



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 201993516 U

(45) 授权公告日 2011. 09. 28

(21) 申请号 201120035789. 6

(22) 申请日 2011. 02. 09

(30) 优先权数据

2010-025790 2010. 02. 08 JP

(73) 专利权人 富士胶片株式会社

地址 日本国东京都

(72) 发明人 野田大雅

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 张成新

(51) Int. Cl.

G02B 15/16 (2006. 01)

G02B 3/02 (2006. 01)

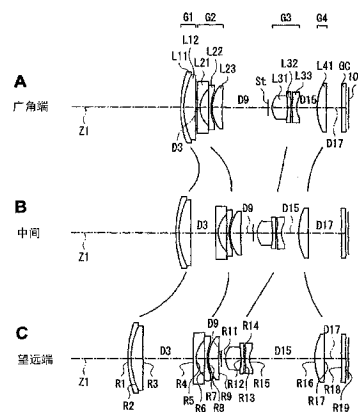
权利要求书 2 页 说明书 34 页 附图 32 页

(54) 实用新型名称

变焦透镜和成像设备

(57) 摘要

本实用新型公开了变焦透镜和成像设备。在该变焦透镜中,第一透镜组是由负透镜和正透镜组成。当放大倍率从广角端到望远端变化时,第一透镜组和第二透镜组之间的距离增加,并且第二透镜组和第三透镜组之间的距离减小。具体地,第一透镜组朝向物体侧移动,第二透镜组沿着朝向变焦透镜的图像侧凸起的路径移动,第三透镜组仅单调地朝向物体侧移动,并且第四透镜组沿着朝向物体侧凸起的路径移动。而且,满足下列公式: $0.3 < X1/f_t < 0.5(1)$;和 $5.0 < f_1/f_w < 7.0(2)$,其中 $X1$ 为当放大倍率从广角端至望远端变化时第一透镜组的移动量, f_t 为在望远端处的变焦透镜的整个系统的焦距, f_1 为第一透镜组的组合焦距,以及 f_w 为在广角端处的变焦透镜的整个系统的焦距。



1. 一种变焦透镜,包括:

第一透镜组,具有正屈光力;

第二透镜组,具有负屈光力;

第三透镜组,具有正屈光力,和

第四透镜组,具有正屈光力,所述第一至第四透镜组按顺序地从变焦透镜的物体侧开始排列,

其特征在于,

通过以第一透镜组和第二透镜组之间的距离增加且第二透镜组和第三透镜组之间的距离降低的方式移动所述透镜组中至少一个的每一个,使变焦透镜的放大倍率从广角端到望远端变化,并且

第一透镜组由负透镜和正透镜组成,并且

当变焦透镜的放大倍率从广角端到望远端变化时,第一透镜组朝向物体侧移动,第二透镜组沿着朝向变焦透镜的图像侧凸起的路径移动,第三透镜组仅单调地朝向物体侧移动,并且第四透镜组沿着朝向物体侧凸起的路径移动,并且满足下列公式:

$$0.3 < X1/f_t < 0.5(1); \text{并且}$$

$$5.0 < f_1/f_w < 7.0 \quad (2),$$

$X1$ 为当放大倍率从广角端至望远端变化时第一透镜组的移动量,

f_t 为在望远端处的变焦透镜的整个系统的焦距,

f_1 为第一透镜组的组合焦距,以及

f_w 为在广角端处的变焦透镜的整个系统的焦距。

2. 根据权利要求1所述的变焦透镜,

其中,进一步满足下列公式:

$$-1.4 < f_2/f_w < -1.2 \quad (3), \text{其中}$$

f_2 为第二透镜组的组合焦距。

3. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,进一步满足下列公式:

$$0.6 < \beta_{2t} \cdot \beta_{3w} / (\beta_{2w} \cdot \beta_{3t}) < 1.2 \quad (4), \text{其中}$$

β_{2w} 为第二透镜组在广角端处的横向放大倍率,

β_{2t} 为第二透镜组在望远端处的横向放大倍率,

β_{3w} 为第三透镜组在广角端处的横向放大倍率,以及

β_{3t} 为第三透镜组在望远端处的横向放大倍率。

4. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,进一步满足下列公式:

$$0.70 < IH/f_w < 0.85 \quad (5), \text{其中}$$

IH 为最大图像高度。

5. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中第一透镜组是负透镜和正透镜胶结在一起组成的粘合透镜。

6. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,进一步满足下列公式:

$$v_{1n} < 20.0 \quad (6); \text{和}$$

$$24 < v_{1p} - v_{1n} < 35(7), \text{其中}$$

v_{1n} 为第一透镜组中的负透镜用于 d- 线的阿贝数,以及

v_{1p} 为第一透镜组中的正透镜用于 d- 线的阿贝数。

7. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜, 其中第二透镜组由按顺序地从变焦透镜的物体侧开始排列的两个负透镜和正透镜组成。

8. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜, 其中第三透镜组由按顺序地从变焦透镜的物体侧开始排列的正透镜和第一负透镜的粘合透镜以及第二负透镜组成。

9. 根据权利要求 8 所述的变焦透镜, 其中, 进一步满足下列公式:

$$v_{3n} < 20.0 \quad (8); \text{ 并且}$$

$$37 < v_{3p} - v_{3n} < 45 \quad (9), \text{ 其中}$$

v_{3n} 为组成第三透镜组中的粘合透镜的第一负透镜的用于 d- 线的阿贝数, 以及

v_{3p} 为组成第三透镜组中的粘合透镜的正透镜的用于 d- 线的阿贝数。

10. 根据权利要求 8 所述的变焦透镜, 其中, 第三透镜组中的第二负透镜的至少一个表面为非球面。

11. 一种成像设备, 其特征在于, 包括:

根据权利要求 1 所述的变焦透镜; 和

成像装置, 基于由变焦透镜形成的光学图像输出成像信号。

变焦透镜和成像设备

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种变焦透镜 (zoom lens), 适用于摄像机、数码相机、移动信息终端 (PDA: 个人数位助理) 等等, 并涉及成像设备。

背景技术

[0002] 应用在成像设备 (如数码相机) 中的诸如 CCD (电荷耦合装置) 和 CMOS (互补金属氧化物半导体) 的成像装置近年来变小。当成像装置尺寸减小时, 为减少整个成像设备大小的需求增加。为了减少整个成像设备的大小, 最好是透镜的整个长度变短并且整个透镜系统变小。在这种情况下, 不仅考虑在使用过程中 (摄影) 透镜的整个长度, 而且考虑在存储的不使用状态 (非摄影状态) 中透镜的整个长度来构造透镜是可取的。例如, 透镜以这样一种方式构造以适用可收缩透镜是可取的, 其在非摄影状态收缩到相机主体中。

[0003] 日本待审专利公开号 No. 2003-315676 (专利文献 1), 日本待审专利公开号 No. 2005-326743 (专利文献 2) 和日本待审专利申请公开号 No. 2008-310223 (专利文献 3) 披露涉及四组变焦透镜的实用新型。四组变焦透镜由按顺序从变焦透镜的物体侧排列的具有正屈光力 (refractive power)、负屈光力、正屈光力和正屈光力的四个透镜组组成。

[0004] 在专利文献 1 中披露的变焦透镜具有约五倍的相对较高的变焦放大倍率, 并且透镜的数量相对较少。然而, 视角约 60 度, 这是不够宽的。此外, 由于每组的屈光力小, 每组的移动量大, 而且很难减少整个透镜系统的尺寸。

[0005] 与此同时, 专利文献 2 披露的变焦透镜具有约五倍的相对高的变焦放大倍率, 并且视角相对宽。然而, 第一透镜组的移动量大, 并且整个透镜系统在望远端处的长度大。因此, 很难在收缩状态中减小透镜单元的尺寸。

[0006] 此外, 由于透镜数量少, 而且每个透镜组薄, 在专利文献 3 中透露的变焦透镜具有出色的紧凑性。然而, 视角不够宽。

实用新型内容

[0007] 鉴于上述情况, 本实用新型的目的在于提供一种紧凑的高性能变焦透镜, 其具有相对宽的视角和高的可变放大倍率, 并且在改变放大倍率的过程中像差波动小。此外, 本实用新型另一目的在于提供一种包括变焦透镜的成像设备。

[0008] 本实用新型的变焦透镜是一种变焦透镜, 包括:

[0009] 第一透镜组, 具有正屈光力;

[0010] 第二透镜组, 具有负屈光力;

[0011] 第三透镜组, 具有正屈光力, 和

[0012] 第四透镜组, 具有正屈光力, 所述第一至第四透镜组按顺序地从变焦透镜的物体侧开始排列,

[0013] 其中, 通过以第一透镜组和第二透镜组之间的距离增加而第二透镜组和第三透镜组之间的距离降低的方式移动所述透镜组中的至少一个的每一个, 变焦透镜的放大倍率从

广角端到望远端变化,并且

[0014] 第一透镜组由负透镜和正透镜组成,并且

[0015] 当变焦透镜的放大倍率从广角端到望远端变化时,第一透镜组朝向物体侧移动,第二透镜组沿着朝向变焦透镜的图像侧凸起的路径移动,第三透镜组单调地仅朝向物体侧移动,和第四透镜组沿着朝向物体侧凸起的路径移动,并且满足下列公式:

[0016] $0.3 < X1/f_t < 0.5$ (1);和

[0017] $5.0 < f_1/f_w < 7.0$ (2),

[0018] $X1$:当放大倍率从广角端至望远端变化时第一透镜组的移动量,

[0019] f_t :在望远端处的变焦透镜的整个系统的焦距,

[0020] f_1 :第一透镜组的组合焦距,和

[0021] f_w :在广角端处的变焦透镜的整个系统的焦距。

[0022] 在本实用新型的变焦透镜中,每个透镜组在放大倍率变化过程中的运动路径被优化。此外,第一透镜组在放大倍率变化过程中的运动量和第一透镜组的结构优化。因此,可以容易地抑制在改变放大倍率过程中的像差波动,同时变焦透镜具有相对宽的视角和高的可变放大倍率。此外,可以容易地保持透镜系统的整体长度较短,而且容易降低整个透镜系统的尺寸。

[0023] 此外,当采用如下所述的理想结构时,可以容易地实现更高的性能。

[0024] 此外,在本实用新型的变焦透镜中,最好是满足下列公式的至少一个:

[0025] $-1.4 < f_2/f_w < -1.2$ (3);

[0026] $0.6 < \beta_{2t} \cdot \beta_{3w}/(\beta_{2w} \cdot \beta_{3t}) < 1.2$ (4);和

[0027] $0.70 < IH/f_w < 0.85$ (5),其中

[0028] f_2 :第二透镜组的组合焦距,

[0029] β_{2w} :第二透镜组在广角端处的横向放大倍率,

[0030] β_{2t} :第二透镜组在望远端处的横向放大倍率,

[0031] β_{3w} :第三透镜组在广角端处的横向放大倍率,

[0032] β_{3t} :第三透镜组在望远端处的横向放大倍率。

[0033] IH :最大图像高度。

[0034] 此外,最好是第一透镜组是负透镜和正透镜胶结在一起组成的粘合透镜。关于第一透镜组,可取的是满足下列公式:

[0035] $v_{1n} < 20.0$ (6);和

[0036] $24 < v_{1p}-v_{1n} < 35$ (7),其中

[0037] v_{1n} :第一透镜组中的负透镜的用于 d-线的阿贝数,和

[0038] v_{1p} :第一透镜组中的正透镜的用于 d-线的阿贝数。

[0039] 此外,最好是第二透镜组由按顺序地从变焦透镜的物体侧开始排列的两个负透镜和正透镜组成。

[0040] 此外,可取的做法是第三透镜组由按顺序地从变焦透镜的物体侧开始排列的正透镜和第一负透镜的粘合透镜以及第二负透镜组成。关于第三透镜组,更可取的是满足下列公式:

[0041] $v_{3n} < 20.0$ (8);和

- [0042] $37 < v_{3p} - v_{3n} < 45$ (9), 其中
- [0043] v_{3n} : 第三透镜组中构成粘合透镜的第一负透镜的用于 d- 线的阿贝数, 和
- [0044] v_{3p} : 第三透镜组中构成粘合透镜的正透镜的用于 d- 线的阿贝数。
- [0045] 此外, 最好是第三透镜组中的第二负透镜的至少一个表面为非球面。
- [0046] 本实用新型的一个成像装置是成像设备, 其包括:
- [0047] 本实用新型的变焦透镜; 和
- [0048] 成像装置, 基于由变焦透镜形成的光学图像输出成像信号。
- [0049] 在本实用新型成像设备中, 本实用新型的高性能的变焦透镜用作为成像透镜, 并且成像设备的整体尺寸减小。
- [0050] 根据本实用新型的变焦透镜, 在放大倍率变化过程中每个透镜组的移动路径在四组透镜中被优化。此外, 在放大倍率变化过程中第一透镜组的运动量和第一透镜组的结构被优化。因此, 可以实现紧凑的高性能变焦透镜, 其具有相对宽的视角和高的可变放大倍率, 并且在放大倍率变化的过程中像差波动小。
- [0051] 此外, 由于本实用新型的成像设备使用本实用新型的高性能变焦透镜作为成像透镜, 则可以降低成像设备整体尺寸, 同时保持具有广视角的出色成像性能和高的可变放大倍率。

附图说明

- [0052] 图 1 是说明对应实施例 1 的根据本实用新型的变焦镜头的第一结构实施例的横截面图;
- [0053] 图 2 是说明对应实施例 2 的变焦镜头的第二结构实施例的横截面图;
- [0054] 图 3 是说明对应实施例 3 的变焦镜头的第三结构实施例的横截面图;
- [0055] 图 4 是说明对应实施例 4 的变焦镜头的第四结构实施例的横截面图;
- [0056] 图 5 是说明对应实施例 5 的变焦镜头的第五结构实施例的横截面图;
- [0057] 图 6 是说明对应实施例 6 的变焦镜头的第六结构实施例的横截面图;
- [0058] 图 7 是说明对应实施例 7 的变焦镜头的第七结构实施例的横截面图;
- [0059] 图 8 是说明对应实施例 8 的变焦镜头的第八结构实施例的横截面图;
- [0060] 图 9 是说明对应实施例 9 的变焦镜头的第九结构实施例的横截面图;
- [0061] 图 10 是说明对应实施例 10 的变焦镜头的第十结构实施例的横截面图;
- [0062] 图 11 是说明对应实施例 11 的变焦镜头的第十一结构实施例的横截面图;
- [0063] 图 12 是说明对应实施例 12 的变焦镜头的第十二结构实施例的横截面图;
- [0064] 图 13A 是说明实施例 1 的变焦镜头在广角端 (wide end) 处的球面像差的视图;
- [0065] 图 13B 是说明实施例 1 的变焦镜头在广角端处的像散的视图;
- [0066] 图 13C 是说明实施例 1 的变焦镜头在广角端处的畸变的视图;
- [0067] 图 13D 是说明实施例 1 的变焦镜头在广角端处的横向色像差的视图;
- [0068] 图 14A 是说明实施例 1 的变焦镜头在中间范围中的球面像差的视图;
- [0069] 图 14B 是说明实施例 1 的变焦镜头在中间范围中的像散的视图;
- [0070] 图 14C 是说明实施例 1 的变焦镜头在中间范围中的畸变的视图;
- [0071] 图 14D 是说明实施例 1 的变焦镜头在中间范围中的横向色像差的视图;

- [0072] 图 15A 是说明实施例 1 的变焦镜头在望远端 (tele end) 处的球面像差的视图；
- [0073] 图 15B 是说明实施例 1 的变焦镜头在望远端处的像散的视图；
- [0074] 图 15C 是说明实施例 1 的变焦镜头在望远端处的畸变的视图；
- [0075] 图 15D 是说明实施例 1 的变焦镜头在望远端处的横向色像差的视图；
- [0076] 图 16A 是说明实施例 2 的变焦镜头在广角端处的球面像差的视图；
- [0077] 图 16B 是说明实施例 2 的变焦镜头在广角端处的像散的视图；
- [0078] 图 16C 是说明实施例 2 的变焦镜头在广角端处的畸变的视图；
- [0079] 图 16D 是说明实施例 2 的变焦镜头在广角端处的横向色像差的视图；
- [0080] 图 17A 是说明实施例 2 的变焦镜头在中间范围中的球面像差的视图；
- [0081] 图 17B 是说明实施例 2 的变焦镜头在中间范围中的像散的视图；
- [0082] 图 17C 是说明实施例 2 的变焦镜头在中间范围中的畸变的视图；
- [0083] 图 17D 是说明实施例 2 的变焦镜头在中间范围中的横向色像差的视图；
- [0084] 图 18A 是说明实施例 2 的变焦镜头在望远端处的球面像差的视图；
- [0085] 图 18B 是说明实施例 2 的变焦镜头在望远端处的像散的视图；
- [0086] 图 18C 是说明实施例 2 的变焦镜头在望远端处的畸变的视图；
- [0087] 图 18D 是说明实施例 2 的变焦镜头在望远端处的横向色像差的视图；
- [0088] 图 19A 是说明实施例 3 的变焦镜头在广角端处的球面像差的视图；
- [0089] 图 19B 是说明实施例 3 的变焦镜头在广角端处的像散的视图；
- [0090] 图 19C 是说明实施例 3 的变焦镜头在广角端处的畸变的视图；
- [0091] 图 19D 是说明实施例 3 的变焦镜头在广角端处的横向色像差的视图；
- [0092] 图 20A 是说明实施例 3 的变焦镜头在中间范围中的球面像差的视图；
- [0093] 图 20B 是说明实施例 3 的变焦镜头在中间范围中的像散的视图；
- [0094] 图 20C 是说明实施例 3 的变焦镜头在中间范围中的畸变的视图；
- [0095] 图 20D 是说明实施例 3 的变焦镜头在中间范围中的横向色像差的视图；
- [0096] 图 21A 是说明实施例 3 的变焦镜头在望远端处的球面像差的视图；
- [0097] 图 21B 是说明实施例 3 的变焦镜头在望远端处的像散的视图；
- [0098] 图 21C 是说明实施例 3 的变焦镜头在望远端处的畸变的视图；
- [0099] 图 21D 是说明实施例 3 的变焦镜头在望远端处的横向色像差的视图；
- [0100] 图 22A 是说明实施例 4 的变焦镜头在广角端处的球面像差的视图；
- [0101] 图 22B 是说明实施例 4 的变焦镜头在广角端处的像散的视图；
- [0102] 图 22C 是说明实施例 4 的变焦镜头在广角端处的畸变的视图；
- [0103] 图 22D 是说明实施例 4 的变焦镜头在广角端处的横向色像差的视图；
- [0104] 图 23A 是说明实施例 4 的变焦镜头在中间范围中的球面像差的视图；
- [0105] 图 23B 是说明实施例 4 的变焦镜头在中间范围中的像散的视图；
- [0106] 图 23C 是说明实施例 4 的变焦镜头在中间范围中的畸变的视图；
- [0107] 图 23D 是说明实施例 4 的变焦镜头在中间范围中的横向色像差的视图；
- [0108] 图 24A 是说明实施例 4 的变焦镜头在望远端处的球面像差的视图；
- [0109] 图 24B 是说明实施例 4 的变焦镜头在望远端处的像散的视图；
- [0110] 图 24C 是说明实施例 4 的变焦镜头在望远端处的畸变的视图；

- [0111] 图 24D 是说明实施例 4 的变焦镜头在望远端处的横向色像差的视图；
- [0112] 图 25A 是说明实施例 5 的变焦镜头在广角端处的球面像差的视图；
- [0113] 图 25B 是说明实施例 5 的变焦镜头在广角端处的像散的视图；
- [0114] 图 25C 是说明实施例 5 的变焦镜头在广角端处的畸变的视图；
- [0115] 图 25D 是说明实施例 5 的变焦镜头在广角端处的横向色像差的视图；
- [0116] 图 26A 是说明实施例 5 的变焦镜头在中间范围中的球面像差的视图；
- [0117] 图 26B 是说明实施例 5 的变焦镜头在中间范围中的像散的视图；
- [0118] 图 26C 是说明实施例 5 的变焦镜头在中间范围中的畸变的视图；
- [0119] 图 26D 是说明实施例 5 的变焦镜头在中间范围中的横向色像差的视图；
- [0120] 图 27A 是说明实施例 5 的变焦镜头在望远端处的球面像差的视图；
- [0121] 图 27B 是说明实施例 5 的变焦镜头在望远端处的像散的视图；
- [0122] 图 27C 是说明实施例 5 的变焦镜头在望远端处的畸变的视图；
- [0123] 图 27D 是说明实施例 5 的变焦镜头在望远端处的横向色像差的视图；
- [0124] 图 28A 是说明实施例 6 的变焦镜头在广角端处的球面像差的视图；
- [0125] 图 28B 是说明实施例 6 的变焦镜头在广角端处的像散的视图；
- [0126] 图 28C 是说明实施例 6 的变焦镜头在广角端处的畸变的视图；
- [0127] 图 28D 是说明实施例 6 的变焦镜头在广角端处的横向色像差的视图；
- [0128] 图 29A 是说明实施例 6 的变焦镜头在中间范围中的球面像差的视图；
- [0129] 图 29B 是说明实施例 6 的变焦镜头在中间范围中的像散的视图；
- [0130] 图 29C 是说明实施例 6 的变焦镜头在中间范围中的畸变的视图；
- [0131] 图 29D 是说明实施例 6 的变焦镜头在中间范围中的横向色像差的视图；
- [0132] 图 30A 是说明实施例 6 的变焦镜头在望远端处的球面像差的视图；
- [0133] 图 30B 是说明实施例 6 的变焦镜头在望远端处的像散的视图；
- [0134] 图 30C 是说明实施例 6 的变焦镜头在望远端处的畸变的视图；
- [0135] 图 30D 是说明实施例 6 的变焦镜头在望远端处的横向色像差的视图；
- [0136] 图 31A 是说明实施例 7 的变焦镜头在广角端处的球面像差的视图；
- [0137] 图 31B 是说明实施例 7 的变焦镜头在广角端处的像散的视图；
- [0138] 图 31C 是说明实施例 7 的变焦镜头在广角端处的畸变的视图；
- [0139] 图 31D 是说明实施例 7 的变焦镜头在广角端处的横向色像差的视图；
- [0140] 图 32A 是说明实施例 7 的变焦镜头在中间范围中的球面像差的视图；
- [0141] 图 32B 是说明实施例 7 的变焦镜头在中间范围中的像散的视图；
- [0142] 图 32C 是说明实施例 7 的变焦镜头在中间范围中的畸变的视图；
- [0143] 图 32D 是说明实施例 7 的变焦镜头在中间范围中的横向色像差的视图；
- [0144] 图 33A 是说明实施例 7 的变焦镜头在望远端处的球面像差的视图；
- [0145] 图 33B 是说明实施例 7 的变焦镜头在望远端处的像散的视图；
- [0146] 图 33C 是说明实施例 7 的变焦镜头在望远端处的畸变的视图；
- [0147] 图 33D 是说明实施例 7 的变焦镜头在望远端处的横向色像差的视图；
- [0148] 图 34A 是说明实施例 8 的变焦镜头在广角端处的球面像差的视图；
- [0149] 图 34B 是说明实施例 8 的变焦镜头在广角端处的像散的视图；

