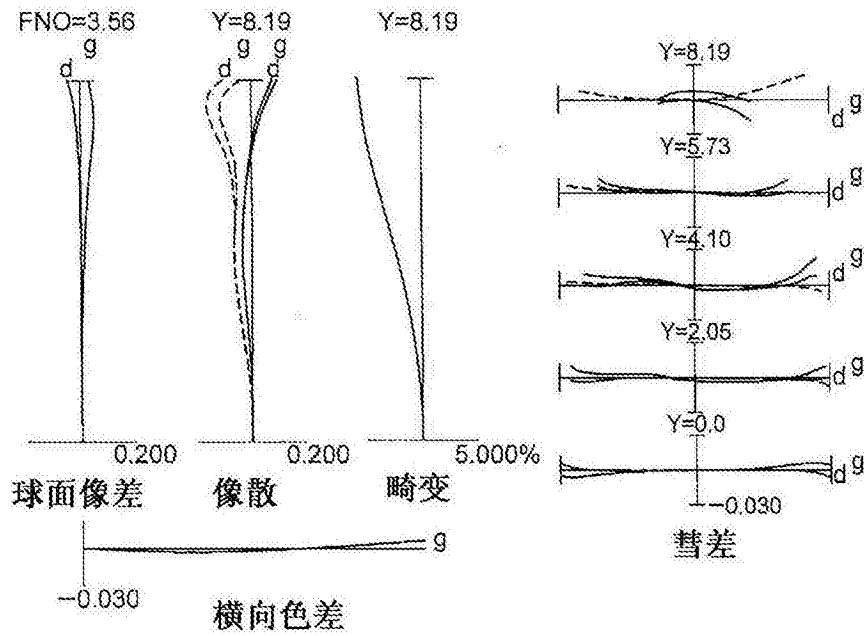


图2A

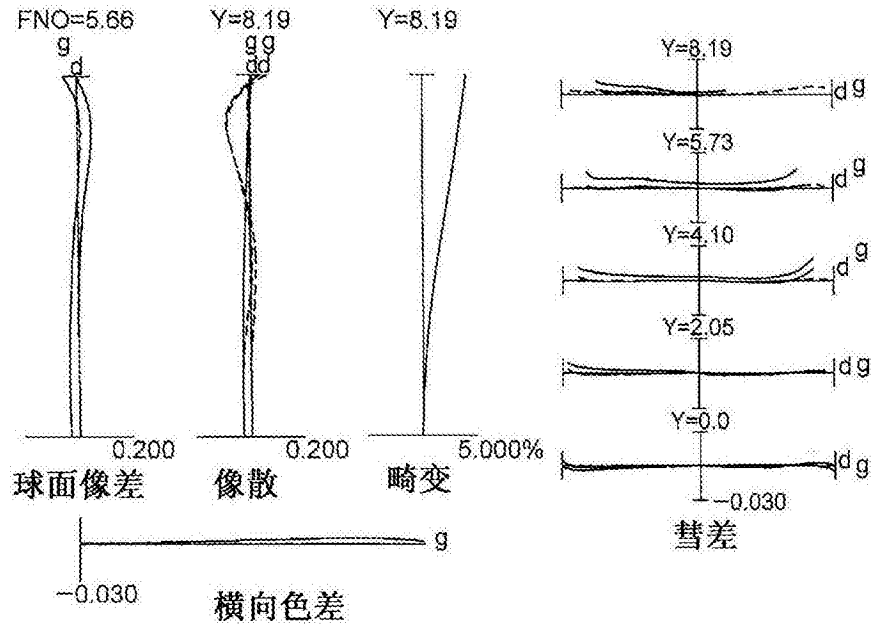


图2B

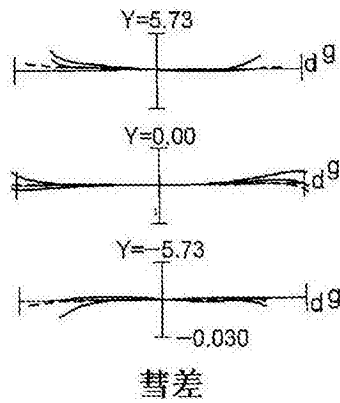


图3A

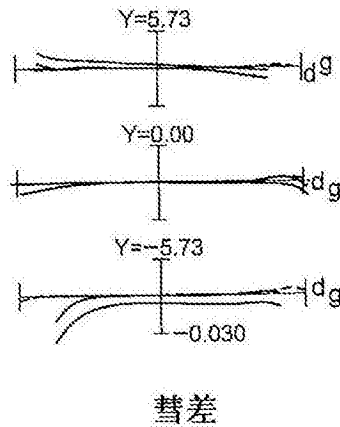


图3B

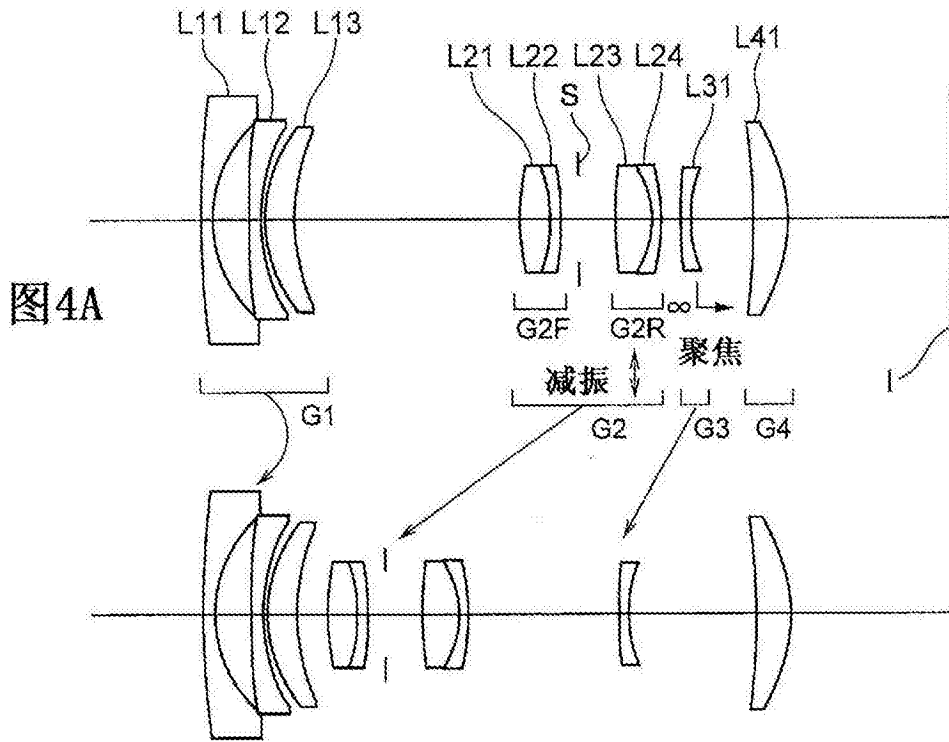


图4B

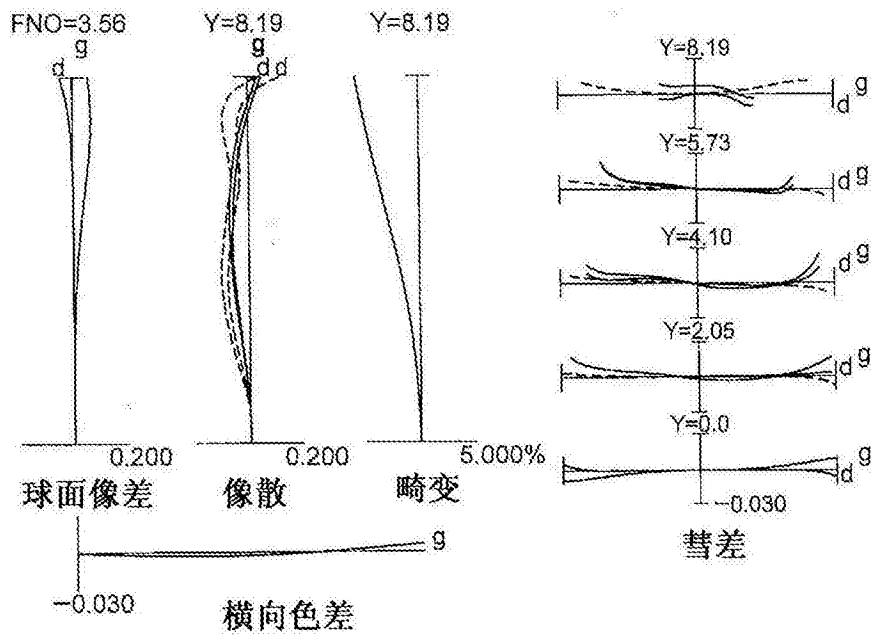


图5A

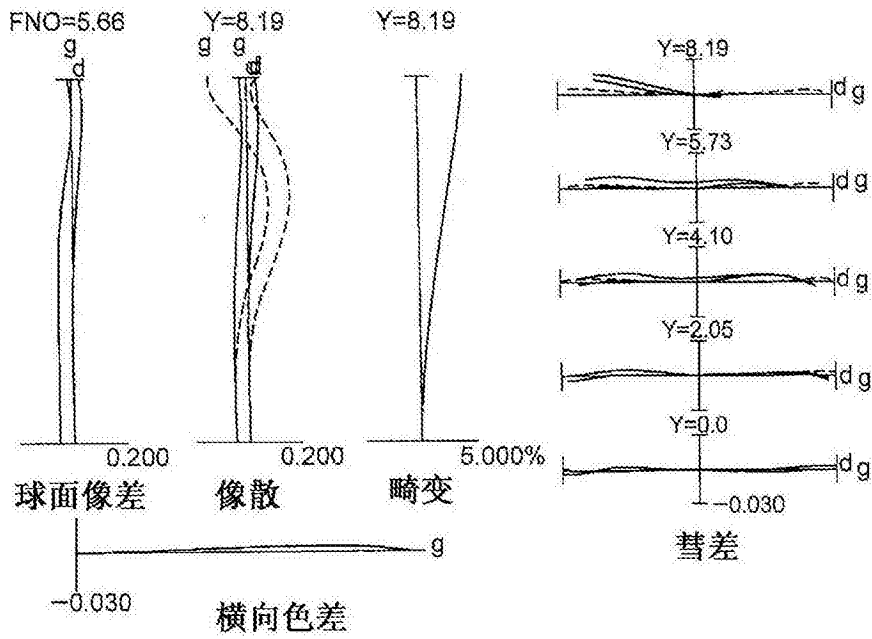


图5B

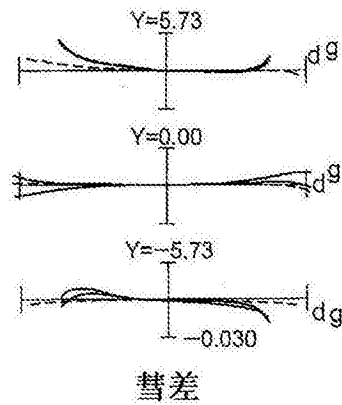


图6A

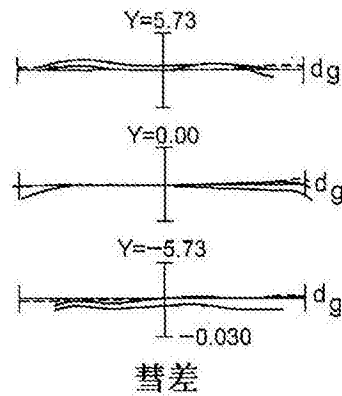


图6B

