



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110018552 B

(45) 授权公告日 2022. 04. 05

(21) 申请号 201910005933.2

(22) 申请日 2019.01.04

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110018552 A

(43) 申请公布日 2019.07.16

(30) 优先权数据
2018-001101 2018.01.09 JP
2018-001102 2018.01.09 JP
2018-001103 2018.01.09 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社
地址 日本东京

(72) 发明人 安部大史 山崎真司 小平正和

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所
有限公司 11038

代理人 宋岩

(51) Int.Cl.

G02B 13/00 (2006.01)

G02B 13/06 (2006.01)

G02B 13/18 (2006.01)

(56) 对比文件

US 2012327276 A1, 2012.12.27

JP 2010160276 A, 2010.07.22

CN 105190394 A, 2015.12.23

CN 102338927 A, 2012.02.01

JP 2010160277 A, 2010.07.22

CN 103576300 A, 2014.02.12

CN 104423025 A, 2015.03.18

JP 2010160277 A, 2010.07.22

CN 105785559 A, 2016.07.20

审查员 叶凤娟

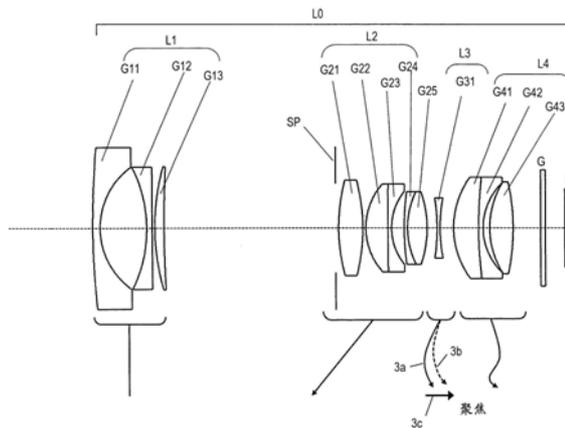
权利要求书4页 说明书41页 附图33页

(54) 发明名称

变焦透镜和图像拾取装置和包括变焦透镜的图像拾取系统

(57) 摘要

公开了变焦透镜和图像拾取装置和包括变焦透镜的图像拾取系统。变焦透镜从物侧起按顺序包括：负的第一单元、正的第二单元、负的第三单元和正的第四单元，其中，对于到望远端的变焦，第二单元朝向物侧移动、第三单元移动并且每对相邻单元之间的间隔改变，其中，与广角端相比，在望远端处，第一和第二单元之间的间隔更小，第二和第三单元之间的间隔更大，第三和第四单元之间的间隔更大，并且第四单元被定位为更靠近像侧，其中第三单元由单个光学元件构成，其中第四单元包括间隔布置的多个透镜，并且其中第三和第四单元的焦距以及在望远端处的第三和第四单元之间的间隔被适当地设置。



1. 一种变焦透镜,包括多个透镜单元,其特征在于

所述多个透镜单元从物侧到像侧按顺序包括:具有负折光力的第一透镜单元、具有正折光力的第二透镜单元、具有负折光力的第三透镜单元以及具有正折光力的第四透镜单元,

其中,第二透镜单元被配置为对于从广角端到望远端的变焦朝向物侧移动,

其中,第三透镜单元被配置为对于变焦移动,

其中,每对相邻透镜单元之间的间隔对于从广角端到望远端的变焦被改变,

其中,与广角端相比,在望远端处,第一透镜单元与第二透镜单元之间的间隔更小,第二透镜单元与第三透镜单元之间的间隔更大,第三透镜单元和第四透镜单元之间的间隔更大,并且第四透镜单元被定位为更靠近像侧,

其中,第三透镜单元由单个光学元件构成,

其中,第四透镜单元包括间隔布置的多个透镜,并且

其中,以下条件表达式被满足:

$$0.8 < |f_3/f_4| < 3.0;$$

$$2.5 < |f_3/L_{34t}| < 5.0, \text{ 和}$$

$$1.2 < |f_1/D_1| < 2.0,$$

其中 f_3 表示第三透镜单元的焦距, f_4 表示第四透镜单元的焦距, L_{34t} 表示在望远端处第三透镜单元和第四透镜单元之间的间隔, D_1 表示第一透镜单元中从最靠近物侧的透镜表面到最靠近像侧的透镜表面的光轴上的距离,并且 f_1 表示第一透镜单元的焦距。

2. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,所述第四透镜单元包括至少两个正透镜和至少一个负透镜。

3. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,以下条件表达式被满足:

$$1.5 < f_4/L_{34t} < 5.0.$$

4. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,以下条件表达式被满足:

$$1.5 < f_3/f_1 < 3.0; \text{ 和}$$

$$1.0 < |f_4/f_1| < 2.0,$$

其中 f_1 表示第一透镜单元的焦距。

5. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,以下条件表达式被满足:

$$2.0 < f_4/D_4 < 4.0,$$

其中 D_4 表示第四透镜单元中从最靠近物侧的透镜表面到最靠近像侧的透镜表面的光轴上的距离。

6. 一种图像拾取装置,其特征在于,包括:

根据权利要求1所述的变焦透镜;和

图像拾取元件,被配置为接收由变焦透镜形成的图像。

7. 一种图像拾取系统,其特征在于,包括:

根据权利要求1所述的变焦透镜;和

控制器,被配置为控制变焦透镜以用于变焦。

8. 一种变焦透镜,包括多个透镜单元,其特征在于,

所述多个透镜单元从物侧到像侧按顺序由以下透镜单元构成:具有负折光力的第一透

镜单元、具有正折光力的第二透镜单元、具有负折光力的第三透镜单元以及具有正折光力的第四透镜单元，

其中，第一透镜单元被配置为对于变焦不移动，

其中，第二透镜单元、第三透镜单元和第四透镜单元被配置为对于变焦移动，

其中，每对相邻透镜单元之间的间隔对于变焦被改变，

其中，第四透镜单元包括至少两个透镜，并且

其中，以下条件表达式被满足：

$$1.0 < f_2 / f_w < 3.5;$$

$$-20.0 < M_2 / M_4 < -5.0, \text{ 和}$$

$$1.2 < |f_1 / D_1| < 2.0,$$

其中 f_2 表示第二透镜单元的焦距， f_w 表示变焦透镜在广角端处的焦距， M_2 表示对于从广角端到望远端的变焦第二透镜单元的移动量， M_4 表示对于从广角端到望远端的变焦第四透镜单元的移动量， D_1 表示第一透镜单元中从最靠近物侧的透镜表面到最靠近像侧的透镜表面的光轴上的距离，并且 f_1 表示第一透镜单元的焦距。

9. 根据权利要求8所述的变焦透镜，

其中，第四透镜单元从物侧到像侧按顺序由正透镜、负透镜和正透镜构成，并且

其中，以下条件表达式被满足：

$$0.65 < f_{4p} / f_4 < 1.30,$$

其中 f_{4p} 表示第四透镜单元的被布置得最靠近像侧的正透镜的焦距，并且 f_4 表示第四透镜单元的焦距。

10. 根据权利要求8所述的变焦透镜，其中，以下条件表达式被满足：

$$0.45 < f_2 / f_4 < 1.00,$$

其中 f_4 表示第四透镜单元的焦距。

11. 根据权利要求8所述的变焦透镜，其中，以下条件表达式被满足：

$$-7.0 < f_3 / D_{34wt} < -3.0,$$

其中 D_{34wt} 表示在广角端和望远端处第三透镜单元和第四透镜单元之间的间隔的差，并且 f_3 表示第三透镜单元的焦距。

12. 根据权利要求8所述的变焦透镜，

其中，在第四透镜单元中包括的至少两个透镜中，第四透镜单元的被布置得最靠近像侧的透镜G4b和与透镜G4b相邻的透镜G4a以在透镜G4b和透镜G4a之间存在间隔的方式布置，并且

其中，以下条件表达式被满足：

$$-0.40 < (R_a - R_b) / (R_a + R_b) < -0.05,$$

其中 R_a 表示透镜G4a的像侧的透镜表面的曲率半径， R_b 表示透镜G4b的物侧的透镜表面的曲率半径。

13. 根据权利要求8所述的变焦透镜，

其中，第三透镜单元由一个负透镜构成，

其中，第三透镜单元被配置为对于从广角端到望远端的变焦沿着朝向物侧凸起的轨迹移动，并且

其中,以下条件表达式被满足:

$$73 < v_{3d} < 100,$$

其中 v_{3d} 表示第三透镜单元的所述一个负透镜的材料的阿贝数。

14. 根据权利要求8所述的变焦透镜,

其中,第二透镜单元从物侧到像侧按顺序包括:具有非球面的正透镜、由用彼此不同的材料制成的正透镜和负透镜构成的第一胶合透镜和由用彼此不同的材料制成的正透镜和负透镜构成的第二胶合透镜,并且

其中,以下条件表达式被满足:

$$0.00 \leq |f_{2b}/f_{2a}| < 0.60,$$

其中 f_{2a} 表示第一胶合透镜的焦距,并且 f_{2b} 表示第二胶合透镜的焦距。

15. 一种图像拾取装置,其特征在于,包括:

根据权利要求8所述的变焦透镜;和

图像拾取元件,被配置为接收由变焦透镜形成的图像,

其中,以下条件表达式被满足:

$$0.60 < (\tan \omega_w / \tan \omega_t) / (\beta_{2t} / \beta_{2w}) < 0.90,$$

其中 ω_w 表示在广角端处的半视角的最大值, ω_t 表示在望远端处的半视角的最大值, β_{2w} 表示在广角端处第二透镜单元的横向倍率,并且 β_{2t} 表示在望远端处第二透镜单元的横向倍率。

16. 一种变焦透镜,包括多个透镜单元,其特征在于,

所述多个透镜单元从物侧到像侧按顺序包括:第一透镜单元、第二透镜单元、第三透镜单元和第四透镜单元,该第一透镜单元具有负折光力,

其中,第一透镜单元被配置为对于变焦不移动,

其中,第二透镜单元、第三透镜单元和第四透镜单元被配置为对于变焦沿着彼此不同的轨迹独立移动,

其中,每对相邻透镜单元之间的间隔对于变焦被改变,

其中,第二透镜单元、第三透镜单元和第四透镜单元各自包括由满足以下条件表达式的材料制成的透镜 α :

$$70 < v_d < 100; \text{和}$$

$$0.52 < \theta_{gF} < 0.56,$$

其中 v_d 表示材料的阿贝数,并且 θ_{gF} 表示材料的部分色散比,并且

其中,以下条件表达式被满足:

$$1.2 < |f_1/D_1| < 2.0,$$

其中 D_1 表示第一透镜单元中从最靠近物侧的透镜表面到最靠近像侧的透镜表面的光轴上的距离,并且 f_1 表示第一透镜单元的焦距。

17. 根据权利要求16所述的变焦透镜,

其中,包括在第二透镜单元中的透镜 α 的折光力的符号与第二透镜单元的折光力的符号相同,

其中,包括在第三透镜单元中的透镜 α 的折光力的符号与第三透镜单元的折光力的符号相同,并且

其中,包括在第四透镜单元中的透镜 α 的折光力的符号与第四透镜单元的折光力的符号相同。

18.根据权利要求16所述的变焦透镜,
其中,第二透镜单元具有正折光力,
其中,第三透镜单元具有负折光力,并且
其中,第四透镜单元具有正折光力。

19.根据权利要求16所述的变焦透镜,其中,以下条件表达式被满足:

$$-5.5 < f_3/f_w < -1.0,$$

其中 f_3 表示第三透镜单元的焦距,并且 f_w 表示在广角端处变焦透镜的焦距。

20.根据权利要求16所述的变焦透镜,其中,以下条件表达式被满足:

$$2.0 < f_4/f_w < 5.0,$$

其中 f_4 表示第四透镜单元的焦距,并且 f_w 表示在广角端处变焦透镜的焦距。

21.根据权利要求16所述的变焦透镜,

其中,包括在第二透镜单元中的至少一个透镜 α 由正透镜构成,并且
其中,以下条件表达式被满足:

$$0.4 < f_{2p}/f_2 < 2.0,$$

其中 f_{2p} 表示所述正透镜的焦距,并且 f_2 表示第二透镜单元的焦距。

22.根据权利要求16所述的变焦透镜,

其中,包括在第三透镜单元中的至少一个透镜 α 由负透镜构成,并且
其中,以下条件表达式被满足:

$$0.5 < f_{3n}/f_3 < 2.0,$$

其中 f_{3n} 表示所述负透镜的焦距,并且 f_3 表示第三透镜单元的焦距。

23.根据权利要求16所述的变焦透镜,

其中,包括在第四透镜单元中的至少一个透镜 α 由正透镜构成,并且
其中,以下条件表达式被满足:

$$0.4 < f_{4p}/f_4 < 2.0,$$

其中 f_{4p} 表示所述正透镜的焦距,并且 f_4 表示第四透镜单元的焦距。

24.根据权利要求16所述的变焦透镜,其中,以下条件表达式被满足:

$$2.0 < \beta_{2t}/\beta_{2w} < 6.0,$$

其中 β_{2w} 表示在广角端处第二透镜单元的横向倍率,并且 β_{2t} 表示在望远端处第二透镜单元的横向倍率。

变焦透镜和图像拾取装置和包括变焦透镜的图像拾取系统

技术领域

[0001] 本发明涉及变焦透镜,并且更具体地,涉及适合用作用于在诸如监视照相机、数码照相机、视频照相机和广播照相机之类的图像拾取装置中使用的图像拾取光学系统的变焦透镜。

背景技术

[0002] 期望用作用于在图像拾取装置中使用的图像拾取光学系统的变焦透镜具有高光学性能、宽视角和高变焦比,并且还期望缩小变焦透镜的整个系统的尺寸。作为满足这些要求的变焦透镜,已知负导型变焦透镜,其中具有负折光力的透镜单元被布置得最靠近物侧。

[0003] 在日本专利申请特开No.2010-160276、No.2015-031829、No.2004-151552、No.2008-309897和No.2009-69298中,公开了一种四单元变焦透镜,其从物侧到像侧按顺序包括分别具有负、正、负和正折光力的第一透镜单元至第四透镜单元。在变焦透镜中,每对相邻透镜单元之间的间隔在变焦期间改变。在日本专利申请特开No.2008-309897和No.2009-69298中,公开了一种五单元变焦透镜,其从物侧到像侧按顺序包括具有负折光力的透镜单元以及被配置为在变焦期间移动的至少三个透镜单元。在变焦透镜中,每对相邻透镜单元之间的间隔在变焦期间改变。

[0004] 在负导型变焦透镜中,为了在满足上述要求的同时进一步缩小变焦透镜的整个系统的尺寸,重要的是适当地设置例如每个透镜单元的透镜配置和变焦期间的移动条件。

发明内容

[0005] 本发明的一个目的是提供一种在整个变焦范围内具有宽视角、高变焦比和高光学性能的尺寸缩小的变焦透镜,并提供包括该变焦透镜的图像拾取装置。

[0006] 根据本发明的一个示例,提供了包括多个透镜单元的变焦透镜,

[0007] 所述多个透镜单元从物侧到像侧按顺序包括:具有负折光力的第一透镜单元、具有正折光力的第二透镜单元、具有负折光力的第三透镜单元以及具有正折光力的第四透镜单元,

[0008] 其中,第二透镜单元被配置为对于从广角端到望远端的变焦朝向物侧移动,

[0009] 其中,第三透镜单元被配置为对于从广角端到望远端的变焦移动,

[0010] 其中,每对相邻透镜单元之间的间隔对于从广角端到望远端的变焦被改变,

[0011] 其中,与广角端相比,在望远端处,第一透镜单元与第二透镜单元之间的间隔更小,第二透镜单元与第三透镜单元之间的间隔更大,第三透镜单元和第四透镜单元之间的间隔更大,并且第四透镜单元被定位为更靠近像侧,

[0012] 其中,第三透镜单元由单个光学元件构成,

[0013] 其中,第四透镜单元包括间隔布置的多个透镜,并且

[0014] 其中,以下条件表达式被满足:

[0015] $0.8 < |f3/f4| < 3.0$; 和

[0016] $2.5 < |f_3/L_{34t}| < 5.0$,

[0017] 其中 f_3 表示第三透镜单元的焦距, f_4 表示第四透镜单元的焦距,并且 L_{34t} 表示在望远端处第三透镜单元和第四透镜单元之间的间隔。

[0018] 参考附图,根据示例性实施例的以下描述,本发明的其它特征将变得显而易见。

附图说明

[0019] 图1是本发明的示例1的变焦透镜在广角端处的截面图。

[0020] 图2A是示例1的变焦透镜在广角端处的像差图。

[0021] 图2B是示例1的变焦透镜在中间变焦位置处的像差图。

[0022] 图2C是示例1的变焦透镜在望远端处的像差图。

[0023] 图3是本发明的示例2的变焦透镜在广角端处的截面图。

[0024] 图4A是示例2的变焦透镜在广角端处的像差图。

[0025] 图4B是示例2的变焦透镜在中间变焦位置处的像差图。

[0026] 图4C是示例2的变焦透镜在望远端处的像差图。

[0027] 图5是本发明的示例3的变焦透镜在广角端处的截面图。

[0028] 图6A是示例3的变焦透镜在广角端处的像差图。

[0029] 图6B是示例3的变焦透镜在中间变焦位置处的像差图。

[0030] 图6C是示例3的变焦透镜在望远端处的像差图。

[0031] 图7是本发明的示例4的变焦透镜在广角端处的截面图。

[0032] 图8A是示例4的变焦透镜在广角端处的像差图。

[0033] 图8B是示例4的变焦透镜在中间变焦位置处的像差图。

[0034] 图8C是示例4的变焦透镜在望远端处的像差图。

[0035] 图9是本发明的示例5的变焦透镜在广角端处的截面图。

[0036] 图10A是示例5的变焦透镜在广角端处的像差图。

[0037] 图10B是示例5的变焦透镜在中间变焦位置处的像差图。

[0038] 图10C是示例5的变焦透镜在望远端处的像差图。

[0039] 图11是本发明的示例6的变焦透镜在广角端处的截面图。

[0040] 图12A是示例6的变焦透镜在广角端处的像差图。

[0041] 图12B是示例6的变焦透镜在中间变焦位置处的像差图。

[0042] 图12C是示例6的变焦透镜在望远端处的像差图。

[0043] 图13是本发明的示例7的变焦透镜在广角端处的截面图。

[0044] 图14A是示例7的变焦透镜在广角端处的像差图。

[0045] 图14B是示例7的变焦透镜在中间变焦位置处的像差图。

[0046] 图14C是示例7的变焦透镜在望远端处的像差图。

[0047] 图15是本发明的示例8的变焦透镜在广角端处的截面图。

[0048] 图16A是示例8的变焦透镜在广角端处的像差图。

[0049] 图16B是示例8的变焦透镜在中间变焦位置处的像差图。

[0050] 图16C是示例8的变焦透镜在望远端处的像差图。

[0051] 图17是本发明的示例9的变焦透镜在广角端处的截面图。

- [0052] 图18A是示例9的变焦透镜在广角端处的像差图。
- [0053] 图18B是示例9的变焦透镜在中间变焦位置处的像差图。
- [0054] 图18C是示例9的变焦透镜在望远端处的像差图。
- [0055] 图19是本发明的示例10的变焦透镜在广角端处的截面图。
- [0056] 图20A是示例10的变焦透镜在广角端处的像差图。
- [0057] 图20B是示例10的变焦透镜在中间变焦位置处的像差图。
- [0058] 图20C是示例10的变焦透镜在望远端处的像差图。
- [0059] 图21A是示例1的变焦透镜和球罩的截面图。
- [0060] 图21B是示例1的变焦透镜和保护罩的截面图。
- [0061] 图22A是本发明的实施例中的监视照相机及其使用示例的图示。
- [0062] 图22B是本发明的实施例中的监视照相机及其使用示例的图示。
- [0063] 图23是示例1的变焦透镜的变焦轨迹的说明图。

具体实施方式

- [0064] 现在参考附图描述本发明的示例性实施例。
- [0065] 图1、图3、图5、图7、图9、图11、图13、图15、图17和图19分别是本发明的示例1至示例10的变焦透镜在广角端处的截面图。变焦透镜的每个截面图是在广角端(最短焦距)处的截面图。
- [0066] 图2A、图2B和图2C分别是示例1的变焦透镜在广角端、中间变焦位置和望远端(最长焦距)处的像差图。图4A、图4B和图4C分别是示例2的变焦透镜在广角端、中间变焦位置和望远端(最长焦距)处的像差图。图6A、图6B和图6C分别是示例3的变焦透镜在广角端、中间变焦位置和望远端(最长焦距)处的像差图。图8A、图8B和图8C分别是示例4的变焦透镜在广角端、中间变焦位置和望远端(最长焦距)处的像差图。图10A、图10B和图10C分别是示例5的变焦透镜在广角端、中间变焦位置和望远端(最长焦距)处的像差图。图12A、图12B和图12C分别是示例6的变焦透镜在广角端、中间变焦位置和望远端(最长焦距)处的像差图。图14A、图14B和图14C分别是示例7的变焦透镜在广角端、中间变焦位置和望远端(最长焦距)处的像差图。图16A、图16B和图16C分别是示例8的变焦透镜在广角端、中间变焦位置和望远端(最长焦距)处的像差图。图18A、图18B和图18C分别是示例9的变焦透镜在广角端、中间变焦位置和望远端(最长焦距)处的像差图。图20A、图20B和图20C分别是示例10的变焦透镜在广角端、中间变焦位置和望远端(最长焦距)处的像差图。
- [0067] 示例1表示变焦比为3.90, F数为1.75至4.09的变焦透镜。示例2表示变焦比为3.90, F数为1.75至4.00的变焦透镜。示例3表示变焦比为3.90, F数为1.75至4.09的变焦透镜。示例4表示变焦比为4.00, F数为1.75至4.30的变焦透镜。示例5表示变焦比为4.00, F数为1.75至4.30的变焦透镜。示例6表示变焦比为3.90, F数为1.75至4.09的变焦透镜。示例7表示变焦比为4.00, F数为1.75至4.20的变焦透镜。示例8表示变焦比为3.30, F数为1.75至4.10的变焦透镜。示例9表示变焦比为6.00, F数为1.75至5.00的变焦透镜。示例10表示变焦比为4.00, F数为1.75至4.30的变焦透镜。
- [0068] 图21A是根据本发明实施例的当球罩被安装于变焦透镜时的主要部分的示意图。图21B是根据本发明实施例的当保护罩被安装于变焦透镜时的主要部分的示意图。图22A和

图22B均为包括根据本发明实施例的变焦透镜的监视照相机(图像拾取装置)的主要部分的示意图。图23是在示例1的变焦透镜的变焦期间各个透镜单元的移动轨迹(变焦轨迹)的图示。

[0069] 每个示例中的变焦透镜是用于监视照相机的图像拾取光学系统。每个示例中的变焦透镜还可以用于诸如视频照相机、数码照相机、卤化银胶片照相机或电视(TV)照相机之类的图像拾取装置。

[0070] 在截面图中,左侧是物侧(前),并且右侧是像侧(后)。在每个截面图中示出了变焦透镜L0。当从物侧起的透镜单元的顺序由“i”表示时,第i个透镜单元由Li表示。还示出了孔径光阑SP和光学块G(例如滤光器)。当变焦透镜用作数码照相机、视频照相机或监视照相机的图像拾取光学系统时,像面IP对应于诸如CCD传感器或CMOS传感器之类的固态图像拾取元件(光电转换元件)的图像拾取表面。

[0071] 在每个示例的变焦透镜中,每对相邻透镜单元之间的间隔在变焦期间改变。箭头指示在从广角端到望远端的变焦期间各个透镜单元的移动轨迹。类似地,关于“聚焦”的箭头指示在从无限远到近距离的聚焦期间透镜单元的移动方向。

[0072] 在球面像差图中,实线“d”指示d线(波长:587.6nm),双点划线“g”指示g线(波长:435.8nm)。在像散图中,虚线M指示d线的子午像面,实线S指示d线的弧矢像面。畸变被显示为d线处的值。横向色差被显示为g线处的值。半视角(以度为单位)由“ ω ”表示,并且F数由Fno表示。在每个示例中,广角端和望远端指的是当用于变倍的透镜单元被定位在透镜单元可在光轴上移动的范围的相应端部处的变焦位置。在图2A、图2B、图2C、图8A、图8B、图8C、图14A、图14B、图14C、图16A、图16B、图16C、图18A、图18B、图18C、图20A、图20B和图20C中,还示出了C线(波长:656.3nm)和F线(波长:486.1nm)。具体地,在球面像差图和横向色差图中,点划线C指示C线,并且虚线F指示F线。

[0073] 每个示例的变焦透镜从物侧到像侧按顺序包括具有负折光力的第一透镜单元L1、第二透镜单元L2、第三透镜单元L3和第四透镜单元L4。变焦透镜还可以包括与第四透镜单元L4的像侧相邻布置的第五透镜单元L5。至少一个透镜单元可以进一步被布置在第五透镜单元L5的像侧。

[0074] 在每个示例中,孔径光阑SP被布置在第二透镜单元L2的物侧,并且被配置为在变焦期间沿着与第二透镜单元L2的轨迹相同的轨迹移动。孔径光阑SP的孔径直径在变焦期间可以是恒定的,或者可以在变焦期间改变。当孔径光阑SP的孔径直径改变时,可以切割(cut)主要由在望远端处的离轴光束导致的较低光线彗斑(lower ray coma flare),从而可以获得更令人满意的光学性能。

[0075] 首先,描述示例1至5。

[0076] 示例1至3表示四单元变焦透镜。四单元变焦透镜从物侧到像侧包括具有负折光力的第一透镜单元L1、具有正折光力的第二透镜单元L2、具有负折光力的第三透镜单元L3和具有正折光力的第四透镜单元L4。第一透镜单元L1被配置为在变焦期间不移动,并且第二透镜单元L2、第三透镜单元L3和第四透镜单元L4被配置为在变焦期间沿着由箭头指示的轨迹移动。

[0077] 示例4和5表示五单元变焦透镜。五单元变焦透镜从物侧到像侧包括具有负折光力的第一透镜单元L1、具有正折光力的第二透镜单元L2、具有负折光力的第三透镜单元L3、具

有正折光力的第四透镜单元L4和具有负折光力的第五透镜单元L5。第一透镜单元L1被配置为在变焦期间不移动,并且第二透镜单元L2、第三透镜单元L3、第四透镜单元L4和第五透镜单元L5被配置为在变焦期间沿着由箭头指示的轨迹移动。

[0078] 第三透镜单元L3或第四透镜单元L4负责聚焦。在示例1、2、4和5中,通过在光轴上移动第三透镜单元L3来执行聚焦。当要在望远端处从无限远到近距离执行聚焦时,第三透镜单元L3如截面图中的箭头3c所示的朝向像侧后退。

[0079] 图中的曲线3a指示当焦点在无限远处时用于校正伴随从广角端到望远端的变焦的像面变化的移动轨迹。曲线3b指示当焦点在近距离处时用于校正伴随从广角端到望远端的变焦的像面变化的移动轨迹。

[0080] 在示例3中,第四透镜单元L4被移动,以校正伴随变倍的像面变化并执行聚焦。与第四透镜单元L4相关的实线曲线4a和虚线曲线4b分别是当焦点在无限远和近距离处时用于校正伴随变倍的像面变化的移动轨迹。此外,通过如箭头4c所指示的向前推进第四透镜单元L4来执行从无限远到近距离的聚焦。可以通过在光轴上移动第二透镜单元L2的部分或全部透镜代替第三透镜单元L3或第四透镜单元L4来执行聚焦。

