



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103576302 B

(45) 授权公告日 2016. 04. 27

(21) 申请号 201310337973. X

(22) 申请日 2013. 08. 06

(30) 优先权数据

2012-174066 2012. 08. 06 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 井上卓

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 杨小明

(51) Int. Cl.

G02B 15/177(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102338927 A, 2012. 02. 01,

CN 201732203 U, 2011. 02. 02,

CN 101726842 A, 2010. 06. 09,

JP 2011133739 A, 2011. 07. 07,

CN 102331619 A, 2012. 01. 25,

US 2005157404 A1, 2005. 07. 21,

US 2009303611 A1, 2009. 12. 10,

JP 2004093647 A, 2004. 03. 25,

审查员 梁乐民

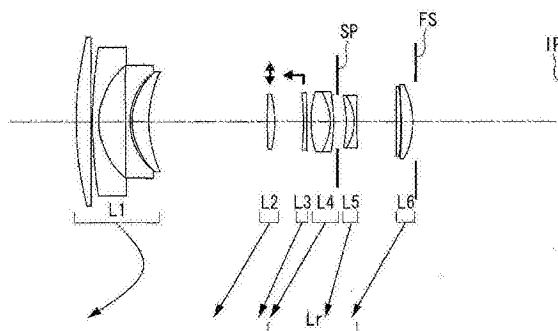
权利要求书4页 说明书28页 附图19页

(54) 发明名称

变焦透镜和具有该变焦透镜的图像拾取设备

(57) 摘要

本发明涉及变焦透镜和具有该变焦透镜的图像拾取设备。一种变焦透镜从物侧到像侧依次包括分别具有负、正和负折光力的第一至第三透镜单元,以及包括多个透镜单元且具有总正折光力的后透镜组,变焦透镜中包含的每相邻的透镜单元之间的距离在变焦期间是可变的。在图像抖动校正期间第二透镜单元在不平行于光轴的方向上移动,在聚焦期间第三透镜单元在光轴方向上移动,第二透镜单元和第三透镜单元中的每一个由单透镜元件构成,并且,适当地设置整个变焦透镜在广角端处的焦距、第二透镜单元的焦距和第三透镜单元的焦距。



1. 一种变焦透镜,其特征在于从物侧到像侧依次包括:

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

包括多个透镜单元且具有总正折光力的后透镜组,

其中,整个变焦透镜中包含的所有透镜单元当中的每相邻的透镜单元之间的距离在变焦期间是可变的,

其中,在图像抖动校正期间第二透镜单元在不平行于光轴的方向上移动,在聚焦期间第三透镜单元在光轴方向上移动,第二透镜单元和第三透镜单元中的每一个由单透镜元件构成,并且,

其中,当整个变焦透镜在广角端处的焦距由 f_w 表示,第二透镜单元的焦距由 f_2 表示,并且,第三透镜单元的焦距由 f_3 表示时,满足下述条件:

$$2.8 < f_2/f_w < 4.4$$

$$1.8 < |f_3|/f_w < 4.5,$$

其中,当第二透镜单元沿着光轴的厚度由 d_2 表示时,满足下述条件:

$$0.05 < d_2/f_w < 0.20。$$

2. 一种变焦透镜,其特征在于从物侧到像侧依次包括:

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

包括多个透镜单元且具有总正折光力的后透镜组,

其中,整个变焦透镜中包含的所有透镜单元当中的每相邻的透镜单元之间的距离在变焦期间是可变的,

其中,在图像抖动校正期间第二透镜单元在不平行于光轴的方向上移动,在聚焦期间第三透镜单元在光轴方向上移动,第二透镜单元和第三透镜单元中的每一个由单透镜元件构成,并且,

其中,当整个变焦透镜在广角端处的焦距由 f_w 表示,第二透镜单元的焦距由 f_2 表示,并且,第三透镜单元的焦距由 f_3 表示时,满足下述条件:

$$2.8 < f_2/f_w < 4.4$$

$$1.8 < |f_3|/f_w < 4.5,$$

其中,当第二透镜单元中的最靠近物侧的透镜表面的曲率半径由 R_{2o} 表示,并且,第二透镜单元中的最靠近像侧的透镜表面的曲率半径由 R_{2i} 表示时,满足下述条件:

$$-2.3 < (R_{2i}-R_{2o})/(R_{2i}+R_{2o}) < -0.5。$$

3. 一种变焦透镜,其特征在于从物侧到像侧依次包括:

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

包括多个透镜单元且具有总正折光力的后透镜组,

其中,整个变焦透镜中包含的所有透镜单元当中的每相邻的透镜单元之间的距离在变

焦期间是可变的,

其中,在图像抖动校正期间第二透镜单元在不平行于光轴的方向上移动,在聚焦期间第三透镜单元在光轴方向上移动,第二透镜单元和第三透镜单元中的每一个由单透镜元件构成,并且,

其中,当整个变焦透镜在广角端处的焦距由 f_w 表示,第二透镜单元的焦距由 f_2 表示,并且,第三透镜单元的焦距由 f_3 表示时,满足下述条件:

$$2.8 < f_2/f_w < 4.4$$

$$1.8 < |f_3|/f_w < 4.5,$$

其中,当在广角端处第三透镜单元的横向倍率由 β_{3w} 表示,并且,在广角端处所述后透镜组的横向倍率由 β_{rw} 表示时,满足下述条件:

$$0.17 < (1 - \beta_{3w}^2) \times \beta_{rw}^2 < 1.80。$$

4. 一种变焦透镜,其特征在于从物侧到像侧依次包括:

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

包括多个透镜单元且具有总正折光力的后透镜组,

其中,整个变焦透镜中包含的所有透镜单元当中的每相邻的透镜单元之间的距离在变焦期间是可变的,

其中,在图像抖动校正期间第二透镜单元在不平行于光轴的方向上移动,在聚焦期间第三透镜单元在光轴方向上移动,第二透镜单元和第三透镜单元中的每一个由单透镜元件构成,并且,

其中,当整个变焦透镜在广角端处的焦距由 f_w 表示,第二透镜单元的焦距由 f_2 表示,并且,第三透镜单元的焦距由 f_3 表示时,满足下述条件:

$$2.8 < f_2/f_w < 4.4$$

$$1.8 < |f_3|/f_w < 4.5,$$

其中,当在广角端和望远端处所述后透镜组的横向倍率分别由 β_{rw} 和 β_{rt} 表示,并且在望远端处整个变焦透镜的焦距由 f_t 表示时,满足下述条件:

$$0.70 < (\beta_{rt} \times f_w) / (\beta_{rw} \times f_t) < 1.40。$$

5. 一种变焦透镜,其特征在于从物侧到像侧依次包括:

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

包括多个透镜单元且具有总正折光力的后透镜组,

其中,整个变焦透镜中包含的所有透镜单元当中的每相邻的透镜单元之间的距离在变焦期间是可变的,

其中,在图像抖动校正期间第二透镜单元在不平行于光轴的方向上移动,在聚焦期间第三透镜单元在光轴方向上移动,第二透镜单元和第三透镜单元中的每一个由单透镜元件构成,并且,

其中,当整个变焦透镜在广角端处的焦距由 f_w 表示,第二透镜单元的焦距由 f_2 表示,

并且,第三透镜单元的焦距由 f_3 表示时,满足下述条件:

$$2.8 < f_2/f_w < 4.4$$

$$1.8 < |f_3|/f_w < 4.5,$$

其中,所述后透镜组从物侧到像侧依次包括具有正折光力的第四透镜单元、具有负折光力的第五透镜单元和具有正折光力的第六透镜单元。

6. 一种变焦透镜,其特征在于从物侧到像侧依次包括:

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

包括多个透镜单元且具有总正折光力的后透镜组,

其中,整个变焦透镜中包含的所有透镜单元当中的每相邻的透镜单元之间的距离在变焦期间是可变的,

其中,在图像抖动校正期间第二透镜单元在不平行于光轴的方向上移动,在聚焦期间第三透镜单元在光轴方向上移动,第二透镜单元和第三透镜单元中的每一个由单透镜元件构成,并且,

其中,当整个变焦透镜在广角端处的焦距由 f_w 表示,第二透镜单元的焦距由 f_2 表示,并且,第三透镜单元的焦距由 f_3 表示时,满足下述条件:

$$2.8 < f_2/f_w < 4.4$$

$$1.8 < |f_3|/f_w < 4.5,$$

其中,所述后透镜组从物侧到像侧依次包括具有正折光力的第四透镜单元、具有正折光力的第五透镜单元、具有负折光力的第六透镜单元和具有正折光力的第七透镜单元。

7. 一种变焦透镜,其特征在于从物侧到像侧依次包括:

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

包括多个透镜单元且具有总正折光力的后透镜组,

其中,整个变焦透镜中包含的所有透镜单元当中的每相邻的透镜单元之间的距离在变焦期间是可变的,

其中,在图像抖动校正期间第二透镜单元在不平行于光轴的方向上移动,在聚焦期间第三透镜单元在光轴方向上移动,第二透镜单元和第三透镜单元中的每一个由单透镜元件构成,并且,

其中,当整个变焦透镜在广角端处的焦距由 f_w 表示,第二透镜单元的焦距由 f_2 表示,并且,第三透镜单元的焦距由 f_3 表示时,满足下述条件:

$$2.8 < f_2/f_w < 4.4$$

$$1.8 < |f_3|/f_w < 4.5,$$

其中,所述后透镜组从物侧到像侧依次包括具有正折光力的第四透镜单元、具有负折光力的第五透镜单元、具有正折光力的第六透镜单元和具有负折光力的第七透镜单元。

8. 根据权利要求 1-7 中任一项所述的变焦透镜,其中,当第三透镜单元沿着光轴的厚度由 d_3 表示时,满足下述条件:

$0.02 < d3/fw < 0.20$ 。

9. 根据权利要求 1-7 中任一项所述的变焦透镜, 其中, 当整个变焦透镜在望远端处的焦距由 f_t 表示, 并且, 第三透镜单元的从物侧算起的第 i 个透镜的焦距和阿贝数分别由 f_{3i} 和 vd_{3i} 表示时, 满足下述条件:

$-0.025 < \Sigma ((f_t/f_{3i})/vd_{3i}) < -0.010$ 。

10. 根据权利要求 1-7 中任一项所述的变焦透镜, 其中, 在从广角端到望远端的变焦期间, 第一透镜单元沿着向像侧凸起的轨迹移动。

11. 根据权利要求 1-7 中任一项所述的变焦透镜, 其中, 在从广角端到望远端的变焦期间, 第二透镜单元和第三透镜单元向物侧移动。

12. 根据权利要求 1-7 中任一项所述的变焦透镜, 其中, 在从广角端到望远端的变焦期间, 所述后透镜组中包含的所有的透镜单元都向物侧移动。

13. 根据权利要求 1-7 中任一项所述的变焦透镜, 其中, 变焦透镜在固态图像传感器上形成图像。

14. 一种图像拾取设备, 其特征在于包括:

根据权利要求 1 至 13 中的任意一项的变焦透镜; 以及

固态图像传感器, 所述固态图像传感器被配置为接收由所述变焦透镜形成的图像。

变焦透镜和具有该变焦透镜的图像拾取设备

技术领域

[0001] 本发明涉及变焦透镜和具有该变焦透镜的图像拾取设备,并且,适用于诸如数字静态照相机、摄像机和卤化银胶片照相机的图像拾取设备。

背景技术

[0002] 由于近年来的单反镜头照相机具有运动图像摄影功能,所以要求这些照相机具有用于要记录用于视频的运动图像的改进的聚焦跟踪性能并抑制诸如由驱动透镜引起的马达声音的噪声。

[0003] 例如,基于正被记录的图像的对比度来确定对焦状态的对比度检测自动聚焦执行用于前后稍微移动摄影光学系统的聚焦透镜单元以确定对比度的峰值的摆动操作。为了缩短执行聚焦透镜单元的摆动操作所需的时间和减少与摆动操作相关联的马达声音,使聚焦透镜单元更紧凑、更轻是重要的。

[0004] 另一方面,要求具有图像抖动校正功能的摄影光学系统高度地响应图像抖动并抑制诸如由驱动透镜引起的马达声音的噪声。因此,使摄影光学系统的图像稳定化透镜单元更紧凑、更轻也是重要的。

[0005] 美国专利 No. 7382550 讨论了一种变焦透镜,该变焦透镜从物侧到像侧依次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和具有正折光力的第四透镜单元。该变焦透镜通过利用第二透镜单元的单透镜作为图像稳定化透镜单元来实现更紧凑、更轻的图像稳定化透镜单元。但是,由于变焦透镜利用包括多个大透镜直径的透镜的第一透镜单元作为聚焦透镜单元,所以变焦透镜仍然具有不够紧凑和轻的聚焦透镜单元。

[0006] 美国专利 No. 8189074 讨论了一种变焦透镜,该变焦透镜从物侧到像侧依次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、具有正折光力的第三透镜单元、具有负折光力的第四透镜单元和具有正折光力的第五透镜单元。该变焦透镜通过利用均具有相对小的透镜直径和轻的重量的第二透镜单元和第四透镜单元分别作为聚焦透镜单元和图像稳定化透镜单元来实现更紧凑、更轻的聚焦透镜单元和图像稳定化透镜单元。孔径光阑被布置在作为图像稳定化透镜单元的第四透镜单元的物侧,并且,由于其驱动单元而往往会较大的孔径光阑和图像稳定化透镜单元并排地布置在变焦透镜的像侧。因此,变焦透镜往往会较大以保留用于这些组件的空间。尤其是在用于单反镜头照相机的可更换镜头中,用于拆卸的支架、照相机中的反射镜等布置在像侧,因此,难以保留用于布置图像稳定化透镜单元和孔径光阑的空间。

[0007] 一般来说,聚焦透镜单元和图像稳定化透镜单元可以均包括具有较小数量的透镜以更紧凑、更轻的透镜单元。但是,当简单地降低构成聚焦透镜单元和图像稳定化透镜单元的透镜的数量时,在聚焦透镜单元和图像稳定化透镜单元中残留的像差增加,结果,由于聚焦和图像稳定化而引起的像差变化增加。因此,在改进聚焦透镜单元和图像稳定化透镜单元的光学性能的同时适当地设置聚焦透镜单元和图像稳定化透镜单元的折光力以及这些

单元在整个变焦透镜中的布置以使得它们更紧凑、更轻是重要的。

发明内容

[0008] 本发明针对具有令人满意的光学性能的包含紧凑的、轻的聚焦透镜单元和图像稳定化透镜单元的紧凑的变焦透镜。

[0009] 根据本发明的一个方面,一种变焦透镜从物侧到像侧依次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和具有负折光力的第三透镜单元,以及包括多个透镜单元且具有总正折光力的后透镜组,整个变焦透镜中的所有透镜单元当中的每相邻的透镜单元之间的距离在变焦期间是可变的。在图像抖动校正期间第二透镜单元在不平行于光轴的方向上移动,在聚焦期间第三透镜单元在光轴方向上移动,第二透镜单元和第三透镜单元中的每一个由单透镜元件构成,并且,当整个变焦透镜在广角端处的焦距由 f_w 表示,第二透镜单元的焦距由 f_2 表示,并且,第三透镜单元的焦距由 f_3 表示时,满足下述条件:

[0010] $2.8 < f_2 / f_w < 4.4$

[0011] $1.8 < |f_3| / f_w < 4.5$ 。

[0012] 根据下面参照附图的对示例性实施例的描述,本发明的进一步的特征将会变得明显。

附图说明

[0013] 图 1 是根据本发明的第一示例性实施例的变焦透镜在广角端处的透镜截面图。

[0014] 图 2A 和 2B 分别是根据本发明的第一示例性实施例的变焦透镜在广角端和望远端处的像差图。

[0015] 图 3 是根据本发明的第二示例性实施例的变焦透镜在广角端处的透镜截面图。

[0016] 图 4A 和 4B 分别是根据本发明的第二示例性实施例的变焦透镜在广角端和望远端处的像差图。

[0017] 图 5 是根据本发明的第三示例性实施例的变焦透镜在广角端处的透镜截面图。

[0018] 图 6A 和 6B 分别是根据本发明的第三示例性实施例的变焦透镜在广角端和望远端处的像差图。

[0019] 图 7 是根据本发明的第四示例性实施例的变焦透镜在广角端处的透镜截面图。

[0020] 图 8A 和 8B 分别是根据本发明的第四示例性实施例的变焦透镜在广角端和望远端处的像差图。

[0021] 图 9 是根据本发明的第五示例性实施例的变焦透镜在广角端处的透镜截面图。

[0022] 图 10A 和 10B 分别是根据本发明的第五示例性实施例的变焦透镜在广角端和望远端处的像差图。

[0023] 图 11 是根据本发明的第六示例性实施例的变焦透镜在广角端处的透镜截面图。

[0024] 图 12A 和 12B 分别是根据本发明的第六示例性实施例的变焦透镜在广角端和望远端处的像差图。

[0025] 图 13 是根据本发明的示例性实施例的图像拾取设备的示意图。

具体实施方式

[0026] 下面将参考附图详细地描述本发明的各种示例性实施例、特征和方面。

[0027] 图 1 是根据本发明的第一示例性实施例的变焦透镜在广角端(短焦距端)处的透镜截面图。

[0028] 图 2A 和 2B 分别是根据本发明的第一示例性实施例的变焦透镜在广角端和望远端(长焦距端)处的像差图。

[0029] 图 3 是根据本发明的第二示例性实施例的变焦透镜在广角端处的透镜截面图。图 4A 和 4B 分别是根据本发明的第二示例性实施例的变焦透镜在广角端和望远端处的像差图。

[0030] 图 5 是根据本发明的第三示例性实施例的变焦透镜在广角端处的透镜截面图。图 6A 和 6B 分别是根据本发明的第三示例性实施例的变焦透镜在广角端和望远端处的像差图。

[0031] 图 7 是根据本发明的第四示例性实施例的变焦透镜在广角端处的透镜截面图。图 8A 和 8B 分别是根据本发明的第四示例性实施例的变焦透镜在广角端和望远端处的像差图。

[0032] 图 9 是根据本发明的第五示例性实施例的变焦透镜在广角端处的透镜截面图。图 10A 和 10B 分别是根据本发明的第五示例性实施例的变焦透镜在广角端和望远端处的像差图。

[0033] 图 11 是根据本发明的第六示例性实施例的变焦透镜在广角端处的透镜截面图。图 12A 和 12B 分别是根据本发明的第六示例性实施例的变焦透镜在广角端和望远端处的像差图。

[0034] 图 13 是装备有根据本发明示例性实施例的变焦透镜的数字照相机(图像拾取设备)的示意图。

[0035] 在图 1、3、5、7、9 和 11 中图示的透镜截面图中,左手侧是物侧,右手侧是像侧。

[0036] 根据第一至第六示例性实施例的变焦透镜中的每一个包括具有负折光力(焦距的倒数)的第一透镜单元 L1、具有正折光力的第二透镜单元 L2 和具有负折光力的第三透镜单元 L3。

[0037] 在根据第一至第四示例性实施例的变焦透镜中,具有总正折光力的后透镜组 Lr 包括具有正折光力的第四透镜单元 L4、具有负折光力的第五透镜单元 L5 和具有正折光力的第六透镜单元 L6。

[0038] 在根据第五示例性实施例的变焦透镜中,具有总正折光力的后透镜组 Lr 包括具有正折光力的第四透镜单元 L4、具有正折光力的第五透镜单元 L5、具有负折光力的第六透镜单元 L6 和具有正折光力的第七透镜单元 L7。

[0039] 在根据第六示例性实施例的变焦透镜中,具有总正折光力的后透镜组 Lr 包括具有正折光力的第四透镜单元 L4、具有负折光力的第五透镜单元 L5、具有正折光力的第六透镜单元 L6 和具有负折光力的第七透镜单元 L7。

[0040] 但是,根据本发明的每一个示例性实施例的后透镜组 Lr 需要包括多个透镜单元且具有总正折光力,并且,不限于上述的配置。

[0041] 在根据第一至第四示例性实施例和第六示例性实施例的变焦透镜中的每一个中,

用于调整光量的孔径光阑 SP 被布置在第四透镜单元 L4 和第五透镜单元 L5 之间,并且,在根据第五示例性实施例的变焦透镜中,用于调整光量的孔径光阑 SP 被布置在第五透镜单元 L5 和第六透镜单元 L6 之间。不变开口大小的耀斑截止光阑(flare-cut stop)FS 被布置在第一至第六示例性实施例的每一个变焦透镜的最靠近图像的一侧。但是,孔径光阑 SP 和耀斑截止光阑 FS 的布置不限于上述的布置。

[0042] 当变焦透镜用作用于摄像机或数字静态照相机的摄影光学系统时,像平面 IP 对应于固态图像传感器,例如,电荷耦合器件(CCD)传感器或互补金属氧化物半导体(CMOS)传感器。在卤化银胶片照相机的情况中,像平面 IP 对应于胶片表面。

[0043] 在像差图中,d 和 g 分别对应于夫琅和费线的 d 线(波长 587.56nm)和 g 线(波长 435.8nm)。S.C. 代表正弦条件。 ΔM 和 ΔS 分别对应于在 d 线处的子午像平面和弧矢像平面。在 d 线处指示畸变,在 g 线处指示倍率色差(横向色差)。在相差图中, ω 表示半视角, F_{no} 表示 F 数。

[0044] 每一个示例性实施例的广角端和望远端是在作为可变光焦度透镜单元的第二透镜单元 L2 位于该第二透镜单元 L2 可以沿着光轴移动的范围的相应末端处时假定的变焦位置。

[0045] 在从广角端到望远端的变焦期间,通过如透镜截面图中的箭头所示改变相邻透镜单元之间的距离,变焦透镜中的每一个透镜单元在光轴方向上移动。

[0046] 为了减小包括布置在最靠近物体的一侧的具有负折光力的透镜单元的变焦透镜中的聚焦透镜单元和图像稳定化透镜单元的大小,具有相对小的透镜直径且布置在比第一透镜单元更靠近像侧的透镜单元需要被选择作为聚焦透镜单元和图像稳定化透镜单元。

[0047] 为了降低聚焦透镜单元和图像稳定化透镜单元的重量,这些透镜单元中的每一个期望地由单透镜元件构成。这里,术语“透镜元件”是指集成透镜,例如,单透镜、包括胶合的多个透镜的胶合透镜、以及包括在表面上层叠有树脂层的球面透镜的复制非球面透镜(replica aspheric lens)。

[0048] 当聚焦透镜单元由少量的透镜构成时,聚焦透镜单元往往会具有小的折光力(焦距的倒数),以抑制与聚焦相关联的像差变化。但是,当聚焦透镜单元的折光力变得太小时,拉出聚焦透镜单元的量(聚焦透镜单元向着物侧的移动量)增加,因此,在从无限远距离到最近距离的聚焦期间,整个变焦透镜变大。为了使聚焦透镜单元更紧凑、更轻,并且,为了在改进整个变焦透镜的光学性能的同时使整个变焦透镜更紧凑,在适当地设置聚焦透镜单元的折光力的同时将这些透镜配置为具有与聚焦相关联的相对较小的像差变化是重要的。

[0049] 在根据本发明的每一个示例性实施例的变焦透镜中,第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 中的每一个由单透镜元件构成,在图像抖动校正期间第二透镜单元 L2 在具有垂直于光轴的分量的方向(不平行于光轴)上移动,并且,在聚焦期间第三透镜单元 L3 在光轴方向上移动。

[0050] 第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 中的每一个由单透镜元件构成并具有相对小的透镜直径,第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 用作变焦透镜中的图像稳定化透镜单元和聚焦透镜单元,该变焦透镜具有布置在最靠近物体的一侧的具有负折光力的透镜单元。结果,减小了第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 的透镜直径。这样可以降低聚焦透镜单元和图像稳定化透镜单元的重量,并且可以防止这些透镜单元的驱动单元更大。

[0051] 由于聚焦透镜单元和图像稳定化透镜单元都装备有往往大的驱动单元,所以作为在可以容易地保留空间的变焦透镜的物侧布置聚焦透镜单元和图像稳定化透镜单元的结果,可以减小整个变焦透镜的大小。

[0052] 由于具有正折光力的第二透镜单元 L2 可以使从第一透镜单元 L1 扩散的轴向光束会聚并因此可以减轻由聚焦引起的轴向光的高度的波动,所以还可以减少与聚焦相关联的像差变化。因此,由于聚焦透镜单元可以被配置为在包括单透镜元件的同时具有适当的折光力,所以可以降低聚焦透镜单元的重量。

[0053] 在根据本发明的每一个示例性实施例的变焦透镜中,当在广角端处整个变焦透镜的焦距由 f_w 表示,第二透镜单元 L2 的焦距由 f_2 表示,第三透镜单元 L3 的焦距由 f_3 表示时,满足下面的两个条件(1)和(2):

[0054] $2.8 < f_2/f_w < 4.4$ (1)

[0055] $1.8 < |f_3|/f_w < 4.5$ (2)。

[0056] 条件(1)用于合适地设置第二透镜单元 L2 的折光力,以在保留令人满意的图像稳定化性能的同时使入射到作为聚焦透镜单元的第三透镜单元 L3 的光束适当地会聚。当值小于条件(1)的下限时,第二透镜单元 L2 的折光力变得如此强,以至于在图像稳定化期间(在图像抖动校正期间)的光学性能的波动变得难以减少,这不是期望的。当值大于条件(1)的上限时,第二透镜单元 L2 的折光力变得如此弱,以至于在图像稳定化期间的偏心灵敏度(decentration sensitivity)变小。这使得必需增大图像稳定化透镜单元的移动量,结果,包括图像稳定化透镜单元和用于图像稳定化透镜单元的驱动机构的图像稳定化单元变大,这不是期望的。另外,入射到第三透镜单元 L3 的轴向光束的会聚度变弱,并且,轴向光的高度的波动变大,结果,与聚焦相关联的像差变化变得难以减少,这不是期望的。

[0057] 条件(2)用于通过合适地设置第三透镜单元 L3 的折光力来平衡高光学性能和尺寸减小。当值小于条件(2)的下限时,第三透镜单元 L3 的折光力的绝对值变得如此小,以至于在保持小数量透镜的第三透镜单元 L3 的配置的同时与聚焦相关联的像差变化变得难以减少,这不是期望的。当值大于条件(2)的上限时,第三透镜单元 L3 的折光力的绝对值变得太大。结果,在从无限远距离到最近距离的聚焦期间拉出聚焦透镜单元的量(聚焦透镜单元向物侧的移动量)增加,从而降低聚焦速度,这不是期望的。另外,整个变焦透镜变大,这也不是期望的。

[0058] 条件(1)和(2)的数值的范围可以被设置如下:

[0059] $3.1 < f_2/f_w < 4.3$ (1a)

[0060] $2.0 < |f_3|/f_w < 4.3$ (2a)。

[0061] 虽然根据本发明的实施例的变焦透镜可以由上述配置实现,但是期望满足下面条件中的至少一个来实现进一步的尺寸减小和更高的光学性能。

[0062] 在本发明的每一个示例性实施例中,当沿着光轴的第二透镜单元 L2 的厚度由 d_2 表示,并且,沿着光轴的第三透镜单元 L3 的厚度由 d_3 表示时,满足下面的条件:

[0063] $0.05 < d_2/f_w < 0.20$ (3)

[0064] $0.02 < d_3/f_w < 0.20$ (4)。

[0065] 条件(3)和(4)涉及沿着光轴的第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 的厚度。沿着光轴的透镜单元的厚度(透镜配置长度)是最靠近透镜单元的物侧的透镜表面和最靠近

透镜单元的像侧的透镜表面之间的沿着光轴的距离。当值小于条件(3)和(4)的下限时,每一个透镜单元的沿着光轴的厚度变得如此薄,以至于每一个透镜变得难以处理,这不是期望的。当值大于条件(3)和(4)的上限时,每一个透镜单元的沿着光轴的厚度变得如此厚,以至于整个变焦透镜变大,这不是期望的。

[0066] 条件(3)和(4)的数值的范围可以被设置如下:

[0067] $0.07 < d_2 / f_w < 0.17$ (3a)

[0068] $0.03 < d_3 / f_w < 0.17$ (4a)。

[0069] 当第二透镜单元 L2 的最靠近物侧的透镜表面的曲率半径由 R_{2o} 表示,并且,第二透镜单元 L2 的最靠近像侧的透镜表面的曲率半径由 R_{2i} 表示时,本发明的每一个示例性实施例满足下面的条件:

[0070] $-2.3 < (R_{2i} - R_{2o}) / (R_{2i} + R_{2o}) < -0.5$ (5)。

[0071] 条件(5)用于平衡变焦透镜的尺寸减小和更高的性能。当值小于条件(5)的下限时,第二透镜单元 L2 的折光力变得如此强,以至于在图像稳定化期间的场倾斜和慧差变化变得难以减少,这不是期望的。当值大于条件(5)的上限时,第二透镜单元 L2 的折光力变得如此弱,以至于在图像稳定化期间的偏心灵敏度变低。因此,透镜单元的驱动量增加,结果,驱动单元变大,这不是期望的。

[0072] 条件(5)的数值的范围可以被设置如下:

[0073] $-2.2 < (R_{2i} - R_{2o}) / (R_{2i} + R_{2o}) < -0.7$ (5a)。

[0074] 当在望远端处整个变焦透镜的焦距由 f_t 表示,第三透镜单元 L3 的从物侧算起的第 i 个透镜的焦距由 f_{3i} 表示,并且,第三透镜单元 L3 的从物侧算起的第 i 个透镜的阿贝数由 v_{d3i} 表示时,本发明的每一个示例性实施例满足下面的条件:

[0075] $-0.025 < \Sigma ((f_t / f_{3i}) / v_{d3i}) < -0.010$ (6)。

[0076] 条件(6)涉及第三透镜单元 L3 的焦距和阿贝数,并且可用于设置消色差条件。当值小于条件(6)的下限时,第三透镜单元 L3 的残余色差变得如此大,以至于与聚焦相关联的色差的变化尤其在聚焦期间的移动量大的望远端处变得难以减少,这不是期望的。当条件(6)的值大于其上限时,第三透镜单元 L3 中包含的透镜的数量增加,或者,第三透镜单元 L3 的折光力变得太小。结果,在聚焦期间的移动量增加,并且,整个变焦透镜变大,这不是期望的。