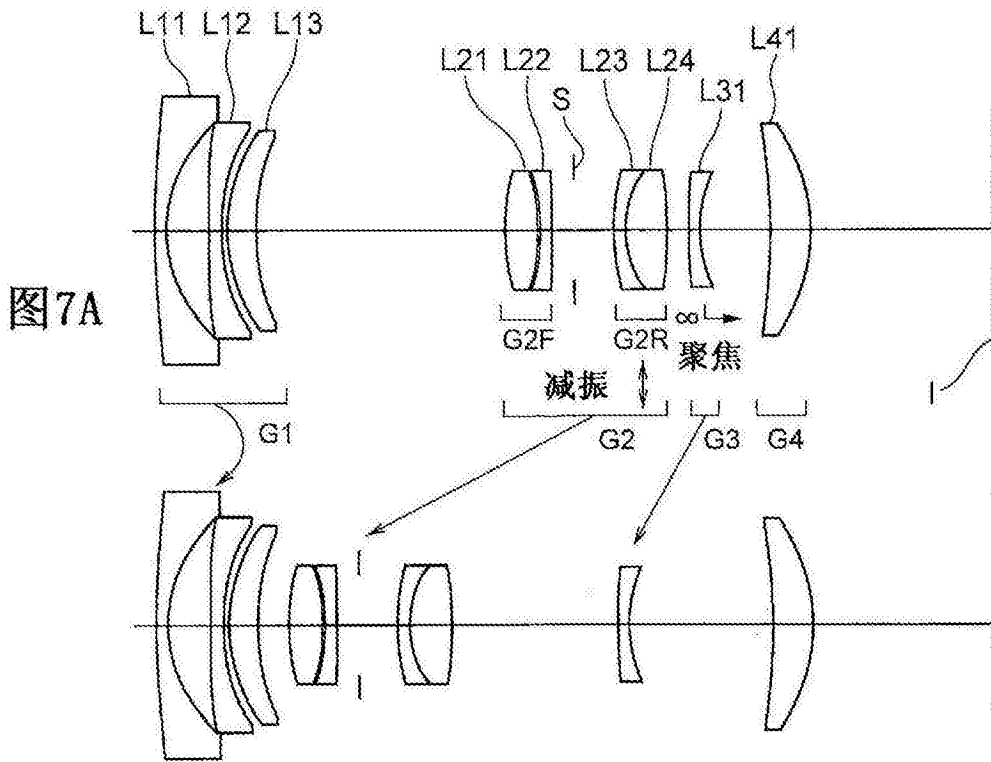


图7A

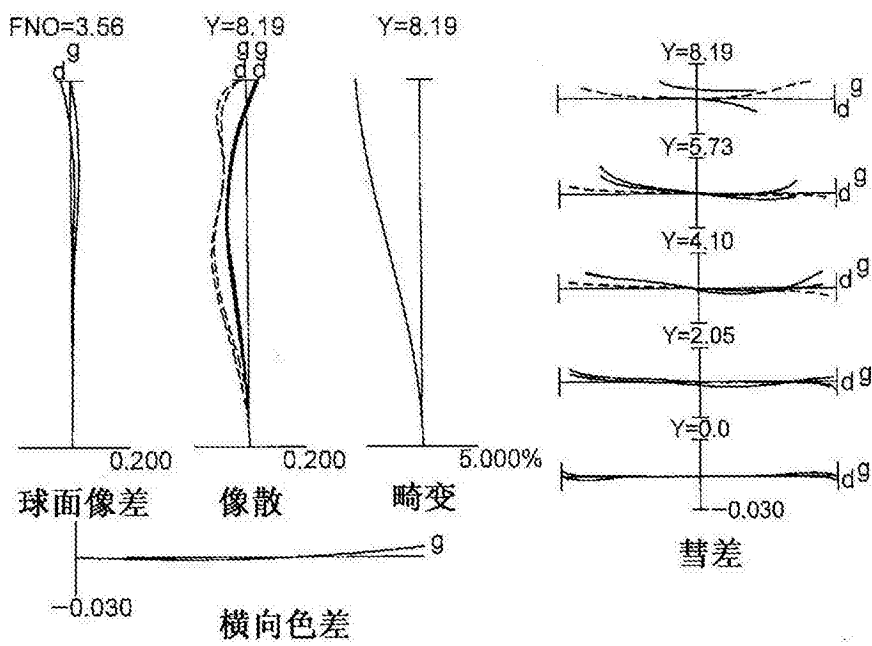


图8A

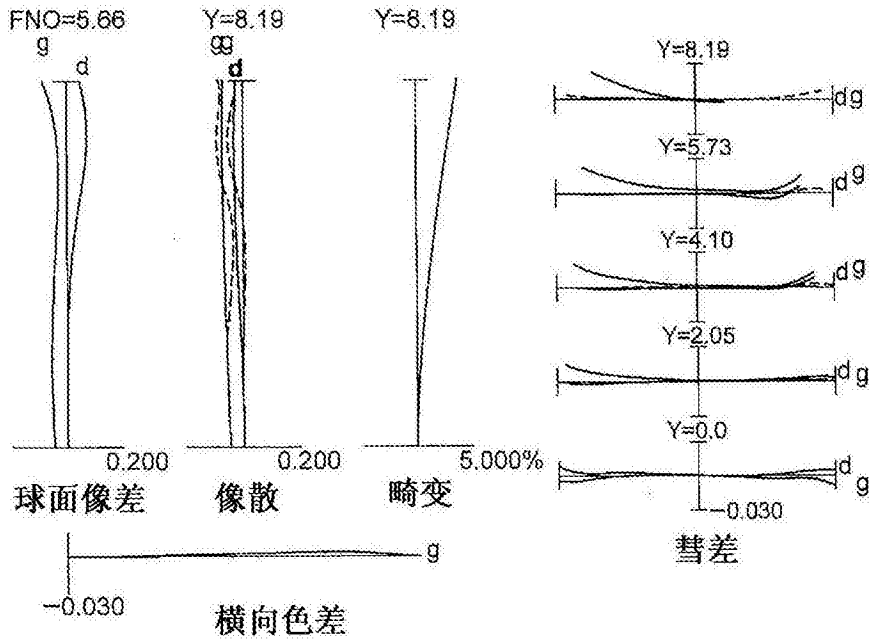


图8B

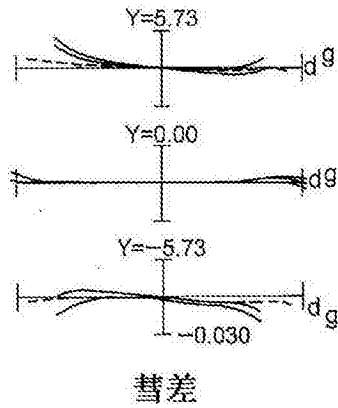


图9A

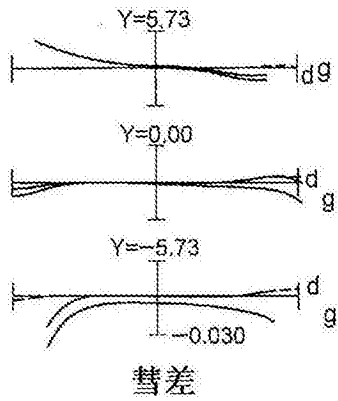


图9B

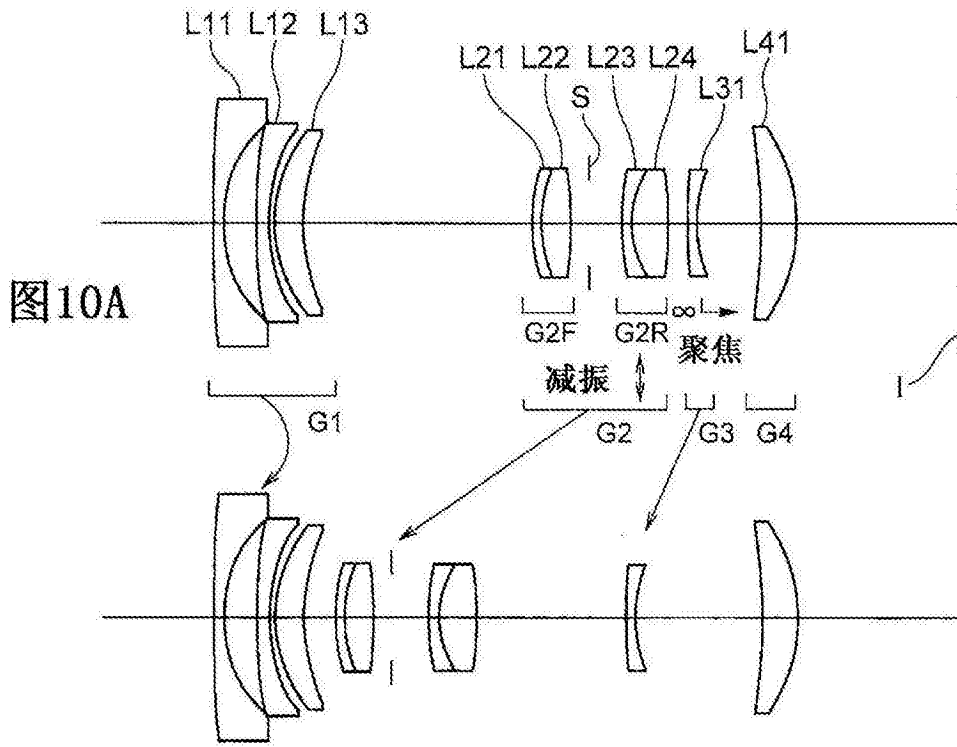


图10A

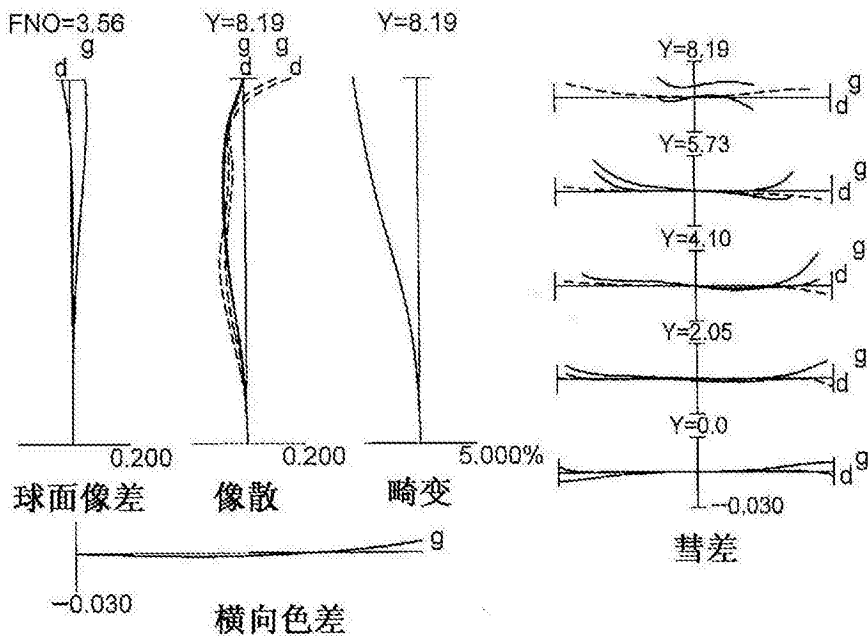


图11A

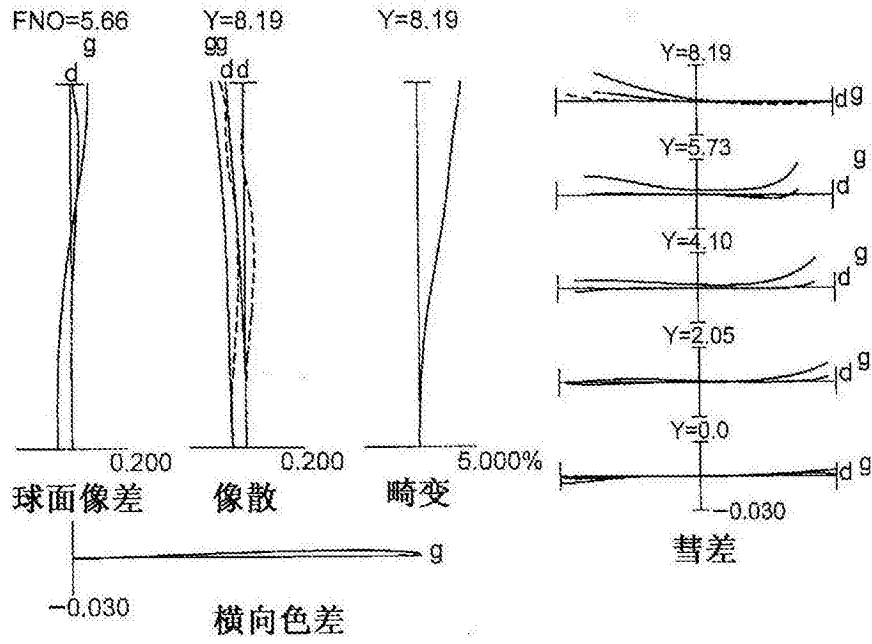


图11B

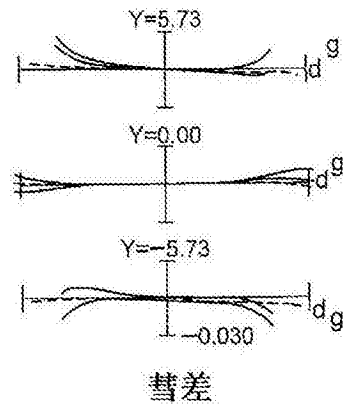


图12A

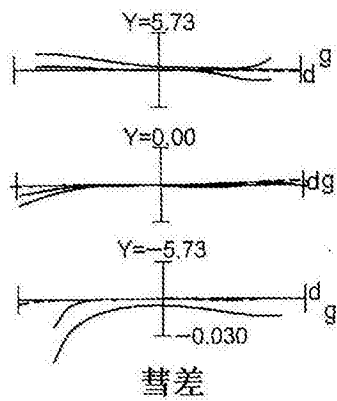