- [0150] 图 34C 是说明实施例 8 的变焦镜头在广角端处的畸变的视图；
- [0151] 图 34D 是说明实施例 8 的变焦镜头在广角端处的横向色像差的视图；
- [0152] 图 35A 是说明实施例 8 的变焦镜头在中间范围中的球面像差的视图；
- [0153] 图 35B 是说明实施例 8 的变焦镜头在中间范围中的像散的视图；
- [0154] 图 35C 是说明实施例 8 的变焦镜头在中间范围中的畸变的视图；
- [0155] 图 35D 是说明实施例 8 的变焦镜头在中间范围中的横向色像差的视图；
- [0156] 图 36A 是说明实施例 8 的变焦镜头在望远端处的球面像差的视图；
- [0157] 图 36B 是说明实施例 8 的变焦镜头在望远端处的像散的视图；
- [0158] 图 36C 是说明实施例 8 的变焦镜头在望远端处的畸变的视图；
- [0159] 图 36D 是说明实施例 8 的变焦镜头在望远端处的横向色像差的视图；
- [0160] 图 37A 是说明实施例 9 的变焦镜头在广角端处的球面像差的视图；
- [0161] 图 37B 是说明实施例 9 的变焦镜头在广角端处的像散的视图；
- [0162] 图 37C 是说明实施例 9 的变焦镜头在广角端处的畸变的视图；
- [0163] 图 37D 是说明实施例 9 的变焦镜头在广角端处的横向色像差的视图；
- [0164] 图 38A 是说明实施例 9 的变焦镜头在中间范围中的球面像差的视图；
- [0165] 图 38B 是说明实施例 9 的变焦镜头在中间范围中的像散的视图；
- [0166] 图 38C 是说明实施例 9 的变焦镜头在中间范围中的畸变的视图；
- [0167] 图 38D 是说明实施例 9 的变焦镜头在中间范围中的横向色像差的视图；
- [0168] 图 39A 是说明实施例 9 的变焦镜头在望远端处的球面像差的视图；
- [0169] 图 39B 是说明实施例 9 的变焦镜头在望远端处的像散的视图；
- [0170] 图 39C 是说明实施例 9 的变焦镜头在望远端处的畸变的视图；
- [0171] 图 39D 是说明实施例 9 的变焦镜头在望远端处的横向色像差的视图；
- [0172] 图 40A 是说明实施例 10 的变焦镜头在广角端处的球面像差的视图；
- [0173] 图 40B 是说明实施例 10 的变焦镜头在广角端处的像散的视图；
- [0174] 图 40C 是说明实施例 10 的变焦镜头在广角端处的畸变的视图；
- [0175] 图 40D 是说明实施例 10 的变焦镜头在广角端处的横向色像差的视图；
- [0176] 图 41A 是说明实施例 10 的变焦镜头在中间范围中的球面像差的视图；
- [0177] 图 41B 是说明实施例 10 的变焦镜头在中间范围中的像散的视图；
- [0178] 图 41C 是说明实施例 10 的变焦镜头在中间范围中的畸变的视图；
- [0179] 图 41D 是说明实施例 10 的变焦镜头在中间范围中的横向色像差的视图；
- [0180] 图 42A 是说明实施例 10 的变焦镜头在望远端处的球面像差的视图；
- [0181] 图 42B 是说明实施例 10 的变焦镜头在望远端处的像散的视图；
- [0182] 图 42C 是说明实施例 10 的变焦镜头在望远端处的畸变的视图；
- [0183] 图 42D 是说明实施例 10 的变焦镜头在望远端处的横向色像差的视图；
- [0184] 图 43A 是说明实施例 11 的变焦镜头在广角端处的球面像差的视图；
- [0185] 图 43B 是说明实施例 11 的变焦镜头在广角端处的像散的视图；
- [0186] 图 43C 是说明实施例 11 的变焦镜头在广角端处的畸变的视图；
- [0187] 图 43D 是说明实施例 11 的变焦镜头在广角端处的横向色像差的视图；
- [0188] 图 44A 是说明实施例 11 的变焦镜头在中间范围中的球面像差的视图；

- [0189] 图 44B 是说明实施例 11 的变焦镜头在中间范围中的像散的视图；
- [0190] 图 44C 是说明实施例 11 的变焦镜头在中间范围中的畸变的视图；
- [0191] 图 44D 是说明实施例 11 的变焦镜头在中间范围中的横向色像差的视图；
- [0192] 图 45A 是说明实施例 11 的变焦镜头在望远端处的球面像差的视图；
- [0193] 图 45B 是说明实施例 11 的变焦镜头在望远端处的像散的视图；
- [0194] 图 45C 是说明实施例 11 的变焦镜头在望远端处的畸变的视图；
- [0195] 图 45D 是说明实施例 11 的变焦镜头在望远端处的横向色像差的视图；
- [0196] 图 46A 是说明实施例 12 的变焦镜头在广角端处的球面像差的视图；
- [0197] 图 46B 是说明实施例 12 的变焦镜头在广角端处的像散的视图；
- [0198] 图 46C 是说明实施例 12 的变焦镜头在广角端处的畸变的视图；
- [0199] 图 46D 是说明实施例 12 的变焦镜头在广角端处的横向色像差的视图；
- [0200] 图 47A 是说明实施例 12 的变焦镜头在中间范围中的球面像差的视图；
- [0201] 图 47B 是说明实施例 12 的变焦镜头在中间范围中的像散的视图；
- [0202] 图 47C 是说明实施例 12 的变焦镜头在中间范围中的畸变的视图；
- [0203] 图 47D 是说明实施例 12 的变焦镜头在中间范围中的横向色像差的视图；
- [0204] 图 48A 是说明实施例 12 的变焦镜头在望远端处的球面像差的视图；
- [0205] 图 48B 是说明实施例 12 的变焦镜头在望远端处的像散的视图；
- [0206] 图 48C 是说明实施例 12 的变焦镜头在望远端处的畸变的视图；
- [0207] 图 48D 是说明实施例 12 的变焦镜头在望远端处的横向色像差的视图；
- [0208] 图 49A 是显示作为根据本实用新型的实施方式的成像设备的数码相机的结构实施例的外部视图；
- [0209] 图 49B 是显示作为根据本实用新型的实施方式的成像设备的数码相机的结构实施例的外部视图；和
- [0210] 图 50 是显示作为根据本实用新型的实施方式的成像设备的摄像机的结构实施例的外部视图。

具体实施方式

[0211] [透镜结构]

[0212] 下文中,将参照附图说明本实用新型的实施例。

[0213] 图 1 是说明根据本实用新型的实施方式的变焦透镜的第一结构实施例的视图。这个结构实施例对应于以数字表示的实施例 1 中的透镜结构,其将在后面描述。在图 1 中,上部 A 对应于在广角端(最短焦距状态)处的光学系统的布置,中部 B 对应于在中间范围(中焦距状态)中的光学系统的布置,并且下部 C 对应于在望远端(最长焦距状态)处的光学系统的布置。同样地,图 2 至图 12 是对应于以数字表示的实施例 2 到实施例 12 的第 2 至第 12 结构实施例的变焦透镜的横截面视图。在图 1 到图 12 中,当最外物体侧元件的物体侧表面是第一表面并且表面的数值朝向图像侧(图像平面侧)顺序地增加时,标记 R_i 代表第 i 个表面的曲率半径。标记 D_i 代表在光轴线 Z1 上的第 i 个表面和第 $i+1$ 个表面之间的间隔。标记 D_i 仅分配到通过改变变焦透镜放大倍率而变化的表面间隔(例如, D_3 、 D_9 等等)。

[0214] 这个变焦透镜包括第一透镜组 G1, 第二透镜组 G2, 第三透镜组 G3 和第四透镜组 G4, 其从物体侧依次沿着光轴线 Z1 顺序地布置。光学孔径光阑 St 布置在第二透镜组 G2 和第三透镜组 G3 之间。光学孔径光阑 St 布置, 例如, 在第三透镜组 G3 的物体侧附近。

[0215] 这个变焦透镜例如, 可安装在感光设备 (如摄像机和数码照相机)、移动信息终端 (如 PDA) 等等上。以变焦透镜安装其上的照相机的成像单元的结构为基础的部件布置在变焦透镜的图像侧上。例如, 成像装置 100, 诸如 CCD (电荷耦合器件) 和 CMOS (互补金属氧化物半导体), 布置在变焦透镜的图像形成平面上 (成像平面)。成像装置 100 基于由变焦透镜形成的光学图像输出成像信号。根据本实用新型实施例的成像设备至少包括变焦透镜和成像装置 100。基于透镜安装其上的照相机的结构的各种光学部件 GC 可以布置在最后透镜组 (第四透镜组 G4) 和成像装置 100 之间。例如, 可布置平板形式光学部件, 诸如用于保护成像平面的覆盖玻璃、光学低通滤波器和红外光切割过滤器 (infrared-ray-cut filter)。

[0216] 当此变焦透镜的放大倍率从广角端到望远端变化时, 所述至少一个透镜组的每一个以这样的方式移动, 即, 第一透镜组 G1 和第二透镜组 G2 之间的间隔增加, 第二透镜组 G2 和第三透镜组 G3 之间的间隔减少。

[0217] 更具体地说, 当变焦透镜的放大倍率从广角端到中间范围并且进而到望远端变化时, 所述至少一个透镜组的每一个以绘制由图 1 中实线指示的路径的方式移动, 例如, 从图 1 的上部 A 中说明的状态到图 1 的中部 B 中说明的状态, 并进一步到从图 1 的下部 C 中说明的状态。如图 1 所示, 当变焦透镜的放大倍率从广角端到望远端变化时, 第一透镜组 G1 朝向物体侧移动。然而, 在从广角端到中间范围改变的放大倍率范围中, 最好是第一透镜组 G1 首先移动到图像侧, 并且然后移动到物体侧。当变焦透镜的放大倍率从广角端到望远端变化时, 第二透镜组 G2 沿着朝向变焦透镜的图像侧凸起的路径移动, 并且第三透镜组 G3 的单调地仅朝向物体侧移动。第四透镜组沿着朝向物体侧凸起的路径移动。

[0218] 孔径光阑 St 例如连同第三透镜组 G3 (图 1 至图 8 中说明的结构实施例) 一起移动。可替换地, 如在图 9 到图 12 所示的结构实施例中, 孔径光阑可独立地从透镜组移动。

[0219] 变焦透镜可以是可收缩透镜。当变焦透镜是可收缩的透镜时, 在光轴线 Z1 上的透镜组之间的间隔可以减少。可替换地, 透镜组的一部分 (例如, 第三透镜组 G3) 可以从光轴线 Z1 中移除, 并且剩余透镜组之间的间隔可以减少。

[0220] 第一透镜组 G1, 作为整体, 具有正屈光力 (positive refractive power)。第一透镜组 G1 由负透镜 L11 和正透镜 L12 组成, 其从变焦透镜的物体侧顺序地布置。希望负透镜 L11 和正透镜 L12 型的胶结在一起, 以形成粘合透镜。负透镜 L11 是, 例如, 具有面向物体侧的凸面的负弯月透镜。正透镜 L12 的物体侧面是, 例如, 朝向物体侧的凸起。

[0221] 第二透镜组 G2, 作为整体, 具有负折射本领或负屈光力 (negative refractive power)。例如, 第二透镜组 G2 由两个负镜片 L21、L22 的和正透镜 L23 组成, 其从物体侧顺序地布置。

[0222] 第三透镜组 G3, 作为整体, 具有正屈光力。例如, 第三透镜组 G3 由正透镜 L31 和第一负透镜 L32 的结合透镜以及第二负透镜 L33 构成, 其从物体侧顺序地布置。希望的是, 至少第三透镜组 G3 的最靠近图像侧透镜的表面 (第二负透镜 L33) 是非球面。

[0223] 第四透镜组 G4, 作为整体, 具有正屈光力。希望的是, 第四透镜组 G4 仅由正透镜

L41 组成。正透镜 L41 可以包括非球面表面或多个非球表面。然而,最好是正透镜 L41 的两个表面都是球形,以增加变焦透镜的偏心敏感性。

[0224] 希望的是,变焦透镜以适当地和选择性地满足下列公式的方式构造:

[0225] $0.3 < X1/f_t < 0.5$ (1);

[0226] $5.0 < f1/f_w < 7.0$ (2);

[0227] $-1.4 < f2/f_w < -1.2$ (3);

[0228] $0.6 < \beta_{2t} \cdot \beta_{3w} / (\beta_{2w} \cdot \beta_{3t}) < 1.2$ (4);

[0229] $0.70 < IH/f_w < 0.85$ (5);

[0230] $v_{1n} < 20.0$ (6);

[0231] $24 < v_{1p} - v_{1n} < 35$ (7);

[0232] $v_{3n} < 20.0$ (8);和

[0233] $37 < v_{3p} - v_{3n} < 45$ (9),其中

[0234] $X1$:当放大倍率从广角端到望远端变化时第一透镜组 G1 的移动量,

[0235] f_t :在望远端处的变焦透镜的整个系统的焦距,

[0236] $f1$:第一透镜组 G1 的组合焦距,

[0237] f_w :在广角端处的变焦透镜的整个系统的焦距,

[0238] $f2$:第二透镜组 G2 的组合焦距,

[0239] β_{2w} :第二透镜组 G2 在广角端处的横向放大倍率,

[0240] β_{2t} :第二透镜组 G2 在望远端处的横向放大倍率,

[0241] β_{3w} :第三透镜组 G3 在广角端处的横向放大倍率,

[0242] β_{3t} :第三透镜组 G3 在望远端处的横向放大倍率,

[0243] IH :最大图像高度,

[0244] v_{1n} :在第一透镜组 G1 中负透镜 L11 的用于 d 线(d-line) 的阿贝数,

[0245] v_{1p} :在第一透镜组 G1 中正透镜 L12 的用于 d 线的阿贝数,

[0246] v_{3n} :在第三透镜组 G3 中构成粘合透镜的第一负透镜 L32 的用于 d 线的阿贝数,

[0247] v_{3p} :在第三透镜组 G3 中构成粘合透镜的正透镜 L31 的用于 d 线的阿贝数。

[0248] 在公式 (1) 中, $X1$ 代表第一个透镜组 G1 的移动量,其对应于在变焦透镜的放大倍率从广角端至望远端变化时改变的表面间隔之和 ($D3+D9+D15+D17$) 的变化量。具体来说, $X1$ 是“在望远端处可变表面间隔的总量 ($D3+D9+D15+D17$) ”- “在广角端处可变表面间隔的总量 ($D3+D9+D15+D17$) ”。

[0249] [成像设备的应用]

[0250] 图 49A 和 49B 是说明作为根据本实用新型实施方式的成像设备的实施例的数码相机的视图。图 49A 从前面显示数码相机的外部视图,并且图 49B 从后侧显示数码相机的外部视图。数码相机包括相机主体 10,并且闪光灯输出单元 31 设置在相机主体 10 的前侧上的上部中心位置。闪光灯输出单元 31 输出闪光。此外,释放按钮 32 和电源按钮 33 设置在相机主体 10 的上侧上。此外,显示单元 36 和操作单元 34、35 设置在相机主体 10 的主体后侧。显示单元 36 用于显示通过成像获得或将获得的图像。此外,摄影光圈设置在相机主体 10 的前侧的中部处,并且来自摄影目标的光通过光圈进入数码相机。此外,透镜单元 20 设置在对应该光圈的位置处。在透镜单元 20 中,透镜元件或多个透镜元件存储在可收缩的镜筒

中。此外,诸如 CCD 的成像设备、信号处理电路、记录介质等等都设置在相机主体 10 中。成像设备输出对应于由透镜单元 20 形成的主题图像的成像信号。信号处理电路通过处理来自成像装置的成像信号输出而产生图像。记录介质记录生成的图像。在数码相机中,当按下释放按钮 32 时,执行静止图像的分幅摄影 (photography of a frame),由摄影得到的图像数据存储在相机主体 10 中的记录介质(未图示)中。当根据本实用新型实施方式的变焦透镜用作数码相机的透镜单元 20 时,能够获得高分辨率成像信号。因此,相机主体 10 侧可以基于成像信号产生高分辨率图像。

[0251] 此外,数码相机可以具有获得视频图像(运动图像、移动图像)的功能。可以选择视频图像拍摄模式和静态图像拍摄模式,例如,通过运行操作单元 34、35。当选择视频图像拍摄模式时,通过每个单位时间连续地内获得多个静止图像而得到视频图像数据。

[0252] 图 50 是说明作为其上安装本实用新型的变焦距透镜的成像设备的实施例的摄像机的结构实施例的视图。摄像机包括相机主体 1 和设置在相机主体 1 的上部上的成像透镜 2。此外,如 CCD 之类的成像装置、信号处理电路、记录基质等等都设置在相机主体 1 上。成像设备输出对应由成像透镜 2 形成的主题图像的成像信号。信号处理电路通过处理来自成像装置的成像信号输出而产生图像。记录介质记录生成的图像。此外,用于显示由摄像得到或将要获得的图像的显示单元 3 设置在相机主体 1 上。根据本实用新型实施方式的变焦透镜可以用作摄像机的成像透镜 2。

[0253] [作用及效果]

[0254] 下面,将说明上述结构的变焦透镜的作用和效果。

[0255] 根据本实用新型的变焦透镜,在改变放大倍率过程中,每个透镜组的移动路径在四组变焦透镜中被优化,并且在改变放大倍率和第一透镜组 G1 的结构过程中,第一透镜组 G1 的移动量被优化。因此,可以实现紧凑的高性能变焦透镜,其在改变放大倍率过程中具有小的像差波动,同时变焦透镜具有相当宽的视角和高的可变放大倍率。

[0256] 特别地,由于第一透镜组 G1 由负透镜 L11 和正透镜 L12 两个透镜组成,则能够减少第一透镜组 G1 的厚度。同时,必须在广角端处减少透镜的整个长度以减少透镜的直径。然而,当在望远端处也需要维持出色的光学性能时,如果第二透镜组 G2 的运动轨迹是单调的,则难以实现优异的光学性能。在本实用新型的变焦透镜中,由于第二透镜组 G2 和第四 G4 透镜组的运动路径是特殊的,则可以在整个变焦距范围内抑制变焦透镜的光学性能波动,同时以小的尺寸中构造整个透镜系统。

[0257] 此外,由于在第一透镜组 G1 中的负透镜 L11 和正透镜 L12 胶结在一起以形成粘合透镜,可以减少在变焦透镜的装配中产生的错误(差异)。此外,可以减少第一透镜组 G1 的厚度。

[0258] 由于第二透镜组 G2 由从物体侧顺序地布置的两个负透镜 L21、L22 和正透镜 L23 组成,则可以减少第二透镜组 G2 的尺寸,并纠正在可变放大倍率的整个范围内的场曲和像差。此外,由于第三透镜组 G3 由从物体侧按顺序布置的正透镜 L31 和第一负透镜 L32 的以及第二负透镜 L33 粘合透镜组成,则能够使第三透镜组 G3 薄。此外,由于在第三透镜组 G3 中的最靠近图像侧透镜(第二负透镜 L33)具有非球面表面或多个非球面表面,则能够抑制整个可变放大倍率范围内的球面像差和场曲。

[0259] 公式 (1) 涉及第一透镜组 G1 从广角端至望远端的运动量。当满足公式 (1) 时,可

以减少透镜系统的尺寸。当 $X1/f_t$ 值比由公式 (1) 限定的下限低时,第一透镜组 G1 的移动量变小。因此,第一透镜组 G1 的运行机构的长度变短。然而,在广角端处的整个透镜长度变长,并且第一透镜组 G1 的直径变大。因此,难以降低透镜系统的尺寸。此外,由于第二透镜组 G2 的可变放大倍率作用没有充分实现,第三透镜组 G3 的可变放大倍率作用变大。因此,出色地校正像差变得不可能。当 $X1/f_t$ 的值超过由公式 (1) 限定的上限时,第一透镜组 G1 的运动量变大。因此,第一透镜组 G1 的运行机构的长度变长。因此,不可能在收缩状态减少透镜系统的尺寸。

[0260] 可选地,希望的是,公式 (1) 的数值范围如下所述,以在更小的变焦透镜中实现高的光学性能:

[0261] $0.32 < X1/f_t < 0.48$ (1')

[0262] 此外,为实现更高的光学性能,希望的是,公式 (1) 的数值范围如下:

[0263] $0.35 < X1/f_t < 0.46$ (1'')

[0264] 公式 (2) 涉及第一透镜组 G1 的焦距。当满足公式 (2) 时,可以减少光学系统的尺寸,并在整个可变放大倍率范围内很好地校正像差。当 $f1/f_w$ 值比由公式 (2) 限定的下限低时,第一透镜组 G1 的屈光力变强,而且这对减少光学系统的尺寸是有利的。然而,在第一透镜组 G1 产生的像差增加。因此,它变得难以在整个变焦范围内很好地校正像差。当 $f1/f_w$ 的值超过由公式 (2) 限定的上限时,第一透镜组 G1 的屈光力变弱。因此,整个透镜的长度变长,并且第一透镜组 G1 的直径增加。因此,不可能减少的光学系统的尺寸。

[0265] 可选地,为在更小的变焦透镜中实现高的光学性能,公式 (2) 的如下数值范围是可取的:

[0266] $5.2 < f1/f_w < 6.5$ (2')

[0267] 此外,更可取的是公式 (2) 的数值范围如下以达到更高的光学性能:

[0268] $5.3 < f1/f_w < 6.0$ (2'')

[0269] 公式 (3) 涉及第二透镜组 G2 的焦距。当满足公式 (3) 时,可以减少透镜系统的尺寸。当 $f2/f_w$ 值比由公式 (3) 限定的下限低时,第二透镜组 G2 的焦距增大,而第二透镜组 G2 的屈光力变弱。因此,就很难获得足够的可变放大倍率作用。如果第二透镜组 G2 的移动量增加以获得足够的可变放大倍率作用,则镜筒变长,并且难以降低透镜的直径。当 $f2/f_w$ 值超过由公式 (3) 限定的上限时,第二透镜组 G2 的屈光力变强。因此,在整个变焦透镜中的像差波动增加,并且难以实现优异的光学性能。

[0270] 可选地,希望的是,该公式 (3) 的数值范围如下,以在更小的变焦透镜中实现高的光学性能:

[0271] $-1.38 < f2/f_w < -1.2$ (3')

[0272] 此外,更希望的是,该公式 (3) 的数值范围如下以达到更高的光学性能:

[0273] $-1.36 < f2/f_w < -1.21$ (3'')

[0274] 公式 (4) 涉及第二透镜组 G2 的可变放大倍率作用和第三透镜组 G3 的可变放大倍率作用的比率。当满足公式 (4) 时,可以将主要可变放大率作用以最佳方式分配到第二透镜组 G2 和第三透镜组 G3。当实现理想的凸轮形式时,可以减少透镜筒的尺寸。当 $\beta_{2t} \cdot \beta_{3w} / (\beta_{2w} \cdot \beta_{3t})$ 的值比由公式 (4) 限定的下限低时,第三透镜组 G3 在可变放大率中的角色增加,并且第三透镜组 G3 的移动量增加,并且其不利于降低透镜系统的尺寸。

此外,随着移动量的增加,改变放大倍率期间的出射光瞳的波动增加,这是不可取的。当 $\beta 2t \cdot \beta 3w / (\beta 2w \cdot \beta 3t)$ 的值超过由公式 (4) 限定的上限时,第二透镜组 G2 在可变放大倍率中的角色增加,并且第二透镜组 G2 的移动量增加,这不利于降低透镜系统的尺寸。此外,难以在整个变焦范围内校正像差。

[0275] 可选地,公式 (4) 的数值范围如下是可取的,以在更小的变焦透镜中实现高的光学性能:

$$[0276] \quad 0.65 < \beta 2t \cdot \beta 3w / (\beta 2w \cdot \beta 3t) < 1.16 \quad (4')$$

[0277] 此外,公式 (4) 的数值范围如下是更可取的,以实现更高的光学性能:

$$[0278] \quad 0.77 < \beta 2t \cdot \beta 3w / (\beta 2w \cdot \beta 3t) < 1.12 \quad (4'')$$

[0279] 公式 (5) 涉及在广角端处的最大角度。当满足公式 (5) 时,甚至在广角视角中也可以执行摄影。在公式 (5) 中, IH 代表最大图像高度,其对应于成像装置 100 的有效尺寸。换句话说,当满足公式 (5) 时,变焦透镜适用于包括具有有效尺寸 IH 的成像装置 100 的成像设备。

[0280] 可选地,公式 (5) 的数值范围如下是可取的:

$$[0281] \quad 0.72 < IH/fw < 0.83 \quad (5')$$

[0282] 此外,公式 (5) 的数值范围如下是更可取的:

$$[0283] \quad 0.74 < IH/fw < 0.81 \quad (5'')$$

[0284] 公式 (6) 及 (7) 涉及第一透镜组 G1 的透镜材料。当公式 (6) 和 (7) 得到满足时,充分地校正在第一透镜组 G1 中产生的像差是可能的。当 $v1p-v1n$ 的值超过由公式 (7) 限定的上限时,昂贵的低色散材料用作正透镜 L12 的材料,材料的成本是不利的。此外,由于折射率低,透镜需要有高曲率。当 $v1p-v1n$ 的值比由公式 (7) 限定的下限低时,不可能充分地校正纵向像差和横向像差。

[0285] 公式 (8) 和 (9) 涉及在第三透镜组 G3 中的粘合透镜的透镜材料。当满足公式 (8) 和 (9) 时,可以充分校正在第三透镜组 G3 中产生的像差。当 $v3p-v3n$ 的值超过公式 (9) 限定的上限时,需要使用昂贵的低色散材料作为正透镜 L31 的材料,并且材料的成本是不利的。此外,由于折射率低,透镜不可避免地具有高的曲率,并且难以平衡像差的校正,诸如球面像差,并且那是不利的。当 $v3p-v3n$ 值比由公式 (9) 限定的下限低时,不可能充分地校正纵向像差和横向像差。