[0077] 条件(6)的数值的范围可以被设置如下:

[0078] $-0.022 < \Sigma ((f_t / f_{3i}) / v_{d3i}) < -0.012$ (6a)。

[0079] 当在广角端处第三透镜单元 L3 的横向倍率由 β_{3w} 表示,并且在广角端处后透镜组 L_r 的横向倍率由 β_{rw} 表示时,本发明的每一个示例性实施例满足下面的条件:

[0080] $0.17 < (1 - \beta_{3w}^2) \times \beta_{rw}^2 < 1.80$ (7)。

[0081] 条件(7)设置用于在用小数量的透镜构成聚焦透镜单元的同时抑制与聚焦相关联的像差变化的适当的聚焦灵敏度。当值小于条件(7)的下限时,第三透镜单元 L3 的聚焦灵敏度变得如此小,以至于在聚焦期间的移动量增加。结果,整个变焦透镜变大,并且,光入射高度的波动增大,这使得难以抑制与聚焦相关联的像差变化。这还导致与摆动操作相关联的图像倍率的较大的变化,这不是期望的。当值大于条件(7)的上限时,第三透镜单元 L3 的聚焦灵敏度变得如此大,以至于驱动系统变得难以控制,这不是期望的。另外,第三透镜

单元 L3 的折光力变得如此大,以至于与聚焦相关联的像差变化变得难以抑制,这不是期望的。

[0082] 条件(7)的数值的范围可以被设置如下:

[0083] $0.20 < (1 - \beta_{3w}^2) \times \beta_{rw}^2 < 1.60$ (7a)。

[0084] 当在广角端和望远端处后透镜组 Lr 的横向倍率分别由 β_{rw} 和 β_{rt} 表示,并且在广角端和望远端处整个变焦透镜的焦距分别由 f_w 和 f_t 表示时,本发明的每一个示例性实施例满足下面的条件:

[0085] $0.70 < (\beta_{rt} \times f_w) / (\beta_{rw} \times f_t) < 1.40$ (8)。

[0086] 条件(8)涉及在后透镜组 Lr 处在聚焦到无限远距离上的期间在广角端和望远端处的横向倍率,并且用于适当地设置后透镜组 Lr 中的倍率的分配。

[0087] 当值小于条件(8)的下限时,后透镜组 Lr 中的倍率的分配变得如此小,以至于第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 中的倍率的分配变大。结果,第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 的性能变得难以用简单的透镜配置来保持,这不是期望的。当值大于条件(8)的上限时,后透镜组 Lr 中的倍率的分配变得如此大,因此,后透镜组 Lr 中包含的透镜单元的折光力变得如此强。结果,尤其在变焦期间的像平面变化和横向色差的变化变得难以校正,这不是期望的。

[0088] 条件(8)的数值的范围可以被设置如下:

[0089] $0.80 < (\beta_{rt} \times f_w) / (\beta_{rw} \times f_t) < 1.25$ (8a)。

[0090] 在本发明的每一个示例性实施例中,在从广角端到望远端的变焦期间,第一透镜单元 L1 沿着向像侧凸起的轨迹移动。通过将变焦透镜配置为在从广角端到望远端的变焦期间沿着向像侧凸起的轨迹移动第一透镜单元 L1,容易地减小总透镜长度。通过缩短在广角端处的总透镜长度,可以缩短作为最大透镜直径的第一透镜单元 L1 的透镜直径。

[0091] 在本发明的每一个示例性实施例中,在从广角端到望远端的变焦期间,第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 向着物侧移动。这有助于抑制在广角端处的总透镜长度的增加。在从广角端到望远端的变焦期间,后透镜组中包含的所有的透镜单元向着物侧移动。

[0092] 在本发明的每一个示例性实施例中,图像稳定化透镜单元和聚焦透镜单元分别被布置在第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 处。在第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 之间的相对宽的距离中的空间的一部分可以用于布置分别用于驱动图像稳定化透镜单元和聚焦透镜单元的驱动单元。

[0093] 接下来,将描述每一个示例性实施例的具体的透镜配置。

[0094] 根据第一示例性实施例,第一透镜单元 L1 从物侧到像侧依次包括其凸表面面向物侧的弯月形正透镜、其凹表面面向像侧的弯月形负透镜、其凹表面面向像侧的弯月形负透镜和其凸表面面向物侧的弯月形正透镜。第二透镜单元 L2 包括单个双凸透镜。第三透镜单元 L3 包括单个双凹透镜。第四透镜单元 L4 包括胶合透镜,该胶合透镜从物侧到像侧依次包括双凸透镜和其凹表面面向物侧的弯月形负透镜。第五透镜单元 L5 包括胶合透镜,该胶合透镜从物侧到像侧依次包括其凸表面面向像侧的弯月形正透镜和双凹透镜。第六透镜单元 L6 包括其凸表面面向像侧的两个弯月形正透镜。

[0095] 根据第二示例性实施例,第一透镜单元 L1 从物侧到像侧依次包括其凹表面面向像侧的三个弯月形负透镜、以及其凸表面面向物侧的弯月形正透镜。第六透镜单元 L6 包括

其凸表面面向像侧的弯月形正透镜和双凸透镜。其它透镜单元的配置类似于第一示例性实施例的配置。

[0096] 根据第三示例性实施例,第一透镜单元 L1 从物侧到像侧依次包括其凸表面面向物侧的平凸透镜、其凹表面面向像侧的弯月形负透镜、双凹透镜和其凸表面面向物侧的弯月形正透镜。第三透镜单元 L3 包括其凹表面面向物侧的弯月形负透镜。第四透镜单元 L4 从物侧到像侧依次包括双凸透镜和胶合透镜,该胶合透镜包括双凸透镜和其凹表面面向物侧的弯月形负透镜。第六透镜单元 L6 从物侧到像侧依次包括双凸透镜和其凸表面面向像侧的平凸透镜。其它透镜单元的配置类似于第一示例性实施例的配置。

[0097] 根据第四示例性实施例,第一透镜单元 L1 从物侧到像侧依次包括其凸表面面向物侧的平凸透镜、其凹表面面向像侧的弯月形负透镜、双凹透镜和其凸表面面向物侧的弯月形正透镜。第三透镜单元 L3 包括胶合透镜,该胶合透镜包括其凹表面面向物侧的弯月形负透镜和双凸透镜。第四透镜单元 L4 从物侧到像侧依次包括双凸透镜和胶合透镜,该胶合透镜包括双凸透镜和其凹表面面向物侧的弯月形负透镜。第六透镜单元 L6 从物侧到像侧依次包括双凸透镜和其凸表面面向像侧的平凸透镜。其它透镜单元的配置类似于第一示例性实施例的配置。

[0098] 根据第五示例性实施例,第一透镜单元 L1 从物侧到像侧依次包括其凸表面面向物侧的平凸透镜、其凹表面面向像侧的弯月形负透镜、双凹透镜和其凸表面面向物侧的弯月形正透镜。第二透镜单元 L2 包括其凹表面面向物侧的弯月形正透镜。第三透镜单元 L3 包括胶合透镜,该胶合透镜包括双凹透镜和双凸透镜。第四透镜单元 L4 包括单个双凸透镜。第五透镜单元 L5 包括胶合透镜,该胶合透镜从物侧到像侧依次包括双凸透镜和其凹表面面向物侧的弯月形负透镜。第六透镜单元 L6 包括胶合透镜,该胶合透镜从物侧到像侧依次包括其凸表面面向像侧的弯月形正透镜和双凹透镜。第七透镜单元 L7 从物侧到像侧依次包括其凹表面面向像侧的弯月形负透镜和其凸表面面向像侧的平凸透镜。

[0099] 根据第六示例性实施例,第一透镜单元 L1 从物侧到像侧依次包括其凸表面面向物侧的平凸透镜、其凹表面面向像侧的弯月形负透镜、双凹透镜和其凸表面面向物侧的弯月形正透镜。第二透镜单元 L2 包括胶合透镜,该胶合透镜包括双凸透镜和其凹表面面向物侧的弯月形负透镜。第三透镜单元 L3 包括其凹表面面向物侧的弯月形负透镜。第四透镜单元 L4 从物侧到像侧依次包括双凸透镜和胶合透镜,该胶合透镜包括双凸透镜和其凹表面面向物侧的弯月形负透镜。第五透镜单元 L5 包括胶合透镜,该胶合透镜从物侧到像侧依次包括双凹透镜和其凹表面面向像侧的弯月形正透镜。第六透镜单元 L6 包括两个双凸透镜。第七透镜单元 L7 包括其凹表面面向物侧的弯月形负透镜。

[0100] 接下来,将描述与本发明的第一至第六示例性实施例相对应的数值例 1 至 6 的透镜数据。表面号指示从物侧算起的光学表面的顺序。数据包括每一个光学表面的曲率半径 r 、光学表面之间的距离 d 、在 d 线处的折射率 n_d 、阿贝数 v_d 和每一种光学材料的有效直径。距离 d_i 是在 i 是表面号时第 i 表面和第 $(i+1)$ 表面之间的距离。对于光学表面之间的距离 d 的描述“(可变的)”表示变焦期间所述距离改变。

[0101] 此外,提供焦距、F 数、视角(整个变焦透镜的半视角)、像高(用于确定半视角的最大像高)、总透镜长度(沿着光轴的从第一透镜表面到像平面的长度)和后焦距(BF)(从最后一个透镜表面到像平面的长度)。

[0102] 此外,变焦透镜单元数据表示每一个透镜单元的焦距、透镜配置长度(沿着光轴的每一个透镜单元的长度)、前主点位置和后主点位置。

[0103] 当在垂直于光轴的方向上离表面顶点的长度 R 的位置处的光轴方向上的表面位置是 Sag(R) 时,非球面形状被表示为满足下式的形状:

[0104]

$$Sag(R) = \frac{(1/R) \times R^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K) \times (1/r)^2 \times R^2}} + A4 \times R^4 + A6 \times R^6 + A8 \times R^8 + A10 \times R^{10}。$$

[0105] 在该式中, K 是离心率, r 是旁轴曲率半径, 并且, A4、A6、A8 和 A10 是非球面系数。“e-x”是指“ $\times 10^{-x}$ ”。在表 1 中列出各个数值例和上述条件之间的对应关系。

[0106] (数值例 1)

[0107] 单位 :mm

[0108] 表面数据

[0109]

表面号	r	d	nd	vd	有效直径
1	83.518	3.76	1.51633	64.1	42.02
2	1655.424	0.39			40.55
3	113.863	1.75	1.62299	58.2	36.21
4	18.722	6.52			27.65
5	1142.677	1.30	1.62299	58.2	27.19
6	15.703	0.50			23.61
7	16.312	4.35	1.84666	23.9	23.76
8	28.464	(可变的)			22.72
9	225.079	1.81	1.48749	70.2	12.43

[0110]

10	-32.685	(可变的)			12.56
11	-72.013	0.79	1.83481	42.7	13.27
12	532.093	(可变的)			13.47
13	25.686	4.89	1.74400	44.8	14.16
14	-14.103	0.87	1.84666	23.9	14.05
15	-47.551	1.00			14.09
16(光阑)	∞	(可变的)			13.74
17	-31.278	2.03	1.84666	23.9	11.40
18	-12.579	0.82	1.80100	35.0	11.61
19	138.052	(可变的)			12.18
20	-522.742	1.16	1.52996	55.8	16.39
21*	-81.470	0.21			16.79
22	-121.153	2.87	1.48749	70.2	16.91
23	-20.978	(可变的)			17.49
24	∞	BF			20.11
像平面	∞				

[0111] 非球面表面数据

[0112] 第二十一表面

[0113] K=0.00000e+000 A4=2.91907e-005 A6=9.31471e-009 A8=1.99743e-010
A10=-9.44250e-013

[0114] 各种数据

[0115] 变焦比 2.90

[0116]

	广角端	中间	望远端
焦距	18.63	34.02	53.93
F 数	3.56	4.46	5.87
半视角	36.26	21.88	14.21
像高	13.66	13.66	13.66

[0117]

总透镜长度	123.91	117.56	127.08
BF	37.51	37.51	37.51
d8	29.90	10.06	2.58
d10	7.22	7.19	7.48
d12	1.26	1.30	1.00
d16	2.09	6.56	10.86
d19	10.08	5.61	1.31
d23	0.83	14.32	31.33
入瞳位置	26.29	23.50	21.90
出瞳位置	-28.35	-39.23	-52.36
前主点位置	39.65	42.44	43.46
后主点位置	18.88	3.49	-16.42

[0118] 变焦透镜单元数据

[0119]

单元	起始表面	焦距	透镜配置长度	前主点位置	后主点位置
1	1	-25.16	18.56	9.27	-4.23
2	9	58.68	1.81	1.07	-0.15
3	11	-75.93	0.79	0.05	-0.38
4	13	26.01	6.75	0.99	-3.38
5	17	-34.05	2.85	0.17	-1.38
6	20	40.59	4.25	2.78	-0.13

[0120] 单透镜数据

[0121]

透镜	起始表面	焦距
1	1	170.21
2	3	-36.22
3	5	-25.57

[0122]

4	7	38.76
5	9	58.68
6	11	-75.93
7	13	12.91
8	14	-23.96
9	17	23.67
10	18	-14.36
11	20	181.94
12	22	51.56

[0123] (数值例 2)

[0124] 单位 :mm

[0125] 表面数据

[0126]

表面号	r	d	nd	vd	有效直径
1	36.710	2.00	1.62299	58.2	37.44
2	22.404	4.22			31.97
3	48.990	1.75	1.62299	58.2	31.76
4	24.824	4.34			28.18
5	182.976	1.30	1.62299	58.2	27.78
6	16.902	0.34			24.47
7	17.228	4.12	1.84666	23.9	24.56
8	28.125	(可变的)			23.50
9	150.156	1.84	1.48749	70.2	12.54
10	-36.084	(可变的)			12.67
11	-113.939	0.80	1.83481	42.7	13.25
12	152.981	(可变的)			13.42
13	24.265	4.73	1.72916	54.7	14.08

[0127]

14	-13.753	0.85	1.80610	33.3	13.97
15	-54.738	1.00			13.95
16(光阑)	∞	(可变的)			13.62
17	-30.981	1.83	1.80100	35.0	11.68
18	-15.560	0.85	1.70000	48.1	11.70
19	83.083	(可变的)			12.06
20	-221.315	1.00	1.52996	55.8	16.49
21*	-120.782	0.20			16.92
22	12162.632	3.11	1.48749	70.2	17.15
23	-22.609	(可变的)			17.72
24	∞	BF			20.02
像平面	∞				

[0128] 非球面表面数据

[0129] 第二十一表面

[0130] K=0.00000e+000 A4=2.80775e-005 A6=-1.44904e-008A8=1.06224e-009
A10=-7.72128e-012