图12B



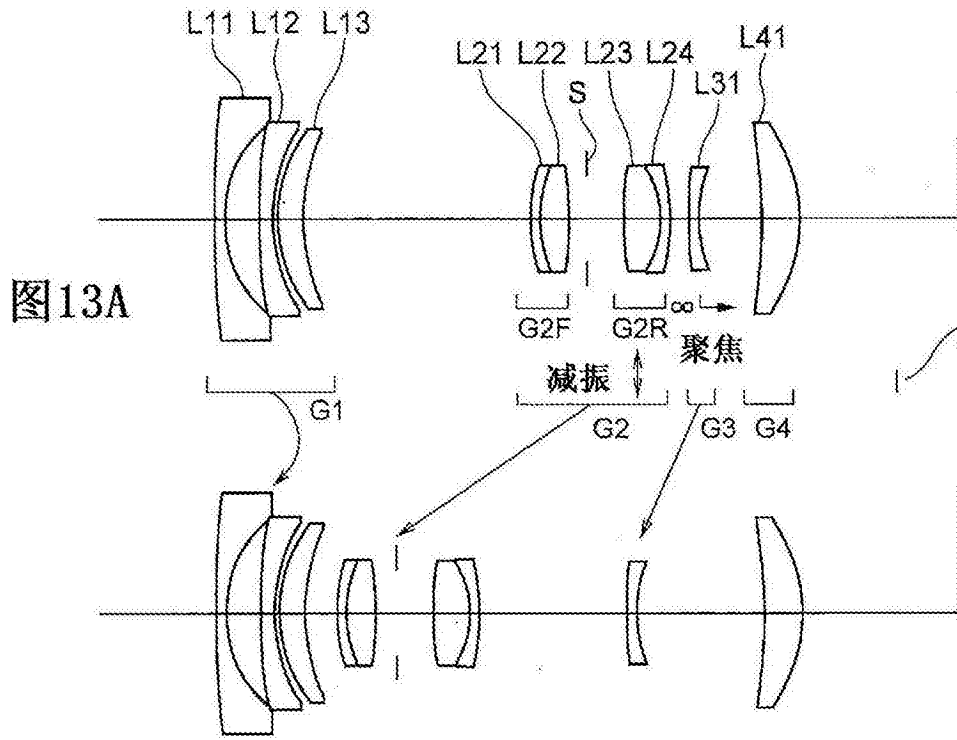


图13A

图13B

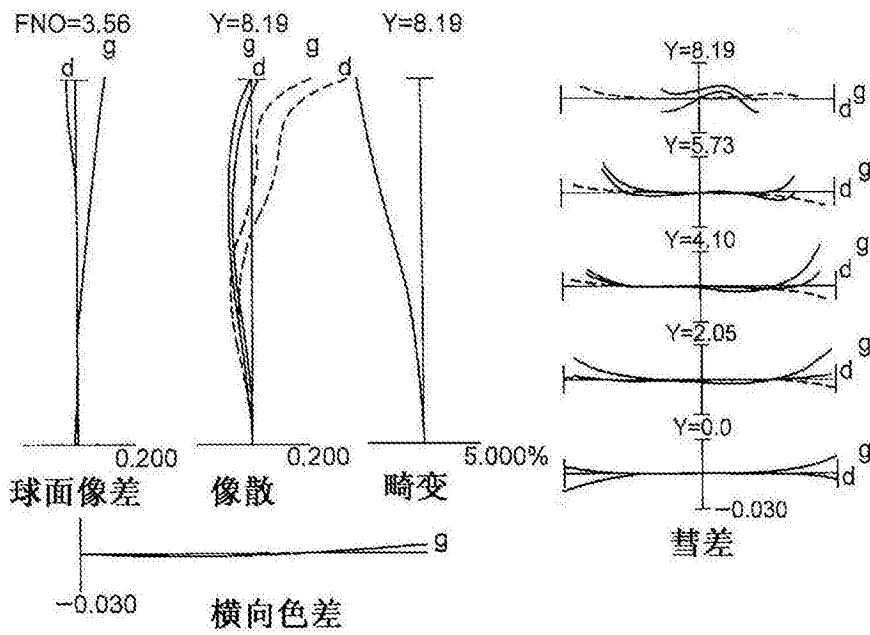


图14A

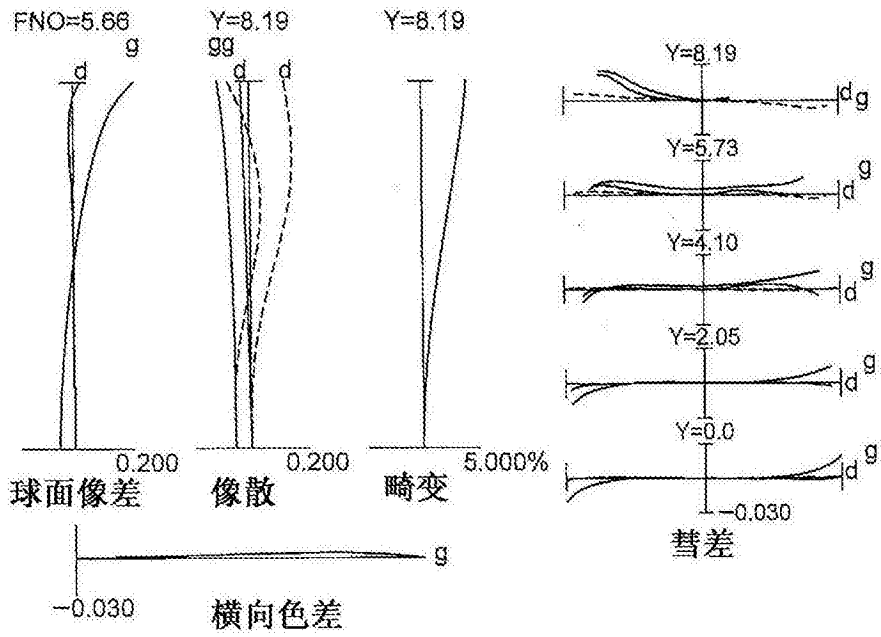


图14B

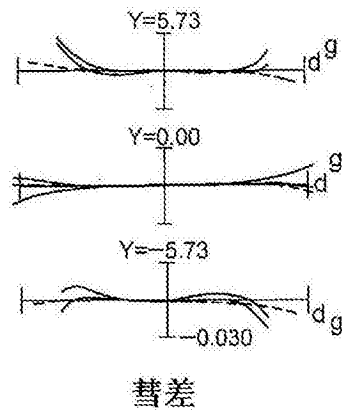


图15A

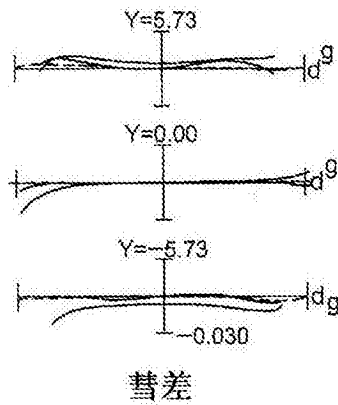


图15B

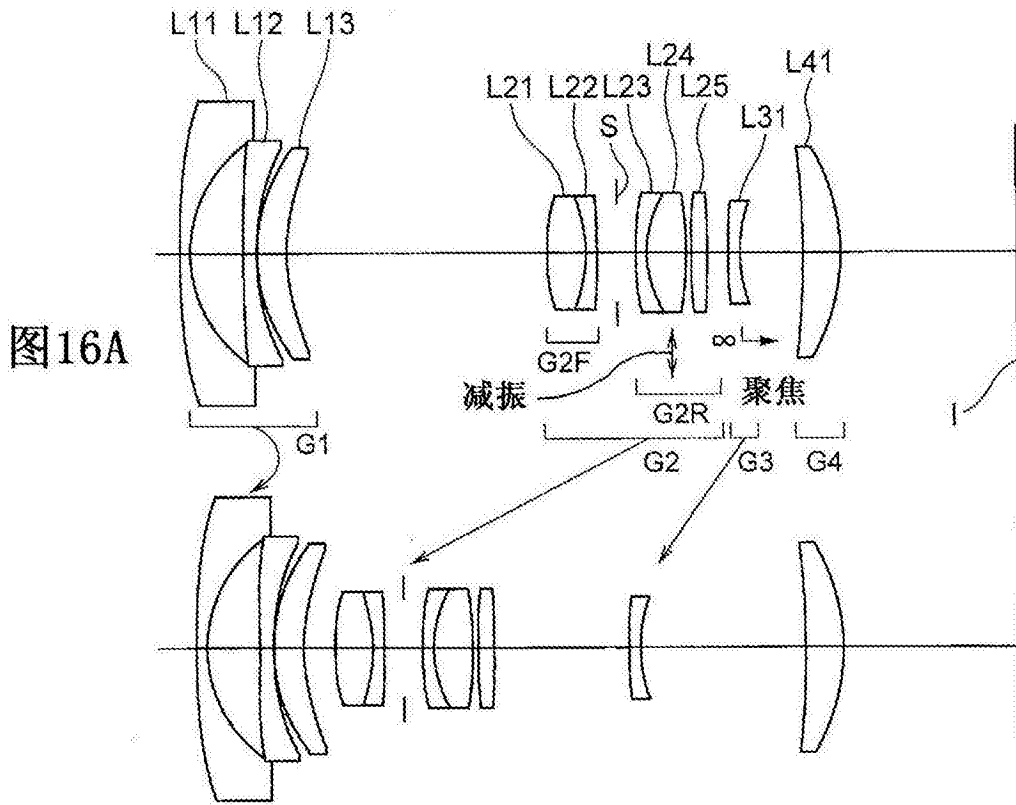


图16A

图16B

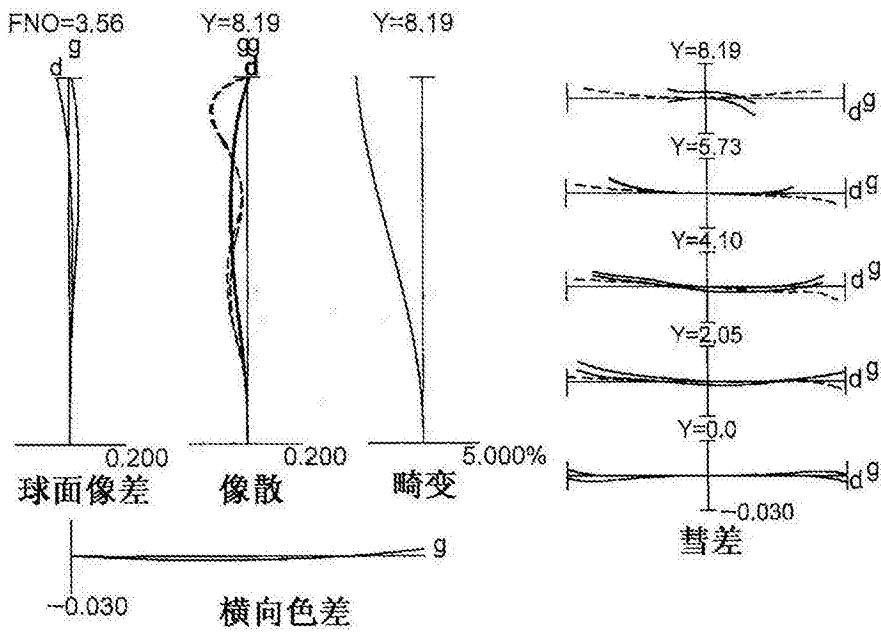


图17A

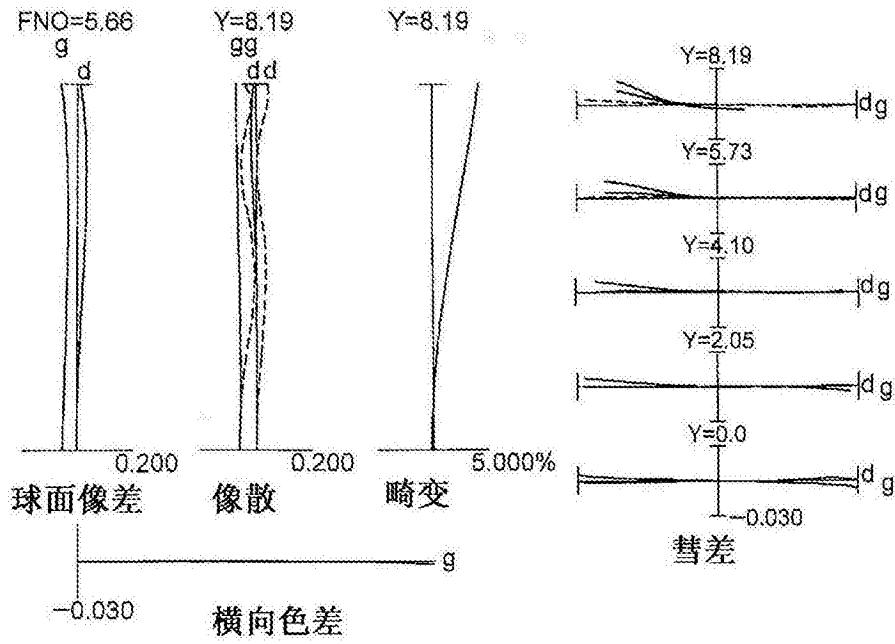


图17B

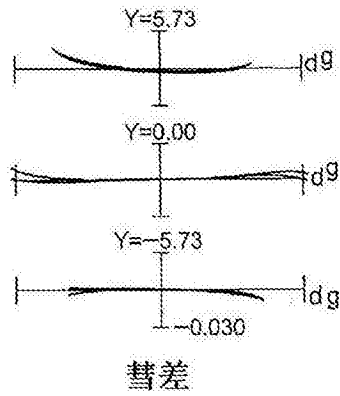