[0081] 参考图23描述在变焦期间移动每个透镜单元的方法,图23是示例1的四单元变焦透镜在广角端、中间变焦位置和望远端处的截面图。在从广角端到望远端的变焦期间,第二透镜单元L2、第三透镜单元L3和第四透镜单元L4如箭头所指示的独立地移动(沿着不同的轨迹)。

[0082] 具体地,第二透镜单元L2被配置为从像侧朝向物侧单调移动以执行变倍。第三透镜单元L3被配置为沿着朝向物侧凸起的轨迹同时移动。也就是说,第三透镜单元L3被配置为朝向物侧移动,并且然后朝向像侧移动。第四透镜单元L4被配置为沿着具有至少一个拐点的轨迹移动。为了形成透镜单元的这种移动轨迹,在广角端处,第二透镜单元L2、第三透镜单元L3和第四透镜单元L4中的每对透镜单元之间的间隔被适当地固定,使得可以容易地增大变倍比。此外,第一透镜单元L1被形成为具有负折光力,使得可以容易地增大视角。

[0083] 具有宽视角的变焦透镜的第一透镜单元L1具有大的有效直径,因此重量增大。因此,第一透镜单元L1难以在变焦期间执行快速跟随。在每个示例中,采用这样的配置,其中第二透镜单元L2的透镜和随后的具有小的重量的透镜在变焦期间被驱动,以便于快速变焦。

[0084] 重要的是减少由于聚焦导致的光学性能的变化,并且在应对图像拾取元件的尺寸增大的同时减小在变焦期间离轴光线到图像拾取元件的入射角的变化。因此,在每个示例中,限定第三透镜单元L3和第四透镜单元L4的配置、折光力以及在望远端处第三透镜单元L3和第四透镜单元L4之间的间隔。

[0085] 另外,由于聚焦导致的光学性能的变化被减小,并且在变焦期间的离轴光线到图像拾取元件的入射角的变化被减小。因此,每个透镜单元被如上所述地配置。

[0086] 此外,第三透镜单元L3由单个光学元件构成。这里的单个光学元件不但包括单个透镜,而且包括通过将多个透镜彼此胶合而获得的胶合透镜。第四透镜单元L4包括间隔布置的多个透镜。第三透镜单元L3的焦距由 f_3 表示,第四透镜单元L4的焦距由 f_4 表示,并且在望远端处第三透镜单元L3和第四透镜单元L4之间的间隔由 L_{34t} 表示。此时,以下条件表达式被满足。

[0087] $0.8 < |f_3/f_4| < 3.0 \dots (1)$

[0088] $2.5 < |f_3/L_{34t}| < 5.0 \dots (2)$

[0089] 接下来,描述上面给出的每个条件表达式的技术含义。

[0090] 条件表达式(1)限定第三透镜单元L3的折光力与第四透镜单元L4的折光力之间的比率。条件表达式(1)是用于减少由于聚焦导致的光学性能的变化变化的表达式。当该比率超过条件表达式(1)的上限并且第四透镜单元L4的正折光力增大时,由于第四透镜单元L4导致的离轴光线的角度变化增大,并且在变焦期间的离轴光线到图像拾取元件的入射角的变化不利地增大。

[0091] 当比率低于条件表达式(1)的下限并且第三透镜单元L3的负折光力增大(负折光力的绝对值增大)时,聚焦期间的光学性能的变化增大,特别地,在广角端处的像场弯曲和像散的变化不利地增大。

[0092] 条件表达式(2)限定了第三透镜单元L3的负折光力与在望远端处第三透镜单元L3和第四透镜单元L4之间的间隔之间的比率。条件表达式(2)是用于应对图像拾取元件的尺寸增大的表达式。在变焦透镜的整个系统的焦距增大的望远端处,使得离轴光束通过具有负折光力的第三透镜单元L3发散。以这种方式,有效地增大了光线的入射高度,并且应对了尺寸增大的图像拾取元件。

[0093] 当比率超过条件表达式(2)的上限并且在望远端处第三透镜单元L3和第四透镜单元L4之间的间隔减小时,通过第三透镜单元L3增大离轴光束的入射高度的效果变得不利地不足。当比率低于条件表达式(2)的下限并且第三透镜单元L3的负折光力增大时,可以容易地增大图像高度(可以容易地增大图像拾取平面),但是在广角端处的由于聚焦导致的像场弯曲和像散的变化不利地增大。

[0094] 在每个示例中,优选如下设置条件表达式(1)和(2)的数值范围。

[0095] $1.0 < |f_3/f_4| < 2.5 \dots (1a)$

[0096] $2.8 < |f_3/L_{34t}| < 4.5 \dots (2a)$

[0097] 更优选地,如下设置条件表达式(1a)和(2a)的数值范围。

[0098] $1.1 < |f_3/f_4| < 2.2 \dots (1b)$

[0099] $3.0 < |f_3/L_{34t}| < 4.2 \dots (2b)$

[0100] 利用上述配置,获得了如下的变焦透镜,其中在应对了图像拾取元件的尺寸增大的同时由于聚焦导致的光学性能的变化减小,并且变焦期间的离轴光线到图像拾取元件的入射角的变化减小。

[0101] 此外,在每个示例中,第四透镜单元L4包括至少两个正透镜和至少一个负透镜。第四透镜单元L4的最靠近物侧的透镜表面具有朝向物侧凸出的形状。在第四透镜单元L4中间隔布置的透镜中,物侧的透镜4a的像侧的透镜表面R4a具有朝向像侧凹陷的形状,并且像侧的透镜4b的物侧的透镜表面R4b具有朝向物侧凸出的形状。透镜表面R4a的曲率半径的绝对值小于透镜表面R4b的曲率半径的绝对值。

[0102] 具有正折光力的第四透镜单元L4具有如下的作用:使由具有负折光力的第三透镜单元L3导致发散的离轴光束会聚,适当地将光线收集到图像拾取元件的表面上并引导光线以形成图像。即,在每个示例的变焦透镜中,第四透镜单元L4的透镜配置对于适当地校正离轴光束的像差是重要的。

[0103] 鉴于此,第四透镜单元L4由多个透镜构成,所述多个透镜包括至少两个正透镜和至少一个负透镜,使得适当地校正各种像差,主要是像散和色差。此外,为了便于由第三透镜单元L3导致发散的离轴光束到图像拾取元件的表面的入射角的控制,第四透镜单元L4的最靠近物侧的透镜表面朝向物侧凸出。

[0104] 此外,作为由第四透镜单元L4的物侧和像侧的透镜表面形成的空气透镜的形状(其对应于在透镜单元中形成的间隔),物侧的透镜表面具有朝向像侧凹陷的形状,并且像侧的透镜表面具有朝向物侧凸出的形状。此外,物侧的透镜表面的曲率半径的绝对值小于像侧的透镜表面的曲率半径的绝对值。

[0105] 利用这样的配置,在第四透镜单元L4中形成了具有指向物侧的凸表面的弯月形空气透镜。在第四透镜单元L4中形成具有这种形状的空气透镜,使得由离轴光束导致的像散和彗形像差被适当地校正的同时在变焦期间的离轴光线到图像拾取元件的入射角的变化减小。

[0106] 第三透镜单元L3被配置为在从广角端到望远端的变焦期间沿着朝向物侧凸出的轨迹移动,并且与广角端处的位置相比在望远端处被定位在物侧。第二透镜单元L2被配置为在从广角端到望远端的变焦期间从像侧朝向物侧移动。

[0107] 鉴于此,利用当第二透镜单元L2从像侧朝向物侧移动时形成的空间,移动第三透镜单元L3以绘制朝向物侧凸出的轨迹。以这种方式,通过有效地利用光学系统中的空间,减小了整个透镜长度。此外,第三透镜单元L3被配置为移动以便与广角端处的位置相比在望远端处被定位在物侧。通过该移动,在变焦透镜的整个系统的焦距增大的望远端处,具有负折光力的第三透镜单元L3使离轴光束发散。以这种方式,有效地增大了光线的入射高度,因此应对了尺寸增大的图像拾取元件。

[0108] 第二透镜单元L2具有非球面,并且包括被布置得最靠近物侧的正透镜。第二透镜单元L2包括间隔布置的多个透镜。在第二透镜单元L2的间隔布置的透镜中,物侧的透镜2a的像侧的透镜表面R2a具有朝向像侧凹陷的形状,并且像侧的透镜2b的物侧的透镜表面R2b具有朝向物侧凸出的形状。透镜表面R2a的曲率半径的绝对值小于透镜表面R2b的曲率半径的绝对值。

[0109] 利用这样的配置,在第二透镜单元L2中形成了具有指向物侧的凸出表面的弯月形空气透镜。具有正折光力的第二透镜单元L2使由具有负折光力的第一透镜单元L1导致发散的轴向光束会聚,并使会聚光束进入第三透镜单元L3。

[0110] 第二透镜单元L2具有非球面并且包括被布置得最靠近物侧的正透镜,使得在轴向光束会聚时发生的球面像差被适当地校正。此外,具有上述形状的空气透镜被形成在第二透镜单元L2中,使得像场弯曲和像散被适当地校正。此外,在每个示例中,优选地,以下条件表达式中的至少一个被满足。

[0111] 第一透镜单元L1的焦距由 f_1 表示。第四透镜单元L4的从最靠近物侧的透镜表面到最靠近像侧的透镜表面的距离(透镜单元厚度)由 D_4 表示。第一透镜单元L1的从最靠近物侧的透镜表面到最靠近像侧的透镜表面的距离(透镜单元厚度)由 D_1 表示。

[0112] 此时,优选以下条件表达式中的至少一个被满足。

$$[0113] \quad 1.5 < f_4 / L_{34t} < 5.0 \dots (3)$$

$$[0114] \quad 1.5 < f_3 / f_1 < 3.0 \dots (4)$$

[0115] $1.0 < |f_4/f_1| < 2.0 \dots (5)$

[0116] $2.0 < f_4/D_4 < 4.0 \dots (6)$

[0117] $1.0 < |f_1/D_1| < 2.0 \dots (7)$

[0118] 接下来,描述上面给出的每个条件表达式的技术含义。

[0119] 条件表达式 (3) 限定了第四透镜单元L4的折光力与在望远端处的第三透镜单元L3和第四透镜单元L4之间的间隔之间的比率。条件表达式 (3) 是用于在应对尺寸增大的图像拾取元件的同时减小离轴光束到图像拾取元件的表面的入射角的变化变化的表达式。当比率超过条件表达式 (3) 的上限并且在望远端处的第三透镜单元L3和第四透镜单元L4之间的间隔减小时,通过第三透镜单元L3增大离轴光束的入射高度的效果变得不利地不足。

[0120] 当比率低于条件表达式 (3) 的下限并且第四透镜单元L4的正折光力增大时,通过第四透镜单元L4的离轴光线的角度变化增大,并且变得难以减小变焦期间的离轴光线到图像拾取元件的入射角的变化。

[0121] 条件表达式 (4) 限定第三透镜单元L3的折光力与第一透镜单元L1的折光力之间的比率。当该比率超过条件表达式 (4) 的上限并且第一透镜单元L1的负折光力过度增大时,在广角端处的畸变和像场弯曲的校正变得不利地不足。当该比率低于条件表达式 (4) 的下限并且第三透镜单元L3的负折光力过度增大时,由于聚焦导致的光学性能的变化,特别是在广角端处的像场弯曲和像散的变化不利地增大。

[0122] 条件表达式 (5) 限定第四透镜单元L4的正折光力与第一透镜单元L1的负折光力之间的比率。当该比率超过条件表达式 (5) 的上限并且第一透镜单元L1的负折光力过度增大时,在广角端处的畸变和像场弯曲的校正变得不利地不足。当比率低于条件表达式 (5) 的下限并且第四透镜单元L4的正折光力过度增大时,由第四透镜单元L4导致的离轴光线的角度变化增大,并且变得难以在变焦期间减小离轴光线到图像拾取元件的入射角的变化。

[0123] 条件表达式 (6) 限定第四透镜单元L4的正折光力与第四透镜单元L4在光轴方向上的透镜单元厚度之间的比率。当该比率超过条件表达式 (6) 的上限并且第四透镜单元L4的正折光力过度减小时,变得不利地难以控制由第三透镜单元L3导致发散的离轴光束到图像拾取元件的表面的入射角。当该比率低于条件表达式 (6) 的下限并且第四透镜单元L4在光轴方向上的透镜单元厚度过度增大时,变得难以减小整个透镜长度。

[0124] 条件表达式 (7) 限定第一透镜单元L1的负折光力与第一透镜单元L1在光轴方向上的透镜单元厚度之间的比率。当该比率超过条件表达式 (7) 的上限并且第一透镜单元L1的负折光力减小(负折光力的绝对值减小)时,变得难以在广角端处确保宽的图像拾取视角。当该比率低于条件表达式 (7) 的下限并且第一透镜单元L1在光轴方向上的透镜单元厚度增大时,变得难以减小整个透镜长度。此外,在变焦透镜的整个系统中最靠近物侧的透镜的有效直径增大,并且变焦透镜的整个系统尺寸增大。

[0125] 在每个示例中,为了校正像差,更优选地如下设置条件表达式 (3) 至 (7) 的数值范围。

[0126] $1.7 < f_4/L_{34t} < 4.0 \dots (3a)$

[0127] $1.7 < f_3/f_1 < 2.8 \dots (4a)$

[0128] $1.1 < |f_4/f_1| < 1.8 \dots (5a)$

[0129] $2.2 < f_4/D_4 < 3.5 \dots (6a)$

[0130] $1.1 < |f1/D1| < 1.7 \dots (7a)$

[0131] 在每个示例中,还更优选地如下设置条件表达式(3a)至(7a)的数值范围。

[0132] $1.9 < f4/L34t < 3.2 \dots (3b)$

[0133] $1.8 < f3/f1 < 2.7 \dots (4b)$

[0134] $1.2 < |f4/f1| < 1.7 \dots (5b)$

[0135] $2.4 < f4/D4 < 3.2 \dots (6b)$

[0136] $1.2 < |f1/D1| < 1.5 \dots (7b)$

[0137] 接下来,描述示例1、2、3和6。

[0138] 每个示例的变焦透镜由从物侧到像侧按顺序布置的以下透镜构成:具有负折光力的第一透镜单元L1、具有正折光力的第二透镜单元L2、具有负折光力的第三透镜单元L3以及具有正折光力的第四透镜单元L4。第一透镜单元L1被配置为在变焦期间不移动,并且第二透镜单元L2至第四透镜单元L4被配置为在变焦期间移动。

[0139] 每个示例的变焦透镜具有四单元配置,其是在实现变焦透镜的整个系统尺寸缩小以及小的F数的同时适合于在从广角端到望远端的整个变焦范围内获得高的光学性能的配置。此外,第一透镜单元L1具有负折光力,因此可以容易地增大视角。

[0140] 在每个示例中,第四透镜单元L4包括至少两个透镜。第二透镜单元L2的焦距由f2表示,并且在广角端处变焦透镜的整个系统的焦距由“fw”表示。在从广角端到望远端的变焦期间第二透镜单元L2的移动量由M2表示,并且在从广角端到望远端的变焦期间第四透镜单元L4的移动量由M4表示。此时,以下条件表达式被满足。

[0141] $1.0 < f2/fw < 3.5 \dots (8)$

[0142] $-20.0 < M2/M4 < -5.0 \dots (9)$

[0143] 在这种情况下,在从广角端到望远端的变焦期间透镜单元的移动量是指在广角端处透镜单元在光轴上的位置与在望远端处透镜单元在光轴上的位置之间的差。当与在广角端处的位置相比,透镜单元在望远端处被定位在像侧时,移动量的符号为正,并且当与在广角端处的位置相比,透镜单元在望远端处被定位在物侧时,移动量的符号为负。

[0144] 接下来,描述上面给出的每个条件表达式的技术含义。条件表达式(8)是用于在缩小变焦透镜的整个系统的尺寸的同时获得高变焦比的表达式。当比率超过条件表达式(8)的上限时,第二透镜单元L2的正光焦度(折光力)过度减小,并且用于获得期望变焦比的移动量增大。因此,变得难以缩小变焦透镜的整个系统的尺寸。

[0145] 当比率低于条件表达式(8)的下限时,第二透镜单元L2的正光焦度过度增大,并且球面像差随着孔径比的增大(以获得小的Fno)而增大。因此,变得难以获得高分辨率。

[0146] 条件表达式(9)是用于适当地设置被配置为用作变倍透镜单元的第二透镜单元L2和第四透镜单元L4在变焦期间的移动量之间的关系的表达式。第二透镜单元L2用作主变倍透镜单元。第二透镜单元L2被配置为在从广角端到望远端的变焦期间从像侧朝向物侧移动,以获得变倍效果。

[0147] 此外,第四透镜单元L4被配置为在从广角端到望远端的变焦期间从物侧朝向像侧移动,以确保变倍比率。也就是说,利用其容易获得变倍效果的第二透镜单元L2和第四透镜单元L4二者被同时驱动,使得有效地获得变倍比率。

[0148] 当比率超过条件表达式(9)的上限时,第四透镜单元L4的移动量过度增大,并且变

得难以在望远端处确保预定长度的后焦距。因此,整个透镜长度增大,并且变得难以缩小变焦透镜的整个系统的尺寸。当比率低于条件表达式(9)的下限时,第四透镜单元L4的移动量减小,并且变得难以获得足够的变倍效果。因此,变得难以增大变焦比。

[0149] 优选地,如下设置条件表达式(8)和(9)的数值范围。

[0150] $1.5 < f_2/f_w < 3.2 \dots (8a)$

[0151] $-15.0 < M_2/M_4 < -6.0 \dots (9a)$

[0152] 在每个示例中,优选地,满足以下条件表达式中的至少一个。第四透镜单元L4由从物侧到像侧按顺序布置的正透镜、负透镜和正透镜构成。被布置得最靠近第四透镜单元L4的像侧的正透镜G4b的焦距由 f_{4p} 表示,并且第四透镜单元L4的焦距由 f_4 表示。第三透镜单元L3和第四透镜单元L4之间的透镜单元间隔在广角端和望远端处的差由 D_{34wt} 表示,并且第三透镜单元L3的焦距由 f_3 表示。

[0153] 被布置得最靠近第四透镜单元L4的像侧的正透镜G4b和与正透镜G4b的物侧相邻的透镜G4a被间隔布置。透镜G4a的像侧的透镜表面的曲率半径由 R_a 表示,并且正透镜G4b的物侧的透镜表面的曲率半径由 R_b 表示。第三透镜单元L3由一个负透镜构成,并且第三透镜单元L3被配置为在从广角端到望远端的变焦期间沿着朝向物侧凸起的轨迹移动。包括在第三透镜单元L3中的负透镜的材料的阿贝数由 v_{3d} 表示。

[0154] 第二透镜单元L2从物侧到像侧按顺序包括具有非球面的正透镜和第一胶合透镜,该第一胶合透镜与所述正透镜相邻并且通过从像侧起按顺序将正透镜和负透镜彼此胶合来获得。正透镜和负透镜由彼此不同的材料制成。第二透镜单元L2还包括通过将负透镜和正透镜彼此胶合而获得的第二胶合透镜。负透镜和正透镜由彼此不同的材料制成。第一胶合透镜的焦距由 f_{2a} 表示,并且第二胶合透镜的焦距由 f_{2b} 表示。

[0155] 当在包括图像拾取元件的图像拾取装置中使用每个示例的变焦透镜时,在广角端处的半视角的最大值由“ ω_w ”表示,并且在望远端处的半视角的最大值由“ ω_t ”表示。在广角端处第二透镜单元L2的横向倍率由 β_{2w} 表示,在望远端处第二透镜单元L2的横向倍率由 β_{2t} 表示。

[0156] 此时,优选满足以下条件表达式中的至少一个。

[0157] $0.65 < f_{4p}/f_4 < 1.30 \dots (10)$

[0158] $0.45 < f_2/f_4 < 1.00 \dots (11)$

[0159] $-7.0 < f_3/D_{34wt} < -3.0 \dots (12)$

[0160] $-0.40 < (R_a - R_b) / (R_a + R_b) < -0.05 \dots (13)$

[0161] $73 < v_{3d} < 100 \dots (14)$

[0162] $0.00 \leq |f_{2b}/f_{2a}| < 0.60 \dots (15)$

[0163] $0.60 < (\tan \omega_w / \tan \omega_t) / (\beta_{2t} / \beta_{2w}) < 0.90 \dots (16)$

[0164] 接下来,描述上面给出的每个条件表达式的技术含义。条件表达式(10)限定形成第四透镜单元L4的正透镜G4b的光焦度。在这种情况下,第四透镜单元L4被配置为通过在执行像差校正的同时适当地限定最靠近像侧的正透镜G4b的光焦度来令人满意地校正整个变焦范围中的畸变。

[0165] 当比率超过条件表达式(10)的上限时,最靠近像侧的正透镜G4b的焦距增大(即,光焦度减小),因此畸变在正方向上不利地大大增大。当该比率低于条件表达式(10)的下限

时,最靠近像侧的正透镜G4b的光焦度增大,并因此畸变在负方向上不利地大大增大。

[0166] 条件表达式(11)限定第二透镜单元L2的光焦度与第四透镜单元L4的光焦度之间的比率。第二透镜单元L2和第四透镜单元L4是两个变倍透镜单元。当该比率超过条件表达式(11)的上限时,第二透镜单元L2的焦距增大,并且正光焦度减小。因此,需要增大第二透镜单元L2的移动量以用于变倍,并且变得难以缩小变焦透镜的整个系统的尺寸。当该比率低于条件表达式(11)的下限时,第二透镜单元L2的正光焦度过度增大,并且各种像差,特别是球面像差增大。因此,降低了F数减小时的光学性能。

[0167] 条件表达式(12)限定在变焦期间第三透镜单元L3和第四透镜单元L4的移动量之间的关系。间隔差 D_{34wt} 表示第三透镜单元L3和第四透镜单元L4在广角端和望远端处的位置差。第三透镜单元L3是具有聚焦透镜单元的作用的可移动透镜单元,并且第四透镜单元L4是变倍透镜单元。因此,要求光线穿过由玻璃材料制成的第三透镜单元L3和第四透镜单元L4二者,以具有尽可能小的外径。

[0168] 当比率超过条件表达式(12)的上限时,第三透镜单元L3和第四透镜单元L4沿着具有大的移动量的轨迹移动。在这种情况下,光线被具有负折光力的第三透镜单元L3弹回,因此当光线进入第四透镜单元L4时,需要增大光线直径。因此,变得难以缩小变焦透镜的整个系统的尺寸。当该比率低于条件表达式(12)的下限时,变得难以充分确保第三透镜单元L3和第四透镜单元L4的移动量,并且需要增大每个透镜单元的光焦度。因此,不利地增大了像场弯曲和横向色差。

[0169] 条件表达式(13)是用于使用作为被定位为最靠近第四透镜单元L4的像侧的空气透镜的效果来令人满意地校正特别是彗形像差的表达式。当比率超过条件表达式(13)的上限时,作为空气透镜的光焦度变得不足,并且校正各种像差的效果降低。当该比率低于条件表达式(13)的下限时,作为空气透镜的光焦度过度增大,并且不利地过度地校正各种像差。

[0170] 条件表达式(14)限定了形成用作聚焦透镜单元的第三透镜单元L3的负透镜的材料。为了抑制从近距离到远距离的聚焦期间的色差的变化,优选使用具有尽可能低的色散(dispersion)的材料。此外,为了实现快速聚焦和缩小尺寸,优选的是第三透镜单元L3由一个透镜构成。当值超过条件表达式(14)的上限时,不利地降低了满足上述条件的材料的数量。当该值低于条件表达式(14)的下限时,色差增大,并且聚焦期间的横向色差的变化增大。

[0171] 条件表达式(15)限定了包括在第二透镜单元L2中的两个胶合透镜的折光力。在每个胶合透镜中,由彼此不同的材料制成的正透镜和负透镜彼此粘合,使得胶合透镜可以具有校正色差的效果。此外,当在不确保间隔的情况下使用多种材料时,可以在缩小变焦透镜的尺寸的同时校正色差。

[0172] 在每个示例中,关注该效果,并且采用至少两个胶合透镜来校正具有宽F数(F_{no})光束的第二透镜单元L2中的色差。这些胶合透镜的光焦度被适当地设置。

[0173] 当比率超过条件表达式(15)的上限时,第一胶合透镜的折光力可能增大。在这种情况下,与第二胶合透镜相比,第一胶合透镜的 F_{no} 光束增大。因此,第一胶合透镜更容易受到光焦度的影响,并且球面像差不利地增大。条件表达式(15)的下限意味着第一胶合透镜的光焦度是无穷大(无光焦度)。即使当透镜单元没有光焦度时,当使用不同的玻璃材料时,也可以确保胶合透镜表面处的光焦度。因此,可以容易地校正色差。

[0174] 形成胶合透镜的正透镜和负透镜可以以任何顺序布置。此外，胶合透镜不限于彼此胶合的两个透镜，并且可以是彼此胶合的三个透镜。

[0175] 条件表达式 (16) 限定在用作主变倍透镜单元的第二透镜单元L2的变倍期间的图像拾取视角的变化关系。广角端处的图像拾取视角“ ω_w ”和望远端处的图像拾取视角“ ω_t ”是表示允许图像拾取包括畸变的范围的视角。当比率超过条件表达式 (16) 的上限时，在广角端处的畸变增大，并且不利地增大了图像拾取之后的物体的形状的变形和压缩。当比率低于条件表达式 (16) 的下限时，变得难以获得由于变焦导致的视角变化(变焦比增大)。

[0176] 更优选如下设置条件表达式 (10) 至 (16) 的数值范围。

[0177] $0.78 < f_{4p}/f_4 < 1.10 \dots (10a)$

[0178] $0.60 < f_2/f_4 < 0.90 \dots (11a)$

[0179] $-6.2 < f_3/D_{34wt} < -3.8 \dots (12a)$

[0180] $-0.30 < (R_a - R_b) / (R_a + R_b) < -0.10 \dots (13a)$

[0181] $80 < v_{3d} < 96 \dots (14a)$

[0182] $0.02 \leq |f_{2b}/f_{2a}| < 0.45 \dots (15a)$

[0183] $0.68 < (\tan \omega_w / \tan \omega_t) / (\beta_{2t} / \beta_{2w}) < 0.85 \dots (16a)$

[0184] 如上所述，根据每个示例，可以获得如下的变焦透镜：具有40度或更大的半视角，3或更大的变焦比，以及小于2.0的广角端处的F数，并且能够充分支持具有用于4K的像素数量的图像拾取元件。还可以获得包括该变焦透镜的图像拾取装置。

[0185] 接下来，描述示例1、4和7至10。

[0186] 示例1以及7至9均为四单元配置变焦透镜。四单元配置变焦透镜由从物侧到像侧按顺序布置的以下透镜构成：具有负折光力的第一透镜单元L1、具有正折光力的第二透镜单元L2、具有负折光力的第三透镜单元L3以及具有正折光力的第四透镜单元L4。第一透镜单元L1被配置为在变焦期间不移动。第二透镜单元L2、第三透镜单元L3和第四透镜单元L4被配置为在变焦期间如箭头所指示的沿着彼此不同的轨迹独立地移动。