[0131] 各种数据

[0132] 变焦比 2.92

[0133]

	广角端	中间	望远端
焦距	18.50	36.00	54.00
F 数	3.56	4.50	5.87
半视角	36.44	20.78	14.20
像高	13.66	13.66	13.66
总透镜长度	124.00	116.86	125.69
BF	37.50	37.50	37.50
d8	31.42	8.89	2.61

[0134]

d10	7.54	6.83	7.54
d12	1.00	1.71	1.00
d16	1.76	6.67	10.62
d19	10.43	5.51	1.56
d23	0.05	15.44	30.55
入瞳位置	26.65	23.39	22.02
出瞳位置	-26.90	-39.71	-51.54
前主点位置	39.84	42.61	43.27
后主点位置	19.00	1.50	-16.50

[0135] 变焦透镜单元数据

[0136]

单元	起始表面	焦距	透镜配置长度	前主点位置	后主点位置
1	1	-25.57	18.08	9.28	-4.19
2	9	59.87	1.84	1.00	-0.24
3	11	-78.12	0.80	0.19	-0.25
4	13	26.14	6.58	0.84	-3.46
5	17	-35.82	2.68	0.22	-1.29
6	20	42.49	4.31	2.82	-0.13

[0137] 单透镜数据

[0138]

透镜	起始表面	焦距
1	1	-97.51
2	3	-83.08
3	5	-29.98
4	7	44.75
5	9	59.87
6	11	-78.12
7	13	12.71

[0139]

8	14	-23.00
9	17	37.07
10	18	-18.66
11	20	499.99
12	22	46.30

[0140] (数值例 3)

[0141] 单位 :mm

[0142] 表面数据

[0143]

表面号	r	d	nd	vd	有效直径
1	76.201	4.00	1.51633	64.1	40.50
2	∞	0.20			39.00
3	87.093	1.60	1.62041	60.3	34.32
4	17.794	6.69			26.42
5	-275.114	1.20	1.69680	55.5	25.93
6	17.652	0.85			23.11
7	18.819	3.98	1.84666	23.9	23.33
8	40.701	(可变的)			22.55
9	514.990	1.75	1.48749	70.2	13.00
10	-39.993	(可变的)			13.00
11	-23.240	0.80	1.62041	60.3	13.07
12	-188.681	(可变的)			13.63
13	38.777	3.25	1.69680	55.5	14.72
14	-29.086	0.20			14.93
15	35.964	4.28	1.48749	70.2	14.67
16	-18.478	1.00	1.84666	23.9	14.20
17	-50.317	1.00			14.17

[0144]

18(光阑)	∞	(可变的)			13.76
19	-33.107	2.40	1.84666	23.9	10.97
20	-11.931	1.20	1.80100	35.0	10.94
21	59.634	(可变的)			11.45
22	180.914	1.70	1.52996	55.8	16.94
23*	-255.105	0.20			17.54
24	∞	3.54	1.48749	70.2	17.68
25	-22.981	(可变的)			18.39
26	∞	BF			19.99
像平面	∞				

[0145] 非球面表面数据

[0146] 第二十三表面

[0147] $K=0.00000e+000$ $A4=2.36323e-005$ $A6=7.10067e-008$ $A8=-1.09684e-009$

$A10=6.27088e-012$

[0148] 各种数据

[0149] 变焦比 2.92

[0150]

	广角端	中间	望远端
焦距	18.50	34.52	54.00
F 数	3.54	4.50	5.87
半视角	36.44	21.59	14.20
像高	13.66	13.66	13.66
总透镜长度	123.08	117.11	125.50
BF	35.50	35.50	35.50
d8	29.35	9.51	2.00
d10	3.87	4.73	4.96
d12	2.29	1.43	1.20

[0151]

d18	3.42	7.23	10.77
d21	8.75	4.94	1.41
d25	0.05	13.92	29.82
入瞳位置	25.70	22.82	21.13
出瞳位置	-30.12	-40.45	-52.24
前主点位置	38.98	41.65	41.90
后主点位置	17.00	0.98	-18.50

[0152] 变焦透镜单元数据

[0153]

单元	起始表面	焦距	透镜配置长度	前主点位置	后主点位置
1	1	-25.60	18.52	8.63	-5.23
2	9	76.20	1.75	1.09	-0.08
3	11	-42.80	0.80	-0.07	-0.56
4	13	19.37	9.73	1.38	-5.25
5	19	-28.02	3.60	0.60	-1.33
6	22	38.65	5.44	3.11	-0.62

[0154] 单透镜数据

[0155]

透镜	起始表面	焦距
1	1	147.58
2	3	-36.37
3	5	-23.77
4	7	38.16
5	9	76.20
6	11	-42.80
7	13	24.33
8	15	25.70
9	16	-34.99

[0156]

10	19	20.94
11	20	-12.32
12	22	200.00
13	24	47.14

[0157] (数值例 4)

[0158] 单位 :mm

[0159] 表面数据

[0160]

表面号	r	d	nd	vd	有效直径
1	70.840	4.00	1.51633	64.1	42.00
2	∞	0.20			41.00
3	93.231	1.60	1.62041	60.3	35.98
4	18.408	7.26			27.52
5	-162.697	1.20	1.69680	55.5	27.00
6	18.567	0.96			24.13
7	20.143	4.04	1.84666	23.9	24.37
8	45.497	(可变的)			23.66
9	532.188	1.75	1.48749	70.2	13.00
10	-40.137	(可变的)			13.00
11	-26.949	0.65	1.83400	37.2	13.62
12	77.236	1.84	1.84666	23.9	14.20
13	-86.242	(可变的)			14.58
14	38.407	3.53	1.69680	55.5	15.68
15	-29.312	0.20			15.80
16	39.552	4.27	1.48749	70.2	15.24
17	-19.247	1.00	1.84666	23.9	14.62
18	-76.735	2.10			14.51

[0161]

19(光阑)	∞	(可变的)			13.88
20	-29.086	2.57	1.84666	23.9	11.11
21	-11.320	1.20	1.80100	35.0	11.25
22	106.692	(可变的)			11.93
23	714.406	1.70	1.52996	55.8	17.50
24*	-240.625	0.20			18.17
25	∞	3.75	1.48749	70.2	18.31
26	-22.369	(可变的)			19.03
27	∞	BF			20.35
像平面	∞				

[0162] 非球面表面数据

[0163] 第二十四表面

[0164] K=0.00000e+000 A4=2.31905e-005 A6=6.17475e-008 A8=-8.84794e-010

A10=4.54132e-012

[0165] 各种数据

[0166] 变焦比 2.92

[0167]

	广角端	中间	望远端
焦距	18.50	36.00	54.00
F 数	3.53	4.50	5.87
半视角	36.44	20.78	14.20
像高	13.66	13.66	13.66
总透镜长度	131.53	124.02	132.30
BF	35.50	35.50	35.50
d8	31.73	9.19	2.00
d10	4.36	5.46	5.67
d13	2.52	1.41	1.20

[0168]

d19	3.54	8.54	12.04
d22	9.81	4.81	1.31
d26	0.05	15.08	30.55
入瞳位置	26.93	24.10	22.70
出瞳位置	-34.13	-44.30	-55.47
前主点位置	40.52	43.86	44.65
后主点位置	17.00	-0.50	-18.50

[0169] 变焦透镜单元数据

[0170]

单元	起始表面	焦距	透镜配置长度	前主点位置	后主点位置
	面				
1	1	-26.04	19.27	8.97	-5.62
2	9	76.64	1.75	1.10	-0.08
3	11	-48.65	2.49	-0.65	-2.03
4	14	21.54	11.10	0.99	-6.80
5	20	-30.44	3.77	0.30	-1.74
6	23	40.75	5.65	3.50	-0.36

[0171] 单透镜数据

[0172]

透镜	起始表面	焦距
1	1	137.20
2	3	-37.28
3	5	-23.85
4	7	39.78
5	9	76.64
6	11	-23.89
7	12	48.38
8	14	24.38

[0173]

9	16	27.21
10	17	-30.59
11	20	20.53
12	21	-12.72
13	23	339.85
14	25	45.89

[0174] (数值例 5)

[0175] 单位 :mm

[0176] 表面数据

[0177]

表面号	r	d	nd	vd	有效直径
1	81.435	4.00	1.51633	64.1	41.99
2	∞	0.20			40.52
3	71.919	1.60	1.62041	60.3	34.88
4	17.644	7.33			26.85
5	-143.178	1.20	1.69680	55.5	26.33
6	19.270	1.13			23.69
7	21.264	3.83	1.84666	23.9	23.91
8	48.794	(可变的)			23.22
9	-689.063	1.75	1.48749	70.2	13.00
10	-36.266	(可变的)			13.00
11	-28.066	0.69	1.83400	37.2	13.50
12	52.493	1.98	1.84666	23.9	14.18
13	-110.834	(可变的)			14.60
14	37.639	3.59	1.69680	55.5	15.77
15	-28.707	(可变的)			15.94
16	35.581	4.52	1.48749	70.2	15.23

[0178]

17	-18.320	1.00	1.84666	23.9	14.60
18	-88.297	1.00			14.48
19(光阑)	∞	(可变的)			14.16
20	-37.873	2.73	1.84666	23.9	11.64
21	-12.040	1.20	1.80100	35.0	11.53
22	96.455	(可变的)			12.04
23	243.913	1.70	1.52996	55.8	17.20
24*	197.384	0.56			17.84
25	∞	3.65	1.48749	70.2	17.98
26	-23.117	(可变的)			18.71
27	∞	BF			20.36
像平面	∞				

[0179] 非球面表面数据

[0180] 第二十四表面

[0181] K=0.00000e+000 A4=2.30763e-005 A6=5.59354e-008 A8=-9.41156e-010
A10=5.14205e-012

[0182] 各种数据

[0183] 变焦比 2.92

[0184]

	广角端	中间	望远端
焦距	18.50	35.00	53.98
F 数	3.58	4.49	5.87
半视角	36.44	21.32	14.20
像高	13.66	13.66	13.66
总透镜长度	133.99	125.41	134.99
BF	35.49	35.49	35.49
d8	31.51	8.67	2.00

[0185]

d10	5.00	4.98	5.37
d13	2.63	2.26	1.20
d15	0.20	0.59	1.26
d19	3.37	8.17	12.52
d22	10.39	5.58	1.23
d26	0.05	14.30	30.55
入瞳位置	28.11	25.16	24.00
出瞳位置	-32.97	-43.79	-55.79
前主点位置	41.61	44.71	46.06
后主点位置	16.99	0.49	-18.49

[0186] 变焦透镜单元数据

[0187]

单元	起始表面	焦距	透镜配置长度	前主点位置	后主点位置
1	1	-25.65	19.29	10.38	-6.05
2	9	78.46	1.75	1.24	0.07
3	11	-46.50	2.67	-0.52	-1.99
4	14	23.90	3.59	1.23	-0.94
5	16	242.23	6.52	-6.04	-10.42
6	20	-36.88	3.93	0.45	-1.67
7	23	48.63	5.91	4.10	-0.04

[0188] 单透镜数据

[0189]

透镜	起始表面	焦距
1	1	157.72
2	3	-38.11
3	5	-24.30
4	7	41.85
5	9	78.46

[0190]

6	11	-21.84
7	12	42.31
8	14	23.90
9	16	25.51
10	17	-27.48
11	20	19.89
12	21	-13.30
13	23	-1977.47
14	25	47.42

[0191] (数值例 6)

[0192] 单位 :mm

[0193] 表面数据

[0194]

表面号	r	d	nd	vd	有效直径
1	85.023	4.00	1.51633	64.1	43.00
2	∞	0.20			41.54
3	73.084	1.60	1.62041	60.3	35.72
4	17.600	7.80			27.32
5	-116.895	1.20	1.69680	55.5	26.81
6	18.780	0.47			24.19
7	19.698	4.48	1.84666	23.9	24.31
8	52.147	(可变的)			23.57
9	412.563	1.90	1.60311	60.6	13.00
10	-32.853	0.60	1.69895	30.1	13.00
11	-48.354	(可变的)			13.00
12	-30.623	0.70	1.62041	60.3	13.56
13	-483.146	(可变的)			13.92
14	35.026	3.20	1.75700	47.8	14.87

[0195]

15	-32.812	0.81			14.97
16	40.649	3.76	1.48749	70.2	14.41
17	-20.343	0.70	1.84666	23.8	13.87
18	-201.076	1.00			13.73
19(光阑)	∞	(可变的)			13.50
20	-34.419	0.70	1.80440	39.6	11.20
21	18.894	2.19	1.84666	23.8	11.74
22	77.354	(可变的)			12.10
23	302.697	1.70	1.52996	55.8	18.15
24*	-162.787	0.20			18.79
25	187.560	4.54	1.51633	64.1	19.17
26	-21.357	(可变的)			19.93
27	-25.370	1.00	1.54072	47.2	20.03
28	-30.489	(可变的)			20.50
29	∞	BF			20.84

像平面 ∞

[0196] 非球面表面数据

[0197] 第二十四表面

[0198] K=0.00000e+000 A4=2.22087e-005 A6=6.78887e-008 A8=-7.97861e-010

A10=3.73134e-012

[0199] 各种数据

[0200] 变焦比 2.92

[0201]

	广角端	中间	望远端
焦距	18.50	35.00	54.00
F 数	3.45	4.50	5.87
半视角	36.44	21.32	14.20
像高	13.66	13.66	13.66

[0202]

总透镜长度	131.53	125.83	134.00
BF	35.50	35.50	35.50
d8	30.03	9.66	2.00
d11	4.68	6.04	5.99
d13	2.51	1.16	1.20
d19	3.37	8.50	12.42
d22	10.45	5.32	1.40
d26	0.50	1.32	5.69
d28	0.05	13.90	25.36
入瞳位置	28.45	25.71	24.10
出瞳位置	-40.83	-48.97	-58.17
前主点位置	42.46	46.21	46.97
后主点位置	17.00	0.50	-18.50

[0203] 变焦透镜单元数据

[0204]

单元	起始表面	焦距	透镜配置长度	前主点位置	后主点位置
1	1	-26.25	19.75	10.71	-5.71
2	9	77.00	2.50	1.45	-0.09
3	12	-52.73	0.70	-0.03	-0.46
4	14	22.61	9.46	0.19	-6.17
5	20	-30.83	2.89	0.50	-1.05
6	23	31.96	6.44	3.54	-0.84
7	27	-300.00	1.00	-3.45	-4.15

[0205] 单透镜数据

[0206]

透镜	起始表面	焦距
1	1	164.67

[0207]

2	3	-37.78
3	5	-23.14
4	7	35.17
5	9	50.54
6	10	-148.99
7	12	-52.73
8	14	22.84
9	16	28.39
10	17	-26.78
11	20	-15.08
12	21	29.03
13	23	200.00
14	25	37.41
15	27	-300.00

[0208] [表 1]

[0209]