图18A

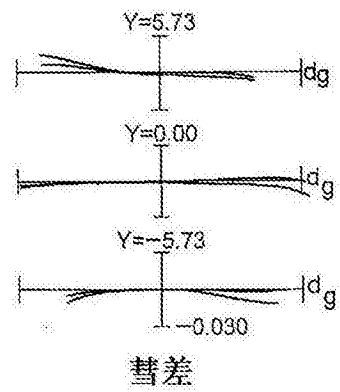


图18B

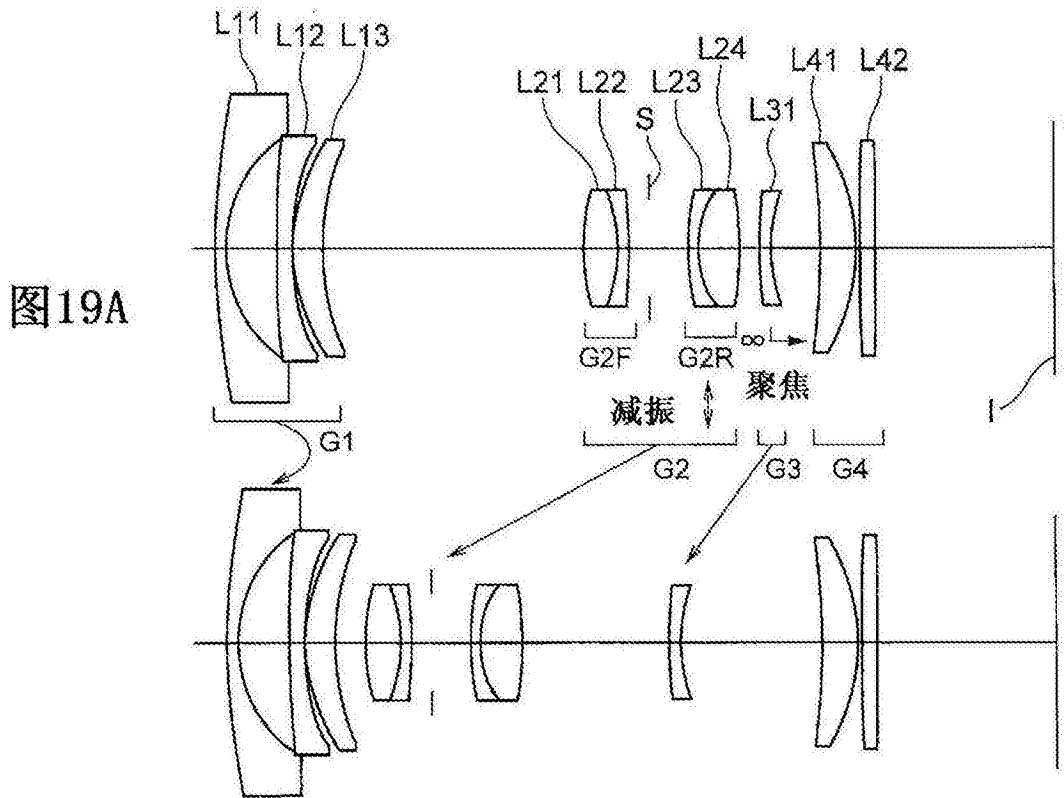


图19A

图19B

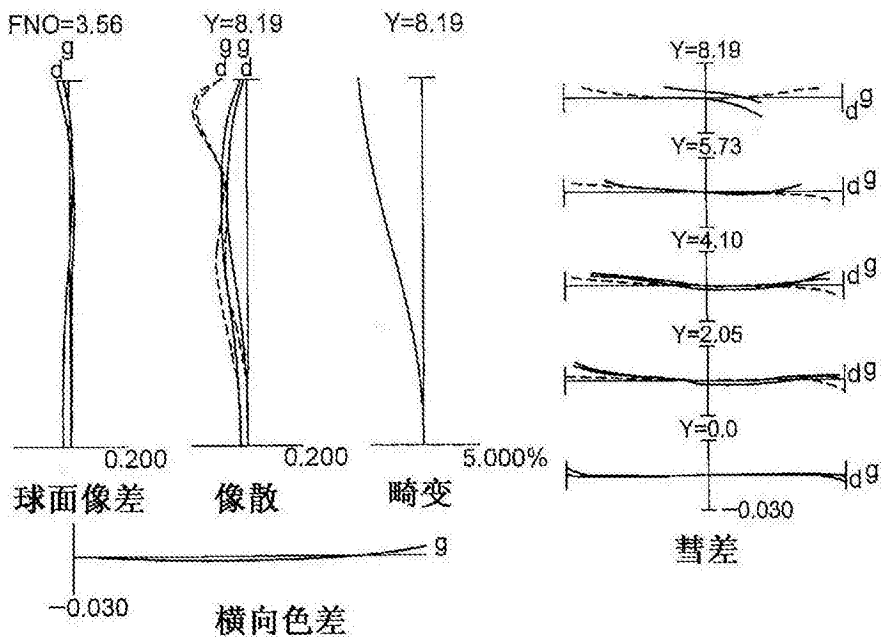


图20A

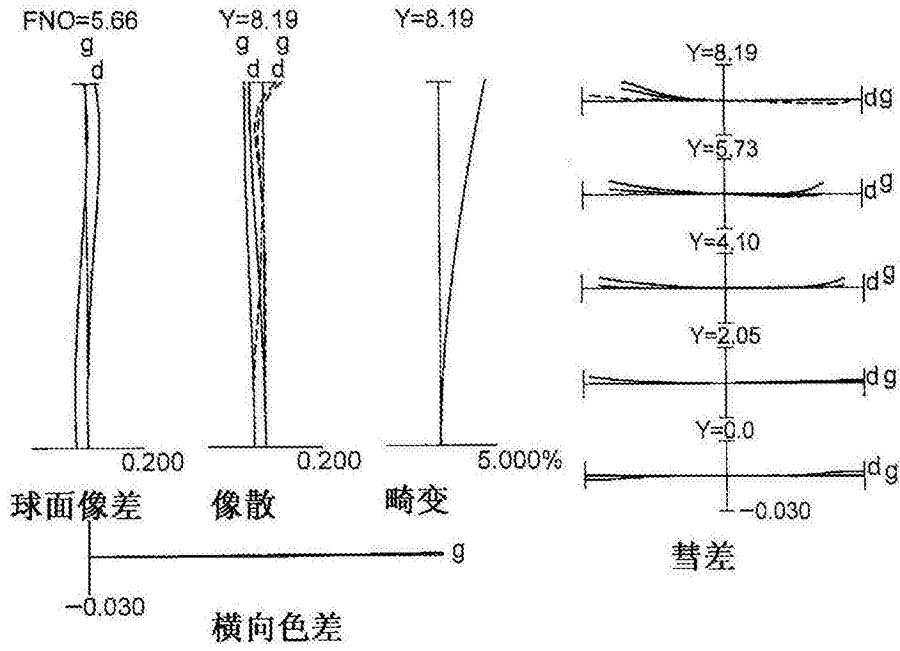


图20B

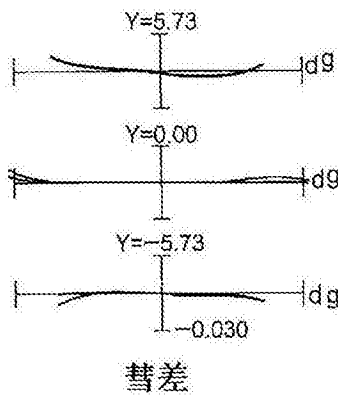


图21A

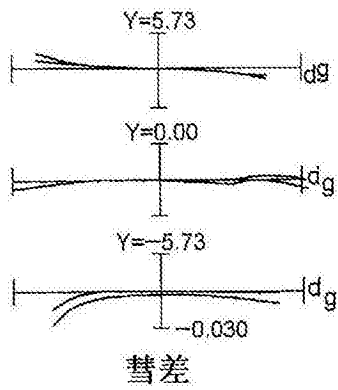


图21B

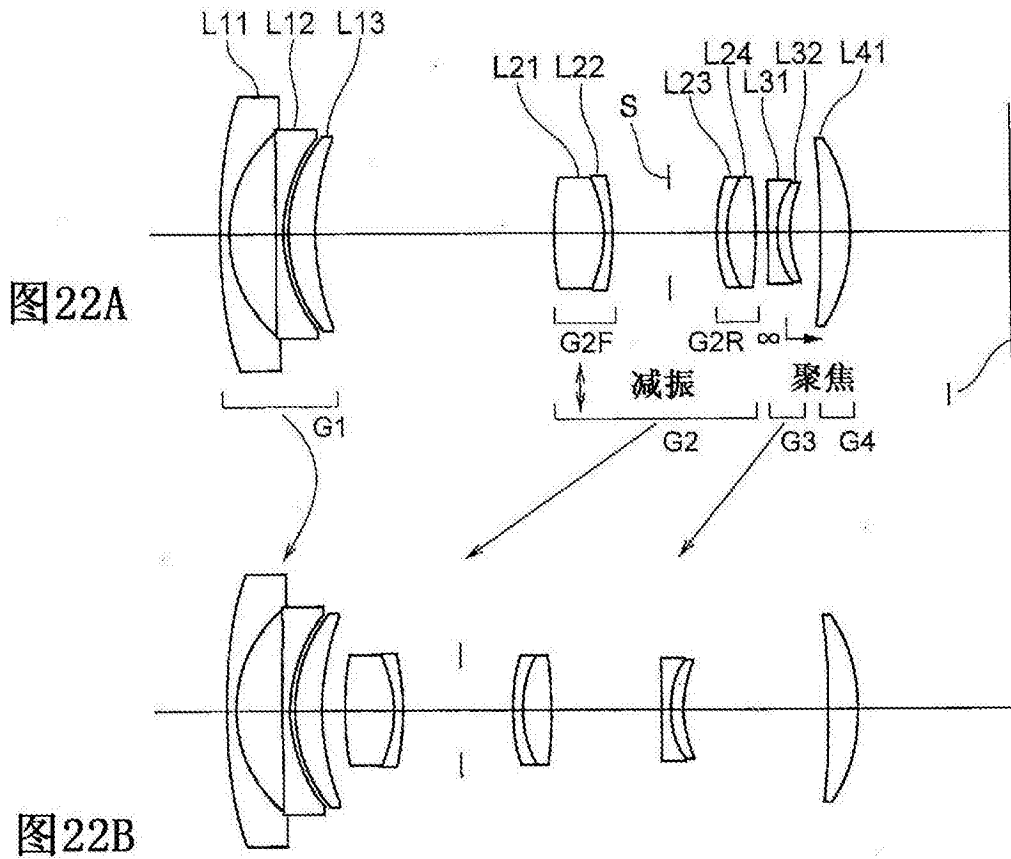


图22A

图22B

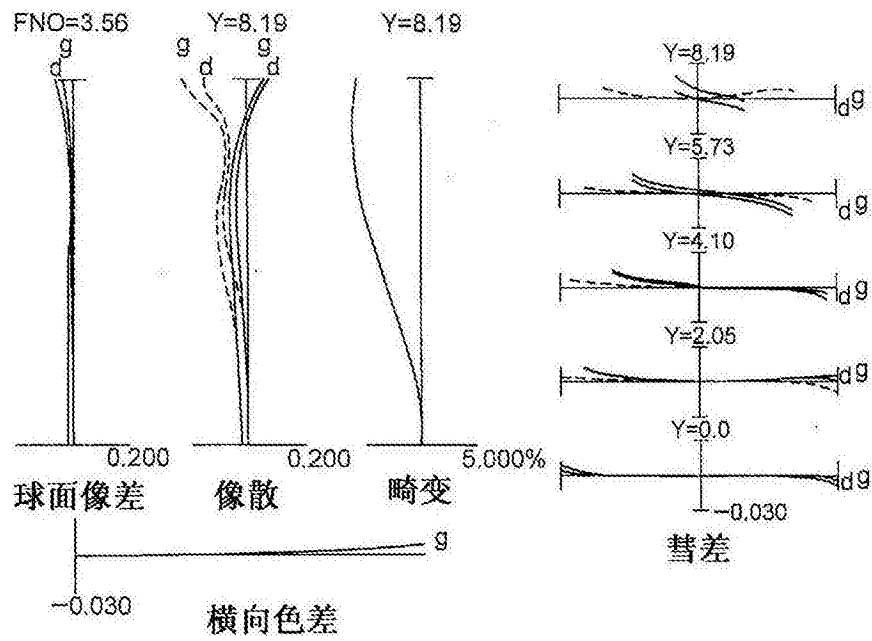


图23A

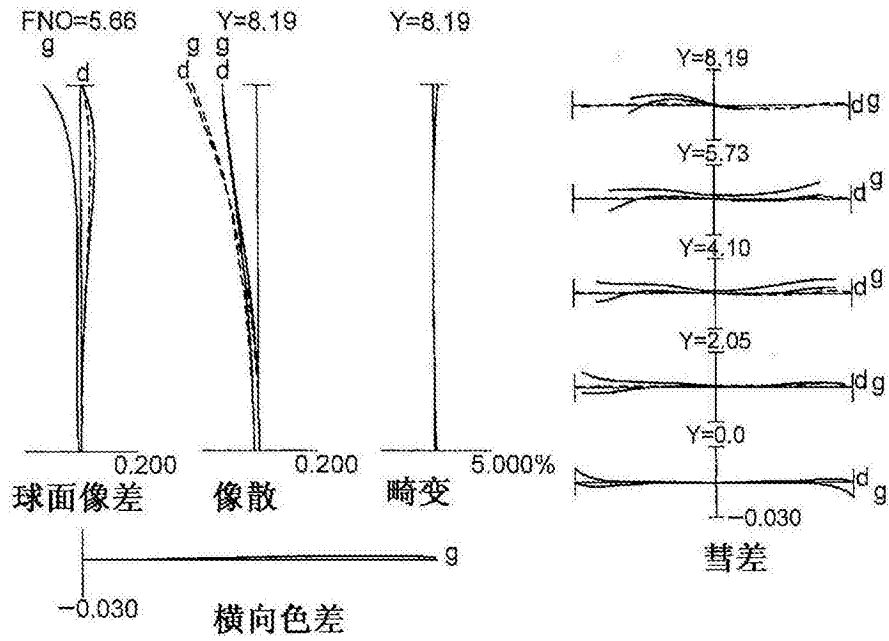