[0187] 示例4和10均为五单元配置变焦透镜。五单元配置变焦透镜由从物侧到像侧按顺序布置的以下透镜构成：具有负折光力的第一透镜单元L1、具有正折光力的第二透镜单元L2、具有负折光力的第三透镜单元L3、具有正折光力的第四透镜单元L4和具有负折光力的第五透镜单元L5。

[0188] 第一透镜单元L1被配置为在变焦期间不移动。第二透镜单元L2、第三透镜单元L3和第四透镜单元L4被配置为在变焦期间如箭头所指示的沿着彼此不同的轨迹独立地移动。第五透镜单元L5被配置为不移动或移动。

[0189] 在每个示例中，孔径光阑SP被布置在第二透镜单元L2的物侧，并且被配置为在变焦期间沿着与第二透镜单元L2的轨迹相同的轨迹移动。孔径光阑SP的孔径在变焦期间可以是恒定的，或者可以在变焦期间改变。

[0190] 当孔径光阑SP的孔径改变时，可以切割主要由在望远端处的离轴光束导致的较低光束彗斑，因此可以获得更令人满意的光学性能。通过在光轴上移动第三透镜单元L3来执行聚焦。当在望远端处要执行从无限远到近距离的聚焦时，第三透镜单元L3如透镜截面图中的箭头3c所指示的朝向像侧后退。

[0191] 图中的曲线3a指示当焦点在无限远处时用于校正伴随从广角端到望远端的变焦

的像面变化的移动轨迹。曲线3b指示当焦点在近距离处时用于校正伴随从广角端到望远端的变焦的像面变化的移动轨迹。可以通过在光轴上移动第二透镜单元L2的部分或全部透镜或第四透镜单元L4的部分或全部透镜代替第三透镜单元L3来执行聚焦。

[0192] 当在变焦期间发生色差的变化时,变得难以校正整个变焦范围中的色差。因此,在每个示例中,适当地设置要用于可移动透镜单元的材料,以便于校正变焦期间的色差。

[0193] 每个示例的变焦透镜从物侧起按顺序包括:第一透镜单元L1以及在第一透镜单元L1之后的至少三个透镜单元,第一透镜单元L1具有负折光力并且被配置为在变焦期间不移动,至少三个透镜单元具体地为被配置为在变焦期间移动的第二透镜单元L2、第三透镜单元L3和第四透镜单元L4。

[0194] 第二透镜单元L2、第三透镜单元L3和第四透镜单元L4中的每一个包括由满足以下条件表达式的材料制成的至少一个透镜“a”。

$$[0195] \quad 65 < v_d < 100 \dots (17)$$

$$[0196] \quad 0.52 < \theta_{gF} < 0.56 \dots (18)$$

[0197] 其中“ v_d ”表示材料的阿贝数, θ_{gF} 表示材料的部分色散比。

[0198] 接下来,描述上面给出的每个条件表达式的技术含义。

[0199] 条件表达式(17)限定每个可移动透镜单元的材料阿贝数,并且是用于减小变焦期间的色差的变化的表达式。当值低于条件表达式(17)的下限时,变焦期间的色差的变化不利地增大。当该值超过条件表达式(17)的上限时,不利地过度校正色差。

[0200] 条件表达式(18)限定每个可移动透镜单元的材料的部分色散比,并且是用于减小变焦期间多个波长处的色差变化的表达式。条件表达式(18)限定了可移动透镜单元的异常部分色散材料的数值范围。当要在宽波长带中校正色差时,在许多情况下,对于除特定两个波长之外的波长,色差保持不变。在每个示例中,为了减少这种剩余的色差(18阶光谱),使用异常部分色散材料。

[0201] 通常,在许多光学材料中,在部分色散比和阿贝数之间建立基本上线性的关系。同时,偏离线性关系的位置处的材料被称为异常部分色散材料,其通常在要减小二次光谱时被使用。材料的阿贝数“ v_d ”和部分色散比 θ_{gF} 表示如下。

$$[0202] \quad v_d = (n_d - 1) / (n_F - n_C)$$

$$[0203] \quad \theta_{gF} = (n_g - n_F) / (n_F - n_C)$$

[0204] 在这种情况下, n_F 、 n_d 、 n_C 和 n_g 分别表示在弗劳恩霍夫(Fraunhofer)线的F线(486.1nm)、d线(587.6nm)、C线(656.3nm)和g线(435.8nm)处的折射率。

[0205] 当值超过条件表达式(18)的上限时,变焦期间的色差的二次光谱的变化被过度校正。当该值低于条件表达式(18)的下限时,变焦期间的色差的二次光谱的变化变得不足。

[0206] 更优选如下设置条件表达式(17)和(18)的数值范围。

$$[0207] \quad 70 < v_d < 96 \dots (17a)$$

$$[0208] \quad 0.53 < \theta_{gF} < 0.55 \dots (18a)$$

[0209] 包括在第二透镜单元L2、第三透镜单元L3和第四透镜单元L4中的每一个中并且由满足条件表达式(17)和(18)的材料制成的透镜“a”的折光力的符号与包括透镜“a”的透镜单元的折光力的符号相同。在这种情况下,折光力(光焦度)是指焦距的倒数,并且随着焦距的减小,折光力增大。包括在具有正折光力的透镜单元(第二透镜单元L2和第四透镜单元

L4) 中并且由满足条件表达式 (17) 和 (18) 的材料制成的透镜“a”的折光力的符号为正。

[0210] 负责具有正折光力的透镜单元的正折光力的透镜是正透镜。当异常部分色散材料被用于正透镜时,有效地减小了在变焦期间多个波长处的色差的变化。

[0211] 包括在具有负折光力的透镜单元(第三透镜单元L3)中并且由满足条件表达式 (17) 和 (18) 的材料制成的透镜“a”的折光力的符号为负。负责具有负折光力的透镜单元的负折光力的透镜是负透镜。当异常部分色散材料被用于负透镜时,有效地减小了在变焦期间多个波长处的色差的变化。

[0212] 在每个示例中,第一透镜单元L1具有相对大的重量,因此第一透镜单元L1被配置为在变焦期间不移动,以便于变焦期间的跟随性。第二透镜单元L2被配置为在从广角端到望远端的变焦期间作为主变倍透镜单元从像侧朝向物侧移动,以获得高变倍效果。

[0213] 第三透镜单元L3被配置为沿着朝向物侧凸出的轨迹移动。第三透镜单元L3还具有作为聚焦透镜单元的功能。为了使第三透镜单元L3在聚焦期间获得高跟随性,期望缩小变焦透镜的整个系统的尺寸。从减轻重量的观点来看,期望第三透镜单元L3是单个光学元件。在这种情况下,光学元件是指单个透镜或胶合透镜。

[0214] 此外,第四透镜单元L4被配置为从物侧朝向像侧移动以确保变倍比率。也就是说,作为负责变倍效果的透镜单元的第二透镜单元L2和第四透镜单元L4被同时驱动,以有效地获得变倍比率。

[0215] 接下来,在每个示例中,优选满足以下条件表达式中的至少一个。第二透镜单元L2的焦距由 f_2 表示,并且在广角端处变焦透镜的整个系统的焦距由“ f_w ”表示。第三透镜单元L3的焦距由 f_3 表示。第四透镜单元L4的焦距由 f_4 表示。第二透镜单元L2包括至少一个正透镜,并且包括在第二透镜单元L2中的一个正透镜(透镜“a”)的焦距由 f_{2p} 表示。

[0216] 第三透镜单元L3包括至少一个负透镜,并且包括在第三透镜单元L3中的一个负透镜(透镜“a”)的焦距由 f_{3n} 表示。第四透镜单元L4包括至少一个正透镜,并且包括在第四透镜单元L4中的一个正透镜(透镜“a”)的焦距由 f_{4p} 表示。在广角端处第二透镜单元L2的横向倍率由 β_{2w} 表示,在望远端处第二透镜单元L2的横向倍率由 β_{2t} 表示。

[0217] 此时,优选满足以下条件表达式中的至少一个。

$$[0218] \quad -5.5 < f_3/f_w < -1.0 \dots (19)$$

$$[0219] \quad 2.0 < f_4/f_w < 5.0 \dots (20)$$

$$[0220] \quad 0.4 < f_{2p}/f_2 < 2.0 \dots (21)$$

$$[0221] \quad 0.5 < f_{3n}/f_3 < 2.0 \dots (22)$$

$$[0222] \quad 0.4 < f_{4p}/f_4 < 2.0 \dots (23)$$

$$[0223] \quad 2.0 < \beta_{2t}/\beta_{2w} < 6.0 \dots (24)$$

[0224] 条件表达式 (19) 限定第三透镜单元L3的焦距。条件表达式 (19) 是用于减小变焦期间的轴向色差的变化变化的表达式。当比率超过条件表达式 (19) 的上限并且第三透镜单元L3的负折光力相对于变焦透镜的整个系统在广角端处的焦距增大(负折光力的绝对值增大)时,不利地增大了变焦和聚焦期间的色差的变化。

[0225] 当比率低于条件表达式 (19) 的下限并且第三透镜单元L3的负折光力相对于变焦透镜的整个系统在广角端处的焦距减小(负折光力的绝对值减小)时,第三透镜单元L3的移动量在变焦和聚焦期间增大,因此不利地增大了整个透镜长度。

[0226] 条件表达式 (20) 限定第四透镜单元L4的焦距。条件表达式 (20) 是用于减小变焦期间的横向色差的变化的表达式。当比率超过条件表达式 (20) 的上限并且第四透镜单元L4的焦距相对于变焦透镜的整个系统在广角端处的焦距增大时,变焦期间的移动量增大,因此整个透镜长度不利地增大。当比率低于条件表达式 (20) 的下限并且第四透镜单元L4的焦距相对于变焦透镜的整个系统在广角端处的焦距减小时,变焦期间的横向色差的变化不利地增大。

[0227] 条件表达式 (21) 限定第二透镜单元L2的焦距与包括在第二透镜单元L2中的一个正透镜f_{2p} (透镜“α”)的焦距之间的比率。条件表达式 (21) 是用于减小变焦期间的轴向色差的变化的表达式。当该比率超过条件表达式 (21) 的上限并且正透镜f_{2p}的焦距相对于第二透镜单元L2的焦距增大时,第二透镜单元L2的正折光力变得不足,并且变焦期间的移动量增大。因此,变得难以缩小变焦透镜的整个系统的尺寸。

[0228] 当比率低于条件表达式 (21) 的下限并且正透镜f_{2p}的焦距相对于第二透镜单元L2的焦距减小时,正透镜f_{2p}的折光力过度增大,并且不利地大大发生球面像差、彗形像差和其它像差。

[0229] 条件表达式 (22) 限定第三透镜单元L3的焦距与包括在第三透镜单元L3中的一个负透镜f_{3n} (透镜“α”)的焦距之间的比率。条件表达式 (22) 是用于减少聚焦和变焦期间的轴向色差的变化的表达式。当该比率超过条件表达式 (22) 的上限并且负透镜f_{3n}的焦距相对于第三透镜单元L3的焦距增大时,第三透镜单元L3的负折光力变得不足,并且增大了变焦期间的移动量。因此,变得难以缩小变焦透镜的整个系统的尺寸。

[0230] 当比率低于条件表达式 (22) 的下限并且负透镜f_{3n}的焦距相对于第三透镜单元L3的焦距减小时,负折光力增大。结果,不利地增大了球面像差、彗形像差或其它像差的发生。

[0231] 条件表达式 (23) 限定第四透镜单元L4的焦距与包括在第四透镜单元L4中的一个正透镜f_{4p} (透镜“α”)的焦距之间的比率。条件表达式 (23) 是用于减少聚焦和变焦期间的横向色差的变化的表达式。当该比率超过条件表达式 (23) 的上限并且正透镜f_{4p}的焦距相对于第四透镜单元L4的焦距增大时,第四透镜单元L4的正折光力变得不足,并且变焦期间的移动量增大。因此,变得难以缩小变焦透镜的整个系统的尺寸。

[0232] 当比率低于条件表达式 (23) 的下限并且正透镜f_{4p}的焦距相对于第四透镜单元L4的焦距减小时,正折光力增大。结果,不利地增大了球面像差、彗形像差或其它像差的发生。

[0233] 条件表达式 (24) 限定了在望远端处第二透镜单元L2的横向倍率与在广角端处第二透镜单元L2的横向倍率的比率。条件表达式 (24) 限定了第二透镜单元L2执行变倍的适当条件。当该比率超过条件表达式 (24) 的上限并且第二透镜单元L2的变倍份额过度增大时,用于变倍的移动量增大,并且变得难以缩小变焦透镜的整个系统的尺寸。当比率低于条件表达式 (24) 的下限并且第二透镜单元L2的变倍份额过度减小时,变得难以获得期望的变焦比。

[0234] 更优选的是,如下设置条件表达式 (19) 至 (24) 的数值范围。

$$[0235] \quad 1.5 < f_2/f_w < 2.7 \dots (19a)$$

$$[0236] \quad -5.0 < f_3/f_w < -2.0 \dots (19a)$$

$$[0237] \quad 2.3 < f_4/f_w < 4.0 \dots (20a)$$

$$[0238] \quad 0.7 < f_{2p}/f_2 < 1.5 \dots (21a)$$

[0239] $0.6 < f_{3n}/f_3 < 1.5 \dots (22a)$

[0240] $0.6 < f_{4p}/f_4 < 1.5 \dots (23a)$

[0241] $2.3 < \beta_{2t}/\beta_{2w} < 4.5 \dots (24a)$

[0242] 如上所述,根据每个示例,可以获得如下的变焦透镜:具有40度或更大的半视角,3或更大的变焦比,以及小于2.0的广角端处的F数,并且能够充分支持具有用于4K的像素数量的图像拾取元件。

[0243] 现在,描述各个示例的透镜结构。

[0244] (示例1)

[0245] 第一透镜单元L1由以下透镜构成:在物侧具有凸面的弯月形负透镜G11、在物侧具有凹形的负透镜G12以及在物侧具有凸面的弯月形正透镜G13。第一透镜单元被配置为在变焦期间不移动。

[0246] 第二透镜单元L2由以下透镜构成:在两侧具有非球面的双凸正透镜G21、在物侧具有凸形的正透镜G22(透镜“a”)、在像侧具有凹形的负透镜G23、在物侧具有凸面并且在像侧具有凹面的弯月形负透镜G24以及双凸正透镜G25(透镜“a”)。正透镜G21的两个表面被形成为具有非球面形状,因此球面像差被适当地校正。正透镜G22和负透镜G23形成胶合透镜。负透镜G24和正透镜G25形成胶合透镜。使用这两个胶合透镜,变焦期间的轴向色差的变化被适当地校正。

[0247] 在负透镜G23(透镜2a)和负透镜G24(透镜2b)之间确保间隔,并且将负透镜G23的像侧上的凹透镜表面(R2a)的曲率半径设置为小于负透镜G24的物侧的凸透镜表面(R2b)的曲率半径。以这种方式,形成弯月形空气透镜。通过形成弯月形空气透镜,像场弯曲和像散被适当地校正。

[0248] 第三透镜单元L3由双凹负透镜G31构成。第三透镜单元L3是聚焦透镜单元。第三透镜单元L3具有由单个部件(光学元件),具体地,负透镜G31构成的配置,以减小聚焦透镜单元的尺寸和重量。此外,考虑到色差的校正,负透镜G31由具有低色散性的材料制成。

[0249] 第四透镜单元L4由以下透镜构成:在物侧具有凸面的正透镜G41、在物侧具有凸面并且在像侧具有凹面的负透镜G42以及双凸正透镜G43(透镜“a”)。正透镜G41和负透镜G42形成胶合透镜。第四透镜单元L4的最靠近物侧的透镜表面是凸面,因此便于由第三透镜单元L3导致发散的离轴光束到图像拾取元件的表面的入射角的控制。

[0250] 在负透镜G42和正透镜G43之间确保间隔。负透镜G42(透镜4a)的像侧的透镜表面(R4a)的曲率半径被设置为小于正透镜G43(透镜4b)的物侧的透镜表面(R4b)的曲率半径,从而形成弯月形空气透镜。

[0251] 通过形成弯月形空气透镜,在离轴光束的像散和彗形像差被适当地校正的同时,在变焦期间的离轴光束到图像拾取元件的表面的入射角的变化被减小。

[0252] (示例2)

[0253] 示例2中的每个透镜单元的配置与示例1中的相同。

[0254] (示例3)

[0255] 聚焦透镜单元是第四透镜单元L4。从第四透镜单元L4进入图像拾取元件的表面的光线的各种像差被充分校正,并且到图像拾取元件的表面的入射角被充分控制。因此,第四透镜单元L4用作聚焦透镜单元。其它配置与示例1中的配置相同。

[0256] (示例4)

[0257] 第二透镜单元L2由以下透镜构成:在两侧具有非球透镜表面的双凸正透镜G21、双凸正透镜G22、在像侧具有凹透镜表面的负透镜G23以及双凸正透镜G24。正透镜G21的两个表面被形成为具有非球面形状,因此球面像差被适当地校正。

[0258] 在负透镜G23(透镜2a)和负透镜G24(透镜2b)之间确保间隔,并且将负透镜G23的像侧的透镜表面(R2a)的曲率半径设置为小于负透镜G24的物侧的透镜表面(R2b)的曲率半径。以这种方式,形成了弯月形空气透镜。通过形成弯月形空气透镜,适当地校正了像场弯曲和像散。

[0259] 第三透镜单元L3是聚焦透镜单元,并且由通过将双凹负透镜G31(透镜“a”)和正透镜G32彼此胶合而获得的胶合透镜构成。第三透镜单元L3具有由单个部件(光学元件),具体地,胶合透镜构成的配置,使得第三透镜单元L3的尺寸和重量减小。此外,通过使用胶合透镜,通过第三透镜单元L3适当地校正了色差,并且减少了由于聚焦导致的色差的变化。

[0260] 第四透镜单元L4由双凸正透镜G41、双凹负透镜G42和双凸正透镜G43构成。正透镜G41和负透镜G42彼此胶合以形成胶合透镜。在负透镜G42(透镜4a)和正透镜G43(透镜4b)之间确保的间隔形成空气透镜。通过空气透镜获得的效果与示例1中的相同。

[0261] 第五透镜单元L5由弯月形负透镜G51构成,该弯月形负透镜G51在物侧具有凹透镜表面,在像侧具有凸透镜表面。具有负折光力的第五透镜单元L5被布置为使得从第四透镜单元L4出射的离轴光束的光束高度有效地增大。因此,应对了图像拾取元件的尺寸增大。异常部分色散材料被用于第五透镜单元L5,使得变焦期间的横向色差的变化被充分抑制。第五透镜单元L5被配置为在变焦期间移动。

[0262] (示例5)

[0263] 示例5中的每个透镜单元的配置与示例4中的相同。

[0264] (示例6)

[0265] 第一透镜单元L1由以下透镜构成:在物侧具有凸面的弯月形负透镜G11、双凹负透镜G12以及在物侧具有凸面的弯月形正透镜G13。其它透镜单元的透镜配置与示例1中的相同。

[0266] (示例7)

[0267] 第一透镜单元L1由以下透镜构成:在物侧具有凸面的弯月形负透镜G11、双凹负透镜G12以及在物侧具有凸面的弯月形正透镜G13。第一透镜单元L1被配置为在变焦期间不移动。

[0268] 第二透镜单元L2由以下透镜构成:双凸正透镜G21、双凸正透镜G22(透镜“a”)、在物侧具有凸面的弯月形负透镜G23以及双凸正透镜G24(透镜“a”)。正透镜G21的两个表面都是非球面,并因此球面像差被令人满意地校正。

[0269] 具有低色散性的异常部分色散材料被用于正透镜G24,使得变焦期间的轴向色差的变化被令人满意地校正。具有低色散性的异常部分色散材料的示例包括产品名S-FPL51(由OHARA INC.生产)和产品名S-FPL55(由OHARA INC.生产)。

[0270] 第三透镜单元L3由双凹负透镜G31(透镜“a”)构成。第三透镜单元L3是聚焦透镜单元。考虑到色差的校正,使用具有低色散性的异常部分色散材料。

[0271] 第四透镜单元L4由双凸正透镜G41、双凹负透镜G42和双凸正透镜G43(透镜“a”)构

成。正透镜G41和负透镜G42彼此胶合以形成胶合透镜。在负透镜G42和正透镜G43之间确保间隔,并且该间隔具有在物侧为凸面的弯月形状以用作空气透镜。以这种方式,令人满意地校正了彗形像差。

[0272] (示例8)

[0273] 第四透镜单元L4由以下透镜构成:在物侧具有凸面的弯月形正透镜G41、在物侧具有凸面的弯月形负透镜G42以及双凸正透镜G43(透镜“ α ”)。正透镜G41和负透镜G42彼此胶合以形成胶合透镜。在负透镜G42和正透镜G43之间确保间隔,并且该间隔具有在物侧为凸面的弯月形状以用作空气透镜。以这种方式,令人满意地校正了彗形像差。其它透镜单元的配置与示例7中的相同。

[0274] (示例9)

[0275] 第一透镜单元L1由以下透镜构成:在物侧具有凸面的弯月形负透镜G11、双凹负透镜G12和双凸正透镜G13。负透镜G12和正透镜G13彼此胶合以形成胶合透镜。第一透镜单元被配置为在变焦期间不移动。

[0276] 第四透镜单元L4由以下透镜构成:双凸正透镜G41、在物侧具有凸面的弯月形负透镜G42以及双凸正透镜G43(透镜“ α ”)。其它透镜单元的配置与示例7中的相同。

[0277] (示例10)

[0278] 第三透镜单元L3由双凹负透镜G31(透镜“ α ”)和在物侧具有凸形的正透镜G32构成。负透镜G31和正透镜G32彼此胶合以形成胶合透镜。第三透镜单元L3是聚焦透镜单元。

[0279] 第五透镜单元L5由在像侧具有凸面的弯月形负透镜G51构成。通过使用异常部分色散材料,令人满意地校正了变焦期间的横向色差的变化。第五透镜单元L5被配置为在变焦期间不移动。其它透镜单元的配置与示例7中的相同。

[0280] 图21A和图21B是用于示出示例1的变焦透镜16与球罩15或平面保护罩17一起用于监视照相机中的状态的截面图。球罩15和保护罩17均由塑料材料(例如聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)或聚碳酸酯(PC))制成,以具有约几毫米的厚度。在将球罩15或保护罩17安装到变焦透镜的前提下,可以考虑每个构件的效果(焦距和材料)来设计变焦透镜。

[0281] 参考图22A和图22B描述其中根据本发明实施例的变焦透镜被用作图像拾取光学系统的图像拾取装置(监视照相机)的示例。在图22A中,示出了监视照相机主体11,以及内置于照相机主体中的固态图像拾取元件(光电转换元件)12,诸如CCD传感器或CMOS传感器。固态图像拾取元件12被配置为接收由透镜部分16形成的物体图像。

[0282] 进一步示出了被配置为存储与通过固态图像拾取元件12进行光电转换的物体图像相对应的信息的存储器部分13,以及用于传输通过固态图像拾取元件12进行光电转换的物体图像的网络线缆14。此外,在图22B中,示出了球罩15被安装到图像拾取装置,并且图像拾取装置在被安装在天花板上的同时被使用的示例。图像拾取装置不限于监视照相机,并且也可以用在例如视频照相机和数码照相机中。

[0283] 如上所述,根据每个示例,可以获得如下的变焦透镜:其在应对图像拾取元件的尺寸增大的同时能够实现抑制由于聚焦导致的光学性能的变化和抑制在变倍期间发生的离轴光线到图像拾取元件的入射角的变化二者。还可以获得包括该变焦透镜的图像拾取装置。

[0284] 在每个示例中,可以采用以下措施和配置。

- [0285] 具体地,玻璃形状和玻璃的数量不限于示例中描述的那些,并且可以适当地改变。
- [0286] 此外,可以移动透镜和透镜单元的一部分以具有垂直于光轴的分量,以校正伴随由例如照相机抖动导致的振动的图像模糊。
- [0287] 此外,可以采取电校正措施,以校正畸变、色差或其它像差。
- [0288] 例如,可以配置包括每个示例的变焦透镜和被配置为控制变焦透镜的控制器图像拾取系统(监视照相机系统)。在这种情况下,控制器可以控制变焦透镜,使得每个透镜单元在变焦期间如上所述地移动。
- [0289] 此时,控制器不需要与变焦透镜一体地形成,并且控制器可以与变焦透镜分开形成。例如,可以采用这样的配置,其中远离被配置为驱动变焦透镜的每个透镜的驱动器布置的控制器(控制设备)包括发送器,该发送器被配置为发送用于控制变焦透镜的控制信号(命令)。利用这种控制器,可以远程操作变焦透镜。
- [0290] 此外,可以采用这样的配置,其中控制器包括操作部分,例如控制器部分和按钮,以用于远程地操作变焦透镜,使得根据用户对操作部分的输入来控制变焦透镜。例如,作为操作部分,可以设置放大按钮和缩小按钮,使得当用户按下放大按钮时可以增大变焦透镜的倍率。此外,当用户按下缩小按钮时,可以减小变焦透镜的倍率。控制器可以被配置为将指示这种指令的信号发送到变焦透镜的驱动器。
- [0291] 此外,图像拾取系统可以包括被配置为显示与变焦透镜的变焦有关的信息(移动状态)的显示器,例如,液晶面板。与变焦透镜的变焦有关的信息的示例包括每个透镜单元的变焦倍率(变焦状态)和移动量(移动状态)。在这种情况下,用户可以在观看显示器上显示的与变焦透镜的变焦有关的信息的同时经由操作部分远程操作变焦透镜。此时,例如,可以采用触摸板,使得可以集成显示器和操作部分。
- [0292] 接下来,描述分别对应于示例1至10的数值示例1至10。在每个数值示例中,从物侧起的光学表面的顺序由“i”表示。
- [0293] 第i个光学表面(第i个表面)的曲率半径由“ r_i ”表示,并且第i个表面和第(i+1)个表面之间的间隔由“ d_i ”表示。第i个表面和第(i+1)个表面之间的光学构件(光学介质)的材料相对于d线的折射率和阿贝数分别由“ nd_i ”和“ vd_i ”表示。此外,最靠近像侧的两个光学表面对应于玻璃构件,例如,面板。后焦距(BF)表示从最后的透镜表面到近轴像面的距离的空气等效长度。总透镜长度是通过将后焦距(BF)与从第一透镜表面到最后的透镜表面的距离相加而获得的值。在数值示例1、4和7至10中,还示出了材料的部分色散比 $\theta_g F$ 的值。
- [0294] 附于表面编号的星号(*)指示非球面。此外,非球面的形状表示如下:
- [0295]
$$x = (h^2/R) / [1 + \{1 - (1+k) (h/R)^2\}^{1/2}] + A_4h^4 + A_6h^6 + A_8h^8 + A_{10}h^{10} + A_{12}h^{12}$$
- [0296] 其中“k”表示偏心率, A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} 和 A_{12} 表示非球面系数,并且“x”表示相对于表面顶点距离光轴具有高度“h”的位置的在光轴方向上的位移。此外,表达式“e-z”表示“ $\times 10^{-z}$ ”。R表示近轴曲率半径。每个数值示例与上述条件表达式之间的对应关系示于表1、2和3中。
- [0297] [数值示例1]
- [0298] 单位:mm
- [0299] 表面数据