条件	数值例					
	1	2	3	4	5	6
(1)	3.2	3.2	4.1	4.1	4.2	4.2
(2)	4.1	4.2	2.3	2.6	2.5	2.9
(3)	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.14
(4)	0.04	0.04	0.04	0.13	0.14	0.04
(5)	-1.3	-1.6	-1.2	-1.2	-0.9	-1.3
(6)	-0.017	-0.016	-0.021	-0.014	-0.013	-0.017
(7)	0.32	0.30	1.39	1.12	1.29	0.95
(8)	1.20	1.21	0.89	0.88	0.86	0.91

[0210] 接下来,将描述使用根据本发明示例性实施例的变焦透镜作为摄影光学系统的数字照相机(图像拾取设备)的示例性实施例。在图 13 中,示出了单反镜头照相机主体 10 和可更换镜头 11,该可更换镜头 11 安装有根据本发明的示例性实施例的变焦透镜。感光表面 12 是用于记录通过可更换镜头 11 获取的被摄体图像的卤化银胶片的感光表面或者用于

接收被摄体图像的由固态图像传感器(光电转换元件)等制成的感光表面。图 13 示出了用于观看从可更换镜头 11 发送的被摄体图像的取景器光学系统 13 和枢转快速返回反射镜(pivotal quick return mirror) 14, 该枢转快速返回反射镜用于将从可更换镜头 11 发送的被摄体图像的目的地在感光表面 12 和取景器光学系统 13 之间切换以便传输。

[0211] 为了通过取景器观看被摄体图像, 通过快速返回反射镜 14 在聚焦屏幕 15 上形成的被摄体图像由五角棱镜 16 转换为正像, 然后, 在目镜光学系统 17 中对正像进行放大以便观看。在图像记录期间, 快速返回反射镜 14 在箭头所示的方向上枢转, 并且, 在感光表面 12 上形成被摄体图像以便记录。

[0212] 通过将根据本发明的示例性实施例的变焦透镜应用于诸如上述的单反镜头照相机的图像拾取设备, 可以实现具有高光学性能的光学设备。随便提一下, 本发明还可以被应用于没有快速返回反射镜的单反镜头(SLR)照相机。根据本发明的示例性实施例的变焦透镜还可以被应用于摄像机。

[0213] 虽然已参照示例性实施例描述了本发明, 但是应该理解, 本发明不限于公开的示例性实施例。所附权利要求的范围应该被赋予最宽泛的解释, 以涵盖所有这样的修改以及等同的结构和功能。