图23B

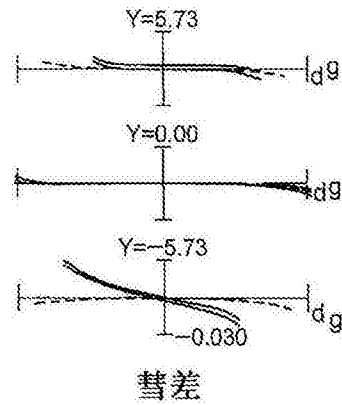


图24A

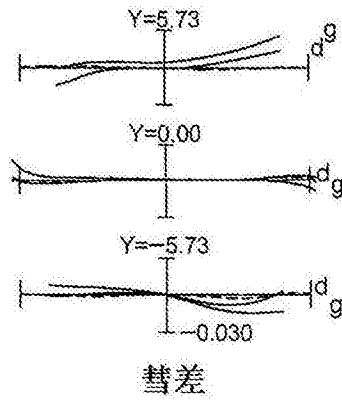


图24B



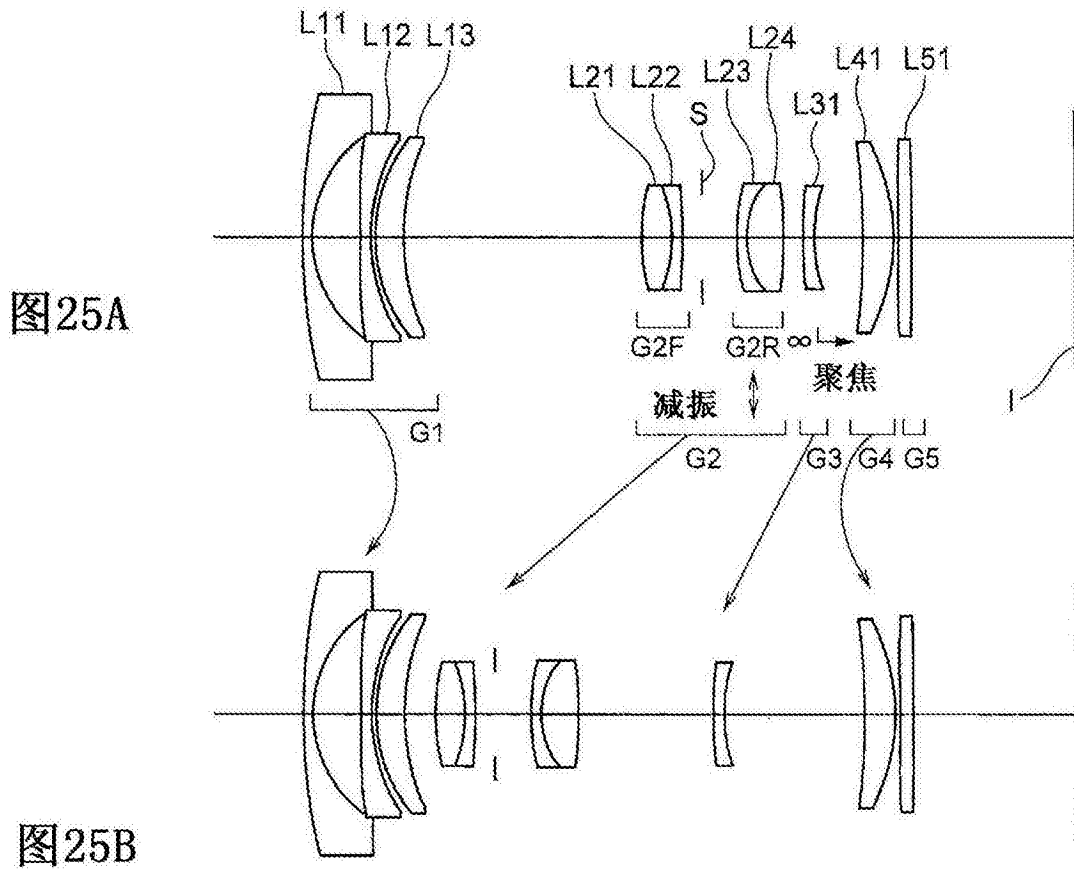


图25A

图25B

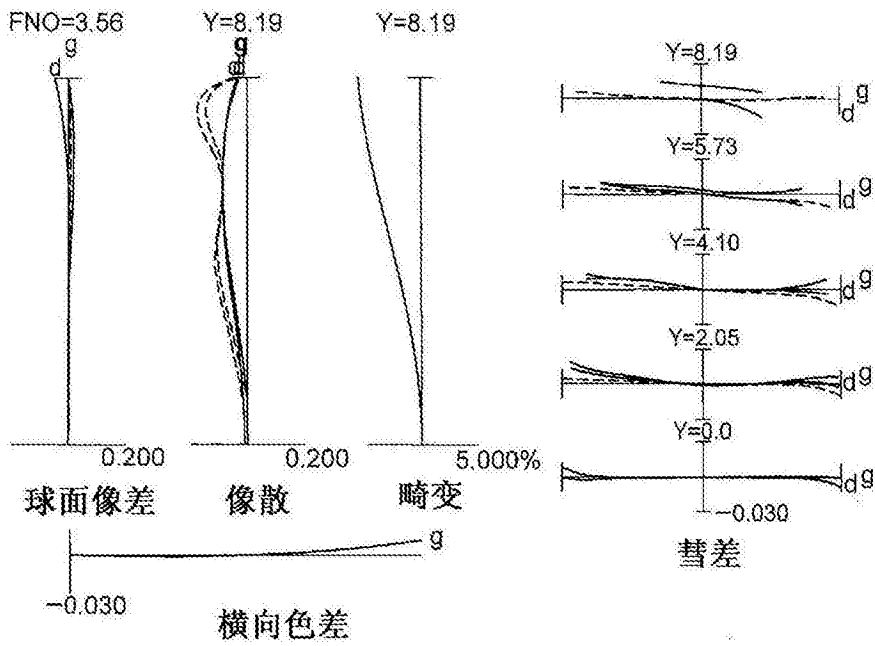


图26A

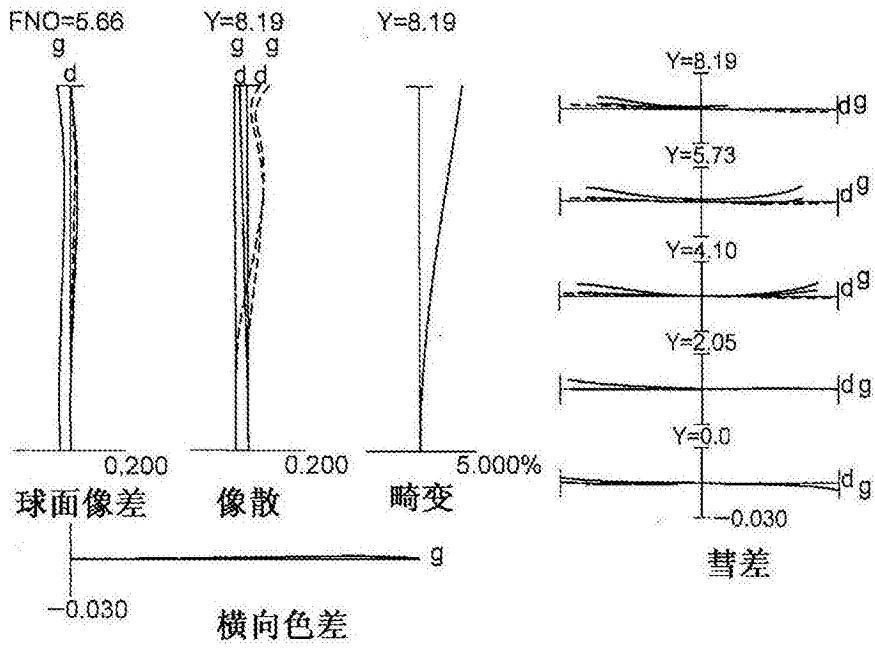


图26B

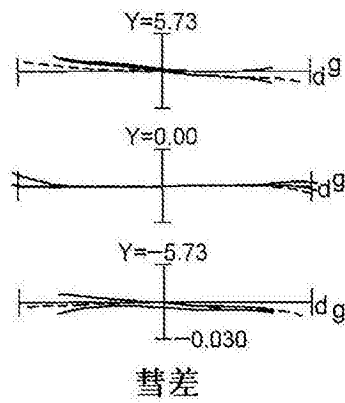


图27A

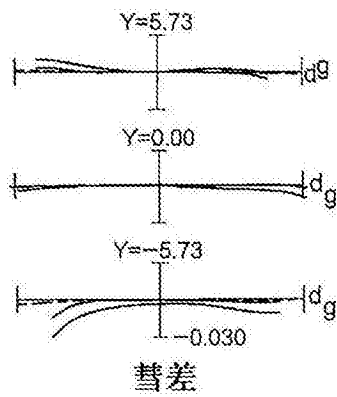


图27B

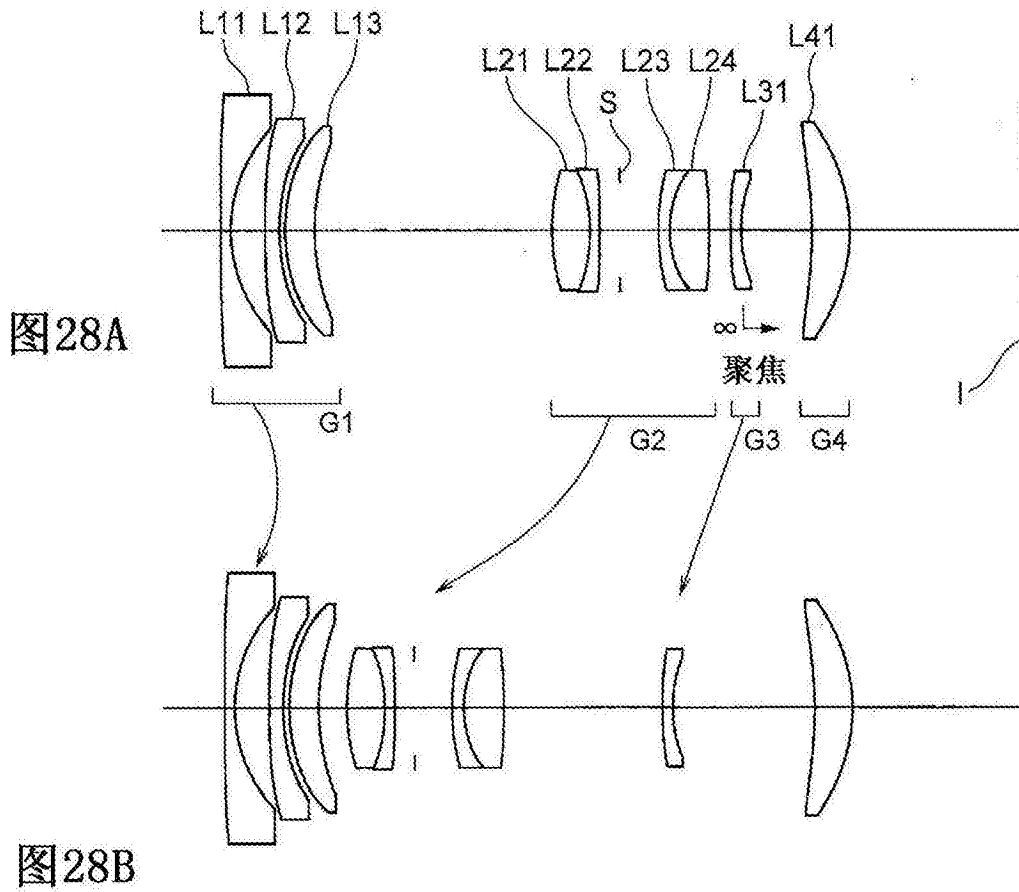


图28A

图28B

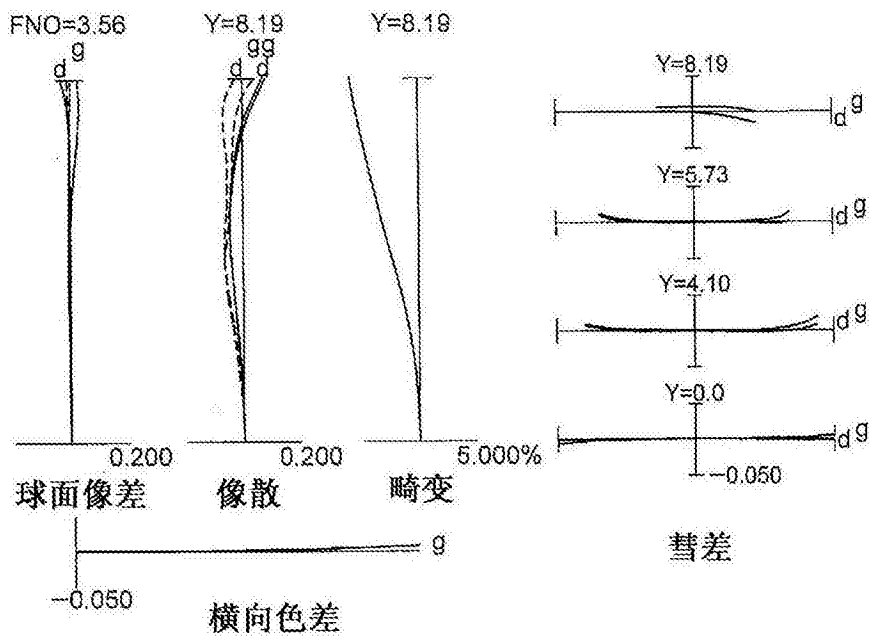