[0286] [实施例] 下面,将说明根据本实用新型实施例的变焦透镜的具体数值的实施例。在下面的说明中,将部分地集体地说明多个数值的实施例。

[0287] [实施例 1]

[0288] [表 1] 至 [表 3] 显示对应于图 1 所示的变焦透镜的结构的具体的透镜数据。具体来说, [表 1] 显示基本透镜数据,和 [表 2] 和 [表 3] 显示其它数据。在 [表 1] 的透镜数据中,当最靠近物体侧元件的物体侧表面是第一表面,并且表面数值朝向图像侧顺序地增加时,表面数 S_i 栏显示实施例 1 的变焦透镜的第 i ($i = 1$ 至 19) 个表面的表面数。曲率半径 R_i 栏显示按顺序从物体侧开始的第 i 个表面的曲率半径值 (mm)。在 [表 1] 中的曲率半径 R_i 对应于图 1 中的标记 R_i 。同样地,表面间隔 D_i 栏显示在光轴线上的第 i 个表面 S_i 和第 $i+1$ 个表面 S_{i+1} (按顺序地从物体侧开始) 之间的间隔 (mm),按顺序地从物体侧。 N_dj 栏显示用于 d- 线 (587.6nm) 的从物体侧开始的第 j 个光学元件的折射率。此外, vdj

栏显示用于 d- 线的从物体侧开始的第 j 个光学元件的阿贝数。

[0289] 在实施例 1 的变焦透镜中,当变焦透镜的放大倍率改变时,透镜组之间的间隔变化。因此,在移动透镜组的正面或背面上的表面间隔 D3、D9、D15 和 D17 的值是可变的。

[表 2] 显示,作为变焦数据,在广角端处、在中间处和在望远端处的表面间隔 D3、D9、D15 和 D17 在放大倍率改变过程中的数据。此外,[表 2] 显示各种数据,如整个系统的旁轴焦距(paraxial focus length)f(mm)、视角(2ω)和在广角端处、在中间处、在望远端处的 F- 数(Fno.)。

[0290] 在[表 1]的透镜数据中,符号“*”设置在表面数的左侧上以表明透镜表面为非球面。在实施例 1 的变焦透镜中,在第三透镜组 G3 中的最靠近图像侧透镜(第二负透镜 L33)的两个表面 S14、S15 都为非球面。在[表 1]的基本数据中,光学轴附近的曲率(旁轴曲率半径)显示为非球面的曲率半径。

[0291] [表 3] 显示有关实施例 1 的变焦透镜的非球面数据。在非球面数据的数值中,符号“E”代表跟随符号“E”后面的数值是基数为 10 时的指数,并且符号“E”前的数值乘以由使用 10 作为基准的指数函数代表的数值。例如,“1.0E-02”是指“ 1.0×10^{-2} ”。

[0292] 实施例 1 的透镜数据的非球面数据在下列非球面方程(A)中显示系数 A_n 、K 的值:

[0293] $Z = C \cdot h^2 / \{1 + (1 - K \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2}\} + \sum A_n \cdot h^n$ (A) 和

[0294] (n = 大于或等于 3 的整数),其中

[0295] Z:非球面深度(mm),

[0296] h:从光轴到透镜表面的距离(高度)(mm),

[0297] K:偏心率,

[0298] C:旁轴曲率 = $1/R$ (R:旁轴曲率半径),和

[0299] A_n :第 n 个顺序非球面系数

[0300] 更具体地说,Z 是从非球面上的离光学轴线的高度 h 处的点到与非球面表面的顶点接触的平面(垂直于光轴平面)的垂线长度(毫米)。

[0301] 通过使用作为非球面系数 A_n 的第三至第十顺序的非球面系数 A_3 至 A_{10} ,基于非球面方程(A)表示实施例 1 的变焦透镜的非球表面。

[0302] [表 1]

[0303]

实施例 1 基本透镜数据					
	Si (表面数)	Ri (曲率半径)	Di (表面间隔)	Ndj (折射率)	ν_{dj} (阿贝数)
G1 {	1	22.0877	0.63	1.94595	17.98
	2	14.9430	2.35	1.83481	42.71
	3	∞	D3		
G2 {	4	292.8689	0.54	1.90366	31.32
	5	4.8200	1.68		
	6	∞	0.51	1.83400	37.16
	7	8.7482	0.20		
	8	7.0431	2.00	1.94595	17.98
	9	41.8545	D9		
	10 (光阑)	∞	0.80		
G3 {	11	3.8430	3.01	1.60311	60.64
	12	-16.0360	0.59	1.92286	18.90
	13	∞	0.20		
	*14	5.7045	0.89	1.60596	26.92
	*15	3.4351	D15		
G4 {	16	11.5943	1.82	1.58913	61.14
	17	∞	D17		
	18	∞	0.80	1.51680	64.20
	19	∞			

[0304] (*:非球面)

[0305] [表 2]

[0306]

实施例 1·变焦距数据			
	广角端	中间	望远端
f	5.15	11.14	24.11
Fno.	3.72	4.46	6.16
2 ω	83.0	38.5	18.0
D3	0.300	4.831	9.943
D9	9.023	2.503	0.601
D15	3.942	3.338	12.658
D17	3.427	6.910	3.909

[0307] [表 3]

[0308]

实施例 1·非球面数据		
系数	第14面	第15面
K	-1.48309896	-1.24024416
A3	3.58815557E-03	3.60195185E-03
A4	-1.86523615E-02	-1.13481606E-02
A5	1.57809864E-02	1.79315959E-02
A6	-1.20833516E-02	-1.52817590E-02
A7	2.00848774E-03	4.66269367E-03
A8	2.24549843E-03	9.87875708E-04
A9	-1.45484897E-03	-1.05009095E-03
A10	2.63150745E-04	2.12482748E-04

[0309] [数值实施例 2 至 12]

[0310] [表 4] 至 [表 6] 显示以数字表示的实施例 2, 对应于变焦透镜结构的具体的透镜数据以与以数字表示的实施例 1 相似的方式在图 2 中说明。同样地, [表 7] 至 [表 36] 作为数字表示的实施例 1 至 12 显示对应于图 3-12 中图示的变焦透镜结构。

[0311] 在以数字表示的实施例 2 到 8 的变焦透镜中, 与以数字表示的实施例 1 的变焦透镜中的非球表面相同的表面为非球面。此外, 孔径光阑 St 与透镜组 G3 一起移动。

[0312] 然而, 在以数字表示的实施例 9 到 12 的变焦透镜中, 非球面的数量比以数字表示的实施例 1 的变焦透镜中的非球面的数量大。例如, 在以数字表示的实施例 9 中, 除了第三透镜组 G3 中的最靠近图像侧透镜 (第二负透镜 L33) 以外, 在第二透镜组 G2 中的最靠近图像侧透镜 (正透镜 L23) 的两侧 S8、S9 和在第四透镜组 G4 中的正透镜 L41 的图像侧面 S17 都为非球面。此外, 在以数字表示的实施例 9 到 12 的变焦透镜中, 孔径光阑 St 独立于透镜组移动。因此, 孔径光阑 St 的前侧上和后侧上的表面间隔 D9、D10 是可变的。

[0313] [表 4]

[0314]

实施例 2·基本透镜数据					
	Si (表面数)	Ri (曲率半径)	Di (表面间隔)	Nd _i (折射率)	ν_{di} (阿贝数)
G1 {	1	22.1703	0.63	1.94595	17.98
	2	14.9504	2.37	1.83481	42.71
	3	∞	D3		
G2 {	4	231.8394	0.54	1.90366	31.32
	5	4.7932	1.68		
	6	∞	0.51	1.83400	37.16
	7	8.8781	0.17		
	8	7.0183	2.00	1.94595	17.98
	9	40.0412	D9		
	10 (光阑)	∞	0.80		
G3 {	11	3.6584	3.01	1.58913	61.14
	12	-16.0421	0.60	1.92286	18.90
	13	∞	0.20		
	*14	6.2951	0.89	1.60596	26.92
	*15	3.6430	D15		
G4 {	16	10.0045	1.84	1.62299	58.16
	17	37.2256	D17		
	18	∞	0.85	1.51680	64.20
	19	∞			

[0315] (*:非球面)

[0316] [表 5]

[0317]

实施例 2·变焦距数据			
	广角端	中间	望远端
f	5.17	11.23	24.39
Fno.	3.70	4.59	6.05
2ω	82.5	38.9	17.7
D3	0.300	4.174	10.192
D9	8.999	2.421	0.557
D15	4.423	4.247	12.523
D17	2.733	6.347	3.029

[0318] [表 6]

[0319]

实施例 2. 非球面数据		
系数	第14面	第15面
K	-5.55711029	-1.67719074
A3	4.01561133E-03	5.45958779E-03
A4	-1.66395500E-02	-1.45360131E-02
A5	1.07597038E-02	2.01745582E-02
A6	-7.05822762E-03	-1.64797372E-02
A7	-5.83544908E-05	5.02068731E-03
A8	1.77447515E-03	9.05267254E-04
A9	-8.62716167E-04	-1.01933758E-03
A10	1.38288874E-04	2.09619936E-04

[0320] [表 7]

[0321]

实施例 3. 基本透镜数据					
	Si (表面数)	Ri (曲率半径)	Di (表面间隔)	Ndj (折射率)	ν dj (阿贝数)
G1 {	1	22.3610	0.65	1.94595	17.98
	2	14.9000	2.37	1.83481	42.71
	3	-76275.7647	D3		
G2 {	4	211.3483	0.54	1.90366	31.32
	5	4.7637	1.68		
	6	∞	0.51	1.83400	37.16
	7	8.8409	0.10		
	8	6.7887	2.04	1.94595	17.98
	9	42.7101	D9		
	10 (光阑)	∞	0.80		
G3 {	11	3.6076	3.01	1.58313	59.38
	12	-9.7956	0.50	1.92286	18.90
	13	534706488.7983	0.17		
	*14	5.0000	1.00	1.50957	56.38
	*15	3.0642	D15		
G4 {	16	7.9810	1.85	1.62041	60.29
	17	19.4303	D17		
	18	∞	0.85	1.51680	64.20
	19	∞			

[0322] (*:非球面)

[0323] [表 8]

[0324]

实施例 3·变焦距数据			
	广角端	中间	望远端
f	5.31	11.53	25.03
Fno.	4.02	4.84	6.07
2 ω	80.8	37.5	17.1
D3	0.300	5.757	11.551
D9	9.016	3.194	0.644
D15	4.115	4.740	10.923
D17	3.011	5.302	3.130

[0325] [表 9]

[0326]

实施例 3·非球面数据		
系数	第14面	第15面
K	-16.51279320	-0.97751321
A3	6.13761685E-04	7.11684812E-03
A4	1.49324058E-02	-2.10385660E-02
A5	-2.09820853E-02	4.26044348E-02
A6	1.17530957E-02	-3.97185672E-02
A7	-7.28205247E-04	1.11239388E-02
A8	-2.71494274E-03	4.92454546E-03
A9	-2.37205117E-03	-2.56481402E-03
A10	1.93576934E-03	-4.09892994E-05
A11	8.62713918E-04	-3.63990306E-04
A12	-2.45473505E-04	1.01275876E-04
A13	-4.97682684E-04	1.62294655E-04
A14	1.79388663E-04	-5.38829476E-05

[0327] [表 10]

[0328]

实施例 4·基本透镜数据					
	Si (表面数)	Ri (曲率半径)	Di (表面间隔)	Ndj (折射率)	v dj (阿贝数)
G1 {	1	22.0365	0.63	1.94595	17.98
	2	14.9504	2.31	1.83481	42.71
	3	∞	D3		
G2 {	4	248.5130	0.54	1.90366	31.32
	5	4.7366	1.69		
	6	∞	0.51	1.83400	37.16
	7	9.1740	0.10		
	8	6.8221	2.00	1.94595	17.98
	9	37.7298	D9		
	10 (光阑)	∞	0.80		
G3 {	11	3.5098	3.01	1.58313	59.38
	12	-9.6664	0.50	1.92286	18.90
	13	-2755795861.7185	0.20		
	*14	5.0000	0.90	1.50957	56.38
	*15	2.9631	D15		
G4 {	16	8.9999	1.85	1.62041	60.29
	17	40.0000	D17		
	18	∞	0.85	1.51680	64.20
	19	∞			

[0329] (*:非球面)

[0330] [表 11]

[0331]

实施例 4·变焦距数据			
	广角端	中间	望远端
f	5.17	11.23	24.38
Fno.	3.93	4.65	6.07
2ω	82.4	38.1	17.5
D3	0.300	5.559	11.039
D9	8.992	2.859	0.679
D15	3.821	3.665	11.016
D17	3.159	5.919	3.428

[0332] [表 12]

[0333]

实施例 4·非球面数据		
系数	第14面	第15面
K	-2.87695823	-0.36193739
A3	1.73964820E-03	3.33556400E-03
A4	-1.21414862E-02	-1.08618932E-02
A5	3.05712090E-03	1.16998038E-02
A6	-5.75353328E-03	-1.37564791E-02
A7	1.40555220E-03	5.99016548E-03
A8	1.76925022E-03	5.22434285E-04
A9	-1.59263111E-03	-1.32267356E-03
A10	3.55582903E-04	3.32171336E-04

[0334] [表 13]

[0335]

实施例 5·基本透镜数据					
	S_i (表面数)	R_i (曲率半径)	D_i (表面间隔)	$N_{d,i}$ (折射率)	$\nu_{d,i}$ (阿贝数)
G1 {	1	22.2254	0.63	1.94595	17.98
	2	14.9504	2.26	1.83481	42.71
	3	5664626.3292	D3		
G2 {	4	364.8992	0.54	1.90366	31.32
	5	4.8417	1.65		
	6	159.5299	0.51	1.83400	37.16
	7	9.3858	0.10		
	8	6.8630	1.95	1.94595	17.98
	9	32.0734	D9		
	10 (光阑)	∞	0.80		
G3 {	11	3.5145	3.00	1.58913	61.14
	12	-11.4589	0.50	1.92286	18.90
	13	2166.7552	0.20		
	*14	4.8679	0.92	1.80348	40.44
	*15	3.0817	D15		
G4 {	16	8.9999	1.80	1.62041	60.29
	17	40.7757	D17		
	18	∞	0.85	1.51680	64.20
	19	∞			

[0336] (*:非球面)

[0337] [表 14]

[0338]

实施例 5 · 变焦距数据			
	广角端	中间	望远端
f	5.17	11.23	24.38
Fno.	3.94	4.67	6.02
2ω	80.1	36.8	17.0
D3	0.300	5.497	11.142
D9	9.541	3.090	0.720
D15	3.913	3.542	10.267
D17	2.812	5.644	3.322

[0339] [表 15]

[0340]

实施例 5 · 非球面数据		
系数	第14面	第15面
K	-1.31940811	-0.62283285
A3	-3.53682612E-04	8.95494562E-04
A4	-4.64129650E-03	-2.73285820E-03
A5	-4.22059096E-03	1.34207959E-03
A6	1.00922802E-03	-3.94619359E-03
A7	-2.05862347E-04	1.57094850E-03
A8	-2.94607675E-04	3.72756223E-04
A9	9.25510785E-05	-5.79770243E-04
A10	-1.25516741E-05	1.62013671E-04

[0341] [表 16]

[0342]

实施例 6·基本透镜数据					
	Si (表面数)	Ri (曲率半径)	Di (表面间隔)	Ndj (折射率)	ν dj (阿贝数)
G1 {	1	22.5060	0.63	1.94595	17.98
	2	14.9504	2.31	1.83481	42.71
	3	-938.1489	D3		
G2 {	4	986.9091	0.54	1.88300	40.76
	5	4.8417	1.65		
	6	113.4935	0.51	1.88300	40.76
	7	9.7605	0.13		
	8	6.8766	1.95	1.92286	20.88
	9	30.1080	D9		
	10 (光阑)	∞	0.80		
G3 {	11	3.5538	3.02	1.62041	60.29
	12	-9.5310	0.60	1.92000	21.55
	13	39.7011	0.20		
	*14	5.3459	0.89	1.56865	58.62
	*15	3.3722	D15		
G4 {	16	8.9999	1.80	1.60934	47.74
	17	40.0000	D17		
	18	∞	0.85	1.51680	64.20
	19	∞			

[0343] (*:非球面)

[0344] [表 17]

[0345]

实施例 6·变焦距数据			
	广角端	中间	望远端
f	5.17	11.23	24.37
Fno.	3.93	4.66	6.06
2ω	82.5	38.0	17.5
D3	0.300	5.341	10.917
D9	9.375	2.968	0.730
D15	3.772	3.372	10.595
D17	2.981	5.911	3.369

[0346] [表 18]

[0347]

实施例 6·非球面数据		
系数	第14面	第15面
K	-3.61387787	0.09751594
A3	8.13204378E-04	2.02614939E-03
A4	-5.53037663E-03	-4.44681983E-03
A5	-4.64110812E-03	7.28542019E-04
A6	8.72720900E-04	-3.88146890E-03
A7	-2.58331158E-04	1.72529579E-03
A8	-3.06479538E-04	4.16028769E-04
A9	9.77868234E-05	-5.95600076E-04
A10	-7.21253379E-06	1.59494294E-04

[0348] [表 19]

[0349]

实施例 7·基本透镜数据					
	Si (表面数)	Ri (曲率半径)	Di (表面间隔)	Ndj (折射率)	ν dj (阿贝数)
G1 {	1	22.0224	0.63	1.94595	17.98
	2	14.9504	2.26	1.83481	42.71
	3	-9141882.8007	D3		
G2 {	4	326.0838	0.54	1.90366	31.32
	5	4.8815	1.65		
	6	15909143.7977	0.51	1.83400	37.16
	7	9.4517	0.10		
	8	7.0135	1.95	1.94595	17.98
	9	40.6066	D9		
	10 (光阑)	∞	0.80		
G3 {	11	3.5549	3.02	1.61800	63.33
	12	-12.2971	0.62	1.92286	20.88
	13	27.8463	0.20		
	*14	5.7258	0.89	1.56865	58.62
	*15	3.6062	D15		
G4 {	16	8.9999	1.80	1.63910	59.54
	17	40.0000	D17		
	18	∞	0.85	1.51680	64.20
	19	∞			

[0350] (*:非球面)

[0351] [表 20]

[0352]

实施例 7·变焦距数据			
	广角端	中间	望远端
f	5.17	11.23	24.37
Fno.	3.88	4.60	6.02
2 ω	82.6	38.1	17.5
D3	0.300	5.591	10.908
D9	9.334	3.047	0.637
D15	3.565	3.729	10.769
D17	3.163	5.575	3.200

[0353] [表 21]

[0354]

实施例 7·非球面数据		
系数	第14面	第15面
K	-3.87823989	0.28326688
A3	3.72886064E-04	1.37004142E-03
A4	-5.61876746E-03	-4.36019085E-03
A5	-4.64166188E-03	7.28158000E-04
A6	8.72719367E-04	-3.88147537E-03
A7	-2.58331159E-04	1.72529574E-03
A8	-3.06479538E-04	4.16028769E-04
A9	9.77868234E-05	-5.95600076E-04
A10	-7.21253379E-06	1.59494294E-04

[0355] [表 22]

[0356]

实施例 8·基本透镜数据					
	Si (表面数)	Ri (曲率半径)	Di (表面间隔)	Ndj (折射率)	ν dj (阿贝数)
G1 {	1	22.2687	0.63	1.94595	17.98
	2	14.9997	2.26	1.83481	42.71
	3	∞	D3		
G2 {	4	266.4489	0.54	1.90366	31.32
	5	4.7142	1.61		
	6	∞	0.51	1.83400	37.16
	7	9.7205	0.10		
	8	6.8886	1.80	1.94595	17.98
	9	35.7702	D9		
	10 (光阑)	∞	0.80		
G3 {	11	3.5163	3.02	1.58913	61.14
	12	-11.1646	0.50	1.92286	18.90
	13	∞	0.20		
	*14	5.0713	0.91	1.80348	40.44
	*15	3.2472	D15		
G4 {	16	8.9999	1.80	1.62041	60.29
	17	35.1447	D17		
	18	∞	0.85	1.51680	64.20
	19	∞			

[0357] (*:非球面)

[0358] [表 23]

[0359]

实施例 8·变焦距数据			
	广角端	中间	望远端
f	5.17	11.23	24.38
Fno.	3.89	4.64	5.96
2 ω	80.1	36.9	17.0
D3	0.300	5.533	11.134
D9	9.267	3.112	0.684
D15	4.024	3.940	10.453
D17	2.760	5.490	3.379

[0360] [表 24]

[0361]

实施例 8·非球面数据		
系数	第14面	第15面
K	-1.22073552	-0.53324730
A3	-3.64568136E-04	7.59374690E-04
A4	-4.56755836E-03	-2.79929469E-03
A5	-4.21968912E-03	1.34133859E-03
A6	1.00923370E-03	-3.94619875E-03
A7	-2.05862320E-04	1.57094848E-03
A8	-2.94607675E-04	3.72756223E-04
A9	9.25510785E-05	-5.79770243E-04
A10	-1.25516741E-05	1.62013671E-04

[0362] [表 25]

[0363]

实施例 9. 基本透镜数据					
	Si (表面数)	Ri (曲率半径)	Di (表面间隔)	Ndj (折射率)	ν_{dj} (阿贝数)
G1 {	1	23.9992	0.60	1.94595	17.98
	2	17.4996	2.01	1.75500	52.32
	3	-149.9971	D3		
G2 {	4	1413188972.125	0.60	1.88300	40.76
	5	4.4767	1.15		
	6	18.1124	0.55	1.88300	40.76
	7	7.5358	0.10		
	*8	6.8250	1.45	1.90681	21.20
	*9	32.0725	D9		
	10 (光阑)	∞	D10		
G3 {	11	3.8000	3.06	1.61800	63.33
	12	-29.7221	0.55	1.92286	20.88
	13	13.6907	0.20		
	*14	3.8061	0.90	1.80348	40.45
	*15	3.5000	D15		
G4 {	16	9.8789	1.70	1.50957	56.38
	*17	117.7598	D17		
	18	∞	0.85	1.51680	64.20
	19	∞			

[0364] (*:非球面)

[0365] [表 26]

[0366]

实施例 9 · 变焦距数据			
	广角端	中间	望远端
f	5.14	11.17	24.25
Fno.	3.25	4.25	5.97
2 ω	80.1	36.4	17.1
D3	0.300	5.493	10.947
D9	7.274	2.796	1.048
D10	2.100	0.600	0.600
D15	3.070	2.269	11.920
D17	3.370	6.580	2.520

[0367] [表 27]

[0368]

实施例 9 · 非球面数据			
系数	第8面	第9面	
K	0.59001142	1.99999916	
A3	8.23154310E-04	2.00644051E-04	
A4	-1.11681786E-03	-6.46475125E-04	
A5	-4.05319458E-04	-1.23550389E-03	
A6	5.43297991E-04	9.87929911E-04	
A7	-1.17443712E-04	-2.47610076E-04	
A8	-8.76590391E-07	-1.99191463E-05	
A9	-1.96968281E-05	-8.08380079E-06	
A10	3.42807966E-06	3.06430639E-06	
A11	1.05198938E-06	2.24204275E-06	
A12	7.08225845E-07	-7.89038685E-08	
A13	-3.07465775E-07	-8.19321446E-08	
A14	-3.74675317E-08	-4.57432002E-08	
A15	1.56754944E-08	9.62181907E-10	
A16	-3.11029298E-09	-4.78929129E-10	
A17	3.10075825E-09	1.09444185E-10	
A18	-7.88902365E-10	2.29512906E-10	
A19	-2.18883543E-11	1.02701392E-10	
A20	1.55756328E-11	-3.33474001E-11	
	第14面	第15面	第17面
K	1.31659345	1.27206093	-2.00151513
A3	-1.95581761E-03	-1.26308604E-03	-5.71781637E-04
A4	2.23997542E-03	6.32322595E-03	8.79059368E-04
A5	-5.33111937E-03	-1.12512614E-03	-3.91822623E-04
A6	1.73096284E-03	-4.35764035E-03	-6.39295792E-05
A7	-6.94818226E-04	3.59449009E-03	3.64607360E-05
A8	-1.36180453E-04	-1.61782156E-03	1.06271062E-05
A9	2.36976417E-05	1.19790597E-05	-5.72554798E-06
A10	-4.15590797E-06	9.50494083E-05	6.05720256E-07

[0369] [表 28]

[0370]