	表面编号	r	d	nd	vd	θ_{gF}
	1	206.340	2.00	1.83481	42.7	0.5648
	2	20.274	12.65			
	3	-36.422	1.50	1.48749	70.2	0.5300
	4	∞	0.70			
	5	60.762	2.50	1.89286	20.4	0.6393
	6	302.776	(可变)			
[0300]	7 (光阑)	∞	0.81			
	8*	44.891	6.60	1.58313	59.4	0.5423
	9*	-47.024	0.81			
	10	17.758	6.00	1.49700	81.5	0.5375
	11	771.057	1.00	1.51742	52.4	0.5564
	12	15.710	3.45			
	13	74.624	0.90	1.90366	31.3	0.2910
	14	22.377	5.30	1.49700	81.5	0.5375
	15	-29.313	(可变)			
	16	-53.205	0.80	1.49700	81.5	0.5375
	17	42.356	(可变)			
	18	23.122	6.80	1.83481	42.7	0.5648
	19	122.738	1.20	1.68893	31.1	0.6004
[0301]	20	16.917	1.79			
	21	23.562	6.30	1.49700	81.5	0.5375
	22	-57.412	(可变)			
	23	∞	1.20	1.51633	64.1	0.5353
	24	∞	5.35			
	像面	∞				
[0302]	非球面数据					
[0303]	第八表面					
[0304]	K=0.00000e+000	A4=-6.78351e-006		A6=-2.57399e-009		
[0305]	A8=6.82474e-011	A10=-4.18054e-013		A12=1.16584e-015		
[0306]	第九表面					
[0307]	K=0.00000e+000	A4=4.46895e-006		A6=-5.85355e-009		
[0308]	A8=8.33723e-011	A10=-3.80119e-013		A12=9.88314e-016		
[0309]	各种数据					

		变焦比	3.90		
			广角	中间	望远
	焦距		12.16	23.45	47.44
	F 数		1.75	2.92	4.09
	半视角 (度)		41.48	24.63	12.77
[0310]	像高		10.75	10.75	10.75
	总透镜长度		127.97	127.97	127.97
	BF		13.60	8.77	9.59
	d6		46.87	24.97	3.07
	d15		2.71	11.27	38.58
[0311]	d17		3.68	21.85	15.61
	d22		7.46	2.63	3.45
[0312]	透镜单元数据				
	单元	第一表面	焦距	透镜单元 结构长度	
[0313]	1	1	-26.08	19.35	
	2	7	30.36	24.87	
	3	16	-47.32	0.80	
	4	18	39.80	16.09	
[0314]	透镜G43以及胶合透镜”a”和”b”中的每个的单元焦距				
[0315]	透镜G43		34.5		
[0316]	第一胶合透镜		-1,607.4		
[0317]	第二胶合透镜		88.8		
[0318]	[数值示例2]				
[0319]	单位:mm				
[0320]	表面数据				

表面编号	r	d	nd	vd
1	200.063	2.00	1.83481	42.7
2	21.268	13.17		
3	-40.215	1.50	1.48749	70.2
4	682.578	2.46		
5	69.659	2.54	1.89286	20.4
6	387.657	(可变)		
7 (光阑)	∞	0.71		
8*	35.502	5.79	1.58313	59.4
9*	-57.306	1.00		
10	16.439	5.07	1.48749	70.2
11	45.314	1.00	1.56732	42.8
[0321] 12	14.436	3.82		
13	83.340	1.00	1.90366	31.3
14	23.068	5.64	1.49700	81.5
15	-31.390	(可变)		
16	-46.384	1.00	1.49700	81.5
17	75.034	(可变)		
18	21.655	4.54	1.83481	42.7
19	66.936	1.20	1.68893	31.1
20	17.040	2.35		
21	27.225	5.84	1.49700	81.5
22	-64.216	(可变)		
23	∞	1.20	1.51633	64.1
24	∞	5.35		
像面	∞			
[0322]	非球面数据			
[0323]	第八表面			
[0324]	$K=0.00000e+000$	$A4=-7.26616e-006$	$A6=8.82597e-009$	
[0325]	$A8=-3.76146e-011$			
[0326]	第九表面			

[0327]	K=0.00000e+000	A4=3.29007e-006	A6=1.07738e-008
[0328]	A8=-4.05256e-011	A10=-9.62820e-014	A12=4.28769e-016
[0329]	各种数据		
	变焦比	3.90	
		广角	中间 望远
	焦距	12.21	24.27 47.63
	F 数	1.75	2.87 4.00
	半视角 (度)	41.36	23.89 12.72
	像高	10.75	10.75 10.75
[0330]	总透镜长度	130.53	130.53 130.53
	BF	15.23	8.78 10.73
	d6	49.00	26.00 3.00
	d15	2.94	12.51 42.45
	d17	2.73	22.61 13.72
	d22	9.09	2.64 4.59
[0331]	透镜单元数据		
	单元	第一表面	焦距 透镜单元结构长度
[0332]	1	1	-27.42 21.66
	2	7	32.28 24.03
	3	16	-57.52 1.00
	4	18	42.89 13.92
[0333]	透镜G43以及胶合透镜”a”和”b”中的每个的单元焦距		
[0334]	透镜G43	39.3	
[0335]	第一胶合透镜	-302.7	
[0336]	第二胶合透镜	105.8	
[0337]	[数值示例3]		
[0338]	单位:mm		
[0339]	表面数据		

表面编号	r	d	nd	vd
1	130.772	2.00	1.83481	42.7
2	19.945	13.31		
3	-38.918	1.50	1.48749	70.2
4	395.016	0.70		
5	58.222	2.50	1.89286	20.4
6	225.656	(可变)		
7 (光阑)	∞	1.49		
8*	66.349	5.80	1.58313	59.4
9*	-44.241	0.81		
10	18.717	6.00	1.49700	81.5
11	181.863	1.00	1.51742	52.4
[0340] 12	17.320	5.32		
13	70.897	0.90	1.90366	31.3
14	23.983	5.80	1.49700	81.5
15	-29.976	(可变)		
16	-49.057	0.80	1.49700	81.5
17	61.321	(可变)		
18	24.244	6.80	1.83481	42.7
19	215.169	1.20	1.68893	31.1
20	17.656	1.73		
21	25.470	7.30	1.49700	81.5
22	-65.351	(可变)		
23	∞	1.20	1.51633	64.1
24	∞	5.35		
像面	∞			
[0341] 非球面数据				
[0342] 第八表面				
[0343] $K=3.43890e-001$	$A4=-9.03806e-006$		$A6=-2.30086e-009$	
[0344] 第九表面				
[0345] $K=-2.45855e-001$	$A4=2.77086e-007$		$A6=-1.22769e-008$	

[0346]	A8=1.35106e-010	A10=-7.26658e-013	A12=1.49286e-015
[0347]	各种数据		
	变焦比	3.90	
		广角	中间 望远
	焦距	12.00	23.11 46.83
	F 数	1.75	2.92 4.09
	半视角 (度)	41.84	24.94 12.93
	像高	10.75	10.75 10.75
[0348]	总透镜长度	134.50	134.50 134.50
	BF	13.99	8.74 8.74
	d6	49.25	26.25 3.25
	d15	2.84	11.75 41.36
	d17	3.45	22.79 16.18
	d22	7.85	2.60 2.60
[0349]	透镜单元数据		
	单元	第一表面	透镜单元结构长度
		焦距	
[0350]	1	1	-26.43 20.01
	2	7	32.31 27.13
	3	16	-54.71 0.80
	4	18	43.35 17.03
[0351]	透镜G43以及胶合透镜”a”和”b”中的每个的单元焦距		
[0352]	透镜G43	37.89	
[0353]	第一胶合透镜	2,065.4	
[0354]	第二胶合透镜	79.1	
[0355]	[数值示例4]		
[0356]	单位:mm		
[0357]	表面数据		

表面编号	r	d	nd	vd	θ_{gF}
1	107.430	2.00	1.83481	42.7	0.5648
2	20.329	12.15			
3	-56.059	1.50	1.48749	70.2	0.5300
4	99.972	1.25			
5	52.095	3.18	1.89286	20.4	0.6393
6	158.838	(可变)			
7 (光阑)	∞	0.70			
8*	47.544	6.25	1.58313	59.4	0.5423
9*	-70.350	4.00			
10	26.719	4.89	1.49700	81.5	0.5375
11	-71.207	1.60			
[0358] 12	130.892	0.90	1.90366	31.3	0.2910
13	21.914	1.79			
14	55.244	2.91	1.49700	81.5	0.5375
15	-39.195	(可变)			
16	-33.133	0.80	1.49700	81.5	0.5375
17	47.935	2.44	1.68893	31.1	0.6004
18	116.359	(可变)			
19	32.660	6.38	1.83481	42.7	0.5648
20	-60.130	1.20	1.68893	31.1	0.6004
21	21.586	1.09			
22	26.117	5.17	1.49700	81.5	0.5375
23	-40.854	(可变)			
24	-26.074	1.00	1.49700	81.5	0.5375
25	-110.316	(可变)			
26	∞	1.20	1.51633	64.1	0.5353
[0359] 27	∞	4.00			
像面	∞				
[0360] 非球面数据					
[0361] 第八表面					
[0362] $K=0.00000e+000$	$A4=-1.66569e-005$		$A6=-1.28563e-008$		
[0363] $A8=-5.41482e-010$	$A10=3.44305e-012$		$A12=-1.06396e-014$		

[0364] 第九表面
 [0365] $K=0.00000e+000$ $A4=-6.10487e-006$ $A6=-1.14451e-008$
 [0366] $A8=-4.37860e-010$ $A10=2.76154e-012$ $A12=-8.14534e-015$
 [0367] 各种数据

	变焦比	4.00		
		广角	中间	望远
	焦距	12.35	24.78	49.40
	F 数	1.75	2.80	4.30
	半视角 (度)	41.04	23.46	12.28
	像高	10.75	10.75	10.75
[0368]	总透镜长度	127.93	127.93	127.93
	BF	6.29	7.29	7.03
	d6	46.75	24.85	2.95
	d15	1.34	12.33	35.03
	d18	1.66	19.52	18.99
	d23	10.69	2.73	2.73
	d25	1.50	2.50	2.24

[0369] 透镜单元数据

	单元	第一表面	焦距	透镜单元结构长度
[0370]	1	1	-28.57	20.08
	2	7	31.24	23.05
[0371]	3	16	-58.73	3.24
	4	19	37.78	13.84
	5	24	-68.97	1.00

[0372] [数值示例5]

[0373] 单位:mm

[0374] 表面数据

表面编号	r	d	nd	vd
1	112.811	2.00	1.83481	42.7
2	20.099	11.89		
3	-62.666	1.50	1.48749	70.2
4	77.366	1.74		
5	54.454	2.91	1.89286	20.4
6	205.299	(可变)		
7 (光阑)	∞	0.70		
8*	43.896	6.53	1.58313	59.4
9*	-69.739	4.00		
10	26.400	4.70	1.49700	81.5
11	-94.060	1.56		
[0375] 12	228.921	0.90	1.90366	31.3
13	22.739	1.76		
14	54.004	3.13	1.49700	81.5
15	-36.481	(可变)		
16	-26.173	0.80	1.49700	81.5
17	165.823	2.45	1.68893	31.1
18	-167.600	(可变)		
19	38.603	5.05	1.83481	42.7
20	-809.243	1.20	1.68893	31.1
21	22.712	0.63		
22	23.639	6.30	1.49700	81.5
23	-28.529	(可变)		
24	-22.779	1.00	1.49700	81.5
25	-617.158	(可变)		
26	∞	1.20	1.51633	64.1
[0376] 27	∞	4.00		
像面	∞			
[0377] 非球面数据				

[0378]	第八表面			
[0379]	K=0.00000e+000	A4=-1.37943e-005	A6=1.52797e-008	
[0380]	A8=-3.30276e-010	A10=1.07445e-012	A12=-3.19201e-015	
[0381]	第九表面			
[0382]	K=0.00000e+000	A4=-5.46849e-006	A6=8.57550e-009	
[0383]	A8=-1.92760e-010	A10=2.46482e-013	A12=-9.05382e-016	
[0384]	各种数据			
	变焦比	4.00		
		广角	中间	望远
	焦距	12.35	25.22	49.40
	F 数	1.75	2.80	4.30
	半视角 (度)	41.04	23.08	12.28
	像高	10.75	10.75	10.75
[0385]	总透镜长度	129.49	129.49	129.49
	BF	9.14	7.29	7.30
	d6	47.29	24.70	2.12
	d15	1.32	11.75	37.68
	d18	3.04	22.55	17.99
	d23	7.96	2.45	3.65
	d25	4.35	2.50	2.51
[0386]	透镜单元数据			
	单元	第一表面	焦距	透镜单元结构长度
[0387]	1	1	-28.22	20.04
	2	7	31.77	23.28
	3	16	-73.74	3.25
[0388]	4	19	35.11	13.17
	5	24	-47.62	1.00
[0389]	[数值示例6]			
[0390]	单位:mm			
[0391]	表面数据			

表面编号	r	d	nd	vd
1	170.927	2.00	1.83481	42.7
2	20.21	12.74		
3	-37.896	1.50	1.48749	70.2
4	756.871	0.70		
5	57.38	2.57	1.89286	20.4
6	232.102	(可变)		
7 (光阑)	∞	0.92		
8*	46.046	5.96	1.58313	59.4
9*	-48.603	0.81		
10	17.251	6.08	1.49700	81.5
11	140.072	1.00	1.51742	52.4
[0392] 12	15.187	2.83		
13	77.238	0.90	1.90366	31.3
14	22.829	5.25	1.49700	81.5
15	-28.874	(可变)		
16	-54.799	0.80	1.49700	81.5
17	43.84	(可变)		
18	23.876	6.95	1.83481	42.7
19	191.056	1.20	1.68893	31.1
20	17.365	1.62		
21	23.626	6.27	1.49700	81.5
22	-60.902	(可变)		
23	∞	1.20	1.51633	64.1
24	∞	5.35		
像面				
[0393] 非球面数据				
[0394] 第八表面				
[0395] K=0.00000e+000	A4=-7.99083e-006		A6=1.03604e-009	
[0396] 第九表面				
[0397] K=1.77314e+000	A4=5.12885e-006		A6=-1.32177e-009	

[0398]	A8=7.51745e-011	A10=-4.54528e-013	A12=1.11736e-015	
[0399]	各种数据			
	变焦比	3.90		
		广角	中间	望远
	焦距	12.11	23.53	47.24
	F 数	1.75	2.69	4.09
	半视角 (度)	41.60	24.55	12.82
	像高	10.75	10.75	10.75
[0400]	总透镜长度	127.99	127.99	127.99
	BF (in air)	14.11	8.75	10.47
	d6	47.41	25.32	3.22
	d15	2.65	11.76	39.21
	d17	3.73	22.08	15
	d22	7.97	2.6	4.33
[0401]	每个透镜单元的焦距			
	1	-26.38		
	2	30.43		
[0402]	3	-48.87		
	4	40.33		
[0403]	透镜G43以及胶合透镜”a”和”b”中的每个的单元焦距			
[0404]	透镜G43	35.12		
[0405]	第一胶合透镜	-2,019.3		
[0406]	第二胶合透镜	87.2		
[0407]	[数值示例7]			
[0408]	单位:mm			
[0409]	表面数据			

表面编号	r	d	nd	vd	θ_{gF}
1	191.892	2.00	1.83481	42.7	0.5648
2	21.122	11.88			
3	-48.942	1.50	1.48749	70.2	0.5300
4	176.773	2.00			
5	63.664	2.68	1.89286	20.4	0.6393
6	243.745	(可变)			
7(光阑)	∞	2.11			
8*	45.281	5.16	1.58313	59.4	0.5423
9*	-72.200	3.00			
10	22.298	6.06	1.49700	81.5	0.5375
11	-65.669	2.28			
[0410] 12	68.647	0.90	1.90366	31.3	0.5947
13	17.579	2.45			
14	39.276	3.30	1.49700	81.5	0.5375
15	-36.706	(可变)			
16	-50.271	0.80	1.49700	81.5	0.5375
17	27.179	(可变)			
18	27.447	6.09	1.83481	42.7	0.5648
19	-75.046	1.20	1.68893	31.1	0.6004
20	21.558	2.04			
21	34.199	4.14	1.49700	81.5	0.5375
22	-85.407	(可变)			
23	∞	1.20	1.51633	64.1	0.5353
24	∞	4.35			
像面	∞				
[0411] 非球面数据					
[0412] 第八表面					
[0413] $K=0.00000e+000$	$A4=-1.30185e-005$		$A6=3.96680e-008$		
[0414] $A8=-2.25320e-010$	$A10=6.55663e-013$		$A12=5.58643e-015$		
[0415] 第九表面					
[0416] $K=0.00000e+000$	$A4=2.67549e-006$		$A6=2.76907e-008$		
[0417] $A8=1.16606e-010$	$A10=-1.77003e-012$		$A12=1.27104e-014$		
[0418] 各种数据					

	变焦比		4.00		
		广角		中间	望远
	焦距		12.06	23.80	48.26
	F 数		1.75	2.80	4.20
	半视角 (度)		41.70	24.31	12.56
	像高		10.75	10.75	10.75
[0419]	总透镜长度		127.99	127.99	127.99
	BF		16.58	6.75	6.14
	d6		49.34	27.44	5.54
	d15		0.92	5.94	14.83
	d17		1.58	28.29	41.91
	d22		11.44	1.61	1.00
[0420]	透镜单元数据				
	单元	第一表面	焦距		
	1	1	-27.03		
[0421]	2	7	27.16		
	3	16	-35.37		
	4	18	46.40		
[0422]	[数值示例8]				
[0423]	单位:mm				
[0424]	表面数据				

表面编号	r	d	nd	vd	$\theta_g F$
1	215.778	2.00	1.83481	42.7	0.5648
2	21.390	11.45			
3	-48.017	1.50	1.48749	70.2	0.5300
4	85.153	2.00			
5	52.905	2.86	1.89286	20.4	0.6393
6	176.248	(可变)			
7 (光阑)	∞	1.57			
8*	71.848	5.41	1.58313	59.4	0.5423
9*	-47.799	2.21			
10	20.696	7.52	1.49700	81.5	0.5375
11	-73.506	1.40			
[0425] 12	49.609	0.90	1.90366	31.3	0.5947
13	15.856	2.30			
14	35.756	3.12	1.49700	81.5	0.5375
15	-49.242	(可变)			
16	-50.319	0.80	1.49700	81.5	0.5375
17	27.093	(可变)			
18	27.112	4.26	1.83481	42.7	0.5648
19	188.985	1.20	1.68893	31.1	0.6004
20	21.977	2.16			
21	32.586	4.93	1.49700	81.5	0.5375
22	-53.147	(可变)			
23	∞	1.20	1.51633	64.1	0.5353
24	∞	4.35			
像面	∞				
[0426] 非球面数据					
[0427] 第八表面					
[0428] $K=0.00000e+000$	$A4=-3.51294e-005$		$A6=-7.19525e-008$		
[0429] $A8=-2.78685e-011$	$A10=-2.80560e-012$		$A12=1.62205e-014$		
[0430] 第九表面					
[0431] $K=0.00000e+000$	$A4=-1.96741e-005$		$A6=-5.25613e-008$		
[0432] $A8=1.31302e-011$	$A10=-1.85017e-012$		$A12=1.00084e-014$		
[0433] 各种数据					

		变焦比	3.30		
		广角	中间	望远	
	焦距	12.00	24.12	39.60	
	F 数	1.75	2.80	4.10	
	半视角 (度)	41.86	24.02	15.19	
	像高	10.75	10.75	10.75	
[0434]	总透镜长度	127.99	127.99	127.99	
	BF	17.27	8.86	23.25	
	d6	48.96	27.06	5.16	
	d15	2.60	8.48	16.49	
	d17	1.58	26.01	25.52	
	d22	12.13	3.72	18.11	
[0435]	透镜单元数据				
	单元	第一表面	焦距		
	1	1	-25.48		
[0436]	2	7	27.43		
	3	16	-35.31		
	4	18	42.75		
[0437]	[数值示例9]				
[0438]	单位:mm				
[0439]	表面数据				

表面编号	r	d	nd	vd	$\theta_g F$
1	78.372	2.00	1.83481	42.7	0.5648
2	20.741	12.27			
3	-30.190	1.50	1.59522	67.7	0.5442
4	74.369	2.42	1.92286	18.9	0.6495
5	1,067.731	(可变)			
6 (光阑)	∞	0.69			
7*	25.875	6.21	1.58313	59.4	0.5423
8*	-157.352	0.70			
9	52.195	4.41	1.53775	74.7	0.5392
10	-78.215	1.40			
11	50.077	1.10	1.90366	31.3	0.5947
[0440] 12	19.789	0.78			
13	20.940	7.57	1.43875	94.7	0.5340
14	-31.077	(可变)			
15	-108.848	0.80	1.49700	81.5	0.5375
16	16.182	(可变)			
17	208.488	4.23	1.83481	42.7	0.5648
18	-70.250	2.23			
19	-40.013	1.20	1.78472	25.7	0.6161
20	-659.355	0.49			
21	51.723	5.32	1.49700	81.5	0.5375
22	-31.930	(可变)			
23	∞	1.20	1.51633	64.1	0.5353
24	∞	4.35			
像面	∞				
[0441] 非球面数据					
[0442] 第七表面					
[0443] K=0.00000e+000	A4=-5.72822e-006		A6=-5.53282e-008		
[0444] A8=6.85585e-010	A10=-2.83359e-012		A12=4.59793e-015		
[0445] 第八表面					
[0446] K=0.00000e+000	A4=1.87082e-005		A6=-4.44276e-008		
[0447] A8=5.91147e-010	A10=-2.21901e-012		A12=3.46366e-015		

[0448]	各种数据			
	变焦比	6.00		
		广角	中间	望远
	焦距	12.00	22.77	72.00
	F 数	1.75	3.20	5.00
	半视角 (度)	41.86	25.27	8.49
	像高	10.75	10.75	10.75
[0449]	总透镜长度	127.17	127.17	127.17
	BF	19.39	21.50	6.63
	d5	45.38	23.48	1.58
	d14	1.52	4.99	30.79
	d16	5.56	21.88	32.86
	d22	14.25	16.36	1.49
[0450]	透镜单元数据			
	单元	第一表面	焦距	
	1	1	-19.70	
[0451]	2	6	23.19	
	3	15	-28.29	
	4	17	45.67	
[0452]	[数值示例10]			
[0453]	单位:mm			
[0454]	表面数据			

表面编号	r	d	nd	vd	θ_{gF}
1	174.795	2.00	1.83481	42.7	0.5648
2	21.425	12.04			
3	-48.088	1.50	1.48749	70.2	0.5300
4	149.952	0.70			
5	58.187	4.98	1.89286	20.4	0.6393
6	259.762	(可变)			
7 (光阑)	∞	0.70			
8*	40.966	6.23	1.58313	59.4	0.5423
9*	-97.306	4.00			
10	30.041	4.73	1.49700	81.5	0.5375
11	-64.147	1.40			
[0455] 12	117.409	0.90	1.90366	31.3	0.2910
13	22.675	1.65			
14	49.824	3.00	1.49700	81.5	0.5375
15	-40.815	(可变)			
16	-38.456	0.80	1.49700	81.5	0.5375
17	44.379	1.88	1.68893	31.1	0.6004
18	80.193	(可变)			
19	29.709	6.08	1.83481	42.7	0.5648
20	-101.500	1.20	1.68893	31.1	0.6004
21	20.465	1.34			
22	27.558	4.62	1.49700	81.5	0.5375
23	-44.485	(可变)			
24	-25.132	1.00	1.49700	81.5	0.5375
25	-67.081	1.50			
26	∞	1.20	1.51633	64.1	0.5353
[0456] 27	∞	4.00			
像面	∞				
[0457] 非球面数据					
[0458] 第八表面					
[0459] $K=0.00000e+000$	$A4=-1.47811e-005$			$A6=-5.54400e-008$	
[0460] $A8=7.77209e-011$	$A10=-7.02865e-013$			$A12=-1.67398e-015$	
[0461] 第九表面					

[0462] $K=0.00000e+000$ $A4=-3.42729e-006$ $A6=-5.24578e-008$
 [0463] $A8=1.20213e-010$ $A10=-9.58136e-013$ $A12=-6.66911e-018$
 [0464] 各种数据

		变焦比	4.00	
		广角	中间	望远
	焦距	12.35	24.76	49.40
	F 数	1.75	2.80	4.30
	半视角 (度)	41.04	23.47	12.28
	像高	10.75	10.75	10.75
[0465]	总透镜长度	127.99	127.99	127.99
	BF	6.29	6.29	6.29
	d6	46.26	24.36	2.46
	d15	1.35	13.28	35.50
	d18	1.65	20.45	20.12
	d23	11.69	2.87	2.87

[0466] 透镜单元数据

单元	第一表面	焦距
1	1	-28.19
2	7	31.11
[0467]	3	-57.80
	4	40.11
	5	-81.51

[0468] 表1

条件表达式		示例				
		1	2	3	4	5
(1)	$ f3/f4 $	1.19	1.34	1.26	1.55	2.10
(2)	$ f3/L34t $	3.03	4.19	3.38	3.09	4.10
[0469]	(3) $f4/L34t$	2.55	3.13	2.68	1.99	1.95
	(4) $ f3/f1 $	1.81	2.10	2.07	2.06	2.61
	(5) $ f4/f1 $	1.53	1.56	1.64	1.32	1.24
	(6) $f4/D4$	2.47	3.08	2.55	2.73	2.67
	(7) $ f1/D1 $	1.35	1.27	1.32	1.42	1.41

[0470] 表2

条件表达式		示例				
		1	2	3	6	
[0471]	(8)	$f2/fw$	2.5	2.64	2.69	2.51
	(9)	$M2/M4$	-10.94	-10.23	-8.75	-12.14
	(10)	$f4p/f4$	0.87	0.92	0.87	0.87
	(11)	$f2/f4$	0.76	0.75	0.75	0.75
	(12)	$f3/D34wt$	-4.22	-5.7	-4.57	-4.65
	(13)	$(Ra-Rb)/(Ra+Rb)$	-0.16	-0.23	-0.18	-0.15
	(14)	$v3d$	81.54	81.54	81.54	81.54
	(15)	$ f2b/f2a $	0.06	0.35	0.04	0.04
	(16)	$(\tan\omega w/\tan\omega T)/(\beta2t/\beta2w)$	0.75	0.77	0.75	0.74