图29A

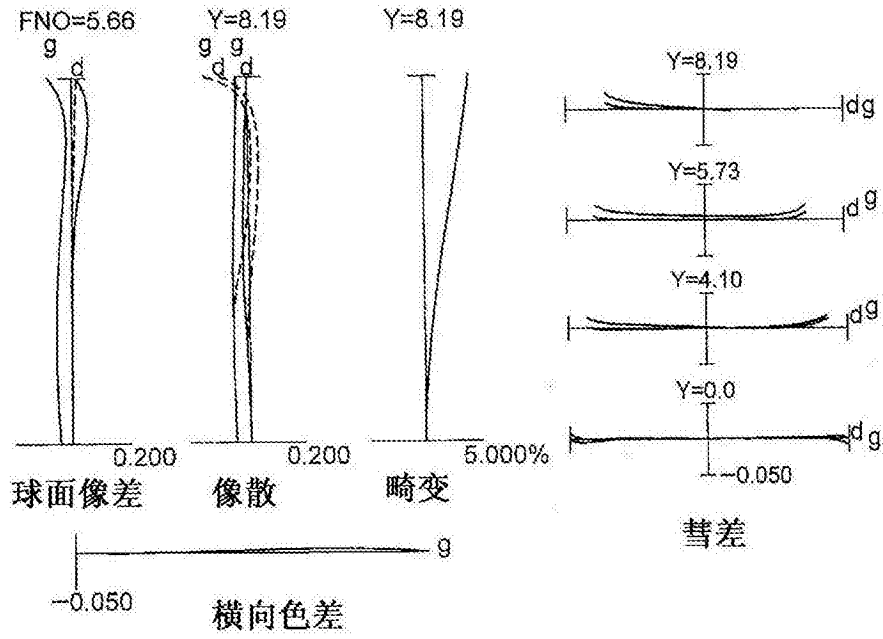


图29B

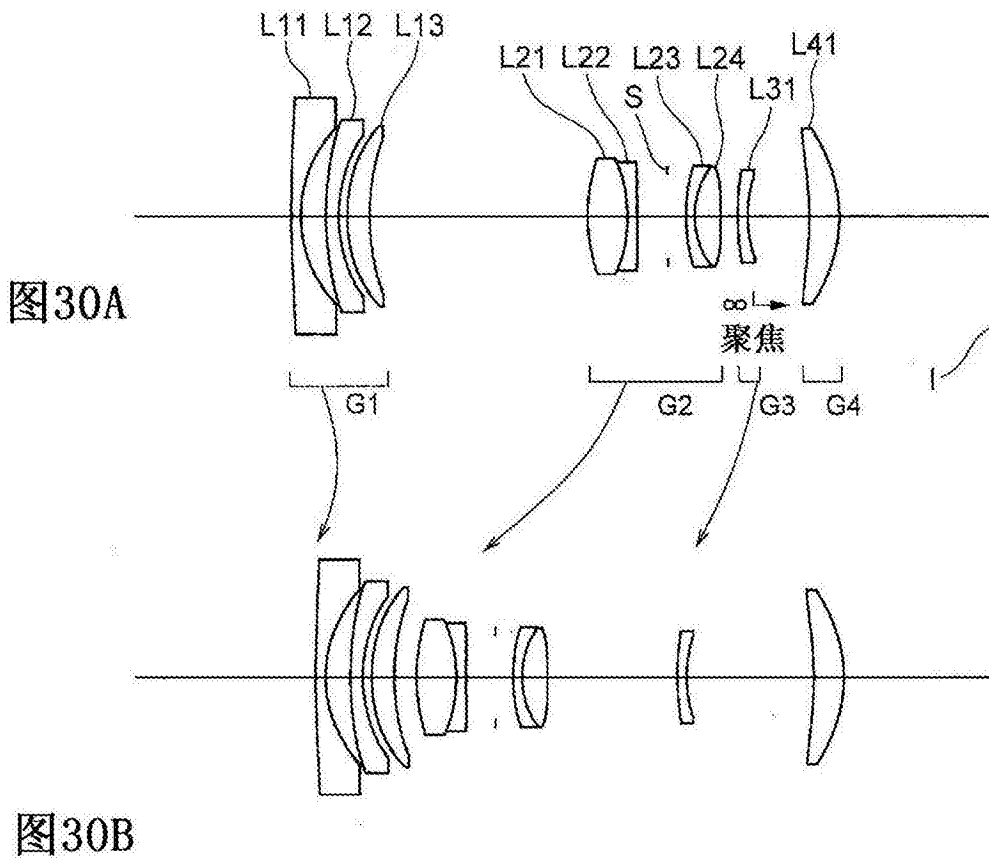


图30A

图30B

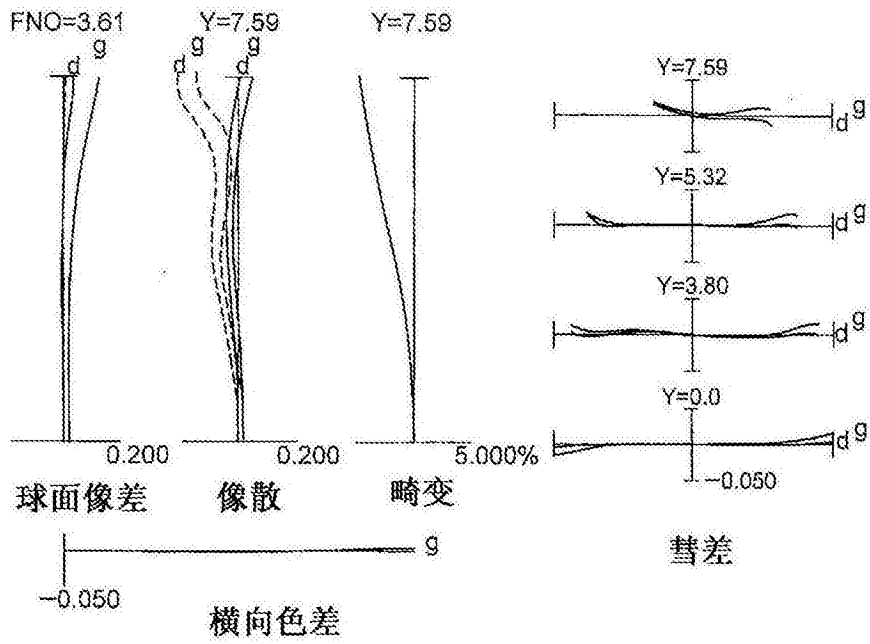


图31A

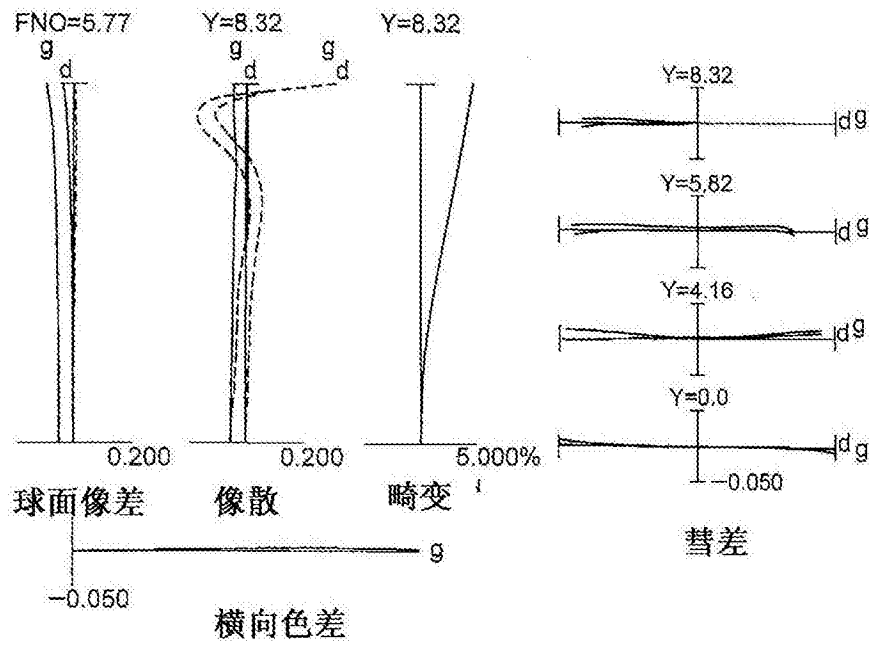


图31B

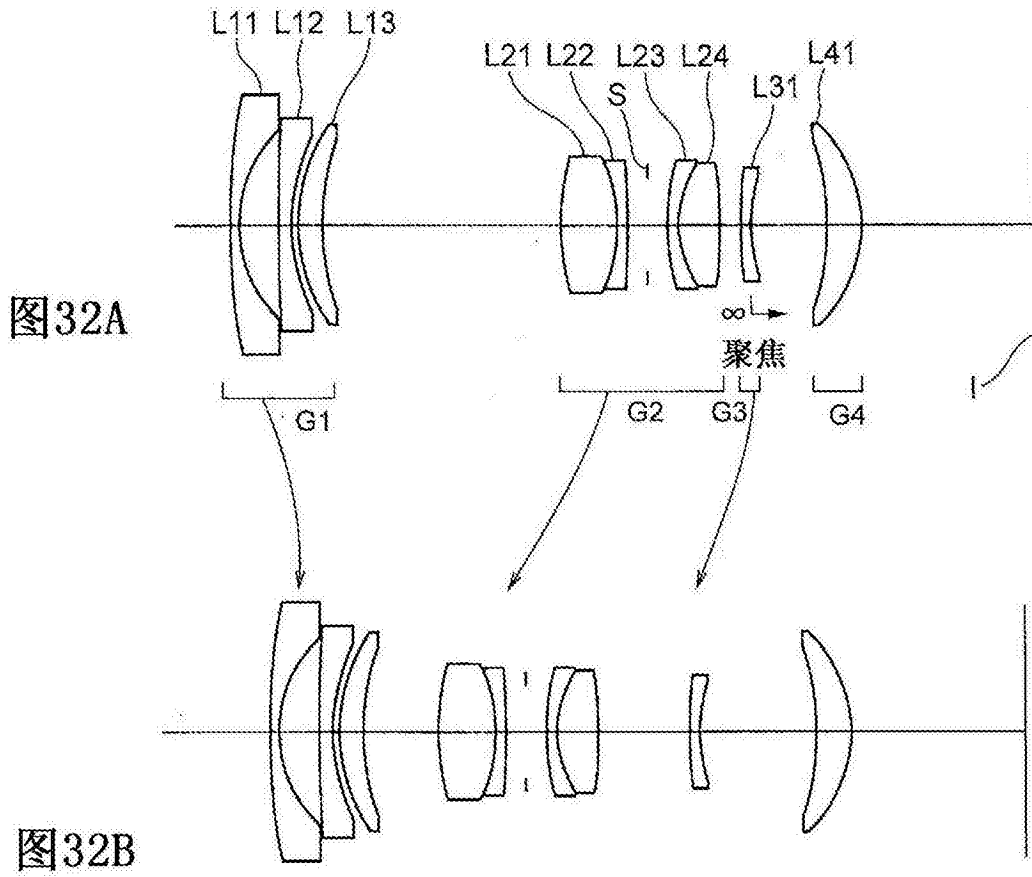


图32A

图32B

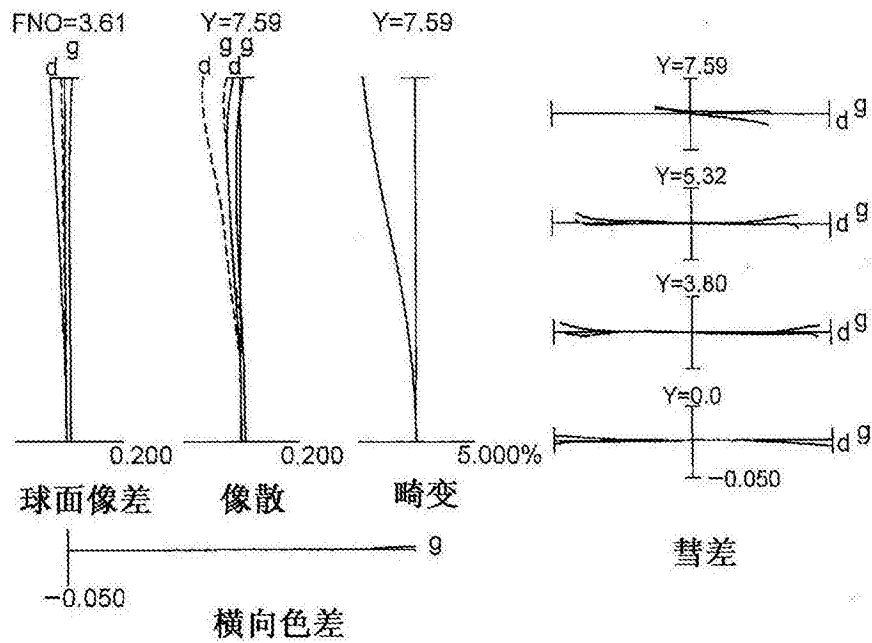


图33A

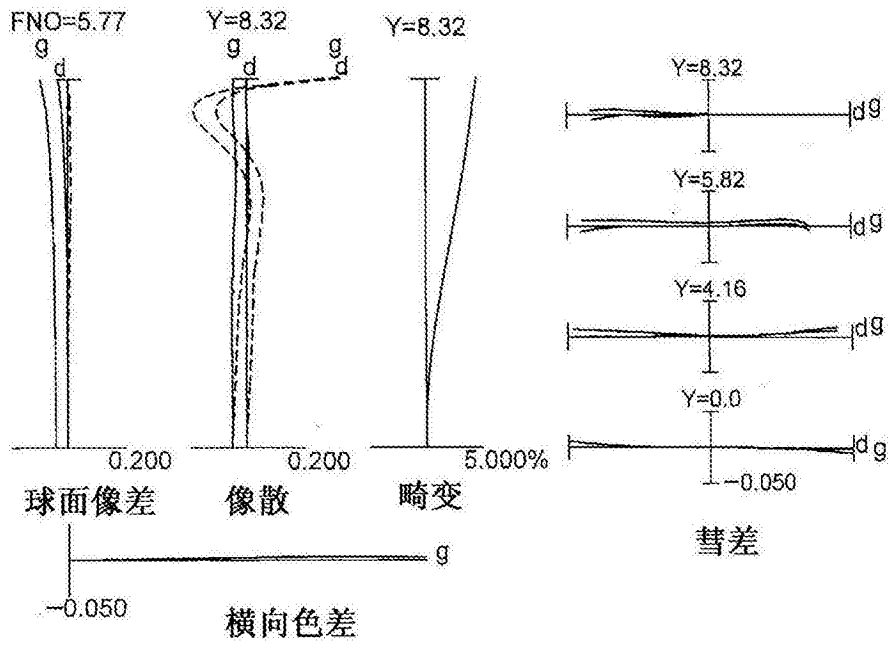


图33B

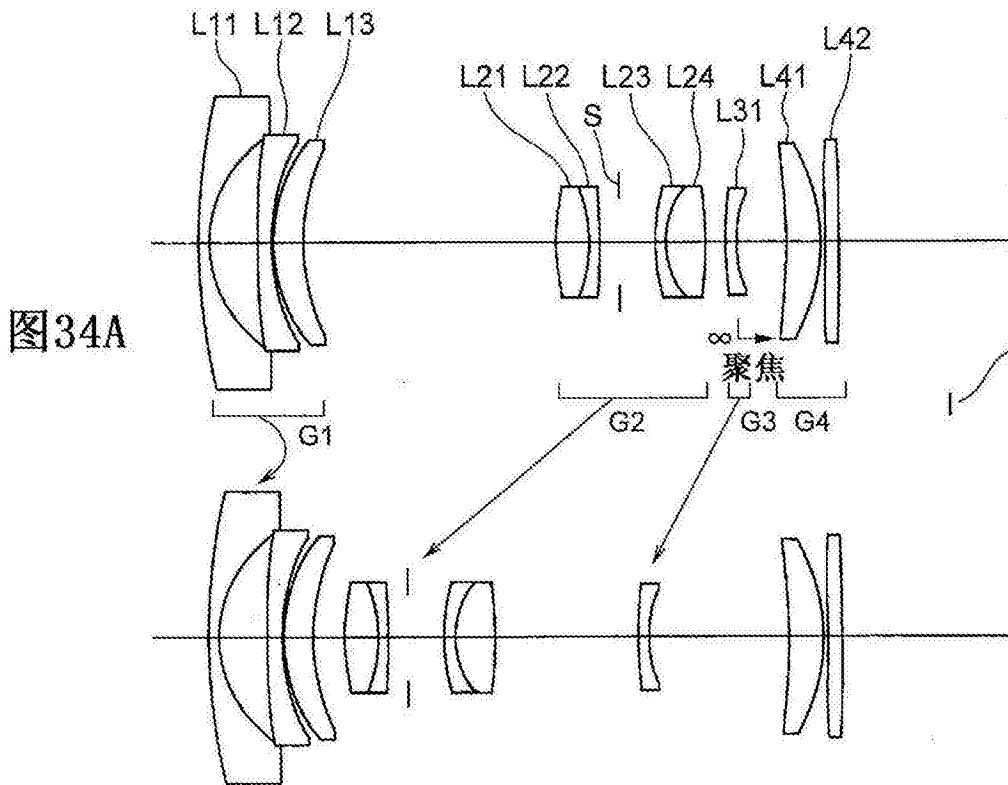


图34A

图34B

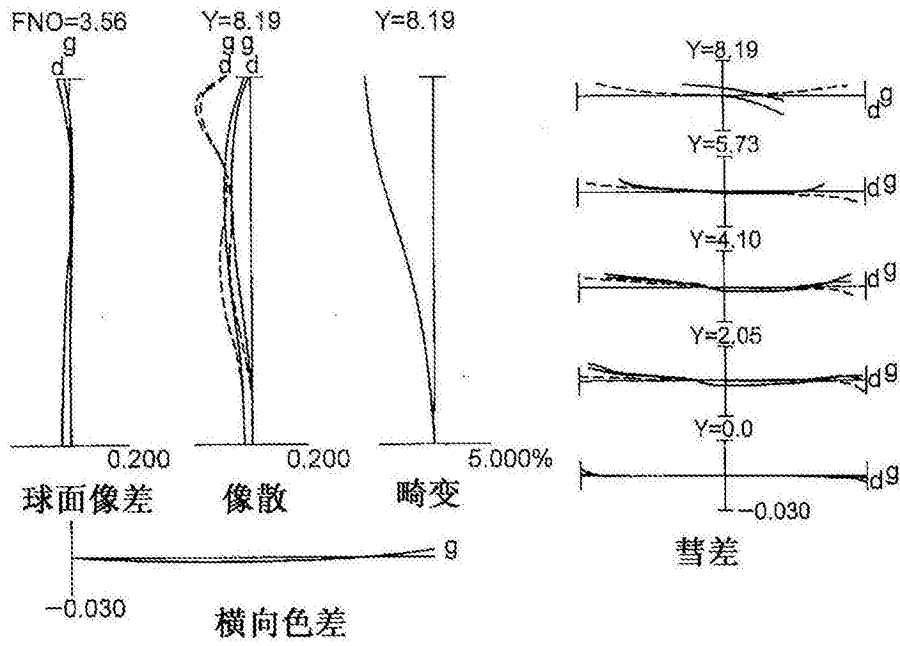