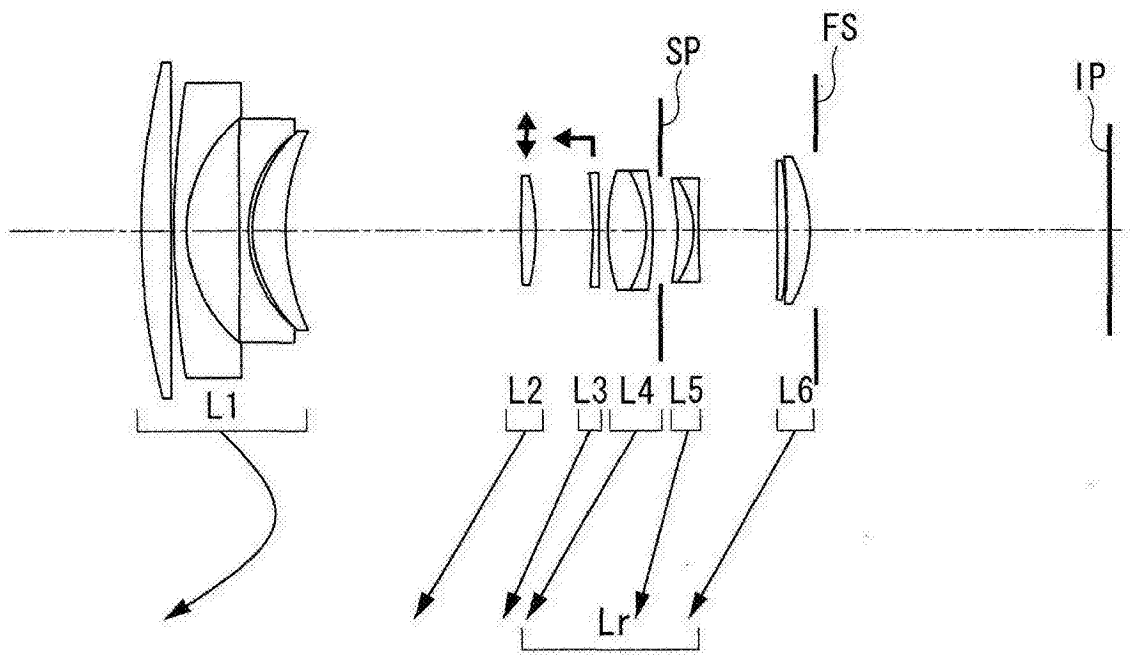


图 1

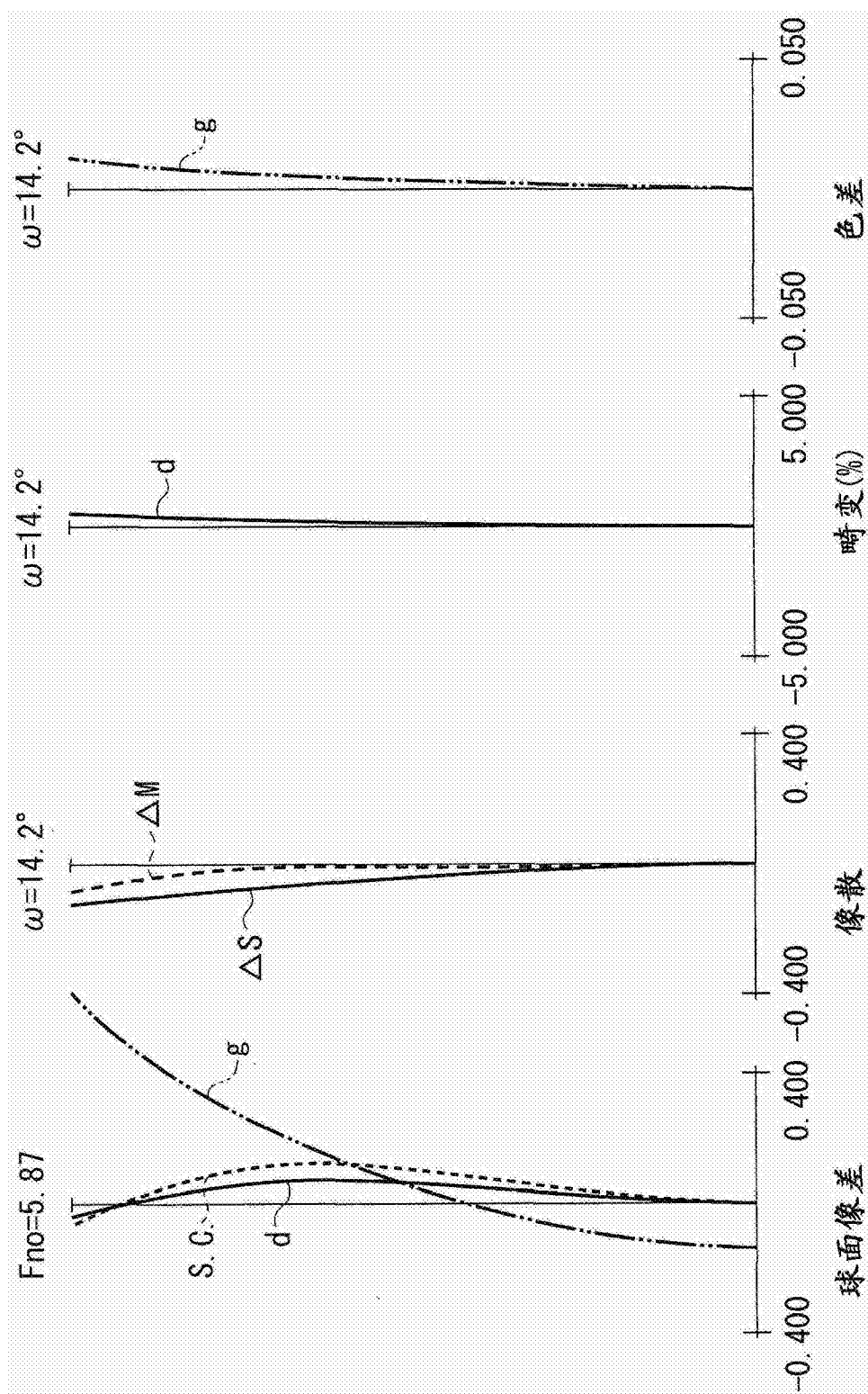


图 2B

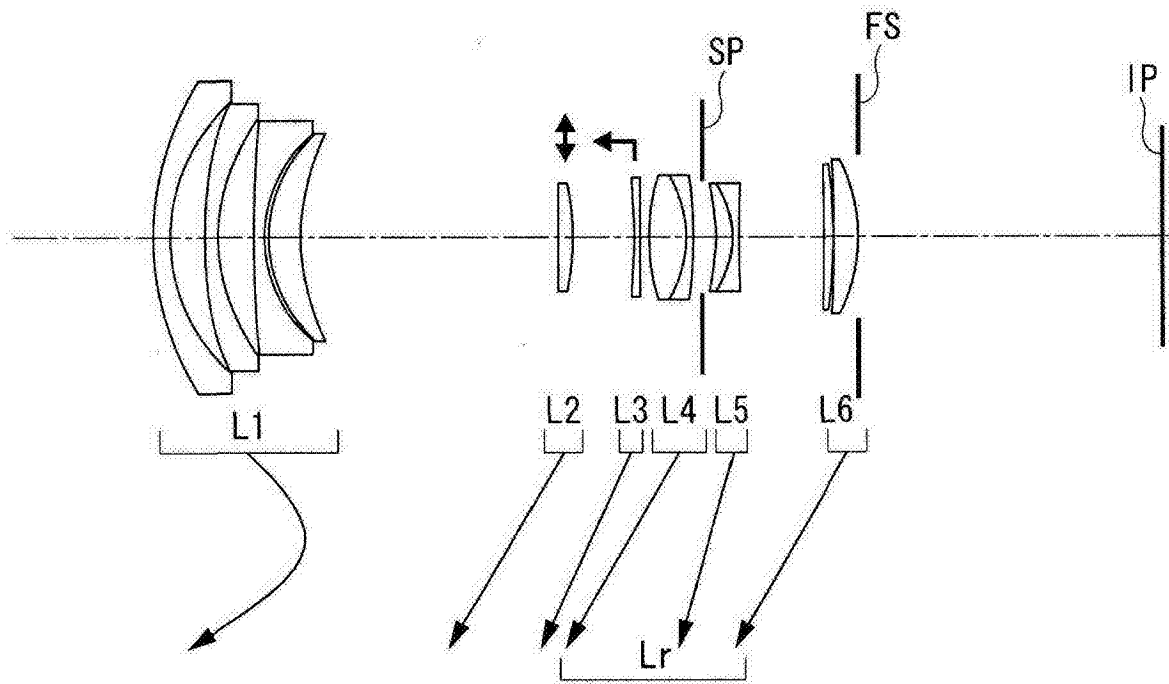


图 3

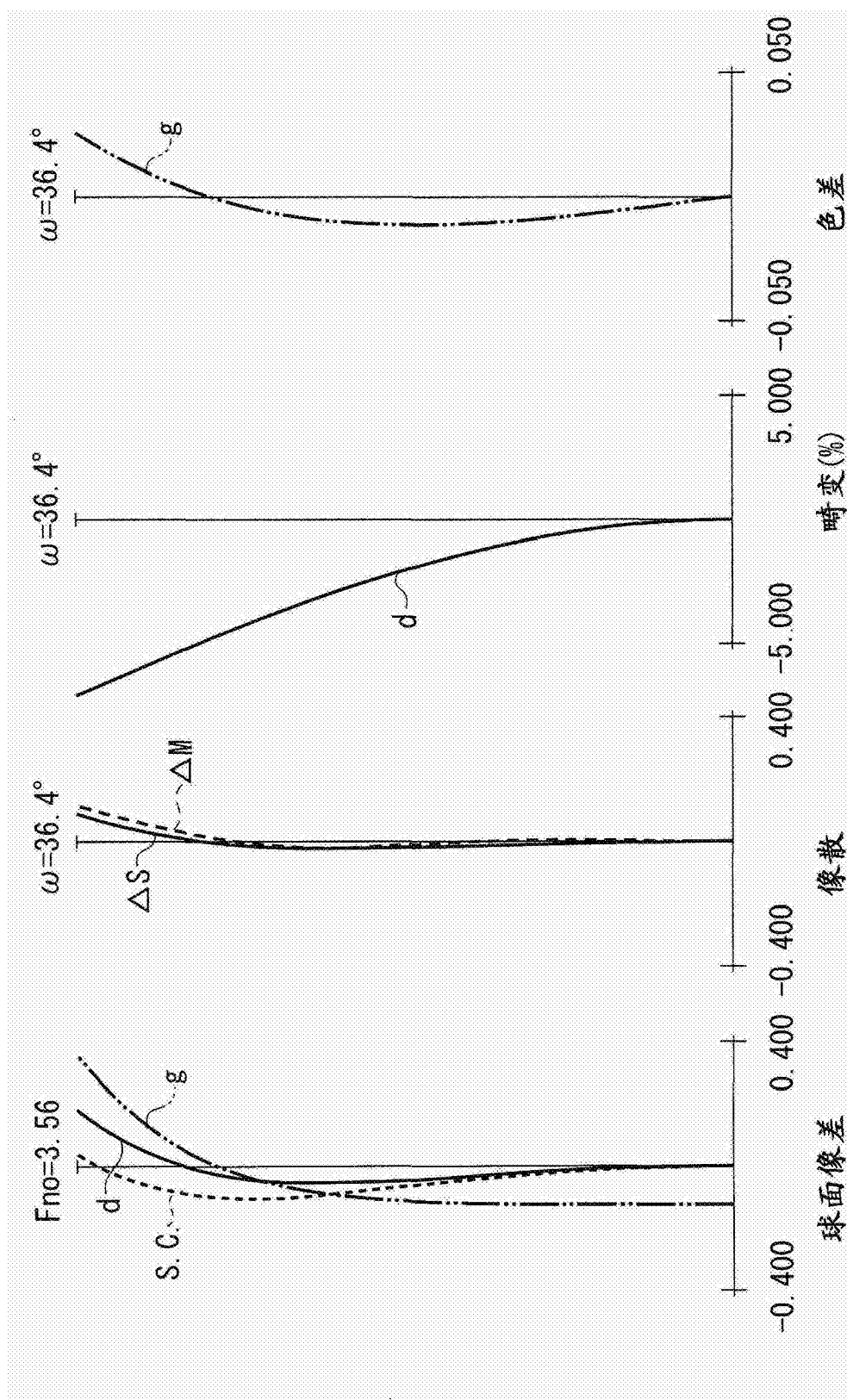


图 4A

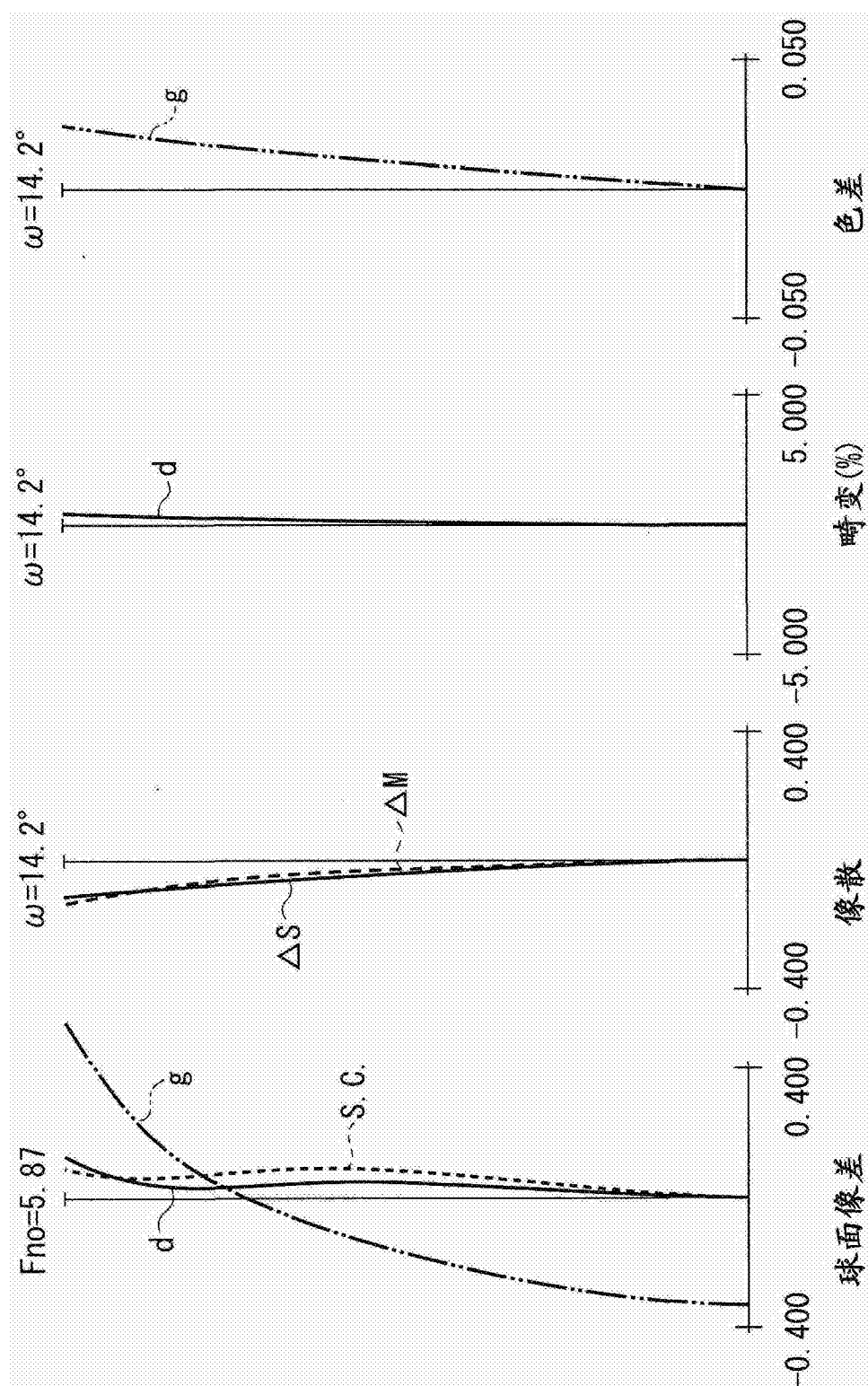


图 4B

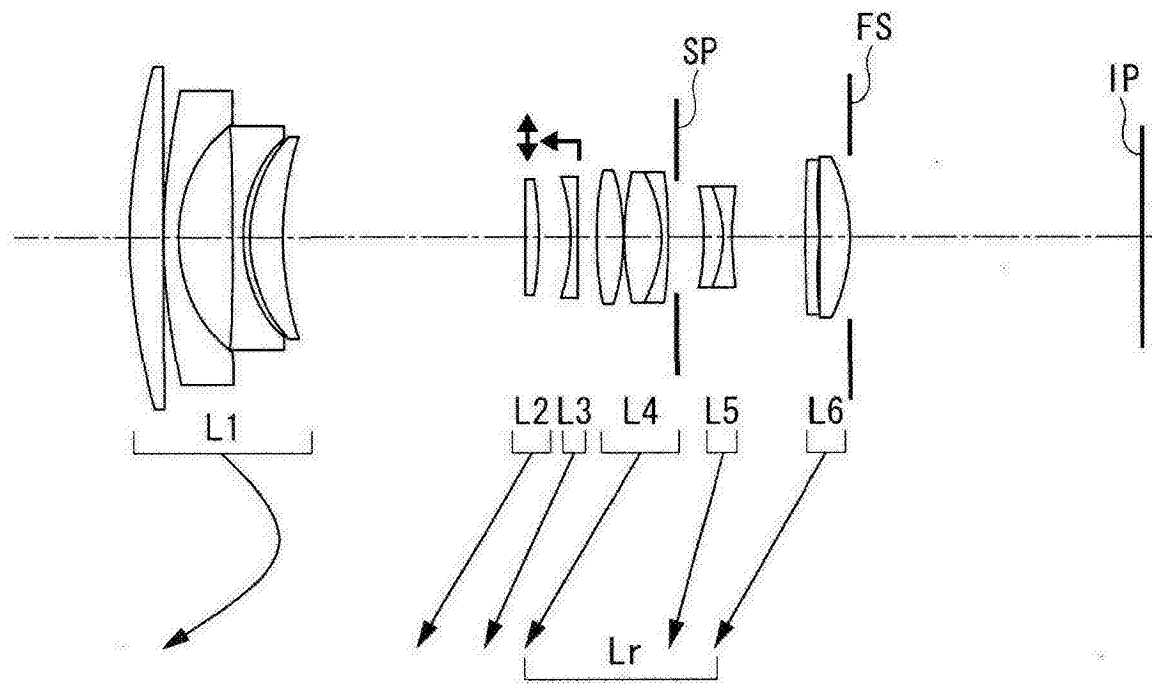


图 5