[0472] 表3

条件表达式		示例						
		1	4	7	8	9	10	
		$f2$	30.36	31.24	27.16	27.43	23.19	31.11
		$f3$	-47.32	-58.73	-35.37	-35.31	-28.29	-57.8
		$f4$	39.8	37.78	46.4	42.75	45.67	40.11
		$f2p$	26.43	39.75	34.28	33.38	29.84	41.86
		$f3n$	-47.32	-39.29	-35.37	-35.31	-28.29	-41.32
		$f4p$	34.5	32.9	49.71	41.44	40.58	34.98
		$\beta2w$	-0.49	-0.48	-0.37	-0.4	-0.4	-0.48
		$\beta2t$	-1.66	-1.47	-0.94	-1.13	-1.67	-1.46
		fw	12.16	12.35	12.06	12	12	12.35
	(8)	$f2/fw$	2.5	2.53	2.25	2.29	1.93	2.52
	[0473] (17)	vd	81.5	81.5	81.5	81.5	74.7	81.5
		(第二透镜单元)	81.5	81.5	81.5	81.5	94.7	81.5
		vd	81.5	81.5	81.5	81.5	81.5	81.5
		(第三透镜单元)	81.5	81.5	81.5	81.5	81.5	81.5
		vd	81.5	81.5	81.5	81.5	81.5	81.5
	(第四透镜单元)	81.5	81.5	81.5	81.5	81.5	81.5	
	vd	-	-	-	-	-	81.5	
	(第五透镜单元)	-	-	-	-	-	81.5	
	(18)	θgF	0.5375	0.5375	0.5375	0.5375	0.5392	0.5375
		(第二透镜单元)	0.5375	0.5375	0.5375	0.5375	0.534	0.5375
		θgF	0.5375	0.5375	0.5375	0.5375	0.5375	0.5375
		(第三透镜单元)	0.5375	0.5375	0.5375	0.5375	0.5375	0.5375
		θgF	0.5375	0.5375	0.5375	0.5375	0.5375	0.5375
		(第四透镜单元)	0.5375	0.5375	0.5375	0.5375	0.5375	0.5375
	θgF	-	-	-	-	-	0.5375	
	(第五透镜单元)	-	-	-	-	-	0.5375	
	(19)	$f3/fw$	-3.89	-4.76	-2.93	-2.94	-2.36	-4.68
	(20)	$f4/fw$	3.27	3.06	3.85	3.56	3.81	3.25
	(21)	$f2p/f2$	0.87	1.27	1.26	1.22	1.29	1.35
	(22)	$f3n/f3$	1	0.67	1	1	1	0.71
	(23)	$f4p/f4$	0.87	0.87	1.07	0.97	0.89	0.87
	(24)	$\beta2t/\beta2w$	3.4	3.06	2.51	2.81	4.15	3.05

[0474] 虽然已经参考示例性示例描述了本发明,但是应该理解,本发明不限于所公开的示例性示例。所附权利要求的范围应被赋予最广泛的解释,以包含所有这些修改和等同的结构和功能。