图35A

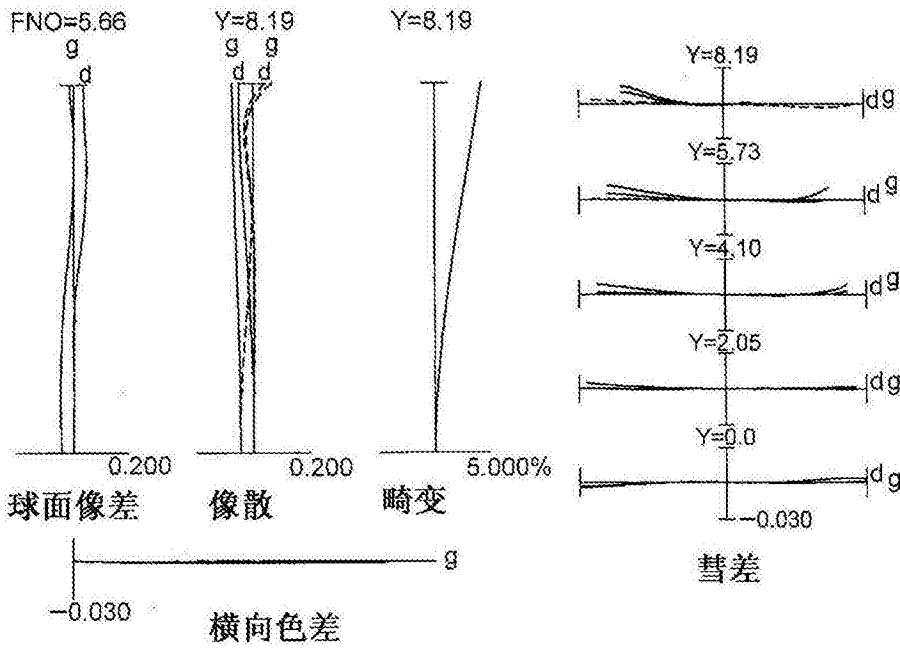


图35B



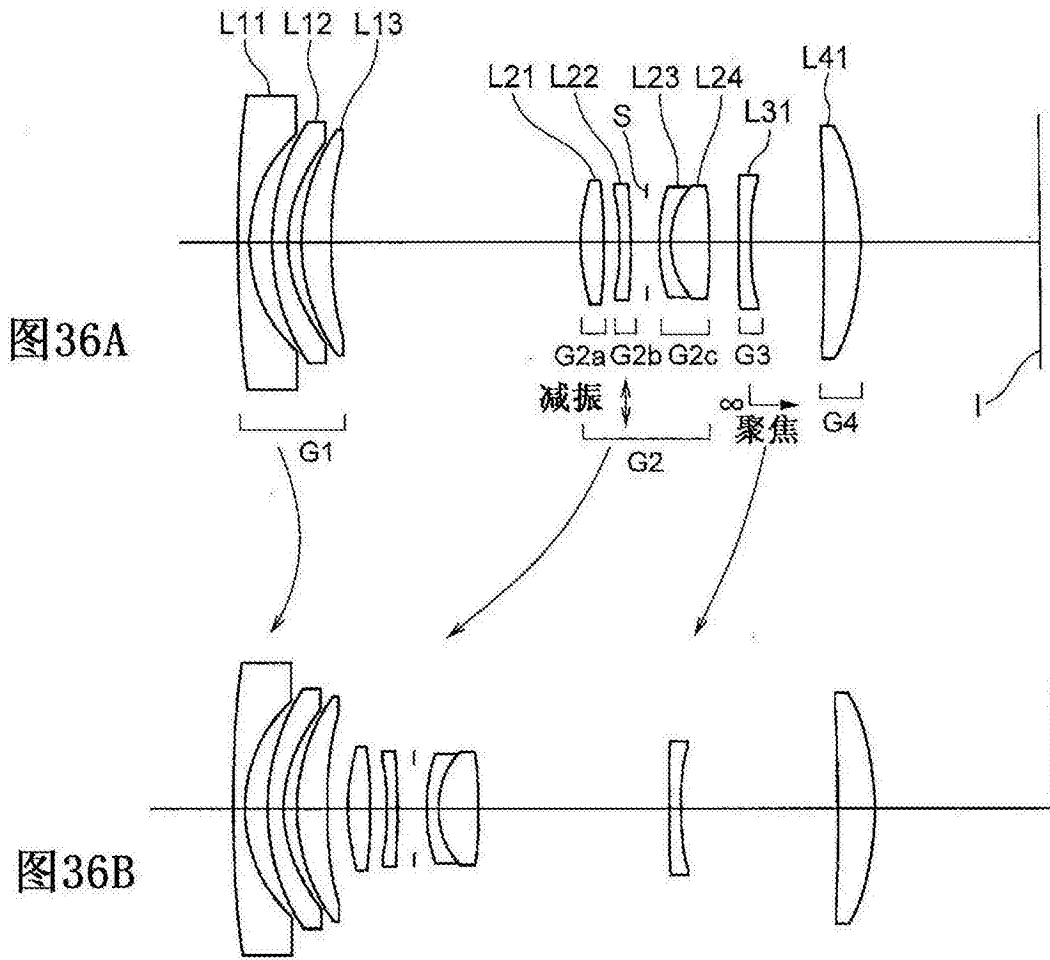


图36A

图36B

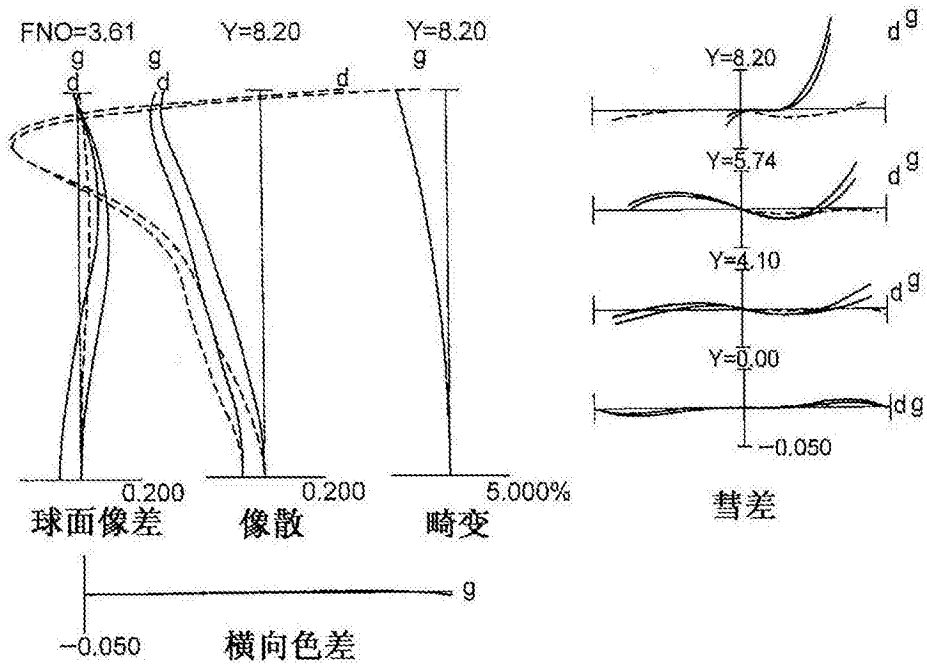


图37A

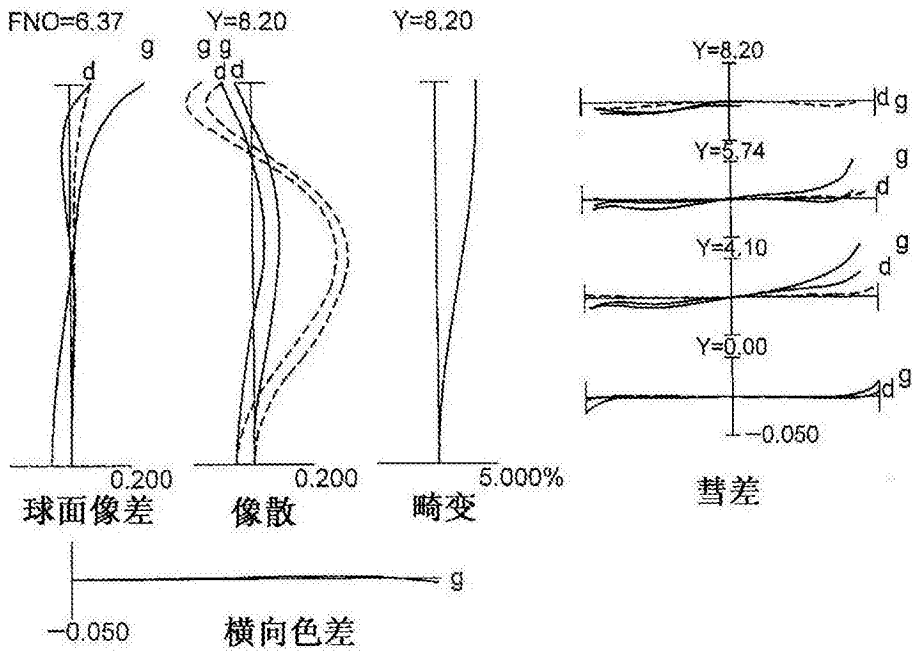


图37B

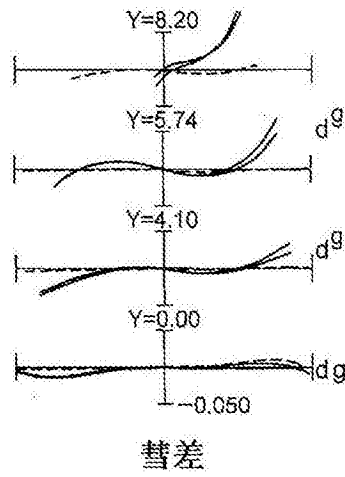


图38A

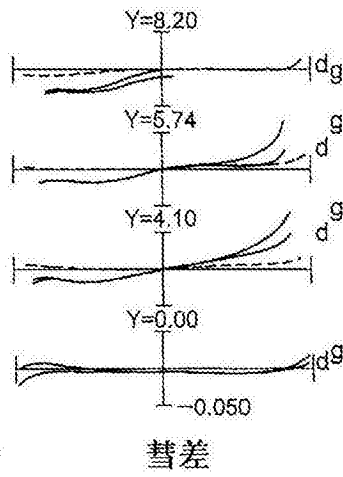


图38B

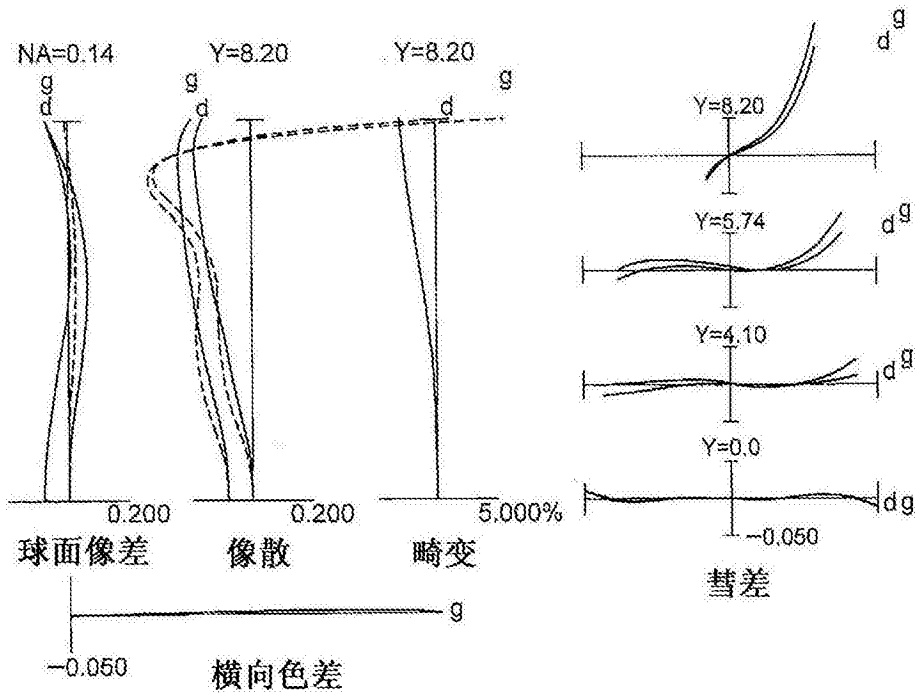


图39A



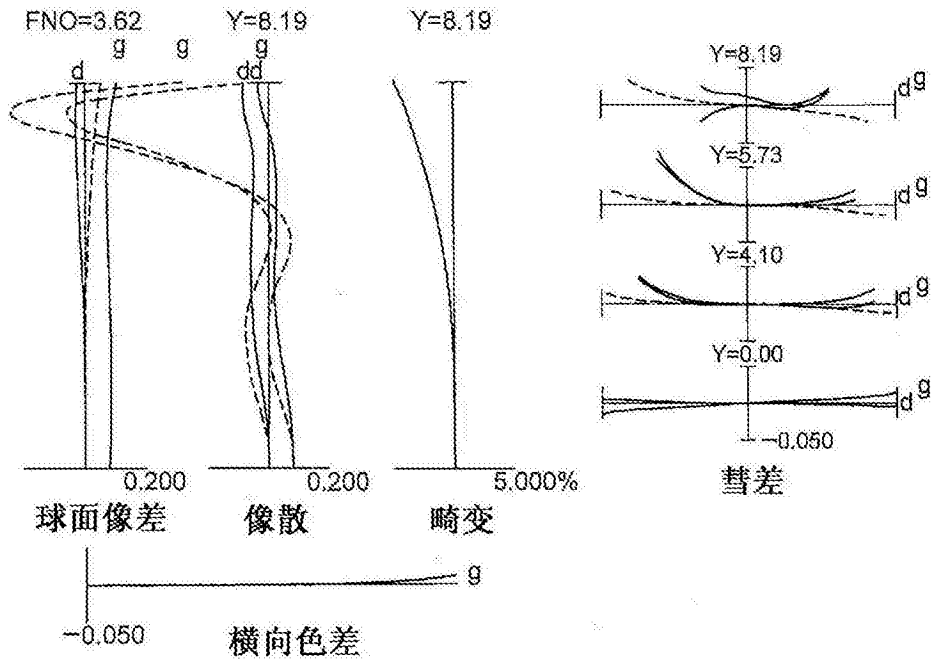


图41A

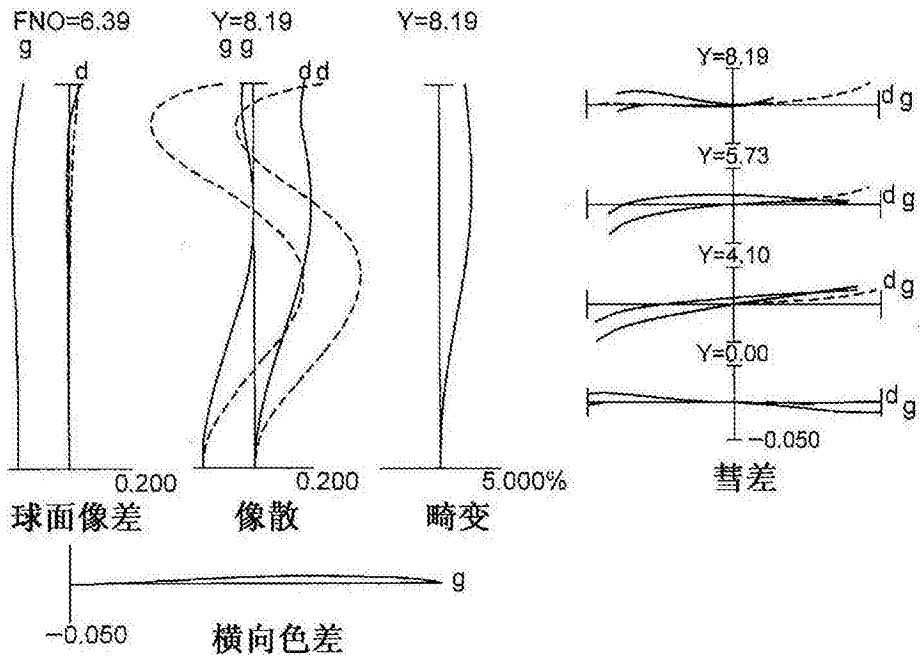