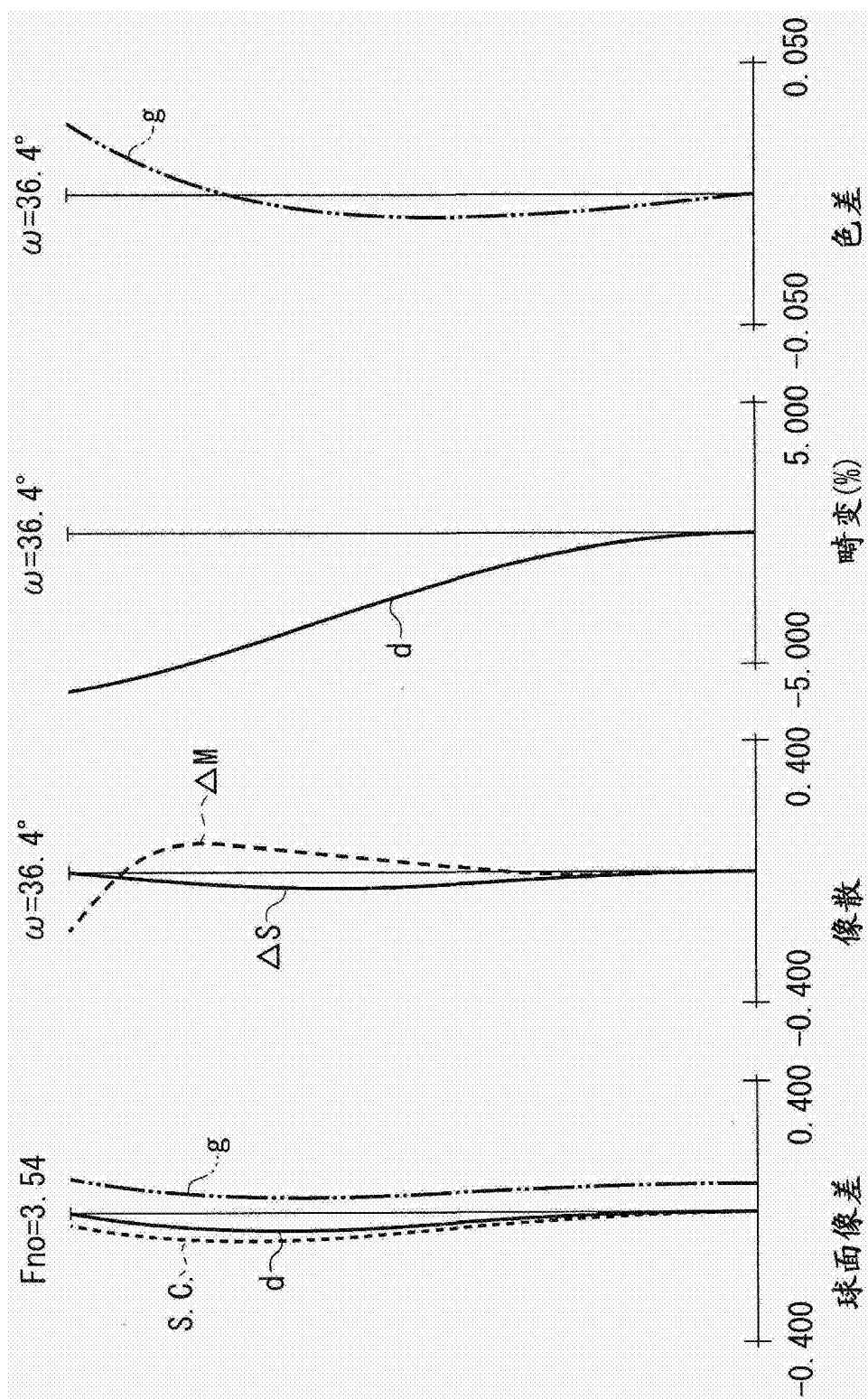


图 6A

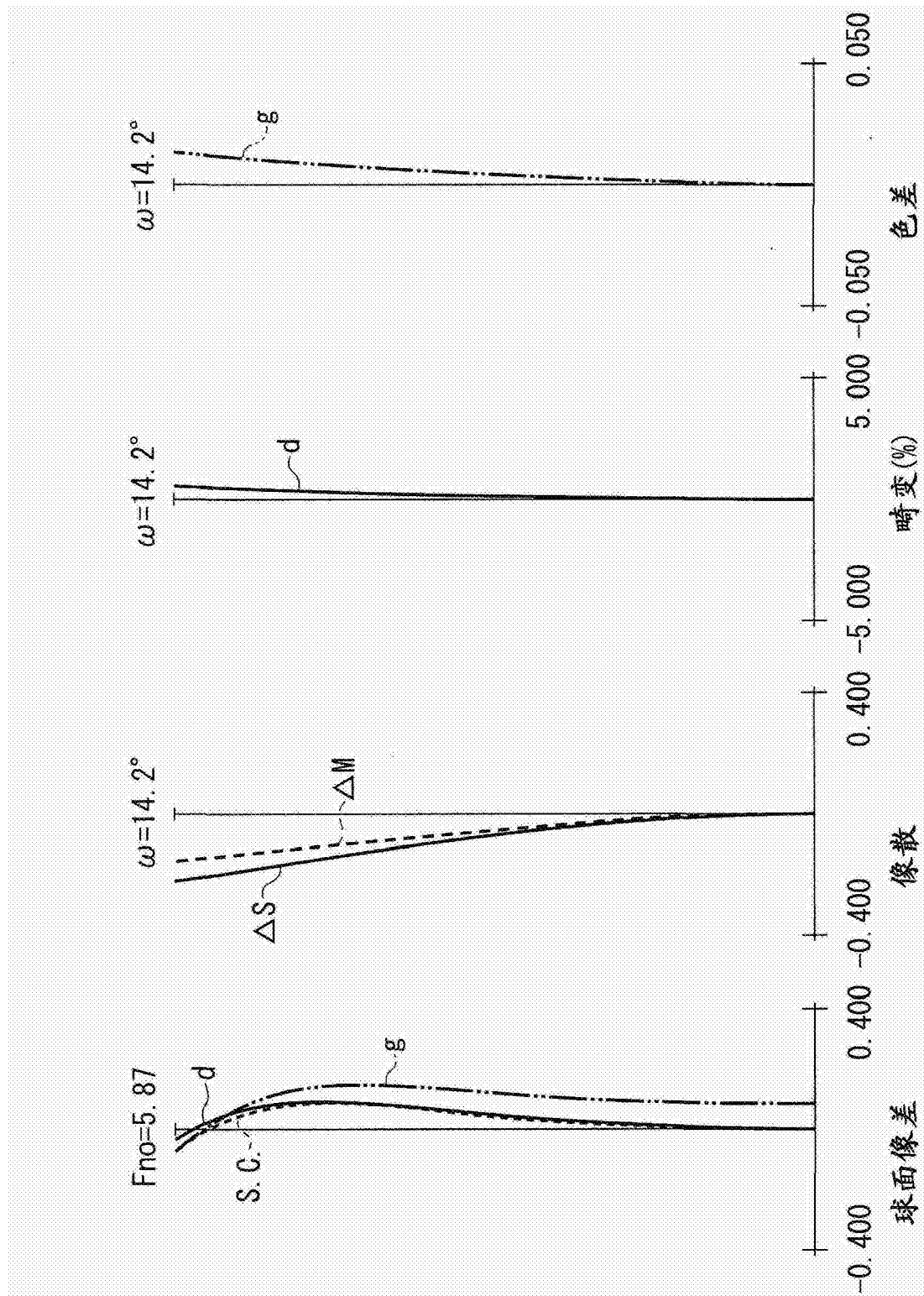


图 6B

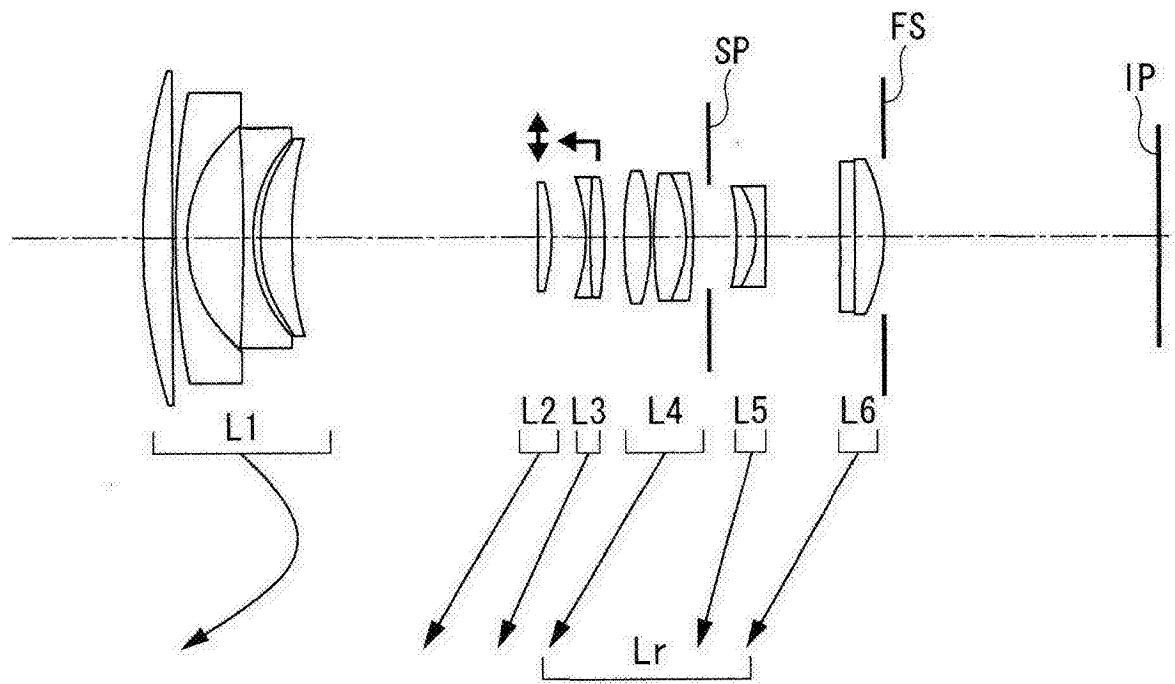


图 7

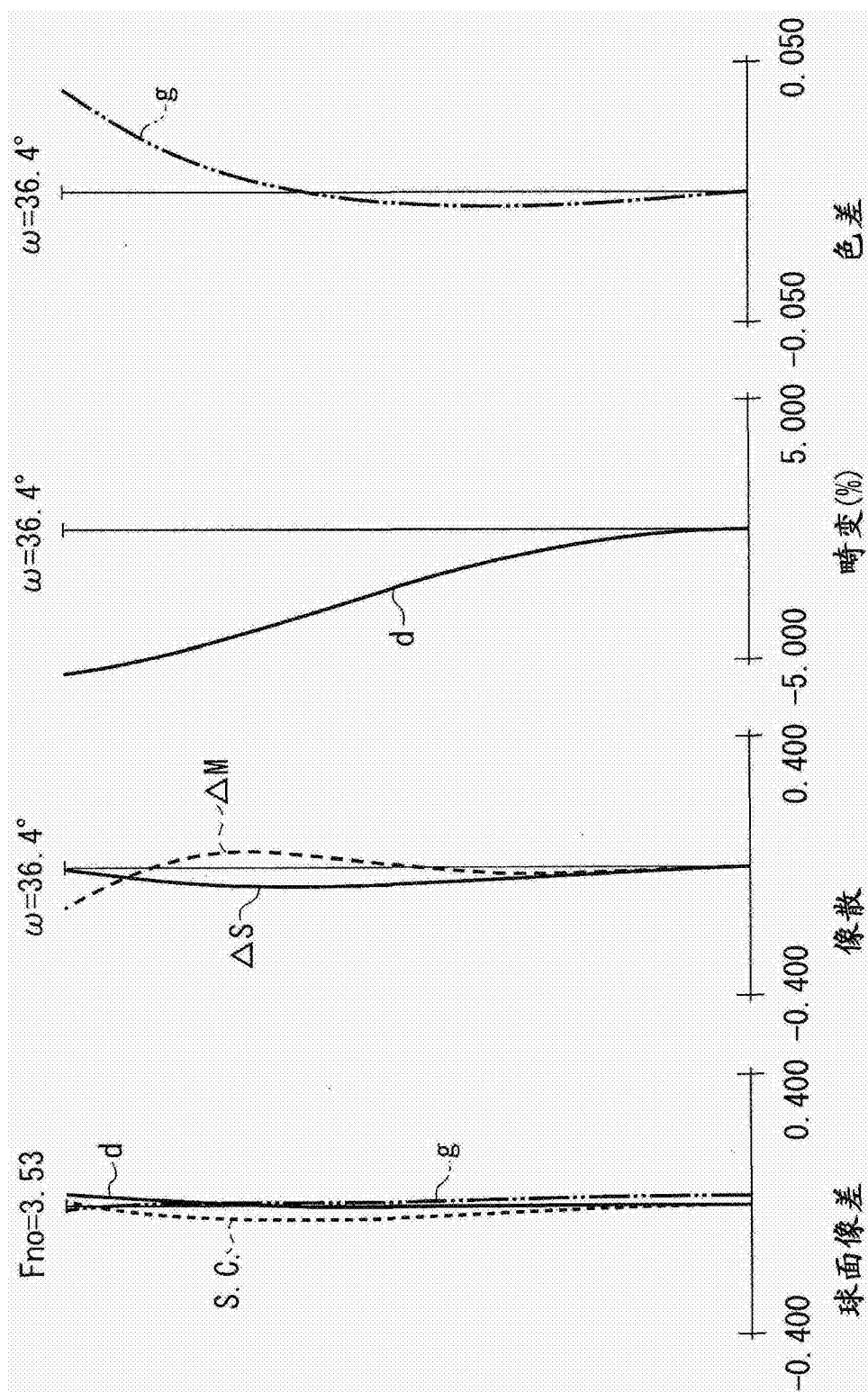


图 8A

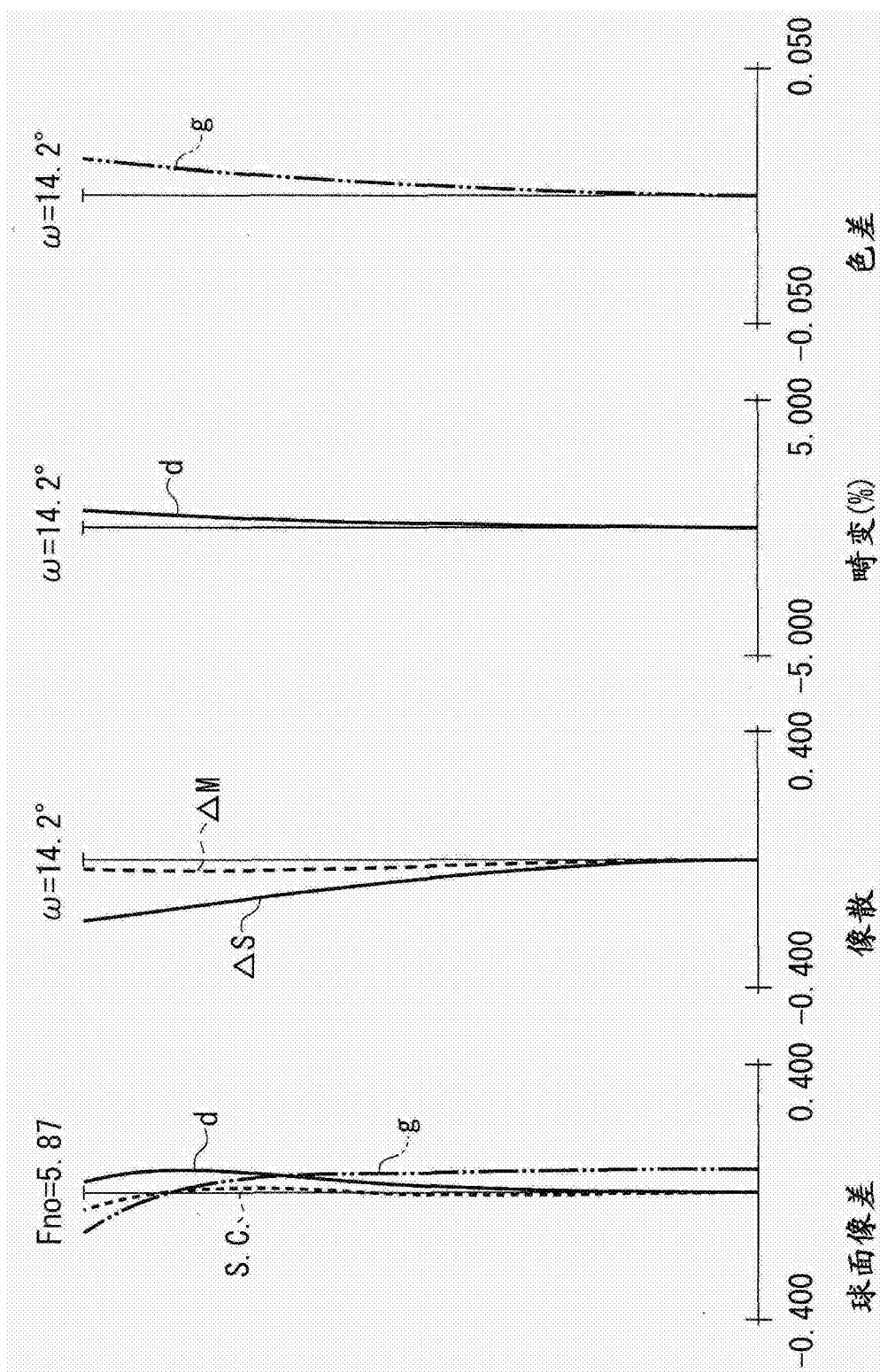


图 8B

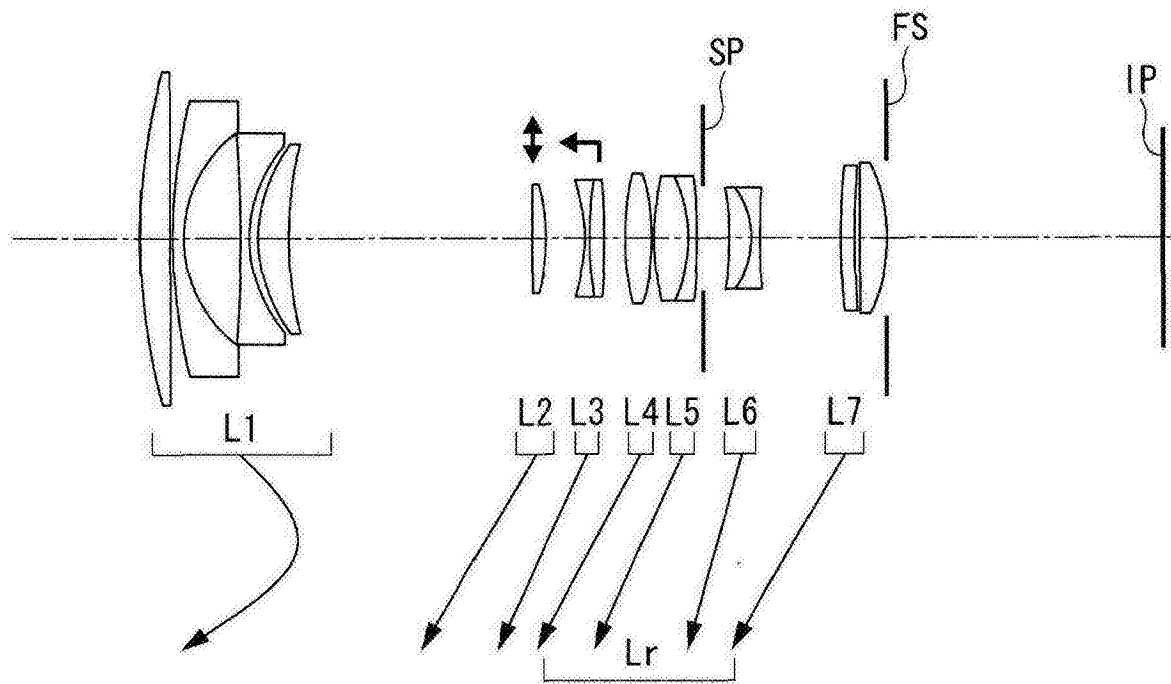


图 9