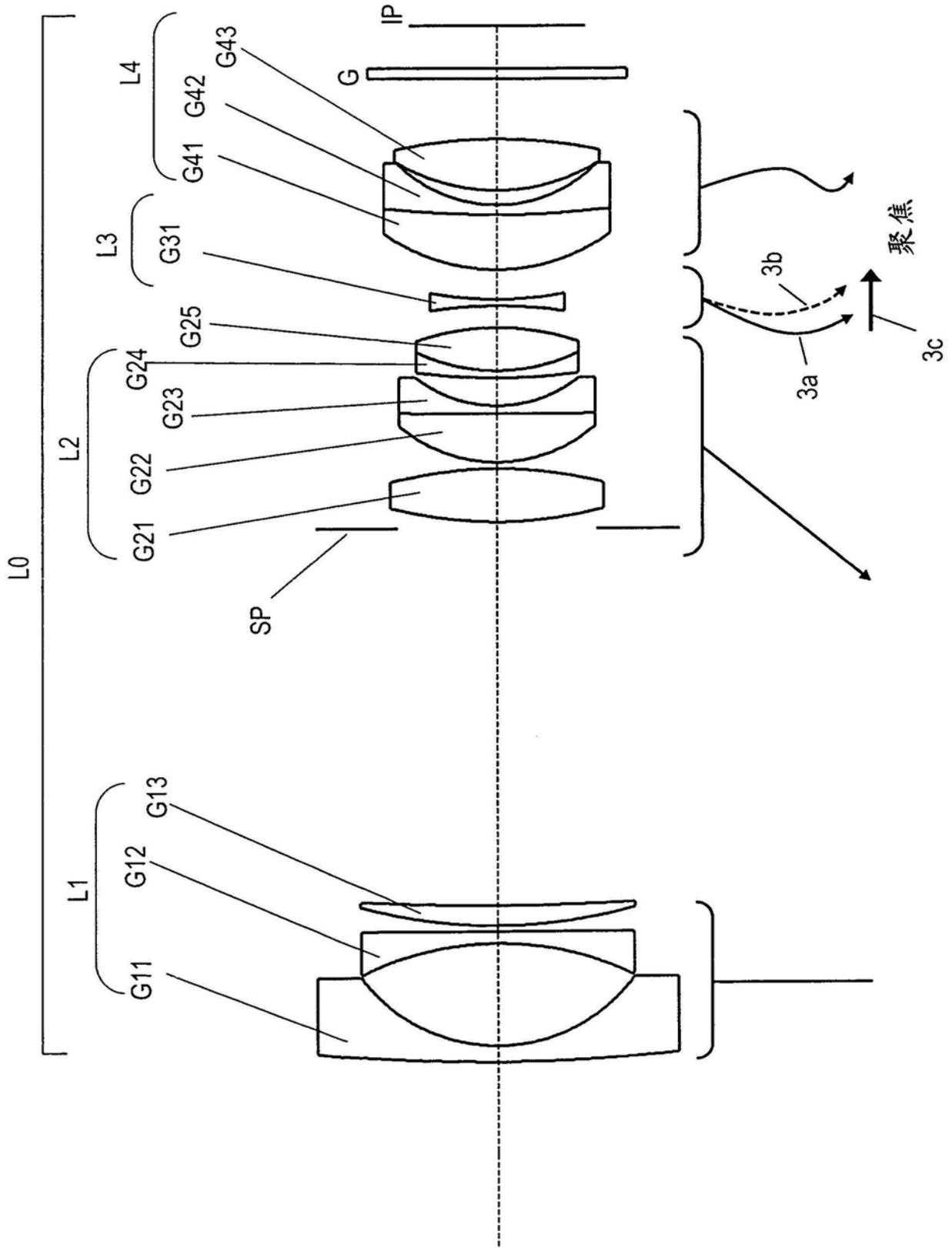


图1

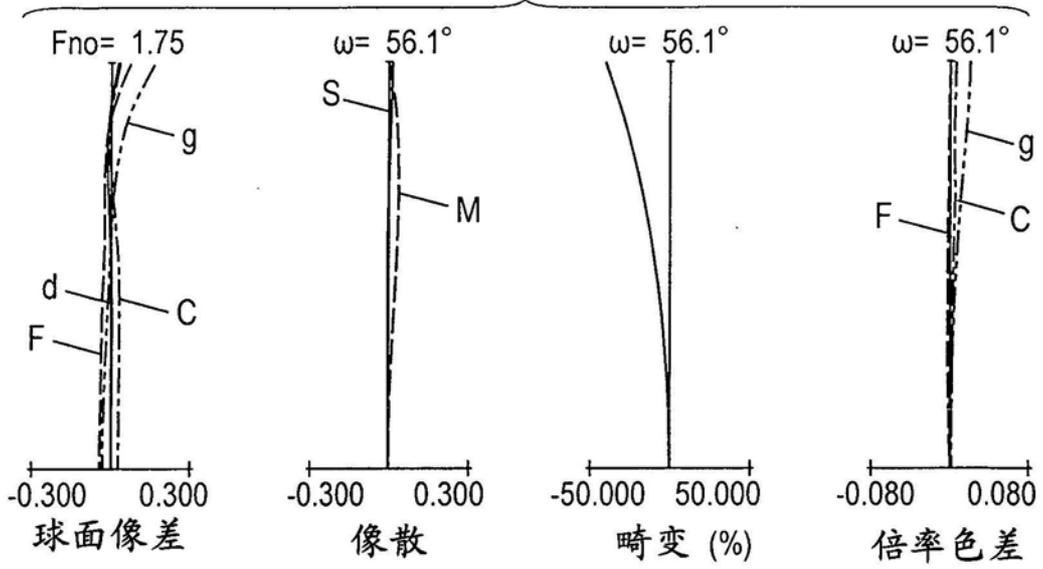


图2A

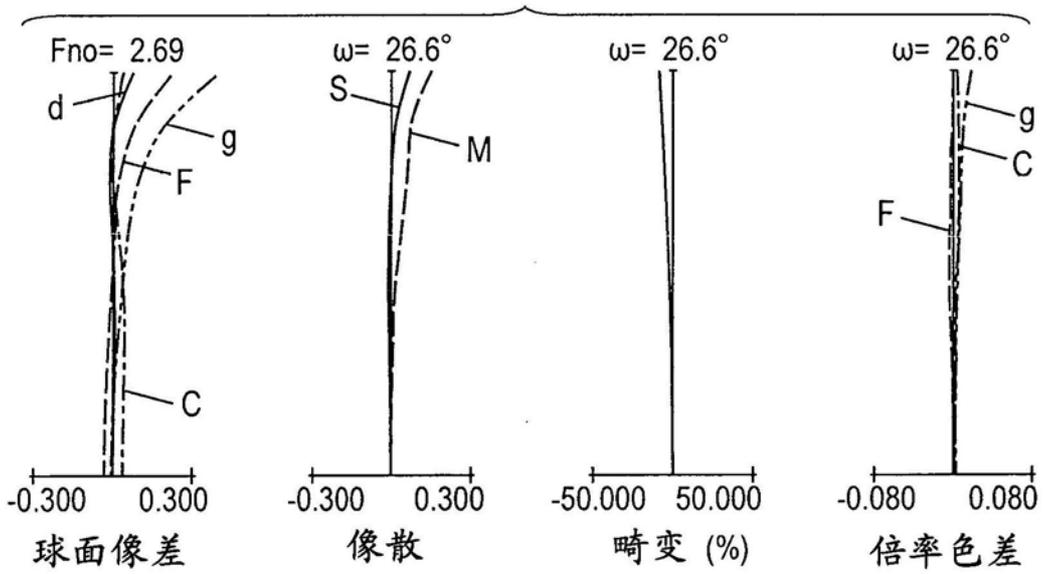


图2B

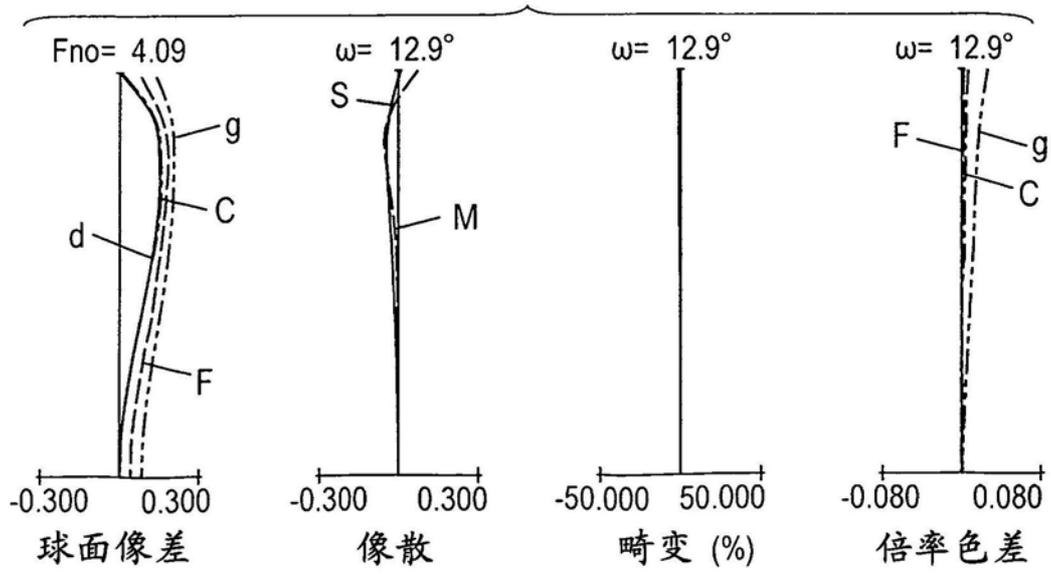


图2C

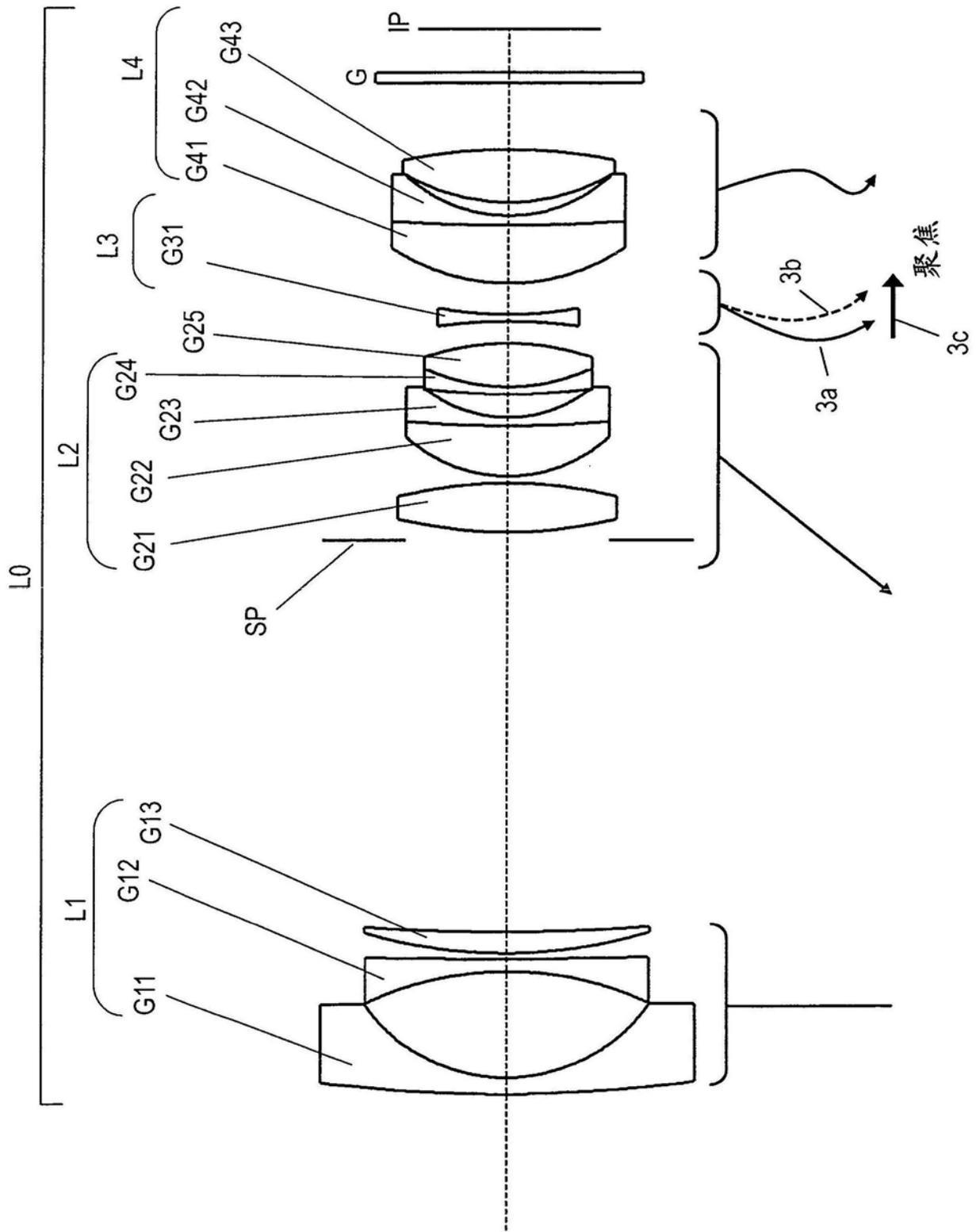


图3

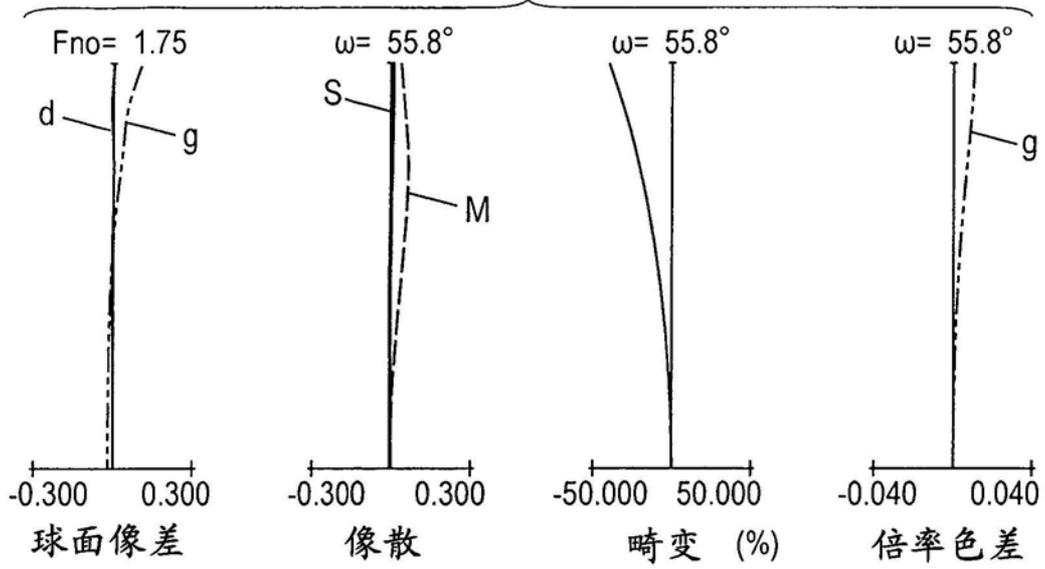


图4A

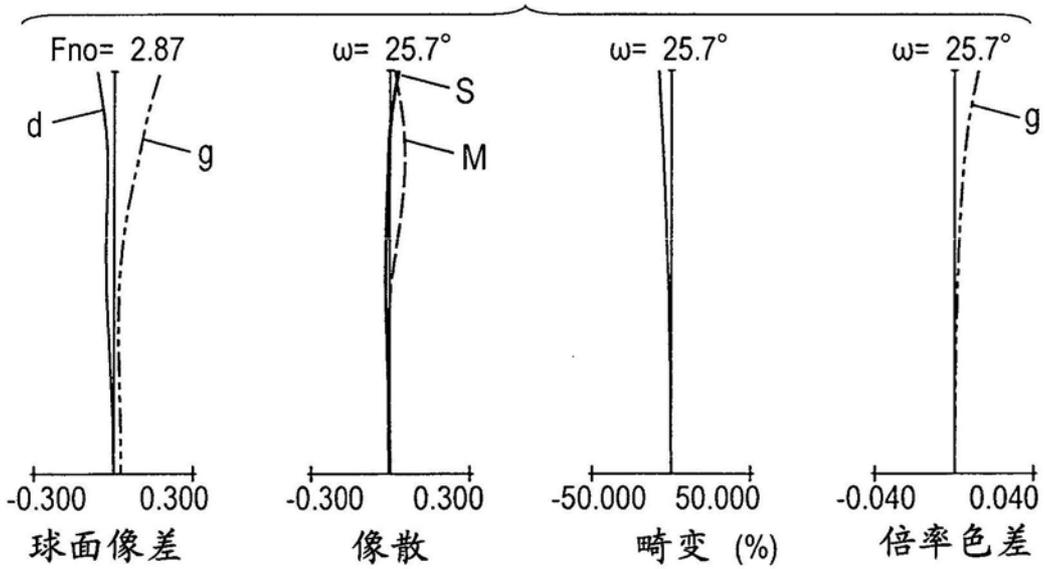


图4B

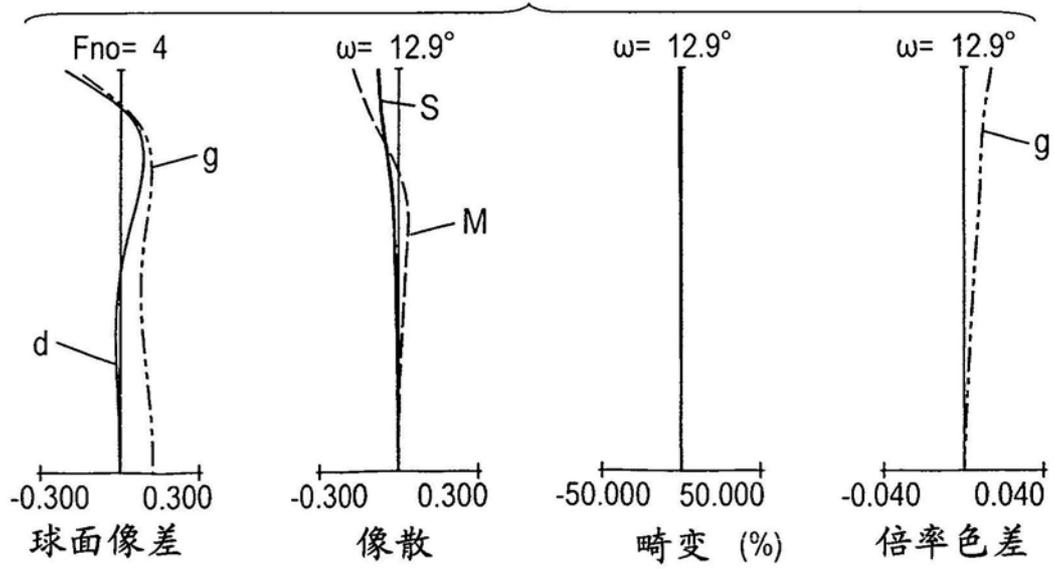


图4C

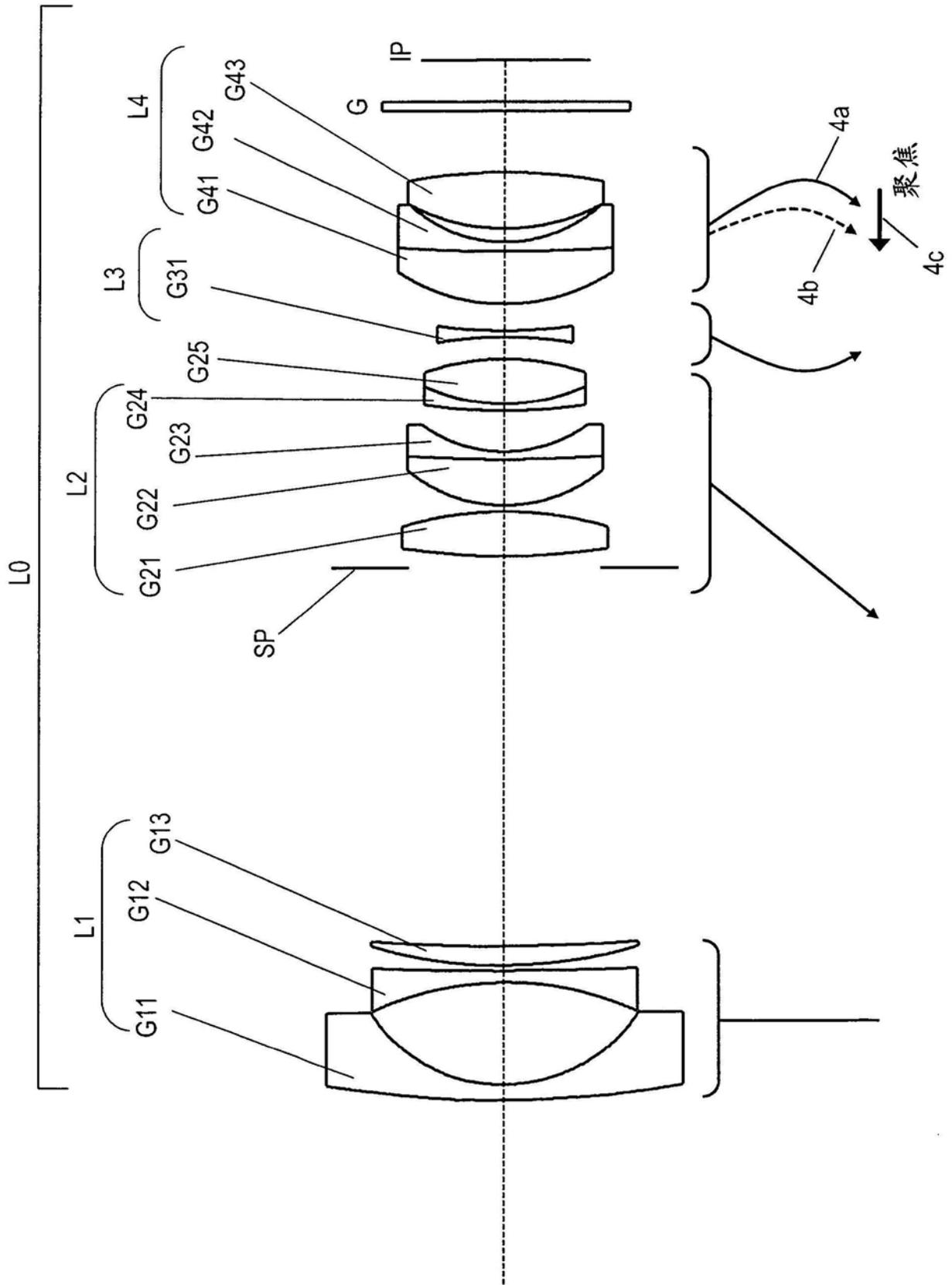


图5

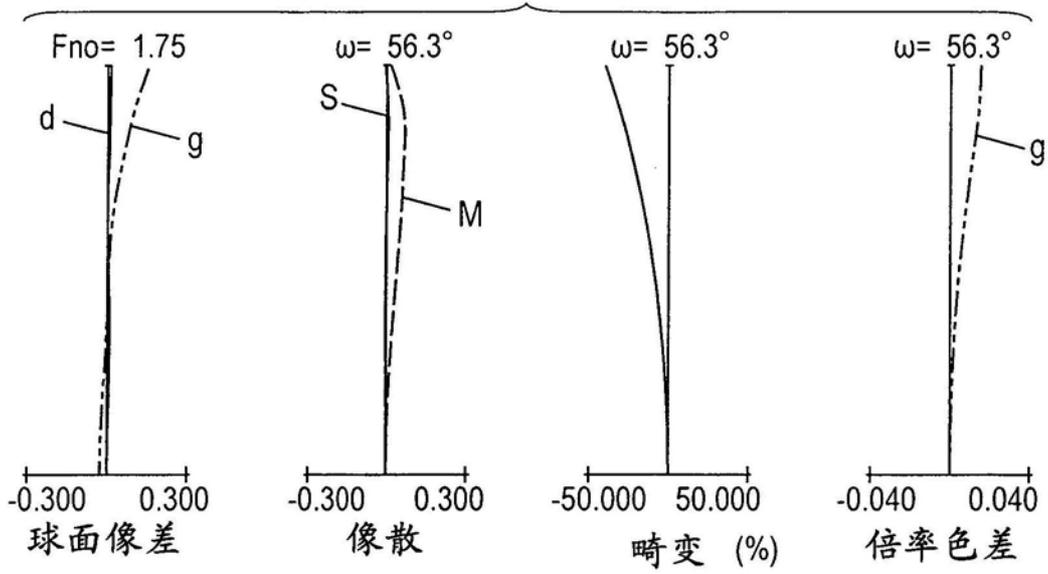


图6A

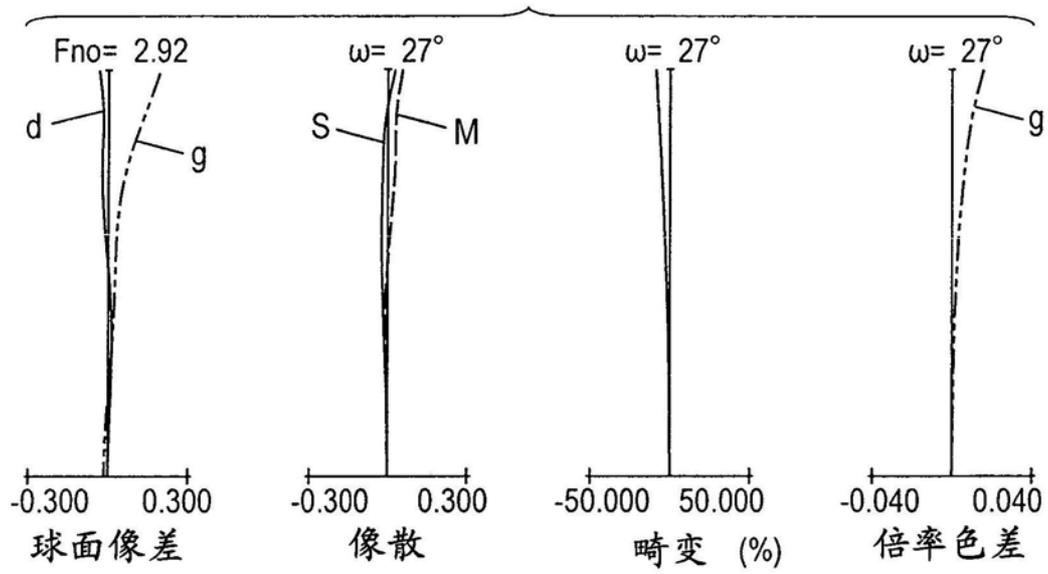


图6B

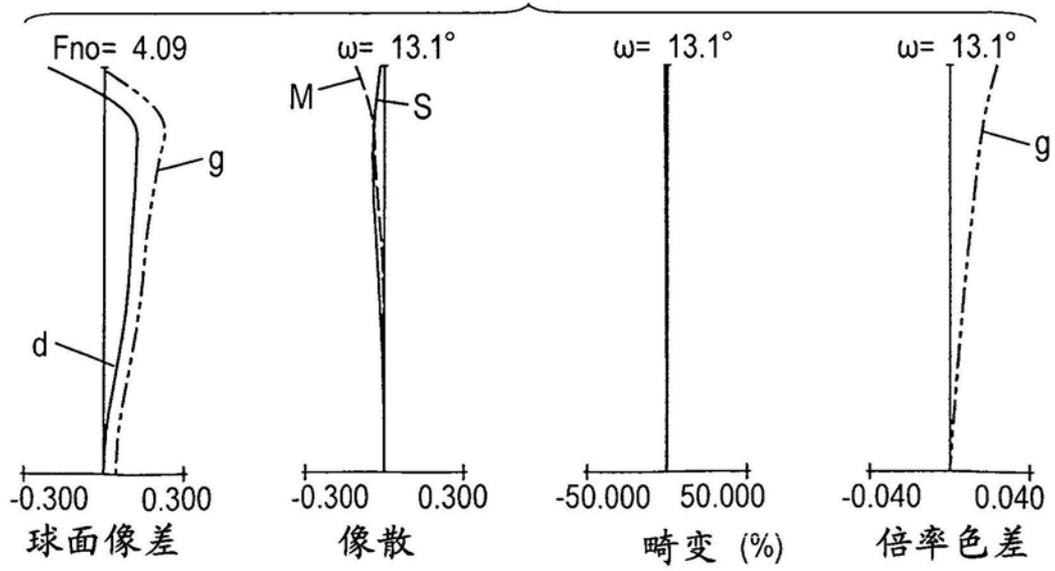


图6C

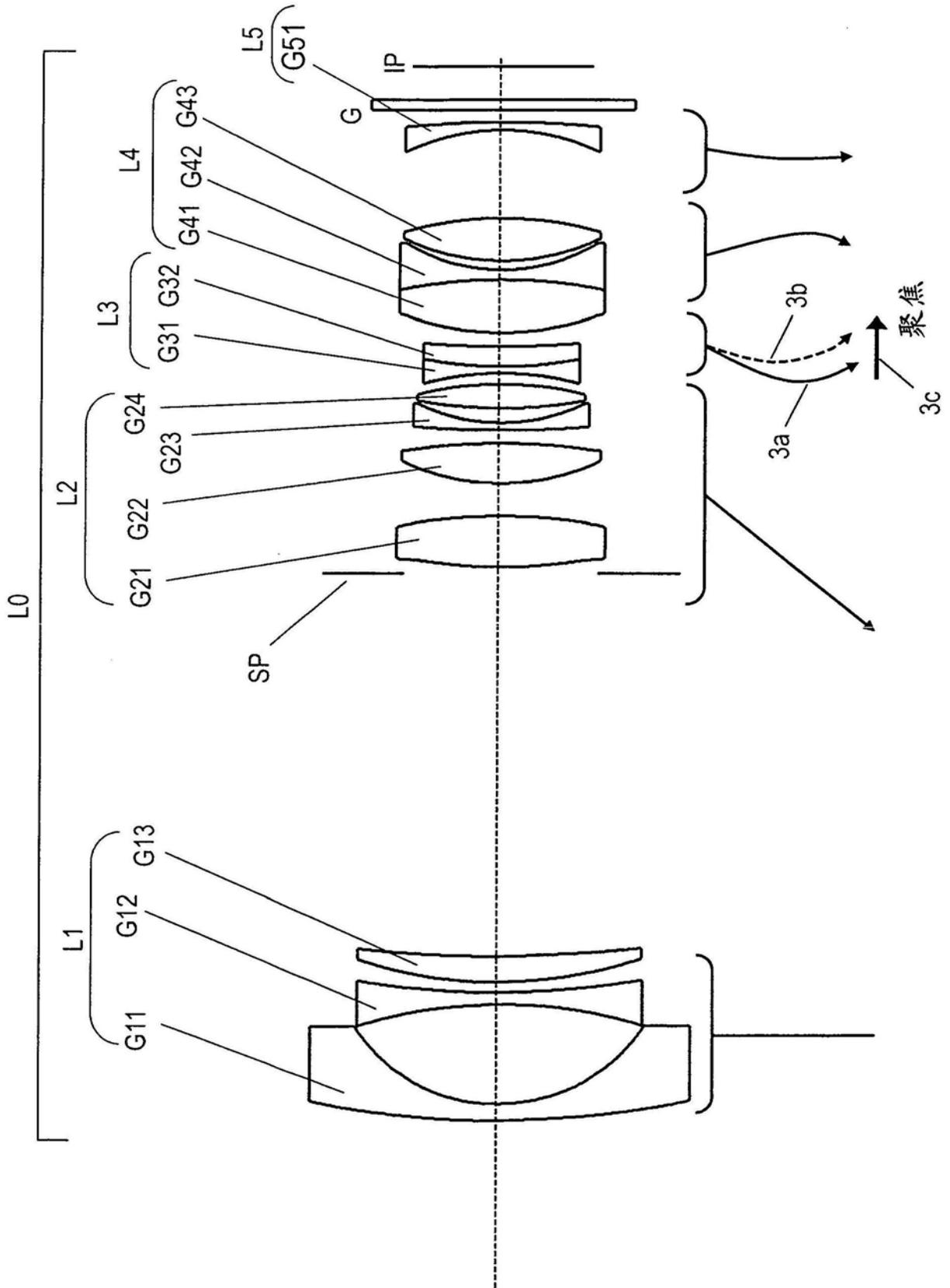


图7

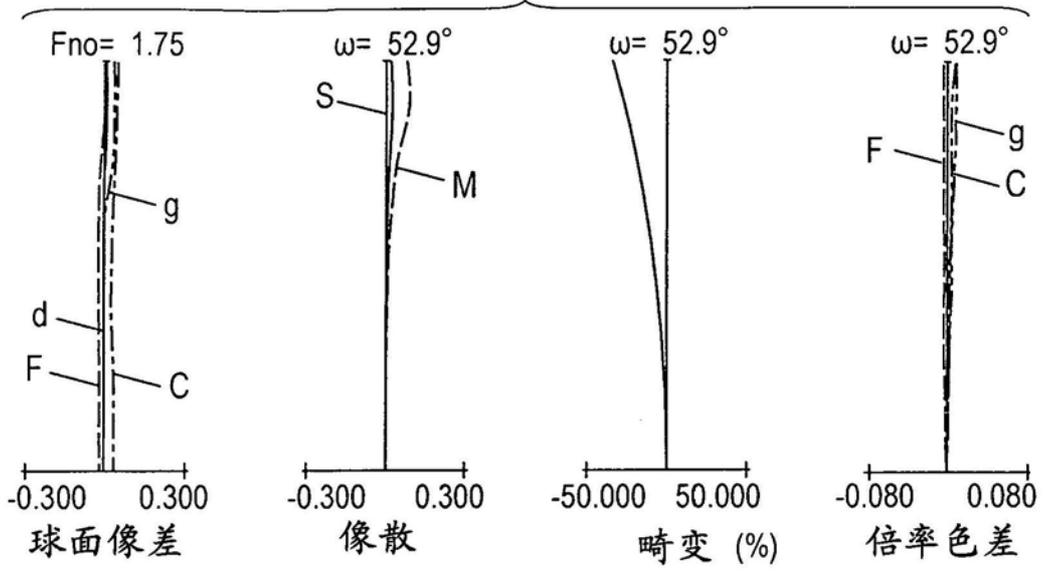


图8A

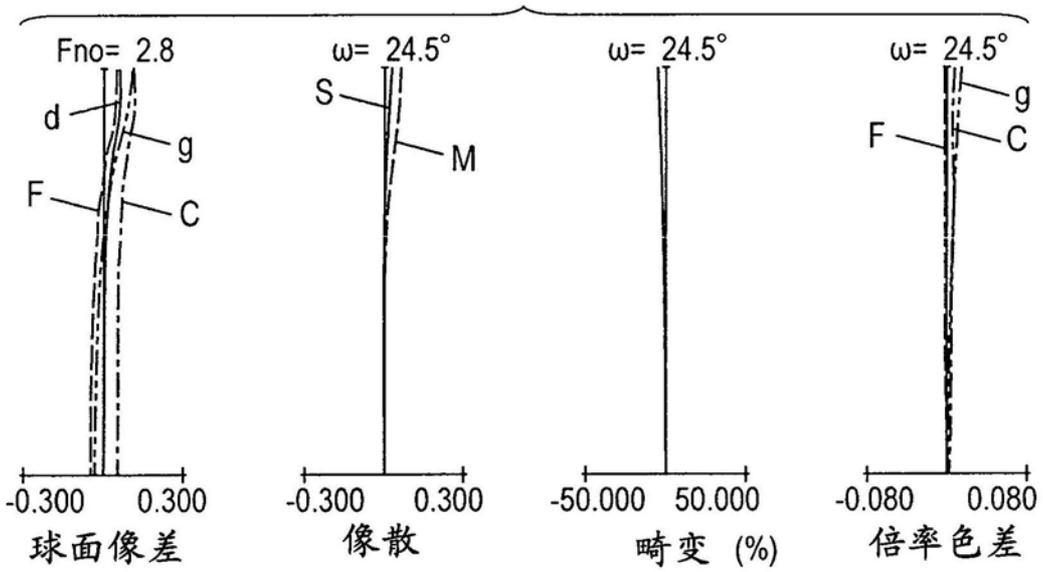


图8B