图41B

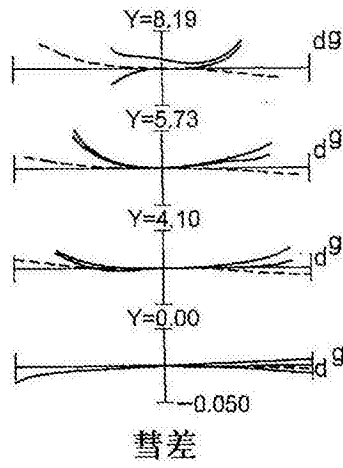


图42A

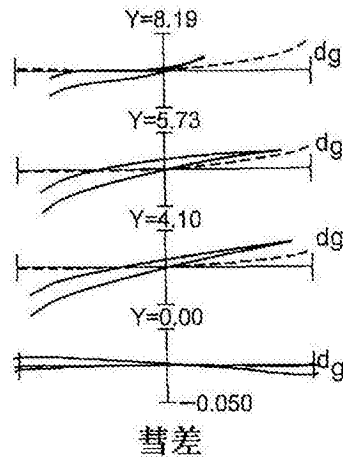


图42B

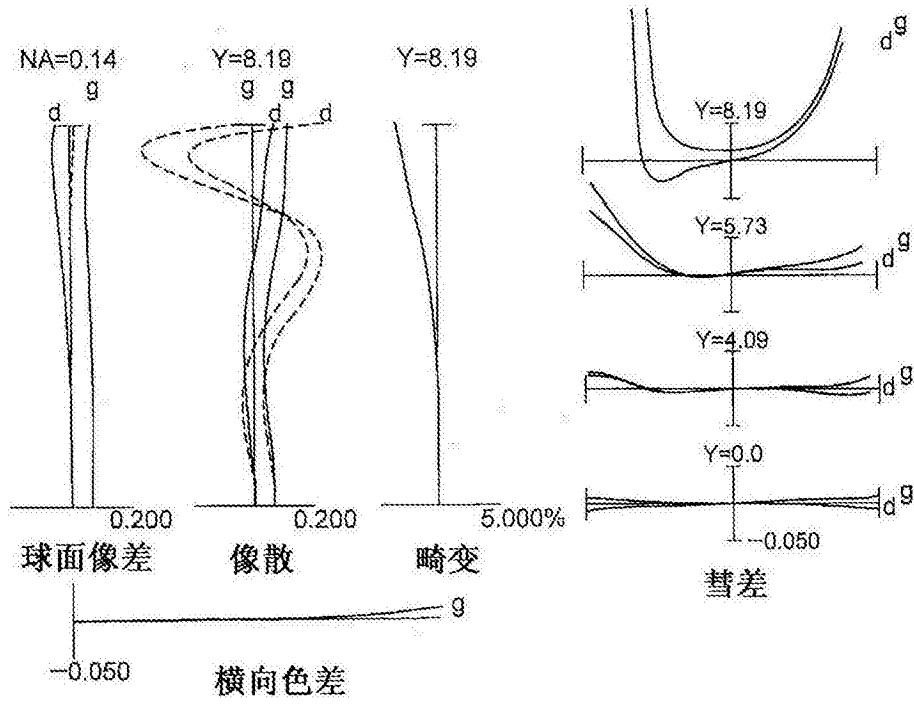


图43A

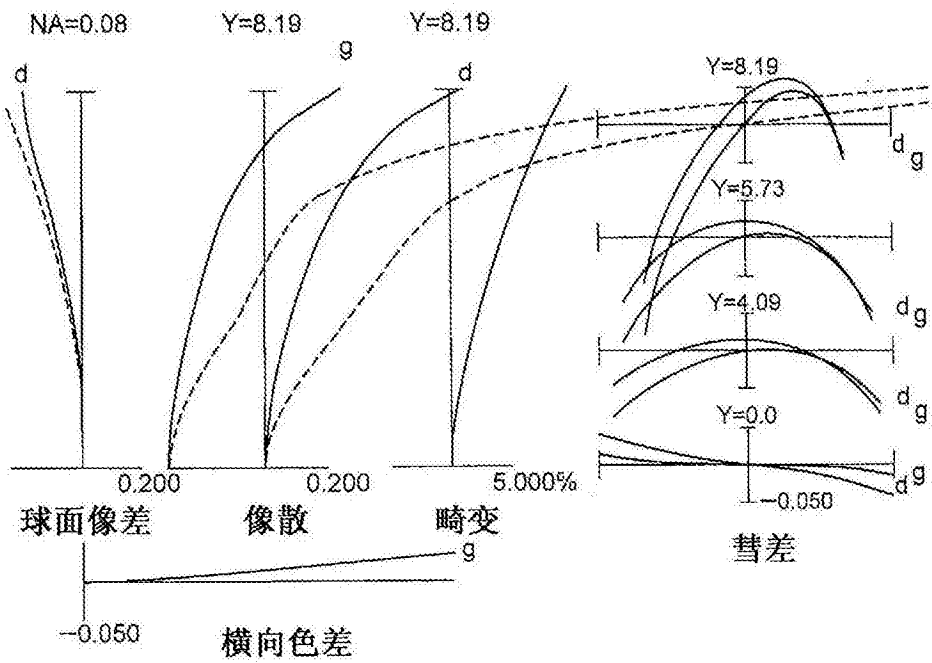


图43B

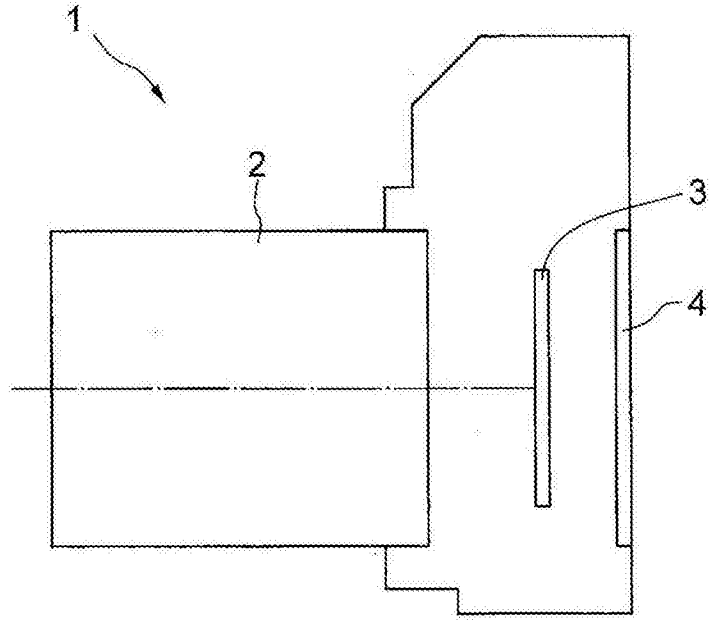


图44



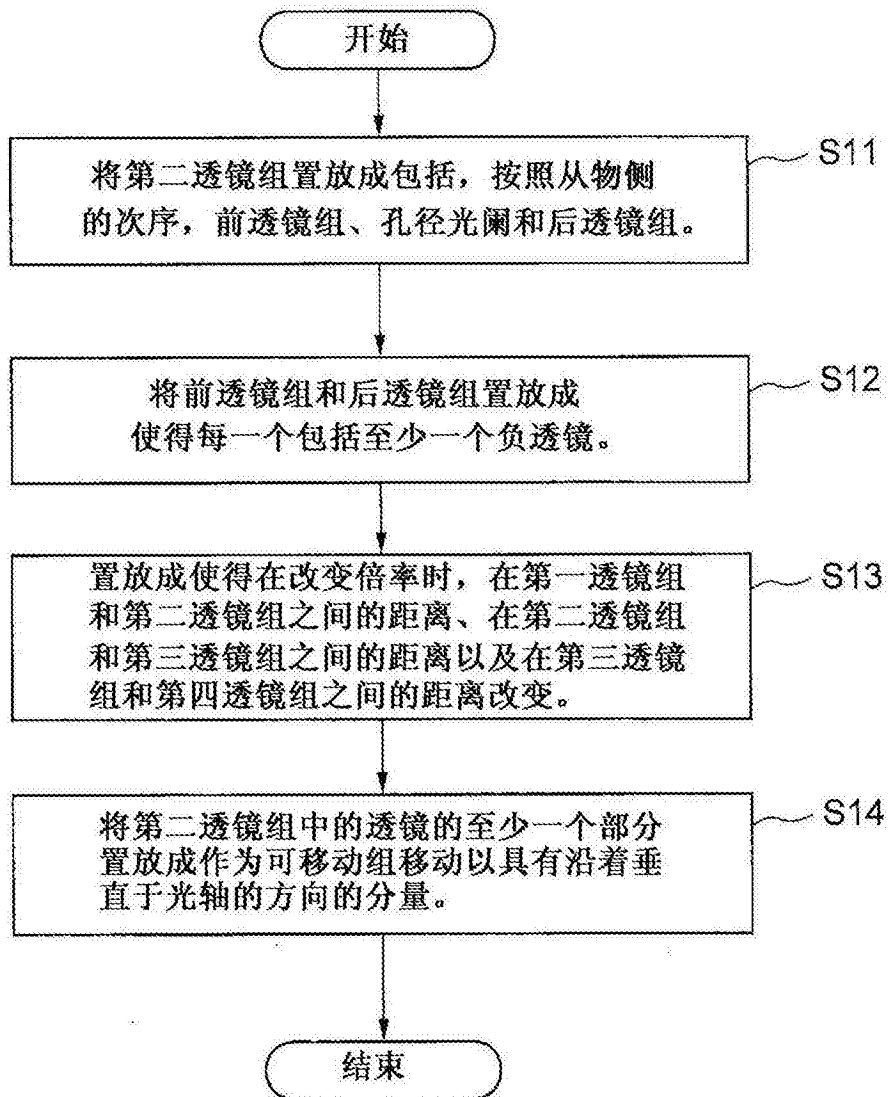


图45

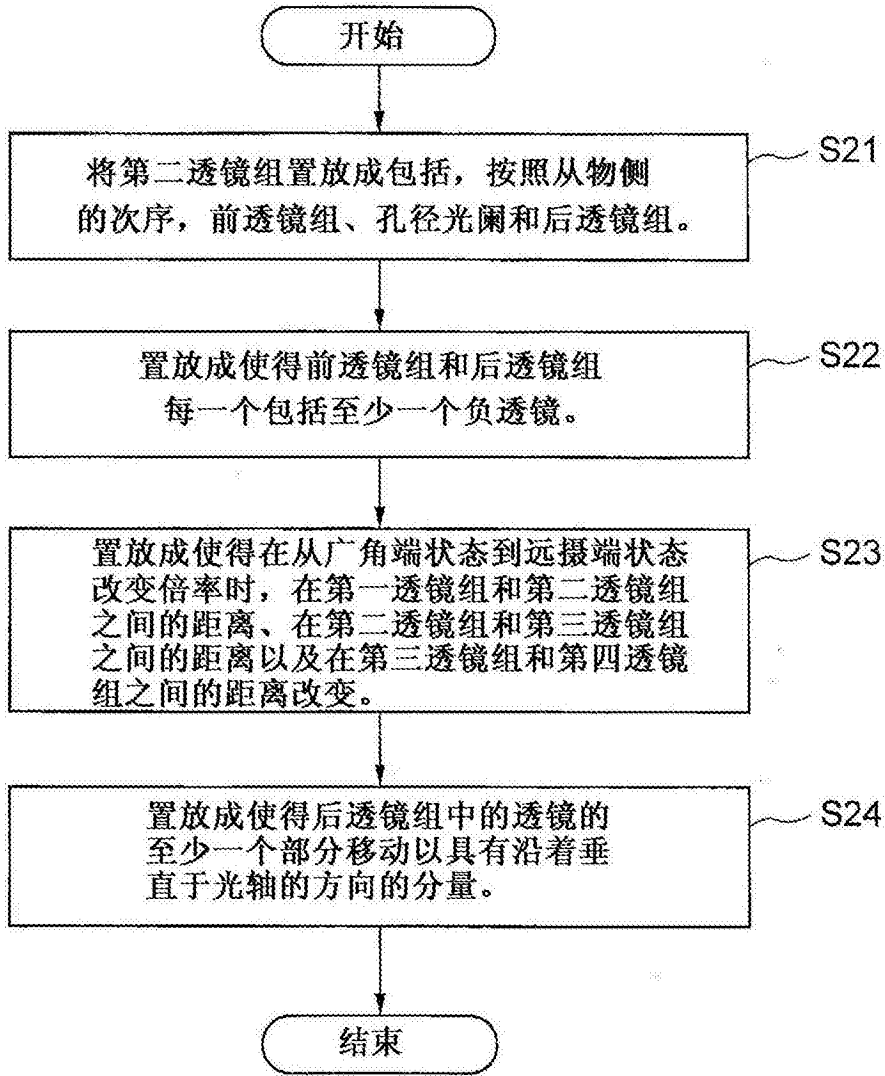


图46

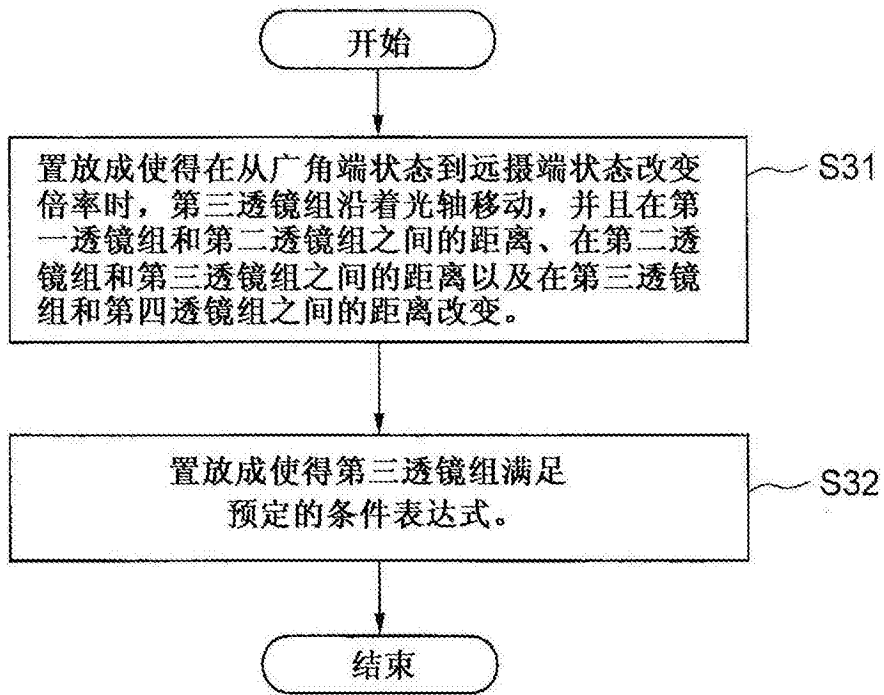


图47

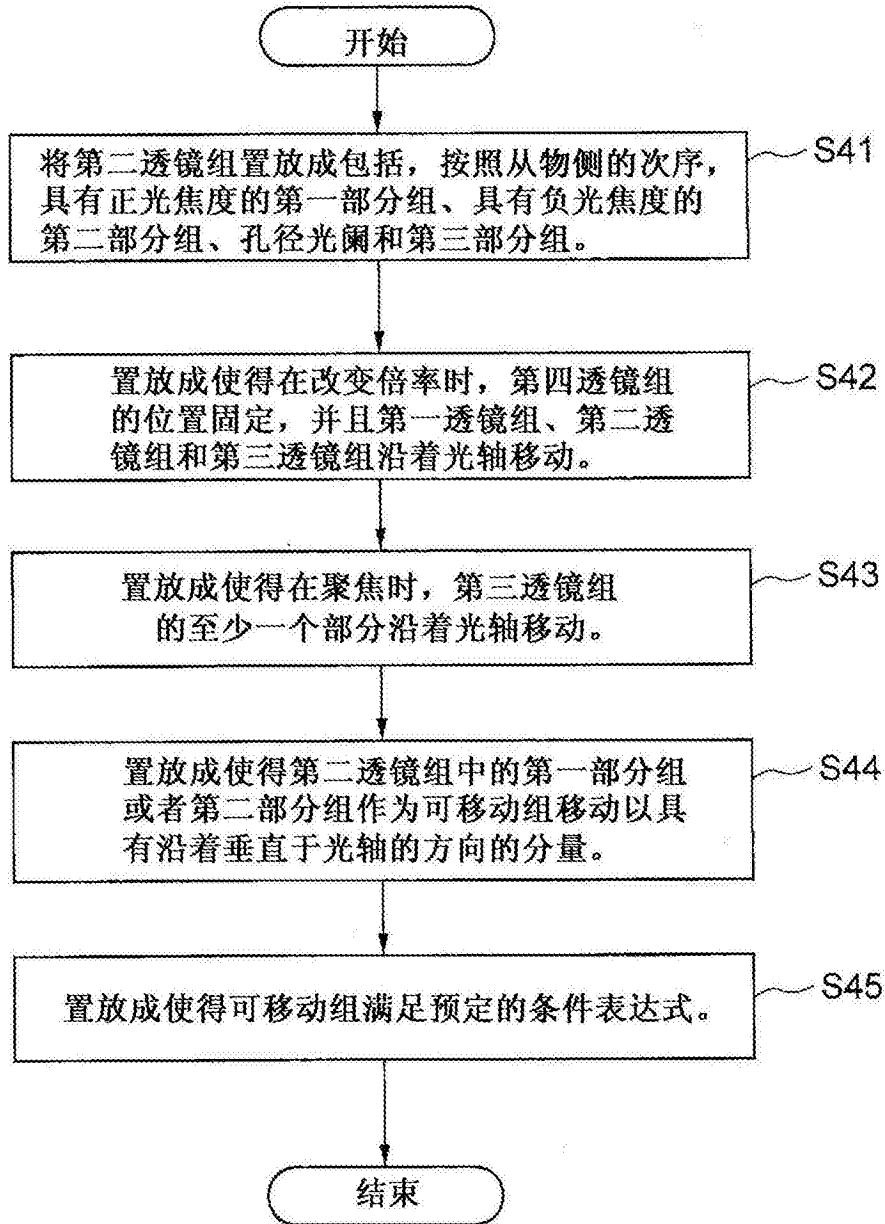


图48