实施例 10·基本透镜数据					
	Si (表面数)	Ri (曲率半径)	Di (表面间隔)	Ndj (折射率)	v_{dj} (阿贝数)
G1 {	1	22.8777	0.64	1.94595	17.98
	2	14.9930	2.31	1.83481	42.71
	3	-1839789.1276	D3		
G2 {	4	15732468.8557	0.60	1.88300	40.76
	5	4.2000	1.46		
	*6	9.2603	0.70	1.50957	56.38
	*7	6.4221	0.10		
	8	7.1407	1.50	1.94595	17.98
	9	14.8055	D9		
	10 (光阑)	∞	D10		
G3 {	11	4.0000	2.96	1.61800	63.33
	12	-12.5202	0.60	1.92286	20.88
	13	63.0002	0.10		
	*14	5.0028	0.90	1.80348	40.44
	*15	4.0000	D15		
G4 {	*16	26.0000	1.60	1.50957	56.38
	*17	-25.0000	D17		
	18	∞	0.85	1.51680	64.20
	19	∞			

[0371] (*:非球面)

[0372] [表 29]

[0373]

实施例 10·变焦距数据			
	广角端	中间	望远端
f	5.13	11.13	24.17
Fno.	3.60	4.55	5.99
2ω	80.4	36.7	17.1
D3	0.300	5.358	11.314
D9	8.291	3.095	1.142
D10	2.100	0.600	0.600
D15	3.741	1.767	10.744
D17	3.535	7.715	3.253

[0374] [表 30]

[0375]

实施例 10·非球面数据			
系数	第6面	第7面	第14面
K	0.00000000	1.92124055	-9.99982639
A3	-8.96287811E-03	-9.90924711E-03	-5.23600239E-03
A4	1.19906072E-02	1.07004675E-02	2.20777155E-02
A5	-1.04248327E-02	-8.01668238E-03	-1.46792817E-02
A6	4.76898363E-03	1.63710993E-03	6.49192987E-03
A7	-9.36732335E-04	2.95421315E-04	-2.01748761E-03
A8	-6.54932008E-05	-7.63118674E-05	-4.73605702E-04
A9	3.49320878E-05	-3.81253372E-05	5.47856160E-04
A10	5.93887336E-06	-1.16825280E-06	-8.28821199E-05
A11	-4.20551019E-07	2.72519759E-06	-5.17996237E-05
A12	-6.13248430E-07	6.09783588E-07	-2.63726402E-06
A13	-3.85582846E-08	6.92676672E-08	1.66957597E-05
A14	1.82739261E-09	-4.39383175E-08	-3.78907599E-06
A15	7.98688435E-09	-1.71243011E-08	—
A16	2.21560030E-09	-1.53728821E-09	—
A17	2.81494773E-11	2.32259934E-10	—
A18	-1.44867274E-10	3.04215816E-10	—
A19	-6.88667264E-11	9.42766341E-11	—
A20	1.57430908E-11	-2.85590691E-11	—
	第15面	第16面	第17面
K	1.00000000	0.00000000	0.00000000
A3	-4.49140913E-03	2.81480969E-03	9.80082254E-04
A4	1.32796951E-02	-4.80374912E-03	2.42414553E-03
A5	-9.73395763E-03	3.44084603E-03	-6.15175727E-03
A6	1.93151271E-03	-1.42330071E-03	4.08795567E-03
A7	1.30198736E-03	4.05948362E-04	-8.49881049E-04
A8	-3.67783017E-04	-9.23066896E-05	-1.36210308E-04
A9	-3.81167232E-04	-2.31901873E-05	3.15203332E-05
A10	-2.36754482E-05	8.42295399E-06	1.04027601E-05
A11	7.66385266E-05	3.06252668E-06	1.49801076E-07
A12	2.34106434E-05	-2.76110733E-07	-5.13452864E-07
A13	-1.56448174E-05	-3.60661070E-07	-1.00189098E-07
A14	1.52174126E-06	5.80843124E-08	2.54794052E-08

[0376] [表 31]

[0377]

实施例 11·基本透镜数据					
	Si (表面数)	Ri (曲率半径)	Di (表面间隔)	Ndj (折射率)	ν_{dj} (阿贝数) ⁻
G1 {	1	21.6495	0.63	1.94595	17.98
	2	16.0000	2.21	1.75500	52.32
	3	-353.4727	D3		
G2 {	4	-195.1382	0.54	1.88300	40.76
	5	4.3088	1.35		
	*6	6.3555	0.70	1.50957	56.38
	*7	5.1078	0.20		
	8	7.9624	1.48	1.92286	18.90
	9	20.5007	D9		
	10 (光阑)	∞	D10		
G3 {	11	3.7000	3.22	1.58913	61.14
	12	-9.7741	0.50	1.92286	20.88
	13	∞	0.20		
	*14	4.6092	0.90	1.80348	40.44
	*15	3.2267	D15		
G4 {	*16	10.3654	1.70	1.50957	56.38
	*17	-226.9911	D17		
	18	∞	0.85	1.51680	64.20
	19	∞			

[0378] (*:非球面)

[0379] [表 32]

[0380]

实施例 11·变焦距数据			
	广角端	中间	望远端
f	5.13	11.14	24.19
Fno.	3.54	4.60	6.04
2 ω	81.2	37.1	17.1
D3	0.300	5.003	11.151
D9	8.470	3.050	0.990
D10	2.100	0.600	0.600
D15	2.992	2.497	10.468
D17	3.463	6.514	3.219

[0381] [表 33]

[0382]

实施例 11·非球面数据			
系数	第6面	第7面	第14面
K	-5.48062200	-0.52377633	-1.61711975
A3	-2.10098522E-04	-1.01410513E-03	-2.50459129E-03
A4	6.91651928E-04	-1.60499305E-03	-1.95744312E-03
A5	3.68073726E-04	1.53284598E-04	-7.04126020E-04
A6	-1.83447570E-04	-9.24470861E-05	-5.61329485E-04
A7	-1.40574564E-05	-4.06487366E-05	-6.87279253E-04
A8	1.33156222E-06	6.23373101E-06	1.18289119E-04
A9	-3.40693976E-08	1.98505636E-06	4.51894653E-05
A10	1.91593533E-07	1.34470670E-07	-2.75415365E-05
A11	9.13527202E-08	-7.41092690E-08	1.93388227E-05
A12	3.83910290E-08	-4.19053661E-10	-5.03081239E-06
A13	-1.50737166E-08	-7.08431276E-09	-4.20206598E-08
A14	4.93153467E-10	1.87689148E-09	-2.36526983E-08
A15	-1.24671497E-10	-2.31309615E-10	—
A16	6.98440858E-11	7.95115377E-11	—
A17	6.01393023E-12	9.13589122E-12	—
A18	1.40045038E-12	2.58771216E-13	—
A19	-5.96979135E-13	-9.81235985E-13	—
A20	-1.34715974E-13	-1.98698481E-13	—
	第15面	第16面	第17面
K	-1.54390492	4.99395474	-4.99123672E+01
A3	-3.26529937E-03	1.05252691E-03	1.23353699E-03
A4	7.48948340E-03	-1.73226946E-03	-1.07898373E-03
A5	-2.43591868E-03	4.16396275E-04	1.12502699E-04
A6	-1.00598309E-04	-4.70873381E-05	3.66654574E-05
A7	-9.00897046E-04	-9.57730120E-06	-4.90318805E-06
A8	1.40693699E-04	-1.96128314E-06	-1.87587853E-06
A9	6.14874197E-05	5.11843524E-08	-6.79644941E-07
A10	4.13192957E-05	5.99841476E-08	2.41833847E-08
A11	-1.37648363E-05	-6.18749933E-09	6.20835436E-09
A12	5.01503493E-07	-1.47167786E-09	2.60050125E-09
A13	-5.42807412E-08	-6.07381081E-10	3.65669230E-10
A14	2.19275019E-08	1.02068953E-10	-5.33783292E-11

[0383] [表 34]

[0384]

实施例 12·基本透镜数据					
	Si (表面数)	Ri (曲率半径)	Di (表面间隔)	Nd _j (折射率)	ν_{dj} (阿贝数)
G1 {	1	24.0878	0.61	1.94595	17.98
	2	17.4997	2.01	1.75500	52.32
	3	-150.0002	D3		
G2 {	4	-196.9623	0.54	1.88300	40.76
	5	4.3898	1.08		
	6	10.4244	0.52	1.88300	40.76
	7	6.5821	0.20		
	*8	7.0000	1.46	2.00170	20.60
	*9	20.4291	D9		
	10 (光阑)	∞	D10		
G3 {	11	3.7000	2.88	1.60311	60.64
	12	-10.5463	0.50	1.92286	20.88
	13	∞	0.30		
	*14	4.8832	1.04	1.80348	40.44
	*15	3.3423	D15		
G4 {	*16	10.5599	1.70	1.50957	56.38
	*17	-158.7366	D17		
	18	∞	0.85	1.51680	64.20
	19	∞			

[0385] (*:非球面)

[0386] [表 35]

[0387]

实施例 12·变焦距数据			
	广角端	中间	望远端
f	5.13	11.13	24.16
Fno.	3.27	4.31	6.07
2ω	80.7	36.7	17.2
D3	0.300	5.266	10.793
D9	7.647	3.011	1.271
D10	2.100	0.600	0.600
D15	2.912	2.538	11.819
D17	3.335	6.349	2.572

[0388] [表 36]

[0389]

实施例 12 · 非球面数据			
系数	第8面	第9面	第14面
K	1.58418049	36.40334399	-1.89208281
A3	-2.66737899E-04	-8.98040823E-04	-1.81035569E-03
A4	-1.05444792E-03	-9.63711679E-04	-1.67362132E-03
A5	7.43180761E-04	2.76448455E-04	7.60390665E-05
A6	-2.09026797E-04	-2.34081544E-04	-4.93604369E-04
A7	-3.33108117E-05	-1.09761285E-05	-6.84713190E-04
A8	5.60197433E-06	-2.44376999E-07	9.80054833E-05
A9	1.87846716E-06	6.22471533E-07	2.64339074E-05
A10	-3.20601494E-07	5.70358692E-07	-1.12986545E-05
A11	-1.35618004E-07	-7.11311614E-08	1.26434168E-05
A12	2.17275107E-08	-3.96861254E-08	-3.72036681E-06
A13	-9.95557580E-09	-1.27370180E-08	-4.20206598E-08
A14	4.27121329E-09	3.80121056E-09	-2.36526983E-08
A15	3.14612653E-10	1.65198436E-10	—
A16	6.12573597E-11	5.56129081E-11	—
A17	-8.26152304E-12	5.57745179E-11	—
A18	-8.19994112E-12	-8.45578344E-12	—
A19	1.36785811E-12	-4.66826491E-12	—
A20	-1.96914934E-12	-1.82620479E-12	—
	第15面	第16面	第17面
K	-2.39479570	4.36186872	-9.19869872E+01
A3	-1.94084209E-03	-6.91105452E-05	7.99764998E-04
A4	9.45051176E-03	1.32690766E-04	8.81870428E-05
A5	-7.06159379E-04	6.76073013E-05	-5.83723031E-05
A6	-1.47078084E-04	-7.25028181E-05	-1.16024625E-05
A7	-1.03758163E-03	-9.88694666E-06	-5.22388420E-06
A8	-2.25654655E-05	7.53704924E-07	-4.91810037E-07
A9	1.06639491E-04	4.05285218E-07	-2.07912279E-07
A10	5.79530291E-05	9.27307815E-08	5.17732469E-08
A11	-1.95356608E-05	-5.02746690E-09	1.07774434E-08
A12	1.38420746E-06	-4.11327498E-09	1.78120535E-09
A13	-5.42807412E-08	-8.29903611E-10	-2.68325262E-11
A14	2.19275019E-08	-1.89557906E-12	-2.41484692E-10

[0390] [有关实施例的其它数值数据]

[0391] [表 37] 显示与用于所有实施例的公式相关的值。如 [表 37] 所示,每个实施例的值在由公式限定的数值范围内。

[0392] [表 37]

[0393]

公式数	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5	实施例 6
(1)	0.43	0.40	0.39	0.41	0.36	0.38
(2)	5.47	5.47	5.38	5.43	5.48	5.44
(3)	-1.23	-1.22	-1.23	-1.24	-1.28	-1.26
(4)	0.79	0.83	1.10	1.01	1.01	0.99
(5)	0.777	0.803	0.753	0.774	0.745	0.774
(6)	17.98	17.98	17.98	17.98	17.98	17.98
(7)	24.73	24.73	24.73	24.73	24.73	24.73
(8)	18.90	18.90	18.90	18.90	18.90	21.55
(9)	41.74	42.24	40.48	40.48	42.24	38.74
公式数	实施例 7	实施例 8	实施例 9	实施例 10	实施例 11	实施例 12
(1)	0.38	0.38	0.45	0.38	0.38	0.45
(2)	5.42	5.49	5.81	5.73	5.74	5.86
(3)	-1.29	-1.26	-1.27	-1.26	-1.35	-1.30
(4)	1.03	0.97	0.87	0.97	0.96	0.84
(5)	0.774	0.745	0.750	0.752	0.751	0.752
(6)	17.98	17.98	17.98	17.98	17.98	17.98
(7)	24.73	24.73	24.73	24.73	24.73	24.73
(8)	20.88	18.90	18.90	18.90	18.90	18.90
(9)	42.45	41.74	42.24	40.48	40.48	42.24

[0394] [像差性能]

[0395] 图 13A 至 13D 是分别说明以数字表示的实施例 1 的在广角端处的变焦透镜的球面像差、像散,畸变和横向像差的示意图。图 14A 至 14D 是说明实施例 1 的在中间范围中的变焦透镜的相似像差的图表。此外,图 15A 至 15D 是说明实施例 1 的在望远端处的变焦透镜的相似像差的图表。每个示意图使用 d-线 (587.6 米) 作为参考波长说明像差。此外,球面像差和横向像差的示意图还说明用于 460nm 和 615nm 的波长的像差。在像散图中,实线表示在径向方向的像差,而虚线代表在切向方向的像差。此外,Fno 表示 f 数,以及 ω 代表半视角。

[0396] 同样地,图 16A 至 16D 是分别说明以数字表示的实施例 2 在广角端处的变焦透镜的球面像差、像散,畸变和横向像差的示意图。图 17A 至 17D 是说明实施例 2 的在中间范围中的变焦透镜的相似像差的示意图。此外,图 18A 至 18D 是说明实施例 2 的在望远端处处的变焦透镜的相似像差的示意图。同样,图 19A 至 19D 到图 48A 至 48D 显示以数字表示的实施例 3 至 12 的变焦透镜的像差。

[0397] 如数值数据和说明像差的示意图显示,每个实施例以出色的方式在每个变量放大倍率范围内校正像差。此外,能够提供整体紧凑的变焦透镜,并且其具有宽的视角和高的可变放大倍率。

[0398] 本实用新型不限于上述实施方式和实施例,各种修改是可能的。例如,每个透镜元件的曲率半径、表面间隔、折射率等都不限于上述以数字表示的实施例的值,而是可以是其它的值。