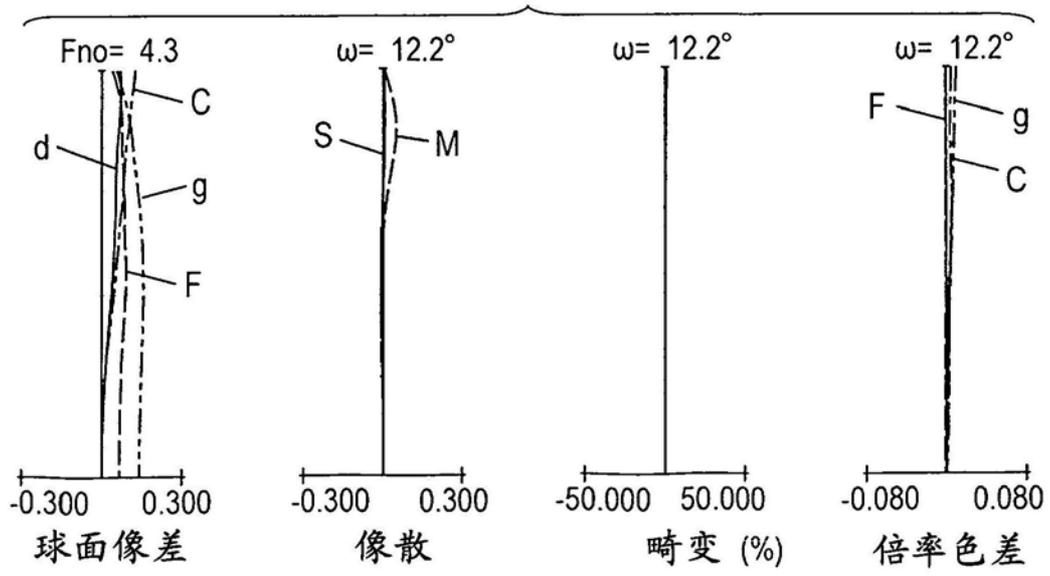


图8C

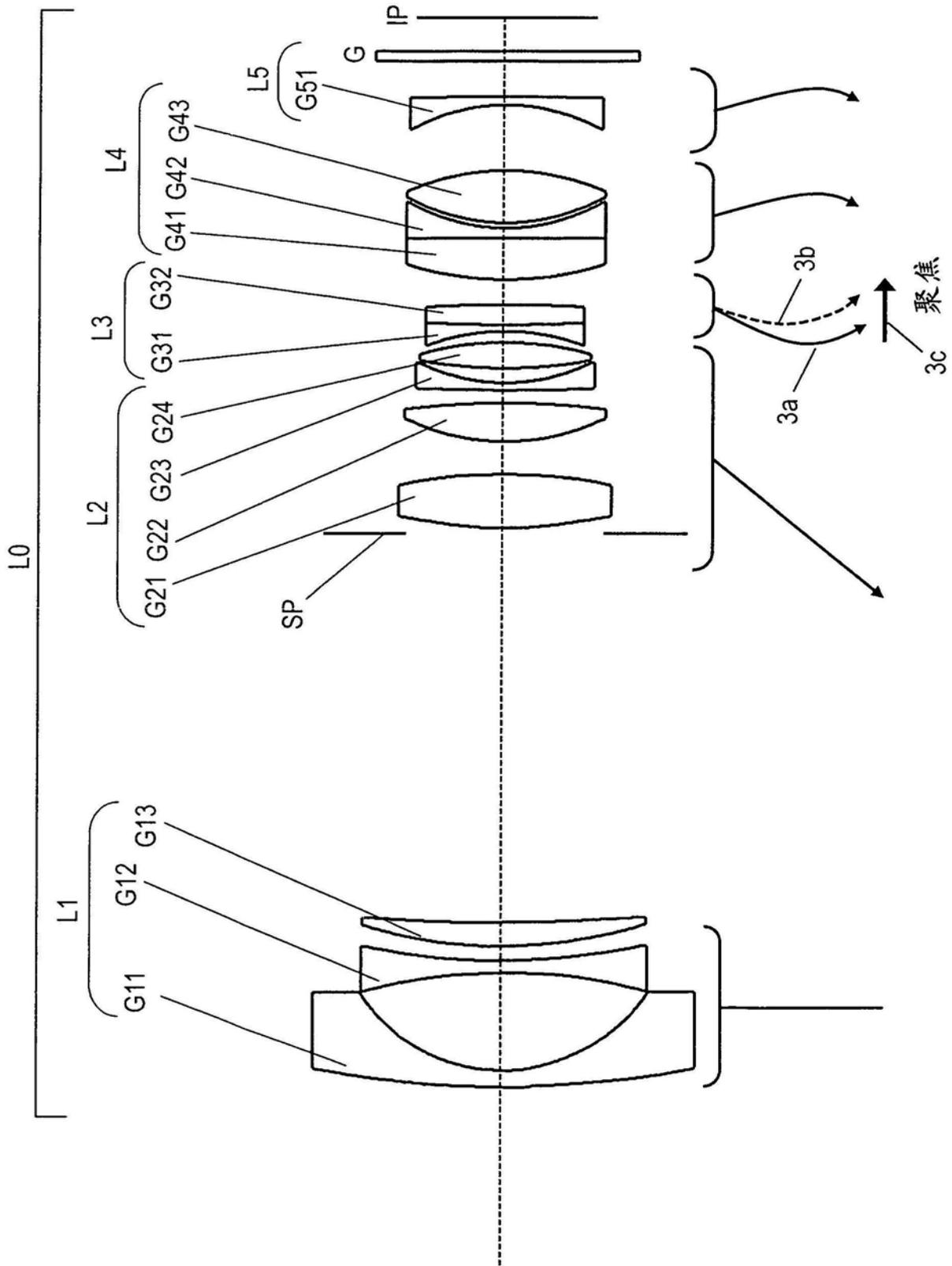


图9

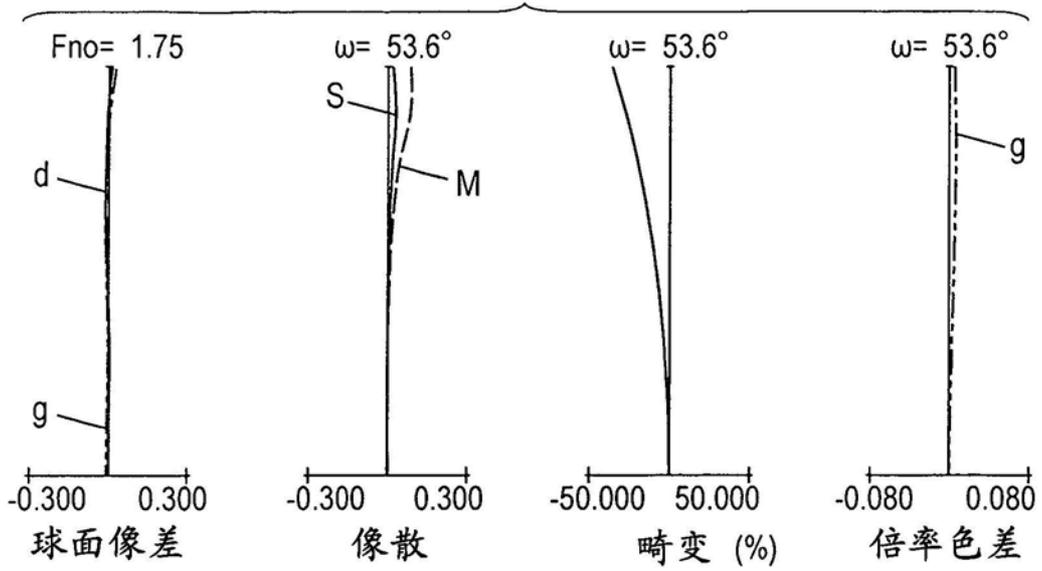


图10A

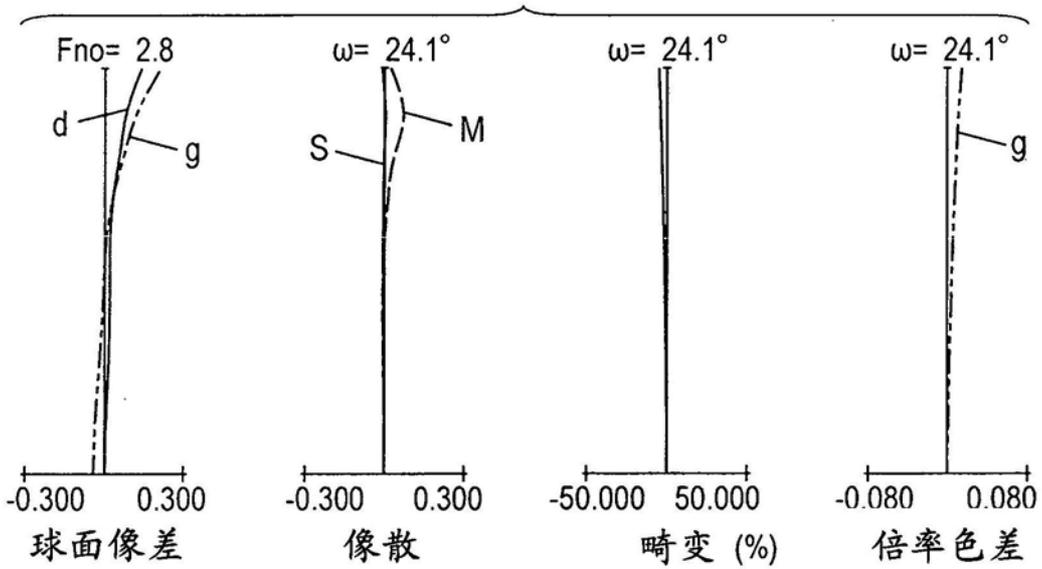


图10B

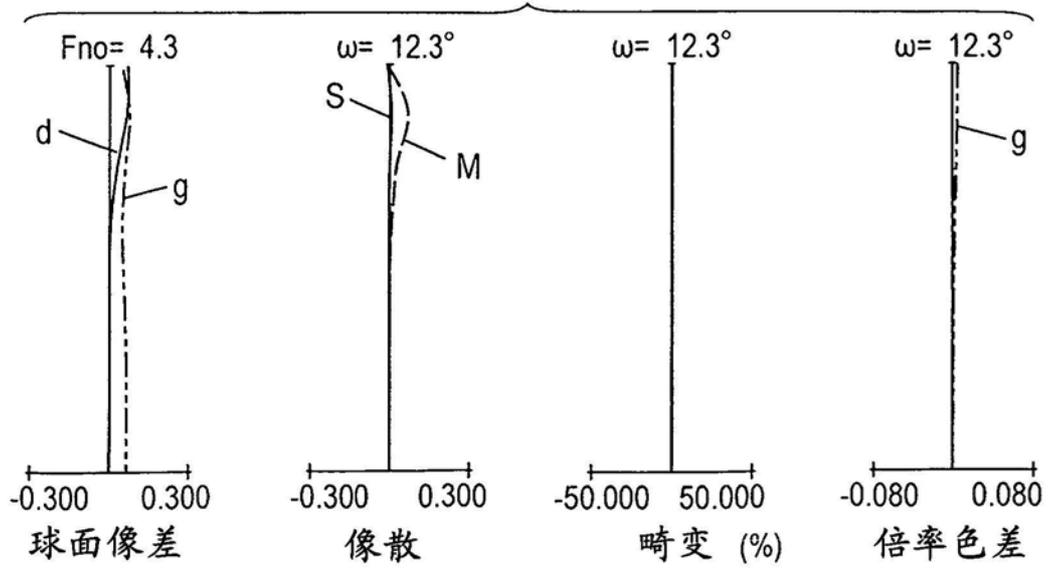


图10C

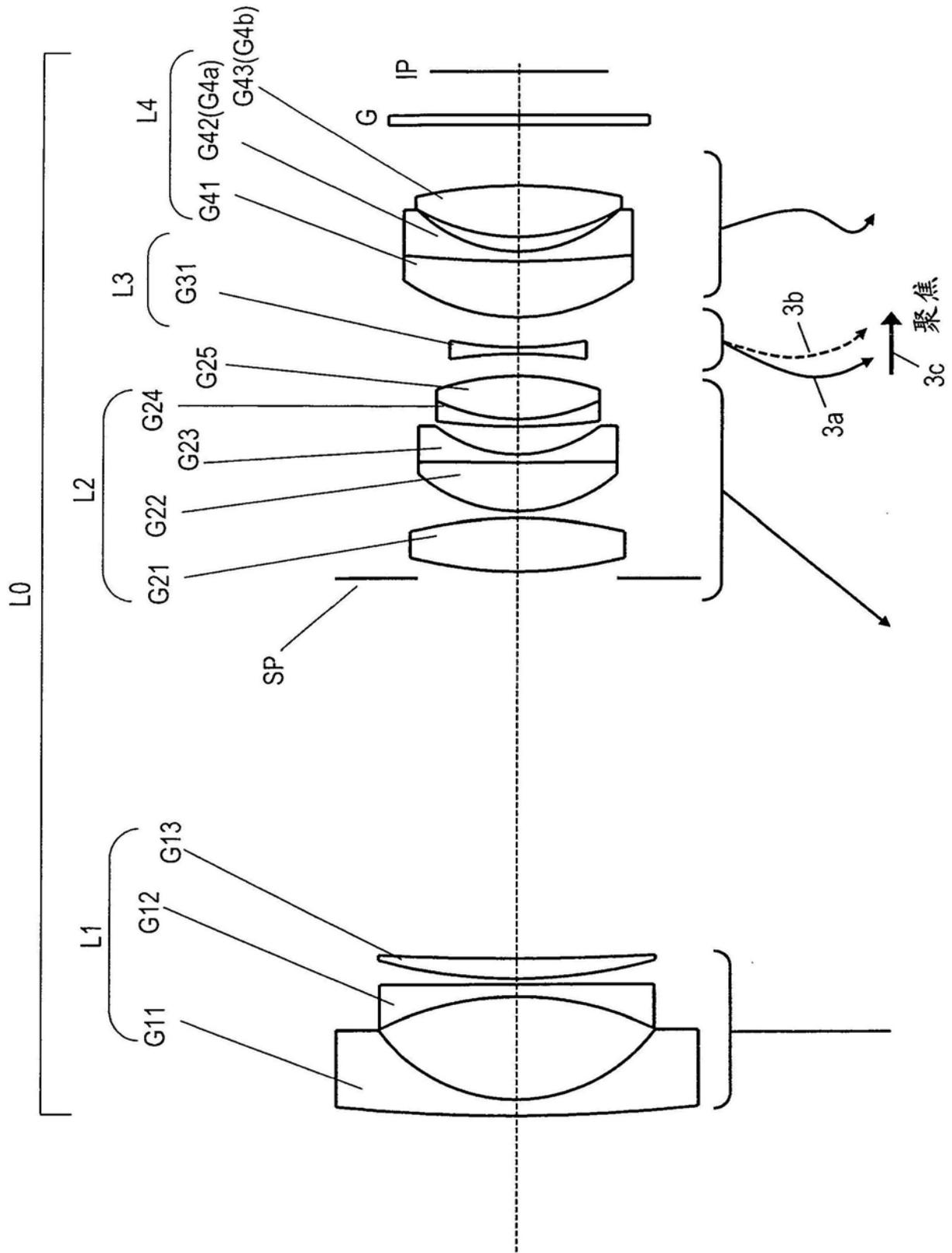


图11

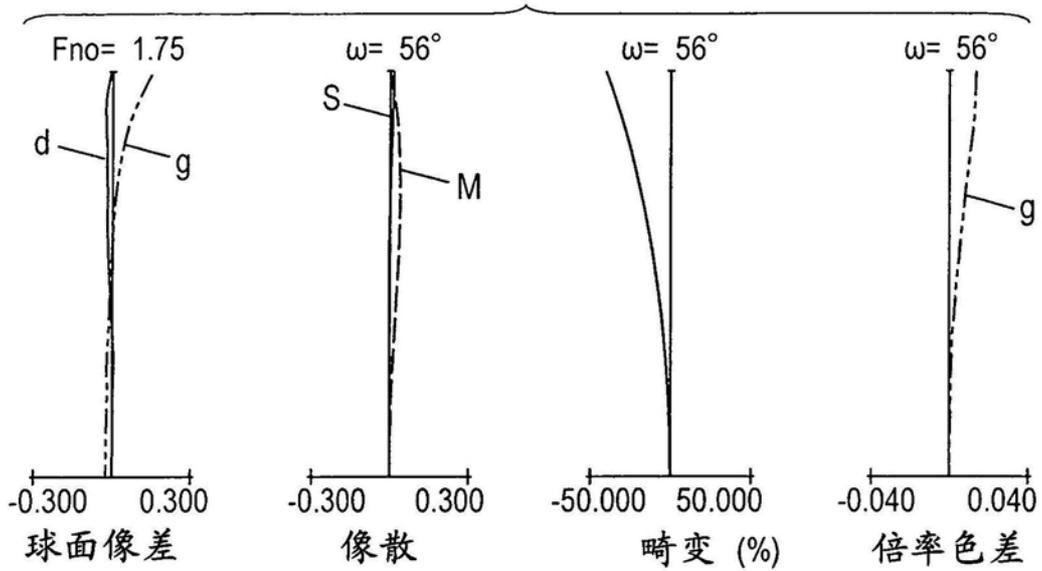


图12A

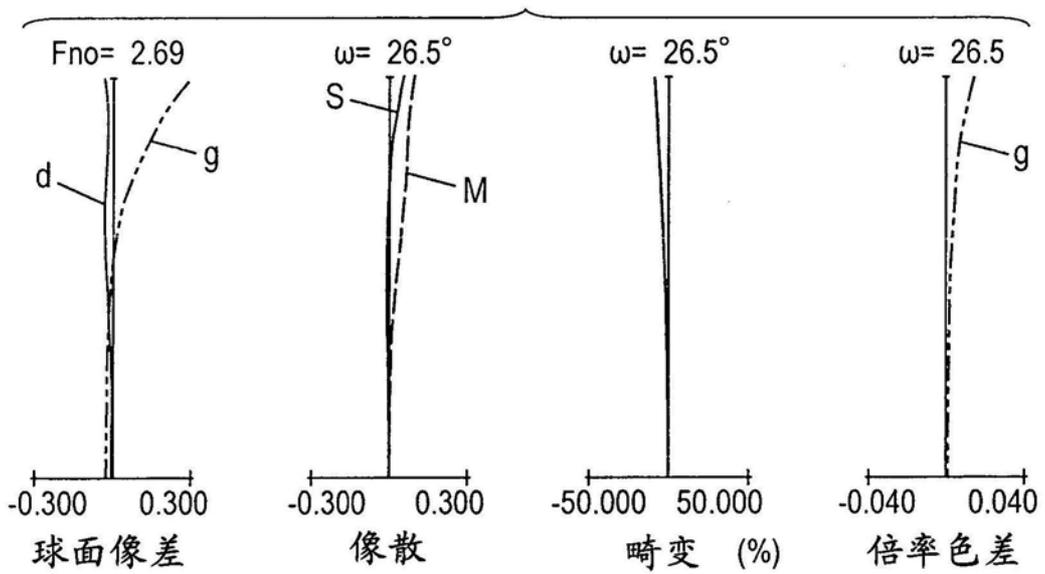


图12B

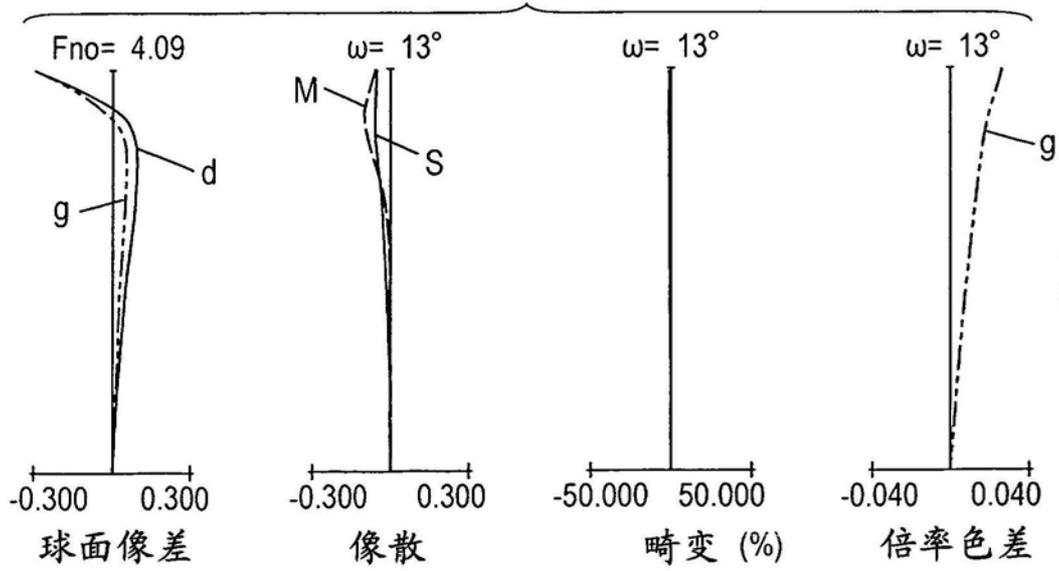


图12C

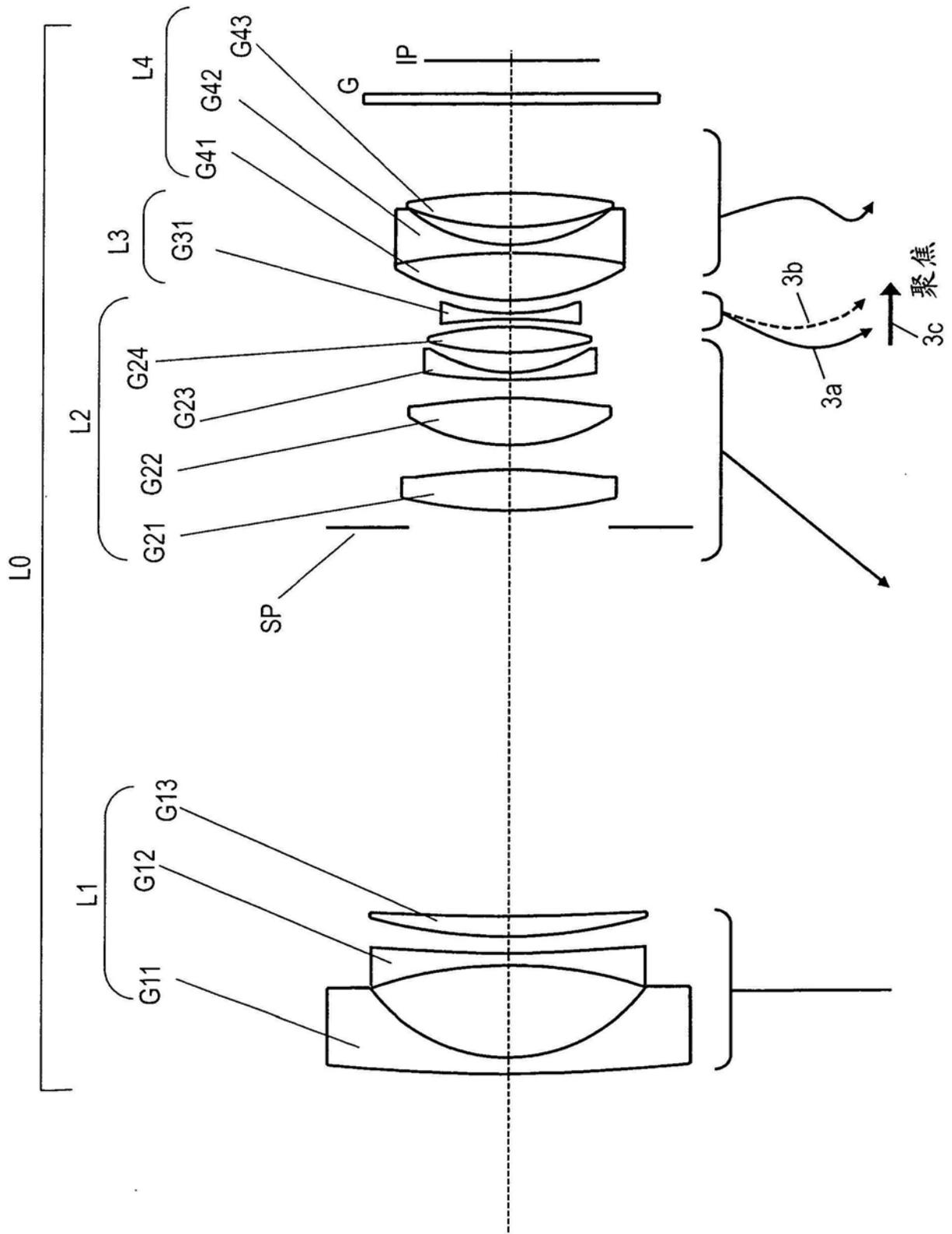


图13

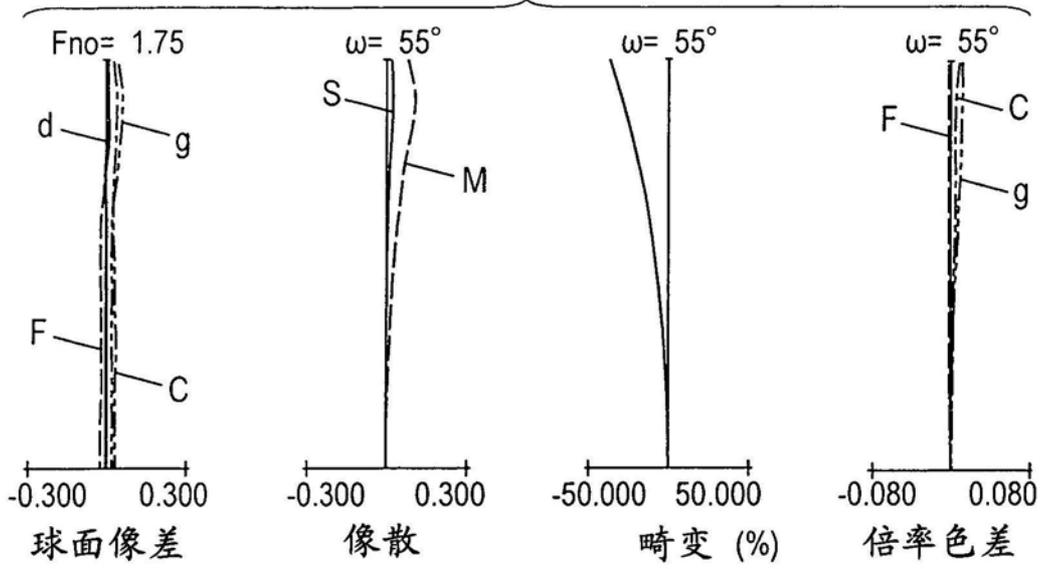


图14A

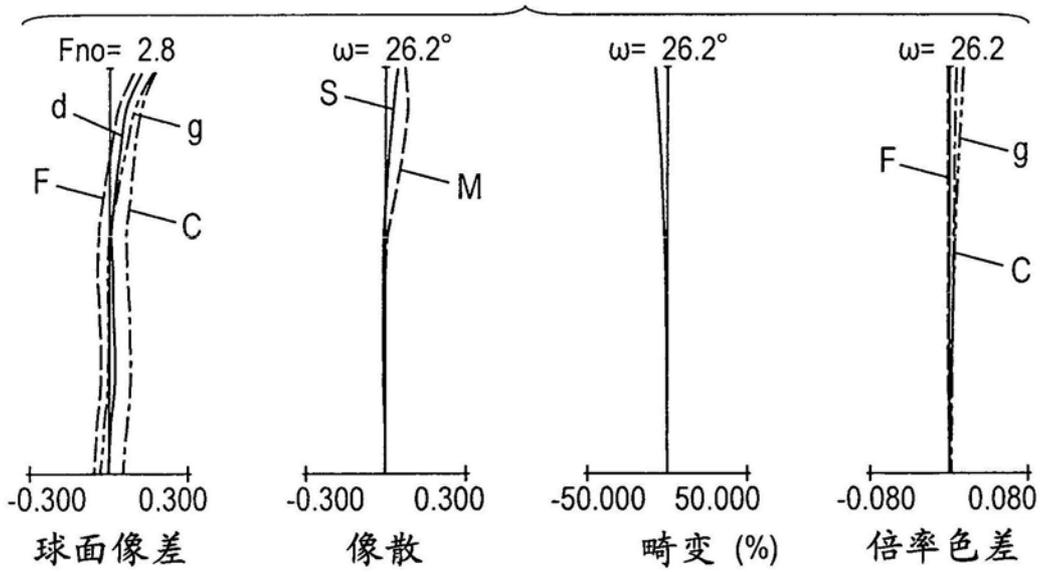


图14B

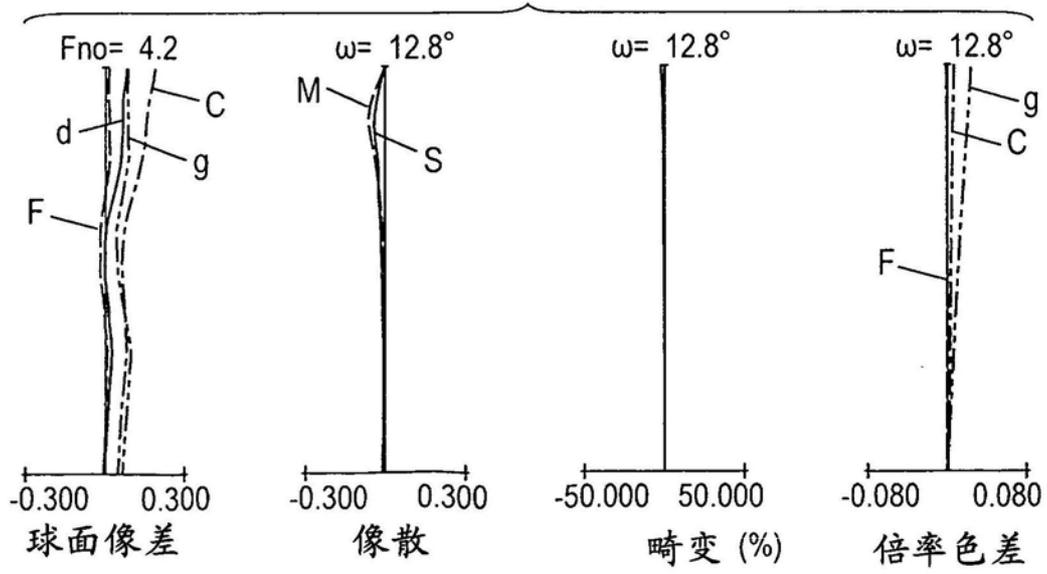


图14C

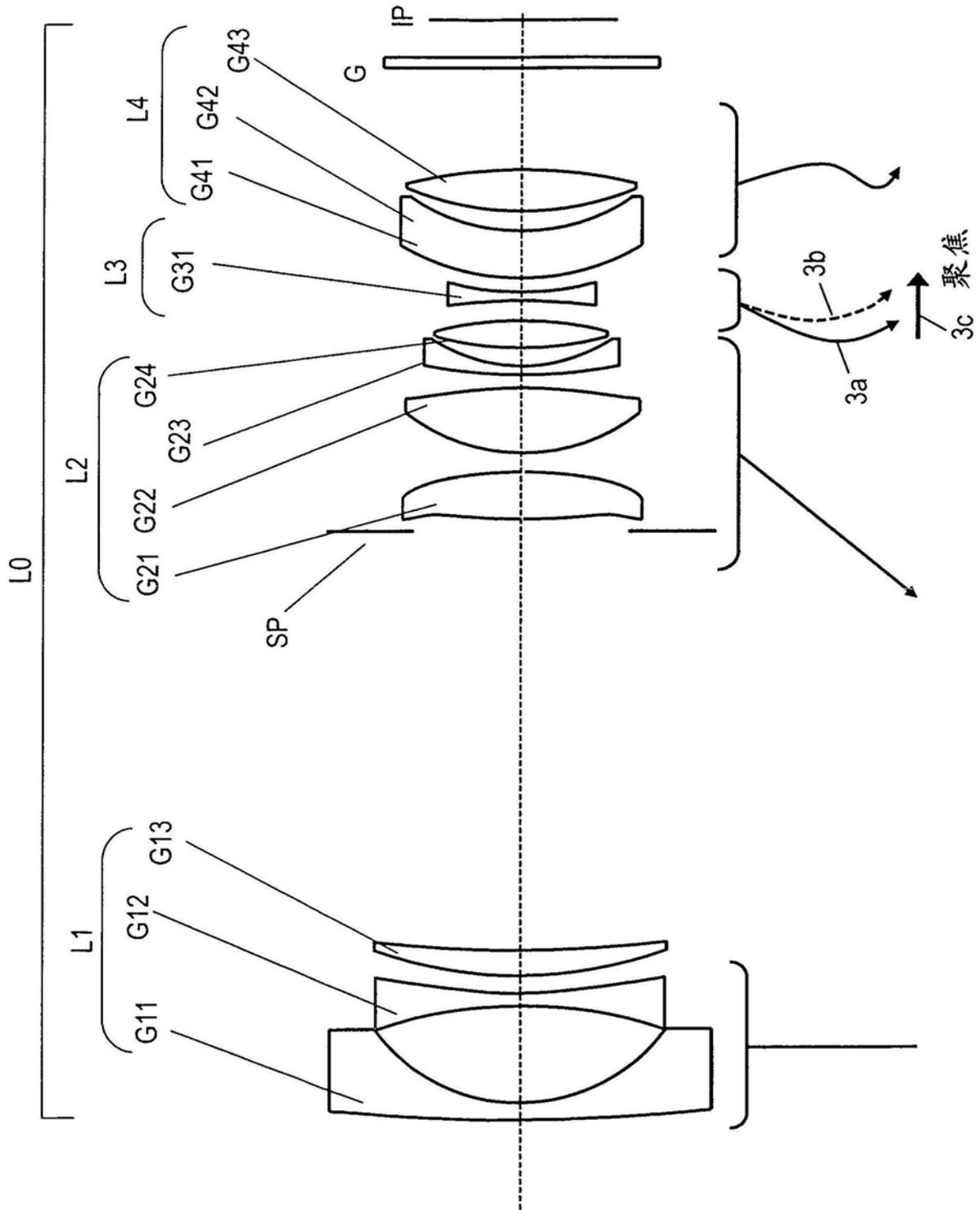


图15

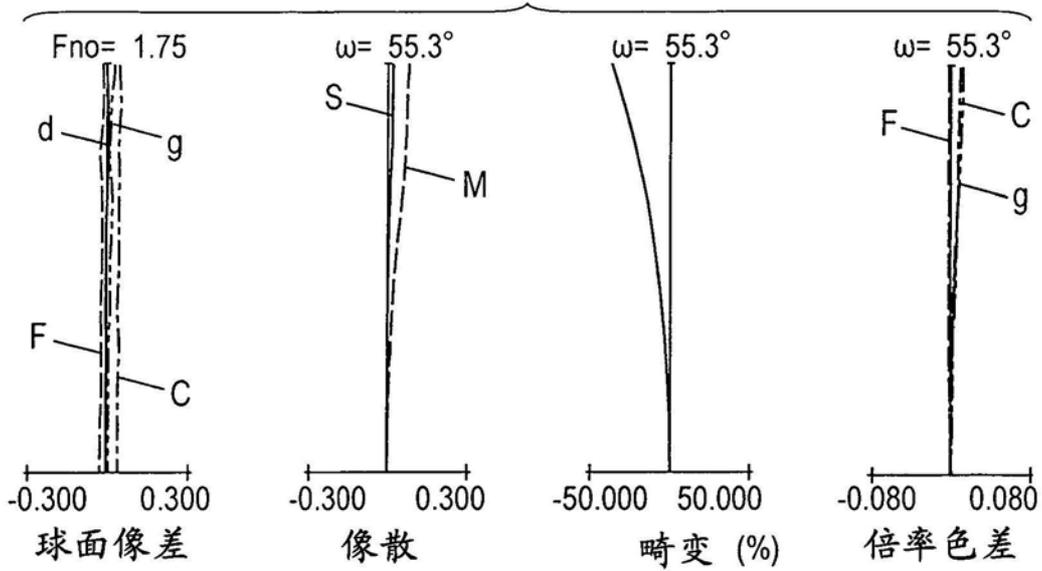


图16A