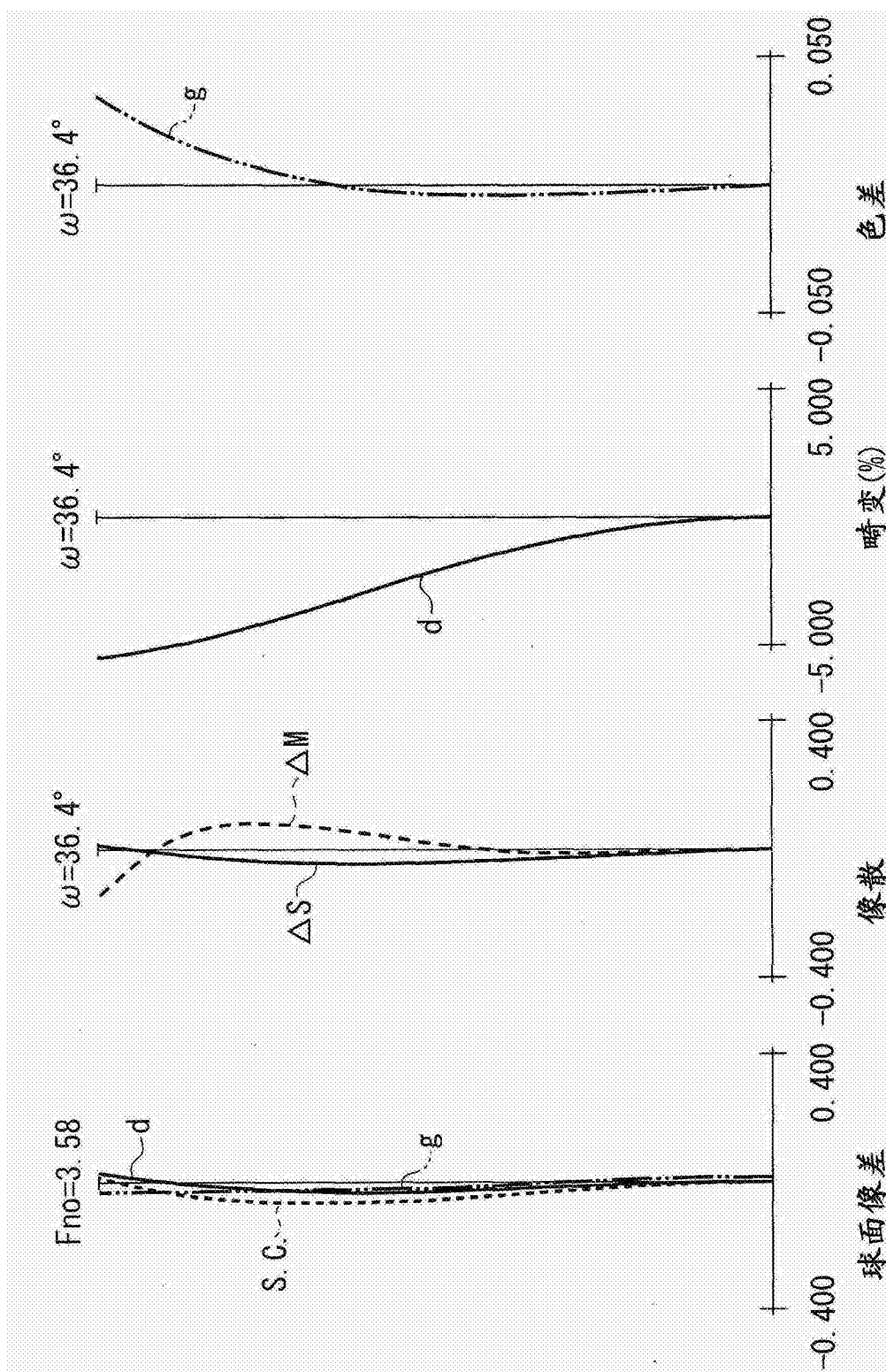


图 10A

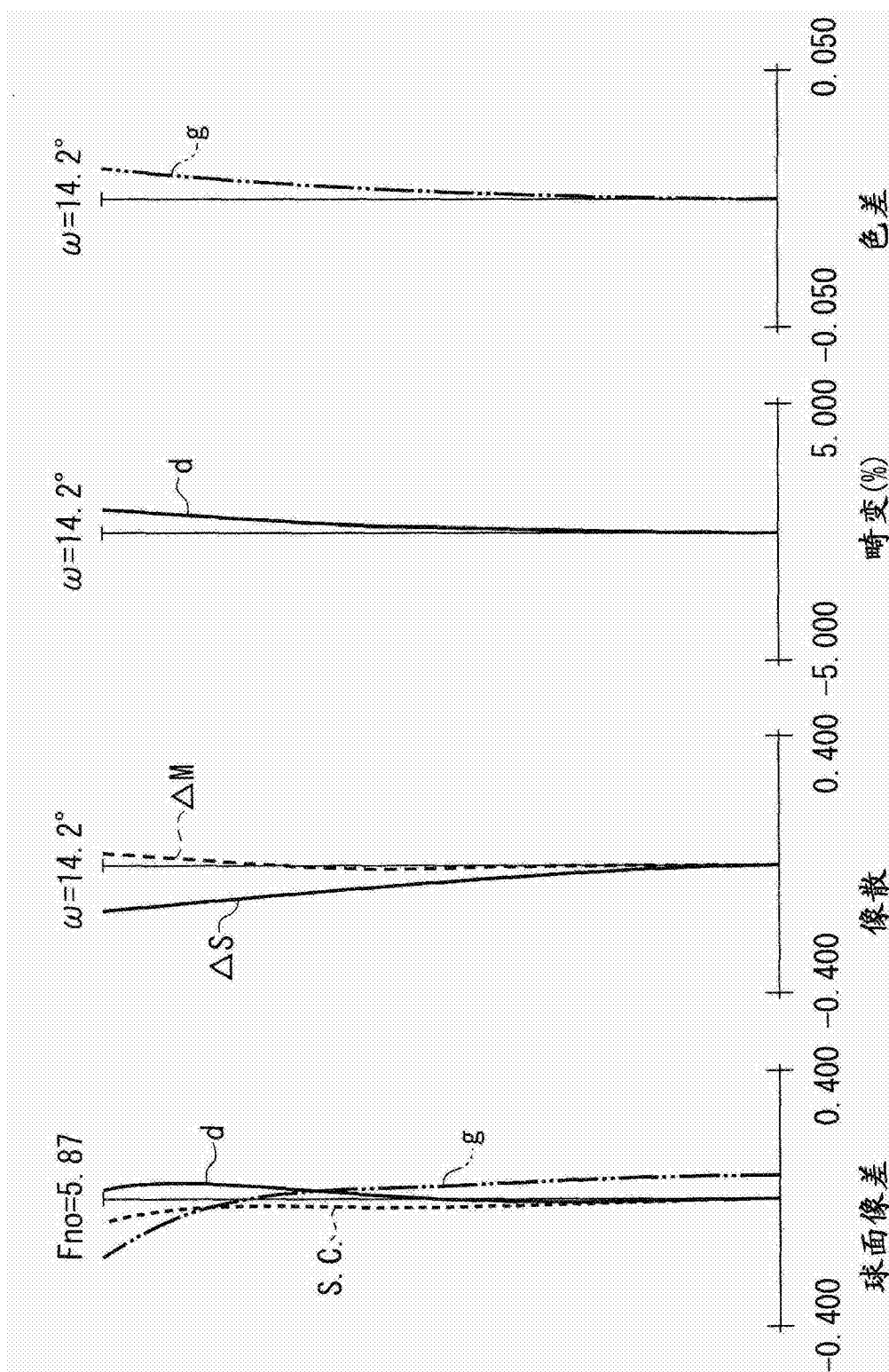


图 10B

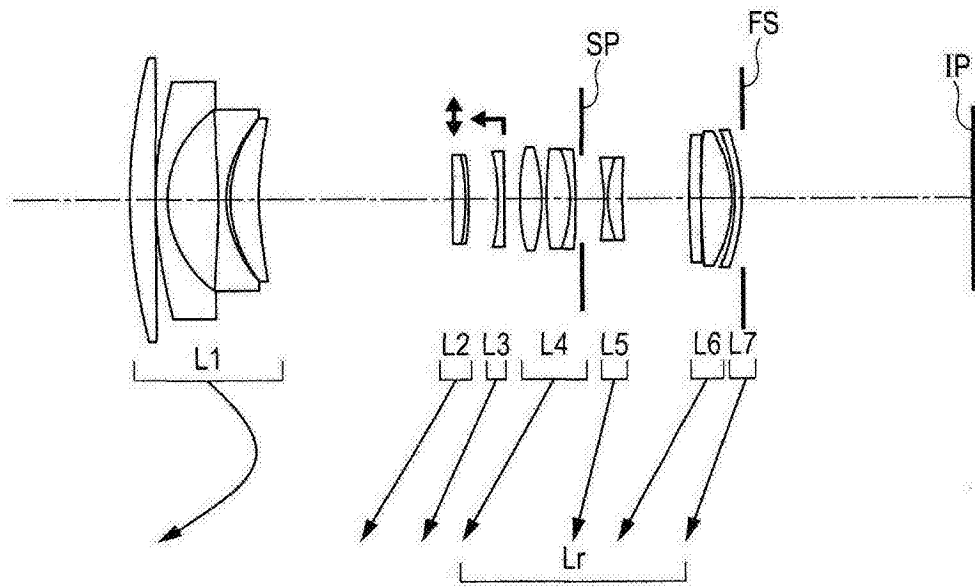


图 11

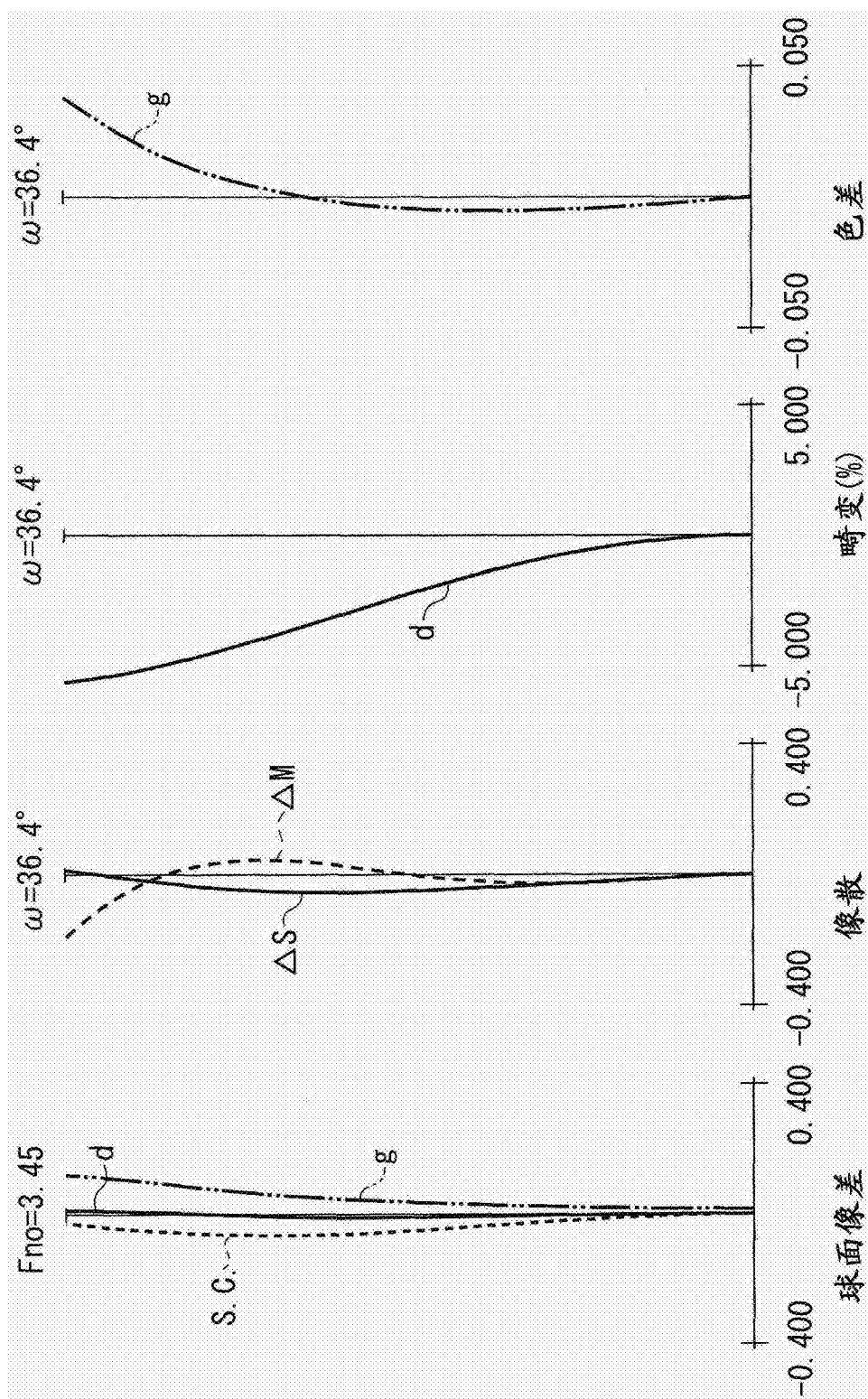


图 12A

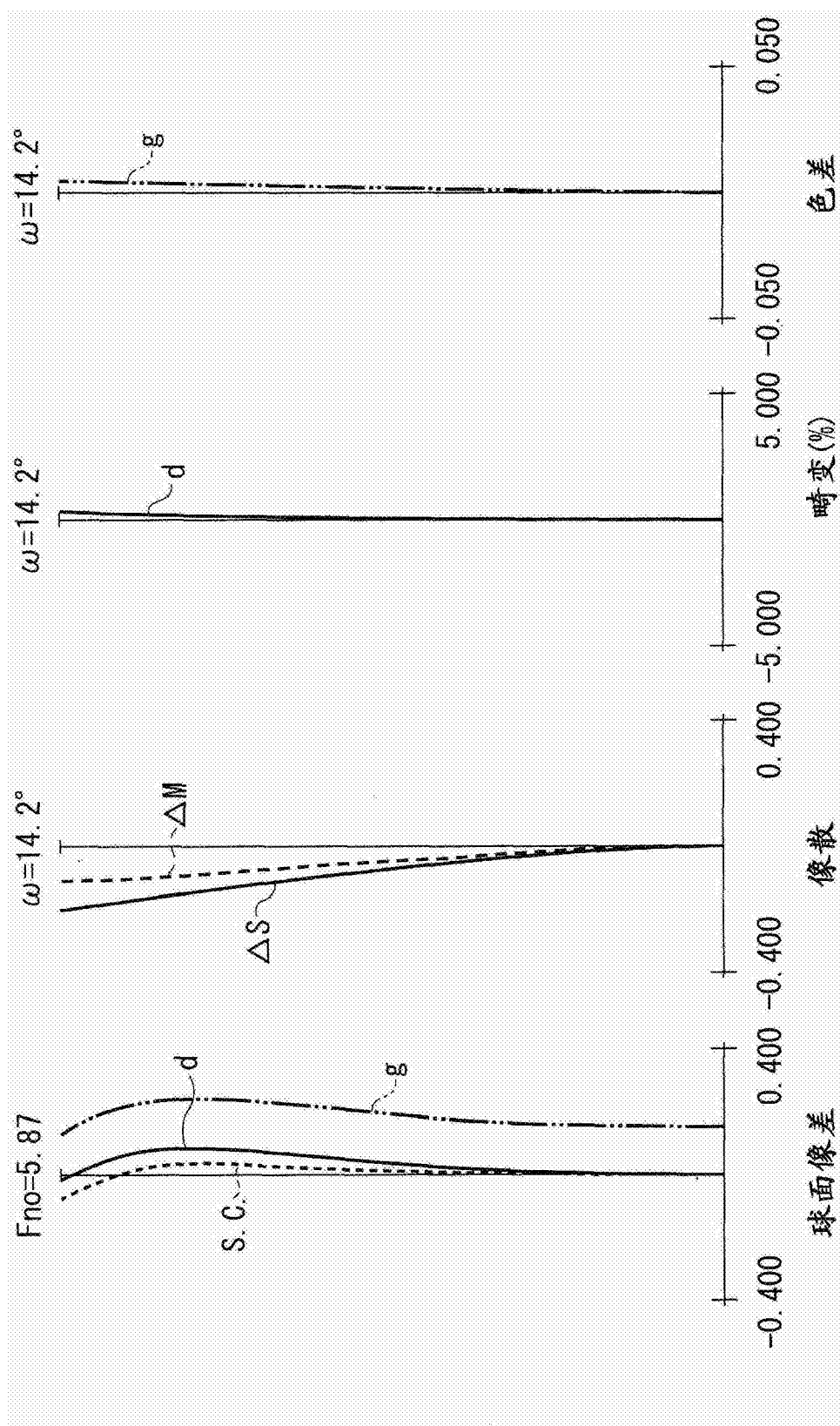


图 12B

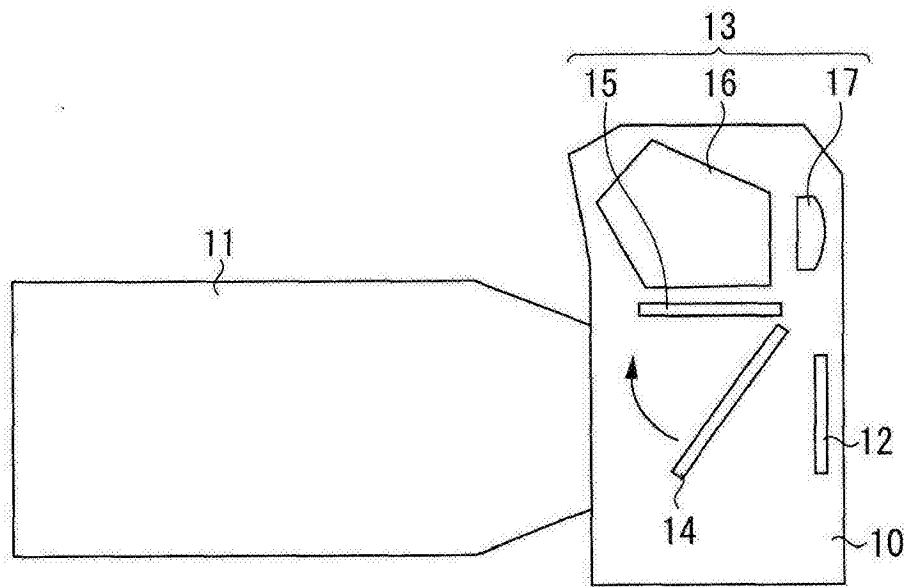


图 13