实施例1

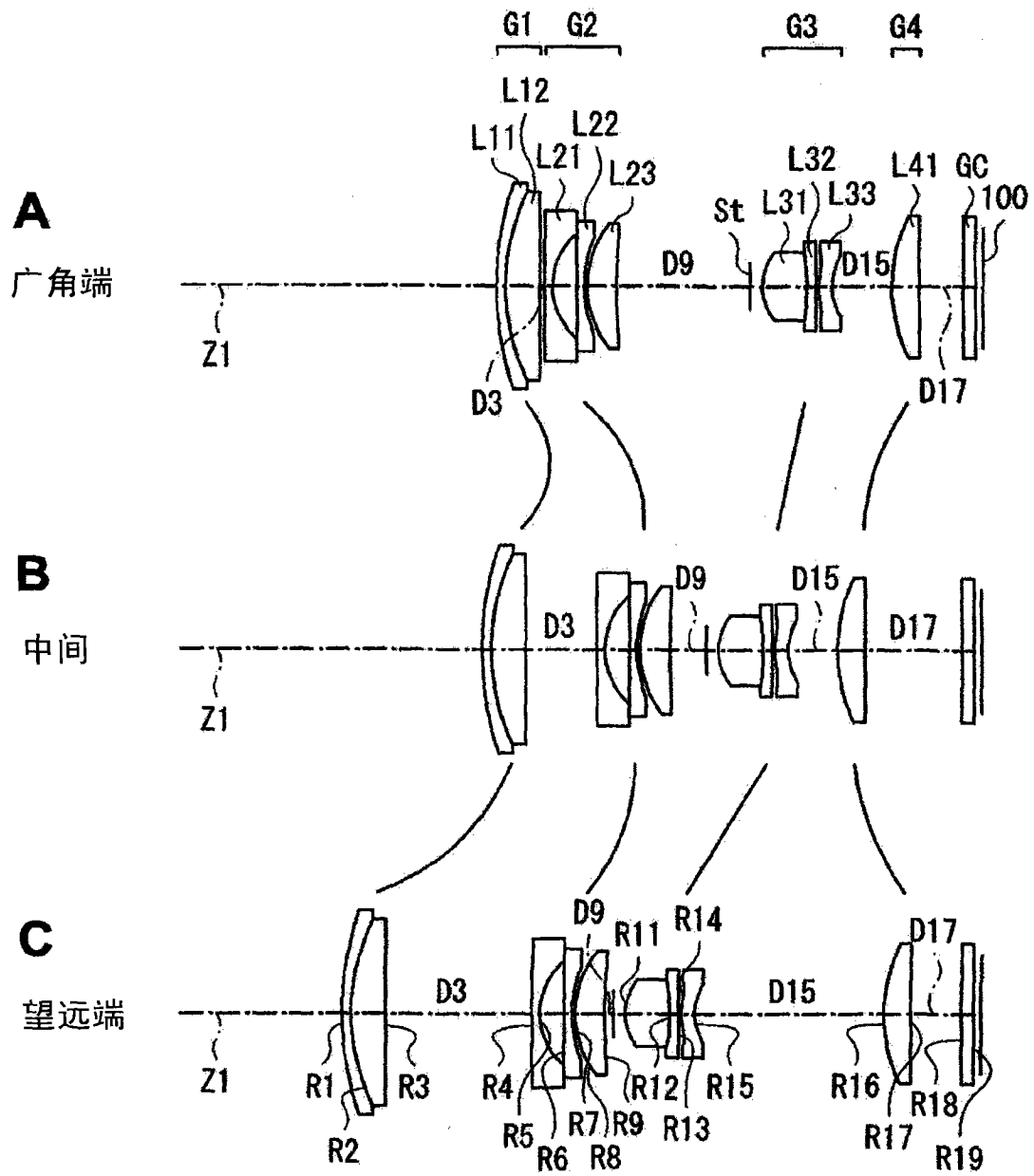


图 1

实施例2

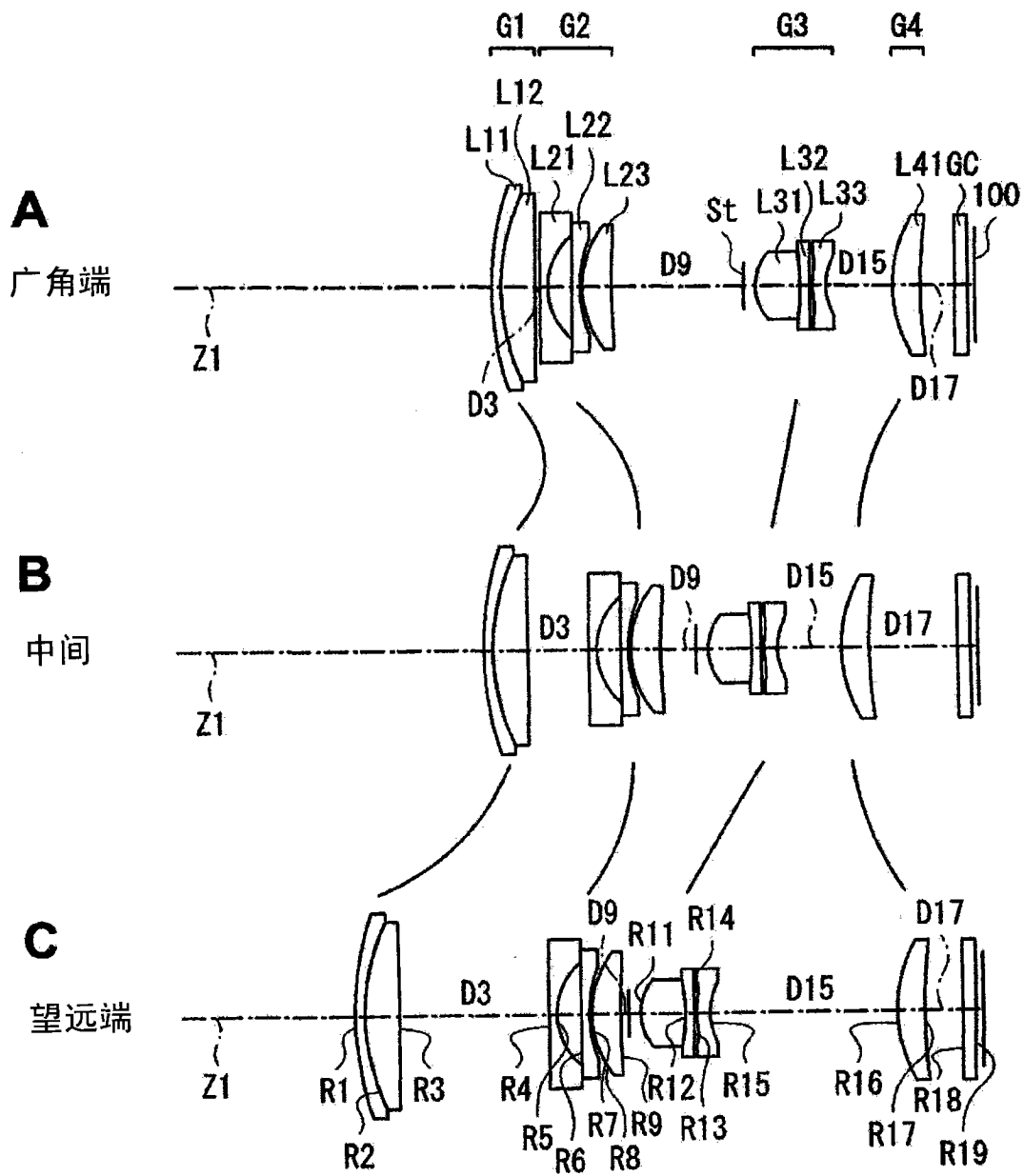


图 2

实施例3

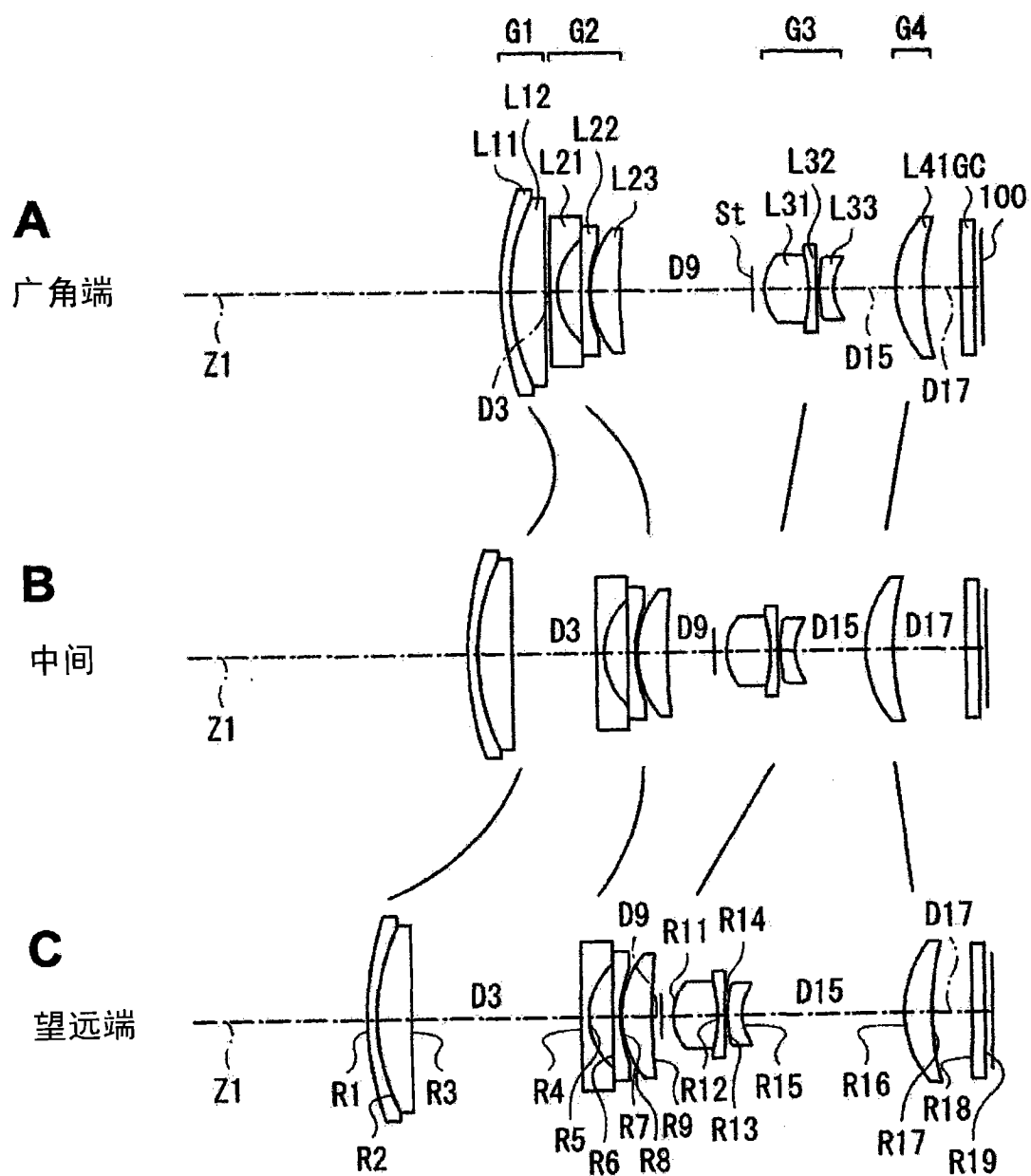


图 3

实施例4

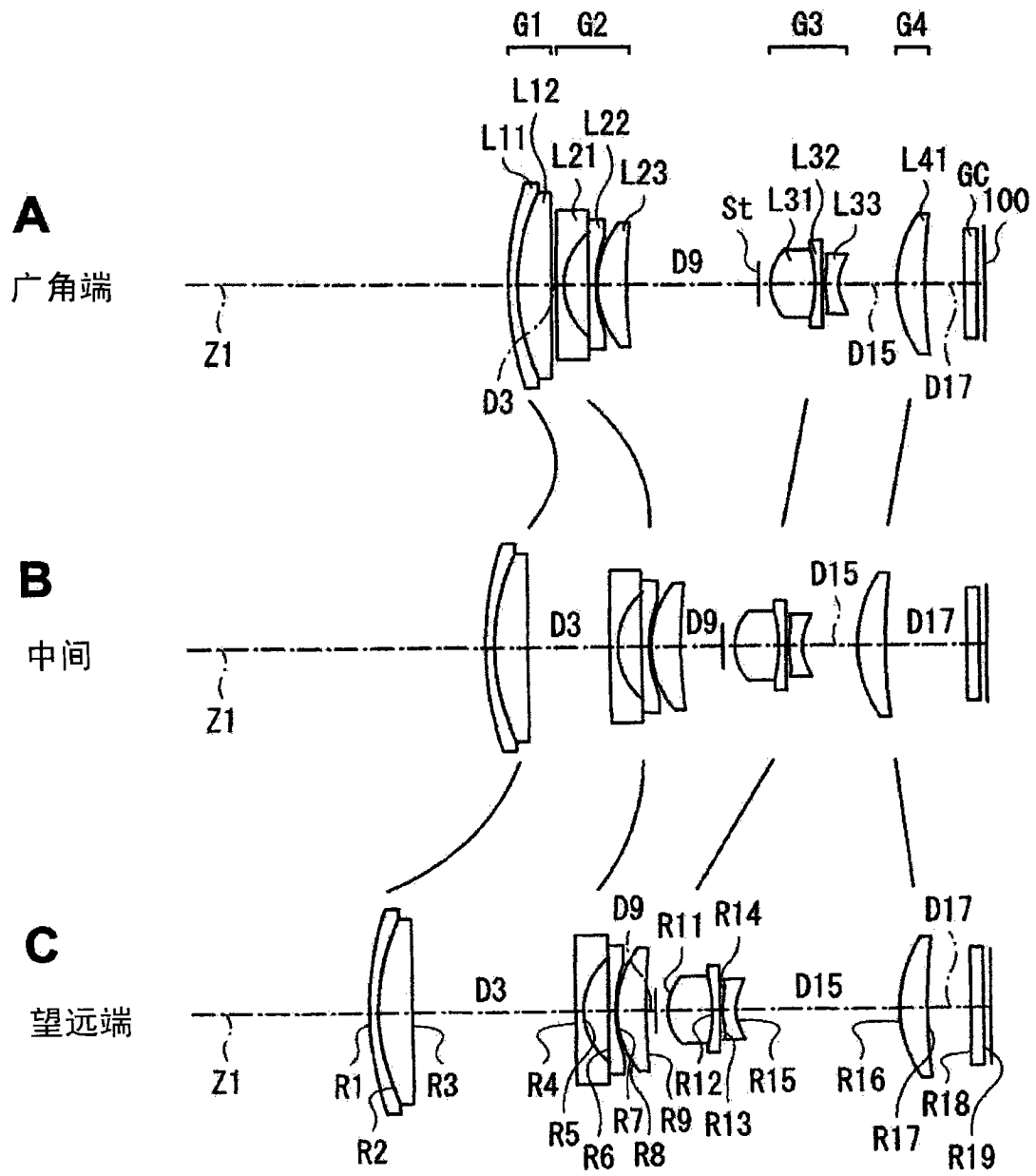


图 4

实施例5

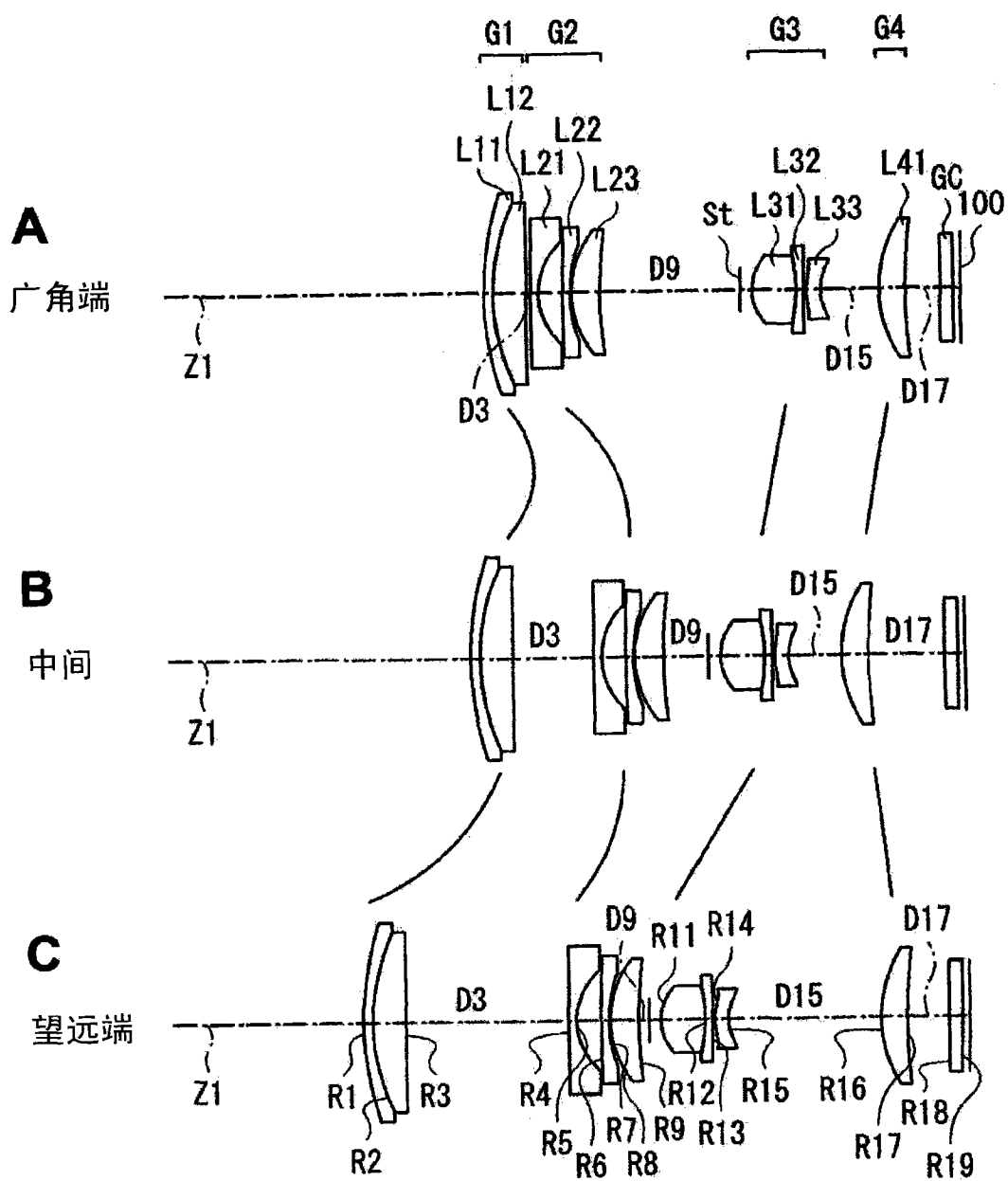


图 5

实施例6

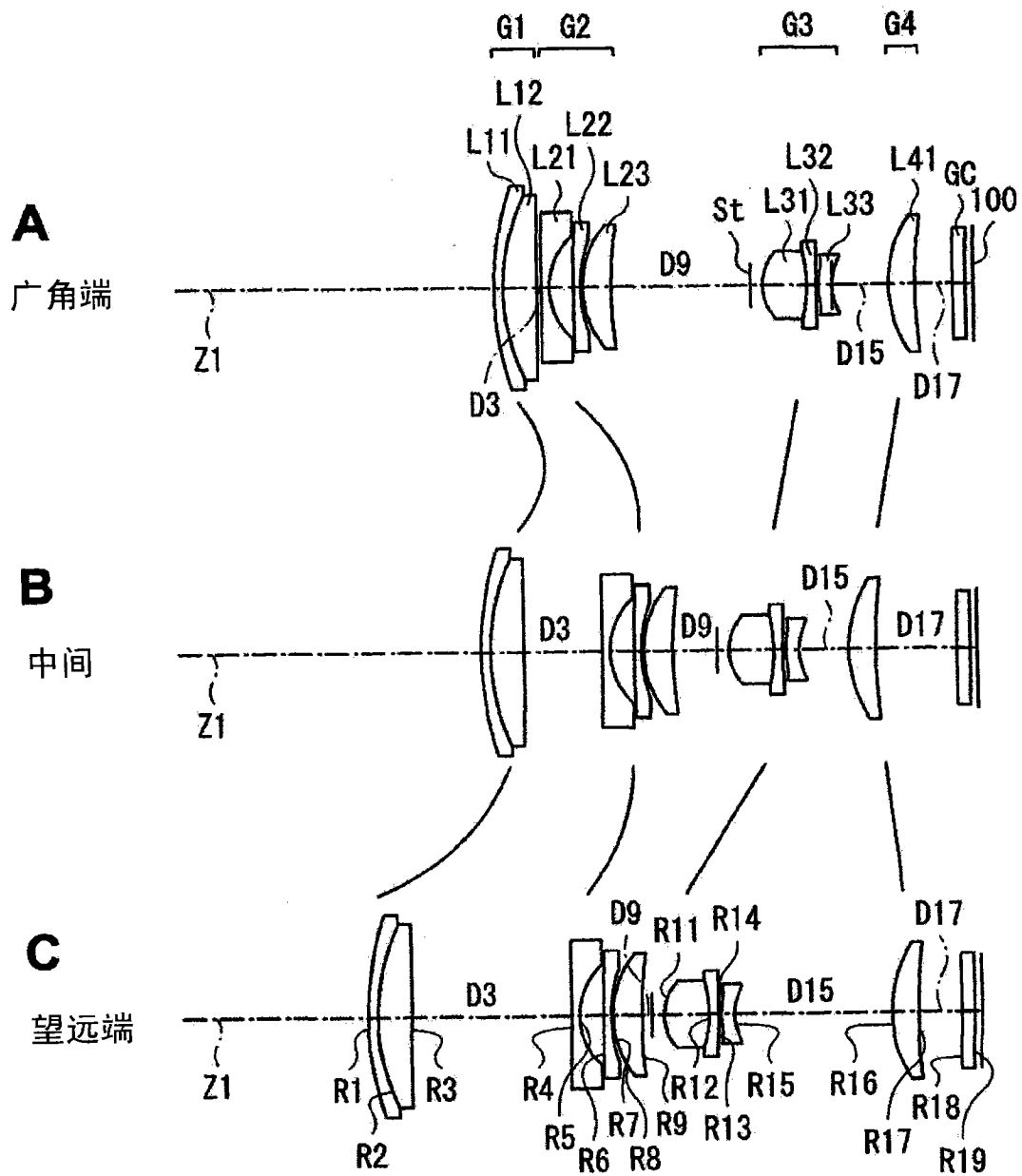


图 6

实施例7

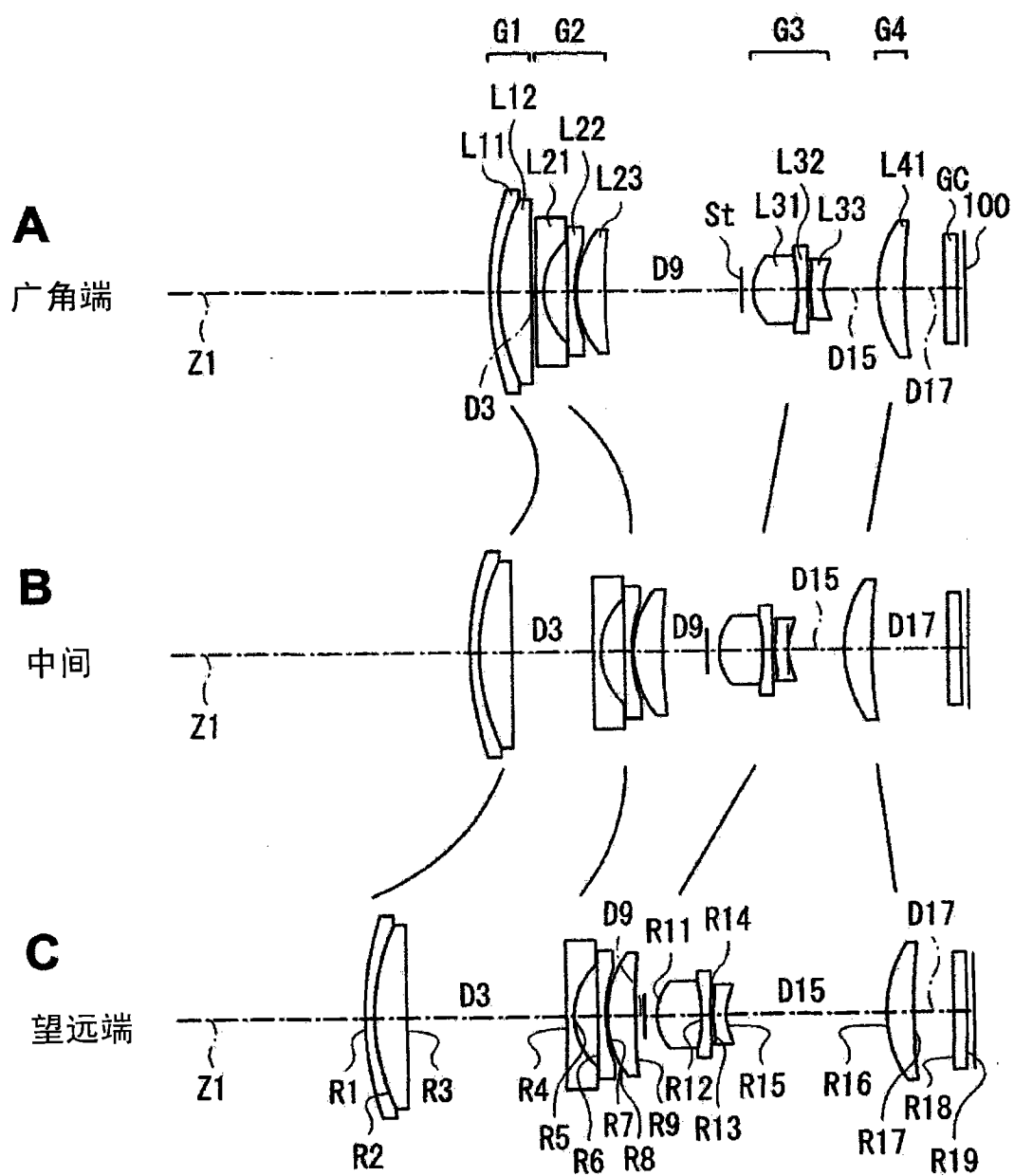


图 7

实施例8

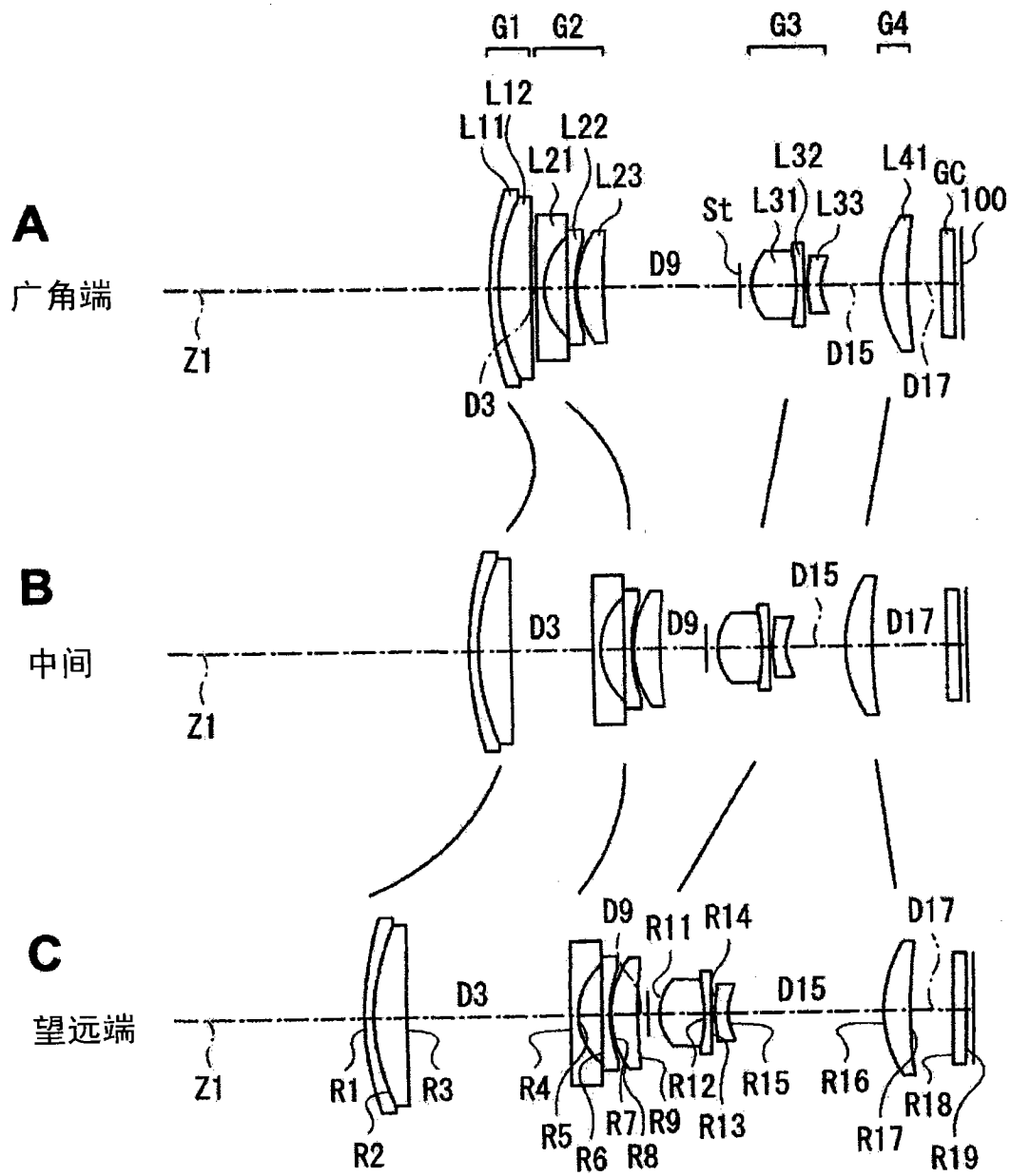


图 8

实施例9

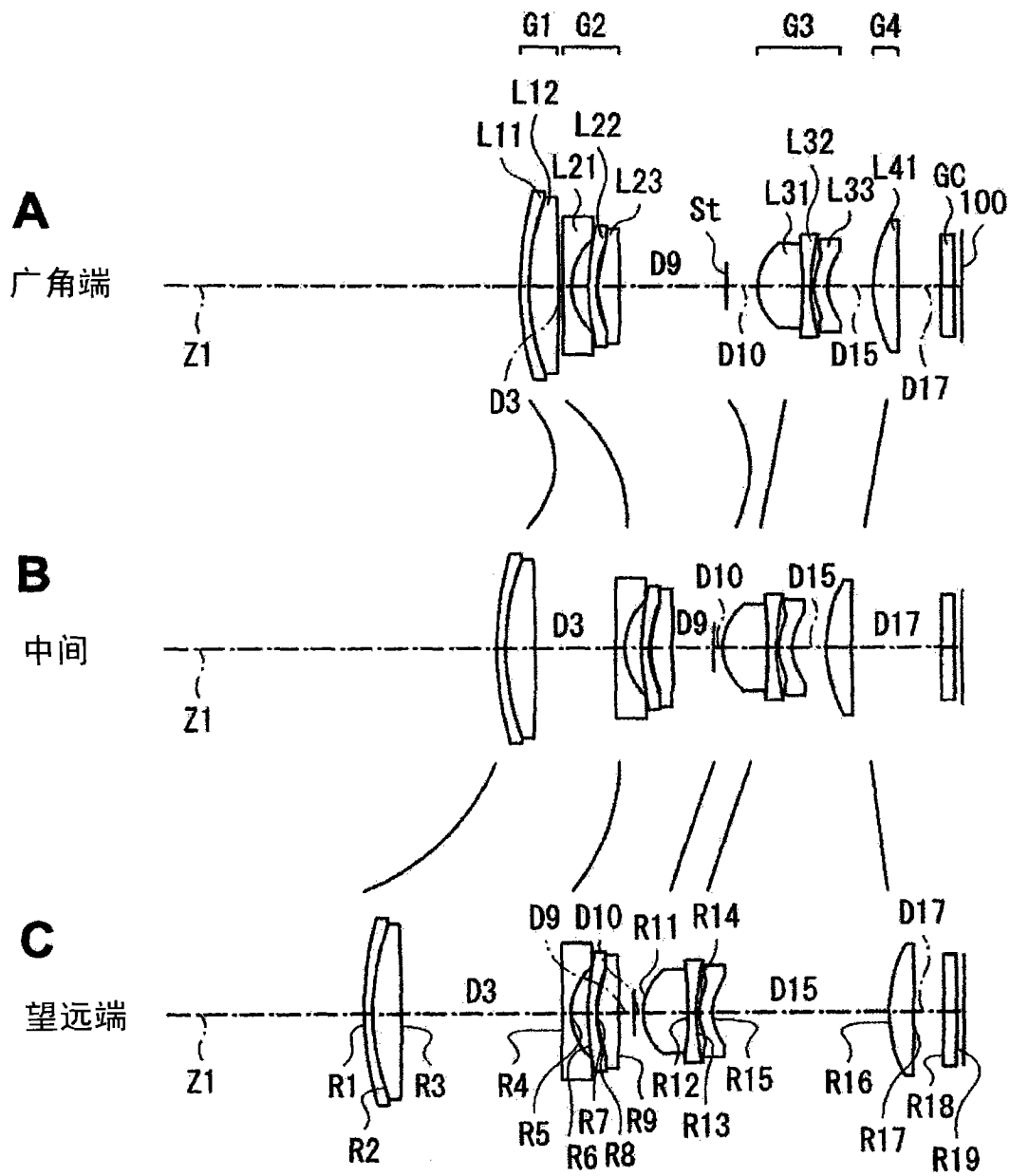


图 9

实施例10

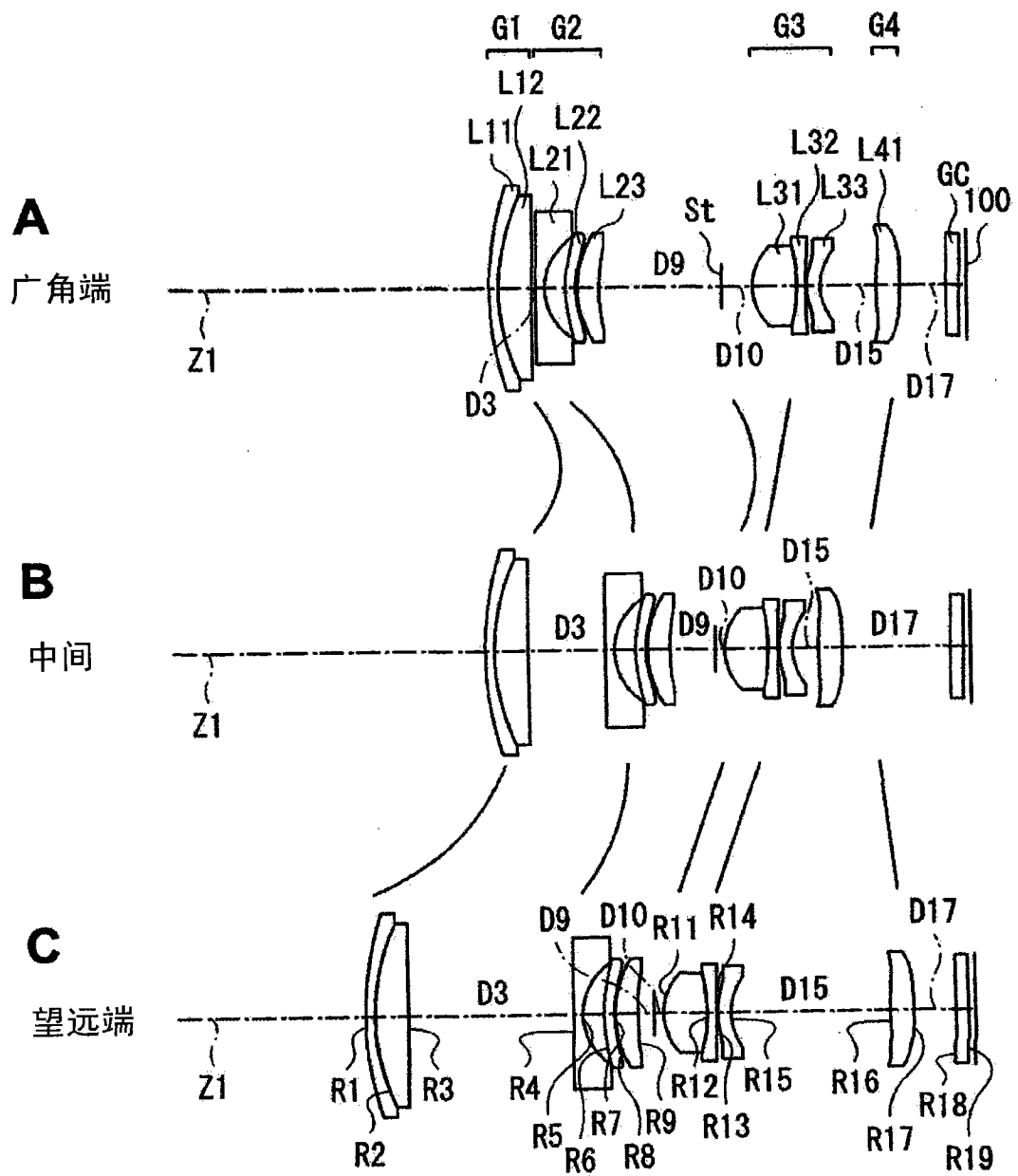


图 10

实施例11

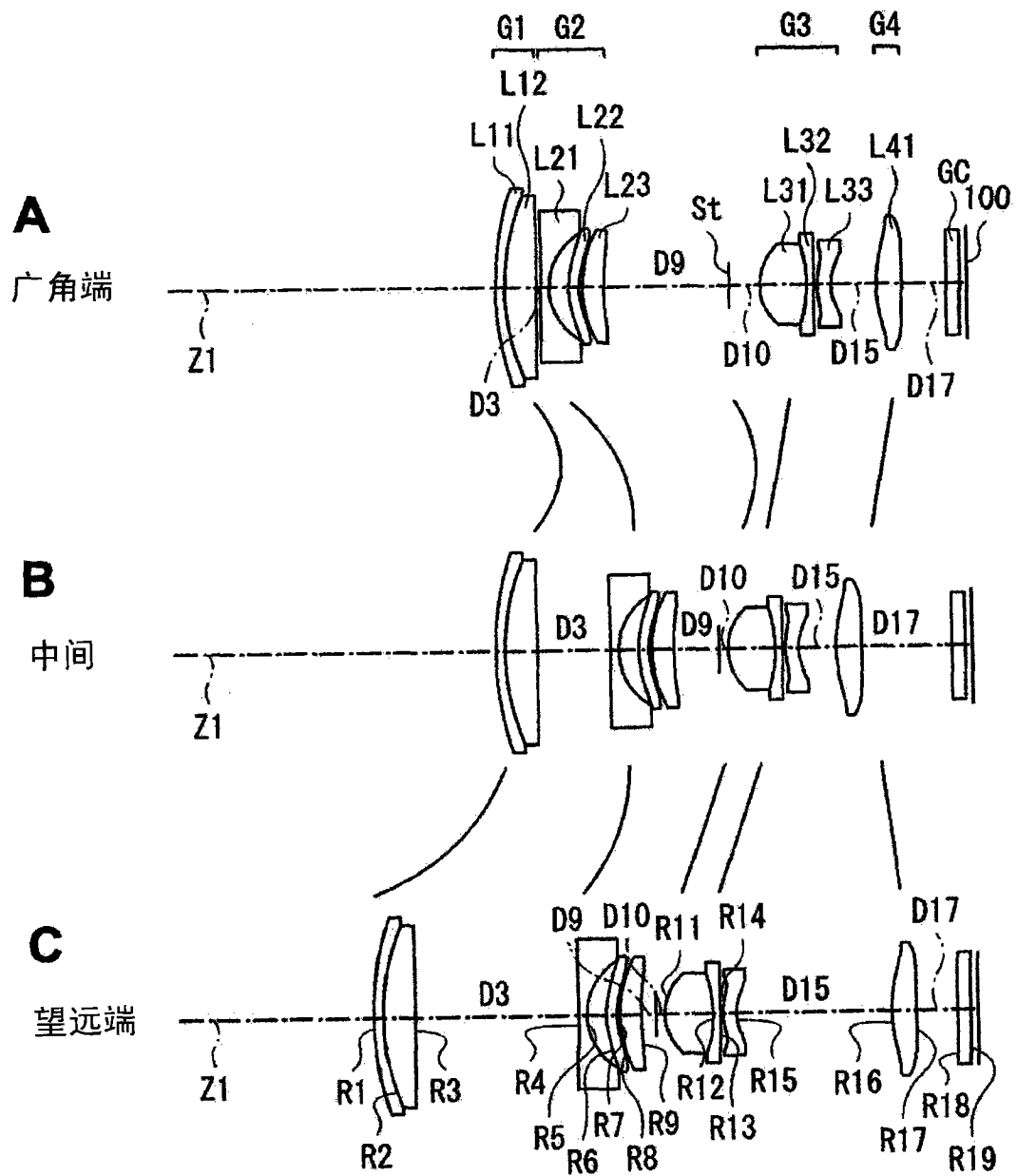


图 11

实施例12

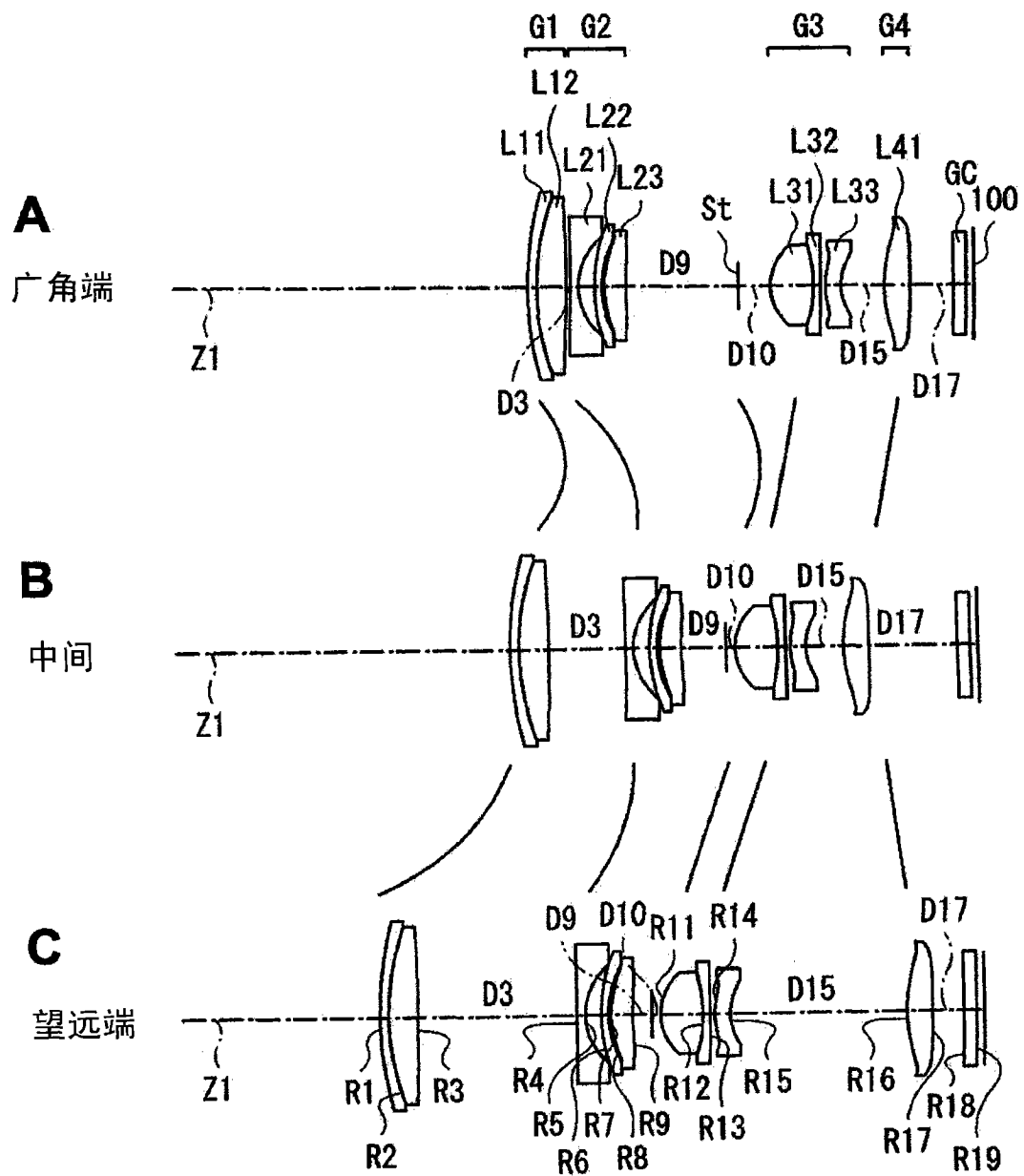
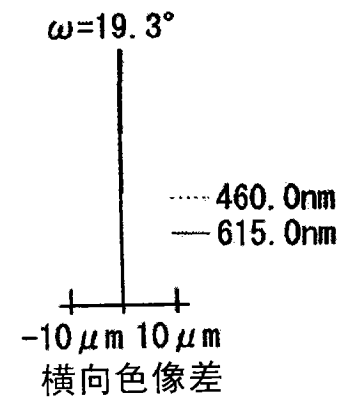
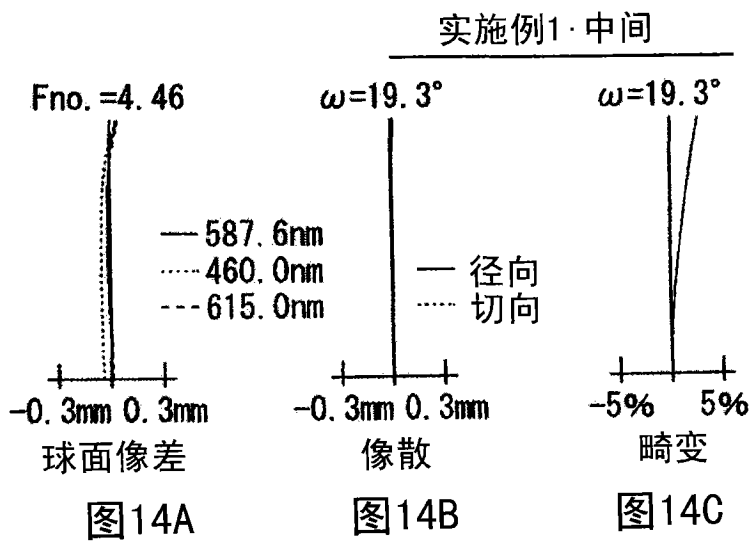
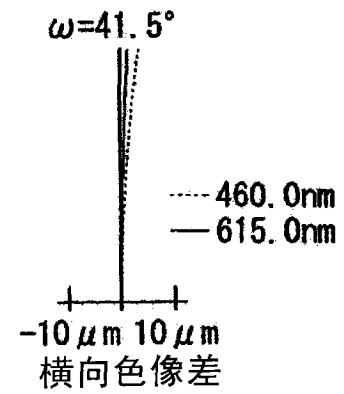