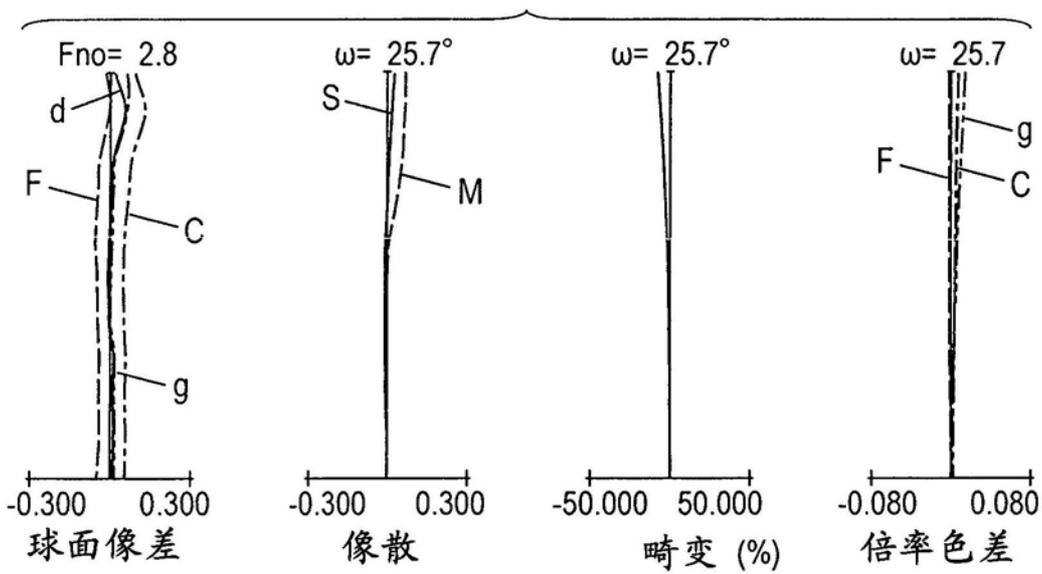


图16B

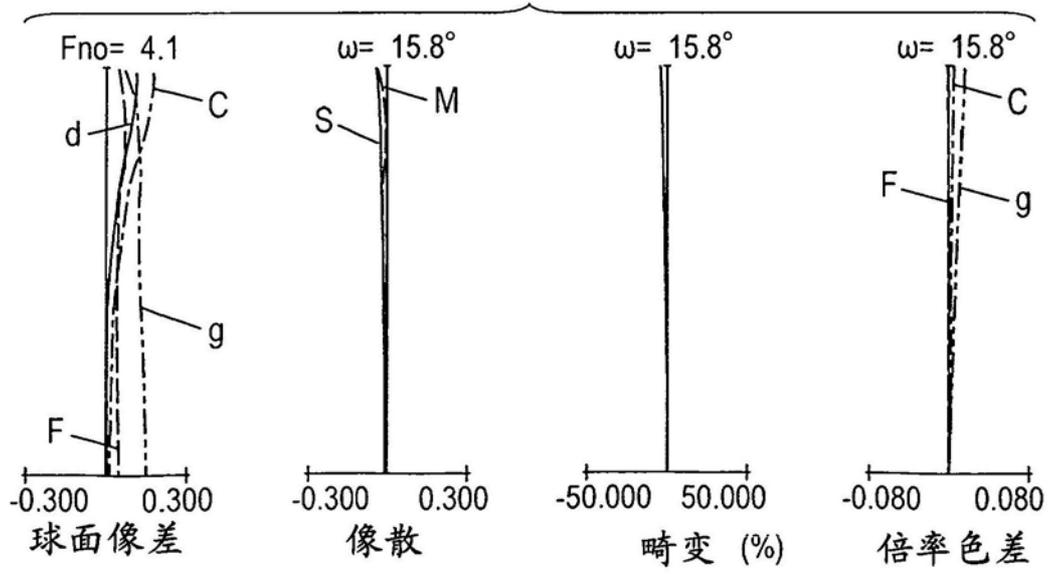


图16C

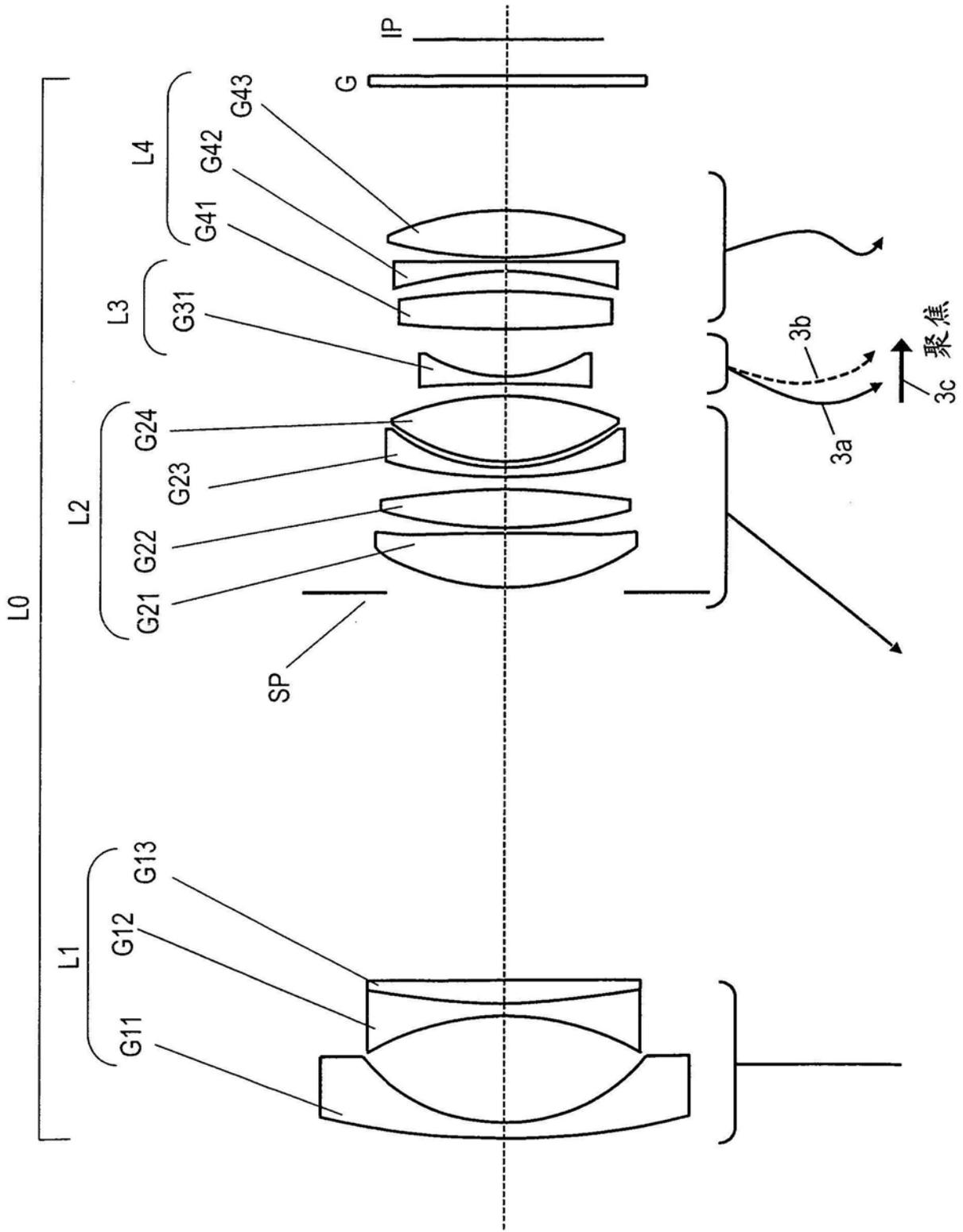


图17

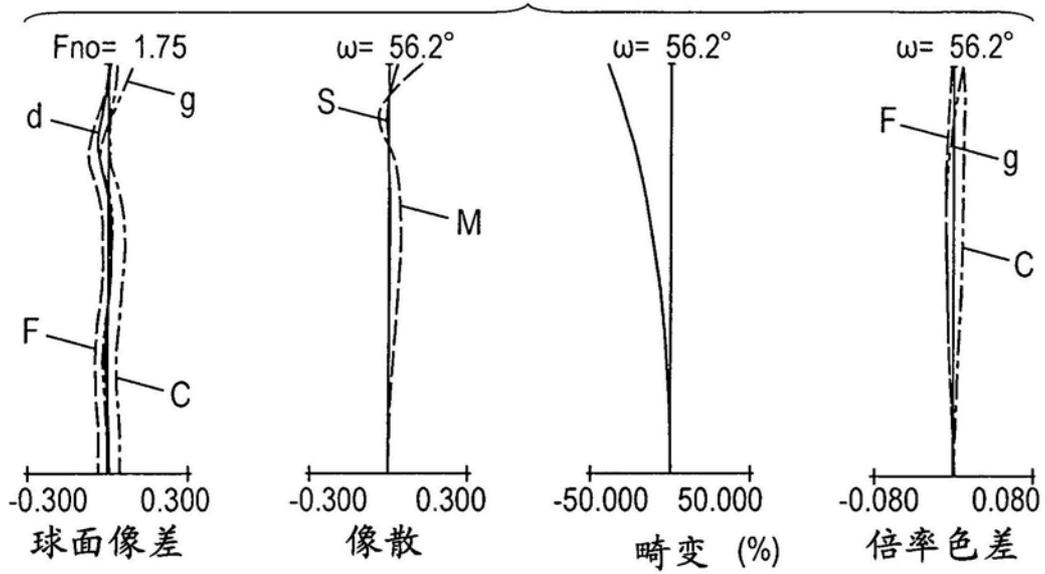


图18A

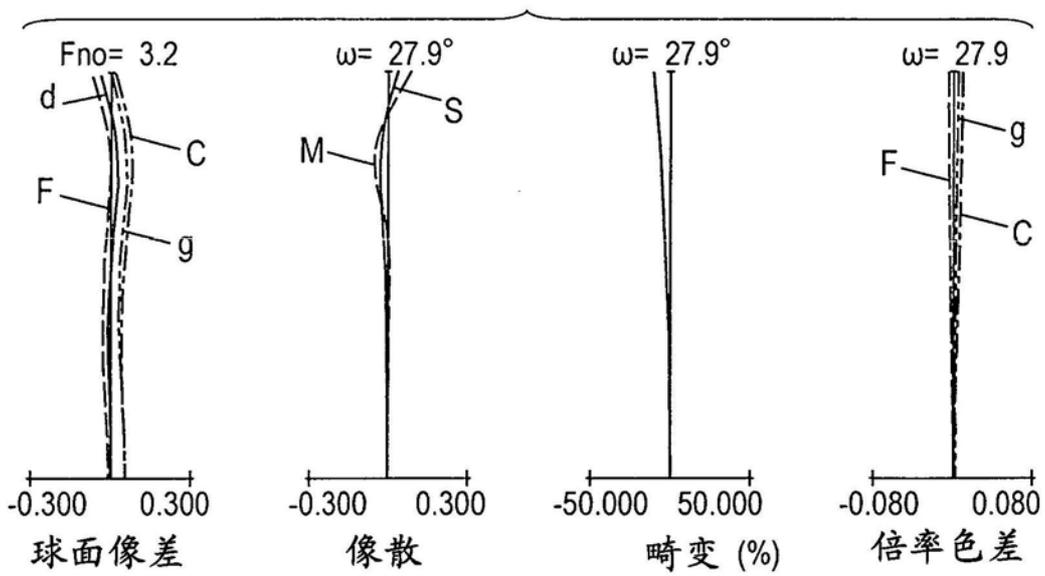


图18B

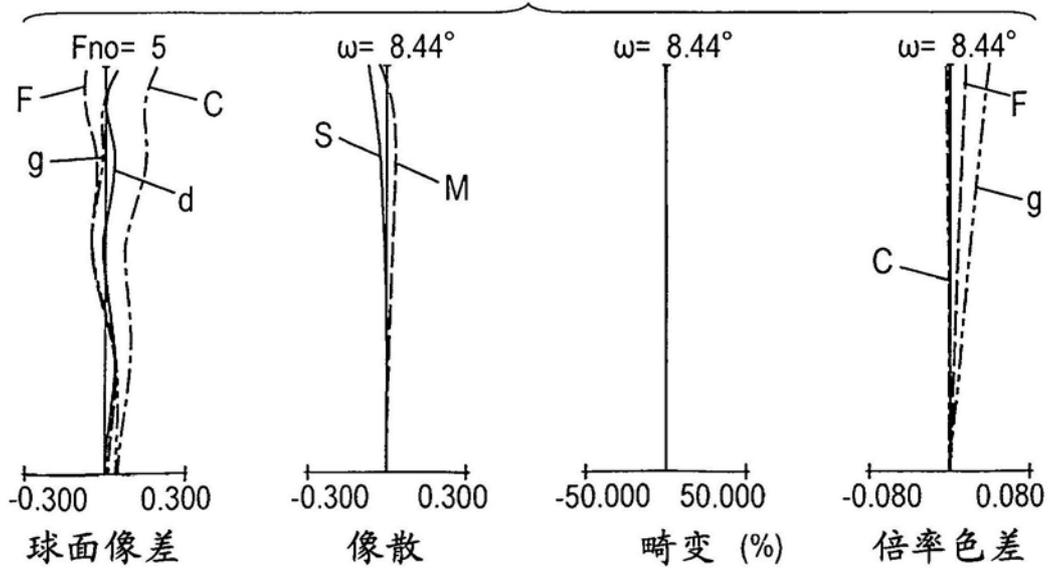


图18C

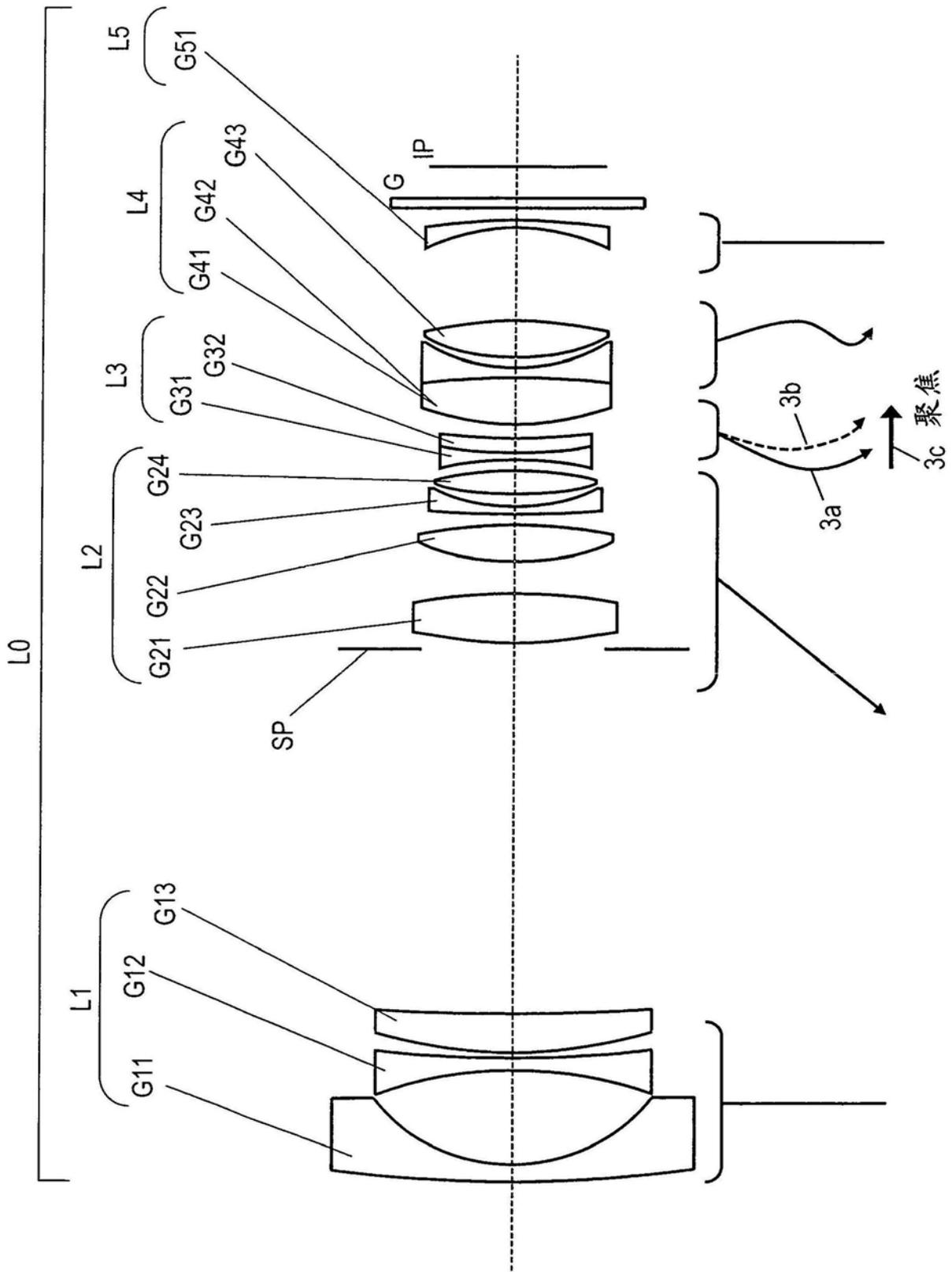


图19

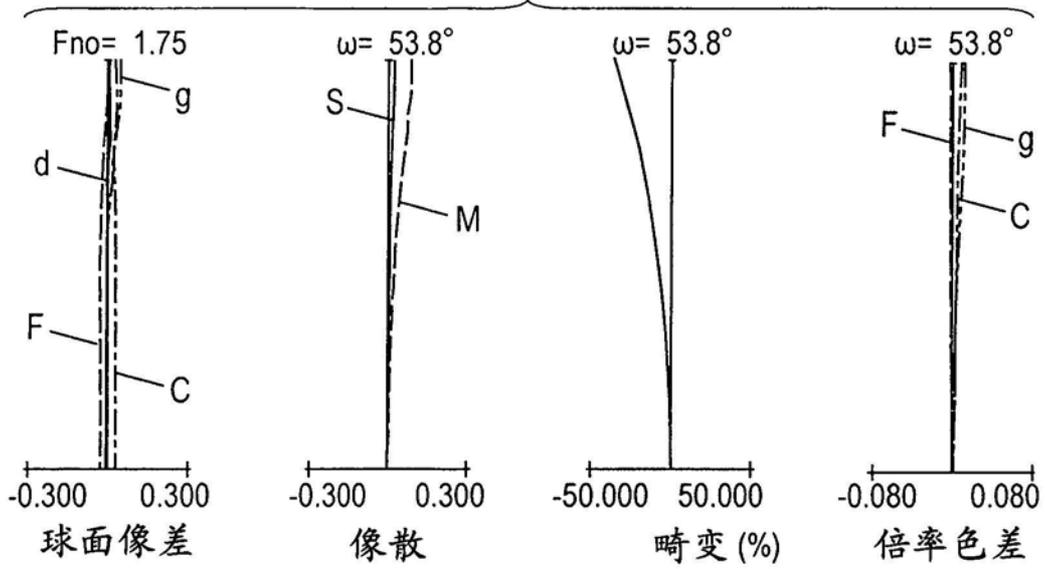


图20A

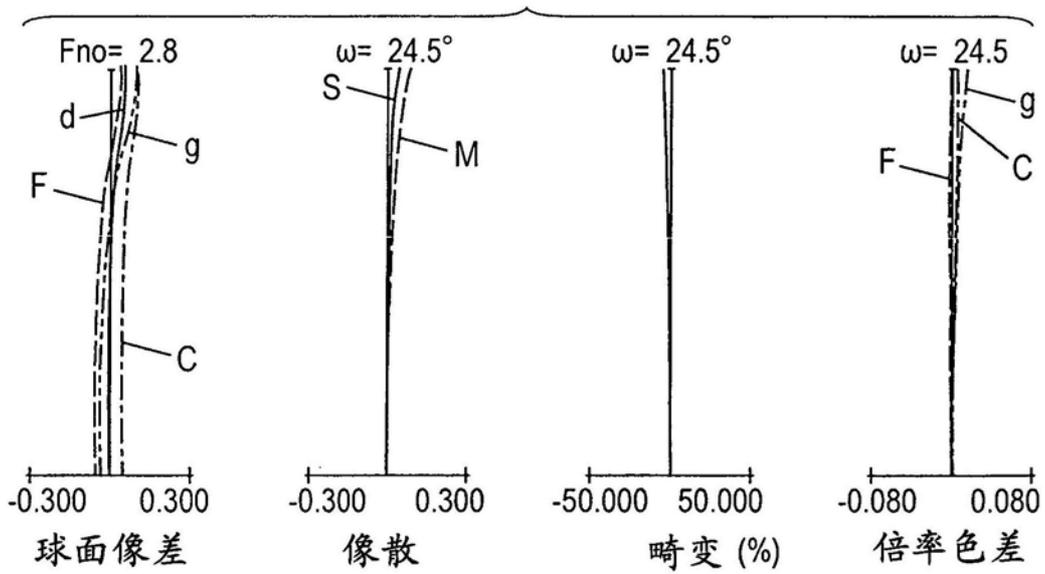


图20B

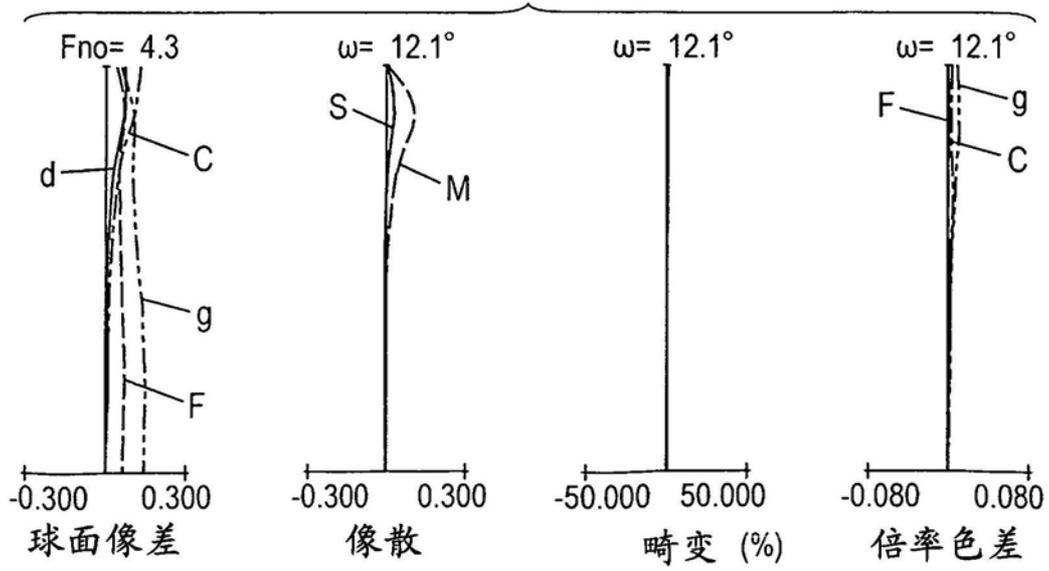


图20C

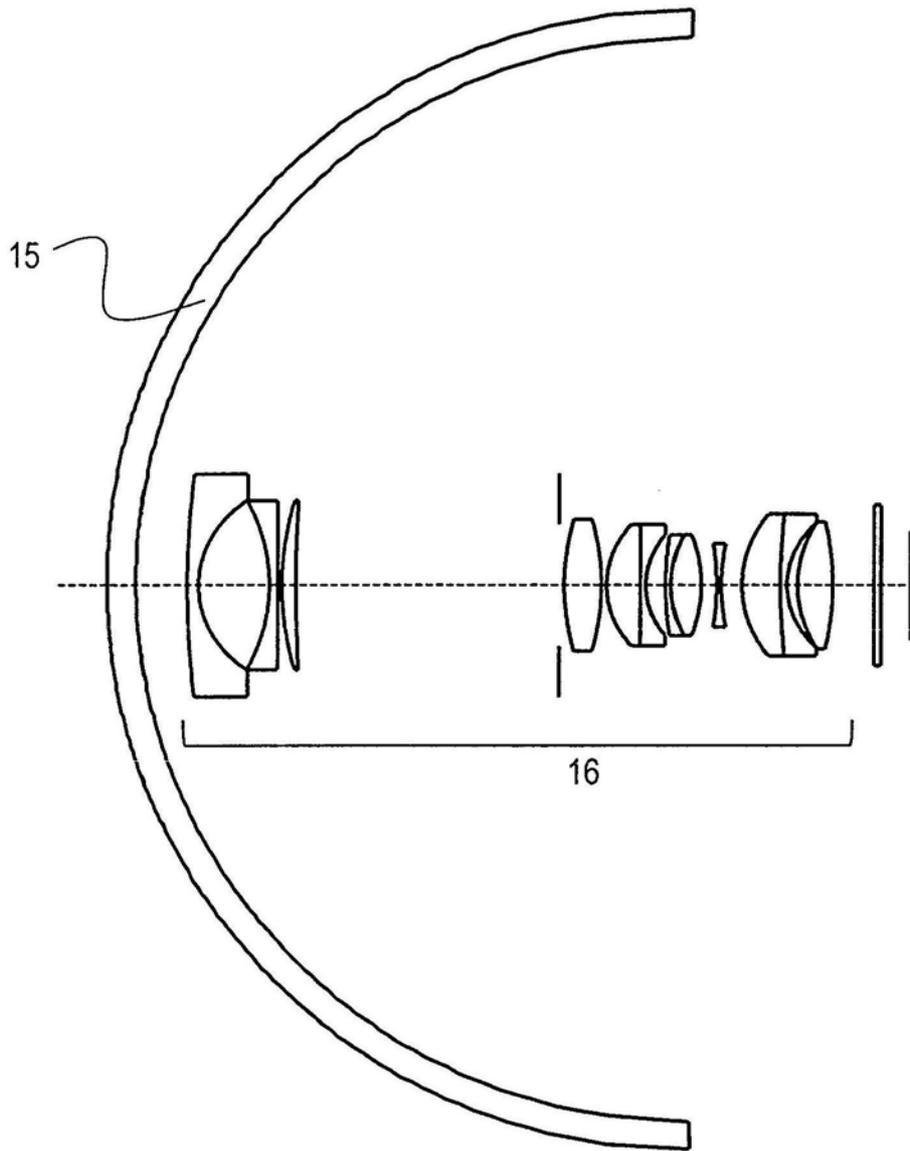


图21A

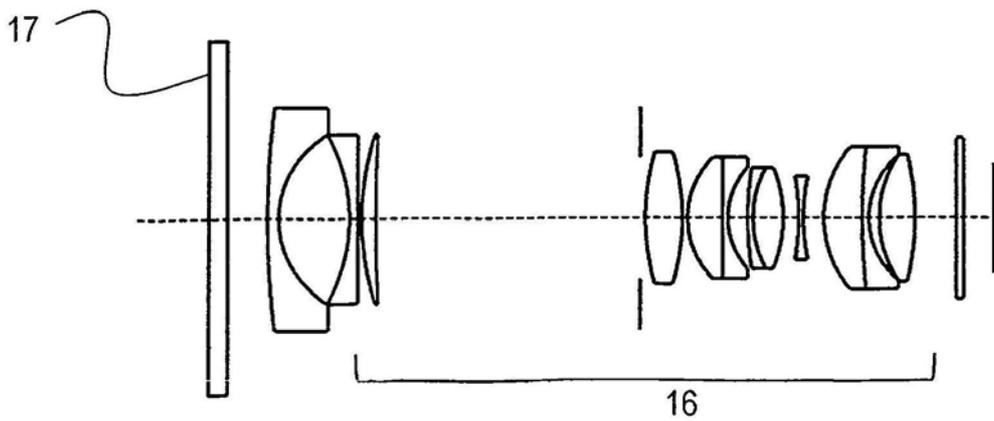


图21B

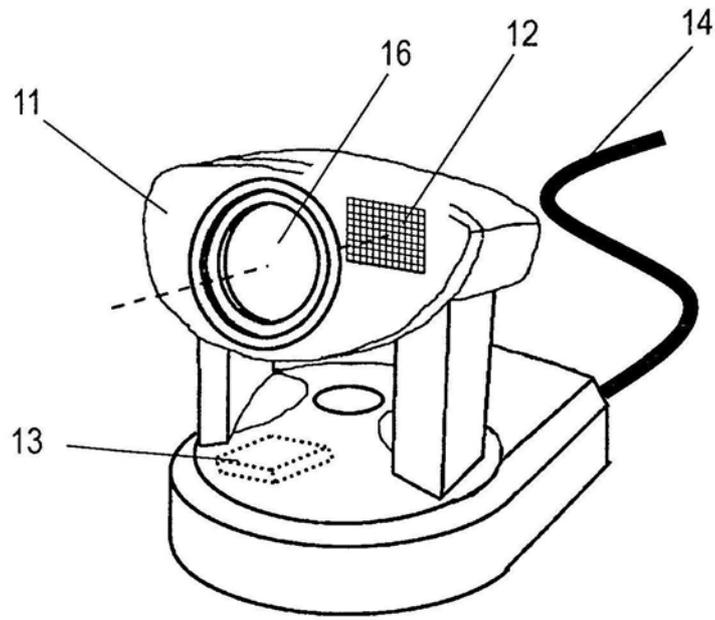


图22A

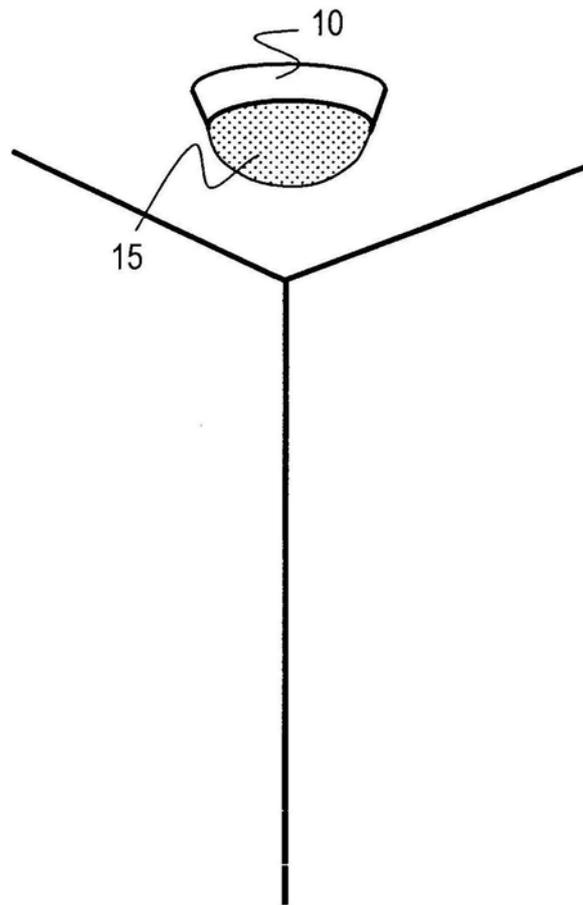


图22B

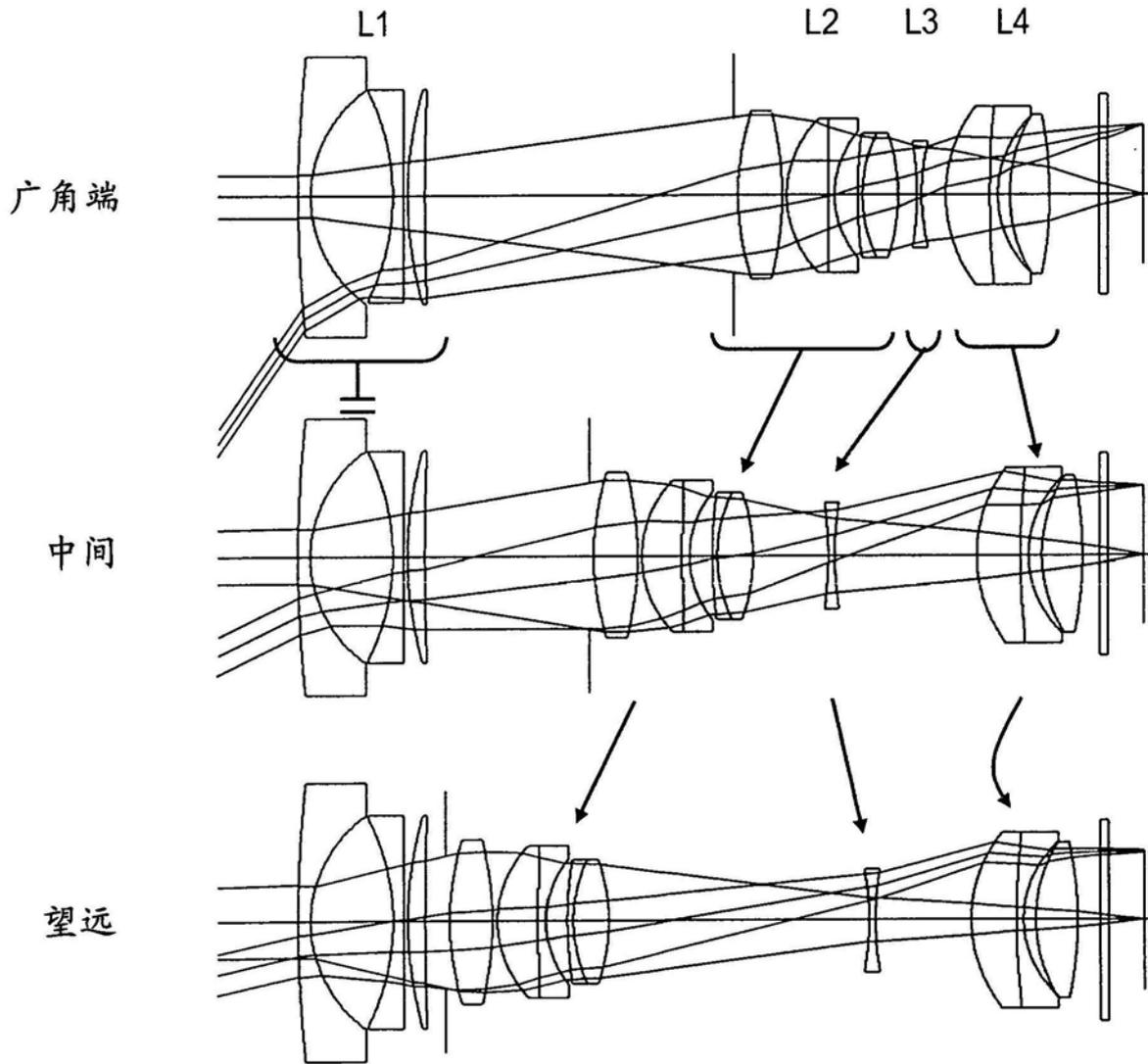


图23