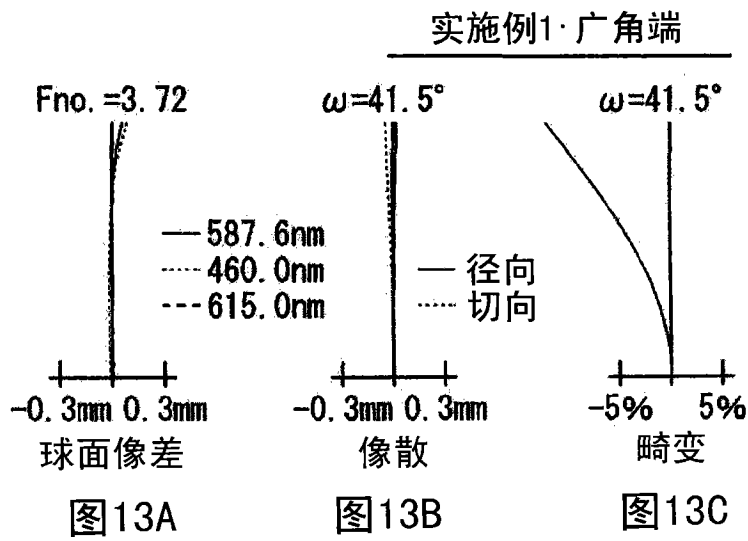


图 12



实施例1·望远端

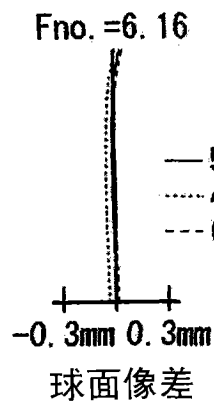


图15A

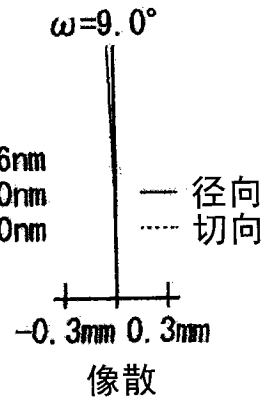


图15B



图15C

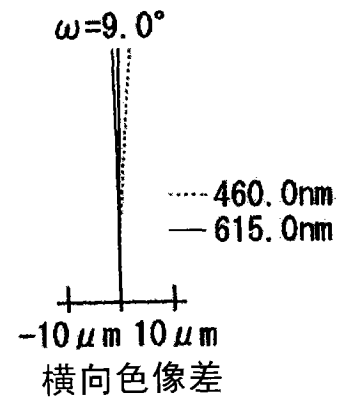


图 15D

实施例2·广角端

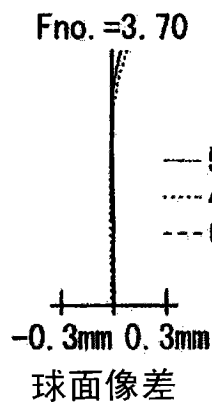


图16A

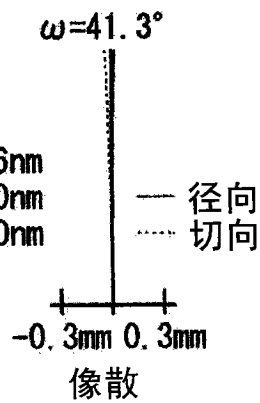


图16B

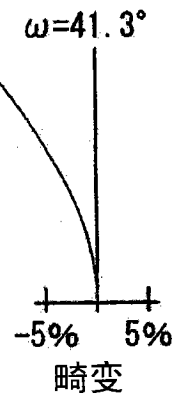


图16C

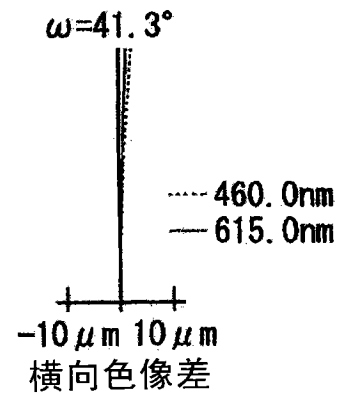
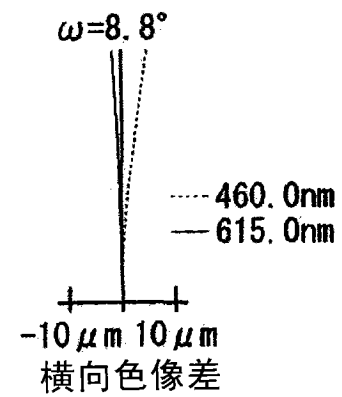
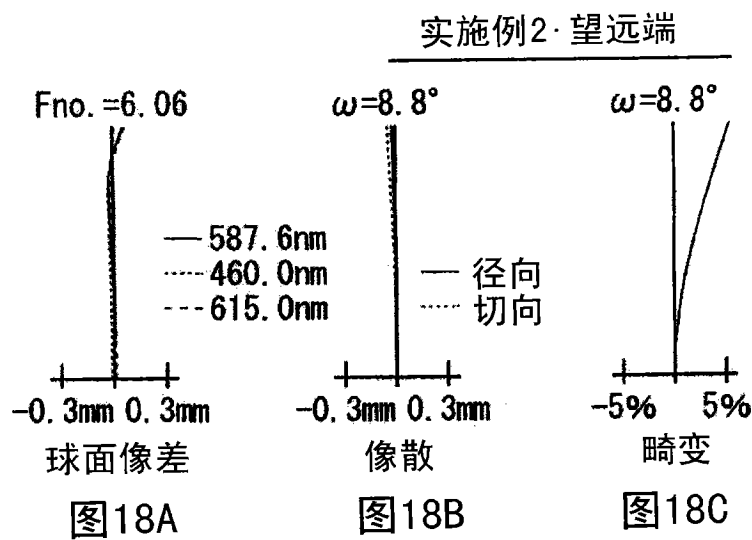
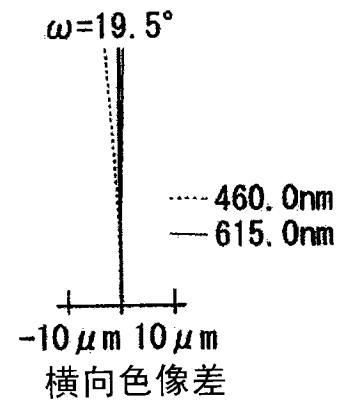
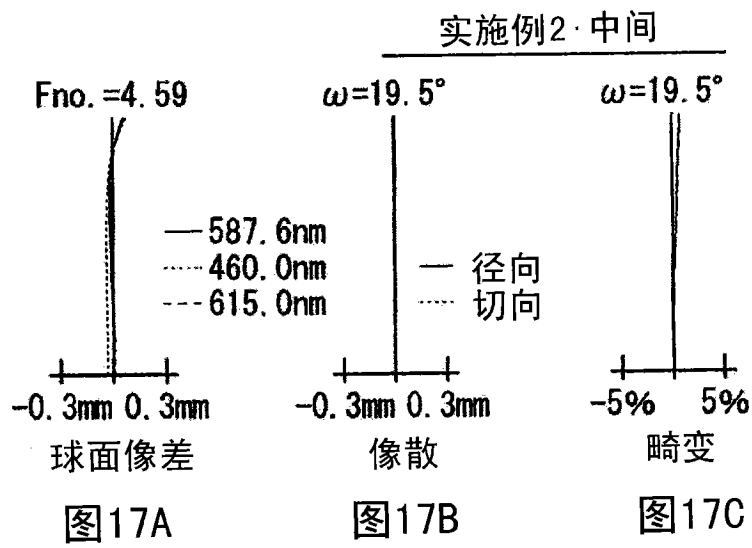


图 16D



实施例3·广角端

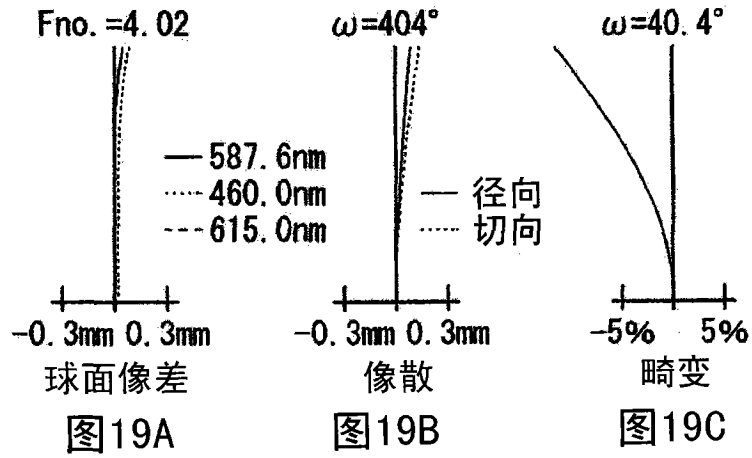


图 19D

实施例3·中间

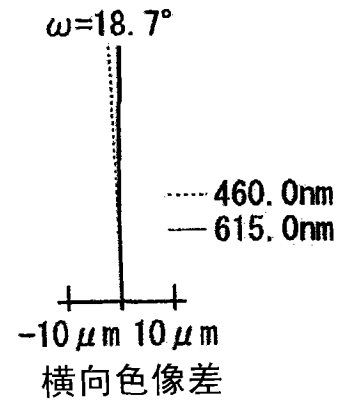
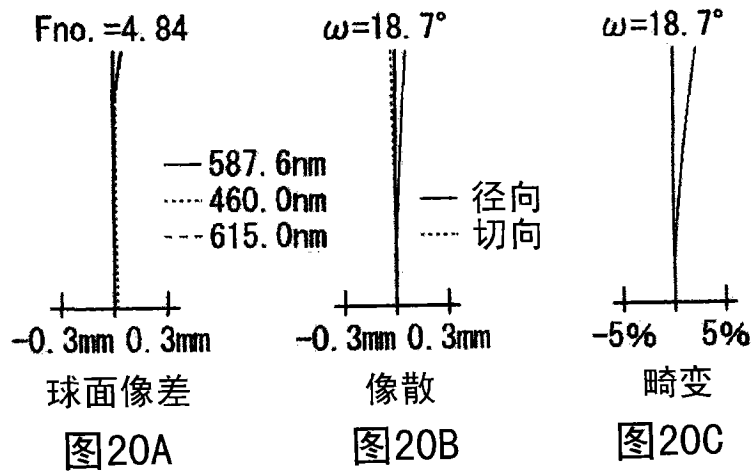


图 20D

实施例3·望远端

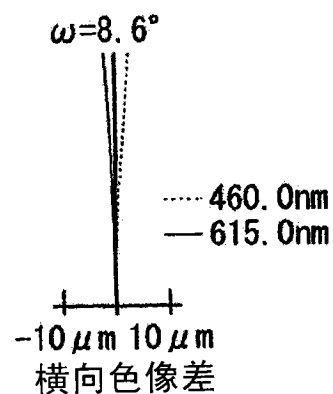
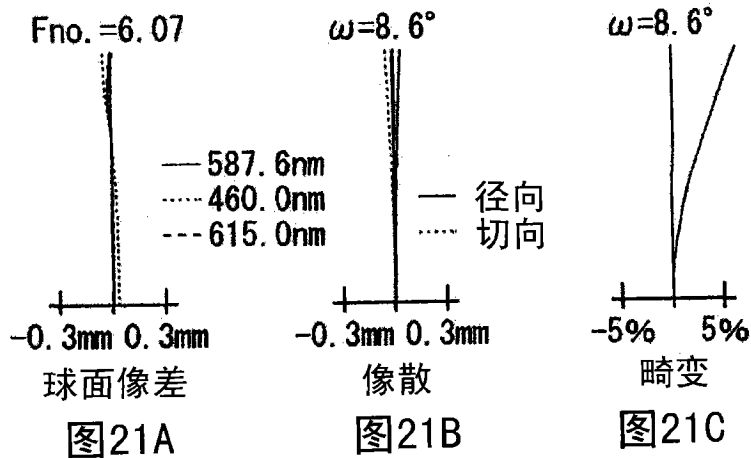


图 21D

实施例4·广角端

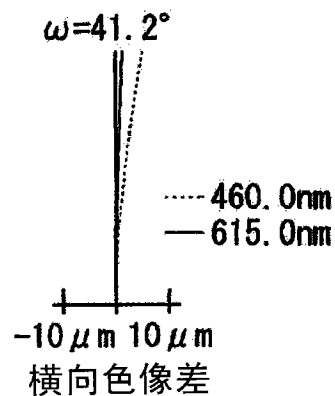
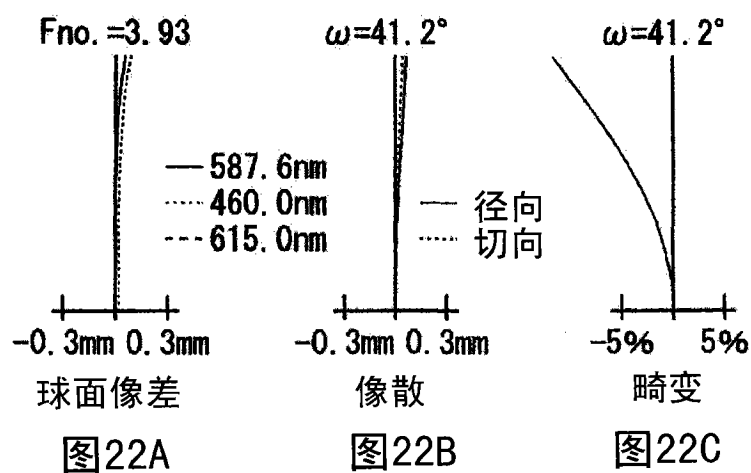
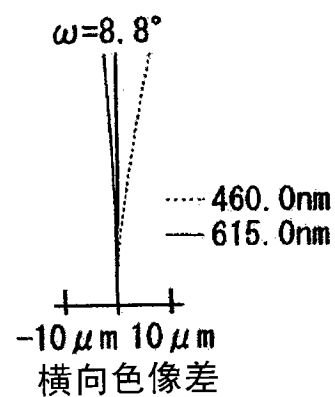
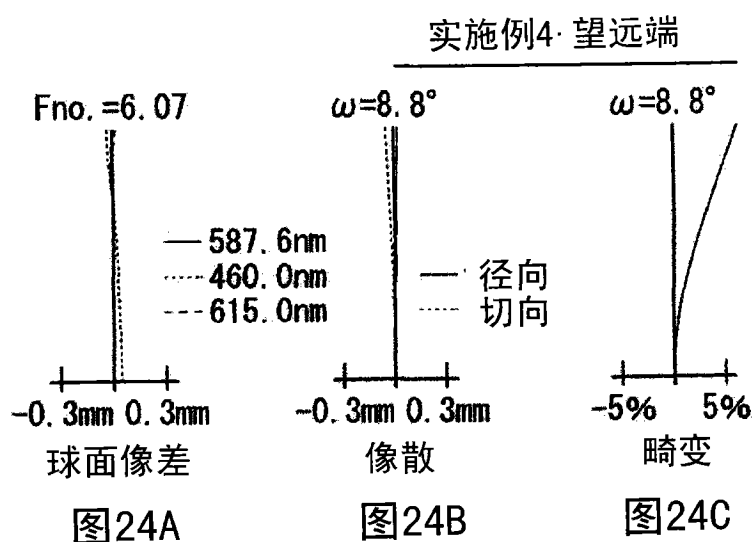
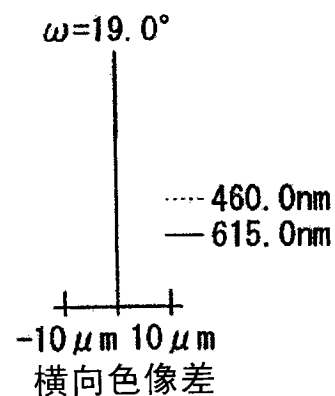
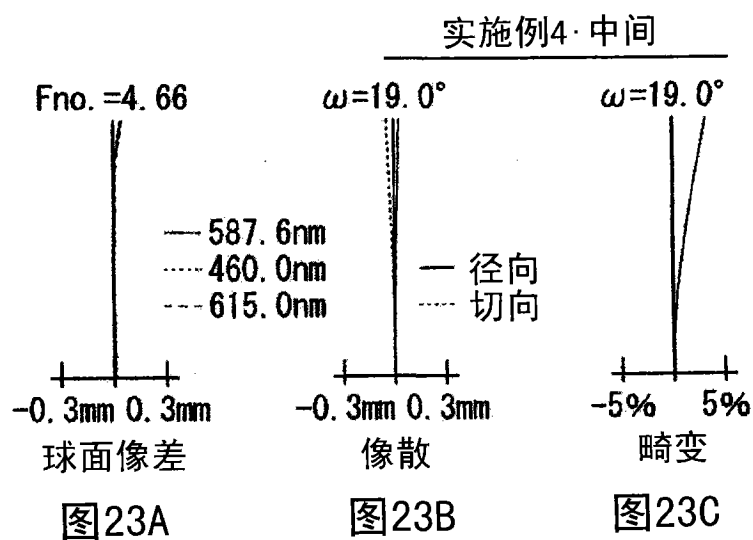


图 22D



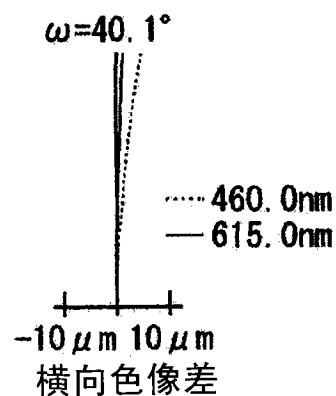
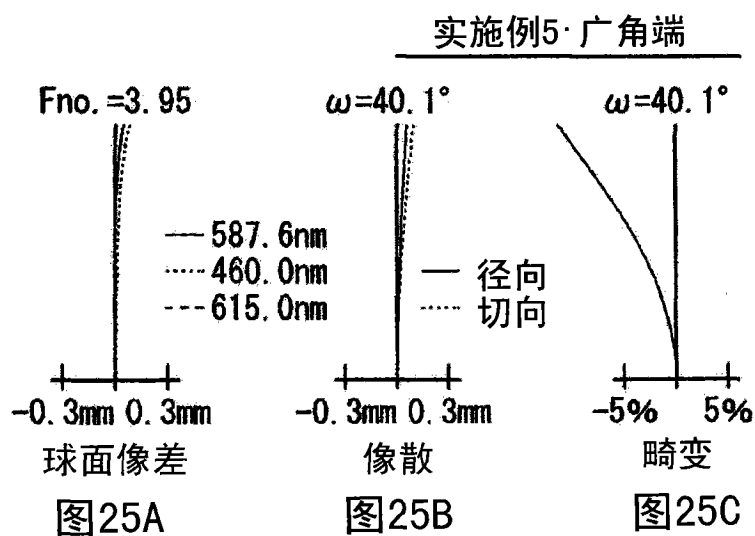


图 25D

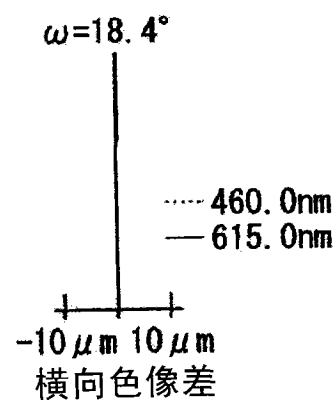
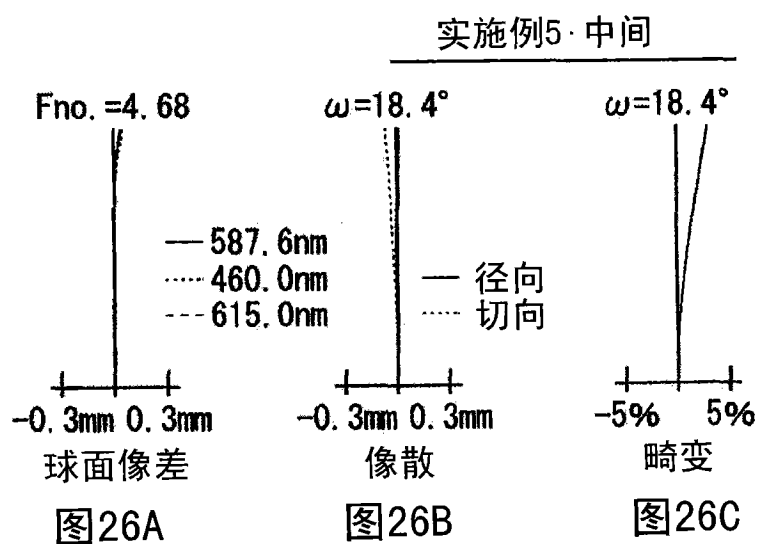


图 26D

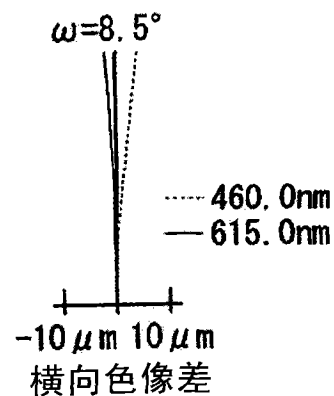
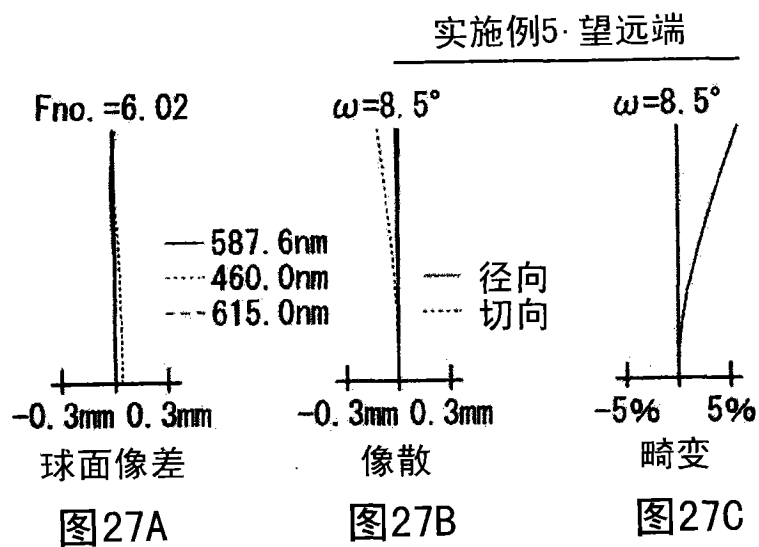


图 27D

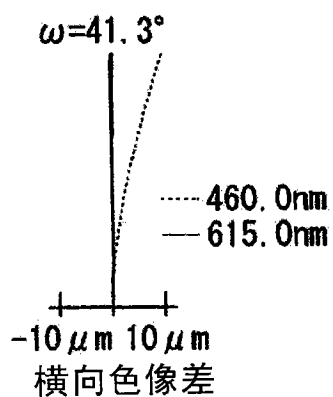
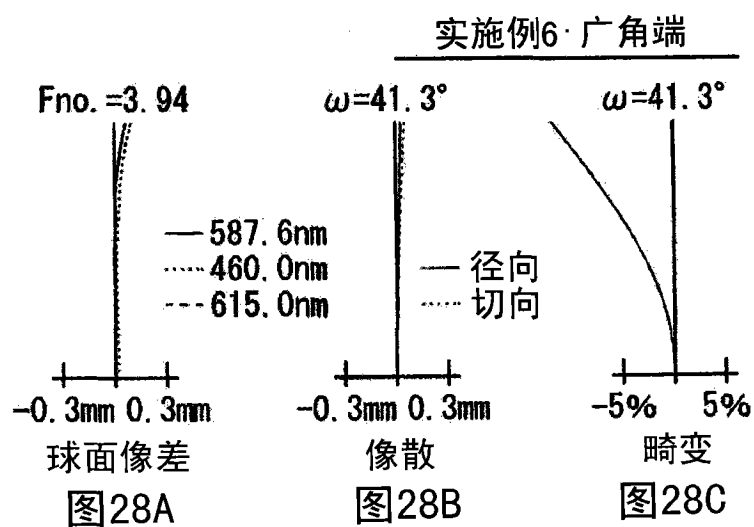
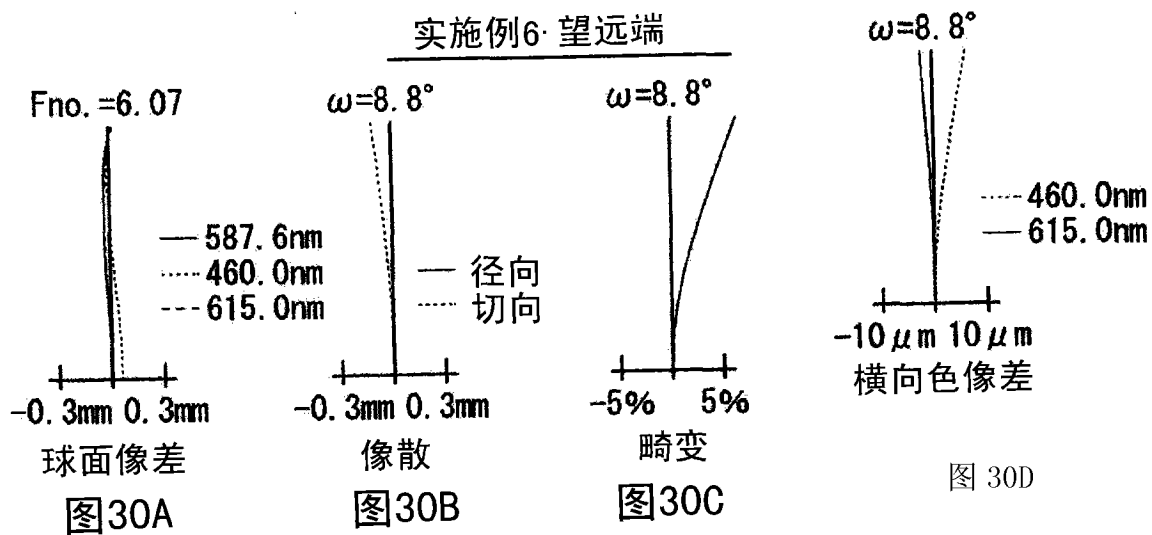
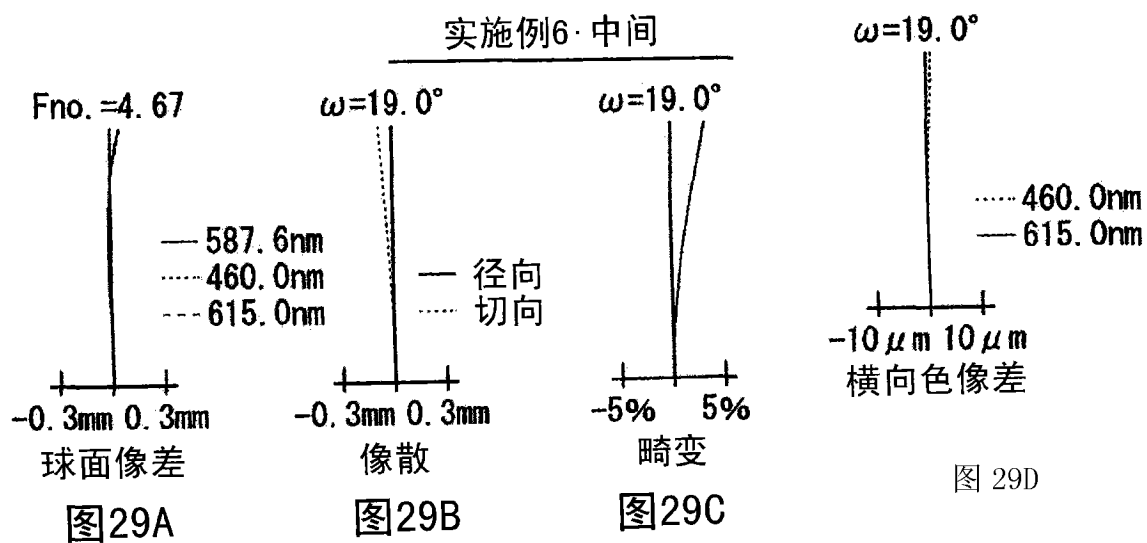


图 28D



实施例7·广角端

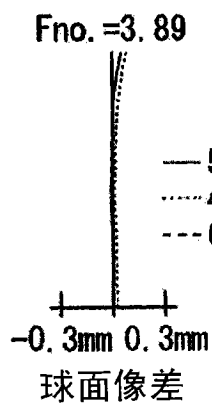


图31A

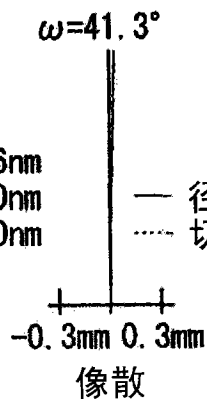


图31B

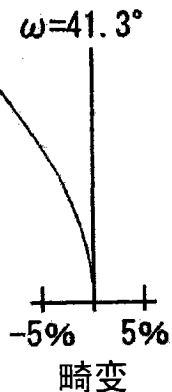


图31C

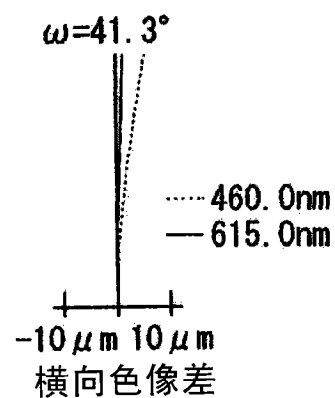


图 31D

实施例7·中间

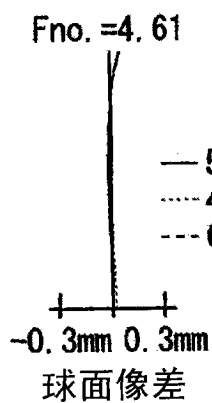


图32A

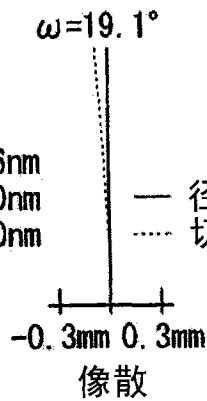


图32B



图32C

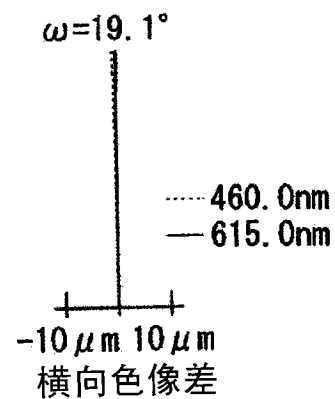


图 32D

实施例7·望远端

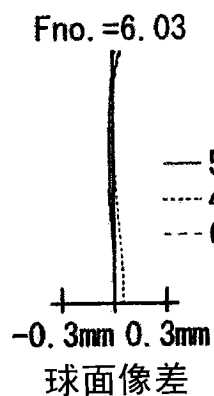


图33A

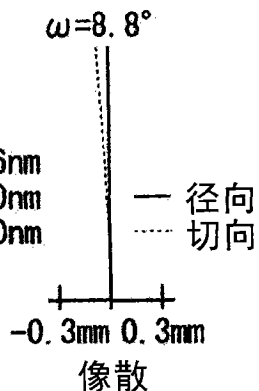


图33B



图33C

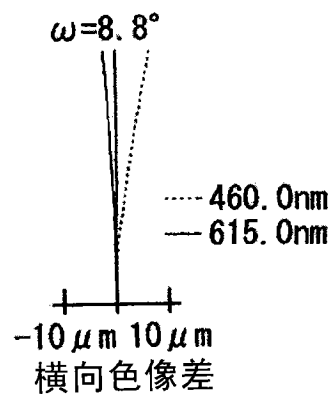


图 33D

实施例8·广角端

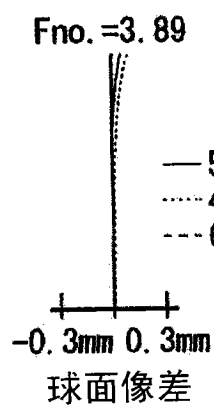


图34A

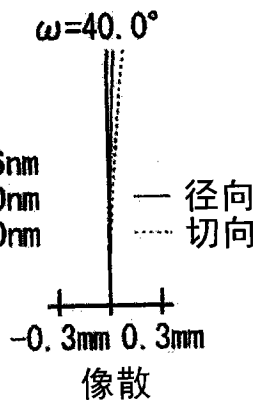


图34B

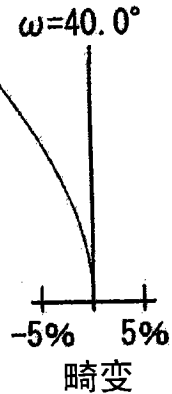


图34C

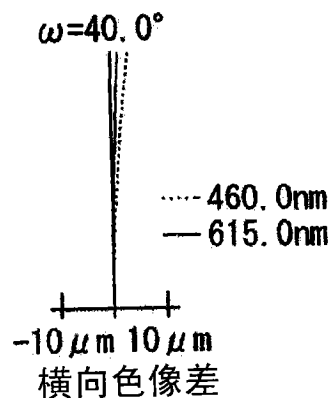


图 34D

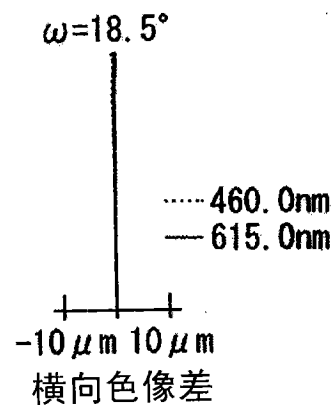
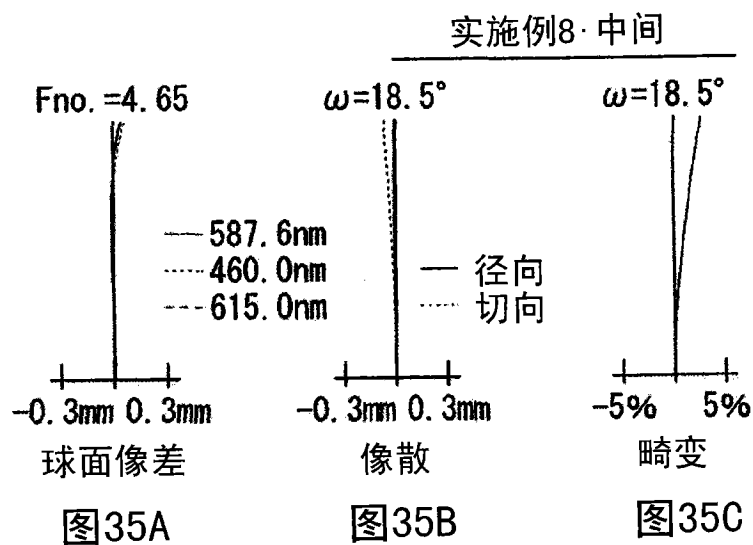


图 35D

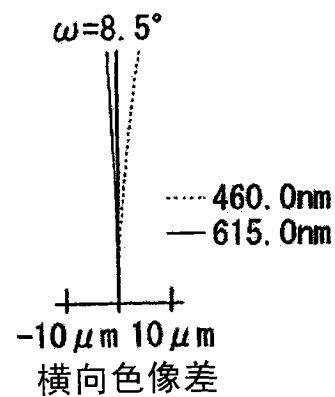
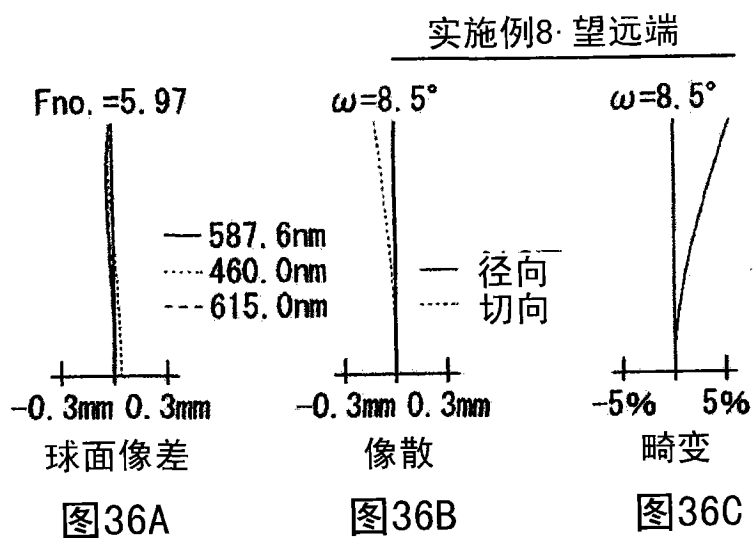


图 36D

实施例9·广角端

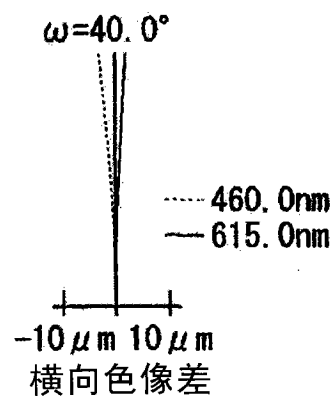
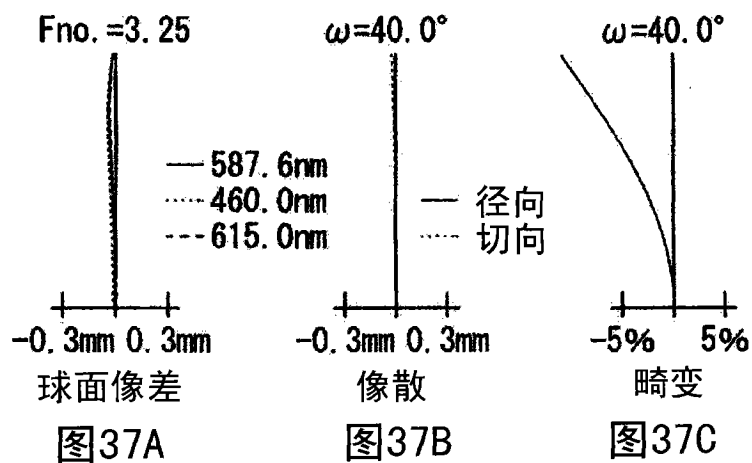


图 37D

实施例9·中间

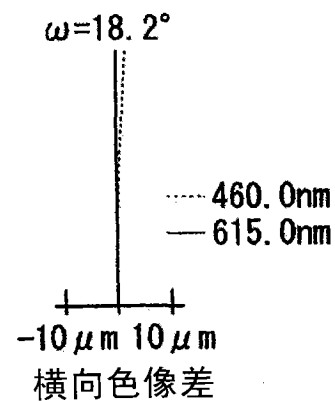
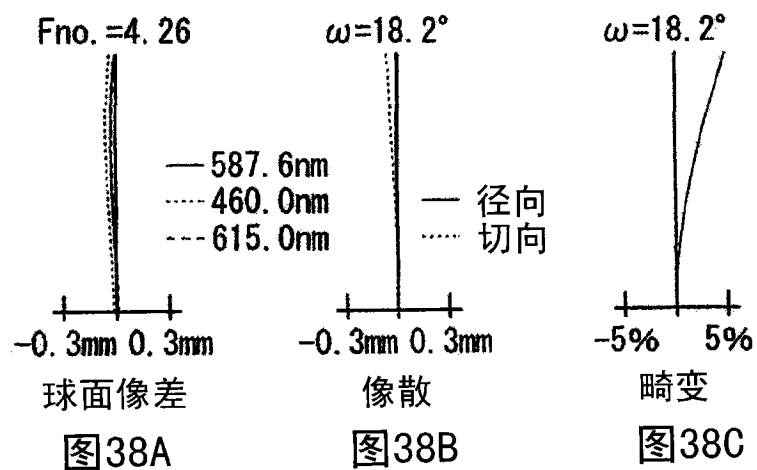


图 38D

实施例9·望远端

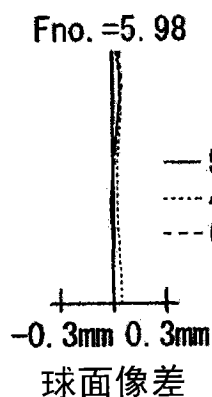


图39A

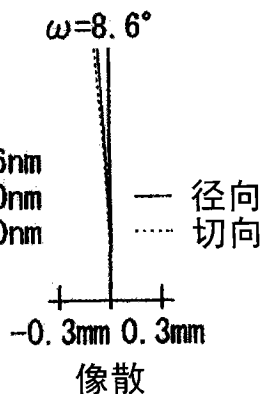


图39B

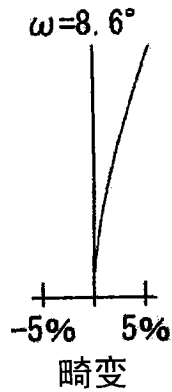


图39C

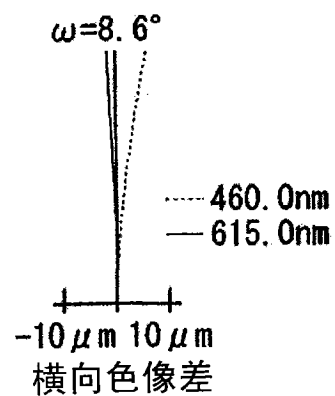


图 39D

实施例10·广角端

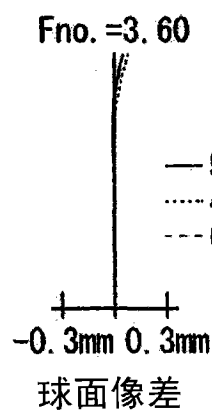


图40A

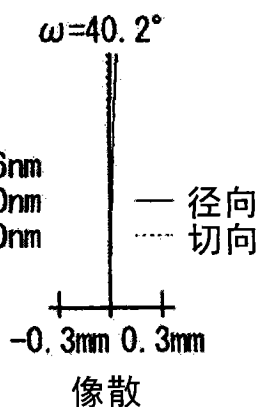


图40B



图40C

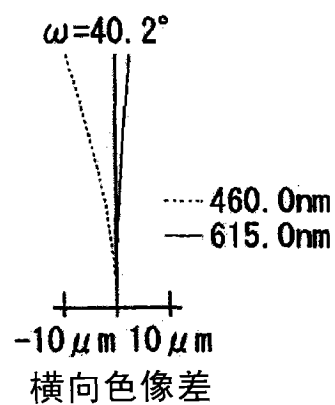
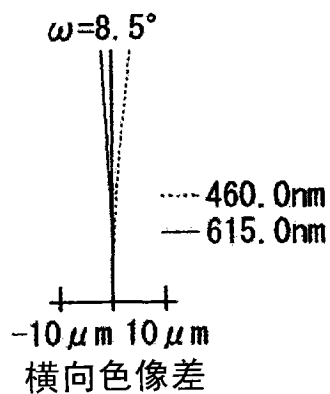
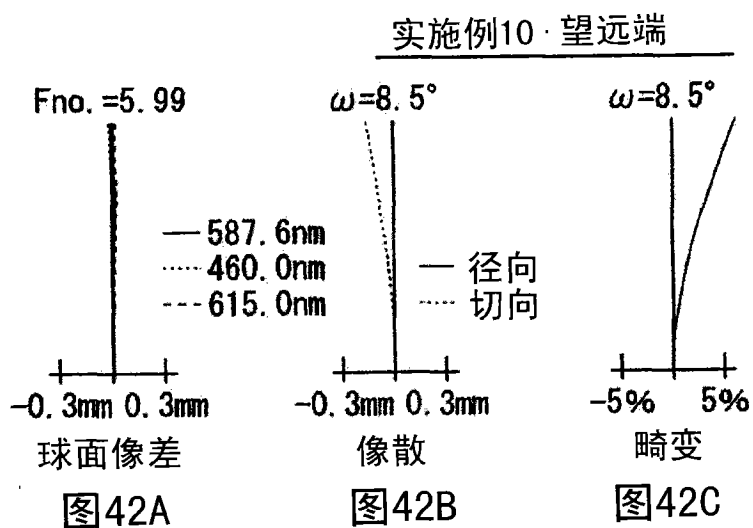
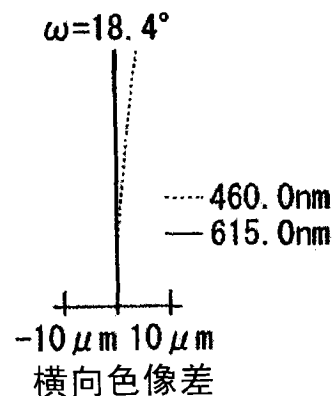
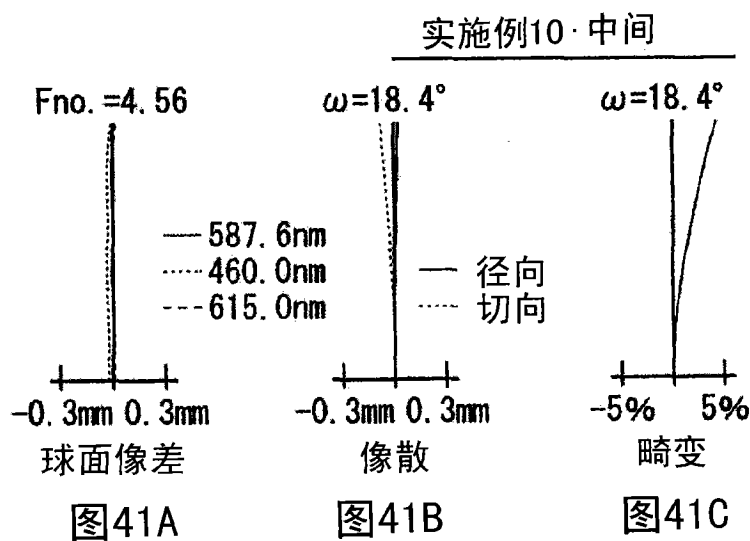


图 40D



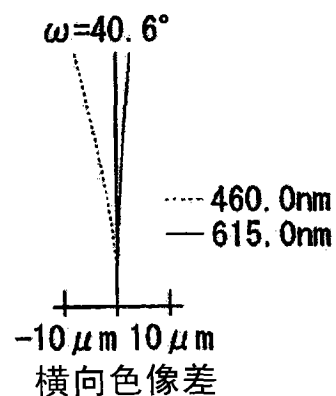
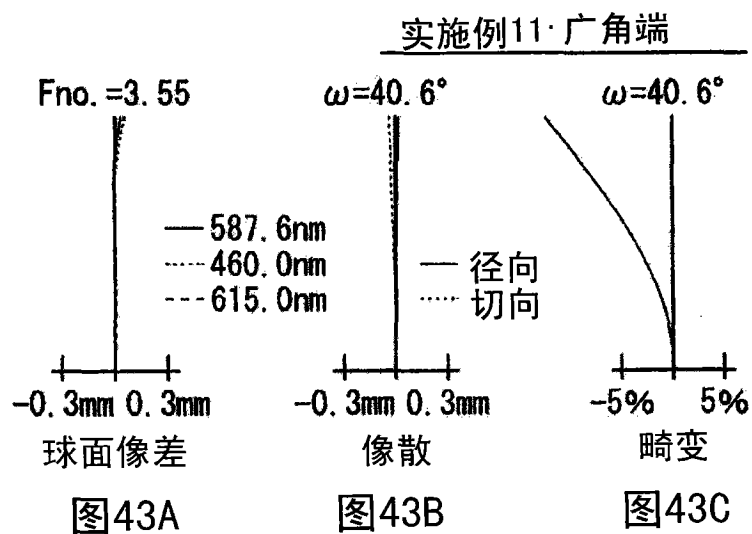


图 43D

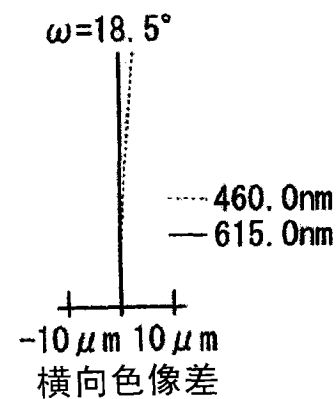
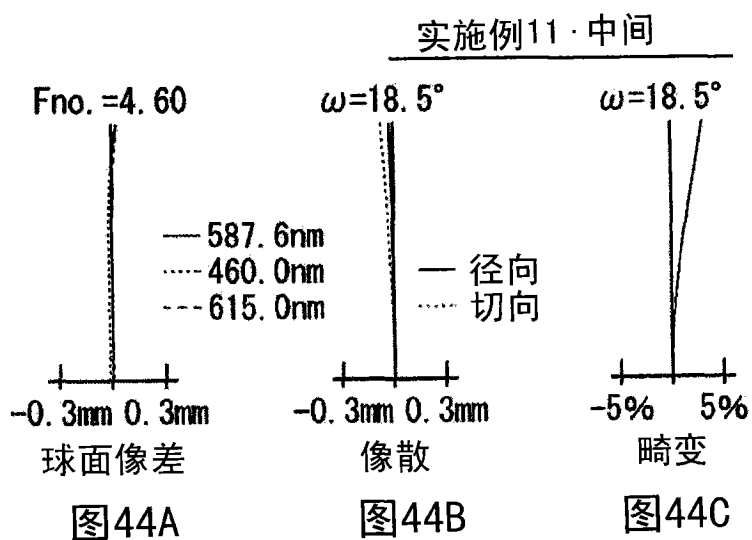


图 44D

实施例11·望远端

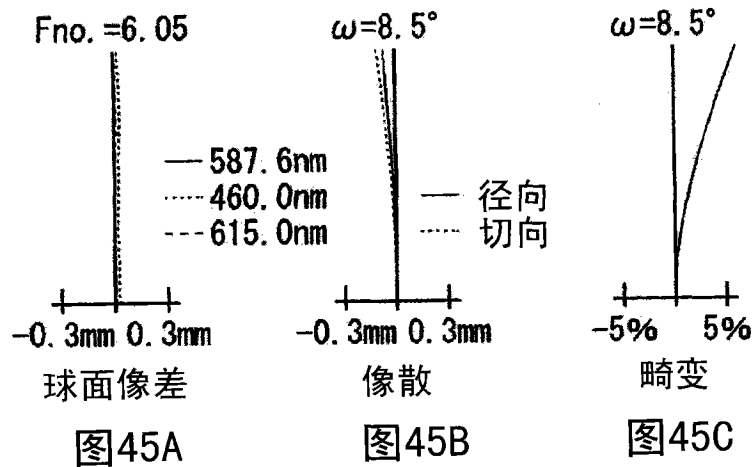


图45A

图45B

图45C

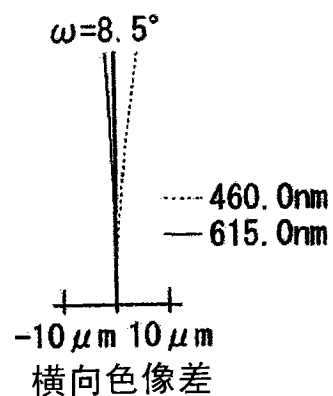


图 45D

实施例12·广角端

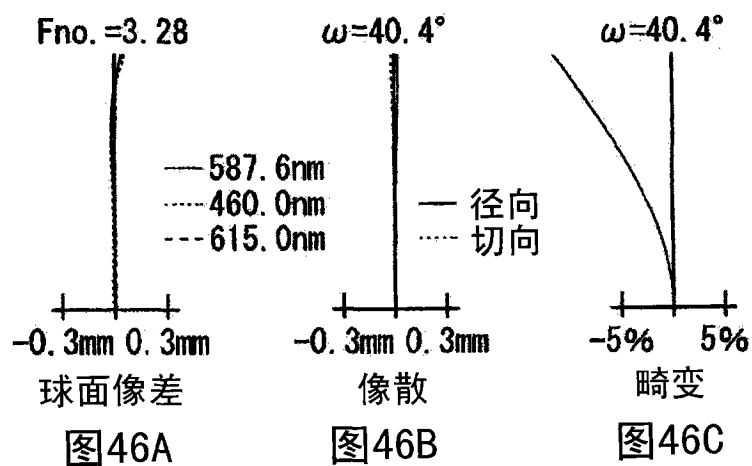


图46A

图46B

图46C

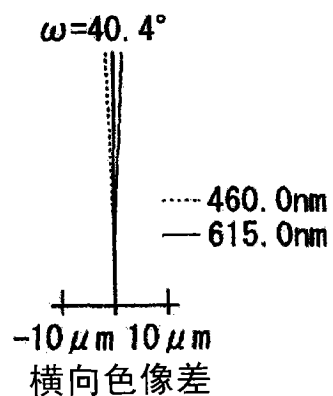


图 46D

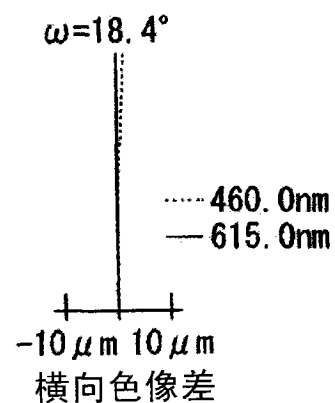
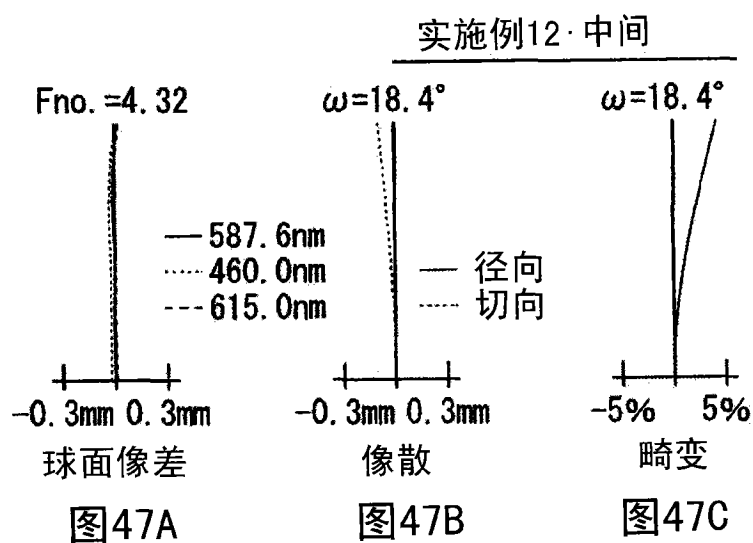


图 47D

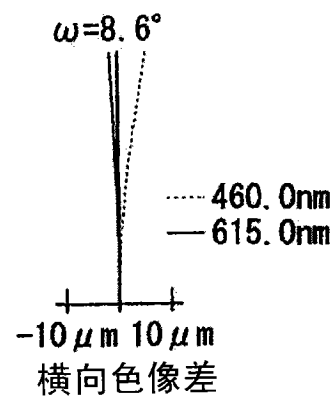
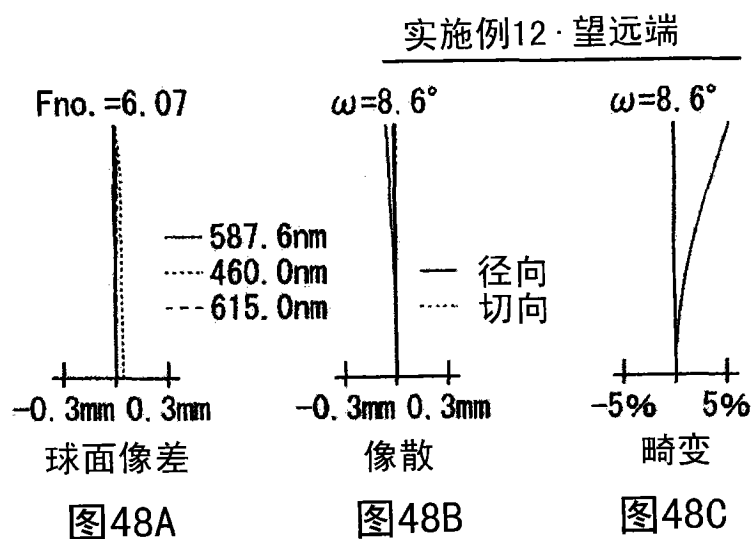


图 48D

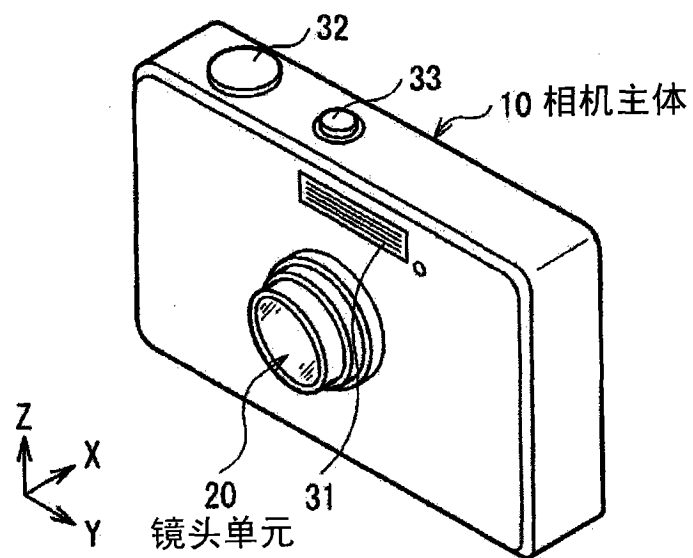


图 49A

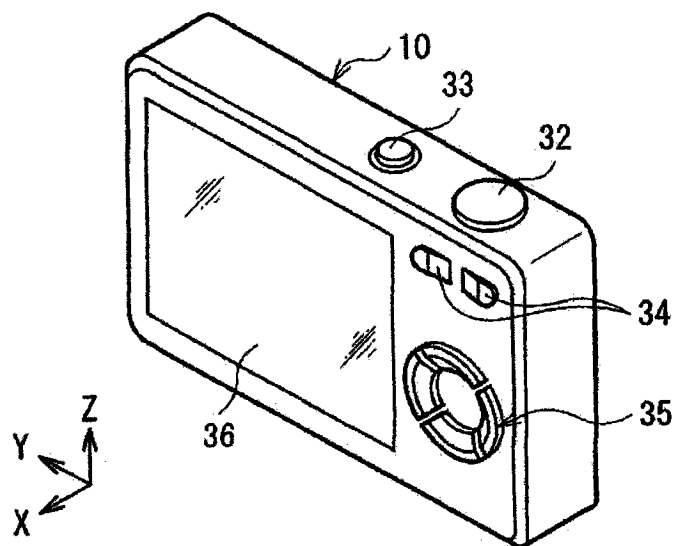


图 49B

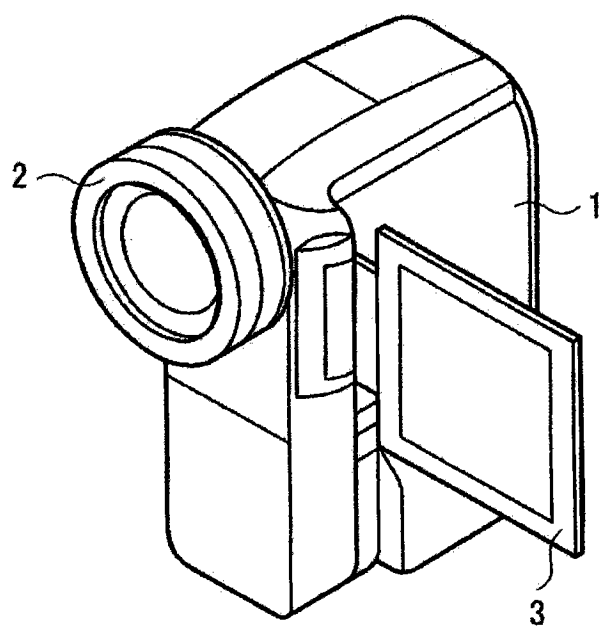


图 50